

На правах рукописи



ХОВАНСКИЙ Игорь Евгеньевич

**ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ
ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛОСОСЕВОДСТВА
(НА ПРИМЕРЕ ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ
ЛОСОСЕЙ НА СЕВЕРНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ ОХОТСКОГО МОРЯ)**

03.00.10 – Ихтиология

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Хабаровск – 2006

Работа выполнена в Хабаровском филиале ФГУП «Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр» (ХФТИНРО) и ФГУП «Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (МагаданНИРО)

Официальные оппоненты:

Доктор биологических наук Кляшторин Леонид Борисович

Доктор биологических наук Головина Нина Александровна

Доктор биологических наук Бугаев Виктор Федорович

Ведущая организация – Межведомственная ихтиологическая комиссия

Защита состоится «06» июня 2006 г. в 11 часов на заседании диссертационного совета Д 307.003.01 при Федеральном Государственном Унитарном предприятии «Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства» (ВНИИПРХ) по адресу: 141821, Московская обл., Дмитровский район, пос. Рыбное.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства»

Автореферат разослан «18» апреля 2006 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



М.Н. Белобородова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Одним из основных путей восстановления запасов ценных промысловых рыб, в том числе и тихоокеанских лососей, в условиях усиления антропогенных воздействий на водоемы должно стать искусственное разведение. Под управляемым лососевым хозяйством подразумевается рациональное ведение промысла, биологически обоснованная технология искусственного воспроизводства, получение стабильных заводских возвратов, сохранение естественной популяционно-генетической структуры и биоразнообразия лососей. Организация управляемого лососеводства является генеральной задачей объединенных усилий науки и практики на ближайшие годы (Моисеев, 1982, 1989; Канидьеv, 1984; Глубоковский, 1985, 1989; Казаков, 1986, 1990).

Рыбохозяйственная наука, по существу, находится в самом начале пути изучения проблем управления биологическими ресурсами, без чего немислимо создание управляемого рыбного хозяйства в наших дальневосточных морях. Просто мониторинга за состоянием биоресурсов и обоснования принципов рационального рыболовства, в чем часто видится вся суть задач рыбохозяйственной науки, здесь явно недостаточно. Управляемое рыбное хозяйство подразумевает гармоничное сочетание прибрежного, морского и океанического рыболовства на рациональной основе и обязательно широкомащтабной аквакультуры (Шунтов, 1994, 2001).

В настоящее время в отечественной науке уже накоплен богатый материал по отдельным звеньям общей системы дальневосточного управляемого лососеводства. Изучены особенности биологии и развития различных видов тихоокеанских лососей (Гриценко, 1973; Смирнов, 1975а; Гриценко и др., 1987; Семенченко, 1989; Бугаев, 1995; Черешнев и др., 2002), заложены основы биотехники искусственного воспроизводства (Смирнов, 1963; Канидьеv, 1984; Скирин и др., 1992), разносторонне исследован такой важнейший этап в жизненном цикле лососей как смолтификация (Краюшкина, 1983, 1985; Варнавский, 1985, 1990, 1993; Смирнов, Кляшторин, 1988а, 1989, 1991; Кляшторин, Смирнов, 1990; Хованский, 1994а). Выясны многие моменты внутривидовой популяционной структуры и генетической изменчивости (Алтухов, 1974; Клоков, 1975; Алтухов и др., 1980, 1997; Коновалов, 1980; Викторовский и др., 1986, 1989; Салменкова и др., 1986, 1994; Глубоковский, Животовский, 1986, 1989; Варнавская и др., 1988, 1996; Рогатных, 1989; Ефанов, 1989; Бачевская, 1990, 1992; Пустовойт, Макоедов, 1992; Пустовойт, 1993, 1994б, 1995), отмечен ряд негативных генетических последствий искусственного воспроизводства (Алтухов, 1974, 1983, 1994; Макоедов и др., 1994а, 1994б; Бачевская, Пустовойт, 1996; Пустовойт, Хованский, 2000; Бачевская и др., 2001). В то же время в силу большой географической протяженности тихоокеанского побережья России и значительных различий в природно-климатических условиях отдельных регионов, биотехнологии искусственного разведения лососей в каждом из них должны иметь существенные отличия (Марковцев, 1989а, 1989б). В каждом конкретном регионе проблема получения стабильных гарантированных возвратов может быть решена только при условии широкого комплексного подхода, концентрации и подробного освещения всех вышеперечисленных вопросов.

Лососевое хозяйство Дальнего Востока развивалось довольно неравномерно. Многие приходилось налаживать уже после масштабных работ по искусственному разведению. В этой связи значительный практический и научный интерес представляет анализ развития рыбоводной отрасли в сравнительно молодом регионе лососеводства – на северном побережье Охотского моря. Выбор данного региона как модельного имеет много преимуществ. Магаданская область обладает уникальным природным потенциалом, запасами ценнейших видов лососевых рыб, и, несомненно, рациональное рыбное хозяйство должно стать одним из основных направлений ее развития. К сожалению, в послевоен-

ный период, из-за антропогенного воздействия на популяции лососей, нерестовые подходы снизились в несколько раз, что связано с японским морским промыслом, ухудшением экологических условий воспроизводства рыб под влиянием хозяйственной деятельности. Кроме того, в последние годы резко возрос уровень браконьерского пресса (Волобуев, Голованов, 1998, 1999; Черешнев и др., 2002).

Первое рыболовное предприятие в регионе – Ольская экспериментальная производственно-акклиматизационная база (Ольская ЭПАБ) – было введено в эксплуатацию в 1983 г. К настоящему времени, кроме Ольской ЭПАБ, в Магаданской области функционируют еще три лососевых рыболовных заводов (ЛРЗ) – Арманский, Янский и Тауйский (строительство последнего завершилось в 1999 г.). Ежегодный объем выпускаемой рыболовными заводами молоди, в основном кеты и горбуши, – порядка 50 млн.шт. Ведутся экспериментальные работы по разведению кижуча, нерки, чавычи.

Суровые климатические условия региона создают объективные трудности для получения молоди лососей высокого качества. Для региона характерны пониженные температуры воды в зимне-весенние месяцы, высокая промерзаемость рек, напряженная экологическая обстановка при скате и раннем нагуле молоди. На реках наблюдаются сильные паводки, пресс хищников, в эстуарных зонах ярко выражены приливно-отливные явления, колебания температуры и солености. В весенне-летний период нередко скопление льдов в морском прибрежье, кормовая база здесь бедна и носит очаговый характер. В то же время для региона свойственна значительная протяженность береговой линии, наличие большого количества нерестовых рек, кормовая база молоди лососей в открытой части моря исключительно богата и разнообразна. Все это свидетельствует о высокой потенциальной эффективности рыболовных мероприятий в регионе при условии внедрения обоснованной современной биотехнологии искусственного рыбозаведения, исключающей основные лимитирующие факторы.

Цель и задачи исследования. Основная цель настоящей работы: на основе комплексного эколого-физиологического изучения процессов созревания, роста и развития, анализа динамики численности и популяционной структуры искусственно воспроизводимых рыб, разработать крупномасштабную модель управляемого лососевого хозяйства применительно к условиям Северо-Охотоморского региона и предложить более совершенную биотехнологию заводского разведения различных видов тихоокеанских лососей.

В связи с этим были поставлены следующие основные задачи:

1. На основе изучения роста и развития молоди лососей в естественных водоемах, анализа экологических условий в реках, озерах и морском прибрежье, разработать схему рыболовного использования естественных площадей для улучшения качества и увеличения выживаемости заводских рыб.
2. Обосновать эффективные биотехнологические приемы работ с производителями тихоокеанских лососей и исследовать возможности управления их созреванием.
3. Изучить влияние на рост и развитие эмбрионов, личинок, мальков лососевых рыб различных экологических факторов в условиях рыболовных заводов (температуры воды, плотностей посадок, физического тренинга в круговых бассейнах, режимов кормления и др.); провести комплексную функциональную оценку направленно полученной заводской молоди.
4. Определить степень воздействия различных факторов на становление процесса смолтификации лососевых рыб, разработать методы повышения солеустойчивости и выживаемости молоди в ранний морской период жизни, рекомендовать основы биотехнологии подращивания молоди в морских садках.
5. Предложить ряд действенных мер по сохранению биологического разнообразия и естественной популяционной структуры тихоокеанских лососей в условиях искусственного воспроизводства.

6. Оценить эффективность рыбоводных мероприятий в регионе и наметить пути дальнейшего развития отрасли.

Научная новизна и практическая значимость. В течение ряда лет были детально разработаны биотехнологии всех этапов получения рыбоводной продукции – выдерживания производителей и стимулирования их созревания, инкубирования икры, выдерживания личинок, подращивания молоди в различных условиях. Изучены биологические процессы развития икры и молоди в зависимости от температуры воды и внешних воздействий, физиологические потребности рыб в питательных веществах, особенности становления и развития основных функциональных систем организма молоди – кровеносной, пищеварительной, осморегуляторной. Показано, что обоснованное управление ростом, развитием и физиологическими процессами в пределах видовых адаптаций лососей могут осуществляться практически на всех этапах рыбоводных работ.

Управление развитием и созреванием половых желез возможно путем создания производителям определенных экологических условий, а также путем физиологического способа стимуляции созревания – метода гипофизарных инъекций. Выданы рекомендации по применению наиболее эффективных способов выдерживания и стимулирования созревания рыб в зависимости от степени их зрелости и внешних факторов, прежде всего температурных. Обнаружено, что процесс созревания может завершаться и без захода производителей в пресные водоемы. Это позволяет в условиях дефицита рыб на нерестилищах проводить выдерживание производителей в садках, установленных в морском прибрежье. Лососи имеют специфические видовые и региональные особенности эмбрионального развития. Разработаны методические рекомендации по работе с инкубаторами разных типов. Показано, что путем изменения температуры воды можно значительно ускорять или замедлять развитие эмбрионов, на основе эмпирических данных получены зависимости продолжительности эмбриогенеза от температуры.

Впервые получены данные по физиологическим показателям молоди различных видов тихоокеанских лососей, выращенной в производственных, а также смоделированных экспериментальных условиях на рыбоводных заводах Магаданской области. Разработан оригинальный комплекс мероприятий и рекомендаций для улучшения качества выращиваемой молоди на основе применения специальных технологий содержания и кормления, комбинированного пресноводного и морского выращивания. Определены механизмы, дополняющие картину формирования функциональных адаптаций молоди лососевых рыб к изменениям факторов внешней среды – температуры, скорости течения, солености и др. Обнаружены региональные особенности развития тихоокеанских лососей, которые необходимо учитывать при работах по искусственному воспроизводству рыб, в частности при продолжении акклиматизации горбуши в водоемах европейского Севера. Разработаны рыбоводные стандарты для заводской молоди лососевых рыб региона, а также предложены основные направления совершенствования биотехники искусственного воспроизводства кеты, горбуши, кижуча и нерки. Внедрение элементов разработанной биотехники в практику искусственного воспроизводства позволило получить ощутимый эффект: подходы кеты и нерки в р. Олу в отдельные годы увеличивались в несколько раз.

Защищаемые положения. Экологическая емкость прибрежно-эстуарных зон Тауйской губы, как основного района искусственного воспроизводства лососей на северном побережье Охотского моря, ограничивает возможные объемы выпуска заводской молоди (прежде всего, кеты и горбуши). Реальная эффективность искусственного воспроизводства лососей может быть достигнута только при условии организации комбинированного (пресноводного и, главным образом, морского) подращивания молоди, а также при проведении основного сбора икры для заводской инкубации на «родных» реках.

Процесс созревания лососевых рыб во многом зависит от температурных и гормональных факторов, соответственно, в рыбоводной практике следует применять экологическую и физиологическую стимуляцию лососей. Получение зрелых половых продуктов может осуществляться и при выдерживании производителей в морской воде – без запуска рыб в реки.

При искусственном воспроизводстве лососей необходимы как эффективные способы использования естественных водоемов, так и улучшение заводских условий содержания и выращивания рыб, оптимизация и совершенствование биотехнологий с учетом конкретных особенностей рыбоводных предприятий.

Управление ростом и развитием лососей в условиях видовых экологических адаптаций является важнейшим инструментом повышения эффективности биотехнологий искусственного воспроизводства и может осуществляться практически на всех этапах рыбоводных работ.

Состояние и критерии сформированности основных функциональных систем организма (кровеносной, пищеварительной, осморегуляторной) объективно отражают условия содержания и выращивания молоди лососей. При комплексной оценке качества и физиологической полноценности рыб, наряду с размерно-весовыми показателями, должны применяться и функциональные тесты.

Апробация работы. Основные положения и выводы диссертационной работы были представлены и обсуждены на XV Всесоюзной конференции по физиологии пищеварения и всасывания (Краснодар, 1990); V Всесоюзной конференции по раннему онтогенезу рыб (Астрахань, 1991); Всесоюзной конференции по рациональному использованию биоресурсов Тихого океана (Владивосток, 1991); 4 Всесоюзной конференции «Эндокринная система организма и вредные факторы окружающей среды» (Ленинград, 1991); VIII научной конференции по экологической физиологии и биохимии рыб (Петрозаводск, 1992); конференциях молодых ученых ТИНРО (1993, 1995); конференции по проблемам изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря (Санкт-Петербург, 1995); конференции по задачам и проблемам развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири (Томск, 1996); Первом конгрессе ихтиологов России (Астрахань, 1997); региональной научной конференции «Северо-Восток России: прошлое, настоящее, будущее» (Магадан, 1998); научно-практической конференции «Магадан: годы, события, люди» (Магадан, 1999); российско-американской конференции по сохранению лососевых (Хабаровск, 2000); международной научно-практической конференции «Прибрежное рыболовство – XXI век» (Южно-Сахалинск, 2001); международной конференции «Биологические основы устойчивого развития прибрежных морских экосистем» (Мурманск, 2001); научно-практической конференции «О приоритетных задачах рыбохозяйственной науки в развитии рыбной отрасли России до 2020 года» (Москва, 2004); Всероссийской научной конференции, посвященной памяти акад. К.В. Симакова и в честь его 70-летия (Магадан, 2005); III Международной научно-практической конференции «Человек и животные» (Астрахань, 2005); 14-ой ежегодной конференции Северо-Тихоокеанской Морской Научной Организации - PICES (Владивосток, 2005); научных семинарах лаборатории физиологии и кормления рыб ГосНИОРХ (1989-1992) и лаборатории рыбоводства Охотскрыбвода (1990-1997); расширенном заседании Бюро Секции по Белому морю Межведомственной ихтиологической комиссии (Санкт-Петербург, 1993); Отраслевом совещании Главрыбвода по производству рыбных запасов (Цимлянск, 1995); заседаниях Ученых Советов Магаданского отделения ТИНРО (1998), Хабаровского отделения ТИНРО-Центра (2004), ФГУП «МагаданНИРО» (2005), отчетной сессии Хабаровского филиала ТИНРО-Центра (2006).

Публикации. По теме диссертации опубликовано более 70 работ, в том числе две монографии и патент на изобретение.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, 8 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 597 машинописных страницах, содержит 354 страницы текста, 89 таблиц и проиллюстрирована 112 рисунками, включающими 94 микрофотографии. Список литературы на 77 страницах состоит из 648 отечественных и 174 иностранных источников. Приложения состоят из 19 таблиц на 49 страницах.

Глава I. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА

Несмотря на ряд положительных достижений искусственного воспроизводства лососей, многие важные вопросы остаются недостаточно ясными и разработанными. Актуальнейшей проблемой современного отечественного лососеводства является повышение промысловых возвратов. Если наши соседи – Япония и США (Аляска) – при выпуске более 2-х млрд. шт. молоди кеты и горбуши имеют возвраты 1,5-10 % (в среднем 2-3 %) (Шевцова, 1990а; Кляшторин, Смирнов, 1992), то на российских рыбодонных заводах эти показатели составляют 0,1-1 % по кете и 0,7-4,6 % по горбуше (Канидьев, 1984; Рухлов, Шубин, 1986; Хоревин, 1986; Гриценко, 1994). Успехи Японии в области заводского разведения кеты привели к тому, что уровень ее прибрежного вылова увеличился с 12-20 тыс. т в 60-е годы до 200-250 тыс. т в 90-е годы (Higo, 1998). Общая величина выпуска заводской молоди странами Северо-Тихоокеанского бассейна достигла 5,5 млрд. экз. (Heard, 1995, 1998), из них около 3 млрд. экз. приходится на кету.

Отдельные положительные примеры и относительно высокие возвраты заводских рыб в России (Запорожец, Запорожец, 1994, 1997, 1999а; Рогатных и др., 1998а, 1998б; Хованский и др., 1998; Любаева и др., 2000; Романчук, 2000; Хованский, 2000б; Рогатных, 2001), к сожалению, не являются стабильными. С одной стороны, более низкая эффективность рыбодонных мероприятий обусловлена спецификой и суровостью природно-климатических условий российского Дальнего Востока, с другой – существенными недоработками в биотехнологиях, использованием устаревшего оборудования, недостаточно отработанной системой организации лососеводства и т.д. (Хованский, 2000б).

Дальний Восток России имеет обширную береговую линию, множество нерестовых рек и обладает значительным потенциалом расширения масштабов природного воспроизводства и искусственного разведения. Исторически именно эта территория обеспечивала основное естественное воспроизводство тихоокеанских лососей. Основные задачи российского управляемого лососевого хозяйства должны заключаться в рациональной эксплуатации естественных популяций и повышении эффективности рыбодонных мероприятий. Под эффективностью лососеводства следует понимать способность обеспечивать расширенное воспроизводство популяции, а также сохранение природной популяционно-генетической структуры и биоразнообразия лососей. Повышение промысловых возвратов искусственно разводимых рыб должно сопровождаться экологическим и популяционно-генетическим мониторингом, принятием действенных мер для сохранения природной структуры лососевых стад.

К сожалению, существуют недостатки нашего рыбодонства, из-за которых эффективность отечественных рыбодонных заводов еще значительно уступает лучшим мировым показателям. Существующая система организации лососеводства не способствует повышению заинтересованности рыбаков в качественном улучшении молоди, данных о неполноценности которой более чем достаточно (Дислер, 1957; Канидьев, 1967а; Каева, 1988; Вялова, 1989; Вялова, 2000, 2002).

Более того, в последнее время, в связи с усилением пресса промысла и браконьерства на нерестовые водоемы весьма актуальной стала проблема обеспечения заводов производителями. Вернувшиеся взрослые рыбы изымаются в морском прибрежье, в устьях и низовьях рек, рыбоводные заводы просто не могут на подходах к нерестилищам отловить необходимое количество самок и самцов, чтобы загрузить производственные мощности оплодотворенной икрой. В результате заводы либо остаются недозагруженными, либо вынуждены перевозить икру с других рек, что, кроме экономических потерь, не может быть биологически обосновано, так как приводит к нарушению природной популяционно-генетической структуры лососевых стад, что в конечном итоге также снижает выживаемость рыб и эффективность рыбоводных мероприятий.

Для выхода из создавшегося положения необходимо решить ряд проблем, к числу которых относятся, во-первых, изменение системы планирования и оценки результатов работы рыбоводных предприятий, перевод заводов в условия экономической зависимости от величины промыслового возврата, ориентирование на конечный продукт (Корнейчук, 1989; Семенов, Хованский, 1994; Хованский, 1994б), во-вторых, осуществление закладок оплодотворенной икры только с родных базовых рек, решение вопроса обеспечения рыбоводных заводов производителями (Алтухов и др., 1980; Алтухов, 1983, 1994; Рухлов, 1983а, Викторовский и др., 1986; Макоедов и др., 1994а; Семенов, Хованский, 1994; Волобуев, 1998; Хованский, 2003; Хованский, Пузиков, 2004), в третьих, повышение жизнестойкости и качества выращиваемой молоди, ее приспособляемости к обитанию в естественных условиях (Канидьев, 1966а; Канидьев и др., 1970; Леванидов, Лагунов, 1974; Рухлов, 1980; Хованский, 1991б, 1992а, 1994б, 2000б; Витвицкая, 1997; Никоноров, Витвицкая, 1997; Хованский и др., 1997а, 1997б).

Разделы литературного обзора посвящены проблемам улучшения качества рыбоводной продукции при искусственном разведении лососей, особенностям роста и развития молоди тихоокеанских лососей в естественных условиях, вопросам определения экологической емкости морского прибрежья для эффективного воспроизводства. В главе представлены материалы по методам физиологической оценки молоди рыб, влиянию факторов внешней среды на состояние молоди и разработке способов улучшения качества покатников в условиях рыбоводных заводов. Приведены основные опубликованные данные по биологии горбуши, кеты, кижуча, нерки и чавычи; по особенностям водно-солевого обмена у рыб в пресной и морской воде; по формированию в организме молоди морфофункциональных перестроек в процессе смолтификации.

В связи с тем, что при пастбищном лососеводстве выпуск заводской молоди осуществляется в естественную среду, важнейшим вопросом становится определение экологической емкости природных водоемов – способность их обеспечить рыб кормом. Несмотря на существенные отличия экологии молоди лососевых в конкретных районах, в ряде случаев наращивание мощности выпуска заводской молоди без учета гидрологических условий и кормовых возможностей акватории нагула не только не увеличивает процент возврата, но и приводит к обратным результатам по причине подрыва кормовой базы: снижению темпов роста молоди и повышению ее смертности (Каев, 1983; Афанасьев и др., 1994а). Строительство рыбоводного завода должно обязательно предварять разработку биологического обоснования, предусматривающего оценку биопродуктивности водоема, куда выпускается молодь, исследование состава его ихтиофауны и гидрологических особенностей (Карпенко, 1998).

В качестве положительного примера обоснованности экологической емкости морского прибрежья для воспроизводства молоди кеты и горбуши следует привести комплекс работ, выполненных в Тауйской губе Охотского моря Н.Н. Афанасьевым с сотрудниками (Афанасьев и др., 1991, 1994а, 1994б; Афанасьев, Михайлов, 1994; Чернявский, Радченко, 1994). Расчеты пищевой обеспеченности

молоди лососей в Тауйской губе, полученные на основании данных кормовой базы, максимальных суточных рационов, фактической численности скатившейся молоди и допущения, что молодь лососей использует только 3 % продукции корма в прибрежной зоне и 1 % продукции корма в открытой части губы и ее питание не приводит к снижению биомассы планктона ни в одном районе, показали следующее. Потенциал кормовой базы Тауйской губы позволяет в самом благоприятном режиме прокормить не менее 616 млн. мальков лососей, как скатившихся с естественных нерестилищ, так и выпущенных рыбоводными заводами. Тем не менее, следует признать, что планируемая мощность рыбоводных заводов в объеме 150 млн.шт., очевидно, будет соответствовать предельным возможностям губы (Афанасьев, Михайлов, 1994). Напряженные пищевые отношения возникают в узкой прибрежной зоне, тогда как в открытой части губы они практически исключены.

Проведенный комплекс экологических исследований свидетельствует о высокой потенциальной эффективности воспроизводства тихоокеанских лососей в северной части Охотского моря, в частности, в Тауйской губе, что обусловлено благоприятными кормовыми условиями в морском прибрежье. Основными факторами повышения эффективности рыбоводных мероприятий в регионе должны стать совершенствование биотехнологий искусственного разведения, оптимизация количества и улучшение качества выпускаемой молоди лососей.

Глава II. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сбор использованного в работе материала осуществлялся в 1987-2002 гг. на рыбоводных предприятиях Северо-Востока России – Ольской экспериментальной производственно-акклиматизационной базе (Ольской ЭПАБ) и лососевых рыбоводных заводах (ЛРЗ) – Арманском, Янском, Тауйском, Малкинском. Для рыбоводно-биологического анализа отбирались икра, личинки, молодь лососевых рыб из производственных инкубаторов и питомников, а также из опытных рыбоводных емкостей при постановке ряда экспериментальных работ. Кроме этого, материал по молоди и взрослым рыбам собирался на лососевых реках Северо-Охотоморского региона – Оле, ее притоках Ланковой и Углеканке, которые являются базовыми для Ольской ЭПАБ (так, в р. Ланковой производится основной отлов производителей, а в р. Углеканку осуществляется выпуск рыбоводной продукции), а также на реках Армани, Яне, Яме, Тауе, Туманы, Тигиль, озерах Киси и Большой Мак-Мак, Ольском лимане и бухте Старая Веселая. Несколько экспериментов по адаптации и подрачиванию молоди лососей в соленой воде поставлено на опытной рыбоводной базе «Нюкля» (недалеко от устья р. Ола, в 1 км от пос. Сахарная Головка), а также бух. Старая Веселая (в пригороде г. Магадана). Карта-схема основных мест сбора использованного в работе материала приведена на рисунке 1. Общее количество обработанных экземпляров рыб составило 59173 шт. (из них 17098 шт. взрослых особей), в том числе по видам: кета – 38529 (12889) шт., горбуша – 5936 (1947), кижуч – 9138 (1202), нерка – 5182 (977), чавыча – 388 (83) шт.

Для изучения влияния на развитие икры и личинок, рост и физиологические показатели молоди лососей различных факторов среды (температуры и солености воды, скорости течения, плотностей посадок, различных кормов, минеральных добавок в рационы и др.) был поставлен ряд опытов в экспериментальном и производственном цехах Ольской ЭПАБ и Арманского ЛРЗ, а также в сетчатых садках, установленных в морском прибрежье.

В работе по изучению особенностей созревания производителей лососей в различных условиях (температура, соленость) и под воздействием гормональных препаратов использованы материалы экспериментов, поставленных на р. Ланковой (1988-1990 гг.), р. Тигиль (1994 г.) и бухте Старая Веселая

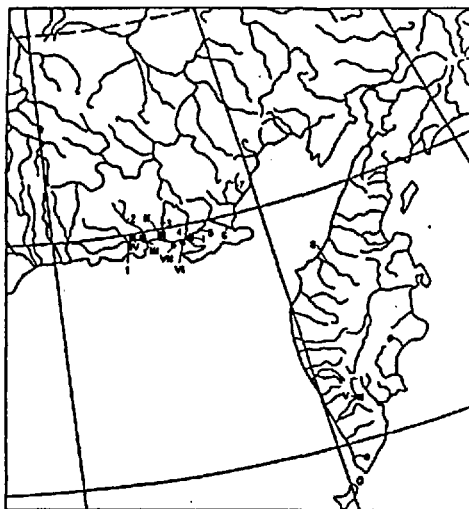


Рис. 1. Карта-схема расположения основных мест сбора использованного в работе материала:

Рыбоводные заводы и базы морского подращивания молоди: I – Ольская экспериментальная производственно-акклиматизационная база (Ольская ЭПАБ), II – Арманский лососевый рыболовный завод (Арманский ЛРЗ), III – Янский ЛРЗ, IV – Тауйский ЛРЗ, V – Малкинский ЛРЗ, VI – рыболовная база морского подращивания «Нюкля», VII – рыболовная база морского подращивания «Старая Веселая»; лососевые реки: 1 – Тауй, 2 – Яна, 3 – Армань, 4 – Ола, 5 – Ланковая, 6 – Яма, 7 – Туманы, 8 – Тигиль

(2000 г.). Гипофизы брали от использованных производителей и обрабатывали по общепринятой методике (Фалеева, 1968). Из нескольких партий гипофизов старшим научным сотрудником Центральной лаборатории по воспроизводству рыбных запасов Главрыбвода А.А. Боевым был изготовлен глицериновый гипофизарный препарат, который тестировался на выюнах. В различных опытах производителей инъецировали суспензией из ацетонированных или свежезятых гипофизов на физрастворе, глицериновым гипофизарным препаратом, а также синтетическим заменителем гонадотропного гормона – сурфагоном (ЛГ-РГ-А). Зрелую икру, полученную от инъецированных и контрольных рыб, оплодотворяли и после набухания отправляли на рыболовный завод. После вылупления личинок отбирали пробы для сравнительного морфологического анализа.

Для оценки эффективности инкубирования икры и содержания личинок проводили анализ использования различных инкубаторов – аппаратов Аткинса рамочного и расширенного типа, аппаратов NOPAD, а также способов размещения икры для вылупления и выдерживания личинок как на рыболовных заводах, так и в условиях естественных водоемов. Искусственный подогрев воды в экспериментальных инкубаторах и бассейнах осуществляли с помощью электрических водонагревателей и теплообменника, использовавшего тепло производственной котельной.

Естественную молодь лососей отлавливали в реках и лимане во время ската и раннего морского нагула. Для отлова использовали дельевые ловушки, устанавливаемые в русле реки (размеры 50×70 см, диаметр ячеи 3 мм), а также мальковые невода (длина 15 м, диаметр ячеи 5 мм).

В заводских условиях молодь подрощивали в зависимости от цели и условий экспериментов в течение различного времени в железобетонных лотках, пластиковых бассейнах, а также естественных выростных прудах. В цехе-питомнике молодь содержали в железобетонных лотках (1,65×20 м) при плотностях посадок 22-25 тыс. шт./м² (обычная заводская уплотненная посадка) и 8 тыс. шт./м² (экспериментальная разреженная посадка). Температура воды здесь колебалась, в основном, в пределах 0,6-2,0 °С (в среднем 1 °С). В экспериментальном цехе выращивание молоди проводили при разных температурах (от 1 до 12 °С) в круговых бассейнах ИЦА-1, в которых содержалось по 1-2,5 тыс. шт. молоди. Для физической тренировки мальков в бассейнах путем изменения угла атаки и силы струи водоподающего крана создавался круговой ток воды (средняя скорость потока 0,1-0,25 м/с). При изучении влияния минеральных добавок в кормах на развитие осморегуляторных способностей и солеустойчивость рыб, в рационы молоди в течение одного месяца добавляли поваренную соль, доля которой составляла 5-12 % от массы корма. На рыбоводной базе «Нюкля» молодь подрощивали в солоноватой морской воде при температуре 8-16 °С в рыбоводных бассейнах ИЦА-1, а также японских прямоугольных бассейнах (размер 1,65×10 м). Условия содержания и выращивания молоди лососей в естественных выростных водоемах и морских садках подробно описаны в соответствующих разделах.

Биологический анализ и морфометрию молоди и взрослых рыб проводили по общепринятой схеме (Правдин, 1966). При ретроспективном анализе биологических показателей производителей, кроме собственных материалов, использовали архивные данные Ольской КНС Охотскрыбвода, лаборатории рыбоводства Ольской ЭПАБ и лаборатории лососевых рыб Магаданского отделения ТИПРО. Пробы чешуи рыб отбирали выше боковой линии под спинным плавником. Фотографии чешуи выполнялись с помощью микрофотонасадки МФН-2, при 96-кратном увеличении. При анализе зрелых ооцитов и оплодотворенных икринок измеряли диаметр и массу. Развитие личинок изучали, измеряя длину и рассчитывая процент желтка.

Результаты опытов и качество молоди оценивали по комплексной системе. Изучали следующие группы показателей: 1) рыбоводные (рост молоди, приросты, выживаемость, затраты корма); 2) морфофизиологические (морфометрия, упитанность, индексы внутренних органов); 3) гематологические (содержание гемоглобина в крови и одном эритроците, количество эритроцитов и лейкоцитов, соотношение форменных элементов и плазмы, лейкоцитарная формула, соотношение различных форм эритроцитов); 4) биохимические (сухая масса, содержание общих липидов, концентрация электролитов в теле и плазме крови); 5) гистологические (данные светооптической и электронной микроскопии, соотношение клеток и пустот на гистосрезе, количество эндоцитозных везикул на определенной площади апикальной зоны клетки, данные энзимогистохимического анализа); 6) функциональные тесты (плавательная способность на стандартной скорости течения, термоустойчивость, устойчивость к переходу в соленую воду).

При использовании метода морфофизиологических индикаторов (Шварц и др., 1968; Смирнов и др., 1972, 1974) определяли индексы (относительные массы) сердца, печени, желудочно-кишечного тракта, мозга и жабр. В пробах на питание определяли общий индекс и степень наполнения желудочно-кишечного тракта (Руководство..., 1986). Гематологические показатели и морфологическая картина крови оценивались по наиболее употребляемым схемам (Остроумова, 1957, 1966б; Коржуев, 1962; Пучков, 1962; Канидьев, 1966б, 1967а, 1969; Глаголева, 1981; Мусселиус и др., 1983).

При светооптическом исследовании изучали морфологическое состояние желудочно-кишечного тракта, печени, мышц и кожного покрова; при электронномикроскопическом (сканирующая и трансмиссионная микроскопия) – кардиальный и пилорический отделы желудка, передний и задний отделы ки-

шечника, жабры. В каждом опыте для обработки брали по 5-10 экземпляров молоди. Для светооптического исследования материал фиксировали в жидкости Бузна и обрабатывали по общепринятым гистологическим методикам (Лилли, 1969). После приготовления на санном микротоме срезов толщиной 5-7 мкм и наклейки их на предметные стекла, полученные препараты окрашивали метиленовым синим или железным гематоксилином по Гейденгайну. Физиологическое состояние печени оценивали по процентному отношению жировых пустот, мышц – по проценту мышечных волокон. Материал для электронной микроскопии расправляли на подложке и фиксировали в 1,5 %-ном глутаровом альдегиде на 0,1 М какодильном или фосфатном буфере. Для целей трансмиссионной (просвечивающей) электронной микроскопии материал постфиксировали 1,5 %-ным тетраоксидом осмия, обезвоживали в спиртах, заливали в эпон, контрастировали по Рейнольдс уранилацетатом и цитратом свинца и просматривали в микроскопе «Hitachi H-300». Для сканирующей электронной микроскопии материал дегидратировали в спиртах, высушивали переходом критической точки CO₂ в аппарате HCP-2 «Hitachi», напыляли золотом в ионном напылителе и просматривали в микроскопе, используя сканирующий режим.

Плавательную способность молоди (время устойчивости при повышенной скорости течения) определяли в гидродинамическом лотке (Павлов, 1979). Солеустойчивость выращенной молоди оценивали по выживаемости в морской воде (30-40 ‰), а также по способности поддерживать определенный уровень воды и концентрации электролитов в теле и плазме крови при переводе из пресной воды в морскую соленостью 27-35 ‰. Кроме этого, для оценки успешности адаптации использовались показатели гематокрита, а также данные световой и электронной микроскопии.

Содержание воды в пробах определяли путем двукратного взвешивания на аналитических весах: исходная масса и масса после высушивания. Полученный материал озоляли концентрированной азотной кислотой и разводили дистиллированной водой. Концентрацию натрия и калия определяли на пламенном фотометре «Цейс III» в воздушно-пропановом пламени, концентрацию кальция и магния на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Hitachi-508» в воздушно-ацетиленовом пламени. Для определения содержания натрия в плазме крови пробы разводили водой и измеряли концентрацию электролита на пламенном спектрофотометре ААС-1. Электрофорез белков проводили с использованием трис-ЭДТА-боратного буфера pH 8,3 в блоке 7 %-ного полиакриламидного геля. Активность ферментов выявляли гистохимическими методами (Manchenko, 1994).

Полученные результаты обработаны общепринятыми методами вариационной статистики (Рокицкий, 1961; Лакин, 1980). Для оценки величины генетической изменчивости использовали показатель аллельного разнообразия μ (Животовский, 1991).

Глава III. РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ РАБОТЫ С ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ И ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ИХ СОЗРЕВАНИЕМ

В практике искусственного рыборазведения исходным элементом биотехники является получение от производителей зрелых половых продуктов. Качество получаемых икры и молок во многом определяет дальнейшее развитие эмбрионов, жизнестойкость и физиологическую полноценность молоди (Семенов, 1963; Привольнев и др., 1964; Семенов и др., 1973; Смирнов, 1975а; Жукинский, 1986; Казаков, 1990). Изучение особенностей биологии объектов разведения, определение сроков естественного созревания производителей и выяснение возможностей искусственного управления этим процессом являются первоочередными задачами рыбоводно-биологических изысканий. Различные виды тихооке-

анских лососей имеют существенные особенности по межгодовой динамике численности, срокам и динамике захода производителей в реки, срокам и местам нереста, рыбоводно-биологическим показателям.

Горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) является самым многочисленным видом тихоокеанских лососей и имеет почти наибольший ареал воспроизводства (лишь незначительно уступая кете). По сравнению с другими лососями, горбуша созревает в самом раннем возрасте (1+) и ее молодь наименее связана с пресными водами. Для горбуши характерны значительные флюктуации численности, проявляющиеся как в смежных поколениях, так и в отдельных регионах. Из факторов, которые могут оказывать существенное влияние на выживаемость поколений горбуши, следует выделить уровень воды в период нереста и ската молоди, высоту снежного покрова в зимние месяцы, температуру воды и обеспеченность кормом в прибрежье во время раннего морского нагула.

Сроки нерестового хода горбуши североокеанского побережья – вторая половина июня – начало августа (Черешнев и др., 2002). По срокам захода разделяют две несколько различающиеся популяционные группировки – раннюю и позднюю горбушу (Ионов, 1987; Макоедов, Черемных, 1990; Марченко, 1999). Многолетняя сезонная динамика подходов горбуши в р. Олу свидетельствует о наличии двух периодов подъема численности – в первой и последней декадах июля, причем первый подъем является более мощным и имеет вид выраженного пика (рис. 2).

Нерест горбуши проходит, в основном, раньше других массовых видов тихоокеанских лососей: в конце июля – первой половине августа. Производители откладывают икру в гнезда в галечном грунте, которые строятся на перекатах рек и в местах с хорошим подрусловым течением. Абсолютная индивидуальная плодовитость самок горбуши является самой низкой по сравнению с другими видами тихоокеанских лососей и также значительно варьирует. По результатам анализов, проведенных нами в разные годы (1990-1999), средняя абсолютная плодовитость горбуши составляла от 1179±54 икринок (1994 г.) до 1648±18 икринок (1991 г.), а индивидуальная – от 630 до 2528 икринок.

Кета *Oncorhynchus keta* (Walbaum) в отличие от горбуши нагуливается в море несколько сезонов (наиболее распространенные возрастные группы производителей 3+ и 4+). В силу этого особи достигают значительно больших размеров и данный вид является одним из наиболее перспективных объектов разведения. В период благополучия стад охотоморской кеты (30-50-е годы прошлого века) численность ее подходов достигала 15-18 млн. рыб. При этом вылов на северном побережье (в современных границах Магаданской области) составлял от 2 до 9 тыс. т, а в прилежащем более продуктивном Охотском районе – от 8 до 32 тыс. т (Черешнев и др., 2002). В настоящее время промысловые запасы кеты сильно подорваны, а вылов снизился в несколько раз. Начавшийся в середине 90-х годов период стабилизации и восстановления запасов оказался кратковременным и вновь наблюдается существенный спад. Тем не менее, роль кеты в лососевом хозяйстве региона остается значительной и в общей структуре вылова лососей доля вида в последние годы составила 45 % (Волобуев, Голованов, 1999). В некоторых основных лососевых реках североокеанского побережья (Туманы, Яма, Тауй) уровень добычи по кете превышает вылов горбуши.

В реках материкового побережья Охотского моря воспроизводится две формы кеты – ранняя и поздняя, различающиеся по особенностям экологии (Волобуев, 1983а, 1984, 1986; Волобуев, Волобуев, 2000). Ранняя кета мигрирует на нерест в июне – начале июля, поздняя – с конца июля по ноябрь. Икра ранней кеты инкубируется в подрусловом потоке, поздняя кета нерестует в местах с выходом грунтовых вод (ключевой тип нерестилищ). Среднеголетняя сезонная динамика подходов кеты в р. Олу (см. рис. 2) свидетельствует о том, что продолжительность нерестового хода рыб составляет почти 2,5 мес, причем наиболее массовый ход наблюдается в конце июля – начале августа.

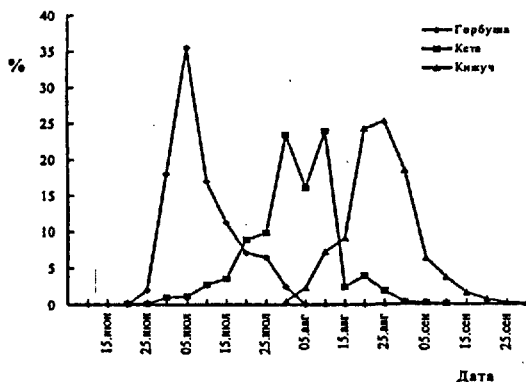


Рис. 2. Динамика подходов лососевых рыб в р. Олу (среднегодовое данные), % от общего количества производителей данного вида

Существует межгодовая изменчивость основных биологических показателей кеты. В годы высокой численности масса производителей была относительно небольшой, в период депрессии численности, – наоборот, более крупной. В последние годы произошло незначительное уменьшение показателя абсолютной плодовитости. В целом по р. Оле в 1977-1986 гг. средние значения массы, абсолютной плодовитости и возраста кеты составили, соответственно, 3637 ± 78 г, 2958 ± 112 шт. и $3,48 \pm 0,06$ лет, а в 1987-1999 гг. – 3358 ± 86 г, 2638 ± 31 шт. и $3,62 \pm 0,13$ лет. Аналогичные тенденции в динамике биологических показателей североохотоморской кеты, а также кеты из других районов естественного воспроизводства отмечены и другими исследователями (Helle, Hoffman, 1995; Ricker, 1995; Bigler et al., 1996; Волобуев, Волобуев, 2000; Кловач, 2002; Черешнев и др., 2002). По мнению авторов, уменьшение качественных показателей является следствием роста численности стад азиатских и североамериканских лососей и обострения межвидовых пищевых связей.

Кижуч *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum) относится к лососевым с длительным пресноводным периодом жизни. Молодь до трех лет проводит в реке, затем скатывается в море, где происходит основной нагул. Кижуч чаще всего находится в море один год, реже два или три года. На северном побережье Охотского моря по уровню подходов и значимости в промысле занимает третье место среди других лососей после горбуши и кеты (Рогатных, 1990; Таболин, Марченко, 2001; Черешнев и др., 2001, 2002). Специализированный промысел вида практически отсутствует, и добыча осуществляется в основном в виде прилова. Среднегодовое количество подходов в период с 1990 по 2000 гг. составила 62,8 тыс. шт. (Таболин, Марченко, 2001). В промысловом отношении наиболее значимы реки Тауй, Ола, Яна. Кижуч является ценным объектом спортивного и лицензионного рыболовства (Скопец, 1990), а высокие пищевые качества делают его перспективным объектом разведения.

Кижуч начинает мигрировать в реки позже других лососей. Сроки нерестового хода – конец июля – третья декада сентября, наиболее многочисленные подходы наблюдаются в третьей декаде августа (см. рис. 2). Некоторые рыбы продолжают нерестовую миграцию вплоть до декабря. В целом за ряд наблюдений (1988-1999 гг.) средняя масса самцов кижуча колебалась от 3,03 до 4,60 кг, средняя масса самок – от 3,30 до 4,20 кг, средняя длина, соответственно, от 62,5 до 70,4 см и от 64,3 до 68,1 см. Плодовитость кижуча р. Олы по результатам наших анализов составляла от 2079 шт. до 5400 шт. икри-

нок. В разные годы показатель изменялся в среднем от 3598±84 шт. (1993 г.) до 5186±174 шт. (1988 г.), а у кижуча р. Ямы в 1989 г. составил 6134±186 шт.

Нерка *Oncorhynchus nerka* (Walbaum), подобно кижучу, также проводит несколько лет в пресных водоемах, но помимо рек и ключей, размножается, преимущественно, еще и в озерах, в которых происходит основной нагул молоди (Foerster, 1968; Смирнов, 1975а; Крогус и др., 1987; Бугаев, 1995). На северном побережье Охотского моря запасы вида невелики и существенно уступают другим лососям. Наиболее значимые популяции нерки образует в бассейнах рек Ола (оз. Б. Мак-Мак – р. Чека, оз. Киси) и Охота (Уегинские озера), а в остальных реках побережья встречается единично. Вылов нерки в Магаданской области за последние 10 лет (1991-2000 гг.) колебался от 0,3 до 2 т, а в Охотском районе – от 0,6 до 92 т, в среднем 33,5 т (Черешнев и др., 2002).

Сроки начала захода производителей в североокеанские реки – самые ранние по сравнению с другими видами тихоокеанских лососей. Рыбы начинают мигрировать сразу же после вскрытия рек – в конце мая – июне, основной ход наблюдается в начале июля, заканчивается миграция к началу августа. Нерестилища нерки располагаются на мелководьях рек, ключей, лимнокренов, литорали озер. Массовый нерест происходит в конце августа – сентябре. Абсолютная индивидуальная плодовитость нерки колеблется в широких пределах. По результатам выполненных анализов показатель варьировал от 1088 до 11160 шт. Средние значения колебались от 2931±93 шт. в 1994 г. до 6427±191 шт. в 1999 г.

Чавыча *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum) является самым крупным представителем тихоокеанских лососей, относится к видам с длительными пресноводным и морским периодами жизни (Hart, 1973; Смирнов, 1975а). По распространению, численности и уловам чавыча уступает другим лососям. В структуре мировых уловов доля чавычи составляет всего 4-6 % на североамериканском и 1 % – на азиатском побережье Тихого океана (Кляшторин, Смирнов, 1992). Но, несмотря на менее существенное значение по массе улова, вид имеет высокую коммерческую ценность, делающую его долю экономически довольно значимой.

По данным наблюдений, выполненных в 1992 и 1994 годах на р. Тигиль (40 км от устья), наиболее интенсивный ход чавычи отмечался в конце июля – первой декаде августа. Усиление интенсивности хода проходило во взаимосвязи с подъемом воды в реке (в результате дождей и паводков), что свидетельствует о важности подъема воды для захода рыб. Нерестится чавыча в местах с хорошим подрусловым потоком, избегает мест с выходом родников и ключей. Предпочитает глубокие участки русла с крупным гравием. Длина самцов чавычи колебалась в пределах от 58,0 до 106,0 см и в среднем составила 87,0±2,7 см, длина самок – от 80,0 до 98,5 см (92,5±1,2 см). При этом масса самцов варьировала от 1,8 до 14,0 кг, в среднем 7519±779 г, масса самок – от 6,9 до 12,2 кг (8411±502 г). Абсолютная плодовитость составила 10380±505 шт. икринок, при колебаниях от 8500 до 12720 шт.

Выдерживание производителей и сбор оплодотворенной икры – начальные этапы в биотехнологическом цикле. Актуальной задачей современного рыбоводства является управление развитием половых желез рыб (Баранникова, 1975а, 1984). Решение этой проблемы позволит получать в задаваемые оптимальные сроки рыболовную продукцию необходимого качества. Работы по оптимизации биотехники выдерживания производителей лососей в Северо-Океанском регионе выполнялись как в направлении изучения влияния различных экологических факторов на процесс созревания рыб, так и путем применения методов гормональной стимуляции.

Для изучения закономерностей скорости созревания самок кеты в зависимости от температуры воды и определения оптимальных термических режимов были поставлены опыты на р. Ланковой (при-

ток р. Ола), уникальные экологические условия которой (наличие большого количества родников с холодной ключевой водой и хорошая общая прогреваемость русла) позволяют создавать различные температурные режимы. Производители были разделены на пять групп и рассажены в сетчатые садки, установленные в русле реки в разных местах со среднесуточными температурами 5,5; 6,5; 8,5; 11 и 15 °С. Первые самки созрели на 5-е сутки. Созревание всех производителей в опыте при $t^{\circ}=15^{\circ}\text{C}$ завершилось за 11 суток, в опыте при $t^{\circ}=5,5^{\circ}\text{C}$ – только за 26 суток. При низких (5,5-6,5 °С) и самой высокой (15 °С) температурах зафиксирован наибольший отход рыб – 21,2-27,3 % против 0-7,1 % при средних температурах (8,5-11 °С). При низких температурах отход происходит из-за длительного выдерживания и травмирования рыб, при высоких – из-за заболевания части самок фурункулезом.

Результаты опытов позволили выявить зависимость продолжительности созревания самок кеты от температуры воды, которая хорошо аппроксимируется экспоненциальной функцией $y=20,5e^{-0,0677x}$ ($r=-0,875$; $p<0,01$), где x – температура, °С, y – время созревания 50 % производителей, сутки. Следует отметить, что начиная с 8,5 °С дальнейшее повышение температуры вызывает лишь незначительное ускорение созревания (8 суток при 15 °С против 9-10 суток при 8,5-11 °С), то есть, по всей видимости, экологический оптимум находится в районе 8-9 °С. Именно при данной температуре в садке не погибло ни одной рыбы.

Большой интерес для искусственного воспроизводства представляет исследование влияния температуры на формирование и качество ооцитов. Результаты анализа средней массы овулировавших ооцитов не выявили существенных отличий – 227,0±0,4 мг (5,5 °С) против 221,3±0,6 мг (15 °С) по абсолютным показателям и 0,747 ‰ (5,5 °С) против 0,764 ‰ (15 °С) по индексу веса одного ооцита относительно веса самки. Не выявлено отличий и по оплодотворяемости икры, величина которой составила 93-97 %.

При организации сбора икры от позднерестящихся производителей тихоокеанских лососей хорошим методическим приемом стимуляции их дозревания может служить применение гипофизарного инъецирования (Андронов, 1990; Андронов, Тренклер, 1991; Андронов и др., 1994). В ходе выполнения экспериментальных работ было найдено, что для стимуляции созревания кеты лучше всего применять однократные инъекции глициринового гипофизарного препарата в дозе 20 В.Е. (примерно 2,5-3 гипофиза) при температуре 8,5-11 °С. При температуре 8,5 °С созревание ускоряется в 1,3 раза, при 11 °С – в 2 раза по сравнению с контролем и период созревания рыб в садках сокращается до 4-10 суток.

Созревание самок кижуча можно ускорять путем введения гипофизарного препарата в дозе 20-30 мг гипофизов, а также инъекциями сурфагона по 150-250 мкг на особь. При температуре 4,5- 5,8 °С дозревание всех самок завершается за 6-15 дней, в то время как в контроле за 15 дней созревает не более 50 % производителей. Ранее получение икры кижуча необходимо для удлинения вегетационного периода при ускоренном получении смолтов за один год в условиях подогрева воды (Хованский, 1992б).

Выдерживание самок чавычи без гипофизарных инъекций оказалось неэффективным - рыбы в садке покрывались микроязвами и погибали, не достигнув зрелости (на 6-10-е сутки). С помощью метода гипофизарного инъецирования удалось получить зрелую икру. Для инъекций использовались как ацетонированные гипофизы кеты, так и свежие гипофизы, взятые от производителей кеты и нерки. Рыбы инъецировались 2-3 раза, каждая последующая инъекция осуществлялась через 24 часа после предыдущей. Созревание чавычи наступало на 3-5-е сутки. В данном случае гормональная стимуляция была практически единственной возможностью получения зрелой икры и оказалась весьма эффективной (из шести проинъецированных самок погибла незрелой только одна).

Было показано, что гормональная стимуляция не оказывает отрицательного воздействия на качество получаемой икры и физиологическую полноценность выращиваемой молоди (Хованский, 1992б; Андронов и др., 1994; Хованский и др., 1996а). Таким образом, в некоторых случаях применение методов гипофизарного инъецирования в лососеводстве и управление созреванием половых желез может быть весьма эффективным.

В процессе выполнения исследований было обнаружено, что процесс созревания лососей может завершаться и без захода в пресные водоемы. В данной связи весьма перспективной видится возможность преднерестового выдерживания рыб и получения зрелых половых продуктов в морском прибрежье и приустьевых участках рек с соленой и солоноватой водой. При этом производители не попадают под влияние промыслового и браконьерского пресса, отпадает необходимость региональных трансплантаций икры.

Опыты были поставлены на садковой базе в бух. Ст. Веселая. Производители кеты отлавливались жаберными сетями в период с 15 по 29 августа и помещались в плавучие делявые садки. Всего было отсажено 80 рыб (самцы/самки – 1:1). Отбирались рыбы с появлением первых брачных изменений – проявлением на боках темных полос. Температура воды в морском прибрежье составляла в это время в среднем 8-9°C, в отдельные дни наблюдались колебания температуры – от 6 до 16°C. Снижения температуры воды отмечались во время штормов, оказывающих отрицательное влияние на выживаемость рыб. Первое созревание рыб отмечено 2 сентября – две погибшие самки имели текучие половые продукты. 4 сентября после сортировки производителей были отобрано 4 зрелые самки и 3 текучих самца. Несколько самок имели мягкое брюшко, почти все рыбы приобрели брачную окраску. Зрелые половые продукты от самок и самцов получали на берегу. Оплодотворение осуществляли путем перемешивания икры и молок с последующим добавлением пресной воды. После промывки в пресной воде и набухания оплодотворенная икра была отправлена на Арманский ЛРЗ.

Следует отметить особенности производителей, созревших в море. Несмотря на травмированность, характерную для садкового выдерживания (в области рыла и плавников), и повреждения на теле, полученные в результате попадания рыб в жаберные сети, микозных и бактериологических заболеваний, обычно наблюдающихся при содержании рыб в садках в пресной воде, не обнаружено. Рыбы относительно хорошо переносили садковое содержание – выживаемость, несмотря на частые шторма, составила около 70 %. Появление внешних брачных признаков и созревание половых продуктов не приводило к изменению цвета мышц – цвет оставался красным, как и у рыб-«серебрянок». Всего за время работ было получено около 60 тыс. шт. оплодотворенных икринок от 26 самок. В последующем из икры были получены жизнестойкие мальки.

Проведенные работы показали большую перспективность применения предложенной биотехнологии, вошедшей составной частью в разработанный способ культивирования тихоокеанских лососей, защищенный впоследствии патентом Российской Федерации (Хованский, 2003).

Глава IV. ЭМБРИОНАЛЬНОЕ И ЛИЧИНОЧНОЕ РАЗВИТИЕ ЛОСОСЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ НА РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДАХ

В рыбоводстве процессы инкубирования икры и выдерживания личинок во многом определяют объемы и физиологическое качество получаемой заводской молоди. Большое значение имеет подбор наиболее оптимальных условий для развития эмбрионов и личинок в применяемых биотехнологических схемах. Во время инкубации эмбрионы подвержены воздействию различных факторов среды, а на рыбоводных заводах – наряду с этим, находятся в прямой зависимости и от условий содержания.

Большое влияние на эмбриональное и личиночное развитие рыб оказывает температура воды, которая во многом определяет успешность инкубирования икры и выдерживания личинок. Были установлены конкретные сроки длительности эмбрионального развития североохотоморских лососей в условиях различных температур. Так, например, инкубирование икры кеты при температуре 3,5 °С проходило 125 суток (434 градусо-дней), а при 8,0-8,1 °С уменьшилось до 65-68 суток (525-550 градусо-дней).

Следует отметить, что как по разным годам, так и по отдельным партиям икры в конкретном году могут наблюдаться некоторые отличия в продолжительности инкубирования при одинаковых температурах, обусловленные особенностями проточности в инкубаторах, степенью загрузки аппарата икрой, интенсивностью обрастания икринок гифами грибов, кислородным режимом. Тем не менее, между средней температурой воды и продолжительностью инкубирования икры разных видов лососей существует сильная коррелятивная связь ($r = -0,88-0,98$), то есть, по средней температуре инкубации можно достаточно достоверно определить длительность этапов эмбрионального развития. При одной и той же температуре быстрее всего протекает эмбриогенез кижуча, далее следуют кета, горбуша, и самым длительным эмбриональным развитием отличается нерка. Были рассчитаны эмпирические зависимости продолжительности инкубации икры лососей от температуры воды. Для кижуча зависимость имеет вид $y=305,49x^{-0,7636}$, где x – средняя температура воды при инкубации (°С), y – продолжительность инкубирования или возраст выплывания личинок (сут). Для кеты характерна зависимость $y=302,31x^{-0,7232}$, для горбуши $y=379,84x^{-0,7676}$, для нерки – $y=327,04x^{-0,6607}$.

Оказалось, что тихоокеанские лососи имеют не только видовые, но и региональные особенности в продолжительности эмбрионального развития. Например, в ходе разработки биологического обоснования дальнейшего продолжения акклиматизации североохотоморской горбуши на Европейский Север России был отмечен факт задержки развития и увеличения продолжительности инкубации магаданской горбуши по сравнению с сахалинской (Хованский, 1995а, 1995б). Было найдено, что если при относительно высоких средних температурах (8-9 °С) длительность развития почти не отличается, то при снижении температур до 4-5 °С (при которых обычно происходит основной эмбриогенез горбуши) развитие магаданской горбуши удлиняется на 30-45 суток по сравнению с сахалинской. Данная особенность является специфической адаптацией вида и позволяет удлинять пресноводный период жизненного цикла горбуши на Севере. Было доказано, что по своим биологическим особенностям именно североохотоморская горбуша более всего подходит в качестве объекта акклиматизации на европейский Север.

Анализ влияния температуры на жизнестойкость зародышей на примере икры кеты показал, что чем меньше разница температуры воды от начала инкубации к ее завершению (2,1-2,7 °С), тем меньше величина отходов (5,8-9,9 %). Резкие колебания температуры воды в течение инкубации икры, особенно на начальных этапах эмбриогенеза, могут привести к значительной гибели зародышей (до 33 %), недружному продолжительному выклеву личинок (до 40 суток) и повышенному отходу после выплывания (до 30 %). В среднем, при увеличении разности температур в начале и конце инкубации до 3,4-5,6 °С инкубационные отходы увеличились до 10,5-24,0 % (Хованская, 1994). Зависимость инкубационного отхода от разности температур можно выразить линейной функцией: $y=3,190+2,814x$, где x – разность температуры воды в начале и конце инкубации (°С), y – инкубационный отход (%); $r=0,515$.

Отрицательное влияние колебаний температуры воды в процессе инкубации на развитие и выживаемость зародышей рыб показана и другими исследователями (Черняев, 1968; Казаков, 1971; Лебе-

дева, 1991). Роль температурного фактора особенно велика на начальных этапах развития эмбрионов. Отмечено, что если икра лососей не наберет 240 градусо-дней (стадия пигментации глаз – «глазок») до снижения температуры воды ниже 4 °С, то инкубационные отходы резко возрастают, а качество получаемых личинок и молоди ухудшается (Маркевич, Виленская, 1991).

Учитывая вышеизложенное, следует очень осторожно подходить к направленному регулированию длительности определенных периодов развития лососей, необходимость которого нередко возникает в рыбоводной практике. Для ускорения развития и получения крупной молоди в сокращенные сроки температуру воды при инкубации икры и выдерживании личинок приходится повышать (Басов, 1986, 1989; Kazakov et al., 1988; Хованский, 1992б; Хованский и др., 1996а), а для избегания неэффективного кормления молоди при низких температурах в зимнее время, наоборот, снижать (Рогатных и др., 1994; Яковлев, Пузиков, 1994).

Приведены результаты экспериментальных работ по изменению темпа развития различных видов лососей при регулировании температуры воды. Отмечены видовые особенности. Например, по сравнению с кижучем, у нерки эффект ускорения развития и сокращения сроков эмбриогенеза выражен значительно слабее. Следует отметить, что эффективность инкубации определяют не только внешние факторы, но и качество самого исходного материала, применение тех или иных инкубационных аппаратов. Разработаны методические рекомендации по работе с инкубаторами разных типов, прежде всего, аппаратов Аткинса расширенного вмещения и аппаратов NOPAD.

Выживаемость и жизнестойкость личинок, так же как и икры тихоокеанских лососей, в немалой степени зависит от применяемых технологий выдерживания. На продолжительность личиночного периода развития лососей и скорость рассасывания желтка, значительно влияют абioticные факторы, в частности, температура. В рыбоводной практике необходимость регулирования длительности процесса выдерживания личинок часто связана с сокращением и исключением периода неэффективного кормления в условиях низких температур (Рогатных и др., 1994; Яковлев, Пузиков, 1994). Учитывая, что естественные сроки низких (менее 2 °С) температур воды на рыбоводных заводах могут составлять до 6 месяцев, особенно актуальной становится проблема нахождения личинок в оптимальных условиях и повышения их выживаемости.

С увеличением возраста у личинок лососей значительно повышается интенсивность потребления кислорода, а также экскреция азотистых соединений (Масликов, 1994). Если в возрасте 6–40 дней от вылупления (500–600 градусо-дней от оплодотворения икры) показатель интенсивности потребления кислорода личинок кеты составлял $0,042 \pm 0,003$ мг/г·ч, то при увеличении возраста до 120–180 дней (800–900 градусо-дней) он повысился в 4,5 раза – до $0,189 \pm 0,009$ мг/г·ч. Общая интенсивность экскреции азотистых соединений – аммиака и растворимого белка с увеличением возраста повысилась в 2,3 раза. Таким образом, личинки являются очень чувствительными к дефициту кислорода и переуплотнению. При рыбоводных работах создаваемые личинкам условия должны обеспечивать насыщение воды кислородом и своевременное удаление продуктов метаболизма.

Отработаны различные способы выдерживания личинок лососей с применением различных типов искусственных субстратов, рыбоводных лотков, бассейнов, аппаратов NOPAD. Было установлено, что для выдерживания личинок лососей можно использовать также промелиорированные незамерзающие речные протоки. Правильный выбор того или иного способа выдерживания личинок позволяет в каждом конкретном случае добиваться максимальной эффективности данного этапа биотехники.

Глава V. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПЛОЩАДЕЙ БАЗОВЫХ РЕК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МОЛОДИ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ И ЕЕ РЫБОВОДНО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Биологические показатели и качество естественной молоди лососевых рыб должны служить эталоном для молоди, получаемой при искусственном разведении. В практике рыбоводства необходимо стремиться к тому, чтобы заводские поклатники по размерно-весовым и физиологическим показателям не уступали естественным. С целью получения сравнительного материала была проведена комплексная оценка природной молоди. Среди поклатников кеты следует выделять молодь раннего и позднего ската. 20 мая 1990 г. (ранний скат) в Ольском лимане самые мелкие из отловленных скатившихся особей имели длину 33,5 мм и массу 245 мг, средняя длина рыб составила 35,8 мм, а масса – 314,3 мг. При более позднем скате размеры поклатников кеты увеличиваются, что связано с активным питанием и ростом молоди в реке. Так, 11 июня 1990 г. средняя длина поклатников уже возросла до 37,8 мм (размах варьирования 36,5–42,5 мм), а масса – до 439,1 мг (350–665 мг). В начале июля в прибрежных морских участках длина молоди составляла в среднем 44,0–48,5 мм, а масса – 600–800 мг. Во второй-третьей декадах июля может наблюдаться снижение средних размерно-весовых показателей, что связано со скатом в прибрежье молоди, задержавшейся в реке, и отходом от берега более крупных рыб.

Молодь кижуча и нерки проводит в пресной воде до нескольких лет. На втором году жизни мальки кижуча достигали в р. Углеканке к июню длины 70,3±1,2 мм (при колебаниях от 61,0 до 83,0 мм) и массы 4,28±0,24 г (2,14–7,59 г), на третьем – соответственно, 121,2±3,4 мм (95,0–140,0 мм) и 24,4±1,9 г (10,8–34,9 г). Во второй декаде июня молодь кижуча, скатившаяся в Ольский лиман, имела среднюю длину 129,6±1,9 мм и массу 25,1±1,1 г, при размахе варьирования, соответственно, от 96,0 до 154,0 мм и от 10,3 до 41,5 г. Молодь нерки перед скатом имела длину 87,2±2,0 мм, при колебаниях от 74,0 до 97,0 мм, и массу 7,1±0,5 г, при колебаниях от 4,0 до 10,1 г.

Хорошим критерием качества молоди служит оценка ее физиологического состояния по показателям крови. Анализ гематологических показателей молоди кеты и кижуча выявил характерные особенности естественных рыб. В крови молоди содержалось 6,6–7,6 г% гемоглобина, количество эритроцитов составляло у кеты в среднем 0,83–0,86 млн./мм³, у кижуча – 0,99±0,08 млн./мм³. Молодь кижуча имела относительно низкий показатель гематокрита по сравнению с кетой (35,4 % против 44,2–52,5 %). Вместе с тем, у крупной и старшевозрастной молоди кижуча по сравнению с кетой обнаружено большее содержание лейкоцитов в крови – 21,3±4,0 тыс./мм³ против 5,5±0,77 тыс./мм³. Морфологическая картина крови естественной молоди кеты характеризовалась высоким уровнем эритропоза, интенсивным кроветворением. Количество незрелых эритроцитов достигало в среднем 23–30 %. У старших по возрасту мальков кижуча количество незрелых эритроцитов составило всего лишь 6 %. Белая кровь кижуча имела явно выраженный лимфоидный характер – в лейкоцитарной формуле количество лейкоцитов достигало 85 %.

Интересно исследование пищеварительной системы молоди лососей по морфологическому состоянию желудочно-кишечного тракта. Энтероциты естественной молоди в большинстве случаев представляют образец нормы, хорошо сформированы, плотно упакованы в эпителиальный монослой. Для отделов пищеварительного тракта свойственно малое количество слизи. Тем не менее, результаты электронной микроскопии энтероцитов заднего отдела кишечника молоди кеты, пойманной в эстуарии, свидетельствуют о том, что не всегда процесс солевой адаптации проходит успешно. Иногда, особенно при раннем скате молоди в море, отмечаются нарушения клеточной структуры – появляется крупная

извитость апикальной клеточной мембраны, происходит разрежение и частичная потеря щеточной каемки, усиливается вакуолизация. В ряде случаев клетки разрушаются и гибнут. Таким образом, несмотря на то, что в большинстве случаев естественная молодь лососей является эталоном физиологического состояния, необходимо учитывать, что иногда и в природе бывают отклонения от функциональных норм.

Основными рыбоводными проблемами при получении на Северо-Востоке высококачественных покатников лососевых рыб являлись нехватка выростных площадей и низкие температуры при подращивании молоди. Все это приводило в первые годы к переуплотнению посадок, плохому потреблению корма и физиологической неполноценности молоди, неспособной дать высокий промысловый возврат. Для выхода из создавшегося положения на Ольской ЭПАБ с 1987 г. была начата апробация биотехнологии, при которой молодь кеты для основного подращивания переводилась в отгороженные участки проток и ключей – естественные выростные пруды (Хованский и др., 1991). Наши исследования, проведенные на реках Магаданской области, показали, что и в суровых климатических условиях Северо-Востока имеются незамерзающие протоки и участки рек с выходом относительно теплых грунтовых вод, где даже в зимние месяцы температура воды не опускается ниже 1,5-2,0 °С (на рыбоводных заводах температура в отдельные годы понижалась до 0,2-0,4 °С). Перевод молоди кеты из цеха-питомника в естественные выростные пруды приводит к снижению кормовых затрат, ускорению роста (средняя масса молоди при выпуске 0,6-0,8 г против 0,3-0,5 г), более эффективному функционированию кровеносной и пищеварительной систем организма (табл. 1). В крови повышается содержание гемоглобина и количество эритроцитов, усиливается эритропоэз. В желудочно-кишечном тракте происходит более интенсивное функционирование эпителиальных клеток с усилением основных клеточных процессов – эндцитоза, белкового синтеза и клеточной энергетике (Скопичев и др., 1991а, 1991б).

Были также проведены эксперименты по использованию естественных водоемов для получения покатной молоди горбуши (Хованский, 1991а). Икру инкубировали на заводе, затем на вылупление выставляли в искусственно расширенный и промелиорированный ручей. Так как молодь горбуши может не питаться в реке, то здесь приемлемы более низкие температуры, чем для кеты – лишь бы водоем не замерзал. После вылупления (вторая половина октября) личинки "закапываются" в галечный грунт и находятся там до мая, после чего поднимаются на плава и скатываются в море.

Таблица 1

Морфофизиологические показатели молоди кеты, выращенной в различных условиях

Условия выращивания	Длина, мм	Масса, мг	Гемоглобин, г%	Количество эритроцитов, млн./мм ³
Естественный водоем	37,9±0,42	439,1±22,1	7,6±0,34	0,86±0,05
Цех-питомник, t°=1 °С				
- плотность посадки 25 тыс. шт./м ²	36,9±0,26	368,0±11,8	6,1±0,15	0,81±0,03
- плотность посадки 8 тыс. шт./м ²	39,1±0,31	502,8±14,5	7,6±0,16	0,93±0,04
Естественный выростной пруд, t°=2-3 °С	42,3±0,62	616,7±24,6	7,2±0,22	0,87±0,05
Экспериментальный цех, t°=5-8 °С	72,2±0,93	3072,9±104,0	8,1±0,11	0,99±0,05

Особо следует отметить возможности использования естественных водоемов для интенсификации искусственного воспроизводства нерки. Нерка отличается длительным пресноводным периодом развития – молодь обычно проводит в озерах 1-3 года и только после этого скатывается в море. В связи с этим искусственное разведение вида связано или с длительным двухлетним содержанием молоди в условиях рыбоводного завода, или с пяти-шести месячным ускоренным подращиванием мальков в подогретой воде. Обе биотехнологии сопряжены с определенными неудобствами и требуют повышенных затрат или на длительное содержание и уход за молодью, или на подогрев проточной воды, а также связаны с необходимостью использования большого количества заводских площадей.

В 1993-1994 гг. нами было проведено апробирование новой биотехнологии, при которой молодь первую зиму подращивалась в условиях Ольской ЭПАБ при незначительном подогреве воды (до 2-4 °С), а затем на лето и вторую зиму была переведена в естественный выростной пруд. В опыте было задействовано 70 тыс. шт. молоди нерки, содержавшейся первую зиму на рыбоводном заводе в железобетонных и пластиковых бассейнах и достигшей к июню 1993 г. массы 0,2-0,8 г. В пруд (площадь 0,06 га) молодь нерки была переведена совместно с молодью кижуча (300 тыс. шт., средняя масса 0,3 г). Поедаемость корма была хорошей даже в зимнее время при снижении температуры воды до 1-2 °С. Так, по результатам биологического анализа молоди, проведенного в конце декабря, индекс наполнения желудка мальков нерки составил в среднем 293 ± 41 ‰, при колебаниях 66-502 ‰. К моменту выпуска молоди в мае 1994 г. ее средняя масса достигла 3,0 г (2,1-4,4 г), а длина 6,6 см. В 1996-1997 гг. значительно увеличился подход нерки в р. Ола и зарегистрированы меченые рыбы, что может служить подтверждением эффективности биотехнологии.

Еще одним существенным резервом увеличения численности нерки в Магаданской области может быть, как показали наши исследования, проведение комплекса мероприятий на естественных озерах, где происходит основной нагул молоди, – удобрение (фертилизация) и зарыбление озер заводскими сеголетками. В озерах для питания мальки используют в основном зоопланктон. Как показал ряд исследований, удобрение озер позволяет значительно повысить биомассу планктона и, соответственно, увеличить выход молоди, а также промысловый возврат производителей (Manzer, 1976; LeBrasseur et al., 1978; Куренков, 1988; Куренков, Куренков, 1988; Селифонов, 1988; Бугаев, 1995).

В настоящее время наибольшей численностью на северо-охотоморском побережье отличается популяция нерки р. Ола, которая воспроизводится в озерах Киси и Большой Мак-Мак. Площадь озера Б.Мак-Мак составляет 4,5 км², средняя глубина – 17 м, максимальные глубины – до 26 м. Озеро имеет одну большую мелководную зону (у южного берега), занимающую 25-30 % акватории, с глубинами до 10 м. Температура воды на поверхности озера достигает в летний период 12-16 °С. Средняя плотность распределения зоопланктона – 3,75 г/м³, максимальная (в июле-сентябре) – 8,0 г/м³. В структуре зоопланктона встречаются все основные формы ракообразных при преобладании *Bosmina sp.* (до 70 %). Достаточен многочислен наиболее ценный кормовой объект – *Holopedium gibberum*. Биомасса бентоса достигает на мелководье 5 г/м²; здесь преобладают хирономиды и трубочник. Расчеты показали, что озеро целесообразно использовать как естественный выростной водоем, который ежегодно можно зарыблять заводскими сеголетками нерки в количестве до 500 тыс. шт.

Предварительная рекогносцировка озерного фонда Магаданской области выявила возможность увеличения подходов нерки только за счет рационального использования естественных выростных площадей в сочетании с заводским инкубированием икры и непродолжительным подращиванием молоди. В целом годовой запас нерки может быть увеличен до 300 т (Хованский и др., 1996б). Инициативные

работы по увеличению численности североохотоморской нерки проводились с 80-х годов. Осуществлялась фертилизация оз. Б. Мак-Мак (было внесено около 6 т суперфосфата), проводилось экспериментальное зарыбление озера заводскими сеголетками. Хотя эти работы носили фрагментарный характер, первые результаты их оказались весьма обнадеживающими. Результаты свидетельствуют о перспективности выбранного направления, в отдельные годы подходы нерки в р. Олу возрастали до 10 тыс. экз. (Пузиков и др., 1997; Пузиков, 1998а).

Конечно, нельзя не сказать и о недостатках при выращивании молоди лососей в естественных водоемах. При прудовой биотехнологии это неуправляемость водного режима, трудности при уходе за молодью, частичное покрытие прудов льдом в зимний период. При использовании озерного фонда – отдаленность водоемов, высокие затраты на транспортировку молоди и удобрений, невозможность решения проблемы хищных рыб, сложности в организации количественного учета молоди. Поэтому основным базовым предприятием для искусственного воспроизводства лососей на определенной реке должен быть, как правило, рыбоводный завод. А уже его специалистам нужно использовать все возможности для улучшения качества выпускаемых рыб.

На основании приведенных результатов можно заключить, что использование искусственных каналов для выдерживания личинок горбуши, отторженных участков проток и ключей (прудов), а также озер для выращивания молоди кеты и нерки позволяет приближать условия содержания молоди к естественным (тренировка течением, потребление живых организмов, естественный фотопериодизм), что положительно отражается на ее качестве. Покатники, полученные в условиях канала и прудов, не уступали по физиологическим показателям естественной молоди и превосходили заводскую, выращенную в цехе-питомнике (по морфологическим, гематологическим и гистологическим показателям). Сочетание прудового содержания с оптимизацией сроков выпуска мальков способствовало значительному увеличению заводских возвратов в отдельные годы.

Глава VI. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СОДЕРЖАНИЯ И КОРМЛЕНИЯ НА МОРФО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОДИ ЛОСОСЕЙ ПРИ НАПРАВЛЕННОМ ЕЕ ВЫРАЩИВАНИИ НА РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДАХ

Важным аспектом повышения эффективности лососеводства является оптимизация заводских условий содержания молоди. Для направленного получения молоди лососей с необходимыми качественными характеристиками большое значение приобретает возможность регулируемости заводских условий, физиологическая адекватность режимов выращивания. Создаваемые рыбам условия не должны выходить за рамки экологических адаптаций видов. Для разработки способов улучшения качества молоди на рыбоводных заводах проводили эксперименты по изучению влияния разных факторов на физиологическую полноценность выращиваемых рыб – плотностей посадок, физического качества в круговых бассейнах, повышенных температур, различных кормов. Одним из путей улучшения качества молоди кеты при выращивании в цехе-питомнике при низких температурах может стать снижение плотностей посадок. Разрежение плотностей с 25 тыс. шт./м² до 8 тыс. шт./м² приводит к достоверному увеличению ($p < 0,001$) размерно-весовых и гематологических показателей (см. табл. 1).

Огромную роль в развитии и жизнедеятельности рыб играет движение, способствующее усилению обменных процессов организма, сохранению активного физиологического статуса. В сочетании с другими абиотическими и биотическими факторами (прежде всего, температурой и кормовой базой) движение, как мощный эколого-физиологический фактор, обеспечивает характер приспособления рыб к условиям существования (Шульман, Урденко, 1989). Но если в естественных условиях ювенильный пе-

риод жизни лососей проходит, как правило, при довольно быстром течении (0,15-0,82 м/с), то в условиях рыбоводных заводов скорость потока воды ниже и не превышает 0,01-0,05 м/с (Смирнов, 1975а; Канидьеv, 1984). В ряде работ, проведенных на атлантическом лососе и форели, было найдено положительное влияние высокой двигательной активности на улучшение качества искусственно выращиваемых рыб (Thorpe, Wankowski, 1979; Цуров и др., 1983, 1986а, 1986б; Houlihan, Laurent, 1987). Целью наших экспериментальных работ было выяснение возможности физической тренировки заводской молодежи тихоокеанских лососей и проведение ее функциональной оценки.

Результаты работ показали, что применение физической тренировки рыб в круговых бассейнах является эффективным способом улучшения качества покатников кеты, кижуча и нерки. Тренировка осуществлялась путем увеличения средней скорости кругового тока воды до 0,2-0,25 м/с в течение 1,5-3 месяцев. Найдено, что даже выращенная при низкой температуре (1 °С) опытная молодежь после 1,5 месяцев тренировки превосходила контрольную как по массе (467,2±16,7 мг против 413,8±17,0 мг; $p<0,05$), так и по гематологическим показателям (количество гемоглобина – 7,5±0,31 г% против 6,3±0,28 г%; $p<0,01$). Хороший эффект дает сочетание физической нагрузки с подогревом воды до 5 °С (масса молодежи 1308±35 мг против 1196±36 мг, гемоглобин – 8,3±0,35 г% против 7,4±0,19 г%; $p<0,05$). В большинстве поставленных опытов обнаружено достоверное увеличение относительной массы сердца тренированных рыб (2,98±0,06 % против 2,70±0,06 %; $p<0,001$). По плавательной способности (времени устойчивости к стандартной скорости течения 0,3-0,45 м/с) молодежь опытных групп превосходила контрольных в 2-4 раза.

Ультраструктурный анализ эпителиоцитов пищеварительного тракта молодежи, проведенный с помощью методов электронной микроскопии, позволил выявить конкретные клеточные механизмы улучшения физиологического состояния рыб (Скопичев и др., 1991б). Для эпителиоцитов тренированных мальков характерна исключительно высокая интенсивность эндоцитоза, сократительная активность микроворсинок щеточной каемки, многочисленность функционально активных митохондрий. По количеству эндоцитозных везикул на стандартном по площади (25 мкм²) участке апикальной зоны энтероцита тренированная молодежь превосходила нетренированную более чем вдвое – 160,5±1,0 шт. против 64,5±0,7 шт. ($p<0,001$). Существенно различались и значения ширины зоны, занятой везикулами – в среднем 5 мкм и более против 2-2,5 мкм.

В 1993-1994 гг. была произведена реконструкция Ольской ЭПАБ – в цехе-питомнике установили круговые бассейны ИЦА-2. Возможность тренировки молодежи удалось предусмотреть и при введении в эксплуатацию Тауйского ЛРЗ (1996-1997 гг.). Было внесено изменение в проект, и в цехе-питомнике были установлены круговые бассейны FRP. В настоящее время это позволяет рыбоводным заводам осуществлять выпуск качественной молодежи.

Важнейшим абиотическим фактором внешней среды, влияющим на организм рыб, является температура воды. Важно знать, стоит ли полностью копировать природную экологическую обстановку или можно направленно изменять температуру, создавая оптимальные условия для реализации потенциальных возможностей роста (Казakov, 1989, 1990). Многолетние исследования, проведенные на рыбоводных заводах Северо-Востока, заключались в изучении закономерностей роста и развития молодежи лососей, содержащейся в различных температурных условиях, определении качественных показателей, морфофизиологических и функциональных особенностей рыб. Было проведено несколько экспериментальных работ на разных видах тихоокеанских лососей, кроме того, с 1991 г. на Ольской ЭПАБ, Арманском и Тауйском ЛРЗ Охотскрыбвода в небольших производственных масштабах применялась биотехнология подращивания молодежи с искусственным повышением температуры.

Подогрев воды до 5 °С позволял получать за 4-6 месяцев молодь лососей массой более 3 г, в то время как при низкой температуре (1 °С) за тот же период – только 0,2-0,5 г. При температуре воды 10 °С масса молоди кеты возросла за 2 месяца до 1,4-1,5 г, за 4 месяца – до 4-6 г. Наиболее крупных размеров за один рыбоводный цикл на Ольской ЭПАБ достигла молодь чавычи. В условиях средней температуры воды около 9 °С к концу периода подращивания (10 июня) средняя масса молоди составила $8,52 \pm 0,37$ г, а отдельные экземпляры достигали 12 г и более.

Повышение температуры воды приводит к увеличению показателей гемоглобина (6,7-9,7 г% против 6,0-6,4 г%) и количества эритроцитов ($0,80-0,98$ млн.шт./мм³ против $0,64-0,81$ млн.шт./мм³), способствует усилению процессов кроветворения и обуславливает нормальный лимфоидный характер белой крови. Эпителий кишечника демонстрирует пример высокой функциональной активности, выражающейся в усилении процессов эндоцитоза. Образуются многочисленные инвагинации и эндосомы. Ширина зоны, занятой эндоцитозными везикулами, повышается с 0,5-1,5 мкм до 2-2,5 и даже 5 мкм (при сочетании повышения температуры и тренировок).

Молодь лососей, подращенная при повышенных температурах, хорошо адаптировалась к морской воде. Осморегуляторная система рыб формировалась нормально и не наблюдалось нарушений в прохождении процесса смолтификации, что является одним из важнейших показателей физиологической полноценности. Ускоренный рост позволял заводской молоди кижуча и нерки переходить в морскую воду уже на первом году жизни, в то время как в природных условиях рыбы обычно достигают размера смолта в течение двух-трех лет. Возможность сокращения пресноводного периода за счет подращивания лососей в теплой воде была показана и другими исследователями (Donaldson, Brannon, 1976; Басов, 1977, 1986; Donaldson, 1978; Попова, Толстяк, 1986; Бушуев, 1990; Кляшторин и др., 1990; Смирнов, Кляшторин, 1991; Taylor, Heard, 1994). Не вызывает сомнения, что лучшее подтверждение обоснованности и эффективности биотехнологий, изменяющих продолжительность естественного жизненного цикла, могут дать данные по возвратам взрослых рыб и состоянию популяций. Полученные данные по возвратам ускоренно подращенных лососей (Taylor, Heard, 1994; Хованский, 2000в; см. главу VIII) свидетельствуют о возможности использования данной биотехнологии.

Развитие интенсивных форм пастбищного лососеводства и последовательное повышение его эффективности наряду с решением биотехнологических и технических проблем настоятельно требуют самого серьезного внимания к процессу кормления и использованию полноценных и экономически выгодных кормов для молоди рыб (Остроумова, Шабалина, 1972; Канидьев, 1984; Складов и др., 1984; Гамыгин и др., 1989, 1992; Фомин, 1994; Остроумова и др., 1999; Остроумова, 2001). Вопросы кормления лососей довольно широко рассмотрены в рыбоводной литературе, тем не менее, повышение уровня искусственного разведения с учетом особенностей регионов, совершенствование технологий кормопроизводства, изменчивость кормового сырья требуют постоянного обращения к данной тематике. В последние годы в отечественном кормопроизводстве наметился определенный кризис, связанный с общим ухудшением экономической ситуации, подрывом сырьевой базы (в частности, снятием с производства наиболее ценных продуктов микробиосинтеза – эприна, гаприна, паприна), моральным и физическим износом оборудования комбикормовых заводов (Гамыгин, 1999; Складов, 1999; Остроумова, 2001). В связи с этим возрастает роль и значение научных исследований, направленных на решение проблем кормления и улучшение физиологической полноценности рыб.

В ходе проведения исследований по оценке влияния состава различных пастообразных и гранулированных кормов на рост заводской молоди лососей в разные годы (1989-2001) была поставлена

серия опытов в широком диапазоне температур содержания. Результаты опытов и физиологическое качество молоди оценивали по комплексной схеме с использованием рыбоводных, морфофизиологических, гематологических и гистологических показателей.

При составлении рецептов кормов основное направление было сделано на использование местных кормовых ресурсов. Был также использован отечественный опыт по включению белковых продуктов микробиосинтеза в составах стартовых кормов для рыб. Кроме этого, производственные испытания были проведены на промышленных отечественных и импортных комбикормах. Были испытаны сухие корма РГМ-9М и ЛС-НТ (ВНИИПРХ), 12-75 (ГосНИОРХ), ЛСГК (ТИНРО-центр), а также комбикорма американского, японского и финского производства, соответственно, фирм-производителей «Blodiet-Product», «Тайе Кабусика Кайся» и «Райсию».

Кормление молоди сухим гранулированным кормом при низких температурах воды (до 3 °С) оказывает неблагоприятное влияние на ее пищеварительную систему (Скопичев и др., 1991а; Фомин, 1994). Сухие частицы корма травмируют клеточную поверхность слизистой пищеварительного тракта. Обильная секреция слизи бокаловидными клетками не в состоянии предотвратить сплывание щеточной каемки энтероцитов. Пастообразные корма лучше потребляются рыбой и не оказывают столь губительного воздействия на клеточную поверхность гастро- и энтероцитов. Однако низкий температурный режим вызывает задержку переваривания, усваивания и эвакуации пищи. Предварительная ферментализация пастообразного корма (ПМС-8) пепсином несколько повышает усваиваемость корма, улучшает физиологические показатели и выживаемость молоди, но мало изменяет ее рост. Использование на первом этапе выращивания мальков свежего пастообразного корма, с последующим переводом рыб на сухие корма позволяет значительно повышать размерно-весовые показатели и выживаемость, что, например, показано в опыте по апробированию сухого корма ЛСГК. При комбинированном использовании пастообразного и сухого корма конечная масса рыб возросла на 12 %, а выживаемость – на 8 % по сравнению с молодь, получавшей только сухой корм.

Повышение температуры воды до 5-8 °С способствовало улучшению роста и физиологического качества молоди. Из ряда проверенных пастообразных кормов наиболее адекватной, как с рыбоводной, так и с физиологической точки зрения, оказалась многокомпонентная кормосмесь ПМС-8, содержащая икру минтая – 30 %, говяжью селезенку – 15 %, печень морского зверя – 10 %, рыбную муку – 20 %, рыбный фарш – 15 %, пшеничную муку – 9 %, витаминный премикс ПФ-2В – 1 % (Фомин, 1991, 1996). Двухмесячное кормление молоди кеты икрой минтая вызвало нарушение жирового обмена печени.

В дальнейшем использование сырья из местных ресурсов для составления лососевых кормов нашло довольно широкое применение на североохотоморских рыбоводных предприятиях. Пастообразные многокомпонентные смеси использовались как в производственных процессах, так и в постановке ряда экспериментальных работ. Их применение позволяло получать в условиях подогрева воды до 5-8 °С физиологически полноценную молодь кеты, кижуча и нерки массой 3 г и более, причем молодь кижуча и нерки могла уже на первом году жизни адаптироваться к морской воде (Хованский, 1992б, 1992г, 1994а). Разработанные пастообразные смеси использовались при морском подращивании молоди лососей (Семенов и др., 1994). Совершенствованием биотехники кормления также во многом определило повышение возвратов заводских рыб (Хованский и др., 1998). Лабораторией рыбоводства Охотскрыбвода проводились работы по включению в кормосмеси новых компонентов – кишечника морского зверя, фарша из морских рыб и др. (Хованская, 1995). Принцип использования компонентов из местного сырья лег в основу разработки сухого корма ЛИМ-94 для морского подращивания молоди лососей (Хованский и др., 1995).

При изучении влияния новых пастообразных кормовых компонентов на рост и физиологические показатели молоди кижуча в качестве основных добавок использовали селедочный фарш, необязательную рыбную муку из сельди, кишечник морского зверя, кровь и селезенку. Контрольной молоди закармливали только икру минтая. Во все корма добавляли поливитамины.

Проведенный морфофизиологический анализ молоди после двухмесячного выращивания показал, что включение в рацион кормовых добавок привело к увеличению относительного веса печени – 1,23-1,46 % против $1,02 \pm 0,05$ % в контроле ($p < 0,001$). Добавка в рацион сельдевой муки вызвала увеличение индекса желудочно-кишечного тракта – 8,4-9,3 % против 6,6-8,1 % ($p < 0,001$), но в то же время не оказала существенного влияния на массу молоди. Увеличение массы рыб наблюдалось при включении в рацион добавок фарша из сельди и кишечника морского зверя. Выяснено, что общий уровень икры минтая при этом не должен быть ниже 50-60 %. В этом случае удалось получить молодь кижуча средней массой 1003-1073 мг против 794-949 мг на других кормах. С введением в рацион молоди кижуча селедочного фарша, рыбной муки, кишечника морзверя, крови и селезенки произошли существенные изменения в составе красной крови, а также в количестве лейкоцитов. Содержание зрелых эритроцитов увеличилось с $68,2 \pm 2,3$ % (контроль) до $88,8 \pm 1,8$ % ($p < 0,001$); соответственно, уменьшилась доля более юных эритроцитов: полихроматофильных – с 25,1 до 7,5 %, базофильных – с 6,6 до 1,9 %. Больше всего повлияли на изменение картины красной крови кормовые добавки из кишечника морзверя, крови и селезенки. С применением добавок увеличилось количество лейкоцитов в крови. На 1000 эритроцитов оно поднялось с $4,4 \pm 1,0$ шт. до $12,9 \pm 3,2$ шт. ($p < 0,05$).

При выращивании молоди кеты на сухих кормах (при температуре 6,5 °С) лучшие результаты были получены при использовании гранкорма ГФ-2, содержащего белковые продукты микробiosинтеза – гаприн и ферментолизат БВК. Молодь, потреблявшая этот корм, лучше росла, имела более высокие размерно-весовые показатели и показатели функциональной устойчивости (Фомин, 1994; Хованский и др., 1995). Выживаемость кеты составила 93,1 % против 87,1 и 87,0 % на кормах РГМ-9М и 12-75, соответственно. Состояние эпителиоцитов пищеварительного тракта молоди, потреблявшей корм ГФ-2, было близким к норме. Очевидно, что частичная замена рыбной муки белковыми продуктами микробиологического синтеза оказывает положительное влияние на структурно-функциональную организацию пищеварительной системы молоди кеты.

Из серии проверенных комбикормов при высоком температурном режиме ($t=10-13$ °С) наилучшие результаты были получены при использовании гранкормов оригинальных разработок – ГФ-2, Г-30 (содержащего 30 % гаприна), ЛИМ-94, отечественного корма ЛС-НТ рецептуры ВНИИПРХ, американских кормов «Biodiet starters».

Проведенные работы показали, что отечественные лососевые комбикорма могут быть лучше зарубежных аналогов, или, по крайней мере, не хуже. В 1994 г. во время проведения экспериментов по подращиванию молоди кеты в морской воде (рыбоводный пункт «Нюкля») молодь, которую кормили сухим кормом оригинальной разработки ЛИМ-94, в конце опыта значительно превосходила по массе молодь, выращенную на корме японского производства – $1924,0 \pm 129,3$ мг против $1683,9 \pm 55,4$ мг ($p < 0,001$). Добавка сухого корма ЛИМ-94 в пастообразную смесь позволила за один рыбоводный сезон получить в условиях подогрева воды крупную (массой $8,52 \pm 0,37$ г, при длине $es=89,0 \pm 1,5$ мм), физиологически полноценную молодь чавычи (Хованский и др., 1996а).

В недавно осуществленной опытно-производственной проверке эффективности использования различных комбикормов (Арманский ЛРЗ, 2001 г.), молодь кеты, содержащаяся 1,5 месяца на отечест-

венном комбикорме ЛС-НТ, произведенном в Приморье, была достоверно крупнее молоди, выращенной на пастообразном корме и комбикорме финского производства – соответственно $853,6 \pm 23,8$ мг против $596,7 \pm 17,2$ мг и $643,3 \pm 33,1$ мг ($p < 0,001$). По сравнению с кормом американского производства, достоверных отличий по массе не обнаружено, но было получено значительное превосходство по упитанности – коэффициент Фультона, соответственно, равен $1,23 \pm 0,04$ против $1,05 \pm 0,02$ ($p < 0,001$). Учитывая более высокую стоимость американского корма, повышенные транспортные расходы по его доставке, необходимость развития собственного кормопроизводства, следует остановиться на первоочередном использовании отечественных кормов.

Результаты, полученные в ходе проведения опытов по выращиванию лососей на разных кормах, позволили рекомендовать схему кормления, позволяющую вырастить крупных, физиологически полноценных рыб. Для повышения эффективности дальневосточного лососеводства разработана концепция организации региональных центров кормопроизводства на базе местных ресурсов (Фомин, Хованский, 1996; Фомин и др., 1997).

Глава VII. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА СМОЛТИФИКАЦИЮ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ СОЛЕУСТОЙЧИВОСТИ И ВЫЖИВАЕМОСТИ МОЛОДИ

В жизненном цикле проходных лососевых центральным, определяющим этапом является скат молоди из рек в море, где происходит основной нагул рыб. Переход в миграционное состояние сопряжен с рядом морфофункциональных изменений в организме, прежде всего перестройкой осморегуляторной системы. Механизмы осмо- и ионорегуляции начинают работать по гипосмотическому (морскому) типу против гиперосмотического в пресной воде. Комплекс морфологических, физиологических и биохимических преобразований носит название смолтификации: молодь из стадии пестрятки (парра) превращается в серебрянку, покатника (смолта) (Ивалев, 1962; Баранникова, 1975; Fontaine, 1975; Hoar, 1976; Folmar, Dickhoff, 1980; Wedemeyer et al., 1980; Clark, Shelbourne, 1982; Баранникова и др., 1983; Краюшкина, 1983; Варнавский, 1984, 1990, 1993; Черницкий, 1988, 1993; Смирнов, Кляшторин, 1989, 1990, 1991; Кляшторин, Смирнов, 1990; Смирнов, Запорожец, 1992; Хованский, 1992б, 1994а). Различные виды лососевых смолтифицируются в разном возрасте: кета и горбуша скатываются в море уже на первом году жизни; кижуч, нерка, чавыча живут в пресной воде один-три года.

Сформированность осморегуляторной системы молоди лососей является одним из важнейших критериев ее рыбоводного качества (Баранникова и др., 1983; Краюшкина, 1983; Смирнов, Кляшторин, 1988а, 1989). Именно во время ската и в ранний эстуарный период жизни может происходить значительная элиминация молоди (особенно кеты и горбуши), от чего во многом зависит величина промыслового возврата (Каев, 1983, 1989, 2003; Карпенко, 1983, 1998; Хирд, 1990). В условиях искусственного выращивания, очевидно, отсутствует полный комплекс внешних сигнальных раздражителей, под воздействием которых происходит активация гипоталамо-гипофизарной нейросекреторной системы и осуществляется процесс смолтификации (Баранникова и др., 1976). Поэтому весьма актуальной становится проблема улучшения осморегуляторных способностей заводской молоди лососевых и получения полноценных покатников. Ввиду исключительной важности повышения солеустойчивости в период подготовки рыб к скату, материалы по влиянию различных факторов на осморегуляторные процессы и смолтификацию выделены в специальную главу. В ней рассмотрено влияние на осморегуляторную способность физической нагрузки, солевых добавок в рационы и постепенной акклимации молоди к

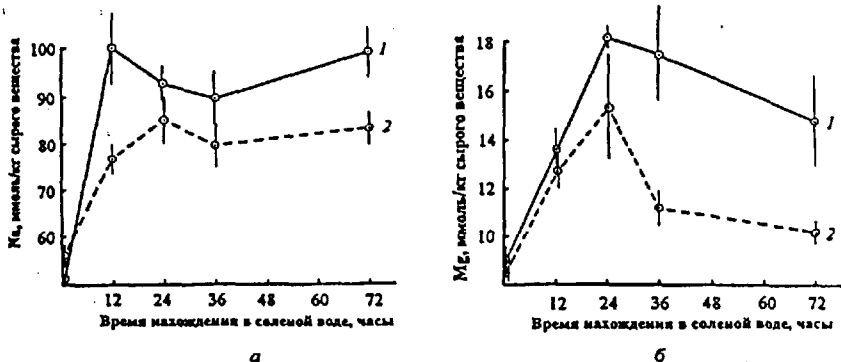


Рис. 3. Динамика содержания магния в теле нетренированной (1) и тренированной (2) молоди кеты при переводе в морскую воду соленостью 30 ‰.

морской воде, а также результаты опытно-производственных работ по подращиванию молоди в морских садках.

При переводе в морскую воду тренированной и нетренированной молоди кеты выявлена различная степень солевой толерантности. Молодь кеты, выращенная с физической тренировкой, давала меньший отход (12-25 % против 18-40 % в контрольных группах) и отличалась значительно лучшей способностью выводить избыточные количества электролитов из организма. Причем это особенно характерно для основных катионов, содержание которых в морской воде наиболее высоко: одновалентного натрия и двухвалентного магния (рис. 3). Для сравнения степени изменения концентрации ионов у различных групп молоди в морской воде был применен относительный показатель накопления электролитов в теле через 72 ч после перевода в соленость по сравнению с пресноводным уровнем (Хованский и др., 1992). Резкое различие между тренированной и нетренированной молодью характерно для содержания двухвалентных катионов (рис. 4). Выделение натрия в морской воде осуществляется в основном парацеллюлярным путем через хлоридсекретирующие клетки жабр, а магния – через магний-натриевые насосы в почечных клетках – нефронах (Наточин, Лаврова, 1984). Поэтому необходимо отметить положительное влияние физических нагрузок на становление ионсекретирующих функций этих органов.

Введение в течение месяца в рационы для молоди кеты добавок поваренной соли в количестве 5-12 % от массы корма также способствует становлению адаптационных механизмов к гипертонической среде. При этом усиливается активность транспортных ферментов пищеварительного тракта, наблюдаются приспособительные изменения в структуре тканей желудка и кишечника (Скопичев и др., 1992). Так активность щелочной фосфатазы, которая была энзимогистохимически оценена на отпечатках переднего отдела кишечника, оказалась достоверно выше ($p < 0,001$) у опытной молоди, выращенной как при низкой температуре воды (1 °C) – $3,0 \pm 0,2$ против $1,5 \pm 0,2$ балла, так и при повышенной (5 °C) – $4,2 \pm 0,3$ против $3,0 \pm 0,2$ балла. В заднем отделе кишечника по количеству эндоцитозных везикул на стандартной площади гистосреза (25 μm^2) опытная молодь превосходила контрольную более чем втрое – $191,5 \pm 2,5$ шт. против $62,0 \pm 1,3$ шт. ($p < 0,001$).

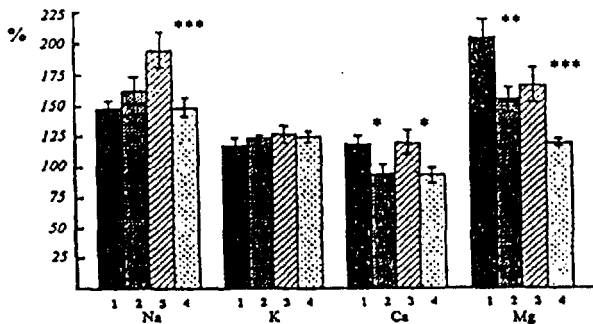


Рис. 4. Содержание электролитов в теле молоди кеты после 72-часового выдерживания в морской воде по сравнению с исходным периодом в пресной воде, % (Хованский и др., 1992):

Достоверность отличий к исходному периоду при $p < 0,05$ показана одной звездочкой, при $p < 0,01$ – двумя, при $p < 0,001$ – тремя звездочками. 1 – температура воды $t = 1,6-2,0$ °C, скорость течения $V < 0,05$ м/с; 2 – $t = 1,6-2,0$ °C, $V = 0,2$ м/с; 3 – $t = 6,0-8,0$ °C, $V < 0,05$ м/с; 4 – $t = 6,0-8,0$ °C, $V = 0,2$ м/с

Весьма интересно изучение клеточных механизмов реакций пищеварительного тракта молоди в ходе адаптаций к соленой воде. Известно, что морские рыбы для предотвращения дегидратации пьют морскую воду, а жабрами и почками экскретируют избыток электролитов. Поэтому состояние эпителия желудочно-кишечного тракта при переводе в соленость тоже служит одним из характерных показателей качества смолтов. По данным сканирующей электронной микроскопии при переводе в морскую воду 35 % контрольной молоди в желудочно-кишечном тракте наблюдаются разрушения и разрывы эпителиального пласта, для тренированной характерно четкое контурирование клеточных границ энтероцитов, хотя разрывов эпителия не обнаружено, и самая лучшая картина найдена у молоди, которой вводили в рацион добавки поваренной соли – явных патологических нарушений не обнаружено.

Полученные данные хорошо скоррелированы с выживаемостью молоди (отход в отдельных контрольных группах до 40 % против 1-12 % в опытах) и данными по концентрации натрия в плазме крови после 24-час. выдерживания в морской воде. Так, у контрольной заводской молоди содержание натрия повышалось с $136,8 \pm 6,9$ ммоль/л (пресная вода) до $184,9 \pm 10,2$ ммоль/л, у молоди кеты, выращенной с физической тренировкой – до $161,4 \pm 5,1$ ммоль/л, и у молоди, получавшей солевую диету – до $167,1 \pm 5,4$ ммоль/л. При переводе в морскую соленость контрольной молоди, предварительно выдержанной неделю в солоноватой воде (15 ‰), концентрация натрия в плазме была ниже, чем при резком переводе, и составляла $165,2 \pm 9,3$ ммоль/л. Постепенный перевод в морскую воду оказался также более эффективным для сеголетков кижуча и нерки. При резком переводе в морскую соленость кижуча (масса особей 2-4 г) концентрация натрия повышалась до $184,6 \pm 11,5$ ммоль/л, при постепенном – только до $166,0 \pm 11,6$ ммоль/л. Молодь нерки (масса 1 г) не выдерживала резкого перевода в соленость 35 ‰ – концентрация натрия повышалась до $233,5 \pm 11,6$ ммоль/л и рыба на вторые сутки погибала. При постепенном переводе, с предварительным выдерживанием в солоноватой воде, концентрация натрия составляла $183,8 \pm 7,3$ ммоль/л и погибало только 30 % молоди (наиболее мелкой).

Параллельно с определением концентрации натрия исследовалась величина дегидратации, а также измерялось соотношение форменных элементов и плазмы (гематоцит). Данные показатели ока-

зались скоррелированы между собой ($r=0,60$). По-видимому, показатель гематокрита также можно использовать для характеристики успешности адаптации рыб к морской воде, тем более что в литературе имеются данные об обратной зависимости объема эритроцитов от осмоляльности плазмы крови (Шахматова и др., 1990).

Как свидетельствует мировой опыт, весьма эффективным способом адаптации заводской молоди лососей к соленой воде и получения при этом гарантированных возвратов является подращивание молоди в садках, устанавливаемых в морском прибрежье. Цель наших исследований, проведенных на охотоморском побережье Магаданской области, заключалась в определении возможностей широкомасштабного развертывания работ по морскому подращиванию молоди лососей в довольно суровых природно-климатических условиях российского Северо-Востока. Опытно-производственные работы были выполнены в 1993-2000 гг. в Тауйской губе Охотского моря. По результатам многолетних наблюдений установлено, что наиболее оптимальными сроками перевода молоди в морские садки в условиях Тауйской губы является начало второй декады июня. В это время температура воды достигает 5-6 °С и в дальнейшем быстро поднимается до 12-14 °С. Благоприятна также соленость воды в прибрежье – 20-26 ‰ в первой половине июня, в дальнейшем она повышается к середине июля до 30-35 ‰. Начало второй декады июня (после прохождения паводков) является также наиболее благоприятным сроком выпуска молоди с рыбоводных заводов в реки (Хованская и др., 1991).

В полупроизводственных опытах садки с молодьёю устанавливали в искусственной солоноватоводной лагуне (30×60×2 м), вырытой в непосредственной близости от моря. При производственном подращивании в 1996-2000 гг. использовалось до 8 промышленных садков японского производства, установленных на якорях в бух. Старая Веселая. Молодь лососей перевозили с различных рыбоводных предприятий Магаданской области. Для проведения анализа данных, вся использованная молодь была условно разделена по размерно-весовым характеристикам при зарыблении на мелкую (массой до 0,5 г) и крупную (массой свыше 1 г), а по времени зарыбления – на «раннюю» (сроки посадки в морские садки – I декада июня) и «позднюю» (зарыбление со второй половины июня). Молодь кеты, переведенная в оптимальные сроки в морские садки, как мелкая, так и крупная, довольно легко переносила переход в гиперосмотическую среду и после 3-5 дней адаптации начинала активно питаться. Элиминация молоди, как правило, не превышала 2-4 %. За период чуть более месяца масса молоди кеты, пересаженной в морскую воду сразу после рассасывания желтка (или с небольшим его остатком), увеличивалась с 361 мг до, как минимум, 420-552 мг, а в случае удлинения сроков и благоприятных условий подращивания при раннем зарыблении – до 1,2 и даже 3-6 г. Относительный прирост одной рыбы при повышенной плотности посадки (30 тыс. шт./м³) составил 16,3 %, а при разреженной (до 10 тыс. шт./м³) был значительно выше – как минимум 35,4 %, а в большинстве вариантов превышал 100 %.

Заблаговременный перевод (не позже 10-15 июня) мелкой молоди массой 350-420 мг способствует получению высококачественных мальков (длина 53,3±0,7 мм, масса 1244,6±46,2 мг) в течение 30-40 дней. На протяжении всего периода выращивания сохраняется довольно высокая скорость роста ($C=0,031$). Зарыбление морских садков мелкой молодьёю кеты в более поздние сроки (начиная с 3-ей декады июня) приводит к снижению темпа роста. В данном случае скорость роста составляет всего 0,012, конечные морфологические показатели молоди (к 20 июля длина 43,8±0,5 мм и масса 643,0±23,8 мг) уступают среднегодовалым показателям естественных мальков. Более поздние сроки перевода крупной молоди кеты в морскую воду не оказывают существенного влияния на конечные размерно-весовые показатели. Так, молодь при размерах и массе 48,5±0,8 мм и 1157,7±55,9 мг, переведенная в

морскую воду в 3-й декаде июня, всего за 26 дней достигла $60,7 \pm 1,1$ мм длины и $1844,9 \pm 105,6$ мг массы тела.

В ходе опытных работ было установлено, что крупная молодь кижуча, полученная путем ускоренного подращивания в пресной воде при повышенной температуре, и имеющая среднюю массу при пересадке в соленость более 1,5 г, показала лучшие рыбоводные показатели. За период с 12 июня по 16 июля средняя масса рыб увеличилась с 1557 до 3290 мг, наибольшие экземпляры достигали свыше 8 г. Относительный прирост одной рыбы составил 111,3 %, рыбопродуктивность - 3,4 кг/м². Выживаемость мальков была высокой, погибли только единичные особи. На следующий год был зафиксирован массовый возврат взрослых рыб, что подтверждает эффективность технологии. Успешные опыты были проведены и с молодькой нерки, в том числе и с мелкой. Повышенный отход (более 20 %) был зафиксирован только в одном из четырех садков. В конце июля средняя масса рыб уже составляла 3,5 г, а в конце первой декады августа - 6,2 г. По-видимому, столь успешные результаты можно объяснить физиологической полноценностью молоди при пересадке в морскую воду, а также ранними сроками зарыбления (6-9 июня) - в период наибольшего распреснения прибрежных вод и естественных сроков так называемого «окна смолтификации» нерки (Кляшторин, Смирнов, 1990).

В заключение необходимо еще раз подчеркнуть, что широкое внедрение морского подращивания позволит значительно сократить смертность молоди лососей.

Глава VIII. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЗАВОДСКИХ РЫБ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЫБОВОДНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Необходимыми условиями создания управляемых форм лососевого хозяйства являются организация количественного учета заводских рыб, определение величин промысловых возвратов, контроль за биологическими показателями и популяционной структурой воспроизводимых стад. Для проведения этих работ важно иметь достоверные методы идентификации заводских лососей.

Оптимальным решением проблемы массового маркирования заводских рыб может стать использование природных регистрирующих структур - чешуи и отолитов (Басов, 1986, 1989; Беркетт и др., 1990; Линкольн и др., 1990; Volk et al., 1990; Munk et al., 1993; Рогатных и др., 1994, 1998а; Акиничева, Рогатных, 1996; Хованский, 1998, 2001а; Запорожец, Запорожец, 1999б). Такое маркирование или вовсе не связано с какими-либо затратами (например, если условия выращивания заводской молоди, прежде всего, температурные, значительно отличаются от природных и приводят к специфическому формированию чешуи), или затраты связаны с необходимостью создания в определенный непродолжительный период «ступенчатого» термического режима, способствующего образованию темных колец на отолитах.

Чешуя вернувшейся меченой кеты, которая выпускалась в реку при массе более 1 г, имела характерные особенности. У одних особей на чешуе регистрировалось небольшое пресноводное кольцо, у других его не было, но в зоне роста первого года успевало сформироваться более 22 склеритов - в среднем $23,6 \pm 0,2$, при колебаниях 22-25. Различия были обусловлены, по-видимому, особенностями перехода молоди из пресной воды в морскую. Следует отметить, что тот и другой типы чешуи были несвойственны природным производителям кеты р. Олы, у которых чешуя начинает закладываться только в период раннего морского нагула, поэтому пресноводных колец практически не встречается, а в первой зоне роста в большинстве случаев формируется до 22 склеритов.

В 1996 г. недалеко от г. Магадана в бухте Старая Веселая проводилась экспериментально-производственное подращивание молоди кеты в морских садках. Молодь выпускалась в море 20 июля при средней массе $1244,6 \pm 46,2$ мг (колебания 352-2030 мг, 54,8 % мальков имели массу более 1 г). Примерно 50 % заводской молоди в период эмбрионально-личиночного развития было помечено термической отолитной меткой. В 1999 г. был получен массовый возврат заводских рыб (в прежние годы кета встречалась в бухте только единично). Все 102 особи, взятые для биологического анализа, оказались четырехлетками, то есть представляли собой возврат от молоди 1996 г. 50 экземпляров имели на отолитах характерную термическую метку – специфические кольца, свидетельствующие о том, что это заводские рыбы. Анализ структуры чешуи рыб показал, что среди меченых производителей 90,0 % имели на чешуе в первой зоне роста 22 и более относительно крупных склеритов. Среди немеченых рыб с таким типом чешуи было 75,0 %. Кривые распределения производителей кеты по количеству склеритов свидетельствуют о сходном строении чешуи у производителей из бухты и об их отличии от производителей естественного происхождения. Результаты анализа позволяют сделать вывод, что большинство вернувшихся рыб были заводскими.

Производители кижуча искусственного происхождения (молодь ускоренно подращивали в пресной воде и выпускали в море на первом году жизни с предварительной адаптацией в морских садках) совершенно не имели на чешуе специфического пресноводного кольца. В первой зоне роста насчитывалось 23-24 крупных склерита.

Важнейшей природной регистрирующей структурой рыб являются отолиты. Центральная часть отолита является наилучшим местом для наложения искусственных меток, что было хорошо показано в работе Е.Г. Акиничевой и А.Ю. Рогатных (1996). Внести изменения в микроструктуру отолита можно путем манипулирования определенными параметрами окружающей среды (содержанием некоторых компонентов в составе воды, температурой воды, наличием и количеством пищи, освещенностью и т.д.). Самым удобным и эффективным было признано резкое изменение термического режима (с минимальным перепадом температуры воды в 2-4 °С), в результате чего на отолите образуется вполне четкая метка, представляющая собой набор контрастных полос. Задавая тот или иной определенный термический режим можно получать практически неограниченное количество вариантов меток, кодировать молодь, как разных рыбоводных заводов, так и отдельных партий. Изобретение способа маркирования, получившего название «сухого способа», позволяет уйти от технических проблем, связанных с изменением термического режима инкубации икры разных сроков закладки (Safronenkov et al., 1999; Сафроненков и др., 1999). Маркирующим фактором при мечении этим способом является периодическое осушение икры.

Рассмотрение вопроса эффективности работы лососевых рыбоводных предприятий требует всестороннего анализа и должно осуществляться только на основе комплексного подхода.

Р.В. Казаков (1981) выделял два основных показателя для оценки работы рыбоводных предприятий, занимающихся искусственным формированием популяций проходных лососей:

1. Конкретная величина промыслового возврата – количество взрослых особей, ежегодно возвращающихся в промысел.

2. Состояние популяций, находящихся под влиянием заводского разведения. К этому следует отнести постоянство популяционной структуры и стабильность биологических параметров рыб заводского происхождения. Необходим ежегодный контроль за половой, размерно-возрастной структурой популяций, плодовитостью, качеством зрелых половых клеток производителей, изменчивостью основных биологических характеристик рыб.

В настоящий момент в Магаданской области работают четыре предприятия по искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей – Ольская экспериментальная производственно-акклиматизационная база (ОЭПАБ), Арманский, Тауйский и Янский лососевые рыбодобные заводы (ЛРЗ). Все они находятся в структуре Охотского бассейнового управления по охране, воспроизводству рыбных запасов и регулированию рыболовства (ФГУ «Охотскрыбвод»). Проектная мощность заводов: ОЭПАБ и АЛРЗ – по 20 млн. шт., ЯЛРЗ – 30 млн. шт., ТЛРЗ – 80 млн. шт. покатной молоди кеты средней массой 0,5 г, предусмотрена также возможность разведения других видов тихоокеанских лососей.

Всего за 20 лет деятельности рыбодобных предприятий было выпущено в естественные водоемы более 600 млн. шт. молоди различных видов лососей. Основной воспроизводимый вид – кета, доля которого в общей структуре выпуска составила 81,9 %. Значительно меньше выпущено других лососей: доля горбуши составила 14,8 %, кижуча – 2,5, нерки – 0,8 %. Подавляющее большинство молоди выпущено с Ольской ЭПАБ и Арманского ЛРЗ – 92,4 %.

Несмотря на то, что в количественных показателях выпуска молодь лососей с длительным пресноводным периодом развития (кижуч, нерка) составляет незначительную часть, качественные характеристики ее значительно выше по сравнению с горбушей и кетой (по крайней мере по размерно-весовым показателям). Например, в 2001 г. средняя навеска двухлетней молоди кижуча при выпуске составила 11,1 г, двухлетней молоди нерки – 16,0 г, а трехлетней молоди, соответственно, 70,0 и 56,0 г. При этом следует отметить положительную тенденцию увеличения количества крупной молоди в последние годы.

Анализ количественных показателей выпуска свидетельствует о неравномерности и колебаниях годовых объемов рыбодобной продукции, что связано в основном с существующими пока трудностями в сборе оплодотворенной икры. Это связано с усилением промысловых нагрузок на реки, увеличением количества рыбодобывающих бригад, усилением браконьерства из-за роста безработицы и занятости населения.

На рисунке 5 представлены данные по подходам кеты в р. Олу. За время деятельности рыбодобного завода подходы кеты в отдельные годы увеличивались почти в 10 раз (по сравнению со среднепятилетним подходом до начала заводских возвратов) и достигали 300-350 тыс. шт. (несмотря на значительное сокращение в реке природного нереста). В последние годы произошло некоторое снижение подходов. По-видимому, это связано с естественными причинами, ухудшением количественных и качественных показателей выпуска, значительным промысловым и браконьерским прессом. Тем не менее, среднегодовой прирост величины подхода составил более 70 тыс. шт. Промвозврат кеты по лучшим годам ориентировочно был оценен в 2-2,5 % (Хованский и др., 1998), но проведенные в последние годы прямые оценки возврата по результатам мечения оказались не столь оптимистичными (Акиничева, 2001). Согласно данным МагаданНИРО, в 2000 г. доля рыб искусственного происхождения в возвратах р. Олы составила 6,7 %, в 2001 г. – 10,5 %, в 2002 г. – 17,4 %. Соответственно коэффициенты возврата кеты поколений 1995-1998 гг. находятся в пределах от 0,01 до 0,31 %. (в среднем 0,11 %). В то же время Ольская контрольно-наблюдательная станция оценила средний возврат заводских рыб в 1995-2000 гг. значительно большей величиной – 0,45 %, при колебаниях показателя от 0,35 до 0,56 %. Анализ взаимосвязи динамики нерестовых подходов кеты в р. Олу с подходами в близлежащие реки, не затронутые искусственным воспроизводством, свидетельствует о значительном уменьшении коррелятивной зависимости после начала заводских возвратов. То есть искусственное воспроизводство оказало ощутимое влияние на динамику численности кеты р. Олы.

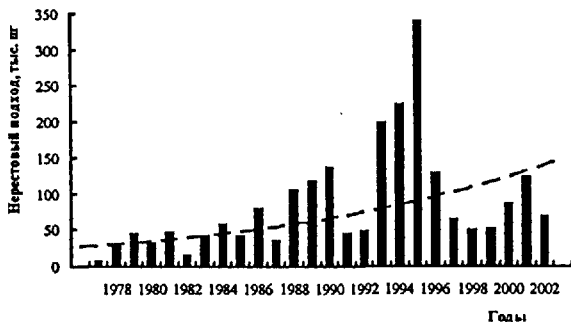


Рис. 5. Динамика подходов кеты в р. Олу

Если по кете – основному виду, разводимому на Ольской ЭПАБ, эффект от рыбоводных мероприятий, хотя и в оценках разной степени, отслеживается, то в отношении других лососей достаточно стабильных и явных результатов нет. Подходы заводской горбуши зафиксировать не удается из-за относительно малочисленных выпусков и отсутствия массового мечения. Колебания численности горбуши в р. Оле определяются, по-видимому, только природными факторами, существенных воздействий на них искусственное воспроизводство не оказывает. Вспышка численности нерки в р. Оле была зафиксирована в 1996 г., когда учетный заход производителей превысил 10 тыс. шт., а естественные нерестилища нерки оказались переполненными (Пузииков, 1998а). До начала искусственного воспроизводства и работ по удобрению (фертилизации) в оз. Б.Мак-Мак на нерест подходило не более 1 тыс. особей. В 1997 г., при анализе выборки отловленных в озере производителей нерки (200 экз.), 10 из них имели ампутированный брюшной плавник, то есть были достоверно заводскими (молодь на втором году жизни подрощивалась в естественном выростном пруду Ольской ЭПАБ). Расчетный коэффициент промыслового возврата составил 5,0 %. Размерно-весовые показатели меченых производителей не отличались от показателей рыб при естественном воспроизводстве.

В 1993 г. на Ольской ЭПАБ Охотскрыбвода было получено около 10 тыс. шт. ускоренно подрощенных заводских сеголеток кижуча. Рыбы были помечены путем ампутиации брюшного плавника. В начале июня молодь была переведена в морской садок и в середине июля выпущена в Тауйскую губу. В 1994 г. начались возвраты взрослых рыб в р. Ола. Судя по процентному соотношению меченых рыб в проверенных уловах, промысловый возврат только в 1994 г. составил не менее 2 %. Вернувшиеся заводские производители были в основном несколько меньших размеров, чем естественные – 2,0–2,5 кг против $3,2 \pm 0,2$ кг, что может быть объяснено как более низкой массой выпущенных покатников, так и отсутствием у них брюшного плавника.

Эффективность другого рыбоводного предприятия Магаданской области – Арманского ЛРЗ, по объемам выпускаемой молоди сопоставимого с Ольской ЭПАБ, оказалась значительно ниже, что и следовало ожидать, учитывая экологические особенности эстуарной зоны р. Армань. При среднегодовом выпуске Арманским ЛРЗ молоди кеты 11,2 млн. шт. (по Ольской ЭПАБ – 13,3 млн. шт.), существенного увеличения численности подходов кеты в эту реку так и не произошло – среднемноголетний подход до и после начала культивирования этого вида соответственно составил 7,0 (1966–1988 гг.) и 11,6 тыс. экз. (1989–2003 гг.), то есть подходы возросли всего в 1,6 раза. Учитывая относительно неболь-

шую численность кеты в р. Армань по сравнению с р. Олой, абсолютный прирост численности рыб оказался в этой реке ниже более чем на порядок. Довольно заметное увеличение уловов кеты наблюдалось в середине 90-х годов, но среднееголетний коэффициент промыслового возврата, даже при допущении, что вся вернувшаяся в р. Армань кета является заводской, не превысил 0,1 %. По искусственно воспроизводимой на АЛРЗ горбуше ситуация аналогична с ОЭПАБ, а значимые выпуски подращенной молоди кижуча и нерки были начаты только в последнее время и результаты пока не получены.

На Янском ЛРЗ, по данным учета меченых производителей кеты, относительно хороший возврат был зафиксирован от поколения 1994 г., вернувшегося в 1998-2000 гг. – 0,32-0,66 % по разным оценкам. Но при этом основную часть нерестовых подходов в реке составили рыбы естественного происхождения (95–96 %), а возвраты от последующих поколений оказались низкими (Акиничева, 2001; Рогатных, 2001). Среднееголетний объем выпускаемой молоди лососей по Янскому и Тауйскому ЛРЗ – всего около 2,5 млн. шт. на завод. Поэтому можно уверенно предположить, что искусственное разведение пока не оказывает существенного влияния на воспроизводство лососей в этих реках и можно говорить скорее об экспериментальных работах. Тем не менее, увеличение в последние годы количества выпускаемой подращенной молоди вселяет надежду на улучшение обстановки в дальнейшем.

Использование технологии подращивания молоди лососей в морских садках позволило существенно повысить эффективность лососеводства. Несмотря на то, что коэффициенты возвратов для кеты индустриальной популяции в р. Кулькыты колебались в широком диапазоне – от 0,15 до 1,87 %, средний возврат составил 1,19 % (Рогатных, 2001). Методами индустриально-пастбищного рыбоводства на р. Кулькыты создана популяция кеты, не уступающая по эффективности воспроизводства высокопродуктивным естественным стадам.

В 1999–2001 гг. были получены первые возвраты производителей кеты, зашедших на нерест в ручей Веселый (от молоди, выпущенной в бух. Старая Веселая в 1996–1998 гг.). В 2000 г. на нерест подошло около 5 тыс. шт. производителей (коэффициент возврата составил 0,25 %), в 2001 г. – около 12 тыс. шт.

Таким образом, несмотря на ряд положительных примеров и весьма обнадеживающих результатов лососеводства в Магаданской области, необходимо отметить, что подходы заводских рыб пока еще не стабильны, и в целом эффективность искусственного воспроизводства в регионе находится на недостаточно возможном уровне. Это обусловлено как рядом объективных причин (межгодовые колебания природно-климатических параметров), так, к сожалению, и субъективными факторами.

Причинами нестабильных возвратов могут быть выпуск с рыбоводных заводов ослабленной, неадаптированной к резким изменениям внешней среды молоди лососей, существующая практика массовых перевозок икры с других рек-доноров, популяции которых, как правило, отличаются по экологии и генетическим характеристикам. Видимо, генотип вселенцев не может адаптироваться к условиям среды новых водоемов, и многолетние усилия по трансплантациям оказываются малоэффективными.

Материалы по влиянию заводского разведения на популяционно-генетическую структуру кеты северного побережья Охотского моря были представлены и рассмотрены в ряде публикаций (Макоедов и др., 1994а, 1994б; Бачевская, Пустовойт, 1996; Бачевская и др., 1997, 2001, 2002; Pustovoi, Khovansky, 1999; Пустовойт, Хованский, 2000; Bachevskaya et al., 2000). Результаты первых популяционно-генетических исследований заводского стада кеты р. Ола выявили некоторое изменение генного разнообразия – смещение значений аллельных частот в сторону популяций-доноров (Макоедов и др., 1994а, 1994б), тенденцию к снижению уровня аллельного полиморфизма (Бачевская, Пустовойт, 1996).

Таблица 2

Средние (по 5 локусам) значения аллельного разнообразия в популяциях кеты *

Год	р. Тауй				р. Ола				р. Яма			
	n	N	μ	s	n	N	μ	s	n	N	μ	s
1991	3	296	1,529	0,015	3	287	1,485	0,015	3	300	1,551	0,015
1992	-	-	-	-	1	100	1,398	0,029	-	-	-	-
1993	1	100	1,493	0,027	5	250	1,454	0,018	-	-	-	-
1994	3	229	1,509	0,017	3	155	1,412	0,023	-	-	-	-
1995	3	284	1,57	0,02	5	408	1,55	0,01	1	100	1,55	0,03
1996	2	200	1,55	0,02	3	234	1,64	0,02	-	-	-	-
1997	1	74	1,57	0,03	1	84	1,56	0,02	-	-	-	-

* – n – количество выборок, N – количество исследованных экземпляров, μ – показатель аллельного разнообразия, s – ошибка. 1991-1994 гг. – Бачевская, Пустовойт, 1996; 1995-1997 гг. – Бачевская и др., 2001.

Таблица 3

Возрастная структура и средний возраст кеты р. Олы

Год	Возрастная структура, %					Средний возраст, лет
	2+	3+	4+	5+	6+	
1991	6,0	44,4	49,0	0,6	-	3,44
1992	3,3	76,3	20,3	-	-	3,17
1993	1,1	44,3	53,1	1,5	-	3,55
1994	2,2	67,3	28,2	2,3	-	3,31
1995	0,4	27,9	70,4	1,3	-	3,73
1996	-	5,0	13,0	82,0	-	4,77
1997	-	12,8	51,5	22,8	12,9	4,36

В последующем средние значения аллельного разнообразия кеты р. Олы восстановились и даже увеличились по сравнению с реками, не затронутыми искусственным воспроизводством (табл. 2), но как показали проведенные популяционно-генетические исследования и анализ возрастной структуры кеты (табл. 3), восстановление разнообразия произошло благодаря массовому возврату рыб от генерации 1990 г., когда основная часть икры для заводской инкубации была собрана на «родной» реке. При организации сбора икры для Ольской ЭПАБ было рекомендовано основной сбор производить на р. Ланковой (приток р. Олы), сохраняющей популяционно-генетические параметры ольского стада кеты даже в условиях искусственного воспроизводства (Пустовойт, Хованский, 2000; Бачевская и др., 2001).

Ю.П. Алтухов (1994) рекомендует при поддержании маточных стад рыб в аквакультуре избегать как инбридинга, так и аутбридинга, поддерживая каждое стадо как независимую целостную единицу; сбор искусственно оплодотворенной икры осуществлять на всем протяжении нерестового хода производителей в реку, избегая неравномерного изъятия половых продуктов или предпочтения крупных рыб мелким (и наоборот). Только совершенствование биотехнологий выращивания молоди и увеличения ее количества без сохранения уровня природного разнообразия, помогающего лососям выживать в дикой среде, не может привести к успеху рыбоводных программ, о чем свидетельствует и североамериканская практика (Лихатович, 2004). В развитие вышеизложенного, учитывая отечественный и зарубежный опыт, в том числе и негативные последствия межпопуляционных трансплантаций икры в регионе (Макоедов и др., 1994а; Бачевская, Пустовойт, 1996), для предотвращения неблагоприятных воздействий искусственного воспроизводства на генетическую структуру североохотоморской кеты был предложен ряд мероприятий (Pustovoit, Khovansky, 1999; Пустовойт, Хованский, 2000):

- 1) сбор основной части оплодотворенной икры должен осуществляться на «родной» реке;
- 2) отлов производителей для рыбоводных целей следует проводить пропорционально временной динамике хода и, по-возможности, заполнению отдельных нерестилищ;
- 3) необходимо сохранение при искусственном воспроизводстве природной половой структуры, отбор половых продуктов и оплодотворение икры должны проходить по принципу «одна самка – один самец», следует применять индивидуальное скрещивание;
- 4) биотехнологии подращивания должны быть ориентированы на получение высококачественной молоди, отличающейся хорошей жизнестойкостью и способной обеспечивать высокие возвраты. Для этого необходимо регулирование температуры инкубации (для синхронизации сроков вылупления эмбрионов из икры различных сроков закладки). Кроме этого, следует использовать на одном рыбоводном предприятии несколько биотехнологий подращивания молоди с применением различных термических режимов и условий содержания рыб.

В заключение необходимо еще раз подчеркнуть о необходимости и важности популяционно-генетического мониторинга в общей системе управляемого лососеводства. Как было показано, целевые популяционно-генетические исследования могут заранее выявить скрытые негативные моменты и наметить реальные пути повышения общей эффективности искусственного воспроизводства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема рационального управления природными ресурсами чрезвычайно важна, от ее успешного решения во многом будет зависеть эффективность использования сырьевого потенциала и дальнейший экономический рост. Тихоокеанские лососи в данном плане представляют собой один из интереснейших объектов исследований, что обусловлено их высокой экономической значимостью, особенностями биологического цикла, возможностям целенаправленных антропогенных воздействий в регулировании популяционной численности. Рациональное сочетание естественного воспроизводства и лососевой аквакультуры должно создать стабильность нерестовых походов, обеспечить восстановление и увеличение численности ценных объектов промысла.

Масштабы искусственного разведения лососей на Дальнем Востоке России хотя и уступают таковым в странах, занимающих ведущие места в лососеводстве (Японии и США), но тем не менее с каждым годом возрастают, а по охвату территорий, связанных с заводским воспроизводством этих видов рыб, не имеют аналогов в мире. Рассмотренный на примере отдельного Североохотоморского региона опыт широкомасштабного искусственного воспроизводства важен для дальнейшего развития отрасли как в регионе, так и на всем Дальнем Востоке.

К основным составляющим управляемого лососеводства могут быть отнесены следующие основные блоки, требующие специальных и всесторонних исследований:

1. Экологическая обоснованность объемов искусственного разведения.
2. Отработка биотехнологий выдерживания производителей, инкубирования оплодотворенной икры, выдерживания личинок. Направленное получение высококачественной заводской молоди лососей, способной обеспечить стабильные, гарантированные возвраты.
3. Популяционно-генетический мониторинг искусственно воспроизводимых стад, оценка эффективности рыбоводных мероприятий.

Общая разработанная схема организации управляемого лососеводства применительно к конкретному региону приведена на рисунке 6.

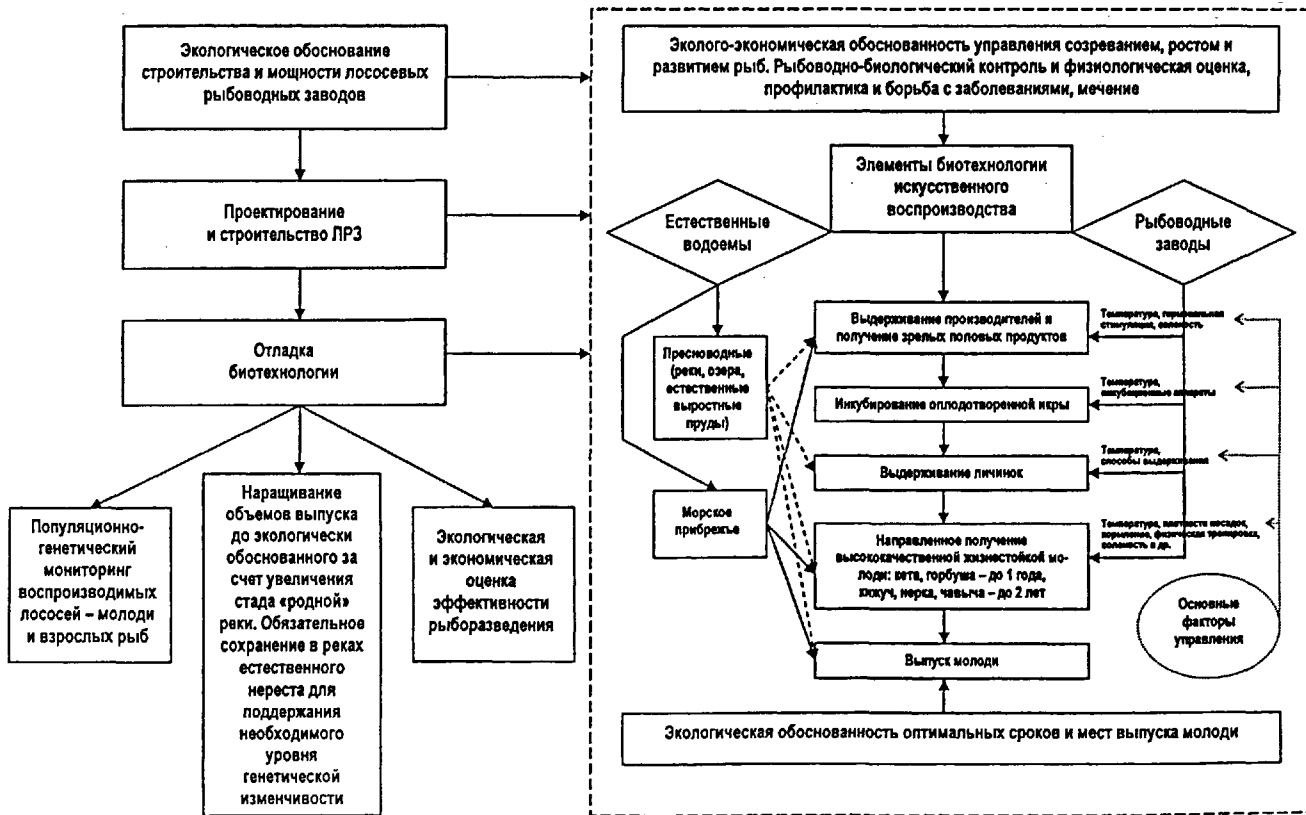


Рис. 6. Схема организации управляемого лососеводства применительно к конкретному региону

Результаты, полученные в настоящей работе, свидетельствуют о том, что физиологические показатели рыб значительно отличаются в зависимости от условий выращивания молоди. Для тихоокеанских лососей свойственны и специфические видовые особенности. Это необходимо учитывать как при выборе биотехнологии разведения того или иного вида (температура инкубации, кормление, смолтификация и адаптация к морской воде), так и при установлении рыбоводного стандарта.

На данном этапе развития лососеводства можно рекомендовать следующие экономически выгодные направления биотехнологий, обеспечивающие гарантированные возвраты:

- кета, горбуша – подращивание в пресной и морской воде до 1-2 г (возвраты 2-3 %);
- кижуч, нерка, чавыча – подращивание в пресной воде до 3-10 г в течение одного года при искусственном водоподогреве или в течение двух лет без подогрева, либо в естественных выростных прудах, после этого адаптация и подращивание в морских садках (возвраты 2-3 %, по нерке возврат может быть выше – 10 % и более).

Инкубацию икры тихоокеанских лососей целесообразно осуществлять в аппаратах Аткинса; выдерживание личинок – в аппаратах NOPAD, пресноводное подращивание – в бетонных лотках, пластиковых бассейнах, естественных выростных прудах; морское подращивание – в делевых садках, устанавливаемых в лагунах, лиманах или непосредственно в прибрежных закрытых участках моря. При больших объемах закладки икры горбуши, после ее инкубации в заводских условиях, вылупление и выдерживание личинок может осуществляться в естественных промелиорированных протоках и ручьях с приемлемыми экологическими условиями и обязательным рыбоводным контролем. Для решения температурной проблемы и подготовки рыб к выпуску в природную среду целесообразно использовать естественные выростные пруды (кета), в том числе и для двухлетнего подращивания (кижуч, нерка). Подращивание молоди нерки можно также осуществлять в естественных озерах.

Проведенный анализ эффективности регионального лососеводства показал, что, несмотря на ряд положительных примеров и хороших результатов, подходы заводских рыб не отличаются стабильностью, а по отдельным рыбоводным предприятиям уровень заводского воспроизводства почти не заметен по сравнению с естественным при довольно больших объемах выпуска молоди. Пути улучшения создавшейся ситуации являются также техническое перевооружение заводов, заготовка оплодотворенной икры на «родных» реках, переход на биотехнологию морского выдерживания производителей в условиях их дефицита, расширение садковой базы морского подращивания молоди, в том числе развитие сети садковых пунктов в устьях и эстуариях малых рек, необходимость постройки регионального центра лососевого кормопроизводства.

Управляемым может быть назван только такой тип рыбного хозяйства, который позволяет не только получать максимальную экономическую выгоду, но и неограниченно долго сохранять природные популяции (Алтухов, 1994). В связи с этим при заводском разведении обязательно следует придерживаться концепции умеренности и ограниченности искусственных воздействий на природные популяции и ход жизненного цикла лососей (по аналогии с предосторожным подходом в промысловом прогнозе и принципом «не навреди»). Так как адаптации нативных популяций лососей к конкретным экологическим условиям отдельных рек вырабатывались в течение длительного времени и во многих случаях являются генетически закрепленными, крупномасштабные перевозки икры и молоди из одних водоемов в другие становятся малоэффективными, нежелательными и не должны осуществляться в рыбоводной практике.

Аналогичный подход должен применяться и при создании рыбам искусственных экологических условий (при заводском выращивании). Экологические условия на заводах должны в основном приближаться к естественным. Но при этом в случае закладки небольшого количества икры завод должен

иметь возможность выпустить молодь с более высокими качественными показателями, способную обеспечить повышенный возврат. В связи с этим в технологической схеме предприятий должна быть предусмотрена возможность терморегуляции для ускоренного подращивания мальков. Производственный цикл обязательно должен заканчиваться подращиванием молоди в морских садках.

Таким образом, проведенная работа показала, что решение проблемы создания управляемых форм лососевого хозяйства, по крайней мере, в рамках одного большого региона, вполне реально. Уже в настоящее время можно использовать многие полученные результаты и разработки, которые позволяют сделать вывод о перспективности дальнейшего развития регионального рыбоводства.

ВЫВОДЫ

1. В результате проведения на северном побережье Охотского моря комплекса работ по изучению роста и развития молоди различных видов тихоокеанских лососей, установлено, что экологические, прежде всего кормовые, условия естественных нагульных водоемов ограничивают мощности рыбоводных заводов. С учетом количественных и качественных показателей мальков, скатывающихся с естественных нерестилищ, предельная суммарная мощность рыбоводных заводов в Тауйской губе Охотского моря должна составлять порядка 150 млн. шт. молоди кеты и горбуши, выпускаемой в реки при массе 0,3-0,7 г. При условии выпуска физиологически полноценной молоди, подращенной на заводах до более крупных размеров и способной быстро откочевывать в богатые по кормовой базе открытые участки моря (в том числе молоди и других видов – кижуча, нерки, чавычи), использовании биотехнологии подращивания рыб в естественных выростных прудах, озерах, морских садках и лагунах, объемы эффективного выпуска могут быть увеличены.

2. Перевод молоди лососей из цеха-питомника в естественные выростные водоемы (пруды, морские садки) приводит к снижению кормовых затрат, ускорению роста, более эффективному функционированию кровеносной и пищеварительной систем организма. В крови повышается содержание гемоглобина и количество эритроцитов, усиливается эритропоэз. В эпителиальных клетках желудочно-кишечного тракта происходит усиление основных клеточных процессов – эндоцитоза, белкового синтеза и клеточной энергетики. Разработана следующая схема рыбоводного использования естественных площадей для получения физиологически полноценной молоди. Пресные водоемы: горбуша – вылупление и выдерживание личинок в искусственных мелиорированных каналах с приемлемыми экологическими условиями и обязательным рыбоводным контролем; кета, кижуч, нерка – использование естественных выростных прудов и озер для подращивания молоди. Морские водоемы, лиманы: интенсивное садковое подращивание молоди всех видов в течение 1-2 месяцев перед выпуском.

3. Процесс созревания производителей лососевых рыб во многом связан с балансом температурных и гормональных факторов. Скорость дозревания производителей экспоненциально зависит от температуры (в пределах исследованных температур от 4 до 15 °С), наиболее оптимальными при выдерживании следует считать температуры 8-9 °С. Гормональная стимуляция рыб гипофизарными препаратами и сурфагоном не оказывает отрицательного воздействия на качество получаемой икры и физиологическую полноценность выращиваемой молоди. Повышение эффективности созревания производителей и увеличение количества икры, собираемой для рыбоводных целей в условиях переловов и браконьерства, могут быть достигнуты путем отлова рыб в морском прибрежье перед заходом в реки и выдерживания их до созревания в морских садках. При содержании в морской воде рыбы не заболевают сапролегниозом, мышечные волокна сохраняют красный цвет.

4. Найдено, что эффективность инкубирования икры и выдерживания личинок тихоокеанских лососей во многом определяется качеством исходного материала, из-за чего особое внимание следует уделять биотехнике выдерживания производителей, сбору и транспортировке заготавливаемой икры. Продолжительность и эффективность инкубации икры и выдерживания личинок определяют также температура воды, применение различных инкубационных аппаратов и способов выдерживания, дезинфицирующие средства. Лососи имеют специфические видовые и региональные особенности эмбрионального развития. В условиях близких температур наиболее быстро развивается икра кижуча, затем кеты, горбуши и нерки. Эмбриональное развитие горбуши в северных районах естественного воспроизводства удлиняется по сравнению с южными районами.

5. Повышение температуры воды в бассейнах до 5-10 °С значительно улучшает качественные показатели молоди всех видов лососевых: приводит к существенному увеличению навески покатников горбуши и кеты, а также позволяет менее чем за один год получать жизнестойкую молодь кижуча, нерки и чавычи, способную успешно адаптироваться к соленой воде. При этом улучшаются гематологические показатели, стимулируется эритропоэз и происходит нормализация соотношения форменных элементов белой крови, эпителий желудочно-кишечного тракта демонстрирует пример высокой функциональной активности. Улучшение физиологических показателей и ускорение роста молоди наблюдаются также при снижении в питомниках плотностей посадок, в том числе и при низких температурах воды.

6. Применение физического тренинга рыб путем увеличения скорости течения воды в круговых бассейнах до 0,1-0,25 м/с в большинстве случаев приводит к повышению массы тела мальков. При физических нагрузках у молоди кеты, кижуча и нерки увеличиваются индексы внутренних органов, особенно, индекс сердца, повышаются значения гематологических показателей. В эпителиальных клетках кишечника усиливается эндцитоз и возрастает количество митохондрий. Тренированные рыбы отличаются более высокой физической выносливостью на течении и по плавательной способности более чем вдвое превосходят контрольную молодь.

7. Увеличение скорости течения в круговых бассейнах, введение в рационы молоди добавок поваренной соли, постепенное наращивание солености воды оказывают положительное влияние на становление системы осморегуляции и ионной регуляции, а также способность рыб адаптироваться к морскому образу жизни. При этом усиливается активность транспортных ферментов пищеварительного тракта, наблюдаются приспособительные изменения в структуре тканей желудка и кишечника. Лучшая приспособленность к соленой воде отражается на выживаемости, степени и продолжительности дегидратации, динамике и уровне накопления электролитов в организме, высокой сохранности эпителиальных структур желудочно-кишечного тракта и жабр.

8. Популяционно-генетический мониторинг показал, что наибольшие возвраты заводской кеты в р. Олу получены от икры, собранной на «родной» реке. Восстановление и рост генетического разнообразия ольской кеты были обеспечены не массовыми перевозками икры, а наоборот, увеличением объема сбора на «родной» реке. Крупномасштабные перевозки оплодотворенной икры с других рек не дают ощутимого эффекта и не должны применяться в рыбоводной практике. Для сохранения уровня биологического разнообразия сбор основной части икры должен осуществляться на «родной» реке; отлов производителей для рыбоводных целей следует проводить пропорционально временной динамике хода и, по возможности, заполнению отдельных нерестилищ; для исключения фактора селективности и устранения разнокачественности молоди, получаемой из икры различных сроков закладки, на заводах необходимо применять синхронизацию сроков вылупления эмбрионов путем регулирования температуры инкубации, а также предусматривать возможность использования на одном рыбоводном

предприятия нескольких биотехнологий подращивания молоди с применением различных термических режимов и условий содержания рыб.

9. Несмотря на ряд положительных примеров искусственного воспроизводства, тем не менее, возвраты заводских рыб не отличаются стабильностью, а по отдельным рыбоводным предприятиям находятся на недопустимо низком уровне. Причины низких возвратов и недостаточной эффективности рыбоводства – переловы и браконьерство, ухудшение качества искусственно воспроизводимых рыб, недостаточные масштабы пресноводного и морского подращивания молоди, продолжение практики региональных трансплантаций оплодотворенной икры. Пути улучшения создавшейся ситуации – техническое перевооружение заводов, заготовка оплодотворенной икры на «родных» реках, переход на биотехнологию морского выдерживания производителей в условиях их дефицита, расширение садковой базы морского подращивания молоди, в том числе развитие сети садковых пунктов в устьях и эстуариях малых рек, необходимость постройки регионального центра лососевого кормопроизводства.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Разработан комплекс мероприятий и практических рекомендаций с целью улучшения качества выращиваемой молоди различных видов тихоокеанских лососей и повышения эффективности ведения рыбоводства, включающий как использование площадей естественных водоемов, так и оптимизацию биотехники искусственного разведения рыб в условиях ЛРЗ (снижение плотностей посадок, повышение температуры воды, физический тренинг рыб в круговых бассейнах, применение сбалансированных пастообразных кормосмесей и гранулированных кормов, введение минеральных и биологически активных добавок в рационы, постепенный перевод молоди в морскую воду, подращивание в морских садках). Отдавая предпочтение приближению заводских условий содержания рыб к естественным, что связано с выпуском молоди в природную среду, тем не менее, следует подчеркнуть, что в современных биотехнологиях искусственного воспроизводства должны широко использоваться экологические методы управления развитием рыб. При строгом обосновании управление ростом, развитием и физиологическими процессами в пределах видовых адаптаций лососей могут осуществляться практически на всех этапах рыбоводных работ – при получении от производителей зрелых половых продуктов, инкубации икры, выдерживании личинок и подращивании молоди.

2. В условиях низких температур молодь лососей следует кормить специальными ферментализованными пастообразными кормосмесями с предварительным приучением личинок к искусственному корму. При выращивании молоди в диапазоне оптимальных температур (10-16 °С) целесообразно применять сухие гранулированные корма, в частности, ГФ-2 и Г-30, содержащие продукты микробиологического синтеза (гаприн и ферментализат БВК), ЛИМ-94, составленный на основе местных сырьевых компонентов, отечественный промышленный комбикорм ЛС-НТ, разработанный ВНИИПРХ (приморское производство), а также американские лососевые комбикорма «Biodiet starter». Это позволяет повысить выживаемость, темп роста, снизить кормовые затраты и улучшить физиологические характеристики – показатели крови и морфофункциональное состояние эпителиоцитов пищеварительного тракта.

3. Выпуск молоди с рыбоводных заводов, а также перевод мальков в морские садки для дальнейшего подращивания должны осуществляться в начале второй декады июня, после прохождения паводков и оптимизации экологических условий в прибрежье. Смещение сроков приводит к снижению эффективности морского подращивания и нагула молоди. Оценка качества и физиологической полноценности молоди должны осуществляться комплексно с использованием ряда показателей и тестов.

На данном этапе развития лососеводства для Северо-Охотоморского региона можно рекомендовать следующие экономически выгодные направления биотехнологий, обеспечивающие гарантированные возвраты:

- кета, горбуша – подращивание в пресной и морской воде до 1-2 г (возвраты 2-3 %);
- кижуч, нерка, чавыча – подращивание в пресной воде до 3-10 г в течение одного года при искусственном водоподогреве или в течение двух лет без подогрева, либо в естественных выростных прудах, после этого адаптация и подращивание в морских садках (возвраты 2-3 %, по нерке может быть выше – 10 % и более).

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Фомин А.В., Хованская Л.Л., Хованский И.Е. Методические рекомендации по применению японских аппаратов расширенного типа для инкубации икры кеты.- Л.: ГосНИОРХ, 1990.- 13 с.
2. Скопичев В.Г., Ноздрачев А.Д., Ряховская Л.Л., Эпштейн Н.Э., Фомин А.В., Хованский И.Е. Морфофункциональная характеристика процессов пищеварения у молоди кеты при выращивании на рыбоводных заводах // Физиология пищеварения и всасывания: Тез. докл. XV Всесоюз. конф.- Краснодар, 1990.- С. 249.
3. Хованский И.Е. Морфофизиологическая и функциональная оценка заводской молоди кеты, выращенной при различных гидрологических режимах // Сб. науч. трудов Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1991. Вып. 306. С. 121-128.
4. Хованский И.Е. Выдерживание личинок горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* Walb. в условиях искусственного канала // Сб. науч. трудов Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1991. Вып. 307. С. 157-168.
5. Скопичев В.Г., Балашов И.В., Соколова И.О., Хованский И.Е., Ноздрачев А.Д. Изменение нейроэндокринных элементов пищеварительного тракта молоди кеты при солевой адаптации // 4 Всесоюз. конф. «Эндокринная система организма и вредные факторы окружающей среды»: Тез. докл.- Л., 1991.- С. 213.
6. Скопичев В.Г., Ноздрачев А.Д., Ряховская Л.Л., Фомин А.В., Хованский И.Е. Влияние состава и консистенции кормов на структурно-функциональную организацию желудочно-кишечного тракта молоди кеты // Сб. науч. трудов Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1991. Вып. 306. С. 129-143.
7. Скопичев В.Г., Ноздрачев А.Д., Ряховская Л.Л., Хованский И.Е., Фомин А.В. Морфологические показатели состояния желудочно-кишечного тракта молоди кеты при физических нагрузках // Вестник Ленинградского государственного университета. Сер. 3. 1991. Вып. 4. № 24. С. 73-80.
8. Хованский И.Е. Сравнение качественных показателей природной и заводской молоди кеты Северо-Востока СССР // V Всесоюз. конф. по раннему онтогенезу рыб: Тез. докл. Астрахань, 1-3 окт. 1991.- М., 1991.- С. 203-204.
9. Хованский И.Е. Основные направления совершенствования биотехники искусственного воспроизводства различных видов тихоокеанских лососей в Магаданской области // Рациональное использование биоресурсов Тихого океана: Тез. докл. Всесоюз. конф.- Владивосток: ТИРО, 1991. С. 213-214.
10. Хованская Л.Л., Хованский И.Е., Фомин А.В. Влияние паводков на интенсивность ската заводской молоди кеты и сравнительная физиологическая оценка природных и заводских покатников // Сб. науч. трудов Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1991. Вып. 307. С. 206-214.
11. Хованский И.Е., Фомин А.В., Сафроненков Б.П. Использование естественных водоемов для выращивания заводской молоди кеты // Рыб. хоз-во. 1991. № 10. С. 22-23.
12. Хованский И.Е., Шахматова Е.И., Карпенко Л.А. Электролитный состав кеты и горбуши в эмбриональный и ранний постэмбриональный периоды развития // V Всесоюз. конф. по раннему онтогенезу рыб: Тез. докл. Астрахань, 1-3 окт. 1991.- М., 1991.- С. 91.
13. Остроумова И.Н., Хованский И.Е., Коморкин Н.А., Мосейчук К.Б. Информативность физиолого-биохимических и функциональных тестов для оценки качества выращиваемых рыб // VIII науч. конф. по экологической физиологии и биохимии рыб: Тез. докл. Т. 2.- Петрозаводск, 1992.- С. 30-31.
14. Скопичев В.Г., Ноздрачев А.Д., Соколова И.О., Ряховская Л.Л., Хованский И.Е. Цитофизиологическая характеристика эпителия желудочно-кишечного тракта молоди кеты при солевой адаптации // Физиологический журнал. 1992. Т. 78. № 10. С. 105-113.
15. Скопичев В.Г., Балашов И.В., Соколова И.О., Хованский И.Е. Изменение нейроэндокринных элементов пищеварительного тракта молоди кеты при адаптации к воде повышенной солености // VIII науч. конф. по экологической физиологии и биохимии рыб: Тез. докл. Т. 2.- Петрозаводск, 1992.- С. 105.

16. Скопичев В.Г., Соколова И.О., Хованский И.Е., Фомин А.В. Цитофизиологические механизмы адаптации молоди лососевых рыб к изменениям условий среды // VIII науч. конф. по экологической физиологии и биохимии рыб: Тез. докл. Т. 2.- Петрозаводск, 1992.- С. 106.
17. Хованская Л.Л., Хованский И.Е., Фомин А.В. Гематологические показатели молоди тихоокеанских лососей, выращиваемой на рыбоводных заводах Северо-Востока СССР // VIII науч. конф. по экологической физиологии и биохимии рыб: Тез. докл. Т. 2.- Петрозаводск, 1992.- С. 151.
18. Хованский И.Е. Возможность ускоренного получения смолтов кижуча // Рыб. хоз-во. 1992. № 3. С. 25-28.
19. Хованский И.Е. Морфофизиологические и функциональные особенности молоди кеты и кижуча, выращенной при повышенной температуре и физической нагрузке // VIII науч. конф. по экологической физиологии и биохимии рыб: Тез. докл. Т. 2.- Петрозаводск, 1992.- С. 148-149.
20. Хованский И.Е. Влияние тренинга, добавления поваренной соли в рацион и режима перевода из пресной воды в морскую на содержание натрия в плазме крови молоди лососевых рыб // VIII науч. конф. по экологической физиологии и биохимии рыб: Тез. докл. Т. 2. - Петрозаводск, 1992.- С. 150.
21. Хованский И.Е. Физиологические и функциональные аспекты улучшения качества молоди тихоокеанских лососей, выращиваемой на рыбоводных заводах Магаданской области / Автореф. дис. ... канд. биол. наук.- СПб., 1992.- 20 с.
22. Хованский И.Е., Наточин Ю.В., Шахматова Е.И. Влияние физической нагрузки на осморегуляторную способность заводской молоди кеты *Oncorhynchus keta* // Вопр. ихтиологии. 1992. Т. 32. Вып. 3. С. 133-139.
23. Хованский И.Е. Особенности созревания производителей кеты при различных термических режимах // Биология и рациональное использование гидробионтов, их роль в экосистемах: Тез. докл. конф. молодых ученых.- Владивосток: ТИНРО, 1993.- С. 34-35.
24. Хованский И.Е. Возможности направленного управления процессами гаметогенеза, роста и развития при искусственном разведении лососевых рыб // Биология и рациональное использование гидробионтов, их роль в экосистемах: Тез. докл. конф. молодых ученых.- Владивосток: ТИНРО, 1993.- С. 35-37.
25. Khovansky I.Ye., Natochin Yu.V., Shakhmatova Ye.I. Effect of physical exercise on osmoregulatory capability in hatchery-reared juvenile chum salmon, *Oncorhynchus keta* // J. Ichthyol. 1993. V. 33. № 1. P. 36-43.
26. Андронов А.Е., Хованский И.Е., Тренклер И.В., Прохорова С.В. Созревание производителей лососевых рыб в зависимости от температуры воды и гормональных воздействий // Сб. науч. трудов Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1994. Вып. 308. С. 85-100.
27. Семенов К.И., Хованский И.Е. Состояние и перспективы развития лососеводства в Магаданском регионе // Сб. науч. трудов Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1994. Вып. 308. С. 3-9.
28. Скопичев В.Г., Ноздрачев А.Д., Соколова И.О., Балашов И.В., Хованский И.Е., Фомин А.В. Цитофизиологические исследования в разработке мероприятий по повышению эффективности промышленного рыбоводства // Сб. науч. трудов Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1994. Вып. 308. С. 210-216.
29. Скопичев В.Г., Хованский И.Е. Ультраструктура эпителия жабр и желудочно-кишечного тракта ювенильной молоди кеты при адаптации к воде повышенной солености // Сб. науч. трудов Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1994. Вып. 308. С. 200-209.
30. Хованский И.Е. Влияние различных факторов на смолтификацию лососевых рыб и разработка методов повышения солеустойчивости молоди // Сб. науч. трудов Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1994. Вып. 308. С. 185-199.
31. Хованский И.Е. Физиологическая оценка молоди кеты, выращенной в условиях нарастающей солености // Сб. науч. трудов Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1994. Вып. 308. С. 233-239.
32. Хованский И.Е. Сравнительная морфофизиологическая характеристика молоди лососевых рыб, полученной при различных условиях содержания на рыбоводных заводах Магаданской области // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. 1994. Т. 113. С. 124-132.
33. Хованский И.Е., Хованская Л.Л. Роль гематологических показателей в определении физиологической полноценности заводской молоди лососевых // Сб. науч. трудов Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1994. Вып. 308. С. 171-184.
34. Скопичев В.Г., Ноздрачев А.Д., Соколова И.О., Балашов И.В., Хованский И.Е., Фомин А.В. Цитофизиологические исследования в разработке мероприятий по повышению эффективности промышленного рыбоводства // Комплексные исследования морских гидробионтов и условий их обитания.- Владивосток: ТИНРО, 1994.- С. 122-129.
35. Хованский И.Е. Биологические особенности развития горбуши в разных регионах естественного воспроизводства // Биоресурсы морских и пресноводных экосистем: Тез. докл. конф. молодых ученых.- Владивосток: ТИНРО-центр, 1995.- С. 85-86.

36.Хованский И.Е. Перспективы акклиматизации североохотоморской горбуши в Белом море и проблемы создания управляемого воспроизводства вида // Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря.- СПб., 1995.- С. 161-162.

37.Хованский И.Е., Хованская Л.Л., Аганцев М.А., Фомин А.В. Факторы успешной адаптации заводской молоди тихоокеанских лососей к морской воде // Биоресурсы морских и пресноводных экосистем: Тез. докл. конф. молодых ученых.- Владивосток: ТИНРО-центр, 1995.- С. 87-88.

38.Фомин А.В., Хованский И.Е. Рационализация режимов кормления молоди лососей и концепция развития дальневосточного кормопроизводства // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири.- Томск, 1996.- С. 75-76.

39.Хованский И.Е. Эколого-физиологические аспекты управляемого пастбищного лососеводства // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири.- Томск, 1996.- С. 76-77.

40.Хованский И.Е., Аганцев М.А., Липп В.А. Первый опыт разведения чавычи в Магаданской области // Задачи и проблемы развития рыб. хоз-ва на внутренних водоемах Сибири.- Томск, 1996.- С. 78.

41.Хованский И.Е., Пузиков П.И., Болотин И.А. Перспективы использования озер для разведения нерки в Магаданской области // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири.- Томск, 1996.- С. 64-65.

42.Бачевская Л.Т., Великанин Е.С., Пустовойт С.П., Хованский И.Е. Влияние искусственного воспроизводства кеты на численность и генетическое разнообразие ее популяций // Первый конгресс ихтиологов России: Тез. докл. (Астрахань, сент. 1997 г.).- М.: Изд-во ВНИРО, 1997.- С. 348.

43.Пузиков П.И., Хованский И.Е., Евдокимова Э.Н., Болотин И.А. Нерка северного побережья Охотского моря и пути увеличения ее запасов // Первый конгресс ихтиологов России: Тез. докл. (Астрахань, сент. 1997 г.).- М.: Изд-во ВНИРО, 1997.- С. 89.

44.Фомин А.В., Хованский И.Е., Пузиков П.И. Основные направления развития лососевого кормопроизводства // Первый конгресс ихтиологов России: Тез. докл. (Астрахань, сент. 1997 г.).- М.: Изд-во ВНИРО, 1997.- С. 339-340.

45.Хованская Л.Л., Пузиков П.И., Хованский И.Е. Использование естественных выростных прудов для выращивания и зимовки молоди нерки // Первый конгресс ихтиологов России: Тез. докл. (Астрахань, сент. 1997 г.).- М.: Изд-во ВНИРО, 1997.- С. 323.

46.Хованский И.Е. Вопросы становления функционально-биохимических адаптаций при повышении устойчивости молоди лососевых к солености // Первый конгресс ихтиологов России: Тез. докл. (Астрахань, сент. 1997 г.).- М.: Изд-во ВНИРО, 1997.- С. 244.

47.Хованский И.Е., Липп В.А., Хованская Л.Л., Аганцев М.А., Фомин А.В. Морское подращивание молоди как фактор повышения эффективности пастбищного лососеводства // Изв. Тихоокеан. рыбохозяйственного центра. 1997. Т. 122. С. 188-199.

48.Хованский И.Е., Фомин А.В., Пузиков П.И. Новые подходы к биотехнологиям искусственного разведения в связи с задачами управляемого лососеводства // Первый конгресс ихтиологов России: Тез. докл. (Астрахань, сент. 1997 г.).- М.: Изд-во ВНИРО, 1997.- С. 323-324.

49.Хованский И.Е. Идентификация заводских лососей по структуре чешуи // Северо-Восток России: проблемы экономики и народонаселения. Расширенные тез. докл. регион. науч. конф. Т. 1.- Магадан: ОАО "Северовостокзолото", 1998.- С. 107-108.

50.Хованский И.Е., Фомин А.В., Рогатных А.Ю., Хованская Л.Л. Анализ хозяйственно-экономической деятельности рыбодных заводов Магаданской области, проблемы и перспективы регионального лососеводства // Северо-Восток России: проблемы экономики и народонаселения. Расширенные тез. докл. регион. науч. конф. Т. 1.- Магадан: ОАО "Северовостокзолото", 1998.- С. 100-101.

51.Бачевская Л.Т., Великанин Е.С., Пустовойт С.П., Хованский И.Е. Генетическая изменчивость молоди кеты в условиях искусственного воспроизводства // Науч.-практ. конф. «Магадан: годы, события, люди». Магадан, 15-16 июля 1999 г.: Тез. докл.- Магадан, 1999.- С. 166-167.

52.Pustovoit S.P., Khovansky I.E. Genetic variation of mixed populations of Pacific Salmon and problems of its preservation with artificial reproduction programs // Russian-American Conference on Salmon Conservation. April 18-22, 1999. Kamchatka, Russia.- Petropavlovsk-Kamchatsky, 1999.- P. 49.

53.Пустовойт С.П., Хованский И.Е. Генетическое разнообразие смешанных популяций тихоокеанских лососей и проблемы его сохранения при искусственном воспроизводстве // Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей. Сб. науч. докл. российско-американской конф. по сохранению лососевых.- Хабаровск, 2000.- С. 83-91.

54.Хованский И.Е. Акклиматизация североохотоморской горбуши на Европейском Севере // Рыб. хоз-во. 2000. № 2. С. 38-39.

- 55.Хованский И.Е. Задачи и возможности управляемого пососеводства // Рыб. хоз-во. 2000. № 3. С. 50-53.
- 56.Хованский И.Е. К вопросу о возможной длительности нахождения тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* в пресной воде и его значение для аквакультуры // Вопр. рыболовства. 2000. Т. 1. № 1. С. 74-98.
- 57.Bachevskaya L.T., Velizhanin E.S., Pustovoit S.P., Khovansky I.E. Genetic diversity of Pacific salmon mixed populations and the problem of its conservation under artificial reproduction // Biodiversity and dynamics of ecosystems in North Eurasia. V. 3.- Novosibirsk: Rus. Ac. Sci., Sib. Branch, 2000.- P. 125-127.
- 58.Бачевская Л.Т., Велижанин Е.С., Пустовойт С.П., Хованский И.Е. Генетическая изменчивость популяций кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) рек северного побережья Охотского моря в условиях искусственного воспроизводства // Вопр. рыболовства. 2001. Т. 2. № 1. С. 125-140.
- 59.Хованский И.Е. Перспективы развития прибрежного рыболовства и аквакультуры в Магаданской области // Биологические основы устойчивого развития прибрежных морских экосистем: Тез. докл. международной конф. Мурманск. 25-28 апр. 2001 г.- Апатиты, 2001.- С. 253-255.
- 60.Хованский И.Е. Анализ структуры чешуи заводских лососей и возможности идентификации искусственно воспроизводимых рыб // Сб. науч. трудов Магаданского НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. 2001. Вып. 1. С. 309-323.
- 61.Черешнев И.А., Волобуев В.В., Хованский И.Е., Шестаков А.В. Прибрежные рыбы северной части Охотского моря.- Владивосток: Дальнаука, 2001.- 197 с.
- 62.Бачевская Л.Т., Велижанин Е.С., Хованский И.Е. Влияние искусственного воспроизводства на формирование популяционно-генетических параметров молоди кеты из рек северного побережья Охотского моря // Вопр. рыболовства. 2002. Т. 3. № 2 (10). С. 277-287.
- 63.Хованский И.Е. Сырьевой потенциал прибрежной зоны северной части Охотского моря // Прибрежное рыболовство – XXI век: Матер. международной науч.-практ. конф. Южно-Сахалинск. 19-21 сентября 2001 г. Труды СахНИРО. Т. 3. Ч. 1.- Южно-Сахалинск: Сахалинское книжное изд-во, 2002.- С. 18-28.
- 64.Хованский И.Е. Способ культивирования проходных тихоокеанских лососей. Патент на изобретение № 2206988. Заявлено (дата приоритета) 21.11.2001. № госрегистрации 2001131508/13 (033576). Решение о выдаче патента РФ от 5.01.2003. Опубликовано 27.06.2003 Бюл. № 18. МПК 7 А 61 К 6/00.
- 65.Воропаев В.М., Хованский И.Е., Хованская Л.Л., Бессонов Д.В., Фомин А.В. Влияние различных комбикормов на рост и морфологические показатели молоди кеты // Методические и прикладные аспекты рыбохозяйственных исследований на Дальнем Востоке.- Хабаровск: Хабаровское книжное изд-во, 2003.- С. 204-212.
- 66.Марченко С.Л., Голованов И.С., Хованский И.Е. Эффективность воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbusha* (Walbaum) р. Олы (северное побережье Охотского моря) // Сб. науч. трудов Магаданского НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. 2004. Вып. 2. С. 227-236.
- 67.Хованский И.Е. Эколого-физиологические и биотехнологические факторы эффективности пососеводства.- Хабаровск: Хабаровское книжное изд-во, 2004.- 417 с.
- 68.Хованский И.Е., Пузиков П.И. Новые подходы в развитии искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей // О приоритетных задачах рыбохозяйственной науки в развитии рыбной отрасли России до 2020 года. Науч.-практ. конф.: Тез. докл.- М.: Изд-во ВНИРО, 2004.- С. 98-100.
- 69.Хованский И.Е. Вопросы эффективности работы лососевых рыбодонных заводов // Наука Северо-Востока России – начало века. Материалы Всероссийской науч. конф., посвященной памяти акад. К.В. Симанова и в честь его 70-летия (Магадан, 26-28 апр. 2005 г.)- Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2005.- С. 431-435.
- 70.Хованский И.Е. Биотехнологические аспекты искусственного разведения лососевых рыб // Человек и животные: Материалы III Междунар. науч.-практ. конф. 12-13 мая 2005 г.- Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2005.- С. 109-111.
- 71.Khovansky I.E., Mednikova A.A. Perspectives of salmon sea ranching in the coast of the Okhotsk Sea and in estuaries of rivers // North Pacific Marine Science Organization Fourteenth Annual Meeting. Sept. 29 – Oct. 9, 2005. Vladivostok, Russia.- Vladivostok, 2005.- P. 69.

