

*На правах рукописи*

**Хованская Лариса Леонидовна**

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ  
ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ КЕТЫ  
В МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**03.00.10 – Ихтиология**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук



**Владивосток – 2006**

Работа выполнена в лаборатории искусственного воспроизводства лососей и аквакультуры Федерального государственного унитарного предприятия «Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГУП «МагаданНИРО»).

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор,  
член-корреспондент РАН  
Черешнев Игорь Александрович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор  
Шунтов Вячеслав Петрович

кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник  
Паренский Валерий Александрович

Ведущая организация: ФГУП «Сахалинский научно-исследовательский  
институт рыбного хозяйства и океанографии».

Защита состоится «6» января 2006 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 307.012.01 при Федеральном государственном унитарном предприятии «Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр» (ФГУП «ТИНРО-Центр») по адресу: 690950, г. Владивосток, ГСП, пер. Шевченко, 4, факс. (4232) 300-751.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГУП «ТИНРО-Центр».

Автореферат разослан «1» января 2006 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
доктор биологических наук



О. С. Темных

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность работы.** Управляемое искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей является одним из путей рационального регулирования их запасов и увеличения ресурсной базы рыболовства (Моисеев, 1982; Канидьев, 1984; Казаков, 1986; Глубоковский, 1989; Гриценко, 1994; Хованский 2000, 2004; Шунтов, 2005, и др.). Именно благодаря заводскому разведению лососей в северной части Тихого океана удалось добиться не только существенного увеличения уловов, но и стабилизировать их на довольно высоком уровне, сведя к минимуму влияние глобальных климатических изменений, определявших численность природных популяций (Шунтов, 2005). Наиболее эффективно развито лососеводство в Японии, США и Канаде, добившихся впечатляющих успехов в этой области. К концу прошлого столетия (1995 г.) ежегодная суммарная продукция заводской молоди лососей стран Тихоокеанского Кольца достигла 5,5 млрд. экз. При этом Япония с начала 80-х гг. выпускает ежегодно около 2 млрд. экз. молоди кеты, обеспечивая стабильный уровень уловов в 140–240 тыс.т., что составляет до 70 % от всего азиатского улова кеты (против 3 % в начале XX века) (Кобаяси, 1988; Шевцова, 1990 а; NPAFC, 1998-2002; Хованская, Сафроненков, 2004). Высокая эффективность лососеводства Японии обусловлена применением высокопродуктивных технологий и характеризуется самыми большими коэффициентами возвратов заводских лососей, которые составляют в среднем 3,2–3,8 % по кете и до 7–12,6 % по горбуше (Hiroi, 1998).

На Дальнем Востоке России - в Сахалино-Курильском регионе, благодаря проведению в 90-х гг. широкомасштабных мероприятий по развитию лососеводства, более 30 % горбуши и 80 % кеты в уловах - искусственного происхождения (Белосов, Аладьина, 2002а). Из 600 млн. молоди лососей, выпускаемых со всех дальневосточных лососевых рыболовных заводов (ЛРЗ), их доля в Сахалинской области достигает 85 % (Шунтов, 2005). Это показывает, что искусственное разведение лососей может быть не просто эффективным, а высокоэффективным технологическим процессом. К сожалению, отечественное лососеводство успешно развивается и действительно экономически выгодно только в Сахалино-Курильском регионе, тогда как в других регионах его эффективность остается невысокой. Последнее характерно и для Магаданской области, отличающейся от других регионов весьма суровыми климатическими условиями, отрицательно влияющими на выживаемость как природной, так и заводской молоди (Семенов, Хованский, 1994; Хованский, 2004). Из 41 отечественных ЛРЗ Дальнего Востока в этом регионе действуют 4, ориентированных в основном на разведение кеты, доля которой в общем выпуске составляет более 77 %.

Однако, несмотря на длительный, более чем 20-летний период работы, выпускаемая с ЛРЗ молодь до сих пор не дает стабильно высоких промысловых возвратов, которые колеблются от 0,01 до 0,66 %.

В базовых реках области, на которых расположены ЛРЗ, так и не создано мощных маточных заводских стад. При этом, среднемноголетняя доля «заводских» рыб в общих подходах составляет всего около 3,7–17,4 % (Рогатных и др., 1998; Акничева и др., 1999; Черешнев и др., 2002; Сафроненков и др., 2005). Одна из основных причин столь низкого возврата производителей в базовые водоемы - выпуск с рыбоводных заводов ослабленной, не приспособленной к резким изменениям внешней среды молоди. Это обусловлено несовершенством технологии разведения лососей, а также отсутствием необходимого объема знаний в этой области применительно к условиям региона.

Перечисленные выше обстоятельства определили актуальность проведенных исследований, а также цель и задачи выполненной работы.

**Цель и задачи исследований.** Цель работы состояла в комплексном изучении биологических и физиологических особенностей кеты искусственного разведения на ЛРЗ Магаданской области и разработке практических рекомендаций по повышению эффективности ее воспроизводства.

В связи с поставленной целью были определены следующие задачи:

1. Анализ эффективности искусственного разведения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России.
2. Изучение особенностей эмбриогенеза тихоокеанских лососей и оценка выживаемости их икры в зависимости от температурных условий.
3. Исследование устойчивости икры кеты к механическим воздействиям на различных этапах эмбриогенеза в заводских условиях.
4. Оценка эффективности использования различных инкубационных аппаратов и выживаемости оплодотворенной икры.
5. Анализ воздействия различных антисептических средств на жизнестойкость оплодотворенной икры кеты при профилактике сапролегниоза.
6. Изучение особенностей роста и развития заводских личинок и молоди кеты в зависимости от температурных условий.
7. Оценка степени воздействия на молодь различных условий среды, содержания и состава кормов, а также способов кормления с использованием биологических, физиологических и рыбоводных показателей.
8. Изучение влияния абиотических условий на интенсивность ската заводской молоди кеты в период катадромной миграции.
9. Сравнительная оценка биологических и физиологических показателей молоди кеты искусственного и естественного происхождения для разработки параметров рыбоводного стандарта жизнеспособной заводской молоди и корректировки биотехнологических приемов.

**Научная новизна.** Проанализирован и обобщен многолетний (1983–2004 гг.) опыт искусственного разведения кеты, а также других видов тихоокеанских лососей на ЛРЗ Магаданской области.

В экспериментальных условиях изучено влияние температуры воды на скорость развития эмбрионов кеты, определены границы благоприятных температур для оптимального развития зародышей в разных условиях разведения. Проведена оценка устойчивости икры к механическим воздействиям в экспериментальных условиях и выполнена сравнительная оценка эффективности инкубации икры в различных инкубационных аппаратах. Установлена эффективность использования различных антисептических средств при профилактике сапролегниоза. Рассчитан отход икры без применения профилактической обработки.

Исследована зависимость биометрических показателей личинок и молоди кеты, а также других видов лососей от температуры воды. Выявлены отличия в биологических, биометрических и физиологических показателях, а также в выживаемости молоди кеты при ее содержании в различных условиях. Определены температурный оптимум, условия содержания, состав корма и способы кормления, повышающие физиологическую полноценность и жизнестойкость молоди. Установлены факторы, способствующие повышению выживаемости молоди кеты в период катадромной миграции, а также в ранний морской период жизни.

Выявлены отличия в физиологических показателях у молоди кеты искусственного и естественного происхождения, а также при содержании в морской воде. Проведена сравнительная качественная оценка молоди кеты, выращенной в различных условиях ЛРЗ Магаданской области и Хабаровского края.

**Защищаемые положения.** Успешность прохождения основных этапов раннего онтогенеза лососей при искусственном разведении зависит от совокупного воздействия абиотических факторов среды. Исключение или уменьшение воздействия хотя бы одного из неблагоприятных факторов позволяют улучшить биологическое и физиологическое качество личинок молоди и повысить их выживаемость.

Молодь кеты, выращенная на ЛРЗ в оптимальных условиях, обладает высоким сходством с природной молодью по биолого-физиологическим показателям.

Гематологические показатели являются одними из наиболее информативных и отражают условия содержания заводской и обитания природной молоди лососей. Физиологическая полноценность молоди кеты может быть определена гематологическими показателями.

В условиях Магаданской области возможно добиться высокой выживаемости покатинок кеты искусственного происхождения при переходе ее в морскую воду и, следовательно, увеличить численность лососей в базовых водоемах за счет повышения промыслового возврата. Для этого необходимо, чтобы искусственно выращенная молодь по своим биологическим и физиологическим параметрам была максимально приближена к молоди кеты естественного происхождения или превышала их.

**Практическая значимость.** На основе проведенных исследований предложены рекомендации по совершенствованию биотехники искусственного воспроизводства кеты в условиях Северо-Востока России.

Выявлены оптимальные параметры среды и условий содержания, которые обеспечивают наибольшую выживаемость кеты на этапах эмбрионального, личиночного и малькового развития при искусственном разведении на ЛРЗ Магаданской области.

В практику разведения лососей в Магаданской области внедрена биотехнология инкубации икры в инкубационных аппаратах Аткинса расширенного вмещения с применением различных антисептиков для профилактической обработки икры от сапролегниоза.

Внедрена методика кормления молоди лососей кормами из продуктов местного сырья с использованием в качестве дополнительного корма, гранулированные рыбные корма промышленного производства.

Разработана и внедрена технология весенне-летнего подращивания молоди лососей в естественных водоемах (отгороженных участках речных проток, речных и морских садках) перед выпуском с ЛРЗ.

Обоснованы и внедрены сроки и приемы выпуска молоди лососей с ЛРЗ.

Разработан рыбоводный стандарт физиологической полноценности молоди кеты при выпуске с ЛРЗ Магаданской области.

**Апробация.** Основные положения и результаты по теме диссертации были представлены и обсуждены на V Всесоюзной конференции по раннему онтогенезу рыб (Астрахань, 1991); VIII научной конференции по экологической физиологии и биохимии рыб (Петрозаводск, 1992); конференциях молодых ученых ТИПРО (1993, 1995, 1997); конференции по задачам и проблемам развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири (Томск, 1996); Первом конгрессе ихтиологов России (Астрахань, 1997); I и II региональных научных конференциях «Северо-Восток России: прошлое, настоящее и будущее» (Магадан, 1998, 2004); Отраслевом совещании Главрыбвода по воспроизводству рыбных запасов (Южно-Сахалинск, 2000); научных семинарах, заседаниях Ученых Советов и отчетных сессиях ФГУП «МагаданНИРО» (1996, 2000, 2003-2006), Биологической секции Ученого совета ФГУП «ТИПРО-Центр» (Владивосток, 2006).

**Публикации.** По теме диссертационной работы опубликовано 24 научные работы.

**Структура работы.** Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов и списка литературы, включающего 217 названий, в том числе 19 на иностранных языках. Объем работы – 314 страниц машинописного текста, включая 51 рисунок, 38 таблиц и 12 приложений.

**Благодарности.** Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю д.б.н., профессору, чл.-корр. РАН И.А. Черешневу, директору ФГУП «МагаданНИРО» к.б.н. В.И. Михайлову и заместителю по научной работе к.б.н. В.В. Волобуеву, коллегам Б.П. Сафроненкову, Е.Г. Акиничевой за всестороннюю помощь, поддержку, а также рекомендации при обсуждении исследований. Автор искренне благодарен к.б.н. А.В. Фомину (Департамент рыболовства Минсельхоза России) и д.б.н. И.Е. Хованскому (Хф ТИПРО) за организацию совместных экспериментов и методическую помощь в процессе подготовки настоящей диссертации. Автор выражает глубокую признательность руководителю ФГУ «Охотскрыбвод» В.П. Самойленко и его коллегам – П.И. Пузикову, Г.Н. Крюк, Н.К. Учужевой, а также руководству и производственному персоналу ЛРЗ Магаданской области, оказавшим большую помощь в реализации экспериментов. Особую благодарность следует принести генеральному директору ООО «Комета» К.Н. Кужелю и его первому заместителю П.К. Кужель, руководству Аниюского ЛРЗ (ФГУ «Амуррыбвод») А.А. Романенко и Л.Д. Кузнецовой, предоставивших возможность собрать сравнительный материал в Хабаровском крае.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава 1. Современное состояние искусственного разведения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России

В результате анализа литературных и собственных данных выявлено, что отечественное лососеводство широко развито только в Сахалино-Курильском регионе и приняло форму самостоятельной отрасли эффективно действующего управляемого лососевого хозяйства. Судя по значительному уве-

личению численности возвратов заводских рыб, применяемая технология их разведения на этих ЛРЗ в наибольшей степени соответствует видовым, биологическим и физиологическим особенностям лососей и основана на многолетнем опыте их разведения и научных рекомендациях по применению новых приемов биотехники. Важным шагом в развитии лососеводства в этом регионе стала разработка и применение на ЛРЗ биотехнических нормативов по разведению каждого вида и популяции лососей, конкретного базового водоема. На всех ЛРЗ региона разрабатываются графики выпуска молоди с привязкой к общему объему выращенной молоди, эколого-климатическим условиям водоемов и т.д.

Разведение лососей в других регионах Дальнего Востока пока не принесло ощутимых результатов, и лишь наметилась тенденция к развитию лососевого хозяйства. Так, на Камчатке научное и методическое руководство рыбоводными процессами на ЛРЗ обеспечивается региональным институтом КамчатНИРО, что крайне важно, т.к. биотехника разведения лососей разработана на основе научных рекомендаций и биологического обоснования производственных процессов. Строительство по современной технологии новых ЛРЗ на Камчатке (Озерковский и другие), в Приамурье (Ануйский) и в Магаданской области (Янский) – это важные шаги в развитии лососеводства на Дальнем Востоке России.

Анализ данных по эффективности работы ЛРЗ, расположенных в Тауйской губе Магаданской области, выявил, что проводимые здесь рыбоводные мероприятия, за небольшим исключением, не дали положительного эффекта. Главная причина малых возвратов производителей в базовые реки состоит в крайне низких качественных показателях выпускаемой заводской молоди. Это обусловлено комплексом факторов: организационными причинами – разобщенностью рыбоводства и его научно-методического обеспечения, слабой изученностью особенностей естественного воспроизводства и адаптивных параметров размножения, эмбрионального и постэмбрионального развития природных стад лососей; несоответствием существующих технологий разведения лососей климатическим условиям речных бассейнов и прибрежных акваторий региона; применением устаревшего и изношенного оборудования; продолжавшейся практикой перевозки икры с водоемов-доноров на ЛРЗ в связи с отсутствием собственных маточных стад лососей.

## Глава 2. Материал и методика

Сбор материала проводили с 1983 по 2004 гг. на ЛРЗ, расположенных в Тауйской губе Магаданской области: Ольской экспериментальной производственно-акклиматизационной базе (Ольской ЭПАБ), Арманском, Янском, Тауйском ЛРЗ, опытно-производственных базах ФГУ «Охотскрибвод» и ФГУП «МагаданНИРО» (Кулькаты). В 2004-2005 гг. сравнительный материал собран на Ануйском ЛРЗ Нанайского р-на и на рыбоводной базе оз. Тихое Советско-Гаванского р-на Хабаровского края. Дополнительный материал получен от природных популяций кеты на водоемах Тауйской губы североохоотоморского побережья, являющихся базовыми для ЛРЗ – реках Ола, Яна, Тауй, Яма в период катардромной миграции молоди.

Основным объектом исследования служили развивающаяся икра, личинки, молодь кеты, а также для сравнительного анализа – икра, личинки и молодь горбуши, кижуча и нерки.

Кроме собственных исследований, использованы данные рыбоводной документации, фиксирующей возраст лососей (по сумме среднесуточных температур (градусо-дням) и подсчету суток на каждом этапе развития), их выживаемость (или процент отхода), температуру воды.

С целью выяснения особенностей развития эмбрионов кеты икру фиксировали и просветляли по методу Боукин-Тсинга (Смирнов, 1975; Лаптев и др., 1981), а на более поздних этапах развития эмбрионов извлекали из оболочки икры без предварительной фиксации, при этом обследовали не менее 8-10 экз. Основной критерий для оценки влияния факторов среды и условий содержания на икру, личинок и молодь лососей – их выживаемость, рассчитанная по проценту гибели (отходу). Для оценки устойчивости икры кеты к механическим воздействиям, ее ежедневно в течение 181 суток (по 100 шт.) подвергали вибрации в течение 20 сек (частота – 3 Гц, амплитуда 2 см). За период эксперимента обработано 18,1 тыс. шт. икринок кеты. Действие антисептиков проверяли на развивающейся икре кеты в количестве 129,5 тыс. шт. низкого (с отходом 17,2 %) и высокого качества (с отходом 1 %).

Оценку качества молоди кеты, а также кижуча и нерки проводили по комплексу следующих показателей и тестов: рыбоводным (выживаемость), биологическим (Правдин, 1966), морфофизиологическим (индексы сердца, печени, желудочно-кишечного тракта (ЖКТ)) (Смирнов и др., 1972), гематологическим (Остроумова, 1966; Канидьев, 1970; Глаголева, 1981; Иванова, 1983, и др.), а также по тесту на выживаемость в морской воде соленостью 14–40 ‰ (Канидьев, 1984; Wedemeyer et al., 1980). Для комплексной оценки качественного состояния заводской молоди кеты пробы отбирали за месяц до выпуска (2–3-я декады мая) и в период выпуска с рыбоводных заводов (1–3-я декады июня); естественной молоди – в период ската по базовым рекам – Ола, Яна, Тауй.

Количественные характеристики роста определяли по показателю удельной скорости роста (Белый, 1960), согласно формуле:  $S = (\ln Wt - \ln Wo) / (t - t_0)$ , где  $t_0$  и  $t$  – возраст в начале и конце рассматриваемого отрезка времени,  $Wo$  и  $Wt$  – соответствующая этим возрастам масса тела.

Индексы внутренних органов у молоди кеты из естественных популяций принимали за физиологическую норму, или «эталон». При сравнении гематологических показателей у заводской и природной молоди кеты использовали несколько стандартов ее физиологической полноценности. Показатели крови молоди кеты с ЛРЗ и природных популяций базовых рек сравнивали с таковыми «Рыбоводного стандарта молоди кеты для лососевых рыбозаводных заводов Дальнего Востока» (Валова, 1999) и нормами гематологических показателей у молоди кеты (физиологическая норма) (Сборник инструкций . . . , 1999).

При гематологическом обследовании молоди использовали: фотоэлектрические гемоглобинометры – ГФ-Ц-04 и «Минигем-523», гемометр Сали, камеру Горяева, микроскоп «Д-11», лабораторный счетчик СЛ-1, гематокритные микроцентрифуги ОПН-8 и МГ-6-02. Оценку морфологического состава крови проводили по 7–28 мазкам. Содержание гемоглобина в 1 эритроците (СГЭ) определяли по формуле (Гительзон, Терсков, 1956).

Учетные работы и наблюдения за скатом заводской молоди кеты проведены по методу, разработанному для водоемов небольшой протяженности и малой глубины (Золотухин и др., 1989).

Интенсивность питания молоди кеты определяли по общему индексу желудочно-кишечного тракта и степени его наполнения (Волков, Чучукало, 1986).

Всего исследовано для различных анализов 16896 экз. кеты, 350 экз. горбуши, 977 экз. кижуча и 1912 экз. нерки (табл. 1).



Результаты, приведенные в работе, обработаны общепринятыми статистическими методами (Лакин, 1980).

Таблица 1

Использовано материала для исследований, экз.

Наименование анализа	Кета	Горбуша	Кижуч	Нерка
Биологический	5700	350	302	425
Гематологический	8754	—	270	1312
Морфофизиологический	963	—	250	—
Выживаемость в морской воде	480	—	155	175
Интенсивность питания	999	—	—	—
Итого	16896	350	977	1912

### Глава 3. Особенности эмбрионального развития лососей и эффективность их инкубации

Эффективность инкубации икры кеты тесно связана с температурой воды, использованием различных инкубационных аппаратов, применением профилактических обработок антисептиками, экологической «чистотой» икры.

#### 3.1. Развитие и выживаемость эмбрионов в зависимости от температуры воды

Установлено, что развитие лососей на ЛРЗ Магаданской области проходит в условиях переменного температурного режима. Оказалось, что взаимосвязь между средней температурой воды и «суммой набранного тепла» (количеством градусо-дней) эмбрионами кеты, а также других видов лососей слабая. Это особенно характерно при определении 9-го этапа эмбриогенеза у горбуши и нерки, где коэффициент корреляции низкий ( $r = 0,049-0,369$ ). Однако между средней температурой воды и продолжительностью инкубации, выраженной в сутках, существует сильная коррелятивная связь ( $r = 0,710-0,989$ ). Высокие значения коэффициентов указывают на то, что по средней температуре инкубации можно довольно точно определить длительность эмбрионального развития. Для сравнительно небольших диапазонов температуры воды можно использовать и линейные зависимости. К примеру, общую продолжительность эмбрионального развития кеты можно рассчитать по формуле —  $y = -11,638x + 159,08$  ( $y$  — продолжительность инкубации в сутках,  $x$  — средняя температура воды, °C), что удобно в рыбоводной практике.

Резкие колебания температуры воды в период инкубации икры с 8,5–9 до 1–2 °C приводят к задержке развития и к существенному увеличению смертности эмбрионов и личинок, достигающей 35 % (рис. 1). Повышенная гибель зародышей возникает и при увеличении (амплитуды) разницы температуры воды от начала к окончанию инкубации икры более чем на 3 °C, причем вне зависимости от видовой принадлежности лососей. Чем быстрее происходит снижение температуры воды, тем больше смертность зародышей. Зависимость инкубационного отхода от разности температур в течение инкубации выражается экспоненциальной функцией:  $y = 2,1314e^{0,4747x}$  ( $R^2 = 0,7451$ ). Кроме того, замечено, что скорость снижения температуры на ЛРЗ тесно связана со сроками закладки икры: чем позднее заложена икра на

ЛРЗ (октябрь-ноябрь), тем больше разница температуры воды с начала к концу инкубации.

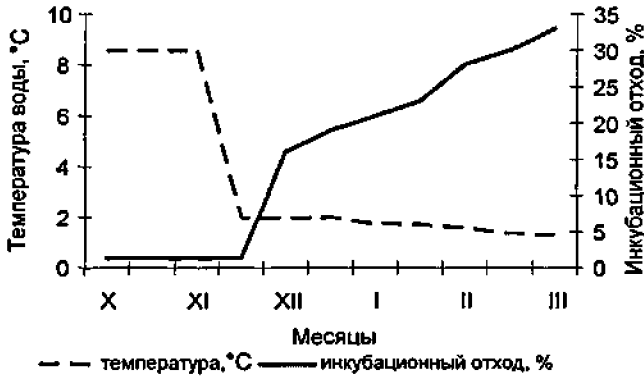


Рис. 1. Температура воды во время инкубации и отход икры кижуча

### 3.2. Оценка эффективности использования различных инкубационных аппаратов

Результаты проверки эффективности содержания икры в инкубаторах Аткинса разных модификаций показали, что инкубаторы расширенного объема являются самыми удобными в работе и обеспечивают высокое качество инкубируемой икры.

### 3.3. Влияние различных антисептических средств на эффективность инкубации при профилактике сапролегниоза икры

На ЛРЗ обработку икры лососей при профилактике сапролегниоза икры проводят различными антисептиками. В условиях эксперимента выявлено, что если оплодотворенная икра при закладке на инкубацию имеет повышенный отход (более 3%), ее следует обрабатывать антисептиками. При меньшем отходе применение антисептиков не требуется. Использование при профилактике сапролегниоза икры кеты марганцовокислого калия в концентрации рабочего раствора 1:50000 и 1:100000 оказалось неэффективным. Наилучшие результаты получены при применении малахитового зеленого в концентрации рабочего раствора 1:200000.

### 3.4. Устойчивость эмбрионов кеты к механическим воздействиям

Результаты проверки устойчивости эмбрионов кеты к механическим воздействиям показали, что на протяжении инкубации она повышается. После завершения стадии эпиболли чувствительность эмбрионов к травмам резко снижается, но в дальнейшем – с закладкой кардинальных вен и появлением смешанного кровообращения – травмируемость увеличивается и смертность повышается до 54%. Поэтому на стадии завершения эпиболли и до появления выраженной пигментации глаз у эмбрионов допускается только «мягкое» воздействие, а именно – промешивание икры в условиях инкубатора. На 9 этапе эмбрионального развития чувствительность к механическим воздействиям вновь уменьшается и остается низкой до самого выклева эмбрионов, что, несомненно, должно учитываться рыбоводами при проведении технологических операций, в частности при перевозке и переборке икры.

## Глава 4. Влияние условий содержания на рост, развитие и физиологическое состояние личинок и молоди кеты и других видов лососей

### 4.1. Выживаемость и биометрические показатели личинок при выдерживании в заводских и естественных условиях

**4.1.1. Заводские условия.** Анализ данных по эффективности различных способов выдерживания свободных эмбрионов и личинок кеты выявил, что использование трубчатого субстрата, применение аппаратов NOPAD с субстратом седловидного типа, а также специально подготовленных аппаратов Аткинса способствуют повышению их выживаемости. При этом увеличение проточности в период выдерживания свободных эмбрионов и личинок вызывает активизацию работы их плавников, в связи с чем происходит ускорение обменных процессов в организме, резорбция желточного мешка и более интенсивный рост тела. Указанные особенности следует учитывать рыбоведам при планировании сроков поднятия личинок на плав и начала кормления.

**4.1.2. Естественные условия.** Применение внезаводской биотехники разведения кеты (инкубация икры, выдерживание свободных эмбрионов и личинок в специально подготовленных «нерестовых ямах» непромерзающих речных проток) на водоемах, популяции которых подвержены высокому прессу промысла, позволяет повысить выживаемость кеты на самых ранних этапах ее развития. Основным недостатком этого способа является то, что в период паводка может возникнуть нерегулируемый скат молоди, а также увеличивается вероятность ее выедания хищниками, что полностью исключено при выращивании молоди на ЛРЗ.

### 4.2. Влияние температуры воды на рост, развитие личинок и молоди кеты и других видов тихоокеанских лососей

В ходе наблюдений за развитием кеты, горбуши и нерки в эмбриональный, личиночный и мальковый периоды установлено, что с повышением температуры воды сокращается время вылупления эмбрионов, ускоряется процесс резорбции желтка и повышается удельная скорость роста. У кеты при температуре воды 8,6 °С время вылупления составляет всего 6 суток, а при ее снижении до 2,1 °С – замедляется до 24 суток. При температуре воды 6,5 °С период резорбции желтка составляет 111 суток, а при 1,3 °С удлиняется до 185 суток. С помощью графика экспоненциальной зависимости можно рассчитать ориентировочное время завершения личиночного периода развития и удельной скорости роста рыб при определенной температуре воды, что предлагается к внедрению в практику рыбоводства (рис. 2).

Наблюдения за ростом личинок и молоди кеты выявили, что с повышением температуры воды их удельная скорость роста увеличивается (рис. 3), причем в мальковом периоде при повышении температуры только до 3 °С и содержании молоди при этом же температурном режиме в течение 36 суток, скорость роста резко увеличивается и становится в 3 раза выше, чем при температуре воды чуть более 1 °С, что благоприятно отражается на общих результатах выращивания.

В процессе развития кеты и других видов лососей удельная скорость роста изменяется. Так, у кеты и горбуши на этапе свободных эмбрионов она повышается, а в личиночном периоде к окончанию резорбции желтка наблюдается тенденция к ее снижению. В мальковом периоде через 1–1,5 месяца после резорбции желточного мешка (даже в условиях низкой температуры воды) удельная скорость роста повышается в связи с завершением адаптации молоди к переходу на экзогенное питание, но через один месяц снова наблюдается снижение роста.



На ЛРЗ Магаданской области в связи с особенностями климатических и гидрологических условий северо-восточного побережья Охотского моря в отличие от других регионов Дальнего Востока (на Сахалине и Камчатке) у кеты и горбуши короче период выгулления, а личинки переходят на смешанное питание при более низкой температуре воды (соответственно, при 1,3 °C и 1,8 °C).

Изучение влияния температуры воды на биологические показатели кеты в разные периоды ее развития на ЛРЗ позволило заключить, что при смешанном и полном экзогенном питании молоди целесообразно повышать температуру воды не менее, чем до 3 °C, и не позднее, чем за 1,5–2 месяца перед выпуском ее в водоемы. В этом случае и при кормлении пастообразными смесями из продуктов местного сырья можно получить среднюю навеску молоди не менее 0,5 г (младший возраст) и 1,4 г (старший возраст). Но наиболее интенсивный рост и высокая эффективность потребления корма могут быть получены, если постепенно понижать температуру воды в эмбрионально-личиночный период развития (с начала пигментации глаз у эмбрионов), но затем снова повышать ее перед началом кормления (при 25–30 % остатка желточно-го мешка от массы личинок). Для этого в цех-питомник ЛРЗ необходимо подавать остывшую в осенне-зимний период воду из поверхностных или подрусловых водозаборов базовых рек. Рекомендовано за 1,5–2 месяца до выпуска молоди (с 1–3-й декады апреля по 1-ю декаду июня) использовать подогреваемую воду (не менее чем до 5,5–7 °C), так как в этот же период температура воды из поверхностных и подрусловых водозаборов остается низкой и составляет всего около 0,8–2,5 °C.

#### 4.3. Влияние плотности посадки на морфофизиологические и гематологические показатели молоди кеты

Результаты комплексной оценки размерно-весовых и гематологических показателей молоди кеты, выращенной при разной плотности посадки на ЛРЗ показали, что плотность посадки до 8 тыс. экз./м<sup>2</sup> – наиболее благоприятная для роста молоди кеты, ее средняя масса тела оказалась больше на 36,6 %, чем у молоди, которую содержали при большей плотности – 25 тыс.шт./м<sup>2</sup>, что имеет особенно важное значение в условиях низкой температуры воды. Улучшилось ее физиологическое состояние: увеличилось содержание гемоглобина – с 67 до 76 г/л, количество эритроцитов – с 0,81 до 0,93 млн.шт./мм<sup>3</sup> крови. Красная кровь молоди, выращенной при разреженной плотности посадки, характеризуется более интенсивным эритропоэзом – 27,4 % против 18,1 % незрелых форм эритроцитов, а белая кровь – более высоким относительным числом лимфоцитов – 78,8 % против 68,4 %. Увеличение в крови лейкоцитов с 3,6 до 5,1 тыс.шт./мм<sup>3</sup> происходит за счет повышения числа лимфоцитов и уменьшения доли моноцитов и полиморфноядерных лейкоцитов. Плотность посадки до 8 тыс. экз./м<sup>2</sup> может быть рекомендована для выращивания молоди кеты на ЛРЗ Магаданской области.

С середины 90-х гг. ЛРЗ Магаданской области для улучшения качества молоди лососей используют временное содержание (до 1–1,5 месяцев) молоди в садках в условиях природных водоемов (в пресной и морской воде). При обследовании молоди кеты в отношении влияния различной плотности посадки в садках на ее биологические показатели установлено, что увеличение плотности до 30 тыс. экз./м<sup>2</sup> отрицательно влияет на размерные и весовые показатели молоди по сравнению с молодой, выращенной при разреженной посадке – до 5 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Однако следует отметить, что общий прирост биомассы с единицы объема площади садка (показатель рыбопродуктивнос-

ти) при повышенной посадке оказался почти вдвое выше – 1,7 кг/м<sup>3</sup> против 0,9 кг/м<sup>3</sup>. При этом наблюдали значительно меньшую изменчивость массы у молоди из садков с повышенной плотностью: размах варьирования у нее составил 301–650 мг, в то время как у молоди, выращенной при разреженной посадке 270–910 мг. По-видимому, в этих условиях следует применять промежуточную плотность посадки от 15 до 18 тыс.экз./м<sup>3</sup> при начальной массе рыб не более 0,4 г.

#### 4.4. Физиологическое состояние молоди лососей при выращивании на различных кормах

Результаты опытов по кормлению молоди лососей и наблюдений за условиями их кормления на ЛРЗ показали, что ее рост, развитие и физиологическое состояние находятся в прямой зависимости от качественного состава потребляемых ею кормов, а также способов кормления. Увеличение размерно-весовых показателей, улучшение физиологического качества, повышение выживаемости молоди возможно в условиях низкой температуры воды Магаданских ЛРЗ (при 0,9–1,2 °С), но при этом в качестве стартового корма следует использовать влажные многокомпонентные смеси, основной частью которых является икра тресковых рыб (до 50–60 %). В состав смеси следует добавлять также продукты из местного сырья: фарш и рыбкопстную муку из сельди, кишечник морского зверя, селезенку и кровь крупного рогатого скота. Другой состав корма включает фарш из лососей, печень морского зверя с одновременным введением в рацион не более 10–15 % гранулированного рыбного корма.

#### 4.5. Садковое подращивание молоди кеты в условиях замкнутого и проточного естественного водоема

Результаты опытного подращивания молоди кеты в оз. Соленое, проведенные в 2002–2003 гг. и в 2003 г. на р. Кулькаты показали, что использование акваторий естественных водоемов для садкового содержания до 1–1,5 месяцев заводской молоди кеты вполне возможно. При этом улучшаются ее биологические, морфологические и гематологические показатели, что в конечном результате приводит к повышению выживаемости в ранний морской период жизни и на остальных этапах онтогенеза. Это особенно важно для ЛРЗ, где температура воды недостаточна для выращивания молоди высокого качества. Кроме того, при садковом подращивании исключается нерегулируемый скат молоди из выростных прудов во время весенне-летних паводков. Выпуск молоди кеты из садков в естественный водоем для свободного нагула в условия разреженной плотности посадки, а также доступности естественной кормовой базы позволяет получить молодь высокого физиологического качества с хорошими размерно-весовыми показателями и развитыми пищевобывающим и стойким инстинктами. Все это в итоге способствует более успешной адаптации молоди к естественной среде и формированию у нее хоминга.

#### 4.6. Особенности гематологических показателей заводской молоди лососей при подращивании ее в морской воде

В ходе исследования особенностей морфологического состава крови у сеголеток кеты при адаптации к воде морской солености (от 15 до 35 ‰) установлено, что при успешной адаптации состав крови молоди массой 0,5–1,1 г характеризуется большим относительным числом незрелых эритроцитов – от 21,1 до 32,2 %, что свидетельствует о высокой интенсивности эритропоэза; значительным относительным числом лимфоцитов – до 89,5–93,9 % и низкой долей полиморфноядерных лейкоцитов – 6,0–10,3 %. Кровь крупной молоди кеты при адаптации к морской воде отличается от мелкой более высоким со-

держанием гемоглобина, который составляет около 85 г/л против 68 г/л и более качественным составом эритроцитов – 119,7 мкмкг против 106,1 мкмкг гемоглобина в одном эритроците. У крупной молоди по сравнению с мелкой наблюдается тенденция к увеличению общего количества эритроцитов и повышению величины гематокрита. Кроме того, она в условиях нарастающей солености характеризуется высокой выживаемостью – около 96 %. Адаптивный период крупной молоди в морской воде сокращается, поэтому следует подрашивать именно крупную молодь, обладающую, кроме того, более высокой выживаемостью.

Изучение особенностей изменения гематокрита у молоди кеты и других видов лососей до и после перевода в морскую воду позволило предположить, что одним из показателей определения физиологической готовности молоди кеты к миграции и переходу в морскую воду может служить оценка степени его изменений. Гематокрит снижается в морской воде, однако чем меньше его отклонение от начального показателя, тем выше выживаемость молоди. У мелкой кеты при 17,9 % его снижения от начального показателя погибает до 10 % особей, а у крупной кеты при 12,6 % погибает до 4 %. У нерки при 12,6 % изменения гематокрита погибает до 30 % особей, тогда как кижуч при 3,4 % снижении гематокрита обладает абсолютной выживаемостью. Поэтому для каждого вида лососей может быть разработана своя норма изменений гематокрита.

## Глава 5. Биологическая и физиологическая характеристика молоди кеты искусственного и естественного происхождения

### 5.1. Влияние паводков на покатную миграцию заводской молоди кеты

Изучение влияния условий ската заводской молоди кеты, выращенной на Ольской ЭПАБ в 1990 г., по р. Углеканка, позволило заключить, что оптимальный период для ее ската начинается со второй декады июня после прохождения паводка. Температура воды в реке достигает 5–6 °С (на мелководье – более 10 °С), в море – более 10 °С. В ходе миграции заводской молоди происходит изменение суточной миграционной активности – в начале она возрастает в ночные часы суток, в середине – в предутренние, а по окончании – в вечерние часы суток, что, скорее всего, связано с удлинением светового времени. Основная часть молоди (56,3 %) скатилась в период июньского паводка (с 4 по 10 июня). В это же время только 25 % учетных рыб имели относительно высокий индекс наполнения ЖКТ (200 ‰). Слабая накормленность молоди, по-видимому, объясняется выпуском в одно и то же время большого количества молоди (более 10 млн. экз.) В благоприятный период скатилось всего 5 % учетных заводских покатников.

### 5.2. Сравнительная характеристика молоди кеты искусственного и естественного происхождения

Искусственная молодь кеты с разных ЛРЗ существенно отличается по биологическим, морфофизиологическим (индексам внутренних органов) и гематологическим показателям, а также от природной молоди из разных популяций Магаданской области.

#### 5.2.1. Влияние условий содержания на качественные показатели молоди кеты

Анализ данных по условиям содержания кеты на разных этапах раннего развития и ее качественных показателей выявил, что высокая температура

воды в период инкубации икры кеты и горбуши (от 6 до 9 °С) и выдерживания личинок (от 2,5 до 9 °С) и, наоборот - низкая в периоды перехода личинок на экзогенное питание (0,6–1,7 °С), в дальнейшем, по завершении процесса резорбции желточного мешка приводят к снижению качества молоди лососей, что выражается в уменьшении их размерно-весовых показателей, непропорциональном развитии внутренних органов (печени, ЖКТ), ухудшении физиологического состояния, снижении выживаемости. На ЛРЗ, где температура воды в период кормления молоди кеты ниже 3 °С (Арманский ЛРЗ и Ольская ЭПАБ), ее физиологические показатели, по сравнению с таковой из природных популяций, значительно хуже. У этой молоди наблюдали лейкопению, что проявилось в снижении лейкоцитов в 2,2–3,5 раза – с 2,7–3,0 (природная) до 0,85–1,25 тыс. шт./мм<sup>3</sup> (заводская) и ухудшение морфологического состава периферической крови. При этом в белой крови заводской молоди уменьшилось в 1,5–1,7 раз относительное число лимфоцитов (с 86,9–90,6 до 53,6–56,5 %), и увеличилось число полиморфноядерных лейкоцитов в 4–11 раз (с 4,0–10,0 % до 41,7–43,2 %). В красной крови значительно – в 1,8–3,6 раз снизилась доля незрелых эритроцитов (с 41 до 11,4–23 %). Непропорционально массе тела увеличились индексы внутренних органов: сердца – с 0,17–0,19 до 0,25–0,27 %, печени – с 1,03–1,16 до 1,26–1,38 % и ЖКТ – с 5,19–7,41 % до 6,96–8,63 %.

При изучении интенсивности кроветворения у заводской и естественной молоди кеты было установлено, что с увеличением массы тела молоди интенсивность кроветворения возрастает. Однако у всей заводской молоди при сходных показателях массы тела с молодькой из естественных популяций доля незрелых эритроцитов оказалась намного ниже, чем у природной – 11,4–27,4 % против 23,8–44,9 %.

На Янском ЛРЗ, имеющем водоисточник с температурным режимом выше 4 °С, молодь кеты отличается от природной более высокими индексами печени и ЖКТ, что можно объяснить содержанием ее в условиях гиподинамии, и низким качеством искусственных кормов. Молодь кеты с Тауйского ЛРЗ, выращенная при температуре воды выше 3 °С, по этим же показателям несколько уступала природной молоди.

Природная молодь кеты из популяций разных рек неоднородна и различается биологическими, морфофизиологическими и гематологическими показателями. Для молоди кеты из каждой популяции существует своя физиологическая норма этих показателей.

Молодь кеты из природных популяций Магаданской области отличается от популяций других регионов Дальнего Востока (Камчатка, Приморье) количеством эритроцитов и лейкоцитов в крови, а также морфологическим составом периферической крови, из-за высокой интенсивности эритропоэза (от 23,8 до 44,9 % молодых клеток эритроидного ряда) и значительного числа полиморфноядерных лейкоцитов (от 26,9 до 35,7 %). Эти данные свидетельствуют о существовании региональной специфики и популяционной адаптивной нормы исследованных показателей, а также о ведущей роли факторов среды в определении качественного состава крови молоди.

#### 5.2.2. Показатели выживаемости заводской и природной молоди кеты в морской воде

Результаты тестирования молоди кеты с Арманского ЛРЗ и Ольской ЭПАБ на жизнеспособность в течение 3-х суток в воде с разной морской соленостью свидетельствуют о ее невысоком физиологическом статусе. При этом в морской воде соленостью 14 и 18 ‰ выживает, соответственно, 56,0 и 0–15,8 %, а при 30 ‰ – от 14,3 до 36,7 % тестируемой с этих ЛРЗ молоди кеты.



Молодь кеты с Янского и Тауйского ЛРЗ при содержании в воде с повышенной соленостью (до 27 ‰) имеет очень высокую выживаемость (73,6 и 99 %, соответственно), что может характеризовать ее как подготовленную к катадромной миграции. Природная молодь в морской воде имеет почти абсолютную выживаемость (до 100 %).

По результатам тестирования заводской молоди кеты в морской воде выявлено, что фактически вся исследованная молодь характеризуется наибольшей выживаемостью в середине — конце 2-й декады июня. По-видимому, выпуск молоди с ЛРЗ в более ранние сроки не будет способствовать повышению ее выживаемости в ранний морской период жизни.

### 5.3. Сравнительная характеристика качественных показателей молоди кеты, выращенной на ЛРЗ Магаданской области и Хабаровского края

При обследовании на Анюйском ЛРЗ Хабаровского края условий содержания, выживаемости в эмбриональный, личиночный и мальковый периоды развития кеты, а также ее качества, установлено, что в условиях постоянного температурного режима (около 6,8–7 °С), выращенная молодь характеризуется интенсивным ростом и лучшими физиологическими показателями. При этом в крови молоди кеты содержание гемоглобина составляет не менее — 73,3–74,5 %, общее число эритроцитов — 902–950 тыс.шт./мм<sup>3</sup>. Количество лейкоцитов в крови достигает 5–9 тыс.шт./мм<sup>3</sup>, в составе которых, доля лимфоцитов значительно преобладает над другими лейкоцитами и составляет более 88 %. В крови молоди происходит интенсивный эритропоэз. Выживаемость на Анюйском ЛРЗ очень высокая, достигающая 99 %, что особенно проявляется в личиночный и мальковый периоды ее развития. По-видимому, такой температурный режим воды — наиболее благоприятный на ранних этапах развития кеты и, поэтому, может быть рекомендован для внедрения на ЛРЗ Магаданской области.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование качественного состояния молоди кеты, выращенной в экспериментальных и производственных условиях ЛРЗ и характеризующейся высокой выживаемостью, а также изучение природной молоди кеты в период катадромной миграции, позволили разработать региональный рыбоводный стандарт качества молоди кеты, который рекомендован для внедрения в практику рыбоводства (табл. 2).

Ранее уже был предложен подобный рыбоводный стандарт физиологического качества молоди кеты и других видов лососей для ЛРЗ Магаданской области (Хованский, 1992). Однако проведение дополнительных исследований в этом направлении и более детальное изучение физиологического состояния природной молоди позволили нам внести существенные изменения в ранее разработанный стандарт.

В условиях ЛРЗ Магаданской области вполне возможно получить физиологически полноценную молодь кеты, подготовленную к переходу в морскую среду и, следовательно, повысить численность лососей в базовых водоемах за счет увеличения общего промыслового возврата. Для этого необходимо создать для нее на каждом этапе индивидуального развития наиболее благоприятные условия содержания.

Таблица 2

Рыбоводный стандарт основных качественных показателей молоди кеты, выращенной в различных условиях на ЛРЗ Магаданской области

Показатели	ЛРЗ (рыбоводные бассейны)		Естественные условия		Отклонение от нормы
	температура воды		садки, пруды, (пресная вода)	бассейны, (морская вода)	
	1-2,5 °С	3-4,5 °С			
Масса, мг	600	700	700-800	800-1100	менее 500
Длина, мм	41,0	42,0	42-45,0	43,0-46,0	менее 39,0
Коэффициент упитанности по Фультону	1,2	1,2	1,2	1,1-1,3	менее 1,10
Гемоглобин, г/л	74,0-76,0	76,0-78,0	76,0-80,0	85,0-90,0	менее 72
СГЭ, мкмкг	80,0-95,0	80,0-100,0	84,0-115,0	94,0-120,0	менее 80
Гематокрит, %	41,0-44,0	42,0-44,0	43,0-47,0	42,0-44,0	менее 40
Количество эритроцитов, тыс.шт./мм <sup>3</sup>	780-900	800-950	700-900	700-900	менее 680
Количество лейкоцитов, тыс.шт./мм <sup>3</sup>	3,0-5,0	4,0-7,0	7,0	6,0-10,0	менее 1,7
Юные эритроциты, %	25,0-30,0	25,0-35,0	30,0-40,0	20,0-30,0	менее 20,0
Полиморфноядерные лейкоциты, %	до 20,0	до 20,0	до 15,0	до 10,0	более 25,0
Лимфоциты, %	75,0 и более	78,0 и более	80,0 и более	85,0 и более	менее 70,0
Моноциты	до 5,0	до 5,0	до 2,0	До 1,0	более 10,0
Индексы, %:					
Сердце	0,18-0,20	0,20-0,25	0,25-0,26	0,25-0,26	менее 0,15
Печень	1,1-1,2	1,2-1,3	1,6-1,8	1,8-2,2	менее 1,0
ЖКТ	6,0-8,0	7,0-9,0	7,5-9,5	7,5-10,0	менее 5,0

## ВЫВОДЫ

1. Дан анализ эффективности искусственного разведения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России. Среди всех 4-х регионов, где размещены ЛРЗ, наиболее успешно и продуктивно работают только сахалинские, тогда как все остальные – находятся в стадии отработки биотехники. Существующая на ЛРЗ Магаданской области технология воспроизводства лососей малоэффективна, так как не соответствует температурным требованиям культивирования лососей на разных этапах эмбрионального и постэмбрионального развития.

2. Температура воды оказывает прямое влияние на развитие и выживаемость эмбрионов лососей. Ее повышение ускоряет эмбриогенез и сокращает продолжительность этапов развития. По средней температуре инкубации методом линейной зависимости можно определять длительность эмбриогенеза на разных этапах и стадиях развития. Увеличение амплитуды и резкие изменения температуры воды в период инкубации икры, даже на нечувствительных

стадиях и этапах эмбриогенеза, приводят к значительной смертности эмбрионов при инкубации, выклеве и последующем выдерживании личинок.

3. Инкубационные аппараты Аткинса расширенного вмещения являются наиболее удобными в работе и обеспечивают высокое качество инкубируемой икры. Использование антисептиков при профилактике оплодотворенной икры от сапролегниоза целесообразно только в том случае, если перед закладкой на инкубацию икра имеет отход более 3 %. Марганцовокислый калий в профилактике сапролегниоза икры не эффективен. Устойчивость эмбрионов кеты к травмам после завершения эпителии резко повышается, а с 9-го этапа эмбриогенеза остается такой до выклева эмбрионов, что следует учитывать при перевозке и переборке икры.

4. Выживаемость свободных эмбрионов и личинок кеты повышается при их выдерживании на трубчатом субстрате в инкубационных аппаратах Аткинса и рыбоводных бассейнах, а также в инкубационных аппаратах NOPAD на субстрате «седловидного» типа. Изменением потока воды в рыбоводных бассейнах можно регулировать развитие свободных эмбрионов и личинок. Внедрение внезаводского способа разведения кеты, отдельные популяции которой подвержены высокому прессу промысла, будет способствовать увеличению ее численности, а также поможет компенсировать возникающий на ЛРЗ дефицит производственных мощностей.

5. При повышении температуры воды у кеты сокращается продолжительность вылупления эмбрионов и период резорбции желточного мешка. С помощью графика экспоненциальной зависимости можно рассчитать время завершения личиночного периода развития и удельную скорость роста рыб. Постепенное понижение температуры воды в эмбрионально-личиночный период развития (с начала пигментации глаз до резорбции желтка у личинок не менее 25–30 % от массы тела), а затем повышение ее до 5,5–7 °C за 1,5–2 месяца до выпуска способствуют интенсивному росту молоди кеты и повышению эффективности потребления пищи; при этом кормление можно осуществлять как пастообразными, так и гранулированными кормами.

6. Плотность посадки до 8–10 тыс. экз./м<sup>3</sup> в рыбоводных бассейнах и от 15 до 18 тыс. экз./м<sup>3</sup> в рыбоводных садках благоприятна для роста и качественного состояния молоди кеты, что выражается в увеличении массы тела, содержании гемоглобина, количества эритроцитов, интенсивности эритропоэза и числа лимфоцитов в крови. Качественные показатели молоди кеты находятся в прямой зависимости от состава потребляемых ею кормов, а также способов кормления. В условиях низкой температуры воды (до 1–1,5 °C), характерной для некоторых Магаданских ЛРЗ, в качестве стартового корма для молоди следует использовать только влажные многокомпонентные смеси из продуктов местного сырья.

7. Улучшению физиологического состояния молоди кеты, увеличению размеров, повышению выживаемости, адаптации к воде морской солёности, формированию хоминга способствует ее подрашивание до 1–1,5 месяцев в садках или отгороженных участках в пресной или морской воде в естественных водоемах. При садковом подрашивании в пресных водоемах исключен случайный нерегулируемый скат молоди во время весенне-летних паводков.

8. При успешной адаптации к морской воде кровь молоди кеты характеризуется интенсивным эритропоэзом, значительным увеличением относительного числа лимфоцитов и снижением числа полиморфноядерных лейкоцитов. Крупная молодь кеты отличается от мелкой лучшими гематологическими показателями, более коротким периодом адаптации к морской воде и ха-

рактируется высокой выживаемостью. Одним из методов определения готовности молоди лососей к переходу в морскую воду может служить уменьшение величины гематокрита. При этом, чем меньше его отличие от начального показателя, тем выше выживаемость молоди.

9. Молодь кеты с магаданскими ЛРЗ существенно различается биологическими и морфофизиологическими показателями и отличается от природной молоди, которая биологически также неоднородна. У каждой популяции кеты существует своя адаптивная физиологическая норма, обусловленная экологическими, климатическими и гидрологическими особенностями нативных водоемов размножения, а также генетической специфичностью популяций.

10. Оптимальными параметрами условий разведения кеты в Магаданской области являются постоянный температурный режим в периоды инкубации, развития личинок и содержания молоди в пределах 6,8–7 °С, питание с соблюдением режима кормления пастообразными кормами из рыбного и животного сырья, подращивание молоди в речных и морских садках с плотностью посадки 15–18 тыс. экз./м<sup>3</sup>, выпуск в реки с середины июня до середины июля при температуре воды в реке 5–6 °С, в морском побережье – 6–10 °С.

Предложен новый рыбоводный стандарт качественных показателей выпускаемой молоди кеты для ЛРЗ Магаданской области, а также даны рекомендации по совершенствованию биотехники разведения кеты с использованием новых приемов и подходов, морфологических и физиологических критериев оценки ее состояния на разных этапах развития, подращивания, выпуска в реки и адаптации к морской воде.

### ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Для повышения эффективности искусственного воспроизводства лососей в Магаданской области в настоящее время необходимо проведение следующих мероприятий:

1. Использовать биотехнологию инкубации икры в инкубационных аппаратах Аткинса расширенного вмещения и применять различные антисептики для профилактической обработки икры от сапролегниоза при инкубационном отходе более 3 %. В период инкубации икры кеты не допускать резких колебаний температуры воды (свыше 3 °С) и при регулировании этапами развития следует изменять ее постепенно.

2. При планировании рыбоводных работ определение продолжительности этапов раннего развития кеты, скорости роста, необходимо проводить по средней температуре воды и применять математические зависимости. При сравнительно небольших диапазонах температуры воды лучше использовать линейные зависимости.

3. Механическое воздействие на икру следует проводить только на стадии завершеного процесса эпиболлии и при четко выраженной пигментации глаз эмбрионов. При этом до появления выраженной пигментации глаз у эмбрионов, допускается только «мягкое» воздействие – перемешивание икры в условиях инкубационного аппарата.

4. В условиях ЛРЗ выдерживание свободных эмбрионов и личинок кеты проводить на трубчатом субстрате, в аппаратах NOPAD с вложенным субстратом седловидного типа и в специально подготовленных аппаратах Аткинса, а в условиях природных водоемов – в подготовленных и обустроенных рыбоводным оборудованием участках непромерзаемых речных проток.

5. На ЛРЗ Магаданской области, где температура воды в период инкубации икры составляет более 6–9 °С, следует подключать охлажденную под-

русловую воду (с начала 10-го этапа развития эмбрионов), а за 1,5–2 месяца до выпуска молоди (при остатке у личинок желточного мешка от 25 до 30 % от массы тела) использовать только подогреваемую воду в пределах 5,5–7 °С.

6. При невозможности регулирования температуры воды (охлаждения и подогрева) рекомендуется проводить выращивание молоди кеты только при разреженной плотности посадки, предпочтительнее в круговых бассейнах, и за 1–1,5 месяца до выпуска молоди кеты - подращивание в естественных водоемах в пресной и морской воде различной солености. Для этого использовать садки в условиях рек, озер, морского побережья и отгороженные промелиорированные участки речных проток.

7. В качестве стартового корма для молоди кеты использовать влажную многокомпонентную смесь из продуктов местного сырья, основным компонентом которой является икра тресковых рыб (до 50–65 %). В состав пастообразной смеси может быть включен фарш из лососей, сельди, печени и кишечника морского зверя, селезенки крупного рогатого скота, а также сухой гранулированный рыбный корм (не более 10–15 % от рациона).

8. Перед выпуском следует проводить оценку качества каждой планируемой к выпуску партии молоди кеты, в первую очередь - по биологическим и гематологическим показателям, а также тестированию (не менее 3-х суток) на выживаемость в морской воде.

9. При выпуске молоди кеты с ЛРЗ Магаданской области руководствоваться рыбоводным стандартом ее физиологической полноценности (табл. 2). Необходимо вносить корректировки в рыбоводный стандарт с учетом изменений условий содержания на ЛРЗ и мониторинга показателей у природной молоди кеты.

10. Выпуск молоди кеты с ЛРЗ проводить после прохождения весеннего паводка не ранее 2-й декады июня и не позднее 1-й декады июля при прогреве воды до 5–6 °С (река) и до 6–10 °С (море) партиями по 3–4 млн. экз. ежедневно. Дальнейшая работа над улучшением качества молоди в сочетании со своевременным выпуском позволит существенно повысить эффективность рыбоводства.

## 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. Хованская Л.Л. Влияние фунгицидов на жизнестойкость эмбрионов кеты и целесообразность их применения при профилактике сапролегниоза // V Всесоюз. конф. по раннему онтогенезу рыб: Тез. докл. Астрахань, 1–3 окт. 1991. – М., 1991. – С. 205–206.

3. 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.

4. 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. Петрозаводск, 30 сент. – 3 окт. 1992 г. – Т. 2. - Петрозаводск, 1992. – С. 151.

5. Хованская Л.Л. Гематологические показатели молоди тихоокеанских лососей при адаптации к морской воде // Биология и рациональное использование гидробионтов, их роль в экосистемах: Тез. докл. конф. молодых ученых. Владивосток, 27–29 апр. 1993 г. – Владивосток: ТИНРО, 1993. – С. 33–34.

6. Грачева М.Л., Хованская Л.Л. Опыт искусственного воспроизводства лососей на Ольской ЭПАБ // Сб. науч. трудов Гос.НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1994. – Вып. 308. – С. 62–74.

7. Хованская Л.Л. Инкубация икры лососевых рыб в условиях рыбоводных заводов Северо-Востока России // Сб. науч. трудов Гос.НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1994. – Вып. 308. – С. 101–119.

8. 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.

9. Хованская Л.Л. Морфофизиологические показатели молоди кижуча при выращивании на различных пастообразных кормах // Биоресурсы морских и пресноводных экосистем: Тез. докл. конф. молодых ученых. Владивосток, ТИПРО-центр, 17–18 мая 1995 г. – Владивосток: ТИПРО, 1995. – С. 84–85.

10. 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, ТИПРО-центр, 17–18 мая 1995 г. – Владивосток, 1995. – С. 87–88.

11. Хованская Л.Л. Эффективность выдерживания личинок лососевых рыб в различных условиях // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири. – Томск, 1996. – С. 77–78.

12. Фомин А.В., Хованская Л.Л. Рост и развитие молоди кеты в условиях индустриального морского подращивания // Биомониторинг и рациональное использование гидробионтов: Тез. докл. конф. молодых ученых. – Владивосток, 1997. – С. 66–67.

13. Хованская Л.Л., Пузиков Н.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.

14. 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. ТИПРО. – 1997. – Т. 122. – С. 188–199.

15. Хованский И.Е., Фомин А.В., Рогатных А.Ю., Хованская Л.Л. Анализ хозяйственно-экономической деятельности рыбоводных заводов Магаданской области, проблемы, перспективы регионального лососеводства // Северо-Восток России: проблемы экономики и народонаселения: Расширенные тез. докл. регион. науч. конф. «Северо-Восток России: прошлое, настоящее, будущее». Магадан, 31 март. – 2 апр. 1998 г. – Т. 1. – Магадан: ОАО «Северовостокзолото», 1998. – С. 100–102.

16. 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.

17. Рябуха Е.А., Бойко И.А., Хованская Л.Л., Сафроненков Б.П. О применении метода садкового содержания заводской молоди кеты (*Oncorhynchus keta*) в условиях природных водоемов Магаданской области для улучшения ее качественного состояния // Состояние рыбохозяйственных исследований в бассейне Северной части Охотского моря. – Сб. науч. трудов МагаданНИРО. – 2004. – Вып. 2. – С. 326–342.

18. Сафроненков Б.П., Хованская Л.Л. Современное состояние искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей в Магаданской области // Материалы II регион. науч.-практ. конф. «Северо-Восток России: прошлое, настоящее и будущее». Магадан, 27–28 нояб., 2003 г. – Магадан: ООО «Кордис», 2004. – Т. 2. – С. 69–72.

19. Сафроненков Б.П., Хованская Л.Л. Пути повышения эффективности управляемого лососевого хозяйства в Магаданской области // Материалы II региональ-

ной научно-практической конф. «Северо-Восток России: прошлое, настоящее и будущее». Магадан, 27–28 нояб. 2003 г. – Магадан: ООО «Кордис», 2004 – Т. 2. – С. 72–76.

20. Хованская Л.Л., Игнатов Н.И., Рябуха Е.А., Сафроненков Б.П. Биолого-физиологическая характеристика молоди кеты природного и искусственного происхождения на водоемах и рыбоводных заводах Магаданской области // Состояние рыбохозяйственных исследований в бассейне Северной части Охотского моря. – Сб. науч. трудов МагаданНИРО, 2004а. – Вып. 2. – С. 343–358.

21. Хованская Л.Л., Сафроненков Б.П. О возможности развития управляемого лососеводства в северном Охотоморье // Материалы II региональной научно-практической конф. «Северо-Восток России: прошлое, настоящее и будущее». Магадан, 27–28 нояб. 2003г. – Т. 2. – Магадан: ООО «Кордис», 2004. – С. 92–95.

22. Сафроненков Б.П., Хованская Л.Л., Волобуев В.В. Состояние лососеводства в северном Охотоморье и возможные пути его развития // Рыб. хоз-во. – 2005. – № 1. – С. 43–47.

23. Хованская Л.Л., Волобуев В.В., Сафроненков Б.П. Сравнительная характеристика природной и заводской молоди кеты в Магаданской области // Рыб. хоз-во. – 2005. – № 5. – С. 61–63.

24. Сафроненков Б.П., Хованская Л.Л. Состояние и перспективы искусственного разведения тихоокеанских лососей // Ландшафты, климат и природные ресурсы Тауйской губы Охотского моря. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – С. 268–291.

#### Автореферат

Хованская Лариса Леонидовна

### БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ КЕТЫ В МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Подписано в печать 27.10.2006 г. Формат 60 × 84/16. Бумага «Люкс»  
Гарнитура «Таймс». Усл. п. л. 0,9. Уч.-изд. л. 1,5. Тираж 110. Заказ 23.

