63937
0-753

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ЮЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
МУРМАНСКИЙ МОРСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ КНЦ РАН
АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ОСНОВЫ ОСЕТРОВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТОГО ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ



Г.Г. МАТИШОВ
Д.Г. МАТИШОВ
Е.Н. ПОНОМАРЕВА
М.Н. СОРОКИНА
А.В. КАЗАРНИКОВА
М.В. КОВАЛЕНКО









639.37
О-753

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ЮЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

МУРМАНСКИЙ МОРСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ КНЦ РАН
АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Г.Г. МАТИШОВ, Д.Г. МАТИШОВ, Е.Н. ПОНОМАРЁВА,
М.Н. СОРОКИНА, А.В. КАЗАРНИКОВА, М.В. КОВАЛЕНКО

ОСНОВЫ ОСЕТРОВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТОГО ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

4289

280 лет Российской академической книге

РОСТОВ-НА-ДОНУ
2008

УДК 639.37: 597.442
О75

Рецензенты:
доктор биологических наук, профессор А.А. Кокоза,
кандидат биологических наук В.Е. Дубов

Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Пономарёва Е.Н., Сорокина М.Н., Казарникова А.В., Коваленко М.В. Основы осетроводства в условиях замкнутого водообеспечения для фермерских хозяйств. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. 112 с.

Изложены научные и практические результаты, используя которые, можно организовать высокоэффективное производство деликатесной товарной осетровой продукции в хозяйстве любого типа (фермерское, промышленное, заводское).

Материалы представляют большой интерес для ихтиологов, экологов, физиологов, ихтиопатологов, фермеров-рыбоводов, а также для студентов и аспирантов и других специалистов, интересующихся проблемами современной индустриальной аквакультуры.

Ил. – 182. Табл. – 38. Библиогр. – 163 назв.

Оригинал-макет данного издания является собственностью ЮНЦ РАН и его репродуцирование (воспроизведение) любым способом без соглмасия ЮНЦ РАН запрещается

ISBN 978-5-902982-34-0

© Южный научный центр РАН, 2008
© Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, 2008
© Астраханский государственный технический университет, 2008



СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5

ГЛАВА 1. КРАТКИЙ ОБЗОР СОСТОЯНИЯ БИОРЕСУРСОВ И АКВАКУЛЬТУРЫ 9

ГЛАВА 2. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЫБОВОДНОГО КОМПЛЕКСА 15
2.1. Характеристика помещения комплекса 15
2.2. Система электроснабжения 19
2.3. Система отопления 19
2.4. Система водоснабжения и водоподготовки 19
2.5. Рыбоводное оборудование 20
2.6. Развитие аквариального комплекса 23

ГЛАВА 3. ОПЫТ АДАПТАЦИИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В УЗВ 29
3.1. География завоза осетровых рыб 29
3.2. Транспортировка посадочного материала 30
3.3. Методы адаптации молоди 32
3.4. Методы адаптации производителей 36

ГЛАВА 4. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ОСЕТРОВОДСТВА В УЗВ 38
4.1. Температурный и кислородный режимы 38
4.2. Гидрохимический режим 39
4.3. Влияние структуры фильтра на объекты выращивания 40
4.4. Влияние факторов среды на рост и развитие осетровых рыб 43
4.5. Основные этапы технологии выращивания осетровых 48
4.5.1. Результаты выращивания молоди осетровых рыб до массы 300–500 г 50
4.5.2. Результаты выращивания осетровых в зимний период 50
4.5.3. Рост и развитие старших возрастных групп осетровых рыб 53
4.5.4. Исследование ритмов питания осетровых рыб 56
4.6. Корма и кормление осетровых рыб в УЗВ 57
4.6.1. Исследование пищевой привлекательности кормов 60
4.6.2. Использование пробиотиков в кормах 61
4.6.3. Использование живых кормов 63

ГЛАВА 5. ОПЫТ ПОЛУЧЕНИЯ ПОТОМСТВА ОСЕТРОВЫХ РЫБ В УЗВ 65
5.1. Методы стимулирования созревания половых продуктов у производителей 65
5.2. Получение половых продуктов и осеменение икры 67
5.3. Инкубация икры 71
5.4. Подращивание личинок 72

ГЛАВА 6. ОПЫТ ФОРМИРОВАНИЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА СТЕРЛЯДИ 73

ГЛАВА 7. ЗАБОЛЕВАНИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В УЗВ: ПРОФИЛАКТИКА И ЛЕЧЕНИЕ 80
7.1. Причины возникновения и пути распространения заболеваний рыб в УЗВ 80
7.2. Профилактика заболеваний осетровых рыб в УЗВ 82
7.3. Заболевания осетровых рыб в УЗВ 82
7.3.1. Вирусные заболевания 82
7.3.2. Бактериальные заболевания 83
7.3.3. Микозы 84
7.3.4. Паразитарные заболевания 84
7.3.5. Незаразные заболевания 85



7.4. Терапевтические мероприятия 86
7.5. Лечебное кормление 86
7.6. Антипаразитарная обработка 87

ГЛАВА 8. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ОШИБОК И АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ 90

ГЛАВА 9. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ ОСЕТРОВОЙ ФЕРМЫ 93
9.1. Обоснование создания фермы 93
9.2. Основные биотехнические показатели выращивания осетровых рыб 95
9.3. Расчет эффективности фермы 96

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 100

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 105

Опережающие темпы роста инвестиций в аквакультуру в мировом масштабе, направленные на обеспечение продовольственной безопасности, снижение нагрузки на морские биологические ресурсы, определяют актуальность развития этого направления. В национальном проекте «Развитие агропромышленного комплекса» аквакультура занимает важнейшее место.

В течение последних пятнадцати лет естественное воспроизводство ценных видов азовских и каспийских рыб балансирует на грани полного исчезновения, происходит деградация ихтиофауны, свертывание промышленного рыболовства, идет неуклонное снижение масштабов искусственного воспроизводства.

Согласно данным официальной статистики, в 1930–1950-е годы уловы в бассейне Азовского моря достигали 150–300 тыс. т, а в 2000–2006 гг. уже не превышали 30–40 тыс. т. Современное состояние запасов осетровых рыб вызывает серьезную озабоченность. Заводское воспроизводство осетровых не способно компенсировать объемы и темпы их изъятия (Экосистемные исследования..., 2005; Матишов, Пономарева, 2006; 2007).

Значительную долю в производстве многих видов рыб, в том числе таких ценных, как лососевые, сиговые, осетровые, составляет индустриальная аквакультура, основанная на интенсивном выращивании водных организмов по передовым технологиям (Журавлева, Праздников, 1987; Черницкий, Матишов, 1999).

В настоящее время продукция мировой аквакультуры достигает объема вылова гидробионтов в естественных водоемах. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), в 2003–2005 гг. мировая продукция аквакультуры составила около 56 млн т, что равно $^1/_3$ от вылова гидробионтов. По прогнозам ФАО, к 2020 году объем продукции аквакультуры будет равен общему мировому вылову (рис. 1) (Матишов и др., 2006а; 2007а).

Устойчивый рыночный спрос на мясо осетровых рыб различной технологической обработки на фоне обвального падения их уловов в естественных водоемах обусловливает актуальность организации их товарного выращивания (рис. 2).

Южный научный центр Российской академии наук совместно с Астраханским государственным техническим университетом разрабатывает инновационные проекты, направленные



Страна	Добыча рыбы, млн т		
	1994	1995	1996
КНР	20,7	24,4	25,0
Перу	11,5	9,0	9,6
Чили	7,5	7,2	6,9
Япония	7,4	6,8	6,6
США	5,9	6,0	5,9
Индия	4,5	4,9	5,1
Индонезия	3,9	4,0	4,2
Россия	3,8	4,2	4,6
Мировой океан	109,6	113,0	113,2

Рис. 1. Динамика добычи и производства водных биоресурсов в мире

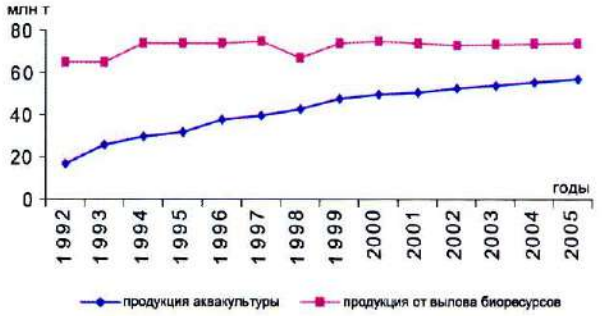


Рис. 2. Продукция от вылова биоресурсов и аквакультуры (1990–2000-е годы)

на увеличение биопродуктивности водоемов и развитие товарного осетроводства. Особого внимания заслуживают новые интенсивные технологии выращивания ценных видов рыб Азовского и Каспийского бассейнов в целях их сохранения в естественных условиях, а также получения высококачественной товарной продукции (Пономарев и др., 2005в; 2005г; Магомаев, 2007; Матишов и др., 2007а; Матишов, Пономарева, 2007; Ponomarev et al., 2005a; 2005b; 2005c).

Эксперименты, проводимые нами на научно-экспериментальной базе «Кагальник», являются комплексными, полученные результаты могут быть использованы в индустриальных хозяйствах всех типов. В качестве объекта для отработки технологий интенсивного выращивания товарных осетровых необходимо было подобрать такой вид или гибридную форму, которая может быть получена в значительных количествах для зарыбления рыбоводных хозяйств индустриального типа на юге России (Лужняк, 2007а). Для исследований были выбраны различные виды осетровых рыб и их гибридные формы (рис. 3).

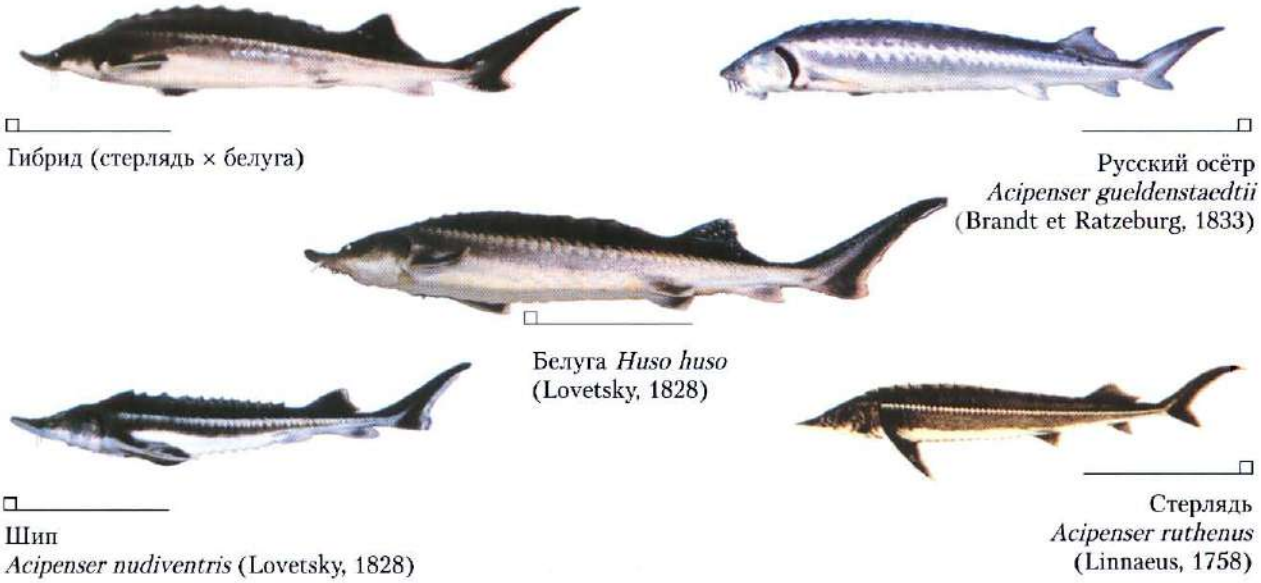


Рис. 3. Объекты исследований, проводимых на научно-экспериментальной базе «Кагальник»

Результаты фундаментальных исследований биологии осетровых позволили кардинально усовершенствовать стандартный технологический цикл индустриального разведения осетровых рыб. За три года создан комплекс инновационных, экономически эффективных, конкурентоспособных биотехнологий индустриальной аквакультуры выращивания осетровых рыб в модульных регулируемых системах, внедрение которых позволит снизить нагрузку на природные популяции, сохранить генофонд, сократить сроки культивирования (Пономарев и др., 2006; Распопов и др., 2007).

Апробация новых методов выращивания рыб в установках замкнутого водоснабжения на экспериментальной аквaферме в Азовском районе Ростовской области показала, что можно получить продукцию средней массой 1,5 кг за год, мас-



Рис. 4. Инновационные технологии Южного научного центра РАН для производства

сой 3,5 кг – за два года, сформировать высокопродуктивное стадо производителей за 2–3 года, что в 3–4 раза быстрее, чем в естественных условиях (Экосистемные исследования..., 2005).

Установки замкнутого водообеспечения (УЗВ) дают возможность выращивать ценные виды рыб в течение всего года и получать высококачественную продукцию в короткие сроки. Главными преимуществами этого способа являются:

1) низкое потребление воды, что позволяет относить этот метод к ресурсосберегающим технологиям;
2) минимальные объемы сточных вод;
3) независимость от погодных и климатических факторов;
4) оптимальные условия выращивания.

Биотехнологии ЮНЦ РАН по разведению и выращиванию осетровых рыб могут быть использованы для фермерского рыбоводства, на предприятиях по товарному осетроводству, принимающих участие в национальном проекте «Развитие АПК» (раздел «Аквакультура»). Биотехнологии выращивания осетровых рыб в регулируемых условиях, разработанные специалистами Южного научного центра РАН, практически опробованы в модульных системах для фермерских хозяйств (рис. 4). Остается массово внедрить эти биотехнологии, а для этого нужны конкретные государственные решения.

Внедрение новых технологий позволит в более короткий срок решить государственную задачу – насытить рынок ценными продуктами (икра, осетрина) и получить посадочный материал (икру, личинок) для заводского воспроизводства молоди.

Воспроизводство осетровых в Азовском бассейне должно быть ориентировано на местные осетровые заводы, необходимо полностью исключить выпуск каспийской молоди осетровых.

В течение 2006–2007 гг. научные достижения и разработанные технологии были представлены на сельскохозяйственных выставках, организованных как в Южном федеральном округе РФ, так и на международных рыбопромышленных выставках «Рыбпромэкспо», международных салонах инновационных разработок, отмечены медалями и дипломами (рис. 5).

В представляемом Южным научным центром РАН и Мурманским морским биологическим



Рис. 5. Представление технологий ЮНЦ на сельскохозяйственных выставках

институтом КНЦ РАН издании, посвященном товарному выращиванию осетровых рыб в условиях замкнутого водоснабжения, отражены научные и практические результаты, используя которые, можно организовать высокоэффективное производство деликатесной товарной осетровой продукции в хозяйстве любого типа (фермерское, промышленное, заводское).

Изложенные в книге материалы могут быть полезны для ихтиологов, экологов, физиологов, ихтионатологов, фермеров-рыбоводов, а также для студентов, аспирантов и других специалистов, интересующихся проблемами современной индустриальной аквакультуры.

Специалисты Южного научного центра РАН принимают участие в научных исследованиях и программах, направленных на дальнейшее развитие новых биотехнологий аквакультуры, применение которых позволит получать высококачественную продукцию и заниматься воспроизводством ценных видов промысловых рыб на юге России. Кроме того, для внедрения новых технологий специалисты Южного научного центра совместно с коллегами из Астраханского государственного технического университета организовали школу по обучению фермеров и осетроводов.

Данная книга является результатом труда большого коллектива специалистов и технического персонала. Авторы благодарны за помощь и содействие в создании научных разработок всем сотрудникам береговой научно-экспедиционной базы «Кагальник», начальнику базы И.А. Лободе, заместителю Председателя ЮНЦ РАН В.П. Коваленко, сотрудникам лабораторий «Ихтиология» и «Аквакультура и биологические ресурсы» д.б.н. П.А. Балыкину, к.б.н. В.А. Лужняку, к.б.н. В.Г. Чипинову, м.н.с. А.А. Корчунову, м.н.с. Ю.А. Лапухину, м.н.с. М.В. Коваленко, инженеру А.А. Бирюкову.

Особую благодарность за поддержку и помощь в работе авторы выражают ректору Астраханского государственного технического университета Ю.Т. Пименову, заведующему кафедрой «Аквакультура и водные биоресурсы» д.б.н. С.В. Пономареву, а также аспирантам и студентам, принимавшим участие в проведении научных исследований.

Азовское и Каспийское моря в недалеком прошлом характеризовались самым высоким уровнем воспроизводства ценных промысловых видов рыб – осетровых, сельди, сазана, леща, судака и др. Проблема биоресурсов южных морей возникла из-за недостаточно обоснованных рыбопромысловых прогнозов, отсутствия экосистемных подходов при оценке общедопустимых уловов и эффективной системы охраны всех видов ценной фауны. В результате происходит неуклонная деградация ихтиофауны, свертывание промышленного рыболовства, снижение масштабов естественного и искусственного воспроизводства рыб (Экосистемные исследования..., 2005).

С 2000 по 2004 гг. в Азовском море добывалось около 30–40 тыс. т рыбы, при этом половину улова составляли хамса и тюлька (рис. 6) (Лужняк, 2007б).

Ценные рыбы, некогда в больших количествах обитавшие в Азовском море, в настоящее время стали исчезающими видами. Сегодня существует реальная опасность того, что будет подорван процесс естественного воспроизводства промысловых рыб Азовского бассейна, безвозвратно утерян их генофонд, а это может обернуться экологической катастрофой. Принимаемые меры на фоне перелова и массового браконьерства абсолютно не эффективны (Матишов и др., 2006а; 2006б).

Особую озабоченность вызывают осетровые рыбы, традиционно являвшиеся наиболее ценными объектами промысла в бассейнах южных морей России.

Наибольшей интенсивности промысел осетровых рыб в бассейне Азовского моря достиг к середине XIX века, когда в год добывалось около 10–14 тыс. т осетровых. В XX веке максимальный улов был отмечен в 1936 г. – 5,4 тыс. т (Троицкий, 1973). В 1995 г. официальные уловы осетровых составили 790 т, к 2000–2002 гг. упали до 20–70 т, а в настоящее время не превышают 2–4 т. Таким образом, за минувшие 150 лет произошло катастрофическое падение уловов осетровых – более чем в 1000 раз (Матишов и др., 2007).

В настоящее время природные популяции всех азовских проходных осетровых рыб – белуги, севрюги, осетра – не только полностью утратили промысловое значение, но и фактически оказались на грани исчезновения (рис. 7) (Матишов, Пономарева, 2006).

В результате к 2004 году на Азове и Каспии резко ухудшилась ситуация как с естественным размножением рыб, так и с искусственным выращиванием молоди на заводах (рис. 8).

На Азове в условиях рыночной экономики во много раз сократился выпуск заводской молоди и произошел резкий спад (в 7 раз) объемов выращивания товарной рыбы. В настоящее время в азовском бассейне работает девять заводов, выпуск молоди осетровых на них в 2000 г. составил 38,42 млн экз. В 2004 г. выпуск молоди осетровых сократился до 19,5 млн экз., а в 2006 г. составил всего 5,365 млн экз. (рис. 9).

Одной из важнейших составляющих рыбохозяйственного комплекса экономики является аквакультура, представляющая собой вид хозяйственной деятельности по искусственному разве-

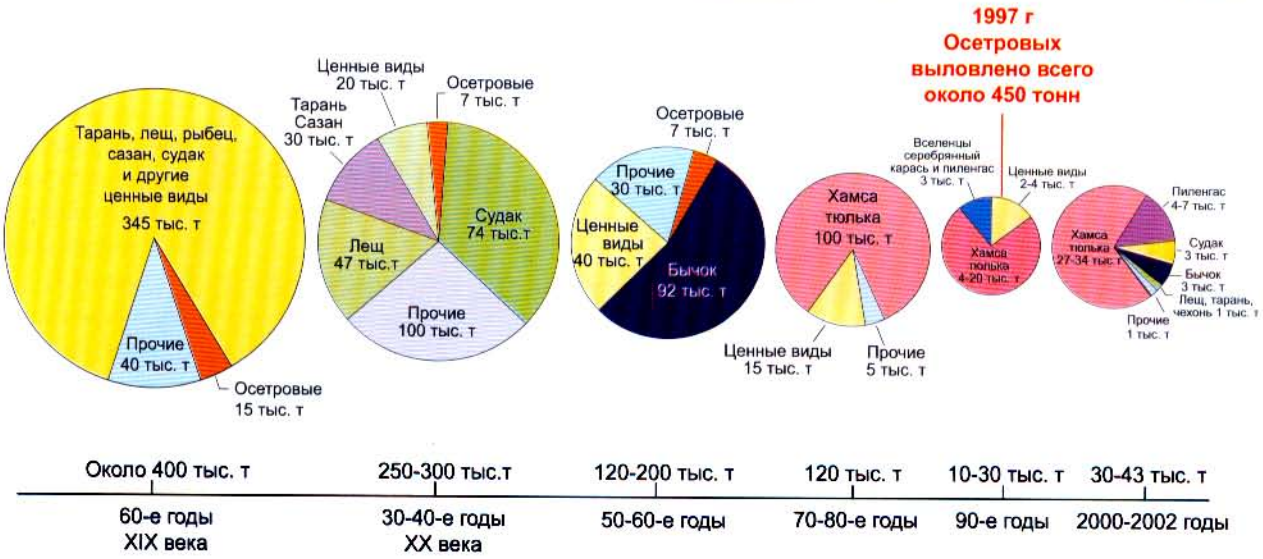


Рис. 6. Динамика вылова промысловых рыб Азовского бассейна

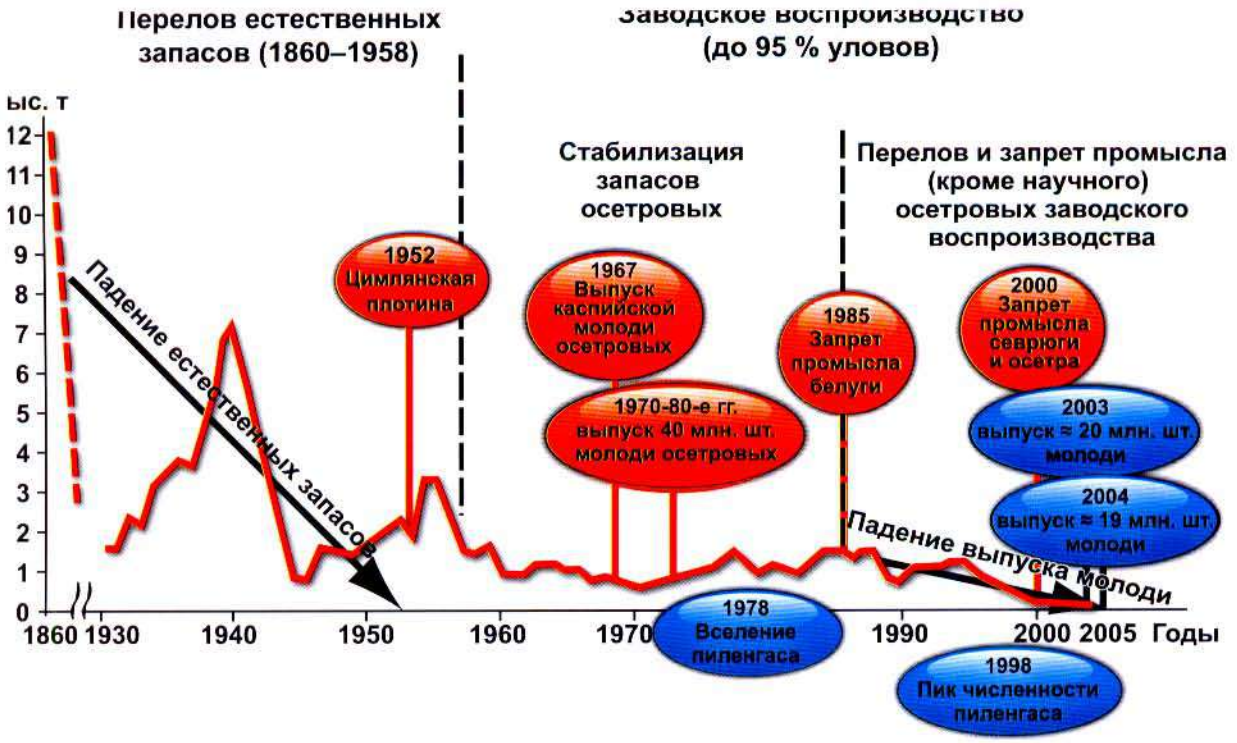


Рис. 7. Факторы, влияющие на динамику уловов осетровых рыб

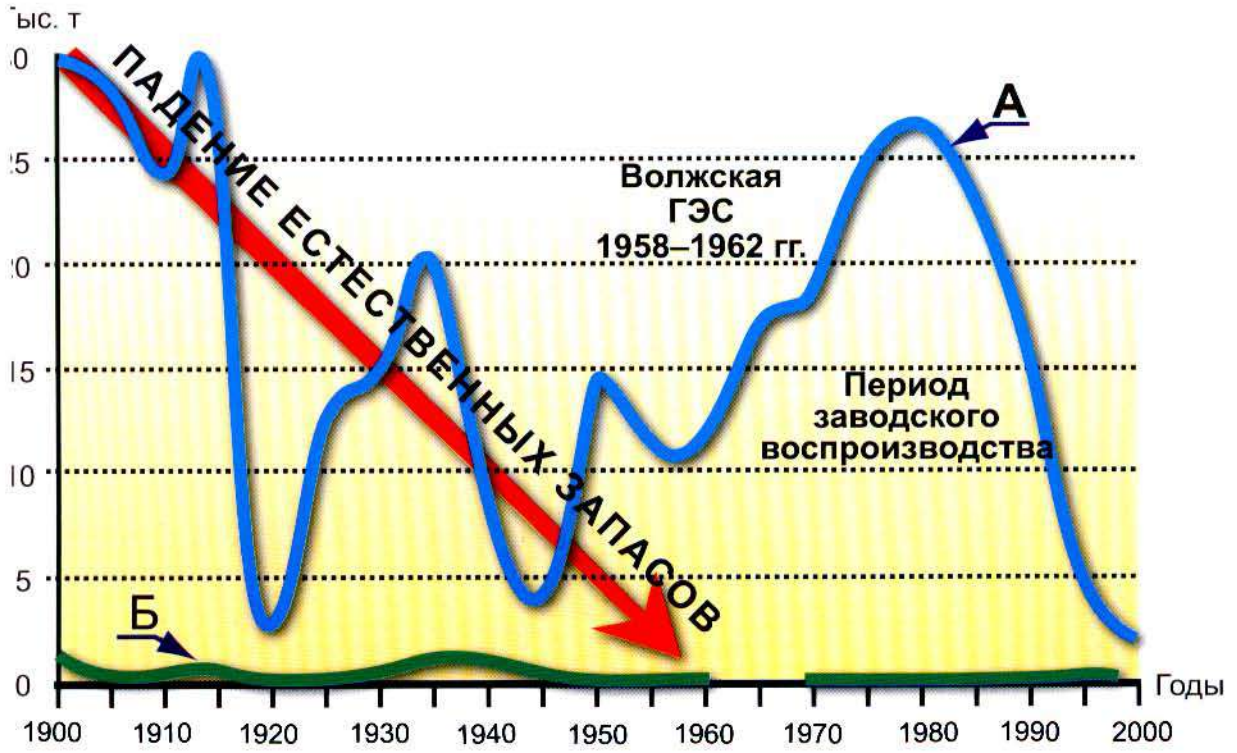


Рис. 8. Уловы осетровых (А) и лососевых (Б) в Каспийском бассейне (по материалам Иванова В.П., 1999)

	Начало XX века Вылов	Период заводского воспроизводства (до 95 %)			
		середина 1980-х гг.		XXI век	
		Вылов	Выпуск молоди	Вылов	Выпуск молоди
Азов	до 15 тыс. т	1,5 тыс. т	40 млн экз.	Запрет промысла	5 млн экз.
Каспий	до 30 тыс. т	25–27 тыс.т	до 70 млн экз.	1,1 тыс. т	40 млн экз.

Рис. 9. Уловы и выпуск молоди осетровых на Азове и Каспии



Рис. 10. Производство продукции аквакультуры в мире

дению и товарному выращиванию рыб и других водных организмов с целью получения различных видов продукции (Пономарев, 2005; Пономарев и др., 2005а; 2005б; 2005в; Пономарев, Чипинов, 2005; Никоноров, 2007).

В последнее десятилетие аквакультура интенсивно развивается в странах Восточной Азии – Китае, Японии, Таиланде, Корее, на Филиппинах. Из европейских стран наибольшее развитие аквакультура получила в Норвегии, Италии, Франции. В Америке аквакультурой занимаются в США, Канаде, Чили, Эквадоре. Для выращивания гидробионтов там используют пруды, озера, каналы, а также прибрежную морскую акваторию (рис. 10) (Пономарев и др., 2005а).

Первое место в производстве мировой продукции аквакультуры занимает Китай (Пономарев и др., 2006; Никоноров, 2007).

Сегодня в мире наряду с промыслом морских биологических ресурсов значительные средства вкладываются в формирование инфраструктуры, связанной с товарным выращиванием ценных видов рыб.

Продукция мировой аквакультуры по своим объемам практически достигла объемов вылова гидробионтов в естественных водоемах. Например, ежегодное производство сёмги и форели на фермах Норвегии до 700 тыс. т сделало браконьерство абсолютно «нерентабельным», и нашей стране тоже следует идти этим путем (рис. 11) (Матишов, 2007).

В Норвегии масштаб выращивания промысловых рыб скоро достигнет размеров официальной квоты. Можно предположить, что к 2015 году Норвегия предложит запрет рыболовства в Баренцевом море (Матишов, 2007).

Научные основы аквакультуры, в том числе в климатических условиях юга России, достаточно хорошо разработаны. Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН уже на протяжении ряда десятилетий проводит исследования по разработке и внедрению передовых технологий промышленного выращивания многих ценных видов биоресурсов, включая треску и камчатского краба (рис. 12, 13) (Журавлева, 1979; Макаров и др., 1987; Матишов и др., 1991; 1992; Матишов, 1992; Журавлева, Зензеров, 1998; Черницкий, Матишов, 1999; Матишов и др., 2005).



Рис. 11. Садковая лососевая ферма в фиорде, Норвегия

С 2002 г. ММБИ и ЮНЦ РАН проводят комплексные экосистемные исследования, одним из основных направлений которых является разработка перспективных технологий искусственного воспроизводства промысловых рыб. Особое внимание при этом сосредоточено на искусственном выращивании осетровых рыб южных морей (Матишов и др., 2006а; Матишов, Пономарева, 2006; Пономарева и др., 2006б; Матишов и др., 2007а; 2007б).

Общая продукция аквакультуры в Европе в настоящее время составляет 2,3 млн т. Приоритетными видами являются: лососи, форель, морской окунь, европейский угорь, тюрбо и мидии. Производство атлантического лосося составляет около 40 % от всей продукции европейской аквакультуры. Массовое производство семги налажено в Норвегии (Макаров и др., 1987; Матишов и др., 1994; Никоноров, 2006, 2007; Варади, 2007; Матишов, 2007). В северных странах (Норвегия, Германия, Дания, Исландия) широко проводятся работы по выращиванию атлантической трески (рис. 14, 15).



Рис. 12. Спектр разработок ММБИ в области марикультуры различных видов рыб, 1980–1990-е гг.



Рис. 13. Бассейновый комплекс УЗВ для аквакультуры камчатского краба, ММБИ, 2006 г.

ОБЪЕМЫ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ, МЛН Т

Страны \ Годы	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Норвегия	0,162	0,060	0,150		0,150	0,530	0,975
Великобритания			0		0,034	0,005	0,070
Исландия	0,002	0,007	0,006		0	0,002	0,008
Германия	0	0	0,001				
Дания	0,011	0	0		0		
Всего	0,175	0,067	0,157		0,184	0,537	1,053

По данным ICES – Международного совета исследования морей (данные на 1998 г. не представлены)

Рис. 14. Объемы выращивания молоди атлантической трески в северных странах, млн т

США и Европе развита коммерческая осетроводная культура. Среди европейских стран Франция и Италия являются крупнейшими потребителями мяса осетровых и икры. В Италии, производящей в основном белого, адриатического и сибирского осетров, в 2000 г. получено 750 т мяса и 2,5 т икры, а во Франции – 150 т мяса и 5 т икры сибирского осетра. В Польше, Германии, Венгрии, Испании и Португалии также развивается коммерческое выращивание осетровых рыб – белуги, стерляди, русского осетра и различных гибридов. Общая продукция мяса осетров в Европе в настоящее время составляет 1000 т. В США и Канаде в 2000 г. произведено 1000 т мяса и 5 т икры осетровых. Основной район этих работ – Калифорния. В 1995 г. начаты работы по получению икры от доместицированных особей белого осетра. Получены уже 2-е и 3-е поколения этого вида в неволе (Пономарева, 2006).

В некоторых европейских странах (Франция, Италия, Греция) стали интенсивно выращивать осетровых рыб, однако основное направление их деятельности – выращивание продуктивных стад производителей, дающих пищевую икру.

В настоящее время в Греции имеется частное осетровое хозяйство, в котором содержатся 1500 производителей осетровых рыб, используемых для получения товарной рыбной продукции и пищевой икры. В хозяйстве применяются различные методы выращивания осетровых рыб: бассейновый метод, на проточной воде и в установке замкнутого водообеспечения на оборотной воде. Произведенную продукцию поставляют в европейские страны, в основном во Францию и Испанию (рис. 16).

Значительный опыт по выращиванию гибридных форм осетровых рыб накоплен в Германии, куда осетровые были завезены из России в конце 1970-х гг., в 1981 г. было получено второе поколение гибридных форм осетровых. Для их выращивания применяли индустриальные (бассейновые) методы (Стеффенс, 1985).

Современная тенденция такова, что товарное производство продуктов из осетровых рыб в перспективе полностью перекроет объем их экспорта из природных водоемов. Создаются фирмы для производства от 200 до 1000 т осетрового мяса в год. В США в 2006 г. построено очередное хозяйство для производства 10 т икры в год. При этом посадочный материал можно получить уже не только от природных экземпляров, но и большей частью от существующих маточных стад. Необходимо приведение цен на икру осетровых в странах-экспортерах в соответствие с мировыми, что поможет сохранить запасы, рынок и избавиться от пресса нелегального лова.

В последние 20 лет в странах Центральной и Восточной Европы активно развивается товарное осетроводство. Доля России в мировой продукции аквакультуры в 2006 г. составляла только 0,2 %, при объеме около 3,5 тыс. т. Украина, Белоруссия и Молдавия выращивают в сумме около 0,1 тыс. т. Основные виды, культивируемые в этих странах, – русский осетр, сибирский осетр, стерлядь, веслонос, гибридные формы осетровых (Пономарева и др., 2007б; Matishov, Ponomareva, 2006; Ponomarev et al., 2006b).

В России преобладающими видами товарного осетроводства являются прудовый, пастбищный, садковый и в установках замкнутого водообеспечения (УЗВ). В 1970–1990 гг. индустриальное рыбоводство страны создавалось на базе садковых хозяйств водоемов-охладителей энергетических установок и бассейновых хозяйств в составе ТЭЦ, АЭС, ГРЭС, металлургических, химических и других промышленных производств, имевших в избытке теплую воду. Такие хозяйства функционировали практически во всех регионах. Выход товарной продукции с одного квадратного метра бассейнов и садков на теплых водах достигал 100–150 кг в год. Общее производство товарной рыбы превышало 30 тыс. т в год, а ассортимент продукции составляли ценные виды рыб: стерлядь, осетры, форель и другие объекты товарного рыбоводства (Распопов и др., 2007).

В Ново-Азовском районе Донецкой области на Павлопольском водохранилище с 1978 г. выращивали сеголеток и двухлеток бестера. При этом кормление рыбы осуществляли фаршем из тюльки. К 1982 г. объем товарной рыбы достиг 99,3 т в год. Средняя масса сеголеток составляла 120 г, двухлеток – 1200 г (Сафонова и др., 1983).

В средней полосе России осетровых выращивали в плавучих садках в водохранилищах, зарыбление их проводили молодью средней массой 3–5 г (Михеев, 1982). Товарной массы 0,85 кг бестер достигал только на третий год созревания. Наиболее успешное выращивание бестера проводили в водоемах-охладителях ГРЭС. Хорошие результаты были получены при выращивании бестера в садках на сбросном канале Новочеркасской ГРЭС. Ученые Краснодарского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и Всероссийского научно-исследовательского института пресноводного рыбного хозяйства разработали рекомендации по биотехнике культивирования товарных осетровых рыб (Петрова, 1978). В 1975 г. на Миусском лимане в делевых садках выращивали до 50 ц двухлеток бестера массой более 1 кг. В Таганрогском заливе Азовского моря в 1975 г. воспроизводили бестера в садках, при этом масса двухлеток составляла 0,76–1,0 кг, трехлеток – 1,3 кг (Козлов, Абрамович, 1986). Бестера успешно выращивали и в морских садках на понтонах (Сафонова и др., 1983).

Следует отметить, что метод садкового выращивания гибридных форм осетровых рыб имеет некоторые недостатки: время выращивания до товарной массы может достигать два и даже три года, остатки кормов загрязняют водоем, кроме того, бестер плохо переносит действие прямых солнечных лучей.

Наиболее успешным методом является выращивание бестера в прудах в поликультуре с растительноядными рыбами (Пономарева и др., 2006а; 2007а). В Астраханской области для этого использовали карповые пруды. Однако выращивание в прудах имеет определенные сложности: летом в период высоких температур пруды сильно прогреваются и рыба перестает питаться.

Пастбищное осетроводство в лиманах и водохранилищах стало развиваться в 1970-е гг. Преимущество этого метода состояло в том, что для выращивания использовалась естественная кормовая база, недостаток – малоконтролируемые условия.

Промышленное выращивание рыбы в системах с замкнутым и оборотным водоснабжением в нашей стране приобрело большой размах в 1980-х гг. Им занималось около сорока предприятий семнадцати министерств и ведомств. Основанием для этого являлись индустриализация методов выращивания, стабилизация среды для рыбы, механизация рыбоводных процессов, а также исключение влияния рыбных хозяйств на окружающую среду (Филатов и др., 2002). В эти годы были разработаны технологические методы выращивания различных видов рыб в УЗВ (Лавровский, 1985; Киселев и др., 1999). Следует отметить, что в полученных результатах выращивания осетровых рыб и их гибридных форм присутствовал значительный разброс, что зависело от условий конкретного предприятия.

Таким образом, мировой и отечественный опыт позволяет сделать вывод о благоприятных перспективах аквакультуры в современной России. Научное обоснование и производственный опыт для этого имеются достаточные.

Несомненно, для Азова и Каспия самым перспективным и рентабельным направлением может стать товарное осетроводство. Следует опираться

на мировой опыт развития аквакультуры, адаптируя его к реальной социально-экономической ситуации в России, учитывать отечественные разработки, в частности опыт Мурманского морского биологического института КНЦ РАН и Южного научного центра РАН.



Рис. 15. Выращивание молоди трески индустриальными методами в Норвегии, 2006 г.



Рис. 16. Частное хозяйство по выращиванию осетровых рыб, Греция, 2007 г.

В соответствии с решением Президиума РАН в течение 2003–2006 годов Мурманским морским биологическим институтом при участии Южного научного центра РАН спроектирован и построен аквакомплекс по выращиванию осетровых рыб. При его создании был эффективно интегрирован опыт академической и вузовской рыбохозяйственной науки (Матишов, Пономарева, 2006).

2.1. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОМЕЩЕНИЯ КОМПЛЕКСА

Рыбоводный комплекс расположен на научно-экспедиционной базе «Кагальник» и состоит из двух зданий площадью 80 м² и 50 м². В здании рыбоводного комплекса находятся оборудованные современной оргтехникой рабочие кабинеты, а также жилые комнаты для находящихся на дежурстве сотрудников (рис. 17–23).

Технико-экономические показатели строительства рыбоводного комплекса приведены в таблице 1.

Таблица 1

Технико-экономические показатели строительства рыбоводного комплекса

Общая площадь участка	0,16 га
Плотность застройки	39 %
Площадь застройки	175,9 м²
Строительный объем	758,5 м³
Общая численность работающих	20 чел.
Общая стоимость строительства базы (в ценах на 09.11.2004)	4,855 млн руб.
Стоимость лабораторного корпуса	0,931 млн руб.

На базе «Кагальник» имеется научно-исследовательское судно (НИС) комплексного назначения «Профессор Панов», на котором проводятся исследования естественной кормовой базы промысловых рыб в Таганрогском заливе, а также маломерные суда Master-540, Master-450, кайман и резиновая лодка типа «Зодиак» (рис. 24). Они могут использоваться для транспортировки молоди, товарной рыбы и производителей осетровых рыб.

В комплексе размещено специальное рыбоводное оборудование: установка замкнутого водообеспечения (УЗВ), состоящая из бассейнов для товарного выращивания рыбы и биологического фильтра, бассейны для молоди с автономными биофильтрами. Опытная линия предназначена для отработки индустриальных технологий круглогодичного непрерывного выращивания молоди и товарной рыбы при рециркуляции воды в системе. Здания оборудованы газовой котельной, здесь есть электро- и водоснабжение, а также канализация.



Рис. 17. Здание рыбоводного комплекса «Кагальник»



Рис. 18. Общий вид береговой научно-экспедиционной базы «Кагальник»



Рис. 19. Карта района расположения рыбоводного комплекса



Рис. 20. Рабочий кабинет исследователя

4289



Рис. 21. Комната отдыха сотрудников



Рис. 22. Здание экспериментального аквакомплекса

Научная библиотека
ЮНЦ РАН



Рис. 23. Рабочее место исследователя



Рис. 24. НИС «Профессор Панов» и маломерный флот Южного научного центра РАН

2.2. СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Электроснабжение рыбоводного комплекса осуществляется через городскую электросеть (напряжение 380/220 V). Для приема, учета и распределения электроэнергии имеется установка вводно-распределительного устройства и силовых распределительных щитов типа ЩРС-2. Предусмотрено рабочее и дежурное освещение. В случае отключения электроэнергии бесперебойное энергоснабжение комплекса обеспечивается дизельными генераторами Gesan Dra 30 E (22 кВт) (рис. 25) и SDMO yanmae DX 3000 (2,6 кВт). За истекший 2007 год было зафиксировано 10 случаев длительного отключения электроэнергии (более 3–7 часов). Автономная система позволяет восстановить электроснабжение рыбоводного комплекса в течение 5 секунд.

2.3. СИСТЕМА ОТОПЛЕНИЯ

Температурный режим воды в бассейнах и воздуха в рыбоводном комплексе круглогодично поддерживается на уровне 20–23 °С. Летом понижение температуры осуществляется путем кондиционирования воздуха. Для этой цели используются сплит-системы Mitsubishi MU-18 RV производства Японии (рис. 26). Сплит-системы имеют реверсивное действие: в жаркое время года они охлаждают воздух в помещении, в холодное – подогревают. Котельная оборудована газовым котлом производства Словении Protherm 50 TLO (рис. 27). Теплоносителем в системе отопления является горячая вода (t = 70–115 °С), для горячего водоснабжения используется вода, температура которой 65 °С.

Эффективность теплоотдачи повышается за счет принудительной циркуляции воды в системе отопления при помощи встроенного водяного насоса.

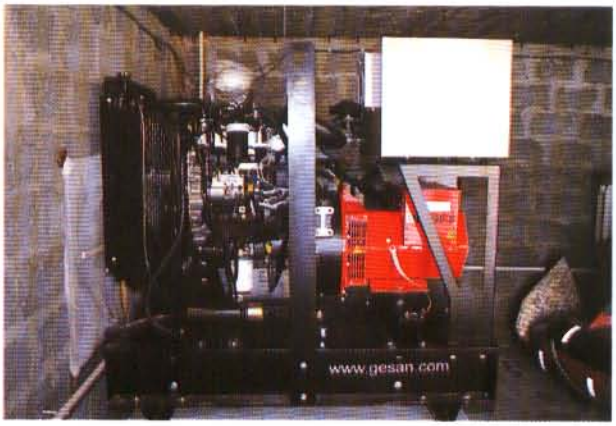


Рис. 25. Дизельный генератор Gesan Dra 30 E

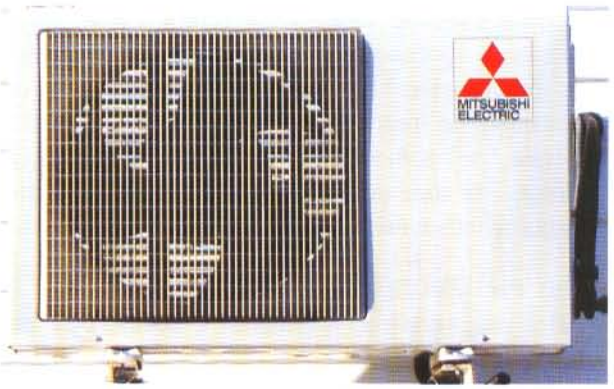


Рис. 26. Сплит-система Mitsubishi MU-18 RV



Рис. 27. Газовый котел Protherm 50 TLO

2.4. СИСТЕМА ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДОПОДГОТОВКИ

Выращивание рыбы в установках замкнутого водоснабжения весьма перспективно и находит все большее распространение как в нашей стране, так и за рубежом. Это в первую очередь связано с тем, что при строительстве рыбоводных замкнутых систем возможно до минимума сократить потребление чистой воды, что особенно актуально для регионов с засушливым климатом.

Водоснабжение рыбоводного комплекса осуществляется с помощью водопровода из полипропиленовых труб (d = 100 мм).

Водопроводная вода после предварительного отстаивания для освобождения от хлора попадает в замкнутую систему и бассейны с автономными биофильтрами (рис. 28). За счет поддержания микроклимата в помещении температура воды в бассейнах и биофильтре поддерживается на уровне 20–23 °С.

Отвод сточных вод с территории рыбоводного комплекса производится в собственные сооружения биологической очистки «Тверь-1,5», установленные на территории базы, с последующим сбросом биологически очищенных вод в р. Гирло Свиное. Эта вода может использоваться также для полива зеленых насаждений, уборки территории.

2.5. РЫБОВОДНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Все современные установки с замкнутым циклом водоснабжения представляют собой системы блоков, обеспечивающих все технологические процессы выращивания объектов аквакультуры. Общая схема промышленной УЗВ представлена на рисунке 29.

Необходимый набор оборудования для промышленных установок с замкнутым циклом водообеспечения должен включать:

–рыбоводные бассейны;

–блок механической очистки воды;

–биологический фильтр;

–блок водоподготовки (обеззараживание, регуляция температуры, насыщение воды кислородом).

Установка полузамкнутого типа, смонтированная на научно-экспедиционной базе «Кагальник», состоит из рыбоводных бассейнов для выращивания рыбы, механического фильтра, биофильтра объемом 1,5 м^3, бассейна-отстойника с запасом воды 3 м^3, резервного водяного погружного насоса (рис. 30), сбросного канала. Температурный режим регулировался созданием микроклимата в рыбоводном помещении при использовании сплит-систем. Также была модернизирована система переливных колен, ее сделали закрытой, бассейны соединили одной трубой, которая собирала воду из бассейнов и подавала в накопительный бак.

Загрязненная вода из бассейнов через переливные трубы попадает в сбросной канал, оттуда насосом подается в биофильтр. Биофильтр представляет собой пластиковый лоток размером 3 × 0,75 × 0,5 м, в котором имеются поперечные перегородки, делящие его на отсеки (рис. 31). Каждая перегородка имеет отверстия или в верхней, или в нижней части, которые обеспечивают рециркуляцию при прохождении воды через биофильтр, где происходит не только осаждение взвешенных частиц, но и биологическая очистка воды. В качестве наполнителя биофильтра используется керамзит. Для удобства промывки биологического фильтра при сильном загрязнении керамзит помещается в сетчатые мешки, которые можно легко вынимать из отсеков фильтра и промывать в проточной воде. Последний отсек биофильтра служит для отстаивания воды после очистки. Очищенная вода из фильтра самотеком поступает в бассейны.



Рис. 28. Установка замкнутого водообеспечения в рыбоводном комплексе «Кагальник»

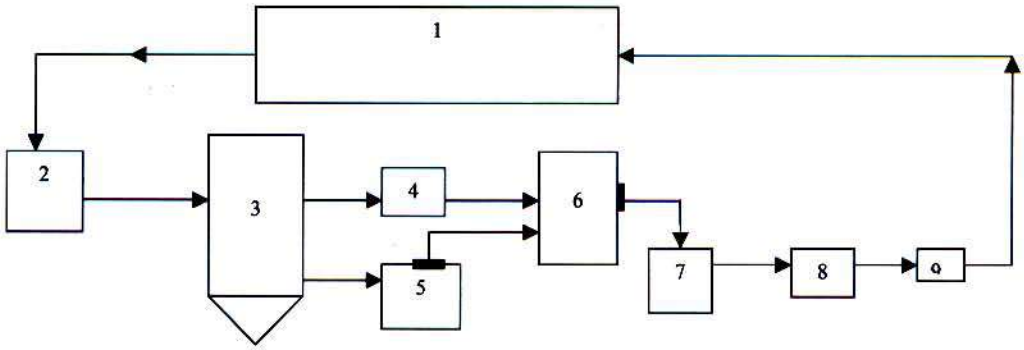


Рис. 29. Общая схема установки замкнутого водообеспечения: 1 – рыбоводные емкости; 2 – фильтр грубой очистки; 3 – блок биологической очистки; 4 – блок регулировки pH; 5 – фильтр тонкой механической очистки; 6 – блок терморегуляции; 7 – бактерицидная установка; 8 – аэратор; 9 – озонатор



Рис. 30. Основные компоненты установки замкнутого водообеспечения



Рис. 31. Биофильтр с керамзитовым наполнителем

В системе предусмотрена замена воды до 5 % от общего объема в сутки из бассейна-отстойника общим объемом 3 м³. Это необходимо для увеличения эффективности работы установки и уменьшения нагрузки на биологический фильтр. Кроме того, идет пополнение воды, отобранной во время очистки, от продуктов метаболизма в рыбоводных емкостях. Механический фильтр и рыбоводные бассейны необходимо чистить от остатков корма и фекалий. У механического фильтра (рис. 32) есть собственная система очистки, включаемая с помощью специального блока управления на режим очищения (рис. 33).

Для механической фильтрации воды применяли песочные фильтры фирмы «Крипсол» различного объема. Фильтровальная система представляет собой собственно фильтр с наполнителем из кварцевого песка, распределительный клапан и водяной насос. Фильтровальные системы весьма удобны при ежедневной эксплуатации в рыбоводных системах замкнутого цикла. Фильтры укомплектованы манометрами, показывающими степень засоренности фильтра. Промывка фильтра осуществляется механически, переключением клапана в положение «Промывка фильтра». Процедура промывки занимает всего несколько минут и проводится один или несколько раз в сутки, в зависимости от скорости загрязнения фильтра.

Чистка приямков бассейнов от остатков корма и фекалий необходима для эффективной работы большого биофильтра и автономных фильтров. Для этого с помощью илоудалителя фирмы OASE три раза в сутки проводится уборка дна бассейнов и накопительного бака.

Дополнительная аэрация воды и насыщение кислородом в рыбоводных емкостях обеспечивается за счет подачи ее через специальные флейты (рис. 34).

Рыбоводные бассейны, используемые в рыбоводном комплексе, представляют собой емкости из армированного стекловолокном полиэстера, применяемого в пищевой промышленности, с круговым током воды, который создается за счет центрального водослива. Сброс воды осуществляется через центральный сток, прикрытый сеткой, в трубу, проходящую под дном. В бассейнах имеется приямок для стока и сливное колено для поддержания уровня воды (рис. 35).



Рис. 32. Механический фильтр

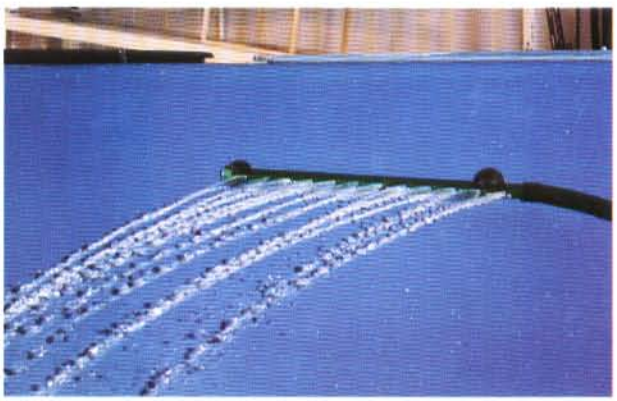


Рис. 34. Флейты для дополнительной аэрации воды

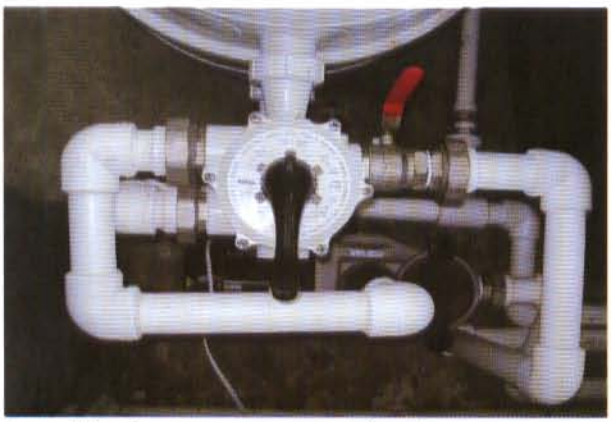


Рис. 33. Блок управления работой механического фильтра



Рис. 35. Сливное колено для водосброса

Для выращивания рыбы нами использовались бассейны разных размеров: для крупной рыбы – бассейны размером 2 × 2 × 0,7 м (рис. 36), присоединенные к главному биофильтру, для молоди – бассейны размером 1 × 1 × 0,5 м с автономными биофильтрами (рис. 34). Для поддержания оптимального гидрохимического режима в бассейнах были установлены фильтры Hydor Prime 30 и EHEIM 2217 (рис. 37, 38). Водообмен в бассейнах осуществлялся в течение 30 минут. Глубина воды в больших бассейнах составляла 30–35 см, в малых – 20 см.

Для увеличения эффективности работы фильтров Hidor Prime 30 разработали конструкцию, позволяющую повысить их производительность. Нужно отметить, что конструктивные особенности фильтра Hidor Prime 30 позволяют создавать водообмен в рыбоводных емкостях в пределах 750–900 л/ч. Очевидно, что для бассейнов с объемом воды 3–4 м^3 такой производительности фильтров вполне достаточно. Однако емкость для фильтрующего материала у Hidor Prime 30 имеет объем 5 л. При выращивании рыбы биомассой более 1,5 кг на бассейн и интенсивном ее кормлении фильтры быстро засоряются.

Проведенные эксперименты по изменению состава фильтрующего наполнителя не дали устойчивых положительных результатов. В случае использования грубых фильтрующих материалов – крупных губок, капроновых сеток – фильтр работал достаточно долго, но вода в бассейнах загрязнялась уже через 2–3 суток. При применении тонких фильтрующих материалов из керамики или активированного угля фильтр забивался очень быстро, его приходилось промывать через 5–10 суток для предотвращения развития микроорганизмов в биофильтре.

Для оптимизации работы фильтра установили дополнительную емкость с наполнителем из керамзита и мелкопористого фильтрующего материала. Объем емкости 50 л, материал – пищевой пластик (рис. 39). В емкость поступала отработанная вода из двух бассейнов размера 1 × 1 × 0,4 м. Загрязненная вода из бассейнов по коленным переливам поступала в емкость, проходила через слой фильтрующих материалов сверху вниз и забиралась всасывающим шлангом фильтра Hydor. Предварительно очищенная вода проходила через фильтр и попадала в бассейны.

С помощью дополнительной фильтрующей емкости удалось продлить срок службы фильтров между промывками более чем в 10 раз. Кислородный режим и содержание биогенных элементов оказались на уровне рекомендованных значений для выращивания осетровых рыб в УЗВ. Стоимость фирменных фильтров, обладающих такими же характеристиками, превышает стоимость изготовленной нами установки в десятки раз.

Для инкубации небольших объемов икры в условиях регулируемых параметров водной среды был сконструирован инкубационный аппарат (рис. 40). Аппарат состоит из ящика аппарата «Осетр», помещенного в рыбоводный бассейн 1 × 1 м. Сверху был установлен ковш от аппарата «Осетр», воду на который подавали с помощью фильтра Hydor.

Степень надежности работы установки обусловливает сохранность рыбы в процессе выращивания. Аварийная ситуация возможна при выходе из строя насосов, осуществляющих циркуляцию воды. Для предотвращения этого предусмотрен резервный насос (рис. 41).

2.6. РАЗВИТИЕ АКВАРИАЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

К концу 2006 г. появилась необходимость расширить экспериментальные работы по выращиванию осетровых рыб на базе «Кагальник». С этой целью был оборудован дополнительный аквакомплекс, позволяющий проводить исследования по выращиванию товарной рыбы в достаточном объеме, а также формировать ремонтно-маточное стадо осетровых.

В настоящее время второй аквакомплекс (рис. 42), созданный на базе существовавшего ранее помещения производственного назначения, функционирует в полном объеме.

Комплекс состоит из двух участков – в первом выращивается товарная рыба, второй предназначен для формирования ремонтно-маточного стада.

На втором этаже комплекса расположена гостиница для проживания командированных на базу научных сотрудников. Два номера – двух- и четырехместный – приспособлены для комфортного проживания. В одном из них имеется телевизор, принимающий спутниковое вещание, в номерах установлены сплит-системы, удобная и современная мебель для работы и отдыха (рис. 43). Из гостиницы открывается замечательный панорамный вид на дельту Дона (рис. 44).

В аквакомплексе функционирует УЗВ для экспериментального выращивания товарных осетровых до массы более 1 кг. Установка состоит из 5 бассейнов размером 2 × 2 м, блоков механической и биологической фильтрации(рис. 45, 46).



Рис. 36. Бассейн 2 × 2 × 0,7 м для выращивания товарной рыбы в условиях УЗВ



Рис. 38а. Комбинация фильтров разных систем – Hydor Prime 30 и EHEIM 2217



Рис. 37. Бассейны 1 × 1 × 0,5 м для подращивания молоди осетровых рыб



Рис. 39. Дополнительная фильтрующая емкость



Рис. 38. Фильтр Hydor Prime 30

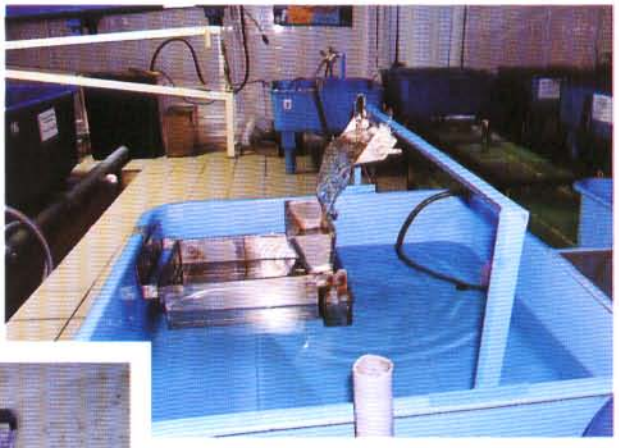


Рис. 40. Модифицированный инкубационный аппарат



Рис. 41. Резервный насос



Рис. 42. Здание аквакомплекса для товарного выращивания осетровых рыб и содержания ремонтно-маточного стада



Рис. 43. Гостиничный номер на базе в пос. Кагальник



Рис. 44. Вид из гостиницы

Установка для формирования маточного стада представляет собой два секционных разборных бассейна размером 5 × 3 × 0,8 м производства астраханской компании «Стеклопластик», системы механической и биологической фильтрации (рис. 47, 48). Размер бассейнов и их конструктивные особенности позволяют успешно выращивать в них осетровых массой более 5 кг.

Для поддержания оптимальных условий водной среды необходим постоянный контроль температуры, активной реакции среды и содержания кислорода, а также содержания нитратов, нитритов и аммонийного азота. Гидрохимический анализ воды в бассейнах и в биофильтре необходимо проводить еженедельно. Температуру, содержание кислорода и pH необходимо измерять три раза в сутки. Для этого используются специальные приборы: термооксиметр и pH-метр (рис. 49, 50).

Измерение растворенного в воде кислорода проводили прибором "CyberScan DO 300" (рис. 49). Прибор может измерять как содержание кислорода, так и температуру воды. Прибор имеет удобное меню, прост и неприхотлив в эксплуатации.

Содержание биогенных элементов определяли в аналитической междисциплинарной лаборатории ЮНЦ РАН, для контроля и оперативного измерения некоторых показателей водной среды использовали экспресс-лабораторию немецкой фирмы SERA (рис. 51).

Для оптимизации работ с ремонтно-маточным стадом было закуплено высокотехнологичное



Рис. 45. Установка для выращивания товарной рыбы



Рис. 46. Рыбоводные бассейны с товарным бестером



Рис. 47. Общий вид установки для выращивания ремонтно-маточного стада



Рис. 48. Механический фильтр и бассейн для производителей



Рис. 49. Портативный pH-метр HANNA

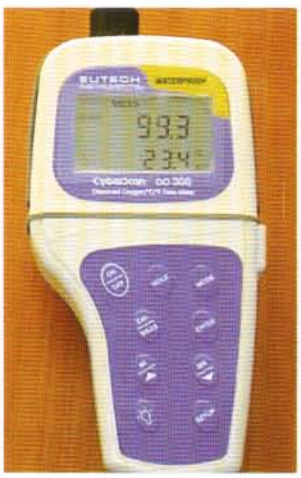


Рис. 50. Термооксиметр "CyberScan DO 300"



Рис. 51. Мини-лаборатория для экспресс-определения гидрохимических показателей

оборудование немецкой компании «Аквакультур фиштехник» (рис. 52), которое представляет собой считывающее устройство «Евро-1000» (рис. 53), комплект меток (рис. 54), инжектор для введения меток со специальными иглами (рис. 55, 56), программное обеспечение и кабель для подключения к компьютеру.

Процедура мечения рыбы проводится следующим образом: метку помещают в специальную иглу, надевают иглу на инжектор, вводят иглу в спинную мышцу рыбы и выталкивают метку (рис. 57). Все метки содержат уникальный буквенно-цифровой код, для считывания которого необходимо просто поднести устройство «Евро-1000» к рыбе, после этого на дисплее прибора отобразится код (рис. 58).

Индивидуальное мечение рыбы позволяет проводить паспортизацию производителей, исследовать особенности конкретных особей, изучать возрастные изменения темпа роста, плодовитости, качества половых продуктов.

Система измерения и контроля температуры воды автоматизирована следующим образом: в каждый рыбоводный бассейн помещен специальный термодатчик, который передает сигнал по проводу на блок преобразования данных. От последнего сигнал передается по RS-432-интерфейсу на персональный компьютер, где отслеживается температура воды в бассейнах, воздуха на дисплее в виде графика (рис. 59).

Интервал снятия показаний датчиками настраивается до 1 секунды. Данные записываются и сохраняются на жестком диске компьютера. Такая система очень удобна, она особенно необходима, когда речь идет о большом количестве бассейнов. Это экономит время и труд рыбовода. К тому же можно проследить, как изменяется температура в течение суток, например, в три или четыре часа утра, и предпринять соответствующие меры.

Таким образом, оценивая экспериментальный аквакомплекс «Кагальник» в качестве прототипа коммерческих аквафермы по товарному выращиванию осетровых, следует подчеркнуть, что при его постройке и эксплуатации использовалось только стандартное, доступное для всех заинтересованных лиц оборудование, дополненное некоторыми простейшими и недорогими приспособлениями. Естественно, без многих приборов, используемых для научных целей, на коммерческом предприятии можно будет обойтись, что позволит сократить расходы. Также следует иметь в виду, что в случае организации в промышленных масштабах производства комплектов оборудования для выращивания рыбы (подобно различным сельскохозяйственным комплексам) стоимость их будет ещё ниже. При наличии интереса со стороны производственных организаций Южный научный центр РАН может подготовить рыбоводно-биологическое обоснование на аквакомплексы различной мощности с перечнем оборудования.



Рис. 52. Оборудование для мечения рыб

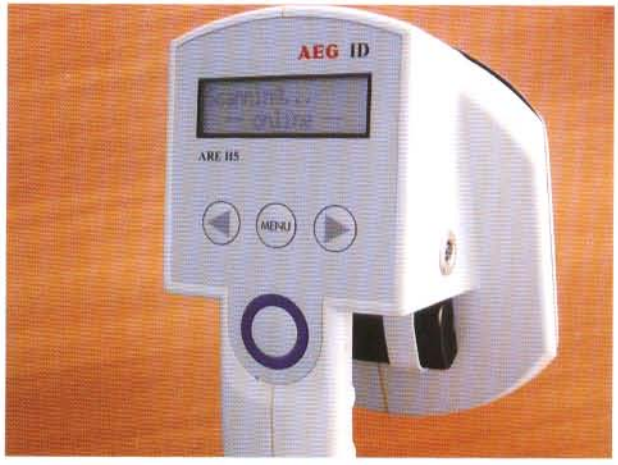


Рис. 53. Считывающее устройство

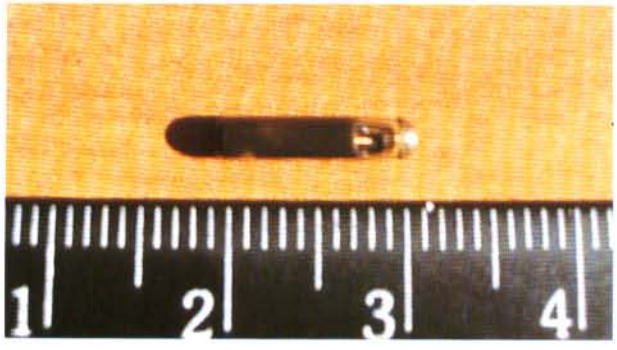


Рис. 54. Индивидуальная метка



Рис. 55. Инжектор для введения меток



Рис. 56. Специальная игла для введения метки

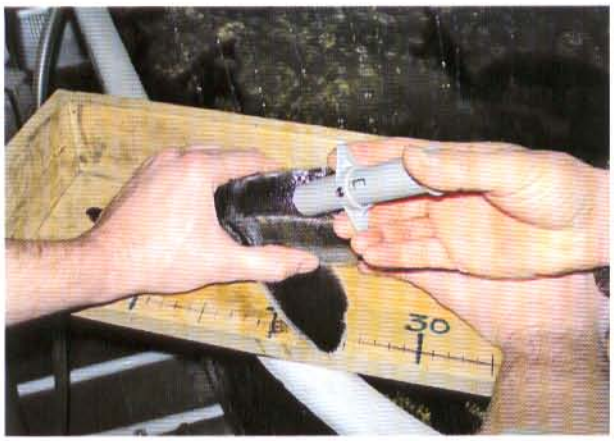


Рис. 57. Введение метки в тело рыбы



Рис. 58. Считывание метки

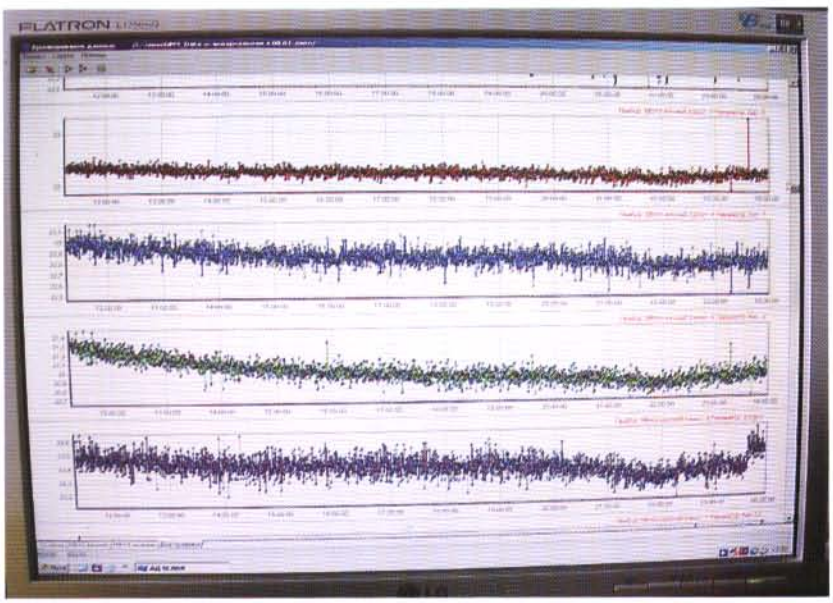


Рис. 59. График температуры водной среды на мониторе

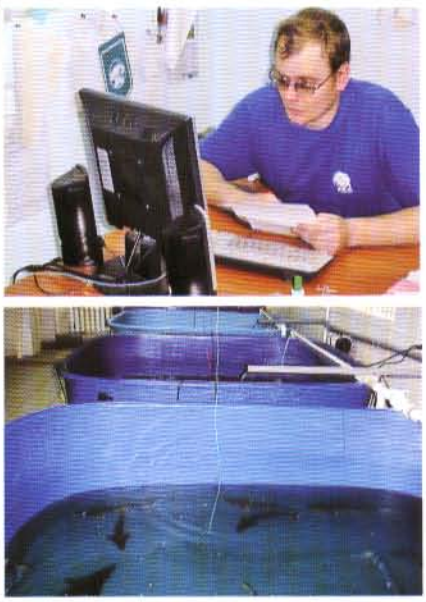


Рис. 60. Оператор за работой при анализе показателей водной среды в режиме on-line

Одним из альтернативных направлений решения проблемы сокращения численности популяции осетровых рыб может служить внедрение в практику осетроводства доместикации взрослых половозрелых или близких к созреванию особей осетровых, отловленных в естественных водоемах, а также адаптации молоди, завезенной из прудовых хозяйств, к индустриальным условиям выращивания (Чернова, Даудова, 2007; Матишов, Пономарева, 2007).

Весь процесс адаптации рыбы включает несколько этапов:

– завоз объектов на рыбоводные хозяйства;
– первичная адаптация после транспортировки;
– адаптация к новым условиям содержания.

3.1. ГЕОГРАФИЯ ЗАВОЗА ОСЕТРОВЫХ РЫБ

На рыбоводном предприятии любого типа важным этапом производственного процесса является завоз посадочного материала. Для малого и среднего бизнеса это прежде всего доставка рыбопосадочного материала из рыбопитомников и полносистемных хозяйств.

В нашем аквакомплексе культивировалась рыба, завезенная с рыбоводных заводов Астраханской (НПЦ по осетроводству «БИОС»), Волгоградской (Волгоградский осетровый рыбоводный завод) и Ростовской (Донской осетровый рыбоводный завод) областей, Краснодарского края (южный филиал Селекционно-генетического центра), а также молодь, полученная от собственного маточного стада.

География доставки осетровых рыб в аквариальный комплекс научно-экспериментальной базы «Кагальник» представлена на рисунке 61.

В исследованиях, направленных на разработку и совершенствование методов выращивания осетровых рыб в индустриальных условиях, а также в опытах по адаптации молоди осетровых рыб из естественных водоемов к условиям содержания в УЗВ была использована молодь гибрида стерлядь × белуга, завезенная из НПЦ по осетроводству «БИОС» (рис. 62), производители волжской стерляди, доставленные с Волгоградского осетрового рыбоводного завода (ВОРЗ) (рис. 63), молодь стерляди донской популяции, завезенная с Донского осетрового рыбоводного завода



Рис. 61. География доставки осетровых рыб в аквариальный комплекс ЮНЦ РАН

(ДОРЗ) (рис. 64), годовики стерляди волжской популяции, завезенные с НПЦ по осетроводству «БИОС» (рис. 65), личинки русского осетра, завезенные из Селекционно-генетического центра (г. Краснодар), сеголетки, двухлетки и трехлетки русского осетра (рис. 66) и сеголетки белуги из Таганрогского залива (рис. 67), а также сеголетки шипа, доставленные с Донского осетрового рыбоводного завода (ДОРЗ) (рис. 68). Фактически в нашем аквакомплексе удалось собрать живую коллекцию молоди осетровых рыб, полученной на ведущих рыбоводных предприятиях Юга России (рис. 69).

3.2. ТРАНСПОРТИРОВКА ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Молодь осетровых, как и других видов, лучше транспортировать на ранних этапах развития, когда она наиболее жизнеспособна. При перевозке личинок необходимо оберегать от механических повреждений.

Для перевозки отбирают только здоровую, подвижную рыбу без механических повреждений и травм. Вялая, истощенная, травмированная, с признаками заболеваний рыба выбраковывается. Планируемую к перевозке рыбу перестают кормить за двое суток. Перед транспортировкой проводят кратковременную профилактическую обработку рыбы в течение 5 мин в солевой ванне (5 %-ный раствор), затем выдерживают 2–4 часа в чистой проточной воде. Температура воды в емкости и в водоеме должна быть одинаковой. Необходимо иметь запас льда, особенно для перевозки на большие расстояния, а транспортировку осуществлять в ранние и ночные часы, когда температура воздуха невысокая.

Температура воды при транспортировке осетровых должна быть в пределах 3–6 °С осенью и весной, 1–2 °С – зимой. В этих условиях рыба меньше поглощает кислорода, а растворяемость его в воде повышается. В летнее время мальков перевозят при температуре воды 10–12 °С. При температуре воды более 15 °С необходимо охлаждение льдом.

Количество личинок осетровых в литре чистой воды, перевозимых в течение часа, не должно превышать 100–200 экз. при температуре 10 °С. Содержание кислорода в воде не должно быть ниже 2,1–2,6 мг/л. Если личинок осетровых транспортируют в пакетах с нагнетаемым кислородом, то норма загрузки увеличивается в 3–4 раза, а время – до 5 часов.

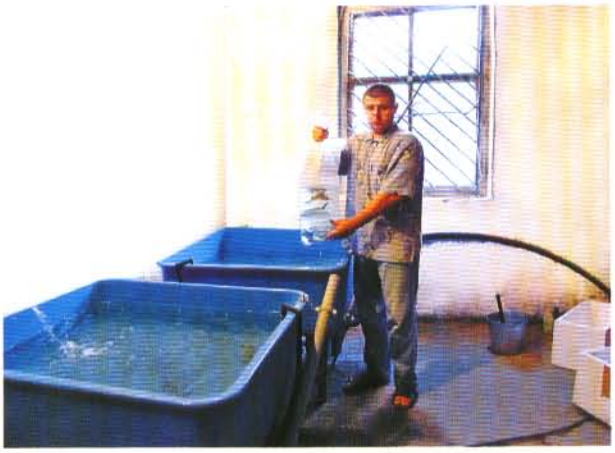


Рис. 62. Доставка первой партии молоди бестера из НПЦ по осетроводству «БИОС» в рыбоводный комплекс 27.05.2005 (возраст 2,5 мес., масса 15 г)

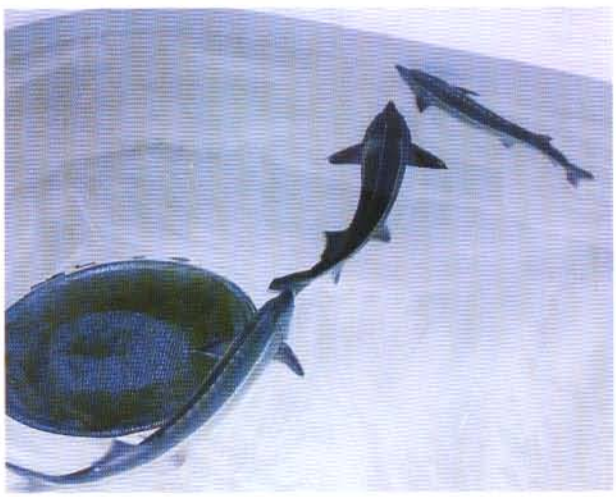


Рис. 63. Производители волжской стерляди, завезенные с Волгоградского осетрового рыбоводного завода 19.10.2006 (возраст 3–4 года, масса 1,2 кг)

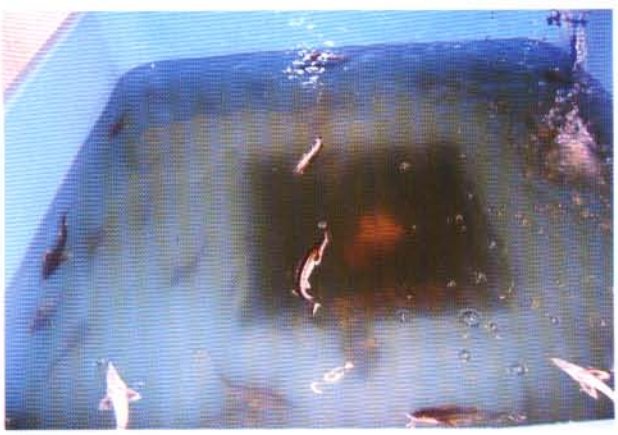


Рис. 64. Молодь стерляди донской популяции, завезенная с Донского осетрового рыбоводного завода 16.06.2005 (возраст 2,5 мес., масса 4 г)



Рис. 65. Годовики волжской стерляди, завезенные из НПЦ по осетроводству «БИОС» 17.03.2006 (масса 40 г)

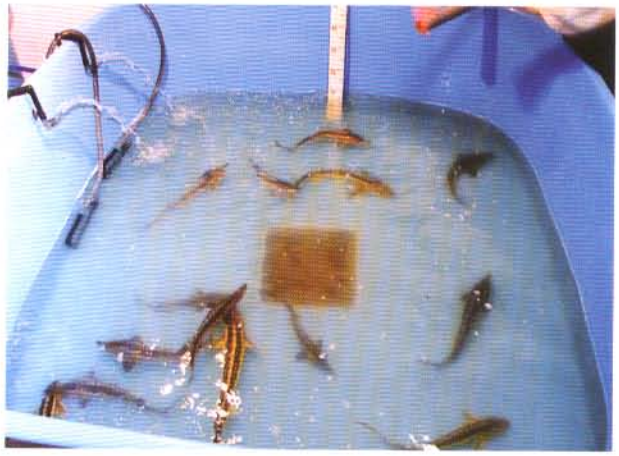


Рис. 66. Русский осетр, выловленный в Таганрогском заливе в сентябре 2005 г. (сеголетки – 50 г, годовики – 0,8 кг)

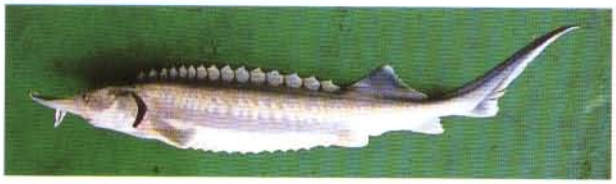


Рис. 67. Сеголеток белуги, выловленный в Таганрогском заливе в сентябре 2005 г. (масса 0,6 кг)



Рис. 68. Сеголеток шипа, завезенный с ДОРЗ 06.06.2007 г (масса 3–5 г)

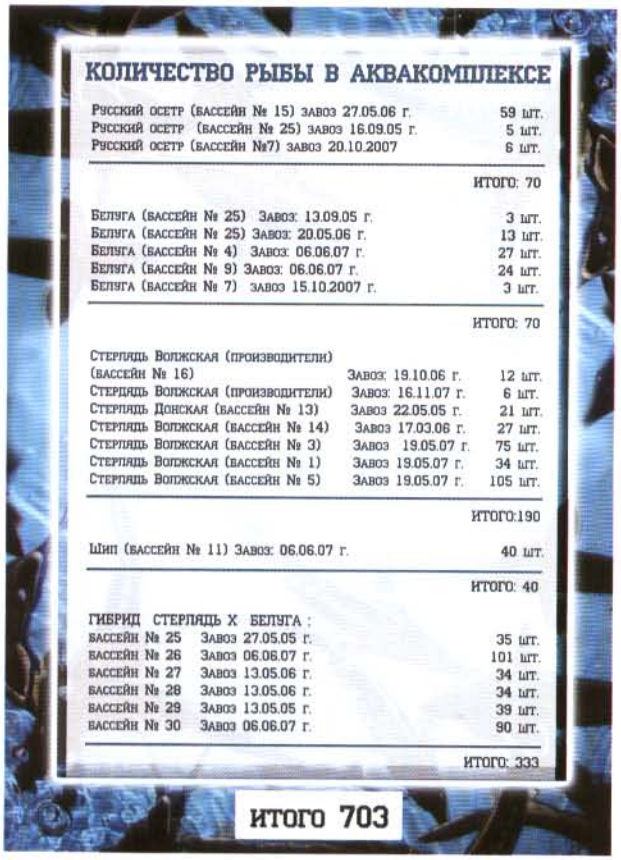


Рис. 69. Количество рыбы, содержащейся в аквакомплексе, на 01.12.2007

Перевозку рыбы на значительные расстояния рекомендуется проводить в специально оборудованном автотранспорте. Для этих целей используют автомобили МАЗ с емкостью для рыбы, снабженной системой оксигенации. Для малого бизнеса наиболее оптимальна перевозка молоди в полиэтиленовых пакетах объемом до 40 литров (рис. 70), для ремонтного молодняка и производителей – объемом 50–80 л. Пакет заливают водой на $^1/_3$ часть, затем в него помещают рыбу и закачивают воздух, после этого его закрывают специальным зажимом и завязывают шпагатом.

Пакеты с рыбой укладывают в специальные изотермические ящики, изготовленные из пенопласта (рис. 71), и грузят в транспорт.

Соотношение массы молоди осетровых и воды при перевозке в течение 4–6 ч должно быть 1 : 10, а при перевозке в течение 12–20 ч – 1 : 20.

С 2005 по 2007 гг. посадочный материал бестера (стерлядь × белуга) завозили в аквариальный комплекс в разное время: молодь – с мая по июнь, крупную рыбу – с сентября по ноябрь, производителей – в феврале.

Транспортировку рыбы в конце мая проводили при температуре воды 18 °С. В полиэтиленовые пакеты помещали по 15–50 экз. рыб средним весом 3 г. Однако при перевозке на не-

большие расстояния (в течение 2–3 часов) норма загрузки может быть увеличена вдвое.

Кормление рыбы прекращали за трое суток до отправки. Перед посадкой рыбы в пакет его наполняли водой (20 л). Рыбу отлавливали из бассейнов и помещали в тару для транспортировки, которую затем заполняли кислородом и герметично закрывали. Пакеты помещали в изотермические ящики из пенопласта. В каждый ящик закладывали по 2 пластиковые бутылки объемом 0,5 л, наполненные льдом. Ящики закрывали крышками, фиксировали скотчем.

Для транспортировки в аквакомплекс экспериментальной базы «Кагальник» использовали автомобиль «Газель» с бортовым кузовом. В связи с высокой температурой воздуха в эти дни (30 °С и выше) перевозку осуществляли в вечерние и ночные часы. Из с. Икряное (Астраханская область) выехали 27 мая в 17^{00}, в пос. Кагальник (Ростовская область) прибыли 28 мая 2005 г. в 05^{00}. Общее время в пути составило 12 часов.

По прибытии в аквакомплекс пакеты распаковали, измерили температуру воды в них и в приготовленных для пересадки рыбы пластиковых бассейнах. Температура была одинаковой – 16 °С. В случае разницы температуры в привозной таре и бассейнах проводят ее выравнивание с помощью постепенного добавления воды из емкости для выращивания рыбы в пакет, можно также помещать пакеты непосредственно в бассейны (рис. 72).

После пересадки в бассейны рыбу адаптировали к новым условиям в течение двух суток. Все это время рыбу не кормили, наблюдали за ее поведением, измеряли содержание кислорода и температуру воды в бассейнах. Выживаемость за период транспортировки и адаптации составила 100 %.

Донскую стерлядь массой 4 г завозили в июне с Донского осетрового рыбоводного завода (г. Семикаракорск, Ростовская область). Кормление рыбы прекратили за 12 ч до перевозки. Температура воды в пакетах при загрузке рыбы составляла 22 °С. Для перевозки использовали то же оборудование, что для перевозки бестера из Астраханской области, и автомобиль ВАЗ-2107. В пакет было посажено 30 экз. стерляди общим весом 120 г. Время в пути составило 2 ч 20 мин.

По прибытии в аквакомплекс температура воды в пакетах составила 19 °С, содержание кислорода 20 мг/л. Рыбу адаптировали к новым условиям в течение двух суток (рис. 73). Ни одного случая гибели рыбы за время перевозки и адаптации не зафиксировано.



Рис. 70. Транспортировка осетровых рыб в полиэтиленовых пакетах



Рис. 71. Изотермические ящики из пенопласта для транспортировки молоди осетровых рыб

Перевозку производителей волжской стерляди с Волгоградского осетрового завода осуществляли в пластиковых емкостях объемом 225 л. В одну емкость сажали 5 рыб средним весом 1,0–1,5 кг. Температура в период транспортировки составляла 6 °С. Подкачку кислорода осуществляли четыре раза за девять часов транспортировки.

3.3. МЕТОДЫ АДАПТАЦИИ МОЛОДИ

Первые детальные исследования экологии и физиологии разных видов осетровых рыб показали высокую пластичность, лежащую в основе биологического прогресса этих форм. Многие авторы (Гербильский, 1962; 1967; Мильштейн, 1982) отмечали полифагию и быструю смену характера питания, что и является одной из важнейших адаптаций, определенной быстрым развитием комплекса пищеварительных ферментов, высокой активностью протеаз, амилаз и липазы.

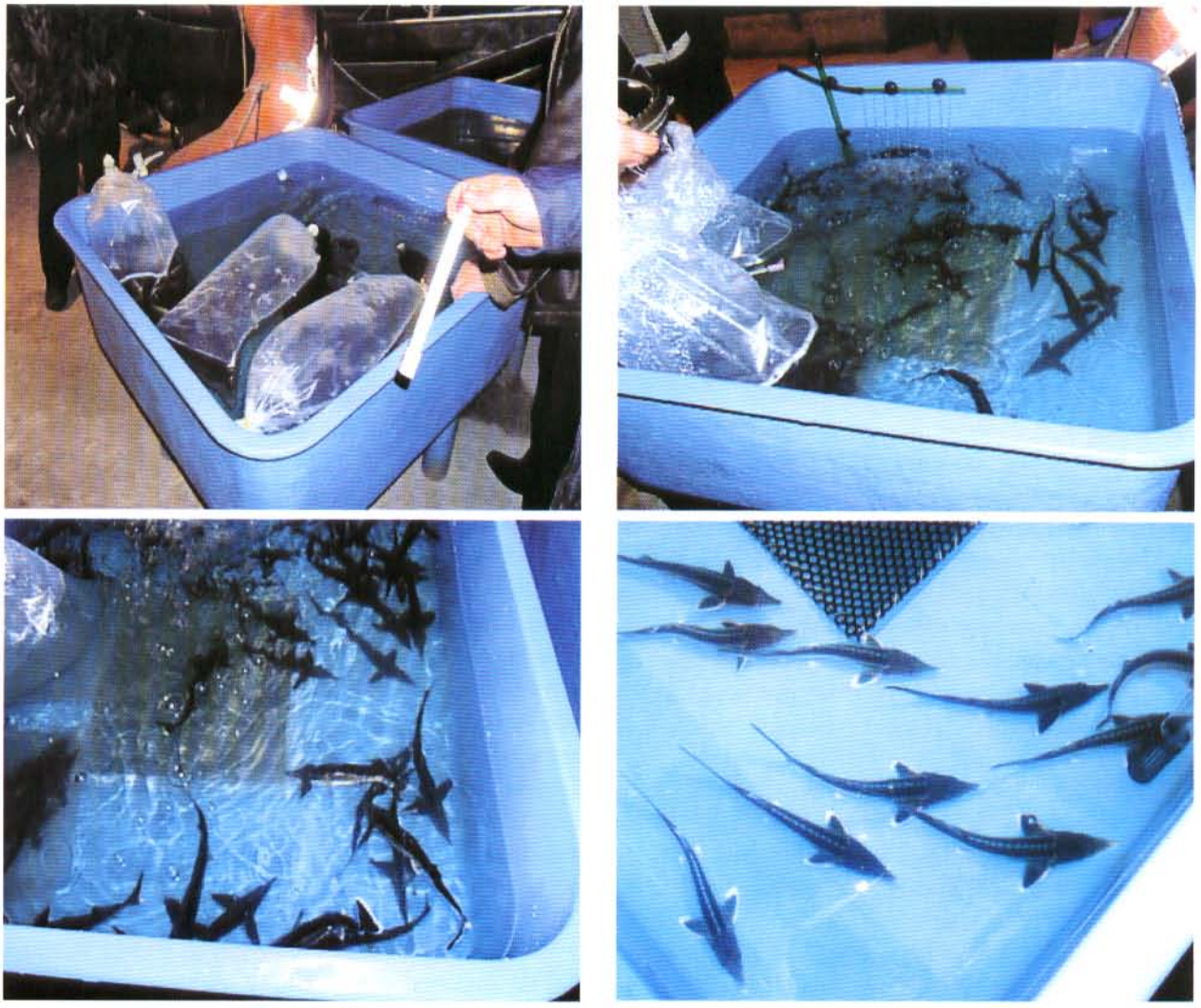


Рис. 72. Этапы первичной адаптации молоди гибрида стерлядь × белуга в бассейнах 1 × 1 м



Рис. 73. Молодь донской стерляди в ходе адаптации в бассейнах 1 × 1 м

Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что ферменты, обеспечивающие процессы пищеварения у рыб, адаптированы к спектру и интенсивности их питания, а также к составу пищи. Обнаруженная пластичность ферментных систем играет важную роль в приспособлении рыб, большинство из которых является эврифагами, к условиям жизнедеятельности и питания.

Формирование маточных стад осетровых рыб ведется в нескольких направлениях. Одно из них – формирование ремонтно-маточных стад из рыб, отловленных в естественных водоемах, другое – из заводской молоди «от икры». Наиболее эффективно формирование ремонтно-маточных стад в индустриальных условиях, в частности бассейновых цехах осетровых рыбоводных заводов. Не все рыбоводные заводы имеют возможность проводить выращивание ранней молоди осетровых рыб в бассейнах.

Маточные стада осетровых также можно формировать из младших возрастных групп, начиная от ранней молоди и сеголеток. Однако имеются некоторые трудности, связанные с технологией, применяющейся при выращивании осетровых на большинстве рыбоводных предприятий по воспроизводству. С апреля по июнь проводится выдерживание предличинок до перехода на активное питание. В связи с этим бассейновые цеха работают в очень интенсивном режиме, но после завершения рыбоводного сезона их можно эффективно использовать для формирования ремонтных стад из выращенной к этому времени в прудах молоди осетровых (Чипинов, 2004; Пономарев и др., 2005б).

При всех преимуществах этого метода существуют некоторые трудности. Так, например, в первое время после посадки в бассейн из прудов молодь испытывает стресс, связанный с резким изменением условий обитания и пересадкой. Также не исключена возможность травмирования рыбы при облове и спуске прудов. Все эти проблемы решаются путем создания оптимальных условий в бассейнах. Однако основной трудностью остается перевод рыбы, питавшейся естественными кормами, на искусственные комбикорма.

В условиях экспериментальной базы «Кагальник» были проведены исследования по переводу на сухие гранулированные комбикорма прудовой молоди белуги и русского осетра азовской популяции.

Молодь белуги (заводской выпуск) и русского осетра была выловлена в Таганрогском заливе и завезена с Донского осетрового рыбоводного завода. Во время выращивания в прудах основу питания молоди белуги составляли естественные корма. Молодь осетра из естественных водоемов также питалась живыми кормами.

Адаптацию рыбы к индустриальным условиям выращивания и перевод на искусственные корма проводили в стеклопластиковых бассейнах размером 1 × 1 × 0,4 м (рис. 74). Гидрохимический и термический режим в этот период находился на оптимальном уровне. Температура воды в бассейнах в среднем составляла 21,5–22,0 °С, содержание кислорода колебалось от 65 до 85 % насыщения.

Мелкая прудовая молодь белуги плохо переносит перевод на искусственные комбикорма (Гершанович и др., 1987), поэтому адаптацию проводили по специально разработанной для этой рыбы схеме. Первые сутки после транспортировки осуществляли адаптацию молоди белуги к температурному режиму, повышая температуру в бассейне до 25 °С (температура воды прудов в летний период), а затем постепенно снижая до 21,5 °С с градиентом 0,5 °С каждые два часа. Общее время адаптации молоди белуги составило 14 часов.

В первые двое-трое суток рыбу не кормили. В этот период крайне важно без необходимости не беспокоить рыбу, соблюдать тишину вблизи бассейнов. Хорошие условия содержания рыбы в этот период положительно сказываются на успехе адаптации к индустриальному выращиванию.

После первичной адаптации к изменившимся условиям на 4-е сутки начали кормление сеголеток белуги. В качестве корма использовали свежую речную рыбу (красноперка, амурский чебачок, горчак, бычки).

Перед внесением в бассейны кормовую рыбу разрезали на кусочки, размер которых позволял адаптируемой рыбе легко их проглатывать. Некоторые особи начинали активно питаться в первое же кормление, выделилась группа рыб, сразу проявивших активность и реагирующих на корм. Норму кормления определяли по поедаемости. Перевод на искусственные корма осуществляли по схеме, представленной в таблице 2.

Таблица 2

Схема перевода «дикой» молоди белуги на искусственные корма

Ступени перевода	Продолжительность, сутки	Вид корма	Суточная норма, % от массы тела
1-я	4	свежая рыба	по поедаемости
2-я	2	фарш из рыбы	по поедаемости
3-я	6	фарш из рыбы (75 %) + комбикорм ОТ (25 %)	1
4-я	6	фарш из рыбы (50 %) + комбикорм ОТ (50 %)	2
5-я	6	фарш из рыбы (25 %) + комбикорм (75 %)	3
6-я	6	комбикорм ОТ (100 %)	3

Через 4 дня молодь перевели на кормление фаршем из свежей рыбы. На 6-е сутки начали добавлять в него сухой гранулированный продукционный комбикорм, постепенно повышая его долю в суточном рационе и одновременно снижая долю рыбного фарша. Кратность кормления составляла 3–4 раза в сутки. Остатки корма удаляли через 30 минут после начала каждого кормления. В процессе адаптации молоди белуги к искусственным условиям произошла дифференциация особей на активно и слабо питающихся и не потребляющих корм совсем. Сортировка рыбы на три группы позволила наиболее эффективно провести адаптацию.

На 19-е сутки доля комбикорма была доведена до 75 %. Суточный рацион составлял 3 % от массы рыбы. Постепенно полностью перешли на кормление рыбы сухим гранулированным комбикормом.

Для исключения влияния стресса (транспортировка, чистка бассейнов, изменения температуры в первые сутки), при котором усиливается процесс свободно-радикального окисления у исследованных рыб, в корм дополнительно вводили аскорбиновую кислоту. Известно, что витамин С, взаимодействуя с гистамином, способен снижать биохимические стрессы. Он быстро мобилизуется в организме рыбы, испытывающей его недостаток в зонах синтеза коллагена (Ashley et al., 1975; Halver, 1982; Jauncey et al., 1985).

За 15 минут до кормления в комбикорм дополнительно вводили аскорбиновую кислоту из расчета 1000 мг / 1 кг корма методом орошения гранул. В рыбный фарш добавляли сухой порошок аскорбиновой кислоты, им же посыпали кусочки свежей рыбы, используемые для кормления. Контролем служила молодь белуги, ее кормили только рыбным фаршем.

Период полной адаптации молоди белуги составил 30 суток. Рыбоводно-биологические показатели молоди белуги, адаптированной по предложенной нами схеме, представлены в таблице 3. Выживаемость молоди составила 98 %, кормовые затраты 3,4 ед.

В сентябре были проведены экспериментальные работы по адаптации молоди дикого осетра из естественного водоема. Сеголетки средней массой 75,6 г были адаптированы к искусственным условиям среды за 25 суток. Первые трое суток молодь кормили только рыбой (рис. 75), затем перевели на фарш (75 %), в который вводили гранулы комбикорма (15 %) и дополнительно сухие корма (дафнии) (10 %).

Таблица 3

Показатели эффективности использования схемы перевода прудовой молоди белуги на искусственные комбикорма

Показатели	Варианты опыта	
	1 (фарш + комбикорм)	2 (фарш)
Масса начальная, г	7,2±0,15	7,0±0,14
Масса конечная, г	48,5±0,46*	32,4±0,30
Абсолютный прирост, г	41,3	25,4
Среднесуточная скорость роста, %	6,49	5,19
Коэффициент массонакопления	0,168	0,125
Кормовые затраты, ед.	3,4	5,3
Продолжительность эксперимента, сут.	98	97
Выживаемость, %	30	30

Примечание. Показатели достоверно отличаются от контроля при $P < 0,001$.

Постепенно снижали долю фарша и дафний, увеличивая при этом процент комбикорма. На седьмые сутки доля комбикорма была доведена до 75 %, дафнии к этому времени были убраны из рациона. Постепенно полностью перешли на искусственные корма. В общем схема адаптации была аналогична использованной для молоди белуги. Однако следует отметить, что русский осетр быстрее перешел на искусственный комбикорм, и период адаптации сократился на 5 суток в сравнении с периодом адаптации молоди белуги. К концу периода адаптации средняя масса дикой молоди осетра составила 152,4 г. Выживаемость составила 100 %, комовые затраты – 3,2 ед.

В результате проведенных экспериментов разработана оптимальная схема адаптации осетровых рыб к индустриальным условиям выращивания (рис. 76).

Экспериментальным путем разработана методика поэтапного перевода молоди осетровых рыб с естественной кормовой базы на искусственные комбикорма, позволяющая наиболее оптимально адаптировать молодь к индустриальным условиям выращивания. Подобраны специальные кормовые смеси для перевода осетровых рыб на искусственные гранулированные комбикорма.

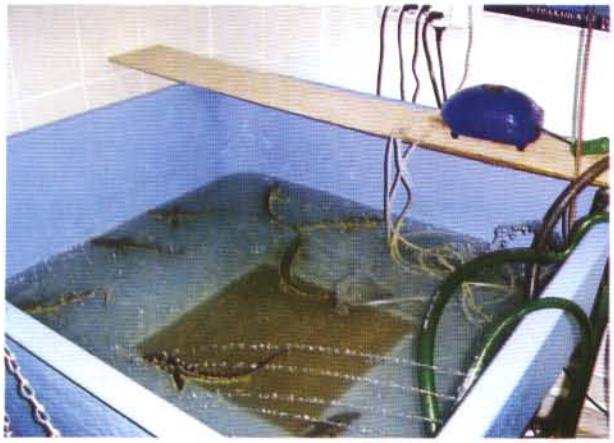


Рис. 74. Адаптация молоди русского осетра к содержанию в условиях бассейна

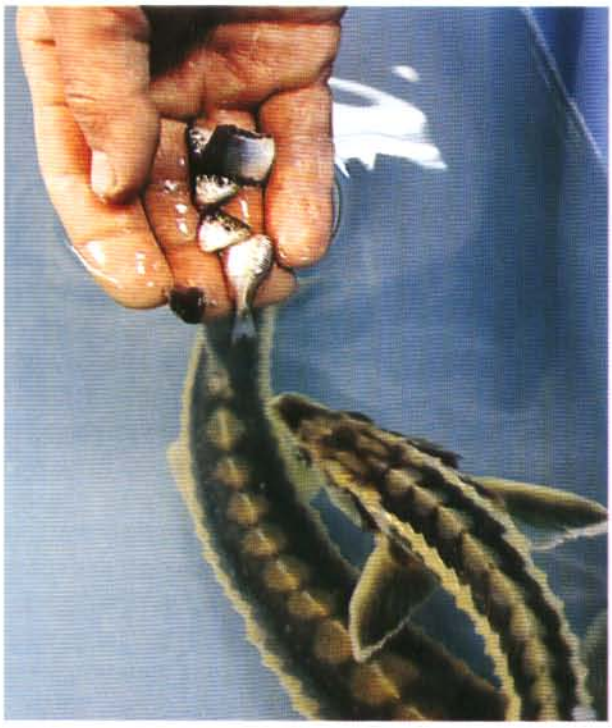


Рис. 75. Адаптация молоди русского осетра к живым кормам и индустриальным условиям выращивания

3.4. МЕТОДЫ АДАПТАЦИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

В 2007 г. начато формирование маточного стада стерляди из зрелых особей, заготовленных в естественных условиях и привезенных с Волгоградского ОРЗ (рис. 77, 78). Средняя масса самцов составляла 557,8 г, длина 51,9 см, самок – 1501,7 г и 65 см соответственно.

Производителей поместили в бассейн ИЦА-2, плотность посадки 8 кг/м^2 (рис. 79). Температура воды при вылове и в период транспортировки составляла 5 °С. В первые трое суток осуществляли адаптацию рыбы к новым условиям содержания. Температуру воды в бассейнах повышали до 8 °С – на 0,5 °С каждые два часа.

Стерлядь перенесла длительную транспортировку и была ослаблена. Практически у всех особей были отмечены поражения кожных покровов: кровоподтеки, сбитые «жучки». Для улучшения физиологического состояния, а также для снятия последствий стресса осуществляли инъецирование производителей витаминами (аскорбиновой кислотой и α-токоферолом) (рис. 79).

На 4-е сутки начали кормление производителей мелкой малоценной рыбой (красноперка, горчак, бычки) в резаном виде. Кормление проводили 3 раза в светлое время суток. В первые десять дней рыба полностью отказывалась от корма. Причиной было стрессовое состояние и низкие температуры воды. В течение этого периода рыб кормили принудительно, через зонд, пастообразным кормом (рыбный фарш).

На 11-й день единичные особи стали потреблять рыбный фарш. Начавших питаться рыб оставляли в бассейне с непитающимися рыбами и систематически кормили. При этом некоторые отказывающиеся от корма рыбы начали питаться естественным образом.



Рис. 76. Общая схема адаптации молоди осетровых к искусственным комбикормам в бассейнах



Рис. 77. Пластиковые контейнеры для транспортировки производителей стерляди



Рис. 78. Производители стерляди, доставленные с ВОРЗ (возраст 3–4 года, масса 0,6–1,2 кг)



Рис. 79. Адаптация производителей стерляди в бассейнах ИЦА-2

После 15 дней от начала кормления 50 % рыб стали активно потреблять корм. Норма кормления составляла 1 % от массы рыбы.

Общий период адаптации составил 30 суток, при этом рыба полностью перешла на искусственные комбикорма. В течение месяца все особи начали питаться. Потери массы за этот период были незначительными, поскольку для поддержания физиологического состояния рыбам вводили витамины.

Кормление производителей проводили до 20 января, затем для адаптации к естественному температурному фону начали понижать температуру на 0,5 °С в сутки. При снижении температуры воды до 6 °С производители перестали питаться.

Таким образом, используя постепенную поэтапную адаптацию производителей стерляди, можно осуществить перевод на искусственное выращивание в индустриальных условиях.



ГЛАВА 4. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ОСЕТРОВОДСТВА В УЗВ

Основной целью наших исследований явилась разработка биологических и технологических методов выращивания осетровых рыб и их гибридных форм в управляемых гидрологических и гидрохимических режимах водной среды.

В задачи наших исследований входило:

–оценить влияние факторов среды на объекты при выращивании в замкнутом цикле водообеспечения (гидрохимический режим, формирование биологической структуры фильтра, плотность посадки);

–исследовать особенности роста и развития осетровых рыб и их гибридных форм при круглогодичном зарегулировании параметров водной среды;

–разработать методы адаптации осетровых рыб к индустриальным условиям выращивания;

–исследовать биоритмы питания и разработать новые методы выращивания осетровых рыб в установках замкнутого водоснабжения.

4.1. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ И КИСЛОРОДНЫЙ РЕЖИМЫ

При выращивании рыбы в зарегулированных условиях или в установках замкнутого водообеспечения необходимо учитывать абиотические факторы и осуществлять контроль параметров водной среды. Условия водной среды в специализированных системах и установках формируются под воздействием следующих факторов: качество и состав воды, поступающей в систему, регулирование температурного, гидрохимического и кислородного режимов (Киселев, 1999). Точность определения параметров водной среды и возможность управления ими во многом могут определить общую продуктивность установки в расчете на конечную продукцию.

Оптимизация температурного режима, обеспечивающего благоприятные условия для продуктивного потребления и использования кормов, составляет основу технологии выращивания в замкнутом цикле водообеспечения. Изменение температурного режима оказывает влияние на потребление кислорода, скорость роста и развития, а также интенсивность поиска, потребления и переваривания пищи. При выборе оптимальной температуры для выращивания гидробионтов в системах с замкнутым водообеспечением необходимо учитывать загрязнение воды метаболитами рыб, расход кислорода на насыщение воды, скорость распада взвешенных веществ и условия существования микроорганизмов в системе биологической очистки воды. Установлено, что повышение температуры воды на 4 °С приводит к уменьшению содержания аммония на 50 % и нитритов на 12 % по сравнению с исходным уровнем. При падении температуры воды скорость окисления аммония уменьшается. Значительные перепады температуры негативно влияют и на рост рыб. Таким образом, температурный фактор является одним из важнейших при выращивании в установках замкнутого цикла.

В условиях нашего комплекса специальный микроклимат в рыбоводном помещении создавали при помощи сплит-систем. Это позволило поддерживать оптимальную температуру воздуха в помещении и воды в рыбоводных бассейнах (табл. 4). Содержание кислорода в воде регулировали с помощью аэраторов.

Для осетровых рыб оптимальные температурные показатели находятся в интервале от 19 до 24 °С. Для наших исследований мы удерживали температуру в этих пределах и пытались определить оптимальные параметры, при которых идет интенсивный рост.

Таблица 4

Средние гидрохимические показатели в аквакомплексе

Вид	Период выращивания, сут.	Температура воздуха, °С	Температура воды, °С			Содержание кислорода, %		
			1	2	3	1	2	3
Стерлядь × белуга	100	20,5	20,19	20,24	20,29	73,44	75,31	81,10
Стерлядь	80	20,5	20,55			76,61		

Примечание. 1, 2 – бассейны; 3 – отстойник.

При поддержании температуры воздуха в помещении 20,0–22,0 °С удалось добиться стабилизации температуры в бассейнах. Температуру воды в бассейнах поддерживали на уровне 20,0–21,0 °С (t_{min} = 18,5 °С, t_{max} = 22,5 °С), насыщение воды кислородом – 70–85 % (рис. 80, 81).

Отмечена прямая зависимость между содержанием кислорода и температурой воды. В отдельные дни при повышении температуры воды до 22,5 °С отмечалось уменьшение концентрации растворенного в воде кислорода ниже 60 %. Уровень содержания биогенных веществ в это время тоже был высоким.

При круглогодичном регулировании температуры воды в установке был определен оптимальный термический режим для осетровых рыб – 20 до 22 °С.

4.2. ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ

Были проведены исследования основных гидрохимических показателей водной среды в источнике водоснабжения, в водопроводной воде, рыбоводных бассейнах и установке замкнутого водообеспечения (табл. 5–7).

В результате исследования гидрохимических проб из водозабора было выявлено, что они соответствуют нормам для систем оборотного водоснабжения и незначительные отклонения от нормы не оказывают существенного влияния на объекты выращивания.

Значения pH колебались в пределах от 7,90 до 8,10. Для осетровых рыб этот показатель должен находиться в пределах 7,8–8,0.

Предельно допустимая концентрация нитритов для поступающей воды составляет 0,02 г/м^3, нитратов – 1,0 г/м^3. Полученные нами показатели колебались в пределах нормы.

Щелочность в оборотной воде должна составлять от 30 до 200 мг/л, поскольку вода с низким уровнем щелочности обладает способностью сопротивляться изменениям pH и, соответственно, изменениям концентрации свободного аммиака.

Сульфаты и хлориды не оказывают негативного влияния на рыб, предельно допустимая концентрация их в воде при выращивании осетровых составляет 50 мг/л. Технологическая норма содержания хлоридов и сульфатов в воде бассейнов УЗВ – до 10 мг/л, допускается кратковременное повышение до 15 мг/л.

Жесткость воды отвечала рыбоводным нормам. Для использования пригодна вода с жесткостью 3–10 мг-экв/л. Однако жесткая вода предпочтительнее: в ней из-за высокой забуференности

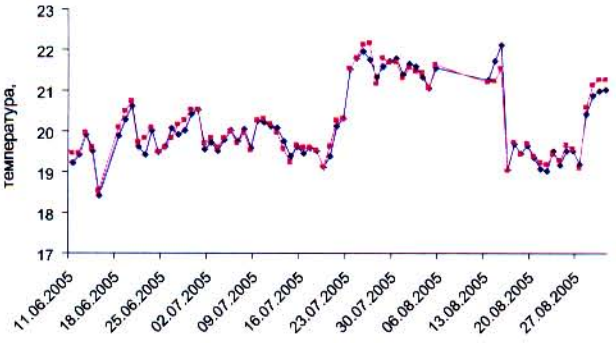


Рис. 80. Среднесуточные колебания температуры воды (1 – первый бассейн, 2 – второй бассейн)

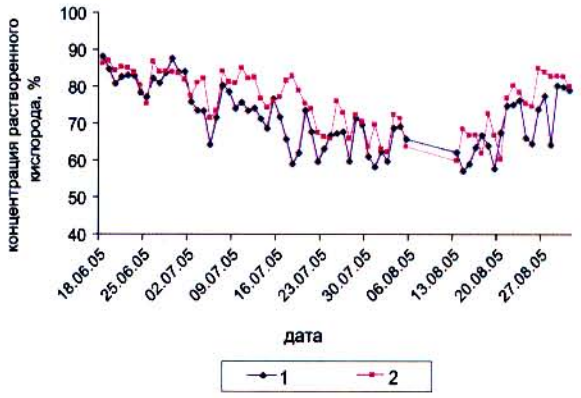


Рис. 81. Среднесуточные показатели концентрации растворенного в воде кислорода (1 – первый бассейн, 2 – второй бассейн)

более стабильный pH, а также понижена токсичность многих веществ.

Содержание железа было в норме – до 0,1 г/м^3, содержание фосфатов – от 0,09 до 0,139 мг/дм^3, что также соответствовало нормам.

Таким образом, было установлено, что поступающая вода пригодна для систем оборотного водоснабжения после соответствующей водоподготовки.

Оборотная вода, поступающая в бассейны с рыбой, полностью отвечала требованиям. Изменения pH водной среды находились в пределах 7,2–7,5, что является оптимальным для осетровых рыб. Имеются данные, согласно которым изменения pH в оптимальных пределах, специфичных для каждого вида рыб, способствуют росту молоди, при этом происходит снижение интенсивности дыхания, суточного рациона и расхода кислорода на единицу прироста (Жигин, 2003).

При выращивании рыбы в установке замкнутого типа мы сравнивали наши показатели с нормативными значениями параметров водной среды для выращивания рыбы в УЗВ по А.В. Жигину (2003) (табл. 6).

Таблица 5

Гидрохимические показатели источника водоснабжения

Показатели	Поверхность	Дно
pH	7,9	7,83
Жесткость, мг/дм^3	114,42	114,21
HCO_3^-, мг/дм^3	225,4	223,2
SO_4^{2-}, мг/дм^3	123,0	122,5
Ca^{2+}, мг/дм^3	78,3	78,7
Mg^{2+}, мг/дм^3	36,12	35,51
Cl^-, мг/дм^3	117,0	122,0
NO^{2-}, мг N/дм^3	0,110	0,121
NO^{3-} мг N/дм^3	0,59	0,77
PO_4^{2-} мг/дм^3	0,134	0,130
P, мг/дм^3	0,171	0,182
Si, мг/дм^3	3,5	3,6
Fe, мг/дм^3	0,06	0,06

Прежде всего было необходимо провести анализы используемой для выращивания водопроводной воды. Результаты этих анализов представлены в таблице 7. Как видно из приведенной таблицы, практически все показатели соответствовали норме. Однако в процессе выращивания некоторые показатели, например, NO_2, железо общее, цветность и др., значительно превышали допустимые нормы иногда в десятки раз, не оказывая губительного влияния на рыбу.

Для полного представления о качестве водной среды в течение 12 месяцев мы проводили анализы гидрохимических параметров в рыбоводных бассейнах. Нитриты и нитраты в период выращивания рыбы также находились в пределах нормы, что свидетельствовало о хорошей работе биологического фильтра. Количество нитритов, продуктов первой стадии нитрификации, наиболее опасных для рыб, находилось в пределах допустимой нормы – 0,2 мг/дм^3 (табл. 8). Количество нитратов, продуктов второй завершающей стадии нитрификации, наименее опасных для рыб, не превышало 20 мг/дм^3. Однако многие авторы (Лавровский, 1981; Жигин, 2002) считают, что уровень нитратов в оборотной системе может быть значительно выше и при этом не оказывает токсического влияния на рыб. Наиболее токсичной для рыб является неионизированная форма аммиака.

Максимальные и минимальные значения некоторых параметров водной среды в данной установке в сравнении с технологической нормой представлены в таблице 9.

Показания pH колебались в пределах допустимых норм для выращивания рыбы, взвешенных частиц было в десять раз меньше за весь период исследования. Нитраты и нитриты находились в пределах допустимой нормы, однако были отмечены максимальные значения нитратов – до 77,54 мг/дм^3, которые не оказали негативного воздействия на выращиваемые объекты, нитритов – до 12,54 мг/дм^3, однако средние показатели были в пределах допустимой нормы. Некоторые авторы (Westin, 1974; Лавровский, 1981) также отмечали, что для карповых рыб нитраты могут достигать 100–300 мг/дм, а иногда и 1300 мг/дм, и это не оказывает влияние на рыбу.

В результате исследований нами было выявлено, что вода, поступающая из источника водообеспечения, по своим гидрохимическим показателям пригодна для использования в установках замкнутого водообеспечения. Все исследованные показатели находились в пределах оптимальных норм для осетровых рыб. Исследование состава водозаборной воды показало, что он соответствует нормам, установленным для систем оборотного водоснабжения: содержание железа – до 0,1 г/м^3, содержание фосфатов – от 0,09 до 0,139 мг/дм^3, щелочность – от 30 до 200 мг/л, значения pH колебались в пределах от 7,90 до 8,10, нитритов – до 0,02 г/м^3, нитратов – до 1,0 г/м^3.

Исследование воды в рыбоводных емкостях выявило некоторые колебания основных показателей. Однако средние значения этих показателей не превышали предельно допустимых значений. Отмеченные превышения были кратковременными и негативного влияния на исследованные объекты не оказывали.

4.3. ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ ФИЛЬТРА НА ОБЪЕКТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ

Наиболее важным для дальнейшей эксплуатации установки замкнутого водоснабжения является пусковой период биофильтра. В это время происходит формирование биоценоза активного ила, что ведет к оптимизации гидрохимического режима в установке. По данным ряда авторов (Филатов, 1980; Жигин, 1985; 2003), биофильтры, заселенные колониями нитрифицирующих бактерий, начинают работать в полную мощность

Таблица 6

Требования к качеству оборотной воды (по Жигину, 2003)

Показатели	ОСТ 15.372-87 для поступающей воды	Технологическая норма	Кратковременно допустимые значения
Взвешенные вещества, мг/л	до 10	до 30	–
Активная реакция среды (pH)	7,0–8,0	6,8–7,2	6,8–8,5
Нитриты, мг N/л	до 0,02	до 0,1–0,2	до 1
Нитраты, мг N/л	2–3	до 60	100
Аммонийный азот, мг N/л	1,0	2 4	до 10
Аммиак свободный, мг N/л	до 0,05	до 0,05	до 0,1
Окисляемость бихроматная, мгО/л	до 30	20–60	70 100
Окисляемость перманганатная, мгО/л	до 10	10 15	до 40
Кислород, мг/л: – на выходе из бассейнов;	–	5–12	2 3
– после биологической очистки	–	4 8	≥2
Углекислота, мг/л	10	25	30
Сероводород, мг/л	0	0	0
Фосфаты, мг/л	0,3	0,2–0,5	2,0
Железо общее, мг/л	0,5	0,5	2,0
Железо закисное, мг/л	0,1	0,1	0,5
Щелочность, мг-экв/л	–	1,8–2,0	200
Жесткость общая, Н°	–	5–8	20–25
Хлориды, мг/л	–	10,0	15,0
Сульфаты, мг/л	–	10,0	15,0

Таблица 7

Химический анализ воды из водопроводной воды и рыбоводных бассейнов

№ п/п	Определяемые показатели	Результаты исследований		Величина допустимого уровня (для бассейнов)	Нормативные документы на методы исследования
		водопровод	бассейны		
1	Аммиак и ионы аммония (суммарно), мг/дм³	менее 0,05	0,53 ± 0,05	0,5	ГОСТ 4192-82
2	Водородный показатель pH	7,2 ± 0,1	8,9 ± 0,1	в пределах 7–8	Инструкция к иономеру ЭВ-74
3	Взвешенные вещества, мг/дм³	менее 2,0	3,7 ± 1,0	до 10,00	ГОСТ 2761-84
4	Железо общее, мг/дм³	0,096 ± 0,019	0,72 ± 0,14	до 0,50	ГОСТ 4011-72
5	Мутность, мг/дм³	0,29 ± 0,03	0,61 ± 0,06		ГОСТ 3351-74
6	Нитраты (по азоту), мг/дм³	2,05 ± 0,30	6,84 ± 1,03	до 1,00	ГОСТ 18826-73
7	Нитриты (по азоту), мг/дм³	0,0012 ± 0,0001	0,11 ± 0,01	до 0,02	ГОСТ 4192-82

Окончание табл. 7

№ п/п	Определяемые показатели	Результаты исследований		Величина допустимого уровня (для бассейнов)	Нормативные документы на методы исследования
		водопровод	бассейны		
8	Окисляемость перманганатная, мг/O_2/дм^3	2,21 ± 1,11	14,50 ± 7,25	до 10,00	ГОСТ 2761-84
9	Фосфаты (по фосфору), мг/дм^3	0,017 ± 0,005	0,060 ± 0,006	до 0,30	РД 52,24,382-95
10	Сероводород	отсутствует	отсутствует	отсутствие	РД 52,24,450-95
11	СПАВ, мг/дм^3	менее 0,01	менее 0,01		РД 52,24,368-95
12	Сухой остаток, мг/дм^3	658,00 ± 9,23	728,50 ± 10,20		ГОСТ 18164-72
13	Цветность, град.	16,48 ± 0,65	82,38 ± 8,24	менее 30,00	ГОСТ 3351-74
14	ХПК (окисляемость бихроматная), мг O_2/дм^3	12,88 +3,35	49,70 ± 5,20	до 30,00	РД 52,24,75-94
15	БПК$_5$, мгO_2/дм^3		2,82 ± 1,41	до 2	ГОСТ 2761-84

Таблица 8

Гидрохимические показатели в бассейнах установки оборотного водоснабжения (2006 г.)

Показатели	Январь	Февраль	Март
pH	7,2–7,8	7,4–7,9	7,5–8,0
Взвешенные вещества, мг/дм^3	3,7–4,2	3,8–4,0	3,9–4,7
Мутность, мг/дм^3	0,58	0,60	0,62
Нитраты, мг/дм^3	14,5	15,0	15,2
Нитриты, мг/дм^3	0,03	0,06	0,11
Окисляемость перманганатная, мг/O_2 /дм^3	7,25	8,12	8,45
Аммонийный азот, мг/дм^3	1,5	1,7	1,9
Фосфаты, мг/дм^3	0,06	0,07	0,07
ХПК (окисляемость бихроматная), мг/O_2 /дм^3	29,7	29,9	30,0

Таблица 9

Гидрохимические показатели в бассейнах экспериментальной установки оборотного водоснабжения

Показатели	Min	Max	Технологическая норма
pH	7,2	8,2	7,2–8,0
Взвешенные вещества, мг/дм^3	3,7	4,7	до 30
Мутность, мг/дм^3	0,58	0,62	–
Нитраты, мг/дм^3	14,5	77,54	до 60
Нитриты, мг/дм^3	0,03	12,43	до 0,1–0,2
Окисляемость перманганатная, мг/O_2 /дм^3	7,25	8,45	10–15
Аммонийный азот, мг/дм^3	1,5	1,9	2–4
Фосфаты, мг/дм^3	0,06	0,07	0,2–0,5
ХПК (окисляемость бихроматная), мг/O_2 / дм^3	29,7	30,0	20–60

в среднем через 10,7 суток, а совершенно новые биологические фильтры – через 22,2–23 суток.

Эффективная работа биофильтра зависит от условий, которые созданы для развития нитрифицирующих бактерий. Оптимальными являются: температура воды 22–24 °С, pH 6,6–7,5, концентрация растворенного в воде кислорода 7 мг/л.

В сентябре 2005 г. нами была введена в эксплуатацию установка замкнутого водоснабжения. В первые 10 суток эксплуатации гидрохимические показатели воды были следующими: содержание нитритов – 0,03–0,22 мг N/л, нитратов – до 14,7 мг N/л, фосфатов – 0,57–1,18 мг/л. Содержание фосфатов несколько превышало допустимые показатели. Это было связано с промывкой керамзита и формированием структуры биофильтра. В дальнейшем их уровень снизился до предельно допустимых показателей (рис. 82).

При поддержании оптимальной температуры воды (20–22 °С) в бассейнах УЗВ в осенне-зимний период удалось значительно увеличить темпы роста гибрида на продукционных комбикормах с добавлением аттрактивных веществ. За 90 суток выращивания средняя масса гибрида составила 680 г, что на 30 % выше, чем в контроле.

Среднесуточная скорость роста и коэффициент массонакопления напрямую зависели от стабилизации гидрохимического режима в установке и емкостях для выращивания рыбы (рис. 83).

Однако следует отметить, что в первые дни формирования структуры биофильтра среднесуточная скорость роста и коэффициент массонакопления у рыб были невысокими, затем произошло некоторое снижение скорости роста в связи с ухудшением гидрохимических показателей биофильтра. Но после стабилизации содержания нитратов и нитритов в воде, поступающей из биофильтра, при оптимальной температуре 20–22 °С показатели роста увеличились.

В результате исследований установлено, что время формирования структуры биологического фильтра зависело от времени прохождения гидрохимических реакций, максимального значения соединения азота достигали на 10–12-е сутки, стабилизация показателей установилась после 20 суток работы биофильтра при загрузке рыбоводных емкостей рыбой. Полная стабилизация показателей произошла только на 22-е сутки. Отмечено влияние процесса формирования биофильтра на выращиваемые объекты: показатели роста зависели от содержания азотистых соединений в системе.

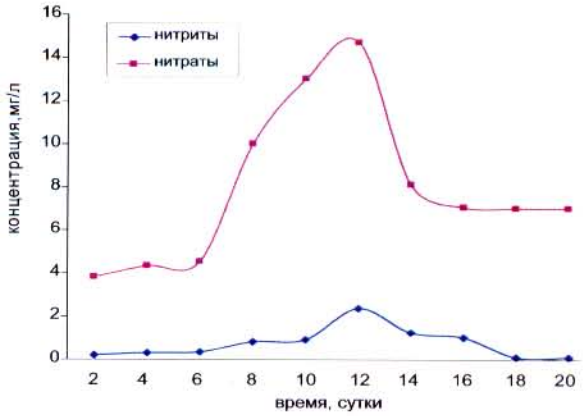


Рис. 82. Динамика соединений азота в пусковой период установки



Рис. 83. Показатели роста бестера в пусковой период установки

4.4. ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Плотность посадки является одним из важнейших биотических факторов. Ее влияние на рыб подробно анализировалось многими авторами (Баранова, 1971; Гершанович, 1984 и др.). Повышение плотности посадки вызывает угнетение роста рыбы и увеличение вариабельности размеров выращиваемой молоди осетровых.

Нами были проведены опыты по определению влияния разных плотностей посадки на рост гибридов осетровых (стерлядь × белуга). Молодь гибрида была посажена в бассейны при плотности посадки 300 экз./м^2 (1-й вариант) и 250 экз./м^2 (2-й вариант). В течение 26 суток молодь выращивали при температуре воды 20,5–22 °С, насыщении воды кислородом – 75–87 %. Каждые 10 дней рыб взвешивали и измеряли (табл. 10).

Рыбы, выращиваемые при меньшей плотности посадки, имели большую конечную массу. Общий прирост у них был выше на 5,5 %. Среднесуточная скорость роста составила 4,2 % по сравнению с 3,9 % при более плотной посадке. Кроме того, коэффициент накопления мас-

Таблица 10

Показатели выращивания молоди гибрида стерлядь × белуга при разных плотностях посадки

Показатели	300 шт./м²	250 шт./м²
Масса начальная, г	10,0 ± 0,29	10,0±0,29
Масса конечная, г	27,95±1,47	30,04±1,04
Общий прирост, г	17,95	20,04
Среднесуточный прирост, г	0,69	0,77
Среднесуточная скорость роста, %	3,9	4,2
Коэффициент накопления массы, ед.	0,099	0,108
Выживаемость, %	97	98
Продолжительность эксперимента, сут.	26	26

сы во втором варианте был выше, чем в первом (0,108 и 0,099 ед. соответственно).

Следует отметить, что уже через 10 суток в обоих вариантах выделились быстрорастущие группы (по массе), которые в первом варианте составили 18 % от числа рыб, во втором –14 %. Группа мелких, отстающих в росте рыб в первом варианте составила 20 %, во втором – 15 % (рис. 84).

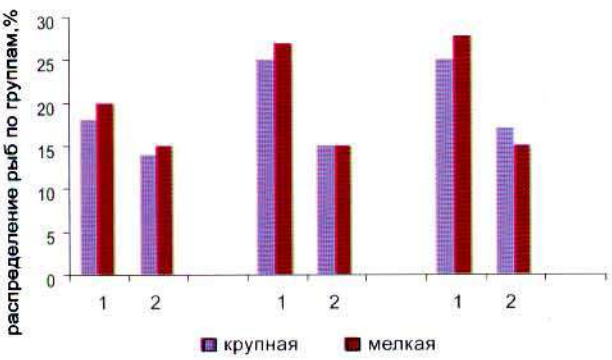


Рис. 84. Распределение по группам молоди гибрида стерлядь × белуга, выращиваемой при разных плотностях посадки: 1 – 300 экз./м²; 2 – 250 экз./м²

В последующие 10 суток группа крупных рыб в первом варианте уже составляла 25 %, мелких – 27 %. Во втором варианте крупные рыбы составляли 15 %, количество мелких рыб осталось на прежнем уровне. К концу эксперимента в первом варианте группа мелких рыб составляла 28 % во втором – 15 %. Количество крупных рыб не изменилось.

В результате наших исследований было установлено, что повышение плотности посадки вызывало угнетение роста рыб, повышало вариабельность размеров молоди осетровых и приводило к увеличению количества мелких рыб.

В последующих экспериментах мы рассматривали влияние сортировки на рост гибридной формы осетровых. Через месяц после выращивания мы разделили рыбу на крупную и мелкую размерные группы. Рыбы массой от 30 г и выше (первый вариант) были отделены от мелких, весивших менее 30 г (второй вариант) (табл. 11).

Таблица 11

Показатели отсортированной молоди гибрида стерлядь × белуга

Показатели	Крупная	Мелкая
Масса начальная, г	34,4±1,10	25,7±0,83
Масса конечная, г	44,3±2,59*	35,5±2,13*
Общий прирост, г	9,9	9,8
Среднесуточный прирост, г	0,66	0,65
Среднесуточная скорость роста, %	1,68	2,15
Коэффициент накопления массы, ед.	0,056	0,068
Выживаемость, %	98	98
Продолжительность эксперимента, сут	15	15

*Показатели достоверно отличаются при $P < 0,05$

После сортировки группа мелких особей начала интенсивно расти и набирать массу. При этом было отмечено, что среднесуточная скорость роста и коэффициент накопления массы были выше во втором варианте – 2,15 % и 0,068 ед. при почти одинаковом среднесуточном приросте. Следует отметить, что при дальнейшем выращивании группа крупных рыб опережала в росте группу мелких рыб. После пересадки двух опытных групп в большие бассейны рост исследованных групп рыб резко увеличился, что можно наблюдать на графике (рис. 85).

При поддерживании оптимального гидрохимического режима были получены высокие показатели роста исследованных гибридных форм осетровых рыб. Общий прирост у крупных рыб составил 252,7 г, у мелких – 126,1 г при среднесу-

точном приросте 3,7 и 1,8 г соответственно. Значительный прирост у всех исследованных групп наблюдался в конце августа и сентябре.

Проведенные опыты на крупных рыбах позволили определить наиболее максимальные плотности посадки для выращивания до товарной массы. По данным разных авторов, плотность посадки осетровых рыб варьирует в значительных пределах – от 15 до 70 кг на один кубический метр площади выращивания (Лавровский, 1981; Киселев, 1999; Пономарев и др., 2002), а для гибридных форм осетровых данные практически отсутствуют. Поэтому в задачи наших экспериментов входило определение максимальных и оптимальных плотностей посадки для гибридных форм осетровых рыб, при которых происходит наибольший прирост за короткий промежуток времени (табл. 12).

За 30 суток выращивания при разных плотностях посадки (50 кг/м^3 и 40 кг/м^3) удалось получить практически одинаковые показатели выращивания, однако конечная плотность посадки оказалась выше в первом варианте и составила 67 кг/м^3 (площадь бассейна 1,4 м^3), во втором – 53 кг/м^3. Увеличивая начальную плотность посадки, можно добиться высокого выхода конечной продукции с каждого квадратного метра используемой площади.

Таким образом, экспериментально установлено, что оптимальная плотность посадки при выращивании товарной рыбы от начальной массы 500 г составляет 50 кг/м^3, при этом конечная плотность посадки составит в среднем около 70 кг/м^3. Такие результаты выращивания товарной продукции приближают нас к европейским технологиям.

Таблица 12

Результаты выращивания гибрида (стерлядь × белуга) при разных плотностях посадки

Показатели	50 кг/м^3	40 кг/м^3
Масса начальная, г	510,1±0,55	510,1±0,55
Масса конечная, г	940±0,31	938±0,37
Общий прирост, г	429,9	427,9
Среднесуточный прирост, г	14,3	14,2
Среднесуточная скорость роста, %	2,0	1,9
Коэффициент накопления массы, ед.	0,18	0,17
Выживаемость, %	100	100
Продолжительность эксперимента, сут.	30	30

На следующем этапе экспериментов были отработаны некоторые элементы технологии выращивания гибрида и стерляди в условиях замкнутого цикла водоснабжения. Исследовано влияние гидрохимического режима на скорость роста рыб.

Нами проведены эксперименты по выращиванию гибридных форм осетровых и стерляди в УЗВ при стабильном гидрохимическом режиме (рис. 86). Температура воды поддерживалась на уровне 20,0–21,0 °С, насыщение воды кислородом – 70–85 %. В некоторых контрольных точках отмечено снижение концентрации растворенного в воде кислорода ниже 60 %, что связано с повышением температуры воды в этот период до 22 °С и с накоплением большого количества биогенных веществ.

За 100 суток выращивания молодь бестера достигла средней массы 220–300 г. Наиболее крупная молодь имела массу 480 г. При дальнейшем выращивании гибрид показал интенсивный рост в зарегулированных условиях (рис. 87).

Среднесуточная скорость роста и изменение коэффициента массонакопления представлены на рисунках 88, 89.

Резкое замедление скорости роста и коэффициента массонакопления в контрольной точке 10 (девятая неделя выращивания) связано со снижением концентрации растворенного кислорода в воде в этот период.

За период выращивания было проведено две сортировки по массе: на 43-и и 78-е сутки. В результате этого скорость роста у рыб большего размера увеличилась на 30 % (рис. 90).

Контрольные измерения и взвешивания рыбы в период выращивания проводились каждые 10 суток (рис. 91–93).

При исследовании показателей красной крови бестера было установлено, что гемоглобин у выращенных рыб был на уровне 75–88 г/л, гематокрит 0,30–0,32 л/л, сывороточный белок 20–21 г/л, эритроциты 1,2–1,3 млн/мм^3. Это свидетельствовало о хорошем физиологическом состоянии исследованных объектов.

В эксперименте по выращиванию стерляди в условиях замкнутого цикла водоснабжения были получены аналогичные результаты (рис. 94). За 77 суток выращивания средняя масса стерляди,



Рис. 85. Динамика роста отсортированной молоди

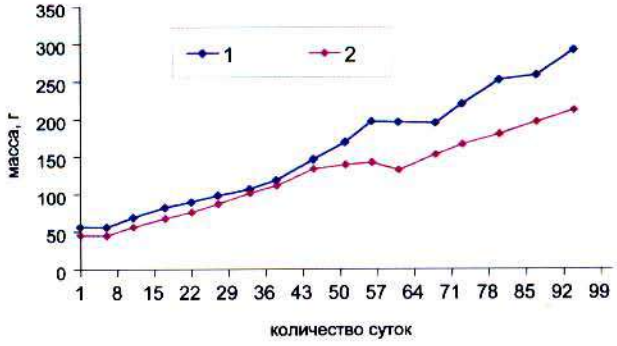


Рис. 86. Динамика роста гибрида стерлядь × белуга в первом и втором бассейнах (аквакомплекс «Кагальник»)

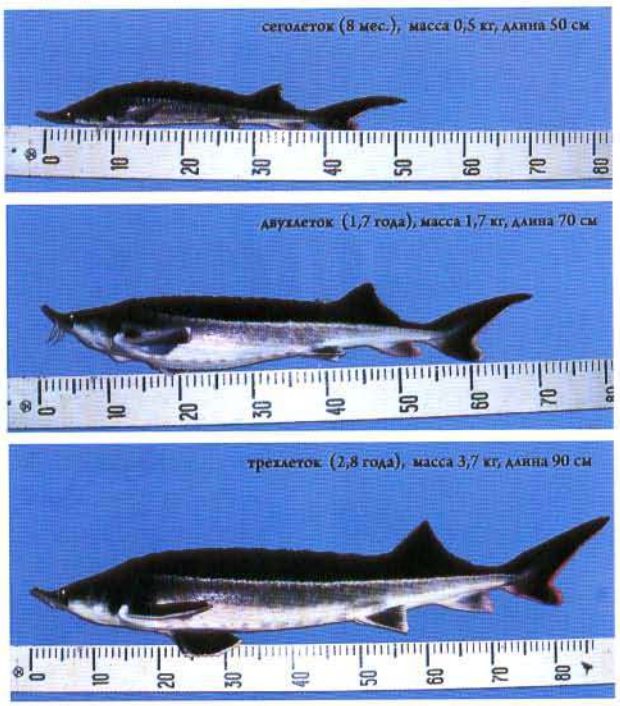


Рис. 87. Рост бестера в установке с зарегулированными параметрами водной среды, 2005–2007 гг.

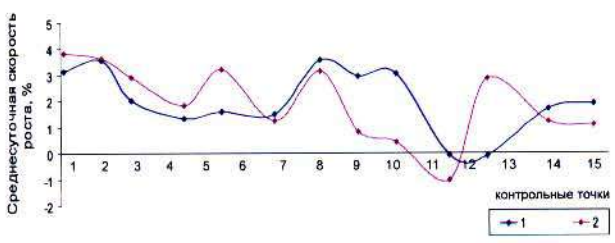


Рис. 88. Среднесуточная скорость роста гибрида стерлядь × белуга

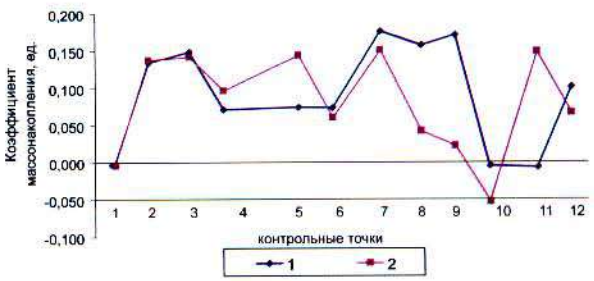


Рис. 89. Изменение коэффициента массонакопления

ДО СОРТИРОВКИ



СОРТИРОВКА



ПОСЛЕ СОРТИРОВКИ



Рис. 90. Проведение сортировки рыбы в период выращивания



Рис. 91. Измерение сеголетка гибрида стерлядь × белуга (длина 39 см, масса 300 г)



Рис. 92. Измерение окружности сеголетка гибрида стерлядь × белуга для определения упитанности рыбы



Рис. 93. Контрольные измерения и взвешивания рыбы в аквакомплексе «Кагальник»

отсортированной на две группы, составила в первом варианте 51,7 г, во втором – 27,1 г (рис. 95–97).

При изучении влияния условий окружающей среды на осетровых рыб при выращивании в замкнутом цикле с частичной заменой воды было установлено, что при поддержании температуры воды в пределах 20–22 °С и растворенного в воде кислорода 75–85 % происходит увеличение роста, накопления массы тела рыб и среднесуточной скорости роста (рис. 98–101).

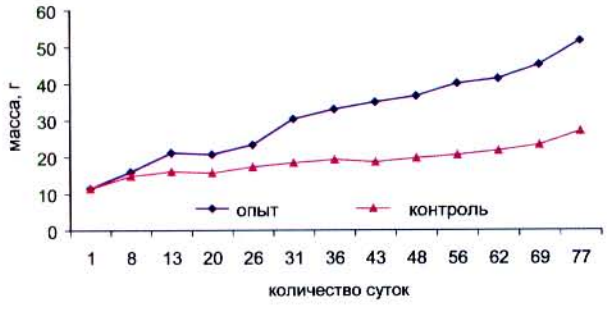


Рис. 94. Динамика роста стерляди

4.5. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ОСЕТРОВЫХ

Технология выращивания осетровых рыб в индустриальных условиях включает два этапа: выращивание крупного посадочного материала массой 500 г и выращивание товарной рыбы массой до 1500 г (Пономарев и др., 2002; 2006а).

В наших исследованиях мы выделили три этапа: выращивание крупной молоди, товарной рыбы до массы 1000–1500 г и крупной рыбы до массы 3000 г и более. Исследование роста и развития осетровых рыб при круглогодичном регулировании параметров водной среды явилось одной из задач наших исследований.

Разные виды осетровых рыб значительно отличаются друг от друга биологическими особенностями. Для выращивания осетровых в условиях индустриальных хозяйств с замкнутым циклом водообеспечения необходимо подбирать виды, отвечающие конкретным целям эксплуатации рыбоводного предприятия, ориентировано ли оно на выпуск товарной рыбы, посадочного материала или пищевой икры.

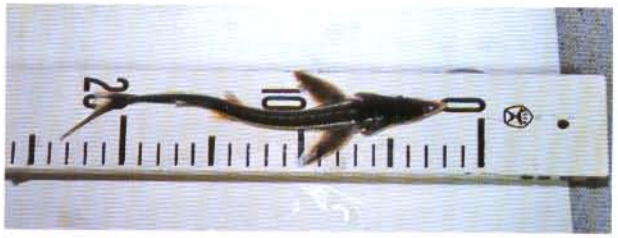


Рис. 95. Донская стерлядь, сентябрь 2005 г. (длина 20 см, масса 52 г)

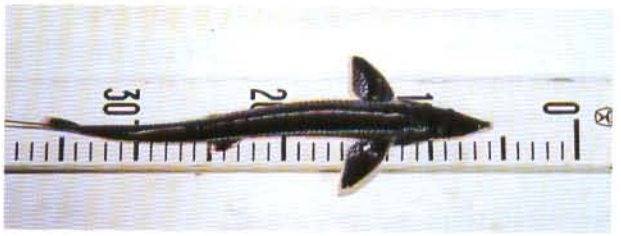


Рис. 96. Донская стерлядь, декабрь 2005 г. (длина 30 см, масса 81 г)



Рис. 97. Донская стерлядь, февраль 2005 г. (длина 35 см, масса 100 г)



Рис. 98. Товарная рыба, выращенная в аквакомплексе «Кагальник» (возраст 14 месяцев, масса 1,6–1,8 кг)



Рис. 99. Товарная рыба, выращенная в аквакомплексе «Кагальник» (возраст 1,5 года, масса 2,3 кг)



Рис. 100. Товарная рыба, выращенная в аквакомплексе «Кагальник» (возраст 2 года, масса 3,5 кг)

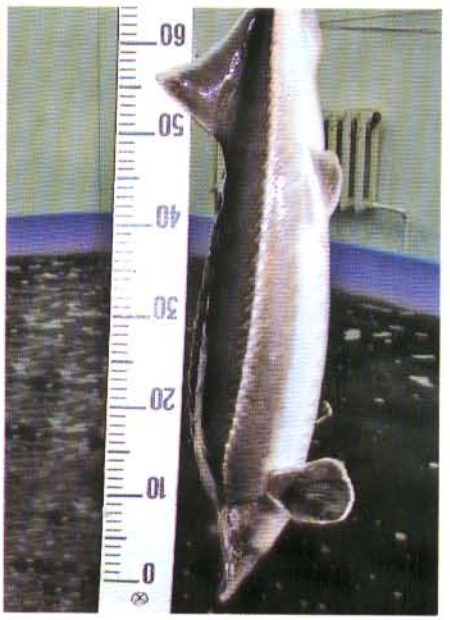


Рис. 101. Экземпляр гибрида стерлядь × белуга (возраст 2,5 года, масса 4 кг)

Полученные результаты могут быть использованы в индустриальных хозяйствах всех типов.

Показано, что рыбоводное предприятие вместо двух-, трехлетнего оборота может перейти на годовой, тем самым значительно сократив срок окупаемости средств, вложенных в строительство хозяйства.

Наибольшее значение для товарного осетроводства в прудах имеет гибрид белуга × стерлядь (при обозначениях на первом месте стоит самка, а на втором – самец).

По нашему мнению, в качестве объекта для товарного выращивания наиболее оптимален гибрид стерлядь × белуга. Для определения биологических особенностей этой гибридной формы осетровых необходимо было провести исследование показателей роста разновозрастных групп рыб в условиях зарегулирования параметров водной среды.

4.5.1. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ ДО МАССЫ 300–500 г

Исследования роста молоди различных видов осетровых рыб в установке замкнутого водообеспечения проводили на молоди стерляди, белуги и гибридной формы осетровых (стерлядь × белуга). Родительские виды осетровых рыб были выбраны не случайно для изучения биологических особенностей гибрида при выращивании в зарегулированных условиях. Результаты выращивания молоди осетровых рыб представлены в таблице 13 и на рис. 102–104.

Таблица 13

Сравнительные показатели гибрида (стерлядь × белуга) и родительских видов осетровых рыб

Показатели	Белуга	Гибрид (стерлядь× белуга)	Стерлядь
Масса начальная, г	3 ± 0,11	3 ± 0,11	3 ± 0,11
Масса конечная, г	584 ± 1,06	487 ± 1,02	81,8 ± 0,64
Общий прирост, г	581	484	78,8
Среднесуточный прирост, г	2,78	2,32	0,38
Коэффициент накопления массы, ед.	0,72	0,68	0,31
Время выращивания, сут.	208	208	208

Показано, что белуга за 208 суток достигла массы 580 г, гибрид – 484 г, стерлядь – 81,8 г. Общий прирост у белуги и гибрида почти в 6,1 и 6,6 раза соответственно превышает прирост стерляди. Следует отметить, что гибридная форма осетровых рыб имеет очень высокие показатели роста, о чем свидетельствует коэффициент накопления массы, который у белуги составляет 0,72 ед., у гибрида – 0,68 ед. У стерляди коэффициент накопления массы в 2 раза ниже. Динамика роста исследованных объектов представлена на рисунке 105.

На представленной диаграмме видно, что наибольшие показатели роста характерны для белуги и гибрида. В первый месяц выращивания кривые роста этих видов совпадают, позднее рост белуги снижается и до конца сентября отстает от гибридной формы, затем наблюдается резкое увеличение роста, и в ноябре белуга начинает опережать гибрида. Такой рост белуги можно связать с ее биологическими особенностями, поскольку этот вид осетровых в июле – августе начинает скатываться в море. При переходе к морскому образу жизни происходит изменение его обмена веществ и приспособление к более низким температурам. При зарегулировании параметров водной среды гибридные формы осетровых рыб показали высокие темпы роста вследствие того, что от стерляди они унаследовали приспособленность к пресной воде. Для сравнения мы приводим диаграмму роста стерляди (рис. 105).

Таким образом, сравнительная оценка результатов выращивания различных видов осетровых рыб и их гибридных форм показала, что наиболее высокими темпами роста при оптимальных условиях водной среды характеризуется и белуга, и гибрид стерлядь × белуга, но для выращивания в установках замкнутого водообеспечения можно рекомендовать именно гибридную форму, у которой более высокие показатели роста.

4.5.2. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ОСЕТРОВЫХ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

При выращивании различных видов рыб в условиях естественного температурного режима воды одним из наиболее сложных биотехнических процессов является проведение зимовки (Канаев, 1976). В период с октября по апрель на прудовых хозяйствах проводится зимовка сеголетков и годовиков осетровых рыб. Пересадка рыбы в зимовальные пруды является стрессовым



Рис. 102. Донская стерлядь, январь 2006 г. (длина 33 см, масса 101 г)



Рис. 103. Гибрид стерлядь × белуга, январь 2006 г. (длина 55 см, масса 587 г)



Рис. 104. Белуга, январь 2006 г. (длина 55 см, масса 649 г)

фактором, негативно сказывающимся на физиологическом состоянии. Рыба подвергается и механическим повреждениям, что способствует развитию заболеваний. В практике аквакультуры предпринимались попытки превратить зимовку рыбы в максимально контролируемый процесс (Акимов, 1974).

Перед нами стояла задача исследовать рост и развитие различных видов осетровых рыб и их гибридных форм в период с октября по апрель в регулируемых условиях водной среды.

А.В. Гариным (1976) проводились научно-исследовательские эксперименты по зимнему содержанию молоди рыб в бассейнах, показавшие возможность влияния на процесс зимовки. Опыты по зимнему содержанию рыбы проводились в прямоточных бассейнах и в бассейнах с оборотным водоснабжением. В таких бассейнах к концу зимовки отмечалось более высокое содержание белка и жира в теле рыб по сравнению с таковым в прямоточных (Котова, 1979).

Существующая точка зрения, согласно которой молодь осетровых при температуре воды ниже 6 °С перестает питаться (Михеев, 1982), очевидно, не вполне справедлива. После естественного понижения температуры воды в прудах прекращают кормление. Многолетние исследования показали, что осетровые достаточно активно питаются зимой, но количество естественных кормов в прудах весьма ограничено и не может обеспечить их пищевые потребности. Кроме того, в зимовальных водоемах, где отсутствует постоянная циркуляция воды, гидрохимический и газовый режимы не соответствуют оптимальным. Вынужденное голодание в неблагоприятных абиотических условиях приводит к утилизации организмом рыб не только запасных веществ, но и структурных элементов клеточных мембран. Отсюда – потери массы тела, которые достигают 30 %, случаи гибели рыбы (более 20 %) и длительный восстановительный период весной (Лобзакова и др., 2000). Как правило, такая рыба ослаблена и подвержена заболеваниям.

В хозяйствах Ростовской области, где рыба зимует в прудах, средняя масса годовиков после зимовки составляет 110–150 г (ЗАО «Казачка») (Пономарева и др., 2006г; 2007б).

На экспериментальной базе «Кагальник» гибрид зимовал в регулируемых условиях, кормление его не прекращалось, что позволило избежать негативных последствий. В рыбоводном помещении аквакомплекса специальный микроклимат поддерживался при помощи сплит-систем (рис. 106).

Рыба характеризовалась хорошими физиологическими показателями, наблюдалось увеличение массы сеголетков за время зимнего содержания.

Поддержание оптимального температурного режима в помещении позволило создать необходимую температуру воды в рыбоводных бассейнах. Кислородный режим поддерживали дополнительным аэрированием. Средние показатели воды в установке составляли: температура 20,2 °С, насыщение кислородом 74–75 %, что соответствует оптимальным показателям. Благодаря этому рыба в зимний период не переставала питаться и дала прирост массы 301,6 г при среднесуточной скорости роста 1,2 % и коэффициенте накопления массы 0,082 ед. (рис. 107).

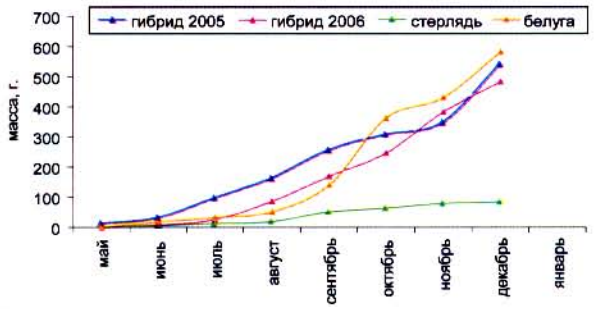


Рис. 105. Динамика роста различных видов осетровых рыб и их гибридных форм в зарегулированных условиях

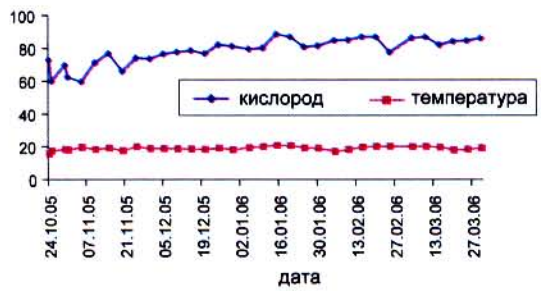


Рис. 106. Изменения содержания кислорода и температуры воды во время зимовки гибрида стерлядь × белуга

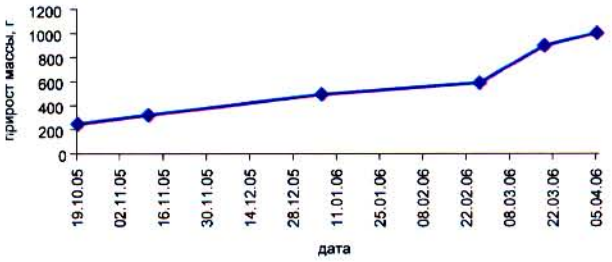


Рис. 107. Изменение динамики роста гибрида стерлядь × белуга в период зимовки

Таким образом, регулируя параметры среды, можно добиться увеличения размерно-весовых показателей в зимнее время, что не сказывается отрицательно на здоровье рыбы и экономически выгодно (рис. 108, 109).

Нами также были проведены эксперименты по выращиванию донской стерляди в зимний период. Первые опыты по выращиванию стерляди в зимний период в прудах проводили Ф.М. Суховерхов, В.М. Королева, А.С. Писаренкова в 1956 г. (Суховерхов и др., 2002), они установили высокую выживаемость и пластичность этого объекта. Установлено также, что стерлядь в зимний период питается и проявляет высокую устойчивость к низким температурам, а также дает привес от 40 г и более при отходе 0,9 %, что крайне мало в сравнении с другими видами осетровых рыб.

Стерлядь, как известно – один из самых тугорослых видов среди осетровых рыб. Однако при помощи регулирования параметров водной среды и интенсивного кормления зимой можно добиться значительного привеса. Стабилизация температуры в бассейнах в пределах от 20 до 21,5 °С

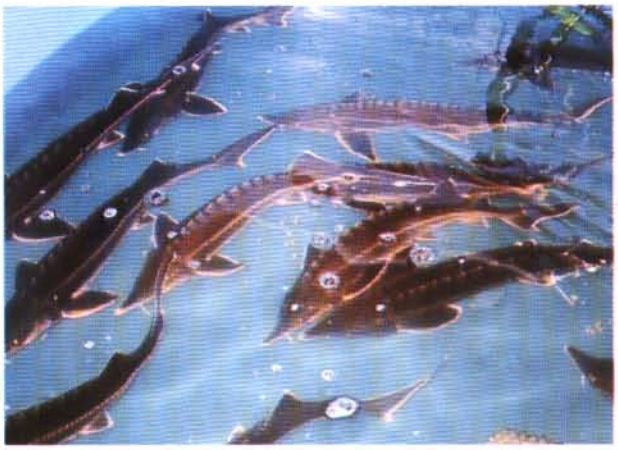


Рис. 108. Гибрид стерлядь × белуга, март 2006 г. (масса 1,4 кг)



Рис. 109. Выращивание рассортированной на три группы товарной рыбы (гибрид стерлядь × белуга)

при содержании кислорода от 65 до 88 % позволила создать оптимальные условия для роста донской стерляди. Показатели роста этой рыбы в зимний период представлены на рисунке 110. Общий привес за период зимнего выращивания у донской стерляди составил 5,7 г, среднесуточная скорость роста – 0,6 %, коэффициент накопления массы – 0,002 ед.

Для сравнения приведём сведения о зимовке стерляди при температурном режиме воды в естественных условиях. По данным В.П. Михеева (1982, 1984), стерлядь зимой не питается и в этот период ее не кормят. Выживаемость в зимний период составляет 90 %, масса уменьшается на 12–17 %. В водоемах средней полосы России продолжительность содержания сеголетков в зимних садках, в том числе в садках подо льдом, может составлять от 190 до 240 дней. У сеголетков массой 17,3–46,3 г выживаемость в зимний период превышает 90 %.

При продолжительности зимовки свыше 200 дней масса годовиков стерляди может уменьшиться на 10–20 % по сравнению с сеголетками. Для сохранения посадочного материала зимовку рекомендуется проводить на подогретой воде электростанций, где сеголетки стерляди растут и зимой.

Маточное стадо стерляди также можно выращивать зимой, используя подогретую воду теплоэлектростанций. Переход производителей стерляди в нерестовое состояние происходит при температуре воды 10–11 °С. При зимнем содержании производителей на теплых водах электростанций он наступает примерно на 1,5–2 месяца раньше.

Таким образом, регулирование условий обитания стерляди в зимний период обеспечивает приращение массы рыб при высокой выживаемости. За период выращивания гибрида стерлядь × белуга удалось получить увеличение среднесуточной скорости роста до 1,2 %, у стерляди – до 0,6 %, прирост массы увеличился в 1,8 раза у гибридных форм осетровых, в 1,1 раза – у стерляди (рис. 111, 112).

4.5.3. РОСТ И РАЗВИТИЕ СТАРШИХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП ОСЕТРОВЫХ РЫБ

В условиях аквакомплекса ЮНЦ РАН был проведен сравнительный анализ роста старших возрастных групп осетровых рыб в различные сезонные периоды при регулируемых условиях водной среды.

В процессе исследования показатели состояния воды отличались в целом стабильностью, колеблясь в небольших пределах (рис. 113). Насыщение воды кислородом весной было в пределах 78–89 %, летом – 80–95 %, осенью – 80–98 %; уровень pH колебался в пределах 7,2–7,8. Такой кислородный режим и уровень pH оптимальны

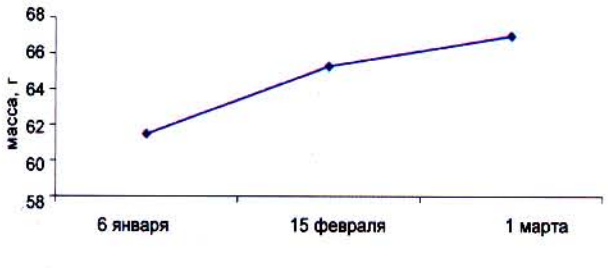


Рис. 110. Динамика роста донской стерляди при регулируемых условиях водной среды

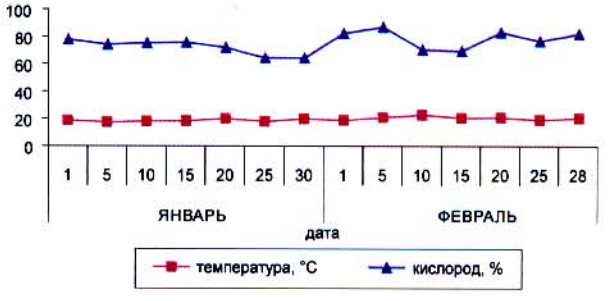
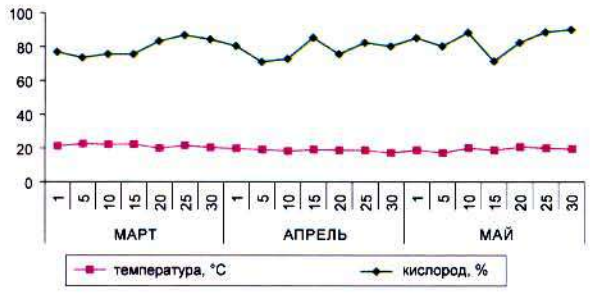


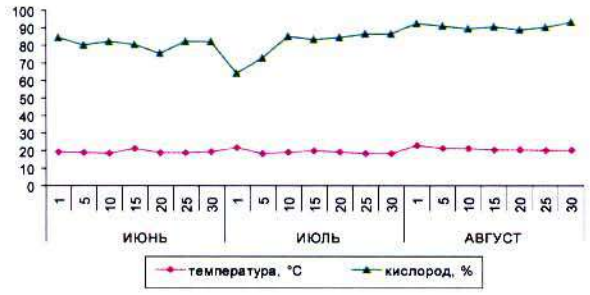
Рис. 111. Температурный и кислородный режимы при выращивании стерляди



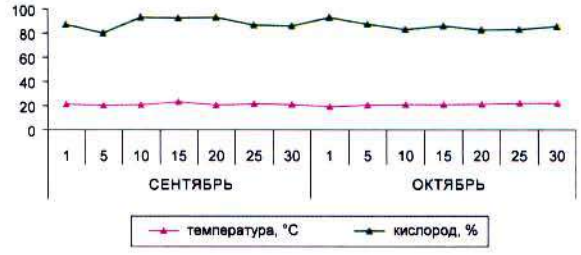
Рис. 112. Стерлядь донская (возраст 12 месяцев, масса 110 г)



А



Б



В

Рис. 113. Показатели состояния воды в бассейнах аквакомплекса при выращивании гибрида стерлядь × белуга:
А – весна; Б – лето; В – осень

как для выращиваемых рыб, так и для работы биологического фильтра и развития в нем нитрифицирующих бактерий. Температурный режим поддерживали в пределах 20,5–21,5 °С, что позволило создать наиболее благоприятные условия для роста годовиков гибрида в течение года.

В период с мая по июль годовики гибрида выращивались в бассейнах площадью 4 м². Динамика роста гибрида представлена на рисунке 114.

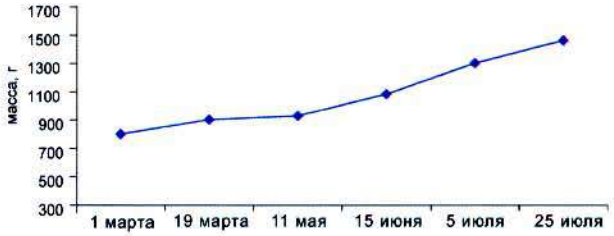


Рис. 114. Динамика роста массы гибрида в период с марта по июль

Крупные особи бестера 25 июля были пересажены для дальнейшего выращивания в бассейн общей площадью 9 м². Динамика роста гибрида с июля по октябрь представлена на рисунке 115.

Для полной оценки роста гибрида стерлядь × белуга нами были определены среднесуточный прирост и коэффициент накопления массы в разные периоды выращивания (рис. 116, 117).

Следует отметить, что за период выращивания (1 год и 7 месяцев) средняя масса гибрида стерлядь × белуга составила 2 470 г, максимальная – 2650 г (рис. 117).

Наибольший среднесуточный прирост отмечен в конце лета и осенью. Если в мае он составлял 3,2 %, то в конце лета и осенью – 12,8 %. Такой интенсивный рост в конце лета связан с биологическими особенностями осетровых рыб, поскольку перед зимовкой они интенсивно питаются и растут, создавая резерв на холодный сезон, когда интенсивность всех биологических процессов затухает. В период интенсивного роста необходимо менять и норму кормления.

Нами отмечены несколько сезонных пиков повышения интенсивности питания и роста гибридной формы осетровых рыб даже при стабильных параметрах водной среды. Такие же закономерности отмечены и при изучении изменения коэффициента накопления массы в течение всего периода выращивания (рис. 118).

Регулируя параметры водной среды, нам удалось максимально увеличить рост выращиваемых

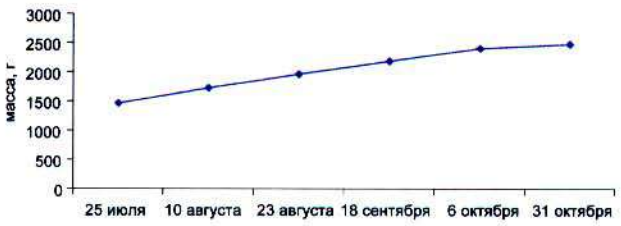


Рис. 115. Динамика роста массы гибрида с июля по октябрь

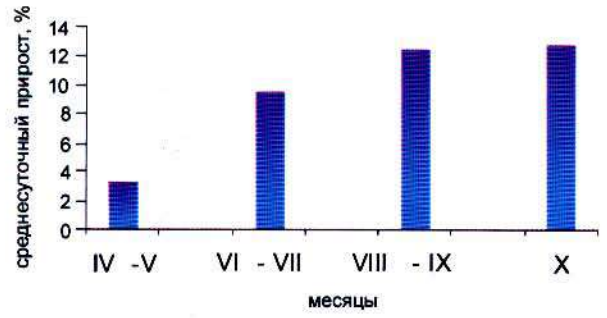


Рис. 116. Среднесуточный рост гибрида стерлядь × белуга

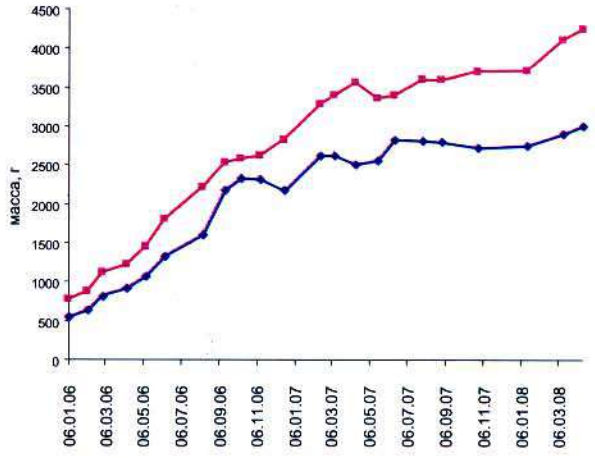


Рис. 117. Динамика роста гибрида стерлядь × белуга в 2006–2007 гг.

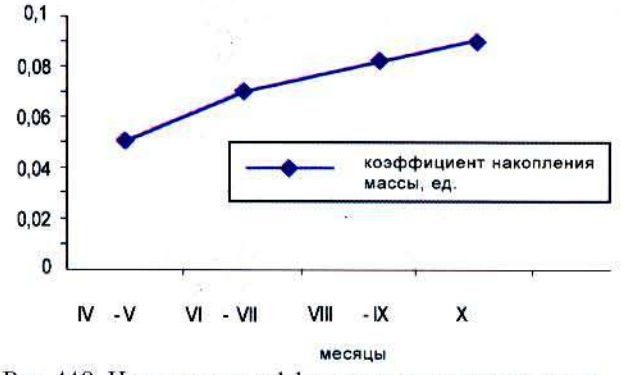


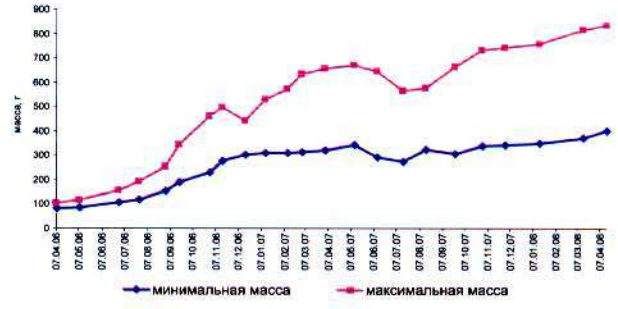
Рис. 118. Изменение коэффициента накопления массы гибрида стерлядь × белуга

объектов, определить сезонные колебания интенсивности роста, физиологическое состояние организма рыб в разные периоды онтогенеза.

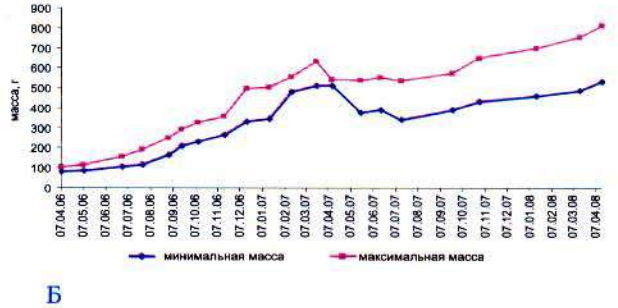
Также было проведено исследование двух популяций стерляди: донской и волжской. Годовики волжской стерляди были завезены с НПЦ по осетроводству «БИОС» в марте 2006 г. По массе они немного отставали от донской стерляди, питавшейся в зимний период (рис. 119). Рыбоводно-биологические показатели двух групп стерляди представлены в таблице 14.

Следует отметить, что осенью масса стерляди волжской и донской популяции составляла 200,1 и 225,7 г соответственно при одинаковом коэффициенте накопления массы 0,04 ед. за весь период выращивания. Создание оптимальных условий позволило получить стабильные результаты роста массы двух групп стерляди.

Выращивание чистых линий осетровых рыб в аквариальном комплексе при оптимизации параметров водной среды и нормированном кормлении позволило получить интенсивный рост в короткие сроки (рис. 120–123).



А



Б

Рис. 119. Динамика роста донской (А) и волжской (Б) стерляди в 2006–2007 гг.

Таблица 14

Рыбоводно-биологические показатели стерляди волжской и донской популяции

Показатели	Волжская стерлядь	Донская стерлядь
Масса начальная, г	67,5±4,2	77,2±5,0
Масса конечная, г	200,1±7,7	225,7±8,1
Общий прирост, г	132,6	148,5
Среднесуточный прирост, г	0,88	0,99
Коэффициент массонакопления, ед.	0,04	0,04
Время выращивания, сут.	150	150

4.5.4. ИССЛЕДОВАНИЕ РИТМОВ ПИТАНИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Суточный ритм питания рыб во многом зависит и от их морфофизиологических особенностей, и от состояния кормовой базы, и от особенностей образа жизни организмов, которыми они питаются (Канаева, 1956; Спановская, Григораш, 1961; Небольсина, 1965). Из-за слабого зрения главную роль в поиске пищи у осетровых играют органы боковой линии и осязания (Андрияшев, 1955).

Изучением вопросов, связанных с ритмом питания осетровых в естественной среде обитания, занимались многие исследователи (Ивойлова, 1965; Закора, 1971; 1978). Анализ этих данных показывает, что осетровые в течение суток питаются с разной степенью интенсивности. При четко выраженном ритме питания в течение суток наблюдаются два пика, которые обычно приходятся на утренние и вечерние часы (Закора, 1971) – между 5^{00}–8^{00} и 18^{00}–19^{30} часами. В остальное время отмечается спад пищевой активности. Величина суточного рациона находится в прямой зависимости от количества кормовых организмов в бентосе.

В задачу наших исследований входило изучение суточных ритмов питания гибрида стерлядь × белуга при регулировании параметров водной среды и определение на основании этих данных более эффективного распределения суточного рациона. По нашим наблюдениям, лучше всего бестер потребляет корм в утренние и вечерние часы (7^{00} и 19^{00}), что соответствует литературным данным. В ходе эксперимента рыбы были поделены на две группы. Первая группа получала корм по традиционной технологии (равномерное распределение суточной нормы). Вторая – в утренние (7^{00}) и ве-

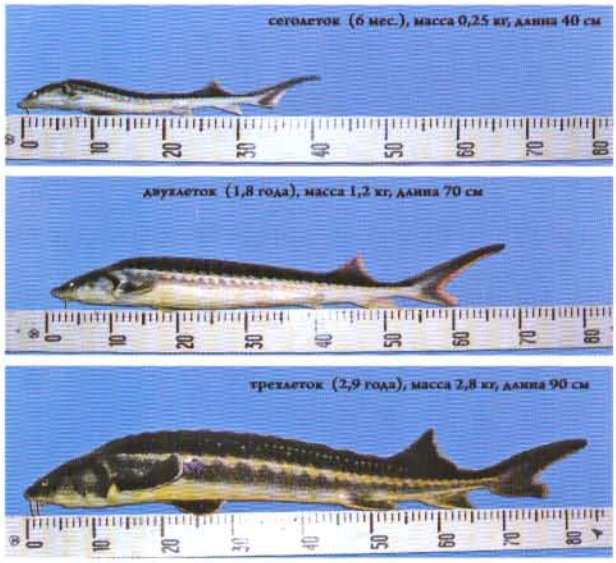


Рис. 120. Темпы роста русского осетра в аквариальном комплексе

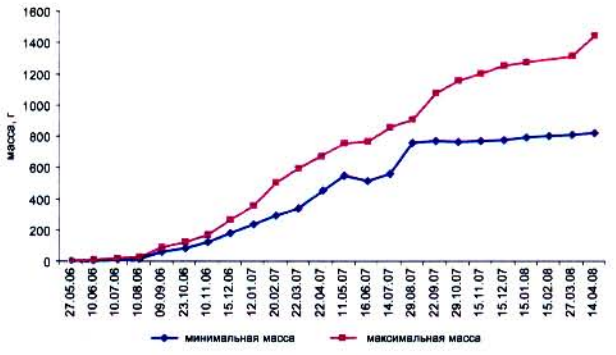


Рис. 121. Динамика роста русского осетра

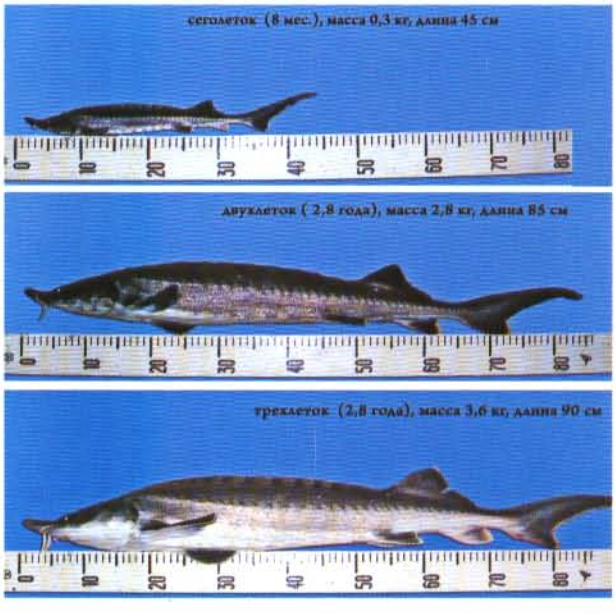


Рис. 122. Темпы роста белуги в аквакомплексе



Рис. 123. Динамика роста белуги

Таблица 15

Показатели выращивания гибрида стерлядь × белуга при разном суточном рационе кормления

Показатели	1-я группа	2-я группа
Масса начальная, г	300	300
Масса конечная, г	401	464
Общий прирост, г	101	164
Среднесуточный прирост, г	3,3	5,4
Коэффициент накопления массы, ед.	0,067	0,104
Время выращивания, сут.	30	30

черние (21^{00}) часы по 30 % от нормы, в дневные (11^{00} и 15^{00}) по 20 % дневной нормы. Результаты выращивания представлены в таблице 15.

Увеличение дозы кормления отразилось на росте рыб. Во второй группе общий прирост оказался значительно выше и составил 164 г при среднесуточном приросте 5,4 г и коэффициенте накопления массы 0,104. В первой группе с равномерным распределением суточного рациона показатели были значительно ниже. Следовательно, норма корма должна быть распределена с учетом ритма питания, то есть утренняя и вечерняя дозы должны составлять по 30 % от общей суточной нормы кормления. Такое регулирование рациона в связи с биологическими ритмами оказывало положительный эффект на рост рыбы. Кроме того, при перераспределении суточной нормы корм расходовался более экономно.

В процессе эксперимента были выделены некоторые закономерности выращивания осетровых рыб при регулируемых условиях. Во-первых, в определенные периоды происходило замедление роста и изменялась интенсивность питания, хотя условия содержания были оптимальными, что, вероятно, связано с биологическими ритмами, прослеживающимися в природе. Во-вторых, на рост рыб в регулируемых условиях оказывали влияние такие факторы, как пересадка, смена кормов, ухудшение гидрохимического режима и работы биологического фильтра. Это обстоятельство также необходимо учитывать (рис. 124, 125).

Известно, что интенсивность питания зависит и от времени суток, и от сезона. Изменения температуры также оказывают влияние на активность питания.

Сезонные изменения в ритмах питания мы изучали на гибридах осетровых рыб в течение 2 лет (рис. 126). Замедление темпа роста отмечали с середины сентября до ноября и с конца мая по конец июня. Первый период был связан с зимним похолоданием воды. В естественных условиях у осетровых снижается интенсивность питания именно в это время года. В весенне-летний период замедление роста связано с выходом из зимовки и недостаточной обеспеченностью кормами. Знание биологических ритмов позволило нормировать кормление рыб в это время и получить хорошие результаты при выращивании в регулируемых условиях водной среды.

Гибридные формы осетровых рыб характеризовались высокими темпами роста и хорошо набирали массу при оптимизации температурного режима. Они хорошо росли даже в зимний период при температуре воды 21–22 °С. Распределение суточной нормы кормления в зависимости от ритма питания давало высокий прирост. За 9–12 месяцев рыбы достигали массы 1,2–1,5 кг. Белуга и стерлядь отличались от гибрида динамикой роста массы в разное время года.

Исследование сезонных биоритмов рыб позволило установить периоды, когда происходит снижение интенсивности питания, нормировать кормление, более эффективно использовать корма и оптимизировать процесс выращивания.

4.6. КОРМА И КОРМЛЕНИЕ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В УЗВ

При выращивании осетровых рыб в условиях замкнутого водообеспечения кормлению уделяется особое внимание. Оптимизация кормления дает возможность получить максимальные показатели скорости роста и выживаемости при минимальных кормовых затратах.

Кормление бестера и стерляди осуществляли сухим гранулированным продукционным комбикормом ОТ-7 (рис. 127). Данная рецептура разработана сотрудниками кафедры «Аквакультура и водные биоресурсы» Астраханского государ-



Рис. 124. Влияние различных факторов на рост массы гибрида в 2006 г.



Рис. 125. Влияние различных факторов на рост массы гибрида в 2007 г.

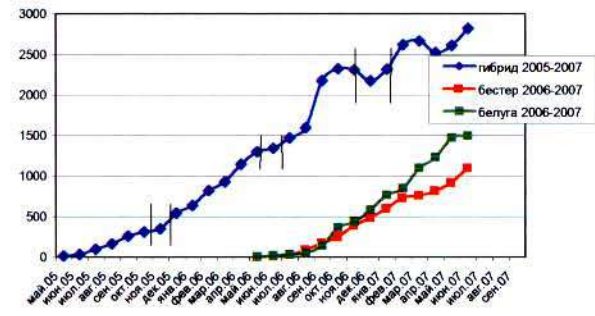


Рис. 126. Сезонные колебания роста массы осетровых рыб

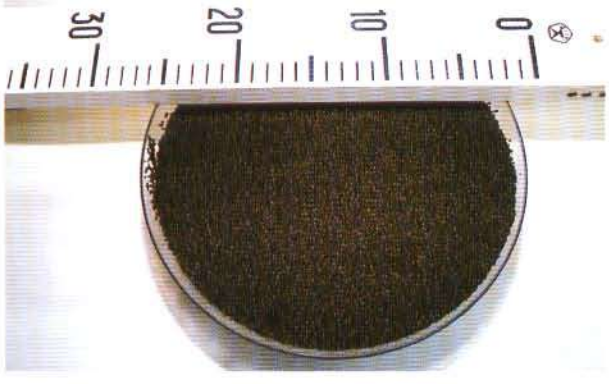


Рис. 127. Гранулированный продукционный корм (размер гранул 1–2 мм)

ственного технического университета. В состав корма входят следующие компоненты: мука рыбная, витазар (продукт переработки пшеничных зародышевых хлопьев), глютен кукурузный (продукт крахмальной переработки кукурузы), шрот соевый, мука пшеничная, дрожжи кормовые, жир рыбий, подсолнечное масло и витаминно-минеральный премикс ВМП ПО-5 (табл. 16). Премикс представляет собой специальную смесь витаминов и микроэлементов и вводится в продукционные корма для улучшения физиологического состояния, повышения темпов роста, выживаемости, сопротивляемости инфекционным и инвазионным заболеваниям, нормальной деятельности организма рыб.

До достижения массы 50 г молодь кормили 5 раз в сутки (в 5^{00}, 9^{30}, 14^{00}, 18^{30}, 23^{00} ч), затем частоту кормления снизили до 4 раз (в 6^{00}, 11^{00}, 16^{00}, 21^{00} ч). Кратность кормления рассчитывали с учетом возраста выращиваемых особей, их потребностей и ритмов питания. Размер крупки комбикормов выбирали в зависимости от массы тела выращиваемой рыбы по специальным таблицам (Пономарев и др., 2002) (табл. 17). Суточную норму корма также рассчитывали по кормовым таблицам (Пономарев и др., 2002) (табл. 18), затем делили на частоту кормления и определяли разовую норму корма. Внесение кормов в бассейны осуществляли вручную маленькими порциями. В зависимости от поедаемости вносили коррективы в методику кормления и определяли разовую норму корма. Впоследствии, после отработки этого элемента биотехники выращивания, можно переходить на автоматическое кормление.

Опытные партии комбикормов готовили в лабораторных условиях. Для приготовления сухих гранул использовали электромясорубку, сушильный шкаф и набор разноячейных сит. Таким способом можно приготовить небольшую партию кормов непосредственно в хозяйстве. Сначала по рецепту изготавливали смесь сухих компонентов, после добавления премикса смесь тщательно перемешивали и добавляли 25–30 % воды. Влажную смесь пропускали через мясорубку, после чего кормосмесь приобретала форму цилиндрических нитей диаметром от 3 до 7 мм. Разрезая нити, получали влажные гранулы цилиндрической формы с соотношением длины к диаметру не более 1,5. Затем влажные гранулы помещали в сушильный шкаф на специальных рамках и сушили теплым воздухом (при темпе-

Таблица 16

Состав питательных веществ комбикорма ОТ-7

Компоненты	Содержание, %
Сырой протеин, не менее	40,3
Сырой жир, не менее	11,8
Сырые углеводы, не более	21,3
Сырая клетчатка, не более	2,0
ПНЖКω3	1,3–1,8
ПНЖКω6	0,8–1,0
Влага, не более	11,0
Минеральные вещества, не более	10,0
Общая энергия, МДж/кг, не менее	17,8

ратуре 55–65 °С). Нагретый воздух подавался в сушильный шкаф снизу и удалялся через отверстия или вытяжную трубу. Затем на полностью высушенные гранулы наносили жир. После этого готовый продукт может скармливаться рыбе или храниться в специальной сухой таре (рис. 128, 129).

Для приготовления крупки мы использовали полученные гранулы размером 5 мм. Дробление проводили на электромясорубке со снятой мелкой матрицей и ножом, используя зажимное кольцо. После дробления получали смесь крупок разного размера, которую с помощью сит различного диаметра разделяли на нужные фракции.

Особое внимание при выращивании рыбы в условиях высоких плотностей посадки необходимо уделять фактору стресса. Стрессовые ситуации возникают при пересадке рыбы, ее сортировке, контрольном взвешивании и отклонении показателей внешней среды от нормы.

Контрольное взвешивание следует проводить на электронных весах, при этом рыбу необходимо взвесить вместе с водой, а затем для получения веса рыбы вычесть из общего веса воду. Для снижения риска стрессовых ситуаций необходимо вводить в корма аскорбиновую кислоту, расход которой увеличивается при стрессе. Комбикорма рецепта ОТ-7 содержат новый поливитаминный премикс ПО-5, который характеризуется повышенным содержанием аскорбиновой кислоты и витаминоподобных веществ фитина и рутина. После пересадки и транспортировки гранулы корма дополнительно орошают аскорбиновой кислотой из расчета 10 г на 1 кг комбикорма.

Таблица 17

Суточные нормы кормления осетровых рыб продукционными комбикормами в зависимости от массы тела и температуры воды

Масса тела рыбы, г	Суточная норма, %	
	17–20 °С	20–24 °С
3–50	10–5	10–8
50–100	5–4	5
150–200	5–4	5
200–250	4–3	4
250–300	4–3	4
350–400	4–3	4
450–500	3	4
500–800	2	3
800–1000	2	3

Таблица 18

Размер крупки и гранул продукционного комбикорма для осетровых рыб

Масса тела рыб, г	Размер гранул, мм
3–10	1,5–2,5
10–30	3,0–3,5
30–50	3,5–4,5
50–250	6,0–8,0
250–500	6,0–8,0
500–1500	6,0–8,0



Рис. 128. Продукционный комбикорм (размер гранул 5–7 мм)



Рис. 129. Кормление белуги (1,5 кг) высокопродуктивными комбикормами

4.6.1. ИССЛЕДОВАНИЕ ПИЩЕВОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ КОРМОВ

При искусственном выращивании необходимо использовать комбикорма, которые не только сбалансированы по составу питательных веществ, но и стимулирующие поисковую реакцию объектов на определенный запах (Пономарева, Пузанков, 2005).

У осетровых основную роль в поиске и потреблении пищи играют обоняние и вкус (хемосенсорная система). Доказано, что естественные запахи вызывают четко выраженную поисковую реакцию осетровых рыб (Гершанович и др., 1987; Касумян, 1999).

Пищевую привлекательность кормов можно повысить введением в них различных веществ, обладающих аттрактивными свойствами. Экспериментальные работы по введению различных аттрактивных веществ в состав искусственных комбикормов для осетровых рыб были проведены в аквариальном комплексе базовой кафедры Южного научного центра РАН и Астраханского государственного технического университета. Определяли способность тестируемой рыбы находить пищевые частицы по запаху.

В качестве аттрактантов применяли мясную, рыбную, крабовую и креветочную добавки. Пищевые ароматизаторы, к которым относятся данные добавки, представляют собой вкусоароматические вещества в смеси с наполнителем. В состав ароматизаторов входят традиционное пищевое сырье и пищевые добавки. Эти вещества усиливают восприятие вкуса и аромата, стимулируя нервные окончания, хотя сами по себе не имеют ни запаха, ни вкуса (Грозеску и др., 2004).

В опытные партии кормов после приготовления гранул вводили аттрактивные вещества методом орошения. Тест на определение степени привлекательности пищевого аттрактанта для осетровых рыб проводили по ранее разработанной методике в специальной установке (Грозеску и др., 2004). Определяли способность тестируемой рыбы находить пищевые объекты по запаху. Для того чтобы приготовить тестирующие экстракты опытных кормов, порцию из 10 г каждого корма с различными аттрактантами помещали в 1 л воды, затем отфильтровывали. Тест проводили в Y-образной установке, имеющей два расходящихся под углом рукава и стартовую камеру. В стартовую камеру помещали выборку осетровых рыб. По обоим рукавам медленно подавали воду. В начале эксперимента через капельницу, соединенную с делительной воронкой, в один из рукавов начинали подавать экстракт пищевого аттрактанта, во второй – чистую воду. Подаваемая вытяжка с аттрактантом достигала стартовой камеры через две минуты. В этот момент перегородку снимали и предоставляли рыбе возможность распределяться по рукавам. После этого в течение 8 минут ежеминутно регистрировали процент рыб в рабочем (с аттрактантом) и контрольном рукавах и рассчитывали разницу между этими величинами (коэффициент привлечения – $К_{пр}$).

Исследования оценки эффективности применения сухих вкусовых добавок позволили установить, что молодь белуги достоверно предпочитает крабовую ($К_{пр.}$ +2,5) и креветочную ($К_{пр.}$ +2,7) добавки, молодь русского осетра – креветочную ($К_{пр.}$ +2,7), к крабовому аттрактанту у молоди русского осетра отмечено нейтральное отношение ($К_{пр.}$ –3,17). При кормлении крупной молоди бестера выявлены преимущества рыбного аттрактанта ($К_{пр.}$ +4,5) перед мясным ($К_{пр.}$ +2,3). По отно шению к мясному аттрактанту у рыб наблюдалось выраженное репеллентное отношение ($p < 0{,}001$). Молодь стерляди показала аналогичные результаты.

Проверка эффективности применения аттрактивных веществ для кормления молоди различных видов осетровых рыб на первом этапе позволила установить лучшие рыбоводно-биологические показатели в вариантах с крабовой и креветочной добавками. Выживаемость молоди в этих вариантах составила 90–93,5 %. У старших возрастных групп осетровых рыб лучшие показатели отмечены у рыб, потреблявших комбикорма с добавлением рыбного аттрактанта (табл. 19).

Дальнейшие исследования, связанные с разработкой новых технологических методов кормления осетровых рыб, были проведены на научно-экспериментальной базе «Кагальник». Во время проведения исследовательских работ в

качестве аттрактанта использовалась рыбная добавка. Эффективность выращивания рыб оценивали по физиологическим и рыбоводно-биологическим показателям: данным весового роста, выживаемости, затратам кормов на единицу прироста массы тела. Среднесуточную скорость роста рыб вычисляли по формуле сложных процентов.

Таблица 19

Рыбоводно-биологические показатели бестера при выращивании на комбикорме ОТ-7

Показатели	Опыт (с аттрактантом)	Контроль (без аттрактанта)
Количество рыб, экз.	23	23
Масса начальная, г	36,1±1,51	36,1±0,93
Масса конечная, г	59,5±1,41*	47,0±1,8*
Продолжительность опыта, сут.	15	15
Общий прирост, г	23,4	10,9
Среднесуточный прирост, г/сут.	1,56	0,73
Среднесуточная скорость роста, %	3,56	1,86
Коэффициент массонакопления, ед.	0,12	0,06
Кормовой коэффициент, ед.	1,2	1,2

* Различия достоверны при $P < 0,01$.

4.6.2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОБИОТИКОВ В КОРМАХ

Выращивание осетровых рыб в индустриальных условиях неизбежно связано с высокими плотностями посадки, ограничением движения, применением несвойственных рыбе кормов, органическим загрязнением воды, перепадом концентрации кислорода. При этом рыба дополнительно подвергается воздействию различных рыбоводных манипуляций в виде сортировок, взвешиваний, лечебной обработки. Постоянное воздействие стресс-факторов приводит к ослаблению общей резистентности организма, что на практике выражается в высокой подверженности рыб неспецифическим заболеваниям, а также в снижении темпов роста (Бурлаченко, 2007).

Эффективность выращивания рыбы в установках замкнутого водообеспечения напрямую зависит от механической и биологической очистки воды, так как сбои в работе этих систем приводят к резким изменениям гидрохимического режима, загрязнению органическими веществами и как следствие – к массовому развитию микроорганизмов, способствующих возникновению различных патологий у рыб. Большое значение имеет перевариваемость комбикормов, применяемых для выращивания. При повышении усвояемости корма снижается уровень загрязнения водной среды.

В условиях интенсивного производства, когда на ограниченных площадях концентрируется большое поголовье животных, птиц, рыб, постоянное применение кормовых антибиотиков неизбежно приводит к селекции и последующей циркуляции в хозяйствах условно-патогенных и патогенных микроорганизмов с повышенной резистентностью к антибиотикам. Поэтому предпочтение в настоящее время отдается биологическим препаратам, а не медикаментозным средствам, подавляющим иммунитет.

Пробиотики – бактериальные препараты из живых микробных культур, повышающие противоинфекционную устойчивость организма, регулирующие и стимулирующие пищеварение. Одна из важных особенностей препаратов данной группы, в отличие от антибиотиков, состоит в том, что они не оказывают отрицательного воздействия на нормальную микрофлору организма, что в свою очередь обусловливает их широкое применение (Панасенко, 2006).

Одним из представителей пробиотиков является отечественный препарат «Субтилис», разработанный на основе штаммов почвенных бактерий – аэробных *Bacillus subtilis* и анаэробных *Bacillus licheniformis*. Оказалось, что некоторые штаммы этих бактерий могут обладать четко выраженной антагонистической активностью к широкому спектру патогенных и условно патогенных микроорганизмов. Помимо этого *B. subtilis* и *B. licheniformis* выделяют в кишечнике биологически активные вещества, продуцируют различные пищеварительные ферменты. В результате улучшается пищеварение, повышается усвоение кормов, увеличивается среднесуточный прирост рыб. Многие заболевания желудочно-кишечного тракта либо полностью купируются, либо протекают в более мягкой форме и в более короткие сроки.

Применение пробиотика «Субтилис» на ранних стадиях выращивания рыб показало, что обработка пробиотиком икры, эмбрионов и личинок увеличивает коэффициент выживаемости и снижает естественную смертность рыб на личиночной стадии развития, способствует стимуляции

жизнестойкости рыб на ранних этапах онтогенеза и напряженности естественного иммунитета.

Исследования по использованию препарата «Субтилис» в продукционных комбикормах для стерляди проводились в 2005 г. в условиях научно-экспериментальной базы «Кагальник». С целью повышения выживаемости, увеличения темпов роста при кормлении молоди стерляди использовали корм с добавлением пробиотика «Субтилис» в сухой форме. Опытные партии пробиотика «Субтилис» получены из ООО «Провими». Норму ввода пробиотика «Субтилис» определяли на основе анализа научной литературы, она составила 40 г/кг комбикорма (Кулаков, 2003). В качестве базового рецепта использовали продукционный комбикорм ОТ-7.

Опытные партии комбикормов изготавливали и гранулировали в условиях лаборатории АГТУ методом влажного прессования. Для этого компоненты взвешивали на электронных весах. Затем тщательно перемешивали с водой до однородной массы, после чего влажную смесь пропускали через мясорубку, высушивали в термостате при температуре 60 °С (при указанной температуре исключен распад ценного витамина С). Готовые комбикорма измельчали в дробилке и просеивали в соответствии с необходимым размером гранул, который устанавливали исходя из массы выращиваемой рыбы.

Результаты экспериментов по оценке эффективности применения пробиотика «Субтилис» показали, что в опытном варианте среднесуточная скорость роста и абсолютный прирост были в 3 раза выше, чем в контроле, и составили 0,3 % и 8,3 г соответственно (табл. 20).

После введения в эксплуатацию установки замкнутого водообеспечения в аквакомплексе ЮНЦ РАН на базе «Кагальник» продолжили выращивание бестера и стерляди на продукционных кормах с введением пробиотика. Корма были изготовлены промышленным методом фирмой «Провими» по предоставленной нами рецептуре. Результаты выращивания бестера представлены в таблице 21.

За 75 суток выращивания масса бестера увеличилась в два раза и составила 633,2 г при 100 %-ной выживаемости. Абсолютный прирост массы бестера составил 323 г, среднесуточный – 4,3 г.

Масса стерляди в двух вариантах увеличилась в 1,6 раза и составила 113,6 и 70,2 г. Рыба хорошо потребляла искусственные корма, при этом отмечено повышение скорости роста. Наибольший коэффициент массонакопления получен у бестера.

Таблица 20

Результаты выращивания молоди стерляди на продукционном комбикорме ОТ-7 с добавлением пробиотика «Субтилис»

Показатели	Контроль	Опыт
Количество рыб, экз.	19	40
Масса начальная, г	19,1±2,28	33,1±0,51
Масса конечная, г	21,8±1,22*	41,4±1,36*
Абсолютный прирост, г	2,7	8,3
Среднесуточный прирост, г/сут.	0,1	0,3
Среднесуточная скорость роста, %	0,5	0,83
Коэффициент массонакопления	0,01	0,028
Выживаемость, %	100	100
Продолжительность опыта, сут.	27	27

* Различия достоверны при $P < 0,001$.

Это связано с тем, что гибрид отличается более высокими темпами роста.

Хорошее усвоение продукционных комбикормов подтверждают полученные значения коэффициента упитанности по Фультону (КФ). Существуют нормы и пределы отклонений КФ, которые определяют эффективность выращивания рыбы. В период выращивания стерляди коэффициент упитанности увеличился с 0,4 до 0,8, у бестера – с 0,5 до 0,7, что свидетельствует о хорошем усвоении кормов.

Таким образом, для выращивания бестера и стерляди в индустриальных условиях можно рекомендовать продукционные комбикорма рецептуры ОТ-7 с введением аттрактивных веществ и пробиотиков.

Результаты сравнительной оценки эффективности кормления бестера комбикормом ОТ-7 с рыбным аттрактантом показали, что за период проведения эксперимента рыбы в опытном варианте быстрее набирали массу при среднесуточном приросте 1,56 г/сут. и среднесуточной скорости роста 3,56 %, что в 2 раза выше, чем в контроле. В опытном варианте рыбы хорошо реагировали на корм и интенсивно его потребляли. За 15 суток выращивания масса бестера в опыте составила 59,5 г, в контроле – 47 г. В дальнейшем всех рыб в аквариальном комплексе перевели на комбикорма с аттрактивными веществами.

Таблица 21

Показатели выращивания бестера и стерляди на продукционных кормах

Показатели	Виды рыб		
	Бестер	Стерлядь	
		№ 3	№ 4
Количество рыб, экз.	41	28	28
Масса начальная, г	310,2±65,18	68,95±8,2	42,06±9,01
Масса конечная, г	633,2±87,80	113,6±22,5	70,20±18,11
Продолжи-тельность опыта, дни	75	75	75
Абсолютный прирост, г	323	44,65	28,14
Среднесуточный прирост, г/сут.	4,3	0,59	0,37
Среднесуточная скорость роста, %	1,02	0,72	0,66
Коэффициент массонакопления, ед.	0,07	0,028	0,025
Кормовой коэффициент, ед.	1,1	1,2	1,2

4.6.3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИВЫХ КОРМОВ

Для адаптации молоди осетровых рыб из естественных водоемов к индустриальным условиям выращивания применялись естественные корма. В качестве корма использовали свежую речную рыбу. Основу рациона составляли малоценные и сорные виды рыб: уклея *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758), серебряный карась *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782), плотва *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758), амурский чебачок *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846), обыкновенный горчак *Rhodeus sericeus amarus* (Bloch, 1782), красноперка *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758) (рис. 130, 131).

Перед внесением в бассейны кормовую рыбу разрезали на кусочки, размер которых позволял адаптируемой рыбе легко их проглатывать. В дальнейшем, по мере роста, кормление осуществлялось живой рыбой.

В работе предложены новые оптимизированные методы выращивания осетровых рыб в управляемых условиях водной среды. Следует отметить, что экспериментальные исследования показали необходимость в совершенствовании технологий и в разработке новых интенсивных методов ускоренного выращивания высококачественной товарной продукции, жизнеспособной крупной молоди, обновлении генофонда производителей для повышения эффективности рыбоводных работ, изменении технологий производства кормов (Матишов, Пономарева, 2006; 2007).

Имеющиеся за рубежом аналоги (немецкие, датские системы УЗВ) оснащены более эффективным оборудованием, но уступают в таких технологических аспектах, как применяемая рецептура кормов, методы кормления с учетом возрастных особенностей рыб, адаптации к искусственным условиям выращивания и другим технологическим особенностям выращивания осетровых рыб. Только у российских специалистов в области аквакультуры имеется многолетний опыт выращивания ценных видов осетровых рыб. Здесь отечественная наука имеет приоритет. В конечном итоге именно эти технологии обеспечивают выигрыш в сроках, качестве получаемой продукции, ее стоимости и коммерческой окупаемости вложенных инвестиций.



Рис. 130. Рыбоводный комплекс обеспечивается полноценным живым кормом из водоема Гирло Свиное, расположенного в районе базы «Кагальник»

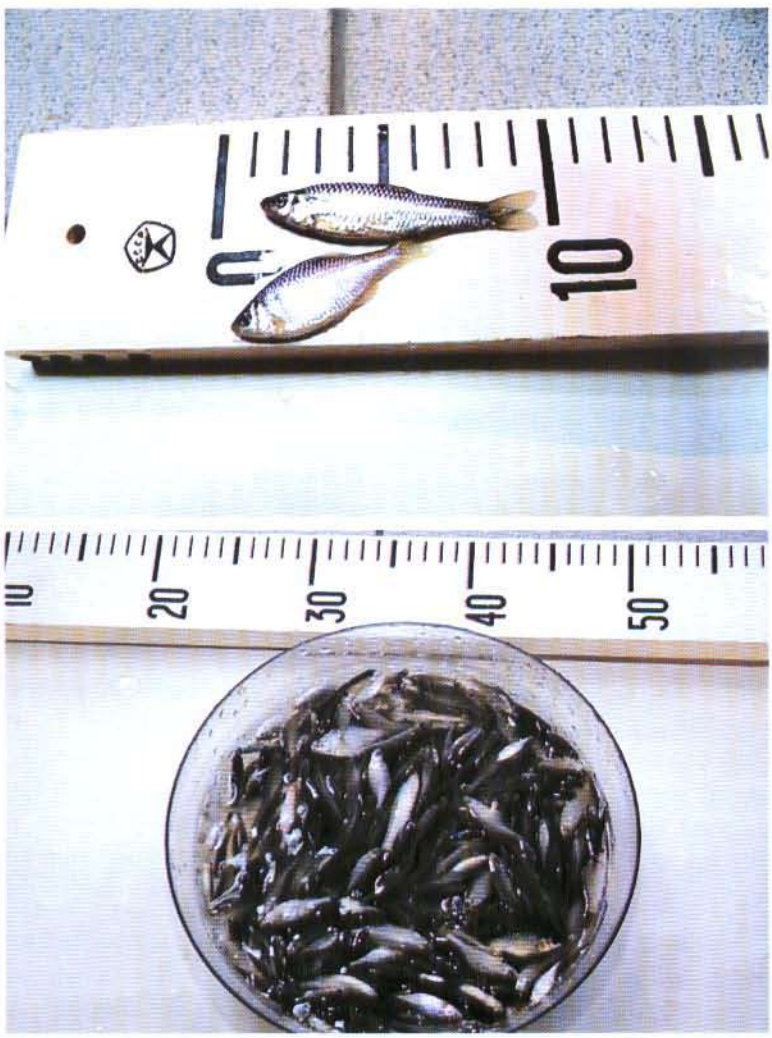


Рис. 131. Живой корм: амурский чебачок *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846) и обыкновенный горчак *Rhodeus sericeus amarus* (Bloch, 1782). Размер рыбы 5–7 см, масса отдельных экземпляров 4–10 г

5.1. МЕТОДЫ СТИМУЛИРОВАНИЯ СОЗРЕВАНИЯ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ У ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

В практике искусственного разведения рыб существует три метода стимулирования созревания половых продуктов у производителей: экологический, физиологический и эколого-физиологический.

Экологический метод, разработанный А.Н. Державиным (1932), основан на технологии содержания производителей реофильных видов рыб в садках или бассейнах до наступления овуляции у самок и появления спермы у самцов. При этом основными факторами, способствующими созреванию половых клеток, являются поддержание определенных скоростей течения, кислородного режима, температуры, стимулирующей размножение в период нереста, и галечный нерестовый субстрат.

Физиологический метод был разработан в 1940-е годы одновременно в нашей стране и в Бразилии. Он основан на гормональной стимуляции созревания половых клеток у рыб для перехода их в нерестовое состояние. В нашей стране данный метод был разработан научной школой Л.Н. Гербильского (1941) и получил название метода гипофизарных инъекций (МГИ).

Эколого-физиологический метод предусматривает стимулирование созревания половых продуктов у производителей путем комбинированного воздействия на организм рыбы экологических факторов внешней среды и вводимых физиологически активных веществ. Это дает возможность рыбоводу получать в определенный срок необходимое количество икры и спермы, что позволяет планировать работу рыбоводного предприятия на каждом этапе биотехнического процесса.

В современной практике промышленного осетроводства, как отечественной, так зарубежной, наиболее распространен физиологический метод.

В условиях тепловодных хозяйств половая зрелость самцов осетра наступает в возрасте 3–4 года, а самок – в возрасте 6–7 лет, стерлядь созревает в более ранние сроки: самцы в 2–3 года, самки – в 3–4 года. Зрелость самок определяют в ходе бонитировки производителей с октября по апрель. Оптимальная температура воды для производителей 13–16 °С.

При промышленном разведении осетровых необходим постоянный контроль завершающего этапа гаметогенеза у самок осетровых рыб независимо от их видовой принадлежности. С этой целью был разработан экспресс-метод определения степени зрелости гонад у производителей осетровых рыб (Казанский и др., 1978). Суть данного метода заключается в следующем: рыбу фиксируют в боковом положении; напротив 4–5-й жучки вводят щуп под углом 45°; после погружения щуп проворачивают вокруг оси для захвата икринок (рис. 132); ранку обрабатывают раствором $KMnO_4$ и отпускают рыбу в бассейн.



Рис. 132. Отбор икринок у стерляди с помощью щупа

Щуп представляет собой стальную толстую заостренную иглу с канавкой для сбора икринок. Толщина щупа зависит от видовой принадлежности самок осетровых рыб: для белуги диаметр составляет 6 мм, для осетра – 5 мм, севрюги и шипа – 3–4 мм, стерляди – 2,5–3 мм.

Икринки из канавки щупа препаровальной иглой вынимают в чашку Петри и заливают 4 %-ным раствором формалина или в течение 5 минут варят в кипящей воде. Затем не менее 10 икринок вскрывают лезвием и при помощи бинокуляра определяют расстояние от ядра ооцитов (к анимальному полюсу) до внутренней оболочки икринки (рис. 133, 134).

Расчет величины коэффициента поляризации ооцита производится по формуле:

$K_п = L/L_x 100$ %, где $K_п$ – коэффициент поляризации ооцита; L – расстояние от верхней части ядра до оболочки икринки; L_x – расстояние от нижней части икринки до анимального полюса.

Оптимальные значения величины коэффициента поляризации ооцитов у осетровых рыб в преднерестовом состоянии должны быть в пределах 5–9 %. Более низкое значение этого показателя

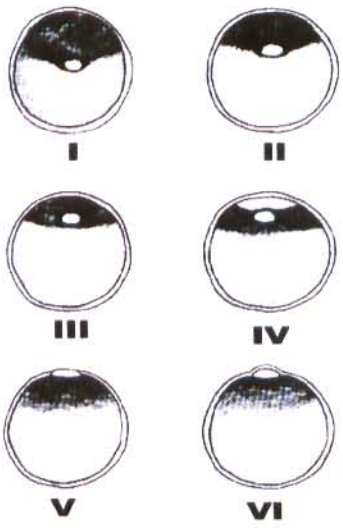


Рис. 133. Стадии зрелости ооцитов осетровых рыб (по литературным данным – Mims et al., 2002)

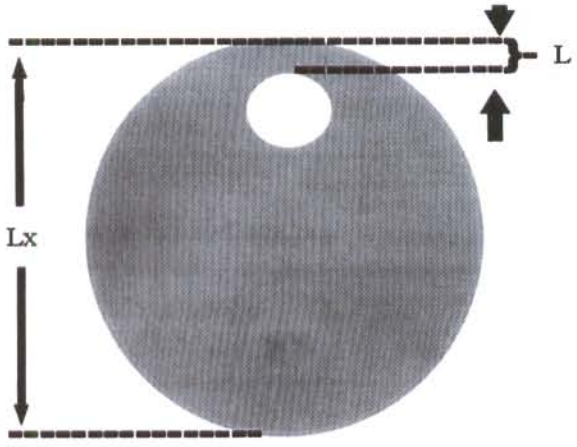


Рис. 134. Схема выполнения промеров ооцита для расчета коэффициента поляризации

указывает на начало резорбции икры, а более высокое подтверждает незавершенность четвертой стадии зрелости самок. Такие рыбы требуют дополнительного выдерживания в прудах или в бассейнах при нерестовой температуре с учетом видовых особенностей рыб.

Для приготовления инъекций используются гипофизы, которые предварительно заготавливают на промысловых участках от рыб, находящихся в преднерестовом состоянии, поскольку их железы имеют наибольшую концентрацию гонадотропных гормонов. Гипофизы обезвоживают и обезжиривают химически чистым ацетоном, высушивают и складывают в плотно закрывающиеся пузырьки или пробирки. В таких условиях эти органы могут храниться, сохраняя свою активность, в течение нескольких лет. Перед проведением инъекций гипофизы измельчают в ступке, добавляют небольшое количество физиологического раствора и вводят с помощью шприца определенное количество суспензии в мышцы спины рыбы.

Гонадотропная активность препарата определяется с помощью тест-объектов, в качестве которых используют самок вьюна или самцов лягушек. Инъецирование в зимние месяцы самкам вьюна препарата гипофиза дает возможность получать четкую положительную и стабильную реакцию на созревание их половых продуктов. Это позволяет провести количественные измерения и дать определение единицы гонадотропной активности гипофиза – вьюновой единицы (ВЕ). Для определения активности препарата гипофиза во вьюновых единицах используют несколько групп самок вьюна с гонадами в IV стадии зрелости и индивидуальной массой 35–40 г. При температуре 16–18 °С всем им одновременно делают гипофизарные инъекции различной дозировки. Минимальная дозировка препарата гипофиза (мг), которая вызывает у одной самки вьюна созревание ооцитов и овуляцию, соответствует вьюновой единице.

Таким же образом проверяют активность препарата гипофиза на самцах лягушек. Положительной реакцией считается появление подвижных сперматозоидов в клоаке самца после инъекции суспензии гипофиза в спинные лимфатические мешки при температуре 18–22 °С. При этом гонадотропная активность гипофиза выражается в лягушачьих единицах (ЛЕ) – минимальном весовом количестве препарата гипофиза, которое вызывает реакцию спермиации у одного самца лягушки.

Биологическое тестирование позволяет оценивать и сравнивать содержание гонадотропного гормона в различных партиях заготовленных ацетонированных гипофизов. 1 мг препарата ацетонированного гипофиза сазана обычно соответствует 1 ЛЕ, 1 мг ацетонированного вещества гипофиза осетра – 3,3 ЛЕ.

Для гормональных инъекций осетровым рыбам помимо гипофиза осетра используют гипофиз карпа или лосося, а также синтетические аналоги. Например, LH-RHa (Luteinizing Hormone – Releasing Hormone Ethylamide) или GnRHa (Gonadotropin Releasing Hormone Ethylamide) (табл. 22).

В связи с сокращением в естественных водоемах промысловых запасов сазана и осетра, гипофизы которых широко использовались в

Таблица 22

Дозировки препаратов гипофиза и их аналогов

Препарат	Дозировка препарата	
	самки	самцы
Осетровый гипофиз	1,3–1,8 мг/кг	0,5–1,0 мг/кг
Карповый гипофиз	3–6 мг/кг	1,0–2,0 мг/кг
LH-RHa (сурфагон)	4–8 микро г/кг	2–4 микро г/кг
GnRHa	5–10 микро г/кг	2–5 микро г/кг

Примечание. 1-я инъекция предварительная – для самок 10 % от общей дозы до 24 часов до получения икры; 2-я инъекция разрешающая – 90 % от общей дозы, через 12 часов после первой; для самцов одна инъекция, за 12–24 часов до оплодотворения.

рыбоводстве, возникла необходимость их замены другими гормональными препаратами. Разработки таких препаратов ведутся в трех направлениях: первое из них связано с заменой гонадотропина гипофиза рыб другими гонадотропными препаратами, имеющими гипофизарное или плацентарное происхождение, второе – с использованием рилизинг-гормона, который мог бы активизировать собственный гипофиз рыбы, и третье – с использованием стероидных гормонов, которые воздействуют на ооциты, вызывая их созревание и овуляцию.

5.2. ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ И ОСЕМЕНЕНИЕ ИКРЫ

В процессе подготовки самок осетровых рыб к нересту при искусственном разведении обеспечивают благоприятные условия для созревания икры. Для этого следует проводить инъекции только при оптимальных нерестовых температурах и выдерживать производителей в чистой, насыщенной кислородом проточной воде. При слишком низких или слишком высоких температурах нарушается нормальное протекание процесса созревания ооцитов и их овуляции, в результате ооциты плохо овулируют и повреждаются. Среди отложенных в таких условиях яиц часть не оплодотворяется, а большинство остальных развивается неправильно. Благоприятные для созревания осетровых рыб температуры соответствуют диапазону от 10 до 18 °С.

Инъецируют производителей одноразово: самок – по 3 мг, самцов – по 2 мг на 1 кг массы тела. Суспензия содержит 10 мг сухого вещества на 1 мл физиологического раствора. Сроки созревания тем короче, чем выше температура воды. При средней температуре воды 13,5–15 °С инъецирование самок и самцов желательно проводить в 21–22 часа, чтобы сбор икры пришелся через день на рабочие часы.

Важнейшей задачей для рыбовода является точное определение срока, когда следует брать икру у самки. При преждевременном взятии икры большая часть ооцитов еще прочно соединена с ястыком и не отделяется. Ооциты, с усилием отделенные от ястыка и оставшиеся внутри фолликулов, не оплодотворяются, поскольку стенка фолликула препятствует контакту сперматозоидов с яйцом. При передержке самки позднее срока полной овуляции всей икры яйца, оставшиеся в полости тела, повреждаются, после оплодотворения дают большой процент уродств или травмируются и не пригодны для воспроизводства. Это так называемая «перебитая», или «перезрелая» икра.

Лучше всего оплодотворяются и развиваются яйца, отложенные естественным путем и не задержанные в полости тела, и яйца, легко отделяющиеся от яичника. Во избежание потери икры от перезревания или недозревания самок после гипофизарной инъекции целесообразно пользоваться графиками зависимости продолжительности созревания от температуры воды.

В практике рыбоводства часто возникает проблема возможности искусственного осеменения икры после нескольких часов ее нахождения в полости тела снулой самки или отцеженной в емкость без воды. Это явление называется постовулярным перезреванием, или передержкой икры, оно часто наблюдается при применении гипофизарных инъекций. Так, у русского осетра продолжительность сохранения способности к оплодотворению яиц в теле самки или вне его составляет 2–3 часа при температуре 18–20 °С.

Получение половых продуктов от текучих, находящихся в пятой стадии зрелости, производителей производят в затененном месте или помещении, поскольку прямой солнечный свет губительно действует на икру и сперму. Икру удобнее всего собирать в эмалированные миски или тазы. Посуда для отцеживания половых продуктов должна быть с ровной поверхностью и абсолютно сухой, так как во влажной посуде происходит активация икры, что легко обнаружить по ее набуханию. Это препятствует оплодотворению и значительно снижает количество развивающей-

ся икры. Вода в таз может попасть также с рыбы, поэтому брюшко производителя необходимо вытереть сухим полотенцем.

Прежде для получения зрелой икры от самок крупных осетровых рыб: белуги, осетра, севрюги, шипа – применялся способ вскрытия. При этом самок предварительно убивали ударом колотушки по голове, обескровливали, делая ножом глубокие надрезы на жабрах и хвостовой артерии, а после стекания крови рыбу подвешивали на блоке. Когда сток крови полностью прекращался, рыбу омывали водой, насухо вытирали полотенцем и ножом разрезали брюшко от генитального отверстия вверх на 10–15 см. Затем из самки извлекали в заранее подставленную посуду – чистый и сухой эмалированный таз – всю икру.

В настоящее время в связи с трудностями заготовки производителей осетровых в естественных водоемах и формированием ремонтно-маточных стад на большинстве рыбоводных предприятий используется технология прижизненного получения икры.

Первый способ прижизненного получения икры был разработан И.А. Бурцевым (1969). Этот способ предусматривает выполнение на брюшной стороне разреза длиной до 15 см для извлечения зрелой икры (рис. 135). После получения икры рану обеззараживают, зашивают, а самка остается живой (рис. 136). По истечении 1–2 лет от этой самки можно вновь получать качественную икру.

Второй способ прижизненного получения икры от самок осетровых был разработан С.Б. Подушкой (1986). Данный метод предусматривает выполнение с помощью скальпеля небольшого надреза одного из яйцеводов для сцеживания зрелой икры (рис. 137–139).

Оба этих метода требуют специальной квалификации при проведении рыбоводно-хирургических операций производителям.

Одновременно со сцеживанием икры ведут работу по получению половых продуктов от самцов, которые также должны быть абсолютно чистыми и сухими во избежание активации сперматозоидов и преждевременной утраты их оплодотворяющей способности. Сперма у рыб выделяется порционно. Объем и качество единовременно продуцируемой порции являются одними из ведущих показателей при оценке репродуктивной функции самцов (рис. 140).

По внешним признакам сперма осетровых рыб имеет консистенцию молока. Концентрация сперматозоидов в эякуляте достигает десятков миллионов в



Рис. 135. И.А. Бурцев выполняет разрез брюшной стенки самки бестера для прижизненного отбора овулировавшей икры



Рис. 136. И.А. Бурцев накладывает хирургический шов после прижизненного отбора овулировавшей икры у самки бестера



Рис. 137. Выполнение надреза стенки яйцевода у самки стерляди

1 мм^3. Сперматозоиды неподвижны до тех пор, пока находятся в спермиальной жидкости. В овариальной жидкости, вытекающей в посуду вместе с икрой, сперматозоиды малоактивны. В овариальной жидкости оболочки икринок не набухают, поэтому микропиле не закрываются.

Для предотвращения случайного попадания влаги и неизбежной активации поступающих порций сперматозоидов отцеживать сперму следует в отдельную емкость и лишь затем смешивать ее с икрой.

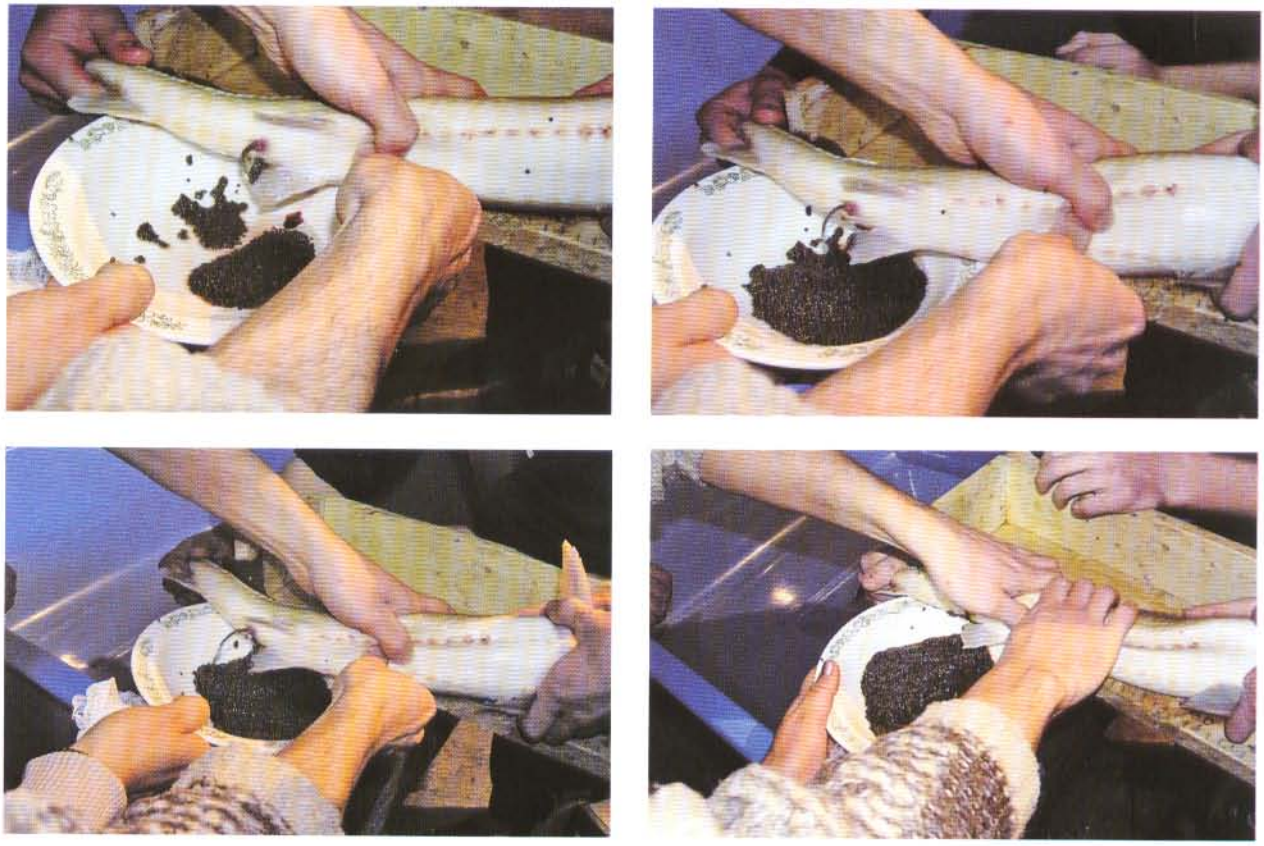


Рис. 138. Сцеживание овулировавшей икры после подрезания яйцевода



Рис. 139. От самок стерляди средним весом 1,2 кг получено 120 г икры

Попав в воду, сперматозоиды сразу же активизируются и начинают энергично, но недолго плавать. Продолжительность периода движения сперматозоидов в воде является показателем их активности. В этом периоде выделяют две стадии: энергичного поступательного движения и постепенного затухающего колебательного движения. Так, например, у русского осетра при температуре воды 16,5 °С общая продолжительность активности сперматозоидов составляет 5–9,5 минут, а длительность поступательного движения – от 3,5 до 5,0 минут. У стерляди при температуре воды 18,6 °С продолжительность поступательного движения сперматозоидов составляет 2,5–3 минуты.

Степень подвижности сперматозоидов определяют с помощью микроскопа. Наблюдая в микроскоп, соединяют препаровальной иглой каплю спермы с водой. Попав в воду, сперматозоиды

становятся подвижными и быстро распространяются в капле воды. Степень подвижности спермы определяют по пятибалльной шкале. Сперма, в которой все сперматозоиды подвижны и большинство из них движется поступательно, оценивается в 5 баллов (рис. 141). В 4 балла оценивается сперма, имеющая поступательное движение, но в поле зрения 10–15 % сперматозоидов имеют лишь колебательное движение. Сперма, оцениваемая в 3 балла, имеет 50–60 % сперматозоидов с поступательным движением и 30–40 % с колебательными. Сперма в 2 балла имеет единичные сперматозоиды с поступательным движением и 70–75 % неподвижных. Сперма, в которой все сперматозоиды неподвижны, оценивается в 1 балл.

Для искусственного осеменения икры используют сперму, оцениваемую 5 и 4 баллами, в крайних случаях – 3 баллами, при этом порция спермы увеличивается.

Перед осеменением икру распределяют по тазам, где и производят этот процесс. Сперму собирают в сухие чистые сосуды, отдельно от каждого самца. Осеменение икры производят смесью спермы от 3–5 самцов после проверки ее качества. Лучшие результаты дает осеменение сразу после получения зрелой икры (рис. 141, 142).

Осеменение икры осетровых рыб производят «полусухим» способом. У осетровых рыб икра имеет несколько микропиллярных каналов, что при избытке сперматозоидов в процессе искусственного осеменения может привести к одновременному проникновению в яйцеклетку нескольких сперматозоидов. Это приводит к явлению полиспермии, заканчивающемуся в итоге гибелью эмбриона. Поэтому для осетровых рыб с целью предотвращения полиспермии применяется «полусухой» способ осеменения путем предварительного разбавления отцеженной спермы водой.

Смесь из расчета 10 мл спермы на 1 кг икры прежде чем вылить в таз с икрой разводят в соотношении 1:200, т.е. в 2 л воды. Икру тщательно и осторожно перемешивают с разведенной спермой птичьим пером (гусиным, утиным) или рукой в течение 5 минут. После этого воду с остатками спермы сливают, промывают икру водой и приступают к обесклеиванию. Обесклеивающая суспензия приготовляется следующим образом: на 10 л воды добавляют тальк или мел – 150–200 г, поваренную соль – 15–20 г, ил речной – 0,5 л, молоко сухое – 200–250 г, молоко цельное – 2 л. Обесклеивание икры полученной суспензией проводят в тазу, перемешивая рукой, или в аппаратах для обесклеивания икры (АОИ) (рис. 143–145) при энергичном барботаже в течение 40 минут. Мы использовали простую конструкцию для обесклеивания, она представлена на рис. 144.

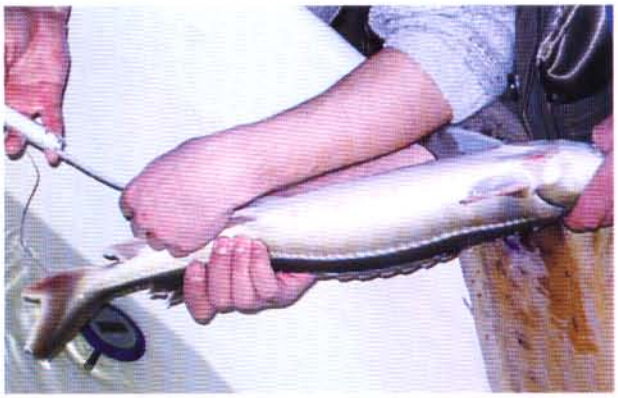


Рис. 140. Отбор спермы у самцов стерляди с использованием катетера

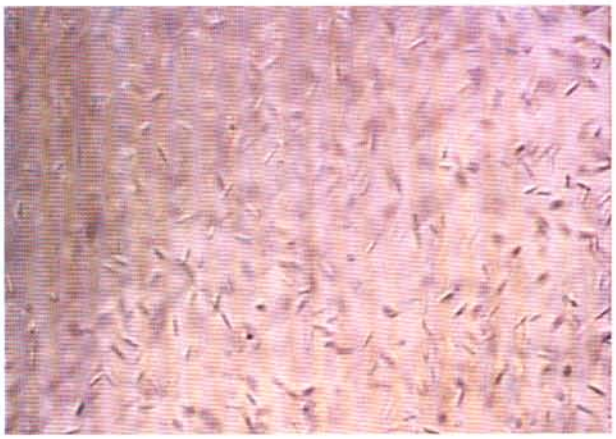


Рис. 141. Сперматозоиды стерляди в поле зрения микроскопа

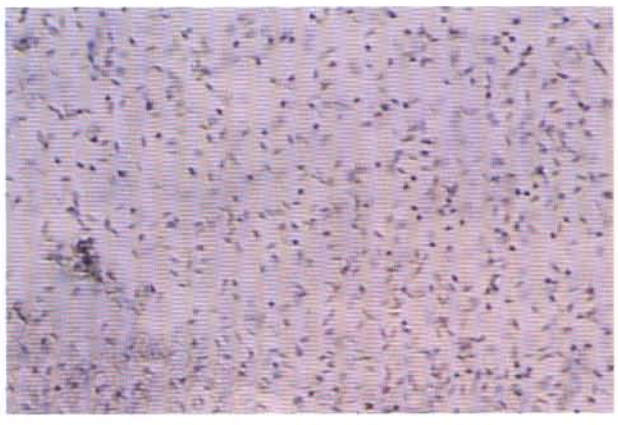


Рис. 142. Активированные сперматозоиды перед осеменением



Рис. 143. Стандартные аппараты для обесклеивания икры



Рис. 144. Модифицированный аппарат для обесклеивания небольших объемов икры

5.3. ИНКУБАЦИЯ ИКРЫ

На большинстве рыбоводных предприятий процесс инкубации обесклеенной икры осетровых производится в аппаратах Ющенко, «Осетр» и других аналогичных конструкциях в условиях чередования покоя и всплывания (подпрыгивания) икринок вверх и опускания вновь на сетчатое дно под воздействием гидропривода (рис. 146).

Успешная инкубация в любом типе аппарата определяется биологическим качеством икры, поступившей на инкубацию, температурой воды, оптимальной для развития, и спецификой самого инкубационного аппарата. Процесс эмбрионального развития протекает у белуги 5–14 суток при температуре воды 10–17 °С, у осетра – 5–10 суток при 12–20 °С, у севрюги – 4–6 суток при 16–22 °С. При благоприятных условиях инкубации продолжительность развития эмбрионов зависит от температуры воды. Повышение температуры ускоряет развитие, понижение – замедляет.

Уход за икрой в период инкубации заключается в обеспечении светового режима (отсутствие прямого солнечного света), контроля качества подаваемой воды и постоянного отбора мертвой икры. Содержание растворенного кислорода в воде должно составлять 8–11 мг/л.

Предупреждение развития сапролегниоза (микозная болезнь икры) инкубируемой икры достигается путем проведения дезинфекции инкубационных аппаратов перед закладкой икры, проверки качества работы бактерицидных установок. Из антисептиков используют 3 %-ный раствор поваренной соли или нормированные растворы метиленовой сини, марганцево-кислого калия, слабый раствор формалина, малахитовую зелень, фиолетовый К.



Рис. 145. Отмывка икры перед закладкой на инкубацию (в течение 45 мин)

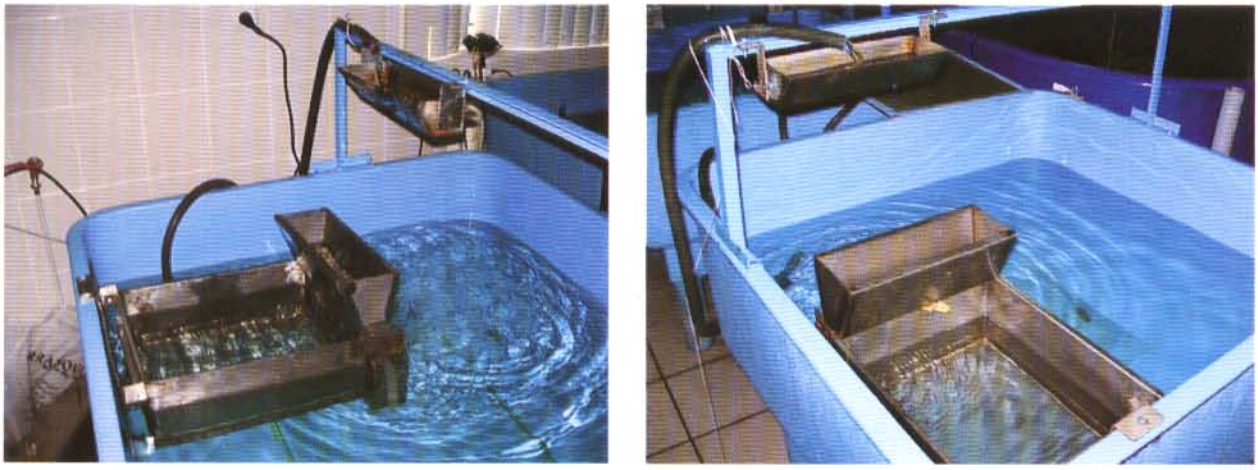


Рис. 146. Модифицированный инкубационный аппарат, работающий по принципу замкнутого водообеспечения

5.4. ПОДРАЩИВАНИЕ ЛИЧИНОК

Выход предличинок у осетровых по завершении инкубации икры обычно составляет 65–70 %. Их размещают в садки-выростники, установленные в высококормных прудах, либо в лотки и бассейны, снабжаемые чистой, хорошо аэрированной водой. Плотность посадки предличинок – от 3 до 5 тыс. на 1 м^2. За 3–4 дня до перехода на активное питание предличинки начинают образовывать на дне бассейна веерообразные скопления – «рои» (рис. 147).

К моменту перехода на питание внешней пищей они рассредоточиваются по дну и в толще воды. Выход пробки из анального отверстия у всех личинок длится 3–4 дня. Уход за предличинками заключается в ежедневном удалении погибших экземпляров, очистке дна и стенок емкостей от осевшего ила, водорослей. Через 5–7 суток личинки переходят на внешнее питание мелким зоопланктоном.

Кормят личинок в основном искусственным стартовым кормом с добавлением 10–15 % живого корма (науплии артемии, пресноводный зоопланктон) в течение первого месяца. Кормление производят круглосуточно через 2 часа при учете поедаемости корма, по достижении молодью массы 3 г – через 3–4 часа. Водообмен 2–3 раза в час, температура воды 20–25 °С. Чистка бассейнов производится 2 раза в день.

При выращивании молоди важнейшим технологическим элементом является сортировка рыбы. Первую сортировку можно начинать по достижении мальками массы 300–500 мг, при этом мелкую рыбу не трогают, отсаживают только крупную молодь. По достижении молодью массы 1 г ее сортируют и пересчитывают.

Этапы получения половых продуктов, осеменения и инкубации икры, подращивания предличинок являются наиболее ответственными в технологическом процессе, поскольку определяют успешность дальнейшей деятельности хозяйства. На этой стадии особенно важны ответственность и высокая квалификация обслуживающего персонала. Поэтому для целей товарного рыбоводства

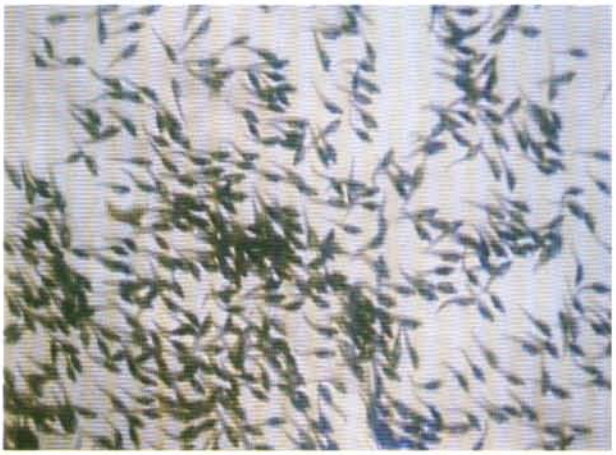


Рис. 147. Роение личинок осетровых рыб

выгоднее предусмотреть приобретение подрощенной молоди в рыбопитомниках. В этом случае не потребуются бассейны для содержания производителей, выпадают процессы оплодотворения и инкубации икры, подращивания личинок, что значительно упрощает и укорачивает процесс получения товарной продукции. Однако в этом случае следует оценить возможности стабильного снабжения рыбопосадочным материалом и возможности его безотходной транспортировки.



ГЛАВА 6. ОПЫТ ФОРМИРОВАНИЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА СТЕРЛЯДИ

Работы по выращиванию стерляди в прудах как добавочного объекта к карпу широко известны. Практически все вопросы выращивания стерляди в индустриальных условиях являются новыми как в отечественном, так и в зарубежном рыбоводстве.

В нашей стране разработана технология выращивания стерляди в садках (Михеев, 1982). Производителей стерляди для садковых хозяйств получают в местах ее промысла. Для дальнейшего выращивания производителей стерляди в садках следует отбирать здоровых особей без травм и повреждений. После перевозки стерлядь сразу помещают в садки (Львов, 1973; 1976; Михеев, 1982).

В первое время стерлядь, завезенная из маточных водоемов, обычно не потребляет искусственные корма, а питается личинками насекомых, червями и другими живыми кормами, к которым она привыкла в естественных условиях. Однако в связи с трудностью обеспечения живым кормом стерлядь приходится кормить искусственными продуктами. Поэтому в последние годы используют методику ее приучения к искусственным кормам.

В течение всего года производителей стерляди содержат в садках. Плотность посадки летом должна составлять 1,5–3 кг/м^2. Рыбу кормят 1–3 раза в сутки из расчета 3–5 % от ее массы. Наиболее охотно стерлядь потребляет влажные гранулированные корма на основе малоценной рыбы. Производители стерляди, хорошо поедающие в садках искусственный корм, отличаются высокой выживаемостью: летом она составляет 90–100 %.

Производители в садках обычно растут медленно: относительные годовые приросты составляют 10–20 %. Созревание в садках взрослой рыбы, завезенной из маточных водоемов, обычно начинается не более чем через 2–3 года после завоза, за этот период происходит адаптация к новым условиям содержания. Самцы хорошо и довольно дружно созревают в садках. Созревание самок происходит с интервалом 1–2 года.

Конечная плотность ремонта и производителей стерляди в летних садках не должна превышать 9–10 кг/м^2, в зимних – 10–20 кг/м^2. Обычно за летний период индивидуальная масса производителей увеличивается на 20–30 %. В течение зимы и весны происходит уменьшение массы тела на 12–17 %.

Плодовитость садковой стерляди массой 600–1000 г составляет 15–30 тыс. икринок, относительная плодовитость – 20–30 икринок на 1 г массы (Львов, 1973; 1976).

При проведении опытов по выращиванию стерляди в зимних прудах установлена высокая выживаемость и пластичность этого объекта. Показано, что стерлядь в зимний период питается и отличается высокой зимостойкостью, а также дает прирост от 40 г и более при отходе 0,9 %, т.е. в сравнении с другими видами осетровых количество погибших рыб незначительно (Суховерхов и др., 2002).

Работы с донской стерлядью начали проводить на Донском осетровом рыбоводном заводе в конце 1990-х гг. Для восстановления популяции донской стерляди было необходимо сформировать маточное стадо. В настоящее время сформировано небольшое маточное стадо донской стерляди, которое содержится в условиях осетрового рыбоводного завода. Его выращивание проводилось в бассейнах на искусственных комбикормах (Абросимова, Лобзакова, 2004; Говорунова, 2004).

На Волгоградском осетровом рыбоводном заводе также проведены исследования по формированию ремонтно-маточного стада волжской стерляди, заготовленной в естественных условиях. Специалистами разработаны технологические методы выращивания стерляди в прямоточном и замкнутом режиме, а также специальные влажные комбикорма для ремонтно-маточного стада (Сырбулов, 2005).

Однако следует отметить, что работы, связанные с формированием маточных стад стерляди, требуют новых подходов и современных методов, а также отработки четкой технологии содержания ремонтно-маточного стада в индустриальных условиях.

Формирование ремонтно-маточного стада стерляди на научно-экспериментальной базе «Кагальник» в условиях УЗВ было начато в 2005 г. Для создания ремонтно-маточного стада использовали молодь стерляди донской популяции (средняя масса 3 г, длина 7 см), которая была завезена с Донского осетрового рыбоводного завода 15.06.2005. До середины июля (20.07.2005) стерлядь выращивали в одном бассейне размером 1 × 1 × 0,5 м. В октябре донская стерлядь была пересажена в бассейн площадью 2 м^2 (УЗВ).

Мы провели эксперименты по выращиванию ремонтно-маточного материала в зимний период. Стерлядь, один из самых тугорослых видов среди осетровых рыб, отличалась высокими показателями роста в зимний период при стабилизации температурного режима.

Показатели красной крови донской стерляди в период зимовки в общем находились в пределах нормы, отмечалось лишь некоторое их снижение (табл. 23). Содержание белка в сыворотке крови было на высоком уровне: 42 г/л в декабре и 38 г/л – в марте. Результаты исследований показателей крови свидетельствуют об удовлетворительном физиологическом состоянии выращиваемых рыб.

Таблица 23

Показатели красной крови донской стерляди в период зимнего выращивания

Показатели	Декабрь	Март
Гемоглобин, г/л	66,0+5,8	57,1+3,4
Гематокрит, л/л	0,21=0,08	0,16±0,06
Эритроциты, млн/мм³	1,02=0,03	1,02±0,03
СГЭ, кг	68,93	55,98

Переход производителей стерляди в нерестовое состояние происходит при температуре воды 10- 11 °С. При зимнем содержании с оптимизацией параметров среды он наступает примерно на 1,5 -2 месяца раньше.

Для сравнительной характеристики ремонтно-маточного стада в марте были завезены годовики волжской стерляди с НПЦ «БИОС». После зимнего содержания они отставали по массе от донской стерляди, которую в зимний период подкармливали. Показатели красной крови годовиков стерляди волжской и донской популяции представлены в таблице 24.

Увеличение всех показателей красной крови у двух исследованных групп стерляди происходило с мая по апрель. Низкий уровень гемоглобина у волжской стерляди отмечен в мае – 57,1 г/л, это связано с тем, что рыба прошла зимовку и была несколько ослаблена после транспортировки. Однако уже к июню уровень гемоглобина у волжской стерляди повысился и достиг 71,0 г/л, у донской стерляди высокий уровень гемоглобина наблюдался в течение всего периода исследований.

Гематокрит увеличивался по мере роста рыбы. Если в мае его величина у волжской стерляди составляла 0,16–0,19 л/л, у донской – 0,24 л/л, то в конце июня – 0,21 и 0,25 л/л соответственно.

Концентрация гемоглобина у исследованных объектов изменялась с увеличением количества эритроцитов. Среднее содержание гемоглобина в одном эритроците было выше у донской стерляди, к концу лета мы отметили его увеличение. Показатели содержания сывороточного белка у двух исследуемых групп были в пределах нормы для осетровых рыб. Однако у волжской стерляди в мае содержание белка составляло 15 г/л, что в 2,5 раза ниже, чем у донской стерляди (рис. 148). Низкие показатели сывороточного белка также связаны с выходом волжской стерляди из состояния зимовки. В дальнейшем шло повышение этого показателя, и к июлю содержание белка у двух исследованных видов было почти на одинаковом уровне.

Показатели крови полностью подтвердили удовлетворительные условия содержания и выращивания двух групп стерляди.

Следует отметить, что уже в апреле 2007 г. можно было выделить из стада донской и волжской стерляди созревших самцов. Впервые созрели 5 самцов волжской стерляди и 6 самцов донской стерляди. Осенью количество самцов у двух исследованных популяций составило около 15 %.

Для сравнительных исследований, связанных с особенностями формирования маточных стад разных подвидов стерляди, использовались производители волжской стерляди.

Первую партию производителей волжской стерляди в количестве 10 экз. (3 самки и 7 самцов) завезли в ноябре с Волгоградского осетрового завода, они были выловлены из естественных

Таблица 24

Показатели красной крови стерляди волжской и донской популяции 2006 г.)

Показатели	Волжская стерлядь			Донская стерлядь		
	апрель	май	июнь	апрель	май	июнь
Гемоглобин, г/л	57,1=3,4	66.0=5,8	71,0±5,8	75,0=6,1	76,2±7,0	79,0±6,3
Гематокрит, л/л	0,16±0.06	0,19±0,06	0,21±0,08	0,24±0,07	0,25=0,07	0,25±0,10
Эритроциты, млн/мм³	1,02±0,03	1,03±0,04	1,03±0,04	1,06±,003	1,06=0,02	1,07±0,02
СГЭ, кг	55,98±3,1	64,07±4,6	68,93=4,9	70,7=5,1	71,88±5.2	73,83±5,6

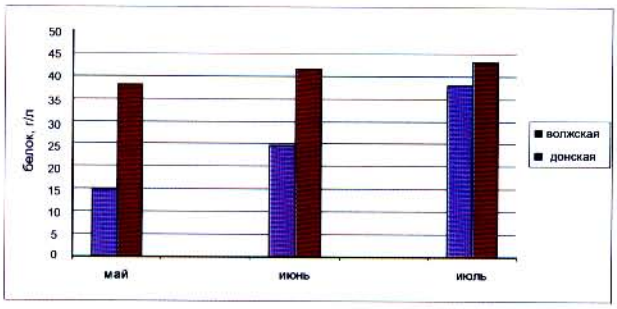


Рис. 148. Содержание белка в сыворотке крови стерляди

Таблица 25

Результаты тестирования самок стерляди перед нерестом

№ самки	Длина, см	Масса, кг	Размер икры, мм		Коэф. поляризации ооцитов, %
			вертикальный	горизонтальный	
1	64	1,430	2,42	2,28	13,40
2	63	1,320	2,43	2,18	8,25
3	75	2,125	2,46	2,19	9,00

условий (р. Волга) при осенней заготовке. Самки содержались в бассейнах 2 × 2 м при температуре 9,5–10,4 °С без кормления. Содержание кислорода в воде находилось в пределах нормы и составило 7,7–8,5 г/л. В декабре (01.12.2006) самки были протестированы для определения степени зрелости половых продуктов (рис. 149).

Использование щуповых проб позволило определить коэффициент поляризации ооцитов (таблица 25, рис. 150, 151).

Самки и самцы содержались совместно в бассейне размером 2 × 2 м, после взятия проб щупом самцы в количестве 7 экз. были отсажены в отдельный бассейн. Поведение рыб в бассейнах было характерно для данного вида рыб. Все особи держались преимущественно на течении у дна.

Суть нашего эксперимента состояла в стимулировании раннего созревания производителей стерляди. В естественных условиях стерлядь созревает в конце апреля – начале мая. В задачу исследований входило получение половых продуктов на несколько месяцев раньше.

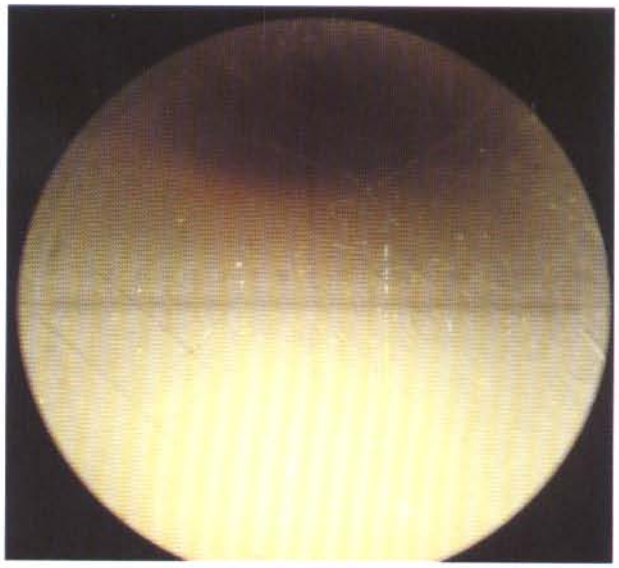


Рис. 150. Яйцеклетка стерляди на IV стадии зрелости



Рис. 149. Тестирование производителей стерляди

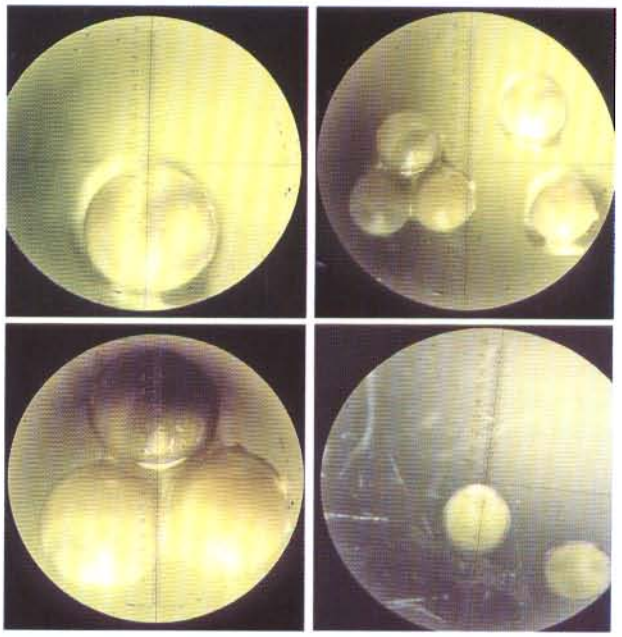


Рис. 151. Яйцеклетка стерляди перед нерестом

Производители содержались в бассейнах до февраля при средней температуре 7–8 °С. За две недели до нереста начали поднимать температуру воды на один градус в сутки и довели ее до 15 °С. При такой температуре производителей содержали в течение недели. Перед нерестом самок повторно протестировали, коэффициент поляризации составил 7,5–8,0 %, что свидетельствовало о начале перехода яичников в V стадию зрелости (стадия текучих половых продуктов) (рис. 152).

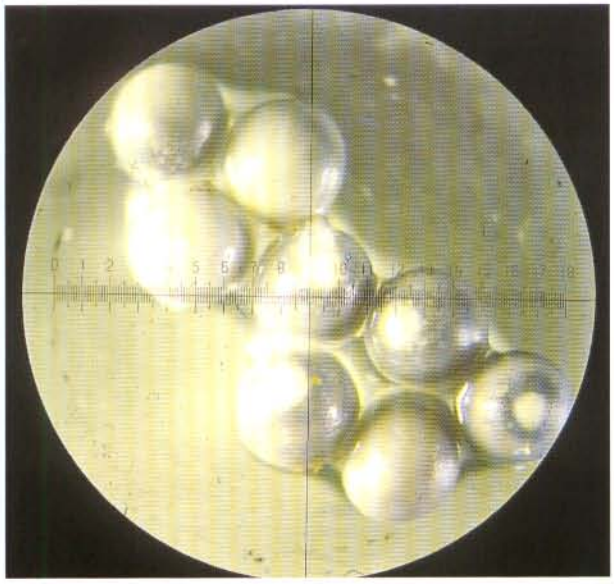


Рис. 152. Зрелые яйцеклетки стерляди, полученные методом подрезания яйцевода

Дополнительно для подготовки производителей стерляди к нересту использовали биологически активные вещества, аскорбиновую кислоту, α-токоферол и B_{12}, которые вводили в виде инъекций по специальной схеме за месяц до нереста.

При подготовке стерляди к нересту с применением комплекса витаминов С, Е и B_{12} использовали фармацевтические препараты раствора 10 %-ной аскорбиновой кислоты (100 мг/мл), 30 %-ного α-токоферол-ацетата (300 мг/мл) и цианокобаламина (500 мкг/мл). Нормы введения аскорбиновой кислоты и α-токоферол-ацетата для производителей осетровых рыб были разработаны ранее (Сорокина, 2004). Витамин Е относится к группе жирорастворимых витаминов, поэтому перед введением ампулу с препаратом разогревали на водяной бане. Витамин B_{12} вводили на следующий день после инъецирования витаминами Е и С. (Пономарев и др., 2005а)

Витамины вводили медицинским шприцем объемом 5 $см^3$ в спинную мышцу на уровне третьей жучки. Для каждого препарата использовали индивидуальный шприц. Дозы инъекций составили: витамин С – 10 мг/кг, витамин Е – 15 мг/кг (Сорокина, 2004), витамин B_{12} – 50 мкг/кг массы тела рыбы. Контрольной группой служили производители, инъецированные витаминами С и Е. Перед помещением на инкубацию обработку икры русского осетра проводили цианокобаламином в период обесклеивания в аппаратах АОИ в течение 45 минут. (Пономарева и др., 2005б; Храмова и др., 2005в; 2005б).

Действие витаминных инъекций и обработки икры цианокобаламином определяли на основании данных созревания производителей, процента оплодотворения икры, а также выживаемости эмбрионов, личинок и выхода молоди. Плодовитость самок определяли общепринятым способом (Правдин, 1966). Для определения процента оплодотворения икры брали пробы на стадии второго деления – 4 бластомера, стадия 5 (Детлаф, Гинзбург, 1981).

Для стимулирования самок и самцов стерляди использовали гипофизарную вытяжку, которую вводили из расчета на единицу массы рыбы (табл. 26). Самцам гипофизарную инъекцию делали раньше, чем самкам. После инъекции самок лучше размещать в бассейнах с проточной водой, имеющих светлое дно.

Самцы стерляди созрели через 24 часа. Активность от сцеженной спермы составила 4–5 баллов по шкале Персова (Персов, 1953), у самок в это время отмечено покраснение анального отверстия. Самки начали созревать через 28 часов, что было установлено визуально по отдельным икринкам, рассеянным по дну бассейна, или путем осторожного от сцеживания малых порций икры, для чего осмотр самок проводили каждые 1,5–2 ч.

Таблица 26

Расчетные дозировки гипофизарного препарата для производителей стерляди в зависимости от массы тела

Масса производителей, кг	Активность гипофизарного препарата, ЛЕ	Доза гипофизарного препарата, ЛЕ/кг	Доза гипофизарного препарата в мл на особь
0,5	65	13	0,1
1,0	65	13	0,2
1,5	65	13	0,3
2,0	65	13	0,4
2,5	65	13	0,5
3,0	65	13	0,6

К отбору икры у самок стерляди приступали лишь после того, как было установлено, что при легком нажатии на брюшко икра свободно вытекает. Самку извлекали из воды, насухо вытирали полотенцем, затем заворачивали в него и брюшком кверху помещали в подставку на столе. Во время отбора икры жабры рыб через каждые 1–1,5 мин смачивали водой.

Получение икры осуществляли методом подрезания яйцевода (Подушка, 1986). В среднем от каждой самки было получено 155–250 г икры, что характерно для впервые нерестующих самок (табл. 27). Средняя масса икринки колебалась от 6,4 до 8,2 мг, диаметр 2,3 мм. После взятия икры самкам были введены антибиотики (гентамицин) для исключения попадания инфекции после операции.

Таблица 27

Рыбоводно-биологические показатели самок волжской стерляди

№ самки	Длина, см	Масса, кг	Количество икры		% оплодотворения
			г	тыс. шт	
1	64	1,430	201	31,3	90
2	63	1,320	155	18,7	82
3	75	2,125	250	28,7	85

После осеменения икру обесклеивали с использованием талька в течение 45 минут, а затем закладывали на инкубацию. Инкубацию проводили в аппаратах «Осетр», вкладыши которых были установлены непосредственно в бассейн, при температуре воды 17 °С. Процент оплодотворения составил 90 %. Инкубация длилась 5 суток. В период инкубации проводили обработку икры фиолетовым К из расчета 0,2 мг/л.

Вторая партия производителей волжской стерляди была подготовлена к нересту при естественных температурах. Самок протестировали 11 апреля при температуре воды 12 °С. Коэффициент поляризации составил 12–13 %, стадия зрелости яичников IV. Через две недели после поднятия температуры воды до 15 °С у самок повторно взяли пробы для определения стадии зрелости и готовности к нересту. 13 мая самкам и самцам сделали гипофизарные инъекции для стимулирования нереста, созревание производителей наступило через 24–28 часов (табл. 28).

Икра была заложена на инкубацию, и через 5 суток при температуре 19 °С произошло вылупление единичных экземпляров, средняя масса личинок составила 8,2 мг (рис. 153, 154).

Таблица 28

Рыбоводно-биологические показатели самок волжской стерляди, созревших при естественных температурах

№ самки	Длина, см	Масса, кг	Количество икры		% оплодотворения
			г	тыс. шт.	
1	61	0,987	77	9,6	80
2	62	1,000	76	9,5	78
3	70	1,120	90	11,2	82

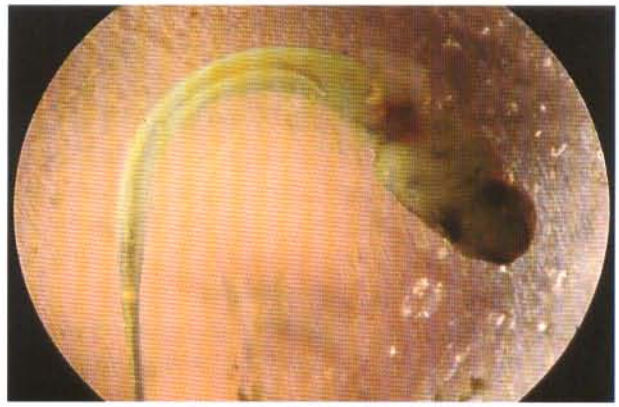


Рис. 153. Вылупившаяся личинка стерляди (возраст 1 сутки, масса 8 мг)



Рис. 154. Личинка стерляди при переходе на активное питание (возраст 12 суток, масса 15 мг, длина 16 мм)

Было установлено, что регулирование температуры перед нерестом позволяет сдвинуть сроки созревания ооцитов у самок и получить качественное потомство в более ранние сроки.

Исследования с использованием витаминного препарата B_{12} для производителей стерляди в преднерестовый период показали его эффективность. Результаты представлены в таблице 29. Число ответивших на гипофизарную инъекцию рыб увеличилось на 10 % по сравнению с контролем и составило 100 %. Количество оплодотворенной икры выросло на 17 %.

При дальнейшем наблюдении выявили повышение количества нормально развивающейся

Таблица 29

Показатели самок стерляди при введении цианокобаламина

Показатели	Опыт	Контроль
Созревание, %	100	90
Оплодотворение икры (5 ст.), %	90	72
Развитие икры (17 ст.), %	85	70
Выход эмбрионов (36 ст.), %	83	60

Таблица 30

Биохимический состав икры стерляди

Показатели	Опыт	Контроль
Влага, %	47,5±1,5*	51,6±1,0
Сухое вещество, %	52,5±0,8**	48,4±1,1
Протеин	57,8±0,7*	55,9±0,7
Липиды	35,6±0,3**	33,8±0,2
Углеводы	2,8±0,6*	4,9±0,8
Зола	3,8±0,5*	5,4±0,2

Различия достоверны при *$P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

икры на стадии маленькой желточной пробки (17 ст.): в опытном варианте – на 15 %, на стадии вылупления эмбрионов из оболочек (36 ст.) – на 17 % по сравнению с контролем. По литературным данным, введение витамина B_{12} производителям в процессе получения потомства на стадии предварительного инъецирования самок гипофизом повышает выход трехдневных личинок карпа, пестрого и белого толстолобиков, снижает посленерестовую гибель производителей этих видов рыб (Духовенко, Сергеева, 1996).

После сравнительного изучения и анализа эффективности применения цианокобаламина для повышения рыбоводного качества производителей было необходимо выяснить его действие на общий химический состав икры, поскольку он может оказывать значительное влияние как на оплодотворяемость икры, так и на выживаемость зародышей и их дальнейшее развитие (Вассель, 2004). Биохимический анализ показал, что икра опытной группы отличалась более высоким содержанием протеина (на 2,3 %) и липидов (на 1,1 %) (табл. 30).

Высокая концентрация липидов является свидетельством того, что их расход в организме был значительно ниже. Очевидно, в преднерестовый период содержания у контрольных самок происходили значительные затраты липидных веществ на генеративный синтез и поддержание жизненных функций.

Через неделю после введения цианокобаламина улучшилось состояние производителей, количество гемоглобина выросло на 10 %, сывороточный белок в среднем на 15 % (рис. 155, 156). Изменилась лейкоцитарная формула. Если перед введением витамина B_{12} производителям наблюдалось повышенное содержание моноцитов, то после их количество снизилось, что свидетельствует об усилении защитных функций организма под действием цианокобаламина (Житенева и др., 1989).

Результаты инкубации икры, полученной от самок стерляди, которым вводили витамин B_{12}, показали, что в сравнении с контрольной группой число созревших рыб в этой группе увеличилось на 16 %, количество оплодотворенной икры – на 10 % (табл. 31).

Таким образом, введение 50 мкг/кг цианокобаламина самкам осетровых рыб в преднерестовый период перед проведением гипофизарных инъекций значительно повышает их рыбоводно-биологические характеристики. При этом количество созревших самок увеличивается на 10–40 %, а оплодотворенной икры – на 10–17 %, выход свободных эмбрионов – на 20 %.

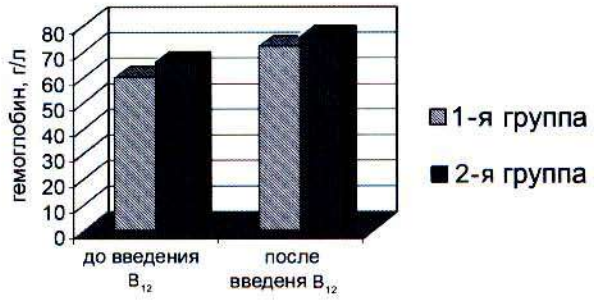


Рис. 155. Уровень гемоглобина в крови самок, инъецированных витамином B_{12}



Рис. 156. Уровень сывороточного белка в крови самок, инъецированных витамином B_{12}

Таблица 31

Показатели самок стерляди, инъецированных цианокобаламином

Показатели	Опыт	Контроль
Масса самок, кг	1,2±0,1	1,1±0,1
Созревание, %	84	77
Кол-во самок, давших доброкачественную икру, %	84	70
Оплодотворение икры, %	85	70

В период эмбрионального развития определяли количество нормально развивающихся зародышей. За время инкубации в опытном варианте, где икра была обработана 1,0 мг/л цианокобаламина, было отмечено снижение нарушений в развитии в среднем на 10 % (табл. 32).

Во время просмотра проб в эмбриогенезе встречались различные нарушения в развитии эмбрионов. В частности, ооциты с беспорядочным дроблением, у которых борозды закладывались не одновременно, большая область в ооците совсем не дробилась. Границ клеток практически не было видно, а зародыш приобрел белесую с разводами (мраморную) окраску. Такие эмбрионы никогда не переходят к гаструляции и медленно погибают. Эти нарушения являются следствием партеногенетического дробления (Детлаф и др., 1981).

Таблица 32

Нарушения в развитии эмбрионов, %

Вид нарушений	Опыт	Контроль
Процесс дробления	2,2±0,40**	4,0±0,32
Закрытие бластопора	1,0±0,30*	1,6±0,17
Недоразвитие передних отделов головы	2,6±0,25***	5,6±0,48
Искривленное тело	3,5±0,62**	5,2±0,54

Различия достоверны при * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Другой вид нарушения в развитии – недоразвитие борозд дробления, появление лишних борозд, например, отмечены эмбрионы, у которых пять бластомеров вместо четырех. Встречались также яйца с выделившимся в центре бластомером. Некоторые борозды дробления на концах имели раздвоения в виде вилочек. Это приводит к тому, что бластомеры не участвуют в дальнейшем развитии. По данным Т.А. Детлаф и др. (1981), такие нарушения дробления происходят при резких перепадах температуры во время инкубации. Нарушения процесса дробления в опытной группе составили 2,4 %, что в 2 раза ниже, чем в контрольной.

В конце этапа гаструляции чаще всего встречались аномалии, возникающие в результате нарушения клеточных перемещений (Щепковски, Кольман, 2002). Во время инкубации икры русского осетра нарушения процесса гаструляции выражались в увеличении размера желточной пробки по сравнению с нормально развивающимися икринками (в опыте – 1,0 %, в контроле – 1,8 %), в этом случае обрастание темных вегетативных клеток задерживается и зародыш переходит к следующему периоду, сохраняя желточную пробку значительного размера. В дальнейшем у него будут наблюдаться те или иные нарушения строения.

При исследовании проб икры на стадиях после гаструляции наблюдали неправильное строение головы (в опыте – 2,5 %, в контроле – 5,8 %), отмечали неправильную форму желточного мешка и отсутствие переднего отдела тела (единичные эмбрионы).

На стадии предличинки были обнаружены нарушения в строении тела. Среди них нарушения пропорций тела, развитие искривлений, укорачивание усиков, жаберных крышек. В основном встречались предличинки с искривленным телом (в опыте – 3,0 %, в контроле – 5,3 %).

Все вышеописанные нарушения могут быть следствием неправильного созревания ооцитов, что ведет к снижению качества икры и впоследствии к развитию аномалий у эмбриона (Детлаф и др., 1981; Пономарева и др., 2005в).

Таким образом, результаты исследований развития осетровых рыб в эмбриональном периоде свидетельствуют о повышении резистентности развивающихся эмбрионов и эффективности применения обработки витамином B_{12} в период подготовки икры к инкубации.

Однако следует отметить, что в наших исследованиях мы использовали самок стерляди, у которых был первый нерест, а для таких производителей характерно повышенное количество погибших эмбрионов и личинок (до 70–80 %). Поэтому использование биологически активных веществ в период нереста ведет к повышению выживаемости на ранних этапах онтогенеза.

В результате исследований разработаны новые биотехнологические методы выращивания ремонта и формирования высокопродуктивного маточного стада стерляди, предусматривающие сокращение сроков созревания производителей и длительности последующих половых циклов.

Создание рыбоводных комплексов с использованием установок замкнутого водообеспечения (УЗВ) и технологии круглогодичного выращивания позволяет увеличить объем производства осетровых рыб, в том числе решить вопрос о зарыблении водоемов посадочным материалом. Однако выращивание рыб в этих системах не решает проблемы болезней рыб. Как показывает опыт работы УЗВ аквакомплекса ЮНЦ РАН, успешная работа рыбоводного комплекса невозможна без ихтиопатологического мониторинга.

7.1. ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ПУТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ РЫБ В УЗВ

Передача инфекционного или инвазионного начала в УЗВ может происходить от рыбы к рыбе через воду, сети, инвентарь и т.д. Задачей ихтиопатологического мониторинга является определение источников, механизмов и факторов передачи возбудителей заболеваний, условий, при которых может развиваться заболевание, а также способов его профилактики и лечения.

Инфекция может распространяться через воду, но главным источником заражения являются рыбы. Часто отдельно взятая особь может быть устойчива к определенному виду возбудителя. Однако в водной среде всегда существует возможность передачи инфекционного начала более ослабленной и восприимчивой к заболеванию рыбе. Такие экземпляры являются опасными носителями инфекции в УЗВ, поэтому их как можно скорее необходимо изолировать из системы.

В 2007 г. в аквакомплексе ЮНЦ РАН в изолированном бассейне с автономными фильтрами содержался русский осетр *Acipenser gueldenstaedtii* (1+), выловленный в Таганрогском заливе Азовского моря. При клиническом осмотре были отмечены гиперемия и небольшие изъязвления кожного покрова в области брюшных жучек (рис. 157, 158), а также белые узелки на поверхности тела.

Исследование содержимого капсул под микроскопом позволило обнаружить нематод *Cystoopsis acipenseris* (сем. Cystoopsidae, отр. Trichocephalida) – специфичных паразитов осетровых рыб. Самец и самка *C. acipenseris,* паразитируя парами, образуют под кожей соединительно-тканные капсулы. В данном случае диаметр капсул червей составил 5–7 мм.

Самец и самка нематоды, извлеченные из капсулы, имели ярко выраженный половой диморфизм, соответствующий классическому описанию (рис. 159). Тело самки разделено на две части. Передняя часть нитевидная, длиной 2,48–2,74 мм, покрыта шипиками, задняя – шарообразная, диаметр 5–6 мм. Яичники и многочисленные петли матки заполняли всю заднюю часть тела. Матка содержала большое количество яиц характерной бочонковидной формы с пробочками на обоих концах. Самец значительно мельче самки. Тело цилиндрической формы, с закругленными концами, длина 2,1–2,25 мм. Вся полость тела заполнена многочисленными петлями семенника.



Рис. 157. Русский осетр, пораженный цистоопсисом



Рис. 158. Особь, сильно пораженная цистоопсисом

Развитие *C. acipenseris* происходит с участием промежуточных хозяев, которыми являются рачки-бокоплавы из сем. Gammaridae – *Dikerogammarus haemobaphes, Gammarus platycheir, G. pulex.*

Яйца паразита, попавшие в водоем, поедаются бокоплавами. В кишечнике бокоплава из яиц выходит личинка и проникает в полость тела рачка, где продолжает развитие. Скорость развития личинки зависит от температуры. Так, при температуре 18–20 °С личинка становится инвазионной за 14–15 дней, при 8 °С – через 22 дня (Определитель..., 1987).

Осетровые заражаются нематодой при поедании инвазированных бокоплавов. Из кишечника личинки проникают под кожу рыб, чаще на брюшную сторону, а также на боковую поверхность и под спинные жучки, где образуют видимые невооруженным глазом узелки, именуемые капсулами (рис. 159).

По литературным данным (Иванов, 1968) и нашим наблюдениям, образование паразитом соединительно-тканной капсулы разрушает покровные ткани рыб, ведет к появлению вокруг гельминта отечности и деструкции соединительной ткани.

Изъязвления кожного покрова между жучками на брюшной поверхности осетра – результат разрыва капсул. Уровень заражения цистоопсисом осетра, завезенного в аквакомплекс ЮНЦ РАН из Таганрогского залива, не представлял непосредственной опасности для здоровья рыб. Кроме того, отсутствие промежуточных хозяев в УЗВ делало паразита безопасным для остальных осетровых рыб. Однако существовала угроза грибкового и бактериального заражения тканей рыб на месте разорвавшихся цист с цистоопсисами.

С целью профилактики развития бактерий и грибов поврежденные паразитом участки тела обрабатывались растворами красителя метиленового синего (1 г/л) и марганцево-кислого калия $KMnO_4$ (1 г/л) с помощью ватного тампона. Обработку проводили по мере разрыва капсул с цистоопсисами.

Передача возбудителей болезней может происходить и через воду, которую используют при перевозке рыб в УЗВ, поскольку в воде могут содержаться различные микроорганизмы и паразиты, способные распространиться в пределах УЗВ. Поэтому вода, предназначенная для УЗВ, должна пройти обеззараживание. Для этого используют дезинфекцию ультрафиолетовыми лучами (UV) и озонацию (внесение озона O_3).

Кроме того, причиной инвазии в УЗВ может быть корм. В аквакомплексе ЮНЦ РАН для кормления осетровых использовали рыбу, выловленную из пр. Свиное Гирло и в Таганрогском заливе: амурского чебачка *Pseudorasbora parva* и горчака *Rhodeus sericeus*.

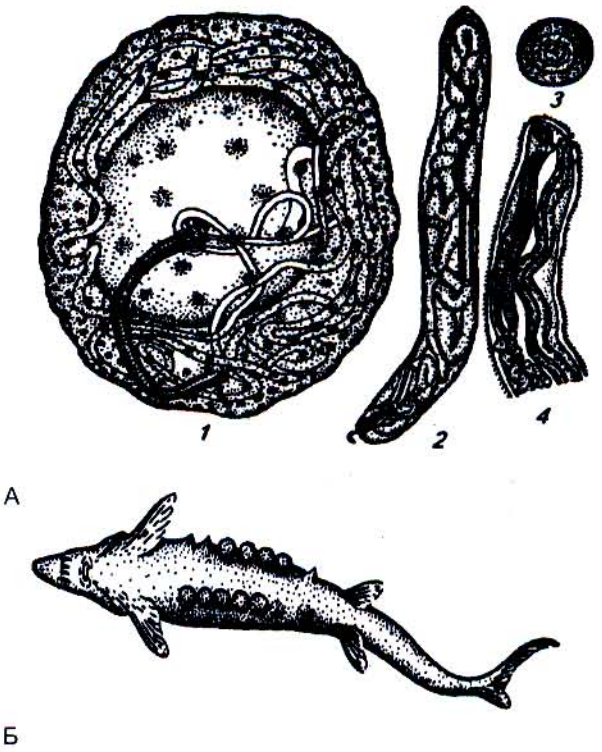


Рис. 159. А – возбудитель цистоопсиоза: 1 – самец и самка в цисте; 2 – самец; 3 – головной конец апикально; 4 – головной конец латерально; Б – стерлядь, пораженная цистоопсисом (Определитель..., 1986)

Паразитологический анализ рыб выявил наличие единичных экземпляров эктопаразитов (моногеней *p. Gyrodactylus* и инфузорий *p. Trichodina*) на жабрах и в соскобах с поверхности тела амурского чебачка.

Для предотвращения внесения в УЗВ паразитов с кормовыми объектами перед их скармливанием осетровым были испытаны комбинированные ванны с поваренной солью и марганцево-кислым калием из расчета: NaCl – 1 кг/м^3; $KMnO_4$ – 10 г/м^3 в течение 60 минут. Оптимальная температура ванн была 5–7 °С. После указанной процедуры паразитов на поверхности тела обнаружено не было.

Высокие плотности посадки и контакты между рыбами облегчают перемещение возбудителей в УЗВ. Вектором распространения заболевания могут быть паразиты, перемещающиеся от рыбы к рыбе, например, *Argulus foliaceus* (рис. 160).

Эти организмы не только сами наносят вред рыбе, но и являются переносчиками патогенных бактерий и вирусов. Причиной вспышки заболеваний могут быть части фильтра, рыбоводное оборудование, инвентарь, не прошедшие тщательную дезинфекцию перед использованием, и др.



Рис. 160. *Argulus foliaceus*

7.2. ПРОФИЛАКТИКА ЗАБОЛЕВАНИЙ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В УЗВ

При выращивании осетровых рыб в УЗВ особо пристальное внимание уделяется контролю качества воды. В первую очередь это касается содержания в воде аммония и нитритов, повышенные концентрации которых уже сами по себе могут привести к заболеванию или гибели рыб.

Загрязнение бассейнов и фильтров органическими веществами, замедленный водообмен приводят к концентрации патогенов (паразитов) в замкнутом пространстве. При отсутствии системы обеззараживания на водоподаче в УЗВ распространение инфекции или инвазии может произойти стремительно.

Профилактические мероприятия, проводимые в УЗВ, включают в себя комплекс ветеринарно-санитарных правил, направленных на предотвращение внесения в систему возбудителей заболеваний (вирусов, бактерий, грибов, паразитов), которые могут вызвать гибель рыб. В первую очередь это тщательное ихтиопатологическое обследование и обязательный карантин для рыб перед посадкой в УЗВ. Срок карантина определяется в каждом конкретном случае, он должен быть не менее 30 суток.

Перед посадкой рыб в УЗВ проводится также антипаразитарная обработка рыбы. Для этих целей используют разные лечебные средства в зависимости от поставленного диагноза.

Тщательный ихтиопатологический контроль необходим и при пересадке рыб внутри УЗВ. Особенно важна ранняя диагностика заболеваний. Даже по поведению можно отличить больных рыб от здоровых: они обычно поднимаются в поверхностные слои воды, начинают заглатывать воздух, теряют координацию движений, не реагируют на приближение человека. Диагноз нельзя ставить только на основании клинических признаков. Необходим анализ эпизоотологических, патологоанатомических данных и результатов ихтиопатологических исследований. Чем раньше выявлено заболевание, тем скорее можно принять меры по лечению рыб и сократить ущерб от заболеваний.

В комплексе профилактических мероприятий большое значение имеет дезинфекция бассейнов, инвентаря, рыбоводных сооружений. В качестве специальных дезинфицирующих средств используют марганцево-кислый калий, хлорную известь, гипохлорит кальция, хлорамин Б и другие.

Кроме соблюдения рыбоводных требований информация о том, когда и при каких условиях зафиксированы случаи гибели рыб, позволяет выявить факторы, имеющие наибольшее значение в данный момент.

7.3. ЗАБОЛЕВАНИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В УЗВ

При выращивании в аквакультуре у осетровых рыб отмечены инфекционные (вирусные, бактериальные, грибковые), инвазионные, незаразные заболевания. (Казарникова, Шестаковская, 2005; 2006). Остановимся на наиболее важных для выращивания в системе УЗВ.

7.3.1. ВИРУСНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Наиболее изученным и широко распространенным среди вирусных заболеваний осетровых рыб является заболевание, вызываемое иридовирусом белого осетра (WSIV). Впервые в аквакультуре WSIV был зарегистрирован в 1988 г. (LaPatra et al., 1995; 1998). По классификации Международного эпизоотического бюро (OIE) WSIV был отнесен к опасным возбудителям заболеваний рыб. В последние годы вирус отмечен у белого осетра *Acipenser transmontanus*. Похожие вирусные агенты встречаются у русского осетра *A. gueldenstaedtii*, сибирского осетра *A. baeri* – видов, распространенных в аквакультуре России, а также белого лопатоноса *Scaphirhynchus albus*, американского лопатоноса *S. platyorhynchus*, атлантического осетра *A. oxyrhynchus*, озерного осетра *A. fluvescens*.

Вирус поражает эпителий кожи и жабр и может вызывать массовую гибель (более 90 %) молоди до года (Hetrick et al., 1991a; LaPatra et al., 1999; Bauer et al., 2002). Симптомами заболевания

являются нарушение дыхания и осморегуляции, часто осложняющиеся вторичной бактериальной инфекцией. Вирус является специфичным для осетровых рыб. Попытки выделения его на культурах клеток других видов рыб закончились неудачей (Hedrick et al., 1991b). Возможно горизонтальное (от рыбы к рыбе) и вертикальное (через половые продукты к рыбе) распространение инфекции. Мероприятиями, снижающими возможность внесения инфекции WSIV, являются: обработка оплодотворенной икры йодофором, выращивание молоди осетровых старше одного года, снижение стрессовых воздействий (повышенной плотности посадки, резких перепадов температур, хэндлинга) (LaPatra et al., 1994; Metcalf, Zajicek, 2000).

Гораздо меньше информации о двух вирусах герпеса белого осетра – WSHV-1 и WSHV-2. Первый опасен для молоди (< 10 см) белого осетра – поражая эпидермис кожи и слизистой в области губ, он вызывает серьезные потери (> 90 %) среди выращиваемых рыб (LaPatra et al., 1993). Второй вызывает образование язв на поверхности тела у молоди и старших возрастных групп. О заражении этими вирусами других видов рыб ничего не известно. По устному сообщению И.С. Щелкунова, вирусные частицы, подобные вирусу герпеса белого осетра, были обнаружены у сибирского осетра *Acipenser baeri* при выращивании в бассейнах Конаковского осетрового завода (Московская область).

Аденовирус белого осетра (WSAV) поражает эпителий слизистой кишечника и вызывает летаргию, анорексию, истощение и иногда гибель (< 50 %) молоди белого осетра в возрасте до года (Hedrick et al., 1985; Conte et al., 1988). По данным М. Бэнка с соавторами (Benk et al., 2002), WSAV отличается от других аденовирусов. После его успешного выращивания на культуре клеток селезенки (WSS-2) подобные аденовирусу частицы были найдены у других видов рыб. Пути распространения WSAV неизвестны.

У белого осетра обнаружены вирусы, вызывающие значительные потери среди лососевых рыб, – это вирус инфекционного некроза гемопоэтической ткани (IHNV) и вирус инфекционного некроза поджелудочной железы (IPNV) (LaPatra et al., 1995). Распространение инфекции происходило вертикально, горизонтально и через паразитов (копепод Salmonicola sp., и пиявок *Piscicola salmositica).*

Рыбы старшего возраста обычно не болеют, но являются носителями вирусов. Дикие производители считаются главным источником возбудителей инфекции. Благоприятным условием для развития вирусных заболеваний является температура 17–19 °С, но они также могут проявляться при температуре от 9 до 23 °С. К сожалению, до настоящего времени эффективные способы лечения вирусных заболеваний осетровых рыб не разработаны.

7.3.2. БАКТЕРИАЛЬНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Накопление органических веществ в бассейнах при выращивании в УЗВ стимулирует рост численности микроорганизмов (Котлярчук, 2004). Условно патогенные микроорганизмы – это большая группа микробов, которые могут сосуществовать с макроорганизмом и не наносить ему вреда.

В аквариальной научно-экспериментальной базе ЮНЦ РАН у осетровых рыб было выделено: в 2005 г. – 67 культур условно патогенных микроорганизмов, в том числе 42 штамма из воды и 25 штаммов – от рыб; в 2006 г. – 93 культуры условно патогенных микроорганизмов 7 родов, в том числе из воды – 58 штаммов, от рыб – 35 штаммов. В состав последних входило 5 видов: *Aeromonas hydrophila, Aeromonas* sp., *Flavobacterium aquatice, Plesiomonas shigelloides, Plesiomonas* sp. Кроме того, в 2006 г. были выделены бактерии группы кишечной палочки (рис. 161).



Рис. 161. Проведение первичных посевов для дальнейших бактериологических исследований

Неблагоприятные условия среды (хэндлинг, плохое качество воды и др.) оказывают негативное воздействие на организм рыб, ослабляют его и повышают его восприимчивость к условно патогенным бактериям, которые способны вызвать инфекционный процесс в латентной и острой формах (Юхименко, Викторова, 1979; Каховский, 1991; Бормотова и др., 1995; Francis-Floyd, 2000). При выращивании в УЗВ у осетровых рыб от-

мечались такие бактериальные заболевания, как миксобактериоз и бактериальная геморрагическая септицемия (БГС).

В России миксобактериоз осетровых рыб внесен в перечень карантинных и особо опасных болезней рыб. Заболевание вызывают бактерии родов *Flexibacter, Cytophaga, Sporocytophaga.* Клиническими признаками заболевания являются кровоизлияния на поверхности тела и у основания жучек, полиморфные повреждения на поверхности тела, разрушение эпителия жаберных лепестков, межлучевых перепонок и опорных элементов плавников. Заболеванию подвержены все возрастные группы осетровых рыб, но больше всего молодь. Наличие вторичной инфекции, как правило, осложняет течение миксобактериозов (Енгашев и др., 2005).

Бактериальная геморрагическая септицемия (БГС) поражает все виды осетровых рыб в любом возрасте при нарушении технологии выращивания. Возбудителями заболевания являются бактерии рода *Aeromonas*, выделяющиеся из посевов паренхиматозных органов в монокультуре или ассоциации с другими микроорганизмами (рр. *Bacilus, Micrococcus, Plesiomonas* и др.) (Юхименко, Викторова, 1979; Ларцева, 1991; Юхименко и др., 2000; Ларцева и др., 2002). Количество погибших рыб может достигать 70 %. Внешне заболевание проявляется в виде точечных кровоизлияний на поверхности тела, бледных, анемичных жабр, экзофтальмии.

Несмотря на большое разнообразие клинических проявлений бактериальных заболеваний их диагностика в достаточной мере разработана. Борьба с ними на сегодняшний день представляет достаточно серьезную проблему. Обычно для этих целей используют хлорамин Б, марганцевокислый калий, перекись водорода, тетрациклин, окситетрациклин, нитрофуразон и др.

Распространению бактериальных заболеваний способствуют высокое содержание органических веществ в воде, несоответствующая температура воды, плотные посадки, некачественные корма, хендлинг, травматизация и др. Определение общего микробного числа (ОМЧ) имеет большое значение. Установлено, что при ОМЧ, превышающем 3000 КОЕ/мл, бактериальный прессинг на рыбу (особенно ослабленную) может способствовать контаминации ее внутренних органов микроорганизмами, в том числе и сапрофитными, и при сохраняющихся неблагоприятных условиях привести к развитию БГС (Юхименко, Бычкова, 2005).

7.3.3. МИКОЗЫ

Все вышеперечисленные стресс-факторы могут вызывать и микозы осетровых рыб, возбудителями которых являются грибы порядка *Saprolegniales.* Обычно сапролегниоз развивается на фоне другой болезни или резкого снижения защитных сил организма. Клиническими признаками является белый ватообразный налет на поверхности тела. Болезнь известна в рыбоводных хозяйствах многих стран мира и России, поскольку ее возбудитель широко распространен в окружающей среде (рис. 162).

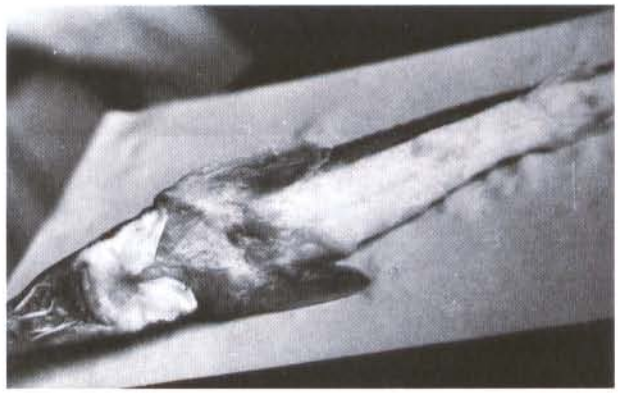


Рис. 162. Бестер, пораженный сапролегниозом

Нами это заболевание было отмечено у осетра и белуги после пересадки из естественных водоемов. Однако проведенная вовремя обработка метиленовым синим позволила купировать заболевание и не дать ему распространиться в другие бассейны. Особое внимание в этот период было уделено обеспечению рыб полноценными кормами, витаминами и контролю за гидрохимическими показателями.

7.3.4. ПАРАЗИТАРНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

В условиях УЗВ большую опасность представляют паразитарные заболевания, чаще всего вызываемые простейшими (р. *Costia, Ichthyophthirius, Epistylis, Apiosoma, Trichodina, Trichodinella*), моногенеями (р. *Diclybothrium*), паразитическими ракообразными (р. *Ergasilus, Argulus*).

Цикл развития указанных паразитов – прямой (без участия промежуточных хозяев). Инвазия может передаваться от рыбы к рыбе, через воду, рыбоводное оборудование. При оптимальных условиях окружающей среды и стабильном состоянии хозяина паразиты отмечаются в единичных случаях. У ослабленных особей инвазия развивается в считанные дни.

В аквакомплексе ЮНЦ РАН в 2007 г. нами было проведено паразитологическое обследование молоди осетровых (стерлядь донская и волжская, бестер) из УЗВ в связи с запланированным переводом рыб в новую установку замкнутого водоснабжения.

Клиническое обследование рыб показало повышенную ослизненность покровов тела рыб во всех бассейнах. Микроскопирование соскобов с поверхности тела бестера и стерляди донской (от 5 экз. каждого вида рыб) выявило наличие заражения круглоресничными инфузориями рода *Trichodina* у 10 рыб (рис. 163).

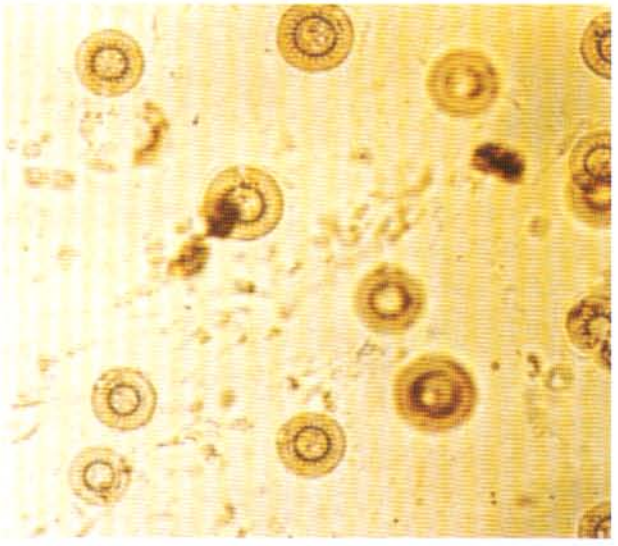


Рис. 163. Инфузории р. Trichodina с поверхности тела стерляди

Высокий уровень инвазии триходинами был отмечен у донской стерляди. В разных полях зрения микроскопа (7 × 8) отмечали от 1 до 490 экз. инфузорий. Интенсивность заражения отдельных рыб в обследованной выборке стерляди колебалась от 5 до 316,3 экз. триходин в поле зрения микроскопа (7 × 8). Бестер был заражен менее интенсивно. Насчитывалось от 1 до 24 экз. триходин в разных полях зрения микроскопа, интенсивность инвазии колебалась в пределах 0,3–8 экз. в поле зрения микроскопа (7 × 8).

Учитывая клинические признаки заболевания и показатели зараженности донской стерляди и гибрида стерлядь × белуга, а также данные «Инструкции о мероприятиях по борьбе с триходиниозом рыб в рыбоводных хозяйствах», в которой указывается, что обнаружение 5–7 паразитов в одном поле зрения (увеличение 7 × 8) свидетельствует о заболевании (Сборник инструкций..., 1998), мы констатировали триходиниоз.

Длительное содержание (в течение 5 суток) осетровых в солевых ваннах с концентрацией NaCl 1 кг/м^3 в УЗВ позволило снизить интенсивность заражения рыб триходинами, причем наиболее успешно лечению поддавался бестер (в сравнении со стерлядью). У бестера средний показатель интенсивности инвазии триходинами на четвертые сутки обработки снизился в 4 раза, у донской стерляди – в 1,9 раза. В то же время средняя интенсивность заражения триходинами волжской стерляди была ниже таковой донской стерляди почти в 9 раз.

Полное освобождение молоди бестера и волжской стерляди от триходин было достигнуто путем кратковременного (10 минут) содержания рыб в солевых ваннах с концентрацией NaCl 4 кг/200 л воды (2 %-ный раствор). Донская стерлядь этой процедуре подвергалась дважды с 20-часовым интервалом. Концентрация NaCl составила 3 кг/200 л воды, длительность ванн 10–15 минут (рис. 164).



Рис. 164. Лечебная обработка бестера в солевой ванне

7.3.5. НЕЗАРАЗНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Выращивание осетровых рыб в системе УЗВ невозможно без контроля качества воды. Осетровые рыбы особенно чувствительны к содержанию кислорода (< 8 мг/л). Большое значение имеют окисляемость воды ($БПК_5$ < 7 мг/л, ХПК от 5 до 10 мг/л), pH (7–8) и другие факторы (Головин, 1984).

В последние годы в системах УЗВ активно используется искусственное насыщение воды жидким кислородом, поскольку это очень удобно. Однако в этой ситуации необходимо контролировать насыщение воды газами. Перенасыщение воды азотом (> 108 %), кислородом (> 250 %) может привести к развитию газопузырьковой болезни.

У молоди осетровых она проявляется в накоплении газа в плавательном пузыре, но чаще всего – в желудке и кишечнике. У старших возрастных групп многочисленные пузырьки газа образуются под кожей на теле, плавниках, полости рта, глазах, на жаберных крышках и дугах. Меры борьбы носят предупредительный характер.

Корм также может быть источником возбудителей заболеваний. Через замороженные или живые корма могут передаваться вирусы, бактерии, грибы или паразиты. Кроме того, использование сухих кормов, хранящихся в ненадлежащих условиях, может стать причиной поражения бактериями или микотоксинами – продуктами жизнедеятельности разных грибов. Доказано также, что недостаток специфических элементов в кормах рыб увеличивает их восприимчивость к заболеваниям.

При алиментарном заболевании отмечают вздутие брюшка вследствие переполнения кишечника непереваренными пищевыми компонентами. Печень и селезенка увеличены (рис. 165), пятнистой окраски: участки песочного цвета перемежаются с беловатыми и красными участками. Кишечник воспален, особенно сильно гиперимирован его задний отдел (рис. 166). У рыб развивается анемия, лимфопения, необратимые изменения в клетках белой и красной крови: дегенеративные изменения эритроцитов, полихромазия и анизоцитоз (Брагина, Сокольская, 1978; Головина и др., 2000) (табл. 33). В таблице приведены литературные данные (Бауер и др., 1981; Лиманский и др., 1984; Микитюк и др., 1984; Скляров и др., 1984; Ихтиопатология..., 2003) и результаты наших исследований. (Казарникова и др., 2007).



Рис. 165. Увеличенная печень у русского осетра

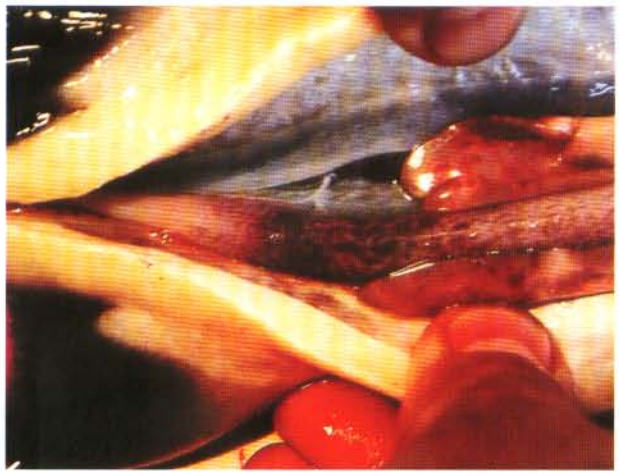


Рис. 166. Алиментарное заболевание сибирского осетра

7.4. ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Правильное использование лекарственных препаратов и дезинфицирующих средств является составной частью успешного выращивания рыб в УЗВ. Большинство инфекций и инвазий могут лечиться с помощью антибиотиков, органических красителей, медикаментов или дезинфектантов (табл. 34) (по нашим и литературным данным: Conte et al., 1988; Ихтиопатология..., 2003). Однако стоит отметить, что в системе УЗВ нельзя проводить лечебные ванны с антибиотиками и органическими красителями, поскольку они могут сильно повредить биофильтр.

7.5. ЛЕЧЕБНОЕ КОРМЛЕНИЕ

Для лечения и профилактики бактериальных болезней широкое применение нашли препараты нитрофуранового, сульфаниламидного ряда, а также антибиотики. Перед применением антибактериального препарата необходимо определить чувствительность к ним выделенных штаммов, затем ввести в корм лекарственный препарат. Исследования, проведенные Н.Н. Найденовой и Т.Н. Мордвиновой (2002), показали, что науплии артемии могут накапливать лекарственные вещества (антибиотики) в необходимом количестве. При возникновении бактериальной инфекции поедание таких «лечебных живых кормов» способствовало снижению инфекции.

Для профилактики и лечения бактериальных заболеваний в УЗВ можно предложить использование пробиотиков. Особенностью пробиотиков является их способность повышать противоинфекционную устойчивость организма, оказывать в ряде случаев противоаллергическое действие, регулировать и стимулировать пищеварение (Юхименко и др., 2000). В отличие от антибиоти-

ков они не оказывают негативного воздействия на биофильтр и находят широкое применение в рыбоводстве (Новоскольцева и др., 2000):

1. Steptococcus faecimn М-74. Продуцирует молочную кислоту, способствует резкому сокращению численности болезнетворных бактерий; обладает адгезивными свойствами в эпителии желудочно-кишечного тракта рыб.

2. Лактиферм. Способствует ускорению темпов роста рыб (сом, карп, линь) при добавлении его в корм.

3. Аскоген. Применение пробиотика при выращивании калифорнийской форели показало увеличение темпов роста и сопротивляемости организма рыб к болезням.

4. Субалин. Отечественный препарат, созданный на основе микробной культуры *Bacillus subtilis.* Обладает иммуностимулирующим действием и подавляет рост аэромонад, нейтрализует бактериальные токсины. Есть сведения, что у теплокровных животных субалин стимулирует регенерационные процессы в тканях.

Производственные испытания, проведенные нами в крупных рыбоводных хозяйствах Азовского бассейна, и литературные данные (Юхименко и др., 2000; Трифонова и др., 2003; Казарникова и др., 2007), показали положительное влияние препарата «Субалин» на организм осетровых рыб, улучшение усвоения кормов и подтвердили возможность использования «Субалина» как кормовой добавки, альтернативной кормовым антибиотикам.

5. Зоонорм. Представляет собой лиофилизированную массу живых бифидобактерий, иммобилизованных на частицах активированного угля. Препарат способствует повышению неспецифической резистентности организма рыб, стимулирует их рост и развитие. У теплокровных животных его используют для профилактики и лечения болезней ЖКТ, диареи, дисбактериозов.

В условиях УЗВ Можайского рыбзавода получены положительные результаты на мальках и годовиках стерляди окской популяции. Бактериологические исследования внутренних органов свидетельствовали о повышении резистентности организма рыб. Применение «Зоонорма» в течение 10 дней обеспечивало устойчивое снижение уровня контаминации внутренних органов рыбы (Юхименко и др., 2000).

6. Субтилис. Разработан на основе бактерий *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*, обладающих четко выраженной антагонистической активностью к широкому спектру патогенных и условно патогенных микроорганизмов. По предварительным материалам, с большой долей вероятности можно предположить, что *B. subtilis* в условиях УЗВ поднимает иммунный статус опытных рыб и является антагонистом по отношению к условно патогенной микрофлоре.

Следует отметить, что в настоящее время в рыбоводстве разрешены к использованию «Субалин» и «Зоонорм».

7.6. АНТИПАРАЗИТАРНАЯ ОБРАБОТКА

Для проведения антипаразитарной обработки используют формалин, малахитовый зеленый, метиленовый синий, фиолетовый «К», бриллиантовый зеленый (Сборник инструкций..., 1998) в виде ванн (рис. 167а,б).

В УЗВ рыбы подвергаются кратковременной обработке раствором лекарственного препарата, после чего он незамедлительно сливается в канализационную сеть и исключается из водообмена. Все выше перечисленные препараты оказывают негативное действие на биофильтр и не могут использоваться для длительной обработки рыбы.

Препаратом, который можно рекомендовать для длительного использования в УЗВ, является поваренная соль (1–2 кг/м^3). Это эффективное средство как для антипаразитарной обработки при выращивании осетровых рыб, так и для снятия стресса при пересадке. Препарат не оказывает негативного воздействия на биофильтр. Этот метод обработки неоднократно использовался нами в аквакомлексе ЮНЦ РАН.



Рис. 167а. Лечебная обработка рыб старших возрастных групп в бассейнах

Таблица 33

Признаки распространенных алиментарных заболеваний осетровых рыб

Заболевание/симптомы	Дефицит	Излишнее количество/ токсичность
Бессилие, вялость, винтообразные движения	ненасыщенные жирные кислоты	окисленные жиры
Потеря апетита	витамин В, минеральные в-ва, дилудин	окисленные жиры
Гиперемия ануса и выпячивание слизистой	–	афлатоксины
Кровоизлияния на плавниках и коже	витамин С, витамин В, витамин Е, витамин К	окисленные жиры
Осветление окраски тела	витамин А, каротин	
Конвульсии	витамин В	окисленные жиры, афлатоксины
Деформации позвоночника (сколеоз, лордоз)	витамин Д, витамин С, витамин Е, витамин К, магний, фосфор, триптофан, необходимые жирные кислоты	дисбаланс Ca-P-Na-K, окисленные жиры, афлатоксины, витамин А, углеводы, свинец, кадмий
Снижение иммунитета, жировая дистрофия печени, кровоизлияния	витамин С, витамин Е	дисбаланс жирных кислот, окисленные жиры, афлатоксины, углеводы
Водянка	витамин В	углеводы
Повышенное содержание воды в мышцах	ненасыщенные жирные кислоты,низкомолекулярные пептиды, аминокислоты	–

Таблица 34

Заболевания осетровых рыб при выращивании в УЗВ

Заболевание	Возбудитель	Признаки	Лечение
Бактериальные			
Миксобактериоз	Р. *Flexibacter, Cytophaga, Sporocytophaga*	Кровоизлияния, некроз поверхности тела, плавников, основания жучек, разрушение жабр	Окситетрациклин, хлорамин Б, марганцевокислый калий, перекись водорода, тетрациклин, окситетрациклин, нитрофуразон, антибак
Бактериальная геморрагическая септицемия (БГС)	*Aeromonas* spp.	Жабры бледные, анемичные, экзофтальмия, точечными кровоизлияниями на поверхности тела	Кормовые антибиотики, пробиотики
Грибковые			
Сапролегниоз	Представители порядка *Saprolegniales*	Белый ватообразный налет на поверхности тела рыб	Органические красители, солевые ванны
Паразитарные			
Ихтиободоз (костиоз)	*Ichthiobodo necatrix (Costia necatrix)*	Серый налет на поверхности тела, повреждает кожу, плавники, жабры	Формалиновые, солевые ванны, органические красители

Окончание таблицы 34

Паразитарные			
Ихтофтириоз	*Ichthyophthirius multifiliis*	Белые бугорки на поверхности тела	Солевые ванны, органические красители
Заболевания, вызываемые сидячими инфузориями	р. *Apiosoma, Epistylis*	Белый налет, покраснение поверхности тела, усиленное слизеотделение	Солевые ванны, органические красители
Триходиниоз	представители сем. Trichodinidae	Усиленное слизеотделение, потемнение кожных покровов, анемичные жабры	Солевые ванны, органические красители
Дикливотриоз	*Diclybothrium armatum*	Жабры покрыты толстым слоем слизи, в тяжелых случаях некроз жаберных лепестков	Аммиачные ванны
Аргулез	*Argulus foliaceus*	Усиленное слизеотделение, кровоизлияния, язвы на поверхности тела	Солевые ванны, в крайнем случае ванны с фосфор-органическими соединениями



Рис. 167б. Лечебная обработка рыб младших возрастных групп в бассейнах

При выращивании осетровых в системах УЗВ существует ряд факторов, способных повлиять на выживаемость рыб:

– завоз или получение нежизнестойкого посадочного материала;

– заболевания рыб на протяжении всего периода выращивания;

– возникновение экстренных ситуаций, связанных с работой рыбоводного оборудования.

Для повышения выживаемости рыб необходимо закупать посадочный материал в проверенных рыбопитомниках, грамотно организовывать перевозку рыбы и ее адаптацию к новым условиям выращивания, соблюдать карантинные и профилактические нормы.

Отличительной особенностью индустриальной аквакультуры, в том числе и при использовании установок замкнутого водообеспечения, являются предельно высокие плотности посадки рыбы в рыбоводные емкости. Насыщение воды кислородом происходит за счет создания высокой проточности и аэрации воды сжатым воздухом. Водяные насосы и компрессоры используют электрическую энергию. В случае перебоя электроснабжения возможно создание критической ситуации из-за резкого падения уровня растворенного в воде кислорода, что может вызвать гибель выращиваемых объектов. При разработке и монтаже систем УЗВ необходимо снабжать их дополнительными источниками электроснабжения с автоматическими системами запуска в случае отключения основной сети. В рыбоводном комплексе научно-экспедиционной базы «Кагальник» в качестве дополнительного источника электроснабжения используется мощный дизельный генератор Gesan Dra 30E (22 кВт).

Установки для интенсивного выращивания рыбы в замкнутом цикле водообеспечения отличаются значительным количеством разнообразных элементов водоподготовки: системы механической и биологической фильтрации, отстойники и т.п. Все эти элементы связаны трубопроводами, причем варианты их исполнения и системы крепления могут быть самыми разнообразными. В случае нарушения герметичности одного узла возможно полное осушение всей системы УЗВ. В связи с этим необходимо использовать максимально надежные емкости и соединения между ними.

Для постоянного дистанционного контроля уровня воды в системе УЗВ рекомендуется установить датчики уровня воды с выводом показателей на компьютер, а также аварийную сигнализацию, включающуюся при падении уровня воды в бассейне до критического уровня.

Аварийная сигнализация также необходима для оповещения о неполадках в работе электрического оборудования. В аквакомплексе НЭБ «Кагальник» электрические насосы, осуществляющие рециркуляцию воды в системе УЗВ, снабжены аварийной сигнализацией, срабатывающей в случае отключения насоса (рис. 168, 169).

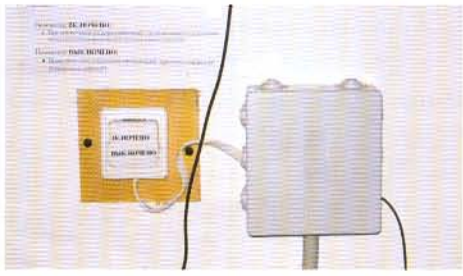


Рис. 168. Пульт аварийной сигнализации электрического насоса



Рис. 169. Динамик оповещения аварийной сигнализации электрического насоса

Основным фактором, способным вызвать массовую гибель рыб в системе УЗВ, является резкое снижение содержания в воде растворенного кислорода. Действительно, уровень биогенных элементов, значение pH, температура воды в нормально функционирующей замкнутой рыбоводной установке не могут измениться до критического уровня за несколько часов. Содержание же кислорода в воде, особенно при высоких плотностях посадки рыбы, способно упасть буквально за несколько минут. Контроль содержания кислорода в рыбоводных емкостях – первоочередная задача при выращивании рыбы в УЗВ (рис. 170).

Измерение уровня содержания в воде растворенного кислорода необходимо проводить перед каждым кормлением рыбы. В случае значительного понижения содержания кислорода в воде кормление целесообразно отменить, установить причину падения уровня кислорода и найти пути его стабилизации.



Рис. 170. Измерение уровня содержания кислорода портативным термооксиметром

Наиболее эффективными способами повышения уровня растворенного кислорода в рыбоводной емкости являются:

– организация дополнительной аэрации воды;

– добавление свежей воды в систему УЗВ непосредственно через рыбоводную емкость;

– снижение температуры воды на несколько градусов;

– увеличение проточности в системе;

– отмена одного или нескольких кормлений рыбы.

Очевидно, что применение вышеперечисленных мероприятий обосновано лишь в случае резкого значительного падения уровня кислорода в рыбоводных емкостях до уровня 5 мг/л и ниже. Такого спада уровня кислорода необходимо избегать, контролируя степень аэрации воды и проточности. Для предотвращения экстренных ситуаций и правильной организации указанных мероприятий в случае возникновения таких ситуаций в рыбоводном хозяйстве необходимо иметь следующие материалы и оборудование:

– резервные воздушные компрессоры с системой подачи воздуха в рыбоводные емкости (шланги или трубопроводы достаточной длины, аэраторы);

– достаточный запас свежей воды необходимой температуры (что особенно актуально в зимнее время, когда температура воды в водоисточнике и в системе УЗВ может различаться более чем на 20 °С);

– резервные водяные насосы.

Наличие запаса льда в рыбоводном хозяйстве может помочь в ситуации падения содержания кислорода в воде. Добавление льда в рыбоводную емкость способно быстро понизить температуру воды на несколько градусов.

Резкое снижение температуры воды на несколько градусов можно рекомендовать для адаптации рыбы после сильного кислородного голодания. Эта мера в сочетании с повышением уровня кислорода до оптимальных значений способна положительно повлиять на состояние рыбы, перенесшей значительное кислородное голодание. Эти действия способны спасти даже рыбу, проявляющую признаки сильнейшей асфиксии.

Благотворно повлиять на состояние рыбы после сильного кислородного голодания может принудительная вентиляция жабр. Для этого рыбу необходимо взять за хвостовой стебель и производить движение в воде хвостовым плавником вперед, при этом жаберные крышки рыбы раскроются и жабры будут усиленно вентилироваться водой (рис. 171).

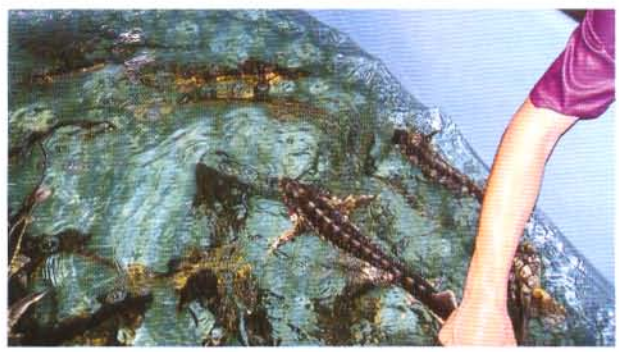


Рис. 171. Принудительная вентиляция жабр

Однако очевидно, что этот способ не применим в случае массовой асфиксии рыб и подходит лишь для единичных случаев удушья (например, для отсаженных производителей).

Во избежание возникновения непредвиденных ситуаций, связанных с падением уровня кислорода в рыбоводных емкостях, весьма желательным представляется установка постоянного мониторинга уровня кислорода в воде. При этом в случае снижения уровня кислорода ниже определенной отметки должна включиться аварийная сигнализация.

В мировой практике аквакультуры в УЗВ используются системы контроля основных гидрохимических показателей, позволяющие дистанционно оценивать уровень кислорода в рыбоводных системах. Так, система AquaBUS, предлагаемая известной немецкой компанией Aquaculture Fischtechnik GmbH, способна обеспечивать рыбоводу доступ к контролю УЗВ из любой точки мира. Сигналы тревоги могут передаваться с помощью телефона, электронной почты, SMS-сообщений.

Важнейшей проблемой интенсивной аквакультуры ценных видов рыб в УЗВ является квалификация рыбоводного персонала (о чём мы уже упоминали в главе о разведении). От грамотных действий рыбоводов зависит конечный результат выращивания. Даже в прекрасно организованном рыбоводном хозяйстве возможны

самые разнообразные экстренные ситуации. Рыбоводы, занятые выращиванием рыбы в УЗВ, должны четко ориентироваться в любых нештатных ситуациях и быть готовыми их быстро устранить. Перед началом эксплуатации системы УЗВ необходимо разработать четкие инструкции, регламентирующие действия персонала во время экстренных ситуаций. От оперативных и слаженных действий рыбоводов во время экстренных ситуаций зависит жизнь выращиваемых рыб и, в конечном счёте, экономическая эффективность хозяйства.

За все время работы экспериментального аквакомплекса на базе «Кагальник» произошло два случая массовой (более 100 экз.) гибели разновозрастных рыб вследствие отказа рыбоводного оборудования.

Первый случай связан с разгерметизацией одной из экспериментальных УЗВ по причине образования течи в системе соединения рыбоводной емкости с механическим фильтром, что привело к осушению системы и гибели сеголетков стерляди в количестве 10 экз. средней массой 200 г и гибрида стерлядь × белуга в количестве 80 экз. средней массой 300 г (рис. 172).



Рис. 172. Рыба, погибшая из-за разгерметизации системы УЗВ

Второй случай произошел из-за сбоя работы циркуляционного насоса системы замкнутого водоснабжения (прекращение подачи электроэнергии в связи с отключением автоматического выключателя). Причиной этого явилось резкое повышение или понижение (скачок) напряжения в электросети. Из-за асфиксии погибло 45 экз. гибрида (стерлядь × белуга) в возрасте 1,5 года общей массой 34,5 кг и 95 экз. молоди гибрида (стерлядь × белуга) в возрасте 4,5 месяца общей массой 10 кг. Общая масса погибших осетровых составила 44,5 кг (рис. 173). Всего в системе УЗВ на момент аварии находилось 153 экз. в возрасте 1,5 года (осталось 106), 286 экз. в возрасте 4,5 месяца (осталось 191).

Для предотвращения подобных случаев необходимо:

– оснащение всех систем УЗВ дублирующими насосами и сигнализаторами уровня и протока воды;

– проведение распределительной магистрали для экстренного насыщения воды кислородом в каждом бассейне;

– постоянное нахождение на смене не менее двух рыбоводов.

В заключение следует отметить, что выращивание осетровых рыб в системах УЗВ – современное высокотехнологичное производство. Все параметры этой системы можно регулировать самым тщательным образом. Этот факт весьма выгодно отличает аквакультуру в замкнутых установках от всех других типов выращивания – как экстенсивных, так и индустриальных. Однако основные трудности выращивания рыбы в замкнутом цикле связаны с огромными плотностями посадки и поддержанием равновесия водной среды, что обеспечивается бесперебойной работой всех компонентов УЗВ. В связи с этим любые экстренные ситуации могут стоить очень дорого. Перед началом работы УЗВ необходимо приложить все усилия для поиска слабых мест системы и найти пути их устранения. При правильной организации работ, наличии дублирующих систем жизнеобеспечения выращиваемых рыб, квалифицированном рыбоводном персонале аквакультура осетровых рыб различных видов в УЗВ – один из самых перспективных и прибыльных видов современного мирового рыбоводства.



Рис. 173. Рыба, погибшая в результате отключения электронасоса

ГЛАВА 9. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ ОСЕТРОВОЙ ФЕРМЫ

9.1. ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ ФЕРМЫ



Создание и эксплуатация современной установки замкнутого типа для выращивания ценных видов рыб – достаточно затратные мероприятия. Поэтому основной составляющей успешной в экономическом отношении работы является использование видов рыб, цена на конечную продукцию которых позволяет окупить вложения в строительство установки и затраты на ее функционирование. Безусловно, продукция, полученная от всех видов и гибридных форм осетровых, имеет высокую рыночную стоимость, однако сроки выращивания разных видов осетровых в УЗВ могут сильно различаться. Чем быстрее будет расти рыба, тем меньше на ее цену повлияют эксплуатационные расходы, тем ниже будет ее себестоимость. Рыбоводное предприятие вместо двух-трехлетнего оборота может перейти на годовой, тем самым значительно сократив срок окупаемости средств, вложенных в строительство хозяйства (Матишов, Пономарева, 2006).

В последнее время интерес к индустриальному рыбоводству и созданию небольших установок появился и у фермеров. Цены на продукцию из осетровых рыб достаточно высоки и относительно стабильны. Индустриальное производство рыбной продукции из гибридов осетровых рыб при интенсивном круглогодичном выращивании рыбы позволит за счет оборотов предлагать на рынок продукцию весь год, обеспечив тем самым высокую конкурентоспособность, стабильный рост прибыли и рентабельность производства.

Из-за стремительного падения запасов осетровых рыб цены на черную икру ежегодно растут. В странах СНГ рыночная цена на икру осетровых колеблется от 0,5 до 1,5 тыс. долл. за 1 кг, а в США и странах ЕЭС розничные цены варьируют от 4 до 9 тыс. долл.

Цены на мясо осетровых рыб в Европе и Америке составляют от 18,0 до 22,0 долл. США за 1 кг (в ценах на 2007 г.). Производители осетровой продукции из-за рубежа не смогут составить конкуренции российским производителям в первую очередь из-за значительно больших затрат на получение посадочного материала. В России стоимость посадочного материала, в частности молоди массой 5 г, составляет 15 руб. за 1 шт. (в ценах 2007 г.). За рубежом этот показатель составляет 1–3 долл. США за 1 шт.

В супермаркетах г. Ростова-на-Дону, для которых поставки товарных бестеров осуществляют ЗАО «Казачка» и Новочеркасский рыбокомбинат, розничная цена 1 кг бестера (живой вес) составляет 546 рублей (в ценах 2007 г.).

Экономическая эффективность систем с оборотным водоснабжением обеспечивается за счет чрезвычайно высокой плотности посадки и ускорения роста рыбы при содержании в среде с оптимальным режимом.

Процесс организации рыбоводного фермерского хозяйства включает два этапа (Пономарев и др., 2007б). Первый – организационный, связанный с оценкой возможностей создания модульной системы замкнутого цикла для выращивания, подбором водоема, определением его пригодности для рыбохозяйственных целей, выбором технологии и объекта выращивания. Второй этап предусматривает применение интенсивных методов хозяйствования, выращивание ценных видов рыб и дальнейшее расширение производства.

Рыбоводная ферма может быть специализированной или являться составной частью многоотраслевого крестьянского хозяйства. Размещать установки можно в промышленных центрах любой климатической зоны. Перед началом строительства проводятся проектно-изыскательские работы, выбор площадки под строительство хозяйства и гидротехнические сооружения. После этого фермер приступает к строительству цеха в соответствии с техническим проектом. Возможна организация фермы на арендованном участке или в здании.

Хозяйство должно быть обеспечено водой необходимого качества. Источником водоснабжения могут служить родники, артезианские скважины, ключи, чистые ручьи, река. Необходимо предусмотреть сооружение на водоподаче песчано-гравийного фильтра, установку рыбосороуловителя, предотвращающего попадание хищной и сорной рыбы, что позволит избежать чрезмерного загрязнения, проникновения возбудителей заболеваний и возникновения болезней. Подача воды производится самотеком или насосами, возможно использование водопроводной воды после её соответствующей подготовки.



Рис. 174. Полносистемное фермерское осетровое хозяйство

Перед организацией хозяйства прежде всего необходимо определиться с объемами выращиваемой рыбы и средствами, которые понадобится вложить. При проведении расчетов используют специально разработанные нормативы для выращивания рыбы. После этого необходимо решить вопросы приобретения и организовать транспортировку рыбопосадочного материала.

В настоящее время в России и странах ближнего зарубежья существуют специализированные предприятия по производству качественного посадочного материала, в которых выполняются все наиболее сложные производственные этапы получения и подращивания молоди гибридов осетровых рыб, требующие квалифицированного мониторинга и длительной научно-практической подготовки персонала.

Например, в Южном федеральном округе такие предприятия имеются в Ростовской, Волгоградской и Астраханской областях, в Краснодарском и Ставропольском краях. Аналогичные предприятия, оставшиеся со времени существования Советского Союза, имеются практически во всех приморских регионах России и стран ближнего зарубежья.

Очень важно решить проблему обеспечения квалифицированными кадрами: либо привлекать готовых специалистов, либо обеспечить подготовку и обучение на местах. Необходимо, особенно на первом, организационном, этапе и в процессе выхода на запланированные мощности, предусмотреть научное обеспечение функционирования фермерских рыбоводных хозяйств.

Экономически наиболее оправданным и технологически более доступным для большинства осетровых ферм является тип хозяйства, ориентированного на выращивание гибридов до товарной массы на привозном посадочном материале массой 5–10 г и более.

Мы рекомендуем комбинированную технологическую схему производственного процесса выращивания гибридов осетровых рыб в фермерских хозяйствах – сочетание подращивания молоди в бассейнах и последующее выращивание до товарной массы 1 кг и более в прудах и/или в бассейнах (УЗВ).

При этом производственный процесс включает всего 2 этапа:

- зарыбление бассейнов размером 2 × 2 × 0,8 м молодью гибридов осетровых рыб массой 5 г и подращивание до массы 500 г;
- непосредственное выращивание товарной рыбы.

Такой вариант производственного процесса делает возможным выращивание товарных гибридов осетровых в большинстве рыбоводных фермерских хозяйств, упростив для них решение этой задачи как в материально-техническом, так и в технологическом аспектах. Дополнительным позитивным моментом при такой технологической схеме выращивания будет являться постоянная востребованность соответствующего посадочного материала.

С учетом финансовых возможностей избирается один из двух вариантов выращивания гибридов осетровых рыб до товарной массы в фермерском рыбоводном хозяйстве: 1) полуторагодичный цикл с использованием для эксплуатации бассейнов установки замкнутого водообеспечения (УЗВ) и круглогодичным интенсивным выращиванием молоди и товарных гибридов только в бассейнах (далее вариант А); 2) двухтрехлетний цикл, предусматривающий работу бассейнов на прямотоке, пересадку подрощенной молоди в зимовальные пруды площадью 1 га на зимний период, возврат молоди в бассейны для реабилитации после окончания зимнего периода и последующую пересадку в нагульные пруды площадью 3–4 га. Этот вариант позволяет использовать бассейны как дополнительные емкости для выращивания и содержания товарной рыбы (далее вариант Б).

Оба варианта выращивания предусматривают наличие следующего обязательного оборудования и материалов: стеклопластиковые бассейны, установка замкнутого водообеспечения (для варианта А), автономный источник энергоснабжения бассейнового комплекса, насосы водяные, водопроводная, водозапорная, канализационная

и электропроводная арматура, посадочный материал (молодь гибридов), корма для разновозрастных групп рыб.

Вариант А интенсивного выращивания гибридов осетровых рыб до товарной массы основан на круглогодичном содержании рыб только в бассейнах в течение 1,5 лет. В этом варианте отсутствует технологический цикл содержания рыб в прудах, то есть в условиях среды, максимально приближенных к естественным. Указанный вариант выращивания предусматривает более высокие начальные затраты за счет приобретения УЗВ и использования для ее размещения капитального строения или как минимум утепленного ангара. Однако сокращение в 2 раза срока достижения рыбами товарной массы (за счет интенсивного круглогодичного выращивания, эффективного мониторинга среды, содержания рыб в бассейнах) обеспечивает ускоренную (в 2 раза) окупаемость затрат за счет оборотов по сравнению с вариантом Б.

Положительными сторонами варианта Б выращивания бестера до товарной массы являются максимальная приближенность содержания в прудах к естественным условиям, а также возможность эксплуатации бассейнов на прямотоке и в открытом помещении – на бетонированной площадке, оборудованной навесом. Общие затраты этого варианта выращивания меньше, поскольку исключают необходимость приобретения дорогостоящей установки замкнутого водообеспечения. Однако при таком варианте выращивания невозможен надлежащий мониторинг качества воды в бассейнах и тем более в прудах, период выращивания рыб до товарной массы составляет 2–3 года и сопряжен с неоднократными пересадками рыб в пруды, что является для них стрессовыми ситуациями и увеличивает отход. Перерыв в интенсивном кормлении рыб на время помещения их в зимовальные водоёмы приводит к потере до 15 % живой массы и до 10 % количества рыб.

Выбирая тот или иной вариант выращивания осетровых рыб до товарной массы, фермерское хозяйство должно оценивать и учитывать совокупность таких факторов, как финансовые возможности, техническая оснащенность хозяйства и квалификация обслуживающего персонала, наличие и состояние прудового фонда и т.д.

Однако, по нашему мнению, использование полносистемной индустриальной технологии выращивания осетровых рыб до товарной массы с применением УЗВ более эффективно и в технологическом, и в экономическом плане. С использованием интенсивной технологии выращивания осетровых рыб можно получить через 6 месяцев рыб массой 0,5 кг, через 12 месяцев – массой 1,5–2,5 кг, через 24 месяца – массой 3,5–4,0 кг (рис. 175).



Рис. 175. Новые высокоэффективные технологии для фермерского осетроводства

9.2. ОСНОВНЫЕ БИОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВЫРАЩИВАНИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Для выращивания гибридов осетровых рыб до товарной массы необходимо особое внимание уделить качеству воды, которое в значительной степени определяет эффективность рыбоводных работ. Содержание растворенного в воде кислорода при этом должно быть 8–12 мг/л. Расход воды устанавливается в соответствии с оптимальным содержанием кислорода (8–12 мг/л) и составляет 0,8–3 л/мин на 1 кг рыбы. Смена воды происходит каждые 20–25 мин. Уровень воды в бассейнах для рыбы массой 5–500 г составляет 0,3–0,7 м.

Выращивание молоди бестера от 5 до 500 г проводится в стеклопластиковых бассейнах размером 2 × 2 × 0,8 м. Плотность посадки рыб массой 5–200 г составляет 100–125 экз./м^2, а массой 300–500 г – 60–75 экз./м^2.

Не менее важными факторами для выращивания товарных гибридов осетровых являются рецептура используемых кормов и технология кормления рыб. Эффективность использования корма во многом зависит от правильности расчета суточного рациона, кратности кормления, а при использовании сухих гранулированных кормов – от своевременности перехода с мелких на более крупные гранулы.

Для кормления рыб массой от 5 до 500 г следует использовать специализированные продукционные комбикорма для осетровых рыб, предназначенные для их интенсивного выращивания.

Для кормления гибридов осетровых рыб указанной массы рекомендуется использовать крупку и гранулы соответствующих размеров. Количество кормлений в сутки ручным способом составляет 5–6 раз, а с применением автоматических кормораздатчиков – 12 раз. Суточные нормы кормления зависят от температуры воды и массы рыбы (табл. 35).

Выращивание товарной рыбы из молоди средней массой 500 г возможно в бассейнах различного типа – пластиковых, бетонных, стационарных и сборных, а также садках, установленных в естественных водоемах. Как правило, используются все возможные рыбоводные емкости, какими располагает хозяйство. Суточные нормы кормления товарной рыбы массой 500–1500 г даны в таблице 36.

Количество кормлений в сутки для рыб массой 500–1500 г ручным способом – 4–5 раз, с применением автоматических кормораздатчиков – 12 раз. При выращивании рыбы необходимо использовать следующие бионормативы (табл. 37, 38).

Таблица 35

Суточные нормы кормления молоди гибридов осетровых рыб массой 5–500 г продукционными комбикормами российского производства

Масса тела, г	Суточная норма, % от массы тела рыб			
	12–17 °С	17–20 °С	20–24 °С	24–27 °С
5–50	8–6	10–5	10–8	8–6
50–100	4	5–4	5	3–4
100–150	4	5–4	5	3–4
150–200	3	5–4	5	3–4
200–250	3	4–3	4	3–2
250–300	3	4–3	4	3–2
350–400	2	4–3	4	3–2
450–500	2	3	4	3–2

Таблица 36

Суточные нормы кормления гибридов осетровых рыб массой 500–1500 г продукционными комбикормами российского производства

Масса тела, г	Суточная норма, % от массы тела рыб			
	12–17 °С	17–20 °С	20–24 °С	24–27 °С
500–800	1,5	2	3	1
800–1000	1,5	2	3	1
1000–1200	1,5	2	3	1
1200–1500	1,5	2	3	1

9.3. РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФЕРМЫ

Настоящий экономический анализ выполнен применительно к действующему фермерскому рыбоводному хозяйству, в котором создается рыбоводный участок для выращивания в бассейнах (вариант А) товарного бестера. Инвестиционные и эксплуатационные расходы определяли только относительно этого участка, принимая во внимание то обстоятельство, что действующее фермерское рыбоводное хозяйство располагает определенной

Таблица 37

Бионормативы выращивания осетровых рыб до массы 500 г

Элементы биотехники	Бионормативы
Глубина воды в бассейнах	0,3–0,4 м
Площадь бассейна	1–4 м²
Температура воды	20–24°С
Продолжительность выращивания от массы 3 г до 500 г	150–180 сут.
Периодичность водообмена в бассейнах	каждые 20–25 мин.
Плотность посадки	100–125 шт./м² (масса 5–200 г) 60–75 шт./м² (масса 300–500 г)
Кормовой коэффициент по сухим гранулам	1,2–3,0 ед.
Содержание растворенного в воде кислорода	8–12 мг/л
Выход	80–85 %

Таблица 38

Бионормативы выращивания осетровых рыб до массы 1500 г

Элементы биотехники	Бионормативы
Глубина воды в бассейнах	0,5–0,7 м
Площадь бассейна	20 м²
Температура воды	20–24°С
Продолжительность выращивания от массы 500 г до 1500 г (без зимовки)	180–200 сут.
Периодичность водообмена в бассейнах	каждые 25–30 мин.
Плотность посадки	30–40 экз./м²
Кормовой коэффициент по сухим гранулам	1,2–3,0 ед.
Содержание растворенного в воде кислорода	7–10 мг/л
Выход товарной рыбы	80–85 %

материально-технической базой и инфраструктурой для производства и реализации рыбы.

В качестве начального источника финансирования расходов в вариантах А и Б принят кредит. Следует отметить, что величина некоторых расходов (например, водопотребление участка, расходы на дизтопливо и т.д.) подробно не расшифровывалась во избежание громоздкости расчетов, а принята в окончательном значении на основании ряда аналогичных работ.

Потребности фермерского рыбоводного хозяйства по выращиванию гибридов осетровых рыб до товарной массы в посадочном материале, кормах, основном и вспомогательном рыбоводном оборудовании и водообеспечении выполнены из расчета производственной мощности хозяйства 30 тонн товарной рыбы в год.

РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Сроки выращивания:

- от средней биомассы 0,01 кг/экз. до средней биомассы 0,5 кг/экз. – 4 месяца;
- от средней биомассы 0,5 кг/экз. до средней биомассы 1,5 кг/экз. – 6–8 месяцев.

30 000,0 : 1,5 = 20 000,0 экз.

Выход товарных годовиков от посаженной на выращивание молоди биомассой 0,5 кг/экз. составляет 85 %. Для получения 30000,0 кг товарных гибридов осетровых рыб средней биомассой 1,5 кг/экз. необходимо посадить на выращивание в бассейны молодь биомассой 0,5 кг/экз. в общем количестве 23530,0 экз.:

20 000,0 экз. – 85 %,

X экз. – 100 %,

X = 20 000,0 × 100 : 85 = 23 530,0 экз.

Общей биомассой 11 765,0 кг.

Выход молоди биомассой 0,5 кг/экз. от посаженной на подращивание молоди биомассой 0,01 кг/экз. составляет 85 %. Для получения 23 530,0 экз. рыб со средней биомассой 0,5 кг/экз. необходимо посадить на выращивание в бассейны молодь биомассой 0,01 кг/экз. в общем количестве 27 683,0 экз.:

23 530,0 экз. – 85 %,

X экз. – 100 %,

X = 23 530,0 × 85 : 100 = 27 683,0 экз.

Общей биомассой 277 кг.

Нормативный отход на транспортировку составляет до 10 %. Для обеспечения посадки в бассейны на подращивание молоди средней биомассой 0,01 кг/экз. в количестве 27 683,0 экз. необходима закупка и доставка молоди в общем количестве 30 760 экз.:

27 683,0 экз. – 90 %,

X экз. – 100 %,

X = 27 683,0 × 100 : 90 = 30 760 экз.

Общей биомассой 308 кг.

Стоимость 1 экз. гибрида стерлядь × белуга массой 5–10 г составляет 15 руб./шт. (цены 2007 г.). Затраты хозяйства на приобретение в течение 3 лет посадочного материала составят:

30 760 × 3 × 15 = 1 384 200 руб.

ЗАТРАТЫ НА КОРМА

Для выращивания молоди от массы 0,01 г до массы 0,5 г рекомендуются стартовые корма фирмы «Крафт» (Германия), для выращивания товарной рыбы – продукционные корма фирмы «Провими» (Россия). Общие затраты (в ценах 2007 г.) на приобретение кормов для выращивания в течение 3 лет товарных гибридов стерлядь × белуга составят:

827 136 руб. (старт.) + 952 965 руб. (продукц.) = 1 052 865 руб.

РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА БАССЕЙНОВ

Нормативное количество молоди для подращивания от средней массы 0,01 кг/экз. до 0,5 кг/экз. должно составлять в пределах 300 экз. на 1 м^2 бассейна, т.е. 1 200 экз. в одной емкости площадью 4 м^2 (2 × 2 м).

Если допустить ситуацию транспортировки молоди без отхода, требуемое количество бассейнов для посадки и подращивания до средней (0,5 кг/экз.) массы 30 760,0 экз. молоди средней массой 0,01 кг/экз. составит:

30 760,0 : 1200 = 26 бассейнов.

Предельная норма посадки и содержания молоди в бассейнах при выращивании от 0,5 кг/экз. до товарной массы 1,5 кг/экз. не более 70 кг на 1 м^3 бассейна, или 196 кг на одну емкость:

70 × 2,8 = 196 кг.

В количественном исчислении для гибридов средней массой 0,5 кг/экз. эта норма составляет:

196 : 0,5 = 392 экз./басс.

Для гибридов средней массой 1,5 кг/экз. эта норма составляет:

196 : 1,5 = 131 экз./басс.

Количество бассейнов для молоди средней массой 0,5 кг/экз. общей биомассой 11 765,0 кг и в общем количестве 23 530,0 экз. составляет соответственно:

11 765,0 : 196 = 60 бассейнов,

23 530,0 : 392 = 60 бассейнов.

Количество бассейнов для рыб средней массой 1,5 кг/экз. общей биомассой 30 000,0 кг и в

общем количестве 20 000,0 экз. составляет соответственно:

30 000,0 : 196 = 153 бассейна,

20 000,0 : 131 = 153 бассейна.

Итого для выращивания 30 000 кг товарных гибридов стерлядь × белуга от средней массы 0,01 кг/экз. до 1,5 кг/экз. необходимо:

60 + 93 = 153 бассейна.

С учетом технологического запаса следует приобрести 160 бассейнов размером 2 × 2 × 0,7 м. Стоимость одного бассейна (в ценах 2007 года) составляет 26 000 рублей. Общие затраты на приобретение бассейнов составят:

160 × 26 000 = 4 160 000 руб.

РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВОДЫ, ПОТРЕБЛЯЕМОЙ РЫБОВОДНЫМ ЦЕХОМ

В период выращивания гибридов осетровых рыб от средней массы 0,01 кг/экз. до 0,5 кг/экз. в течение 4 месяцев (с 15 мая по 15 сентября) для 60 бассейнов при замене в них всего объема воды каждые 35–45 мин, необходимо водообеспечение в количестве 72 м^3/час, или 1728 м^3/сут. при уровне воды 0,3 м:

2 × 2 × 0,3 м = 1,2 м^3/басс./час.,

1,2 × 24 × 60 = 1728 м^3/сут.

Воду из водоема-накопителя следует отбирать из верхних, хорошо прогретых слоев. Пополнение водоема с учетом технологических потерь следует производить 1 раз в 3 суток в объеме 3–5 % при обязательном контроле показателей качества воды.

В период выращивания гибридов осетровых рыб от средней массы 0,5 кг/экз. до 1,5 кг/экз. с 15 сентября по 15 марта будут использованы 153 бассейна. Вода должна поступать в бассейны через биофильтр, помещенный в специальные емкости. Объем биофильтра рассчитывается исходя из общей площади бассейнов для выращивания гибридов. Материалом для него являются биошары или пластиковые конструктивные материалы с удельной площадью поверхности 150 м^2/м^3.

Общая площадь рыборазводных бассейнов составляет:

153 × 4 = 612 м^2.

Соотношение площади бассейнов к площади биофильтра должно быть 1 : 3,

612 × 3 = 1836 м^2.

Производительность загрузки биофильтра 150 м^2/м^3. Объем биофильтра составляет:

1836 : 150 = 12,2 м^3.

Для загрузки материала биофильтра нужно 2 бассейна по 6,1 м^3.

Для однократного заполнения 153 бассейнов при уровне воды в них 0,7 м необходимо 428,4 м^3 воды:

2 × 2 × 0,7 = 2,8 м^3/ басс.

2,8 × 153 = 428,4 м^3.

Ежесуточное обновление воды в бассейнах в этот период составляет 3–5 % от первоначального объема, т.е. 312–528 м^3 в сутки.

Стоимость одного бассейна для загрузки материала биофильтра составляет около 60 000 руб. (в ценах 2007 г.). Стоимость материала биофильтра производства Германии с неограниченным сроком эксплуатации составляет около 60 000 руб./м^3 с учетом доставки заказчику.

Таким образом, стоимость биофильтра для обеспечения биологической очистки воды в бассейнах рыборазводного цеха составляет:

60 000 × 2 + (60 000 × 12,2) = 852 000 руб.

РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТЕЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Источники потребления электроэнергии в рыборазводном цехе:

1) насосы рабочие (2 шт.) – 10 кВт/час;
2) система приточно-вытяжной вентиляции – 30 кВт/час;
3) компрессор – 2 кВт/час;
4) освещение рыборазводного цеха – 5 кВт/час.

В связи с тем, что насосы работают круглосуточно, потребление ими электроэнергии в течение 3 лет эксплуатации рыборазводного цеха составит:

10 × 24 × 365 × 3 = 262 800 кВт/час.

Система приточно-вытяжной вентиляции рыборазводного цеха в общей сложности будет задействована максимально 6 месяцев в году (активно – с мая по сентябрь и в период с октября по апрель). Потребление электроэнергии системой приточно-вытяжной вентиляции в течение 3 лет эксплуатации рыборазводного цеха составит:

30 × 24 × 183 × 3 = 395 280 кВт/час.

Компрессор осуществляет подачу воздуха в бассейны с гибридами по мере понижения концентрации кислорода в воде. Учитывая естественную концентрацию O_2 в артезианской воде из скважин на уровне 8–9 мг/л, компрессор реально будет задействован в течение 6 месяцев (183 сут.) в течение года. Количество потребленной в течение 3 лет электроэнергии при работе компрессора составит:

2 × 24 × 183 × 3 = 26 352 кВт/час.

Освещение рыборазводного цеха с середины мая до середины сентября будет осуществлять-

ся в течение 12 часов в сутки (с 20^{00} вечера до 8^{00} утра). В остальное время года (8 месяцев) – по 18 часов в сутки (с 16^{00} вечера до 10^{00} утра). Потребление электроэнергии в течение 3 лет эксплуатации цеха составит:

$$5 \times 12 \times 120 \times 3 = 21\ 600 \text{ кВт/час},$$
$$5 \times 18 \times 240 \times 3 = 64\ 800 \text{ кВт/час}.$$

В целом потребление электроэнергии на освещение рыборазводного цеха в течение 3 лет составит 86 400 кВт/час. Общее потребление электроэнергии рыборазводным цехом в течение 3 лет эксплуатации составит:

$$262\ 800 + 395\ 280 + 26\ 352 + 86\ 400 = 770\ 832 \text{ кВт/час}.$$

Стоимость 1 квт/час электроэнергии для промышленных предприятий составляет 2,56 руб./кВт/час (в ценах 2007 г.). Таким образом, затраты на оплату стоимости электроэнергии в течение 3 лет эксплуатации рыборазводного цеха составят:

$$2{,}56 \times 770\ 832 = 1\ 973\ 330 \text{ руб.}$$

РАСХОДЫ НА ДИЗТОПЛИВО ДЛЯ АВАРИЙНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Для обеспечения бесперебойной работы рыборазводного цеха в случае отключения электроэнергии предусматривается использование аварийной энергетической установки. Работа данной установки осуществляется на дизтопливе, затраты на которое планируются из расчета 100 тыс. руб. в год.

Основной и вспомогательный персонал рыборазводного цеха планируется в составе 11 человек с фондом заработной платы 374 400 руб. в год, в том числе:

- рыбовод (заработ. плата 15 000 руб./мес.) –1 чел.;
- работник основного производства (заработная плата 6000 руб./мес.) – 6 чел.;
- работники службы охраны (заработная плата 5000 руб./мес.) – 4 чел.

ФИНАНСОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФЕРМЕРСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Использование и погашение кредита и процентов по нему осуществляется поэтапно, по мере реализации товарной рыбопродукции. При этом согласно установленной очередности погашения составляющих банковских кредитов первоначальному погашению подлежат проценты по кредиту, а затем – основной долг. В соответствии с условиями предоставления кредитов для сельскохозяйственных товаропроизводителей в рамках финансирования национальных проектов погашение процентов по кредитам субсидирует государство.

1. Обеспечение проекта – 25 000,0 тыс. руб. (средства государственной поддержки).
2. Срок окупаемости проекта – третий год от начала эксплуатации рыборазводного цеха.
3. Чистая приведенная величина дохода – 65 500,0 тыс. руб.
4. Экономическая рентабельность проекта – 48 % .

В международной практике оценки инвестиционных проектов и в практике делового оборота срок окупаемости вложений в 3 года является критерием инвестиционной привлекательности любого проекта. (рис. 176)



Рис. 176. Награды, полученные ЮНЦ : А – за разработанные проекты фермерских хозяйств (2005–2006 гг.) Б – патенты в области рыбоводства

Данный расчёт проведен для небольшой фермы производительностью 30 тонн в год в ценах 2007 г. Понятно, что для хозяйства комплексного характера (например, на прудах выращивается птица) или входящего в состав крупного агропромышленного объединения с мощной технологической базой (например, собственное производство комбикормов, аварийные системы водоподачи и энергоснабжения) сроки окупаемости вложений будут меньше, а рентабельность проекта – выше.

Решая задачи, связанные с определением перспектив социально-экономического развития индустриальных рыбоводных комплексов для осетровых хозяйств различного типа, Южный научный центр разрабатывает наукоемкие биотехнологии в целях снижения нагрузки на природные популяции и сохранения генофонда осетровых рыб. В основу технологии индустриального разведения осетровых рыб в модульных регулируемых системах были положены результаты фундаментальных исследований особенностей биологии осетровых.

Отличительной особенностью разрабатываемых проектов является интеграция в производственный процесс новейших научных разработок Мурманского морского биологического института КНЦ РАН, Астраханского государственного технического университета, Южного научного центра РАН. Применение передовых технологий выращивания способно значительно интенсифицировать заводское производство продукции.

На научно-исследовательской базе Южного научного центра в пос. Кагальник Ростовской области в 2004–2007 гг. создан экспериментальный рыбоводный комплекс, где проходят апробацию лучшие разработки ученых в области биотехнологий по искусственному воспроизводству и товарному выращиванию ценных пород осетровых рыб на современном отечественном и зарубежном оборудовании.

В комплексе размещено специальное рыбоводное оборудование: установка замкнутого водообеспечения, состоящая из бассейнов для товарного выращивания рыбы и биологического фильтра, бассейны для молоди с автономными биофильтрами. Опытная линия предназначена для отработки индустриальных технологий круглогодичного непрерывного выращивания молоди и товарной рыбы при рециркуляции воды в системе.

Результаты исследований позволили кардинально усовершенствовать стандартный технологический цикл индустриального разведения осетровых рыб. Доказано, что товарную продукцию средней массой 1,5 кг можно получить за год, весом 3,5 кг – за два года, сформировать высокопродуктивное стадо производителей в установках замкнутого цикла – за 2–3 года, что в 3–4 раза быстрее, чем в естественных условиях (рис. 177).

В работе приводится экономическое обоснование для создания фермерского хозяйства мощностью 30 тонн товарной рыбы (бестера) в год.



Рис. 177. Выращивание товарной осетровой продукции по новым технологиям

Показано, что расходы начнут окупаться с 3-го года его существования, а показатель рентабельности составит 48 %. Предлагаемые разработки перспективны для фермерских и промышленных хозяйств, практически не оказывают воздействия на окружающую среду, позволяют до минимума сократить потребление чистой воды, что особенно актуально для Юга России в условиях дефицита водных ресурсов (рис. 178).

В отличие от существующей на Юге России отечественной рыборазводной практики наши технологические методы предусматривают полное управление процессом рыборазведения при контроле параметров водной среды в замкнутом цикле (рис. 179).

В данной книге представлены следующие важнейшие положения и выводы:

– регулирование показателей водной среды в оптимальных пределах позволяет увеличить темпы роста осетровых в 2–3 раза;

– учитывая сезонные биоритмы питания осетровых рыб, можно нормировать кормление, более эффективно использовать корма и оптимизировать процесс выращивания;

– используя новые биотехнологические методы выращивания ремонтного и формирования высокопродуктивного маточного стада стерляди,

можно добиться сокращения сроков созревания производителей и длительности последующих половых циклов;

– использование новых высокопродуктивных комбикормов позволяет в короткие сроки получить высококачественную рыбную продукцию.
– проводя своевременную профилактическую работу на предприятии, можно сократить или исключить заболевания объектов выращивания.

Новейшие биотехнологические методы созданы для небольших по площади модульных систем с замкнутым циклом водоснабжения, максимально автоматизированных и оснащенных современным оборудованием, требующих относительно небольших капитальных вложений и малый штат обслуживающего персонала.

В случае организации в промышленных масштабах производства комплектов оборудования для выращивания рыбы (подобно различным сельскохозяйственным комплексам) стоимость их будет ниже. Для успешного социально-экономического развития комплексов также необходимо развивать индустрию маломерного флота, учитывая опыт европейских стран (Норвегия, Дания, Германия) (рис. 180).

При заинтересованности со стороны производственных организаций Южный научный центр РАН может подготовить рыбоводно-биологическое обоснование на такие аквакомплексы различной мощности с перечнем оборудования.

В результате проведенных экспериментов исследованы все этапы технологии разведения осетровых рыб – от формирования маточного стада до получения товарной продукции. Разработана методика поэтапного перевода молоди и производителей осетровых рыб с естественной кормовой базы на искусственные комбикорма, позволяющая с наименьшими отходами адаптировать рыбу к индустриальным условиям выращивания. Подобраны специальные кормовые смеси для перевода осетровых рыб на искусственные гранулированные комбикорма.



Рис. 178. Преимущества новой технологии выращивания рыбы



Рис. 179. Перспективы товарного выращивания осетровых рыб на юге России



Рис. 180. Маломерный флот, используемый в фермерских хозяйствах

Исследования показали, что в качестве объекта для товарного выращивания наиболее оптимален гибрид стерлядь × белуга. Для определения особенностей культивирования этой гибридной формы осетровых выполнены исследования особенностей роста разновозрастных групп рыб в условиях зарегулирования параметров водной среды.

Установлены показатели оптимальной плотности посадки на различных этапах выращивания. Так, оптимальной плотностью посадки для выращивания товарной рыбы от начальной массы 500 г является 50 кг/м^3. При этом продуктивность на выходе составляет в среднем около 70 кг/м^3, что приближается к европейским технологиям. Установлено влияние плотности посадки и сортировки на показатели роста гибридных форм осетровых и стерляди разного возраста.

Для продвижения новых технологий на потребительский рынок необходимо расширение экспериментальной базы, тесное взаимодействие с предприятиями рыбохозяйственной отрасли, организация школы по обучению фермеров и рыбоводов. Это возможно только при целевом финансировании вышеуказанных работ в рамках национального проекта «Развитие АПК» направления «Аквакультура».

Для успешного развития товарного осетроводства в Российской Федерации следует разрабатывать основные направления: технологическое – выпуск всего традиционного ассортимента продукции из осетровых, в том числе икры и балычных изделий, разработка новых видов деликатесов; генетико-селекционное – создание новых одомашненных форм и пород, развитие племенной работы с целью закрепления полезных признаков; рыбоводное – внедрение комбинированных технологий выращивания осетровых в малых водоемах и прудах; ресурсовосстановительное – участие государства и товарных хозяйств в сохранении генофонда и искусственном воспроизводстве осетровых. Очевидно, что успешное решение поставленных задач будет обеспечено лишь при планомерном выделении государственных инвестиций.

Наряду с льготным кредитованием фермерских хозяйств в рамках национального проекта «Развитие агропромышленного комплекса» для развития товарного осетроводства в Российской Федерации требуется разработка новой концепции, которая должна включать следующие положения:

1) создание благоприятных экономических условий для развития товарного осетроводства;
2) законодательное разделение промысла диких осетров и их производства в аквакультуре;
3) организацию выпуска всего ассортимента продукции из осетровых, в том числе икры и балычных изделий;
4) создание новых одомашненных форм и пород, развитие селекционной работы с целью закрепления полезных признаков;
5) внедрение комбинированных технологий выращивания осетровых в малых водоемах и прудах;
6) участие товарных хозяйств в сохранении генофонда и искусственном воспроизводстве осетровых;
7) планомерное выделение государственных инвестиций на реконструкцию и техническое перевооружение предприятий товарного осетроводства, прежде всего полносистемных зональных хозяйств;
8) в системе сертификации товаров по ГОСТу продукция, производимая на предприятиях товарного осетроводства, должна иметь свою систему кодирования.

С учетом мирового опыта (Норвегия, Канада) (рис. 181) необходимо часть доходов от развивающейся добычи нефти на шельфе морей России направить на расширение системы искусственного воспроизводства и ускоренное развитие заводского товарного выращивания ценных видов биоресурсов, прежде всего осетровых рыб. Это позволит дать населению, проживающему в Азовском и Каспийском регионах, дополнительные рабочие места, снизить нагрузку на природные популяции осетровых и других ценных видов рыб, восстановить их в естественной среде обитания.

Стартовый капитал отечественной аквакультуре могут дать только отрасли нефтегазового комплекса, где в основе лежит государственный капитал. Нужны масштабные инвестиционные программы, в первую очередь в организацию товарного выращивания осетровых и других ценных видов рыб в Азово-Черноморском бассейне. Потенциал этой индустрии должен быть более 100 тысяч тонн в год, а уровень выпуска заводской молоди на порядок выше современного – 200–300 миллионов экземпляров. Необходим целевой федеральный проект сроком на 10–15 лет, нацеленный на поэтапную реконструкцию суще-

ствующих и строительство новых заводов по воспроизводству и товарному выращиванию ценных пород рыб как на Азове, так и на Каспии. Ориентировочный масштаб инвестиций в такой проект может составить до одного миллиарда долларов.

Сегодня население, живущее на морских побережьях, фактически отстранено от процесса управления биологическими ресурсами. Организация осетровых рыбоводных ферм путем создания современных модульных систем замкнутого цикла вдоль прибрежной части Азовского и Каспийского морей позволит решить проблему занятости сельского населения, наполнит рынок деликатесной, экологически чистой рыбной продукцией, будет способствовать снижению уровня браконьерства и нелегальной торговли осетровыми рыбами, а также позволит снизить нагрузку на популяции осетровых и других ценных видов рыб, восстановить их в естественной среде обитания.

Создание в каждом регионе РФ системы фермерских хозяйств сопутствующих производств может дать десятки тысяч рабочих мест, как, например, в Норвегии или Китае.

Внедрение новых биотехнологий позволит в более короткий срок решить государственную задачу – насытить рынок ценными продуктами (икра, осетрина) и в то же время получить икру для заводского воспроизводства осетровых рыб (рис. 182).

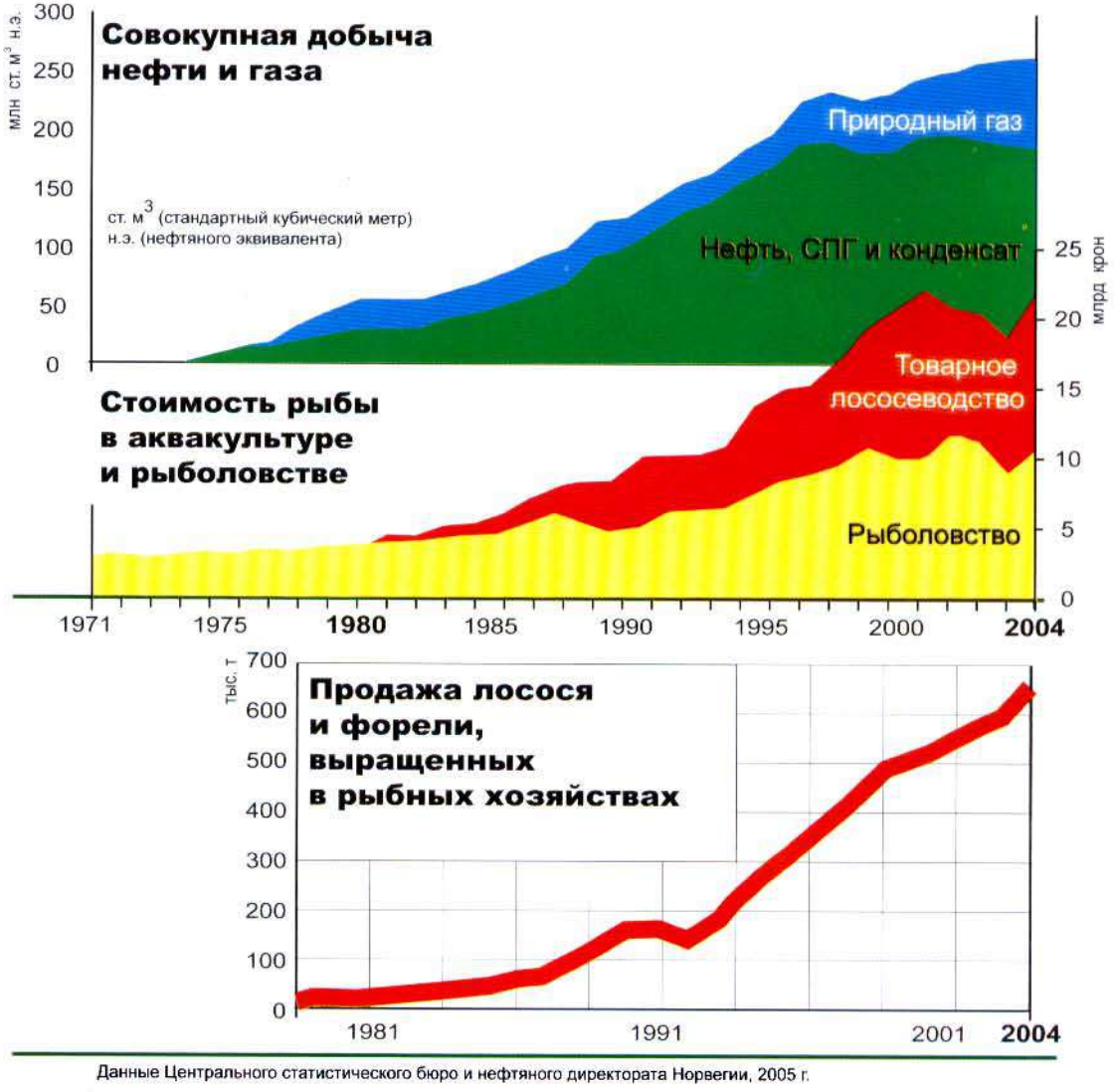


Рис. 181. Развитие товарного выращивания лососей на базе инвестиций нефтегазовой отрасли Норвегии

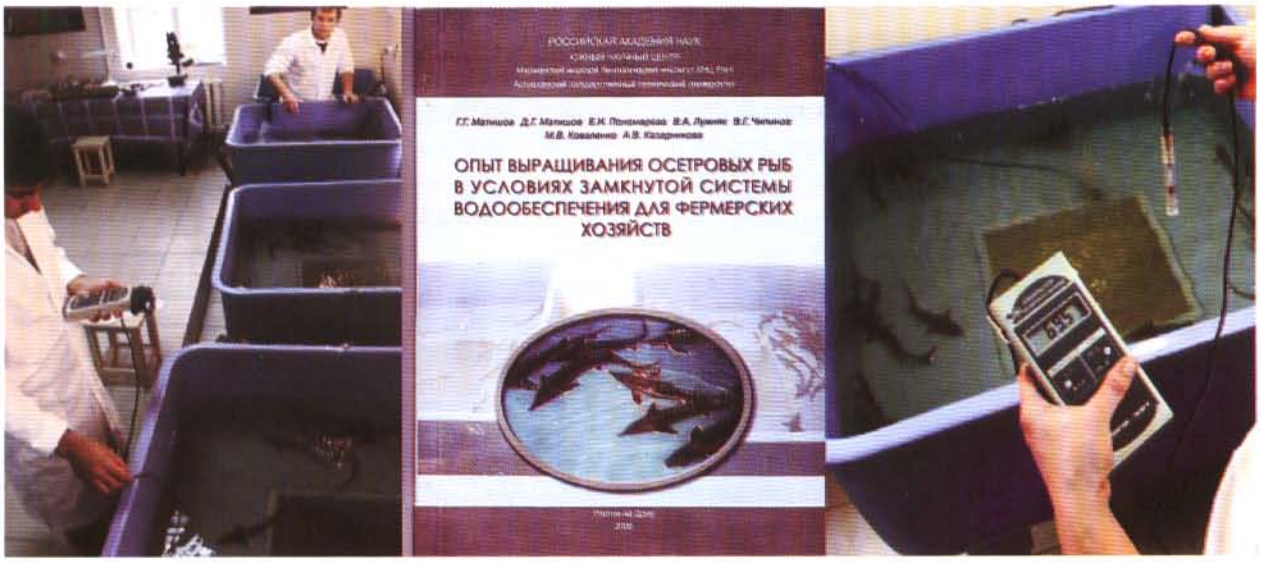




Рис. 182. Путь возрождения Азова и Каспия

1. Абросимова Н.А., Лобзакова Т.В. Особенности кормления годовиков осетровых для формирования маточного стада // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: Мат-лы 3-й междунар. науч.-практ. конф. Астрахань, 2004. С. 230–231.

2. Акимов Ю.А. Влияние зимовки в искусственных условиях на физиологическое состояние сеголетков карпа // Рыбное хозяйство. 1974. № 4. С. 13–14.

3. Андрияшев А.П. Роль органов чувств в отыскивании пищи у рыб // Труды Совещания по методике изучения кормовой базы и питания рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1955.

4. Баранова В.П. Выращивание молоди белуги и севрюги на Волгоградском осетровом рыбоводном заводе // Осетровые СССР и их воспроизводство: Тр. ЦНИОРХ. М.: Пищ. пром-сть, 1971. Т. III. С. 64–76.

5. Бауер О.Н., Мусселиус В.А., Стрелков Ю.А. Болезни прудовых рыб. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. 320 с.

6. Бормотова С.В., Ларцева Л.В., Рогаткина И.Ю. Санитарное состояние аквакультуры осетровых и среды ее обитания // Рыбное хозяйство. Аквакультура. Болезни рыб. ВНИЭРХ. 1995. Вып. 2. С. 1–7.

7. Брагина Е.В., Сокольская Н.П. О заболеваниях бестера при садковом выращивании // Рыбное хозяйство. 1978. № 8. С. 20–21.

8. Бурлаченко И.В. Теоретические и прикладные аспекты повышения резистентности осетровых рыб в аквакультуре: Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. М., 2007. 76 с.

9. Бурцев И.А. Получение потомства от межродового гибрида белуги со стерлядью // Генетика, селекция и гибридизация рыб. М.: Наука, 1969. С. 232–242.

10. Варади Л. Развитие аквакультуры в Европе // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: Мат-лы междунар. симпозиума (Астрахань, 16–18 апреля 2007 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. С. 36–38.

11. Вассель С.С. Оценка рыбоводного качества икры бестера // Научные подходы к решению проблем производства продуктов питания: Межвуз. сб. науч. тр. Ростов н/Д, 2004. С. 118–121.

12. Гарин А.В. Зимовка молоди рыб в бассейнах // Рыболовство и рыбоводство. 1976. № 1. С. 10–11.

13. Гербильский Н.А. Элементы теории и биотехники управления ареалом осетровых // Тр. ЦНИОРХ. 1967. Т. 1. С. 11–21.

14. Гербильский Н.Л. Метод гипофизарных инъекций и его роль в воспроизводстве рыбных запасов // Труды ЛГУ. 1941. С. 28–31.

15. Гербильский Н.Л. Теория биологического прогресса осетровых и ее применение в практике осетрового хозяйства // Уч. зап. ЛГУ. Сер. биол. 1962. Вып. 48. № 31. С. 48–64.

16. Гершанович А.Д. Влияние плотности популяции на рост рыб // Успехи современной биологии. 1984. Т. 98. Вып. 1(4). С. 134–149.

17. Гершанович А.Д., Пегасов В.А., Шатуновский М.И. Экология и физиология молоди осетровых. М.: Агропромиздат, 1987. 217 с.

18. Говорунова В.В. Физиолого-биохимическая характеристика годовиков стерляди после зимовки // Научные подходы к решению проблем производства продуктов питания: Межвуз. сб. науч. тр. Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 2004. С. 122–124.

19. Головин П.П. Стресс-факторы в индустриальном рыбоводстве, их влияние на рыб и меры предупреждения: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. М.: ВНИИПРХ, 1984. 20 с.

20. Головина Н.А, Ланге М.А., Васильева Т.В., Головин П.П. Алиментарный токсикоз осетровых рыб и его последствия // Осетровые на рубеже XXI века (Астрахань, 11–15 сент. 2000 г.). Астрахань: Изд-во КаспНИРХ, 2000. С. 299–300.

21. Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А., Харламова Ю.В., Митрофанова М.А., Шульга Е.А. Использование вкусовых добавок в составе комбикормов для осетровых рыб // Научные подходы к решению проблем производства продуктов питания: Межвуз. сб. науч. тр. Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 2004. С. 125–127.

22. Державин А.Н. Нормативы по воспроизводству осетровых запасов. М., 1932. 20 с.

23. Детлаф Т.А., Гинзбург А.С. Зародышевое развитие осетровых рыб (севрюги, осетра и белуги) в связи с вопросами их разведения. М.: АН СССР, 1981. 216 с.

24. Детлаф Т.А., Гинзбург А.С., Шмальгаузен О.И. Развитие осетровых рыб (Созревание яиц, оплодотворение, развитие зародышей и предличинок). М.: Наука, 1981. 234 с.

25. Духовенко Г.С., Сергеева Н.Р. Повышение токсикорезистентности производителей карповых рыб, инъецированных препаратами витаминов группы В // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре: Тез. докл. междунар. Симпозиума (Адлер, 21–24 окт. 1996 г.). Краснодар, 1996. С. 80.

26. Енгашев В.Г, Грищенко Л.И., Гаврилин К.В. Лечение миксобактериозов осетровых рыб при их индустриальном выращивании // Зооиндустрия. 2005. № 6 (64). С. 18–19.

27. Жигин А.В. Пусковой период аэротенка-отстой-ника в рыбоводной установке // Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах: Сб. науч. тр. / ВНИИПРХ. 1985. Вып. 46. С. 60–63.

28. Жигин А.В. Пути и методы интенсификации выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым водоиспользованием (УЗВ): Автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук. М.: ВНИПРХ, 2002. 36 с.

29. Жигин А.В. Установки с замкнутым водоиспользованием в аквакультуре // Рыбное хозяйство. Сер. «Пресноводная аквакультура». 2003. Вып. 1. С. 1–68.

30. Житенева Л.Д., Полтавцева Т.Г., Рудницкая О.А. Атлас нормальных и патологических изменений клеток крови рыб. Ростов н/Д, 1989. 109 с.

31. Журавлева Н.Г. К вопросу об искусственном разведении камбаловых // Биология и индивидуальное развитие некоторых возможных объектов марикультуры в морях Европейского Севера. Апатиты, 1979. С. 31–40.

32. Журавлева Н.Г., Зензеров В.С. Эколого-морфологические основы марикультуры рыб в Заполярье. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1998. 374 с.

33. Журавлева Н.Г., Праздников Е.В. Временная инструкция по искусственному разведению морской камбалы Баренцева моря / Отв. ред. Т.С. Расс. Апатиты, 1987. 20 с.

34. Закора Л.П. К вопросу о ритмике питания осетровых рыб в Волгоградском водохранилище // Осетровые СССР и их воспроизводство: Тр. ЦНИОРХ. 1971. Т. 3. М.: Пищ. пром-сть, 1971. С. 146–153.

35. Закора Л.П. Питание стерляди в Волгоградском водохранилище // Вопросы ихтиологии. 1978. Т. 18. Вып. 6. С. 1065–1071.

36. Иванов В.П. Основные итоги научной деятельности КаспНИРХа в 1999 г. и задачи исследований на 2000 г. // Рыбохозяйственные исследования на Каспии: Результаты НИР за 1999 год. Астрахань: Изд-во КаспНИРХа, 1999. С. 3–9.

37. Иванов В.П. Паразитофауна осетровых рыб при естественном и искусственном их воспроизводстве в измененной Волге: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Волгоград, 1968. 20 с.

38. Ивойлова Н.К. Результаты наблюдений за осетровыми в Волгоградском водохранилище в 1964 г. // Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХа. Саратов: Изд-во «Коммунист», 1965. Т. 8. С. 211–215.

39. Ихтиопатология / Головина Н.А., Стрелков Ю.А., Воронин В.Н. и др. М.: Мир, 2003. 448 с.

40. Казанский Б.Н., Феклов Ю.А., Подушка С.Б., Молодцов А.Н. Экспресс-метод определения степени зрелости гонад у производителей осетровых рыб // Рыбное хозяйство. 1978. №. 2. С. 24–27.

41. Казарникова А.В, Шестаковская Е.В., Стрижакова Т.В. и др. Анализ эпизоотической ситуации в водоемах Азовского бассейна в современных условиях // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: Междунар. симпоз. (Астрахань, 16–18 апреля 2007 г.). Астрахань: АГТУ, 2007. С. 466–467.

42. Казарникова А.В., Шестаковская Е.В. Заболевания осетровых рыб юга России при заводском получении и товарном выращивании // Состояние и перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны: Тез. докл. междунар. науч. конф. (6–8 июня, Азов). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. С. 46–47.

43. Казарникова А.В., Шестаковская Е.В. Основные заболевания осетровых рыб в аквакультуре. М.: ВНИРО, 2005. 104 с.

44. Канаев А.И. Новая технология зимовки рыбы. М.: Колос, 1976. 126 с.

45. Канаева И.П. Суточные изменения в питании Азовской перкарины // Вопр. ихтиол. Вып. 7. 1956.

46. Касумян О.А. Хеморецепция и регуляция поведения осетровых рыб: прикладные аспекты // Проблемы современного товарного осетроводства: Тез. докл. 1-й науч.-практ. конф. (24–25 марта 1999 г.). Астрахань, 1999. С. 92–94.

47. Каховский А.Е. Профилактика болезней рыб бактериальной этиологии в интенсивно эксплуатируемых рыбоводных прудах: Автореф. ... дисс. канд. биол. наук. М., 1991. 20 с.

48. Киселев А.Ю., Бирюкова Т.Б. и др. Индустриальные установки в современной аквакультуре // Рыбное хозяйство. Сер. «Аквакультура». Прудовое и озерное рыбоводство: Экспресс-информация / ЦНИИТЭРХ. 1999. Вып. 1. С. 25–30.

49. Киселев А.Ю. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водообеспечения: Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. М., 1999. 62 с.

50. Козлов В.И., Абрамович Л.С. Товарное осетроводство. М.: Россельхозиздат, 1986. 119 с.

51. Котлярчук М.Ю. Микробный пейзаж карпа (*Cyprinus carpio* L.) при выращивании в установке с замкнутым циклом водообеспечения: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Калининград: КГТУ, 2004. 22 с.

52. Котова Л.И. Бассейны с оборотным водоснабжением для зимовки карпа // Рыбоводство и рыболовство. 1979. № 6. С. 11–12.

53. Кулаков Г.В. Субтилис – натуральный концентрированный пробиотик. М., 2003. 48 с.

54. Лавровский В.В. Бионические основы управления замкнутыми рыбоводными системами // Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах: Сб. науч. тр. / ВНИИПРХ. 1985. Вып. 46. С. 30–36.

55. Лавровский В.В. Пути интенсификации форелеводства. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1981. 168 с.

56. Ларцева Л.В. Микрофлора промысловых рыб Волго-Каспийского региона // IX всесоюз. совещ. по паразитам и болезням рыб: Тез. докл. Л.: Наука, 1991. С. 73–75.

57. Ларцева Л.В., Болдырева Я.М. Микрофлора промысловых рыб и рыбной продукции в Волго-Каспийском регионе // Рыбное хозяйство. 2004. № 3. С. 48–50.

58. Ларцева Л.В., Проскурина В.В., Вьюшкова Л.В., Нестерова Л.А., Болдырева Я.М., Лисицкая И.А. Санитарно-эпизоотическая ситуация Волго-Каспийского региона на рубеже XXI века // Рыбное хозяйство. Сер. «Аквакультура» / ВНИЭРХ. 2002. Вып. 1. 51 с.

59. Лиманский В.В., Яржомбек А.А., Бекина Е.Н., Андроников С.Б. Инструкция по физиолого-биохимическим параметрам рыбы. М.: ВНИИПРХ, 1984. 60 с.

60. Лобзакова Т.В., Бибиков В.М., Шабалина В.А. Некоторые аспекты улучшения условий содержания бестера в зимний период // Проблемы современного товарного осетроводства: Сб. докл. 1-й науч.-практ. конф. (24–25 марта 1999 г.). Астрахань, 2000. С. 47–49.

61. Лужняк В.А. Обзор современного состояния и естественного воспроизводства популяций осетровых рыб бассейна Азовского моря // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: Мат-лы и докл. междунар. симпозиума (16–18 апреля 2007 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007б. С. 272–274.

62. Лужняк В.А. Характеристика и выбор объектов товарного рыбоводства для аридных зон // Состояние и перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны: Мат-лы междунар. науч. конф. (Азов, июнь 2006 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2007а. С. 59–77.

63. Львов Л.Ф. Разведение и выращивание стерляди в условиях дельты Волги // Отчет сессии ЦНИОРХ (1971–1975): Тез. Гурьев, 1976. С. 85–86.

64. Львов Л.Ф. Результаты разведения стерляди в дельте Волги // Отчет сессии ЦНИОРХ: Тез. Астрахань, 1973. С. 63–64.

65. Магомаев Ф.М. Основные направления развития аквакультуры в Дагестане // Тепловодная аква-

культура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: Мат-лы и докл. междунар. симпозиума (16–18 апреля 2007 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. С. 64–66.

66. Макаров В.Н., Джус В.Е., Матишов Г.Г. и др. Научно-практические аспекты культивирования ламинарии сахаристой в Баренцевом море. Апатиты, 1987. 36 с.

67. Матишов Г.Г. Кризис экосистем Баренцева моря и необходимость воспроизводства промысловых видов рыб // Состояние популяций и проблема искусственного воспроизводства рыб прибрежья Баренцева моря. Апатиты, 1992. С. 3–8.

68. Матишов Г.Г. Современное рыболовство и проблема аквакультуры в южных и северных европейских морях // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: Мат-лы и докл. междунар. симпозиума (Астрахань, 16–18 апреля 2007 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. С. 68–70.

69. Матишов Г.Г., Дущенко В.В., Орлова Э.Л., Журавлева Н.Г., Петров И.И., Шпарковский К.А. Состояние популяций и проблема искусственного воспроизводства рыб прибрежья Баренцева моря. Апатиты, 1992. 38 с.

70. Матишов Г.Г., Илющенко А.М., Дворецкий А.Г., Кузьмин С.А., Зензеров В.С. Особенности биологии камчатского краба в губе Сайда (Кольский залив) // Рыбное хозяйство. 2005. № 6. С. 61–62.

71. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Пономарева Е.Н., Лужняк В.А., Чипинов В.Г., Коваленко М.В., Казарникова А.В. Опыт выращивания осетровых рыб в условиях замкнутой системы водообеспечения для фермерских хозяйств. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006а. 72 с.

72. Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Пономарева Е.Н., Чипинов В.Г., Лужняк В.А., Ковалева А.В. Результаты выращивания донской стерляди в условиях замкнутой системы водообеспечения // Состояние и перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны: Тез. докл. междунар. науч. конф. (Азов, июнь 2006 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006б. С. 7–9.

73. Матишов Г.Г., Орлова Э.Л., Карамушко О.В., Шпарковский И.А. Результаты работ ММБИ по изучению и освоению рыбных ресурсов в рамках программ «Прибрежье» и «Росшельф» // Развитие прибрежного промысла и аквакультуры в Баренцевом море. Мурманск, 1994. С. 27–33.

74. Матишов Г.Г., Пономарев С.В., Пономарева Е.Н. Инновационные технологии индустриальной аквакультуры в осетроводстве. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2007б. 368 с.

75. Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н. Комплексные технологии интенсивного выращивания осетровых рыб // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: Мат-лы и докл. междунар. симпозиума (Астрахань, 16–18 апреля 2007 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. С. 71–73.

76. Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н. Перспективы создания индустриальных рыбоводных комплексов для осетровых рыб // Рыбные ресурсы. № 3. 2006. С. 46–47.

77. Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Лужняк В.А. Актуальные задачи возрождения рыбохозяйственного потенциала южных морей // Экосистемные исследования Азовского, Черного, Каспийского морей и их побережий. Т. IX. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2007б. С. 214–222.

78. Матишов Г.Г., Димитрова С.Г., Федоров А.Ф., Нейкова К.С., Зензеров В.С. Возможности использования морского гидробиосырья на примере получения йода. Апатиты, 1991. 34 с.

79. Матишов Д.Г., Пономарева Е.Н. Совершенствование биотехнологий и разработка новых методов культивирования объектов аквакультуры для их рационального использования и сохранения биоразнообразия в условиях аридной климатической зоны // Большие морские экосистемы России в эпоху глобальных изменений (климат, ресурсы, управление): Мат-лы междунар. науч. конф. (Ростов-на-Дону, 10–13 октября 2007 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2007. С. 92–99.

80. Матишов Д.Г., Пономарева Е.Н., Сорокина М.Н., Лапухин Ю.А. Донская стерлядь – перспективный объект выращивания в установках замкнутого водообеспечения // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: Мат-лы и докл. междунар. симпозиума (Астрахань, 16–18 апреля 2007 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. С. 336–338.

81. Микитюк П.В., Осадчая Е.Ф., Погорельцева Т.П., Рягин С.Т., Троханчук В.А. Справочник по болезням прудовых рыб. Киев: Урожай, 1984. 248 с.

82. Мильштейн В.В. Осетроводство. М., 1982. 154 с.

83. Михеев В.П. Садковое выращивание товарной рыбы. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1982. 216 с.

84. Михеев В.П., Михеева И.В. Разведение стерляди в садках в пресных водоемах // Осетровое хозяйство водоемов СССР: Тез. докл. Всесоюз. совещ. Астрахань, 1984. С. 55–56.

85. Найденова Н.Н, Мордвинова Т.Н. Артемия *Artemia* spp. (Branchiopoda) и ее дополнительные функции в морской аквакультуре // Анал. и реф. инф. Сер. «Воспр-во и пастбищ. выращивание гидробионтов» / ВНИЭРХ. 2002. № 2. С. 1–15.

86. Небольсина Т.К. Качественная и количественная оценка питания леща, густеры и плотвы Волгоградского водохранилища в 1962–1964 гг.: Тр. Саратов. отд. ГосНИОРХа. Саратов: Изд-во «Коммунист», 1965. Т. 8. С. 108–127.

87. Никоноров С.И. Аквакультура. Формирование современной научно-правовой базы в Российской Федерации. М.: Экономика и информатика, 2006. 216 с.

88. Никоноров С.И. Формирование современной нормативно-правовой базы аквакультуры // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: Мат-лы и докл. междунар. симпозиума (Астрахань, 16–18 апреля 2007 г.). Астрахань: АГТУ, 2007. С. 73–80.

89. Новоскольцева Т.М., Казаченко Н.Т., Борисова М.Н., Иренков И.П. Перспективы использования пробиотиков в рыбном хозяйстве // Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре: Тез. НПК. М., 2000. С. 95.

90. Определитель паразитов пресноводных рыб / Под ред. О.Н. Бауера. Л.: Наука, 1987. Т. 3.

91. Панасенко В.В. Использование пробиотиков в кормах для рыб компании «Провими» // Состояние и перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны: Тез. докл. междунар. науч. конф. (Азов,

июнь 2006 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. С. 70–71.

92. Персов Г.М. Дозирование спермиев как способ управления оплодотворением яйцеклеток осетровых // Докл. АН СССР. 1953. Т. 90. № 6. С. 1183–1185.

93. Петрова Т.Г. Предварительные рекомендации по биотехнике товарного выращивания бестера в садках и бассейнах с использованием теплых вод. М.: Изд-во ВНИИПРХ, 1978. 22 с.

94. Подушка С.Б. Способ получения икры от самок осетровых рыб. Авторское свидетельство СССР № 1412035. 1986.

95. Пономарев С.В. Интенсивные технологии в осетроводстве // Вестник АГТУ. Спец. приложение. 2005. № 5 (28), сентябрь–октябрь. Астрахань: АГТУ, 2005. С. 58–59.

96. Пономарев С.В., Болонина Н.В., Богатырева М.М., Коваленко М.В., Максудова Р.Р. Сравнительная характеристика зимнего выращивания гибрида стерлядь × белуга в установках замкнутого водообеспечения и бассейнах с прямоточной подачей воды // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: Мат-лы и докл. междунар. симпозиума (Астрахань, 16–18 апреля 2007 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007а. С. 350–353.

97. Пономарев С.В., Гамыгин Е.А., Никоноров С.И., Пономарева Е.Н., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России: Справ. уч. пос. Астрахань: Нова плюс, 2002. 264 с.

98. Пономарев С.В., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Индустриальное рыбоводство. М.: Колос, 2006. 320 с.

99. Пономарев С.В., Лагуткина Л.Ю., Киреева И.Ю. Фермерская аквакультура: Рекомендации. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007б. 192 с.

100. Пономарев С.В., Матишов Д.Г., Пономарева Е.Н., Сорокина М.Н. Новые технологии индустриального и фермерского осетроводства // Современные технологии мониторинга и освоение природных ресурсов южных морей России: Тез. докл. междунар. семинара (Ростов-на-Дону, 15–17 июня 2005 г.). Ростов н/Д: ООО «ЦВВР», 2005а. С. 127–129.

101. Пономарев С.В., Пономарева Е.Н., Чипинов В.Г., Чипинова Г.М., Сырбулов Д.Н. Особенности отбора производителей осетровых в маточное стадо в связи с длительным их содержанием в условиях осетрового рыбоводного завода // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности: Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 11–13 апреля 2005 г.). Т. 2. Москва, 2005б. С. 195–200.

102. Пономарев С.В., Сырбулов Д.Н., Пузанков И.В., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Новые методы повышения эффективности кормления стерляди // Вестник АГТУ. Спец. приложение. 2005. № 5(28), сентябрь–октябрь. Астрахань: АГТУ, 2005в. С. 60–62.

103. Пономарев С.В., Чипинов В.Г. Формирование маточных стад осетровых рыб в условиях аквакультуры // Современные технологии мониторинга и освоение природных ресурсов южных морей России: Тез. докл. междунар. семинара (г. Ростов-на-Дону, 15–17 июня 2005 г.). Ростов н/Д: Изд-во ООО «ЦВВР», 2005. С. 125–127.

104. Пономарев С.В., Чипинов В.Г., Пономарева Е.Н, Чипинова Г.М., Дубов В.Е., Сырбулов Д.Н. Технология содержания и кормления разновозрастных осетровых рыб при низкой температуре воды. Астрахань: ООО ПКФ «Альфа-Аст», 2005г. 20 с.

105. Пономарева Е.Н. Биологические основы рыбоводства: Уч. пос. для ИДО. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2006. 220 с.

106. Пономарева Е.Н., Ба Мохамед Ламин, Сорокина М.Н. Использование прудов малых площадей для поликультуры осетровых и растительноядных рыб // Состояние и перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны: Тез. докл. междунар. науч. конф. (Азов, июнь 2006 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006а. С. 78–80.

107. Пономарева Е.Н., Ба Мохаммед Ламин, Сорокина М.Н. Использование прудов малых площадей для поликультуры осетровых и растительноядных рыб // Состояние и перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны: Мат-лы междунар. науч. конф. (Азов; июнь 2006 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2007а. С. 131–142.

108. Пономарева Е.Н., Коваленко М.В., Лужняк В.А. Проблемы воспроизводства донской популяции стерляди // Естественные и инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем: Тез. докл. междунар. науч. конф. (Ростов-на-Дону, 5–8 июня 2007 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2007б. С. 249–250.

109. Пономарева Е.Н., Пономарев С.В., Сорокина М.Н., Храмова А.В. Повышение резистентности осетровых рыб на ранних этапах онтогенеза при использовании витаминных препаратов // Вестник ЮНЦ РАН. 2005а. Т. 1. Вып. 1. С. 41–44.

110. Пономарева Е.Н., Пузанков И.В. Эффективность использования вкусовых добавок при кормлении различных видов осетровых рыб // Поведение рыб: Мат-лы докл. междунар. конф. (1–4 ноября 2005 г., Борок, Россия). М.: АКВАРОС, 2005. С. 447–449.

111. Пономарева Е.Н., Сорокина М.Н., Богатырева М.М., Потапов Д.Э. Особенности выращивания бестера в условиях зарегулирования параметров водной среды // Вестник АГТУ. 2006. № 3 (32). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2006б. С. 64–70.

112. Пономарева Е.Н., Сорокина М.Н., Храмова А.В. Особенности эмбриогенеза и постэмбриогенеза осетровых рыб в период прохождения критических стадий развития // Современные проблемы аридных и семиаридных экосистем юга России: Сб. науч. ст. / Отв. ред. Г.Г. Матишов. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006в. С. 572–583.

113. Пономарева Е.Н., Сырбулов Д.Н., Храмова А.В. Использование витаминов для повышения эффективности искусственного воспроизводства осетровых рыб // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности: Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (Москва, 11–13 апреля 2005 г.). Т. 2. / ГНУ ВНИИ ирригационного рыбоводства. М., 2005б. С. 291–296.

114. Пономарева Е.Н., Чипинов В.Г., Коваленко М.В., Богатырева М.М. Гибрид стерлядь × белуга – перспективный объект ферм // Состояние и перспективы раз-

вития фермерского рыбоводства аридной зоны: Тез. докл. междунар. науч. конф. (г. Азов, июнь 2006 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006г. С. 80–82.

115. Пономарева Е.Н., Чипинов В.Г., Коваленко М.В., Богатырева М.М. Гибрид стерлядь × белуга – перспективный объект фермерского рыбоводства // Состояние и перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны: Мат-лы междунар. науч. конф. (Азов, июнь 2006 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2007в. С. 143–148.

116. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 366 с.

117. Распопов В.М., Чипинов В.Г., Сергеева Ю.В. Формирование рыбных запасов в рыночных условиях // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: Мат-лы и докл. междунар. симпозиума (Астрахань, 16–18 апреля 2007 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. С. 85–86.

118. Сафонова М.В., Абросимова Н.А., Гамыгин Е.А., Белов Е.Г. Инструкция по бассейновому выращиванию молоди осетровых на предприятиях Азово-Донского района с использованием стартового комбикорма СТ-4 Аз / АзНИИРХ. Ростов н/Д, 1983. 24 с.

119. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. М., 1998. Ч. 1. Ч. 2.

120. Скляров В.Я., Гамыгин Е.А., Рыжков Л.П. Кормление рыб: Справ. М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1984. 120 с.

121. Сорокина М.Н. Эффективность использования α-токоферола и аскорбиновой кислоты при подготовке самок осетровых рыб к нересту: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2004. 24 с.

122. Спановкая В.Д., Григораш В.А. Суточный ритм питания некоторых карповых рыб // Вопросы ихтиологии. Т. 1. Вып. 2 (19). 1961.

123. Стеффенс В. Индустриальные методы выращивания рыбы / Пер. с нем. М.: Агропромиздат, 1985. 384 с.

124. Суховерхов Ф.М., Королева В.М., Писаренкова А.С. Особенности выращивания и зимнего содержания стерляди в прудах // Избранные труды ВНИИПРХ: в 4 тт. Кн. 1. Т. I–II. Дмитров: Изд. дом «Север Подмосковья», 2002. С. 41–48.

125. Сырбулов Д.Н. Оптимизация методов содержания и кормления ремонтно-маточного стада стерляди в условиях нижней Волги: Дисс. ... канд. биол. наук. Астрахань: АГТУ, 2005. 119 с.

126. Трифонова Е.С., Бычкова Л.И., Юхименко Л.Н., Гаврилин К.В. Применение пробиотиков для компенсации воздействия агрессивных факторов водной среды при выращивании осетровых рыб в системах с замкнутым водоснабжением // Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и др. гидробионтов: Сб. тез. докл. всерос. практ. конф. (Москва, 16–18 июля 2003 г.). М., 2003. С. 130–131.

127. Троицкий С.К. Рассказ об азовской и донской рыбе. Ростов н/Д: Кн. изд-во, 1973. 280 с.

128. Филатов В.И. Разработка технологии выращивания рыбы при замкнутой системе водоснабжения: Промежуточный отчет № 80010023 / ВНИИРХ (пос. Рыбное). 1980. 26 с.

129. Филатов В.И., Докукина К.Н., Петров Ф.А. Рыбоводство в замкнутых системах // Избр. тр. ВНИИПРХ: в 4 тт. Кн. 2. Т. III–IV. Дмитров: Изд. дом «Север Подмосковья», 2002. С. 100–102.

130. Храмова А.В., Сорокина М.Н., Чипинов В.Г. Эффективность обработки икры осетровых рыб медицинским препаратом цианокобаламина (витамина B_{12}) // Вестник АГТУ. 2005. № 3 (26), май–июнь. Астрахань: АГТУ, 2005а. С 55–61.

131. Храмова А.В., Сырбулов Д.Н., Пузанков И.В. Использование цианокобаламина для повышения выживаемости осетровых рыб // Первая ежегодная научная конференция студентов и аспирантов базовых кафедр Южного научного центра РАН: Мат-лы конф. (Ростов-на-Дону, 15–21 апреля 2005 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2005б. С. 337–339.

132. Черницкий А.Г., Матишов Г.Г. Перспективы использования арктического гольца *Salvelinus alpinus* L. для товарного лососеводства в Баренцевом море // Современные технологии и прогноз в полярной океанологии и биологии. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1999. С. 196–212.

133. Чернова П.В., Даудова Г.П. Характеристика потомства от самок русского осетра естественной генерации и доместицированных рыб при выращивании в условиях рыбоводных заводов дельты Волги // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата: Мат-лы и докл. междунар. симпозиума (Астрахань, 16–18 апреля 2007 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2007. С. 383–386.

134. Чипинов В.Г. Биологические и технологические аспекты формирования ремонтно-маточного стада осетровых рыб в условиях Астраханской области: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Астрахань, 2004. 24 с.

135. Щепковски М., Кольман Р. Наблюдения за аномалиями в эмбриональном и постэмбриональном развитии осетровых рыб в условиях замкнутой системы // Проблемы аквакультуры и функционирования водных экосистем: Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых (Киев, 25–28 февраля 2002 г.). Киев, 2002. С. 83–84.

136. Экосистемные исследования среды и биоты Азовского бассейна и Керченского пролива. Т. VII. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2005. 390 с.

137. Юхименко Л.Н., Бычкова Л.И. Перспективы использования субалина для коррекции микрофлоры кишечника рыб и профилактики БГС // Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре. М., 2005. С. 133–135.

138. Юхименко Л.Н., Викторова В.Ф. Аэромонады рыб // Сб. науч. тр. / ВНИИПРХ. Вып. 23. М., 1979. С. 37–55.

139. Юхименко Л.Н., Койдан Г.С., Бычкова Л.И. Перспективы использования субалина для коррекции микрофлоры кишечника рыб и профилактики БГС // Проблемы охраны здоровья рыб в аквакультуре. М., 2000. С. 133–135.

140. Ashley L.M., Halver J.E., Smith R.R. Ascorbic acid deficiency in rainbow trout and coho salmon and effect on wound healing // The pathology of fishes. Univ. of Wisconsin Press, Madison, WS, USA, 1975. P. 769–786.

141. Bauer O.N., Pugachev O.N., Voronin V.N. Study of parasites of sturgeons in Russia: A review // J. Appl. Ichthyol. 2002. V. 18. P. 420–429.

142. Benk M.P., El K., Ursu W., Ahne S.E., LaPatra S.E., Thomson D., Harrach B. First molecular evidence for the existence of distinct fish and snake adenoviruses // Journal of Virology. 2002. V. 76. P. 10056–10059.

143. Conte F.S., Doroshov S.I., Lutes P.B, Strange E.M. Hatchery manual for the white sturgeon *Acipenser transmontanus* Richardson with application to other North American Acipenseridae. Cooperative Extention, University of California Division of Agriculture and Natural Resources. 1988. № 3322. 104 pp.

144. Francis-Floyd R. Diseases history of cultured sturgeon in Florida 1990–1999 // Proceeding of Florida sturgeon culture risk assessment workshop. 2000. P. 33–37.

145. Halver J.E. The vitamin required for cultivated salmon // Comp. Biochem. and Phisiol. 1982. V. 73. № 1. P. 14–25.

146. Hedrick R.P., Groff J.M., MmcDowell T., Wingfield W.H. An iridovirus infection of the integument of the white white sturgeon, *Acipenser transmontanus* // Disease of Aquatic Organisms. 1991a. V. 8. P. 39–44.

147. Hedrick R.P., McDowell T.S., Groff J.M., Yun S. Characteristics of two viruses isolated from white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) // Proceedings Second International symposium of viruses of lower vertebrates. Corvallis. Oregon State University, 1991b. P. 165–174.

148. Hedrick R.P., Spears J., Kent M.L., McDowell T.M. Adenovirus-like particles associated with a disease of cultured white sturgeon, *Acipenser transmontanus* // Canadian J. of fisheries and Aquatic Sciences. 1985. V. 42. P. 1321–1325.

149. Jauncey K., Soliman A., Roberts R.J. Ascorbic acid requirements in relation to wound healing in the cultured tilapia (*Oreochromis niloticus*) // Aquaculture and fisheries management. 1985. V. 16. № 2. P. 139–149.

150. LaPatra S.E, Groff J.M., Jones G.R., Munn B., Patterson T., Holf R.A., Hauck A.K., Hedrick R.A. Occurence of white sturgeon iridovirus infections among cultured white sturgeon in the Pacific Northwest // Aquaculture. 1994. V. 126. P. 201–210.

151. LaPatra S.E, Ireland S.C., Groff J.M., Clemens K.M., Siple J.T. Adaptive disease management strategies for the endangered population of Kootenai River white sturgeon // Fisheries. 1999. V. 24. № 5. P. 6–13.

152. LaPatra S.E, Jones G.R., Lauda K.A., McDowell T.S., Schneider R., Hedrick R.P. White sturgeon as a potentional vector of infectious hematopoietic necrosis virus // Journal of aquatic animal health. 1995. V. 7. P. 225–230.

153. LaPatra S.E, Parker B.L., Groff J.M., Engelking H.M., Kaufman J., Munn R.J. Epidemiology of viral infections in white sturgeon from the Pacific Northwest // Proceedings of the Fourty-Nineth Pacific Northwest Fish Culture Conference. Boise, Idaho, 1998.

154. LaPatra S.E., Hauck A.K., Watson L.R., Hedrick R.P. Information update on viruses of white sturgeon. Prepared for: The Pacific Northwest Fish Health Protection Committee. 1993. 5 pp.

155. Matishov G.G., Ponomareva E.N. Cultivation the don sterlet in industrial conditions // Abstract submission for AQUA 2006, Firenze (Florence), Italy (May 9–13, 2006) 2006. P. 46.

156. Metcalf K., Zajicek P. Proceedings of the Floirida sturgeon culture risk assessment workshop. Prepeared for: Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Tallahassee, Florida, 2000. 86 p.

157. Mims S.D., Lazur A., Shelton W.L., Gomelsky B., Chapman F. // Production of Sturgeon / Southern Regional Aquaculture Center. № 7200. November, 2002.

158. Пономарев С.В., Гамигін Е.О., Никоноров С.І., Пономарьова О.М., Грозеску Ю.М., Бахарева А.А. Технології вирощування і годівлі об'єктів аквакультури півдня Росії: Навч. пос. 2006а. 212 с.

159. Ponomarev S.V., Matishov D.G., Ponomareva E.N. Use of fodders with food attractants for feeding the sturgeon fishes // Abstract submission for AQUA 2006. Firenze (Florence), Italy (May 9–13, 2006). Fortezza'da Basso Convention Centre). 2006b. P. 47.

160. Ponomarev S.V., Bahareva A.A., Grozescku J.N., Puzankov I.V., Mitrofanova M.A., Harlamova J.V. Use of a carotene containing medicinal preparation to increase sterlet early fry viability // Extended Abstracts Poster Papers: 5th International Symposium on Sturgeon (Ramsar, Iran, 9–13 May 2005). Ramsar, 2005a. P. 80–81.

161. Ponomarev S.V., Ponomareva J.N., Grozesku J.N., Bahareva A.A., Sorokina M.N., Shulga E.A. Use of biologically active substances injections to improve quality of sturgeon species gonadal material // Extended Abstracts Aquaculture. 5th International Symposium on Sturgeon (Ramsar, Iran, 9–13 May 2005). Ramsar, 2005b. P. 105–106.

162. Ponomareva E.N., Dubov V.E., Sirhulov D.N. Peculiarities of utilization of sturgeon species birthers from different biological groups for reproduction // Extended Abstracts Aquaculture: 5th International Symposium on Sturgeon (Iran, Ramsar, 9–13 May 2005). Ramsar, 2005c. P. 103–105.

163. Westin D.T. Nitrate and nitrite toxicity to salmonid fishes // Prog. Fish-Cult. 36. 1974. P. 86–89.

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Матишов Геннадий Григорьевич
Матишов Дмитрий Геннадьевич
Пономарёва Елена Николаевна
Сорокина Марина Николаевна
Казарникова Анна Владимировна
Коваленко Матвей Викторович

ОСНОВЫ ОСЕТРОВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТОГО ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Зав. редакцией Е.Э. Кириллова
Редактор А.А. Яковлева
Верстка, дизайн обложки Я.Ю. Яковлева
Корректор А.В. Стахеева

Подписано в печать 14.04.2008
Формат 60 × 88 1/8. Бумага мелованная.
Печать офсетная.
Усл. печ. л. 15. Тираж 500 экз.

Издательство Южного научного центра
Российской академии наук
344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41
Тел.: (863) 250-98-21
E-mail: ssc-ras@mmbi.krinc.ru
Internet: www.ssc-ras.ru

Отпечатано в ООО «Донской издательский дом»
344025, г. Ростов-на-Дону, ул. Ереванская, 36
Тел.: (863) 251-23-83, 251-68-04
E-mail: donidom@mail.ru





344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41
тел. 8(863) 266-64-26, факс: 8(863) 266-56-77
e-mail: ssc-ras@mmbi.krinc.ru