



003485729

На правах рукописи

Величко Марк Сергеевич

АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОЛОДИ СТЕРЛЯДИ
(*ACIPENSER RUTHENUS LINNAEUS, 1758*) ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В
РАЗЛИЧНЫХ РЫБОВОДНЫХ СИСТЕМАХ

03.00.10 Ихтиология

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

- 3 ДЕК 2009

Калининград - 2009

Работа выполнена в Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Калининградский государственный технический университет» (ФГОУ ВПО «КГТУ»)

Научный руководитель:

кандидат биологических наук, доцент Хрусталёв Евгений Иванович

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, старший научный сотрудник

Киселёв Александр Юрьевич

кандидат биологических наук, доцент Миронов Сергей Григорьевич

Ведущая организация Федеральное Государственное Учреждение «Центральное управление по рыбохозяйственной экспертизе и нормативам по охране, воспроизводству рыбных запасов и акклиматизации» (ФГУ «ЦУРЭН»)

Защита состоится 18. 12. 2009 в 14.00 ч на заседании диссертационного совета Д 307.007.01 при Федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Калининградский государственный технический университет», по адресу: 236022 г. Калининград, Советский проспект, 1, ауд. 255.
Факс: 8 (4012) 91-68-46

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»

Автореферат разослан 16 ноября 2009 г.

Учёный секретарь диссертационного совета
доктор технических наук, профессор

 Н.Л. Великанов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Снижение в последние 30 лет вылова ценных видов рыб (угорь, рыбец, сиг, налим, щука, линь и др.) в весовом выражении более чем в 19, в стоимостном в 44 раза в основном рыбохозяйственном водоёме Калининградской области - Куршском заливе (площадь около 150 тыс. га.), слабое развитие аквакультуры (годовой объём выращивания товарной рыбы около 30 т) делают актуальным поиск решений проблемы низкорентабельного промысла и недостаточного потребления населением региона продукции из живой рыбы, учитывая физиологически обоснованную норму - 3-5 кг на душу населения в год [Хрусталёв, 2003; Воспроизводство ... , 2008].

Очевидно, что в первом случае это возможно за счет искусственного воспроизводства ценных видов рыб и зарыбления рыбохозяйственных водоёмов, во втором, в результате увеличения объёмов выращивания товарной рыбы. При этом важно учитывать, что наибольшую перспективу представляют рыбы, которые могут выступать как объекты искусственного воспроизводства, так и товарного выращивания. Это согласуется с современными тенденциями, когда рыболовные предприятия всех форм собственности и направлений своей деятельности, работают по принципу самокупаемости и заинтересованы в разнообразии путей реализации своей продукции. К таким рыбам, прежде всего, относится стерлядь, западная граница ареала которой включает бассейн реки Неман, но которая никогда не была объектом промышленного рыболовства и рыболовства не только в Калининградской области, но и в Прибалтике в целом [Скорняков, 1986; Обоснование сохранения ... , 2004; Хрусталёв, Величко, 2006]. Обладая исключительными рыболовно-биологическими и пищевыми особенностями, обеспечивающими её высокую стоимость, стерлядь может занять значимое место в пастбищном, товарном рыболовстве и рекреационном рыболовстве на территории Калининградской области и стать, с одной стороны, одним из экономикообразующих объектов промысла, с другой, высокорентабельным объектом товарного выращивания.

Введение радужной форели в рыбохозяйственный оборот на территории Калининградской области началось в 70-х годах прошлого столетия, что было приурочено к освоению ресурсов пресноводных и солоноватоводных водоёмов. Накопленный опыт показал, что реальные достижения в товарном выращивании, формировании и эксплуатации маточных стад, стали возможными на базе правильной оценки адаптационных возможностей молоди на первом году жизни и создания эффективных технологий выращивания посадочного материала [Хрусталёв, 1986; Хрусталёв и др., 2007]. Это определяет актуальность и целесообразность установления адаптационных возможностей молоди стерляди, при выращивании в разнотипных рыболовных системах, а также обоснования технологических схем выращивания посадочного материала, что позволит заложить основу для организации пастбищного и товарного выращивания стерляди на территории Калининградской области.

Цель и задачи работы. Целью данной работы была оценка адаптационных возможностей молоди стерляди при её выращивании в различных рыболовных системах в условиях воздействия различных факторов абиотической и биотической природы. Для достижения поставленной цели предстояло решить следующие задачи:

- выявить особенности роста и выживаемости молоди стерляди при выращивании в различных рыболовных системах;
- оценить влияние температуры, солёности, величины водородного показателя (рН), аскорбиновой кислоты на рост и жизнестойкость молоди стерляди;

- определить морфофизиологический, гематологический и иммунологический статус сеголетков стерляди, выращенных в различных рыбоводных системах.

Научная новизна и теоретическое значение работы. Выявлены особенности роста, выживаемости и физиологического состояния молоди стерляди при выращивании в разнотипных рыбоводных системах. Оценено влияние солёности, величины водородного показателя (рН) и аскорбиновой кислоты на рост, жизнестойкость и физиологическое состояние сеголетков стерляди.

Впервые определён гематологический, иммунологический и морфофизиологический статус сеголетков стерляди при выращивании в разнотипных рыбоводных системах на территории Калининградской области. Раскрыты адаптивные возможности естественной резистентности молоди стерляди при влиянии различных факторов.

Практическое значение работы. Результаты проведённых исследований позволили выбрать наилучшие рыбоводные системы для получения посадочного материала стерляди в условиях Калининградской области. Результаты экспериментов прошли апробацию на предприятии ООО «КМП Аква» при формировании ремонтно-маточного стада и выращивании товарной стерляди и на нерестово-выростном хозяйстве ОАО «Калининградский Центр Аквакультуры» при выращивании товарной стерляди. Достижения работы использованы в разработанном в рамках проекта Гасис 2007/138-583 «Стимулирование использования ресурсов рыбного хозяйства в регионе Соседства» научно-техническом обосновании рыбоводного комплекса по выращиванию посадочного материала осетровых и угря на польдерных землях.

Создана электронная база гематологических, морфофизиологических и иммунологических показателей молоди стерляди для условий Калининградской области, которые могут быть использованы для сравнительной оценки посадочного материала, используемого в товарном рыбоводстве региона.

Материалы диссертации могут быть использованы в товарном рыбоводстве, а также в учебном процессе при подготовке в вузах бакалавров, дипломированных специалистов и магистров по направлению и специальности «Водные биоресурсы и аквакультура». Материалы диссертации применяются при подготовке в ФГОУ ВПО «КГТУ» бакалавров и магистров рыбного хозяйства по направлениям 110900.62 и 110900.68 - «Водные биоресурсы и аквакультура».

Защищаемые положения:

- адаптационные возможности молоди стерляди, проявляющиеся в её росте и жизнестойкости, имеют различный уровень разрешения в условиях разнотипных рыбоводных систем;

- особенности адаптивной реакции молоди стерляди на температуру, солёность, величину водородного показателя (рН) воды, концентрацию аскорбиновой кислоты позволяют определить и рекомендовать предпочтительные режимы выращивания;

- связь величины органо-соматических индексов органов молоди стерляди с условиями выращивания позволяет выбрать наилучшие рыбоводные системы для получения посадочного материала;

- особенности гематологического и иммунологического статуса молоди стерляди при выращивании в различных рыбоводных системах.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на заседаниях и научно-методических семинарах кафедры аквакультуры ФГОУ ВПО «КГТУ» (2005-2008 гг.); на Международной научной конференции, посвящённой 75-летию основания КГТУ и 750-летию Кёнигсберга-Калининграда «Инновации в науке и образовании-2005» (Калининград 19-21 октября); на IV Международной научно-практической конференции «Аквакультура осетровых рыб: достиже-

ния и перспективы развития» (Астрахань, 13-15 марта 2006 г.); на IV Международной научной конференции «Инновации в науке и образовании-2006» (Калининград, 18-20 октября); на научно-практической конференции «Результаты и перспективы акклиматизационных работ» (Клязьма, 10-13 декабря 2007 г.); на Международном симпозиуме «Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоёмов аридного климата» (Астрахань, 2007); на международных семинарах и учебном тренинге, проводимых в рамках проекта ТАСИС № 2007/138-583 (Калининград, 2007); на VI юбилейной Международной научной конференции, посвящённой 50-летию пребывания КГТУ на Калининградской земле «Инновации в науке и образовании-2008» (Калининград, 21-23 октября); на Международной научной конференции «Actual status and active protection of sturgeon fish populations endangered by extinction» (Olsztyn 5-7th March 2008). Основные положения диссертационной работы были представлены в номинации «У.М.Н.И.К. – 2007», проводимой в рамках V Международной научно-практической конференции «Инновации в науке и образовании – 2007» (Калининград-2007).

Декларация личного участия. Автор лично участвовал в сборе, обработке и анализе материалов в 2005-2007 гг. Дал оценку адаптационным возможностям естественной резистентности молоди стерляди при выращивании в различных условиях. Разработал схему исследования и провёл эксперименты по изучению влияния различных факторов на молодь стерляди, включая оценку её состояния по морфофизиологическим, гематологическим и иммунологическим показателям. Внедрил результаты исследований на предприятии ООО «КМП-Аква» при формировании ремонтно-маточного стада и выращивании товарной стерляди.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 печатных работ, из них две в издании, рекомендованном ВАК.

Объём и структура работы. Диссертация изложена на 209 страницах, состоит из введения, пяти глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы из 253 работ, включая 23 иностранных, содержит 35 таблиц и 87 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В главе представлен анализ данных литературы о рыбоводно-биологических особенностях стерляди, влиянии на её развитие абиотических и биотических факторов. Приводятся сведения о гидробиологическом и гидрологическом режиме разнотипных водоёмов на территории Калининградской области.

Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Экспериментальные работы по теме диссертации были проведены в 2005-2007 гг. в лаборатории кафедры аквакультуры ФГОУ ВПО «КГТУ» в экспериментальных УЗВ, на солоноватоводном нерестово-выростном хозяйстве ОАО «Калининградский центр Аквакультуры» в п. Прибрежный, в инкубационном цехе рыболовецкого колхоза «им. Матросова».

Молодь стерляди, средней массой 0,45; 1 и 2 г завозили из Конаковского завода товарного осетроводства (Тверская область) и НПЦ «БИОС» (г. Астрахань). В соответствии со схемой экспериментов для проведения месячного карантина и подращивания рыбу помещали в бассейны хозяйства «Прибрежное», снабжаемые артезианской водой, а также в экспериментальные УЗВ (рис. 1). Далее в соответствии с разработанной схемой экспериментов молодь распределяли на выращивание в садки, бассейны инкубационного цеха рыбколхоза «им. Матросова» и в

экспериментальные УЗВ. Выращивание стерляди проводили по технологическим схемам, придерживаясь биотехнических параметров приведенных в таблице 1 [Биотехнический и производственный ... , 2009].

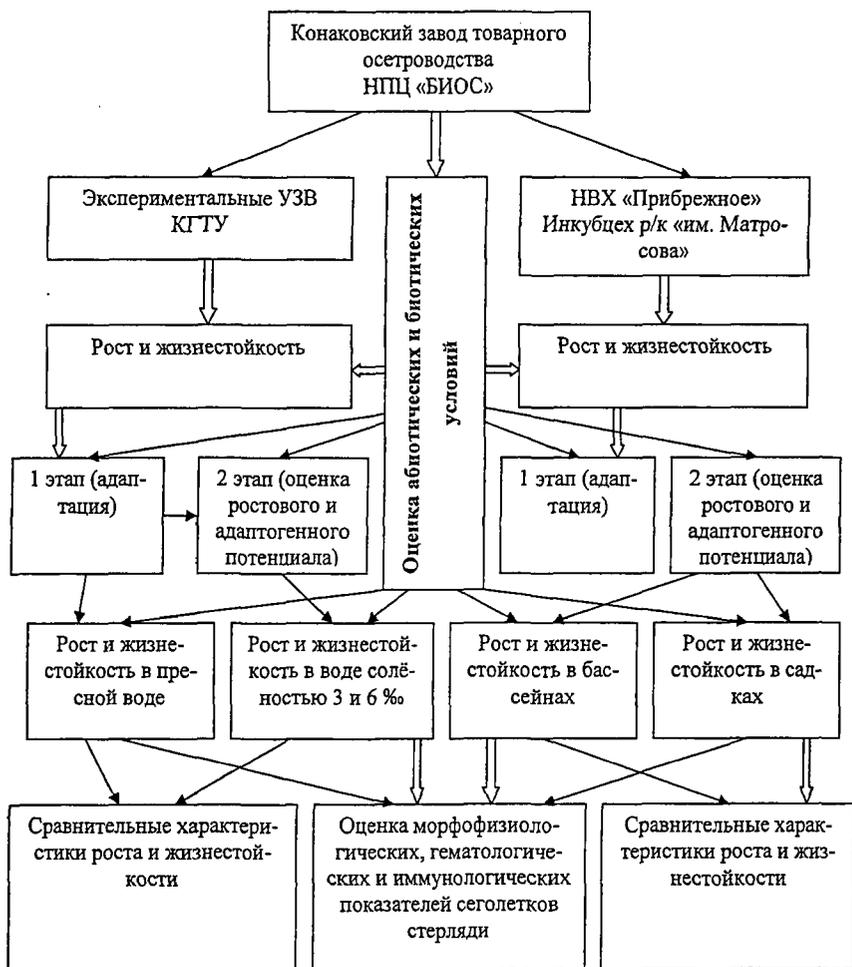


Рисунок 1- Схема экспериментальных работ

Исследовали различия в росте и жизнестойкости молоди стерляди в различных рыбоводных системах. Одновременно в экспериментальных УЗВ проводили исследования по изучению воздействия на эти показатели солёности (3 и 6‰), pH (7,0; 8,0 и 9,0) и аскорбиновой кислоты (2 и 5 мг/л). Причем, изучение воздействия солёности и аскорбиновой кислоты проводили в двух режимах: кратковременный (продолжительностью 14 суток) и долговременный опыт (продолжительностью 100 суток). Эксперименты по изучению влияния на рыб солёности, pH, аскорбиновой кислоты проводили в двойной повторности. В каждой УЗВ (в ходе экспериментов)

создавали идентичные условия, для этого не менее 2 раз в день проводили мониторинг гидрохимических параметров и ежедневную замену 5% воды.

Таблица 1 - Биотехнические параметры выращивания посадочного материала стерляди в различных рыбоводных системах

№ п/п	Показатель	Единицы измерения	Норматив
УЗВ			
1	Температура воды	°С	18-23
2	Содержание растворённого в воде кислорода	мг/л	7-8
3	Водородный показатель (рН)	-	7-8
4	Содержание аммония	мг/л	До 1,5
5	Содержание нитритов	мг/л	До 0,2
6	Плотность посадки	шт./м ³	200
8	Масса конечная	г	Не менее 50
9	Продолжительность выращивания	сут.	180-200
10	Выживаемость	%	±90
11	Солёность	‰	0-3-6
12	Концентрация аскорбиновой кислоты	мг/л	2-5
13	Прирост массы годовиков за период зимнего содержания при температуре 15-20°С	%	±300
14	Средняя масса годовиков	г	±300
15	Выживаемость годовиков	%	100
Проточные бассейны			
1	Температура	°С	15-26
2	Содержание растворённого в воде кислорода	мг/л	6-8
3	Водородный показатель (рН)	-	6-8
4	Плотность посадки	шт./м ³	200
6	Масса конечная	г	±90
7	Продолжительность выращивания	сут.	120
8	Выживаемость	%	±90
Садки			
1	Температура	°С	15-24,5
2	Содержание растворённого в воде кислорода	мг/л	8-11
3	Водородный показатель (рН)	-	7-7,5
4	Солёность	‰	До 1,5
5	Плотность посадки	шт./м ³	200
7	Масса конечная	г	±80
8	Продолжительность выращивания	сут.	120-150
9	Выживаемость	%	±85
10	Прирост массы годовиков за период зимнего содержания при температуре 0,1-3 °С	%	10-12
11	Средняя масса годовиков	г	±80
12	Выживаемость годовиков	%	±60

В основу проведённых экспериментов по оценке роста, жизнестойкости и анализа их результатов были положены известные методики [Правдин, 1966; Резников, 1978; Купинский, 1989]. Для определения скорости роста рыб использованы два показателя: относительный среднесуточный прирост (С,%) и общепродукционный коэффициент скорости массонакопления (Км).

Изучение изменений, происходящих в результате воздействия различных факторов, на организменном и клеточном уровне, проводили по показателям крови по стандартным методикам [Иванова, 1983; Серпунин, 2005], концентрации и фагоцитарной активности лейкоцитов, γ -глобулинов, концентрации лизоцима [Метод. указания ... , 1999].

Морфофизиологические исследования печени, селезёнки, почек и жабр сеголеток проводили по общепринятым методикам [Шварц, 1968; Смирнов, 1972]. Индекс органов определялся как отношение массы органа к массе порки.

Статистическую обработку полученных в ходе экспериментов данных проводили по общепринятым методикам [Аксютина, 1968; Лакин, 1980]. С помощью программных пакетов "Microsoft Excel" определяли параметры признаков: средние арифметические значения (M), их ошибки (m), среднеквадратичное отклонение (σ), определяли достоверность различий средних величин с помощью критерия Стьюдента, проводили корреляционный анализ.

Объём исследованного материала приведен в табл. 2.

Таблица 2 – Объём исследованного материала

Наименование	Количество, шт.
Мальки, выращенные в садках НВХ «Прибрежный», для оценки их роста и жизнестойкости	1610
Сеголетки, выращенные в садках НВХ «Прибрежный», для оценки их роста и жизнестойкости	960
Мальки, выращенные в бассейнах р/к «им. Матросова», для оценки их роста и жизнестойкости	390
Сеголетки, выращенные в бассейнах р/к «им. Матросова», для оценки их роста и жизнестойкости	290
Мальки, выращенные в УЗВ аквариальной КГТУ, для оценки их роста и жизнестойкости	750
Сеголетки, выращенные в УЗВ аквариальной КГТУ, для оценки их роста и жизнестойкости	500
Морфофизиологические пробы	550
Гематологические параметры	1059
Иммунологические анализы	605

Глава 3. АДАПТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОЛОДИ СТЕРЛЯДИ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНЫХ РЫБОВОДНЫХ СИСТЕМ

Сравнительная характеристика роста и жизнестойкости молоди стерляди в различных условиях выращивания. Анализ результатов выращивания молоди стерляди в прямоточных бассейнах, садках, экспериментальных УЗВ показал, что, несмотря на определённые отличия в термическом, гидрологическом режиме, в разные годы проявляется определённое сходство в динамике роста рыб. В первые 2-3 недели после посадки отмечается большее раскрытие линейной функции весового роста, определяемой величиной относительного среднесуточного прироста (до 4,5-5,5%). Функция массонакопления в этот период выражена несколько ниже (K_m до 0,07-0,12), а во вторую половину сезона увеличивается (K_m до 0,10-0,18). Причем в этот период на отдельных этапах она достигает значений (0,15-0,18), близких к максимальным для вида [Купинский, 1989].

Установлено, что в прямоточных бассейнах в целом за сезон скорость роста была выше (средняя масса рыб к началу осеннего периода до 82 г), чем в садках (до 63 г) и экспериментальных УЗВ (до 65 г). Отмечено, что в условиях аномально тёплого лета (температура воды до 24,5°C) скорость роста в садках заметно снижалась (в 1,5 раза) в сравнении со среднестатистическим летом, однако к концу осеннего периода, с учетом общего теплового баланса за вегетационный сезон, различия в массе рыб нивелировались (91 и 89 г, соответственно). В прямоточных бассейнах не установлено связи скорости роста с температурой воды при её повышении до 26,5°C (коэффициент корреляции, $r \leq 0,5 \pm 0,06$).

Общим в динамике показателей роста является их снижение в первую половину сезона и повышение до начала осеннего периода (рис. 2, 3). Причем в бассейнах ускорение роста наступает раньше, чем в садках и УЗВ, что, с одной стороны, характеризует сезонные особенности в раскрытии ростового потенциала, с другой, может указывать на предпочтительность выращивания молоди стерляди в прямоточных бассейнах.

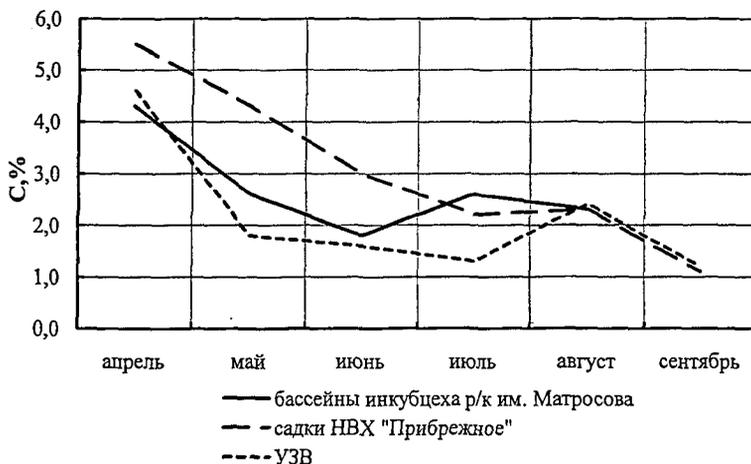


Рисунок 2 - Изменение относительного среднесуточного прироста (С,%) у молоди стерляди в различных рыбоводных системах в 2006 г.

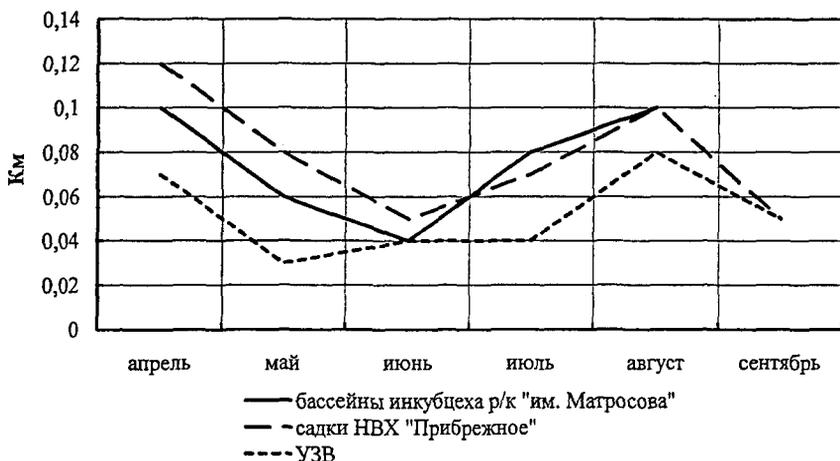


Рисунок 3 - Изменение коэффициента массонакопления (K_m) у молоди стерляди в различных рыбоводных системах в 2006 г.

О высоком уровне приспособляемости молоди стерляди к различным условиям выращивания свидетельствуют данные о жизнестойкости, которая может достигать 92% в УЗВ, 93% в садках и 96% в бассейнах.

Влияние солёности на рост и жизнестойкость молоди стерляди. Интерес к оценке влияния солёности на рост и жизнестойкость молоди стерляди связан с возможностью её вселения в крупные рыбохозяйственные водоёмы Калининградской области на пастбишный нагул. Поскольку солёность в них неодинакова в разных частях акватории (от 0 до 5-6‰), то в экспериментах были выбраны два режима солёности: 3‰, соответствующий по гидробиологической классификации границе пресных и солоноватых вод [Николаев, 1957; Хлебович, 1974], и 6‰, соответствующий высоким значениям, отмечаемым в период нагона воды со стороны Балтийского моря.

Стерлядь признаётся единственным пресноводным представителем осетровых рыб. Однако при этом согласно теории критической солёности [Хлебович, 1974] и данным о росте и жизнестойкости молоди некоторых других рыб [Курапова, 2001; Лесникова, 2004] для стерляди вероятно приспособление к определённом режиму солёности, при котором проявляется её ростостимулирующий эффект. Однако, имеющиеся данные свидетельствуют лишь о предпочтении молодью проходных осетровых рыб солёности 10‰ [Поддубный, 1989], способности молоди стерляди массой более 7 г приспосабливаться к жизни в воде солёностью 12,6‰ при 100%-ой смертности более мелкой [Кузьмичёв, 2005].

В ходе выполнения экспериментов было установлено, что при выращивании мелкой (3 г) и крупной (5 г) молоди до массы 11-17 г ростовой потенциал лучше раскрывается у рыб в пресной воде в обеих группах. Достоверность различий подтверждается сравнением как с вариантом солёности 3‰ ($p < 0,01$), так и 6‰ ($p \leq 0,05$). Очевидно, развитие адаптационных реакций у молоди стерляди в воде различной солёности вызывает изменения в характере обмена веществ и, как следствие, ускорение или уменьшение скорости роста. Причем в первые 2-3 недели отмечается ускорение роста молоди, после чего отмечали его резкое снижение (K_m от 0,08 до 0,005-0,01).

Лишь при достижении рыбами массы 7-14 г отмечали возрастание скорости роста молоди стерляди до максимальных значений ($K_m = 0,15-0,17$) (рис. 4).

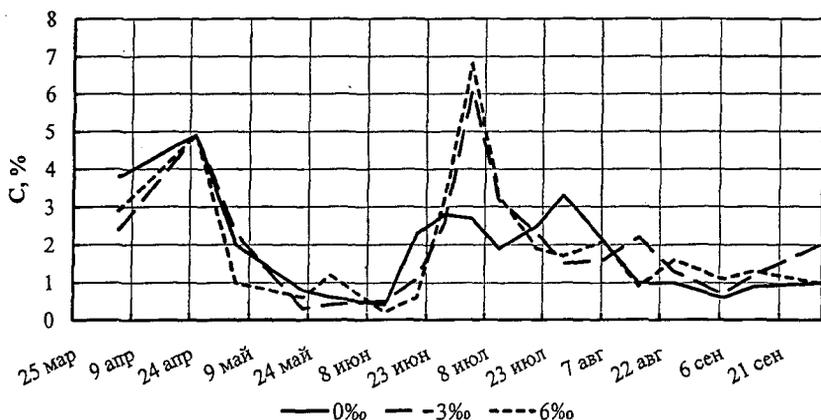


Рисунок 4 - Изменение коэффициента массонакопления у молоди стерляди при различной солёности воды в 2006 г.

Подобная динамика роста молоди стерляди в пресной воде и при солёности 3 и 6‰ проявилась у рыб, доставленных с Конаковского завода товарного осетроводства и НПЦ «БИОС» (г. Астрахань), что может служить подтверждением общей для молоди разных популяций реакции на солёность в диапазоне значений 3-6‰.

На основании полученных результатов, можно рекомендовать выращивание стерляди до массы 11-17 г в пресной воде, а дальнейшее выращивание проводить при солёности до 6 ‰ при предпочтительном значении - 3 ‰. Это подтверждают данные о выживаемости молоди стерляди в пресной и солоноватой воде (3‰) - 94-95%. Жизнестойкость в воде солёностью 6‰ существенно ниже (83-86%).

Влияние величины водородного показателя (pH) на рост и жизнестойкость молоди стерляди. В различных водоёмах Калининградской области pH может существенно отличаться (от 6,0 до 9,0). Поэтому, обосновывая возможность выращивания посадочного материала или предполагая его выпуск на пастбищный нагул, важно установить способность стерляди адаптироваться в условиях широкого диапазона pH. Поскольку ранее, на примере выращивания посадочного материала стерляди в прямооточных бассейнах на воде из р. Немонин с pH 6,0-6,5, было показано эффективное раскрытие ростового и адаптогенного потенциала [Хрусталёв и др., 2008], то в наших экспериментах диапазон исследованных значений pH был от 7,0 до 9,0.

В ходе эксперимента установлена общая картина изменения весовых показателей молоди стерляди в течение периода наблюдений (июль-сентябрь). Отметим некоторое большее значение относительного среднесуточного прироста при pH = 8,0 в первой половине августа, что можно связать с особенностями функционирования в этот период искусственной экосистемы УЗВ, когда была достигнута самая высокая скорость роста (K_m до 0,2). Последовавшее затем снижение скорости роста, очевидно, связано с возросшей нагрузкой биомассы рыб на экосистему (рис. 5). Характеристика роста молоди определяемая величиной относительного среднесуточного прироста да-

ёт более сглаженную картину в сравнении с динамикой коэффициента массонакопления (рис. 6). Начиная с середины августа имело место опережение массонакопления над линейной функцией весового роста, что отразилось на большей конечной массе сеголетков в нейтральной среде ($55,0 \pm 9,2$ г) сравнительно с водой с рН 8,0 и 9,0, соответственно $44,0 \pm 6,8$ и $42,0 \pm 6,4$ г. При этом различия в конечной массе в нейтральной и щелочной среде были статистически недостоверными. О высокой приспособляемости молоди стерляди в широком диапазоне рН свидетельствуют показатели жизнестойкости, крайние значения которой различались на 2% (86% при рН=9,0; 87% при рН=8,0 и 88% при рН=7,0).

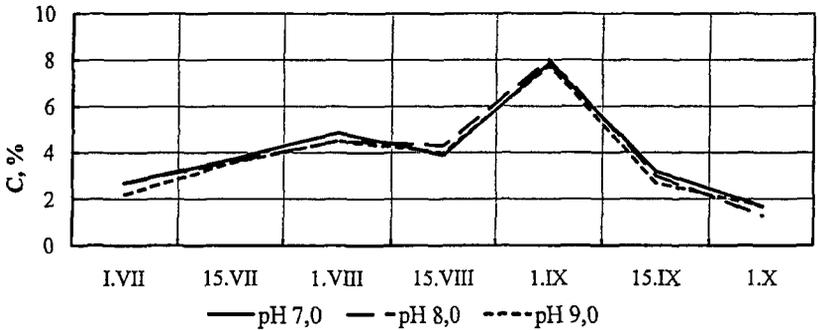


Рисунок 5 - Изменение величины относительного среднесуточного прироста (С) молоди стерляди при разной величине водородного показателя (рН)

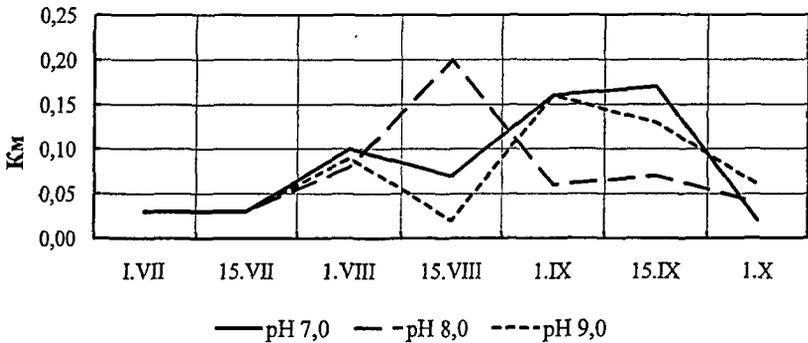


Рисунок 6 - Изменение коэффициента массонакопления (Км) при различной величине водородного показателя (рН)

Глава 4. МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЕГОЛЕТКОВ СТЕРЛЯДИ

Органо-соматические индексы сеголетков стерляди. Сведений об органо-соматических индексах осетровых рыб естественных популяций, использующихся для целей искусственного воспроизводства достаточно много. Однако данных о морфофизиологических параметрах молоди осетровых, выращиваемых в промышленных условиях, еще недостаточно.

Данные по динамике органо-соматических индексов для стерляди, выращиваемой в условиях Калининградской области, отсутствуют, поскольку ранее она не вводилась в рыбохозяйственный оборот. Поэтому, с учетом установленных закономерностей в раскрытии ростового и адаптогенного потенциала, важно учитывать какие изменения происходят у молоди стерляди на организменном уровне и насколько они соответствуют норме физиологического состояния рыб.

Оценка величины индексов печени, селезёнки, почек у сеголетков стерляди, выращенных в разнотипных рыбоводных системах, подтвердила ранее сделанный вывод о предпочтительности выращивания молоди в прямоточных бассейнах (рис. 7), поскольку установлено, что любые дополнительные затраты ведут к увеличению массы внутренних органов, а мобилизация защитных структур организма, проявляющаяся в увеличении индексов, свидетельствует о дополнительной «энергетической плате» организма, связанной с детоксикацией и его выживанием в техногенно-трансформированных условиях среды [Шварц, 1968; Моисеенко, 2000]. Исследуя органо-соматические индексы, мы опирались на известные корреляционные связи между ростом организма и относительной массы органов. Поскольку интенсивность роста рыб может служить очень точным показателем выявления действия на организм различных условий среды, длина и масса рыб могут оказаться ценными индикаторами, отражающими различные отклонения в параметрах среды обитания рыб. Ответом на такие воздействия могут быть и изменения средних величин и соотношений между ними [Смирнов и др., 1972].

Если придерживаться этого положения на втором месте после бассейнов (базовый вариант) в плане большего отклонения от нормы физиологического развития молоди стоят садки, на третьем УЗВ [Evaluating the physiological ... , 2008]. Такая тенденция изменения величины индексов показана для печени и селезёнки, несущих дополнительную нагрузку как синтезирующие органы и энергетическое и клеточное депо (рис. 7). У рыб, выращенных в садках, размах минимальных и максимальных значений индекса селезёнки и печени был чрезвычайно велик, что также характеризует условия выращивания как нестабильные и менее подходящие для стерляди.

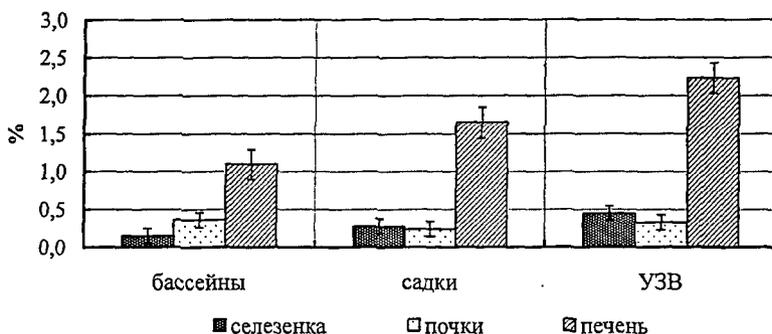


Рисунок 7 - Органо-соматические индексы сеголетков стерляди при выращивании в различных условиях

Проведённый корреляционный анализ выявил сильную отрицательную связь индекса печени с коэффициентом массонакопления ($r = -0,79 \pm 0,08$), концентрацией кислорода ($r = -0,65 \pm 0,12$) и водородным показателем ($r = -0,62 \pm 0,13$) и среднюю с

проточностью воды ($r = -0,50 \pm 0,16$). Индекс селезёнки имеет сильную отрицательную корреляционную связь с концентрацией кислорода ($r = -0,65 \pm 0,12$) и водородным показателем ($r = -0,69 \pm 0,14$) и средней с коэффициентом массонакопления ($r = -0,49 \pm 0,16$) и проточностью воды ($r = -0,52 \pm 0,5$). Индекс почек имеет среднюю положительную связь с проточностью ($r = 0,58 \pm 0,14$) и сильную отрицательную связь с температурой воды ($r = -0,76 \pm 0,12$).

На основании этих данных можно заключить, что сеголетки стерляди, выращенные в прямооточных бассейнах, имели наилучшее физиологическое состояние. У рыб, выращенных в садках, размах значений индексов селезёнки и почек был чрезвычайно высок, что характеризует условия как нестабильные и менее подходящие.

Влияние солёности на морфофизиологические показатели молоди стерляди.

Как показывают результаты экспериментов (табл. 3), полученные данные находятся в диапазоне оптимальных значений для выращиваемых в промышленных условиях осетровых рыб [Федосеева, Распопов, 2006].

Следует отметить, что достоверные различия в величине индексов установленные для жабр, свидетельствуют об их важной роли в развитии адаптационных процессов в организме, поскольку они выполняют осморегуляторную функцию, что должно проявляться при увеличении минерализации воды. Однако и здесь проявляются особенности: заметные изменения в величине индексов отмечаются в кратковременном опыте только при солёности 3%, а в долговременном опыте изменения затрагивают все варианты, что, с одной стороны, следует рассматривать как результат формирования специфической среды искусственной экосистемы УЗВ, с другой, как результат ускорения роста крупной рыбы, адаптированной к более высокой солёности воды (6%). Можно предположить, что снижение индекса жабр является результатом проявления адаптационных механизмов, происходящих у типично пресноводного организма в диапазоне не оптимальных значений.

Таблица 3 – Влияние солёности на морфофизиологические показатели сеголетков стерляди

	Индекс печени	Индекс селезёнки	Индекс почки	Индекс жабр
Кратковременный опыт				
Контроль	1,93±0,53	0,26±0,07	0,20±0,06 ⁴	2,67±0,73 ¹
Опыт 1 (3‰)	2,44±0,20 ⁴	0,17±0,03	0,12±0,04 ⁴	1,94±0,17 ¹
Опыт 2 (6‰)	2,15±0,19 ⁴	0,22±0,06 ³	0,11±0,05 ⁴	2,16±0,58
Долговременный опыт				
Контроль	1,20±0,13	0,20±0,04	0,80±0,09 ⁴	2,00±0,22 ²
Опыт 3 (3‰)	1,0±0,12 ⁴	0,20±0,04	0,60±0,07 ⁴	2,30±0,28 ³
Опыт 4 (6‰)	1,0±0,12 ⁴	0,10±0,02 ⁴	0,80±0,09 ⁴	1,20±0,13 ^{4,3}

¹ – различия достоверны между контролем и опытом 1 при $p \leq 0,05$; ² – различия достоверны между контролем и опытом 3 при $p \leq 0,05$; ³ – различия достоверны между опытами 3 и 4 при $p \leq 0,01$; ^{4,5} – различия достоверны между кратковременным (опыт 1, 2) и долговременным опытами (опыт 3, 4) и при $p \leq 0,01$ и $p \leq 0,001$, соответственно;

Длительность воздействия солёности также специфически влияет на морфофизиологические показатели молоди стерляди. Так при увеличении длительности воздействия солёности на организм молоди стерляди отмечали снижение индекса печени и увеличение индекса почки (независимо от величины солёности), а также сниже-

ние индекса селезёнки при солёности 6‰ в долговременном воздействии. Такие изменения, по нашему мнению, являются результатом усиления обменных и адаптационных процессов происходящих в организме типично пресноводного вида, каковым является стерлядь.

Влияние аскорбиновой кислоты на физиологическое состояние молоди стерляди. Действие аскорбиновой кислоты, как биостимулятора, в наибольшей степени проявилось в долговременном опыте (табл. 4).

Таблица 4 - Влияние аскорбиновой кислоты на морфофизиологические показатели сеголетков стерляди

	Индекс печени	Индекс селезёнки	Индекс почки	Индекс жабр
Кратковременный опыт				
Контроль	1,93±0,53	0,26±0,07	0,20±0,06	2,67±0,73
Опыт 8 (2 мг/л)	1,99±0,56	0,23±0,06	0,10±0,03	1,94±0,56
Опыт 9 (5 мг/л)	3,06±0,66	0,15±0,03	0,16±0,04	2,94±0,62
Долговременный опыт				
Контроль	1,20±0,13 ^{1,1}	0,20±0,04 ²	0,80±0,09 ²	2,00±0,22
Опыт 10 (2 мг/л)	0,6±0,07 ^{2,1}	0,10±0,02 ²	0,60±0,07	2,30±0,26
Опыт 11 (5 мг/л)	0,3±0,03 ¹	0,10±0,02 ²	0,30±0,03 ²	1,90±0,21

^{1,2} – различия между контрольной и опытными группами достоверны при $p \leq 0,01$ и $p \leq 0,001$, соответственно

Если изменения в величине индексов органов в кратковременном опыте отображают процессы адаптации, но достоверно не подтверждаются, то при длительном (100 сут.) воздействии установлено достоверное различие в величине индексов печени, почек, селезёнки. Только изменение индекса жабр выпадает из общей закономерности. Следует отметить, что самые низкие значения величины индексов исследованных органов при концентрации аскорбиновой кислоты 5 мг/л могут быть следствием более активного пластического роста рыб.

Глава 5. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕГОЛЕТКОВ СТЕРЛЯДИ, ВЫРАЩЕННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ РЫБОВОДНЫХ СИСТЕМАХ

В результате наших исследований в 2005 и 2006 гг. не обнаружено достоверных различий в гематологических параметрах сеголетков стерляди, выращенных в бассейнах, несмотря на высокую пластичность и индивидуальную изменчивость их гематологических показателей [Гематологические показатели ... , 2006; Показатели крови ... , 2007]. Поэтому можно сделать вывод о достаточно стабильных и удовлетворяющих биологическим требованиям вида условиях выращивания в бассейнах на проточной воде.

У сеголетков, выращенных в садках в 2005 и 2006 гг., различия значений гематологических параметров оказались статистически достоверными. Так, достоверно ниже, чем в 2005 г, в октябре 2006 г. у сеголетков стерляди была концентрация эритроцитов (Эр) ($p \leq 0,001$) и лейкоцитов (Л) ($p \leq 0,001$) и выше отношения эритроцитов к лейкоцитам (Эр/Л) ($p \leq 0,001$) на фоне стабильной концентрации гемоглобина (Hb) и общего белка сыворотки крови (ОБС) (табл. 5).

Вследствие аномально теплого лета 2006 г. и высокой температуры воды вплоть до середины октября (16°C) поддержание нормального уровня гемоглобина шло по пути накопления его в одном эритроците и, как следствие, в снижении концентрации эритроцитов на 23% от уровня предыдущего среднестатистического по температуре

воды года. Достоверные изменения выявлены также в лейкоцитарной формуле у рыб, выращенных в садках. В 2006 г. картина крови сеголетков стерляди имела резко нейтрофильный характер (общее число нейтрофилов (ОЧН) более чем в 2,5 раза превышала ветеринарную норму), что является достаточно редким явлением у рыб, свидетельствующим о наличии неблагоприятных условий [Parameters of blood ... , 2008].

Можно отметить, что молодь стерляди, выращиваемая в бассейнах, отличалась от выращиваемой в садках лучшими рыбоводно-биологическими и гематологическими показателями. У молоди, выращенной в бассейнах, отмечены максимальные значения концентрации эритроцитов и белка в сыворотке крови (ОБС), лейкоцитарная формула находилась в пределах физиологической нормы, что свидетельствует о её лучшем физиологическом состоянии.

Таблица 5 - Гематологические показатели молоди стерляди при выращивании в различных рыбоводных схемах в Калининградской области в 2005 и 2006 гг.

Показатель	Бассейны 19.09.05	Садки 01.10.05	Бассейны 25.08.06	Садки 31.08.06	Садки 19.10.06
Нв, г·л ⁻¹	49,13±3,61	45,54±2,76	44,70 ± 2,47	53,66 ± 7,29	43,28 ± 4,55
Эр, Т·л ⁻¹	1,489±0,054 ³	1,236±0,056 ^{3,8}	1,531 ± 0,115 ⁶	1,233 ± 0,073 ^{4,6}	0,870±0,052 ^{4,8}
СГЭ, пг	31,94±3,53	33,58±1,01	30,98 ± 4,18	46,09 ± 9,31	50,91±7,46
ЦП	0,94±0,11	1,01±0,12	0,93 ± 0,13	1,38 ± 0,28	1,53 ± 0,22
Л, Г·л ⁻¹	58,24±4,20	59,19±4,85 ⁸	66,88 ± 5,80	59,91 ± 6,82 ⁴	24,45±4,61 ^{4,8}
ОБС, г·л ⁻¹	37,46±0,96 ²	25,48±0,93 ²	35,34 ± 2,86 ⁷	25,20 ± 0,91 ⁷	23,71± 1,34
Эр/Л	27,12±1,35 ¹	21,99±1,43 ^{1,8}	25,25 ± 1,19	21,74 ± 2,57 ⁴	38,02 ± 4,22 ^{4,8}

^{1, 2, 3} – различия достоверны между рыбами, выращенными в садках и бассейнах 2005 г. при $p \leq 0,05, 0,01$ и $0,001$ соответственно; ^{4, 5} – различия достоверны между рыбами, выращенными с садках в 2006 г. при $p \leq 0,01$ и $0,001$; ^{6, 7} – различия достоверны между рыбами, выращенными с садках и бассейнах в 2006 г при $p \leq 0,05, 0,01$; ⁸ – различия достоверны между рыбами, выращенными с садках в 2006 и 2005 г при $p \leq 0,001$.

Влияние солёности на гематологические показатели сеголетков стерляди.

При кратковременном воздействии более высокой (6%) солёности у сеголетков стерляди достоверно увеличивались концентрации лейкоцитов и лимфоцитов ($p \leq 0,001$). В лейкоцитарной формуле у рыб при солёности 6% увеличивалась доля метамеллоцитов нейтрофильных ($p \leq 0,01$), сегментоядерных нейтрофилов ($p \leq 0,001$) и моноцитов ($p \leq 0,01$) [Влияние солёности ... , 2008]. Выявленные изменения отражают уровень срабатывания адаптационного механизма естественной резистентности, поддерживающего гомеостаз молоди. Механизм регулирования при солёности 3% направлен на снижение концентрации лимфоцитов. Влияние солёности 6% вызывает только повышение доли моноцитов. Длительное воздействие солёности 3% привело к снижению у сеголетков стерляди концентрации эритроцитов ($p \leq 0,01$) более, чем на 45% при относительно одинаковом уровне гемоглобина. В лейкоцитарной формуле изменения коснулись доли эозинофилов ($p \leq 0,01$) и моноцитов ($p \leq 0,05$), которые оказались выше при солёности 3%.

Влияние солёности 6% проявлялось в увеличении у стерляди более, чем в два раза концентрации эритроцитов и в изменении лейкоцитарной формулы. У рыб повысилась доля эозинофилов ($p \leq 0,01$) и моноцитов ($p \leq 0,01$), снизилась доля больших лимфоцитов ($p \leq 0,01$) и ОЧЛф ($p \leq 0,01$) [Влияние солёности ... , 2008].

При солёности 3‰ увеличивалась до $20,13 \pm 4,78$ % доля больших лимфоцитов, при солёности 6‰ их доля снижалась до $6,13 \pm 0,72$ %. При этом ОЧЛф уменьшалось не только за счет снижения доли больших лимфоцитов, но и увеличения доли эозинофилов и моноцитов, являющихся индикаторами неблагоприятного физиологического состояния. Известно, что увеличение процента моноцитов свидетельствует о повышении защитных сил организма [Баденко, 1966]. Таким образом, влияние солёности 6‰ негативно отражается на физиологическом состоянии молоди стерляди.

Влияние различных значений водородного показателя (рН) на гематологические показатели сеголетков стерляди. Анализ данных показал, что молодь стерляди, выращиваемая при нейтральном значении рН, отличалась от контроля (рН=6,0-6,5) только по лейкоцитарной формуле. У молоди из нейтральной среды была выше доля сегментоядерных нейтрофилов ($p \leq 0,01$) и, как следствие, увеличилась доля ОЧН ($p \leq 0,05$) и ниже доля малых лимфоцитов ($p \leq 0,05$) и ОЧЛф ($p \leq 0,05$). Однако, при переводе доли отдельных форм лейкоцитов в концентрационные показатели, достоверных различий не было обнаружено.

При увеличении рН до 8,0 у молоди выявлены изменения не только в лейкоцитарной формуле, но и в концентрации лейкоцитов. Последняя оказалась ниже ($p \leq 0,05$) при одинаковой концентрации эритроцитов, что дало достоверный сдвиг в соотношении Эр/Л ($p \leq 0,01$). Рыбы при рН=8,0 отличались от контрольной группы увеличением в пределах физиологической нормы доли моноцитов ($p \leq 0,01$).

Высокая вариабельность показателей крови, за исключением гемоглобина при рН=7,0 и 8,0 отражает высокую индивидуальную резистентность каждого организма и индивидуальные пути проявления адаптационных механизмов у каждой особи на воздействие рН, что наблюдалось, но в меньшей степени, при воздействии солёности.

При увеличении рН до 9,0 у молоди достоверно снизилась концентрация эритроцитов ($p \leq 0,05$). Концентрация лейкоцитов находилась на том же уровне, что и при рН=8,0. В лейкоцитарной формуле у рыб достоверно увеличилась доля моноцитов ($p \leq 0,05$). Но у них был выше уровень эозинофилов, чем при рН=8,0. Однако, оба показателя были не выше средних нормальных значений для вида [Метод. указания ... , 1999].

Исследования гематологических показателей позволили установить, что наилучшее физиологическое состояние имели рыбы, выращенные при слабощелочной и нейтральной реакции среды, несколько худшее при рН=8,0 и 9,0. Однако все изменения гематологических параметров находились в пределах нормы для стерляди.

Влияние аскорбиновой кислоты на гематологические показатели сеголетков стерляди. У молоди стерляди, выращиваемой при концентрации аскорбиновой кислоты 2 мг/л достоверно ниже оказалось СГЭ ($p \leq 0,01$) и выше концентрация лейкоцитов ($p \leq 0,01$).

При концентрации аскорбиновой кислоты 5 мг/л СГЭ было достоверно ниже, чем в контроле в два раза ($p \leq 0,001$). Выше была концентрация лейкоцитов ($p \leq 0,01$) и ОБС ($p \leq 0,05$). Различия в лейкоцитарной формуле у опытных и контрольных рыб обнаружены не были.

Низкая концентрация СГЭ может рассматриваться как результат естественной динамики снижения обеспеченности организма гемоглобином при активном росте молоди стерляди, с одной стороны, стабильных кислородных условий в экспериментальных УЗВ с другой. Влияние аскорбиновой кислоты в концентрации 2 и 5 мг/л проявилось в снижении СГЭ практически вдвое за счет увеличения концентрации эритроцитов и увеличения концентрации лейкоцитов на 15%. При увеличении концентрации аскорбиновой кислоты до 5 мг/л произошло увеличение ОБС, что отражает

высокий уровень пластического обмена у опытной группы молоди стерляди.

Иммунологические показатели сеголетков стерляди, выращенных в различных рыбоводных системах. При исследовании фагоцитарной активности лейкоцитов крови у сеголетков стерляди минимальные показатели были отмечены у рыб, выращенных в УЗВ (рис. 8 и 9).

У рыб, выращенных в садках, фагоцитарный индекс был больше ($p < 0,001$), чем у рыб в УЗВ и близким по величине к рыбам из бассейнов.

Из полученных данных видно, что у рыб, выращенных в садках и бассейнах, было большим и количество фагоцитирующих лейкоцитов, и их активность. Данные различия напрямую связаны с условиями выращивания и являются результатом влияния микрофлоры рыбоводных систем на физиологическое состояние рыб [Оценка влияния ... , 2008]. С учетом ветеринарных норм [Метод. указания ... , 1999] по естественной резистентности рыб исследуемые показатели относятся к диапазону низких значений для условий УЗВ и высоких значений для условий садков и бассейнов, что является показателем активации клеточного звена иммунитета.

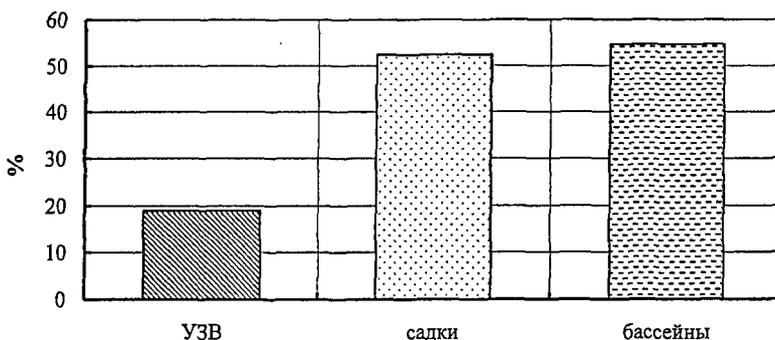


Рисунок 8 - Доля (%) фагоцитирующих лейкоцитов крови сеголетков стерляди, выращенных в различных условиях (садки, бассейны, УЗВ)

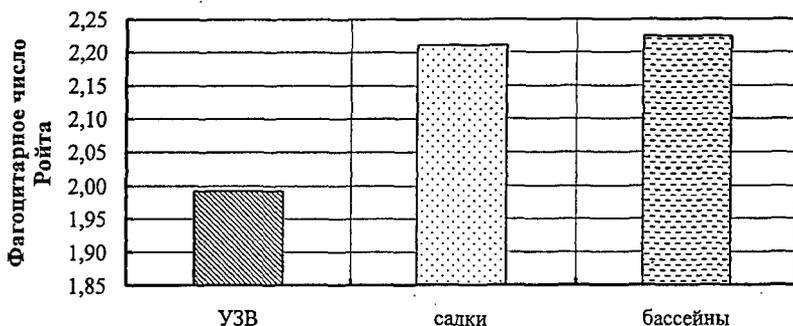


Рисунок 9 - Фагоцитарное число лейкоцитов крови сеголетков стерляди, выращенных в различных условиях (садки, бассейны, УЗВ)

Концентрацию γ -глобулинов определяли у рыб, выращенных в садках и УЗВ. Концентрация γ -глобулинов в печени рыб, выращенных в УЗВ ($2,89 \pm 0,11 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$), была достоверно меньше, чем у рыб из садков ($3,37 \pm 0,13 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$) ($p \leq 0,05$). Достоверно ($p \leq 0,001$) различалась концентрация γ -глобулинов в селезёнке молоди, выращенной в УЗВ ($0,54 \pm 0,09 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$) и садках ($2,88 \pm 0,15 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$). Также достоверными ($p \leq 0,001$) были различия этого показателя в коже молоди, выращенной в УЗВ и садках ($2,38 \pm 0,19$ и $1,16 \pm 0,13 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$ соответственно). При определении концентрации лизоцима в коже сеголетков стерляди установлено, что минимальное значение этого показателя было у рыб, выращенных в УЗВ ($7,5 \pm 0,58 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$), в то время как у рыб из садков оно достигало $20,25 \pm 0,94 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$ ($p \leq 0,001$). Повышенное содержание γ -глобулинов и лизоцима у рыб, выращенных в садках, может рассматриваться как результат более напряженных условий существования, в сравнении с более благоприятными в эпизоотическом плане условиями в УЗВ.

При исследовании динамики концентрации (активности) лизоцима установлена тенденция увеличения его концентрации в коже рыб, выращенных в УЗВ и садках. В первом случае с $7,5 \pm 0,58$ до $12,3 \pm 0,75 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$, во втором с $20,25 \pm 0,94$ до $24,19 \pm 1,01 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$ ($p \leq 0,001$) (рис. 10). Детальное изучение роли кожи – как первой линии защиты от инфекций указывает на то, что увеличение концентрации лизоцима в коже является косвенным показателем того, что организм активизирует неспецифичную иммунную защиту от патогенных организмов в окружающей среде.

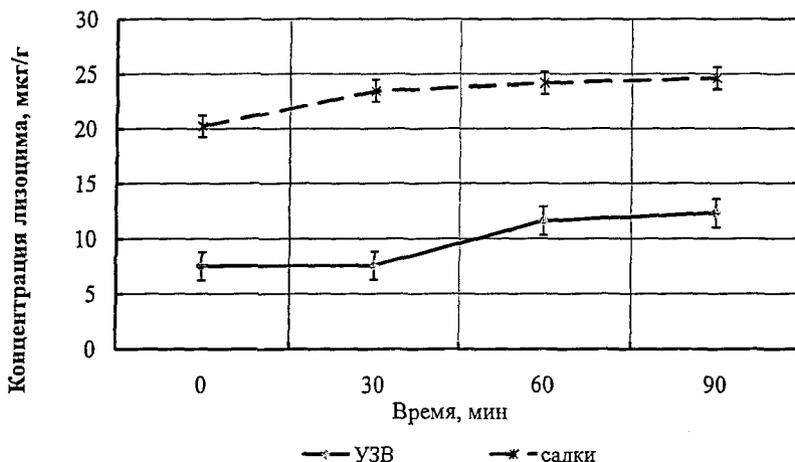


Рисунок 10 – Динамика концентрации (активность) лизоцима в коже сеголетков стерляди, выращенных в УЗВ и садках

Концентрация лизоцима в печени сеголетков из УЗВ ($3,74 \pm 0,41 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$) была достоверно ниже ($p \leq 0,001$), чем у рыб из садков ($19,94 \pm 0,95 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$). Динамика концентрации (активность) лизоцима в печени рыб из УЗВ изменялась от $3,70 \pm 0,41$ до $5,2 \pm 0,49$ и была достоверно ниже ($p \leq 0,001$), чем у рыб в садках, где она уменьшалась от $19,97 \pm 0,95$ до $17,41 \pm 0,89 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$. Аналогичная картина по концентрации и активности лизоцима показана для селезёнки и почек у сеголетков стерляди.

Полученные данные указывают на менее благоприятные условия выращивания сеголетков в садках в сравнении с условиями в УЗВ.

Влияние солёности на иммунологические показатели сеголетков стерляди.

При изменении солёности от 0 до 3‰ в кратковременном эксперименте количество фагоцитирующих лейкоцитов крови снижалось с 81,0 до 74,0% ($p \leq 0,05$), а при 6‰ несколько увеличивалось (77,1%). Фагоцитарная активность лейкоцитов увеличивалась при 3‰, а затем снижалась при 6‰ (рис. 11).

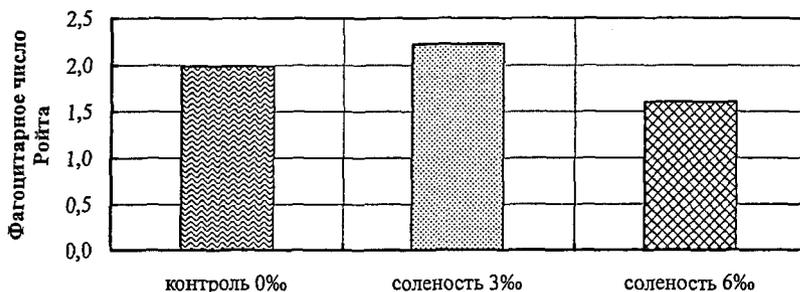


Рисунок 11 - Влияние солёности в кратковременном опыте на фагоцитарную активность лейкоцитов крови сеголетков стерляди (фагоцитарное число Ройта)

Если рассматривать действие солёности на молодь стерляди как биостимулятора, то увеличение фагоцитарной активности следует рассматривать как проявление компенсаторного механизма, определяющего снижение количества фагоцитов при увеличении скорости роста в условиях солёности 3‰. При увеличении солёности выше оптимального значения, основную роль начинают играть адаптационные механизмы и организм перестраивается к жизни в экстремальных условиях, что отражается на активации иммунной и антиокислительной систем защиты организма, что, очевидно, и проявилось при солёности 6‰.

Концентрация γ -глобулинов при долговременном опыте в печени сеголетков была достоверно ($p \leq 0,01$) выше при солёности 6‰ ($2,14 \pm 0,31 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$), чем в контроле ($1,19 \pm 0,21 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$). В кратковременном опыте наблюдалась обратная картина, максимальные показатели были отмечены в контроле ($8,19 \pm 0,61 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$), а минимальные при солёности 3‰ ($4,85 \pm 0,45 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$) ($p \leq 0,01$). Очевидно, что при длительном воздействии солёности более высокая концентрация γ -глобулинов является свидетельством стимуляции иммунного ответа. Аналогичная картина отмечена для селезёнки.

В коже молоди стерляди в долговременном опыте происходило увеличение концентрации γ -глобулинов с $2,88 \pm 0,29$ до $6,17 \pm 0,53 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$ при увеличении солёности до 3‰. При кратковременном опыте наибольшая концентрация γ -глобулинов была при солёности 3‰ ($7,48 \pm 0,56 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$), а наименьшая - при 6‰ ($1,58 \pm 0,27 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$). В почках и жабрах исследованной молоди стерляди не было обнаружено достоверных различий по концентрации γ -глобулинов.

Суммируя полученные результаты, следует отметить, что солёность вызывает изменение концентрации γ -глобулинов только при долговременном воздействии. Увеличение концентрации γ -глобулинов в печени, селезёнке и жабрах сеголетков отмечалось при солёности 3‰ и снижение этого показателя при 6‰. Это может свидетельствовать о том, что наиболее оптимальной для активации иммунного ответа является солёность 3‰.

У рыб контрольной группы в долговременном опыте максимальная концентрация лизоцима была в селезёнке ($10,00 \pm 0,60$ мкг·г⁻¹), а минимальная - в печени ($3,74 \pm 0,49$ мкг·г⁻¹), что соответствует литературным данным о распределении лизоцима в организме стерляди [Лукьяненко, 1971]. При солёности 3% максимальная концентрация лизоцима наблюдалась в коже ($14,71 \pm 0,82$ мкг·г⁻¹), минимальная - в печени ($0,89 \pm 0,19$ мкг·г⁻¹). Очевидно, что перераспределение концентрации лизоцима при увеличении солёности в пределах оптимума для вида связано с усилением первого барьера на пути проникновения инфекций. При солёности 6% максимальная концентрация лизоцима наблюдалась в селезёнке, минимальная - в коже ($28,05 \pm 1,11$ и $8,23 \pm 0,61$ мкг·г⁻¹, соответственно). Такое изменение в распределении лизоцима в организме даёт основание полагать об усилении в условиях повышенной солёности второй линии защиты организма от инфицирования.

При исследовании динамики концентрации (активности) лизоцима во внутренних органах сеголетков стерляди отмечали, что в контроле активность возрастала незначительно во всех исследованных органах. При увеличении солёности до 3% отмечали резкое увеличение активности в селезёнке, печени, почке и жабрах и незначительное снижение в коже. При солёности 6% активность лизоцима снижалась только в селезёнке, а в остальных исследованных органах увеличивалась. Такие изменения концентрации и активности лизоцима закономерны, поскольку небольшое повышение солёности (до 3%) способствует увеличению пластического обмена, т.е. энергетические ресурсы организма направляются в сторону увеличения темпа роста и не расходуются на поддержание высокого иммунного статуса [Микряков, 1990].

Суммируя полученные результаты, следует отметить, что солёность 3% как при долговременном, так и при кратковременном воздействии, является более оптимальной для активации иммунного ответа у сеголетков стерляди.

Влияние аскорбиновой кислоты на иммунологический статус сеголетков стерляди. В наших опытах не было установлено достоверного увеличения количества фагоцитирующих лейкоцитов ни в одной из групп по сравнению с контролем. Однако при концентрации аскорбиновой кислоты 2 мг/л наблюдалось увеличение их фагоцитарной активности.

Оценивая влияние аскорбиновой кислоты на иммунологические показатели молоди стерляди, можно отметить, что при длительном её воздействии в любой исследованной концентрации синтез γ -глобулинов активируется в селезёнке, что отражается на увеличении этого показателя в опытных группах ($2,53 \pm 0,34$ и $2,57 \pm 0,35$ г·л⁻¹, соответственно) в сравнении с контролем ($0,53 \pm 0,15$ г·л⁻¹) ($p \leq 0,001$). Однако в печени и коже максимальные концентрации γ -глобулинов отмечены при дозе аскорбиновой кислоты 5 мг/л. При кратковременном воздействии аскорбиновая кислота способствовала увеличению концентрации γ -глобулинов только в коже. В почках максимальные значения γ -глобулинов отмечены при концентрации кислоты 2 мг/л ($6,04 \pm 0,52$ г·л⁻¹).

Оценивая влияние аскорбиновой кислоты на концентрацию лизоцима в кратковременном опыте, отмечали, что максимальные значения были получены при концентрации 5 мг/л во всех исследованных органах, причем различия были не достоверны в сравнении с контролем только в почке ($37,81 \pm 1,33$ в опыте и $38,12 \pm 0,39$ мкг·г⁻¹ в контроле). Аскорбиновая кислота в концентрации 2 мг/л привела к снижению концентрации лизоцима во всех исследованных органах, по сравнению с контролем различия были не достоверны только в селезёнке ($33,34 \pm 1,22$ в контроле и $29,90 \pm 1,17$ мкг·г⁻¹ в опыте). Оценивая активность лизоцима, отмечали, что в контроле активность лизоцима возрастала в почках, селезёнке и печени, а снижалась в коже и жабрах. В

опытных группах активность увеличивалась в печени, почках и селезёнке, снижалась в коже и жабрах.

При одновременном воздействии отмечали противоположную картину, максимальные значения концентрации лизоцима у рыб, были получены при дозировке аскорбиновой кислоты 2 мг/л, при увеличении концентрации до 5 мг/л отмечали снижение значений. Оценивая динамику концентрации (активность) лизоцима во внутренних органах сеголетков стерляди отмечали, что в контроле и опытной группе при концентрации аскорбиновой кислоты 2 мг/л активность лизоцима везде возрастала. При увеличении концентрации аскорбиновой кислоты до 5 мг/л активность лизоцима увеличивалась в печени и почках, а в селезёнке, коже и жабрах она снижалась. В связи с этим можно предположить, что наибольшее влияние на неспецифический гуморальный иммунитет, одним из показателей которого является лизоцим, оказывает аскорбиновая кислота в концентрации 2 мг/л.

ВЫВОДЫ

1. Условия выращивания молоди стерляди в прямоточных бассейнах предпочтительны по достигаемой в равные сроки массе тела и выживаемости (до 82 г и 96%, соответственно), в сравнении с садками (до 63 г и 92%). В первом случае на отдельных этапах достигается максимальная скорость роста ($K_m = 0,15-0,18$), близкая к предельной, отмечаемой для вида. При этом, сеголетки стерляди, выращенные в прямоточных бассейнах, имеют лучшие морфофизиологические показатели, чем выращенные в садках и экспериментальных УЗВ.

2. При выращивании в различных рыбоводных системах индекс печени у сеголетков имеет сильную отрицательную корреляционную связь с концентрацией кислорода ($r = -0,65 \pm 0,12$) и водородным показателем ($r = -0,62 \pm 0,13$), среднюю с проточностью ($r = -0,50 \pm 0,16$). Индекс селезёнки имеет сильную отрицательную корреляционную связь с концентрацией кислорода ($r = -0,65 \pm 0,12$) и водородным показателем ($r = -0,69 \pm 0,14$), среднюю с проточностью воды ($r = -0,52 \pm 0,15$). Индекс почек имеет сильную отрицательную связь с температурой воды ($r = -0,76 \pm 0,12$) и средней положительную с проточностью ($r = 0,58 \pm 0,14$).

3. Снижение уровня эритроцитов, лейкоцитов и ОБС, увеличение доли зрелых форм нейтрофилов, эозинофилов, снижение доли больших лимфоцитов и ОЧЛФ в крови сеголетков стерляди, выращенных в садках, указывает на перераспределение составляющих общего обмена не на рост, а на выработку адаптационных механизмов в более напряженных условиях, чем в прямоточных бассейнах.

4. В диапазоне pH от 7,0 до 9,0 ростовой и адаптогенный потенциал молоди стерляди раскрывается на уровне близких значений, что может свидетельствовать о высоком уровне развития адаптационных механизмов. При этом наилучшее физиологическое состояние сеголетков стерляди, определяемое по гематологическим показателям, отмечается при pH 7,0 и 8,0.

5. Длительное воздействие на молодь аскорбиновой кислоты в диапазоне концентраций (0-2-5 мг/л) проявляется в снижении индексов печени, селезёнки, почек, жабр, что обусловлено ускорением роста рыб. Оптимальной следует считать концентрацию 2 мг/л, при которой высокие иммунологические показатели сеголетков стерляди согласуются с высоким темпом роста.

6. При длительном воздействии солёности 6‰ у сеголетков стерляди уменьшаются индексы селезёнки и жабр, что является результатом проявления адаптационных механизмов, происходящих в диапазоне неоптимальных значений. Это подтверждается акти-

вающей иммунной системы в части установленных концентраций и фагоцитарной активности лейкоцитов, γ -глобулинов, лизоцима.

7. При длительном воздействии солёности 3‰ отмечается нормальное физиологическое состояние сеголетков стерляди, а при длительном воздействии солёности 6‰ происходит снижение доли больших лимфоцитов, ОЧЛф, увеличение доли эозинофилов и моноцитов, являющихся индикаторами неблагоприятного физиологического состояния рыб.

8. Апробированные технологические схемы выращивания и установленные адаптационные возможности молоди стерляди позволяют обосновать выращивание посадочного материала с высокими размерно-весовыми характеристиками (75-100 г), который может использоваться в товарном рыбоводстве.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При выращивании посадочного материала стерляди предпочтительно использовать прямоточные бассейны, в которых выращиваемая молодь лучше раскрывает свой ростовой и адаптогенный потенциал и имеет лучшее физиологическое состояние.

2. Выращивание посадочного материала стерляди в садках и УЗВ также целесообразно и позволяет раскрыть на достаточно высоком уровне ростовой и адаптогенный потенциал при некотором ухудшении физиологического состояния.

3. При выращивании посадочного материала стерляди массой более 7 – 14 г целесообразно использовать воду с солёностью до 3‰.

4. Молодь стерляди можно выращивать при широком диапазоне pH (от 7,0 до 9,0).

5. Для повышения иммунологического статуса целесообразно применять при выращивании молоди стерляди аскорбиновую кислоту в концентрации 2 мг/л, стимулирующей иммунную систему рыб.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В издании, рекомендованном ВАК:

1. Хрусталёв Е.И., Величко М.С., Хайновский К.Б. Особенности выращивания сеголетков стерляди в бассейнах и садках при высоком фоне температуры и активной реакции воды // Рыбное хозяйство. – № 2. – С. 80-81.

2. Оценка влияния условий выращивания на иммуно-физиологическое состояние сеголетков стерляди / Е.И. Хрусталёв, Т.М. Курапова, Л.В. Савина, М.С. Величко [и др.] // Рыбное хозяйство. – № 2. – С. 82-83.

В других изданиях:

3. Величко М.С. Оценка роста и жизнестойкости стерляди на первом этапе исследований адаптационных возможностей объекта в различных условиях содержания // Инновации в науке и образовании-2005: тр. междунар. научн. конф. – Калининград: КГТУ, 2005. – Ч.1. – С. 103-104.

4. Величко М.С., Батухтина Н.Г. Оптимизация зимнего содержания сеголетков стерляди в рамках программы создания ремонтно-маточного стада // Инновации в науке и образовании-2006: тр. IV междунар. науч. конф. – Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2006. – Ч.1. – С. 77-78.

5. Хрусталёв Е.И., Величко М.С. Адаптационные возможности молоди стерляди при выращивании в различных рыбоводных системах // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: мат. Четвёртой междунар. науч.-практ. конф. – М.: ВНИРО, 2006. – С. 173-176.

6. Гематологические показатели сеголетков стерляди при выращивании в бассейнах и садках на корме "Aller Futura" в Калининградской области / Г.Г. Серпунин, Е.И. Хрусталёв, Л.В. Савина, М.С. Величко [и др.] // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: мат. докл. IV междунар. науч.-практ. конф. – М.: ВНИРО, 2006. – С. 173-177.
7. Хрусталёв Е.И., Величко М.С., Хайновский К.Б. Результаты выращивания сеголетков стерляди в условиях аномально теплого лета // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоёмов аридного климата: мат. и докл. междунар. симп. – Астрахань: АГТУ, 2007. – С. 380-383.
8. Показатели крови молоди и сеголетков стерляди при выращивании в садках и бассейнах в Калининградской области России / Г.Г. Серпунин, Л.В. Савина, Е.В. Сементина, М.С. Величко [и др.] // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоёмов аридного климата: мат. и докл. междунар. симп. – Астрахань: АГТУ, 2007. – С. 270-273.
9. Величко М.С., Пьянов А.С. Первый этап разработки биотехнических нормативов искусственного воспроизводства стерляди в условиях Калининградской области // Инновации в науке и образовании-2007: тр. V междунар. науч. конф. – Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2007. – Ч.1. – С. 115-116.
10. Величко М.С., Гончарёнок О.Е. Введение линя и стерляди в рыбохозяйственный оборот на территории Калининградской области // Инновации в науке и образовании-2007: V междунар. науч. конф. (23-25 октября): доклады номинации «Участник молодежного научно-инновационного конкурса». – Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2007. – С. 69-72.
11. Хрусталёв Е.И., Величко М.С. Перспективы вселения стерляди в Куршский залив // Результаты и перспективы акклиматизационных работ: материалы науч.-практ. конф. – М.: ВНИРО, 2008. – С. 108-113.
12. Влияние солёности на гематологические показатели молоди стерляди / Е.В. Сементина, Г.Г. Серпунин, Л.В. Савина, М.С. Величко [и др.] // Инновации в науке и образовании-2008: тр. VI междунар. науч. конф., посвящ. 50-летию пребыв. КГТУ на Калинингр. земле. – Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2008. – Ч.1. – С. 104-106.
13. Evaluating the physiological state of sterlet (*Acipenser ruthenus* L.) fry reared in brackish water / Khrustalev Ye. I., Kurapova T.M., Savina L.V., Velichko M.S. [et al.] // Actual status and active protection of sturgeon fish populations endangered by extinction. – Olsztyn: MIRDRUK, 2008. – P. 281-289.
14. Parameters of blood of young and one-years old sterlets cultivated in pool and cages in Kaliningrad region of Russia / Serpunin G.G., Savina L.V., Sementina E. V., Velichko M.S. [et al.] // Actual status and active protection of sturgeon fish populations endangered by extinction. Abstract. – Olsztyn: MIRDRUK, – 2008. – 27 p.

Подписано к печати 10. 11. 2009 г.

Формат бумаги 60x84 1/16. Объём 1,5 п.л.; 1 уч.-изд. л. Тираж 80 экз. Заказ № 19.

Издательство ФГОУ ВПО «КГТУ» Калининград, Советский проспект, 1