

ФГБОУ ВПО «АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

БАХАРЕВА АННА АЛЕКСАНДРОВНА

**Научно-обоснованные методы повышения продуктивности ремонтно-
маточных стад осетровых рыб за счет оптимизации технологии кормления
и содержания в условиях рыбоводных хозяйств Волго-Каспийского
бассейна**

06.02.08 – кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных
животных и технология кормов

06.02.10 – частная зоотехния, технология производства продуктов
животноводства

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

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

АСТРАХАНЬ 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	13
1.1 Состояние запасов осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне.....	13
1.2 Особенности физиологического состояния осетровых в условиях антропогенного воздействия.....	16
1.3 Формирование и эксплуатация маточных стад осетровых рыб.....	28
1.4 Витамины как биологические стимуляторы в рыбоводстве.....	39
1.4.1 Использование витамина Е в рыбоводстве и его влияние на течение метаболических процессов в организме рыб.....	42
1.4.2 Влияние аскорбиновой кислоты на физиолого-биохимические процессы в организме рыб.....	46
1.4.3 Витамины группы В в составе кормов для рыб.....	50
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	58
2.1 Особенности условий проведения исследовательских работ.....	58
2.2 Методы, используемые при проведении исследований.....	66
ГЛАВА 3 ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ТЕЧЕНИЕ РЕПРОДУКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ У ОСЕТРОВЫХ РЫБ..	74
3.1 Особенности физиологического состояния репродуктивных стад осетровых рыб, содержащихся на рыбоводных предприятиях в различных условиях.....	74
3.2 Исследование физиолого-биохимических показателей производителей осетровых рыб естественной и искусственной генерации и полученного от них потомства.....	89
3.3 Влияние повторного нереста производителей русского осетра на качество их потомства.....	106
3.4 Влияние факторов внешней среды на эффективность выращивания ремонтного стада стерляди.....	111
ГЛАВА 4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ	

ОСЕТРОВЫХ РЫБ С ЦЕЛЬЮ ФОРМИРОВАНИЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНЫХ СТАД НА РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ ВОЛГО-КАСПИЙСКОГО БАССЕЙНА.....	120
4.1 Изучение показателей роста молоди русского осетра для отбора в ремонтное стадо.....	121
4.2 Разработка технологии выращивания молоди севрюги для формирования ремонтного стада.....	128
4.3 Метод ускоренного формирования ремонтного стада стерляди.....	137
ГЛАВА 5 КОРМА И КОРМЛЕНИЕ РЕМОНТНО-МАТОЧНЫХ СТАД ОСЕТРОВЫХ РЫБ.....	143
5.1 Видовая специфичность питания осетровых рыб различных возрастных групп.....	143
5.1.1. Эффективность использования влажного комбикорма из местных сырьевых ресурсов для кормления ремонтно-маточного стада белуги.....	144
5.1.2. Результаты разработки специального комбикорма для ремонтно-маточного стада стерляди.....	152
5.2 Новый преднерестовый комбикорм для стерляди.....	162
ГЛАВА 6 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ КОРРЕКЦИИ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	172
6.1 Влияние биологически-активных веществ на качество эякулятов осетровых рыб.....	172
6.2 Использование комплекса аминокислот и витаминов для повышения воспроизводительной способности осетровых рыб.....	179
6.3 Витаминная недостаточность как фактор, угнетающий рост и развитие молоди осетровых рыб	192
6.4 Патологические изменения позвоночника у осетровых рыб при выращивании на индустриальных хозяйствах и способы профилактики	

деформации осевого скелета.....	220
ГЛАВА 7 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА ОСЕТРОВЫХ РЫБ.....	230
7.1. Технологические аспекты формирования и содержания ремонтного стада осетровых рыб.....	231
7.2. Некоторые элементы технологии содержания и эксплуатации маточного стада осетровых рыб.....	236
7.3 Технология проведения реабилитационных инъекций в период физиологической напряженности производителей осетровых рыб.....	237
7.4 Использование биологически-активных веществ и муки из краба в качестве препаратов, повышающих резистентность рыб.....	240
ОБСУЖДЕНИЕ РЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	243
ВЫВОДЫ.....	265
ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ.....	267
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	268
Список сокращений и условных обозначений.....	318

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В настоящее время в результате комплексного воздействия антропогенных факторов, в том числе нерационального промысла и браконьерства, численность осетровых рыб в водоемах катастрофически сокращается. Интенсивное загрязнение водной среды промышленными, сельскохозяйственными и бытовыми стоками, а также активные нефтяные разработки на шельфе Каспия, негативно воздействуют на физиологическое состояние рыб, нарушая метаболизм и функционирование жизненно важных органов (Дубровская А.В., Шевелева Н.Н., Романов А.А., 1997; Макаров Э.В., Житенева Л.Д. и др., 2000; Гераскин П.П. и др., 2003). Наиболее опасными являются патологические изменения гонадо- и гаметогенеза (Ложичевская Т.В. и др., 2000), которые отражаются на жизнеспособности потомства, и как следствие, влияют на состояние популяции осетровых в целом. В сложившихся условиях рыбоводные заводы ощущают острый недостаток производителей естественной генерации. Проблему прогрессирующего дефицита самок и самцов осетровых невозможно решить без комплексного подхода к процессу формирования и содержания ремонтно-маточных стад (Кокоза А.А., 2004). В связи с этим, необходимо проведение диагностики функционального состояния разновозрастных рыб, составляющих ремонтно-маточные стада и регулирование условий среды обитания и некоторых элементов технологического процесса.

Вследствие этого, поиск способов оптимизации технологических процессов при промышленном выращивании осетровых рыб является весьма актуальным.

Степень разработанности темы исследования. Интенсивность развития товарного осетроводства и искусственного воспроизводства осетровых в России и зарубежных странах достаточно высокая. Уже разработаны и успешно применяются технологии формирования ремонтно-маточных стад осетра, стерляди, белуги в хозяйствах различного типа, отработаны критерии отбора рыб в ремонтную группу и маточное стадо,

разработаны методы многократной эксплуатации производителей, изучена возможность регулирования факторов водной среды для сокращения сроков межнерестового цикла. Исследования в данном направлении проводились такими учеными, как М.С. Чебанов (2004), А.А. Попова (2004), Л.М. Васильева (2014), Е.И. Рачек (2004), В.Г. Свирский (2000), С.В. Пономарев (2009), Е.Н. Пономарева (2014), Ю.Н. Грозеску (2013), А.Ю. Киселев (2002), А.А. Кокоза (2004, 2014), Д.Н. Сырбулов (2005), В.Г. Чипинов (2005), М.А. Чепуркина (2008), И.А. Бурцев (2009), В. В. Тяпугин (2013), В.Н. Шевченко (2012), Г.Г. Матишов (2007, 2008) и другими.

Вопросам изучения физиологического состояния производителей осетровых рыб и полученного от них потомства уделяли большое внимание Н.А. Абросимова (1998-2005), И.А. Баранникова (1999), Е.Н. Бекина (2007), П.П. Гераскин (1989-2014), В.И. Лукьяненко (1992), Г.Ф. Металлов (2015), В.Н. Шевченко (2004), Г.К. Шелухин (1989, 2000).

Актуальность проблем, изученных коллегами ранее, не снижается и в настоящее время. До сих пор не решена проблема создания оптимальных условий содержания и выращивания полноценных производителей, способных положительно ответить на гипофизарную инъекцию и дать жизнеспособное потомство. В сложившихся современных условиях необходимо было обобщить и научно обосновать современные методы повышения продуктивности ремонтно-маточных стад осетровых рыб.

Цель и задачи исследований. Цель работы повышение продуктивности ремонтно-маточных стад осетровых рыб за счет оптимизации технологий содержания и кормления в условиях рыбоводных заводов Волго-Каспийского бассейна. Поставленная цель определила следующие задачи:

– изучить показатели функционального состояния производителей осетровых рыб в зависимости от условий их содержания;

–разработать методику отбора рыб в ремонтную группу и определить оптимальную плотность посадки молоди севрюги в бассейны, с учетом особенности роста осетровых рыб в различные периоды жизненного цикла;

– разработать схему перевода стерляди, отловленной из естественной популяции, на питание искусственными кормами с целью ускоренного формирования ремонтно-маточного стада;

–разработать рецепты комбикормов для ремонтного и маточного стада осетровых рыб на основе видовой специфичности питания и оценить их влияние на продуктивные качества производителей;

– оценить влияние аминокислотно-витаминных инъекций на физиологическое состояние производителей, их воспроизводительную способность, качество икры и потомства;

– определить оптимальные нормы ввода витаминов С, Н, В₁ и Е в состав кормов для осетровых рыб, изучить их влияние на рыбоводно-биологические показатели, устойчивость рыб к воздействию факторов стресса

– разработать метод профилактики сколиоза молоди осетровых рыб за счет использования в рационе кормления хитинсодержащего компонента и витаминов;

– определить эффективность разработанных биотехнических приемов формирования и содержания ремонтно-маточных стад в условиях осетровых предприятий Нижней Волги.

Научная новизна исследований. Впервые на основании комплексных физиологических исследований состояния производителей осетровых, содержащихся в установке замкнутого водоснабжения и на садковой линии, установлены нормы показателей качества водной среды, которые повышают эффективность выращивания и содержания ремонтно-маточного стада осетровых рыб.

Разработан метод отбора молоди в ремонтную группу на основе изучения показателей роста рыб в условиях осетровых хозяйств, с определением оптимальных показателей массы и возраста рыб, при проведении корректирующего отбора. Впервые установлены оптимальные плотности посадки молоди севрюги при выращивании рыб для ремонтного стада. Разработана схема доместикации «диких» особей стерляди для ускоренного

формирования ремонтно-маточного стада, на основе ступенчатого введения в рацион влажного комбикорма.

Разработаны рецепты влажных комбикормов из местных сырьевых ресурсов, основанных на видовой специфичности питания белуги и стерляди в естественной среде обитания. Проведена оценка эффективности зимнего содержания ремонтно-маточных стад белуги при кормлении новым влажным комбикормом со вкусоароматическими веществами.

Разработан специальный комбикорм для преднерестовой подготовки стерляди. Предложен метод реабилитационных аминокислотно-витаминных инъекций с оценкой их действия на репродуктивные показатели производителей (качество полученных половых продуктов, жизнеспособность эмбрионов и личинок).

В результате проведенных исследований получены принципиально новые сведения о влиянии недостатка витаминов Е, С, В₁ и Н на физиологическое состояние ранней молодежи, сеголеток и рыб ремонтной группы. Установлены оптимальные нормы ввода витаминов в состав стартовых и продукционных комбикормов. Определено их ингибирующее действие на факторы стресса, приводящих к возникновению сколиоза при выращивании в условиях повышенной температуры водной среды. Разработанная биологически активная добавка с хтинсодержащим компонентом и витаминами предупреждает сколиоз и нормализует жировой обмен.

Результатом данной работы стали научно обоснованные и практически апробированные методы повышения продуктивности ремонтно-маточных стад осетровых рыб за счет оптимизации кормления и содержания в условиях рыбоводных хозяйств Волго-Каспийского бассейна.

Теоретическая и практическая значимость работы. Исследовательские работы выполнялись в рамках договоров и государственных контрактов между ФГБОУ ВПО АГТУ и бассейновыми управлениями Юга России (2001-2007), в рамках научных исследований Астраханского

государственного технического университета в соответствии с концепцией развития рыбного хозяйства Российской Федерации.

В результате проведенных исследований установлено влияние абиотических факторов на изменчивость физиологического состояния осетровых рыб и особенности их роста на разных этапах онтогенеза. Нестабильные условия водной среды увеличивают скорость обменных процессов в организме и способствуют повышению трат энергетических, пластических и биологически активных веществ, лимитирующих действие факторов стресса. Полученные результаты исследований явились теоретической основой для разработки методов коррекции физиологического состояния осетровых рыб с целью повышения продуктивности ремонтно-маточных стад.

Разработана и внедрена в производство технология подготовки ослабленных производителей осетровых рыб к нересту, позволяющая улучшить физиологическое состояние самок и самцов, и в конечном итоге, способствующая увеличению количества и повышению качества рыбоводной продукции. Данная технология более 13 лет успешно применяется на осетровых рыбоводных заводах и фермерских хозяйствах Юга России.

Введение в технологию разработанного метода корректирующего отбора по показателям темпа роста рыб снижает трудоемкость процесса формирования ремонтных групп.

Разработанные влажные комбикорма для белуги и стерляди изготавливаются на Волгоградском осетровом рыбоводном заводе и используются для кормления ремонтно-маточного стада.

Установленные нормы ввода витаминов позволили разработать и внедрить в производство рецепт поливитаминного премикса ПО-5 для осетровых рыб. Применение в составе комбикормов разработанной добавки на основе муки из панциря краба позволяет увеличить выживаемость молоди до 98%, снизить процент заболеваемости сколиозом у рыб в 3 раза.

В результате проведенных исследований разработаны и изданы справочные материалы: «Технология выращивания и кормления ранней молоди осетровых рыб для последующего зарыбления выростных прудов осетровых рыбоводных заводов юга России», 2002; «Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России», 2002; «Технология применения реабилитационных витаминных инъекций для производителей осетровых рыб», 2003; «Технологические аспекты кормления стерляди, заготовленной в естественных водоемах с целью формирования ремонтно-маточного стада», 2006; «Инновационные технологии аквакультуры юга России», 2013.

Все научные разработки использованы при подготовке учебников «Индустриальная аквакультура», 2006, «Индустриальное рыбоводство», 2006, 2013, «Корма и кормление рыб в аквакультуре», 2013, допущенных учебно-методическим объединением (УМО) по образованию в области рыбного хозяйства, Федеральным агентством по рыболовству Министерства сельского хозяйства РФ в качестве учебников.

Методология и методы исследования. На основании анализа научных литературных сведений, характеризующих современное состояние проблемы исследований, определена их актуальность, поставлена цель и задачи, разработана схема постановки экспериментов. Проведены экспериментальные выращивания разновозрастных групп осетровых в лабораторных и производственных условиях, отобраны пробы для оценки физиологического состояния. В лабораторных условиях проанализированы гематологические, биохимические, гистологические материалы. Все цифровые данные подвергнуты статистической обработке.

Положения, выносимые на защиту:

– корректирующий отбор в ремонтную группу, проводимый по показателям темпа роста рыб у разных возрастных групп, повышает эффективность формирования ремонтно-маточных стад;

– использование технологии доместикации «диких» особей стерляди позволяет ускорить формирование ремонтно-маточного стада;

– кормление осетровых рыб разработанными влажными комбикормами способствует повышению рыбоводно-биологических показателей и репродуктивных качеств производителей;

– оптимальной нормой ввода витаминов в корма для осетровых рыб, позволяющей корректировать резистентность организма в условиях воздействия негативных факторов окружающей среды, является: витамина С – 1000 мг/кг, витамина Е – 40 мг/кг, В₁ - 30 мг/кг, Н - 3 мг/кг.

– использование комбикорма с профилактической добавкой на основе муки из панциря краба способствует снижению заболевания сколиозом у осетровых рыб в 3 раза и нормализует жировой обмен;

– новые биотехнические приемы формирования, содержания и кормления ремонтно-маточных стад осетровых рыб повышают уровень рентабельности получения «живой» (оплодотворенной) икры на 1,8-3,8%.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных результатов подтверждается научными исследованиями, проведенными на осетровых хозяйствах Волго-Каспийского бассейна, на достаточном количестве разновозрастных групп рыб по классическим методикам, принятым в рыбоводстве, и с биометрической обработкой полученных результатов.

Результаты научных исследований докладывались на III международном симпозиуме по осетровым рыбам (Piacenza, Italy, 1997), I конгрессе ихтиологов России (Астрахань, 1997), II международном симпозиуме «Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре» (Адлер, 1999), V международном симпозиуме по осетровым (Ramsar, Iran, 2005), международном симпозиуме «Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата» (Астрахань, 2007); на международных научных и научно-производственных конференциях: профессорско-преподавательского состава ФБГОУ ВПО АГТУ (Астрахань,

ежегодно 1999-2015 гг.), «Осетровые на рубеже XXI века» (Астрахань, 2000) «Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России» (Адлер, Краснодар, 2001), «Новые технологии в защите биоразнообразия в водных экосистемах» (Москва, 2002), «Современные проблемы Каспия» (Астрахань, 2002), «Научные подходы к решению проблем производства продуктов питания» (Ростов-на-Дону, 2004), «Аквакультура и интегрированные технологии: Проблемы и возможности» (Москва, 2005), «Научно-производственное и социально-экономическое обеспечение развития комплексных мелиораций Прикаспия» (с. Соленое Займище Астраханской области, 2006), «Состояние и перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны» (Ростов-на-Дону, 2007), «Проблемы изучения, сохранения и восстановления водных биологических ресурсов в XXI веке» (Астрахань, 2007), «Фундаментальные аспекты биологии в решении актуальных экологических проблем» (Астрахань, 2008), «Наука и образование – 2014» (Мурманск, 2014), «Aquaculture Europe – 2014» (Donostia-San Sebastian, Spain, 2014), «World aquaculture – 2015» (Jeju, Korea, 2015).

ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Состояние запасов осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне

Волго-Каспийский бассейн еще до недавнего времени являлся важнейшим рыбохозяйственным водоемом России. В нем было сконцентрировано до 90% мировых запасов осетровых (Иванов и др, 1995; Ходоревская и др., 1997; Распопов, Кобзева 2007; Распопов, Сергеева, 2009). До 70% от общего улова осетровых составлял русский осетр, 20% приходилось на севрюгу, белуги вылавливали около 7% (Иванов, 2000).

Каспийский бассейн отличается видовым разнообразием осетровых рыб. В нем обитают шесть видов отряда осетрообразные: белуга (*Huso huso* Linneus), русский осетр (*Acipenser gueldenstadtii* brandt et Ratzeburg), персидский осетр (*Acipenser persicus* Borodin), севрюга (*Acipenser stellatus* Pallas), шип (*Acipenser nudivestris* Lovetzky) и пресноводная стерлядь (*Acipenser ruthenus* Linnaeus) (Пономарев, Магомаев, 2011). Эти виды являются не только представителями древних хрящевых ганоидов, но это и экологически разнообразная группа, включающая проходных, полупроходных и туводных рыб.

Осетровые рыбы считаются национальной гордостью России, однако их настоящее положение вызывает серьезную тревогу. Несовершенство законодательной системы и, в целом, сокращение масштабов искусственного воспроизводства, браконьерство привело к катастрофическому падению численности популяций. Некоторые виды: белуга, севрюга, шип, русский осетр находятся на грани полного исчезновения.

До зарегулирования нерестовых рек численность осетровых рыб на Каспии формировалась под влиянием природно-климатических условий и за счет естественного воспроизводства (Распопов, 2001; Кокоза 2004; Распопов и др., 2007). Эффективность естественного воспроизводства подтверждается масштабами промысла в XVIII веке. В работе С.Г. Гмелина (1777) показано, что в 1771 году в реке Волга на протяжении 2 часов было поймано 500 белуг массой от 640 до 960 кг, отдельные особи достигали массы 1100 кг. По данным А.Н. Державина (1947) наиболее интенсивный промысел осетровых

наблюдался в конце XVII века. В этот период уловы достигали 50 тыс. тонн в год. В 30-е годы XIX столетия уловы каспийских осетровых составляли 35-37 тыс. тонн. В начале XX века (1904-1913 гг) вылавливалось 23,1-38,3 тыс. тонн, причем на долю белуги приходилось около 40% от общего улова, осетра – 35%, а севрюги – 25% (Кожин, 1965).

В 1929 году получил развитие лов крючковой снастью, который способствовал снижению численности осетровых. Это нашло свое отражение в уловах, которые в середине 30-х годов составляли около 22,2 тыс. тонн.

Интенсификация промысла рыб в море привела к резкому снижению запасов в 40-е годы, когда уловы сократились до 3,8 тыс. тонн. В 50-е годы средний годовой улов осетровых в Каспии составлял 11,4 тыс. тонн и был в 3,5 раза меньше, чем первые десять лет двадцатого века (Лукияненко, 1992; Распопов, Кобзева, 2007).

Запрет сетного лова осетровых рыб в море в середине XX века привел к стабилизации численности рыб и повышению уловов до 21,3 тыс. тонн в 1967 году. К 1977 году уловы осетровых на Каспии достигли 27,3 тыс. тонн, и сохранялись на этом уровне до 1983 года.

После строительства каскада Волжских водохранилищ и необоснованной интенсификации промысла, в 70-80-е годы прошлого столетия, а также браконьерский лов привели к катастрофическому снижению численности популяции этих ценных видов рыб. Интенсивное загрязнение низовьев реки Волга и Каспийского моря также негативно повлияло на численность и физиологическое состояние рыб и, как следствие, на эффективность естественного воспроизводства (Мильштейн и др., 1972; Гершанович, 1991; Вещев, 2001; Гераскин и др., 2001; 2006; Ходоревская и др., 2012).

В 90-е годы прошлого столетия с образованием Прикаспийских государств была разрушена стратегия ведения осетрового хозяйства на Каспии. Интенсивный браконьерский промысел, как в море, так и в местах нереста, привел к резкому снижению масштабов промысла. В 1992-1996 годах вылов осетровых составлял 1,7 тыс. тонн, а в 1997-1999 гг. уже 0,63 тыс. тонн

(De Meulenaer, Raymaker, 1996; Abdolhay, Tahori, 1997, Ходоревская и др., 1997; Кокоза, 2004; Распопов и др., 2007). К 2005 году уловы осетровых составляли 0,16 тыс. тонн (Ихтиофауна Азово-Донского и Волго-Каспийского бассейнов...), к 2007 году добыча осетровых всеми прикаспийскими государствами не превышала 0,8 тыс. тонн, а общая численность осетровых рыб в Каспии не более 50 тыс. экземпляров (Ходоревская, Романов, 2007).

Одним из лимитирующих факторов естественного воспроизводства осетровых рыб является низкая численность производителей на нерестилищах и гидрологический режим бассейна реки Волга. Нарушение условий размножения в результате сокращения объема попуска паводковых вод Волгоградским гидроузлом привело к снижению численности производителей до 161,4 тыс экземпляров в 1996 году, в 2006 г. – до 50 тысяч экземпляров.

Основное негативное влияние оказывает незаконный промысел осетровых рыб в период нерестовой миграции в реке. Таким образом, за последние 40 лет комплексное воздействие антропогенных факторов привело к сокращению величины промыслового возврата осетровых рыб от естественного нереста более чем в 60 раз (Ходоревская и др., 2012).

В 2005 году Россия прекратила промышленный вылов осетровых рыб во всех водоемах, допускается только лов в научных целях и для искусственного воспроизводства.

В 2014 году на Саммите прикаспийских государств заключено «Соглашение о сохранении и рациональном использовании водных биоресурсов Каспийского моря», которое регулирует промысел в регионе и, возможно, создаст условия для стабилизации численности популяции этих ценных видов рыб. Кроме этого, одним из путей решения проблемы сохранения реликтовых видов осетровых является их искусственное воспроизводство и товарное выращивание. Высокий коммерческий спрос на осетровую продукцию, в том числе и пищевую икру, в последнее время привел к развитию предприятий интенсивного типа (бассейновых, садковых хозяйств, рециркуляционных систем). Эффективность работы таких предприятий

зависит, прежде всего, от созданной производственной базы и эксплуатации собственных ремонтно-маточных стад. В связи с этим совершенствование методов рыбоводного использования производителей осетровых рыб на рыбоводных хозяйствах Волго-Каспийского бассейна является актуальной и важной проблемой.

1.2 Особенности физиологического состояния осетровых в условиях антропогенного воздействия

Разнообразие объектов водных биоресурсов в Волго-Каспийском бассейне объясняется уникальным сочетанием условий обитания, которые включают значительные площади нерестилищ в дельте Волги, хорошую обеспеченность бассейна биогенными солями, длительный вегетационный период. Все эти факторы способствуют формированию многочисленных стад промысловых рыб. Однако в настоящее время в результате нерационального ведения рыбного хозяйства наблюдается снижение численности популяций многих промысловых видов.

Одним из факторов сокращения численности рыб является гидростроительство. В результате возведения каскада плотин на пути нерестовой миграции проходных рыб сократились масштабы естественного воспроизводства (Авакян, 1999). Площади естественных нерестилищ сократились в 10 раз. Из общего фонда нерестилищ, который до зарегулирования стока составлял 3390 га, сохранилось только 372 га, при этом все они располагаются в нижнем бьефе Волгоградского гидроузла. (Хорошко и др., 1971; Власенко, 1979; Ходоревская, Власенко, 2001).

Негативные последствия зарегулирования волжского стока проявляются в количественном и качественном преобразовании водной среды, что привело к нарушению экосистемных процессов в дельте Волги и в наиболее продуктивной северной части Каспия (Катунин и др., 2004).

В последние годы в Волго-Каспийском бассейне наблюдается интенсивное загрязнение среды промышленными, сельскохозяйственными и бытовыми стоками. Активные нефтяные разработки на шельфе Каспия также

способствуют разрушению сложившейся экосистемы водоема.

Под воздействием токсических веществ изменяется физиологическое состояние осетровых, развиваются различные формы токсических заболеваний, которые переходят в необратимые процессы, разрушающие гомеостаз (Дубровская, Шевелева, Романов, 1997; Макаров, Житенева и др., 2000). В условиях длительного воздействия загрязнителей, даже при малых концентрациях, организм накапливает ядовитые вещества до величин превышающих ПДК. Аккумуляция в организме рыб тяжелых металлов негативно сказывается не только на их физиологическом состоянии, но и снижает качество икры, жизнеспособность молоди (Земков и др., 1989; Алтуфьев, 1989; Металлов и др., 1990; Шелухин и др., 1989, 2000; Земков и др., 2004; Гераскин и др., 2010). Все эти условия особенно неблагоприятны для рыб с длительным жизненным циклом, к которым относятся осетровые, так как период полураспада и выведения некоторых видов токсических веществ составляет несколько десятилетий (Макаров, Семенов, 1996). Для водной среды Каспийского моря наиболее характерно загрязнение нефтепродуктами. В результате этого у рыб возник политоксикоз и миопатия, так называемое «расслоение мышечной ткани» (Лукьяненко и др., 1990).

Патологические изменения встречаются не только в мышцах осетровых, но и во внутренних органах. Концентрация токсических веществ, как правило, происходит в печени, почках, органах желудочно-кишечного тракта, гонадах (Воробьев, 1993), что приводит к изменениям в метаболических процессах и функционировании жизненно важных органов. Наиболее опасными являются нарушения в гонадо- и гаметогенезе (Ложичевская и др., 2000), когда негативные факторы окружающей среды влияют не только на биологические процессы организма производителей, но и ухудшают качество потомства.

В период развития промышленности и, в связи с этим, стремительного роста антропогенных нагрузок на экосистему водоемов, их загрязнение привело к резкому ухудшению условий обитания и воспроизводства осетровых рыб. В 70-х годах загрязнение водной среды хлорорганическими пестицидами и

другими токсическими веществами привело к массовой гибели личинок севрюги на Волгоградском ОРЗ. Кроме того, в это же время у производителей осетровых, отловленных в море и в реке, отмечалась высокая концентрация токсических веществ в печени и в гонадах (Лукьяненко и др., 1990).

В начале 80-х годов отмечены случаи массовой гибели личинок осетровых рыб на рыбоводных заводах дельты Волги. В 1984 году появились единичные особи с «расслоением мышечной ткани» и «ослаблением оболочки икры». В конце 80-х годов это явление приобрело массовый характер. Кроме того результаты исследований, проведенных учеными КаспНИРХ, показали наличие максимального количества патологий у осетровых. Они проявлялись в нарушениях обмена веществ и энергии, морфологического строения внутренних органов, мышечной ткани, в нарушениях процессов гонадо и гаметогенеза, в патологических изменениях половых клеток самок. Встречались особи с преждевременным «старением» репродуктивных органов, жировым перерождением гонад, новообразованиями, а в некоторых случаях наблюдался гермафродитизм (Романов, Шевелева и др., 1990; Высоцкая, 1997; Акимова, Рубан, 1997; Ложичевская и др., 1998; Макаров и др., 2000; Романов и др., 2001). По мнению А.А. Романова с соавторами (1990) данные патологии «имеют прямое отношение к нарушениям наследственного механизма, проявлению различных форм мутаций».

У самцов нарушения чаще всего наблюдаются в семенниках на II-III стадии зрелости. У них, как правило, отмечается жировое перерождение и гиперимия зрелого семенника. Патологические нарушения в гонадах самцов обнаруживаются у 15% особей русского осетра, 6% – севрюги, 14% – белуги (Дубровская и др., 2001). У Азовских осетровых такие патологии встречались у 20% особей (Корниенко, 1998). Аномалии функционального состояния репродуктивных органов приводит к нарушениям процесса созревания производителей, отражается на жизнеспособности потомства и ведет снижению эффективности как естественного, так и искусственного воспроизводства.

В результате проведенных многочисленных исследований функционального состояния репродуктивной системы осетровых рыб были установлено нарушение процесса развития гонад (Карпюк и др., 1964; Гераскин, 1989; Ложичевская и др., 1998; Макаров и др., 1998; Макаров, Грибанова и др., 2000; Шелухин и др., 2000; Романов и др., 2001; Земков, Журавлева, 2004; Карпюк и др., 2004; Гераскин, 2006 и другие).

Последствием влияния загрязняющих веществ на организм производителей является патологическое изменение гормонального фона, который приводит к задержке в развитии половых продуктов. Увеличение числа рыб с подобными нарушениями является доказательством токсикологического влияния негативных факторов среды (Макаров и др., 1998).

Ухудшение физиологического состояния репродуктивной части популяции осетровых способствует появлению особей с морфофункциональными отклонениями, которые отмечаются не только на ранних этапах эмбриогенеза, но и в развивающихся клетках. Причиной появления аномалий в ооцитах, по мнению П.П. Гераскина и др. (1997, 2006, 2010), является изменение в белковой и липидной структурах клетки, которые возникают в результате нарушения в обмене веществ и снижении активности антиоксидантной системы.

Известно, что важная роль в процессе формирования гонад при синтезе вителина принадлежит белкам. В связи с этим любое негативное воздействие на этот процесс приводит к нарушению механизма образования биохимического состава яйцеклетки, что в свою очередь приводит к нарушению воспроизводительной функции (Металлов и др., 1990). В связи с этим, под действием токсических веществ частота дегенерации зрелой икры и молок в период нерестовой миграции увеличилась с шести в 1978 году до 20-30% (Корниенко и др., 1998).

Агрессивное воздействие факторов окружающей среды проявляется в отклонениях гематологических показателей от нормальных значений. Так, в работе А.Д. Сухапаровой и В.И. Дубинина (1990) показано снижение

количества лейкоцитов в крови осетра, белуги и севрюги в 2-3 раза. В годы с относительно благополучной средой обитания, когда антропогенная нагрузка на организм осетровых была минимальна, белая кровь имела ярко выраженный лимфоидный характер. В последнее время, в результате патологических изменений стали преобладать клетки миелоидного ряда, причем большую часть составляют незрелые формы (бласты), которые ранее отсутствовали (Гераскин и др., 2006; 2012). Высокая концентрация бластов в крови осетровых рыб свидетельствует о снижении качества адаптивного иммунитета. Изменение состава белой крови привело к повышению восприимчивости организма к микробиологическим воздействиям и увеличению обсеменности внутренних органов и мышц бактериальной флорой (Ларцева, 1990). Индекс ингибирования активности макромолекулярных антител у русского осетра достиг двух и более единиц, что также является признаком приобретенного иммунодефицита (Гераскин и др., 1998).

Об изменении обменных процессов в организме рыб также свидетельствуют результаты многочисленных исследований белковой картины крови (Металлов, Гераскин и др., 1990; Гераскин, Мижужева и др., 1994; Шелухин, Металлов и др., 1989; Гераскин и др., 1999; 2001; 2004; 2006; Гераскин, Дубровская и др., 2011). В последнее время встречаются особи с аномально низким или экстремально высоким уровнем белка и липопротеидов в крови. Также отмечается снижение концентрации холестерина в 1,7 раза у самок и в 1,5 раза у самцов (Базелюк и др., 2012). Снижение уровня холестерина в крови, по мнению Д.Н. Катунина с соавторами (2004) представляет реакцию организма на действие токсикантов постоянно присутствующих в воде Каспийского моря. Снижение этого показателя до минимальных значений наблюдался при воздействии сублетальных концентраций пестицидов. Низкая концентрация холестерина может быть также обусловлена реакцией организма на действие токсикантов органического ряда и, прежде всего, нефтепродукты. Кроме того выявлены случаи снижения

концентрации гемоглобина ниже величин принятых для нормального физиологического состояния, а также повышение склеивания эритроцитов.

Таким образом, отклонения от нормы в биохимическом составе крови свидетельствуют о необходимости проведения регулярного мониторинга гематологических показателей в изменяющихся, под действием антропогенных факторов, условиях окружающей среды.

Токсическое действие загрязняющие вещества оказывают не только на рыб, но и на экосистему Каспия в целом. Накапливаясь в водорослях, организмах зоопланктона и зообентоса они влияют на их качественный и количественный состав. Особенно сильно это отразилось на кормовой базе в районах Южного и Северного Каспия. Так летом в западной части Северного Каспия биомасса кормовых организмов снизилась в 3 раза, при этом концентрация моллюсков сократилась в 4 раза, высших ракообразных в 2 раза (Малиновская и др., 2008). Вследствие недостатка кормовых ресурсов и хронического токсикоза стали часто встречаться особи с признаками физиологического истощения (Металлов и др., 2007; Базелюк и др., 2012). Таким образом, все изменения, которые претерпевает кормовая база Волго-Каспийского бассейна, оказывают влияние на метаболические процессы в организме рыб, способствуя перестройке белкового, липидного и углеводного обменов.

Влияние загрязняющих веществ отмечено на уровень заражения рыб паразитами и на устойчивость их организма к инфекциям. Наличие в воде тяжелых металлов усиливают интенсивность заражения рыб паразитическими простейшими и увеличивают их негативное действие на ткани и организм в целом (Шестаковская, Стрижакова и др., 1997; Ларцева, Проскурина и др., 2004). Рыба становится наиболее чувствительной к воздействию стресс-факторов и подвержена заражению вторичной инфекцией.

Снижение уровня воздействия негативных факторов возможно посредством адаптации организма к изменяющимся условиям. Адаптационные возможности зависят от характера протекания метаболических процессов и соотношения между

всеми видами обменных процессов. Изменения в метаболизме происходят в течение всей жизни, что и обеспечивает приспособление организма к изменяющимся условиям среды (Шульман, 1972). В работе М.И. Шатуновского (1980) отмечено, что на ранних этапах развития организма рыб все процессы направлены на выживание и накопление питательных веществ, энергии, а в период развития гонад все ресурсы организма направлены на их формирование. Поэтому, в период созревания синтез белка в организме увеличивается, а в период роста – снижается, что характерно только для рыб с длительным жизненным циклом (Шульман, 1972; Сливка, 1974). Таким образом, в течение жизни обменные процессы в организме претерпевают неоднократные изменения, которые отражаются на физиологических показателях.

Возрастные изменения физиологического состояния производителей осетровых рыб изучены в работе Л.В. Баденко (1972). Он утверждает, что средневозрастные производители осетровых, т.е. рыбы 2 или 3 нереста, имеют лучшее физиологическое состояние, чем молодые и старые особи. Так молодые самки севрюги более истощены и имеют низкий запас жира и белка в икре и мышцах. Высокий уровень пластических и энергетических веществ характерен для самок севрюги 2 и 3 нереста в возрасте 14-19 лет. У рыб четвертого нереста наблюдается снижение запаса резервных веществ, низкий процент созревания.

Аналогичные результаты были получены при исследовании самок русского осетра, обитающих в Азовском море. Впервые нерестующие особи, имеющие среднюю длину $142,2 \pm 2,5$ см, в период созревания имеют меньший запас питательных веществ в мышцах и половых продуктах, чем самки третьего нереста (Федорова, 1976).

У волго-каспийской севрюги степень накопления резервных веществ выше у повторно созревающих самок, а впервые нерестящиеся особи имеют низкий уровень питательных веществ. Однако дальнейшее расходование энергетических и пластических резервов у рыб повторного нереста более интенсивно. Кроме того было доказано, что количество резервных веществ в теле и гонадах осетра и севрюги зависит не только от размеров рыб, но и от

возраста. При этом с возрастом содержание сухого вещества, жира и общего азота в организме производителей возрастает, а у самых старых особей достигает максимальных значений (Кривобок и др., 1970).

Противоположная точка зрения высказана в работе Р.В. Афонич (1971) с соавторами. Они утверждают, что изменение химического состава тканей осетровых рыб не зависит от возраста, массы и размеров, а связано с повторностью нереста самок. Предполагается, что с увеличением числа нереста уменьшается содержание влаги и белка в мышцах и увеличивается количество жира. При этом концентрация белка в икре увеличивается, достигая максимума на третьем нересте, и снижается до минимальных значений на четвертом. Колебания уровня жира в икре не значительные.

Исследования М. Н. Кривобок и А. Я. Строжук (1970), показали, что наиболее мелкая икра, полученная от впервые нерестующих самок, содержит наименьшее количество сухого вещества, жира и белка. Повышение этих показателей наблюдается с увеличением возраста и размеров рыб. У самок осетра старше 32 лет масса ооцита снижается, а концентрация питательных веществ в них увеличивается. На обеспеченность пластическими и энергетическими ресурсами влияют размеры производителей. Икра, полученная от мелких самок, имеет меньшее количество сухого вещества и жира.

Аналогичные исследования были проведены Н.В. Акимовым (1978), который показал, что у впервые нерестующих самок сибирского осетра жировые резервы меньше, чем у повторно нерестующих рыб. Максимальное количество жира отмечается у самок средних размеров – 85-105 см.

Содержание ремонтно-маточных стад осетровых в искусственных условиях, на рыбоводных предприятиях накладывает определенный отпечаток на физиологию производителей. Во-первых, нарушается жизненный цикл рыб, связанный с чередованием морского и речного периодов жизни. Во-вторых, питание производителей в межнерестовый период происходит несвойственной для этого периода пищей. Такая

антропогенная нагрузка, несомненно, приводит к перестройке внутренних систем организма и, в первую очередь, влияет на метаболические процессы.

Литературных сведений по изучению вопроса влияния возраста и повторности нереста на физиологическое состояние производителей и качество потомства недостаточно. Однако О.Л. Гордиенко и соавторы (1967) установили, что самки куринаго осетра в возрасте 20 лет при повторном нересте имели большее время созревания, чем старшие по возрасту производители, нерестующие в третий и четвертый раз.

Другие исследователи считают, что рыболовное качество средневозрастных рыб выше. Такие особи не имеют аномалий в строении и функционировании половых желез, а созревание у них более дружное. В целях воспроизводства не рекомендуют использовать молодых, в возрасте до 8 лет, самцов севрюги и осетра, а так же старых особей в возрасте от 25 лет для которых характерен высокий процент мертвых сперматозоидов (Баденко, 1971).

Основным вопросом в процессе воспроизводства осетровых рыб является межнерестовый цикл. По мнению одних авторов (Браценюк, 1967, 1971; Макаров, Тихонова, 1968; Тихонова, 1972; Вещев, 1977; Макаров и др., 2000) с возрастом происходит сокращение продолжительности межнерестового интервала, другие исследователи (Солдатов, 1915; Хохлова, 1955; Janковић, 1958; Соколов, 1965) утверждают, что интервал между последующими созреваниями увеличивается, третье мнение – интервал не изменяется (Шилов и др., 1982).

Современные исследования позволили установить, что интервал между созреванием в искусственных условиях сокращается до 2-4 лет, а самцы осетра способны созревать ежегодно (Павлов и др., 1971). При этом у впервые созревших самок осетра генеративный обмен доминирует над пластическим (Тяпугин, Загребина, 2010).

При содержании производителей стерляди в прудах Астраханской области между икрометаниями отмечается двухлетний интервал (Львов,

1984, 1986). В Ростовской области некоторые самки стерляди, выдерживаемые в прудах, созревали ежегодно (Бурцев и др., 1981). Все это свидетельствует об ускорении обменных процессов у рыб, содержащихся в неволе. Повышение скорости метаболизма у доместцированных особей зависит от сокращения трат энергии на поиск пищи и качества искусственных кормов (Тяпугин, Загребина, 2010).

При содержании самок русского осетра и белуги в садках межнерестовый период варьирует у разных особей в пределах от 4 до 7 лет. Такие различия обусловлены генетической и биологической разнокачественностью, а также температурным фактором и интенсивностью питания отдельных особей (Коробочкина, 1964; Шилов и др., 1971; Тяпугин, 2004; Шевченко и др., 2004; Тяпугин и др., 2013).

С увеличением возраста и с каждым последующим нерестом масса гонад и плодовитость самок повышается. Однако не у всех особей наблюдается такая закономерность (Афонич и др., 1971). У самок, выращенных в искусственных условиях, показатели плодовитости близки к таковым для «диких» особей или несколько превышают их, что связано с меньшими размерами ооцитов (Чебанов, Галич и др., 2004). У самцов осетра и стерляди объем эякулята с возрастом увеличивается, а активность сперматозоидов у рыб 8-11 летнего возраста выше, по сравнению с 4-5 летними особями (Попова, Букесова, 1974).

По данным Л.М. Васильевой с соавторами (2014) максимальные показатели плодовитости и массы ооцитов имеют самки с трехлетним межнерестовым интервалом, увеличение времени нагула до 6 лет привело к снижению рыбоводного качества производителей.

У самок в течение жизни изменяется размер и вес ооцитов (Гордиенко и др., 1967; Кривобок и др., 1970; Баденко, 1971), который зависит от содержания в них белка. Количество накопленного в икре протеина определяется содержанием резервного белка в мышцах самок. Масса ооцитов у самок осетра в возрасте до 25 лет минимальная, в 25-32 лет она достигает максимальным значений, а затем снижается.

По мнению других авторов, масса и размер икры зависит от порядка нереста. Максимальной массы ооциты достигают при третьем нересте самок, а с четвертого нереста масса ооцита снижается (Афонич и др., 1971).

Для рыб, содержащихся в условиях рыбоводного завода, характерен максимальный прирост массы на второй и третий год межнерестового цикла. В этот период наблюдается повышенное накопление жира в гонадах, увеличение трофоплазматического роста ооцитов (Попова, Пискунова и др., 2004).

Влияние возраста и повторности нереста на процент оплодотворения изучен в работах Л.В. Баденко (1972). В них показано, что наибольший процент оплодотворения наблюдается у самок севрюги в возрасте от 14 до 19 лет при повторном нересте, у повторно нерестующих самок осетра этот показатель самый высокий в возрасте 20-26 лет.

Для каспийских осетровых наблюдается несколько другая тенденция. Наименьшая оплодотворяемость икры отмечена у самок курина осетра в возрасте 24-25 лет (Гордиенко и др., 1967). По данным А.А. Поповой с соавторами (1974) максимальный процент оплодотворения икры наблюдается у рыб среднего возраста. У самок 25-27 лет сочетаются низкие и высокие показатели. Скрещивание этих самок с молодыми самцами приводит к повышению оплодотворяемости икры.

По сведениям Г.П. Даудовой и др. (2012) достоверных отличий между потомствами, полученных от самок, содержащихся в искусственных условиях от 3 до 12 лет, не выявлено. То есть, выживаемость эмбрионов и личинок не зависит от возраста самок (Афонич и др., 1971; Попова и др., 1974). Существует и другая точка зрения. Зависимость между возрастом самки и качеством потомства наблюдали у самок курина осетра. Лучшее рыбоводное качество отмечено у 20-24-летних рыб (Гордиенко, 1967; Аббасов, Ширалиев, 1971).

Производители естественного происхождения и искусственного по своему функциональному состоянию практически не отличаются. Масса одновозрастных рыб разного происхождения, отловленных в Таганрогском заливе, а также запасы белка, жира в тканях, степень зрелости гонад, биохимический состав ооцитов

практически не отличаются (Юнева и др., 1990; Ложичевская, Корниенко и др., 1998).

Анализ литературных сведений показал, что в настоящее время изучено влияние антропогенных факторов на физиологическое состояние осетровых рыб в естественной среде обитания. Установлено, что загрязнение Волго-Каспийского бассейна ведет к увеличению числа рыб с нарушениями метаболических процессов, что в свою очередь оказывает негативное влияние на рост и развитие молоди, увеличивает количество уродств, способствует повышению смертности молоди и рыб старших возрастных групп. Наиболее опасно это влияние для производителей, у которых в последнее время наблюдается снижение репродуктивного потенциала. Загрязнение Каспия негативно сказалось на качественном и количественном составе кормовой базы. Способность организмов зоопланктона и зообентоса аккумулировать токсические вещества привела к накоплению их в тканях и органах рыб. Это снизило устойчивость организма к инфекциям и увеличило зараженность особей простейшими паразитами. В связи с тем, что осетровые наиболее пластичны по отношению к изменяющимся условиям агрессивной среды, сохранение их популяции возможно только при условии искусственного воспроизводства жизнестойкой молоди. При этом особое значение приобретает вопрос физиологического состояния производителей, содержащихся на рыбоводных предприятиях в различных условиях.

Многочисленные литературные данные свидетельствуют о том, что не существует единого мнения о влиянии возраста и повторности нереста самок осетровых рыб на качество потомства. В связи с этим изучение данного вопроса является актуальным для корректировки технологии формирования и содержания маточных стад на рыбоводных предприятиях при использовании различных методов содержания (в садках, бассейнах, УЗВ). Кроме того, единая точка зрения о влиянии условий содержания производителей на физиологическое состояние, качество половых продуктов и жизнеспособность потомства не существует. Малоисследованы особенности физиолого-биохимического состояния русского осетра и севрюги в зависимости от условий содержания. В

связи с этим необходим комплексный подход к изучению рыбоводно-физиологического состояния самок и самцов осетровых рыб, содержащихся на рыбоводных предприятиях, для корректировки некоторых биотехнических процессов содержания маточных стад.

1.3 Формирование и эксплуатация маточных стад осетровых рыб

В настоящее время развитие товарного осетроводства и искусственного воспроизводства невозможно без формирования собственных ремонтно-маточных стад. Этот процесс осуществляется двумя методами: выращиванием от «икры» до половозрелого состояния в искусственных условиях и доместикацией «диких» производителей (Сырбулов и др., 2005б; Грозеску и др., 2009). Разработка комплекса мероприятий, ключевым моментом которого является ускоренное формирование продукционных стад, позволит повысить эффективность искусственного воспроизводства осетровых рыб (Чипинов и др., 2005).

До недавнего времени вопрос необходимости создания продукционных стад осетровых рыб на рыбоводных предприятиях был дискуссионным. В 70-х – 80-х годах прошлого столетия численность популяции осетровых рыб была достаточно большой, что отражалось на росте промысловых уловов. В связи с этим необходимости накопления производителей в условиях рыбоводных заводов не было. Кроме того считалось, что содержание самок и самцов на предприятии, сложный и неоправданный, с биологической и экономической точки зрения, процесс (Кокоза, 2004). Ошибочным было и мнение о длительности сроков выращивания производителей до половозрелого состояния в искусственных условиях (Строганов, 1968), однако все же велись работы по формированию продукционных стад гибридной формы – бестера. В результате этих работ предполагалось получить гибрид способный расти и достигать половой зрелости в прудовых условиях (Николюкин, 1969).

Формирование маточных стад осетровых рыб в контролируемых условиях было начато в 70-е годы во ВНИИПРХе на Канаковском заводе товарного осетроводства (Виноградов, Козовкова и др., 2001). В 1981 году

впервые в мировой практике было получено потомство от производителей сибирского осетра искусственной генерации. Проведенная работа показала возможность выращивания производителей «от икры» на искусственных кормах, при этом темп роста и жизненный цикл рыб может быть откорректирован. В настоящее время это предприятие является коллекционным хозяйством редких и исчезающих видов осетровых рыб. На заводе сформировано маточное стадо сибирского осетра (ленской и байкальской популяции).

В период, когда численность естественных популяций осетровых рыб позволяла проводить ежегодный отлов зрелых производителей, на рыбоводных заводах половые продукты получали методом вскрытия, а производителей забивали. Резкое сокращение численности осетровых привело к дефициту производителей, необходимых для целей воспроизводства. В связи с этим было предложено изменить «принципиальную схему осетрового рыбоводного завода», включив в его состав производственный участок по содержанию маточного стада производителей (Подушка, 1986; 1999).

По мнению В.Г. Чипинова с соавторами (2004) формирование на предприятиях собственных маточных стад возможно только при техническом перевооружении осетровых рыбоводных заводов (ОРЗ). В связи с этим необходима реконструкция старых ОРЗ и введение новых технологических звеньев, которые позволили бы реализовать методы содержания доместифицированных маточных стад. Подобное мнение высказали А.М. Багров с соавторами (2000). Они считают необходимым отказ от разового использования производителей, и ускорить процесс перехода на использование методов выращивания половозрелых особей в контролируемых условиях и их многократное использование.

В настоящее время используется несколько методов выращивания производителей осетровых рыб: выращивание от «икры» полученной на рыбоводном заводе методом сохранения жизни производителям, отловленных из естественной популяции, их преднерестовом содержании и последующим

стимулировании созревания гонад (Подушка, 1995; Киселев, 1997; Васильева, 2000). Основным недостатком этого метода является зависимость от заготовки самок самцов. Второй способ предусматривает двухсезонное получение икры в весенний и осенний период, с использованием отловленных в естественной среде производителей и выдерживание их при температуре воды 4-5°C с последующим переводом в нерестовые температуры 18-19 °C (Киселев и др., 2002). Третий способ основан на выращивании осетровых в искусственных условиях. При этом используют очищенную через угольный фильтр воду, выращивание проходит при оптимальном гидрохимическом режиме и постоянной температуре воды в диапазоне (12-15°C). Недостатком способа является ограниченность его применения в связи с уникальностью местонахождения природных источников с подходящим составом и температурой воды. Четвертый способ предложен для промышленных тепловодных хозяйств. Он основан на выращивании маточных стад при оптимальном температурном режиме или системой различных по длительности режимов температуры воды, включая летний период при температуре 18-28°C, зимний – при температуре 4-12°C, преднерестовый и нерестовый – при температуре 14-16°C (Виноградов, Козовкова и др., 2001).

Существует метод одомашнивания (доместикация) производителей, отловленных из естественной популяции. Он заключается в получении от них половых продуктов и дальнейшее приучение рыб к искусственным условиям содержания и кормления комбинированными кормами с последующим созреванием. В результате использования этого метода сократились сроки созревания производителей в 2-3 раза. Имеется положительный опыт одомашнивания белуги и русского осетра. Несмотря на положительные результаты, полученные при использовании метода доместикации, имеются нерешенные проблемы, связанные с приучением рыб к искусственным кормам. До 30% самок русского осетра и севрюги не переходят на питание комбикормом (Васильева др., 2000; Матишов и др., 2007).

Другой метод формирования маточного стада «от икры» основывается на отборе элитного потомства по разработанным критериям и выращивание отобранных особей до половозрелости.

В работах В.К. Виноградова с соавторами (2001) предложена схема организации осетрового хозяйства в районах Западной Сибири и Северного Кавказа, которая состоит из связки тепловодных индустриальных хозяйств и рыбоводных заводов. На первых предлагается формировать и эксплуатировать маточные стада в контролируемых условиях и производить оплодотворенную икру. Рыбоводные заводы должны обеспечить доинкубацию икры, подращивание личинок и выращивание молоди для выпуска в естественные водоемы. Одновременно на тепловодных базах рекомендуется выращивание осетровых для получения товарной продукции. При этом предполагается ведение научных исследований связанных с изучением гаметогенеза и половых циклов осетровых, биологического полиморфизма, качества производителей по полученному потомству, а так же разработка физиологических критериев жизнестойкости молоди и другие.

В настоящее время предлагается перепрофилировать тепловодные хозяйства на предприятия по формированию и содержанию маточных стад. Имеется опыт работы с производителями на таких предприятиях. Так, в работе А. С. Устинова (1999) показана возможность содержания производителей в рыбоводном цехе Новолипецкого металлургического комбината.

В.М. Шибаниным и С.Б. Подушка (1997) описаны работы по доместикации и воспроизводству окской стерляди в условиях рыбоводного цеха Алексинского химического комбината. На тепловодном рыбоводном хозяйстве Красноярска проводятся работы по формированию маточного стада сибирского осетра с использованием метода чередования длительного периода нагула при повышенной температуре и кратковременной зимовки. При этом установлено, что созревание самок сибирского осетра в искусственных условиях происходит в возрасте 5 лет, а в естественной среде обитания – в 20-25 лет (Заделенов и др., 2000).

Положительные результаты, полученные на рыбоводных предприятиях при формировании маточных стад сибирского осетра, подтолкнули развитие этого направления. В 1995 году начато формирование функционирующего маточного стада, имеющего гетерогенную структуру на НЭБ «БИОС». Ежегодно оно пополняется 150-200 экземплярами сеголеток или двухлеток белуги, осетра и севрюги (Шевченко, Емелин, 2012).

С.А. Мальцевым (2002) показана возможность содержания производителей русского осетра и белуги в рыбоводном комплексе Волжской ГЭС, расположенном в теле плотины. Содержание производителей осуществляется в установке с замкнутым циклом водообеспечения. Технологическая схема формирования ремонтно-маточного стада на этом предприятии включает два основных цикла: доместикацию заготовленных в естественных условиях производителей и выращивание собственного ремонтно-маточного стада «от икры до икры». Также автором было установлено, что выращивание ремонтных групп возможно проводить в прямоточном режиме водообеспечения при естественных изменениях температуры воды и в замкнутом режиме – при подогреве воды. Это позволяет определить оптимальные условия для развития гонад и регулировать сроки созревания производителей.

Другими исследователями был предложен метод ускоренного формирования ремонтно-маточного стада стерляди в условиях рыбоводного комплекса Волжской ГЭС. Ими предложен способ доместикации «диких» производителей с использованием специального режима кормления (Сырбулов, Бахарева и др., 2006). М.А. Чепуркиной с коллективом (2008) проведены работы по созданию ремонтно-маточного стада сибирского осетра на рыбоводном предприятии в Тюменской области с использованием геотермальных вод. Доказана возможность получения половых продуктов от доместичированных производителей массой от 15 до 40 кг. Межнерестовый интервал этих рыб после одомашнивания самцов составил 2 года, самок – 3 года.

Сотрудники Дагестанского отделения КаспНИРХа утверждают, что в республике имеется огромный потенциал для проведения работ по формированию маточных стад осетровых на геотермальных водах (Магомаев и др., 1999).

В 90-х годах прошлого столетия начали формирование ремонтно-маточных стад дальневосточных осетровых (калуги и амурского осетра) в условия тепловодных садковых хозяйств. При проведении этих экспериментов было отмечено снижение возраста созревания самок до 4-10 лет, самцов – 4-8 лет при благоприятных температурных режимах (Свирский и др., 1999; 2000; Рачек, Скирин, 2004).

Ведутся работы по выращиванию продукционных стад веслоноса в условиях прудовых рыбоводных хозяйств юга России при естественном температурном режиме. В результате исследований было установлено, что созревание самцов происходит ежегодно, а самок – каждые 2 года (Кривцов и др., 1997).

В России сформированы маточные стада волго-каспийской и азово-черноморской популяций осетра, белуги, стерляди, на предприятиях содержатся производители сибирского и сахалинского осетра. Работы по формированию маточных стад также велись и за рубежом. В Италии активно занимаются воспроизводством и товарным выращиванием адриатического осетра (Hernando et al., 1999; Loy et al., 1999; McKenzie et al., 1999). В Соединенных Штатах Америки сформировали маточное стадо короткорылового осетра, промышленные масштабы приобрело выращивание белого осетра (Logan et al., 1995). В США работают программы по воспроизводству короткорылового осетра (Weber et al., 1998; Collins et al., 1999). Во Франции начали формирование продукционных стад сибирского осетра с целью получения посадочного материала для товарного выращивания. Здесь осуществляют воспроизводство атлантического осетра (Williot et al., 1991; Billard et al., 1999). В Китае активно занимаются созданием маточных стад дальневосточных видов осетровых, активно развивается товарное

осетроводство и получение пищевой черной икры. Китайские исследователи установили, что амурский осетр хорошо адаптируется к традиционным для Китайского рыбоводства условиям – прудам и озерам (Zhuang et al., 2002). Также формируются продукционные стада китайского осетра, стерляди, шипа, калуги, веслоноса и различных гибридов (Wei et al., 1998; Zhuang, Yi, 1999). Промышленным выращиванием ремонтно-маточных стад также занимаются в Венгрии. Здесь сформированы ремонтно-маточные стада стерляди, веслоноса, русского осетра, сибирского осетра, белого американского осетра и различных гибридов (Varadi, Ronyai, 1999).

Известно, что эффективность формирования и эксплуатации маточных стад зависит от условий содержания (Попова и др., 2001). В связи с этим, проведенные на ОРЗ Астраханской области исследования показывают, что отклонения от оптимального температурного режима приводит к нарушениям гонадогенеза, что влияет на качество половых продуктов при повторном созревании (Шевченко и др., 2004). В других исследованиях установлено, что отловленные в естественных водоемах самки русского осетра при дальнейшем выдерживании в прудах способны к созреванию через 3-4 года (Попова и др., 1997).

В Армении в прудах Араратской долины проводят товарное выращивание осетровых и формирование ремонтно-маточного стада. Отбор в РМС осуществляют из наиболее быстрорастущих особей, которые, по мнению авторов, являются наиболее устойчивыми к неблагоприятным факторам среды (Маилян, Егиазарян, 1989).

В работе Е.Н. Пономаревой и других (2010) установлена зависимость между термическим режимом в период созревания стерляди и длительностью межнерестового интервала. Так при стабильной температуре воды 21,5 °С длительность межнерестового интервала составляет 10-12 месяцев, тогда как естественный температурный режим увеличивает сроки созревания до 18-20 месяцев.

Сотрудниками Астраханского государственного технического университета и НТЦ «Астаквакорм» был разработан метод реабилитации производителей перед нерестом с помощью инъекций витаминов. Установлено, что препараты витаминов Е и С способствуют повышению качества производителей, улучшают их рыбоводно-физиологические показатели и положительно влияют на качество потомства (Пономарев и др., 2003а; Матишов и др., 2007).

В настоящее время формирование ремонтно-маточных стад необходимо для целей искусственного воспроизводства и товарного осетроводства. Существует три направления эксплуатации продукционных стад: для производства рыбопосадочного материала, для воспроизводства естественных популяций, для получения товарной осетровой продукции и пищевой икры. Современное состояние осетроводства по мнению В.А. Костылева (2004), находится в критическом состоянии. Выходом из сложившейся ситуации может быть создание на тепловодных хозяйствах коллекции редких видов осетровых рыб и формирование продукционных стад. При этом повысить эффективность искусственного воспроизводства возможно лишь при использовании технологий товарного осетроводства.

Содержание ремонтно-маточного стада на осетровых рыбоводных заводах предусматривает наличие большого количества прудовых площадей, бассейнов, хорошую водоподготовку. Однако осетровые рыбоводные заводы не имеют таких рыбоводных мощностей, и выращивание ремонтной группы проходит в имеющихся бассейнах, а содержание маточного стада в прудах, не приспособленных для этого процесса. Кроме того, процесс заводского воспроизводства зависит, прежде всего, от температурного режима источника водоснабжения (Сырбулов, 2005а). Зависимость биотехники от этих факторов снижает эффективность формирования маточных стад на рыбоводных заводах. В связи с этим Л.И. Камоликовой и Т.В. Калмыковой (1989) проведены эксперименты по выращиванию ранней молоди в бассейнах без проточности с активной аэрацией воды и кормлением живыми кормами. В результате были

сокращены сроки подращивания молоди в бассейнах до 8 суток при выживаемости 85%. А.А. Кокозой (2004) предложен метод инкубации икры в ограниченных объемах воды при регулируемом температурном режиме. Внедрение данного процесса, по мнению автора, позволит свести к минимуму зависимость от естественных температур в источнике водоснабжения, снизить негативное влияние загрязненных вод на эмбриогенез, а также снизить расход воды на этапе инкубации.

На осетровых рыбоводных заводах в технологический процесс вовлекаются производители разных периодов нерестового хода, что позволяет охватить воспроизводством всю популяционную структуру. Вовлечение в рыбоводный процесс не только яровых, но и озимых форм осетровых привело к трудностям при их длительной резервации. На рыбоводных заводах отсутствуют возможности регулировать температуру воды, что привело к необходимости создания технологии выдерживания производителей в малых объемах с управляемым термическим режимом. Данная технология позволяет смещать сроки созревания производителей (Кокоза, 2004).

Весьма важным процессом при формировании маточных стад является взятие половых продуктов, которое, до недавнего времени, проводилось методом вскрытия без сохранения жизни производителям. В настоящее время в осетроводстве используют метод прижизненного получения икры – подрезания яйцевода разработанного С.Б. Подушка (1986). Используя данный метод, была предложена схема получения икры в два этапа. Эта схема предусматривает повторное сцеживание икры после подрезания и первичного взятия икры (Шеходанов и др., 1999). С.А. Иванов (2004) предлагает от трех до десяти сцеживаний самок с промежутком между ними один час.

В настоящее время эффективному формированию ремонтно-маточных стад на рыбоводных предприятиях Нижнего Поволжья способствуют климатические условия – продолжительный вегетационный период. Однако имеется ряд и неблагоприятных факторов – летнее повышение температуры воды до 27-30° С, высокий уровень загрязнения волжской воды токсическими

веществами, недостаточное оснащение рыбоводных предприятий технологическим оборудованием. К началу XXI столетия при совместной работе ученых и рыбоводов была разработана технология формирования и эксплуатации ремонтно-маточных стад осетровых рыб. При этом важным технологическим процессом являлось кормление молоди и старшего ремонта сухими гранулированными кормами (Бахарева, Мальцев и др., 2002; Пономарев и др., 2002).

Разработкой технологий кормления и рецептов комбикормов для различных видов рыб занимались многие отраслевые институты России – ВНИИПРХ, КрасНИРХ, АзНИРХ, КаспНИРХ, АГТУ. Разработаны рецепты полнорационных стартовых кормов для ранней молоди осетровых, продукционных для рыб старших возрастных групп, на рынке кормов стали появляться корма для производителей. Развитие индустриального рыбоводства привело к разработке новых комбикормов и современных технологий их производства (Бретт, 1983; Пономарев и др., 2002; Пономарев, Грозеску и др., 2006; Пономарев, Грозеску и др., 2013).

Состояние современного отечественного кормопроизводства можно назвать депрессивным, существенно обеднел ассортимент кормового сырья. В связи с этим рыбоводные предприятия вынуждены закупать комбикорма за рубежом. Импортные комбикорма, как правило, дорогостоящие и, часто, их состав не соответствует потребности осетровых рыб и условиям выращивания. Кроме того в импортных комбикормах концентрация жира достигает 25% и требует тщательного контроля над соблюдением сроков и правил хранения (Остроумова и др., 1997; 2001; 2012).

На осетровых рыбоводных заводах, фермах, садковых хозяйствах кормление производителей проводят искусственными кормосмесями, состоящими из фарша и гранулированного комбикорма в различных соотношениях. При этом состав кормовой смеси не изменяется на всем протяжении жизненного цикла производителей и не учитывает физиологических изменений происходящих в организме перед нерестом и

после получения половых продуктов. Темп гонадогенеза связан с физиологическим состоянием производителей, которое зависит от условий содержания, состава кормосмеси и режима кормления. По мнению В.Н. Шевченко с коллективом (2004) в первые годы содержания самок при обильном кормлении наблюдается ускорение процесса массонакопления рыб, а в период перед повторным созреванием пищевой рацион должен быть изменен. Причем, в первый постоперационный период искусственные корма должны быть максимально приближенными по составу питательных веществ к естественной пище рыб. В период перед созреванием гонад корма должны обеспечивать активизацию генеративных процессов в организме (Шевченко, Попова и др., 2004).

Таким образом, развитие осетроводства в России и за рубежом идет высокими темпами. Разработаны технологии формирования маточных стад осетровых рыб на хозяйствах различного типа (бассейновых, садковых, прудовых) с использованием геотермальных вод, отработанных вод ГЭС, речных и других источников, отработаны критерии отбора рыб в ремонтную группу и маточное стадо, определены возможности использования производителей разных популяционных структур в рыбоводном процессе. Изучена возможность регулирования факторов водной среды для сокращения сроков межнерестового цикла, разработана методика взятия икры прижизненно. Однако, все рассмотренные технологические аспекты не имеют общей направленности и могут рассматриваться как отдельный процесс, применительный к определенным условиям природной среды или искусственно созданным в установках с замкнутым циклом водообеспечения. В связи с этим в условиях интенсивно развивающегося осетроводства и нарастающего действия антропогенных факторов среды, которые приводят к существенным изменениям физиолого-биохимических процессов в организме производителей, необходима корректировка существующих методов содержания маточных стад на основе знаний их состояния в конкретных условиях водной среды.

1.4 Витамины как биологические стимуляторы в рыбоводстве

В комбикормах для рыб должны содержаться не только основные питательные вещества, которые являются структурными элементами и источниками энергии в организме, но и витамины и витаминоподобные вещества. Эти компоненты комбикормов активно участвуют в обменных процессах, способствуют росту и развитию организма, стимулируют гонадогенез (Frich, 1961; Halver, 1972; 1982; 1989; Титарев, 1973; Князева, 1978; Tafro et al., 1986; Пономарев и др., 2008; Матишов и др., 2011). Витамины – это низкомолекулярные органические соединения, которые в малых количествах стимулируют многие физиолого-биохимические процессы в организме. Являясь важным элементом ферментов, витамины ускоряют основные реакции процесса превращения белков, жиров и углеводов выполняя функции биокатализаторов (Матусис, 1945; Halver, 1957; 1972; 1989; Труфанов, 1972; Колотилова, Глушанков, 1976; Канидьев, Гамыгин 1976; Скрипник, Панкратов 1996; Смирнов, 2008). Однако, для нормального течения метаболических процессов немаловажным является соотношение между основными питательными веществами и витаминами. Так, если комбикорм не удовлетворяет потребности определенного вида в протеине, то введение в его состав витаминов не повлияет на рост и обмен веществ организма. Использование в составе кормов синтетических витаминных препаратов может только восполнять нехватку природных витаминов в компонентах, но не заменять их (Титарев, 1973; Щербина, Гамыгин, 2006).

Многочисленные исследования, проведенные в рыбоводстве, по изучению витаминной недостаточности у рыб выявили нарушения в белковом и жировом обмене (Маликова и др., 1961; Остроумова и др., 1976; Щербина 1992; Gaylord et al., 1998). При недостатке витаминов в рационе лососевых рыб наблюдается торможение роста, снижается уровень потребления кормов, ухудшается физиологическое состояние рыб, которое характеризуется патологическими изменениями гематологических показателей. В крови снижается концентрация гемоглобина, количество эритроцитов, изменяется

лейкоцитарная формула, наблюдаются дегенеративные изменения печени и поведения рыб (Покровская, 1958; Steffens, 1985; Сергеева, 1998).

Потребность рыб в витаминах зависит от большого количества факторов: вида рыб, возраста, физиологического состояния, условий выращивания, наличия стресса в период выращивания, состава и качества комбикормов. По мнению ряда авторов (Яржомбек, 1982; Петренко, 1985; Steffens, 1985) при сверхплотных посадках и несоответствии температурных условий требованиям вида наблюдаются признаки витаминной недостаточности, которые проявляются в виде снижения аппетита, замедлении темпа роста, изменении окраски поверхности тела и плавников, деформации жаберных крышек и позвоночника, пучеглазии и другие патологии.

Таким образом, необходимость присутствия в корме витаминов очевидна, причем их количество должно соответствовать потребности данного вида, и соотносится с возрастом выращиваемой рыбы и действием тех или иных факторов окружающей среды.

В естественной пище рыб содержится достаточное для нормального роста, развития и созревания количество витаминов. Так, содержание витамина С в морских копеподах достигает 436,3 мкг/г (Napette, Poulet, 1990), в мелком морском зоопланктоне его концентрация еще выше и достигает показателей 553 мкг/г аскорбиновой кислоты (Brown et al., 2005). И.Н. Остроумова (2012) в своей работе показала, что, принимая кормовой коэффициент за 6, при питании рыб морским зоопланктоном содержащим витамин С от 595 до 1003 мкг/г сухого вещества, личинки, потребив 6 г живого корма, получают с пищей 1020-1500 мкг аскорбата.

Меньшее количество этого вещества содержится в пресноводном зоопланктоне – до 39,1 мкг/г сухого вещества (Mitra et al., 2007). В культивируемом зоопланктоне содержание аскорбиновой кислоты достаточно высокое. Артемия (*Artemia franciscana*) содержит 375-530 мкг/кг витамина С, коловратки – 220 мкг/г (Brown et al., 2005).

Таким образом, естественная пища рыб богата витамином С, особенно высока его концентрация в морском зоопланктоне.

Источником витамина А в естественных кормах для рыб, как правило, служат его предшественники – каротиноиды. Концентрация свободного витамина А в составе зоопланктона незначительна (Весенина, 2010). Его содержание в составе пресноводного зоопланктона составляет от 15,6 до 62,3 мкг/г сухого вещества (Соболев, 2005; Mitra et al., 2007).

Анализируя содержание ретинола в морском и пресноводном зоопланктоне, естественной пище рыб, можно сделать следующий вывод. Потребность в витамине А у рыб меньше, чем в аскорбиновой кислоте, что, возможно, связано с более низкой концентрацией ретинола в составе морского и пресноводного зоопланктона. Кроме того, в свободном виде витамин А практически отсутствует в естественной пище, а его источником служат каротиноиды.

Концентрация витамина Е как в морском, так и в пресноводном зоопланктоне, колеблется в пределах 112-333,5 мкг/г сухого вещества (Mitra et al., 2007). По данным К.Д. Соболева (2005) содержание токоферола в зоопланктоне оз. Песью в Тверской области достигает 947 мкг/г сухого вещества. В культивируемых ракообразных концентрация этого витамина составляет от 340 до 572 мкг/г. В кормовых организмах естественной пищи рыб также присутствуют и другие витамины, но в небольших концентрациях. Количество витамина В₁ в зоопланктоне колеблется в значительных пределах – от 9,2 до 48,6 мкг/г, витамина В₂ – от следов до 53,1 мкг/г сухого вещества (Brown et al., 2005).

Таким образом, не все витамины присутствуют в естественной пище рыб, однако, наличие всего комплекса водорастворимых и жирорастворимых витаминов в составе искусственного рациона необходимо. Отсутствие или недостаток какого либо витамина может привести к необратимым нарушениям метаболизма в организме рыб.

1.4.1 Использование витамина Е в рыбоводстве и его влияние на течение метаболических процессов в организме рыб

Кроме аскорбиновой кислоты антиоксидантной активностью обладает витамин Е, который широко распространён в природе и не синтезируется в организме животных. В кормах используется соединение – α -токоферол, обладающее наибольшей биологической активностью (Остроумова, 2012). Действуя как внутриклеточный антиоксидант, он поддерживает гомеостаз в плазме клеток и подавляет процессы окисления липидов, поддерживая нормальную проницаемость мембран в эмбриональном периоде, способствует вылуплению личинок (Halver, 1972; Пономарев, 1987, 2003).

Кормление рыб кормами с токоферолом положительно сказывается на показателях крови (нормализует содержание гемоглобина, эритроцитов, лейкоцитов, увеличивает количество альбуминов и глобулинов, повышает концентрацию липидов и их фракций) и содержании Са и Р в организме (Брыцков, Авакумов и др., 1981).

При недостатке витамина Е возникает большое количество симптомов авитаминоза. Одним из наиболее частых проявлений недостаточности этого витамина является мышечная дистрофия и жировая инфильтрация печени. Некроз печени возникает, как правило, при сочетании недостаточности токоферола, серосодержащих аминокислот и селена (Krishnamurthy, Bieri, 1963). Характерным признаком дефицита токоферола является повышение хрупкости эритроцитов и нарушение структуры их мембраны (Hung, Cho, et al., 1981; Cowey, 1983), а также снижение резистентности эритроцитов к гемолизу (Спиричев, Блажеевич, 1968). При повреждении мембраны эритроцитов снижается концентрация гемоглобина в крови, в мышцах повреждаются мышечные клетки и капилляры, что приводит к мышечной дистрофии и отекам, повреждаются внешне слои кожи. Кроме того, нарушается работа органов внутренней секреции и экскреции – поджелудочной железы и гипофиза, в результате нарушается жировой и углеводный обмен, а также развиваются

патологические изменения в репродуктивных органах (Watanabe, Takeuchi, 1977; Cowey, 1983; Steffens 1985; Tafro, Kiskaroly, 1986).

У лососевых рыб при недостаточности токоферола наблюдается анемия, анизоцитоз и пойкилоцитоз, цирроз печени, водянка, пучеглазие и другие (Halver, 1982; Steffens, 1985). Похожая патология отмечена у форели при скармливании окисленных кормов. При этом концентрация гемоглобина в крови рыб снизилось до 20 г/л, кровь стала розового цвета, количество эритроцитов снизилось до 0,04 млн/мм³, при норме 1,1-1,3 млн/мм³ крови (Остроумова и др., 1997). У карпа симптомы авитаминоза Е выражаются в дистрофии мышц, снижении скорости роста (Watanabe, 1982), перерождении печени, анемии, пучеглазии, скоплении жидкости в полости тела (Петренко, 1985; Щербина, Гамыгин, 2006). Однако, И.Н. Остроумова с коллегой (1979) в своей работе при выращивании карпа на теплых водах на рационе с дефицитом витамина Е не получила описанных симптомов. В опытах наблюдалось только снижение скорости роста рыб, при этом гематологические показатели от нормы не отклонялись. По мнению автора, такая устойчивость карпа к перекисному окислению липидов связана со способностью к синтезу аскорбиновой кислоты, которая, являясь антиоксидантом, сберегает другие антиокислители, в том числе и витамин Е.

В отличие от этого в исследованиях на радужной форели, получавшей с кормом 2,5 мг токоферола на 100 г корма, показали, что необходимости введения добавочного количества витамина нет, и при такой норме никаких признаков дефицита витамина Е не наблюдалось.

В связи со своими антиокислительными свойствами токоферол является важным соединением в период созревания гонад у рыб, когда потребность в эссенциальных жирных кислотах особенно высока. По данным G. Rosenlund (1997) при созревании гонад потребность в витамине Е выше, чем при росте производителей. Так, увеличение в рационе нормы витамина Е с 60 до 270 мг/кг положительно повлияло на качество половых продуктов и выживаемость ранней молодежи, однако не оказало ни какого воздействия на рост рыб.

Использование витамина С и Е в кормах для самок форели повышает абсолютную и относительную плодовитость, размер икринки, снижает смертность (Князева, 1981). А.К. Шумиловой с соавторами (2005) отмечается, что содержание витамина Е и каротиноидов в печени и икре сигов из естественной популяции выше, чем у рыб из садков. Введение в состав кормов витамина Е и других биологически-активных веществ (витамина А и С) способствует улучшению физиологического состояния самок и, тем самым, повышает качество потомства. Минимальная концентрация витамина Е в кормах должна быть 400 мг/кг корма, при этом кормление осуществляют на III-IV стадии зрелости. Другой метод введения витаминов в организм предложен сотрудниками Астраханского государственного технического университета. Они предлагают использовать инъекции витаминов С и Е в преднерестовый период производителям осетровых рыб (Пономарев и др., 2003).

В связи с тем, что синтез витамина Е в организме не происходит, то его уровень зависит от концентрации в корме. Так, двухлетний карп может усваивать только 18,6% токоферола, остальное количество витамина теряется в корме в процессе его хранения, а также в пищеварительном тракте (Tafro, Kiskaroly, 1986). Для уменьшения потерь витамина Е в кормах используют стабилизированную форму токоферолацетата, который в пищеварительном тракте преобразуется в α -токоферол.

Биологическая активность витамина Е может быть усилена с помощью селена, который способствует устранению части патологий, связанных с витаминной недостаточностью, нарушение проницаемости мембран эритроцитов, повреждение мышц и тканей. Функцию эндокринной железы можно устранить только токоферолом (Tafro, Kiskaroly, 1986). Использование селена совместно с токоферолом позволяет сократить потребность рыб в последнем, так как эти вещества сохраняют друг друга (Bell et al., 1985; Сергеева, 1998).

Потребность некоторых видов рыб в токофероле зависит от количества полиненасыщенных жирных кислот в составе корма. Высокое содержание в

рационе ненасыщенных жирных кислот способствует увеличению потребности в токофероле (Kawatsu, 1964; Watanaba, Takeuchi et al., 1981; Cowey, Adron et al., 1983). Так, если в составе комбикорма для радужной форели содержится 1% линолевой кислоты, то потребность в витамине Е составляет 20-30 мг/кг (Cowey et al., 1981). Позднее этим же автором было установлено, что наиболее эффективно введение 50 мг/кг витамина Е (Cowey et al., 1983). По мнению Т. Watanabe (1982) при содержании в корме 15 % жира потребность в токофероле увеличивается. Его следует вводить в комбикорм в количестве 100 мг на 1 кг корма. В более ранних работах этого же автора было установлено, что использование в составе корма для карпа 5% линолевой кислоты и 10 мг витамина Е на 100 г корма наблюдались признаки авитаминоза Е – снижение темпа роста, мышечная дистрофия. При кормлении рыб комбикормом с повышенной нормой витамина Е до 30 мг подобных явлений не наблюдалось (Watanabe et al., 1977).

На потребность рыб в витамине Е особое влияние оказывают факторы внешней среды. Так, понижение температуры воды повышает образование ненасыщенных жирных кислот в тканях и, в связи с этим, потребность рыб в токофероле (Остроумова, 2012). По сведениям А.К. Шумиловой (2005) в холодный период времени потребность производителей сиговых рыб в витамине Е повышается. Этот же факт подтверждает работа Н.А. Каморкина (2000). По мнению автора при снижении температуры воды с 20 до 7°C у карпа начинает интенсивно расходоваться токоферол и ретинол с усилением перекисного гемолиза эритроцитов.

Таким образом, витамин Е, являясь весьма важным соединением для рыб, выполняет основные функции в обмене веществ, способствуя адаптации рыб к экстремальным факторам, улучшает физиолого-биохимическое состояние производителей и, действуя в липидной фазе обмена веществ, подавляет свободнорадикальные процессы в клетках и тканях организма.

1.4.2 Влияние аскорбиновой кислоты на физиолого биохимические процессы в организме рыб

Известно, что выращивание молоди и старших возрастных групп осетровых рыб в искусственных условиях проходит при постоянном действии стресса. По мнению Г. Ведемейера с соавторами (1981) для сохранения нормального гомеостаза, в ответ на стрессовое воздействие, в организме происходят различные физиологические и биохимические реакции. В частности происходит выделение аденокортикотропного гормона – так называемого «стрессового гормона», который регулирует изменения, происходящие в углеводном, минеральном и белковом обмене. Реакция организма на негативное воздействие зависит от продолжительности стресса. При коротком воздействии в коре надпочечников наблюдается потеря липидов, в основном холестерина, а также витамина С. Исследования этого же ученого, проведенные ранее, в 1969 году показали, что при воздействии кратковременного стресса на радужную форель и кижуча наблюдается необратимая потеря из надпочечников витамина С. Недостаточность этого витамина может стать предпосылкой к возникновению заболеваний.

Аскорбиновая кислота – это наиболее распространённый витамин в природе. Он синтезируется растениями и большинством животных, однако большинство рыб не способно к синтезу витамина С и, в связи с этим, они должны получать ее в достаточном количестве из пищи (Овчаров, 1956; Березовский 1959; Князева, 1979 а; Букин, 1982; Miyasaki, 1995; Смирнов, 2008).

Витамин С принимает активное участие в окислительно-восстановительных процессах в организме рыб. Он способствует образованию стероидов, регулирует деятельность нервной системы, участвует в углеводном и белковом обмене. Кроме того, он участвует в синтезе коллагена, проколлагена и эластина, которые являются компонентами соединительной ткани. Витамин С превращает пролин в гидроксипролин, который является составляющей коллагена (Halver at al., 1969; Lovell, 1973; Steffens, 1974;

Князева, 1979б; Сорвачев, 1982; Абрамова и др., 1985; Seeman, 1989; Раденко, 1997; Грозеску и др., 2000).

Сдерживающим фактором современного рыбоводства является высокая смертность рыб на ранних этапах онтогенеза. По мнению многих авторов этому может способствовать низкое качество половых продуктов, которое связано с воздействием многочисленных стрессоров во время проведения рыбоводных работ (Campbell et al., 1994; Pankhurst, Van der Kraak, 1997). Как уже отмечалось, при воздействии стресса концентрация стероидных гормонов в организме уменьшается, что, возможно, и приводит к снижению качества половых продуктов, а также процента созревания производителей (Баранникова и др., 1999; Broadhurts, Barker, 2000). В то же время в организме снижается концентрация аскорбиновой кислоты, а в гонадах ее количество увеличивается. Аскорбиновая кислота переносится в яичники, далее к икре, где концентрируется и способствует нормальному развитию эмбрионов и личинок (Arscott, 1962; Dabrowski, 1976; Seeman, 1989).

Положительное действие витамина С на репродуктивный процесс наблюдалось многими исследователями. Так влияние этого витамина на вителлогенез отмечается в работе R. Waagbo и других (1989). Исследования К. Sandnes (1984) и J.H. Bloom, К. Dabrowsky (1996) показали, что добавление в корм производителям радужной форели аскорбиновой кислоты приводит к повышению качества яиц, процента вылупления, увеличению выживаемости эмбрионов и личинок.

Подобные исследования проводились на личинках тилляпии. Было установлено, что личинки, полученные от самок потреблявших корм с аскорбиновой кислотой, развивались быстрее (Soliman et al., 1986 a). Таким образом, для повышения качества икры и потомства необходимо использовать корма, обогащенные аскорбиновой кислотой (Seeman, 1989; Раденко, 1993). Исследования, проведенные С.В. Пономаревым с группой ученых (2003а), показали эффективность использования инъекций витамина С в преднерестовый период для самок осетровых рыб. Было доказано, что

аскорбиновая кислота повышает процент созревания производителей, способствует увеличению выхода, выживаемости личинок и молоди.

Исключительной способностью к синтезу незначительного количества аскорбиновой кислоты имеют быстрорастущие виды рыб. Превращение витамина С происходит из глюкозы под действием фермента L-гулонолактонооксидазы (Yamamoto et al., 1978; Hilton, 1984; Halver et al., 1993; Cho, Cowey, 1993). Слабая активность этого фермента регистрируется у карпа (Ashle, Halver et al., 1975), радужной форели (Seeman, 1989). Однако количество синтезируемой аскорбиновой кислоты радужной форелью недостаточно для нормально роста и протекания обменных процессов, а для карпа витамин С не является незаменимым, и признаки его недостаточности при выращивании молоди не обнаружено (Sato, et al., 1978; Sato et al., 1991). Тем не менее, признаки С витаминной недостаточности подробно описаны в работах И.Н. Остроумовой (1976); М.А. Щербины (1992).

Таким образом, аскорбиновая кислота является незаменимым веществом, которое должно поступать в организм рыб с пищей. Недостаточное содержание витамина С в кормах приводит к возникновению симптомов витаминной недостаточности. Основными признаками дефицита витамина С являются сколиоз, лордоз, деформация жаберных крышек, кровоизлияния внутренних органов, анемия, снижение содержания коллагена в теле, слабая сопротивляемость инфекциям (Kitamura et al., 1965, 1967; Halver, 1969; Lovell, 1973; Agrawal, Mahajan, 1980; Сорвачев, 1982; Steffens, 1985; Лемперт, 1987).

Дефицит витамина С в кормах форели способствовал повышению смертности личинок форели. У производителей обнаружены нарушения гистоструктуры коллагена в глазах, побелевшие внутренние органы с кровоизлияниями, беловатые зоны в печени (Lovell, 1973; Князева, 1979а; Teskeredzik, Nacmanjek, 1989; Seeman, 1989).

Снижение темпа роста и толерантности к аммиаку, а также высокая гибель рыб отмечались при выращивании канального сома при высокой концентрации кислорода в воде и дефиците витамина С в рационе. При

введении в состав комбикорма даже минимальных доз аскорбата – 78 мг/кг, описанные явления не проявлялись (Mazik, Brandt et al., 1987).

Снижение концентрации гемоглобина и увеличение концентрации железа в печени наблюдалось у молоди атлантического лосося, выращиваемого на С-дефицитном рационе. Длительное кормление молоди кормами без аскорбиновой кислоты вызывало анемию и высокую смертность рыб (Maag, 1987; Sandnes, 1990). Кроме того, некоторые исследователи обнаруживали случаи заболевания цингой, симптомами этого заболевания служат деформация скелета (Kitamura, Ohara, 1965; Dabrowski, Hintekleitner, Sturmbauer, 1988; Seeman, 1989).

Потребность рыб в витамине С выше, чем сельскохозяйственных животных. Это связано с физиологическими особенностями и условиями обитания рыб (Steffens, 1974). Норма введения витамина С в корма для разных видов рыб отличаются. Так для форели необходимо вводить на менее 200 мг/кг (Halver, 1989), по данным В.Я. Складорова с соавторами (1984) и В.Н. Раденко (1997) в форелевые корма необходимо вводить 500 мг/кг витамина С. S. Albreksten (1988) предлагает вводить в состав корма для форели 600 мг/кг витамина С. Такая концентрация аскорбата позволяет получить высокие показатели роста, повысить накопление этого вещества в теле и печени, нормализовать синтез коллагена.

Для чира эффективной нормой ввода витамина С является 300 мг/кг. Выращивание ранней молоди на корме с таким содержанием витамина увеличивает интенсивность питания, скорость роста и выживаемость (Князева, Богданова, 1983). Согласно исследованиям J.E. Halver (1969), для увеличения скорости роста рыб требуется несколько меньшая концентрация витамина С, чем для синтеза коллагена при заживлении поврежденных кожных покровов.

В литературе встречаются сведения о влиянии витамина С на сопротивляемость различным инфекциям. При этом определена минимальная концентрация этого витамина в кормах – 300 мг/кг. 100% выживаемость молоди наблюдается при повышении нормы ввода аскорбиновой кислоты до

3000 мг/кг корма. Выращивание рыб на С-дефицитном рационе сокращает выработку антител, снижает фагоцитоз (Blazer, 1982).

С увеличением возраста и размера рыб потребность в аскорбате снижается (Hilton, 1984; Cho, Cowey, 1993). Являясь мощным антиоксидантом она сохраняет витамин Е в организме и уменьшает расходование витаминов В₁, В₂, А, В_с (Смирнов, 2008).

В литературе имеются сведения о взаимосвязи витаминов С и ретинола, избыток которого вызывает дефицит аскорбиновой кислоты (Primbs, Sinnhuber, 1971). При использовании ретинола в соответствии с потребностью рыбы улучшается обмен аскорбата и увеличивается накопление витамина А в печени. Дефицит этого витамина тормозит аккумуляцию аскорбиновой кислоты в печени (Терруан, 1969; Вальдман, 1977). Аналогичное взаимодействие установлено между витаминами группы В и аскорбатом. Так симптомы дефицита витамина В₁ устраняются добавкой в корм витамина С. Недостаток рибофлавина приводит к разрушению в организме аскорбиновой кислоты (Poston, Ramsey, 1981).

При хронической недостаточности витамина С может развиваться мегабластическое кроветворение, присущее дефициту фолиевой кислоты. Это связано с тем, что аскорбиновая кислота участвует в превращении фолиевой кислоты в ее активную коферментную форму (Тищенко, 1987; Cox et al., 1967).

Таким образом, аскорбиновая кислота является незаменимым веществом в организме рыб, способствующим увеличить сопротивляемость организма инфекции, снизить действие факторов стресса, нормализовать обменные процессы в организме, повысить скорость роста, выживаемость молоди, а также улучшить физиологическое состояние производителей.

1.4.3 Витамины группы В в составе кормов для рыб

Витамины группы В являются биологическими катализаторами реакций белкового, жирового и углеводного обменов. Эти витамины не накапливаются в организме и, поэтому, должны поступать с пищей. Недостаток витаминов

группы В снижает скорость роста рыб и эффективность усваивания питательных веществ, часто приводит к снижению выживаемости молоди.

Весьма важным для рыб, выращиваемых в искусственных условиях, является витамин В₁. Тиамин является мощным катализатором отдельных физиологических процессов и, в первую очередь, он влияет на углеводный обмен. Он поступает с кормом в свободном или частично связанном состоянии и под влиянием пищеварительных ферментов превращается в свою активную форму тиаминпирофосфат. Всасывание витамина происходит в тонком кишечнике, далее кровью он разносится по всем органам и тканям, часть его фосфорилируется в печени, а часть снова выделяется в пищеварительный тракт с желчью и экскретами желез внутренней секреции. Все это обеспечивает постоянную циркуляцию тиамин в организме и постепенное его усваивание тканями и органами (Труфанов, 1972). Тиамин участвует в образовании фермента карбоксилазы, который необходим для катализа окислительного декарбоксилирования кетокислот и превращения пировиноградной кислоты. Недостаток тиамин приводит к сдерживанию синтеза карбоксилазы и, соответственно, нарушению окислительно-восстановительных процессов. Концентрация пировиноградной кислоты и других кетокислот (щавелевой, янтарной и др.) увеличивается в 5-6 раз, и они активно накапливаются в организме – крови, моче, мозге, вызывая токсикоз и нервное расстройство, которое проявляется в потере равновесия, конвульсии (Емелина, Крылова и др., 1970; Смирнов, 2008; Tiemann, Lehmitz, 1975; Ronald et al., 1989).

Кроме того, тиамин влияет на синтез гликогена и глюкозы, участвует в синтезе углеводов (Kitamura et al., 1967; Steffens, 1974), а также способствует превращению пировиноградной кислоты в высшие жирные кислоты (Halver, 1954; Halver, Coats, 1957; Емелина и др., 1970; Бондаренко и др., 1996).

Большое значение тиамин имеет для нормального функционирования нервной системы. Обеспеченность ЦНС энергией происходит в процессе углеводного обмена, в котором тиамин играет ведущую роль. При дисбалансе витамина В₁ в организме нервная система теряет способность использовать

глюкозу и, в результате, происходит накопление продуктов обмена, которые токсичны для ЦНС.

Влияние тиаминовой недостаточности показано в опытах на радужной форели. Основными признаками авитаминоза были замедление темпа роста или потери массы, потемнение кожных покровов, некроз плавников, нарушение равновесия, мышечная атрофия, судороги, прогрессирующее ослабление организма и повышение смертности до 80% (Wolf, 1942; Tunson et al., 1943; McLaren et al., 1947, Yudkin, 1949; Wolf, 1951; Halver, 1972; Steffens, 1974; Скляров и др., 1984; Tafro, Kiskaroly, 1986; Kitamura et al., 1967; Лемперт, 1987; Ronald, Roberts et al., 1989; Щербина, Гамыгин, 2006).

B_1 авитаминоз сопровождается не только нарушениями в углеводном обмене, но и в белковом. Это приводит к снижению эффективности усвоения белка и нарушениям аминокислотного баланса организма (McLaren et al., 1947; Исаева, 1967; Членов, 1982). При такой форме авитаминоза в тканях снижается концентрация тиамин, что обусловлено прекращением его поступления с кормом. Происходят глубокие изменения биохимических показателей тела рыб. Отсутствие в корме тиамин наиболее сильно отразилось на концентрации жира, что говорит о нарушении жирового обмена (Гусев, 1970).

Потребность рыб в тиамин зависит от вида и возраста. Так, например, для радужной форели необходимое количество тиамин в корме колеблется в пределах от 1 до 10 мг/кг (McLaren et al., 1947). По мнению W. Steffens (1969) норма ввода тиамин в корма для радужной форели должна составлять от 10 до 20 мг/кг. Потребность в витамине B_1 лососей, сомов, карпов, тунцов и морских карасей удовлетворяется 2 мг/кг корма. Причем выраженность признаков дефицита тиамин у лососевых выше, чем у карповых (Halver, 1972). Для молоди русского осетра и белуги эффективной нормой ввода, при которой наблюдалось повышение роста и выживаемости оказалось 30 мг/кг корма (Пономарева, Бахарева, 1999).

Увеличение в составе кормов углеводной составляющей, повышение температуры воды, а также стрессовые факторы ведут к повышению расхода витамина В₁ и увеличению потребности рыб в этом витамине (Steffens, 1974).

Причиной дефицита тиамин может быть действие веществ, разрушающих витамин или вступающих вместо него в реакции. Наиболее часто в организме встречается фермент тиаминазы, который разрушает витамин В₁. Тиаминазы содержится в фарше из сырой рыбы и в рыбной муке при недостаточной температуре обработки сырья. Кроме того этот фермент вырабатывается патогенной микрофлорой желудочно-кишечного тракта при бактериальных заболеваниях рыб или их ослабленной иммунной системы. Нейтрализовать действие тиаминазы возможно при обработке рыбного сырья температурой 110°C (Ronald, Roberts et al., 1989; Пономарев и др., 2013).

Содержание витамина В₁ в кормах зависит от способа производства сырья и технологии приготовления кормов. Так, гранулирование комбикормов не приводит к разрушению тиамин, а экспандирование при температуре 100-110°C приводит к потере биологической активности витамина на 95% (Ефремов, 1969; Пономарев и др., 2013).

Анализ литературных источников показал, что витамин В₁ является не только основным катализатором углеводного обмена, но и принимает активное участие в реакциях белкового и жирового обменов. В связи с тем, что тиамин постоянно циркулирует в организме, он обладает выраженным функциональным действием на отдельные органы и системы в целом. Недостаточность этого витамина приводит к поражениям центральной нервной системы, тормозит рост и повышает смертность рыб.

Известно, что кормление старшей ремонтной группы осетровых рыб, а также производителей на рыбноводных заводах осуществляют пастообразными кормами, основной частью которых является фарш из малоценной частиковой рыбы. По литературным сведениям в фарше содержится достаточное количество фермента тиаминазы для разрушения тиамин. В связи с этим

необходимость нового подхода к созданию комбикормов для ремонтно-маточного стада осетровых рыб очевидна.

Особое место в функционировании систем организма занимает витамин Н (витамин В₇ – биотин). Это достаточно распространенное в природе соединение обнаружено в микроорганизмах, растениях и животных. Наиболее богаты биотином печень, почки, надпочечники сельскохозяйственных животных. Меньшее его количество определено в сердце и желудке, минимальное содержание витамина Н в мозговой ткани, легких и скелетных мышцах (Вильямс, 1950; Филиппов; 1962; Steffens, 1974).

В организм биотин поступает с пищей в связанном состоянии. Под действием пищеварительных ферментов он отщепляется от белка и переходит в водорастворимую форму, всасываясь в кровь в тонком кишечнике и распространяясь по организму с альбуминами сыворотки крови. Биотин поступает в организм не только извне, но и в результате синтеза микроорганизмами желудочно-кишечного тракта (Wakil, 1958; Lynen, Knappe, 1959; Смирнов, 2008; Членов, 1982).

Исследования, проведенные на крысах и радужной форели, показали, что недостаток витамина Н не влияет на образование гликогена в печени. Однако, накопление его увеличивается из-за ослабления процесса его расщепления в результате накопления соли молочной кислоты. Биохимический анализ печени радужной форели, выращенной при дефиците биотина, выявил снижение концентрации белка и жира при высоком накоплении гликогена (Castledine, Cho, Slinger et al., 1978). Введение в рацион достаточного количества витамина Н приводило к повышенному синтезу докозагексаеновой жирной кислоты (Brockhoff, Ackman, 1963), что свидетельствует о повышении интенсивности липидного обмена.

Витамин Н также влияет на водный баланс организма, который регулируется мембранными ферментами и проходит в эпителиальных клетках жабр с митохондриями, источником энергии которых является лактат (Bilinski, Jonas, 1972). Недостаток биотина в организме приводит к замедлению процесса

окисления лактата и ослаблению регулирования водного баланса у рыб (Arinze, Mistry, 1971). В этом случае в жабрах наблюдается гипертрофия и гиперплазия, аналогичные патологические изменения отмечены в клетках печени (Hutterer, Klön et al., 1969).

Чувствительность рыб к биотиновой недостаточности отмечена в работе R.T. Lovell (1987). Симптомы недостаточности этого витамина отмечаются у молоди форели через 4 недели, у карпа и канального сома через 8 и 14 недель, соответственно. Выращивание форели на биотин-дефицитном рационе способствовало снижению концентрации этого витамина в печени рыб менее 0,5 мкг/г (Castledine, Cho, Slinger et al., 1978). При этом в течение первого месяца опыта развитие получила анорексия, наружные покровы потемнели, наблюдалась мышечная атрофия, замедление роста, плохая перевариваемость корма, повреждения внутренней поверхности кишечника, увеличение смертности. В крови наблюдалось фрагментарное деление эритроцитов (Halver, 1989; Ronald, Bullock, 1989). Образование пятен на поверхности тела с голубой слизью, плохой рост и низкая выживаемость отмечаются у ручьевой форели, лосося, карпа, угря, гольца, чавычи (Halver, 1954; 1957; Phillips, Brockway 1957; Steffens, 1974; Скляр, Гамыгин и др., 1984; Щербина, Гамыгин, 2006).

Расход биотина в организме рыб зависит от температурных условий. Так при снижении температуры воды до 10-15°C через 8-12 недель эксперимента наблюдали истощение запасов биотина в организме рыб. Это выражалось в плохой перевариваемости корма, образовании в поджелудочной железе дегенеративных клеток с зернистой структурой, а также высокое содержание гликогена в канальцах почек (Castledine, Cho, Slinger et al., 1978; Halver, 1989).

Потребность рыб в биотине достаточно малая. Радужная форель удовлетворяет потребность при потреблении с кормом 0,05-0,25 мг/кг витамина Н (McLaren, Ekeller, 1947). Для лосося, канального сома и карпа достаточно 0,25-1 мг/кг биотина (Steffens, 1985; Lovell, 1987). Для молоди осетровых установлена норма 3 мг/кг этого витамина (Пономарева, Бахарева, 1999).

Таким образом, биотин является важным витамином, участвующим в процессе окисления углеводов, синтезе жирных кислот и микросомальных белков, в водном балансе организма и других физиологических обменах.

В заключении следует отметить, что комплексное воздействие антропогенных факторов на экосистему Волго-Каспийского бассейна, которые включают не только загрязнение вод производственными стоками, а также интенсивный промышленный и браконьерский вылов, привело к сокращению численности популяции осетровых рыб до критического состояния. Запрет на промышленный лов этих ценных видов рыб в бассейне Каспийского моря в 2005 году пока не дал ожидаемых результатов. Поэтому одним из основных путей выхода из сложившейся ситуации является развитие искусственного воспроизводства, а для обеспечения спроса на деликатесную продукцию необходимо развитие технологий товарного выращивания осетровых в садках, бассейнах установок замкнутого цикла водообеспечения, прудах, водоемах комплексного назначения.

Эффективность ведения осетрового хозяйства зависит от ряда факторов: наличия физиологически полноценных производителей; четко отработанных процессов содержания ремонтно-маточного стада в различные периоды жизни; качества водной среды в период длительного выдерживания на рыбоводных предприятиях; качества комбикормов, отвечающих потребности организма в период нагула, до и после нереста, а также технологии кормления рыб.

В последнее время у производителей осетровых рыб наблюдается патологическое изменение физиологического состояния и снижение репродуктивного потенциала. Этому способствует негативная экологическая обстановка, сложившаяся в водоемах Нижнего Поволжья. Наиболее остро проблема качества производителей стоит на осетровых рыбоводных заводах.

В литературе нет единого мнения о влиянии условий содержания репродуктивных стад на их физиологическое состояние. При этом разработаны и успешно используются технологии формирования РМС в УЗВ, на теплых водах, в садках и бассейнах. Отработаны отдельные элементы биотехники

содержания ремонтно-маточных стад. Не смотря на интенсивное развитие осетроводства в Волго-Каспийском бассейне, существующие биотехнические приемы не могут эффективно использоваться на предприятиях в связи с кардинальным изменением климатических факторов, нарастающим действием антропогенных стрессоров и связанное с этим изменение физиологического состояния рыб. Поэтому для повышения качества используемых на рыбоводных предприятиях производителей и потомства необходим комплексный подход к изучению физиологического состояния самок и самцов осетровых рыб различных биологических групп. На основании полученных данных возможна корректировка некоторых звеньев биотехнического процесса. Изучение естественной потребности производителей осетровых в основных элементах питания позволит создать комбикорма, отвечающие физиологическому состоянию рыб в период межнерестового содержания.

ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследовательские работы выполнялись в период с 1998 по 2012 годы на осетровых рыбоводных заводах Астраханской (Бертюльском, Кизанском, Лебяжьем) и Волгоградской областей, а также в лабораториях Астраханского государственного технического университета и на опытно-экспериментальной базе «Кагальник» Южного научного центра РАН (Ростовская область). Хозяйства, на которых проводились исследовательские работы, характеризуются высоким уровнем интенсификации рыбоводных процессов, имеют ремонтные и маточные стада чистых видов осетровых рыб, а также им ежегодно выделяются квоты на вылов производителей из естественной популяции.

В качестве объектов исследований использовались осетровые виды рыб волжских популяций: русский осетр, стерлядь, белуга, севрюга от икры до производителей.

2.1 Особенности условий проведения исследовательских работ

Совершенствование технологии формирования и содержания ремонтно-маточных стад осетровых рыб проводили по схеме, представленной на рисунке 1.

Изучение физиологического состояния производителей и рыб из ремонтной группы в зависимости от условий содержания и биологической группы проводили на осетровых рыбоводных заводах Астраханской и Волгоградской областей.

Изучение влияния условий содержания производителей осетровых рыб, на физиологическое состояние и качество половых продуктов, проводили на Волгоградском осетровом рыбоводном заводе.

Заготовленных в естественных условиях производителей русского осетра и белуги длительно выдерживали в садках площадью 16-60 м², установленных в 700-х метрах от плотины в нижнем бьефе Волжского гидроузла, и в установке замкнутого водоснабжения, в бассейнах объемом от 10 до 50 м³.



Рисунок 1 – Схема проведения исследований

Садковая линия установлена в месте, где глубина реки составляет от 6 до 10 м, а скорость течения в межень изменяется от 0,2 до 0,5 м в секунду. В результате работы турбин гидроэлектростанции вода в реке зимой не замерзает.

Однако, поверхностный слой садков при снижении температуры воды ниже 10°C замерзает, толщина льда при этом может составлять 15 см, что не влияет на гидрохимические показатели в садках. Это происходит за счет отбивания течения понтонно-садковой линией и снижения скорости течения в самих садках.

Содержание ремонтно-маточного стада осуществляли в садках размером 2,5х4х1,8 м. Плотность посадки рыб в садки устанавливали в соответствии с принятыми рекомендациями – 20-30 кг/м³ (Пономарев, Магомаев, 2011).

Для кормления использовали разработанные на Волгоградском ОРЗ специальные влажные комбикорма рецептов ВОРЗ. Кормление проводили при использовании кормовых столиков, которые размещались на дне каждого садка. Кроме того, в связи с высокой концентрацией молоди частичковых рыб в зоне расположения садков производители, особенно белуга, кроме комбинированных кормов, активно потребляли молодь.

Установка замкнутого водоснабжения (УЗВ) располагается на приплотинном рыбоводном участке Волгоградского ОРЗ. В состав УЗВ входят следующие модули: холодильная установка, рабочий насос, фильтр грубой очистки, нагревательная установка, биофильтр, фильтр тонкой очистки, бактерицидная установка и рыбоводные емкости. УЗВ работает в системе рециркуляции, обеспечивая очистку воды и ее пятикратный водообмен в течение суток. Содержание производителей проводили в бассейнах емкостью 13 м³, с круговым током воды. Плотность посадки рыб в бассейны зависела от массы тела (табл. 1).

При изучении физиолого-биохимических показателей производителей осетровых рыб естественной и искусственной генерации, а также полученного потомства исследовали основные рыбоводно-биологические, гематологические и биохимические показатели.

Заготовку производителей проводили в августе-октябре (рыбы осенней миграции – «озимые») и в марте-апреле (рыбы весенней миграции – «яровые»).

Таблица 1– Плотность посадки производителей и ремонтного стада в бассейны
(Чебанов, Галич и др., 2004; Пономарев, Магомаев, 2011)

Масса рыб, кг	Плотность посадки, кг/м ²
1,5-3,0	15
3,0-4,0	18
4,0-6,0	25
6,0-10,0	30
более 10 кг	40

Сбор материалов для изучения физиологического состояния проводили в период нерестовой кампании. Гормональное стимулирование и все последующие операции с икрой осуществлялись опытными рыбоведами по общепринятой для осетроводства биотехнике. После заготовки самки и самцы осетровых рыб содержались в пластиковых крупногабаритных бассейнах с круговым током воды. Гормональная стимуляция самок проводилась с использованием глицеринового гипофизарного препарата и сурфагона, самцов – сурфагона по общепринятой на всех осетровых рыбоводных заводах Астраханской области методике. Основным фоном, на котором проводили сравнительную оценку, были одинаковые условия содержания, кормления и ухода во всех группах рыб.

Половые продукты у рыб получали общепринятым методом с сохранением жизни производителям – методом подрезания яйцеводов (Подушка, 1986). Процесс оплодотворения проводили «полусухим» методом. Инкубацию проводили в аппаратах «Осетр» при нормативной загрузке икры. Качество производителей и половых продуктов оценивали по проценту оплодотворения икры, выживаемости эмбрионов, личинок и молоди.

Качество полученных от самцов эякулятов оценивали по следующим показателям: подвижность сперматозоидов, объем эякулята, количество сперматозоидов, сперматокрит, время движения сперматозоидов.

Подращивание ранней молоди проводили в бассейнах объемом 4 м^3 , плотность посадки устанавливали согласно разработанной нами ранее технологии (Пономарев, Гамыгин и др., 2002; Пономарев, Грозеску, Бахарева, 2006; 2013). Кормление рыб осуществляли стартовыми комбикормами и живыми организмами зоопланктона (дафниями, артемией). Суточную норму кормления определяли по соотношению массы тела и температуры воды (Пономарев и др., 2006; 2013).

Выращивание молоди осетровых рыб разных биологических групп проводили в выростных прудах площадью 2-4 га, плотность посадки устанавливали в соответствии с временными биотехническими нормативами выращивания осетровых рыб (приказ Госкомрыболовства РФ №264 от 21.09.1999). Плотность посадки молоди русского осетра составляла 120 тыс.шт./га. Выращивание в прудах проводили в течение 32-37 суток до массы 3 г.

Качество выращенного посадочного материала оценивали по рыбоводно-биологическим (абсолютный и среднесуточный прирост, темп роста, выживаемость) и физиологическим показателям (общий химический состав тканей, гематологические показатели).

Оценку влияния факторов внешней среды на эффективность выращивания стерляди проводили на Волгоградском осетровом рыбоводном заводе. Выращивание ремонтной группы и содержание производителей стерляди проводили в бассейнах объемом 13 м^3 ($2 \times 5 \times 1,3\text{ м}$) в условиях прямоточного режима водоснабжения, при естественном ходе температуры воды и в замкнутом режиме водоснабжения.

Для оценки физиологического состояния ремонтного стада стерляди проводили определение соматических индексов печени, сердца, желудочно-кишечного тракта. Кроме того выполняли анализ общего химического состава тканей рыб, гематологических показателей, фракционного состава липидов и жирных кислот.

На следующем этапе работ изучали рост разновозрастных групп русского осетра и севрюги для формирования ремонтно-маточного стада. Исследования проводили на Лебяжьем осетровом рыбноводном заводе Астраханской области. Подращивание молоди проводили в пластиковых бассейнах объемом 2 м³, кормление осуществляли стартовым сухим комбикормом компании Aller Aqua и живыми кормовыми организмами (дафниями, артемией). Суточные нормы определяли в зависимости от массы тела и температуры воды. Зимовку сеголеток проводили в бассейнах площадью 4 м², с круговым током воды, рыб старших возрастных групп содержали в крупногабаритных пластиковых бассейнах объемом 16 м³. В период зимнего содержания кормление молоди осуществляли продукционным комбикормом Aller Aqua по поедаемости.

Технологию ускоренного формирования ремонтно-маточного стада стерляди разрабатывали в условиях рыбноводного участка в приплотинной части Волгоградского ОРЗ. Ремонтно-маточное стадо стерляди содержали в бассейнах объемом 13 м³. Кормление рыб осуществляли в ручную, суточную норму кормления определяли в зависимости от массы тела и температуры воды.

Изучение ритма питания стерляди отловленной из естественной популяции в условиях рыбноводного завода определяли на основе изучения степени наполнения желудочно-кишечного тракта рыб (по пятибалльной шкале Лебедева), индекса наполнения желудка. Возраст рыб определяли по общепринятым методикам (Пряхин и др., 2008).

Кормление стерляди при ускоренном формировании ремонтно-маточного стада осуществляли влажным комбикормом разработанным на основе сведений о питании стерляди в естественных условиях и составе питательных веществ в отдельных компонентах (Агеев и др., 1987; Пономарев и др., 2002). Влажные комбикорма изготавливали из компонентов, представленных на рынке кормов Волгоградской области: рыбной муки, пшеничной муки, витазара, премикса ВМП-ПО-4, а также фарша из малоценной частиковой рыбы и биомассы зоопланктона, отловленных в водоемах области. При разработке преднерестового комбикорма особое внимание уделяли физиологической

потребности рыб в питательных веществах и витаминах в период созревания гонад. Партии комбикормов изготавливали на специальном оборудовании, которое используется в небольших производствах мясной перерабатывающей промышленности.

Разработку рецепта влажного комбикорма для белуги проводили на основе сведений о рационе питания особей в естественной среде обитания во время нагула и на основе сведений о химическом составе компонентов комбикормовой промышленности (Агеев, 1987; Скляр и др., 1984; Петрухин, 1989; Пономарев и др., 2013). Основными компонентами нового комбикорма является: фарш из кильки и рыбной муки, пшеничная мука, отруби, витазар, премикс, вкусо-ароматическая добавка (глурилат) и др. Пищевую активность рыб изучали наблюдением за количеством схватываний и отверганий пищи. Эксперименты по оценке эффективности кормления белуги влажным комбикормом проводили на Лебяжьем осетровом рыбноводном заводе. Содержание ремонтной группы рыб проводили в бассейнах емкостью 16 м³ с круговым током воды. Водоснабжение бассейнов осуществлялось прямотоком из источника (р. Волга).

Определение влияния биологически-активных веществ на качество половых продуктов осетровых рыб оценивали в условиях рыбноводных заводов Астраханской, Волгоградской и Ростовской областей. Нормы внутримышечного введения витаминов С и Е определяли на основе разработанной нами ранее технологии (Пономарев и др., 2002; 2003; 2004; Грозеску, Бахарева, 2006; 2007; Бахарева, Грозеску, 2007; Грозеску, Бахарева, 2008; Бахарева, Грозеску, 2013), аминокислот по рекомендациям И.С. Шестерина и А.И. Ильина (2002), П.П. Головина и др. (2005). Для инъекций производителей использовали фармацевтические препараты 10% раствора аскорбиновой кислоты, 30% раствора α -токоферола и инфезол. Инфезол вводили внутривентрально 1 раз во время проведения весенней бонитировки и 1 раз одновременно с предварительной гипофизарной инъекцией при норме

введения 5 мл/кг массы самки. Схема проведения преднерестовой подготовки представлена в таблице 2.

Работы по изучению влияния недостатка витаминов в рационе и использования паравертебральной добавки на физиологическое состояние разновозрастных групп осетровых рыб проводили в лабораториях кафедры «Аквакультура и водные биоресурсы» ФГОУ ВПО АГТУ.

Таблица 2– Схема проведения преднерестовой подготовки производителей осетровых рыб

Объект	№ инъекции норма введения препарата			
	1	2	3	4
Самки русского осетра	6 мг/кг АК 18 мг/кг Т	12 мг/кг АК 36 мг/кг Т	12 мг/кг АК 36 мг/кг Т	12 мг/кг АК 36 мг/кг Т
Самцы русского осетра	10 мг/кг АК 30 мг/кг Т	20 мг/кг АК 60 мг/кг Т	20 мг/кг АК 60 мг/кг Т	20 мг/кг АК 60 мг/кг Т
Самки севрюги	5 мг/кг АК 30 мг/кг Т	10 мг/кг АК 30 мг/кг Т	20 мг/кг АК 30 мг/кг Т	20 мг/кг АК 60 мг/кг Т
Самцы севрюги	10 мг/кг АК 60 мг/кг Т	20 мг/кг АК 60 мг/кг Т	40 мг/кг АК 60 мг/кг Т	40 мг/кг АК 120 мг/кг Т

Примечание: АК- аскорбиновая кислота; Т- α токоферол

Подращивание личинок, перешедших на активное питание, осуществляли в аквариумах емкостью 400 л с замкнутым циклом водоснабжения, плотность посадки составляла 2 тыс. шт. м³. Молодь выращивали в лотках ЛПЛ с прямым током воды емкостью 2,1 м³. Плотность посадки рыб устанавливали в соответствии с массой и температурой воды (Пономарев и др., 2002; Пономарев, Грозеску, Бахарева, 2013). Ремонтную группу рыб содержали в бассейнах с круговым током воды объемом 9м³ в установке замкнутого водоснабжения. Кормление проводили стартовым и продукционным комбикормами рецептов ОСТ и ОТ (Пономарев и др., 2002). Состав питательных веществ комбикормов представлен в таблице 3.

Кормление ранней молоди проводили в светлое время суток с периодичностью 12 раз, по мере роста рыб периодичность кормления сокращали сначала до 6 раз, а затем до 3 раз (ремонтная группа при массе свыше 50 г).

Таблица 3 - Состав питательных веществ комбикормов для осетровых рыб, %

Питательные вещества	ОСТ (стартовый)	ОТ (производственный)
Сырой протеин	49,0-51,0	45,0-47,0
Сырой жир	11,0-13,0	9,0-13,0
Сырые углеводы	12,0-16,0	14,0-19,0
Сырая клетчатка	0,8-1,1	0,8-1,1
ПНЖК ω 3	1,5-2,0	1,3-1,8
ПНЖК ω 6	1,0-1,5	0,8-1,0
Минеральные вещества	8,0-12,0	7,0-11,0

2.2 Методы, используемые при проведении исследований

Для оценки половых продуктов самцов использовали методики, применяемые в рыбоводной практике (Персов, 1941; Кост, 1975; Казаков, 1981; Белова, 1981; Образцов, 1985). Сперму и воду (для активации) собирали в стерильные пробирки. Все исследования проводили в охлаждаемом помещении, во избежание теплового шока спермиев.

Наиболее качественной и высокоэффективной является методика исследования эякулята в камере Горяева, позволяющая оценить как количественные, так и большинство качественных параметров сперматозоидов, их морфологию.

Микроскопическое исследование половых продуктов самцов проводили при помощи микроскопа Локо-Микмед-2. При проведении микроскопического исследования эякулята в камере Горяева оценивались следующие параметры:

Количество сперматозоидов в 1 мл (мм^3) эякулята. Разбавление эякулята проводили в 200 раз 4%-ным раствором формалина. Сетка в камере Горяева и расстояние от нее до покровного стекла подобраны таким образом, что количество элементов, расположенных в 5 больших квадратах соответствует количеству миллионов этих элементов в 1 мл исследуемого материала. Производили подсчет количества сперматозоидов в 5 больших квадратах

камеры Горяева, расположенных по диагонали слева сверху направо вниз (для получения более точного результата при неравномерном распределении клеточных элементов). Если сперматозоид располагался на границе квадрата, то он учитывался по расположению его головки (внутри квадрата - считается, вне квадрата - не считается). Концентрацию спермиев (млн./мм³) подсчитывали по формуле 1.

$$C = \frac{nD}{Nv} * 1000000,$$

где С – концентрация спермиев;

n – число сосчитанных малых квадратов (80);

D – степень разбавления (200);

V – объем малого квадрата (1/4000мм³);

N – число больших квадратов.

Подвижность сперматозоидов по шкале Персова, с использованием камеры Горяева.

Степень агглютинации определяли процентом "склеившихся" сперматозоидов. Использовали следующее деление степеней агглютинации:

(+) – до 10-15 % сперматозоидов склеены в небольшие агглютинаты;

(++) – до 50 % сперматозоидов склеены как в небольшие, так и в крупные агглютинаты;

(+++) – массовая агглютинация, почти все сперматозоиды склеены в крупные конгломераты.

Определение соотношения живых и мертвых спермиев проводили путем окраски 5%-ным водным раствором эозина натрия.

Для определения времени подвижности спермиев на предметное стекло вначале наносили каплю воды, а затем одновременно с включением секундомера легким прикосновением к капле воды вносили сперму. Продолжительность движения спермиев измеряли с помощью электронного секундомера под микроскопом.

Для определения сперматокрита использовали стандартную гематокритную центрифугу Гем. М1 6-02 и стандартные капилляры (Казаков, Образцов, 1990).

Плодовитость рыб рассчитывали согласно рекомендации П.Ф. Правдина (1966). Процент оплодотворения икры определяли на 5-ой стадии второго деления – 4-х бластомеров (Детлаф и др., 1981). Пробы отбирали из инкубационных аппаратов в количестве 100 экземпляров эмбрионов на стадиях второго деления (5 стадия), большой и маленькой желточной пробки (16-17 стадия), короткой сердечной трубки (27 стадия), массового вылупления (36 стадия). Отобранных эмбрионов фиксировали 5% раствором формалина, атипичность развития изучали по Т.А. Детлаф с соавторами (1981). Количество нормально развивающихся эмбрионов и личинок определяли в процентном соотношении от объёма выборки.

Для оценки физиологического состояния рыб использовали гематологические и физиолого-биохимические показатели.

У рыб массой свыше 50 г кровь брали с помощью медицинского шприца из хвостовой артерии у молоди методом отсечения хвостового стебля.

Концентрацию гемоглобина в крови определяли фотометрически цианметгемоглобиновым методом с помощью фотоэлектроколориметра КФК-3. Количество гемоглобина рассчитывали по формуле:

$$Hb(\text{г/л})=D540*367,1 \text{ г/л},$$

где: D540 – показания, снятые с ФЭК;

367,1 – коэффициент пересчета.

Среднее содержание гемоглобина в эритроците (СГЭ) определяли по формуле И.И. Гительзон, И.А. Терскова (1956):

$$\text{СГЭ} = Hb (\text{г/л})/\text{количество эритроцитов} \times 10^{-12}$$

Количество эритроцитов (10^6 мкл) определяли пробирочным методом в камере Горяева. Для разбавления крови использовали раствор хлорида натрия из расчета 1:200.

Для определения лейкоцитарной формулы в четырех участках мазка просчитывали 200 лейкоцитов, при этом подсчитывали абсолютное количество различных форм лейкоцитов. Идентификацию клеток проводили по классификации Н.Т. Ивановой (1983).

Скорость оседания эритроцитов (СОЭ) определяли по общепринятому методу с использованием аппарата Панченкова.

Концентрацию общего сывороточного белка (ОСБ) в плазме крови определяли рефрактометрическим методом с использованием рефрактометра ИРФ 454Б2М.

Анализ биохимического состава тканей проводили в лаборатории кафедры «Технологии и экспертизы товаров» Астраханского государственного технического университета.

Общий химический состав тканей рыб определяли общепринятыми методами: содержание влаги – высушиванием при постоянной температуре 105⁰С; жира – экстракционным методом в аппарате Сокслета; концентрацию протеина – по Кьельдалю с использованием реактива Несслера; определение минеральных элементов – озолением при температуре 550⁰С (Щербина, 1983).

Содержание аскорбиновой кислоты в тканях определяли методом J.Tilman (1932) по прописи И.К. Цитович (1974). Определение витамина Е в тканях проводили флуорометрическим методом (Taylor et al., 1980).

Накопление веществ в тканях рассчитывали по формуле М.А Щербины (2006).

$$H = M_1P_1 - M_0P_0 / 100, \text{ мг},$$

где: M_0, M_1 – средняя масса объекта в начале и в конце эксперимента, мг;

P_0, P_1 – содержание веществ в начале и в конце эксперимента, %.

Извлечение общих липидов проводили модифицированным методом Блайя и Дайера с помощью бинарного растворителя (хлороформ с метанолом) (Bligh, Dyer, 1959; Ржавская, 1976). Разделение липидов на классы – методом тонкослойной хроматографии при использовании в качестве сорбента пластины Силуфора 15x15 см, разгонку липидов проводили в системе растворителей:

гексан : диэтиловый эфир : ледяная уксусная кислота, соотношение веществ – 80:20:2 (Алексеев и др., 1981). Разделение фосфолипидов на кислые и нейтральные проводили на колонках с модифицированными целлюлозами. Концентрацию холестерина определяли по методу Либермана-Бурхарда, эфиры стеринов – по цветной реакции с хромотроповой кислотой (Абросимова и др., 2005). Жирнокислотный состав липидов определяли методом тонкослойной хроматографии.

Общее количество аминокислот в зоопланктоне и икре определяли гидролизом с раствором 6N HCl обезжиренных и высушенных до абсолютно-сухой массы образцов ткани в течение 24 часов при температуре воды 105°C. Полученные гидранты упаривали для удаления HCl, обессоливали и разводили в растворителях. Свободные аминокислоты определяли по методу Авапара (Щербина 1971). Количественное определение аминокислот проводили на вытяжках свободных аминокислот на анализаторе по прописи фирмы «Hitachi».

Количественное определение содержания гликогена в икре рыб проводили антроновым методом (Пономарев и др., 2002).

Гистологические исследования тканей печени проводили стандартными гистологическими методами (Ромейс, 1954) с фиксацией в жидкости Буэна и дальнейшей проводкой через серию спиртов возрастающей крепости и заливкой в парафин. При изготовлении гистологических препаратов использовали окраску гематоксилин-эозином и кислым фуксином с доокраской по Маллори. Просмотр препаратов велся под микроскопом OLYMPUS BX40. Фотографии изготовили с помощью цифровой камеры-окуляр для микроскопа ДСМ500.

Питательную ценность разработанных рецептов комбикормов изучали по количеству сырого протеина, жира, клетчатки, углеводов, энергетической ценности, количественному содержанию аминокислот. Данные показатели определяли расчетным методом (Щербина, Гамыгин и др., 2006) с использованием справочной литературы (Химический состав..., 1976; Агеев и др., 1987; Пономарев и др., 2002)

Оценку вкусовой и запаховой привлекательности кормов проводили в У образной установке «Ихтиотест» (Тихомиров и др., 1997), которая имеет два рукава, расходящиеся под углом и стартовую камеру. Для приготовления тестирующего экстракта образец комбикорма массой 10 г растворяли в одном литре воды и отфильтровывали. В стартовую камеру помещали рыб, а по рукавам камеры подавали воду. В один рукав через капельницу вводили экстракт комбикорма, в другой чистую воду. Вытяжка тестируемого корма достигала стартовой камеры через 2 минуты, после этого перегородку стартовой камеры снимали, и рыбы свободно могли распределяться по рукавам. После этого ежеминутно в течение 8 минут регистрировали процент рыб в опытном и контрольном рукавах. Коэффициент предпочтения рассчитывали как разницу между этими величинами.

Взвешивание и измерение рыб и внутренних органов, а также определение коэффициента упитанности выполняли согласно рекомендациям И.Ф. Правдина (1966).

Среднесуточный прирост рассчитывали по формуле Г.Г. Виндберга (1956):

$$C_n = \frac{2(W_n - W_0)}{n(W_n + W_0)} * 100$$

где: C_n - среднесуточный прирост,

%; W_n – начальная масса, мг;

W_0 – конечная масса, мг;

n – количество суток.

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

$$A = [(W_n / W_0)^{1/t} - 1] * 100,$$

где: A – среднесуточная скорость роста,

%; W_n и W_0 - масса в начале и конце опыта;

t – продолжительность опыта, сутки.

Коэффициент массонакопления вычисляли по формуле:

$$K_M = \frac{2(W_n^{1/3} - W_0^{1/3}) * 3}{t},$$

где: K_M – общий продукционный коэффициент скорости роста;

W_n и W_0 – масса рыб в начале и конце опыта, г;

t – время выращивания, сутки (Резников и др., 1978; Купинский и др., 1986).

Экспериментальную часть работ проводили в двойной повторности. Все полученные результаты подвергались статистической обработке с использованием персонального компьютера и программы Microsoft Excel. При этом определяли: объем выборки, среднее арифметическое (M), статистическую ошибку (m), коэффициент вариации (Cv), критерий достоверности Стьюдента (Лакин, 1990).

В процессе исследований было выполнено около 1500 биохимических анализов тканей рыб и икры, обработано около 1000 гематологических проб, проведено свыше 20 тыс. измерений, взвешиваний и расчетов рыбоводно-биологических показателей. В научных исследованиях использовали самок и самцов русского осетра, белуги, севрюги, стерляди, полученные от них половые продукты (икра, эякуляты), эмбрионы, личинки, рыбы в возрасте от сеголетка до шестилеток (табл.4).

Таблица 4– Объем обработанных материалов

Вид	Возрастная группа	Количество, шт
1	2	3
Русский осетр	Самки	1800
	Самцы	700
	Оплодотворенная икра и эмбрионы	150000
	личинки	85000
	молодь	55000
	годовики, двухлетки - шестилетки	12400

1	2	3
Белуга	самки	200
	Оплодотворенная икра	110000
	личинки	50000
	сеголетки	10000
	четырёхлетки	500
	пяtilетки	80
Севрюга	самки	200
	самцы	100
	Оплодотворенная икра и эмбрионы	40000
	личинки	72000
	сеголетки	64000
	годовики	1000
Стерлядь	Самки	500
	самцы	300
	Оплодотворенная икра и эмбрионы	50000
	годовики	1000
	двухлетки	2000

ГЛАВА 3 ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ТЕЧЕНИЕ РЕПРОДУКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ У ОСЕТРОВЫХ РЫБ

С момента зарегулирования стока Волги у Волгограда наблюдается тенденция постепенного снижения эффективности естественного воспроизводства осетровых, обусловленная общим ухудшением состояния нерестилищ, экологической обстановкой в водоеме и недостаточным обеспечением производителями (Вещев, 2004). Основным районом осетроводства является Нижняя Волга, где работают восемь ОРЗ. С 1991 по 1999 г. выпуск молоди волжскими заводами снизился на 13,5%: с 75 млн.шт. до 57 млн. штук. Доля рыб, поступивших в Каспий с осетровых рыбоводных заводов, составляет в промысловых уловах 73%, по белуге она еще более высока - 99% (Ходоревская, Калмыков, 2012). В перспективе, по мере вступления в промысел младших поколений, это соотношение будет расти в пользу "заводских рыб" (Баранникова и др., 1983). Изменение экологических условий вследствие влияния природно-климатических факторов и хозяйственной деятельности человека обусловило ухудшение физиологического состояния рыб природной популяции, и как следствие привело к снижению жизнеспособности потомства. Необходимо отметить, что изучение функциональных нарушений в организме осетровых рыб различного возраста и биологических групп представляет одну из наиболее сложных научных задач, определяющее значение которой заключается в оценке качества репродуктивных маточных стад, содержащихся на рыбоводных заводах.

3.1 Особенности физиологического состояния репродуктивных стад осетровых рыб, содержащихся на рыбоводных предприятиях в различных условиях

В настоящее время искусственное воспроизводство осетровых видов рыб стало основным и решающим звеном в формировании численности и гетерогенности популяции. Сохранение генофонда каспийских осетровых может быть обеспечено только созданием на рыбоводных предприятиях физиологически полноценных маточных стад. Проблеме изучения

физиологического состояния производителей осетровых рыб посвящено большое количество работ. Анализ литературных сведений показал, что характер метаболизма в организме рыб изменяется в течение жизни. По мере роста, развития и созревания происходят различные преобразования в пластическом, энергетическом и генеративном обмене, это позволяет организму отвечать на воздействия окружающей среды и приспосабливаться к ним (Шульман, 1972; Шатуновский, 1980; Гераскин, 2014).

В настоящее время растущий дефицит производителей осетровых заставил рыбоводные заводы их резервировать (то есть длительное содержание рыб отловленных из естественной популяции в рыбоводных системах, прудах до нерестового сезона), а также формировать собственные ремонтно-маточные стада, выращенные в искусственных условиях с личиночного возраста. В связи с этим перед рыбоводами стоит важная проблема создания оптимальных условий содержания и выращивания полноценных производителей, способных положительно ответить на гипофизарную инъекцию и дать жизнеспособное потомство. Решение этой проблемы возможно при проведении регулярной диагностики функционального состояния рыб из ремонтно-маточного стада и регулировании, в соответствии с этим, условий среды.

На предприятиях по искусственному воспроизводству осетровых производители содержатся в садках Куринского (заводы Астраханской области) или садках, установленных непосредственно в водоисточнике (Волгоградский ОРЗ) при естественном температурном режиме, а также в рыбоводных бассейнах при прямоточном водоснабжении или в замкнутом режиме водообеспечения при подогреве воды. На Волгоградском ОРЗ отловленных из естественных условий производителей русского осетра и белуги содержат в садках, установленных в нижнем бьефе Волжского гидроузла при естественной температуре воды.

Для оценки физиологического состояния производителей осетровых и корректировки методов их длительного резервирования необходимо проследить влияние условий содержания рыб в различные сезоны на

патологические изменения в организме. В литературе имеются сведения о сезонных изменениях состава крови у осетровых (Шелухин, 1968; Долидзе, 1981). Однако данные исследования касались изучения физиологического состояния организма в естественных условиях с поочередной сменой морского и речного периодов жизни. В настоящее время производители осетровых и рыбы младших возрастных групп содержатся на рыбоводных заводах в неустойчивых речных гидрологических и гидрохимических условиях.

Исследования физиологического состояния самок русского осетра и белуги, которые содержались в садках (табл. 5), показали значительную изменчивость концентрации сывороточного белка.

Таблица 5 – Гематологические показатели самок белуги и русского осетра, содержащихся в различных условиях

Показатель	УЗВ			Садки		
	Перед зимовкой	После зимовки	Перед нерестом	Перед зимовкой	После зимовки	Перед нерестом
Белуга						
Общий белок, г/л	41,51±0,51	42,22±0,42	36,47±0,40***	42,8±3,12	36,87±0,68***	29,4±0,42***
Гемоглобин, г/л	70,86±0,39	75,43±0,29***	60,05±0,45***	57,78±0,31	69,2±0,44***	65,7±0,35***
Гематокрит, %	24,37±0,18	24,32±0,12	24,32±0,22	23,32±0,15	23,25±0,12	23,25±0,21
Эритроциты, 10 ⁶ мкл	0,844±0,047	0,833±0,039	0,884±0,011	0,783±0,055	0,756±0,053	0,818±0,041
Русский осетр						
Общий белок, г/л	45,81±0,36	41,6±0,41**	37,58±0,29***	48,5±1,9	36,19±0,41***	27,46±0,29***
Гемоглобин, г/л	69,48±0,72	73,11±0,25**	68,1±0,42*	58,86±0,51	69,01±0,69***	64,3±0,53**
Гематокрит, %	24,3±0,34	24,53±0,23	24,48±0,40	24,15±0,21	24,13±0,26	24,12±0,22
Эритроциты, 10 ⁶ мкл	0,835±0,014	0,823±0,021	0,832±0,010	0,798±0,015	0,786±0,019	0,763±0,031

Примечание: Различия статистически значимы при: * - $P \leq 0,1$; ** $P \leq 0,05$; *** $P < 0,001$

В осенний период активность генеративного обмена повысилась, что отразилось на содержании белка в крови. Его уровень был достаточно высоким: $42,8 \pm 3,12$ г/л у белуги и $48,5 \pm 1,9$ г/л у осетра. Накопленный в период нагула белок будет обеспечивать организм пластическим и энергетическим материалом во время зимнего голодания, что позволит оптимизировать обменные процессы в условиях негативного воздействия факторов внешней среды.

Содержание гемоглобина было в пределах показателей характерных для предзимовального периода (Баденко и др., 1972; Долидзе, 1981; Садлер и др., 2012) – 57,78 и 58,86 г/л у русского осетра и белуги, соответственно.

Условия зимовки рыб в садках были не вполне благоприятными. Ежегодный высокий зимний сток на водохранилище способствует кратковременному повышению температуры и увеличению скорости течения, что приводит к резкому ухудшению условий содержания рыб. В этот период рыба активно двигается в садках, однако не питается. Все это отрицательно отражается и на физиологическом состоянии рыб. Так уровень общего сывороточного белка снизился у белуги на 8%, а у осетра на 6%. У некоторых особей белуги наблюдались признаки истощения – низкое содержание белка (до 23,2 г/л) при снижении гемоглобина в крови до 49,8 г/л. У этих самок икра не овулировала под действием гормона гипофиза.

Таким образом, эффективность содержания производителей в садках была достаточно низкой и характеризовалась высокой смертностью – 5-10%. В отдельные годы гибель производителей русского осетра, содержащихся в садках, достигала 15%, что подтверждается исследованиями, проведенными С.А. Мальцевым (2003). Низкий уровень общего сывороточного белка свидетельствует о неудовлетворительном состоянии рыб после зимнего содержания.

Содержание производителей осетровых рыб в бассейнах при регулировании параметров водной среды позволяет стабилизировать цикл

созревания половых желез и увеличить количество рыбоводно-продуктивных самок (табл. 6). Длительное содержание самок русского осетра в садках при естественном температурном режиме отрицательно сказывается на их состоянии. Количество рыб, отдавших доброкачественную икру, в различные годы значительно варьировало от 58 до 88% у русского осетра и от 65 до 80% у белуги. Это объясняется нестабильностью факторов внешней среды во время зимнего содержания и перед нерестом.

Таблица 6 – Рыбоводные показатели самок осетровых рыб, содержащихся в различных условиях

Показатель	Садки	УЗВ
Белуга		
Количество самок, отдавших доброкачественную икру, % от числа созревших	76,36±1,37	84,83±1,53***
% оплодотворения	78,85±1,01	83,33±2,09
Русский осетр		
Количество самок, отдавших доброкачественную икру, % от числа созревших	76,51±1,97	89,25±1,69***
% оплодотворения	70,63±0,93	87,38±1,05***

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

Влияние факторов окружающей среды на физиологическое состояние производителей – очевидно. Повышение или снижение температуры воды приводит к изменению интенсивности обменных процессов в организме. В условиях длительного преднерестового содержания рыб в садках скорость обменных процессов в организме производителей увеличивается, а процесс созревания рыб, как правило, сопровождается сокращением энергетических резервов (белков, жиров) в мышечных тканях, и увеличением их в гонадах. При нестабильных температурных условиях, длительной зимовки в садках

наблюдали снижение уровня белка в ооцитах в 1,2 раза (табл.7). Низкое содержание белка в гонадах свидетельствует о нарушениях процесса созревания яйцеклеток и снижении качества половых продуктов, что приводит к нарушениям сроков нереста, снижению процента выживаемости личинок и молоди, а в дальнейшем может негативно воздействовать на продуктивность маточного стада.

Таблица 7 – Общий химический состав икры, %

Показатели	УЗВ	Садки
Белуга		
Влага	64,73±0,32	60,1±0,35*
Сухое вещество	35,37±0,32	39,23±0,58*
Протеин	35,57±0,23	29,05±0,44*
Жир	14,62±1,09	15,20±0,74*
БЭВ	2,13±0,11	2,18±0,09
Минеральные вещества	2,62±0,09	2,80±0,02**
Русский осетр		
Влага	68,3±0,41	66,6±0,26*
Сухое вещество	41,7±0,32	33,4±0,34*
Протеин	30,1±0,18	24,8±0,52*
Жир	16,0±0,21	11,0±0,28*
БЭВ	2,5±0,12	3,4±0,31**
Минеральные вещества	3,1±0,05	4,2±0,05**

Примечание: Различия достоверны при * $P \leq 0,001$; ** $P \leq 0,05$

Икра, полученная от самок, содержащихся в УЗВ, отличалась достоверно ($P \leq 0,001$) более высоким количеством белка, по сравнению с контролем. При этом увеличение белка в ооцитах, как белуги, так и русского осетра, сопровождалось характерным снижением общего сывороточного белка в крови (см. табл. 5). Однако у рыб из УЗВ количество белка все-таки оставалось на высоком уровне, что, возможно, связано с более длительным их кормлением. Иная точка зрения у Ж. Браше (1961), Х. Равен (1964), Л.Ф. Голованенко (1971), которые связывают увеличение общего сывороточного

белка в крови с окончанием периода его накопления в гонадах. По нашему мнению накопление белка в крови и в гонадах связано с обеспеченностью рыб полнорационным кормом в период преднерестового содержания. Кормление производителей в установке замкнутого водоснабжения прекратили за 2 месяца до нереста, в условиях садков питание рыб было прекращено при снижении температуры воды ниже 5°C (в конце ноября).

Рыбоводные показатели качества икры в значительной степени определяются ее липидным составом. Основными компонентами жиров икры осетра и белуги являются триглицериды и липоидные вещества, которые представлены фосфолипидами, принимающими активное участие в генеративном обмене при созревании гонад (Шатуновский, 1980) (табл. 8).

Таблица 8 – Фракционный состав липидов неоплодотворенной икры, полученной от самок, содержащихся в различных условиях

Показатель	УЗВ		Садки	
	%	% от суммы липидов	%	% от суммы липидов
Русский осетр				
Фосфолипиды	0,41±0,008*	3,81±0,087	0,4±0,007*	4,08±0,093
Моноглицериды	0,62±0,011*	5,74±0,120	0,69±0,006	7,04±0,085
Диглицериды	0,39±0,007	3,61±0,095	0,27±0,005	2,76±0,074
Триглицериды	8,65±0,008	80,09±1,12	7,7±0,091	78,57±1,13
Холестерин	0,59±0,006	5,46±0,085	0,61±0,1	6,22±0,091
Эфиры стериннов	Следы	-	Следы	-
Свободные жирные кислоты	0,14±0,001*	1,30±0,054	0,13±0,022*	1,33±0,08
Белуга				
Фосфолипиды	0,46±0,007	4,51±0,12	0,48±0,008	4,85±0,21
Моноглицериды	0,54±0,008	5,29±0,091	0,51±0,008	5,15±0,18
Диглицериды	0,26±0,002	2,55±0,078	0,21±0,006	2,12±0,09
Триглицериды	8,13±0,01	79,71±1,22	7,9±0,078	79,80±1,17
Холестерин	0,63±0,005	6,18±1,01	0,62±0,007	6,26±0,081
Эфиры стериннов	Следы	-	Следы	-
Свободные жирные кислоты	0,18±0,001**	1,76±0,012	0,18±0,09**	1,82±0,05

Примечание: различия достоверны при * $P \leq 0,001$; ** $P \leq 0,01$

Основная фракция липидов икры осетра и белуги представлена триглицеридами, причем их уровень в икре рыб, содержащихся в УЗВ, был

несколько выше, чем в икре, полученной от самок из садков. На фоне более высокого количества триглицеридов в икре русского осетра из УЗВ, наблюдалось снижение уровня фосфолипидов и холестерина. Обратная картина наблюдалась в икре рыб длительно содержавшихся в нестабильных гидрохимических условиях – садках в естественном водоеме. Содержание производителей в условиях неустойчивого температурного режима приводило к усилению, в случае снижения температуры воды, или к дигрессии, при кратковременном повышении температуры, синтеза фосфолипидов и холестерина, что подтверждают исследования И.Е. Мизенко (1979), М.И. Шатуновского (1980).

Таким образом, для поддержания энергетического обмена в организме рыб, выдерживающихся в садках в различные периоды годового цикла (зимовка, нерест и другие), используются фосфолипиды (Остроумова, 2001).

Анализ фракционного состава липидов в мышцах рыб позволил выявить большую обеспеченность фосфолипидами и триглицеридами тканей рыб, содержащихся в садках при естественном температурном режиме водоисточника (табл. 9).

В установке замкнутого водоснабжения особи русского осетра и белуги содержались в условиях при незначительных изменениях температуры воды в зимне-весенний период (7-10°C во время зимовки), тогда как в садках в период зимнего содержания температура воды опускалась до 1-3°C. Поэтому активность питания рыб, содержащихся в УЗВ, была достаточно высокой, что обеспечивало высокую скорость обменных процессов и приводило к высоким энергетическим тратам, связанным с движением, формированием репродуктивных систем, а интенсивное питание полнорационными кормами – к накоплению липидных ресурсов в организме.

Напротив у рыб в садках снижение температуры воды привело к повышенным затратам энергии на поддержание обмена веществ и

формирование половых продуктов, что, в свою очередь, привело снижению уровня липидов в организме.

Таблица 9 – Фракционный состав липидов мышц самок, содержащихся в различных условиях

Показатели	УЗВ		Садки	
	%	% от суммы липидов	%	% от суммы липидов
Русский осетр				
Фосфолипиды	1,52±0,117	10,71±0,064	1,75±0,025*	12,47±0,037
Моноглицериды	0,68±0,044	4,79±0,196	0,58±0,026	4,38±0,156
Диглицериды	0,46±0,023	3,24±0,105	0,39±0,022	2,95±0,105
Триглицериды	9,12±0,588	64,27±0,457	8,25±0,019	62,36±0,287***
Холестерин	0,68±0,029	4,79±0,056	0,65±0,027	4,91±0,047
Эфиры стериннов	0,5±0,024	3,52±0,026	0,4±0,019	3,02±0,055
Свободные жирные кислоты	1,23±0,015	8,67±0,029	1,21±0,014	9,15±0,111
Белуга				
Фосфолипиды	1,62±0,053	11,03±0,119	1,71±0,029*	12,8±0,036
Моноглицериды	0,71±0,028	4,83±0,193	0,69±0,028	5,16±0,148
Диглицериды	0,54±0,036	3,67±0,104	0,58±0,030	4,34±0,218
Триглицериды	9,20±0,564	62,63±0,349	8,21±0,017	61,45±0,275**
Холестерин	0,74±0,029	5,04±0,115	0,65±0,027	4,86±0,052
Эфиры стериннов	0,6±0,041	4,08±0,109	0,28±0,028	2,09±0,109
Свободные жирные кислоты	1,28±0,017	8,71±0,024	1,24±0,022	9,28±0,111

Примечание: Различия статистически значимы при *P < 0,05; ** P ≤ 0,01; *** P ≤ 0,001

Таким образом, условия выдерживания производителей русского осетра и белуги повлияли на содержание основных фракций липидов: фосфолипидов и триглицеридов, которые принимают активное участие не только в энергетическом, но и в генеративном обмене. Относительно стабильные температурные условия, газовый режим в УЗВ не влиял на липидный обмен рыб. Резервные жиры и фосфолипиды расходовались в соответствии с потребностью в них организма. У рыб, содержащихся в

садках, жировой обмен был более интенсивным, что способствовало увеличению доли фосфолипидов мышцах.

Публикации ряда авторов К.W. DeWitt (1963), И.Е. Мизенко (1979), М.И. Шатуновский (1980), Г.Е. Шульман, Т.В. Юнева (1990), С.В. Пономарев, Е.Н. Пономарева (2003), А.А. Корчунов, Г.Ф. Металлов и др. (2012) показали тесную связь между содержанием полиненасыщенных жирных кислот в тканях гидробионтов и условиями внешней среды. Результаты наших экспериментов подтвердили эти исследования (рис.2).

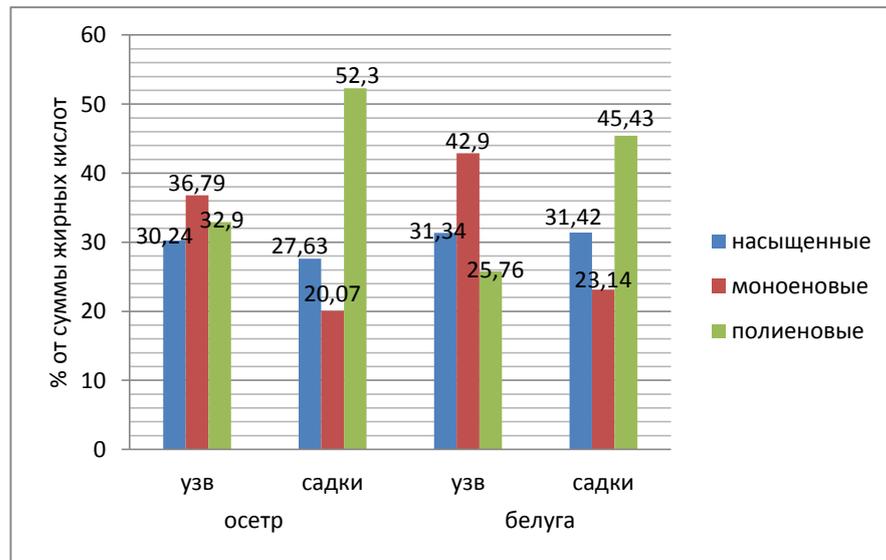


Рисунок 2 – Жирнокислотный состав мышц русского осетра и белуги

В мышцах рыб, содержащихся в УЗВ, количество насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот было выше, чем в тканях рыб, содержащихся в садках, что обусловлено их использованием в качестве источников энергии (Крепс, 1981; Шульман, Юнева, 1990; Nordgarden et al., 2003; Weber et al., 2003; Мурзина и др., 2012; Кальченко и др., 2013). Увеличение содержания полиненасыщенных жирных кислот в мышцах рыб из садков свидетельствует об адаптационных тратах и повышением текучести липидов за счет увеличения двойных связей и снижения насыщенности жира. В период созревания гонад транспорт липидов осуществляется из мышц, в то же время часть жирных кислот мобилизуется

из тела, но не накапливается в ооцитах (Lovern, 1942, Мальком Лав, 1976) и, вероятно, расходуется в процессе обмена веществ.

Жирнокислотный состав липидов икры рыб, содержащихся в различных условиях, несколько отличался (рис.3).

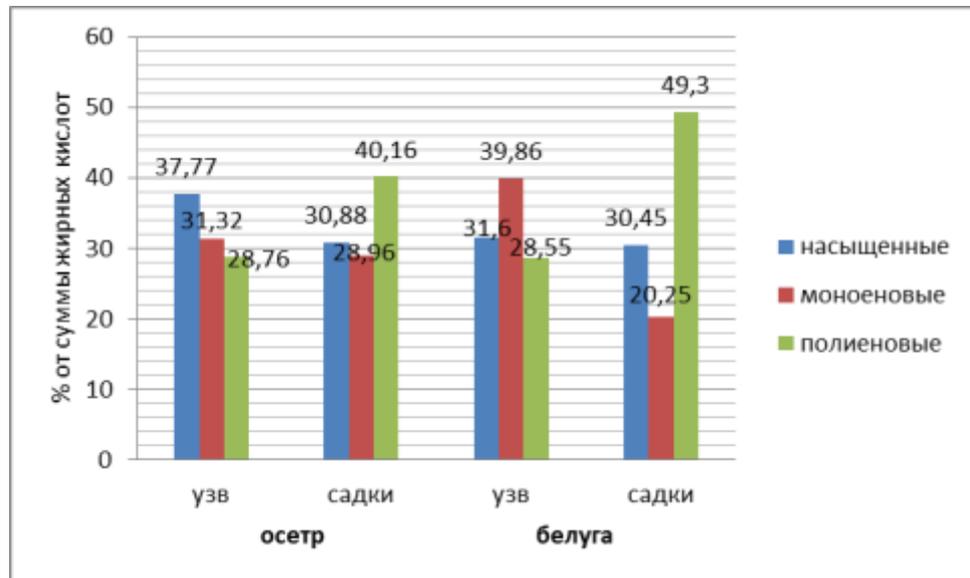


Рисунок 3 – Жирнокислотный состав неоплодотворенной икры русского осетра и белуги

Обеспеченность икры, полученной от самок из УЗВ, мононенасыщенными жирными кислотами была выше, чем икра от рыб из садков. Возможно, это объясняется тем, что мононенасыщенные жирные кислоты, имея высокую скорость окисления, в большей степени тратились на поддержание энергетических нужд и поэтому не накапливались в ооцитах рыб из садков. В икре рыб из садков наиболее активно проходило накопление полиеновых жирных кислот (40,16-49,3% от суммы жирных кислот).

Таким образом, формирование температурной адаптации рыб в большей степени связано со степенью ненасыщенности липидов (Крепс, 1981; Сидоров, 1983). Увеличение доли полиненасыщенных жирных кислот в икре рыб содержащихся в условиях садков, свидетельствует о достаточно высокой утилизации мононенасыщенных жирных кислот. Из полиеновых жирных кислот важную роль в метаболизме играет докозагексаеновая

кислота (22:6 ω 3), наиболее чувствительная к изменениям физиологического состояния. 22:6 ω 3 синтезируется из 20:5 ω 3 (эйкозапентаеновой кислоты), которая принимает участие в репродуктивной функции.

Необходимо отметить высокий уровень в икре насыщенных и ненасыщенных C₁₈ жирных кислот на фоне низкой концентрации C₁₆ жирных кислот. Из жирных кислот ω 9 преобладала олеиновая кислота (18:1 ω 9), обеспечивающая проницаемость клеточных мембран и являющаяся мощным внутренним антиоксидантом. Соотношение эссенциальных жирных кислот в икре обеих групп (УЗВ и садки) примерно было одинаковым (рис.4).

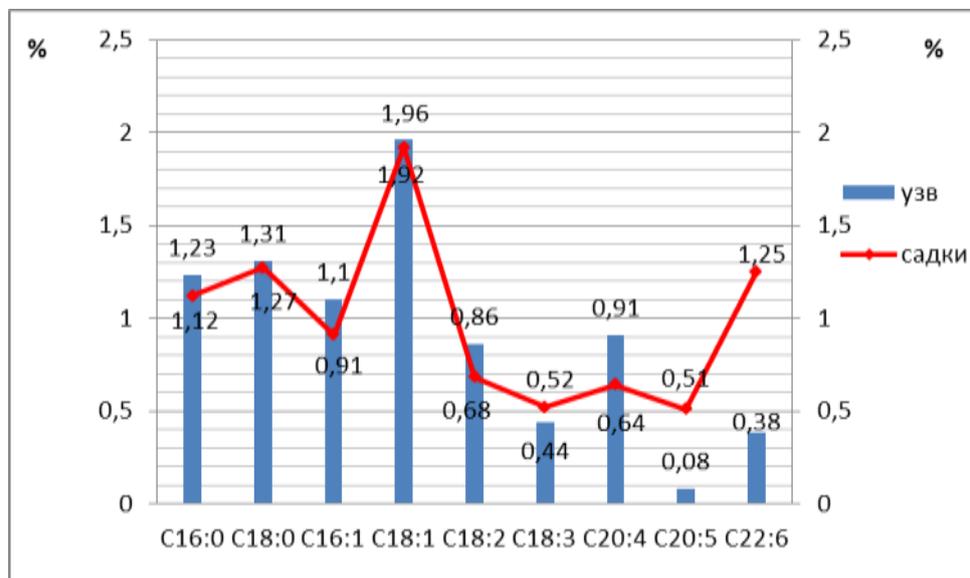


Рисунок 4 – Соотношение жирных кислот в неоплодотворенной икре русского осетра, содержащегося в различных условиях

Однако, влияние факторов внешней среды в условиях садков способствовало более высокому накоплению в икре докозагексаеновой кислоты. Доля 22:6 ω 3 жирной кислоты в этом случае составляла 12,78% от суммы ЖК в икре русского осетра и 15,18% в икре белуги. В икре рыб из УЗВ эти показатели были 3-5 раз ниже. Полученные нами данные свидетельствуют об особой роли докозагексаеновой кислоты в адаптации рыб к условиям обитания. Ее накопление в тканях при негативном

изменении факторов внешней среды указывает на повышение интенсивности липидного обмена.

Предшественником простагландинов, принимающих участие в репродуктивной деятельности организма, является арахидоновая жирная кислота (20:4 ω 6). В период созревания гонад ее концентрация в ооцитах была выше, чем в тканях. Неблагоприятные условия во время зимнего содержания производителей в садках негативно повлияли на ее синтез в организме. В икре самок, содержащихся в садках, доля 20:4 ω 6 кислоты составляла 6,54% и 7,3% от суммы жирных кислот (русский осетр и белуга, соответственно), тогда как в икре самок, выдерживающихся в УЗВ, этот показатель был выше на 1,73% у русского осетра и 0,4% у белуги. Рыбоводно-биологические показатели рыб с пониженным уровнем арахидоновой кислоты были низкими (см. табл.6). Количество созревших в садках рыб составляло 76,38%, в УЗВ созревание было более эффективно – 84,83%, при высоком проценте оплодотворения – 87,38%.

Анализируя полученные результаты, следует отметить, что условия выдерживания производителей влияют на состояние липидного обмена. В одном случае они стимулируют синтез полиеновых жирных кислот, в частности докозагексаеновой ω 3 жирной кислоты, отвечающей за адаптационные способности организма, в другом – угнетают необходимую для овуляции арахидоновую ω 6 жирную кислоту.

Таким образом, эффективность выдерживания производителей осетровых рыб в установках с замкнутым циклом водообеспечения очевидна. Однако нельзя утверждать, что поддержание температуры воды в течение всего межнерестового периода на уровне, при котором активность питания рыб достаточно высока, не приводит к негативным изменениям в обменных процессах и не влияет на качество потомства.

Кроме того, при товарном выращивании осетровых рыб в системе замкнутого водоснабжения качество поступающей в рыбоводные ёмкости воды определяется, в первую очередь, её исходными свойствами, во вторую

эффективностью работы биологического фильтра, а также от применяемой технологии выращивания. При выращивании рыб в установке замкнутого водоснабжения происходит естественное накопление продуктов биологической очистки. Их содержание в пределах допустимых норм не оказывает негативного воздействия на рост и физиологическое состояние рыб. При несоблюдении технологии выращивания, перегрузке биофильтра, как правило, происходит загрязнение воды органическими и биогенными веществами до показателей превышающих предельно допустимые нормы (ПДК). Поэтому при содержании производителей осетровых рыб в установках с замкнутым циклом водоснабжения необходимо учитывать все негативные факторы. Проведенные нами исследования и наблюдения в течение ряда лет позволили установить технологические показатели качества водной среды для Волгоградского осетрового рыбоводного завода (табл. 10).

Таблица 10 – Установленные нормы показателей качества воды в установке замкнутого водоснабжения Волгоградского осетрового рыбоводного завода

Показатели качества воды	ОСТ 15.282-83	Установленные нормы	
		Технологические	Допустимые кратковременно
1	2	3	4
Концентрация кислорода на выходе из биологического фильтра, мг/л	–	4-8	Не менее 2
Концентрация кислорода на выходе из рыбоводных емкостей, мг/л	–	5-12	2-3
рН	7,0-8,0	6,8-7,2	6,5-8,5
Окисляемость, мгО/л			
бихроматная	Не более 30	20-60	70-100
перманганатная	Не более 10	10-15	Не более 40

1	2	3	4
Азот аммонийный, мг/л	1,0	2-4	Не более 10
Свободный аммиак, мг/л	Не более 0,05	Не более 0,05	Не более 0,1
Нитриты, мг/л	Не более 0,02	Не более 0,2	Не более 1,0
Нитраты, мг/л	2-3	Не более 60	Не более 100

Поддержание установленных технологических норм для водной среды в системе замкнутого водоснабжения позволило организовать эффективное выращивание ремонтного и содержание маточных стад осетровых рыб.

Качество воды в районе плотины Волжской ГЭС соответствует отраслевому стандарту на воду для рыбоводных хозяйств, однако активное развитие промышленных предприятий с агрессивными сточными водами не исключает возможности залпового сброса загрязняющих веществ. В связи с этим, постоянный контроль за качеством водной среды как в УЗВ, так и в садках, предупредит негативные последствия.

В установке замкнутого водоснабжения возможно управлять качеством воды – введением кислых или щелочных реагентов позволяет изменить рН среды до необходимого уровня, концентрацию кислорода изменяют в накопительной емкости аэрированием оксигенатором, температуру воды изменяют с помощью нагревающих или охлаждающих чиллеров.

3.2 Исследование физиолого-биохимических показателей производителей осетровых рыб естественной и искусственной генерации и полученного от них потомства

Для компенсации сократившейся численности каспийских осетровых, сохранения и увеличения их промысловых запасов остается единственный путь – форсированное развитие искусственного воспроизводства или заводского разведения осетровых (Лукияненко и др., 1972; Пономарев и др., 2002).

Долгое время решение вопроса о необходимости создания маточных стад осетровых на действующих осетровых рыбоводных заводах (ОРЗ) представлялся чрезвычайно сложным в биологическом плане и затратным – в экономическом. Однако катастрофическое падение естественных запасов осетровых в Каспийском море заставило специалистов пересмотреть свое мнение по вопросу формирования маточных стад, поскольку ОРЗ стали ощущать острый недостаток производителей (Васильева, 2000). Для повышения эффективности искусственного разведения осетровых необходимо применение технологических приемов товарного осетроводства (Костылев, 2004). При этом заготовку рыб производить в различные периоды года. Использование в заводском осетроводстве мигрантов только весеннего нерестового хода приводит к обеднению генетической и экологической структуры популяции, создает затруднение в заготовке достаточного количества производителей.

Промышленное освоение нерестовой части популяции не только весенней, но и осенней миграции, позволяет ликвидировать эти недостатки и, в некоторой мере, восстановить закономерности естественного воспроизводства (Мальцев, 2001; Прошин, Максудиянц, 2001; Чипинов, 2004). Однако осложняющим обстоятельством использования осенних мигрантов для рыбоводных целей является их длительное содержание в искусственных условиях и сложности адаптации к ним.

Как правило, заготовленные производители испытывают действие многочисленных факторов стресса, включающих вылов, транспортировку, взвешивание, определение степени зрелости гонад (биопсия гонад), что приводит к ухудшению их физиологического состояния (Строганов, 1952; Коржуев, 1964; Малышева, 1965; 1966; 1967; Карзинкин и др., 1967; Шелухин, 1981; 1982; Шелухин, Арутюнова, 1981; Долидзе, 1983). Таким образом, эффективность формирования маточного стада осетровых на рыбоводных хозяйствах зависит от физиологического состояния

производителей и их способности адаптироваться к негативным факторам внешней среды.

В аквакультуре одним из наиболее распространенных и доступных методов контроля за физиологическим состоянием рыбы является гематологический анализ. Гематологические показатели широко используются в ветеринарии и медицине для оценки состояния здоровья и диагностики патологий, для оценки общего физиологического статуса выращиваемых рыб. Показатели крови рыб являются одними из наиболее лабильных, так как отражают состояние изучаемых объектов в момент проведения анализа. Исследование крови дает достаточно ясную картину даже на самых ранних этапах различных заболеваний, а также при изменениях условий обитания рыб (Бекина, 2007).

Основное внимание при изучении крови рыб уделяется, как правило, количеству гемоглобина, гематокрита, эритроцитов, формуле крови, в то время как морфология клеток крови отступает на задний план. Между тем, правильная и своевременная диагностика морфологических изменений крови позволяет выявить возникающий дисбаланс или патологию в организме рыб. Следовательно, для оценки физиологического состояния производителей одним из критериев является комплексное гематологическое исследование.

Исследования, проведенные Маргзановой Д.К., Журавлевой Г.Ф. и Егоровым М.А. (2005) показывают, что показатели крови (гемоглобин, общий белок, количество эритроцитов) у яровых рыб несколько выше, чем у озимых. Согласно полученным нами данным после гипофизации производителей русского осетра весеннего хода содержание гемоглобина в крови и гематокритная величина были ниже, в сравнении с подобными показателями у рыб осенней миграции, на 3%. Это объясняется их биологическими особенностями. Нерестовая миграция производителей на длительные расстояния, а также процесс созревания половых продуктов должны быть обеспечены значительным запасом высокоэнергетических

веществ и высокой активностью окислительных процессов. В связи с этим все формы обменных процессов в организме ускоряются, что приводит к повышению содержания гемоглобина в крови и количества эритроцитов (Малышева, 1967; Долидзе, 1983; Садлер, 2011). В период перед нерестом концентрация гемоглобина и количество эритроцитов снижаются до минимума (Малышева, 1967; Андреев, 1980; Грозеску, Бахарева, 2008). В группе доместичированных самок содержание гемоглобина в крови было достаточно высокое – 65,0 г/л ($C_v=20\%$), тогда как у рыб, заготовленных в естественной популяции, этот показатель был ниже и соответствовал 50,8 и 55,7 г/л, коэффициент вариации (C_v) 37%. Аналогичные результаты были получены при анализе показателей крови самцов русского осетра (табл.11, 12).

Таблица 11– Изменение показателей крови самок русского осетра в зависимости от времени заготовки

Показатели	Весенняя заготовка	Летне-осенняя заготовка	Искусственная генерация
Масса рыб, кг	18,7±2,54	16,9±3,77	23,3±3,40
Гемоглобин, г/л	50,8±4,6	55,7±5,3	65,0±2,85
$C_v, \%$	30	37	20
Гематокрит, л/л	28,1±0,11	33,2±0,2*	32,1±0,53
Эритроциты, 10^6 мкл	0,531±0,02	0,630±0,02***	0,723±0,08
СГЭ, пг	95,7±25,7	88,4±24,8	89,9±13,24
СОЭ, мм/ч	4,6±0,3	5,2±0,41	5,6±0,36

Примечание: Различия достоверны при * $P < 0,05$; *** $P < 0,001$

Основным показателем дефицита железа в организме или его недостаточной усваиваемости является содержание гемоглобина в эритроците. В связи с этим было определено, что на фоне высокой концентрации гемоглобина у заводских производителей, абсолютное его содержание в эритроцитах (СГЭ) было ниже, чем у рыб весенней заготовки. Высокое содержание эритроцитов в крови производителей искусственной

генерации свидетельствует об адаптационных процессах, происходящих в организме в связи с формированием и созреванием половых продуктов.

Таблица 12– Показатели крови самцов русского осетра различных биологических групп

Показатели	Весенняя заготовка	Летне-осенняя заготовка	Искусственная генерация
Масса рыб, кг	11,4±3,0	12,9±2,3	14,3±0,69
Гемоглобин, г/л	54,2±5,6*	55,4±4,3*	68,4±4,61
Сv,%	25	28	30
Гематокрит, %	26,1±0,15*	30,0±0,2*	34,1±0,3
Количество эритроцитов, 10 ⁶ мкл	0,53±0,02	0,56±0,018	0,68±0,11
СГЭ, пг	102,26±21,4	116,7±20,1	100,6±12,23
СОЭ, мм/ч	4,8±0,3	4,5±0,24*	5,1±0,47

Примечание: Различия достоверны при * P < 0,05

Для оценки степени выраженности анемии наиболее часто используют такой показатель, как гематокрит. Он отражает долю эритроцитов в общем объеме крови. Недостаток или избыток красных кровяных телец относительно нормы может свидетельствовать о наличии заболевания.

Одним из показателей, наиболее четко отражающим особенности физиологического состояния осетровых рыб, является СОЭ (Лукьяненко, Гапонов, 1968; Гапонов 1973, 1974; Металлов, Гераскин, Аксёнов, 1997, Коротенко, 2012). Изменение этого показателя информирует о заболевании травматического, воспалительного и гипоксического генеза (Шевлякова и др., 2004). У domestцированных рыб показатель СОЭ был несколько выше и составлял 5,6 мм/ч у самок и 5,1 мм/ч у самцов, тогда как у рыб, заготовленных из естественной популяции (яровых и озимых), СОЭ в среднем составляла 4,9 мм/ч у самок и 4,65 у самцов.

Следует отметить, что повышенное содержание гемоглобина в крови вело к повышению вязкости крови и адекватному снижению скорости оседания эритроцитов, что согласуется с данными П.П. Гераскина (2013), А.В. Коротенко (2012). Производители, адаптированные к условиям содержания на рыбноводном заводе по показателю СОЭ (5,1-5,6 мм/ч) соответствовали хорошему физиологическому состоянию, а некоторое повышение скорости оседания эритроцитов является реакцией организма на действие гормона гипофиза после проведение стимуляции созревания половых продуктов (Кокоза, 2004).

Самки и самцы русского осетра, не ответившие на гормональную стимуляцию, отличались низким уровнем гемоглобина в крови – 35-40 г/л, и повышенным СОЭ, что является характерным признаком при частичной резорбции икры (Андреев, 1979; Лукьяненко, 1994; Грозеску, Бахарева, 2008). По остальным показателям они не отличались от рыбноводно-продуктивных самок той же биологической группы.

Результаты исследования концентрации общего сывороточного белка (ОСБ) в крови производителей показал более высокий его уровень у рыб искусственной генерации (рис.5). Обеспеченность организма рыб белками является благоприятным признаком и свидетельствует об оптимизации обменных процессов и высокой неспецифической резистентности. (Иванов и др, 2008).

Производители весеннего и осеннего нерестового хода отличались низким содержанием белка в сыворотке – $23,2 \pm 1,03$ (Cv=21%) и $21,8 \pm 1,15$ г/л (Cv=25%) в крови самок и $19,8 \pm 1,95$ (Cv=28%) и $20,1 \pm 0,85$ (Cv=17%) г/л в крови самцов. Однако следует отметить, что снижение концентрации ОСБ в крови «яровых» самок не привело к снижению процента оплодотворения. Это подтверждают и исследования Л.В. Баденко (1979, 1984), который показывает, что при снижении данного показателя у осетра до 23 г/л сохраняется способность икры к высокому проценту оплодотворения.

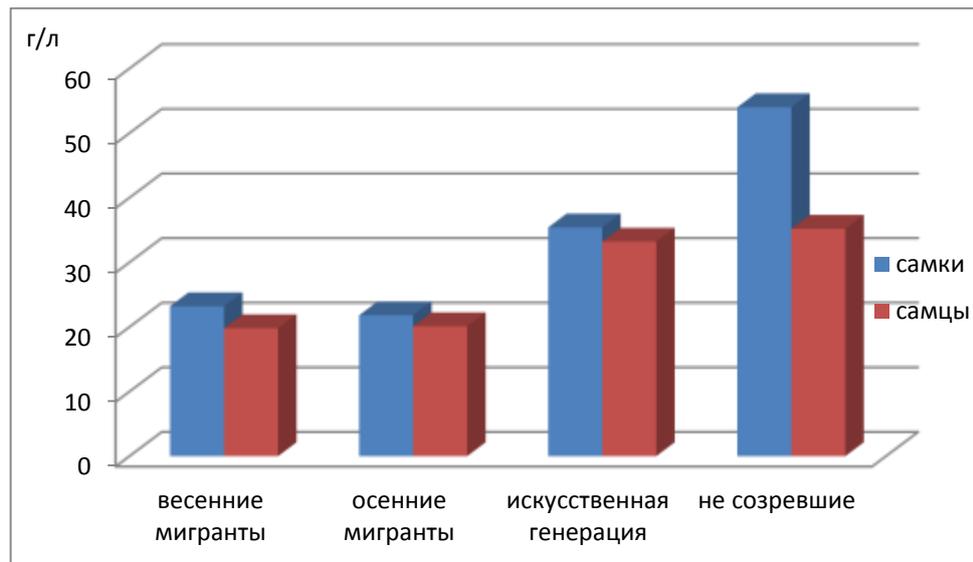


Рисунок 5 – Содержание общего сывороточного белка в крови производителей русского осетра

Снижение значения ОСБ до критических (20 г/л) приводит к нарушению функции размножения самок, так как икра не овулирует и не оплодотворяется (Баденко и др., 1984, Гераскин и др., 1984). У рыб искусственной генерации концентрация ОСБ в крови была высокой – $35,4 \pm 0,94$ ($Cv=16\%$).

Низкие показатели белка в крови рыб осенней заготовки свидетельствуют об истощении и использование их в рыбоводном процессе нерационально. Возможно, сокращение срока их преднерестового содержания и изменение дозы гормонального препарата позволит использовать таких производителей для рыбоводных целей. Однако жизнеспособность полученного от них потомства может быть достаточно низкой.

Другие результаты были получены в исследованиях В.И. Лукьяненко с соавторами (1994), согласно которым у самок с различной степенью дегенерации икры, концентрация общего сывороточного белка выше, чем у рыбоводно-продуктивных. В наших исследованиях концентрация плазменных белков у самок и самцов обеих биологических групп, не

отреагировавших на гипофизарную инъекцию, была значительно выше – в среднем на 29% ($54,0 \pm 1,1$ г/л – у самок и $35,2 \pm 1,7$ у самцов).

Результаты размножения «озимых» производителей зависят, прежде всего, от их функционального состояния и от условий содержания во время зимовки. Относительно благополучное состояние рыб во время зимовки сменяется резким ухудшением состояния в весеннее время (Лукьяненко, Кулик, 1994). При этом наблюдается снижение количества сывороточного белка, причем у самцов это выражено в большей степени (Долидзе, 1979). Полученные нами данные показали, что у рыб осеннего нерестового хода содержание общего сывороточного белка в крови было несколько ниже, чем у «яровых».

Содержание производителей осетровых в особых экологических условиях – в садках или бассейнах, в установках замкнутого водоснабжения – сопряжено с существенным изменением их физиологического состояния, что находит свое отражение в динамике физиолого-биохимических показателей (Бекина и др., 2007). Наиболее чувствительным показателем функционального состояния гонад и подготовленности к нересту у осетровых рыб является содержание протеина в ооцитах (табл. 13).

Таблица 13 – Рыбоводно-биологические показатели самок русского осетра и биохимический состав полученной от них икры

Показатели	Весенняя заготовка	Летне-осенняя заготовка	Искусственная генерация
1	2	3	3
Масса, кг	$18,7 \pm 3,4^*$	$16,9 \pm 4,3^*$	$29,5 \pm 2,6$
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	$225,6 \pm 10,4^{**}$	$206,7 \pm 12,7^{**}$	$382,3 \pm 0,36$
Масса 1 ооцита, мг	$20,9 \pm 1,8$	$21,3 \pm 2,0$	$22,6 \pm 1,7$
Оплодотворяемость икры, %	$83,35 \pm 2,69$	$79,85 \pm 1,04$	$85,60 \pm 3,03$
Биохимический состав икры, % от сухого вещества			
Влага	$55,2 \pm 2,7$	$47,2 \pm 5,0$	$46,0 \pm 1,64$

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4
Сухое вещество	44,8±1,5	52,8±2,1	53,9±1,63
Протеин	67,9±5,5	68,8±3,9	68,9±0,91
Жир	27,8±1,7	28,0±2,2	27,1±0,79
Минеральные вещества	4,3±0,9	3,2±0,7	3,9±0,80

Примечание: Различия достоверны при * $P \leq 0,01$; ** $P \leq 0,001$

Икра, полученная от самок, заготовленных в летне-осенний период, отличалась от «яровых» рыб более высоким содержанием белка и низким процентом оплодотворения. По мнению К.Б. Аветисова и М.К. Аскерова (1986) в период нерестовой миграции половые железы еще не зрелые, концентрация белка в них низкая, ооциты мелкие. Во время зимовки высокий уровень резервных веществ в организме осенних мигрантов позволяет завершить созревание ооцитов и сам нерест.

Более высокое содержание пластических и энергетических веществ отмечено в икре доместифицированных рыб, при этом процент оплодотворения у этих рыб был самым высоким – 85,6%. Все это говорит о лучшей подготовленности производителей к нересту.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что физиологическое состояние производителей русского осетра весенней миграции и искусственной генерации было лучше, чем рыб осеннего нерестового хода.

Качество продуцируемого эякулята является одним из важнейших факторов, определяющих репродуктивный успех самцов. Причем большое влияние на основные показатели, характеризующие фертильность спермы, оказывают физиологический статус производителей и другие параметры, обусловленные как генетически, так и условиями содержания. Повышенное внимание, уделяемое при воспроизводстве осетровых рыб анализу качества

половых продуктов используемых самцов, объясняется реальной перспективой потери части уникального потомства.

У самцов русского осетра процент ответа на спермиацию был выше у «яровых» и доместичированных рыб по сравнению озимыми на 25 и 37% соответственно (рис. 6).

Сперма русского осетра, полученная от 66% «яровых», 33% «озимых» самцов и 80% самцов искусственной генерации, имела цвет и консистенцию цельного молока, внешний вид остальных эякулятов был по внешнему виду ближе к разбавленному молоку.

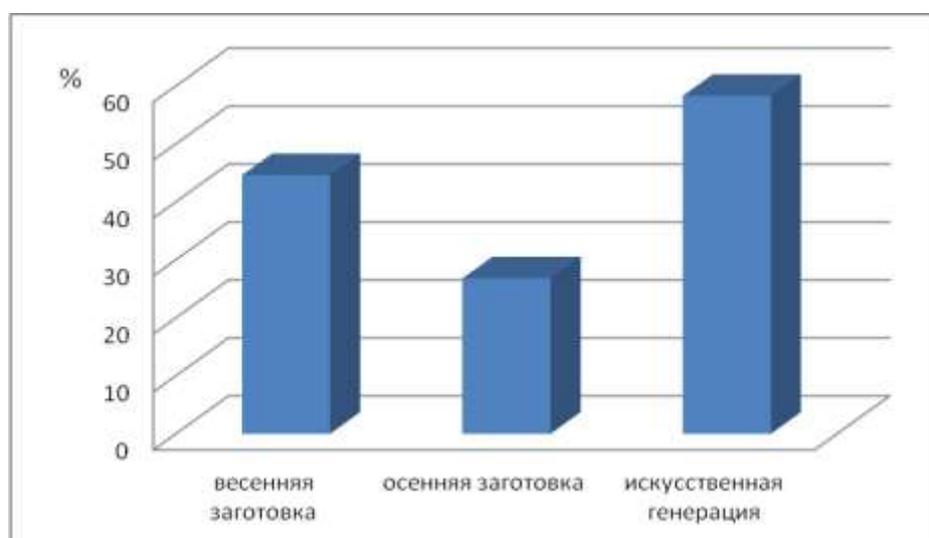


Рисунок 6 – Процент ответа на спермиацию самцов русского осетра

Глазомерное определение соотношения живых и мертвых спермиев не выявило достоверной разнокачественности рассматриваемых проб: большая часть эякулятов отобранных у всех используемых рыб характеризовалась оценкой 4-5 баллов. Количественные результаты изучения концентрации спермы, сперматокрыта и активности представлены в таблице 14.

У «яровых» самцов отмечали достоверное увеличение активности сперматозоидов в среднем на 1 минуту до снижения активности и на 3 минуты до полной остановки движения. Причем их сперма характеризовалась лучшими качественными показателями: увеличение количества сперматозоидов в 1 мл эякулята, подвижности по шкале Персова.

Данные по активности спермиев русского осетра соответствуют среднему значению диапазона, приводимого в качестве характерного для этого вида (Казаков, Образцов, 1990). Это относится как ко времени общей подвижности, так и к длительности поступательного движения.

Таблица 14 – Качество эякулятов самцов русского осетра в зависимости от времени заготовки

Показатели	Варианты опыта		
	Весенняя заготовка	Летне-осенняя заготовка	Искусственная генерация
Объем эякулята, мл	350±25,4*	289±12,5*	312±14,3
Количество спермиев, млн/мм ³	1,75±0,1	1,53±0,14	1,64±0,21
Подвижность (По шкале Персова), балл	5±0,07	3,82±0,09	4,8±0,08
Количество мертвых спермиев, %	7,8±0,21	5,3±0,28	5,9±0,52
Сперматоцит, %	7,2±0,62	6,5±0,38	7,1±0,23
Время подвижности, мин.	2,6±0,08	1,9±0,02	3,0±0,05
	5,9±0,06	3,2±0,04	6,1±0,03

Примечание: 1. Над чертой – время до перехода большей части спермиев от ступательного движения к колебательному; под чертой – полая потеря подвижности спермиев; 2. Различия статистически значимы при * P < 0,05.

Во время инкубации икры вели наблюдение за развитием эмбрионов (табл. 15).

На стадии 17 (маленькой желточной пробки) некоторые зародыши совсем не имели желточной пробки или она была очень большой, такие зародыши были не жизнеспособны и вскоре погибали. Выживаемость эмбрионов полученных от самок летне-осенней заготовки на этой стадии выше, чем у «яровых» рыб, однако не превышала этого показателя у рыб естественной генерации. На стадии вылупления (36 стадия) уродливые зародыши не выходили из оболочек и были найдены на дне инкубационных

аппаратов. Максимальный выход личинок наблюдался у рыб искусственной генерации.

Таблица 15 – Показатели нормально развивающихся зародышей и предличинок, %

Стадия развития	Весенняя заготовка	Летне-осенняя заготовка	Искусственная генерация
Стадия 17 (маленькой желточной пробки)	84,4±6,1*	92,1±4,5*	92,2±1,8
Стадия 36 (массовое вылупление)	73,1±5,1**	65,4±3,5**	89,2±1,9
Выход личинок после инкубации, %	82,9±3,5	61,5±7,1	88,3±6,1

Примечание: Различия достоверны при * P < 0,05; ** P < 0,01

Вылупившиеся свободные эмбрионы русского осетра, полученные от доместичированных самок, имели массу $22,0 \pm 1,21$ мг, тогда как личинки от рыб естественной популяции – $21,0 \pm 0,85$ мг. Длительность периода раннего онтогенеза личинок обеих групп была одинаковой и составила 10-12 суток. Начало перехода ранней молодежи на активное питание определялось по выбросу меланиновых пробок. Наиболее ответственным и сложным моментом при искусственном воспроизводстве осетровых, является выдерживание свободных эмбрионов и подращивание личинок. Переход личинок на активное питание представляет собой один из критических периодов жизни (Гербицкий, 1956; Колояну, 1959; Шмальгаузен, 1968; Богданова, 1972) и является показателем физиологической полноценности особей. Выживаемость ранней молодежи в период выдерживания и перехода на смешанное питание варьировала в пределах 84,3-91,2% (рис. 7).

Наиболее активно наблюдался выброс меланиновых пробок у рыб искусственной генерации, менее дружно на экзогенное питание переходили особи летне-осенней заготовки.

Масса личинок, полученных от доместичированных самок, была несколько выше, чем от «диких», и составляла 60,1 мг и 59,2-59,6 мг, соответственно. Для более полной сравнительной оценки личинок, полученных от самок из природной среды и маточного стада, были проведены исследования темпа роста и физиологического состояния молоди при подращивании в бассейнах в условиях естественного температурного режима. Рыбоводно-биологические показатели выращивания ранней молоди русского осетра представлены в таблице 16.

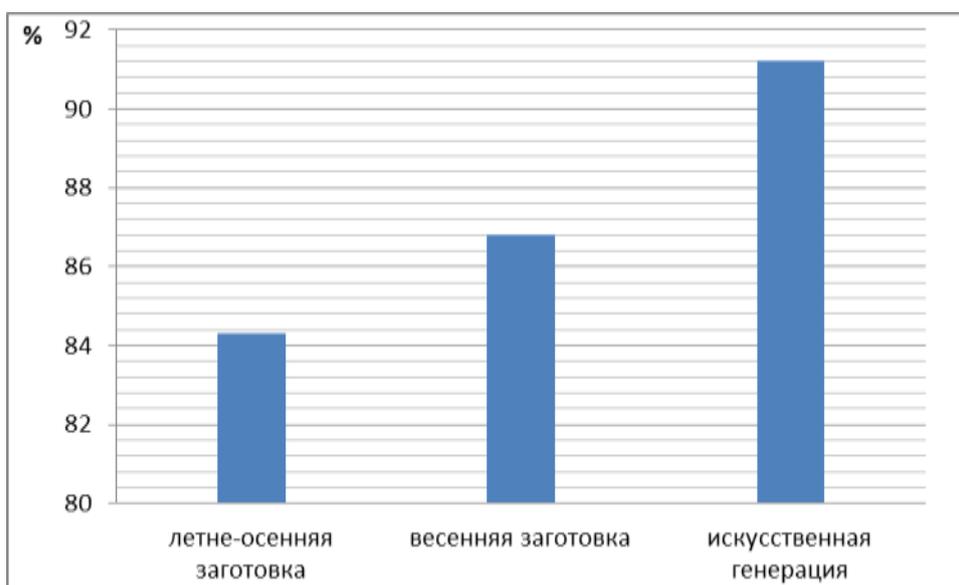


Рисунок 7 - Выживаемость ранней молоди русского осетра в период перехода на экзогенное питание

Таблица 16 - Рыбоводно-биологические показатели выращивания ранней молоди русского осетра в бассейнах ОРЗ Астраханской области

Показатели	Весенняя заготовка	Летне-осенняя заготовка	Искусственная генерация
1	2	3	4
Масса начальная, мг	59,2±4,12	59,6±1,8	60,1±2,6
Масса конечная, мг	131,1±4,32*	134,7±5,2*	148,3±6,1
Абсолютный прирост, мг	71,9	75,1	88,2

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4
Среднесуточный прирост, %	5,53	5,94	6,51
Выживаемость, %	78	75	80
Период подращивания, сут.	13	13	13

Примечание: Различия достоверны при * $P < 0,05$

Личинки, полученные от «диких» самок, отличались не только меньшей массой, но и активностью потребления кормов, что сказалось на росте массы рыб и выживаемости. Темп роста молоди естественной генерации был выше, чем у «яровых» и «озимых» рыб на 8,2 и 4,6%, соответственно. Выживаемость личинок в период подращивания также значительно варьировала от 75% у рыб летне-осенней заготовки до 80% у рыб искусственной генерации. За 13 суток подращивания в бассейнах молодь достигла нормативной массы и была переведена в выростные пруды для дальнейшего выращивания. Результаты выращивания молоди представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди русского осетра до стандартной массы в выростных прудах ОРЗ Астраханской области

Показатели	Весенняя заготовка	Летне-осенняя заготовка	Искусственная генерация
Масса начальная, г	0,131±0,01	0,135±5,2	0,148±6,1
Масса конечная, г	3,24±0,21*	3,13±0,13*	3,65±0,09
Абсолютный прирост, г	3,11	3,0	3,5
Среднесуточный прирост, %	5,27	4,97	5,76
Выживаемость, %	58,9	61,7	69,2
Период подращивания, сут.	35	37	32

Примечание: Различия достоверны при * $P < 0,05$

Выживаемость молоди, полученной от самок из маточного стада в конце выращивания, составила в среднем 69,2%. По отдельным прудам этот показатель изменялся в пределах от 66,1% до 72,5%. Для потомства, полученного от рыб, отловленных из естественных условий, этот показатель был несколько ниже и, в среднем, по прудам составил 60,3%.

При выращивании молоди осетровых рыб в прудах на естественной кормовой базе большое значение имеет их скорость роста и время, необходимое для достижения стандартной массы.

Абсолютный прирост молоди, полученной от рыб искусственной генерации, за весь период выращивания составил 3,5 г, тогда как в других вариантах этот показатель изменялся от 3,0 до 3,11 г. Масса молоди, полученной от самок из доместифицированного стада, за весь период выращивания в прудах, изменялась более равномерно в сравнении с молодью от «диких» производителей (рис. 8). При этом наблюдали сокращение срока выращивания молоди до «стандартной массы» – 32 суток. Наиболее длительный период выращивания наблюдался у рыб, полученных от производителей осенней миграции – 37 суток.

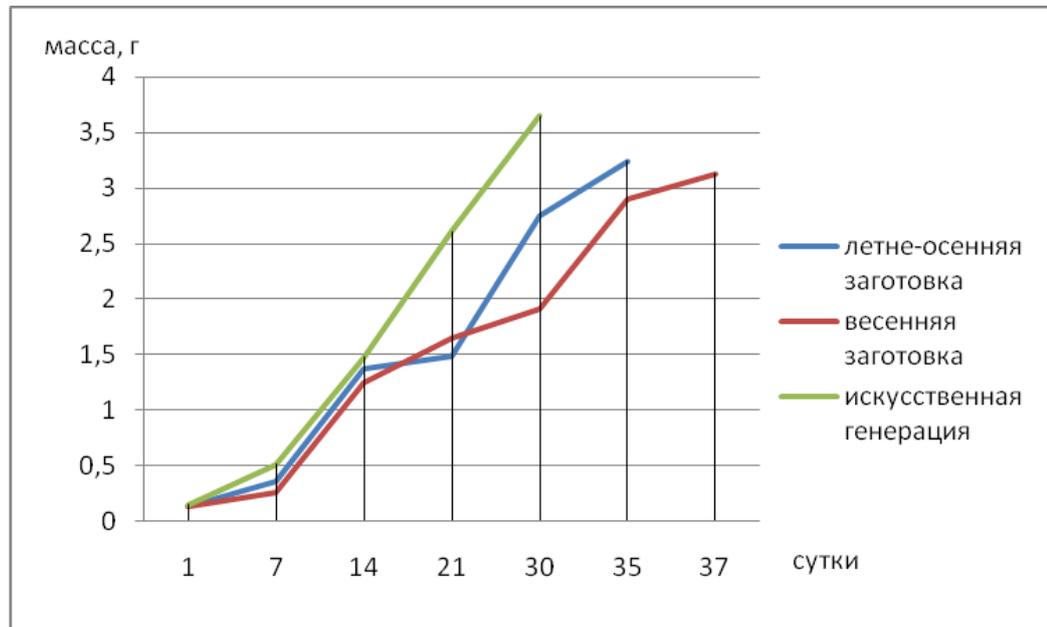


Рисунок 8 – Темп роста молоди русского осетра в прудах от самок естественной и искусственной генерации

Анализ количественного распределения молоди разных экологических групп по массе выявил некоторые различия (рис.9).

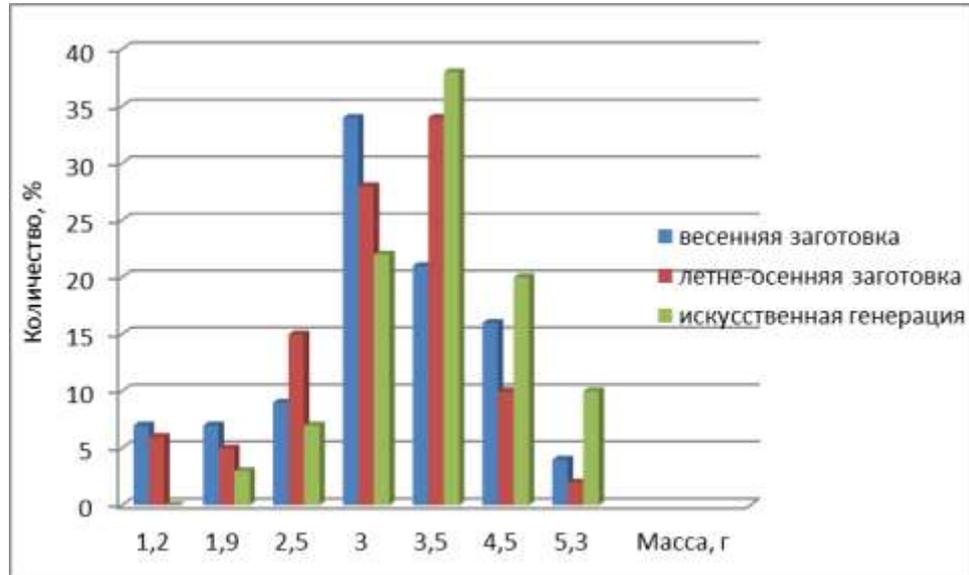


Рисунок 9 – Количественное распределение молоди русского осетра по массе при выпуске из прудов ОРЗ Астраханской области

При выращивании молоди полученной от родителей из маточного стада, варьирование массы у 80% рыб было незначительное от 3,0 до 4,5 г, причем большую часть – 38%, составляют особи массой 3,5 г. Более мелкая была молодь, полученная от рыб осеннего и весеннего хода. Встречаемость особей массой 3-3,5 г составляла в среднем 55-62%, при этом практически отсутствовали особи массой свыше 5,5 г, тогда как у рыб искусственной генерации этот показатель был выше и составил 10% от выборки.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что молодь, полученная от доместичированных рыб, обладает большим потенциалом скорости роста в сравнении с особями, полученными от самок из естественной популяции.

Молодь, полученная от доместичированных самок, по химическому составу тела характеризовалась главным образом более высоким содержанием белка (табл. 18). Это является важным положительным показателем физиологического состояния рыб.

Таблица 18 – Показатели общего химического состава молоди

Происхождение молоди	% от абсолютно сухого вещества				
	Сухое вещество	Белок	Жир	Зола	БЭВ
Весенней заготовки	23,6±1,31	68,6±3,12*	10,5±0,48	15,3±0,72**	5,6±0,36
Летне-осенней заготовки	23,8±1,19	67,2±2,24*	11,9±0,35	15,5±0,54**	5,4±0,33
Искусственная генерация	24,8±1,05	71,1±1,83	11,8±0,62	12,5±0,62	4,2±0,51

Примечание: Различия достоверны при * $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,001$

Одним из основных показателей физиологического состояния организма является кровь. Гематологические показатели позволяют более полно судить о качестве молоди. Условия обитания накладывают отпечаток на морфологический состав и количественные показатели красной и белой крови рыб. Ее картина изменяется в зависимости от температуры воды, ее химического состава, количества и качества поедаемых кормов, плотности посадки и других факторов. В связи с этим для более полного анализа физиологического состояния молоди необходимо было определить гематологические показатели (табл. 19).

Таблица 19 – Некоторые гематологические показатели молоди русского осетра

Показатели	Молодь от производителей летне-осенней заготовки	Молодь от производителей весенней заготовки	Молодь от самок искусственной генерация
Гемоглобин, г/л	56,8±2,61	55,1±0,15	59,4±0,24
ОСБ, г/л%	27,1±2,7	25,2±1,1	32,1±1,4
СОЭ, мм/ч	2,35±0,15	2,58±0,22	2,55±0,19

Изученные физиолого-биохимические параметры молоди, полученной от производителей искусственного происхождения, практически не отличаются от рыб, заготовленных из естественной популяции. По всей вероятности такие гематологические показатели свидетельствуют о хорошей обеспеченности рыб пищей во время выращивания в выростных водоемах. Кроме того, значения параметров крови молоди несколько приближены к таковым у взрослых особей. Эти результаты согласуются с данными Г.К. Шелухина (1979), А.А. Кокозы (2004) и объясняются способностью заводской молоди к адаптации к гидрологическим условиям естественных мест нагула.

3.3 Влияние повторного нереста производителей русского осетра на качество их потомства

Изучение физиологического состояния производителей и рыб ремонтного стада совершенно необходимо для более полной и всесторонней функциональной характеристики осетровых, их адаптационных возможностей. Кроме того, эти данные позволят откорректировать существующие технологии формирования и содержания репродуктивных стад в соответствии с условиями их содержания. В связи с этим были проведены исследовательские работы по определению влияния кратности нереста доместигированных производителей русского осетра на качество их икры и потомства.

Проведенные на Бертюльском ОРЗ исследования показали, что масса доместигированных самок колебалась в пределах от 22,2 кг до 41,2 кг. Следует отметить, что строгой зависимости между соотношением массы рыб и длительность выдерживания в условиях рыбоводного предприятия не наблюдалось. Так, например, масса впервые нерестующих самок составляла, в среднем, 32,5 кг, самки, нерестящиеся второй раз, отличались по массе тела. Часть самок весила в среднем 22,2 кг, тогда как у других рыб этот

показатель был на 20% выше. Аналогичная динамика распределения массы наблюдалась и у самок, нерестящихся в третий раз (табл. 20).

Продолжительность нерестового цикла (от нереста до нереста) самок, нерестящихся второй и третий раз, составлял 3-4 года. Интервалы между икрометаниями у самок, нерестящихся в четвертый раз, составлял от 2 до 4 лет. Причем самки, повторно нерестящиеся через два года, имели максимальную массу тела 45,3 кг.

Исследования, проведенные О.Л. Гордиенко с соавторами (1967) показали, что с увеличением возраста и размеров производителей и с каждым последующим нерестом вес гонад и рабочая плодовитость осетровых в целом повышаются. Однако, зависимости повторности нереста и плодовитости самок, как показали результаты наших исследований, обнаружено не было. Тем не менее, рабочая плодовитость самок русского осетра находится в прямой взаимосвязи с массой. У наиболее крупных и плодовитых самок формирование гонад проходит с наибольшими энергетическими тратами, чем у мелких особей. В связи с этим рыбы с высокой массой тела находятся в более ослабленном состоянии, о чем свидетельствуют гематологические и биохимические показатели (табл. 21).

Таблица 20 – Рыбоводно-биологические показатели самок русского осетра

Показатели	Нерест, раз					
	1	2*	2**	3*	3**	4
Масса самок, кг	32,5±1,34	22,2±1,25	34,1±2,1	28,9±2,8	35,1±2,3	41,2±2,04
Масса икры, кг	4,175±0,52	3,234±0,13	4,935±0,43	3,823±0,36	4,671±0,33	5,545±0,27
Масса икринки, мг	21,2±1,71	21,5±1,12	22,3±1,44	22,6±1,7	23,8±1,56	21,7±1,47
Плодовитость, тыс.шт	196,8±2,5***	150,5±2,3***	221,3±1,6	169,3±3,6	196,3±3,2	265,5±3,24
Оплодотворение, %	91,2±1,24	80,6±2,4	92,1±1,75	83,4±2,1	91,1±1,75	87,3±2,41

Прмечание: * - межнерестовый цикл 3 года, ** – межнерестовый цикл 4 года; Различия достоверны при *** P ≤ 0,001

Таблица 21 - Физиолого-биохимические показатели самок русского осетра в зависимости от массы

Нерест, раз/межнерес- товый интервал, лет	Масса кг	Длина см	Плодовитость тыс. шт	Гемглобин г/л	ОСБ г/л	Жир	Белок
						в икре % от сухого вещества	
2/3	22,2±1,25	149,8±1,85	150,5±2,3	65,5±0,52	28,8±0,25	35,8±0,41	63,8±0,75
2/4	34,1±2,1*	221,3±2,63	221,3±1,6*	61,5±0,74	23,5±0,31	32,5±0,18	60,4±0,65
3/3	28,9±2,8	169,1±2,12	169,3±3,6	68,2±0,35	30,1±0,32	31,3±0,25	68,1±0,71
3/4	35,1±2,3*	196,4±3,14	196,3±3,2*	62,3±0,48	26,4±0,29	28,4±0,28	64,5±0,68

Различия достоверны при * P ≤ 0,001

Содержание гемоглобина и общего сывороточного белка в крови самок меньшей массы несколько выше, чем у крупных и более плодовитых особей. Содержание белка и жира в икре самок с большей массой тела было на 2 и 4% ниже, чем в икре, полученной от мелких рыб.

Анализ рыбоводных показателей самок русского осетра, участвовавших в рыбоводной кампании в 2010-2011 году на Бертюльском осетровом рыбоводном заводе, показал, что рабочая плодовитость самок массой от 11 до 13 кг была в 2 раза ниже, чем самок массой 20-22 кг (рис. 10).

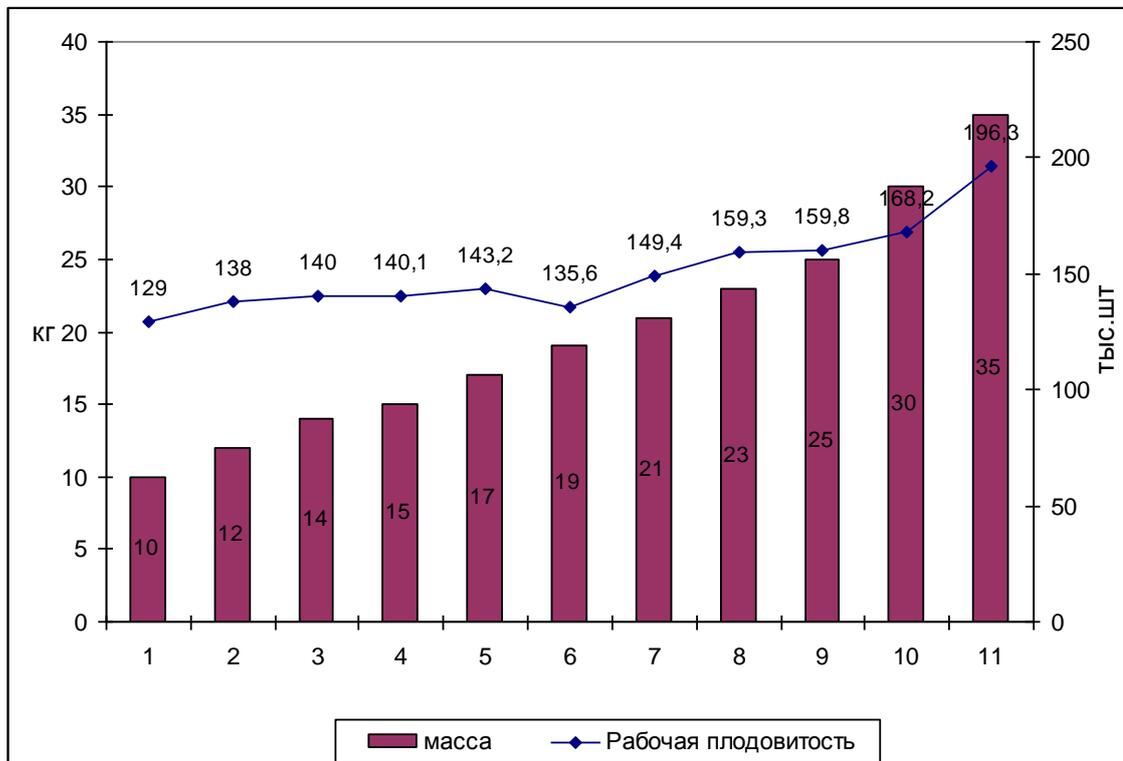


Рисунок 10 – Зависимость рабочей плодовитости и массы самок русского осетра

В то же время, согласно графическим данным, у некоторых крупных самок отмечается более низкая плодовитость.

Средняя масса икринок у исследуемых самок колебалась в пределах от 21,2 до 23,8 мг, и зависела не столько от массы производителей, сколько от количества нереста. До третьего нереста включительно происходит увеличение массы икринки от 21,2 до 23,8 мг. У самок, нерестящихся в

четвертый раз, масса икринок уменьшается до 21,7 мг, т.е практически на уровне впервые нерестующих самок.

В зависимости от повторности нереста наблюдаются изменения в биохимическом составе икры (табл. 22).

Таблица 22 – Биохимический состав икры, полученной от самок русского осетра (% от сухого вещества)

Показатели	Повторность нереста, раз			
	1	2	3	4
Влага	52,6±1,8	53,8±1,9*	52,8±1,0	57,1±1,3*
Сухое вещество	47,4±1,2	46,2±1,1*	47,2±0,9	42,9±1,4*
Жир	32,4±0,4	28,2±0,3	27,5±0,2	31,4±0,5
Белок	63,2±1,1	65,3±1,0	67,8±0,1	62,8±0,9
Минеральные вещества	3,4±0,1	4,5±0,1	3,7±0,3	4,8±0,2

Примечание: Различия достоверны при * $P < 0,05$

С повторностью нереста в икре увеличивается содержание белка, достигающее максимальных значений на третьем нересте. На четвертом нересте эти показатели уменьшаются, а по количеству белка приближаются к икре самок первого и второго нереста. Количество жира колеблется значительно меньше. В икре самок, нерестящихся второй и третий раз, оно практически одинаково.

Во время инкубации проводили наблюдения за развитием эмбрионов. Выживаемость эмбрионов была достаточно высокой и колебалась в пределах от 73,9 до 84,5%, независимо от повторности нереста самок и размера их икринок (табл.23).

В период смешанного питания выживаемость личинок по разным группам вообще не различалась и была достаточно высокой 72,3-75,8%. Аналогичная картина наблюдалась и на этапе экзогенного питания.

Запас питательных веществ в икринке и ее масса не влияют на оплодотворяемость икры, но отражаются на обмене веществ зародышей.

Таблица 23 – Выживаемость эмбрионов и ранней молоди, %

Стадия развития	Повторность нереста, раз			
	1	2	3	4
36 –вылупление	82,5±1,63	73,9±1,88**	84,5±1,14	79,7±1,67**
45 – смешанного питания	75,2±2,63	71,3±2,10*	69,1±1,90	70,2±2,44*
2 личиночный этап экзогенного питания	74,2±2,48	75,8±2,08*	72,3±1,66	74,1±2,43*

Примечание: Различия достоверны при * P < 0,05; ** P ≤ 0,01

Развитие эмбрионов из крупной икры, содержащей большое количество белка, протекает с преобладающим расходом белка, из мелкой икры – жира, в результате чего у личинок к моменту их перехода на активное питание различия в содержании белка сглаживаются, в содержании жира – возрастают (Афонич и др., 1971). Анализ химического состава тканей личинок русского осетра, полученных от самок разного нереста, показал, что различий между содержанием белка и жира не наблюдается. Исключение составили личинки, полученные от самок, нерестящихся в четвертый раз (табл. 24).

Таблица 24 – Биохимический состав тканей личинок русского осетра (% от сухого вещества)

Показатели	Повторность нереста, раз			
	1	2	3	4
Влага	63,5±1,1	65,2±1,3	64,1±1,2	69,5±1,2
Сухое вещество	36,5±2,3	34,8±0,7	35,9±0,4	30,5±0,7
Жир	34,3±0,3	33,7±0,3*	34,1±0,2	38,7±1,5*
Белок	62,1,3±1,0	63,9±1,0**	62,2±0,9	56,1±1,2**
Минеральные вещества	3,6±0,1	2,4±0,1	4,1±0,3	5,2±0,1

Примечание: Различия достоверны при * P ≤ 0,01; ** P ≤ 0,001

Таким образом, анализ рыбоводно-биологических исследований выявил прямую зависимость качества потомства от повторности нереста самок. Причем, у наиболее крупных особей интенсивность энергетического обмена выше, чем у мелких рыб. Это обстоятельство приводит к снижению концентрации гемоглобина и сывороточного белка в крови, а также к уменьшению уровня белка и жира в икре. Наиболее жизнестойкое потомство получено от рыб нерестящихся второй и третий раз.

3.4 Влияние факторов внешней среды на эффективность выращивания ремонтного стада стерляди

Одним из наиболее распространенных видов осетровых рыб является стерлядь. Однако ее запасы в настоящее время также находятся в угнетенном состоянии, что вызывает необходимость ее искусственного воспроизводства. В настоящее время разработаны и эффективно применяются технологии выращивания этого вида в садках, установках замкнутого водообеспечения. Однако не исследовано влияние антропогенного биоценоза на морфо-физиологические показатели стерляди, которые в полной мере показывают изменчивость интерьерных особенностей вида в связи с условиями содержания.

В настоящее время изучены и обобщены сведения о морфо-физиологических особенностях многих видов рыб, в том числе и осетровых. Установлено, что использование этих показателей эффективно при оценке физиологического состояния рыб и среды обитания наземных животных и гидробионтов (Смирнова, Божко и др., 1972; Распопов, 1972; Распопов, Кобзева, 2007). В наших исследованиях используемые морфо-физиологические показатели позволят провести корректировку условий содержания ремонтно-маточного стада стерляди.

На Волгоградском ОРЗ в ремонтном стаде стерляди содержатся трехлетки, выловленные из естественной популяции, трех – и четырехлетки, выращенные на заводе от икры при естественном температурном режиме и четырехлетки, выращенные от икры при регулируемой температуре воды.

Коэффициент упитанности «диких» трехлеток находился на уровне $0,25 \pm 0,01$, тогда как у рыб, выращенных в заводских условиях, этот показатель был выше на 10-18%. Это свидетельствует о активном потреблении «домашними» особями искусственных кормов, что, в свою очередь, привело к повышению потенциальных возможностей роста.

Неблагоприятные факторы среды влияют, как правило, не только на состояние внутренних органов, но и на их размеры. Так по данным В.И. Дубинина и В.М. Распопова (1989) при повышении стрессовой нагрузки (миграция к местам размножения) относительный вес сердца, селезенки и гонад увеличивается, а почек и печени снижается. То есть динамика изменений относительных морфометрических показателей осетровых взаимосвязана с экологическими факторами, что подтверждается работами Бехтеревой (1998) и Нгуен (2014). При воздействии сложившегося антропогенного биоценоза на предприятиях по воспроизводству изменения морфометрических показателей стерляди, в сравнении с таковыми у рыб из естественной популяции, оказались очевидными. Гепатосоматический индекс рыб, выращенных при регулируемом температурном режиме, был на 16% выше, чем у рыб из естественной популяции (табл. 25).

Соматический индекс печени при естественном термическом режиме был на уровне $2,33 \pm 0,3\%$ и соответствовал норме. По сведениям Е.А. Гамыгина (1996) при кормлении рыб сухими гранулированными кормами можно считать нормой индекс печени до 2-2,5%. Увеличение этого показателя до 3% и более свидетельствует о некачественных комбикормах.

Аналогичная закономерность отмечена и по кардиосоматическому индексу. Так у рыб, выращенных от икры при регулируемом температурном режиме, индекс сердца составлял $0,24 \pm 0,03\%$, тогда как у рыб из реки и при естественных изменениях температуры воды этот показатель соответствовал $0,18 \pm 0,06\%$ и $0,16 \pm 0,01\%$, соответственно.

Таблица 25 – Морфобиологические показатели ремонтной группы стерляди Вологодского ОРЗ

Показатель	Масса рыбы, г	Длина рыбы, см	Коэффициент упитанности	Индекс печени, %	Индекс сердца, %	Индекс ЖКТ, ‰
Заготовленные из естественной популяции						
M±m	232,80±68,8	43,00±3,6	0,25±0,01	1,83±0,1	0,18±0,06	7,46±0,12
CV%	66,00	18,70	13,10	24,20	8,10	3,49
Выращенная от икры при регулируемом термическом режиме						
M±m	269,80±44,5	44,60±1,6*	0,30±0,04	2,57±0,19**	0,24±0,03	7,20±0,17
CV%	36,90	8,02	34,50	27,40	29,90	5,30
Выращенная от икры при естественном температурном режиме						
M±m	298,00±21,4	43,60±1,7	0,36±0,02	2,33±0,3*	0,16±0,01	8,16±0,3
CV%	16,10	8,52	15,20	39,20	19,70	8,43

Примечание: Различия достоверны при * P < 0,05; ** P<0,01

Индекс желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) у рыб, выращенных при регулируемом температурном режиме, был несколько ниже. Это, вероятно, было связано с тем, что при возрастании температуры воды, в пределах оптимальной, рост рыбы опережает рост кишечника и относительная его длина снижалась.

Сама по себе высокая температура повышает эффективность усвоения пищи, так же как и эффективность других физиологических процессов, при этом прирост биомассы на единицу длины кишечника возрастает.

Таким образом, морфометрические показатели тела и внутренних органов свидетельствуют о влиянии антропогенных факторов на рост и состояние внутренних органов.

Для более полной оценки физиологического состояния необходимо было оценить биохимический состав тела рыб (табл. 26).

Таблица 26 – Биохимический состав тела ремонтной группы стерляди

№ выборки	Влага	Сухое вещество	Жир	Белок	Зола
	Заготовленные из естественной популяции				
1	82,9±1,6	17,1±0,7	3,1±0,4	10,1±0,8	3,9±0,07
2	91,6±1,8	18,4±1,0	1,5±0,3	13,4±1,1	3,5±0,04
3	85,8±2,0**	14,2±0,9	3,2±0,1	7,2±0,6	3,8±0,06*
Выращенная от икры при естественном температурном режиме					
1	72,1±1,8	27,5±0,8	4,9±0,6	19,1±0,9	3,5±0,1
2	87,8±2,5	12,2±1,2	4,8±0,2	6,0±0,9	1,4±0,06
3	80,8±1,7	19,2±0,9	3,1±0,1	13,9±1,1	2,2±0,08
Выращенная от икры при регулируемом термическом режиме					
1	76,1±2,1	23,9±0,9	5,8±0,4	15,6±1,0	2,4±0,2
2	76,2±1,8	23,8±1,1	4,3±0,2	16,2±0,8	3,3±0,08
3	74,7±1,9***	25,3±1,2	5,2±0,1	16,5±1,1	3,6±0,16*

Примечание: Различия достоверны при * P < 0,05; ** P ≤ 0,001

Стерлядь, выращенная в искусственных условиях, по общему химическому составу тела характеризовалась главным образом большим количеством белка и жира. Большое количество золы (минеральных веществ) в теле рыб, выловленных из естественной популяции, связано с недостаточной адаптированностью рыб к искусственным условиям. Однако, по показателям химического состава тела их состояние можно оценить как удовлетворительное.

В общих липидах рыб, содержащихся в условиях регулирования температурного режима, уровень фосфолипидов был выше и составлял 41,3%. У стерляди из естественной популяции эта величина не превышала 37,3 % (табл.27).

Таблица 27 – Состав общих липидов тела ремонтной группы стерляди, %

Общие липиды	Группы рыб		
	1	2	3
Фосфолипиды	41,3±2,6	39,8±1,8	37,3±0,7
Моноацилглицерины	6,0±1,1	6,1±0,9	6,5±0,3
Диацилглицерины	3,6±0,2	3,5±0,7	3,1±1,1
Холестерин	28,4±0,8*	27,6±1,2*	29,3±2,1
Эфиры холестерина	7,6±0,7*	7,4±1,1*	7,5±0,5
Неэстерифицированные жирные кислоты	11,6±0,8	7,2±0,5	12,5±0,3

Примечание: 1- Выращенная от икры при регулируемом термическом режиме; 2 Выращенная от икры при естественном температурном режиме; 3- Заготовленные из естественной популяции; Различия достоверны при * P < 0,05

Анализ фракционного состава жирных кислот показал, что фракция фосфолипидов ремонтной группы стерляди, выращенной от икры,

отличалась высоким содержанием жирных кислот линоленового ряда –17,4 - 18,5 % (при $P < 0,05$, в сравнении с «дикими») (табл. 28).

Таблица 28 - Состав жирных кислот фосфолипидов ремонтной группы стерляди, %

Жирные кислоты	Группы рыб		
	1	2	3
Насыщенные	34,5±1,8*	32,4±1,2*	37,6±2,1
Ненасыщенные, в том числе	65,5±2,3*	67,6±2,6*	62,4±2,4
Моноеновые	32,1±1,0	33,4±0,8	38,5±1,2
Полиеновые	33,4±1,2	34,2±1,1	23,9±0,8
Σ ω 3	17,4±0,3*	18,5±0,6*	10,8±0,5
Σ ω 6	16,0±0,4	15,7±0,5	13,1±0,4
ω3/ω6	1,1	1,2	0,8

Примечание: 1- Выращенная от икры при регулируемом термическом режиме; 2 - Выращенная от икры при естественном температурном режиме; 3 -Заготовленные из естественной популяции; Различия достоверны при * $P < 0,05$

Хорошая обеспеченность фосфолипидов ненасыщенными жирными кислотами линоленового ряда (ω 3) обеспечивает высокую проницаемость клеточных мембран и высокую пластичность рыб к условиям обитания.

Так как кровь - это одна из самых лабильных систем организма, то ее состав зависит от многих биотических и абиотических факторов. Паталогические изменения гематологических показателей рыб возникают при инвазиях, токсикозах, дефиците кислорода, пищевых отравлениях. В связи с этим правильная и своевременная диагностика морфологических изменений крови позволяет выявить возникающий дисбаланс или патологию в организме рыб. Следовательно, для оценки физиологического состояния РМС одним из критериев было выбрано комплексное гематологическое исследование, результаты которого представлены в таблице 29.

Таблица 29 – Гематологические показатели ремонтной группы стерляди

Показатель	Масса, г	Гематокрит, %	Гемоглоби, г/л	Эритроциты, 10 ⁶ мкл	СОЭ, мм/час	СГЭ, мкмкг
Заготовленные из естественной популяции						
M±m	232,80±68,8	19,40±0,8	67,10±0,7	0,90±0,04	2,60±0,21	76,10±10,7
CV%	66,00	9,36	22,50	9,97	36,00	31,50
Выращенная от икры при естественном температурном режиме						
M±m	269,80±44,5	23,20±0,7	81,40±0,5	1,02±0,02	3,10±0,26*	81,08±8,44
CV%	36,90	7,10	14,20	12,00	37,00	23,30
Выращенная от икры при регулируемом термическом режиме						
M±m	298,00±21,4	24,80±1,3	75,00±0,6	1,01±0,008	3,40±0,23*	71,68±5,8
CV%	16,10	12,20	17,90	17,50	30,00	18,30

Примечание: Различия достоверны при * P < 0,05

Уровень гемоглобина и гематокрита был ниже у рыб, заготовленных из естественных условий – $77,1 \pm 0,7$ г/л и 19,4% соответственно. Ремонтная группа стерляди, выращенная в заводских условиях при естественном температурном режиме, отличалась более высоким содержанием гемоглобина в крови – $81,4 \pm 0,5$ г/л. Количество эритроцитов у всей ремонтной группы находилось на одинаковом уровне – в пределах $0,902 - 1,02 \cdot 10^6$ мкл. Скорость оседания эритроцитов была в пределах нормальных значений 2,6 – 3,4 мм/час.

Одним из важных показателей при изучении физиологического состояния рыб является белковая картина крови. Высокое содержание белка в сыворотке крови рыб в пределах установленных норм является благоприятным признаком. Значительные потери белка связаны с потерей жизнестойкости и могут сопровождаться гибелью.

В крови ремонтной группы стерляди уровень сывороточного белка находился в пределах 27,8-35,3 г/л. Наибольшее количество белка в плазме было отмечено у рыб, выращенных в заводских условиях при естественном температурном режиме (рис. 11).

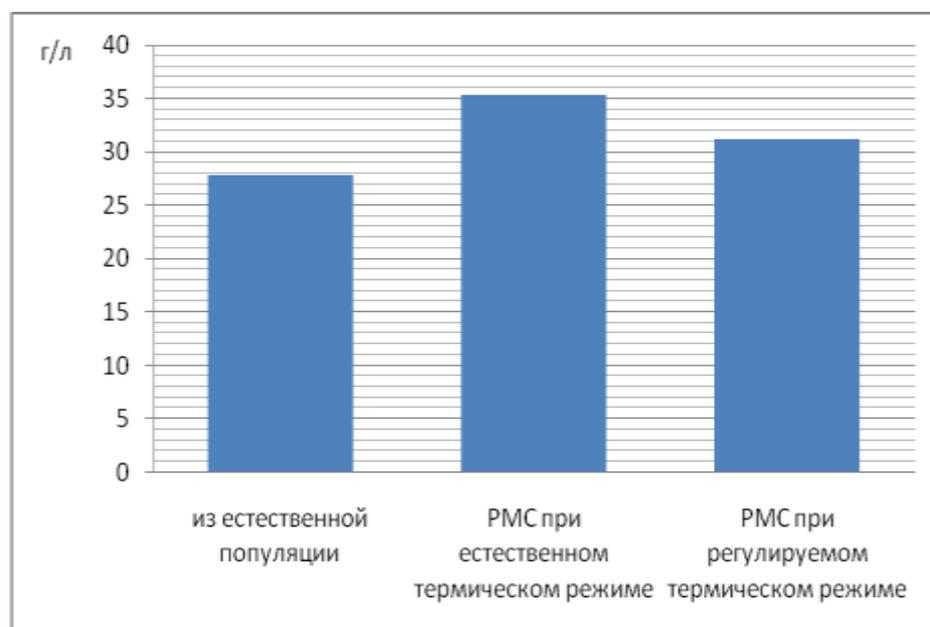


Рисунок 11 - Общий белок в сыворотке крови ремонтной группы стерляди, г/л

Таким образом, в целом, физиологическое состояние рыб, содержащихся в различных экологических условиях, было близким к нормальному состоянию. В естественных условиях обитания осетровых рыб разного возраста нормой считаются следующие показатели крови: гемоглобин в пределах 50-80 г/л, сывороточный белок – 28-40 г/л, СОЭ – 2-4 мм/час (Металлов, Распопов и др., 2007; Корчунов, Металлов и др., 2012, Пономарева, Металлов и др., 2014).

Повышенные показатели гемоглобина и скорости оседания эритроцитов (в пределах нормальных значений) у рыб, выращенных в искусственных условиях, свидетельствуют о высоком уровне гидратации крови и активности окислительных процессов. Повышение текучести крови при постоянном воздействии факторов стресса свидетельствует об адаптивной реакции организма, способствующей увеличению резервных возможностей органов кровеносной системы и, соответственно, всего организма (Мельников, 2004; Кучин, 2006).

Эффективное выращивание осетровых рыб в установках с регулируемыми параметрами водной среды возможно при условии использования физиологически полноценного посадочного материала и оптимально приближенных к естественным условиям водной среды.

ГЛАВА 4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ С ЦЕЛЬЮ ФОРМИРОВАНИЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНЫХ СТАД НА РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ ВОЛГО-КАСПИЙСКОГО БАССЕЙНА

Работы по созданию маточных стад осетровых были организованы, начиная с 50-х гг. и, к настоящему времени, уже накоплен определенный опыт практической и научной работы в этом направлении. Главными проблемами являются следующие: определение оптимального режима содержания и совместного выращивания осетровых разного вида и возраста; поиск эффективных методов селекционно-племенной работы, направленной на формирование высокопродуктивных маточных стад племенного и пользовательского назначения (Бурцев и др., 1989).

Искусственные условия выращивания и содержания ремонтно-маточных стад (РМС) осетровых различны в отдельных хозяйствах и условно подразделяются на три категории: хозяйства с естественным температурным режимом (прудовые, садковые); хозяйства, использующие подогретую воду энергетических объектов (садковые, бассейновые); хозяйства индустриального типа, имеющие возможность самостоятельно регулировать температурный режим выращивания (бассейновые).

Первоначально маточные стада осетровых создавались исключительно для обеспечения посадочным материалом хозяйств, выращивающих товарную рыбу. Позднее была обоснована целесообразность создания маточных стад для сохранения генофонда осетровых и производства молоди, выпускаемой в естественные условия обитания (Подушка, 1986). Такая схема эксплуатации маточных стад предусматривается мерами по развитию товарного осетроводства, заложенными в программе развития аквакультуры России (Мамонтов, 2000).

В настоящее время осетровые рыболовные заводы испытывают нарастающий дефицит производителей белуги, русского осетра, севрюги.

Крайне тяжелое положение складывается с запасами волжской стерляди, которые истощаются в связи с нерегулярным промыслом.

4.1 Изучение показателей роста молоди русского осетра для отбора в ремонтное стадо

В настоящее время на рыбоводных хозяйствах отбор особей в ремонтно-маточное стадо начинают на этапе работы с производителями. Для этого отбирают самок и самцов с хорошим экстерьером, соответствующим средним показателям характерным для данного вида. У рыб должны отсутствовать аномалии, а половые продукты быть высокого качества: пигментированность икры однородной, ооциты правильной формы, соответствовать по массе и размерам средним показателям для вида; для оплодотворения необходимо использовать эякуляты с подвижностью сперматозоидов не менее 200 сек. и концентрацией гамет не менее 1,25-2,5 млрд/мм³ (Чебанов и др., 2004).

На Лебяжьем осетровом рыбоводном заводе Астраханской области на первом этапе формирования ремонтного стада использовали производителей русского осетра, белуги и стерляди у которых половые продукты были высокого качества: цвет икры однородным, форма ооцитов правильная, цвет семенной жидкости молочно-белый, подвижность сперматозоидов по шкале Г.М. Персова соответствовала 5 баллам, агглютинация либо отсутствовала, либо умеренная «+».

На следующем этапе проводили отбор по проценту оплодотворения икры, который был установлен для осетра и стерляди не ниже 85%, что на 5% выше нормативных значений. Икра, которая соответствовала этим критериям, инкубировалась при оптимальных условиях. Для развития икры русского осетра оптимальной является температура воды в пределах 16-20°C, белуги диапазон температуры от 9 до 14°C, севрюги – от 17 до 24°C, стерляди от 13 до 16°C. При этом продолжительность инкубации зависит от температуры воды. Если эмбриональное развитие проходило при температуре близкой к верхней границе оптимума, то наблюдается повышение количества аномально развивающихся зародышей и увеличение выхода предличинок с ограниченным

желточным ресурсом. При температуре воды на границе нижнего значения диапазона увеличивается длительность инкубации, а предличинки имеют большую массу, объем желточного мешка (Куфтина, Зайцева и др., 1984) и более высокий темп роста (Ruban, 2005). В связи с этим инкубацию икры проводили при температуре воды, близкой к нижним границам оптимума.

На следующем этапе было отобрано 5000 штук личинок русского осетра, перешедших на активное питание и не имеющих аномалий в развитии. Подращивание личинок проводили в пластиковых бассейнах объемом 1,5 м³, кормление осуществляли стартовым комбикормом и живыми кормовыми организмами – науплиями артемии (*Artemia salina*) и мелкими формами дафний (*Daphnia magna*). По достижении рыбами массы 200 мг добавление в рацион живых кормовых организмов прекратили. Для кормления молоди массой свыше 3 грамм использовали производственный гранулированный комбикорм компании Aller Aqua. Кормление рыб осуществляли с использованием автоматических кормораздатчиков на протяжении светлого времени суток. Суточные нормы кормления определяли согласно ранее разработанной нами технологии (Пономарев и др., 2002; Пономарев, Грозеску, Бахарева, 2006).

В первые 10 суток выращивания отмечали наименьший прирост массы – 11,53 мг/сут. Следующие 10 суток темп роста рыбы несколько увеличился и, в среднем, на протяжении этого периода составлял 36,34 мг/сутки. Максимальный прирост 215,96 мг в сутки отмечался через 30 дней после перехода личинок на активное питание (рис.12).

Максимальная смертность личинок наблюдалась через 20 суток после начала выращивания. У погибших личинок отмечали признаки газопузырькового заболевания, что связано с некачественной водоподготовкой. В связи с этим выживаемость ранней молоди русского осетра в конце периода подращивания была низкой и составила 52%. При этом следует отметить, что величину сохранности ранней молоди можно повысить, используя приемы подготовки воды - отстаивание, дегазация (Пономарев и др., 2002; Пономарев, Грозеску, Бахарева, 2006; 2013).

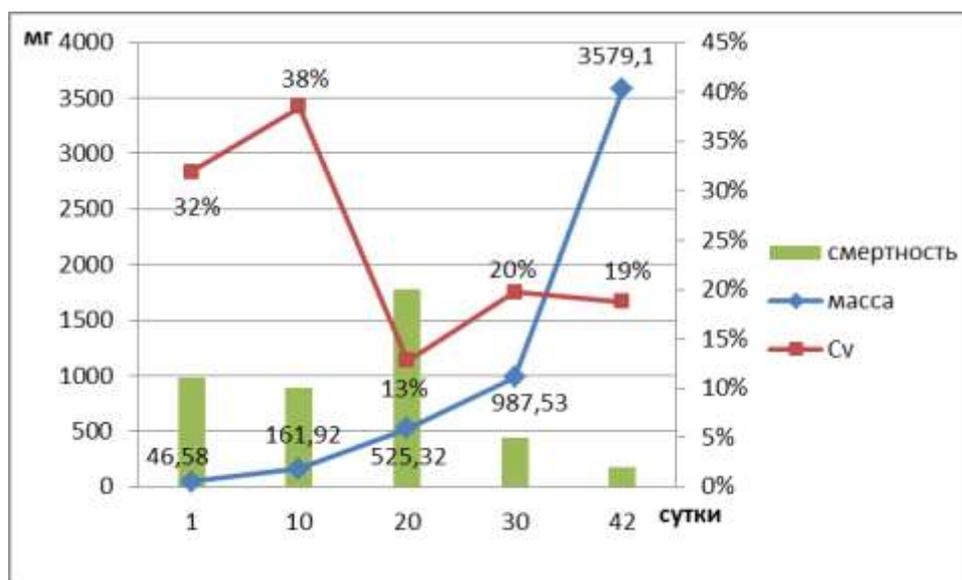


Рисунок 12– Степень разброса массы и выживаемость личинок русского осетра при подращивании в бассейнах

Таким образом, массы 3,5 грамма молодь русского осетра при интенсивном выращивании достигла через 42 суток (табл. 30).

Таблица 30 - Рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди русского осетра для формирования ремонтно-маточного стада

Показатели	Значение
Масса начальная, мг	46,58±4,48
Cv,%	32
Масса конечная, мг	3579,09±189,08
Cv,%	18
Абсолютный прирост, г	3,454
Среднесуточный прирост, г/сут.	0,08
Кормовые затраты, ед.	1,2
Выживаемость, %	52
Продолжительность, сут.	42

При выращивании ранней молоди русского осетра самый высокий уровень вариабельности по массе тела – около 32-38% наблюдался на ранних этапах выращивания, то есть совокупность рассматриваемых признаков

неоднородна. Поэтому, первый отбор осуществляли при наименьшей вариации признаков – C_v 13% и средней массе молоди 525,3 мг, то есть на 20-е сутки выращивания, напряженностью 50%. Второй отбор был проведен по достижении рыбами массы 3,5 г, когда варьирование признака составило 18%. В этот период из всех выращиваемых рыб было отобрано 95% особей (рис. 13).

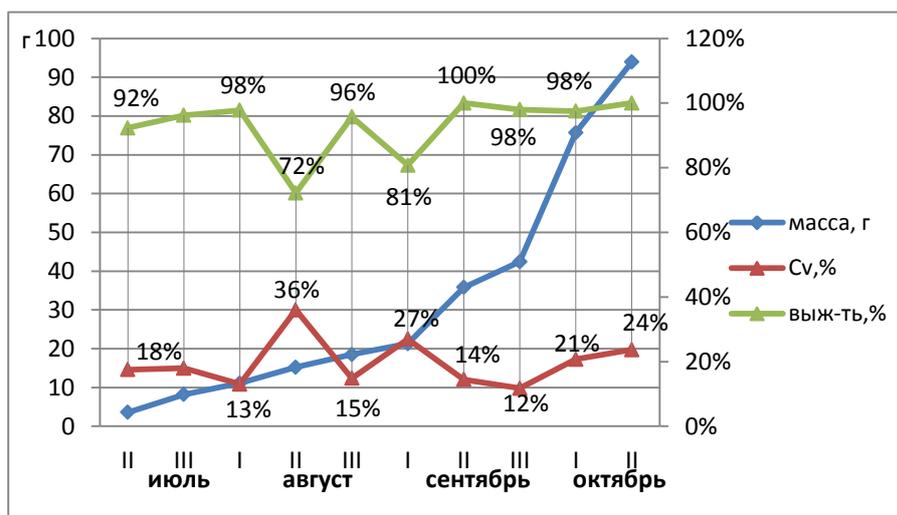


Рисунок 13– Темп роста и выживаемость, а также коэффициент вариации массы сеголеток русского осетра

Выращивание сеголеток осуществляли в бассейнах шведского типа. Выживаемость сеголеток за весь период выращивания была достаточно высокой. Однако во второй декаде августа повышение температуры воды до 27°C привела к повышению смертности рыб до 28%. В первой декаде сентября также наблюдали повышение процента гибели рыб, по всей вероятности, это связано с залповым забором воды ненадлежащего качества (в бассейнах наблюдалось высокая мутность и большое количество загрязняющих веществ в виде песка) при этом содержание кислорода в воде повысилось до 11 мг/л.

Темп роста молоди в летне-осенний период был достаточно высокий. Максимальный прирост массы наблюдался со второй декады сентября. Причем, если в конце сентября абсолютный прирост составил 6,6 г, то в октябре этот

показатель был самым высоким и составил в первую декаду 33,3г, во вторую – 18,2 г.

Негативные изменения условий выращивания повлияли на изменчивость показателей роста сеголеток. Так, во второй декаде августа, а также в первой декаде сентября, когда на организм рыб оказывали влияние такие факторы стресса, как температура воды, загрязняющие вещества и другие, выживаемость снижалась, при этом увеличивалось количество особей со значительным варьированием массы. В этот период коэффициент вариации повышался до 27-36% (см. рисунок 13).

Кроме того, также отмечено значительное варьирование массы при стремительном повышении темпа роста рыб в первой декаде октября. В этот период прирост массы составил 33,3 г, а коэффициент вариации 21%. В конце выращивания коэффициент вариации повысился до 24%, что возможно связано с сезонным понижением температуры воды до 12°C. В связи с предстоящим зимним содержанием молоди корректирующий отбор не проводили. Вся выращенная молодь была посажена на зимовку в бассейны. Продолжительность зимовки составила 156 суток.

В настоящее время на большинстве осетровых рыбоводных заводах используется технология формирования ремонтно-маточного стада, не предусматривающая кормления рыб при понижении температуры воды ниже 12°C. Однако по литературным данным установлено, что, например, белуга и русский осетр продолжают питаться даже при температуре воды 4°C (Чипинов и др., 2004). В связи с этим в этот период рыб кормление осуществляли по поедаемости. Потеря массы рыб за зимовку составила 5%, при достаточно высоком уровне выживаемости – 85% (табл.31). После завершения зимовки был проведен корректирующий отбор.

Ослабленных и отстающих в росте рыб отбраковали, напряженность отбора составила 70%. Следующий отбор в ремонтную группу проводили после зимовки в возрасте 2+ и 3+, напряженность отбора составляла 95%. При этом

предпочтение отдавали особям со средними показателями роста для вида и возраста.

Таблица 31– Результаты выращивания ремонтной группы русского осетра

Показатели	Возраст рыб					
	0+	0+	1	1+	2	2+
Масса, г						
- при посадке	0,047	3,580	93,940	89,250*	674,800	607,330
M±m	0,045	0,019	6,710	4,260	23,250	22,310
CV,%	32	18	24	16	11	12
- при вылове M	3,580	93,170	89,250	674,800	607,330	1804,70
Период, сутки	42	97	156	196	162	222
Выживаемость, %	52?0	89,6	85?0	96,6	96,2	96,5
Кормовой коэффициент, ед.	1,2	1,5	-	1,3	-	1,1
Прирост, г	3,53	89,59	-	585,55	-	1197,40
Темп роста, % в сутки	4,63	1,91	-	1,04	-	0,49
Потеря массы, г	-	-	4,69	-	67,50	-
%	-	-	5	-	10	-
	Возраст рыб					
Показатели	3	3+	4	4+	5	5+
Масса, г						
- при посадке	1810,82	1716,91*	3051,18	2979,09	4906,18	5241,73
M±m	68,14	67,34	127,17	139,50	255,59	188,69
CV,%	12	13	14	16	17	12
- при вылове	1716,91	3051,18*	2979,09	4906,18*	5241,73	5688,73
M±m	67,34	127,17	139,50	255,59	188,69	146,38
CV,%	13	14	16	17	12	9
Период, сутки	95	221	164	188	123	218
Выживаемость, %	100?0	96,6	100,0	97,1	99,4	98,8
Кормовой коэффициент, ед.	-	1	-	1	-	1,4
Прирост, г	-	1334,27	-	1927,09	335,55	447,00
Темп роста, % в сутки	-	0,250	-	0,260	0,054	0,037
Потеря массы, г	93,91	-	72,09	-	-	-
%	5	-	2,4	-	-	-

Примечание: Различия достоверны при * P < 0,001

Максимальный прирост наблюдался у русского осетра на пятом году жизни – 1927,09 г, при этом все выращиваемые особи были однородны по массе, коэффициент вариации 17%. При достижении шестилетнего возраста темп роста рыб снизился до минимальных значений – 0,037% в сутки.

В период зимнего содержания потеря массы наблюдалась только до пятилетнего возраста. При следующей зимовке наблюдался прирост массы рыб на 335,55 г. Это связано с тем, что в состав кормов в этот период стали дополнительно вводить крабовый жир в количестве 2%, который обладает аттрактивным свойством для рыб.

Анализ результатов вкусовой и запаховой привлекательности комбикормов показал, что наиболее активное схватывание гранул наблюдалось при кормлении комбикормом с крабовым жиром. Коэффициент предпочтения такого корма был на 20% выше ($K_{пр}=+60,0$), чем при использовании производственного комбикорма без крабового жира ($K_{пр}=+40,0$). Кроме того, дополнительное введение жира в зимний период позволяет повысить энергетическую ценность комбикорма и увеличить адаптационную способность организма к низкотемпературным условиям содержания.

Таким образом, эффективность выращивания рыб для пополнения ремонтного стада зависит не только от качества производителей и полученного потомства, но и от условий выращивания. Так низкая выживаемость ранней молоди была связана с плохо организованной подготовкой воды, подаваемой в цех для выращивания. Наиболее уязвимыми для русского осетра являются первые два года жизни. В этот период наблюдалась максимальная смертность, которая достигала 48% при воздействии негативных факторов внешней среды. Особи старших возрастных групп более жизнестойки, однако в период зимнего содержания рыбы испытывают состояние стресса. Потеря массы за зимовку достигала 10%. Для корректировки состояния производителей в зимний период в состав кормов рекомендуется дополнительно вводить крабовый жир, обладающий ярко выраженным аттрактивным свойством для осетровых рыб.

4.2 Разработка технологии выращивания молоди севрюги для формирования ремонтного стада

Севрюга – один из видов осетровых рыб, которому до сих пор уделяется недостаточно внимания как с позиции domestikации (Львов, 2003), так и в плане создания (формирования) ремонтно-маточных стад в искусственных условиях. Причиной является тот факт, что севрюга естественной популяции очень чувствительна к разным стрессам (отлов и транспортировка, выдерживание в искусственных условиях, взятие половых продуктов). Известно, что выращенные в искусственных условиях осетровые в меньшей степени реагируют на возможные стрессовые факторы. В связи с этим необходимо было провести наблюдения за характером роста, развития, полученного в искусственных условиях потомства севрюги с целью формирования из выращенных рыб ремонтно-маточного стада.

В 2005 году в бассейновом цехе ФГУ ОРЗ «Лебяжий» начали проводить работы по выращиванию ранней молоди севрюги с целью формирования ремонтно-маточного стада. Для этих целей использовали производителей разных биологических групп. Икру отбирали от 20 самок, для оплодотворения каждой самки использовали сперму не менее трех самцов. Для выращивания племенного материала отбирали икру с высоким процентом оплодотворения (не менее 70%) и минимальным числом уродливых эмбрионов (2-3%). Инкубация икры проходила при температуре воды 18-19⁰С, выживаемость эмбрионов за весь период эмбрионального развития составила 70%.

Выдерживание предличинок проводили в бассейнах объемом 4м³ с круговым током воды. Кормление ранней молоди начинали в момент перехода единичных экземпляров на смешанное питание. В первые сутки кормление проводили живыми кормовыми организмами (мелкими формами дафний, науплии артемии) и стартовым комбикормом Aller aqua. Стартовый комбикорм присутствовал в рационе с первых дней кормления. По достижении молодью массы 2-2,5 г рыба полностью была переведена на сухой комбикорм, а при

массе 3 г начали проводить кормление продукционным комбикормом. При выращивании племенного материала массового отбора не проводили, ограничивались выбраковкой существенно отставших в росте, уродливых и травмированных особей. Во время выращивания каждые 10 дней проводили сортировку молоди.

При выращивании сеголеток севрюги гидрохимические показатели воды были стабильными: температура воды в бассейнах не превышала 24,5⁰С, содержание O₂ – 6,5-7,5 мг/л. Содержание свободной углекислоты достигало 3,1 мг/л и не превышало нормы, рН повышалось до 8,2, что также не достигало критической величины (Мильштейн, 1972).

В первые дни после перехода ранней молоди на активное питание средняя масса рыб была 0,012 мг, при благоприятных условиях выращивания и наличии в бассейнах живых кормовых организмов на 35 сутки масса молоди достигла 0,56 мг. В этот период из рациона начали постепенно убирать живые корма и увеличивать норму сухих. Для получения оптимальных результатов и снижения гибели ранней молоди необходимо было определить оптимальную плотность посадки, при которой варьирование размерно-массовых показателей молоди в бассейне было бы не значительным. В настоящее время определены плотности посадки молоди русского осетра, белуги, стерляди в бассейны (Пономарев и др., 2002). Молодь севрюги значительно отличается по отношению к условиям среды, поэтому оптимальная плотность посадки во время подращивания и выращивания может быть другой.

При подращивании ранней молоди до 110-130 мг оптимальной плотностью посадки молоди можно считать 6 тыс. шт./м². При этом наблюдался высокий темп роста и высокий уровень выживаемости (табл. 32).

В начальный период подращивания при массе личинок 0,012 г абсолютный прирост ранней молоди в варианте с плотностью посадки рыб 6 тыс./шт. м² составил 0,119 г, выживаемость – 68%.

Таблица 32 - Плотность посадки ранней молодежи себрюги, тыс. шт./м²

Показатели	Варианты опыта		
1 этап – подращивание до массы 110-130 мг			
Плотность посадки тыс. шт./м²	8	6	4
Масса начальная, г	0,012±0,002	0,012±0,001	0,012±0,002
Масса конечная, г	0,112±0,08*	0,131±0,02*	0,130±0,04
Абсолютный прирост, г	0,100	0,119	0,118
Выживаемость, %	53,1	68,2	68,0
Период подращивания, сут.	17	17	17
2 этап – выращивание до массы 200-300 мг			
Плотность посадки, тыс. шт./м²	4	3	2
Масса начальная, г	0,112±0,08	0,131±0,02	0,130±0,04
Масса конечная, г	0,162±0,07	0,221±0,09*	0,240±0,06*
Абсолютный прирост, г	0,05	0,09	0,11
Выживаемость, %	65	73	78
Период подращивания, сут	10	10	10
3 этап – выращивание до массы 500-600 мг			
Плотность посадки, тыс. шт./м²	2	1,5	1
Масса начальная, г	0,162±0,11	0,221±0,09	0,240±0,06
Масса конечная, г	0,372±0,12	0,529±0,14*	0,560±0,12*
Абсолютный прирост, г	0,210	0,308	0,320
Выживаемость, %	65	80	80
Период подращивания, сут	7	7	7
4 этап – выращивание до массы 1000 мг			
Плотность посадки, тыс. шт./м²	1,5	1	0,6
Масса начальная, г	0,372±0,12	0,529±0,14	0,560±0,12
Масса конечная, г	0,740±0,25*	0,955±0,18	1,03±0,17*
Абсолютный прирост, г	0,368	0,426	0,473
Выживаемость, %	70	85	86
Период подращивания, сут	10	10	10
5 этап – выращивание до массы 3000 мг			
Плотность посадки, тыс. шт./м²	1	0,5	0,3
Масса начальная, г	0,740±0,25	0,955±0,18	1,03±0,17
Масса конечная, г	2,42±0,69	3,885±0,59	4,29±0,39
Абсолютный прирост, г	1,68	2,93	3,26
Выживаемость, %	70	87	92
Период подращивания, сут	14	14	14

Примечание: Различия достоверны при * P ≤ 0,05

В варианте с плотностью посадки рыб – 4 тыс./шт. м² были получены аналогичные результаты. При плотности посадки личинок 8 тыс. шт./м² выживаемость была низкой – 53,1%. В варианте с высокой плотностью посадки наблюдались крупные особи с массой тела – 0,175 мг, и очень мелкие слабые особи. Причем, очень мелких и очень крупных особей было одинаковое количество. Минимальный разброс массы у личинок наблюдался в варианте с плотностью посадки рыб – 6 тыс. шт./м².

Это связано с тем, что у севрюги ярко выраженная поведенческая реакция на корма. Внешне это проявлялось резкими поворотами тела, кружением на одном месте, что позволяет им как бы резервировать определенную площадь дна. При таком поведении при большом количестве рыб в бассейне не все особи в полной мере могут потреблять корма. Преимущество получают более крупные особи.

При дальнейшем выращивании молоди провели сортировку рыб по размерам и снизили плотность посадки во всех вариантах (2 этап). Наилучшие результаты были получены в варианте, где выращивание проводили при наименьшей плотности посадки рыб – 2 тыс. шт./м². Выживаемость рыб в этом варианте составила 78%, что на 13 и 5% выше, чем в варианте при плотности посадки 4 и 3 тыс. шт./м². Прирост массы рыб в этом варианте был также высоким – 0,11 г, разброс массы у молоди также был небольшим (рис. 14).

Через 10 суток выращивания в бассейнах с плотностями посадки 3 тыс. шт./м² и 2 тыс. шт./м² больше 50% рыб имели практически одинаковые размеры. Часть рыб (10-30%) несколько отставали в росте, их масса не превышала 200 мг, а около 20% молоди имели массу выше 300 мг. На основании данных контрольных взвешиваний провели сортировку рыб по размерам и снизили плотность посадки (3 этап выращивания). Наилучшие результаты были получены в вариантах, где плотность посадки молоди составляла 1,5-1 тыс. шт./м². В этих вариантах были получены лучшие показатели выживаемости – 80% и темпа роста – в среднем 0,314 г.

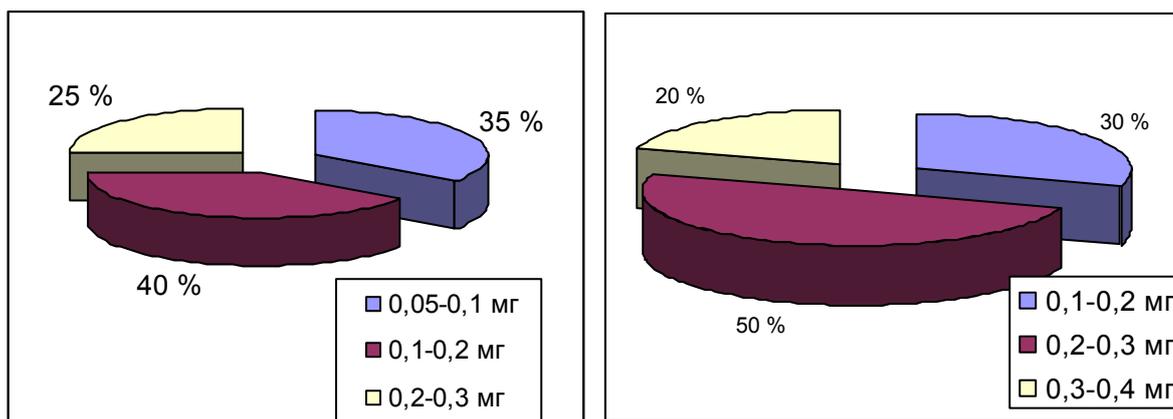
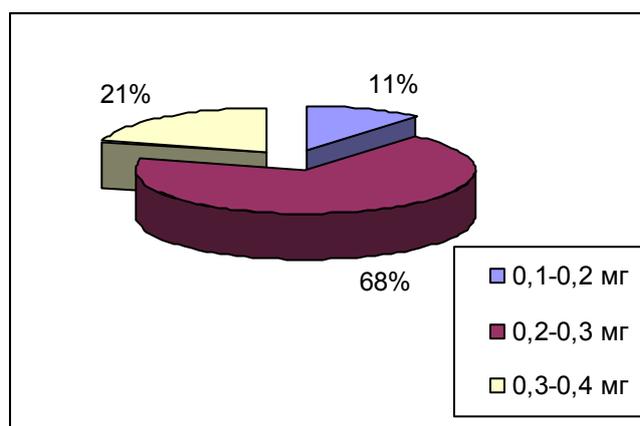
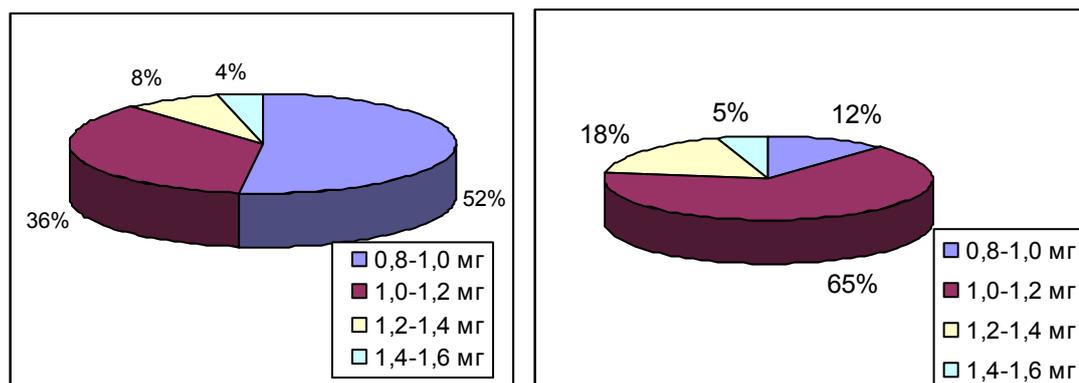
а) плотность посадки 4 тыс. шт./м²б) плотность посадки 3 тыс. шт./м²в) плотность посадки 2 тыс. шт./м²

Рисунок 14 – Процентное распределение молоди севрюги в бассейнах по массе в зависимости от плотности посадки

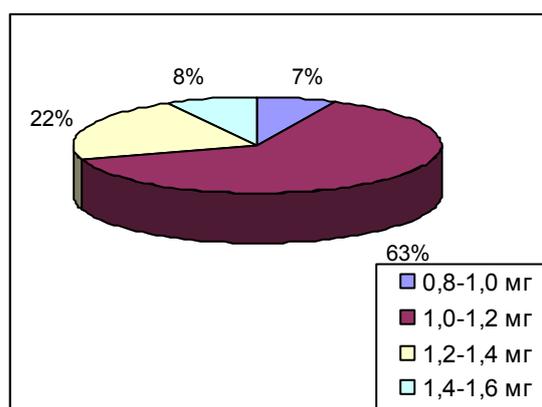
На 4 этапе выращивания лучшие рыбоводные показатели были получены при выращивании молоди с плотностью посадки 0,6 - 1 тыс. шт./м². В этих вариантах наблюдали высокую выживаемость рыб и небольшой разброс массы у молоди (рис. 15).

При выращивании молоди севрюги на следующем этапе оптимальной плотностью посадки рыб в бассейны является 300 шт./м². Выживаемость молоди в этом варианте составила 92% при абсолютном приросте 3,26 г.

Таким образом, результаты проведенных экспериментов показали, что плотность посадки молоди севрюги в бассейны находится в зависимости от массы и составляет для молоди массой: до 150 мг – 6 тыс. шт./м², 150-300 мг – 2 тыс. шт./м², 300-600 мг – 1,5 тыс. шт./м², 600-1000мг – 1 тыс. шт./м², 1000 – 3000 мг – 300 шт./м².



а) плотность посадки 4 тыс. шт./м² б) плотность посадки 3 тыс. шт./м²



в) плотность посадки 2 тыс. шт./м²

Рисунок 15 – Процентное распределение молоди севрюги в бассейнах по массе в зависимости от плотности посадки

Далее выращивание проводили при плотности посадки 300-100 шт/м². Кормление сеголеток севрюги проводили продукционным комбикормом Alleg aqua. Длительность выращивания сеголеток до средней массы 26,5 г составила 126 суток. Выживаемость сеголеток составила 79,5 %.

В начале октября (возраст молоди 134 суток) при снижении температуры воды до 10-12⁰ начали проводить отбор в ремонтное стадо. По данным Л.М. Васильевой (2000) основными морфобиологическими показателями для отбора в ремонтно-маточное стадо являются – длина, масса, коэффициент упитанности. В связи с этим отбор проводили по морфобиологическим показателям и темпу роста рыб. Для формирования ремонтной группы были отобраны особи, которые имели массу от 40 до 69 г, при абсолютной длине

26-31 см. Морфобиологические показатели молоди, отобранной в ремонтную группу, представлены в таблице 33.

Отобранные в ремонтную группу сеголетки севрюги, в количестве 311 шт., были помещены на зимовку в пластиковые бассейны размером 2,0 x 2,0x0,4 м. Средняя масса сеголеток составила 51,3 г. Рыба была рассортирована по массе. Средняя навеска севрюги в первом бассейне составила 38,9 г, во втором – 52,8 г, в третьем – 62,3 г. Плотность посадки сеголеток севрюги в бассейны составила 200 шт./м³.

В условиях бассейнового содержания в зимний период при естественных температурах смертность годовиков севрюги составила 15%. Причем, единичные особи с массой тела менее 30 г при температурах ниже 5⁰С прекращали питаться и в дальнейшем погибали.

Таблица 33 - Морфобиологические показатели молоди севрюги из ремонтной группы

Показатели	Масса, г	Абсолютная длина тела, см	Длина тела до развилки хвостового плавника, см	Коэффициент упитанности по Фультону, ед
Min	38,91	26,62	22,46	0,22
Max	69,00	31,40	26,50	0,31
Cv,%	22,71	7,00	6,57	15,21

Наблюдения за поведением годовиков севрюги в зимний период показали, что некоторые особи плавали у поверхности воды, переворачивались на бок и впоследствии погибали. Ихтиопатологическое вскрытие показало вздутие плавательного пузыря, наличие воздуха в переднем отделе желудочно-кишечного тракта. У некоторых особей печень была мозаичного окраса рыхлой консистенции.

Во время проведения зимовки признаки физиологического истощения рыб появлялись уже в январе, так как при зимнем голодании организмом теряется около 1/3 белка, липидов и энергии, снижается общая резистентность

организма и увеличивается смертность на всех последующих этапах технологического цикла. В условиях пониженных температур интенсивность питания севрюги в естественных условиях достаточно высокая. При температуре воды от +1,8 до 6,1⁰С севрюга активно потребляет корма (Кашенцева, 2000). Однако при проведении работ по зимнему кормлению обязательным условием является хорошее гидрохимическое состояние водоема, главным образом хороший кислородный режим (Мильштейн, Сливка, 1972). Во время проведения зимовки кормление годовиков осуществляли продукционным комбикормом Aller aqua. Для повышения энергетической ценности комбикормов при температуре воды ниже 4⁰С дополнительно в корма вводили крабовый жир в количестве 2% на 1 кг корма. Суточные нормы кормления зависели от температуры воды (табл. 34).

Таблица 34 - Суточные нормы кормления годовиков севрюги в зависимости от температуры воды

Температура воды, ⁰ С	суточная норма % от массы тела
11-9	2-1,8
8-5	1,5-1,0
4-2	1,0
2-1	0,5-0,2

Интенсивность питания севрюги при температуре воды 11⁰С в ноябре была достаточно высокой. При понижении температуры воды интенсивность питания снизилась, в связи с этим суточные нормы кормления уменьшали до 0,5-0,2%.

За зимовку, при питании в условиях низких температур, потеря массы севрюги составила 8 -10,5%. Адаптационный период после зимовки у рыб начался при температуре воды 7-8⁰С, длительность – 15 суток. После окончания периода адаптации севрюга начала более активно потреблять корма. При выращивании годовиков севрюги кормление проводили комбинированным

кормом Aller aqua. Суточную норму кормления начали повышать при температуре воды 11⁰С. При повышении температуры до 13-15⁰С суточная норма кормления составляла 4%, при температуре воды 16-20⁰С – 5% (Пономарев др., 2002).

Наблюдения за ростом годовиков севрюги, представленные в таблице 35, показали, что наиболее пластичными являются рыбы, имеющие массу тела свыше 50 г, такие особи легче приспосабливаются к изменяющимся условиям, активно потребляют комбикорма.

В варианте 3 накопление массы было более интенсивным. Абсолютный прирост рыб был на 6% выше, чем в варианте 2 и на 8% выше, чем в первом варианте.

Таблица 35 – Изменение показателей выращивания годовиков севрюги в зависимости от первоначальной массы

Показатели	Группа		
	I	II	III
Масса начальная, г	35,55±3,88	48,42±2,23	57,32±2,56
Масса конечная, г	80,7±5,68	95,8±7,35	110,1±9,63**
Коэффициент упитанности нач., ед.	0,21	0,20	0,20
Коэффициент упитанности конеч., ед.	0,24	0,23	0,24
Абсолютный прирост, г	45,15	47,38	52,78
Коэффициент массонакопления, ед.	56,09	147,87	149,46
Выживаемость, %	74,00±2,1	88,00±1,5**	92,00±1,8***
Продолжительность выращивания, сут	53	53	53

Примечание: различия достоверны при ** P≤ 0,001; *** P≤ 0,001;

Выживаемость рыб массой выше 50 г (вариант 3) была наиболее высокой и в среднем составляла – 92±1,8%. Низкий уровень выживаемости наблюдался в первом и втором варианте – 74 и 88 %, соответственно. Максимальная смертность рыб была отмечена в первые 15-20 суток после зимовки, т.е. в период адаптации рыб.

Таким образом, при формировании ремонтных стад севрюги начальные этапы выращивания необходимо проводить при разреженных плотностях посадки: до массы 130 мг – 4-6 тыс.шт/м², до массы 300 мг – 2-3 тыс.шт/м², до массы 600 мг – 1-1,5 тыс.шт/м², до массы 1 г – 0,6 тыс.шт/м², до массы 3 г – 0,3 тыс.шт/м². Отбор в ремонтную группу необходимо проводить по морфобиологическим показателям, а также по темпу роста рыб. При отборе сеголеток севрюги предпочтение следует отдавать особям, имеющим массу тела свыше 50 г. Такие особи легче переносят зимовку, при этом питаются даже при низких температурах. Потеря массы за время зимовки у крупных особей, как правило, не превышает 8%, у особей меньшей массы она составляет 10,5%.

4.3 Метод ускоренного формирования ремонтного стада стерляди

В условиях постоянно снижающейся численности репродуктивных стад стерляди заготовка зрелых производителей из естественных условий становится невозможной. В связи с этим рыболовные заводы вынуждены создавать маточные стада из рыб, выращенных в искусственных условиях «от икры», а также за счет пополнения собственных стад неполовозрелыми особями и незрелыми производителями из естественной популяции. Сформированное по такому принципу ремонтно-маточное стадо имеет ряд положительных моментов – это гетерогенность стада, а также сокращенные сроки его формирования (Абросимова, 2004; Пономарев, Бахарева и др., 2005; Бахарева, Грозеску и др., 2005 a,b; Сырбулов, Бахарева и др., 2006; Бахарева, Грозеску и др., 2009). Известно, что наиболее эффективный способ формирования маточного стада – domestикация рыб, отловленных из естественной популяции. Использование данного метода на рыболовных заводах сопровождается проблемой приучения «диких» особей к искусственным кормам. В данном направлении проводятся различные исследования. Так, например, на Адыгейском осетровом рыболовном заводе были проведены эксперименты по одомашниванию производителей русского осетра при использовании метода принудительного кормления (Чепуркина и др., 2004). В связи с этим на Волгоградском ОРЗ с целью формирования

собственного маточного стада были проведены экспериментальные работы по приучению к искусственным кормам неполовозрелых особей стерляди, отловленных в реке Волга. Средняя масса рыб составила $156,95 \pm 7,29$ г и колебалась в пределах от 124,5 до 201,2 г, коэффициент вариации – 15%. Для перевода стерляди на искусственные корма была разработана специальная схема (табл. 36). На начальных этапах кормление осуществляли влажной кормовой смесью из рыбного фарша и организмов зоопланктона, которые отлавливались в водохранилище в период их массового развития.

Таблица 36– Специальная схема доместикации неполовозрелых особей стерляди, отловленных из естественной среды обитания

Этапы доместикации и их длительность			
I – 3-5 суток	II – 5-7 суток	III – 3-5 суток	IV
50% рыбного фарша + 50% организмов зоопланктона Суточная норма – по поедаемости	50% рыбный фарш + организмы зоопланктона; 50% влажный комбикорм для стерляди Суточная норма кормления – 1-2% от массы тела	25% рыбный фарш + организмы зоопланктона; 75% влажный комбикорм для стерляди Суточная норма кормления – 2% от массы тела	Влажный комбикорм для стерляди

Заготовку стерляди для ремонтно-маточного стада осуществляли в Астраханской области в Наирмановском районе на тоне «Балчуг» (р. Волга) и на тоне «Татьянка» расположенной на реке Черная в Камызякском районе. Транспортировали рыб живорыбным автотранспортом. После транспортировки все особи были посажены в бассейны. В течение первых суток проходила адаптация рыб к новым условиям: она скапливалась в углах рыбоводной емкости и не совершала никаких миграций по площади бассейна. Кожные покровы всех рыб были светлыми и не соответствовали цвету, характерному для здоровых особей.

На следующие сутки после перевозки у рыб стал проявляться общий адаптационный синдром. Первичным эффектом которого, по сведениям Г.А. Ведемейер с соавторами (1989), является повышение в крови концентрации адреналина и кортикостероидов, а при вторичной реакции в крови рыб повышается концентрация глюкозы и молочной кислоты, возникает лейкопения и нейтрофилия.

По нашему мнению, постепенная адаптация особей стала проявляться на третьи сутки после доставки рыб на завод. В этот период кожные покровы рыб стали приобретать нормальный для данного вида оттенок, что свидетельствовало нормализации процессов нервного и гуморального регулирования пигментации клеток кожи (Лиманский и др., 1984). Кроме того, рыба стала уходить из затемненных участков и реагировать на корма. Кормление рыб, с этого момента, стали осуществлять 4 раза в сутки через равные промежутки времени в дневные часы. Смесь из рыбного фарша и зоопланктона задавали небольшими порциями. Корма аккуратно, избегая размывания, помещали на дно бассейна в места скопления рыбы. На следующие сутки единичные экземпляры стали потреблять смесь фарша и зоопланктона. На третьи сутки около 80% особей стали потреблять предложенные корма.

Гибель рыб в период адаптации была самая высокая и составила 10%. Это связано с тем, что не все рыбы перешли на питание искусственными кормами, а часть особей погибла в результате травмирования во время отлова и транспортировки. Кишечник у всех погибших рыб был пустым – степень наполнения ЖКТ по шкале Лебедева составляла 0 баллов.

В связи с тем, что во время заготовки и транспортировки рыбы испытывают воздействие множественных факторов стресса, в организме повышается активность свободно-радикального окисления и разрушается антиоксидантная система организма. Все это приводит к глубоким патологическим процессам и, в результате, к гибели рыб. Основным биологически-активным веществом, способным снизить биохимический стресс,

является аскорбиновая кислота, которая мобилизуется в организме и стабилизирует метаболизм (Jancey et al., 1985; Halver, 1989).

Для ингибирования действия факторов стресса и стимулирования процессов адаптации рыб к новым условиям среды обитания, на первом и втором этапах «доместикации», в рацион вводили 1 г/кг кристаллической аскорбиновой кислоты 30 мг/кг тиамин. На втором этапе одомашнивания в рацион ввели влажный комбикорм для стерляди. Причем кормление этим кормом проводили в утренние часы. Далее в течение дня чередовали кормление смесью фарша и зоопланктона с комбикормом. Смертность рыб в этот период снизилась до 5-7%. Активное потребление влажного комбикорма наблюдали на 7 день после начала кормления, что позволило увеличить в рационе долю влажного комбикорма до 75%. Режим кормления изменили: частота дачи корма составила 3 раза в светлое время суток. Кормление смесью фарша и зоопланктона проводили 1 раз в сутки в дневные часы. После привыкания рыб к новому режиму питания осуществили полный перевод на кормление влажным комбикормом. Суточная норма кормления рыб составила 3% от массы тела.

Данный способ «доместикации» стерляди оказался наиболее эффективным и был подтвержден рыбоводно-биологическими показателями (табл. 37).

За 30 суток экспериментов у рыб, проходивших процесс одомашнивания по предложенной схеме, прирост массы был на 29,6% выше, чем при традиционной схеме. Интенсивность потребления рыбами кормов зависела от степени их адаптации. При этом в опытном варианте степень потребления кормов возрастала на каждом этапе, о чем свидетельствует индекс наполнения желудочно-кишечного тракта, величина которого изменялась в значительных пределах от 11,7 до 82,4⁰/₀₀₀ (рис.16). При этом смертность рыб в этом варианте также снижалась и зависела от степени адаптированности рыб к условиям среды.

Таблица 37 – Показатели эффективности использования новой схемы перевода «дикой» стерляди на искусственные комбикорма

Показатель	Группа	
	Опытная	Контрольная
Масса начальная, г	161,35±5,57	152,83±7,67
Масса конечная, г	201,44±8,11***	174,61±5,08
Скорость роста, %/сутки	0,744	0,452
Массонакопление, ед.	0,043	0,024
Кормовой коэффициент	3,0	5,25
Смертность, %	20	33
Длительность опыта, сут.	30	30

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

В контрольном варианте рыбы не так охотно потребляли корма. Индекс наполнения желудочно-кишечного тракта был низким – 11,7‰ на начальных этапах кормления и 32,7‰ в конце эксперимента.

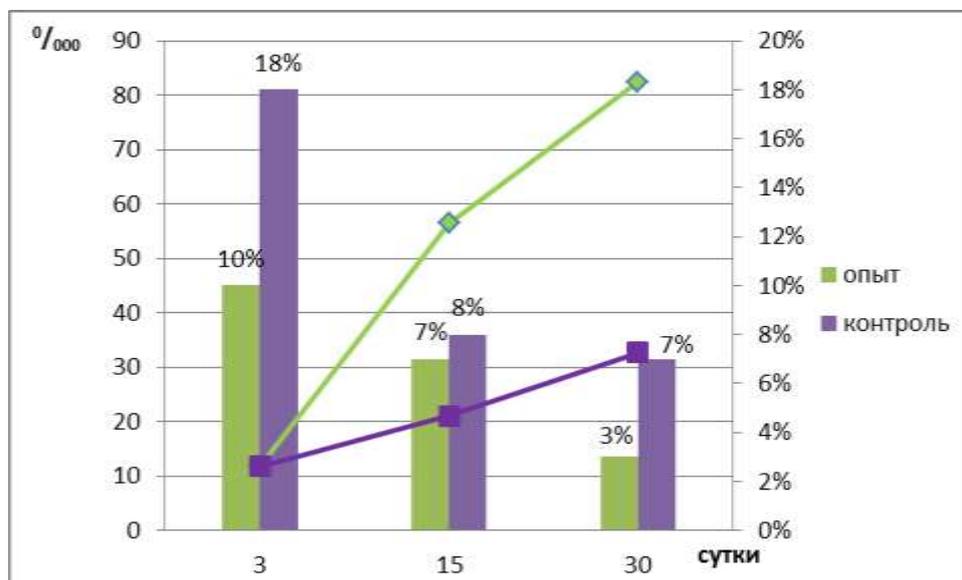


Рисунок 16– Индекс наполнения желудочно-кишечного тракта стерляди и ее смертность в период приучения к искусственным кормам

Затраты кормов на единицу прироста в этом варианте были очень высокими и составили 5,25 ед., тогда как в опыте они соответствовали кормовому коэффициенту при выращивании рыб на влажных кормах.

Физиологическое состояние всех «доместицированных» особей, потреблявших влажный комбикорм, было удовлетворительным. Концентрация гемоглобина находилась на уровне 85 г/л и была на 15% выше, чем у рыб из контрольного варианта. Это, по всей вероятности, связано с хорошей сбалансированностью влажного комбикорма по питательным веществам и витаминам.

Использование принципиальной схемы доместикации стерляди к искусственным условиям содержания, с применением специально разработанного для этого вида влажного корма, позволяет сократить сроки адаптации «диких» рыб, ускорить процесс формирования ремонтно-маточного стада и обеспечить его гетерогенность.

Таким образом, необходимость формирования на рыбоводных предприятиях собственных маточных стад в настоящее время является весьма актуальной проблемой. При этом отбор рекомендуется начинать с производителей, с последующей его корректировкой в возрасте 0+ (при достижении массы 3,5г) и далее после зимовки в возрасте 1+, 2+ и 3+. Предпочтение необходимо отдавать особям со средними для вида показателями массы и размеров, без видимых уродств.

Разработанные технологические приемы выращивания русского осетра и севрюги позволят повысить эффективность воспроизводства этих ценных видов. А использование принципиально новой схемы доместикации «диких» особей стерляди позволит ускорить на рыбоводных предприятиях формирование собственных продуктивных стад.

ГЛАВА 5 КОРМА И КОРМЛЕНИЕ РЕМОНТНО-МАТОЧНЫХ СТАД ОСЕТРОВЫХ РЫБ

5.1 Видовая специфичность питания осетровых рыб различных возрастных групп

В настоящее время назревшая необходимость продвижения новой стратегии развития осетроводства вызвана значительным снижением уловов. Основная роль здесь по-прежнему отводится заводскому воспроизводству.

Интенсивное кормление осетровых рыб является одной из основ современного промышленного разведения осетровых рыб. В современных рыбоводных индустриальных хозяйствах, как в садковых, так и в бассейновых, естественная пища уже не имеет принципиально важного значения, поэтому комбикорма для выращиваемых объектов должны быть сбалансированными по основным питательным веществам и отвечать потребности рыб в них.

Состав кормов оказывает большое влияние на рост и развитие рыб. Существует зависимость такого влияния от условий обитания и выращивания, от метаболических, индивидуальных особенностей вида, типа протекающих в организме обменных процессов и многих других факторов. Также, для обеспечения эффективных условий кормления и выращивания рыб необходимо учитывать не только содержание в рационах незаменимых аминокислот и других веществ, но и формы их химических связей в молекулах белков и пептидов.

Усваиваемость питательных веществ комбикорма и потребность в них в значительной мере зависит от сочетания в нем пищевых компонентов. В естественной среде обитания пищей осетровых рыб являются организмы, населяющие пелагиаль, придонные и донные участки водоемов. Поэтому для разработки полноценных комбинированных кормов необходимо иметь четкие представления о спектре питания каждого вида в естественной среде обитания, химическом составе пищи.

Для выстраивания новых подходов к улучшению эффективности выращивания маточных стад осетровых рыб в искусственных условиях с

применением искусственных кормов необходимы четкие представления о структуре их пищевого поведения, о функциональных свойствах органов чувств и стимулах, контролирующих пищевое поведение.

5.1.1. Эффективность использования влажного комбикорма из местных сырьевых ресурсов для кормления ремонтно-маточного стада белуги

Уже с конца прошлого столетия и по настоящее время в осетроводстве ощущается нарастающий дефицит производителей осетровых рыб, заготавливаемых из естественной популяции. Это обусловило активное начало работ по формированию маточных стад. Одним из первых видов осетровых, попавшим под пресс браконьерства явилась белуга. В связи с тем, что этот вид в настоящее время широко используется в товарном рыбоводстве для создания быстрорастущих промышленных гибридов (белуга х стерлядь, стерлядь х белуга), создание маточных стад белуги особенно актуально.

На осетровых заводах кормление ремонтных стад осетровых рыб проводят гранулированными комбикормами выпускаемыми отечественными и зарубежными предприятиями при этом диаметр частиц варьирует от 3,2 мм до 8,0 мм.

В условиях Лебяжьего ОРЗ, при кормлении ремонтного стада белуги, состоящего из особей в возрасте трех-четырёх лет, используются продукционные комбикорма, с диаметром гранул 6,0-12,0 мм. Для рыб пяти-шестилетнего возраста массой свыше 6 кг, такой размер гранулы не является оптимальным. Активность потребления белугой таких кормов достаточно низкая, что негативно отражается на приросте массы и, соответственно, на физиологической полноценности будущих производителей. В связи с этим на осетровых рыбоводных заводах кормление старшего ремонта проводят влажными «пастами» на основе фарша из малоценной частичковой рыбы, кильки или других малоценных промысловых рыб. При этом соотношение фарш:комбикорм составляет, как правило, 50:50%. Соответственно, в таких

кормах наблюдается дисбаланс основных пластических и энергетических веществ, что приводит к нарушениям различной этиологии.

Одним из направлений в решении проблемы кормления ремонтно-маточных стад может стать разработка и применение эффективных влажных кормовых смесей, разработанных в соответствии с потребностями в основных элементах питания разновозрастных особей белуги. Такие комбикорма можно изготавливать на основе сырья местного происхождения в условиях рыбоводных предприятий, без применения дорогостоящего комбикормового оборудования.

Рацион питания белуги значительно отличается от такового других видов осетровых. Так, в Каспии он складывается из кильки, которая является излюбленной пищей, а также бычков, сельдевых рыб. При высокой концентрации кильки в Каспии в рационе белуги она может составлять от $\frac{1}{4}$ до $\frac{3}{4}$ части пищевого комка. Также белуга может предпочитать воблу – до 30% в рационе питания. Уменьшение численности кильки и воблы в Каспии привело к повышению до 51,5% в рационе белуги уровня сельдевых рыб. Ракообразные *Amphipoda* и *Mysidacea* могут единично отмечаться в пищевом комке белуги. В летний период, во время нагула, рацион белуги может состоять из молоди воблы, бычков. Одной из особенностей является то, что воблой питаются взрослые особи на мелководьях, а бычками – молодь в районах с глубинами от 6 до 9 м. Незначительную часть пищевого комка – не более 5% составляют другие виды рыб: судак, игла-рыба. Моллюски и насекомые могут редко встречаться в рационе белуги – около 3,3%.

Наибольшей интенсивностью питания характеризуются особи белуги первых двух лет жизни (сеголетки и годовики). Степень наполнения ЖКТ рыб этой возрастной группы была в 4,6 и 5,6 раз выше, чем у взрослых особей белуги. В их рационе преобладают мизиды (*Mysidacea*). (Ходоревская и др., 2000).

Сведения о химическом составе кормовых компонентов, традиционно используемых для производства рыбных комбикормов, широко представлены в

отечественной справочной литературе (Агеев, 1987; Скляр и др., 1984; Петрухин, 1989; Пономарев и др., 2013).

Принимая во внимание особенности питания белуги в естественных условиях, нами разработан рецепт влажного комбикорма для ремонтно-маточного стада, в котором основным источником протеина животного происхождения послужили следующие компоненты: фарш из кильки и рыбная мука, кроме того использовались компоненты из сырья местного происхождения: пшеничная мука, витазар, отруби пшеничные и другие (табл. 38).

Таблица 38– Питательная ценность и биологически-активные вещества влажного комбикорма для белуги, %

Питательные и биологически-активные вещества	Содержание
Сырой протеин	23-25
Сырой жир	6-8
Сырые углеводы	10-12
Общая энергия, МгДж/кг	16,5
Премикс осетровый ВМП-ПО4,%	1
Аскорутин, г	1,5-2
Токоферол, г	0,4
Аттрактивная добавка, мг	0,1

Для эффективного потребления рыбами, комбикорма должны обладать достаточной водостойкостью, что способствует увеличению продолжительности пищевой активности питающихся рыб. Этого особенно трудно добиться при использовании влажных кормовых смесей. В наш рацион добавлены связующие вещества природного происхождения. Водостойкость испытуемого влажного комбикорма составила 36 минут, тогда как в контрольном варианте этот показатель составил 31 минуту.

Эффективность использования влажного комбикорма оценивали при выращивании пятилеток в бассейнах. В результате проведенных в течение 196 суток экспериментов по выращиванию особей белуги в возрасте пятилеток с использованием нового влажного комбикорма было выявлено его высокое продуктивное действие (табл. 39).

Таблица 39 – Показатели выращивания особей белуги с использованием влажного комбикорма

Показатели	влажный комбикорм (опыт)	сухой гранулированный комбикорм + фарш из рыбы (контроль)
Масса особей, г		
Начальная	5435±0,428	5230±0,652
Конечная	6825±0,351*	6120±0,116
Прирост		
абсолютный, г	1390	890
% к контролю	156,2	100
среднесуточный, г/сут.	7,09	4,5
Кормовые затраты, ед		
по сухому комбикорму	-	1,9
по влажному корму	3,0	3,5
Выживаемость, %	100	100

Примечание: Различия достоверны при * P < 0,001

С первых дней экспериментального выращивания была отмечена значительная пищевая активность особей белуги по отношению к новому влажному комбикорму. Потребление комбикорма пятилетками белуги составило 65% при средней продолжительности опыта 5 минут. В большинстве случаев наблюдалось 3 – 4 схватывания, максимальное количество схватываний комбикорма – 7. Длительность удержания гранулы влажного комбикорма была,

в целом, больше, чем при удержании гранулы сухого комбикорма. В данном опыте количество схватываний было несколько больше – 5-9, максимальное количество схватываний – 10. Удержание гранулы влажного комбикорма после первого схватывания были наиболее продолжительными, причем длительность удержаний увеличивалась с каждым последующим схватыванием, то есть завершившихся заглатыванием. Тогда как удержание гранулы сухого комбикорма после первого схватывания было непродолжительным и заканчивалось отверганием гранулы.

В варианте опыта, с использованием влажного комбикорма, прирост рыб за период выращивания составил 1390 г, то есть на 56,2 % выше, по сравнению с контролем. Затраты кормов на единицу прироста в этом варианте были ниже и составили по влажному комбикорму 3,0 ед., тогда как в контроле кормовые затраты были выше.

Анализируя биологические параметры роста белуги, можно сделать вывод, что влажный комбикорм, сбалансированный на основании знаний о питании в естественных условиях и изготовленный из местного сырья, положительно влияет на пищевое поведение рыб. Введение в его состав вкусовой добавки (глурина) усиливает привлекательные свойства корма для наружных и внутриворотных вкусовых почек, а фарш из кильки способствует усилению аттрактивных свойств комбикорма. Дополнительное введение в корм витамина Е и аскорутин нормализует обмен веществ, улучшает физиологического состояния рыб и, как следствие, оказывает благоприятное воздействие на организм при подготовке рыб к зимнему содержанию.

Для оценки эффективности кормления ремонтной группы белуги комбикормами на основе местного кормового сырья было проведено экспериментальное выращивание особей начальной массой в опыте и контроле 5,23 и 5,435 кг соответственно. В контрольном варианте кормление осуществляли сухими гранулированными комбикормами промышленного производства (Aller aqua), в опытном – использовали влажный комбикорм, приготовленный хозяйственным методом из рыбного фарша, рыбной муки,

витазара, пшеничных отрубей и прочих. Условия содержания в опытном и контрольном вариантах не различались.

В таблице 40 приведен расчет стоимости влажного комбикорма опытной рецептуры.

Таблица 40 – Расчет стоимости влажного комбикорма, изготавливаемого хозяйственным способом

Наименование компонента	Количество компонента в комбикорме, кг/т	Стоимость 1 кг компонента, руб.	Стоимость компонента в расчете на 1 тонну комбикорма
Фарш из рыбы	400	36	14400
Рыбная мжука	230	40	9200
Витазар	200	25	5000
Пшеничная мука	100	9	900
Премикс	10	30	300
Рыбий жир	60	50	3000
Витаминная добавка	2,5	1700	4250

ИТОГО стоимость 1 тонны комбикорма – 37000 руб.

По результатам выращивания белуги в течении 196 суток выявлено, что использование опытного варианта более эффективно. Сводные данные для экономического расчета представлены в таблице 41.

Таблица 41 - Сводные данные для расчета экономической эффективности

Показатели	Ед. изм.	Варианты	
		Опыт	Контроль
1	2	3	4
Посажено на выращивание	шт.	100	100
Суточная норма корма	кг	10,87	10,46
Всего скормлено комбикормов	т	2,13	2,05

1	2	3	4
Стоимость комбикормов	руб/т	37000	146300
Затраты на корма, руб	руб.	78810	299915
Общая масса выращенной рыбы	кг	682,5	612,0
Реализационная стоимость выращиваемой рыбы	руб./кг	500	500
Общая стоимость выращенной рыбы при условии ее реализации	руб.	341250	306000
Прибыль	руб.	262440	6085
Уровень рентабельности	%	76,90	1,99

Максимальный уровень рентабельности, достигающий 76,9% отмечали в опытном варианте, что связано с низкой стоимостью компонентов используемых при изготовлении кормов, а также отсутствии дополнительных затрат на производство и доставку.

Кровь, осуществляя питание, дыхание всех органов, снабжает их активными веществами (гормонами, ферментами, витаминами), которые нормализуют функциональные способности организма (Житенева, 2004). Подготовленность рыб к зимовке определяется их физиологическим состоянием (Бекина, Нефедова, 2007). Поэтому нами была проведена оценка состояния здоровья рыб по гематологическим показателям (табл. 42).

Таблица 42 – Некоторые гематологические показатели пятилеток белуги

Показатели	Начало выращивания		Конец выращивания	
	Влажный к/к	Сухой к/к+фарш	Влажный к/к	Сухой к/к + фарш
Гемоглобин, г/л	68,0±0,2	68,0±0,24	78,0±0,41**	71,0±0,4
Эритроциты, 10 ⁶ мкл	0,856±0,096	0,795±0,101	0,869±0,112	0,788±0,090
Содержание общего белка, г/л	22,3±0,52	22,9±0,82	28,1±1,2*	23,4±0,91

Примечание: Различия достоверны при * P < 0,01; ** P < 0,001

Количество гемоглобина у рыб опытной группы было несколько выше, чем контрольной. Содержание сывороточного белка в крови рыб, потреблявших влажный комбикорм, в конце эксперимента повысилось до 28,1 г/л, что свидетельствует об удовлетворительном физиологическом состоянии и хорошей подготовленности рыб к зимнему содержанию.

Согласно существующим технологиям товарного осетроводства, кормление рыб прекращают при достижении температуры воды ниже 12°C. В. Г. Чипинов с соавторами (2005) в своей работе описали, что белуга и русский осетр могут активно питаться в интервале температур от 4 до 6 °С.

В период зимнего содержания ремонтного стада белуги, при температуре воды 2-4°C нами наблюдалось достаточное активное пищевое поведение выращиваемых особей. При снижении температуры воды до 0,5-1,5°C – кормление рыб прекращали. В связи с этим, во время зимовки было проведено экспериментальное кормление рыб новым влажным комбикормом (табл. 43).

За период зимовки потеря массы рыб, питавшихся новым комбикормом, составила 4,2%, в контрольном варианте – 9,3%, что на 5,1% больше. По-видимому, это связано с тем, что пищевая активность рыб в условиях низких температур достаточно низкая. Однако новый комбикорм, обладая наиболее выраженными привлекательными вкусом и запахом, стимулировал рыб к активному питанию.

Таким образом, использование нового влажного комбикорма для кормления ремонтной группы белуги способствует повышению темпа роста рыб во время вегетационного периода и снижению потерь массы в период зимовки.

Физиологическое состояние рыб после зимовального периода подтвердило эффективность использования нового комбикорма. Так, уровень гемоглобина в крови рыб опытного варианта был достаточно высоким и составил 55,2 г/л, тогда как у рыб контрольного варианта этот показатель не превышал 40,2 г/л. Содержание белка в сыворотке крови рыб потреблявших влажный комбикорм было также на достаточно высоком уровне.

Таблица 43 – Показатели эффективности использования влажного комбикорма для белуги в период зимнего содержания

Показатели	влажный комбикорм (опыт)	сухой продукционный комбикорм+фарш (контроль)
Масса начальная, г	6825±0,351	6120±0,116
Масса конечная, г	6540,3±0,065*	5460,5±0,106
Потеря массы, г	284,7	659,5
Потеря массы, %	4,2	9,3
Выживаемость, %	100	100
Продолжительность эксперимента, сут.	119	119

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

В заключении следует отметить, что использование нового влажного комбикорма приводит к повышению темпа роста ремонтной группы белуги, а также к улучшению ее физиологического состояния. Содержащиеся в составе корма биологически – активные вещества обеспечивают высокую интенсивность обмена веществ и способствуют лучшей подготовленности рыб к условиям зимнего содержания.

5.1.2. Результаты разработки специального комбикорма для ремонтно-маточного стада стерляди

Стерлядь также является одним из перспективных видов для товарного осетроводства, а также для гибридизации. Проблема дефицита производителей этого вида также актуальна. Повышение эффективности содержания маточных стад в современных условиях строится на разработке новых аспектов выращивания стерляди на искусственных кормах.

Рацион стерляди отличается от других видов осетровых рыб, в нем присутствует большое количество зообентоса, однако может переходить на потребление зоопланктона (Никольский, 1965; Загора, 1971; Кузьмина, 2005).

Аминокислоты являются основной частью белковой материи, причем биологическая ценность протеина определяется наличием незаменимых аминокислот, которые в организме не синтезируются или синтезируются медленно (Бергер, Кетц, 1973). Поэтому они должны поступать с пищей. Очевидно, что белки естественной пищи рыб – планктонных и бентосных гидробионтов, являются наиболее полноценными по аминокислотному составу.

Протеин в тканях организмов зоопланктона, в отличие от рыб и других высших животных, в значительной мере представлен в водном растворе. Эта способность протеина связана с его структурой - чем короче полипептидная цепь, тем выше ее растворимая способность и тем легче она гидролизуется ферментами (Пономарев и др., 1988; Пономарев, Пономарева, 2003 б).

В связи с этим, кормовые организмы зоопланктона, используемые в составе искусственных кормовых смесей при выращивании осетровых, могут оказать положительное влияние на их питательность, за счет содержания в своем составе низкомолекулярных белков и пептидов, а также незаменимых аминокислот.

В период интенсивного развития зоопланктона на водохранилищах возможно проводить их заготовку с целью дальнейшего использования в составе комбикормов для стерляди. Используемый нами зоопланктон был представлен тремя группами организмов: веслоногими ракообразными, ветвистоусыми ракообразными и коловратками.

По данным И.Н. Остроумовой (2012) ткани беспозвоночных характеризуются достаточно высоким содержанием влаги – до 90%. Химический состав зоопланктона, отловленного в пресноводных водоемах, характеризовался 11,5% сухого вещества (рис. 17).

Уровень протеина в сухом веществе тканей гидробионтов зависит от множества абиотических факторов. Нами отмечено достаточное количество белка – 60% и жира – 13,7%.

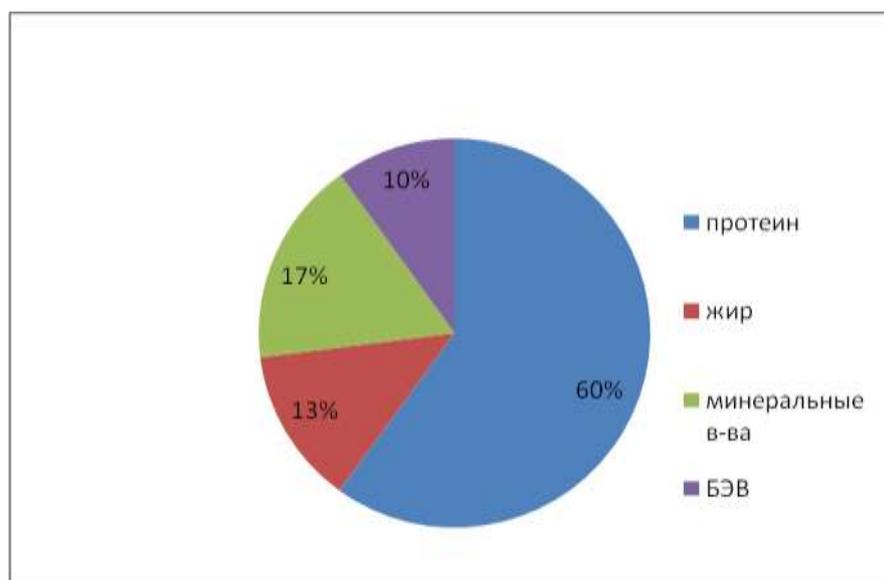


Рисунок 17 - Химический состав пресноводного зоопланктона

Ткани всех водных обитателей содержат большое количество азотистых экстрактивных веществ, у беспозвоночных их уровень может достигать 40%, при этом свободные аминокислоты занимают 80% от всего экстрактивного азота. Свободные аминокислоты зоопланктона составляют около 3% от сухого вещества. По данным некоторых ученых - К. Dabrowski с соавторами (1983); К. Коуи, Дж. Сарджент (1983) рыбы испытывают высокую потребность в некоторых незаменимых аминокислотах (лизин, аргинин, валин). С целью определения биологической ценности протеина зоопланктона нами был определен его аминокислотный состав (табл. 44).

В тканях кормовых организмов зоопланктона отмечали высокое содержание незаменимых аминокислот, при этом в большем количестве встречался лизин, аргинин и лейцин (на уровне 4,5-5% от сухого вещества)

По своему химическому составу зоопланктон характеризуется высоким уровнем легкоусваиваемого протеина, который, в свою очередь, имеет оптимальный аминокислотный состав. Состав жирных кислот зоопланктона выявил высокое содержание кислот линоленового ряда, которые по данным И.Н. Остроумовой (2012) преобладают в жирах рыб.

Таблица 44 – Состав аминокислот протеина зоопланктона, % сухого вещества

Незаменимые		Заменимые	
Аминокислоты	Содержание	Аминокислоты	Содержание
Лизин	5,0±0,45	Аспарагиновая к-та	4,9±0,24
Метионин	1,4±0,12	Серин	1,6±0,19
Триптофан	-	Глютаминовая к-та	6,0±0,54
Аргинин	4,62±0,52	Пролин	3,0±0,43
Гистидин	2,1±0,20	Глицин	2,3±0,16
Фенилаланин	2,90±0,26	аланин	3,1±0,31
Треонин	2,67±0,23	Цистин	1,1±0,20
Валин	3,40±0,30	Тирозин	3,4±0,36
Лейцин	4,50±0,47		
Изолейцин	2,38±0,20		

Жирнокислотный состав кормовых организмов был представлен главным образом полиеновыми жирными кислотами (табл. 45).

Таблица 45 – Жирнокислотный состав живых кормовых организмов, % от суммы жирных кислот

Жирные кислоты	Содержание
Насыщенные	27,32±2,78
Мононенасыщенные	31,54±3,97
Полиненасыщенные:	
линоленовая ω3	8,14±0,95
эйкозопентаеновая ω3	12,32±1,18
докозагексаеновая ω3	5,68±0,44
линолевая ω6	6,25±0,37
арахидоновая ω6	4,21±0,43
∑ ПНЖК	38,40
∑ ω3	27,42
∑ ω6	10,85
∑ω3/∑ω6	2,53

Их содержание в тканях достигало 38,4% от общего количества жирных кислот. Среди них преобладают длинноцепочные жирные кислоты эйкозопентаеновая (20:5) – $12,32 \pm 1,18\%$ и докозагексаеновая (22:6) – $5,68 \pm 0,44\%$ от суммы жирных кислот, при соотношении $\omega 3/\omega 6$ 2,53. Такое соотношение характерно для жирных кислот пресноводного зоопланктона (Csengeri et al., 1978). Среди кислот ряда $\omega 3$ присутствовали линоленовая жирная кислота – $8,14 \pm 0,95\%$ и линолевая – $6,25 \pm 0,37\%$, от суммы жирных кислот.

Высокая концентрация незаменимых жирных кислот $\omega 3$ и $\omega 6$ указывает на возможность применения биомассы зоопланктона в составе влажного комбикорма для РМС стерляди как одного из основных компонентов.

На Волгоградском ОРЗ для кормления ремонтно-маточных стад стерляди используются влажные кормовые смеси рецептов ВОРЗ-3, ВОРЗ-Ст, а также фарш из кильки смешанный с сухим гранулированным комбикормом (Мальцев, 2001; Бахарева, Мальцев и др., 2002; Сырбулов, Бахарева и др., 2006). Стерлядь имеет отличительные особенности в питании, относительно других осетровых. Для нее необходимо было разработать рецептуру комбикорма, опираясь на знания по биологии ее питания в естественных условиях.

Предварительно проанализировав состав аминокислот и жирных кислот зоопланктона, сбалансирован принципиально новый комбинированный влажный корм для стерляди. За основу нами был взят фарш из малоценной рыбы и отловленный зоопланктон (местное кормовое сырье), а также применяемые в промышленном кормопроизводстве компоненты – мука рыбная, пшеничные зародыши (витазар), связующее вещество, премикс ПО-4 разработанный нами ранее (табл. 4б).

Излюбленной естественной пищей двух-трехгодовиков стерляди волжской популяции являются Trichoptera (ручейники), Copepoda (веслоногие), Gammaridea (гаммариды), личинки Chironomidae. Следует отметить, что

кормовые организмы и комбинированный корм близки по аминокислотному составу, а особенно по уровню аргинина, лизина, валина (табл. 47). Это является положительным фактором и позволяет использовать данный корм для выращивания стерляди.

Таблица 46– Состав разработанного влажного комбикорма для стерляди,
% (Сырбулов, Бахарева и др., 2006)

Питательные вещества	Содержание
Сырой протеин	40-46
Сырой жир	10-14
Сырые углеводы	12-13
Общая энергия, мДж/кг	11-12

Таблица 47 – Состав аминокислот кормовых организмов и нового комбикорма,
% сухого вещества

Аминокислоты	Новый влажный комбикорм	Кормовые организмы (Dabrowski, 1983; Остроумова, 1987)
1	2	3
<u>Незаменимые</u>		
Лизин	4,6±0,64**	4,06±0,16
Метионин	1,6±0,21**	0,67±0,09
Аргинин	2,5±0,22	2,02±0,35
Гистидин	1,6±0,18*	1,27±0,15
Фенилаланин	1,2±0,19*	1,63±0,21
Треонин	2,2±0,24	1,57±0,23
Валин	1,5±0,22	1,66±0,26
Лейцин	4,3±0,44	3,94±0,61
Изолейцин	2,6±0,35	1,36±0,15
триптофан	0,67±0,11	-
<u>Заменимые</u>		
Аспарагиновая к-та	4,8±0,53*	3,98±0,50

1	2	3
Серин	1,2±0,23	1,6±0,16
Глютаминовая к-та	5,5±0,55*	4,4±0,45
Пролин	2,7±0,21	2,15±0,14
Глицин	3,1±0,38*	1,7±0,22
Аланин	2,7±0,43*	1,84±0,31
Цистин	0,8±0,11	0,39±0,11
Тирозин	1,9±0,23	1,5±0,33

Примечание: Различия достоверны при * P < 0,05; ** P ≤ 0,001

Выращивание стерляди из ремонтной группы с использованием новой влажной кормосмеси, показало ее высокое продукционное действие (табл. 48); прирост массы рыб был выше на 40%, при более низких затратах кормов и одинаковом уровне выживаемости.

Таблица 48 – Выращивание стерляди из ремонтной группы на комбикорме, изготовленном на основе местного кормового сырья

Показатели	Комбикорм	
	Опыт	Контроль
Масса, г		
Начальная	265,50±8,6	280,00±7,2
конечная	349,50±10,4*	340,39±12,1
Прирост абсолютный, г	84,0	60,0
Выживаемость, %	100	100
Кормовой коэффициент, ед.	3,0	3,8
Продолжительность опыта, сут.	40	40

Примечание: Опыт – влажный комбикорм для стерляди; контроль – фарш из рыбы+ сухой комбикорм; Различия достоверны при * P < 0,05

Контроль физиологического состояния содержащегося ремонтно-маточного стада является обязательным на осетровых рыбоводных заводах (Карнаухов, 2003). Анализируя гематологические показатели, можно сделать

выводы об оптимальности условий содержания и о полноценности кормового рациона (Шабалина, Князева, 1969; Сырбулов, Бахарева и др., 2006).

По результатам выращивания стерляди в течение 40 суток выявлено, что использование опытного варианта экономически более оправдано (табл. 49).

Таблица 49 – Экономическая эффективность использования нового комбикорма для ремонтной группы стерляди

Показатели	Ед. изм.	Варианты	
		Опыт	Контроль
Посажено на выращивание	Шт.	100	100
Затраты на выращивание	Млн. руб.	1,0	1,0
Суточная норма корма	Г	1,325	1,400
Продолжительность выращивания	Сут.	40	40
Всего скормлено комбикормов	Кг	53	56
Стоимость комбикормов	Руб/кг	37,0	91,6
Затраты на корма, руб	Руб.	1961,0	5129,6
Общая масса выращенной рыбы	Кг	3495,0	3403,9
Реализационная стоимость выращиваемой рыбы	Руб/кг	450	450
Общая стоимость выращенной рыбы при условии ее реализации	Руб	1572750	1531755
Прибыль	Руб	572750	531755
Уровень рентабельности	%	36	34,7

Уровень рентабельности опытного варианта комбикорма, превышающий этот показатель в контроле на 1,3%, подтверждает экономическую эффективность разработанного рецепта.

Уровень гемоглобина в крови стерляди, выращенной на различных кормах, находился в пределах нормы для осетровых. Однако, этот показатель был

несколько выше в опытном варианте. Показатель количественного содержания эритроцитов свидетельствует о качестве кормов (Сырбулов и др., 2006). В крови рыб, потреблявших естественные корма, содержание эритроцитов находится обычно на уровне $1,0 \pm 0,05$ млн./мм³. При использовании искусственного комбикорма эта величина была близкой (табл. 50).

Показатели белой крови также играют важную роль в диагностике здоровья рыб. Ее клетки, участвуя в обменных процессах, реагируют на изменения на организменном уровне.

Таблица 50 – Некоторые гематологические показатели ремонтной группы стерляди, выращенной на различных кормах

Питание	ОСБ, %	Гемоглобин, г/л	Кол-во эритроцитов, млн./мм ³
Комбикорм для стерляди	$3,7 \pm 0,12^*$	$68,1 \pm 0,2^{**}$	$0,987 \pm 0,08$
Фарш + сухой комбикорм	$2,5 \pm 0,35^*$	$65,3 \pm 0,2^{**}$	$0,780 \pm 0,06$
Естественная пища (Сырбулов, Бахарева и др., 2006)	$2,81 \pm 0,14$	$76,1 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,05$

Примечание: Различия достоверны при * - $P < 0,1$; ** $P < 0,01$

В крови стерляди лейкоциты были представлены в основном лимфоцитами. Уровень моноцитов и полиморфноядерных лейкоцитов был низким. Это может являться свидетельством отсутствия патологических процессов в организме и, как следствие, нормальном состоянии выращиваемых особей (табл. 51).

Таблица 51 – Лейкоцитарная формула крови, %

Клетки крови	Комбикорм для стерляди	Фарш + сухой комбикорм	Естественная пища (Сырбулов, 2005)
1	2	3	4
Лимфоциты	$68,5 \pm 1,9^*$	$75,2 \pm 1,6^*$	$66,2 \pm 2,8$
Моноциты	$12,0 \pm 0,5^{**}$	$11,5 \pm 0,7^{**}$	$10,0 \pm 0,2$

1	2	3	4
Нейтрофилы			
Палочкоядерные	12,1±0,4	9,0±0,1	10,8±0,5
Сегментоядерные	2,2±0,11	1,4±0,08	2,5±0,04
Эозинофилы			
Палочкоядерные	7,8±0,8	5,5±0,7	8,5±1,1
Сегментоядерные	1,8±0,1	2,0±0,4	2,0±0,3

Примечание: Различия достоверны при * $P \leq 0,01$; ** $P \leq 0,001$

По своему химическому составу ткани стерляди, потреблявшей влажную комбинированную смесь, незначительно отличались от таковых у рыб, отловленных из естественной среды обитания (табл. 52).

Таблица 52 – Химический состав тканей стерляди из ремонтной группы, % в сухом веществе

Показатели	Комбикорм для стерляди	Фарш + сухой комбикорм	естественная пища (Сырбулов и др., 2006)
Сухое вещество	28,0±0,8**	17,5±0,7	19,2±0,9
Протеин	68,0±0,9**	59,1±0,8**	72,4±1,1
Липиды	19,0±0,6*	21,0±0,4**	16,1±0,1
Минеральные вещества	13,0±0,1	19,9±0,07**	11,4±0,08

Примечание: Показатели достоверно отличаются от контроля (питание естественной пищей) при: * $P < 0,01$; ** $P < 0,001$

Липиды тканей стерляди, потреблявшей только естественные корма, на 26,2% представлены полиненасыщенными жирными кислотами. Причем, 16,5% составляют эссенциальные жирные кислоты семейства $\omega 3$ (Сырбулов и др., 2006). Показатели рыб, потреблявших кормовую смесь на основе местных сырьевых ресурсов, были достаточно близкими (табл. 53).

Таблица 53 – Количество жирных кислот в составе общих липидов тканей стерляди, %

Жирные кислота	Комбикорм для стерляди	Фарш + сухой комбикорм	Естественная пища (Сырбулов и др., 2006)
Насыщенные	42,52±3,39*	47,34±3,14*	40,4±0,8
Моноеновые	32,14±2,78*	29,52±2,22*	33,4±0,8
Полиеновые	25,41±1,56	23,25±1,70	26,2±1,1
Σ ω 3	15,35	14,18	16,5
Σ ω 6	9,98	9,14	9,7
ω3/ω6	1,59	1,55	1,7

Примечание: Различия достоверны при * P ≤ 0,05

Таким образом, на основе проанализированных гематологических и биохимических показателей рыб установлено, что кормление стерляди влажной кормовой смесью на основе рыбного фарша и биомассы зоопланктона, отловленного в пресных водоемах, положительно влияет на физиологическое состояние рыб ремонтной группы. Этот вид комбинированного корма наиболее предпочтителен перед использованием смеси из фарша и сухого комбикорма.

5.2 Новый преднерестовый комбикорм для стерляди

Формирование маточных стад осетровых базируется на кормлении domestцированных самок искусственными кормами. Как правило, это смесь, состоящая из рыбного фарша и гранулированного корма. Состав корма в настоящее время остается неизменным на всем протяжении нагула самок (от начала domestкации до повторного созревания) и не учитывает биологических и физиологических изменений, происходящих в организме рыбы в период межнерестового цикла. Опыт наблюдений за нагулом самок, динамикой рыбоводно-биологических и физиологических показателей подтверждает, что темп гонадогенеза зависит от дифференцированного подхода как к рецептуре корма, так и к режиму кормления. Если в первые годы содержания самок

обильное кормление ускоряет массонакопление, то в период, предшествующий повторному созреванию, для стимуляции созревания гонад необходимо изменить пищевой рацион (Попова и др., 2004).

В период созревания гонад энергетические траты в организме производителей увеличиваются, следовательно, комбикорм должен содержать достаточное для нормальной жизнедеятельности количество питательных и биологически-активных веществ, к числу которых относятся витамины и витамино-подобные вещества. Основными витаминами, способствующими развитию гонад, являются аскорбиновая кислота и токоферол.

Различные исследования показывают высокую концентрацию аскорбата в гонадах рыб. Его количество увеличивается по мере созревания рыбы, а затем снижается на последней стадии овуляции. Аскорбиновая кислота переносится от яичников к икре и далее к личинкам, где концентрируется в тканях и органах (Arscott, 1962; Dabrowski, 1976; Seeman, 1989; Грозеску и др., 2001). Во время развития яичников и сперматогенеза потребность в витамине Е также увеличивается (Tafro, Kiskaroly, 1986).

В настоящее время разработана и внедрена в практику на осетровых рыбоводных заводах технология применения реабилитационных витаминных инъекций для производителей (Пономарев и др., 2002; 2003 а; 2004; Грозеску, Бахарева, 2006; 2007; 2008; Бахарева, Грозеску, 2007; 2013). Однако, при большой эффективности использования этого метода на представителях семейства осетровых, имеющих достаточно высокую массу тела (русский осетр, белуга, севрюга), его использование для подготовки производителей стерляди к нересту не вполне целесообразно. Внутримышечное введение препаратов аскорбиновой кислоты и токоферола производителям стерляди является трудоемким процессом, так как маточные стада стерляди обычно содержат большое количество особей.

В связи с этим необходимо разработать высокоэффективный метод подготовки производителей к нересту с использованием витаминов и биологически-активных веществ в составе специальных комбикормов.

Полноценное питание производителей благоприятно сказывается на качестве половых клеток и на физиологическом состоянии полученного потомства (Киселев, 1980). Комбикорма должны содержать все необходимые биологически активные вещества, способствующие нормальному формированию и созреванию гонад.

В результате анализа литературных данных о питании стерляди во время нагула, состава питательных веществ потребляемых ею организмов и основных компонентов комбикормов был разработан рецепт специального комбикорма для кормления стерляди в преднерестовый период.

В составе влажного специального преднерестового комбикорма использовали промышленно вырабатываемые компоненты: рыбную муку с высоким содержанием протеина, витазар – источник легкоусваиваемого растительного белка, пшеничную муку как связующее вещество. Дополнительно в состав комбикорма были введены витамины С и Е, витаминоподобные вещества аскорутин и фолиевая кислота.

Эффективность использования комбикорма испытывали на четырехлетках стерляди средней массой 2 кг. Для этого рыбы были разделены на 2 группы – опытную и контрольную. Опытная группа рыб потребляла специальный преднерестовый комбикорм, контрольная – влажный комбикорм рецепта ВОРЗ-СТ. Кормление рыб преднерестовым комбикормом начали после осенней бонитировки. У всех отобранных для опыта рыб гонады находились в III завершенной стадии. Во время проведения эксперимента все рыбы, как опытной, так и контрольной группы, имели нормальное физиологическое состояние. Однако, некоторые показатели крови производителей опытной группы были лучше (табл. 54).

При изучении картины красной крови производителей стерляди, потреблявших новый комбикорм, отмечали увеличение гематокритного числа, гемоглобина – на 8%, по сравнению с контрольным вариантом. Также отмечали большее количество эритроцитов. Число эритроцитов зависит, в основном, от возраста выращиваемых рыб, условий содержания и качества кормов.

Таблица 54 – Показатели красной крови производителей стерляди

Вариант	Гематокрит %	Гемоглобин, г/л	ОСБ, г/л	Эритроциты, 10 ⁶ мкл
опыт	25,4±1,6	69,2±2,21**	26,8±0,98*	0,979±0,06
контроль	24,2±0,85	58,4±1,42	22,6±1,21	0,805±0,12

Примечание: Различия с контролем статистически значимы при * P < 0,01; ** P ≤ 0,001

По данным Д.Н. Сырбулова с соавторами (2006) в крови рыб из естественной популяции количественные показатели эритроцитов находятся на уровне 1,0 10⁶ мкл. При использовании нового преднерестового комбикорма этот показатель согласовывался с данными литературы. В контроле этот показатель был также близким.

Одним из важных показателей при изучении физиологического состояния рыб является белковая картина крови. Высокое содержание белка в сыворотке крови рыб в пределах установленных норм является благоприятным признаком. Так, у производителей стерляди опытной группы уровень белка в сыворотке крови был выше на 6%, чем контрольной. Это, по всей вероятности, связано с активным участием протеинов в генеративном обмене и свидетельствует о их интенсивном накоплении не только в тканях, но и в половых продуктах.

Таким образом, показатели крови производителей, потреблявших новый влажный комбикорм, свидетельствуют о хорошем физиологическом состоянии рыб и подготовленности их к нересту.

Использование нового комбикорма в преднерестовый период положительно повлияло на рыбоводные показатели самок и самцов стерляди. После проведения гипофизарных инъекций созрело 95% самок опытной группы и 87% – контрольной группы (табл. 55).

Высокий процент созревания самок, потреблявших новый комбикорм, связан с повышенным содержанием в корме витамина Е и аскорбиновой кислоты, которые способствуют нормальному физиологическому состоянию и лучшему

созреванию гонад.

Таблица 55 – Рыбоводно-биологические показатели стерляди

Показатели	Варианты опыта	
	ВОРЗ-СТ	Преднерестовый к/к
Масса, кг	1,95±0,43	2,05±0,34
Коэффициент упитанности	10,3	17,6
Созревание самок после инъекции, %	87	95
отдали доброкачественную икру от числа созревших, %	67,5	75,2
Процент оплодотворения	80,0±2,2	88,0±4,0*
Выживаемость икры за период инкубации, %	63,2	71,1

Оценку экономической эффективности использования преднерестового комбикорма для производителей стерляди проводили на основании полученных рыбоводных результатов получения половых продуктов, при условии реализации «живой» оплодотворенной икры фермерским хозяйствам (табл. 56).

Таблица 56 – Экономическая эффективность использования нового преднерестового комбикорма для стерляди

Показатели	Ед. изм.	Варианты	
		Контроль	Опыт
1	2	3	4
Количество самок	Шт.	100	100
Затраты на отлов и транспортировку производителей	тыс. руб.	100,0	100,0
Затраты на содержание производителей, В т.ч. на корма	тыс. руб.	1500,0 22,0	1500,0 22,0
Затраты на инкубацию икры	тыс. руб.	80,0	80,0
Себестоимость полученной живой икры	тыс. руб.	1680,0	1680,0
Количество самок отдавших икру	шт	87	95

1	2	3	4
Средняя рабочая плодовитость	тыс. шт.	43,0	43,0
Получено зрелой (неоплодотворенной) икры	тыс. шт	3741	4085
Оплодотворяемость	%	80	88
Получено «живой» оплодотворенной икры	тыс. шт	2993	3595
Реализационная стоимость живой икры	Руб.	2,5	2,5
Общая стоимость живой икры при условии ее реализации	тыс. руб.	7482,5	8987,5
Прибыль	тыс. руб.	5802,5	7307,5
Уровень рентабельности	%	77,5	81,3

Анализируя данные, представленные в таблице 56 можно судить об экономическом эффекте от применения специального преднерестового комбикорма для стерляди. За счет того, что основные показатели рыболовной продуктивности увеличились, а также при одинаковой себестоимости «живой» оплодотворенной икры, уровень рентабельности опытной группы превышал этот показатель контрольной группы на 3,8%.

Главным источником энергии при развитии зародыша являются белки, за счет которых покрывается до 70% расходуемой энергии.

В опытном варианте при использовании специального комбикорма, уровень питательных веществ в составе икры был выше (табл. 57).

Содержание белка в икре, полученной от самок стерляди из опытного варианта, было на 5,3% выше, жира – на 2%. Высокое содержание протеина и жира в икре свидетельствует о хорошей обеспеченности личинок питательными веществами.

Гликоген является оптимальной формой резервирования энергии и от его уровня в икре зависит энергетический баланс развивающегося организма, а также нормальное протекание эмбриогенеза. Это питательный материал,

необходимый для роста и развития всех эмбриональных тканей и клеток. Впрочем, такая роль гликогена не ограничивается только зародышевым периодом развития, у взрослых голодающих особей он совершенно исчезает из печени, следовательно, он используется как питательный материал для поддержания жизненных функций. Таким образом, этот показатель является одним из критериев физиологической энергообеспеченности организма при эмбриональном развитии осетровых рыб.

Таблица 57 – Общий химический состав икры стерляди, % в сухом веществе

Показатели	Варианты опыта	
	Преднерестовый к/к	ВОРЗ-Ст
Сухое вещество	51,7±1,0	45,4±1,3
Протеин	30,1±1,1**	24,8±0,8
Липиды	16,0 ±0,7*	14,0±0,8
Углеводы	2,5±0,2	2,4±0,3
Минеральные вещества	3,1±0,8	4,2±0,1

Примечание: Различия достоверны при * $P < 0,05$; ** $P \leq 0,001$

В икре самок стерляди, которых кормили специальным комбикормом, отмечено повышение уровня гликогена на 9,4 % в сравнении с контролем (рис.18).

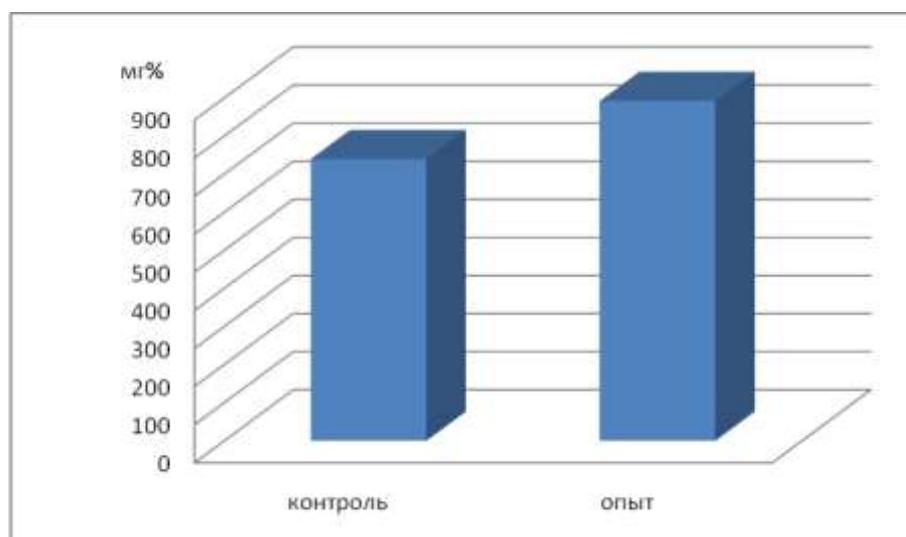


Рисунок 18 – Уровень гликогена в икре стерляди

Во время инкубации икры стерляди проводили наблюдения за развитием зародышей. Наблюдения показали, что в процессе развития были отмечены эмбрионы с различными размерами желточной пробки. При больших размерах желточной пробки зародыши нежизнеспособны и вскоре погибают. Зародыши с маленькой желточной пробкой развивались нормально.

На 19 стадии, количество зародышей с нарушением гастрюляции в опытном варианте (производители, потреблявшие преднерестовый комбикорм) было на 0,6% меньше, чем в контроле. У таких зародышей наблюдалась укороченная и искривленная нервная пластинка.

На 37 стадии у некоторых особей наблюдали недоразвитие передних отделов тела. Такие аномалии отмечались у 4,3% зародышей в опытном варианте и 5,0% особей контрольного варианта (табл. 58). Выход предличинок из инкубационных аппаратов также был выше в опытном варианте и составил 71,1%, тогда как в контроле этот показатель был ниже – 63,2%.

Таблица 58 – Аномалии в развитии икры полученной от самок стерляди, %

Стадия	Преднерестовый комбикорм	Влажный комбикорм ВОРЗ-Ст
Второго деления (5-ая)	1,7±0,36	2,3±0,68
Ранней нейрулы (19-ая)	4,4±0,37*	5,0±0,95
Открытия ротового отверстия (37-ая)	4,2±0,85	4,9±0,65
Переход на смешанное питание (45-ая)	3,9±0,91**	4,5±0,73

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

На этапе перехода на смешанное питание у некоторых личинок, полученных от производителей контрольного варианта, наблюдали искривление и укорочение хвоста. Такие личинки делали судорожные движения передними отделами тела и вскоре погибали. По-видимому, это связано с тем, что производители, содержащиеся на специальном преднерестовом комбикорме,

были более подготовленными к нересту и имели лучшее физиологическое состояние.

Определение эффективности использования специального комбикорма для производителей стерляди также проводили и по качеству половых продуктов самцов. Качество продуцируемого эякулята является важным фактором при воспроизводстве осетровых рыб (Liljedals et. al., 1999; Грозеску, Бахарева, 2008; Грозеску, Бахарева, Распопов, 2012.)

Цвет спермы не является основным признаком каких-либо нарушений. Сперма, полученная от 90% самцов из опытной группы и от 85% контрольной, по цвету и консистенции была близка к цельному молоку, остальная – к разбавленному. В первом случае она имела белый цвет, а во втором – сероватый. У одного самца из контрольной группы сперма имела розовый цвет, что говорит о повышенном содержании эритроцитов – гемоспермии. Глазомерное определение соотношения живых и мертвых спермиев выявило заметную разнокачественность рассматриваемых проб: их качество колебалось от 3 до 5 баллов (табл. 59). Активная реакция среды (pH) во всех взятых образцах имела слабощелочную реакцию и колебалась в пределах 7,3-7,8 ед.

Таблица 59 – Основные показатели качества полученного эякулята

Показатели	Подвижность (по шкале Персова), балл	Время подвижности, мин.	Количество живых спермиев, млн./мм ³	Сперматокрит, %
Опыт				
M±m	4,85±0,12*	6,1±0,28	1,78±0,18	6,7±0,4
Контроль				
M±m	3,7±0,2*	4,5±0,16	1,48±0,15	5,4±0,5

Примечание: Различия достоверны при * P ≤ 0,05

В спермиальной жидкости спермии всех рыб неподвижны (Гинзбург, 1968). Спермии осетровых рыб активируются в пресной воде, совершая

поступательные и зигзагообразные движения. Процесс оплодотворения осуществляется преимущественно в период поступательного движения спермиев, его длительность является важнейшим показателем, в максимальной степени характеризующим качество спермы. Полученные оценки времени показывают, что спермии в опытном варианте сохраняли поступательное движение в течение 6,1 минуты, тогда как в контрольном варианте этот показатель был ниже и составил 4,5 минуты. Это объясняется не вполне удовлетворительным состоянием самцов из контрольной группы.

Показатель оплодотворения не всегда может служить критерием полноценности встречающихся половых клеток. Для этого необходимо знать, при какой концентрации спермиев произошло оплодотворение. Концентрация спермиев в единице объема эякулята для стерляди ряда популяций находится в пределах от 0,16 до 7,56 млн/мм³ (Казакова, Образцова, 1990). Полученные нами данные вполне соответствуют этому диапазону. Однако, концентрация спермиев в образцах проб опытного варианта была несколько выше, чем контрольного.

Показатель сперматокрыта характеризует соотношение спермиев и спермальной жидкости. Для всех исследуемых эякулятов эта величина колебалась в пределах 5,4 – 6,7% и соответствовала удовлетворительным показателям для пресноводных рыб (Лабенец и др., 2007).

Таким образом, использование нового преднерестового корма для производителей стерляди положительно влияет на репродуктивные функции организма, что приводит к увеличению плодовитости и размеров яйцеклеток, ускорению и синхронизации созревания самок, более высокой оплодотворяемости.

ГЛАВА 6 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ КОРРЕКЦИИ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Эффективность ведения осетрового хозяйства зависит, прежде всего, от физиологического состояния рыб на всех этапах жизненного цикла. Жизнеспособность и физиологическая полноценность осетровых рыб в решающей степени определяется качеством водной среды и полноценностью рациона питания. Откорректировать резистентность рыб к воздействию негативных факторов окружающей среды возможно при использовании биологически-активных веществ.

6.1 Влияние биологически-активных веществ на качество эякулятов осетровых рыб

Приоритетным направлением развития рыбохозяйственной отрасли в Российской Федерации является искусственное воспроизводство осетровых рыб, успешность которого зависит не только от качества самок, но и от физиологической полноценности самцов (Лабенец и др., 2007). Одним из важнейших факторов эффективного воспроизводства является качество продуцируемого самцами эякулята. При этом особое влияние на активность спермы оказывают физиологическое состояние рыб, а также параметры, обусловленные генетически и условиями, созданными на рыбноводном предприятии (Liljedal et al., 1999). В результате катастрофического снижения численности популяции осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне и ухудшении физиологического состояния производителей, содержащихся на рыбноводных заводах, необходимо повышенное внимание к проблеме качества эякулятов.

Улучшить физиологическое состояние самцов осетровых рыб возможно при использовании инъекций витаминов С и Е. Подобные исследования проводились на самках осетровых рыб. Инъекции витаминными препаратами проводили в период перед нерестом, при этом повысился процент

оплодотворения икры, выживаемость эмбрионов и молоди (Грозеску, Бахарева, 2002; 2006 а,b; 2007; 2008; Пономарев, Сорокина, Бахарева и др., 2004). Известна роль токоферола в синтезе половых гормонов, а также его влияние, совместно с аскорбиновой кислотой, на развитие и качество половых продуктов (Ponomarev, Bakhareva et al., 2005). В связи с этим, исследования по оценке влияния витаминных препаратов на физиологическое состояние самцов осетровых рыб, а также качество полученных от них эякулятов является актуальным.

Исследования проводили на рыбоводных заводах Астраханской области. Введение витаминных препаратов самцам осетровых рыб начинали за месяц до начала нерестовой кампании.

В последние годы заготовка производителей осетровых из естественной популяции становится все более сложной из-за отсутствия их в уловах. Особенно редко встречаются яровые формы. Поэтому на рыбоводных заводах чаще стали использовать производителей озимой расы или рыб из ремонтно-маточного стада.

Отловленных в летне-осенний период производителей содержат на рыбоводных предприятиях в несвойственных для них условиях до нереста. К моменту созревания гонад физиологическое состояние самок и самцов ухудшается, так как часть внутренних резервов организма направляется на процессы формирования половых продуктов, а часть участвует в ингибировании факторов стресса. При этом на поддержание основных жизненно-важных функций энергетических и пластических ресурсов становится недостаточно. В связи с этим нами были установлены принципиально новые нормы ввода важнейших для размножения витаминов С и Е (табл. 60).

После введения самцам русского осетра гонадотропных препаратов на стимуляцию ответили 100% производителей, получавших внутримышечно препараты витаминов С и Е. В контрольном варианте этот показатель был ниже и составил 81%. Эякуляты самцов опытной группы имели цвет и консистенцию

молока, что свидетельствует о большой концентрации сперматозоидов. В контрольной группе у некоторых особей семенная жидкость была более прозрачной, голубоватого цвета.

Таблица 60 – Схема проведения преднерестовой подготовки самцов осетровых рыб озимой формы

Объект	№ инъекции			
	норма введения препарата			
	1	2	3	4
Русский осетр	10 мг/кг АК	20 мг/кг АК	20 мг/кг АК	20 мг/кг АК
	30 мг/кг Т	60 мг/кг Т	60 мг/кг Т	60 мг/кг Т
Севрюга	10 мг/кг АК	20 мг/кг АК	40 мг/кг АК	40 мг/кг АК
	60 мг/кг Т	60 мг/кг Т	60 мг/кг Т	120 мг/кг Т

Примечание: АК- аскорбиновая кислота; Т- α токоферол

Основным критерием способности сперматозоидов к размножению является их активность. Все сперматозоиды рыб, инъецированных витаминами, имели активные поступательные движения и характеризовались по шкале Г.М. Персова (1953) оценкой 5 баллов (табл. 61). Агглютинация спермы у этих рыб отсутствовала.

У самцов контрольной группы большая часть семенной жидкости оценивалась на 4 балла. Среди всей массы сперматозоидов отмечались гаметы с зигзагообразными и колебательными движениями. Кроме того, у некоторых особей наблюдалась агглютинация сперматозоидов. Встречались единичные группы склеенных между собой 4-5 гамет. Агглютинация снижает способность спермиев к оплодотворению.

Проведение преднерестовой подготовки самцов русского осетра стимулировало активность сперматозоидов, в среднем, на 1,3 минуты до снижения активности и на 3 минуты до полной остановки движения.

Таблица 61– Результаты исследования эякулятов самцов русского осетра
(Бахарева, Грозеску, 2013)

Показатели	Варианты опыта	
	Опыт	Контроль
Объем эякулята, мл	308,3±56,9*	266,7±19,0
Количество спермиев, млн/мм ³	1,90±0,2	1,73±0,18
Подвижность (шкала Г.М. Персова), балл	5,00±0,07	4,74±0,18
Количество мертвых спермиев, %	8,5±1,23	12,5±2,1
Сперматокрит, %	7,1±0,44	6,6±0,45
Время подвижности, мин.	<u>3,2±0,18</u>	<u>1,9±0,2</u>
	6,6±0,5	3,59±0,2*
Агглютинация	–	+

Примечание: Над чертой – время до перехода большей части спермиев от поступательного движения к колебательному; под чертой – полная потеря подвижности спермиев; Различия достоверны при * P > 0,05.

Преднерестовое инъецирование витаминами самцов русского осетра оказало влияние на физиологические процессы в организме и отразилось в первую очередь на гематологических показателях. Содержание гемоглобина в крови этих рыб было выше на 8%, по сравнению с контрольным вариантом.

Скорость оседания эритроцитов и уровень сывороточного белка соответствовали референтным показателям, тогда как у рыб контрольной группы эти величины достоверно отличались от нормы (табл. 62).

В связи с нехваткой производителей для целей искусственного воспроизводства рыбоводные заводы используют производителей с различным функциональным состоянием, в том числе и рыб, не пригодных для рыбоводных целей (Гераскин и др., 2000).

Использование преднерестовых инъекций самцам севрюги позволило увеличить процент ответа на спермиацию до 90%. В контрольной группе

самцов процент ответа на гормональное стимулирование был низким – 35%, что связано с их неудовлетворительным физиологическим состоянием.

Таблица 62 – Гематологические показатели самцов русского осетра
(Бахарева, Грозеску, 2013)

Показатели	Инъецированные витаминами	Контроль
Положительно отреагировавшие на гормональную стимуляцию		
Масса рыб, кг	10,4±2,7*	12,7±3,8
Гемоглобин, г/л	87,6±3,5**	73,8±1,6
Гематокрит, л/л	0,30±0,3	0,26±0,3
Эритроциты, 10 ⁶ мкл	0,662±0,01	0,731±0,02
СОЭ, мм/ч	4,8±0,2	6,1±0,3
ОСБ, г/л	37,0±0,1	23,8±0,1
Не ответившие на гормональную стимуляцию		
Масса рыб, кг	-	6,5±1,7
Гемоглобин, г/л	-	68,4±0,5
Гематокрит, л/л	-	0,26±0,2
Эритроциты, 10 ⁶ мкл	-	0,744±0,1
СОЭ, мм/ч	-	6,5±0,5
ОСБ, г/л	-	21,4±0,09

Примечание: Различия достоверны при * P < 0,05; ** P < 0,01

Консистенция семенной жидкости была водянистой, а ее цвет был бело-голубой. У некоторых особей контрольной группы наблюдалась гемоспермия. Цвет семенной жидкости имел розоватый оттенок. При этом обнаруживается агглютинация сперматозоидов (табл. 63). В поле зрения наблюдалось более пяти групп слипшихся сперматозоидов, по 15-30 гамет в каждой. Количество мертвых сперматозоидов в семенной жидкости рыб, не проходивших курс витаминного инъектирования, увеличилось на 30,4% в сравнении с контролем и составило 48,2±1,56%.

Таблица 63 – Результаты исследования эякулятов самцов севрюги
(Бахарева, Грозеску, 2013)

Показатели	Вариант опыта	
	инъекции витаминами	контроль
Объем эякулята, мл	138,0±11,43*	95,6±12,35
Количество спермиев, млн/мм ³	0,768±0,008**	0,568±0,025
Подвижность (шкала Г.М. Персова), балл	3,9±0,02	2,8±0,08
Количество мертвых спермиев, %	17,8±2,35	48,2±1,56
Сперматокрит, %	4,15±0,41	3,25
Время подвижности, мин.	<u>2,12±0,24</u>	<u>1,45±0,27</u>
	4,32±0,011	3,12±0,04
Агглютинация	+	+++

Примечание: Над чертой – время до перехода большей части спермиев от поступательного движения к колебательному; под чертой – полная потеря подвижности спермиев; Различия достоверны при * P < 0,05; ** P < 0,001.

Подвижность сперматозоидов по пятибалльной шкале оценивалась на 2,8 балла. При этом встречались особи с плохой подвижностью сперматозоидов, т.е. у гамет отсутствовало поступательное движение, а наблюдалось только движение хвостов. Время полной потери подвижности сперматозоидов снизилась до 3,12 минут. У рыб, которым проводили инъекции витаминными препаратами, способность к оплодотворению была выше. Наблюдалась умеренная агглютинация, то есть встречались одиночные группы склеенных между собой 4-6 гамет. Время подвижности сперматозоидов увеличилось до 4,32 минут.

Все это свидетельствует о том, что качество половых продуктов самцов зависит от содержания в организме витаминов С и Е – природных антиоксидантов. Сперматозоиды способны к синтезу активных форм кислорода (Aitken, 1987), а высокая концентрация кислорода в клетке приводит перекисному окислению липидов и влияет на активность спермиев. Введение в

организм витаминов С и Е сдерживает перекисное окисление липидов, снижая содержание кислорода в гаметях и повышает активность половых клеток (Castellini, Lattaioli et al., 2000).

Витаминные препараты также положительно повлияли и на физиологическое состояние самцов севрюги. Так содержание гемоглобина было на уровне $60,6 \pm 2,5$ г/л, что несколько выше нижней границы нормального значения. Концентрация общего сывороточного белка соответствовала стадии зрелости производителей. В контрольном варианте наблюдали снижение концентрации гемоглобина до $40,3 \pm 1,8$ г/л. Уровень белка в сыворотке крови был очень низким, что говорит о патологических изменениях в обмене веществ производителей (табл. 64).

Анализируя результаты проведенных исследований, установлена эффективность использования препаратов аскорбиновой кислоты и токоферола для преднерестовой подготовки самцов осетровых рыб. Витамин Е, играя важную роль в синтезе половых гормонов, обеспечивает нормальное развитие половых продуктов.

Таблица 64 – Гематологические показатели самцов севрюги
(Бахарева, Грозеску, 2013)

Показатели	Иньекции витаминами	Контроль
Масса рыб, кг	$5,2 \pm 0,56^*$	$5,4 \pm 0,38$
Созревание, %	90	35
Гемоглобин, г/л	$60,6 \pm 2,5^{**}$	$40,3 \pm 1,8$
Гематокрит, %	$28,1 \pm 0,5$	$26,2 \pm 0,7$
Эритроциты, 10^6 мкл	$0,782 \pm 0,04$	$0,645 \pm 0,02$
СОЭ, мм/ч	$4,8 \pm 0,2$	$6,4 \pm 0,25$
ОСБ, г/л	$18,5 \pm 0,6$	$7,8 \pm 0,8$

Различия достоверны при * $P < 0,05$; ** $P < 0,001$

Совместное действие витаминов С и Е препятствует оксидантному повреждению клеточных мембран сперматозоидов, увеличивая функциональную активность гамет и повышая их способность к оплодотворению. Кроме того витамины С и Е активизируют метаболические процессы и улучшают физиологическое состояние рыб.

6.2 Использование комплекса аминокислот и витаминов для повышения воспроизводительной способности осетровых рыб

Известно, что основным веществом половых продуктов животных и рыб является белок, который отличается по аминокислотному составу от белка других тканей. С увеличением стадии зрелости концентрация белка в гонадах повышается, а в мышцах его количество снижается до минимальных значений. Такое соотношение показывает, что дозревание гонад происходит только за счет внутренних резервов пластического материала в организме (Римш, 1967; Кривобок, Тарковская, 1967). Кроме того, изменяется количественный и качественный состав аминокислот в гонадах по мере их созревания. Наиболее высокая концентрация свободных аминокислот наблюдается на IV незавершенной стадии зрелости. На III-IV стадии концентрация аминокислот на 31% меньше. На IV завершенной стадии концентрация и количество аминокислот в свободном состоянии снижается (Федорова, Груданова, 1971).

Кроме аминокислот в период созревания гонад наблюдается также и повышенный расход витаминов. Наиболее активное участие в обменных процессах в этот период принимают токоферол и аскорбиновая кислота.

α -токоферол считается основным витамином, непосредственно участвующим в размножении, так как способствует не только блокированию перекисного окисления липидов в мембранах половых клеток, но и участвует в процессах образования веществ, способствующих нормальному развитию яйцеклетки. Дефицит витамина Е нарушает целостность половых клеток и негативно отражается на функции размножения. Кроме того, токоферол способствует накоплению в организме высоконенасыщенных липидов и

жирных кислот, потребность в которых особенно велика в период созревания (Rosenlund, 1997; Остроумова 2012).

Известна взаимосвязь витамина Е и аскорбиновой кислоты, которая сберегает токоферол переводя его в активную форму и тем самым нормализует процессы формирования половых клеток. Положительное влияние витамина С на репродуктивный цикл различных видов рыб наблюдали многие авторы (Князева, 1981; Sadnes et al., 1984; Waagbo et al, 1989; Blom, Dabrowski, 1996; Грозеску, Бахарева, 2002; 2006 a,b; 2007; 2008; Пономарев, Сорокина, Бахарева и др., 2004).

Кроме того, методом корректирования недостатка аминокислот и витаминов повышается резистентность рыб к негативным факторам среды, улучшаются продуктивные показатели самок и качество полученного от них потомства (Шестерин, Ильин, 2002). Для этого в период нерестовой кампании производителям проводятся инъекции смеси аминокислот и витаминов. Исследования показали положительное влияние таких инъекций на продуктивные качества карпа, радужной форели и сибирского осетра.

Анализ источников литературы и собственные исследования позволяют предположить, что использование комплекса аминокислотно-витаминных инъекций производителям осетровых рыб позволит сохранить запасы пластического материала и важнейших биологически-активных веществ, в органах и тканях производителей, улучшив тем самым обменные процессы и снизив воздействие стресса, характерного для этого периода жизни.

Работы по разработке методов коррекции физиологического состояния производителей осетровых рыб проводили на рыбоводных заводах Астраханской области (ОРЗ «Лебяжий», «Бертюльский», «Кизанский»), Волгоградской области (Волгоградский ОРЗ), Ростовской области (Донской ОРЗ).

Инъецирование самок и самцов русского осетра и севрюги проводили по следующей схеме (табл. 65).

Таблица 65 – Схема проведения экспериментов

1 вариант	2 вариант	контроль
Витамина С + витамин Е 1 раз в неделю	Витамина С – 2 раза в неделю + витамин Е 1 раз в неделю + 10 мл смеси аминокислот	Не инъецировали

Самки, которым проводили инъецирование, созрели раньше по времени. В первом и втором вариантах опыта данные процента рыб, ответивших на гормональную стимуляцию, были достаточно близкими, и составили 89% (табл. 66).

Таблица 66 – Рыбоводные показатели самок русского осетра

Показатели	Масса самки, кг	Масса икры, кг	Кол-во икринок в 1 г	Рабочая плодовитость, тыс. шт.	Созревание после стимуляции, %	Оплодотворение %
1	2	3	4	5		6
Контроль						
$M_{\pm m}$	21,1±2,8	3,8±0,6	47,3±2,2	179,3±29,4	78	80,8±1,2
S	7,6	1,5	5,9	77,8		3,2
Cv	35,8	42,2	12,6	43,4		3,9
Вариант 1						
$M_{\pm m}$	13.65±1.3	2.9±0.25	47,75±1,36	139,3±10,1	89	86,8±2,15
S	5,15	1,02	5,4	40,4		8,62
Cv	37,7	34,2	11,4	29,0		9,92
Вариант 2						
$M_{\pm m}$	16,9±1,5	3,3±0,3	45,3±1,9	161,0±17,3	92	88,2±1,2
S	5,9	1,1	7,4	67,0		4,7
Cv	35,1	34,8	16,3	41,6		5,16

Созревание после гипофизарной инъекции у самок опытной группы было более дружным, длительность созревания находилась в пределах нормы.

Самки, которым проводили введение аминокислотно-витаминной смеси, овулировали икру более высокого рыбоводного качества, с процентом оплодотворения выше 88,2% (на 7,4% выше, по сравнению с контролем).

Таким образом, по предварительной оценке полученных результатов можно отметить, что введение витаминных препаратов, а также добавка смеси аминокислот привело к значительному увеличению процента оплодотворения икры.

Оценка экономической эффективности основана на двух схем преднерестового содержания производителей русского осетра. I группа рыб (контрольная) содержалась без преднерестового инъецирования, во II группе – производителям проводилось инъецирование витаминными препаратами 1 раз в неделю, III группа получада в виде инъекций витаминно-аминокислотную смесь 1 раз в неделю.

По результатам исследований установлено, что наиболее эффективно использовать аминокислотно-витаминную смесь для подготовки производителей осетровых к нересту (табл. 67).

Таблица 67 – Экономическая эффективность использования различных методов преднерестовой подготовки производителей осетра

Показатели	Ед. изм.	Варианты		
		I	II	III
1	2	3	4	5
Кол-во производителей в эксперименте	шт	100	100	100
Затраты на отлов и транспортировку производителей	тыс. руб.	300,00	300,00	300,00
Затраты на содержание производителей	тыс. руб.	1000,00	1000,00	1000,00
Затраты на витаминные препараты	тыс.руб.	-	5,26	12,86

1	2	3	4	5
Затраты на инкубацию икры	тыс.руб.	350,00	350,00	350,00
Себестоимость полученной живой икры	тыс.руб.	1650,00	1655,26	1662,68
Количество самок отдавших икру	шт.	78	89	92
Количество самок, отдавших доброкачественную икру	шт.	70	82	92
Средняя рабочая плодовитость	тыс. шт	160	160	160
Получено зрелой (неоплодотворенной) икры	Тыс. шт.	11200,0	13120,0	14720,0
Оплодотворяемость	%	80,8	86,8	88,2
Получено живой икры	Тыс. шт.	9049,6	11388,0	12983,0
Реализационная стоимость живой икры	Руб/шт.	3,00	3,00	3,00
Общая стоимость живой икры при условии ее реализации	тыс.руб.	27148,8	34164,0	38949,0
Прибыль	тыс. руб	25498,8	32508,7	37287,3
Уровень рентабельности	%	93,9	95,2	95,7

Максимальный уровень рентабельности получен во II варианте при комплексном использовании инъекций аминокислот, аскорбиновой кислоты и токоферола. Причина роста рентабельности заключается в увеличении количества самок, отдающих икру и процента оплодотворения.

Преднерестовая подготовка с использованием аминокислотно-витаминных инъекций положительно сказывается на физиологическом состоянии самок осетровых рыб. Практически у всех рыб опытных групп, отдавших икру, изменилось большинство показателей, характеризующих обмен веществ. Проведенные гематологические исследования позволили сделать следующие выводы (табл. 68). Общий сывороточный белок в крови самок

контрольной группы был минимальным и составил 21,32 г/л, при наивысшей степени достоверности результатов $P < 0,001$. Концентрация гемоглобина в крови рыб этого варианта также была низкой – 52,2 г/л.

Таблица 68– Некоторые показатели крови самок русского осетра

Показатели	Варианты опыта		
	Инъекции витаминов	Инъекции аминокислот и витаминов	Контроль
ОСБ, г/л	31,35±1,21*	33,71±1,32**	21,32±0,85
Гематокрит %	32,2 ±1,13	30,1±2,18	28,3±2,21
Гемоглобин, г/л	65,1±5,62*	63,4±3,74*	52,2±0,25

Различия достоверны при * $P < 0,01$; ** $P < 0,001$

У самок русского осетра из контрольной группы интенсивность эритропоэза была значительно меньше, чем у рыб, проходивших преднерестовую подготовку аминокислотно-витаминными инъекциями. В белой крови отмечается снижение лимфоцитов на 13% в сравнении с показателями самок, которым проводили инъекции смесью аминокислот и витаминов (табл. 69).

Таблица 69 – Лейкоцитарная формула крови самок русского осетра, %

Показатели	Варианты опыта		
	Инъекции витаминов	Инъекции аминокислот и витаминов	Контроль
Лимфоциты	62,3±5,07	71,4±6,2*	58,4±3,08
Эозинофилы	8,2±1,76	7,8±0,23	13,7±1,35
Палочкоядерные	5,3±5,37	5,8±0,74	8,5±0,52
Сегментоядерные	2,9±1,15	2,0±0,80	5,2±0,36
Промиелоциты	1,4±0,25	2,2±1,04	1,6±0,58
Миелоциты	2,7±0,54	4,6±2,08*	2,4±1,68
Метамиелоциты	1,7±0,58	3,3±0,92	1,3±0,95

Примечание: Различия достоверны при * $P < 0,05$

Концентрация эозинофилов при этом увеличилась до 13,7%, с одновременным повышением количества палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов. Такие патологические изменения крови самок свидетельствуют о снижении эритропоэза, что является следствием ослабления барьерной функции организма (Житенева и др., 1989).

Известно, что жизнестойкость молоди зависит от качества и физиологического состояния производителей и полученных от них половых продуктов. Использование аминокислотно-витаминных инъекций способствовало накоплению необходимых для репродуктивной системы витаминов и аминокислот, в частности незаменимых для рыб любого возраста, а особенно в период созревания, аргинина и гистидина (Маликова, 1968; Щербина, 1973; Ogino, 1980; Ketola, 1983; Riley et al., 1996; Small, Soares, 1998; Остроумова 2001; 2012).

Концентрация токоферола и аскорбиновой кислоты в икре самок русского осетра опытных вариантов увеличилась на 28 – 26 % соответственно, по сравнению с контролем (рис.19).

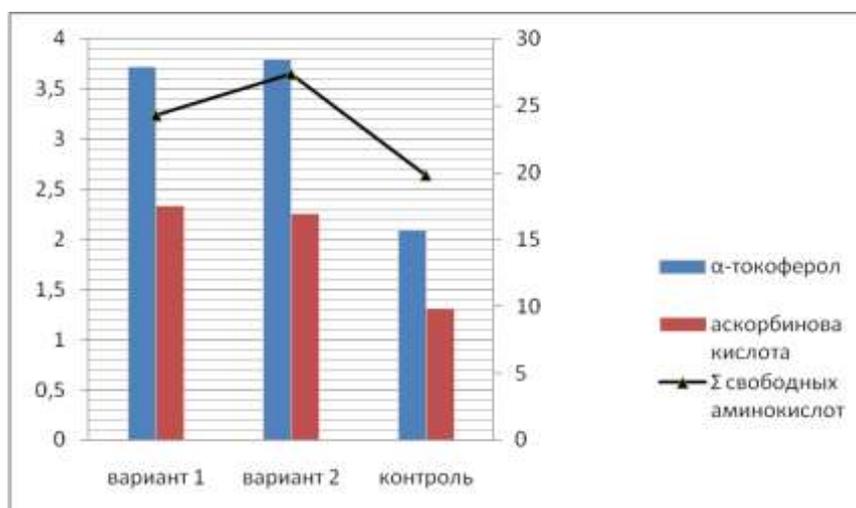


Рисунок 19 – Содержание витаминов и свободных аминокислот в икре русского осетра (мг/100 г сырой ткани)

Полученные результаты согласуются с литературными данными (Тимошина и др., 1997; Князева, 1981; Sandnes, 1984) и свидетельствуют о повышении качества половых продуктов.

Фонд свободных аминокислот в ооцитах на V стадии зрелости гонад достаточно низкий. Обнаружена незначительная концентрация только 8 свободных аминокислот при этом из незаменимых – в образцах присутствовал только валин (табл. 70).

Таблица 70 – Аминокислотный состав икры русского осетра, %

Аминокислоты	Варианты опыта		
	Инъекции витаминов	Инъекции аминокислот и витаминов	Контроль
цистин	-	-	-
глутаминовая кислота	-	-	-
глутамин	42,52±2,75	41,5±7,23*	26,8±2,36*
аспарагиновая кислота	-	-	-
серин	22,8±3,85	31,3±4,52	12,6±2,1
глицин	25,1±3,63	28,9±4,85	14,8±0,89
треонин	42,1±3,32	52,5±2,56	31,2±5,35
аланин	36,8±4,23	42,4±3,69	26,1±1,96
тирозин	21,1±6,12	22,5±4,56	51,6±5,1
триптофан	-	-	-
метионин	-	-	-
валин	42,5±3,25	45,8±2,15	27,8±7,36
фенилаланин	-	-	-
лейцин+изолейцин	9,75±0,36	9,02±0,63*	6,85±0,85*
лизин	-	-	-
гистидин	-	-	-
аргинин	-	-	-
Σ свободных аминокислот	242,65	273,92	197,75
мг/100г сырой ткани	27,3	30,4	19,8

Примечание: различия достоверны при * P < 0,05

Снижение концентрации и количества свободных аминокислот на завершающей стадии гаметогенеза возможно связано с прекращением синтеза резервного белка в ооцитах. Подобные предположения были сделаны

Л.С. Федоровой и С.Д. Грудановой (1968). Ими установлено, что при овуляции всей икры (при условии свободного стекания ее с ястыков) концентрация свободных аминокислот в крови низкая. При этом отсутствует половина определяемых аминокислот. Если овулирует только часть икры, содержание аминокислот в крови самок возрастает.

Фонд аминокислот в ооцитах прошедших стадию созревания снижается, в сравнении с IV незавершенной и завершенной стадиями, что «свидетельствует о прекращении процессов метаболизма в клетке и о переходе ооцита перед оплодотворением в инактивное состояние» (Федорова, Груданова, 1971).

Сравнительный биохимический анализ ооцитов показал, что использование комбинации аминокислот и витаминов привело к большему накоплению белка в икре, что весьма важно для развития эмбрионов и их выживаемости (табл. 71).

Таблица 71 – Химический состав икры, полученной от самок русского осетра, % от сухого вещества

Показатели	Вариант 1	Вариант 2	Контроль
Влага	61,5±0,62	62,3±0,43	64,6±0,22
Сухое вещество	38,5±0,21	37,7±0,23	35,4±0,12
Протеин	30,1±0,15	35,2±0,32	28,6±0,56
Жир	16,8±0,12	15,6±0,14	17,2±0,1

Различия достоверны при $P < 0,01$

Рыбоводное качество икры тесно связано с ее биохимическим составом. Концентрация белка в ооцитах может служить критерием оплодотворяемости икры (Абросимова и др., 1998), а физиологическое состояние личинки, перешедшей на активное питание, может определяться уровнем белка и свободных аминокислот (Федорова, Груданова, 1971; Федорова, 1972). Иное мнение показано в работе Р.В. Афонич и коллективом авторов (1971). Они утверждают, что запас питательных веществ в икринке и ее масса не влияют на оплодотворяемость икры, но отражаются на обмене веществ зародышей,

который также зависит от концентрации основных компонентов липидов – фосфолипидов и неэстерифицированных жирных кислот (Шатуновский, 1980; Дудкин, 1985; Abrosimova et al, 1997; Макаров и др., 2000а).

Анализ отдельных фракций фосфолипидов в неоплодотворенной икре русского осетра позволил выявить увеличение концентрации фосфолипидов при использовании аминокислотно-витаминных инъекций на 8%, а реабилитация самок витаминами С и Е привела к увеличению этого показателя на 4%, в сравнении с контролем (табл. 72). Также отмечено увеличение свободных жирных кислот до 1,64% от суммы липидов.

Таблица 72 – Фракционный состав липидов оплодотворенной икры русского осетра, % от суммы липидов

Фракции липидов	Варианты опытов		
	Реабилитация витаминами С и Е	Реабилитация витаминами+ аминокислоты	Контроль
Моноглицериды	5,23±0,021	4,15±0,065	7,05±0,073
Диглицериды	3,51±0,051*	3,25±0,008*	4,23±0,015
Триглицериды	79,15±0,85	81,20±0,91	76,05±0,54
Фосфолипиды	4,12±0,009	4,46±0,012	4,82±0,081
Холестерин	6,5±0,12	5,36±0,098*	6,8±0,18
Эфиры стеринов	Следы	Следы	Следы
Свободные жирные кислоты	1,52±0,078	1,64±0,082	1,15±0,054

Примечание: различия достоверны при * P < 0,001

Повышение фракций фосфолипидов в икре рыб, инъецированных витаминами и аминокислотами, свидетельствует об активизации процессов развития на молекулярном уровне, так как именно фосфолипиды, являясь компонентами клеточных мембран, адаптируют метаболические процессы к

изменяющимся условиям и, возможно, будут способствовать нормальному развитию зародыша.

Основной особенностью липидного состава икры осетровых рыб, так же как и лососевых, является высокое содержание триглицеридов, которые в организме выполняют энергетическую функцию. Снижение триглицеридов в липидах икры, полученной от самок контрольного варианта, свидетельствует о низком качестве икры.

Таким образом, у особей, получавших аминокислотные и витаминные препараты, генеративный обмен в период созревания гонад проходил более интенсивно, что привело к накоплению в половых продуктах фосфолипидов, содержащих высокую концентрацию полиненасыщенных жирных кислот. На ранних стадиях развития личинки не способны синтезировать достаточное количество фосфолипидов для интенсивного роста (Coutteau et al., 1997). В связи с этим эмбрионы и личинки, развивающиеся из икры высокообеспеченной фосфолипидами, должны обладать высокой жизнеспособностью и более интенсивным ростом. Такое же мнение было высказано в исследованиях Н.А. Абросимовой с соавторами (1998).

В процессе инкубации икры наблюдали за течением эмбрионального развития рыб. Так, процент смертности эмбрионов в период инкубации был выше в контрольной группе. Выход предличинок из инкубационных аппаратов составил 70,5%, тогда как у потомства, полученного от самок прошедших преднерестовое инъекционное, этот показатель был выше нормативных значений (75%) и составил 82,3% (табл. 73).

Наибольшее количество погибших эмбрионов наблюдалось в период прохождения критических стадий развития: дробление (до стадии 16-32 бластомеров), перед началом гаструляции (12 стадия – поздней бластулы), закрытие бластопора (18 стадия – щелевидного бластопора), образования зачатка хвоста (25 стадия) и перед вылуплением.

Однако, эмбрионы, развивающиеся из икры богатой витаминами С и Е, обладали большей жизнестойкостью. При этом продолжительность

эмбрионального развития у этих рыб было менее длительным и составило 5 суток, тогда как у рыб контрольного варианта длительность инкубации увеличилась на сутки, а вылупление предличинок было более растянутым, что свидетельствует о низком качестве икры полученной от самок.

Таблица 73– Аномалии развития эмбрионов русского осетра, %

Стадии развития	Варианты опыта		
	Реабилитация витаминами С и Е	Реабилитация витаминами+ аминокислоты	Контроль
5 стадия – второе деление	0,8±0,10	0,6±0,13	1,8±0,19
16-17 стадия – большой и малой желточной пробки	1,5±0,22**	1,4±0,14**	2,2±0,23
26 стадия – слияние боковых пластинок и обособление хвостового отдела	1,3±0,29	1,1±0,19	2,9±0,31
27 стадия – короткой сердечной трубки	1,2±0,20*	1,1±0,14*	1,6±0,19
36 стадия – массовое вылупление	1,5±0,14	1,5±0,35	2,1±0,27
Выход предличинок из инкубационных аппаратов	80,2±4,92	82,3±4,11	70,5±2,29
Выживаемость предличинок после выдерживания	75,3±2,96	78,1±2,07	68,2±2,67
45 стадия – переход на экзогенное питание	1,9±0,28***	1,5±0,29***	6,2±0,25

Различия достоверны при * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001

Об этом же свидетельствуют и нарушения в эмбриональном и постэмбриональном развитии. Так на стадии второго деления (5 стадия) наблюдалось одновременное развитие пяти бластомеров, у некоторых эмбрионов наблюдались бластомеры разного размера. Количество эмбрионов, встречающихся с такими нарушениями в контрольном варианте, составляло 1,8%, в опыте такие нарушения встречались единично – 0,6%.

Максимальное количество уродливых эмбрионов наблюдалось в процессе гастрюляции на стадиях 16 и 17. Часть эмбрионов имели либо очень большую желточную пробку, при которой нервная пластинка была укороченной и искривленной, либо очень маленькую. На 26 стадии наблюдалось недоразвитие головного отдела, которое проявлялось в отсутствии переднего мозгового пузыря, на 27 стадии не сформировался зачаток сердца.

Икра, полученная от рыб инъецированных аминокислотами и витаминами, гастрюляцию проходила более синхронно. Однако, единично встречались эмбрионы с желточной пробкой не правильной формы. На 27 стадии у некоторых эмбрионов сформировалось два зачатка сердца. В целом стадийность развития эмбрионов в этом варианте была практически единовременной.

В период массового вылупления (36 стадия) в контрольном варианте отмечались особи с искривленным телом.

Как правило, аномалии в развитии зародышей связываются с физиологическим состоянием производителей, от которого зависит качество половых продуктов (Детлаф, Гинзбург, Шмальгаузен, 1981).

Выдерживание предличинок проводили в бассейнах при температуре воды 18-20°C. Одним из основных показателей физиологической полноценности потомства является поведение личинок в период «роения». Нормально развивающиеся личинки осетровых в период перехода на жаберное дыхание образуют на дне бассейнов скопления. Личинки, имеющие различные аномалии в развитии, плавают вне этих скоплений (Чебанов, Галич и др., 2004). В контрольном варианте единичных особей в период «роения» было больше, чем

в вариантах, где производителям вводили витамины и аминокислоты. Выживаемость личинок за время выдерживания в контроле была на 7,1 и 9,9 % ниже, чем в опытных вариантах. По мнению К.И. Семёнова (1965) основными причинами повышенной смертности личинок осетровых рыб является низкое качество половых клеток и связанные с этим аномалии в развитии. В контрольном варианте в период перехода личинок на экзогенное питание количество уродливых особей составило 6,2%. Из внешних уродств наиболее часто встречались особи с недоразвитыми грудными плавниками и жаберными крышками, искривлением хвостового стебля, отсутствием одного глаза, аномалии обонятельного органа.

Использование витаминных и аминокислотных инъекций снизило количество уродств. Однако встречались особи с недоразвитой или отсутствующей перемычкой органа обоняния, что, по мнению С.Б. Подушко и А.В. Левина (1988), связано с «заводским происхождением» рыб и возникает под действием различных факторов. А.С. Чихачев (1996) подтверждает, что возникновение уродств – это следствие нарушений не только оптимальных условий развития, но и их наследственный характер.

Таким образом, применение инъекций витаминов С и Е, а также комплекса аминокислот стимулирует развитие половых продуктов, имеющих высокую оплодотворяющую способность, повышает жизнестойкость эмбрионов и ранней молоди осетровых рыб.

6.3 Витаминная недостаточность как фактор, угнетающий рост и развитие молоди осетровых рыб

В условиях рыбоводства обеспечение культивируемых рыб витаминами осуществляется только при потреблении комбикормов с витаминными премиксами. Однако, сложность использования премиксов заключается в различной потребности рыб в витаминах и её зависимости от абиотических и биотических факторов (Остроумова, 2012).

Для большинства культивируемых видов важными являются 11 водорастворимых витаминов и 4 жирорастворимых. Потребность в этих витаминах зависит от вида, условий выращивания, содержания питательных веществ в корме (Halver, 1972; 1982). Однако, работы по определению потребности осетровых рыб в витаминах очень малочисленны. Так установлена потребность осетровых рыб в витаминах А, Д, В₆ и В₁₂ и описаны признаки их недостаточности (Скрипник, 1996; Абросимова и др., 2005). Нами определены оптимальные нормы ввода витаминов С, В₁, Н и Е в состав стартовых кормов.

Известно, что жирорастворимые витамины играют особую роль в обмене веществ, выполняют функцию природных антиоксидантов и регулируют деятельность желез внутренней секреции (Halver, 1982; Cowey, 1983; Ronald, Roberts et al., 1989). В отличие от витаминов А и D, синтез которых в организме происходит из провитаминов, токоферол, аскорбиновая кислота и некоторые другие витамины не образуются в организме рыб и их концентрация в тканях и органах зависит от содержания в корме (Емелина и др., 1970; Mezes, 1981; Watanabe, Takeuchi et al., 1981; Аминева, Яржомбек, 1984; Bell et al., 1985; Tafro, Kiskaroly, 1986; Ronalds, Roberts, 1989; Сергеева 1998; Абросимова и др., 2005). В связи с этим на основе анализа литературы были определены концентрации исследуемых витаминов С, В₁, Н и Е в компонентах и кормах для осетровых рыб (табл. 74).

Анализ литературных сведений показал, что концентрация витамина Е и С в искусственных кормах в несколько раз ниже, чем в пресноводном зоопланктоне – основной пище ранней молоди осетровых рыб, а такие витамины как тиамин и биотин были определены либо в незначительных концентрациях, либо отсутствовали совсем. Концентрация токоферола в живых кормовых организмах варьирует в значительных пределах от 112 до 600 мг/кг сухого вещества (Ronnestad et al., 1999; Brown et al., 2005; Mitra et al., 2007; Van der Meeren et al., 2008).

Для установления оптимальной нормы ввода витамина Е в состав стартового комбикорма необходимо было определить какое количество этого

витамина потребит личинка, если бы она питалась монодиетой, основанной на живых кормовых организмах, – науплиями артемии. По данным И.Н. Остроумовой и Ж.И. Абрамовой (1981) науплии артемии содержат 89% влаги и 11% сухого вещества. Кормовой коэффициент при питании личинок живыми кормами составляет 1,2 ед. (Пономарев и др., 2002). Значит, при потреблении группой личинок 1,2 г живого корма для обеспечения роста массы на 1 г она получает 44,8 – 76,6 мкг/г витамина Е.

Таблица 74 – Содержание витаминов в основных компонентах комбикормов для осетровых рыб и в зоопланктоне (мг/кг сухого вещества)

Компоненты	Витамины			
	Е	С	В ₁	Н
Рыбная мука ¹	2,1-17,15	-	0,6-1,0	0,4
Гидролизат рыбной муки ¹	-	-	-	-
Сухой обрат ¹	-	-	0,4	0,35
Дрожжи кормовые ¹	-	-	16-18	1,1
Витазар ¹	200	-	30	-
Пшеничная мука ¹	15	-	1,7	0,002
Рыбий жир ¹	-	-	-	-
Соевый шрот ¹	8,6	-	2,2-3,1	-
Пресноводный прудовый зоопланктон ²	228,9-333,5	15,2-39,1	-	-
Мелкий морской зоопланктон	112 ³ -600 ⁴	270 ³ - 756 ⁵	9,2-23,1 ³	-
Культивируемые организмы ³ :				
Artemia	340-572	373-530	13,0-20,9	-
коловратки	513	220	48,6	-

Примечание: ¹содержание витаминов по А.Н. Канидьеву, Е.А. Гамыгину, (1977); Пономареву, Гамыгину и др., (2002); ² Mitra et al., 2007; ³Van der Meeren et al., 2008; ⁴Brown et al., 2005; ⁵Rønnestad et al., 1999.

Проведенные эксперименты показали, что наиболее эффективной нормой ввода токоферола в состав стартового комбикорма следует считать 50 мг/кг корма (табл. 75). В этом варианте наблюдали максимальный среднесуточный прирост – 4,5% при выживаемости 70,1%. Увеличение концентрации витамина Е в комбикорме до 100 и 150 мг/кг не привело к адекватному повышению темпа роста рыб. Введение в комбикорм 500 мг/кг токоферола способствовало дальнейшему снижению темпа роста до 4,2%. По всей вероятности α -токоферол, являясь представителем жирорастворимых витаминов, удерживается в организме рыб достаточно продолжительное время и способствует развитию гипервитаминоза. В данном случае гипервитаминоз не имел внешних признаков, а проявлялся в некотором отставании в росте и незначительном увеличении смертности рыб.

В варианте где исключили витамин Е из рациона наблюдали отставание в росте и увеличение смертности рыб. К 32 дню выращивания на Е-дефицитном рационе масса молоди была в 1,3 раза ниже, чем у рыб в варианте с добавлением 50 мг/кг токоферола. При этом отмечался самый низкий уровень выживаемости – 52,8%.

Аналогичные результаты были получены при выращивании сеголеток 7русского осетра и двухлеток белуги (табл.76, 76). Максимальный прирост массы тела наблюдался при выращивании рыб на комбикорме с 50 мг/кг токоферола. Также высокие показатели роста отмечались при введении в рацион 20 мг/кг витамина Е.

Выживаемость сеголеток русского осетра во всех вариантах опыта наблюдалась в пределах 95-100%. Выращивание молоди на рационе с дефицитом токоферола привело к снижению темпа роста на 16% и выживаемости на 25%, по сравнению с вариантом, где рыбы потребляли комбикорм с 50 мг/кг витамина Е. В опытах на двухлетках белуги выраженных признаков витаминной недостаточности не наблюдалось. Выживаемость рыб во всех вариантах эксперимента составила 100%.

Таблица 75– Рыбоводно-биологические показатели выращивания ранней молоди русского осетра на стартовом комбикорме с разным содержанием α -токоферола

Показатели	Норма ввода токоферола в состав комбикорма, мг/кг					
	0	20	50	100	150	500
Масса начальная, мг	61,95±1,09	61,21±1,45	61,84±1,11	62,30±0,79	61,72±0,10	62,04±0,96
Масса конечная, мг	285,96±29,27	320,94±30,17*	377,08±31,28*	367,63±25,86*	347,24±30,78*	320,7±12,65*
Прирост, мг	224,01	259,73	315,24	305,33	285,52	308,05
Прирост среднесуточный, %	4,0	4,2	4,5	4,4	4,3	4,2
Массонакопление, ед.	0,246	0,271	0,305	0,299	0,287	0,269
Выживаемость, %	52,8	61,3	70,1	70,2	68,5	66,8
Кормовой коэффициент	2,8	2,6	2,2	2,2	2,4	2,4
Период выращивания, сут.	32	32	32	32	32	32

Примечание: Различия достоверны при * $P < 0,01$

Таблица 76 – Показатели выращивания сеголеток русского осетра на продукционном комбикорме с разным содержанием витамина Е

Показатели	Норма ввода токоферола в состав комбикорма, мг/кг					
	0	20	50	100	150	500
Масса начальная, г	14,12±0,36	12,41±0,44	12,31±0,53	15,14±0,35	12,62±0,38	13,26±0,50
Масса конечная, г	25,30±0,42	27,64±0,58*	28,40±0,44*	28,21±0,37*	25,52±0,52	25,65±0,52
Прирост, г	11,18	15,23	16,09	13,07	12,90	12,39
Прирост среднесуточный, %	1,90	2,53	2,63	2,01	2,25	2,12
Массонакопление, ед.	0,0518	0,0707	0,074	0,0568	0,0615	0,0581
Выживаемость, %	75	95	100	100	100	98
Кормовой коэффициент	1,8	1,2	1,2	1,4	1,3	1,3
Период выращивания, сут.	30	30	30	30	30	30

Примечание: Различия достоверны при * P < 0,05

Таблица 77 – Показатели выращивания двухлеток белуги на производственном комбикорме с разным содержанием витамина Е

Показатели	Норма ввода токоферола в состав комбикорма, мг/кг					
	0	20	50	100	150	500
Масса начальная, г	1850,18±177,0	1835,58±173,5	1830,68±169,9	1825,04±164,7	1821,35±161,5	1824,35±129,6
Масса конечная, г	2029,2±66,02	2055,15±96,59	2080,14±81,45*	2025,86±53,28	2020,22±65,26	2010,47±60,08
Прирост, г	179,02	219,57	249,46	200,82	198,87	186,12
Среднесуточная скорость роста, %	0,46	0,56	0,64	0,52	0,52	0,48
Массонакопление, ед.	0,0573	0,0705	0,0795	0,0647	0,0641	0,0602
Выживаемость, %	100	100	100	100	100	100
Кормовой коэффициент	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Период выращивания, сут.	20	20	20	20	20	20

Примечание: Различия достоверны при * P < 0,05

Витаминная недостаточность это комплекс патологических реакций, которые обусловлены дефицитом одного или нескольких витаминов.

В медицинской практике выделяют три типа витаминной недостаточности: авитаминоз – возникает при полном отсутствии какого-либо витамина в организме; гиповитаминоз – содержание витаминов в организме несколько ниже потребности, а признаки недостаточности выражены слабо; субнормальная витаминная обеспеченность не имеет выраженных симптомов, однако снижает сопротивляемость организма инфекциям (Смирнов, 2008). Эту же терминологию можно применить и при исследовании влияния витаминов на организм рыб.

Известно, что потребность рыб в витамине Е повышается при избытке в кормах жира (Остроумова, 2012). В связи с этим для получения выраженных признаков авитаминоза после окончания экспериментов по оценке влияния различных норм витамина Е на рост и выживаемость рыб были выбраны варианты с лучшими и худшими показателями (50 мг витамина Е на 1 кг корма и без витамина). Кормление рыб из этих вариантов продолжали опытными комбикормами в течение 14 дней, однако уровень жира в них повысили в 2 раза.

Исследуя физиологическое состояние ранней молоди русского осетра, выращенной на рационах с дефицитом витамина Е, можно с большой уверенностью предположить, что у рыб наблюдался авитаминоз, который проявлялся в снижении роста и выживаемости. Анализ результатов оценки физиологического состояния подтверждает эту гипотезу. Так, в результате недостатка в питании витамина Е наблюдались изменения в биохимическом составе тела личинок (табл. 78), которые проявились в снижении количества пластических веществ. Концентрация белка в организме рыб снизилась на 6,78%, при этом увеличилось количество жира и зольных элементов. Это свидетельствует о преобладании расхода протеина на энергетические траты в обменном процессе, что приводит к увеличению массы минеральной составляющей, в том числе и костной ткани (Щербина, 1984).

Таблица 78 – Биохимический состав тканей личинок русского осетра,
% от абсолютно сухого вещества

Показатели	Концентрация витамина Е в корме, мг/кг	
	50	0
Влага	83,68±0,21***	84,75±0,23
Сухое вещество	16,44±0,16***	15,45±0,17
Белок	68,69±0,82***	61,91±0,40
Жир	13,76±0,42***	17,60±0,19
БЭВ	3,66±0,13	3,94±0,13
Минеральные вещества	12,13±0,19***	14,05±0,15

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

Таким образом изъятие из рациона ранней молоди русского осетра витамина Е приводит к снижению активности потребления кормов, темпа роста и выживаемости. Также происходят патологические изменения в обмене веществ. Низкий уровень белка и высокое содержание жира в тканях свидетельствует о нарушении баланса белкового и липидного обменов.

В результате исследования физиологического состояния двухлеток белуги из ремонтной группы установлено, что при дефиците витамина Е у рыб наблюдается низкий уровень гемоглобина в крови при снижении количества зрелых эритроцитов (табл. 79), что говорит о низком эритропоэзе. Такие показатели крови свидетельствуют о наличии соматической или физиологической анемии (Житенева и др., 1989; Головина и др., 1998).

Таблица 79– Гематологические показатели двухлеток белуги,
выращенных на комбикорме с разной концентрацией витамина Е.

Показатели	Содержание витамина Е, мг/кг корма	
	0	50
Общий белок, г/л	18,26±0,31	24,72±0,19
Гемоглобин, г/л	45,92±1,11	63,92±1,20
Эритроциты, 10^6 мкл	668,76±7,03	740,38±16,74

Примечание: Различия достоверны при $P < 0,001$

Содержание общего сывороточного белка в крови у этих рыб было меньше на 16%. Рыбы, выращенные на рационе с 50 мг/кг витамина Е, отличались лучшими показателями крови.

Гистологическое исследование печени рыб, потреблявших комбикорм с содержанием витамина Е 50 мг/кг, характерных признаков изменений тканей и клеток не выявлено (рис. 20).

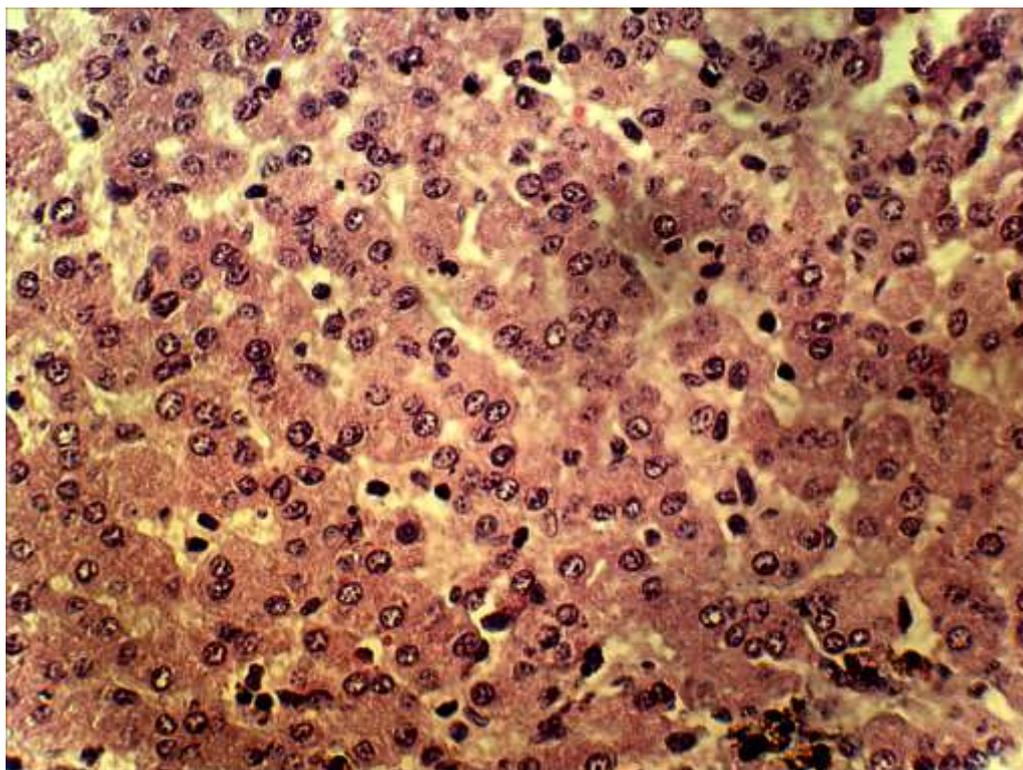


Рисунок 20 – Печень белуги потреблявшей комбикорм с витамином Е. (Окраска гематоксилин-эозином. Ув. 22х40)

Практически во всех клетках хорошо видны ядра, часто крупные, незначительно различающиеся размерами. Цитоплазма гепатоцитов гомогенно-зернистая, не имеющая признаков накопления жира. Также обнаружено достаточно большое количество купферовых клеток, которые отвечают за разрушение старых нефункциональных клеток печени (разделяют гемоглобин на железо и билирубин).

Кормление двухлеток белуги комбикормом без токоферола привело к некоторым изменениям в печени рыб. У единичных экземпляров наблюдалась ярко выраженная жировая дистрофия (рис. 21).

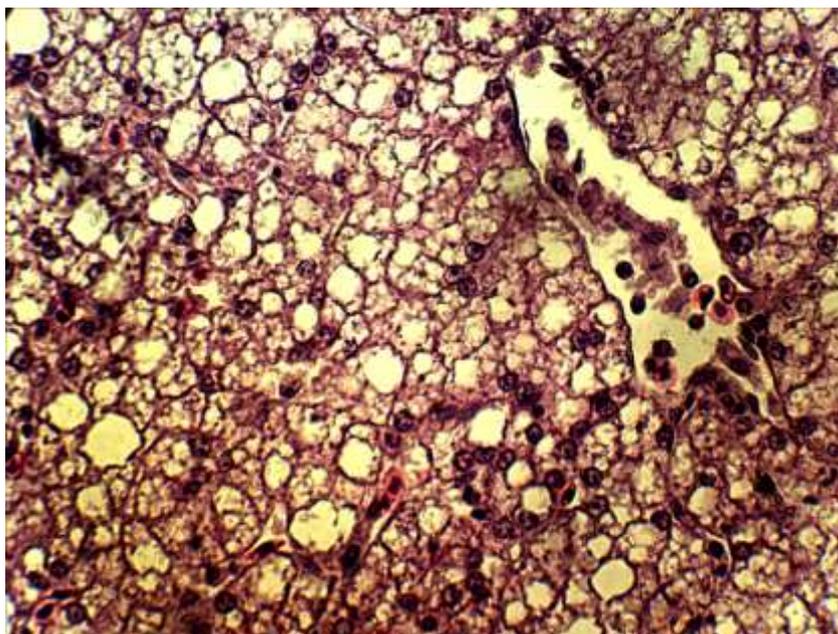


Рисунок 21 – Наличие многочисленных жировых пустот в печени белуги, потреблявшей E дефицитный рацион
(Окраска гематоксилин-эозином. Ув. 22x10)

Кроме того, на некоторых образцах срезов печени хорошо виден локальный застой крови в капиллярах рядом с участками некроза (рис. 22). В паренхиме встречались одиночные эритроциты, наблюдаются точечные кровоизлияния.

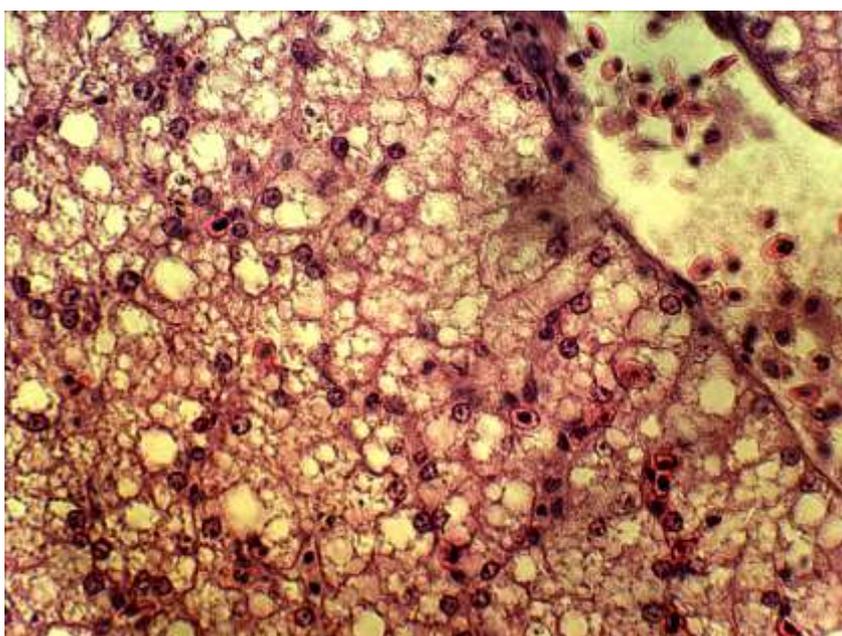


Рисунок 22 – Многочисленные жировые пустоты, полнокровные капилляры, полупустой сосуд в печени белуги
(Окраска гематоксилин-эозином. Ув. 22x10)

Таким образом, витамин Е является незаменимым элементом липидного обмена в организме рыб. Недостаток или отсутствие этого витамина в кормах для рыб может привести к гиповитаминозу, который проявляется в снижении темпа роста рыб и изменении некоторых биохимических показателей тканей, а так же к авитаминозу, при котором наблюдаются анемия, увеличение количества незрелых эритроцитов, жировой дегенерации печени и, как следствие, гибели рыб.

Важную роль в процессах жизнедеятельности организма рыб играют водорастворимые витамины, участвующие во многих окислительно-восстановительных процессах, в обмене белка, жира, углеводов (Петрухин, 1982; Hilton, 1989; Teskeredzic, 1989; Бондаренко, Бахирева и др., 1996; Раденко, 1997). Потребность осетровых рыб в таких витаминах как В₆ и В₁₂ уже установлена (Скрипник и др., 1996). Однако, исследования по влиянию витаминов С, В₁ и Н еще остаются актуальными.

Особое внимание следует уделить физиологическим функциям витамина С. Известно, что большинство животных синтезируют аскорбиновую кислоту в количествах необходимых для нормального функционирования систем организма. Рыбы не обладают такими способностями, но в литературе встречаются сведения о синтезе аскорбиновой кислоты в организме карпа, который не испытывает недостаточности в этом витамине (Sato et al., 1978). В организм осетровых рыб витамин С попадает исключительно с кормом. Потребность рыб в этом витамине зависит от возраста и условий выращивания. Наибольшая потребность организма в витамине наблюдается на раннем этапе онтогенеза (Arscot, 1962; Sandness, 1984). В этот период естественным кормом рыб являются организмы зоопланктона и бентоса. Содержание аскорбиновой кислоты в пресноводном зоопланктоне колеблется в пределах от 15,2 до 39,1 мкг/г сухого вещества (Mittra et al., 2007), в культивируемых организмах – артемии и коловратках концентрация этого витамина выше – 220-530 мкг/г (Van der Meeren et al., 2008). В компонентах искусственных комбикормов аскорбиновая кислота отсутствует.

Изучение влияния различных норм витамина С в кормах для осетровых рыб проводили на личинках белуги, перешедших на активное питание. Через 32 суток выращивания масса рыб увеличилась в 3-4 раза. В то же время личинки, потреблявшие с кормом аскорбиновую кислоту, опережали контрольную группу, выращиваемую на С-дефицитном рационе. Наибольший прирост наблюдался у рыб, потреблявших 500 мг/кг витамина С (табл. 80). Индивидуальный прирост массы рыб в этом варианте составил 303,75 мг или 4,26% в сутки. При увеличении нормы ввода витамина до 1000 мг/кг в составе стартового комбикорма получены аналогичные результаты. Введение 200 мг/кг витамина С обеспечило нормальный рост и выживаемость без видимых отклонений от нормы. По всей вероятности такая норма ввода витамина способствует нормальному течению всех обменных процессов в организме рыб.

Снижение нормы ввода до 50 мг/кг привело к замедлению роста рыб и повышению ее смертности до 36,9%. Исключение из пищевого рациона витамина С снизило активность потребления кормов ранней молодью и выживаемость рыб до 59,4%. В конце периода выращивания в этом варианте отмечались единичные особи с искривлением позвоночного стебля между спинным и хвостовым плавником, а так же с недоразвитыми жаберными крышками. Наличие таких уродств у ранней молоди может быть связано с нарушениями в эмбриональном периоде или с недостаточным количеством витамина С в кормах.

В первые дни питания потребность интенсивно развивающегося организма в аскорбиновой кислоте очень высока (Dabrowski 1990; Merchie et al., 1997b; Sealey, Gatlin, 1999), а в искусственных условиях выращивания её извлечение из кормов для личинок затруднительно. Весьма важным вопросом является обеспечение стартовых комбикормов витамином С в количестве, превышающем оптимальную норму. В связи с этим рекомендуемой нормой ввода аскорбиновой кислоты следует считать 1000 мг/кг стартового комбикорма.

Таблица 80 – Рыбоводно-биологические показатели выращивания личинок белуги на комбикормах с различным содержанием аскорбиновой кислоты

Показатели	Концентрация витамина С мг/кг корма				
	0	50	200	500	1000
Масса начальная, мг	71,79±0,94	70,23±0,69	72,09±0,71	70,87±0,49	70,36±0,45
Масса конечная, мг	271,04±6,21	325,18±2,65**	354,45±2,67**	374,62±3,65	374,89±2,91
Прирост, мг	199,25	254,95	282,36	303,75	304,53
Среднесуточный прирост, %	3,63	4,03	4,14	4,26	4,27
Массонакопление	0,216	0,257	0,272	0,287	0,288
Выживаемость, %	59,4	63,1	68,9	69,4	69,2
Кормовой коэффициент	2,8	2,5	2,2	2,2	2,2
Период выращивания, сут.	32	32	32	32	32

Примечание: Различия достоверны при * P < 0,05; ** P < 0,001

Влияние аскорбиновой кислоты было также отмечено на рост и выживаемость сеголеток белуги. Выращивание молоди осуществляли в бассейнах в течение 30 суток, кормление рыб проводили продукционным комбикормом ОТ-6 с разными нормами ввода витамина и на С-дефицитном рационе. В этих исследованиях получены аналогичные с предыдущими результаты. Максимальный прирост и выживаемость получены при использовании витамина в количестве 500 и 1000 мг/кг корма. Абсолютный и прирост массы и массонакопление в этих вариантах был 1,9 и 1,7 раза выше, чем в контрольном варианте (выращивание на С-дефицитном рационе), соответственно (табл.81). Исключение из рациона аскорбиновой кислоты увеличило затраты кормов на единицу прироста до 1,5 ед., тогда как в остальных вариантах этот показатель соответствовал 1,3-1,2 ед.

Подобные эксперименты проведены на двухлетках белуги. Результаты выращивания показали, что существенных различий в темпе роста рыб при использовании разных концентраций витамина С не наблюдалось (табл.82). Однако, максимальный прирост был отмечен в вариантах с использованием 500-1000 мг витамина С на 1 кг продукционного комбикорма. При выращивании рыб на С-дефицитном рационе положительных результатов не получили. Кроме снижения темпа роста, других выраженных признаков авитаминоза не выявлено.

Потребность различных видов рыб в аскорбиновой кислоте пока еще недостаточно изучена. Имеются некоторые данные о накоплении витамина С в тканях молоди сиговых, карпа, радужной форели. Так, личинки сига массой 82 мг при потреблении артемии с концентрацией витамина С 362,9 мкг/г в течение месяца накапливают в организме 59,6 мкг/г аскорбиновой кислоты. Питание личинок искусственным кормом с высоким уровнем витамина до 1483 мкг/г способствовало накоплению его в тканях до 76 мкг/г. Накопление аскорбиновой кислоты в этом случае шло этапно. До массы 17 мг количество витамина С в тканях уменьшалось, а затем стало нарастать (Dabrowski, 1990).

Таблица 81- Рыбоводно-биологические показатели выращивания сеголеток белуги
на комбикормах с различным содержанием аскорбиновой кислоты

Показатели	Концентрация витамина С мг/кг корма				
	0	50	200	500	1000
Масса начальная, г	13,94±0,27	12,53±0,23	12,14±0,30	13,38±0,22	12,82±0,33
Масса конечная, г	23,48±1,01	25,64±0,77	26,85±0,77	31,05±1,03*	29,88±0,98*
Прирост, г	9,54	13,11	14,71	17,67	17,06
Среднесуточный прирост, %	0,19	0,28	0,30	0,32	0,32
Массонакопление	0,046	0,062	0,069	0,077	0,076
Выживаемость, %	78	90	98	98	98
Кормовой коэффициент	1,5	1,3	1,3	1,2	1,2
Период выращивания, сут.	30	30	30	30	30

Примечание: Различия достоверны при $P < 0,05$

Таблица 82 - Рыбоводно-биологические показатели выращивания двухлеток белуги на комбикормах с различным содержанием аскорбиновой кислоты

Показатели	Концентрация витамина С мг/кг корма				
	0	50	200	500	1000
Масса начальная, г	1083,3±56,49	1104,11±64,8	1112,23±47,31	1106,77±45,78	1095,41±64,63
Масса конечная, г	1136,29±30,35	1176,59±41,27	1204,31±22,88*	1201,97±27,45*	1190,51±23,05
Прирост, г	52,99	72,48	92,1	95,2	95,1
Среднесуточный прирост, %	0,159	0,213	0,266	0,275	0,277
Массонакопление	0,0165	0,0221	0,0277	0,0288	0,0289
Выживаемость, %	100	100	100	100	100
Кормовой коэффициент	2,5	2,3	2,1	2,1	2,1
Период выращивания, сут.	30	30	30	30	30

Примечание: Различия достоверны при $P < 0,05$

Л.М. Князева (1977) утверждает, что нормальный уровень витамина С в тканях сеголеток форели колеблется в пределах 40-100 мкг/г. Дефицит витамина в корме приводит к снижению концентрации аскорбиновой кислоты до минимальных значений 1,6-16,2. В наших исследованиях установлено, что концентрация аскорбиновой кислоты в тканях зависит не только от его содержания в корме, но и от возраста рыб (табл.83).

Таблица 83 – Зависимость содержания аскорбиновой кислоты в тканях осетровых рыб от его концентрации в комбикорме

Образец	Концентрация витамина С в корме (мг/кг) и тканях (мкг/г)				
	0	50	200	500	1000
Ранняя молодь ткани	14,82±0,15	41,90±0,58	74,67±0,44	106,95±2,01	111,95±0,46
Сеголетки					
мышцы	11,8±0,23	36,11±0,60	40,47±0,42	54,30±0,37	55,0±0,5
печень	9,59±0,16	24,33±0,21	30,27±0,51	35,26±0,27	39,84±0,78
Двухлетки					
мышцы	9,9±0,24	30,96±0,58	34,29±0,24	40,01±0,67	45,02±0,29
печень	6,31±0,11	18,79±0,43	26,52±0,34	31,28±0,59	31,11±0,38

Примечание: Различия достоверны при $P < 0,001$

У личинок перешедших на активное питание и в течение месяца содержавшихся на С-дефицитном рационе в тканях было обнаружено 14,82±0,15 мкг/г витамина С, тогда как у сеголеток, при таких же условиях, концентрация этого витамина была ниже и составила 11,8±0,23 мкг/г сырого вещества. Низкий уровень витамина С в тканях также обнаружен и у двухлеток белуги.

Хорошая обеспеченность организма ранней молодежи витамином С возможно связана с тем, что в процессе созревания гонад аскорбиновая кислота из органов и тканей самок переносится в яичники, далее концентрируется в икре (Arscott, 1962; Dabrowski, 1976; Seeman, 1989) и сохраняется в эмбрионах и личинках, предохраняя развивающийся организм от

негативных факторов и способствуя нормальному обмену веществ. После перехода личинок на активное питания ресурсы витамина С истощаются, а потребность в нем увеличивается. В этот период поступление аскорбиновой кислоты в организм возможно только трофически. Добавление в состав стартового корма 50 мг/кг витамина С привело к достаточно быстрому накоплению его в тканях до $41,90 \pm 0,58$ мкг/г. У рыб старших возрастных групп этот процесс был более медленным.

Максимальная концентрация аскорбиновой кислоты обнаружена в тканях личинок, потреблявших комбикорм с 500 и 1000 мг/кг витамина. Подобная картина наблюдается и у сеголеток и рыб ремонтного стада.

Физиологическое состояние сеголеток белуги получавших с кормом разное количество витамина С, оценивали по показателям крови (табл. 84).

Таблица 84 – Гематологические показатели сеголеток белуги, выращенных на комбикорме с разной концентрацией аскорбиновой кислоты

Показатели	Концентрация витамина С в корме (мг/кг)				
	0	50	200	500	1000
Общий белок, г/л	$20,68 \pm 0,37$	$23,07 \pm 0,33^*$	$22,5 \pm 0,35^*$	$23,68 \pm 0,45^*$	$23,54 \pm 0,45^*$
Гемоглобин, г/л	$39,95 \pm 1,05$	$45,76 \pm 0,47^{**}$	$54,3 \pm 0,41^{**}$	$60,36 \pm 0,51^{**}$	$60,86 \pm 0,46^{**}$
Эритроциты, млн./мкл	$520,37 \pm 3,06$	$613,43 \pm 3,21$	$631,19 \pm 3,66$	$637,21 \pm 2,83$	$639,43 \pm 3,22$

Примечание: Различия достоверны при * $P < 0,05$; ** $P < 0,001$

Концентрация белка в сыворотке крови изменялась в пределах от $20,68 \pm 0,37$ у рыб, выращиваемых на С-дефицитном рационе до $23,68 \pm 0,45$, при потреблении 500 мг витамина С на 1 кг корма. У рыб с витаминной недостаточностью наблюдали анемию – содержание гемоглобина в крови было низким и составило 39,95 г/л. В варианте, где молодь потребляла комбикорм с 500 и 1000 мг/кг аскорбиновой кислоты, гемоглобин был достаточно высоким – $60,36 \pm 0,51$ и $60,86 \pm 0,46$ г/л, соответственно.

Таким образом, наиболее эффективной нормой ввода в корма для осетровых рыб всех возрастных групп следует считать 500 и 1000 мг/кг. При такой норме ввода темп роста увеличивается, рыбы становятся более жизнестойкими. В связи с тем, что доступность аскорбиновой кислоты для ранней молоди ограничена (Остроумова, 2012), в стартовый комбикорм необходимо вводить 1000 мг/кг этого витамина.

Известна роль аскорбиновой кислоты в повышении резистентности рыб во время стресса (Merchie et al., 1997a). В связи с этим были проведены эксперименты по оценке влияния витамина С на организм осетровых рыб при воздействии стресса.

На рыбоводных предприятиях выращивание рыб проходит в условиях с постоянным воздействием стресса. Так повышение температуры воды летом до экстремальных ($27-29^{\circ}\text{C}$) приводит, как правило, к снижению кислорода до 4-6 мг/л, что является губительным для рыб, регулярные сортировки часто являются причинами травм и потертостей.

В лабораторных условиях нами были реконструированы условия выращивания рыб на рыбоводном заводе. Для этого в бассейнах с помощью терморегулятора повысили температуру воды до 28°C при этом сократили проточность и снизили концентрацию кислорода до 4-5 мг/л. Наблюдения показали, что сеголетки белуги потреблявшие с кормом витамин С в количестве 1000 мг/кг лучше переносили стрессовую ситуацию. Однако через 45 минут поведение рыб изменилось, часть особей опустилось на дно, движение стало менее активным. Рыбы, не получавшие с кормом аскорбиновую кислоту, поднимались к поверхности воды, как бы захватывая воздух, их двигательная активность была слабая. Через 20 минут от начала эксперимента появились особи, неподвижно лежащие на дне бассейна.

В результате воздействия стресса траты аскорбиновой кислоты в организме увеличились, что отразилось на ее содержании в тканях (табл. 85).

Таблица 85 – Содержание аскорбиновой кислоты в тканях осетровых рыб после воздействия стресса

Исследования	Концентрация витамина в комбикорме (мг/кг)/содержание в тканях мкг/г	
	0	1000
Начало эксперимента	11,8±0,67	55,0±2,84***
Конец эксперимента	2,6±0,27	30,8±2,31***

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

По мнению Г.А. Ведемейер (1981) при длительном стрессе, а в нашем случае С-дефицитный рацион можно считать таковым, надпочечники полностью теряют витамин С и стероиды. У рыб – это интерренальная ткань, вырабатывающая гормоны, подобные стероидным гормонам коры надпочечников млекопитающих (Турдаков, 1972). Таким образом, в результате действия стресса в организме прекращает вырабатываться кортизол, который способствует подавлению этого фактора.

Период восстановления рыб после негативного воздействия также был разный и зависел от уровня аскорбиновой кислоты в организме и от поступления ее вместе с кормом.

На следующем этапе норма витамина С в составе комбикорма была увеличена с 1000 мг/кг до 2000 мг/кг. После 10 дней кормления рыб таким комбикормом в стабильных оптимальных условиях выращивания рыбы повторно были подвержены воздействию кратковременного стресса. В результате проведенных исследований было установлено, что в период стрессовой нагрузки на организм сначала происходит адаптация к стрессовой ситуации. В этот период рыба достаточно активно плавала, часто поднималась к поверхности воды. После прохождения периода адаптации в организме, по-видимому, стали запускаться внутренние биохимические механизмы, вызывающие изменения в составе крови, снижение активности выработки антистрессовых гормонов. В этот период рыба стала менее

активна, большая часть особей лежала на дне бассейна. На третьем этапе опыта активность рыб возобновилась, что, возможно, связано с реакцией организма, направленной на борьбу с негативными факторами. Концентрация аскорбиновой кислоты в организме также изменялась (рис. 23).

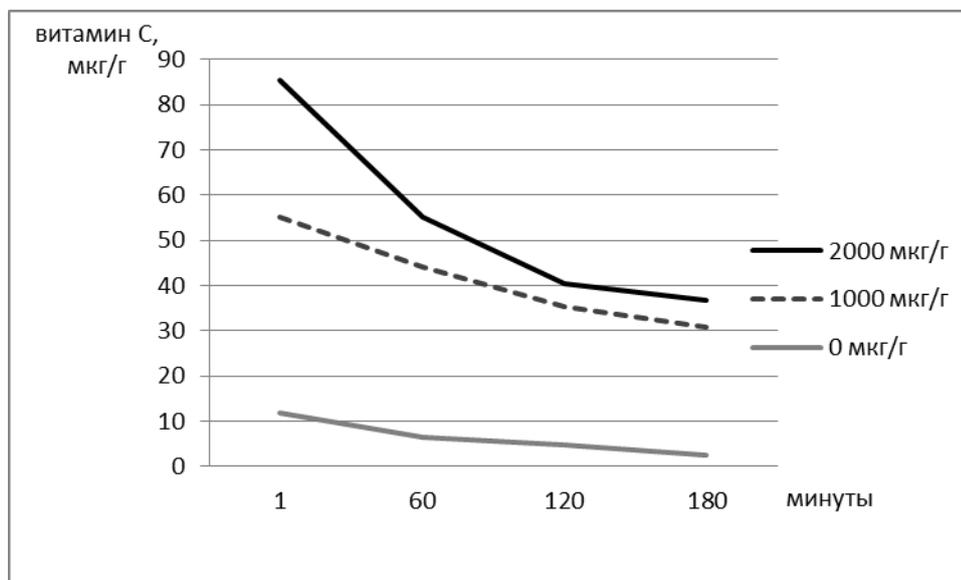


Рисунок 23 – Изменение концентрации витамина С в тканях сеголеток русского осетра в период воздействия негативных факторов

Если в начале эксперимента ее содержание в тканях опытной группы рыб находилось на уровне 85,3 мкг/г, то через 60 минут после начала воздействия на организм факторами стресса ее концентрация резко снизилась и составила 55,1 мкг/г. Через 120 минут содержание витамина С в тканях сеголеток находилось на уровне 40,4 мкг/г сырого вещества. Далее траты аскорбиновой кислоты заметно снизились. Выживаемость рыб при потреблении корма с витамином в количестве 2000 мг/кг составляла 100%.

С-дефицитный рацион способствовал снижению уровня аскорбиновой кислоты в организме, накопленной в период питания сбалансированными кормами до минимальных значений – $2,6 \pm 0,08$ мкг/г, что привело к тяжелым последствиям после воздействия стрессорами. Смертность рыб, не получавших с кормом аскорбиновую кислоту, составила 54,8%, а выжившие

рыбы в течение более длительного срока адаптировались к нормальным условиям выращивания. При этом отставание в росте у этих рыб, после введения в рацион аскорбиновой кислоты в максимальной дозировке – 2000 мг/кг корма, было существенным (рис.24).

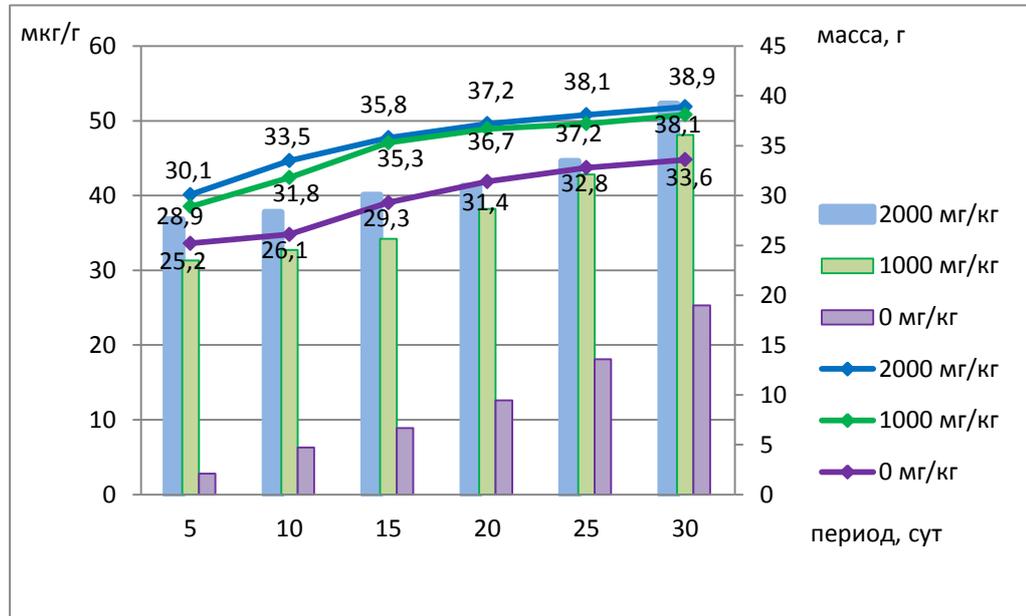


Рисунок 24 – Зависимость темпа роста сеголеток русского осетра от концентрации витамина С в тканях. Примечание: ■ – концентрация витамина С в тканях; ◆ – масса тела

После введения максимального количества витамина в корм у рыб, находившихся до этого на С-дефицитном рационе, накопление аскорбиновой кислоты в тканях было более стремительным (рис.25).

За первые десять суток эксперимента накопление витамина в тканях сеголеток было на 30% выше, чем у рыб потреблявших корма с витамином С в концентрации 1000 мг/кг и на 14% – при кормлении комбикормом с концентрацией витамина 2000 мг/кг.

Таким образом, аскорбиновая кислота стимулирует биохимические процессы в организме рыб лимитирующие негативное влияние факторов стресса. Эффективной дозой, предохраняющей организм от воздействия стресса, следует считать 1000 и 2000 мг/кг корма.

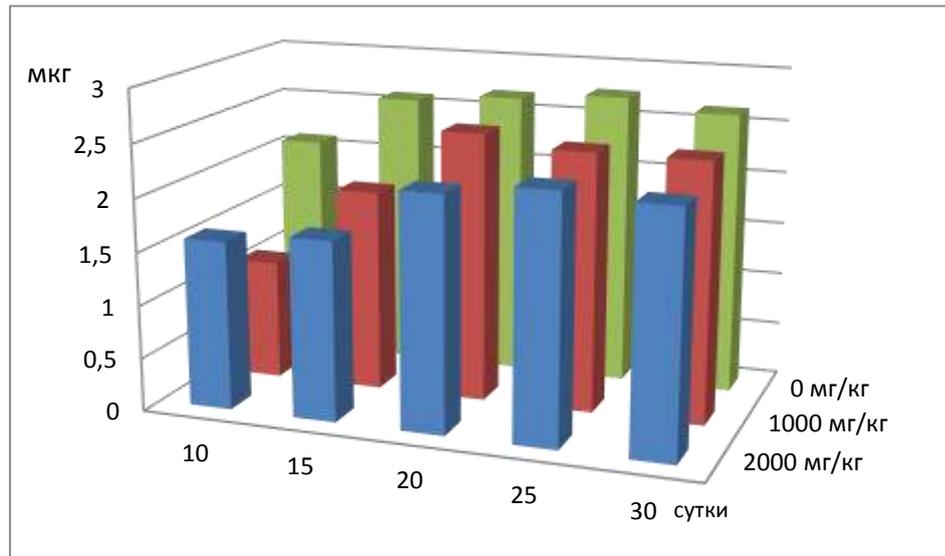


Рисунок 25 – Накопление аскорбиновой кислоты в тканях сеголеток русского осетра в зависимости от содержания витамина в рационе

Весьма важную роль в процессах жизнедеятельности организма играет витамин В₁ (тиамин), который катализирует процессы окислительного декарбоксилирования кетокислот и пировиноградной кислоты. Недостаток тиамин приводит к накоплению в организме кетокислот, которые стимулируют токсикозы и нервные расстройства (Смирнов, 2008; Ronald et al., 1989).

Тиамин присутствует во многих компонентах комбикормов. Однако в процессе производства искусственных кормов и их хранении большая часть тиамин (до 80%) разрушается (Лемперт, 1987; Смирнов, 2008). Другой причиной недостатка витамина В₁ может быть действие фермента тиаминазы, который разрушает витамин. Тиаминеза содержится в фарше из рыбы и рыбной муке. Её присутствие в составе рыбной муки объясняется нарушением процесса изготовления компонента (Ronald, Roberts et al., 1989; Пономарев и др., 2013). Кроме того, при увеличении в составе комбикормов углеводов, повышении температуры воды во время выращивания рыб выше оптимальных значений, а также различные стрессовые ситуации приводят к повышению расхода тиамин и, в связи с этим, увеличению потребности рыб в нем (Steffens, 1974).

Использование в составе комбикормов витамина В₁ необходимо, особенно если содержание углеводов в корме достаточно высоко. Так, в стартовом комбикорме ОСТ-6 содержится 14-18% углеводов, а в производственном комбикорме ОТ-6 их количество составляет 26-28%. Таким образом, можно предположить, что потребность осетровых рыб в тиамине при потреблении производственного комбикорма будет выше. В связи с этим необходимо провести исследования по определению эффективных норм ввода витамина В₁ в состав стартового и производственного комбикорма.

Эксперименты, проведенные на ранней молоди русского осетра, показали, что личинки, выращенные на рационе с недостатком витамина В₁, отставали в росте от рыб, получавших даже незначительные дозы тиамина. Среднесуточный прирост массы этих рыб составил 4,01% при достаточно высокой смертности рыб – 58,3% (табл. 86).

Таблица 86 – Показатели выращивания молоди русского осетра на комбикорме с различным содержанием тиамина

Показатели	Содержание тиамина в комбикорме, мг/кг				
	15	20	30	40	0
Масса нач., мг	62,61±4,55	61,60±3,98	61,79±3,05	62,43±2,15	62,27±5,94
Масса конеч., мг	323,71±2,22*	355,30±1,75*	360,29±2,11*	354,73±6,89*	298,27±5,56
Прирост, мг	261,1	293,7	298,5	292,3	236,0
Среднесуточный прирост, %	4,22	4,40	4,42	4,40	4,01
Массонакопление	0,27	0,29	0,30	0,29	0,25
Выживаемость, %	62,9	65,0	65,8	63,7	58,3
Кормовые затраты, ед.	2,4	2,1	2,1	2,4	2,6
Период опыта, сут.	32	32	32	32	32

Примечание: Различия достоверны при * P < 0,05

При введении в корм 20 мг/кг тиамина среднесуточный прирост ранней молоди увеличился до 4,22%, а выживаемость повысилась до 62,9%. Лидерами оказались рыбы, потреблявшие с кормом 30 мг/кг витамина В₁.

Индивидуальный прирост ранней молоди в этом варианте был самым высоким – 298,5 мг, что составляет 4,42% в сутки, при выживаемости 65,8%.

При увеличении нормы ввода витамина до 40 мг/кг корма повышения рыбоводных показателей не наблюдалось. В связи с этим эффективной нормой ввода тиамин в состав стартового комбикорма следует считать 30 мг/кг. Такая концентрация витамина в комбикорме достаточна для обеспечения нормального роста и развития ранней молоди.

Эффективность применения тиамин в составе продукционного комбикорма ОТ-6 исследовали при выращивании сеголеток русского осетра. В связи с тем, что содержание углеводов в продукционном комбикорме ОТ-6 достаточно высокое (26-28%) нормы ввода витамина В₁ увеличили (табл.87).

Таблица 87 – Рыбоводно-биологические показатели выращивания сеголеток русского осетра на комбикорме с различным содержанием витамина В₁

Показатели	Содержание тиамин в комбикорме, мг/кг				
	20	30	40	50	0
Масса начальная, мг	35,43±1,53	36,48±0,73	35,67±0,63	36,0±1,58	36,29±3,49
Масса конечная, мг	47,42±0,81*	58,88±0,64*	59,27±1,04*	59,40±0,88*	45,79±0,69
Прирост, мг	11,99	22,4	23,6	23,4	9,5
Среднесуточный прирост, %	12,14	12,23	12,25	12,24	12,11
Массонакопление	0,041	0,068	0,073	0,072	0,011
Выживаемость, %	100	100	100	100	95
Кормовые затраты, ед.	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2
Период опыта, сут.	25	25	25	25	25

Примечание: Различия достоверны при * P < 0,05

Максимальный прирост массы наблюдался в варианте при введении 40 и 50 мг тиамин на 1 кг корма. Абсолютный индивидуальный прирост в этих вариантах был выше контроля (0 мг/кг) в 2,5 раза выше.

При введении оптимальной для личинок нормы витамина – 30 мг/кг, темп роста сеголеток был также достаточно высоким. Коэффициент массонакопления у рыб этого варианта составил 0,068 ед., при введении 40 и 50 мг тиаминна на 1 кг корма этот показатель повысился незначительно и составил 0,073 и 0,072 ед., соответственно. При питании сеголеток русского осетра кормами с недостаточным содержанием тиаминна признаки авитаминоза проявлялись в задержке роста, снижении уровня выживаемости особей.

Физиологическое состояние выращенных рыб оценивали по показателям крови рыб (табл.88). Пониженный уровень белка в крови сеголеток, испытывающих недостаточность тиаминна, свидетельствует об истощении организма и нарушении белкового обмена. Кроме того у этих рыб обнаружена анемия. Концентрация гемоглобина в крови снизилась до 29,5 г/л, содержание эритроцитов до $0,506 \times 10^6$ мкл. В вариантах, где молодь потребляла корма с содержанием тиаминна 30, 40 и 50 мг/л, показатели крови характеризовались нормальным содержанием гемоглобина и эритроцитов, а также высокой концентрацией общего белка в сыворотке крови.

Таблица 88 – Гематологические показатели сеголеток русского осетра, выращенных на комбикорме с разным содержанием тиаминна

Показатели	Концентрация тиаминна в корме (мг/кг)				
	0	20	30	40	50
Общий белок, г/л	17,40±0,68	20,69±0,35	24,66±0,60*	25,47±0,22*	25,51±0,21*
Гемоглобин, г/л	29,50±0,77	36,42±0,42	53,21±0,98*	54,38±0,96*	50,22±0,56*
Эритроциты, 10^6 мкл	0,506±0,297	0,561±0,420	0,620±0,287	0,621±0,366	0,623±0,08

Примечание: Различия достоверны при $P < 0,001$

Таким образом, введение в состав стартовых и продукционных кормов витамина В₁ ведет к повышению темпа роста рыб, способствует увеличению

выживаемости особей и улучшению их физиологического состояния. Использование 30, 40 и 50 мг тиамин на 1 кг корма является достаточным для удовлетворения потребности сеголеток в этом витамине. Повышение нормы ввода тиамина в кормах не приводит к гипервитаминозу, так как тиамин не токсичен. Однако при изготовлении сухих кормов для рыб следует обратить внимание на инактивирующее действие тиамина по отношению к витамину В₁₂. Поэтому витамин В₁ необходимо вводить в корма не больше минимальной нормы. Таким образом, оптимальной нормой ввода тиамина в стартовый и продукционный комбикорма для осетровых рыб следует считать 30 мг/кг.

Немаловажным компонентом рациона рыб является водорастворимый витамин группы В – биотин (витамин В₇, Н). Недостаточность биотина в питании приводит к задержке темпа роста рыб, анорексии, снижению перевариваемости корма. В организме биотин продуцируется кишечной микрофлорой в количествах, необходимых для удовлетворения потребности, а в вырабатываемых промышленностью комбикормах, имеющих в своем составе рыбную муку и компоненты растительного происхождения, содержится достаточное количество этого витамина для нормальной жизнедеятельности. На ранних этапах развития осетровых рыб, когда пищеварительная система не вполне развита, микрофлора кишечника еще не в состоянии обеспечить организм биотином. В связи с этим наиболее важно было оценить влияние витамина Н на рост и развитие ранней молоди. Эксперименты проводили на молоди белуги средней массой от 64,02 до 64,86 мг.

Анализируя сведения литературных источников о потребности рыб в биотине, было установлено, что она колеблется в пределах от 0,25-1,0 мг/кг для карпа и канального сома (Steffens, 1985; Щербина, 1992; Лемперт, 2000) и от 0,15 до 2 для лосося и форели (Halver, 1982; Steffens, 1985; Kaushik et al., 1998). Таким образом, для теплолюбивых рыб, потребляющих достаточное количество растительных компонентов, потребность в биотине несколько ниже, чем для холодолюбивых хищников. Оптимальной температурой для

интенсивного питания и роста осетровых Волго-Каспийского бассейна является диапазон от 16 до 24°C (Пономарев, Гамыгин и др., 2002), излюбленная пища ранней молодежи – мелкие формы организмов планктона и бентоса. Живые кормовые организмы в своем составе не содержат биотина. Все это предполагает использование в составе комбикорма витамина в концентрации от 1 до 3 мг/кг корма (Бахарева, Грозеску, 1998) .

Признаки авитаминоза у рыб, выращиваемых на корме без биотина, наблюдались уже через 15 дней после начала эксперимента. Они проявлялись в плохом потреблении кормов и низком росте. Так, если в первые дни темп роста рыб во всех вариантах был одинаковым, то на 15 сутки явное отставание в росте отмечалось у рыб с недостатком в рационе витамина Н (рис. 26).

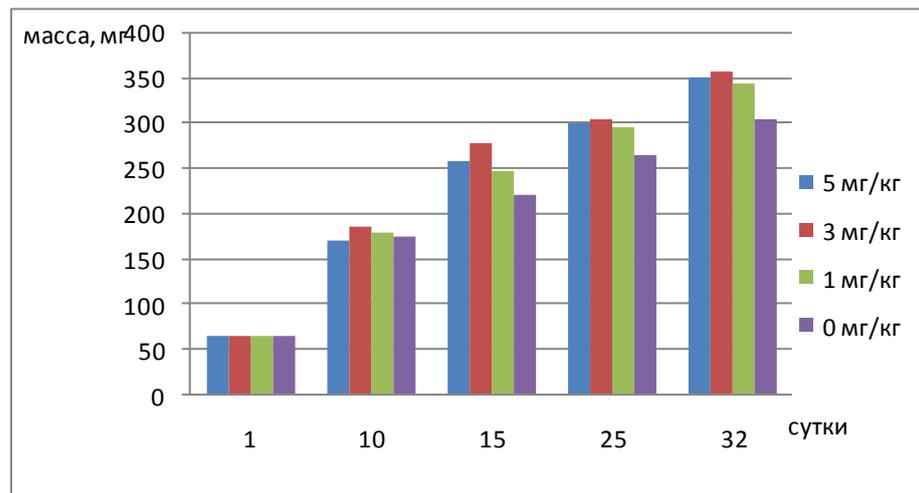


Рисунок 26 – Изменение массы личинок белуги в зависимости от концентрации биотина в корме

При добавлении в состав корма 1 мг/кг биотина пищевая активность рыб была достаточно высокой, однако существенного повышения темпа роста не наблюдалось. Выживаемость ранней молодежи в вариантах без витамина и с введением 1 мг/кг корма была самая низкая и составила 59,6 и 64,2%, соответственно (табл.89).

Лучшие рыбоводные показатели отмечались при введении в состав корма 3 мг/кг витамина Н. В этом варианте абсолютный прирост массы рыб

составил 294,73 мг, при выживаемости молоди 69,7%. Затраты корма на прирост массы составили 2,2 ед.

Таблица 89 – Результаты выращивания осетровых рыб на комбикормах с разными нормами ввода витамина Н

Показатели	Содержание биотина в комбикорме, мг/кг			
	0	1	3	5
Стартовый комбикорм				
Масса начальная, мг	64,22±0,72*	64,02±0,67	64,06±0,61*	64,86±0,53
Масса конечная, мг	304,29±5,03***	344,43±3,88	358,79±4,15***	351,83±2,78
Прирост, мг	240,07	280,41	294,73	287,7
Среднесуточный прирост, %	4,07	4,29	4,36	4,32
Массонакопление	0,254	0,281	0,290	0,284
Выживаемость, %	59,6	64,2	69,7	68,7
Кормовой коэффициент, ед.	2,5	2,2	2,2	2,2
Период опыта, сут.	32	32	32	32
Продукционный комбикорм				
Масса начальная, мг	1958,24±33,9*	1875,18±35,56	1870,68±52,84*	1837,96±74,07
Масса конечная, мг	2066,04±16,99**	2000,93±30,04	2002,31±23,30**	1960,72±27,32
Прирост, мг	107,76	125,75	131,63	122,76
Среднесуточный прирост, %	0,178	0,216	0,227	0,216
Выживаемость, %	100	100	100	100
Кормовой коэффициент, ед.	1,6	1,6	1,6	1,6
Период опыта, сут.	30	30	30	30

Примечание: Различия достоверны при * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001

Анализ химического состава тела личинок белуги показал снижение содержания жира и белка, с одновременным повышением углеводов

(табл.90). Содержание белка и жира в теле рыб, обеспеченных витамином Н, находилось в пределах нормальных значений.

Таблица 90 – Общий химический состав тела ранней молоди белуги, выращенной на комбикормах с разной концентрацией витамина Н, % от абсолютно сухого вещества

Показатели	Содержание витамина Н в корме, мг/кг		
	0	3	5
Сухое вещество	16,01±0,43	17,5±0,33	17,3±0,38
Белок	60,3±3,22	68,3±2,18*	68,5±2,62*
Жир	9,8±0,69	12,6±0,40*	13,1±0,72*
БЭВ	8,5±0,77	5,4±0,31	5,6±0,40
Минеральные вещества	16,8±0,49	12,4±0,59*	11,5±0,66*

Примечание: Различия достоверны при * $P > 0,05$

Анализируя полученные результаты, установлено влияние биотина на рост и выживаемость ранней молоди белуги. Исключение из рациона витамина приводит к снижению роста, увеличивает смертность рыб и нарушает течение обменных процессов. В биохимическом составе тела было обнаружено снижение концентрации белка и жира, при увеличении содержания безазотистых экстрактивных веществ. Ярко выраженных признаков биотиновой недостаточности, описанных в работах S. Kitamura с соавторами (1967), W. Steffens (1985), R.T. Lovell (1987), в наших экспериментах не наблюдалось. Однако, невыраженность признаков авитаминоза не исключает необходимость введения биотина в стартовые корма для осетровых рыб.

Исследование влияния витамина Н на рыб старших возрастных групп не показало значительных изменений рыбоводных показателей. Введение витамина Н в опытные партии кормов несколько повысило темп роста рыб.

Изменений в показателях крови рыб, получавших разные концентрации биотина, также не обнаружено. Концентрация гемоглобина у рыб во всех вариантах опыта колебалась в пределах от $58,43 \pm 1,35$ до $64 \pm 1,12$ г/л, уровень общего сывороточного белка также был в пределах нормы $34,22 \pm 0,85$ - $36,1 \pm 1,01$.

Потребность осетровых рыб старших возрастных групп в витамине Н удовлетворяется, по-видимому, за счет его присутствия в компонентах комбикорма. Основными источниками витамина в кормах являются рыбная мука, продукты микробного синтеза (дрожжи) и растительные компоненты. По мнению J.E. Halver (1972) и A.J. Castledine с соавторами (1978) необходимость поступления в организм биотина увеличивается в период сезонных изменений температуры воды. Несмотря на то, что продукционные корма содержат достаточное количество витамина Н, дополнительное введение его в рацион рыб может быть целесообразным в период подготовки ремонтно-маточных стад к зимнему содержанию.

В индустриальном осетроводстве единственным источником биологически-активных веществ, в том числе витаминов, являются корма. Поэтому, введение в их состав комплекса витаминов, необходимых для нормальной жизнедеятельности и отвечающих потребности в различные периоды жизненного цикла, позволит повысить эффективность искусственного воспроизводства и товарного выращивания осетровых, а также будет способствовать формированию физиологически-полноценных ремонтно-маточных стад.

В настоящее время все комбикорма, выпускаемые промышленностью, имеют в своем составе комплекс витаминов и минеральных веществ – премиксы. Однако в последнее время в связи с изменяющимися условиями окружающей среды, а также с нарастающим воздействием антропогенных факторов, управление физиологическими процессами, происходящими в организме рыб, становится затруднительным. Биологически-активные вещества, находящиеся в составе используемых на предприятиях кормов, не

справляются с возросшей стрессовой нагрузкой. Поэтому, в процессе выращивания или содержания ремонтно-маточных стад часто возникают патологии, клинические признаки которых сходны с симптомами недостаточности биологически-активных веществ – потеря аппетита, снижение скорости роста, повышенная восприимчивость к заболеваниям, патологии, связанные с нарушением обмена веществ, увеличение смертности и другие. Подобные симптомы, встречающиеся у рыб, отловленных из естественных популяций, как правило, связывают с токсическим действием загрязняющих веществ, возрастающей антропогенной нагрузкой или глобальными изменениями условий обитания.

В условиях тотального загрязнения водоемов на рыб оказывают влияние не только токсиканты, но и недостаток биологически-активных веществ, которые должны содержаться в естественной пище. Однако живые кормовые организмы, обитающие в тех же условиях, не содержат жизненно важных для рыб элементов (Остроумова, 1997). Обитая в загрязненных водоемах, они аккумулируют тяжелые металлы, что приводит к снижению содержания в них витаминов. По сведениям К.Д. Соболева (2005) концентрация витаминов у кормовых беспозвоночных, обитающих в водоемах с повышенным техногенным загрязнением, снизилась до минимума, тогда как у зоопланктона, отловленного в относительно благополучном водоеме, содержание витаминов было на порядок выше.

Таким образом, влияние факторов агрессивной среды на физиологическое состояние осетровых рыб можно снизить введением в пищевую рацион витаминов обладающих антистрессовым действием – С, Е и В₁.

6.4 Патологические изменения позвоночника у осетровых рыб при выращивании на промышленных хозяйствах и способы профилактики деформации осевого скелета

Деформация осевого скелета у осетровых рыб наблюдается, как правило, у молоди и сеголеток, выращиваемых на рыбоводных

предприятиях, особенно часто сколиоз встречается на тепловодных хозяйствах. Развитие патологий позвоночника у молодежи может быть связано с недостаточным поступлением с кормом элементов, участвующих в синтезе гликозаминогликанов – входящих в состав межклеточного вещества костной и хрящевой ткани.

Уменьшение прочности позвонков также является результатом действия токсинов при заболеваниях, несбалансированного питания и эндокринных нарушений (Путилова и др., 1975; Казьмин, Кон и др., 1981; Михайловский, Зайдман, 2004). Сколиоз может возникать и в результате действия лизосомальных ферментов, изменяющих обмен веществ в хрящевой ткани, что приводит к разрушению структуры и снижению прочности позвонков. Всё это сопровождается снижением концентрации гиалуроновой кислоты и увеличением количества кератансульфата, нарушается структура протеогликанов и коллагена.

Сокращение синтеза гликозаминогликанов в хрящевой ткани приводит к повышению деформации межпозвонковых дисков (Pluijm et al., 2004; Yerramalli, Chou, et al., 2007).

Предшественником гликозаминогликанов и гиалуроновой кислоты являются производные глюконовой кислоты и N-ацетилглюкозамина. Последний входит в состав панциря образующего вещества – хитина.

Для предотвращения патологических изменений позвоночника у осетровых рыб предлагается использовать в кормах для рыб комплекс биологически активных веществ на основе продуктов глубокой переработки ракообразных.

Использование крабовой муки, в качестве замены 10% рыбной муки в составе стартовых и продукционных комбикормов для осетровых рыб, позволяет повысить прирост массы на 5-6 %, выживаемость – до 81%, при низких кормовых затратах (Бахарева, Харламова, 2004). Такая биологическая активность муки из панциря краба объясняется высоким содержанием белка до 36%, жира до 10% (ГОСТ 2116-82 «Мука кормовая из рыбы, морских

млекопитающих, ракообразных и беспозвоночных», 1983), а также наличием достаточного для роста и развития минеральных и биологически активных веществ. Присутствие в составе муки панцирьобразующих веществ – хитина и хитозана, а также каротиноида – астаксантина способствует нормализации обменных процессов. Природный хитин обладает свойством биосовместимости с тканями животных. Попадая в организм, он разрушается до глюкозаминов, которые используются для синтеза гликозаминогликанов и способствует восстановлению костной и хрящевой ткани. Присутствие в крабовой муке природного каротиноида астаксантина – источника витамина А, стимулирует синтез хондроитин сульфата и, тем самым, способствует росту костей, а его недостаток приводит к их резорбции (Березов, Коровкин, 1998).

По сведениям Н.С. Ениколопова и других (1991) добавление веществ, содержащих глюкозамина, способствовало повышению синтеза гликозаминогликанов на 170%, повышая содержание хондроитин сульфатов – одного из основных веществ хрящевой ткани (Березов, Коровкин, 1998).

Таким образом, мука из панциря краба может быть источником важнейших биологически-активных веществ, необходимых для нормального функционирования обменных процессов в межклеточном веществе хрящевой ткани рыб.

Развитие сколиотической болезни также может быть связано с недостаточным поступлением в организм аскорбиновой кислоты. Снижение концентрации витамина С в организме приводит к нарушению синтеза гидроксипролина, который является основным составляющим веществом зрелого коллагена. Последствием таких нарушений является образование незрелого коллагена, не способного связывать ионы двухвалентного кальция, и, как следствие, приводит к нарушениям в процессах минерализации скелета (Кабак, Фещенко, 1990). У рыб дефицит аскорбиновой кислоты вызывал снижение концентрации коллагена в тканях на 42%, причем содержание гидроксипролина в нём было экстремально низким (Wilson, Pое, 1973).

Другим не менее важным элементом питания рыб является витамин D, который в печени преобразуется в 25-гидроксивитамин ($25(\text{OH})\text{D}_3$), а в почках трансформируется в два гидроксированных метаболита. Метаболиты витамина участвуют в процессах хондро- и остеогенеза, регулируют рост костной ткани. Витамин D_3 играет важную роль в минеральном обмене, способствуя всасыванию кальция и фосфора из кишечника и активизируя его транспорт из крови в костную ткань (Емелина и др., 1970). Кроме того, на образование активных форм витамина D_3 влияет токоферол. При его недостатке в печени прекращается образование гидроксивитамина ($25(\text{OH})\text{D}_3$), что приводит к нарушениям, связанным с процессами формирования костной ткани, а также к снижению уровня магния в организме (Кабак, Фещенко, 1990).

Комплексное использование хитинсодержащего компонента и витаминов позволит предупредить часто встречающееся у молодежи искривление позвоночного столба. На основании потребности осетровых рыб в витамине D (Скрипник и др., 1996; Абросимова и др., 2005), аскорбиновой кислоте и токофероле была составлена профилактическая добавка на основе муки из панциря краба. В ее составе использовали стойкую к разрушению фосфатную форму аскорбиновой кислоты, микрогранулированную форму витамина E и стабилизированный порошок холекальциферола. Норма ввода витамина D составила 0,35 млн. И.Е. на 1 кг муки из панциря краба, аскорбиновой кислоты – 100 г/кг, витамина E – 10 г/кг.

В связи с высоким содержанием протеина в крабовой муке проводили замену 10% рыбной муки на профилактическую добавку.

Биологически-активная добавка на основе муки из панциря краба обогащенная аскорбиновой кислотой и витамином D оказала положительное влияние на рост ранней молодежи русского осетра, а также выраженное профилактическое действие на развитие сколиотической болезни.

Выращивание сеголеток русского осетра проводили в бассейнах с регулируемым температурным режимом. В первый месяц эксперимента

выращивание проводили при оптимальной температуре воды 22-23°C, кормление осуществляли комбикормом с профилактической добавкой. Признаков искривления позвоночника у рыб, как в опытном варианте, так и в контрольном, не отмечалось. Среднесуточный прирост рыб, потреблявших комбикорм с профилактической добавкой, был выше на 6%, чем в контрольном варианте (табл.91). Выживаемость также была достаточно высокой у молоди при использовании комбикорма с добавкой.

Таблица 91 – Показатели выращивания молоди русского осетра на комбикорме с паравертебральной профилактической добавкой на основе муки из краба

Показатель	Группа рыб	
	Опытная	Контрольная
Масса в начале опыта, г	12,4±0,81	11,5±0,78
Масса в конце опыта, г	40,9±0,85**	37,3±0,75
Длина в начале опыта, см	11,9±2,35	11,73±2,56
Длина в конце опыта, см	17,1±2,45*	14,2±3,12
Среднесуточный прирост, г	0,48	0,43
Выживаемость, %	98,0	90,0
Кормовой коэффициент	1,1	1,1
Период опыта, сут.	60	60

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

Через 30 суток температуру воды стали постепенно повышать сначала до 25°C, затем установили постоянную температуру – 28°C. Кормление рыб в опытном варианте также проводили профилактическим кормом. В контрольном варианте через 30 суток после установления высокой температуры воды стали появляться единичные экземпляры с признаками искривления осевого скелета. В варианте, где рыбы потребляли профилактический комбикорм, такое явление отсутствовало.

По мнению Н.С. Строганова (1962) изменение температуры воды приводит к адаптивным преобразованиям, связанным с морфологической

перестройкой организма рыб. Повышение или понижение температуры способствует изменению плотности воды, что отражается на процессе сегментации позвоночника в эмбриональный период. Низкая температура стимулирует обменные процессы в организме, в том числе и метаболизм в межклеточном веществе хрящевой ткани и способствует росту позвонков, высокая температура воды снижает их количество. На более поздних стадиях развития, когда интенсивная фаза роста рыб закончилась, изменений в количестве метамеров не наблюдается.

Результаты выращивания показали, что рост сеголеток русского осетра достаточно интенсивный. Использование профилактической добавки способствовало нормальному росту позвоночника. Количество особей с признаками сколиотической болезни в этом варианте было меньше и составило 7%, тогда как в контрольном варианте этот показатель был достаточно высоким – 21%.

Масса рыб, не потреблявших с кормом профилактической добавки, в конце эксперимента практически не отличалась от массы в опыте, однако длина рыб была разной. Рыбы опытного варианта были более прогонистыми, чем в контроле, где у некоторых особей наблюдалась деформация позвоночника. Это свидетельствует о том, что рост позвоночного столба у рыб контрольного варианта снизился и не успевал за приростом массы (т.е. увеличением размера мышечного сегмента), что привело к искривлению. Высокая температура воды увеличила потребность рыб в витаминах А, Е и аскорбиновой кислоте, так как в результате действия теплового стресса траты этих веществ в организме повышаются. Ввиду того, что аскорбиновая кислота обладает сберегающим эффектом по отношению к витамину Е, то у рыб потребляющих профилактический комбикорм недостаточность витамина Е не проявлялась. Высокое содержание аскорбиновой кислоты в добавке запускает внутренние процессы, связанные с адаптацией организма к факторам стресса, и снижает его агрессивное воздействие (Бахарева, Грозеску, 2000). Астаксантин, содержащийся в крабовой муке,

восстанавливает ресурсы ретинола в организме, снижая действие теплового стресса.

Положительное действие паравертебральной добавки отразилось на физиологическом состоянии сеголеток (табл.92). У рыб контрольного варианта наблюдаются признаки анемии, содержание гемоглобина заметно ниже, чем в крови рыб, потреблявших профилактический комбикорм. Концентрация общего сывороточного белка во всех вариантах опыта соответствовала оптимальным значениям (Пономарев и др., 2002).

Таблица 92 – Изменение показателей крови сеголеток русского осетра при использовании комбикорма с паравертебральной профилактической добавкой

Варианты опыта	Гемоглобин, г/л	Гематокрит, %	Эритроциты, 10^6 мкл	Общий белок, г/л
Комбикорм + добавка	55,6±1,23	26,3±0,25*	0,785±6,21	36,4±0,58
Комбикорм	48,3±1,35	22,2±0,31	0,723±4,47	28,9±0,63

Примечание: Различия достоверны при * $P < 0,001$

Анализ биохимического состава тела рыб показал несколько иную картину (табл.93).

Таблица 93 – Биохимический состав тела сеголетков русского осетра, выращенных на комбикорме с профилактической добавкой, % в сухом веществе

Биохимический состав	Комбикорм+добавка (опыт)	Комбикорм (контроль)
Сухое вещество	17,7±0,90	14,3±0,59
Протеин	68,9±2,94*	63,8±3,63
Жир	14,1±0,59	16,7±0,45
БЭВ	5,8±0,42	5,4±0,32
Минеральные вещества	10,6±1,05*	11,5±0,61

Примечание: Различия достоверны при * $P < 0,05$

Так, содержание белка в теле рыб, выращенных на комбикорме с профилактической добавкой, было несколько выше и составило 68,9%, тогда как у рыб контрольного варианта концентрация белка в теле составляла 63,8%. Количество жира в тканях рыб также было разным. Наиболее жирными оказались особи, не получавшие с кормом профилактической добавки.

Наличие в составе комбикорма комплекса витаминов, способствующих нормализации жирового обмена, а также крабовой муки, обладающей адгезионными свойствами за счет содержания хитина и хитозана, стимулировало обменные процессы в условиях теплового стресса. Способность хитинообразующих веществ связывать продукты перекисного окисления липидов, холестерин, жирные и желчные кислоты (Гальбрайт, 2001) предотвратила нарушение жирового обмена. Положительные действие на жировой обмен подтвердили гистологические исследования печени сеголеток русского осетра (рис.27).

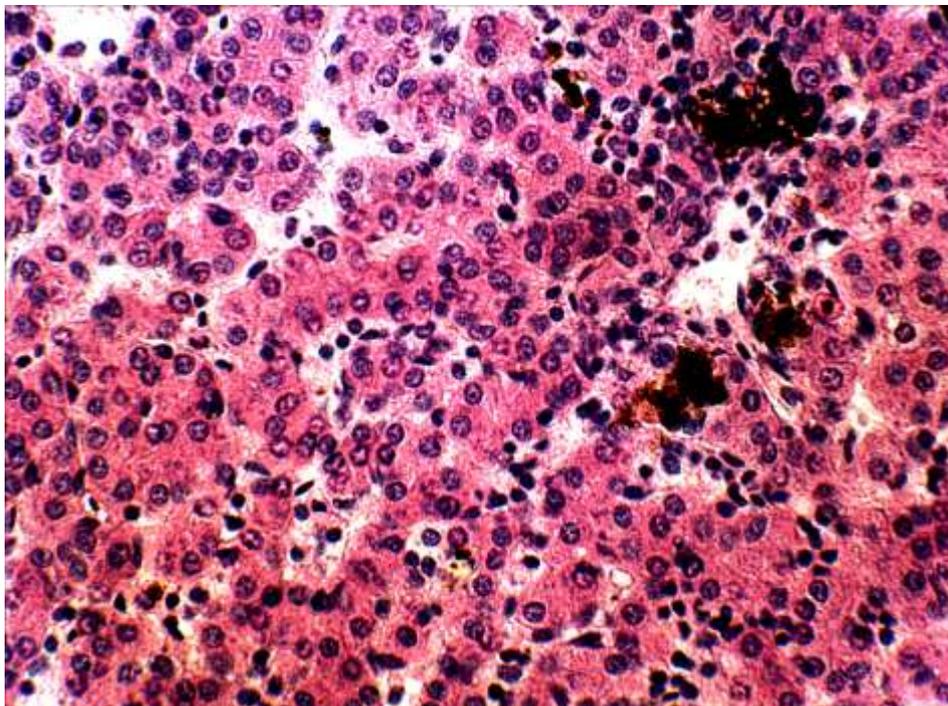


Рисунок 27 – Печень сеголеток русского осетра, потреблявших комбикорм с профилактической добавкой.

Окраска гематоксилин-эозином. Ув. 22х40

Печень рыб, потреблявших профилактический комбикорм, по цвету и консистенции соответствовала здоровому органу. При гистологическом анализе во всех клетках были хорошо видны ядра, часто крупные и с незначительными различиями в размере и форме. Не везде четко различаются границы клеток. Цитоплазма гепатоцитов гомогенно-зернистая, не имеющая признаков накопления жира. Отмечается достаточное количество купферовых клеток.

Исследования печени рыб контрольного варианта показали значительный отличия. Печень имела рыхлую консистенцию и мозаичную окраску. Гистологические исследования показали ярко выраженную жировую дистрофию (рис. 28). Цитоплазма гепатоцитов представлена в виде узкого ободка. В самих клетках обнаруживаются крупные жировые пустоты, которые сглаживают не только цитоплазму, но иногда и ядро. У большей части гепатоцитов ядра отсутствуют. Имеющиеся ядра светлые, располагаются по периферии клеток. Купферовые клетки почти отсутствуют. Все эти признаки свидетельствуют о наличие жировой инфильтрации печени.

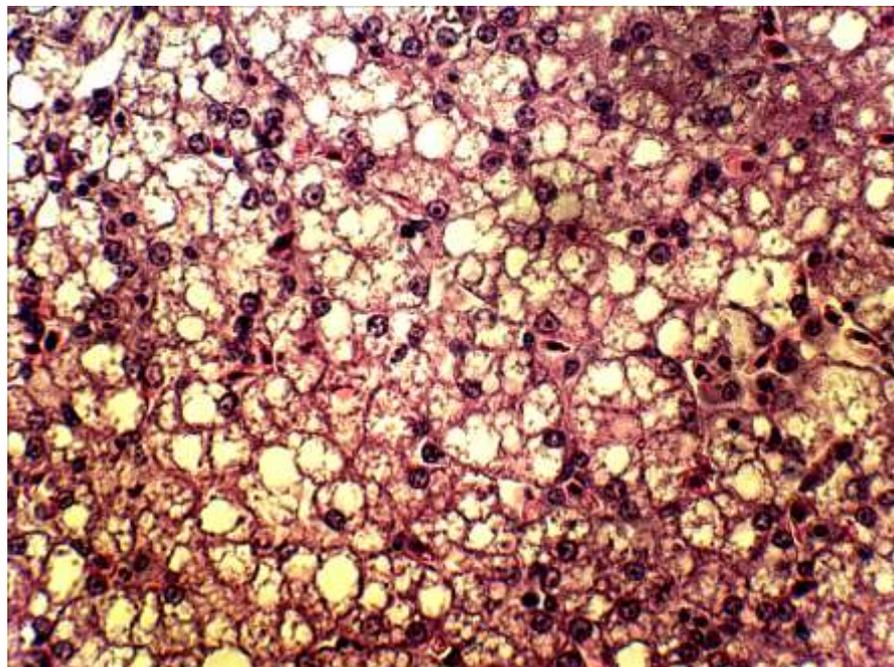


Рисунок 28-Наличие многочисленных жировых пустот в печени русского осетра контрольного варианта.

Окраска гематоксилин-эозином. Ув. 22x40

Таким образом, новый профилактический комбикорм стимулирует углеводно-жировой обмен и препятствует возникновению часто встречаемой на рыбоводных предприятиях жировой инфильтрации печени.

Использование в составе комбикорма новой паравертебральной профилактической добавки снизило количество особей с признаками сколиоза и повысило их устойчивость к воздействию экстремально высоких температур.

В заключении следует отметить, что эффективность товарного осетроводства и искусственного воспроизводства зависит от физиологической полноценности производителей, составляющих маточное стадо. Улучшить их состояние и поддержать обменные процессы в период интенсивного развития половых продуктов возможно с применением метода восстановительных аминокислотно-витаминных инъекций, которые корректируют недостаток этих веществ в организме, поддерживая тем самым метаболизм в нормальном состоянии. Полученное от проинъецированных биологически-активными веществами производителей потомство обладает высокой жизнеспособностью и низкой предрасположенностью к патологическим изменениям в эмбриональном и постэмбриональном периодах развития. Стимулирующим физиологические процессы в организме ранней молодежи и рыб старших возрастных групп эффектом обладают витамины Е, аскорбиновая кислота, тиамин и биотин. Введение этих витаминов в состав кормов стимулирует внутренние процессы, ингибирующие действие агрессивных факторов среды. Негативное влияние этих факторов (высокая температура воды в период интенсивного роста) способствует формированию достаточно распространенного в осетроводстве сколиотической болезни. Кормление рыб профилактическим комбикормом с витаминизированной добавкой на основе муки из панциря крабов поддерживает синтез гликозаминогликанов, способствует образованию хрящевой ткани и нормальному росту позвонков.

ГЛАВА 7 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ И СОДЕРЖАНИЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА ОСЕТРОВЫХ РЫБ

В связи со значительным снижением численности и ухудшением физиологического состояния производителей осетровых естественной популяции снизились масштабы воспроизводства и жизнеспособность потомства этих ценных видов рыб. Решающим звеном в сохранении популяции осетровых является искусственное воспроизводство, а сохранение их генофонда возможно только при условии создания ремонтно-маточных стад. Поэтому, корректировка существующей технологии формирования и содержания ремонтно-маточных стад, а также введение в неё отдельных биотехнических приемов, позволяющих улучшить физиологическое состояние производителей и повысить эффективность осетроводства в целом, является весьма важным направлением. Причем, возможность регулирования состояния рыб в соответствии с условиями среды обитания позволит создать на рыбоводных предприятиях полноценные маточные стада.

В настоящее время на рыбоводных заводах условия содержания производителей и рыб ремонтной группы не всегда оптимальны, и единого подхода к созданию благоприятных условий для роста и созревания рыб не существует. В связи с этим на отдельных этапах жизненного цикла на всех осетровых хозяйствах, независимо от условий содержания (садки, пруды или бассейны с регулируемыми параметрами водной среды), необходимо проводить комплексные меры по стабилизации физиологических процессов в период роста или созревания. В связи с этим разработанная концепция комплексного подхода к технологическим аспектам формирования и содержания ремонтно-маточных стад осетровых рыб в условиях рыбоводных хозяйств индустриального типа позволит упростить работу рыбоводам и увеличить выход рыбоводной продукции.

Как уже было установлено, содержание маточного стада в садках, в бассейнах при праматочном режиме или в установке замкнутого

водообеспечения показало значительную изменчивость показателей, характеризующих биохимические адаптации организма. При этом в садках изменяющиеся условия водной среды стимулируют синтез веществ, ингибирующих действие негативных факторов (например: концентрацию докозагексаеновой $\omega 3$ жирной кислоты, отвечающей за адаптационные способности), и снижают образование других веществ, необходимых для формирования гонад и обеспечения организма энергией (концентрацию белка в сыворотке крови, гемоглобина, арахидоновой кислоты в тканях и др.). Напротив, условия, созданные для рыб в установках замкнутого водоснабжения и приближенные к оптимальным для роста и активности потребления кормов, позволяют стабилизировать физиологические процессы, способствуют нормальному созреванию половых желез. При этом соблюдение естественных межсезонных изменений температуры воды является необходимым для нормального течения этого процесса.

7.1. Технологические аспекты формирования и содержания ремонтного стада осетровых рыб

Технологический процесс формирования маточных стад в условиях осетровых рыбоводных заводов складывается из следующих этапов:

- формирование ремонтной группы рыб за счет особей отловленных из естественной популяции и выращенных на рыбоводном предприятии;
- формирование маточного стада из особей, заготовленных в летне-осенний период, и содержание этих рыб без кормления в течение 8-10 месяцев.
- формирование маточного стада за счет производителей, выращенных на рыбоводном предприятии.

При формировании ремонтной группы русского осетра и севрюги отбор необходимо начинать с производителей. Самки и самцы должны иметь хорошие экстерьерные показатели (без травм, потертостей, уродств). Половые продукты должны отвечать высоким рыбоводным требованиям: подвижность сперматозоидов по шкале Персова – 4-5 баллов, время

подвижности – не менее 190 секунд, агглютинация отсутствует («—») или умеренная («+»); цвет икры должен быть однородным и соответствовать цвету, характерному для вида. Следующий этап отбора осуществляется в период инкубации: процент оплодотворения икры для русского осетра должен быть не менее 85%, для севрюги – не менее 70%.

Отбор молоди русского осетра в ремонтную группу

После перехода на смешанное питание проводят массовый отбор личинок, у которых процент аномально развивающихся не превышает 2.

Корректирующий отбор необходимо осуществлять при достижении ранней молодью русского осетра массы 500 мг и далее 3,5 г. При этом варьирование массы особей должно быть в пределах 20% ($C_v=20\%$), напряженность отбора может достигать 90%. Следующий отбор в ремонтную группу проводят после проведения зимовки, в возрасте 2+ и 3+. Напряженность отбора составляет 80-95%. Предпочтение необходимо отдавать особям со средними для вида показателями массы.

При выращивании ранней молоди осетровых рыб необходимо использовать стартовый комбикорм, который в своем составе должен содержать витаминно-минеральный премикс, количество основных для ранней молоди витаминов должно соответствовать следующим нормам: 500 мг/кг витамина С (или 1000 мг/кг), 20 мг/кг токоферола, 30 мг/кг тиамин и 3 мг/кг витамина Н.

Выращивание молоди севрюги для формирования ремонтной группы.

Первый массовый отбор севрюги проводят осенью в возрасте сеголетка. В ремонтную группу необходимо отбирать особей массой свыше 50 г без видимых аномалий в развитии. Такие особи даже при низкой температуре воды (2-3°C) потребляют корма. Потеря массы таких рыб, как правило, не превышает 8%, а уровень выживаемости достигает 92%. Последующие корректирующие отборы в ремонтную группу проводят в возрасте годовика, двухгодовика и т.д. Отбирают особей, наиболее приспособленных к условиям выращивания и имеющих высокий темп роста.

Выращивание молоди севрюги для ремонтного стада необходимо проводить при соблюдении разработанных норм плотности посадки: до массы 130 мг – 4-6 тыс.шт/м², до массы 300 мг – 2-3 тыс.шт/м², до массы 600 мг – 1-1,5 тыс.шт/м², до массы 1 г – 0,6 тыс.шт/м², до массы 3 г – 0,3 тыс.шт/м². Дальнейшее выращивание проводят при плотности посадки 100-300 шт/м².

В период зимнего содержания, при снижении температуры воды с 11 до 1°С кормление особей севрюги следует проводить по разработанным нормам (табл. 94).

Таблица 94 – Суточные нормы кормления севрюги в период зимнего содержания

Температура воды, °С	суточная норма % от массы тела
11-9	2-1,8
8-5	1,5-1,0
4-2	1,0
2-1	0,5-0,2

При повышении температуры воды до 12°С используют суточные нормы кормления, разработанные нами ранее (Пономарев, Гамыгин и др., 2002).

Формирование ремонтной группы стерляди из особей, отловленных в естественной среде обитания

Формирование ремонтной группы стерляди из «диких» особей необходимо с этапа приучения к искусственным кормам. Для этого используют специально разработанную для стерляди схему доместикации (табл. 95).

Для кормления необходимо использовать влажный комбикорм на основе рыбного фарша и биомассы зоопланктона, отловленного в пресных водоемах (табл.96). Комбикорм отвечает потребности вида в основных питательных и биологически-активных веществах.

Таблица 95 – Схема доместикации «дикой» стерляди для ремонтной группы

Этапы доместикации и их длительность			
I – 3-5 суток	II – 5-7 суток	III – 3-5 суток	IV
50% рыбного фарша + 50% организмов зоопланктона Суточная норма – по поедаемости Дополнительное введение в корм аскорбиновой кислоты 1000 мг/кг+30 мг/кг тиамина	50% рыбный фарш + организмы зоопланктона; 50% влажный комбикорм для стерляди+1000 мг/кг аскорбиновой кислоты+30 мг/кг тиамина Суточная норма кормления – 1-2% от массы тела	25% рыбный фарш + организмы зоопланктона; 75% влажный комбикорм для стерляди Суточная норма кормления – 2% от массы тела	Влажный комбикорм для стерляди

Таблица 96 – Питательная ценность влажного комбикорма для ремонтной группы стерляди, %

Питательные вещества	Содержание
Сырой протеин	40-46
Сырой жир	10-14
Сырые углеводы	12-13
Общая энергия, мДж/кг	11-12

Использование новой схемы доместикации неполовозрелых особей из естественной среды обитания, с использованием при кормлении разработанного влажного комбикорма, позволит ускорить процесс формирования ремонтного стада стерляди.

Использование нового влажного комбикорма для ремонтно-маточного стада белуги

При выращивании ремонтного и содержании маточного стада белуги необходимо использовать влажный комбикорм, соответствующий потребности рыб в основных питательных веществах и разработанный на основе сведений об излюбленной пище рыб в естественных условиях (табл. 97).

Таблица 97 – Питательная ценность и биологически-активные вещества влажного комбикорма для ремонтно-маточного стада белуги

Питательные и биологически-активные вещества	Содержание
Сырой протеин	23-25
Сырой жир	6-8
Сырые углеводы	10-12
Общая энергия, МгДж/кг	16,16,5
Премикс осетровый, %	1
Аскорутин, г	1,5-2
Токоферол, г	0,4
Аттрактивная добавка, мг	0,1

Разработанный влажный комбикорм для белуги рекомендуется использовать в период зимнего содержания. Наличие в корме аттрактивной добавки стимулирует пищевое поведение рыб, даже в период низких температур и снижает потерю массы за время зимовки.

7.2. Некоторые элементы технологии содержания и эксплуатации маточного стада осетровых рыб

Формирование маточных стад за счет заготовки и содержания «диких» производителей в течение 8-10 месяцев без кормления. В этот период для поддержания нормального физиологического состояния производителей целесообразно применять инъекции препаратами аминокислот и витаминов.

Подготовку к зимнему содержанию целесообразно начинать сразу после завершения адаптационного периода. В связи с тем, что озимые производители поступают на рыбоводные заводы в летне-осенний период предыдущего года зачастую в неудовлетворительном физиологическом состоянии, рекомендуется для подготовки их к зимнему содержанию проводить инъекции аскорбиновой кислотой 1 раз в неделю с начала октября до устойчивого понижения температуры воды по специально разработанным рекомендациям.

Межнерестовый цикл производителей русского осетра обычно составляет 3-5 лет, стерляди 2-3 года. После взятия половых продуктов самок помещают в бассейны с высокой проточностью. Для предотвращения заражения рыб бактериальными болезнями вводят препараты антибиотиков широкого спектра действия: гентомицин (2 мл 4% раствора или 1 мл 8% раствора), бицилина-5 (300 единиц на одну особь). Инъекции антибиотиками проводят внутривентрально, для непосредственного действия препаратов на раневую поверхность.

Содержание производителей между созреванием проходит в весенне-летний (апрель-ноябрь) и осенне-зимний (ноябрь-апрель) периоды, продолжительность которых варьирует в зависимости от погодных условий (температуры воздуха и воды). За весенне-летний период производители русского осетра набирают массу от 2 до 7 кг, самки стерляди от 0,8 до 1,2 кг. В период зимнего содержания в связи с низкой пищевой активностью часть рыб теряет массу. В среднем за зиму, в зависимости от подготовленности

рыб к зимовке, рыбы из ремонтно-маточного стада теряют от 3 до 10% массы. Поэтому в зимний период для повышения активности питания в корма необходимо дополнительно вводить крабовый жир в количестве 2% или вкусо-ароматическую добавку в концентрации 0,1 мг. Эти добавки, обладая ярко выраженным аттрактивным действием на осетровых рыб, позволяют снизить потерю массы за зимовку, а в некоторых случаях (в период теплых зим) получить прирост до 350 г.

При содержании производителей в летний период осуществляют кормление влажными комбикормами с добавлением витаминно-минеральных смесей.

7.3 Технология проведения реабилитационных инъекций в период физиологической напряженности производителей осетровых рыб

Применение аминокислотно-витаминных инъекций повышает эффективность использования производителей и улучшает качество половых продуктов, что особенно актуально в условиях дефицита и наличия не всегда физиологически полноценных самок и самцов.

Для инъектирования используют фармацевтические препараты аскорбиновой кислоты (5 или 10%-ные растворы) и α -токоферол ацетата (10% или 30%-ные растворы), а также аминокислотную смесь – инфезол. Витамины С и Е, а также инфезол набирают в разные шприцы.

Витамин Е (α -токоферол) относится к группе жирорастворимых витаминов, поэтому его вводят в разогретом виде. Для этого ампулу с препаратом помещают в горячую воду (или разогреть на водяной бане) и только после этого теплый раствор набирают в шприц. Для того, чтобы облегчить введение токоферола в мышцы, шприцы с набранным витамином до инъектирования рекомендуется держать в термосе с горячей водой.

При проведении инъекции производители должны находиться в воде в спокойном состоянии. С ними необходимо обращаться бережно и не допускать их травмирования. Витамины вводят шприцем сбоку в спинную мышцу на уровне третьей жучки. Инъекции инфезола проводятся

внутрибрюшинно. Иглу вынимают осторожно. Место прокола кожи аккуратно прижимают пальцем и слегка массируют.

Норма введения препаратов рассчитывается исходя из массы производителей, их видовой и половой принадлежности.

Для повышения качества озимых производителей рекомендуется введение самкам и самцам аминокислотно-витаминного комплекса в виде инъекций в преднерестовый период по специально разработанной схеме (табл.97). Инъекции витаминами и инфезолом проводится в разные дни. Витамины вводят 1 раз в неделю, препарат инфезола вводят 1 раз во время проведения весенней бонитировки производителей и 1 раз одновременно с инъекцией гонадотропного гормона.

Таблица 97 – Нормы введения витаминных препаратов для производителей осетровых рыб озимой расы в преднерестовый период

Объект	№ инъекции / норма введения препарата			
	1	2	3	4
Русский осетр				
Самки	6 мг/кг вит. С 18 мг/кг вит. Е 5 мл/кг инфезола	12 мг/кг вит. С 36 мг/кг вит. Е -	12 мг/кг вит. С 36 мг/кг вит. Е -	12 мг/кг вит. С 36 мг/кг вит. Е 5 мл/кг инфезола
самцы	10 мг/кг вит. С 30 мг/кг вит. Е 5 мл/кг инфезола	20 мг/кг вит. С 60 мг/кг вит. Е -	20 мг/кг вит. С 60 мг/кг вит. Е -	20 мг/кг вит. С 60 мг/кг вит. Е 5 мл/кг инфезола
Севрюга				
Самки	5 мг/кг вит. С 30 мг/кг вит. Е 5 мл/кг инфезол	10 мг/кг вит. С 30 мг/кг вит. Е -	20 мг/кг вит. С 30 мг/кг вит. Е	20 мг/кг вит. С 60 мг/кг вит. Е 5 мл/кг инфезола
Самцы	10 мг/кг вит. С 60 мг/кг вит. Е 5 мл/кг инфезол	20 мг/кг вит. С 60 мг/кг вит. Е -	40 мг/кг вит. С 60 мг/кг вит. Е -	40 мг/кг вит. С 120 мг/кг вит. Е 5 мл/кг инфезол

Рекомендуется начинать реабилитацию производителей сразу после проведения весенней бонитировки (за месяц до начала нерестовой кампании) и продолжать непосредственно до наступления нерестовых температур.

В связи с тем, что озимые производители поступают на рыбоводные заводы в летне-осенний период предыдущего года зачастую в неудовлетворительном физиологическом состоянии, рекомендуется для подготовки их к зимнему содержанию проводить инъекцирование аскорбиновой кислотой 1 раз в неделю с начала октября до устойчивого понижения температуры воды по специальным нормам (табл.98).

Таблица 98 – Нормы введения витамина С для производителей осетровых рыб для подготовки к зимовке

Вид	Норма введения препарата, мг/кг
Русский осетр	12,0
севрюга	30,0

Для повышения качества яровых производителей осетровых рыб рекомендуется начинать инъекцирование сразу же после поступления их на рыбоводный завод по схеме (табл. 99). Аскорбиновую кислоту вводят 2 раза в неделю, витамин Е – 1 раз в неделю, препарат инфезола 1 раз в период введения гонадотропных препаратов.

Таблица 99 – Нормы введения аминокислотных и витаминных препаратов для производителей осетровых рыб яровой расы в преднерестовый период

Витамин	Кол-во инъекций в неделю	Норма введения препарата (за 1 инъекцию)
Витамин С, мг/кг	2	15,0
α токоферол, мг/кг	1	20,0
Инфезол, мл/кг	1	10,0

Инъекцирование необходимо продолжать непосредственно до наступления нерестовых температур.

***Технология кормления производителей стерляди новым
преднерестовым комбикормом***

Кормление производителей преднерестовым комбикормом следует начинать при достижении рыбами III стадии зрелости гонад. В этот период наиболее активно идет накопление пластических и энергетических веществ, необходимых для нормального протекания гаметогенеза, поэтому необходимо использовать влажный преднерестовый комбикорм, содержащий заданное количество питательных и энергетических веществ, а также витамины С и Е, витаминopodobные вещества аскорутин и фолиевую кислоту (табл. 100).

Таблица 100 – Содержание питательных и биологически-активных веществ в преднерестовом комбикорме для производителей стерляди

Питательные вещества	Содержание
Сырой протеин, %	50-55
Сырой жир, %	8-10
Сырые углеводы, %	10-12
Биологически-активные вещества, г/кг	111,5
Общая энергия, ккал/кг	3500

Суточные нормы кормления производителей зависят от температуры воды и составляют: при температуре 10-17°C – 1,5-2% от массы тела; 17-20°C – 2%; 20-24°C – 3%. При повышении температуры воды в критический летний период свыше 25°C рекомендуется суточную норму кормления снизить до 1%, при этом введение в состав кормов жира прекратить.

7.4 Использование биологически-активных веществ и муки из краба в качестве препаратов, повышающих резистентность рыб

В товарном осетроводстве, постоянное действие факторов стресса приводит к различным нарушениям обмена веществ в организме рыб. В

тяжелых случаях, при постоянном нарастающем действии негативных факторов внешней среды может привести к необратимым патологиям, связанным с нарушениями роста и развития, аномальным изменениям внутренних систем, органов и скелета.

Так на рыбоводных заводах для кормления рыб старшего ремонта и производителей часто используют влажные корма – «пасты», которые состоят из фарша и продукционного комбикорма. Такие корма, как правило, не сбалансированы по питательным веществам и содержание жира в них в несколько раз превышает потребность рыб, что приводит к различным функциональным заболеваниям, связанным с нарушениями в липидном обмене. Наличие в корме фарша из свежей рыбы, в котором содержится большое количество фермента тиаминазы, разрушающего витамин В₁, приводит к недостаточности этого витамина и повышает вероятность нарушений в углеводном и липидном обмене. Наиболее распространенным заболеванием при авитаминозах Е и В₁ является жировая дистрофия печени. Для профилактики этого заболевания в корма на основе фарша рекомендуется дополнительно вводить 50 мг/кг витамина Е и 30 мг/кг тиамина. Введение в состав кормов витаминов способствует нормализации роста и обмена веществ. Длительность кормления комбикормом, обогащенным токоферолом 7-10 дней.

Действие стресс-факторов можно ингибировать и с помощью аскорбиновой кислоты. Для этого в корма для ранней молодежи рекомендуется вводить 1000 мг/кг витамина С. При длительном воздействии негативных факторов, например транспортировка или повышение температуры воды выше оптимальных значений, возможно введение в состав корма повышенной дозы аскорбиновой кислоты в количестве 2000 мг/кг. Кормление такими комбикормами следует проводить в течение 10 дней, суточная норма кормления рассчитывается в зависимости от массы тела рыб и температуры воды (Пономарев и др., 2002).

Выращивание осетровых рыб на рыбоводных хозяйствах часто происходит при повышенных температурах воды, которые стимулируют рост мышечной ткани, однако формирование скелета зависит от эффективности синтеза гликозиаминогликанов, являющихся основными веществами хрящевой и костной ткани. В результате этого на рыбоводных предприятиях при выращивании молоди часто наблюдается сколиозная болезнь. Для предотвращения этого заболевания рекомендуется использование в составе кормов профилактической добавки на основе муки из краба, обогащенной витамином D, токоферолом и аскорбиновой кислотой. Комплексное использование витаминов и хитинсодержащего компонента способствует нормализации жирового, углеводного обменов, стимулирует рост позвоночника и снижает количество особей с признаками сколиоза, а также способствует повышению устойчивости рыб к воздействию экстремальных температур.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

В настоящее время одним из путей сохранения численности и гетерогенности популяции осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне может быть их промышленное воспроизводство, предусматривающее создание физиологически-полноценных маточных стад. Негативные изменения условий окружающей среды приводят к различным преобразованиям в пластическом, энергетическом и генеративном обмене организма самок и самцов осетровых, что способствует снижению качества производителей и жизнеспособности потомства. Неконтролируемый браконьерский лов осетровых привел к сокращению численности популяций и растущему дефициту производителей на рыбоводных заводах. В связи с этим предприятия вынуждены резервировать отловленных из естественной популяции производителей и неполовозрелых особей для формирования собственных маточных стад, а также выращивать ремонтное поголовье рыб искусственной генерации. Для решения данной проблемы основной задачей, стоящей перед осетроводством, является создание оптимальных условий выращивания и содержания ремонтно-маточных стад, способных воспроизвести жизнеспособное потомство. Для этого необходимо проводить регулярную диагностику функционального состояния рыб и регулирование, в соответствии с этим, условий.

В результате исследований было установлено влияние сезонности и условий содержания на физиологическое состояние производителей осетровых рыб, содержащихся в садках и в условиях с регулируемыми параметрами водной среды. На основании полученных данных проведена корректировка технологических норм качества водной среды при содержании ремонтного поголовья в установках с замкнутым циклом водоснабжения.

Самки и самцы русского осетра и белуги, содержащиеся в садках при неустойчивых речных гидрологических и гидрохимических условиях, отличаются от рыб из установок замкнутого обеспечения, прежде всего, по

гематологическим показателям. Так, в осенний период активность генеративного обмена увеличивается, что приводит к повышению концентрации белка в сыворотке крови до $42,8 \pm 3,12$ у белуги и до $48,5 \pm 1,9$ у осетра.

В период зимнего содержания кратковременное повышение температуры воды и скорости течения в садках резко ухудшают условия содержания рыб, что отрицательно сказывается на физиологическом состоянии. Повышенная активность особей в этот период способствует необоснованным тратам энергии и стимуляции обменных процессов. При этом концентрация общего сывороточного белка в крови снижается в среднем на 6-14%, у истощенных особей – до 23,2 г/л, а уровень гемоглобина – до нижней границы нормальных значений. Икра, полученная от истощенных самок, как правило, не овулирует при гормональном воздействии.

Эффективность содержания производителей в садках достаточно низкая и характеризуется высокой смертностью – до 10%. В отдельные годы гибель производителей русского осетра, содержащихся в садках, достигает 15%, что подтверждается исследованиями, проведенными С.А. Мальцевым (2003).

Содержание производителей осетровых рыб в бассейнах при регулировании параметров водной среды позволяет стабилизировать цикл созревания половых желез и увеличить количество рыбоводно-продуктивных самок до 88%.

Таким образом, резкие изменения условий окружающей среды, колебания температуры воды или газового режима, изменяют интенсивность метаболизма, увеличивают траты энергетических и пластических веществ на адаптационные процессы, перенаправляя необходимые для генеративного обмена вещества на мобилизацию защитных функций организма. Поддержание гомеостаза организма или его адаптация стресс-факторам ведут к снижению концентрации белка в ооцитах в 1,2 раза, что свидетельствует о

нарушениях процесса созревания гонад и, как следствие, снижению качества икры, личинок и молоди.

В результате исследований установлена тесная связь между концентрацией полиненасыщенных жирных кислот в тканях производителей осетровых рыб и условиями внешней среды. Регулярно изменяющаяся температура воды в садках увеличивает адаптационные траты насыщенных, мононенасыщенных жирных кислот и повышает концентрацию липидов с высокой степенью ненасыщенности (Крепс, 1981; Сидоров, 1983). Содержание полиненасыщенных жирных кислот у русского осетра увеличивается до 52,3%, у белуги до 45,43 % от суммы жирных кислот.

Из полиеновых жирных кислот важную роль в метаболизме играет докозагексаеновая кислота (22:6 ω 3) – наиболее чувствительная к изменениям физиологического состояния. Доля 22:6 ω 3 жирной кислоты в икре рыб из садков составляла 12,78 – 15,18% от суммы ЖК. В ооцитах рыб из УЗВ эти показатели были в 3-5 раз ниже. Синтез арахидоновой кислоты, участвующей в репродуктивной деятельности, при этом снижается на 1,73%, что отражается на процессе созревания самок и оплодотворении икры. Количество созревших самок в садках было ниже нормативных показателей – 76,38%, в УЗВ выше – 84,83%, при высоком проценте оплодотворения – 87,38%.

Таким образом, основной реакцией производителей осетровых рыб на негативное воздействие факторов окружающей среды является изменения показателей крови и концентрации жирных кислот. При значительных колебаниях температуры воды снижается концентрация общего сывороточного белка, гемоглобина, гематокритной величины и количества эритроцитов. В жирнокислотном составе тканей уменьшается содержание насыщенных и ненасыщенных кислот и увеличивается концентрация полиненасыщенных кислот. Стабилизировать данные показатели до нормальных значений у рыб перед нерестом довольно затруднительно без

использования специально разработанных методов и технологических решений.

Использование в рыбоводном процессе производителей осетровых рыб различных биологических групп и искусственной генерации предполагает проведение сравнительного анализа их физиологического состояния. На основании данных исследований можно регулировать процессы воспроизводства и формирования маточных стад.

У исследованных нами производителей русского осетра весеннего нерестового хода наблюдалось более низкое содержание гемоглобина в крови – $50,8 \pm 4,6$ г/л, в отличие от рыб осенней миграции – $55,7 \pm 5,3$ г/л. Данные результаты противоречат сведениям, полученным Д.К. Маргзановой., Г.Ф. Журавлевой и М.А. Егоровым (2005), которые утверждают, что у яровых рыб содержание гемоглобина, белка и эритроцитов в крови выше, чем у озимых. По нашему мнению биологической особенностью производителей осеннего хода является их длительная миграция на значительные расстояния к местам нереста. В этот период рыбы не питаются, а процесс созревания половых продуктов и нерестовая миграция требуют значительных запасов энергетических веществ. В связи с этим в организме повышается активность окислительных процессов и ускоряются все формы метаболизма, что приводит к повышению некоторых показателей крови, в том числе гемоглобина и количества эритроцитов. Подобное мнение высказано в работах Г.И. Малышевой (1967), Ю.Б. Долидзе (1983), Садлер Д.-А. с соавторами (2011). Перед нерестом концентрация гемоглобина и количество эритроцитов снижаются до минимальных значений.

У заводских производителей на фоне высокого количества эритроцитов и концентрации гемоглобина в крови, абсолютное его содержание в эритроците (СГЭ) было ниже, чем у рыб весенней миграции.

Производители искусственной генерации, адаптированные к условиям содержания на рыбоводном заводе, по гематологическим показателям (Hb –

65,0-68,4 г/л, СОЭ – 5,1-5,6 мм/ч, ОСБ – 35,4 г/л) соответствовали хорошему физиологическому состоянию, а несколько повышенное СОЭ является реакцией организма на действие гормона гипофиза после проведения стимуляции созревания половых продуктов. У рыб осеннего нерестового хода содержание общего сывороточного белка в крови было ниже, чем у «яровых».

Рыбоводное качество половых продуктов определяется физиологическим состоянием производителей. Икра, полученная от самок весенней нерестовой миграции, а также от «заводских» особей, отличалась высоким процентом оплодотворения – $83,35 \pm 2,69$ и $85,60 \pm 3,03\%$, соответственно. Хорошей воспроизводительной способностью обладали и эякуляты самцов. Подвижность сперматозоидов у рыб весенней заготовки соответствовала 5 баллам по шкале Персова, искусственной генерации – $4,8 \pm 0,08$ баллам. Самые низкие показатели качества эякулятов отмечены у самцов осенней миграции.

Качество полученного потомства также зависело от его происхождения. Наиболее жизнеспособными оказались эмбрионы и молодь, полученные от рыб весенней заготовки и искусственной генерации. Процент нормально развивающихся эмбрионов в период инкубации был достаточно высоким и составлял $73,1 \pm 5,1\%$ у «яровых» особей и $89,2 \pm 1,9\%$ у доместифицированных. Масса молоди, полученной от самок из доместифицированного стада, за весь период выращивания в прудах, изменялась более равномерно в сравнении с молодь от «диких» производителей. «Стандартной массы» (3,5 г) она достигла за более короткий период – 32 дня.

Исследование влияния повторности нереста самок осетровых рыб на качество полученного от них потомства выявило некоторые зависимости. До третьего нереста включительно происходит увеличение массы икринки от 21,2 до 23,8 мг. У самок, нерестящихся в четвертый раз, масса икринок

уменьшается до 21,7 мг, т.е соответствует массе впервые нерестующих самок.

С повторностью нереста в икре увеличивается содержание белка, достигающее максимальных значений на третьем нересте. Количество жира колеблется значительно меньше. В икре самок, нерестящихся второй и третий раз, оно практически одинаково. В химическом составе тканей личинок, полученных от самок разного нереста, различий между содержанием белка и жира не наблюдается. Выживаемость эмбрионов в период инкубации, была достаточно высокой и колебалась в пределах от 73,9 до 84,5%, независимо от повторности нереста самок и размера их икринок.

Таким образом, рыбоводно-биологические исследования не выявили прямой зависимости качества потомства от повторности нереста самок. Однако по некоторым показателям, таким как химический состав икры и тканей личинок, потомство, полученное от самок второго и третьего нереста, было более жизнеспособным.

В настоящее время осетровые рыбоводные заводы испытывают дефицит производителей белуги, русского осетра, севрюги. Крайне тяжелое положение складывается с запасами волжской стерляди, которые истощаются в связи с браконьерским промыслом. Обеспечение рыбоводных хозяйств производителями может быть достигнуто только за счет создания собственных маточных стад. Формирование ремонтно-маточных стад начинают с отбора производителей. В наших работах отбирали особей с экстерьерными показателями, характерными для вида. У рыб должны были отсутствовать аномалии, а половые продукты быть высокого качества. На следующем этапе отбор осуществляли по проценту оплодотворения икры, который был установлен не ниже 85%, что на 5% выше нормативных значений. Инкубацию икры проводили в оптимальных гидрохимических условиях.

На следующем этапе отобрали 5000 штук личинок русского осетра, перешедших на активное питание и не имеющих аномалий в развитии.

Наблюдение за динамикой изменения роста ранней молоди показали, что максимальный прирост массы происходит через 30 суток после перехода молоди на экзогенное питание. Если в первые 10-20 суток темп роста не превышал 36,34 мг в сутки, то на 30 день прирост массы составил 215,96 мг в сутки. Массы 3,5 г молодь достигла через 42 дня выращивания. В связи с тем, что минимальный уровень вариабельности массы рыб ($C_v=13\%$) наблюдался на 20-е сутки при массе 525,3 мг, в этот период проводили корректирующий отбор, напряженностью 50%. Второй отбор был проведен по достижении рыбами массы 3,5 г, когда варьирование признака составило 18%. Напряженность отбора составила 95%.

В осенний период выращивания увеличение темпа роста молоди наблюдалось со второй декады сентября, а в октябре достигало максимальных значений. Абсолютный прирост массы в этот период составил 33,3 г. Стремительное повышение темпа роста рыб привело к увеличению коэффициента вариации до 21%. Дальнейшее сезонное изменение температуры воды способствовало неравномерному росту рыб и повышению варьирования массы у молоди до 36%.

После зимовки ослабленных и отстающих в росте рыб отбраковали, напряженность отбора составила 70%. Следующий отбор в ремонтную группу проводили после зимовки в возрасте 2+ и 3+, напряженность отбора составляла 95%.

Потеря массы рыб в период зимовки наблюдалась до пятилетнего возраста. В последующие зимние периоды стали проводить кормление особей комбикормами с дополнительным введением 2% крабового жира, обладающего ярко выраженным аттрактивным действием (коэффициент предпочтения $K_{пр}=+60$). Особи русского осетра даже при снижении температуры воды до 4°C потребляли предложенные корма, такое же поведение рыб было отмечено в работе В.Г. Чипинова с коллективом (2004).

В результате исследований установлено, что при выращивании ранней молоди осетровых рыб для пополнения ремонтного стада отбор необходимо

начинать на этапе работы с производителями, и далее в периоды максимального роста и низкой вариабельности массы тела. Кроме того, установлено, что наиболее уязвимыми для русского осетра являются первые два года жизни.

В настоящее время выращивание ранней молоди севрюги на рыбоводных предприятиях проходит по общепринятой технологии выращивания для осетровых рыб. Однако, известно, что севрюга является наиболее восприимчивым к негативным факторам видом и ее выращивание, особенно на ранних этапах развития, сопровождается высокой смертностью. В связи с этим на рыбоводных заводах Астраханской области к формированию ремонтно-маточного стада севрюги относятся с большой осторожностью. Силами сотрудников Лебяжьего ОРЗ, при научном сопровождении кафедры «Аквакультура и водные и водные биоресурсы» АГТУ усовершенствован метод выращивания ранней молоди севрюги с целью формирования ремонтного стада. Определены оптимальные плотности посадки, при которых достигается максимальный рост и выживаемость.

Было установлено, что плотность посадки молоди севрюги в бассейны находится в зависимости от массы и составляет: для молоди массой до 150 мг – 6 тыс. шт./м², 150-300 мг – 2 тыс. шт./м², 300-600 мг – 1,5 тыс. шт./м², 600-1000 мг – 1 тыс. шт./м², 1000 – 3000 мг – 300 шт./м². Соблюдение норм выращивания ранней молоди севрюги позволяет повысить выживаемость на этапе подращивания личинок до 68%, выращивания молоди – до 92%.

Отбор сеголеток в ремонтную группу рекомендуется проводить в октябре при снижении температуры воды до 10-12⁰С. Особей отбирают по морфобиологическим показателям. Предпочтение следует отдавать особям, имеющим массу тела свыше 50 г. Такие особи легче переносят зимовку, при этом питаются даже при низких температурах. Потеря массы за время зимовки у крупных особей, как правило, не превышает 8%, у особей меньшей массы она составляет 10,5%.

Формирование ремонтно-маточных стад на рыбоводных заводах проходит методами доместикации и выращивания производителей «от икры». При доместикации на хозяйствах возникает ряд трудностей, связанных с отказом «диких» особей потреблять искусственные корма. Для решения этой проблемы была разработана специальная схема доместикации неполовозрелых особей, отловленных из естественной популяции. Разработанная схема предусматривает использование влажного комбикорма, разработанного на основе сведений о пищевом предпочтении стерляди в естественных условиях. Для ингибирования действия факторов стресса и стимулирования процессов адаптации рыб к новым условиям среды обитания на первом и втором этапах «доместикации» в рацион вводили 1 г/кг кристаллической аскорбиновой кислоты и 30 мг/кг тиамина.

Использование принципиальной схемы доместикации стерляди к искусственным условиям содержания с применением специально разработанного для этого вида влажного корма позволяет снизить кормовые затраты до 3,0 ед., сократить сроки адаптации «диких» рыб, ускорить процесс формирования ремонтно-маточного стада, обеспечив его гетерогенность.

Совершенствование технологии содержания ремонтно-маточных стад невозможно без разработки комбикормов, соответствующих специфичности питания осетровых рыб. На рыбоводных предприятиях остро стоит проблема кормления маточных стад. Как правило, в качестве комбикорма используют смесь из сухих комбинированных кормов и фарша из кильки или малоценной частиковой рыбы. В таких кормах наблюдается дисбаланс основных питательных веществ, что приводит к нарушениям различной этиологии.

На основе сведений о питании разновозрастных особей белуги в естественных условиях (Ходоревская и др., 2000; Полянинова и др., 2000) и химическом составе основных компонентов комбикормовой промышленности (Агеев, 1987; Скляр и др., 1984; Петрухин, 1989; Пономарев и др., 2013) был разработан рецепт влажного комбикорма. В

качестве основных компонентов использовали сырье, наиболее часто встречающееся на рынке кормов Астраханской области: рыбная мука, пшеничная мука, витазар, отруби пшеничные, осетровый премикс ВМП ПО-4, а также фарш из каспийской кильки, который изготавливали непосредственно на рыбноводном предприятии. Разработанный рецепт комбикорма сбалансирован по основным питательным веществам, содержит все жизненно важные витамины и минеральные вещества. Для повышения аттрактивных свойств в состав комбикорма вводили вкусо-ароматическую добавку.

В результате проведенных экспериментов по выращиванию пятилеток белуги с использованием нового влажного комбикорма было выявлено его высокое продуктивное действие. Комбикорм обладал ярко выраженным привлекательным вкусом и запахом для рыб. Прирост массы рыб при питании новым влажным комбикормом был на 56,2% выше, чем при питании традиционной «пастой». При кормлении рыб «пастой» затраты кормов рассчитывались по сухому комбикорму (1,9 ед.) и фаршу (3,5 ед.) и были выше, чем при использовании нового влажного корма (3,0 ед.).

Таким образом, очевидна экономическая целесообразность использования нового влажного комбикорма при содержании ремонтно-маточного стада белуги.

Подобные исследования были проведены при разработке влажного комбикорма для стерляди. В состав рецепта этого комбикорма кроме традиционно используемых компонентов ввели биомассу из организмов зоопланктона, отловленных в пресных водоемах Волгоградской области. Предварительно проанализировав состав аминокислот и жирных кислот зоопланктона, провели балансировку состава нового комбинированного влажного корма для стерляди. За основу нами был взят фарш из малоценной рыбы и отловленный зоопланктон (местное кормовое сырье), а также применяемые в промышленном кормопроизводстве компоненты – мука

рыбная, пшеничные зародыши (витазар), связующее вещество, премикс ПО-4, разработанный нами ранее (Пономарев, Бахарева, Грозеску, 2000).

Выращивание стерляди из ремонтной группы с использованием новой влажной кормосмеси, показало ее высокое продукционное действие; прирост массы рыб был выше на 40%, при более низких затратах кормов и одинаковом уровне выживаемости.

Анализ физиологического состояния рыб по показателям крови и химическому составу тканей показал полноценность нового кормового рациона. Уровень гемоглобина в крови стерляди, выращенной на различных кормах, находился в пределах нормальных показателей для осетровых – 65,3-68,1 г/л. Содержание эритроцитов было близким к показателям рыб из естественной популяции. Липиды тканей стерляди, потреблявшей только естественные корма, на 26,2% представлены полиненасыщенными жирными кислотами. Причем, 16,5% составляют эссенциальные жирные кислоты семейства $\omega 3$ (Сырбулов и др., 2006). Показатели рыб, потреблявших кормовую смесь на основе местных сырьевых ресурсов, были достаточно близкими.

Кормление ремонтного стада стерляди новым влажным комбикормом на основе биомассы зоопланктона положительно влияет на физиологическое состояние рыб ремонтной группы. Этот вид комбинированного корма наиболее предпочтителен перед использованием смеси из фарша и сухого комбикорма.

Формирование маточных стад осетровых базируется на кормлении доместифицированных самок искусственными кормами. Состав кормов, используемых на рыбоводных предприятиях, остается неизменным на всем протяжении нагула самок (от начала доместификации до повторного созревания) и не учитывает биологических и физиологических изменений, происходящих в организме рыбы в период межнерестового цикла. Для стимулирования созревания гонад у производителей необходимо изменить пищевой рацион. В связи с этим был разработан рецепт преднерестового

комбикорма для стерляди, обогащенного витаминами С и Е, витаминоподобными веществами – аскорутинном и фолиевой кислотой.

Кормление рыб преднерестовым комбикормом начали после перехода гонад в III завершённую стадию зрелости. У производителей стерляди, потреблявших преднерестовый комбикорм, уровень белка в сыворотке крови был выше на 6%, чем в контрольной. Это, по всей вероятности, связано с активным участием протеина в генеративном обмене и свидетельствует о его интенсивном накоплении не только в тканях, но и в гонадах.

Положительное влияние преднерестового комбикорма отмечено и на качество эякулятов самцов. Подвижность сперматозоидов увеличилась до $4,85 \pm 0,12$ баллов по шкале Г.М. Персова, а время подвижности – до $6,1 \pm 0,28$ минуты.

Полученные гематологические показатели свидетельствуют о нормальном физиологическом состоянии производителей и хорошей подготовленности рыб к нересту. После проведения гипофизарных инъекций созрело 95% самок опытной группы и 87% - контрольной группы. Высокий процент созревания самок, потреблявших новый комбикорм, связан с повышенным содержанием витамина Е и аскорбиновой кислоты, которые способствуют нормальному течению репродуктивных процессов. В процессе инкубации отмечено снижение процента аномально развивающихся эмбрионов и повышение выхода личинок из инкубационных аппаратов до 71,1%.

Таким образом, использование нового преднерестового корма для производителей стерляди положительно влияет на репродуктивные функции организма, что приводит к увеличению плодовитости и размеров яйцеклеток, ускорению и синхронизации созревания самок, более высокой оплодотворяемости.

Отловленных в летне-осенний период производителей содержат на рыбоводных предприятиях в несвойственных для них условиях до нереста. К моменту созревания гонад физиологическое состояние самок и самцов ухудшается. Улучшить физиологическое состояние самцов осетровых рыб

возможно при использовании инъекций витаминов С и Е. Поэтому была разработана схема реабилитационного инъекционирования, которая предусматривает четырехразовое введение витаминов самцам за месяц до начала нерестовой кампании.

После введения самцам русского осетра гонадотропных препаратов на стимуляцию ответили 100% производителей, получавших внутримышечно препараты витаминов С и Е. В контрольном варианте этот показатель был ниже и составил 81%. Все сперматозоиды рыб инъекционированных витаминами имели активные поступательные движения и характеризовались по шкале Г.М. Персова оценкой 5 баллов. Агглютинация спермы у этих рыб отсутствовала.

Преднерестовое инъекционирование витаминами самцов русского осетра оказало влияние на физиологические процессы в организме и отразилось в первую очередь на гематологических показателях. Содержание гемоглобина в крови этих рыб было выше на 8%, по сравнению с контрольным вариантом.

Скорость оседания эритроцитов и уровень сывороточного белка соответствовали референтным показателям, тогда как у рыб контрольной группы эти величины не соответствовали норме (СОЭ – $6,1 \pm 0,3$ мм/ч, ОСБ – $23,8 \pm 0,1$ у русского осетра; СОЭ – $6,4 \pm 0,25$, ОСБ $7,8 \pm 0,8$ у севрюги).

Полученные данные свидетельствуют о зависимости качества половых продуктов самцов от содержания в организме токоферола и аскорбиновой кислоты, которые являются природными антиоксидантами. Известно, что сперматозоиды способны к синтезу активных форм кислорода (Aitken, 1987; Castellini, Lattaioli et al., 2000), которые накапливаясь, окисляют липиды в клетке. В результате перекисного окисления липидов активность сперматозоидов снижается. Ингибировать действие реакции окисления возможно введением антиоксидантов – витаминов С и Е.

Анализируя результаты проведенных исследований, установлена эффективность использования препаратов аскорбиновой кислоты и токоферола для преднерестовой подготовки самцов осетровых рыб. Витамин

Е, играя важную роль в синтезе половых гормонов, обеспечивает нормальное развитие половых продуктов. Совместное действие витаминов С и Е препятствует оксидантному повреждению клеточных мембран сперматозоидов, увеличивая функциональную активность гамет и повышая их способность к оплодотворению. Кроме того, витамины С и Е активизируют метаболические процессы и улучшают физиологическое состояние рыб.

Известно, что основным веществом половых продуктов животных и рыб является белок, который отличается по аминокислотному составу от белка других тканей. С увеличением стадии зрелости концентрация белка в гонадах повышается, а в мышцах его количество снижается до минимальных значений. Такое соотношение показывает, что дозревание гонад происходит только за счет внутренних резервов пластического материала в организме (Римш, 1967; Кривобок, Тарковская, 1967). Методом корректирования недостатка аминокислот и витаминов можно повысить резистентность рыб к негативным факторам среды, улучшить продуктивные показатели самок и качество полученного от них потомства (Шестерин, Ильин, 2002).

На основании результатов применения технологии реабилитационных витаминных инъекций для самок осетровых рыб была составлена схема аминокисотно-витаминного инъецирования. Разработанная схема предусматривает внутримышечное инъецирование витаминами С и Е, а также внутривентральное введение смеси аминокислот.

Самки, которым проводили введение аминокисотно-витаминной смеси, овулировали икру более высокого рыбоводного качества, с процентом оплодотворения выше 88,2%.

Использование аминокисотно-витаминных инъекций в преднерестовый период способствовало изменениям большинства показателей, характеризующих обмен веществ. Так, общий сывороточный белок в крови повысился на 39%, в сравнении с особями, не проходившими преднерестовую подготовку. Концентрация гемоглобина в крови так же была

выше – $63,4 \pm 3,74$ г/л, что свидетельствует о лучшей обеспеченности организма рыб кислородом.

У самок, не получавших инъекции аминокислот и витаминов, интенсивность эритропоза снижается. В белой крови отмечено снижение лимфоцитов на 13%, в сравнении с показателями самок, которым проводили инъекции смесью аминокислот и витаминов.

Фонд свободных аминокислот в ооцитах на V стадии зрелости гонад достаточно низкий. Обнаружена незначительная концентрация только 8 свободных аминокислот; из незаменимых в образцах присутствовал только валин. Снижение концентрации и количества свободных аминокислот на завершающей стадии гаметогенеза, возможно, связано с прекращением синтеза резервного белка в ооцитах. Подобные предположения были сделаны Л.С. Федоровой и С.Д. Грудановой (1971).

Сравнительный биохимический анализ ооцитов показал, что использование комбинации аминокислот и витаминов привело большему накоплению белка в икре, что может служить критерием оплодотворяемости, а физиологическое состояние личинок, перешедших на активное питание, может определяться уровнем белка и свободных аминокислот (Федорова, Груданова, 1971; Федорова, 1972). По мнению Р.В. Афонич и коллективом авторов (1971) запас питательных веществ в икринке и ее масса не влияют на оплодотворяемость икры, но отражаются на обмене веществ зародышей, который также зависит от концентрации основных компонентов липидов.

Анализ отдельных фракций фосфолипидов в неоплодотворенной икре русского осетра позволил выявить увеличение концентрации фосфолипидов при использовании аминокислотно-витаминных инъекций на 8%. Повышение фракций фосфолипидов в икре рыб, инъецированных витаминами и аминокислотами, свидетельствует об активизации процессов эмбрионального развития на молекулярном уровне. Фосфолипиды, являясь компонентами клеточных мембран, адаптируют метаболические процессы к изменяющимся условиям и способствуют нормальному развитию зародыша.

У особей, получавших аминокислотные и витаминные препараты, генеративный обмен в период созревания гонад проходил более интенсивно, что привело к накоплению в половых продуктах фосфолипидов, содержащих высокую концентрацию полиненасыщенных жирных кислот.

На ранних стадиях развития личинки не способны синтезировать достаточное количество фосфолипидов для интенсивного роста. В связи с этим эмбрионы и личинки, развивающиеся из икры высокообеспеченной этими веществами, должны обладать высокой жизнеспособностью и более интенсивным ростом. Такое же мнение было высказано в исследованиях Н.А. Абросимовой (1998). Данные предположения были подтверждены результатами исследований эмбрионального развития в период инкубации.

Продолжительность эмбрионального развития в варианте, где проводили преднерестовое инъектирование самок аминокислотами и витаминами, было менее длительным и составило 5 суток. При этом наблюдали снижение количества аномально развивающихся особей. У рыб контрольного варианта длительность инкубации увеличилась на сутки, а вылупление предличинок было более растянутым, что свидетельствует о низком качестве икры, полученной от самок.

Одним из основных показателей физиологической полноценности потомства является поведение личинок в период «роения». В контрольном варианте единичных особей в период «роения» было больше, чем в вариантах, где производителям вводили витамины и аминокислоты. Уровень выживаемости также был ниже на 9,9%, а количество уродливых особей повысилось до 6,2%. Основными причинами увеличения смертности и аномалий в развитии личинок является низкое качество ооцитов и слабая способность сперматозоидов к воспроизводству.

Использование витаминных и аминокислотных инъекций снизило количество уродств. Однако встречались особи с недоразвитой или отсутствующей перемычкой органа обоняния, что, по всей видимости, связано с искусственным происхождением рыб и возникает в результате

действия факторов внешней среды. Подобное мнение высказано в работе С.Б. Подушко и А.В. Левина (1988). А.С. Чихачев (1996) подтверждает, что возникновение уродств – это следствие нарушений не только оптимальных условий развития, но и их наследственный характер.

Применение инъекций витаминов С и Е, а также комплекса аминокислот стимулирует развитие половых продуктов, имеющих высокую оплодотворяющую способность, повышает жизнестойкость эмбрионов и ранней молоди осетровых рыб.

Анализируя сведения различных литературных источников, было выявлено, что концентрация витамина Е и С в искусственных кормах в несколько раз ниже, чем в пресноводном зоопланктоне – основной пище ранней молоди осетровых рыб, а такие витамины, как тиамин и биотин, были определены либо в незначительных концентрациях, либо отсутствовали совсем. В связи с этим были проведены исследования по определению оптимальных норм ввода витаминов Е, С, В₁ и Н в состав стартовых и продукционных комбикормов для осетровых рыб. В ходе проведения экспериментов также были установлены признаки витаминной недостаточности.

Установлено, что наиболее эффективной нормой ввода токоферола в состав стартового комбикорма следует считать 50 мг/кг корма. В этом варианте наблюдали максимальный среднесуточный прирост – 4,5% при выживаемости 70,1%. Увеличение концентрации витамина Е в комбикорме до 500 мг/кг токоферола способствовало некоторому снижению темпа роста рыб. Токоферол, являясь представителем жирорастворимых витаминов, удерживается в организме рыб достаточно продолжительное время, и способствует развитию гипервитаминоза, который проявился в некотором отставании в росте и незначительном увеличении смертности рыб.

Недостаток витамина Е в рационе способствовал снижению концентрации белка в тканях на 6,78% и увеличению содержания жира и зольных элементов. Это свидетельствует о преобладании расхода протеина

на энергетические траты в обменном процессе и накоплении липидов. Низкий уровень белка и высокое содержание жира в тканях свидетельствует о нарушении баланса белкового и липидного обменов.

При этом наблюдается снижение содержания гемоглобина в крови при низком количестве зрелых эритроцитов, что говорит о низком эритропоэзе и наличии соматической или физиологической анемии (Житенева и др., 1989; Головина, 1996). Содержание общего сывороточного белка в крови у этих рыб было меньше на 16%. Рыбы, выращенные на рационе с 50 мг/кг витамина Е, отличались лучшими показателями крови.

Гистологическое исследование печени рыб, потреблявших комбикорм с содержанием витамина Е 50 мг/кг, характерных признаков изменений тканей и клеток не выявило. Кормление двухлеток белуги комбикормом без токоферола привело к жировой дистрофии печени.

Таким образом, витамин Е является незаменимым элементом липидного обмена в организме рыб. Недостаток или отсутствие этого витамина в кормах для рыб может привести к гиповитаминозу, который проявляется в снижении темпа роста рыб и изменении некоторых биохимических показателей тканей, а также к авитаминозу, при котором наблюдаются анемия, увеличение количества незрелых эритроцитов, жировая дегенерация печени и, как следствие, гибель рыб.

Изучение влияния различных норм витамина С в кормах для осетровых рыб показал, что личинки, потреблявшие с кормом аскорбиновую кислоту, опережали по темпу росту рыб, выращиваемых на С-дефицитном рационе. Наибольший прирост наблюдался у рыб, потреблявших 500 мг/кг витамина С – 303,75 мг или 4,26% в сутки. При увеличении нормы ввода витамина до 1000 мг/кг в составе стартового комбикорма получены аналогичные результаты.

Исключение из пищевого рациона витамина С снизило активность потребления кормов ранней молодью и выживаемость рыб до 59,4. При этом отмечались единичные особи с искривлением позвоночного стебля между

спинным и хвостовым плавником, а так же с недоразвитыми жаберными крышками. Подобные аномалии встречались у радужной форели, кижуча, канального сома и других видов (Остроумова, 2001). Как правило, это связывают с недостатком витамина С в рационе.

Подобные эксперименты проведены на двухлетках белуги. Максимальный прирост был отмечен в вариантах с использованием 500-1000 мг витамина С на 1 кг продукционного комбикорма. При выращивании рыб на С-дефицитном рационе положительных результатов не получили. Кроме снижения темпа роста, других выраженных признаков авитаминоза не выявлено.

В исследованиях установлено, что накопление аскорбиновой кислоты в тканях зависит не только от его содержания в корме, но и от возраста рыб. У личинок, перешедших на активное питание и в течение месяца содержащихся на С-дефицитном рационе, в тканях было обнаружено $14,82 \pm 0,15$ мкг/г витамина С, тогда как у сеголеток, при таких же условиях, концентрация этого витамина была ниже и составила $11,8 \pm 0,23$ мкг/г сырого вещества. Низкий уровень витамина С в тканях также обнаружен и у двухлеток белуги. Хорошая обеспеченность организма ранней молодежи витамином С связана с тем, что в процессе созревания самок аскорбиновая кислота активно накапливается в гонадах (Arscott, 1962; Dabrowski, 1976; Seeman, 1989) и сохраняется в развивающемся организме, предохраняя его от негативных факторов, участвуя во многих обменных процессах. После перехода личинок на активное питание ресурсы витамина С истощаются, а потребность в нем увеличивается. Начиная с этого периода, поступление аскорбиновой кислоты в организм возможно только трофически.

Установлено лимитирующее действие аскорбиновой кислоты по отношению к факторам стресса. Сеголетки белуги, потреблявшие с кормом витамин С в количестве 1000 мг/кг, лучше переносили стрессовую ситуацию.

Проведенные наблюдения показали, что в период стрессовой нагрузки сначала происходит адаптация организма, затем запускаются внутренние

биохимические механизмы, вызывающие изменения в составе крови, снижении активности выработки антистрессовых гормонов. Далее в организме активируются реакции, направленные на борьбу с негативными факторами.

Во всех этих процессах участвует аскорбиновая кислота, концентрация которой в тканях изменяется в зависимости от этапа антистрессовой реакции. Если в период адаптации содержание витамина С в тканях рыб находилось на уровне 85,3 мкг/г, то через 60 минут после начала воздействия на организм факторами стресса ее концентрация резко снизилась и составила 55,1 мкг/г. Через 120 минут содержание витамина С в тканях находилось на уровне 40,4 мкг/г сырого вещества. Далее траты аскорбиновой кислоты заметно снижаются.

С-дефицитный рацион способствовал снижению уровня аскорбиновой кислоты в организме, накопленной в период питания сбалансированными кормами до минимальных значений – $2,6 \pm 0,08$ мкг/г, что привело к тяжелым последствиям после воздействия стрессорами. Смертность рыб, не получавших с кормом аскорбиновую кислоту, составила 54,8%, а выжившие рыбы в течение более длительного срока адаптировались к нормальным условиям выращивания.

Аскорбиновая кислота стимулирует биохимические процессы в организме рыб, лимитирующие негативное влияние факторов стресса. Эффективной дозой, предохраняющей организм от воздействия стресса, следует считать 2000 мг/кг корма.

Весьма важную роль в процессах жизнедеятельности организма играет витамин В₁ (тиамин). Тиамин присутствует во многих компонентах комбикормов. Однако в процессе производства искусственных кормов и их хранении большая часть тиамина (до 80%) разрушается. Увеличение в составе комбикормов количества углеводов, повышение температуры воды во время выращивания рыб выше оптимальных значений, а также различные

стрессовые ситуации приводят к повышению расхода тиамин и, в связи с этим, увеличению потребности рыб в нем (Steffens, 1974).

Недостаточность биотина в питании приводит к задержке темпа роста рыб, анорексии, снижению перевариваемости корма.

Оптимальными нормами ввода тиамин и биотин в состав стартовых и продукционных комбикормов, при которых отмечается максимальный рост и хорошее физиологическое состояние рыб следует считать 30 мг/кг и 3 мг/кг, соответственно. При кормлении рыб рационами с дефицитом витаминов В₁ и Н явных признаков авитаминоза выявлено не было. Потребность осетровых рыб в витамине Н удовлетворяется, по-видимому, за счет его присутствия в компонентах комбикорма.

В настоящее время на рыбоводных заводах у рыб часто встречается сколиотическая болезнь. Развитие этой патологии связано с недостаточным поступлением с кормом элементов, участвующих в синтезе гликозиаминогликанов, входящих в состав межклеточного вещества костной и хрящевой ткани. Для предотвращения патологических изменений позвоночника у осетровых рыб предлагается использовать в кормах для рыб комплекс биологически активных веществ на основе продуктов глубокой переработки ракообразных.

Биологически-активная добавка на основе муки из панциря краба, обогащенная аскорбиновой кислотой и витамином D, оказала положительное влияние на рост ранней молоди русского осетра, а также выраженное профилактическое действие на развитие сколиотической болезни.

Наличие в составе комбикорма комплекса витаминов, способствующих нормализации жирового обмена, а также крабовой муки, обладающей адгезионными свойствами за счет содержания хитина и хитозана, стимулировало обменные процессы в условиях теплового стресса. Способность хитинообразующих веществ, связывать продукты перекисного окисления липидов, холестерин, жирные и желчные кислоты (Гальбрайт, 2001) предотвратила нарушение жирового обмена. Положительные действие

на жировой обмен подтвердили гистологические исследования печени сеголеток русского осетра.

Таким образом, на основании проведенных исследований откорректирована существующая технология формирования и содержания ремонтно-маточного стада осетровых рыб. Совершенствование технологии осуществляли на основе изучения влияния факторов внешней среды на изменчивость физиолого-биохимических показателей разновозрастных рыб ремонтно-маточного стада, их специфичности роста и питания в искусственных условиях содержания.

ВЫВОДЫ

1. Содержание производителей русского осетра и белуги в садках при нестабильном гидрологическом режиме приводит к уменьшению концентрации общего сывороточного белка в крови на 10%, что указывает на снижение функционального состояния рыб.

Низкая температура воды стимулирует синтез и накопление в организме докозагексаеновой (22:6 ω 3) жирной кислоты. Концентрация арахидоновой (20:4 ω 6) кислоты в икре уменьшается в 1,5 раза, что приводит к снижению количества рыбоводно-продуктивных самок русского осетра, на 8,5%, белуги – на 12,7%, процента оплодотворения икры на 4,5% и 16,7%, соответственно.

2. Отбор молоди русского осетра в ремонтное стадо необходимо проводить в возрасте сеголетка, при достижении массы 500 мг и 3,5 г. В этот период, при соблюдении технологии выращивания, варьирование массы особей может быть в пределах 18% ($C_v=18\%$). В возрасте 2+ и 3+ различия массы рыб минимальны ($C_v=13\%$).

При выращивании молоди севрюги, с целью формирования ремонтной группы, эффективной плотностью посадки, при которой наблюдается максимальный прирост массы и выживаемость, является: для молоди массой до 150 мг – 6 тыс. экз/м², 150-300 мг – 2 тыс. экз/м², 300-600 мг – 1,5 тыс. экз/м², 600-1000 мг – 1 тыс. экз/м², 1000–3000 мг – 300 экз/м².

3. Применение разработанной схемы «доместикации» стерляди, на основе ступенчатого введения в рацион комбикорма, ускоряет процесс формирования ремонтного стада. Кормление рыб разработанным влажным высокобелковым комбикормом повышает прирост массы на 28%, снижает смертность «диких» особей – на 13%.

4. Использование разработанного влажного комбикорма на основе сырья местного происхождения, для ремонтной группы белуги повышает прирост пятилеток на 52%, снижает кормовые затраты до 3,0 ед. Влажный комбикорм для ремонтной группы стерляди на основе рыбного фарша и

биомассы зоопланктона повышает прирост массы рыб на 40%, снижает кормовые затраты на 0,8 ед.

Разработанный влажный комбикорм для преднерестового содержания производителей стерляди повышает количество рыбоводно-продуктивных самок на 8%, снижает аномалии в развитии эмбрионов на 8%.

5. Проведение преднерестовых аминокислотно-витаминных инъекций производителям осетровых рыб способствует повышению рыбоводного качества половых продуктов, увеличивает процент оплодотворения икры до 88,2%, снижает количество аномально развивающихся эмбрионов в 2-3 раза и их смертность на 11,8%.

6. Оптимальной нормой ввода витамина Е в состав комбикормов является 50 мг/кг, витамина С 500 мг/кг, В₁ – 30 мг/кг, Н – 3 мг/кг. Кормление осетровых рыб комбикормами с витаминами повышает темп роста на 4,5-8%, выживаемость на 10-20%. Эффективной нормой ввода в корма витамина С, позволяющей повысить устойчивость организма рыб к воздействию факторов стресса, является 1000 мг/кг.

7. Использование в составе комбикормов комплексной добавки на основе хитинсодержащего компонента и витаминов стимулирует-углеводно-жировой обмен и снижает заболеваемость молоди осетровых рыб сколиозом в 3 раза.

8. Разработанный комплексный подход к повышению эффективности кормления и содержания ремонтно-маточных стад осетровых позволяет стабилизировать физиологическое состояние рыб в период роста или созревания. Использование разработанных кормов для ремонтно-маточного стада осетровых рыб позволяет повысить экономическую эффективность работы рыбоводных предприятий. Уровень рентабельности получения «живой» (оплодотворенной) икры при использовании аминокислотно-витаминных инъекций повышается на 1,8%, при кормлении производителей стерляди преднерестовым комбикормом – на 3,8%.

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Для повышения продуктивности ремонтно-маточных стад осетровых рыб рекомендуем:

- проводить корректирующий отбор молоди русского осетра при массе 500 мг и 3,5 г, далее в возрасте 2+ и 3+;
- проводить массовый отбор севрюги осенью в возрасте сеголетка, предпочтение отдавать особям массой больше 50г;
- проводить выращивание молоди севрюги для ремонтного стада при соблюдении разработанных норм плотности посадки зависящих от массы;
- использовать следующие нормы ввода витаминов в комбикорма: витамина С – 500 мг/кг (или 1000 мг/кг), витамина Е – 20 мг/кг, витамина В₁ – 30 мг/кг, витамина Н – 3 мг/кг;
- использовать для «доместикации» стерляди, отловленной из естественной среды обитания, ступенчатую схему перевода на искусственные корма;
- проводить кормление ремонтной группы белуги влажным комбикормом, сбалансированным по основным питательным веществам;
- в период подготовки производителей осетровых рыб к нересту использовать инъекции препаратами аминокислот и витаминов с учетом массы, видовой и половой принадлежности рыб;
- кормление производителей стерляди осуществлять преднерестовым комбикормом.
- использовать в качестве профилактики сколиоза у молоди осетровых рыб комбикорм с комплексной добавкой на основе хитинсодержащего компонента и витаминов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абрамова, Ж.И. Человек и противокислительные вещества / Ж.И. Абрамова, Г.И. Оксенгендлер. – Л.: Наука, 1985.-230 с.

Абросимова, Н.А. Биохимический состав икры севрюги и результаты ее инкубации / Н.А. Абросимова, С.С. Абросимов, А.А. Бирюкова // Сб. науч. трудов АзНИРХ (1996-1997 гг.): Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна.– Ростов-на-Дону, 1998. – С. 337–350.

Абросимова, Н.А. Первый опыт доместикации диких осетровых рыб на Донском ОРЗ / Н.А. Абросимова, Т.В. Лобзакова // Межвузовский сборник научных трудов: Научные подходы к решению проблем производства продуктов питания.- Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 2004. – С.107-111.

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.

Авакян, А. Б. Что делать с Волжскими водохранилищами? / А. Б. Авакян // Природа. - 1999. – N 2. - С. 45-58.

Аветисов, К.Б. Сборник инструкций и нормативно-методических указаний по промышленному разведению осетровых в Каспийском и Азовском бассейнах / К.Б. Аветисов, М.К. Аскеров, Л.В. Баденков. - М.:ВНИРО, 1986.-272 с.

Агеев, В.И. Кормление птицы / В.И. Агеев, И.А. Егоров, Т.М. Околелова, П.Н. Паньков. – М.:Агропромиздат, 1987.-322 с.

Акимова, Н.В. Гаметогенез, функционирование половых желез сибирского осетра *Acipenser baeri* Brandt реки Лены и их связь с обменом веществ / Н.В. Акимова //В кн. Эколого-морфологические и эколого-физиологические исследования развития рыб. - М.: Наука, 1978.- С. 43-55.

Акимова, Н.В. Систематизация нарушений воспроизводства осетровых (*Acipenseridae*) при антропогенном воздействии / Н.В. Акимова, Г.И. Рубан // Тезисы докладов I конгресса ихтиологов России. – Астрахань, 1997. – С.138.

Алексеев, С.М. Газохроматографический анализ метиловых эфиров жирных кислот на колонках со смешанным сорбентом/ С.М. Алексеев, М.Б. Тараблин, И.К. Сарычева, Р.П. Евстигнеева // Хим. Фармац. Журн.- 1981. - Т.15.- С. 118-122.

Алтуфьев, Ю.В. О возможной оценке степени миопатии русского осетра / Ю. В. Алтуфьев // Крат. тез. докл. к Всесоюз. науч.-практич. Конф.: Экологические проблемы р. Урал и пути их решения.- Гурьев, 1989.– Ч.1.- С. 3-4.

Аминева, В.А. Физиология рыб / В.А. Аминева, А.А. Яржомбек. – М.: Легкая и пищ. пром-ть, 1984. – 200с.

Андреев, В.В. Некоторые особенности минерального обмена у белуги в речной период жизни / В.В. Андреев // Тез. докл. IV Всесоюз. Конференции: Экологическая физиология и биохимия рыб.- Астрахань, 1979, т. 2. –С. 197.

Андреев, В.В. Содержание микроэлементов и показателей крови у волжской нерестовой популяции белуги // Тр. Астраханского технического инта рыбной промышленности и хозяйства. Юбилейный выпуск. Астрахань, 1980. – С. 103-107.

Афонич, Р.В. Рыбоводная оценка производителей осетра различного веса и возраста по икре, личинкам и ранней молоди / Р.В. Афонич, О.Л. Гордиенко, Е.В. Солдатова // Тр. ВНИРО.- 1971.- т. 81.- С. 92-113.

Багров, А.М. Аквакультура России: состояние и перспективы / А.М. Багров, В.К. Виноградов, Е.А. Мельченков // Сборник мат-лов совещания: Воспроизводство рыбных запасов.- Ростов-на-Дону, 2000.- С.161-170.

Баденко, Л.В. Биологическое обоснование методов отбора половых продуктов и производителей осетровых рыб для заводского разведения / Л.В. Баденко // Материалы объединённой научной сессии ЦНИОРХ и АзНИИРХ.- Астрахань, 1971.- С.5-8.

Баденко, Л. В. Основные результаты физиологических исследований в связи с усовершенствованием биотехники воспроизводства осетровых рыб Азовского моря / Л.В. Баденко // Сб. науч.тр. АзНИИРХ . – 1972. – Вып . 10. – С. 115–141.

Баденко, Л.В. Энергетические и пластические траты производителей осетровых при различном режиме их выдерживания на рыбоводных заводах / Л.В. Баденко, Л.А. Алтухова, Г.Г. Шиленко, В.П. Щигельская // Тезисы и рефераты II всесоюзного совещания: Осетровое хозяйство внутренних водоемов СССР.- Астрахань, 1979. – С. 23.

Баденко, Л.В. Эколого-физиологические основы повышения эффективности заводского разведения азовских осетровых. Воспроизводство рыбных запасов Каспийского и Азовского морей / Л.В. Баденко, А.В. Дорошева, Г.Г. Корниенко, В.П. Чихачёва.- М.: ВНИРО, 1984.- С. 88–101.

Базелюк, Н.Н. Физиологическое состояние рыб Северного Каспия в 2011 г. / Н.Н. Базелюк, В.П. Аксенов, А.В. Дубровская, Д. Р.Файзулина, С.А.Головинова // Сб. науч. трудов: Рыбохозяйственные исследования в низовьях реки Волги и Каспийском море.- Астрахань: Изд-во Каспнирх, 2012.- С 27-29.

Баранникова, И.А. Гормональная регуляция репродуктивной функции у осетровых и биотехника стимуляции созревания производителей в осетроводстве / И.А. Баранникова, А.А. Боев, О.С. Буковская, Н.А. Ефимова. // В кн.: Биологические основы осетроводства.-М.: Наука, 1983. - С.22-42.

Баранникова, И.А. Содержание половых стероидных гормонов в сыворотке крови себрюги *Acipenser stellatus* в начале анадромной миграции в Волгу и при созревании после гормональных воздействий / И.А. Баранникова, А.А. Боев, Л.В. Баюнова, В.П. Дюбин, И.И. Саенко // Вопр. ихтиологии. – 1999. – Т. 39.- № 1. - С. 111–116.

Бахарева А.А. Повышение биологической полноценности комбикормов для объектов аквакультуры путем введения витаминов / А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску // Тез докл. конференции молодых ученых ГосНИОРХ.- С-Петербург, 1998.- С.53-54

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.

Бахарева, А.А. Применение восстановительных инъекций для производителей осетровых рыб для повышения эффективности искусственного воспроизводства / А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску, М.Н. Сорокина // Тез.докл. междунар. конф.: Новые технологии в защите биоразнообразия в водных экосистемах.- М.: МГУ, 2002б.- С. 99.

Бахарева, А.А. Выращивание молоди осетровых рыб на влажных комбикормах / А.А. Бахарева, С.А. Мальцев, М.Ш. Абдуллаев // Сб. докладов международной научно–практ. конференции, посвященной проблемам Каспийского моря.- Баку, 2002. – С. 35-36.

Бахарева, А.А. Опыт доместикации «дикой» стерляди в условиях рыбоводного комплекса на Волжской ГЭС / А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску, Д.Н. Сырбулов // Материалы Международная научно-практическая конф.: Повышение эффективности использования водных биологических ресурсов Мирового океана. - Москва, 2005. - С. 131-133.

Бахарева, А.А. Способы повышения качества половых продуктов осетровых рыб / А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску // Материалы междунар. конф.: Состояние и перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны.- Ростов-на-Дону, 2007.- С.18-24

Бахарева, А.А. Опыт доместикации «дикой» стерляди в условиях рыбоводного комплекса на Волжской ГЭС / А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску, Д.Н. Сырбулов // Рыбное хозяйство. – 2008. – №6. – С. 70–71.

Бахарева, А.А. Влияние витаминов на репродуктивные функции рыб / А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску // Естественные науки.- 2013.- №3(44). -С.86-92.

Бахарева, А.А. Возможность использования продуктов глубокой переработки ракообразных в составе комбикормов для осетровых рыб / А.А. Бахарева, Ю.В. Харламова // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство.- 2004.- №2 (21).- С. 95-101.

Бедняков, Д.А Сравнительная характеристика гистологического строения кишечного эпителия осетровых рыб и их гибридов / Д.А.Бедняков, Н.Н.Фёдорова,

Л.А.Невалённая // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. -2012.- №1. - С. 121-124.

Бекина, Е.Н. Физиолого-биохимические показатели сибирского осетра обской популяции в условиях зимнего содержания / Е.Н. Бекина, И.В. Нефедова // Материалы и доклады международного симпозиума: Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата. -Астрахань, 2007. - С. 431-432.

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.

Бергнер, Х. Научные основы питания сельскохозяйственных животных / Х. Бергнер, Х. Кетц - М.: Колос, 1973.- 59 с.

Березовский, В.М. Химия витаминов / В.М. Березовский. - М.: Пищевая промышленность, 1959.- 312 с.

Березов, Т. Т. Биологическая химия / Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. – М.: Медицина, 1998.– 704 с.

Бехтерева,Т.В. Эколого-физиологические исследования / Т.В. Бехтерева.– М.: Наука, 1998. –121 с.

Бондаренко, Л.Г. Физиологическое состояние молоди осетровых выращенной на искусственных кормах с различным содержанием витаминов группы В / Л.Г. Бондаренко, Л.А. Бахирева, В.Я. Скляр, Д.С. Скрипник //Тез. докл. международного симпозиума: Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре.- Адлер – Краснодар, 1996. – С.7.

Браценюк, Г.Н. Определение периодичности размножения волжского осетра по поперечным срезам маргинальных лучей / Г.Н. Браценюк // Тез.докл. науч. сессии ЦНИОРХ.- Баку, 1967.- С. 15-16.

Браценюк, Г.Н. Межнерестовые интервалы русского осетра / Г.Н. Браценюк // Матер.науч. сессии ЦНИОРХ. - Баку, 1968.- С. 15.

Браценюк, Г.Н. Межнерестовые интервалы *Acipenser guldenstadti* Brandt / Г.В. Браценюк // Тр. ЦНИОРХ, 1971.- Т.3. - С.359-362.

Браше Ж. Биохимическая эмбриология / Ж. Браше.- М.: Издательство иностранной литературы, 1961.-330 с.

Брыцков, В.Е. Биологическая и хозяйственная оценка новой сыпучей формы витамина Е для животноводства / В.Е. Брыцков, В.М. Авакумов, Л.Н. Левина // Сельскохозяйственная биология.-1981,- т. XVI.- № 6.- С. 899-901

Букин, В.Н. Биохимия витаминов/ В.Н. Букин.- М.: Наука, 1982.- 320 с.

Бурцев, И.А. Созревание стерляди в прудах / И.А. Бурцев, А.И. Николаев, Е.В. Серебрякова // Рыбное хозяйство.- 1981.- № 11.- С. 38-40.

Бурцев, А.И. Методические указания по формированию и эксплуатации маточных стад сибирского осетра / А.И. Бурцев, И.И. Смольянов, А.Д. Гершанович, А.И. Николаев.- М.: Изд-во ВНИРО, 1984.- 23 с.

Валдман, А.Р. Витамины в животноводстве / А.Р. Валдман. - Рига: Знатне, 1977. - 352 с

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.

Васильева, Л.М. Сравнительная оценка репродуктивной функции доместифицированных самок русского осетра /Л.М. Васильева, А.Н. Кашеева, С.С. Астафьева //Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания.- 2014. -№ 4.- С. 28-33.

Ведемейер, Г.А. Стресс и болезни рыб/ Г.А. Ведемейер, Ф.П. Мейер, Л.М. Смит Л. -М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 128 с.

Веснина, Л. В. Цисты артемии как стартовый корм для молоди ценных видов рыб/ Л.В. Веснина //Тез. докл. междунар. конф.: Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб.- СПб, 2010.-С. 40-43.

Вещев, П.В. Созревание волжской севрюги / П.В. Вещев // Рыбное хозяйство.- 1977. -№ 3. - С. 23-25.

Вещев, П.В. Эффективность естественного воспроизводства севрюги в Волге в современных условиях / П.В. Вещев //Сб. науч. тр.:«Экология молоди и проблемы воспроизводства каспийских рыб». М.: ВНИРО, 2001. – С. 77–91.

Вильямс, Р.Д. Значение содержания витаминов в тканях / Р.Д. Вильямс // В кн.: Биохимия и физиология витаминов, вып. 2. - М.: Агропромиздат, 1950. - С.132

Винберг, Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб / Г.Г. Винберг. - Минск: Белорусский университет, 1956. - 251 с.

Виноградов, В.К. Технология формирования и эксплуатации маточных стад сибирского осетра в условиях промышленных тепловодных хозяйств / В.К. Виноградов, Н.А. Козовкова, В.Ф. Кривцов, В.И. Кушников // Сб. научно-технологической и методической документации по аквакультуре.- М: ВНИРО, 2001.- С.185-197.

Власенко, А.Д. Влияние водности реки Волги на урожай севрюги / А.Д. Власенко // В кн.: Биологические основы развития осетрового хозяйства в водоемах СССР. - М, 1979.- С. 122-130

Высоцкая, Р.У. О влиянии тяжелых металлов, нитритов и нитратов на активность некоторых ферментов молоди осетровых / Р.У. Высоцкая // Тез. Докл. I конгресса ихтиологов России. - Москва, 1997.- С.214.

Гальбрайт, Л.С. Хитин и хитозан: строение, свойства, применение / Л.С. Гальбрайт // Соросовский образовательный журнал. - 2001. - Т.7.- № 1. - С. 51-56.

Гамыгин, Е.А. Проблема кормов и кормопроизводства для рыб : состояние и задачи / Е.А. Гамыгин // Сборник науч. тр. ВНИИПРХ, 2001.- вып. 77.-С. 3-7.

Гапонов, В.С. Половой диморфизм некоторых гематологических параметров севрюги в летний период жизни / В.С. Гапонов // Тез.докл. отчет, сессии ЦНИОРХ.-Астрахань, 1973.- С. 22-23.

Гапонов, В.С. РОЭ у ходовых и инъектированных производителей осетровых / В.С. Гапонов // Тез.докл. отчет, сессии ЦНИОРХ.-Астрахань, 1974.- С. 35-36.

Гераскин, П.П. Физиолого-биохимическая характеристика самок севрюги, используемых для искусственного воспроизводства / П.П. Гераскин, Г.Ф. Металлов, В.П. Аксенов // Крат. тез. науч. докл. к Всесоюз. совещ.: Осетровое хозяйство водоемов СССР.- Астрахань, 1984.- С.81-83.

Гераскин, П.П. Нарушение обмена веществ у русского осетра в современных условиях Волго-Каспия / П.П. Гераскин // Крат. тез. науч. докл. к Всесоюз. совещ.: Осетровое хозяйство водоемов СССР.- Астрахань, 1989.- Часть 1.- С.60-64.

Гераскин, П.П. Процессы перекисного окисления липидов и антиоксидантная активность печени и мышц самок русского осетра в условиях загрязнения Северного Каспия / П.П. Гераскин, М.В. Мижуева, М.Л. Галактионова // Тезисы докладов всесоюз. конф.: Экосистемы морей России в условиях антропогенного пресса (включая промысел). - Астрахань, 1994. - С.71-73.

Гераскин, П.П. Методические аспекты эколого-биохимических исследований осетровых в условиях нарастающего загрязнения Каспийского моря / П.П. Гераскин // Сб. науч. тр.: Экологическая физиология и биохимия осетровых.- Ярославль, 1997.-С. 23-24.

Гераскин, П.П. Характеристика функционирования основных физиологически важных систем организма осетровых в условиях хронического токсикоза / П.П. Гераскин, Ю.В. Алтуфьев, Г.Ф. Металлов, Г.К. Шелухин, Ю.Н. Переварюха, В.П. Аксёнов, А.А. Романов, Н.Н. Шевелёва, А.В. Дубовская, В.Л. Львов, Е.В. Даютова, А.В. Шигапова, М.А. Галактионова // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 1997г. – Астрахань: Изд-во КасПНИРХа, 1998.- С.33-43.

Гераскин, П.П. Мониторинг физиологического состояния осетровых в условиях загрязнения Каспия и реки Волги / П.П. Гераскин, Ю.В. Алтуфьев, Г.Ф. Металлов, Г.К. Шелухин, А.А. Романов // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 1998 г. – Астрахань: КаспНИРХ, 1999. - С. 173–188.

Гераскин, П.П. Современное физиологическое состояние каспийских осетровых / П.П. Гераскин, Г.Ф. Металлов, Г.К. Шелухин, Ю.В. Алтуфьев, Ю.Н. Переварюха, А.А. Романов, В.П. Аксенов, Н.Н. Шевелева, А.В. Дубовская, М.Л. Галактионова // Рыбоводство и рыболовство. - 2001. - № 1. - С. 48-52.

Гераскин П.П. Физиологическое состояние осетровых рыб в условиях повышенного уровня воздействия на них антропогенных факторов / П.П. Гераскин, Г.Ф. Металлов, Г.К. Шелухин, Г.Ф. Журавлева, В.П. Аксенов, Н.Н. Шевелева, А.В. Дубовская, М.Л. Галактионова, В.Л. Львов, А.В. Шигапова, Е.В. Даютова, Т.А. Синицина, Д.К. Магзанова, Т.В. Ручьева, Г.А. Чухонкина // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2003 г. – Астрахань: изд-во КаспНИРХ, 2004, – С. 282-288.

Гераскин, П.П. Влияние загрязнения Каспийского моря на физиологическое состояние осетровых рыб / П.П. Гераскин // Известия Самарского научного центра РАН.- 2006.- Т.8.- № 1.-С. 273-282.

Гераскин, П.П. Влияние загрязнения Северного Каспия на интенсивность перекисного окисления липидов и активность цитохромоксидазы печени и мышц осетровых рыб / П.П. Гераскин, Г.Ф. Металлов, В.П. Аксенов, М.Л. Галактионова // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство.- 2010.- №2. - С.88-97

Гераскин, П.П. нефтяное загрязнение каспийского моря как один из факторов инициирования оксидативного стресса у осетровых / П.П.Гераскин, Е.Н. Пономарева, Г.Ф. Металлов, М.Л.Галактионова // Известия Самарского научного центра РАН, 2012.- т. 14.- вып. №1-8.- С. 1875-1882.

Гербильский, Н.Л. Пути развития внутривидовой биологической дифференциации, типы анадромных мигрантов и вопрос о миграционном импульсе у осетровых / Н.Л.Гербильский // Вестник ЛГУ, 1957.– С. 14-29.

Гинзбург, А.С. Оплодотворение у рыб и проблема полиспермии / А.С. Гинзбург. – М.: Наука, 1968. –358 с.

Гительзон, И.И. О способе выражения гемоглобина в эритроците / И.И. Гительзон, И.А. Терсков // Лабораторное дело. - 1956. - №6. - С.6-10.

Гербильский, Н.Л. Современное состояние и перспективы метода гипофизарных инъекций в рыбоводстве / Н.Л. Гербильский // Труды лаборатории основ рыбоводства. - 1947. - т.1. - С.5-24.

Гершанович, А.Д. Биологические основы индустриального осетроводства / А.Д. Гершанович // Сб. науч. Тр. ВНИРО, 1991.-213 с.

Гмелин, С.Г. Путешествие по России для исследования трех царств природы. Часть вторая. Путешествие от Черкаска до Астрахани с августа 1769 – по 5 июня 1770 года. / С.Г. Гмелин – СПб.: Типография Императорской АН, 1777.

Головин, П.П. Кадастр лечебных препаратов, используемых и апробированных в аквакультуре России и зарубежом / П.П. Головин, Н.А. Головина, Н.Н. Романова.- М: Росинформагротех, 2005.- 54 с.

Головина, Н.А. Проблемы алиментарных анемий и методы их коррекции в пресноводной аквакультуре / Н.А. Головина, П.П. Головин, Н.Н. Романова // Материалы международной науч.-практической конференции: Проблемы развития хозяйства на внутренних водоемах.- Минск, 1998.-С.287-29.

Голованенко, Л.Ф. Динамика сывороточных белков белуг при созревании гонад / Л.Ф. Гордиенко // Тр. ЦНИОРХ: Осетровые СССР и их воспроизводство. - 1971.-т. 3.- С. 129-133.

ГОСТ 2116-82 «Мука кормовая из рыбы, морских млекопитающих, ракообразных и беспозвоночных», 1983

Гордиенко, О.Л. Опыт изучения влияния подбора производителей на качество выращиваемой молоди / О.Л. Гордиенко, М.Н. Кривобок, О.И. Тарковская, Р.В. Афонич // Тез. докл. всесоюз. конф.: Разработка биологических основ и биотехники развития осетрового хозяйства в водоёмах СССР.- Астрахань, 1967. - С.52-53.

Грозеску, Ю.Н. Лечебное действие аскорбиновой кислоты и куксовита в связи с заживлением кожного покрова у осетровых рыб / Ю.Н. Грозеску, Е.Н. Пономарева, Н.А. Абросимова // Сб.науч. тр. АзНИИРХ: Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна.- Ростов-на-Дону, 2000. -С.15-21.

Грозеску, Ю.Н. Технологические системы для формирования и содержания ремонтно-маточных стад стерляди / Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева, Д.Н. Сырбулов // Рыбное хозяйство. -2009.- № 5.- С. 47-49.

Грозеску, Ю.Н. Оценка качества половых продуктов осетровых рыб / Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева // Вестник КБГУ. Серия: Биологические науки.- 2006.-вып. 8.- С. 54-56.

Грозеску, Ю.Н. Качество половых продуктов осетровых рыб на фоне преднерестового инъецирования / Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева // Материалы и доклады междунар. симп.: Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата.- Астрахань, 2007.- С.302-304

Грозеску, Ю.Н. Технологические аспекты эффективного кормления осетровых рыб в условиях рыбоводных заводов аридной зоны / Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева // В сб.: Социально-экономические аспекты развития муниципальных образований аридных территорий. – М.: Изд-во «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук», 2008. – С.

Грозеску, Ю.Н. Аскорбилполифосфат – новый источник аскорбиновой кислоты в кормах для осетровых рыб / Ю.Н. Грозеску Ю.Н., С.В. Пономарев, Н.Е. Рылова // Вопросы рыболовства.- т. 1.- №4.- 2001. С. 15-19.

Грозеску, Ю.Н. Инновационные биотехнологии для повышения эффективности промышленного осетроводства / Ю.Н. Грозеску, А. А. Бахарева, В. М. Распопов // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство.- 2012.- №1.- С.154.

Грозеску, Ю. Н. Технологические системы для формирования и содержания ремонтно маточных стад стерляди / Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева, Д.Н. Сырбулов // Рыбное хозяйство . – 2009. – №5. – С. 47–49.

Гусев, Е.А. Роль тиамин в организме сеголеток / Е.А. Гусев // Рыбоводство и рыболовство. – 1970. - № 1 - С.11.

Даудова, Г.П. Изучение влияния длительности содержания доместифицированных самок осетра и количества их нерестов в искусственных условиях на качество потомства по физиолого-биохимическим показателям. / Г.П. Даудова, П.В. Чернова, В.Л. Отпущенникова, Е.А. Федосеева // Сб. науч. тр.: Рыбохозяйственные исследования в низовьях реки Волга и Каспийском море, Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2012.- С. 52-55.

Державин, А.Н. Воспроизводство запасов осетровых рыб / А.Н. Державин. – Баку: Изд. АН Азербайджанской ССР, 1947. – 243 с.

Детлаф, Т.А. Развитие осетровых рыб / Т.А. Детлаф, А.С. Гинзбург, О.И. Шмальгаузен.- М.: Наука, 1981.- 224с.

Долидзе, Ю.Б. Некоторые биохимические показатели крови гипофизированных самок белуги с различными рыбоводными показателями / Ю.Б. Долидзе // Тез. докл. IV Всесоюзн. Конференции: Экологическая физиология и биохимия.- Астрахань, 1979.- т.1.- С. 83-84.

Долидзе Ю.Б. Физиолого-биохимическая характеристика производителей белуги в преднерестовый и нерестовый периоды / Ю.Б. Долидзе // Тез. докл. науч.-практ. конф Рациональные основы ведения осетрового хозяйства.- Волгоград, 1981.-С. 75-76.

Дубровская А.В. Морфофункциональные изменения жаберного эпителия и половых желез у каспийских осетровых / А.В. Дубровская, Н.Н. Шевелева, А.А. Романов // Тез. Докл. I конгресса ихтиологов России.- Астрахань, 1997.- С.416.

Дубровская А.В. Гистоморфологические исследования некоторых органов и тканей осетровых в морской и речной период жизни / А.В. Дубровская, Н.Н. Шевелева, А.А. Романов // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2000 год. – Астрахань: КаспНИРХ, 2001. – С. 407–411.

Дудкин С.И. Механизмы поддержания жирнокислотного состава фосфолипидов в эмбриогенезе у русского осетра / С.И. Дудкин // Тез. докл. 8 науч. конф. по экол. физиол. и биохим. Рыб.- М, 1985. – С. 30–31.

Емелина, Н.Г. Витамины в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц / Н.Г. Емелина, В.С. Крылова, Е.А. Петрухова, Н.В. Бромлей.- М.: Колос, 1970. - 310 с.

Ениколопов, Н.С. Способ получения хитозана / Н.С. Ениколопов, Л.С. Гальбрайт, С.З. Роговина, Г.А. Вихорева, Т.А. Акопова, Л.С. Сахоненко, С.Н. Зеленецкий. Патент на изобретение РФ № 1760749 РФ. – 2001. – 24 с.

Ефремов, В.В. Витамины в питании и профилактика витаминной недостаточности / В.В. Ефремов. - М.: Медицина, 1969.- 268 с.

Житенева, Л.Д. Основы ихтиогематологии (в сравнительном аспекте) / Л.Д. Житенева, Э.В. Макаров, О.А. Рудницкая.- Ростов-на-Дону: Изд-во АзНИРХ, 2004. -311 с.

Заделенов, В.А. Опыт выращивания осетровых в условиях бассейновых рыбоводных хозяйств Красноярска / В.А. Заделенов, С.Л. Бурнев, С.А. Колядин, Э.А. Костромин // Сб. докладов I Международной научн.-практ. конференции: Проблемы современного товарного осетроводства.- Астрахань, 2000.- С. 42-46.

Загора, Л.П. К вопросу о ритмике питания осетровых рыб в Волгоградском водохранилище / Л.П. Загора //Труды ЦНИОРХ: Осетровые СССР и их воспроизводство.- М.: Пищевая промышленность,1971. – С. 146-153.

Земков, Г.В. Развитие морфо-функциональных нарушений в печени карпа под влиянием возрастающих концентраций меди / Г.В. Земков, Г.Ф. Журавлева, Н.Н. Федорова // Тез. докл. регион. конф.: Экологические проблемы Волги, ч. 2, Саратов, 1989. - С. 115-116.

Земков, Г.В. Ретроспективные и современные данные изучения кумулятивного токсикоза у рыб / Г.В. Земков, Г.Ф. Журавлева // Современные наукоемкие технологии.- 2004.- №1.- С. 31-38.

Иванов, В.П. Региональное распределение ресурсов Каспийского моря / В.П.Иванов, В.Н. Беляева, А.Д. Власенко // Рыбное хозяйство.- 1995.- № 2.- С. 18-21.

Иванов, В.П. Биологические ресурсы Каспийского моря / В.П. Иванов.- Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2000.-100 с.

Иванов, С.А. Получение икры амурских осетровых рыб с сохранением жизни самок / С.А. Иванов // Мат-лы докл III междунар научно-практич. конф.: Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития.- Астрахань, 2004.- С. 176-177.

Иванов, А.А. Оценка физиологического состояния ленского осетра при выращивании в условиях индустриальных хозяйств / А.А. Иванов, П.П. Головин, Н.Н. Романова, О.В. Корабельникова // Известия ТСХА.- 2008.- № 4.- С 81-85.

Иванова, Н.Т. Атлас клеток крови рыб / Н.Т. Иванова. -М.: Пищевая промышленность, 1983.

Исаева, В.А. К вопросу о роли витамина В1 в синтезе нуклеиновых кислот форменных элементов крови / В.А. Исаева // В сб. Материалы VI научной сессии Всесоюзного научно-исследовательского института витаминологии Минздрава СССР. - М., 1967. – С. 87-90

Ихтиофауна Азово-Донского и Волго-Каспийского бассейнов и методы ее сохранения / Под общей редакцией акад. Г.Г. Матишова.-Ростов-на-Дону:Изд-во ЮНЦ РАН, 2009.-272 с.

Кабак, С.Л. Костно-суставная система. Морфологические и биохимические аспекты формирования/ С.Л. Кабак, С.П. Фещенко, Е.П. Аниськова.- Минск: Навука і тэхніка, 1990. - 181 с.

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.

Казаков, Р.В. Методы оценки половых клеток рыб: рыбоводная оценка спермы / Р.В. Казаков, А.Н. Образцов // Обз. Инф. Сер. Мариккультура. ВНИЭРХ.- 1990. -№4.-С. 1-54.

Казьмин А. И. Сколиоз / А.И. Казьмин, И.И. Кон, В.Е. Беленький.- М.: Медицина, 1981. - С. 272 .

Кальченко, Е.И. Динамика состава жирных кислот молоди кеты и горбуши в процессе осенне-зимних морских и океанических миграций / Е.И.Кальченко, А.В. Климов, В.Г. Ерохин, В.И. Шершнева, А.В. Морозова, М.И. Юрьева // Сб. науч. тр. КамчатНИИРО: Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана.-2013.- вып. 30.- С. 89–99.

Камоликова, Л.И. Результаты выращивания личинок осетра в ограниченных объемах воды / Л.И. Камоликова, Л.И. Калмыкова // Кр. тез. научн. докл. к

предстоящему Всесоюзному совещанию: Осетровое хозяйство водоемов СССР.- Астрахань.- ч.1, 1989.- С. 126-128.

Канидьеv, А.Н. Первый поливитаминовый премикс отечественного производства для радужной форели / А.Н. Канидьеv, Е.А. Гамыгин // Рыбное хоз.- во.- 1976.- № 2.- С. 12-14.

Канидьеv, А.Н. Руководство по кормлению радужной форели полноценными гранулированными кормами / А.Н. Канидьеv, Е.А. Гамыгин. -М.: ВНИИПРХ, 1977.- 91 с.

Карзинкин, Т.С. Изучение обмена веществ у рыб в свете решения рыбохозяйственных задач / Т.С. Карзинкин, П.А. Коржуев, Н.С. Строганов // В кн.: Обмен веществ и биохимия рыб. – М.: Наука, 1967. -С. 5-12.

Карнаухов, Г.И. Генетико-биохимические принципы сохранения биоразнообразия азовских осетровых / Г.И. Карнаухов // Тезисы докладов Научно-практическая конф.: Водные биоресурсы России: решение проблем их изучения и рационального использования. - М., 2003.- С.72-73.

Карпюк, М.И. Развитие аквакультуры – важный фактор сохранения водных биоресурсов Каспийского моря / М.И. Карпюк, М. В. Михайлова, А.Ю. Мажник // Рыбное хозяйство.- 2004.- №6. – С.16.

Карпюк, М.И. Патоморфогенез нарушений в органах каспийских осетровых / М.И. Карпюк, Г.Ф. Журавлева, П.П. Гераскин // Успехи современного естествознания.- 2005.- №12. -С.79.

Катунин, Д. Н. Эколого-токсикологическая характеристика Волго-Каспийского бассейна / Д. Н. Катунин, Н. В. Карыгина, А. А. Теркулова, С. Н. Егоров, О. В. Попова, О. Н. Рылина, Е. В. Чуйко, Л. П. Кобзева, Э. С. Попова // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты научно-исследовательской работы за 2003 год. – Астрахань, 2004. – С. 44-56.

Киселев, А.Ю. Установки с замкнутым циклом водоиспользования и технология выращивания в них объектов аквакультуры / А.Ю. Киселев.- М.: ЭКИНАС, 1997.- вып.1. - 80 с.

Киселев, А.Ю. Способ выращивания маточных осетровых рыб с неоднократным получением икры в условиях неволи / А.Ю. Киселев, Е.К. Мееревич, О.В. Жильцов. - Патент на изобретение №: 2203541, 2002.

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.

Князева, Л.М. Повышение эффективности гранулированных кормов для молоди форели путем введения в них витаминов перед кормлением / Л.М. Князева // Сб. научн. трудов ГосНИОРХ.- 1978.- вып. 176. -С. 126-132.

Князева, Л.М. Рекомендации по увеличению срока хранения гранулированных кормов для форели, путем опрыскивания ее водным раствором витамина С / Л.М. Князева. – Л.: ГосНИОРХ, 1979а. – 12 с.

Князева, Л.М. Влияние обогащения диеты витаминами Е и С на физиологические изменения в организме рыб при С-витаминной недостаточности / Л.М. Князева // Тез.докл. Всесоюзн. конф. по экологической физиологии и биохимии рыб. – Астрахань, 1979б. - С. 171-172.

Князева, Л.М. Роль витаминов корма в повышении качества производителей форели и их потомства / Л.М. Князева // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ.- 1981.- вып. 176. -С. 50-58.

Князева, Л.М. Введение повышенной дозы витамина С в искусственные корма для личинок чира / Л.М. Князева, Л.С. Богданова // Тр. ГосНИОРХ: Вопр. Физиологии и кормления рыбы.- 1983.- вып. 14.- С. 111-125.

Кожин, Н.И. Осетровые СССР и их воспроизводство / Н.И. Кожин. Сб. науч. Тр.ВНИРО, 1964, т. 52.- С.21-58.

Кожин, Н.И. Теоретические основы искусственного рыборазведения / Н.И. Кожин // В кн. Теоретические основы рыбоводства.- М.: Наука, 1965. - С. 85-91.

Колотилова, А.И. Витамины. Химия, биология, физиологическая роль / А.И. Колотилова, Е.А. Глушанков. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1976. - 247 с.

Коржуев, П.А. Влияние условий содержания на особенности крови производителей осетровых рыб / П.А. Коржуев // Вопросы ихтиологии.- 1964. - т.4.- вып.3. - С.591-595.

Коробочкина, З. С. Цикличность полового созревания осетровых/ З. С. Коробочкина // Сборник научно-технической информации ВНИРО. – 1964. – Вып. 7. – С. 3–6.

Коротенко, А. В. Самки русского осетра с различными физиолого-рыбоводными характеристиками / А.В. Коротенко // Журнал фундаментальных и прикладных исследований. Естественные науки.- 2011.- №1. -С. 157-161

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

Кост, Е.А. Справочник по клиническим лабораторным исследованиям / Е.А. Кост.- М.: Медицина, 1975. -339 с.

Костылев, В.А. Возможность сохранения редких и исчезающих видов осетровых рыб в тепловодных хозяйствах / А.В. Костылев // Мат-лы докл. III Международной научн.-практ. конф.: Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы пазвития.- Астрахань, 2004.- С. 41-43.

Кокоза, А.А. Искусственное воспроизводство осетровых рыб / А.А. Кокоза. - Астрахань: Изд-во АГТУ, 2004.- 208 с.

Коморкин, Н. А. Изменение содержания витаминов Е и А в печени сеголеток карпа под действием гипотермии / Н.А. Коморкин // Тез. докл. IX Всерос. Конф.: Экол. физиология и биохимия рыб.- Ярославль, 2000.- С. 132-133.

Корниенко, Г.Г. Использование оценок репродуктивных возможностей осетровых рыб в прогнозировании состояния запасов и организации промысла / Г.Г.Корниенко, Ю.И.Реков, Л.И.Ковальчук // Тезисы докладов 7 Всероссийской конференции по проблемам промыслового прогнозирования.- Мурманск, 1998. - С.121-122.

Коробочкина, З. С. Цикличность полового созревания осетровых / З. С. Коробочкина // Сборник научно-технической информации ВНИРО. – 1964. – Вып. 7. – С. 3–6.

Коуи, К. Питание / К. Коуи, Дж. Сарджент // В кн.: Биоэнергетика и рост рыб. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.- С. 8-69

Крепс, Е.М. Липиды клеточных мембран / Е.М. Крепс.- Л.: Наука. 1981 - 340 с.

Кривобок, М. Н. Обмен веществ у производителей волго-каспийских осетра и севрюги / М.Н. Кривобок, О.И. Тарковская.- В кн.: Обмен веществ и биохимия рыб.- М.: Наука, 1967.- С.79-85.

Кривобок, М.Н. Влияние размера и возраста самок волжского осетра на вес и химический состав зрелых икринок / М.Н. Кривобок, А.Я. Сторожук // Вопросы ихтиологии.- 1970. -т.10.- вып. 6. -С.1012-1018.

Кузьмина, В.В. Физиолого-биохимические основы экзотрофии рыб / В.В. Кузьмина.- М.: Наука, 2005. -304 с.

Купинский, С.В. Радужная форель – предварительные параметры стандартной модели массонакопления / С.В. Купинский, С.А. Баранов, В.Ф. Резников // Сб. научн. тр. ВНИИПРХ: Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах.- 1985.- вып. 46. -С. 109-115.

Куфтина, Н.Д. Влияние температуры на некоторые морфо-физиологические параметры икры пинагора (*Cyclopterus lumpus* L.) в период эмбрионального развития / Н.Д. Куфтина, И.И.Зайцева, Г.Г. Новиков // В кн. Биологические основы рыбоводства. Актуальные проблемы экологической физиологии и биохимии рыб. - М.: Наука, 1984.- С. 66-84.

Лабенец, А.В. Некоторые характеристики половых продуктов самцов сибирского (ленского) и русского осетров из маточного стада р/х электрогорской ГРЭС / А.В. Лабенец, А.В. Маилкова, Е.И. Шишанова, А.Г. Новосадов, В.Н. Чагай, Э.В. Бубунец // Материалы и доклады междунар. конф.: Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата.- Астрахань, 2007. - С. 322- 324.

Лав, Р. М. Химическая биология рыб / Р. М. Лав. - М. : Пищевая пром-сть, 1976. - 349 с.

Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин.- М.: Высшая школа, 1990. – 293 с.

Ларцева, Л.В. Микрофлора осетровых и расслоение мышц / Л.В. Ларцева // Рыбное хозяйство.- 1990.- №6.- С.37.

Ларцева, Л.В. Мониторинг инфекций и инвазий промысловых видов рыб. Оценка санитарно-эпизоотического состояния водоема/ Л.В. Ларцева, В.В. Проскурина, С.Ю. Касаева// Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 2003 год.- Астрахань: КаспНИРХ, 2004.- С.466-475

Лемперт, О.Т. Потребности радужной форели, выращенной в установке с замкнутым водоснабжением, в витаминах В₁, В₂, В₅ и С / О.Т. Лемперт // Сб.науч.тр. ВНИИПРХ. - 1987. - вып.52. - С.29-31.

Лиманский, В.В. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы / В.В. Лиманский, А.А. Яржомбек, Е.Н. Бекина, С.Б. Андронников. – М.: ВНИИПРХ, 1984. – 60 с.

Ложичевская, Т.В. Функциональное состояние русского осетра в Азовском море / Т.В. Ложичевская, Г.Г. Корниенко, Н.Г. Дорошева, Л.П. Ружинская, Л.И. Ковальчук// Сб. науч. трудов: Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна: (1996-1997 гг.) – Ростов-на-Дону, 1998. - С. 274–279.

Ложичевская, Т. В. Динамика показателей функционального состояния азовского осетра / Т. В.Ложичевская, Г. Г.Корниенко, Л. П. Ружинская // Мат. междунар. конф.: Биологич. ресурсы окраинных и внутр. морей России и их рациональное использование (запасы, многовидовые модели, сбалансированное рыболовство, экологическая ситуация).- Ростов-на-Дону, 2000.- т.2.- С. 39-40.

Лукьяненко, В.И. Половой деморфизм и сезонная динамика морфофизиологических параметров русского осетра в речной период жизни / В.И. Лукьяненко, В.М. Распопов // Тезисы отчетной сессии ЦНИОРХ.- Астрахань, 1972. -С. 92-95.

Лукьяненко, В. И. Возрастно-весовой стандарт заводской молодежи каспийских осетровых / В.И. Лукьяненко, Р.Ю. Касимов, А. А.Кокоза. – Волгоград, 1984. - 229 с.

Лукьяненко, В.И. Влияние экстремальных условий приплотинной зоны реки на осетровых рыб / В. И. Лукьяненко, В. И. Дубинин, А. Д. Сухопарова.- Рыбинск: Ин-т биологии внутр. вод им. И. Д. Папанина, 1990. - 272 с.

Лукьяненко, В.И. Комплексный физиолого-биохимический мониторинг природных популяций рыб и качества водной среды / В.И. Лукьяненко // Тез. Докл. 8 науч. конф. по экол. физиол. и биохимии рыб. - Петрозаводск, 1992. - С. 192-195.

Лукьяненко, В. И. Физиолого-биохимическая и рыбоводная характеристика разновозрастных производителей волго – каспийских осетровых в связи с проблемой их искусственного воспроизводства / В.И. Лукьяненко, П.В. Кулик. – Рыбинск :Ин -т биологии внутренних вод РАН, 1994. - 270 с .

Львов, Л.Ф. О соотношении полов в маточном стаде стерляди / Л.Ф. Львов // Краткие тез.науч. докл.: Осетровое хозяйство в водоемах СССР.- Астрахань, 1984.- С. 206-207.

Львов, Л.Ф. О схеме стерляжьего хозяйства на Волге / Л.Ф. Львов // Краткие тез.науч. докл.: Формирование запасов осетровых в условиях комплексного использования водных ресурсов. - Астрахань, 1986.- С. 206-207.

Львов, Л.Ф. Получение потомства севрюги прижизненным методом на ОРЗ Лебяжий / Л.Ф. Львов // Материалы междунар. науч.-практ. Конф.: Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития.- Екатеринбург, 2003. -С. 41-43.

Магомаев, Ф.М. Первые результаты по выращиванию осетровых в Дагестане / Ф.М. Магомаев, Г.М. Гимбатов, А.-Н.О. Шайхулисламов // Мат-лы докл. II Международной симп.: Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре.- Краснодар, 1999. - С. 58-59.

Макаров, Э.В. О половом созревании азовских осетровых / Э.В. Макаров, С.В. Тихонова // Рыбное хозяйство.- 1968.- № 5. -С. 9-11.

Макаров, Э.В. Пути развития осетрового хозяйства в бассейне Азовского моря / Э.В. Макаров, Л.Г. Баландина, Г.Г. Корниенко, Ю.И. Реков // Сб. науч. трудов (1996-1997 гг.): Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна, Ростов-на-Дону, 1998. – С. 192-207.

Макаров, Э.В. Экологические аспекты проблемы развития рыбного хозяйства в Азовском бассейне / Э.В. Макаров, А.Д. Семенов // Сб. науч. Тр. АзНИИРХ: Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна. - Ростов-на-Дону, 1996. - С.6-20.

Макаров, Э.В. Живые ископаемые близки к вымиранию: Научный очерк об осетровых / Э.В. Макаров, Л.Д. Житнева, Н.А. Абросимова.- Ростов-на-Дону: Батайское книжное издательство, 2000. - 143 с.

Макаров, Э. В. Проблемы развития осетроводства в Азовском бассейне / Э. В. Макаров, С. Э. Грибанова // Мат. междунар. конф.: Биологич. ресурсы окраинных и внутр. морей России и их рацион. использ. (запасы, многовидовые модели, сбалансированное рыболовство, экологическая ситуация.- Ростов-на-Дону, 2000.- т.2. - С. 44-45.

Маилян, Р.А. О возможности доместикации, сохранения генофонда и повешения качества маточного поголовья каспийских осетровых / Р.А. Маилян, Э.М. Егиазарян // Кр. тез. научн. докл. к предстоящему всесоюзному совещанию: Осетровое хозяйство водоемов СССР.- Астрахань, 1989. -т. 36.- № 9. - С. 77-80

Маликова, Е.М. Использование витаминов в качестве профилактических и лечебных средств при заболеваниях молоди лосося на рыбоводных заводах / Е.М. Маликова, С.О. Апине, Р.Э. Шалдаева // Тр. НИИРХ СНХ Латвийской ССР.- Рига, 1961, с. 453

Маликова, Е.М. Биохимический состав беспозвоночных и его зависимость от экологических условий их обитания / Е.М. Маликова // Сб. работ кафедры ихтиологии и рыбоводства и научно-исследовательской лаборатории рыбного хозяйства ВЗИПП.- 1971.- вып.1.- С. 30-43.

Малиновская, Л.В. Современная оценка макрозообентоса Каспийского моря как объекта питания бентосоядных рыб (на примере восточного района Северного и Среднего Каспия) / Л.В. Малиновская, Т.Д. Зинченко, Л.А. Кочнева.- Аграрная Россия.- 2008.- №3.- С.29034.

Мальцев, С.А. Организация рыбоводных работ с осетровыми рыбами в Нижневожрыбводе / С.А. Мальцев // Материалы всероссийского совещ.: Искусственное воспроизводство и охрана ценных видов рыб. - М., 2001. - С. 236-256.

Мальцев, С.А. Формирование ремонтно-маточного стада осетровых рыб на Волгоградском осетровом рыбоводном заводе / С.А. Мальцев // Сб. материалов совещания по вопросам воспроизводства рыбных запасов. – Ростов-на Дону, 2002. – С. 109-117

Малышева, Г.И. Физиологическая оценка производителей севрюги (*Acipenser stellatus* Pall) по показателям крови в связи с естественным нерестом и гипофизарной инъекцией / Г.И. Малышева // Труды ЦНИОРХ: Осетровые СССР и их воспроизводство.-М.- 1967. - Т.1. - С. 216-221

Малышева, Г.И. Изменение показателей крови севрюги *Acipenser stellatus* Pallas во время естественного нереста и при гипофизарных инъекциях / Г.И. Малышева // Тез. докл. науч. совещ.: Физиологические основы экологии водных животных.- Севастополь, 1965. - С. 63-65.

Малышева, Г.И. Физиологическая оценка производителей севрюги *Acipenser stellatus* Pallas по показателям крови / Г.И. Малышева // Тр. КаспНИРО.- Т. 22. - 1966.- С.102-106.

Малышева, Г.И. Физиологическая оценка производителей севрюги (*Acipenser stellatus* Pall) по показателям крови в связи с естественным нерестом и гипофизарной инъекцией / Г.И. Малышева // Труды ЦНИОРХ: Осетровые СССР и их воспроизводство.- М.-1967. - Т.1.- С. 216-221.

Мамонтов, Ю.П. Аквакультура России в новом столетии / Ю.П. Мамонтов // Тезисы докладов научно - технического симпозиума: Современные средства воспроизводства и использования водных биоресурсов.- 2000.- т. 4.- С - 57-59.

Маргазанова, Д.К. Физиологические показатели производителей осетровых рыб в современных экологических условиях / Д.К. Маргазанова, Г.Ф. Журавлева, М.А. Егоров // Успехи современного естествознания.- 2005.- №8.- С. 14-16.

Матишов, Г.Г. Инновационные технологии индустриальной аквакультуры в осетроводстве / Г.Г. Матишов, С.В. Пономарев, Е.Н. Пономарева.- Ростов-на Дону: изд-во ЮНЦ РАН, 2007. -368 с.

Матишов, Г.Г. Практическая аквакультура (разработки ЮНЦ РАН и ММБИ КНЦ РАН) / Г.Г. Матишов, Е.Н. Пономарева, Н.Г. Журавлева Н.Г. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. - 284 с.

Матусис, А.А. Связанная форма аскорбиновой кислоты. Аскорбиген в тканях животных / А.А. Матусис // Биол. эксперименты в биологии и медицине, 1945. - С. 66.

Металлов, Г.Ф. Физиолого-биохимическая оценка состояния русского осетра в современных условиях Волго-Каспия / Г.Ф. Металлов, П.П. Гераскин, Г.К. Шелухин, В.П. Аксенов // В кн. Физиолого-биохимический статус волго-каспийских осетровых в норме и при расслоении мышечной ткани (кумулятивный политоксикоз). – Рыбинск, 1990. – С. 181-187.

Металлов, Г.Ф. Физиолого-биохимические аспекты оценки рыбоводного "качества" самок севрюги *Acipenser stellatus* (Pall.) / Г.Ф. Металлов, П.П. Гераскин, В.П. Аксенов // Инф. Пакет. Серия: Аквакультура: проблемы и достижения.- 1997. - вып. 7 - С. 4-14.

Металлов, Г. Ф. Биохимические и морфофизиологические показатели русского осетра в современных экологических условиях Волго-Каспия / Г. Ф. Металлов, В. М. Распопов, В. П. Аксёнов, В. Г. Чипинов // Сборник материалов и докладов Международного симпозиума: Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата. – Астрахань, 2007. – С. 484-486.

Металлов, Г.Ф. Некоторые аспекты сравнительной физиологии каспийских и амурских осетровых рыб / Г.Ф. Металлов, П.П. Гераскин, О.А. Левина // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство.- 2014.- №1. - С. 74-78

Мизенко, Е.И. Влияние температурного режима на липидный состав сеголетков семги/ Е.И. Мизенко // Сб. докладов: Экологическая физиология и биохимия рыб.- 1979.- Т. 2. - С. 127—129.

Мильштейн, В.В. Товарное выращивание осетровых / В.В. Мильштейн, А.П. Сливка.- Астрахань: ЦНИОРХ, 1972.- 30 с.

Михайловский, М.В. Этиология, патогенез и патомеханизм идиопатического сколиоза / М.В. Михайловский, А.М. Зайдман // Хирургия позвоночника. – 2004. – №2. – С.88-97.

Мурзина, С.А. Влияние жирных кислот (маркеров пищевых источников рыб) на механизмы адаптации в условиях высоких широт (Обзор) / С.А. Мурзина, З.А. Нефедова, Н.Н. Немова // Тр. Карельского научного центра РАН.- 2012.- №2. - С. 18-25.

Нгуен, Д.Ф. Качественный состав осетра, мигрирующего в р. Волгу в 2005 г. / Д.Ф. Нгуен, А.Б. Курманбаев // Тезисы докладов IX ежегодн. науч. конф. студентов и аспирантов базовых Южного научного центра РАН. - Ростов-на-Дону, 2013.- С 46.

Николюкин, Н.И. Инструкция по разведению и товарному выращиванию гибридов белуги со стерлядью / Н.И. Николюкин, И.А. Бурцев. - М.:ОНТИ ВНИРО, 1969. - 52 с.

Никольский, Г. В. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов / Г.В. Никольский. - М.: Наука, 1965. -376 с

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.

Овчаров, К.Е. роль витаминов в жизни растений / К.Е. Овчаров.- М.: Агропромиздат, 1956. – 126 с.

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.

Остроумова, И. Н. Рост карпа и распределение липидов в его тканях в условиях теплых вод при различных рационах питания / И.Н. Остроумова, Г.В. Комарова // Гидробиол. журн.- 1979. - №6.- С. 66-71

Остроумова, И.Н. Теоретические основы использования высокобелковых и высоконуклеиновых продуктов микробиосинтеза для замены рыбной муки в кормах рыб / И.Н. Остроумова, Ж.И. Абрамова // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ.- 1981.- Вып. 176. - С.3-36.

Остроумова, И.Н. Совершенствование рецептуры кормов и методов кормления в индустриальном рыбоводстве / И.Н. Остроумова // Рыбоводство.- 1987.- №3.

Остроумова, И.Н. Роль цеолитов в торможении перекисного окисления липидов рыбной муки / И.Н. Остроумова, К.Б. Мосейчук // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ.- 1997а.- вып. 325. -С. 31-39.

Остроумова, И.Н. Проблема повышения качества комбикормов в индустриальном рыбоводстве / И.Н. Остроумова // Инф. пакет. Серия Аквакультура. Корма и кормление рыб. – 1997б.- вып. 1. - С. 1-12

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

Остроумова, И.Н. Биологические основы кормления рыб. И.Н. Остроумова. Изд-е 2.-СПб.:ГосНИОРХ, 2012.-564 с.

Павлов, А. В. Анализ нерестовых популяций осетра и белуги в реке Волге в 1970 г. / А. В. Павлов, В. М. Распопов // Тезисы отчетной сессии ЦНИОРХ. – Астрахань, 1971. – С. 86-88.

Персов, Г.М. Дозирование спермиев как способ управления оплодотворением яйцеклеток осетровых / Г.М. Персов // Докл. АН СССР.- 1953.- №6.- С. 1183-1185.

Петренко, В.П. Эффективность применения витаминного премикса и комплекса микроэлементов в комбикормах для товарного карпа / В.П. Петренко

// Сб.науч.тр.: Вопросы интенсификации прудового рыбоводства.- М.: ВНИИПРХ, 1985. – С.16-18.

Петрухин, И.В. Корма и кормовые добавки / И.В. Петрухин. - М.: Росагропромиздат, 1989. - 526 с

Подушка, С.Б. Способ получения икры от самок осетровых рыб: А. С. №14112035. СССР, 1986.

Подушка, С.Б. Изменить схему воспроизводства осетровых // Рыбное хозяйство. – 1995.- № 2.- С.31-32.

Подушка, С.Б. Ускоренное формирование маточных стад осетровых в рыбоводных хозяйствах / С.Б. Подушка // Тез. докл. первой научно-практ. конф.: Проблемы современного товарного осетроводства, Астрахань, 1999. -С.71-73.

Подушка, С.Б. Использование аномалий обонятельного органа в качестве маркера выпускаемой рыбоводными заводами молоди осетровых / С.Б. Подушка, А.В. Левин // Сборник научных трудов ГосНИОРХ, 1988.- вып. 281.- С. 132-137.

Покровская, З.И. Авитаминозы молоди лосося. / З.И. Покровская // Тезисы докл. IV научной конференции по изучению водоемов Прибалтики. 14 – 18 апреля 1958. Вильнюс. 1958. С. 23

Пономарев, С.В. Жирные кислоты и жирорастворимые витамины в искусственных комбикормах для личинок сиговых рыб / С.В. Пономарев // Сб.науч.тр.: Вопросы физиологии и биохимии питания рыб. М.: ВНИИПРХ, 1987. – вып.52. – С.48-55.

Пономарев, С.В. Ферментативный гидролиз рыбной муки как способ совершенствования стартового корма для ранней молоди сиговых рыб / С.В. Пономарев, А.Н. Канидьев, Л.С. Слободяникова, В.К. Латов // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ.- 1988.- вып. 53.- С.121-130.

Пономарев, С.В. Эффективность применения витаминных инъекций для производителей русского осетра / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, М.Н. Сорокина // Материалы междунар. научно-практ. Конференции: Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России. -Краснодар, 2001. -С.89-90.

Пономарев, С.В. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России / С.В. Пономарев, Е.А. Гамыгин, С.И. Никоноров, Е.Н. Пономарева, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева.- Астрахань: Нова полюс, 2002а.- 264 с.

Пономарев С.В. Способ подготовки производителей осетровых к нересту. / С.В. Пономарев, Е.Н. Пономарева, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева, В.Е. Дубов, М.Н. Сорокина // Патент на изобретение RUS 2233083 от 12.08.2002б.

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, 2003а.-13 с.

Пономарев, С.В. Биологические основы разведения осетровых и лососевых рыб на интенсивной основе / С.В. Пономарев, Е.Н. Пономарева. - Астрахань: АГТУ, 2003б.-256 с.

Пономарев, С.В. Эффективность использования витаминных препаратов для подготовки самок осетровых рыб к нересту / С.В. Пономарев, М.Н. Сорокина, Е.Н. Пономарева, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева, В.Е. Дубов // Вестник Кабардино-Балкарского Государственного Университета. Серия: Биологические науки.- 2004.- вып.6. -С. 21-22.

Пономарев, С.В. Новые методы повышения эффективности кормления стерляди / С.В. Пономарев, Д.Н. Сырбулов, И.В. Пузанков, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство.-2005.- №3 (26).- С. 54-57.

Пономарев, С.В. Индустриальная аквакультура / С.В. Пономарев, Ю.Н, Грозеску, А.А. Бахарева. - Астрахань: ИП. Грицай, 2006. - 312 с.

Пономарев, С.В. Осетроводство на интенсивной основе / С.В. Пономарев, Ф.М. Магомаев. - Махачкала: Изд-во Эко-экспресс, 2011. – 352 с.

Пономарев, С.В. Корма и кормление рыб в аквакультуре / С.В. Пономарев, Ю.Н.Грозеску, А.А. Бахарева. - М.:Моркнига, 2013.-417 с.

Пономарев, С.В. Технология содержания и кормления разновозрастных осетровых рыб при низкой температуре воды (теоретические и практические основы) / С.В. Пономарев, В.Г. Чипинов, Е.Н. Пономарева, Г.М. Чипинова, В.Е. Дубов, Д.Н. Сырбулов.- Астрахань: Изд-во ООО «Альфа-Аст», 2005. - 20с.

Пономарев, С.В. Корма и кормление рыб в аквакультуре / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева. М.:Моркнига, 2013.- 414с.

Пономарева, Е.Н. Новый поливитаминный премикс для осетровых рыб / Е.Н. Пономарева, А.А. Бахарева // Тез. докл. II Междунар. симпоз.: Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре.- Адлер, 1999.- С.68-69.

Пономарёва, Е.Н. Результаты разработки методов формирования маточных стад стерляди в условиях замкнутого водообеспечения / Е.Н. Пономарёва, М.Н. Сорокина, В.А. Григорьев, А.В. Ковалёва, А.А. Корчунов // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. -2010.- № 1. -С. 86-91.

Пономарева, Е.Н. Моделирование среды, как экологический способ решения актуальных проблем аквакультуры / Е.Н. Пономарева, Г.В. Металлов, О.А. Левина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. -2014. -Т. 16, -№1.- С. 188-191.

Попова, А.А. Основные направления исследований по товарному осетроводству / А.А. Попова, Л.Ф. Львов, Л.В. Пискунова, Г.Н. Резанова, А.П. Сливка, В.Н. Шевченко, Л.Г. Колодкова // Рыбное хозяйство.- 1997.- №5.- С.37-38.

Попова, А.А. Результаты опытно-промышленных работ по созданию маточного стада белуги на ОРЗ дельты Волги / А.А. Попова, В.Н. Шевченко, Л.В. Пискунова, П.В. Чернова, Г.Г. Маринова // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: результаты НИР за 2000 год.- Астрахань: КаспНИРХ, 2001. – С. 303-310.

Попова, А.А. Биологические и технологические регламенты формирования и содержания маточных стад осетра и белуги в условиях ОРЗ дельты Волги / А.А.Попова, Л.В. Пискунова, В.Н. Шевченко // Рыбохозяйственные

исследования на Каспии: Результаты НИР за 2003 год. Астрахань: КаспНИРХ, 2004. - С. 496-501.

Приказ Госкомрыболовства РФ от 21.09.1999 № 264 (ред. от 26.03.2010, с изм. от 19.04.2010) "Об утверждении временных биотехнических нормативов по разведению молоди ценных промысловых рыб предприятиями по искусственному воспроизводству рыбных запасов Российской Федерации"

Прошин, Я.Г. Пути решения проблемы дефицита производителей на осетровых рыбоводных заводах Севкаспрыбвода / Я.Г. Прошин, И.В. Максудьянц // Мат. всероссийского совещ.: Искусственное воспроизводство и охрана ценных видов рыб.- М., 2001. -С. 233-235.

Пряхин, Ю.В. Методы рыбохозяйственных исследований / Ю.В. Пряхин, В.А. Шкицкий. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008.- 256 с.

Путилова А.А. Сколиозная болезнь / А.А. Путилова, А.Т. Лихварь. - Киев: Здоровье, 1975. - 160 с.

Равен, Х. Оогенез: накопление морфогенетической информации: пер. с англ. / Х. Равен. – М. : Мир, 1964 . - 306 с.

Раденко, В.Н. О потребности личинок рыб в витаминах / В.Н. Раденко // Инф. Пакет. Серия: Аквакультура. Корма и кормление.- 1993.- вып. 1.- С. 23-30.

Раденко, В.Н. Использование стойких к разрушению заменителей аскорбиновой кислоты в комбикормах для рыб / В.Н. Раденко // Инф. Пакет. Серия: Аквакультура. Корма и кормление.- 1997.- вып. 2. - С. 1-14.

Распопов, В. М. Морфофизиологические параметры ходовой и покатной белуги / В.М. Распопов // Тезисы отчетной сессии ЦНИОРХ. – Астрахань, 1972.– С.145-147.

Распопов, В.М. Оценка естественного воспроизводства русского осетра в Волге / В.М. Распопов // Сб. науч. тр.: Экология молоди и проблемы воспроизводства каспийских рыб.– М.: ВНИРО, 2001. – С. 238-246.

Распопов, В.М. Экологические основы воспроизводства осетровых в условиях современного стока реки Волга / В.М. Распопов, Т.Н. Кобзева.- Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007.-195 с.

Распопов В. М. Естественное воспроизводство рыбных ресурсов и техногенное общество (на примере осетровых) / В.М. Распопов, Ю.В. Сергеева // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство.- 2009. –№ 2. – С. 14–16.

Рачек, Е.И. Результаты выращивания сеголетков амурского осетра от созревших производителей первого доместифицированного поколения / Е.И. Рачек, В.И. Скирин // Мат-лы докл. III Международной научн.-практ. конф. : Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития.- Астрахань, 2004.- С. 71-74.

Резников, В.Ф. Стандартная модель массонакопления рыбы / В.Ф. Резников, С.А. Баранов, Е.А. Стариков, Г.И. Толчинский // Сб. научн. тр. ВНИИПРХ: Механизация и автоматизация рыбоводства и рыболовства во внутренних водоемах. -1978.- вып. 22. – С.182-196.

Ржавская, Ф.М. Жиры рыб и морских млекопитающих / Ф.М. Ржавская.- М.:Пищевая промышленность, 1976.- 470 с.

Римш Е.Я. Биохимические изменения, происходящие в гонадах самок белого амура в процессе их созревания / Е.Я. Римш // Серия биологическая. - 1967.-Т.8.(44). – С. 51-56

Романов, А.А. Нарушение гонадо- и гаметогенеза осетровых Каспийского моря / А.А. Романов, А.Н. Шевелёва, Ю.В. Алтуфьев / В кн. Физиолого-биохимический статус Волго-Каспийских осетровых в норме и при расслоении мышечной ткани (кумулятивный политоксикоз).– Рыбинск, 1990.– С. 92-100.

Романов, А.А. Мониторинг гистоморфологических нарушений гонадо-гаметогенеза осетровых рыб Волго-Каспийского региона / А.А. Романов, Е.С. Беляева // Сб. науч. тр. КаспНИРО: Экология молоди и проблемы воспроизводства каспийских рыб. – М., 2001. – С. 246-268.

Ромейс, Б. Микроскопическая техника / Б. Ромейс.- М.: Изд-во иностранной литературы, 1954.- 718 с.

Садлер, Д.-А.А. Качественная оценка продукционных стад русского осетра в зависимости от условий содержания / Д.-А.А. Садлер, А.А. Кокоза,

О.Н. Загребина // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство.- 2012.- №1. -С.175-180.

Свирский, В.Г. Маточные группы осетровых в тепловодном хозяйстве Приморья / В.Г. Свирский, Е.И. Рачек, Л.В. Картаева // Тез. Докл. Междунар конф.: Осетровые на рубеже XXI века.- Астрахань, 2000. - С.320-321.

Сергеева, Т.Г. Биохимия витаминов и минеральных элементов / Т.Г. Сергеева. – Калининград: КТГУ, 1998. – 122 с.

Сидоров, В.С. Экологическая биохимия рыб. Липиды/ В.С. Сидоров.- Л.: Наука, 1983.-240 с.

Скляр, В.Я. Кормление рыб/ В.Я. Скляр, Е.А. Гамыгин, Л.П. Рыжков. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 119 с.

Скрипник, Д.С. Рост и физиологическое состояние молоди осетровых при выращивании в искусственных водоемах с использованием в кормосмесях витаминов группы В / Д.С. Скрипник, А.А. Панкратов. Информ. Лист №335-96. Краснодар: ЦНТИ, 1996.-3 с.

Сливка, А.П. О значении витаминов в питании бестера / А.П. Сливка // Рыбное хозяйство. -1974.- № 3.- С.21-22.

Смирнов, В.А. Витамины и коферменты: учеб. пособ. Ч. 2 / В.А. Смирнов, Ю.Н. Климочкин. –Самара: СГТУ, 2008. –91с.

Соболев, К. Д. Накопление тяжелых металлов и содержание витаминов в естественной пище рыб озера Песьво и реке Волхов / К.Д. Соболев // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ.- 2005.- вып. 333.- 278-286 с.

Соколов, Л.И. Созревание и плодовитость сибирского осетра р. Лены / Л.И. Соколов // Вопросы ихтиологии.- 1965.- т. 5. - вып. 1.- С. 70-81.

Солдатов, В.К. Исследование осетровых Амура / В.К. Солдатов // Материалы к познанию русского рыболовства.- 1915.-Т.III.-вып. 12.

Сорвачев К.Ф. Основы биохимии питания рыб / К.Ф. Сорвачев. – М.: Легк. и пищ. пром-ть, 1982. – 247 с.

Спиричев, В.Б. К вопросу о механизме гемолитического действия витамина Д₂. Образование перекисей липидов / В.Б. Спиричев, Н.В. Блажеевич // Вопросы мед и химии. - 1968. - т.14. - № 4. - С.371.

Строганов, Н. С. Экологическая физиология рыб / Н. С. Строганов. – М.: Наука, 1962.–444 с.

Строганов, Н.С. Акклиматизация и выращивание осетровых рыб в прудах / Н. С. Строганов.-М.: Из-во МГУ, 1968. -254 с.

Сухопарова, А.Д. Гематологические показатели осетровых рыб с признаками расслоения мышечной ткани / А.Д. Сухопарова, В.И. Дубинин // В кн.: Физиолого-биохимический статус волго-каспийских осетровых в норме и при расслоении мышечной ткани. - Рыбинск, 1990.-57с.

Сырбулов, Д.Н. Гематологические показатели ремонтно-маточного стада стерляди, содержащегося на волгоградском осетровом рыбноводном заводе / Д.Н. Сырбулов // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство.- 2005а.- № 3.- С. 79-84.

Сырбулов, Д.Н. Формирование ремонтно-маточного стада - путь гарантированного получения молоди волжских осетровых / Д.Н. Сырбулов, А.И. Николаев, К.В. Дудин К.В. // Рыбное хозяйство, 2005б, №4, С.22-23.

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.

Терруан, Т. Взаимодействие витаминов / Т. Терруан. – М.: Пищевая промышленность, 1969. - 78 с.

Тимошина Л.А. Влияние каротиноидов на биохимические показатели производителей форели в период созревания гонад / Л.А. Тимошина, К.Б. Мосейчук, И.Н. Остроумова, Л.В. Смирнова // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ.- 1997.- вып. 325.-С.16-26.

Титарев, Е.Ф. Опыт применения витаминных добавок в кормах для двухлетков радужной форели / Е.Ф. Титарев // Тр. ВНИИПРХ: Новые формы и новые объекты рыбоводства. – М., 1973.- т.ХХІ. - С. 68-73.

Тихомиров, А.М. Испытание макета нового устройства «Ихтиотест» на молоди русского осетра / А.М. Тихомиров, Ж.Д. Хабумугиша // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство.- 1997. - С.97-98

Тихонова, С.В. О влиянии резорбции на периодичность нереста донской севрюги / С.В. Тихонова // Тр. ВНИРО.- 1972. -Т. 89.- С. 186-191.

Тищенко, Л.Д. Витамины в дерматологии / Л.Д. Тищенко. – М.: Изд.-во Ун.-та дружбы народов, 1987. – 92 с.

Труфанов А.В. Биохимия витаминов и антивитаминов / А.В. Труфанов. – М.: Колос, 1972. – 165 с.

Турдаков, А.Ф. Воспроизводительная система самцов рыб / А.Ф. Турдаков. - Фрунзе: Илим, 1972.

Тяпугин, В. В. Изменение состояния зрелости ооцитов у озимого осетра летнего хода при передерживании его в прудах куринского типа для использования в следующем рыбоводном сезоне / В. В. Тяпугин // Мат-лы докл. III Междунар. науч.-практич. конф.: Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. – Астрахань, 2004. – С. 134–138.

Тяпугин, В.В. Результаты одомашнивания диких производителей русского осетра (*AcipenserGuldenstadtii*) в садковом комплексе ООО «Астраханская рыбоводная компания «Белуга» / В. В. Тяпугин, О. Н. Загребина // Вестник АГТУ, Серия:Рыбное хозяйство.- 2010.- № 2. -С. 79-83.

Тяпугин, В.В. Межнерестовые периоды доместифицированных самок белуги и русского осетра, содержащихся в садках товарного хозяйства ООО АРК «Белуга» в Астраханской области / В.В. Тяпугин, А.З. Юсупова, Л.М. Васильева // Естественные науки. - 2013.- № 1 (42).- С. 81-86

Устинов, А.С. Эффективные технологии производства живой рыбы в г. Липецке / А.С. Устинов // Мат-лы докл. II междунар. симп.: Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре.- Краснодар, 1999.- С. 108-109.

Филлипов, В.В. Биотин в растительном и животном организме / В.В. Филлипов. – М.: Легк. и пищ. пром-ть, 1962. – 132 с.

Фёдорова, Л.С. Физиолого-биохимическая характеристика половых продуктов и личинок осетровых рыб при искусственном их разведении / Л.С. Федорова // Вопросы ихтиологии. -1976.- Т. 16.- вып.3.- С. 475-484.

Федорова, Л.С. Некоторые стороны белкового обмена самок белуги весенней миграции при дозревании гонад / Л.С.Федорова, С.Д. Груданова // Разработка биологических основ и биотехники развития осетрового хозяйства в водоемах СССР (по материалам 1967 г.). – Астрахань, 1968.- С.73-76.

Федорова, Л.С. Некоторые стороны белкового обмена самок белуги весенней миграции при дозревании гонад / Л.С.Федорова, С.Д. Груданова // Труды ЦНИОРХ: Осетровые СССР и их воспроизводство.- М.:Пищевая промышленность, 1971.- т.Ш. - С. 322-330.

Федорова, Л.С. Некоторые биохимические показатели степени зрелости икры азовской белуги, инъецированной гормоном гипофиза / Л.С. Федорова // Труды ЦНИОРХ, 1972. –Т.4. –С.200-208.

Химический состав пищевых продуктов/ Под. Ред. А.А. Покровского. М.:Пищевая промышленность, 1976.- 226 с.

Ходоревская, Р.П. Ихтиологический мониторинг за состоянием запасов осетровых в Каспийском море / Р.П. Ходоревская, Е.В. Красиков, Г.Ф. Довгопол, О.Л. Журавлева // В кн. Мониторинг биоразнообразия. - М.:Пищевая промышленность, 1997.-С. 159-164.

Ходоревская, Р.П. Оценка условий нагула белуги (*Huso huso* L.) в северо-западной части Северного Каспия / Р.П. Ходоревская, А.А. Полянинова // В кн. Морские гидробиологические исследования. - М.: ВНИРО, 2000.- С. 205-208.

Ходоревская, Р.П. Состояние запасов осетровых в Волго-Каспийском бассейне / Р.П. Ходоревская, А.Д. Власенко // Сб. научных статей Международ. Конференции, посвящ. 100-летию со дня рождения док. Биол. Наук Е.Н. Казанчеева: Проблемы изучения и рационального использования природных ресурсов морей.- Астрахань, 2001.- С. 236-241.

Ходоревская, Р.П. Состояние запасов осетровых рыб Каспийского моря и стратегия их восстановления / Р.П. Ходоревская, А.А. Романов // Рыбное хозяйство.- 2007.- №3.-С. 50-52.

Ходоревская, Р.П. Современное состояние запасов осетровых каспийского бассейна и меры по их сохранению / Р. П. Ходоревская, В. А. Калмыков, А. А. Жилкин // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство.- 2012. -№ 1. -С. 99-106

Хорошко, П.Н. Атлас нерестилищ осетровых рыб бассейна Волги / П.Н. Хорошко, А.Д. Власенко, А.С. Новикова. -Волгоград, 1971. – 90 с.

Хохлова М.В. Стерлядь реки Енисея / М.В. Хохлова // Вопросы ихтиологии.- 1955. - Вып. 4.- С. 41-56.

Цитович, И.К. Определение содержания витамина С / И.К. Цитович // В кн.: Химия с сельскохозяйственным анализом.- М.: Колос, 1974. -С. 501-502.

Чебанов, М.С. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб / М.С.Чебанов, Е.В. Галич, Ю.Н. Чмырь. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004.- 136 с.

Чепуркина, М.А. Современное состояние и перспективы формирования ремонтно-маточных стад осетровых рыб при использовании геотермальных вод в тюменской области/ М.А.Чепуркина, А.Н. Астахова, Т.В. Захарова// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. -2008.- № 4.- С. 100-104.

Чипинов, В.Г. Руководство по формированию маточного стада осетровых рыб методом доместикации/ В.Г. Чипинов, С.В. Пономарев, Г.М. Чипинова, Е.Н. Пономарева. - Астрахань, 2004. -24 с.

Чипинов, В.Г. Особенности содержания ремонтно-маточного стада осетровых рыб на предприятиях аквакультуры в зимний период / В.Г. Чипинов, С.В. Пономарев, Г.М.Чипинова // Тезисы докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию Московской рыбноводно-мелиоративной опытной станции и 25-летию ее реорганизации в ГНУ ВНИИР.- Москва, 2005. -С. 248-253.

Чихачёв, А.С. Многолетний мониторинг генетической структуры азовских популяций осетровых рыб / А.С. Чихачев // Тез. докл. I конгресса ихтиологов России.-Астрахань,1996.- С. 368–369.

Членов, В.А. Витамины кормовые препараты / В.А. Членов. – М.: Колос, 1982. – 94с.

Шабалина, А.А. Изменение количества гемоглобина в крови радужной форели в зависимости от рациона возраста, веса и стадии зрелости / А.А. Шабалина, Л.М. Князева // Тр. ГосНИОРХ.- 1969.- т.68. -С. 72-78.

Шатуновский, М.И. Экологические закономерности обмена веществ морских рыб / М.И. Шатуновский.- М.: Наука, 1980. 283 с.

Шебанин, В.М. Осетровые в рыбноводном цехе Алексинского химического комбината В.М. Шебанин, С.Б. Подушка // Тез. докл. I конгресса ихтиологов России.-Астрахань, 1996.- С. 324-325.

Шевченко, В. Н. Влияние условий содержания domestцированных самок русскогоосетра на продолжительность межнерестового цикла / В. Н. Шевченко, А. А. Попова, Л. В. Пискунова // Мат-лыдокл. III Междунар. науч.-практич. конф.: Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. – Астрахань, 2004. – С. 139–141

Шевченко, В.Н. Современное состояние ремонтно-маточного стада осетровых рыб, формируемого на НЭБ «БИОС» / В.Н. Шевченко, М.В. Емелин // Сборник научных трудов: Рыбохозяйственные исследования в низовьях реки Волги и Каспийском море. – Астрахань, 2012.- С 184-187.

Шелухин, Г.К.Показатели обмена веществ у русского осетра с различной степенью мышечной патологии в морской период жизни / Г.К. Шелухин, Г.Ф. Металлов, П.П. Гераскин // Сб. науч. докл.: Осетровое хозяйство водоемов СССР, Астрахань, 1989.-С.45.

Шелухин, Г. К. Некоторые результаты эколого-биохимического мониторинга осетровых в Каспийском море / Г. К. Шелухин, А. В. Шигапова/ // Тезисы докладов IX Всероссийской конференции по экологической физиологии и биохимии рыб. – Ярославль, 2000. – Т. II. – С. 199-200. 201

Шелухин, Г.К. Видовые особенности биохимических показателей крови осетровых/ Г. К. Шелухин //Материалы научной сессии ЦНИОРХ.–Баку, 1968.– С. 105.

Шелухин, Г.К. Биохимические показатели осетровых, концентрирующихся в нижнем бьефе вододелителя при различных способах лова / Г. К. Шелухин // Тез. докл. научно-практической конференции: Рациональные основы ведения осетрового хозяйства.- Волгоград, 1981а. - С. 254-255.

Шелухин, Г.К. Изменения коллоидоустойчивости сывороточных белков самок осетра при содержании в экспериментальных условиях / Г.К. Шелухин, Н.В. Арутюнова // Тез. докл. научно-практической конференции: Рациональные основы ведения осетрового хозяйства.- Волгоград, 1981б. - С. 256-257.

Шелухин, Г.К. Содержание кальция в сыворотке крови осетровых при различных условиях содержания после вылова / Г.К. Шелухин // Тез. докл.V Всесоюзная конференция по экологической физиологии и биохимии рыб. - Киев, 1982. - С. 154-155.

Шестаковская, Е.В. Оценка эпизоотического состояния стада осетровых рыб в условиях антропогенного воздействия в Азовском бассейне / Е.В. Шестаковская, Т.В. Стрижакова, Г.А. Низова, А.В. Казарникова // Сборник научных трудов: Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна 1993-1995гг.- Ростов-на-Дону , 1998. – С.353-360.

Шестерин, И.С. Повышение качеств производителей и выживаемости молоди осетровых в индустриальных условиях / И.С. Шестерин, А.И. Ильин // Избранные труды ВНИИПРХ.- Дмитров: «Север Подмосковья», 2002.- книга 1.- том I-II.- С.522-523.

Шеходанов, К.Л. Опыт доместикации производителей белуги в прудах Астраханской области / К.Л. Шеходанов, Ф.Т. Минияров, В.В. Тяпугин // Тез. Докл. I научно-практ. Конф.: Проблемы современного товарного осетроводства.- Астрахань, 1999.- С. 81-83

Шилов, В.И. О росте, достижении половой зрелости и сроках повторного созревания весеннерестующего волго-каспийского осетра / В.И. Шилов, Ю.К.Хазов, Н.К. Ивойлова // Тр. Саратов.отд. ГосНИОРХ. -1971 б.- Т. 11. -С. 71-87.

Шилов, В.И. О достижении половой зрелости и сроках повторного созревания половых продуктов у волго-каспийской севрюги / В.И. Шилов, Ю. К. Хазов, Г.А. Батычков // Труды комплексной экспедиции Саратовского университета по изучению Волгоградского и Саратовского водохранилищ: Полевые и лабораторные исследования беспозвоночных и рыб.- Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1982. - С. 120-131.

Шмальгаузен, И.И. Факторы эволюции / И.И. Шмальгаузен.- М.: Наука, 1968. 451 с.

Шульман, Г. Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб / Г.Е. Шульман. -М.: Пищ. пром., 1972. -367 с.

Шульман, Г.Е. Роль докозагексаеновой кислоты в адаптациях рыб / Г.Е. Шульман, Т.В. Юнева // Гидробиологический журнал. -1990.- Т.26.- № 4.- С. 43-510

Шумилина, А. К. Влияние минеральных добавок на качество липидов и содержание витаминов в кормах при хранении / А.К. Шумилина, И.Н. Остроумова, А.В. Козьмина, И.В. Крылова // Сб. научн. Трудов ГосНИОРХ.- 2005.- вып. 333.- С. 344-355.

Шумилина, А. К. Основные элементы биотехники кормления производителей сигов в индустриальной аквакультуре / А.К. Шумилина // Тезисы докл. научно-практической конф.: Пресноводная аквакультура: состояние, тенденции и перспективы развития. - Тюмень, 2008.- С. 118-121.

Щербина М.А. Методика определения переваримости искусственных кормов прудовыми рыбами с использованием инертных веществ / М.А. Щербина.-М.:ВАСХНИЛ, 1971.-35 с.

Щербина, М.А. Роль различных органических и минеральных соединений мышц, гепатопанкреаса и внутренних органов в процессе зимнего эндогенного

питания сеголетков карпа / М.А. Щербина, К.Я. Баженова, В.А. Маханько // Тез. Докл. Всесоюз. Конф.: Экологическая физиология рыб.- Москва, 1973.-С. 232-234.

Щербина, М.А. Методические указания по физиологической оценке питательной ценности кормов для рыб / М.А. Щербина.- М.:ВНИИПРХ, 1983. - 83 с.

Щербина, М.А. Влияние качественных различий в питании и температуры среды на пластический обмен у рыб / М.А. Щербина // Сборник научных трудов ВНИИПРХ: Физиология основных объектов рыбоводства.- 1984.- Вып. 42. - С. 325.

Щербина, М.А. Минеральный премикс к стартовому комбикорму РК-С 3М для личинок карпа / М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин, И.А. Салькова, Т.М. Боева // Информ. пакет: Рыбн. хоз-во. Серия: Аквакультура. Корма и кормление рыбы, 1992.- вып. 2. - С.1-6.

Щербина, М.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин. - М.:Изд-во ВНИРО, 2006.- 360 с

Шевлякова Н.В., Лозовский А.Р. Физиологические показатели русского осетра, прооперированного для получения икры после введения перфторана / Н.В. Шевлякова, А.Р. Лозовский // Перфторуглеродные соединения в медицине и биологии: Сб. материалов XIV Междунар. конф. – Пущино, 2004. – С. 167-171.

Юнева, Т.В. Связь содержания докозагексаеновой кислоты в теле производителей с выживаемостью икры и предличинок горбуши / Т.В. Юнева, Г.Е. Шульман, Н.А. Чебанов, А.М. Щепкина, Н.И. Виленская, Н.Б. Маркевич//Биологические науки.- 1990.- №10.- С. 85-88.

Яржомбек, А.А. Временные рекомендации по определению продуктивных свойств кормов для рыб / А.А. Яржомбек.- М.: ВНИИПРХ, 1982. – 34 с.

Abdolhay, H. Fingerling production and stock enhancement of sturgeon in south of Caspian sea / H. Abdolhay, H.B. Tahori // Booklet of abstracts: 3-rd International symposium on sturgeon.- Piacenza, Italy.- 1997.- Vol. 8-11. – P. 298

Abrosimova, N. Effect of the lipid composition of stellate sturgeon eggs on commercial qualities of this species / N. Abrosimova, S. Abrosimov, A. Biryukova // Booklet of abstracts: 3-rd International symposium on sturgeon.- Piacenza, Italy.- 1997.- Vol. 8-11. – P. 8-11.

Agrawal, N. R. Nutritional deficiency in an Indian major carp, *Cyprinus carpio*, due to avitaminosis C during early growth / N. R. Agrawal, C. L. Mahajan // J. Fish Dis.- 1980. - v. 3.- P. 231-248.

Aitken, R.J. Cellular basis of defective sperm function and its association with the genesis of reactive oxygen species by human spermatozoa / R.J. Aitken, J.S. Clarkson // J. Reprod. Fertil. – 1987. – Vol. 81. – P. 459–469.

Aitken, R.J. On the possible origins of DNA damage in human spermatozoa / R.J. Aitken, G.N. De Juiis // Mol. Hum. Reprod. -2010.- №16 (1).- P. 3–13.

Albreksten, S. Ascorbilpalmitate as a dietary vitamin C source for rainbow trout / S. Albreksten, O. Lie, K. Sandness // Aquaculture. -1988.- v. 71.- № 4.- P 359-368.

Arins, J.D. Activities of some biotin enzymes and certain aspects of gluconeogenesis during biotin deficiency / J.D. Arins, S.P. Mistry // Comp. Biochem. Physiol.-1971.- V.38. – P. 285-294.

Arscott, G.H. Influence of ascorbic acid calcium and phosphorus on specific gravity of eggs / G.H. Arscott, P.E. Bernier // Poult. Sci.- 1962.- v. 41.- P. 485-488.

Ashley, L.M. Ascorbic acid deficiency in rainbow trout and coho salmon and effect on wound healing / L.M. Ashley, J. E. Halver, R.R. // Univ. of Wisconsin Press.: Smith The pathology of fishes. -Madison. WS. USA. 1975.- P. 769-786.

Bell, Y.G. Some effect of vitamin and selenium deprivation on tissue enzyme levels and rainbow trout (*Salmo gairdneri*) / Y.G. Bell, C.B. Cowey, I.W. Adron // British. Journal of nutrition.-1985. – №53. – P. 149-157.

Billard, R. Motility analysis and energetics of the Siberian sturgeon *Acipenser baeri* spermatozoa / R. Billard, J. Cosson, F. Fierville, R. Brun, T. Rouault, P. Williot // J. Appl. Ichthyol. –1999.-Vol. 15.- P.199-203

Bilinski, E. Oxidation of lactate to carbon dioxide by rainbow trout (*Salmo gairdneri*) tissues / E. Bilinski, R.E. Jonas // *Fish. Res. Bd. Comp.*, 1972. – V. 29. – P. 1467-1471.

Blazer, V. Effects of vitamin C and E on immune responses in rainbow trout // V. Blazer // *Doctoral dissertation. Univ. of Rhode Island, Kingstone.* - 1982.

Bligh, E.I. A rapid method for total lipid extraction and purification / E.I. Bligh, W.J. Dyer // *J. Bioch. Physiol.* -1959. -Vol. 37.- №8. -P. 911-917.

Blom, J.H. Ascorbic acid metabolism in fish: is there a maternal effects on the Progeny / J.H. Blom, K. Dabrowski // *Aquaculture.* – 1996. – V. 147.- № 3-4. – P. 215-224.

Brockerhoff, H., Ackman R. Specific distribution of fatty acids in marine lipids / H.Brockerhoff, R. Ackman // *Arch. Biochem. Biophys.*- 1963. – V. 100. – P. 9-12.

Brown, M.R. Effects of α -tocopherol supplementation of rotifers on the growth of striped trumpeter *Latris lineata* larvae / M.R. Brown, G.A. Dunstan, P.D. Nichols, S.C. Battaglione, D.T. Morehead, A.L. Overwater // *Aquaculture.*- 2005.- v. 246.- P.367-378.

Bruadhurst, M. K. Effect of capture by hook and line on plasma cortisol, scale loss and survival in juvenile mulloway, *Argyrosomus hololepidotus* / M. K. Bruadhurst, D. T. Barker // *Arch. Fish. And Mar. Res.* – 2000. – 48., № 1. – C. 1-10.

Campbell, P. Preliminary evidence that chronic confinement stress reduce the quality of gametes produced by brown and rainbow trout // P. Campbell, T. Pottinger, J. Sumpter // *Aquaculture.* – 1994. – V. 120 – P. 151-169.

Castledin. A. J. Influence of dietary biotin level on growth, metabolism and pathology of rainbow trout/ A.J. Castledin, C.Y.Cho, S.J.Slinger, B.Hicks, H.S. Bayles // *The Journal of Nutrition.* - 1978. – V. 108. – N4. – P. 698-711.

Castell, J.D. Report of the EIFAC, IUNS and ICES / J.D. Castell, K. Tiews // *Working Group on the standardization of the methodology in fish nutrition research. Hamburg (Federal Republic of Germany), 1979.- P. 1-24.*

Cho, C.Y. Utilization of monophosphate esters of ascorbic acid by rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) / C.Y.Cho, C.B. Cowey // *Fish Nutrition in practice*. Biarritz, France. - Paris, 1993.- P. 137-147.

Collins, M. Culture and stock enhancement of shornose sturgeon and Atlantic sturgeons / M. Collins, T. Smith, K. Ware, J. Quattro // *Bull. Nation. Res. Inst. Aquacult. (Supp. 1)*. -1999. -P.101-108

Coutteau, P., Geurden. I., Camara M.R., Bergot P., Sorgeloos 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.

Cowey, C.B. Tissue distribution, up take, and requirement for – tocopherol of rainbow trout (*Salmogairdneria*) fed diets with minimal content of unsaturated fatty acids / C.B. Cowey, J.W.Adron, M.J.Walton, J. Murray, A.Youngson, D.Knox // *J. Nutr.* – 1981. – V. III.- №9. – 1156-1567.

Cowey, C.B.The vitamin E requirement of rainbow trout (*Salmogairdneria*) given diets containing polyunsaturated fatty acids derived from fish oil / C.B. Cowey, J.W.Adron, A.Youngson // *Aquaculture*. - 1983. – V.30. – №1-4. – P. 85-93.

Csengeri, J. Fatty acid composition of liver and muscle tissues of silver carp and Big Head in relation to diet / J. Csengeri, T. Farkas, F Majoros., J. Olah, M. Ragyanszki // *Aquacultura Hungarica*.-1978.-№1.-P. 35-43.

Cox, E.V. The anemia in scurvy / E.V.Cox, N.J. Megnell, B.E. Hortham // *Am. J. Med.*.- 1967. -v. 42.- №2. – 65 p.

Dabrowski, K.R. Znazenie kwasu L-askorbinowego w lyczu ryb / K.R. Dabrowski // *Gospodarkarybna*. -1976.- v. 11.- P. 11.

Dabrowski, K.R. Do carp larvae require vitamin C? / K.R.Dabrowski, S.Hintekleitner, C.Sturmbauer // *Aquaculturae*. -1988. -v. 72. -P. 295-306.

De Meulenaer, T. Sturgeons of the Caspian sea and the international trade in caviar / T. De Meulenaer, S.Raymaker // *TRFFJCInternational*.- 1996. – P. 71

Castellini, C. Effect of dietary alpha-tocopherol acetate and ascorbic acid on rabbit semen stored at 5 degrees C / C. Castellini, P. Lattaioli, M. Bernardini, A. Dal Bosco // *Theriogenology*. – 2000. – Vol. 54, № 4. – P. 323–333.

Frich, H. Allometrische Untersuchungen an inneren Organen von Säugetieren als Beitrag zu neuer Systematik / H. Frich // *Z. Säugetierkunde*. – 1961. – v.26, №3.- P. 88-100

Janković D. Ekologija dunavske kečige (*Acipenser ruthenus* L.) / Biološki institut N. R. Srbije, Posebna izdanja, kn. 2. Beograd, 1958. P. 1-145.

Jauncey, K. Ascorbic acid requirements in relation to wound healing in the cultured tilapia (*Oreochromis niloticus*) / K. Jauncey, A. Soliman, R.J. Roberts // *Aquaculture and fisheries management*.- 1985. -v. 16. -№ 2. -P. 139-149.

Halver, J.E. Fish diseases and nutrition / J. Halver // *Trans. Amer. Fisheries. Soc.* 1954. -v. 83.- P. 254-261.

Halver, J.E. A vitamin test diet for long term feeding studies / J.E. Halver, J.A. Coates // *Progr. Fish. Culturist*.- 1957. -v. 19.- P. 112-118.

Halver, J.E. Ascorbic acid requirements of coho salmon and rainbow trout / J.E. Halver, L. Ashley Mand, R.R. Smith // *Trans. Am. Fish. Soc.* -1969.- v. 98. -P. 623-771.

Halver, J.E. The vitamins / J.E. Halver // *Fish nutrition*. Academic Press. – New York and London. – 1972. – P. 23-103.

Halver, J.E. The vitamin required for cultivated salmon / J.E. Halver // *Comp. Biochem. And Physiol.* – 1982. – V. 73. – №1. – P. 14-25.

Halver, J.E. The vitamins / J.E. Halver // *Feeding fish*. -1989.-P.31-102.

Halver, J.B. Efficacy of L-ascorbil-2-sulphate as a vitamin C source for rainbow trout / J.B. Halver, S. Felton, A. T. Palmi // *Fish nutrition in practice*. Biarritz (France), 1993. - P. 137-147 .

Hernand, J. Morphometric study of body (Bonaparte, 1836) in fish farm individuals / J. Hernand., G. Arlatti, A. Domezain, M.Soriguer, L.Poliakova-Belysceva, J.Domezain, C. Vallespin, R.Bravo // *J. Appl. Ichthyol.* -1999. -Vol. 15.- P. 46.

Hilton, J.W. Ascorbic acid mineral interaction in fish / J.W. Hilton // In.: I. Wegger. The Royal Danish. Agric. Soc. Copenhagen. -1984. -P. 218-224.

Hilton, J.W. The interaction of vitamins, minerals and diets composition in the diet of fish / J.W. Hilton // Aquaculture. -1989.- v. 79.- № 1-4.- P. 223-244.

Hung, S.O. Effect of oxidized fish oil DL- α -tocopherol acetate and ethoxyquin supplementation on the vitamin E nutrition of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) fed practical diets / S.O. Hung, C. Y. Cho, S.Y. Slinger // J. Nutr. – 1981. – V.111. – P. 648-657.

Hutterer, F. Hepatocellular adaptation and in jury, structural and biochemical changes following dieldrin and methyl butter yellow / F.Hutterer, F.M. Klon, A. Wengraf, F. Schffner, H. Popper // Lab. Invest.- 1969. – V. 20. – P. 455-464.

Hapette, A.M. Variation in vitamin C content of sprat larvae (*Sprattus sprattus*) in the Irish Sea / A.M.Hapette, S. Combs, R. Williams., S.A. Poulet // Marine Biology.- 1991.- P.39-48.

Gaylord, T. Re-evaluation of vitaminE supplementation of practical diets for channel catfish, *Ictalurus punctatus*, production / T.Gaylord, S.D. Rawles, D.M.Gatlin III // Aquacult. Nutrition.- 1998.- v.4.- №2.-P. 109-114

Kawatsu, H. On the dietary disease of rainbow trout caused by feeding the dried silk worm pupae / H. Kawatsu // Bull. FreshwaterFisheries. Res. Lab. -1964. -v. 14. - №1.- P. 1-9.

Ketola, H.G. Requirement for dietary lysine and arginine by fry of rainbow trout / H.G Ketola, // J.Anim.Sci.- 1983.-v.56.-P.101-107.

Kitamura, S. Studies on vitamin requirements of rainbow trout / S. Kitamura, S.Ohara, T. Suwa, K. Nakagawa // The deficiency symptoms of fourteen kinds of vitsmin. – Ibid. – 1967. - V. 33. – P. 1120-1125

Kitamura, S.S. Studies on vitamin requirements of rainbow trout/ S. Kitamura, T. Suwa, S.Ohara, K. Nakagawa // The deficiency symptoms of fourteen kinds of vitamin C I bid. 1967. v. 33. P. 1120-1125.

Kitamura, S. S. Studies on vitamin requirements of rainbow trout (*Salmogaidneri* D). on the ascorbic / S. Kitamura, T. Suwa, S. Ohara, K. Nakagawa // Bull. Jap. Soc. Sci. Fisheries.- 1965.- v. 31. -P. 818-826.

Krishnamurthy, S. The absorption storage and metabolism of α -tocopherol - C¹⁴ in the rat and chicken / S. Krishnamurthy, J.G. Bieri // J.lip.res. – 1963. – № 4. – P.330.

Liljedal, S. Secondary sex traits, parasites, immunity and ejaculate quality in the Arctic charr / S. Liljedal, I. Folstad, F. Skartsein // Proc. Roy. Soc. London. B.-1999.- 266, №1431.-P. 1893-1898.

Lovell, R.T. Nutrition and feeding of fish / R.T. Lovell // New-York, Auburn University, 1987.-253 p.

Logan, S.H. Economics of joint production of sturgeon (*Acipenser transmontanus* Richardson) and roe for caviar / S.H. Logan, W.E. Johnston, S.I. Doroshov // Aquaculture.- 1995. -Vol. 12. -P. 299-316.

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.

Loy, A. Geometric morphometric in the characterization of the cranial growth pattern of Adriatic sturgeon *Acipenser naccarii* / A. Loy, P. Bronzi, S. Molteni // J. Appl. Ichthyol. -1999.- V.- 15.- P. 50/

Lynen, F. Die biochemische funtion des biotins / F. Lynen, J. Knappe, E. Lerch // Angew. Chem.- 1959. – V. 71. – P. 481.

Lovern, J.A. The composition of the depot fats of aquatic animals / J.A. Lovern // Spec. Rep. Fd invest. Bd D.S.I.R. -1942.- P.51-72.

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. N. 1. P. 13-16.

Mazik, P. Effekts of dietary vitamin C on growth caudal fin development and tolerance of aquaculture lathed stressors in channel catfish / P. Mazik, T.M. Brandt, J.R. Tomasso // Progr. Fishcult. – 1987. – V. 49, N1. – P. 13-16.

Miyasaki, T. Metabolism and physiological activity of ascorbil-2-phosphate in fish / T. Miyasaki // J. of Shimonoseki University of fisheries. – 1995.- 43(20) - P.45-107.

Merchie, G. Sorgeloos p. Optimization of dietary vitamin C in fish and crustacean larvae: a review / G. Merchie, P. Lovens // Aquaculture.- 1997.- v.155.-№. 1-4.- P.165-181.

McKenzie, D. Some aspects of osmotic and ionic regulation in Adriatic sturgeon *Acipenser naccarii* II: Morpho-physiological adjustments to hyperosmotic environments / D. McKenzie, E. Cataldi, P. Di Marco, A. Mandich, P. Romano, S. Asferri, P. Bronzi, S. Cataudella // J. Appl. Ichthyol.- 1999.- Vol. 15.- P. 61.

McLaren, B.A. The nutrition of rainbow trout. 1. Studies of vitamin requirements / B.A. McLaren, E. Keller, D.J. O' Donnel, C.A. Elvehjem // Arch. Biochem. -1947. - V. 15. - P. 169-178.

Mitra, G. Biochemical composition of zooplankton community grown in freshwater earthen ponds: nutritional implication in nursery rearing of fish larvae and early juveniles / G.Mitra, P.K. Mukhopadhyay, S. Ayyappan // Aquaculture.- 2007.- v. 272.-P 346-360.

Nordgarden, U. Seasonally changing metabolism in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) [Pt] II β -oxidation capacity and fatty acid composition in muscle tissues and plasma lipoproteins / U. Nordgarden, B. E. Torstensen, L. Froyland, T. Hansen, G.I. Hemre // Aquacult. Nutr. -2003.- V.9.- №5 –P.- 219-223

Ogino, C. Requirements of carp and rainbow trout for essential amino acid / C. Ogino // Bull. Jap.Soc.Sci.Fish.- 1980.- v.46.- №2.- P.171-174.

Pankhurst, N.M. Effects of stress on reproduction and growth of fish / N.M .Pankhurst, G.Van der Kraak // Fish stress and health in aquaculture. Eds. Iwama. – 1997. – P. 73-93.

Phillips, A.M. The nutrition of trout. 4. Vitamin requirement / A.M. Phillips, D.R. Brockway // Progr. Fish – Culturist. – 1957. – V. 19. – P. 119-123.

Pluijm S. Collagen type I $\beta 1$ Sp1 polymorphism, osteoporosis, and intertebral disc degeneration in older men and women / S. Pluijm, H. W van Essen, N.Bravenboer // *Ann. Rheum Dis.* – 2004. – V.63.- №1. – P. 71-77.

Ponomarev, S.V. Use of biologically active substances injections to improve quality of sturgeon species gonadal material / S.V. Ponomarev, E.N. Ponomareva, A.A. Bakhareva, J.N. Grozesku // 5th international Symposium on sturgeon.-Iran. Ramsar, 2005.

Poston, H. Factors affecting dietary requirement and deficiency signs of L-triptophan in ranbow trout/ H. Poston , G. Ramsey // *J. Nutr.* – 1981. v. 113. – № 12. - P. 2568-2577.

Primbs, E.R. Evidence for the nonessentiality of ascorbic acid in the diet of rainbow trout / E.R. Primbs, R.O. Sinnhuber // *Progr. Fish.Cult.*– 1971. – V. 33.- № 3. - P 141-149.

Riley, W.W. Influence of dietary arginine and glycine content on thyroid function and growth of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) / W.W Riley, D.A. Higgs., D.S. Dosanjh, J.G. Eales // *Aquacult. Nutrition.*- 1996.- v.2.-№4.- P. 235-247.

Ronald, G. Nutrition pathology / G.Ronald, Roberts, M. Alister // *Fish nutrition.* - 1989. – P. 423-449.

Rosenlund, G. Ernæringsbehov hos stamfisk-betydning for produksjonen av agg yngel / G. Rosenlund. – *Norsk Fiskeoppdr.*- 1997.- № 8.-P. 30-33

Ronnestad, I. Ascorbic acid and α -tocopherol leves in larvae of Atlantic halibut befor and after exogenous feeding / I. Ronnestad, K. Hamre, O. Lie., R. Waagbo // *J. Fish. Biol.*- 1999.- v.55.- №4.-P. 720-731.

Ruban, G.I. The Siberian sturgeon *Acipenser baerii* Brandt. / G.I. Ruban, Germania, WSCS, 2005. Books on Demand GmbH. -203 pp.

Steffens W. Der vitaminbedrf des karfens / W. Steffens // *Dtsch. Fish. Ztg.* – 1969. – Bd. 12.- №15. – S. 129-135.

Sandness, K. Some aspects of ascorbic acid and reproduction in fish / K. Sandness // Proc.of work shop on ascorbic acid in domestic animal. –Copenhagen, 1984.

Sandness K. Ascorbat-2-sulphat as a dietary vitamin C source for Atlantic salmon (Salmosalar) 1. Growth bioactivity, haematology and humoral immune response / K. Sandness // Fish Phisiol. Biochem. -1990.- v. 8.- № 6.- P. 419-427.

Sato, M. Dietary ascorbic acid requirement of rainbow trout for growth and collagen formation / M.Sato, R.Yoshinaka, S.Ikeda // Bul. Jpn. Soc. Fish. -1978.- v. 44. -P. 1029-1033.

Sato, M. L-ascorbil-2-sulphate as a dietary vitamin C source for rainbow trout (Oncorhynchusmikiss) / M.Sato, Y. Hatano,R.Yoshinaka // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. - 1991. -v. 57. -№ 4. - P. 717-721.

Sealey, W. M. Dietary vitamin C requirement of hybrid striped bass *Morone chrysops* ♀ *M. Saxatilis* ♂. / W. M., Sealey, D.M. Gatlin III // J of the World Aquacult. Society.- 1999.- v. 30.- № 3.-P. 297-301.

Seeman, M. Vitamin C inpoultry and fishculture / M. Seeman.- BRD,1989.- P. 1-14.

Soliman, A.K. The effect of varying from of dietary ascorbic acid on the nutrition of juvenile tilapis (*Oreochromisniloticus*) / A.K. Soliman, K. Jancey, R.J. Roberts // Aqaculture. -1986.- V. 52. -P. 1-10.

Small, B.C. Estimating the quantitative essential amino acid requirements of striped bass *Morone saxatilis*, using fillet A/E ration / B.C. Small, J.H. Soares // Aquaculture nutrition.- 1998.-v.4.-№4.- P. 225-232.

Steffens, W. Der vitaminbedarf der Regenbogenforelle/ W. Steffens, // Internationale Revue der gesamte. Hydrobiologie. – 1974. – Bd. 59. – H. 2. – S. 255-282

Steffens, W. Grundlagen der fischernahrung / W. Steffens // VEB. Gustav Fischer Verlag, Jena. 1985.

Taylor, S.L. Sensitive fluoremetric method for tissue tocopherol analys / S.L.Taylor, M.P. Lamden, A.L. Tappel // Lipids.- 1980.- Vol. 10.- №6.- P. 407- 412.

Tafro, A. Vaznost nekih vitamina u ishraniciprinidnih riba / A. Tafro, M. Kiskaroly // Veterinarski Glasnik. - 1986. – №6. – S. 463-469.

Teskeredzic, Z. High mortality of rainbow trout (*Salmogairdneri*) fry caudes by deficiency of vitamin C and B in comercial fish farm in Jugoslavia / Z.Teskeredzic, E.Teskeredzic, M.Hacmanjek // Aquaculture. -1989.- v. 79. -№ 1/4.- P. 245-248.

Tiemann, U. Fruhdiagnoseeines vitamin B1 – mangelsbei der regenbogenforelle (*Salmo gairdneri*) und beimAal (*Anguilla anguilla*) / U. Tiemann, R. Lehmitz // Z. Binnenfischerei. DDR, 1975. – Bd.22.- H.10. – S. 312-319.

Tillman, J. Reduction capacity of hlant foodstuffs and its relation to vitamin C. 3. Quantity of reduction sub-stance in various fruits and vegetables / J.Tillman, P.Hirsch, J.Jackisch // Z. Untersuch. Lebensm.- 1932. -Bd. 63.- P. 241-267.

Tunson, A.V. The nutrition of trout / A. V. Tunson, D. R. Brockway, J.M. Maxwel, A. L. Dorr, C. M. McCay // Fisheries Res. Brell.-1943.- v. 4. – 52 p.

Van der Meeren, T. Biochemical composition of copepods for evaluation of feed quality in production of juvenile marine fish / T.Van der Meeren, , R.E.Olsen, K. Hamre Fyhn H.J. - Aquaculture, 2008, v. 274. 3ю 375-397.

Varadi, L. The history, current research and future potential of sturgeon culture in Hungary/ L. Varadi, A. Ronyai // J. Appl. Ichthyol.- 1999.- Vol. 15.- P. 329-330.

Waagbo, R. Role of dietary ascorbic acid in vitellogenesis in rainbow trout (*Salmogairdneri*) / R.Waagbo, T.Thorsen, K.Sandnes // Aquaculture. – 1989. – V. 80. – P. 301-314.

Wakil, S.J. Evidence for the participation of biotin in the enzymic synthesis of fatty acids. / S.J. Wakil // Biochem. Biophys. Acta.- 1958. -v.29. – 225 p.

Watanabe, T. Effekt of α -tocopherol deficiency on carp. VII. The relation ship between dietary levels of linoleat and α -tocopherol requirement / T. Watanabe, C. Takeuchi, M. Matsui, C. Ogino, T. Kawabata // Bull. Jap. Sci. Fish. – 1977. – V.43. – P. 935-946.

Watanabe, T. The relation ship between dietary lipid levels and α -tocopherol requirement of rainbow trout / T. Watanabe, C. Takeuchi, M. Wada, R. Uehara // Bull. Jap. Sci. Fish. – 1981. – V.47. – P. 1463-1471.

Watanabe T. Dietary lipid nutrition in fish / T. Watanabe, C. Takeuchi, M. Wada, R. / *Comp. Biochem. Physiol.* – 1982. – V.73B. - № 1. - P.3-15.

Weber, W. Population size and movement patterns of shortnose sturgeon in the Ogeechee River system, Georgia / W. Weber, C.A.Jenning, S.G. Rogers // *Proc. Ann. Conf. Southeast Assoc. Fish and Wldl. Agencies.* 1998. V. 52. P. 18-28

Wedemeyer, G.A. Stress and fish / G.A.Wedemeyer, D.J. McLeay, A.D. Pickering L. – N.Y., 1981.- P. 247-276.

Wei, Q. Biology, fisheries and conservation of sturgeons and paddlefish in Cina / Q. Wei, F. Ke, J. Zhang, P. Zhuang, J. Luo, R. Zhou, W. Yang // *Env. Biol. Fish.* - 1997.- Vol. 48. - P. 241-255.

Williot P., Bronzi P., Arlati G. A very brief survey of status and prospects of freshwater sturgeon farming in (except salmonids) / P.Williot, P. Bronzi, G. Arlati // (Eds.). EAS, Spesial publication Ghent, Belgium.- 1991.- № 20.- P. 1-28.

Weber, J.-V. Fatty acid metabolism in raibow trout (*Oncorhynchus mykiss*) tissues:Differential incorporation of palmitate and oleate / J.-V.Weber, G. Brichon, G. Zwingelstein // *Can.J.Fish. and Aquat. Sci.* -2003- V.60.- №1-P.1281-1288.

Wolf, L. E. A vitamin deficiency produced by diets contining raw fish / L. E. Wolf// *Fish. Res. Bull. N.Y.* -1942. -v.2. -P. 2-16.

Zhuang, P. Sturgeon and paddlefish aquaculture in China/ P. Zhuang, J.Yi // *J. Appl. Ichthyol.* -1999.- V. 15. -P. 334.

Zhuang, P. Overview of biology and aquaculture Amur sturgeon (*Acipenser schrenckii*) in China / P. Zhuang, B. Kunard, L. Zhuang, T. Zhuang, Z. Zhuang, D. Li // *J. Appl. Ichthyol.* -2002.- V. 18. - P. 659-664.

Yamomoto, Y. Extence of L-gulonolactone oxidase in some teleost / Y.Yamomoto, M. Sato, S. Ikeda // *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.* -1978.- v. 44.- P. 775-779.

Yudkin, W.H. Tiaminase. The Chasten paralysis factor / W.H.Yudkin // *Physiol.Rev.* –1949. – V.29. – P.389-402.

Yerramalli, C.S. The effect of nucleus pulposus crosslinking and glycosaminoglycan degradation on disc mechanical function / C.S.Yerramalli, A.Chou, G.J. Miller // *Biomech. Model Mechanobiol.* – 2007. – Vol. 6.- № 1-2. – P.13-20.

Список сокращений и условных обозначений

АК – Аскорбиновая кислота

ЖКТ – желудочно-кишечный тракт

НЭБ – научно-экспериментальная база

ОРЗ – Осетровский рыбоводный завод

ОСБ – общий сывороточный белок

ОСТ – отраслевой стандарт

ПДК – предельно допустимая концентрация

РМС – ремонтно-маточное стадо

РАН – Российская Академия Наук

СГЭ – содержание гемоглобина в 1 эритроците

СОЭ – Скорость оседания эритроцитов

Ср.- Среднее значение

Т – токоферол

УЗВ – Установка замкнутого водоснабжения

Сv – коэффициент вариации