

**ФГБОУ ВПО «АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

На правах рукописи

ГРОЗЕСКУ ЮЛИЯ НИКОЛАЕВНА

**Инновационные методы повышения эффективности кормления
осетровых рыб на основе использования в рационах нетрадиционного
кормового сырья и биологически активных препаратов**

06.02.08 – кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных
животных и технология кормов

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Научный консультант
доктор биологических наук,
профессор С.В. Пономарев

АСТРАХАНЬ 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	6
Глава 1 Состояние проблемы кормления рыб в условиях современной индустриальной аквакультуры (обзор литературы).....	15
1.1 Потребности рыб в основных элементах питания.....	15
1.2 Источники протеина в составе комбикормов для рыб.....	29
1.3 Витамины и биологически активные вещества в кормлении рыб.....	41
1.3.1 Роль аскорбиновой кислоты и ее аналогов в жизнедеятельности.....	41
1.3.2 Каротиноиды в рационе рыб.....	48
1.4 Бактерийные препараты в составе комбикормов для объектов аква- культуры.....	51
1.5 Особенности пищевого поведения рыб и их реакция на различные компоненты кормов.....	65
Глава 2 Материал и методы исследований.....	76
Глава 3 Перспективные источники протеина в комбикормах для осетро- вых рыб.....	87
3.1 Использование различных источников низкомолекулярных пептидов в составе осетровых кормов.....	87
3.1.1 Показатели качества кормов с гидролизированным рыбным протеи- ном.....	87
3.1.2 Использование продукта на основе диспергированного рыбного протеина при выращивании личинок осетровых.....	92
3.1.3 Физиологическое состояние личинок, выращенных на комбикормах с легкоусваиваемым протеином.....	95
3.1.4 Экономическая эффективность использования продукта дисперги- рованного рыбного белка.....	99
3.2 Продукты глубокой переработки ракообразных в составе комбикор- мов для осетровых рыб.....	100
3.2.1. Показатели качества комбикормов с крабовой мукой.....	101
3.2.2 Эффективность использования крабовой муки при выращивании личинок осетровых рыб.....	106
3.2.3 Использование комбикорма с крабовой мукой при товарном выра-	

щивании осетровых рыб.....	108
3.2.4 Влияние крабовой муки в составе комбикормов на физиологическое состояние рыб.....	111
3.2.5 Экономическая эффективность использования крабовой муки в составе осетровых комбикормов.....	113
3.3 Использование кукурузного глютена в составе комбикормов для осетровых рыб.....	115
3.3.1 Химический состав кукурузного глютена.....	115
3.3.2 Эффективность использования глютена в составе стартового комбикорма.....	118
3.3.3 Физиологическое состояние молоди русского осетра выращенных на комбикормах с глютеном.....	122
3.3.4 Оценка экономической эффективности применения кукурузного глютена в составе продукционного комбикорма для осетровых рыб.....	125
3.3.5 Физиологическое состояние молоди русского осетра выращенного на комбикормах с глютеном.....	126
3.4. Эффективность применения новых рецептов комбикормов, на основе нетрадиционного сырья при выращивании осетровых рыб	130
Глава 4 Биологически активные добавки в кормлении осетровых рыб...	134
4.1 Использование термостабильных форм аскорбиновой кислоты в составе стартовых комбикормов для осетровых рыб.....	134
4.1.1. Влияние различных норм введения L-аскорбил-2-полифосфата на показатели выращивания ранней молоди.....	134
4.1.2 Физиологическое состояние ранней молоди русского осетра, выращенной на комбикормах с различным количеством аскорбилполифосфата.....	137
4.1.3 Стабильность аскорбилполифосфата в составе комбикорма.....	139
4.1.4 Сравнительная эффективность различных термостабильных форм аскорбиновой кислоты в кормах для осетровых рыб.....	145
4.2 Аскорбилполифосфат в составе продукционных комбикормов для	

осетровых.....	148
4.3 Экономическая эффективность использования аскорбилполифосфата.....	155
4.4 Каротиноидные препараты в составе комбикормов для осетровых рыб.....	156
4.5 Влияние препарата на основе живых микробных культур рода <i>Bacillus</i> на эффективность выращивания осетровых рыб.....	170
4.5.1 Оценка использования пробиотика «Субтилис» в составе стартовых комбикормов для осетровых рыб.....	170
4.5.1.1 Рост и физиологические показатели ранней молоди осетровых рыб при кормлении комбикормом с пробиотиком «Субтилис»	170
4.5.1.2 Использование спорообразующего пробиотика для повышения эффективности выращивания молоди осетровых рыб в условиях рыбоводных предприятий.....	175
4.5.2 Возможность применения пробиотика «Субтилис» в продукционных комбикормах для осетровых рыб.....	179
4.5.2.1 Влияние пробиотических препаратов на рост и выживаемость осетровых рыб, выращиваемых в системе замкнутого водообеспечения.....	180
4.5.2.2 Оптимизация микробиоценозов водной среды в установках замкнутого водоснабжения при использовании пробиотика «Субтилис».....	182
4.5.2.3 Влияние пробиотика «Субтилис» на эффективность использования питательных веществ рациона молодью осетровых рыб.....	184
4.5.2.4 Морфологические и биохимические показатели крови осетровых рыб при питании кормами с пробиотиком «Субтилис».....	186
4.5.3 Экономическая эффективность использования пробиотика в составе кормов для осетровых рыб.....	189
Глава 5 Вкусовые вещества и ароматизаторы в составе комбикормов для осетровых рыб.....	191
5.1 Влияние использования аттрактивных веществ в стартовых комби-	

кормах на пищевое поведение и показатели выращивания личинок осетровых рыб.....	191
5.2 Изучение возможности использования вкусовых веществ в продукционных комбикормах для осетровых рыб.....	200
5.3. Корректировка хемосенсорной привлекательности влажных комбикормов.....	207
5.4. Физиологическое состояние рыб, выращенных на комбикормах с различными ароматическими и вкусовыми добавками.....	212
5.5. Экономическая эффективность применения вкусо-ароматических добавок в комбикорма для осетровых рыб.....	215
Глава 6. Технологические основы кормления осетровых рыб в условиях индустриальных хозяйств.....	217
6.1 Выращивание осетровых рыб с применением сухих комбикормов в условиях бассейновых хозяйств.....	217
6.2 Нормирование кормления осетровых рыб в прудах с применением сухих гранулированных комбикормов.....	222
6.3 Технология выращивания и кормления рыбопосадочного материала осетровых видов рыб.....	223
Заключение.....	226
Выводы.....	238
Практические рекомендации.....	241
Библиографический список.....	242
Список сокращений и условных обозначений	296
Приложения	297

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследований.

Одним из основных источников пищи для человека являются водные биологические ресурсы. Сокращение их запасов на фоне роста спроса делает искусственное выращивание рыб стратегически важным направлением агропромышленного комплекса России.

Численность популяций осетровых рыб в водоемах нашей страны еще в прошлом столетии была достаточно высокой и стабильной. Однако, уже к началу XXI века, запасы этих ценных видов в Каспии сократились примерно в 15 раз. Идея товарного разведения осетровых рыб возникла в первой половине XX века, но особую популярность приобрела лишь в 60-е годы. Успешное широкомасштабное развитие аквакультуры в настоящее время немыслимо без применения полнорационных комбикормов, сбалансированность и доброкачественность которых определяются в основном качеством составляющих их компонентов (Э. В. Макаров и др., 2000; С.В. Пономарев, Е.А. Гамыгин, А.Н. Канидьеv, 2010).

В настоящее время многие кампании предлагают большой выбор комбикормов для рыб. В связи с тем, что российское кормопроизводство характеризуется низкими объемами производства, невысоким качеством и ассортиментом сырья, осетровые хозяйства зачастую предпочитают импортную продукцию. Сложившаяся экономическая ситуация и политика импортозамещения, способствует выведению комбикормовой отрасли на новый уровень. Из-за введенных санкций и значительного повышения цен на зарубежные корма, российские производители товарной рыбы начинают использовать продукцию отечественных предприятий. В соответствии с программой «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015-2020 гг.» предполагается увеличение доли товарной рыбоводной продукции до 315 тыс. тонн. Через несколько лет, потребность в качественных комбикормах для рыб увеличится в несколько раз.

В современных условиях необходимо проводить разработку научных и практических аспектов повышения эффективности кормления осетровых рыб и создание рецептов кормов на основе нетрадиционных видов сырья и биологически активных препаратов с целью снижения стоимости кормов и повышения их питательной ценности (Е.А. Гамыгин, М.А. Щербина, А.А. Передня, 2004; С.В. Пономарев, Е.А. Гамыгин, 2009).

Степень разработанности темы исследования.

Теоретическая база под создание искусственных кормов для рыб была подведена американскими и японскими учеными А. Phillips, J. Halver, С. Ogiно, Т. Watanabe и другими. В нашей стране исследованиями практических и теоретических аспектов кормления рыб занимались группы ученых Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства, Государственного научно-исследовательского института озерного рыбоводного хозяйства, Всесоюзного научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Краснодарского научно-исследовательского института рыбного хозяйства, Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства, Калининградского и Астраханского государственных технических университетов: А.Н. Канидьев, Е.А. Гамыгин, М.А. Щербина, С.В. Пономарев, И.Н. Остроумова, В.Я Скляр, Н.А. Абросимова и многие другие.

Изучение особенностей кормления осетровых рыб было начато сравнительно недавно – с первыми попытками интенсивного выращивания этих ценных объектов. Основы использования искусственных кормовых смесей были заложены в середине прошлого столетия (А.А. Мильштейн, 1940; Г.С. Карзинкин, М.Ф. Сараева, 1942; О.Я. Гордиенко, О.И. Тарковская, 1952), однако, искусственный рацион рассматривался в качестве второстепенного, на фоне кормления «живыми кормами». Такое кормление не в полной мере могло удовлетворять требованиям, предъявляемым к индустриальному осетроводству. К концу прошлого столетия были начаты разработки рецептов комбикормов для осетровых, которые стали применяться при их промыш-

ленном разведении. Это привело к расширению географии и масштабов товарного осетроводства в нашей стране.

Проблема комбикормового сырья в нашей стране всегда стояла чрезвычайно остро. Это было вызвано в первую очередь высокой стоимостью рыбной муки, а в последующем – и ее дефицитом. Низкое качество ряда традиционных компонентов способствовало активизации исследований в области поиска альтернативных заменителей и обогащению кормов биологически активными добавками. Большинство вопросов, изученных учеными в этом направлении ранее, остаются актуальными и до настоящего времени. Однако, с развитием технологии переработки кормового сырья, перечень возможных компонентов рыбных комбикормов постоянно обновляется. Кроме того, если раньше вопрос замены рыбной муки на более дешевые компоненты был связан в основном с экономической стороной, то в настоящее время, на передний план выходит ее дефицит и низкое качество. В связи с этим, возникла необходимость в научно-обоснованном подходе к разработке рецептов кормов с учетом обновившейся сырьевой базы кормопроизводства.

Цель и задачи исследований.

Цель работы – повышение эффективности выращивания осетровых рыб при использовании биологически активных препаратов и замены в рационе рыбной муки на нетрадиционные виды кормового сырья.

Поставленная цель определила следующие задачи:

- установить влияние белкового продукта со средней глубиной гидролиза в составе комбикормов на показатели роста, выживаемости и функционального состояния личинок осетровых рыб, выращенных при отсутствии в рационе «живых» кормовых организмов;
- выявить оптимальность дозы введения в комбикорма муки из краба и оценить ее влияние на физические свойства комбикормов;
- определить процентное содержание кукурузного глютена в составе производственного комбикорма и установить его влияние на рост, выживаемость и физиологическое состояние рыб;

- дать экономическую оценку эффективности комбикормов, содержащих нетрадиционное сырье;
- обосновать использование и установить нормы введения в состав стартовых и продукционных комбикормов стабильных аналогов аскорбиновой кислоты;
- изучить биологические показатели осетровых рыб при включении в корма L-аскорбил-2-полифосфата;
- исследовать влияние каротиноидных препаратов на продуктивные и физиологические показатели осетровых рыб;
- проанализировать эффективность применения спорообразующего пробиотика «Субтилис» в комбикормах для осетровых рыб при интенсивном выращивании;
- оценить пищевую реакцию осетровых рыб на компоненты комбинированных кормов и предложить методы коррекции пищевого поведения с использованием вкусоароматизаторов;
- разработать технологию кормления молоди и товарной рыбы с применением сухих комбикормов, содержащих нетрадиционное сырье и биологически активные добавки.

Научная новизна исследований.

На основании проведенных комплексных исследований, впервые выявлены научные и практические основы использования нетрадиционного сырья, в качестве альтернативной замены рыбной муки в составе комбикормов для осетровых рыб различного возраста. Выявлено, что присутствие в рационе личинок осетровых рыб белкового продукта со средней глубиной гидролиза, приводит к увеличению активности пищеварительных ферментов, осуществляющих расщепление белковых и углеводных компонентов корма. Это делает возможным применение такого комбикорма без добавления в рацион «живых» кормов. Установлены оптимальные нормы введения в состав стартовых и продукционных комбикормов кукурузного глютена, крабовой

муки, гидролизованного рыбного протеина, на основе этого разработаны новые рецепты стартового и продукционного комбикормов.

Выявлена возможность использования стабильных аналогов аскорбиновой кислоты в составе комбикормов для осетровых рыб, установлено их влияние на рост, выживаемость и физиологическое состояние выращенных рыб. Впервые установлено действие L-аскорбил-2-полифосфата на процесс заживления кожных покровов у осетровых рыб. Определен оптимальный источник β -каротина для осетровых комбикормов, изучены его антиокислительные свойства. Установлено усиление антиоксидантного эффекта при совместном введении в состав кормов аскорбиновой кислоты и препаратов β -каротина. Выявлено положительное влияние спорового пробиотика «Субтилис» на рост, выживаемость осетровых рыб и микробный фон воды рыбоводных емкостей.

Предложен метод коррекции пищевого поведения путем введения в состав корма вкусоароматизаторов, на основании данных по изучению реакции осетровых на компоненты комбикормов.

В результате проведенных исследований разработана интенсивная технология кормления молоди и товарной рыбы на основе применения новых рецептов сухих комбикормов, содержащих нетрадиционное сырье и биологически активные добавки.

Практическая и теоретическая значимость работы.

Экспериментальные исследования по теме диссертационной работы проводились в рамках отраслевых программ «Пресноводная аквакультура», «Осетроводство» (1997-2003 гг.), договоров и контрактов между Астраханским Государственным Техническим Университетом и Всероссийским научно-исследовательским институтом пресноводного рыбного хозяйства (1998-2006 гг.), бассейновыми управлениями Государственного комитета по рыболовству РФ (2001-2007гг.).

Теоретически обоснованы и экспериментально подтверждены технологические аспекты выращивания осетровых рыб в промышленных условиях.

Дано научное обоснование повышения эффективности осетроводства, за счет применения новых рецептов комбикормов, содержащих нетрадиционное сырье. Полученные результаты расширяют сведения о влиянии ранее малоизученных биологически активных кормовых добавок на обмен веществ и антиоксидантную систему рыб, позволяющие демонстрировать высокие показатели роста и выживаемости в условиях стрессовых воздействий.

Результаты проведенных изысканий положены в основу разработки современных, эффективных способов выращивания осетровых рыб в хозяйствах различного типа с применением сухих гранулированных комбикормов. Разработанные рецепты комбинированных кормов повышенного продуктивного действия утверждены в установленном порядке, изготавливаются комбикормовыми предприятиями и используются при товарном выращивании осетровых рыб. Они позволяют повысить рентабельность производства рыбободной продукции за счет снижения затрат на кормление, улучшение показателей роста и выживаемости рыб. Материалы исследований легли в основу опубликованных технологических рекомендаций по выращиванию осетровых рыб, а также в справочниках и учебниках для студентов высших и средних учебных заведений. Комбикорма и технологии выращивания представлялись на международных рыбопромышленных выставках: «Рыбпромэкспо» (2005-2007 гг.), на V, VI, VIII «Московском международном салоне инноваций и инвестиций» (2005, 2006, 2008 гг.), на международной специализированной выставке «Мир Биотехнологий 2006» и были отмечены медалями и дипломами. Основные разработки защищены авторским правом РФ.

Методология и методы исследований.

Материалом для исследований служили разновозрастные и разновидовые особи осетровых рыб. Эксперименты по выращиванию рыб с использованием нового кормового сырья и биологически-активных веществ проводились в лабораторных условиях (г. Астрахань) и на промышленных рыбободных предприятиях (Астраханская область, Волгоградская область) в период с 1998 по 2012 г. Постановка эксперимента проводилась на основании анализа

литературных сведений по изучаемому вопросу. В ходе эксперимента проводился отбор биохимических, гематологических и гистологических проб, с последующим проведением их анализа. Все исследования проведены с использованием классических методов и подвергнуты статистической обработке.

Положения, выносимые на защиту.

- стартовый комбикорм для осетровых рыб на основе диспергированного протеина позволяет выращивать личинок без дополнительного введения в рацион «живых» кормов;

- замена рыбной муки на крабовую в количестве 5% для стартовых кормов и 10% для продукционных положительно сказывается на физических свойствах корма и снижает его стоимость;

– введение в состав продукционного комбикорма 10% крабовой муки и 10% кукурузного глютена, вместо равного количества рыбной муки, снижает стоимость комбикорма;

– оптимальными нормами ввода L-аскорбил-2-полифосфата в корма для осетровых рыб, позволяющими корректировать обменные процессы в организме в период стрессовой нагрузки, являются: 500 мг/кг в стартовые корма и 200 мг/кг в продукционные корма;

– использование в составе комбикормов для осетровых рыб микробной биомассы β -каротина совместно с аскорбиновой кислотой, положительно влияет на антиоксидантную систему организма рыб, повышает прирост массы молоди, снижает коэффициент конверсии корма;

– применение в составе комбикормов пробиотического препарата «Субтилис» на протяжении 30 суток выращивания ранней молоди осетровых способствует повышению жизнеспособности рыб, стимулирует рост и накопление питательных веществ в тканях, а также корректирует микробиоценоз водной среды рыбоводных емкостей;

– крабовая и креветочная вкусоароматические добавки улучшают хемосенсорные свойства комбикормов, способствуя лучшему потреблению

кормов, повышают выживаемость и прирост молоди, снижают затраты кормов.

Апробация работы.

Основные результаты исследований, изложенных в диссертационной работе, докладывались на научных и научно-практических конференциях: профессорско-преподавательского состава АГТУ, Астрахань 1999-2016 гг; «Проблемы современного товарного осетроводства», Астрахань, 1999 г; «Осетровые на рубеже XXI века», Астрахань, 2000 г; «Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России», Адлер, 2001 г; «Прикаспийский регион: Перспективы развития», Элиста, 2001 г; «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития», Астрахань, 2001 г; «Новые технологии в защите биоразнообразия в водных экосистемах», Москва, 2002 г; «Современные проблемы Каспия», посвященной 105-летию КаспНИРХ, Астрахань, 2002 г; «Живые системы и биологическая безопасность населения», Москва, 2004 г; «Научные подходы к решению проблем производства продуктов питания, Ростов-на Дону, 2004 г; посвященной 60-летию Московской рыбководно-мелиоративной опытной станции и 25-летию ее реорганизации в ГНУ ВНИИР, Москва, 2005 г; «Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов мирового океана», Москва, 2005 г; «Научно-производственное и социально-экономическое обеспечение развития комплексных мелиораций Прикаспия», с. Соленое Займище Астраханской области, 2006 г; «Современные климатические и экосистемные процессы в уязвимых природных зонах (арктических, аридных, горных), г. Азов, 2006 г; «Состояние и перспективы развития фермерского рыбководства аридной зоны», Ростов-на-Дону, 2007 г; Мелиорация малых водотоков, нерестилищ дельты р. Волги и Волго-Ахтубинской поймы», Астрахань, 2007 г; «Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI веке», Астрахань, 2007 г; «Фундаментальные аспекты биологии в решении актуальных экологических проблем», Астрахань, 2008 г; «Социально-экономические аспекты развития муниципальных образований аридных тер-

риторий», Астраханская область, 2008 г; «Перспективы развития аридных территорий Российской Федерации через интеграцию науки и практики», Астрахань, 2008 г; «Наука и образование – 2014», Мурманск, 2014 г; «Европейская аквакультура – 2014», Доносия-Сан-Себастьян, Испания, 2014 г; «Актуальные вопросы морфологии и биотехнологии в животноводстве», Кинель, 2015 г. На международных симпозиумах: «Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре», Адлер, 1999 г; IV и V по осетровым рыбам, г. Ошкош, США, 2001 г; г. Рамсар, Иран, 2005 г; «Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата», Астрахань, 2007 г.

По теме исследования опубликовано 67 работ, в том числе 17 статей в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК РФ и 3 патента РФ на изобретения.

Структура и объем диссертации. Работа изложена на 310 страницах печатного текста, иллюстрирована 62 рисунками и 66 таблицами. Состоит из введения, литературного обзора, методологии и методов исследований, результатов исследований, заключения. Библиографический список включает 492 источник, из них 171 на иностранных языках.

ГЛАВА 1 СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ КОРМЛЕНИЯ РЫБ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Потребности рыб в основных элементах питания

Во всем мире основным фактором, насыщающим полноценной рыбной продукцией внутренний рынок, является аквакультура. В последние десятилетия производство продукции в этом секторе возросло примерно в 12 раз, при среднегодовом приросте 8,8%. Наша страна обладает достаточно высоким потенциалом для развития различных направлений товарного выращивания рыбы (Слапогузова и др., 2014).

Современное индустриальное рыбоводство базируется на содержании рыбы в полностью контролируемых условиях водной среды. В современных условиях при содержании рыбы в садках и бассейнах естественные корма уже не имеют принципиального значения. Это привело к масштабному использованию искусственных комбинированных кормов, которые должны быть сбалансированы по основным элементам питания и отвечать потребностям в них объектов аквакультуры (Бахарева, Грозеску, 2006; Пономарев и др., 2013; Гамыгин, Багров, 2014).

Влияние состава комбинированного корма на рост и развитие рыб зависят, главным образом, от их метаболических особенностей, от типа обменных процессов и множества других факторов. Усваиваемость питательных веществ комбикорма в определенной мере зависит от состава естественной пищи рыб. Основой рациона в естественных условиях являются организмы планктонные и бентосные, а также водоросли. В связи с этим знания о составе питательных веществ естественных кормов необходимы (Бахарева, Грозеску, 2006; Щербина, Гамыгин, 2006; Пономарев, Гамыгин, 2009).

При определении потребностей рыб в питательных веществах используют прямые и косвенные способы. Прямые основаны на длительном изучении ростового и продукционного эффекта при исключении из рациона опре-

деленных нутриентов с последующим их введением (Ogino, 1980; Halver, 1989; Halver et al., 1993). Косвенные методы весьма многочисленны и основаны на различных методических подходах (Щербина, Салькова, 1987; Щербина, 1988; Phillips, 1969; Kaushik, 1983;).

Потребности рыб, как и других животных, обусловлены генетически заданным уровнем обмена веществ и роста. Но, в то же время, они подвержены изменениям в зависимости от биотических и абиотических факторов, воздействующих на организм (Щербина, Гамыгин, 2006). Наиболее доступными элементами пищи являются белки и липиды. Значение этих элементов для питания животных общеизвестно.

В процессе обмена веществ основная роль отводится протеину. Белки в организме выполняют широкий диапазон функций. Они являются основным строительным материалом клетки и межклеточного вещества, вместе с фосфолипидами входят в состав биологических мембран; служат основным компонентом ферментов; участвуют в процессе переноса кровью кислорода, липидов, углеводов, некоторых витаминов и гормонов (Байдалинова, Яржомбек, 2011).

При организации кормления гидробионтов, также как и сельскохозяйственных животных, обеспеченности белками необходимо уделять особое внимание (Щербина, Гамыгин, 2006).

Белки представляют собой большие линейные молекулы, состоящие из аминокислот (Бахарева, Грозеску, 2006). К качеству комбикормов, и особенно к его белковой части предъявляются определенные требования. Биологически полноценные, эффективные и экономичные комбикорма должны иметь не только необходимый уровень аминокислот, но и растворимых белковых веществ с дисперсностью, соответствующей подготовленности пищеварительного тракта к усвоению искусственной пищи (Абросимова, Саенко, Гучакшев, 2001).

Белки, в отличие от других питательных веществ, являясь структурными элементами тканей, не запасаются в организме. При недостаточном по-

ступлении их в организм или голодании приводит к разрушению в первую очередь клеток мышц и печени. Именно поэтому количественный и качественный состав белка определяет питательную ценность корма (Щербина, Гамыгин, 2006).

Рыбы отличаются высокой потребностью в белке. Протеин включает в себя как белковую, так и небелковую формы азота, отличающиеся по пищевой ценности (Бахарева, Грозеску, 2006). Организмом для питания используются структурные элементы белка – аминокислоты. Аминокислотный состав белков, содержащихся в корме, должен отвечать потребностям рыбы для того, чтобы протеин использовался наиболее эффективно. Для рыб 10 аминокислот являются незаменимыми: лизин, метионин, триптофан, аргинин, гистидин, фенилаланин, треонин, валин, лейцин, изолейцин. Некоторые из перечисленных аминокислот участвуют в образовании заменимых. Например, цистин позволяет сократить потребности в метионине. Тирозин – способен на 30-50% удовлетворять потребность рыб в фенилаланине. Увеличение количества валина свыше 3% от массы корма может привести к снижению эффективности его использования. Усваиваемость изолейцина зависит от количественного содержания лейцина в корме, уровень которого не должен превышать 3-5%. К заменимым относятся аминокислоты глутаминовая, аспарагиновая, серин, глицин, α -аланин, пролин, тирозин, цистин, цистеин и другие (Tacon, Cowey, 1985; Wilson, 1989).

Специфические проявления недостаточности в рационе аминокислот в целом сходны с признаками неполноценного питания и не имеют ярко выраженной клинической картины. К ним относят снижение скорости роста, резистентности организма, потерю аппетита (Luquet, 1991).

Именно по этой причине знания об аминокислотном составе искусственной пищи рыб необходимы при интенсивном выращивании объектов товарной аквакультуры. Полностью сбалансированный комбикорм имеет решающее значение, как для роста, так и для сведения к минимуму загрязнения воды азотными метаболитами.

У лососевых рыб потребности в эссенциальных аминокислотах установлены на уровнях: лизин – 4,1-4,3; метионин – 0,97-1,02; триптофан – 0,39-0,41; треонин – 1,56-1,64; аргинин – 4,87-5,1,2; валин – 2,9-3,07; гистидин – 1,25-1,31; лейцин – 2,92-3,07; изолейцин 1,95-2,05; фенилаланин – 3,9-4,1 г/100 г корма (Рыжков, 1986).

В полноценных кормах для рыб уровень незаменимых аминокислот составляет 35-50% от общего количества аминокислот. Оценка питательности кормовых белков принято делать по тем аминокислотам, которые содержатся в наименьшем количестве и носят название лимитирующих. Для определения аминокислотной полноценности используют понятие «аминокислотного скорра» (Гамыгин, 2001; Щербина, Гамыгин, 2006; Пономарев, Грозеску, Бахарева, 2013).

В практике кормления гидробионтов обычно используют термин «сырой протеин». Это понятие объединяет группу азотсодержащих веществ белковой и небелковой природы, но основу его составляют белки.

Потребность в количестве протеина у гидробионтов выше, чем у теплокровных животных и варьирует в зависимости от вида, возраста и условий выращивания. У ранней молодежи, а также у производителей в период созревания гонад потребность в белке увеличивается (Абросимова и др., 1989; Остроумова, 2012). По усредненным данным уровень протеина в сухом веществе комбикормов для молодежи всех видов рыб составляет 45-55%. Это связано со сходным спектром питания гидробионтов на начальных этапах онтогенеза. Причем на стадиях постэмбрионального развития белок корма должен быть представлен свободными аминокислотами, ди-, олиго- и полипептидами, а также низкомолекулярными растворимыми белками в соотношениях, близких к планктонным организмам, являющимся естественной пищей большинства рыб (Абросимова, Саенко, Гучакшев, 2001; Щербина, Гамыгин, 2006; Пономарев, Пономарева, 2003; Пименов, Пономарев, 2009; Сергазиева, Бахарева, Грозеску, 2014).

Например, в комбинированных кормах для производителей осетровых различных производителей - Акварекс, Aller aqua, Le gouessant и другие - содержание сырого протеина превышает 50%.

Термический режим воды при выращивании рыб оказывает непосредственное влияние на потребность рыб в протеине. Повышение температуры воды активизирует обменные процессы в организме, в том числе и степень усваиваемости белка. Так при температуре 8 °С потребность в протеине у лососевых составляет 40-42%, а при увеличении температуры воды до 15 °С – 50-55% (Гамыгин, 1987; Щербина, Гамыгин, 2006). По данным И.Н. Остроумовой (1983) выращивание карпа на тепловодном предприятии при температуре 25-30 °С соотношение между массой рыб и уровнем белка варьирует от 30% (для взрослых особей) до 55% (для ранней молоди массой 0,5 г). По сведениям Ф. Дикушниковой с соавторами (1976) оптимальной температурой для синтеза белков у молоди карпа составляет 29 °С. При прудовом выращивании, карпа молодь хорошо растет при обеспеченности 28-30% белка. В комбикормах для двухлеток и трехлеток содержание белка может быть снижено до 18-19 % при наличии в рационе естественной пищи (Щербина, Сапаров, Раденко, 1992). По данным некоторых авторов уровень протеина в кормах для карпа для сеголеток должен находиться на уровне 40-50%, для годовиков – 30-40% (Meske, 1973; Остроумова, Тимошина, 1975; 1976; Желтов, Федоренко, 1978; Складов и др., 1981).

По мере роста у рыб наблюдается видовая специфичность в протеиновой потребности. Так полноценные продукционные комбикорма для лососевых и осетровых содержат 34-40%, для канального сома – 30-40%, для карпа – 23-40% протеина.

В сухих гранулированных кормах для молоди лососевых рыб необходим высокий уровень протеина – 45-60% (Mann, 1968; Остроумова, 1977; Канидьеv, Гамыгин, 1977; Пономарев, Гамыгин, Канидьеv, 2010).

Оптимальный уровень сырого протеина в кормах зависит от качества используемых белков и предполагаемых норм кормления. Предпринимаемые

попытки использовать при выращивании рыб дешевые растительные рационалы терпели и терпят неудачу (Остроумова, 2012). На протяжении многих лет основным источником протеина в рыбных комбикормах являлась рыбная мука. Но в связи со сложившейся экономической ситуацией и ростом цен на этот продукт, стали производить замену ее на растительные компоненты. Однако, состав растительного белка значительно отличается от животного. В связи с этим при использовании большого количества растительных компонентов необходимо тщательно контролировать аминокислотный состав (Щербина, Гамыгин, 2006; Гамыгин, Багров, 2015). На современном этапе развития отечественной науки актуальными и перспективными являются вопросы, связанные с исследованиями гидролиза продуктов белка, с целью использования полученных продуктов в пищевой, медицинской, комбикормовой промышленности (Бабаян и др., 1984; Гамыгин, Багров, Житний, 2015).

Рядом зарубежных и отечественных ученых (Пономарев и др., 2002; Пименов, Пономарев, 2009; Dabrovski et al., 1983) отмечено положительное действие автолиза белка кормовых организмов в пищеварительной системе рыб. У личинок рыб наблюдается низкая активность пищеварительных ферментов, в связи с этим, высокодисперсный протеин, содержащий достаточное количество поли- и олигопептидов является наиболее физиологически адекватным. Протеин, включает также белковую и небелковую формы азота, необходимые организму рыб (Остроумова, 2001).

Основная доля (до 75%) белковых структур зоопланктона находится в растворимом состоянии (Кизеветтер, 1973; Кузьмина и др., 1990), причем значительное место отведено соединениям с легкоусвояемым азотом. То есть с мелкими формами зоопланктона (с «живым» кормом) ранняя молодь рыб получает вещества белковой природы, не требующие мощной ферментативной обработки (Остроумова, 2001). В желудочно-кишечном тракте белок под действием различных протеаз (пепсин, трипсин, химотрипсин и др.) и полипептидаз кишечного сока расщепляется до аминокислот и пептидов, поступающих в последующем в кровь через слизистую оболочку кишечника

(Скляр, 2001). Для пищеварительной и ферментной систем осетровых рыб в раннем онтогенезе, свойственна этапность развития (Коржуев, 1967; Пономарев, 1996; Судакова, 1997; Пономарева и др., 2002).

Оптимальный уровень протеина в комбикормах взаимосвязан с энергетической ценностью рациона. Например, ранее предполагалось, что лучшим эффектом для лососевых обладают корма с содержанием 40-65% белка, в последующем было установлено, что белок может быть сэкономлен за счет введения в состав корма безбелковых источников энергии. Наибольший интерес в этом отношении составляет жир (Cho, Kaushik, 1985; 1990).

Протеин корма может полноценно выполнять свою функцию в том случае, если другие компоненты присутствуют в необходимом количестве. Так при недостатке жиров в корме большое количество протеина расходуется на энергетические траты организма, вследствие чего снижается темп роста рыб и увеличиваются кормовые затраты.

Если рацион для рыб имеет необходимое количество жиров и углеводов, то белок используется в белковом обмене для роста тела организма. При недостатке в корме жиров и углеводов белки могут использоваться в качестве источника энергии в функциональном обмене. Это не экономично, поскольку белок – наиболее дорогая составная часть корма (Остроумова, 2001).

Важную роль в энергетическом обмене играют жиры. Окисляясь, они освобождают вдвое больше энергии, чем белки и в несколько раз больше, чем углеводы. Жир, накапливающийся в организме рыб, синтезируется в основном из жировых компонентов корма. Если в течение длительного периода рыбе дают больше количества корма, то энергии она получает больше, чем ей требуется для движения и роста, при этом избыток жира откладывается в тканях и на органах. Это происходит не только, когда избыток энергии синтезирован жирами, но и когда он образован белками и углеводами, так как жиры могут синтезироваться из аминокислот и глюкозы (Бахарева, Грозеску, 2006; Остроумова, 2012).

Взгляды различных ученых на оптимальный уровень жира в рационах рыб неоднократно претерпевали изменения. С увеличением уровня жира в корме до определенных пределов, увеличивается утилизация протеина. Из 1 г кормового белка рыба получает 3,5-4 ккал энергии. При кормлении рыб полноценным гранулированным комбикормом на 1 кг прироста расходуется 550-560 г протеина (Канидьев, Гамыгин, 1977).

Липиды являются источниками незаменимых жирных аминокислот, с ними связано поступление и накопление в организме таких важных жирорастворимых витаминов как ретинол, α -токоферол, холикальциферол, викасол и другие (Бахарева, Грозеску, 2006).

В своем составе жиры содержат насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты, которые в свою очередь делятся на мононенасыщенные и полиненасыщенные. Насыщенные жирные кислоты с твердой консистенцией представлены в основном пальмитиновой (16:1) и стеариновой (18:1) кислотами. Они преобладают у теплокровных животных. Эти жиры не рекомендуется добавлять в рацион рыб, так как они плохо усваиваются гидробионтами и при низкой температуре воды могут привести к непроходимости пищеварительного тракта. Наиболее эффективным является введение в состав комбикормов жиры, содержащие ненасыщенные (полиеновые) жирные кислоты: пальмитолеиновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, арахидоновая и другие. Они не образуются в организме животных и их источником являются корма. Особое значение для рыб имеют линолевая, линоленовая и арахидоновая кислоты. Для холодолюбивых рыб, необходимыми являются преимущественно, семейство линоленовой кислоты, для теплолюбивых – линоленовой и линолевой. Недостаток их в пище приводит к нарушению обмена веществ (Бахарева, Грозеску, 2006; Абсалямов, 2010).

Рыбная мука является одним из источников эссенциальных жирных кислот. Содержание в ней липидов находится в пределах 4-18%. Для повышения энергетической ценности комбикормов для рыб в их состав вводят рыбий жир и растительные масла. Состав рыбьего жира напрямую зависит от

сырья из которого он изготавливается. Жир из морских гидробионтов содержит свыше 90% жирных кислот линоленового ряда; из пресноводных – отличаются меньшим количеством незаменимых жирных кислот и иным соотношением (Бахарева, Грозеску, 2006).

Сходство состава липидов пищи и организма рыб обусловлено существованием двух основных путей всасывания жира в пищеварительном тракте: первый – после полного предварительного расщепления (липолиза), второй – без него. При липолизе жир распадается на глицерин и жирные кислоты. Жирные кислоты с короткой углеродной цепью активным путем транспортируются через слизистую оболочку кишечника в кровь и далее поступают в воротную вену и печень. В гепатоцитах они используются для синтеза тканевых липидов и текущих метаболических потребностей. Кислоты с длинными углеродными цепями, превращаясь в триглицериды, вместе с холестерином и фосфолипидами образуют микроскопические капельки, заключенные в белковые глобулиновые оболочки – «хиломикроны». В тканях печени жирные кислоты либо используются для синтеза структурных липидов, либо вновь поступают в кровь и разносятся по организму (Щербина, Гамыгин, 2006).

Полиненасыщенные жирные кислоты растительных масел представлены либо только линолевой кислотой (подсолнечное), либо линолевой с небольшим содержанием линоленовой (кукурузное, арахисовое), либо с более значительным ее содержанием (соевое, рапсовое). В льняном масле и продукте его переработки – линетоле – содержание линоленовой кислоты в 2-3 раза превышает содержание линолевой.

Наиболее типичными признаками недостатка эссенциальных жирных кислот является снижение аппетита, замедление роста, заболевания кожи и плавников, повреждение хлоридных клеток жабр, осуществляющих осморегуляцию. Нарушения липидного обмена проявляются в повышенном отложении жира в печени и на внутренних органах. Наблюдается нарушения воспроизводительной функции, снижение иммунитета. Большинство нарушений

отмечается у молоди или производителей (Щербина, Гамыгин, 2006; Rainuzzo et al., 1997). У форели при недостатке жирных кислот линоленового ряда часто отмечают избыточное накопление жира в печени, ее церроидное перерождение, эррозию хвостового плавника, шоковый синдром (Коуи, Сарджент, 1983; Castell et al., 1979).

Потребности в жирных кислотах различны для разных видов рыб, что обусловлено неодинаковой способностью пролонгировать и десатурировать линоленовую кислоту до эйкозапентаеновой и докозагексаеновой, а линолевую – до арахидоновой. Для пресноводных рыб и проходных в пресноводный период жизни потребность в эссенциальных жирных кислотах удовлетворяется линолевой и линоленовой кислотами, так как эти виды способны трансформировать короткоцепочные кислоты с 2-3 двойными связями (линолевую и линоленовую) до длиноцепочных производных с 4-6 двойными связями (эйкозапентаеновую, докозагексаеновую, арахидоновую). У морских рыб эта способность ограничена и пища их должна в достаточном количестве содержать пролонгированные и десатурированные кислоты (Остроумова, 2001).

У теплолюбивых рыб (например, тилапии) в качестве эссенциальных указываются лишь кислоты ω6 ряда (линолевая, арахидоновая), что в какой-то мере сближает их с теплокровными животными (Steffens, 1997).

В последние годы подчеркивается особая значимость для рыб арахидоновой кислоты, особенно для личинок и молоди, в связи с ее важной ролью в образовании простогландинов (Castell, 1979; Bell et al., 1996). Появились также сведения о приоритетной роли докозагексоеновой кислоты по отношению к эйкозапентаеновой для личинок морских рыб (Castell et al., 1994; Rainuzzo et al., 1997; Sargent et al., 1997).

Негативное влияние на рыб оказывает не только недостаток линоленовых кислот, но и их избыток – по сведениям Т. Watanabe (1984), С.А. Головачева (1988) приводит к задержке роста. Чрезмерное повышение содержания кислот линолевого ряда над кислотами линоленового ряда пре-

пятствуют включению первых в фосфолипиды, что вызывает нарушение в обмене веществ. В этом случае жирные кислоты n-3 ряда накапливаются в резервных жирах, а их инкорпорация в фосфолипиды блокируется n-6 кислотами (Головачев, 1988).

Исследования многих авторов показано, что наряду с жирными кислотами незаменимыми для рыб, особенно на ранних этапах онтогенеза являются также фосфолипиды (Poston, 1990; Coutteau et al., 1997). Потребность в них колеблется у личинок разных видов от 1 до 3% к сухой диете и дополнительное включение их в рацион увеличивает сопротивляемость организма, стимулирует рост и выживаемость.

Уровень общих липидов в комбикормах для различных объектов аквакультуры варьирует в широких пределах и зависит от биологических особенностей вида, возраста, условий среды и способа выращивания. Оптимальным уровнем жира в стартовых комбикормах для лососевых рыб является 10-20%, осетровых 8-11%, канального сома – 9%, карпа – 3-8%. В продукционных кормах для лососевых рыб – 10-14%, осетровых – 12%, канального сома и карпа – 6-9% (Бахарева, Грозеску, 2006).

В 50-60-е года уровень жира в составе пастообразных лососевых кормов предлагалось ограничивать 3-5% (Phillips et al., 1964; Phillips, 1970).

Повышенное количество жира в рационе молоди лососевых рыб способствует увеличению темпа роста на 10% и снижению кормового коэффициента до 1,1 ед. Высокий уровень жира в кормах способствует высокой интенсивности эритропоэза – 35,1% (Бахарева и др., 2014).

В состав комбикормов для осетровых рыб рекомендовано вводить 9% рыбьего жира (Пономарев, Сергеева и др., 2009).

Карп может переносить до 40% доброкачественного жира в диете (Kaushik, 1995). Нижняя граница – 2,5%, при дальнейшем снижении нарушается ход обменных процессов в организме (Щербина, 1973).

Промышленные стартовые комбикорма для форели содержат 9-17% жира, для осетровых – 9-15%, для сиговых, сомовых, карпа – 10%. В продук-

ционных комбикормах варьирование еще сильнее – для форели 14-27%, для осетровых – 12-18%.

Введение большого количества липидов в рыбные комбикорма затрудняет процесс гранулирования и снижает прочность гранул. В связи с этим, на определенном этапе уровень вводимого жира снижали до 3-5%, дополнительное ожиривание проводили на рыбоводных предприятиях. Затем появился промышленный способ добавления в экструдированные корма жира методом обволакивания, поверхностного напыления на уже готовые частицы комбикорма (Остроумова, 2012). Технология вакуумного напыления позволяет ввести в состав корма 35% жира (Потапов, 2009).

Высокий уровень липидов в комбикормах преследует цель минимизировать расход белка на энергетические нужды. Накопление большого количества жира в теле рыб свидетельствует о том, что белковый рост тормозится и в организме возникает избыток энергетических ресурсов. Это может возникать при ухудшении условий содержания объектов, нарушении сроков хранения кормов (Остроумова, 2012).

Углеводы – простейшие из основных энергосодержащих компонентов кормов. Они содержат элементарные углерод, водород и кислород и делятся на две большие группы: клетчатка и безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ). Клетчатка состоит преимущественно из твердых полисахаридов и расщепляется у рыб только в присутствии микрофлоры. К БЭВ относят легкоусваиваемые углеводы и простые сахара.

Количество углеводов в организме рыб невелико и составляет в среднем 2,5-5%. Основная их масса находится в печени в виде гликогена, а также в соединительной ткани. Основная биохимическая роль углеводов заключается в поставке органических кислот, необходимых для осуществления пластического и энергетического обмена.

Ценность углеводов пищи связана с их химическим строением и соотношением в них отдельных структурных групп. При недостатке углеводов и в случае малого поступления жиров энергетические потребности удовлетво-

ряются за счет использования белковой части корма (Щербина, Гамыгин, 2006).

В углеводном обмене рыб, также как и других животных основная роль отводится глюкозе. Все сахара, поступающие из пищеварительного тракта, превращаются в глюкозу или частично откладываются в виде гликогена.

Наибольшее пищевое значение среди растительных углеводов имеет крахмал. Гликоген – или «животный крахмал» - является основным запасным полисахаридом животных. Это питательное вещество быстро расщепляется пищеварительными ферментами до глюкозы.

К группе трудногидролизуемых углеводов, так называемых «пищевых волокон» относят целлюлозу (клетчатку), лигнин, пектин, хитин и другие вещества. Питательная ценность веществ этой группы несколько ниже, по сравнению с легкогидролизуемыми. Но в настоящее время они рассматриваются больше как балластные вещества, необходимые для нормального протекания процесса пищеварения (Щербина, Гамыгин, 2006).

В отношении оптимального количества углеводов в кормах для рыб сведения, встречающиеся в литературе, достаточно противоречивы. На начальных этапах создания комбикормов для лососевых считалось 20-25% максимальным количеством (Phillips et al., 1948; Cowey, Luquet, 1983). Ученые связывали это с ограниченной способностью поджелудочной железы адаптироваться к колебанию уровня углеводов. Отсутствие у рыб способности регулировать уровень глюкозы в крови напоминает диабет млекопитающих (Подоскина, Подоскин 1991). Впоследствии эти особенности углеводного обмена рыб не подтвердились и были опровергнуты (Hilton et al., 1983). У рыб обнаружили глюкокиназу, которая, наряду с гексокиназой катализирует превращения углеводов в печени. Кроме того, доказали способность форели переваривать и усваивать полисахариды. Крахмал, подвергнутый сильной декстринизации, хорошо переваривается всеми видами рыб.

К концу 90-х годов прошлого столетия обоснован предельно допустимый уровень легкоусваиваемых углеводов – 30% (Подоскина, Подоскин, 1991).

Холодололюбивые виды рыб лучше усваивают простые сахара, теплолюбивые – эффективно усваивают декстрин и крахмал. У теплолюбивых видов рыб хорошо переносимый уровень углеводов в рационах выше примерно в 1,5-2 раза. Это объясняется прямой зависимостью от температуры, как амилаз, так и тканевых ферментов, катализирующих превращения углеводов в организме (Щербина, Казлаускене, 1971; Dixon, Hilton, 1985).

Оптимальный уровень углеводов в кормах для прудового карпа составляет 40-50% (Щербина и др., 1992), в промышленных условиях – для сеголеток 29-37%, для товарной рыбы 34-43%; угря – 40% и выше; тилапии – до 44%, для осетровых – 14-18% (Остроумова, Тимошина, 1976; Garcia-Gallego et al., 1993).

Проблема ограниченной утилизации углеводов холодололюбивыми рыбами возникла с появлением метода экструдирования кормов. Этот процесс является ресурсосберегающим, позволяет повысить доступность для рыб питательных веществ корма. В основе экструдирования лежат два процесса: механохимическая деструкция на всех этапах и на последнем – при выходе из зоны высокого давления в атмосферу - «взрыв», декомпрессионный шок (Черняев, 1985; Пономарев и др., 2002).

Структурные изменения компонентов при экструзии повышают усваиваемость питательных веществ, снижают кормовые затраты и уменьшают загрязнение воды экскрементами (Шустин, 1987; Гамыгин и др., 1997; Остроумова и др., 1999; Vergot, 1983; Pfeffer et al., 1991).

Главными источниками углеводов в кормах для рыб являются растительные компоненты, в сухом веществе которых БЭВ и клетчатка могут достигать 80%. В основном используют зерно злаковых, бобовых культур, отходы переработки масличных культур и другие (Пономарев, Грозеску, Бахарева, 2013). Особенностью зерна злаковых является высокое содержание

углеводов и низкое количество белка, который не сбалансирован по основным аминокислотам. У бобовых культур отмечается низкая концентрация углеводов (до 30-60%) и высокое содержание белка (20-40%) недостаточно сбалансированного по составу аминокислот (Щербина, Гамыгин, 2006).

В результате изучения литературных сведений установлено, что углеводы не имеют большого значения в питании рыб. Основными энергетическими и пластическими веществами для большинства видов являются протеин и липиды, которые в организме превращаются в глюкозу. В отличие от наземных животных, рыбы ограниченно усваивают и утилизируют растительные компоненты. При этом эффективность их переваривания зависит от температуры воды и возраста. Однако, в настоящее время, существует возможность применения в кормах компонентов из растительного сырья, полученных в результате использования современных способов переработки зерна. Основная ценность этих компонентов заключается в возможности замены части дорогостоящей рыбной муки без нарушения баланса основных питательных веществ.

1.2 Источники протеина в составе комбикормов для рыб

При создании интенсивных технологий выращивания ценных объектов аквакультуры с применением комбинированных кормов используется современный эколого-морфологический метод, который рассматривает развитие организма в качестве последовательных, качественно отличающихся этапов, характеризующихся определенными отношениями со средой. Современное рыбоводство привело к созданию комбикормов, которым нет аналогов в природе.

Современные комбикормовые заводы - это высокоинтенсивные производства, позволяющие обеспечить хозяйства аквакультуры продукцией высокого качества, комбинируя компоненты в различных сочетаниях и пропорциях. Считается, что чем больше компонентов в составе комбикорма, тем

выше его питательность и эффективность. Однако, есть и малокомпонентные высокопитательные комбикорма на основе качественного сырья (Пономарев, Грозеску, Бахарева, 2013).

Основное место в рыбоводстве имеет понятие нормы питательных веществ в составе кормосмесей. Одним из важных моментов в соблюдении уровня протеина и незаменимых аминокислот, а также их доступности имеют источники протеина в рационах рыб (Склярков, Студенцова, 2001; Склярков, 2008). Сырьевые источники протеина представлены продуктами животного, растительного и микробиального происхождения.

Для составления высокобелковых диет наиболее подходящими источниками являются продукты животного происхождения. Раньше традиционными источниками протеина в кормах для форели были боенские отходы – говяжья и свиная селезенка, печень, сердце и другие органы. Эти источники достаточно дорогостоящи, поэтому впоследствии были заменены на сухие компоненты.

Среди продуктов животного происхождения особая роль в кормопроизводстве отводится рыбной муке. Этот вид сырья является основным в составе комбикормов для рыб, требовательных к составу кормов (лососевые и осетровые). Пищевая ценность рыбной муки зависит от вида рыб и частей тела, которые пошли на ее изготовление (Щербина, Гамыгин, 2006; Пономарев, Грозеску, Бахарева, 2013). Кроме того, существует несколько способов изготовления рыбной муки, каждый из которых влияет на качество получаемого продукта (Дацун, 2001; Боева, 2002). В состав рыбной муки обязательно вводят антиокислители, которые сдерживают окислительные процессы (Сборник..., 1994). Минеральная часть рыбной муки богата кальцием, фосфором, натрием, калием. Ее микроэлементный состав отличается во много раз большим, чем в муке из наземных животных, содержанием железа, марганца, цинка и кобальта.

Учеными ВНИИПРХ совместно с рядом других институтов в период с 1982 по 1995 годы велись исследования по оценке питательности различных

видов рыбной муки (Трофимова, Щербина, 1985; Щербина, Генералова, 1987; Щербина и др., 1993). Установлено, что экструзия рыбной муки приводит к ухудшению ее питательных свойств. Наряду с обнаруженными изменениями в химическом составе и доступности ее питательных веществ для рыб, что вероятно обусловлено укорачиванием цепи и сокращением количества двойных связей полиеновых жирных кислот (Щербина, Гамыгин, Салькова, 1999а; Щербина, Салькова, Першина, 2001; Щербина, Гамыгин, 2006).

Мука из арктического криля обладает высокой питательной ценностью, может содержать до 62% протеина, количественное содержание аминокислот благоприятно для рыб. Результаты испытаний крилевой муки в составе карповых кормов показали, что доступность ее питательных веществ близка к 42%, то есть ниже, чем рыбной муки (Салькова, Щербина, Генералова, 1987). Одним из бесспорных достоинств этого компонента является наличие в составе каротиноидов. При выращивании форели на кормах с частичной заменой рыбной муки на крилевую, отмечали положительный эффект (Канидьев и др., 1979; Котик и др., 1979; Сычев и др., 1981). Включение ее в состав карповых кормов в ограниченном количестве также благотворно влияет на темп роста и выживаемость карпа в условиях тепловодной аквакультуры (Слепнев и др., 1977). В литературе имеются сведения (Раденко, 1997) об эффективном влиянии беспанцирной крилевой муки на раннюю молодь объектов аквакультуры: личинок карповых и сиговых. Включение ее в рацион вместо 20% рыбной муки вызвало повышение выживаемости молоди. Однако, несмотря на положительные результаты, полученные учеными, этот компонент не занял прочного места в составе отечественных кормов, и вскоре производство ее было прекращено.

В комбикормах для рыб используют и другие отходы переработки ракообразных – мука из панцирей креветки, крабов, речных раков, голотурий, мидий, гребешка (Касаткина, Воротников, 1989; Лебская, 1999; Мухин и др., 1999б; Громовенко, 2010; Choubert et al., 1991).

Отходы, от переработки ракообразных порой достигают до 80% (Борисочкина, 1989; Купина и др., 1998), условно их можно разделить на три фракции: хитинсодержащую (панцирь головогруди, ходильные и клешнеобразные конечности), белоксодержащую (абдомен), липидную (внутренности, главным образом, печень) (Купина, Леваньков, 1998). На Дальнем Востоке ТИПРО-центром совместно с рыболовецким колхозом «Восток-1» разработаны безотходные технологии переработки крабового сырья (Передня, Гамыгин, Чикин, 2001), с получением крабовой муки и крабового жира. Включение этого компонента в состав форелевых и осетровых комбикормов весьма эффективно (Шевченко, Передня, 2004; Пономарев и др., 2005). Содержание в крабовой муке хитина увеличивает адгезионные свойства этого компонента.

В связи с тем, что ферментная система рыб на ранних этапах онтогенеза еще не достаточно сформирована, возникает необходимость использования в составе стартовых кормов легкоусваиваемых источников протеина, к которым можно отнести гидролизаты из рыбы и продуктов ее переработки. Эти компоненты характеризуются высоким уровнем протеина и более чем на половину представлены водорастворимыми белковыми веществами (Пономарев, Грозеску, Бахарева, 2013).

Установлено, что потребность личинок краптовых рыб в низкомолекулярных белках может быть обеспечена путем добавления в рацион продуктов гидролиза в определенных количествах. Так, низкомолекулярные протеиновые соединения должны находиться на уровне 5 % от растворимой фракции, а содержание нерастворимых белков, по возможности, минимально (Канидьев и др., 1986; Турецкий и др., 1988). Лучший рыбноводный эффект для карпа получен при включении в стартовые комбикорма белковых гидролизатов (Sahu et al., 1998).

Качество рыбных гидролизатов может быть разным и зависит от множества факторов: исходного сырья, способа и глубины гидролиза (Остроумова, 2012). Эффективность использования диспергированных бел-

ковых продуктов в составе комбикормов была изучена многими учеными: Л.М. Князевой (1983), С.В. Пономаревым с соавторами (1988), В.Н. Раденко с соавторами (1994) на сиговых; А.В. Фоминым (1991) Е.И. Хованским (2004) на кете; В.А Мухиным с соавторами (2001), G. Berge, T. Storebakken (1996) – на атлантическом лососе; Л.Г. Бондаренко (1984), С.В. Пономаревым, Е.Н. Пономаревой (2003) – на осетровых; В.В Приз с соавторами (2009) – на африканском соме.

Одним из перспективных продуктов является концентрат рыбного бульона (КРБ). Этот побочный продукт, образующийся при производстве рыбной муки получают в результате сушки подпрессовых бульонов. Для него характерен высокий уровень протеина (50-78%). Содержание сырого жира – 1,5-20 %, золы 4-15%. Растворимость белковых соединений КРБ составляет более 95%, с преобладанием поли- и олигопептидов с молекулярной массой менее 6,5 тыс. Да, количество их составляет 45-65% от общего уровня растворимых белковых веществ. переваримость протеина КРБ составляет более 90 %.

Мидийный жидкий гидролизат представляет собой темно - коричневую жидкость с запахом сухих грибов. Содержит много свободных аминокислот, минеральные соли, биологически-активные вещества, обладает широким спектром лечебно - профилактических свойств и иммуностимулирующим действием в составе осетровых кормов (Абросимова, Бирюкова, 1996).

Сухой концентрат подпрессового рыбного бульона – «Суберкон» характеризуется высокой переваримостью сырого протеина и доступностью аминокислот - 97-98%. Растворимая фракция белка в нем в 5 раз выше, чем в рыбной муке. Несмотря на высокую питательную ценность Суберкона, количество его в комбикорме лимитируется из-за повышенного содержания NaCl (Пономарев, Грозеску, Бахарева, 2013).

Наиболее доступным источником протеина в составе кормов является мясокостная мука. В зависимости от сорта в своем составе содержит 30-50% протеина, однако высокий уровень жира и насыщенных жирных кислот

ограничивает возможность его использования в кормосмесях в количестве более 5-10% (Пономарев и др., 2002). Кроме того этот компонент имеет наибольшую бактериальную обсемененность (Чернышов, Панин, 2000). Одной из разновидностей мясокостной муки является мука мясная, содержащая большее количество протеина. Также вырабатывается и используется в кормопроизводстве кровяная мука, изготавливаемая из крови, фибрина, шлама сельскохозяйственных животных и птиц, ее добавляют в корма в количестве не более 5 - 10%. Кровяная мука не обладает достаточной питательной ценностью в связи с дисбаланса аминокислотного состава. Она недостаточно хорошо переваривается, но стимулирует пищевую запаховую реактивность рыб. Кроме того, в качестве стабильного источника протеина в кормах может использоваться сухой гемоглобин.

Мясоперьевую и перьевую муку вырабатывают на птицеперерабатывающих комбинатах, и в комбикормах она применяется в основном в гидролизованном виде (Пономарев, Грозеску, Бахарева, 2013).

В комбюикормах для рыб очень часто сырьем служат продукты молочного производства, наиболее доступными из них сухой обрат и сухое обезжиренное молоко. Они являются источниками хорошего сбалансированного белка. Однако, эти продукты содержат значительное количество лактозы, которая рыбами не усваивается, поэтому в рецептах комбикормов норма ввода сухого молока, обрата обычно не превышает 10% (Пономарев и др., 2002).

Кормовые средства растительного происхождения бывают низко- и высокобелковыми. Их химический состав варьирует в широких пределах, однако практически все – дефицитны по лизину и метионину (Щербина, Гамыгин, 2006). Зерно пшеницы прежде всего является носителем углеводов и энергии. Оно очень изменчиво по составу и обладает способностью синтезировать вещества, снижающие ее пищевую ценность (Галаш и др., 1987; Чернышов, Панин 2001). Она широко используется при выращивании карпа в прудах (Щербина, Сапаров, Раденков, 1992).

Чаще для ценных видов рыб используются продукты переработки пшеницы – отруби, пшеничные зародыши, витазар, витал. Так, по данным Н.Ф. Шмакова с соавторами (1997) пшеничные зародышевые хлопья (ПЗХ) могут заменить до 40% рыбной муки в форелевом комбикорме. В опытах, проведенных С.В. Пономаревым с соавторами (1997) на молоди белуги установлено, что пшеничные зародышевые хлопья могут выступать не только как источник протеина, но и выполнять функцию антидотов, предотвращающих токсический эффект окисленного жира в кормах. М.А. Щербиной с соавторами (1999б) установлена отрицательная реакция карпа на полное замещение рыбной муки на ПЗХ. Главным недостатком ПЗХ является их быстрая окисляемость. Для устранения этого негативного эффекта проводят вяготепловую обработку с последующим отжимом зародышевого масла. Обезжиренные зародышевые хлопья получили название «витазар» и широко используются в аквакультуре (Шмаков и др., 1997; Щербина, Гамыгин, и др., 1999б; Щербина, Салькова, Першина, 2001; Пономарев, Пономарева и др., 2001).

Из белковых продуктов растительного происхождения большее распространение получили шроты масличных культур. Подсолнечниковые шроты и жмыхи являются наиболее доступными. Химический состав их различается из обрушенных и необрушенных семян (Чернышов, Панин, 2001). Белок подсолнечника дефицитен по лизину, его скор колеблется в пределах 51-61% (Щербина, Казлаускене, 1971; Щербина, 1973). Содержащаяся в них в повышенном количестве хлорогеновая кислота способна угнетать действие пищеварительных ферментов (Антипитательные факторы..., 1993а, б). Процесс экструзии благотворно влияет на эти компоненты, приводя к увеличению переваримости углеводной части, однако изменений в доступности аминокислот не наблюдается (Щербина, Гамыгин, Салькова, 1996а).

В состав комбикормов могут вводиться и другие зерновые компоненты: рожь, ячмень, овес, тритикале (Пономарев и др., 2002; Щербина, Гамыгин, 2006; Пономарев, Грозеску, Бахарева, 2013; Щербина, Бондаренко, 2016). При питании карпа одной рожью переваримость общей суммы ее питатель-

ных веществ и энергии составляет в среднем 55 и 60% соответственно (Трофимова, Щербина, 1982). Лимитирующие аминокислоты ржи лизин, метионин (Щербина, 1973). Низкая перевариваемость белков ржи и ржаных отрубей связана с наличием ингибитора трипсина (Чернышов, Панин, 2001). По данным И.А. Сальковой с соавторами (1987) первой лимитирующей аминокислотой ржаных отрубей является изолейцин. Потребление рыбами отрубей в монодиете приводит к негативным последствиям (Трофимова, Щербина, 1982), то есть, доказана нецелесообразность использования их в составе кормов для рыб. Ячмень по питательности близок к пшенице, однако, отличается худшим использованием на прирост. Среди незаменимых аминокислот в белке ячменя, кроме лизина (4,4 г/кг), имеется также недостаток метионина (1,8 г/кг). Кроме того, в эндосперме ячменя обнаружен ингибитор α -амилазы – абсцизовая кислота. Цельные зерна овса карп поедает неохотно, вещества, входящие в состав оболочек семян перевариваются на 24% (Щербина, 1973). Исследования по применению зерна сорго в кормах при садковом выращивании молоди карпа показали его положительное влияние на рентабельность выращивания (Косарева, Васильев, Пашкова, 2013; Косарева, Васильев, Гоголкина, 2014).

По мнению З.С. Зуевой (1991) соевый шрот обладает высокой пищевой ценностью и характеризуется полноценным аминокислотным составом. Для хлопчатникового шрота характерно наличие большого количества клетчатки. А наличие в льняном шроте пектиновых веществ наделяет его диетическими свойствами. Кроме вышеперечисленных растительных шротов, применяют арахисовый шрот, конопляный и другие (Шустин, Проскураков, 1989).

Ф.Т. Минияровым (1999) отмечено, что многие шроты и жмыхи содержат ингибирующие, а иногда вредные для здоровья рыб вещества. Многие компоненты комбикормов, в частности продукты переработки семян масличных культур, содержат антипитательные факторы, снижающие их продуктивные свойства для теплокровных животных и рыб. А С.В. Пономарев с соавторами (2000) добавляет, что отдельные из них способны сдерживать пере-

варимость и усвоение белков в организме. Высокое количество подобных веществ, имеющих, как правило, белковую природу, встречается в соевых бобах и продуктах их переработки. Уровень этих соединений может достигать 6% от общего содержания белка (Щербина, Салькова, Гамыгин, 1999). К ним относятся ингибиторы трипсина, уреазы, липоксидазы, сапонины, снижающие выработку панкреатических протеаз, вызывая нарушения пищеварения, способствуя разрушению провитамина А, препятствуя усвоению большинства микроэлементов. Ингибиторы трипсина оказывают негативное влияние на метаболизм метионина, могут проявлять антипротеолитическую активность по отношению к сывороточным белкам крови. Длительное питание рыб соей может вызвать гипотрофию поджелудочной железы.

По данным М. Peisker (1990), рапсовый шрот содержит значительное количество глюкозинолатов, в частности гидроксинбензилглюкозинолата, оказывающего отрицательное влияние на деятельность щитовидной железы и ухудшающего использование корма. Встречаются исследования, посвященные изучению наличия антипитательных факторов и в подсолнечном шроте. В семенах других бобовых культур – гороха, фасоли, нута и кукурузы также были найдены термолабильные ингибиторы протеиназ, но в существенно меньших количествах, чем в зернах маслических культур (Скляр, 1982; Скляр, 2008).

Кукуруза – один из самых распространенных компонентов комбикормов для сельскохозяйственных животных. Она содержит много крахмала, но в ней мало протеина, при дефиците лизина и триптофана. Растворимость белков составляет менее 17 %. Переваримость протеина кукурузы низкая, что обуславливает ее ограниченное использование в составе комбикормов для рыб, однако этот компонент незаменим при изготовлении плавающих и медленно тонущих экструдатов. Корма с высоким содержанием кукурузы плохо хранятся и быстро плесневеют (Пономарев, Грозеску, Бахарева, 2013). Однако белки кукурузы дисбалансированы по составу аминокислот (Щербина, Салькова, Гамыгин, 1999а). Экструзия способна повысить питательную и

энергетическую ценность кукурузы для рыб (Щербина, Гамыгин, Салькова, 1996). В частности у карпа это выражается в улучшении общей перевариваемости за счет полного расщепления и всасывания белков, углеводов и заключенной в них энергии. Немаловажным является и стерилизация и детоксикация ядов, образуемых микроорганизмами (Чернышов, Панин, 2000).

Побочный продукт переработки кукурузы – глютен является перспективным источником растительного протеина. Исследования на карпах с монодиетой из глютена (Щербина, Салькова, Першина, 2001) показали, что перевариваемость его белков чрезвычайно мала. Переваримость углеводов – несколько выше. Согласно концепции корригирующей деятельности пищеварительного тракта рыб (Щурбина, 1980; Уголев, Кузьмина, 1993), установленный факт эндогенной экскреции в кишечник свидетельствует о недостаточном количестве и дисбалансированности липидной и минеральной частей глютена. Вероятно, это является основной причиной низкой перевариваемости его белков. Сходные сведения имеются и по сельскохозяйственным животным.

Испытания по полной замене рыбной муки на глютен в кормах для карпа дали отрицательный результат. Сделан вывод о том, что положительные свойства глютена в кормах для карпа проявляются в том случае, когда им замещается не более 15 % жмыхов и шротов. При этом необходимо наличие в корме источников лизина (Щербина, Гамыгин, 2006).

У форели и канального сома глютен переваривается достаточно полно, благодаря чему он может частично заменять рыбную муку в кормах для лососевых, сомовых, осетровых рыб (Гамыгин, 2001; Абросимова, 2012; Абросимова, Абросимова, Васильева, 2014; Kaushik., 1990; Cho, 1993; Jauncey, 1995).

Большое значение в кормлении рыб играют бобовые – соя, горох, люпин и чечевица. В составе их семян находится до 25-30% протеина (Гамыгин, и др., 1987). По питательности первое место среди бобовых занимает соя. В ее семенах содержится 32-45% сырого протеина, 15-24% сырого жира и

сравнительно мало углеводов. Протеин сои характеризуется высокой растворимостью. Ее аминокислотный состав приближается к составу животного протеина, из нее изготавливают заменители молока для сельскохозяйственных животных. В 1 кг сои содержится 21,1 г лизина, 4,3 г триптофана, 4,6 г метионина, 5,3 г цистина. Состоит протеин в основном из глобулинов (78,7%), альбумины составляют лишь 6,64%. Водорастворимая фракция составляет 72-94%, солерастворимая 3-23%, щелочерастворимая 3-22%, в белках преобладают щелочные незаменимые аминокислоты.

Соевый протеиновый концентрат это белковый продукт, содержащий 60-62% сырого протеина. Этот компонент производится из обезжиренного соевого шрота, освобожденного от растворимых сахаров в процессе спиртовой экстракции. Основные фракции белков концентрата представлены в легкодоступной для переваривания форме. Соевый протеиновый концентрат, являясь высококачественным источником белка, может быть альтернативным заменителем рыбной муки в кормах для рыб. Аминокислотный состав этого компонента представлен лизином (3,8%), метионином (0,9%) и цистином (1,5%), триптофаном (0,8%), треонином (2,4%).

Полножирнаяэкструдированная соя – кормовой компонент из полножирных соевых бобов. При выходе сои из экструдера, в результате резкого перепада давления, стенки клеток окончательно разрываются. Это повышает переваримость питательных веществ, в том числе и жира, высвобождаются токоферолы (естественные антиокислители) и лецитины.

В горохе содержится 18-24% протеина, до 5% клетчатки, 22-26% белка, 2-3% жира. В водорастворимой фракции преобладают высокомолекулярные белки с массой свыше 12,6 тыс. Да. Гороховый протеин представляет собой концентрат горохового протеина, выделенный из весеннего желтого гороха *Pitavum sativum*. Содержание белка в этом компоненте достаточно высокое – 70-85%. Гороховый протеин обладает высокой степенью усвояемости и отличается низким содержанием полисахаридов. Основное преимущество этого продукта высокое содержание лизина (7,5%) и присутствие в достаточных

количествах незаменимых аминокислот. Гороховый протеин используют в комбикормах для форели и осетровых рыб (Пономарев, Грозеску, Бахарева, 2013).

Особое место в организации полноценного кормления отведено продуктам микробиального синтеза, использование которых в последние годы затруднено из-за сокращения объемов их производства. Производство микробиологического белка в нашей стране имеет долгую историю. Первые заводы по получению кормовых дрожжей, а гидролизатах древесины были введены в эксплуатацию в 1930 году (Скляр, Студенцова, 2001).

По скорости биосинтеза белковой массы бактерии и дрожжи превосходят все известные живые существа (Щербина, Гамыгин, 2006). По набору и соотношению незаменимых аминокислот (за исключением метионина) их белки способны удовлетворять потребностям основных видов культивируемых рыб. Наряду с этим, дрожжи содержат в своем составе много небелкового азота (Крылова и др., 1983). Это является отличительной особенностью сырого протеина дрожжей. Большая часть его приходится на нуклеиновые кислоты, в частности РНК (Крылова и др., 1983; Остроумова и др., 1991; Васильева и др., 2000), и это ограничивает их использование в кормлении сельскохозяйственных животных. Рыбы не накапливают продукты нуклеинового обмена и способны расщеплять их до легкорастворимых соединений и удалять из организма через жабры и почки в виде аммиачных солей и мочевины (Остроумова, 2001).

Важным достоинством некоторых видов дрожжей (эприна) и микробной массы (гаприна) является наличие большого количества растворимых белков, имеющих в своем составе промежуточные продукты белкового синтеза – свободные аминокислоты, пептиды (Судакова, 1997; Васильева, Пономарев, Судакова, 2000). Физико-химический состав белков дрожжей приближен к таковому у мелких форм беспозвоночных, являющихся естественной пищей для рыб. Это послужило предпосылками их широкого при-

менения в стартовых кормах (Остроумова, Дементьева, 1981; Остроумова, Ильина. 1981; Канидьеv и др., 1983).

Другим достоинством дрожжей является их высокая протеазная активность, которая обусловлена присутствием в дрожжевых клетках глутатеона-трипептида (Чернышов, Панин, 2000). К отрицательным свойствам некоторых дрожжей можно отнести толщину и прочность клеточных оболочек, этот фактор можно минимизировать с использованием специальных технологических приемов. Так, при гидролизе, под действием химических реагентов или вводимых ферментов, высокомолекулярные вещества расщепляются до низкомолекулярных (Попова и др., 1988).

Для производства микробиологической продукции в основном используют углеводное сырье – отходы деревообрабатывающих производств, бумажной промышленности. Получаемые продукты имеют название, соответствующее виду субстрата, на котором велось культивирование микроорганизмов (Щербина, Гамыгин, 2006). В настоящее время выпуск продуктов микробиального синтеза, обладающих наибольшей питательной ценностью для рыб прекращен, что создает сложности при производстве полнорационных комбикормов, особенно для индустриальных хозяйств по выращиванию ценных объектов аквакультуры.

1.3 Витамины и биологически активные вещества в кормлении рыб

1.3.1 Роль аскорбиновой кислоты и ее аналогов в жизнедеятельности

Основной задачей, стоящей перед сельскохозяйственной наукой и практикой является защита здоровья животных от заболеваний различной этиологии. Опыт интенсивного разведения различных животных свидетельствует о том, что достаточно большой вред наносят болезни незаразного ха-

рактера, усугубляемые нарушениями обмена веществ (Немченко, 1981; Панин и др., 2007).

С витаминами тесно связаны все стороны жизнедеятельности организма. Эти органические соединения, присутствующие в пище в минимальных количествах чрезвычайно необходимы, так как зачастую встречающиеся нарушения витаминно-минерального питания ограничивают задержку генетического потенциала, связанного с высокой энергией роста и интенсивностью обменных процессов, и возникновению массовых заболеваний (Fiolka, Kuller, Lender, 1985). Авитаминозы и развивающиеся на их фоне другие массовые заболевания могут нанести значительный экономический ущерб сельскохозяйственному производству (Гмыря, 1980; Врзгула, Ковач, 1986; Скрипник, 1995; Tafro, Kiskarol, 1986; Giovanini et al., 1991).

Для получения рыбопосадочного материала высокого качества необходимым условием является применение комбикормов с достаточным количеством витаминов (Пономарев, Бахарева, 2000; Грозеску, Бахарева, 2000).

Витамин С или аскорбиновая кислота является одним из наиболее распространенных в природе витаминов, синтезируемых растениями и большинством животных (Агеев, 1987; Морозкина и др., 2002).

Вопрос о способности рыб синтезировать витамин С рассмотрен в основном зарубежными исследователями в прошлом столетии, однако эти сведения достаточно противоречивы.

Рыбы обладают исключительной способностью синтезировать аскорбиновую кислоту (Hilton, 1989; Halver et al., 1993). L. Ashle с соавторами (1975) считают что в организме рыб глюкоза под действием специальных ферментов (гулонолактон-оксидазы) расщепляется, с образованием аскорбиновой кислоты. Однако, активность этих ферментов у карпа слаба. Радужная форель обладает возможностью синтезировать витамин С в незначительном количестве. Зарубежными учеными установлено, что у некоторых представителей сомовых, а также тиляпии и радужной форели отсутствуют ключевые

для синтеза аскорбиновой кислоты ферменты (Chatterjee, 1978; Yamamoto et al., 1978; Seeman, 1989).

При недостатке в рационе личинок рыб витамина С обнаруживаются признаки С-авитаминоза, что свидетельствует о целесообразности дополнительного поступления этого витамина с кормом.

Витамин С необходим для образования нормального коллагена. При дефиците витамина С в организме этот процесс ослаблен (Robertson, 1961; Пономарева, Грозеску, Абросимова, 2000). В отсутствие аскорбиновой кислоты, хотя ретикулярные волокна и могут откладываться на заживляемом участке, но созревают до коллагена они очень медленно (Jauncey et al., 1985). У лососей, выращенных на С-дефицитном рационе восстановление эпидермиса проходит с нормальной скоростью, тогда как восстановление дермы не заканчивается (Lovell, 1973).

Признаки С-дефицита проявляются в изменениях образования коллагена и хондроитинсульфата соединительной ткани, постепенного ее разрушения вследствие деполимеризации и гидролиза волокнистых структур. Следствием чего является повышение проницаемости и ломкости капилляров, возникновению подкожных кровоизлияний (Кизеветтер, 1973; Lim, Lovell, 1978; Jauncey et al., 1985; Albrektsen et al., 1988).

При различных стрессовых воздействиях на организм можно наблюдать отток аскорбиновой кислоты из надпочечников. Свободный радикал витамина С восстанавливает токсичный адренохром, образующийся в большом количестве при стрессах. Таким образом, аскорбиновая кислота способна повысить устойчивость организма к негативным воздействиям (Сергеева, 1998; Грозеску, Бахарева, 2000; Lovell, Lim, 1978). Высокая плотность посадки рыбы является существенным возбуждающим фактором, а при отсутствии в корме аскорбиновой кислоты может привести к стрессу (Ashoor et al., 1984; Steffens, 1985).

Д. Вагстафом и Д. Стритом (1971) описано участие витамина С в ликвидации действия ядов на организм рыб. Заболевания рыб, наряду со стрес-

совыми ситуациями ведут к повышенному расходу аскорбиновой кислоты (Kitamura et al., 1965, 1967; Halver et al., 1969).

Аскорбиновая кислота – витамин размножения. В гонадах рыб она содержится в большом количестве (Dabrowsky, 1976). E. Seymour (1981a,b) обнаружил у карася, а K. Sandness и O. Braekkan (1981) у трески повышенное содержание аскорбиновой кислоты в икринках в процессе развития яичников. Перед овуляцией ее содержание снижается. Для осетровых установлена эффективность внутримышечного введения аскорбата в преднерестовый период и ее влияние на качество потомства (Пат. 2233083; Пономарев и др., 2003)

Рассогласованность между разными витаминами в организме определена механизмами, недостаточно исследованными до настоящего времени. У животных, синтезирующих аскорбиновую кислоту в своем теле, биосинтез ее снижается при дефиците некоторых витаминов, в частности В₁, В₂, А, Е, Д, К, пантотеновой кислоты, фолиевой кислоты, биотина, пиридоксина. Для видов, не способных к синтезу витамина Сона увеличивает сохранность витаминов В₁, В₂, А, Е, пантотеновой кислоты, фолиевой кислоты. Эта способность до некоторой степени замещать эти витамины, вероятно можно объяснить антиокислительными свойствами аскорбиновой кислоты (Морозкина и др., 2002; Chatterjee et al., 1967). Подобное воздействие выявлено для витаминов В и С. При недостатке рибофлавина нарушается синтез аскорбиновой кислоты и увеличивается его разрушение в организме, а также уменьшается образование никотиновой кислоты и триптофана (Phillips, 1970; Pitt, 1971; Steffens, 1974; Poston et al., 1981).

Витамин С повышает защитную реакцию организма при нагрузках любого рода. Возможность нагрузки в значительной мере определяется температурой воды, близкой к оптимальной, оказывающей наименьшую нагрузку на рыбу, так что при этом естественная защита наиболее эффективна и хорошие результаты дают даже незначительные добавки витамина С. В то же время, при более низкой температуре воды, то есть при дополнительном

стрессе на иммунитет, можно воздействовать лишь при значительно более высоких добавках аскорбиновой кислоты (Зайцев, 1988; Lovell, 1977; Lim et al., 1978; Hilton, 1984; Brandt et al., 1985; Schliffka, 1990).

Аскорбиновая кислота является мощным природным антиоксидантом, в связи с чем с ее помощью существует возможность улучшения качества кормов и предотвращения патологических изменений, возникающих при использовании для кормления рыб кормов низкого качества (Князева, 1979а; Smith, 1979).

В кормопроизводстве и при изготовлении премиксов для животных используется фармакопейная форма аскорбиновой кислоты, но менее очищенная (Филипович, 1985). Бесцветные кристаллы аскорбиновой кислоты имеют форму призм. Плавление наступает при температуре 190-193 °С. Аскорбиновая кислота хорошо растворима в воде, не растворяется в эфире, плохо растворяется в этиловом спирте.

Химический многостадийный синтез аскорбиновой кислоты осуществляется простых сахаров (Членов, 1982). Содержание аскорбиновой кислоты в готовом препарате не должно быть ниже 99%. Срок хранения его составляет 3 года, при этом значительное разрушающее действие на витамин С оказывают медь и железо. В поливитаминных и витаминно-минеральных премиксах аскорбиновая кислота может взаимодействовать с другими витаминами и микроэлементами.

При применении гранулированных рыбных кормов необходимо учитывать, что витамин С легко окисляется под влиянием перекисей, образующихся в результате хранения корма (Кизеветтер и др., 1972; Шабалина, 1976), поэтому уровень витамина С, добавленное в корм, значительно отличается от количества непосредственно перед употреблением рыбой. Аскорбиновая кислота в кормах частично разлагается уже при измельчении кормового сырья, пропускании пара через кормовую смесь, при дроблении гранул. Воздействие прямого солнечного света, влаги, температуры, также усиливают потери этого витамина. Некоторые ученые (Князева, 1979б; Lovell, 1973;

Dabrowsky, 1988; Roem et al., 1991) рекомендуют изготовителям рыбных кормов наносить аскорбиновую кислоту на поверхность гранул после их приготовления.

Из-за физиологических особенностей рыб, их потребность в аскорбиновой кислоте относительно высока, и зависит от условий выращивания, возраста, темпа роста, состава и качества комбикормов (Петренко, 1985; Sandness et al., 1989).

Ингредиенты комбинированных кормов не содержат витамин С в количестве, достаточном для нормального роста и развития рыбы (Пономарев и др., 2000).

Первые ориентировочные данные о потребностях рыб в витаминах были получены в 20-е годы прошлого столетия (Haemped, 1927). Более обширные работы были начаты после 1940 года, причем основное внимание уделялось лососевым (Halver et al., 1957; Phillips et al., 1957).

Установлено, что с возрастом потребности в аскорбиновой кислоте снижается (Hilton, 1984). Кроме этого, потребность в витамине С зависит от части и от уровня ее содержания в тканях (Halver, 1969; Dabrowsky, 1976).

Рекомендуемая норма ввода витамина С в рацион молоди форели - 500 мг/кг корма (Склярков и др., 1984, Раденко, 1993) Компромиссная величина равна около 200 мг АК/кг корма для форели и лосося, содержащихся в пресной воде при температуре 10-15°C, и должна обеспечивать некоторый избыток данного витамина в случае его потери при окислении или на случай стрессовой ситуации (Kitamura et al., 1967, Halver, 1989 b).

По данным R.T. Lovell (1977) канальный сом нуждается в 0,5 мг аскорбиновой кислоты на фунт веса ежедневно. Оптимальная потребность тилляпии составляет 1250 мг /кг корма (Jauncey et al., 1985). Для личинок чира достаточной дозой можно считать 300 мг АК/кг корма (Остроумова и др., 1980).

Аскорбиновая кислота быстро расходуется организмом, и его авитаминоз проявляется рано, чрезмерное его накопление маловероятно (Князева,

1979б). С- дефицит обычно выражается в плохом заживлении ран и мальформации скелета (Князева, 1977; Lim, Lovell, 1978; Tskaredzik et al., 1989).

Проблема поиска полноценных заменителей аскорбиновой кислоты актуальна по настоящее время из-за его нестабильности.

Возможность использования магниевого эфира аскорбиновой кислоты в кормах для креветок выявлена К. Shigueno, S. Iton (1988). Для молоди ложного палтуса *Paralichthys colivaceus* установлено положительное действие аскорбита кальция на рост и выживаемость рыб.

Подробная сводка литературных данных оптимальному уровню введения моно- и полифосфатов аскорбиновой кислоты представлена в работе S. Teshima (1991).

Эффективность применения аскорбилпальмита в качестве более стабильной формы витамина С оценивалась также в опытах на молоди радужной форели (Albrektsen et al., 1988), однако на начальном этапе кормления получен отрицательный эффект.

В литературе имеются сообщения, что сульфат аскорбиновой кислоты значительно более устойчив к обработке, чем L-аскорбиновая кислота (Quadri et al., 1973, 1985; Maage, 1987).

C. Mead и другие (1969) предположили, что это соединение играет двойную метаболическую роль в качестве запасаемой формы, как аскорбиновой кислоты, так и сульфата (Tsuji-mura et al., 1981; Halver et al., 1993).

Предпринимались попытки улучшить сохранность витамина С путем нанесения на него оболочки, например препарат “Аскорбидан-50”, представляет собой L-аскорбиновую кислоту, покрытую смесью моно-, ди- и триглицеридов (Soliman et al., 1986а).

“CuxavitStay-C” – это смесь различных фосфорнокислых эфиров аскорбиновой кислоты, характеризующаяся повышенной стабильностью на всех этапах хранения кормов (Grant et al., 1989; Schliffka, 1990).

Биологическая активность дериватов аскорбиновой кислоты зависит от их химических формул. В связи с их стабильностью рекомендуемые дозы

введения их в комбикорма на порядок ниже, чем кристаллической аскорбиновой кислоты (Раденко, 1997; Qadri et al., 1973,1975; Murai et al., 1978; Tsujimura, 1981; Sandness, 1990;).

1.3.2

Каротиноиды в рационе рыб

Роль каротиноидов для протекания нормальных физиологических процессов является неоспоримой. Большое количество каротиноидных пигментов обнаружено в тканях и органах гидробионтов (Gzeczuga, 1973).

Являясь природными веществами, каротиноиды синтезируются растениями и некоторыми микроорганизмами. Это обуславливает необходимость их поступления в организм животных с пищей. Функция каротиноидов в организме не ограничивается лишь превращением в витамин А. Доказаны также другие их свойства – такие как фотопротекторные и антиокислительные. Кроме того, способны к сберегательному действию витаминов и ферментов (Пономарев, Пономарева, 2010; Goodwin, 1984).

Известны 3 природных изомера каротина — α -, β -и γ -каротин (Микулин, 2001), при этом наибольшее значение имеет β -каротин. Он является широко распространенным и достаточно изученным (Бриттон, 1986). Все три изомера являются провитаминами А, однако α и γ – обладают вдвое меньшей биологической активностью, по сравнению с β -каротином (Потапов, 1983; Бриттон, 1986).

Доминирование каротиноидных пигментов у рыб зависит от вида. Чаще всего в организме гидробионтов присутствует тунаксантин, α и β дорадексантин, тараксантин (желтый), лютеин (зеленовато-желтый), β –каротин (оранжевый), астаксантин и эхиненон (красный), кантаксантин (оранжево-красный), зеаксантин (желтовато-оранжевый).

Основными пигментами у лососевых являются астаксантин, кантаксантин, лютеин, зеаксатин, причем астаксантин является незаменимым (Sto-

rebakken et al., 1991; 1992). Он не может синтезироваться в организме из других веществ и должен вводиться с пищей. Другие пигменты могут интегрироваться из астаксантина и частично один из другого (Яржомбек, 1970, 1972). В тканях рыб с белой мускулатурой преобладают желтые пигменты. Так основным каротиноидным пигментом осетровых считают зеаксантин. Этот пигмент единственный, обнаруженный в икре севрюги, русского осетра, а также окуня и ерша. Однако, у рыб с белыми мышцами может встречаться также и астаксантин: в покровах и печени линя, в икре, коже, мозге карпа, в мышцах и покровах карася (Микулин, 2001; Gzeczuga, 1973). Лютеин – основной пигмент пресноводных и морских видов. Тунаксантинобнаруживается у окуневых, ставридовых и скумбриевых рыб (Hatlen et al., 1996; Gupta et al., 2007).

Учеными выяснена иммуностимулирующая роль каротиноидов. Каротиноиды увеличивают цитостатическую активность клеток-киллеров, замедляют рост опухоли и ускоряют ранозаживление. Отмечается также их значение в повышении устойчивости организма при воздействии токсичных веществ в условиях гипоксии (Карнаухов, 1971; Карнаухов, Федоров, 1982).

Экспериментальным путем была показана возможность получения красной пигментации покровов золотой рыбки посредством включения астаксантина в рацион. Окраска особенно четко проявилась при дозе астаксантина 45 мг/кг корма, который выдавали в течение 1,5–2 месяцев.

Интерес к каротиноидным препаратам в рационе рыб изначально был вызван необходимостью улучшения пигментации мяса лососевых рыб. Их применение обосновано в основном на заключительной стадии выращивания от 8 до 16 недель, так как корма с высоким содержанием каротиноидов являются достаточно дорогостоящими, и значительно повышают стоимость лососевых кормов (Gupta et al., 2007).

В последующем была отмечена положительная роль каротиноидных пигментов в жизнедеятельности осетровых рыб (Абросимов, 1996; 2001).

Технология производства синтетических препаратов кантаксантина и астаксантина впервые была разработана и применена швейцарской фирмой «Hoffman-LaRoche» (Остроумова, 2001). Эти препараты представляют собой сухие стабилизированные антиоксидантами порошки, в которых пигмент тонко распределен на желатиновой основе, что защищает каротиноиды от окисления и обеспечивает длительный срок хранения. Товарное название кантаксантина - «Roxantin», а в дальнейшем «Carophyll Red». Товарное название астаксантина «Carophyll Pink».

Экспериментально доказана высокая эффективность применения синтетических кантаксантина и астаксантина в кормах радужной форели (Остроумова, 1997; 1998), атлантического лосося, арктического гольца (Hatlen et al., 1996). При добавлении пигментов в равных количествах к рациону форели астаксантин аккумулировался в мышцах примерно в 1,5 раза интенсивнее, чем кантаксантин (Storebakken et al., 1992).

В комбикормах для сельскохозяйственных животных, а также в пищевой промышленности применяются различные каротиносодержащие препараты: β -каротин синтетический, получаемый микробиологическим путем из водорослей с содержанием β -каротина до 85%; комплексный препарат «C1 natural yellow 26» в виде экстрактов натуральных каротиноидов, имеющий в своем составе около 85 % β -каротина, около 15 % α -каротина и около 0,1 % γ -каротина (Сарафанова, 2003).

Синтетические каротиноидные препараты достаточно дорогостоящи, чрезмерное их использование приводит к загрязнению окружающей среды (Al-Khalifa, 1988; Gupta et al., 2007).

Натуральные каротиноиды бывают растительного и животного происхождения. К первой группе можно отнести астаксантин, полученный из ракообразных, широко применяемый в аквакультуре. Однако, в связи с наблюдающейся тенденцией снижения промысла ракообразных, ограничиваются возможности производства этого препарата. Каротиноиды растительного

происхождения изготавливаются в основном из микроводорослей (Gupta et al., 2007).

Перспективным источником астаксантина, являются дрожжи *Phaffia rhodozyma* - натуральный продукт, богатый аминокислотами и витаминами группы В. Препарат испытывали в США на личинках радужной форели (Pitt, 1971). Установлено, что дрожжи *Phaffia* не влияют на прирост и физиологическое состояние выращиваемых объектов, однако мясо радужной форели имеет такую же пигментацию, как при кормлении ее кормами, содержащими синтетический астаксантин (Маслобойщиков, 1997; 1998; Пономарев и др., 2003).

Один из перспективных каротиноидных продуктов, представляющий собой инактивированную биомассу гриба *Blakeslea trispora* выпускается под торговым названием «Витатон». Это натуральный продукт, с высоким уровнем β -каротина, устойчивый к воздействию внешних факторов при хранении (Гозенко, 2003). Экспериментальные исследования в аквакультуре выявили положительный эффект использования препарата в кормах для канального сома, форели (Киселев и др., 2004), карпа (Бондаренко, 2005), осетровых (Митрофанова, Грозеску, 2004; Денисенко и др., 2005).

Российскими учеными разработана кормовая добавка, представляющая собой смесь льняного масла и β -каротин микробиального происхождения и доказана его иммуномодулирующая и биологическая активность (Пат. 2310338 РФ).

Таким образом, имеющиеся сведения об использовании каротиноидных пигментов для осетровых рыб при товарном выращивании весьма отрывочны, что определяет актуальность дальнейших исследований в данном направлении на фоне изменения качества кормовых компонентов.

1.4 Бактерийные препараты в составе комбикормов для объектов аквакультуры

Микробиоценоз пищеварительного тракта играет огромную роль в жизнедеятельности макроорганизма. Помимо непосредственного участия в процессах пищеварения, микроорганизмы желудочно-кишечного тракта являются также и одним из важнейших элементов неспецифического иммунитета (Уголев, Кузьмина, 1993).

В естественной среде обитания собственная микрофлора организма появляется в кишечнике сразу же после рождения животного и сосуществует с ним всю жизнь, причем ее состав изменяется в соответствии с возрастом, условиями питания и обитания (Санин и др., 2002). В искусственных условиях возможность формирования и поддержания микрофлоры, свойственной тем или иным видам животных, в том числе и рыбам, весьма ограничена, что связано со спецификой их содержания и кормления (Бурлаченкой др., 2005).

В условиях высокоинтенсивных рыбоводных хозяйств и антропогенного загрязнения естественных водоемов возникают новые, ранее не встречавшиеся бактериозы рыб. Из паренхиматозных органов больных рыб все чаще выделяются не только высоковирулентные возбудители, но и представители сапрофитной флоры, что свидетельствует о значительном снижении общей резистентности. Для профилактики таких бактериозов предпочтительным является применение экологически чистых препаратов, основанное на повышении специфической и неспецифической резистентности рыб. Наиболее перспективными из них являются пробиотики, наряду с вакцинами и биологически активными добавками (Панасенко, Белов, 2009).

В условиях интенсивного производства, когда на ограниченных площадях концентрируется большое количество рыб, возникает угроза инфицирования их микроорганизмами, что вынуждает использовать лечебные препараты, в том числе и кормовые антибиотики. Это неизбежно приводит к селекции и последующей циркуляции в хозяйствах условно-патогенных и патогенных микроорганизмов с повышенной резистентностью к антибиотикам (Трифонов, Юхименко, 2004; Руденко и др., 2007). Кроме того, являясь им-

мунодепрессантами, эти препараты негативно влияют на иммунофизиологический статус рыбы (Лизько, Шилов, 1979; Осипова и др., 1996; Ющук, Бродов, 1998; Коршунов и др., 2000; Volf, Havelka, 1956). Увеличение численности различных представителей микрофлоры, не свойственных нормофлоре рыб может привести к формированию неспецифичного для рыб микробиоценоза, способного вызвать в дальнейшем нарушение процессов пищеварения, снижение темпов роста, а также проявление различных бактериальных заболеваний. Для коррекции подобных состояний наиболее интересными и биологически оправданными является применение препаратов, способствующих стабилизации деятельности желудочно-кишечного тракта и повышения иммунного статуса. К таким препаратам относятся бактериальные препараты, оказывающие при естественном способе введения благоприятные эффекты на физиологические функции, биохимические реакции организма хозяина через оптимизацию его микробиологического статуса (Шендеров, 2001)

В последние годы получили распространение новые подходы к лечению, связанные с восстановлением естественной экологии организма и основанные на использовании активных биологических продуктов. Одним из аспектов такого подхода является нормализация измененного микробного пейзажа организма при помощи бактериальных и биопрепаратов (Мирошник, 1997).

Наиболее значимую группу бактериальных препаратов составляют эубиотики - лекарственные средства, содержащие в качестве действующего вещества определенные штаммы представителей микрофлоры здорового организма. Известно, что бактерии, в норме заселяющие слизистые, оказывают антагонистическое действие в отношении патогенной и условнопатогенной микрофлоры, обеспечивают витаминообразующую и ферментативную функции.

Одним из самых распространенных и широко применяемым препаратом-эубиотиком является «Бифидумбактерин» В состав препаратов, основу которых составляют бифидобактерии наиболее часто входят *Bifidobacterium*-

adolescentis, *B. animalis*, *B. bifidum*, *B. infantis*, *B. longum*, *B. Thrmophilum* (Скурат и др., 2000; Zhao et al., 1998; Matsumoto et al., 2002).

Имеются сведения о применении препарата Бифидум-СХЖ с целью профилактики бактериальных и алиментарных заболеваний у стерляди окской популяции. В его состав входят бифидобактерии, обеспечивающие лечебный эффект, детоксикацию организма рыб и увеличение массы тела. (Юхименко, 2000; Колганова, 2001; Юхименко и др., 2000, 2002; Трифонова и др., 2003; 2004).

Препарат «зоонорм» - представляет собой лиофилизированную микробную массу живых гонистически активных бактерий вида *Bifido bacterium bifidum* штамм № 1, иммобилизованных на частицах измельченного активированного угля (Кулаков, 2003, Буралаченко и др., 2005; Tuomola et al., 1999; 2000; Matsuzaki, Chin, 2000). Активность препарата зоонорм определяют содержащиеся в нем микроколонии бифидобактерий-антагонистов широкого спектра патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, благодаря чему, нормализуется микрофлора кишечника, деятельность желудочного тракта, улучшаются обменные процессы, повышается усвояемость кормов, колонии бифидобактерий, сорбированные на активированном угле, способствуют выведению токсических метаболитов, активируют процесс пристеночного пищеварения, осуществляют физиологическую защиту кишечного барьера от проникновения микробов и токсинов во внутреннюю среду организма путем ассоциации со слизистой оболочкой кишечника. Зоонорм способствует повышению неспецифической резистентности организма, стимуляции роста и развития рыб. В одной дозе препарата содержится не менее 1×10^7 КОЕ бифидобактерий. Препарат безвреден, побочных действий не вызывает (Трифопова и др., 2003; 2004; Панасенко, 2006;)

Препарат «Интестивит» содержит комплекс культур бифидобактерий *Bifidobacterium globosum*, стрептококков *Enterococcus faecium* и *Bacillus subtilis*. Эти две группы бактерий, входящих в препарат способны к активной колонизации слизистой оболочки кишечника и образованию на ней биоплен-

ки. Образующиеся бактериями метаболиты активно участвуют в процессах переваривания пищи, синтезе витаминов, аминокислот и других жизненно важных элементов, повышают естественную резистентность организма и способствуют восстановлению популяционного уровня представителей нормальной микрофлоры кишечника (Елфимова и др., 2006). Выявлена эффективность влияния бифидумбактерина на рост, физиологическое состояние карпа (Арижанов, Мирошникова, Килякова, 2015, 2016).

Также достаточно широко в медицине и ветеринарии применяются препараты семейства лактобактерий. Лактобактерии наряду с бифидобактериями являются основными представителями нормальной микрофлоры. Первые попытки лечебного применения лактобактерий для коррекции биохимических процессов, протекающих в кишечнике, предпринимались И.И. Мечниковым, который в 1903 году впервые предложил целенаправленное применение кисломолочных продуктов и препаратов, содержащих специальные культуры лактобацилл с высокой антогонистической активностью для нормального функционирования пищеварительного тракта (Осипова, и др., 1996; Колганова, 2001; Кулаков, 2003; Трифонова и др., 2003; 2004).

В настоящее время лактобактерии делятся на три филогенетические группы: *L.delbrueckii*, *L.casei-Pediococcus*, *Leuconostos*. Род лактобактерий насчитывает 56 видов, 11 родов (*Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostos*, *Camobacterium*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, *Oenococcus*, *Veissella*). Лактобактерии — бесспорные грамположительные как факультативные, так и строго анаэробные палочковидные бактерии. Высокая адгезивность к слизистым оболочкам и слабовыраженная антигенная нагрузка лактобактерий способствуют развитию их тесных ассоциативных связей со слизистыми, вплоть до образования поверхностного защитного биослоя. Лактобактерии — очень сильные кислотообразователи. Создавая кислую среду, они пагубно действуют на болезнетворные микроорганизмы. Кроме того, антибактериальная активность лактобактерий связана с образованием ими антибиотикоподобных субстанций (бактериоцинов), вы-

работкой в процессе гидролиза углеводов молочной кислоты, спирта, перекиси водорода, лизоцима (Ершова и др., 2007).

Выявлены также репаративные свойства и иммуномодулирующая роль лактобактерий. Обсуждается роль лактобактерий в снижении уровня холестерина в крови, в предупреждении продукции канцерогенов и в разрушении щавелевой кислоты, препятствуя тем самым образованию в организме оксалатов (Мирошник, 1997).

В клинической практике широкое применение получил препарат «Лактобактерин», созданный в начале 70-х годов на основе *Lactobacillus plantarum* или *L. fermentum*, оказывающий, антагонистическое действие в отношении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Препараты на основе лактобактерий в своем составе содержат также *L.casei*, *L. acidophilus*, *L. delbeuckii* subsp., *L. bulgaricus*, *L. brevis*, *L. cellobiosus*, *L. lactis* (Юхименко и др., 2001; Панасенко, 2007; Bautista-Garfias et al., 2000; Cangemi et al., 2001; Kano et al., 2002).

Введение в комбикорм для рыб лактобактерина способствует количественному распределению различных групп микроорганизмов. Лактобактерии оказывают антагонистическое действие по отношению к патогенным и условно-патогенным микроорганизмам, сохраняет и регулирует физиологическое равновесие кишечной микрофлоры.

Наибольший положительный эффект оказывает введение 0,2% лактобактерина в корма для молоди осетровых рыб (Киянова 1997; Абросимова, Абросимова 2006).

Отмечено влияние введения в состав корма различных доз лактобактерина на численность микрофлоры кишечника. Так у молоди русского осетра, потреблявший комбикорм с добавлением 0,2 % лактобактерина на первом этапе выращивания численность бактерий была в 6 раз ниже по сравнению с контролем, а при добавлении 0,4% этого препарата – в 130 раз ниже. Отличия по темпу роста молоди осетра потреблявшего комбикорма с различным количеством лактобактерина отмечено не было, однако наблюдали снижение

кормовых затрат на 20% при введении 0,2% лактобактрина и на 10% при введении 0,4% (Абросимова, Абросимова, 2006).

В качестве лечебного средства, повышающего резистентность осетровых рыб при расстройствах пищеварения, повреждении поверхностей тела, вызываемых бактериальным загрязнением воды и кормов может быть использован препарат «Аквалакт» на основе лактобактерий кишечника осетров из естественной среды обитания (Ouweland et al., 2000; Бурлаченко, 2005).

Основу препарата М-30 составляют бактерии *Lactobacillus acidophilus* быстро размножающиеся при попадании в кишечник рыб, создавая в нем биоценоз, подавляя рост патогенной микрофлоры. Действие препарата подтверждено исследованиями по профилактике бактериальных инфекций у прудовых рыб на примере карповых и растительноядных (Асадчая, 2003).

Имеется также опыт использования других лактобактерийных препаратов при выращивании осетровых видов рыб: в условиях Можайского ПЭРЗ Московской области использовались ацидофильное молоко, (Юхименко и др., 2002; Трифонова и др., 2003, 2004) и в условиях рыбоводного хозяйства ЗАО «Казачка» Ростовской области - препарат бифилактрин (Филиппова и др., 2004); в условиях экспериментальной модульной установки ВНИРО комплексного пробиотического препарата Интестивит (Бурлаченко, 2005).

Препарат семейства колибактерий – «Колибактерин» является самым первым отечественным бактериальным препаратом. Он содержит антагонистически активный штамм непатогенной кишечной палочки М-17 (Мирошник, 1997; Панасенко и др., 2007; Doyle et al., 2004).

Для санации слизистых оболочек, кожных покровов и раневых поверхностей от патогенных и условно-патогенных бактерий с успехом применяются специфические бактериофаги. Бактериофаги являются вирусами, поражающими исключительно бактерии, относятся к экологически безопасным биологическим. Важным свойством бактериофагов является их высокая специфичность, они избирательно лизируют бактерии не только определенного вида, но даже их отдельные серологические группы. Возникновение у бакте-

рий антибиотикоустойчивости не сказывается на их чувствительности к бактериофагам, поэтому последние зачастую активны даже в отношении полирезистентной микрофлоры (Мирошник, 1997).

Другой большой класс биопрепаратов, используемых для коррекции дисбактериоза, составляют пробиотики. Впервые термин «пробиотик» был предложен D. Lilly и R. Stilwell в 1965 г. как «антоним» антибиотику для обозначения микробных метаболитов, обладающих способностью стимулировать рост каких-либо микроорганизмов (Lilly, Stillwell, 1965). В 1971 г. A. Sperti использовал этот термин для обозначения различных тканевых экстрактов, оказывающих стимулирующее действие на микроорганизмы. В дальнейшем, первоначальное определение пробиотиков претерпело изменения (Кулаков, 2003; Панасенко, 2006). R. Parker (1974) термином «пробиотики» обозначал микробные препараты, обладающие способностью регулировать микробную экологию кишечника. Согласно его определению, пробиотики — это микроорганизмы или их компоненты, способные поддерживать баланс кишечной микрофлоры. Позднее R. Fuller (1989) называл пробиотиками все препараты из живых микроорганизмов, оказывающие при введении в организм хозяина благотворный эффект за счет коррекции кишечной. В настоящее время термин «пробиотики» применяют для обозначения широкого класса микроорганизмов, обладающих антогонистической активностью по отношению к патогенной микрофлоре (Панасенко, 2006).

Пробиотиками принято называть препараты на основе живых микробных культур, используемых для коррекции микробного ценоза при лечении и профилактики широкого спектра заболеваний, связанных с дисбиотическими состояниями. Также пробиотики помогают при послестрессовой адаптации, увеличивая резистентность макроорганизма к патогенным микроорганизмам; улучшают работу пищеварительной системы за счет дополнительной продукции ферментов в пищеварительном тракте (Шендеров, 1994, 1998; Коршунов и др., 2000; Новоскольцева, 2000; Юхименко, Бычкова, 2005; Панасенко, 2006; Панасенко и др., 2011).

Пробиотики используются для стабилизации микрофлоры кишечника человека при острых и хронических заболеваниях и дисфункциях желудочно-кишечного тракта, при нарушениях обмена, после принятия антибактериальных препаратов, гормональной и лучевой терапии, в дооперационный и послеоперационный периоды, у гинекологических и стоматологических больных, для профилактики и в качестве вспомогательной терапии онкологических больных (Ющук, Бродов, 1998; Davidson, Butler, 2000; Kaur et al., 2002; Madsen, 2001; Menozzi, Debie et al., 2002).

Влияние пробиотиков обусловлено, во-первых, их антагонистической активностью против патогенов, реализуемой благодаря продукции антибактериальных веществ, изменению рН среды, что обеспечивает опосредованное их влияние на ферментативную активность патогенов; во-вторых, благодаря конкуренции с патогенами за рецепторы адгезии; в-третьих, за счет стимуляции иммунитета (стимуляции активности макрофагов, увеличения уровня антител) (Новоскольцева, 2000; Юхименко, Бычкова, 2005; Fuller, 1989, 1991; Salminen et al., 1996; Wright, Salminen, 1999; Matsuzaki, Chin, 2000).

Следует отметить, что пробиотики могут состоять из нескольких штаммов микроорганизмов и содержать как живые культуры, так и инактивированные, а также микробные метаболиты (Скурат и др., 2000; Kirjavainen et al., 1998; Matsuzaki, Chin, 2000; Jshibashi, Yamazaki, 2001).

Все существующие пробиотики делятся на две группы – жидкие и сухие. Микроорганизмы в составе сухих пробиотиков находятся в состоянии своеобразной «спячки». Срок хранения сухих препаратов больше, чем у жидких, они не требуют строгого соблюдения условий хранения, также они дольше хранятся и удобны в транспортировке метаболиты (Малик и др., 2001; 2002; Kirjavainen et al., 1998).

Недостаток таких пробиотиков в том, что при высушивании бактерии в их составе теряют часть своих полезных свойств, а после попадания в организм им требуется не менее 8-10 часов, чтобы бактерии перешли из «спячки» в активную форму, и начали действовать. Этот недостаток необходимо учи-

тывать при применении сухих пробиотиков (Кулаков, 2003; Tuomola et al., 1999; 2000).

Бактерии в составе жидких пробиотиков – это бактерии «с активной жизненной позицией», то есть они в полной мере сохраняют все свои ценные свойства и начинают действовать сразу же после попадания в организм. Жидкие пробиотики содержат бактерии в активном состоянии, поэтому они требуют строгого соблюдения условий хранения, и сам срок хранения у них короче - не более трех месяцев (Кулаков, 2003, Буралаченко и др., 2005; Kirjavainen et al., 1998; Matsuzaki, Chin, 2000).

Жидкие пробиотики содержат не только бактерии, но и продукты их жизнедеятельности. Попадая в организм, они помогают восстанавливать и формировать внутреннюю среду кишечника, благоприятную для роста и размножения полезных микроорганизмов и губительную для чужаков (Кулаков, 2003; Буралаченко и др., 2005; Панасенко, 2006; Matsuzaki, Chin, 2000).

Положительное влияние пробиотиков на организм объясняется тем, что они стимулируют рост собственной микрофлоры. Поэтому главная цель приема пробиотиков – восстановление собственной микрофлоры. Попадая в кишечник, полезные бактерии начинают конкурировать с болезнетворными бактериями и вытесняют их из кишечника, освобождая места для роста собственной микрофлоры (Ларцева, Катунин, 1999; Tuomola et al., 1999; 2000; Кулаков, 2003, Абросимова и др., 2005; Буралаченко и др., 2005; Kirjavainen et al., 1998).

Какими бы ценными свойствами не обладали бактерии, входящие в состав пробиотиков, для организма они остаются инородными. Поэтому, попадая в кишечник, они стимулируют местный и общий иммунитет, мобилизуют защитные силы организма. В жидких пробиотиках содержатся продукты жизнедеятельности полезных бактерий. Они способствуют восстановлению в кишечнике кислой среды, оптимальной для роста и развития собственной флоры и неблагоприятной для болезнетворных микробов (Scheperclaus, 1954, 1979; Matsuzaki, Chin, 2000). Живые бактерии, входящие в состав пробиоти-

ков, не могут поселиться в кишечнике и занять место собственной утраченной микрофлоры. Уже доказано, что микрофлора – это такая же часть организма, как и любой другой орган, и поэтому бактерии, выросшие вне своего кишечника, в нем не приживаются (Красильникова и др., 2010; Лейбман и др., 2010; Zhao et al., 1998; Alvarez-Olmos, Oberhelman, 2001).

Эффективность двух пробиотических препаратов – лактобифида (суммарное количество пробиотических бактерий 1×10^9 КОЕ в 1 г) и бифитрилака (лактобацилл и бифидобактерий 2×10^9 КОЕ в 1 г) в составе комбикормов была изучена при выращивании осетровых рыб в системе замкнутого водоснабжения. Комплекс двух препаратов в соотношении 1:1 вводили в состав комбикорма при выращивании русского осетра волжской и уральской популяций.

В условиях ухудшенных показателей водной среды УЗВ лучшие рыбо-водно-биологические показатели выращивания трехлеток русского осетра были отмечены при использовании комбикорма с бифитрилаком в количестве 100 мг/кг (Сариев, 2001).

В последние десятилетия пробиотики и пробиотические продукты нашли широкое применение в животноводстве (Малик и др., 2000; 2001). Из применяемых в медицине наиболее известны пробиотики, в состав которых входят чистые споры бактерий *Bacillus subtilis* штамма IP 5832. Это препараты Бактисубтил и Флонивин БС (ICN), Бактиспорин. Все препараты на основе спор бактерий *Bacillus subtilis* имеют схожий механизм действия.

Отечественный препарат «Субалин» разработанный на основе живых бактерий *Bacillus subtilis* 2335/105, продуцирующего альфа-2 интерферон, повышает иммуно-физиологический статус организма путем нормализации микрофлоры желудочно-кишечного тракта. Субалин характеризуется широким спектром антагонистической активности в отношении патогенных и условно-патогенных организмов, повышает специфическую и неспецифическую резистентность организма, регулирует и стимулирует пищеварение (Юхименко и др., 2001; Буралаченко и др., 2005).

Преимущества Субалина по сравнению с используемыми в рыбоводной практике антибиотиками и нитрофуранами - нулевой срок ожидания; укрепляет, а не подавляет иммунную систему рыб; эффективен при малых дозировках и кратности применения; отсутствует эффект привыкания; экономически рентабелен; экологически безопасен. Оптимальная лечебная суточная доза субалина составляют 25 млн. спор на 1 кг массы карпа 2-3 -летнего возраста при курсе лечения 5-7 дней (Юхименко и др., 2000, 2001, 2005; Volf, Navelka, 1956).

Данный пробиотический препарат широко зарекомендовал себя в карповых прудовых и индустриальных хозяйства, на заводах по воспроизводству осетровых и лососевых рыб, (Новоскольцева, 2000). Разработан способ приготовления корма с включением препарата «Субалин» (Юхименко и др., 2001; Юхименко, Бычкова, 2005)

Пробиотический препарат Биокорм-Пионер представляет комбинацию двух не модифицированных генетически, лиофилизированных культур *Bacillus subtilis*. Он предупреждает развитие дисбактериозов, способствует стимуляции клеточных и гуморальных факторов иммунитета. Преимуществом препарата является использование спорообразующих микроорганизмов (Бурлаченко и др., 2005). Однако Е.И. Балакиревым с соавторами (2006) при определении качественного и количественного состава микрофлоры кишечника русского осетра при использовании препарата Биокорм-Пионер отмечено, что данный пробиотик имеет избирательную активность в отношении некоторых групп патогенных и условно патогенных микроорганизмов и требуется проведение дальнейших исследований для выяснения положительного действия этого препарата.

Пробиотик азогилин, создан на основе живой культуры азотфиксирующих бактерий *Azomonas agilis*. Препарат хорошо зарекомендовал себя при борьбе с аэромоназом в прудовых хозяйствах (Tuomola, Salminen 1998).

Основу препарата Az-28 также составляют *Azomonas agilis*, выделенные из воды и способные ингибировать патогенную микрофлору кишечника

рыб. Выпускается в виде гранул со слабым запахом кислоты - продукта ферментации бактерий. Применяется с кормом для всех возрастных групп рыб, восприимчив к аэромонозу. Специалистами Белоруссии были получены положительные результаты в условиях производства (Скурат и др., 2000; Юхименко, Бычкова, 2005).

Спорообразующие пробиотики для рыбоводства - это новое направление. В частности, проведенные исследования возможностей применения пробиотика «Субтилис» на ранних стадиях выращивания рыб, показали, что обработка пробиотиком икры, эмбрионов и личинок форели увеличивает коэффициент выживаемости и снижает естественную смертность рыб на личиночной стадии развития, способствует стимуляции жизнестойкости рыб на ранних этапах онтогенеза и напряженности естественного иммунитета (Кулаков, 2003; Буралаченко и др., 2005; Белов, Панасенко, 2009; Власов и др., 2012).

Нормальная естественная микрофлора кишечника рыбам необходима, так как она служит не только защитным барьером против патогенов, но и способствует пищеварению и является возможным продуцентом витаминов и пробиотиков. Таким образом, для рыбоводных хозяйств, представляется перспективным использование бактериальных препаратов, представляющих собой либо эндогенную микрофлору кишечника рыб того же вида (Ouweland et al., 2000), либо бактерий, сочетающих свойства продуцентов пробиотиков и антагонистов патогенов.

Интересен опыт «напитывания» пробиотиками живых кормов (коллекторов, артемии, калифорнийских червей) используемых при выращивании рыб (Мирзоева, 2001; Некрасова и др., 2007).

Использование комбикормов с пробиотическими добавками позволяет хозяйствам сократить до 25% расход кормов на производство рыбы (Панасенко, 2007; Панасенко, Белов, 2009).

Кормление клариевого сома комбикормами с добавлением различного количества пробиотика «Субтилис» не оказывает влияния на индексы телосложения (Артеменков, 2011).

Исходя из отечественного и зарубежного опыта, рекомендуется добавлять пробиотики не по показаниям, а ежедневно в рационе, включая его в производственные комбикорма (Грозеску, Бахарева, Шульга, 2009).

Комбикорма с пробиотиками предназначены для повышения рыбопродуктивности (на 20% и выше), что складывается из профилактики и лечения болезней рыб инфекционной и алиментарной этиологии, нормализации состояния организма вследствие интенсивного применения антибиотиков, смягчения стрессов, вызываемых сменой корма, а также травматическими повреждениями связанными с технологическим перемещением рыб. Такие корма представляют собой уникальный комплекс из большого количества кормовых компонентов и спорообразующих аэробных и анаэробных бактерий. Попав в организм бактерии образуют в кишечнике быстрорастущие колонии и вытесняют из него патогенные и условно патогенные микроорганизмы, способствуя заселению и развитию собственной полезной микрофлоры рыб. При этом продуцируются биологически активные вещества, происходит синтез пищеварительных ферментов и аминокислот. Ярко выражаются и антистрессовые свойства пробиотика. В результате активизируются специфические и неспецифические системы защиты организма, нормализуется пищеварение, улучшается усвоение кормов, повышается иммунный статус и устойчивость организма к заболеваниям, а также темп роста. При травматических операциях связанных с бонитировками, перевозками, сортировками, пересадками рыб пробиотик оказывает регенеративные свойства. Механизм заключается в том, что бактерии в очаге повреждения выделяют биологически активные вещества (антибиотики, протеолитические и сахаролитические ферменты, иммуномодуляторы и др.) которые проявляют лечебное действие, а разрушаясь, служат источником антигенов для поддержания нормального уровня антител (Панасенко, 2007).

Одной из основных проблем, связанных с применением препаратов на основе штаммов бифидобактерий, лактобактерий, энтеробактера, является неустойчивость к высокотемпературным процессам, таким как экструдирование и экспандирование при приготовлении кормов (Панасенко и др., 2011)

В Российской Федерации зарегистрировано более 90 наименований пробиотиков ветеринарного назначения, большинство из которых классифицируется лечебно-профилактические препараты, часть как закваски и часть – как микробиологические кормовые добавки. При широком выборе пробиотических препаратов представляется перспективным развитие данного направления, позволяющего получать экологически чистую продукцию аквакультуры. При этом наиболее перспективным направлением является использование готовых кормов с включением спорообразующих пробиотических культур, а также пробиотиков на основе спорообразующих бактерий. (Панасенко, 2006; Шульга, 2009; Панасенко, 2011).

1.5 Особенности пищевого поведения рыб и их реакция на различные компоненты кормов

Одной из ведущих форм поведения рыб является пищевое поведение, которое формируется на полисенсорной основе. Изучение процессов полисенсорной интеграции является фундаментальной проблемой физиологии сенсорных систем (Адрианов, 1980). На разных этапах формирования пищевого поведения функции «ведущей афферентации» (Вацуру, 1949) могут выполнять различные сенсорные системы в соответствии с экологической спецификой вида (Павлов, Касумян, 1990).

Хемосенсорные системы – обоняние и вкус – играют чрезвычайно важную роль в пищевом поведении рыб (Павлов и др., 1970; Касумян, Тауфик, 1992; Девицина, 2005), они, имея сходные спектры воспринимаемых стимулов, функционально взаимосвязаны друг с другом (Devitsina, 2003).

Считается, что способность воспринимать химические раздражители (хемотрецепция), является эволюционно наиболее древним способом получения живыми существами информации о внешней среде. Хорошо развитыми хемосенсорными возможностями обладают не только рыбы и другие позвоночные животные, но и такие примитивные группы организмов как бактерии и простейшие (Касумян, 2002).

У рыб выделяют три самостоятельные хемосенсорные системы – обоняние, вкусы общее химическое чувство. Для всех этих систем адекватными служат стимулы, имеющие химическую природу (химические соединения или их смеси). Наиболее широкий и распространенный поток информации рыбы получают с помощью обоняния (Касумян, 1998).

Обоняние участвует в регуляции практически всех форм поведения. Во многом это связано с обитанием рыб в водной среде, в которой восприятие стимулов других модальностей, прежде всего зрительных, затруднено. Диффузия химических веществ в воде происходит медленно, что способствует длительному сохранению запахового следа. С помощью течений, турбулентность которых не столь выражена как в воздушной среде, запахи в воде могут распространяться на большие расстояния. Еще одним преимуществом обонятельного способа коммуникации является возможность передачи с помощью химических сигналов неограниченного объема информации, начиная от общей и заканчивая узко специфичной. Это достигается за счет той легкости, с которой с помощью эндогенных химических веществ могут быть созданы бесчисленные их комбинации, различные по сложности. Запахи регулируют такие формы поведения как пищевое, нерестовое, родительское, оборонительное, миграционное, социальное, территориальное. Во многих случаях обоняние является ведущим органом чувств, т.е. оно в полной мере определяет саму возможность реализации поведенческих реакций или сложного поведенческого репертуара вида (Павлов, Касумян, 1990). Так, например, обонятельная депривация у многих рыб затрудняет или делает невозможным нерест, поиск пищи, проявление хоминга, поддержание внутригрупповой

иерархической структуры и т.п. Наиболее многообразно участие обонятельной рецепции в осуществлении рыбами внутривидовых взаимоотношений – внутривидовых коммуникаций (Atema, 1980).

Большая дистантность действия обонятельной рецепции делает эту сенсорную систему исключительно важной в получении рыбами информации о присутствии корма и выбора направления для его поиска. У многих видов рыб, прежде всего с недостаточным развитием зрения (донные, ночные, глубоководные и некоторые другие рыбы), дальний и ближний поиск добычи, по-видимому, полностью или в определяющей степени реализуется за счет обонятельной функции (Касумян, 2012).

Характерной особенностью обонятельной системы рыб является медленная адаптация к различным запахам, а также низкая дифференциальная чувствительность к ним, т. е. способность четко различать диапазон (спектр) химических раздражителей (Касумян, Кажлаев, 1989). Несомненным оказался тот факт, что естественные запахи обладают для рыб значительно большей эффективностью, чем искусственные вещества, причем самой большой притягательностью обладают внутривидовые химические сигналы (чувство «своего») и, естественно, половые запахи.

А.О Касумяном (1997) установлено, что на последнем этапе пищевого поведения важнейшая роль принадлежит вкусовой рецепции. Установлено, что вкусовая система осетровых рыб может подвергаться значительным морфофункциональным перестройкам компенсаторного характера после хронического выключения обонятельной системы (Касумян, Девицина, 1997; Девицина, Касумян, 2000). Однако, осетровые рыбы, обладая весьма слабым зрением, имеют чрезвычайно высоко развитую систему тригеминолицевого комплекса, связанную с вкусовой рецепцией и электрорецепцией.

Вкусовая и обонятельная системы рыб функционально взаимосвязаны, что выражается в изменениях морфометрических показателей нейронов не только обонятельных, но и вкусовых центров. Так у карпа характер компенсаторных изменений вкусовой системы в ответ на хроническую ольфактор-

ную деафферентацию идентичен таковым у осетровых рыб (Касумян, Девицина, 1997; Девицина, Касумян, 2000; Михайлова и др., 2015). Это указывает на определенный консерватизм в функциональной организации хемосенсорных систем рыб.

У карпа обонятельная система имеет хорошо развитие связи со зрительной системой и с системой тройничного нерва (Никаноров, 1982; Velousovaetal., 1983).

При этом вкусовая система карпа также взаимодействует с системой тройничного нерва (Marui, Funakoshi, 1979; Morita, Finger, 1983).

Жизненно важное значение вкусовой рецепции связано с обеспечением трофической функции, когда через тестирование осуществляется отбор элементов внешней среды организма. У позвоночных вкусовая рецепция связана в первую очередь с ротовой полостью, поскольку здесь формируется контролирующий и пусковой механизм при потреблении пищи. Рыбы, как первично водные животные, отличаются наличием у некоторых видов наружной вкусовой рецепции (Девицина, 2005 б).

Разносторонние исследования вкусовой рецепции рыб позволяют полагать, что интраоральный и экстраоральный вкусовой рецепторный аппарат у рыб представляет две сенсорные системы (Певзнер, 1985; Востроушкин, 2004). Одно из различий этих двух систем связано с тем, что наружная вкусовая система, обладая высоким потенциалом изменчивости, присутствует не у всех видов (Певзнер, 1985; Касумян, 1997; Jakubowski, Whitear, 1990; Hara et al., 1993).

Вкусовая система рыб характеризуется высоким потенциалом адаптивной изменчивости. В условиях хемосенсорного дефицита компенсаторная гипертрофия наружной вкусовой системы составляет основу сложного механизма формирования поведенческих адаптаций и обеспечения хемосенсорной ориентации за счет процессов интеграции хемосенсорных афферентаций на уровне их первичных мозговых центров (Девицина, 2005а).

Вещества, влияющие на поведение рыб, в зависимости от их химической природы и биологического значения принято разделять на три группы: неорганические вещества, органические вещества и комплексные химические факторы. К неорганическим веществам относят минеральные соли и кислоты, дыхательные метаболиты и др. Данные вещества существенным образом влияют на условия среды обитания рыб и воспринимаются преимущественно необонятельной хеморецепцией.

Органические вещества как сигнальные запахи по своей природе весьма многообразны (белки, пептиды, аминокислоты, амины, органические кислоты, углеводы и др.) и часто являются специфическими стимулами, запускающими различные виды поведения рыб. Восприятие этих веществ, как было показано ранее, может осуществляться всеми хемосенсорными системами рыб. Комплексные химические факторы представляют собой совокупность веществ органической и неорганической природы, объединенных единым сигнальным значением.

По влиянию химических раздражителей на двигательную активность рыб, их пищевое и оборонительное поведение различают следующие типы стимулов:

Аттрактант – вещество, которое вызывает у рыбы ориентацию на источник стимула и продвижение к нему со значительного расстояния.

Аррестант – вещество, которое прекращает начатое движение к источнику запаха.

Репеллент – раздражитель, вызывающий избегание источника запаха.

Инсайтант – инициирует процесс питания или тестирования объекта.

Супрессант – вещество, тормозящее пищевое поведение.

Стимулянт – способствует проглатыванию корма и продолжению питания.

Детеррент – агент, препятствующий продолжению питания или сокращающий время кормления.

Поведенческая реакция рыб на пищевые запахи крайне разнообразна по своему проявлению. У малоподвижных видов рыб пищевой поиск слабо выражен или совсем не проявляется. О восприятии пищевого запаха этими рыбами свидетельствуют изменение ими позы, подергивание плавниками, движение глазами, учащение ритма жаберных движений. У нетерриториальных, свободно плавающих рыб пищевой поиск хорошо выражен, но проявляется по-разному у видов, отличающихся образом жизни и общей стратегией пищевого поведения. Рыбы, населяющие водоемы со стоячей или медленнотекущей водой, ведут интенсивный поиск корма на дне вблизи источника пищевого запаха. Для обитателей потока характерны резкие и разнонаправленные броски при поиске корма, у пелагических рыб поисковая реакция выражена слабее и не сопровождается длительным уходом в донные слои воды. У территориальных видов рыб и рыб со сложной внутригрупповой структурой пищевой запах приводит к обострению иерархических взаимодействий, усилению агрессивности. Также как и в случае оборонительной реакции на феромон тревоги, это служит основой для выделения ряда экологических стереотипов пищевого поискового поведения – элементов поведения, общих для экологически близких видов рыб и проявляющихся присходных биологических ситуациях (Todd, 1971).

С образом жизни рыб тесно связана и их чувствительность к пищевым запахам: наиболее низкие пороговые концентрации пищевых запахов имеют рыбы - бентофаги, наиболее высокие – пелагические планктофаги, пищевое поведение которых основано главным образом на зрительной рецепции.

На примере пищевых запахов установлено, что у рыб формируется «запаховый образ» объектов питания, т.е. пищевой запах несет рыбам информацию о вполне определенном кормовом организме, обладающем специфическими поведенческими и иными особенностями биологии. Способность к формированию запаховых образов оптимизирует пищевой поиск, делает его более эффективным, свидетельствует о важной роли обоняния и тонкой регуляции пищевого поведения. Экспериментальным подтверждением таких

выводов служат опыты, показывающие, что интенсивность реагирования на запах знакомых для подопытных рыб кормов значительно выше, чем на запах корма, с которым рыбы ранее не встречались (Востроушкин, 2004; Касумян, Тинькова, 2013).

Как правило, привлекающими рыб веществами являются белки, амины, аминокислоты, нуклеотиды, бетаины, глюкопротеиды, липиды, некоторые органические кислоты. Так, многие карповые рыбы предпочитают корм, содержащий альдегиды и кетоны – продукты окисления жиров, угорь – корм, содержащий глицин и аланин. Большинство продуктов животного происхождения (за исключением молочных) стимулируют пищевую активность лососевых рыб, а сухой обрат и сухая молочная сыворотка – пищевую активность карпа. Сильным привлекающим действием для основных культивируемых рыб отличается рыбий жир, экстракты из креветок, крабов. Растительные масла стимулируют потребление пищи карпом, тогда как некоторые проходные лососи избегают запаха этого продукта. Продукты микробного синтеза у многих рыб вызывают реакцию избегания. Кроме того, в настоящее время производится выпуск пищевых аттрактантов, увеличивающих привлекательность сухого корма (Пономарев и др., 2002).

Экстрактивные вещества некоторых стартовых комбикормов, которые повсеместно применялись в отечественном рыбоводстве в 80-90-е годы прошлого столетия (РК-С, ЭКВИЗО, СТ-07 и др.), оказывают репеллентное действие на личинок карпа, толстолобиков, осетровых рыб (Шутов и др., 1984). При этом экстракт ЭКВИЗО отпугивает личинок карпа и толстолобиков (даже имевших опыт питания данным кормом) в два раза интенсивнее, чем экзометаболиты дафний. Лишь по мере приобретения пищевого опыта молодь большинства видов рыб привыкает к химическим сигналам корма (Кузьмин, 1990; Востроушкин, 1996).

Считается, что пищевые химические стимуляторы относятся к низкомолекулярным азотосодержащим соединениям (Saglio, 1981; Carr, 1982), среди

которых наиболее перспективными являются аминокислоты и их производные.

А.О. Касумяном с соавторами (1992) было установлено, что проявление пищевой поисковой реакции у молоди осетровых рыб стимулирует только две аминокислоты - глицин и l-аланин. У молоди белуги поведенческую реакцию наблюдали только на растворы глицина. На исключительную роль обонятельной системы в обеспечении поисковой реакции показали эксперименты на аносомированных особях. Глицин и l-аланин различаются по эффективности для различных видов осетровых рыб. Так, для русского и сибирского осетров интенсивность поисковой реакции, вызываемой глицином, значительно выше, чем сила реакции, вызываемой l-аланином. У севрюги интенсивность ответов на l-аланин была выше, чем ответы на глицин. Авторами сделано предположение, что способность молоди осетровых реагировать на эти две аминокислоты является врожденной, поскольку проявляется у рыб выращенных в различных условиях и на различных рационах. Вместе с тем, различия в интенсивности реагирования на l-аланин свидетельствуют о том, что врожденная обонятельная чувствительность к химическим сигналам может быть модифицирована под влиянием индивидуального пищевого опыта молоди.

Поведенческие реакции особей нерки, желтоперого тунца и даниорерио на запах знакомого корма значительно выше по интенсивности, чем запах непривычного корма (Касумян, Пономарев, 1986; Olfactory..., 1962; Atemaetal., 1980).

Глицин и l-аланин не могут быть отнесены к числу специфических для осетровых стимуляторов пищевой поисковой реакции, так как эти аминокислоты вызывают пищевые поведенческие ответы и у ряда других видов рыб. Так, аттрактивная реакция на глицин была отмечена у личинок атлантического лосося и кумжи (Mearns, 1986), личинок и сеголетков карпа (Кружалов, 1986; Saglio, Blanc, 1983), трески (Elingsen, Doving, 1986). Для большого числа видов рыб обонятельная активность глицина и l-аланина установлена в

электрофизиологических исследованиях (Касумян, Морси, 2014; Sutterlin et al., 1971; Hara, 1976; Caprio, 1982; Kobayachi et al., 1987).

Пороговая концентрация глицина и l-аланина для обоняния молоди осетровых 10^{-6} М, тогда как у многих других видов чувствительность может быть значительно более высокой – до 10^{-9} (Sutterlin et al., 1971; Byord, Caprio, 1982; Kobayachi et al., 1985; Johnsen et al., 1988).

Таким образом, осетровые рыбы обладают относительно низкой обонятельной чувствительностью к аминокислотам и естественным химическим стимулам (Касумян, Кажлаев, 1989), несмотря на первостепенную роль обоняния в пищевом поведении (Павлов и др., 1970). Это несоответствие может объясняться характерной особенностью поведения осетровых рыб – поддержанием высокой подвижности в течение длительного времени. По данным А.В. Левина (1982), а также Ю.Н. Сбикина и Н.Н. Лапиной (1982) молодь русского осетра постоянно находится в движении. Такая высокая подвижность позволяет осетровым преодолевать большие расстояния и находить участки водоема с повышенной плотностью кормовых организмов.

Для вкусовой системы осетровых спектр эффективных аминокислот значительно шире, чем для обонятельной (Касумян, Тауфик, 1992). Данные о большей широте вкусовой системы получены в отношении других видов рыб (Hara, 1976; Gustatory..., 1983; Marui et al., 1983). Спектры аминокислот, эффективных для наружной и внутриротовой вкусовых систем молоди осетровых, в значительной степени совпадают. Вкусовая чувствительность к аминокислотам равна 10^{-1} – 10^{-3} М (Касумян, Тауфик, 1992).

Д. Шамушаки с соавторами (2008) определены предпочтения молоди персидского осетра к двадцати свободным аминокислотам. Установлено, что 16 из них усиливают частоту схватывания рыбами искусственных гранул. При этом наиболее эффективными являются треонин, гистидин, аргинин, аспарагин, фенилаланин, цистеин, глицин и глутамин. Присутствие в корме серина, аргинина, цистеина, гистидина и аланина повышает уровень потребления. Сравнительный анализ персидского осетра с другими видами рода осет-

ровых подтвердил высокий уровень видовой специфичности интраоральных вкусовых предпочтений. Видовое своеобразие экстраоральных спектров выражено в меньшей степени.

В настоящее время известно о нескольких случаях успешного применения знаний по хеморецепции карпа и других видов рыб для стимуляции потребления ими комбикорма.

Во-первых, это метод ранней адаптации (Кузьмин, 1990). Он основан на введении экстракта стартового комбикорма в инкубационную среду к моменту начала функционирования обонятельного анализатора. Процедура ускоряет привыкание (адаптацию) личинок карпа и осетровых рыб к химическим сигналам стартового комбикорма. Затраты корма на прирост, в случае с карпом, снижаются на 40-60%, а рост усиливается в 1,5-2 раза.

Во-вторых, метод применения привлекающих добавок путем введения в комбикорм. Например, метод «затушевывания» химического фона комбикорма путем добавления к нему вкусовых и привлекающих веществ. Так как с определенного момента развития аминокислота лизин становится аттрактивной для личинок карпа, то предлагается смачивать комбикорм раствором лизина. Аналогичный эффект дает обработка корма экстрактом смеси огурца и укропа. Применение метода позволяет за 17-18 суток подращивания получать личинок карпа со средней массой в 1,4-1,8 раз выше, чем в контроле.

Известно, что абсолютная стимулирующая активность живого корма (трубочник) в семь раз выше, чем у комбикормов (Бондаренко и др., 1991). Добавление к комбикормам глутамата натрия или холин-хлорида увеличивает привлекательность комбикорма для молоди бестера. У только что перешедших на активное питание личинок остера, корм обнаруживался в желудочно-кишечном тракте 5% личинок. А если применялся корм с аттрактантами - у 40% (Востроушкин, 2004).

Несмотря на достигнутый значительный прогресс в развитии представлений о регуляции пищевого поведения животных, до сих пор остается немало сложных и до конца не ясных вопросов. Особую важность имеет изучение

роли экзогенной глюкозы в регуляции пищедобывательной и двигательной активности рыб. Установлено неоднозначное, зависящее от дозы, влияние периферически введенной глюкозы на интенсивность питания рыб: низкая доза незначительно усиливает, а высокая – угнетает пищедобывательную активность карася. Авторами высказано предположение, что увеличение уровня гликемии не играет ключевой роли в снижении интенсивности питания. В то же время выявлен сложный характер влияния экзогенного инсулина на рацион обыкновенных карасей: кратковременное снижение через 6-24 ч после инъекции, сменяющиеся увеличением в последующие часы наблюдения, максимальным на 8-9 сутки. При этом, сила эффекта зависит от дозы введенного гормона (Гарина и др., 2005).

Положительная вкусовая и обонятельная реакция рыб на предлагаемые корма является основой их интенсивного потребления, а способность их индуцировать интенсивную деятельность пищеварительных ферментов (протеаз, липаз, амилаз и др.) является необходимым условием их усвояемости организмом. В связи с этим становится актуальной проблема использования вкусовых добавок в составе комбикормов при выращивании осетровых рыб.

Одним из направлений повышения продуктивности рационов рыб является поиск новых видов кормового сырья, адекватного пищевым потребностям объектов культивирования. Немалый интерес в этом плане представляют продукты переработки беспозвоночных гидробионтов (морских беспозвоночных). Одними из первых были проведены исследования по определению возможности использования муки из криля в аквакультуре. Проведенные анализы муки из криля показали, что она характеризуется благоприятным сочетанием питательных веществ, в ней содержится 50-60 % протеина (Дарманьян, 1990).

Обобщая все вышесказанное можно отметить, что пищевое поведение осетровых рыб изучено недостаточно полно, в основном проведенные исследования касаются ранней молодежи. В связи с масштабным развитием товарного осетроводства, необходимо осуществлять поиск кормовых компонентов и

добавок, стимулирующих пищевое поведение всех возрастных групп осетровых рыб.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работы проводились в установке замкнутого водообеспечения инновационного центра «Биоаквапарк - Научно-технический центр аквакультуры» АГТУ, Научно-производственной базы Южного научного центра РАН (п. Кагальник Ростовской области), а также на Бертюльском, Лебяжьем, Икрянинском осетровых рыбоводных заводах, малом инновационном предприятии «Аква-новатор» Астраханской области и Волгоградском осетровом рыбоводном заводе.

В качестве объектов исследований использовали русского осетра (*Acipenser güeldenstaedtii*), белугу (*Huso huso*), стерлядь (*Acipenser ruthenus*) и севрюгу (*Acipenser stellatus*), а также межвидовые гибриды бестер (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*) и стерлядь × белуга (*Acipenser ruthenus* × *Huso huso*) различных возрастных групп.

Обобщенная схема исследований представлена на рисунке 1.

В лабораторных условиях личинок выращивали в пластиковых лотках системы замкнутого водообеспечения (0,5 × 0,5 м), в производственных условиях – в промышленных рыбоводных бассейнах. Для выращивания старших возрастных групп использовались бассейны квадратные с круговым током воды (2 × 2 м), садки (5 × 5 м). Плотности посадки соответствовали рекомендуемым для товарных рыбоводных осетровых хозяйств (Пономарев и др., 2002). Содержание растворенного в воде кислорода поддерживалось на уровне 7 мг/л. Расход воды при выращивании на прямоточном водоснабжении зависел от массы выращиваемой рыбы и варьировался в пределах 0,8-2 г/л при выращивании личинок, при выращивании старших возрастных групп полный водообмен в бассейне происходил за 20-30 минут.

Контроль за основными гидрохимическими показателями осуществляли не реже 1 раза в сутки с использованием многопараметрических анализаторов.



Рисунок 1- Схема проведения исследований

Кормление рыб в лабораторных условиях осуществляли вручную, в производственных – с применением автоматических кормораздатчиков. Размер гранул (крупки) комбикорма соответствовал массе объекта эксперимента. В качестве базовых использовали рецепты осетровых комбикормов ОСТ-6 (стартовый) и ОТ-6 (продукционный), включающие традиционное кормовое сырье: рыбную муку, пшеничную муку, соевый шрот сухой обрат, кормовые дрожжи, витазар, рыбий жир, премикс и другие. По составу (табл. 1) эти корма полностью удовлетворяют потребности осетровых в основных питательных веществах.

Таблица 1 – Состав питательных веществ базовых рецептов осетровых комбикормов

Показатель	Рецепт комбикорма	
	ОСТ-6	ОТ-6
Протеин, %	50,0 - 52,0	45,0 - 50,0
Жир, %	8,0 – 12,0	11,0- 12,0
Углеводы, %	14,0 - 18,0	26,0 – 28,0
Общая энергия, тыс. мДж/кг	18,0-19,0	17,5 – 18,0

Для определения оптимальных норм ввода нетрадиционного сырья и биологически активных добавок, различное количество их вводили в состав комбикормов на стадии смешивания компонентов (табл. 2).

Таблица 2 – Нормы введения нетрадиционного сырья и биологически-активных веществ в состав комбикормов для осетровых рыб

Вводимый компонент	Варианты дозировки в составе 1 кг комбикорма, г	
	Стартовые корма	Производственные корма
Рыбный протеин	50,100,150,200	-
Крабовая мука	50, 100,150, 200, 250	50, 100,150, 200, 250
Кукурузный глютен	50, 100	50,100, 150, 250
Л-аскорбил-2-полифосфат	0,05, 0,1, 0,5, 1,0	0,1, 0,2, 0,5
Крабовый ароматизатор	0,25, 0,5, 0,75, 1,0	0,25, 0,5, 0,75, 1,0
Креветочный ароматизатор	0,25, 0,5, 0,75, 1,0	0,25, 0,5, 0,75, 1,0
Глуринат	-	0,1, 0,2, 0,3, 0,4

Опытные партии комбикормов изготавливались в лабораторных условиях вручную методом влажного прессования, на пилотной установке по производству гранулированных комбикормов НПЦ "БИОС".

Интегральную оценку питательности корма получали путем совокупного анализа комплекса расчетных показателей и рыбоводно-биологических результатов испытаний (Щербина, Гамыгин, 2006). Питательность вариантов кормов с нетрадиционными источниками протеина оценивали по общей энергии. Уровень питательных веществ и аминокислот в кормах рассчитывали на основании справочных сведений о составе и питательной ценности кормового сырья (Агеев и др., 1987; Пономарев и др., 2002; Абросимова, 2005; Щербина, Гамыгин, 2006).

Изучение темпа роста проводили на основании результатов контрольных взвешиваний, проводимых не реже 1 раза за 10-15 суток. Не менее 10 экземпляров из каждого варианта опыта подвергали взвешиванию на электронных весах. Перед началом эксперимента и после его завершения проводили отбор проб для биохимических и гематологических анализов.

Для характеристики интенсивности роста использовали следующие показатели:

Абсолютный прирост – рассчитываемый по разности между начальной и конечной массой рыб.

Среднесуточный прирост (удельная скорость роста) по формуле 1

$$C_w (\%) = \frac{2(M_k - M_n)}{(M_k + M_n)t} \times 100 \quad (1)$$

Удельную скорость роста личинок рассчитывали по уравнению Г.Г. Винберга (2)

$$C(\%) = [10 \times \frac{1}{t} (\ln M_k - \ln M_n) - 1] \times 100 \quad (2)$$

Среднесуточную скорость роста рыб старших возрастных групп вычисляли по формуле 3 (Castell, Tiewes, 1979)

$$A(\%) = \left[\left(\frac{M_k}{M_n} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] \times 100 \quad (3)$$

где M_k и M_n - масса рыбы в конце и в начале эксперимента.

Выживаемость рыб выражали в процентах от общего количества наблюдаемых рыб.

Затраты корма рассчитывали в целом за опыт по формуле 4, как отношение количества корма внесенного в рыбоводную емкость к единице прироста массы (Щербина, Гамыгин, 2006)

$$З = \frac{Ев}{R} \quad (4)$$

где $Ев$ – количество вносимого корма, кг;

R – полученная продукция, кг.

Жизнестойкость рыб определяли методом функциональных нагрузок (Лукьяненко, 1989), тестируя по показателям терморезистентности (32 °С) и солеустойчивости (12‰).

Химический анализ тканей рыб выполняли по общепринятым методикам:

Сухое вещество - гравиметрическим методом, после высушивания при температуре 100-105 °С до постоянной массы.

Минеральные вещества определяли путем сжигания исследуемых тканей в муфельной печи при температуре 400-500 °С, до превращения в светлую золу.

Уровень протеина устанавливали по методу Къельдаля, основанному на деструкции органического вещества в присутствии медного купороса, сульфата калия и пероксида водорода, с последующим колориметрированием.

Исследование уровня жира проводили методом экстракции в аппарате Сокслета (Щербина, 1983).

На основании полученных сведений об изменении массы и химического состава тканей рассчитывали абсолютные величины накопления питатель-

ных веществ (протеина, жира и минеральных веществ) в теле рыб (Щербина, 1983) по формуле 5

$$H = \frac{M_{кПк} - M_{нПн}}{M_{н}}$$

В некоторых экспериментах определяли гепатосоматический индекс по Шварцу (1960) - % от массы рыбы.

Уровень аскорбиновой кислоты в тканях и комбикормах анализировали методом титрования краской Тильманса по прописи И.К. Цитович (1974). Содержание α -токоферола в образцах печени определяли по методике, основанной на способности токоферолов к одноэлектронному окислению (Берберова и др., 1996). Содержание каротиноидов и ретинола в тканях и органах определяли колориметрическим методом (Карнаухов, 1988).

Об интенсивности перекисного окисления липидов (ПОЛ) в тканях судили по накоплению малонового диальдегида (МДА) и диеновых конъюгатов (ДК). Уровень МДА определяли на основе учета количества продуктов перекисного окисления липидов, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой и дающих с ней окрашенный комплекс. Интенсивность окрашивания оценивали спектрофотометрически по изменению максимума поглощения при 532 нм (Стальная, Гаришвили, 1977). Уровень диеновых конъюгатов определяли по прописям И.Д. Стальной (1977).

Для физиологического состояния объектов выращивания исследовали гематологические показатели:

Уровень гемоглобина определяли цианметгемоглобиновым фотометрическим методом на фотоэлектроколориметре КФК-3. Расчет количества гемоглобина вели по формуле 6

$$Hb \text{ (г/л)} = D_{540} \times 367.1 \quad (6)$$

где: D_{540} - показания ФЭК;

367,1 - коэффициент пересчета, учитывающий разведение крови, миллимолярный вес гемоглобина и другие показатели.

Количество эритроцитов определяли счетным методом с использованием камеры Горяева. Подсчет вели с помощью малого увеличения микроскопа (объектив 8×, окуляр 10×) в 5 больших квадратах, разделенных на 16 малых, т. е. в 80 малых квадратах. Расчет количества эритроцитов в 1 мкл крови производили, исходя из разведения крови (200), числа сосчитанных квадратов (80) и объема 1 малого квадрата (1/4000мкл), по формуле 7(Иванова, 1983).

$$X(10^6 \text{ мкл}) = (a \times 4000 \times 200) / 80 \quad (7)$$

где X – число эритроцитов в 1 мкл крови;

a – число сосчитанных эритроцитов.

Содержание гемоглобина в одном эритроците (СГЭ) рассчитывали по формуле 8 (Гительзон, Терсков, 1956)

$$\text{СГЭ} \left(\frac{\text{мкмкг}}{\text{эритроцит}} \right) = \left(\frac{\text{Hb}}{x} \right) \times 10 \quad (8)$$

Гематоритную величину определяли при помощи центрифуги Гем. М1 6-02.

Уровень протеина в сыворотке крови (ОСБ) устанавливали рефрактометрическим способом с использованием ИРФ-454Б2М (Пономарев и др., 2002).

Лейкоцитарную формулу изучали на основании анализа окрашенных по Паппенгейму мазков крови. Количество разных групп лейкоцитов выражали в процентах (Иванова, 1983).

Исследования ткани печени проводили согласно общепринятым гистологическим методам (Ромейс, 1954) с фиксацией в жидкости Буэна и дальнейшей проводкой через серию спиртов возрастающей крепости и заливкой в парафин. Гистологические срезы окрашивали гематоксилин-эозином и кислым фуксином с доокраской по Маллори. Просмотр препаратов велся под микроскопом OLYMPUS BX40. Фотографии изготавливались с использованием цифровой камеры-окуляр для микроскопа ДСМ500.

Бактериологические исследования проводились стандартным методом серийных разведений и выражали общим микробным числом. Учет выросших сапрофитных микроорганизмов вели по количеству колониеобразующих единиц в 1 мл воды (Воробьев, Лыкова, 1999). Посевы с тела рыб и воды делали глубинным и поверхностным методами (Еремина и др., 2005). Первичные посевы делали качественно на чашках Петри с плотными питательными средами. Условно-патогенная микрофлора подсчитывалась по результатам оксидазного теста (Воробьев, Лыкова, 1999).

Качество комбикормов с истекшим сроком хранения оценивали по перекисному и кислотному числам (ГОСТ 31485-2012). Перекисное число оценивали по количеству йода, выделенного из йодистого калия перекисными соединениями, содержащимися в 100 г жира (%). Кислотное число определяли по количеству едкого калия, израсходованного для нейтрализации свободных жирных кислот, содержащихся в одном грамме жира.

Водостойкость определяли при температуре 18-24 °С, согласно общепринятой методике (ГОСТ 28758-97) и вычисляли по формуле 9

$$B = Kh \times T_{cp} \times Kt \quad (9)$$

где Kh – коэффициент пересчета для соответствующего принятого уровня отсчета: при $h = 25$ $K_{25} = 1$; при $h = 15$ $K_{15} = 1,5$; при $h = 5$ $K_5 = 3$; T_{cp} – среднее арифметическое значение времени достижения частицами принятого уровня отсчета в трех измерительных трубках, мин; Kt – поправочный коэффициент, учитывающий температуру воды, ($Kt = 1$)

Скорость набухания гранул комбикорма оценивали весовым методом по абсолютно сухой массе согласно уравнению 10

$$A = (W - W_1) \times 100/W \quad (10)$$

где: W_1 – средняя начальная масса, кг/ч;

W – средняя конечная масса, мг.

Полное набухание гранул определяли с момента их погружения в воду до полного размягчения (Пономарев и др., 2002).

Крошимость определяли с использованием лабораторной установки согласно общепринятой методике (ГОСТ 28497-90) и вычисляли по формуле 11

$$K = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1} \right) \times 100 \quad (11)$$

где m_1 – масса гранул до проведения испытания, г;

m_2 – масса гранул после испытания, г.

Для изучения привлекательности компонентов комбикормов проводили поведенческие тесты. Изучали свойства следующих компонентов: витазара, крабовой муки, дрожжей, премикса ВМП ПО-5, кукурузного глютена, рыбной муки, сухого обрата, пшеничной муки. Также исследовали 4 вида вкусоароматических добавок: крабовую, креветочную, мясную, рыбную, а также усилитель вкуса – глутинат.

Вкусовые предпочтения и вкусовое поведение рыб оценивали по реакции одиночных особей на агар-агаровые гранулы (2%), содержащие краситель (Ronseau 4R, 0.0005 M) и один из компонентов. В качестве контроля использовали гранулы, содержащие только краситель. В ходе каждого опыта регистрировали: 1) число схватываний гранулы до момента заглатывания или окончательного отвергания; 2) продолжительность удержания гранулы при первом схватывании и в течение всего опыта; 3) потребление гранулы. Гранулы с разными вкусовыми раздражителями подавали в случайной последовательности. Интервал между опытами с одной и той же подопытной особью составлял не менее 10-15 минут (Касумян, Морси, 1996).

Для описания пищевого поведения производили также визуальную оценку пищевых реакций рыбы по следующим критериям: скорость проявления активной реакции на присутствие комбикорма в воде; поведенческие реакции рыбы, свидетельствующие о восприятии ароматических веществ в составе комбикормов (изменение позы, учащение ритма жаберных движений, изменение скорости движения плавниками).

Для определения коэффициента предпочтения рыбами кормов проводили тестирование в Y – образной установке. Установка имеет два расходя-

щихся под углом рукава и стартовую камеру. В стартовую камеру помещали одну рыбу. По обоим рукавам медленно подавали воду. В начале эксперимента через капельницу, соединенную с делительной воронкой, в один из рукавов начинали подавать вытяжку с тестируемым образцом. По второму рукаву подавали чистую воду. Подаваемый аттрактант достигал стартовой камеры через 2 минуты. В этот момент перегородку снимали и предоставляли рыбе возможность распределяться по рукавам. После окончания опыта отсчитывали количество рыбы в рабочем и контрольном рукавах и рассчитывали разницу между этими величинами - коэффициент привлекательности (Тихомиров, Хабумугиша, 1997).

Количество самок и самцов, ответивших на гормональную стимуляцию, выражали в процентах от общего количества особей в эксперименте.

Процент оплодотворения икры определяли на 5-ой стадии второго деления – 4-х бластомеров (Детлаф и др., 1981).

Для изучения аномалий в развитии эмбрионов пробы развивающейся икры отбирали и фиксировали из инкубационных аппаратов на стадиях: второго деления (5 стадия), большой и маленькой желточной пробки (16-17 стадия), короткой сердечной трубки (27 стадия), массового вылупления (36 стадия). Развитие изучали по Т.А. Детлаф с соавторами (1981). Количество нормально развивающихся эмбрионов и личинок определяли в процентном соотношении от объема выборки.

Для оценки половых продуктов самцов использовали методики, применяемые в рыбоводной практике. Сперму и воду для ее активации отбирали в стерильные пробирки, исследования проводились в прохладном помещении. Микроскопическое исследование половых продуктов самцов проводили при помощи микроскопа Лото-Микмед-2.

Концентрацию сперматозоидов в 1 мл (мм^3) эякулята определяли после его разбавления в 200 раз 4%-ным раствором формалина, счетным методом с использованием камеры Горяева. Время подвижности определяли с помощью электронного секундомера после активации спермы. Подвижность оце-

нивали как время потери большей частью спермиев активного поступательного движения (Кост, 1975; Казаков, 1981; Белова, 1981; Образцов, 1985).

Экономическую эффективность использования компонентов кормов оценивали по показателю рентабельности, рассчитанному как отношение чистой прибыли к себестоимости, выраженному в процентах.

Опыты проводили в двукратной повторности, данные подвергали статистической обработке по Г.Ф. Лакину (1990) с применением персонального компьютера. При этом использовали элементы статистического анализа с определением среднего значения и ошибки ($M \pm m$). Сравнимые признаки анализировали с помощью критерия Стьюдента и степени вероятности безошибочного суждения ($P \leq 0,05; 0,01; 0,001$).

В процессе выполнения научных исследований по теме диссертаций было выполнено 3500 биохимических анализов тканей, обработано 4000 гематологических проб, проведено 15000 взвешиваний разновозрастных особей осетровых рыб, 550 поведенческих тестов.

ГЛАВА 3 ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПРОТЕИНА В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

3.1 Использование различных источников низкомолекулярных пептидов в составе осетровых кормов

3.1.1 Показатели качества кормов с гидролизованным рыбным протеином

К потреблению пищи извне личинки осетровых становятся способными на этапе смешанного питания, когда желточный мешок рассосался на 1/3. Для этой группы рыб в развитии пищеварительной системы характерна асинхронность. То есть к моменту перехода на активное питание их желудок развит в меньшей степени, по сравнению с другими отделами пищеварительной системы (Гербильский, 1957; Шипулин и др., 2007; Волкова и др., 2009).

Широко известно, что оптимальным пищевым рационом ранней молоди осетровых являются живые кормовые организмы. Однако в промышленных условиях выращивания это достаточно тяжело реализовать. Протеин зоопланктона, являющегося пищей личинок осетровых в естественных условиях, представлен фракциями с относительно низкой молекулярной массой (Пономарев, 1996; Остроумова, 2001). То есть, очевидным является необходимость наличия в личиночном корме легкоусваиваемого белка (Пономарев, Пономарева, 2003; Долганова, Пономарев, Сергазиева, 2003).

Однако, все исследования, проводимые на осетровых рыбах ограничивались анализом лишь показателей выращивания, но не затрагивали глубокого сравнения с учетом применяемых технологий кормления.

На начальных этапах разработки рецептов стартовых кормов для осетровых в их состав вводили расщепленные белковые структуры использовались в основном продукты микробиального синтеза (Абросимова и др., 1985; Пономарева, Пономарев, 2003). Разработки различных технологий получения гидролизатов из гидробионтов, с последующим испытанием их в составе

комбикормов для рыб, велись достаточно широкомасштабно (Бондаренко, 1985; Ильина, Турецкий, 1988; Разумовская, Бигдзи, 2000; Бойков, 2001; Пономарев и др., 2002; Долганова и др., 2003; Чипинова и др., 2004). Нами более чем за десятилетний период исследований было оценено продуктивное действие многих продуктов гидролиза и ферментализации протеина. Одним из лучших являлся гидролизат зарубежного производства, сырьем для изготовления которого послужили отходы от переработки лососевых рыб (Пономарев, Грозеску, Винокуров, 2002; Бахарева, Грозеску, 2002).

Исследуемый продукт гидролиза (до глубины 50-75%) рыбного сырья содержит в составе помимо незначительного количества свободных аминокислот, олигопептиды с М.м. 600-1800 дальтон (28,7%), полипептиды с М.м. 2500-3700 дальтон (16,56%), полипептиды с М.м. 4500-6500 дальтон (18,6%), а также низкомолекулярный растворимый белок с М.м. 25-35 тыс. дальтон (18,7%), белок с М.м. 55-60 тыс. дальтон (8,5%), 70-76 тыс. дальтон (8,7%), и высокомолекулярный белок с М.м. 120 тыс. дальтон (1,5%) (Пат. 2297154).

Для уточнения оптимальной нормы введения легкоусваиваемого компонента в состав стартового корма, различное его количество (5, 10, 15 и 20%) вводили в комбикорм, заменяя рыбную муку. Введение гидролизата свыше 20% экономически неоправданно, из-за его высокой стоимости. Во всех вариантах опыта и контроле показатели питательной ценности комбикорма значительно не различались. Введение 20% гидролизата повлияло на увеличение в этом варианте уровня жира, до величины, незначительно превосходящей рекомендованные для молоди осетровых значения. По энергетической ценности все испытываемые комбикорма также были достаточно близки, за исключением IV варианта, что связано с более высоким уровнем жира в корме (рис. 2).

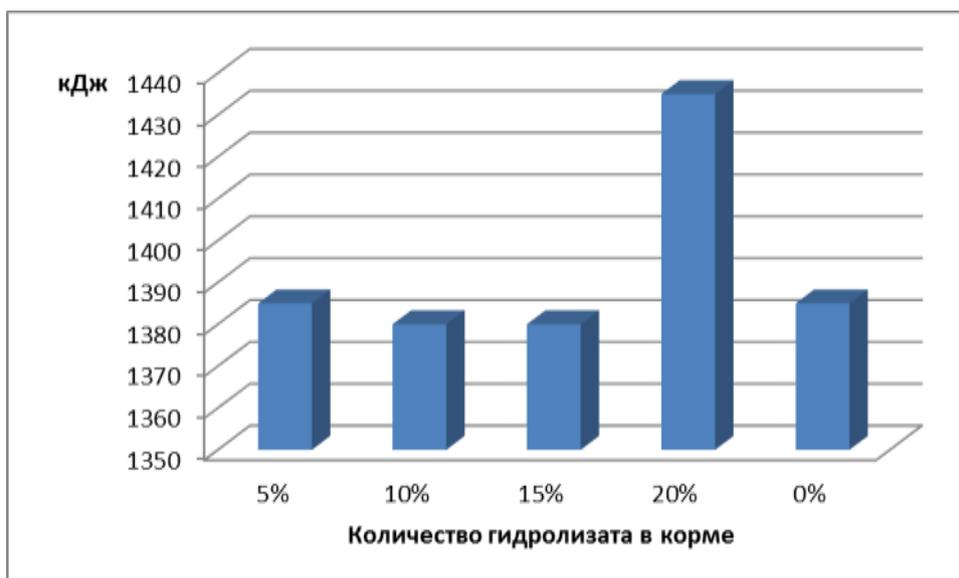


Рисунок 2 – Энергетическая ценность комбикормов, с различным количеством компонента на основе гидролизованного протеина

Частичная замена рыбной муки на гидролизованное сырье приводит к увеличению содержания основных аминокислот (рис. 3).

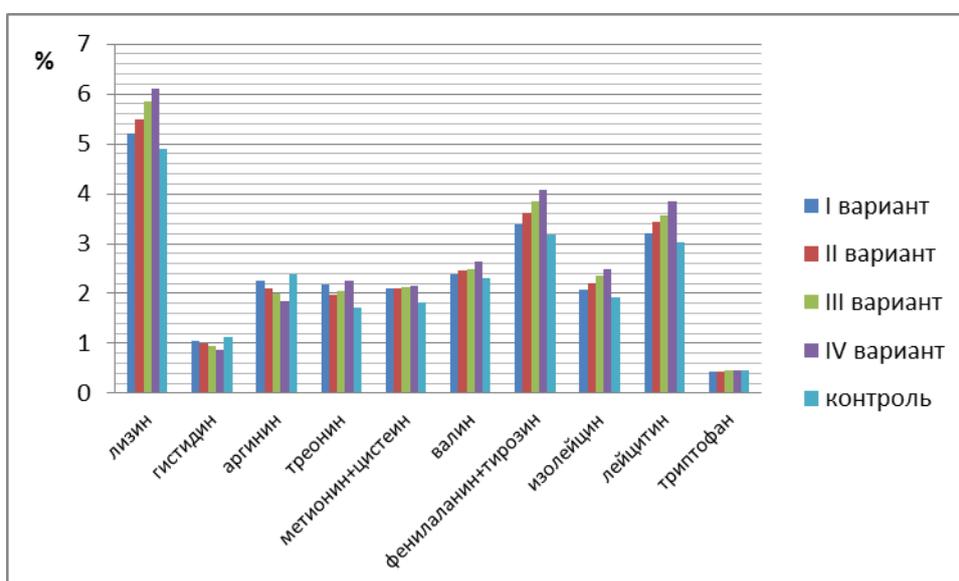


Рисунок 3 – Аминокислотный состав вариантов кормов

Уровень нейтральных липидов в кормах не подвергался значительному варьированию. Во всех вариантах отмечали преобладание триацилглицеридов – до 47%, а также эфиров стерина – до 27%. Содержание незэтерифици-

рованных жирных кислот во всех вариантах было на уровне 12% от суммы всех нейтральных липидов.

При корректировке состава искусственных рационов рыб за счет введения новых компонентов необходимо оценивать также фосфолипидный состав (рис. 4).

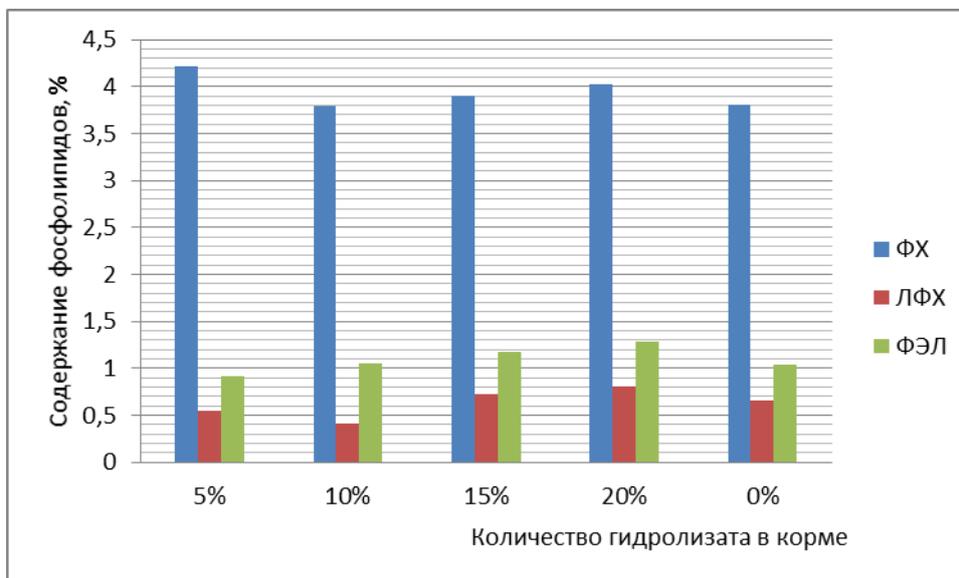


Рисунок 4 – Фосфолипидный спектр кормов

Примечания: ФХ – фосфатидилхолин; ЛФХ – лизофосфатидилхолин;
ФЭА - фосфатидилэтаноламин

Введение в состав комбикорма 5% гидролизата привело к некоторому увеличению уровня фосфатидилхолина по сравнению с контролем и другими вариантами. В целом фосфолипидный спектр стартового комбикорма с добавлением 5 и 10% гидролизата был близким к таковому у икры осетровых рыб.

Качественный состав липидов корма оказывает непосредственное влияние на липидный состав тканей выращенных рыб. В связи с тем, что линолевый и линоленовый ряд жирных кислот не синтезируются рыбами, но при этом являются эссенциальными и должны поступать в организм с пищей. Жирнокислотный состав липидов комбикормов с различным содержанием гидролизата рыбного белка представлен на рисунке 5.

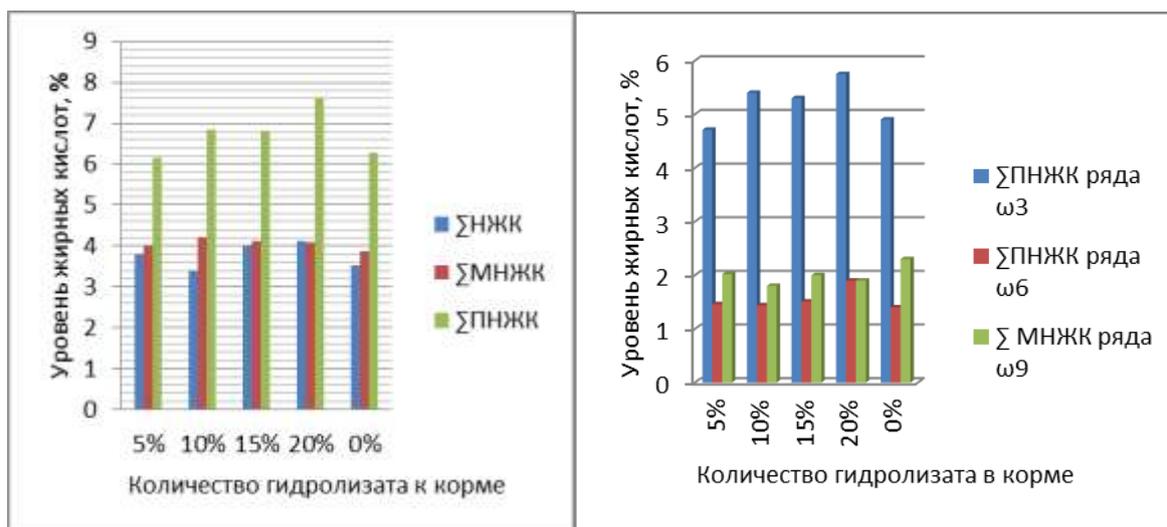


Рисунок 5 – Состав жирных кислот кормов

Примечание: НЖК- насыщенные жирные кислоты; ПНЖК - полиненасыщенные жирные кислоты; МНЖК - мононенасыщенные жирные кислоты

Стартовый комбикорм, содержащий деструктурированный протеин, характеризовался преобладанием полиненасыщенных жирных кислот, причем добавление нового компонента в количестве 10- 20% привело к достоверному увеличению этого показателя по сравнению с контролем (при $P \leq 0,05$). Уровень мононенасыщенных жирных кислот был ниже в контроле, хотя выявленные различия статистически не значимы.

Баланс жирных кислот линолевого и линоленового рядов необходимо соблюдать как при балансировке новых рецептов кормов, так и при замене отдельных компонентов. Это связано с тем, что жирные кислоты ряда $\omega 3$ содержатся в жирах гидробионтов, а жирными кислотами ряда $\omega 6$ богаты растительные компоненты; при этом превалирование последних в рационах рыб приводит к негативным последствиям (Остроумова, 2001). Оптимальное соотношение кислот линоленового и линолевого рядов было достигнуто при введении 10% легкоусваиваемого компонента в корм.

3.1.2 Использование продукта на основе диспергированного рыбного протеина при выращивании личинок осетровых

В связи с тем, что пищевое поведение личинок осетровых рыб основано в основном на обонянии и вкусе, оценка привлекательности стартовых комбикормов с новыми компонентами играет достаточно важное значение.

Анализируя привлекательность компонента из гидролизованного рыбного сырья установлено, что он обладает заметным аттрактивным действием. В целом комбикорм, содержащий этот компонент в большей степени был привлекателен для рыб – коэффициент предпочтения +68, по сравнению с контролем - +24.

Введение гидролизата рыбного протеина в состав стартового комбикорма оказывает положительный эффект на пищевое поведение ранней молоди осетровых рыб, что позволяет легче адаптировать ее в условиях интенсивного разведения. Использование стартовых комбикормов такого уровня позволит осуществлять выращивание личинок без применения «живых кормов».

Лучшие результаты выращивания личинок русского осетра были получены при введении 10% гидролизата в состав комбикорма (табл. 3).

В этом варианте отмечен самый высокий среднесуточный прирост по сравнению с контролем и другими вариантами опыта, при высоком уровне выживаемости. Введение 10 и 15% нового компонента в состав корма привело к сокращению кормовых затрат на 30%, по сравнению с контролем и I вариантом.

У личинок контрольного варианта активность протеазы находилась на уровне $0,6 \pm 0,09$ мк Моль/(г мин). Использование в составе комбикорма 10% продукта диспергированного протеина привело к увеличению этого показателя в 5,4 раза ($P \leq 0,001$). Уровень активности α -амилазы и мальтазы в опытном варианте был на 50 и 150% соответственно выше, чем в контроле.

Таблица 3 – Показатели выращивания личинок русского осетра при введении в состав комбикорма различного количества белкового компонента

Показатель	Содержание белкового компонента в составе комбикорма, %				
	5	10	15	20	Контроль
Масса начальная, г	0,054±0,02	0,055±0,02	0,059±0,02	0,066±0,01	0,058±0,02
Масса конечная, г	0,68±0,04	1,9±0,14***	2,04±0,11***	1,8±0,14***	0,74±0,09
Среднесуточный прирост, г	0,020	0,060	0,066	0,058	0,022
% к контролю	90,9	272,7	300,0	263,6	-
Выживаемость,%	72,0	78,0	74,0	76,0	62,5
Кормовые затраты, ед.	1,3	0,9	0,9	1,0	1,3
% к контролю	100	69,2	69,2	76,9	-
Период выращивания, сутки	30	30	30	30	30

Примечание: *** - различия достоверны при $P \leq 0,001$

Свободные аминокислоты и олигопептиды, находящиеся в новом белковом компоненте в небольшом количестве, в первые дни экзогенного питания личинок осетровых рыб легко всасываются в стенки кишечника, без атаки протеаз. Это стимулирует рост и развитие молоди. Наличие в гидролизате высокого уровня полипептидов с М.м. 2500-3700 дальтон обеспечивает нормальное развитие у ранней молоди ферментного комплекса протеаз. Эти полипептиды легко расщепляются ферментами и усваиваются. Наличие высокомолекулярного растворимого в воде белка активизирует дальнейшее развитие пищеварительной и ферментной систем рыб.

Эффективность введения белкового продукта в состав стартового комбикорма была подтверждена в серии научно-производственных экспериментов, проведенных в условиях бассейнового цеха Лебяжьего осетрового рыбного завода (Астраханская область). Для выращивания были взяты личинки стерляди начальной средней массой 35 мг и русского осетра – 55 мг. Личинки были рассажены в производственные бассейны при нормативных плотностях посадки. Опытные группы рыб кормили только сухим стартовым комбикормом, содержащим 10 % гидролизата; контрольные – стартовым кормом Датской компании Aller aqua с добавлением в рацион личинок живых кормовых организмов.

Результаты испытаний стартового корма с диспергированным продуктом белка, показали его высокое продуктивное действие (табл. 4). Не выявлено достоверных различий показателей выживаемости и прироста при кормлении комбикормом с гидролизатом рыбного сырья по сравнению с традиционно применяемым комбинированным кормлением. То есть, использование нового компонента позволяет сократить затраты на организацию выращивания организмов зоопланктона. Кроме того, этот комбикорм будет эффективным в тех случаях, когда применение «живых кормов» исключено.

Таблица 4 – Рыбоводно-биологические показатели выращивания личинок осетровых рыб

Показатель	Стерлядь		Русский осетр	
	опыт	контроль	опыт	контроль
Масса начальная, г	0,035±0,02	0,035±0,02	0,054±0,02	0,055±0,02
Масса конечная, г	2,2±0,15	2,41±0,16	2,88±0,21	3,02±0,24
Абсолютный прирост, г	2,16	2,37	2,82	2,96
Удельная скорость роста по Винбергу, %	13,8	14,0	12,3	13,3
Кормовые затраты, ед. по сухому комбикорму	1,0	1,0	1,1	1,1
по живому корму	–	3,5	–	3,2
Выживаемость, %	73	75	75	76
Продолжительность, сут	30	30	30	30

Дальнейшее наблюдение за выращенной молодью позволило установить, что молодь опытного варианта легче адаптировалась к продукционному комбикорму, в то время как для контрольной молоди смена рациона, наряду с отменой «живых кормов» повлияла на уровень выживаемости. При переходе на продукционный корм обычно наблюдается незначительная гибель ослабленных особей. В данном случае, смертность молоди контрольного варианта была выше на 10%.

3.1.3 Физиологическое состояние личинок, выращенных на комбикормах с легкоусваиваемым протеином

Личинки русского осетра, выращенные на комбикорме с добавлением 10% белкового компонента, отличались более высоким уровнем протеина в теле – на 4% по сравнению с контролем. Величины, свидетельствующие об интенсивности накопления протеина, жира и минеральных веществ также подтвердили положительный эффект использования нового белкового продукта в стартовых кормах для осетровых, выращиваемых в отсутствии «живых кормов» (рис. 6).

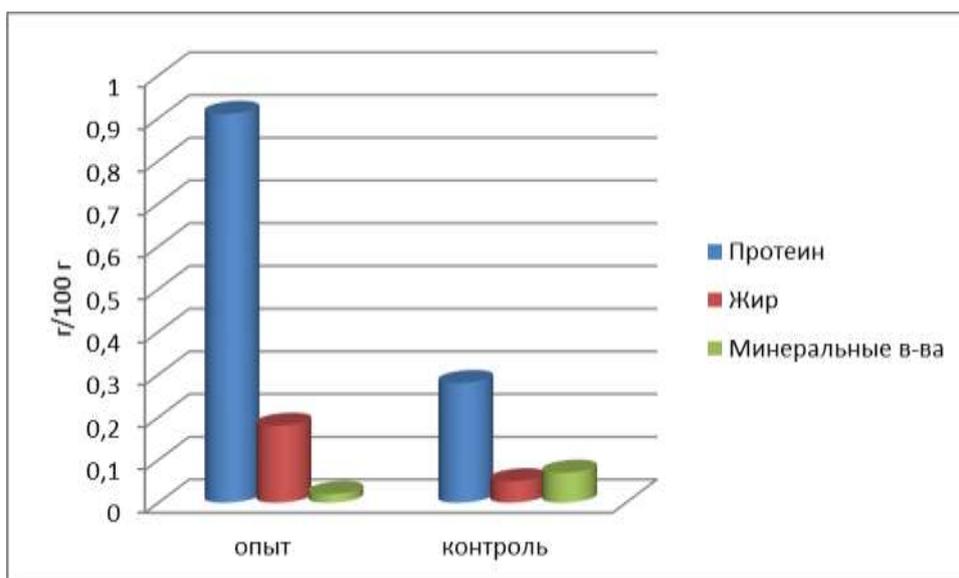


Рисунок 6 – Накопление основных питательных веществ в мышцах личинок русского осетра

Таким образом, по совокупности всех проанализированных рыбоводно-биологических и биохимических показателей, был сделан предварительный вывод о том, что оптимальной нормой ввода в состав стартового комбикорма для личинок осетровых рыб является 10% от состава кормосмеси нового гидролизата рыбного белка.

Анализ химического состава тела выращенной в производственных условиях ранней молоди русского осетра и стерляди показал, что содержание основных питательных веществ в их тканях находилось в пределах нормы (табл. 5).

Так, количество сухого вещества в теле молоди русского осетра составляло около 24%, стерляди – 23%. Кроме того, следует отметить, что при выращивании молоди осетровых рыб на комбикорме с добавлением нового гидролизата увеличивалась интенсивность накопления основных питательных веществ в теле (рис. 7).

Таблица 5 – Общий химический состав тела личинок осетровых

Группы	Показатели, % (по абсолютно сухому веществу)		
	Протеин	Жир	Минеральные вещества
Русский осетр			
Опыт	69,5±2,02	16,06±0,79	13,7±0,80*
Контроль	67,0±2,1	15,35±0,56	15,95±0,50
Стерлядь			
Опыт	68,5±2,21	16,5±0,75*	14,5±0,85
Контроль	64,7±1,96	18,0±0,85	16,8±0,67

Примечание: * - различия достоверны при $P \leq 0,05$

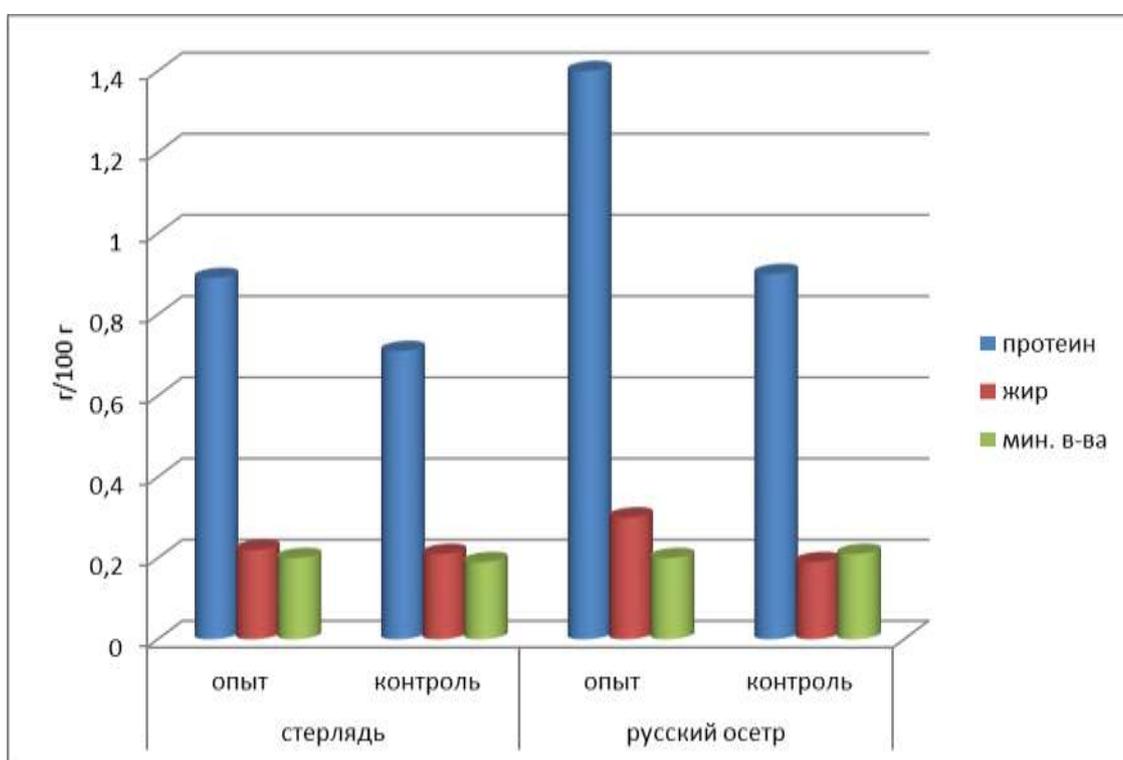
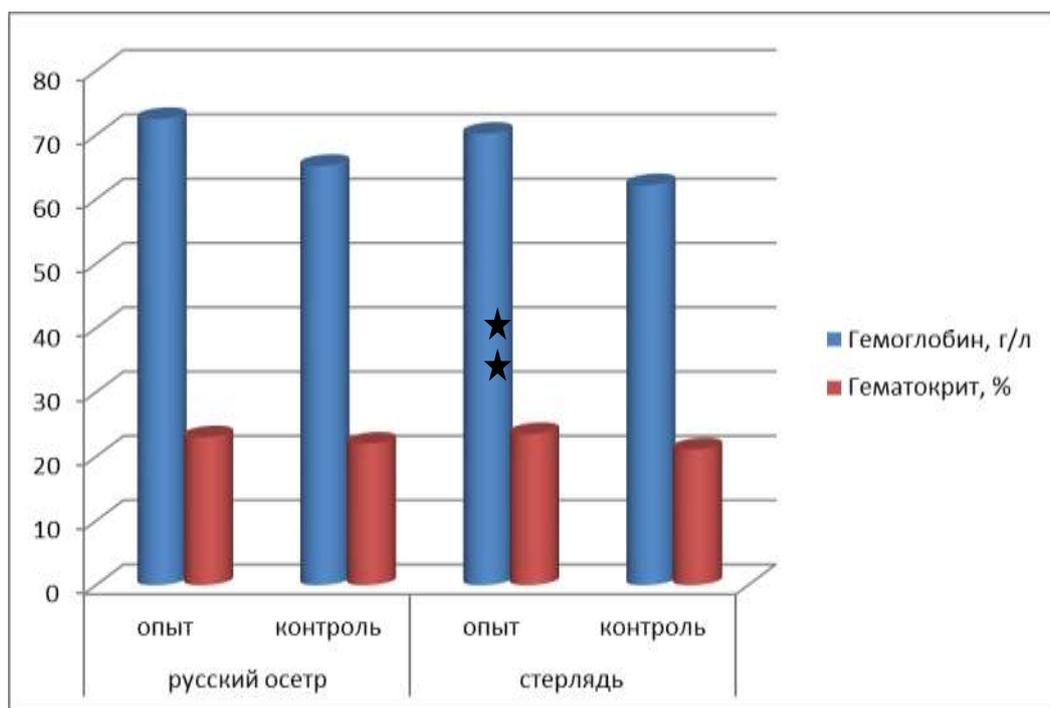
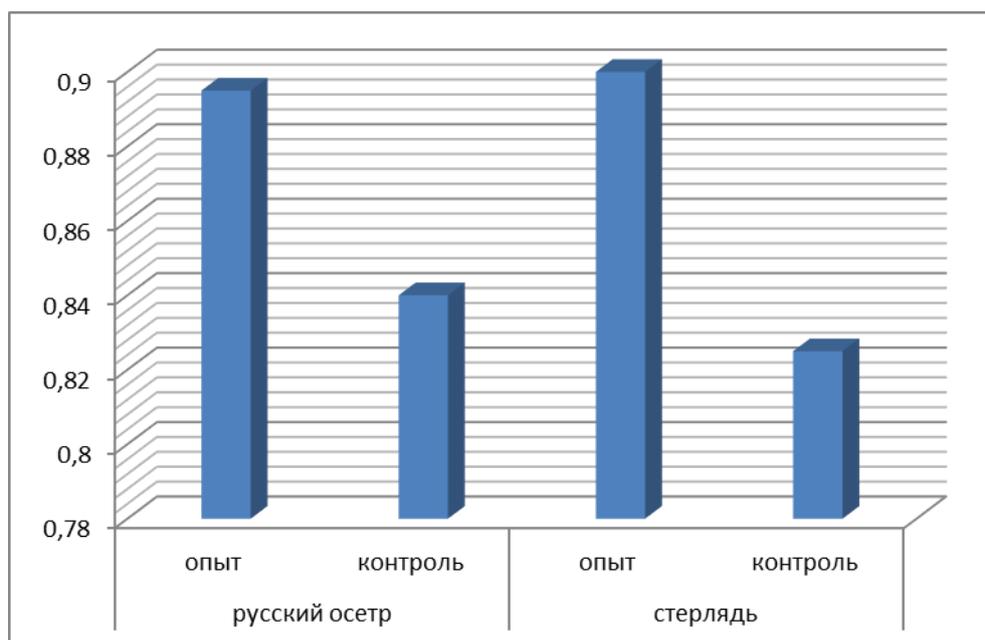


Рисунок 7– Накопление основных питательных веществ в теле осетровых рыб

Основные показатели красной крови молоди осетра и стерляди (рис.8), принимавших участие в научно-производственном опыте находились в пределах физиологической нормы (Тимофеева, 1960; Игумнова и др., 1990). Однако выявлено незначительное увеличение уровня гемоглобина и гематокрита при использовании комбикорма с новым белковым компонентом.



а



б

Рисунок 8 – Показатели красной крови молоди осетровых рыб

а- уровни гемоглобина (г/л) и гематокрита (%)

б - количество эритроцитов (10⁶ мкл)Примечание: ** - различия достоверны при $P \leq 0,01$

Органом-индикатором, реагирующим на качество рациона кормления рыб, безусловно, является печень. При использовании некачественных кормов можно наблюдать увеличение ее размера и изменение структуры. Нормальным считается гепатосоматический индекс ниже 3%. Печень молоди, выращенной без добавления в рацион «живых кормов» по цвету и консистенции соответствовала норме. Гепатосоматический индекс рыб опытной и контрольных групп достоверно не различался и составил у стерляди и осетра соответственно в среднем 1,80 и 1,96%

3.1.4 Экономическая эффективность использования продукта диспергированного рыбного белка

Для определения экономической эффективности применения комбикорма с гидролизатом сравнивали общий условный доход от выращивания личинок русского осетра по традиционной методике (сухие корма в сочетании с живыми кормовыми организмами) – контрольный вариант и выращивание на новом корме с гидролизованным протеином – опытный вариант.

В опытном и контрольном вариантах, принимали другие виды затрат (кроме затрат на корма) одинаковыми (табл. 6).

Таблица 6 – Экономическая эффективность применения гидролизата в составе стартового комбикорма

Показатель	Контроль	Опыт
1	2	3
Посажено на выращивание, тыс.экз.	100,0	100,0
Выход, %	75,0	75,0
Выращено и реализовано, тыс.экз.	75,0	75,0
Затраты сухого корма на весь период выращивания, кг	247,5	247,5
Затраты «живого» корма на весь период выращивания, кг	720,0	-
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	160,0	180,0
Стоимость 1 кг «живого корма», руб.	100,0	-
Реализационная стоимость 1 экз. молоди, руб.	35,0	35,0
Затраты на кормление, тыс. руб	111,6	44,5

Продолжение таблицы 6

1	2	3
Себестоимость 1 экз. молоди, руб.	32,0	29,0
Общая сумма выручки от реализации, млн. руб.	2,625	2,625
Прибыль, млн. руб.	0,225	0,45
Рентабельность, %	9,37	20,7

Таким образом, с экономической точки зрения, применение сухого комбикорма с диспергированным протеином достаточно оправдано. Общий условный доход при выращивании на комбикорме с гидролизатом выше в 1,2 раза. Этот эффект достигается за счет экономии на выращивание живых кормовых организмов.

3.2 Продукты глубокой переработки ракообразных в составе комбикормов для осетровых рыб

В настоящее время при переработке ракообразных для получения деликатесной продукции образуется до 80% не пищевых отходов, которые представляют собой три фракции: хитинсодержащую, белоксодержащую и липидную (Сафронова и др., 1990; Трухин, 1992; Воронова и др., 1997). Хитинсодержащая фракция (в основном представленная панцирями) служит сырьем для получения хитина и хитозана, обладающего адгезионными свойствами в составе комбикормов для гидробионтов (Бахарева, Грозеску, 1998; Гамыгин и др., 1999; Передня, 2002). Кроме этого, из крабовых отходов можно получить другие ценные продукты: крабовую муку, крабовый жир, натуральные пигменты и другие (Ширяев, 1997; Мухин и др., 1999 б; Лебская и др., 2002). В 70-80-х годах прошлого столетия рядом ученых оценивалась адекватность замены части рыбной муки в составе комбикорма на крилевую (Канидьев и др., 1979; Толоконников, 1979; Trebiatowski et al., 1980).

3.2.1 Показатели качества комбикормов с крабовой мукой

Рыбная мука основной компонент осетровых кормов. Она является важным источником незаменимых аминокислот, жира, кальция, фосфора. Протеин рыбной муки максимально усваивается рыбами. В то же время она является одним из самых дорогостоящих компонентов кормов, в связи с чем постоянно ведется поиск ее более дешевых и легкодоступных аналогов.

Крабовая мука по своему химическому составу несколько уступает крилевой муке, поскольку на ее производство используются отдельные части тушки. В сравнении с рыбной мукой, в крабовой содержится несколько меньшее количество протеина, а уровень углеводов значительно выше.

Расчетным путем установлено, что частичная замена рыбной муки на крабовую в составе личиночного комбикорма для осетровых приводит к снижению уровня протеина и увеличению содержания углеводов (рис. 9).

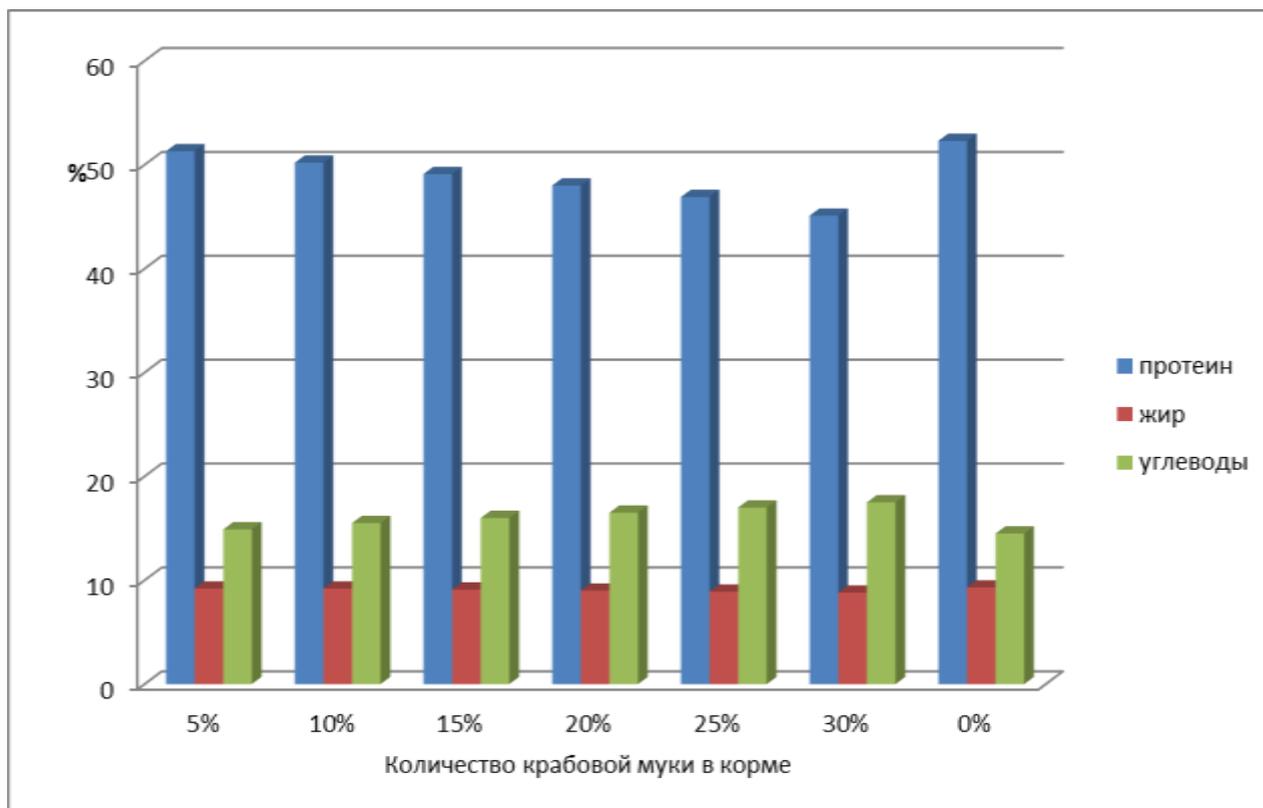


Рисунок 9 – Показатели качества стартового комбикорма, содержащего в составе крабовую муку

Введение в состав комбикорма крабовой муки не оказало заметного влияния на его жировую составляющую. Некоторое увеличение в рационе личинок осетровых углеводов допустимо, поскольку присутствие в их пищеварительной системе амилолитических ферментов уже с первых дней перехода на активное питание, свидетельствует о готовности переваривания углеводов. Однако снижение уровня протеина в корме, особенно при введении в его состав более 20% крабовой муки, негативно скажется на росте и развитии ранней молодежи.

В настоящее время для выращивания осетровых разработаны рецептуры комбикормов с учетом физиологической потребности данных рыб в основных питательных и биологически активных вещества. Использование этих кормов обеспечивает высокий темп роста и выживаемость (Гамыгин и др., 1989 а; Абросимова и др., 1996).

Белки разных организмов отличаются друг от друга, а «кирпичи», их составляющие, одинаковы по химическому составу. Поэтому многие аминокислоты, в том числе лизин, метионин, триптофан, треонин и другие, вполне могут восполняться за счет протеина различного происхождения. Протеиновая обеспеченность является доминирующим фактором повышения продуктивности. В результате несбалансированности аминокислот в рационе около 30% и более кормового протеина не может быть использовано животными для образования тканей и теряется, превращаясь в энергию.

В связи с тем, что аминокислотный состав крабовой муки более беден, по сравнению с рыбной мукой, то уровень основных незаменимых аминокислот в опытных вариантах снижен, в сравнении с контролем (табл. 7).

Также следует отметить, что при введении 20 и 25% крабовой муки отмечается снижение уровня метионин+цистеин ниже величины, установленной в нормативной документации (ГОСТ 10385-2014).

Введение крабовой муки в состав продукционного комбикорма также привело к снижению уровня основных незаменимых аминокислот (табл. 8).

Таблица 7 – Аминокислотный состав вариантов кормов

Аминокислоты	Количество крабовой муки в корме, %					
	5	10	15	20	25	0
Лизин	4,8	4,7	4,6	4,5	4,46	4,91
Гистидин	1,08	1,09	1,13	1,0	1,04	1,14
Аргинин	2,28	2,27	2,26	2,15	2,14	2,39
Треонин	1,77	1,71	1,69	1,69	1,62	1,73
Метионин+ цистеин	1,75	1,68	1,61	1,54	1,5	1,82
Валин	2,2	2,18	2,14	2,12	2,1	2,32
Фенилаланин+тирозин	2,94	3,01	2,88	2,65	2,62	3,17
Изолейцин	1,84	1,81	1,78	1,75	1,72	1,93
Лейцитин	2,93	2,83	2,73	2,63	2,63	3,03
Триптофан	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46

Таблица 8 – Влияние различного количества крабовой муки на аминокислотный состав продукционного комбикорма

Аминокислота	Количество крабовой муки в комбикорме					
	5%	10%	15%	20%	25%	0%
Лизин	2,7	2,59	2,53	2,42	2,30	2,82
Гистидин	1,01	1,00	0,88	0,98	1,08	1,57
Аргинин	2,18	2,12	2,07	2,04	1,97	2,17
Треонин	1,59	1,56	1,56	1,53	1,47	1,62
метионин+цистеин	1,59	1,52	1,5	1,46	1,36	1,70
Валин	1,80	1,79	1,73	1,68	1,63	1,93
фенилаланин+тирозин	2,97	2,88	2,71	2,68	2,55	3,1
Изолейцин	1,17	1,14	1,09	1,03	1,03	1,78
Лейцитин	2,57	2,50	2,40	2,40	2,30	2,60
Триптофан	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40

Включение в состав рыбных комбикормов нетрадиционного сырья, к которому можно отнести крабовую муку, предполагает проведение анализа качественных характеристик, предусмотренных нормативной документацией. При изготовлении кормов для рыб важными являются ряд физико-химических показателей: водостойкость и крошимость гранул. Зачастую для улучшения этих показателей используют специальные связующие вещества, однако их использование может быть ограничено негативным влиянием на

рост рыб (Скляр, Студенцова, 2001). Продукты переработки ракообразных обладают способностью связывать компоненты комбикорма между собой.

Водостойкость гранул комбикормов с крабовой мукой была на 16% выше, по сравнению с контрольным вариантом. Следует отметить, что увеличение в составе комбикорма количества крабовой муки не привело к большей водостойкости гранул.

Производственный комбикорм отличается от стартового большей водостойкостью, что связано с высоким содержанием растительного сырья, обладающего способностью связывать компоненты корма между собой. Введение крабовой муки в состав этого комбикорма также оказало положительное влияние на его водостойкость (рис. 10).

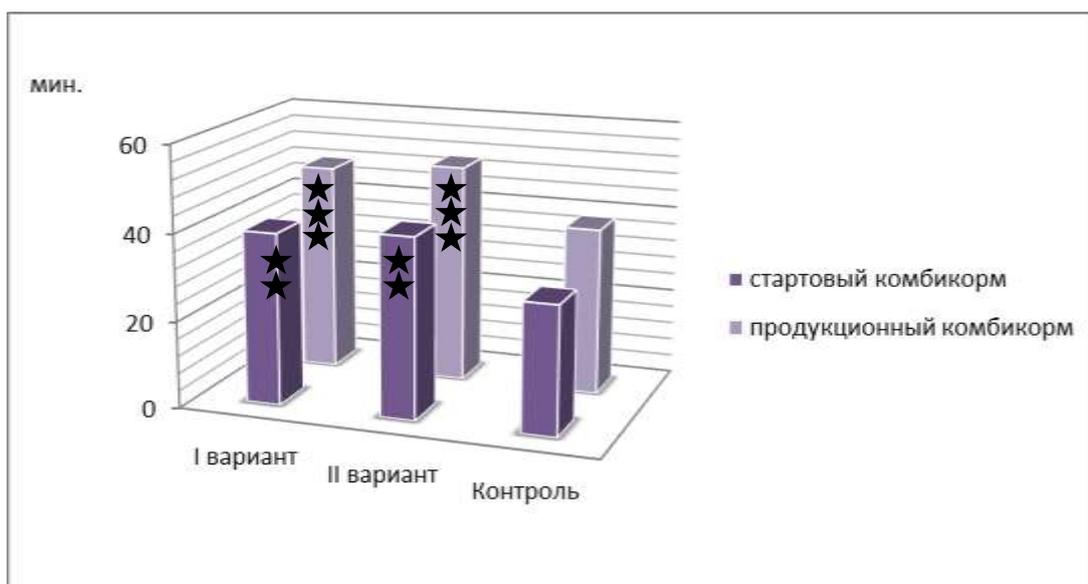


Рисунок 10 – Водостойкость комбикормов с различным содержанием крабовой муки, мин.

Примечание: I вариант – введение 5 % крабовой муки в комбикорм; II вариант – введение 10 % крабовой муки в комбикорм; показатели достоверно отличаются от контроля при: ** $P \leq 0,01$ *** $P \leq 0,001$ (n=50)

Крошимость стартового комбикорма с 5 % крабовой муки составляла 0,9 %, с 10 % - 1,1 %, что на 20 и 34 % соответственно ниже, чем в контроле. Добавление крабовой муки в состав производственного комбикорма также привело к снижению уровня крошимости гранул на 15-18 %. В целом, как в

опытных, так и в контрольном варианте показатели крошимости гранул стартового и производционного комбикормов соответствовали требованиям ГОСТ 10385-2014.

Время набухания гранул исследовали только у производционного комбикорма (так как стартовый комбикорм производится в виде крупки). Полное набухание гранул комбикорма с содержанием 5 и 10 % крабовой муки происходило соответственно на 5 и 7 минут медленнее, по сравнению с контрольным вариантом (рис. 11).

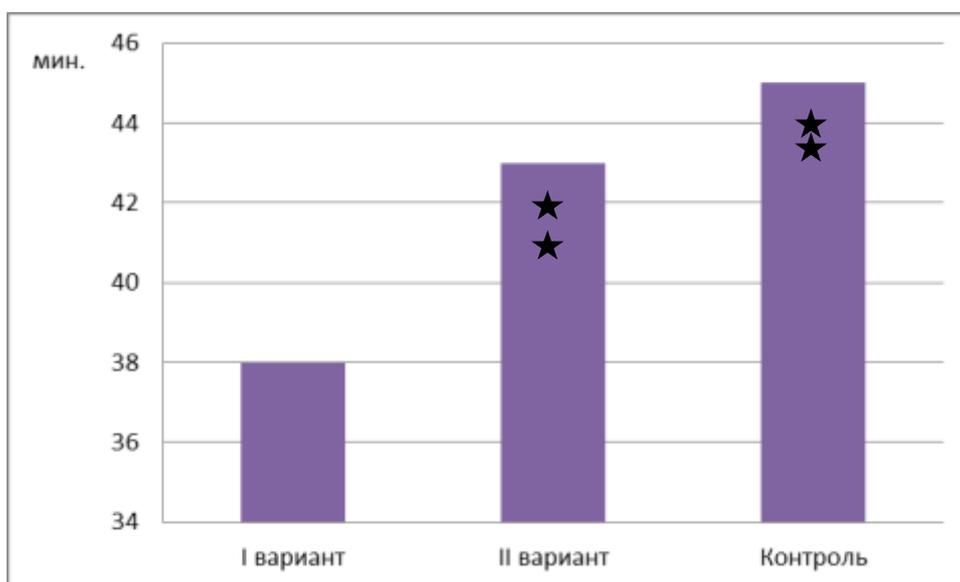


Рисунок 11 – Показатель набухания производционного комбикорма при попадании в воду

Примечание: Показатели достоверно отличаются от контроля при: ** $P \leq 0,01$ ($n=50$)

Увеличение показателей времени полного набухания гранул и их водостойкости свидетельствует об улучшении качественных показателей кормов, в связи с тем, что большее количество питательных веществ сохранится в корме от размывания. Снижение показателя крошимости комбикорма с крабовой мукой позволяет обеспечить механическую стабильность гранул во время транспортировки и хранения.

3.2.2 Эффективность использования крабовой муки при выращивании личинок осетровых рыб

В лабораторных экспериментах необходимо было выявить оптимальную норму введения крабовой муки в стартовый корм при выращивании личинок осетровых рыб. Для этого личинок русского осетра, перешедших на активное питание разделили на 5 групп – 4 опытных и 1 контрольную. В комбикорма I, II, III и IV вариантов было введено соответственно 5, 10, 15 и 20% крабовой муки. Изучение эффективности введения меньшего количества (1 - 4%) крабовой муки в состав комбикормов было экономически нецелесообразным, так как основной рассматриваемый аспект – это снижение стоимости комбикорма за счет замены рыбной муки на более дешевый компонент.

В результате эксперимента, проведенного в течение 30 суток была установлена эффективность использования крабовой муки в количестве 5% в составе комбикорма для ранней молодежи (табл. 9).

Абсолютный прирост молодежи в I варианте был выше на 3 % по сравнению с контролем и на 16-45%, по сравнению с другими вариантами опыта. Кроме того, в этом варианте отмечен наименьший уровень смертности, в сравнении с другими опытными вариантами.

При введении в состав комбикорма высокого количества крабовой муки – 15-20% отмечали снижение темпа роста личинок, что вероятно связано с более низким уровнем протеина в корме. Коэффициенты оплаты корма всех опытных рецептов достоверно не различались между собой. Однако минимальной эта величина была в I варианте и в контроле.

Анализируя показатели выращивания личинок русского осетра в лабораторном опыте была выявлена эффективность введения 5% муки из крабов в состав стартового комбикорма (заменяя аналогичное количество рыбной муки).

Таблица 9 – Показатели выращивания личинок русского осетра, при введении в корм крабовой муки (n=100)

Показатель	Варианты опыта				
	I	II	III	IV	Контроль
Масса, г					
начальная	0,055±0,01	0,054±0,02	0,056±0,02	0,056±0,01	0,058±0,02
конечная	1,92±0,10	1,62±0,11**	1,31±0,10**	1,10±0,2***	1,86±0,15
Абсолютный прирост, г	1,86	1,57	1,25	1,04	1,80
% к контролю	103,3	87,2	69,4	57,7	-
Среднесуточный прирост, %	11,2	10,7	9,9	9,3	11,1
Кормовые затраты, ед.	0,90	1,10	1,30	1,40	0,95
Выживаемость, %	82	76	70	64	80

Примечание: ** - различия достоверны при $P \leq 0,01$; *** - при $P \leq 0,01$

Для проведения научно-производственного опыта была выработана опытно-промышленная партия комбикорма, содержащая в своем составе рыбную муку, крабовую муку (5% от состава кормосмеси), диспергированный рыбный протеин, витазар, сухое молоко, пшеничную муку, кормовые дрожжи, премикс. В качестве контроля использовался комбикорм без крабовой муки.

Опыт проводился в условиях Лебяжьего осетрового рыбоводного завода (Астраханская область). Положительный эффект от введения в состав комбикорма крабовой муки отмечали с первых дней после начала эксперимента. После 30-ти суток выращивания конечная масса молоди в опытном варианте была на 14% выше, чем в контроле (при $P \leq 0,05$). Выживаемость при проведении опыта была достаточно высокой, однако в опытном варианте она также несколько превосходила контрольный – на 5%.

Таким образом, использование комбикорма с 5% крабовой муки позволяет получить хороший темп роста при низких кормовых затратах и уровне смертности личинок.

Кроме того, в опытном варианте отмечали снижение на 8% количества особей с нарушениями осевого скелета (лордоза, сколиоза), часто встречающегося при интенсивном выращивании осетровых.

3.2.3 Использование комбикорма с крабовой мукой при товарном выращивании осетровых рыб

Лабораторный эксперимент, позволяющий определить оптимальное количество крабовой муки в составе продукционного осетрового корма проводили в Инновационном центре «Биоаквапарк – научно-технический центр аквакультуры». Сеголетки русского осетра были разделены на 5 групп. Опытные группы рыб потребляли корма I, II, III и IV вариантов, содержащие соответственно 5, 10, 15 и 20% крабовой муки соответственно. Длительность опыта составила 60 суток (табл. 10).

Таблица 10 - Показатели выращивания русского осетра на комбикорме с мукой из крабов (n=50)

Показатель	Варианты опыта				
	I	II	III	IV	Контроль
Масса начальная, г	26,4±2,12	24,9±2,31	28,0±2,94	27,5±3,60	28,9±2,7
Масса конечная, г	102,8±2,08	109,4±6,20	88,0±4,87	89,1±6,01	94,5±5,86
Абсолютный прирост, г	76,4	84,5	60,0	61,6	65,6
% контролю	116,4	128,8	91,4	93,9	-
Среднесуточная скорость роста, %	1,37	1,40	1,14	1,18	1,18
Выживаемость, %	98	98	96	96	99
Кормовые затраты, ед.	1,2	1,2	1,6	1,6	1,4

Примечание: различия статистически не достоверны

Максимальный прирост был получен во II варианте, он превышал эту величину в контроле на 28,8% (рис. 12). Уровень выживаемости во всех вариантах опыта и контроле не различался. По темпу роста русского осетра можно судить о том, что введение в комбикорм свыше 10 % крабовой муки снижает эффективность кормления.

Эффективность комбикорма с 10% крабовой муки была также доказана в ходе научно-производственного опыта (продолжительностью 90 суток) на годовиках русского осетра.

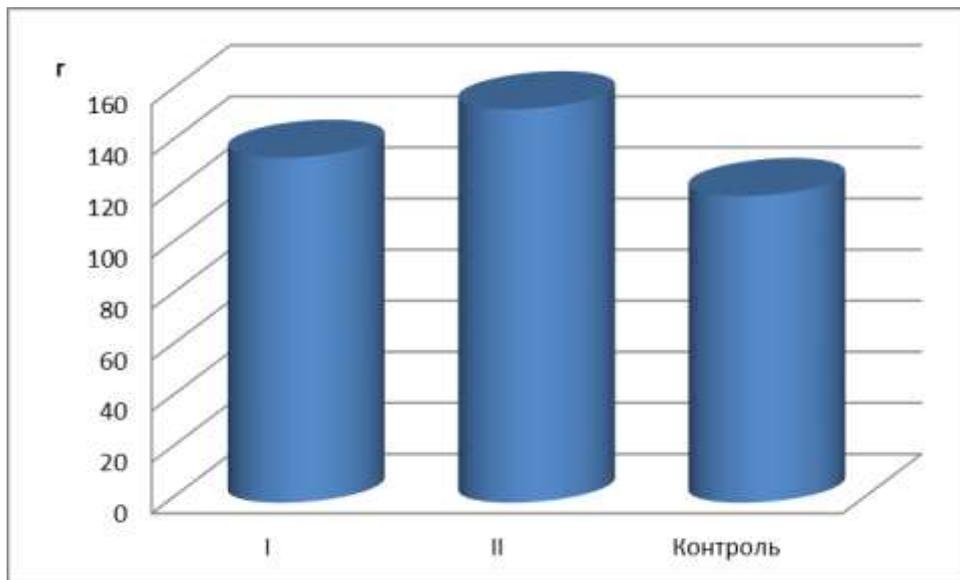


Рисунок 12 – Прирост массы русского осетра, потреблявшего корма с крабовой мукой

При выращивании осетровых рыб температура воды является определяющим фактором. На промышленных осетровых хозяйствах южных регионов или при использовании теплых сбросных вод электростанций у осетровых наблюдается различные аномалии развития осевого скелета. Единичные экземпляры с такими нарушениями стали отмечать после повышения температуры воды свыше 26 °С. Использование комбикорма с 10 % муки из крабов привело к снижению количества особей с искривлением осевого скелета на 3,5 % по сравнению с контролем и 2,2 % по сравнению с I вариантом. Вероятно, это связано с высоким содержанием в крабовой муке хитинсодержа-

щих компонентов, который совместно с другими биологически-активными веществами участвует в процессе образования соединительной ткани.

3.2.4 Влияние крабовой муки в составе комбикормов на физиологическое состояние рыб

При испытании новых компонентов комбикормов, анализ их влияния на физиологическое состояние выращиваемых объектов является обязательным условием. При стабильности внешних условий основное влияние на химический состав тела оказывает пищевой рацион.

При выращивании личинок в условиях замкнутого водоснабжения (где исключено воздействие внешних факторов на рыб) установлено, что введение крабовой муки в состав стартового комбикорма в количестве 5 и 10% оказывает благотворное влияние на показатели химического состава тела рыб (рис. 13).

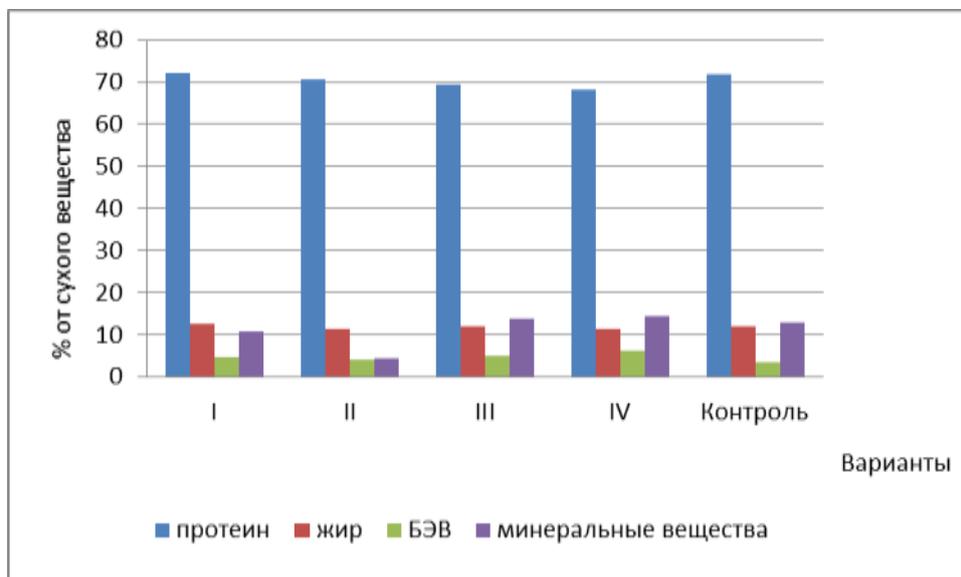


Рисунок 13 – Показатели химического состав тела личинок русского осетра, выращенного на комбикорме с добавлением крабовой муки
 Примечание: Примечание: I вариант – 5% крабовой муки; II – 10% крабовой муки
 III вариант – 15% крабовой муки, IV – 20% крабовой муки,
 контроль – комбикорм без крабовой муки

Анализ химического состава тела годовиков русского осетра, выращенного на производственном комбикорме с мукой из крабов показал, что введение 10% этого компонента приводит к увеличению интенсивности накопления протеина в 1,3 раза по сравнению с контролем (табл. 11).

Физиологическое состояние ранней молоди осетровых рыб, выращенных на комбинированных кормах с частичной заменой рыбной муки на муку из крабов, оценивали также и по этим основным показателям состава крови (рис. 14).

Таблица 11 – Накопление основных питательных веществ в тканях годовиков русского осетра, потреблявшего комбикорм с крабовой мукой, г/100 г

Показатель	Вариант опыта		
	I	II	Контроль
Протеин	145,6	149,1	109,4
Жир	29,1	28,1	26,0
Минеральные вещества	45,7	43,2	30,7

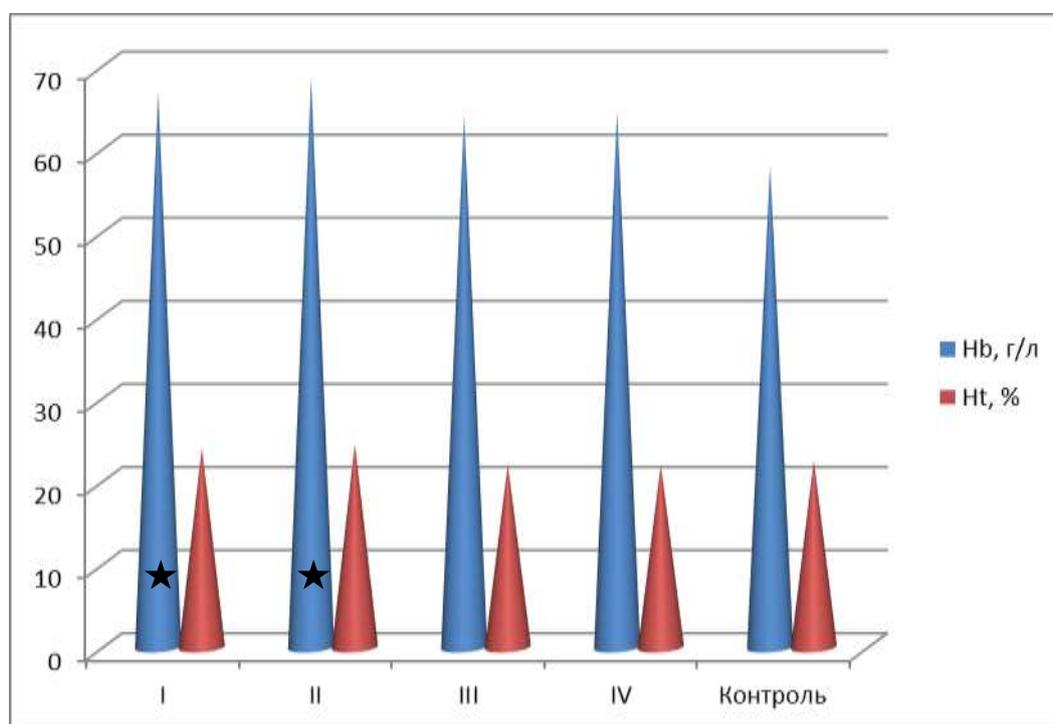


Рисунок 14 – Некоторые показатели красной крови личинок русского осетра, выращенного на комбикорме с добавлением крабовой муки

Примечание: * - различия достоверны при $P \leq 0,05$

У ранней молодежи, получавшей корма с добавлением 5 и 10% крабовой муки, отмечали увеличение уровня гемоглобина и гематокрита, в сравнении с контролем и другими вариантами опыта. Количественные показатели эритроцитов значительно не варьировали у личинок, выращенных на разных кормах.

При выращивании годовиков русского осетра на комбикормах с крабовой мукой в количестве 5 и 10% не отмечали достоверных различий гематологических показателей, в сравнении с контролем (табл.12).

Таблица 12 – Некоторые гематологические показатели годовиков русского осетра

Показатель	Вариант опыта		
	I	II	Контроль
Гемоглобин, г/л	77,3±0,7	78,6±1,0	74,7±1,7
Гематокрит, %	24,8±0,74	26,8±0,3	25,6±0,9
Эритроциты, 10 ⁶ мкл	0,86±0,006	0,87±0,03	0,91±0,04
Общий сывороточный белок, г/л	3,5±0,13*	3,8±0,12**	2,9±0,25

Примечание: различия достоверны при *- $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$

Таким образом, применение 5 и 10% крабовой муки в составе стартового и продукционного комбикормов для осетровых рыб не приводит к ухудшению физиологического состояния выращиваемых рыб и может быть рекомендовано при их промышленном выращивании.

3.2.5 Экономическая эффективность использования крабовой муки в составе осетровых комбикормов

Стоимость крабовой муки на рынке комбикормового сырья ниже, чем рыбной. Кроме того, снижение коэффициента использования комбикорма при выращивании позволит в значительной мере снизить затраты на кормле-

ние и получить большую прибыль при товарном выращивании осетровых (табл. 13 и 14).

Таблица 13 – Экономическая эффективность применения 5% муки из крабов в составе стартового комбикорма для осетровых рыб

Показатель	Группа	
	Контроль	Опыт
Посажено на выращивание, тыс. экз.	100,0	100,0
Выход, %	80,0	82,0
Выращено и реализовано, тыс. экз.	80,0	82,0
Затраты сухого корма на весь период выращивания, кг	190,0	180,0
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	180,0	160,0
Реализационная стоимость 1 экз. молоди, руб.	35,0	35,0
Затраты на кормление, тыс. руб	34,2	28,8
Общая сумма выручки от реализации, млн. руб.	2,80	2,87
Себестоимость 1 экз. иолоди, руб.	32,0	28,0
Прибыль, млн. руб	0,24	0,57
Рентабельность, %	9,37	25,0

Снижение стоимости стартового комбикорма с крабовой мукой на 6% привело к увеличению прибыли на 75,4 тыс. рублей на 100 тыс. шт. выращенной молоди.

Таблица 14 – Экономическая эффективность применения 10% муки из крабов в составе продукционного комбикорма для осетровых рыб

Показатель	Группа	
	контроль	Опыт
Посажено на выращивание, тыс. экз.	10,0	10,0
Выход, %	98,0	98,0
Выращено и реализовано, т	14,7	14,7
Затраты сухого корма на весь период выращивания, т	20,6	17,6
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	65,0	40,0
Затраты на кормление, тыс. руб	1339,0	704,0
Реализационная стоимость товарной рыбы, руб./кг	350,0	350,0
Себестоимость товарной рыбы, руб/кг	320,0	300,0
Общая сумма выручки от реализации, млн. руб.	5,14	5,14
Прибыль, млн. руб.	0,44	0,73
Рентабельность,%	9,4	16,7

Снижение стоимости комбикорма и соответственно себестоимости выращенной рыбы (так как при товарном выращивании более 50% себестоимости отводится на корма) привело к увеличению рентабельности в 1,8 раза.

Таким образом, использование комбикормов стартового и продукционного с включением в их состав крабовой муки, заменяя равное количество рыбной экономически целесообразно.

3.3 Использование кукурузного глютена в составе комбикормов для осетровых рыб

3.3.1 Химический состав кукурузного глютена

Одним из перспективных компонентов растительного происхождения является продукт переработки кукурузы – глютен - сыпучий порошок от светло-желтого до темно-серого цвета со специфическим приятным запахом, устойчив при хранении. Из 100 кг кукурузы получают от 9,5 до 11 кг глютена. Представляет собой белок кукурузного зерна, который отделен от остальных частей зерна (крахмала, клетчатки и жира) в процессе его переработки.

В глютене содержится около 60% сырого протеина, представленного в основном растворимым белком – зеином, 20-45% крахмала, 2-6% клетчатки. Растворимые углеводы составляют 0,5-2%, жир – 4-7% (табл. 15)

Таблица 15 – Качественные показатели кукурузного зерна и глютена

Показатель	Нормативные значения согласно ТУ 9189-001-00343094-05		Фактические значения в опытных образцах глютена
	Зерно	Глютен	
Сырой протеин, %	10,60	50,00-70,00	56,00
Сырой жир, %	5,50	4,00-7,00	5,00
Углеводы, сумма, %	82,20	30,00-42,00	38,00
В том числе, мг/100 г:			
Крахмал	70,8	20,0-45,0	-
Свободные сахара	3,8	0,5-2,0	-
Клетчатка	2,6	2,0-4,0	-
Сырая зола, %	1,7	2,0-6,0	-

Белок кукурузного глютена содержит большое количество незаменимых аминокислот (табл. 16). Большинство из них в количестве - превышающем потребности осетровых. Кроме того, в глютене обнаружена аминокислота, являющаяся антагонистом лизина, которая попадая в животный организм, вытесняет из реакций обмена эту незаменимую аминокислоту.

Таблица 16 – Потребность осетровых в некоторых незаменимых аминокислотах, состав белка кукурузного глютена и скоры валовых аминокислот

Аминокислота	Содержание в глютене, % белка	Потребность, % белка (Саенко, 1996)	Скоры аминокислот, % потребности
Лизин	2,1	4,1	51,2
Гистидин	2,6	0,7	565,2
Аргинин	4,3	3,1	138,7
Треонин	2,9	2,3	126,0
Метионин+ цистеин*	1,2	1,0	120,0
Валин	3,8	3,3	115,1
Фенилаланин+ тирозин**	4,2	2,6	161,5
Изолейцин	3,5	3,5	100,0
Лейцин	9,8	4,8	204,1
Триптофан	0,5	-	-

Примечание: *Фенилаланин используется для синтеза тирозина;

** метионин используется для синтеза цистеина

По калорийности кукурузный глютен стоит на втором месте после животных и растительных жиров. По энергии 1 кг глютена эквивалентен 7 кг кукурузы, а по протеину - 1 кг рыбной муки. По сравнению с соевым шротом в кукурузном глютене содержится на 36% больше обменной энергии, на 28% – протеина и в 4 раза линолевой кислоты. Основная масса протеина глютена представлена растворимыми белковыми веществами средней молекулярной массы – 6,5-1,5 тыс. Да (рис. 15).

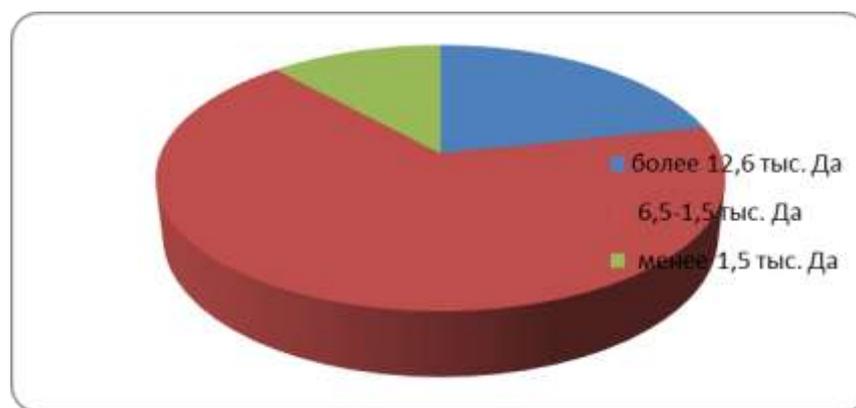


Рисунок 15 – Фракционный состав белков кукурузного глютена, % от суммы растворимых белковых веществ

Следует отметить, что кукурузный глютен является лучшим источником β -каротина (10-30 мг/кг), ксантофила (17 мг/кг), кальция, фосфора и натрия, а также содержит богатый комплекс жиро- и водорастворимых витаминов E, B₁, B₂, B₃, B₄, B₅, B₆. По сравнению с другими злаковыми содержит меньшее количество трудногидролизуемых углеводов.

Использование глютена кукурузного сухого в качестве высокобелковой, витаминной и энергетической добавки в рационе животных и при производстве комбикормов, обеспечивает их высокую и устойчивую продуктивность, позволяет уменьшить дефицит белковых кормов.

Исследования, проведенные М.А. Щербиной с соавторами (2001) на карпах, относящихся к безжелудочным рыбам, показали низкую переваримость белков глютена – в 1,6 раз ниже, чем у зерновой кукурузы. Переваримость углеводов составляла 61%, а резорбция жиров и минеральных веществ перекрывалась поступлением в кишечник из организма больших количеств эндогенных липидов и минералов, которые затем выводились с экскрементами. В связи с этим, после переваривания в организм карпа попадает только половина сухих веществ и энергии глютена. Установленный факт эндогенной экскреции в кишечник свидетельствует о недостаточном количестве и дисбалансированности липидной и минеральных частей глютена. Испытания по полной замене рыбной муки на кукурузный глютен в составе комбикормов

для сеголеток карпа дали отрицательный результат. Тогда как при замене на глютен растительных источников белка - соевого и подсолнечникового шротов – неблагоприятный эффект был менее выражен.

Этот компонент используется в рационе сельскохозяйственных животных: для кур-несушек до 10%; для цыплят-бройлеров до 7%; для молодняка птицы до 5%; для свиней до 25%. В мировой практике глютен кукурузный сухой имеет достаточно широкий диапазон возможного применения - в качестве компонента корма, белковой добавки в рацион питания, БВД и наполнителя премиксов.

В настоящее время, в связи с повышением стоимости и дефицитом рыбной муки, как основного компонента осетровых комбикормов становится необходим поиск эффективного и доступного кормового сырья с высоким содержанием протеина.

3.3.2 Эффективность использования глютена в составе стартового комбикорма

Сравнительно недавно в кормопроизводстве для рыб стали предпринимать попытки использования продуктов комплексной переработки злаков. Рядом исследователей изучена возможность использования пшеничных зародышевых хлопьев и витазара в составе стартовых кормов для форели не более 44% (Шмаков и др., 1996, 1997) и осетровых рыб – не более 10% (Пономарев, Судакова, Зубкова, 1999).

Нами была изучена возможность использования одного из перспективных продуктов переработки кукурузы – глютена в составе стартового комбикорма при выращивании личинок русского осетра.

В основной рецептуре стартового комбикорма для личинок производили замену части рыбной муки на глютен (5% в I варианте и 10% во II варианте). При этом содержание протеина и жира в корме не подверглось значительным изменениям. В большей степени такая замена повлияла на углевод-

ную составляющую I и II вариантов кормов в сторону увеличения содержания углеводов на 16,5 и 32% соответственно (табл. 17)

Таблица 17 – Показатели качества стартовых комбикормов с различным уровнем глютена

Показатели	Вариант опыта		
	I	II	Контроль
Протеин,%	50,8	49,7	52,0
Жир,%	9,2	9,1	9,3
Углеводы,%	16,9	19,1	14,5
Энергетическая ценность, кДж	1250,0	1245,0	1263,0

Аминокислотный состав протеина корма имеет важное значение, особенно на ранних этапах развития организма рыб. Комбикорма для рыб обычно содержат весь спектр незаменимых аминокислот, однако их количество и соотношение могут быть далеки от оптимума.

Так замена части основного источника протеина животного происхождения на компонент растительного происхождения не могла не отразиться на количественном составе незаменимых аминокислот. В большей степени в сравнении с контролем изменения в сторону снижения коснулись уровня таких аминокислот как лизин, метионин+цистин, фенилаланин+тирозин. Уровень треонина, изолейцина и лецитина при введении глютена несколько увеличился. Отклонения от контрольных значений по остальным аминокислотам было незначительным (рис. 16).

По отношению к «идеальному белку» комбикорма лимитированы по нескольким аминокислотам, но это нивелируется дополнительным применением живых кормовых организмов в рационе ранней молодежи.

Недостаток любой из эссенциальных аминокислот приводит к использованию белка для синтеза других аминокислот, что приводит к снижению эффективности использования протеина растущим организмом. Избыточное содержание аминокислот также негативно влияет на процесс выращивания в

связи с тем, что неиспользованные аминокислоты вовлекаются в азотный обмен и выводятся во внешнюю среду, загрязняя воду.

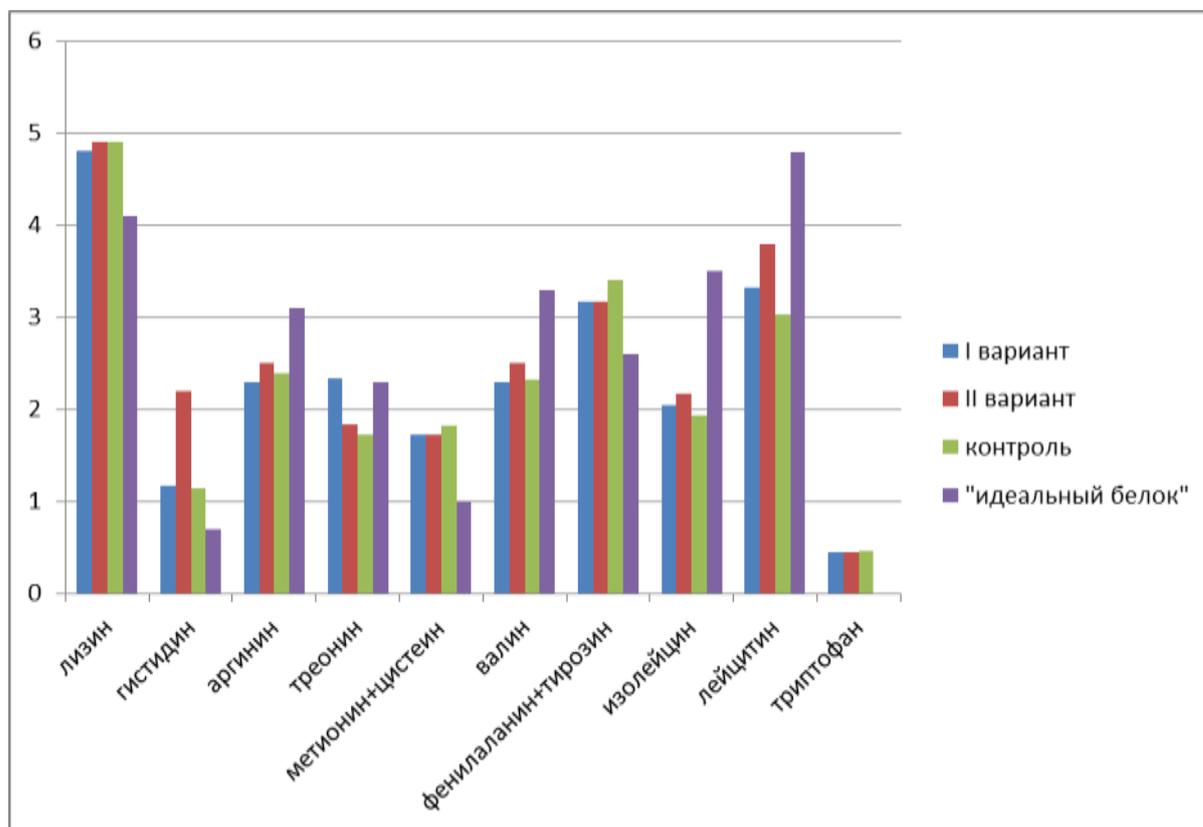


Рисунок 16 – Аминокислотный состав белка стартовых комбикормов с разным количеством кукурузного глютена

По отношению к «идеальному белку» комбикорма лимитированы по нескольким аминокислотам, но это нивелируется дополнительным применением живых кормовых организмов в рационе ранней молодежи.

Недостаток любой из эссенциальных аминокислот приводит к использованию белка для синтеза других аминокислот, что приводит к снижению эффективности использования протеина растущим организмом. Избыточное содержание аминокислот также негативно влияет на процесс выращивания в связи с тем, что неиспользованные аминокислоты вовлекаются в азотный обмен и выводятся во внешнюю среду, загрязняя воду.

В сравнении с идеальным белком (Саенко, 1996) комбикорма с добавлением глютена лимитированы по лейцитину, изолейцину. При этом, эти две аминокислоты злаковых достаточно хорошо доступны для рыб. Чаще всего

комбикорма для рыб, изготовленные на основе растительных компонентов бывают лимитированы по лизину, что связано с особенностями его строения (Остроумова, 2012). Однако, в нашем случае уровень этой аминокислоты незначительно отличался от контрольного варианта комбикорма и был несколько ниже, чем в идеальном белке.

Экспериментальное выращивание русского осетра показала не эффективность введения продукта комплексной переработки кукурузы в состав стартового осетрового комбикорма (табл. 18).

Таблица 18 – Рыбоводно-биологические показатели выращивания личинок на комбикормах с различным содержанием кукурузного глютена

Показатели	Вариант опыта		
	I	II	Контроль
Масса начальная, г	0,057±0,001	0,057±0,0008	0,058±0,0007
Масса конечная, г	0,297±0,026***	0,316±0,025***	0,551±0,027
Выживаемость, %	35,4±1,63***	31,0±1,51***	66,4±3,41
Кормовые затраты, ед	2,9±0,14***	3,5±0,16***	2,1±0,08
Период выращивания, сут.	21	21	21

Примечание: Показатели достоверно отличаются от контроля при *** $P \leq 0,001$

Личинки русского осетра уже на 3 сутки после начала эксперимента достаточно активно потребляли комбикорма с глютенем, однако уже через 10 суток было отмечено их явное отставание в росте. Рыбоводно-биологические показатели выращивания были значительно хуже, чем в контроле. Добавление в комбикорм 10% глютена привело к увеличению уровня смертности ранней молодежи и кормовых затрат. Прирост рыб в I и II вариантах между собой не варьировал, однако, с контролем различия достоверны.

Таким образом, был установлен отрицательный эффект от использования кукурузного глютена в составе комбикормов для ранней молодежи осетровых рыб.

3.3.3 Определение оптимального количества кукурузного глютена в составе производственного комбикорма

Экспериментальные исследования по определению эффективной нормы введения кукурузного глютена в состав комбикорма для выращивания осетровых рыб проводили в условиях Бертюльского осетрового рыбоводного завода Астраханской области на 5 группах русского осетра.

В составе рецепта осетрового производственного комбикорма производили замену рыбной муки на кукурузный глютен. Для определения оптимальной нормы его вводили в состав комбикорма в количестве 50, 100, 150 и 250 г/кг (5, 10, 15 и 25%). В качестве контроля использовался комбикорм без глютена. Состав питательных веществ опытных рецептур представлен в таблице 19.

Таблица 19 – Состав питательных веществ опытных вариантов комбикормов с глютеном

Питательное вещество	Вариант опыта (Количество глютена в комбикорме,%)				
	I (5)	II (10)	III (15)	IV (25)	Контроль
Сырой протеин	48,5	47,2	45,9	37,24	49,4
Сырой жир	12,2	12,0	12,0	12,1	12,3
Углеводы	22,6	24,8	27,2	32,0	20,2

Замена рыбной муки на глютен в составе производственного комбикорма для осетровых рыб привело к снижению уровня протеина, особенно в IV варианте (25% глютена). Количественное содержание жира в опытных рецептах подвергалось незначительным колебаниям, тогда как увеличение содержания углеводов отмечается явно и максимума достигало в IV варианте.

Энергетическая ценность всех вариантов комбикормов находится примерно на одинаковом уровне, минимальное ее значение в комбикорме IV варианта (рис. 17).

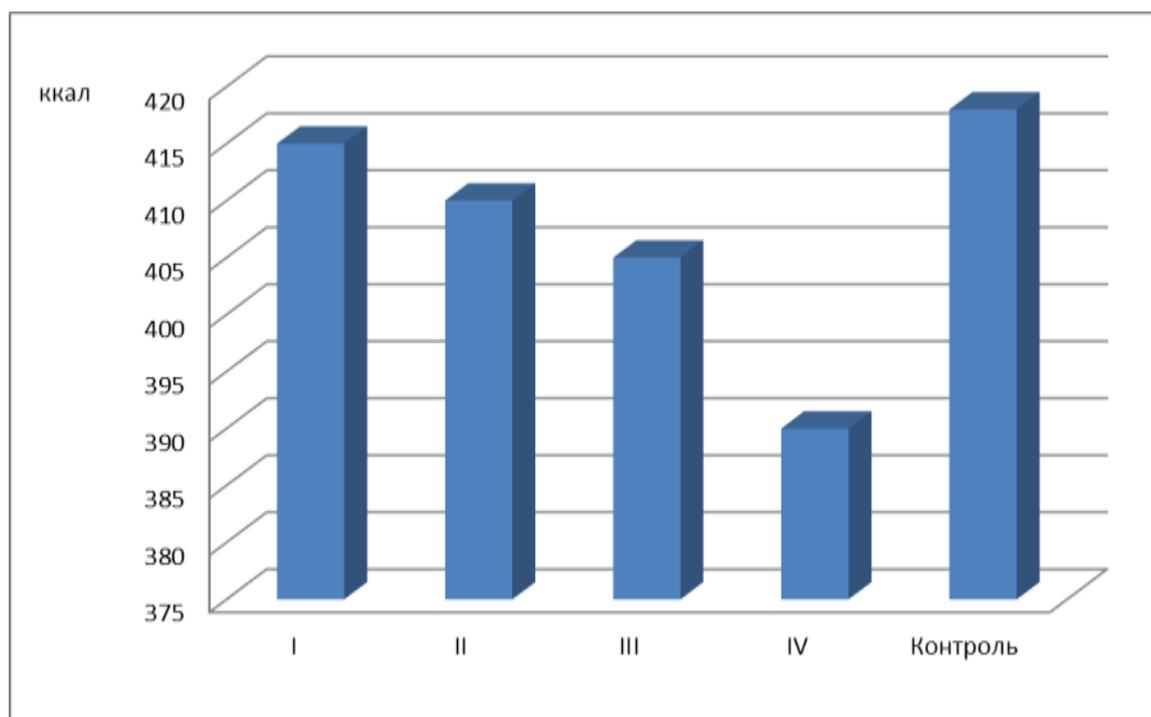


Рисунок 17 – Энергетическая ценность опытных вариантов комбикормов с глютеном

Биологическая ценность комбинированных кормов определяется, прежде всего, аминокислотным составом белка и доступностью аминокислот. Известно, что незаменимыми для рыб являются 10 аминокислот, их количественное содержание в вариантах комбикормов с различным уровнем глютена представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Аминокислотный скор опытных вариантов комбикорма с глютеном (по отношению к «идеальному белку»)

Аминокислота	Вариант опыта				
	I	II	III	VI	Контроль
Лизин	0,74	0,72	0,69	0,69	0,76
Гистидин	1,62	1,77	1,42	2,14	1,6
Аргинин	0,77	0,80	0,83	0,90	0,77
Треонин	0,78	0,79	0,81	0,89	0,76
Метионин+цистеин	1,70	1,65	1,61	1,59	1,75
Валин	0,61	0,65	0,67	0,67	0,61
Фенилаланин+тирозин	1,21	1,21	1,22	1,23	1,21
Изолейцин	0,55	0,57	0,58	0,67	0,53
Лейцин	0,63	0,72	0,68	0,75	0,58
Триптофан	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9

Первой лимитирующей аминокислотой во всех вариантах опыта и контроле является изолейцин показатели химического сора для этой аминокислоты при введении в состав комбикорма кукурузного глютена составили 0,58-0,67.

Введение в состав комбикорма 25% глютена привело к снижению рыбоводно-биологических показателей выращивания. Среднесуточный прирост массы молоди русского осетра в этом варианте на 16% был ниже по сравнению с контролем. Затраты кормов были максимальными – на 16% выше (табл. 21).

Таблица 21 – Рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди русского осетра на продукционном комбикорме с различным содержанием глютена в составе

Показатель	Вариант опыта				
	I	II	III	IV	Контроль
Масса начальная, г	23,75+2,12	23,48+2,33	24,35+1,11	24,87+1,16	23,68+1,45
Масса конечная, г	38,71+3,11	38,61+3,25	38,97+2,35	35,73+2,85	38,74+3,08
Абсолютный прирост, г	14,96	15,13	14,62	10,86	15,06
Прирост, % к контролю	99,3	100,5	97,0	72,1	100
Выживаемость, %	100	100	100	100	100
Кормовые затраты, ед.	1,6	1,6	1,9	2,2	1,6

Положительный эффект был получен при кормлении русского осетра комбикормом содержащим 10% кукурузного глютена. В этом варианте достоверного увеличения прироста массы особей не наблюдалось, а показатели выращивания были приближены к таковым в контроле, где использовалась классическая рецептура с достаточным количеством протеина животного происхождения. Таким образом, можно предположить, что максимальной нормой введения в состав комбикорма данного компонента, в качестве заменителя рыбной муки, может являться 10%. Дальнейшее увеличение нормы ввода глютена приводит к снижению темпа роста, увеличению кормовых затрат.

3.3.4 Оценка экономической эффективности применения кукурузного глютена в составе производственного комбикорма для осетровых рыб

Замена в составе производственного комбикорма 10% дорогостоящей рыбной муки на кукурузный глютен снижает стоимость 1 кг корма более чем на 10%, что сокращает затраты на выращивание рыбы и увеличивает рентабельность производства товарной продукции (табл. 22).

Таблица 22 – Экономическая эффективность применения кукурузного глютена в составе производственного осетрового комбикорма

Показатель	Группа рыб	
	контрольная	опытная
Посажено на выращивание, тыс. экз.	10,0	10,0
Выживаемость, %	100,0	100,0
Выращено и реализовано, тыс. экз.	10,0	10,0
Выращено и реализовано, т	15,0	15,0
Кормовые затраты, ед.	1,6	1,6
Затраты корма на весь период выращивания, т	24,0	24,0
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	65,0	35,0
Затраты на комбикорма, тыс. руб.	1560,0	840,0
Реализационная стоимость товарного осетра, руб./кг	350,0	350,0
Общая сумма выручки от реализации, млн. руб.	5,25	5,25
Себестоимость 1 кг товарной рыбы, руб.	320,0	295,0
Общая себестоимость, тыс. руб.	4800,0	4425,0
Прибыль, тыс. руб.	450,0	825,0
Рентабельность, %	9,37	18,6

Примечание: Расчеты выполнены в ценах по состоянию на 11.01.2016 г.

Таким образом, введение 10% кукурузного глютена в состав комбикорма позволяет реализовать заложенный генетически потенциал продуктивности осетровых рыб при их товарном выращивании.

3.3.5 Физиологическое состояние молоди русского осетра выращенных на комбикормах с глютеном

Физиологическое состояние молоди русского осетра, выращенной на комбикорме с разными нормами кукурузного глютена, оценивали по биохимическому составу тела и основным показателям крови.

Весьма благоприятным следует считать более высокое количество белка в тканях рыб, потреблявших корм с 10% глютена (вариант II) (табл. 23) - 84,4%, что свидетельствует о хорошем физиологическом статусе выращенных рыб.

Таблица 23 – Общий химический состав тела молоди русского осетра выращенной на продукционном комбикорме с глютеном, % в абсолютно сухом веществе

Вариант опыта	Вещество		
	Протеин	Жир	Минеральные вещества
I	80,0±1,2	8,4±1,1	11,2±0,8
II	80,1±1,4	8,6±0,9	11,0±0,4
III	79,3±1,3	8,1±1,0	11,0±0,4
IV	74,0±2,1**	12,0±0,9*	13,2±0,9*
Контроль	79,0±1,7	8,6±1,2	11,0±0,3

Примечание: Различия с контролем статистически значимы при * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$

Статистическая обработка данных показала, что различия по количеству в тканях выращенных рыб протеина, жира и минеральных веществ в I-III вариантах по сравнению с контролем были недостоверны.

Использование кукурузного глютена в составе продукционного комбикорма в качестве частичной замены рыбной муки необходимо было оценить с точки зрения накопления питательных веществ в тканях выращиваемых рыб. Установлено, что введение 10% этого компонента в составе комбикорма положительно повлияло на накопление протеина и жира, что сопоставимо с по-

казателями рыб контрольной группы. Увеличение количества глютена в корме приводит к некоторому снижению интенсивности накопления питательных веществ в теле рыб (рис. 18).

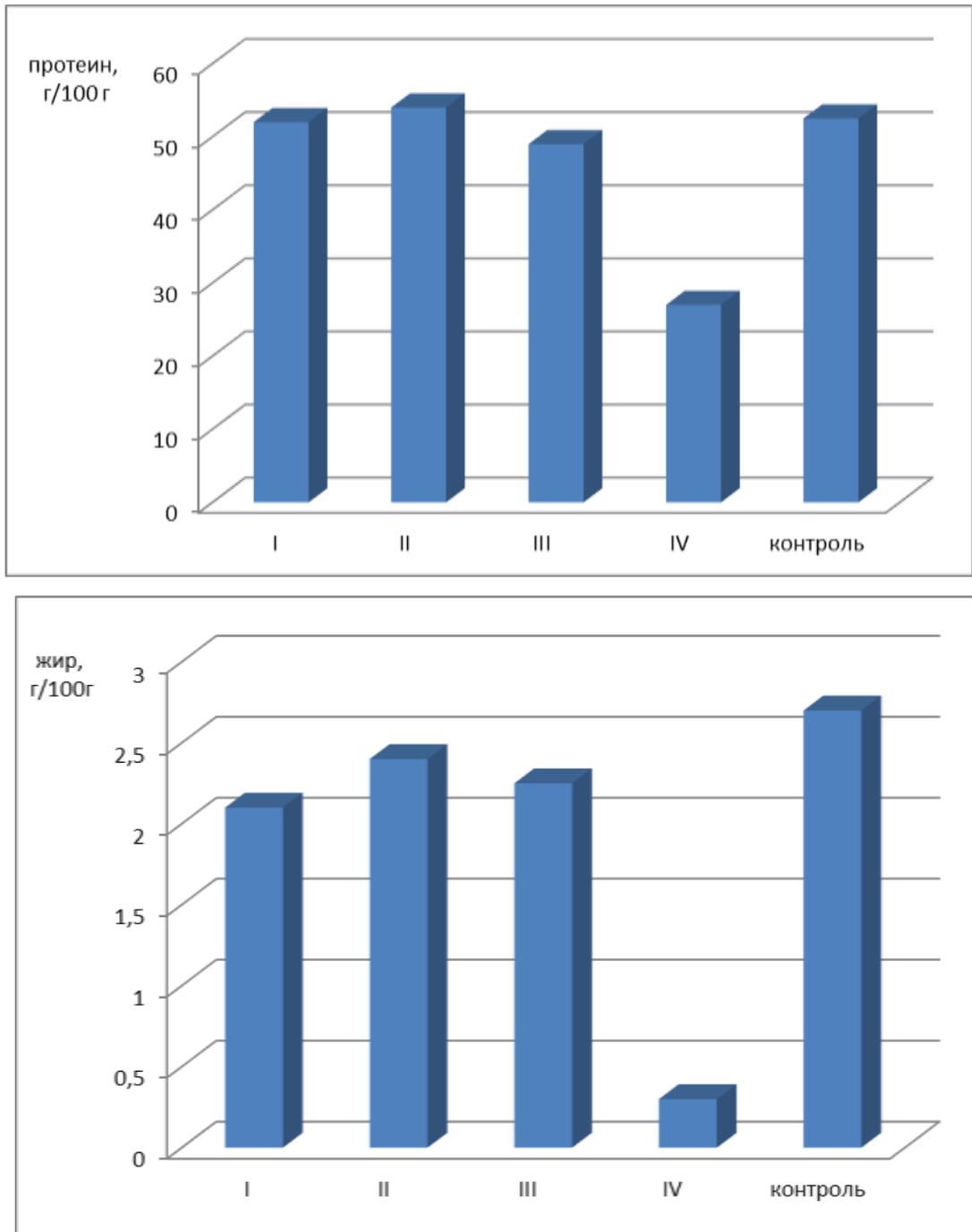


Рисунок 18 – Накопление протеина и жира в тканях русского осетра, выращенного на комбикормах с различным уровнем глютена

Отмеченная разница в накоплении питательных веществ статистически достоверна только в IV варианте ($P \leq 0,001$). Низкая интенсивность накопле-

ния питательных веществ в тканях рыб, получавших 25% глютена связана с недостаточной сбалансированностью корма по аминокислотному составу.

Общеизвестно, что корма высокого качества улучшают состав крови, повышая уровень гемоглобина, количество эритроцитов. При выращивании русского осетра с использованием комбикормов с глютенем, показатели крови характеризовались высокой концентрацией гемоглобина – на уровне с контролем. Гематокрит, в варианте с заменой 10% рыбной муки на глютен, составил 27%, в то время как в первом варианте (5% замены рыбной муки на глютен) и контроле – 25%. Число эритроцитов также было достоверно выше во втором варианте (табл. 24).

Таблица 24 – Гематологические показатели молоди русского осетра, выращенного на комбикормах с различным количеством глютена

Показатель	Вариант опыта				
	I	II	III	IV	Контроль
Гемоглобин, г/л	76,0±0,2	75,0±0,09	74,0±0,1	74,0±0,2	74,0±0,1
Гематокрит, %	25,0±0,4	27,0±0,6*	27,0±0,3*	29,0±0,4***	25,0±0,4
Эритроциты, 10 ⁶ мкл	0,893±0,002	0,907±0,005*	0,919±0,002*	0,928±0,003*	0,870±0,005
СГЭмккг/эритр.	6,7	6,8	6,5	6,5	6,3
ОСБ, г/л	3,5±0,3**	3,8±0,5	3,0±0,5	3,3±0,5	2,6±0,3

Примечание: различия достоверно отличаются от контроля при: *P≤0,01; ** P≤0,05; *** P≤0,001

Так как, правильное применение полноценных комбикормов, сбалансированных по основным питательным веществам положительно отражается на составе крови и общем физиологическом состоянии выращиваемых рыб, то на основе полученных положительных данных можно рекомендовать использование 10% глютена в составе продукционного комбикорма для осетровых рыб.

Применение высокобелковых продуктов растительного происхождения при выращивании рыб является наиболее эффективным и с экономической точки зрения, так как рыбная мука, которая наиболее широко используется при приготовлении комбикормов, по сей день является достаточно дорогой.

Нами доказана эффективность использования 10% кукурузного глютена в составе осетрового продукционного комбикорма. Однако, введение большего количества (15% и более) этого компонента не является эффективным, так как по минеральному и липидному составу он уступает рыбной муке, что не может отразиться на составе питательных веществ корма и показателях выращивания рыб.

Таким образом, использование стартовых комбикормов с новым высокобелковым компонентом повышает эффективность усваивания питательных веществ, улучшает рост и снижает смертность ранней молоди. Введение в состав продукционного комбикорма высокобелкового растительного компонента кукурузного глютена, в качестве замены части рыбной муки, позволяет удешевить комбикорм без снижения его продукционных свойств. Использование в комбикормах продуктов глубокой переработки ракообразных обогащает корма необходимыми для нормального роста минеральными веществами, участвующими в образовании хрящевой ткани.

В настоящее время комбикорма, выпускаемые зарубежными компаниями, содержат рыбную муку и рыбий жир с диоксинами, которые загрязняют водную экосистему и отрицательно влияют на физиологическое состояние рыб и качество товарной продукции. Кроме того повышение стоимости зарубежных кормов, связанное с экономической ситуацией в России, негативно отражается на рентабельности товарного осетроводства. Применение экологически чистого сырья в отечественном кормопроизводстве позволит решить проблему обеспечения предприятий полноценными и качественными кормами.

3.4. Эффективность применения новых рецептов комбикормов, на основе нетрадиционного сырья при выращивании осетровых рыб

В связи с тем, что кормление рыб в современном индустриальном рыбоводстве является основным фактором, обеспечивающим рост рыб, важно было оценить эффективность кормов, содержащих новое кормовое сырье.

Стартовый комбикорм в своем составе содержит рыбную муку, рыбный белок со средней глубиной гидролиза, крабовую муку, пшеничную муку, кормовые дрожжи, рыбий жир, премикс (табл. 25).

Таблица 25 – Состав питательных веществ стартового комбикорма

Показатель	Уровень
Протеин, %	50,0
Жир, %	9,5
Углеводы, %	14,8
Общая энергия, тыс. мДж/кг	18,5

Для оценки его эффективности в условиях ООО «Аква-новатор» был проведен промышленный эксперимент по выращиванию личинок гибрида стерлядь×белуга. Показатели выращивания в опытной и контрольной группах между собой не различались. У рыб опытной группы отмечали незначительное увеличение прироста и выживаемости (табл. 26).

Для определения экономической эффективности применения нового рецепта комбикорма для личинок осетровых рыб проводили сравнительный анализ общего условного дохода от выращивания по традиционной методике (сухие корма в сочетании с живыми кормовыми организмами) – контрольный вариант и использование комбикорма новой рецептуры без дополнительного введения живых кормов - опытный вариант.

Таблица 26 – Рыбоводные показатели выращивания личинок гибрида стерлядь×белуга на новом комбикорме

Показатель	Группы	
	Опыт	Контроль
Масса начальная, г	0,055±0,02	0,056±0,02
Масса конечная, г	3,01±0,20	2,89±0,22
Абсолютный прирост, г	2,95	2,83
Кормовые затраты, ед. по сухому комбикорму	1,0	1,1
по живому корму	–	3,4
Выживаемость, %	80	78
Продолжительность, сут	30	30

В опытном и контрольном вариантах, принимали другие виды затрат (кроме затрат на корма) одинаковыми (табл. 27).

Таблица 27 – Экономическая эффективность применения нового комбикорма с нетрадиционным сырьем при выращивании личинок

Показатель	Контроль	Опыт
Посажено на выращивание, тыс. экз.	100,0	100,0
Выход, %	78,0	80,0
Выращено и реализовано, тыс. экз.	78,0	80,0
Затраты сухого корма на весь период выращивания, кг	243,0	232,0
Затраты «живого» корма на весь период выращивания, кг	748,0	-
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	160,0	170,0
Стоимость 1 кг «живого корма», руб.	100,0	–
Реализационная стоимость 1 экз. молоди, руб.	35,0	35,0
Себестоимость 1 экз. молоди	32,0	28,0
Затраты на кормление, тыс. руб.	113,7	39,4
Общая сумма выручки от реализации, млн. руб.	2,73	2,80
Прибыль, млн. руб.	0,23	0,56
Рентабельность, %	9,37	25,0

Таким образом, с экономической точки зрения, применение нового рецепта сухого стартового комбикорма достаточно оправдано. Наблюдаемое

сокращение затрат на корма в 2,9 раза привело к снижению себестоимости выращенной молоди более чем на 34%.

По достижению рыбами массы 3 г они были переведены на потребление производственного комбикорма. Следующий этап опытно-промышленного эксперимента был начат в конце июля, когда средняя масса молоди превысила 10-12 г. Молодь была разделена на 2 группы (опытную и контрольную) и пересажена на дальнейшее выращивание в садки (согласно нормативным плотностям посадки). Кормление опытной группы осуществляли производственным комбикормом, содержащим рыбную муку, кукурузный глютен, крабовую муку, витазар, пшеничную муку, дрожжи кормовые, соевый шрот, рыбий жир, премикс (табл. 28). В контроле использовался комбикорм базовой рецептуры.

Таблица 28 – Состав питательных веществ базовых рецептов осетровых комбикормов

Показатель	Уровень
Протеин, %	45,0
Жир, %	11,0
Углеводы, %	26,0
Общая энергия, тыс. мДж/кг	17,5

В результате проведенного эксперимента установлено, что новый комбикорм, содержащий в своем составе нетрадиционное кормовое сырье обладает высоким продуктивным действием (табл. 29).

Таблица 29 – Рыбоводные показатели выращивания гибрида стерлядь×белуга на новом комбикорме

Показатель	Группы	
	Опыт	Контроль
Масса начальная, г	14,1±0,73	13,9±0,84
Масса конечная, г	171,3±5,02	163,1±6,26
Абсолютный прирост, г	157,2	149,2
Кормовые затраты, ед.	1,4	1,6
Выживаемость, %	90	87
Продолжительность, сут.	90	90

Экономическую эффективность применения нового рецепта оценивали на основе анализа общего условного дохода от выращивания осетровых в садках с применением двух рационов (опытного и контрольного). В опытном и контрольном вариантах, принимали другие виды затрат (кроме затрат на корма) одинаковыми (табл. 30).

Таблица 30 – Экономическая эффективность применения продукционного комбикорма для осетровых рыб

Показатели	Контроль	Опыт
Посажено на выращивание, тыс. экз.	10,0	10,0
Выход, %	90,0	87,0
Выращено и реализовано, т	1,5	1,4
Затраты сухого корма на весь период выращивания, т	2,1	3,1
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	40,0	65,0
Затраты на кормление, тыс. руб.	84,0	201,5
Реализационная стоимость сеголетков, руб./экз.	150,0	150,0
Себестоимость товарной рыбы, руб./экз.	49,0	63,0
Общая сумма выручки от реализации, млн. руб.	1,35	1,31
Прибыль, млн. руб.	0,91	0,76
Рентабельность, %	206,0	138,1

Снижение стоимости комбикорма и соответственно себестоимости сеголетков привело к увеличению рентабельности процесса выращивания в 1,5 раза.

Таким образом, установлено, что использование комбикормов с включением в их состав нетрадиционного кормового сырья, заменяя равное количество рыбной экономически целесообразно.

ГЛАВА 4 БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ В КОРМЛЕНИИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

4.1 Использование термостабильных форм аскорбиновой кислоты в составе стартовых комбикормов для осетровых рыб

Витамин С, являясь природным антиоксидантом, сдерживает развитие свободно-радикального окисления липидов. Однако, вводимая в состав промышленно изготавливаемых кормов, отличается крайней неустойчивостью, и обычно через несколько месяцев хранения ее содержание резко падает (иногда до 0). В настоящее время химической промышленностью выпускаются различные термостабильные формы аскорбиновой кислоты. Поэтому поиск оптимального источника и определение эффективных норм ввода в комбикорма для ранней молоди достаточно актуален.

Необходимо учитывать, что комплексные соединения или соли аскорбиновой кислоты, благодаря своей устойчивости при определенном уровне, вызывают гипервитаминоз, то есть являются токсичными (Раденко, 1997).

4.1.1. Влияние различных норм введения L-аскорбил-2-полифосфата на показатели выращивания ранней молоди

“Сухавит Stay-C” (куксавит, фосфатная форма аскорбиновой кислоты, аскорбилполифосфат) - новый источник витамина С, позволяющий решить проблему ее стабильности в кормах для рыб. По своему химическому составу это смесь различных фосфорнокислых эфиров аскорбиновой кислоты (L-аскорбил-2-полифосфат, причем активность витамина С представлена преимущественно как L-аскорбил-2-трифосфат). Этот витаминный препарат характеризуется повышенной стабильностью на всех этапах хранения как гра-

нулированных, так и экструдированных комбикормов (Grant et al., 1989; Schliffka, 1990).

Предпосылками для использования L-аскорбил-2-полифосфата является наличие в пищеварительном тракте рыб фосфотаз – ферментов, расщепляющих некоторые фосфорные соединения, и делающих фосфор доступным для усвоения организмом (Коржуев, 1979; Tucker et al., 1984; Schliffka, 1990; Theshima et al., 1993). Куксавит доступен для лососей и сомов в большей степени, чем другие дериваты аскорбиновой кислоты (Раденко, 1997; Sandness, 1990; Schliffka, 1990).

В связи с тем, что наибольшие потери наблюдаются на начальных этапах процесса выращивания рыб, а личинки и ранняя молодь – наиболее уязвимая возрастная группа, наиболее интересным было оценить возможность использования фосфатной формы аскорбиновой кислоты именно в стартовый комбикорм и установить оптимальную норму введения.

Эксперименты проводились в условиях Инновационного центра «Био-аквапарк – научно технический центр аквакультуры» Астраханского государственного технического университета на личинках русского осетра, перешедших на активное питание. Было сформировано 8 экспериментальных групп, по 1500 экземпляров в каждой. Выращивание проводилось в пластиковых экспериментальных бассейнах (0,5×0,5 м) при замкнутом водообеспечении. В стартовый комбикорм в процессе приготовления (на этапе смешивания) добавляли различное количество куксавита: I вариант– 50 мг/кг; II вариант– 100 мг/кг; III вариант– 500 мг/кг; IV вариант– 1000 мг/кг. Рыбы контрольной группы получали С-дефицитный рацион. Лучшие показатели выживаемости молоди русского осетра были получены во II варианте (рис. 19).

Ранняя молодь, выращенная на комбикорме с добавлением 500 мг/кг куксавита отличалась также высоким среднесуточным приростом – 10,5% ($P \leq 0,01$) и низкими кормовыми затратами – 0,65 ед. (рис. 20).

Как видно на рисунке 20 кормовые затраты во всех вариантах опыта между собой достоверно не различались, однако, кормление ранней молодежи С-дефицитным рационом значительно повлияло на этот показатель, увеличивая его практически в 2 раза.

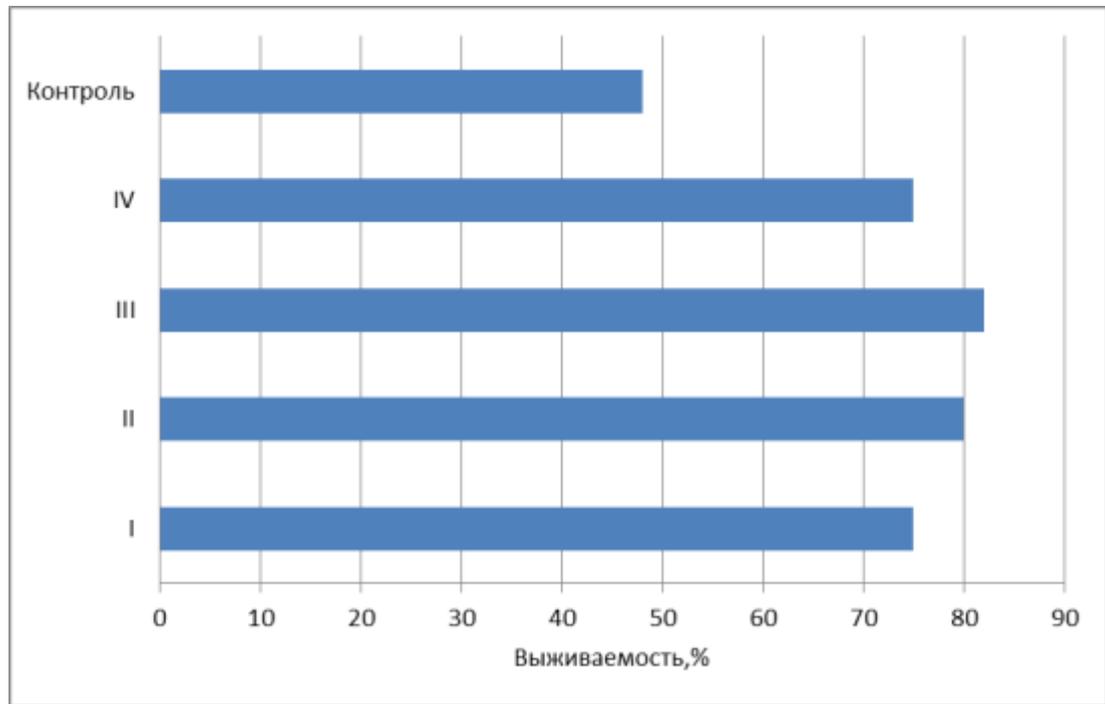


Рисунок 19 – Выживаемость личинок русского осетра, получавшего комбикорм с различным количеством аскорбил-полифосфата, %

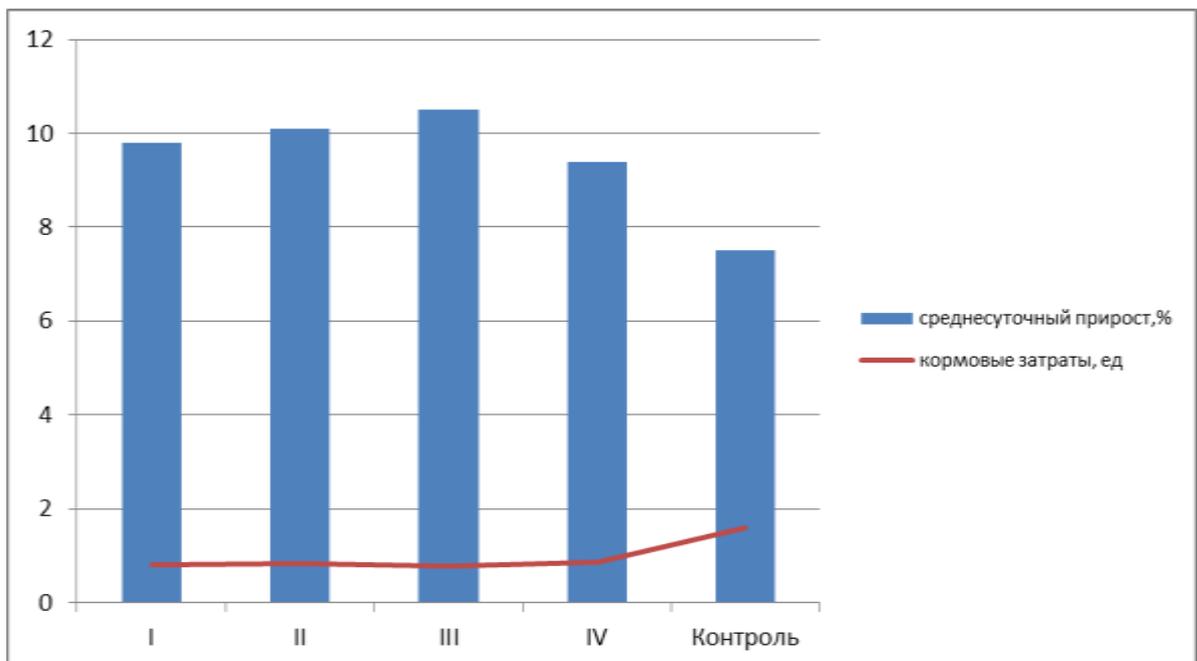


Рисунок 20 – Показатели среднесуточного прироста и затрат кормов на единицу прироста в экспериментах по определению эффективной нормы кукуавита в комбикорме

4.1.2 Физиологическое состояние ранней молоди русского осетра, выращенной на комбикормах с различным количеством аскорбилполифосфата

Кроме положительного влияния на показатели выращивания, куксавит интенсивно накапливается в тканях выращиваемой молоди (рис. 21). Этот факт является немаловажным, так как известно (Бахарева, Грозеску, 2000), что накопленная в тканях рыб аскорбиновая кислота активно расходуется в стрессовые периоды при пересадках, сортировках и других рыбоводных манипуляциях, снижая смертность.

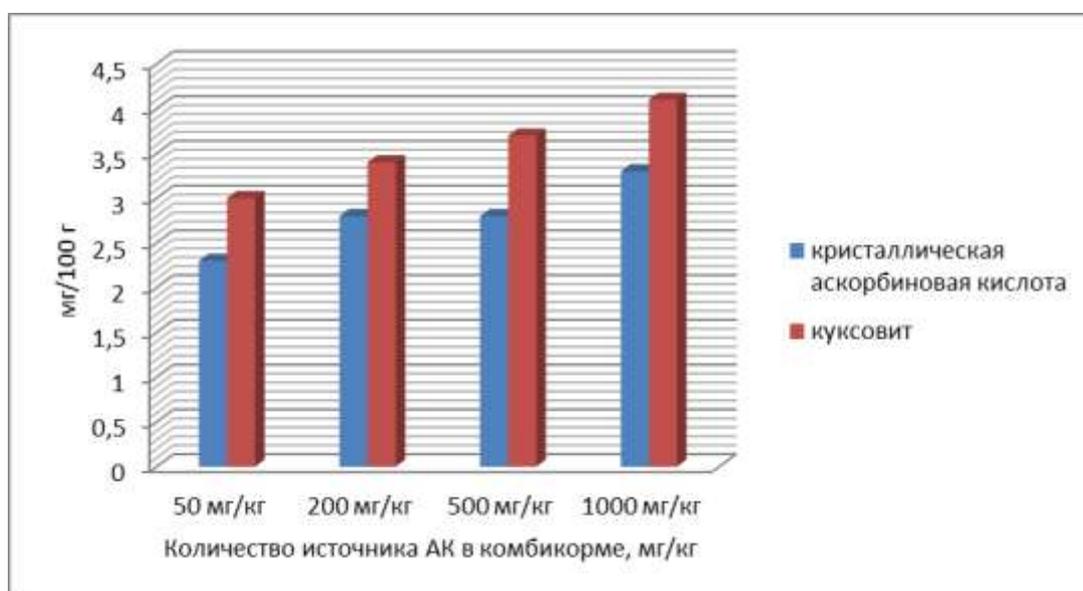


Рисунок 21 – Содержание витамина С в тканях рыб, потреблявших корма с куксавитом и кристаллической аскорбиновой кислотой

Важными показателями, характеризующими физиологическое состояние рыб, следует считать уровень гемоглобина и количество эритроцитов. Так молодь русского осетра, выращенная на кормах с добавлением различного количества куксавита характеризовалась показателями, представленными в таблице 31.

Таблица 31– Гематологические показатели крови молоди русского осетра, выращенного на комбикорме с разными нормами ввода кукуавита (n=10)

Вариант опыта	Показатель		
	Гемоглобин, г/л	Эритроциты, 10 ⁶ мкл	Гематокрит, %
I	54,4±3,1**	746,3±40,5	35,0±3,4
II	67,8±4,1***	755,1±42,1	40,0±2,1
III	68,2±4,0***	758,1±46,9	41,0±2,0
IV	68,2±4,9***	762,1±56,3	42,0±3,3
Контроль	40,5±2,1	728,5±44,2	35,0±2,8

Показатели достоверно отличаются от контроля при ** P≤0,01; *** P≤0,001

Показатели общего химического состава тела во всех опытных вариантах были в пределах нормы (Яржомбек и др., 1984; Аминева и др., 1984) (табл. 32).

Таблица 32 – Общий химический состав тела молоди осетра, выращенного на комбикорме с разными нормами ввода кукуавита, % от абсолютно сухого вещества (n=10)

Варианты опытов	Протеин	Жир	Зола
I	80,2±1,2***	8,1±1,2	11,2±0,5***
II	84,2±1,2***	8,5±1,1	6,9±0,8***
III	80,3±1,4***	8,4±0,09	11,0±0,4***
IV	80,0±1,7***	8,8±1,2	11,0±0,3***
Контроль	66,2±2,3	9,0±1,0	24,6±3,9

Показатели достоверно отличаются от контроля при *** P≤0,001

Из таблицы 32 видно, что содержание протеина в теле молоди русского осетра находилось примерно на одинаковом уровне – в среднем на 20-27% выше по сравнению с контролем. Максимальное количество белка в тканях рыб II варианта было сопряжено со снижением уровня минеральных веществ (Грозеску, Бахарева, 2000).

Установлено также благоприятное влияние фосфатной формы витамина С на обмен основных питательных веществ в теле ранней молоди (рис. 22).

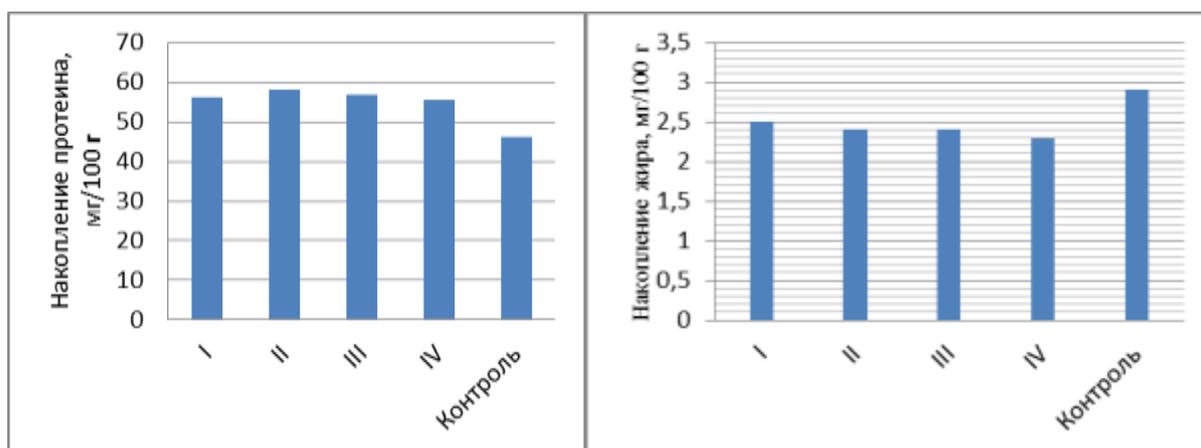


Рисунок 22 – Накопление протеина и жира в тканях молоди русского осетра, получавшей комбикорма с различным количеством аскорбилполифосфата

На основании данных по содержанию витамина С в мышцах, а также рыбоводных показателей выращивания (темпа роста, выживаемости, кормовых затрат) и функционального состояния выращенной молоди установлена эффективность применения аскорбилполифосфата в стартовых комбикормах для молоди осетровых рыб при его норме введения— 500 мг/кг.

4.1.3 Стабильность аскорбилполифосфата в составе комбикорма

При использовании гранулированных кормов для рыб необходимо учитывать, что витамин С легко разрушается под влиянием перекисей, образующихся в результате хранения корма (Кизеветтер и др., 1972; Шабалина, 1976). Поэтому количество витамина С, добавленное в корм, не всегда совпадает с его количеством непосредственно перед употреблением его рыбой. Аскорбиновая кислота в кормах частично разрушается уже в процессе приготовления комбикорма. Увеличение температуры сушки, влажности кормосмеси при прессовании и низкое качество липидов усиливает процесс деструкции витамина С (Лемперт, 1999). Воздействие внешних факторов, таких как солнечный свет, влажность, высокие температуры также увеличивают потери этого витамина. Некоторые исследователи рекомендуют изготовителям рыб-

ных кормов наносить аскорбиновую кислоту на поверхность гранул после их приготовления (Князева, 1979б; Lovell, 1973; Dabrovsky, 1988; Roem et al., 1991).

Кроме того, срок хранения гранулированных комбикормов в настоящее время, рекомендуемый производителями – 12 месяцев. За этот период времени аскорбиновая кислота в основном разрушается (Склярков и др., 1984).

Было интересно изучить сохранность витамина С после 12 месяцев хранения в составе комбикорма с его фосфатной и традиционной формами (рис. 23). Сохранность витамина С в корме при введении аскорбил-полифосфата была в 10 раз выше, по сравнению с кристаллической аскорбиновой кислотой.

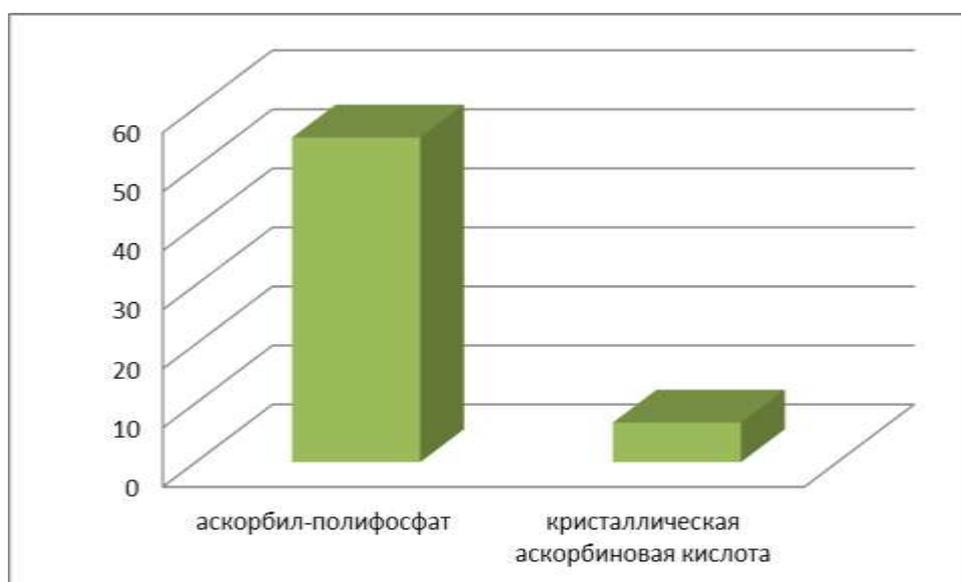


Рисунок 23 - Стабильность кристаллической аскорбиновой кислоты и аскорбилполифосфат в составе стартового комбикорма (от исходного количества 100%)

Из-за высокой ненасыщенности жиры рыбных комбикормов разрушаются вследствие окисления в процессе хранения. Для торможения процессов прогоркания липидов в кормопроизводстве широко используются синтетические и природные антиоксиданты. Учитывая антиоксидантные свойства аскорбиновой кислоты отечественными учеными была изучена возможность-

скармливания рыбам кормов с истекшим сроком хранения после обработки их этим витамином (Князева, 1979а; Скляр и др., 1984).

Изучая процесс окисления липидов стартового комбикорма через 12 месяцев после изготовления, установлено, что перекисное число в партии корма, содержащего куксавит было в 1,8 раза ниже (табл. 33).

Таблица 33 - Показатели качества кормов с истекшим сроком хранения

Показатель	Аскорбил-полифосфат	Кристаллическая аскорбиновая кислота	Норма
Перекисное число, % йода	0,31	0,56	0,2
Кислотное число, мг КОН	32,00	60,00	30,0

Для оценки возможности использования кормов, содержащих различные источники витамина С, после истечения рекомендованного срока хранения был проведен эксперимент по выращиванию ранней молоди русского осетра.

Лучшие показатели выживаемости были отмечены в опытной группе, где в комбикорме в качестве источника витамина С был куксавит. Личинки хорошо питались, росли, и через 30 суток прирост их массы был выше на 48% чем у рыб контрольной группы. Использование в составе стартового комбикорма стабильной формой аскорбиновой кислоты положительно повлияло на выживаемость молоди осетра - в 1,9 раза выше по сравнению с контролем ($P \leq 0,01$) (табл. 34).

Таблица 34 – Рыбоводно-биологические показатели выращивания личинок русского осетра на стартовом корме, хранившемся 12-ть месяцев

Показатели	Источник витамина С в корме	
	Аскорбил-полифосфат	Кристаллическая аскорбиновая кислота
1	2	3
Масса начальная, г	0,180±0,01	0,181±0,02
Масса конечная, г	2,58±0,7	1,00±0,4
Абсолютный прирост, г	2,40	0,82
Среднесуточный прирост, %	5,7	1,7

1	2	3
Выживаемость, %	87	46
Продолжительность опыта, сут.	30	30
Кормовые затраты, ед.	0,9	1,7

Особь русского осетра, получавшие комбикорм с традиционной аскорбиновой кислотой, медленно росли, имели потемнения на коже, у некоторых отмечали деформацию осевого скелета.

Витамин С, являясь естественным антиокислителем улучшает качество комбикормов, повышает иммунный статус рыб, снижает действие алиментарных факторов, поэтому было важно оценить физиологический статус молодежи, получавшей комбикорм с истекшим сроком хранения, так как неблагоприятные условия выращивания безусловно отражаются на величинах показателей крови, снижая их (Петрова, 1977; Головачев, 1982, 1983). Гематологические показатели молодежи, получавшей в качестве источника аскорбата кукурузит, были значительно выше, даже при применении комбикормов с окисленными липидами. Уровень гемоглобина в крови рыб этого варианта был выше на 34 % по сравнению с контролем ($P < 0,001$ – высшая степень достоверности различий).

Содержание аскорбиновой кислоты в печени и мышцах рыб, получавших аскорбил-полифосфат было в 2 раза выше ($P \leq 0,001$). Полученные результаты объясняются нестабильностью кристаллической аскорбиновой кислоты (рис. 24).

Положительное влияние термостабильного источника витамина С в составе комбикорма с истекшим сроком хранения подтвердилось гистологическими анализами. При рассмотрении срезов печени на малом увеличении отмечали, что и в опытном и в контрольном вариантах дольки печени многоугольной формы, примерно одинаковых размеров.

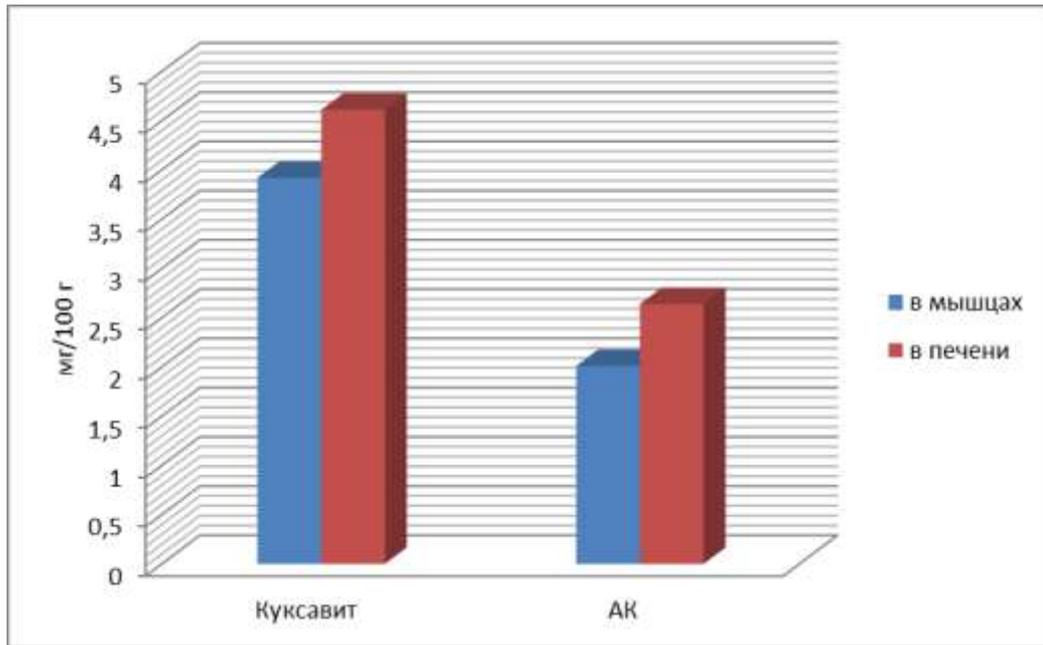


Рисунок 24 – Содержание витамина С в мышцах и печени молоди русского осетра, потреблявшего комбикорма с истекшим сроком хранения

Примечание: Различия достоверны при: $P \leq 0,001$

У рыб опытной группы в паренхиме печени отмечали скопления пигментных гранул, обнаруживались очаги фиброза. Границы клеток не всегда явно различимы. Гепатоциты с гомогенно-зернистой цитоплазмой, без признаков жирового накопления. Ядра хорошо различимы, достаточно крупные и однородные по размерам, однако различающиеся по форме (рис. 25).

Печень особей контрольной группы имела явные признаки дистрофии. В паренхиме печени отмечали геморрагические и плазморрагические участки, мелкие очаги некроза. Несмотря на то, что структура органа выражена достаточно четко, ее морфологическая картина характеризовалась мозаичностью, вызванной наличием участков с различным состоянием гепатоцитов (рис. 26).

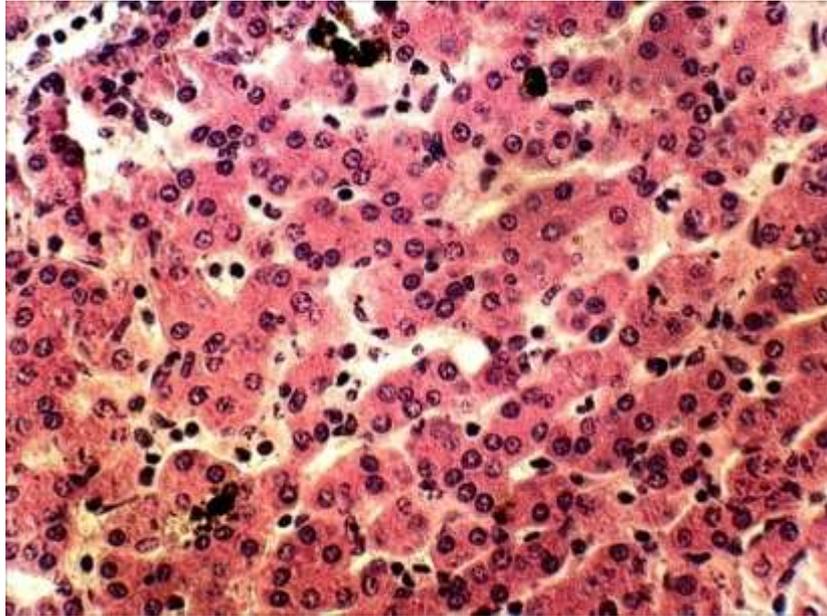


Рисунок 25 - Гистологические срезы печени русского осетра опытной группы (Окраска гематоксилин-эозином. Ув. 22x40)

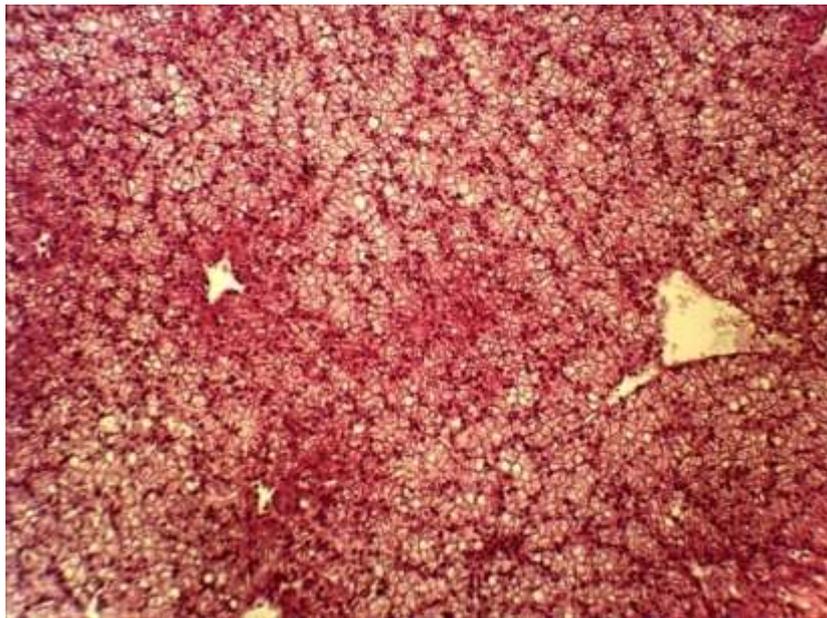


Рисунок 26 – Гистологические срезы печени русского осетра контрольной группы (Окраска гематоксилин-эозином. Ув. 22x40)

Клетки печени, имеющие гомогенно-зернистую цитоплазму и крупное ядро располагались рядом с клетками, имеющими признаки дистрофии, в большей степени безъядерными. Ядра гепатоцитов были округлой формы, примерно одинакового размера. По сравнению с печенью рыб опытной груп-

пы, на срезах отмечали малое количество синусоидных клеток - специализированных макрофагов печени.

В целом, следует отметить, что процесс жирового перерождения печени наиболее активно протекал у рыб контрольной группы. Это свидетельствует о том, что в опытном варианте антиоксидантная система справлялась с подавлением избытка продуктов перекисного окисления липидов. Оставшееся количество витамина С в опытном варианте, вероятно, предотвратило патологические изменения в организме рыб, возникающие при потреблении комбикормов с истекшим сроком хранения (Князева, 1979 б; Алешин, 1982; Грозеску, Пономарев, Рылова, 2001; Smith, 1979).

4.1.4 Сравнительная эффективность различных термостабильных форм аскорбиновой кислоты в кормах для осетровых рыб

Возможность использования различных термостабильных аналогов витамина С многократно рассматривалась в зарубежной литературе. К. Shigueno, S. Iton (1988) доказали возможность включения Mg-L-аскорбил 2-фосфата в рацион креветок. С. Cho и С. Cowey (1993) проводили испытание трех солей аскорбиновой кислоты: аскорбил монофосфат магния (АМФ-Mg) или натрия (АМФ-Na) и аскорбил- моносульфат (АМС) в кормах для молоди радужной форели и сделали вывод, что потребность в аскорбиновой кислоте в виде АМФ составляет не более 10 мг/кг корма. На молоди ложного палтуса был испытан аскорбат кальция и аскорбилмонофосфат магния (Theshima, 1993). Установлен отрицательный эффект от использования L-аскорбиновой кислоты, натриевой соли L-аскорбиновой кислоты, покрытой глицерином L-аскорбиновой кислоты, бариевой соли 2-сульфата L-аскорбиновой кислоты и аскорбилпальмита в рационах нильской тилляпии на ранних этапах (Albrektsen et al., 1988).

Нами была изучена эффективность использования других источников витамина С - L-аскорбат-2-сульфата и аскорбилмонофосфат магния в сравнении с аскорбил-полифосфатом.

Для экспериментального выращивания было сформировано 5 групп молоди русского осетра, по 1000 экземпляров в каждой. В состав комбикорма вводили различные источники витамина С: I вариант кристаллическая аскорбиновая кислота (АК) – 1000 мг/кг; II вариант - аскорбилполифосфат (АПФ) – 500 мг/кг; III вариант - L-аскорбат-2-сульфат (А2С) – 2000 мг/кг (эквимолярно 1000 АКмг/кг); IV вариант - аскорбилмонофосфат магния (АМФ Mg) – 2000 мг/кг (эквимолярно 1000 АКмг/кг). Молодь контрольной группы выращивалась на комбикорме без витамина С.

По завершении эксперимента рыбы, получавшие С-дефицитную диету (контроль), были достоверно меньше по массе. У некоторых особей отмечали искривление осевого скелета, изменения пигментации, наличие кровоизлияний на поверхности тела. Выживаемость в контроле была ниже нормативной и составила 43%.

В целом за опыт, наиболее высокие приросты были получены в I и II вариантах, где молодь получала с кормом кристаллическую аскорбиновую кислоту и ее стабильный аналог – куксавит. В сравнении с контрольной группой абсолютный прирост молоди I и II варианта был выше в 3,3 и 4,6 раза, а затраты кормов на 42 и 46% ниже. Это подтвердило предварительно проведенные эксперименты по оценке эффективности использования куксавита в составе стартовых кормов и определению оптимальной нормы ввода.

При добавлении L-аскорбат-2-сульфата и аскорбил-монофосфата магния выживаемость молоди была ниже, чем при использовании куксавита и аскорбиновой кислоты, но на 32% выше по сравнению с контролем. Кроме того, молодь в этих группах характеризовалась низким темпом роста (табл. 35).

Таблица 35 – Результаты выращивания личинок русского осетра на комбикорме с добавлением различных стабилизированных форм аскорбиновой кислоты

Показатель	Вариант опыта				
	I	II	III	IV	Контроль
Масса начальная, г	0,06±0,002	0,06±0,002	0,06±0,002	0,06±0,002	0,06±0,002
Масса конечная, г	1,5±0,07***	2,1±0,09***	0,72±0,04**	0,96±0,09***	0,5±0,03
Абсолютный прирост, г	1,44	2,04	0,66	0,9	0,44
% к контролю	327,3	463,6	150,0	204,5	-
Среднесуточный прирост, %	10,1	10,5	9,4	9,8	7,2
Выживаемость, %	80,0	82,0	75,0	75,0	43,0
Кормовые затраты, ед.	0,72	0,65	0,87	0,66	1,2
% к контролю	58,0	54,0	72,5	55,0	-
Продолжительность эксперимента, сут.	18	18	18	18	18

Примечание: Различия статистически значимы при ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$

Таким образом, из трех существующих в настоящее время стабилизированных форм аскорбиновой кислоты наибольшей эффективностью обладает L-аскорбил-2-полифосфат.

По уровню накопления витамина С в тканях можно судить о доступности источника для усвоения организмом. При использовании в корме аскорбилполифосфата в мышечной ткани содержание витамина С было на 62% выше ($P \leq 0,001$), чем в контроле (рис. 27). Использование в корме L-аскорбат-2-сульфата и магниевого эфира аскорбиновой кислоты привело к некоторому увеличению уровня витамина С – на 9,5 и 28 % соответственно, в сравнении с С-дефицитной диетой.

В целом можно сделать вывод о том, что L-аскорбат-2-сульфат и аскорбил-монофосфат магния не адекватны аскорбиновой кислоте в качестве источника витамина С, однако эти вещества в определенной степени компенсируют недостаток этого витамина в рационе витамина С, что выражается в нормальном темпе роста и достаточно низком уровне смертности. L-

аскорбат-2-сульфат усваивается лишь на 70%, он частично переходит в организм в виде аскорбиновой кислоты, в основном накапливаясь в мышечной ткани и печени (Пономарев, Грозеску, 2004).

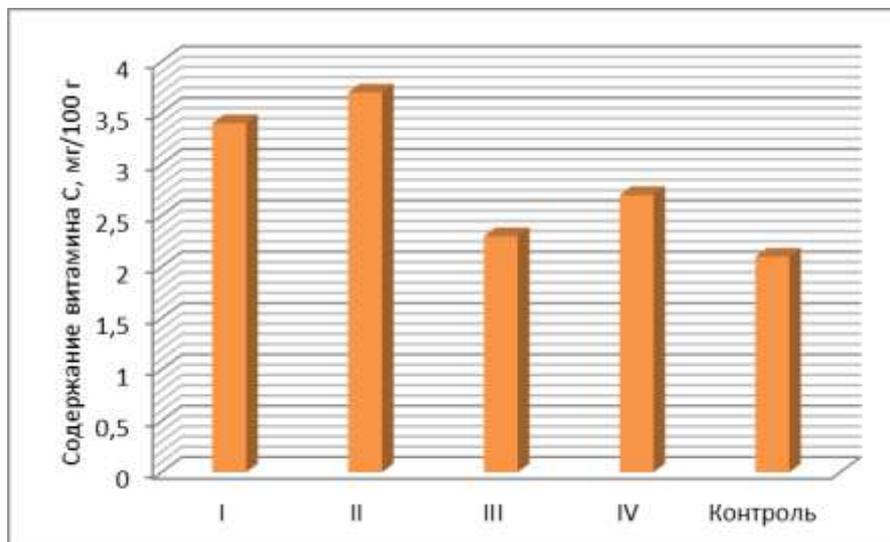


Рисунок 27 – Содержание АК в мышечной ткани молоди русского осетра, получавшего комбикорма с различными стабилизированными формами аскорбиновой кислоты

Проведенные исследования показали целесообразность использования аскорбил-полифосфата в составе стартовых комбикормов для осетровых рыб. Этот стабильный аналог витамина С является наиболее приемлемым из всех дериватов аскорбиновой кислоты.

4.2 Аскорбилполифосфат в составе продукционных комбикормов для осетровых

По достижении молодью осетровых рыб массы 3 грамма, стартовые комбикорма в рационе заменяют на продукционные, отличающиеся по химическому составу в соответствии с возрастными особенностями. Как известно, на этом этапе у осетровых рыб изменяются и потребности в витаминах и витаминоподобных веществах. В связи с этим, важно было изучить возмож-

ность использования кукуавита в составе комбикормов для старших возрастных групп.

Эксперименты проводились в условиях Икрянинского осетрового рыболовного завода НПЦ по осетроводству «Биос» (Астраханская область) на сеголетках русского осетра и бестера. Было сформировано 16 групп, содержащихся в отдельных бассейнах (8 русского осетра и 8 бестера), при плотности посадки применяемой при товарном выращивании осетровых – 500 экз./м². В каждый бассейн было посажено по 1000 экземпляров. Выращивание проводилось в пластиковых рыболовных бассейнах (1×1 м) с круговым током воды при прямоточном водоснабжении. В комбикорм добавляли различное количество кукуавита: I вариант– 100 мг/кг; II вариант– 200 мг/кг; III вариант– 500 мг/кг. Рыбы контрольной группы получали дефицитный рацион.

Оценка эффективности замены аскорбиновой кислоты на кукуавит в продукционном корме при выращивании сеголетков осетровых позволила установить лучшие рыболовно-биологические показатели во II-ом варианте (табл. 36, рис. 28).

Таблица 36 – Показатели выращивания сеголетков бестера при добавлении в комбикорм аскорбилполифосфата

Показатель	Вариант			Контроль
	I	II	III	
Масса, г				
в начале опыта	94,8±13,1	90,2±14,0	95,7±18,6	97,8±12,2
в конце опыта	144,5±19,7	194,1±31,1*	193,1±28,3	136,0±25,0
Продолжительность опыта, сут.	60	60	60	60
Прирост, г	49,7	103,9	97,4	38,2
% к контролю	130,0	272,0	255,0	100,0
Среднесуточная скорость роста, %	0,8	1,5	1,4	0,7
Кормовые затраты, ед.	1,3	1,1	1,1	1,8
Выживаемость, %	98,0	98,0	98,0	93,0

Показатели достоверно отличаются от контроля при *P≤0,05

Выживаемость рыб во всех вариантах опыта и контроле была достаточно высокой. Добавление 100 мг кукуавита было недостаточно оправдано. Увеличение прироста наблюдали лишь на 30%. Введение кукуавита в количестве большем 200 мг привело к адекватному увеличению среднесуточной скорости роста. На рисунке 28 представлен темп роста сеголеток русского осетра, изучаемый каждые 10 суток. Рост рыб проходил достаточно равномерно на протяжении всего периода выращивания. Использование С-дефицитной диеты привело к отставанию в росте рыб контрольной группы. Сеголетки I и II экспериментальных групп характеризовались близкими показателями массы на всех этапах выращивания.

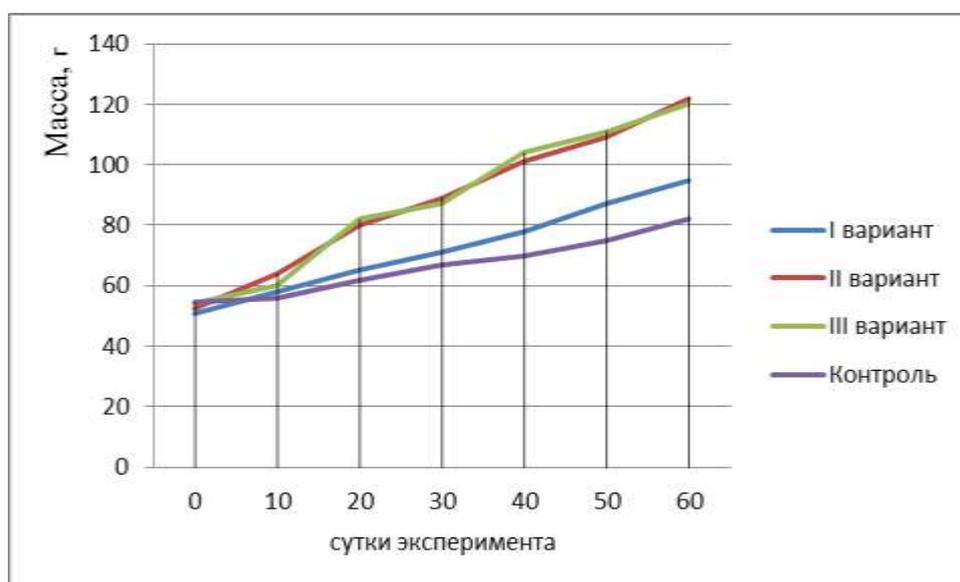
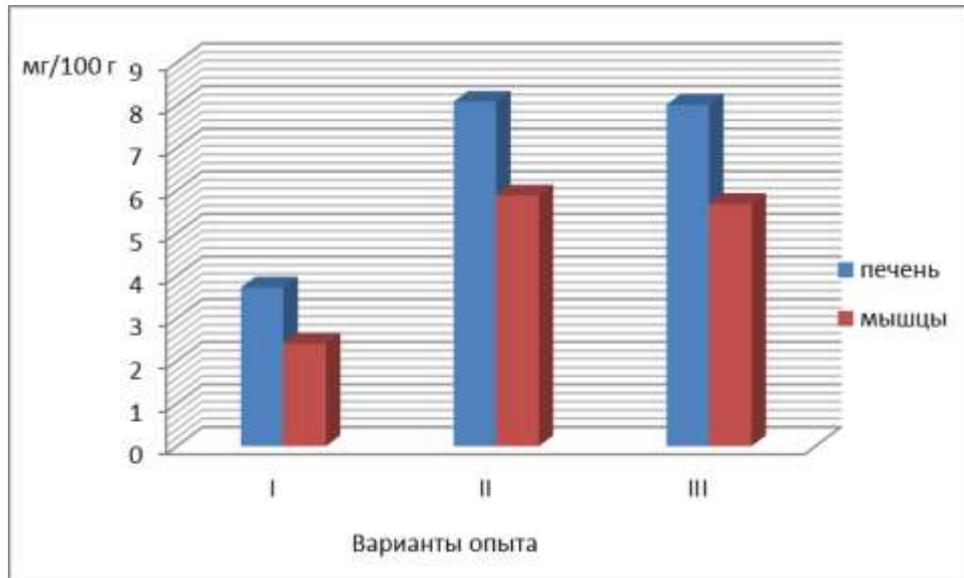


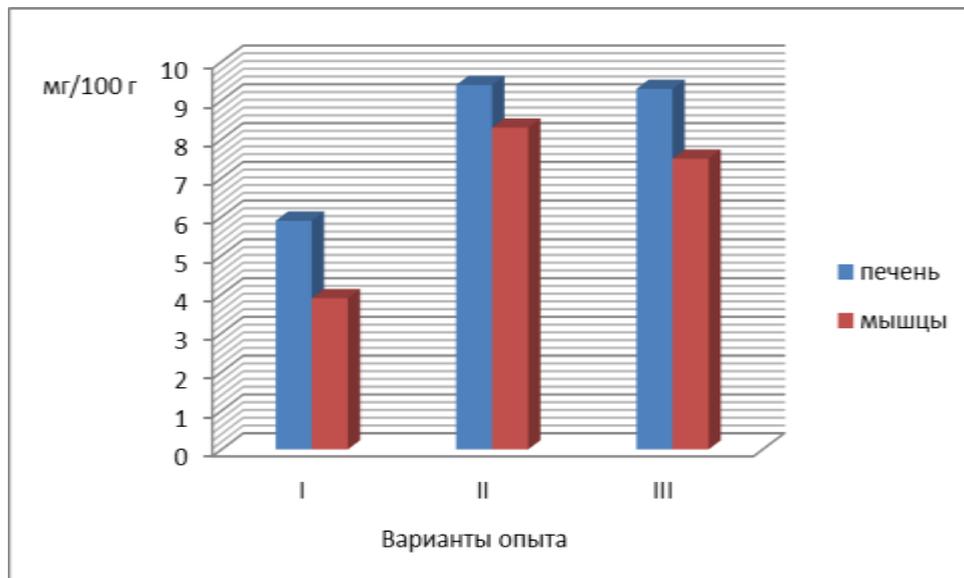
Рисунок 28- Темп роста сеголеток русского осетра на комбикорме с добавлением аскорбил-полифосфата

При введении 200 и 500 мг аскорбил-полифосфата в состав комбикорма при товарном выращивании получены сопоставимые показатели роста, выживаемости и кормовых затрат. Следовательно, можно рекомендовать для использования в составе осетровых премиксов и производственных комбикормов дозировку 200 мг/кг корма.

Полученные рыбоводно-биологические показатели были подтверждены анализом содержания аскорбиновой кислоты в тканях осетровых рыб (рис. 29).



а)



б)

Рисунок 29 – Накопление витамина С в тканях осетровых рыб, потреблявших корма с аскорбил-полифосфатом: а - бестер; б - русский осетр

Следует отметить, что в контрольном варианте в тканях осетровых рыб отмечено снижение витамина С в 1,8-1,9 раз соответственно, по сравнению с

первоначальным количеством. То есть в организме рыб происходили лишь траты аскорбиновой кислоты, однако полного истощения витамина не произошло в связи с тем, что минимальное его количество поступает в корм с некоторыми компонентами.

Анализ крови показал, что содержание гемоглобина и другие показатели у рыб, получавших аскорбил-полифосфат, находились на уровне обычном для осетровых рыб при оптимальных условиях выращивания и качественных кормах (Тимофеева, 1960; Яржомбек и др., 1986).

Сеголетки бестера и осетра, которые получали комбикорм с кукурузой, по химическому составу тела главным образом отличались незначительно более высоким содержанием белка – различия статистически недостоверны (табл. 37). Это является положительным показателем физиологического статуса рыб (Канидьева, 1984).

Таблица 37 – Общий химический состав тела сеголеток бестера и русского осетра, выращенных на комбикормах с аскорбил-полифосфатом, % в абсолютно сухом веществе

Вариант опыта	Вещество		
	Протеин	Жир	Зола
Бестер			
I	76,1±5,2	11,1±2,1	12,8±1,8
II	78,9±4,6	11,0±2,8	10,6±2,0
III	78,6±2,1	11,8±2,4	9,5±1,2*
Без АК	71,4±2,8	12,1±2,2	15,8±2,3
Русский осетр			
I	75,5±4,2	11,1±2,5	13,4±2,5
II	76,7±2,5	11,0±3,5	12,3±2,7
III	78,8 ±1,8	11,8±4,1	9,4±3,0
Без АК	73,4±3,3	12,1±2,8	14,5±1,9

Примечание: Различия статистически значимы при * $P \leq 0,05$

Присутствие в корме аскорбиновой кислоты необходимо при выращивании осетровых на товарных хозяйствах различного типа (садковых, бассейновых, прудовых). Интенсификационные мероприятия в товарном осет-

ководстве приводят к неизбежному стрессовому воздействию на рыб, в результате которого в организме рыб увеличивается активность процесса свободно-радикального окисления, снижающих уровень естественных антиоксидантов.

Аскорбиновая кислота участвует в образовании коллагена, хрящей, заживления ран при травматизме. Она быстро мобилизуется в организме рыбы, испытывающей недостаток в аскорбиновой кислоте в зонах синтеза коллагена (Пономарева, Грозеску, Абросимова, 2000; Ashleyetal.,1975; Janceyetal., 1985; Halver, 1989).

В связи с этим особый интерес представляет определение лечебных доз витамина С и его стабильных аналогов. Эксперименты проводились в экспериментальном бассейновом цехе Инновационного центра «Биоаквапарк – научно технический центр аквакультуры» АГТУ. Для этого 400 экземпляров молоди русского осетра были разделены на 4 группы: I – 500 мг/кг куксавита; II – 500 мг/кг традиционной аскорбиновой кислоты; III– 1000 мг/кг традиционной аскорбиновой кислоты; Контроль – С-дефицитный рацион.

Лечебные свойства аскорбиновой кислоты и куксавита оценивали после нанесения рыбам глубоких надрезов кожных покровов в дорсальной области. Полное заживление поврежденных покровов у молоди осетра получавшей 500 мг куксавита и 1000 мг аскорбиновой кислоты (I и III варианты) произошло уже через 5 суток. Во II варианте восстановление ран происходило медленнее и закончилось через 18 суток. В контроле повреждения не зажили до окончания эксперимента.

Каждые 3 суток оценивали содержание витамина С в мышечной ткани. У рыб, получавших с кормом аскорбил-полифосфат и рекомендуемую для осетровых норму кристаллической аскорбиновой кислоты (1000 мг) наблюдали постепенное накопление аскорбита в мышечной ткани. Во II варианте и контроле уровень этого вещества в тканях постепенно снижался (рис. 30). Очевидно, что количество витамина С в комбикорме, было недостаточным для реализации заживляющего потенциала организма и привело к расхода-

нию его внутренних ресурсов, накопленных ранее (Hilton, 1984; Dabrowsky, 1988).

Разбирая возможные причины выявленных различий влияния куксавита и аскорбиновой кислоты на скорость заживления ран, можно предположить, что при приготовлении комбикорма большая часть аскорбиновой кислоты разрушается, а оставшаяся часть не способна обеспечить нормальное восстановление травмированных рыб.

Таким образом, в качестве лечебных препаратов при повреждениях кожных покровов для молоди осетровых рыб можно использовать куксавит и аскорбиновую кислоту в количестве, соответствующем 500 и 1000 мг на 1 кг комбикорма.

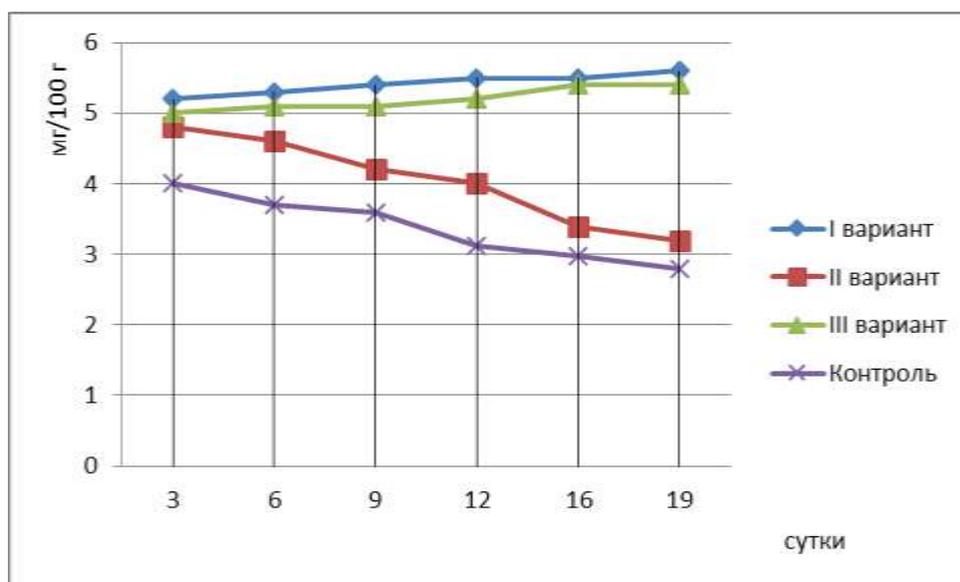


Рисунок 30 – Уровень витамина С в мышечной ткани русского осетра

Проведенные исследования показывают целесообразность использования куксавита в продукционных комбикормах для осетровых рыб вместо традиционной кристаллической формы витамина С. Это приводит к увеличению темпа роста, выживаемости, снижению затрат корма на прирост массы, к лучшему заживлению кожных повреждений. Кроме того, оптимальная норма ввода фосфатной формы витамина С в состав комбикорма в 2 раза ниже, чем кристаллической аскорбиновой кислоты. Таким образом, куксавит как устой-

чивая форма витамина С, может полностью заменить кристаллическую аскорбиновую кислоту в кормах для осетровых рыб.

4.3 Экономическая эффективность использования аскорбилполифосфата

С целью изучения экономической целесообразности использования куксаविта в составе стартовых кормов было проведено исследование в производственных условиях. Из личинок русского осетра, перешедших на активное питание сформированы 2 группы по 500 тыс. экземпляров в каждой. Исследования продолжались до достижения молодью нормативной навески 3 г.

Комбикорм в опытном варианте содержал 500 мг/кг куксаविта, в контроле – 500 мг кристаллической аскорбиновой кислоты. Во время исследований проводился контроль прироста массы рыб, затраты корма, выживаемость и учет финансовых затрат.

Данные, представленные в таблице 38 свидетельствуют об экономическом эффекте применения куксаविта в качестве источника витамина С. Себестоимость 1 экземпляра молоди в опытном варианте была ниже, чем в контроле, что привело к снижению уровня рентабельности в 1,8 раза.

Таблица 38 - Экономическая эффективность использования куксаविта в кормах для молоди русского осетра

Показатели	Группа рыб	
	контрольная	опытная
1	2	3
Посажено на выращивание, тыс.экз.	500,0	500,0
Продолжительность выращивания, сут.	30	30
Выживаемость, %	48,0	78,0
Выращено и реализовано, тыс.экз.	240,0	390,0
Кормовые затраты, ед.	0,88	0,65
Затраты корма на весь период выращивания, кг	607,2	741,0
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	180,0	180,0

Продолжение таблицы 38

1	2	3
Общие затраты на комбикорма, тыс. руб.	109,3	133,4
Реализационная стоимость молоди (массой 3 г), руб/экз.	35,0	35,0
Общая сумма выручки от реализации молоди, млн. руб.	8,4	13,6
Себестоимость 1 экз. молоди, руб	32,0	30,0
Прибыль, млн. руб	0,72	1,95
Рентабельность, %	9,37	16,7

Примечание: Расчеты выполнены в ценах по состоянию на 01.2016 г.

4.4 Каротиноидные препараты в составе комбикормов для осетровых рыб

Вопросом применения каротиноидов в аквакультуре ученые заинтересовались еще в прошлом столетии. Он возник в связи с тем, что при выращивании лососевых рыб в искусственных условиях мясо их приобретает несвойственный бледный цвет, что делает ее непривлекательной для потребителя. Известно, что в природе яркий розовый цвет мясу придает астаксантин – каротиноидный пигмент, присутствующий в организме большинства животных. Планктонные организмы, особенно ракообразные, являющиеся естественной пищей многих рыб богаты этим пигментом. Традиционное комбикормовое сырье, применяемое для изготовления рыбных кормов не содержит каротиноиды.

За рубежом для окрашивания тканей лососевых рыб при промышленном выращивании длительное время использовали естественные источники астаксантина (Torrissen, 1985). Однако возникающие трудности с получением в промышленных масштабах таких препаратов требовали поиск новых путей решения этой проблемы.

Каротиноиды, являясь предшественниками ретинола, играют важную роль в антиоксидантной системе (Miki, 1991; Palozza, Krinsky, 1992). Эти свойства определяются особенностями структуры этих веществ. Наличие в молекулах каротиноидов большого количества двойных связей способствует

снижению агрессивного воздействия свободных радикалов, и, тем самым предохраняет биологические мембраны от повреждения.

При выращивании осетровых в индустриальных условиях, без введения в рацион живых кормов, недостаточное поступление каротиноидов может привести к ослаблению антиоксидантной системы рыбы, снижая ее устойчивость к воздействию негативных факторов. Это свидетельствует о необходимости присутствия каротиноидов в комбикормах при индустриальном выращивании.

Среди многообразия каротиноидных препаратов, применяемых в кормопроизводстве условно можно выделить 3 группы синтетического, природного и микробного происхождения. Каждая из них имеет свои положительные и отрицательные качества.

Изучению влияния различных каротиноидных препаратов на рост и физиологическое состояние лососевых рыб посвящено достаточное количество работ (Тимошина, Мосейчук, 1993; Остроумова и др., 1997; Маслобойщиков, 1998; Torrissenetal., 1989). Имеются также некоторые сведения о благоприятном действии каротиноидных пигментов на рыб с белыми мышцами, в том числе и осетровых (Абросимов, 1991; Скляр, Середа, 1989; Гамыгин и др., 2004).

Проблема поиска оптимального источника каротиноидов, с целью применения в качестве биологически активной добавки, в комбикорма при выращивании осетровых рыб остаются актуальными по настоящее время.

Витатон рыбный представляет собой натуральный препарат с высоким содержанием β -каротина, представляющий собой инактивированную массу гриба *Blakeslea trispora*. По сравнению с другими препаратами, в том числе синтетическими, традиционно применяемыми в рыбоводстве, препарат имеет более низкую стоимость. Кроме того, устойчив при хранении к свету, влажности, температуре и другим внешним факторам. Предварительно нами были проведены исследования по определению эффективных доз введения витатона в состав стартовых и продукционных комбикормов для осетровых рыб.

Изучались дозировки 200,400 и 800 мг/кг корма (что эквивалентно 16, 32 и 64 мг β -каротина/кг корма). На личинках и молоди русского осетра, двухгодовиках белуги выращиваемых в лабораторных и производственных условиях установлено, что наиболее эффективной нормой введения витатона в состав стартового и продукционного комбикормов является 400 мг/кг. Такое количество препарата приводит к увеличению темпа роста, выживаемости, а также к интенсивности накопления протеина в тканях выращиваемых объектов (Грозеску, Митрофанова, 2004). В последующем эффективность этой дозировки была подтверждена на других видах осетровых рыб при выращивании на хозяйствах различного типа (Гамыгин и др., 2004; Головин, Корабельникова, 2004).

Введение большего количества каротиноидного препарата «Витатон» в состав осетровых комбикормов неэффективно, в связи с тем, что исследования проводились с использованием комбикормов, содержащих витаминно-минеральный премикс. Препараты β -каротина обладают ретинолообразующим свойством и длительное их применение, наряду с поступлением в организм витамина А в количестве, отвечающем потребностям может легко привести к гипервитаминозу А и сопровождающим его негативным последствиям.

Следует отметить, что включение в состав комбикорма для осетровых синтетического астаксантина в форме препарата «Карофил Пинк» негативно сказывается на росте и выживаемости рыб, по сравнению с изучаемыми натуральными препаратами каротиноидов (Грозеску, Митрофанова, 2004; Ponomarev et al., 2005). Общеизвестным является тот факт, что астаксантин по сравнению с другими каротиноидами обладает гораздо большим антиоксидантным свойством. Это обусловлено наличием в составе его молекул гидроксильных групп. Однако, это утверждение касается лишь астаксантина естественного происхождения, тогда как препарат «Карофил Пинк» состоит из его синтетического аналога, имеющего такую же химическую формулу, но

в другой изомерной форме. Вероятно, именно это стало причиной недостаточной эффективности этой добавки при выращивании осетровых рыб.

Биомасса β -каротина «Витатон» содержит в своем составе наряду с β -каротином (94,5%), фитофлуин, фитоин и α -криптоксантин (рис. 31).

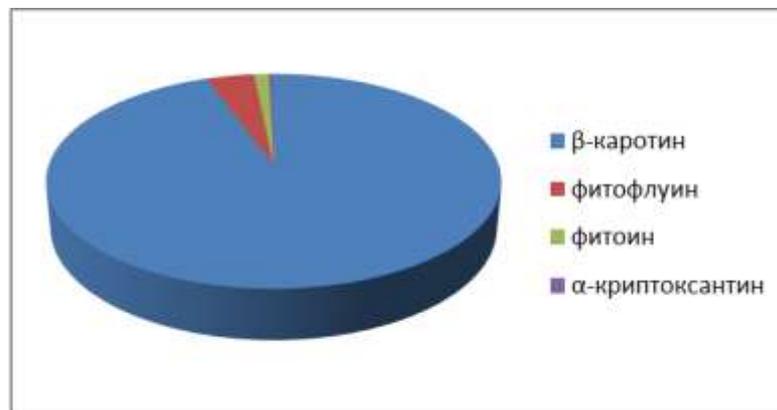


Рисунок 31– Содержание каротиноидов в препарате «Витатон»
(% от суммы каротиноидов)

В дальнейших исследованиях необходимо было выяснить возможные биохимические трансформации молекул различных каротиносодержащих препаратов в организме осетровых рыб при промышленном выращивании.

Исследовали 3 каротиноидных препарата: «Витатон рыбный», «С1 natural yellow» - комплексный экстракт натуральных каротинов (в основном моркови) и β каротин синтетический, получаемый из водорослей (не является натуральным каротином в связи с тем, что исходный материал не является съедобным растением). С этой целью был проведен хронический эксперимент по выращиванию русского осетра в бассейнах установки замкнутого водообеспечения на протяжении 240 суток.

Основными показателями при выращивании рыб являются темп роста и коэффициенты конверсии комбикормов. Анализируя показатели выращивания русского осетра в период с сентября по апрель, можно с большой достоверностью судить, что использование различных каротиноидных препаратов не повлияло на показатель выживаемости рыб (рис. 32).

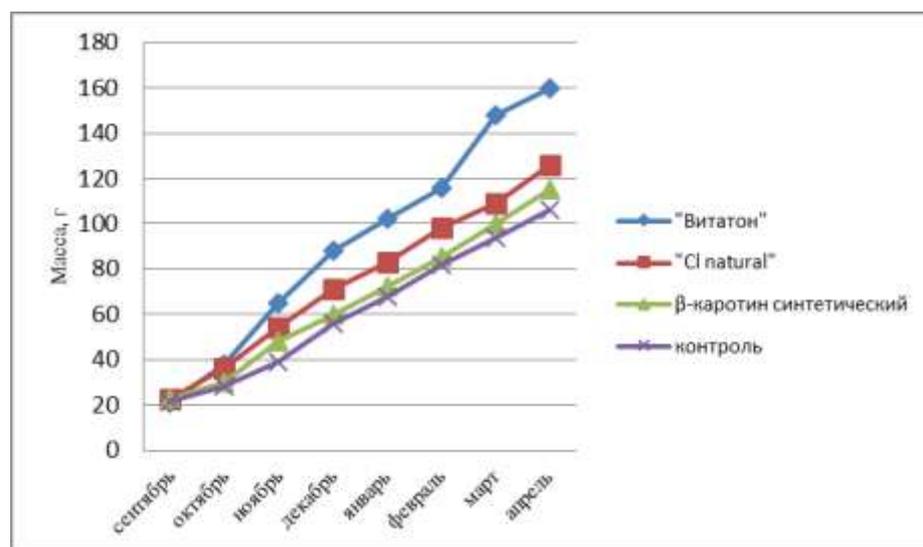


Рисунок 32 – Темп роста русского осетра, получавшего корма с различными источниками каротиноидов

Во всех опытных вариантах и контроле уровень выживаемости находился практически на одинаковом уровне в рамках нормативных значений. По темпу роста русский осетр, выращенный на комбикорме с препаратов «Витатон» отличался от контроля. Следует отметить, что на протяжении первого месяца экспериментов рост рыб во всех опытных вариантах достоверно между собой не различался. И лишь к концу второго месяца выращивания нами были отмечены существенные различия в приросте рыб I варианта, по сравнению с другими и контролем.

Установлено, что каротиноидные препараты положительно влияют на показатели выращивания русского осетра. Из исследуемых препаратов наиболее эффективным является «Витатон» (I вариант). В этом варианте отмечали увеличение абсолютного прироста на 38,9 % по сравнению с контролем и снижение коэффициента конверсии корма на 16 %. Препараты «CI natural yellow» и «β-каротин синтетический» в меньшей степени оказывали положительное влияние на показатели роста и выживаемости русского осетра (табл. 39).

На втором месте по эффективности оказался натуральный комплексный каротиноидный препарат. Его влияние на темп роста подтверждено с до-

стоверностью $P \leq 0,05$. В III варианте также отмечали отличия в темпе роста и кормовых затратах от рыб контрольной группы, однако это не подтверждено статистическими данными.

Таблица 39 - Показатели выращивания русского осетра на комбикормах с каротиноидными препаратами (n=20)

Показатель	Вариант опыта			
	I	II	III	Контроль
Масса начальная, г	20,8±0,5	22,5±1,1	22,6±1,1	21,6±1,5
Масса конечная, г	159,7±7,1***	126,0±7,8*	115,8±7,2	106,1±6,1
Абсолютный прирост, г	138,9	103,5	93,2	84,5
% контролю	164,4	122,5	110,3	100,0
Среднесуточная скорость роста, %	0,81	0,69	0,65	0,64
Выживаемость, %	98	96	98	98
Кормовые затраты, ед.	1,1	1,3	1,2	1,5

Примечание: Показатели достоверно отличаются от контроля при * $P \leq 0,05$; *** - при $P \leq 0,001$

Уровень рентабельности комбикорма с микробной биомассой β -каротина был выше на 53 %, по сравнению с комбикормом без каротиноидов.

Препараты каротина активизировали белковый обмен, повышая уровень общего сывороточного белка в крови на 16-18 % по сравнению с контролем (рис. 33).

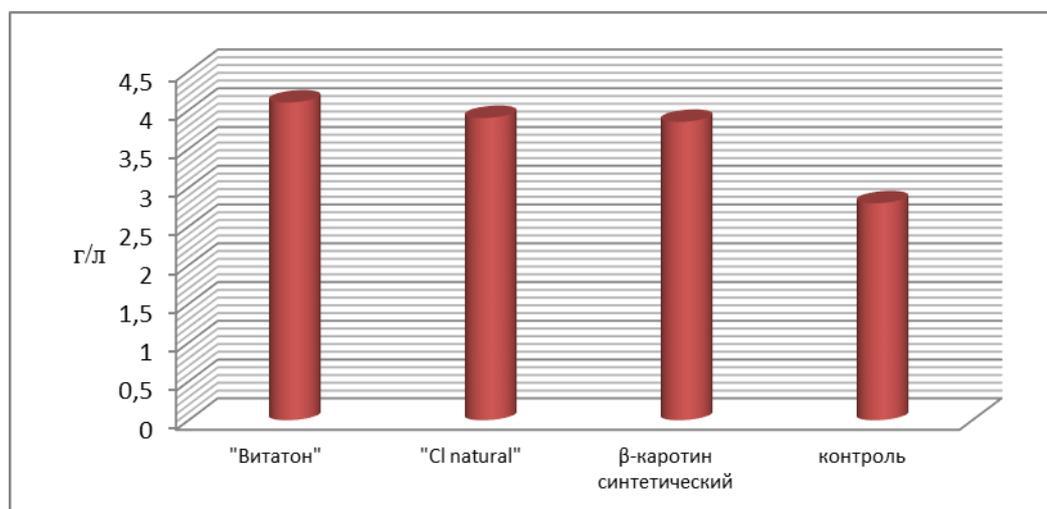


Рисунок 33 – Влияние различных каротиноидных препаратов в составе корма на уровень протеина в сыворотке крови русского осетра

Установлено влияние каротиноидных препаратов на ретенцию основных питательных веществ комбикорма. Так интенсивность накопления протеина в тканях рыб, потреблявших комбикорм с витатоном была в 1,8 раза выше по сравнению с контролем. Применение препаратов «Cl natural yellow» и «β-каротин синтетический» привело к увеличению уровня накопления белка в мышцах на 10 и 6 % соответственно (рис. 34).

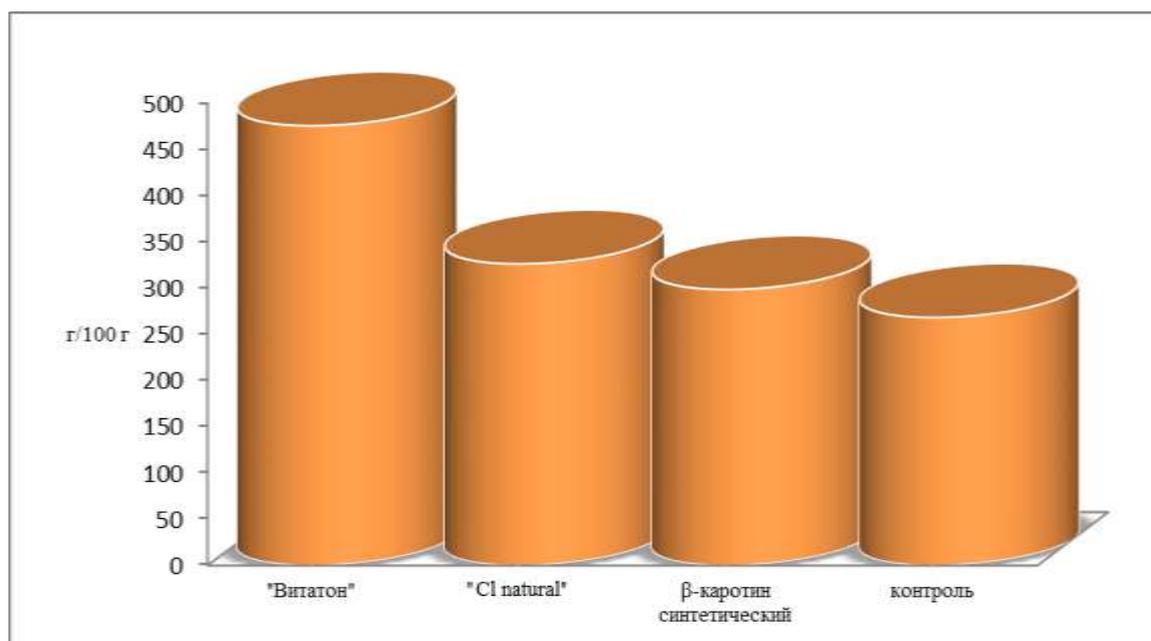


Рисунок 34 – Накопление протеина в теле русского осетра, получавшего комбикорма с каротиноидными препаратами

Следует отметить, что использование препаратов каротина не оказывало существенного влияния на изменение показателей красной крови рыб. Не выявлено достоверных различий в уровне гемоглобина, общем объеме эритроцитов, количественном содержании эритроцитов у рыб трех опытных вариантов и контроля (табл. 40).

Таблица 40 - Гематологические показатели крови русского осетра, получавшего корма с каротиносодержащими препаратами

Вариант опыта	Гемоглобин, г/л	Эритроциты, 10 ⁶ мкл	Гематокрит, %
I	54,1±3,6	759,0±33,5	38,0±4,4
II	57,8±4,0	754,1±32,1	41,0±2,6
III	52,2±4,1	770,1±36,9	42,0±1,8
Контроль	53,5±2,1	766,5±34,2	36,0±2,6

Состояние печени у всех исследуемых рыб было близким к норме. Печень имела красно-коричневый цвет и упругую консистенцию. Гепатосоматический индекс рыб во всех вариантах опыта находился в пределах нормы – 1,6-1,9%.

Концентрация каротиноидов в мышцах и печени рыб была выше при поступлении с кормом каротиноидных добавок (рис. 35).

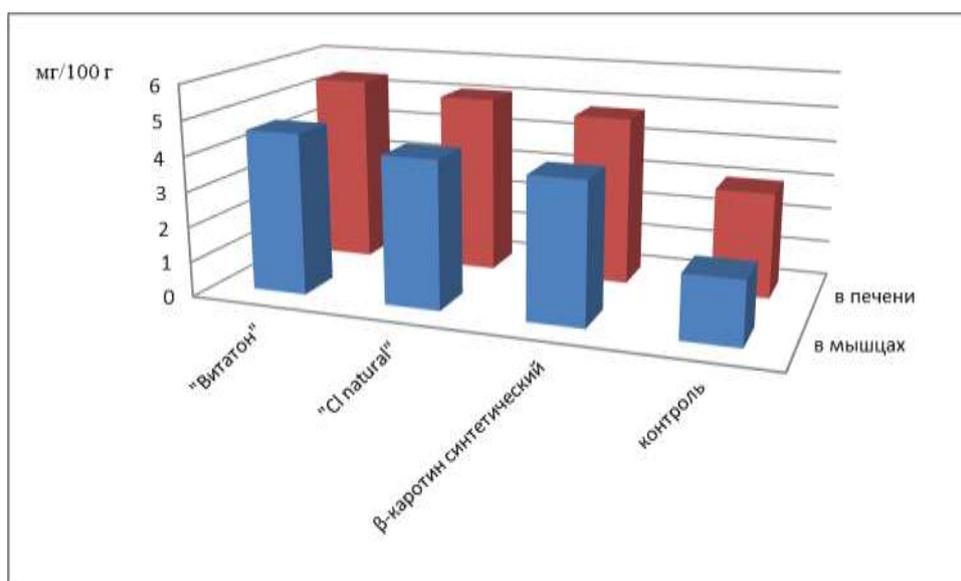


Рисунок 35 – Концентрация каротиноидов в мышцах и печени русского осетра после длительного поступления с пищей различных каротиноидных препаратов

Минимальный уровень этих веществ в тканях русского осетра контрольной группы обусловлен нутритивным поступлением в организм (с компонентами комбикорма).

Следует отметить, что накопление каротиноидов в мышцах выращиваемых рыб наиболее интенсивно проходило в сентябре и апреле, это вероятно

связано с тем, что температура воды в бассейнах в эти месяцы на 1-3 °С была выше.

Рассматривая физиологическую роль каротиноидов в живом организме чаще всего изучают их ретинолообразующую функцию причем наиболее активно она проявляется у β -каротина. Его молекула способна превращаться в две молекулы ретинола.

Нутритивный фактор является детерминантой накопления витамина А в печени. Большая часть поступающих с пищей каротиноидов именно в печени преобразуется в ретинол. Установлено, что все исследованные нами препараты β -каротина оказывают влияние на депонирование витамина А в печени. Использование препарата «Витатон» приводит к максимальному уровню отложения витамина А в печени рыб (рис. 36).

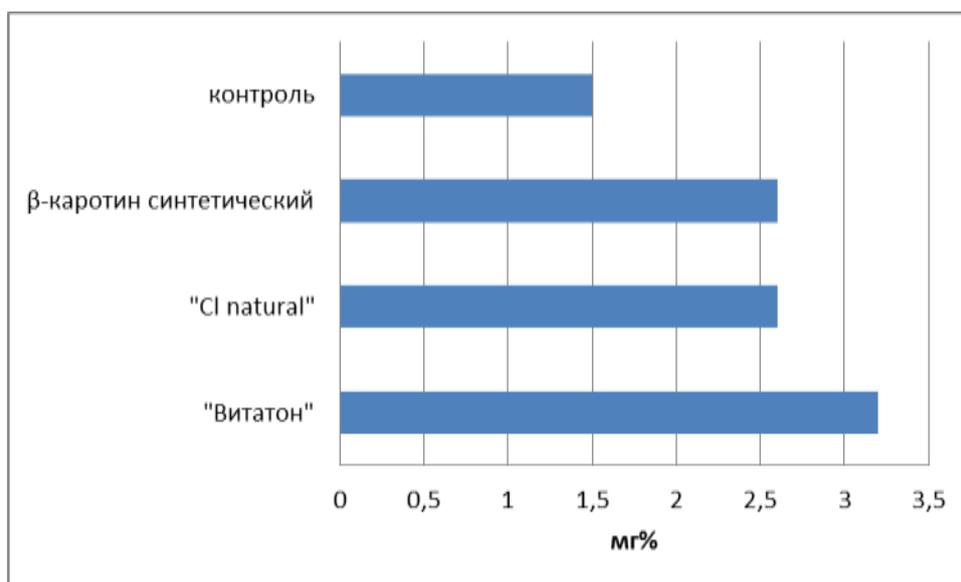


Рисунок 36 – Содержание ретинола в печени русского осетра, потреблявшего корма с различными каротиноидными препаратами

Об антиокислительном действии на организм можно судить по накоплению продуктов перекисного окисления липидов (Микряков и др., 2001). Перекисное окисление липидов является показателем нарушения баланса в системе «прооксидант-антиоксидант». При этом, наиболее информативными

являются показатели уровня диеновых конъюгатов (ДК) и малонового диальдегида (МДА).

Стрессовое воздействие на организм рыб возникает постоянно в процессе их интенсивного выращивания, оно приводит к сдвигу окислительно-восстановительного баланса в тканях, усилению свободно-радикальных и перекисных процессов (Силкина и др., 2009). β -каротин в определенных условиях, например при дефиците аскорбиновой кислоты, может демонстрировать прооксидантные свойства (Villaneva, Kross, 2012).

Для оценки антиоксидантных и прооксидантных свойств каротиносо-держающих препаратов был проведен эксперимент по выращиванию молодежи стерляди. Наблюдения велись за 6-ю группами рыб, средней начальной массой 12,6 г. Рацион трех опытных групп был С-дефицитным. Три другие группы получали оптимальное количество витамина С – 1000 мг/кг, в составе премикса. Каротиноидные препараты добавлялись в комбикорма всех опытных групп по следующей схеме:

I вариант – витамин С и «Витатон»;

II вариант – С-дефицитный комбикорм и «Витатон»;

III вариант – витамин С и «Cl natural yellow»;

IV вариант – С-дефицитный комбикорм и «Cl natural yellow»;

V вариант – витамин С и « β -каротин синтетический»;

VI вариант – С-дефицитный комбикорм и « β -каротин синтетический».

В течении 15 суток осуществляли кормление, после этого была проведена сортировка и установлено, что по сравнению с начальными значениями в крови рыб всех вариантов снизилось количество α -токоферола (рис. 37), что является диагностическим маркером на стресс-синдром (Богословская, 1984).

У рыб, получавших витамин С в нормальном количестве и каротиноидные препараты снижение витамина Е в печени отмечали в меньшей степени – в среднем на 6%. Среди групп рыб, получавших С-дефицитные рационы с добавлением препаратов β -каротина снижение уровня токоферола

после сортировки достигло 44% в VI варианте. Добавление в комбикорм натуральных каротиноидных препаратов способствовало меньшим тратам витамина Е. В меньшей степени снижение уровня токоферола отмечали в печени рыб первых двух вариантов, что вероятно связано с присутствием в составе биомассы β -каротина «Витатон» витамина Е.

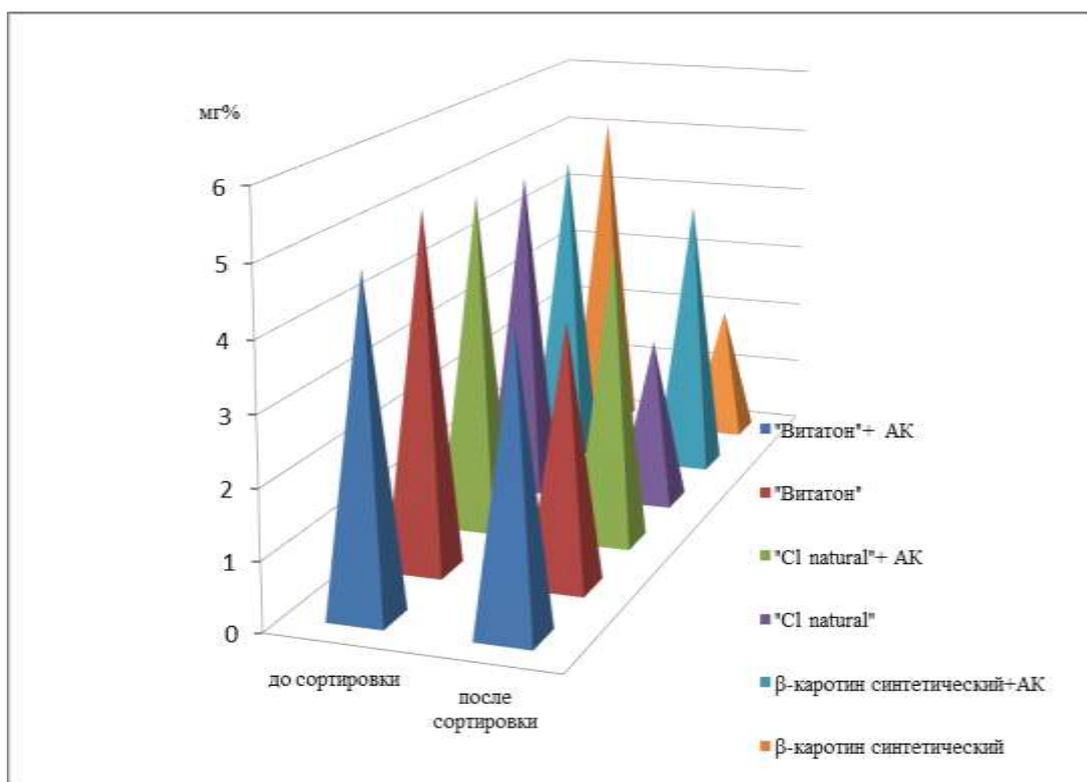


Рисунок 37 – Уровень витамина Е в печени молоди стерляди

При изучении антиоксидантной эффективности различных каротиноидных препаратов β -каротина, установлено, что в качестве акцептора свободных радикалов лучше всего используется β -каротин, содержащийся в составе препарата «Витатон». В клетках печени рыб, получавших в составе комбикорма аскорбиновую кислоту в количестве, соответствующем потребностям организма и при дополнительном введении каротиноидных препаратов уровень диеновых конъюгатов (ДК) был ниже. Синхронно с увеличением содержания ДК увеличивался и количественный показатель малонового диальдегида (МДА). Анализируя данные, представленные в

таблице 41, можно утверждать, что совместное действие каротиноидных препаратов и витамина С оказывает большой антиоксидантный эффект.

При использовании синтетического препарата β -каротина и недостатке витамина С в комбикорме отмечали увеличения концентрации ДК и МДА в 1,7 и 2,3 раза соответственно ($P \leq 0,05$ и $0,001$). Такое накопление продуктов ПОЛ свидетельствует об интенсивности процессов, ведущих к развитию окислительного стресса (Барабой, 2006). В большей степени защитную реакцию организма продемонстрировали рыбы, получавшие с комбикормом «Витатон». Количественный показатель ДК в варианте с аскорбиновой кислотой достоверно не отличался от такового при выведении витамина С из рациона.

Таблица 41– Уровень продуктов перекисного окисления липидов в печени стерляди, нмоль/мг белка (n=10)

Вариант опыта	Диеновые конъюгаты	Малоновый диальдегид
I («Витатон»+АК)	4,23±0,41	2,61±0,47*
II («Витатон»)	5,05±0,44	4,55±0,57
III («Cl natural yellow»+ АК)	3,67±0,35*	2,82±0,17**
IV«Clnaturalyellow»	5,98±0,79	4,9±0,44
V« β -каротин синтетический»+АК	4,42±0,52*	2,48±0,44***
VI« β -каротин синтетический»	7,39±0,87	5,74±0,6

Примечание: Различия статистически значимы при * $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, *** $P \leq 0,001$

Таким образом, следует отметить, что при исключении из рациона витамина С, различные каротиноидные препараты не в полной мере демонстрируют свои антиокислительные способности. Увеличение уровня продуктов ПОЛ свидетельствует о нарушении баланса системы «прооксидант – антиоксидант» и может привести к негативным последствиям при интенсивных методах рыборазведения.

При товарном выращивании осетровых рыб в современных условиях большая роль отводится содержанию ремонтно-маточного поголовья. Этот

процесс неразрывно связан с применением искусственных кормов. При содержании ремонтной группы, а особенно производителей, важно следить за тем, чтобы в рационе рыб присутствовали все необходимые витамины (Грозеку, Бахарева, Распопов, 2012). Рядом ученых рассматривалось влияние, оказываемое каротиноидными препаратами на репродуктивные показатели самок лососевых рыб (Тимошина и др., 1997; Маслобойщиков, 1998; Choubert, 1985; Rehulka, Zak, 1986; Robbetal., 1995). Значительный расход каротиноидов наблюдается у личинок при переходе на активное питание (Бриттон, 1986).

Нами была проведена оценка влияния комбикормов с микробной биомассой β -каротина «Витатон» на показатели продуктивности самок и самцов стерляди. Исследования проводились в условиях Волгоградского осетрового рыбоводного завода, в преднерестовый период. Кормление осуществляли в течение 30 суток. Для эксперимента в опытную и контрольную группы были отобраны самки средней массой $1,43 \pm 0,10$ и $1,56 \pm 0,14$ кг соответственно. Из опытной группы самок на гормональную стимуляцию ответило на 8% самок больше. Отмечено также положительное влияние кормов с каротиносодержащим препаратов на показатель оплодотворяемости икры (рис. 38).

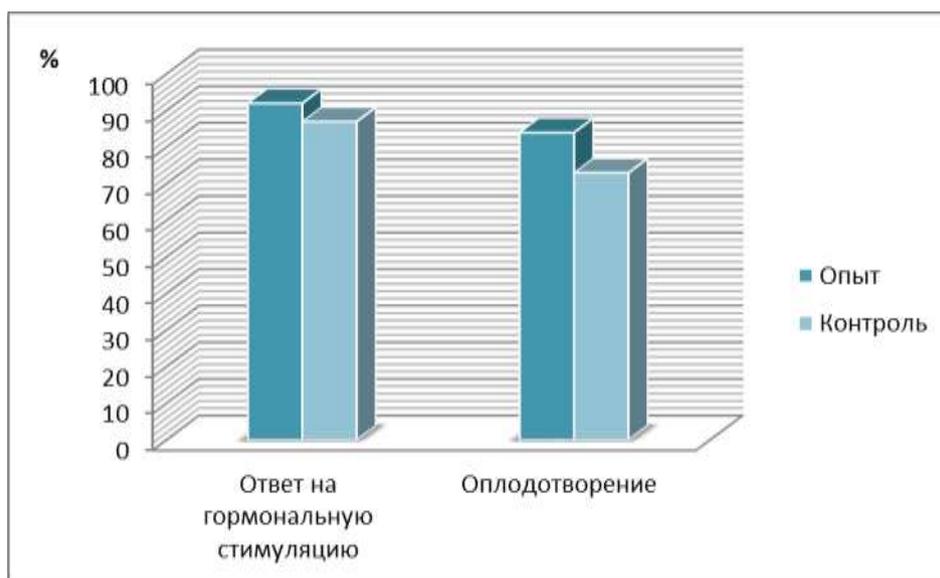


Рисунок 38 – Основные репродуктивные показатели самок стерляди

По химическому составу икра, полученная от самок опытной группы характеризовалась большим содержанием протеина – на 5%, по сравнению с контролем.

Положительное влияние каротиносодержащих веществ выявлено на продуктивность самцов. От рыб опытной группы была получены эякуляты более высокого рыбоводного качества (табл. 42).

Таблица 42 – Рыбоводно-продуктивные показатели самцов стерляди (n=50)

Показатели	Группа рыб	
	опытная	контрольная
Количество самцов, ответивших на стимуляцию, %	96	72
Масса, кг	1,27±0,07	1,34±0,07
Концентрация спермиев, мл/мм ³	2,44±0,18*	1,96±0,19
Время подвижности сперматозоидов, с	192,3±5,60*	178,0±4,43

Примечание: показатели достоверно отличаются от контроля при * $P \leq 0,05$

Сперма 96 % самцов опытной группы характеризовалась 5 баллами (по пятибалльной шкале Персова), тогда как в контроле у 16% – 4 балла и у 4% – 3 балла.

Общеизвестным является факт кумуляции и эмбриотоксического действия витамина А (Душейко, 1989). Однако, поступление с кормами каротиноидов способствовало большему в 2 раза накоплению витамина А в икре рыб опытной группы, по сравнению с контрольной (0,52 и 0,28 мг% соответственно). При этом установлено, что введение в рацион стерляди в преднерестовый период каротиноидного препарата положительно сказывается также на развитии эмбрионов. Так в икре, полученной от самок контрольной группы отмечалось возникновение нескольких бластомеров, на стадии второго и четверного деления (5-7 стадия эмбрионального развития), в 2 раза чаще, по сравнению с опытной. Частота встречаемости эмбрионов с большой желточной пробкой была в 2,6 раз выше в контроле. Причиной отклонений в развитии являются нарушения в период созревания

ния ооцитов (Детлаф и др., 1981), которые могут наблюдаться при содержании производителей в промышленных условиях.

Таким образом, β -каротин в составе препарата «Витатон» проявил свои антиоксидантные свойства и позволил получить рыбоводную продукцию высокого качества.

4.5 Влияние препарата на основе живых микробных культур рода *Bacillus* на эффективность выращивания осетровых рыб

Нормальная естественная микрофлора кишечника рыбам необходима, так как она служит не только защитным барьером против патогенов, но и способствует пищеварению и является возможным продуцентом витаминов и пробиотиков. Таким образом, для рыбоводных хозяйств, представляется перспективным использование бактериальных препаратов, представляющих собой либо эндогенную микрофлору кишечника рыб того же вида, либо бактерий, сочетающих свойства продуцентов пробиотиков и антагонистов патогенов.

Бактериальный препарат «Субтилис» представляет собой биомассу спорообразующих бактерий *B. subtilis* ВКМ В-2250 и/или *B. licheniformis* ВКМ В-2252 выделенные из почвы и/или *B. subtilis* ВКМ В-2287, выделенный из рубца крупного рогатого скота. Пробиотики серии Субтилис являются спорообразующими пробиотиками нового поколения. Основная часть бактерий в них представлена спорами и поэтому пробиотик сохраняет жизнеспособность при воздействии различных агрессивных факторов: антибиотиков, повышенной кислотности, давления, обработки паром.

4.5.1 Оценка использования пробиотика «Субтилис» в составе стартовых комбикормов для осетровых рыб

4.5.1.1 Рост и физиологические показатели ранней молоди осетровых рыб при кормлении комбикормом с пробиотиком «Субтилис»

Одним из важных технологических этапов искусственного выращивания осетровых рыб является подращивание личинок с момента перехода на активное питание. Основной отход при этом отмечается при переходе на активное питание, и по сведениям разных авторов потери могут составлять от 20 до 50% (Пономарев и др., 2002).

Традиционно при выращивании осетровых рыб для кормления ранней молоди применяются стартовые комбикорма в сочетании с живыми кормовыми организмами. Использование кормов, содержащих легко усваиваемый протеин, позволяет исключить из рациона ранней молоди «живые» корма (Пономарева, Бахарева, 2002).

На современном этапе развития промышленной аквакультуры осетровых, широко применяются интенсивные методы выращивания, которые негативно влияют на рост и функциональное состояние объектов выращивания. Поэтому целесообразно применение комбикормов, не только сбалансированных по составу, но и отличающимся высоким продуктивным и иммуномодулирующим действием, а также низкой стоимостью (Лукьяненко, 1989).

Применение препарата «Субтилис» при выращивании других популярных объектов товарной аквакультуры - карпа и форели - показало его положительное влияние на усваиваемость комбинированных кормов (Кулаков, 2003; Панасенко, 2006; Руденко, 2009).

Нами был проведен комплекс исследований по оценке эффективности использования этого препарата для осетровых рыб при интенсивном выращивании.

Первая серия исследований была проведена в экспериментальных условиях на личинках русского осетра и стерляди, перешедших на активное питание. Выращивание проводилось в пластиковых бассейнах (0,5×0,5 м) при замкнутом водообеспечении. В опытном варианте в состав стартового комбикорма был введен препарат «Субтилис» в количестве 0,4 г/кг. Такая норма введения как оптимальная, а также преимущество сухого пробиотика над жидким, было определено нами в предыдущих работах (Грозеску и др., 2011). В связи с тем, что базовый рецепт комбикорма не содержал гидролизированный протеин, в рацион рыб опытного и контрольного варианта добавляли декапсулированные яйца артемии.

Ростовой эффект в опытном и контрольном варианте был аналогичным. Абсолютный прирост личинок русского осетра и стерляди был в среднем на 2% выше при использовании субтилиса. Однако, нами было отмечено положительное влияние пробиотика на выживаемость личинок (рис. 39).

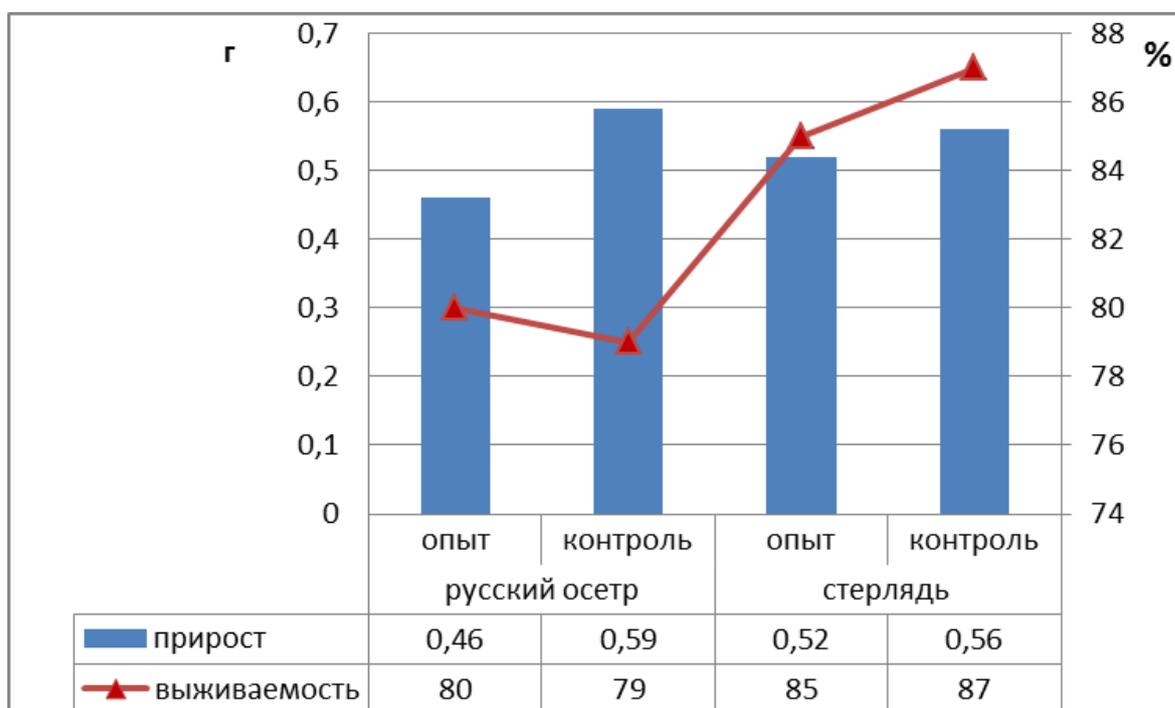


Рисунок 39 – Показатели роста и выживаемости личинок стерляди и русского осетра

При поступлении в пищеварительный тракт личинок «Субтилис» непосредственно в кишечнике вырабатывает пищеварительные ферменты и вита-

мины, которые необходимы осетровым именно на этом этапе онтогенеза, в результате чего отмечается увеличение выживаемости.

Анализ химического состава тела выращенной молоди позволил установить различия между опытным и контрольным вариантами. Применение пробиотического препарата привело к увеличению уровня протеина и жира в теле молоди (рис. 40). Аналогичные результаты были получены при выращивании личинок русского осетра.

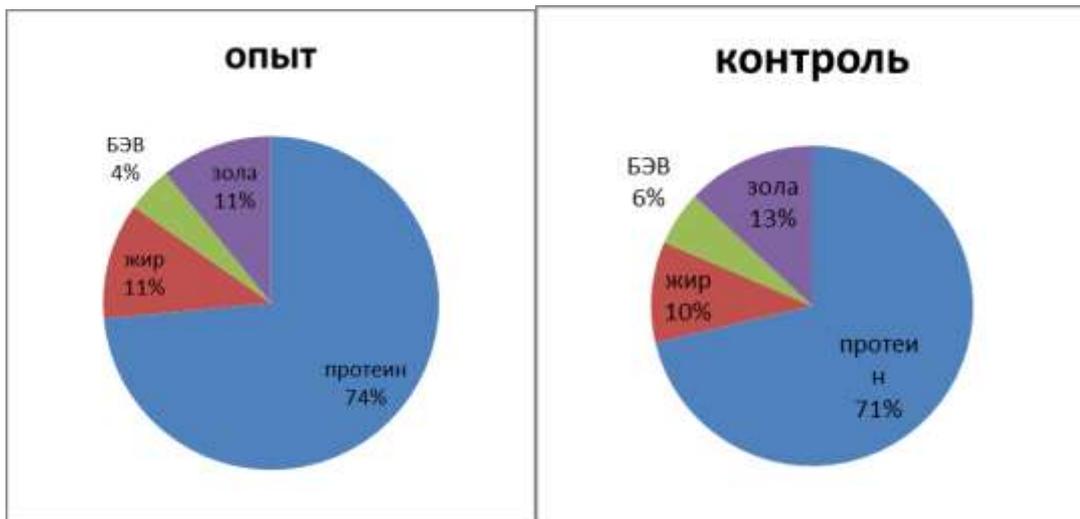


Рисунок 40 - Биохимический состав тела личинок стерляди

В индустриальной аквакультуре одним из факторов, определяющих функциональное состояние объектов выращивания являются корма. Поэтому физиологическое состояние молоди осетровых рыб, выращенной с использованием пробиотика, оценивали по некоторым гематологическим показателям (табл. 43). Лучшие показатели крови были отмечены у стерляди опытной группы. Уровень гемоглобина и количество эритроцитов в составе красной крови рыб этом варианте были выше по сравнению с показателями рыб в контрольной группе. Однако в контроле эти показатели были также в пределах принятых физиологических норм.

Таблица 43 –Гематологические показатели личинок стерляди

Показатель	Группа рыб	
	опытная	контрольная
Гемоглобин, г/л	80,5±1,2*	72,5±2,4
Гематокрит, %	33,4±1,1	24,6±0,8
Эритроциты, 10 ⁶ мкл	0,89±0,01**	0,84±0,02

Примечание: Различия достоверны при * P≤0,05; ***P≤ 0,001

Таким образом, в лабораторных экспериментах подтверждена эффективность использования пробиотического препарата «Субтилис» для личинок осетровых рыб.

4.5.1.2 Использование спорообразующего пробиотика для повышения эффективности выращивания молоди осетровых рыб в условиях рыбоводных предприятий

Интенсивное товарное рыбоводство существенно повышает риск возникновения у рыб различных заболеваний, как инфекционных, так и алиментарных. Кроме того, при уплотненных посадках активно развиваются патогенные микроорганизмы. Различные рыбоводные мероприятия, оказывая стрессовое воздействие на рыб, приводят к ослаблению иммунитета. То есть индустриальное рыбоводство должно предусматривать контроль за функциональным состоянием объектов выращивания и поддержание их иммунной системы в хорошем состоянии.

Пробиотические препараты широко используются в лечебно-профилактических кормах, но их применение рекомендуется не на протяжении всего периода выращивания (в основном в связи с высокой ценой таких кормов). Целесообразно было определить оптимальную длительность использования пробиотика «Субтилис» при промышленном выращивании ранней молоди осетровых.

Эксперименты проводились в течение 56 суток, в условиях Лебяжьего осетрового завода (Астраханская область) на личинках севрюги, перешедших на активное питание, имеющих начальную среднюю массу $0,03 \pm 0,001$ г.

Исследование проводили на 6-ти группах рыб по следующей схеме использования лечебно-профилактического корма с пробиотиком: I вариант - 10 суток; II вариант - 20 суток; III вариант - 30 суток; IV вариант - 40 суток; V вариант – на протяжении всего эксперимента. Контрольную группу на протяжении всего периода выращивания кормили комбикормом ОСТ-6 (без пробиотического препарата).

Во всех опытных вариантах отмечено позитивное влияние корма с пробиотиком на рост и жизнеспособность ранней молоди севрюги. Максимальный эффект от применения лечебно-профилактического корма был достигнут при использовании его на протяжении всего периода выращивания (табл. 44).

Таблица 44 – Показатели выращивания ранней молоди севрюги на комбикорме с пробиотиком

Показатель	Вариант опыта					
	I	II	III	IV	V	Контроль
Абсолютный прирост, г	3,28	3,35	3,36	3,72	4,27	2,99
% к контролю	109,7	112,0	113,4	124,4	142,8	100
Выживаемость, %	65	68	68	71	70	60
Кормовые затраты, ед.	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,3
Коэффициент массонакопления, ед.	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,11

Рост молоди во всех вариантах на протяжении всего эксперимента был достаточно равномерным (рис. 41).

В целом, следует отметить, что применение пробиотического препарата «Субтилис» в составе стартового комбикорма на протяжении всего периода выращивания (до массы 3 г) стимулирует рост ранней молоди осетровых рыб.

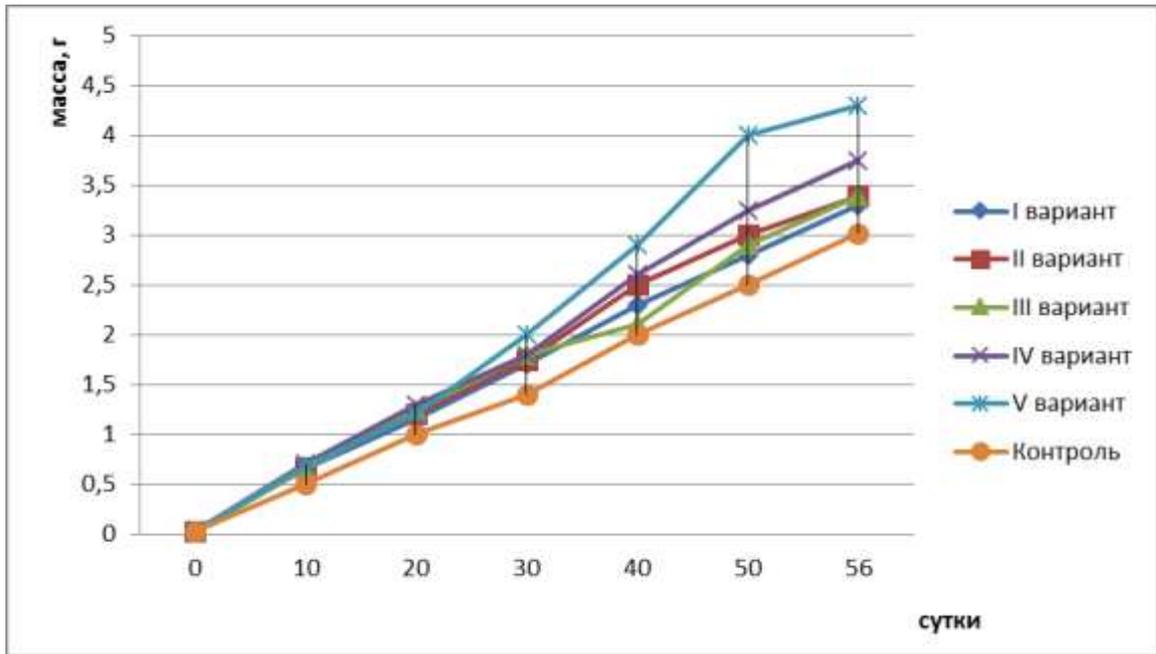


Рисунок 41 - Темп роста молоди севрюги, потреблявшей корма с пробиотиком «Субтилис»

По химическому составу тела молодь, выращиваемая с применением пробиотика отличалась от контрольной в основном большим количеством протеина ($P \leq 0,01$). Количество зольных веществ в теле рыб, выращенных на комбикорме с добавлением пробиотического препарата, было ниже в среднем на 10 %. Следует отметить также, что во всех опытных вариантах у рыб более интенсивно шло накопление питательных веществ в тканях (рис. 42).

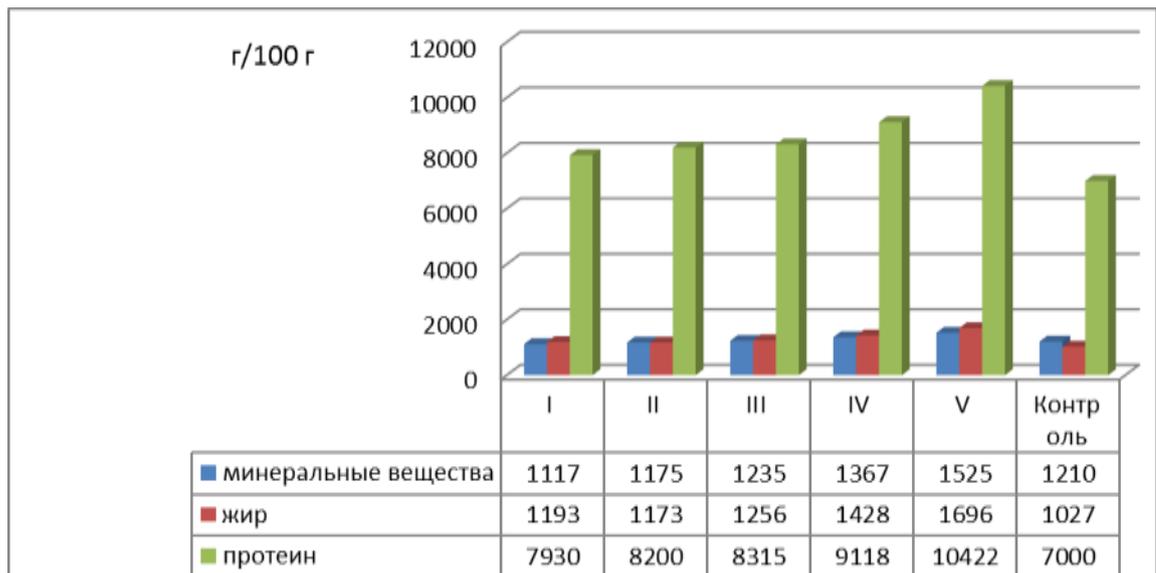


Рисунок 42 – Накопление питательных веществ в тканях молоди севрюги

По основным показателям крови молодь опытных вариантов не различалась между собой и от рыб контрольной группы (табл. 45).

Таблица 45–Гематологические показатели молоди севрюги

Показатель	Вариант опыта					
	I	II	III	IV	V	Контроль
Гемоглобин г/л	76,9±1,40	75,5±1,67	75,3±2,46	76,3±2,14	77,2±2,03	74,8±1,42
Гематокрит, %	45,1±1,34	46,6±0,94	47,0±1,03	43,4±1,26	46,4±0,77	41,7±1,14
Эритроциты, 10 ⁶ мкл	0,812±0,03	0,803±0,03	0,814±0,03	0,848±0,03	0,829±0,03	0,807±0,03

Примечание: Различия статистически не достоверны

Полную оценку функционального состояния выращенной молоди можно только после исследования устойчивости к ряду лимитирующих факторов водной среды. Использование комбикорма с пробиотическим препаратом на протяжении всего периода выращивания положительно сказывается на способности молоди выживать в экстремальных условиях среды: солёности 12 ‰, высокой температуре – более 32 °С, низком содержании кислорода – менее 6,5 мг/л). Термоустойчивость молоди как опытной, так и контрольной групп была достаточно высокой (рис. 43).

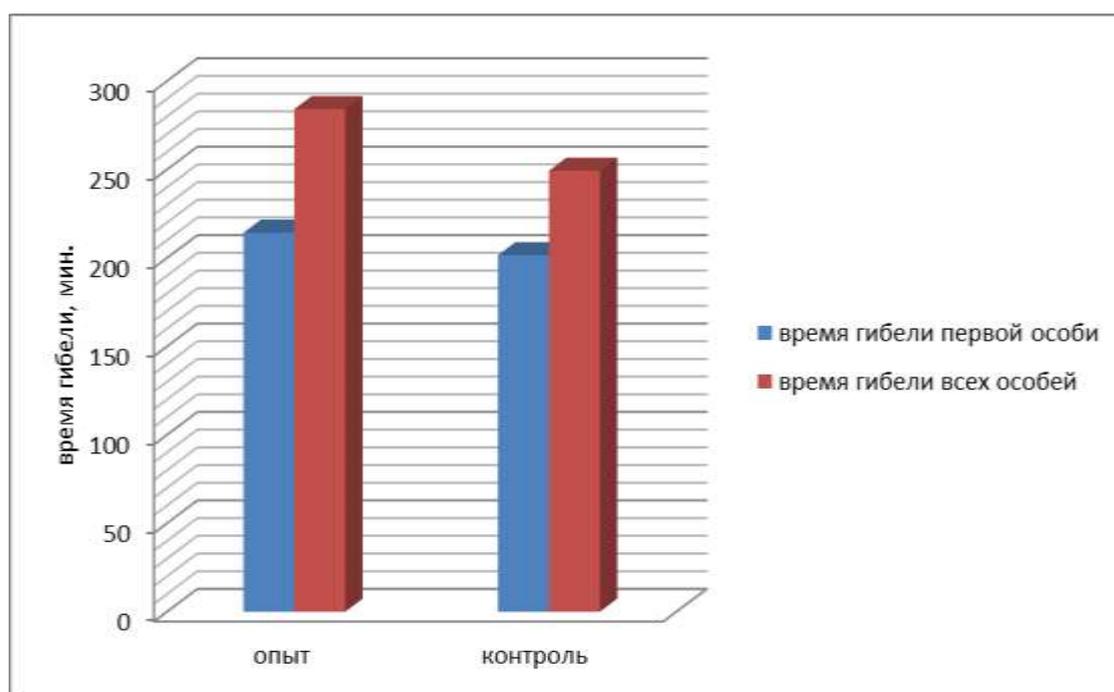


Рисунок 43 – Терморезистентность молоди севрюги

Устойчивость к солевому воздействию у рыб опытной группы была выше, чем в контрольной (табл. 46).

Таблица 46 – Солеустойчивость молоди севрюги
(соленость 12 ‰, возраст 56 сут.)

Показатель	Группа рыб	
	Опытная	Контрольная
Гибель первой особи, мин.	23,9±0,56**	22,1±0,39
Гибель всех особей, мин.	27,8±0,43***	25,5±0,16

Примечание: Различия достоверны при ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$

Проанализированные результаты убедительно показывают эффективность применения пробиотического препарата «Субтилис» в составе комбикормов для осетровых рыб на ранних этапах промышленного выращивания.

4.5.2 Возможность применения пробиотика «Субтилис» в продукционных комбикормах для осетровых рыб

Еще сравнительно недавно товарное осетроводство в России только начало развиваться. Одним из сдерживающих факторов при этом было обеспечение искусственными кормами надлежащего качества, в связи с тем, что корма составляют не менее 50% среди затрат, формирующих себестоимость товарной продукции.

Интенсивное выращивание рыб приводит к неизбежному возникновению у объектов аквакультуры различных заболеваний, для лечения которых используются различные антибиотики. Сами по себе антибиотики не лечат рыб, а лишь контролируют развитие популяций патогенных бактерий. Применение антибиотиков – дорогостоящее мероприятие и длительное их использование приводит к появлению у патогенных микроорганизмов устойчивости. Кроме того, использование антибиотиков недопустимо на хозяйствах с замкнутым водоснабжением, в связи с тем, что сохраняется риск негативного

воздействия на биологическую пленку биофильтра. Все это приводит к ухудшению показателей выращивания рыб. Предотвращение заболеваний - актуальная проблема для осетроводства. В настоящее время ученые всего мира ищут замену кормовым антибиотикам (Близнецов и др., 2006). Широко используемые в животноводстве пробиотики могут выступить в качестве альтернативы. В настоящее время большое количество препаратов рекламируется как «пробиотики нового поколения», в связи с этим определение эффективности их использования на индустриальных хозяйствах, при товарном выращивании осетровых рыб, весьма актуально.

4.5.2.1 Влияние пробиотических препаратов на рост и выживаемость осетровых рыб, выращиваемых в системе замкнутого водообеспечения

Опытное выращивание проводили в бассейнах инновационного центра «Биоаквапарк – Научно-технический центр аквакультуры АГТУ». Использование пробиотика Субтилис в составе комбикорма ОТ-7 оказало положительное влияние на рост и выживаемость сеголеток стерляди и русского осетра

Сеголетки стерляди, начальной средней массой $3,2 \pm 0,1$ г характеризовались высоким темпом роста и уровнем выживаемости, превышающим контроль на 12%. Лучшие показатели выращивания русского осетра также были получены при использовании корма с пробиотиком. В контрольной группе среднесуточный прирост был ниже чем в опыте в 2 раза, при увеличении кормовых затрат на 8% (рис. 44)

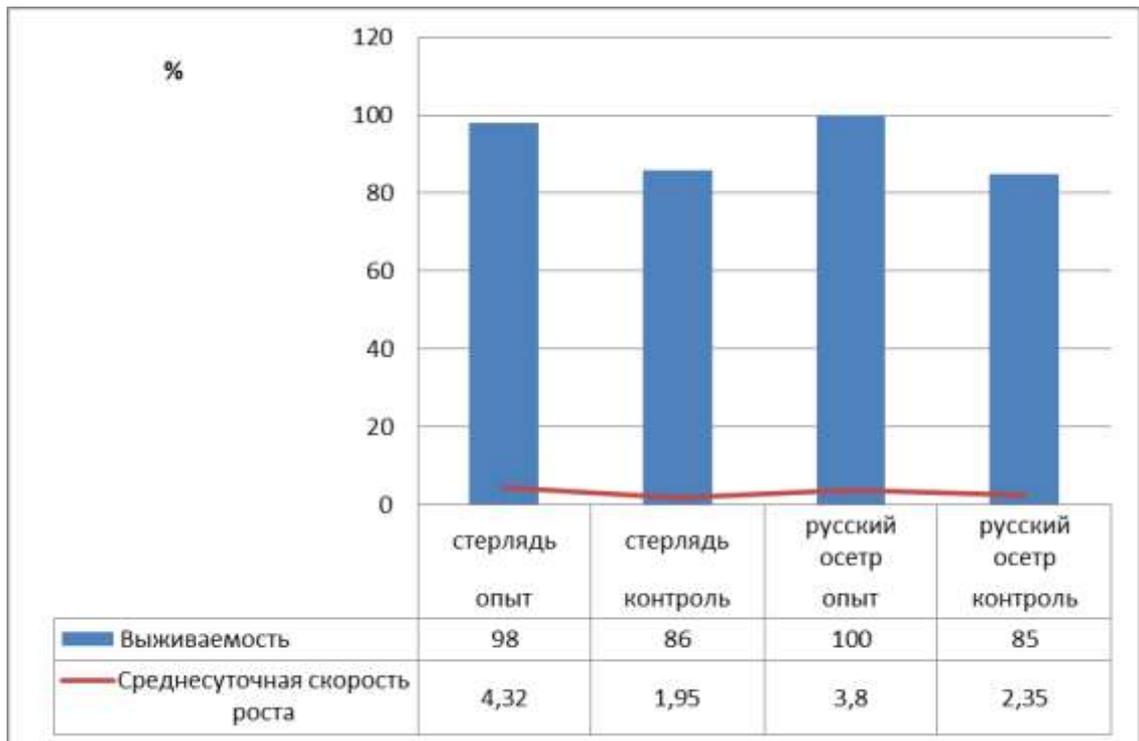


Рисунок 44 – Основные показатели выращивания сеголеток русского осетра и стерляди на комбикорме с пробиотиком Субтилис

Одним из перспективных и активно развивающихся направлений рыбоводства в настоящее время является индустриальное рыбоводство. Для него характерно получение максимального количества продукции на небольших площадях и вне зависимости от негативных климатических факторов (Пономарев, Грозеску, Бахарева, 2013).

Наиболее совершенной формой индустриального рыбоводства является установки замкнутого водоснабжения (УЗВ). Одной из основных проблем при выращивании осетровых в УЗВ является кормление, в связи с тем, что качество кормов здесь имеет очень большое значение. Основными критериями качества кормов является их соответствие пищевым потребностям вида, и также количество поступаемых в систему загрязнений (в виде экскрементов). То есть постоянно осуществляется поиск путей увеличения доступности для рыб питательных веществ кормов.

В связи с тем, что экскременты осетровых имеют рыхлую консистенцию (по сравнению с другими объектами выращивания) и в результате этого

подвергаются быстрому размыванию, механические фильтры не справляются с их улавливанием.

Это приводит к возрастанию органической нагрузки на систему, и, как следствие, увеличению на поверхности биофильтра гетеротрофных бактерий и сдвигу рН в щелочную сторону. В результате этого эффективность работы биофильтра снижается, а это негативно влияет на рост и выживаемость объектов выращивания.

Принимая во внимание, что бактерии *B. subtilis*, *B. licheniformis* способны к продуцированию пищеварительных ферментов, выделению в кишечнике рыб биологически-активных веществ, в результате которых улучшается пищеварение и усвоение корма, необходимо было оценить эффективность использования пробиотика при выращивании в системе замкнутого водоснабжения.

Исследования проводились в условиях научно- производственной базы ЮНЦ РАН (п. Кагальник). При выращивании межвидового гибрида стерлядь×белуга нами был получен положительный эффект от применения пробиотического препарата Субтилис (табл. 47).

Таблица 47 – Показатели выращивания молоди гибрида стерлядь×белуга

Показатели выращивания	Группа рыб	
	Опытная	Контрольная
Масса начальная, г	82,2±3,8	81,6±3,1
Масса конечная, г	217,8±11,7***	168,0±8,5
Абсолютный прирост, г	135,6	86,4
Среднесуточный прирост, г/сут	1,5	0,96
Среднесуточная скорость роста, %	1,0	0,7
Кормовые затраты, ед.	1,4	1,9
Выживаемость, %	98	96
Период выращивания, сут	90	90

Примечание: различия достоверны при *** $P \leq 0,001$

В целом за опыт были получены достаточно хорошие приросты как в опыте, так и в контроле. Однако, по сравнению с контрольной группой у рыб

опытной группы показатель прироста был выше на 12%, а кормовых затрат – на 16% ниже.

4.5.2.2 Оптимизация микробиоценозов водной среды в установках замкнутого водоснабжения при использовании пробиотика «Субтилис»

Значительный ущерб индустриальному рыбоводству может быть нанесен различными заболеваниями. В водной среде из-за постоянного присутствия в воде факультативных микроорганизмов и возможности контакта рыб с инфекционным началом, не представляется возможности прямого уничтожения патогенов. Применение кормовых антибиотиков вызывает опасения вследствие возможности возникновения резистентных штаммов (Казарникова, 2007). Основой полезных свойств пробиотических препаратов является способность к элиминации патогенной или условно-патогенной микрофлоры желудочно-кишечного тракта.

При интенсивном ведении рыбоводства на развитие микрофлоры влияют многие факторы: солевой, термический, кислородный режимы, а также качество пищи. При использовании систем замкнутого водообеспечения значение этих факторов возрастает в разы.

Нами было изучено влияние спорообразующих бактерий пробиотического препарата Субтилис на микробный фон воды системы замкнутого водоснабжения.

В бассейнах, где проводилось выращивание рыб контрольной группы (без пробиотика) микробный фон был достаточно стабильным $3,5 \times 10^3$ до $7,9 \times 10^3$ КОЕ/мл, в опытных бассейнах отмечено снижение общего микробного числа до $2,1 \times 10^2$ КОЕ/мл.

Вода контрольных бассейнов характеризовалась наличием до 8% оксидазоположительной микрофлоры 6-ти видов: *Aeromonas hydrophila*, *Alcaligenes latus*, *Alcaligenes sp.*, *Flavobacterium aquatile*, *Plesiomonas shigelloides*,

Plesiomonas sp. Качественный состав бактериальной микрофлоры с поверхности тела и плавников отличался незначительным разнообразием: *Aeromonas hydrophila*, *Flavobacterium aquatile*, *Plesiomonas shigelloides*, *Plesiomonas* sp. Эти микроорганизмы при условии снижения иммунитета у рыб могут вызвать серьезные заболевания и гибель (Hansen, Olafsen, 1999; Raverty, 1999).

В воде из бассейнов, а также на поверхности тела рыб которых кормили комбикормом, содержащим пробиотический препарат условно-патогенной микрофлоры выявлено не было.

Таким образом, проведенные микробиологические исследования позволили выявить положительное свойство пробиотического препарата, способствующее улучшению микрофлоры выращиваемых рыб и воды рыбоводных емкостей. Это является особенно актуально в системе оборотного водоснабжения.

4.5.2.3 Влияние пробиотика «Субтилис» на эффективность использования питательных веществ рациона молодью осетровых рыб

Молодь гибрида стерлядь×белуга, выращенная на комбикорме с добавлением пробиотика «Субтилис», по химическому составу тела отличалась более высоким содержанием белка и жира в теле, что свидетельствует об удовлетворительном физиологическом состоянии рыб (табл. 48).

Таблица 48 – Химический состава тканей молоди гибрида стерлядь×белуга, % от абсолютно сухого вещества

Вещества	Вариант	
	Опытный	Контрольный
Протеин	73,6±1,4*	68,6±1,2
БЭВ	4,2±0,3***	6,2±0,3
Жир	11,9±0,8	10,3±0,7
Зола	10,2±0,5***	14,9±0,7

Примечание: различия достоверны при * $P \leq 0,05$; *** $P \leq 0,001$

Лучшие показатели по содержанию протеина (при $P \leq 0,05$) отмечали в опытном варианте – на 4% выше по сравнению с контролем. Уровень жира в тканях рыб получавших пробиотик, также был выше – на 8% (различие недостоверно). Также у рыб контрольной группы наблюдалось увеличение содержания минеральных и безазотистых экстрактивных веществ.

Интегральная характеристика влияния качества корма на пластический обмен также показала, что наиболее интенсивно в тканях рыб опытной группы проходило накопление протеина. Безазотистые экстрактивные и минеральные вещества также накапливались, но менее интенсивно по сравнению с контролем (табл. 49).

Таблица 49 – Накопление питательных веществ в тканях выращенного гибрида стерлядь×белуга, г/100 г

Питательные вещества	Опыт	контроль
Протеин	74,0	64,7
БЭВ	4,7	6,3
Жир	10,5	20,2
Минеральные вещества	10,9	14,5

Особо следует отметить, что при использовании пробиотика отмечали увеличение эффективности использования протеина корма в 1,5 раза (рис. 45). Этот показатель является особенно важным при условии выращивания в системе оборотного водоснабжения.

Высокий коэффициент использования кормов, при введении в их состав пробиотика, сводит к минимуму количество выделяемых рыбами экскрементов и тем самым приводит к снижению нагрузки на очистную систему УЗВ.

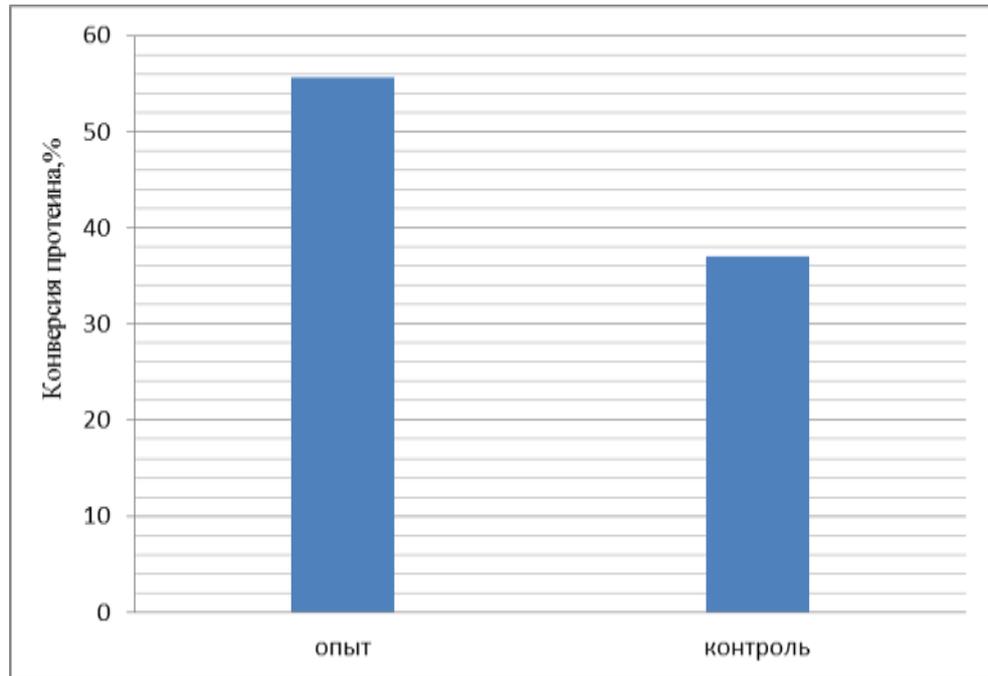


Рисунок 45 – Эффективность использования протеина корма гибридами стерлядь×белуга

4.5.2.4 Морфологические и биохимические показатели крови осетровых рыб при питании кормами с пробиотиком «Субтилис»

Высокое содержание общего сывороточного белка в крови рыб в пределах установленных норм является благоприятным признаком. В крови молоди осетровых рыб, выращенных на продукционном корме с пробиотиком, уровень сывороточного белка находился у русского осетра и стерляди на уровне 4,6 и 2,8 г/л соответственно. У рыб контрольной группы этот показатель был ниже (рис. 46).

В научно-производственном эксперименте кровь гибрида опытной группы характеризовалась более высоким содержанием протеина в сыворотке – на 36% в сравнении с контролем.

Кровь рыб, выращенных на комбикорме с пробиотиком, отличалась большим уровнем гемоглобина и общего объема эритроцитов (гематокритной величиной). Количественное определение эритроцитов не выявило до-

статистически значимых различий по этому показателю крови рыб опытной и контрольной групп (табл. 50).

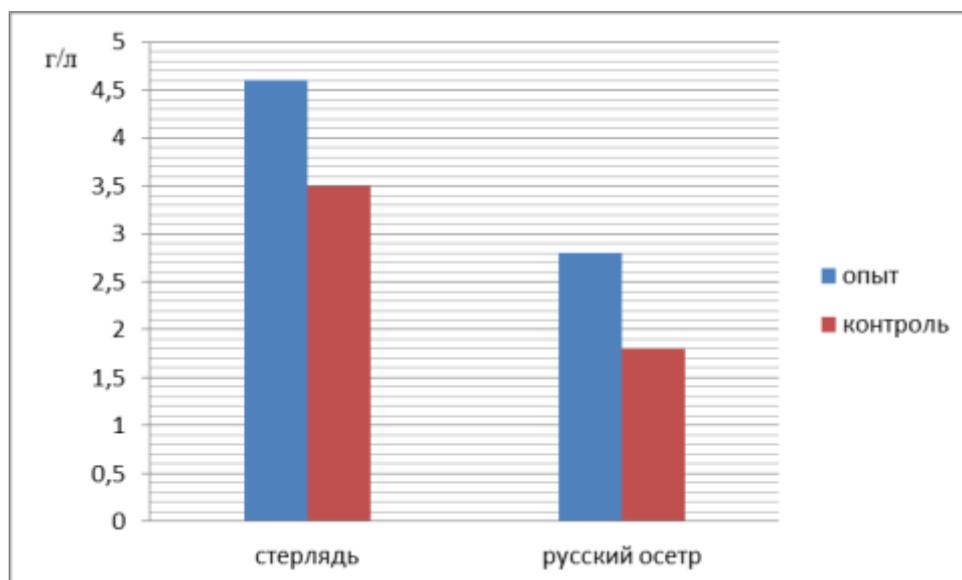


Рисунок 46 –Уровень протеина в сыворотке крови осетровых рыб

Таблица 50 – Основные показатели красной крови осетровых рыб

Группа рыб	Гемоглобин, г/л	Гематокрит, %	Кол-во эритроцитов, 10 ⁶ мкл
Стерлядь			
Опыт	81,4±2,8**	32,5±0,9***	0,90±0,05
Контроль	72,2±2,2	24,4±1,1	0,87±0,03
Русский осетр			
Опыт	76,3±2,1**	27,6±0,7**	0,89±0,03
Контроль	64,1±1,9	23,3±0,9	0,87±0,04
Стерлядь х белуга			
Опыт	77,2±2,9*	26,9±0,7*	0,84±0,09
Контроль	66,8±2,8	24,0±0,8	0,79±0,02

Примечание: различия достоверны при * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$

Снижению антителообразующей функции организма рыб и как следствие его устойчивости к неблагоприятным воздействиям способствует иммунодефицит. О состоянии иммунной системы рыб свидетельствуют показатели белой крови.

Лейкон осетровых рыб, выращенных в системе оборотного водоснабжения в целом имел отличия в большей степени видовые и возрастные (табл. 51) и был в основном представлен клетками лимфоидного отдела.

Таблица 51– Лейкограмма крови осетровых рыб

Клетки крови	Стерлядь		Русский осетр		Стерлядь х белуга	
	Опыт	контроль	Опыт	контроль	Опыт	Контроль
Лимфоциты	72,3±1,2	69,9±1,2	75,6±0,9	73,3±2,2	65,6±1,7	64,0±2,7
Моноциты	5,05±0,2***	6,52±0,3	5,97±0,35*	7,00±0,22	4,70±0,19*	5,3±0,31
Эозинофилы	10,74±1,01	9,65±0,54	10,48±0,7	10,2±0,82	3,58±0,46	2,7±0,28
Нейтрофилы	11,9±0,92	13,93±1,00	7,95±0,67*	9,5±0,94	26,12±0,9	28,0±0,72

Показатели достоверно отличаются при * $P \leq 0,05$; *** $P \leq 0,001$

Общее количество лейкоцитов в крови всех групп находились в пределах физиологической нормы (Игумнова и др., 1990). Так у молоди стерляди опытной и контрольной групп этот показатель соответствовал значениям 12,5 и 11,8 тыс./мм³; у русского осетра 13,4 и 13,1 тыс./мм³; у гибрида 32,6 и 31,0 тыс./мм³ соответственно. Количество молодых нейтрофильных клеток у всех исследуемых групп не превышало 3,5%.

Анализируя лейкоцитарную формулу всех рыб во всех опытах можно отметить одинаковые изменения в ней у опытных групп по сравнению с контрольными. Среди агранулоцитов доминировали лимфоциты. Незначительное увеличение их количества отмечали в опытных группах всех выращиваемых видов. Высокий уровень этих клеток крови определяется фагоцитирующей функцией организма. В большей степени изменения затронули количество моноцитов, в сторону снижения их в опытном варианте (различия достоверны при $P \leq 0,05$ у русского осетра и гибрида, $P \leq 0,001$ у стерляди). Незначительное увеличение у рыб опытной группы эозинофилов можно объяс-

нить их участием в фагоцитозе бактерий, продуктов распада тканей и иммунных комплексов (Житенева, 1997). Кроме того, в крови рыб опытных групп отмечается снижение уровня нейтрофилов, при увеличении количества эозинофилов. Принимая во внимание, что иммунная система осетровых менее резистентна, по сравнению с другими видами, полученная картина свидетельствует о возможном воздействии на нее с помощью пробиотиков.

Таким образом, использование пробиотика Субтилис увеличивает защитные функции организма, касающиеся клеточного иммунитета и снижают риск возникновения заболеваний.

4.5.3 Экономическая эффективность использования пробиотика в составе кормов для осетровых рыб

На основании описанного выше промышленного эксперимента использования пробиотического препарата Субтилис в составе стартового комби-корма произведен расчет экономической целесообразности его применения.

Данные, представленные в таблице 52, свидетельствуют, что применение пробиотической добавки к корму на ранних этапах выращивания дает ярко выраженный экономический эффект – рентабельность увеличивается более чем в 2 раза.

Несмотря на то, что в опытном варианте получено на 10% больше молоди, затраты на ее кормление привели к тому, что рентабельность в опытном и контрольном вариантах была на одинаковом уровне. Однако, положительным экономическим моментом в данном случае считается общее снижение себестоимости выращенной молоди.

Таблица 52–Экономическая эффективность использования пробиотика

Показатели	Вариант	
	Контрольный	Опытный
Посажено на выращивание, тыс. экз.	500,0	500,0
Выживаемость, %	60,0	70,0
Выращено и реализовано, тыс. экз.	300,0	350,0
Затраты корма на весь период выращивания, кг	580,0	720,0
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	180,0	182,0
Общие затраты на комбикорма, тыс. руб.	104,4	131,0
Реализационная стоимость молоди (массой 3 г), руб/экз.	35,0	35,0
Общая сумма выручки от реализации молоди, млн. руб.	10,5	12,25
Себестоимость 1 экз. молоди, руб	32,0	29,0
Прибыль, млн. руб	0,9	2,1
Рентабельность, %	9,4	20,7

Примечание: Расчеты выполнены в ценах по состоянию на 11.01.2016 г.

Использование комбикормов с пробиотическим препаратом Субтилис в установках замкнутого водоснабжения позволяет снизить затраты кормов и себестоимость выращенной рыбы, что приводит к повышению коэффициента рентабельности производства (табл. 53)

Таблица 53 –Экономическая эффективность применения пробиотика Субтилис в составе продукционного комбикорма при выращивании осетровых рыб

Показатели	Группа рыб	
	Контрольная	Опытная
1	2	3
Посажено на выращивание, тыс. экз.	10,0	10,0
Выживаемость, %	98,0	98,0
Выращено и реализовано, тыс. экз.	9,8	9,8
Выращено и реализовано, т	14,7	14,7
Кормовые затраты, ед.	1,6	1,4
Затраты корма на весь период выращивания, т	23,5	20,6
Затраты на комбикорма на весь период выращивания, руб	1527,5	1380,2

Продолжение таблицы 53

Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	65,0	67,0
Реализационная стоимость товарного осетра, руб./кг	350,0	350,0
Себестоимость товарного осетра, руб/кг	320,0	310,0
Общая сумма выручки от реализации, млн. руб.	5,14	5,14
Прибыль, млн. руб	0,44	0,39
Рентабельность, %	9,4	12,9

Примечание: Расчеты выполнены в ценах по состоянию на 11.01.2016 г.

Таким образом, прибыль в опытном варианте, при использовании пробиотика была несколько выше.

ГЛАВА 5 ВКУСОВЫЕ ВЕЩЕСТВА И АРОМАТИЗАТОРЫ В СОСТАВЕ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Развитие интенсивных форм рыбоводства предусматривает широкое использование искусственных комбикормов, привлекательный вкус которых играет важную роль, так как способствует более равномерному росту и снижению разброса по массе.

Одним из эффективных путей, с помощью которого можно повысить интенсивность потребления кормов рыбами, связан с усилением их хемосенсорной привлекательности (Касумян, 1999; Грозеску, Попивненко, 2001; Грозеску, Данькова, Иванова, 2011; Lari et al., 2013).

Существует несколько способов решения этой задачи. Первый – это тщательный подход к изготовлению качественных кормов, он должен осуществляться через корректировку рецептурного состава, подбор качественных компонентов и соблюдение технологии приготовления. Второй способ основан на использовании химических ароматизаторов и биологических стимуляторов.

Обнаружение доступных стимуляторов пищевого поведения рыб позволит создавать вкусо-ароматические добавки к комбикормам, которые будут способствовать более быстрому привыканию рыбы к новым кормам, ускорять и увеличивать потребление корма, а также способствовать его лучшему усвоению (Демарквилли, 1983).

5.1 Влияние использования аттрактивных веществ в стартовых комбикормах на пищевое поведение и показатели выращивания личинок осетровых рыб

У осетровых рыб отсутствует выраженная видовая специфичность восприятия веществ обонятельной системой. Вещества, эффективные для наружных

и внутриротовых вкусовых рецепторов наоборот характеризуются видовой специфичностью даже у близкородственных представителей осетровых.

Хемосенсорные и механические свойства искусственных кормов имеют наибольшее значение с точки зрения регуляции питания рыб. Для осетровых рыб характерно отсутствие предметного зрения. В связи с этим, цвет, форма и другие визуальные свойства гранул корма для них большого значения не имеют (Касумян, 1999; Касумян, Тинькова, 2013).

Компоненты искусственных комбикормов используемые в промышленном осетроводстве различаются по своим хемосенсорным свойствам. Из 8-ми исследованных компонентов заметным привлекательным запахом для ранней молоди русского осетра обладали витазар и крабовая мука. Запах остальных компонентов (дрожжи, премикс, пшеничная мука, кукурузный глютен) был либо слабо привлекательным, либо индифферентным. Рыбная мука и сухой обрат вызывали у рыб реппелентные реакции, то есть уход из паховой зоны.

Исследования, проведенные отечественными учеными в 90-е годы прошлого столетия на личинках русского осетра показали, что у рыб имеется четкая реакция избегания экстракта стартового комбикорма. Было установлено, что привыкание к химическому фону корма – длительный процесс: индифферентное отношение наступает на 35-45 сутки, привлекательным корм становится через 3-3,5 месяца. Результаты столь длительного привыкания молоди к искусственному комбикорму, вероятно, связаны с тем, что используемый в этих экспериментах рецепт Ст-07 содержит в своем составе значительное количество компонентов, обладающим реппелентными (рыбная мука, кровяная мука, рыбий жир, фосфатиды), и индифферентными свойствами (БВК, казеинат натрия), и наоборот, малым содержанием аттрактивных компонентов (гидролизат криля) (рис. 47).

Также были протестированы 4 вида вкусоароматических добавок (производства испанской компании Iberchem): крабовая, креветочная, рыбная, мясная. Это идентичные натуральным, вкусоароматические вещества, идентифициро-

ванные в продуктах животного происхождения и полученные с помощью химических методов.



Рисунок 47 – Содержание компонентов, обладающих различными свойствами для хемосенсорной системы молоди осетровых рыб в составе комбикорма СТ-07

Наиболее привлекательным запахом для молоди осетровых рыб обладают крабовая и креветочная добавки. Запах мясной добавки был для рыб индифферентным, а рыбной и бекона – отпугивали молодь (Практическая аквакультура, 2011; Пономарев и др., 2015).

Основная часть компонентов, за исключением рыбной муки, пшеничной муки, а также некоторых вкусовых добавок (рыбной, мясной, бекона), были привлекательными для наружных вкусовых рецепторов, то есть стимулировали схватывание гранул комбикорма молодью русского осетра, бестера, стерляди.

Особенно усиливали потребление гранул крабовая мука и вкусовые ароматизаторы краба и креветки. Остальные исследуемые вещества были либо слабо привлекательными для внутриротовых вкусовых рецепторов, либо обладали отталкивающим вкусом.

Рыбная мука, а также рыбный ароматизатор обладали наиболее слабыми хемосенсорными свойствами (запаховыми и вкусовыми). В связи с тем, что

рыбная мука составляет основу искусственных комбикормов для осетровых рыб, полное исключение или замена этого компонента из рецептуры невозможна. Единственно адекватной может быть замена этого компонента на муку из крабов. Эти исследования описаны в одной из предыдущих глав. Кроме того, необходимо было рассмотреть возможность введения в состав стартовых комбикормов пищевых ароматизаторов с целью усиления их хемосенсорной привлекательности и «затушевания» запаха и вкуса рыбной муки.

Молодь осетровых рыб особенно чувствительна к составу комбикормов. По данным А.О. Касумяна (1995) рыбы способны реагировать на вкусовые раздражители с момента перехода на активное питание.

Так как именно стартовые комбикорма используются для приучения рыб к искусственному кормлению, необходимо было определить оптимальные нормы введения крабового и креветочного ароматизаторов в состав стартовых кормов и оценить их влияние на рыбоводно-биологические показатели выращивания личинок (Грозеску, Попивненко, 2001; Грозеску и др., 2004).

Проверка эффективности различных норм ввода креветочной вкусовой добавки показала, что лучшие показатели выживаемости личинок русского осетра наблюдаются в варианте III, при добавлении в комбикорм 0,75 г/кг вещества (табл. 54).

Таблица 54– Эффективность введения различного количества креветочной вкусовой добавки в стартовый комбикорм при выращивании личинок русского осетра (n=100)

Показатель	Содержание креветочной вкусовой добавки, г/кг корма				
	0,25	0,50	0,75	1,0	Контроль
1	2	3	4	5	6
Масса начальная, мг	49,5±0,67	48,8±0,87	48,8±0,86	49,2±0,69	48,13±0,80
Масса конечная, мг	326,5±14,9*	410,8±9,2***	427,8±13,9***	421,2±12,7***	270,13±19,6
Абсолютный прирост, мг	277,0	362,0	379	372	222
Среднесуточный прирост, мг	6,9	9,05	9,5	9,3	5,5

Продолжение таблицы 54

1	2	3	4	5	6
Относительный прирост, % к контролю	124,8	163,0	170,7	167,5	100
Выживаемость, %	65,0	69,5	78	76,0	52
Затраты корма, ед.	0,82	0,70	0,67	0,70	0,89
Продолжительность эксперимента	40	40	40	40	40

Примечание: Различия статистически значимы при * - $P \leq 0,05$; *** - $P \leq 0,001$

Показатели роста и выживаемости личинок русского осетра в данном варианте заметно отличались от остальных: линейный рост личинок был в 1,7 раза выше, по сравнению с контролем, при минимальных кормовых затратах. Положительный эффект был также получен при введении креветочной вкусовой добавки в количестве 1 г/кг, хотя рыбоводно-биологические показатели в этом варианте были несколько хуже.

Особо следует отметить высокий уровень выживаемости личинок, выращенных на комбикормах с добавлением 0,75 и 1 г/кг креветочного ароматизатора.

Оценка эффективности «затушевывания» химического фона стартового комбикорма креветочным вкусовым ароматизатором показала, что добавление в состав стартового комбикорма 0,25 г/кг исследуемого вещества не привело к стимулированию пищевого поведения личинок русского осетра.

Личинки русского осетра отдавали предпочтение комбикорму, содержащему 0,75 г/кг креветочной добавки. Активную реакцию на этот вид корма отмечали уже через 2-3 секунды после попадания последнего в воду. Прежде всего, это проявлялось в изменении позы и устремлении к источнику привлекающего запаха. Активное потребление комбикорма вкусовыми добавками отмечали с первых дней кормления.

При добавлении в комбикорм креветочного аттрактанта в количестве 0,75 и 1 г/кг количество схватываний было несколько больше, по сравнению с контролем – 5-7, максимальное количество схватываний – 10, что свиде-

тельствует о запаховой привлекательности комбикормов с такой дозировкой вещества (Грозеску, Данькова, Иванова, 2011).

Максимальный коэффициент предпочтения регистрировался при введении в состав комбикорма 1 г/кг креветочной добавки (рис. 48).

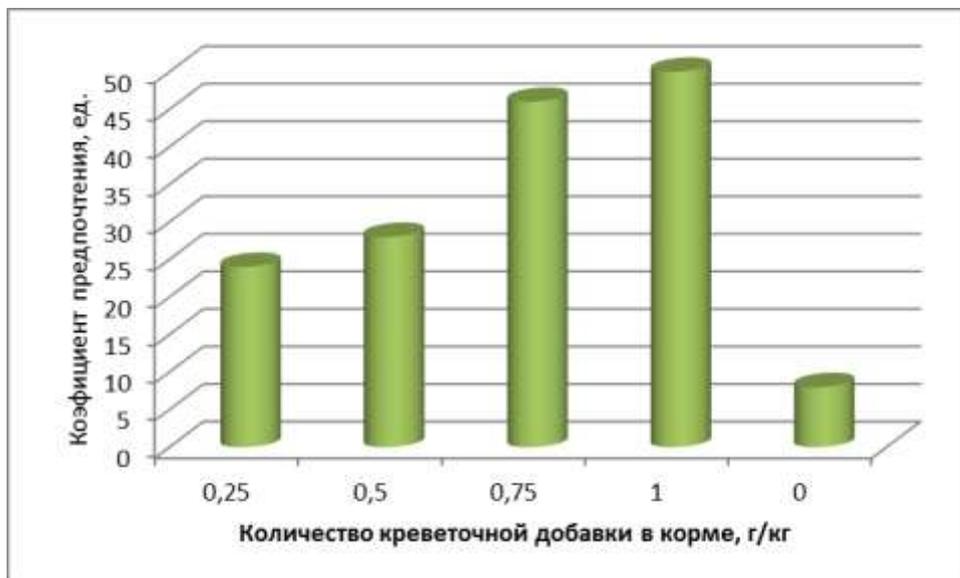


Рисунок 48 – Коэффициенты предпочтения личинками русского осетра комбикормов с различным содержанием креветочной вкусовой добавки

Отмечено также, что комбикорм с добавкой привлекателен для наружных и внутриротовых вкусовых рецепторов личинок русского осетра. Удержание гранулы комбикорма после первого схватывания было наиболее продолжительным. Причем длительность удержаний увеличивалась с каждым последующим схватыванием, т.е. завершившихся заглатыванием. В контрольном варианте, при использовании стартового комбикорма без ароматических добавок, были получены наименее эффективные результаты: 2-4 схватывания при максимальном количестве схватываний комбикорма – 5. Это позволяет сделать вывод о необходимости использования способа «заглатывания» химического фона комбикорма, который у ранней молодежи осетровых более чем на 50 % состоит из рыбной муки – компонента, обладающего репеллентным действием.

При проведении аналогичных исследований с использованием крабовой вкусовой добавки также были получены положительные результаты при ее введении в состав комбикорма в количестве 0,75 г/кг.

Показатели среднесуточного прироста и выживаемости при введении 0,75 и 1 мг/кг крабовой добавки были практически на одинаковом уровне и отличались от контроля на 16 и 10% соответственно (рис. 49).

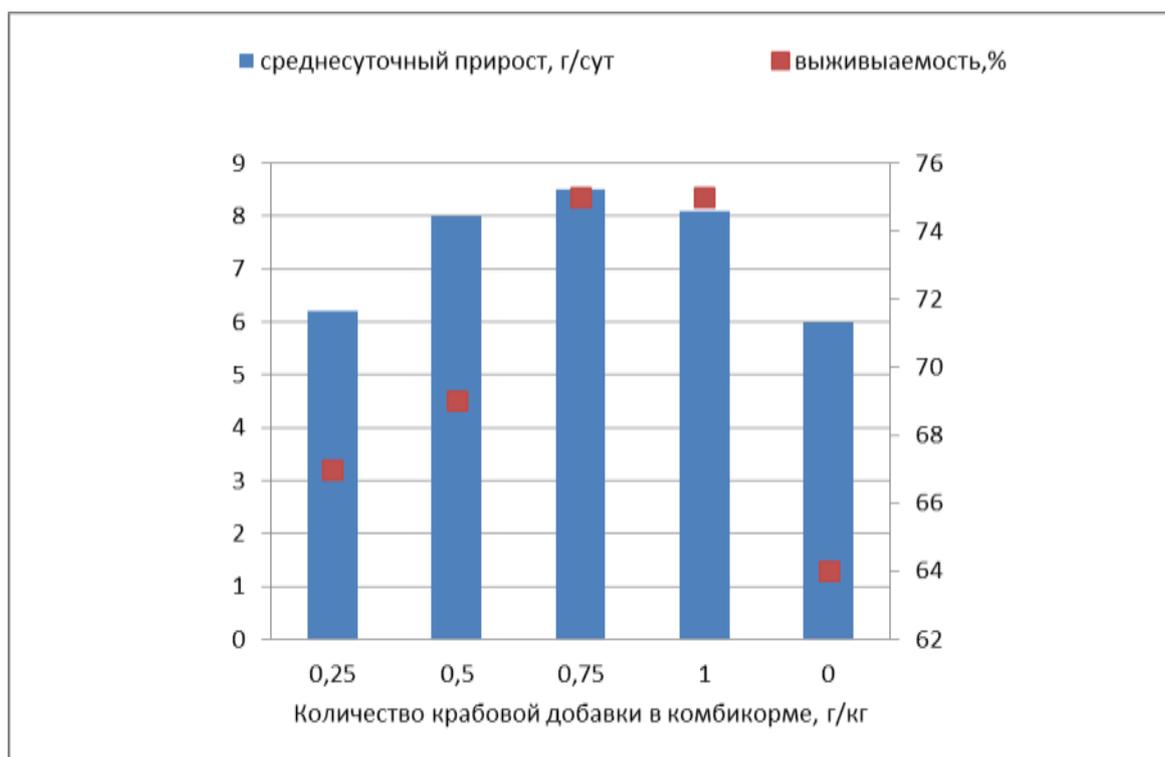


Рисунок 49 – Рыбоводные показатели выращивания личинок русского осетра, на комбикормах с добавлением различного количества крабовой вкусовой добавки

Максимальные кормовые затраты были в I варианте опыта (при добавлении 0,25 г/кг) и в контроле. Весьма примечательно, что кормовые затраты при добавлении в комбикорм 0,75 г крабового аттрактанта на 1 кг комбикорма были самыми низкими и составили 0,69 ед.

Личинки русского осетра отдавали предпочтение комбикормам, содержащим 0,75 и 1 г/кг добавки. Также как и в предыдущем эксперименте, активное потребление комбикормов с крабовой добавкой отмечали с первых дней кормления.

При добавлении в комбикорм крабовой добавки в количестве 0,75 и 1 г/кг отмечали увеличение количества схватываний, относительно контроля и других вариантов опыта. Эти два варианта комбикорма стимулировали также удержание гранул после первого схватывания, причем длительность удержаний увеличивалась с каждым последующим схватыванием.

Нужно отметить, что с каждым последующим кормлением рыба проявляла все большую активность на присутствие корма с аттрактивными добавками, что свидетельствует о фиксировании «запахового следа» и построении четкого запахового образа излюбленной пищи (рис. 50).

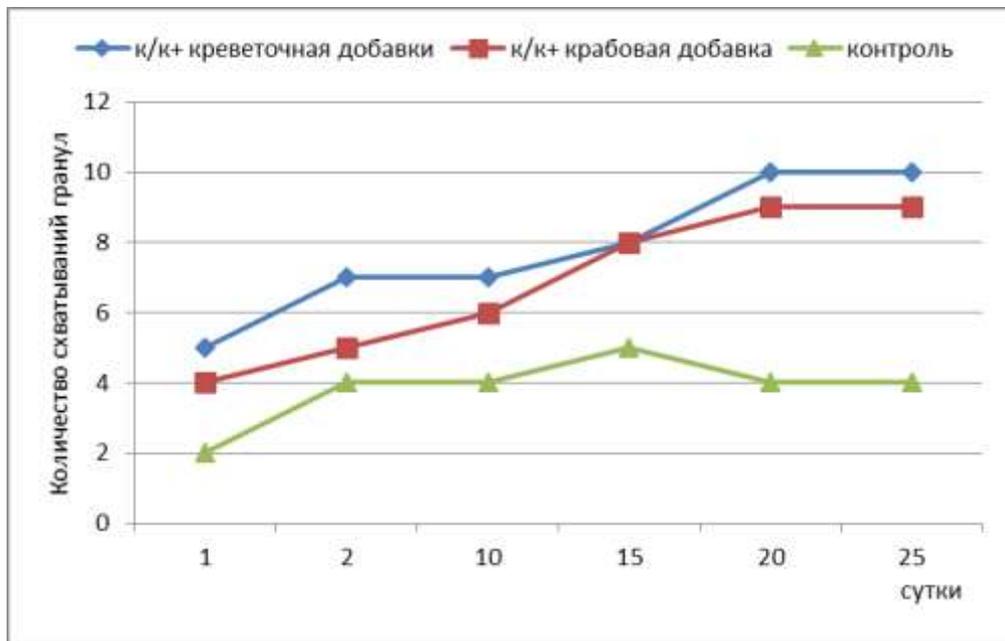


Рисунок 50 – Увеличение пищевой активности ранней молоди русского осетра с каждым последующим кормлением комбикормами с различными вкусовыми добавками

Тестирование личинок позволило установить, что комбикорма со вкусовыми добавками креветочной и крабовой является привлекательными для личинок основных объектов промышленного осетроводства (рис. 51). При этом все виды предпочитали, креветочную добавку крабовой. Следует отметить, комбикорма с добавками не обладают видовой специфичностью для осетровых рыб. Комбикорм с креветочной добавкой предпочитали от 66 до 73 %

рыб, с крабовой – от 62 до 70 %. В меньшей степени привлекательным запахом комбикормов со вкусовыми добавками оказался для молоди белуги.

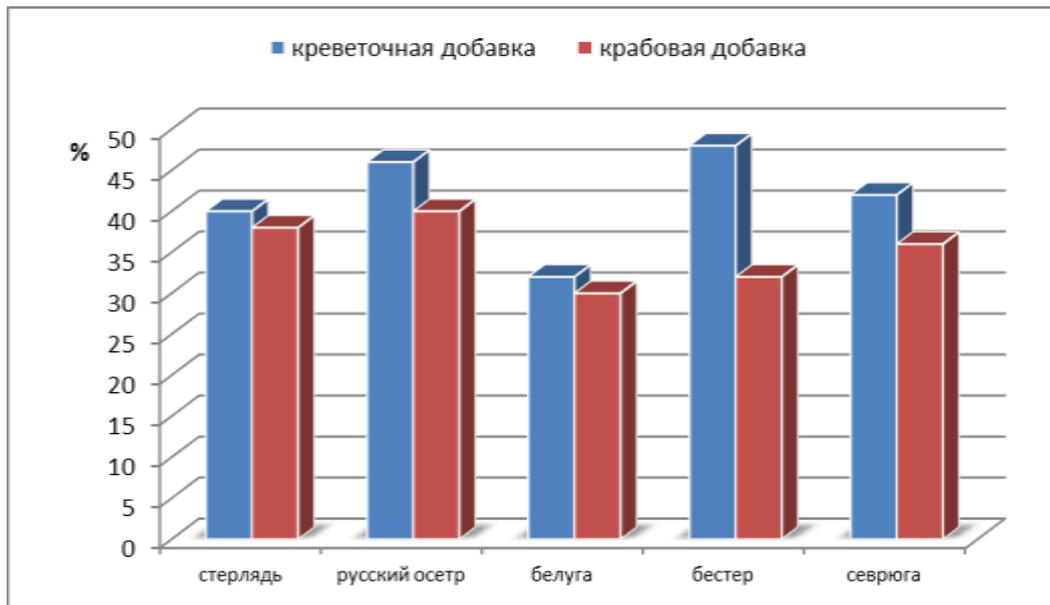


Рисунок 51 – Коэффициенты предпочтения личинками осетровых рыб комбикормов со вкусовыми добавками

Следует отметить, что в опытных вариантах отмечался незначительный разброс выращенной молоди по массе. Молодь сортировалась на 3 размерные группы: мелкие, средние и крупные, причем в количественном отношении преобладали средние и крупные – 35 и 55 % (рис. 52).

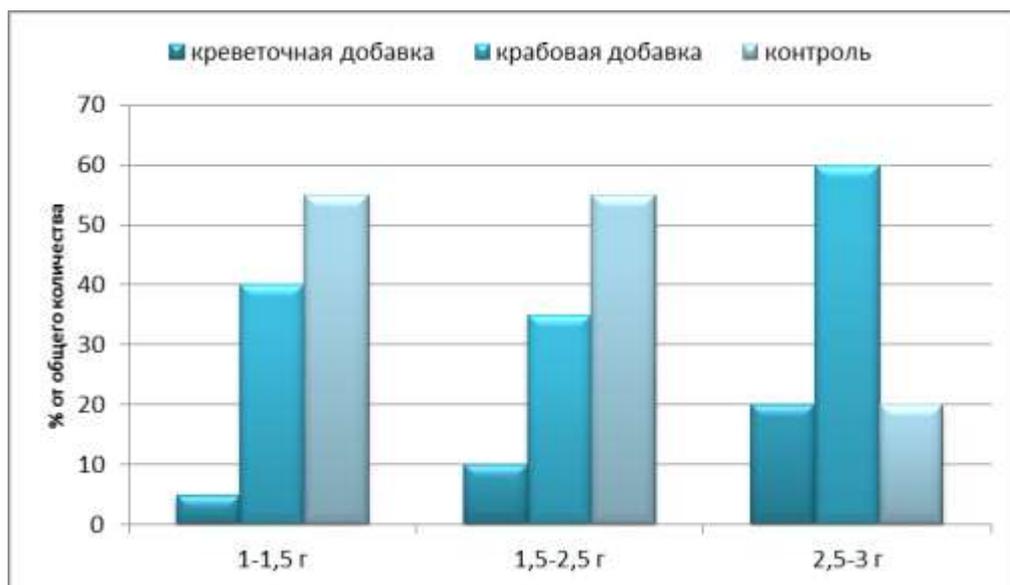


Рисунок 52 – Распределение массы ранней молоди русского осетра, выращенных на комбикормах с добавлением аттрактивных веществ

Таким образом, было установлено, что вкусовые добавки крабовая и креветочная в составе стартового комбикорма в количестве 0,75 и 1 г/кгкорма стимулируют пищевое поведение личинок осетровых рыб. Введение в состав комбикорма этих добавок делает его привлекательным для наружных и внутривисцеральных вкусовых рецепторов. Использование в составе стартовых комбикормов пищевых вкусовых добавок из ракообразных стимулирует пищевое поведение ранней молоди осетровых рыб, увеличивая степень поедаемости корма.

5.2 Изучение возможности использования вкусовых веществ в продукционных комбикормах для осетровых рыб

Известно, что в процессе онтогенеза происходит расширение спектра эффективных вкусовых раздражителей и сокращается время, затрачиваемое молодью на установление свойств вкусового раздражителя (Касумян, 1995).

При выращивании осетровых рыб массой свыше 3 грамм и до товарной массы применяют продукционные комбикорма, содержащие в своем составе значительное количество компонентов растительного происхождения (витазар, ПЗХ, кукурузный глютен и пр.).

Для осетровых рыб характерна специфическая стратегия пищевого поведения. Реакция захвата пищи наблюдается у них в момент ее нахождения непосредственно под рострумом и усиками, то есть для этих видов характерна так называемая тактика случайного поиска (Бастаков, Дьячкова и др., 1981; Поведение молоди..., 1989; Востроушкин, 2004). Поэтому важно было оценить поведенческие реакции осетровых рыб различного возраста на некоторые компоненты продукционных осетровых комбикормов.

Установлено, что витазар и крабовая мука обладают аттрактивными свойствами для всех изученных объектов (русский осетр, бестер, белуга) различного возраста, а соевый шрот и кормовые дрожжи – индифферентными свойствами (табл. 55-57).

Таблица 55 – Реакция русского осетра на химические стимулы
компонентов комбикормов

Компонент комбикорма	Возраст		
	молодь	сеголетки	двухлетки
Рыбная мука	репелентная	Репелентная	Аттрактивная
Пшеничная мука	Слабо аттрактивная	Индеферентная	Аттрактивная
Витазар	Аттрактивная	Аттрактивная	Аттрактивная
Глютен	индеферентная	Индеферентная	Индеферентная
Крабовая мука	Аттрактивная	Аттрактивная	Аттрактивная
Крабовый жир	Аттрактивная	Аттрактивная	Аттрактивная
Рыбий жир	Репелентная	Аттрактивная	Аттрактивная
Соевый шрот	индеферентная	Индеферентная	Индеферентная
Кормовые дрожжи	индеферентная	Индеферентная	Индеферентная
Премикс	индеферентная	Индеферентная	Индеферентная

Таблица 56 – Реакция бестера на химические стимулы компонентов
комбикормов

Компонент комбикорма	Возраст		
	Молодь	сеголетки	двухлетки
Рыбная мука	Репелентная	Репелентная	Аттрактивн.
Пшеничная мука	Индеферентная	Индеферентная	Аттрактивная
Витазар	Аттрактивная	Аттрактивная	Аттрактивная
Глютен	Слабо аттрактивная	Индеферентная	Индеферентная
Крабовая мука	Аттрактивная	Аттрактивная	Аттрактивная
Крабовый жир	Аттрактивная	Аттрактивная	Аттрактивная
Рыбий жир	Репелентная	Аттрактивная	Аттрактивная
Соевый шрот	Индеферентная	Индеферентная	Индеферентная
Кормовые дрожжи	Индеферентная	Индеферентная	Индеферентная
Премикс	Индеферентная	Индеферентная	Индеферентная

Таблица 57 – Реакция белуги на химические стимулы компонентов комбикормов

Компоненты кормов	Возраст		
	Молодь	сеголетки	двухлетки
Рыбная мука	Репеллентная	аттрактивная	аттрактивн.
Пшеничная мука	Индеферентная	индеферентная	индеферентная
Витазар	Аттрактивная	аттрактивная	аттрактивная
Глютен	слабо аттрактивная	индеферентное	индеферентное
Крабовая мука	Аттрактивная	аттрактивная	аттрактивная
Крабовый жир	Аттрактивная	аттрактивная	аттрактивная
Рыбий жир	Индеферентная	аттрактивная	аттрактивная
Соевый шрот	Индеферентная	индеферентная	индеферентная
Кормовые дрожжи	Индеферентная	индеферентная	индеферентная
Премикс	Индеферентная	индеферентная	индеферентная

Из представленных в таблицах сведений видно, что с возрастом у осетровых изменяется реакция на некоторые компоненты. Рыбная мука, пшеничная мука, рыбий жир для рыб старших возрастных групп становится привлекательными компонентами.

Видовая специфичность реакции на химические стимулы компонентов комбикормов у осетровых рыб выражена недостаточно четко. Отличия выявлены в реакции разновозрастных особей белуги на некоторые компоненты. Так рыбная мука для молоди и сеголетков русского осетра и бестера обладает репеллентными свойствами, а в двухлетнем возрасте запах ее может привлекать рыб, тогда как для белуги этот компонент приобретает аттрактивные свойства уже в возрасте сеголетка. Подобный эффект отмечен и для рыбьего жира. Запах пшеничной муки привлекает двухлетков русского осетра и бестера, а для белуги отношение к нему остается индеферентным.

В связи с тем, что основу осетровых комбикормов составляет рыбная мука, обладающая репеллентными свойствами для молоди, необходимо было

выяснить эффективность метода «затушевывания» фона комбикорма крабовым и креветочным вкусовыми веществами (Грозеску и др., 2004).

Для молоди русского осетра средней массой 13 г эффективной нормой введения вкусовых добавок является 0,5 г/кг. Максимальный среднесуточный прирост (рис. 53) и среднесуточная скорость роста (рис. 54) была отмечена при введении в комбикорм креветочной добавки в количестве 0,5 и 0,75 г/кг. Выживаемость во всех вариантах опыта была на одинаковом уровне – 98-99%.

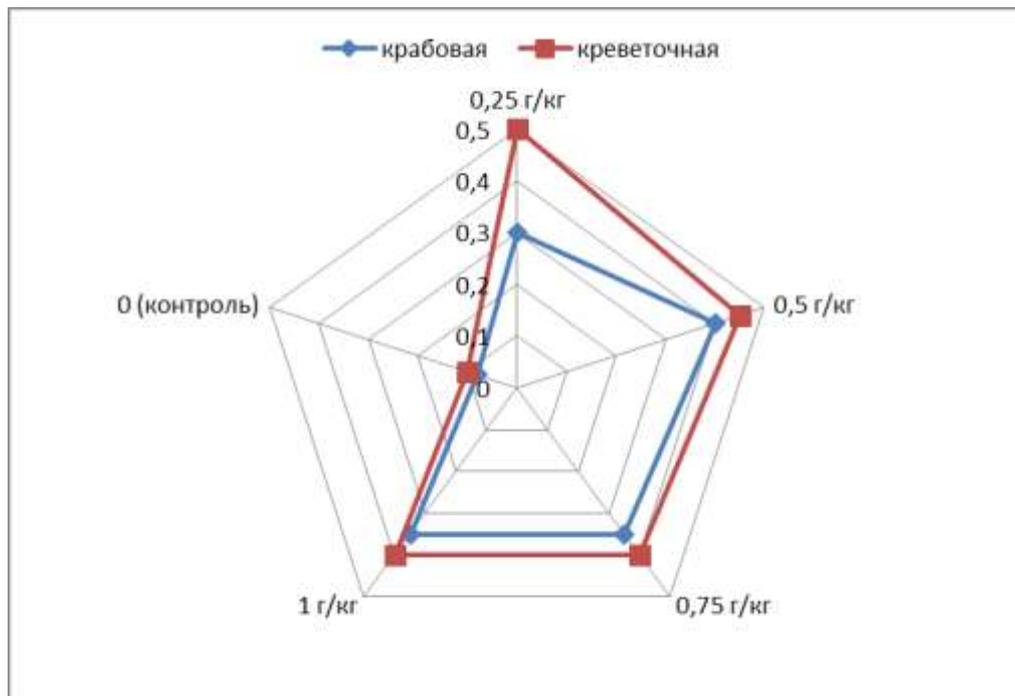


Рисунок 53 – Зависимость показателя среднесуточного прироста от количества вкусового вещества в комбикорме

При попадании в воду комбикорма с содержанием вкусовых активная реакция рыбы на присутствие корма. Прежде всего, это проявлялось в повышении общей двигательной активности, учащении жаберных движений и движений плавниками. Нужно отметить, что молодь русского осетра начала активно потреблять комбикорм с вкусовыми добавками с первых дней кормления и с каждым последующим кормлением проявляла большую пищевую активность. Потребление комбикорма при средней продолжительности опыта 5 минут составило 81%.

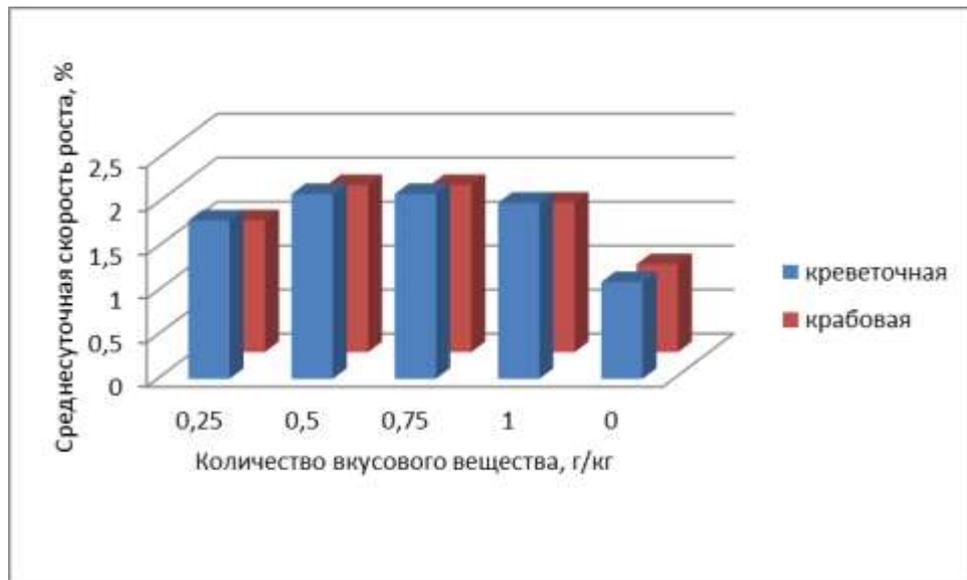


Рисунок 54 – Среднесуточная скорость роста русского осетра на комбикормах с добавлением вкусовых добавок

Аналогичные результаты были получены на других объектах осетроводства при введении крабовой добавки (рис. 55).

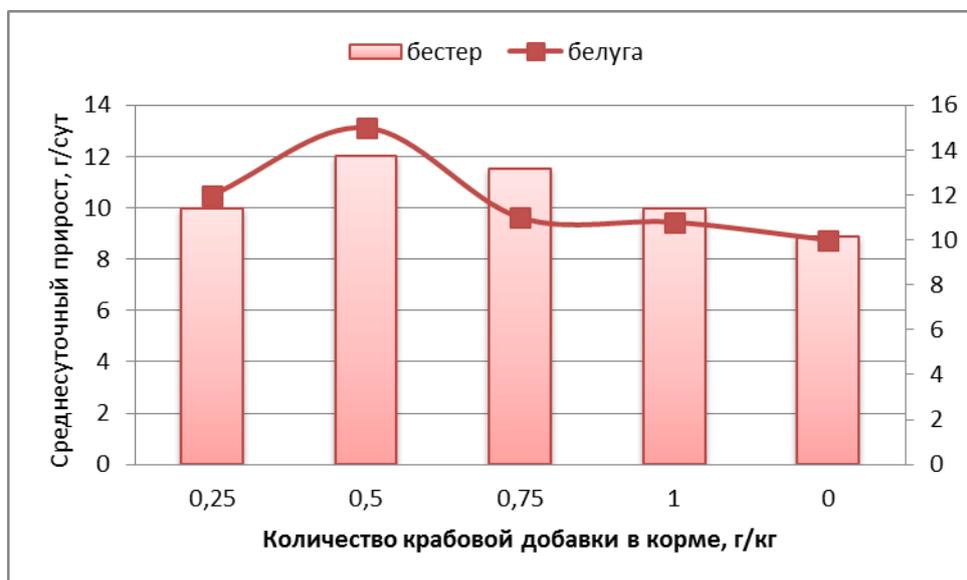


Рисунок 55 – Показатели среднесуточного прироста бестера и белуги, выращенных на комбикормах с различным количеством крабовой добавки

В опытах с использованием различных добавок была отмечена большая эффективность крабового аттрактанта. В этом варианте пищевая активность рыбы на присутствие корма отмечалось уже через 2 секунды после попада-

ния последнего в воду. Применение креветочного аттрактанта показало меньшую эффективность, хотя потребление комбикорма с данной вкусовой добавкой было более активным. Тем не менее, в данном варианте схватывание комбикорма не всегда заканчивалось заглатыванием. Потребление комбикорма без добавления вкусо-ароматических добавок происходило менее активно, так как комбикорм в чистом виде обладает хорошо выраженным запахом рыбной муки.

В большинстве случаев наблюдалось 6-7 схватываний при максимальном количестве схватываний комбикорма – 11. При добавлении в комбикорм креветочного аттрактанта наблюдалось 7-8 схватываний при максимальном количестве схватываний – 11. Удержание гранулы комбикорма с вкусовыми добавками после первого схватывания было наиболее продолжительным. Причем длительность удержаний, так же как и в опытах с личинками русского осетра увеличивалась с каждым последующим схватыванием, т.е. завершившихся заглатыванием. В варианте с добавлением крабового аттрактанта наблюдалось 6-8 схватываний при максимальном количестве схватываний комбикорма – 9. В контрольном варианте наблюдалась меньшая активность рыбы на присутствие корма в воде. Количество схватываний в среднем составило 4-5 при максимальном количестве схватываний комбикорма – 6. Удержание гранулы сухого комбикорма в данном варианте после первого схватывания было не продолжительным и в большинстве случаев заканчивалось отверганием гранулы.

Нужно отметить, что с каждым последующим кормлением рыба проявляла все большую активность на присутствие корма с аттрактивными добавками.

В связи с растущим дефицитом рыбной муки, в последние годы широкое распространение нашли малокомпонентные осетровые корма, содержащие в своем составе различные заменители растительного происхождения. Запах рыбной муки оказался привлекательным для старших возрастных групп осетровых рыб, тогда как компоненты растительного происхождения в

основном слабо привлекательны. В связи с этим была предпринята попытка усиления вкуса содержащейся в составе комбикорма рыбной муки путем введения вещества усиливающего вкус и запах – глутината.

Наиболее предпочтительным для двухлетков русского осетра, бестера и белуги оказался комбикорм, содержащий в своем составе 0,2 г/кг глутината (табл. 58).

Таблица 58 – Коэффициент предпочтения двухлетками осетровых рыб комбикорма, содержащего различное количество усилителя вкуса

Объект исследования	Количество глутината в 1 кг комбикорма, г				
	0,1	0,2	0,3	0,4	0(контроль)
Русский осетр	+20	+40	+30	+30	+10
Бестер	+30	+50	+30	+25	+10
Белуга	+30	+60	+30	+25	+8

Это было подтверждено также визуальными наблюдениями за поведенческими реакциями рыб. При добавлении в глутината в количестве 0,2 г/кг отмечали увеличение количества схватываний гранул комбикорма, по сравнению с другими вариантами опыта и контролем, что свидетельствует о запаховой привлекательности комбикормов с такой дозировкой вещества.

Отмечено также, что комбикорм с глутинатом привлекателен для наружных и внутривисцеральных вкусовых рецепторов осетровых рыб. Удержание гранул комбикорма после первого схватывания было наиболее продолжительным. В контрольном варианте, при использовании комбикорма без глутината наблюдали всего 2-5 схватываний.

Достаточно высокая эффективность использования глутината в составе продукционного комбикорма была отмечена также при выращивании рыб (табл. 59).

По показателям роста двухлетки русского осетра, выращенные на комбикорме с добавлением 0,2 г/кг глутината несколько опережали рыб из других экспериментальных групп. Минимальные показатели прироста были по-

лучены в контрольной группе и в IV варианте (при добавлении 0,4 г/кг глюрината).

Таблица 59 – Эффективность различных норм ввода глюрината в состав
продукционного комбикорма при выращивании двухлетков
русского осетра

Показатели	Количество глюрината в 1 кг комбикорма, г				
	0,1	0,2	0,3	0,4	0
Масса начальная, г	510,0±7,98	485,0± 6,13	520,3± 4,3	492,2±4,83	515,8±3,48
Масса конечная, г	765, ± 10,06	785 ± 4,62	760,3±6,30	717,2 ±6,05	740 ± 3,89
Абсолютный прирост, г	255	300	240	225	225
Среднесуточный прирост, г/сут	8,5	10,0	8,0	7,5	7,5
% к контролю	113	134	107	100	100
Выживаемость,%	100	100	100	100	100
Продолжительность эксперимента, сут.	30	30	30	30	30

Количество схватываний гранул комбикорма, содержащего 0,2 г/кг глюрината составило 6-7, максимальное количество схватываний комбикорма – 7. Комбикорм без глюрината (контрольный вариант) потреблялся менее активно: активная реакция на присутствие комбикорма в воде возникала лишь через 4-5 секунд после его попадания в воду.

Таким образом, установлено, что введение 0,2 г/кг глюрината способствует усилению пищевой активности осетровых рыб старших возрастных групп и положительно влияет на рост рыб.

5.3. Корректировка хемосенсорной привлекательности влажных комбикормов

Многие рыбоводные предприятия по выращиванию осетровых рыб используют влажные или пастообразные кормосмеси. Их использование позволяет экономить средства на организацию кормления и выращивания объек-

тов аквакультуры. Во влажные корма технологичнее вводить жидкие пищевые добавки, что обеспечивает равномерное распределение вносимых добавок в общей массе комбикорма и большую степень усвояемости последнего (Пономарев и др., 2002).

При спуске прудов на осетровых рыбоводных заводах значительное количество кормовой базы остается на дне. Кормовая база рыбоводных заводов Волгоградской области приблизительно на 70% представлена ракообразными класса Branchiopoda (в основном щитни (Notostraca)).

Биохимический анализ остаточной кормовой базы прудов показал ее достаточно высокую пищевую ценность (рис. 56).

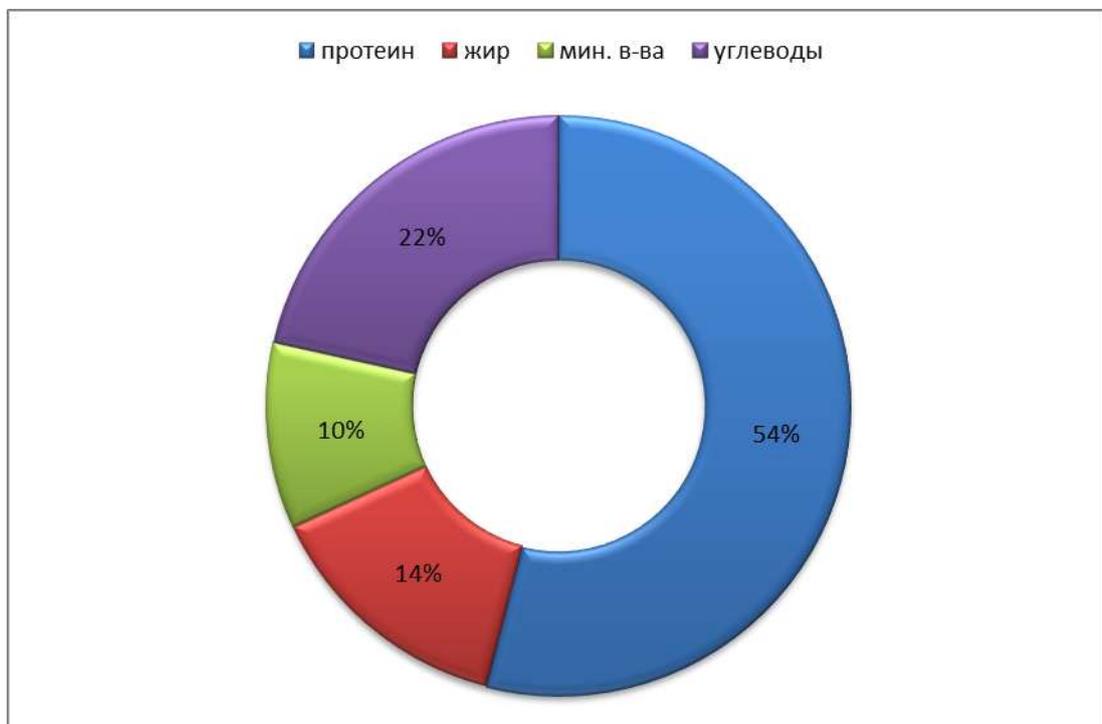


Рисунок 56 –Химический состав ракообразных класса Branchiopoda, % от сухого вещества

Экологическая остановка внутренних водоемов достаточно сложная. Значительное количество вредных веществ (токсикантов), содержащихся в воде и донных отложениях негативно влияет на биологические ресурсы. В большом количестве токсиканты накапливаются в тканях гидробионтов. Токсикологический анализ показал отсутствие в заготовленных организмах

планктона наличие токсичных веществ: ртути, мышьяка, гексахлорана, фенолов.

Из организмов планктона был приготовлен гидролизат, представляющий собой жидкость темно-коричневого цвета, содержащую 59,1% белка и 3,46% жира. Протеин гидролизата представлен достаточным количеством незаменимых для организма рыб аминокислот (Сырбулов и др., 2006).

Для оценки аттрактивного действия гидролизата его вводили в состав комбикормов при выращивании двухлеток русского осетра.

Активная реакция на присутствие комбикорма в воде возникала через 5-7 сек., тогда как в варианте с добавлением гидролизата, реакция наблюдалась уже через 2-4 сек. Рыба устремлялась к источнику запаха, явно демонстрируя пищевой интерес к комбикорму с добавлением гидролизата жабронога. В целом, степень потребления комбикорма с вкусовой добавкой была значительно выше, чем в контрольном варианте и составила 84 %, что на 22% больше контрольного варианта.

В большинстве случаев наблюдалось 7-10 схватываний при максимальном количестве схватываний – 14. При добавлении в комбикорм гидролизата жабронога наблюдалось 9-11 схватываний при максимальном количестве схватываний – 14. Удержание гранулы комбикорма с гидролизатом после первого схватывания было наиболее продолжительным. Причем длительность удержаний увеличивалась с каждым последующим схватыванием. В контрольном варианте наблюдалась заметно меньшая активность рыбы на присутствие корма в воде. Количество схватываний в среднем составило 7-8 при максимальном количестве схватываний комбикорма – 10. Удержание гранулы комбикорма в данном варианте после первого схватывания было не продолжительным и в большинстве случаев заканчивалось отверганием гранулы.

Лучшие рыбоводные показатели выращивания были отмечены в варианте, где рыба потребляла комбикорм с гидролизатом (табл. 60).

Таблица 60 –Рыбоводно-биологические показатели русского осетра, выращенного на влажном комбикорме

Показатель	Вариант	
	опытный	контрольный
Масса начальная, г	154,66±3,68	159,7± 1,46
Масса конечная, г	250,9±7,9	216,9±8,13
Абсолютный прирост, г	96,24	57,20
Среднесуточный прирост, г/сут	2,4	1,43
Коэффициент упитанности, ед.		
	начальный	0,71
конечный	0,73	0,71
Выживаемость, %	100	100
Кормовые затраты, ед	3,0	4,2
Продолжительность эксперимента, сут.	40	40

Примечание: опытный вариант – кормление рыб проводили комбикормом с гидролизатом; контрольный – комбикормом без гидролизата

Анализируя полученные экспериментальным путем данные, можно с большой достоверностью утверждать, что большей пищевой привлекательностью для осетровых рыб обладает комбикорм, в состав которого был введен гидролизат жаброногих ракообразных. В связи с этим, для повышения эффективности выращивания осетровых рыб следует рекомендовать вводить его в комбикорма.

Влияние на пищевое поведение особенно важно при одомашнивании рыб старших возрастных групп и производителей. Результаты опытов показали, что дополнительное введение во влажный комбикорм гидролизата из ракообразных стимулирует пищевое поведение стерляди. С первых дней кормления производители стерляди начали активно потреблять комбикорм с гидролизатом, проявляя все большую пищевую активность с каждым последующим кормлением. Активная реакция на присутствие комбикорма в воде возникала уже через 2-4 сек. после попадания последнего в воду.

В большинстве случаев наблюдалось 10-13 схватываний гранул комбикорма при максимальном количестве схватываний – 16. При добавлении в

комбикорм гидролизата наблюдалось 12-13 схватываний при максимальном количестве схватываний – 16. Удержание гранулы влажного комбикорма с гидролизатом после первого схватывания было наиболее продолжительным. Следует отметить, что как и в опытах с русским осетром, длительность удержаний гранулы комбикорма увеличивалась с каждым последующим схватыванием. В контрольном варианте корм потреблялся менее активно: количество схватываний в среднем составило 10-11 при максимальном количестве схватываний комбикорма – 13. Удержание гранулы комбикорма в данном варианте после первого схватывания было не продолжительным.

Эффективность использования гидролизата жаброногих ракообразных оценивали также при переводе выловленных из естественной популяции особей стерляди на искусственные корма. За весь период эксперимента выживаемость была достаточно высокой – 86 %, тогда как в контрольном варианте этот показатель был ниже на 5,5% (рис. 57).

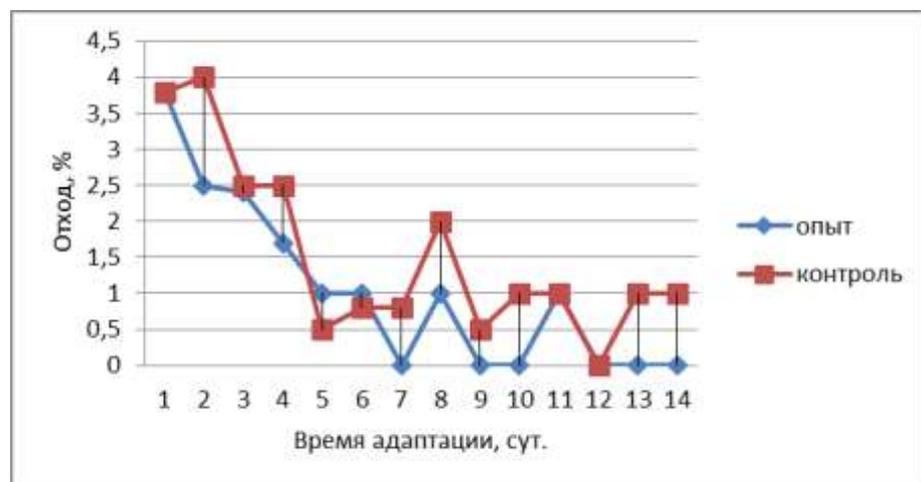


Рисунок 57 – Показатели смертности стерляди заготовленной из естественной популяции при переводе на влажный комбикорм

Проведенные исследования показывают целесообразность использования аттрактивных веществ в составе комбикормов для осетровых рыб. Отмечена высокая активность потребления комбикормов с добавлением вкусоароматических веществ, увеличение темпа роста и сокращение кормовых за-

трат. Кроме того, отмечено положительное влияние этой вкусовой добавки на выживаемость рыб.

5.4. Физиологическое состояние рыб, выращенных на комбикормах с различными ароматическими и вкусовыми добавками

При разработке рецептов комбинированных кормов, физиологический контроль, осуществляемый за состоянием рыб, является совершенно необходимым. Личинки русского осетра, потребляющие комбикорма с крабовым и креветочным вкусовыми добавками, по химическому составу тела отличались от контрольной группы, главным образом, более высоким содержанием белка (табл. 61).

Молодь русского осетра, получавшая производственный комбикорм с добавлением 0,5 г/кг крабовой и креветочной добавок также отличалась от контрольной группы более высоким содержанием белка. В целом, биохимический состав тела находился в пределах физиологической нормы (рис. 58).

Таблица 61 – Химический состав тканей личинок русского осетра, выращенных на комбикормах с добавлением вкусовых добавок,

% от абсолютно сухого вещества

Варианты опытов	Показатели, % (по абсолютно сухому веществу)				
	Сухое в-во	Жир	Зола	Белок	БЭВ
1	3	4	5	6	7
Контроль	31,9 ± 0,88	10,8 ± 0,75	4,0 ± 0,63	16,4 ± 0,81	0,7 ± 0,08
Креветочная добавка					
0,25 г/кг	35,2 ± 1,68	11,5 ± 0,22	5,5 ± 0,80	17,5 ± 0,93	0,7 ± 0,08
0,5 г/кг	34 ± 1,24	11,8 ± 0,94	5,0 ± 0,83	16,6 ± 0,81	0,6 ± 0,08
0,75 г/кг	35,7 ± 0,93	12,4 ± 0,85	4,8 ± 0,54	17,9 ± 0,63	0,6 ± 0,09
1,0 г/кг	34,5 ± 0,63	12,0 ± 0,93	4,0 ± 0,47	18,0 ± 0,63	0,5 ± 0,06
Крабовая добавка					
0,25 г/кг	35,5 ± 0,81	9,8 ± 0,68	4,6 ± 0,64	20,8 ± 0,82	0,3 ± 0,04
0,5 г/кг	33,8 ± 0,62	11,5 ± 1,02	5,0 ± 0,71	16,8 ± 0,75	0,5 ± 0,08
0,75 г/кг	32,3 ± 1,05	9,4 ± 0,79	4,7 ± 0,66	17,6 ± 0,59	0,6 ± 0,08
1,0 г/кг	34,6 ± 0,92	10,9 ± 0,88	5,2 ± 0,71	17,8 ± 0,61	0,7 ± 0,08

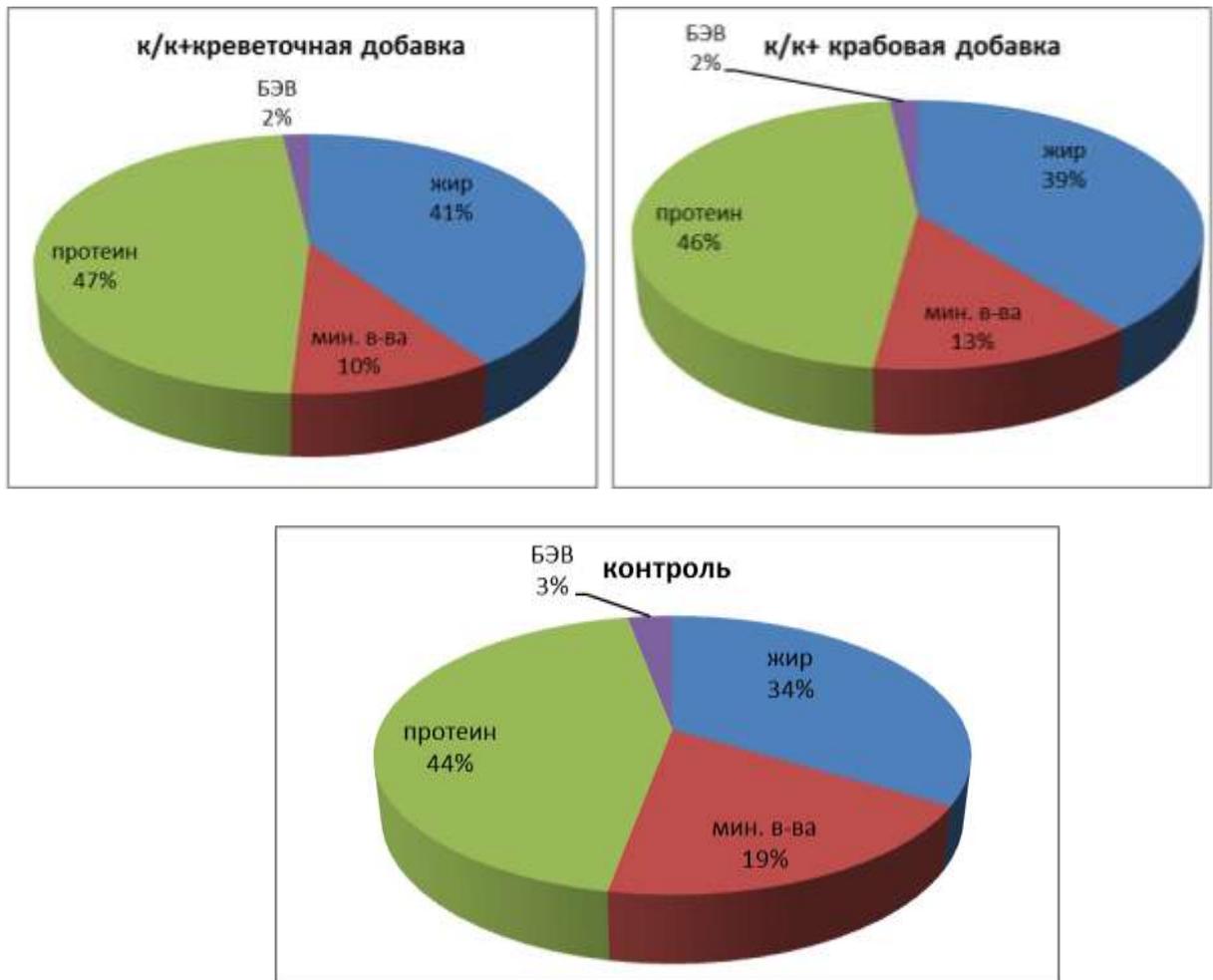


Рисунок 58 – Химический состав тканей молоди русского осетра, выращенной на прожукционных комбикормах с добавлением аттрактантов, % от абсолютно сухого вещества

На основании характеристики состава крови рыб можно судить об условиях выращивания рыбы, а так же о полноценности пищевого рациона (табл. 62).

У молоди русского осетра, выращенного на комбикорме с добавлением 0,5 г/кг креветочной добавки уровень сывороточного белка был выше на 16 %, по сравнению с контролем. Введение в состав корма крабовой добавки привело к увеличению этого показателя на 12%. Уровень гемоглобина в крови рыб в опытных вариантах был на 10-12% выше, чем в контроле.

Таблица 62– Состав крови молоди русского осетра, потреблявшей комбикорма с аттрактивными веществами

Показатели	Вариант		
	опытный I	опытный II	контрольный
ОСБ, г/л	32±1,15	30±0,82	23±0,93
Гемоглобин, г/л	68,0±1,15	66,0±0,93	54,0±0,93
Гематокрит, л/л	0,233±0,0011	0,228±0,0011	0,200±0,0007
Эритроциты, 10 ⁶ /л	0,882±0,0041	0,756±0,0036	0,745±0,0011

Примечание: опытный вариант I – колрмение рыб комбикормом с креветочной добавкой; опытный вариант II – комбикормом с крабовой добавкой

Таким образом, установлено, что использование вкусоароматических добавок крабовой и креветочной в составе стартовых и продукционных комбикормов для осетровых рыб не оказывают влияния на физиологическое состояние выращенных рыб.

Общий химический состав тела стерляди, выращенной на комбикорме с ароматическими добавками находился в пределах физиологической нормы (рис. 59).

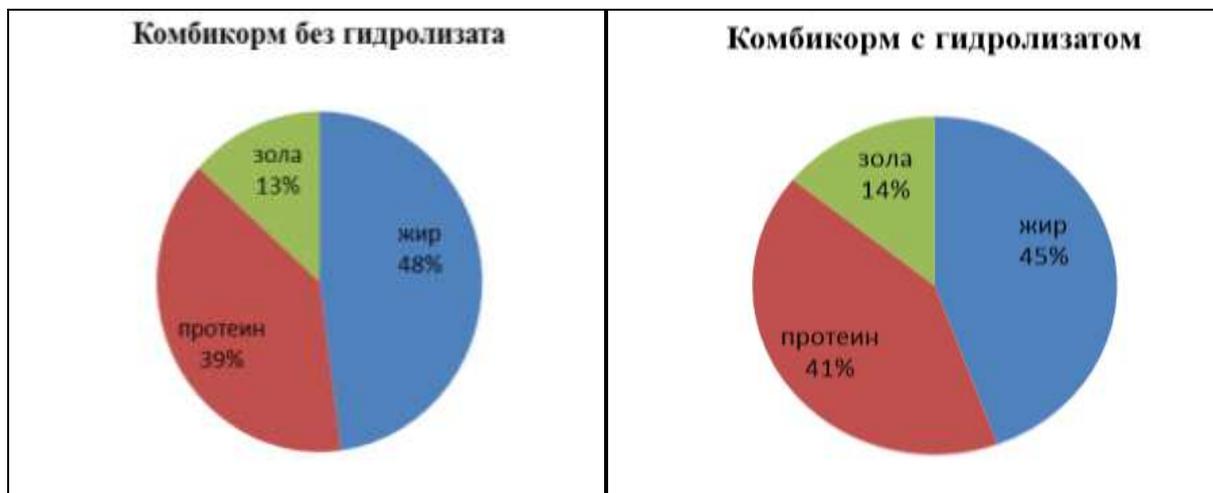


Рисунок 59– Общий химический состав тела стерляди, выращенной на искусственном комбикорме

Таким образом, анализ комплекса физиолого-биохимических показателей позволил установить, что рыбы, потреблявшие комбикорм с ароматизатором, по физиологическому состоянию не отличались от рыб из есте-

ственной популяции. То есть, использование этой добавки в корма для осетровых рыб ремонтно-маточного стада стерляди достаточно эффективно.

5.5. Экономическая эффективность применения вкусо-ароматических добавок в комбикормах для осетровых рыб

С целью изучения экономической целесообразности использования аттрактивных веществ в состав стартовых кормов было проведено исследование в производственных условиях. Из личинок русского осетра, перешедших на активное питание сформированы три группы по 400 тыс. экземпляров в каждой. Исследования продолжались до достижения молодью нормативной навески 3 г. В комбикорм первой и второй групп вводили аттрактивную креветочную добавку в количестве 0,75 и 1,00 г/кг корма. Во время исследований проводился контроль прироста массы рыб, затраты корма, выживаемость и учет финансовых затрат.

Эффективность применения различных добавок в кормлении рыб определяется такими показателями, как уровень производительности, выживаемость рыб, финансовые затраты, а также прибылью, полученной от реализации продукции.

Данные, представленные в таблице 63 свидетельствуют об экономическом эффекте применения креветочной вкусовой добавки в количестве 0,75 г/кг комбикорма. Себестоимость 1 экземпляра молоди в I варианте была на 18% ниже, чем в контроле.

Таблица 63 – Экономическая эффективность использования креветочной аттрактивной добавки в кормах для молоди русского осетра

Показатель	Группа рыб		
	Контрольная	Опытная I	Опытная II
1	2	3	4
Посажено на выращивание, тыс. экз.	400,0	400,0	400,0
Выживаемость, %	52,0	78,0	76,0

Продолжение таблицы 53

1	2	3	4
Выращено и реализовано, тыс. экз.	192,0	312,0	304,0
Кормовые затраты, ед.	0,9	0,7	0,7
Затраты корма на весь период выращивания, кг	513,0	627,0	638,4
Стоимость 1 кг комбикорма, руб.	180,0	182,0	182,0
Реализационная стоимость молоди, руб/экз.	35,0	35,0	35,0
Общая сумма выручки от реализации молоди, млн. руб.	6,7	10,9	10,6
Себестоимость 1 экз. молоди, руб	32,0	29,0	29,0
Прибыль, млн. руб.	0,58	1,87	1,82
Рентабельность, %	9,4	20,7	20,6

Примечание: Расчеты выполнены в ценах по состоянию на 11.01.2016 г.

Использование вкусоароматических добавок при выращивании ранней молоди позволяет увеличить прибыль на 52-54 %.

ГЛАВА 6. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОРМЛЕНИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В УСЛОВИЯХ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ХОЗЯЙСТВ

6.1 Выращивание осетровых рыб с применением сухих комбикормов в условиях бассейновых хозяйств

Для выдерживания и подращивания ранней молоди осетровых рыб наиболее пригодными являются пластиковые бассейны с круговым током воды объемом 2-4м³, глубина слоя воды на первых этапах подращивания не должна превышать 0,4 м. По мере роста молоди глубину в бассейнах увеличивают до 0,6 м. Продолжительность выращивания молоди в бассейнах до массы 3 г при наличии высокоэффективных стартовых кормов с легкоусваиваемым протеином не превышает 35 суток, выживаемость – не менее 70% .

Вода, поступающая в бассейны, должна соответствовать требованиям ОСТ 15.372 – 87. Уровень растворенного в воде кислорода должен быть не менее 7 мг/л и не более 10 мг/л. Расход воды в бассейнах должен соответствовать массе выращиваемых рыб (табл. 64).

Таблица 64– Расход воды в бассейнах при выращивании молоди
осетровых рыб

Масса молоди, мг	Расход воды, л/мин
до 100	0,8
100-1000	1,0-1,4
1000-1500	1,6
1500-3000	2,0

Плотность посадки молоди в бассейны должна соответствовать массе (Пономарев, Грозеску и др., 2002; 2006; 2013) (табл. 65).

Известно, что рост молоди осетровых неравномерный. Часть рыб опережает по массе и размерам остальных особей, становясь конкурентами в питании, что приводит к затягиванию в росте и повышению смертности особей

низкой массы. Поэтому в процессе выращивания необходимо проводить регулярный контроль роста рыб и сортировки особей по размерам.

Таблица 65– Рекомендуемые плотности посадки молоди осетровых рыб

Вид рыбы	Масса молоди г/Плотность посадки, тыс/экз. м ²			
	До 0,06	0,06-0,1	0,1-1,0	1,0-3,0
Белуга и ее гибридные формы	1,6-2,4	0,8-0,6	0,32-0,24	0,24-0,16
Русский осетр	3,2-2,4	1,2-0,8	0,6-0,4	0,32-0,24
Стерлядь	4,8-4,0	3,2-2,4	2,4-2,0	1,6-1,2

Первая сортировка проводится через 2 недели после перехода молоди на активное питание и начала кормления, в момент, когда разница размеров особей видна визуально.

Кормление личинок осетровых начинают в момент перехода на смешанное питание. Стартовый комбикорм задают сначала в небольшом количестве, с целью выработки положительной пищевой реакции. Период адаптации составляет обычно около 2-3 суток. При использовании комбикормов с легкоусваиваемыми источниками протеина можно обойтись без применения «живых» кормовых организмов, традиционно ранее применяемых для подращивания личинок осетровых. До массы 3 г личинок осетровых следует кормить стартовым комбикормом, содержащим протеин на уровне 45-55%, жир – 8-11%, углеводы - 6-12%. Одним из важных технологических аспектов является нормирование кормления. По нашим многолетним наблюдениям разработаны суточные нормы кормления личинок осетровых, в зависимости от массы и температуры воды в рыбоводных емкостях (рис. 60).

В летний период в некоторых областях юга России температура воды в рыбоводных емкостях может подниматься выше 30 °С, что негативно сказывается на интенсивности питания ранней молоди. В этот напряженный период необходимо снизить количество корма не менее чем на 30%.

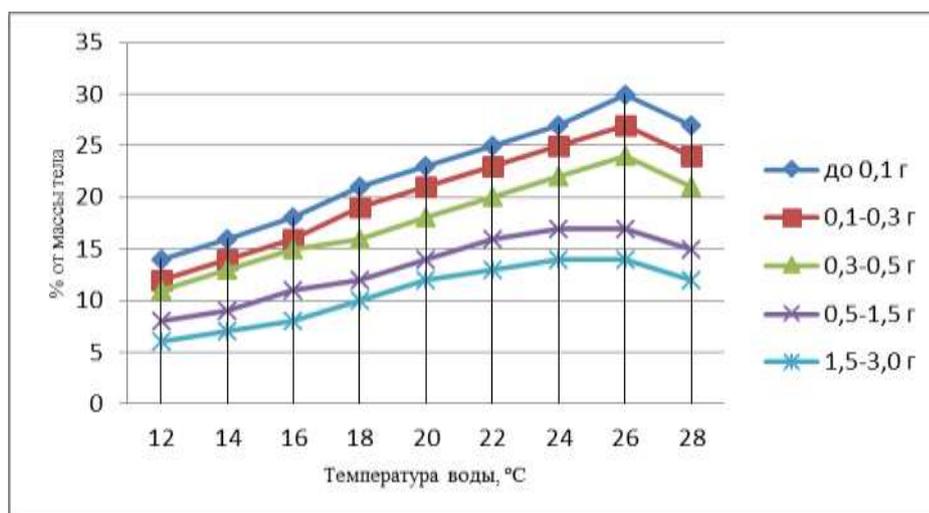


Рисунок 60 – Рекомендуемые нормы кормления личинок осетровых рыб

Важным технологическим аспектом при выращивании является своевременное использование комбикорма соответствующего размера. Так, по достижении личинками массы 0,06 г и до 0,3 г рекомендуемый размер крупки комбикорма составляет 0,1-0,4 мм. С ростом молоди увеличивается и размер крупки, и достигает для личинок массой 0,5-3 г – 0,6-2,5 мм.

Осетровые рыболовные предприятия выращивающие рыб до товарной массы, как правило, производят закупку рыбопосадочного материала массой от 3 г и более. В литературе и справочной документации отсутствуют сведения о плотности посадки молоди массой от 3 до 30 г. В связи с этим нами были проведены исследования по определению оптимальной плотности посадки таких рыб в бассейны. Выращивание молоди проводили в бассейнах двух типов: проточных (ЛПЛ) площадью 3 м² и с круговым током воды (ИЦА-2) площадью 4 м². В результате проведенных экспериментальных работ установлены эффективные плотности посадки молоди, позволяющие получить максимальный прирост (табл. 66). В связи с тем, что осетровые рыбы являются донными представителями ихтиофауны, плотность посадки рассчитывали на площадь бассейна.

Расход воды в этот период должен составлять 1-2 л/мин. на 1 кг рыбы содержащейся в бассейне, при среднем содержании кислорода в воде 7,5-8,5 мг/л. По мере роста рыбы водообмен увеличивают до 3 л/мин. на 1 кг массы

рыб. Полная смена воды в бассейне в этот период происходит в среднем за 20 минут.

Таблица 66 – Плотность посадки молоди осетровых рыб в бассейны, тыс. экз./м²

Вид рыбы	Масса, г	
	3-15	15-30
Белуга и ее гибридные формы	0,16-0,10	0,10-0,05
Русский осетр	0,24-0,15	0,15-0,1
Стерлядь	1,2-0,8	0,8-0,6

Для товарного выращивания наиболее эффективно применение продукционных комбикормов с оптимальным уровнем протеина 44-45%, жира – 11-12%. Для повышения экономической эффективности выращивания в состав этих комбикормов можно вводить нетрадиционное сырье (глютен, крабовую муку). Суточные нормы кормления представлены на рисунке 61.

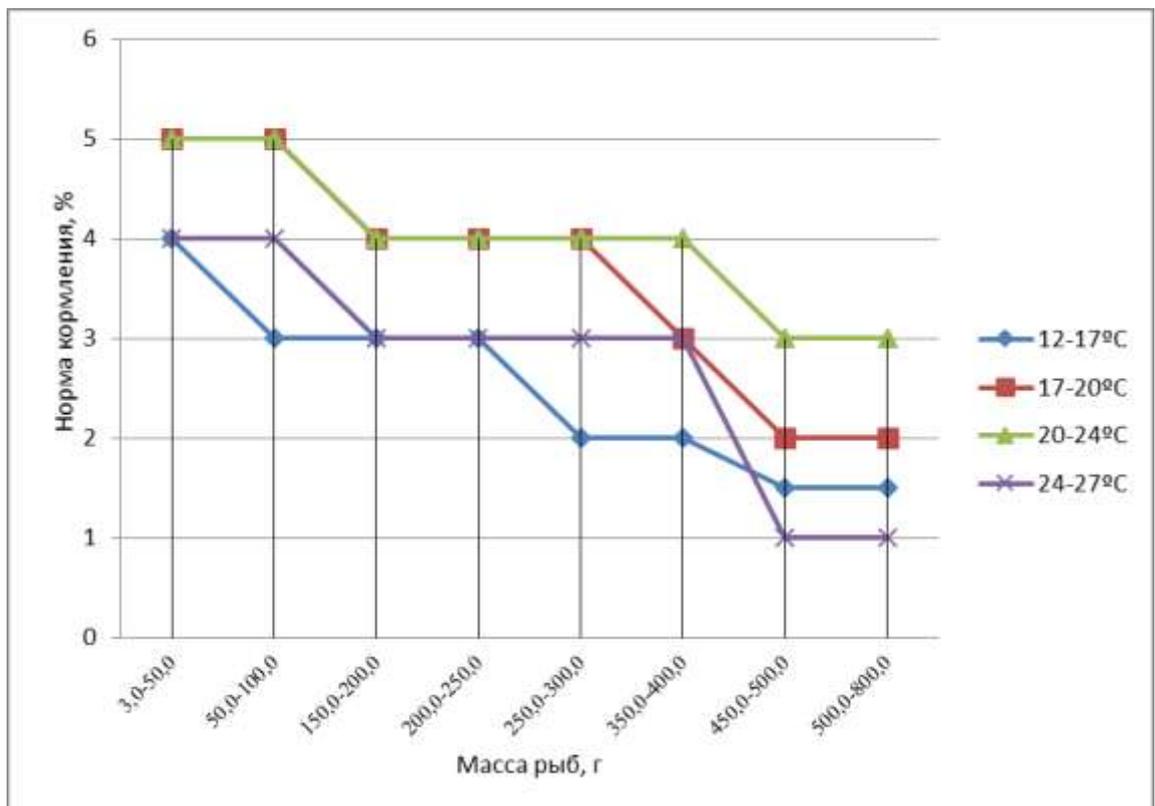


Рисунок 61 – Нормирование кормления осетровых продукционными комбикормами

Плотность посадки молоди в бассейны массой 30-200 г составляет 500-400 экз./м², 200-500 г – 300-205 экз./м², 500-1500г – 250-30 экз/м².

Выращивание товарной рыбы до массы 1,5 кг в бассейновых хозяйствах необходимо проводить в рыбоводных емкостях площадью до 20 м², при этом глубина залития бассейнов не должна быть меньше 0,7 м и не больше 1,0 м. При оптимальной температуре воды, в вегетационный период – 20-24 °С и кормлением сбалансированными кормами продолжительность выращивания рыб от массы 500 г до 1,5 кг не превышает 180 суток. Суточные нормы кормления рыб составляют: при температуре воды 12-17 °С – 1,5 % от массы, при 17-20 °С – 2,0 %, при 20-24 °С – 3 %. При повышении температуры воды выше 25°С суточную норму кормления снижают до 1 % от массы, а кормление рыб проводят 1-2 раза в сутки избегая периода максимальной солнечной активности. Соблюдая разработанные нормы кормления сухим гранулированным комбикормом, кормовой коэффициент составляет 1,2-1,6 ед. на 1 кг прироста массы.

6.2 Нормирование кормления осетровых рыб в прудах малой площади с применением сухих гранулированных комбикормов

Перспективным направлением развития товарного прудового осетроводства является выращивание осетровых в прудах малой площади. В условиях интенсивных прудовых хозяйств на показатели выращивания наряду с кормлением, оказывают влияние большое количество внешних факторов, особенно температура воды и содержание в ней растворенного кислорода. Климат Астраханской области умеренно-континентальный с холодной зимой и жарким летом. Вегетационный период со среднесуточными температурами выше 10 °С начинается с середины апреля и продолжается до середины - конца октября. По результатам многолетних наблюдений выявлено, что термический режим в небольших по площади прудах в период товарного выра-

щивания колеблется от 6,0 °С в конце октября до 26,5 °С в конце июля (Пономарев, Грозеску, Судакова, 2001).

В южных областях России в связи с жарким летом температура воды достигает 30 °С, что приводит к резкому снижению кислорода, в отдельные дни до 1,5 мг/л. В такие моменты может наблюдаться значительная смертность объектов выращивания. Основной причиной ухудшения гидрохимического режима в таких условиях считается недостаточный водообмен, в результате которого остатки корма плохо вымываются с ложа прудов, а разложение их приводит к значительным тратам кислорода. Поэтому при выращивании осетровых рыб в прудах малой площади важно следить за нормированием кормления. Суточный рацион рыб необходимо регулировать в зависимости от массы рыбы и температуры воды (рис. 62).

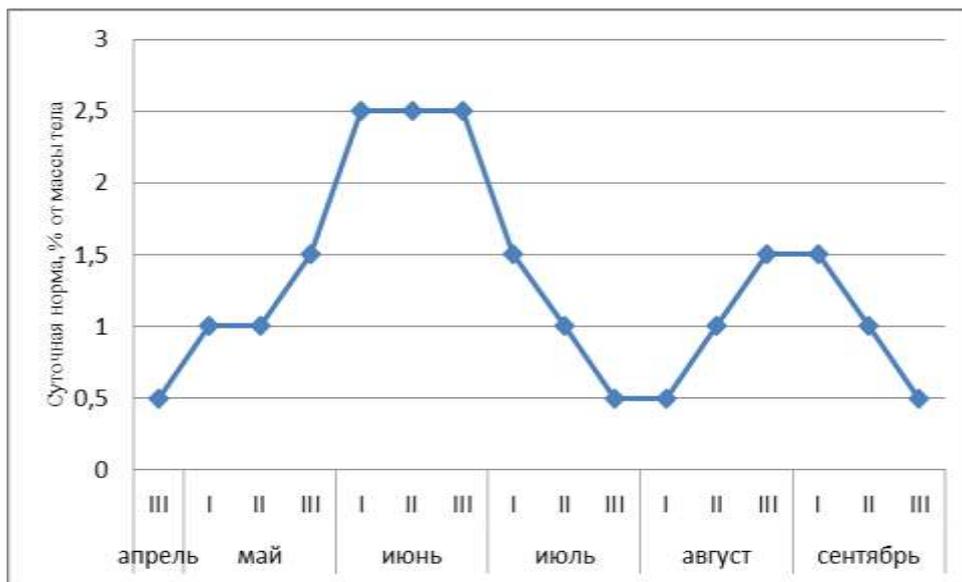


Рисунок 62 – Суточные нормы кормления осетров в прудах малой площади при товарном выращивании

Плотность посадки годовиков гибридов (белуга х стерлядь, стерлядь х белуга) массой 150-250 г в пруды малой площади составляет 2,8 кг/м², двухгодовиков – 1,4 кг/м².

Анализируя результаты выращивания можно утверждать, что разработанная нами схема нормирования рациона при интенсивном выращивании

гибридов осетровых в прудах малой площади достаточно эффективна. Отмечено повышение рыбопродуктивности прудов до 5,2 кг с 1 м² площади пруда, при низких кормовых затратах – до 2,5 ед., а также большее количество рыб с планируемой планируемой конечной массой. Кроме того, выращенные особи характеризуются нормальным физиологическим состоянием.

6.3 Технология выращивания и кормления рыбопосадочного материала осетровых видов рыб

Технология выращивания ранней молоди осетровых осетровых рыб основывается на кратковременном выращивании в бассейнах (7-10 суток) до массы 120-150 мг с применением стартового комбикорма с диспергированным белком и живыми кормовыми организмами.

В настоящее время на осетровых рыбоводных предприятиях выращивание ранней молоди проводят в бассейнах с использованием стартовых комбикормов и живых организмов зоопланктона. Длительность подращивания ранней молоди составляет 15 суток. Разработанная нами технология выращивания позволяет сократить сроки подращивания ранней молоди осетровых рыб до 7-10 суток.

Данная технология выполняется при строгом соблюдении норм показателей водной среды. Выращивание молоди проводится в бассейнах емкостью 2м³ при высоком водообмене и хорошей водоподготовкой. Глубина залития бассейнов не должна составлять 0,6 м. Вода в бассейны подается через систему труб проложенных по дну. Водосливное устройство защищают сетчатым «стаканом» с размером ячеек сетки 1,0-2,0 мм.

В момент перехода большей части молоди на активное питание водообмен постепенно увеличивают с 4 до 7 л/мин., содержание растворенного в воде кислорода поддерживают на уровне 7 мг/л, рН – 6,5-7,5. При возможности регулирования температуры воды, ее необходимо держать на уровне 18-23 °С – оптимальной для активного питания и роста молоди.

Одной из проблем, часто возникающей на рыбоводных хозяйствах, является газопузырьковая болезнь. Заболевание возникает в период повышения в воде молекулярного азота, свыше 113% и кислорода выше 250-350% насыщения. Для молоди осетровых рыб общее насыщение воды газами не должно превышать 104% (Головин, 1984; Казарникова и др., 2005). Перенасыщение воды газами происходит, как правило, при быстом прогреве воды. Поэтому в установках, где параметры водной среды возможно регулировать температуру воды нужно повышать постепенно (насыщение воды газами при подогреве воды на 1 °С увеличивается на 2-2,5%).

При обнаружении признаков заболевания (пузырьки газа в кишечнике, полости тела, жабрах, поверхности), применяются дегазаторы, газоотделители или воду отстаивают в прудах отстойниках. Нормализация газового режима происходит в течение суток. Газопузырьковое заболевание сопровождается высокой гибелью молоди – до 80%.

Весьма важным фактором данной технологии является плотность посадки молоди в бассейны. Оптимальная плотность посадки позволяет управлять процессами роста и развития, формировать поисковый рефлекс, снизить смертность рыб. Рекомендуемая плотность посадки личинок в период подращивания в бассейнах (объемом 2 м³ и слоем воды 0,6 м) составляет: для белуги – 10-15 тыс. шт./м², русского осетра 15-20 тыс. шт./м², севрюги 6-8 тыс. шт/м².

Исследования питания ранней молоди осетровых рыб в бассейнах показали суточные изменения пищевой активности. В связи с этим, в дневные часы бассейновый цех должен быть хорошо освещен. При недостаточной освещенности цеха необходимо над каждым бассейном на высоте 2-3 м установить лампы дневного света мощностью 40-60 Вт. В ночное время кормление следует прекращать, свет выключать, так при отсутствии кормовых частиц молодь активно заглатывает пузырьки газа, что провоцирует возникновение ложной газопузырьковой болезни.

Длительность подращивания ранней молоди в бассейна зависит прежде всего от используемых кормов. Кормление рыб следует проводить стартовым комбикормом с диспергируемым белком, дополнительно в рацион вводить мелкие формы зоопланктона – дафнии, науплии артемии. Размер крупки комбикорма должен соответствовать массе рыбы. Кратность кормления: до массы 60 мг – 20-24 раз в сутки с периодичностью 30 – 60 мин., до массы 120 мг 12 раз в сутки с периодичностью – 90 мин.

Суточная норма кормления ранней молоди составляет:

- до массы 60 мг – 35% стартовый комбикорм + 15% зоопланктон;
- до массы 120 мг 30% стартовый комбикорм + 10% зоопланктон.

Период адаптации ранней молоди к сухому комбикорму длится около 2-3 суток.

Перевод молоди с крупки одного размера на другой следует проводить постепенно. При соблюдении технологии длительность подращивания не превышает 10 суток, а выживаемость молоди от момента перехода на смешанное питание составляет 70%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Протеин организмов, являющихся естественной пищей осетровых представлен фракциями с относительно низкой молекулярной массой. Использование белковых продуктов, максимально приближенных по составу к естественной пище перспективно. Исследуемый белковый компонент содержит незначительное количество свободных аминокислот, олигопептиды, полипептиды, низкомолекулярный растворимый белок и высокомолекулярный белок.

Замена традиционно используемого белкового компонента – рыбной муки не оказывает значительного влияния на питательные свойства комбикорма. Новый белковый компонент обладает выраженными аттрактивными свойствами и стимулирует пищевое поведение личинок, что позволяет легче адаптировать ее в условиях интенсивного разведения. Введение 10 и 15% нового компонента в состав корма способствует снижению кормовых затрат на 30%, увеличению активности пищеварительных ферментов. Свободные аминокислоты и олигопептиды, находящиеся в гидролизате в небольшом количестве, в первые дни экзогенного питания личинок осетровых рыб легко всасываются в стенки кишечника, без атаки протеаз. Это стимулирует рост и развитие молоди. Наличие в гидролизате высокого уровня полипептидов с М.м. 2500-3700 дальтон обеспечивает нормальное развитие у ранней молоди ферментного комплекса протеаз. Эти полипептиды легко расщепляются ферментами и усваиваются. Наличие высокомолекулярного растворимого в воде белка активизирует дальнейшее развитие пищеварительной и ферментной систем рыб.

Молодь, выращенная на комбикорме с продуктом гидролиза рыбного белка, быстрее адаптируется к продукционному комбикорму, в то время как при традиционной технологии в момент отмены «живых кормов» наблюдают повышенную смертность особей. Личинки, выращенные на комбикорме с гидролизатом характеризуются показателями химического состава тела и

крови близким к норме. С экономической точки зрения применение сухого комбикорма с диспергированным протеином достаточно оправдано, приводит к увеличению условного дохода на 2%, что достигается за счет экономии на «живых кормах».

В настоящее время в связи с высокой стоимостью, растущим дефицитом и низким качеством рыбной муки зарубежного производства постоянно ведется поиск доступного альтернативного кормового сырья. Аминокислотный состав крабовой муки беден, по сравнению с рыбной мукой, поэтому введение ее большого количества (сверх 20 %) снижает ценность белка комбикорма.

Крабовая мука, благодаря наличию в своем составе хитиносодержащих веществ, способна улучшать физические свойства комбикорма. Увеличение показателей прочности гранул способствует лучшей сохранности питательных веществ корма от размывания, а также позволяет обеспечить механическую стабильность во время транспортировки и хранения.

Эффективной нормой ввода в состав стартового комбикорма является 5% крабовой муки, при замене такого же количества рыбной. Использование такого комбикорма позволяет получить хороший темп роста при низких кормовых затратах и уровне смертности личинок. Для рыб старших возрастных групп количество этого нетрадиционного сырья можно увеличить до 10 % от состава кормосмеси, что оказывает благотворное влияние на рост, выживаемость, оплату корма и физиологическое состояние выращенных рыб. Стоимость крабовой муки на рынке комбикормового сырья ниже, чем рыбной, что приводит к снижению затрат на корма.

Сравнительно недавно в кормопроизводстве для рыб стали предпринимать попытки использования продуктов комплексной переработки злаков. Рядом исследователей изучена возможность использования пшеничных зародышевых хлопьев и витазара в составе стартовых кормов для форели не более 44 % (Шмаков и др., 1996, 1997) и осетровых рыб – не более 10% (Пономарев, Судакова, Зубкова, 1999). Одним из перспективных компонентов

растительного происхождения является продукт переработки кукурузы – глютен.

Замена части рыбной муки на компонент растительного происхождения привело к снижению уровня таких аминокислот как лизин, метионин+цистин, фенилаланин+тирозин. Недостаток любой из эссенциальных аминокислот приводит к использованию белка для синтеза других аминокислот, что приводит к снижению эффективности использования протеина растущим организмом. Избыточное содержание аминокислот также негативно влияет на процесс выращивания в связи с тем, что неиспользованные аминокислоты вовлекаются в азотный обмен и выводятся во внешнюю среду, загрязняя воду.

В сравнении с идеальным белком (Саенко, 1996) комбикорма с добавлением глютена лимитированы по лейцитину, изолейцину. При этом, эти две аминокислоты злаковых достаточно хорошо доступны для рыб. Чаще всего комбикорма для рыб, изготовленные на основе растительных компонентов бывают лимитированы по лизину, что связано с особенностями его строения (Остроумова, 2012). Однако, в нашем случае уровень этой аминокислоты незначительно отличался от контрольного варианта комбикорма и был несколько ниже, чем в идеальном белке. Однако, комбикорма с кукурузным глютенем оказали отрицательное влияние на рост и выживаемость ранней молоди осетровых рыб.

При выращивании старших возрастных групп осетровых рыб был получен положительный эффект был получен при введении в состав комбикорма 10 % кукурузного глютена. В этом варианте достоверного увеличения прироста массы особей не наблюдалось, а показатели выращивания были приближены к таковым в контроле (где использовалась классическая рецептура с достаточным количеством протеина животного происхождения). Замена в составе продукционного комбикорма 10 % дорогостоящей рыбной муки на кукурузный глютен снижает стоимость 1 кг корма на 11 %, что со-

крашает затраты на выращивание рыбы и увеличивает коэффициент рентабельности производства товарной продукции.

Применение высокобелковых продуктов растительного происхождения при выращивании рыб является наиболее эффективным и с экономической точки зрения, так как рыбная мука, которая наиболее широко используется при приготовлении комбикормов, по сей день является достаточно дорогой. Введение большего количества (15% и более) этого компонента не является эффективным, так как по минеральному и липидному составу он уступает рыбной муке, что отражается на составе питательных веществ корма и показателях выращивания рыб.

В современных условиях при индустриальных методах выращивания на рыб воздействует значительное количество стрессовых факторов, что ведет к протеканию процессов свободно-радикального окисления в организме рыб. Для нейтрализации избыточной продукции свободных радикалов и поддержания иммунного гомеостаза организма рыб возникает необходимость использования экологически чистых эндогенных антиоксидантов, к которым относятся витамин С, каротиноиды.

Фармокопейная форма аскорбиновой кислоты отличается нестабильностью в процессе хранения. Поэтому поиск ее стабильных аналогов достаточно актуален, но при этом необходимо учитывать факт возможного токсического действия комплексных соединений или солей аскорбиновой кислоты.

Предпосылками для использования L-аскорбил-2-полифосфата является наличие в пищеварительном тракте рыб фосфотаз – ферментов, расщепляющих некоторые фосфорные соединения, и делающих фосфор доступным для усвоения организмом (Коржуев, 1979; Schliffka, 1990; Tucker et al., 1986; Theshima et al., 1993).

Установлено, что при выращивании личинок осетровых рыб оптимальной нормой является 500 мг/кг кукусапита. Кроме положительного влияния на показатели выращивания, кукусапит интенсивно накапливается в тканях выращиваемой молодежи. Этот факт является немаловажным, так как из-

вестно (Бахарева, Грозеску, 2000), что накопленная в тканях рыб аскорбиновая кислота активно расходуется в стрессовые периоды при пересадках, сортировках и других рыбоводных манипуляциях, снижая смертность.

Кормление рыб комбикормом, характеризующимся показателями перекисного и кислотного чисел жира превышающими норму, позволяет получить увеличенный на 48% прирост. Гематологические показатели молоди, получавшей в качестве источника витамина С куксавит, были значительно выше, даже при применении комбикормов с окисленными липидами.

Положительное влияние термостабильного источника витамина С в составе комбикорма с истекшим сроком хранения подтвердилось гистологическими анализами. При рассмотрении срезов печени на малом увеличении отмечали, что и в опытном и в контрольном вариантах дольки печени многоугольной формы, примерно одинаковых размеров. У рыб опытной группы в паренхиме печени отмечали скопления пигментных гранул, обнаруживались очаги фиброза. Границы клеток не всегда явно различимы. Печень особой контрольной группы имела явные признаки дистрофии. В паренхиме печени отмечали геморрагические и плазморрагические участки, мелкие очаги некроза. Несмотря на то, что структура органа выражена достаточно четко, ее морфологическая картина характеризовалась мозаичностью. То есть, у рыб этой группы процесс жирового перерождения печени протекал наиболее активно, что свидетельствует о том, что при введении в состав комбикорма аскорбил-полифосфата антиоксидантная система справлялась с подавлением избытка продуктов перекисного окисления липидов. Оставшееся количество витамина С в опытном варианте, вероятно, предотвратило патологические изменения в организме рыб, возникающие при потреблении комбикормов с истекшим сроком хранения.

Возможность использования различных термостабильных аналогов витамина С многократно рассматривалась в зарубежной литературе. К. Shigueno, S. Iton (1988) доказали возможность включения Mg-L-аскорбил 2-фосфата в рацион креветок. С.У. Cho и С.В. Cowey (1993) проводили испы-

тание трех солей аскорбиновой кислоты: аскорбил монофосфат магния (АМФ-Mg) или натрия (АМФ-Na) и аскорбил- моносульфат (АМС) в кормах для молоди радужной форели.

Нами установлено, что добавление L-аскорбат-2-сульфата и аскорбил-монофосфата магния снижает выживаемость молоди по сравнению с аскорбил-полифосфатом. То есть, этот дериват витамина С наиболее эффективен в составе кормов и премиксов для осетровых рыб.

Для старших возрастных групп При введении 200 и 500 мг аскорбил-полифосфата в состав комбикорма при товарном выращивании получены сопоставимые показатели роста, выживаемости и кормовых затрат. Следовательно, можно рекомендовать для использования в составе осетровых премиксов и продукционных комбикормов дозировку 200 мг/кг корма. При кормлении рыб С-дефицитным рационом в тканях снижается витамин С в 1,8-1,9 раз, что свидетельствует о тратах этого витамина организмом, нутритивное пополнение все-таки имеет место с некоторыми компонентами кормов, но оно не может привести к депонированию хотябы небольшого его количества в тканях. Особый интерес представляет использование витамина С в качестве лечебно-профилактического средства при механических повреждениях кожных покровов у осетровых рыб. Полное заживление поврежденных покровов у молоди осетра получавшей 500 мг куксавита и 1000 мг аскорбиновой кислоты произошло уже через 5 суток. Меньшее количество витамина С в корме приводит к увеличению длительности периода восстановления. Во время процесса заживления организмом расходуются запасы витамина С. Разбирая возможные причины выявленных различий влияния куксавита и аскорбиновой кислоты на скорость заживления ран, можно предположить, что при приготовлении комбикорма большая часть аскорбиновой кислоты разрушается, а оставшаяся часть не способна обеспечить нормальное восстановление травмированных рыб.

Вопросом применения каротиноидов в аквакультуре ученые заинтересовались еще в прошлом столетии. Он возник в связи с необходимостью

«подкрашивания» мяса лососевых рыб. В дальнейшем были получены положительные результаты их применения на других видах рыб, особенно в качестве природных антиоксидантов.

В настоящее время на рынке продуктов для кормопроизводства имеется ряд препаратов β -каротина и одним из них, наиболее перспективным является «Витатон», отличающийся низкой стоимостью, устойчивостью при хранении к свету, влажности, температуре и другим внешним факторам. Предварительно нами были проведены исследования по определению эффективных доз введения витатона в состав стартовых и продукционных комбикормов для осетровых рыб.

Синтетический астаксантин в составе комбикормов негативно сказывается на росте и выживаемости осетровых рыб. Вероятно, это связано с его структурной формулой, отличающейся от таковой натурального астаксантина, что снижает его антиоксидантные свойства.

Все препараты β -каротина (синтетический, натуральный и микробный) не влияют на уровень выживаемости, стимулируя темп роста. В большей степени эффективен «Витатон», препараты «С1 natural yellow» и « β -каротин синтетический» в меньшей степени оказывали положительное влияние на показатели роста и выживаемости русского осетра. Препараты каротина активизируют протеиновый обмен, повышая уровень общего сывороточного белка в крови и ретенцию питательных веществ в тканях.

Основная часть каротиноидов поступающих с пищей, в организме рыб преобразуется в ретинол. Все исследованные нами препараты β -каротина оказывают влияние на депонирование витамина А в печени.

Об антиоксидантных свойствах каротиноидов можно судить по накоплению продуктов перекисного окисления липидов (Микряков и др., 2001; 2006). β -каротин в определенных условиях, например при дефиците аскорбиновой кислоты, может демонстрировать прооксидантные свойства (Villaneva, Kross, 2012). В качестве акцептора свободных радикалов лучше всего используется β -каротин, содержащийся в составе препарата «Вита-

тон». В клетках печени рыб, получавших в составе комбикорма аскорбиновую кислоту в количестве, соответствующем потребностям организма и при дополнительном введении каротиноидных препаратов уровень диеновых конъюгатов (ДК) был ниже. Синхронно с увеличением содержания ДК увеличивался и количественный показатель малонового диальдегида (МДА). Накопление продуктов ПОЛ свидетельствует об интенсивности процессов, ведущих к развитию окислительного стресса (Барабой, 2006). В большей степени защитную реакцию организма продемонстрировали рыбы, получавшие с комбикормом «Витатон». Исключение из рациона витамина С, не приводит в полной мере демонстрацию антиокислительных способностей. Увеличение уровня продуктов ПОЛ свидетельствует о нарушении баланса системы «прооксидант – антиоксидант» и может привести к негативным последствиям при интенсивных методах рыборазведения.

Общеизвестным является факт кумуляции и эмбриотоксического действия витамина А, однако, поступление с кормами каротиноидов способствующее более активному накоплению ретинола, положительно сказывается также на развитии эмбрионов.

Нормальная естественная микрофлора кишечника рыбам необходима, так как она служит не только защитным барьером против патогенов, но и способствует пищеварению и является возможным продуцентом витаминов и пробиотиков. Пробиотики серии Субтилис являются спорообразующими пробиотиками нового поколения. Основная часть бактерий в них представлена спорами и поэтому пробиотик сохраняет жизнеспособность при воздействии негативных факторов.

При выращивании личинок осетровых отмечали увеличение уровня выживаемости и роста при использовании пробиотического препарата. Поступивший в ЖКТ препарат вырабатывает пищеварительные ферменты и витамины, которые необходимы осетровым именно на этом этапе онтогенеза, в результате чего отмечается увеличение выживаемости.

Полную оценку функционального состояния выращенной молодежи можно только после исследования устойчивости к ряду лимитирующих факторов водной среды. Использование комбикорма с пробиотическим препаратом на протяжении всего периода выращивания положительно сказывается на способности молодежи выживать в экстремальных условиях среды: солёности 12 ‰, высокой температуре – более 32 °С, низком содержании кислорода – менее 6,5 мг/л).

Выращивание рыб индустриальными методами приводит к увеличению заболеваемости что приводит к стимулированию использования рыбоводами антибиотиков. Сами по себе эти препараты не оказывают лечебного действия а лишь контролируют развитие бактериальных популяций. Применение антибактериальных препаратов в системе оборотного водоснабжения недопустимо, в связи с негативным влиянием на биоценоз биологического фильтра. Альтернативой антибиотиком могут выступать пробиотические препараты. Основой полезных свойств пробиотических препаратов является способность к элиминации патогенной или условно-патогенной микрофлоры желудочно-кишечного тракта.

Бактерии *B. subtilis*, *B. licheniformis* способны к продуцированию пищеварительных ферментов, выделению в кишечнике рыб биологически-активных веществ, в результате которых улучшается пищеварение и усвоение корма, необходимо было оценить эффективность использования пробиотика при выращивании в системе замкнутого водообеспечения.

Использование в составе комбикормов пробиотиков приводит к снижению микробиной обсемененности воды рыбоводных бассейнов.

Интегральная характеристика влияния качества корма на пластический обмен также показала, что наиболее интенсивно в тканях рыб получавших пробиотик, проходило накопление протеина и жира. Высокий коэффициент использования кормов, при введении в их состав пробиотика, сводит к минимуму количество выделяемых рыбами экскрементов и тем самым приводит к снижению нагрузки на очистную систему УЗВ.

Кровь рыб, выращенных на комбикорме с пробиотиком, отличалась большим уровнем гемоглобина и общего объема эритроцитов. Лейкон осетровых рыб, выращенных в системе оборотного водоснабжения был в основном представлен клетками лимфоидного отдела. Общее количество лейкоцитов в крови всех групп находились в пределах физиологической нормы. Среди агранулоцитов доминировали лимфоциты, что определяется фагоцитирующей функцией организма. В большей степени изменения затронули количество моноцитов, в сторону снижения их при использовании в составе комбикорма пробиотиков. Таким образом, использование пробиотика Субтилис увеличивает защитные функции организма, касающиеся клеточного иммунитета и снижают риск возникновения заболеваний.

Привлекательный вкус комбинированных кормов при интенсивном выращивании осетровых рыб играет важную роль, способствуя интенсивному и равномерному росту. Повысить интенсивность потребления рыбами корма можно усилением хемосенсорной привлекательности корма, путем добавления в корма вкусоароматических веществ.

Осетровые рыбы характеризуются отсутствием видовой специфичности обонятельного восприятия различных веществ. Основное значение для них играют хемосенсорные и механические свойства гранул. Отсутствие предметного зрения минимизируют оказываемое формой и цветом комбикорма влияние на их пищевое поведение.

Традиционно используемые компоненты осетровых кормов имеют различные хемосенсорные свойства: витазар и крабовая мука – аттрактивное, дрожжи, премикс, пшеничная мука, кукурузный глютен – индеферентное, тогда как рыбная мука и сухой обрат – реппелентное. Среди вкусоароматических веществ наиболее привлекательны для рыб крабовая и креветочная добавки. Рыбная мука, составляет основу искусственных комбикормов для осетровых рыб, существует возможность введения в состав стартовых комбикормов пищевых ароматизаторов с целью усиления их хемосенсорной привлекательности и «затушевывания» запаха и вкуса рыбной муки.

Вкусовые ароматизаторы ракообразных в количестве 0,75 г/кг стимулируют пищевое поведение ранней молоди осетровых рыб. Их использование в составе комбикормов стимулирует пищевое поведение, увеличивая темп роста, снижая затраты корма, повышая уровень выживаемости. Для рыб старших возрастных групп оптимальная дозировка ароматизаторов ниже - 0,5 г/кг.

С каждым последующим кормлением отмечается усиление пищевой активности, что свидетельствует о фиксировании «запахового следа» и построении четкого запахового образа излюбленной пищи.

При выращивании осетровых рыб массой свыше 3 грамм и до товарной массы применяют производственные комбикорма, содержащие в своем составе значительное количество компонентов растительного происхождения. Для осетровых рыб старших возрастных групп характерна специфическая стратегия пищевого поведения. Реакция захвата пищи наблюдается у них в момент ее нахождения непосредственно под рострумом и усиками, то есть для этих видов характерна так называемая тактика случайного поиска (Бастаков, Дьячкова и др., 1981; Поведение молоди..., 1989; Востроушкин, 2004). Витазар и крабовая мука обладают аттрактивными свойствами для осетровых рыб различного возраста, а соевый шрот и кормовые дрожжи – индифферентными свойствами. С возрастом у них изменяется реакция на некоторые компоненты. Рыбная мука, пшеничная мука, рыбий жир для рыб старших возрастных групп становится привлекательными компонентами.

Видовая специфичность реакции на химические стимулы компонентов комбикормов у осетровых рыб выражена недостаточно четко. Отличия выявлены в реакции разновозрастных особей белуги на некоторые компоненты. Так рыбная мука для молоди и сеголетков русского осетра и бестера обладает репеллентными свойствами, а в двухлетнем возрасте запах ее может привлекать рыб, тогда как для белуги этот компонент приобретает аттрактивные свойства уже в возрасте сеголетка. Подобный эффект отмечен и для рыбьего

жира. Запах пшеничной муки привлекает двухлетков русского осетра и бестера, а для белуги отношение к нему остается индифферентным.

В связи с растущим дефицитом рыбной муки, в последние годы широкое распространение нашли малокомпонентные осетровые корма, содержащие в своем составе сырье растительного происхождения. В связи с тем, что запах рыбной муки привлекателен для старших возрастных групп, тогда как компоненты растительного происхождения в основном слабо привлекательны, усилить ее аромат можно с помощью глютината. Этот способ позволяет стимулировать пищевое поведение осетровых.

На осетровых рыбоводных заводах при спуске прудов остается большое количество ракообразных организмов (бентосных и планктоны). При определенной переработки возможно их использование в составе комбикормов для стимуляции пищевого поведения рыб старших возрастных групп и производителей.

В результате проведенных экспериментов разработана технология выращивания осетровых рыб в бассейновых и прудовых хозяйствах с применением сухих гранулированных кормов, включающая суточные нормы кормления и рекомендуемые соотношения между массой рыбы и размером частиц корма.

ВЫВОДЫ

1. Введение белкового продукта со средней глубиной гидролиза в состав стартового комбикорма повышает привлекательность корма для ранней молоди осетровых рыб на 44%, увеличивает интенсивность роста и выживаемость без дополнительного введения в рацион «живых» кормов.

2. Введение 5% муки из крабов в состав стартового и 10% в состав производственного комбикормов является оптимальным, что подтверждается данными по увеличению прироста на 14,0% (при $P \leq 0,05$) и 28,8% соответственно, при высоком уровне выживаемости и низких кормовых затратах (0,9 и 1,1 ед.). Крабовая мука способствует снижению крошимости комбикормов на 20-34% и скорости набухания гранул комбикорма на 5-7 минут.

3. Включение в состав комбикорма 10% кукурузного глютена, взамен части рыбной муки не приводит к ухудшению показателей выращивания, и позволяет снизить стоимость комбикорма на 6%. Уровень гемоглобина в крови рыб, потреблявших комбикорм с 10% глютена составил 75,0 г/л, количество эритроцитов – 0,9 10^6 мкл, показатель общего сывороточного белка – 3,8 г/л, что соответствует нормативным для осетровых рыб значениям.

Увеличение количества этого компонента более 10% негативно влияет на рост и способствует увеличению кормовых затрат на 16%.

4. Использование стартового и производственного комбикормов, содержащих нетрадиционные сырьевые ресурсы приводит к увеличению прибыли в 2,4 и 1,2 раза, а уровень рентабельности производства в 2,7 и 1,5 раза соответственно.

5. Применение L-аскорбил-2-полифосфата в комбикормах для осетровых рыб положительно влияет на рост, выживаемость и интенсивность накопления витамина С в мышечной ткани, по сравнению с L-аскорбил-2-сульфатом и магниевым эфиром аскорбиновой кислоты. Оптимальными нормами введения аскорбилполифосфата в состав стартового и производственного комбикормов являются 500 г/т и 200 г/т соответственно.

6. L-аскорбил-2-полифосфата в составе стартовых кормов повышает интенсивность роста личинок, при адекватном снижении кормовых затрат на 16%, по сравнению с контролем. У старших возрастных групп использование ее приводит к увеличению прироста в 2,7 раз, снижению кормовых затрат на 24%.

7. Применение каротиносодержащих препаратов положительно влияет на показатели выращивания осетровых рыб. Наибольшей эффективностью обладает препарат «Витатон», его использование приводит к повышению интенсивности роста на 39%, при снижении конверсии комбикорма на 16%, в сравнении с контролем, повышает уровень протеина в сыворотке крови и мышечной ткани рыб, увеличивает накопление витамина А в печени на 36%.

8. Введение в состав комбикорма спорообразующего пробиотика «Субтилис» повышает выживаемость молоди осетровых на 3-5%, стимулируя рост в 1,4-2,0 раза и снижая кормовые затраты в среднем на 16%. Пробиотический препарат стабилизирует микробный фон воды в бассейнах, снижая показатель обсемененности до $2,1 \times 10^2$ КОЕ/мл.

9. Вкусовые ароматизаторы ракообразных в дозе 0,75 г/кг для стартового и 0,5 г/кг для продукционного комбикормов стимулируют пищевое поведение осетровых рыб. Коэффициент предпочтения личинками комбикорма с ароматизаторами составляет +46, тогда как в контроле +8. Темп роста ранней молоди при использовании крабовой и креветочной добавок увеличивается на 16% ($P \leq 0,001$), затраты корма снижаются на 12%. Для рыб старших возрастных групп использование вкусоароматизаторов позволяет увеличить прирост на 60%.

10. На основании проведенных исследований разработана инновационная технология кормления, включающая в себя рекомендации по использованию стартовых и продукционных кормов для осетровых рыб, рекомендуемые соотношения между размерами частиц комбикорма и массой рыбы, точные рационы кормления в зависимости от температуры воды.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Для повышения эффективности кормления осетровых рыб при интенсивном выращивании рекомендуем применять:

- для личинок осетровых рыб стартовый комбикорм, содержащий 10% гидролизата рыбного протеина и 5% крабовой муки;

- для рыб массой свыше 3 грамма - производственный комбикорм с 10% крабовой муки и 10% кукурузного глютена;

- использовать в составе комбикормов вместо кристаллической аскорбиновой кислоты ее стабильный аналог L-аскорбил-2-полифосфат – 500 мг/кг корма для личинок и 200 мг/кг корма для старших возрастных групп;

- для снижения последствий стрессовых воздействий на организм применять комплексно препарат «Витатон» (0,4 г/кг корма) и аскорбиновую кислоту (1г/кг корма);

- с целью стабилизации микробного фона воды рыбоводных емкостей и повышения уровня выживаемости осетровых рыб использовать пробиотический препарат «Субтилис»;

- с целью усиления активности питания осетровых рыб дополнительно вводить в комбикорма вкусоароматические добавки – 0,75 г/кг корма для личинок и 0,5 г/кг корма – для старших возрастных групп.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абросимов, С.С. Влияние каротиноидов на эффективность использования питательных веществ кормов молодью осетра / С.С. Абросимов // Инф. Пакет: Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах. - М.: ВНИЭРХ, 1991. - вып. 64. - С. 46-50.
2. Абросимов, С.С. Повышение эффективности выращивания молоди русского осетра при введении в корм каротиноидов / С.С. Абросимов // Сб. науч. Тр. АзНИИРХ: Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна.- Ростов на Дону, 1996.- С. 311-312.
3. Абросимов, С.С. Влияние β -каротина на состояние печени и крови молоди осетра / С.С. Абросимов // Мат-лы докл науч.-практ. конф.: Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России.- Адлер, 2001.- С. 131-132.
4. Абросимова, Н.А. Выращивание покатной молоди осетровых рыб с использованием искусственных кормов / Н.А. Абросимова, М.А. Артемова // Инф. Лист №3115-85.- Ростов-на-Дону. Ростовский ЦНТИ, 1985. - С. 1-2.
5. Абросимова, Н.А. Инструкция по бассейновому выращиванию молоди осетровых на предприятиях Азово-Донского района с использованием стартового комбикорма СТ-4Аз / Н.А. Абросимова, Е.А. Гамыгин, Е.Г. Балов, М.В. Сафонова.- Ростов-на-Дону: АзНИИРХ, 1989.- 24 с.
6. Абросимова, Н.А. К вопросу совершенствования стартовых комбикормов для осетра с учетом его потребности в жирных кислотах / Н.А. Абросимова, А.А. Бирюкова, С.С. Абросимов // Сб. научн. тр.АзНИИРХ: Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна.- Ростов-на-Дону, 1996.- С. 316-318.
7. 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.

8. 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.

9. Абросимова, Н.А. Влияние микробного населения кишечника на биологическое и продуктивное действие стартового корма / Абросимова Н.А., Абросимова К.С. // Материалы докладов IV Международной научно-практ. Конф.: Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития.- Астрахань, 2006. - С.217-219.

10. Абросимова, Н.А. Изменение активности пищеварительных ферментов у молоди бестера при тимпании / Н.А. Абросимова // Современные проблемы науки и образования. – 2012. - №4.- С. 269.

11. Абросимова, К.С. Проблемы выращивания личинок и мальков осетровых рыб в интенсивной аквакультуре и пути их решения / К.С. Абросимова, Н.А. Абросимова, Л.М. Васильева // Фундаментальные исследования. - 2015, № 2-9.- С. 1882-1886.

12. Абсалямков, Р.Б. Испытания современных комбикормов для осетровых рыб в условиях замкнутого цикла водообеспечения / Р.Б. Абсалямков // Тез. докл. VI ежегодной научной конференции студентов и аспирантов базовых кафедр ЮНЦ РАН. - Ростов-на-Дону, 2010. - С.5-6.

13. Агеев, В.И. Кормление птицы / В.И. Агеев, И.А. Егоров, Т.М. Околелова, П.Н. Паньков. Справочник.- М.: Агропромиздат, 1987. – 322 с.

14. Адрианов, О.С. Узловые вопросы локализации и организации церебральных функций / О.С. Адрианов // В кн.: Современные аспекты учения о локализации и организации церебральных функций.- М.: Медицина, 1980.- С. 200-216.

15. Алешин, С.А. О возможности использования альфа-токоферола и аскорбиновой кислоты как потенциальных средств защиты воспроизводи-

тельной системы радужной форели (*SalmogairdneriRich*) от токсического воздействия перекисных соединений корма / С.А. Алешин // Вестник Ленинградского Университета. - 1982. - Сер.3. - Вып.2. - № 10. Зоология. - С. 5-8.

16. Аминова, В.А. Физиология рыб / В.А. Аминова, А.А. Яржомбек. – М.: Легкая и пищ. пром-ть, 1984.- 200 с.

17. Антипитательные факторы и методы их устранения // Комбикормовая промышленность. - 1993. - № 1.- С. 43-45

18. Антипитательные факторы и методы их устранения // Комбикормовая промышленность. - 1993. - № 2.- С. 37-39.

19. Аринжанов, А.Е. Использование биодобавок и наночастиц железа в кормлении карпа / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2015.-№6 (181).- С. 44-48.

20. Аринжанов, А.Е. Особенности обмена токсических элементов при совместном использовании биодобавок и наночастиц железа / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова // Материалы Всероссийской научно-методической заочной конференции: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры.- 2016.- С. 1054-1057.

21. Артеменков, Д.В. Морфологическая характеристика клариевого сома (*Clarias gariepinus*) в УЗВ при выращивании на комбикорме с добавками пробиотика «Субтилис» / Д.В. Артеменков, Е.М. Степанов // Материалы международной конференции: Актуальные проблемы обеспечения продовольственной безопасности юга России: Инновационные технологии для сохранения биоресурсов, плодородия почв, мелиорации и водообеспечения. - Ростов-на-Дону, 2011. - С.29-30.

22. Асадчая, Р.Л. Диагностика бактериальных болезней растительноядных рыб [Эффективность применения окси-тест- и микро-тест-систем / Р.Л. Асадчая // Международная научно-практическая конференция: Современные вопросы патологии сельскохозяйственных животных. - Минск, 2003. - С. 278-279.

23. Бабаян, Т. Л. О промежуточных продуктах индуцированного автолиза внутриклеточных белков дрожжей / Т.Л. Бабаян, В.И. Латов, В.М. Беликов, К.А. Калуюнц. – Лейпциг, ГДР, 1984.- Вып. 4.- С.343-351.

24. Байдалинова, Л. С. Биохимия сырья водного происхождения / Л.С. Байдалинова, А.А. Яржомбек.- М.: Моркнига, 2011.- 510 с.

25. Барабой, В.П. Стресс: природа, биологическая роль, механизмы, исходы / В.П.Барабой.- Киев: Фитоцентр, 2006.-424 с.

26. Бастаков, В.А. Особенности поведения и морфофункциональной организации зрительной системы ювенильных особей русского осетра *Acipenser guldenstadti* Brandt / В.А.Бастаков, Л.Н. Дьячкова, Ю.Б. Мантейфель // Сб. тр. АН СССР Ин-т эволюц. морфол. и экол. животных. - Москва, 1981. - С.46-80.

27. 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

28. Бахарева, А.А. Снижение действия стресс-факторов путем введения витаминов в комбикорма для осетровых рыб/ А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску // Материалы междунар. науч. конференции, посвященной 70-ти летию АГТУ. – Астрахань, 2000. -Т. 2. –С. 196-198.

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

30. Бахарева, А. А. Влияние уровня жира в кормах на физиологическое состояние рыб / А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску, С.В. Пономарёв, М.А. Горбунова, М.В. Андреев // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство.- 2014. - № 1. – С. 55-61.

31. Белов, Л.П. Применение пробиотиков на основе спорообразующих бактерий в отечественном рыбоводстве / Л.П. Белов, В.В. Панасенко // Тез. Докл. Международной научной конференции: Инновационные технологии аквакультуры. - Ростов-на-Дону, 2009.-С.27-29.

32. Белова, Н.В. Некоторые методы изучения преднерестового и нерестового периодов жизни самцов рыб / Н.В. Белова.- В кн.: Исследования размножения и развития рыб. - М.: Наука, 1981. - С.58-66.

33. Бессарабов, Б. Пробиотики эффективны и безвредны / Б. Бессарабов, А. Крыканов, И. Мельникова, Л. Гонцова // Животноводство России.– 2006.– № 5.– С.28-29.

34. Блинецов, А.В. Результаты использования биологически активных веществ в промышленном свиноводстве / А.В. Блинецов, И.Н. Токарев, И.Ф. Хайретдинова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета.– 2011.– №1(17).– С.13-18

35. Богословская, С. И. Антигипоксическое действие этимизола / С.И. Богословская, И.М. Петяев, Л.С. Филимоновская, В.А. Клочков, Е.В. Подземельников, Л.И. Струченевская // Сб. научн. тр.: Биологические мембраны и энергетика организма в норме и патологии, 1984.- Саратов. - Т.110 (127).- С. 67-69.

36. Боева, Н.П. Технология кормовой муки из мелких рыб повышенной жирности // Рыбное хозяйство. - 2002. - № 3. –С.53-55.

37. Бондаренко, Л.Г. Опыт выращивания личинок русского осетра на сухих гранулированных кормах / Л.Г. Бондаренко // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. вып. 213. Рыбхозяйственное освоение и повышение продуктивности водоемов Сев. Кавказа.- Л., 1984. С. 60-67.

38. Бондаренко, В.Ф. Хемосенсорная адаптация молоди белошипа к стартовым кормам / В.Ф. Бондаренко, О.А. Дерипаско, К.В. Тылик // Сб. науч. тр. КТИРПиХ: Комбикорма и обмен веществ у рыб. - Калининград, 1991. - С.87-91.

39. Бондаренко, О.А. Влияние препарата "Витатон" как каротинсодержащей добавки к комбикормам для годовиков карпа на их рост и пластический обмен / О.А. Бондаренко // Сб. науч. Тр. ВНИИПРХ : Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности. - Москва, 2005. - Т. 2. - С. 254-262.

40. Борисочкина, Л.И. Современная технология производства кормовой рыбной продукции и продукции из рыбных жиров / Л.И. Борисочкина // Инф. Пакет Рыбн. хоз-во. Сер.: Обработка рыбы и морепродуктов. - 1989, вып.5.- С. 103.

41. Бриттон, Г. Биохимическая природа пигментов / Г. Бриттон.- М.: Мир, 1986. - 422 с.

42. Бурлаченко, И.В. Способ клинической оценки состояния осетровых рыб при их культивировании в установках с замкнутым циклом водообеспечения / И.В.Бурлаченко, Л.К. Бычкова // Рыбное хозяйство. - 2005. -№6. – С. 70-72.

43. Васильева, Л. М. Технология индустриального выращивания молоди и товарных осетровых рыб в условиях Нижнего Поволжья / Л. М. Васильева, С. В. Пономарев, Н. В. Судакова. - Астрахань: Волга, 2000. - 24 с.

44. Вацуру Э.Г. Принцип ведущей афферентации в учении о высшей нервной деятельности / Э.Г. Вацуру // Физиологический журнал СССР.- 1949.- т.35. - вып. 5.-С.535-540.

45. Винберг, Г.Г. Интенсивность обмена веществ и пищевые потребности рыб / Г.Г. Винберг. – Минск, 1956. -С. 188-194.

46. Власов, В.А Использование пробиотика «Субтилис» в качестве добавки в комбикорм при выращивании клариевого сома / В.А Власов, Д.В. Артеменков, В.В. Панасенко // Рыбное хозяйство.-2012.- №5.-С. 89-93.

47. Волкова, И.В. Морфо-функциональные особенности формирования пищевой функции у рыб различных таксономических и экологических групп / И.В. Волкова, Т.С. Ершова, С. В. Шипулин // Успехи современного естествознания.- 2009. - №7. - С.11-13.

48. 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.

49. Востроушкин, Д.Н. Поведенческие реакции личинок рыб на экстрактивные вещества стартовых комбикормов и их компонентов / Д.Н.Востроушкин, С.Ю.Кузьмин, С.Г.Миронов, В.А. Шутов // Тез. докладов научно-практ. конф.: Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. - Краснодар, 1996. - С. 11-12.

50. Востроушкин, Д.Н.Хеморецепция и ее роль в оборонительном и пищевом поведении / Д.Н. Востроушкин. - Калининград: Изд-во КГТУ, 2004. – 139 с.

51. Воробьев, А.А. Бактерии нормальной микрофлоры: биологические свойства и защита функций / А.А. Воробьев, Е.А. Лыкова // Микробиология. - 1999. - №6. - С. 102-105.

52. Врзгула, Л. Витамины в обмене веществ. Гиповитаминозы и авитаминозы / Л. Врзгула, Г. Ковач // Профилактика нарушений обмена веществ у сельскохозяйственных животных. - М.: Агропромиздат, 1986.- С.207-271.

53. Галаш, В. Т. Реакция организма карпа на присутствие в кормах трихотеценовых микотоксинов / В.Т. Галаш, Н.А. Головина, В.С. Соболев // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ: Вопросы физиол. и биохимии питания рыб.- М., 1987 - Вып.52. - С. 120-132.

54. Гамыгин, Е.А.Комбикорма для рыб: производство и методы кормления / Е.А. Гамыгин, В.Я. Лысенко, В.Я. Скляров, В.И. Турецкий. – М.: Агропромиздат, 1989. – 168 с.

55. Гамыгин, Е.А. Экструдированные корма как один из способов минимизации пищевой экскреции у карпа / Е.А. Гамыгин, И.А. Салькова, М.А. Щербина // Тез. Докл. I конгресса ихтиологов России - Астрахань, 1997.- С. 329.

56. Гамыгин, Е.А. Опыт производства комбикормов с хитозаном на Днепропетровском заводе рыбных гранкормов / Е.А. Гамыгин, Т.И. Сазонова

Т.И. // Мат-лы V Всерос. конф.: Новые перспективы в исследовании хитина и хитозана.- Москва, 1999.-С. 61-63.

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

58. Гамыгин, Е.А. Новый источник бета-каротина в комбикормах для рыб / Е.А. Гамыгин, В.А. Тюренков, А.А. Тюренков, Е.Н. Черных, В.В. Чикова, О.С. Денисенко // Материалы докладов III междунар. научно-практ. конф.: Аквакультура осетровых: достижения и перспективы развития. - Астрахань, 2004. - С.241-243.

59. 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.

60. Гамыгин, Е.А. Некоторые аспекты проблемы кормов и кормопроизводства для рыб на современном этапе / Е.А. Гамыгин, А.М. Багров // Рыбоводство и рыбное хозяйство.- 2014. - №2.-С. 62-67.

61. Гарина, Д.В. Роль глюкозы в регуляции пищедобывательной и двигательной активности рыб / Д.В. Гарина, В.В. Кузьмина, Ю.В. Герасимов // Материалы докладов международной конференции: Поведение рыб. - Борок, 2005. - С. 76-81.

62. Гербильский, Н.Л. Гистологический анализ пищеварительной системы осетровых и костистых на раннем периоде развития и методика работы с личинками в рыбоводстве / Н.Л. Гербильский // Труды совещания по рыбоводству.-М.: Изд-во АН СССР, 1957.-С. 89-94.

63. Гительзон, И.И. О способе выражения гемоглобина в эритроците / И.И. Гительзон, И.А. Терсков // Лабораторное дело. - 1956. - №6. - С.6-10.

64. Гмыря, И.Ф. Влияние витаминов на рост карпа при использовании кормовых рационов с различным уровнем животного протеина / И.Ф. Гмы-

ря // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ: Биологические основы рационального кормления рыбы.- М, 1980. - Вып.27. - С. 139-147.

65. Гозенко, В.Ю. "Витатон-рыбный" / В.Ю. Гозенко // Материалы международного симпозиума: Холодноводная аквакультура: старт в XXI век. - СПб, 2003.- С. 86.

66. Головачев, С.А. Вопросы физиологии и кормления рыб / С.А. Головачев // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ.- СПб, 1983. - С. 103-106.

67. Головачев, С.А. Вопросы физиологии и кормления рыбы / С.А. Головачев // Рыбохозяйственное использование внутренних водоемов. - 1987. - Вып.1. - С. 1-82.

68. Головачев, С.А. Повышение эффективности выращивания личинок сиговых рыб путем улучшения жирнокислотного состава стартовых кормов / С.А. Головачев // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. - 1988. - вып.281. - С.105-115.

69. Головин, П.П. Алиментарные болезни рыб: диагностика и профилактика / П.П. Головин, Н.А. Головина, О.П. Цывлев // Сб. докладов международной конф.: Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре, Москва, 2000.-С. 49-50.

70. Головин, П.П. Сравнительная оценка применения некоторых биологически активных препаратов при выращивании молоди ленского осетра (*Acipenser baeri* Brandt) рыб / П.П. Головин, О.В. Корабельникова // Мат-лы докл. III междунар. науч.-практ. конф.: Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития.- Астрахань, 2004.- С. 243-244

71. Гордиенко, О.А. Влияние пищевого рациона на физиологию выращивания молоди осетровых / О.А.Гордиенко, О.И. Тарковская // Рыбное хозяйство. - 1951. - №2. - С. 41-43.

72. ГОСТ 10385-2014 Комбикорма для рыб. Общие технические условия

73. ГОСТ 28497-90 Комбикорма, сырье гранулированные. Методы определения крошимости

74. ГОСТ 28758-97 Комбикорма гранулированные для рыб. Методы определения водостойкости

75. ГОСТ 31485-2012 Комбикорма, белково-витаминно-минеральные концентраты. Метод определения перекисного числа (гидроперекисей и пероксидов)

76. Грозеску, Ю.Н. Аскорбилполифосфат – новый источник аскорбиновой кислоты в кормах для осетровых рыб / Ю.Н. Грозеску, С.В. Пономарев, Н.Е. Рылова // Вопросы рыболовства.- 2000.- том 1.- №4.- С. 118-125.

77. Грозеску, Ю.Н. Оценка эффективности применения вкусовых добавок к комбикормам / Ю.Н. Грозеску, Т.М. Попивненко // Мат. докл. научно-практ. конф.: Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России.- Адлер, Краснодар, 2001.- С. 122-124.

78. Грозеску, Ю.Н. Использование вкусовых добавок в составе комбикормов для осетровых рыб / Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева, Ю.В. Харламова, М.А. Митрофанова, Е.А. Шульга // Межвузовский сб. науч. тр.: Научные подходы к решению проблем производства продуктов питания.- Ростов-на Дону, 2004.- С. 125-128.

79. Грозеску, Ю.Н. Новый каротиносодержащий препарат с составе комбикормов для осетровых рыб / Ю.Н. Грозеску, М.А. Митрофанова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Рыбное хозяйство.- 2004.- №2 (21). - С. 81-88.

80. Грозеску, Ю.Н. Технологические аспекты эффективного кормления осетровых рыб в условиях рыбоводных заводов аридной зоны / Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева // Социально-экономические аспекты развития муниципальных образований аридных территорий: сб. науч. трудов / Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия. – М.: Изд-во «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук», 2008. – С. 87-92.

81. Грозеску, Ю.Н. Возможность использования пробиотиков для заживления поврежденных кожных покровов осетровых рыб / Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева, Е.А. Шульга // Тез. Докл. международной научной конференции: Инновационные технологии аквакультуры. - Ростов-на-Дону, 2009.- С.38-41.

82. Грозеску, Ю.Н. Биологическая эффективность применения пробиотика «Субтилис» в составе стартовых комбикормов для осетровых рыб / Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева, Е.А. Шульга // Рыбоводство и рыбное хозяйство.- 2011.- №4. -С. 49-52.

83. Грозеску, Ю.Н. Влияние различных аттрактивных веществ на рост и пищевую активность ранней молоди осетровых рыб / Ю.Н. Грозеску, А.В. Данькова, А.В. Иванова // *Materialy VI Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji: Perspektywi czneo pracowania sa nauka I technikami .- Naukbiologicznych. Przemysl*, 2011.-Р. 15-18.

84. Громовенко, Н.А. Проведение производственных испытаний комбикорма для осетровых с продуктами глубокой переработки ракообразных и специальных кормов, предупреждающих сколиоз и лордоз / Н.А. Громовенко // Тез. докл. VI ежегодной научной конференции студентов и аспирантов базовых кафедр ЮНЦ РАН. – Ростов-на-Дону, 2010.- С. 15-17.

85. Дарманьян, П.М. Влияние гранулирования на биологическую ценность кормовой крилевой муки / П.М. Дарманьян // Известия Высших учебных заведений. Пищевые технологии.-1990.- вып 5.- т.198. - С. 39-42.

86. Дацун, В.М. Кормовые продукты. Рыбная мука / В.М. Дацун // В кн.: Технология продуктов и гидробионтов.- М: Колос, 2001.- С.403-417.

87. Девицина, Г.В. Центральное взаимодействие хемосенсорных систем у осетровых рыб / Г.В. Девицина, А.О. Касумян // Сенсорные системы.- 2000. - Т. 14. - № 2. - С. 107.

88. Девицина, Г.В. Влияние хронического аносомирования на морфо-функциональное состояние вкусовой системы рыб / Г.В. Девицина // Матери-

алы международной конференции: Поведение рыб.- Борок, 2005 а. - С. 126-130.

89. Девицина, Г.В. Структура интраорального вкусового аппарата рыб в связи со спецификой их пищевого поведения / Г.В. Девицина // Материалы Международной конференции: Поведение рыб.- Борок, 2005 б. - С. 131-137.

90. Демарквилли, К. Вкусовые качества кормов для жвачных животных / К. Демарквилли // В кн.: Использование вкусовых и ароматических веществ в кормлении животных. – М.: Колос, 1983. – С. 42-48.

91. Денисенко, О.С. Влияние введения бета-каротина в комбикорма на повышение эффективности заводского воспроизводства осетровых рыб / О.С. Денисенко // Сборник науч. трудов ВНИИПРХ: Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности. - М., 2005. - Т.2. - С. 262-268.

92. Детлаф, Т.А Развитие осетровых рыб / Т.А. Детлаф, А.С. Гинзбург, О.И. Шмальгаузен.- М.: Наука, 1981.- 224с.

93. Дикушникова, Ф.С. К вопросу об оптимизации температурного режима при выращивании карпа промышленными методами / Ф.С. Дикушникова, А.Н. Корнеев, Л.Н. Корнеева, В.Г. Фаберов // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ.- 1976. - т. XXIV. - С. 13-20.

94. Долганова, Н.В. Сравнительный анализ биологической ценности кормов для молоди осетровых рыб / Н.В. Долганова, С.В. Пономарев, О.Д. Сергазиева // Сборник докладов Всероссийской научно-технической конференции-выставки: Высокоэффективные пищевые технологии, методы и средства для их реализации - М., 2003. - С.206-209.

95. Душейко, А.А. Витамин А: обмен и функции / А.А. Душейко.- Киев: Наукова думка, 1989.- 288 с.

96. Елфимова, И.А. Интестивит и биокорм «Пионер» для повышения сохранности молодняка / И.А. Елфимова, С. В Ясников, А.Н. Неров // Ветеринария.- 2006. - № 27. –С. 16-17.

97. Еремина, И.А. Лабораторный практикум по микробиологии

/ И.А. Еремина, О.В. Кригер.- Кемерово: Изд-во Кемеровского технологического института пищевой промышленности, 2005. -112 с.

98. Ершова, И.Б. Коррекция дисбактериоза кишечника в комплексном лечении гепатитов у детей / И.Б.Ершова, И.Б. Коваленко, Л.В. Дворянкина, Н.В. Матаева // Газета Новости медицины и фармации. - 2007. - № 11 (217).

99. Желтов, Ю.А. Экспериментальные кормосмеси для выращивания разновозрастных групп карпа на теплых водах / Ю.А. Желтов, В.А. Федоренко // Материалы научной конференции: Освоение теплых вод энергетических объектов для интенсивного рыбоводства. - Киев, 1978. - С.115-118.

100. Житенёва, Л.Д. Эколого-гематологические характеристики некоторых видов рыб / Л.Д. Житенёва, О.А. Рудницкая, Т.И. Калюжная.- Ростов-на-Дону: Молот, 1997. - 152 с.

101. Зайцев, В.Ф. Корма и их использование в рыбоводстве / В.Ф. Зайцев.- Владивосток: Дальрыбвтуз, 1988. – 81с.

102. Зуева, З.С. Инструкция по выращиванию молоди белуги на гранулированных комбикормах / З.С. Зуева.- Астрахань, 1991.- 12 с.

103. Иванова, Н.Т. Атлас клеток крови рыб / Н.Т. Иванова. - М.: Пищевая промышленность, 1983.- 80 с.

104. Игумнова, Л.В. Патологическое состояние производителей и молоди осетровых Нижней Волги / Л.В. Игумнова, А.Д. Сухопарова, В.И. Дубинин, Т.П. Балынова, Т.М. Марченко // Рыбное хозяйство. – 1990. - №6.- С. 65-66.

105. Ильина, И.Д. Развитие пищеварительной функции у рыб / И.Д. Ильина, В.И. Турецкий // Вопросы ихтиологии.- М. - 1987. - Т.27. - вып. 5. - С. 835-843.

106. Казаков, Р.В. Методика исследования половых продуктов самцов рыб / Р.В. Казаков // В кн. Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов, ч.IV.- Вильнюс: Мокслас, 1981. - С. 108-118.

107. Казарникова А.В. Заболевания осетровых рыб в замкнутой системе водоснабжения / А.В. Казарникова // Ветеринария. - 2007.- № 3. - С.25-29.

108. Казарникова, А.В. К изучению паталогических изменений у осетровых рыб, вызванных воздействием факторов внешней среды / А.В. Казарников, Я.Б. Ловчикова, Е.В. Шестаковская, Т.В. Стрижакова Т.В. // Тез. докл. международной научной конференции: Инновационные технологии аквакультуры. - Ростов-на-Дону, 2009.-С.60-61.

109. Канидьеv, А.Н. Руководство по кормлению радужной форели полноценными гранулированными кормами / А.Н. Канидьеv, Е.А. Гамыгин.-М.: ВНИИПРХ, 1977. - 91 с.

110. Канидьеv, А.Н. Новые кормосмеси для радужной форели с использованием муки из криля / А.Н.Канидьеv, Е.А. Гамыгин, А.Г. Подоскин // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ.- 1979.- вып. 24.- С. 44-60.

111. Канидьеv, А.Н. Стартовых корма для личинок карпа / А.Н. Канидьеv, Е.А. Гамыгин, Т.М. Боева, Е.А. Милославова // Рыбное хозяйство.- 1983. - № 2. - С. 38 - 45.

112. Канидьеv, А.Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб / А.Н. Канидьеv.- М.: Легкая и пищ. промышленность, 1984. – 215 с.

113. Канидьеv, А.Н. Инструкция по кормлению рыб гранулированными кормами, выпускаемыми предприятиями Минрыбхоза СССР / А.Н. Канидьеv, Е.А. Гамыгин.- М.: ВНИИПРХ, 1986.-31 с.

114. Карнаухов В. Н. О функциях каротиноидов в клетках животных / В.Н. Карнаухов // Биофизика живой клетки. Пущино, 1971. - С. 68–83.

115. Карнаухов, В. Н. Каротиноиды в адаптации клеток животных к высокогорной гипоксии / В.Н. Карнаухов, Г.Г. Федоров.- Пущино, 1982. - 42 с.

116. Карнаухов, В. Н. Биологические функции каротиноидов / В.Н. Карнаухов. - М.: Наука, 1988. – 104 с.

117. Касаткина, О.Т. Получение и свойства масляных экстрактов каротиноидов морских гидробионтов / О.Т.Касаткина, Б. Ю. Воротников // Тез. докл. всесоюз. конф.: Химия пищевых добавок. - Черновцы, 1989.- С. 110.
118. Касумян, А.О. Исследование поведения данио-рерио *Brachidanio rerio* Hamilton-Buchanan (Cypriniformes, Cyprinidae) при действии естественных химических пищевых сигналов / А.О.Касумян, В.Е. Пономарев // Вопросы ихтиологии. - 1986. - Т.26. - вып.4.- С. 665-673.
119. Касумян, А.О. Поведенческая реакция молоди осетровых рыб на естественные химические пищевые сигналы / А.О.Касумян, А.А. Кажлаев // Хемочувствительность и хемокоммуникация рыб. - М.: Наука, 1989. - С.167-174.
120. Касумян, А.О. Обонятельная и вкусовая чувствительность молоди осетровых рыб к аминокислотам / А.О.Касумян, Л.Р. Тауфик, Ю.В. Проценко // Сб. науч. тр. ВНИРО: Биологические основы индустриального рыбководства.- 1992. - С. 37-51.
121. Касумян, А.О. Вкусовая чувствительность карпа к свободным аминокислотам и классическим вкусовым веществам / А.О.Касумян, А.М.Х. Морси // Вопросы ихтиологии. - 1996. - Т. 36. - № 3. - С. 386–399.
122. Касумян, А.О. Вкусовая рецепция и пищевое поведение рыб / А.О. Касумян // Вопросы ихтиологии. - 1997. - Т. 37. - № 1. - С. 78.
123. Касумян, А.О. Влияние ольфакторной депривации на хемосенсорную чувствительность и состояние вкусовых рецепторов осетровых рыб / А.О.Касумян, Г.В. Девицина // Вопросы ихтиологии. – 1997. – Т. 37. - № 6. - С. 823.
124. Касумян, А.О. Регуляторы пищевого поведения у рыб и проблемы искусственных кормов и кормления / А.О. Касумян // Рыбоводство и рыболовство. – 1998. - №2. - С. 9-10.
125. Касумян А.О. Хеморецепция и регуляция поведения осетровых рыб: прикладные аспекты / А.О. Касумян // Сб. докл. первой научно- прак-

тической конференции: Проблемы современного товарного осетроводства.- Астрахань, 1999. - С. 92 - 94.

126. Касумян, А.О. Обонятельная система рыб / А.О. Касумян. - М.: Издательство Московского университета, 2002. – 87 с.

127. Касумян, А.О. Внутриротовая тактильная рецепция и ее взаимодействие с вкусовой системой у рыб / А.О. Касумян // Доклады Академии наук.- 2012. - Т. 447. - № 5. - С. 579.

128. Касумян, А.О. Вкусовая привлекательность различных гидробионтов для плотвы *Rutilus Rutilus*, горчача *Rhodeus Sericeus Amarus* и радужной форели *Oncorhynchus Mykiss* / А.О. Касумян, Т.В. Тинькова // Вопросы ихтиологии. – 2013. –Т. 53. - № 4. – С. 479.

129. Касумян, А.О. Вкусовая чувствительность карпа к свободным аминокислотам и классическим вкусовым веществам / А.О. Касумян, А.М. Морси // Вопросы ихтиологии. - 2014. - Т.36. - С. 386.

130. Кизиветтер, И.В. Биохимия сырья водного происхождения / И.В. Кизиветтер. - М.: Пищевая пром-сть, 1973.- 424 с.

131. Киселев, А.Ю. Эффективность кормовых добавок, содержащих β-аротин при выращивании молоди рыб / А.Ю.Киселев, П.Б. Авчиева, В.А. Тюренков, А.А. Тюренков // Рыбное хозяйство. - 2004. - №2. - С.50-52.

132. Киянова, Е. В. Влияние лактобактерина на продуктивные качества стартовых комбикормов / Е.В. Киянова // Тезисы докладов I конгресса ихтиологов России. - Астрахань, 1997. - С.329.

133. Князева, Л.М. Динамика содержания витамина С в печени радужной форели при кормлении пастообразными и гранулированными кормами / Л.М. Князева // Известия ГосНиорх. – 1977. - вып.127. - С. 71-76.

134. Князева, Л.М. Рекомендации по увеличению срока хранения гранулированных кормов для форели, путем опрыскивания ее водным раствором витамина С / Л.М. Князева.- Л.: ГосНИОРХ, 1979 а. – 12 с.

135. Князева, Л.М. Влияние обогащения диеты витаминами Е и С на физиологические изменения в организме рыб при С-витаминной недостаточ-

ности / Л.М. Князева // Тез.докл. Всесоюзн. конф. по экологической физиологии и биохимии рыб.- Астрахань,1979 б. - С. 171-172.

136. Князева, Л.М. Введение повышенной дозы витамина С в искусственные корма для личинок чира / Л.М. Князева, Л.С. Богданова // Сб. научных тр. ГосНИОРХ: Вопр. Физиологии и кормления рыбы – 1983. - вып. 14. - С. 111-125.

137. Коржуев, А.О. О биохимических аспектах обмена веществ рыб / А.О. Коржуев // В кн.: Современные вопросы экологической физиологии рыб. – М.: Наука,1979. - С. 11-19.

138. Колганова, Т.А. К вопросу о механизме защитного действия пробиотиков / Т.А. Колганова // Биомедицинские технологии. - 2001. - Вып. 16. – С. 23-29.

139. Коршунов, В.М. Характеристика биологических препаратов и пищевых добавок для функционального питания и коррекции микрофлоры кишечника / В.М. Коршунов, Б.А. Ефимов, А.П. Пикина // ЖМЭИ. - 2000. - №3. –С. 86-91.

140. Косарева, Т.В.Эффективность использования зерна сорго как нетрадиционного корма при выращивании карпа / Т.В. Косарева, А.А. Васильев, О.Н. Пашкова // Аграрный научный журнал. - 2013. - № 2. - С. 19-21.

141. Косарева, Т.В. Использование зернового сорго в индустриальном рыбоводстве / Т.В. Косарева, А.А. Васильев, А.А. Гоголкин // Аграрный научный журнал. – 2014. - №2. - С.15-18.

142. Котик, Л.В. Влияние добавок крилевой муки в кормовую смесь на пигментацию мускулатуры радужной форели / Л.В. Котик, Г.Ю. Голоконников, В.Н. Дубровин // Вопросы ихтиологии. – 1979.- Т. 19.- вып. 5.- С. 902-906.

143. Кост, Е.А. Справочник по клиническим лабораторным исследованиям / Е.А. Кост.- М.: Медицина, 1975. -339 с.

144. Коршунов, В.М. Характеристика биологических препаратов и пищевых добавок для функционального питания и коррекции микрофлоры ки-

шечника / В.М. Коршунов, Б.А. Ефимов, А.П. Пикина // ЖМЭИ. - 2000. - №3. – С. 86-91.

145. Коуи, К. Питание / К. Коуи, Дж. Сарджент // В кн.: Биоэнергетика и рост рыб. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. - С. 8-69.

146. Красильникова, А.А. Изучение эффективности включения в комбикорма для карпа растительного концентрата с пробиотиком / А.А. Красильникова, Б.Т. Сариев, В.В. Чалов, С.В. Пономарев, Н.А. Ушаков // Тез. докл. VI ежегодной конференции студентов и аспирантов базовых кафедр ЮНЦ РАН, Ростов-на-Дону, 2010. - С.26-27.

147. Кружалов, Н.Б. Поведенческие реакции сеголетков карпа (*Syrpiscarpiu*) на аминокислоты / Н.Б. Кружалов // Вопросы ихтиологии.- 1986.- Т. 26.- вып. 5. - С. 1016-1022.

148. Крылова, Н.И. Закономерности в соотношении азотсодержащих компонентов в биомассе дрожжей / Н.И. Крылова, Э.Г. Дудюхина, В.К. Ерошин // Сб. науч. тр.: Прикладная биохимия и микробиология. - 1985. - Т. XIX. вып. 4. - С. 456-489.

149. Кузьмина, В.В. Молекулярно-массовые характеристики белковых компонентов некоторых кормовых объектов рыб / В.В. Кузьмина, В.К. Латов, Е.А. Посконова // Инф. Бюлл.: Биология внутренних вод. –1990. - №8. - С. 73-77.

150. Купина, Н.М. Использование отходов от разделки крабов / Н.М. Купина, С.В. Леваньков // Рыбное хозяйство.- 1998.- №4. - С. 56-57.

151. Кулаков, Г.В. Субтилис - натуральный концентрированный пробиотик / Г.В. Кулаков. - М.: ООО Типография «Визави», 2003. - 48 с.

152. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин.- М.: Высшая школа, 1990. – 293 с.

153. Ларцева, Л.В. Микрофлора рыб - биоиндикатор загрязнения Волги / Л.В. Ларцева, Д.Н. Катунин // Сб. научн. тр.: Водные биоресурсы, воспроизводство и экология гидробионтов. - М. - 1999. - Вып. 69. –С. 155 -163.

154. Лебская, Т.К. Перспективы применения каротиноидов из морских беспозвоночных в кормах / Т.К. Лебская // Тез. докл. Пмежд. симпозиума: Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре.- Адлер, 1999. - С. 23-26.

155. Лебская, Т.К. Выделение липидов из гепатопанкреаса камчатского краба, акклиматизированного в Баренцевом море / Т.К. Лебская, Л.А. Шاپовалова, О.А. Шевелева // Инф. пакет Рыбн. хоз-во. Сер.: Обработка рыбы и морепродуктов. –2002. - Вып. 2-3. - С. 23-30.

156. Левин, А.В. Избирание грунтов, суточные ритмы вертикального распределения и скорости плавания молоди русского осетра *Acipenser guldenstaedti* Brandt (Acipenseridae) в эксперименте / А.В. Левин // Вопросы ихтиологии . - 1982. - т. 22. - вып. 4. - С. 655-670.

157. Лейбман, В.А. Изучение эффективности включения растительного концентрата с пробиотиком в комбикорма для осетровых рыб / В.А. Лейбман, А.Н. Туменов, Ю.Н. Грозеску, С.В. Пономарев, Н.А. Ушакова // Тез. докл. VI ежегодной конференции студентов и аспирантов базовых кафедр ЮНЦ РАН, Ростов-на-Дону, 2010.- С.31-33.

158. Лемперт, О.Т. Полифосфат витамина С в комбикормах для форели / О.Т. Лемперт // Сб. научных трудов КГТУ: Проблемы сельского хозяйства. Калининград, 1999. - С.243-246.

159. Лизько, Я.Н. Современные представления о составе кишечной микрофлоры у здоровых взрослых людей / Я.Н. Лизько, В.М. Шилов // Микробиология, эпидемиология, иммунобиология. - 1979. - №2. - С. 36-41.

160. Лукьяненко, В.И. Иммунология рыб / В.И. Лукьяненко. - М.: Пищевая промышленность, 1971. - 364 с.

161. Макаров, Э.В. Живые ископаемые близки к вымиранию / Э.В. Макаров, Л.Д. Житенева, Н.А. Абросимова. - Ростов-на-Дону, 2000.- 170 с.

162. Малик, Н.И. Пробиотики в промышленном животноводстве / Н.И.Малик, А.Н. Панин, Е.В. Малик // Животноводство.- 2000. - №3. - С. 10-16.

163. Малик, Н.И. Ветеринарные пробиотические препараты / Н.И. Малик, А.Н. Панин // Ветеринария. - 2001. - №1. - С. 46-51.
164. Малик, Н.И. Пробиотики: теоретические и практические аспекты / Н.И. Малик, А.Н. Панин, И.Ю. Вершинина // Био. - 2002. - №3(18). – С. 25-28.
165. Маслбойщиков, В.С. Влияние астаксантина дрожжей *Phaffia rhodozyma* на рост, развитие, окраску молоди и двухлеток радужной форели / В.С. Маслбойщиков // Инф. Пакет Рыбн. хоз-во. Сер.: Аквакультура. – 1997. - Вып. 7. - С. 41-43.
166. Маслбойщиков, В.С. Рыбоводно-биологическая эффективность каротиноидов в комбикормах радужной форели / В.С. Маслбойщиков // Инф. Пакет Рыбн. хоз-во. Сер.: Аквакультура. - 1998. - Вып. 1. - С. 1-34.
167. Микряков, В.Р. Реакция иммунной системы рыб на загрязнение воды токсикантами и закисление воды / В.Р. Микряков, Л.В. Балабанова, Е.А. Заботкина.- М.: Наука, 2001. - 126 с.
168. Микулин, А. Е. Состав каротиноидов в икре и тканях рыб / А.Е.Микулин // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ: Кормление и физиология рыб.- 2001. - Вып. 77. - С. 116–143.
169. Минияров, Ф.Т. Особенности питания и пищевого поведения осетровых рыб в прудах при организации товарного выращивания / Ф. Т. Минияров // Тез докл. I научно-практ. конф.: Проблемы современного товарного осетроводства. - Астрахань, 1999. - С. 94-97.
170. Мирзоева, Л.М. Применение пробиотиков в аквакультуре / Л.М. Мирзоева // Инф. Пакет Рыбн. хоз-во. Сер.: Болезни гидробионтов в аквакультуре.- 2001.- вып. 2.- С. 23-30.
171. Мирошник, О.А. Бактерийные и биологические препараты для коррекции дисбиозов и их рациональное применение / О.А. Мирошник // Омская медицинская газета.- 1997.- №8 (29).
172. Митрофанова, М.А. Новый каротиносодержащий препарат с составе комбикормов для осетровых рыб / М.А. Митрофанова, Ю.Н. Грозеску

// Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Рыбное хозяйство.- 2004.- №2 (21).– С. 81-88.

173. Михайлова, Е.С. Темпоральные характеристики оросенсорного тестирования искусственных гранул с разным типом питания / Е.С. Михайлова, О.М. Исаева, С.С. Сидоров, А.О. Касумян // Материалы V научно-практической заочной конференции: Фундаментальная наука и технологии - перспективные разработки, 2015.- С. 6.

174. Морозкина Т.С. Витамины / Т.С. Морозкина, А.Г. Моисейнок // Минск: Асар, 2002.- 112 с.

175. Мухин, В.А. Возможность применения препарата протеиназ из гепатопанкреаса акклиматизированного камчатского краба в производстве белковых гидролизатов из мяса мидии / В.А.Мухин, В. Ю. Новиков // Материалы докладов II Международного симпозиума: Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. – Краснодар, 1999 а. - С. 242-243.

176. Мухин, В.А. Выделение, очистка и характеристика комплекса протеиназ из гепатопанкреаса камчатского краба *Paralithodes camchatica* / В.А. Мухин, В. Ю. Новиков // Тез. докл. X науч.-техн. конф. ППС МГТУ. –М, 1999 б. – С. 354-355.

177. Некрасова, С.О. Влияние добавок вермикультуры на рыбоводно-биологические показатели белуги / С.О. Некрасова, А.П. Яковлева, Е.А. Петрова, А.Н. Дегтярев, Т.В. Кошеварова // Материалы докл. междунар. симп.: Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата.- Астрахань, 2007. - С. 418-420.

178. Никоноров, С.И. Передний мозг и поведение рыб / С.И. Никоноров.- М.: Наука,1982. - 355 с.

179. Новоскольцева, Т.М. Перспективы использования пробиотиков в рыбном хозяйстве / Т.М.Новоскольцева, Н.Т. Казаченко, М.Н. Борисова, И.П. Иренков // Тез. докл. науч.-практ. конф.: Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре. - М., 2000 –С. 95-99.

180. Образцов, А.Н. Определение концентрации спермиев у радужной форели (*Salmo gairdneri* Rich) методом центрифугирования / А.Н.Образцов // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. - 1985. - Вып.228. - С. 111-116.

181. Осипова, И.Г. Антагонистическая активность колибактерина и споровых эубиотиков / И.Г. Осипова, З.М. Андреева, Н.Ю. Абрикосова // Тез. докл. всесоюз. научно-практ. конф: Дисбактериозы и эубиотики.- М., 1996.- С. 28.

182. Остроумова, И.Н. Результаты выращивания карпа в теплых водах на новых высокобелковых гранулированных кормах / И.Н. Остроумова, Л.А. Тимошина // Рыбное хозяйство. - 1975. - №8. - С. 27-29.

183. Остроумова, И.Н. Влияние качества белка в гранулированных кормах на интенсивность роста и физиологические показатели карпа в условиях теплых вод / И.Н. Остроумова, Л.А. Тимошина // Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов. - 1976. - №18. - С. 36-67.

184. Остроумова, И.Н. Проблема белка и биостимуляторов в кормлении рыб / И.Н. Остроумова // Известия ГосНИОРХ. - 1977. - Т. 127. - С. 3-13.

185. Остроумова, И.Н. Физиологические основы кормления личинок рыб / И.Н. Остроумова, В.И. Турецкий, И.Д. Ильина // Тез. докл. II Всесоюзн. совещ. по использованию теплых вод ТЭЦ и АЭС для рыбного хоз.-ва. - Дру-синкай, 1980. - С. 82.

186.Остроумова, И.Н. О начале формирования поджелудочной железы в пищеварительном процессе личинок карпа *Cyprinus carpio* / И.Н. Остроумова, М.А. Дементьева // Журнал эволюционной биохимии и физиологии.- 1981. - Т. XVII. - №3. - С. 302-304.

187. Остроумова, И.Н. Физиологические основы разработки стартовых кормов типа «Эквизо» для рыб / И.Н. Остроумова, И.Д. Ильина // Сб. науч. Тр. ГосНИОРХ, 1981. - С. 66-92.

188. Остроумова И.Н. Потребность рыб в белке и ее особенности у личинок в связи с этапами развития пищеварительной системы / И.Н. Остроумова // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. - 1983. - вып. 194. - С. 3-19.

189. Остроумова И.Н. Эффективность использования гаприна в рационах карпа разного возраста / И.Н. Остроумова, Д.С. Аршавский, В.К. Калкун, К.Б. Мосейчук // Сб. науч. Тр. ГосНИОРХ. – 1991.- вып. 306. - С. 14-26.

190. Остроумова, И. Н. Симптомы дефицита биоантиоксидантов у рыб при неполноценном питании / И.Н. Остроумова // Мат. межд. симп.: Экол. физиология и биохимия осетровых рыб. - Ярославль, 1997. - С. 94–96.

191. Остроумова, И.Н. Каротиноиды и их роль в кормлении рыб / И.Н. Остроумова // Инф. Пакет Рыбн. хоз-во. Сер. Аквакультура. - 1998. - Вып. 3. - С.87.

192. Остроумова, И.Н. Преимущества и проблемы экструдированных кормов для радужной форели / И.Н. Остроумова, В.В. Костюничев., В.В. Чернаков, Д.Г. Шпак, А.К. Шумилина, Л.В. Смирнова // Материалы докладов II междунар. симп.: Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. - Адлер, 1999. - 208 с.

193. Остроумова, И.Н. Биологические основы кормления рыб / И.Н. Остроумова. - СПб: ГосНИОРХ, 2001. - 372 с.

194. Остроумова, И.Н. Биологические основы кормления рыб / И.Н. Остроумова. Изд-е 2. - СПб.: ГосНИОРХ, 2012. - 564 с.

195. Павлов, Д.С. Роль органов чувств при питании молоди осетровых рыб / Д.С.Павлов, Ю.Н. Скибкин, И.К. Попова // Зоологический журнал.- 1970. - Т.49. - №6. - С.872-880.

196. Павлов, Д.С. Сенсорные основы пищевого поведения рыб / Д.С. Павлов, А.О. Касумян // Вопросы ихтиологии. - 1990. - Т. 30.- вып. 5. - С. 720–732.

197. Панасенко В.В. Использование пробиотиков в кормах для рыб компании «Провими» / В.В. Панасенко // Тез.докл. междунар. науч. конф.: Состояние и перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны. –Ростов-на-Дону, 2006. –С. 70-71.

198. Панасенко В.В. Теоретические и практические аспекты использования кормов для рыб с пробиотиком «Субтилис» // Материалы докл. между-

нар. симп.: Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата», Астрахань, 2007. - С. 421-422.

199. Панасенко, В.В. Корма с пробиотиком «Субтилис» - новый инновационный продукт для рыбоводства / В.В. Панасенко, Л.П. Белов // Тезисы докладов международной конференции: Инновационные технологии аквакультуры, Ростов-на-Дону, 2009. - С.104-106.

200. Панасенко, В.В. Пробиотики в решении проблемы продовольственной безопасности / В.В. Панасенко, А.В. Савчук, Л.П. Белов // Материалы международной конф.: Актуальные проблемы обеспечения продовольственной безопасности юга России: Инновационные технологии для сохранения биоресурсов, плодородия почв, мелиорации и водообеспечения.- Ростов-на-Дону. - 2011. - С.87-88.

201. Панин, А.Н. Пробиотики в системе рационального кормления животных / А.Н. Панин, Н.И. Малик // Пробиотики, пребиотики, симбиотики, и функциональные продукты питания: науч.-практ. журнал. – СПб, 2007.–С. 59.

202. Пат. 2310338 Российская Федерация, МПК А 23к 1/16. Кормовая добавка для рыб [Текст] / Абросимова Н.А, Абросимов С.С.; заявитель и патентообладатель Азовский науч.-исслед. ин-т рыбного хозяйства.- № 2005140217; заявл. 22.12.2005; опубл. 20.11.2007. Бюл. № 32. - 5 с.

203. Пат. 2233083. Российская Федерация.МПК А01К61/00, А01К63/00.Способ подготовки производителей осетровых к нересту / С.В. Пономарев, Е.Н. Пономарева, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева, В.Е. Дубов, М.Н. Сорокина; заявитель и патентообладатель Астраханский государственный технический университет.- 2002121974/12, заявл. 12.08.2002; опубл. 27.07.2004.

204. Певзнер, Р.А. Роль вкусовой сенсорной системы в пищевом поведении рыб / Р.А. Певзнер // В кн. : Сигнализация и поведение рыб. - Апатиты, 1985. – С. 63-72.

205. Петрова, Т.Г. Биотехнические основы товарного выращивания бестера в садках и бассейнах с использованием отработанных вод электростанций / Т.Г. Петрова // В кн.: Освоение теплых вод энергетических объектов интенсификации рыбоводства.- Киев, 1977.- С. 166-171.

206. Передня, А.А. Использование хитозана в кормах для рыб / А.А. Передня // Инф. пакет Рыбное хозяйство Сер.: Сер. Корма и кормление в аквакультуре. - 2002. - Вып 4. - С. 3-10.

207. Передня, А.А. Использование продуктов глубокой переработки панцирей крабов (хитин, хитозан) в аквакультуре, сельском хозяйстве и медицине / А.А. Передня, Е.А. Гамыгин, В.М. Чикин. - М.: ВНИИПРХ, 2003. - 123 с.

208. Персов, Г.М. Дозирование спермиев как способ управления оплодотворением яйцеклеток осетровых / Г.М. Персов // Докл. АН СССР.- 1953. - №6. - С. 1183-1185.

209. Петренко, В.П. Эффективность применения витаминного премикса и комплекса микроэлементов в комбикормах для товарного карпа / В.П. Петренко // Сб. научн. тр. ВНИИПРХ, 1985. - С. 48-55.

210. Пименов, Ю.Т. Инновационные разработки Астраханского государственного технического университета в области аквакультуры / Ю.Т. Пименов, С.В. Пономарев // Тезисы докладов международной конференции: Инновационные технологии аквакультуры. - Ростов-на-Дону, 2009. - С.106-110.

211. Поведение молоди осетровых рыб в полях химических раздражителей / Д.С. Павлов, Г.И. Флерова, Б.В. Солуха, М.Э. Суханова, Л.А. Селиванова, Л.И. Гроня, В.Н. Коляденко // В кн.: Морфология, экология и поведение осетровых. – М.: Наука, 1989. – С. 155-165.

212. Подоскина, Т.А. Влияние некоторых биологически-активных веществ на утилизацию форелью корма с повышенным содержанием углеводов / Т.А. Подоскина, А.Г. Подоскин // Сб. научн. тр. Корма и кормление лососевых рыб в аква-культуре. - М.: ВНИИПРХ, 1991. - С. 64-68.

213. Пономарев, С.В. Новый способ создания рецептов стартовых комбикормов для молоди осетровых рыб / С.В. Пономарев, А.А. Бахарева, Л.Ю. Лагуткина, Н.В. Васильева // Тез. докл. I конгресса ихтиологов России.- Астрахань, 1997. - С. 336.

214. Пономарев, С.В. Эффективность применения витазара в комбикормах для молоди осетровых / С.В. Пономарев, Н.В. Судакова, Е.Б. Зубкова // Тез. Докл. I научно-практ. конф.: Проблемы современного товарного осетроводства.- Астрахань, 1999. - С. 98-100.

215. Пономарев, С.В. Новый поливитаминный премикс премикс для осетровых рыб / С.В.Пономарев,А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску // Вестник Астраханского гос. тех. ун-та. Серия.: Рыбное хозяйство.- 2000.- С. 63-66.

216. 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.

217. Пономарев, С.В. Нормирование кормления бестера в прудах малой площади / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, Н.В. Судакова // Материалы докладов II междунар. научно-практ. конф.: Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. - Астрахань, 2001. - С. 140-141.

218. Пономарев, С.В. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России (справочное, учебное пособие) / С.В.Пономарев, Е.А. Гамыгин, С.И. Никоноров, Е.Н. Пономарева, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева.- Астрахань: Нова плюс, 2002. – 264 с.

219. Пономарев, С.В. Технология применения реабилитационных витаминных инъекций для производителей осетровых рыб / С.В. Пономарев, М.Н. Сорокина, Е.Н. Пономарева, В.В. Говорунова, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева. - Астрахань: Новая линия, 2003 а.-13 с.

220. Пономарев, С.В. Биологические основы разведения осетровых и лососевых рыб на интенсивной основе / С.В. Пономарев, Е.Н. Пономарева. - Астрахань: АГТУ, 2003б.-256 с.

221. Пономарев, С.В. Эффективность использования различных заменителей аскорбиновой кислоты в составе стартовых комбикормов для осетровых рыб / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску // Вестник Кабардино-Балкарского Государственного Университета, Серия: Биологические науки.- 2004.- вып.6.- С. 19-21.

222. Пономарев, С.В. Эффективность различных норм ввода рыбьего жира в комбикорма для осетровых рыб / С.В. Пономарев, Ю.В. Сергеева, Ю.М. Баканева, Ю.В. Федоровых // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Рыбное хозяйство.- 2009.- №1.- С.82-85.

223. Пономарев, С.В. Кормопроизводство и кормление объектов аквакультуры в России / С.В. Пономарев, Е.А. Гамыгин // Тезисы докладов международной конференции: Инновационные технологии аквакультуры.- Ростов-на-Дону, 2009.-С.104-106.

224. Пономарёв, С.В. Физиологические основы создания полноценных комбинированных кормов с учетом этапности развития организма лососевых и осетровых рыб / С.В. Пономарёв, Е.А. Гамыгин, А.Н. Канидьев // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство.- 2010.-№ 1.- С. 132-139.

225. Пономарев, С.В. Каротиноиды в аквакультуре осетровых рыб / С.В. Пономарев, Е.Н. Пономарева.- Ростов-на-Дону, 2010. – 148 с.

226. Пономарев, С.В. Корма и кормление рыб в аквакультуре / С.В. Пономарев, Ю.Н.Грозеску, А.А. Бахарева. - М.:Моркнига, 2013.-417 с.

227. Пономарев, С.В. Свойства компонентов комбикормов для хемосенсорной системы рыб / С.В. Пономарев, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску // Сб. научных трудов международно - научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения проф. О.П. Стуловой: Актуальные вопросы морфологии и биотехнологии в животноводстве.- Кинель, 2015.-С. 323-326.

228. Пономарева, Е.Н. Использование нового стартового комбикорма для молоди осетровых рыб / Е.Н.Пономарева, Ю.Н. Грозеску, Е.Н. Виноку-

ров // Сб. докладов международной научно–практ. конф., посвященной проблемам Каспийского моря.- Баку, 2002.-С. 64-66.

229. Пономарева, Е.Н. Лечебное действие аскорбиновой кислоты и куксовита в связи с заживлением кожного покрова у осетровых рыб / Е.Н. Пономарева, Ю.Н. Грозеску, Н.А. Абросимова // Сб. науч. тр. АзНИИРХ: Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна.- Ростов-на-Дону, 2000.- С. 193-197.

230. Пономарева, Е.Н. Оптимизация состава стартовых комбикормов для ранней молоди осетровых рыб / Е.Н. Пономарева, А.А. Бахарева А.А. // Современные проблемы Каспия: Матер, межд. конф. посвящ. 105-летию КаспНИРХа. - 2002. - 63-66.

231. Попова, В.А. Новая кормовая добавка с повышенным содержанием водорастворимых кислот / В.А. Попова, А.М. Шапошникова, И.А. Егоров, Л.Я. Кузина // Гидролизная и лесохимическая промышленность. - №6. - С. 1-5.

232. Потапов, В. М. Органическая химия / В.М. Потапов.- М.: Просвещение, 1983. – 368 с.

233. Потапов, А. Главное событие года на рынке рыбных кормов / А. Потапов // Комбикорма. - 2009. - №7. - С. 20-21.

234. Практическая аквакультура (разработки ЮНЦ РАН и ММБИ КНЦ РАН) / акад. Г.Г. Матишов, Е.Н. Пономарева, Н.Г. Журавлева, В.А. Григорьев и др.- Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. - 284 с.

235. Приз, В.В. Первые результаты применения стартового комбикорма для выращивания личинок африканского сома (*Clarias gariepinus*) / В.В. Приз, Е.А. Мельченков, Т.А. Канидьева, Д.Г. Шевченко // Рыбоводство и рыбное хозяйство.- 2009.- №1-2.- С. 55-58.

236. Раденко, В.Н. О потребности личинок рыб в витаминах / В.Н. Раденко // Инф. пакет Рыбн. хоз-во. Сер.: Обработка рыбы и морепродуктов. - 1993.- вып. 1. - С. 23-30.

237. Раденко, В.Н. Повышение эффективности стартовых комбикормов за счет продуктов переработки подпрессового рыбного бульона / В.Н. Раденко, П.В. Терентьев, И.А. Алимов, О.Л. Радищева, Н.П. Боева, В.И. Трещева // Инф. пакет Рыбное хозяйство. Сер.: Аквакультура. Корма и кормление рыб.- 1994.- №2.-С.1-23.

238. Раденко, В.Н. Использование стойких к разрушению заменителей аскорбиновой кислоты в комбикормах для рыб / В.Н. Раденко // Инф. пакет Рыбное хозяйство. Сер.: Аквакультура. Корма и кормление. - 1997. - вып. 2. - С. 1-14.

239. Разумовская, Р.Г. Разработка технологии получения гидролизата – основного ингредиента корма для молоди осетровых рыб / Р.Г.Разумовская, А.И. Бигдзи // Инф. Пакет Рыбн. хоз-во. Сер.: Обработка рыбы и морепродуктов. – 2000. - вып.4. - С. 10-15.

240. Ромейс, Б. Микроскопическая техника / Б.Ромейс.- М.: Изд-во иностранной литературы, 1954.- 718 с.

241. Рыжков, Л.П. Некоторые результаты и проблемы разработки комбикормов для лососевых рыб / Л.П. Рыжков // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ: Биологические основы рационального кормления рыб. - 1986. - Вып. 49.- С.99-105.

242. Руденко, Р.А. Перспективы получения высококачественной рыбной продукции при использовании пробиотика «Субтилис» / Р.А. Руденко, Н.Н. Тищенко, В.В. Панасенко // Материалы докл. междунар. симп.: Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата. - 2007. - С. 424-425.

243. Саенко, Е.М. Потребности молоди осетра и севрюги в незаменимых аминокислотах / Е.М. Саенко // Сб. науч. Тр. АзНИИРХ: Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна. - Ростов-на-Дону, 1996. - С. 310-311.

244. Салькова И.А. Доступность аминокислот и переваримость основных групп питательных веществ крилевой муки у карпа / И.А. Салькова,

М.А. Щербина, Л.П. Генералова // Тез. Докл. Всесоюзной конф.: Современное состояние и перспективы использования и охраны рыбного хозяйства в бассейне Азовского моря, ч.2 «Аквакультура». - Ростов-на-Дону, 1987. - С. 95-96.

245. Санин, А.В. Ветеринарный справочник традиционных и нетрадиционных методов лечения собак / А.В.Санин, А.С. Липин, Е.В. Зинченко.- М.: Центрополиграф, 2002. - 743 с.

246. Сарафанова, Л.А. Применение пищевых добавок. Технические рекомендации. - Санкт-Петербург: ГИОРД, 2005. - 200 с.

247. Сариев, Б. Т. Оценка эффективности роста массы осетровых рыб при добавлении в корма пробиотических препаратов / Б.Т. Сариев, А.Н. Туменов, Ю.М., Баканева, Н.В., Болонина // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Рыбное хозяйство. - 2001. - №2. - С. 118-122.

248. Сафронова, Т.М. Теоретические основы переработки вторичного сырья Дальневосточного бассейна / Т.М. Сафронова, В.М. Дацун, С.И. Шнейдерман, И.Ф. Крахмилец // Известия ВУЗов. Сер.: Пищевая технология. – 1990.- №5. - С. 44-46.

249. Сбикин, Ю.Н. Двигательная и пищевая активность молоди севрюги при резком повышении солености воды / Ю.Н. Сбикин, Н.И. Лапина // Вопросы ихтиологии.- 1982. - Т. 22. - вып. 5. – С. 864-869.

250. Сборник технологических инструкций по обработке рыбы / Под редакцией А.Н. Белогурова, М.С. Васильевой. - Т. 2, М.: Колос, 1994. - 139 с.

251. Сергазиева, О.Д. Разработка и использование нового белкового компонента в составе комбикормов для ранней молоди осетровых рыб [Электронный ресурс] / О.Д. Сергазиева, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску // Материалы международной научно-технической конференции: Наука и образование – 2014.- г. Мурманск, 2014.- С. 268-272; URL: <http://www.mstu.edu.ru/science/actions/conferences/files/nio-9.pdf>

252. Сергеева, Т.Г. Биохимия витаминов и минеральных элементов / Т.Г. Сергеева. – Калининград, КТГУ, 1998. – 122 с.
253. Силкина, Н.И. Влияние транспортировки на перекисное окисление липидов в иммунокомпетентных тканях и органах стерляди *Acipenser ruthenus* / Н.И. Силкина, Д.В. Микряков, Микряков В.Р. // Вопросы рыболовства. - 2009. - Т. № 4(40). - С. 783-787.
254. 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.
255. Скляр, В.Я. Влияние способов обработки ячменя на его питательность / В.Я. Скляр // Молочное и мясное скотоводство. - 1982. - Вып. 10. - С. 32 - 33.
256. Скляр, В.Я. Кормление рыб / В.Я. Скляр, Е.А. Гамыгин, Л.П. Рыжков. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 119 с.
257. Скляр, В.Я. Эффективность выращивания микробного каротина в рационах карпа при индустриальном выращивании / В.Я. Скляр, В.В. Середя // Сб. науч. Тр. ВНИИПРХ. – 1989. - вып. 57. - С. 70-76.
258. Скляр, В.Я. Биологические основы рационального использования кормов в аквакультуре / В.Я. Скляр, Н.А. Студенцова.- М.: ФГНУ Россинформагротех, 2001. – С. 56.
259. Скляр, В.Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре / В.Я. Скляр. - М.: Изд-во ВНИРО, 2008. - 150 с.
260. Скрипник, Д.С. Влияние витаминов В₅ и В₁₂ на рост и цитохимические показатели крови молоди осетровых рыб / Д.С. Скрипник // Сб. научн. тр. КГАУ: Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных. – Краснодар. - 1995. - Вып. 343(371). - С.98-102.
261. Скурат, В.А. Пробиотики - препарат для профилактики бактериальных заболеваний рыб / В.А.Скурат, В.Л. Сиволицкая, С.М. Дегтярин,

Т. А. Говор, Е.И. Гребнева // Тез. науч.-практ. конф.: Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре. - Москва, 2000. - С. 114.

262. Слапогузова, З.В. Аквакультура – важнейшее направление обеспечения продовольственной безопасности страны / З.В. Слапогузова, М.В. Сытова, И.В. Бурлаченко // Рыбное хозяйство. – 2014. - №15. - С.3-7.

263. Слепнев, В.А. Интенсивность обмена у сеголетков карпа, выращиваемых на рационах с включением крилевой муки / В.А. Слепнев, М.А. Щербина, И.И. Ибрагимов // Сб. науч. Тр. ВНИИПРХ: Разведение и выращивание прудовых рыб.- Москва, 1977. - вып. 18. - С.165-172.

264. Справочник по вторичным материальным ресурсам пищевой промышленности. - М.: Экономика, 1984. - 326 с.

265. Стальная, И.Д. Метод определения диеновой конъюгации ненасыщенных высших жирных кислот / И.Д. Стальная // Современные методы в биохимии.- М.: Медицина. – С. 63-64.

266. Стальная, И.Д. Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитировой кислоты / И.Д. Стальная, Т.Г. Гаришвили // Современные методы в биохимии.- М.: Медицина. – С. 66-68.

267. Судакова, Н.В. Новые отечественные продукты микробного синтеза в составе гранулированного комбикорма ОСТ-4 для ранней молодежи осетровых рыб / Н.В. Судакова // Тез. Докл. I конгресса ихтиологов России.- Астрахань, 1997. - С. 338-339.

268. Сырбулов, Д.Н. Технологические аспекты кормления стерляди, заготовленной в естественных водоемах с целью формирования ремонтно-маточного стада / Д.Н. Сырбулов, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску, Е.Н. Пономарева, С.В. Пономарев. - Волгоград: Панорама, 2006.- 24 с.

269. Сычев, Г.А. Совершенствование рецептуры кормов для ремонтно-маточного стада форели в условиях индустриальных хозяйств на подогретой воде ГРЭС / Г.А. Сычев, Е.А. Гамыгин, Н.П. Новоженин // Сб. науч. Тр. ГосНИОРХ: Научные основы кормления рыб в тепловодном рыбководстве.- Ленинград, 1981.- вып. 175. - С. 181-191.

270. Тимофеева, М.А. Изучение крови гибрида белуга + стерлядь в сравнении с исходными видами / М.А. Тимофеева // Труды Саратовского отделения ГосНИОРХ, 1960.- т. 6.- С. 178-191.

271. Тихомиров, А.М. Испытание макета нового устройства "Ихтиотест" на молоди русского осетра / А.М.Тихомиров, Ж.Д. Хабумугиша // Вестник Астраханского государственного технического университета.-, 1997. - С. 54-58.

272. Толоконников, Г.Ю. О возможности замены рыбной муки криле-вой в диетах радужной форели / Г.Ю. Толоконников // Сб. науч. тр. ВНИИ-ПРХ: Индустриальные методы рыбоводства. - 1979. - вып. 24. - С. 85-89.

273. Трифонова, Е.С. Применение пробиотиков для компенсации воздействия агрессивных факторов водной среды при выращивании осетровых рыб в системах с замкнутым водоснабжением / Е.С.Трифопова, Л.И. Бычкова, Л.Н. Юхименко // Тез. Всерос. науч.-практич. конф.: Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов. – Москва, 2003. – С. 130-131.

274. Трифонова, Е.С. Применение пробиотиков на Можайском производственно-экспериментальном рыбоводном заводе / Е.С. Трифонова, Л.Н. Юхименко, Л.И. Бычкова, К.В. Гаврилин // Сб. научных трудов: Болезни рыб.- М.: Вып. 79, 2004. – С. 170-176.

275. Трофимова, Л.Н. Характеристика питательной ценности ржи и ржаных отрубей для двухлетков карпа / Л.Н. Трофимова, М.А. Щербина // Сб. науч. тр.ВНИИПРХ: Биологические основы рационального кормления рыбы.- Москва.- 1982.- вып. 36.-С. 134-137.

276. Трофимова, Л.Н. Питательная ценность рыбной муки в зависимости от технологии изготовления и сроков хранения / Л.Н. Трофимова, М.А. Щербина // Тез. докл. VI конф. по экологии и физиологии рыб. - Вильнюс, 1985. - С.526-528.

277. Трухин, Н.В. Производство технической продукции из отходов от обработки промысловых ракообразных / Н.В. Трухин // Инф. пакет Рыбн.

хоз-во Сер.: Обработка рыбы и морепродуктов. Совершенствование технологии обработки ракообразных . - 1992. - Вып. 3(2). - С. 25-37.

278. ТУ 9189-001-00343094-05 Глютен кукурузный сухой

279. Турецкий, В.И. Основные направления разработок комбикормов для культивируемых рыб / В.И. Турецкий, Е.А. Гамыгин, А.Н. Канидьев // Тез. докл. всесоюзной конф. по морской биологии. - Севастополь, 1988. - ч. 1.- С. 271-272.

280. Уголев, А.М. Пищеварительные процессы и адаптации у рыб / А.М. Уголев, В.В. Кузьмина. - СПб: Гидрометеоздат, 1993.-283 с.

281. Филипович, Э.Т. Витамины и жизнь животных / Э.Т. Филипович. – М.: Агропромиздат, 1985. – 206 с.

282. Фомин, А.В. Использование гаприна и ферментолизата БВК в стартовом корме для молоди кеты / А.В. Фомин // Сб. науч. Тр. ГосНИОРХ.- 1991. - вып. 306. - С. 67-75.

283. Хованский, И.Е. Эколого-физиологические и биотехнологические факторы эффективности лососеводства / И.Е. Хованский. - Хабаровск: Хабаровское книжное изд-во, 2004. - 418 с.

284. Чернышев, Н.И. Компоненты комбикормов / Н.И.Чернышев, К.Г. Панин. - Воронеж: ВНИИ КП, 2000. - 122 с.

285. Чипинова, Г.М. Использование нового стартового комбикорма при выращивании осетровых рыб на Бертюльском ОРЗ / Г.М. Чипинова, В.Г. Чипинов, Н.М. Киселева, С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева // Материалы междунар. науч.-практ. конф.: Научные подходы к решению производства продуктов питания. – Ростов-на-Дону, 2004. – С. 149-153.

286. Черняев, Н.П. Технология комбикормового производства / Н.П. Черняев. - М.: Агропромиздат, 1985. - 255 с.

287. Членов, В.А. Витаминные и кормовые препараты / В.А. Членов. – М.: Колос, 1982. – 94с.

288. Шабалина, А.А. Теоретические предпосылки увеличения сроков хранения Гранулированного корма для форели / А.А. Шабалина // Изв. ГосНИОРХ, 1976, вып. 72. С. 42-65.

289. Шамушаки Д. Вкусовая привлекательность свободных аминокислот для молоди персидского осетра *Acipenser persicus* / Д. Шамушаки, Б. Абтахи, А.О. Касумян, А.Абедян Кенари, Р. Горбани // Вопросы ихтиологии.- 2008. - Т.48. - №1. - С.130-140.

290. Шевченко, Д.Г. Влияние крабовой муки в составе комбикорма на химический статус и некоторые физиологические показатели молоди радужной форели / Д.Г. Шевченко, А.А. Передня // Мат-лы Межд. конф.: Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. - Петрозаводск, 2004. - С. 149-150.

291. Шендеров, Б.А. Значение колонизационной резистентности в патогенезе инфекционных заболеваний / Б.А. Шендеров // Иммунология инфекционного процесса. -М.: 1994.-С. 112-121.

292. Шендеров, Б.А. Медицинская микробная экология и функциональное питание / Б.А. Шендеров.- М: Грантъ, 1998. – С. 38-39.

293. Шендеров, Б.А. Пробиотики и функциональное питание / Б.А. Шендеров // Сер. Медицинская микробная экология и функциональное питание. М.: Грант.- 2001.- Т.3. – 288с.

294. Ширяев, Е.Д. Безотходная технология на промысле дальневосточных крабов (Опыт АОЗТ "Рыболовецкий колхоз "Восток-1" по производству хитозана) / Е.Д. Ширяев // Рыбное хозяйство. - 1997. - №6. - С. 58-59.

295. Шипулин, С. В. Особенности реализации пищевой функции у осетровых рыб / С. В. Шипулин, И.В. Волкова, Т.С. Ершова // Успехи современного естествознания. - 2007. - №10. - С.39-40.

296. 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.

297. Шульга, Е.А. Пробиотик «Субтилис» в комбикормах для стерляди / Е.А. Шульга // Материалы междунар. науч.-конф.: Состояние и перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны.- Ростов на Дону, 2007.- С.155-167.
298. Шустин, А.Г. Влияние экструзии на пищевую ценность комбикормов для радужной форели / А.Г. Шустин // Сб. науч. Тр. ВНИИПРХ.- 1987.- вып. 52.-С. 84-91.
299. Шустин, А.Г. Доступность протеина и углеводов искусственных кормов карпу / А.Г. Шустин, М.Т. Проскуряков // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ: Вопросы разработки и качества комбикормов. - 1989. - вып. 57. - С. 85.
300. Шутов В.А. Реакция личинок карпа на растворы различных аминокислот / В.А. Шутов, В.Ф. Бондаренко, С.Ю. Кузьмин // Сб. тез.докл. XII межвузовской научной конференции. – Калининград, 1984. – С. 257-259.
301. Щербина М.А. Температурный режим воды и перевариваемость питательных веществ карпом / М.А. Щербина, О.П.Казлаускене / Гидробиологический журнал. – 1971. - Т.7. - №3. - С. 49-53.
302. Щербина, М.А. Переваримость и эффективность использования питательных веществ искусственных кормов у карпа / М.А. Щербина. - М.: Пищевая промышленность, 1973.- 131 с.
303. Щербина, М.А. Методические указания по физиологической оценке питательной ценности кормов для рыб / М.А. Щербина.- М.: ВНИИПРХ, 1983. - 83 с.
304. Щербина М.А. К вопросу о потребности карпа в аминокислотах / М.А. Щербина, И.А. Салькова // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ: Вопросы физиологии и биохимии рыб.- 1987.- С. 80-84.
305. Щербина М.А. Переваримость основных питательных веществ и усвоение азота рыбной муки двухлетними карпами / М.А. Щербина, Л.П. Генералова // Тез. Докл. Конф.: Современное состояние и перспективы рационального использования и охраны рыбного хозяйства в бассейне Азовского моря. - Ростов-на-Дону, Москва, 1987. - С.97-98

306. Щербина, М.А. Нормы ввода и взаимозаменяемости компонентов в продукционных комбикормах для прудового карпа / М.А. Щербина.- М.:ВНИИПРХ, 1988.-14 с.

307. Щербина, М.А. Технология комбинированного применения зерна совместно с комбикормами при выращивании двухлетков карпа в прудах / М.А. Щербина, А.Д. Сапаров, В.Н. Раденко. - М.: ВНИИПРХ, 1992.- 46 с.

308. Щербина М.А. О питательной ценности для карпа и форели рыбной муки, изготовленной по прессово-сушильной и экстракционной схеме / М.А. Щербина, Н.Т. Сергеева Н.В. Линник, А.И. Алексеенко // Сб. науч. Тр. ВНИИПРХ: Вопросы генетического и экологического мониторинга объектов рыбоводства. – 1993. - вып. 70. - С. 96-111.

309. Щербина М.А. Влияние экструзии на питательную ценность кормового сырья для рыб / М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин, И.А. Салькова // Инф. Пакет Рыбное хозяйство. Сер.: Аквакультура: Корма и кормление рыб.- 1999а.- вып. 2.-С. 1-11.

310. Щербина М.А. Опыт применения продуктов переработки зародышевых хлопьев в кормлении карпа / М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин, И.А. Салькова, И.Ф. Першина // Инф. Пакет Рыбное хозяйство. Сер.: Аквакультура: Корма и кормление рыб.- 1999а.- вып. 2.-С. 5-16.

311. Щербина М.А. Сырье и кормовые продукты для рыб / М.А. Щербина, И.А. Салькова, И.Ф. Першина // Рыбоводство и рыболовство. - 2001. - №3. - С. 16-19.

312. Щербина, М.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин. - М.: Изд-во ВНИРО, 2006.- 360 с.

313. Щербина, М.А. Тритикале – перспективный компонент кормов для рыб / М.А. Щербина, О.Б. Бондаренко // Комбикорма. - 2016 . - №2. - С. 58-64.

314. Юхименко, Л.Н. Перспективы использования суболина для коррекции микрофлоры кишечника и профилактики БГС / Л.Н. Юхименко,

Г.С. Койдан, Л.И. Бычкова // Тез. докл. научно-практ. конф.: Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре, Москва, 2000.– С. 133-142.

315. Юхименко, Л.Н. Комбикорма с пробиотиком как средство профилактики заболеваний рыб / Л.Н. Юхименко, Л.И. Бычкова, Г.С. Койдан // Сб. науч. трудов ВНИИПРХ: Кормление и физиология рыб. -Москва, 2001. - вып. 77. - С. 91-95.

316. Юхименко, Л.Н. Испытания лечебного комбикорма с субалином в рыбхозах Московской области / Л.Н.Юхименко, Л.И. Бычкова, К.В. Гавргтин // Инф. Пакет Рыбное хозяйство. Сер.: Болезни гидробионтов в аквакультуре. - 2002. - Вып. 2. – С. 18-27.

317. Юхименко, Л.Н. Перспективы использования суболина для коррекции микрофлоры кишечника рыб и профилактики БГС / Л.Н. Юхименко, Л.И. Бычкова // Тез. докл. научно-практ. конф.: Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре – Москва, 2005. – С. 133-136.

318. Ющук, Н.Д. Лечение острых кишечных инфекций / Н.Д.Ющук, Л.Е. Бродов. - М.: Изд-во, 1998.-145 с.

319. Яржомбек, А. А. Каротиноиды лососевых и их связь с воспроизводством этих рыб / А.А. Яржомбек // Сб. науч. тр. ВНИРО.- 1970.- Т. 69. - С. 234–267.

320. Яржомбек А. А. Каротиноидные пигменты и систематика лососевых рыб / А.А. Яржомбек // Сб. науч. тр. ВНИРО. -1972. Т. LXXXV. - С. 138–153.

321. Яржомбек, А.А. Временные рекомендации по определению физиологического состояния рыб по физиолого – биохимическим данным / А.А. Яржомбек, Н.Ф. Шмаков, В.В. Лиманский, Е.Н. Бекина. – М.: ВНИИ-ПРХ, 1984. – 54 с.

322. Яржомбек, А.А. Справочник по физиологии рыб / А.А. Яржомбек, В.В. Лиманский, Т.В. Щербина, Е.Н. Бекина, П.В. Лысенко. – М.: Агропромиздат, 1986.- 190 с.

323. Albreksten, S. Ascorbil palmitate as a dietary vitamin C source for rainbow trout / S. Albreksten, O. Lie, K. Sandness // *Aquaculture*. - 1988. - v. 71. - № 4. - P 359-368.
324. Al-Khalifa, A. Metabolism of fastaxanthin in the rainbow trout (*Salmo gairdneri*) / A. Al-Khalifa, K. Simpson // *Com. Biochem. Physiol.* - 1988. - 91B. - P. 563-568.
325. Alvarez-Olmos, M. Probiotic agents and infectious diseases: a modern perspective on a traditional therapy / M. Alvarez-Olmos, R. Oberhelman // *Clin Infect Dis.* - 2001. - P. 67-76.
326. Ashley, L. Ascorbic acid deficiency in rainbow trout and coho salmon and effect on wound healing / L. Ashley, J. Halver, R. Smith // *The pathology of fishes*. Madison, WS, USA.: Univ. of Wisconsin Press, 1975. - P. 769-786.
327. Ashoor, S. Liquid chromatographic determination of ascorbic acid foods / S. Ashoor, W. Monte, J. Welty // *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* - 1984. - v. 67. - P. 78-80.
328. Atema, J. Olfactory responses of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) to prey odors: chemical search image / J. Atema, K. Yolland, W. Ikehara // *J. Chem. Ecol.* - 1980. - v. 6. - № 2. - P. 457-465.
329. Bautista-Garfias, C. Effect of viable or dead *Lactobacillus casei* organisms administered orally to mice on resistance against *Trichinella spiralis* infection / C. Bautista-Garfias // *Parasite*. - 2001. - P. 226-231.
330. Bell, M. The role of polyunsaturated fatty acids in fish / M. Bell, R. Henderson, J. Sargent // *Comp. Biochem. Physiol.* - 1986. - 83B. - P. 711-719.
331. Belousova, T. Functional peculiarities of fish trigeminal system / T. Belousova, G. Devitsina, G. Malyukina // *Chemical senses*. - 1983. - V. 8. - № 2. - P. 121-130.
332. Berge, G. Fish protein hydrolyzate in starter diets for atlantic salmon (*Salmo salar* L.) / G. Berge, T. Storebakken // *Aquaculture*. - 1996. - v. 145. - № 1-4. - P. 205-212

333. Bergot, F. Digestibility of starch by rainbow trout: effects of physical state of starch and of the intake level / F. Bergot, J. Breque // *Aquaculture*. - 1983. - 34. - P. 203-212.
334. Brandt, T.M. Research and development communication / T. Brandt, C. Deyoe, P. Seib // *Progr. Fish Cult.* - 1985. - v. 47. - P.423-449.
335. Byrd, R. Comparison of olfactory receptor (EOG) and bulbar (EEG) responses to amino acids in the catfish, *Ictalurus punctatus* / R. Byrd, J. Caprio // *Brain Res.* - 1982. - v. 249. - P. 73-80.
336. Cangemi, R. Protective effect of intranasally inoculated *Lactobacillus fermentum* against *Streptococcus pneumoniae* challenge on the mouse respiratory tract / R.Cangemi, V. Santos // *FEMS Immunol Med Microbiol.* - 2001. - P. 95-117.
337. Cahu, C. Preliminary results on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae rearing with compound diets from first feeding. Comparison with carp (*Cyprinus carpio*) larvae / C. Cahu, I. Zambonino, A.-M.Escaffé, P. Bergot, S. Kaushik // *Aquaculture*. - 1998. - v. 169. - P. 1-7.
338. Caprio, J. High sensitivity of olfactory and gustatory receptors of catfish to amino acids / Caprio, J. // *Chemoreception in Fishes*. - Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company, 1982. - P.109-134.
339. Carr, W. Chemical stimulation of feeding behavior / W. Carr // *Chemoreception in Fishes*. Amsterdam: Elsevier Sci. Publ. Comp., 1982. -P.259-273.
340. Castell, J. Report of the EIFAC, IUNS and ICES / J. Castell, K. Tiews // *Working Group on the standardization of the methodology in fish nutrition research*. - Hamburg (Federal Republic of Germany), 1979.- P. 1-24.
341. Castell, J. Effects of purified diets containing different combinations of arachidonic and docosahexaenoic acids on survival, growth and fatty acid composition of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*) / J. Castell, J. Bell, D. Tocher, J. Sargent // *Aquaculture*. - 1994. - v. 128. - № 3-4. - P. 315-333.

342. Chatterjee, G. The vitamins / G. Chatterjee // Chemistry, physiology, methods. London: V.I. Ed. W.H. Serbell. Jr. R.S. Harris., 1967. - 399 p.
343. Chatterjee, I. Ascorbic acid metabolism / I. Chatterjee // World Rev. Nutr. Diet. - 1978. - v. 30. - P. 69-87.
344. Cho, C. Effects of protein intake on metabolizable and net energy values of fish diets / C. Cho, S. Kaushik // Fish feeding and nutrition. London: Academic Press, 1985. - P. 95-117.
345. Cho, C. Nutritional energetics in fish: energy and protein utilization in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) / C. Cho, S. Kaushik // World Rev. Nutr. Diet. - 1990. - P. 132-172.
346. Cho, C. Bioenergetic of salmonid fishes: energy intake, expenditure and productivity / C. Cho, S. Slinger, H. Bayley // Comp. Biochem. Physiol. - 1982. - P. 25-41.
347. Cho, C. Digestibility of feedstuffs as a Major Factor in Aquaculture Waste Management / C. Cho // Fish Nutrition in Practice. - Ed. INRA Paris, 1993. - Le Colloques.- №61.- P. 365-374.
348. Choubert, G. Effects of starvation and feeding on canthaxanthin depletion in the muscle of rainbow trout (*Salmo gairdneri* Rich.) / G. Choubert // Aquaculture. - 1985. - v. 46. - № 4. - P. 293-298.
349. Choubert, G. Influence d'une elevation de la temperature de l'eau sur la digestibilite de la matiere seche, de l'azote et l'energie de l'aliment distribue a la truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri* Rich.) / G. Choubert, B. Fauconneau, P. Luquet // Reprod. Nutr. Develop. - 1991. - № 6. - P. 941-949.
350. Choubert, G. Pigments carotenoides et reproduction des poissons / G. Choubert // Bull. Fr. Peche Piscic. - 1986. - C. 25-32.
351. Coutteau, P. Review on the dietary effects of phospholipids in fish and crustacean larviculture / P. Coutteau, I. Geurden, M.R. Camara, P. Bergot, P. Sorgeloos // Aquaculture. - 1997. - v. 155. - № 1-4. - P. 149-164.

352. Cowey, C. Physiological basis of requirements of fishes. Critical analysis of allowances / C. Cowey, P. Luquet // Protein Metabolism and Nutrition. - 1983. - v. 1. - P. 365-384.
353. Dabrowski, K. Znazenie kwasu L-askorbinowego w rybach / K. Dabrowski // Gospodarka rybna. - 1976. - v. 11. - P. 11.
354. Dabrowski, K. Content of total and free amino acids in zooplanktonic food of fish larvae / K. Dabrowski, M. Rusiecki // Aquaculture. - 1983. - № 1-4. - P. 31-42.
355. Dabrowski, K. Do carp larvae require vitamin C / K.R. Dabrowski, S. Hintekleitner, C. Sturmbauer // Aquaculture. - 1988. - v. 72. - P. 295-306.
356. Davidson, G. Probiotics in pediatric gastrointestinal disorders / G. Davidson, R. Butler // Curr Opin Pediatr. - 2000. - P. 477-481.
357. De Long, D. Nutrition of salmonoid fishes. Protein requirements of chinook salmon at two water temperatures / D.C. De Long, J. E. Halver, E.T. Mertz // J. Nutr. - 1958. - v. 65. - P. 589-599.
358. Dixon, D. Effect of Available dietary carbohydrate and water temperature on the chronic toxicity of water borne copper to rainbow trout (*Salmo gairdneri*) / D. Dixon, J. Hilton // Canad. J. Fish and Aquatic Sciences. - 1985. - v. 42. - № 5. - P. 1007-1013.
359. Devitsina, G. On the interaction of chemosensory systems in fish / G. Devitsina // J. Ichthyol. - 2003. - Supplementum-2. - P. 214-227.
360. Doyle, M. Control of enterohemorrhagic *E. coli* 0157:H7 in cattle by probiotic bacteria and specific strains of *E. coli*. / M. Doyle, T. Zhao, B. Harmon, C. Brown - London, 2004. - 160p.
361. Ellingsen, O. Chemical fractionation of shrimp extracts inducing bottom food search behavior in cod (*Gadus morhua* L.) / O. Ellingsen, K. Doving // J. Chem. Ecol. - 1986. - № 1. - P. 155-168.
362. Fiolka, G. Embryonic mortality of horse / G. Fiolka, H. Kuller, S. Lender // Z Monatshefte für Veterinärmedizin. - 1985. - v. 40(24). - S. 835-838.

363. Fuller, R. Probiotics in human medicine / R.Fuller // Gut. 32 . - 1991. - №4. - P. 439-442.
364. Fuller, R. Probiotics in man and animals / R.Fuller // J. Appl. Bacter. - 1989. - №5. -P. 365-370.
365. Garcia-Gallego, M.A comparative study of the nutritive utilization of Dietary carbohydrates by eel and trout / M.Garcia-Gallego, J.Bazaco, A.Sanz, M.D. Saurez. // IV Intern. Sympos.on Fish Nutrition and feeding:Fish Nutrition in Practice.- Paris,1993.- P. 939-943.
366. Giovannini, G. Growth of hatchery produced juveniles of the Italian sturgeon (*Acipenser naccari*) Bonaparte, reared intensively in fresh water / G. Giovannini, L. Colombo, P. Bronzi, G.Arlati / in «Acipenser».- Williot, (Ed) Comagref pubbl fnd, 1991. - P. 401-404.
367. Goodwin, T. The biochemistry of the carotenoids / T. Goodwin //Animals. - v. 2.London, 1984. - 396 p.
368. Grant, B. Polyphosphorylated L-ascorbic acid: A stable form of vitamin C for aquaculture feed / B. Grant, P. Seib, V. Liao, K. Corpron // Journal of the World Aquaculture Society. - 1989. - v. 20. - P. 143-157.
369. Gzeczuga, B. Comparative studies of the occurrences and xanthophylls in reproductive cells of water animals / B. Gzeczuga // Folia Histochem. et cytochem. - 1973. -v. 11. - P. 275-286.
370. Gustatory responses of the rainbow trout (*Salmo gairdneri*) palate to amino acids and derivatieves / T. Marui, R. Evans, B. Zielinski, T. Hara // J. Comp. Physiol. – 1983. – v.153. – P.423-433.
371. Gupta, S. Use of natural carotinoids for pigmentation in fishes/ S. Gupta, A. Jha, A. Pal, G. Venkateshwarlu // Natatural product radiance. - 2007. - v. 6(1). - P.46-49.
372. Haemped,O. Uber vitamin ver sushe be / O. Haemped // Fischen. Z. Fischerei. - 1927. - v. 25. - P. 477-489.
373. Halver, J. A vitamin test diet for long term feeding studies / J. Halver, J. Coates // Progr. Fish.Culturist. - 1957. - v. 19. - P. 112-118.

374. Halver, J. Protein requirements for sockeye salmon and rainbow trout / J. Halver, L. Bates, E-T.Mertz // Fed. Proc. Fed. Am. Soc. Exp. Biol. -1964. -v. 23. - P. 1778.
375. Halver, J. Ascorbic acid requirements of cohosalmon and rainbow trout / J. Halver, L. Ashley Mand, R. Smith // Trans. Am. Fish. Soc. - 1969. v. 98. - P. 623-771.
376. Halver, J. Fish nutrition / J. Halver // Academic Press. Inc., Second Ed.,1989 a. - 156 p.
377. Halver J. The vitamins / J. Halver // Feeding fish.- 1989 b. - P.31-102.
378. Halver, J. Efficacy of L-ascorbyl-2-sulfate as vitamin C source for rainbow trout / J. Halver, S. Felton, A. Palmisano // Fish Nutrition in Practic, Biarritz (France). Ed. INRA.– Paris,1993. - P. 137-147.
379. Hansen, G. Bacterial interaction in early life stages of marine cold water fish: a review article / G. Hansen, J. Olafsen // J. Microb Ecol. - 1999. –v. 31. - P. 1-26.
380. Hara, T. Structure-activity relationships of amino acids in fish olfaction / T. Hara // Comp. Biochem. Physiol. -1976. – v.54. – P.31-36.
381. Hatlen, B. Muscle carotenoid concentration in sexually maturing and immature arctic charr, *Salvelinus alpinus* L / B. Hatlen, A. Arnesen, M. Jobling // Aquacult. Nutrition. - 1996. - v. 2.- № 4. - P. 207-212.
382. Hilton, J. Effect of increased dietary fiber on the growth of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) / J. Hilton, J. Atkinson, S. Slinger // Can. J. Fish. Aquat.Sci.-1983.- V. 40. - P. 81-85.
383. Hilton, J. Ascorbic acid mineral interaction in fish / J. Hilton // In.: I. Wegger. The Royal Danish. Agric. Soc. Copenhagen, 1984. - P. 218-224.
384. Hilton , J. The interaction of vitamins, minerals and diets composition in the diet offish / J. Hilton // Aquaculture. - 1989. - v. 79. - № 1-4. - P. 223-244.
385. Horsley, R. The bacterial flora of the atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in relation to its environment / R. Horsley // J.Appl.Bact. - 1973. - V. 36. - P. 376-386.

386. Horsley, R. A review of bacterial flora of teleosts and elasmobranchs including methods for its analysis / R.W. Horsley // *J. Fish Biol.* - 1977. -v. 10. - P. 529-553.
387. Jakubowski, M. Comparative morphology and cytology of taste buds in teleosts / M.Jakubowski, M. Whitear // *Z. Mikrosk.anat. Forsch. Leipzig.* -1990. - V. 104. - P. 529-560.
388. Jauncey, K. Ascorbic acid requirements in relation to wound healing in the cultured tilapia (*Oreochromis niloticus*) / K. Jauncey, A. Soliman, R. Roberts // *Aquaculture and fisheries management.* - 1985. - v. 16. -№ 2. - P. 139-149.
389. Jauncey K. Advances freshwater fish nutrition / K. Jauncey // *From Feed to Food, Utrecht. The Netherlands, 1995.- 3. 186-201.*
390. Johnsen, P. Olfactory sensitivity of the herbivorous grass carp, *Ctenopharyngodon idella*, to amino acids / P.B.Johnsen, H.Zhoy, M.A.Adams // *J. Fish Biol.* - 1988. - V.33. - P.127-134.
391. Jshibashi, N. Probiotic and safety / N. Jshibashi, S. Yamazaki // *Am J Clin Nutr*, 2001. - P.465-470.
392. Kano, H. Oral intake of *Lactobacillus del- bruecki* subsp.*Bulgaricus* OLL1073R-1 prevents collagen-induced arthritis in mice / H.Kano, T. Kaneko, S. Kaminogawa // *J Food Prat.* - 2002. V. 265 (1). - P. 153-160
393. Kaur, L. Probiotics: potential pharmaceutical application / L. Kaur, K.Chopra, A. Saini // *Eur J Pharm Sci.* - 2002. -v.15 (1). -P.1-9.
394. Kaushih, S. Le bilan azote chez le poisson / S.Kaushih // *Ichthyophysiol. acta.* - 1983. - v.7. - S. 89-113.
395. Kaushik, S. Protein nutrition and metabolism in fish/ S.Kaushih // *7.Intern.Symp : Protein metabolism and Nutrition.- Vail de Santarew, 1995. - P. 47-56.*
396. Kaushik, S. Nutrition et alimentation des poissons et control des dachets piscicoles / S. Kaushik // *Pisc.Franc.- 1990. - №101.-P. 14-23.*

397. Kirjavainen, P. The ability of probiotic bacteria to bind to human intestinal mucus / P. Kirjavainen, A. Ouwehand, E. Isolauri, S. Salminen // *FEMS Microbiol Lett.*-1998.-P. 185-190.
398. Kitamura, S. Studies on vitamin requirements of rainbow trout (*Salmo gairdneri*), on the ascorbic / S. Kitamura // *Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries.* - 1965. - v. 31. - P. 818-826.
399. Kitamura, S. Studies on vitamin requirements of rainbow trout / S. Kitamura, T. Suwa, S. Ohara, K. Nakagawa // The deficiency symptoms of fourteen kinds of vitamin. - 1967. - v. 33. - P. 1120-1125.
400. Kobayashi, H. Comparison of the olfactory responses to amino acids obtained from receptor and bulbar levels in marine teleost / H. Kobayashi, Y. Goh // *Exp. Biol.* - 1985. - v.44. - P.199-210.
401. Kobayashi, H. Olfactory response in the yellowtail *Seriola quinqueradiata* / H. Kobayashi, K. Fujiwara // *J. Nippon Suisan Gakkaishi.*- 1987.- v. 53(10). - P.1717-1725.
402. Lall, S. Minerals in finfish nutrition / S. Lall // *Finfish Nutrition and Fish Feed Technology.* -1979. - v. 1. - P. 75-87.
403. Lari, E. Palatability of food animals for stellate sturgeon *acipenser stellatus pallas, 1771* / E. Lari, A.O. Kasumyan, F. Falahat, K. Doving, V. Jafari // *Journal of applied ichthyology.* - 2013. -v. 29. - № 6.-P. 1222-1224.
404. Lim, C. Pathology of the vitamin C deficiency syndrome in channel catfish (*Ictalurus punctatus*) / C.Lim, R. Lovell // *J. Nutr.* - 1978. - v. 108. - P. 1137-1146.
405. Lovell, R.T. Essentiality of vitamin C in feeds for intensively feed caged channel catfish / R.T. Lovell // *Journ. Nutr.* - 1973. - v. 103. - P. 134-138.
406. Lovell, R. Do pound - raised catfish / R. Lovell // *Farming and Aquaculture news.*- 1977. - v. 3. - №. 3. -P. 22.
407. Lovell, R. Vitamin C in pound diets for channel catfish / R. Lovell, C. Lim // *Trans. Am. Fish. Soc. Sci.*- 1978. - v. 107. - P. 321-325.
408. Luquet, P. *Tilapia Oreodromis sp.* / P. Luquet // *In Hand-book of Nutrient Requirements of Finfish, Florida.:CRC.Press,1991.* - P. 169-180.

409. Maage A. Ascorbate -2-sulphate as a dietary vitamin C on growth caudal fin development and tolerance of aquaculture related stressors in channel catfish / A. Maage // *Progr. Fishcult.* - 1987. - v. 49. - №. 1. - P. 13-16.
410. Madsen, K. The use of probiotics in gastrointestinal disease / K. Madsen // *Can J Gastroenterol.* - 2001. -v. 15 (12). - P. 817-822
411. Mann, H. Ein Fütterungsversuch mit Trockenfutter unterschiedliche / H. Mann // *Proteinge-tialtes. Fischwirt.* - 1968.- № 9.- P. 230-231.
412. Marui, T. Tactile input to the facial lobe of the carp (*Cyprinus carpio*) / T. Marui, M. Funakoshi // *Brain Res.* - 1979. - V. 479. - P. 479.
413. Marui, T. Gustatory specificity for amino acids in the facial taste system of the carp, *Cyprinus carpio* / L. Marui, S. Harada, Y. Kasahara // *J. Comp. Physiol.* - 1983. - v. 153A. - P.299-308.
414. Matsuzaki, T. Modulating immune response with probiotic bacteria / T. Matsuzaki, J. Chin // *ImmunolCell Biol.* - 2000. -v. 78 (1). - P.67-73.
415. Matsumoto, M. Adhesive property of bifidobacterium lactis LKM 512 and predominant bacteria of intestinal microflora to human intestinal mucin / M. Matsumoto, H. Tani, H. Ono, H. Ohishi, Y. Bonno // *Curr Microbiol.* - 2002. -v. 44 (3).- P. 212-215.
416. Mapson, L. Ascorbine biochemical systems in the vitamins: Chemistry, physiology, methods / Mapson, L. // J. R.S. Harris. New York - London. 1967. - P. 386.
417. Mazeaud, M. Stress and fish / M. Mazeaud // Ed. By A.D. pickering. L. - N.Y., 1981. - P. 49-76.
418. McLaren, B. The nutrition of rainbow trout.1.Studies of vitamin requirements / B. McLaren, E. Keller, D. O Donnel, C. Elvehjem // *Arch. Biochem.* - 1947. - v. 15. - P. 169-178.
419. Mead, C. The occurence ascorbic acid sulphate in the brine shrimp *Artemia salina* / C. Mead, F. Finamore // *Biochemistry.* - 1969. - v. 8. - P. 2652-2655.

420. Mearns, K. Sensitivity of brown trout (*Salmo trutta* L.) and Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fry to amino acids at the start of exogenous feeding / K. Mearns // *Aquaculture*. – 1986. – v.55. – P.191-200.
421. Menozzi, F. Interaction of human Tamm-Horsfall glycoprotein with *Bordetella pertussis* toxin / F. Menozzi, A. Debie, J. Tissier, C. Loch, K. Pethe, D. Raze // *Microbiology* Apr. - 2002 . - 148 (Pt4). - P. 193-201.,
422. Meske, Ch. *Aquaculture von Warmwasser-Nutzfischen* / Meske Ch. // *Biotechniken und Tierversuche*. Stuttgart, Ulmer, 1973.- P. 163.
423. Miki W. Biological function and activities of animal carotenoids // *Pure and Appl. Chem.* -1991. -V. 63, № 1. - P.141-146.
424. Morita, Y. Reflex connections of the facial and vagal gustatory systems in the brainstem of the bullhead catfish, *Ictalurus nebulosus* / Y.Morita // *Finger Compar. Neurol.* - 1985. - V. 231. - P. 547-558.
425. Murai, T. Use of L-ascorbic acid, ethocel coated ascorbic acid and ascorbate-sulfate in diets for channel catfish (*Ictalurus punctatus*) / T. Murai, J. Andrews, J. Buernfeind // *J. Nutr.* - 1978. - v. 108. - P. 1761-1766.
426. Ogino, C. Requirements of carp and rainbow trout for dietary manganese and copper / Ogino C, Yang G-Y. // *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* - 1980.V. 46. - P. 455-458.
427. Olfactory perception in juvenile salmon. I. Observation on response of juvenile sockeye to extracts of food / J. McBride, D. Jonas, N. Tomlinson // *J. Fish. Res Bd Can.* – 1962. – v.19. – P.327-334.
428. Ouwehand, A. Adhesion of inactivated probiotic strains to intestinal mucus /A. Ouwehand, S.Tolkko, J. Kulmala, S. Salminen, E. Salminen // *Lett Appl Microbiol* Jul. -2000. –v. 31(1). - P. 326-328.
429. Palozza, P. Antioxidant effects of carotenoids in vivo and in vitro / Palozza P, Krinsky // *N.: An overview.* - *Methods in enzymology.* - 1992. - V. 213. – P. 403-420.
430. Parker, R. Probiotics, the other half of the antibiotics story / R. Parker // *Animal Nutrition and Health.* - 1974. –v. 29. - P. 4-8.

431. Pfeffer, E. Effect of extrusion on efficiency of utilization of maize starch by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) / E. Pfeffer, J. Beckman-Toussaint, B. Henrichfreise, H. Jansen // *Aquaculture*, 1991, v. 96, № 3-4: 293-303.
432. Phillips, A. The utilization of carbohydrate by trout / A. Phillips, A. Tunison, D. Brockway // *Fish. Res. Bull.* - 1948. - № 11.
433. Phillips, A. The nutrition of trout. Vitamin requirements / A. Phillips, D. Brockway // *Progr. Fish.Culturist.*- 1957. - v. 19. - P. 119-123.
434. Phillips, A. Dry concentrals, as complete trout foods / A. Phillips, G. Hammer, E. Pyle // *Pr. Fish. Cult.* 1964.- v. 26. - №. 1.- P. 25-29.
435. Phillips, A. Nutrition, digestion and energy utilization / A.M.Phillips / *In Fish. Physiology* (ed. by Hoar W.S. and Randall D.). -1969. - Vol. 1. - P. 391-432.
436. Phillips, A. Trout feeds and feeding / A. Phillips // *Manual of Fish. Cult.*, part. 3, Washington:BSFW,1970. - 49 p.
437. Pitt, C. Vitamin All Carotenoids / C. Pitt // Ed. O. Isler.- Basel: Birkhauser Verlage, 1971. - P. 717-742.
438. Ponomarev, S. Use of carotene containing medicinal preparations to increase starlet early fry viability/ S. Ponomarev, A. Bahareva, I. Puzankov, J. Harlamova, Mitrifanova M. // *Poster of 5th international Symposium on sturgeon*, Iran, Ramsar, 2005.
439. Poston, H. Effects of massive doses of dietary vitamin E of fingerling brook trout / H. Poston, D. Livingston // *Fish. Res/ bull.*- 1971.-№ 33. - P. 9-12.
440. Poston H. Effect of Body size on Growth, Survival and Chemical composition of Atlantic Salmon Fed Soy Lecithin and Choline/ H. Poston // *Progr. Fish-Cult.* – 1990.- v. 52.- № 4.- P. 226-230.
441. Rainuzzo, J.The significance of lipids at early stages of marine fish: a review / J. Rainuzzo, K. Reitan, Y.Olsen // *Aquaculture.* – 1997.- v. 155.- № 1-4.- P. 103-115.

442. Robb, D. The effect of astaxanthin on the survival of eggs from Atlantic salmon (*Salmo salar*) / D.Robb, L.Volker, H.Horrex, S.Kestin // Quality in aquaculture. Short communications and abstracts of contributions presented at the International Conference Aquaculture Europe-95, Trondheim. Norway, 1995. – P. 100-101.
443. Quadri, S. Improved method of preparing L-ascorbic acid – sulphate / S.Quadri, P. Seib, C. Deyoe // Carbohidr. Res. - 1973. - v. 29. - P. 259-264.
444. Quadri, S. Stabiliti of L-ascorbate -2- sulphate and L-ascorbic acid in wheat foods and milk / S. Quadri, Y. Liang, P. Seib, C. Deyoe // J. Food Sci. 1975. - v. 40. - P. 837-839.
445. Raverty S. Sturgeon mortalities along the Harrison river British Columbia / S. Raverty // Animal health center Newsletter Diagnosis diary. - 1999. - P. 10-11.
446. Rehulka, J. Testing the effect of canthaxanthin in dry pellets on the output and some condition and physiological characteristics of market rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.) / J.Rehulka, J. Zak // Prace vurnh vodnany. - 1986. - № 15. - P. 79-90.
447. Robertson, W. The biochemical role of ascorbic acid in connective tissue / W.Robertson // Ann. N.Y. Acad. Sci. - 1961. - v. 92. –P. 159.
448. Roem, A. Utilization of two commercial vitamin C polyphosphated by Atlantic salmon / A. Roem, S. Onies // Fish Nutrition in practice. Biarritz (France), 1991. - P. 149-155.
449. Sargent, J. Requirements, presentation and sources of polyunsaturated fatty acids in marine fish larvae feeds / J. Sargent, L. McEvoy, J. Bell. // Aquaculture.- 1997.- v. 155.- №1-4.- P.- 117-127.
450. Steffens W. Warmwasseraufzucht von Salzkarpfen (*Cyprinns carpio* L.). / W. Steffens // In: Netzkafigen bei unterschiedlicher Besatzdichte. — Z. Fischerei N.F.- 1969.-v. 17.-P. 33-15.

451. Steffens W. Effects of variation in essential fatty acids in fish feed on nutritive value of freshwater fish for humans / W. Steffens // *Aquaculture*.- 1997.- v. 151.- № 1 4.- P. 97-119.
452. Saglio P. Bases chemiosensorielles du comportement alimentaire chez les poissons /P. Saglio // *Bull. Fr. Piscicult.* – 1981. – Vol.19. – P.327-334.
453. Salminen, S. Clinical uses of probiotics for stabilizing the gutmucosal barrier: successful strains and future challenges/S.Salminen, E.Isolauri, E.Salminen /*Antonie Van Leeuwenhoek*. - 1996. - P. 347-358.
454. Sandness, K. Er problem med vitamin C-fisket forlost?/K.Sandness, S.Burgard, R.Waagbo, S. Onies // *Fiskets Gang*.- 1989.-№ 6. - S. 22-24.
455. Sandness K. Ascorbat-2-sulphat as a dietary vitamin C source for Atlantic salmon (*Salmo salar*) 1. Growth bioactivity, haematology and humoral immune response / K. Sandness// *Fish Physiol. Biochem.* - 1990. - v. 8. -№ 6.- P. 419-427.
456. Sato, M. Dietary ascorbic acid requirement of rainbow trout for growth and collagen formation / M.Sato, R.Yoshinaka, S.Ikeda // *Bull. Jpn. Soc. Fish.* - 1978. - v. 44. - P. 1029-1033.
457. Sebrell, W. The vitamins / W. Sebrell, R. Harris // *Chemistry, physiology, methods*, second edit. N.Y. –London.- v. 1. – 1967.
458. Seeman, M. Vitamin C in poultry and fish culture / M.Seeman //*BRD*, 1989. - S. 1-14.
459. Seymour, E. The effects of powdered carp pituitary on ovarian development, ovarian ascorbic acid and ovulation in *Carassius carassius* L. Exposed to various photoperiod and temperature regimes / E.A. Seymour // *Journ. Fish. Biol.* 1981a. - v. 19. - P. 652-682.
460. Seymour, E. Gonadal ascorbic acid and changes in level with ovarian development in the crucian carp / E.A.Seymour // *L. Comp. Biochem. Physiol.*- 1981b. - v. 70. - P. 451-453.
461. Schepers, W. *Fischkrankheiten* / W. Schepers // Berlin: Akademie Verlag, 1954. - 708 p.

462. Scheperclaus, W. Die Bauchwassersucht des Karpfens, eine bakterielle Infektionskrankheit, und neue Methoden zu ihrer erfolgreichen Heilung und Bekämpfung durch antibiotische Mittel / W. Scheperclaus // Arch. Fischerwiss, 1979. - 510 p.

463. Schlifka, W. Vitamin C - ein wichtiger factor: der fischerahrung / W.Schlifka // Lohmann. Information, Cuxhaven, 1990. - S. 1-5.

464. Shigueno, K. Use Mg-L-ascorbil-2-phosphate as a vitamin C source in shrimp diets / K.Shigueno, S. Iton // Journal of the world aquaculture Society. 1988.- v. 19. -№ 4. - P. 168-174.

465. Smith S. The prevention of liver lipoids generation (ceroidosis) and microcytic anaemia in rainbow trout *Salmo gairdneri* Rich fed with rancid diets: a preliminary report / S. Smith // J. Fish. Dis. - 1979. - v. 2. -№ 5. - P. 429-437.

466. Soliman, A. The effect of varying from of dietary ascorbic acid on the nutrition of juvenile tilapias (*Oreochromis niloticus*) / A. Soliman, K. Jancey, R. Roberts // Aquaculture. - 1986a. - v. 52. - P. 1-10.

467. Soliman, A. The effect of dietary ascorbic acid supplementation on hatchability, survival rate and fry performance in *Oreochromis mosambicus* / A. Soliman, K. Jancey, R. Roberts // Aqaculture. - 1986 b. - v. 59. - P. 197-208.

468. Steffens, W. Der vitamin bedarf der rangenbogen forelle / W.Steffens // International Revue der gesamte Hidrobiologie, 1974. - Bd. 59. - H. 2. - S. 255-282.

469. Steffens, W. Grundlagen der fischernahrung/W.Steffens // VEB. Gustav Fischer Verlag, Jena. 1985.

470. Storebakken,T. Flesh pigmentation of rainbow trout fed astaxanthin and canthaxanthin at different feeding rates in freshwater and saltwater / T.Storebakken, G. Choubert // Aquaculture. - 1991. - V. 95. - № 3/4. - P. 289-295.

471. Storebakken,T. Pigmentation of rainbow trout / T.Storebakken, H.K. No // Aquaculture. -1992.- v. 100.- № 1-3. - P. 209-229.

472. Sutterlin A. Chemical attraction of some marine fish in their natural habitat / A. Sutterlin // J. Fish. Res. Board Can. – 1971. – V. 32. – P. 729-738.
473. Tacon, A. Protein and amino acid requirement / A. Tacon, C. Cowey // In: P. Tytler and P. Calow, Fish energetics. New perspectives. Croom Helm, Londres, Sydney, 1985.- P 155-183.
474. Tafro, A. Yaznost nekim vitamina u ismrani ciprinidnih riba / A. Tafro, M. Kiskaroly // Veterinarski Glasnik.- 1986. - № 6. - S. 463-469.
475. Teskeredzic, Z. High mortality of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fry caudes by deficiency of vitamin C and B in commercial fish farm in Yugoslavia / Z. Teskeredzic, E. Teskeredzic, M. Hacmanjek // Aquaculture. - 1989. - v. 79. № 1-4. - P. 245-248.
476. Theshima S. L-ascorbil-2-phosphate-Mg as a vitamin C source for the Japanese flounder / S. Theshima // Fish Nutrition's in practice. Biarritz (France) June 1991, - Paris: Ed. IRNA, 1993. - P. 158-166.
477. Todd J. The chemical language of fishes / J. Todd. // Sci. American. – 1971. – v. 224. – P. 98-108.
478. Torrissen, K. Protease activities and carotenoid levels during the sexual maturation of Atlantic salmon (*Salmo salar*) // K. Torrissen, O. Torrissen // Aquaculture. - 1985. - V. 50. - № 1-2.-P. 113-122.
479. Trzebiatowski, R. Efektywnosc zywienia pstraga teczowego paszami z zawartoscia maczki z kryla / R. Trzebiatowski, J. Domagala, J. Filipiak // Gospod. rybna. - 1979. - №. 12.- C. 6-9.
480. Tsuijmura, M. Hydrolysis of L-ascorbic acid 2-sulphate to L-ascorbic acid in fresh water fishes / M. Tsuijmura, T. Fukuda, T. Kasai, S. Kitamura // Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. - 1981. - v. 47. - P. 43
481. Tucker, B. Distribution of ascorbate -2- sulphate and distribution, half-life and turnover rates of (1-14C) ascorbic acid in rainbow trout / B. Tucker, J. Halver // J. Nutr. - 1984. - v. 114. - P. 9991-1000.

482. Tuomola, E. The effect of probiotic bacteria on the adhesion of pathogens to human intestinal mucus / E.Tuomola, A. Ouwehand, S. Salminen // *FEMS Immunol Med Microbiol Nov.* -1999. - 26 (2). - P. 137-142.
483. Tuomola, E. Chemical, physical and enzymatic pre-treatments of probiotic lactobacilli alter their adhesion to human intestinal mucus glycoproteins / E. Tuomola, A. Ouwehand, S. Salminen // *Int J Food Microbiol Sep 15.* - 2000. - v. 60 (1). - P. 75-81.
484. Villanueva, C. Antioxidant-induced stress / C. Villanueva, R. Kross // *Int.J.Mol.Sci.* - 2012. - v.13. - P. 2091-2109.
485. Volf, F. Dei Wirkung einiger Antibiotica auf die Erregung von bakteriellen Erkrankungen der Fisch (tschech.) / F.Volf, L. Havelka // *Sbornik Beskoslovenske Akademie. Zemedelskych Ved.* - 1956. - V.29. - P. 23-28.
486. Zhao, T. Reduction of Carriage of enterohemorrhagic E.coli / T. Zhao, M. Doyle, B. Harnton, C. Brown // *J. of Clin Microbiol.* - 1998. - V 36, No 3. - P. 641-647.
487. Watanabe, T. Fish feeds and their quality / T.Watanabe // *Trend and problems in aquaculture development Proceeding of the 2nd International Conference on aquaculture, 1984.* - Verona. - P. 190-21.
488. Watanabe, T. Requirement of chum salmon held in freshwater for dietary phosphorus / T. Watanabe, A. Murakami, L. Takeuchi, T. Nose, C. Ogino. - *Bull. Jap Fish.*, 1980. - v. 46. - № 3. - P. 361-367.
489. Wolf L. Diet experiment with trout. 1. A synthetic formula for dietary studies. 2. Effect of the lack of certain vitamin on rainbow trout. 3. Effect of mineral supplements in diets of rainbow trout / L. Wolf // *Progr. Fish.-Culturist.* - 1951. - v. 13. - P. 17-24.
490. Wright, von A. Probiotics: established effects and open questions / A.Wright von, S. Salminen // *Eur J Gastroenterol Hepatol Nov.* - 1999. - 11(11). - P. 1195-1198.
491. Wilson, R. Amino acids and protein / R.Wilson // In: Halver J.E. ed., *Fish nutrition.*, 2nd ed. Academic Press, San Diego (USA), 1989. - P. 111-151.
492. Yamamoto, Y. Extence of L-gulonolactone oxidase in some teleost / Y.Yamamoto, M. Sato, S.Ikeda // *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* - 1978. -v. 44. - P. 775-779.

Список сокращений и условных обозначений

ПОЛ – перекисное окисление липидов

МДА – малоновый диальдегид

ДК – диеновые конъюгаты

ЖКТ – желудочно-кишечный тракт

УЗВ – установка замкнутого водоснабжения

КОЕ – колониеобразующие единицы

БЭВ – безазотистые экстрактивные вещества

ПЗХ – пшеничные зародышевые хлопья

АК – аминокислоты

М.м. – молекулярная масса

Да – дальтон, единица измерения молекулярной массы

ПРИЛОЖЕНИЯ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2304395

**ПОЛИВИТАМИННЫЙ ПРЕМИКС ДЛЯ ОСЕТРОВЫХ
РЫБ**

Патентообладатель(и): *Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования "Астраханский
государственный технический университет" ФГОУ ВПО "АГТУ"
(RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2005141105

Приоритет изобретения 27 декабря 2005 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации 20 августа 2007 г.

Срок действия патента истекает 27 декабря 2025 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной
собственности, патентам и товарным знакам



Б.И. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2297154

**СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМА ДЛЯ МОЛОДИ
ОСЕТРОВЫХ РЫБ**

Патентообладатель(ли): *Астраханский Государственный
Технический Университет (RU)*

Автор(ы): *с.м. на обороте*

Заявка № 2003109945

Приоритет изобретения 07 апреля 2003 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации 20 апреля 2007 г.

Срок действия патента истекает 07 апреля 2023 г.

*Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной
собственности, патентам и товарным знакам*



Б.И. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2417586

**СПОСОБ АДАПТАЦИИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ К
ИСКУССТВЕННЫМ УСЛОВИЯМ СОДЕРЖАНИЯ**

Патентообладатель(и): *Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Астраханский государственный
технический университет" ФГОУ ВПО АГТУ (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2009108759

Приоритет изобретения **10 марта 2009 г.**

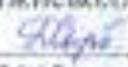
Зарегистрировано в Государственном реестре
изобретений Российской Федерации **10 мая 2011 г.**

Срок действия патента истекает **10 марта 2029 г.**

*Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной
собственности, патентам и товарным знакам*



Б.И. Симонов

Утверждаю
 Начальник ФГБУ Нижневолжскрибвод
 Сырбулов Д.Н. 
 2013 г. 

Акт
 производственных испытаний стартового комбикорма для осетровых рыб с
 креветочной вкусоароматической добавкой

Комиссия в составе: председатель – С.В. Пономарев, д.б.н., профессор
 ФГБОУ ВПО Астраханского государственного технического университета
 (АГТУ); члены комиссии: Н.А. Савинова - руководитель Филиала ФГБУ
 Нижневолжскрибвод Волгоградский осетровый рыбноводный завод, Ю.Н.
 Грозеску к.б.н., доцент ФГБОУ ВПО АГТУ, А.А. Бахарева к.б.н., доцент
 ФГБОУ ВПО АГТУ составили настоящий акт о том, что в период с 15 мая по
 14 июля 2013 г. проведены производственные испытания стартового
 комбикорма с креветочной вкусоароматической добавкой.

Комиссия рекомендует к промышленному использованию стартовый
 комбикорм с креветочной вкусоароматической добавкой в количестве 0,75
 г/кг.

Подписали:

Председатель:

 С.В. Пономарев

Члены комиссии:

 Н.А. Савинова
 Ю.Н. Грозеску
 А.А. Бахарева

ПРОТОКОЛ

производственных испытаний стартового комбикорма для осетровых рыб с креветочной вкусоароматической добавкой

Производственные испытания проводились в условиях бассейнового цеха Волгоградского осетрового рыбноводного завода. Личинок русского осетра, перешедших на активное питание, выращивали в бассейнах с круговым током воды (ИЦА-1) до достижения массы 3 г.

Молодь была разделена на 3 группы. В контрольной группе кормление проводили стартовым комбикормом без добавок. В комбикорм опытных первой и второй группы вводили аттрактивную креветочную добавку в количестве 0,75 и 1,00 г/кг корма.

Полученные рыбоводно-биологические показатели самок стерляди представлены в таблице 1.

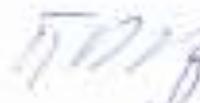
Таблица 1 Рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди русского осетра на комбикормах с аттрактивными добавками

Показатели	Группа рыб		
	Контрольная	Опытная I	Опытная II
Посажено на выращивание, экз.	400000	400000	400000
Масса начальная, г	0,049±0,009	0,049±0,007	0,048±0,008
Масса конечная, г	2,37±0,08	3,26±0,07	3,02±0,06
Выживаемость, %	52	78	76
Абсолютный прирост, г	2,32	3,21	2,97
Кормовые затраты, ед.	0,89	0,67	0,70
Продолжительность эксперимента, сут	60	60	60

Подписали:

Председатель:

Члены комиссии:

 С.В. Пономарев
 Н.А. Савичева
 Ю.Н. Гротеску
 А.А. Бахарева



АКТ

производственных испытаний стартового комбикорма ОСТ-6 для осетровых рыб с добавлением в кормосмесь гидролизата

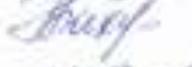
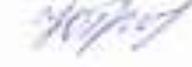
Комиссия в составе: председатель – Пономарев С.В. д.б.н., проф. директор НТЦ «Астаквакорм», члены комиссии: Савичева Н.А. – ведущий рыбовод ФГУ Волгоградский осетровый рыбоводный завод, Грозеску Ю.Н. – к.б.н., зам. директора НТЦ «Астаквакорм», Бахарева А.А. – к.б.н., ст. науч. сотр. НТЦ «Астаквакорм» составили настоящий акт о том, что с 10 июня по 9 июля 2005 г. за период 30 суток проведены производственные испытания стартового комбикорма ОСТ-6 с добавлением в кормосмесь гидролизата ВНИРО при выращивании ранней молоди русского осетра.

Комиссия рекомендует к промышленному использованию стартовый комбикорм для молоди осетровых рыб, с введением гидролизата в количестве 10%.

Подписали:

Председатель  - Пономарев С.В.

Члены комиссии:

 - Савичева Н. А.
 - Бахарева А.А.
 - Грозеску Ю.Н.

ПРОТОКОЛ

Проведения производственных испытаний стартового комбикорма для осетровых рыб с добавлением гидролизата рыбного белка

Производственные испытания проводились в пластиковых бассейнах ИЦА-1 на Волгоградском ОРЗ.

В состав опытного комбикорма вводили гидролизат в количестве 10% (от массы кормосмеси), в контроле использовали корм без гидролизата.

Полученные рыбоводно-биологические показатели выращивания личинок русского осетра подтвердили эффективность использования гидролизата рыбного белка в составе стартового комбикорма для осетровых рыб (табл. 1)

Таблица 1

Рыбоводно-биологические показатели выращивания личинок русского осетра на стартовом комбикорме с добавлением гидролизата

Показатели	Варианты	
	Опыт	Контроль
Масса начальная, г	0,05	0,05
Масса конечная, г	2,08	1,89
Выживаемость, %	72	68
Кормовые затраты, ед.	1,2	1,5
Продолжительность выращивания, сут.	30	30

Подписали:

Председатель

Члены комиссии

С.В. Пономарев

Н.А. Сивачева

А.А. Быхарева

Ю.Н. Грозеску

«Утверждаю»
 Директор Бердюльского ОРЗ
 Еремеев В.А.
 «26» _____ 2005 г.

Акт
Производственных испытаний эффективности стартового комбикорма
ОСТ-6 для осетровых рыб с добавлением в кормосмесь крабовой муки

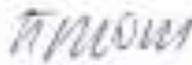
Комиссия в составе: председатель - Пономарев С.В. д.б.н., проф. АГТУ;
 члены комиссии: Дубов В.Е. – начальник рыбоводного отдела ФГУ
 Севкаспрыбвод, Бахарева А.А. к.б.н., доц. АГТУ, Грозеску Ю.Н. к.б.н. доц.
 АГТУ составили настоящий акт о том, что в период с 1 по 30 июня 2005 г.
 проведены производственные испытания эффективности стартового
 комбикорма с крабовой мукой при выращивании ранней молоди русского
 осетра.

Комиссия рекомендует к промышленному использованию стартовый
 комбикорм для молоди осетровых рыб, с введением крабовой муки в
 кормосмесь в количестве 5%.

Подписали:

Председатель:

Члены комиссии:

 Пономарев С.В.
 Дубов В.Е.
 Бахарева А.А.
 Грозеску Ю.Н.

ПРОТОКОЛ

Проведения производственных испытаний эффективности стартового комбикорма ОСТ-6 для осетровых рыб с добавлением в кормосмесь крабовой муки

Производственные испытания при выращивании проводились в пластиковых бассейнах ИЦА-1. Плотность посадки составляла 5 тыс. шт./м³ на Бертильском ОРЗ.

В состав опытного комбикорма ОСТ-6 вводили 5% крабовой муки, в контроле использовался комбикорм ОСТ-6 (без добавления крабовой муки).

Полученные рыбоводно-биологические показатели выращивания ранней молоди русского осетра подтвердили высокую эффективность замены 5% рыбной муки на крабовую в составе стартового комбикорма ОСТ-6 (табл.1).

Таблица 1

Рыбоводно-биологические показатели выращивания личинок русского осетра на стартовом комбикорме ОСТ-6 с добавлением крабовой муки

Показатели	Варианты опыта	
	Опыт	Контроль
Масса начальная, г	0,065	0,065
Масса конечная, г	0,223	0,163
Абсолютный прирост, г	0,158	0,098
Выживаемость, %	83	78
Кормовой коэффициент, ед.	0,6	0,8
Период выращивания, сут.	30	30

Подписали:

Председатель:

Члены комиссии:



Пonomарев С.В.



Дубов В.Е.

Бахарева А.А.

Грозеску Ю.Н.