

На правах рукописи



Лозовский Александр Робертович

**ГОМЕОСТАЗ НЕКОТОРЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ И РОСТ
ОСЕТРОВЫХ РЫБ В АКВАКУЛЬТУРЕ**

03.03.01 – Физиология

*06.02.07 – Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных
животных*

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук



004605039

Астрахань – 2010

Работа выполнена в Астраханском государственном университете и в Научно-производственном Центре по осетроводству «Биос»

Научные консультанты: доктор биологических наук, профессор
Тёплый Давид Львович;

доктор биологических наук, профессор
Скрипниченко Георгий Григорьевич.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Егоров Михаил Алексеевич;

доктор биологических наук, доцент
Сердюков Василий Гаврилович;

доктор биологических наук, доцент
Пищенко Елена Витальевна.

Ведущая организация: Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина РАН

Защита диссертации состоится «30» июня 2010 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.009.01 при ГОУ ВПО «Астраханский государственный университет» по адресу : 414000 г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «Астраханский государственный университет».

Автореферат разослан «13» мая 2010 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
д.б.н., доцент



Нестеров Ю.В.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Гомеостаз является фундаментальным свойством живого организма, направленным на поддержание динамической устойчивости параметров его функциональных систем при изменяющихся условиях внешней среды (Горизонтов И.Д., 1976; Нефедов В.П. и др., 1991). Устойчивость параметров функциональных систем осетровых рыб тесно связана с их биологической продуктивностью в аквакультуре, имеющей важное рыбохозяйственное значение (Васильева Л.М., 2000, 2006; Дергалева Ж.Т. и др., 2004; Богерук А.К., 2006).

Репродуктивные функции белуги, русского осетра и севрюги Волго-Каспийского бассейна изучают в связи с формированием их маточных стад, разработкой бионормативов, оценкой адаптации к условиям аквакультуры (Шевченко В. Н. и др., 2003, 2004, 2005; Попова А.А. и др., 2004; Григорьева Т.Н. и др., 2006). Однако вариабельность репродуктивных показателей самок осетровых рыб при использовании метода надрезания яйцевода и эффективность использования лапаротомии для прижизненной оценки направления половой дифференцировки гонад бестера ремонтных групп исследованы недостаточно, что затрудняет выполнение селекционных мероприятий и оптимизацию половой структуры стада.

Морфофизиологические показатели осетровых рыб исследуют в связи с проблемами их воспроизводства (оценка качества производителей, обоснование размерно-весового стандарта) и воздействия антропогенных факторов в естественных водоемах (Баденко Л.В. и др., 1972, 1981; 1984; Лукьяненко В.И. и др., 1984; Кулик П.В., 1986; Кычанов В.М., 2003; Гераскин П.П. и др., 2004, 2005, 2006; Карлюк М.И., Кычанов В.М., 2006; Григорьева Т.Н. и др., 2006). Не изучены параметры гомеостаза крови у самок осетровых рыб после получения овулировавших ооцитов надрезанием яйцевода, при содержании прооперированных самок в прудах, при проведении реабилитационных мероприятий, у трехгодовиков бестера после зимовки и операции лапаротомии для прижизненной оценки направления половой дифференцировки, у сеголетков стерляди. Повышенные эффективности оценки состояния адаптации осетровых рыб к условиям содержания требует установления закономерностей варьирования показателей гомеостаза крови.

Параметры роста рыб описывают эмпирическими кривыми динамики массы тела, абсолютным и относительным приростом за период наблюдения, удельной скоростью роста (Мина М.В., Клевезаль Г.А., 1976). Закономерности роста рыб могут быть установлены с использованием либо уравнения Бергаланфи, либо стандартной модели массонакопления (Винберг Г.Г., 1956, 1966; Алтуфьев Ю.В., Романов А.А., 1988; Распопов В.М., 1993; Баранов С.А. и др., 1979; Резников В.Ф. и др., 2002). В рамках традиционного подхода к моделированию роста как функции времени не учитывают продуктивное действие суточных рационов корма, величина которых определяется в зависимости от интенсивности процессов обмена веществ и потенций роста. Для достижения устойчивого роста и продуктивности осетровых рыб при их культивировании необходима адекватная модель, позволяющая описывать прогностическую и фактическую динамику изменения массы тела, которая находится в тесной зависимости от гомеостатически обусловленной интенсивности обмена веществ.

Цель и задачи. Цель работы состояла в изучении репродуктивного гомеостаза, гомеостаза крови и закономерностей роста осетровых рыб в

аквакультуре в связи с их продуктивностью. Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

1. Исследовать репродуктивные функции самок осетровых рыб при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода в связи с их селекцией;
2. Установить эффективность прижизненной оценки направления половой дифференцировки гонад бестера ремонтных групп при лапаротомии;
3. Изучить функциональные показатели гомеостаза крови самок русского осетра при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода, при содержании в прудах и после введения перфторана;
4. Изучить гомеостаз крови ремонтных групп: трехгодовиков бестера после зимовки, трехгодовиков бестера после операции лапаротомии с морфологическим исследованием гонад; сеголетков стерляди;
5. Разработать компьютерную имитационную модель роста осетровых рыб и определить ее параметры для условий индустриальной аквакультуры.

Научная новизна. Впервые установлены параметры изменчивости репродуктивной функции самок русского осетра, севрюги и стерляди при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода.

Получены новые данные об эффективности прижизненной оценки направления половой дифференцировки гонад бестера при лапаротомии для управления половой структурой ремонтных групп.

Исследована варибельность функциональных показателей гомеостаза крови самок русского осетра при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода с использованием квантильного метода.

С использованием квантильного метода получены новые данные по варибельности показателей гомеостаза крови трехгодовиков бестера после зимовки и операции лапаротомии с морфологическим исследованием гонад.

Впервые исследовано влияние перфторана на гомеостатические реакции крови самок русского осетра и выявлено его протективное действие после операции получения овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода.

Разработан новый подход к компьютерному имитационному моделированию роста осетровых рыб в индустриальной аквакультуре, как функции продолжительности выращивания и продуктивного действия корма, рационы которого рассчитываются численными методами с учетом биологических особенностей объекта культивирования, живой массы и температуры воды.

Теоретическая и практическая значимость работы. В результате выполненного теоретического анализа и экспериментальных исследований репродуктивного гомеостаза, гомеостаза крови и роста осетровых рыб в аквакультуре обоснована значимость гомеостатической концепции для понимания закономерностей варьирования параметров функциональных систем в связи с проблемой биологической продуктивности.

Определены закономерности варьирования репродуктивных признаков самок русского осетра, севрюги и стерляди при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода и разработана шкала их выраженности для селекционной оценки.

Выявлена эффективность прижизненной оценки репродуктивного статуса бестера при лапаротомии с визуальным исследованием гонад для управления половой структурой ремонтных групп.

Установлены параметры изменчивости показателей гомеостаза крови самок русского осетра после операции прижизненного получения овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода и при адаптации к искусственным условиям содержания и разработана шкала их выраженности.

Изучено влияние перфторана на показатели гомеостаза крови самок русского осетра после прижизненного получения овулировавших ооцитов и обоснована целесообразность его использования в комплексе реабилитационных мероприятий.

Исследованы закономерности варьирования признаков гомеостаза крови трехгодовиков бестера и сеголетков стерляди и предложены критерии их индивидуальной оценки.

Обоснована структура имитационной модели роста осетровых рыб в индустриальной аквакультуре, моделирующей рост как функцию продолжительности выращивания и продуктивного действия корма, нормируемого численными методами с учетом биологических параметров объекта культивирования и условий выращивания.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Видоспецифические закономерности варьирования признаков репродуктивного гомеостаза и шкала их выраженности для использования при селекционной оценке самок русского осетра, севрюги, стерляди при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода.

2. Параметры и условия прижизненной оценки направления половой дифференцировки гонад при лапаротомии у бестера ремонтных групп в условиях Юга России.

3. Закономерности варьирования показателей гомеостаза крови и шкала их выраженности для оценки состояния адаптации осетровых рыб маточного стада и ремонтных групп в условиях аквакультуры.

4. Влияние перфторана на показатели гомеостаза крови самок русского осетра при внутривенном введении после операции прижизненного получения овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода.

5. Рост осетровых рыб в индустриальной аквакультуре как функция продолжительности выращивания и продуктивного действия кормовых рационов, зависящих от биологической принадлежности объекта, живой массы и температуры водной среды.

Апробация результатов исследования. Основные положения, результаты и выводы диссертации доложены и опубликованы на Всероссийской конференции молодых ученых Рыбохозяйственная наука на пути в XXI век" (Владивосток, 2001), II Международной научно-практической конференции "Аквакультура осетровых рыб: Достижения и перспективы развития" (Астрахань, 2001), Международной научно-практической конференции "Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России" (Краснодар, 2001), Международной научно-практической конференции молодых ученых "Проблемы аквакультуры и функционирования водных экосистем" (Киев, 2002), Первой Всероссийской конференции "Генетика, селекция и воспроизводство рыб" (Санкт-Петербург, 2002), XII Международной конференции молодых ученых "Биология внутренних вод: проблемы экологии и биоразнообразия" (Борок, 2002), XII Международной конференции "Перфторуглеродные соединения в медицине и биологии" (Пушино, 2002), XI Международном симпозиуме "Эколого-физиологические проблемы адаптации" (Москва, 2003), I Международной научно-практической конференции

"Животные в антропогенном ландшафте" (Астрахань, 2003), международной научно-практической конференции "Современное состояние рыбководства на Урале и перспективы его развития" (Екатеринбург, 2003), III Международной научно-практической конференции "Человек и животные" (Астрахань, 2004), XIV Международной конференции "Перфторуглеродные соединения в медицине и биологии" (Пушино, 2004), Международной конференции «Проблемы популяционной экологии животных» (Томск, 2006), IX Международной конференции "Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря" (Астрахань, 2006), I Міжнародної науково-практичної конференції «Передові наукові розробки - 2006» (Дніпропетровськ, 2006), международной научно-практической конференции "Зоогиена, ветеринарная санитария и экология – основа профилактики заболеваний животных" (Москва, 2006), международной научно-практической конференции "Состояние, охрана, воспроизводство и устойчивое использование биологических ресурсов внутренних водоемов" (Волгоград, 2007), международной научно-практической конференции "Актуальные проблемы биологии воспроизводства животных" (Дубровицы, 2007), IX международной конференции "Биологическое разнообразие Кавказа" (Махачкала, 2007), I Международной интерактивной научной конференции "Современные аспекты экологии и экологического образования" (Назрань, 2007), Всероссийской научно-практической конференции "Образование, наука, инновационный бизнес – сельскому хозяйству регионов" (Махачкала, 2007), международной научно-практической конференции "Актуальные проблемы охраны биоресурсов Волго-Каспийского бассейна: междисциплинарный подход" (Астрахань, 2007), Региональной научной конференции "Биотехнологические процессы в народном хозяйстве" (Астрахань, 2008), X Международной научной конференции "Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря и водоемов внутреннего стока Евразии" (Астрахань, 2008), IV международной научно-практической конференции "Человек и животные" (Астрахань, 2008), второй научно-практической конференции студентов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников АГУ "Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий" (Астрахань, 2008), Международной научно-практической конференции "Развитие агропромышленного комплекса: перспективы, проблемы и пути решения" (Астрахань, 2008), международной научно-практической конференции "Инженерно-экологические аспекты развития АПК Прикаспийского региона" (Элиста, 2008), 1-й международной конференции по изменениям среды Каспийского региона (Иран, Баболсар, 2008), третьей международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений» (Астрахань, 2009).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 62 научных работы общим объемом 42,2 п.л. (авторский вклад 19,6 п.л.), в том числе монографии - 2, статьи в научных изданиях, рекомендованных ВАК для докторских диссертаций - 9.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 254 страницах машинописного текста, содержит введение, 6 глав, выводы, сведения о практическом использовании научных результатов, рекомендации по использованию научных выводов, 58 рисунков, 81 таблицу, библиографический указатель 285 источников, из них - 24 работы иностранных авторов.

Автор выражает глубокую благодарность д.б.н., профессору Д.Л. Теплому, д.б.н., профессору Г.Г. Скрипниченко, д.б.н., профессору Ю.В. Алтуфьеву - за ценные критические замечания и советы, оказавшие решающее влияние на формирование концептуальной основы выполненной работы; директору Научно-производственного Центра по осетроводству "Биос", д.с.-х.н. Л.М. Васильевой - за неоценимый вклад в выбор актуальных направлений исследований; д.м.н., профессору Н.Н. Федоровой - за значительную методическую помощь при анализе морфогистологических препаратов гонад, сотрудникам Научно-производственного Центра по осетроводству "Биос" - за большую помощь в сборе экспериментального материала.

2. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

2.1. Материал и методы исследований

Материал исследования.

Самки осетровых рыб. Для выявления особенностей репродуктивного статуса осетровых рыб при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода были исследованы самки русского осетра (110 особей), севрюги (18 особей) и стерляди (38 особей). Гомеостаз крови самок русского осетра после получения овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода исследовали через 3 суток после операции прижизненного получения овулировавших ооцитов (24 особи). Динамику показателей гомеостаза крови самок русского осетра при содержании в прудах исследовали через 3 недели (22 особи), 4 месяца (13 особей) и 5 месяцев (34 особи) после операции получения овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода во время проведения контрольных обловов. Влияние перфторана на гомеостаз крови самок русского осетра при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода изучали в эксперименте на 19 особях (опыт – 10, контроль – 9).

Особь ремонтных групп. Объектом изучения были разновозрастные особи ремонтных групп бестера, у которых была выполнена операция лапаротомии с морфологической оценкой состояния гонад. В апреле 2002 г. было прооперировано 47 особей бестера в возрасте от четырех- до восьмилетовика, в июне 2002 г. – 7 особей, в сентябре 2002 г. – 10 особей, в мае 2003 г. – 82 особи. Гомеостаз крови изучали у трехгодовиков бестера (48 особей) после зимовки и через 1,5 месяца после лапаротомии, у сеголетков стерляди (28 особей).

Нормы кормления осетровых рыб. При аппроксимации зависимости нормы кормления осетровых рыб от живой массы и установлении температурного коэффициента к нормам кормления анализировали табличные нормы кормления разработчиков комбикормов Ст-07 (Попова А.А. и др., 1986), Ст-ОБ-1Аз и Ст-4Аз (Шербина М.А. и др., 1985), «Аллер Аква», «Аквалент-Профи».

Методики исследования.

Методика получения овулировавших ооцитов. Прижизненное получение овулировавших ооцитов у самок осетровых рыб осуществляли после гормональной стимуляции методом надрезания яйцевода (Подушка С.Б., 1999).

Морфологические методы. Морфометрическое исследование рыб выполняли по по И.Ф. Правдину (1966). Измеряли общую длину тела (L) и длину тела до развилки хвостового плавника (l). Живую массу рыб определяли взвешиванием.

Методика лапаротомии. Лапаротомию с морфологическим исследованием гонад выполняли по методу Бурцева в собственной модификации. Оперлируемый рыбу помещали на операционный стол на правый бок. Общую анестезию осуществляли орошением жабр 5%-ным раствором кетамина гидрохлорида в дозе 4-8 мг/кг. Перед введением анестетика брали кровь из хвостовой вены на гематологические и биохимические исследования. Разрез брюшной стенки производили с левой стороны на уровне 3-5 брюшных жучек (считая от анального плавника), отступив от их края на 0,7-1,0 см. Длина разреза составляла 3-5 см. При осмотре гонады отмечали её поперечный размер, долю генеративной ткани, окраску, наличие яйценосных пластинок. Для гистологического исследования брали биоптат гонады размером в пределах 0,5 x 0,5 x 0,5 см и фиксировали его в жидкости Буэна. Операционную рану зашивали стерильной капроновой нитью с помощью хирургических игл размером 5-7 см.

Методика гистологического исследования гонад. Биоптаты гонад фиксировали в жидкости Буэна. Проводку в спиртах возрастающей концентрации, заливку, изготовление гистологических препаратов и оценку стадии зрелости гонад проводили по общепринятым методикам (Трусов В.З., 1964; Сакун О.Ф., Буцкая Н.А., 1963; Кузнецов Ю.К., 1972; Волкова О.В., Елецкий В.К., 1982).

Методы исследования гомеостаза крови. Взятие крови для исследований осуществляли из хвостовой вены стерильным одноразовым шприцем. В крови определяли показатели системы эритрона: количество эритроцитов счетным методом в камере Горяева, содержание гемоглобина гемоглобинцианидным методом; вычисляли содержание гемоглобина в одном эритроците; скорость оседания эритроцитов (СОЭ) – в микрокапиллярах Панченкова. В сыворотке оценивали показатели метаболического гомеостаза крови: содержание общего белка – биуретовым методом, альбумина – по реакции с бромкрезоловым зеленым, холестерина, триглицеридов – энзиматическим методом, β -липопротеидов – по Бурштейну, глюкозы – глюкозооксидазным методом, активность аспарагиновой (АсАТ) и аланиновой (АлАТ) аминотрансфераз – методом Райтмана-Френкеля. Вычисляли отношение активности АсАТ/АлАТ (коэффициент де Ритиса) (Меньшиков В.В., 1987). В работе использовали диагностические наборы фирм «Агат-Мед», «Ольвекс», «Лахема». Всего было исследовано 308 образцов крови, в которых определяли показатели системы эритрона (1232 определения) и метаболического гомеостаза (2957 определений).

Методы статистического анализа и моделирования. Статистический анализ экспериментального материала и имитационное моделирование роста выполняли в статистическом пакете Microsoft Excel 2003, используя встроенные функции и инструменты. В качестве уравнений регрессии использовали уравнения степенной и полиномиальной функций. Квантильный анализ выполняли путем вычисления 3-й, 10-й, 25-й, 50-й, 75-й, 90-й и 97-й процентили (Гублер Е.В., 1978). Достоверность различий между выборками выявляли по критерию Стьюдента.

Среднесуточный относительный прирост живой массы вычисляли по формуле:

$$СОП = (10^{0,05 \cdot M_t - \lg M_0 / t}) - 1 \cdot 100 \quad (1)$$

где *СОП* – среднесуточный относительный прирост, %; *M_t* – живая масса в конце периода выращивания, г; *M₀* – живая масса в начале периода выращивания, г; *t* – длительность периода выращивания (сутки).

Аппроксимацию зависимости нормы кормления от живой массы рыб при стандартных условиях выращивания устанавливали путем определения параметров уравнения регрессии, в качестве которого использовали степенную функцию вида:

$$HK = aM^b \quad (2)$$

где HK – норма кормления, % от биомассы рыб; M – средняя живая масса рыб, г; a и b – коэффициенты.

Определение коэффициентов a и b уравнения степенной функции для вычисления суточной нормы кормления осуществляли путем анализа табличных норм кормления для осетровых рыб, предлагаемых разработчиками комбикорма.

Ожидаемый коэффициент массонакопления при назначении суточных рационов согласно вычисленной по степенному уравнению регрессии нормы кормления определяли по формуле:

$$K_M = 3 \left[\left(M \left(1 + \frac{aM^b}{KK \cdot 100} \right) \right)^{\frac{1}{b}} - M^{\frac{1}{b}} \right] \quad (3)$$

где K_M – коэффициент массонакопления; M – живая масса; a, b – коэффициенты степенного уравнения для вычисления нормы кормления; KK – кормовой коэффициент.

Температурный коэффициент к норме кормления вычисляли как отношение величины нормы кормления при фактической температуре воды к ее величине при стандартных условиях (20°C):

$$k_t = \frac{HK_{t'}}{HK_{20^\circ}} \quad (4)$$

где k_t – температурный коэффициент; $HK_{t'}$ – норма кормления при фактической температуре воды; HK_{20° – норма кормления при температуре воды 20°C.

Аппроксимацию температурного коэффициента к нормам кормления выполняли уравнениями регрессии полиномиальной функции.

2.2. Результаты собственных исследований и их обсуждение.

2.2.1. Репродуктивный гомеостаз осетровых рыб ремонтно-маточного стада.

2.2.1.1. Репродуктивные показатели самок русского осетра при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода.

Масса полученной от самки овулировавшей икры варировала в широких пределах – от 0,80 до 6,80 кг при среднем значении $3,20 \pm 0,113$ кг. Выраженная изменчивость данного показателя, подтверждаемая высоким значением коэффициента вариации (37,2 %), связана с влиянием нескольких факторов, среди которых живая масса, биологические особенности самки, особенности применяемой технологии получения овулировавших ооцитов. Связь массы полученной икры с живой массой прооперированных самок выявляется при исследовании коэффициента корреляции Пирсона ($r=0,694$).

Индекс гаметосоматической продуктивности самок русского осетра был в границах от 5,3 до 28,6% при среднем значении $16,3 \pm 0,43\%$. Результаты квантильного анализа индекса гаметосоматической продуктивности дают

основание отнести к средним значения этого показателя в интервале 13,3-18,9%. Изменчивость индекса гаметосоматической продуктивности может зависеть как от биологических особенностей самки, так и от технологических факторов. Индекс гаметосоматической продуктивности самок русского осетра не зависел от живой массы.

Масса ооцита самок русского осетра варьировала от 15,9 до 31,3 мг при среднем значении $22,3 \pm 0,27$ мг. Результаты квантильного анализа массы ооцита позволяют считать средними значения в интервале 20,4-23,8 мг.

Рабочая плодовитость самок русского осетра варьировала от 32,8 до 378,0 тысяч ооцитов при среднем значении $146,4 \pm 5,78$ тысяч ооцитов. Установлена положительную связь данного показателя с живой массой самок ($r=0,634$).

Относительная плодовитость самок русского осетра была в пределах от 2568 до 15882 ооцитов на кг живой массы при среднем значении $7479 \pm 233,5$. Результаты квантильного анализа дают основание отнести к средним значения этого показателя в интервале 6000-8491 ооцитов на кг живой массы.

На основании результатов квантильного анализа нами была разработана шкала выраженности репродуктивных признаков самок русского осетра при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода, которая может быть использована при селекционной оценке (табл. 1).

Таблица 1

Шкала выраженности репродуктивных признаков самок русского осетра при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода

Показатель	Резко пониженные	Пониженные	Ниже среднего	средние	выше среднего	Повышенные	Резко повышенные
Индекс гаметосоматической продуктивности, %	7,6 и менее	7,7-11,4	11,5-13,2	13,3-18,8	18,9-22,5	22,6-24,9	25,0 и более
Масса ооцита, мг	17,5 и менее	17,6-18,8	18,9-20,3	20,4-23,7	23,8-25,5	25,6-27,7	27,8 и более
Относительная плодовитость, ооцитов на кг живой массы	3655 и менее	3656-4743	4744-5999	6000-8490	8491-10597	10598-12483	12484 и более

2.2.1.2. Репродуктивные показатели самок севрюги при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода. Масса полученной от самки овулировавшей икры изменялась от 0,80 до 2,00 кг при среднем значении $1,25 \pm 0,074$ кг. На его величину влияет живая масса самки, однако сила связи между живой массой и массой полученной овулировавшей икры в исследованной группе рыб была относительно слабой ($r=0,497$).

Индекс гаметосоматической продуктивности самок севрюги был в пределах от 10,3 до 24,7% при среднем значении $14,2 \pm 0,77\%$. По результатам

квантильного анализа к средним можно отнести значения индекса гаметосоматической продуктивности в интервале 12,0-15,0%.

Масса ооцита самок севрюги варьировала от 9,0 до 12,8 мг при среднем значении $11,2 \pm 0,27$ мг. Квантильный анализ массы ооцита самок севрюги дает основание считать средними значения в интервале 10,4-11,9 мг. Вариабельность данного признака небольшая, что подтверждается значением коэффициента вариации – 10,4 %.

Рабочая плодовитость самок севрюги была в пределах от 70,4 до 172,0 тысяч ооцитов при среднем значении $112,4 \pm 6,44$ тысяч ооцитов. Изменчивость данного признака была относительно небольшой ($C_v=24,3$ %).

Относительная плодовитость самок севрюги изменялась в пределах от 8172 до 21235 ооцитов на кг живой массы при среднем значении $12793 \pm 724,5$. Результаты квантильного анализа относительной плодовитости самок севрюги позволяют отнести к средним значения в интервале 11210-13860 ооцитов на кг живой массы. Относительная плодовитость самок севрюги не коррелирует с живой массой.

По результатам квантильного анализа нами была разработана шкала выраженности репродуктивных признаков самок севрюги (табл. 2). Предлагаемая шкала может быть использована для селекционной оценки репродуктивных показателей самок севрюги. Индекс гаметосоматической продуктивности и масса ооцита могут быть использованы как независимые селекционные признаки, так как связи между ними не установлено. Показатель относительной плодовитости самок севрюги имеет сильную положительную связь с индексом гаметосоматической продуктивности ($r=0,905$) и слабую отрицательную - с массой ооцита ($r=-0,393$), что важно при установлении критериев селекции.

Таблица 2

Шкала выраженности репродуктивных признаков самок севрюги при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода

Показатель	Резко пониженные	Пониженные	Ниже среднего	средние	выше среднего	Повышенные	Резко повышенные
Индекс гаметосоматической продуктивности, %	10,3 и менее	10,4-11,1	11,2-11,9	12,0-14,9	15,0-16,2	16,3-21,1	21,2 и более
Масса ооцита, мг	9,1 и менее	9,2-9,5	9,6-10,3	10,4-11,8	11,9-12,6	12,7-12,6	12,7 и более
Относительная плодовитость, ооцитов на кг живой массы	8620 и менее	8621-9199	9200-11209	11210-13859	13860-15443	15444-19356	19357 и более

2.2.1.3. Репродуктивные показатели самок стерляди при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода.

Масса полученной от самки стерляди овулировавшей икры была в пределах – от 0,10 до 0,55 кг при среднем значении $0,24 \pm 0,018$ кг. Установлена выраженная изменчивость данного показателя, что подтверждается высоким значением коэффициента вариации ($C_v=46,1\%$). Масса полученной от самок стерляди овулировавшей икры тесно связана с их живой массой ($r=0,811$).

Индекс гаметосоматической продуктивности самок стерляди оказался в границах от 6,7 до 23,1% при среднем значении $15,7 \pm 0,066\%$. Результаты квантильного анализа индекса гаметосоматической продуктивности позволяют отнести к средним значения в интервале 13,4-18,9%. Можно полагать, что изменчивость индекса гаметосоматической продуктивности связана с биологическими особенностями прооперированных самок. Индекс гаметосоматической продуктивности самок стерляди не зависит от живой массы ($r=-0,083$).

Масса ооцита самок стерляди изменялась от 7,0 до 11,8 мг при среднем значении $9,0 \pm 0,17$ мг. Результаты квантильного анализа массы ооцита стерляди позволяют считать средними значения в интервале 8,2-9,8 мг. Можно полагать, что изменчивость индекса гаметосоматической продуктивности самок стерляди обусловлена преимущественно их биологическими особенностями. Коэффициент вариации данного признака, в отличие от других репродуктивных показателей, был небольшой ($C_v=11,8\%$), что отражает его видоспецифичность. Масса ооцита у самок стерляди не зависит от их живой массы ($r=0,184$).

Рабочая плодовитость самок стерляди варьировала от 11,7 до 56,1 тысяч ооцитов при среднем значении $26,8 \pm 1,94$ тысяч ооцитов. Высокая изменчивость рабочей плодовитости самок стерляди ($C_v=44,6\%$) может быть связана как с изменчивостью живой массы в группе, так и с другими биологическими особенностями самок.

Относительная плодовитость самок стерляди оказалась в пределах от 5694 до 26769 ооцитов на кг живой массы при среднем значении $17603 \pm 730,2$. Результаты квантильного анализа данного признака дают основание отнести к средним значения в интервале 15274-20417 ооцитов на кг живой массы. Вариабельность относительной плодовитости ($C_v=25,6\%$) может быть связана с репродуктивными особенностями отдельных особей. Отсутствует связь относительной плодовитости самок стерляди с их живой массой ($r=-0,165$).

При селекционной оценке репродуктивных показателей самок стерляди следует использовать шкалу выраженности их репродуктивных показателей (табл. 3). Индекс гаметосоматической продуктивности и масса ооцита самок стерляди могут быть использованы как независимые селекционные признаки ($r=-0,113$), в то время как их относительная плодовитость самок стерляди и их индексом гаметосоматической продуктивности ($r=0,901$) и слабая отрицательная связь – с массой ооцита ($r=-0,307$).

Для повышения репродуктивной способности самок стерляди в стаде следует в качестве основного селекционного признака использовать индекс гаметосоматической продуктивности. При селекционной оценке самок стерляди по величине относительной плодовитости следует учитывать величину массы ооцита ооцита.

Таблица 3

Шкала выраженности репродуктивных признаков самок стерляди при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода

Показатель	Резко пониженные	Пониженные	Ниже среднего	средние	выше среднего	Повышенные	Резко повышенные
Индекс гаметосоматической продуктивности, %	7,0 и менее	7,1-10,6	10,7-13,3	13,4-18,8	18,9-20,9	21,0-22,9	23,0 и более
Масса ооцита, мг	7,3 и менее	7,4-7,7	7,8-8,1	8,2-9,7	9,8-10,0	10,1-10,9	11,0 и более
Относительная плодовитость, ооцитов на кг живой массы	8592 и менее	8593-11775	11776-15273	15274-20416	20417-22055	22056-25747	25748 и более

2.2.1.4. Прижизненная оценка гонадогенеза у бестера ремонтных групп.

2.2.1.4.1. Оценка направления половой дифференцировки у бестера ремонтных групп различного возраста методом лапаротомии.

Эффективная эксплуатация ремонтно-маточного стада осетровых рыб достигается при оптимальном соотношения самок и самцов. Так, при формировании ремонтно-маточных стад сибирского осетра рекомендуют соотношение самок к самцам в стаде поддерживать на уровне 3:1 (Бурцев И.А. и др., 1984). Для управления половой структурой стада необходимо различение половой принадлежности у особей ремонтных групп, что затруднено отсутствием у осетровых полового диморфизма. Доступным является метод лапаротомии с визуальной оценкой гонад, однако его эффективность у бестера ремонтных групп в условиях Юга России остается невыясненной. В связи с тем, что на производственной базе НПЦ по осетроводству «Биос» было создано крупное разновозрастное стадо бестера, но половая структура ремонтных групп не контролировалась, нами в 2002 г. были начаты работы первого этапа по отработке подходов к прижизненному исследованию направления половой дифференцировки у разновозрастных особей бестера.

Четырехгодовики бестера. В апреле 2002 г. были прооперированы 15 четырехгодовиков бестера 1998 г.р., выращенных по комбинированной технологии. Живая масса исследованных особей была в пределах 2,30-3,67 кг. В результате морфогистологического исследования биопатов гонад было выявлено 9 самок (60,0% выборки), 3 самца (20,%) и 3 особи без признаков дифференцировки пола (20,0%). Самки имели преимущественно II стадию зрелости яичника (8 случаев), в I случае выявлена переходная I-II стадия зрелости яичника. У самцов была выявлена I-II (1 случай), II (1 случай) и IV (1 случай) стадия зрелости семенника.

Пятигодовики бестера. Были прооперированы 6 четырехгодовиков бестера 1997 г.р., выращенных по комбинированной технологии. Живая масса исследованных особей была в пределах 2,69-5,75 кг при среднем значении $3,85 \pm 0,412$ кг. В результате морфогистологического исследования биоптатов гонад было выявлено 4 самки и 2 самца. Все самки имели II стадию зрелости яичника. У самцов была выявлена I-II (1 случай), II-III (1 случай) и IV (1 случай) стадия зрелости семенника.

Шестигодовики бестера. Были прооперированы 11 шестигодовиков бестера 1996 г.р., выращенных по комбинированной технологии. Живая масса исследованных особей была в пределах 3,30-5,82 кг при среднем значении $4,54 \pm 0,214$ кг. В результате морфогистологического исследования биоптатов гонад было выявлено 4 самки и 5 самцов, в 2 случаях пол не был установлен. Все 4 самки имели II стадию зрелости яичника. У самцов была выявлена III (1 случай) и IV (4 случая) стадия зрелости семенника.

Семигодовики и восьмигодовики бестера. Были прооперированы 15 шестигодовиков и семигодовиков бестера 1995-1994 г.р., выращенных по комбинированной технологии. Живая масса исследованных особей была в пределах 4,9-12,0 кг при среднем значении $8,91 \pm 0,454$ кг. В результате морфогистологического исследования биоптатов гонад было выявлено 4 самки и 9 самцов, в 2 случаях пол не был установлен. У самок была установлена I-II (1 случай) и II (3 случая) стадия зрелости яичника. У самцов была выявлена II (1 случай), II-III (2 случая) и IV (6 случаев) стадии зрелости семенника.

Таким образом, при морфогистологическом исследовании биоптатов гонад бестера ремонтных групп в возрасте от 4-8 лет типичным является выявление самок на II стадии зрелости яичника, а самцов – на различных стадиях (от I-II до IV) зрелости семенника.

2.2.1.4.2. Эффективность прижизненного выявления направления половой дифференцировки у трехгодовиков бестера.

В 2003 году оценивали состояние гонад (визуально и гистологически) у 82 трехгодовиков 2000 г.р., выращенных по комбинированной технологии. Температура воды при проведении лапаротомии была в пределах 10-14 °С. Гистологическое исследование 82 биоптатов гонад трехгодовиков бестера выявило 51 самку, что составило 62,2% от общего числа исследованных рыб. Ооциты на стадии протоплазматического роста и другие признаки II стадии зрелости яичников были обнаружены в 38 биоптатах. Оогонии, ооциты синаптенного пути и ювенильной фазы развития среди тяжелой соединительной ткани, характерные для развивающихся гонад самок I стадии зрелости, были выявлены в 12 биоптатах. В одном случае не было ооцитов, завершающих протоплазматический рост, преобладали премейотические ооциты и оогонии, типичные для переходной стадии зрелости гонад (I-II). Таким образом, у трехгодовиков бестера около 75% самок достигают II стадии зрелости яичника, что является предпосылкой для их визуального различения по характерным признакам – борозде-щели на латеральной стороне гонады и поперечной складчатости на месте формирования яйценосных пластинок (табл. 4).

При лапаротомии визуальная картина гонады с наличием продольной борозды по латеральной стороне и поперечной складчатостью, указывающей на развитие яйценосных пластинок, была обнаружена у 46 особей, что составило

90,2% от выявленных гистологически самок. В 5 случаях у гистологически установленных самок при визуальной оценке во время лапаротомии не было обнаружено признаков половой дифференцировки. Характерно, что все самки, не распознанные во время лапаротомии, находились на I стадии зрелости гонад. Таким образом, эффективность определения самок у трехгодовиков бестера, выращенных по комбинированной технологии достаточно высока. Ошибки визуального распознавания самок среди трехгодовиков бестера объясняются неодинаковой скоростью развития гонад у отдельных особей.

Таблица 4

Распределение выявленных гистологически самок по стадиям зрелости гонад

Стадия зрелости яичника	Число случаев	Частота случаев, %
I	12	23,53
I-II	1	1,96
II	38	74,51

В исследованной группе трехгодовиков бестера самцы гистологическим методом выявлены в 27 из 82 случаев (32,9%). В 3 препаратах имелись отдельные крупные сперматогонии в интеркинетическом состоянии, что соответствует I стадии зрелости гонад; в 22 случаях наблюдались сперматогонии в состоянии размножения (I стадия сперматогенеза), образующие цисты, причем цисты встречались лишь единично, что свидетельствует о начале перехода ко II стадии зрелости семенников (переходная I-II стадия); в 2 препаратах цисты обнаруживались в большом количестве, то есть имелась типичная картина II стадии зрелости.

Визуальное исследование при лапаротомии вывило у 11 рыб гонады молочно-белого цвета с ярко выраженными лопастями, что характерно для семенника. Таким, образом, визуальная картина, характерная для семенника, позволила распознать всего лишь 40,7% самцов от общего их числа в группе, выявленных по данным гистологического исследования. Полученный результат указывает на невысокую эффективность метода лапаротомии с визуальной оценкой состояния гонады для выявления самцов по сравнению с его эффективностью для выявления самок (табл. 5).

Таблица 5

Распределение выявленных гистологически самцов по стадиям зрелости гонад

Стадия зрелости семенника	Число случаев	Частота случаев, %
I	3	11,11
I-II	22	81,48
II	2	7,41

Результаты выполненного исследования указывают на высокую эффективность визуального распознавания самок при лапаротомии среди выращенных по комбинированной технологии трехгодовиков бестера. Выполнение

данной процедуры позволяет выявить около 90% самок из имеющихся в группе. Отмечена хорошая переносимость лапаротомии, выполняемой в весенний период

2.2.1.4.3. Условия и параметры лапаротомии для прижизненного выявления направления половой дифференцировки у трехгодовиков бестера.

Сезон года и температура воды. В весенний период было прооперировано 129 особей бестера (47 – в апреле 2002 года и 82 в первой декаде мая 2003 года). Температура воды в этот период была в пределах 8-14 °С. Лапаротомии, выполненные в 2002 году, сопровождались большей травматизацией рыб, так как значительная доля рыб была крупной, а оперирующие сотрудники имели небольшой опыт выполнения операций. Тем не менее, заживление послеоперационной раны всегда происходило в течение двух-трех недель при полном отсутствии гибели рыб. В июне 2002 года было прооперировано 7 особей бестера третьего года выращивания массой тела 1,42-1,8 кг при температуре воды 22 °С. Уже в момент операции наложение швов нередко сопровождалось прорезанием тканей и расхождением краев раны. В ближайшие дни заживление послеоперационной раны в этой группе рыб не происходило, развивались свищи с серозно-геморрагическим отделяемым. В сентябре 2002 года была выполнена прижизненная лапаротомия с исследованием гонад у 10 трехлеток бестера третьего года бассейнового выращивания массой тела 1,37-2,0 кг при температуре воды 22 °С. Через 2-3 дня у большинства рыб отмечалась несостоятельность швов, которые постепенно прорезали края послеоперационной раны, что приводило к образованию свищей. Таким образом, выживаемость прооперированных рыб зависела от температуры, при которой производилась операция: температура воды 20 °С и выше неизбежно приводила к несостоятельности швов. Рыбы, прооперированные при температуре 10-14 °С, даже при повышенной травматизации на этапе отработки методики, выживали с полным заживлением раны. С учетом полученных нами результатов можно сделать вывод, что лапаротомия должна проводиться в весенний период.

Длина разреза при лапаротомии должна быть минимальной, но достаточной для осмотра гонады и выявления признаков половой дифференцировки. Длина разреза при лапаротомии варьировала от 2,1 до 4,7 см при среднем значении $3,2 \pm 0,08$ см.

Число швов, наложенных на послеоперационную рану варьировало у прооперированных рыб от 1 до 4 и увеличивалось по мере увеличения длины разреза. Среднее число швов на рану составило $2,5 \pm 0,10$. Частота наложения швов на единицу длины послеоперационной раны варьировала от 0,48 до $1,0 \text{ см}^{-1}$ при среднем значении $0,78 \pm 0,020 \text{ см}^{-1}$.

Продолжительность операции лапаротомии изменялась от 9 до 20 мин. при среднем значении $13,1 \pm 0,43$ мин. Вариабельность данного показателя оказалась довольно значительной ($C_v=22,8\%$). Продолжительность операции коррелировала с длиной разреза ($r=0,530$) и, в особенности, с числом наложенных на послеоперационную рану швов ($r=0,705$).

2.2.2. Гомеостаз крови осетровых рыб в аквакультуре.

2.2.2.1. Гомеостаз крови самок русского осетра после получения овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода.

2.2.2.1.1. Система эритрона. Количество эритроцитов в крови исследованных самок изменялось в пределах $0,21-0,76 \times 10^{12} \text{ л}^{-1}$ при среднем $0,46 \pm 0,028 \times 10^{12} \text{ л}^{-1}$. По результатам квантильного анализа, средними можно считать значения данного показателя в интервале $0,38-0,55 \times 10^{12} \text{ л}^{-1}$. Содержание гемоглобина в крови исследованных самок варьировало в широких пределах – от 25,4 до 85,3 г/л при среднем значении $62,7 \pm 2,56 \text{ г/л}$. Квантильный анализ дает основание выделить значения показателя ниже среднего – менее 56,9 г/л, средние - 56,9-70,0 г/л, и выше среднего – более 70,0 г/л. Важный показатель, отражающий физиологические процессы кроветворения, - среднее содержание гемоглобина в одном эритроците, значение которого у исследованных самок варьировало от 88,7 до 225,5 пг при среднем $142,2 \pm 6,58 \text{ пг}$. Целесообразно различать интервалы средних значений показателя -120,4-155,0 пг, а также ниже и выше среднего. Показатель СОЭ исследованных самок изменялся от 4 до 16 мм/час при среднем значении $10,5 \pm 0,71 \text{ мм/час}$. Квантильный анализ выявил интервал средних значений в пределах 7,8-13,3 мм/час.

2.2.2.1.2. Метаболический гомеостаз крови. Белковый обмен характеризовался содержанием общего белка в сыворотке крови исследованных самок в пределах 9,9-42,2 г/л при среднем значении $20,2 \pm 1,60 \text{ г/л}$. Квантильный анализ дает основание выделить значения показателя ниже среднего – менее 15,1 г/л, средние -15,1-23,8 г/л, и выше среднего – более 23,8 г/л. Содержание альбумина в сыворотке крови исследованных самок русского осетра оказалось в пределах 2,87-11,28 г/л, среднее значение $6,40 \pm 0,415 \text{ г/л}$. Квантильный анализ дает основание считать средними значения данного показателя в интервале 5,04-7,50 г/л. Важное значение для выявления нарушений белкового обмена имеет пониженное содержание альбумина в крови – гипоальбуминемия. Следует анализировать не только абсолютное содержание альбумина сыворотки крови, но и его относительное содержание в процентах от общего белка. Относительное содержание альбумина у рыб значительно меньше, чем у гомойотермных животных. У обследованных самок русского осетра данный показатель варьировал от 20,0 до 43,1 %, составляя в среднем $33,1 \pm 1,03 \%$. По данным квантильного анализа к средним можно отнести значения относительного содержания альбумина сыворотки в интервале от 30,3 до 36,1 %. Активность АсАТ и АлАТ в сыворотке крови исследованных самок была в пределах 0,14-1,62 мккат/л и 0,43-1,59 мккат/л при среднем значении $0,84 \pm 0,067 \text{ мккат/л}$ и $0,98 \pm 0,065 \text{ мккат/л}$ соответственно. Квартильный размах оказался для АсАТ в пределах 0,62-0,95 мккат/л и для АлАТ в пределах 0,72-1,19 мккат/л. Диагностическое значение может иметь не только активность аминотрансфераз сыворотки крови, но и отношение между активностью АсАТ и АлАТ (коэффициент де Ритиса), значение которого в сыворотке крови исследованных особей оказалось в пределах 0,18-2,07 при среднем значении $0,91 \pm 0,080$; квартильный размах - 0,69-1,13.

Липидный обмен. Содержание холестерина в плазме крови изученных самок изменялось в пределах 0,70-6,29 ммоль/л, триглицеридов - в пределах 1,41-8,43 ммоль/л, β -липопротеидов - в пределах 0,45-3,52 г/л при среднем значении $2,82 \pm 0,351$ ммоль/л, $3,73 \pm 0,359$ ммоль/л и $1,37 \pm 0,164$ г/л соответственно. Квантильный анализ позволил установить интервалы средних значений содержания в сыворотке холестерина - 1,47-4,08 ммоль/л, триглицеридов - 2,75-4,59 ммоль/л, β -липопротеидов - 0,83-1,63 г/л. Выявлена сильная положительная корреляция между показателями холестерина и триглицеридов ($r=0,741$), холестерина и β -липопротеидов ($r=0,811$), триглицеридов и β -липопротеидов ($r=0,948$).

Углеводный обмен. Содержание глюкозы в сыворотке крови исследованных самок изменялось весьма значительно - от 1,08 до 6,77 ммоль/л при среднем значении $3,54 \pm 0,254$ ммоль/л. Квантильный анализ выявил границы средних значений содержания в сыворотке глюкозы в пределах 2,86-4,26 ммоль/л.

2.2.2.1.3. Шкала выраженности признаков. Для оценки результатов исследования отдельных самок русского осетра в послеоперационном периоде на основании результатов квантильного анализа была разработана шкала выраженности признаков, позволяющая различать семь градаций каждого признака (табл. 6). При установлении величины исследуемого показателя соответствующей диапозону "средние" (от 25-й до 75-й процентиля), может сделать заключение о стабильности соответствующей гомеостатической системы и удовлетворительной адаптации особи. При резко сниженных значениях (менее 3-й процентиля) следует исключать патологические синдромы.

Таблица 6

Шкала выраженности признаков системы эритрона и метаболического гомеостаза крови самок русского осетра после получения овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода

Показатель	Резко пониженные	Пониженные	Ниже среднего	средние	выше среднего	Повышенные	Резко повышенные
Содержание эритроцитов крови, $\times 10^{12}/л$	0,21 и менее	0,22-0,30	0,31-0,37	0,38-0,54	0,55-0,62	0,63-0,69	0,70 и более
Содержание гемоглобина крови, г/л	40,5 и менее	40,6-51,7	51,8-56,8	56,9-69,9	70,0-75,9	76,0-85,2	85,3 и более
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	94,7 и менее	94,8-110,8	110,9-120,3	120,4-154,9	155,0-178,8	178,9-212,0	212,1 и более
СО ₂ , мм/ч	5,3 и менее	5,4-5,9	6,0-7,7	7,8-13,2	13,3-14,9	15,0-15,2	15,3 и более
Содержание общего белка сыворотки, г/л	10,8 и менее	10,9-12,5	12,6-15,0	15,1-23,7	23,8-27,7	27,8-39,0	39,1 и более
Содержание альбумина сыворотки, г/л	3,67 и менее	3,68-4,20	4,21-5,03	5,04-7,49	7,50-8,56	8,57-11,06	11,07 и более
Содержание альбумина сыворотки, %	24,0 и менее	24,1-28,3	28,4-30,2	30,3-36,0	36,1-39,5	39,6-40,9	41,0 и более
Активность АсАТ сыворотки, мккат/л	0,39 и менее	0,40-0,57	0,58-0,61	0,62-0,94	0,95-1,27	1,28-1,53	1,54 и более
Активность АлАТ сыворотки, мккат/л	0,52 и менее	0,53-0,64	0,65-0,71	0,72-1,18	1,19-1,39	1,40-1,53	1,54 и более
Отношение АсАТ/АлАТ	0,39 и менее	0,40-0,51	0,52-0,68	0,69-1,13	1,14-1,31	1,32-1,64	1,65 и более
Содержание холестерина плазмы, ммоль/л	0,77 и менее	0,78-0,93	0,94-1,43	1,44-4,07	4,08-5,37	5,38-5,89	5,90 и более
Содержание триглицеридов плазмы, ммоль/л	1,51 и менее	1,52-1,69	1,70-2,74	2,75-4,58	4,59-4,94	4,95-8,16	8,17 и более
Содержание β -липопротеидов плазмы, г/л	0,51 и менее	0,52-0,63	0,64-0,82	0,83-1,62	1,63-2,20	2,21-3,43	3,44 и более
Содержание глюкозы сыворотки, ммоль/л	1,33 и менее	1,34-2,20	2,21-2,85	2,86-4,25	4,26-4,57	4,58-5,83	5,84 и более

2.2.2.2. Динамика показателей гомеостаза крови самок русского осетра при содержании в прудах.

Система эритрона. Содержание гемоглобина крови прооперированных самок русского осетра оставалось на уровне 61,6-62,3 г/л в течение 4 месяцев, однако через 5 месяцев после операции во время осенней бонитировки отмечено увеличение этого показателя на 17,4% до уровня $72,4 \pm 2,68$ г/л. Квантильный анализ подтвердил повышение содержания гемоглобина крови через 5 месяцев после операции. Аналогичная картина обнаружена при анализе содержания эритроцитов крови. В течение лета отмечена тенденция к снижению содержания эритроцитов на 7,8-9,4% по сравнению с первоначальным уровнем, однако через 5 месяцев этот показатель достоверно повысился на 13,9%, достигнув уровня $0,52 \pm 0,024 \times 10^{12}/л$. Индивидуальные значения содержания эритроцитов в крови самок были в этот период в пределах $0,28-0,83 \times 10^{12}/л$. С учетом величины квартильного размаха средними через 5 месяцев содержания самок в прудах можно считать для данного показателя значения $0,44-0,65 \times 10^{12}/л$. Исследование среднего содержания гемоглобина в эритроците выявило тенденцию к его повышению через 3 недели и через 4 месяца после операции на 6-6,7%, однако через 5 месяцев величина данного показателя была $142,3 \pm 4,63$ пг, т. е. практически не отличалась от исходного уровня. Коэффициент варибельности данного признака был во все периоды умеренным - в пределах 18,1-20,9%. По данным квантильного анализа во время осенней бонитировки к средней группе можно отнести особей со значениями данного признака 126,5-149,8 пг. Значения показателя СОЭ у прооперированных самок в течение лета и в начале осени имели тенденцию к снижению на 5,9 и 7,4% при величине признака $10,0 \pm 0,80$ и $9,8 \pm 1,40$ мм/ч соответственно, однако во время осенней бонитировки показатель СОЭ достоверно снизился на 35,2%, что составило $6,9 \pm 0,41$ мм/ч (рис. 33). Его индивидуальные значения изменялись в широких пределах - от 3,0 до 13,0 мм/ч. Средними, по данным квантильного анализа во время осенней бонитировки, можно считать значения СОЭ 5,0-8,0 мм/ч. Повышение СОЭ является неспецифическим индикатором повреждений различной природы, поэтому самки с величиной СОЭ более 8 мм/ч подлежат углубленному обследованию.

Белковый обмен. Содержание общего сыворотки крови за время наблюдения постоянно увеличивалось, превысив исходный уровень к концу периода исследования на 103,5%, что составило $38,0 \pm 1,92$ г/л. Индивидуальные значения данного показателя изменялись значительно, что подтверждается значением коэффициента варибельности на уровне 43,9% через 3 недели содержания в прудах и 29,5% через 5 месяцев. Во время осенней бонитировки пределы изменений данного признака были 13,8-58,4 г/л, а по результатам квантильного анализа средними можно считать значения от 30,2 до 45,8 г/л. Повышение уровня общего белка в сыворотке крови можно оценивать как позитивную динамику, отражающую повышение интенсивности биосинтетических процессов. Абсолютное содержание альбумина сыворотки за период наблюдения изменялось разнонаправлено. Через 3 недели после операции выявлено снижение этого показателя на 11,3% однако в дальнейшем обнаружено его значительное повышение - на 32,7% через 4 месяца и на 22,9% через 5 месяцев ($p < 0,05$). Изменчивость данного показателя была по коэффициенту вариации на уровне 29,4-37,1% за весь период опыта. Во время осенней бонитировки пределы изменений данного показателя составили 2,97-12,26 г/л, а по данным квантильного анализа

средними следует считать значения 6,42-9.12 г/л. Относительное содержание альбумина сыворотки крови (в процентах от общего белка) выявило иную картину, которая характеризовалась достоверным снижением показателя на 18,2% через 3 недели после операции и на 39,9 % - через 5 месяцев. Среднее значение данного признака во время осенней бонитировки составило $20,4 \pm 0,63$ % при амплитуде 12,5-28,0 %. Согласно результатам квантильного анализа средними можно считать значения 18,7-22,0 %. Динамика данного показателя указывает на преимущественное увеличение в послеоперационном периоде у самок русского осетра глобулиновых фракций общего белка сыворотки крови.

Липидный обмен. Динамика содержания холестерина плазмы крови самок русского осетра характеризовалась его постепенным повышением по сравнению с исходным уровнем на 29,7, 49,7 и 62,6 %. Среднее значение этого показателя достигло к осенней бонитировки величины $4,30 \pm 0,512$ ммоль/л. Выявлена его выраженная вариабельность во все сроки наблюдения (C_v 29,7-62,6 %). Через 5 месяцев содержания в пруду во время осенней бонитировки амплитуда показателя составила 0,38-10,91 ммоль/л. С учетом результатов квантильного анализа к средним можно отнести значения в интервале от 1,98 до 6,10 ммоль/л. Динамика содержания триглицеридов плазмы крови самок русского осетра немного отличалась от динамики содержания холестерина. Через 3 недели и через 5 месяцев содержание триглицеридов превысило исходный уровень на 40,7 и 43,5% , что составило $4,17 \pm 0,893$ и $4,26 \pm 0,461$ ммоль/л соответственно. Однако через 4 месяца отмечалось проходящее повышение этого показателя на 128,4 % что составило $6,78 \pm 2,015$ ммоль/л. Вариабельность данного признака во все сроки наблюдения была значительной (C_v - 71,0-103,0%). Квантильный анализ подтвердил высокую степень изменчивости этого показателя и позволил установить средний уровень его значений в интервале 0,85-7,85 ммоль/л. В отличие от других индикаторов липидного обмена, динамика содержания β -липопротеидов плазмы крови самок через 3 недели после операции характеризовалась тенденцией к снижению на 18,8%, однако в дальнейшем наблюдалась тенденция к повышению на 81,8% (через 4 месяца) и на 32,9% (через 5 месяцев). Через 5 месяцев содержания в прудах во время осенней бонитировки среднее значение содержания β -липопротеидов плазмы составило $2,21 \pm 0,381$ ммоль/л. По результатам квантильного анализа к средним можно отнести значения признака в интервале от 0,55 до 3,17 ммоль/л.

Углеводный обмен. При исследовании углеводного обмена установлено достоверное уменьшение показателя глюкозы сыворотки во все сроки наблюдения после операции в пределах от 55,1% (через 4 месяца) до 31,4% (через 5 месяцев). Среднее содержание глюкозы сыворотки крови во время осенней бонитировки составило $2,43 \pm 0,098$ ммоль/л при амплитуде 1,50-3,81 ммоль/л. Результаты квантильного анализа позволяют отнести к средним значения признака в интервале 2,06-2,65 ммоль/л.

Шкала выраженности признаков гомеостаза крови. Исследование крови самок русского осетра в течение первого сезона адаптации к условиям аквакультуры позволяет эффективно выявлять особенности гомеостаза системы эритрона и метаболического гомеостаз при помощи шкалы выраженности признаков, разработанной по результатам квантильного анализа (табл. 7).

Предлагаемый подход к оценке показателей гомеостаза крови позволяет повысить эффективность оценки адаптивных физиологических процессов при

формировании маточных стад русского осетра для искусственного воспроизводства и товарного осетроводства.

Таблица 7

Шкала выраженности признаков системы эритрона и метаболического гомеостаза крови самок русского осетра через 5 месяцев содержания в прудах

Показатель	Резко пониженные	Пониженные	Ниже среднего	средние	выше среднего	Повышенные	Резко повышенные
Содержание эритроцитов в крови, $\times 10^{12}/л$	0,30 и менее	0,31-0,41	0,42-0,45	0,46-0,64	0,65-0,69	0,70-0,73	0,74 и более
Содержание гемоглобина в крови, г/л	42,4 и менее	42,5-52,5	52,6-64,6	64,7-82,1	82,2-91,0	91,1-100,5	100,6 и более
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	103,6 и менее	103,7-115,0	115,1-126,4	126,5-144,4	144,5-153,3	153,4-160,6	160,7 и более
СОЭ, мм/ч	3,8 и менее	3,9-3,9	4,0-4,9	5,0-7,9	8,0-8,9	9,0-11,1	11,2 и более
Содержание общего белка сыворотки, г/л	22,7 и менее	22,8-24,9	25,0-30,1	30,2-45,7	45,8-55,5	55,6-56,4	56,5 и более
Содержание альбумина сыворотки, г/л	3,86 и менее	3,87-4,43	4,44-6,41	6,42-9,11	9,12-10,32	10,33-11,94	11,95 и более
Содержание альбумина, %	12,6 и менее	12,7-15,1	15,2-18,6	18,7-21,9	22,0-24,8	24,9-26,3	26,4 и более
Содержание холестерина плазмы, ммоль/л	0,67 и менее	0,68-1,21	1,22-1,97	1,98-6,09	6,10-8,56	8,57-10,19	10,20 и более
Содержание триглицеридов плазмы, ммоль/л	0,11 и менее	0,12-0,25	0,26-0,84	0,85-7,84	7,85-10,14	10,15-10,52	10,53 и более
Содержание β -липопротеидов плазмы, г/л	0,16 и менее	0,17-0,33	0,34-0,54	0,55-3,16	3,17-5,71	5,72-7,44	7,45 и более
Содержание глюкозы сыворотки, ммоль/л	1,52 и менее	1,53-1,89	1,90-2,05	2,06-2,64	2,65-3,28	3,29-3,71	3,72 и более

2.2.2.3. Влияние перфторана на гомеостаз крови самок русского осетра при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода.

Интенсивное воздействие на самок русского осетра оказывает операционная травма при получении половых продуктов, даже при использовании наиболее щадящего метода надрезания яйцеводов (Полушка С.Б., 1999), что в комплексе с другими факторами может привести к гемодинамическим нарушениям и шоковому состоянию. Выполнено исследование воздействия перфторана на физиологическое состояние самок русского осетра после прижизненного получения овулировавших ооцитов. Самкам опытной группы сразу после операции прижизненного

получения овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода в хвостовую вену вводили перфторан в дозе 1,5 мл/кг. Кровь для анализа брали из хвостовой вены через двое суток после операции перед отправкой в нагульные пруды.

Система эритрона. При анализе показателей системы эритрона выявлены достоверные различия между группой опыта и контроля по содержанию гемоглобина в крови и СОЭ (табл. 8). Содержание гемоглобина в крови особей опытной группы оказалось на 25,0% выше, чем в контроле. Среднее значение СОЭ в опытной группе оказалось на 16,1% ниже, чем в контрольной. В опытной группе величина СОЭ находилась в большинстве случаев в пределах 7-9 мм/час, а в контрольной - 10-12 мм/час.

Таблица 8

Показатели системы эритрона у самок русского осетра после введения перфторана

Группа	Содержание эритроцитов в крови, $10^{12}/л$	Содержание гемоглобина в крови, г/л	Среднее содержание гемоглобина в одном эритроците, пг	СОЭ, мм/ч
Опыт (N=9)	0,47±0,020	70,6±3,62	149,3±3,41	8,6±0,293*
Контроль (N=10)	0,45±0,040	56,5±4,00*	132,2±9,08	10,2±0,5

Примечание. * - различие достоверно ($p < 0,05$)

Выявлена тенденция к снижению содержания общего белка в сыворотке крови самок, получавших перфторан, значение которого в опытной группе оказалось на 19,2% меньше, чем в контрольной. Обнаружено достоверное снижение абсолютного и относительного содержания альбумина сыворотки крови у самок опытной группы по сравнению с контролем - на 49,0% и 35,1% соответственно (табл.9).

Таблица 9

Содержание белков сыворотки крови у самок русского осетра после введения перфторана

Группа	Общий белок, г/л	Альбумин	
		г/л	% от общего белка
Опыт (N=9)	15,3±1,35	3,48±0,207*	23,3±0,81*
Контроль (N=10)	18,9±1,23	6,82±0,592	35,9±2,11

Примечание. * - различие достоверно ($p < 0,05$)

Изучение активности аминотрансфераз сыворотки крови самок, получавших перфторан, выявило достоверное снижение активности АсАТ на 31,5% по сравнению с группой контроля (табл. 10).

Таблица 10

Активность аминотрансфераз сыворотки крови у самок русского осетра после введения перфторана

Группа	АсАТ, мккат/л	АлАТ, мккат/л	Отношение АсАТ/АлАТ
Опыт (N=9)	0,90±0,082*	0,99±0,092	0,93±0,075
Контроль (N=10)	1,32±0,163	1,21±0,170	1,16±0,090

Примечание. * - различие достоверно ($p < 0,05$)

Липидный обмен. Исследование липидов плазмы выявило достоверное снижение содержания холестерина, триглицеридов и β -липопротеидов у самок после введения перфторана. Степень снижения по сравнению с контролем составила 54,2, 57,5 и 68,9% соответственно (табл. 11). Значительное снижение содержания липидов в сыворотке крови указывает у самок опытной группы указывает на выраженное метаболическое действие перфторана, механизмы которого требуют уточнения.

Таблица 11

Влияние перфторана на содержание липидов плазмы крови у самок русского осетра

Группа	Холестерин, ммоль/л	Триглицериды, ммоль/л	β -липопротеиды, г/л
Опыт (N=9)	1,78 \pm 0,626*	1,67 \pm 0,441*	1,62 \pm 0,401*
Контроль (N=10)	3,90 \pm 0,377	3,94 \pm 0,382	5,08 \pm 0,591

Примечание. * - различие достоверно ($p < 0,05$)

Таким образом, введение перфторана самкам русского осетра приводит к уменьшению активности аминотрансфераз сыворотки, относящихся к индикаторам повреждения клеток различной природы, снижению СОЭ, являющейся неспецифическим индикатором повреждения, что можно рассматривать как проявление его протективного действия. Некоторые из обнаруженных метаболических эффектов (снижение содержания в сыворотке крови альбумина, холестерина, бета-липопротеидов) отражают, по видимому, наличие у перфторана выраженных сорбционных свойств (Мороз В.В., Крылов Н.Л., 1999). Полученные результаты дают основание рекомендовать перфторан для использования в комплексе реабилитационных мероприятий.

2.2.2.4. Гомеостаз крови бестера ремонтных групп

2.2.2.4.1. Гомеостаз крови трехгодовиков бестера после зимовки.

Система эритронов. Количество эритроцитов в крови варьировало в пределах $0,53-1,39 \times 10^{12} \text{ л}^{-1}$ при среднем значении $0,97 \pm 0,035 \times 10^{12} \text{ л}^{-1}$. Анализ процентилей выявил диапазон средних значений $0,78-1,15 \times 10^{12} \text{ л}^{-1}$. Содержание гемоглобина в крови исследованных трехгодовиков бестера изменялось в пределах от 51,4 до 109,4 г/л при среднем значении $62,7 \pm 2,56$ г/л. Результаты квантильного анализа дают основание считать средними значения данного показателя в интервале от 56,9 до 70,0 г/л. Среднее содержание гемоглобина в одном эритроците оказалось в интервале от 43,2 до 136,8 пг при среднем $80,6 \pm 3,04$ пг. По итогам квантильного анализа к средним следует отнести значения этого показателя от 66,1 до 88,3 пг. СОЭ в группе изменялась от 2 до 7 мм/час при среднем значении $4,1 \pm 0,15$ мм/час. Квантильный анализ позволил выделить средние значения СОЭ – 3,5-4,6 мм/час.

Белковый обмен. Показатель общего белка сыворотки крови трехгодовиков бестера после зимовки изменялся в пределах 11,1-40,2 г/л при среднем значении $22,0 \pm 1,14$ г/л. Квантильный анализ дает основание выделить интервал средних значений данного показателя -15,7-27,1 г/л. Содержание альбумина в сыворотке крови исследованных трехгодовиков бестера было в пределах 2,76-9,68 г/л или 16,7-45,8 % от общего белка при среднем значении $5,97 \pm 0,260$ г/л или $28,3 \pm 0,94$ % соответственно. По результатам квантильного

анализа средними следует считать значения данных показателей в интервале 4,80-7,21 г/л и 23,3-31,8% соответственно. Активность АсАТ и АлАТ в сыворотке крови трехгодовиков бестера после зимовки была в пределах 0,42-1,27 мккат/л и 0,12-1,09 мккат/л при среднем значении 0,92±0,026 мккат/л и 0,47±0,030 мккат/л соответственно. Квартильный размах оказался для АсАТ в пределах 0,82-0,94 мккат/л и для АлАТ в пределах 0,32-0,63 мккат/л. Отношение АсАТ/АлАТ в сыворотке крови трехгодовиков бестера после зимовки изменялось от 1,14 до 6,08 при среднем значении 2,25±0,153 и квартильном размахе 1,60-2,61. Выявлена положительная связь между активностью АсАТ и АлАТ ($r=0,587$), активностью АлАТ и содержанием холестерина ($r=0,457$), липопротеидов ($r=0,588$), триглицеридов ($r=0,450$), общего белка ($r=0,483$) и эритроцитов ($r=0,467$).

Липидный обмен. Содержание холестерина плазмы крови трехгодовиков бестера варьировало в пределах 0,11-7,90 ммоль/л, триглицеридов - в пределах 0,06-17,07 ммоль/л, β -липопротеидов - в пределах 0,02-3,99 г/л при среднем значении 2,20±0,321 ммоль/л, 4,18±0,771 ммоль/л и 1,21±0,153 г/л соответственно. Квантильный анализ позволил установить интервалы средних значений содержания в плазме холестерина - 0,37-4,23 ммоль/л, триглицеридов - 0,19-8,81 ммоль/л, β -липопротеидов - 0,59-1,78 г/л. Установлена выраженная вариабельность показателей липидного обмена у трехгодовиков бестера после зимовки (С_v 88,0-127,7%).

Шкала выраженности признаков гомеостаза крови. С учетом результатов квантильного анализа была разработана шкала выраженности исследованных признаков гомеостаза крови, включающая в себя семь диапазонов (табл. 12). Предлагаемая шкала позволяет выполнять индивидуальную оценку параметров гомеостаза крови трехгодовиков бестера при весенней бонитировке.

Таблица 12

Шкала выраженности признаков гомеостаза крови трехгодовиков бестера после зимовки

Показатель	Резко пониженные	Пониженные	Ниже среднего	средние	выше среднего	Повышенные	Резко повышенные
1	2	3	4	5	6	7	8
Содержание эритроцитов в крови, $\times 10^{12}/л$	0,54 и менее	0,55-0,61	0,62-0,77	0,78-1,14	1,15-1,25	1,26-1,34	1,35 и более
Содержание гемоглобина в крови, г/л	54,2 и менее	54,3-60,8	60,9-64,7	64,8-80,6	80,7-86,2	86,3-92,8	92,9 и более
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	53,7 и менее	53,8-60,4	60,5-66,0	66,1-88,2	88,3-110,1	110,2-130,0	130,1 и более
СО ₂ , мм/ч	2,4 и менее	2,5-2,9	3,0-3,4	3,5-4,5	4,6-5,6	5,7-6,2	6,3 и более

1	2	3	4	5	6	7	8
Содержание общего белка сыворотки, г/л	11,0 и менее	11,1-12,0	12,1-15,6	15,7-27,0	27,1-33,1	33,2-36,3	36,4 и более
Содержание альбумина сыворотки, г/л	3,02 и менее	3,03-3,42	3,43-4,79	4,80-7,20	7,21-8,09	8,10-9,51	9,52 и более
Содержание альбумина, %	18,7 и менее	18,8-20,9	21,0-23,2	23,3-31,7	31,8-35,8	35,9-41,9	42,0 и более
Активность АсАТ сыворотки, мккат/л	0,57 и менее	0,58-0,69	0,70-0,81	0,82-0,99	1,00-1,13	1,14-1,22	1,23 и более
Активность АлаТ сыворотки, мккат/л	0,21 и менее	0,22-0,24	0,25-0,31	0,32-0,62	0,63-0,72	0,73-0,75	0,76 и более
Отношение АсАТ/АлаТ	1,18 и менее	1,19-1,37	1,38-1,59	1,60-2,60	2,61-3,21	3,22-4,87	4,88 и более
Содержание холестерина плазмы, ммоль/л	0,14 и менее	0,15-0,23	0,24-0,36	0,37-4,22	4,23-5,01	5,02-7,14	7,15 и более
Содержание триглицеридов плазмы, ммоль/л	0,07 и менее	0,08-0,11	0,12-0,18	0,19-8,80	8,81-12,4 6	12,47-15,04	15,05 и более
Содержание β -липопротеидов плазмы, г/л	0,06 и менее	0,07-0,15	0,16-0,58	0,59-1,77	1,78-3,02	3,03-3,60	3,61 и более

2.2.2.4.2. Гомеостаз крови трехгодовиков бестера, перенесшего операцию лапаротомии с морфологическим исследованием гонад.

Система эритронов. Содержание гемоглобина и эритроцитов в крови бестера четвертого года выращивания, перенесшего лапаротомию, составило $53,4 \pm 1,39$ г/л и $0,83 \pm 0,048 \times 10^{12}$ л⁻¹ соответственно. При сравнении с величиной этих показателей у трехгодовиков выявлено достоверное снижение на 27,7% и 14,1% соответственно. Отмечена также тенденция к уменьшению среднего содержания гемоглобина в эритроците, в то время как СОЭ увеличилась на 17,7%, достигнув уровня $4,8 \pm 0,16$ (p<0,05). По результатам квантильного анализа к средним могут быть отнесены значения гемоглобина крови 47,2-60,2 г/л, эритроцитов $0,59-0,95 \times 10^{12}$ л⁻¹, среднего содержания гемоглобина в эритроците 54,6-87,8 пг, и СОЭ 4,0-5,3 мм/ч.

Белковый обмен. Показатель общего белка сыворотки крови трехгодовиков бестера после зимовки изменялся в пределах 11,1-40,2 г/л при среднем значении $22,0 \pm 1,14$ г/л. Содержание альбумина в сыворотке крови исследованных трехгодовиков бестера было в пределах 2,76-9,68 г/л что составило 16,7-45,8 % от общего белка при среднем значении $5,97 \pm 0,260$ г/л или $28,3 \pm 0,94$ % соответственно. Содержание общего белка и содержание альбумина абсолютное сыворотки крови у бестера, перенесшего лапаротомию,

повысилось на 31,1% и 45,4% по сравнению с весенним периодом. Отмечена также тенденция к повышению содержания альбумина относительного. Средние значения этих показателей составили $28,9 \pm 0,72$ г/л, $8,68 \pm 0,193$ г/л и $30,3 \pm 0,49$ % соответственно. Квантильный анализ выявил особенности распределения значений показателей содержания белков сыворотки крови. Установлено, что в данной группе бестера средними можно считать значения общего белка $26,2-31,1$ г/л, абсолютного содержания альбумина $8,01-9,57$ г/л, относительного содержания альбумина $28,1-32,8$ %. Активность АсАТ и АлАТ в сыворотке крови четырехгодовиков бестера, перенесших лапаротомию, по сравнению с весенним периодом достоверно повысилась на 20,7% и 93,6% достигнув уровня $1,11 \pm 0,059$ мккат/л и $0,91 \pm 0,083$ мккат/л соответственно. Отношение АсАТ/АлАТ, напротив, снизилось на 41,7%, и составило $1,31 \pm 0,083$. Наблюдаемые изменения могут быть следствием усиления обменных процессов. Корреляционный анализ выявил уменьшение выраженности связи между активностью АсАТ и АлАТ ($r=0,353$).

Липидный обмен. Содержание холестерина плазмы крови трехгодовиков бестера варьировало в пределах $0,11-7,90$ ммоль/л, триглицеридов - в пределах $0,06-17,07$ ммоль/л, β -липопротеидов - в пределах $0,02-3,99$ г/л при среднем значении $2,20 \pm 0,321$ ммоль/л, $4,18 \pm 0,771$ ммоль/л и $1,21 \pm 0,153$ г/л соответственно. Квантильный анализ позволил установить интервалы средних значений содержания в плазме холестерина - $0,37-4,23$ ммоль/л, триглицеридов - $0,19-8,81$ ммоль/л, β -липопротеидов - $0,59-1,78$ г/л. Полученные результаты указывают на резко выраженную вариабельность показателей липидного обмена у трехгодовиков бестера после зимовки, что подтверждается высокими значениями коэффициента вариации в пределах $88,0-127,7\%$. Выявлена сильная положительная корреляция по критерию Пирсона между показателями холестерина и триглицеридов ($r=0,874$), холестерина и β -липопротеидов ($r=0,878$), триглицеридов и β -липопротеидов ($r=0,920$).

Шкала выраженности признаков гомеостаза крови. По данным квантильного анализа разработана шкала выраженности исследованных признаков гомеостаза крови, позволяющая различать до семи диапазонов и выполнять индивидуальную оценку трехгодовиков бестера после лапаротомии (табл. 13).

Таблица 13

Шкала выраженности признаков гомеостаза крови трехгодовиков бестера, перенесших лапаротомию с морфологическим исследованием гонад

Показатель	Резко пониженные	Пониженные	Ниже среднего	средние	выше среднего	Повышенные	Резко повышенные
1	2	3	4	5	6	7	8
Содержание эритроцитов в крови, $\times 10^{12}/л$	0,40 и менее	0,41-0,48	0,49-0,58	0,59-0,94	0,95-1,31	1,32-1,58	1,59 и более
Содержание гемоглобина в крови, г/л	34,7 и менее	34,8-42,2	42,3-47,1	47,2-60,1	60,2-64,5	64,6-68,8	68,9 и более

1	2	3	4	5	6	7	8
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	29,8 и менее	29,9-37,9	38,0-54,5	54,6-87,7	87,8-111,9	112,0-134,0	134,1 и более
СО ₂ , мм/ч	2,9 и менее	3,0-3,7	3,8-3,9	4,0-5,2	5,3-5,9	6,0-6,9	7,0 и более
Содержание общего белка сыворотки, г/л	20,4 и менее	20,5-23,4	23,5-26,1	26,2-31,0	31,1-34,0	34,1-37,5	37,6 и более
Содержание альбумина сыворотки, г/л	5,71 и менее	5,72-7,13	7,14-8,00	8,01-9,56	9,57-10,29	10,30-10,71	10,72 и более
Содержание альбумина, %	23,6 и менее	23,7-26,0	26,1-28,0	28,1-32,7	32,8-33,5	33,6-34,9	35,0 и более
Активность АсАТ сыворотки, мккат/л	1,95 и менее	1,96-2,08	2,09-2,26	2,27-2,98	2,99-3,40	3,41-3,78	3,79 и более
Активность АлАТ сыворотки, мккат/л	1,81 и менее	1,82-2,46	2,47-3,47	3,48-5,25	5,26-7,57	7,58-8,22	8,23 и более
Отношение АсАТ/АлАТ	0,90 и менее	0,91-1,11	1,12-1,26	1,27-1,92	1,93-2,47	2,48-2,67	2,68 и более
Содержание холестерина плазмы, ммоль/л	0,26 и менее	0,27-0,43	0,44-1,09	1,10-1,31	1,32-1,47	1,48-1,63	1,64 и более
Содержание триглицеридов плазмы, ммоль/л	0,42 и менее	0,43-0,55	0,56-0,69	0,70-1,04	1,05-1,38	1,39-1,70	1,71 и более
Содержание β-липопротеидов плазмы, г/л	0,36 и менее	0,37-0,51	0,52-0,94	0,95-1,66	1,67-1,99	2,00-2,28	2,29 и более

2.2.2.5. Гомеостаз крови сеголетков стерляди в условиях аквакультуры

Система эритрона. Количество эритроцитов в крови изменялось в пределах $0,66-1,51 \times 10^{12} \text{ л}^{-1}$ при среднем $1,021 \pm 0,045 \times 10^{12} \text{ л}^{-1}$. Содержание гемоглобина в крови исследованных сеголетков стерляди варьировало в пределах от 55,9 до 82,5 г/л при среднем значении $67,46 \pm 1,31$ г/л. Важный показатель, отражающий физиологические процессы кроветворения, - содержание гемоглобина в одном эритроците, значение которое варьировало у исследованных особей от 43,5 до 103,0 пг при среднем $69,39 \pm 3,18$ пг.

Белковый обмен. Содержание общего белка в сыворотке крови исследованных сеголетков стерляди было в пределах 20,1-32,9 при среднем значении $25,9 \pm 0,64$ г/л; альбумина - в пределах 6,46-10,72 при среднем значении $8,935 \pm 0,180$ г/л. Результаты квантильного анализа показателей белков сыворотки крови, позволяющие оценивать выраженность признака при индивидуальной оценке особей, дают основание отнести к средним значения в интервалах 22,4-27,6 г/л для общего белка, и 8,43-9,59 г/л для альбумина.

Липидный обмен. Показатели содержания холестерина в сыворотке крови сеголетков стерляди изменялись в пределах 2,047-3,713 ммоль/л, триглицеридов - в пределах 5,051-11,073 ммоль/л, β-липопротеидов - в пределах 1,407-3,719 г/л при среднем значении $2,8507 \pm 0,0803$ ммоль/л, $7,4245 \pm 0,3090$ ммоль/л и $2,1603 \pm 0,1058$ г/л соответственно. Результаты

квантильного анализа показателей липидного обмена позволяют при индивидуальной оценке считать средними значения в интервале: для холестерина – 2,547-3,070 ммоль/л, для триглицеридов – 6,321-8,187 ммоль/л, для β -липопротеидов – 1,805-2,220 г/л.

Углеводный обмен. Содержание глюкозы в сыворотке крови исследованных сеголетков стерляди изменялось весьма значительно – от 0,15 до 3,13 ммоль/л при среднем значении $1,389 \pm 0,164$. Квантильный анализ данного показателя позволяет считать средними значения в интервале 0,69-1,90 ммоль/л.

Шкала выраженности признаков гомеостаза крови. С учетом результатов квантильного анализа разработана шкала выраженности исследованных признаков гомеостаза крови сеголетков стерляди при бассейновом выращивании, позволяющая различать до семи диапазонов (табл. 14).

Таблица 14

Шкала выраженности признаков гомеостаза крови сеголетков стерляди

Показатель	Резко пониженные	Пониженные	Ниже среднего	средние	выше среднего	Повышенные	Резко повышенные
Содержание эритроцитов крови, $\times 10^{12}/л$	0,70 и менее	0,71-0,74	0,75-0,84	0,85-1,15	1,16-1,38	1,39-1,44	1,45 и более
Содержание гемоглобина крови, г/л	56,2 и менее	56,3-60,0	60,1-61,9	62,0-72,1	72,2-76,1	76,2-79,0	79,1 и более
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	44,3 и менее	44,4-46,8	46,9-60,0	60,1-80,8	80,9-92,2	92,3-101,1	101,2 и более
Содержание общего белка сыворотки, г/л	20,0 и менее	20,1-20,8	20,9-22,3	22,4-27,5	27,6-29,2	29,3-30,1	30,2 и более
Содержание альбумина сыворотки, г/л	6,88 и менее	6,89-7,69	7,70-8,42	8,43-9,58	9,59-9,82	9,83-10,18	10,19 и более
Содержание альбумина сыворотки, %	28,8 и менее	28,9-30,7	30,8-32,7	32,8-38,3	38,4-40,6	40,7-41,7	41,8 и более
Активность АЛТ сыворотки, мккат/л	0,28 и менее	0,29-0,34	0,35-0,44	0,45-0,78	0,79-0,97	0,98-1,03	1,04 и более
Содержание холестерина плазмы, ммоль/л	2,24 и менее	2,25-2,35	2,36-2,54	2,55-3,06	3,07-3,46	3,47-3,54	3,55 и более
Содержание триглицеридов плазмы, ммоль/л	5,10 и менее	5,11-5,37	5,38-6,32	6,33-8,18	8,19-9,51	9,52-10,72	10,73 и более
Содержание β -липопротеидов плазмы, г/л	1,52 и менее	1,53-1,61	1,62-1,80	1,81-2,21	2,22-2,94	2,95-3,49	3,50 и более

2.2.3. Компьютерное имитационное моделирование роста осетровых рыб в аквакультуре

2.2.3.1. Функции и основные структурные элементы модели роста осетровых рыб при индустриальном выращивании

Технология индустриального выращивания осетровых рыб требует их разделения на однородные размерно-весовые группы, взвешивание и учет численности в начале и в конце каждого периода выращивания, расчет суточного рациона с учетом нормы кормления, зависящей от живой массы и температуры воды. Поэтому имитационная модель роста осетровых рыб должна обладать функциональными возможностями, позволяющими вводить исходные параметры выращивания, рассчитывать рационы и динамику массы рыб и оценивать эффективность выращивания после ввода данных контрольного взвешивания. При анализе предметной области можно выделить три главных фактора, взаимодействие которых определяет эффективный рост при индустриальном выращивании: масса рыб, продуктивное действие корма, время.

Масса рыб. Моделирование массы и ее изменения осуществляется показателями живой массы, биомассы, абсолютного и относительного прироста, коэффициента массонакопления, удельной скорости роста. При оценке относительных приростов за период выращивания обычно определяют удельную скорость роста, однако, с учетом существующей практики назначения суточного рациона в расчете на живую массу к началу суток выращивания, нами предложено вычислять среднесуточный относительный прирост.

Продуктивное действие корма. Моделирование величины ожидаемого относительного прироста при нормированном кормлении может быть достигнуто двумя путями. Первый путь – это расчет величины продуктивного действия суточного рациона с учетом кормового коэффициента, исходя из нормы кормления в зависимости от живой массы и температуры воды по рекомендациям разработчиков корма. Второй путь – определение ожидаемого относительного прироста за сутки в рамках стандартной модели массонакопления с вычислением соответствующей нормы кормления и суточного рациона.

Время. Единицей измерения времени в имитационной модели роста осетровых рыб в индустриальной аквакультуре целесообразно считать сутки, так как продолжительность и периодичность практически всех рыбоводных процессов измеряется сутками. При колебаниях температуры интенсивность обменных процессов у осетровых рыб изменяется, что приводит к изменению как пищевой активности, так и скорости роста. Измерение продолжительности выращивания календарными сутками не дает возможности корректно прогнозировать и оценивать рост, если температура воды изменяется. Для корректного имитационного моделирования роста осетровых рыб в реальных условиях необходимо численными методами охарактеризовать зависимость роста от температуры.

2.2.3.2. Моделирование нормы кормления осетровых рыб численными методами.

2.2.3.2.1. Аппроксимация зависимости нормы кормления от живой массы и температуры воды уравнениями регрессии

Аппроксимация зависимости нормы кормления бестера стартовым комбикормом Ст-07 от живой массы при температуре воды 20 °С. Суточные нормы кормления стартовым комбикормом Ст-07, разработанные сотрудниками

ЦНИОРХа, рекомендуют величины норм кормления для интервалов величин живой массы (Попова А.А. и др., 1987). Проанализировано два варианта исходных данных, отличавшихся тем, что значения живой массы рыб в первом варианте соответствовали верхней границе интервала в суточных нормах кормления при температуре воды 20 °С, а во втором - нижней. Значения коэффициента a регрессионного уравнения степенной функции оказались в пределах 7,7315-8,789, коэффициента b - в пределах от -0,3023 до -0,3547. Ожидаемая скорость роста, оцененная по величине коэффициента массонакопления для двух вариантов параметров аппроксимирующего уравнения степенной функции при кормовом коэффициенте в пределах 0,8-1,2, оказалась в первом варианте в границах 0,070-0,107, во втором - в границах 0,058-0,100.

Аппроксимация зависимости нормы кормления осетровых рыб стартовыми комбикормами Ст-ОБ-1Аз и Ст-4Аз от живой массы при температуре воды 20 °С. Табличные нормы кормления стартовыми комбикормами для осетровых рыб Ст-ОБ-1Аз и Ст-4Аз, разработанные сотрудниками АзНИРХ в начале 1980-х годов, предлагают величину нормы кормления для интервалов живой массы (Щербина и др., 1985; Абросимова и др., 1985, 1989). Также как и для комбикорма Ст-07, проанализировано два варианта исходных данных: значения живой массы рыб в первом варианте соответствовали верхней границе интервала в суточных нормах кормления, во втором - нижней. Результаты регрессионного анализа зависимости нормы кормления стартовыми комбикормами Ст-ОБ-1Аз и Ст-4Аз при температуре воды 20 °С от живой массы выявили значения коэффициента a уравнения степенной функции для двух вариантов эксперимента в пределах 6,3744-10,2388, коэффициента b - в пределах от -0,1587 до -0,4318. Расчетная величина коэффициента массонакопления при выявленных параметрах уравнения регрессии и при кормовом коэффициенте 0,8-1,2 оказалась для первого варианта в пределах 0,074-0,140, для второго - в пределах 0,035-0,103.

Аппроксимация зависимости нормы кормления осетровых рыб комбикормами «Аллер Аква» от живой массы при оптимальной температуре воды. Рекомендации по нормированию корма «Аллер Аква» для осетровых рыб в табличной форме отличаются тем, что даны границы максимальной и минимальной нормы кормления для фиксированных значений живой массы. В первом варианте исходных данных, подвергнутых регрессионному анализу, нормы кормления соответствовали максимальным, а во втором - минимальным рекомендованным величинам. Установлено, что значения коэффициента a для двух вариантов опыта изменялись в пределах 8,6331-9,0452, а коэффициента b - в пределах от -0,2846 до -0,3105. Анализ ожидаемой скорости роста при кормовом коэффициенте 0,8-1,2 выявил выраженную изменчивость величины коэффициента массонакопления как в первом варианте - в пределах 0,069-0,171, так и во втором - в пределах 0,068-0,131. Отмечена также значительная зависимость коэффициента массонакопления от живой массы.

Аппроксимация зависимости нормы кормления осетровых рыб комбикормами «Аквавалент-Профи» от живой массы при температуре воды 20 °С. Табличные нормы кормления осетровых рыб комбикормами «Аквавалент-Профи» предлагают их фиксированные величины для интервалов живой массы. При вычислении коэффициентов уравнения регрессии нами было использовано два варианта исходных данных, которые различались тем, что в

первом варианте значения живой массы рыб соответствовали верхней границе интервалов, а во втором - нижней. Результаты регрессионного анализа установили установили варьирование коэффициента a в границах 5,6774-6,0472, коэффициента b — от -0,2710 до -0,2336. Анализ ожидаемой скорости роста показал ее выраженную изменчивость: в первом варианте можно прогнозировать величину коэффициента массонакопления в пределах 0,056-0,161, во втором — в пределах 0,050-0,114. Так же как и в предыдущих случаях, выявлена вариабельность коэффициента массонакопления при изменении живой массы.

Аппроксимация температурного коэффициента к нормам кормления осетровых рыб. Для учета влияния температурного фактора на норму кормления в модель введен температурный коэффициент, показывающие отношение величины нормы кормления при фактической температуре воды к ее величине при стандартных условиях. Аппроксимация температурного коэффициента к нормам кормления выполнена методом регрессионного анализа имеющихся табличных данных, предлагаемых разработчиками кормов. Установлено, что температурный коэффициент к нормам кормления стартовым комбикормом СТ-07 при изменении температуры воды в интервале от 13°C до 27°C аппроксимируется уравнением полиномиальной функции второй степени со следующими параметрами:

$$t_k = 0,00294t^2 - 0,02817t + 0,387 \quad (4)$$

где t_k — температурный коэффициент, t — температура в °C.

Достоверная аппроксимация температурного коэффициента к нормам кормления стартовым комбикормом для осетровых «Аквавалент-Профи» при изменении температуры воды в интервале от 14°C до 26°C была достигнута полиномом второй степени со следующими параметрами:

$$y = -0,007441 x^2 + 0,3823 x - 3,667 \quad (5)$$

где y — температурный коэффициент; x — температура водной среды.

Аппроксимация температурного коэффициента для производственных кормов «Аквавалент-Профи» в пределах от 4°C до 28°C получена уравнением полиномиальной функции четвертой степени (в экспоненциальной форме) со следующими параметрами:

$$y = -2,002 \times 10^{-3} x^4 + 9,513 \times 10^{-4} x^3 - 1,168 \times 10^{-2} x^2 + 5,977 \times 10^{-3} x + 2,144 \times 10^{-2} \quad (6)$$

где y — температурный коэффициент; x — температура водной среды.

Сравнение величины температурного коэффициента, получаемого по рекомендациям к кормлению кормами СТ-07 и «Аквавалент-Профи», показывает, что в первом случае данный коэффициент прямо пропорционален изменению интенсивности обмена по отношению к стандартному, а во втором — несколько меньше. Таким образом, стратегия нормирования корма «Аквавалент Профи» является более осторожной и связана с меньшим риском непродуктивных затрат корма.

2.2.3.2.2. Расчет нормы кормления осетровых рыб по коэффициенту массонакопления. В результате анализа стандартной модели массонакопления установлено, что норма кормления может быть рассчитана по формуле:

$$HK = \frac{\left(M^{\frac{1}{3}} + \frac{K_M}{3} \right)^3 - M}{M} \cdot KK \quad (7)$$

где HK - норма кормления, %; M - живая масса; K_M коэффициент массонакопления; KK - кормовой коэффициент.

Величина коэффициента массонакопления может быть определена эмпирически, исходя из результатов выращивания в заданных условиях, или из рыбоводно-биологических нормативов выращивания осетровых рыб в определенной рыбоводной зоне. Для корректного определения значения коэффициента массонакопления выращивание следует осуществлять при стандартном температурном режиме, либо продолжительность выращивания должна быть приведена к стандартным условиям. Нами выполнен анализ бионормативов при бассейновом выращивании осетровых рыб в VI рыбоводной зоне (Васильева Л.М. и др., 2006). Установлено, что наибольшая величина коэффициента массонакопления характерна для бестера и белуги (на уровне 0,100-0,126), наименьшая – для стерляди (0,070-0,087). Прогнозируя рост рыбы путем изменения коэффициента массонакопления в установленных пределах, можно целенаправленно планировать индивидуальную траекторию выращивания для конкретного объекта аквакультуры в меняющихся экологических условиях. Расчет нормы кормления по коэффициенту массонакопления через величины ожидаемого прироста массы и кормового коэффициента позволяет эффективно управлять стратегией выращивания в зависимости от видовой или гибридной принадлежности объекта. Поэтому при реализации имитационной модели роста расчет нормы кормления осуществляли с помощью этого подхода.

2.2.3.3. Описание и функционирование компьютерной имитационной модели роста осетровых рыб в электронных таблицах. В состав компьютерной имитационной модели роста осетровых рыб введено четыре электронных таблицы: «Параметры», «Вычисления», «Кормление» и «Результаты», размещенных на одноименных листах книги в файле программы Microsoft Excel.

Таблица «Параметры» предусматривает возможность ввода и корректировки следующих параметров: номер бассейна, вид рыбы, возраст рыбы, наименование корма, дата начала выращивания, температура воды ожидаемая на период выращивания, температура воды фактическая на период выращивания, живая масса фактическая на начало и конец выращивания по результатам контрольных взвешиваний, коэффициент массонакопления ожидаемый, кормовой коэффициент ожидаемый, число рыб в рыбоводной емкости, коэффициент коррекции суточного рациона в пределах от 0 до 1,00, площадь бассейна. Поскольку таблица «Параметры» предназначена для ввода и корректировки данных, она по умолчанию не защищена от случайных изменений. Однако после ввода и проверки параметров лист, на котором она размещена можно защитить паролем через пункт меню «Защита» в панели инструментов «Сервис».

Таблица «Вычисления» предназначена для автоматического вычисления параметров структурных элементов модели в динамике. Отражаемые им данные изменяются при изменении таблицы «Параметры». Таблица доступна для просмотра и печати, но защищена от случайного или несанкционированного изменения паролем. В первых пяти строках таблицы отражается ее название, номер бассейна, вид и возраст выращиваемой рыбы и наименование корма путем ссылки на

соответствующие ячейки таблицы «Параметры». В составе таблицы «Вычисления» имеется 18 элементов в виде столбцов, в которых выполняются вычисления: дата, продолжительность выращивания, температурный коэффициент ожидаемый, продолжительность выращивания ожидаемая, температурный коэффициент фактический, продолжительность выращивания фактическая, живая масса ожидаемая, коэффициент массонакопления фактический, относительный прирост за сутки ожидаемый, среднесуточный относительный прирост за сутки ожидаемый, среднесуточный относительный прирост фактический, норма кормления, коэффициент коррекции суточного рациона, кормовой коэффициент фактический, биомасса фактическая, биомасса ожидаемая, плотность посадки фактическая, плотность посадки ожидаемая, суточный рацион, затраты корма.

Таблица «Кормление», предназначена для просмотра и распечатки рассчитанных суточных рационов и дополнительной информации, связанной с кормлением. В составе таблицы имеется 10 структурных элементов: дата, живая масса ожидаемая, число рыб, биомасса ожидаемая, относительный прирост за сутки ожидаемый, кормовой коэффициент ожидаемый, норма кормления, коэффициент коррекции суточного рациона, суточный рацион, затраты корма.

Таблица «Результаты» предназначена для просмотра и распечатки результатов выращивания. В состав этой таблицы включено 19 структурных элементов: бассейн, вид, возраст, корм, дата начала выращивания, дата окончания выращивания, продолжительность выращивания в календарных сутках, продолжительность выращивания в стандартных сутках, живая масса в начале периода выращивания, живая масса в конце периода выращивания, число рыб в начале периода выращивания, число рыб в конце периода выращивания, биомасса рыб в начале периода выращивания, биомасса рыб в конце периода выращивания, затраты корма, кормовой коэффициент ожидаемый, кормовой коэффициент фактический, коэффициент массонакопления ожидаемый, коэффициент массонакопления фактический, среднесуточный относительный прирост фактический.

Разработанная модель позволяет с высокой эффективностью производить имитационное компьютерное моделирование роста и продуктивности осетровых рыб при интенсивном кормлении в индустриальной аквакультуре.

3. ВЫВОДЫ

Проведенные исследования по изучению репродуктивного статуса, гомеостаза крови и моделированию роста осетровых рыб в аквакультуре позволяют сделать следующие выводы.

1. Выявлены видоспецифические закономерности варьирования репродуктивных показателей самок русского осетра, севрюги и стерляди при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода, которые могут быть использованы при их селекционной оценке.
2. Развитие гонад у бестера ремонтных групп в возрасте от трех до восьми лет при комбинированной технологии выращивания в условиях Юга России находится у самок в большинстве случаев на II стадии зрелости яичника, у самцов – на различных стадиях зрелости семенника, вплоть до IV. Прижизненное распознавание пола путем визуального исследования гонад при лапаротомии с последующим установлением оптимального соотношения самок и самцов в ремонтных группах следует выполнять на стадии

- трехгодовика во время весенней бонитировки, учитывая, что эффективность визуального определения половой принадлежности на стадии трехгодовика составляет для самок 90,2%, для самцов 40,7%.
3. Установлены параметры варьирования показателей гомеостаза крови у самок русского осетра после операции прижизненного получения овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода. Определена динамика показателей гомеостаза крови самок русского осетра в течение первого сезона адаптации к условиям аквакультуры при содержании в прудах. По результатам квантильного анализа частоты встречаемости различных значений признаков системы эритрона и метаболического гомеостаза крови разработана шкала для оценки их выраженности при анализе состояния физиологической адаптации.
 4. Показано протективное влияние введения перфторана самкам русского осетра после операции прижизненного получения овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода на гомеостаз крови.
 5. Установлена степень изменчивости показателей гомеостаза крови у трехгодовиков бестера до и после операции лапаротомии с морфологической оценкой гонад. Разработана шкала для оценки выраженности признаков гомеостаза крови, которая может быть использована при анализе состояния физиологической адаптации трехгодовиков бестера.
 6. Исследованы параметры гомеостаза крови сеголетков стерляди при бассейновом выращивании. Разработана шкала выраженности признаков гомеостаза крови сеголетков стерляди для использования при оценке состояния их физиологической адаптации.
 7. Обоснована функциональность и структура имитационной модели роста осетровых рыб при индустриальном выращивании. Установлены подходы к моделированию нормы кормления осетровых рыб в зависимости от живой массы и температуры воды численными методами (по уравнению регрессии и коэффициенту массонакопления). Разработана компьютерная имитационная модель роста осетровых рыб в электронных таблицах, позволяющая эффективно моделировать динамику живой массы и суточных рационов при индустриальном выращивании.

4. СВЕДЕНИЯ О ПРАКТИЧЕСКОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАУЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты выполненных исследований используются в практике аквакультуры осетровых рыб в Астраханской области при осуществлении рыбоводных процессов на ООО "Ника-АСТ" и при планировании и осуществлении экспериментальных работ по испытанию питательности новых кормов в ООО "ЭкоКорм", что подтверждается актами внедрения результатов диссертационного исследования. Кроме того, научные результаты выполненных исследований используются в ГОУ ВПО «Астраханский государственный университет» в учебном процессе на кафедре физиологии и морфологии человека и животных при чтении лекций и проведении практических и факультативных занятий по курсам «Физиология человека и животных», «Адаптационные механизмы человека и животных» и на кафедре зооинженерии и морфологии животных при чтении лекций и проведении практических занятий по курсам «Разведение сельскохозяйственных животных», «Селекция сельскохозяйственных животных», «Кормление животных», «Зоокультура».

5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ НАУЧНЫХ ВЫВОДОВ

При формировании маточных стад осетровых рыб для повышения их продуктивности целесообразно выполнять отбор по результатам селекционной оценки репродуктивного статуса самок русского осетра, севрюги и стерляди при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода с использованием шкалы выраженности индекса гаметосоматической продуктивности, массы ооцита и относительной плодовитости, различая семь градаций этих признаков.

Оптимальное соотношение самок и самцов в ремонтных группах бестера, выращиваемых по комбинированной технологии в условиях Юга России, устанавливать в возрасте трехгодовика после прижизненного распознавания пола при лапаротомии с визуальным исследованием гонад.

Оценку индикаторов гомеостаза крови самок русского осетра после операции прижизненного получения овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода и в конце первого сезона адаптации к искусственным условиям содержания во время осенней бонитировки следует выполнять по шкале их выраженности. Целесообразно в комплекс реабилитационных мероприятий самок русского осетра после прижизненного получения овулировавших ооцитов включать внутривенное введение перфторана в дозе 1,5 мл на кг живой массы.

Состояние физиологической адаптации трехгодовиков бестера во время весенней бонитировки, а также через 1,5 месяца после выполнения лапаротомии с морфологическим исследованием гонад устанавливать по шкале выраженности индикаторов гомеостаза крови, включающей семь градаций признака.

Оценку состояния физиологической адаптации сеголетков стерляди при бассейновом выращивании проводить по индикаторам гомеостаза крови с использованием шкалы их выраженности.

Моделирование роста осетровых рыб в индустриальной аквакультуре осуществлять в электронных таблицах, позволяющих моделировать динамику живой массы рыб и суточные рационы численными методами в зависимости от заданных параметров выращивания (начальная живая масса, температура воды, коэффициент массонакопления, ожидаемый кормовой коэффициент).

Список основных работ, опубликованных по теме диссертации:

Монографии (2):

1. Лозовская М.В. Зоокультура: состояние и перспективы развития [Текст]: монография / М.В. Лозовская, Г.И. Блохин, А.Р. Лозовский, А.П. Калмыков, В.В. Федорович. - Астрахань: ИД «Астраханский университет», 2007. - 285 с.
2. Лозовский, А.Р. Моделирование продуктивности осетровых рыб при интенсивном выращивании [Текст] / Лозовский А.Р. - Астрахань: ИД «Астраханский университет», 2008.- 114 с.

Статьи в ведущих научных изданиях, рекомендованных ВАК для докторских (9):

1. Лозовская, М.В. Свободнорадикальное окисление липидов у межродовых и межвидовых гибридов осетровых на ранних этапах онтогенеза [Текст] / Лозовская М.В., Лозовский А.Р.// Бюллетень экспериментальной биологии и медицины.- 2002.- Том 134, № 10.- С.387-389.

2. Лозовский, А.Р. Динамическая информационная модель роста осетровых рыб в индустриальной аквакультуре [Текст] / А.Р. Лозовский, Ю.В. Алтуфьев // Южно-Российский вестник геологии, географии и глобальной энергии.- 2006.- № 3(16). - С. 162-169.
 3. Лозовский, А.Р. Отбор самок русского осетра по показателям плодовитости [Текст] / Лозовский А.Р., Лозовская М.В. // Вестник Оренбургского государственного университета. Проблемы экологии Южного Урала. Часть 2.- 2007.- Выпуск 75. – С. 196-198.
 4. Лозовский, А.Р. Изменчивость физиологических показателей крови сеголетков стерляди [Текст] / Лозовский А.Р., Лозовская М.В. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск "XIII конгресс "Экология и здоровье человека". – 2008. – Том 1. – С. 177-179.
 5. Лозовский, А.Р. Оптимизация норм кормления осетровых рыб комбикормами «Аллер Аква» с использованием электронных таблиц [Текст] / Лозовский А.Р. // Аграрная наука.- 2008. – № 11. – С. 31-33.
 6. Лозовский, А.Р. Селекционная оценка плодовитости самок осетровых рыб после прижизненного получения овулировавших ооцитов [Текст] / Лозовский А.Р., Лозовская М.В. // Аграрная наука.- 2008. – № 12. – С. 22-24.
 7. Лозовский, А.Р. Селекция самок стерляди по показателям плодовитости после прижизненного получения овулировавшей икры [Текст] / Лозовский А.Р., Скрипниченко Г.Г. // Зоотехния. – 2009.- № 3. – С. 7-8.
 8. Лозовский, А.Р. Репродуктивный гомеостаз самок осетровых рыб в аквакультуре [Текст] / Лозовский А.Р. // Естественные науки.- 2009. – №1(26).- С. 44-48.
 9. Лозовский, А.Р. Гомеостаз крови самок русского осетра после получения овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода [Текст] / Лозовский А.Р., Теплый Д.Л. // Естественные науки.- 2009. – №1(26).- С. 49-55.
- Статьи в электронных научных журналах, рекомендованных ВАК (3):**
1. Шевлякова, Н.В. Влияние перфтордекалина на эмбриогенез и выживаемость молоди осетровых рыб при моделировании гипоксии [Электронный ресурс] / Шевлякова Н.В., Лозовский А.Р. // Medline.ru: Российский биомедицинский журнал. – 2004. – Том 5, статья 40. - С. 146-147. URL: <http://www.medline.ru/public/art/tom5/art8-perf27.phtml>
 2. Шевлякова, Н.В. Физиологические показатели русского осетра, прооперированного для получения икры, после введения перфторана [Электронный ресурс] / Шевлякова Н.В., Лозовский А.Р. // Medline.ru: Российский биомедицинский журнал. – 2004. – Том 5, статья 76. - С. 227-228. URL:<http://www.medline.ru/public/art/tom5/art8-perf63.phtml>
 3. Шевлякова, Н.В. Химически инертные перфторуглероды повышают выживаемость и ускоряют развитие гидробионтов [Электронный ресурс] / Шевлякова Н.В., Чижов А.Я., Маевский Е.И., Лозовский А.Р., Асланиди К.Б. // Medline.ru: Российский биомедицинский журнал. – 2004. – Том 5, статья 84. - С. 246-247. URL:<http://www.medline.ru/public/art/tom5/art8-perf71.phtml>
- Статьи в прочих рецензируемых научных журналах (5):**
1. Лозовский, А.Р. Управление половой структурой ремонтно-маточных стад осетровых [Текст] / Лозовский А.Р., Дегтярева С.С. // Естественные науки.- 2003.- № 6.- С. 12-16.

2. Лозовский, А.Р. Плодовитость осетровых рыб при прижизненном получении овулировавшей икры [Текст] / Лозовский А.Р. // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: «Естественные науки». – 2006.- № 6. - С.72-78.
3. Лозовский, А.Р. Прижизненная оценка развития гонад у бестера ремонтных групп [Текст] / Лозовский А.Р. // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: «Естественные науки». – 2006.- № 6. - С.107-112.
4. Шамарданов, Н.Ш. Продуктивность самок севрюги в условиях искусственного воспроизводства [Текст] / Шамарданов Н.Ш., Лозовский А.Р. // Естественные науки. - 2008. - №3(24).- С. 78-81.
5. Лозовский, А.Р. Плодовитость самок русского осетра в новых технологических условиях [Текст] / Лозовский А.Р., Лозовская М.В., Шамарданов Н.Ш. // Естественные науки.- 2008. - №3(24).- С. 72-75.

Статьи в сборниках материалов международных научных конференций (34):

1. Лозовский, А.Р. Центильные показатели размерно-массовых признаков при отборе в ремонтные группы осетровых [Текст] / Лозовский А.Р. Лозовская М.В., Шевлякова Н.В., Федосеева Е.А., Дегтярева С.С. // Аквакультура осетровых рыб: Достижения и перспективы развития: Материалы докладов II Международной научно-практической конференции.- Астрахань, 2001.- С. 25-28.
2. Федосеева, Е.А.Сезонная динамика содержания белков сыворотки крови у разновозрастных осетровых, содержащихся в РМС [Текст] / Федосеева Е.А., Лозовский А.Р., Шевлякова Н.В. // Аквакультура осетровых рыб: Достижения и перспективы развития: Материалы докладов II Международной научно-практической конференции.- Астрахань, 2001.- С. 39-41.
3. Лозовская, М.В.Влияние зимовки на физиологическое состояние годовиков гибридов русского осетра со стерлядью и русского осетра с шипом [Текст] / Лозовская М.В., Лозовский А.Р., Федосеева Е.А., Яковлева А.П., Высокогорская В.А. //Аквакультура осетровых рыб: Достижения и перспективы развития: Материалы докладов II Международной научно-практической конференции.- Астрахань, 2001.- С. 102-104.
4. Шевлякова, Н.В. Влияние перфтордекалина на эмбриогенез и выживаемость молоди рыб в условиях дефицита кислорода [Текст] / Шевлякова Н.В., Лозовский А.Р., Тяпугин В.В. //Аквакультура осетровых рыб: Достижения и перспективы развития: Материалы докладов II Международной научно-практической конференции.- Астрахань, 2001.- С. 124-125.
5. Лозовский А.Р. Определение критериев корректирующего отбора осетровых рыб в маточное стадо [Текст] / Лозовский А.Р., Лозовская М.В., Шевлякова Н.В., Федосеева Е.А. // Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России. Материалы Международной научно-практической конференции.- Краснодар, 2001.- С. 72-72.
6. Федосеева, Е.А. Белки крови гибрида русского осетра со стерлядью при товарном выращивании в бассейнах [Текст] / Федосеева Е.А., Лозовская М.В., Лозовский А.Р // Проблемы аквакультуры и функционирования водных экосистем. Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых.- Киев, 2002.- С.129-130.

7. Шевлякова, Н.В. Влияние перфтордекалина на эмбриогенез и выживаемость молоди осетровых рыб при моделировании гипоксии [Текст] / Шевлякова Н.В., Лозовский А.Р. // Перфторуглеродные соединения в медицине и биологии. Сборник материалов XII Международной конференции. – Пушино, 2002.- С. 154-156.
8. Шевлякова, Н.В. Влияние перфторана на физиологическое состояние самок русского осетра после прижизненного получения овулировавшей икры [Текст] / Шевлякова Н.В., Лозовский А.Р. // Эколого-физиологические проблемы адаптации. Материалы XI Международного симпозиума.- М., 2003.- С. 628-629.
9. Дегтярева, С.С. Адаптационные физиологические реакции бестера ремонтных групп после обследования гонад методом лапаротомии [Текст] / Дегтярева С.С., Лозовский А.Р. // Эколого-физиологические проблемы адаптации. Материалы XI Международного симпозиума.- М., 2003.- С. 162-163.
10. Лозовский, А.Р. Проблема адаптации к искусственным условиям диких производителей русского осетра [Текст] / Лозовский А.Р. // Животные в антропогенном ландшафте. Материалы I Международной научно-практической конференции. - Астрахань, 2003.- С. 100-102.
11. Шевлякова, Н.В. Влияние перфтордекалина на гидрохимические показатели при моделировании транспортировки эмбрионов осетровых рыб [Текст] / Шевлякова Н.В., Лозовский А.Р. // Животные в антропогенном ландшафте. Материалы I Международной научно-практической конференции. - Астрахань, 2003.- С. 115-117.
12. Лозовский, А.Р. Физиологическое состояние диких самок русского осетра в процессе доместикации после прижизненного получения половых продуктов [Текст] / Лозовский А.Р. // Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития. Материалы международной научно-практической конференции. – Екатеринбург, 2003.- С. 38-41.
13. Шевлякова, Н.В. Влияние перфтордекалина на выживаемость и развитие эмбрионов осетровых рыб при транспортировке [Текст] / Шевлякова Н.В., Лозовский А.Р. // Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития. Материалы международной научно-практической конференции. – Екатеринбург, 2003.- С. 59-63.
14. Дегтярева, С.С. Гонадогенез и содержание половых гормонов в крови у сеголетков бестера различных пород [Текст] / Дегтярева С.С., Лозовский А.Р. // Аквакультура осетровых рыб: Достижения и перспективы развития: Материалы докладов III Международной научно-практической конференции. - Астрахань: «Альфа-Аст», 2004.- С. 171-174.
15. Шевлякова, Н.В. Влияние перфторорганических соединений на адаптации осетровых рыб при транспортировке и после получения половых продуктов [Текст] / Шевлякова Н.В., Лозовский А.Р. // Аквакультура осетровых рыб: Достижения и перспективы развития: Материалы докладов III Международной научно-практической конференции.- Астрахань, 2004.- С. 217-220.
16. Лозовский, А.Р. Физиологическое состояние трехгодовиков бестера после прижизненного исследования гонад при лапаротомии [Текст] / Лозовский А.Р., Дегтярева С.С. // Человек и животные: Материалы III Международной научно-практической конференции.- Астрахань, 2004.- С. 223-227.

17. Лозовский, А.Р. Использование *Eisenia fetida andrei* при бассейновом выращивании сеголеток стерляди (*Acipenser ruthenus*) [Текст] / Лозовский А.Р., Лозовская М.В., Яковлева А.П., Петрова Е.А // Человек и животные: Материалы докладов III Международной научно-практической конференции.- Астрахань, 2004.- С. 228-231.
18. Шевлякова, Н.В. Использование перфторана для реабилитации самок осетровых рыб после операции прижизненного получения икры [Текст] / Шевлякова Н.В., Чижов А.Я., Лозовский А.Р., Маевский Е.И. // Перфторуглеродные соединения в медицине и биологии: Сборник материалов XIV Международной конференции. - Пушкино, 2004. - С. 234-236.
19. Лозовский, А.Р. Модель физиологического состояния осетровых рыб в аквакультуре [Текст] / А.Р. Лозовский // Популяционная экология животных: Материалы Международной конференции.- Томск: ТГУ, 2006.- С. 545-545.
20. Лозовский, А.Р. Оценка изменчивости физиологических показателей крови трехгодовиков бестера [Текст] / А.Р. Лозовский // Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря: материалы IX Международной конференции.- Астрахань: ИД «Астраханский университет», 2006.- С. 13-15.
21. Лозовский, А.Р. Оценка содержания половых гормонов в крови у бестера в аквакультуре [Текст] / Лозовский А.Р. // Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Передові наукові розробки - 2006».- Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2006.- С. 10-11.
22. Лозовский, А.Р. Физиологические показатели трехгодовиков бестера после лапаротомии [Текст] / Лозовский А.Р. // Зоогиена, ветеринарная санитария и экология – основа профилактики заболеваний животных. Материалы международной научно-практической конференции.- М.: ФГОУ ВПО МГАВМиБ им. К.И. Скрябина, 2006. - С. 210-213.
23. Лозовский, А.Р. Плодовитость самок русского осетра при прижизненном получении овулировавшей икры [Текст] / Лозовский А.Р., Лозовская М.В. // Состояние, охрана, воспроизводство и устойчивое использование биологических ресурсов внутренних водоемов: Материалы международной научно-практической конференции.- Волгоград, 2007.- С. 182-184.
24. Лозовский, А.Р. Плодовитость самок стерляди в аквакультуре [Текст] / Лозовский А.Р. //Актуальные проблемы биологии воспроизводства животных. Материалы международной научно-практической конференции.- Дубровицы: ВНИИЖ, 2007. - С. 486-488.
25. Лозовский, А.Р. Структура модели роста осетровых рыб при индустриальном выращивании [Текст] / Лозовский А.Р., Алтуфьев Ю.В., Ветрова А.А. // Биологическое разнообразие Кавказа. Материалы IX международной конференции.- Махачкала, ИПЭ РД, 2007. - С.198-200.
26. Лозовский, А.Р. Моделирование физиологического состояния диких самок русского осетра при адаптации к условиям аквакультуры [Текст] / Лозовский А.Р. // Современные аспекты экологии и экологического образования. Материалы I Международной интерактивной научной конференции.- Назрань, 2007.- С. 125-130.
27. Лозовский, А.Р. Изменение плодовитости самок русского осетра в современных условиях [Текст] / Лозовский А.Р., Лозовская М.В., Шамарданов Н.Ш. // Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря и

- водоёмов внутреннего стока Евразии. Материалы X Международной научной конференции.- Астрахань, 2008. - С.83-85.
28. Шамарданов, Н.Ш. Динамика продуктивности самок севрюги при искусственном воспроизводстве [Текст] / Шамарданов Н.Ш., Лозовский А.Р. // Человек и животные: Материалы IV международной научно-практической конференции.- Астрахань, 2008. - С. 76-81.
 29. Лозовский, А.Р. Структура модели роста осетровых рыб при индустриальном выращивании [Текст] / Лозовский А.Р., Алгудьев Ю.В., Ветрова А.А. // Биологическое разнообразие Кавказа. Материалы IX международной конференции.- Махачкала: ИПЭ РД, 2007. - С. 198-200.
 30. Шамарданов, Н.Ш. Продуктивность самок русского осетра при повторном сжеивании овулировавших ооцитов после надрезания яйцевода [Текст] / Шамарданов Н.Ш., Лозовский А.Р. // Развитие агропромышленного комплекса: перспективы, проблемы и пути решения: материалы Международной научно-практической конференции.- Астрахань, 2008. - С. 203 – 206.
 31. Лозовский, А.Р. Квантильный анализ плодовитости самок русского осетра при получении овулировавших ооцитов надрезанием яйцевода [Текст] / Лозовский А.Р., Лозовская М.В. // Инженерно-экологические аспекты развития АПК Прикаспийского региона. Материалы международной научно-практической конференции. – Элиста, 2008. – С. 80-82.
 32. Лозовский, А.Р. Селекция самок русского осетра по плодовитости в аквакультуре [Электронный ресурс] / Лозовский А.Р., Лозовская М.В. // The 1st. International Conference on the Caspian Region Environmental Changes.- Iran, Babolsar: University of Mazandaran, 2008. -Paper Code: 2-cerc-15.- P 1-8. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
 33. Федорович В.В. Современная фауна позвоночных (Vertebrata) Астраханской области в условиях антропогенного влияния [Электронный ресурс] / Федорович В.В., Лозовская М.В., Лозовский А.Р. //The 1st. International Conference on the Caspian Region Environmental Changes.- Iran, Babolsar: University of Mazandaran, 2008. - Paper Code: 2-cerc-24. P 1-15. -1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
 34. Лозовский, А. Р. Репродуктивный гомеостаз самок севрюги при получении овулировавших ооцитов методом надрезания яйцевода [Текст] / Лозовский А.Р. // Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений. Материалы третьей международной научно-практической конференции. – Астрахань: КаспНИРХ, 2009.- С. 127-131.

Уч.-изд. л. 2,6. Усл. печ. л. 2,4.
Заказ № 2119. Тираж 100 экз.

Оттиражировано в Издательском доме «Астраханский университет»
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20
Тел. (8512) 48-53-47 (отдел маркетинга), 48-53-45 (магазин);
тел. 48-53-44, тел./факс (8512) 48-53-46
E-mail: asupress@yandex.ru