



***НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ  
ЛОСОСЕВОДСТВА  
В МАГАДАНСКОЙ  
ОБЛАСТИ***

**Л. Л. Хованская**



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
МАГАДАНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ  
(ФГУП «МагаданНИРО»)

---

THE FEDERAL AGENCY FOR FISHERIES  
OF THE RUSSIAN FEDERATION  
THE FEDERAL STATE UNITARY ENTERPRISE  
MAGADAN RESEARCH INSTITUTE  
OF FISHERIES AND OCEANOGRAPHY  
(FGUP «MagadanNIRO»)

Л. Л. Хованская

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЛОСОСЕВОДСТВА В МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

L. L. Khovanskaya

SCIENTIFIC FOUNDATIONS FOR SALMON MANAGEMENT  
IN MAGADAN REGION

Магадан  
Magadan  
2008

УДК 639.2/3  
ББК 47.2(2Р55)  
Х 683

**Хованская Л. Л.** Научные основы лососеводства в Магаданской области. – Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2008. – 167 с.

ISBN 978-5-94729-094-3

Приведен анализ эффективности искусственного разведения тихоокеанских лососей на лососевых рыбоводных заводах (ЛРЗ) Дальнего Востока России. Особое внимание уделено проблемам повышения эффективности искусственного разведения лососей в Магаданской области. Показаны биологические и физиологические особенности кеты применительно к конкретным условиям ЛРЗ и кеты природного происхождения в раннем пресноводном периоде ее жизни. Установлено, что для увеличения промысловых возвратов лососей в базовые реки ЛРЗ необходимо выпускать молодь максимально соответствующей по своим биологическим и физиологическим параметрам природной молоди или превышающей их. На основе обобщения и анализа литературных данных и результатов собственных научных исследований предложены рыбоводный стандарт физиологической полноценности молоди кеты при выпуске с ЛРЗ Магаданской области и практические рекомендации по повышению эффективности ее искусственного разведения.

Для научных работников, специалистов рыбохозяйственных организаций, занимающихся охраной и искусственным воспроизводством рыбных запасов.

Ил. 49. Табл. 37. Библиогр.: 219 назв. Прил. 12.

**Ключевые слова:** повышение эффективности, тихоокеанские лососи, кета, искусственное разведение, биологические особенности, физиологическая полноценность, промысловые возвраты, природная молодь.

Ответственный редактор  
чл.-корр. РАН, д. б. н. **И. А. Черешнев**

Рецензент  
канд. биол. наук **В. В. Волобуев**

Утверждено к печати Ученым советом ФГУП «МагаданНИРО».

**Khovanskaya L. L.** Scientific foundations for salmon management in Magadan region. – Magadan : NESCFEB RAS, 2008. – 167 p.

An efficiency analysis of Pacific Salmon artificial culture at the salmon hatcheries (LRZ) of the Far East of Russia is carried out. Special attention is given to efficiency enhancement of salmon management in Magadan region. Biological and physiological peculiarities of Chum salmon as applied to particular conditions of LRZ, and of natural origin Chum salmon in its early fresh-water period, are described. It is stated, that biological and physiological parameters of juvenile releases should be the same or exceed those, of natural juvenile. This will lead to increase of the fishery yield. On the basis of generalization and analysis of literature data and of our study the fish management standard of physiological validity of the Chum salmon juvenile released from LRZ of Magadan region is suggested. Practical recommendations on efficiency enhancement of its artificial propagation are proposed.

The book is valid for workers and experts of fishery management engaged in conservation and artificial culture of the fish stocks.

Ills. 49. Tables 37. Bibliogr.: 219 titles. App. 12.

**Key words:** efficiency enhancement, Pacific salmon, Chum salmon, artificial culture, biological peculiarities, physiological validity, yield to the fishery, natural juvenile.

Editor-in-chief  
correspondent member of RAS, Ph. D. (Biology) **I. A. Chereshev**

Publisher's reader  
Dr. of Biology **V. V. Volobuev**

ISBN 978-5-94729-094-3

©Хованская Л. Л., 2008  
©ФГУП «МагаданНИРО», 2008  
©СВНЦ ДВО РАН, 2008

## ВВЕДЕНИЕ

Тихоокеанские лососи уже на протяжении почти 100 лет являются традиционными объектами рыбоводства, поскольку имеют важное экономическое и социальное значение в странах северной части Тихого океана. В условиях усиления антропогенного воздействия на промысловые стада лососей один из основных путей восстановления и увеличения их запасов – формирование управляемого лососевого хозяйства. Это предполагает рациональное ведение промысла, биологически обоснованную технологию искусственного разведения, при которой можно заранее планировать необходимые затраты для получения определенного количества рыболовной продукции, стабильные промысловые возвраты, сохранение популяционно-генетического разнообразия стад (Моисеев, 1982; Канидьеv, 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 не только добиться существенного увеличения уловов, но и стабилизировать их на довольно высоком уровне, сведя к минимуму влияние глобальных климатических изменений, определявших численность природных популяций (Шунтов, 2005).

Повышение эффективности управляемого воспроизводства, основным содержанием которого является искусственное разведение, заключается в первую очередь в раскрытии видовых адаптаций, приспособительных связей и реализации их в процессе индивидуального развития, что в конечном итоге направлено на обеспечение максимального выживания. Кроме этого, повышение эффективности воспроизводства невозможно без точных знаний об особенностях развития организма и его связях со средой обитания, которые выработаны в процессе исторического развития и также имеют приспособительный характер. Анализ приспособительных связей на разных этапах онтогенеза, позволяющий определить способность к выживанию организма в периоды эмбрионально-личиночного, малькового развития и становления взрослого организма, должен быть исходным элементом в управляемом воспроизводстве.

Поэтому необходимо при искусственном разведении лососей на каждом этапе индивидуального развития выявить систему адаптаций вида, обеспечить их реализацию при минимальной гибели особей и, в конечном итоге, найти способ усиления индивидуальных приспособительных реакций (Канидьеv, 1984; Шунтов, 2005).

В настоящее время крупномасштабным разведением тихоокеанских лососей – кеты, горбуши, чавычи, кижуча, нерки и симы – активно занимаются в Соединенных Штатах Америки, Канаде, Японии и России. Отечественное лососеводство представлено Магаданской, Камчатской и Сахалинской областях, а также в Приморском и Хабаровском краях, т. е. в районах, находящихся в пределах природного ареала данных видов лососей на Дальнем Востоке России.

Наиболее эффективно развивается заводское разведение лососей в Японии, США и Канаде, добившихся впечатляющих успехов в этой области рыбоводства. 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. Ее доля в ежегодных объемах выпуска с заводов всего тихоокеанского бассейна составляет 66–68% (Кобаяси, 1988; Шевцова, 1990б; NPAFC, 1998–2002; Хованская, Сафроненков, 2004). Это обеспечивает стабильный уровень уловов в 140–240 тыс. т и составляет до 70% от всего азиатского улова кеты (против 3% в начале XX в.). Отметим, что в Японии уже не осталось природных популяций кеты, и все огромное, так называемое японское стадо состоит исключительно из рыб заводского происхождения. Добавим, что вследствие благоприятных климатических условий в северной части Тихого океана и интенсивного разведения лососей уже к началу 90-х гг. численность кеты достигла своего исторического максимума (Salo, 1991), а в последующие десятилетия существенно превысила его. Высокая эффективность рыборазведения Японии обусловлена применением высокопродуктивных технологий и характеризуется самыми большими коэффициентами возвратов взрослых особей заводского происхождения от выпущенной на нагул в море молоди, которые составляют в среднем от 3,2–3,8%

по кете до 7–12,6% по горбуше (Higo, 1998). Численность кеты и горбуши увеличилась по сравнению с численностью в 60-х гг. соответственно с 5 млн и 1,2 млн особей до 72 млн экз. кеты и 3,8 млн экз. горбуши (Иванков и др., 1999; Kaerjama, 1991; NPAFC, 1998–2002). Заметим, что коэффициент возврата природных популяций намного ниже и составляет в среднем 0,7% у кеты и 0,37% у горбуши (Костарев, 1970; Vams, 1972; Bradford, 1995; Романчук, 2000; Каев, 2003).

Не менее успешно развивается лососеводство в Соединенных Штатах Америки (большинство рыболовных заводов сосредоточены в штате Аляска). Страна занимает 2-е место в мире по воспроизводству кеты и нерки, а также ведущее место по воспроизводству горбуши, кижуча и чавычи. С рыболовных заводов выпускается в среднем до 514 млн покатников кеты, 870 млн экз. горбуши, 64 млн экз. кижуча, 75,6 млн экз. нерки и 175 млн экз. чавычи, доля которых в общем мировом выпуске по каждому виду лососей составляет соответственно 18,2; 64,0; 28,4; 76,0 и 77,7% (NPAFC, 1998–2002). При среднегодовом выпуске рыболовными заводами Аляски около 1,1 млрд экз. покатников всех видов лососей их общий возврат составляет около 36 млн экз. (в основном горбуши, средний коэффициент возврата которой 3% с пределами колебаний 1,5–10% (Кляшторин, 1991; Кляшторин, Смирнов, 1992). Доля штата Аляска в общем вылове тихоокеанских лососей является наибольшей. Ежегодно рыбаки здесь (данные с 1997 по 2002 г.) вылавливают в среднем до 78 тыс. т кеты, 138 тыс. т горбуши, 75 тыс. т нерки, 15,1 тыс. т кижуча и 6,8 тыс. т чавычи, что составляет соответственно 26,2; 41,9; 73,4; 89,1 и 78,6% относительно вылова странами тихоокеанского бассейна (NPAFC, 1998–2002).

Значительные успехи в искусственном воспроизводстве лососей достигнуты и в Канаде, которая занимает ведущее место по воспроизводству нерки. Ежегодно рыболовные заводы Канады выпускают в среднем более 182 млн экз. молоди, что составляет 68,8% от общего выпуска со всех стран тихоокеанского бассейна (NPAFC, 1998–2002). Кроме того, из нерестовых каналов и питомников ежегодно выпускают более 250 млн экз. мальков кеты и горбуши (Перри, Бейли, 1990).

На Дальнем Востоке России – в Сахалино-Курильском регионе, благодаря проведению Госкомрыболовства России в 90-х гг. широкомасштабных мероприятий по развитию лососеводства – реконструкции более 60% действующих и ввода в строй 6 новых модернизированных лососевых рыболовных заводов (ЛРЗ), сформировалась система управляемого лососевого хозяйства, позволяющая получать стабильно высокие уловы. Технология, которая в настоящее время отработана в этом регионе, показывает, что искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей – не просто эффективный, а высокоэффективный технологический процесс. Дополнительный вылов лососей в целом на Дальнем Востоке России за счет работы лососевых рыболовных заводов составляет, по некоторым экспертным оценкам, до 25–30 тыс. т (Шунтов, 2005). В Сахалино-Курильском бассейне 30% горбуши и 80% кеты в уловах – искусственного происхождения (Белоусов, Аладына, 2002а), а из 600 млн молоди лососей, выпускаемых со всех дальневосточных ЛРЗ, доля ЛРЗ Сахалинской области достигает 85% (Шунтов, 2005).

Перечисленные примеры свидетельствуют о том, что развитое управляемое искусственное воспроизводство играет значительную роль в восполнении рыбных запасов всего тихоокеанского бассейна, позволяет довольно быстро восстановить и даже увеличить численность лососевых стад и благодаря этому получать стабильно высокие уловы (Хованская, Сафроненков, 2004).

Важнейшая задача современного, в том числе отечественного, лососеводства – повышение промысловых возвратов, что актуально для лососеводства в Магаданской области, которая обладает относительно большими запасами естественных стад лососевых рыб. Однако в отличие от других регионов Дальнего Востока она характеризуется весьма суровыми климатическими условиями – низкими температурами воды и воздуха в весенне-зимние месяцы, высокой промерзаемостью нерестовых водоемов, продолжительным ледоставом и т. д. Для рек Северного Охотоморья характерны сильные паводки, пресс хищников, значительные приливно-отливные явления, резкие колебания температуры и солености в прибрежной зоне. Совокупность этих факторов, безусловно, отрицательно влияет на выживаемость как естественной, так и искусственно воспроизводимой молоди (Семенов, Хованский, 1994; Хованский, 2004).

В Магаданской области искусственное воспроизводство лососей начато более 20 лет назад. Здесь действуют 4 ЛРЗ, ориентированные в основном на разведение кеты и в незначительной степени горбуши, кижуча и нерки, общей мощностью 120 млн экз. покатников. За годы деятельности (с 1984 по 2005 г.) заводами выпущено более 691 млн экз. молоди лососей, среди которых доля кеты в общем выпуске составила 77,4%.

Однако, несмотря на длительный период работы ЛРЗ, выпускаемая с них молодь до сих пор не дает стабильно высоких промысловых возвратов, а в базовых реках области, на которых расположены ЛРЗ, так и не создано мощных маточных заводских стад. Численность вернувшихся в базовые реки взрослых лососей заводского происхождения остается на довольно низком уровне и весьма нестабильна. В общих уловах среднемноголетняя доля «заводских» рыб (по результатам массового термического мечения отолитов) на различных ЛРЗ составляет всего 3,7–17,4%. То есть более 88% численности подходов представлены рыбами природных популяций. Коэффициент возврата заводских рыб отдельных поколений (по результатам подсчета меченых особей) колеблется от 0,01 до 0,66% (Рогатных и др., 1998; Акиничева и др., 2000; Черешнев и др., 2002; Отчет..., 2005).

Одной из основных причин столь низкого возврата производителей в базовые водоемы является выпуск с рыбоводных заводов ослабленной, не приспособленной к резким изменениям внешней среды молоди. Причем сложившаяся ситуация повторяется ежегодно и по сути приняла хронический характер. Поэтому наиболее сложная и важная из существующих проблем заводского воспроизводства тихоокеанских лососей в условиях Северо-Востока России – получение высокожизнестойкой полноценной молоди. Выращивание качественной молоди во многом зависит от совершенства биотехнологии инкубации икры, выдерживания личинок и подращивания молоди, а также от правильного кормления, биологической полноценности кормов и сбалансированности рационов. Применяемые в настоящее время разнообразные приемы и методы биотехники несовершенны, а условия содержания на начальных и последующих этапах развития лососей часто далеки от благоприятных.

На ЛРЗ Магаданской области повышенная смертность тихоокеанских лососей наблюдается на всех этапах их индивидуального развития. При этом видовая принадлежность не имеет значения. Большие отходы отмечены уже с момента оплодотворения икры, а также в процессе ее инкубации. Оплодотворенная икра на разных ЛРЗ и даже в пределах одного из них содержится в неодинаковых условиях: при разной температуре воды, в разных инкубационных аппаратах, при различной степени соблюдения биотехнологических норм и т. д. Уход за оплодотворенной икрой осуществляется способами ручной и механической выборки отхода (механические воздействия), а также путем профилактической обработки от грибковых заболеваний всевозможными антисептическими средствами, однако оптимальные методические нормативы этих операций до конца не отработаны. Отметим, что на ЛРЗ в различные критические переходные этапы их эмбриогенеза лососи особенно чувствительны к воздействию условий среды, зачастую отличающихся от природных. Влияние негативных факторов приводит не только к увеличению прямой смертности зародышей, но и к серьезным морфологическим и физиологическим отклонениям от нормального развития и гибели организмов уже на более поздних этапах индивидуального развития (Жукинский, 1986).

Способы и приемы содержания личинок и молоди лососей на отдельных ЛРЗ Магаданской области зачастую зависят от возможности регулирования температуры воды, наличия выростных и нагульных площадей и т. д. Кормление заводской молоди проводится без учета затрат энергии корма на единицу прироста массы молоди, а также ее упитанности и темпа роста. Рыбные корма используются без учета температурных условий на заводах. Как правило, способы кормления, структура, качественный состав задаваемых молоди кормов зависят не от биологической полноценности кормов, а просто от наличия на заводах любого корма.

Завершающий этап выращивания лососей состоит в выпуске молоди в естественные водоемы. Для обеспечения эффективной деятельности рыбоводных заводов необходим обязательный контроль за условиями выпуска и состоянием заводской молоди в природной среде (Канидьев, 1984; Бочаров и др., 1985). Известно, что одной из основных причин низкой эффективности работы рыбоводных предприятий является ранний выпуск молоди (Гриценко и др., 1987). Выпуск ее с ЛРЗ Магаданской области в разные годы проходит в самые различные сроки, без учета влияния существующих природных факторов в период кататромной миграции – температуры и гидрологического режима реки и побережья, кормовой обеспеченности, наличия хищников в базовых водоемах и морском побережье. В Магаданской области до сих пор не разработана четкая стратегия выбора оптимальных сроков выпуска молоди с заводов, а крайние даты начала и конца выпуска молоди варьируют в недопустимо широких пределах – от 5 мая до 16 августа. Но из практики рыбоводства давно известно, что существует прямая связь между датой выпуска молоди с ЛРЗ и ее выживаемостью (Перри, Бейли 1990). Поэтому проблема повы-

шения выживаемости молоди лососей, выпускаемой рыбодными заводами Магаданской области, остается по-прежнему одной из главных и в итоге определяет низкую численность возвращающихся производителей.

Выпущенная молодь лососей непродолжительное время обитает в сравнительно узкой прибрежной зоне. Однако именно в этот период жизни она наиболее уязвима, так как экологические условия среды морского побережья резко отличаются от существующих в речном водоеме. В прибрежье иной гидрологический режим, более резкие суточные колебания температуры и солености, волнение, другие кормовые условия (структура, концентрация и степень доступности мелких кормовых организмов), новое биоценотическое окружение и связи (взаимоотношения с конкурентами, хищниками и т. д.). Одним из главных критериев, определяющих жизнестойкость молоди лососей, является ее способность к изменению работы органов и регуляторных систем в период перехода из пресной среды в соленую, т. е. возможность физиологической адаптации на стадии смолта при миграции в морскую воду. Именно в ранний морской период жизни происходит значительная элиминация молоди, которая определяет формирование численности старшего поколения (Варнавский, 1990).

В Магаданской области около 95–98% всей выращенной молоди кеты выпускают в речные водоемы и лишь оставшуюся ее часть подращивают в морской воде. Поэтому контролировать физиологическое состояние и выживаемость заводской молоди кеты, скатившейся из речного водоема в морское побережье, очень сложно. Именно оценка выживаемости молоди в ранний морской период жизни до сих пор остается достаточно важной проблемой.

Очевидно, определение характера воздействия среды обитания на организм должно осуществляться методом комплексной оценки. При этом необходимо исследовать как качественные, так и количественные показатели. Одним из интегрированных показателей может служить, например, характер роста (Карзинкин, 1952). Известно, что увеличение размерной изменчивости молоди наблюдается при переходе на смешанное и внешнее питание (Вышегородцев, 1975; Крогиус, 1975; Евсин, 1977; Рыжков, 1980). Кроме того, варибельность размеров молоди возрастает под действием факторов, зависящих от плотности ее посадки, а также под влиянием биоэнергетических механизмов, связанных с индивидуальными различиями в пищевых потребностях, интенсивности энергетического обмена и эффективности использования потребленной и усвоенной пищи на рост (Никольский, 1973; Рыжков, 1980; Каев, 2003).

ЛРЗ Магаданской области отличаются друг от друга по ряду параметров. Это температурный режим водоисточников и различия в применяемых технологиях (инкубаторы, бассейны, естественные выростные пруды, морские садки и т. д.). Кроме того, часто условия содержания оплодотворенной икры и молоди даже на одном и том же заводе не идентичны. Вследствие этого качественные показатели молоди при выпуске в естественный водоем могут существенно различаться. Оценка качества молоди на всех ЛРЗ Магаданской области в настоящее время проводится только по морфометрическим признакам, а именно по размерно-весовым показателям. При этом не учитываются физиологические параметры. Более того, не проводится сравнительная оценка этих параметров с «эталонном», т. е. с молодью природного происхождения. Такой подход к оценке качества молоди слишком поверхностный и не отражает ее действительного физиологического состояния при скате в море. Поэтому до настоящего времени остаются неизученными влияние факторов окружающей среды на индивидуальные рост, развитие и физиологическую полноценность разводимых рыб, их адаптивные возможности и устойчивость к неблагоприятным воздействиям в различных условиях обитания. Без этих знаний решить проблему повышения жизнестойкости молоди (через оптимизацию условий ее содержания) и увеличения возврата заводских лососей практически невозможно.

В Магаданской области первые рекогносцировочные работы по комплексной оценке качества молоди искусственного и природного происхождения проводились довольно давно – в 1987–1991 гг. (Хованский, 1992). Они заложили основу для дальнейших более детальных исследований, которые были начаты автором в 1990 г. в бассейновом управлении «Охотскрыбвод» и продолжаются в лаборатории искусственного воспроизводства лососей и аквакультуры МагаданНИРО.

Цель данной 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 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.

Впервые в настоящей работе:

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 условиях разведения;

выполнена оценка устойчивости икры к механическим воздействиям в экспериментальных условиях и 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 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.

В результате работы сделаны следующие основные выводы:

1) 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 позволяет улучшить физиологическое качество личинок и молоди и повысить их выживаемость;

2) молодь кеты, выращенная на ЛРЗ в благоприятных условиях, по биолого-физиологическим показателям обладает высоким сходством с природной молодью;

3) гематологические показатели являются одними из наиболее информативных и отражают условия содержания заводской и обитания природной молоди лососей. Физиологическая полноценность молоди кеты может определяться гематологическими показателями;

4) в условиях Магаданской области возможно добиться высокой выживаемости личинок кеты искусственного происхождения при переходе ее в морскую воду и, следо-

вательно, увеличить численность лососей в базовых водоемах за счет повышения промыслового возврата. Для этого необходимо, чтобы искусственно выращенная молодь по биологическим и физиологическим параметрам была максимально приближена к молоди кеты естественного происхождения («эталонной» молоди).

На основе проведенных исследований предложены рекомендации по совершенствованию биотехники искусственного воспроизводства кеты на Северо-Востоке 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 внедрено использование биотехнологии инкубации икры в инкубационных аппаратах Аткинса расширенного вместения с применением различных антисептиков для профилактической обработки икры от сапролегниоза.

На ЛРЗ Магаданской области внедрена биотехнология кормления молоди лососей кормами из продуктов местного сырья с использованием в качестве дополнительного корма гранулированных рыбных кормов промышленного производства.

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

Обоснованы и внедрены сроки и приемы выпуска молоди лососей с ЛРЗ. Выпуск молоди следует проводить после прохождения весенних паводков не ранее 2-й декады июня.

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

Автор выражает глубокую благодарность доктору биологических наук, профессору, члену-корреспонденту РАН И. А. Черешневу за постоянную методическую и консультативную помощь в подготовке настоящей книги. Кроме этого, автор считает своим долгом выразить особую признательность администрации и научным сотрудникам ФГУП «МагаданНИРО»: директору к. б. н. В. И. Михайлову и заместителю по научной работе к. б. н. В. В. Волобуеву, заведующему лабораторией искусственного воспроизводства лососей и аквакультуры Б. П. Сафроненкову, заведующей сектором Е. Г. Акиничевой за всестороннюю помощь, поддержку, а также рекомендации и критические замечания при обсуждении исследований. Автор искренне благодарен коллегам: к. б. н. А. В. Фомину (Министерство сельского хозяйства России) и д. б. н. И. Е. Хованскому (ХФ ТИНРО) за свежие идеи, организацию совместных экспериментов и методическую помощь. Автор выражает глубокую признательность администрации и специалистам ФГУ «Охотскрыбвод»: В. П. Самойленко, П. И. Пузикову, Г. Н. Крюк, Н. К. Учевой, а также администрации и производственному персоналу рыбоводных заводов, ихтиологу В. А. Липп, оказавшим большую помощь в реализации экспериментов, в сборе сведений по рыборазведению на лососевых рыбоводных заводах Магаданской области.

Автор считает своим долгом выразить особую благодарность генеральному директору ООО «Комета» К. Н. Кужелю и его первому заместителю П. К. Кужель, директору Анюйского ЛРЗ (ФГУ «Амуррыбвод») А. А. Романенко и главному рыбоводу завода Л. Д. Кузнецовой, предоставившим возможность собрать материал для подготовки данной работы в Хабаровском крае.

## Глава 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ\*

Российский Дальний Восток обладает обширной береговой линией, множеством нерестовых рек и значительным потенциалом расширения масштабов искусственного разведения (Смирнов, 1975; Канидьеv, 1984; Глубоковский, 1989; и др.). Отечественное лососеводство на Дальнем Востоке страны представлено в Магаданской, Камчатской, Сахалинской областях, Приморском и Хабаровском краях.

В настоящее время на территории Дальнего Востока действует всего 41 ЛРЗ, тогда как в несравненно меньшей Японии их около 350. Большая часть отечественных ЛРЗ – 23 – расположены на Сахалине и Курилах. На североохоотоморском побережье работают 6 рыбоводных заводов, 4 из них находятся в Магаданской области (Тауйская губа) и 2 – в Охотском районе Хабаровского края; на Камчатке – 5, в Приморье – 2 и в Приамурье – 5.

Основными объектами искусственного воспроизводства на Дальнем Востоке России являются горбуша и кета. Суммарный выпуск их молоди составляет от 590 до 670 млн экз. (НРАФС, 1998–2002).

Для сравнения: японские рыбоводные заводы выпускают в сумме до 2 млрд экз. молоди, но в отдельности они обладают меньшей мощностью, чем российские (Гриценко, 1994).

Важнейшая задача современного отечественного лососеводства состоит в повышении промысловых возвратов. До 90-х гг. промысловый возврат отечественной горбуши и кеты искусственного происхождения находился на таком низком уровне, что не обеспечивал промышленные ежегодные стабильные уловы. В среднем по всему Дальневосточному региону он составлял около 2%, из них для кеты 0,1–1,0%, для горбуши 0,7–4,6% (Канидьеv, 1984; Рухлов, Шубин, 1986; Шевцова, 1990б; Кляшторин, Смирнов, 1992; Гриценко, 1994). В бассейне Амура среднегодовалый возврат искусственно выращенной амурской кеты не превышает 0,01% (Шевцова, 1990а). На юго-западном Сахалине коэффициенты промысловых возвратов, а также уловы по кете были нестабильны – колебались в отдельные годы от 0,1 до 1% в 1990 г. (Гриценко, 1994).

С одной стороны, это обусловлено спецификой природно-климатических условий российского Дальнего Востока, с другой – существующими недоработками в биотехнологии, использованием устаревшего оборудования, недостаточно отработанной системой организации лососеводства и т. д. (Хованский, 2000, 2004).

Большинство отечественных рыбоводных предприятий проектировалось и строилось 10–30 и более лет тому назад. Только в последние годы в различных

\*Обзор составлен на основании анализа любезно предоставленных бассейновыми управлениями по охране и воспроизводству рыбных запасов и регулированию рыболовства (Сахалинрыбвод и Охотскрыбвод) отчетов ЛРЗ, собственного знакомства с работой ЛРЗ различных регионов Дальнего Востока, а также литературных данных (Беляев и др., 2000; Биологические..., 1994; Гриценко, 1994; Грачева, Хованская, 1994; Запорожец, Запорожец, 2000; Любаева и др., 2000; Научный..., 2001; Отчет..., 2003, 2004, 2005; Пробатов, Миронова, 1995; Романчук, 2000; Сафроненков и др., 2005; Сафроненков, Хованская, 2004а, б; Семенченко, 2000; Хованская, Сафроненков, 2004; Akinicheva, Rogatnykh, 2001).

регионах российского Дальнего Востока на компенсационной основе с привлечением иностранных фирм было построено несколько ЛРЗ с современным технологическим оборудованием (Сафроненков, Хованская, 2004б).

### 1.1. Разведение лососей на Сахалине

Первый опыт отечественного искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей был проведен на Сахалине в 1929 г., когда на одной из крупнейших рек острова – Тыми – И. М. Васильевым, Я. И. Баскаковым и А. Ф. Пензиковым был создан первый примитивный инкубатор для искусственного разведения кеты. В те годы источниками водоснабжения служили ручьи и открытые речные водозаборы; для устройства водоводов приспособлялись бочки, деревянные короба и грунтовые желоба. Инкубация икры проходила в деревянных рамках со стойками, выклев и выдерживание свободных эмбрионов проводились в открытых питомниках грунтового типа. Состояние рыболовной продукции находилось в прямой зависимости от внешних условий, поэтому большая ее часть (60–80%) погибала.

С начала 30-х гг. и по настоящее время рыболовство Сахалина претерпело значительные изменения. Первый этап реконструкции рыболовных заводов проходил в 1954–1957 гг. В этот период на Сахалине и Курилах впервые начали строить верхние строения над питомниками, чтобы осуществлять уход и контроль за состоянием рыболовной продукции в зимние месяцы. В результате гибель рыболовной продукции снизилась до 20% от заложенной икры. Второй этап реконструкции рыболовных заводов пришелся на конец 60-х – середину 70-х гг.

С конца 80-х и в начале 90-х гг. в рыболовстве Сахалина произошли серьезные перемены – началась широкомасштабная реконструкция рыболовных заводов на базе зарубежного опыта (третий этап реконструкции). К сожалению, в связи с тем, что отечественное рыболовное оборудование для искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей не обладает высокой технологичностью и в настоящее время не производится в необходимом для рыболовства объеме, российские рыболовные заводы приобретали оборудование за рубежом.

Для освоения японского опыта развития лососеводства на месте устаревших строились заводы совместными предприятиями. Долевое участие России в расходах на строительство покрывалось выделением Японией квот на вылов лососей. Таким образом, на Сахалине к 1994 г. уже были построены три завода, на Камчатке – один (Гриценко, 1994).

В основу проектных решений реконструкции рыболовных заводов Сахалина были положены требования современной технологии, ориентированной на создание оптимальных условий для рыболовной продукции и получения высоких промысловых возвратов. В ходе реконструкции по настоящее время производится полная модернизация основных производственных фондов, строятся новые трассы водоснабжения протяженностью до 4,5 км, глубиной залегания до 9 м, с подключением на ЛРЗ нескольких источников водоснабжения для терморегуляции рыболовных процессов. Ведется строительство шахтных колодцев и насосных станций, а также строительство пунктов сбора икры. Пункты сбора икры укомплектованы новейшим технологическим оборудованием: стационарными садками, бассейнами с пристроенными к ним аэрационными установками для выдерживания производителей до созревания половых продуктов, транспортерами, тельферами, бункерами для отгрузки производителей после их использования.

Если прежде в основном разводили только горбушу (объемы ее выпуска в 60-х – середине 70-х гг. составляли до 2/3 от общего по Сахалинрыбводу), то в настоящее время в данном регионе активно занимаются воспроизводством кеты. Доля выпуска с ЛРЗ молоди кеты по отношению к выпуску молоди горбуши в 90-х гг. к 2000 г. возросла до 50%.

В 1997 г. была проведена реконструкция и переоборудованы инкубационные цехи на Березняковском и Соколовском ЛРЗ. В 2000 г. реконструкция завершена почти на всех ЛРЗ Сахалина. Инкубационные аппараты дальневосточного типа были заменены на емкостные аппараты Аткинса и типа «Бокс», что позволило снизить в 2 раза ресурсы водопотребления, а также уменьшить трудоемкость при уходе за икрой. Для повышения содержания кислорода в грунтовой воде на заводах стали применять аэраторы А-6, двухконтурные струйные насосы-эжекторы, в которых вода, поступающая под напором в патрубок, подавалась соплом к конфузoram, где подсасывался воздух в объеме, обеспечивающем 100%-ное насыщение воды кислородом. Излишки воздуха в сочетании с аэрируемой водой образовывали водовоздушную эмульсию, что позволило дополнительно аэрировать подрусловую воду в азротанке и обеспечило оптимальное содержание кислорода в воде на всех этапах раннего развития лососей.

На Березняковском ЛРЗ впервые в практике были использованы расходомеры с жидкокристаллическим дисплеем, что позволило оперативно получать информацию о расходе воды в трубах водовода.

На Буюкловском, Адо-Тымовском, Охотском ЛРЗ была внедрена компьютерная система автоматизации рыбоводных процессов «Oxguard», при помощи которой автоматически проводились замеры содержания растворенного кислорода в воде, рН, температуры и уровня воды в рыбоводных емкостях. В случае каких-либо отклонений от нормы автоматизированная система срабатывала на оповещение.

В целях автоматизации кормления в период подращивания молоди в 1998 г. на сахалинских ЛРЗ: Адо-Тымовском, Березняковском, Сокольниковском, Охотском были проведены работы по установке линий кормораздатчиков «Pelleter» модели LAVO-3 S (производства Японии).

Параллельно с технической модернизацией выростной базы, реконструкцией ЛРЗ на основе опыта рыбоводов и особенностей экологических и климатических условий была усовершенствована и во многом изменена биотехнология в периоды сбора и закладки икры, выдерживания свободных эмбрионов до подъема на плав, кормления молоди, выпуска ее в естественные водоемы (Любаева и др., 2000). В прежние годы рыбоводные предприятия Сахалина проводили закладку икры в ранние кратчайшие сроки, что было связано с высокой численностью нерестовых популяций кеты. К пунктам сбора икры подходило намного больше производителей, чем требовалось для закладки икры на инкубацию. Это касалось прежде всего юго-западного и в меньшей степени северного Сахалина. В начале хода, как известно, возвращаются старшие возрастные группы рыб, имеющие более высокие размерно-весовые показатели, а также дающие более крупное потомство. Остальная часть рыбы более поздних подходов и, следовательно, более молодая по возрасту изымалась рыбаками. За короткое время была нарушена генетическая структура популяции, что привело к ее старению и получению однородного по возрасту потомства. Кета перед заходом на нерест, еще будучи в море, приобретала брачную окраску. Эти обстоятельства не устраивали не только сотрудников рыбохозяйственной науки и рыбоводов, но и рыбодобывающие организации, так как рыба теряла товарный вид. Решение данной проблемы было достигнуто разработкой и внедрением для каждого предприятия ежедневных графиков динамики нерестового хода лососевых и сбора икры на инкубацию. В период путины эти графики подвергаются корректировке в зависимости от фактического подхода производителей на нерест (Любаева и др., 2000). Поэтому появилась возможность более равномерного распределения сбора и закладки икры: 25% от плана берут в начале хода производителей, 50% – в середине и 25% – в конце хода.

На ЛРЗ Сахалина в целях выбора оптимальных условий для развития рыбоводной продукции применяется терморегулирование за счет использования

различных источников водоснабжения. На каждом ЛРЗ существует своя специфика регулирования температуры водоисточников в зависимости от вида лососей, сроков закладки икры, температуры самих водоисточников и т. д. Однако основная черта в регулировании температуры воды заключается в сокращении периода кормления молоди (например, для кеты с 4–5 до 1–1,5 мес), что снимает проблему одомашнивания мальков. Эти меры направлены на то, чтобы подъем на плав и начало активного кормления молоди проходили бы при температуре воды не ниже 3°C, а срок ската молоди сдвигался на несколько недель в сторону теплых месяцев (Любаева и др., 2000; Романчук, 2000). Выдерживание личинок происходит в железобетонных бассейнах дальневосточного типа с использованием искусственного трубчатого субстрата японского производства фирмы «Нитиро Корпорейшен». Новшеством на рыбоводных заводах Сахалина является также то, что здесь проводят кормление молоди горбуши с остатком желточного мешка, достигшего 15–17% от массы тела личинок (ранее на сахалинских заводах кормление горбуши не проводилось). Плотность посадки молоди в период ее подращивания снизили на 40%. Был также установлен стандарт качества выпускаемой молоди кеты, а с 1993 г. введен биотехнический норматив по выращиванию различных видов лососей для каждого сахалинского ЛРЗ.

В настоящее время выпуск покатников с заводов осуществляется в оптимальных условиях – при наличии благоприятного климата в базовых водоемах и побережье (температуры воды, воздуха, наибольшего развития кормовой базы) и состоянии готовности молоди к скату в море (морфофизиологическая полноценность, наступление смолтификации). Сроки выпуска молоди смещаются на более поздние и продолжительные (Любаева и др., 2000).

Промысловые возвраты горбуши к 1998 г. в среднем по заводам Сахалина составляли 5,8%, а на наиболее эффективных ЛРЗ в отдельные годы (Лесной ЛРЗ) достигали 31% (Романчук, 2000). В последние годы Анивский и Лесной ЛРЗ дают возвраты до 12–17%. Причем заход заводских производителей в базовые водоемы уже не зависит от выпуска молоди поколений четных и нечетных лет. По завершении модернизации рыбоводных заводов численность горбуши в Сахалино-Курильском бассейне превысила 80 млн шт., а среднегодовая добыча составила 77,6 тыс. т. С конца 80-х гг. к окончанию 90-х гг. доля рыб искусственного происхождения в общем улове возросла с 12,4 до 30,5 тыс. т, что составило 33–40%.

Хороших возвратов на Сахалине добились и по кете. Так, на Охотском рыбоводном заводе возврат производителей от выпуска молоди искусственного происхождения в 1994 г. составил 3,5% (до 700 тыс. шт.) (Любаева и др., 2000), что не уступает мировым достижениям лососеводства. Как видно из приведенных примеров, тенденция к росту промысловых возвратов в Сахалино-Курильском регионе далеко не случайна и обусловлена оптимальной технологией разведения лососей, учитывающей их популяционные особенности и разработанной на научной основе сотрудниками рыбохозяйственной науки (СахНИРО, Сахалинрыбвод).

В конце прошлого столетия все это привело и к значительному росту промысловых уловов тихоокеанских лососей в Сахалино-Курильском регионе.

Причем доля рыб заводского происхождения в промысловых уловах, по данным СахНИРО, достигла 57,5% от общего и превысила 40 тыс. т.

В последние годы на некоторых ЛРЗ Сахалина (Буюкловский, Охотский, Адо-Тымовский) проводятся экспериментальные работы по искусственному воспроизводству наиболее коммерчески выгодных видов тихоокеанских лососей – нерки и кижуча.

Среднегодовой улов по годам, тыс. т	
1980–1984	32,4
1985–1989	50,1
1990–1994	68,5
1995–1999	83,1

На Охотском ЛРЗ искусственным воспроизводством нерки стали заниматься с 1988 г. Икру возили (1988–1992 гг.) с п-ова Камчатка – от популяций из оз. Дальнее и Курильское. В 1995 г. завод провел первую закладку икры от собственных производителей. Температурный режим в течение всего года на Охотском ЛРЗ был относительно стабильным и находился в пределах 7,7–8,4°C. Молодь нерки содержали в условиях завода в течение 2 лет и выпустили в конце мая 1997 г. (1423 шт.) при массе 28,2 г в естественный водоем. В путину 1996 г. уже было заложено 31,8 тыс. оплодотворенных икринок нерки. Инкубация проходила при температуре воды 5,7°C. Гибель икры за весь период составила 7,1%. Выдерживание личинок и подращивание молоди осуществлялось в прямоточных железобетонных бассейнах при температуре воды 7,7–8,4°C. Кормление личинок началось при средней массе 179 мг в феврале 1997 г. крилевым кормом японского производства. Причем проблем при переходе молоди на экзогенное питание с использованием этого корма не возникало. К концу сентября 1997 г. было выпущено около 15 тыс. сеголеток нерки со средней массой 9,1 г, длиной 94,7 мм. Остальные 11,8 тыс. сеголеток нерки были оставлены на 2-летнее подращивание и к концу ноября 1998 г. выпущены в естественный водоем со средней массой 14,4 г. На Охотском ЛРЗ при выращивании молоди нерки возникла проблема, связанная с зоной толерантности температур. Стадия смолтификации у молоди наступала в декабре-феврале, когда в озерах вследствие низкой температуры еще не была развита естественная кормовая база.

Эксперименты по искусственному воспроизводству кижуча на Сахалине проводились в условиях Буюкловского, а в дальнейшем и Охотского, Адо-Тымовского ЛРЗ. На Буюкловский ЛРЗ с 1984 г. ежегодно с базового водоема проводилась закладка оплодотворенной икры в объеме от 200 до 1400 тыс. шт. Инкубация икры проходила при температуре воды от 3,5 до 6,3°C. Подращивание (переход на экзогенное питание молоди кижуча) в 1996 г. началось при температуре воды 2,3°C при средней массе 242 мг и запасе желточного мешка 22,8%. К маю температура воды повысилась до 4,4°C, а с июня по август – до 7–9°C. Плотность посадки при выращивании составляла от 10,8 в начале до 5,4 тыс. шт. /м<sup>2</sup> к концу подращивания. Выпуск молоди проходил во второй декаде августа, средняя масса сеголеток при этом составляла 2,6 г. Кроме этого, на Буюкловском ЛРЗ в 1997 г. практиковалось 2-летнее подращивание 27 тыс. шт. молоди кижуча. В целях исключения случаев каннибализма перед посадкой на 2-летнее подращивание молодь кижуча была рассортирована на однородные размерные группы. К концу 1997 г. средняя масса его достигла 6,5 г.

Довольно успешно осуществляется разведение кижуча на Охотском ЛРЗ. На данный завод оплодотворенную икру кижуча возили с бассейна р. Пороной в 1993 г. Здесь было создано собственное «охотское» стадо кижуча. Уже в начале 1997 г. было получено 2970 тыс. личинок данного вида. Температура воды в период инкубации икры составляла 5,7–6,2°C, гибель ее за этот период была невысокой – всего 6,1%. Выклев кижуча проходил при довольно высоких температурах воды – 8,6–8,8°C. В целях замедления процесса рассасывания желточного мешка у личинок температуру воды в период выдерживания кижуча искусственно занизили до 6,3°C. Плотность посадки личинок в период выдерживания составляла от 5 до 6,2 тыс. шт. /м<sup>2</sup>. Отход личинок оказался также небольшим – 0,6%. Кормление молоди кижуча начали при массе 290 мг и запасе желточного мешка 11,7%. В качестве корма использовали корм японского производства марки СДХ различных фракций (в зависимости от возраста и размерно-весовых характеристик молоди). Подращивание молоди проходило при температуре воды 7,7–8,4°C. Наибольшее количество сеголеток кижуча (2700 тыс. экз.) было выпущено во второй декаде августа – третьей декаде сентября при их массе 5,7 г.

Кроме этого, на Охотском ЛРЗ проводятся экспериментальные работы по 2-летнему выращиванию молоди кижуча. Так, в 1997 г. в бассейнах завода содержалось 26,3 тыс. шт. годовиков кижуча со средней массой 15,7 г (от генерации 1995 г.). Молодь на второй год содержания кормили сухим кормом японского производства наиболее крупной фракции марки СДХ-4 и СДХ-5, а также рыбным лососевым фаршем с добавкой данного сухого корма. В конце мая 26,1 тыс. покатников кижуча были выпущены с завода со средней массой 28,8 г.

Промысловый возврат кижуча на Охотский ЛРЗ в 1997 г. (от сеголеток, выпущенных с завода в 1995 г.) по подсчетам вернувшихся меченых производителей составил 0,24%.

Впервые на Охотском ЛРЗ в августе 1997 г. отрабатывалась технология подращивания молоди кижуча в солоноватой воде на оз. Тунайча, расположенном вблизи завода. Температура воды в период подращивания составляла 15–16°C. Кормление осуществлялось 3 раза в сутки. Однако из-за сильных штормов на озере рыбу в конце августа пришлось выпустить, поэтому данный опыт не дал положительного результата.

Уже в течение многих лет заводы Сахалина практикуют разведение такого малочисленного вида тихоокеанских лососей, как сима. Так, на Анивском ЛРЗ искусственным воспроизводством симы занимаются с 1976 г. Объем икры, закладываемой на заводе, нестабилен и варьирует от 433 до 35 тыс. шт., что, по-видимому, связано с особенностями нереста симы. Заход производителей на нерест происходит в довольно растянутые сроки – с апреля по июль. Сбор икры для оплодотворения проводят только на нерестилищах, так как возле завода рыбы имеют незрелые половые продукты. Как показал опыт, 2–3-месячное выдерживание производителей до стадии созревания половых продуктов крайне неэффективно и сопровождается большой смертностью взрослых особей. В 1996 г. Анивский ЛРЗ заложил на инкубацию 433 тыс. икр., полученных от 360 самок и 140 самцов. При этом впервые в период инкубации икры и выдерживания личинок целенаправленно регулировалась температура воды, поступающей в цех. Инкубация икры проходила при температуре 6,1–8,7°C. Специальное затемнение икры от попадания световых лучей способствовало задержке развития эмбрионов. Подключение холодной воды источников в период выдерживания личинок позволило понизить температуру с 6°C в октябре до 1,4°C в ноябре и 0,2°C в декабре – марте, что обеспечило экономию расхода желточного мешка у личинок симы до периода повышения температуры водоисточников, приемлемой для подращивания молоди. В апреле подключили «теплую» воду. В это же время (с 18 апреля) личинки симы начали подниматься на плав. Температура при этом варьировала от 2,2 до 5,2°C. Кормление молоди началось при достижении ее массы 314 мг и с остатком желточного мешка 5,4%. Как и на других ЛРЗ, молодь симы кормили сухим рыбным кормом японского производства марки СДХ. Плотность посадки симы в прямочном бассейне в период подращивания составляла 3,8 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Выпуск молоди проводили в верховье бассейна р. Быстрая с 28 июня по 5 июля 1997 г. при массе сеголеток 764 мг. Часть молоди симы была оставлена для дальнейшего подращивания при плотности посадки 0,4 тыс. экз./м<sup>2</sup>, при этом было отмечено увеличение темпа роста. В третьей декаде августа масса молоди уже достигла 2 г, а длина 5,6 см. Наибольший темп роста наблюдался при температуре воды 8,6–11,8°C.

Результаты деятельности ЛРЗ Сахалино-Курильского региона выявили перспективность ширококомасштабной реконструкции, модернизации, технического перевооружения предприятий, совершенствования биотехнологии и целенаправленного управления рыболовными процессами, а также внедрения передового отечественного и зарубежного опыта применительно к специфическим условиям данного региона.

## 1.2. Разведение лососей на Камчатке

В этом регионе функционируют 5 ЛРЗ. Одни из них – Малкинский и Озерковский – удалены от моря на сотни километров, другие – Паратунский ЛРЗ и «Кеткино» – на десятки километров, а Вилюйский расположен практически на берегу Авачинского залива (Запорожец, Запорожец, 2000).

Существенным отличием работы камчатских ЛРЗ от магаданских является то, что их научно-методическое руководство осуществляет КамчатНИРО. ЛРЗ постоянно посещаются специалистами, проводящими научные работы и отрабатывающими в контакте с рыбоведами заводов различные методы выращивания молоди лососей. Поскольку все ЛРЗ Камчатки работают только и исключительно на своих базовых водоемах, то планы по закладке оплодотворенной икры лососей корректируют в соответствии с реальными возможностями данного водоема – численностью производителей, кормностью рек и прочими факторами, основываясь на данных, полученных от КамчатНИРО. Сдерживающим обстоятельством наращивания мощности является труднодоступность нерестилищ при отсутствии необходимой вездеходной техники и вертолетов. Особенно это касается Малкинского и Озерковского ЛРЗ. Сложный рельеф местности, отсутствие галечных плесов, значительная скорость течения рек не позволяют использовать при отлове производителей лососевых невода. Отлов осуществляется при помощи ставных и сплавных сетей, что повышает травматизм рыб. По этим же причинам производители чавычи созревают не в садках, а на куканах. Гормональные инъекции не применяются. Большую роль играет значительная удаленность заводов от устья реки (до 200 км) и высокий уровень антропогенного пресса. Поэтому данные ЛРЗ закладывают не более 2–2,5 млн икр. лососей, что явно не соответствует экологическим и продукционным возможностям рек и обитающих в них стад лососей.

Малкинский ЛРЗ Камчатки является «тепловодным». Рельеф местности и геологические условия позволяют осуществлять забор и подогрев воды с минимальными затратами. На ЛРЗ вода поступает самотеком, однако наличие минеральных и органических взвесей создает определенные проблемы с инкубацией икры. Тем не менее высокая экологическая пластичность лососей и их адаптированность к местным условиям позволяют получать качественную молодь в достаточном количестве. Подогрев воды осуществляется при помощи геотермального источника, что значительно снижает затраты на содержание завода. Температура регулируется подачей термальной воды на бойлерную установку. Средняя температура воды поддерживается на уровне 8°C. В целях адаптации молоди перед выпуском в реку в весенне-летний период ее переводят на естественный температурный режим (3–5°C в апреле-мае).

Инкубация икры на Малкинском ЛРЗ проводится в аппаратах Аткинса, в отдельном цехе. Партии икры, готовые к выклеву, вручную переносят в цехи для выдерживания личинок и подращивания молоди в бассейны японского производства типа «ванна-ключ». Здесь личинок содержат до подъема на плав. В дальнейшем тем же способом их переносят в бассейны шведского типа ИЦА-2, где и подращивают до выпуска в водоем.

Кормление молоди проводят гранулированным кормом производства Японии марки СДХ при помощи автоматических кормушек (того же производства) с дисковым разбрасывателем корма. Управление кормушками осуществляется при помощи пульта, на котором имеется таймер и задается скорость вращения дисков. Бункеры кормушек вмещают до 5 кг корма.

Из-за того, что повышенная температура и интенсивное кормление способствуют активному росту и, следовательно, повышенному потреблению кислорода, плотность посадки молоди при подращивании довольно низкая и составляет для чавычи всего 0,5–0,8 тыс. экз./м<sup>2</sup>, для нерки – 1,0–1,3 тыс. экз./м<sup>2</sup>,

для кеты и кижуча – не более 2,5 экз. шт./м<sup>2</sup> к моменту выпуска. Расход воды в бассейнах постепенно увеличивают с 0,5 до 2 л/с. Прудовое подращивание молоди не применяется. В 1993–1994 гг. с Малкинского ЛРЗ выпустили молодь кижуча с массой 1,5–2 г, кеты – 1,5, нерки – 2,3–3, чавычи – 8.

В существующем процессе подращивания молоди лососевых на Малкинском ЛРЗ есть и ряд недостатков. Во-первых, это большой объем ручного труда. Удаленность инкубационного цеха от рыбоводных цехов вынуждает работников завода в зимнее время осуществлять перенос продукции под открытым небом. Бассейны «ванна-ключ» не приспособлены к отлову личинок, поднявшихся на плав, так как имеют высокие борта, что опять-таки делает перенос молоди сложным и физически тяжелым делом. Во-вторых, общий подогрев воды не дает возможности манипулировать температурой для отдельных партий или бассейнов с молодью, что существенно снижает эффективность выращивания таких видов, как кижуч и нерка. Нерку закладывают на инкубацию в октябре, а кижуча только в середине ноября; при стабильном температурном режиме разница в развитии у этих рыб с кетой и тем более с чавычей составляет от 300 до 800 градусо-дней.

Существенно также и то, что небольшие по размеру устаревшие цехи не дают возможности расширить производство. Однако одним из бесспорных преимуществ ведения рыбоводного хозяйства Камчатрыбводом является широкое сотрудничество с фирмами Японии и Исландии, специализирующимися на строительстве и наладке подобных хозяйств.

Озерковский ЛРЗ – вневедомственное, российско-японское совместное предприятие – является одним из самых технологически современных в России. Работа ведется вахтовым способом, по 3 чел. в смену. Штат завода – 7 чел., включая директора. Плановая мощность Озерковского ЛРЗ до 20 млн шт. молоди лососей. По температурным параметрам он является холодноводным. Вода поступает самотеком по трубам из скважины, находящейся в 3 км от завода. В весенне-летний период предусмотрена подача русловой воды при подогреве ее до 4°С и выше. Этот ЛРЗ, как и Малкинский, закладывает икру от производителей только с базового водоема. Общий сбор оплодотворенной икры на заводе составляет не более 2 млн шт. по всем видам лососевых рыб. Инкубация икры проводится также в аппаратах Аткинса. Выростной цех оборудован прямоточными пластмассовыми бассейнами (21 × 2 × 0,4 м). Расход воды на один бассейн составляет 2,5 л/с. В связи с небольшим объемом выращиваемой рыбоводной продукции плотность посадки молоди в бассейнах невысокая. Так, для кеты она составляет около 7,6–7,9 экз./м<sup>2</sup>, кижуча – 1,2, нерки – 11,4–13,8, чавычи – 2,3. Средняя масса молоди в начале июня у кеты была 603 мг, у кижуча – 183, у нерки – 383, у чавычи – 685 (данные за 1993–1994 гг.).

На Озерковском ЛРЗ, как и на Малкинском, отсутствует возможность регулировать температуру воды, поэтому сроки выклева и подъема личинок на плав у различных видов сильно различаются. Опыт Озерковского ЛРЗ показал перспективность небольших автономных, но мощных модульных заводов, обслуживаемых вахтовым методом малочисленным персоналом и не требующих привязки к существующему в данном регионе энерго- и водоснабжению.

Как показывает опыт Камчатки, интенсификация производства возможна также благодаря использованию термальных источников водоснабжения при наличии достаточного количества высококачественных кормов. Поскольку отечественные гранулированные корма отличаются пониженными пищевыми свойствами, необходимо строительство собственных кормоцехов и проведение соответствующих исследовательских работ по созданию полноценных кормов из местного сырья либо использование более эффективных иностранных кормов, что значительно увеличивает себестоимость содержания и выращивания молоди.

### 1.3. Разведение лососей в Приамурье

Практика лососеводства в Приамурье имеет более чем 70-летнюю историю. На территории данного региона протекает одна из самых крупных лососевых рек Тихого океана и самая крупная лососевая река в Азии – Амур. В его бассейне размножаются четыре из шести промысловых видов тихоокеанских лососей: осенняя и летняя кета, горбуша, сима и кижуч (Беляев и др., 2000). В середине XX в. суммарный вылов кеты и горбуши в Амуре достигал 100 тыс. т. Осенняя кета поднималась по Амуру на расстояние до 3000 км от лимана. Однако чрезмерное влияние промышленного рыболовства, а также значительный объем нелегального вылова в совокупности с разрушением и загрязнением нерестилищ привели к устойчивой многолетней депрессии амурской осенней кеты. Так, с 1960 г. до верхней и средней части ее исторического ареала в Амуре доходили лишь единичные взрослые производители (Беляев и др., 2000).

Идея компенсировать потери лососей Амура от промыслового изъятия искусственным воспроизводством возникла еще в начале XX в. и уже в 1928 и 1934 г. в верхней части нерестового ареала лососей (в 1200 и в 1500 км от устья) были построены первые рыбоводные заводы – Тепловский и Биджанский. Из обитающих в р. Амур тихоокеанских лососей основным объектом для искусственного воспроизводства была выбрана амурская осенняя кета. В настоящее время действуют 5 ЛРЗ. Два из них – Гурский и Удинский – были построены соответственно в 1968 и 1963 г., в нижней половине нерестового ареала осенней кеты. В 2000 г. по новейшей технологии построен самый крупный в данном регионе Анюйский ЛРЗ, расположенный в бассейне правобережного притока Амура – р. Анюй, в 800 км от лимана. Суммарная производственная мощность всех амурских ЛРЗ составляет 59,5 млн экз. молоди. Из них на Биджанском ЛРЗ – 5 млн экз., на Тепловском – до 5, на Гурском – 4,9, на Удинском – 14,6 и на Анюйском – 30 млн экз.

Заводы Приамурья подразделяются по температурному режиму. Тепловский и Удинский – условно-холодноводные, где температура в период инкубации составляет 2,4–4,7°C, а при выдерживании личинок – 2,9–4,4°C; инкубация икры длится 110–130 сут; выклев происходит в январе – марте в возрасте 394–470 градусо-дней; подкормка молоди начинается в марте-апреле.

Биджанский, Гурский и Анюйский ЛРЗ являются условно-тепловодными. На Биджанском и Гурском ЛРЗ температура воды в период инкубации колеблется от 3,5 до 7,4°C, в период выдерживания личинок и подращивания молоди – от 3,0 до 6,0°C; продолжительность инкубации – от 75 до 108 сут; выклев происходит в декабре – феврале при достижении возраста 430–532 градусо-дня; подкормка начинается в конце февраля – начале марта.

На Анюйском ЛРЗ температура воды отличается относительной стабильностью. В период инкубации икры и выдерживания личинок она составляет 6,8–7,8°C. На следующих этапах развития молоди – к завершению резорбции желточного мешка и переходу на экзогенное питание, а также в период активного питания и до момента выпуска с завода – температура воды не опускается ниже 5,5–6,5°C. Продолжительность инкубации икры на Анюйском заводе составляет 69–70 сут до возраста 500–530 градусо-дней; начало кормления – обычно в феврале-марте на 135–140-е сут при наборе 980–1000 градусо-дней.

Все ЛРЗ, кроме Удинского, для воспроизводства используют производителей смешанных стад (заводского и природного происхождения). На Удинском ЛРЗ в течение 10 лет (с 1970 г.) икру заготавливали на р. Иски (Сахалинский залив, Охотское море). Однако возврат был крайне слабым. С 1981 по начало 1990-х гг. субпопуляцией-донором служило стадо осенней кеты кл. Камакан (приток Амгуни), расположенного в 450 км выше ЛРЗ. Именно от потомства камаканского стада на Удинском ЛРЗ был получен первый возврат, который имел промысловую численность. На Анюйский ЛРЗ оплодотворенную икру

закладывают главным образом собранную на базовой реке – Анной и близлежащих притоках реки.

Водообеспечение на амурских ЛРЗ различное. На Биджанском ЛРЗ источником водоснабжения служит реокрен (кл. Федоткин), на Тепловском – лимнокрен (оз. Теплое), на Гурском – подрусловой поток. На Удинском ЛРЗ применяется механическая подача воды с постоянной температурой 4,1°С из артезианской скважины. Снабжение водой Аннойского ЛРЗ может осуществляться различными способами: путем сбора дренажной воды подруслового потока р. Анной через перфорированную трубу протяженностью 400 м, которая находится на глубине 8 м от поверхности, или речной воды непосредственно с р. Анной. Основной недостаток дренажной воды – крайне низкое содержание кислорода. Без работы аэраторов его содержание составляет всего 2,7–3,0 мг/л (при насыщении на 29–30%). Поэтому для обогащения воды кислородом в колодце установлен мощный аэратор, который обогащает воду до 5–6,6 мг/л кислорода при 42–55%-ном насыщении. Из-за недостатка кислорода на Аннойском ЛРЗ молодь кеты содержат при невысокой плотности посадки – около 5 тыс. экз./м<sup>2</sup>. В итоге этот ЛРЗ может выращивать не более 12–15 млн шт. молоди (при проектной 30 млн экз.).

На всех заводах, кроме Аннойского, в технологическом процессе применяются инкубационные аппараты дальневосточного типа длиной 14–25 м. Дно аппаратов бетонное, лишь на Биджанском ЛРЗ дном является природный грунт реокрена с бьющими теплыми ключами. Искусственный субстрат не применяется (Беляев и др., 2000).

Инкубационный цех Аннойского ЛРЗ оснащен инкубационными аппаратами Аткинса расширенного вместения и ящичными аппаратами модели Pacific. Для выклева личинок в выростном цехе в бассейнах дальневосточного типа используется искусственный субстрат типа «соты» и «жалюзи».

Вплоть до конца 90-х гг. кормление молоди кеты проводилось поликомпонентным кормом местной рецептуры, в состав которого входили промытая икра минтая, рыбный фарш из тушек минтая и лососей. В смесь добавляли субпродукты от крупного рогатого скота, рыбную и пшеничную муку, сухое молоко, витамины и витаминные премиксы утвержденной ГОСТом рецептуры. В качестве стартового корма, как правило, применяли сушеного гаммаруса, иногда икру минтая. В отдельные годы на заводах для кормления молоди дополнительно использовали японские гранулированные корма, переведенные в пастообразное состояние. В настоящее время широко распространены гранулированные корма отечественного производства, изготовленные по рецептуре ТИПРО-центра марки ЛСНТ с добавлением в рацион влажной пастообразной смеси, основным компонентом которой является фарш лососевых рыб.

Суммированный отход по всем рыболовным предприятиям Приамурья за периоды инкубации, выдерживания личинок и подращивания молоди довольно низкий и составляет около 10% (по данным Амуррыбвода). Однако имеет место высокая элиминация молоди в период ската. Так, с Тепловского ЛРЗ во время ската по базовой р. Бира до ее устья погибает до 80% выпущенной заводской молоди (Беляев и др., 2000). По-видимому, это связано с недостатками биотехнологии разведения лососей и выпуском в естественные водоемы ослабленной, слабо подготовленной молоди. Масса молоди, выпускаемой приамурскими ЛРЗ, кроме Аннойского, составляет 400–500 мг.

В результате за последнее десятилетие фактические объемы ежегодного выпуска молоди снизились с 60 млн шт. (прежняя производственная мощность) до 6 млн покатников (Беляев др., 2000). По данным Ю. С. Рослого (1980), среднелетний коэффициент возврата с 1933 по 1965 г. для Тепловского ЛРЗ составлял 0,11%, для Биджанского – 0,06%. В последние годы эти коэффициенты, как правило, существенно ниже. Возврат на рыболовные заводы, располо-

женные в нижней половине нерестового ареала кеты, – на Гурский и Удинский всегда выше и составляют 0,2–0,5%. По результатам проведенного в 1990 г. учета меченых производителей заводских стад в лимане и низовьях Амура, т. е. в местах сосредоточения основных рыбодобывающих мощностей, где официальным промыслом изымается 60–70% годового объема вылова амурской кеты, коэффициент возврата рыб заводского происхождения составил 0,06–0,35% (Пробатов, Миронова, 1995). По мнению В. А. Беляева и соавторов (2000), этот показатель, несомненно, выше в 1,5–2 раза, так как молодь ежегодно метили не на всех 4 заводах. Зачастую низкий возврат рыб заводского происхождения определялся слабой жизнестойкостью покатных мальков и, вследствие этого, их высокой элиминацией в период ската, а также промысловым изъятием в период нерестовой миграции. Доля рыб заводского происхождения амурской осенней кеты в общем улове на начало 90-х гг. составляла всего 4–8% (Беляев и др., 2000).

Как видим, несмотря на многолетний опыт лососеводства в Приамурье, эффективность ЛРЗ этого региона остается крайне низкой.

Решение данной проблемы возможно на основе последних научных достижений современного отечественного и зарубежного опыта, а также значительных капитальных вложений в реконструкцию, модернизацию и техническое перевооружение действующих ЛРЗ. Безусловно, следует использовать как образец опыт строительства и биотехнологию разведения на Анюйском ЛРЗ. О высоком качестве и выживаемости анюйской молоди кеты можно уже сейчас судить по начавшимся возвратам производителей. Первый выпуск экспериментальной партии молоди кеты с Анюйского ЛРЗ состоялся в 1999 г. в количестве всего 300 тыс. экз. Объемы выпуска в 2000–2003 гг. составляли не более 3 млн экз. в год. В 2004 г. уже был заложен на инкубацию первый миллион собственной икры, а в 2005 г. объем собственной инкубируемой икры возрос до 3 млн. При этом рыба сама заходит в рыбоходный канал ЛРЗ и стремится непосредственно к питомнику, где она была выращена. Возвраты производителей к месту их выпуска происходят, несмотря на значительную длину миграционного пути от Амурского лимана до завода (не менее 800 км).

#### **1.4. Разведение лососей в Приморье**

Общее снижение запасов лососей в дальневосточных морях России затронуло и Приморье. Наряду с традиционной охраной лососей на путях нерестовых миграций, была принята новая для региона стратегия – создание крупномасштабного искусственного воспроизводства. В 80-х гг. была разработана Государственная комплексная целевая программа «Лосось». В рамках этой программы были построены ЛРЗ в Южном Приморье в Хасанском районе: Рязановский, проектной мощностью 50 млн экз. молоди кеты и Барабашевский с мощностью 30 млн покатников. Расстояние между этими ЛРЗ не более 40 км.

Программой был запланирован ежегодный 10%-ный прирост численности выпускаемой молоди. Был утвержден плановый показатель возврата – до 3%. В дальнейшем реализация программы была остановлена в связи с недостатком финансирования. Такая же участь (отсутствие финансирования) постигла принятую в 1994 г. президентскую программу «Лосось Приморья».

Несмотря на многолетний опыт, а также накопленные данные о работе приморских ЛРЗ, высоких коэффициентов возврата рыб искусственного происхождения в базовые водоемы не было получено. Тем более что в последние годы стала снижаться численность и диких популяций кеты, которые использовались ЛРЗ в рыбоводных целях для выполнения планов по закладке икры на инкубацию. В первые годы работы ЛРЗ сбор икры осуществлялся непосредственно с нерестилищ своих рек, а затем из близлежащих рек. В настоящее время практикуется завоз икры от популяций из рек Южного Сахалина, что

может привести к нежелательным генетическим последствиям для диких популяций лососей Хасанского района.

Массовое мечение на ЛРЗ Приморья позволило оценить реальный возврат, величина которого оказалась очень далекой от заданной программы (3%). На Рязановском ЛРЗ он составил 0,04–0,73%, а на Барабашевском – 0,04–0,16%. Эти цифры значительно ниже, чем у лососей естественного происхождения (Семенченко, 2000). По мнению этого автора, причины таких низких показателей на ЛРЗ обусловлены конструктивными проектными просчетами с водоснабжением и низким качеством искусственного корма. Выпускаемая молодь кеты мала по размерам и физиологически менее активна, чем природная, в связи с чем сроки ее выпуска более поздние по сравнению со сроками природных стад. Поскольку дальнейшая деятельность ЛРЗ привела не к широкомасштабному воспроизводству, а к уничтожению природных популяций кеты, стал обсуждаться вопрос о целесообразности их дальнейшего существования. По мнению А. Ю. Семенченко (2000), вполне разумной альтернативой мощным ЛРЗ и неупорядоченной охране лососей разными ведомствами может стать стратегия выделения в каждом речном бассейне особо охраняемой территории, наиболее значимой для воспроизводства конкретной популяции лосося (современный рефугиум).

Перевод на новые биотехнологии и предполагаемые реконструкции старых и относительно новых отечественных рыбоводных предприятий имеет характерные особенности. Если на новых ЛРЗ желательна модернизация технологического оборудования, установка круговых бассейнов и систем для регулирования термического режима, то на старых предприятиях в связи с большими затратами на достаточно эффективную реконструкцию следует сделать упор на «прудовую» биотехнологию и подращивание молоди в морских садках. Данные технологические решения не требуют значительных капитальных вложений и в то же время позволяют значительно улучшить качество рыбоводной продукции. Параллельно с этим возможно строительство новых производственных очередей с современным технологическим оборудованием. При этом варианте перевооружения не потребуются остановки предприятий.

### **1.5. Разведение лососей в Магаданской области**

На северном побережье Охотского моря в пределах Магаданской области ЛРЗ сосредоточены на четырех крупных реках Тауйской губы – Тауй, Яна, Армань и Ола. В этом регионе искусственным воспроизводством тихоокеанских лососей занимаются более 20 лет. Рыбоводные предприятия находятся в структуре Охотского бассейнового управления по охране и воспроизводству рыбных запасов – «Охотскрыбвод». Ольская экспериментальная производственно-акклиматизационная база (Ольская ЭПАБ) введена в эксплуатацию в 1983 г., Арманский лососевый рыбоводный завод (АЛРЗ) – в 1985 г., Янский ЛРЗ (ЯЛРЗ) – в 1994 г., Тауйский ЛРЗ (ТЛРЗ) окончательно сдан в эксплуатацию в 1999 г., хотя первые экспериментальные закладки и выпуск молоди проводились с 1996 г.

Кроме них, на побережье функционируют два пункта по интенсивному подращиванию заводской молоди – с 1992 г. научно-производственная база МагаданНИРО «Кулькаты» и с 1996 г. рыбоводная база ФГУ «Охотскрыбвод» – «Старая Веселая».

Первые итоги десятилетней деятельности лососевых рыбоводных заводов Магаданской области, а также научных исследований, касающихся особенностей лососеводства в этом регионе, опубликованы в 1994 г. в сборнике статей «Биологические основы развития лососеводства в Магаданском регионе» (Биологические..., 1994).

Как показал рыбоводный опыт, искусственное воспроизводство лососевых на Северо-Востоке имеет ряд довольно специфических особенностей (Грачева, Хованская, 1994). Известно, что этот регион характеризуется суровыми

климатическими условиями, что особо ярко проявилось в 1999 г. Для побережья Магаданской области типичны затяжная и малоснежная зима, промерзание нерестовых водотоков, задержка ледохода, низкая температура воды в морском прибрежье в весенне-летний период. Перечисленные факторы негативно сказываются на выживаемости и, следовательно, численности естественной и искусственной молоди лососевых рыб. Естественное воспроизводство тихоокеанских лососей не дает здесь стабильных возвратов, которые могли бы обеспечить оптимальное заполнение нерестилищ и потребности рыбного хозяйства.

Общая проектная производственная мощность всех ЛРЗ Магаданской области составляет 120 млн экз. молоди тихоокеанских лососей (Ольская ЭПАБ и Арманский ЛРЗ – по 20 млн экз., Янский – 30, Тауйский – 50 млн экз.). Однако в последние годы на ЛРЗ осваивается немногим более 28% производственных площадей и общий объем закладываемой икры в среднем не превышает 36 млн экз. (Сафроненков и др., 2005).

За годы работы магаданских ЛРЗ (1984–2005 гг.) в естественные водоемы выпущено более 691 млн покотников тихоокеанских лососей. В общем выпуске доминирует молодь кеты – 535,087 млн экз., что составляет 77,4%. Кроме того, ЛРЗ осуществляют выпуск горбуши – 128,1 млн экз. (18,6%), кижуча – 22,497 млн экз. (3,2%) и нерки – 5,366 млн экз. (0,8%).

Основная доля выращиваемой молоди приходится на самые первые построенные в Магаданской области ЛРЗ – Ольскую ЭПАБ и Арманский ЛРЗ (91,6% от суммарного выпуска всей молоди). Доля кеты с этих заводов составляет 93,6% (от суммарного выпуска кеты), горбуши – 20,8% (от суммарного выпуска горбуши), кижуча – 73,6% (от суммарного выпуска кижуча) и нерки – 83,6% (от суммарного выпуска нерки).

Заполнение производственных мощностей Ольской ЭПАБ и Арманского ЛРЗ с самого начала их работы и по настоящее время, осуществляется в основном (на 60–100%) за счет сбора инкубационного материала от производителей кеты с реки-донора – р. Яма и ее притоков. С 1984 по 1992 г. на Арманском ЛРЗ и Ольской ЭПАБ наблюдался рост объемов выпуска молоди лососей в естественные водоемы с 12 до 51 млн экз., в том числе кеты с 12 до 48 млн экз. На увеличение закладки икры на ЛРЗ повлияли рост численности в подходах кеты в базовые водоемы и наращивание объемов сбора икры с реки-донора – р. Яма. Поэтому через 5–6 лет с начала работы Ольской ЭПАБ подходы кеты в р. Ола в 1989–1990 гг. увеличились вдвое по сравнению с предыдущими годами, что составило соответственно 118 и 137 тыс. экз. (Грачева, Хованская, 1994). Полное заполнение производственных мощностей этими заводами отмечалось только в течение нескольких лет (1988–1991 гг.), причем икру кеты добирали главным образом с р. Яма и ее притоков.

Наметившаяся к середине 90-х гг. тенденция увеличения численности подходов кеты по рекам североохотоморского побережья не сохранилась. Вылов ее за 1996–2004 гг. снизился с 3 до 1 тыс. т (Сафроненков, Хованская, 2004б). Если до 1992 г. ежегодно в прибрежье Тауйской губы только два ЛРЗ – Ольская ЭПАБ и Арманский ЛРЗ – выпускали в среднем 32,7 млн экз. молоди кеты, то в тот же наблюдаемый период (1996–2004) со всех четырех рыболовных предприятий области выпускают в среднем не более 18,5 млн экз. В отдельные годы (1998, 1999) объемы выпуска кеты уже со всех четырех заводов не превышали 5,9–8,6 млн экз., при этом доля кеты в структуре заводского выпуска по отношению к периоду 1984–1992 гг. снизилась до 16–49%.

Последнее, к сожалению, обусловлено устойчивым дефицитом используемых для разведения производителей, возникшим по причине большого промыслового пресса на базовые водоемы – рр. Ола и Армань, а также малой численности подходов рыб. Однако, как показал многолетний опыт, существу-

ющая практика перевозок оплодотворенной икры на ЛРЗ и выпуска молоди, полученной от производителей популяций с других рек-доноров, отличающихся по адаптивным, биологическим и генетическим характеристикам от популяций базовых рек, крайне неэффективна. Такая стратегия рыбоводства способствует лишь образованию неустойчивых смешанных, низкопродуктивных популяций лососей (Алтухов и др., 1980; Макоедов и др., 1994а, б; Рогатных и др., 1994; Волобуев, 1998; Черешнев и др., 2002).

Из четырех заводов только Янский ЛРЗ построен по современной технологии, наиболее соответствующей климатическим условиям региона, – по проекту фирмы «Доусон Контракшен» для воспроизводства кеты и кижуча. Остальные ЛРЗ построены на основе сахалино-японской технологии 70–80-х гг. На этих заводах в настоящее время до 30–40% производственных площадей обветшали и пришли в негодность, а технологическое оборудование устарело. Нагульные бассейны, изготовленные из армированных железобетонных конструкций и предназначенные для подращивания молоди лососей, из-за разрушения и деформации дна не используются (Сафроненков, Хованская, 2004б). В 1999 г. на заводах ФГУ «Охотскрыбвод» начаты и продолжаются по настоящее время запланированные работы по капитальному ремонту, реконструкции производственных площадей и техническому перевооружению предприятий, однако этот процесс далек от завершения.

Все ЛРЗ Магаданской области обеспечиваются водой путем забора артезианской воды из глубинных скважин, а также речной водой в весенне-летнее время из водозаборного колодца. По температурному режиму водоисточников Ольская ЭПАБ и Арманский ЛРЗ являются условно-холодноводными предприятиями (температура воды в бассейнах при переходе молоди на внешнее питание иногда близка к нулю). Янский и Тауйский ЛРЗ – условно-тепловодные предприятия. Температура воды в период кормления молоди не опускается ниже 2,3–4,2°C. Для подготовки к выпуску часть молоди лососевых (до 30% от всей выращенной рыбы) иногда подращивают в промелиорированных отгороженных участках базовых рек (естественных выростных прудах).

До середины 90-х гг. критерием эффективности искусственного воспроизводства служили объемы выпускаемой молоди. Количество вернувшихся от этой молоди на нерест производителей не определяли из-за отсутствия методов, позволяющих идентифицировать заводских рыб в смешанных скоплениях. Для оценки эффективности возвратов использовали косвенные методы оценки, не позволяющие делать однозначные выводы (Сафроненков, Хованская, 2004б). По разработкам МагаданНИРО на рыбоводных заводах области с 1994 г. проводится массовое мечение лососей путем термического и сухого маркирования отолитов, что позволило объективно оценивать численность возврата рыб заводского происхождения и определить результативность работы ЛРЗ региона (Акиничева, Рогатных, 1996; Рогатных и др., 1998, 2002; Safronenkov et al., 1999).

Эти исследования показали весьма невысокую эффективность рыбоводных мероприятий на лососевых рыбоводных заводах Магаданской области, что выражается в устойчиво низких возвратах искусственно выращенной кеты в реки Тауйской губы (табл. 1).

По результатам мечения и последующей идентификации лососей в смешанных подходах (подходах рыб искусственного и природного происхождения) была определена доля заводской кеты отдельных поколений в базовых реках. В р. Яна за 1998–2001 гг. она составила не более 5%, а 95% численности подходов были представлены особями природной популяции (Akinicheva, Rogatnykh, 2001). Соответственно коэффициент возврата заводских рыб поколений 1994–1996 гг. варьировал от 0,01 до 0,32% (среднемноголетний 0,04%). В количественном выражении суммарный возврат кеты на Янский ЛРЗ за 1998–2001 гг. составил не более 4,357 тыс. экз.

Таблица 1

**Показатели возврата кеты искусственного происхождения  
в базовые водоемы ЛРЗ Магаданской области  
(Отчет..., 2003, 2004, 2005; Akinicheva, Rogatnykh, 2001)**

Показатель	Базовый водоем (ЛРЗ)		
	р. Армань (Арманский ЛРЗ)	р. Ола (Ольская ЭПАБ)	р. Яна (Янский ЛРЗ)
Наблюдаемые поколения, годы	1991–1998	1994–1999	1994–1996
Коэффициент возврата,%:			
среднепоколений	0,07	0,05	0,04
максимальный	0,7	0,18	0,32
поколение (год)	(1996)	(1998)	(1994)
минимальный	0,02	0,03	0,01
поколение (год)	(1991)	(1995)	(1996)
Суммарный возврат, тыс. экз.:	(по 2003 г.)*	(по 2003 г.)*	(по 2001 г.)
	52,42	26,301	4,357
максимальный	14,37*	10,849	2,631
поколение (год)	(1998)	(1996)	(1994)
минимальный	2,19	0,22	0,301
поколение (год)	(1992)	(1997)	(1996)
Доля заводской кеты в смешанных подходах,%:			
среднепоколений	100**	11,5	3,7
максимальная (год)	100**	17,4	5
		(2003)	(1998,2000)
минимальная (год)	100**	0	0,7
		(1999)	(2001)

\*Возврат еще не завершен.

\*\*С допущением, что весь ежегодный подход производителей кеты на 100% состоит из заводских рыб.

В р. Ола в 1999 г. кеты искусственного происхождения вообще не было обнаружено. В 2000 г. доля заводских рыб здесь составила 6,7, в 2001 г. – 10,5 и 2003 г. – 17,4%. Коэффициент возврата от скатившейся молоди кеты (поколений 1994–1997 гг.), выпущенной с ОЭПАБ, не превышал 0,01–0,1%. Наибольший возврат отмечен от поколения 1998 г. – 0,18% и 1999 г. – 0,16%. Среднепоколений коэффициент возврата на ОЭПАБ оказался все же очень низким и не превышал 0,05%. Суммарный возврат рыб искусственного происхождения поколений 1994–1999 гг. составил чуть более 26 тыс. экз. (Отчет..., 2003, 2004; Akinicheva, Rogatnykh, 2001).

По экспертной оценке, невысокий коэффициент возврата наблюдался и на Арманском ЛРЗ. Например, даже если предположить невероятное – что весь подход конкретного года представлен полностью заводскими рыбами вернувшихся поколений кеты (1991–1998 гг.), значение коэффициента варьирует от 0,02 до 0,7% (среднепоколений 0,07%) (Сафроненков и др., 2005) (см. табл. 1).

Исходя из того, что многолетние средние значения коэффициента возврата кеты природных популяций на Северо-Востоке России варьируют в пределах 0,7–1,0% (Костарев, 1970), можно оценить эффективность разведения этого вида на ЛРЗ Магаданской области как очень низкую, поскольку выпускаемая мо-

лодь до сих пор не дает стабильных и высоких промысловых возвратов. В отдельные годы возврат заводской кеты на порядок ниже, чем при естественном воспроизводстве (Сафроненков, Хованская, 2004а).

В течение ряда лет учеными и специалистами-рыбоводами применительно к условиям региона и его отдельных рыбоводных предприятий разрабатывалась биотехнология, позволяющая значительно улучшать качество рыбоводной продукции (Фомин, 1991а,б; Хованский, 1992, 2000; Семенов и др., 1994; Яковлев и др., 1994; Хованский и др., 1995, 1998; Фомин, Хованская 1997; Пузиков, 1998; Сафроненков, Хованская, 2004а).

Одним из основных разработанных направлений совершенствования биотехнологии следует выделить подращивание молоди в отгороженных участках нерестовых рек – естественных выростных прудах – с выходом более теплых грунтовых вод. Особенно это актуально в условиях низких температур воды на ЛРЗ Магаданской области. Так, например, на Ольской ЭПАБ и Арманском ЛРЗ температура воды, поступающей на заводы в период подращивания и активного кормления молоди лососей, опускается до 0,7–0,9°C, а в отдельные годы до 0,2–0,6°C (февраль – апрель), что явно не соответствует оптимальному режиму для ее роста и развития. Для выхода из создавшегося положения на Ольской ЭПАБ с 1987 г. была применена биотехнология, при которой молодь кеты для основного подращивания переводили в промелиорированные отгороженные участки проток и ключей – в естественные выростные пруды. Температура воды на выходе из ключей в этих незамерзающих водоемах в зимние месяцы не опускалась ниже 1,5–2,0°C (р. Углеканка, приток р. Ола) и 3°C (протока Орлиная, приток р. Армань). С 1987 по 1992 г. на Ольской ЭПАБ в естественных выростных прудах было подрошено 75 млн экз. молоди кеты (5,7–22,1 млн шт. ежегодно). Молодь, подрошенная в прудах, значительно превосходила по массе и физиологическим показателям молодь, полученную в условиях цеха-питомника, – соответственно 600 против 300–500 мг (Грачева, Хованская, 1994). Кроме того, использование непромерзаемых естественных водоемов решает проблему нехватки выростных площадей на предприятиях.

Эффективность проведения рыбоводных мероприятий на ЛРЗ во многом зависит от возможности управления температурным режимом на различных этапах развития молоди (Проскуренко, Курганский, 1983). Получение качественной высокожизнестойкой молоди, содержащейся в условиях низкой температуры на ЛРЗ Магаданской области (в особенности на Ольской ЭПАБ и Арманском ЛРЗ), – крайне сложно решаемая проблема. Поэтому регулирование температуры водоисточников на этих заводах играет особенно важную роль.

В конце 80-х – до середины 90-х гг. на Ольской ЭПАБ и Арманском ЛРЗ применяли подогрев воды до 3,0–11,0°C (в зависимости от вида лососей) для части выращиваемой молоди. По результатам опытных работ, проведенных на Ольской ЭПАБ на молоди кеты, выявлено, что повышение температуры воды до 5–10°C положительно сказывается не только на ее росте, но и на качественных показателях. Так, при повышении температуры воды с 1 до 5 и 10°C масса кеты увеличилась с 368 мг до 991 и 1464 мг соответственно. Содержание гемоглобина увеличивалось с 6,0–6,4 до 6,7 и 9,7 г% и т. д. (Хованский, Хованская, 1994). Однако подогрев воды в больших масштабах крайне дорогостоящий, поэтому заводы ограничиваются выращиванием при повышенной температуре только небольших партий молоди кеты, кижуча, нерки. Технические возможности других ЛРЗ Магаданской области позволяют регулировать температуру воды на некоторых этапах развития молоди. Так, на Тауйском ЛРЗ в 2000 г. поступление при помощи водозаборного колодца речной воды в течение мая в рыбоводные бассейны позволило повысить температуру с 4 до 7–8°C. В результате молодь кеты была выпущена с хорошим показателем – массой 584 мг.

Выживаемость и жизнестойкость личинок лососевых рыб в значительной степени зависят от применяемой технологии их выдерживания (Хованская, 1996).

Так, на многих отечественных рыбоводных предприятиях для выдерживания личинок традиционно использовали прямоточные железобетонные бассейны (секции) с уложенным на дно мелким галечным субстратом. В целом эффективность технологии выдерживания личинок в таких лотках на галечном субстрате достаточно высока – выживаемость личинок по окончании составляет не менее 96%, хотя в отдельных случаях имеют место очаговые заморы как при вылуплении, так и во время непосредственного выдерживания при скоплении личинок, движущихся против течения.

В 1993–1996 гг. были проведены работы по выдерживанию личинок лососей в различных условиях на ЛРЗ Магаданской области: в бассейнах дальневосточного типа с использованием различного искусственного субстрата японского производства фирмы «Нитиро Геге»: «жалюзи» и трубчатого; в бассейнах ИЦА-1 и ИЦА-2 (без субстрата), а также в вертикальных аппаратах NOPAD (США), которые предназначены не только для инкубации икры, но и для выдерживания личинок. Основным критерием оценки служил процент выживаемости личинок. Самая высокая выживаемость была получена при применении трубчатого субстрата в бассейнах дальневосточного типа и в аппаратах NOPAD. Выход живых личинок в конце выдерживания составил для кеты 99,5%, кижуча – 98%. Кроме этого, использование аппаратов NOPAD дало возможность более рационально использовать производственные площади, не уменьшая при этом количества выдерживаемых личинок.

Другим не менее важным приемом совершенствования технологии разведения лососей в условиях Магаданской области и улучшения качества молоди является опыт инкубации икры и выращивания молоди горбуши в непромерзающих отгороженных участках рек. Этими исследованиями было установлено, что в период вылупления не наблюдалась элиминация личинок горбуши (Хованский, 1991а, 1996; Хованская, 1996).

В последние годы ЛРЗ Магаданской области наращивают воспроизводство лососей с длительным пресноводным периодом жизни. Так, если с 1984 по 2000 г. заводы в среднем выпускали по 509 тыс. экз. кижуча и по 100 тыс. экз. нерки, то в 2001–2005 гг. среднегодовое количество выпускаемой молоди кижуча возросло в 5,4 раза (более 2767 тыс. экз. в год), а нерки – в 7,3 раза (733 тыс. экз. в год). В 2000 г. все четыре ЛРЗ Магаданской области перешли на 2-летнее подращивание молоди кижуча, а на Арманском ЛРЗ – молоди нерки. В настоящее время выпуск молоди этих видов осуществляется преимущественно в возрасте 1+. Наиболее приемлемые условия для проведения такого вида работ на Янском и Тауйском ЛРЗ.

Впервые апробация технологии разведения нерки в Магаданской области была проведена на Ольской ЭПАБ в 1989 г. Инкубация осуществлялась в аппаратах Аткинса расширенного типа. Личинок выдерживали в лотках дальневосточного типа, молодь подращивали в бассейнах ИЦА-2. Кормление проводили пастообразными кормами. В первую декаду июля был осуществлен первый выпуск молоди в оз. Большой Мак-Мак в верховьях р. Ола. Всего в 1990 г. было выпущено 267,6 тыс. шт. молоди нерки. В начале 90-х гг. на заводах Магаданской области была полностью отработана биотехника разведения нерки до возраста сеголетка. В 1996 г. учтенный заход производителей нерки в р. Ола превысил 10 тыс. шт., тогда как до начала искусственного воспроизводства в реку входило не более 1 тыс. особей. Поэтому естественные нерестилища нерки оказались переполненными (Пузиков, 1998).

Янский ЛРЗ расположен на протоке р. Яна, находится в 15 км от пос. Тауйск и в 25 км от устья р. Яна. Проектная мощность по закладке на инкубацию икры тихоокеанских лососей составляет: кеты – 33 млн шт., кижуча – 0,890 тыс. шт.; выпуск молоди: кеты – 30 млн шт., кижуча – 800 тыс. шт. В основу проекта заложена передовая американская технология разведения молоди кеты и ки-

жуча на «холодной воде» с инкубацией икры в аппаратах NORAD вертикального типа и применением нерестового субстрата, а также подращиванием молоди в нагульных прудах. Температура воды в зимнее время не опускается ниже 2,3–4°C. Подключение речной воды из водозаборного колодца (помимо воды из артезианской скважины) позволяет регулировать температуру на всех этапах раннего развития лососей. Данная технология широко используется на рыбноводных заводах штата Аляска. Летом 1999 г. с Янского ЛРЗ было подрощено и выпущено в различные водоемы 349 тыс. двухлеток нерки, средняя масса которых составила 12,6 г. Икра нерки ранее (в августе 1997 г.) была получена на оз. Большой Мак-Мак, доставлена на Ольскую ЭПАБ, где проходила инкубацию, выдерживание и первый год подращивания. На Ольской ЭПАБ температура воды в период инкубации в среднем составляла 7,3°C. Гибель икры за данный период была относительно невысокой – 10,2%. Продолжительность инкубации составила 102 сут. Плотность посадки личинок нерки при выдерживании равнялась 3,4 тыс. шт./м<sup>2</sup>. Выживаемость личинок к концу выдерживания была невысокой и достигала всего 84,9%. Кормление молоди нерки начали при подъеме ее на плав, масса тела рыб составила 123 мг. В июне нерку массой 650 мг перевезли на Янский ЛРЗ для дальнейшего подращивания.

Кроме разведения молоди нерки, на Янском ЛРЗ осуществлялось 2-летнее подращивание молоди кижуча. Икру кижуча получали с базовой реки – р. Яна. Средняя температура воды в период инкубации составила 4°C. Суммарный отход икры оказался довольно высоким – 24,8%, что было связано с недостаточно отработанной биотехникой сбора икры. Этап выдерживания личинок завершился с высокой степенью выживаемости – до 99%. Средняя масса кижуча при переходе на внешнее питание составила 230 мг. Выживаемость кижуча в первый год подращивания достигла 91,4%. Плотность посадки в нагульные бассейны была равна 10 тыс. шт./м<sup>2</sup>. В июле 1998 г. средняя масса молоди кижуча при переходе на второй год подращивания возросла уже до 814 мг, что свидетельствовало о больших возможностях получения качественных сеголеток на данном заводе. Выживаемость за второй год подращивания кижуча также была весьма высокой и составила 92,1%. В июле 1999 г. было выпущено 158 тыс. двухлеток кижуча массой 12,2 г. Кормление всей молоди лососей проводили гранулированным кормом производства Японии марки СДХ-1 в течение всего светового дня вручную и из автоматических кормушек. Кроме этого, использовали пастообразный корм, изготовленный из фарша производителей лососей.

На Арманском ЛРЗ в порядке эксперимента также проводили подращивание кижуча (2 тыс. шт., генерации 1997 г.) в круговых бассейнах ИЦА-1 (в первый год с подогревом воды до 5–11°C) и прямоочных железобетонных бассейнах (на второй год подращивания без условий подогрева). В весенне-летний период молодь кижуча переводили в открытые нагульные бассейны, где температура воды составляла от 1,5 до 9°C. В июле 1999 г. масса подрощенной молоди кижуча уже достигла 38 г.

Особо важным этапом в раннем онтогенезе лососей является смолтификация. Под этим термином понимают сложный, взаимосвязанный процесс перестройки многих функциональных систем организма тихоокеанских лососей при смене среды обитания – переходе из пресной воды в соленую. Это комплекс морфологических, физиологических и биохимических преобразований, связанных с переходом организма на другой тип осморегуляции для жизнедеятельности в гиперосмотической среде (Ивлиев, 1962; Краюшкина, 1983; Варнавский, 1990; Хованский, 1996, 2000). Готовность к морскому образу жизни служит одним из основных критериев рыбноводного качества молоди (Канидьев, 1984; Краюшкина, Левченко, 1983; Смирнов, Кляшторин, 1989; Кляшторин, Смирнов, 1990; Хованский, 1991б; и др.). Известно, что основная гибель молоди приходится на ранний морской период жизни. У кеты, например, за это время погибает

ет от 96,1 до 99,97% от численности скатившейся в море молоди (Royal, 1962; Шершнеv, 1973; Рухлов, 1982; Хоревин, 1989; Иванков и др., 1999). В первые 40 дней жизни смертность составляет 77% от числа покатников (Parker, 1964, 1968). Поэтому одним из наиболее важных и перспективных направлений улучшения морфофизиологического состояния и повышения жизнестойкости молоди может стать подращивание молоди кеты и других видов лососевых рыб в солоноватой и морской воде перед выпуском в открытую акваторию моря. Принципиальным биотехнологическим новшеством, внедренным в практику разведения лососей в Магаданской области, было взятие под рыбоводный контроль процесса перехода молоди лососей к жизни в морской воде и периода раннего морского нагула мальков.

Как показал международный 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 побережье. Благодаря использованию данной технологии возврат искусственно разводимой горбуши только в зал. Принца Вильяма достиг 25 тыс. т (Кляшторин, 1991; Кляшторин, Смирнов, 1992).

В отечественном лососеводстве определенный опыт по садковому подращиванию молоди также уже был накоплен (Бакштанский, 1963; Хоревина, 1983; Комбаров и др., 1986; Яковлев и др., 1994; и др.), но должного развития данные работы до последнего времени не имели.

В Магаданской области опытно-производственное подращивание молоди кеты и других видов тихоокеанских лососей в садках в естественных эстуариях с повышенной соленостью воды было начато в 1991 г. и продолжается в настоящее время. Для этих целей в первые годы использовали участок солоноватой лагуны на побережье Тауйской губы Охотского моря (соленость 14–23‰), где были установлены садки из безузелковой мелкочаеистой дели (Хованский и др., 1997). В 1996 г. были начаты работы по садковому подращиванию молоди лососей в морской воде в бух. Старая Веселая (соленость 27–34‰). Установка садков и загрузка в них молоди осуществляется только после освобождения прибрежных пространств ото льда и прогрева воды до 3,7–6°C. Продолжительность подращивания молоди зависит от исходной, а также набранной навески, состояния кормовой базы, сроков загрузки в садки и температуры воды. В среднем подращивание длится не более 1,5–2 мес. Выпуск молоди производится в первой – третьей декаде июля. Средняя масса тела молоди кеты при выпуске из садков солоноватой лагуны составляла 0,420–0,550 г (у мелкой молоди, выращенной на заводе перед посадкой в садки при низкой температуре воды – до 1,5°C), 1,924 г (у крупной молоди, выращенной при повышенной температуре воды до 5°C); средняя масса тела сеголеток кижуча, выращенных перед посадкой в садки при повышенной температуре воды (до 5°C), превышала 3 г.

Выпуск молоди кеты из морских садков в бух. Старая Веселая осуществлялся при массе молоди не менее 1 г. В 2000 г. выпущенная из морских садков молодь кеты имела самую высокую среднюю массу (5 г) по сравнению с массой молоди во все другие годы выращивания. Всего с 1996 по 2005 г. в бух. Старая Веселая выпущено более 14,5 млн экз. молоди кеты. В 1999 г. здесь же были начаты работы по адаптации молоди нерки к морской воде, в 2001 г. – молоди кижуча. Подращивание молоди этих видов осуществлялось в основном в возрасте двухлетка (1+). Показатели средней массы тела нерки и кижуча при выпуске в море в разные годы различались. Так, в 1999–2002 гг. нерку выпускали массой 12,6–19,5 г, кижуча – 11,9–20,5 г. В 2003–2005 гг. этот показатель уменьшился до 4,1–8,7 г у нерки и до 3,5–11,8 г у кижуча. Это было связано с условиями содержания молоди на заводах до перевода ее в морские садки (прежде всего с более низкой температурой воды на ЛРЗ). К 2005 г. суммированный выпуск молоди в бух. Старая Веселая составил более 1,1 млн экз. кижуча

и свыше 0,5 млн экз. нерки. Выживаемость молоди лососей в солоноватой и морской воде составила не менее 96–99%.

В 1999 г. был получен первый возврат производителей кеты от молоди, выпущенной в 1996 г. в бух. Старая Веселая. Максимум подхода отмечен 4 сентября – 680 экз. В 2000 г. подошло на нерест около 3000 производителей кеты. В этом же году впервые от вернувшихся производителей было заложено 60 тыс. оплодотворенных икринок кеты экспериментальной партии. При этом выдерживание кеты до созревания половых продуктов происходило исключительно в морской воде (Хованский, 2004).

Хорошие результаты по морскому подращиванию молоди, с высокими возвратами взрослых рыб, получили сотрудники ФГУП «МагаданНИРО» на научно-производственной базе р. Кулькуты. Данные работы в течение 14 лет (с 1991 г.) проводятся силами сотрудников института на небольшом, типично горбушевом водоеме – р. Кулькуты, впадающей в зал. Одян Тауйской губы. В этой реке, ранее не имевшей своего стада кеты, удалось создать высокопродуктивную стабильно развивающуюся искусственную популяцию этого лосося. Первый возврат взрослых особей от выращенной здесь молоди отмечен в 1996 г. Средне-многолетний коэффициент возврата в р. Кулькуты составляет 0,7%. По отдельным поколениям коэффициент возврата кеты варьировал в пределах 0,16–1,9%. В весовом выражении ежегодные подходы взрослых особей достигают 3–20 т. Для данной промыслово-маточной популяции характерна высокая степень хоминга – не ниже 92% (Сафроненков, Хованская, 2004а). Искусственная популяция существует на основе самообеспечения инкубационным материалом при условии ежегодного проведения рыбоводных работ. Разработанная биотехнология позволяет создавать подобные искусственные стада тихоокеанских лососей практически на любых реках североохотоморского побережья. При этом инкубация икры, выдерживание личинок проходит на действующем рыбоводном заводе, а молодь перевозится для садкового подращивания в устьевые участки рек. При широком внедрении и использовании данного рыбоводного приема даже в пределах Тауйской губы Охотского моря может быть получен значительный экономический эффект. Это также позволит пропорционально распределять промысловые нагрузки на реках и способствовать стабилизации сырьевой базы рыбодобывающих предприятий (Рогатных, Сафроненков, 1999; Рогатных и др., 2002; Сафроненков, Хованская, 2004а).

Одной из актуальных проблем улучшения качества выпускаемой молоди является ее обеспечение свежими, доброкачественными кормами. В настоящее время ФГУ «Охотскрыбвод» приобретает весьма дорогостоящие гранулированные корма импортного производства. Организация собственного кормопроизводства, использование для производства гранулированных комбикормов продуктов из местного сырья позволяют значительно снизить затраты на кормление молоди. Как показали производственные испытания опытных образцов, корма из местных ресурсов более полноценны для молоди, чем импортные. При использовании местных кормов ускоряется рост и улучшаются качественные показатели молоди (Фомин, 1991б; Фомин, Хованский, 1996; Хованский и др., 1995).

Таким образом, анализ эффективности искусственного воспроизводства лососей на ЛРЗ Дальнего Востока России позволяет сделать следующие заключения:

1. На Дальнем Востоке России отечественное лососеводство широко развито только в Сахалино-Курильском регионе и приняло форму эффективно действующего управляемого лососевого рыбного хозяйства. Опыт разведения на ЛРЗ данного региона показывает, что искусственное воспроизводство лососей может быть высокоэффективным, экономически выгодным и весьма прибыльным процессом. Строительство новых ЛРЗ на месте старых, тотальная рекон-

струкция действующих ЛРЗ, замена устаревшего рыбоводного оборудования более современным, модернизация всех производственных процессов позволили внедрить современную, научно обоснованную биотехнологию. Судя по значительному увеличению численности заводских рыб в Сахалино-Курильском регионе, применяемая технология их разведения на ЛРЗ в наибольшей степени соответствует видовым биологическим и физиологическим особенностям лососей. Она основана на многолетнем опыте искусственного воспроизводства лососей и научных рекомендациях по применению новых приемов биотехники. Все это способствует получению качественной жизнестойкой молоди, а следовательно, значительному росту численности рыб заводского происхождения. Кроме того, важным шагом для развития лососеводства в 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 на ЛРЗ, эколого-климатическим условиям в водоемах, срокам анадромной миграции лососей прошедшего года в базовые водоемы и т. д.

2. Разведение лососей в других регионах Дальнего Востока пока не принесло ощутимых результатов, и только 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, так как разработка биотехники разведения лососей осуществляется на основе научных рекомендаций и биологического обоснования производственных процессов. Строительство по современной технологии в разных регионах Дальнего Востока новых ЛРЗ, таких как Озерковский (Камчатка), Анюйский (Приамурье) и Янский (Магаданская область), – это важные шаги в развитии лососеводства на Дальнем Востоке России. Однако здесь необходимы более значительные капитальные финансовые вложения для строительства новых и реконструкции действующих ЛРЗ.

3. Анализ данных по эффективности работы ЛРЗ Магаданской области свидетельствует, что главная причина очень малого возврата производителей в базовые реки состоит в крайне низких качественных показателях покатной заводской молоди. Слабая эффективность работы ЛРЗ региона обусловлена недостаточно разработанной биотехникой, в которой не учтены различные важные биологические и физиологические особенности рыб местных и разводимых популяций, что снижает результативность работы.

4. Совершенно очевидно, что главное условие повышения эффективности искусственного воспроизводства состоит в использовании при культивировании лососей производителей из популяций только родного водоема. Необходимо навсегда отказаться от практики бессистемных перевозок икры из водоема в водоем, поскольку такая стратегия рыбоводства способствует лишь образованию неустойчивых, смешанных (состоящих из рыб естественного и искусственного происхождения и их гибридов), низкопродуктивных популяций лососей (Алтухов и др., 1980; Волобуев, 1998; Макоедов и др., 1994а, б). Для этого следует ориентировать заводы на сбор максимального количества инкубационного материала с собственной базовой реки. Данная проблема не теряет своей актуальности и в настоящее время, поскольку до сих пор на ЛРЗ в Магаданской области продолжают биологически необоснованные и чрезвычайно дорогостоящие перевозки икры с различных водоемов.

5. Развитие эффективного управляемого лососеводства вполне возможно в Магаданской области, где уже имеются определенные научные и практические разработки лабораторий МагаданНИРО и Охотскрыбвода, позволяющие повысить результативность работы ЛРЗ. Следует также использовать достижения мировой практики лососеводства, внедрять разработанные для условий Северо-Востока России биотехнические приемы и методы рыбоводства.

## Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сбор материала проводили с 1983 по 2004 г. на ЛРЗ, которые сосредоточены на северном побережье Охотского моря Магаданской области: Ольской ЭПАБ, Арманском, Янском, Тауйском ЛРЗ, опытно-производственных базах ФГУ «Охотскрыбвод» и «МагаданНИРО». В 2004–2005 гг. сравнительный материал собран на Анюйском ЛРЗ Нанайского района и на рыбоводной базе оз. Тихое Советско-Гаванского района Хабаровского края. Дополнительный материал получен от природных популяций кеты на водоемах Тауйской губы североохотоморского побережья, являющихся базовыми для ЛРЗ, – рр. Ола (в том числе притоках Полицейская, Углеканка), Яна, Тауй, Яма, Ольском лимане (рис. 1, 2) в период катадромной миграции покатников.

Объектом исследования служили развивающаяся икра, личинки, молодь кеты, а также для сравнительного анализа – личинки и молодь горбуши, кижуча и нерки (табл. 2).

Для выполнения работы кроме собственных материалов и наблюдений использованы данные из годовых отчетов и рыбоводная документация со всех ЛРЗ Магаданской области, с Анюйского ЛРЗ и ООО «Комета» Хабаровского края, фиксирующие возраст лососей на этапах раннего онтогенеза, их выживаемость (или процент отхода), температуру воды.

На примере кеты в целях выяснения особенностей развития эмбрионов лососей их исследовали на разных этапах развития (Смирнов, 1975). Наблюдение осуществляли каждые сутки с использованием стереоскопического микроскопа МБС-10. На ранних этапах развития применяли фиксацию и просветление икры по методу Боукин-Тсинга в растворе, содержащем 0,07% поваренной соли и 5% ледяной уксусной кислоты (Лаптев и др., 1981). На более поздних этапах исследование проводили на живой икре путем извлечения эмбрионов из оболочки.

Наступление очередного этапа развития устанавливали после просмотра не менее 8–10 оплодотворенных икринок. Всего было обследовано 884 икр. (табл. 3). Возраст эмбрионов оценивали по сумме среднесуточных температур («сумме набранного тепла») (градусо-дням) и подсчету суток на каждом этапе развития.

Ежедневно в период инкубации икры измеряли температуру воды. Эффективность инкубации оценивали по проценту погибшей икры (отходу) после воздействия того или иного фактора в начале и по окончании опыта и наблюдений.

Влияние температуры воды на развитие и выживаемость икры изучали на основе анализа рыбоводной документации на Ольской ЭПАБ по инкубации икры кеты с 1983 по 1997 г., горбуши – с 1983 по 1994 г., кижуча – с 1983 по 1996 г. и нерки – с 1989 по 1996 г. Оценивали воздействие на икру резких колебаний температуры воды в период инкубации, разницы среднесуточных температур при закладке икры и вылуплении эмбрионов. Кроме этого, выясняли зависимость между средней температурой воды и продолжительностью инкубации в сутках, а также продолжительностью инкубации икры, выраженной в градусо-днях.

Для определения устойчивости икры к механическим воздействиям на различных этапах эмбриогенеза в 1987 г. на Ольской ЭПАБ опытную партию икры кеты, инкубируемую при температуре воды от 6,4 до 0,7°C, ежедневно на протяжении 181 сут (по 100 шт.) подвергали вибрации на рыбоводных рамках в течение 20 с (частота 3 Гц, амплитуда 2 см). Через сутки после вибрации подсчитывали процент погибших икринок. За период эксперимента использовали 18,1 тыс. икр. кеты.

Особое внимание уделено оценке влияния условий содержания в различных инкубационных аппаратах икры кеты, горбуши, кижуча и нерки. Эффективность инкубации определяли на основе анализа данных рыбоводной документации по проценту гибели икры (отходу) на Ольской ЭПАБ с 1983 по 1991 г.

Инкубационный материал размещали в инкубаторы Аткинса (размерами 35 × 350 × 30 см) двух модификаций: обычного (рамочного) и расширенного типа (изготовитель – японская фирма «Нитиро Геге»).

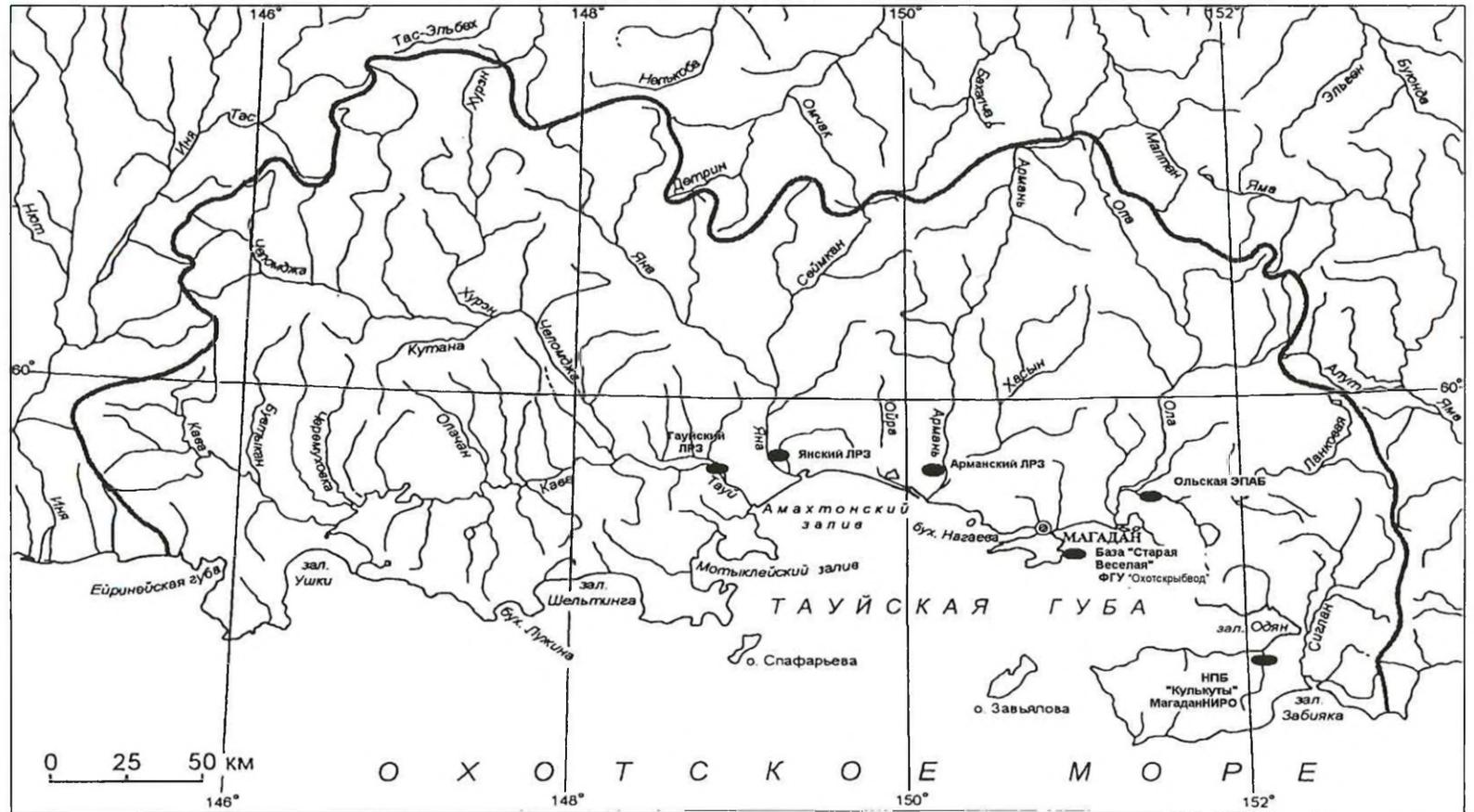


Рис. 1. Расположение ЛРЗ и базовые водоемы Тауйской губы Охотского моря

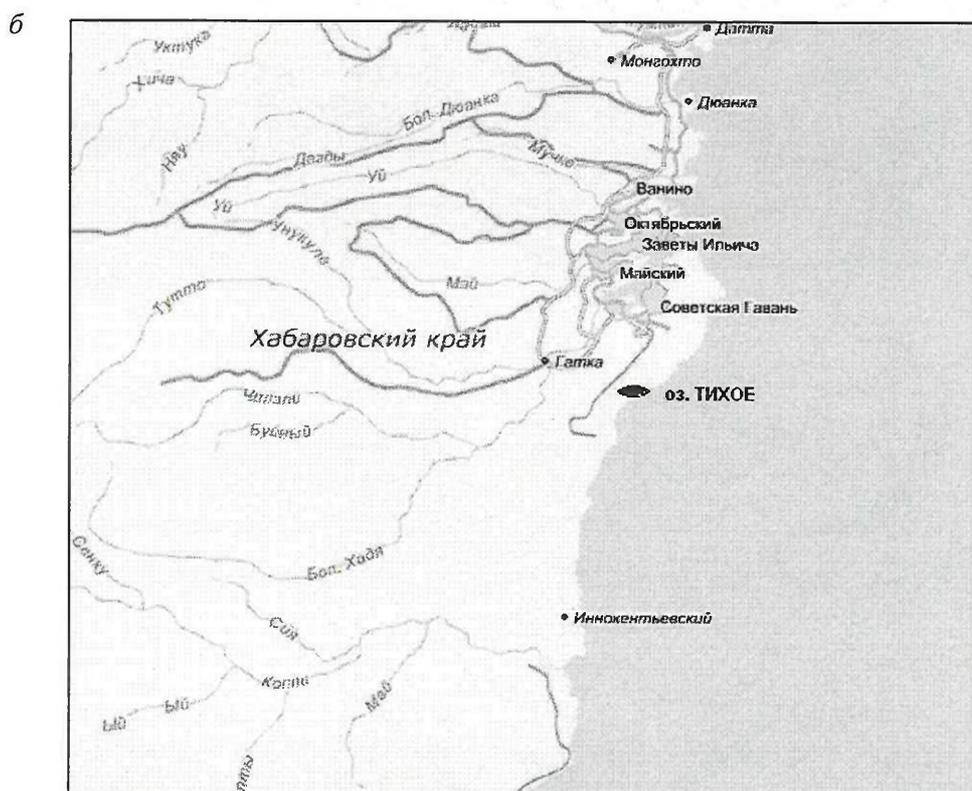
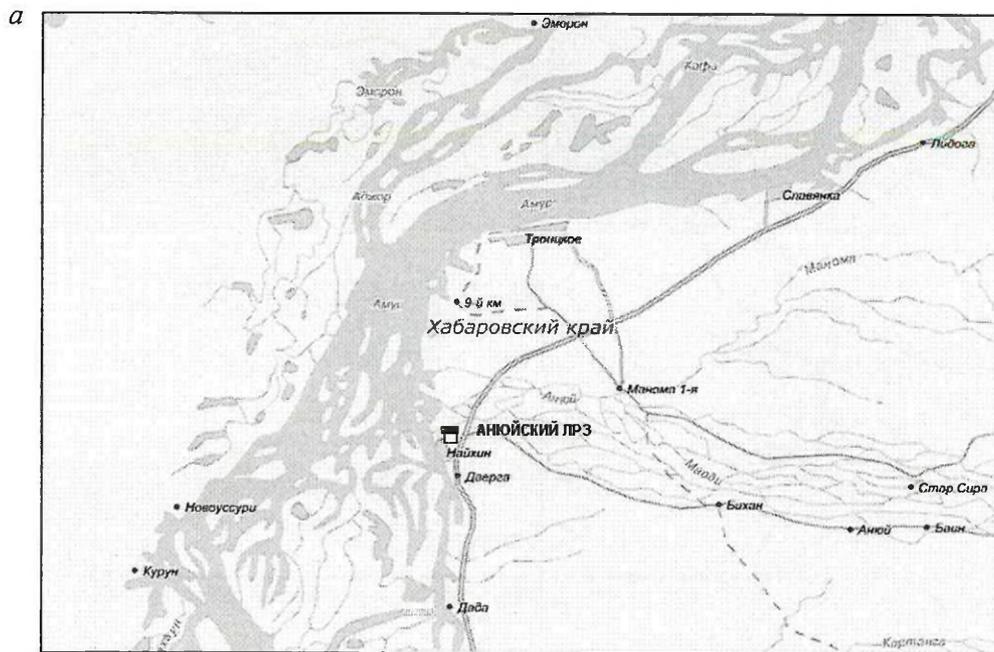


Рис. 2. Расположение Ануйского ЛРЗ (*а*) и садковой линии на оз. Тихое (*б*) в Хабаровском крае

Таблица 2

## Объем использованного материала

№ п/п	Наименование исследований, условия содержания	Годы исследований	Виды рыб	Использовано для исследований, экз.					Всего, экз.	
				биоанализ	гематологические показатели	морфофизиология	тест на выживаемость	интенсивность питания		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Особенности развития эмбрионов кеты в условиях Ольской ЭПАБ	1985–1986	Кета	884	–	–	–	–	884	
2	Биометрические показатели личинок и молоди: в бассейнах дальневосточного типа в инкубационных аппаратах Аткинса р. Улиткан (приток р. Яма)	1993–1994 1999	Кета	566				–	566	
				120				–	120	
				54	–	–	–	–	54	
3	Оценка роста и развития личинок и молоди в условиях Ольской ЭПАБ	1997–1998	Кета	525					525	
			Горбуша	350					350	
			Нерка	200					200	
4	Оценка качественных показателей молоди в условиях разной плотности посадки: а) Ольская ЭПАБ: 8 тыс. экз./м <sup>2</sup> , 25 тыс. экз./м <sup>2</sup> б) база «Нюкля», содержание в садках: 5 тыс. экз./м <sup>3</sup> 30 тыс. экз./м <sup>3</sup>	1990 1993	Кета	300	315	–	–	–	615	
				480	530	–	–	–	1010	
				100	–	–	–	–	100	
			100	–	–	–	–	100		

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	Анализ качественных показателей молоди кеты, выращенной на разных ЛРЗ в различных условиях содержания	2003	Кета	383	2263	383	–	–	3029
6	Корма и способы кормления: кормовые добавки в пастообразных кормосмесях состав кормов и способы кормления	1992–1993	Кижуч	250	223	250	–	–	723
		1997–1998	Кета Нерка	150 150	1100 1226	– –	– –	– –	1250 1376
7	Подращивание в естественном водоеме: а) пресная вода, садки, оз. Соленое б) то же, р. Кулькuty; в) морская вода, бассейны, база «Нюкля»	2002–2003	Кета	420	338	100	–	100	958
		2003	Кета	419	321	–	–	419	1159
		1990	Кета	105	160	–	150	–	415
			Кижуч Нерка	52 75	47 86	– –	155 175	– –	254 336
8	Комплексная оценка молоди: а) естественного происхождения на рр. Ола, Яна, Тауй, б) выпущенной с ЛРЗ Магаданской области	1990	Кета	194	456	97	50	97	894
		2003		763	3154	383	280	383	4963
9	Оценка качества молоди, выращенной на Ануйском ЛРЗ Хабаровского края	2003–2005	Кета	137	117	–	–	–	254
Итого, экз.		1985–2005	Кета Горбуша Кижуч Нерка	5700 350 302 425	8754 – 270 1312	963 – 250 –	480 – 155 175	999 – – –	16896 350 977 1912

Таблица 3

## Продолжительность инкубации икры лососевых рыб в зависимости от температуры воды

Год наблюдений	Кета			Горбуша			Кижуч			Нерка		
	t, °C	Продолжительность инкубации		t, °C	Продолжительность инкубации		t, °C	Продолжительность инкубации		t, °C	Продолжительность инкубации	
		сут	градусодни									
1983	$\frac{3,5}{2,3-5,5}$	$\frac{125}{91-160}$	$\frac{434}{361-504}$	$\frac{7,0}{6,9-7,1}$	$\frac{85}{84-86}$	$\frac{593}{591-594}$	$\frac{3,0}{2,3-3,8}$	$\frac{140}{127-152}$	$\frac{421}{354-487}$	-	-	-
1984	$\frac{4,8}{2,2-6,2}$	$\frac{102}{86-165}$	$\frac{494}{368-532}$	$\frac{6,1}{5,8-6,2}$	$\frac{96}{93-99}$	$\frac{589}{578-600}$	$\frac{2,9}{2,3-4,2}$	$\frac{137}{108-152}$	$\frac{392}{354-449}$	-	-	-
1985	$\frac{5,3}{3,2-7,3}$	$\frac{94}{74-134}$	$\frac{495}{426-538}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986	$\frac{7,3}{4,1-8,6}$	$\frac{71}{56-100}$	$\frac{501}{410-540}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1987	$\frac{7,1}{5,8-7,8}$	$\frac{79}{74-91}$	$\frac{563}{532-578}$	-	-	-	$\frac{3,3}{2,5-4,5}$	$\frac{115}{93-139}$	$\frac{377}{347-408}$	-	-	-
1988	$\frac{7,1}{6,0-8,1}$	$\frac{73}{67-82}$	$\frac{524}{489-546}$	$\frac{7,6}{7,5-7,6}$	$\frac{78}{74-82}$	$\frac{592}{565-614}$	$\frac{6,0}{5,6-6,3}$	$\frac{78}{77-81}$	$\frac{470}{450-487}$	-	-	-
1989	$\frac{8,1}{6,6-8,8}$	$\frac{68}{64-76}$	$\frac{550}{498-560}$	-	-	-	$\frac{4,4}{4,1-4,8}$	$\frac{109}{106-111}$	$\frac{485}{457-512}$	6,0	110	663
1991	$\frac{8,0}{6,8-8,6}$	$\frac{67}{61-73}$	$\frac{534}{466-567}$	-	-	-	$\frac{7,5}{6,2-9,0}$	$\frac{65}{58-72}$	$\frac{486}{448-524}$	8,5	92	786
1993	$\frac{5,4}{3,8-6,6}$	$\frac{90}{73-111}$	$\frac{472}{424-513}$	$\frac{7,2}{4,6-7,4}$	$\frac{80}{78-82}$	$\frac{570}{554-578}$	$\frac{4,1}{1,3-7,1}$	$\frac{104}{97-111}$	$\frac{426}{394-443}$	-	-	-
1994	$\frac{6,9}{6,3-7,2}$	$\frac{79}{74-82}$	$\frac{546}{514-579}$	$\frac{7,1}{6,4-8,2}$	$\frac{90}{88-92}$	$\frac{635}{620-643}$	$\frac{6,5}{4,6-7,2}$	$\frac{75}{73-76}$	$\frac{484}{57-502}$	$\frac{6,7}{6,5-6,8}$	$\frac{102}{101-103}$	$\frac{680}{669-688}$
1996	$\frac{7,5}{6,4-7,8}$	$\frac{74}{69-85}$	$\frac{555}{531-597}$	-	-	-	$\frac{6,8}{6,6-6,9}$	$\frac{65}{64-66}$	$\frac{440}{438-442}$	$\frac{7,7}{7,7-7,7}$	$\frac{74,5}{74-75}$	$\frac{574}{571-575}$
1997	$\frac{8,1}{6,5-9,1}$	$\frac{65}{56-74}$	$\frac{525}{481-568}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание. Здесь и далее в таблицах над чертой – среднее значение, под чертой – диапазон колебаний.

Расход воды в инкубаторах рамочного типа был установлен из расчета 20 л/мин на 200 тыс. оплодотворенных икринок, в инкубаторах расширенного типа – 30 л/мин на 400–500 тыс. икр.

Экспериментальная работа по определению воздействия различных дезинфицирующих средств на оплодотворенную икру состояла из двух опытов. В первом проверяли эффективность действия антисептиков на развивающейся икре низкого качества, где содержание погибшей икры перед постановкой опыта составляло 17,2%; во втором исследование проводили на икре высокого качества с содержанием погибшей икры в начале инкубации всего 1%. Работу проводили в 1986 г. на Ольской ЭПАБ на 5 партиях инкубируемой икры кеты в количестве 129,5 тыс. шт.

Влияние различных условий содержания на личинок кеты изучали на Ольской ЭПАБ, Янском и Тауйском ЛРЗ, а также в естественном водоеме – р. Яма (материал собирали в 1993–1999 гг.). Основными критериями для сравнения служили выживаемость (процент выживших личинок за вычетом процента погибших), а также биологические и размерно-весовые показатели личинок. Оценивали результаты содержания в различных условиях: в бассейнах дальневосточного типа, круговых бассейнах ИЦА-1 и ИЦА-2, приспособленных инкубационных аппаратах Аткинса, инкубационных аппаратах NOPAD, а также в естественном водоеме. Кроме того, определяли эффективность использования различных субстратов для выдерживания личинок – искусственный субстрат различных модификаций типа «жалюзи» и трубчатый, а также природный субстрат из мелкого гравия. Для более полной характеристики влияния различных условий на личинок применили способ их содержания без субстрата. В работе использованы данные рыболовной документации по отходу личинок, ежедневных измерений температуры воды и содержания в ней кислорода. Проточность воды регулировали с помощью секундомера и 10-литровой емкости. Общее количество обработанных личинок кеты составило 686, в естественных условиях – 54 (см. табл. 2).

Влияние температуры воды на рост и развитие личинок и молоди изучали на кете, горбуше и нерке в условиях холодноводного ЛРЗ – Ольской ЭПАБ – с 9 октября 1997 г. по 19 июня 1998 г. Для этих целей обработано 525 экз. кеты, 350 экз. горбуши и 200 экз. нерки (см. табл. 2).

Особое внимание уделяли оценке воздействия различных условий и приемов выращивания на качественные и рыболовные показатели молоди. Исследовано влияние различной плотности посадки, температуры воды, способов кормления и состава кормов, содержания в различных рыболовных бассейнах, а также в естественных водоемах (участках речной протоки, садках, солоноватой и морской воде). Материал для этих исследований собирали с 1990 по 2005 г. на всех 4 ЛРЗ и на научно-производственных базах (НПБ) по подращиванию молоди лососей ФГУ «Охотскрыбвод» («Нюкля»), НПБ МагаданНИРО «Кулькуть», а также в Хабаровском крае на Аннойском ЛРЗ Нанайского района и оз. Тихое Советско-Гаванского района (см. табл. 2).

Готовность молоди кеты заводского происхождения к катадромной миграции определяли по оценке выживаемости и жизнеспособности в воде с разной морской соленостью (14–40‰) в течение 3 сут. Для объективности оценки качества искусственно выращенной молоди кеты в 2003 и 2004 г. исследовали молодь естественного происхождения в период катадромной миграции (май-июнь) на базовых реках ЛРЗ Магаданской области – Оле, Яне и Тауе.

Учетные работы и наблюдения за скатом молоди кеты искусственного происхождения, выпущенной с Ольской ЭПАБ, выполняли в мае-июне в 1990 г. на р. Углеканка (приток р. Ола). За основу учета принят метод С. Ф. Золотухина и соавторов (1989), разработанный для водоемов небольшой протяженности и малой глубины. Оценивали влияние паводков на интенсивность ската молоди кеты и определяли количество скатившихся покатников в 0,5 км от места выпуска. Кроме этого, выборочно измеряли суточную активность ската в 0,5 км от устья реки (3 км от места выпуска). Молодь улавливали с помощью ловушки (размерами 50 × 70 см), изго-

товленной из мелкопористого газа и установленной в средней части русла. Суточные пробы отбирали еженедельно через каждые 2 ч с экспозицией ловушки 5 мин. Учет количества пократников определяли по количеству молоди, пойманной в ловушку за 5 мин (интенсивность ската); затем делали пересчет ее количества на период между обловами. Количество пократников между обловами находили по формуле:

$$K_n = \frac{k \cdot S_p \cdot T_n}{S_n \cdot t},$$

где  $K_n$ ,  $k$  – количество молоди за период между обловами и пойманной в ловушку, экз.;  $S_n$  – площадь сечения реки, м<sup>2</sup>;  $T_n$  – период между обловами, мин;  $S_p$  – площадь сечения ловушки, м<sup>2</sup>;  $t$  – экспозиция выдержки ловушки, мин.

Суточное количество мальков определяли путем суммирования учтенной молоди за каждый период:

$$K_{\text{сут}} = K_1 + K_2 + K_3 + \dots K_n.$$

Из гидрологических параметров измеряли скорость течения (ежедекадно), уровень и температуру воды в реке (3 раза в сутки). Данные по температуре воды в море брали из отчетов Ольской гидрометеорологической службы.

Для сравнительной оценки скатившейся в 1990 г. с Ольской ЭПАБ молоди кеты исследовали и естественную молодь, которую ловили в районе Ольских ворот и на протоке Полицейская (бассейн р. Ола). Сбор проб молоди кеты искусственного и естественного происхождения проводили еженедельно.

В 2003 и 2004 г. для комплексной оценки качественного состояния заводской молоди пробы отбирали за месяц до выпуска (вторая – третья декада мая) и в период выпуска с рыбоводных заводов (первая – третья декада июня); естественной молоди – во время ската по базовым рр. Ола, Яна, Тауй. Кроме этого собран материал на р. Кулькуты, где сформирована промыслово-маточная популяция лососей.

Оценку качества заводской молоди различных видов тихоокеанских лососей, содержащейся в различных условиях, проводили по комплексу следующих показателей и тестов: биологических (Правдин, 1966), морфофизиологических (индексам внутренних органов) (Смирнов и др., 1972), гематологических (Глаголева, 1981; Иванова, 1983; Мусселиус и др., 1983), а также по тесту на выживаемость (Канидьеv, 1984; Wedemeyer et al., 1980).

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

Для исследования размерно-весовых и морфофизиологических показателей использовали не менее 35–100 экз. (в обобщенной пробе) с одного завода и не менее 25–50 экз. (в пробе, взятой в конкретных условиях содержания на одном заводе). При изучении динамики показателей сбор заводской молоди проводили ежемесячно.

У рыб снимали следующие биологические показатели: длину тела по Смитту – ас, мм; длину до конца чешуйного покрова – ad, мм; массу тела – P, мг; массу желтка в процентах от массы тела личинок. Кроме того, вычисляли коэффициент упитанности по Фультону –  $K_f$  (Правдин, 1966).

Количественную оценку роста определяли по показателю удельной скорости роста (Белый, 1960) согласно формуле:

$$C = (\ln W_t - \ln W_0) / (t - t_0),$$

где  $t_0$  и  $t$  – возраст в начале и конце рассматриваемого отрезка времени,  $W_0$  и  $W_t$  – соответствующая этим возрастам масса тела.

При использовании метода морфофизиологических индикаторов (Смирнов и др., 1972) определяли индексы основных внутренних органов – сердца, печени, ЖКТ.

Размерно-весовые показатели и индексы внутренних органов заводской молоди кеты сравнивали с полученными показателями у молоди естественных популяций с базовых рек, причем индексы внутренних органов у рыб из естественных популяций принимали за физиологическую норму, или «эталон».

Анализ крови молоди лососей искусственного и естественного происхождения проводили комплексно по общепринятым методикам (Остроумова, 1957, 1966б; Коржув, 1962; Пучков, 1962; Канидьев, 1966, 1967а, 1969, 1970; Мусселиус и др., 1983).

Кровь у молоди брали из хвостовой артерии в гепаринизированный микрокапилляр на 20 мкл. Из-за малого количества крови у одного малька для анализа взяты усредненные пробы (2–10 мальков в пробе, всего для одного анализа использовали 5–10 проб). При этом оценивали содержание гемоглобина в крови и в одном эритроците (г/л и мкмкг/эритроцит соответственно), общее количество эритроцитов и лейкоцитов в единице объема крови (тыс. шт./мм<sup>3</sup> крови), величину гематокрита (%), морфологическую картину крови по соотношению различных форм эритроцитов (эритропоз) и лейкоцитов (лейкоцитарная формула).

Содержание гемоглобина определяли с помощью фотоэлектрических гемоглобинометров: ГФ-Ц-04 и «Минигем-523», а также гемометра Сали. Количество эритроцитов в 1 мм<sup>3</sup> крови оценивали пробирочным методом с помощью камеры Горяева и иммерсионного микроскопа Д-11, используя лабораторный счетчик СЛ-1. Соотношение объема эритроцитов к общему объему крови (гематокрит) находили центрифугированием гепаринизированных капилляров с кровью в гематокритной микроцентрифуге ОПН-8 и МГ-6-02. Содержание гемоглобина в одном эритроците (СГЭ) определяли по формуле (Гительзон, Терсков, 1956):

$$\text{СГЭ} = \frac{\text{Гемоглобин, г\%} \times 10 \text{ мкмкг/эритроцит}}{\text{Количество миллионов эритроцитов в 1 мм}^3}$$

Морфологическую картину крови оценивали по 7–28 мазкам. Мазки предварительно фиксировали высушиванием, затем абсолютным этиловым спиртом. Препараты окрашивали азур-эозином по Романовскому (Мусселиус и др., 1983). Зрелость клеток красной крови, а также соотношение форменных элементов белой крови определяли по классификации И. Н. Остроумовой (1957). Различные формы эритроцитов устанавливали по 1000 клеткам, лейкоцитарную формулу – по 100–200 клеткам на окрашенном мазке. Количество лейкоцитов определяли подсчетом данных клеток на 1000 эритроцитов на зафиксированном и окрашенном мазке крови, затем с помощью этого показателя, используя количество эритроцитов в 1 мм<sup>3</sup> крови, вычисляли количество лейкоцитов в единице объема крови.

Для получения объективной характеристики качества заводской молоди по гематологическим показателям, наблюдаемым в 2003 г. у заводской и у природной молоди кеты, использовали несколько стандартов ее физиологической полноценности. Показатели крови молоди сравнивали с таковыми «Рыбоводного стандарта молоди кеты для лососевых рыбозаводов Дальнего Востока» (Валова, 2000) и нормами гематологических показателей у молоди кеты (физиологическая норма), совместно разработанными ветеринарными и рыбохозяйственными НИИ (Сборник..., 1999).

Для комплексной оценки качества молоди кеты в 1990 и 2003 г. исследовано 4963 экз. заводской и 894 экз. природной молоди. В том числе гематологические исследования проведены на 3154 экз. заводской и 456 экз. природной молоди кеты; изучение морфофизиологических индикаторов – у 383 экз. заводской и 97 экз. природной молоди. Для биологического анализа обработано 763 экз. заводской и 194 природной молоди кеты (см. табл. 2).

Кроме того, определение физиологической полноценности и готовности молоди кеты заводского происхождения к катадромной миграции проводили по тесту выживаемости ее в воде с разной морской соленостью (14–40‰) в течение 3 сут. В то же время для сравнения снимали показания у молоди кеты естественного происхождения, пойманной в июне в период ската по реке.

При исследованиях всего обработано 16 896 экз. кеты, 350 экз. горбуши, 977 экз. кижуча и 1912 экз. нерки (см. табл. 2). Результаты, приведенные в работе, обработаны общепринятыми статистическими методами (Лакин, 1980).

### Глава 3. ОСОБЕННОСТИ ЭМБРИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ЛОСОСЕЙ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ КЕТЫ

Эмбриональный период – важнейший этап развития рыб, который во многом предопределяет дальнейший ход онтогенеза (Привольнев, Никифоров, 1959; Семенов и др., 1974; Яндовская и др., 1979; Детлаф и др., 1981). Во время инкубации эмбрионы подвержены воздействию различных факторов среды, а на рыбоводных заводах, наряду с этим, находятся в прямой зависимости и от условий содержания (Жукинский, 1986). Биотехнология разведения каждого вида тихоокеанских лососей в различных регионах Дальнего Востока России имеет свои характерные особенности (Канидьев, 1984; Марковцев, 1989), поскольку каждый вид и популяция лососей приспособлены к определенным условиям обитания.

Развитие эмбрионов протекает в несколько этапов (Смирнов, 1975), при прохождении которых они по-разному реагируют на изменение температуры и содержания кислорода в воде, на механические воздействия и влияние дезинфицирующих препаратов при искусственном разведении. Успешность инкубации в заводских условиях, получение максимального количества здоровых эмбрионов с наименьшим количеством погибших или ослабленных также тесно связаны с применением тех или иных инкубационных аппаратов.

Детальные исследования по инкубации икры лососей на ЛРЗ Магаданской области практически не проводились, и имеются лишь некоторые фрагментарные данные по этой проблеме (Фомин и др., 1990; Хованская, 1991).

При обобщении материала по инкубации икры лососей на Ольской ЭПАБ с 1983 по 1997 г. особое внимание было уделено изучению влияния на инкубацию, скорость развития и выживаемость эмбрионов таких факторов, как температура воды, механические воздействия, различные типы инкубационных аппаратов и дезинфицирующие средства.

Рассмотрим некоторые особенности эмбрионального развития лососей при искусственном разведении, на основе которых определена эффективность инкубации икры на ЛРЗ Магаданской области.

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

Известно, что температура оказывает большое влияние на развитие организма рыб (Емельянов, 1977; Казаков, Яндовская, 1980; Бретт, 1983; Канидьев, 1984; Жукинский, 1986; Brett, 1971; и др.). В результате исследований в 1983–1997 гг. было установлено, что с повышением температуры воды продолжительность инкубации уменьшается, а количество градусо-дней (сумма средне-суточных температур) увеличивается. Так, инкубирование икры кеты при средней температуре 3,5°C проходило 125 сут (434 градусо-дней), а при 8,1°C уменьшилось до 65 сут (525 градусо-дней) (см. табл. 3). Формирование 9-го этапа эмбрионального развития (стадия «пигментации глаз», развитие печеночно-желточной системы кровообращения), при котором непосредственно проводятся всевозможные производственные манипуляции с икрой, начиналось при температуре 5,3°C на 43-и сут (228 градусо-дней) и на 27-е сут (249 градусо-дней) при температуре 9,2°C (табл. 4).

Аналогичные закономерности установлены для горбуши и кижуча. С увеличением средней температуры воды с 6,1 до 7,6°C продолжительность вылупления эмбрионов горбуши сократилась с 96 сут (589 градусо-дней) до 78 сут (592 градусо-дней). Начало 9-го этапа эмбриогенеза отмечено на 35-е сут (227 градусо-дней) при средней температуре инкубации 6,5°C и на 27-е сут (235 градусо-дней) при температуре воды 8,7°C. У кижуча при увеличении температуры с 3,0 до 7,5°C продолжительность инкубации сократилась от 140 сут (421 градусо-день) до 65 сут (486 градусо-дней).

Таблица 4

**Продолжительность инкубации икры лососевых рыб до стадии «пигментации глаз»  
в зависимости от температуры воды**

Год наблюдений	Кета			Горбуша			Кижуч			Нерка		
	t, °C	Продолжительность инкубации		t, °C	Продолжительность инкубации		t, °C	Продолжительность инкубации		t, °C	Продолжительность инкубации	
		сут	градусо-дни		сут	градусо-дни		сут	градусо-дни		сут	градусо-дни
1983	$\frac{5,3}{3,8-7,8}$	$\frac{43}{31-59}$	$\frac{228}{217-238}$	$\frac{8,7}{8,0-9,2}$	$\frac{27}{26-29}$	$\frac{235}{231-238}$	$\frac{4,8}{3,7-6,4}$	$\frac{48}{37-59}$	$\frac{228}{218-238}$	-	-	-
1984	$\frac{6,4}{5,4-6,8}$	$\frac{35}{34-39}$	$\frac{225}{212-231}$	$\frac{6,5}{6,5-6,7}$	$\frac{35}{34-35}$	$\frac{227}{226-228}$	$\frac{4,3}{3,8-5,8}$	$\frac{51}{39-58}$	$\frac{222}{219-225}$	-	-	-
1985	$\frac{5,1}{2,4-7,9}$	$\frac{45}{30-92}$	$\frac{231}{224-236}$	$\frac{7,7}{7,6-7,7}$	30	$\frac{230}{227-231}$	-	-	-	-	-	-
1986	$\frac{8,4}{7,0-9,1}$	$\frac{28}{25-33}$	$\frac{234}{225-234}$	$\frac{8,3}{8,0-9,4}$	$\frac{28}{25-29}$	$\frac{233}{231-234}$	-	-	-	-	-	-
1987	$\frac{7,8}{6,6-8,5}$	$\frac{30}{28-34}$	$\frac{231}{225-238}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1988	$\frac{7,7}{6,6-8,9}$	$\frac{30}{28-32}$	$\frac{230}{212-248}$	$\frac{8,1}{7,9-8,6}$	$\frac{26}{25-26}$	$\frac{210}{207-215}$	$\frac{7,1}{6,8-7,4}$	$\frac{33}{32-34}$	$\frac{233}{231-237}$	-	-	-
1989	$\frac{9,2}{7,3-10,4}$	$\frac{27}{26-30}$	$\frac{249}{219-270}$	-	-	-	$\frac{6,5}{6,0-7,4}$	$\frac{35}{33-36}$	$\frac{227}{215-244}$	8,6	27	232
1991	$\frac{8,5}{8,2-8,8}$	$\frac{30}{27-34}$	$\frac{252}{230-283}$	-	-	-	-	-	-	8,4	42	353
1993	$\frac{6,7}{5,6-7,5}$	$\frac{39}{32-46}$	$\frac{259}{228-290}$	$\frac{7,2}{4,6-7,4}$	$\frac{80}{78-82}$	$\frac{570}{554-578}$	-	-	-	-	-	-
1994	$\frac{7,4}{6,8-8,0}$	$\frac{37}{31-41}$	$\frac{271}{232-302}$	$\frac{7,1}{6,4-8,2}$	$\frac{90}{88-92}$	$\frac{635}{620-643}$	-	-	-	$\frac{7,5}{7,4-7,5}$	$\frac{35}{34-35}$	$\frac{257}{251-261}$
1996	$\frac{7,8}{7,5-8,1}$	$\frac{33}{32-35}$	$\frac{256}{240-276}$	-	-	-	$\frac{7,7}{7,5-7,8}$	$\frac{32}{31-33}$	$\frac{245}{243-247}$	$\frac{7,8}{7,8-7,9}$	$\frac{42}{40-43}$	$\frac{326}{315-336}$
1997	$\frac{8,7}{7,9-9,3}$	$\frac{32}{31-33}$	$\frac{279}{261-290}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Девятый этап эмбриогенеза начался на 48-е сут (228 градусо-дней) при температуре 8,1°C (см. табл. 4).

Инкубация икры нерки в 1989 и 1996 г. проходила до 9-го этапа развития почти при одинаковых температурах – соответственно 8,6 и 8,4°C. Однако формирование этого этапа в 1991 г. затянулось и началось только на 42-е сут (353 градусо-дня) против 27 сут (232 градусо-дней) в 1989 г. По-видимому, различие в развитии эмбрионов было обусловлено низким рыболовным качеством оплодотворенной икры. В 1991 г. из-за нехватки производителей икру собирали от «перезрелых» и полувыводных самок, что повлекло за собой высокий инкубационный отход – 21%. Хотя в целом за весь период инкубации икры нерки также отмечена тенденция к уменьшению длительности инкубации с увеличением температуры. При температуре 6,0°C инкубация икры нерки в 1989 г. завершилась на 110-е сут (663 градусо-дня), а в 1991 г. при температуре 8,5°C – на 92-е сут (см. табл. 3).

Между средней температурой воды и продолжительностью инкубации, выраженной в сутках, установлена сильная коррелятивная связь ( $r = 0,710-0,989$ ). Высокие значения коэффициентов указывают на то, что по средней температуре инкубации можно безошибочно определить длительность эмбрионального развития. На рис. 3 приведены кривые зависимости продолжительности инкубации икры различных видов тихоокеанских лососей от температуры воды. Обычно для определения длительности этапов развития биологи используют экспоненциальную формулу Таути (Higurashi, Tauti, 1925) или ее видоизменения (Медников, 1977). Но, как видно из эмпирических данных, в сравнительно небольших диапазонах температур можно использовать и линейные зависимости, что удобно в рыболовной практике.

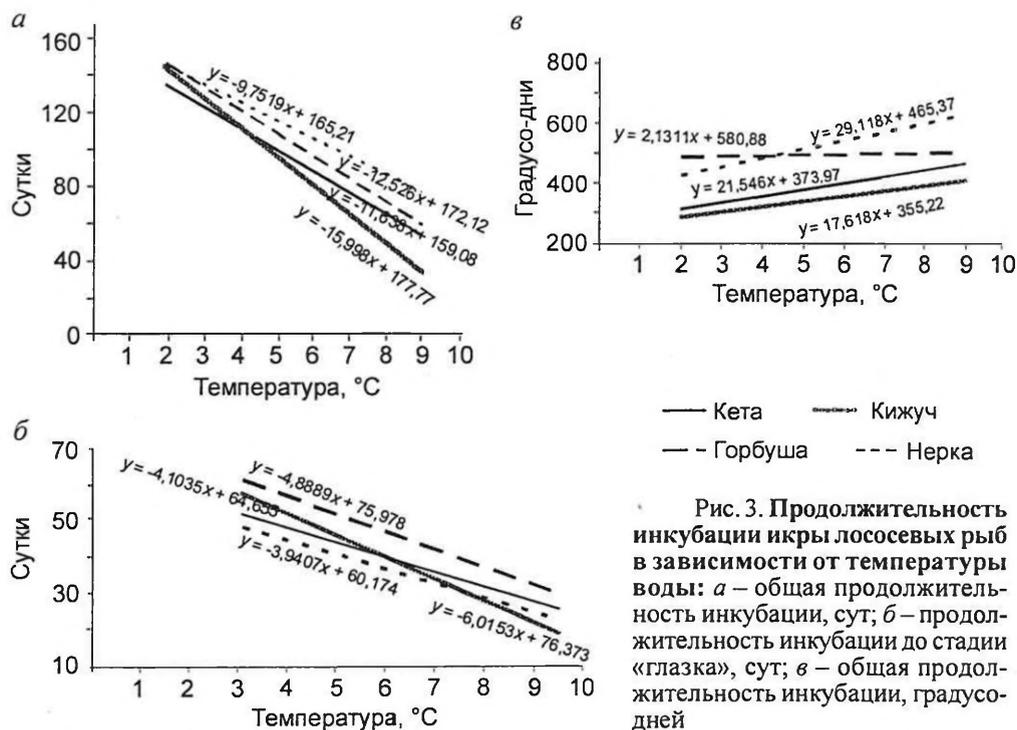


Рис. 3. Продолжительность инкубации икры лососевых рыб в зависимости от температуры воды: а – общая продолжительность инкубации, сут; б – продолжительность инкубации до стадии «глазка», сут; в – общая продолжительность инкубации, градусо-дней

Более слабая взаимосвязь найдена между средней температурой воды и «суммой набранного тепла» (количеством градусо-дней). Это особенно выражено при определении 9-го этапа эмбриогенеза у горбуши и нерки, где коэффи-

коэффициент корреляции оказался низким ( $r = 0,049-0,369$ ), хотя здесь следует учитывать определенную относительность и субъективность при установлении рыбоводами 9-го этапа.

Полученные результаты указывают на то, что нельзя точно определить возраст эмбриона, используя только сумму градусо-дней и не учитывая при этом среднюю температуру инкубации. Это подтверждает выводы других исследователей о большой относительности показателя градусо-дней и нецелесообразности его применения для определения возраста эмбрионов (Медников, 1977; Городилов, 1986).

Инкубация всех партий икры кеты проходила в основном при постепенном понижении температуры воды. Начало эмбрионального развития отмечалось при температуре 6,7–8,8°C, завершение – при 1,7–5,9°C (табл. 5), что вполне соответствует оптимальному температурному режиму (Смирнов, 1975; Канидьеv, 1984).

Таблица 5

Температура воды в период инкубации и отходы икры кеты с 1983 по 1993 г. на Ольской ЭПАБ

Год	Температура воды, °C		Разность температур, °C	Отходы икры кеты за инкубацию, %
	при закладке икры на инкубацию	при вылуплении эмбрионов		
1983	$\frac{7,3}{5,3-8,7}$	$\frac{1,7}{1,0-3,0}$	$\frac{5,6}{4,3-6,5}$	$\frac{10,8}{3,9-44,5}$
1984	$\frac{6,7}{6,2-6,8}$	$\frac{3,3}{1,6-4,5}$	$\frac{3,4}{1,7-4,6}$	$\frac{10,5}{2,1-38,6}$
1985	$\frac{7,5}{7,1-7,8}$	$\frac{3,3}{1,2-5,6}$	$\frac{4,2}{1,6-5,6}$	$\frac{21,9}{5,2-53,6}$
1986	$\frac{8,8}{8,0-10,3}$	$\frac{5,1}{0,9-7,7}$	$\frac{3,7}{0,3-7,1}$	$\frac{24,0}{2,2-71,7}$
1987	$\frac{8,1}{7,4-8,4}$	$\frac{6,0}{2,8-6,8}$	$\frac{2,1}{1,3-5,2}$	$\frac{5,8}{2,1-17,3}$
1988	$\frac{7,9}{7,2-8,6}$	$\frac{5,7}{4,4-7,2}$	$\frac{2,2}{0,3-5,9}$	$\frac{8,7}{3,8-30,0}$
1989	$\frac{8,8}{6,8-9,3}$	$\frac{6,1}{4,6-7,8}$	$\frac{2,7}{1,0-4,5}$	$\frac{9,9}{-}$
1991	$\frac{8,6}{8,0-8,8}$	$\frac{6,5}{4,2-8,2}$	$\frac{2,1}{0,6-4,1}$	$\frac{8,5}{1,8-14,8}$
1993	$\frac{6,7}{6,0-7,4}$	$\frac{3,4}{1,7-5,8}$	$\frac{3,3}{0,6-5,2}$	$\frac{16,5}{-}$

Для разных групп рыб было показано отрицательное влияние колебания температуры воды во время инкубации на развитие и выживаемость зародышей (Черняев, 1968; Казаков, 1971; Казаков, Яндовская, 1980; Цуладзе, 1990; Лебедева, 1991). В условиях магаданских ЛРЗ резких колебаний температуры воды от закладки икры до вылупления эмбрионов практически не наблюдалось. Но с увеличением общей разницы температур проявилась тенденция к повышению инкубационных отходов, т. е. чем быстрее происходит снижение температуры воды в осенне-зимние месяцы, тем больше смертность зародышей. Скорость снижения температуры тесно связана со сроками закладки икры – чем позднее заложена икра (октябрь–ноябрь), тем больше разница температур. Как раз в годы с наиболее поздними сроками закладки (1983–1988; разность температур 3,4–5,6°C) отходы были максимальными – до 10,5–24,0%. С 1987 по

1993 г. разность температур уменьшилась (2,1–3,3°C); поскольку сроки закладки сместились на более раннее время, то произошло снижение инкубационных отходов до 5,8–16,5% (см. табл. 5).

Полученные данные графически представлены на рис. 4. Зависимость инкубационного отхода от разности температур в течение инкубации можно выразить экспоненциальной функцией:  $y = 2,1314e^{0,4747x}$  ( $R^2 = 0,7451$ ), где «e» – основание натурального логарифма, приблизительно равное 2,718282 (Бронштейн, Семендяев, 1986).

Инкубационный отход значительно увеличивается при резком колебании температуры воды.

Так, в 1987 г. икра кижуча до 10-го этапа эмбрионального развития (258–267 градусо-дней) содержалась в инкубаторах Малкинского рыбоводного завода (Камчатская область) при средней температуре 8,6°C, затем ее перевезли в инкубаторы Ольской ЭПАБ, где температура воды в это время составляла всего 2,0°C, а к концу инкубации снизилась до 1,3°C. Резкое изменение температуры воды повлекло за собой нарастающую смертность эмбрионов, достигшую к концу инкубации 33% (против 1,5% до перевозки с Малкинского ЛРЗ) (рис. 5), а также продолжительный выклев эмбрионов (до 40 дней) и массовую их гибель после вылупления (отход 30%).

Резкое изменение температуры воды повлекло за собой нарастающую смертность эмбрионов, достигшую к концу инкубации 33% (против 1,5% до перевозки с Малкинского ЛРЗ) (рис. 5), а также продолжительный выклев эмбрионов (до 40 дней) и массовую их гибель после вылупления (отход 30%).

### 3.2. Оценка эффективности использования различных инкубационных аппаратов

Развитие эмбрионов при искусственном разведении рыб в немалой степени зависит от условий содержания, которые создаются в различных инкубационных аппаратах. Именно от того, насколько условия в применяемом аппарате соответствуют оптимальным, будет зависеть эффективность инкубации, жизнестойкость и выживаемость эмбрионов. В инкубационных аппаратах для лососевых рыб регулируют проточность, т. е. расход воды, мощность загрузки в аппарат, а также определяют возможность наименьшего механического воздействия на икру при уходе за ней (выборка погибших икринок, профилактические обработки от болезней).

На Ольской ЭПАБ до 1986 г. инкубация икры проходила в аппаратах Аткинса обычного (рамочного) типа, которые представляют собой пластмассовый лоток (толщина стенки 1 см), разделенный системой перегородок и шандор на четыре равных отсека. В каждый отсек помещают по две стопки из 10 рамок каждая (кассеты). На рамки раскладывают икру в 1,5–1,7 слоя (2,5 тыс. икр. кеты; 3,0 тыс. икр. кижуча, горбуши; 3,7 тыс. икр. нерки). Общая мощность аппарата составляет 200 тыс. икр. кеты, 240 тыс. икр. кижуча, горбуши и до 300 тыс. икр. нерки.

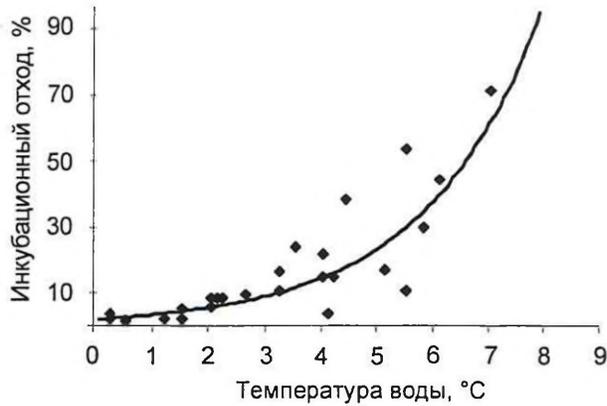


Рис. 4. Зависимость отхода икры кеты от разности температуры воды в начале и конце инкубации

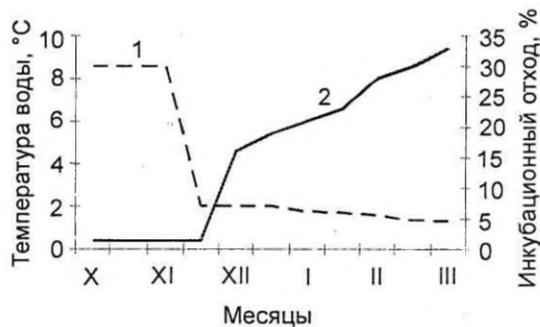


Рис. 5. Температура воды во время инкубации (1) и отход икры кижуча (2)

В 1986 г. здесь же прошли испытание и нашли широкое применение в последующем инкубационные аппараты Аткинса расширенного (насыпного) типа. Они конструктивно почти не отличаются от инкубаторов Аткинса обычного типа. Различие лишь в комплектующем оборудовании: в инкубационные отсеки помещают по два пластмассовых уголка (длиной по 75 см), на которые кладут большую рыболовную рамку (32,7 × 74,7 см) с сеткой типа «Трепсе». В каждый из 4 отсеков аппарата загружается икра (многослойная инкубация), что позволяет увеличить общую мощность инкубатора до 400–500 тыс. икр. кеты, 500–650 тыс. икр. горбуши и кижуча, 650–750 тыс. икр. нерки. Расход воды в аппаратах расширенного типа выше, чем в обычных, и составляет 30 л/мин против 20 л/мин. Высокая технологичность насыпных аппаратов, уменьшение механического воздействия на икру положительно сказываются на общей эффективности инкубации. При этом в насыпных аппаратах наблюдается тенденция к снижению процента элиминации эмбрионов. Так, среднегодовой процент гибели эмбрионов кеты в аппаратах расширенного типа составил 10,9 против 14,9 в обычных инкубаторах Аткинса, горбуши – 12,2 против 19,1 (табл. 6). Эти инкубаторы позволяют более эффективно, с меньшими трудозатратами и механическими воздействиями проводить работы с лососевой икрой (загрузка и выгрузка, выборка инкубационных отходов, профилактические обработки).

Таким образом, инкубационные аппараты Аткинса расширенного вместения удобны в работе и обеспечивают хорошее качество инкубируемой икры.

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

В период инкубации на ЛРЗ икра тихоокеанских лососей содержится при более высокой плотности, чем в естественных условиях. Высокая плотность, а также довольно продолжительное пребывание в инкубаторах (от 1,5 до 3,5 мес) создают благоприятный фон для развития грибов рода *Saprolegnia*, зооспоры которых переносятся с водой и сначала поселяются на погибших икринках, а затем поражают живые. Инфекционное заболевание развивается, как правило, на фоне другой болезни или резкого снижения защитных сил организма под влиянием неблагоприятных условий среды (Ведемейер и др., 1981). Потери от сапролегниоза могут быть очень большими (Золотарева, Вялова, 1983). На магаданских ЛРЗ от этого заболевания погибает до 10–35% икры; причем иногда гибнет вся партия икры, заложенная в инкубационные аппараты.

Для того чтобы предупредить развитие сапролегниоза, проводят выборку погибшей икры, а также применяют профилактические обработки с использованием различных антисептиков, таких как малахитовый зеленый, марганцовокислый калий, формалин и т. д. В проведенной работе определена эффективность действия различных дезинфицирующих средств для предупреждения развития сапролегниоза на икре лососевых рыб.

**В первом опыте** изучали действие антисептиков на оплодотворенную икру кеты низкого качества (содержание погибших икринок на момент закладки 17,2%) (табл. 7). 55 тыс. икр., взятых с пункта сбора икры кеты, разделили на три опытные (по 13 тыс. шт.) и две контрольные (7 и 9,0 тыс. шт.) партии, а затем поместили в инкубационные аппараты Аткинса. При этом в одной из контрольных партий (контроль № 1) перед постановкой на инкубацию была выбрана вся погибшая икра. Остальные партии разместили без соответствующей выборки.

**Во втором опыте** исследование проводили на оплодотворенной икре высокого качества (содержание погибшей икры в начале инкубации составило около 1%). 74,5 тыс. икр. кеты разделили на четыре примерно одинаковые партии – три опытные и одну контрольную (см. табл. 7).

Первые партии обоих опытов регулярно через каждые 5–7 дней подвергали обработке малахитовым зеленым (концентрация 1 : 200 000, экспозиция 30 мин). Вторые партии (варианты) обрабатывали раствором марганцовокислого калия пониженной концентрации (1 : 100 000, 15 мин).

Таблица 6

## Результаты инкубации икры в различных инкубаторах на Ольской ЭПАБ в 1983–1991 гг.

Виды рыб	Инкубаторы Аткинса рамочного типа					Инкубаторы Аткинса расширенного (насыпного) типа						
	1983	1984	1985	1986	Итого	1986	1987	1988	1989	1990	1991	Итого
Кета	<u>15500</u> 10,8	<u>21200</u> 10,5	<u>22600</u> 21,9	–	<u>59300</u> 14,9	<u>30781</u> 24,0	<u>26740</u> 5,8	<u>27364</u> 8,7	<u>25318</u> 9,9	<u>29545</u> 8,3	<u>27025</u> 8,5	<u>166773</u> 11,1
Горбуша	<u>1100</u> 7,0	<u>2066</u> 20,7	<u>3470</u> 37,1	<u>14800</u> 15,6	<u>21446</u> 19,1	–	–	<u>2827</u> 14,0	–	<u>1303</u> 8,2	–	<u>4130</u> 12,2
Кижуч	–	–	–	–	–	–	–	<u>794</u> 4,9	<u>678</u> 10,3	<u>623</u> 6,1	<u>645</u> 12,4	<u>3940</u> 8,3
Нерка	–	–	–	–	–	–	–	–	<u>286</u> 0,2	–	–	<u>286</u> 0,2

Примечание. Над чертой – количество икринок, тыс. шт., под чертой – отход икры, %.

Таблица 7

**Схема постановки эксперимента по выявлению эффективности действия различных антисептиков**

№ варианта	Антисептик; условия обработки: концентрация, экспозиция	Опыт 1		Опыт 2	
		отход икры в начале эксперимента, %	кол-во икры для эксперимента, тыс. шт.	отход икры в начале эксперимента, %	кол-во икры для эксперимента, тыс. шт.
1	Малахитовый зеленый 1 : 200 000, 30 мин	18,8	13,0	1,0	17,5
2	Марганцовокислый калий, 1 : 100 000, 15 мин	17,0	13,0	1,0	18,2
3	То же, 1 : 50000, 15 мин	16,4	13,0	1,0	18,5
4	1-й контроль, отход перед постановкой на инкубацию выбран	16,7	7,0	—	—
5	2-й контроль, отход перед постановкой на инкубацию не выбран	16,7	9,0	1,0	20,3
Итого		17,2	55,0	1,0	74,5

Третий вариант – марганцовокислым калием повышенной концентрации (1 : 50 000, 15 мин). Контрольные партии обоих опытов инкубировали без профилактической обработки. Эффективность действия дезинфицирующих препаратов устанавливали по общей выживаемости икры.

Партия икры первого опыта была заложена на инкубацию 8 сентября, второго – 11 сентября. Стадия пигментации глаз у эмбрионов из партий обоих опытов наступила на 31–32-е сут (226,8–232,5 градусо-дня); различий в развитии не наблюдалось – эмбрионы были сходны по длине тела и количеству хвостовых сегментов.

Результаты показали, что профилактическая обработка икры низкого (первый опыт) и высокого качества (второй опыт) не всегда эффективна. В то же время причины отсутствия положительного результата характеризуются по-разному. Так, в первом опыте существенный эффект получен только у икры, обработанной малахитовым зеленым. Инкубационный отход при этом составил всего 4,6%, что в 3 раза ниже, чем у опытных партий, обработанных марганцовокислым калием, и у 2-й контрольной партии (не подвергнутой профилактическим обработкам и заложеной так же, как и все опытные варианты, без выборки транспортировочного отхода). В остальных вариантах первого опыта инкубационные отходы оказались довольно высокими (15,3–17,7%), не имели достоверных отличий друг от друга и также не отличались от первого контроля (табл. 8).

Полученные данные свидетельствуют о том, что при большом количестве погибшей икры марганцовокислый калий не смог воздействовать на грибковую микрофлору, которая, интенсивно размножаясь, вызвала гибель живой икры.

В первом опыте проведено сравнение по инкубационному отходу действия дезинфицирующих средств от сапролегниоза и эффекта механической (ручной) выборки транспортировочного отхода у икры, не подвергнутой профилактике. Здесь обработка малахитовым зеленым оказалась более действенной, чем выборка транспортировочного отхода перед закладкой на инкубацию (1-й контроль) (см. табл. 8). По-видимому, это было связано с пониженной жизнестойкостью эмбрионов на момент закладки партии низкого качества и, вследствие этого, с развитием сапролегниоза на мертвой икре и поражением живой.

Во втором опыте, где исследовали икру с 1%-ным естественным отходом, профилактика дезинфицирующими средствами оказалась не только не эффек-

тивной, но и вредной. Инкубационный отход в опытных вариантах был намного выше отхода контрольной партии. Так, процент гибели эмбрионов только от токсического воздействия дезинфицирующих средств оказался таким же, как и в контроле, или даже больше.

Таблица 8

Отход икры в опытных и контрольных партиях, %

Качество икры	Малахитовый зеленый, 1 : 200000, 30 мин	Марганцовокислый калий		Контроль № 1, транспорт. отход выбран	Контроль № 2, транспорт. отход не выбран
		1 : 100 000, 15 мин	1 : 50 000, 15 мин		
Низкое	Инкубационный отход				
	$4.6 \pm 1.06$ 1,8–9,7	$15.3 \pm 1.98$ 5,8–24,6	$17.7 \pm 2.39$ 6,2–26,5	$7.4 \pm 0.16$ 7,0–7,7	$16.3 \pm 1.10$ 12,9–19,6
	Общий отход (с учетом транспортировочного)				
	$23.4 \pm 1.06$ 20,6–28,5	$32.3 \pm 2.00$ 22,8–38,6	$34.1 \pm 2.39$ 22,6–42,9	$24.1 \pm 0.16$ 23,7–24,4	$33.2 \pm 1.10$ 29,8–36,5
Высокое	Инкубационный отход				
	$2.8 \pm 0.20$ 2,0–3,8	$3.3 \pm 0.48$ 1,6–6,5	$2.3 \pm 0.28$ 1,1–2,8	–	$1.4 \pm 0.14$ 1,0–2,4
	Общий отход икры				
	$3.8 \pm 0.20$ 3,3–4,8	$4.3 \pm 0.49$ 2,6–7,5	$3.3 \pm 0.28$ 2,1–3,8	–	$2.4 \pm 0.14$ 2,0–3,4

У икры, обработанной малахитовым зеленым, гибель икры составила 1,4%, что в целом повлекло за собой увеличение инкубационного отхода этого варианта в 2 раза по сравнению с контролем. Таким же образом повлияла на эмбрионов профилактика марганцовокислым калием. Здесь потери только от этой обработки во 2-м и 3-м вариантах составили соответственно 1,9 и 0,9%, что увеличило инкубационный отход в 2,3 и 1,6 раза (см. табл. 8). В то же время достоверные отличия в отходе между партиями икры, обработанными разными антисептиками, отсутствуют.

Полученные результаты позволили выявить зависимость общего инкубационного отхода от отхода при закладке икры на инкубацию. Были рассмотрены партии, обработанные малахитовым зеленым и не подвергнутые профилактической обработке. Как следует из рис. 6, икру следует обрабатывать при условии ее закладки на инкубацию с повышенным отходом (более 3%).

Инкубация икры с отходом менее 3% должна проходить без воздействия антисептиков.

### 3.4. Устойчивость эмбрионов к механическим воздействиям

Одним из важных условий при искусственном разведении рыб является определение влияния механических воздействий на эмбрионов в период инкуба-

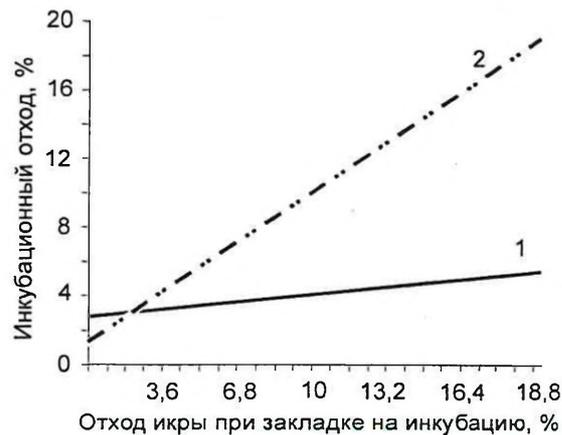


Рис. 6. Зависимость инкубационного отхода от качества икры при закладке и профилактической обработке: 1 – икра кеты, подвергнутая обработке; 2 – не подвергнутая

ции, так как именно в это время осуществляются контроль за качеством икры, выборка погибшей, перемешивание икры в аппаратах, «стрессирование» и другие работы по уходу за ней.

Результаты опыта показали, что устойчивость эмбрионов к механическим воздействиям на протяжении инкубации повышается (рис. 7). На 4–5-м, в начале 6-го этапа наблюдалась 100%-ная гибель икры. В это время происходит образование зародышевых пластов, головы и туловища зародыша, обрастание желточного мешка бластодермой (эпиболия). После завершения эпиболии чувствительность икры к травмам резко снижается. Процесс эпиболии заканчивается на 43-и сут – в возрасте 153 градусо-дня (средняя температура воды 3,6°C). С этого времени отход от вибрации уменьшался и на 7-м этапе (58 сут; 190 градусо-дней) снизился до 12%.



Рис. 7. Кривая отходов икры при механических воздействиях

21%. С началом функционирования печеночно-желточной системы кровообращения (231–239 градусо-дней) гибель эмбрионов снова увеличилась до 35%. К 250 градусо-дням (98 сут) чувствительность икры упала до минимума и оставалась низкой до самого вылупления эмбрионов.

Таким образом, после завершения в течение инкубации эпиболии на 43-и сут при 153 градусо-днях (средняя температура воды 3,6°C) чувствительность эмбрионов кеты к механическим воздействиям резко снижается. С закладкой кардиальных вен и смешанного кровообращения (74-е сут; 218 градусо-дней) смертность повышается до 54%. На 9-м этапе при 250 градусо-днях (98 сут) чувствительность к механическим воздействиям уменьшается и остается низкой до самого вылупления эмбрионов.

Чувствительность эмбрионов резко повышалась в «критические» этапы развития при формировании жизненно важных органов и функциональных систем. Поэтому устойчивость эмбрионов к механическому воздействию несомненно должна учитываться рыбоводами при проведении технологических операций, в частности – при перевозке и переборке икры.

Затем, с развитием подкисечно-желточной системы кровообращения (62 сут; 196 градусо-дней), чувствительность икры к воздействию вибрации вновь повышалась (56% гибели). В начале 8-го этапа (67 сут; 205 градусо-дней) процент гибели эмбрионов снизился до 21. С закладкой кардиальных вен и смешанного кровообращения (74 сут; 218 градусо-дней) снова отмечено повышение смертности до 54%, а к началу 9-го этапа (80 сут; 230 градусо-дней) – снижение до

## **Глава 4. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СОДЕРЖАНИЯ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛИЧИНОК И МОЛОДИ КЕТЫ И ДРУГИХ ВИДОВ ЛОСОСЕЙ**

На магаданских ЛРЗ в зависимости от конкретных условий (температура воды, проточность, наличие рыбоводных площадей, вид лосося и т. д.) применяют различные технологические способы выдерживания личинок и подращивания молоди. Поскольку на этих заводах используемая технология и условия, создаваемые для рыб, не всегда эффективны и благоприятны, эти обстоятельства негативно влияют на качество и количество потомства. Поэтому исследования, направленные на изучение качественного состояния молоди в зависимости от условий содержания, представляют большой научный и практический интерес.

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

Выживаемость и жизнестойкость личинок в большой степени зависят от применяемой технологии выдерживания. В нашей работе приведены результаты по оценке эффективности выживания личинок кеты с использованием традиционной технологии, а также разработанной автором. Последняя технология предполагает вылупление свободных эмбрионов, выдерживание личинок в специально подготовленных естественных водоемах, переоборудованных круговых бассейнах, инкубаторах Аткинса и аппаратах вертикального типа NOPAD. Кроме этого анализировали результаты, полученные при выдерживании личинок на различных субстратах (в прямооточных бассейнах дальневосточного типа и круговых бассейнах), в зависимости от плотности посадки, проточности, температуры воды.

#### **4.1.1. Заводские условия**

На ЛРЗ Магаданской области до середины 90-х гг. применяли традиционную технологию для вылупления эмбрионов и выдерживания личинок кеты и других видов лососей в прямооточных бассейнах дальневосточного типа с использованием мелкогравийного субстрата. В целом эффективность такой технологии достаточно высокая – выживаемость личинок составляет не менее 96%, хотя в отдельных случаях наблюдались очаговые заморы при вылуплении эмбрионов, а также в процессе выдерживания при скоплении развивающихся личинок, движущихся против течения воды. В то же время в ведущих зарубежных странах, занимающихся разведением лососей, к примеру, в США, широкое применение нашли инкубаторы NOPAD, приспособленные не только для инкубации икры лососей, но и для вылупления и выдерживания свободных эмбрионов и личинок. В этих инкубаторах созданы условия, в значительной степени приближенные к естественным.

В Магаданской области первые опытные работы по оценке эффективности приспособленных инкубаторов для вылупления и выдерживания личинок кеты уже проводились на Ольской ЭПАБ в 1991–1992 гг. (Яковлев, Пузиков, 1994). Для этих целей использовали инкубационный аппарат ящичного типа, а в качестве субстрата – трубчатый субстрат японского производства фирмы «Нитиро Геге». В результате их исследований было установлено, что развитие личинок кеты, «закопавшихся» в субстрат инкубатора, происходило более медленно, чем у контрольной партии, содержащейся в бассейнах дальневосточного типа. У первых также в 2–3 раза медленнее рассасывался желточный мешок, а молодь после завершения наблюдений обладала в 1,2 раза меньшей массой, чем в контроле (Яковлев, Пузиков, 1994).

В 1993–1994 гг. на Ольской ЭПАБ были продолжены опыты по испытанию инкубаторов, приспособленных для вылупления и выдерживания личинок. Наблюдения проходили в течение 197 сут с 30 ноября 1993 г. по 15 июня 1994 г.

Было проведено сравнение эффективности вылупления свободных эмбрионов и выдерживания личинок в проточном бассейне дальневосточного типа размерами 1,65 × 20,0 × 0,4 м, дно которого засыпали мелким гравием в 1,5 слоя, а также в подготовленном инкубационном аппарате Аткинса (размерами 0,35 × 3,50 × 0,30 м). На дно отсека инкубатора уложили трубчатый субстрат в 3 слоя, на него поместили стандартную сетчатую рамку (размерами 32 × 74 см), на которую загрузили чистую, высокого рыболовного качества икру (25 тыс. шт.) слоем 9–10 см. Плотность посадки икры (личинок) в инкубаторе составила 104 тыс. шт./м<sup>2</sup>. В бассейн дальневосточного типа поместили 500 тыс. икр., которые разложили по 25–30 тыс. шт. на стандартные пластмассовые поддоны для выклева (размерами 165 × 50 см) в 1,5–2 слоя. Плотность посадки личинок в этом бассейне составила 15,6 тыс. экз./м<sup>2</sup>.

Проточность в бассейне дальневосточного типа установили из расчета 100–110 л/мин, в инкубаторе до 150 л/мин на 500 тыс. личинок. Содержание кислорода в опыте и контроле было примерно одинаковым и не опускалось ниже 7,7–8,6 мг/л.

Вылупление личинок кеты в инкубаторе, а также в бассейне дальневосточного типа началось в одни и те же сроки – 30 ноября при температуре воды 4,4°С. Только что выклюнувшиеся личинки в инкубаторе проваливались в субстрат и находились там до подъема на плав. Личинки кеты, выклюнувшиеся в бассейнах дальневосточного типа, распределились по поверхности гальки. Основные показатели (размерно-весовые и остаток желточного мешка) у однопольных личинок из инкубатора и бассейна дальневосточного типа практически не отличались (табл. 9). Однако более чем через месяц и в дальнейшем в процессе содержания личинки кеты в инкубаторе стали развиваться быстрее. Об этом свидетельствуют с высокой степенью достоверности (при  $p < 0,001$ ) данные обработанных проб от 4 февраля и 15 июня 1994 г. (см. табл. 9). Опытная молодежь кеты, полученная в результате содержания личинок в инкубаторе, отличалась от таковой из бассейна дальневосточного типа большими показателями массы –  $412 \pm 7$  против  $358 \pm 8$  мг и длины ас и ад –  $38,8 \pm 0,2$  и  $35,8 \pm 0,2$  против  $35,2 \pm 0,2$  и  $32,5 \pm 0,2$  мм.

Выживаемость опытных личинок кеты после выдерживания в инкубаторе оказалась очень высокой – 99,8%. В бассейне дальневосточного типа она была несколько ниже – 97%.

Результаты, полученные в опыте по использованию приспособленных инкубаторов с трубчатым субстратом для выклева и выдерживания личинок, оказались противоположны результатам, полученным в опыте 1991–1992 гг. (Яковлев, Пузиков, 1994). По данным авторов, применение этого способа вызвало задержку развития и привело к получению личинок и молоди с меньшими размерно-весовыми показателями. Скорее всего, результаты оказались обратными вследствие влияния иных условий, к примеру, выдерживания личинок при одинаковой проточности, что отмечено авторами. В бассейнах дальневосточного типа выклюнувшиеся личинки лежали на поверхности гальки и были подвержены влиянию потока воды, который стимулировал появление первых плавательных рефлексов, что вызвало усиление обменных процессов и привело к быстрому рассасыванию желточного мешка. Личинки, выклюнувшиеся в инкубаторе, напротив, сразу же проваливались в субстрат, и поток воды не оказывал на них подобного воздействия (Яковлев, Пузиков, 1994).

В нашем опыте установленная в инкубаторах проточность была выше, чем в бассейнах дальневосточного типа, в 1,5–1,8 раза. Поток воды (в связи с конструктивными особенностями аппарата) поступал снизу вверх по трубчатому субстрату, где и находились личинки. Проходящая через инкубаторы с личинками вода обеспечивала доставку кислорода и удаление продуктов их жизнедеятельности.

Таблица 9

**Рост и развитие личинок кеты, выдерживаемых в бассейнах дальневосточного типа  
и приспособленных инкубационных аппаратах Аткинса**

Дата отбора пробы, статистические данные	Условия выдерживания личинок							
	Бассейн дальневосточного типа				Аппарат Аткинса			
	Длина ас, мм	Длина ад, мм	Масса р, мг	% желточного мешка	Длина ас, мм	Длина ад, мм	Масса р, мг	% желточного мешка
30.11.93								
$M \pm m$	<u>22.2±0.2</u>	<u>20.3±0.2</u>	<u>311 ± 6</u>	<u>75.5±0.8</u>	<u>22.4±0.2</u>	<u>20.4±0.2</u>	<u>308 ± 7</u>	<u>76.0±0.7</u>
limit	19,5–24,0	17,5–22,5	250–378	63,4–82,6	20,0–24,0	18,0–22,0	236–367	67,5–81,9
n	30	30	30	30	28	28	28	28
04.01.94								
$M \pm m$	<u>29.3±0.1</u>	<u>26.4±0.1</u>	<u>327 ± 6</u>	<u>54.8±1.0</u>	<u>29.7±0.1*</u>	<u>26.4±0.1</u>	<u>367 ± 10**</u>	<u>52.2±1.1</u>
limit	28,0–31,5	25,0–28,5	262–402	44,1–68,7	28,0–31,5	25,0–27,5	203–454	35,5–66,3
n	34	34	34	34	30	30	30	30
04.02.94								
$M \pm m$	<u>32.3±0.2</u>	<u>28.3±0.2</u>	<u>357 ± 7</u>	<u>35.9±1.0</u>	<u>33.1±0.2**</u>	<u>29.2±0.2**</u>	<u>396 ± 14**</u>	<u>30.6±0.8**</u>
limit	30,0–35,0	26,0–31,0	276–426	26,0–46,0	29,5–34,5	25,5–31,5	290–621	22,4–36,9
n	30	30	30	30	30	30	30	30
15.06.94								
$M \pm m$	<u>35.2±0.3</u>	<u>32.5±0.3</u>	<u>358 ± 8</u>	–	<u>38.8±0.2**</u>	<u>35.8±0.2**</u>	<u>412 ± 7**</u>	–
limit	33,0–38,0	30,0–35,0	289–436	–	38,0–41,0	34,0–38,0	340–460	–
n	30	30	30	–	24	24	24	–

\*Отличия достоверны при  $p < 0,05$ .\*\*Отличия достоверны при  $p < 0,001$ .

По-видимому, воздействие этих факторов привело к активизации работы плавников, вследствие чего произошло ускорение обменных процессов в организме, более быстрая резорбция желточного мешка и существенный линейно-весовой рост.

Выдерживание личинок кеты в инкубаторах с искусственным трубчатым субстратом имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционной технологией, так как личинки обладают более высокой выживаемостью. Молодь, полученная в условиях выдерживания личинок при повышении проточности, более развита и более крупная. Кроме того, в инкубаторах можно регулировать развитие личинок потоком воды, что важно для тех ЛРЗ, где в период перехода на экзогенное питание температура воды может быть довольно низкой и отрицательно влияет на эффективность потребления кормов. Другой положительной стороной такого способа выдерживания является значительная экономия производственных площадей.

В 1993–1994 гг. на Ольской ЭПAB была проведена оценка выживаемости личинок кеты на различном искусственном субстрате японского производства фирмы «Нитиро Геге» типа «жалюзи» и трубчатого в бассейнах дальневосточного типа. 2 декабря 1993 г. икру кеты перед выклевом разложили на стандартные сетчатые поддоны (по 25–30 тыс. шт.), установленные на субстраты. В каждый бассейн поместили по 500 тыс. икр. Выдерживание личинок на различных субстратах проводили в одних и тех же условиях: плотность посадки 15 тыс. шт./м<sup>2</sup> на 500 тыс. экз., расход воды 108 л/мин, содержание кислорода 7,7–8,6 мг/л и температура воды 3,5–4,4°C. Основным критерием оценки служил процент выживаемости личинок при выдерживании на данном субстрате. В секции, куда был помещен субстрат типа «жалюзи», через 3–5 сут после выклева личинки скапливались в больших количествах возле водоподающей системы и вследствие этого частично погибали – смертность составила от 7 до 16%.

Таким образом, использование для выдерживания личинок искусственного субстрата типа «жалюзи» оказалось малоэффективным. Самая высокая выживаемость была получена в результате применения трубчатого субстрата. Здесь выход живых личинок в конце выдерживания составил 99,5%.

В условиях Янского ЛРЗ в 1995–1996 гг. были испытаны вертикальные аппараты NOPAD (производства США), которые предназначены не только для инкубации икры, но и для выдерживания личинок. Конструкция этих аппаратов обеспечивает фонтанное поступление воды аналогично выходам грунтовых вод на естественных нерестилищах лососей. На Янском ЛРЗ аппараты были собраны в стойки по 5 шт. Опытные партии икры кеты, собранные 10–15 октября 1995 г., разложили в аппараты NOPAD и инкубировали от 180 до 220 тыс. икр. в каждом. Перед вылуплением эмбрионов в аппараты NOPAD предварительно засыпали субстрат «седловидного» типа (производства США) и сверху на него уложили сетчатый поддон для выклева. Количество икринок в каждом аппарате уменьшили до 100 тыс. шт. и, таким образом, установили плотность посадки для личинок до 80 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Проточность установили из расчета 8 л/мин на 100 тыс. экз. Температура воды в период выдерживания личинок была стабильной и не опускалась ниже 3,8–4,1°C. Вылупление эмбрионов началось 8 февраля на 121–122-е сут в возрасте 506–508 градусо-дней и проходило в течение 12–16 сут. Вылупившиеся эмбрионы через сетчатый поддон попадали в субстрат, где и находились до момента поднятия на плав. В конце апреля – начале мая 1996 г. личинки кеты в возрасте 198–201 сут поднимались на плав и самостоятельно через систему пластиковых трубопроводов (направленных в выростные бассейны) покидали инкубационные аппараты.

Отход личинок в результате выдерживания оказался небольшой и составил всего 0,4%.

Таким образом, в инкубационных аппаратах модели NOPAD, предназначенных не только для инкубации икры, выживаемость личинок очень высокая. Кроме этого, их применение дало возможность более рационально использовать производственные площади, не уменьшая при этом количества выдерживаемых личинок.

#### 4.1.2. Естественные условия

Наиболее значимая проблема на Арманском ЛРЗ и Ольской ЭПАБ – это несоответствие температурного режима воды биологическим потребностям лососей в период завершения резорбции желточного мешка и перехода на экзогенное питание. В это время температура воды, поступающей из артезианских скважин в питомники ЛРЗ (ноябрь – март), составляет всего 0,8–1,0°C. Вследствие этого резко снижается эффективность потребления корма и ухудшается качественное состояние молоди. Чтобы решить данную проблему, необходимо было найти способ, который замедлил бы личиночный период развития лососей до времени естественного повышения температуры воды и начала кормления молоди.

Поиски решения этой проблемы привели к проведению опытов по использованию для рыбоводных целей непромерзаемых естественных речных проток (Хованский, 1991а, б; Хованская, 1996; Хованская и др., 1997). Оплодотворенную икру горбуши и кеты перед началом вылупления переместили из цеха ЛРЗ в непромерзаемый участок притока р. Углеканка, являющейся базовой рекой Ольской ЭПАБ, рассыпали в 1,5 слоя на поддоны для выклева (размерами 50 × 165 см, производство японской фирмы «Нитиро Геге») и установили под затеняющим навесом. Сразу же после вылупления эмбрионы горбуши падали с рыбоводных поддонов и закапывались в грунт. Однако вылупившиеся эмбрионы кеты оставались на поверхности поддонов и на галечном естественном субстрате и, таким образом, становились легкой добычей для рыбоядных птиц и хищников. Выдерживание в речной протоке личинок кеты при описанном способе не дало положительного результата. Кета оказалась менее чувствительной к свету и менее лабильной по сравнению с горбушей (Хованский, 1991а, б; Хованская, 1996).

Интерес к применению инкубации икры и выдерживанию личинок лососей в условиях естественных речных проток остро возник в связи с интенсификацией вылова, усилением воздействия других антропогенных факторов на природные популяции лососей. Особое значение это имеет для состояния донорских популяций кеты, от которых ежегодно берется оплодотворенная икра для ЛРЗ. На протяжении более 20 лет (с 1983 г.) донором и основным пунктом заготовки икры для инкубации на ЛРЗ Магаданской области является р. Яма. Здесь, помимо промышленного лова, ведется интенсивное изъятие производителей кеты и кижуча для искусственного воспроизводства. Ежегодно на Арманский ЛРЗ и Ольскую ЭПАБ перевозят несколько миллионов оплодотворенных икринок кеты. В отдельные годы доля икры кеты, завезенной с р. Яма на ЛРЗ, достигала 100%. Популяция кеты этой реки относится к осенней сезонной форме и поддерживает свою численность только за счет естественного воспроизводства. За период широко-масштабных перевозок икры (1983–2003 гг.) подходы кеты в р. Яма снизились по сравнению с предыдущими годами, когда популяция еще не была вовлечена в рыбоводные работы. При этом наблюдения с 1997 по 2003 г. показали, что средне-многолетние подходы кеты здесь в среднем на 40% ниже оптимального уровня, что свидетельствует о глубокой депрессии популяции кеты р. Яма (рис. 8).

Поэтому для решения проблемы восстановления и сохранения численности ямской популяции кеты была предложена и разработана методика внезаводского способа разведения лососей в условиях естественных речных проток.

Данные работы выполняли с 27 августа 1999 г. по 21 апреля 2000 г. в бассейне р. Яма. Инкубацию икры и в дальнейшем содержание личинок и молоди кеты проводили на непромерзаемой промелиорированной речной протоке площадью более 1000 м<sup>2</sup> на притоке р. Яма – р. Улиткан.

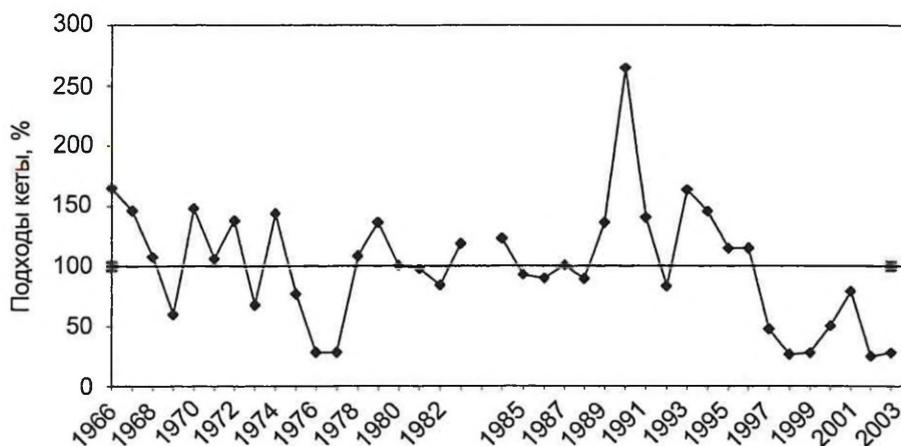


Рис. 8. Динамика подходов кеты в р. Яма, в % от среднееголетнего значения

Перед началом опыта провели расчистку от иловых отложений и углубление дна участка протоки на площади  $20 \text{ м}^2$  и обустроили так называемую нерестовую яму. В специально изготовленных углублениях по дну протоки в шахматном порядке установили стопки из дальневосточных рамок (размерами  $32 \times 34 \text{ см}$  из сетки типа «трепсе») из расчета 1 стопка на  $1,5 \text{ м}^2$ . Икру, полученную от 107 самок, сразу же раскладывали на дальневосточные рамки в 1,5–1,7 слоя и устанавливали в стопки по 10 шт. В каждой стопке разместили не более 20 тыс. оплодотворенных икринок и присыпали крупным галечным субстратом (размерами около  $20 \times 30 \text{ мм}$ ). Общее количество заложенной таким способом икры кеты составило 250 тыс. шт. В течение всего периода инкубации икры и в дальнейшем выдерживания личинок, а также подрашивания молоди велись наблюдения за температурой воды.

Инкубация икры проходила при температуре воды от  $8,9$  до  $1,1^\circ\text{C}$ . По результатам инкубации оплодотворенная икра в специально созданных на нерестилище условиях имела хорошую выживаемость. Так, смертность икры с момента закладки на инкубацию до выклева личинок составила всего 3,4% (8,5 тыс. шт.), тогда как непосредственно в нерестовых буграх она достигает в среднем 47,5%, а максимальная – 80% (Гриценко и др., 1987). На ЛРЗ Магаданской области согласно биотехническим нормативам допускается гибель оплодотворенной икры не выше 14%.

Вылупление свободных эмбрионов началось 2 января 2000 г. на 127-е сут при 416 градусо-днях. Плотность посадки личинок в искусственных нерестовых буграх составила около 13,3 тыс. шт. на  $1 \text{ м}^2$  площади естественного водоема. Скорость течения в протоке колебалась от 0,13 до 0,22 м/с, а уровень воды находился в пределах 0,28–0,42 м. Температура воды в зимний период не опускалась ниже  $1,1^\circ\text{C}$ . В апреле она повысилась до  $4,2^\circ\text{C}$ .

Полученное внезаводским способом потомство (личинки и молодь) также имело высокую выживаемость. По визуальным наблюдениям отход личинок в период выдерживания составил не более 10%.

В третьей декаде апреля с подъемом уровня воды молодь начала скатываться. Время начала катадромной миграции совпало со временем миграции естественной молоди кеты. Размерно-весовые показатели молоди хотя и были невысокими (средняя масса и длина составили соответственно  $367 \pm 13 \text{ мг}$  и  $37,6 \pm 0,5 \text{ мм}$ ), но оказались близки к таковым природной молоди.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что применение данного биотехнологического приема и увеличение его масштаба для восста-

новления численности лососевых рыб в реках, подверженных большому рыбопромысловому прессу, может дать положительные результаты. Кроме того, этот способ позволяет восполнить возникающий периодически на ЛРЗ дефицит производственных мощностей.

Основной недостаток данного приема разведения кеты – это проблема содержания молоди в период паводка, так как при подъеме воды молодь уходит из протоки. Кроме того, в естественных условиях увеличивается вероятность поедания молоди хищниками, что полностью исключено при ее выращивании на ЛРЗ.

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

Изучению влияния температуры среды на рост и развитие личинок и молоди тихоокеанских лососей уделяется большое внимание, что отражено в многочисленных публикациях (Смирнов, 1975; Кляшторин, 1980; Бретт, 1983; Варнавский, 1984, 1990; Канидьев, 1984; Бугров, 1985; Гриценко и др., 1987; Маркевич, Виленская, 1991а,б; Бушуев, 1994; Хованский, 1994, 2000; Brett, 1971; Wedemeyer et al., 1980; Elliott, 1982; и др.). Из анализа перечисленных работ следует важный вывод о том, что температура воды является фактором, с помощью которого можно управлять процессом раннего развития лососей. Наиболее полно раскрыто значение температуры воды в развитии тихоокеанских лососей в работах отечественных ихтиологов А. И. Смирнова (1975) и А. Н. Канидьева (1984), в которых сопоставлены условия и характер развития лососей в природных водоемах и на ЛРЗ Сахалина и Камчатки. В. П. Бушуевым (1994) на примере кеты Приморья и Сахалина отмечено, что с помощью регулирования температуры воды можно управлять этапами раннего развития лососей и, в конечном итоге, проводить выпуск молоди с ЛРЗ в оптимальные сроки.

Изучению влияния температуры воды на рост и развитие лососей в раннем онтогенезе (на этапе свободных эмбрионов и в личиночный период) в условиях ЛРЗ Магаданской области до настоящего времени не уделялось достаточного внимания. Хотя не вызывало сомнения то, что температура воды на ЛРЗ должна соответствовать биологическим особенностям разводимого вида лососей.

Исследования проводили в производственных условиях Ольской ЭПАБ (холодноводном ЛРЗ Магаданской области) в 1997–1998 гг. на основных периодах и этапах развития лососей (выклев свободных эмбрионов, личиночный период и этап смешанного питания, мальковый период). Объектами изучения служили кета, горбуша и нерка. Наблюдения за ростом и развитием кеты проводили на трех партиях от икры разных сроков оплодотворения – 27 июля, 6 и 27 сентября 1997 г. При этом содержали 7,8 тыс. экз. (партия № 1), 404 тыс. экз. (партия № 2) и 120 тыс. экз. (партия № 3). Развитие горбуши изучали на двух партиях от икры, оплодотворенной 31 июля и 10 августа 1997 г. в количестве 621 тыс. экз. (партия № 1) и 598 тыс. экз. (партия № 2). В связи с разными сроками закладки оплодотворенной икры на ЛРЗ все партии кеты и горбуши содержали при различной температуре воды. Развитие нерки наблюдали по одной партии в количестве 167 тыс. экз., полученной от оплодотворенной икры 28 августа 1997 г.

Кету на всех этапах раннего развития (от выклева свободных эмбрионов до выпуска молоди) содержали при следующей плотности посадки: 3,9 тыс. экз./м<sup>2</sup> (партия № 1), 12,2 тыс. экз./м<sup>2</sup> (партия № 2) и 10 тыс. экз./м<sup>2</sup> (партия № 3). Горбушу 1-й и 2-й партий содержали почти при одинаковой плотности посадки – 18,8 и 18,1 тыс. экз./м<sup>2</sup>; нерку – при плотности 7 тыс. экз./м<sup>2</sup>.

В личиночный и мальковый периоды развития лососей кормили пастообразной смесью из фарша лососевых рыб, печени морзверя и икры минтая.

Наступление очередного этапа и периода у разных партий кеты и других видов лососей проходило в различные сроки и при различной температуре воды (табл. 10).

Таблица 10

**Даты и возраст наступления очередных этапов развития разных партий лососей на Ольской ЭПАБ в 1997–1998 гг. (дата, сут/градусо-дни)**

Период, этап	Кета			Горбуша		Нерка
	23.07.97	06.09.97	27.09.97	31.07.97	10.08.97	28.08.97
Оплодотворение	23.07.97	06.09.97	27.09.97	31.07.97	10.08.97	28.08.97
Начало вылупления	20.09.97	6.11.97	07.12.97	09.10.97	28.10.97	19.11.97
	<u>60</u> 545	<u>62</u> 510	<u>72</u> 481	<u>71</u> 636	<u>79</u> 592	<u>84</u> 678
Массовое вылупление	23.09.97	09.11.97	13.12.97	14.10.97	30.10.97	25.11.97
	<u>63</u> 571	<u>65</u> 531	<u>79</u> 499	<u>76</u> 676	<u>82</u> 614	<u>90</u> 718
Окончание вылупления	26.09.97	14.11.97	31.12.97	25.10.97	05.11.97	04.12.97
	<u>66</u> 596	<u>70</u> 563	<u>96</u> 531	<u>87</u> 6759	<u>89</u> 664	<u>99</u> 791
Личиночный период, подъем на плав и начало питания	30.11.97	05.02.98	12.03.98	30.11.97	05.02.98	30.12.97
	<u>112</u> 1009	<u>153</u> 771	<u>168</u> 615	<u>123</u> 1030	<u>179</u> 918	<u>124</u> 948
Мальковый период, активное питание	05.02.98	14.05.98	–	12.04.98	12.04.98	30.01.98
	<u>199</u> 1252	<u>244</u> 944		<u>256</u> 1216	<u>245</u> 981	<u>156</u> 1125
Мальковый период, выпуск	06.05.98	19.06.98	19.06.98	12.05.98	12.05.98	12.03.98*
	<u>289</u> 1345	<u>280</u> 1054	<u>236</u> 687	<u>286</u> 1268	<u>275</u> 1009	<u>197</u> 1338

\*Продолжено содержание.

Развитие лосососей на Ольской ЭПАБ проходило при постепенном понижении температуры. Кету и горбушу из партии № 1 содержали при повышенной температуре воды. Средняя температура воды за весь период выдерживания различных партий свободных эмбрионов и личинок кеты составила 6,5°C – партия № 1; 2,5°C – партия № 2 и 1,3°C – партия № 3. Мальковый период развития кеты этих партий проходил при средней температуре соответственно 1,0; 2,6 и 1,2°C. Развитие горбуши с начала выклева эмбрионов до выпуска молоди проходило при средней температуре воды 2,9 (партия № 1) и 2,1°C (партия № 2), при этом до окончания личиночного периода горбушу из партии № 1 содержали при температуре воды 3,5°C, из партии № 2 – 2,7°C, а в мальковый период соответственно при 1,4 и 0,9°C. Нерка развивалась при средней температуре воды 5,1°C, в личиночный и мальковый периоды – соответственно при 6,8 и 4,3°C.

Как и подтверждается ранее проведенными исследованиями (Смирнов, 1975; Медников, 1977; Канидьев, 1984; Хованская, 1994; и др.), прослеживается четкая обратная связь – с повышением температуры увеличивается сумма набранного тепла (в градусо-днях) и сокращается длительность прохождения каждого этапа развития (в сутках).

Так, у кеты из партии № 1, содержащейся в условиях более теплой воды (9,1°C), вылупление началось 20 сентября 1997 г. на 60-е сут от даты оплодотворения при 545 градусо-днях. При снижении температуры воды до 6,7°C вылупление кеты из партии № 3 отмечено только на 72-е сут при 481 градусо-дне (см. табл. 10 и рис. 9). Подобным образом у горбуши, развивающейся при более высокой температуре (9°C), вылупление началось на 71-е сут (9 октября 1997 г.) при 636 градусо-днях, а при более низкой (7,5°C) только на 79-е сут (28 октября 1997 г.) при сумме набранного тепла всего 592 градусо-дня.

Нерка, развивающаяся при температуре воды 8,1°C, начала вылупляться только на 84-е сут (19 ноября 1997 г.) при 678 градусо-днях (см. табл. 10).

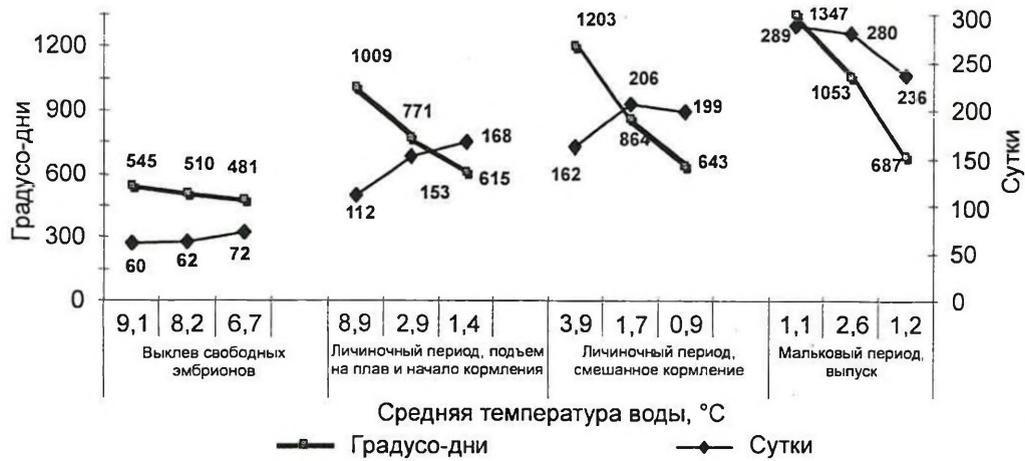


Рис. 9. Возрастная структура кеты на основных периодах и этапах ее раннего развития в условиях различной температуры воды

Масса желточного мешка (по отношению к массе тела) вылупившихся однодневных свободных эмбрионов кеты оказалась больше, чем у эмбрионов горбуши и нерки. У кеты желток составлял от 65 до 71% от массы тела, у горбуши и нерки соответственно 58,8–60,2 и 61,5%.

Температура повлияла и на продолжительность периода вылупления свободных эмбрионов (рис. 10).

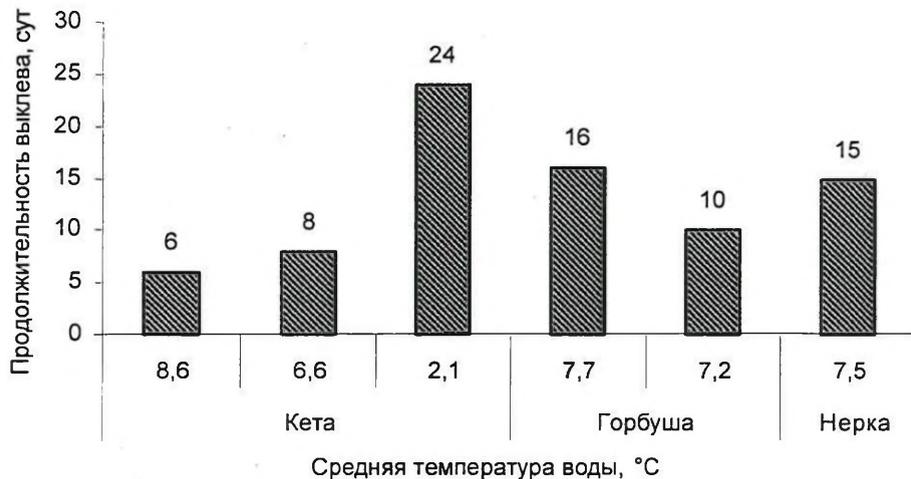


Рис. 10. Продолжительность вылупления свободных эмбрионов разных партий кеты, горбуши, нерки и температура воды на Ольской ЭПАБ

Так, у кеты, развивающейся при температуре воды 6,6°C, он оказался довольно продолжительным (24 сут). При температуре воды 8,6°C вылупление прошло «дружно» и уже завершилось на 6-е сут. Вылупление нерки, содержащейся при температуре воды 7,5°C, проходило в течение 15 сут.

По результатам наблюдений возраст начала вылупления и его продолжительность у каждого вида лососей различались (см. табл. 10, рис. 10). Кета характеризовалась более ранним возрастом начала вылупления и относительно непродолжительным, по сравнению с горбушей и неркой, периодом вылупления при сходной температуре воды. У нерки, очевидно, на самых

ранних этапах развитие замедленное, чем у кеты и горбуши. Все это свидетельствует о существовании видовых специфических особенностей развития лососей, обусловленных характером их эволюции, проходившей в различных условиях среды.

В процессе исследований было установлено, что у кеты с повышением температуры воды сроки наступления очередного этапа развития сокращаются. Так, например, личинки кеты из партии № 1, развивающиеся при более высокой температуре воды (8,9°C), поднялись на плав и перешли на смешанное питание на 112-е сут (10 ноября 1997 г.), тогда как у личинок из партии № 2 при температуре воды 2,9°C и из партии № 3 при 1,4°C этот же этап наступил соответственно на 153-и (5 февраля 1998 г.) и 168-е сут (12 марта 1998 г.) (рис. 11).

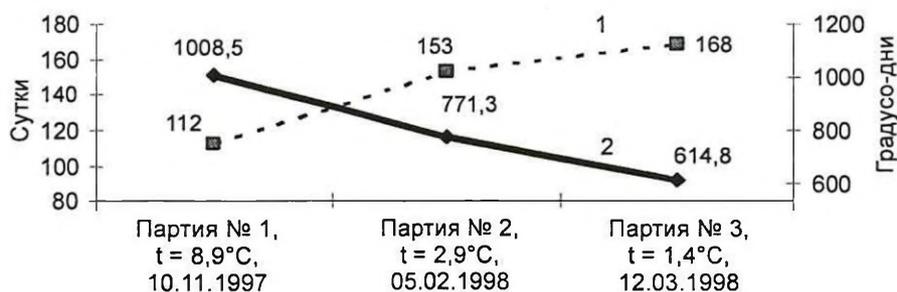


Рис. 11. Возраст личинок кеты при подъеме на плав и переходе на смешанное питание при разной температуре воды: 1 – сутки, 2 – градусо-дни

Рост и развитие кеты при повышенной и пониженной температуре воды отличались от роста и развития горбуши в аналогичных условиях. У кеты с понижением температуры воды с 6,5 до 1,3°C медленнее рассасывался желточный мешок (рис. 12). Такая молодь хуже росла и характеризовалась более низкими размерно-весовыми показателями (рис. 13, прил. 1–3).

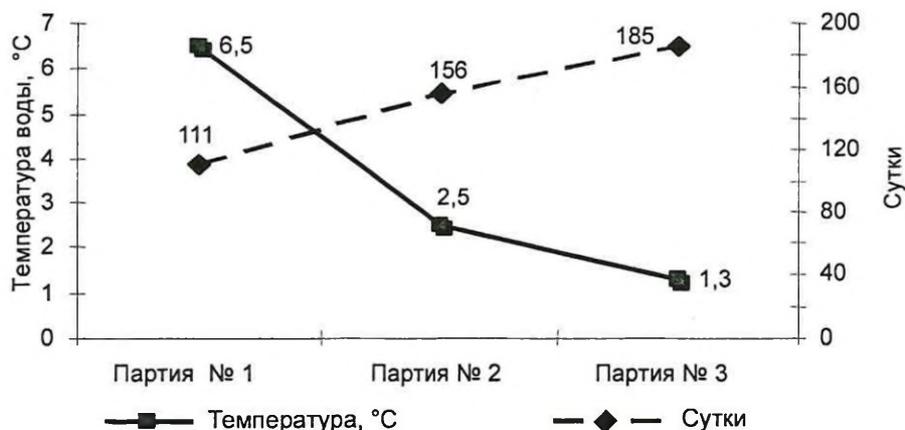


Рис. 12. Продолжительность резорбции желточного мешка у свободных эмбрионов и личинок кеты различных партий при разной температуре воды на Ольской ЭПАБ

Выявлено, что при подъеме личинок кеты на плав с повышением температуры остаток желтка у них уменьшался. Так, у молоди, содержащейся при температуре воды 8,9 и 2,9°C, остаток желтка составил соответственно 22,8 и 25,3%, а при температуре воды 1,4°C он увеличился до 29,2% (рис. 14).

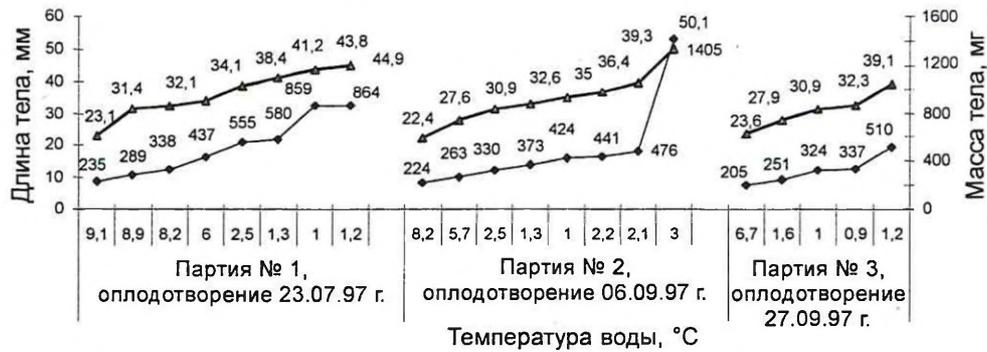


Рис. 13. Динамика роста кеты различных партий от начала вылупления свободных эмбрионов до выпуска молоди при разной температуре воды (треугольниками показана длина, мм; кубиками – масса, мг). Временной шаг наблюдений см. в прил. 1–3

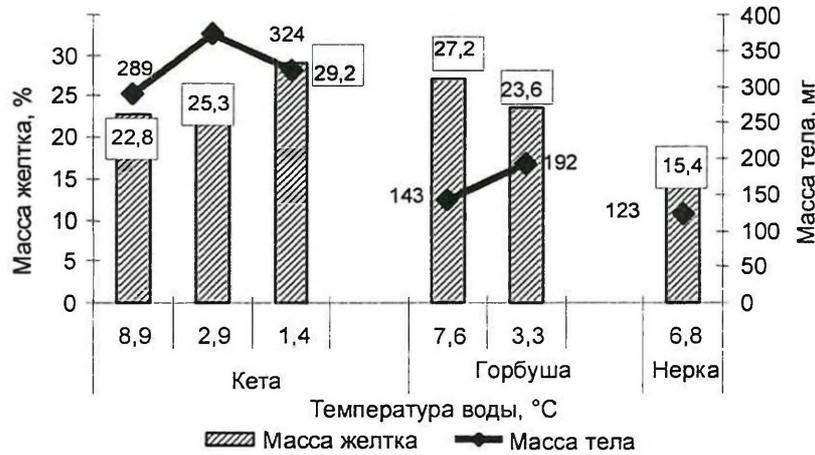


Рис. 14. Масса желтка (в% от массы тела) и масса тела личинок лососей при подъеме на плав и переходе на смешанное питание, развивающихся при разной температуре воды

Наиболее полно характеризует влияние температуры воды на развитие личинок кеты, содержащихся при разной температуре воды, график степенной зависимости остатка желточного мешка и продолжительности его резорбции (рис. 15).

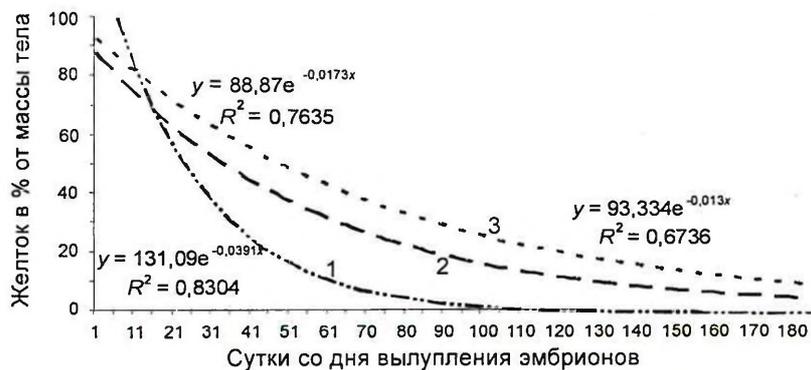


Рис. 15. Масса желтка и продолжительность его резорбции у свободных эмбрионов и личинок кеты при разной температуре воды на Ольской ЭПАБ: 1 – партия № 1,  $t = 6^\circ\text{C}$ ; 2 – партия № 2,  $t = 2,5^\circ\text{C}$ ; 3 – партия № 3,  $t = 1,3^\circ\text{C}$

Из него следует, что при понижении температуры воды продолжительность резорбции желтка увеличивается. С помощью этого графика можно рассчитать ориентировочное время завершения личиночного периода развития при определенной температуре воды, что может быть полезно рыбоводам. Температура воды повлияла и на продолжительность личиночного периода кеты. Так, у кеты из партии № 1, развивающейся при средней температуре воды 6,5°C, личиночный период завершился через 111 сут, а у кеты, содержание которой проходило в условиях более низкой температуры воды – 2,5°C (партия № 2) и 1,3°C (партия № 3), личиночный период удлинился соответственно до 156 и 185 сут.

Температура воды стимулирует рост личинок и молоди кеты, что показано на графике степенной зависимости удельной скорости роста (рис. 16). Детерминации ( $R^2 = 1$ ) обусловлены тем, что уравнения аппроксимированы по 2–3 точкам.

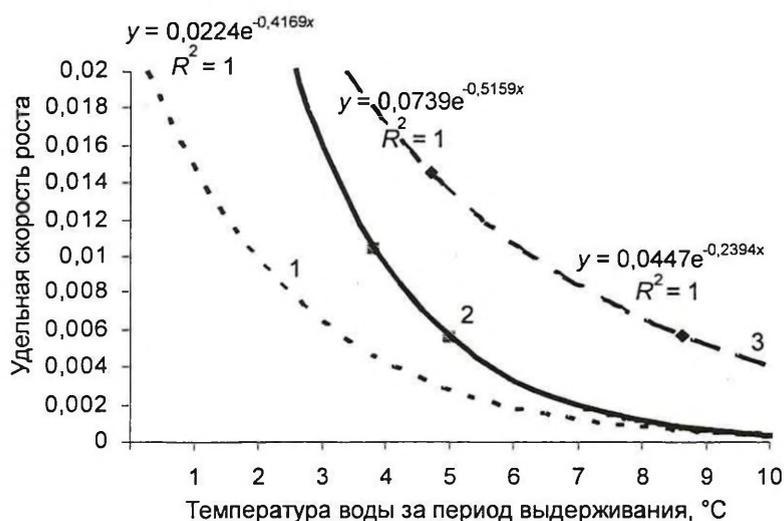


Рис. 16. Удельная скорость роста свободных эмбрионов, личинок и молоди кеты разных партий в зависимости от температуры воды на Ольской ЭПАБ: 1 – партия № 1, дата оплодотворения 23.07.97 г.; 2 – партия № 2, дата оплодотворения 06.09.97 г.; 3 – партия № 3, дата оплодотворения 27.09.97 г.

С повышением температуры воды удельная скорость роста личинок и молоди из партии № 1, содержащейся при температуре воды от 9,1 до 1,2°C, была несколько выше, что составило 0,005–0,009 на этапе свободных эмбрионов и в личиночный период, а в мальковый период она варьировала в пределах 0,0002–0,015 (рис. 17, а, прил. 1).

У кеты из партии № 2, содержащейся при температуре воды от 8,2 до 1,0°C, удельная скорость роста находилась в пределах 0,002–0,008, в мальковый период она составила 0,002–0,03 (рис. 17, б, прил. 2). Кета из партии № 3 развивалась при температуре воды от 6,7 до 0,9°C, при этом удельная скорость роста на этапе свободных эмбрионов и в личиночный период составила 0,007–0,001, а в мальковый период увеличилась до 0,011 (прил. 3). Характерно, что к окончанию личиночного периода и началу малькового у кеты произошло снижение темпа роста. Это, по-видимому, было связано с адаптацией рыб при переходе на другой тип питания – с 0,007 до 0,001 (партия № 1) и с 0,004 до 0,002 (партия № 2) (см. рис. 17, а, б; прил. 1, 2). Через 35–40 сут после резорбции желточного мешка молодь снова начала расти даже в условиях низкой температуры воды (0,9°C), как это произошло у кеты из партии № 1 – удельная скорость роста составила 0,015.

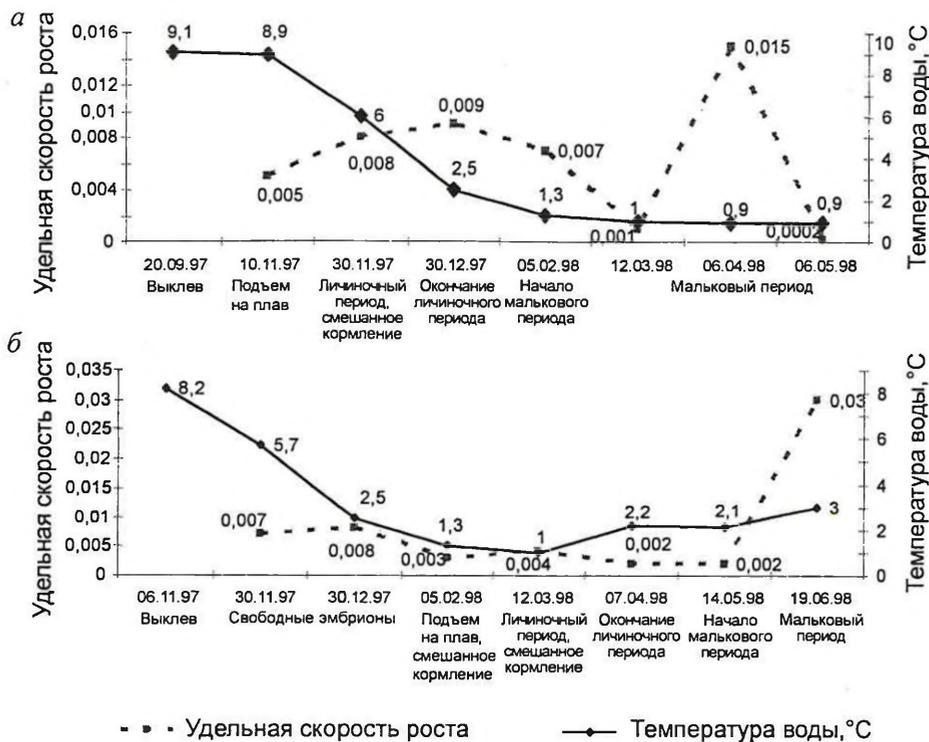


Рис. 17. Динамика удельной скорости роста кеты в раннем онтогенезе и изменение температуры воды на Ольской ЭПАБ: а – партия № 1; б – партия № 2

Установлено, что в мальковом периоде скорость роста кеты из партии № 2 в 3 раза выше, чем у кеты из партии № 1. Это явилось следствием выращивания первой в условиях повышения температуры воды (в течение 36 сут) – до 3°C, что составило 0,03 против 0,015 (у кеты из партии № 1, развивающейся при температуре воды 0,9°C) и отразилось на общих результатах выращивания. Так, у молоди кеты из партии № 2 оказались наибольшими линейно-весовые показатели.

Температура воды на протяжении всего периода содержания горбуши понижалась – с 9 до 1,1°C (партия № 1) и с 7,5 до 0,9°C (партия № 2). У горбуши из партии № 1, инкубация которой проходила при более высокой температуре воды (до 9°C), вылупление эмбрионов происходило в течение 16 сут и оказалось более продолжительным, чем у горбуши из партии № 2, содержащейся при температуре воды 7,5°C. Вылупление этой партии закончилось уже на 10-е сут (см. рис. 10). Однако в условиях более высокой температуры (7,6°C) горбуша из партии № 1 быстрее поднялась на плав и перешла на смешанное питание раньше, чем горбуша из партии № 2, которую содержали при температуре воды 3,3°C. Подъем на плав горбуши из партии № 1 произошел 30 ноября 1997 г. на 52-е сут со дня вылупления в возрасте 123 сут при 1029,9 градусо-дня. Горбуша из партии № 2 поднялась на плав только 5 февраля 1998 г., на 100-е сут со дня вылупления в возрасте 179 сут при 917,9 градусо-дня (см. табл. 10). И хотя желточный мешок у горбуши из партии № 1 оказался достоверно больше (при  $t_{st} = 4,615$ ) и составил 27,2 против 23,6% (см. рис. 14), все же интенсивность его резорбции у этой же партии горбуши была выше. Тенденция к сокращению длительности резорбции желточного мешка в условиях повышенной температуры сохранялась до 145 сут со дня вылупления (рис. 18, 19).

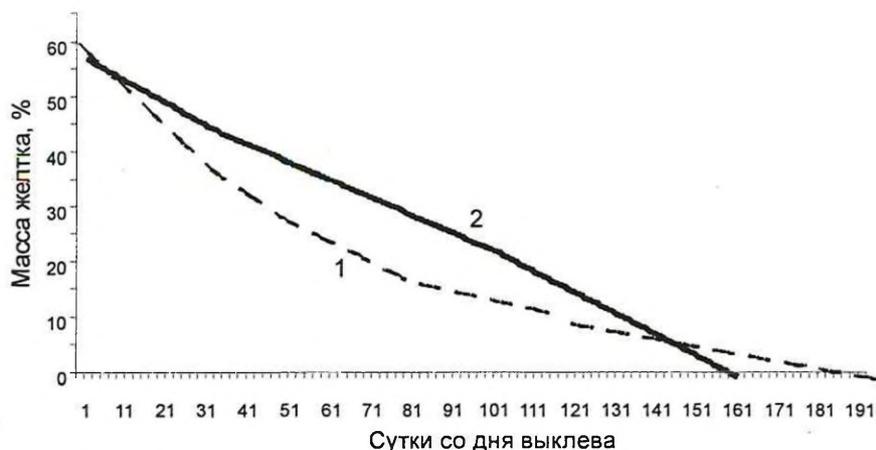


Рис. 18. Динамика резорбции желточного мешка у свободных эмбрионов и личинок горбуши, содержащихся при разной температуре воды: 1 – партия № 1,  $t = 3,5^{\circ}\text{C}$ ; 2 – партия № 2,  $t = 2,7^{\circ}\text{C}$

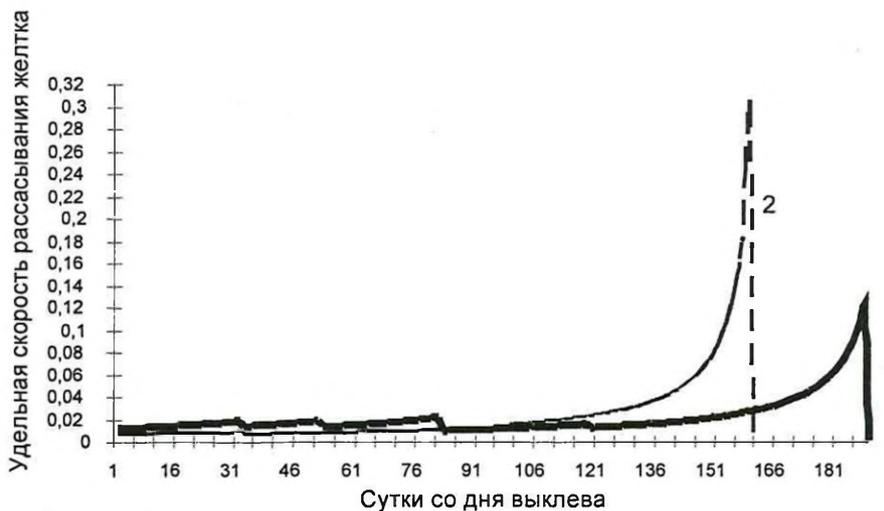


Рис. 19. Удельная скорость резорбции желтка у горбуши, содержащейся при разной температуре воды: 1 – партия № 1,  $t = 3,5^{\circ}\text{C}$ ; 2 – партия № 2,  $t = 2,7^{\circ}\text{C}$

После этого периода наблюдалась обратная тенденция – процесс резорбции желточного мешка у горбуши из партии № 1 затянулся. Желточный мешок у горбуши из партии № 2, содержащейся в тот же период, но при более низкой температуре воды (до  $0,9^{\circ}\text{C}$ ), рассасывался быстрее, чем у личинок из партии № 1, которую содержали при более высокой температуре воды – от  $1,1$  до  $1,7^{\circ}\text{C}$ . Полная резорбция желточного мешка произошла у горбуши из партии № 1 на 196-е сут со дня вылупления в возрасте 267 сут при 1228 градусо-днях к 23 апреля 1998 г., а у горбуши из партии № 2 – на 163-е сут со дня вылупления в возрасте 241 сут при 977,5 градусо-дня к 8 апреля 1998 г. (см. рис. 19, 21).

На протяжении всего периода развития горбуша в условиях более холодной температуры воды (партия № 2) лучше росла и имела большие размерно-весовые показатели, чем горбуша из партии № 1, содержащаяся при повышенной температуре воды. Уже к моменту подъема на плав личинки этой группы имели длину и массу  $27,7 \pm 0,2$  мм и  $192,9 \pm 2,9$  мг, тогда как у личинок горбуши (партия № 1) эти же показатели составляли соответственно  $26,1 \pm 0,2$  мм и  $143,3 \pm 2,3$  мг (рис. 20, 21; прил. 4, 5).

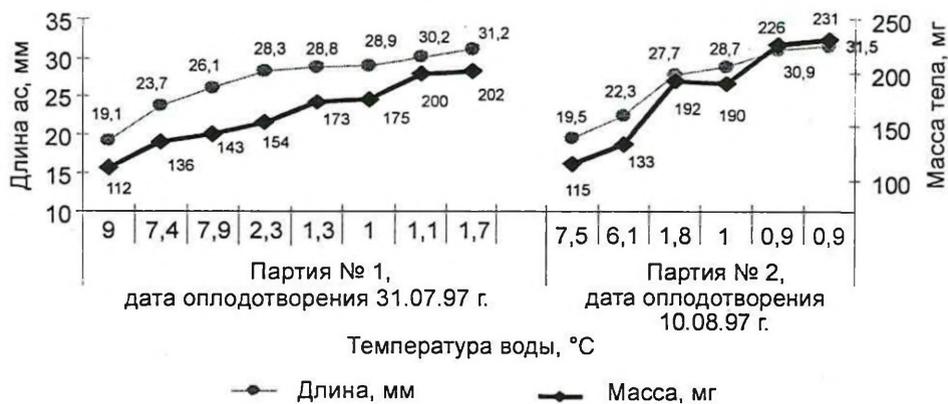


Рис. 20. Динамика длины и массы горбуши разных возрастов в условиях разной температуры воды. Временной шаг наблюдений см. в прил. 4, 5

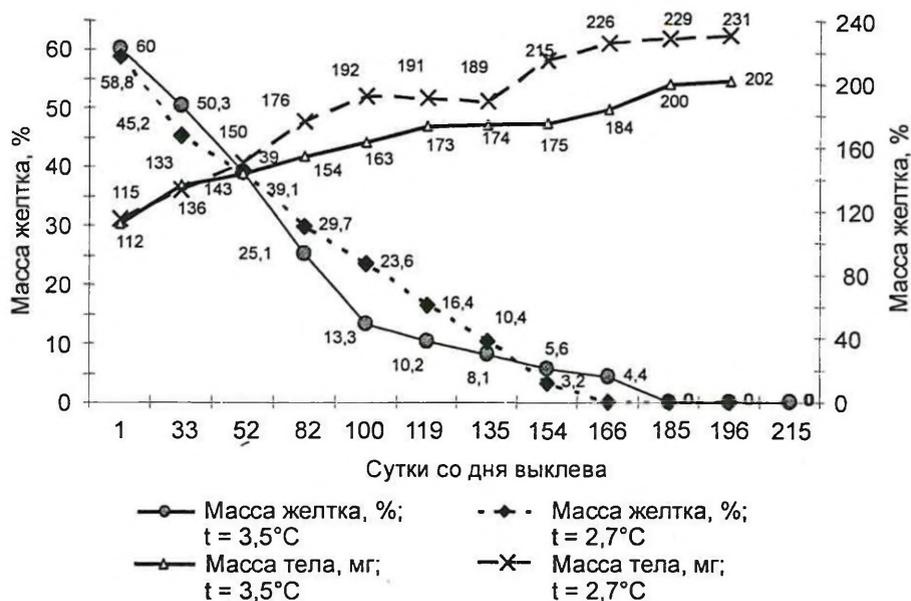


Рис. 21. Масса желтка (в% от массы тела) и масса тела молоди горбуши, выращиваемой при разной температуре воды на Ольской ЭПАБ

Удельная скорость роста горбуши за период выдерживания личинок и подращивания молоди из партии № 1 колебалась от 0,006 до 0,0003, из партии № 2 – от 0,0004 до 0,006 (рис. 22, а, б; см. прил. 4, 5). По итогам расчета средней удельной скорости роста горбуша из партии № 2, развивающаяся при более низкой температуре воды, превзошла в росте горбушу из партии № 1.

Темп роста горбуши из партий № 1 и 2 на протяжении всего периода развития изменялся по-разному. Хотя у обеих групп наблюдались более высокие показатели удельной скорости роста в начале выдерживания свободных эмбрионов, но потом произошло их снижение к окончанию личиночного периода, вновь увеличение в мальковом периоде и затем снижение в мальковый период по истечении 1 мес содержания.

У горбуши (партия № 1) происходило снижение скорости роста при подъеме личинок на плав и переходе на смешанное питание, окончании личиночного

периода (при остатке желтка до 5,6% от массы тела), в мальковый период (по истечении 1 мес содержания при температуре воды 1°C), а также перед выпуском. Снижение скорости роста у горбуши из партии № 2 происходило всего 2 раза – в процессе завершения личиночного периода (при остатке желточного мешка 10,4%) и в мальковый период по истечении 1 мес содержания в условиях низкой (0,9°C) температуры воды (см. рис. 22, а, б).

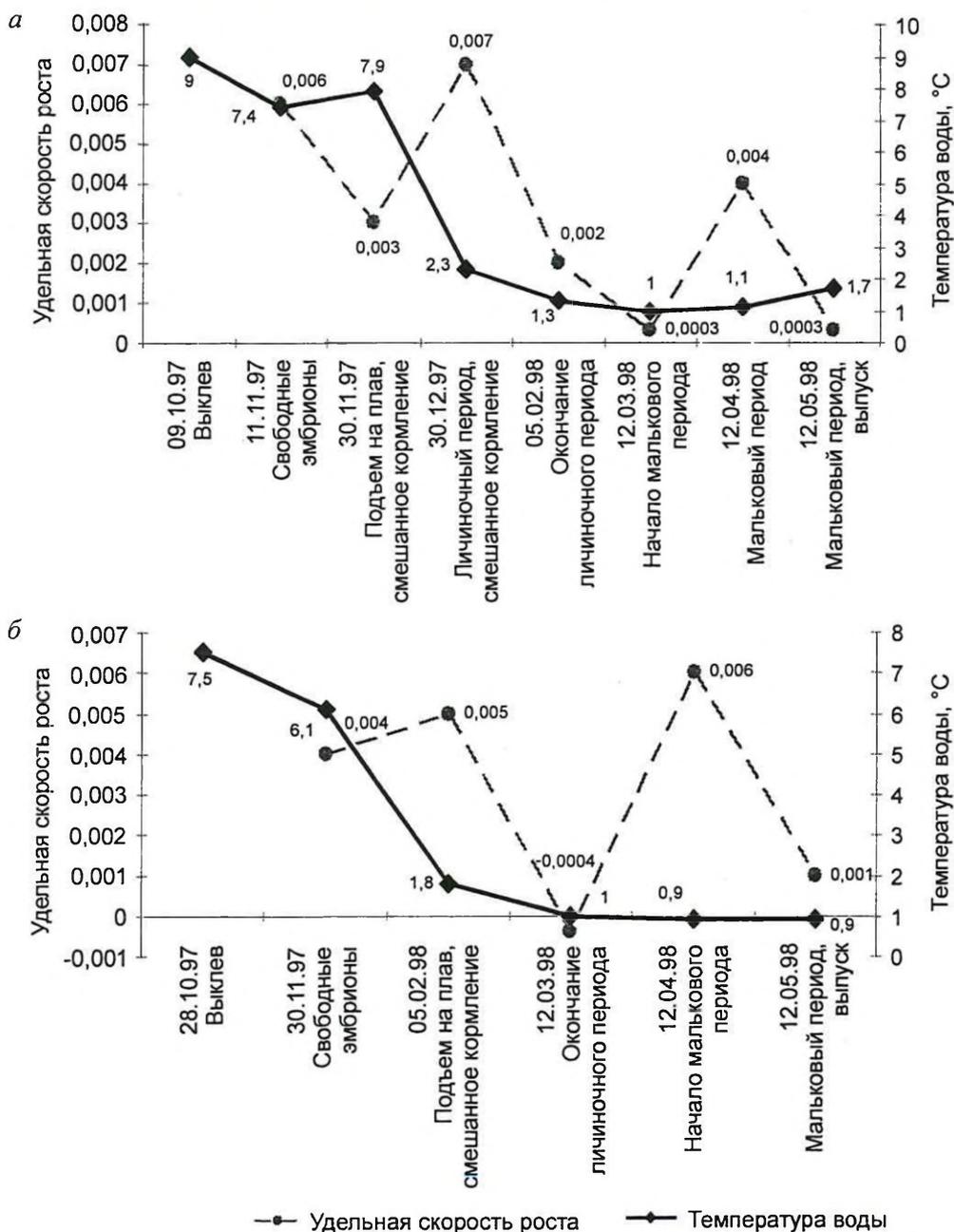


Рис. 22. Динамика удельной скорости роста горбуши в раннем онтогенезе и температура воды на Ольской ЭПАБ: а – партия № 1, средняя температура воды за период выдерживания 2,9°C; б – партия № 2, средняя температура воды за период выдерживания 2,1°C

Все эти изменения определили размеры молоди горбуши. К 12 мая 1998 г. молодь, выращенная в условиях более низкой температуры воды, на 195-е сут со дня вылупления имела большие показатели массы и длины –  $230,7 \pm 4,0$  мг и  $31,5 \pm 0,2$  мм, тогда как в этом же возрасте у молоди горбуши, которую содержали при более высокой температуре воды, масса и длина оказались меньше –  $202,0 \pm 5,8$  мг и  $31,2 \pm 0,2$  мм (см. рис. 20, 21, а, б; прил. 4, 5).

Рост и развитие нерки проходили в условиях более высокой температуры воды, чем у кеты и горбуши. Температура воды за весь период наблюдений понизилась с  $8,3$  до  $3,7^\circ\text{C}$ . До начала малькового периода нерку содержали при средней температуре воды  $6,8^\circ\text{C}$ , при этом продолжительность резорбции желточного мешка составила не более 52 сут со дня вылупления (рис. 23), тогда как у кеты и горбуши, развивающихся при температуре воды  $1,3$ – $6,4^\circ\text{C}$  (кета) и  $2,7$ – $3,5^\circ\text{C}$  (горбуша), она оказалась более длительной и составила соответственно 185–111 и 196–163 сут. Хотя по полученным данным видно, что температура воды оказывает существенное влияние на длительность резорбции желточного мешка, нельзя не заметить видовые особенности в развитии нерки (прил. 6). После вылупления кета и горбуша развивались при высокой температуре воды в течение 72 сут (кета при  $8,1^\circ\text{C}$ ) и 52 сут (горбуша при  $7,6^\circ\text{C}$ ).

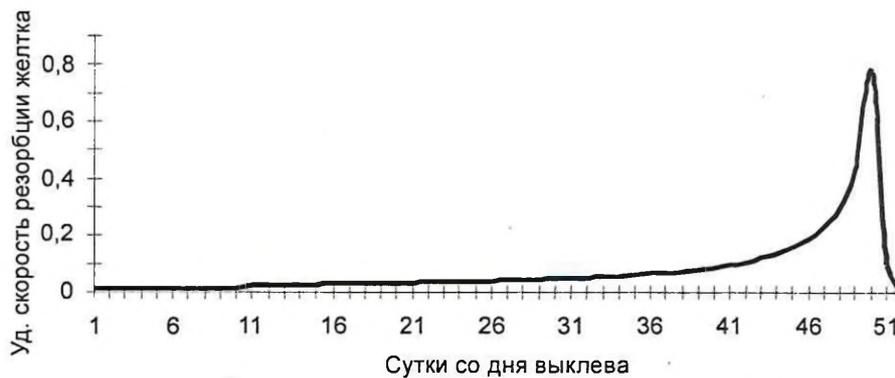


Рис. 23. Удельная скорость резорбции желтка у нерки, развивающейся при средней температуре воды  $6,8^\circ\text{C}$  на Ольской ЭПАБ

Однако у этих видов ко времени подъема на плав и перехода на смешанное питание желток не рассосался, был довольно крупный и составил у кеты  $22,8 \pm 1,0\%$  и у горбуши  $27,2 \pm 0,5\%$  от массы тела. Нерка же поднялась на плав через 40 сут с начала выклева при остатке желточного мешка  $15,4 \pm 0,7\%$  от массы тела (см. рис. 14).

Личиночный период до подъема на плав и начала смешанного питания у нее оказался очень коротким и не превышал 30 сут. Скорость резорбции желтка у нерки оказалась также выше, чем у кеты и горбуши, развивающихся при более высокой температуре (см. рис. 23).

На графике динамики удельной скорости роста нерки в раннем онтогенезе (рис. 24) показаны два пика ее увеличения в мальковый период (через 30 и 40 сут содержания от подъема на плав и перехода личинок на смешанное питание при температуре воды  $5,3$ – $5,5^\circ\text{C}$ ). При этом удельная скорость роста составила соответственно 0,012 и 0,017.

В дальнейшем, после снижения температуры воды до  $3,7$ – $3,9^\circ\text{C}$ , рост нерки существенно замедлился и его удельная скорость составила 0,003.

Длина и масса тела через 176 сут выдерживания свободных эмбрионов, личинок и выращивания молоди нерки увеличились в 1,6 и 3,6 раза и составили соответственно  $33,7 \pm 0,5$  мм и  $345,9 \pm 20,2$  мг (рис. 25).

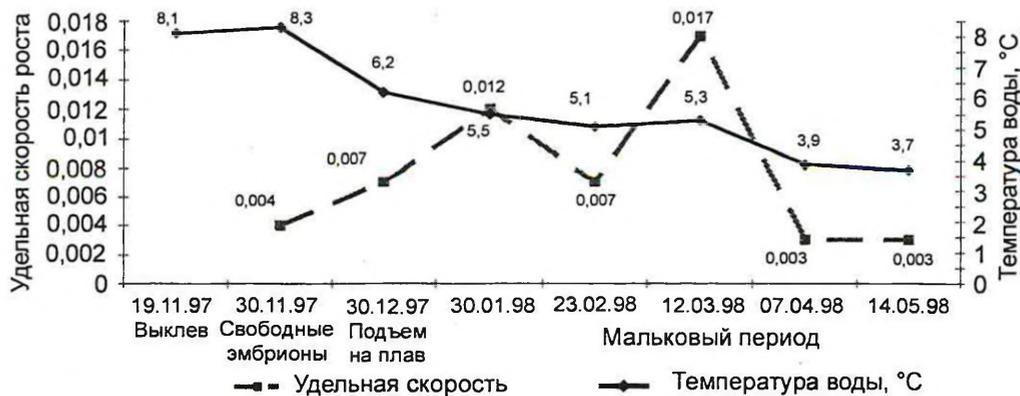


Рис. 24. Динамика удельной скорости роста нерки в раннем онтогенезе и температура воды на Ольской ЭПАБ

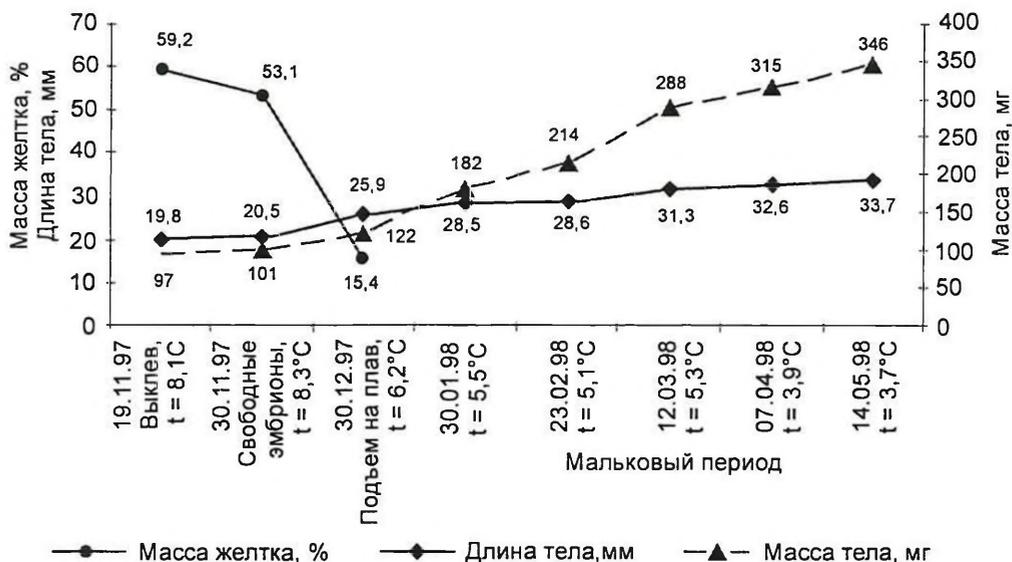


Рис. 25. Динамика размерно-весовых показателей и массы желтка нерки в раннем онтогенезе в условиях Ольской ЭПАБ

Молодь нерки с самого начала малькового периода отличалась от молоди кеты и горбуши большим коэффициентом упитанности (рис. 26), который увеличился за период выращивания с 1,1 до 1,3. У кеты он не превышал 1,1, причем у той молоди, которую в течение месяца перед выпуском содержали при температуре воды не менее 3°C. Молодь горбуши оказалась более прогонистой, и коэффициент упитанности у нее был наименьшим (0,7–0,8) по сравнению с коэффициентом у молоди других видов лососей.

Полученные данные подтверждают сделанные ранее выводы о существовании видовых особенностей на разных этапах индивидуального развития молоди лососей (Смирнов, 1975), что необходимо учитывать при их искусственном разведении и разработке биотехнологических приемов.

Анализ изучения влияния температуры воды на рост и развитие лососей в раннем онтогенезе позволил сделать следующие заключения. Развитие всех видов лососей на Ольской ЭПАБ проходит в условиях переменного температурного режима. С увеличением температуры сокращается продолжительность

вылупления эмбрионов кеты. Незначительное повышение температуры воды от 6,6 до 8,6°C существенно не влияет на его продолжительность, в то же время при снижении температуры до 2,1°C продолжительность вылупления эмбрионов увеличивается в 3–4 раза.

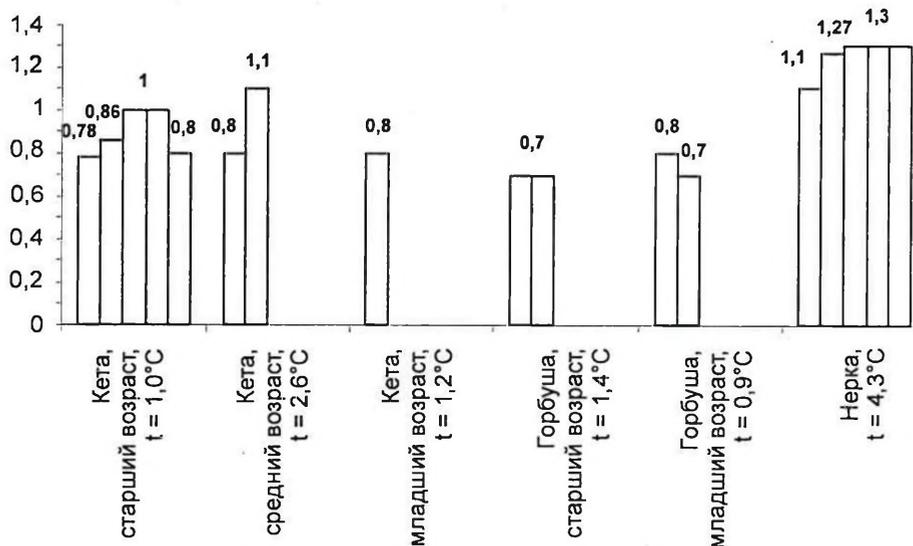


Рис. 26. Коэффициент упитанности (по Фультону) молоди кеты, горбуши и нерки в раннем онтогенезе при содержании на Ольской ЭПАБ

У горбуши при незначительном повышении температуры воды – с 7,2 до 7,7°C продолжительность вылупления увеличилась с 10 до 16 сут. Скорее всего, на его задержку повлияли неблагоприятные условия инкубации (повышенный отход икры, сапролегниоз и др.). Известно, что с повышением температуры воды в ней снижается содержание кислорода и его парциальное давление в перивителлиновой жидкости икринок, которое является адекватным раздражителем, вызывающим секреторную деятельность желез вылупления эмбрионов (Смирнов, 1975). Поэтому вылупление горбуши, развивающейся при более высокой температуре воды, должно было быть более «дружным», чем оказалось в результате исследований. Поскольку горбуша в отличие от других видов лососей в эмбрионально-личиночный период развивается в условиях лучшей аэрации (Смирнов, 1975; Канидьеv, 1984), можно предположить, что снижение кислорода в воде вызвало угнетение и задержку развития эмбрионов.

В условиях изменения температуры воды у всех наблюдаемых видов лососей прослеживается четкая положительная связь между ней и скоростью резорбции желтка у личинок. С повышением температуры воды личиночный период развития кеты начинается при меньшей массе желтка и сопровождается морфологическими изменениями, подъемом на плав и переходом на смешанное питание. Это, по-видимому, связано с тем, что при более высокой температуре возрастает интенсивность резорбции желтка и его питательные вещества расходуются на рост тела. У горбуши в сходных условиях, хотя и происходит увеличение скорости резорбции желтка, однако в начале личиночного периода при подъеме на плав он оказался больше, чем в той партии, которая развивалась при меньшей температуре воды. Это, вероятно, можно объяснить особенностями развития горбуши еще в период эмбриогенеза или физиологическими причинами вследствие уменьшения содержания кислорода в воде при повышении температуры воды.

Высокая температура воды ( $7,5^{\circ}\text{C}$ ) в период выдерживания свободных эмбрионов горбуши и низкая ( $0,9-1,7^{\circ}\text{C}$ ) продолжительное время (до 4 мес) при переходе личинок на плав при смешанном (эндо-, экзогенном) и полностью экзогенном питании оказались неоптимальными для ее развития, что отразилось на качественных показателях. В нерестовых буграх в зимние месяцы эмбрионы и личинки горбуши развиваются при низкой температуре воды (до  $0,2-0,5^{\circ}\text{C}$ ), а выклев проходит в декабре – феврале (Канидьеv, 1984; Смирнов, 1975). Снижение температуры воды в реках Магаданской области (р. Кулькюты) начинается уже со второй декады сентября с  $6^{\circ}\text{C}$  в дневное время и до  $1^{\circ}\text{C}$  в ночное время, при этом низкая температура воды держится до мая (Отчет..., 2004). На реках северного побережья Охотского моря (Ола, Наяхан) температура воды во второй-третьей декаде мая в период начала катадромной миграции молоди не превышает  $0,5-0,6^{\circ}\text{C}$ . Во время ската горбуши на р. Ола, который начинается во второй-третьей декаде мая и продолжается 1,5 мес, горбуша питается при низкой температуре короткое время. Доля естественной питающейся молоди горбуши достигает 53,9%, при этом у нее остается еще до 5,4% желточного мешка (Отчет о научно-исследовательской работе..., 2003). При попадании в прибрежные участки моря горбуша оказывается в более благоприятном температурном режиме (за исключением аномальных годов), когда температура воды со второй декады мая здесь повышается уже до  $4,8^{\circ}\text{C}$  (Хованская, 1991).

На Ольской ЭПАБ горбуша из партии старшего возраста в ноябре и младшего возраста в феврале после содержания при температуре воды соответственно  $7,6$  и  $3,3^{\circ}\text{C}$  поднялась на плав и перешла на смешанное питание. Кормление молоди старшего возраста проходило в условиях относительно быстрого снижения температуры воды с  $7,9$  до  $2,3^{\circ}\text{C}$  (в течение месяца). В дальнейшем, в течение 4 мес, в том числе после рассасывания желтка в течение 2 мес, ее кормили при температуре воды до  $1,0-1,7^{\circ}\text{C}$ , что явно не соответствовало условиям питания горбуши в естественных водоемах. Содержание горбуши младшего возраста на Ольской ЭПАБ проходило в условиях, приближенных к естественным. И, хотя личинок и мальков горбуши кормили также при низкой температуре воды, продолжительность кормления составила не более 3 мес, в том числе после резорбции желтка – около месяца.

По литературным (Смирнов, 1975) и по нашим данным (Хованская, 1994) известно, что развитие лососей, в том числе горбуши, с повышением температуры воды ускоряется. Однако высокая температура воды на этапе свободных эмбрионов оказывает неблагоприятное воздействие на рост, а также на общее развитие личинок и молоди, поскольку в природных условиях температура воды в этот период заметно меньше. Таким образом, температурные условия на Ольской ЭПАБ неблагоприятны для развития горбуши старшего возраста, которую на этапе свободных эмбрионов и начала личиночного периода содержали при более высокой температуре воды. Кроме того, оказалось, что мальковый период развития горбуши на этом ЛРЗ оказался излишне продолжительным. Хотя в природе этот период для основного количества горбуши начинается уже в море, где и происходит ее быстрый рост.

Снижение температуры воды влияет на рост и развитие кеты, у которой увеличивается возраст (в сутках) при наступлении очередного этапа развития и уменьшается количество градусо-дней, увеличивается продолжительность самого этапа развития, замедляется процесс резорбции желточного мешка, а также темп роста тела. При повышении температуры воды до  $3^{\circ}\text{C}$  значительно улучшаются качественные показатели молоди кеты – ее масса увеличивается в  $1,6-2,8$ , длина – в  $1,1-1,3$  раза. Однако, как показали наши исследования, на ЛРЗ Магаданской области можно выращивать молодь кеты с хорошими линейно-весовыми показателями и в условиях низкой температуры воды – до  $1-1,3^{\circ}\text{C}$ . Личинки и молодь кеты способны потреблять пастообразный корм и хорошо

расти даже при такой низкой температуре воды. Известно, что на сахалинских ЛРЗ температура для развития кеты при завершении резорбции желтка до 70% должна быть не ниже 4°C (Канидьеv, 1984). На условно-холодноводных магаданских ЛРЗ температура воды может быть и ниже, но только при условии кормления пастообразными кормами. Существенное улучшение качественных показателей представляется возможным в условиях повышения температуры воды до 3°C в течение 1–1,5 мес с момента резорбции желточного мешка до 90–93%.

Таким образом, в результате исследований установлено, что у всех видов лососей с понижением температуры воды снижается удельная скорость роста. Причем это наблюдается в основном в личиночный период развития при завершении резорбции желтка и в начале малькового периода. Кроме того, вне зависимости от температуры воды наблюдается общая тенденция кратковременного увеличения удельной скорости роста в мальковый период. Это связано прежде всего с пиком роста в результате адаптации после полного перехода на экзогенное питание.

В процессе работ удалось установить также и видовые особенности развития лососей. Возраст и продолжительность вылупления эмбрионов различных видов лососей различаются. Кета характеризуется более ранним сроком и коротким периодом вылупления, чем горбуша и нерка, при сходной температуре воды, что отмечал также А. И. Смирнов (1975). Так, эмбрионы кеты отличаются большими размерами, выклев их происходит при длине и массе 22,4–23,6 мм и 204,5–234,5 мг (с колебаниями 19–28 мм и 121–358 мг). Вылупление горбуши начинается при длине и массе тела 19,1–19,5 мм и 112,3–114,9 мг (с колебаниями 16,9–21 мм и 79–146 мг), нерки – 19,8 мм и 97,0 мг (с колебаниями 19–25 мм и 79–117 мг). Желток у выклюнувшихся однодневных свободных эмбрионов кеты также больше – 65,2–71,0% от массы тела, тогда как у горбуши он заметно меньше и составлял 58,8–60%, а у нерки близок к горбуше – 59,2%.

Нерка от кеты и горбуши отличается высокой скоростью резорбции желтка на протяжении всего периода развития. Уже к моменту подъема на плав его масса у этого вида составляет 15,4% (от массы тела), в то время как у кеты и горбуши масса желтка заметно больше – соответственно 22,8–29,2 и 23,6–27,2%.

Таким образом, развитие различных видов лососей при сходной температуре воды отличается, что является их биологической особенностью. Кета характеризуется более ранним возрастом и коротким периодом вылупления. У нерки скорость резорбции желтка выше, чем у кеты и горбуши, развивающихся при сходной или более высокой температуре воды. Горбуша отличается от кеты и нерки наибольшей продолжительностью резорбции желтка.

Отмечены и региональные особенности в развитии различных видов лососей. На Сахалине, на Лесном ЛРЗ, продолжительность вылупления эмбрионов горбуши при температуре воды 6,7–9,7°C составляет до 21–24 сут, на Ольской ЭПАБ при температуре воды 7,2–7,7°C длилась всего 10–16 сут. Интересно, что на сахалинских ЛРЗ горбуша не поднимается на плав, если температура воды ниже 2,5–3°C (Белова, 1966; Смирнов, 1975). Однако на Ольской ЭПАБ подъем горбуши младшего возраста на плав отмечали при температуре воды не более 1,8°C. У камчатской нерки, развивающейся при снижении температуры воды с 15,3 до 7,5°C, продолжительность вылупления эмбрионов составляет до 34 сут, а на Ольской ЭПАБ период вылупления нерки не превышает 15 сут.

Сокращение периода вылупления лососей, переход личинок на смешанное кормление при низкой температуре воды, скорее всего, имеет адаптивный характер, связанный с особенностями климатических и гидрологических условий рек Северо-Востока Азии, где происходили процессы приспособления видов и их популяций. Анализ данных показал, что на магаданских ЛРЗ (на примере

Ольской ЭПАБ) используемая в процессе рыбоводства температура воды не на всех этапах раннего онтогенеза лососей оказывается благоприятной. Поэтому для лучшего роста и развития личинок и молоди кеты целесообразно повышать температуру воды не менее чем до 3°C за 1–1,5 мес перед выпуском в водоемы. В этом случае при кормлении личинок и молоди пастообразными смесями из продуктов местного сырья можно получить молодь со средней массой не менее 1,4 г (партии ранних сроков закладки) и не менее 0,5 г (партии поздних сроков закладки) при плотности посадки 10–12 тыс. экз./м<sup>2</sup>. При кормлении кеты гранулированными кормами также можно увеличить весовые показатели, если температуру воды повышать не менее чем до 5,5–6°C.

В последние годы на сахалинских ЛРЗ проведены опыты, в которых на этапе инкубации икры и выдерживания свободных эмбрионов задерживают развитие кеты путем подачи холодной воды из поверхностных или подрусовых водозаборов. Таковую воду подают до момента перехода личинок на смешанное питание и до того времени, когда на самих ЛРЗ не установится благоприятная для эффективного усваивания корма температура воды (не менее 6–7°C) (Любаева и др., 2000). При этом переход молоди на смешанное питание происходит не ранее чем за 1–1,5 мес до ее выпуска в естественную среду. В последнее время сахалинские ЛРЗ используют только гранулированные корма, что позволило получать хорошую навеску покотников. К примеру, масса тела выращенной молоди кеты на высокорентабельном Охотском ЛРЗ составляет не менее 1,1–1,2 г.

Согласно результатам наших исследований и многолетних наблюдений за развитием кеты при разной температуре воды, способ понижения температуры воды для задержки эмбрионально-личиночного периода и оптимизации развития может быть также применен на холодноводных ЛРЗ Магаданской области. Для этого следует подавать остывшую в осенне-зимний период воду из поверхностных или подрусовых водозаборов. Однако за 1,5–2 мес до выпуска молоди (с первой – третьей декады апреля по первую декаду июня) необходимо использовать только подогретую воду (до 5,5–7°C), так как в базовых реках в этот период она еще очень холодная – с температурой около 1,7–2,5°C. Такая температура (при условии кормления гранулированными кормами) не позволяет молоди вырасти до оптимальных для ската и периода обитания в прибрежье высоких размерно-весовых показателей.

Понижение температуры воды до 2–3,5°C (к моменту вылупления) в период выдерживания свободных эмбрионов горбуши и до 0,5–0,7°C к расходованию желтка (до 60–65%) также позволяет сократить время неэффективного кормления в мальковом периоде и будет способствовать улучшению качества этой молоди. Биотехника использования низкой температуры воды в период выдерживания эмбрионов горбуши уже прошла успешное испытание на Ольской ЭПАБ в 1988–1989 гг. (Хованский, 1991а). Для этого икру горбуши перед вылуплением (10 октября 1988 г.) поместили в непромерзаемую промелиорированную протоку базовой р. Углеканка. Здесь происходило ее дальнейшее развитие при постепенном снижении температуры воды с 3,5 (в момент вылупления) до 0,7°C (в период выдерживания свободных эмбрионов). К 10 мая 1989 г. личинки горбуши достигли массы 185,4 мг при массе желточного мешка 2,8%. По биологическим и физиологическим показателям они не уступала природной покотной молоди горбуши (Хованский, 1991а). Другим, но весьма дорогостоящим способом улучшения качества молоди горбуши может стать подогрев воды до 3°C во время завершения личиночного и начала малькового периодов развития горбуши.

Содержание нерки с этапа вылупления, на протяжении личиночного и в мальковый период должно проходить при температуре воды не ниже 5°C.

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

Для улучшения качества выращиваемой на ЛРЗ молоди лососей важное значение имеет определение нормы плотности посадки. Плотность посадки личинок и молоди – один из факторов, влияющих на размерно-весовые и физиологические показатели выращиваемых рыб (Канидьеv, 1984; Бушуев, 1994; Хованский, Хованская, 1994). Оптимальная плотность посадки – количество личинок и молоди на единицу площади или объема выростного бассейна – определяется из расчета размеров особей, водообмена, содержания кислорода и углекислого газа в воде, температуры воды, способов содержания, а также видовых биологических особенностей рыб. В любом случае определенная плотность посадки не должна угнетать рост и развитие рыб, а продукты их жизнедеятельности не должны вызывать интоксикацию организма. Так, например, на Камчатке на Малкинском ЛРЗ, где используется вода геотермальных источников с высокой температурой – 8°C, во избежание недостатка кислорода молодь кеты выращивают при плотности посадки около 2,5 тыс. экз./м<sup>2</sup>. На Анюйском ЛРЗ Хабаровского края поступающая в цех-питомник дренажная вода (температура в период кормления 5,5–7,4°C) даже после аэрирования слабо насыщена кислородом – до 50–60%, что составляет 5–6,6 мг/л, поэтому здесь выращивают кету (массой до 1,4 г) при плотности посадки не более 5 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Кроме того, при высокой температуре воды рост молоди проходит более интенсивно, поэтому на ЛРЗ, где температура воды достаточно высокая, плотность посадки уменьшают. На Охотском ЛРЗ Сахалинской области выращивание молоди кеты проводят также при высокой температуре – около 7°C, содержание кислорода в воде составляет от 9,1 до 7,3 мг/л на входе до 3,0–4,9 мг/л на выходе. В этих условиях в результате уменьшения плотности посадки кеты в период активного кормления с 20,2 до 8,7 тыс. экз./м<sup>2</sup> ее масса увеличилась с 960,7 до 1225,6 мг.

ЛРЗ Магаданской области отличаются друг от друга источниками водоснабжения. Два из них – Ольская ЭПАБ и Арманский ЛРЗ – используют воду с температурой воды в зимнее время не более 1°C, другие – Тауйский и Янский ЛРЗ – соответственно 3,2 и 4°C. По этому показателю их условно разделили на две группы: холодноводные (первые) и тепловодные (вторые). Особенностью холодноводных ЛРЗ является то, что в период выращивания молоди поступающая в питомники вода имеет низкую температуру (до 1°C) и достаточно насыщена кислородом. Содержание его в период активного кормления молоди составляет 10–11 мг/л на входе и не опускается ниже 6,7–7 мг/л на выходе. Поэтому в наших исследованиях основной задачей являлась оценка влияния различной плотности посадки на качественные показатели молоди, выращиваемой при низкой температуре воды и достаточном насыщении ее кислородом.

На ЛРЗ применяют различные способы содержания молоди лососей: в бассейнах дальневосточного типа, круговых бассейнах, в естественных выростных прудах, а также в садках в открытых и замкнутых водоемах.

Основное количество молоди кеты на ЛРЗ выращивают в бассейнах дальневосточного типа при плотности от 10 до 25 тыс. экз./м<sup>2</sup>. В ранее проведенной работе Г. П. Вяловой и Н. В. Хоревинной (1991) не установлено отрицательного воздействия уплотненной посадки (20 и 25 тыс. шт./м<sup>2</sup>) на гематологические показатели молоди кеты в схожих условиях на Сокольниковском ЛРЗ Сахалинской области. Однако в работе этих же авторов не приводятся данные морфологического состава белой крови молоди кеты, которые могли бы измениться в условиях разной плотности посадки. Кроме того, возникает серьезное сомнение в объективности сопоставления данных гематологических показателей – в частности, общего количества лейкоцитов у заводской молоди кеты, содержащейся при разной плотности посадки, и молоди атлантического лосося природно-

го происхождения. Здесь авторы, сравнивая эти показатели у молоди лососей различной видовой принадлежности, отмечают лейкопению у всей заводской молоди кеты.

Поэтому необходимо было выяснить – является ли исследуемая плотность посадки молоди кеты (8 и 25 тыс. шт./м<sup>2</sup>) благоприятной для ее роста, развития, а также улучшения общего физиологического состояния на ЛРЗ Магаданской области.

На Ольской ЭПАБ в 1990 г. для опыта были использованы два бассейна дальневосточного типа, в которых посадили разновозрастную молодь кеты, разделенную на две группы. Контрольную группу содержали при плотности посадки 25 тыс. экз./м<sup>2</sup>, опытную – при 8 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Температура воды в период выращивания постепенно понижалась с 1,5 до 0,6°С. Опыт проводили с 11 января по 23 апреля 1990 г. в течение 3,5 мес. Все партии кеты кормили влажным пастообразным кормом из продуктов местного сырья.

По результатам исследований масса тела молоди кеты, выращенной при разреженной плотности посадки, оказалась достоверно выше, чем у молоди, выращенной при уплотненной посадке, что составило соответственно 502,8±14,5 и 368,0±11,8 мг (при  $p < 0,001$ ) (табл. 11).

Таблица 11

Гематологические показатели молоди кеты, выращенной при разной плотности посадки на Ольской ЭПАБ в 1990 г.

Показатель	Дата, условия выращивания				
	Плотность посадки				
	Начало опыта	25 тыс. шт./м <sup>2</sup>		8 тыс. шт./м <sup>2</sup>	
		11 янв.	12 февр.	23 апр.	12 февр.
Средняя масса, мг	350,1±5,8	329,7±5,3	368,0±11,8	352,7±5,7***	502,8±14,5***
Кол-во эритроцитов, млн шт./мм <sup>3</sup> крови	0,84±0,04	0,87±0,05	0,81±0,03	0,85±0,05	0,93±0,04*
Кол-во лейкоцитов, тыс. шт./мм <sup>3</sup> крови	7,0±0,8	3,0±0,7	3,6±0,4	2,8±0,6	5,1±0,8*
Гемоглобин, г/л	71±1,6	67±2,0	61±1,5**	71±2,0	76±1,6***
Гематокрит, %	45,4±1,2	44,0±1,8	43,4±1,4	43,0±1,3	44,0±1,0
СГЭ, мкмк	84,5	77,0	75,3	83,5	81,7

Примечание. Здесь и далее в таблицах отличия достоверны при \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$ .

В динамике этого показателя замечено, что до 12 февраля у молоди, содержание которой проходило в условиях переуплотнения, прироста (в течение 32 сут) вообще не наблюдалось, а наоборот, она ежедневно теряла по 0,18% от начальной массы, что составило в итоге около 5,8% массы. У молоди при разреженной плотности посадки ежедневный прирост в начале опыта хотя и был невысокий и составлял всего 0,02%, зато в дальнейшем (в течение 39 сут) до окончания опыта происходило интенсивное наращивание массы в объеме около 1,09% в сут, тогда как в условиях высокой плотности ежедневный прирост составил всего 0,3%. Можно заключить, что молодь, содержание которой проходило при явно излишней плотности, практически не росла. За время опыта общий прирост массы у этой молоди составил всего 5,1 против 43,6% при разреженной посадке.

В ходе исследований было также установлено, что различная плотность посадки по-разному влияет на физиологическое состояние молоди, в частности, на показатели крови. Так, подращивание кеты в заводском цехе-питомнике (Ольской ЭПАБ) при повышенной плотности посадки в 1990 г. привело к постепенному ухудшению гематологических показателей.

У молоди, содержание которой проходило при повышенной плотности, существенно снизился гемоглобин в крови – с  $71 \pm 1,6$  до  $61 \pm 1,5$  г/л ( $t_{st} = 4,57$  при  $p < 0,01$ ) и менее сильно – количество эритроцитов в единице объема крови – с  $0,84 \pm 0,04$  млн шт./мм<sup>3</sup> до  $0,81 \pm 0,03$  (см. табл. 11 и рис. 27).

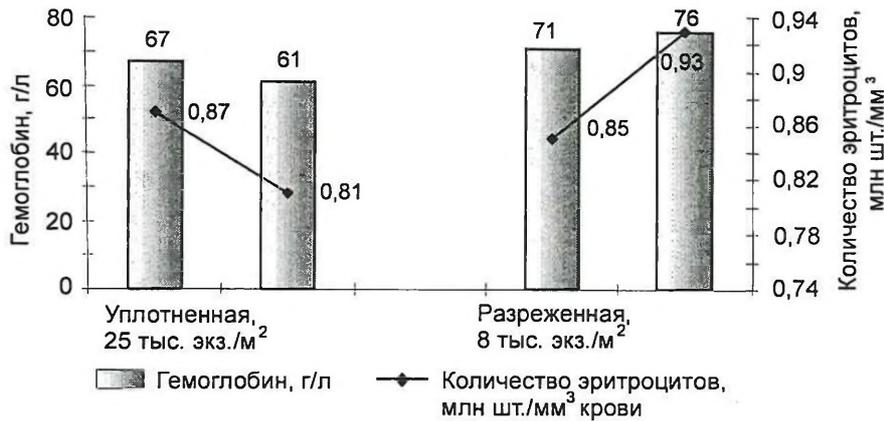


Рис. 27. Гематологические показатели у молоди кеты, выращенной при разной плотности посадки

Показатели крови оказались выше у кеты, выращенной при разреженной посадке. При этом в конце опыта несколько увеличился гемоглобин – с  $71 \pm 2,0$  до  $76 \pm 16$  г/л и количество эритроцитов – с  $0,85 \pm 0,05$  до  $0,93 \pm 0,04$  млн/мм<sup>3</sup>, а красная кровь этой молоди достоверно отличалась более интенсивным эритропозом (табл. 12, рис. 28).

Таблица 12

Морфологическая картина крови молоди кеты, выращенной при разной плотности посадки на Ольской ЭПАБ в 1990 г.

Показатель	Дата, условия выращивания				
	Плотность посадки				
	Начало опыта	25 тыс. шт. /м <sup>2</sup>		8 тыс. шт. /м <sup>2</sup>	
		11 янв.	12 февр.	23 апр.	12 февр.
Соотношение форм эритроцитов, %					
Зрелые эритроциты	$86,7 \pm 1,0$	$85,1 \pm 1,3$	$81,9 \pm 2,1$	$82,8 \pm 1,7$	$72,6 \pm 1,4^{**}$
Полихроматофильные	$11,5 \pm 1,1$	$11,7 \pm 1,0$	$13,6 \pm 0,9$	$12,9 \pm 1,3$	$19,2 \pm 0,6^{**}$
Базофильные	$1,5 \pm 0,4$	$3,0 \pm 0,5$	$4,2 \pm 0,9$	$3,8 \pm 0,7$	$7,8 \pm 1,3$
Эритробласты	$0,3 \pm 0,14$	$0,2 \pm 0,09$	$0,3 \pm 0,15$	$0,5 \pm 0,14$	$0,4 \pm 0,13$
Лейкоцитарная формула, %					
Лимфоциты	$67,7 \pm 4,5$	$82,0 \pm 1,7$	$68,4 \pm 4,7$	$75,7 \pm 3,6$	$78,8 \pm 2,4^*$
Полиморфноядерные лейкоциты	$15,5 \pm 2,1$	$12,5 \pm 1,5$	$22,7 \pm 6,0$	$19,3 \pm 3,4$	$15,7 \pm 2,0$
Моноциты	$16,8 \pm 5,0$	$5,6 \pm 1,4$	$8,9 \pm 2,0$	$5,0 \pm 1,1$	$5,5 \pm 0,9^*$

Известно, что красная кровь является индикатором физиологического состояния, а также роста и развития мальков (Остроумова, 1974; Глаголева, Бодрова 1988). Увеличение доли молодых клеток эритроидного ряда свидетельствовало об улучшении роста и развития молоди, выращенной при разреженной плотности посадки.

Белая кровь у опытной и контрольной партий молоди кеты носила лимфоидный характер.

Однако у молоди, выращенной при уплотненной посадке, белая кровь отличалась от таковой у молоди при разреженной плотности посадки, увеличением относительного числа моноцитов и полиморфноядерных клеток, что составило, соответственно,  $8,9 \pm 2,0$  и  $22,7 \pm 6,0\%$  против  $5,5 \pm 0,9$  и  $15,7 \pm 2,0\%$  (см. табл. 12 и рис. 29). Первые значения характерны для молоди с отклонениями от нормального физиологического состояния, что согласуется с литературными данными (Остроумова, 1957, 1958; Глаголева, 1981; Глаголева, Бодрова, 1988) и свидетельствует об ухудшении физиологического состояния рыб при повышенной плотности посадки.

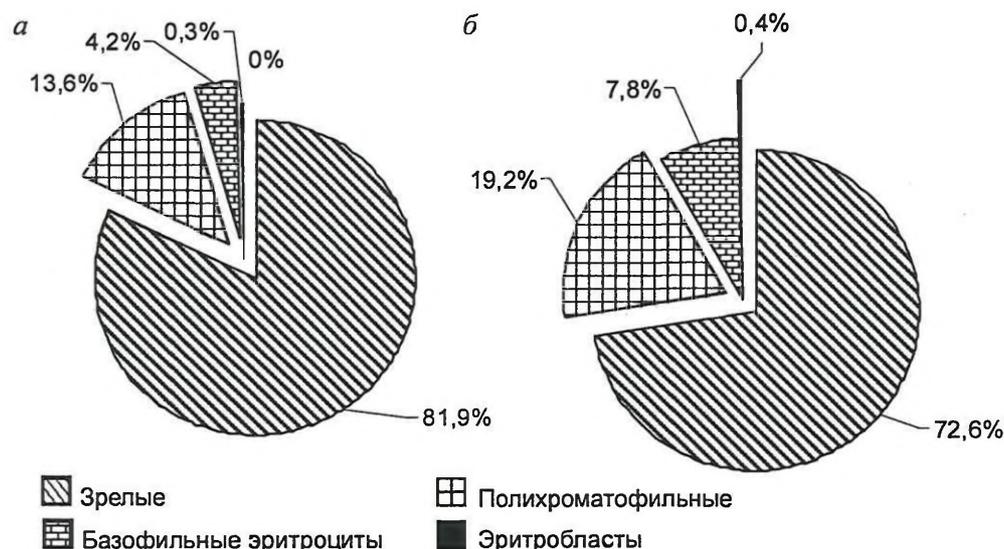


Рис. 28. Соотношение различных форм эритроцитов в крови молоди кеты, выращенной при разной плотности посадки: а – уплотненной, 25 тыс. экз./м<sup>2</sup>; б – разреженной, 8 тыс. экз./м<sup>2</sup>

У молоди кеты из опытной и контрольной партий по окончании наблюдений отмечено снижение гемоглобина в одном эритроците. Однако причины этого можно объяснить по-разному. У молоди, выращенной при уплотненной посадке, гемоглобин уменьшился в результате его снижения в зрелых эритроцитах, что свидетельствовало об ухудшении экологических условий и угнетении развития. Следствием снижения гемоглобина в одном эритроците у молоди, выращенной при разреженной плотности посадки, по всей видимости, было увеличение в условиях роста и развития молоди доли молодых эритроцитов, несколько обедненных гемоглобином.

Результаты исследования общего количества лейкоцитов в крови молоди кеты выявили следующее. В начале опыта у молоди кеты в обеих партиях количество лейкоцитов было высоким из-за большого относительного числа моноцитов и полиморфноядерных клеток. По окончании опыта количество лейкоцитов уменьшилось, при этом сократилось относительное количество моноцитов. Количество лейкоцитов в крови молоди, выращенной при разреженной плотности посадки, оказалось достоверно выше, чем у кеты, выращенной при уплотненной плотности, и составило  $5,1 \pm 0,8$  тыс. шт./мм<sup>3</sup> крови против  $3,6 \pm 0,4$ . Увеличению общего количества лейкоцитов в крови у этой партии кеты способствовал рост относительного числа лимфоидных клеток, что свидетельствовало о лучшей физиологической полноценности этой молоди (см. рис. 29).

В целом обнаружена общая тенденция к снижению величины гематокрита (хотя различие оказалось недостоверным) у молоди после содержания при уплотненной плотности и увеличения этого показателя при разреженной плотно-

сти посадки. В первом случае это произошло, по-видимому, из-за уменьшения общего числа эритроцитов в крови, во-втором – по причине увеличения числа незрелых форм эритроцитов.

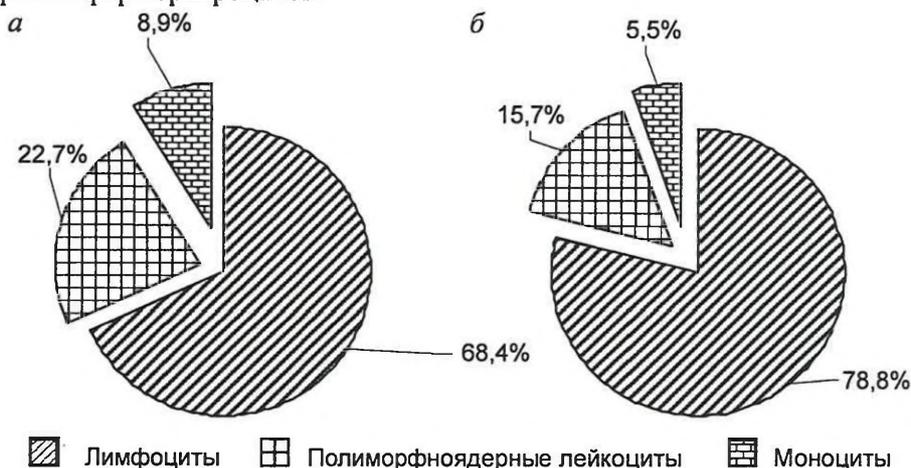


Рис. 29. Соотношение лейкоцитов в крови молоди кеты, выращенной при разной плотности посадки: а – уплотненной, 25 тыс. экз./м²; б – разреженной, 8 тыс. экз./м²

Анализ гематологических показателей, а также весового роста молоди, полученных при экспериментальном выращивании в условиях разной плотности посадки, выявил, что плотность посадки до 25 тыс. экз./м² чрезмерная и отрицательно влияет на массу рыб и общее физиологическое состояние молоди. Поэтому при определении степени влияния факторов среды по комплексной оценке гематологических и морфологических показателей можно с высокой степенью достоверности судить о физиологическом состоянии молоди лососей. Напротив, в условиях выращивания молоди кеты при плотности посадки до 8 тыс. экз./м² показатели ее роста и физиологического состояния существенно лучше. В крови увеличивается гемоглобин, величина гематокрита, СГЭ; красная кровь отличается интенсивным эритропозом; белая кровь характеризуется большим относительным количеством лимфоцитов. Увеличение в крови лейкоцитов происходит за счет роста относительного числа лимфоцитов и уменьшения числа моноцитов и полиморфноядерных лейкоцитов. Эта плотность посадки является оптимальной и может быть рекомендована для выращивания молоди кеты на ЛРЗ Магаданской области.

С середины 90-х гг. ЛРЗ Магаданской области для улучшения качества молоди используют новые, по сравнению с другими дальневосточными регионами, приемы биотехники разведения лососей. К ним относится временное содержание молоди в садках перед выпуском в естественные водоемы. Для этого требовалось определить, каким образом влияет уплотненная посадка на биологические показатели молоди кеты при подращивании в садках. опыты проводили в Тауйской губе недалеко от устья р. Ола (1 км от пос. Сахарная Головка) в солоноватой лагуне площадью примерно 30 × 60 м и глубиной до 2,5 м на молоди кеты, выращенной на Ольской ЭПАБ, в течение 38 сут с 6 июня по 13 июля 1994 г. Температура воды во время опытов колебалась от 8 до 12°C, а в отдельные дни достигала 18°C. Молодь кормили гранулированным кормом ЛИМ-94, изготовленным по рецептуре лаборатории рыбоводства Охотскрыбвода из продуктов местного сырья. Перед скармливанием этот корм доводили до пастообразной массы путем разбавления водой и добавления тюленьего жира.

Молодь кеты разместили в 4 садка\* (размерами 2 × 2 × 2 м) с плотностью посадки 30 тыс. экз./м³, а в 1 садок (размерами 1 × 2 × 1 м) посадили молодь

\*При содержании молоди в садках показатель плотности посадки рассчитан на единицу не площади, а объема садка.

с плотностью 5 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Отметим, что молодь кеты подращивали в воде с повышенной соленостью – от 18,7 до 23,1‰.

Использованная для опыта молодь кеты в связи с содержанием ее на Ольской ЭПАБ в условиях низкой температуры воды (до 1°С), имела относительно невысокие размерно-весовые показатели – ее большая и малая длина (ас и ад) составляли в среднем всего 37,5±0,3 и 33,5±0,3 мм, соответственно, а масса – 360,9±5,5 мг.

В результате работы выявлено, что увеличение плотности посадки до 30 тыс. экз./м<sup>3</sup> отрицательно повлияло на размерные и весовые показатели молоди по сравнению с показателями молоди, выращенной при разреженной посадке – до 5 тыс. экз./м<sup>3</sup> (табл. 13). Существенные различия были получены по массе – 419,9±15,1 против 551,5±35,4 мг ( $t_{st} = 3,47$  при  $p < 0,01$ ) и коэффициенту упитанности – 0,93±0,02 против 1,05±0,03 ( $t_{st} = 3,33$  при  $p < 0,01$ ). Малая длина тела (ад) у молоди, выращенной при повышенной плотности посадки, также достоверно отличалась от таковой у молоди, выращенной при разреженной посадке, – соответственно 35,6±0,3 и 37,4±0,6 мм ( $t_{st} = 2,69$  при  $p < 0,05$ ).

Таблица 13

Размерно-весовые показатели и упитанность молоди кеты, выращенной при условиях разной плотности посадки в рыбоводных садках

Дата	Вариант опыта	Длина ас, мм	Длина ад, мм	Масса р, мг	Коэф. упитанности $K_{\phi}$
06.06.94	Начало опыта	37,5±0,3	33,5±0,3	361±5	0,96±0,02
		35,0–41,0	31,0–37,0	312–422	0,89–1,15
13.07.94	Конец опыта:				
	плотность посадки,	39,5±0,3	35,6±0,3	420±15	0,93±0,02
	30 тыс. экз./м <sup>3</sup>	36,0–44,0	33,0–40,0	301–650	0,73–1,15
	то же, 5 тыс. экз./м <sup>3</sup>	40,6±0,6	37,4±0,6*	552±35**	1,05±0,03
		34,5–45,5	31,5–43,0	270–910	0,68–1,26**

Увеличение плотности посадки не повлияло на изменение длины тела ас, хотя отмечена тенденция уменьшения этого показателя (см. табл. 13). Относительный прирост массы одной рыбы при повышенной плотности посадки составил 16,3%, а при разреженной оказался значительно выше – 52,9%.

Однако отметим, что общий прирост биомассы с единицы объема площади садка (показатель рыбопродуктивности) при повышенной посадке оказался почти вдвое выше – 1,7 против 0,9 кг/м<sup>3</sup>. При этом наблюдалась значительно меньшая 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 (см. табл. 13). Кроме того, за достаточно продолжительный период проведения опыта (38 сут), несмотря на высокую температуру воды и выращивания в условиях разреженной плотности посадки, все же не удалось получить крупноразмерную молодь. Скорее всего, это было связано с тем, что из-за малых размерно-весовых показателей молодь кеты долго адаптировалась к условиям нарастающей солености.

Выживаемость молоди при содержании в условиях уплотненной и разреженной плотности посадки почти не отличалась и составила соответственно 97 и 96%. В основном погибли особи небольших размеров, которые, вероятно, не смогли приспособиться к повышенной солености. По-видимому, в этих условиях целесообразнее применять промежуточную плотность посадки от 15 до 18 тыс. экз./м<sup>3</sup> при начальной массе рыб не более 0,4 г. Совершенно очевидно, что плотность посадки молоди в садках должна корректироваться в зависимости от ее первоначальных размерно-весовых показателей. Для молоди крупных размеров требуется уменьшение количества рыб на единицу объема рыбоводного садка.

Таким образом, по комплексной оценке гематологических, а также размерно-весовых показателей можно судить о физиологическом состоянии молоди, выращенной в условиях разной плотности посадки. При увеличении плотности снижаются размерно-весовые показатели и в целом ухудшается физиологическое состояние молоди.

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

Биологической особенностью большинства рыб, в том числе лососей, является высокая потребность в белке, которая в природе удовлетворяется за счет естественной пищи. В связи с этим в условиях индустриального рыбоводства до сих пор актуальна проблема получения молоди лососей, обладающей высокими биологическими и физиологическими качествами благодаря улучшению состава искусственных кормов и способов кормления рыб.

Отечественные ученые на протяжении многих лет проводят исследования по изучению эффективности применения различных кормов и их влияния на качественные показатели, физиологическое состояние и выживаемость молоди лососей (Канидьев, Гамыгин, 1975; Остроумова, Абрамова, 1981; Канидьев, 1984; Валова и др., 1991а,б; Вялова, Хоревина, 1991; Скопичев и др., 1991; Фомин, 1991а,б, 1994; Хованская, 1995; Хованский и др., 1995; Воропаев и др., 2003; и др.).

В последние годы ЛРЗ Дальнего Востока для кормления молоди лососей используют гранулированные рыбные корма. В Магаданской области за предшествующие годы был проведен ряд исследований по изучению роста, развития и физиологического состояния молоди кеты при ее кормлении этими кормами. После включения в них добавок белковых продуктов микробиосинтеза – ферментализата БВК и гаприна, у молоди увеличивался темп роста и улучшались физиологические показатели (Остроумова, Абрамова, 1981; Фомин, 1991а). Однако на холодноводных ЛРЗ, где условия кормления, как правило, ниже температурного оптимума, использование этих кормов оказалось малоэффективным. Их скармливание приводило к ряду нарушений в пищеварительной системе рыб – в частности, сухие частицы травмировали клеточную поверхность слизистой оболочки пищеварительного тракта (Скопичев и др., 1991; Фомин, 1994). Кроме того, известно, что влажные корма легче усваиваются организмом рыб, так как при их переваривании затрачивается меньше энергии на подготовку к всасыванию и выделяется меньше пищеварительных соков, чем при переваривании сухих кормов (Лавровский, 1981). Поэтому на ЛРЗ в виде основного стартового корма чаще всего используют влажный естественный корм – икру минтая. Однако в последнее время стало довольно сложно полностью удовлетворять потребности ЛРЗ в этом сырье, и, кроме того, применение только одной икры минтая не всегда благоприятно сказывается на качестве молоди. Нередко наблюдаются случаи лейкопении, что особенно характерно для холодноводных рыбоводных хозяйств, а также жировое перерождение печени (Щербина и др., 1989; Фомин, 1991б, 1994; Валова, 2000).

Определенный практический и научный интерес представляют опыты по кормлению молоди тихоокеанских лососей различными влажными пастообразными смесями, в состав которых входит не только икра минтая, но и другие составляющие их компоненты, к примеру, продукты из местного сырья. Получены хорошие результаты по улучшению качества молоди кеты после добавления в рацион к икре минтая печени морского зверя и селезенки крупного рогатого скота (Фомин, 1991б; Скопичев и др., 1991).

В 1993 и 1998 г. были продолжены опыты по исследованию влияния новых кормовых компонентов в составе пастообразной смеси на биологические и физиологические показатели молоди лососей. Опыты ставили на базе Ольской ЭПАБ – в 1993 г. на молоди кижуча, а в 1997–1998 гг. – на кете и нерке.

В 1993 г. молодь кижуча с 10 марта по 9 мая кормили пастообразной смесью. В качестве основных добавок использовали икру минтая, селедочный фарш, необезжиренную рыбкоостную муку из сельди, кишечник морского зверя, говяжью кровь и селезенку в различных соотношениях. Контрольной партии кижуча задавали только икру минтая. Температура воды в период кормления сеголеток составляла от 4 до 9,6°С.

Добавка в рацион молоди кижуча к икре минтая некоторых других компонентов повлияла на ее размерно-весовые показатели. Так, лучше всего молодь росла при скармливании ей пастообразной смеси, в состав которой были включены: 60% икры минтая, 30% селедочного фарша и 10% рыбкоостной муки (опыт 3), что положительно сказалось на эффективности роста и наращивании массы рыбы (табл. 14).

Средние длина и масса кижуча при этом составили 45,9±0,6 мм и 1073±50 мг. При добавлении к этой смеси других компонентов размерно-весовые показатели не увеличивались. Уменьшение же относительной массы икры минтая в пастообразной смеси до 35% повлекло за собой снижение массы тела молоди кижуча с 949±43 (контроль) до 794±49 мг (опыт 7) ( $p < 0,05$ ), а длины тела – с 43,5±0,6 до 41,9±0,7 мм. Кормление молоди смесью только из икры минтая и селедочного фарша (опыт 1) существенно не повлияло на ее размерно-весовые показатели, хотя наблюдалась тенденция к их увеличению по сравнению с таковыми у контрольной молоди.

По результатам исследований выявлено, что добавка в рацион к икре минтая нового компонента – селедочного фарша (до 30%) – вызвала уменьшение индекса ЖКТ с 8,1±0,4 (контроль) до 6,6±0,2% (опыт 1) и увеличение индекса печени с 1,02±0,05 до 1,23±0,05% ( $p < 0,01$ ) (см. табл. 14). Кроме того, во всех опытных вариантах при включении в рацион разных кормовых добавок относительная масса печени увеличивалась и составила от 1,23 до 1,46%.

Введение в кормовую смесь фарша из кишечника морзверя привело к увеличению индекса ЖКТ с 8,1 до 8,4–9,3%.

С введением в рацион молоди кижуча селедочного фарша, рыбкоостной муки, фарша из кишечника морзверя, крови и селезенки произошли существенные изменения в составе красной крови, а также в количестве лейкоцитов (табл. 15). Содержание зрелых эритроцитов увеличилось с 68,2±2,3 (контроль) до 88,8±1,8% ( $p < 0,001$ ). Уменьшилось, по отношению к контролю, относительное количество незрелых 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 этих добавок увеличилось количество лейкоцитов в крови: на 1000 эритроцитов оно поднялось с 4,4±1,0 (контроль) до 12,9±3,2 шт. (опыт 4) ( $p < 0,05$ ).

Увеличение лейкоцитов в крови было связано с включением в рацион фарша из кишечника морского зверя при содержании в рационе икры минтая от 50 до 60%.

При этом количество лейкоцитов возросло за счет изменения соотношения их различных форм, а именно уменьшения относительного числа полиморфноядерных клеток и увеличения числа клеток лимфоидного ряда. Эти данные свидетельствуют о лучшем физиологическом состоянии молоди кижуча (опыт 4), хотя по массе она уступала контрольной молоди и молоди из 1-го и 3-го опытов (см. табл. 14).

По результатам исследований выяснено, что введение различных компонентов в пастообразную смесь повлияло на качественные показатели молоди кижуча. Скармливание пастообразной смеси, в состав которой входит икра минтая, селедочный фарш, кишечник морзверя и рыбкоостная мука, позволяет получить молодь высокого физиологического качества. При этом доля икры минтая в пастообразной смеси должна быть не ниже 50–60%.

В 1997–1998 гг. были проведены исследования по изучению влияния различных кормов, а также способов кормления на рост и морфофизиологические показатели молоди кеты и нерки.

**Морфофизиологические показатели молоди кижуча при кормлении разными пастообразными смесями**

Номер опыта и компоненты корма	Длина ас, мм	Масса р, мг	Индекс печени, %	Индекс ЖКТ, %	Кол-во лейкоцитов на 1000 эритроцитов
Контроль: икра минтая (100%)	43,5±0,6	949±43	1,02±0,05	8,1±0,4	4,4±1,0
Опыт 1: икра минтая (70%) + фарш селедочный (30%)	44,1±0,6	1003±49	1,23±0,05**	6,6±0,2**	6,5±1,0
Опыт 2: икра минтая (65%) + фарш селедочный (25%) + кишечник морзверя (10%)	43,1±0,6	880±46	1,33±0,04***	8,4±0,4	9,9±2,8*
Опыт 3: икра минтая (60%) + фарш селедочный (30%) + рыбкостная мука (10%)	45,9±0,6**	1073±50	1,40±0,07***	7,2±0,3	7,9±1,1
Опыт 4: икра минтая (50%) + фарш селедочный (30%) + кишечник морзверя (10%) + рыбкостная мука (10%)	42,9±0,6	825±40*	1,35±0,05***	9,3±0,3*	12,9±3,2
Опыт 5: икра минтая (55%) + фарш селедочный (30%) + рыбкостная мука (5%) + кровь (10%)	43,1±0,6	844±39	1,46±0,04***	8,5±0,3	9,8±3,0
Опыт 6: икра минтая (45%) + фарш селедочный (30%) + рыбкостная мука (5%) + кровь (10%) + селезенка (10%)	43,2±0,7	928±47	1,46±0,03***	8,9±0,3	9,6±3,8
Опыт 7: икра минтая (35%) + фарш селедочный (25%) + кишечник морзверя (10%) + рыбкостная мука (10%) + кровь (10%) + селезенка (10%)	41,9±0,7	794±49	1,24±0,04**	8,7±0,4	7,9±2,5

В эксперименте использовали сухой гранулированный рыбный корм (марки CDX производства Японии) и влажную пастообразную кормовую смесь. Контрольные партии молоди обоих видов кормили только пастообразной смесью, в состав которой входили следующие компоненты: икра минтая – 60%, фарш из производителей лососевых рыб – 25%, печень морского зверя – 13%, пшеничная мука – 1%, яичный порошок – 1%.

Таблица 15

**Морфологический состав крови молоди кижуча при кормлении пастообразными смесями различного состава**

Номер опыта и компоненты корма	Соотношение эритроцитов,%				Лейкоцитарная формула,%		
	зрелых	полихроматофильных	базофильных	эритробластов	лимфоциты	моноциты	полиморфноядерные
Контроль: икра минтая (100%)	68,2±2,3	25,1±2,4	6,6±0,9	0,1±0,06	86,3±4,2	–	13,7±4,2
Опыт 1: икра минтая (70%) + фарш селедочный (30%)	74,3±2,3	18,9±1,6	6,5±1,0	0,3±0,16	86,4±3,9	0,2±0,2	13,4±3,7
Опыт 2: икра минтая (65%) + фарш селедочный (25%) + кишечник морзверя (10%)	79,1±2,3**	16,1±2,0	4,7±0,5	–	93,4±1,8	–	6,6±1,8
Опыт 3: икра минтая (60%) + фарш селедочный (30%) + рыбкостная мука (10%)	85,5±1,2***	11,7±1,2	2,7±0,5	0,13±0,05	93,0±1,3	–	7,0±1,3
Опыт 4: икра минтая (50%) + фарш селедочный (30%) + кишечник морзверя (10%) + рыбкостная мука (10%)	81,9±4,8***	11,7±0,9	6,2±1,0	0,11±0,11	93,8±1,2	–	6,2±1,2
Опыт 5: икра минтая (55%) + фарш селедочный (30%) + рыбкостная мука (5%) + кровь (10%)	88,8±1,8***	7,5±1,3	3,6±0,6	0,11±0,09	81,6±3,9	–	18,4±3,9
Опыт 6: икра минтая (45%) + фарш селедочный (30%) + рыбкостная мука (5%) + кровь (10%) + селезенка (10%)	86,2±2,2***	9,8±1,3	4,0±1,0	0,06±0,04	89,9±2,4	–	10,1±2,4
Опыт 7: икра минтая (35%) + фарш селедочный (25%) + кишечник морзверя (10%) + рыбкостная мука (10%) + кровь (10%) + селезенка (10%)	88,5±1,3***	9,6±0,9	1,9±0,4	0,09±0,09	93,7±2,0	–	6,3±2,0

Рацион для молоди 1-го опыта состоял только из сухого гранулированного корма (фракция № 1), 2-го – из пастообразной смеси с введением к ней сухого корма (15% от суточной дозы пастообразного корма). Молодь из 3-го опыта также кормили пастообразной смесью и одновременно рассыпали по поверхности воды сухой (10% от суточной дозы пастообразного корма).

Корм в бассейны задавали по поедаемости. Частота кормления молоди, получавшей только сухой корм, составляла 8–11 раз в сутки, а пастообразный корм – 4 раза в сутки. Кормление кеты проходило при температуре воды 0,9–2,4°C, нерки – при более высокой температуре (от 3,6 до 6°C). Поэтому суточная доза корма у этих видов различалась. Так, суточная доза сухого корма у кеты и нерки составила 0,5–0,75 и 1,1–1,65% от массы рыбы, пастообразного – соответственно 5,0 и 11,0%. Отметим, что суточный рацион пастообразного корма кеты и нерки не выходил за пределы колебания рационов «дикий» молоди в естественных условиях. Из литературы известно, что суточный рацион амурской молоди кеты (массой 0,2–2,3 г) при температуре воды от 4 до 20°C находится в пределах 5–19% от массы тела, у сахалинской кеты сходных размеров при температуре воды 4–10°C он составляет от 3,5 до 13,8%, у камчатской – от 3,7 до 16,5%, а у североохотоморской кеты – от 7,7 до 10% (Воловик, 1968; Леванидов, 1969; Жуйкова, 1975; Карпенко, Николаева, 1989; Афанасьев и др., 1994).

Опыты по кормлению молоди лососей проводили в течение 3 мес. Кету содержали в рыбоводных бассейнах ИЦА-2 при плотности посадки 7,0 тыс. экз./м<sup>2</sup>, нерку – в бассейнах ИЦА-1 при плотности посадки 1,5 тыс. экз./м<sup>2</sup>.

По результатам проведенных исследований у молоди кеты самые высокие размерно-весовые показатели отмечены в 3-м опыте, где она получила одновременно пастообразную смесь и сухой корм, при этом ее масса и длина (ас) составили 682,3±32,3 мг и 42,3±0,6 мм, что оказалось достоверно выше, чем у молоди, которой скармливали только пастообразную смесь (p < 0,05) (контроль) (табл. 16).

Таблица 16

Биологические показатели молоди кеты, выращенной на различных кормах и при различных способах кормления (t = 0,9–2,4°C)

Номер опыта и компоненты корма	Длина, мм		Масса p, мг	Желток, %	Коэф. упитанности по Фультону K <sub>ф</sub>	Удельная скорость роста
	ас	ад				
Начало опыта	<u>35,1±0,2</u> 30,5–41,0	<u>31,0±0,2</u> 27,0–36,5	<u>376,7±10,1</u> 207,0–674,0	<u>4,8±0,4</u> 0,0–19,7	–	–
Окончание опыта: контроль пастообразная смесь	<u>40,5±0,5</u> 34,5–45,0	<u>35,8±0,4</u> 30,0–40,5	<u>575,8±26,5</u> 303,0–849,0	–	<u>1,2±0,03</u> 0,71–1,51	0,0042
Опыт 1: сухой корм	<u>41,6±0,6</u> 36,0–47,0	<u>37,3±0,5*</u> 32,0–43,0	<u>622,1±31,9</u> 340,0–958,0	–	<u>1,2±0,04</u> 0,92–1,84	0,0045
Опыт 2: пастообразная смесь с включением в ее состав 15% сухого корма	<u>40,9±0,6</u> 34,0–46,5	<u>36,6±0,6</u> 30,0–42,0	<u>633,5±32,5</u> 305,0–935,0	–	<u>1,3±0,03</u> 1,06–2,13	0,0057
Опыт 3: пастообразная смесь + досып сухого корма (10%)	<u>42,3±0,6*</u> 37,0–49,0	<u>37,9±0,6*</u> 33,0–44,0	<u>682,3±32,3*</u> 438,0–1112,0	–	<u>1,2±0,02</u> 1,0–1,5	0,0062

Хорошие результаты получены также у молоди кеты из 2-го опыта, которой подмешивали в пастообразную смесь 15% сухого рыбного корма – ее масса и длина составили  $633,5 \pm 32,5$  мг и  $40,9 \pm 0,6$  мм. Молодь, которой скармливали только сухой корм (опыт 1) и пастообразную смесь с добавлением сухого (опыт 2), хотя и имела большую массу, чем контрольная, но достоверно от нее не отличалась.

При сопоставлении линейных размеров у контрольной молоди, которой скармливали только пастообразную смесь, и у молоди из 1-го опыта, получавшей только сухой рыбный корм, выяснено, что длина тела ad у молоди из 1-го опыта достоверно увеличилась с  $35,8 \pm 0,4$  мм (контроль) до  $37,3 \pm 0,4$  мм (опыт 1) ( $p < 0,05$ ). И хотя длина тела as у молоди кеты из этого опыта достоверно не отличалась от таковой из контроля, однако тенденция к ее увеличению в 1-м опыте была заметна.

Более полно характеризует рост рыб показатель удельной скорости роста, по которому видно, что при включении в рацион сухого корма молодь кеты все же лучше росла. Если в контроле она составляла 0,0042, то по результатам опытов находилась в пределах от 0,0045 до 0,0062.

В ходе гематологических исследований выявлено, что лучшие показатели также получены у молоди кеты из 3-го опыта. Эта молодь имела самые большие гематологические показатели по количеству эритроцитов в крови и величине гематокрита, чем контрольная молодь и молодь из других опытов (табл. 17).

Таблица 17

Гематологические показатели молоди кеты, выращенной на различных кормах и при различных способах кормления ( $t = 0,9-2,4^{\circ}\text{C}$ )

Номер опыта и компоненты корма	Содержание эритроцитов, тыс. шт./мм <sup>3</sup>	Гематокрит, %	Количество лейкоцитов тыс. шт./мм <sup>3</sup>
Контроль: пастообразная смесь	$734 \pm 35$ 640–740	$40,1 \pm 1,4$ 34,1–43,4	$3,81 \pm 0,18$ 2,11–5,23
Опыт 1: сухой корм	$832 \pm 38$ 600–930	$40,7 \pm 2,7$ 29,6–49,3	$3,61 \pm 0,46$ 0,72–8,56
Опыт 2: пастообразная смесь с включением в ее состав 15% сухого корма	$783 \pm 37$ 610–860	$41,0 \pm 1,4$ 37,5–45,8	$3,35 \pm 0,41$ 0,73–7,74
Опыт 3: пастообразная смесь + досып сухого корма (10%)	$883 \pm 44^*$ 680–930	$43,8 \pm 1,1$ 40,0–45,3	$2,90 \pm 0,35^*$ 0,68–6,51

Кроме того, по этим же показателям она достоверно отличалась от контрольной молоди. Так, у кеты из 3-го опыта общее количество эритроцитов и величина гематокрита составили соответственно  $883 \pm 44$  тыс. шт./мм<sup>3</sup> крови и  $43,8 \pm 1,1\%$ , тогда как в контроле они оказались ниже –  $734 \pm 35$  тыс. шт./мм<sup>3</sup> и  $40,1 \pm 1,4\%$  ( $p < 0,05$ ). По этим же показателям кета из 1-го и 2-го опытов не имела достоверных отличий по сравнению с контролем и опытом 3 (см. табл. 17).

Также отметим, что во всех опытах при включении в рацион сухого корма наблюдалась тенденция к увеличению величины гематокрита.

В ходе сравнения количества лейкоцитов в крови выявлены достоверные отличия только между контрольной молодью, которой скармливали исключительно пастообразный корм, и молодью из 3-го опыта, получавшей пастообразную смесь с досыпом сухого корма.

Как показано в табл. 17, у кеты из 3-го опыта количество лейкоцитов в крови оказалось меньше, чем у контрольной, и составило  $2,90 \pm 0,35$  тыс. шт./мм<sup>3</sup> против  $3,81 \pm 0,18$  ( $p < 0,05$ ).

Характеризуя в целом полученные данные по этому показателю у контрольной молоди и молоди из всех опытов, можно отметить тенденцию к уменьшению количества лейкоцитов в крови при включении в рацион сухого корма (см. табл. 17).

Следует обратить внимание также на следующее. Количество лейкоцитов в крови молоди кеты из 1-го опыта (получавшей только сухой корм) оказалось больше, чем у молоди из 2-го и 3-го опытов, и было почти таким же, как и у контрольной. Исследование физиологического состояния молоди кеты оказалось бы неполным без сопоставления показателей морфологического состава периферической крови контрольной и опытной молоди. При его рассмотрении становится ясным, что относительно высокое количество лейкоцитов у молоди из 1-го опыта возникло не по причине увеличения лейкоцитов лимфоидного ряда, а за счет роста числа полиморфноядерных лейкоцитов (табл. 18). Так, их относительное количество у этой молоди составило  $36,8 \pm 8,9\%$  и оказалось достоверно выше, чем у контрольной молоди, а также у молоди из 2-го и 3-го опытов ( $p < 0,05$ ).

Таблица 18

Морфологический состав крови молоди кеты, выращенной на различных кормах и при различных способах кормления ( $t = 0,9-2,4^\circ\text{C}$ )

Номер опыта и компоненты корма	Соотношение эритроцитов, %				Лейкоцитарная формула, %		
	зрелых	полихроматофильных	базофильных	нормо- и эритробластов	лимфоциты	моноциты	полиморфноядерные
Контроль: пастообразная смесь	$79.3 \pm 2.1$ 69,7–87,5	$14.8 \pm 1.4$ 9,7–20,6	$5.2 \pm 1.0$ 2,3–10,7	$0.7 \pm 0.2$ 0–1,3	$88.1 \pm 3.2^*$ 73,8–96,4	$2.0 \pm 1.1$ 0–8,9	$9.9 \pm 3.1$ 2,2–25,4
Опыт 1: сухой корм	$78.7 \pm 3.1$ 59,9–88,3	$15.3 \pm 1.5$ 9,3–22,3	$4.6 \pm 1.3$ 2,3–10,7	$1.4 \pm 0.6$ 0–5,4	$61.8 \pm 8.5^*$ 17,1–85,0	$1.4 \pm 0.7$ 0–5,0	$36.8 \pm 8.9^*$ 10,0–82,9
Опыт 2: пастообразная смесь с включением в ее состав 15% сухого корма	$73.9 \pm 4.5$ 43,6–81,3	$18.6 \pm 3.4$ 12,8–41,6	$7.2 \pm 1.3$ 2,9–14,9	$0.6 \pm 0.2$ 0–1,3	$78.6 \pm 4.85^*$ 50,6–93,1	$6.3 \pm 3.8$ 0–31,5	$15.0 \pm 2.1$ 6,9–25,9
Опыт 3: пастообразная смесь + досып сухого корма (10%)	$79.6 \pm 1.3$ 74,3–83,9	$15.2 \pm 1.1$ 11,2–21,6	$4.4 \pm 0.8$ 2,4–8,9	$0.7 \pm 0.4$ 0–2,9	$80.6 \pm 1.8^*$ 75,6–88,9	$4.0 \pm 2.1$ 0–14,6	$15.4 \pm 1.6$ 9,8–22,7

Молодь кеты из 1-го опыта отличалась очень низким относительным количеством лимфоцитов –  $61,8 \pm 8,5\%$ , тогда как в контроле, во 2-м и 3-м опытах оно составляло соответственно  $88,1 \pm 3,2$  ( $p < 0,05$ ),  $78,6 \pm 4,9$  и  $80,6 \pm 1,8\%$  ( $p < 0,05$ ). Причем нижний предел содержания лимфоцитов в белой крови этой же молоди был равен всего 17,1%.

В целом это характеризует молодь кеты, получавшую только сухой корм (1-й опыт), как физиологически неполноценную (см. табл. 18).

Также из полученных данных по составу белой крови выявлено, что контрольная молодь кеты, которой скармливали только пастообразную смесь, име-

ла самое высокое относительное количество лимфоцитов и достоверно отличалась от молоди из 1-го и 3-го опытов ( $p < 0,05$ ) (см. табл. 18). Это свидетельствует о хорошем физиологическом состоянии молоди, получавшей только пастообразную смесь, а также о хорошем качестве этой смеси.

По количеству моноцитов в белой крови контрольная и опытная молодь кеты не отличались, хотя отмечена тенденция увеличения клеток моноцитоидного ряда в опытах, где использовали комбинации пастообразного и сухого кормов (2-й и 3-й опыты) (см. табл. 18). Показатели красной крови у опытной и контрольной молоди кеты достоверно не отличались.

В ходе эксперимента по влиянию различных кормов и способов кормления на биологические и физиологические показатели сеголеток нерки выявлено следующее. Масса молоди нерки из 2-го и 3-го опытов (кормление разными способами комбинирования пастообразного и сухого кормов) оказалась больше, чем у контрольной молоди, а также у молоди из 1-го опыта, и составила соответственно  $504,8 \pm 17,5$  и  $504,1 \pm 18,0$  против  $382,1 \pm 23,8$  и  $449,1 \pm 18,2$  мг ( $p < 0,001$ ) (табл. 19).

Таблица 19

Биологические показатели молоди нерки, выращенной на различных кормах и при различных способах кормления ( $t = 3,4-6,0^\circ\text{C}$ )

Номер опыта и компоненты корма	Длина, мм		Масса р, мг	Желток, %	Кэф. упитанности по Фультону $K_{\phi}$	Удельная скорость роста
	ас	ад				
Начало опыта	$27.2 \pm 0.1$ 25,0–29,5	$24.2 \pm 0.1$ 21,0–26,0	$156.6 \pm 1.8$ 103,0–232,0	$5,9 \pm 0,4$	–	–
Контроль: пастообразная смесь	$34.8 \pm 0.6$ 28,0–43,0	$31.0 \pm 0.6$ 25,0–39,0	$382.1 \pm 23.8$ 160,0–739,0	–	$1.2 \pm 0.03$ 0,79–1,84	0,0083
Опыт 1: сухой корм	$35.4 \pm 0.4$ 32,0–39,0	$31.9 \pm 0.4$ 28,0–38,5	$449.1 \pm 18.2$ 231,0–608,0	–	$1.4 \pm 0.04$ 0,79–1,94	0,0104
Опыт 2: пастообразная смесь с включением в ее состав 15% сухого корма	$37.1 \pm 0.5^{**}$ 33,0–41,0	$33.1 \pm 0.5^*$ 29,0–37,0	$504.8 \pm 17.5^{***}$ 291,0–638,0	–	$1.4 \pm 0.04$ 1,17–2,08	0,0114
Опыт 3: пастообразная смесь + досып сухого корма (10%)	$37.9 \pm 0.4^{***}$ 34,0–42,0	$34.0 \pm 0.4^{***}$ 30,0–38,0	$504.1 \pm 18.0^{***}$ 331,0–690,0	–	$1.3 \pm 0.04$ 0,86–1,92	0,0117

Увеличились и ее линейные размеры. Так, у нерки из 3-го опыта длины тела ас и ад с высокой степенью достоверности ( $p < 0,001$ ) отличались от контрольной молоди и молоди из 1-го опыта, что составило  $37,9 \pm 0,4$  и  $34,0 \pm 0,4$  мм. Молодь из 2-го опыта росла несколько хуже, чем молодь из 1-го опыта. Однако по длине она также превышала таковой показатель у молоди, которой скармливали только пастообразную смесь (контроль) и сухой корм (опыт 1) (при  $p < 0,01$  и  $p < 0,05$  соответственно). Длина ад у молоди нерки из 2-го опыта оказалась достоверно больше только у контрольной молоди, получавшей исключительно пастообразную смесь, что составило, соответственно,  $33,1 \pm 0,5$  против  $31,0 \pm 0,6$  мм ( $p < 0,05$ ) (см. табл. 19).

По результатам сопоставления размерно-весовых показателей у контрольной молоди нерки и молоди из различных опытов установлено, что при включении в рацион сухого корма увеличивается длина и масса. Об этом же свидетельствует показатель удельной скорости роста нерки, который увеличился с 0,0083 в контроле до 0,0104–0,0117 в опытах (см. табл. 19).

Гематологическое обследование молоди нерки, показало, что нерка из 3-го опыта, так же как и кета в условиях сходного способа комбинированного кормления пастообразным и сухим кормами, имела самое большое количество эритроцитов в крови ( $938 \pm 44$  тыс. шт./мм<sup>3</sup>) по сравнению с молодью из других опытов и в контроле, хотя достоверных отличий при сравнении этого показателя получено не было (табл. 20).

Таблица 20

Гематологические показатели молоди нерки, выращенной на различных кормах и при различных способах кормления ( $t = 3,4-6,0^\circ\text{C}$ )

Номер опыта и компоненты корма	Содержание эритроцитов, тыс. шт./мм <sup>3</sup>	Гематокрит, %	Количество лейкоцитов тыс. шт./мм <sup>3</sup>
Контроль: пастообразная смесь	$829 \pm 39$ 660–800	$43,0 \pm 2,4$ 30,8–52,2	$4,93 \pm 0,24$ 2,64–7,04
Опыт 1: сухой корм	$832 \pm 48$ 520–980	$47,5 \pm 4,4$ 40,3–59,4	$3,58 \pm 0,40^*$ 0,62–7,84
Опыт 2: пастообразная смесь с включением в ее состав 15% сухого корма	$862 \pm 40$ 680–910	$42,1 \pm 1,4$ 38,2–44,6	$4,08 \pm 0,24^{***}$ 2,04–6,37
Опыт 3: пастообразная смесь + досып сухого корма (10%)	$938 \pm 44$ 690–1110	$44,3 \pm 3,8$ 37,8–55,0	$4,26 \pm 0,32$ 2,07–8,33

Неплохой результат по количеству эритроцитов в крови ( $862 \pm 40$  тыс. шт./мм<sup>3</sup>) оказался и у молоди нерки из 2-го опыта, которой скармливали пастообразную смесь с включением в ее состав 15% сухого корма. Однако по величине гематокрита достоверных отличий не получили.

Хотя у нерки из 1-го опыта (кормление только сухим кормом) наблюдали тенденцию к ее увеличению по сравнению с контрольной молодью и молодью из других опытов. Величина гематокрита у молоди из этой партии оказалась самой высокой и составила  $47,5 \pm 4,4\%$  (см. табл. 20).

По результатам анализа изучения морфологического состава красной крови выяснено, что повышение гематокрита у молоди нерки из 1-го опыта было связано с увеличением юных клеток эритроидного ряда – базофильных эритроцитов, а также нормо- и эритробластов. При этом сравнение содержания всех форм юных эритроцитов у молоди из этого опыта и у молоди из опытов, в которых проходило комбинированное кормление (опыт 2 и 3), показало, что количество всех юных эритроцитов оказалось достоверно выше –  $13,7 \pm 2,2$  против  $7,6 \pm 1,7$  и  $6,2 \pm 1,3\%$  ( $p < 0,05$ ) (табл. 21). По-видимому, юные эритроциты при центрифугировании занимают больший объем, поэтому увеличилась и величина гематокрита. При сравнении с контролем (кормление молоди только пастообразной смесью) этот показатель у молоди из 1-го опыта также увеличился с  $43,0 \pm 2,4$  (контроль) до  $47,5 \pm 4,4\%$  (опыт 1). Это было связано с тем, что количество эритроцитов в крови у нее оказалось большим, хотя в красной крови содержание юных эритроцитов оставалось почти одинаковым.

Таблица 21

**Морфологический состав крови молоди нерки, выращенной  
на различных кормах (t = 3,4–6,0°C)**

Номер опыта и компоненты корма	Соотношение эритроцитов, %				Лейкоцитарная формула, %		
	зрелых	полихро- матофиль- ных	базо- фильных	нормо- и эритро- бластов	лимфо- циты	моно- циты	поли- морфно- ядерные
Контроль: пастообраз- ная смесь	$68.2 \pm 2.5$ 60,0–74,0	$20.0 \pm 0.9$ 17,3–22,6	$10.3 \pm 2.1$ 6,1–17,8	$2.1 \pm 0.3$ 1,1–3,0	$87.0 \pm 2.6$ 77,8–97,1	$1.2 \pm 0.6$ 0–3,4	$11.9 \pm 2.6$ 2,9–22,2
Опыт 1: сухой корм	$63.7 \pm 1.9$ 52,4–69,6	$23.4 \pm 1.4$ 18,3–30,0	$11.7 \pm 1.5$ 6,5–18,6	$2.0 \pm 0.7$ 0,3–6,3	$69.4 \pm 4.2^{**}$ 41,9–81,3	$3.3 \pm 1.3$ 0–11,6	$27.4 \pm 4.2$ 18,8–55,4
Опыт 2: пастообраз- ная смесь с включением в ее состав 15% сухого корма	$66.9 \pm 2.8$ 54,5–75,5	$25.6 \pm 1.8$ 19,5–35,0	$6.6 \pm 1.4^*$ 0,8–12,4	$1.0 \pm 0.3^*$ 0–2,3	$79.6 \pm 3.5$ 61,8–91,0	$2.6 \pm 0.8$ 0–6,0	$17.7 \pm 3.1$ 9,0–34,2
Опыт 3: пастообраз- ная смесь + досып сухо- го корма (10%)	$69.4 \pm 2.2$ 61,5–75,1	$24.4 \pm 2.1$ 11,2–21,6	$5.9 \pm 1.2^{**}$ 1,0–10,5	$0.3 \pm 0.1^{**}$ 0–0,7	$74.8 \pm 3.6^*$ 58,9–88,5	$3.5 \pm 1.4$ 0–10,6	$21.7 \pm 4.3$ 7,9–41,1

Относительно высокий гематокрит отмечался у молоди из 3-го опыта ( $44,3 \pm 3,8\%$ ) и, скорее всего, вследствие увеличения общего количества эритроцитов (см. табл. 20).

Морфологический состав белой крови молоди нерки был почти идентичен морфологическому составу крови кеты (см. табл. 21). У контрольной нерки при кормлении только пастообразной смесью также наблюдали увеличение лимфоцитов по сравнению со всеми поставленными опытами –  $87,0 \pm 2,6\%$  (см. табл. 21). Наибольшее содержание лимфоцитов в белой крови у молоди нерки и кеты, по-видимому, было связано с тем, что пастообразный корм более приемлем для организма рыб. Меньшее относительное количество лимфоцитов выявлено у молоди из 1-го опыта, которая получала только сухой рыбный корм, –  $69,4 \pm 4,2\%$ . У нее оказалось также самое большое содержание полиморфноядерных лейкоцитов, чем в контроле, во 2-м и 3-м опытах. Однако достоверные отличия по этому показателю у молоди из 1-го опыта получены только при сравнении с контрольной молодью –  $27,4 \pm 4,2\%$  против  $11,9 \pm 2,6\%$  ( $p < 0,01$ ).

По составу красной крови у нерки из 1-го опыта выявлено наименьшее содержание зрелых эритроцитов (см. табл. 21), чем в контрольной и во 2-м и 3-м опытах, что свидетельствует об увеличении интенсивности кроветворения у этой молоди.

Молодь нерки из 2-го и 3-го опытов отличалась снижением (по сравнению с контролем и 1-м опытом) относительного числа самых юных клеток – базофильных, нормо- и эритробластов при увеличении доли полихроматофильных (более зрелых) клеток. При этом самое меньшее количество базофильных и нормо- и эритробластов зафиксировано у молоди из 3-го опыта, которой скармливали отдельно пастообразную смесь и сухой рыбный корм. В крови у этой же молоди базофильные эритроциты составили всего  $5,9 \pm 1,2\%$ , а нормо- и эритробласты –  $0,3 \pm 0,1\%$ .

В соотношении красных клеток крови нерки установлено, что степень зрелости клеток эритроидного ряда изменялась в результате влияния различных кормов. При использовании в кормлении различных комбинаций пастообразных и сухих кормов появляется реальная возможность получить более качественную рыбу.

Результаты экспериментов еще раз подтверждают сделанные ранее выводы о том, что рост, развитие и физиологическое состояние выращиваемой молоди лососей находятся в прямой и непосредственной зависимости от качественного состава потребляемых ею кормов, а также способов кормления (Канидьева, 1969, 1984; Глаголева, Бодрова, 1988; Фомин, 1991а,б, 1994; Хованская, 1995; Хованский, 2004).

Для кеты, содержащейся в холодной воде (при 0,9–2,4°C), наиболее эффективным оказалось использование 4-кратного отдельного кормления пастообразным и сухим рыбным кормом (10% от массы задаваемого пастообразного корма). В этом опыте (опыт 3) были получены максимальные значения размерно-весовых показателей, причем по сравнению с контролем длина и масса увеличились соответственно на 4,3 и 15,6%. Эта же молодь отличалась наиболее интенсивным ростом – удельная скорость роста составила 0,006, что на 32,3% оказалось выше, чем в контроле. Также у нее были наибольшие, чем в контрольной и других опытах, гематологические показатели: содержание эритроцитов и величина гематокрита. И хотя по количеству лейкоцитов она уступала контрольной и другим опытным группам, нельзя утверждать об ее неудовлетворительном физиологическом состоянии. По-видимому, уменьшение лейкоцитов у молоди из 3-го опыта было связано с более ранним «повзрослением» (возрастными особенностями рыбы). Подтверждением этому является увеличение относительного количества зрелых эритроцитов в составе красной крови.

За период эксперимента у молоди кеты из 3-го опыта отмечена и самая низкая смертность – всего 9,2% от общего количества погибшей молоди в контроле и во всех опытах.

Хорошие результаты получены также у молоди кеты, которую кормили смесью, в состав которой были включены пастообразный и сухой рыбный корм (15% от массы пастообразного) (2-й опыт). В этом же опыте отмечен самый высокий коэффициент упитанности (по Фульгону) – 1,3%. Размерно-весовые и гематологические показатели (содержание эритроцитов, гематокрит) несколько уступали молоди кеты из 3-го опыта, но были выше, чем в контроле. Таким же образом характеризуется показатель удельной скорости роста молоди из этого опыта. У этой же молоди выявлен более интенсивный уровень эритропоза – наибольшее содержание молодых и юных форм эритроцитов (полихроматофильных, базофильных и эритробастов), что свидетельствует об активном процессе обновления клеток и улучшении общего физиологического состояния рыб. Отход этой молоди за период экспериментального выращивания составил 18,2% от общего количества погибшей в контроле и в других опытах.

Кормление молоди кеты только сухим рыбным кормом при низкой температуре воды (0,9–2,4°C) неблагоприятно повлияло на физиологическое состояние рыб (1-й опыт). По результатам исследования морфологической картины белой крови у этой молоди отмечено высокое относительное количество полиморфноядерных лейкоцитов – до 36,8% и одновременно уменьшение лимфоцитов (в отдельных случаях содержание лимфоцитов доходило до 17,1%), что свидетельствует об ухудшении ее физиологического состояния. Подтверждением этому является повышенная смертность молоди из 1-го опыта, составившая 57% от общего количества погибшей молоди кеты в контроле и во всех опытах за период экспериментального выращивания, хотя по размерно-весовым, а также гематологическим показателям (количеству эритроцитов и вели-

чине гематокрита) молодь кеты из 1-го опыта превосходила контрольную (питающуюся только пастообразной смесью).

У контрольной молоди смертность составила всего 15,6% от общего количества погибшей контрольной и другой опытной молоди.

Исследования показывают, что кормление молоди кеты при низкой температуре воды только сухим рыбным кормом нецелесообразно, так как при этом ухудшается общее физиологическое состояние молоди и резко снижается ее выживаемость. Однако замечено, что включение в рацион сухого рыбного корма, даже при кормлении в условиях низкой температуры воды, положительно влияет на рост молоди кеты – увеличиваются ее размерно-весовые показатели.

Пастообразная многокомпонентная смесь из продуктов местного сырья оказалась физиологически оптимальной для молоди кеты. Об этом же свидетельствуют лучшие показатели морфологического состава белой крови у контрольной молоди, а также самое высокое содержание лимфоидных лейкоцитов. При этом увеличение общего количества лейкоцитов происходило за счет возрастания числа лимфоцитов. Наряду с этим, кормление только пастообразной смесью не позволяет получить молодь с высокими размерно-весовыми показателями, так как она отстает в росте.

У молоди нерки, кормление которой проходило при температуре воды от 3,4 до 6,0°C, лучшие результаты оказались во 2-м и 3-м опытах (при комбинированном кормлении пастообразным и сухим рыбным кормом). Эта молодь отличалась от контрольной молоди и молоди из 1-го опыта лучшими показателями удельной скорости роста – 0,011–0,012. При этом длина ас и масса молоди нерки из 2-го и 3-го опытов (по сравнению с контролем) увеличились соответственно на 6,1 и 8,2% и 24,3 и 24,2%. В то же время молодь нерки из 3-го опыта, которую кормили раздельно пастообразным и сухим рыбным кормами, отличалась от молоди из 2-го опыта лучшим ростом не только длины ас, но и длины ад. Из гематологических показателей лучший результат у этой молоди нерки получен при просчете общего количества эритроцитов. По сравнению с контролем и 1-м опытом оно увеличилось соответственно на 11,6 и 11,3%. По другим гематологическим показателям (гематокриту и количеству лейкоцитов) молодь из 3-го опыта достоверно не отличалась от контрольной, но отличалась от молоди, кормление которой осуществлялось только сухим кормом (опыт 1), большим количеством лейкоцитов –  $4,26 \pm 0,32$  тыс. шт./мм<sup>3</sup> крови против  $3,58 \pm 0,40$ .

Кормление молоди нерки только сухим кормом (1-й опыт) повлияло на изменение морфологического состава крови. При сопоставлении данных контрольной молоди и молоди из 2-го и 3-го опытов в белой крови отмечено самое меньшее относительное количество лимфоцитов ( $69,4 \pm 4,4\%$ ) и большее полиморфноядерных лейкоцитов ( $27,4 \pm 4,2\%$ ). Лимфоциты в свою очередь являются той иммунной системой, которая ограждает организм от чужеродных влияний. Основная их роль сводится к синтезу белков (бета- и гамма-глобулинов), выработке антител и нейтрализации чужеродных белков. В нормальных для организма условиях кровь имеет четко выраженный лимфоидный характер (Иванова, 1983; Житенева и др., 1989). Можно предположить, что у молоди нерки из 1-го опыта из-за уменьшения количества лимфоцитов возросла степень риска быть подвергнутой воздействию различных стрессов (ухудшение газового режима, заболевания, изменение солености окружающей среды и др.). Поэтому ее можно считать как физиологически неполноценную.

В составе лейкоцитов у контрольной молоди кеты и нерки, получавшей только пастообразный корм, выявлено наибольшее относительное количество лимфоцитов по сравнению с молодью из всех опытов, что составило соответственно 88,1 и 87,0%. Поэтому молодь кеты и нерки, кормление которой проводили пастообразной смесью, даже при наименьших значениях размерно-весовых показателей (по сравнению с опытной), имела довольно высокую степень

иммунной защиты от стрессовых воздействий. Таким образом, по-видимому, нельзя приуменьшать значение пастообразных кормов, в состав которых входят продукты из местного сырья; особенно это важно в период стартового кормления лососей на ранних этапах онтогенеза.

В условиях комбинированного раздельного кормления многокомпонентной пастообразной смесью из продуктов местного сырья и сухим кормом можно получить молодь хорошего физиологического качества, с большими размерно-весовыми показателями и повышенной выживаемостью. При этом в состав пастообразной смеси необходимо включить 60% икры минтая, 25% фарша лососевых рыб, 13% печени морского зверя и по 1% пшеничной муки и яичного порошка.

Таким образом, использование естественных кормов – пастообразной многокомпонентной смеси из продуктов местного животного сырья, позволяет получить физиологически полноценную молодь, что согласуется с полученными ранее данными других исследователей (Остроумова, 1964а; Бардач и др., 1978; Канидьеv, 1984; Микулич и др., 1988; Турецкий и др., 1988). Роль пастообразных многокомпонентных кормов при выращивании молоди тихоокеанских лососей становится особенно значимой в условиях холодноводных ЛРЗ. Добавка к ним в рацион до 10–15% сухого гранулированного рыбного корма способствует увеличению размерно-весовых, улучшению физиологических показателей, а также повышению выживаемости молоди лососей.

#### **4.5. Биологические, физиологические показатели и выживаемость молоди лососей при подращивании в садках в условиях естественных водоемов**

Численность искусственно воспроизводимых лососей зависит не только от количества выпущенной с ЛРЗ молоди, но и от ее выживаемости в пресноводный и начальный морской периоды жизни. Именно в эти критические для жизни периоды происходит массовая элиминация покатной молоди (Канидьеv, Леванидов 1968; Иванков и др., 1999; Шершнеv 1973; Куликова, Рослый, 1978; Хоревин, 1989; и др.).

Известно, что выживаемость заводской молоди лососей зависит не только от сроков выпуска с ЛРЗ, но и от ее качества. Крупная и упитанная молодь более успешно адаптируется к природной среде – легче переносит значительные колебания температуры воды и солености. В пресноводный и начальный морской этапы жизни выпускаемая с ЛРЗ молодь должна иметь высокие морфофизиологические показатели и хорошую рыбоводную навеску: чем крупнее размеры мальков, тем ниже смертность, и наоборот (Леванидов, 1969).

С этой точки зрения большой научный и очевидный практический интерес представляет использование естественных водоемов для подращивания молоди перед выпуском с ЛРЗ. В связи с особенностью климатических условий, главным образом температуры воды в реках североохотоморского побережья, даже природная молодь кеты, скатывающаяся в период катадромной миграции, не всегда характеризуется хорошим биологическим, а в отдельных случаях и не лучшим физиологическим качеством (Хованская и др., 1992, 2004). ЛРЗ региона из-за низкой температуры воды в период кормления лососей (особенно в последние годы) также выпускают заводских покатников далеко не удовлетворительного качества (Хованская и др., 2004).

В Магаданской области уже накоплен определенный опыт выращивания физиологически полноценной заводской молоди лососей (горбуши, кеты, кижуча) в условиях естественных водоемов. Для этого использовали речные протоки, а также солончатые и морские участки североохотоморского побережья (Грачева, Хованская, 1994; Семенов и др., 1994; Хованский, 1991а, б, 1994, 2004; Хованский и др., 1991а, б, 1995, 1997; Фомин, Хованская, 1997). Однако из-за особенностей расположения, температуры воды, гидрологии естественного базового водоема предложенные способы не всегда могут подходить к конкретному ЛРЗ.

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

Установлено, что на некоторых ЛРЗ Магаданской области существует проблема несоответствия температур основных водоисточников с требованиями, необходимыми для разведения лососей. Так, например, на Арманском ЛРЗ и Ольской ЭПАБ достаточно высокая температура воды в период инкубации икры и выдерживания личинок лососей, достигающая соответственно 3,5–8,1 и 2,5–6,5°C, способствует поднятию на «плав» и переходу молоди на экзогенное питание в довольно ранние сроки; обычно это происходит в феврале-марте. Но к этому времени температура воды снижается до 1,0°C, а в отдельные годы и до 0,4–0,6°C, т. е. молодь около 3 мес подращивается при температуре, которая в 5–6 раз ниже оптимальной. Из-за этого у перешедшей на внешнее питание молоди кеты снижается пищевая активность, скорость роста и ухудшается физиологическое состояние (Канидьев, 1984; Вялова, Хоревина, 1991; Фомин, 1994; Хованская и др., 2004). Поэтому при достаточно длительном периоде кормления на ЛРЗ к началу выпуска основная часть молоди имеет невысокие размерно-весовые характеристики. Так, например, средняя масса молоди кеты, выпущенной с Арманского ЛРЗ с 2000 по 2003 г., не превышала 0,5 г, средняя длина – 39,6 мм.

А. Н. Канидьев и В. Я. Леванидов (1968) отмечают, что повышению выживаемости способствует интенсивное подращивание молоди до максимально возможных размеров в условиях, приближенных к естественным, с последующим выпуском ее в природные водоемы для свободного нагула в пределах сроков массовой катадромной миграции молоди «диких» лососей. Этой же позиции придерживаются и другие ученые (Хованский, 1994, 2000, 2004; Фомин, 1991б, 1994).

Поэтому на основе ранее положительного опыта подращивания молоди в естественных водоемах в 2002–2003 гг. был испытан новый способ биотехнологии – содержание в садках в замкнутом естественном водоеме. Для этого изучали выживаемость и оценивали качественное состояние молоди кеты, выращенной на Арманском ЛРЗ.

Кроме того, в 2003–2004 гг. провели исследования биологического и физиологического качества молоди кеты при подращивании ее в садках в устьевой части реки, впадающей в море. В этих исследованиях была использована молодь, выращенная на Ольской ЭПАБ.

В 2002 и 2003 г. для проведения опыта было выбрано оз. Соленое, расположенное в 5 км от устья р. Армань и в 18 км от Арманского ЛРЗ. Это естественный водоем неправильной формы, длиной около 2,5 км, находится на берегу Охотского моря и отделяется от него песчано-галечной косой шириной 50–100 м. С северо-западной части озеро питают водой два мелководных ручья, которые полноводными становятся только весной. Во время высоких приливов происходит слабая фильтрация морской воды в акваторию озера, вследствие чего вода в нем незначительно солоноватая (соленость около 2–3‰).

Зимой происходит сильное промерзание озера, в результате чего оно является олиготрофным, т. е. бедное органикой и кормовыми организмами. Из представителей ихтиофауны здесь обитают только трехиглая *Gasterosteus aculeatus* и девятииглая *Pungitius pungitius* колюшки. Летом происходит бурное развитие водорослей, в основном нитчатки, однако потребление кислорода этим видом водорослей столь мало, что никак не отражается на общем кислородном режиме озера. Для такого водоема типично повышенное содержание в воде гуминовых кислот, однако рН в летние месяцы не опускается ниже 7,4.

Доставленную к озеру молодь пересадили в плавучий садок размерами 1,5 × 2,5 м из безузелковой дели с ячейей 3 × 3 мм. В 2002 г. садок был расположен в северо-восточной части озера, в 2003 г. его перенесли в более глубокую и наименее заиленную северо-западную часть водоема. Плотность посадки мо-

лоди в садке в 2002 и 2003 г. составила соответственно 4,5 и 2,22 тыс. экз./м<sup>3</sup>. В 2002 г. подращивание проводили 24 дня с 13 июня по 6 июля. В 2003 г. время эксперимента сократили до 19 сут (с 10 по 29 июня). Общее количество перевезенной в 2002 г. молоди составило 15 000, а в 2003 г. – 12 460 экз. Молодь кормили сухим гранулированным комбикормом.

В 2002–2003 гг. ежедневно, несколько раз в сутки в месте постановки садка, а также в морском побережье и в р. Армань измеряли температуру воды.

У заводской молоди кеты за время содержания в бассейнах цеха-питомника Арманского ЛРЗ с первой декады апреля по первую декаду июня из-за низкой температуры воды темп роста был невысоким. Поэтому к началу проведения опытов на оз. Соленое она имела низкие размерно-весовые показатели. В 2002 г. средняя масса молоди была 496 мг, длина ас 39,6 мм, коэффициент упитанности по Фультону 1,11 (табл. 22). В 2003 г. размерно-весовые показатели молоди к началу подращивания оказались еще ниже, чем в 2002 г., и составили соответственно 366 мг и 38,6 мм. Коэффициент упитанности (по Фультону) варьировал от 0,52 до 1,21 (см. табл. 22).

В 2002 г. в результате значительной разницы температур (около 13°C) при переводе молоди из цеха Арманского ЛРЗ в озеро в течение первых 3 дней выращивания наблюдали повышенный отход молоди (до 80%). Принимая во внимание опыт прошлогоднего подращивания молоди в условиях данного водоема, в 2003 г. эксперимент начали, когда температура воды в озере (6°C) не столь превышала температуру содержания молоди в условиях ЛРЗ (1°C). Это положительно сказалось на способности рыб адаптироваться к новой среде обитания – величина отхода в первые сутки эксперимента составила всего около 1,4% от общего количества пересаженной молоди. Как показали результаты морфофизиологического анализа, живая молодь значительно превосходила погибшую по длине тела (38,6 мг против 36,9;  $p < 0,001$ ) и массе (366 мг против 293;  $p < 0,001$ ).

Погибшей молоди были свойственны также несколько меньшее среднее значение индекса ЖКТ (6,66 против 9,26%;  $p < 0,001$ ). Индекс наполнения ЖКТ в пробах погибшей молоди составил всего 119,0‰, тогда как в пробах живой – 226,0‰ ( $p < 0,05$ ). Полученные результаты свидетельствуют о слаборазвитом пищеварительном тракте и снижении пищевой активности молоди кеты перед гибелью.

Отметим, что в опытах 2002–2003 гг. в последнюю неделю подращивания произошел резкий скачок темпа роста молоди (рис. 30).

Известно, что рост и вообще пластический обмен у рыб весьма лабильный процесс, зависящий от внешних условий, в частности, от температуры среды. Для роста рыб существуют довольно узкие температурные границы. При некоторых крайних температурах рыбы питаются, но не растут или растут, но очень слабо (Строганов, 1962). Так как в 2002 г. эксперимент проводили при достаточно высокой температуре воды (11,8–21,7°C), в дальнейшем снижение ее в конце эксперимента до наиболее предпочтительной для этого вида лососей привело к увеличению пластического обмена, вследствие чего темп роста молоди значительно увеличился (см. рис. 30).

В 2003 г. молодь кеты содержали при температуре от 6,7–15,8°C. Постепенное ее повышение в значительной мере повлияло на уровень обменных процессов в организме – возросла активность потребления корма и эффективность его использования для пластического обмена (весового и линейного роста). В результате фактический прирост массы тела молоди в последнюю неделю подращивания был максимальным и составил 481 мг, или 106% от исходной массы тела.

К концу подращивания в оз. Соленое в 2002 г. средняя длина ас молоди составила 51,1 мм, масса – 1309 мг, коэффициент упитанности – 1,29. Все особи перешли на внешнее питание, остатки желточного мешка резорбировались, мальки приобрели серебристую окраску, характерную для смолтов.

Таблица 22

**Морфофизиологические показатели молоди кеты при экспериментальном выращивании  
в условиях Арманского ЛРЗ и садках на оз. Соленое**

Условия и этапы выращивания, дата пробы	Длина ас, мм	Масса р, мг	Коэф. упитанности К <sub>ф</sub>	Индекс внутренних органов, %		
				сердца	печени	ЖКТ
2002 г.						
Цех, t = 0,9°C, 13 июня (фон)	<u>39,6±0,2</u> 33,5–45,5	<u>496±10</u> 273–911	<u>1,09±0,01</u> 0,88–1,65	–	–	–
Выпуск молоди: пруд, t = 4,1°C, 6 июля	<u>40,7±0,6</u> 33–49	<u>488±23</u> 250–840	<u>1,00±0,02</u> 0,73–1,18	–	–	–
оз. Соленое, садки, t = 13,8°C, 6 июля	<u>51,1±0,5</u> 39,5–60,0	<u>1309±38</u> 483–2043	<u>1,29±0,01</u> 0,97–2,72	–	–	–
2003 г.						
Выпуск молоди с Арманского ЛРЗ (фон): цех, t = 0,8°C, 10 июня	<u>38,6±0,3</u> 34,5–43,0	<u>366±13</u> 206–617	<u>0,90±0,02</u> 0,52–1,21	<u>0,26±0,01</u> 0,14–0,39	<u>1,36±0,04</u> 0,68–2,00	<u>9,26±0,23</u> 5,44–13,50
Выпуск молоди: оз. Соленое (эксперимент), садки, t = 6–13,0°C, 29 июня	<u>46,7±0,6***</u> 35,0–63,0	<u>935±43***</u> 271–2179	<u>1,16±0,01***</u> 0,87–1,34	<u>0,30±0,01***</u> 0,19–0,44	<u>1,70±0,03***</u> 1,09–2,49	<u>9,65±0,21***</u> 5,63–13,60

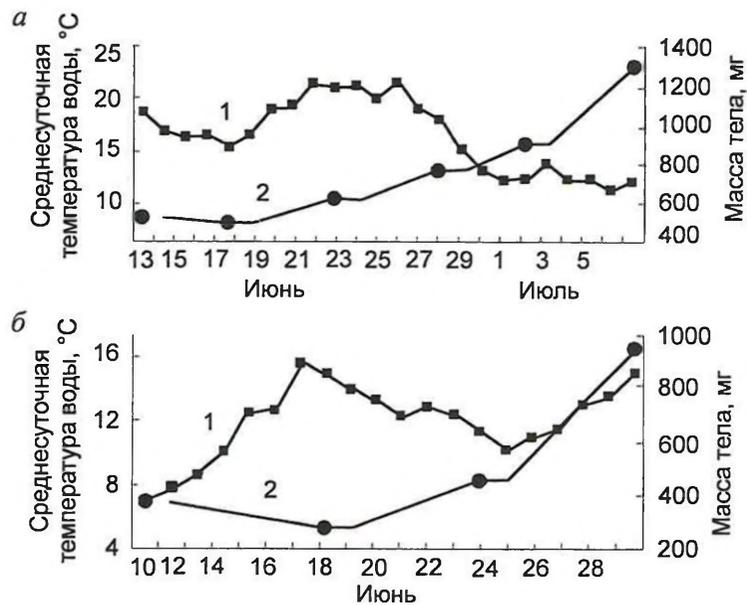


Рис. 30. Динамика температуры воды и массы тела молоди кеты при подращивании в садках в оз. Соленое в 2002 г. (а) и 2003 г. (б): 1 – температура, °C; 2 – масса тела, мг

Суточные приросты длины и массы тела возросли соответственно в 3,3 и в 3 раза. Средняя масса молоди, подрошенной в оз. Соленое в 2002 г., оказалась почти в 2,5 раза выше, чем у подрошенной в пруду возле Арманского ЛРЗ, и составила 1309 против 488 мг. По-видимому, несмотря на улучшение общего физиологического состояния молоди кеты из естественного пруда, температура воды 4,1°C (при кормлении сухим гранулированным рыбным кормом) оказалась недостаточной для ее интенсивного пластического роста.

Биологические показатели молоди кеты, полученной в результате эксперимента в 2003 г., значительно превышали начальные показатели по длине ( $46,7 \pm 0,6$  мм против  $38,6 \pm 0,3$ ;  $p < 0,001$ ), массе ( $935 \pm 43$  мг против  $366 \pm 13$ ;  $p < 0,001$ ) и коэффициенту упитанности (1,16 против 0,9;  $p < 0,001$ ). Длина и масса тела увеличились соответственно в 1,2 и в 2,6 раза. Все особи перешли на экзогенное питание. Молодь с остатками желточного мешка отсутствовала. Большая часть молоди (55%) была представлена достаточно крупными особями, средняя длина которых составила 51,4 мм, масса – 1256 мг.

К концу эксперимента произошло увеличение индексов внутренних органов: сердца – с  $0,26 \pm 0,01\%$  до  $0,30 \pm 0,01$ ;  $p < 0,001$ ; печени – с  $1,36 \pm 0,04\%$  до  $1,70 \pm 0,03$ ,  $p < 0,001$  (см. табл. 22). Это объясняется интенсивным темпом роста подопытной молоди, поскольку, как известно, среди одновозрастных особей индекс сердца оказывается наибольшим у быстро растущих особей (Смирнов и др., 1972).

По мере роста мальков лосося происходит закономерное увеличение относительной массы печени (Божко, 1962). Индекс печени экспериментальной молоди к концу подращивания достиг максимального значения и значительно превысил таковой у молоди, выпущенной с Арманского ЛРЗ в 2003 г. ( $1,70 \pm 0,03\%$  против  $1,36 \pm 0,04$ ;  $p < 0,001$ ) (см. табл. 22). Относительная масса печени является индикатором на степень соответствия между обеспеченностью пищей и потребностью в ней. Как индикатор на воздействия окружающей среды, он позволяет оценить кормовую базу не в количественном или качественном выражении, а в возможности реализации ее данным видом рыб (Рябуха и др., 2004).

В условиях напряженных пищевых отношений печень оказывается относительно меньшей, чем в более благоприятных условиях, и в целом характер роста дает достаточные основания для утверждения о степени соответствия между комплексом условий внешней среды и требованиями организма (Смирнов и др., 1972). О положительном влиянии условий обитания также свидетельствует значительно больший индекс ЖКТ подопытной молоди по сравнению с заводской (9,65% против 8,63;  $p < 0,001$ ) и увеличение доли питавшихся рыб экспериментальной партии до 100%.

Известно, что гематологические показатели наиболее полно характеризуют физиологическое состояние рыб (Остроумова, 1957, 1958, 1964а, б, 1966а; Глаголева, Бодрова, 1988). Данные табл. 23 и 24 показывают, что содержание молоди кеты в естественных условиях повлияло на ее гематологические показатели. Так, в 2002 г. у экспериментальной молоди в естественном выростном пруду вблизи Арманского ЛРЗ при температуре воды 4,1°C и в садках в оз. Соленое при температуре воды 11,8–21,7°C, увеличилось общее количество лейкоцитов с 2,1±0,02 тыс. шт./мм<sup>3</sup> (цех-питомник Арманского ЛРЗ) до 7,32±0,86 и 7,43±0,46 соответственно ( $p < 0,001$ ) (см. табл. 23). Кроме того, отмечена тенденция к увеличению гематокрита с 38,7 до 49,7% ( $p < 0,05$ ) и 49,4% соответственно. Достоверных отличий в общем количестве эритроцитов у молоди кеты, содержащейся в цехе-питомнике, пруду Арманского ЛРЗ и садках на оз. Соленое, не получили.

Таблица 23

Гематологические показатели молоди кеты при экспериментальном выращивании ее на Арманском ЛРЗ и в садках (оз. Соленое)

Условия выращивания дата пробы	Гематокрит, %	Гемоглобин, г/л	Кол-во эритроцитов, тыс. шт./мм <sup>3</sup>	Кол-во лейкоцитов, тыс. шт./мм <sup>3</sup>	СГЭ, мк/мкг
2002 г.					
АЛРЗ, цех, 13 июня, t = 0,9°C	38,7±1,9	–	698±36	2,1±0,02	–
Пруд, 6 июля, t = 4,1°C	49,7±3,1	–	893±97	7,32±0,86***	–
оз. Соленое, садки, 6 июля, t = 13,8–17°C	49,4±5,1	–	736±97	7,43±0,46***	–
2003 г.					
АЛРЗ, цех, 10 июня, t = 0,7°C	36,7±1,7	69±1,3	680±31	1,4±0,01	101,3
оз. Соленое, садки, 29 июня, t = 6,0–15,8°C	40,8±1,9	68,0±1,4	621±28	2,81±0,17***	109,5

Похожая характеристика гематологических показателей оказалась у экспериментальной молоди и в 2003 г. (см. табл. 23). Морфологический состав периферической крови у кеты в 2002 и 2003 г. в условиях садкового содержания на оз. Соленое существенно изменился (см. табл. 24). Увеличилось относительное количество незрелых эритроцитов, что особенно хорошо было выражено у экспериментальной молоди в 2003 г., которую содержали при температуре воды 6,0–15,8°C – близкой к оптимальной для этого вида лососей. Доля незрелых эритроцитов в крови у этой молоди возросла с 12,8±2,5 до 36,9±3,3%, что свидетельствовало об ее интенсивном росте ( $p < 0,001$ ) (см. табл. 24).

В белой крови у всей экспериментальной молоди кеты замечен значительный рост относительного числа лимфоцитов с 52,2–59,8% (в условиях цеха-питомника Арманского ЛРЗ) до 74,1–85,1 (при садковом содержании на оз. Соленое). Одновременно с этим уменьшилось количество полиморфноядерных лейкоцитов – соответственно с 37,7–44,4 до 14,6–25,7%.

Состав периферической крови молоди кеты при экспериментальном выращивании в условиях Арманского ЛРЗ и садках (оз. Соленое)

Условия выращивания, дата пробы	Юные эритроциты, %	Лейкоформула, %		
		лимфоциты	полиморфно- ядерные	моноциты
2002 г.				
Цех, Арманский ЛРЗ, 13 июня, t = 0,9°C	11,3±2,8	59,8±6,7	37,7±7,0	2,5±1,0
Пруд, Арманский ЛРЗ, 6 июля, t = 4,1°C	18,2±2,5	73,7±7,2	26,3±6,8	0
Садки, оз. Соленое, 6 июля, t = 13,8–17°C	21,2±5,1	85,1±3,3	14,6±3,4	0,3±0,2
2003 г.				
Цех, Арманский ЛРЗ, 10 июня, t = 0,8°C	12,8±2,5	52,2±6,6	44,4±7,2	3,3±1,6
Садки, оз. Соленое, 29 июня, t = 6,0–15,8°C	36,9±3,3***	74,1±4,3***	25,7±4,3*	0,2±0,1

В естественных условиях незначительно уменьшилась и доля моноцитов в крови (см. табл. 24). Все эти показатели свидетельствуют о хорошем физиологическом состоянии молоди кеты, выращенной в эксперименте в садках на оз. Соленое.

В 2003 г. выживаемость молоди экспериментальной молоди кеты оказалась очень высокой. Отход составил всего 3,6%, что также характеризует условия содержания этой молоди как хорошие.

Анализ результатов экспериментального подращивания молоди кеты в условиях замкнутого природного водоема на оз. Соленое в 2002–2003 гг. показал, что при благоприятной температуре воды (от 6,7 до 15,8°C) и регулярном кормлении молоди потенциальные возможности ее роста для получения рыбоводной навески в 1–1,5 г реализуются за 19–24 дня. Биологические преимущества молоди кеты, подращенной в оз. Соленое, по сравнению с молодой, выпускаемой с Арманского ЛРЗ, очевидны. К окончанию опытного подращивания размерно-весовые и морфофизиологические показатели молоди кеты значительно превысили таковые у заводской молоди.

Длина и масса тела, индексы внутренних органов являются ценными индикаторами, отражающими отклонения в среде обитания рыб (Смирнов и др., 1972). Значительные линейный и весовой приросты, высокие индексы внутренних органов молоди, полученной в результате эксперимента, свидетельствуют о более благоприятных условиях ее содержания в природном водоеме перед выпуском в морское побережье, чем в условиях ЛРЗ.

Результаты опытного подращивания, а также гидрологические исследования оз. Соленое, проведенные в 2002–2003 гг., показали, что использование акватории замкнутого естественного водоема для садкового содержания заводской молоди кеты вполне возможно. При этом улучшаются ее биологические, морфофизиологические и гематологические показатели, что в конечном результате приводит к повышению выживаемости в ранний морской период жизни и на остальных этапах онтогенеза. Такой способ биотехнологии позволяет адаптировать молодь перед выпуском в море, что особенно важно для ЛРЗ, где температура воды недостаточна для выращивания молоди высокого качества.

В 2003 г. провели аналогичные исследования качественного состояния молоди кеты, выращенной на Ольской ЭПАБ, при садковом подращивании в устьевом участке небольшой по длине р. Кулькиты (всего 19 км), впадающей

в зал. Одян Охотского моря. В эксперименте была использована молодь кеты в количестве 185 тыс. экз., полученная от производителей высокопродуктивной искусственной популяции, созданной МагаданНИРО на р. Кулькуты.

Экспериментальное подращивание молоди кеты проводили двумя партиями. Молодь из 1-й партии содержали в садках в течение 10 сут (с 3 по 13 июля) и по окончании опыта выпустили непосредственно в устьевую часть р. Кулькуты. 2-ю партию молоди по истечении 14 сут (с 4 по 18 июля) выпустили в естественный пруд в р. Кулькуты на свободный нагул.

К моменту перевозки с Ольской ЭПАБ большинство этой молоди из-за низкой температуры воды на Ольской ЭПАБ находилось в истощенном состоянии, о чем свидетельствует снижение массы ее тела в течение последнего месяца содержания на заводе (с 22 мая по 24 июня). За этот период масса уменьшилась с  $391 \pm 10$  до  $360 \pm 12$  мг, но увеличилась длина – с  $36,8 \pm 0,23$  до  $37,1 \pm 0,24$  мм (прил. 7). Физиологическое состояние молоди кеты перед перевозкой было также неудовлетворительным. По результатам гематологического анализа величина гематокрита составила всего  $30,8 \pm 1,7\%$ . Молодь характеризовалась устойчивой лейко- и лимфопенией – количество лейкоцитов составило всего  $1,52 \pm 0,02$  тыс. шт./мм<sup>3</sup> крови, а относительное количество лимфоцитов  $50,8 \pm 6,7\%$ . Все это привело к повышенной гибели молоди кеты в период транспортировки с Ольской ЭПАБ на р. Кулькуты (около 15,4%).

Перевезенную молодь разместили в четырех плавучих садках размерами  $1,5 \times 2,5 \times 1$  м с плотностью посадки  $12,3$  тыс. экз./м<sup>3</sup>. Температура воды в момент размещения молоди по садкам оказалась довольно высокой и составила  $8,4^\circ\text{C}$ , а за весь период подращивания она достигала в среднем  $9,2^\circ\text{C}$ .

Кету кормили пастообразной многокомпонентной смесью, которую раскладывали на плавучие столики и наполняли их в зависимости от поедаемости. Применяли следующие компоненты: фарш лососевый (70%), фарш из эвфаузиид (криль), отлавливаемых в прибрежье (10%), и сухой гранулированный корм корейского производства (20%).

Молодь кеты, перевезенная с Ольской ЭПАБ на р. Кулькуты, характеризовалась разнокачественностью размерно-весовых показателей и состояла из особой средней массой  $430$  (41,9%) и  $620$  мг (44,5%).

К концу подращивания молодь из 1-й партии (к 13 июля) имела среднюю массу  $710 \pm 23$  мг, длину  $42,8 \pm 0,38$  мм и была представлена шестью размерно-весовыми группами, самой многочисленной из которых (54,4%) была молодь со средней массой  $680 \pm 11$  мг. За период садкового содержания средняя масса молоди кеты из 1-й партии увеличилась в 1,3 раза. За время содержания в садках у молоди увеличились и индексы внутренних органов – печени с  $1,38 \pm 0,02$  до  $1,67 \pm 0,03\%$ ; ЖКТ – с  $7,20 \pm 0,10$  до  $7,97 \pm 0,21\%$  ( $p < 0,001$ ) (см. прил. 7). Среднесуточные приросты массы тела у молоди из 1-й партии были самыми высокими и составили к моменту выпуска  $20,4$  мг (табл. 25).

У молоди кеты из 2-й партии, выпущенной 17 июля (на 5 дней позже), биолого-морфологические показатели существенно не изменились по сравнению с показателями молоди, выпущенной ранее. Средняя масса и длина ас составили соответственно  $738 \pm 25$  мг и  $43,5 \pm 0,40$  мм. Коэффициент упитанности уменьшился на  $0,02$  по сравнению с коэффициентом у молоди, выпущенной из первой партии. Увеличился только индекс сердца – до  $0,26\%$  и индекс печени – до  $1,75\%$ .

По итогам гематологического обследования выявлено, что у подращенной в садках молоди кеты по сравнению с молодью в начале эксперимента за небольшой промежуток времени (до 14 сут) показатели крови значительно улучшились. Так, существенно увеличилось значение гематокрита (в%) и общее количество лейкоцитов в единице объема крови, которые составили  $44,1 \pm 1,1\%$  и  $7,65 \pm 0,80$  тыс. шт./мм<sup>3</sup> против  $30,8 \pm 1,7\%$  и  $1,52 \pm 0,02$  тыс. шт./мм<sup>3</sup> ( $p < 0,001$ ). Кроме того, повысился гемоглобин с  $63,8 \pm 1,0$  до  $72,4 \pm 1,3$  г/л ( $p < 0,01$ ) (табл. 26).

Таблица 25

**Рыбоводные показатели молоди кеты,  
подращенной в естественном выростном водоеме  
на р. Кулькuty в 2003 г.**

Дата и условия выращивания	Доля питавшихся рыб, %	Прирост массы тела, мг	
		фактический	среднесуточный
23.05, цех ОЭПАБ	47	—	—
24.06, цех ОЭПАБ	75	—	—
04.07, р. Кулькuty (естеств. вырост. водоем)	93	213	21,3
09.07, р. Кулькuty (естеств. вырост. водоем)	98	36	7,2
13.07, р. Кулькuty (выпуск 1-й партии)	100	102	20,4
18.07, р. Кулькuty (выпуск 2-й партии)	89	28	7,0
29.07, р. Кулькuty (свободный нагул)	100	218	19,8

Таблица 26

**Гематологические показатели молоди кеты при экспериментальном  
выращивании в условиях Ольской ЭПАБ и садках на р. Кулькuty в 2003 г.**

Условия выращивания, дата пробы	Гематокрит, %	Гемоглобин, г/л	Кол-во эритроцитов, тыс. шт./мм <sup>3</sup>	Кол-во лейкоцитов, тыс.шт./мм <sup>3</sup>	СГЭ, мк/мкг
Цех, Ольская ЭПАБ, 23 мая, t = 0,9°C	45,1±1,2	—	772±24	—	—
Начало опыта: цех, Ольская ЭПАБ, 3 июля, t = 1,9°C	30,8±1,7	63,8±1,0	776±53	1,52±0,02	82,2
Конец опыта: садки, р. Кулькuty, 17 июля, t = 9,3°C	44,1±1,1***	72,4±1,3***	727±36	7,65±0,80***	99,6

В морфологическом составе крови также произошли значимые изменения (табл. 27). Красная кровь молоди кеты, выращенной в садках, отличалась от выращенной на Ольской ЭПАБ большим относительным количеством юных эритроцитов – 25,2±4,3 против 12,3±2,5% (p < 0,05). Это свидетельствовало об интенсивном росте молоди кеты, в белой крови которой произошел также значительный сдвиг лейкоцитарной формулы в сторону увеличения лимфоцитов. Их количество увеличилось с 50,8±6,7% в начале эксперимента до 86,7±3,4 в конце эксперимента (p < 0,001) (см. табл. 27).

После кратковременного подращивания молодь кеты выпустили из садков. Первую партию кеты в количестве 125 тыс. экз. выпустили непосредственно в устье р. Кулькuty 13 июля. Чтобы увеличить время возможной адаптации к морским условиям и исключить обсыхание мальков во время отлива, при котором прибрежная зона в районе устья р. Кулькuty освобождается от воды иногда на 300–400 м, выпуск молоди проводили непосредственно под прилив. Основная часть молоди практически сразу же скатилась из устья реки в море. Однако отдельные особи и даже небольшие стайки, наоборот, стали довольно активно двигаться против течения по реке.

Таблица 27

Состав периферической крови молоди кеты при экспериментальном выращивании в условиях Ольской ЭПАБ и в садках на р. Кулькуты в 2003 г.

Условия выращивания, дата пробы	Юные эритроциты, %	Лейкоформула, %		
		лимфоциты	полиморфно-ядерные	моноциты
Цех, Ольская ЭПАБ, t = 1,9°C, 3 июля	12,3±2,5	50,8±6,7	41,2±8,3	3,4±1,6
Садки, р. Кулькуты, t = 9,3°C, 17 июля	25,2±4,3*	86,7±3,4***	13,1±3,4**	0,2±0,1

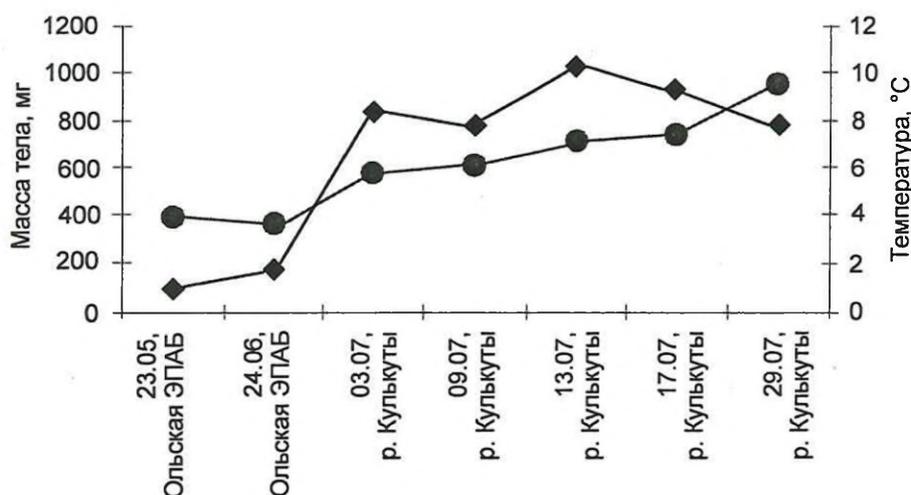


Рис. 31. Динамика температуры воды и массы тела молоди кеты при экспериментальном подращивании в условиях Ольской ЭПАБ и в садках на р. Кулькуты в 2003 г.: 1 – масса тела, мг; 2 – температура, °C

Такое поведение характерно для молоди, еще не готовой к смолтификации. Вторую партию молоди в количестве 60 тыс. экз. выпустили для свободного нагула в естественный пруд в пойме р. Кулькуты 18 июля. В пруду установили плавучие кормовые столики, на которых в зависимости от поедаемости несколько раз в сутки раскладывали пастообразные корма. У этой молоди оказались самые высокие размерно-весовые показатели, хотя температура воды в период нагула начала немного снижаться (до 7,8°C). Средняя масса и длина молоди достигли 956±30 мг и 47,5±0,44 мм (см. прил. 7 и рис. 31). При этом 47% молоди в общей выборке оказалось с массой не менее 951 мг.

По мере смолтификации нагуливающаяся в пресной воде молодь начала свободно скатываться в устье реки. Миграция проходила тогда, когда морские приливы увеличились до высоты 4,3 м и соленость в выростном пруду достигала 5‰, что благотворно сказалось на состоянии молоди. Часть мальков приобрела пелагическую серебристую окраску, что свидетельствовало о ее готовности к переходу в морскую воду. Период нагула основной части рыб этой партии (после 14-дневного садкового содержания) длился около 12 дней. Мальки были подвижны, хорошо держались на течении и активно питались.

Температура воды в зал. Одян, куда выпускали молодь кеты, с последних чисел июня и до середины июля увеличилась с 4–6 до 10–12°C, т. е. стала близкой к оптимальной. Морская вода в приустьевой прибрежной зоне р. Кулькуты в этот период прогрелась до 12–14°C.

Суммарный отход молоди за период подращивания составил всего 8,9% (18 тыс. экз.), что еще раз подтвердило полученные в результате эксперимента данные о высоких качественных показателях и выживаемости молоди.

Таким образом, этот способ садкового подращивания и выпуск молоди кеты в естественный водоем для свободного нагула в условия разреженной плотности посадки и доступности естественной кормовой базы позволяет вырастить молодь высокого физиологического качества с хорошими размерно-весовыми показателями. Кроме того, при пресноводном садковом подращивании исключается нерегулируемый скат молоди из выростных прудов во время весенне-летних паводков. Все это в итоге способствует более ранней адаптации молоди к естественной среде и формированию хоминга.

Из опыта МагаданНИРО, накопленного в процессе мониторинга искусственного стада кеты, сформированного на р. Кулькуты, а также из данных аэроучета следует, что при подращивании молоди в пресной воде стрэинг (блуждание, потеря инстинкта возврата в водоем рождения) вернувшихся производителей кеты обычно не превышает 8%. Сформированное стадо кеты относится к категории высокопродуктивных, свидетельством чему является стабильный возврат производителей в р. Кулькуты, а также наращивание объемов выпуска молоди за счет собственных производителей с 0,442 млн экз. (среднепогоде-летний с 1993 по 2003 г.) до 1,380–3,000 млн экз. в 2004–2005 гг. Коэффициент возврата производителей в разные годы составляет от 0,16 до 1,87% (Отчет..., 2003, 2004, 2005).

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

Вопросы повышения выживаемости и качественного состояния заводской молоди лососей, связанные с пресноводным и ранним морским периодом жизни, традиционно находятся в поле зрения ученых (Вялова, 1989; Жуйкова, 1975; Остроумова, 1964б, 1966а, б; Скопичев и др., 1991; Канидьев, 1967б, 1969, 1984; Канидьев, Леванидов, 1968; Хирд, 1990; Хованский, 1991а, б, 1994, 2000, 2004; Хованский и др., 1991, 1995, 1997; Хоревина, 1983; и др.). Данная проблема безусловно актуальна, поскольку известно, что в связи с особенностями искусственного разведения многие качественные показатели заводской молоди могут существенно отличаться от таковых у природной (Хованская и др., 2004).

В целях уменьшения воздействия на заводскую молодь тихоокеанских лососей ряда неблагоприятных факторов при выпуске с ЛРЗ и миграции ее по реке в море используются различные биотехнические приемы. В начале 60-х гг. в России были проведены первые опыты по адаптации молоди горбуши и кеты в морской воде и приспособляемости ее к морской воде (Бакштанский, 1963; Бочаров, 1964; Наточин, Бочаров, 1975). В Магаданской области такие же работы начали проводить в начале 90-х гг. (с развитием лососеводства в регионе) и продолжают в настоящее время (Хованская, 1993; Яковлев и др., 1994; Семенов и др., 1994; Хованский и др., 1995, 1997; Фомин, Хованская, 1997; и др.). Согласно результатам исследований, одним из перспективных способов выращивания крупной и жизнеспособной молоди, получившим широкое распространение в регионе, оказался способ подращивания молоди различных видов лососей в морских садках в прибрежье Охотского моря.

Известно, что смена условий среды, в том числе и солености воды, может привести к существенным изменениям биологических, биохимических и физиологических показателей у молоди лососей (Шершнева, 1973; Спешилова, 1978; Болквандзе, Цинцадзе, 1989; Варнавацкий, 1984, 1990; Кляшторин, Смирнов, 1990; Скопичев и др., 1992; Хованская, 1993; Хованский, 1994; Карпенко, 1998; Запорожец, Запорожец, 2000; Wedemeyer et al., 1980; и др.). По комплексным исследованиям определенных физиологических показателей можно судить о биологической полноценности рыб (Хованская, 1993).

Поэтому особый интерес представляет изучение гематологических показателей, так как кровь является одной из самых лабильных систем организма, но, не будучи единым морфологическим органом, все же представляет собой определенную морфологическую структуру. Функции ее многогранны и подчинены регуляции и координации различных обменных процессов в организме. Функциональная взаимосвязь отдельных элементов системы крови определяет ответные реакции на различные внешние воздействия (Житенева и др., 1989).

Определение физиологической полноценности молоди кеты и акселерированной молоди кижуча проводили в условиях повышенной солености по комплексу гематологических показателей, а также ее выживаемости. Исследования проводили с 19 июня по 17 июля в 1990 г. на «Нюкле», рыболовной базе бассейнового управления «Охотскрыбвод», расположенной в устьевой части р. Ола Тауйской губы Охотского моря. Молодь кеты перед перевозкой на опытную базу в течение 1 мес подращивали в естественном выростном пруду на Ольской ЭПАБ. Привезенную с Ольской ЭПАБ молодь кеты, кижуча и нерки в количестве соответственно 4,0; 1,0 и 1,8 тыс. экз. рассадили в рыболовные бассейны ИЦА-1. Кету содержали при плотности посадки 2 тыс. экз./м<sup>2</sup>, кижуча – 0,5 тыс. экз./м<sup>2</sup> и нерку – 1,0 тыс. экз./м<sup>2</sup>. В начале эксперимента средняя масса у кеты, кижуча и нерки составляла соответственно 509, 2717 и 898 мг. Температура воды в процессе наблюдений колебалась от 8 до 16°С, т. е. не выходила за пределы адаптации для этих видов лососей. Кормление молоди проводили многокомпонентной пастообразной смесью из икры минтая, печени морзверя, рыбной муки с добавлением поливитаминов.

Первые 13 сут молодь лососей находилась в пресной воде, затем увеличили соленость до 15‰. По истечении 7 сут молодь перевели в условия морской солености – 35‰. Кету при 35‰ содержали в течение 7 сут, кижуча – 5, нерку – 2 сут.

В ходе эксперимента замечено следующее. До перевода в воду повышенной солености вся молодь имела высокую выживаемость. В дальнейшем, после перевода в солоноватую воду (15‰) молодь кеты начала гибнуть с 1-го дня и продолжала погибать в течение 5 сут уже при солености 35‰. По истечении этого времени отход кеты прекратился. За весь период подращивания в солоноватой и морской воде погибло 14% молоди кеты. При этом в основном (около 10%) погибали мелкие особи, имеющие массу от 340 до 480 мг.

По результатам гематологического обследования у выжившей по окончании опыта молоди кеты выявлены изменения гематологических показателей по сравнению с показателями молоди в начале опыта (табл. 28).

У молоди кеты после содержания в морской воде уменьшился гематокрит с  $46,9 \pm 1,1\%$  (пресная вода) до  $38,5 \pm 0,7$  (мелкая молодь,  $p < 0,001$ ) и  $41,0 \pm 1,9\%$  (крупная молодь,  $p < 0,05$ ). Это было вызвано, вероятно, с несколькими причинами. В частности, при содержании в пресной воде общее количество эритроцитов в крови молоди кеты составляло  $870 \pm 50$  тыс. шт. мм<sup>3</sup>, тогда как в морской воде у мелкой и крупной оно оказалось достоверно меньше –  $640 \pm 20$  ( $p < 0,01$ ) и  $710 \pm 20$  тыс. шт./мм<sup>3</sup> ( $p < 0,05$ ) соответственно. В свою очередь уменьшение количества эритроцитов было связано с распадом части зрелых эритроцитов из-за изменения проницаемости клеток при повышенной осмотической нагрузке, а также адаптации рыб в результате смены среды обитания. Похожая причина снижения количества эритроцитов в гиперосмотической среде у молоди лососей наблюдали и другие исследователи (Строганов, 1962; Шпилов, 1978; Житенева и др., 1989). Следующим фактором снижения гематокрита могло стать явление плазмолиза эритроцитов (потери воды самими эритроцитами в гипертонической среде), из-за чего они уменьшаются в объеме (Житенева и др., 1989). Кроме того, при рассмотрении морфологического состава красной крови обнаружено, что у молоди, которую содержали в морской

воде, уменьшилось относительное количество незрелых и юных клеток эритроидного ряда (базофильных эритроцитов, эритро- и нормобластов) по сравнению с молодью кеты, находившейся в пресной воде (см. табл. 28). Кроме того, подращенная в морской воде разноразмерная молодь (мелкая и крупная) по этим показателям отличалась друг от друга.

Таблица 28

Гематологические показатели молоди кеты при экспериментальном подращивании в воде повышенной солености (от 15 до 35‰) (опыт с 19.06 по 17.07.1990 г.)

Показатель	Начало опыта	Конец опыта	
		Мелкая	Крупная
Масса молоди, мг	509±21	483±13	1114±49
Гемоглобин, г/л	72±2,2	68±4,7	85±5,3*
Гемоглобин в одном эритроците, мкмкг	82,8	106,3	119,7
Гематокрит, %	46,9±1,1	38,5±0,7***	41,0±1,9*
Количество эритроцитов, тыс. шт./мм <sup>3</sup> крови	870±50	640±20**	710±20*
Количество лейкоцитов, тыс. шт./мм <sup>3</sup> крови	6,2±1,2	7,2±0,6	6,4±1,4
Эритропоэз, %			
Зрелые эритроциты	73,4±1,5	69,8±1,4	78,4±2,9*
Полихроматофильные	15,0±1,8	26,0±1,1	17,6±2,1
Базофильные	10,0±1,0	3,7±0,6	3,4±1,0
Эритробласты	1,6±0,4	0,5±0,2	0,6±0,3
Лейкоцитарная формула, %			
Лимфоциты	73,6±3,4	93,9±1,1***	89,5±4,0**
Полиморфноядерные	15,9±3,4	6,0±1,1*	10,3±4,1
Моноциты	10,5±1,3	0,1±0,5***	0,2±0,08***

В наших опытах замечено, что с уменьшением числа молодых клеток эритроидного ряда и увеличением числа более зрелых эритроцитов значение гематокрита также снижается. По-видимому, молодые клетки занимают больший объем, чем зрелые. Вероятно, это также могло оказаться причиной снижения гематокрита у молоди при содержании в морской воде.

У адаптированной к морской воде мелкой и крупной молоди кеты по сравнению с той, которую содержали в пресной, концентрация гемоглобина в эритроцитах увеличилась соответственно до 106,3 и 119,7 мкмкг против 82,8 (см. табл. 28). Это было связано прежде всего с уменьшением общего количества эритроцитов в крови и свидетельствовало о большей степени зрелости клеток эритроидного ряда у этой молоди. Известно, что при распаде эритроцитов в периферическом токе крови, в частности, распаде гемоглобина (путем ферментации), выделяются продукты, выполняющие компенсаторную роль, а также стимулирующие эритропоэз. Между количеством и качеством самих эритроцитов существует связь, которая имеет адаптивное значение и является одной из форм процесса ауторегуляции, что в конечном итоге защищает организм от анемии (Житенева и др., 1989). Поэтому смена солености воды, по-видимому, по этим же причинам повлияла на качество эритроцитов. Причем концентрация гемоглобина в одном эритроците у крупной молоди, содержащейся в морской воде, оказалась значительно больше, чем у мелкой из той же воды, а также у молоди из пресной воды. Это повлияло на рост общего содержания гемоглобина в крови у крупной молоди до 85±5,3 г/л, тогда как у мелкой молоди из морской воды и молоди из пресной воды общее содержание гемоглобина достигло соответственно 68±4,7 и 72±2,2 г/л (см. табл. 28). Общее содержание гемоглобина у крупной молоди повысилось не за счет количественного роста эритроци-

тов, которое оказалось даже ниже, чем у молоди в начале эксперимента, а за счет высокой концентрации гемоглобина в самих эритроцитах. В итоге крупная молодь обладала его высокой обеспеченностью, что свидетельствовало о хороших потенциальных способностях ее роста, завершении адаптации и жизнеспособности в морской воде. Полученные результаты вполне согласуются с данными исследований, проведенных на видах других родов и семейств лососевидных рыб (Леоненко, Ляхнович, 1968; Глаголева, 1977).

Кроме того, установлено, что у мелкой молоди после перевода в морскую воду общее содержание гемоглобина не повысилось (см. табл. 28). Это было связано с тем, что увеличение концентрации гемоглобина в эритроцитах с  $82,8$  мкмкг (молодь из пресной воды) до  $106,3$  (мелкая молодь из морской воды) не компенсировало потери эритроцитов в крови при смене солёности. Полученные данные согласуются с таковыми А. Н. Канидьева (1984), отмечавшего, что после ската молоди лососей в море снижается количество эритроцитов и общего гемоглобина. Л. И. Спешиллов (1978), исследуя физиологическое состояние годовиков стальноголового лосося при выращивании в морской воде, обнаружил, что если при содержании их в пресной воде гемоглобин и количество эритроцитов повышались сразу же после начала опыта, то в морской воде этот показатель снижался, при этом тенденция к их росту наблюдалась только в конце месячного срока выращивания. По-нашему мнению, если сравнить показатель общего гемоглобина у крупной и мелкой молоди кеты, то можно предположить, что у мелкой молоди процесс адаптации к морской воде еще не был завершен, тогда как крупная молодь уже полностью адаптировалась.

Красная кровь всей молоди кеты при содержании в морской воде характеризовалась интенсивным эритропозом (см. табл. 28).

Однако, как ранее было замечено, по сравнению с молодьёю из пресной воды, она отличалась большей степенью зрелости клеток эритроидного ряда. У мелкой и крупной молоди уменьшилось количество самых молодых клеток – базофильных эритроцитов и эритро- и нормобластов. Если у молоди из пресной воды относительное количество базофильных эритроцитов было достаточно высоким и достигало  $10,0 \pm 1,0\%$ , то у мелкой и крупной молоди из морской воды оно снизилось соответственно до  $3,7 \pm 0,6$  ( $p < 0,001$ ) и  $3,4 \pm 1,0\%$  ( $p < 0,001$ ).

Похожая характеристика красной крови оказалась и при сравнении числа самых юных клеток эритроидного ряда – эритро- и нормобластов у молоди из пресной воды, а также у мелкой и крупной молоди из морской:  $1,6 \pm 0,4\%$  против  $0,5 \pm 0,2$  ( $p < 0,05$ ) и  $0,6 \pm 0,3\%$  соответственно.

В. И. Карпенко (1998), приводя данные Т. И. Калюжной 1987 г., а также А. Н. Канидьева (1984) отмечают, что в период ската по рекам и нагула в их устьевой части у «дикой» молоди кеты интенсивность эритропоза «затухает», а в период раннего морского нагула повышается. В нашем опыте кровь молоди кеты еще до пересадки в морскую воду характеризовалась высокой интенсивностью эритропоза, а в дальнейшем, после пересадки и содержания ее в этой воде, интенсивность эритропоза хотя и оставалась высокой, но все же снизилась. Скорее всего, расхождение наших данных с ранее опубликованными упомянутых авторов объясняется тем, что молодь кеты в нашем опыте была предварительно подрошена в условиях естественного выростного пруда на Ольской ЭПАБ, где интенсивность эритропоза после пересадки из заводских условий в естественные повысилась. В дальнейшем, уже после 13-дневного пребывания в наружных бассейнах в пресной воде и при достаточно длительном содержании в морской воде различной солёности (в течение 14 сут), молодьёю (в особенности крупной) уже был пройден период адаптации. Это и отразилось на интенсивности эритропоза: увеличилось относительное количество более зрелых эритроцитов и уменьшилось количество самых молодых клеток эритроидного ряда. Однако в целом вся перешедшая в морскую воду молодь кеты ха-

рактировалась интенсивным эритропозом, так как имела от 20,6 (крупная молодь) до 30,2% (мелкая молодь) незрелых эритроцитов, что свидетельствовало о хорошем физиологическом качестве молоди после перевода ее в новые условия. К примеру, в 1990 г. в заводских условиях Ольской ЭПАБ у молоди кеты интенсивность эритропоза оказалась невысокой и при этом количество зрелых эритроцитов составило не менее 81,9% (Хованская, 1993).

После содержания в морской воде белая кровь мелкой и крупной молоди кеты существенно изменилась по сравнению с таковой у молоди до перевода в морскую воду. У мелкой и крупной молоди из морской воды относительное количество лимфоцитов оказалось намного выше, чем у молоди из пресной воды, и составило соответственно  $93,9 \pm 1,1$  и  $89,5 \pm 4,0\%$  ( $p < 0,001$ ,  $p < 0,01$ ) против  $73,6 \pm 3,4\%$ . Кроме того, эта же кровь у мелкой и крупной молоди отличалась от таковой из пресной воды меньшим количеством полиморфноядерных лейкоцитов [ $6,0 \pm 1,1$  ( $p < 0,05$ ) и  $10,3 \pm 4,1\%$ ] и моноцитов [ $0,1 \pm 0,05$  ( $p < 0,001$ ) и  $0,2 \pm 0,08\%$  ( $p < 0,001$ )], против  $15,9 \pm 3,4\%$  и  $10,5 \pm 1,3\%$  соответственно (см. табл. 28). Значительный рост лимфоцитов также свидетельствовал о физиологической полноценности как мелкой, так и крупной молоди кеты.

Однако, как выявили исследования, следует ориентироваться на перевод из пресной в морскую воду молоди кеты лучшего физиологического качества, возможно, с более высоким показателем гемоглобина (до 80 г/л) и с большей массой (свыше 600–700 мг), чем те, которые оказались у молоди из пресной воды в начале эксперимента – соответственно 72 г/л и 509 мг. Как считает Т. П. Глаголева (1977), у молоди балтийского лосося общий гемоглобин является одним из наиболее информативных показателей, характеризующих степень смолтификации лососей. Он достоверно выше у той молоди, которая скатывается по реке в море, чем у молоди, не готовой к миграции. И, хотя наши исследования не преследовали цель определить степень смолтификации молоди кеты по одному из гематологических показателей, мы согласны с мнением В. С. Варнавского (1990), что только по общему содержанию гемоглобина в крови нельзя судить о степени смолтификации молоди. Можно лишь на показаниях гемоглобина прогнозировать сроки выпуска молоди с ЛРЗ. Однако имеются все основания предположить, что мелкая молодь кеты в меньшей степени готова к миграции и переходу в морскую воду, поэтому она хуже адаптируется к повышению солености, чем крупная, и отличается меньшей жизнеспособностью в период адаптации. В эксперименте, как было показано ранее, погибло около 10% мелкой молоди.

По результатам многолетних исследований установлено, что если на ЛРЗ выращивают молодь кеты с небольшой массой, то лучше всего начинать ее подращивание не позднее первой декады июня. В связи с тем, что мелкой молоди необходим более продолжительный период адаптации к условиям морской солености, выпуск жизнестойкой подрошенной молоди нужно осуществлять не ранее второй декады июля (Хованская, 1993; Хованский, 1994; Семенов и др., 1994; Хованский и др., 1995; Фомин, Хованская, 1997; Хованский, 2004).

Кроме того, получению жизнеспособной, физиологически полноценной молоди кеты, успешно адаптирующейся к морской воде, способствует создание для нее оптимальных экологических условий. Последние заключаются в проведении специальных методических приемов перед переводом молоди в морскую воду, в число которых входят тренировка молоди в условиях повышенной проточности, введение минеральных добавок в корма, обеспечение полноценными кормами, перевод молоди в воду с постепенным наращиванием солености, подращивание в садках в морском прибрежье (Хованский и др., 1997; Хованский, 2004). Выявлено также, что при адаптации в морской воде крупная молодь по некоторым гематологическим показателям, а также выживаемости оказалась

лучшего качества. Адаптивный период крупной молоди в морской воде укорачивается, поэтому преимущества подращивания именно крупной молоди в морской воде очевидны (Хованская, 1993; Хованский и др., 1995; Хованский, 2004).

После пересадки нерки в морскую воду также изменились ее гематологические показатели. Увеличилось общее содержание гемоглобина и его содержание в одном эритроците с  $67 \pm 2,5$  до  $81 \pm 2,5$  г/л ( $p < 0,01$ ) и с 76,1 до 115,7 мкмкг соответственно. Существенно снизились количество эритроцитов в единице объема крови – с  $880 \pm 50$  до  $700 \pm 20$  тыс. шт./мм<sup>3</sup> ( $p < 0,01$ ) и величина гематокрита – с  $45,9 \pm 1,0$  до  $40,5 \pm 0,9\%$  (табл. 29).

Таблица 29

Гематологические показатели молоди кижуча и нерки при экспериментальном подращивании в воде повышенной солености (от 15 до 35‰)

Показатель	Кижуч		Нерка	
	Начало опыта 19.06.90	Конец опыта 12.07.90	Начало опыта 19.06.90	Конец опыта 08.07.90
Масса молоди, мг	2717±78	3885±165***	897±27	1100±61**
Гемоглобин, г/л	73±34	79±34	67±24	81±25**
Гемоглобин в одном эритроците, мкмкг	86,9	85,9	76,1	115,7
Гематокрит, %	41,1±0,8	39,7±0,6	45,9±1,0	40,5±0,9***
Количество эритроцитов, тыс. шт./мм <sup>3</sup> крови	840±50	920±30	880±50	700±20**
Количество лейкоцитов, тыс. шт./мм <sup>3</sup> крови	18,8±2,4	20,3±5,5	4,8±0,8	4,1±0,6
Эритропоэз, %				
Зрелые эритроциты,	75,1±2,1	95,4±0,5***	75,5±2,5	90,2±1,6***
Полихроматофильные	20,0±1,5	4,5±0,4***	19,1±1,3	8,1±1,2***
Базофильные	2,8±0,9	0,1±0,03***	4,9±1,1	1,7±0,5**
Эритробласты	0,3±0,08	0	0,5±0,16	0
Лейкоформула, %				
Лимфоциты	90,8±0,6	85,2±3,9	77,3±3,3	67,2±3,9
Полиморфноядерные	8,6±0,6	14,7±3,9	21,6±3,7	31,2±3,4
Моноциты	0,6±0,2	0,1±0,03*	1,1±0,5	1,6±0,2

Красная кровь сеголеток нерки после содержания в морской воде отличалась большей степенью зрелости клеток эритроидного ряда, чем у сеголеток до перевода в морскую воду. При этом в крови у молоди из морской воды отсутствовали самые юные эритроциты – эритро- и нормобласты, уменьшилось относительное количество базофильных и полихроматофильных эритроцитов (соответственно  $p < 0,001$  и  $p < 0,01$ ) (см. табл. 29).

В. И. Карпенко (1998), приводя данные Т. И. Калужной 1987 г., отмечает, что в период ската сеголеток нерки в ее крови зрелость эритроцитов очень высокая (до 100% составляют зрелые эритроциты). Далее, в период нагула в реке и в устье р. Хайлюля (п-ов Камчатка), зрелых эритроцитов становится немного меньше, и они составляют около 95,17% в реке и 94,99% в устье. То есть у природной молоди нерки к моменту перехода в морскую воду возобновляется эритропоэз. В нашем опыте молодь перешла в морскую воду, когда у нее уже проходил активный эритропоэз (всего 75,5% зрелых эритроцитов). Остальные эритроциты оказались всеми формами незрелых эритроцитов (см. табл. 29). Сопоставляя литературные и собственные данные, мы пришли к выводу, что, по-видимому, красная кровь нерки, готовой к миграции в морскую воду, может

характеризоваться большей степенью зрелости клеток эритроидного ряда (95–100% зрелых эритроцитов), чем оказалось в начале нашего эксперимента. Это, скорее всего, обусловлено различиями в условиях обитания лососей в природе и на ЛРЗ, а также видовой особенностью лососей с длительным пресноводным периодом развития.

У молоди нерки после пересадки в морскую воду общее количество лейкоцитов достоверно не изменилось. Однако при рассмотрении морфологического состава периферической крови у той, которую содержали в морской воде, отмечена тенденция к сдвигу лейкоформулы в сторону снижения лимфоцитов (с  $77,3 \pm 3,3$  до  $67,2 \pm 3,9\%$ ) и увеличению полиморфноядерных лейкоцитов (с  $21,6 \pm 3,7$  до  $31,2 \pm 3,4\%$ ) по сравнению с аналогичными показателями до перевода молоди в морскую воду (см. табл. 29). У природных сеголеток нерки, наоборот, в течение ската по реке и нагула в ее устьевой части происходит увеличение лимфоцитов (с 62 до 86%) и снижение полиморфноядерных клеток различной степени зрелости (с 32 до 9,6–11,5%) (Карпенко, 1998). Полученные результаты гематологического обследования молоди нерки дают основание утверждать, что она не адаптировалась к морской воде и оказалась физиологически неполноценной. Это же подтверждают данные об ее выживаемости в ходе эксперимента. Сеголетки нерки оказались менее устойчивыми к морской воде, чем молодь других видов лососей, причем при содержании в морской воде с соленостью 15‰ отход составил около 30%, а в воде с соленостью 35‰ на 2-е сут погибли уже все 100% особей. Важнейшим показателем качества молоди является ее способность к развитию физиологических механизмов, позволяющих в пресной воде малькам мигрировать в море, успешно адаптироваться к океанической солености и быстро расти в морской среде обитания (Кляшторин, Смирнов, 1990). В нашем опыте за время эксперимента масса молоди нерки увеличилась с  $898 \pm 27$  до  $1100 \pm 61$  мг ( $p < 0,01$ ), при этом относительный прирост оказался невысоким и составил в среднем всего 22,5% (см. табл. 29).

Таким образом, молодь нерки массой до 1 г, характеризующаяся низким содержанием общего гемоглобина в крови (67 г/л), а также высоким содержанием полиморфноядерных лейкоцитов (более 21,6%) в белой крови, оказалась нежизнеспособной и плохо адаптирующейся к высокой солености. В морской воде при 15‰ погибает до 30% молоди, а при 35‰ смертность может достигать 100%, хотя следует опять-таки отметить, что по одним только гематологическим показателям нельзя судить о готовности молоди к переходу в морскую воду (Варнавский, 1990).

Проведение успешной адаптации нерки к морской воде возможно, если средняя масса ее составляет не менее 2 г. Однако нерка разных популяций может смолтифицироваться и скатываться в море при довольно широком варьировании массы – от 1,8 до 90 г. По-видимому, для каждой популяции нерки могут существовать свои адаптивные пределы средней массы. Отметим, что еще до конца не выяснено, какие именно популяции способны давать сеголетков-смолтов массой 2 г и является ли это свойство генетически обусловленным (Кляшторин, Смирнов, 1990).

Более точную и объективную информацию о физиологическом состоянии молоди и ее способности к переходу в воду с повышенной соленостью дает тест на толерантность к морской воде по изменению осмолярности плазмы крови (Смирнов, Кляшторин, 1989; Кляшторин, Смирнов, 1990; Хованский, 1992, 1994, 2004). Однако совместно с этим исследование гематологических показателей представляется не менее интересным с научной точки зрения и не менее важным для определения оптимальных параметров гематологических показателей при адаптации молоди лососей к воде морской солености.

В ходе эксперимента по подрачиванию молоди кижуча в морской воде выявлено следующее. При переводе молоди кижуча в морскую воду средняя

масса которого составила  $2717 \pm 78$  мг, из гематологических показателей, по сравнению с его состоянием до перевода, достоверно отличался только состав красной крови (см. табл. 29). Если в начале опыта красная кровь кижуча из пресной воды характеризовалась интенсивным эритропозом, где относительное количество незрелых различных форм эритроцитов составляло 23,1%, то в конце опыта в крови молоди из морской воды их оказалось всего 4,6% ( $p < 0,001$ ). При этом в красной крови уже не обнаруживали юные формы эритроцитов – эритро- и нормобласты, а молодые эритроциты состояли в основном из близких к зрелости полихроматофильных эритроцитов. При переводе из пресной в морскую воду у сеголеток кижуча в белой крови наблюдали незначительную тенденцию к снижению лимфоцитов (с  $90,8 \pm 0,6$  до  $85,2 \pm 3,9\%$ ), а также к увеличению полиморфноядерных лейкоцитов (с  $8,6 \pm 0,6$  до  $14,7 \pm 3,9\%$ ), что свидетельствовало о неполной адаптации молоди к воде морской солености. Кроме того, у молоди кижуча из морской воды отметили тенденцию к увеличению общего гемоглобина вследствие количественного роста эритроцитов в крови. Немного изменился и качественный состав самих эритроцитов, обеспеченность гемоглобином которых в начале опыта составила 86,9 мкмкг, тогда как у молоди кижуча из морской воды его оказалось меньше – 85,9 мкмкг (см. табл. 29). Очевидно, условия, созданные для сеголеток кижуча в морской воде (разреженная плотность посадки, обеспеченность полноценным кормом), были физиологически адекватными для их роста и развития. Поэтому дыхательная функция крови в этих условиях может осуществляться с тем же успехом, но при меньшей концентрации гемоглобина (Канидьеv, 1984). Об оптимальных условиях молоди кижуча, содержащейся в морской воде, свидетельствует и показатель средней массы, который увеличился с  $2717 \pm 78$  (пресная вода) до  $3885 \pm 165$  мг (морская вода) ( $p < 0,001$ ), при этом относительный прирост 1 экз. оказался довольно высоким и составил 43% (см. табл. 29). Молодь кижуча оказалась самой жизнеспособной – после пересадки ее в морскую воду погибло всего 2 экз. Величина гематокрита после перевода в морскую воду у сеголеток кижуча, так же как и у других видов лососей, несколько снизилась, хотя отличия оказались несущественными (см. табл. 29).

Таким образом, сеголетки кижуча хорошо адаптируются к высокой солености при средней массе до 3 г. При этом общее содержание гемоглобина в крови может быть свыше 73 г/л, а в составе периферической крови в начале и конце подращивания должно присутствовать от 8 до 15% полиморфноядерных лейкоцитов и соответственно от 75 до 95% зрелых эритроцитов. После перевода в морскую воду увеличение относительного числа полиморфноядерных лейкоцитов в белой крови и увеличение зрелости клеток эритроидного ряда в красной свидетельствуют о еще не пройденном периоде адаптации молоди кижуча к соленой воде.

Анализ полученных результатов позволил заключить, что в условиях адаптации сеголеток кеты, нерки и кижуча к воде повышенной солености возникают существенные изменения в морфологическом составе крови. При этом у заводской молоди кеты, как и в пресной воде, в красной крови сохраняется высокая интенсивность эритропоза, что в целом подтверждает удовлетворительное прохождение ее адаптации к морской воде (Остроумова, 19646). Однако у мелкой и крупной молоди в процессе содержания ее в морской воде снижается количество самых юных эритроцитов – базофильных, нормо- и эритробластов (до 4,0–4,2 против 11,6%). При этом у мелкой среди всего количества незрелых клеток эритроидного ряда значительно увеличивается количество близких к зрелости полихроматофильных эритроцитов (до 26,0%). У крупной молоди кеты увеличивается по сравнению с молодью из пресной воды и мелкой из морской количество зрелых эритроцитов (до 78,4 против 73,4 и 69,8% соответственно).

Таким образом, высокая интенсивность эритропоза и его небольшое снижение при сохранении количества юных (базофильных, нормо- и эритробластов) до 4,0–4,2% и молодых (полихроматофильных) эритроцитов до 17,6–26,0% являются свидетельством стабилизации процесса кроветворения и полной адаптации молоди к условиям морской солёности. Это же подтверждают изменения морфологического состава белой крови в сторону увеличения в лейкоформуле числа лимфоцитов до 89,5–93,9% (молодь из морской воды) против 73,6% (молодь из пресной воды).

Крупная молодь кеты в условиях адаптации к морской воде отличается от мелкой лучшими гематологическими показателями: содержанием гемоглобина, который составляет около 85 г/л, и более качественным составом эритроцитов – 119,7 мкмкг гемоглобина в одном эритроците. У крупной молоди из морской воды по сравнению с мелкой наблюдается тенденция к увеличению общего количества эритроцитов и повышению величины гематокрита. Кроме того, она в условиях нарастающей солёности характеризуется высокой выживаемостью – около 96%. У мелких особей в тех же условиях выживаемость меньше и составляет около 90%.

Успешной адаптации молоди кеты к условиям повышенной солёности способствует ее кратковременное подращивание в естественных выростных прудах и/или наружных бассейнах, так как у нее улучшается общее физиологическое состояние, фиксируемое по многим гематологическим показателям.

В ходе эксперимента по переводу молоди различных видов лососей из пресной в морскую воду установлено, что чем меньше изменяется гематокрит в сторону снижения в морской воде, тем выше выживаемость молоди. У мелкой кеты при 17,9% снижения гематокрита от такового в начале опыта погибло 10% особей. У крупной при 12,6% – погибло 4%. Аналогично у нерки при 11,7% изменения гематокрита погибло 30% особей, тогда как кижуч при 3,4% снижения гематокрита отличался почти 100%-ной выживаемостью. Это может послужить одним из методов тестирования готовности молоди к катадромной миграции и переходу ее в морскую воду.

В процессе адаптации молоди лососей (кеты и нерки) к морской воде происходит снижение в крови общего количества эритроцитов и повышение качества самих эритроцитов вследствие увеличения гемоглобина в одном эритроците, что является компенсаторной функцией крови для обеспечения дыхания в условиях стресса рыб (на примере нерки и мелкой кеты) и активизации обменных процессов (на примере крупной молоди кеты).

При успешной адаптации молоди к морской воде и физиологической адекватности условий для обеспечения обменных процессов в организме концентрация гемоглобина в одном эритроците может не увеличиваться, что подтверждается ранее проведенными исследованиями (Канидьев, 1984).

У заводской молоди лососей с длительным пресноводным периодом (на примере кижуча) при массе до 3 г при успешном процессе адаптации к морской воде гематологические показатели существенно не изменяются. Характерная реакция происходит только в морфологическом составе красной крови – резко снижается интенсивность эритропоза по сравнению с таковой в период пребывания в пресной воде.

Увеличение относительного числа полиморфноядерных лейкоцитов в белой крови заводской молоди лососей после пересадки в морскую воду свидетельствует о том, что рыба находится в стрессе и/или еще не адаптирована к новым условиям. Молодь нерки массой до 1 г, в белой крови которой свыше 20–30% полиморфноядерных лейкоцитов, еще не адаптировалась к морской солёности.

## Глава 5. БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОЛОДИ КЕТЫ ИСКУССТВЕННОГО И ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

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

Завершающий этап пастбищного нагула лососевых рыб начинается с выпуска молоди в естественные водоемы. Для обеспечения эффективной деятельности рыбоводных заводов необходим обязательный контроль за условиями выпуска и состоянием заводской молоди в природной среде (Канидьеv, 1984; Бочаров и др., 1985). Одной из основных причин низкой эффективности работы рыбоводных заводов является ранний выпуск молоди (Гриценко и др., 1987).

Выращивание полноценной молоди лососей на основе накопленных физиолого-экологических знаний и своевременный выпуск, направленный на увеличение ее выживаемости, дают положительные результаты (Кобаяси, 1988). Особо важное значение период ската имеет для лососей с коротким пресноводным периодом жизни – кеты и горбуши, причем скат молоди кеты в большей мере, чем скат молоди горбуши, определяется влиянием паводков (Гриценко и др., 1987).

В работе представлены материалы по скату молоди кеты, выпущенной с ОЭПАБ в 1990 г. в р. Углеканка (басс. р. Ола). Особое внимание было уделено влиянию паводков на интенсивность ската, а также проведена физиологическая оценка природных и заводских покатников (Хованская и др., 1991).

Активный скат молоди кеты по р. Углеканка зарегистрирован уже в первых числах мая. И хотя в этот период выпуск молоди рыбводным заводом не проводили, к его началу уже было зафиксировано 33,4% от всех учтенных за весь период наблюдения покатников. Это можно объяснить утечкой молоди из цеха-питомника и выростных прудов ОЭПАБ, а также скатом молоди от естественного нереста кеты в реке, который, однако, в 1989 г. был незначительным.

Продолжительность ската молоди кеты по реке составила 76 дней (6 мая – 20 июля). Отдельные особи встречались и на 82-е сут (27 июля), хотя 95% молоди скатилось уже на 36-е сут (10 июня).

Наиболее полную характеристику динамики и, соответственно, условий ската дают табл. 30 и рис. 32. Из приведенных данных следует, что 22,4% учтенных покатников пришлось на период майского паводка (13–16 мая), из них 7,4% скатились в неблагоприятный период, когда температура в море составляла всего +1°C. При этом скорость течения водного потока на различных участках колебалась от 50 до 100 см/с. Здесь же необходимо отметить, что масса молоди в этот период не достигла нормативного минимума (500 мг), составив всего 381 мг (табл. 31).

Выпуск молоди рыбводным заводом был начат 28 мая. Основная часть ее скатилась в период июньского паводка. 4 июня уровень воды повысился до 50 см, и за 7 дней (с 4 по 10 июня) скатилось 56,3% молоди кеты. Температура воды в это время, как в реке, так и в море, находилась в пределах допустимых значений – 3–5°C.

Самый благоприятный период для ската молоди начался со второй декады июня: уровень воды понизился, температура воды в реке достигла 5–6°C (на мелководье – более 10°C), в море – более 10°C. Но, поскольку основной выпуск совпал с паводком, под давлением которого мигрировала большая часть молоди, в данный благоприятный период скатилось только 5% учтенных покатников. 27 июля на р. Углеканка был отмечен самый высокий уровень воды за лето, достигший 150 см. После паводка молоди кеты в реке не осталось (см. рис. 32).

Одним из лимитирующих факторов водной среды, влияющих на выживаемость мальков, является скорость течения, так как способность молоди противостоять ему имеет пороговый предел (Канидьеv, 1984).

Сроки, динамика и условия ската молоди кеты в р. Углеканка в 1990 г. (Хованская и др., 1991)

Сроки ската	Кол-во учтенной молоди, тыс. экз./%	Температура воды, °С		Уровень воды, см
		р. Углеканка	Тауйская губа Охотского моря, ст. «Нюкля»	
06–13.05	$\frac{1456}{7,4}$	$\frac{1,0}{0,8-1,8}$	$\frac{1,0}{-0,1-3,3}$	9–20
14–20.05	$\frac{2989}{15,0}$	$\frac{1,7}{0,9-3,6}$	$\frac{4,6}{4,3-5,7}$	Паводок 20–5
21–27.05	$\frac{2198}{15,0}$	$\frac{3,0}{1,3-4,8}$	$\frac{4,7}{4,2-5,7}$	5–1
28.05–03.06 (выпуск молоди)	$\frac{1064}{5,3}$	$\frac{3,5}{2,7-5,5}$	$\frac{5,3}{4,1-8,1}$	0–2
04–10.06	$\frac{11200}{56,3}$	$\frac{4,5}{3,5-5,8}$	$\frac{8,6}{5,4-10,3}$	Паводок 20–50
11.06–20.07	$\frac{1006}{5,0}$	$\frac{5,6}{3,5-8,0}$	$\frac{11,6}{7,0-18,1}$	0
27.07	Отдельные особи	7,7	13,5	Паводок 150

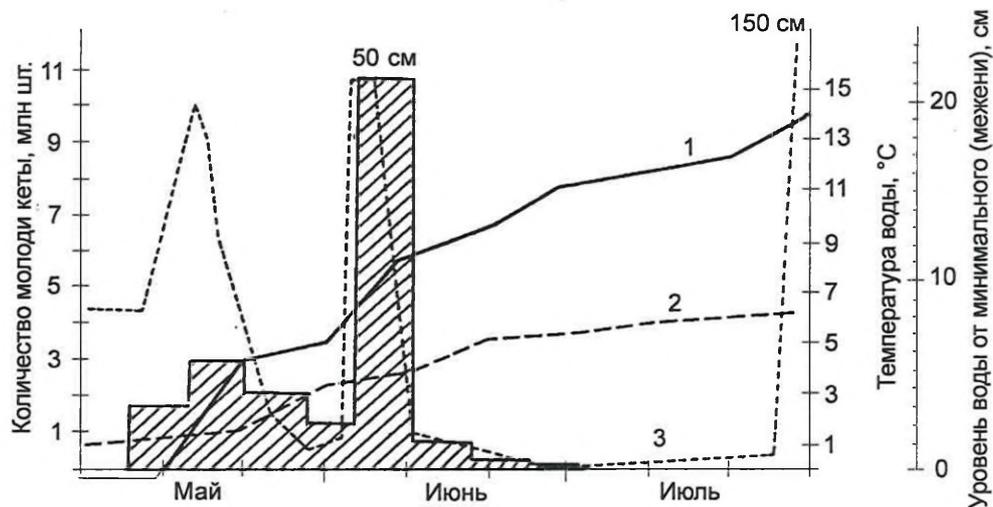


Рис. 32. Динамика ската молоди кеты в р. Углеканка в 1990 г.: 1 — температура воды в море; 2, 3 — температура и уровень воды в р. Углеканка (количество скатившейся молоди показано на диаграмме)

С подъемом уровня воды в р. Углеканка от 0 до 50 см скорость течения возросла с 20 до 90 см/с на спокойном участке и с 95 до 180 — на стрежне. А. Н. Канидьев (1984) отмечает, что покатыники могут находиться на течении непрерывно долго при скорости течения менее 22 см/с.

Количество молоди, скатывающейся по реке, возрастает от берегов к середине. Если возле берега за 5 мин при скорости течения 60 см/с в ловушку попало 10 шт., то уже на скорости 175 см/с было поймано 75 шт. Это свидетельствует о том, что с увеличением скорости потока способность молоди противостоять течению резко уменьшается, и она во время паводков сразу выносится в Ольский лиман.

Таблица 31

**Биологические показатели заводской и природной молоди кеты  
в период ската в 1990 г.**

Дата, место вылова, происхождение молоди	Длина ас, мм	Длина ад, мм	Масса р, мм	Коеф. упитанности $K_{\phi}$	Кол-во в пробе, экз.
15 мая, р. Углеканка, заводская	$37,7 \pm 0,83^*$ 34,0–44,0	$34,7 \pm 0,49^{***}$ 30,0–43,5	$381 \pm 12,1^{***}$ 265–510	$0,95 \pm 0,019$ 0,72–1,36	50
20 мая, р. Ола (Ольские ворота), естественная	$35,8 \pm 0,23$ 33,5–38,0	$31,6 \pm 0,20$ 29,5–33,5	$314 \pm 7,3$ 245–394	$1,00 \pm 0,02$ 0,81–1,13	25
31 мая, выростной пруд (р. Углеканка), заводская	$40,1 \pm 0,46^{***}$ 36,5–55,0	$35,5 \pm 0,41^{***}$ 32,5–49,0	$509 \pm 21,3^{***}$ 340–1230	$1,12 \pm 0,001$ 0,95–1,31	50
11 июня, р. Углеканка, заводская	$38,7 \pm 0,87$ 36,0–49,0	$33,9 \pm 0,78$ 29,0–42,5	$479 \pm 14,4$ 283–848	$1,09 \pm 0,014^{**}$ 0,84–1,28	50
11 июня, р. Ола (протока Полицейская), естественная	$37,8 \pm 0,30$ 36,5–42,5	$33,5 \pm 0,30$ 32,0–38,0	$439 \pm 16,0$ 350–665	$1,16 \pm 0,02$ 1,02–1,35	25
18 июня, р. Углеканка, заводская	$41,8 \pm 0,41^{***}$ 36,0–46,0	$37,2 \pm 0,37^{***}$ 31,0–41,0	$579 \pm 22,9^{***}$ 302–800	$1,11 \pm 0,026^{***}$ 0,87–1,35	30
26 июня, р. Углеканка, заводская	$41,1 \pm 1,22$ 36,0–52,0	$36,8 \pm 1,16$ 32,0–47,5	$525 \pm 65,0$ 220–1200	$1,00 \pm 0,028$ 0,67–1,14	15

Характеризуя суточную динамику ската (рис. 33), можно заключить, что в его начале (28 мая) преобладает ночная миграционная активность молоди, в середине – предутренняя (4 июня), а в конце (11 июня) – вечерняя. Скорее всего, это связано с удлинением светового времени дня.

Таким образом, в ходе миграции заводской молоди кеты по реке происходит изменение суточной миграционной активности. В начале миграции интенсивность ее возрастает в ночные часы суток, в середине – в предутренние, а по окончании – в вечерние часы суток.

Данные морфологического анализа заводской молоди кеты (см. табл. 31), показывают, что на протяжении ската прослеживается тенденция увеличения ее весовых показателей. С середины мая масса тела возросла к началу второй декады июня с  $381 \pm 12$  до  $479 \pm 14$  мг ( $p < 0,001$ ), что составило увеличение этого показателя на 25,7%. Самые высокие размерно-весовые значения отмечены у молоди, скатившейся в конце второй декады июня, когда основной скат уже прошел и покатники достигли средней длины  $41,8 \pm 0,41$  мм и массы  $579 \pm 22,9$  мг. Коэффициент упитанности на протяжении ската увеличился с  $0,95 \pm 0,02$  до  $1,11 \pm 0,03$  ( $p < 0,001$ ). Таким образом, задержка молоди в реке до середины июня положительно сказывается на ее качественных показателях.

Сравнение морфологических показателей заводской и природной молоди дает основание заключить, что длина и масса заводской кеты оказалась достоверно больше, чем у природной ( $p < 0,001$ ). Природная имела в мае среднюю длину  $35,8 \pm 0,2$  мм, массу  $314 \pm 7$  мг, а в июне – соответственно  $37,8 \pm 0,3$  мм и  $439 \pm 16$  мг (см. табл. 31). Коэффициент упитанности «диких» мальков увеличился с  $1,0 \pm 0,02$  в мае до  $1,2 \pm 0,03$  в июне. В период наибольшей интенсивности ската 28% особей заводской молоди имели остаток желточного мешка, который достигал 4,1% от массы тела. Позднее количество таких особей уменьшилось до 18%, при этом остаток желтка у них уже оказался меньше и составил 2,6% от массы тела.

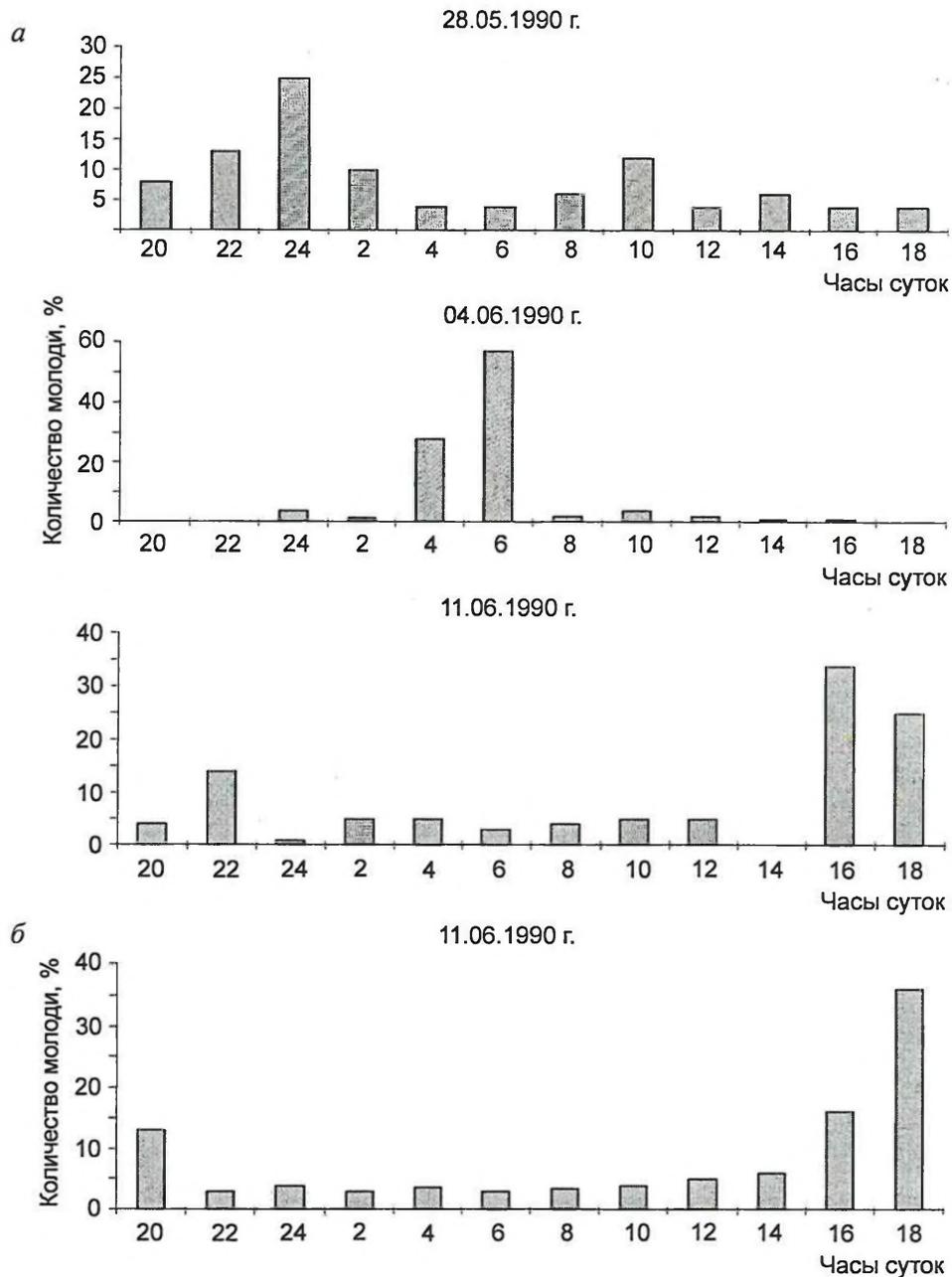


Рис. 33. Суточная динамика ската молюды кеты в р. Углеканка в 0,5 км (а) и в 3 км (б) от места выпуска

В конце ската молюды с остатками желточного мешка обнаружено не было.

У естественной молюды 20 мая остаток желточного мешка, составлявший 3,6% от массы тела, имели 30% особей. В пробе от 11 июня особей с остатками желточного мешка уже не было.

Хорошими показателями физиологической полноценности заводской молюды кеты служат материалы по ее питанию. Основу питания молюды кеты в начале ската составляли личинки и куколки хирономид, реже – личинки веснянок,

поденок, мошек. Позднее в желудках преобладали имаго водных насекомых – комары, мошки. У отдельных особей встречались водяные клопы, ракообразные.

Наблюдениями выявлено, что степень наполнения ЖКТ у молоди кеты, отобранной в начале ската, составила 1,8 балла, что свидетельствует о крайне слабой наполненности желудков, причем у 50% исследованной молоди они оказались практически пустые. В пробах, отобранных во время основного ската, этот показатель хотя и увеличился до 2,4 балла, но оставался также низким.

Общий индекс наполнения ЖКТ возрос с 52‰ в начале ската до 119 по его завершении, что свидетельствует о низкой накормленности мальков. Максимальные значения индекса наполнения ЖКТ молоди (200‰) встречены лишь у 7% рыб в начале ската и у 25% в его конце. Возможно, слабая накормленность молоди в период основного ската связана с выпуском в одно и то же время большого количества молоди.

Весьма важным условием, определяющим качество покатной молоди, является оценка ее по составу периферической крови (Остроумова, 1957; Канидьеv, 1967a). При гематологическом обследовании заводской и естественной молоди кеты в 1990 г. не выявлено достоверных отличий по концентрации гемоглобина и содержанию эритроцитов в 1 мм<sup>3</sup> крови – 72±22 и 77±0,34 г/л; 0,87±0,05 и 0,86±0,05 млн/мм<sup>3</sup>. В красной крови обнаружено отличие только в соотношении незрелых форм эритроцитов. У заводской молоди оказалось больше нормо- и эритробластов, что составило 1,8±0,4 против 0,4±0,17%, а также больше базофильных эритроцитов – 10,1±0,9 против 6,7±0,8% (табл. 32). Достоверные отличия получены у покатников кеты при просчете лейкоцитарной формулы. У заводской молоди процент лимфоцитов был намного выше, чем у естественной, и составил 73,6±3,4 против 53,0±3,3 (p < 0,001). У естественной молоди процент лимфоцитов понизился, по-видимому, из-за увеличения доли полиморфноядерных клеток, которая достигла 35% (см. табл. 32).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что молодь, выпущенная с Ольской ЭПАБ в 1990 г., по физиологическим показателям не уступала естественной, а в ряде случаев (по интенсивности кроветворения, соотношению лейкоцитов) даже превосходила ее.

Таким образом, в ходе исследований установлено, что для оптимизации сроков и условий выпуска молоди кеты в реку ее целесообразно выпускать после прохождения весенних паводков в рр. Ола и Углеканка, т. е. со второй декады июня. Выпуск следует осуществлять партиями по 3–4 млн экз. через каждые 2–3 дня. Температура воды в реке и море должна быть 5–6 и 6–10°C. В 1990 г. заводская молодь с Ольской ЭПАБ по ряду физиологических показателей не уступала естественной.

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

Главными нормативными критериями оценки деятельности ЛРЗ Магаданской области по-прежнему остаются количественные показатели выпуска молоди. Качественное состояние молоди оценивается только по классическим рыбоводным показателям, таким как длина и масса тела, к тому же без сравнительной оценки этих показателей с показателями молоди природного происхождения. В литературе уже давно высказывается мнение о недостаточной биологической информативности этих характеристик и необходимости комплексной физиологической оценки, так как именно физиологическое состояние молоди на ранних этапах развития во многом определяет выживаемость и величину возврата взрослых рыб (Коржуев, 1957; Канидьеv, 1967b; Беляев и др., 2000; Хованский, Хованская, 1994).

Таблица 32

## Морфологический состав крови покатной молодежи кеты искусственного и природного происхождения

Происхождение кеты	Лейкоцитарная формула, %			Соотношение форм эритроцитов, %				Кол-во лейкоцитов на 1000
	лимфоциты	моноциты	полиморфно-ядерные	зрелых	полихроматофильных	базофильных	эритробластов	
Заводская	$\frac{73.6 \pm 3.4^{***}}{61,7-86,5}$	$\frac{10.5 \pm 1.3}{5,0-14,7}$	$\frac{15.9 \pm 3.4^*}{6,0-26,7}$	$\frac{73.0 \pm 1.5}{66,7-78,6}$	$\frac{15.1 \pm 1.8}{10,8-19,8}$	$\frac{10.1 \pm 0.9^*}{5,8-12,8}$	$\frac{1.8 \pm 0.4^*}{0,2-4,3}$	$\frac{7.1 \pm 1.4}{3-12}$
Естественная	$\frac{53.0 \pm 3.3}{45,8-63,0}$	$\frac{12.0 \pm 3.3}{7,2-24,9}$	$\frac{35.0 \pm 6.0}{12,4-46,2}$	$\frac{76.9 \pm 1.7}{72,0-81,4}$	$\frac{16.0 \pm 1.1}{12,1-18,2}$	$\frac{6.7 \pm 0.8}{4,6-8,9}$	$\frac{0.4 \pm 0.17}{0-1,0}$	$\frac{6.4 \pm 0.9}{5-10}$

Таблица 33

## Морфофизиологическая характеристика естественной и заводской молоди кеты

Показатель	Природная молодь рек Тауйской губы			Заводская молодь			
	р. Ола	р. Яна	р. Тауй	Ольская ЭПАБ	Арманский ЛРЗ	Янский ЛРЗ	Тауйский ЛРЗ
Длина ас, мм	<u>35,7±0,3</u>	<u>37,7±0,5***</u>	<u>43,5±0,3***</u>	<u>38,8±0,5</u>	<u>36,3±0,4</u>	<u>43,6±0,6</u>	<u>37,7±0,2</u>
	31,5–39,0	34,5–42,5	39,0–48,5	29,5–46,0	27,0–43,0	35,0–53,5	30,0–46,5
Масса р, мг	<u>381±9</u>	<u>451±27***</u>	<u>749±19***</u>	<u>446±21</u>	<u>351±11*</u>	<u>758±38***</u>	<u>448±9</u>
	295–463	305–700	494–1014	177–803	153–631	312–1403	277–931
Коэффициент упитанности $K_{\phi}$	<u>1,19±0,03</u>	<u>1,18±0,04</u>	<u>1,23±0,01</u>	<u>1,06±0,01***</u>	<u>1,04±0,02***</u>	<u>1,21±0,01</u>	<u>1,18±0,01</u>
	0,96–1,71	0,97–1,70	1,09–1,37	0,84–1,30	0,52–1,47	0,98–1,43	0,89–1,42
Желточный мешок, %	<u>0,73±0,24</u>	<u>0,32±0,08</u>	<u>0,16±0,02</u>	<u>0,22±0,04</u>	<u>0,43±0,27</u>	0	<u>1,54±0,23***</u>
	0,12–4,50	0,04–0,77	0,10–0,24	0,06–0,59	0,03–8,11		0,05–16,40
Индексы, %:	<u>0,19±0,01***</u>	<u>0,17±0,01***</u>	<u>0,25±0,01</u>	<u>0,25±0,01</u>	<u>0,27±0,01***</u>	<u>0,23±0,01</u>	<u>0,22±0,03</u>
печени	<u>1,03±0,04</u>	<u>1,16±0,04</u>	<u>1,20±0,02</u>	<u>1,33±0,06***</u>	<u>1,26±0,03***</u>	<u>1,42±0,04***</u>	<u>1,01±0,02***</u>
	0,5–1,53	0,92–1,40	0,89–1,67	0,16–2,22	0,47–2,06	1,00–2,66	0,6–1,48
ЖКТ	<u>5,19±0,25</u>	<u>7,41±0,49</u>	<u>6,25±0,10</u>	<u>6,96±0,18</u>	<u>8,63±0,18***</u>	<u>7,87±0,17***</u>	<u>5,8±0,11</u>
	3,76–8,8	2,16–10,46	4,65–7,98	4,18–9,38	4,25–13,4	5,68–11,08	3,00–10,05
Кол-во исслед. особей n	26	19	52	45	100	50	135

Первые работы в этом направлении проводились лабораторией рыбоводства управления «Охотскрыбвод» в конце 80-х – середине 90-х гг. Их главной целью являлась разработка рыбоводного стандарта физиологической полноценности естественной и выпускаемой с заводов лососевой молоди, выращенной в основном в условиях эксперимента (Хованская и др., 1991, 1992; Хованский, 1992; Хованский, Хованская, 1994; Хованская, 1995). По-нашему мнению, сейчас этот стандарт требует корректировки в зависимости от существующих в настоящее время на ЛРЗ условий содержания молоди, а также от мониторинга качественных показателей у естественной молоди.

Основной целью проведенных исследований как раз и стала комплексная оценка физиологического состояния молоди кеты, выпускаемой ЛРЗ Магаданской области, и эффективности проводимых рыбоводных мероприятий. На данном этапе планировалось установить нормы физиологических показателей природной кеты как эталона для оценки качества искусственно выращиваемой молоди.

Одним из главных критериев, определяющих жизнестойкость молоди тихоокеанских лососей, является ее способность к изменению работы органов и регуляторных систем в период перехода из пресной среды в соленую или, другими словами, физиологической адаптации в период смолтификации. В это время рыба оказывается в «чужой», стрессовой среде с совершенно другими условиями – повышенной соленостью воды, иными пищевыми отношениями и трофическими связями, особым гидрологическим режимом и т. д. Именно ранний морской период жизни является наиболее критическим в жизни лососей, когда происходит значительная элиминация покатников и, в конечном итоге определяет формирование численности поколения (Варнавский, 1990). По мнению В. Н. Жукинско (1986), в критический период с наибольшей силой проявляются последствия повреждений и нарушений гомеостаза организма, которые были вызваны воздействием неблагоприятных факторов среды на чувствительных стадиях развития. Неблагоприятные внешние факторы вполне могут иметь место и при искусственном воспроизводстве лососей (нарушение технологии инкубации икры на чувствительных стадиях развития, несоответствие температурного режима водоисточника при переходе молоди на экзогенное питание, несбалансированное кормление, инфекционные болезни и т. д.). В результате выпущенная заводская молодь также может иметь низкую жизнестойкость и не обеспечивать высокие промысловые возвраты.

Важным аспектом в оценке качества заводской молоди является нахождение благоприятных сроков для ее покатной миграции, а также завершения смолтификации на основе определения выживаемости молоди в воде повышенной солености.

По результатам исследований выявлено, что молодь кеты, выпускаемая разными ЛРЗ Магаданской области, неоднородна и отличается от природной молоди из базовых водоемов (Сафроненков, Хованская, 2006; Хованская, Сафроненков, 2004; Хованская и др., 2005). Но и природная покатная молодь кеты, выловленная в разных реках, также оказалась неоднородной (табл. 33 и рис. 34, 35).

Среди выборок заводской молоди только выборка с Янского ЛРЗ имела наибольшие размерно-весовые показатели. Молодь с других ЛРЗ была выпущена с массой тела менее 500 мг, а молодь с Арманского ЛРЗ имела самую низкую массу даже по сравнению с естественной молодь из р. Ола (при  $p < 0,05$ ), также имевшую наименьшую массу по сравнению с молодь других рек.

Длина и масса природной молоди, выловленной в р. Тауй, были наибольшими по отношению к таковой из других водоемов. Покатная природная молодь из р. Яна уступала по размерам заводской молоди с Янского ЛРЗ (при  $p < 0,001$ ).

Молодь кеты Арманского ЛРЗ и Ольской ЭПАБ имела самые низкие коэффициенты упитанности по Фультону – соответственно 1,04 и 1,06 (см. рис. 35).

и табл. 33). Различия по этому показателю оказались высокодостоверные в сравнении с показателями природной молоди из этих же рек:  $t_{st} = 3,00-8,64$  и заводской на Янском и Тауйском ЛРЗ –  $t_{st} = 6,36-10,7$ . Молодь с Янского и Тауйского ЛРЗ по коэффициенту упитанности не отличалась от молоди кеты природного происхождения рр. Тауй и Яна.

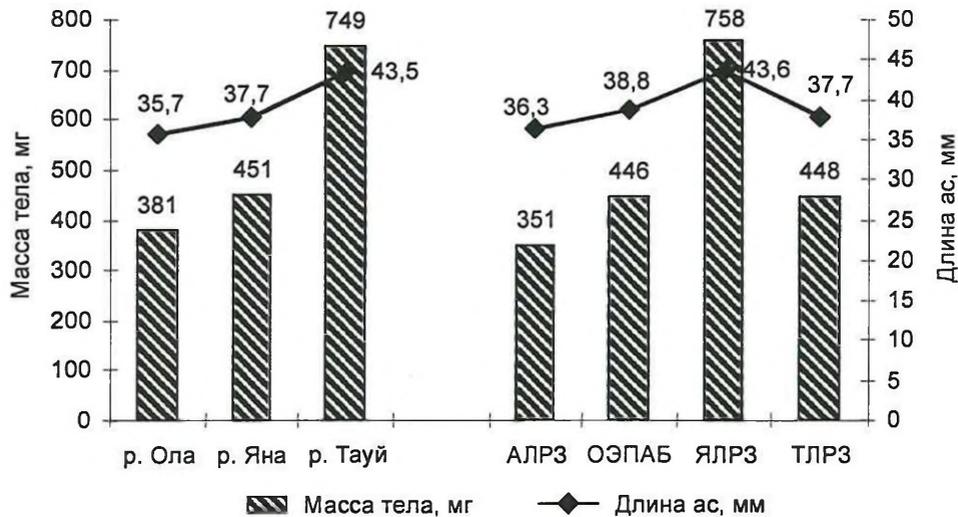


Рис. 34. Основные размерно-весовые показатели природной и заводской молоди кеты

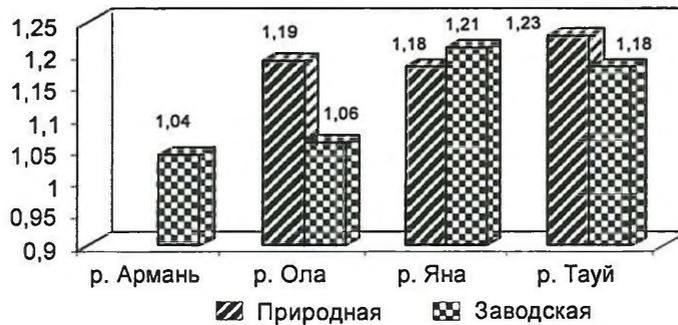


Рис. 35. Коэффициент упитанности у природной и заводской молоди кеты

Для определения обеспеченности пищей провели оценку степени использования искусственных и естественных кормов у заводской и природной молоди кеты. Вся заводская молодь отличалась от естественной меньшим индексом наполнения ЖКТ (табл. 34). Наименьший индекс наполнения ЖКТ отмечен у молоди на Янском ЛРЗ, но у всей янской молоди (100%) в желудках была пища. Кета с Янского ЛРЗ имела наибольшую по сравнению со всей заводской и естественной молодью жирность, которая составила 2,5 балла.

На Тауйском ЛРЗ невысокий индекс наполнения ЖКТ и меньшее количество питающихся особей (78,5%) оказались вследствие наличия у этой молоди желточного мешка, который составил наибольший процент от массы тела по сравнению со всей молодью искусственного и природного происхождения и, в связи с этим, частично эндогенным питанием (см. табл. 34).

## Наполнение ЖКТ и жирность у заводской и природной молоди кеты

Показатель	Природная молодь рек Тауйской губы			Заводская молодь			
	р. Ола	р. Яна	р. Тауй	Ольская ЭПАБ	Арманский ЛРЗ	Янский ЛРЗ	Тауйский ЛРЗ
Индекс наполнения ЖКТ, ‰	$358 \pm 45$ 21–872	$475 \pm 35$ 220–754	$327 \pm 42$ 15–943	$240 \pm 31$ 22–848	$245 \pm 15$ 12–587	$127 \pm 9$ 22–357	$253 \pm 18$ 16–983
Жирность, балл	$1.65 \pm 0.17$ 1–3	$1.68 \pm 0.15$ 1–3	$2.25 \pm 0.08$ 1–3	$1.44 \pm 0.16$ 0–4	$1.72 \pm 0.10$ 0–4	$2.50 \pm 0.14$ 0–4	$1.68 \pm 0.09$ 0–4
Наполнение ЖКТ, балл	$1.85 \pm 0.14$ 1–3	$2.95 \pm 0.1$ 2–4	$1.81 \pm 0.17$ 0–4	$1.71 \pm 0.13$ 0–4	$1.91 \pm 0.10$ 0–4	$1.85 \pm 0.14$ 1–3	$1.23 \pm 0.08$ 0–4
Кол-во питающихся особей, %	100	100	86	97,7	93	100	78,5
Кол-во исслед. особей n	26	19	52	45	100	50	109

По таким морфофизиологическим показателям, как индексы внутренних органов, у заводской и природной молоди найдены существенные достоверные различия. Так, вся заводская молодь имела высокий индекс сердца – не ниже 0,22% (рис. 36). На рис. 36 показано, что у природной молоди массой от 381 до 451 мг он почти не изменялся (достоверных отличий не обнаружено).

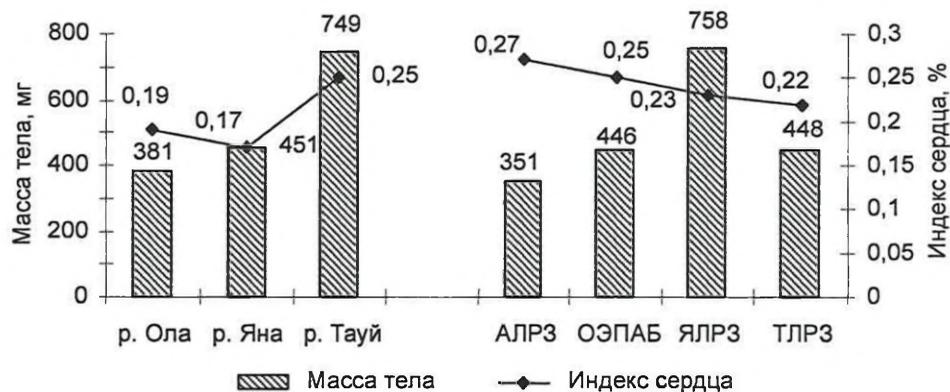


Рис. 36. Индекс сердца и масса тела у природной и заводской молоди кеты

У заводской молоди на Ольской ЭПАБ и Тауйском ЛРЗ при одной и той же массе, как и у природной янской молоди, индекс сердца оказался в 1,3–1,5 раза выше. Но самый высокий индекс – 0,27% – оказался у молоди на Арманском ЛРЗ, хотя масса тела этой молоди почти не отличалась от массы природной молоди в р. Ола; индекс сердца у нее оказался выше в 1,6 раза (при  $p < 0,001$ ).

Наиболее высокий индекс сердца обнаружен у молоди на холодноводных Арманском ЛРЗ и Ольской ЭПАБ.

Он пропорционально возрос с массой тела только на ЯЛРЗ и достоверно не отличался от естественной молоди в р. Тауй почти с такой же массой тела.

Заводская молодь (кроме молоди с Тауйского ЛРЗ) достоверно отличалась от природной наибольшими индексами печени – от 1,26 до 1,42% (при  $p < 0,001$ ) (рис. 37). Если проследить характер изменения индекса печени и массы тела молоди кеты, можно отметить, что у природной молоди индекс печени постепенно увеличивался с возрастанием массы и не превышал 1,2%.

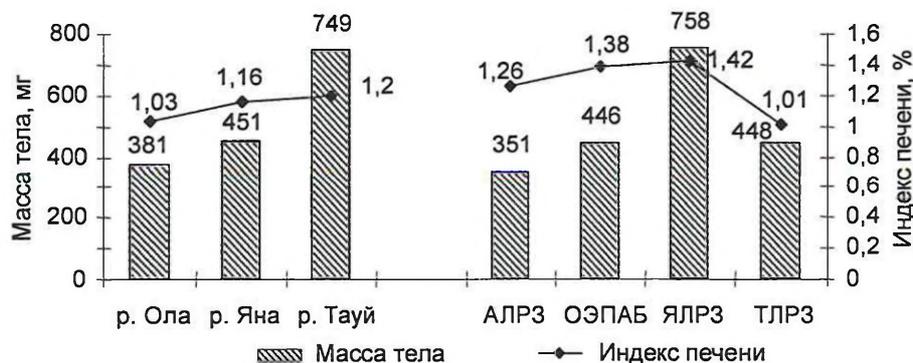


Рис. 37. Масса тела и индекс печени у природной и заводской молоди кеты

У заводской индекс возрастал более резко. Например, у молоди с Ольской ЭПАБ и Янского ЛРЗ этот показатель при сходной массе тела с молодью из естественных водоемов увеличился в 1,2 раза. И только у молоди кеты, выращенной на Тауйском ЛРЗ, индекс печени оказался невысоким. Он достоверно отличался от этого же показателя у естественной молоди кеты, выловленной в р. Яна ( $t_{st} = 3,75$  при  $p < 0,001$ ), хотя по массе заводская молодь с Тауйского ЛРЗ и янская естественная не отличались – соответственно 448 и 451 мг (см. рис. 37).

Наибольший индекс ЖКТ отмечен у молоди с Арманского и Янского ЛРЗ (рис. 38). Если принимать индексы внутренних органов у природной молоди за физиологическую норму, то при сходной массе тела заводской молоди с Арманского ЛРЗ с естественной молодью из р. Ола индекс ЖКТ намного превышал такой же показатель у молоди из природной популяции и составил 8,63% против 5,19 ( $t_{st} = 11,1$  при  $p < 0,001$ ). Молодь с Янского ЛРЗ при сходной массе тела по сравнению с естественной молодью из р. Тауй также отличалась по этому индексу, который оказался значительно выше и составил 7,87 против 6,25% ( $t_{st} = 9,53$  при  $p < 0,001$ ).

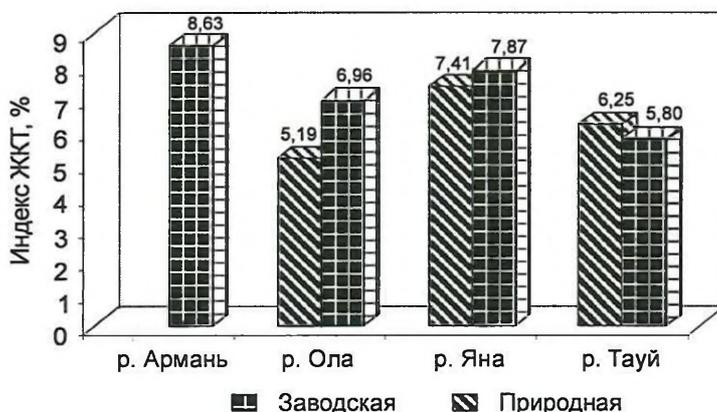


Рис. 38. Индекс ЖКТ у природной и заводской молоди кеты

При сходной массе тела заводской молоди с Ольской ЭПАБ и Тауйского ЛРЗ и молоди естественной популяции из р. Яна молодь с Ольской ЭПАБ не отличалась по индексу ЖКТ от молоди из природной популяции в р. Яна, тогда как у молоди с Тауйского ЛРЗ данный показатель был значительно ниже, чем у естественной молоди, и составил 5,8% ( $t_{st} = 3,21$  при  $p < 0,01$ ). По-видимому, это было обусловлено наличием у молоди с Тауйского ЛРЗ большего остатка желточного мешка (1,54%), чем у естественной молоди (0,32%), и из-за этого меньшим развитием ЖКТ при смешанном питании.

По результатам гематологического обследования установлено, что молодь кеты природного происхождения по отдельным показателям отличается от заводской, в частности, по гематокритной величине (отношению объема эритроцитов к общему объему крови) (прил. 8 и рис. 39).

Гематокрит у природной молоди кеты из рр. Яна и Тауй выше, чем у молоди кеты заводского происхождения с Арманского, Янского и Тауйского ЛРЗ, – 46,2–47,2% против 36,6–41,9% ( $t_{st} = 2,80–3,39$  при  $p < 0,01$  и  $p < 0,001$ ).

У природной молоди из р. Ола отмечен невысокий показатель гематокрита, что, по-видимому, было связано с возрастными особенностями лососей в раннем онтогенезе (более ранним этапом малькового периода развития кеты). По содержанию в крови гемоглобина у природной молоди и молоди искусственного происхождения достоверных отличий не обнаружено. У природной молоди кеты гемоглобин составил 75,0–77,6 г/л, у заводской варьировал в пределах 72,3–76,2 г/л (см. прил. 8 и рис. 39).

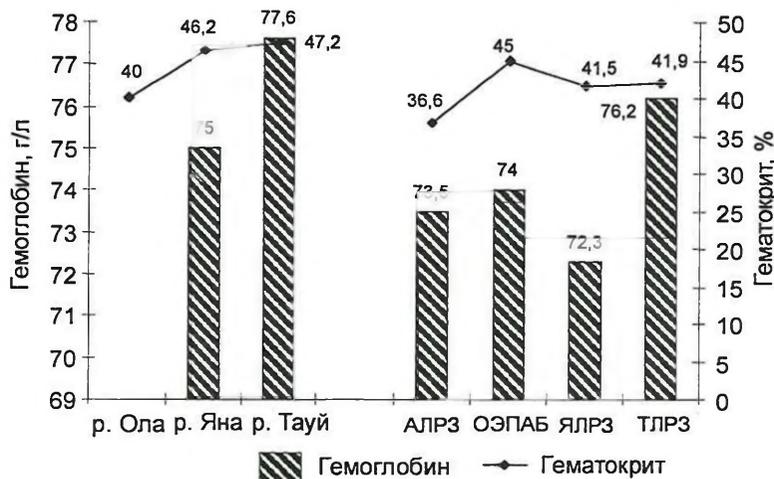


Рис. 39. Гематологические показатели природной и заводской молоди кеты

Гематологическое обследование заводской и естественной молоди кеты, а также сравнение гематологических показателей с условной физиологической нормой выявило, что молодь кеты (как заводская, так и естественная) по отдельным показателям не отвечала этой норме. Для сравнения использована норма, взятая из литературных источников (Валова, 2000; Сборник..., 1999), установленная для покатной молоди кеты, поскольку отсутствуют данные по межгодовой изменчивости физиологического состояния рыб с учетом конкретного водоема, состояния и условий обитания молоди. Вполне возможно, что в условиях рек Магаданской области она может быть иной.

У заводской и природной молоди отмечено невысокое количество эритроцитов в крови – от 0,7 до 0,8 млн шт. в 1 мкл, тогда как по физиологическим нормам у молоди кеты должно быть не менее 1,2–1,3 млн эритроцитов в единице объема крови (см. прил. 8).

Молодь кеты искусственного и природного происхождения характеризуется более низким количеством лейкоцитов в крови (кроме заводской молоди с Янского ЛРЗ) (рис. 40). Наименьшее количество лейкоцитов обнаружено у молоди на Арманском ЛРЗ и Ольской ЭПАБ. Этот показатель достоверно отличался от показателей природной молоди и заводской молоди с других ЛРЗ (при  $p < 0,001$ ) (см. прил. 8). Низкое содержание лейкоцитов свидетельствует о лейкопении и физиологической неполноценности молоди.

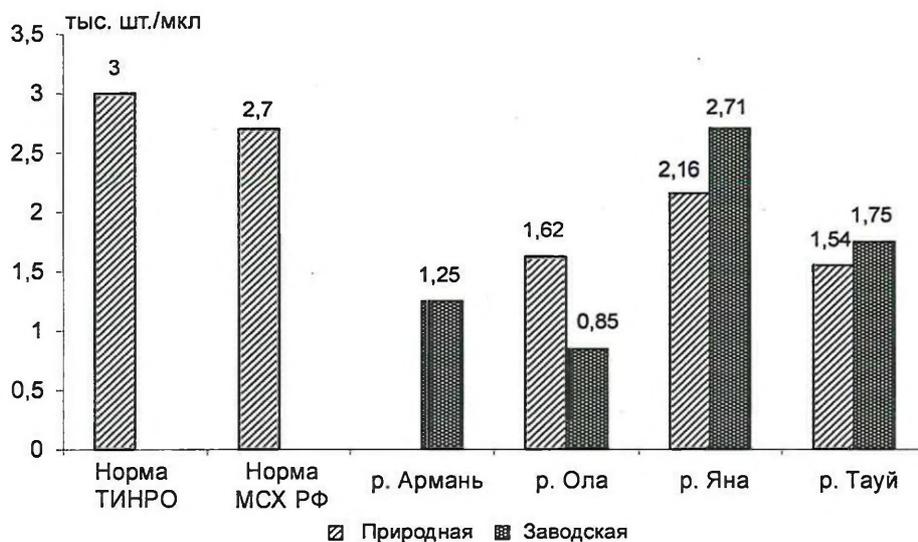


Рис. 40. Количество лейкоцитов в крови у природной и заводской молодежи кеты

По морфологическому составу белой крови у покатников кеты физиологическая норма содержания лимфоцитов должна быть не менее 86,9% (см. прил. 8 и рис. 41, а).

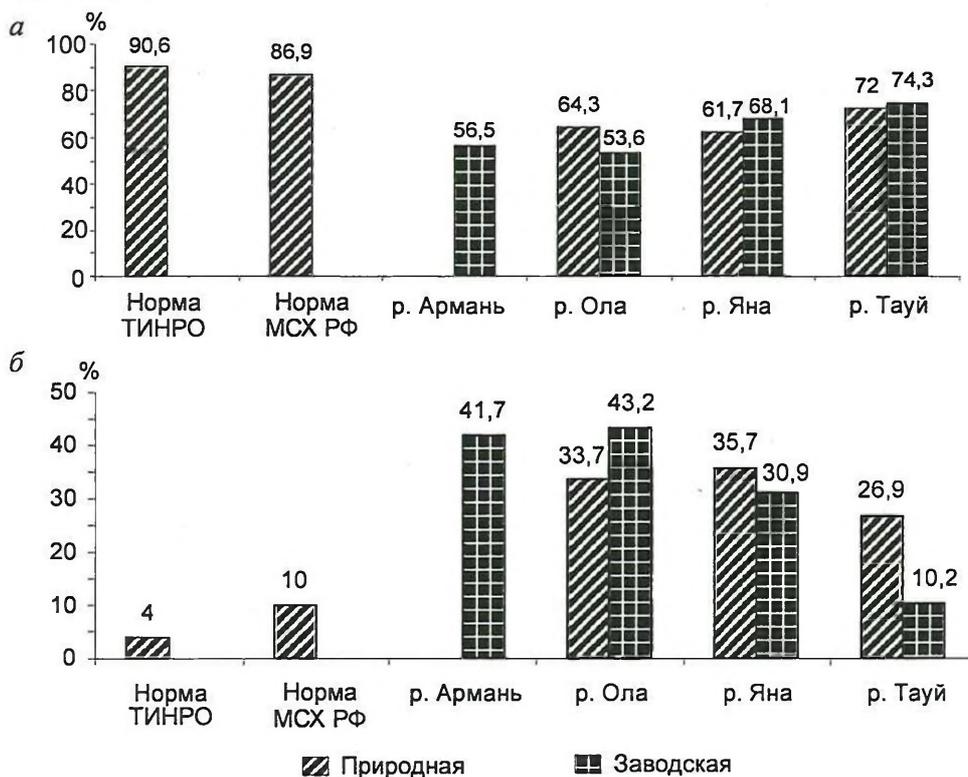


Рис. 41. Сравнение морфологического состава белой крови у природной и заводской молодежи кеты с условной физиологической нормой: а – доля лимфоцитов; б – доля полиморфноядерных клеток

В нашем случае у естественной и заводской молоди эти показатели оказались значительно ниже. При этом у заводской молоди наименьшая доля лимфоцитов наблюдалась на Арманском ЛРЗ и Ольской ЭПАБ – соответственно 56,5 и 53,6%. Эти показатели достоверно отличались от показателей у заводской молоди с Тауйского ЛРЗ ( $t_{st} = 3,10-3,36$ , при  $p < 0,01$  и  $p < 0,001$  соответственно) и показателей, полученных у естественной молоди с р. Тауй ( $t_{st} = 2,89-3,10$  при  $p < 0,01$  и  $p < 0,001$  соответственно) (см. прил. 8). Причиной уменьшения доли лимфоцитов в белой крови явилось значительное увеличение удельного веса полиморфноядерных клеток как у дикой, так и у естественной молоди (см. рис. 41, б). По физиологическим нормам доля этих клеток не должна превышать 4–10%.

Кровь природной молоди кеты характеризуется высоким уровнем эритропоэза, т. е. интенсивным кроветворением (рис. 42). Удельный вес молодых клеток эритроидного (красного) ряда большой и достигает 23,8–44,9%. Интенсивность кроветворения возрастает с увеличением массы у природной и заводской молоди. Однако у всей заводской молоди при сходных показателях массы с молодью из естественных популяций доля незрелых эритроцитов оказалась намного ниже – 11,4% (у молоди с Арманского ЛРЗ) и 27,4 (у молоди с Янского ЛРЗ).

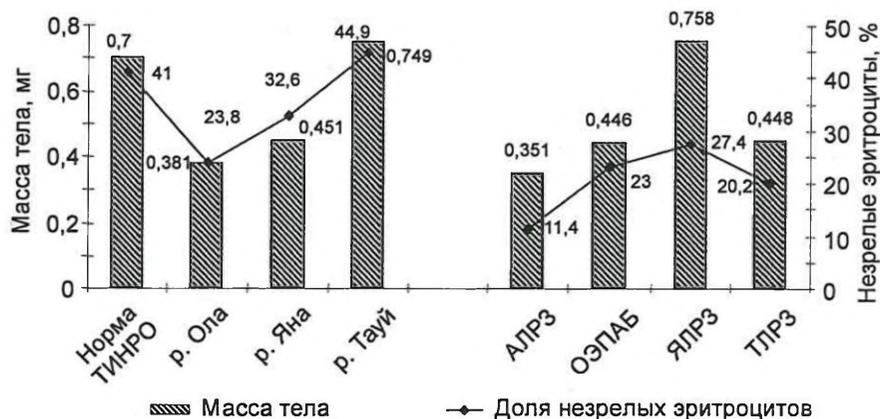


Рис. 42. Масса тела и доля незрелых эритроцитов в крови у природной и заводской молоди кеты

По результатам исследований биологического и физиологического состояния природной и заводской молоди кеты можно сделать следующие заключения.

Заводская молодь имеет существенные отличия по биологическим, морфофизиологическим (индексам внутренних органов) и гематологическим показателям от молоди из природных популяций. На холодноводных ЛРЗ, где температурный режим водоисточников ниже 3°C (Арманский ЛРЗ и Ольская ЭПАБ), качество молоди искусственного происхождения по сравнению с качеством молоди из природных популяций значительно снижается.

По ряду гематологических показателей у этой заводской молоди ярко выражены лейкопения (снижение общего количества лейкоцитов в 2,2–3,5 раза), ухудшение морфологического состава периферической крови (в белой крови – снижение доли лимфоцитов в 1,5–1,7 раза при одновременном увеличении доли полиморфноядерных клеток в 4–10 раз, в красной крови – снижение количества незрелых эритроцитов в 1,8–3,6 раза). Непропорционально массе тела увеличиваются индексы внутренних органов – сердца, печени, ЖКТ. Молодь, выпускаемая в естественные водоемы с таких рыбководных предприятий, физиологически неполноценна, что дает основание предполагать очень низкие возвраты взрослых особей в нерестовые реки. Поэтому существующая на ЛРЗ Мага-

данской области технология воспроизводства лососей, основанная на использовании водоисточников с низкой температурой, малоэффективна.

На ЛРЗ, имеющих водоисточники с температурным режимом выше 4°C (ЯЛРЗ), молодь отличается от естественной только более высокими индексами внутренних органов. Увеличение индекса печени у заводской молоди объясняется содержанием ее в условиях гиподинамии, а увеличение индекса ЖКТ – невысоким качеством искусственных кормов.

Природная молодь из разных рек также неоднородна по морфофизиологическим и гематологическим показателям. В целях определения физиологической нормы для покатонок кеты необходим ежегодный мониторинг морфофизиологических и гематологических показателей у заводской и природной молоди с учетом приближения условий содержания на заводах к условиям обитания природной молоди.

Следует согласиться с В. А. Беляевым и его соавторами (2000) в том, что назрела необходимость в разработке регионального Стандарта рыбоводной продукции дальневосточных ЛРЗ, учитывающего специфику конкретных заводов и позволяющего оценивать выпускаемую молодь по морфологическим, физиологическим, гистологическим, микробиологическим, гельминтологическим и биохимическим параметрам.

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

При содержании молоди в различных условиях могут изменяться и ее качественные характеристики (Канидьев, 1967а, 1984; Коржуев, 1957; Сафроненков, Хованская, 2006; Хованская и др., 2004). Рыбоводные заводы Магаданской области отличаются друг от друга как температурным режимом водоисточников, так и применяемой технологией культивирования (бассейны, естественные выростные пруды, морские садки и т. д.). Кроме того, условия выращивания молоди на одном и том же заводе могут различаться, что определяет разнокачественность ее биологических показателей при выпуске в естественные водоемы.

Установлено, что в процессе содержания молоди в цехах рыбоводных заводов с низким температурным режимом (0,6–1,7°C) в период ее активного экзогенного питания к началу выпуска в естественный водоем ее качественные показатели ухудшаются. Так, на Арманском ЛРЗ уменьшилась масса тела молоди с 449 до 367 мг при небольшом увеличении линейных размеров – с 37,7 до 38,6 мм. Достоверность различий по массе тела составила  $t_{st} = 3,10$  при  $p < 0,01$ . По длине различия оказались недостоверны. Кроме того, у молоди, выращенной на холодной воде, снизился коэффициент упитанности с 1,2 до 0,9 ( $t_{st} = 8,61$  при  $p < 0,001$ ), а индекс ЖКТ увеличился с 7,7 до 9,3% ( $t_{st} = 3,57$  при  $p < 0,001$ ). На Ольской ЭПАБ, где температура воды в период активного экзогенного питания составляла 0,9–1,7°C, так же как и на Арманском ЛРЗ, в бассейнах цеха-питомника отмечено снижение массы тела с 449 до 370 мг ( $t_{st} = 2,60$  при  $p < 0,05$ ) и коэффициента упитанности с 1,14 до 1,02 ( $t_{st} = 3,33$  при  $p < 0,001$ ), уменьшение индекса печени с 1,16 до 1,08% ( $t_{st} = 2,00$  при  $p < 0,05$ ) (табл. 35). Очевидно, эти изменения свидетельствуют о низкой усвояемости пищи при пониженной температуре воды, в результате чего происходит медленный линейный рост, снижение массы тела и упитанности. На основании полученных данных можно предположить, что часть крупной молоди в процессе содержания в условиях низкой температуры погибла. У молоди, которую уже в течение месяца содержали в естественном выростном пруду, где температура воды на выходе ключей была близкой к 1,7°C, а на прогреваемых участках доходила до 3,8–5,0°C, при сохранении одних и тех же размерно-весовых показателей до помещения в пруд и после содержания в нем, отмечено увеличение индексов внутренних органов – сердца с 0,22 до 0,25% ( $t_{st} = 2,12$  при  $p < 0,05$ ) и печени – с 1,16 до 1,33% ( $t_{st} = 2,54$  при  $p < 0,05$ ), что также характеризует эту молодь как отстающую в развитии.

Таблица 35

Морфофизиологические показатели разновозрастной молодежи кеты в различных условиях на ЛРЗ Магаданской области в 2003 г.

Условия содержания на ЛРЗ, возраст молодежи, сут/градусо-дни	Дата отбора пробы	Масса р, мг	Длина ас, мм	Кэф. упитанности $K_{\phi}$	Индексы внутренних органов, %		
					сердца	печени	ЖКТ
<b>Ольская ЭПАБ</b>							
Цех, дальневосточный бассейн, $t = 0,9^{\circ}\text{C}$ , 279/1187	29.05	449±23*	38,1±0,5	1,14±0,03***	0,22±0,01	1,16±0,03*	6,1±0,5
То же, $t = 1,7^{\circ}\text{C}$ , 305/1221	24.06	370±14	37,2±0,3	1,02±0,02	0,20±0,01	1,08±0,03	5,4±0,1
Естественный выростной пруд, $t = 1,7-3,8^{\circ}\text{C}$ , 305/1265-311/1270	24.06	446±21	38,8±0,5	1,06±0,01	0,25±0,01	1,33±0,06	7,0±0,2
<b>Арманский ЛРЗ</b>							
Цех, дальневосточный бассейн, $t = 0,7^{\circ}\text{C}$ , нет данных	16.05	449±24**	37,7±0,5**	1,21±0,03***	0,31±0,03	1,31±0,07	7,7±0,4***
То же, $t = 0,9^{\circ}\text{C}$ , нет данных	10.06	367±13	38,6±0,3	0,90±0,02	0,26±0,01	1,37±0,04	9,3±0,2
Круговой бассейн PR/3,9, $t = 1,5-5^{\circ}\text{C}$ , нет данных	10.06	434±20**	35,7±0,4***	1,32±0,02***	0,19±0,01***	1,23±0,02**	8,8±0,2
<b>Янский ЛРЗ</b>							
Цех, прямоточный бассейн, $t = 4,4-4,6^{\circ}\text{C}$ , 252/1008	21.06	710±51	42,7±0,8	1,21±0,02	0,22±0,01	1,35±0,04	7,4±0,4
Наружный прямоточный бассейн, $t = 4,4-4,6^{\circ}\text{C}$ , 301/1240	21.06	806±57	44,4±0,9	1,21±0,02	0,23±0,01	1,49±0,06	7,0±0,5
<b>Тауйский ЛРЗ</b>							
Цех, дальневосточный бассейн, $t = 3,4-3,6^{\circ}\text{C}$ , 270/1033-280/1071	17.06	490±19	38,7±0,3	1,18±0,02	0,22±0,01	0,99±0,03	6,8±0,2
Цех, круговой бассейн PR/3,9, $t = 3,4-3,6^{\circ}\text{C}$ , 232/800-247/950		412±7	36,2±0,2	1,25±0,01	0,21±0,01	0,95±0,03	4,1±0,1
То же, 252/870-263/919		469±16	38,0±0,5	1,18±0,02	0,21±0,01	1,11±0,04	5,5±0,3

При повышении температуры воды на том же Арманском ЛРЗ, где одну из партий в количестве 200 тыс. экз. содержали в круговом бассейне с подогревом до 5°C в период перехода на экзогенное питание с последующим снижением до 1,5°C, молодь имела большую массу (434 мг) при меньших линейных размерах (длина 35,7 мм), чем молодь из дальневосточного бассейна без подогрева воды (масса и длина составляли соответственно 367 мг и 38,6 мм) ( $t_{st} = 2,81$  при  $p < 0,01$  – по массе и  $t_{st} = 5,8$  при  $p < 0,001$  по длине). Кроме того, эта молодь отличалась очень высоким коэффициентом упитанности, равным 1,32 против 0,9 ( $p < 0,001$ ), и более низкими индексами сердца (0,19 против 0,26%), печени (1,23 против 1,37%) и ЖКТ (8,8 против 9,3%). В условиях более высокой температуры (3,4 и 4,6°C) на Тауйском и Янском ЛРЗ у молоди кеты соответственно с возрастом увеличались размерно-весовые показатели. Так, на Тауйском ЛРЗ с возрастом масса тела увеличилась с 412 до 490 мг, длина с 36,2 до 38,7 мм. На Янском ЛРЗ эти показатели увеличились с 710 до 806 мг и с 42,7 до 44,4 мм (см. табл. 35).

У молоди на Ольской ЭПАБ при содержании в течение месяца до выпуска в условиях низкой температуры изменились и гематологические показатели. Снижился гематокрит с 37,9 до 30,8% (при  $p < 0,05$ ), уменьшилось количество незрелых эритроцитов с 20,2 до 12,3% (при  $p < 0,05$ ), общее содержание лейкоцитов – с 2,1 до 1,5 тыс. шт./мкл крови (при  $p < 0,001$ ), а также доля лимфоцитов – с 73,9 до 50,8% (при  $p < 0,05$ ) (прил. 9, 10). При повышении температуры воды в круговом бассейне Арманского ЛРЗ у молоди кеты увеличились общее количество лейкоцитов с 1,4 до 3,05 тыс. шт. в 1 мкл крови ( $p < 0,001$ ), гематокрит – с 36,7 до 45,6% ( $t_{st} = 3,95$  при  $p < 0,001$ ), а также количество незрелых эритроцитов – с 12,8 до 29,8% ( $t_{st} = 4,85$  при  $p < 0,001$ ). Все полученные показатели свидетельствуют о хорошем физиологическом состоянии такой молоди, а также об ее усиленном росте.

На Ольской ЭПАБ у молоди из естественных выростных прудов при содержании в условиях более высокой температуры воды по сравнению с молодь из цеха-питомника улучшилось только качество красной крови – доля незрелых эритроцитов возросла с 12,3 до 23,0%, гематокрит увеличился с 30,8 до 45,6%. По другим показателям качество молоди не улучшилось. Кровь у этой молоди характеризовалась устойчивой лейкопенией. На Янском и Тауйском ЛРЗ, где температура воды выше, чем на Арманском ЛРЗ и Ольской ЭПАБ, у молоди с возрастом (от более поздних сроков закладки на инкубацию к более ранним срокам закладки) увеличилось содержание гемоглобина – с 69,7 до 74,8 г/л (на Янском ЛРЗ, при  $p < 0,05$ – $0,001$ ) и с 71,5 до 78,5 г/л (на Тауйском ЛРЗ, при  $p < 0,05$ ). Кроме того, на Тауйском ЛРЗ у молоди кеты ранних сроков закладки на инкубацию (сроки закладки 11–21 сентября 2002 г.; возраст 270/1033–280/1071 сут/градусо-дней), в белой крови количество лимфоцитов возросло по сравнению с молодь более поздних сроков (14–29 октября 2002 г.; 232/800–247/950 сут/градусо-дней) в 1,3 раза. Относительное количество лимфоцитов у этой же молоди оказалось самым высоким – 82% и достоверно отличалось от такового у природной молоди и заводской с других ЛРЗ ( $t_{st} = 2,11$  при  $p < 0,05$ ). По мере взросления этой молоди в обратной пропорции уменьшилось количество полиморфноядерных клеток в белой крови – с 35,2 до 15,6% ( $t_{st} = 2,63$  при  $p < 0,01$ ) (см. прил. 9).

В результате исследований биологических и физиологических показателей заводской молоди кеты можно заключить, что содержание молоди в круговых бассейнах предпочтительнее содержания ее в прямоточных лотках. Использование естественных выростных прудов ведет к улучшению показателей красной крови у молоди лососей. Выращивание кеты на ЛРЗ Магаданской области при температуре воды выше 3°C в период перехода личинок на экзогенное питание и до выпуска молоди в естественные водоемы способствует получению молоди кеты хорошего качества.

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

Исследование физиологической полноценности молоди лососей после выпуска ее в реки с заводов и в дальнейшем во время миграции в море представляет особый интерес в плане изучения адаптивных особенностей рыб при смене среды обитания. Известно, что выживаемость лососей в значительной степени зависит от условий обитания и физиологического состояния в раннем морском периоде жизни. Именно в это время при переходе в совершенно новые экологические условия отмечается повышенная элиминация природной и заводской молоди лососей, что в конечном итоге определяет формирование численности поколения (Ивлев, 1962; Канидьеv, 1984; Варнавский, 1990; Кляшторин, Смирнов, 1990; Иванков и др., 1999; Каев, 2003).

Несомненно, важным вопросом в оценке качества заводской молоди является установление благоприятных сроков для ее выпуска на основе определения выживаемости в воде морской солености.

Определение готовности молоди кеты заводского происхождения к катадромной миграции проводили в мае-июне 2003 г. на всех ЛРЗ Магаданской области по оценке выживаемости ее в воде разной морской солености (от 14 до 30‰) в течение 3 сут. Тестирование молоди выявило различные пороги ее жизнеспособности по срокам тестирования, условиям содержания на ЛРЗ, а также по разным ЛРЗ (табл. 36).

Так, на Ольской ЭПАБ, в конце первой декады июня молодь из дальневосточных бассейнов цеха-питомника не выдерживала соленость даже 18‰, причем основной отход молоди наблюдался уже на 1-е и 2-е сут у рыб старшего возраста (84,2%) и на 2-е сут у рыб младшего возраста (все 100%). Эта молодь имела высокую выживаемость только в конце второй декады июня, при этом в условиях солености до 16‰ отхода не наблюдалось. Молодь кеты, содержащаяся в естественном выростном пруду, вся погибала при 25‰ в первой декаде июня, а к середине третьей декады июня имела уже 100%-ную выживаемость при той же солености. Можно предположить, что повышение жизнестойкости молоди кеты было обусловлено увеличением активности  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФазы – фермента, играющего важную роль в трансмембранных переносах ионов (Гинесинский и др., 1961; Варнавский, 1990; Langdon, Thorpe, 1984), концентрация которого увеличилась к середине июня.

При содержании в воде с соленостью 30‰ повышенную жизнестойкость имели только 36,7% этой молоди (см. табл. 36).

На Арманском ЛРЗ гибель молоди наблюдалась уже при 14‰, отход составлял 44%. В условиях содержания молоди в воде с соленостью 30‰ отход повысился до 85,7% у молоди из дальневосточных бассейнов в цехе-питомнике и до 64,0 у молоди, выпущенной с завода и находящейся в протоке Гнилая на р. Армань. При этом молодь погибала в основном в 1-е сут тестирования – 68–86% от общего отхода (см. табл. 36).

Смертность молоди кеты на Янском и Тауйском ЛРЗ при ее содержании в воде с соленостью до 27‰ (окончание второй декады июня – период выпуска молоди с ЛРЗ) оказалась невысокой и составила соответственно 26,7 и 1,0%.

Природная молодь кеты, выловленная в р. Тауй, отличалась самой высокой выживаемостью (100%) при содержании в воде с соленостью 27‰ (см. табл. 36).

Таким образом, молодь кеты с Янского и в особенности Тауйского ЛРЗ при содержании в среде с соленостью до 27‰ имеет высокую выживаемость, что может характеризовать ее как более подготовленную к катадромной миграции. Напротив, молодь с Арманского ЛРЗ и Ольской ЭПАБ менее жизнестойкая.

Природная молодь имеет самую высокую выживаемость (100%) при содержании в воде с морской соленостью.

Таблица 36

**Результаты тестирования заводской и природной молоди кеты  
при различной солености в июне 2003 г.**

Сроки тестирования	Место и условия содержания; возраст, сут/градусо-дни; происхождение молоди	Соленость, ‰	t в период тестирования, °С	Отход, %			
				1-е сут	2-е сут	3-и сут	Итого
<b>Ольская ЭПАБ</b>							
6–8	Пруд, 3,8°С; 287/1223–294/1255 (старший возраст)	25	7,6–10,3	97,2	2,5	0	100
	Цех, 1,0°С; 287/1195 (старший возраст)	40	7,6–10,3	95	5	0	100
8–10	Цех, 1,7°С; 289/1198 (старший возраст)	18	9,0–10,0	39,4	44,7	0	84,2
	То же; 243/820 (младший возраст)	18	9,0–10,0	0	90,5	9,5	100
15–18	Цех, 2,1°С; 296/1211 (старший возраст)	16	11,2–12,3	0	0	0	0
25–28	Естественный выростной пруд, 4,4°С; 306/1269–312/1274 (общая проба)	21	7,0–10,0	0	0	0	0
	То же	30	9,2–14,0	0	0	63,3	63,3
<b>Арманский ЛРЗ</b>							
10–12	Цех, дальневосточный бассейн, 0,7°С (нет данных по возрасту)	14	7,8–14,0	30,0	14,0	0	44,0
То же	То же	30	7,8–14,0	73,8	11,9	0	85,7
– » –	– » –	30	7,8–14,0	73,8	11,9	0	85,7
– » –	Естественная протока Гнилая (нет данных по возрасту)	30	7,8–14,0	6,0	58,0	0	64,0
<b>Янский ЛРЗ</b>							
17–19	Наружные и выростные бассейны, 4,4–4,6°С; 249/995–298/1226 (общая проба)	27	7,8–13,8	17,6	8,8	0	26,4
<b>Тауйский ЛРЗ</b>							
18–20	Цех, круговой и дальневосточный бассейны, 3,6°С; 232/800–280/1071 (общая проба)	27	10,6–14,6	1,0	0	0	1,0
<b>Природная молодь</b>							
19–21	р. Тауй, 12°С	27	14,6	0	0	0	0

Вся заводская молодь кеты характеризовалась наибольшей выживаемостью в конце второй – третьей декаде июня, что, по-видимому связано с накоплением  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ -АТФазы. Вероятно, эти сроки можно рекомендовать для выпуска молоди кеты из ЛРЗ в естественные водоемы. Однако следует учитывать, что в разные годы условия содержания, а также кормления молоди на ЛРЗ могут отличаться, поэтому сроки повышенной способности адаптироваться к морской среде могут также меняться. Поэтому, скорее всего, перед выпуском с ЛРЗ молодь кеты целесообразно тестировать на жизнеспособность путем прямой пересадки ее в морскую воду. Причем необходимо проводить тест на определенных возрастных группах (партиях) молоди.

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

Известно, что одной из составляющих эффективности искусственного разведения тихоокеанских лососей, а следовательно, результативности использования той или иной биотехнологии на основных этапах раннего онтогенеза рыб является качество выращиваемой молоди.

На Анюйском ЛРЗ Хабаровского края средняя температура воды в период выдерживания личинок и активного кормления молоди составляет 6,8–7,0°C. На этом же ЛРЗ для рыбоводных целей используется вода из подруслового стока р. Анюй. Основной недостаток этой воды – крайне ограниченное содержание кислорода – 2,7–3,0 мг/л (при насыщении всего 29–30%). Поэтому для обогащения воды используются мощные аэраторы, увеличивающие содержание кислорода в воде до 5–6,6 мг/л кислорода при 42–55%-ном насыщении. Из-за недостатка кислорода Анюйский ЛРЗ может выращивать не более 12–15 млн молоди при проектной мощности 30 млн экз.

На магаданских ЛРЗ в качестве основного источника водоснабжения используют артезианские скважины, содержание кислорода в их воде составляет не менее 6–11 мг/л.

Молодь кеты на заводах обоих регионов выращивают в прямоточных бассейнах дальневосточного типа и круговых. Содержание молоди осуществляется на магаданских ЛРЗ при плотности посадки до 10–25 тыс. шт./м<sup>2</sup>, а на Анюйском – не более 5 тыс. шт./м<sup>2</sup>.

На холодноводных ЛРЗ Магаданской области из-за низкой температуры воды в период выдерживания личинок кормление молоди начинается в ноябре – феврале. На тепловодных ЛРЗ Магаданской области и Анюйском из-за более низкой температуры в период инкубации икры, чем на холодноводных ЛРЗ Магаданской области, кормление начинается в конце февраля – марте. Применяется комбинированное кормление влажными и гранулированными кормами. В 1999–2005 гг. на всех ЛРЗ Магаданской области широко распространены гранулированные корма отечественного производства, изготовленные по рецептуре ТИПРО-центра марки ЛСНТ. На Анюйском ЛРЗ в 2005 г. для кормления «приморской» кеты используют высококачественные гранулированные корма производства Дании марки Аллер Аква, для кормления «анюйской» кеты – марки ЛСНТ.

Перед выпуском на холодноводных магаданских ЛРЗ для улучшения качества молоди кеты ее адаптируют в условиях естественных выростных прудов и морской воде. «Приморскую» кету также перед выпуском содержат в течение 20–22 сут в делевых садках в условиях естественного водоема – в оз. Тихое.

В последние годы выпуск молоди с магаданских ЛРЗ в базовые реки осуществляется в основном с третьей декады июня по вторую декаду июля в возрасте 232–311 сут при 800–1270 градусо-днях. Выпуск «приморской» молоди кеты, выращенной на Анюйском ЛРЗ, происходил 2 июня 2005 г. в возрасте 216–241 сут при 1471–1620 градусо-днях, «анюйскую» кету выпустили в третьей декаде мая на 223-е сут при 1525 градусо-днях.

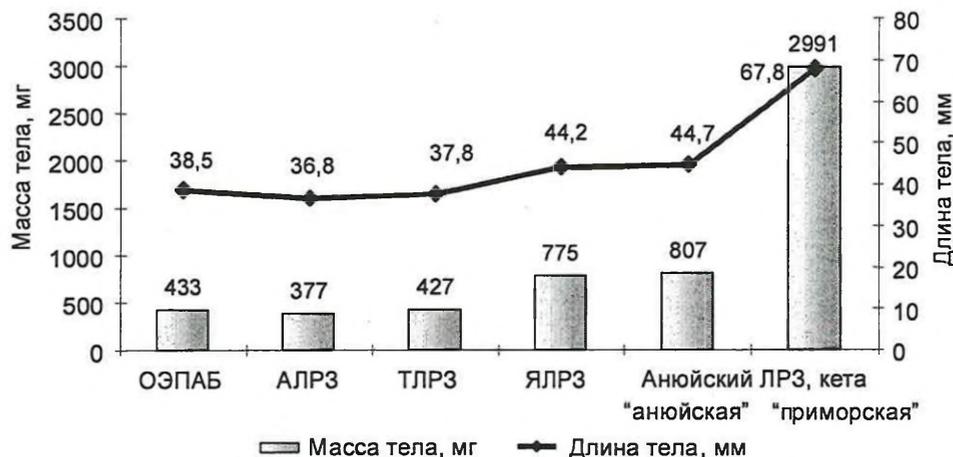
По результатам анализа средних данных размерно-весовых показателей у искусственной молоди кеты за 1999–2004 гг. по магаданским ЛРЗ и выращенной в 2005 г. на Анюйском ЛРЗ, видно, что молодь с Анюйского завода, особенно «приморская» кета, значительно превосходит молодь с магаданских ЛРЗ по массе в 3,9–7,9 раза, а по длине – в 1,5–1,8 раза (табл. 37 и рис. 43).

Средняя масса выращенной «приморской» кеты при выпуске 2 июня 2005 г. составила 2,991 г при крайних значениях 1,690 и 4,620 г; средняя длина составила 67,8 мм с колебаниями 58–78 мм. Средняя масса тела «анюйской» кеты уже к 5 мая достигла более 0,8 г с пределами колебаний 0,6–1,3 г, средняя длина – 44,7 мм с колебаниями 43–58 мм.

Таблица 37

**Качественная характеристика молоди кеты, выращенной  
на разных ЛРЗ Дальнего Востока**

Предприятие	Возраст		Масса, мг	Длина, мм
	сут	градусо-дни		
ОЭПАБ (1999–2004 гг.)	280–311	1120–1270	433±29	38,5±0,7
Арманский ЛРЗ (1999–2004 гг.)			369–599	36,2–41,2
			377±37 297–475	36,8±1,2 34,0–39,6
Тауйский ЛРЗ (1999–2004 гг.)	232–280	800–1071	427±41 346–470	37,8±1,0 36,0–39,5
Янский ЛРЗ (2001–2004 гг.)	255–308	1024–1241	775±48 701–865	44,2±0,9 43,0–45,9
Ануйский ЛРЗ: «приморская» кета (2 июня 2005 г.)	230	1566	2991±146	67,8±1,1
	«анюйская» кета (5 мая 2005г.)	1405	1690–4620 807	58–78 44,7



**Рис. 43. Размерно-весовая характеристика молоди кеты, выращенной на ЛРЗ Магаданской области (за 1999–2005 гг.) и на Ануйском ЛРЗ Хабаровского края в 2005 г.**

Более полно характеризует качество молоди у наблюдаемых выборок кеты сравнение данных по средним показателям массы тела рыб и их возраста (рис. 44). На рис. 44 показано, что «приморская» кета почти при таком же возрасте, что и кета с магаданских ЛРЗ, обладает в 4,2–7,3 раза большей массой, а «анюйская» кета в возрасте чуть более 200 сут превышает по массе молодь кеты с магаданских ЛРЗ в 1,1–2 раза.

Все это свидетельствует о высоком темпе роста молоди кеты в условиях благоприятного температурного режима. Хотя и здесь не исключается вероятность высокой потенции роста, связанной с наследственными особенностями индивидуального развития кеты, воспроизводимой в разных водоемах и регионах.

И, наоборот, температура воды менее 1°С на Арманском ЛРЗ и Ольской ЭПАБ ведет к снижению размерно-весовых показателей, что видно при анализе среднесуточных приростов молоди (рис. 45).

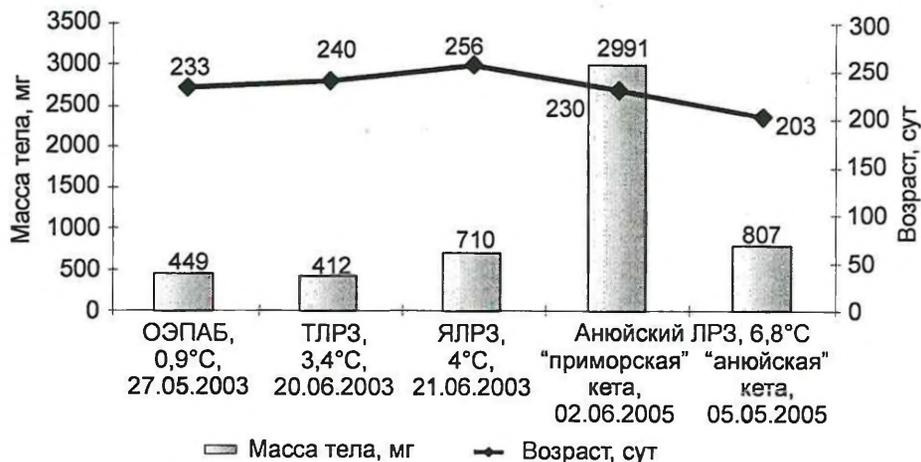


Рис. 44. Средние показатели массы тела у разновозрастной молоди кеты, выращенной на ЛРЗ Магаданской области и Хабаровского края

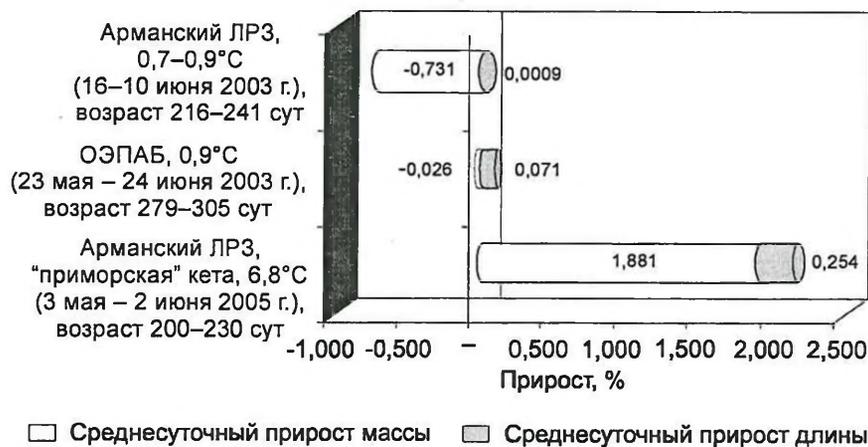


Рис. 45. Среднесуточный прирост массы тела и длины молоди кеты, выращенной на ЛРЗ Магаданской области и Хабаровского края

Для сопоставления взяты размерно-весовые показатели молоди кеты в 2003 г. в начале и конце периода ее активного кормления на Арманском ЛРЗ и Ольской ЭПАБ. Было отмечено снижение массы молоди, причем на Арманском ЛРЗ молодь кеты ежедневно теряла по 0,7% от массы тела, а на Ольской ЭПАБ – по 0,03%. Уменьшение весовых характеристик происходило вследствие низкой температуры воды, при которой значительно снижается активность питания, но не прекращается линейный рост. Снижению массы тела молоди на этих ЛРЗ сопутствовало незначительное увеличение длины.

«Приморская» кета с Анюйского ЛРЗ (2005 г.) ежедневно увеличивала массу тела на 1,9%. Если в начале наблюдаемого периода (3 мая) масса тела молоди в возрасте 200 сут составляла 1,7 г, то в возрасте 230 сут она выросла в 1,7 раза. Одновременно увеличивалась и длина молоди, которая ежедневно вырастала более чем на 0,2% от первоначального размера.

Физиологическое состояние молоди кеты определяли по гематологическим показателям. Как показано на графике (рис. 46), у «приморской» и «анюйской» молоди кеты отмечены наибольшие показатели общего содержания гемоглобина в крови – 74,5–73,3 г/л и количества эритроцитов в единице объема – 950–902 тыс. шт./мм<sup>3</sup>.

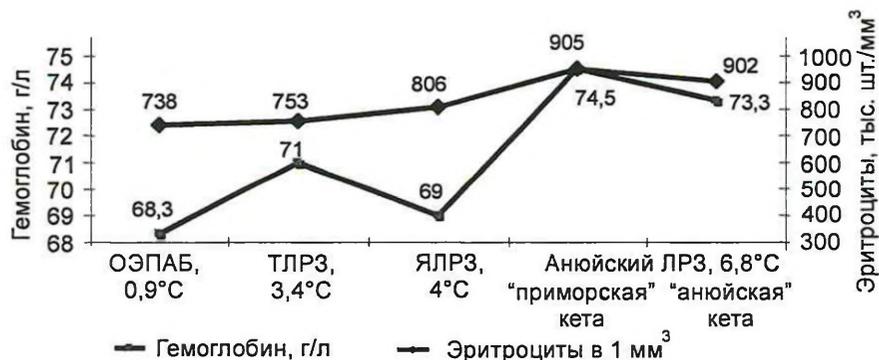


Рис. 46. Общее содержание гемоглобина и эритроцитов в крови молоди кеты, выращенной на ЛПЗ Магаданской области и Хабаровского края

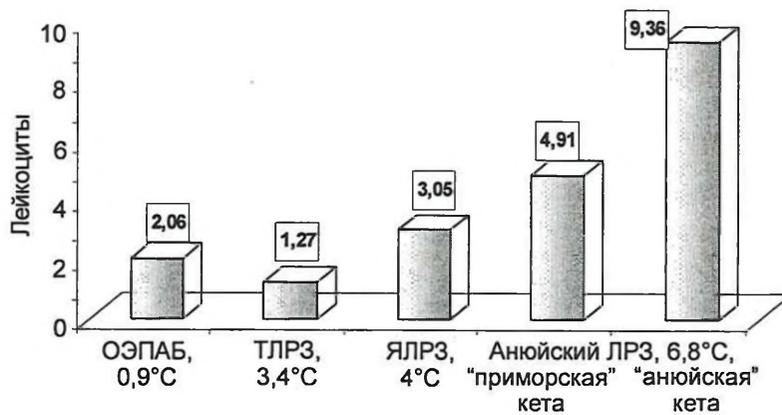
При сопоставлении возраста молоди и содержания гемоглобина в одном эритроците крови рыб выявлены общие закономерности – с увеличением возраста у молоди рыб со всех заводов пропорционально увеличивается содержание гемоглобина в одном эритроците (рис. 47). Наибольшее содержание отмечено у самой взрослой молоди на ОЭПАБ в возрасте 308 сут, наименьшее – у «приморской» молоди – 78,9 мкмкг в возрасте 230 сут.



Рис. 47. Содержание гемоглобина в одном эритроците у разновозрастной молоди кеты, выращенной на ЛПЗ Магаданской области и Хабаровского края

О высоком качестве выращенной на Аньюском ЛПЗ молоди можно судить и по количеству лейкоцитов в крови – 4,6 и 9,2 тыс. шт./мм³ крови соответственно у «приморской» и «анюйской» против 1,3–2 (на холодноводных) и 3 тыс. шт./мм³ крови у молоди (на тепловодных) магаданских ЛПЗ (рис. 48). Причем увеличение лейкоцитов у молоди с Аньюского ЛПЗ происходит вследствие высокого содержания в лейкоцитарной формуле лимфоцитов, отвечающих за жизнестойкость и иммунитет рыб.

Хотя кровь всей выращенной на ЛПЗ молоди кеты носит лимфоидный характер, как видно на рис. 49, снижение удельного веса лимфоцитов у молоди с магаданских ЛПЗ происходит из-за увеличения количества полиморфноядерных клеток от 23 до 35%, что свидетельствует о снижении физиологического качества молоди.



□ Лейкоциты, тыс. шт. в 1 мм<sup>3</sup> крови

Рис. 48. Общее количество лейкоцитов в крови молоди кеты, выращенной на разных ЛРЗ Магаданской области и Хабаровского края

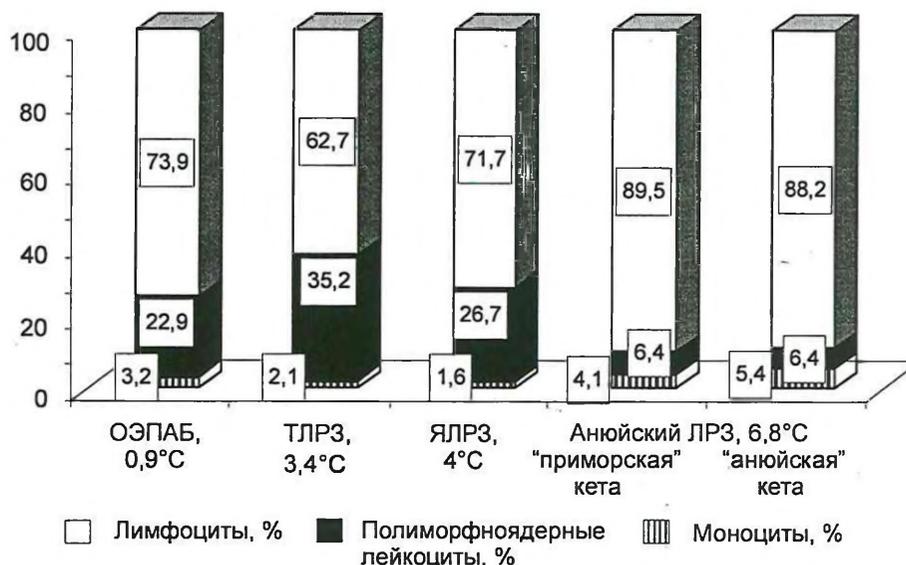


Рис. 49. Морфологический состав крови молоди кеты, выращенной на ЛРЗ Магаданской области и Хабаровского края

У кеты с Анюйского ЛРЗ количество этих же клеток невысокое и составляет в лейкоформуле всего 6,4%, но отмечено несколько больше моноцитов, чем у молоди с магаданских ЛРЗ.

По результатам анализа морфологического состава крови молоди кеты, выращенной на Анюйском ЛРЗ при температурном режиме выше 6°C, очень высокое.

Об этом также можно судить и по выживаемости молоди. Так, в контрольной партии «приморской» кеты за период от начала кормления до подъема на плав погибло не более 1%, а при тестировании в среде с повышенной соленостью отхода вообще не наблюдалось.

О высоком качестве и, соответственно, выживаемости «анюйской» молоди кеты можно судить и по уже начавшимся возвратам взрослых особей на Анюйский ЛРЗ. После реконструкции в конце 90-х гг. первый выпуск молоди кеты с Анюйского ЛРЗ состоялся в 1999 г. в количестве всего 300 тыс. экз.

Объемы выпуска в 2000–2003 гг. составляли не более 3 млн экз. В 2004 г. уже был заложен на инкубацию первый миллион собственной икры, а в 2005 г. ее количество возросло до 3 млн. При этом рыба сама заходит в рыбоходный канал и стремится непосредственно к питомнику, где и была выращена. Возвраты производителей к месту их выпуска происходят, несмотря на то что длина миграционного пути от Амурского лимана до завода составляет не менее 800 км.

На основании опытов можно сделать следующие выводы: температурный режим 6,8–7°C является оптимальным для развития молоди кеты, так как увеличиваются размерно-весовые показатели рыб, темп их роста, улучшается физиологическое состояние молоди благодаря увеличению лейкоцитов в крови от 4,9 до 9,4 тыс. шт./мм<sup>3</sup>, доли лимфоцитов до 88%, но уменьшения полиморфноядерных лейкоцитов до 6,4%. Молодь кеты, выращенная при благоприятных температурных условиях, имеет высокую выживаемость – до 99%. Ее кровь отличается повышенным содержанием гемоглобина – 73,3–74,5% и характеризуется наибольшими значениями общего количества эритроцитов – 902–950 тыс. шт./мм<sup>3</sup>.

Молодь кеты с холодноводных ЛРЗ Магаданской области характеризуется пониженными весовыми показателями, а также ухудшением физиологического состояния. При повышении температуры от 3°C и более (на Янском и Тауйском ЛРЗ) увеличиваются размерно-весовые показатели выращиваемой молоди. Молодь, выращенная на всех магаданских ЛРЗ, отличается повышенным содержанием полиморфноядерных лейкоцитов, что, возможно, свидетельствует о снижении ее физиологического качества.

Таким образом, исследования показывают, что одним из наиболее важных факторов, определяющих рост и развитие молоди тихоокеанских лососей, является температурный. В условиях температурного оптимума максимально реализуются потенциальные возможности роста и адаптивные особенности рыб.

Поэтому на ЛРЗ Магаданской области (особенно на Арманском ЛРЗ и Ольской ЭПАБ) крайне необходимы реконструкция и модернизация производственных процессов с четкой конкретной схемой проведения каждого технологического процесса по отдельным видам рыб.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований сделан анализ эффективности рыбоводных мероприятий по искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России. Особое внимание уделено деятельности ЛРЗ Магаданской области, расположенных в Тауйской губе Охотского моря, где разведение лососей существует с 1983 г. Несмотря на значительный период, рыбоводные мероприятия здесь, за небольшим исключением, не дали положительного эффекта, что обусловлено комплексом факторов: организационными причинами (ведомственной разобщенностью рыбоводства и его недостаточным научно-методическим обеспечением); слабой изученностью особенностей естественного воспроизводства и адаптивных параметров размножения, эмбрионального и постэмбрионального развития природных стад лососей; несоответствием существующих технологий разведения лососей на магаданских ЛРЗ климатическим условиям речных бассейнов и прибрежных акваторий региона; применением устаревшего и изношенного оборудования на магаданских ЛРЗ; продолжающаяся практика перевозки икры с водоемов-доноров на ЛРЗ из-за отсутствия собственных маточных стад лососей.

Перечисленные обстоятельства послужили основанием для настоящего исследования, в котором рассмотрены различные вопросы, связанные с изучением особенностей развития лососей на ЛРЗ и в естественных условиях на всех стадиях рыбоводного процесса и раннего онтогенеза. Предложены меры по оптимизации, изменению, корректировке существующих технологий разведения, общая стратегия и конкретные методические подходы к повышению выживаемости, увеличению возвратов и в целом повышению эффективности рыбоводных мероприятий. Особое внимание в работе уделено кете как наиболее перспективному объекту разведения в климатических условиях региона.

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

Температура воды определяет развитие и темп роста в раннем онтогенезе лососей. На ЛРЗ Магаданской области развитие лососей проходит в условиях переменного температурного режима. С повышением температуры воды сокращается продолжительность инкубации, а количество градусо-дней (сумма среднесуточных температур) увеличивается. Взаимосвязь средней температуры воды и «суммы набранного тепла» (количество градусо-дней) эмбрионами кеты, а также других видов лососей слабая. Это особенно выражено при определении 9-го этапа эмбриогенеза у горбуши и нерки, где коэффициент корреляции низкий ( $r = 0,049-0,369$ ), хотя здесь следует учитывать определенную относительность и субъективность при установлении рыбоводами 9-го этапа. 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. В сравнительно небольших диапазонах температуры воды можно использовать и линейные зависимости, что удобно в рыбоводной практике.

Резкие колебания температуры воды в период инкубации (с 8,5–9 до 1–2°C), увеличение амплитуды (разности) температуры воды от начала к окончанию инкубации икры (более 3°C), снижение температуры воды ниже оптимальной, повышенное содержание погибшей икры приводят к задержке развития и увеличению смертности эмбрионов, личинок и молоди вне зависимости от видовой принадлежности лососей. Чем быстрее происходит снижение температуры воды в осенне-зимние месяцы, тем больше смертность зародышей. Зависимость инкубационного отхода от разности температур в течение инкубации можно выразить экспоненциальной функцией:  $y = 2,1314e^{0,4747x}$  ( $R^2 = 0,7451$ ). Скорость снижения температуры на ЛРЗ Магаданской области тесно связана со сроками закладки икры: чем позднее заложена икра (октябрь–ноябрь), тем больше разница температуры воды в период инкубации. Резкие колебания температуры воды (с 8,6 до 1,3–2,0°C) при инкубировании икры приводят к значительной смертности эмбрионов даже на поздних этапах их развития (до 35%).

Инкубационные аппараты Аткинса расширенного вмещения являются самыми удобными в работе и обеспечивают высокое качество инкубируемой икры.

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 1:50 000 и 1:100 000 не эффективно.

Устойчивость эмбрионов кеты к механическим воздействиям на протяжении инкубации повышается. После завершения процесса эпиболии чувствительность эмбрионов к травмам резко снижается. После закладки кардиальных вен и появления смешанного кровообращения травмируемость увеличивается и смертность повышается до 54%. На 9-м этапе эмбрионального развития чувствительность к механическим воздействиям вновь уменьшается и остается низкой до самого выклева эмбрионов. Таким образом, устойчивость эмбрионов на различных этапах развития к механическому воздействию несомненно должна учитываться рыбоведами при проведении технологических операций, в частности – при перевозке и переборке икры.

Исключение или уменьшение воздействия хотя бы одного из неблагоприятных факторов позволяет повысить выживаемость и улучшить физиологическое качество свободных эмбрионов, личинок и молоди кеты. Использование для выдерживания свободных эмбрионов и личинок трубчатого субстрата, применение аппаратов NOPAD с субстратом седловидного типа, а также специально подготовленных аппаратов Аткинса способствуют повышению их выживаемости. Увеличение проточности в период выдерживания свободных эмбрионов и личинок вызывает активизацию работы их плавников и, в связи с этим, способствует ускорению обменных процессов в организме, резорбции желточного мешка и интенсивному росту тела. Эти особенности следует учитывать рыбоведам при планировании сроков поднятия личинок на плав и начала кормления.

Применение внезаводской биотехники разведения кеты (инкубация икры, выдерживание свободных эмбрионов и личинок в специально подготовленных «нерестовых ямах» непромерзаемых речных проток) на водоемах, популяции которых подвержены интенсивному прессу промысла, позволяют повысить выживаемость кеты на самых ранних этапах ее развития. Кроме того, этот способ может стать альтернативой при возникающем на ЛРЗ дефиците производственных мощностей. Основным недостатком его 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.

С повышением температуры воды сокращается период вылупления эмбрионов, ускоряется процесс резорбции желтка и повышается удельная скорость роста. У кеты при температуре воды 8,6°C вылупление наступило через 6 сут, а при ее снижении до 2,1°C замедлилось до 24 сут; при температуре воды 6,5°C период резорбции желтка составляет 111 сут, а при 1,3°C удлиняется до 185 сут. С помощью графика экспоненциальной зависимости возможен расчет ориентировочного времени завершения личиночного периода развития и удельной скорости роста рыб при определенной температуре воды, что предлагается к внедрению в практику рыбоводства.

Температура воды оказывает влияние на рост личинок и молоди кеты. С ее повышением удельная скорость роста личинок и молоди кеты увеличивается. В мальковом периоде, при повышении температуры только до 3°C и содержании молоди при этом же температурном режиме в течение 36 сут, скорость роста резко увеличивается и становится в 3 раза выше, чем при температуре воды чуть более 1°C, что отражается на общих результатах выращивания.

Развитие кеты и других видов лососей при сходной температуре воды различается, что обусловлено их видовыми биологическими особенностями. Так, кета вылупляется в более раннем возрасте, чем горбуша и нерка. У нерки скорость резорбции желтка выше, чем у кеты и горбуши, развивающихся при сходной или даже более высокой температуре воды. При переходе личинок на смешанное питание у нерки остаток желточного мешка составляет 15,4%, тогда как у кеты и горбуши он достигает соответственно 22,8 и 27,2%. Горбуша отличается от кеты и нерки наибольшей продолжительностью резорбции желтка – до 196 сут (при температуре воды 3,5°C), тогда как у кеты при значительно меньшей температуре воды (1,3°C) она составляет 185 сут.

На ЛРЗ Магаданской области вследствие особенностей климатических и гидрологических условий в отличие от других регионов Дальнего Востока (на Сахалине и Камчатке) у кеты и горбуши короче период вылупления, а личинки переходят на смешанное питание при более низкой температуре воды (соответственно при 1,3 и 1,8°C).

В процессе развития кеты и других видов лососей удельная скорость роста изменяется. Так, у кеты на этапе свободных эмбрионов она повышается, а в личиночном пери-

оде к окончанию резорбции желточного мешка наблюдается тенденция к ее снижению. В мальковом периоде через 1–1,5 мес после резорбции желточного мешка (даже в условиях низкой температуры воды) удельная скорость повышается вследствие завершения адаптации молоди к переходу на полное экзогенное питание, но через 1 мес снова наблюдается снижение роста. Горбуша характеризуется почти таким же изменением темпа роста на разных этапах развития, как и кета. У нерки при температуре воды свыше 5°C темп роста повышается даже после полной резорбции желточного мешка. В мальковом периоде удельная скорость роста нерки замедляется только при снижении температуры воды.

Результаты исследований показывают, что успешность прохождения основных этапов раннего онтогенеза лососей при искусственном разведении определяется совокупным воздействием абиотических факторов. Существующая в настоящее время на ЛРЗ Магаданской области технология воспроизводства лососей, основанная на использовании водоисточников с низкой температурой в период смешанного и внешнего экзогенного питания молоди, малоэффективна.

На ЛРЗ Магаданской области для улучшения роста и развития кеты при смешанном и полном экзогенном питании целесообразно повышать температуру воды не менее чем до 3°C и не позднее чем за 1,5–2 мес перед выпуском молоди в водоемы. В этом случае при кормлении пастообразными смесями из продуктов местного сырья можно получить среднюю навеску молоди не менее 1,4 г из партий ранних сроков закладки и не менее 0,5 г из партий поздних сроков закладки в условиях плотности посадки до 10–12 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Но лучшее физиологическое качество молоди кеты, ее 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 перед началом кормления (при 25–30% остатка желточного 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. А за 1,5–2 мес до выпуска молоди (с первой-третьей декады апреля по первую 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 очень низкой и составляет около 0,8–2,5°C. При кормлении молоди кеты гранулированными кормами можно получить высокие размерно-весовые показатели, если температуру воды повысить до 6–7°C.

Улучшение качественных показателей личинок горбуши возможно путем постепенного снижения температуры воды в период выдерживания свободных эмбрионов до температуры воды от 2,0–3,5°C (к моменту выплывания) до 0,5–0,7°C (до 60–65% резорбции желтка), что будет способствовать сокращению времени неэффективного кормления в условиях малькового периода на ЛРЗ. Другим, но более дорогостоящим способом улучшения качества горбуши может стать подогрев воды во время завершения личиночного и начала малькового периодов развития до температуры не ниже 3°C. Содержание нерки с этапа выплывания, а также на протяжении личиночного и в мальковый периоды должно проходить при температуре воды не ниже 5°C.

По комплексной оценке размерно-весовых и гематологических показателей можно судить о физиологическом состоянии молоди, выращенной на ЛРЗ в условиях разной плотности посадки, а также в разных рыбоводных бассейнах. Плотность посадки до 8 тыс. экз./м<sup>2</sup> благоприятна для роста молоди кеты, что имеет особенно важное значение в условиях низкой температуры воды. У молоди, выращенной в таких условиях, средняя масса тела больше на 36,6%, чем у молоди, выращенной при большей плотности, – 25 тыс. шт./м<sup>2</sup>. Кроме того, улучшается ее физиологическое состояние: увеличивается содержание гемоглобина – до 76±1,6 г/л, количество эритроцитов – до 930±40 тыс. шт./мм<sup>3</sup> крови и СГЭ – до 81,7 мкмкг. Красная кровь молоди, выращенной при разреженной плотности посадки, также отличается интенсивным эритропоэзом – 76,6±1,4%, а белая кровь характеризуется большим относительным количеством лимфоцитов – 78,8±2,4%. Благодаря увеличению в крови лейкоцитов происходит рост лимфоцитов и уменьшение количества моноцитов и полиморфноядерных лейкоцитов. Такая плотность посадки может быть рекомендована для выращивания молоди кеты на ЛРЗ Магаданской области. Содержание молоди кеты в круговых бассейнах предпочтительнее содержания ее в прямооточных бассейнах, поскольку способствует более интенсивной двигательной активности и усилению обменных процессов.

При подращивании молоди кеты в условиях садков следует ориентироваться на плотность ее посадки от 15 до 18 тыс. экз./м<sup>3</sup> при начальной массе не более 0,4 г. Плотность

посадки молоди в садки должна корректироваться в зависимости от первоначальных размерно-весовых показателей – для молоди крупных размеров потребуются уменьшение плотности посадки. При уплотненной посадке величина гематокрита уменьшается (за счет снижения общего количества эритроцитов), при разреженной – повышается (за счет увеличения общего количества эритроцитов и числа молодых форм эритроцитов).

Рост, развитие и физиологическое состояние мальков лососей 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, но при этом в качестве стартового корма следует использовать влажные многокомпонентные смеси, основным ингредиентом которых является икра тресковых рыб (до 50–60%). В состав смеси следует добавлять также продукты из местного сырья: фарш и рыбкоостную 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.

Улучшению физиологического состояния, повышению выживаемости и успешной адаптации молоди кеты к условиям морской солёности способствует временное подращивание (до 1–1,5 мес) в естественных водоёмах (в пресной или солоноватой воде). Способ садкового подращивания в пресной воде и выпуск молоди кеты в естественный водоём для свободного нагула в условиях разреженной плотности посадки, а также доступности естественной кормовой базы позволяет вырастить молодь высокого физиологического качества с хорошими размерно-весовыми показателями и развитыми пищеводобывающим и стайным инстинктами. Кроме того, при садковом подращивании исключается нерегулируемый скат молоди из выростных прудов во время весенне-летних паводков. Все это в итоге способствует более успешной адаптации молоди к естественной среде и формированию у нее хоминга.

При адаптации сеголеток кеты к воде морской солёности возникают существенные изменения в морфологическом составе крови. При успешной адаптации кровь молоди массой 0,5–1,1 г характеризуется интенсивным эритропозом – до 69,8–78,9%, значительным увеличением относительного числа лимфоцитов – с 72% в пресной воде до 89,5–93,9% в морской и снижением доли полиморфноядерных лейкоцитов – соответственно с 15,9 до 6,0–10,3%. Крупная молодь кеты при адаптации к морской воде отличается от мелкой лучшими гематологическими показателями: высоким содержанием гемоглобина, который составляет около 85 г/л, и более качественным составом эритроцитов – 119,7 мкмкг гемоглобина в одном эритроците. У крупной молоди из морской воды, по сравнению с мелкой, наблюдается тенденция к увеличению общего количества эритроцитов и повышению величины гематокрита. Кроме того, она в условиях нарастающей солёности характеризуется высокой выживаемостью – около 96%. Адаптивный период крупной молоди в морской воде сокращается, поэтому следует подращивать именно крупную молодь, обладающую, кроме того, более высокой выживаемостью.

У молоди лососей с длительным пресноводным периодом жизни – кижуча и нерки, так же как и у кеты, происходят значительные изменения в морфологическом составе крови. Снижение интенсивности эритропоза у кижуча и нерки после перевода в морскую воду, а также увеличение относительного числа полиморфноядерных лейкоцитов – соответственно с 8,6 до 14,7% и с 21,6 до 31,2%, можно объяснить еще незавершенной адаптацией кижуча и неадаптацией нерки к морской воде.

Сеголетки кижуча хорошо адаптируются к морской солёности при средней массе до 3 г. При этом гематологические показатели после перевода его в морскую воду существенно не изменяются. Общее содержание гемоглобина в крови может быть свыше 73 г/л, а в составе периферической крови должно присутствовать не более 8–15% полиморфноядерных лейкоцитов (белая кровь) и 75–95% зрелых эритроцитов. Незначительное снижение гемоглобина в эритроцитах (с 86,9 до 85,9 мкмкг) у сеголеток кижуча после пересадки из пресной в морскую воду не влияет на их нормальный рост и развитие при разреженной плотности посадки, сбалансированном и доступном кормлении. Поэтому дыхательная функция крови в этих условиях может осуществляться с тем же успехом и при меньшей концентрации гемоглобина.

Молодь нерки массой до 1 г, характеризующаяся низким содержанием общего гемоглобина в крови (67 г/л), а также высоким содержанием полиморфноядерных лейкоцитов (более 21,6%) в белой крови, плохо адаптируется к высокой солёности. В морской воде при солёности 15‰ погибает до 30% молоди, а при 35‰ смертность достигает 100%.

Увеличение относительного числа полиморфноядерных лейкоцитов в белой крови заводской молоди кеты и других видов лососей при изменении условий содержания свидетельствует о том, что рыба находится под влиянием стресса и/или еще не приспособилась к новым условиям.

Одним из показателей определения физиологической готовности молоди кеты к миграции и переходу в морскую воду может служить оценка степени изменений значений гематокрита. Гематокрит снижается в морской воде, однако чем меньше ее отклонение от начального показателя, тем выше выживаемость молоди. Поэтому для каждого вида лососей должна быть разработана своя норма изменений гематокритной величины. У мелкой кеты при 17,9% снижения гематокрита 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%-ном снижении гематокрита обладает абсолютной выживаемостью.

Искусственная молодь кеты с разных ЛРЗ существенно отличается по биологическим, морфофизиологическим (индексам внутренних органов) и гематологическим показателям. Она также отличается от природной молоди из разных популяций Магаданской области. На ЛРЗ, где температура воды в период кормления молоди кеты ниже 3°C (Арманский ЛРЗ и Ольская ЭПАБ), ее качественные показатели по сравнению с таковой из природных популяций значительно хуже. У этой молоди наблюдается снижение общего количества лейкоцитов в 2,2–3,5 раза (лейкопения) и ухудшение морфологического состава периферической крови. В белой крови уменьшается в 1,5–1,7 раза количество лимфоцитов и увеличивается количество полиморфноядерных лейкоцитов – в 4–11 раз. В красной крови значительно – в 1,8–3,6 раза – снижается количество незрелых эритроцитов. Не пропорционально массе тела увеличиваются индексы внутренних органов – сердца, печени, ЖКТ. Молодь, выпущенная в естественные водоемы с этих ЛРЗ, физиологически неполноценная. На ЛРЗ, имеющих водоисточники с температурным режимом выше 4°C (Янский ЛРЗ), молодь кеты отличается от природной только более высокими индексами печени и ЖКТ. Увеличение индекса печени у заводской молоди объясняется содержанием ее в условиях гиподинамии, а индекса ЖКТ – неадекватностью качества искусственных кормов.

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) по общему количеству эритроцитов и лейкоцитов в крови, а также по морфологическому составу периферической крови из-за высокой интенсивности эритропоэза (от 23,8 до 44,9% молодых клеток эритроидного ряда) и значительного количества полиморфноядерных лейкоцитов (от 26,9 до 35,7%). Эти данные свидетельствуют о существовании региональной специфики и популяционной адаптивной норме исследованных показателей, а также о ведущей роли факторов среды в определении качественного состава крови.

Молодь кеты с Янского и Тауйского ЛРЗ при содержании в воде с морской соленостью (до 27‰) имеет очень высокую выживаемость (73,6 и 99% соответственно), что может характеризовать ее как подготовленную к катадромной миграции. Молодь с Арманского ЛРЗ и Ольской ЭПАБ менее жизнеспособна. При этом с Арманского ЛРЗ в воде соленостью от 14 до 30‰ выживает соответственно 56,0 и 14,3% молоди. Выживаемость кеты с Ольской ЭПАБ в воде с соленостью 18‰ составляет всего от 0 до 14,3% (в первую декаду июня). Эта молодь кеты обладает высокой выживаемостью (до 100%) только с начала второй декады июня при солености воды не более 16–21‰, а при 30‰ выживаемость ее резко снижается до 36,7%. Природная молодь в морской воде имеет почти абсолютную выживаемость (до 100%). Вся заводская молодь характеризуется наибольшей выживаемостью в середине – конце второй декады июня.

Высокая температура воды в период инкубации икры кеты и горбуши (от 6 до 9°C) и выдерживания личинок (от 2,5 до 9°C) и, наоборот, низкая в периоды перехода личинок на экзогенное питание (0,6–1,7°C) 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.

Постоянный температурный режим – около 6,8–7°C – является оптимальным для развития зародышей, личинок и молоди кеты. При этих условиях молодь хорошо растет, улучшается ее физиологическое состояние. При этом кровь заводской молоди характеризуется повышенным содержанием гемоглобина – 73,3–74,5%, интенсивным эритроцитозом, а также относительно высоким количеством эритроцитов – 902–950 тыс. шт./мм<sup>3</sup>. Общее количество лейкоцитов в крови достигает 5–9 тыс. шт./мм<sup>3</sup>, в составе которых относительное количество лимфоцитов преобладает и составляет более 88%, а относительное количество полиморфноядерных лейкоцитов менее 6,4%. Молодь кеты, выращенная при таком температурном режиме, имеет очень высокую выживаемость – до 99%.

Таким образом, в условиях ЛРЗ Магаданской области вполне возможно получить физиологически полноценную молодь кеты, подготовленную к миграции в морскую воду, и, следовательно, повысить численность лососей в базовых водоемах за счет увеличения промыслового возврата. Для этого необходимо создать для нее благоприятные условия содержания, в количество которых входят стабильная температура воды (на каждом этапе раннего развития), соблюдение санитарных норм инкубации икры с применением своевременных профилактических обработок, инкубация икры в аппаратах Аткинса расширенного вмещения и в аппаратах NOPAD, выдерживание личинок на трубчатом субстрате и в аппаратах NOPAD на седловидном субстрате, содержание молоди при оптимальной плотности посадки, сбалансированное комбинированное кормление многокомпонентными пастообразными смесями и гранулированным кормом, подращивание перед выпуском в пресной и соленой воде, контроль за биолого-физиологическим состоянием личинок и молоди, выпуск молоди не ранее второй декады июня и не позднее первой декады июля. При соблюдении перечисленных требований искусственно выращенная молодь по своим качественным биологическим и физиологическим параметрам будет максимально приближена к молоди кеты естественного происхождения.

Исследования 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 рекомендуется внедрить в практику рыбоводства (прил. 11). Ранее уже был предложен подобный рыбоводный стандарт физиологической полноценности молоди кеты и других видов лососей для ЛРЗ Магаданской области (Хованский, 1992). Однако дополнительные исследования в этом направлении и более детальное изучение физиологического состояния природной молоди позволили нам внести существенные изменения в ранее разработанный стандарт рыбоводного качества молоди кеты.

В целях определения физиологической нормы для заводской молоди кеты в Магаданской области необходим ежегодный мониторинг ее физиологического состояния и выживаемости в условиях конкретного ЛРЗ, а также природной молоди из каждого базового водоема.

## ВЫВОДЫ

1. Дан анализ эффективности искусственного разведения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России. Среди всех четырех регионов, где размещены ЛРЗ, наиболее успешно 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 условиям содержания лососей на разных этапах эмбрионального и постэмбрионального развития.

2. Температура воды оказывает прямое влияние на развитие и выживаемость эмбрионов кеты и других видов лососей. Ее повышение ускоряет эмбриогенез и сокращает продолжительность этапов развития. По средней температуре инкубации методом линейной зависимости можно определить 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 самые удобные 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 эпидеии 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 интенсивному прессу промысла, будет способствовать увеличению ее численности, а также может 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 мес до выпуска способствует 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>2</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, содержания 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 ее размеров, повышению выживаемости, адаптации к воде морской солености, формированию хоминга способствует ее подращивание до 1–1,5 мес в садках или отгороженных участках

в пресной или морской воде в естественных водоемах. При садковом подращивании 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 эритропозом, 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 характеризуется 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 магаданских 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 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  $6,8-7^{\circ}\text{C}$ , 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./ $\text{м}^3$ , выпуск в реки с середины июня до середины июля при температуре воды в реке  $5-6^{\circ}\text{C}$ , в морском побережье  $-6-10^{\circ}\text{C}$ .

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.

## Литература

- Акиничева Е. Г., Рогатных А. Ю.* Опыт мечения лососей на рыбоводных заводах посредством термического маркирования // *Вопр. ихтиол.* – 1996. – Т. 36, № 5. – С. 693–698.
- Акиничева Е. Г., Сафроненков Б. П., Рогатных А. Ю.* Результаты и перспективы массового маркирования отолитов лососей на рыбоводных заводах Магаданской области // *Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей* : сб. науч. докл. рос.-американ. конф. по сохранению лососевых. – Хабаровск, 2000. – С. 10–15.
- Алтухов Ю. П., Салменкова Е. А., Рябова Г. Д., Куликова Н. И.* Генетическая дифференциация популяций кеты и эффективность некоторых акклиматизационных мероприятий // *Биология моря.* – 1980. – № 3. – С. 23–38.
- Афанасьев Н. Н., Михайлов В. И., Кузнецов С. А., Ракитина М. В.* Распределение, размерно-весовая характеристика и питание молоди лососевых рыб в прибрежной зоне Тауйской губы Охотского моря : сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1994. – Вып. 308. – С. 42–54.
- Бакистанский Э. Л.* Опыт выращивания молоди горбуши и кеты в морской воде // *Тр. Полярного НИИ рыб. хоз-ва и океанографии.* – 1963. – Вып. 15. – С. 45–48.
- Бардач Д., Ритер Д., Макларни У.* Аквакультура. – М. : Пищ. пром-сть, 1978. – 294 с.
- Бауер О. Н., Мусселиус В. А., Николаева В. Н., Стрелков Ю. А.* Ихтиопатология. – М., 1977. – 430 с.
- Бачевская Л. Т., Велижанин Е. С., Пустовойт С. П., Хованский И. Е.* Влияние искусственного воспроизводства кеты на численность и генетическое разнообразие ее популяций // *Первый конгресс ихтиологов России (Астрахань, сент., 1997 г.)* : тез. докл. – М. : Изд-во ВНИРО, 1997. – С. 348.
- Белова А. В.* Сравнительный морфологический анализ крови молоди горбуши с сахалинских и мурманских рыбоводных заводов и естественных нерестилищ // *Воспроизводство и акклиматизация лососевых в Баренцевом и Белом морях.* – М. ; Л. : Наука, 1966. – С. 163–175. – (Тр. Мурманского морского биол. ин-та; вып. 12 (16)).
- Белоусов А. Н., Аладьина Е. С.* Отечественное лососеводство: состояние и перспективы развития // *Рыбоводство и рыболовство.* – 2002а. – № 1. – С. 42–45.
- Белоусов А. Н., Аладьина Е. С.* Воспроизводство рыбных запасов: итоги года // *Рыб. хоз-во.* – 2002б. – № 2. – С. 39–41.
- Белый Н. Д.* Рец. на работу: Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб // *Зоол. журн.* – 1960. – Т. 39. – Вып. 6. – С. 948–951.
- Беляев В. А., Пробатов Н. С., Золотухин С. Ф., Миронова Т. Н.* Проблемы лососевого хозяйства в бассейне реки Амур // *Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей* : сб. науч. докл. рос.-американ. конф. по сохранению лососевых. – Хабаровск, 2000. – С. 15–24.
- Биологические основы развития лососеводства в Магаданском регионе* : сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1994. – Вып. 308. – 280 с.
- Божко А. М.* Возрастная, половая и эколого-физиологическая изменчивость внутренних органов рыб // *Гидробиологические исследования.* – Тарту : Ин-т зоол. и ботан. АН ЭССР, 1962. – Т. 3.
- Болквадзе З. О., Цинцадзе З. А.* Определение адаптационных возможностей сеголетков радужной форели в морской воде различной солености // *Науч. конф. профессоров и преподавателей.* – Батуми, 1989. – Вып. 9. – С. 115–116.
- Бочаров Г. Д.* Материалы по приспособляемости молоди горбуши и кеты к морской воде // *Тр. Мурманского морского биол. ин-та.* – 1964. – Вып. 5 (9). – С. 154–160.
- Бочаров Г. Д., Муравейко В. М., Хузин Р. Ф.* Динамика ската молоди атлантического лосося реки Золотая // *Проблемы биологии и экологии атлантического лосося.* – Л., 1985. – С. 105–107.
- Бретт Дж. Р.* Факторы среды и рост // *Биоэнергетика и рост рыб.* – М. : Легкая и пищ. пром-сть, 1983. – С. 275–345.
- Бронштейн И. Н., Семендяев К. А.* Справочник по математике. – М. : Наука, 1986. – 544 с.
- Бугров Л. Ю.* Особенности термопреферендума молоди кижуча при естественной температурной стратификации в водоеме // *Информ. бюл. / Ин-т биологии внутренних вод.* – Л. : Изд-во АН СССР, 1985. – № 68. – С. 43–46.
- Бушуев В. П.* Руководство по культивированию кеты. – Владивосток : Изд-во Дальневост. ун-та, 1994. – 143 с.

Валова В. Н. Проблема качественной оценки заводской популяции тихоокеанских лососей // Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей : сб. науч. докл. рос.-американ. конф. по сохранению лососевых. – Хабаровск, 2000. – С. 107–110.

Валова В. Н., Крупянюк Н. И., Калинина М. В. Стартовые корма при интенсивном выращивании молоди кижуча *Oncorhynchus kisutch* Walbaum : сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1991б. – Вып. 307. – С. 188–196.

Валова В. Н., Скирин В. И., Калинина М. В. Результаты подращивания молоди кеты *Oncorhynchus keta* Walbaum на кормах разной рецептуры : сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1991а. – Вып. 307. – С. 169–177.

Варнавский В. С. Некоторые показатели физиологического состояния при смолтификации кижуча *Oncorhynchus kisutch* Walbaum и нерки *Oncorhynchus nerka* Walbaum в естественных условиях и при ускоренном подращивании на геотермальных водах : автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1984. – 24 с.

Варнавский В. С. Смолтификация лососевых. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1990. – 179 с.

Ведемейер Г. А., Мейер Ф. Л., Смит Л. Стресс и болезни рыб. – М. : Легкая и пищ. пром-сть, 1981. – 128 с.

Волков А. Ф., Чучукало В. И. Руководство по изучению питания рыб. – Владивосток : ТИНРО, 1986. – 32 с.

Волобуев В. В. Проблема смешанных стад лососей в Магаданской области // Северо-Восток России: проблемы экономики и народонаселения : расшир. тез. докл. регион. науч. конф. «Северо-Восток России: прошлое, настоящее, будущее». Магадан, 31 марта – 2 апр. 1998 г.: в 2 т. – Магадан : ОАО «Северовостокзолото», 1998. – Т. 1. – С. 111–112.

Воловик С. П. Пищевые отношения молоди симы в реках Сахалина // Изв. ТИНРО. – 1968. – Т. 55. – С. 83–96.

Воропаев В. М., Хованский И. Е., Хованская Л. Л. и др. Влияние различных комбикормов на рост и морфологические показатели молоди кеты // Методические и прикладные аспекты рыбохозяйственных исследований на Дальнем Востоке. – Хабаровск : Кн. изд-во, 2003. – С. 204–212.

Вышегородцев А. А. Морфологическая характеристика сибирской ряпушки *Coregonus albula sardinella* (Val.) р. Юрибей (бассейн Гадынского залива) // Вопр. ихтиол. – 1975. – Т. 15. – Вып. 1 (90). – С. 32–42.

Вялова Г. П. Контроль за физиологическим состоянием покатной молоди горбуши на рыболовных заводах Сахалина // Научно-технические проблемы мариккультуры в стране : тез. докл. Всесоюз. конф. – Владивосток, 1989. – С. 26–28.

Вялова Г. П., Хоревина Н. В. Гематологическая характеристика кеты *Oncorhynchus keta* Walbaum, выращенной на пастообразных кормах : сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1991. – Вып. 307. – С. 178–187.

Гинецинский А. Г., Васильева А. Ф., Наточин Ю. В. Реакция рыб на изменение солености среды // Проблемы эволюции функций и энзимохимии процессов возбуждения. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – С. 89–109.

Гительзон И. И., Терсков И. А. О способе выражения гемоглобина в эритроците // Лабораторное дело. – 1956. – № 6. – С. 6–10.

Глаголева Т. П. Диагностическое значение морфологической картины крови молоди балтийского лосося при искусственном воспроизводстве // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. – Рига, 1975. – Вып. 11. – С. 103–109.

Глаголева Т. П. Гематологический анализ молоди балтийского лосося при искусственном воспроизводстве. – Рига : Звайгзне, 1977. – 95 с.

Глаголева Т. П. Инструкция по гематологическому контролю за искусственно выращиваемой молодью лососевых рыб. – Рига : БалтНИИРХ, 1981. – 38 с.

Глаголева Т. П., Бодрова Т. И. Диагностическое значение гематологического анализа у лососевых видов рыб // Корма и методы кормления объектов мариккультуры. – М. : ВНИРО, 1988. – С. 121–127.

Глубоковский М. К. Лососевое хозяйство Дальнего Востока: резервы с точки зрения биологов // Резервы лососевого хозяйства Дальнего Востока. – Владивосток : ДВО АН СССР, 1989. – С. 5–12.

Городилов Ю. Н. Методические материалы по определению возраста и стадий развития зародышей атлантического лосося. – Мурманск, 1986. – 71 с.

- Грачева М. Л., Хованская Л. Л. Опыт искусственного воспроизводства лососей на Ольской ЭПАБ: сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1994. – Вып. – 308. – С. 62–74.
- Гриценко О. Ф. Лососевое хозяйство Дальнего Востока // Рыб. хоз-во. – 1994. – № 2. – С. 28–30.
- Гриценко О. Ф., Ковтун А. А., Косткин В. К. Экология и воспроизводство кеты и горбуши. – М.: Агропромиздат, 1987. – 166 с.
- Детлаф Т. А., Гинзбург А. С., Шмальгаузен О. И. Развитие осетровых рыб. – М.: Наука, 1981. – 224 с.
- Евсин В. Н. Морфологические особенности и изменчивость летней кумжи *Salmo trutta* L. рек Пулоныги и Малой Кумжевой // Вопр. ихтиол. – 1977. – Т. 17. – Вып. 3. – С. 400–407.
- Емельянов С. В. Эволюция темпов индивидуального развития животных. – М., 1977. – 314 с.
- Житенева Л. Д., Полтавцева Т. Г., Рудницкая О. А. Атлас нормальных и паталогически измененных клеток крови рыб. – Ростов: Кн. изд-во, 1989. – 110 с.
- Жуйкова Л. И. Питание и пищевые взаимоотношения молоди кеты с некоторыми видами лососевых в р. Белой // Изв. ТИНРО. – 1975. – Т. 95. – С. 47–57.
- Жукинский В. Н. Влияние абиотических факторов на разнокачественность и жизнеспособность рыб в раннем онтогенезе. – М.: Агропромиздат, 1986. – 248 с.
- Запорожец О. М., Запорожец Г. В. Проблемы оценки эффективности искусственного воспроизводства и взаимодействие естественных и заводских популяций тихоокеанских лососей на Камчатке // Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей: сб. науч. докл. рос.-американ. конф. по сохранению лососевых. – Хабаровск, 2000. – С. 51–55.
- Золотарева И. М., Вялова Н. П. Профилактика болезней лососевых на рыболовных заводах Сахалина // Морфология, структура популяций и проблемы рационального использования лососевидных рыб: тез. координац. совещ. по лососевидным рыбам. – Л., 1983. – С. 78–79.
- Золотухин С. Ф., Цыгир В. В., Кашкин К. А. Временная инструкция по выполнению учетных работ и наблюдений за скатом молоди кеты и горбуши в реках Южного Приморья. – Владивосток: ТИНРО, 1989. – 15 с.
- Зубина Н. Ф. Количество крови и гемоглобина у молоди радужной форели в связи с условиями выращивания // Эколого-физиологические особенности крови рыб. – М.: Наука, 1968. – С. 58–87.
- Иванков В. Н., Андреева В. В., Тяпкина Н. В. и др. Введение // Биология и кормовая база тихоокеанских лососей в ранний морской период жизни. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1999. – С. 6–11.
- Иванова Н. Т. Атлас клеток крови рыб. – М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1983. – 184 с.
- Илев В. С. Смолтификация лососевых и ее биологическое значение // Журн. общей биологии. – 1962. – Т. 23, № 1. – С. 72–73.
- Казаков Р. В. Изучение влияния искусственного переменного температурного режима инкубации икры на выживаемость и развитие зародышей и личинок атлантического лосося: сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1971. – Т. 75. – С. 56–57.
- Казаков Р. В. Тенденции развития и биологические основы управляемого лососевого хозяйства // Биология моря. – 1986. – № 2. – С. 4–17.
- Казаков Р. В., Яндовская Н. И. Рост и развитие атлантического лосося *Salmo salar* L. на ранних этапах онтогенеза при различных температурных режимах: сб. науч. тр. ГосНИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1980. – Вып. 149. – С. 38–66.
- Каев А. М. Особенности воспроизводства кеты в связи с ее размерно-возрастной структурой. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2003. – 287 с.
- Канидьев А. Н. Отличительные признаки клеток периферической крови молоди кеты: сб. науч.-техн. информации Всесоюз. НИИ морск. рыб. хоз-ва и океанографии. – 1966. – Вып. 6. – С. 24–30.
- Канидьев А. Н. Состав периферической крови молоди кеты как основной показатель ее качества и условий воспроизводства // Изв. ТИНРО. – 1967а. – Т. 61. – С. 132–142.
- Канидьев А. Н. Факторы, определяющие величину смертности и возможности повышения жизнеспособности заводской молоди кеты в пресноводный период жизни: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 1967б. – 20 с.
- Канидьев А. Н. О некоторых показателях крови молоди кеты (*Oncorhynchus keta* *infragr. autumnalis* Berg) в связи с оценкой ее качества и условий выращивания // Вопр. ихтиол. – 1969. – Т. 9. – Вып. 2 (55). – С. 369–372.

- Канидьеv А. Н.* Методы качественной оценки молоди рыб по составу крови (на примере осенней кеты) : сб. науч.-исслед. работ по прудовому рыбоводству. – М. : ВНИИПРХ, 1970. – № 5. – С. 236–268.
- Канидьеv А. Н.* Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб. – М. : Легкая и пищ. пром-сть, 1984. – 216 с.
- Канидьеv А. Н., Гамыгин Е. А.* Новые рецепты полноценных гранулированных кормов для форели и лосося в индустриальном рыбоводстве : сб. науч. тр. Всесоюз. НИИ пруд. рыб. хоз-ва. – 1975. – Вып. 15. – С. 203–221.
- Канидьеv А. Н., Жуйкова Л. И.* Обеспеченность пищей как показатель допустимой концентрации молоди осенней кеты в реке // Изв. ТИНРО. – 1971. – Т. 76. – С. 97–110.
- Канидьеv А. Н., Леванидов В. Я.* Вопросы улучшения биотехники разведения кеты // Изв. ТИНРО. – 1968. – Т. 65. – С. 119–131.
- Карзинкин Г. С.* Основы биологической продуктивности водоемов. – М. : Пищепромиздат, 1952. – 342 с.
- Карпенко В. И.* Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей. – М. : Изд-во ВНИРО, 1998. – 165 с.
- Карпенко В. И., Николаева Е. Т.* Суточный ритм питания и рационы молоди кеты *Oncorhynchus keta* в речной и ранний морской периоды жизни // Вопр. ихтиол. – 1989. – Т. 29. – Вып. 2. – С. 318–325.
- Кляшторин Л. Б.* О зависимости уровня активного обмена у рыб от температуры // Физиология морских рыб. – М. : Наука, 1980. – С. 41–47.
- Кляшторин Л. Б.* Пастбищное лососеводство Аляски // Пастбищное и товарное лососеводство. – 1991. – Вып. 1. – С. 11–18. – (Информационный пакет ВНИЭРХ. Сер. Аквакультура).
- Кляшторин Л. Б., Смирнов Б. П.* Оценка готовности к морской миграции у искусственно выращиваемой молоди нерки // Рыб. хоз-во. – 1990. – № 2. – С. 42–45.
- Кляшторин Л. Б., Смирнов Б. П.* Тихоокеанские лососи: состояние запасов и воспроизводство // Рыб. хоз-во. Сер. Аквакультура : обзор. информ. – Вып. 2. – М. : ВНИЭРХ, 1992. – 36 с.
- Кобаяси Т.* Воспроизводство запасов лососей в Японии // Рыб. хоз-во. – 1988. – № 2. – С. 57–62.
- Комбаров В. Я., Скирин В. И., Царева Л. А.* Получение покатной молоди кеты в экспериментальных условиях // Мариккультура на Дальнем Востоке. – Владивосток : ТИНРО, 1986. – С. 24–29.
- Коржуев П. А.* О физиологических методах оценки качества молоди промысловых рыб // Тр. совещ. по рыбоводству. – М. : Изд-во АН СССР, 1957. – С. 65–70.
- Коржуев П. А.* О методах изучения крови рыб // Руководство по методике исследования физиологии рыб. – М. : Изд-во АН СССР, 1962. – С. 5–15.
- Костарев В. Л.* Колебания выживаемости охотской кеты // Изв. ТИНРО. – 1970. – Т. 71. – С. 123–131.
- Краюшкина Л. С.* Развитие осморегуляторной функции в раннем онтогенезе лососевых // Биологические основы развития лососевого хозяйства в водоемах СССР. – М. : Наука, 1983. – С. 56–72.
- Краюшкина Л. С., Левченко Н. Д.* Развитие осморегуляторной функции в онтогенезе молоди кеты и стандарт рыбоводной продукции : тез. докл. 4-го Всесоюз. совещ. по науч.-техн. проблемам мариккультуры. – Владивосток, 1983. – С. 61–62.
- Крогиус Ф. В.* Динамика популяции и рост молоди нерки *Oncorhynchus nerka* Walbaum оз. Дальнего (Камчатка) // Вопр. ихтиол. – 1975. – Т. 15. – Вып. 4. – С. 612–629.
- Куликова Н. И., Рослый Ю. С.* Естественная и промысловая смертность амурской кеты // Исследования по биологии рыб и промысловой океанографии. – Владивосток, 1978. – Вып. 9. – С. 134–139.
- Лауровский В. В.* Влияние способов кормления на состав тела и морфофизиологические показатели двухлетней молоди форели // Актуальные проблемы кормления рыб в индустриальном рыбоводстве : сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1981. – Вып. 176. – С. 71–81.
- Лакин Б. Ф.* Биометрия. – М. : Высш. шк., 1980. – 294 с.
- Лаптев В. И., Москвитина Ю. А., Брилев А. В., Морозов М. П.* Химические и биологические вещества, применяемые в прудовом рыбоводстве. – Темрюк, 1981. – 164 с.
- Лебедева О. А.* Влияние антропогенных факторов на ранний онтогенез рыб / V Всесоюз. конф. по раннему онтогенезу рыб : тез. докл. Астрахань, 1–3 окт., 1991 г. – М., 1991. – С. 149–151.

- Леванидов В. Я.* Питание молоди осенней кеты во время миграции по Амуру // Изв. ТИНРО. – 1964. – Т. 55. – С. 55–85.
- Леванидов В. Я.* Воспроизводство амурских лососей и кормовая база их молоди в притоках Амура // Изв. ТИНРО. – 1969. – Т. 67. – 267 с.
- Леоненко Е. П., Ляхнович В. П.* Сравнительные морфофизиологические особенности белого амура, толстолоба и карпа, выращенных в прудах Белоруссии // Эколого-физиологические особенности крови рыб. – М. : Наука, 1968. – С. 28–42.
- Любаева Т. Н., Любаев В. Я., Сидорова С. В.* Формирование заводских популяций кеты и их вселение в естественную среду (на примере Охотского ЛРЗ) // Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей : сб. науч. докл. рос.-американ. конф. по сохранению лососевых. – Хабаровск, 2000. – С. 70–79.
- Макоедов А. Н., Бачевская Л. Т., Рогатных А. Ю. и др.* Влияние рыбоводных мероприятий на состояние популяций кеты северного побережья Охотского моря : сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1994а. – Вып. 308. – С. 243–256.
- Макоедов А. Н., Бачевская Л. Т., Рогатных А. Ю.* Искусственное воспроизводство и состояние популяций кеты рек северного побережья Охотского моря // Вестник Дальневост. отд-ния РАН. – 1994б. – № 5. – С. 64–73.
- Маркевич Н. Б., Виленская Н. И.* Влияние сроков нереста и термического режима на выживание и рост молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum на ключевых и русловых нерестилищах Западной Камчатки // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб Камчатского шельфа : сб. науч. тр. КоТИНРО. – 1991а. – Вып. 1. – Ч. 1. – С. 85–104.
- Маркевич Н. Б., Виленская Н. И.* Выживание и весовой рост личинок нерки *Oncorhynchus nerka*, проходивших ранние этапы эмбриогенеза при различном термическом режиме // Вопр. ихтиол. – 1991б. – Т. 31. – Вып. 5. – С. 756–765.
- Марковцев В. Г.* Основные пути повышения эффективности разведения лососей на Дальнем Востоке // Научно-технические проблемы марикультуры в стране : тез. докл. Всесоюз. конф. 23–28 окт. 1989 г. – Владивосток : ТИНРО, 1989. – С. 14–16.
- Медников Б. М.* Температура как фактор развития // Внешняя среда и развивающийся организм. – М. : Наука, 1977. – С. 7–52.
- Микулич Л. В., Ефимкин А. Я., Пуцина О. И.* Живые корма в рационе молоди кеты // Живые корма для объектов марикультуры. – М. : ВНИРО, 1988. – С. 119–135.
- Моисеев П. А.* Тихоокеанские лососи – объекты управляемого рыбного хозяйства // Рыб. хоз-во. – 1982. – № 4. – С. 29–32.
- Мусселлус В. А., Ванятинский В. Ф., Вихман А. А. и др.* Лабораторный практикум по болезням рыб. – М. : Легкая и пищ. пром-сть, 1983. – 296 с.
- Наточин Ю. В., Бочаров Г. Д.* Активация экскретирующих натрий клеток в жабрах горбуши и кеты, адаптирующихся к жизни в морской воде // Вопр. ихтиол. – 1975. – Т. 2. – Вып. 4 (25). – С. 687–692.
- Научный отчет //* Разработка проблем увеличения ресурсов тихоокеанских лососей путем интенсивного воспроизводства. – Магадан : МагаданНИРО, 2001. – 81 с. – (Рукопись).
- Никольский Г. В.* О взаимосвязи признаков энергетики и кариотипа у рыб // Журн. общ. биол. – 1973. – Т. 34. – Вып. 4. – С. 503–515.
- Остроумова И. Н.* Показатели крови и кроветворение в онтогенезе рыб // Изв. ВНИОРХ. – 1957. – Т. 43. – Вып. 3. – С. 3–63.
- Остроумова И. Н.* Форменные элементы крови в развитии лосося // Тр. совещ. по физиологии рыб. – М., 1958. – С. 380–386.
- Остроумова И. Н.* Влияние разных кормов на кровь и кроветворение у ранней молоди семги // Изв. ГосНИОРХ. – 1964а. – Т. 58. – С. 98–108.
- Остроумова И. Н.* Состояние крови форели при адаптации к разным условиям кислородного и солевого режимов воды // Изв. ГосНИОРХ. – 1964б. – Т. 58. – С. 27–36.
- Остроумова И. Н.* Количество гемоглобина и эритроцитов у молоди семги разного возраста в условиях рыбоводного завода и после выпуска ее в реку // Воспроизводство и акклиматизация лососевых в Баренцевом и Белом морях. – М. ; Л. : Наука, 1966а. – С. 176–186. – (Тр. Мурманского морск. биол. ин-та ; вып. 12 (16)).
- Остроумова И. Н.* Методические указания по использованию анализа крови для оценки качества выращивания семги. – Л. : ГосНИОРХ, 1966б. – 11 с.
- Остроумова И. Н.* Выращивание личинок, сеголеток и двухлеток радужной форели на сухих гранулированных кормах // Изв. ГосНИОРХ. – 1974. – Т. 97. – С. 42–53.

*Остроумова И. Н., Абрамова Ж. И.* Теоретические основы использования высокобелковых и высоконуклеиновых продуктов микробиосинтеза для замены рыбной муки в кормах рыб // Актуальные проблемы кормления рыб в индустриальном рыбоводстве : сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1981. – Вып. 176. – С. 3–36.

*Отчет* о научно-исследовательской работе по теме 1. 02. Рациональное использование и регулирование промысла дальневосточных лососей. Состояние запасов, биологическая структура стад и перспективы промысла тихоокеанских лососей материкового побережья Охотского моря / МагаданНИРО. – Магадан, 2000. – 99 с. – (Рукопись).

*Отчет* о научно-исследовательской работе по теме 1. 22. Рациональное использование и регулирование промысла дальневосточных лососей. Состояние запасов, биологическая структура стад и перспективы промысла тихоокеанских лососей Северного побережья Охотского моря в 2002 г. (промежуточ.) / МагаданНИРО. – Магадан, 2003. – 157 с. – (Рукопись).

*Отчет* по выполнению плана НИР лабораторией искусственного воспроизводства лососей и аквакультуры ФГУП «МагаданНИРО» в 2002 г. / МагаданНИРО. – Магадан, 2003. – 123 с. – (Рукопись).

*Отчет* по выполнению плана НИР лабораторией искусственного воспроизводства лососей и аквакультуры ФГУП «МагаданНИРО» в 2003 г. / МагаданНИРО. – Магадан, 2004. – 149 с. – (Рукопись).

*Отчет* по выполнению плана НИР лабораторией искусственного воспроизводства лососей и аквакультуры ФГУП «МагаданНИРО» в 2004 г. / МагаданНИРО. – Магадан, 2005. – 110 с. – (Рукопись).

*Перри Э., Бейли Д.* Оценка искусственного разведения кеты и горбуши в Британской Колумбии / Междунар. симп. по тихоокеанским лососям: тез. докл. Южно-Сахалинск, 9–17 сент. 1989 г. – Владивосток, 1990. – С. 101–102.

*Правдин И. Ф.* Руководство по изучению рыб. – М. : Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.

*Привольнев Т. И., Никифоров Н. Д.* Некоторые показатели по физиологии рыб. – М. : ВНИРО, 1959. – 38 с.

*Пробатов Н. С., Миронова Т. Н.* Оценка биологической эффективности работы Амурских ЛРЗ по результатам мечения : отчет ХФ ТИНРО. – 1995. – № 1139. – 28 с.

*Проскуренко И. В., Курганский Г. Н.* Задачи оптимального управления процессами на лососевых рыбоводных заводах // Марикультура на Дальнем Востоке. – Владивосток : ТИНРО, 1983. – С. 147–153.

*Пузиков П. И.* Нерка североохотоморского побережья и методы формирования ее заводских популяций // Северо-Восток России: проблемы экономики и народонаселения : расшир. тез. докл. регион. науч. конф. «Северо-Восток России: прошлое, настоящее, будущее». Магадан, 31 марта – 2 апр., 1998 г. : в 2 т. – Магадан : ОАО «Северовостокзолото», 1998. – Т. 1. – С. 104–105.

*Пучков Н. В.* Белые кровяные тельца // Руководство по методике исследования физиологии рыб. – М. : Изд-во АН СССР, 1962. – С. 16–21.

*Рогатных А. Ю., Акиничева Е. Г., Сафроненков Б. П.* Массовое мечение лососей на рыбоводных заводах // Северо-Восток России: проблемы экономики и народонаселения : расшир. тез. докл. регион. науч. конф. «Северо-Восток России: прошлое, настоящее, будущее». Магадан, 31 марта – 2 апр., 1998 г. – Магадан : ОАО «Северовостокзолото», 1998. – Т. 1. – С. 103–104.

*Рогатных А. Ю., Сафроненков Б. П., Акиничева Е. Г.* Использование методов внезаводского разведения для восстановления численности природных популяций лососей / Рос.-американ. конф. по сохранению лососевых. Камчатка, 18–22 апр., 1999. – Камчатка, 1999. – С. 60.

*Рогатных А. Ю., Сафроненков Б. П., Акиничева Е. Г., Игнатов Н. Н.* Промысловоматочные популяции дальневосточных лососей // Рыбоводство и рыболовство. – 2002. – № 1. – С. 46–48.

*Рогатных А. Ю., Яковлев К. А., Бойко И. А., и др.* Проблемы и перспективы рационального сочетания искусственного и естественного воспроизводства тихоокеанских лососей в Магаданской области : сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1994. – Вып. 308. – С. 257–264.

*Романчук Е. Д.* Взаимодействие смешанных популяций горбуши искусственного и естественного воспроизводства в Сахалино-Курильском бассейне // Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей : сб. науч. докл. рос.-американ. конф. по сохранению лососевых. – Хабаровск, 2000. – С. 96–102.

- Рослый Ю. С. Эффективность и перспективы заводского воспроизводства лососей в бассейне Амура // Лососевидные рыбы. – Л. : Наука, 1980. – С. 189–191.
- Рухлов Ф. Н. Жизнь тихоокеанских лососей. – Южно-Сахалинск, 1982. – 110 с.
- Рухлов Ф. Н., Шубин А. О. О промысловом возврате горбуши заводского происхождения // Марикультура на Дальнем Востоке. – Владивосток : ТИПРО, 1986. – С. 3–12.
- Рыжков Л. П. Индивидуальная изменчивость линейных размеров и массы тела в раннем онтогенезе лососевых рыб // Внутривидовая изменчивость в онтогенезе животных. – М. : Наука, 1980. – С. 131–141.
- 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. тр. МагаданНИРО. – 2004. – Вып. 2. – С. 326–342.
- Сафроненков Б. П., Хованская Л. Л. Пути повышения эффективности управляемого лососевого хозяйства в Магаданской области // Северо-Восток России: прошлое, настоящее и будущее : Материалы II регион. науч.-практ. конф., Магадан, 27–28 ноября, 2003 г. : в 2 т. – Магадан : Кордис, 2004а. – Т. 2. – С. 72–76.
- Сафроненков Б. П., Хованская Л. Л. Современное состояние искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей в Магаданской области // Там же. – 2004б. – Т. 2. – С. 69–72.
- 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.
- 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.
- Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб / МСХ РФ. – М. : Отд. маркетинга АМБ-агро, 1999. – Ч. 2. – 235 с.
- 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.
- Семенов К. И., Зорин В. Г., Зорина Е. А. Опыты по адаптации предпосадочной молоди кеты к условиям нарастающей солености : сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1994. – Вып. 308. – С. 217–232.
- Семенов К. И., Коновалов Ю. Д., Несен Э. Н. Обводнение яиц и содержание общего белка при эмбриогенезе разных потомств карпа и их жизнестойкость // Разнокачественность раннего онтогенеза у рыб. – Киев : Наук. думка, 1974. – С. 139–169.
- Семенченко А. Ю. Проблемы взаимодействия природных и заводских популяций лососей в Приморье // Вопросы взаимодействия естественных и искусственных популяций лососей : сб. науч. докл. рос.-американ. конф. по сохранению лососевых. – Хабаровск, 2000. – С. 110–113.
- Скопичев В. Г., Ноздрачев А. Д., Ряховская Л. В. и др. Влияние состава и консистенции кормов на структурно-функциональную организацию желудочно-кишечного тракта молоди кеты : сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1991. – Вып. 306. – С. 129–143.
- Скопичев В. Г., Ноздрачев А. Д., Соколова И. О. и др. Цитофизиологическая характеристика эпителия желудочно-кишечного тракта молоди кеты при солевой адаптации // Физиол. журнал. – 1992. – Т. 78, № 10. – С. 105–113.
- Смирнов А. И. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. – М. : Изд-во Москов. ун-та, 1975. – 335 с.
- Смирнов А. И., Кляшторин Л. Б. Осморегуляторные способности молоди кеты *Oncorhynchus keta* при длительном выращивании в пресной воде // Вопр. ихтиол. – 1989. – Т. 29, № 4. – С. 617–623.
- Смирнов В. С., Божко А. М., Рыжков Л. П., Добринская Л. А. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб // Тр. СевНИОРХ. – 1972. – Т. 7. – 186 с.
- Спешилов Л. И. Физиологические аспекты выращивания лососевых рода *Salmo* в морской воде. – М. : ВНИРО, 1978. – Т. 120. – С. 30–43.
- Строганов Н. С. Экологическая физиология рыб. – М. : Изд-во Москов. ун-та, 1962. – Т. 1. – 444 с.
- Турецкий В. И., Ильина И. Д., Канидьев А. Н. и др. К вопросу о качестве стартовых кормов для личинок рыб // Корма и методы кормления объектов марикультуры. – М. : ВНИРО, 1988. – С. 4–20.

Фомин А. В. Использование гаприна и ферментализата БВК в стартовом корме для молоди кеты : сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – 1991а. – Вып. 306. – С. 67–75.

Фомин А. В. Пастообразные корма для молоди кеты // Рыб. хоз-во. – 1991б. – № 10. – С. 35–36.

Фомин А. В. Влияние пастообразных и гранулированных кормов на рост и ультраструктуру желудочно-кишечного тракта, физиологические показатели молоди кеты при разных температурах воды : сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1994. – Вып. 308. – С. 129–170.

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.

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.

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.

Хирд У. Важность начального морского периода в общей выживаемости горбуши и кеты в морских условиях / Междунар. симп. по тихоокеанским лососям : тез. докл. Южно-Сахалинск, 9–17 сент., 1989 г. – Владивосток, 1990. – С. 65–66.

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 г. – М., 1991. – С. 205–206.

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.

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

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

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.

Хованская Л. Л., Сафроненков Б. П. О возможности развития управляемого лососеводства в северном Охотоморье // Северо-Восток России: прошлое, настоящее и будущее : Материалы II регион. науч.-практ. конф., Магадан, 27–28 ноября 2003 г. : в 2 т. – Магадан : Кордис, 2004. – Т. 2. – С. 92–95.

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.

Хованская Л. Л., Игнатов Н. Н., 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. тр. МагаданНИРО. – 2004. – Вып. 2. – С. 343–358.

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.

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. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1991. – Вып. 307. – С. 206–214.

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 эколог. физиологии и биохимии рыб : тез. докл. Петрозаводск, 30 сент. – 3 окт. 1992 г. – Петрозаводск, 1992. – Т. 2. – С. 151.

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, 1991а. – С. 213–214.

Хованский И. Е. Выдерживание личинок горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* Walb. в условиях искусственного канала : сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1991б. – Вып. 307. – С. 157–168.

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.

Хованский И. Е. Сравнительная морфофизиологическая характеристика молоди лососевых рыб, полученной при различных условиях содержания на рыбоводных заводах Магаданской области // Изв. ТИНРО. – 1994. – Т. 113. – С. 124–132.

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

Хованский И. Е. Задачи и возможности управляемого лососеводства // Рыб. хоз-во. – 2000. – № 3. – С. 50–53.

Хованский И. Е. Эколого-физиологические и биотехнологические факторы эффективности лососеводства. – Хабаровск : Кн. изд-во, 2004. – 417 с.

Хованский И. Е., Хованская Л. Л. Роль гематологических показателей в определении физиологической полноценности заводской молоди лососевых : сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1994. – Вып. 308. – С. 171–184.

Хованский И. Е., Литт В. А., Хованская Л. Л. и др. Морское подращивание молоди как фактор повышения эффективности пастбищного лососеводства // Изв. ТИНРО. – 1997. – Т. 122. – С. 188–199.

Хованский И. Е., Наточин Ю. В., Шахматова Е. И. Влияние физической нагрузки на осморегуляторную способность заводской молоди кеты *Oncorhynchus keta* // Вопр. ихтиол. – 1992. – Т. 32. – Вып. 3. – С. 133–139.

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 : расшир. тез. докл. регион. науч. конф. «Северо-Восток России: прошлое, настоящее, будущее». Магадан, 31 марта – 2 апр. 1998 г. – Магадан : «Северовостокзолото», 1998. – Т. 1. – С. 100–102.

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.

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, 17–18 мая 1995 г. – Владивосток, 1995. – С. 87–88.

Хоревин Л. Д. Искусственное разведение тихоокеанских лососей в Сахалинской области // Резервы лососевого хозяйства Дальнего Востока. – Владивосток : ДВО РАН, 1989. – С. 94–104.

Хоревина Н. Б. Выращивание кеты в садках в солоноватой воде при различной плотности посадки : тез. докл. 4-го Всесоюз. совещ. по науч.-техн. проблемам марикультуры. Владивосток, 27 сент. – 1 окт. 1983 г. – Владивосток, 1983. – С. 74–75.

Цуладзе В. Л. Бассейновый метод выращивания лососевых рыб. – М., 1990. – 160 с.

Черешнев И. А., Волобуев В. В., Шестаков А. В., Фролов С. В. Лососевидные рыбы Северо-Востока России. – Владивосток : Дальнаука, 2002. – С. 227–265.

Черняев Ж. А. Эмбриональное развитие байкальского омуля. – М., 1968. – 92 с.

Чучукало В. И., Волков А. Ф. Руководство по изучению питания рыб. – Владивосток : ТИНРО, 1986. – 32 с.

Шевцова Э. Е. К вопросу о повышении эффективности дальневосточного лососеводства // Экспресс-информация ВНИЭРХ. Сер. Аквакультура. – 1990а. – Вып. 9. – С. 1–4.

Шевцова Э. Е. Лососеводство за рубежом // Рыб. хоз-во. – 1990б. – № 10. – С. 48–51.

Шершнев А. П. Рост молоди кеты и горбуши в ранний морской период жизни // Изв. ТИНРО. – 1973. – Т. 91. – С. 37–48.

Шунтов В. П. Концепция дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей на период 2006–2010 гг. – Владивосток : ТИНРО-центр, 2005. – 62 с.

Щербина М. А., Валова В. Н., Скирин В. И., Калинина М. В. О связи между качественным составом стартовых комбикормов и физиологическим состоянием молоди // Экологическая физиология и биохимия рыб : тез. докл. VII Всесоюз. конф. – Ярославль, 1989. – Т. 2. – С. 255–256.

Яковлев К. А., Пузиков П. И. Использование инкубаторов с искусственным нерестовым субстратом при производстве тихоокеанских лососей : сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1994. – Вып. 308. – С. 125–129.

Яковлев К. А., Рогатных А. Ю., Акиничева Е. Г. Подращивание предпокатной молоди кеты в сетчатых садках в естественной среде эстуарно-морской солености : сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. – 1994. – Вып. 308. – С. 240–242.

Яндовская Н. И., Казаков Р. В., Лейзерович Х. А. Инструкция по разведению атлантического лосося. – Л. : ГосНИОРХ, 1979. – 96 с.

Akinicheva E., Rogatnykh A. Use of otolith marking for evaluation of hatchery output efficiency // NPAFC Doc. 55. – 2001. – 39 p.

Bams R. A. A quantitative evaluation of survival to the adult stage and other characteristics of pink salmon (*Oncorhynchus gorbusha*) produced by a revised hatchery method with simulated optimal natural conditions // J. Fish Res. Bd. Can. – 1972. – Vol. 29, No. 8. – P. 1151–1167.

Bradford M. J. Comparativ review of Pacific salmon survival rates // Can. J. Fish. and Aquat. Sci. – 1995. – Vol. 52, No. 6. – P. 1327–1338.

Brett J. R. Energetic responsens of salmon to temperature. A study of some thermal relations in the physiology and freshwater ecology of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) // Amer. Zool. – 1971. – Vol. 11, No. 1. – P. 99–113.

Elliott J. M. The effects of temperature and ration size on growth and energetics of salmonids in captivity // Comp. Biochem. and Physiol. B. – 1982. – Vol. 73, No. 1. – P. 81–91.

Higurashi N., Tauti M. On the relation between temperature and the development of fish eggs // J. Imper. Fish. Inst. – 1925. – Vol. 21. – P. 1–16.

Hiroi O. Historical trends of salmon fisheries and stock conditions in Japan // Assessment and status of Pacific Rim salmonid stock NPAFC // Bull. – 1998. – No. 1. – P. 23–27.

Kaerijama M. Production trends of salmon enhancement in Japan / Intern. Sympos. on Biological Interactions of Enhanced and Wild Salmonids. – Nanaimo, B. C. Canada, 1991. – P. 11.

Langdon J. S., Thorpe J. E. Response of gill  $\text{Na}^+\text{K}^+\text{-ATPase}$  activity, succinat dehydrogenase activity and chloride cells to saltwater adaptation in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., parr and smolt // Fish. Biol. – 1984. – Vol. 24. – P. 323–331.

NPAFC (North Pacific Anadromous Fish Commission). Annual Report 1998. – P. 45–48.

NPAFC (North Pacific Anadromous Fish Commission). Annual Report 1999. – P. 47–50.

NPAFC (North Pacific Anadromous Fish Commission). Annual Report 2001. – P. 53–58.

NPAFC (North Pacific Anadromous Fish Commission). Annual Report 2002. – P. 96–104.

Parker R. R. Estimaion of sea mortality rates for the 1960 brood-year pink salmon of Hoke Nose Creek, British Columbia // J. Fish. Res. Board Can. – 1964. – Vol. 21, No. 5. – P. 1019–1034.

Parker R. R. Marine mortality schedules of the Beela Coola River, central British Columbia // Ibid. – 1968. – Vol. 25, No. 4. – P. 757–794.

Royal L. A. Survival in the estuaries – a most critical phase // West. Fish. – 1962. – Vol. 64, No. 6. – P. 16–17.

Safronenkov B., Akinicheva E., Rogatnykh A. The dry method of salmon otolith mass marking : abstr. Intern. Sympos. «Recent Changes in Ocean Production of Pacific Salmon». – Juneau, 1999. – P. 81–82.

Salo E. O. Life history of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) // Pacific Salmon Life History / eds. C. Groot, L. Margolis. – Vancouver, 1991. – P. 233–309.

Wedemeyer G. A., Saunders R. L., Clarke W. C. Environmental factors affecting smoltification and early marine survival of anadromous salmonides // Mar. Fish. Rev. – 1980. – Vol. 42, No. 6. – P. 1–14.

ПРИЛОЖЕНИЯ



Кета, партия № 1, дата оплодотворения 23.07.1997 г., р. Ланковая

Периоды и этапы развития	Дата	Возраст		Длина ас, мм	Длина ад, мм	Масса р, мг	Масса желтка, %	Козф. упитанности $K_{\phi}$	Температура за очередной период, °С	Средняя температура за весь период выдерживания, °С	Удельная скорость роста
		сут	градусодни								
Вылупление эмбрионов	20.09.97	60	544,5	$\frac{22,4 \pm 0,2}{20,3-25,0}$	$\frac{20,4 \pm 0,2}{19,0-22,0}$	$\frac{224,0 \pm 5,9}{131-277}$	$\frac{71,0 \pm 1,2}{57,9-87,1}$	—	9,1	9,1	—
Подъем на плав и начало кормления	10.11.97	112	1008,5	$\frac{31,4 \pm 0,3}{28,0-34,5}$	$\frac{27,8 \pm 0,3}{25,0-30,5}$	$\frac{288,5 \pm 7,5}{213-367}$	$\frac{22,8 \pm 1,0}{10,8-33,6}$	—	8,9	8,9	0,005
Смешанное питание	30.11.97	132	1128,7	$\frac{34,2 \pm 0,4}{29,0-40,0}$	$\frac{30,5 \pm 0,4}{26,5-35,7}$	$\frac{337,7 \pm 13,0}{198-486}$	$\frac{9,5 \pm 1,3}{0-27,4}$	—	6,0	8,1	0,008
	30.12.97	162	1203,2	$\frac{38,4 \pm 0,5}{34,0-44,0}$	$\frac{34,1 \pm 0,4}{30,3-39,0}$	$\frac{436,5 \pm 17,6}{271-640}$	$\frac{2,2 \pm 0,6}{0-13,2}$	—	2,5	6,5	0,009
Мальковый период	05.02.98	199	1252,9	$\frac{41,2 \pm 0,5}{35,0-45,5}$	$\frac{37,3 \pm 0,5}{31,0-41,5}$	$\frac{555,3 \pm 25,5}{300-800}$	—	$\frac{0,78 \pm 0,02}{0,57-1,11}$	1,3	5,1	0,007
То же	12.03.98	234	1288,1	$\frac{40,4 \pm 0,6}{34,0-46,0}$	$\frac{35,9 \pm 0,6}{30,0-41,0}$	$\frac{580,3 \pm 28,3}{295-836}$	—	$\frac{0,86 \pm 0,01}{0,69-0,99}$	1,0	4,3	0,001
— » —	06.04.98	259	1311,1	$\frac{43,8 \pm 0,7}{36,0-48,0}$	$\frac{38,8 \pm 0,7}{32,0-43,0}$	$\frac{859,0 \pm 30,7}{530-1090}$	—	$\frac{1,0 \pm 0,03}{0,82-1,59}$	0,9	3,8	0,015
— » —	06.05.98	289	1347,4	$\frac{44,9 \pm 0,5}{39,0-48,0}$	$\frac{40,0 \pm 0,5}{35,0-43,0}$	$\frac{864,4 \pm 26,3}{405-1057}$	—	$\frac{1,0 \pm 0,02}{0,68-1,24}$	1,2	3,5	0,0002

## Кета, партия № 2, дата оплодотворения 06.09.1997 г., р. Кулькuty (ямская популяция)

Периоды и этапы развития	Дата	Возраст		Длина ас, мм	Длина ад, мм	Масса р, мг	Масса желтка, %	Коеф. упитанности $K_{\phi}$	Температура за очередной период, °С	Средняя температура за весь период выдерживания, °С	Удельная скорость роста
		сут	градусодни								
Вылупление эмбрионов	06.11.97	62	510,2	$\frac{22,5 \pm 0,2}{20,2-25,0}$	$\frac{20,4 \pm 0,2}{20,0-22,0}$	$\frac{224,0 \pm 5,7}{132-274}$	$\frac{71,5 \pm 1,2}{57,2-84,1}$	—	8,2	8,2	—
Свободные эмбрионы	30.11.97	86	647,3	$\frac{27,6 \pm 0,2}{26,0-30,0}$	$\frac{24,8 \pm 0,2}{23,0-27,0}$	$\frac{263,2 \pm 5,8}{217-354}$	$\frac{46,4 \pm 1,5}{32,7-64,8}$	—	5,7	5,7	0,007
	30.12.97	116	721,6	$\frac{30,9 \pm 0,2}{28,0-32,0}$	$\frac{27,6 \pm 0,2}{24,5-29,0}$	$\frac{329,6 \pm 5,5}{256-392}$	$\frac{35,2 \pm 0,9}{26,3-54,4}$	—	2,5	3,9	0,008
Подъем на плав и начало кормления	05.02.98	153	771,3	$\frac{32,6 \pm 0,3}{29,5-35,0}$	$\frac{28,6 \pm 0,4}{25,0-31,8}$	$\frac{372,7 \pm 6,2}{310-432}$	$\frac{25,3 \pm 0,5}{21,4-32,6}$	—	1,3	2,9	0,003
Смешанное питание	12.03.98	188	806,5	$\frac{35,0 \pm 0,2}{32,0-37,0}$	$\frac{30,9 \pm 0,2}{28,0-32,5}$	$\frac{424,4 \pm 5,6}{354-490}$	$\frac{14,0 \pm 0,5}{7,1-19,4}$	—	1,0	2,4	0,004
	07.04.98	206	863,7	$\frac{36,4 \pm 0,3}{34,0-39,0}$	$\frac{32,3 \pm 0,2}{30,0-35,0}$	$\frac{440,9 \pm 12,7}{329-600}$	$\frac{5,8 \pm 0,3}{2,0-9,5}$	—	2,2	2,5	0,002
Мальковый период	14.05.98	244	944,3	$\frac{39,3 \pm 0,3}{34,0-42,0}$	$\frac{35,2 \pm 0,3}{30,0-38,0}$	$\frac{476,3 \pm 16,6}{285-660}$	—	$\frac{0,80 \pm 0,02}{0,61-0,99}$	2,1	2,4	0,002
	19.06.98	280	1053,5	$\frac{50,1 \pm 0,5}{45,0-55,0}$	$\frac{45,2 \pm 0,5}{40,0-50,0}$	$\frac{1404,8 \pm 43,7}{935-1808}$	—	$\frac{1,1 \pm 0,02}{0,90-1,35}$	3,0	2,5	0,030

## Кета, партия № 3, дата оплодотворения 27.09.1997 г., р. Яма

Периоды и этапы развития	Дата	Возраст		Длина ас, мм	Длина ад, мм	Масса р, мг	Масса желтка, %	Кэф. упитанности $K_{\phi}$	Температура за очередной период, °С	Средняя температура за весь период выдерживания, °С	Удельная скорость роста
		сут	градусодни								
Вылупление эмбрионов	07.12.97	72	481,1	$\frac{23,6 \pm 0,3}{19,0-28,0}$	$\frac{21,5 \pm 0,3}{17-25}$	$\frac{204,5 \pm 9,1}{121-358}$	$\frac{65,2 \pm 2,1}{45,7-83,9}$	—	6,7	6,7	—
Свободные эмбрионы	05.02.98	132	579,5	$\frac{27,9 \pm 0,1}{26,5-29,0}$	$\frac{24,9 \pm 0,1}{24-26}$	$\frac{251,2 \pm 5,0}{222-318}$	$\frac{46,2 \pm 0,9}{34,9-52,9}$	—	1,6	1,6	0,003
Подъем на плав и начало кормления	12.03.98	168	614,8	$\frac{30,9 \pm 0,2}{27,0-33,0}$	$\frac{27,8 \pm 0,2}{24-30}$	$\frac{323,9 \pm 8,0}{220-405}$	$\frac{29,2 \pm 0,8}{17,0-38,7}$	—	1,0	1,4	0,007
Смешанное питание	12.04.98	199	642,7	$\frac{32,3 \pm 0,4}{25,0-37,0}$	$\frac{28,1 \pm 0,3}{21-30}$	$\frac{336,9 \pm 8,2}{256-454}$	$\frac{23,8 \pm 1,0}{15,1-44,9}$	—	0,9	1,3	0,001
Мальковый период	19.06.98	236	687,1	$\frac{39,1 \pm 0,4}{34,0-44,0}$	$\frac{34,6 \pm 0,3}{30-39,5}$	$\frac{509,5 \pm 17,1}{363-767}$	—	$\frac{0,8 \pm 0,02}{0,72-1,21}$	1,2	1,3	0,011

## Горбуша, партия № 1, дата оплодотворения 31.07.1997 г., р. Кулькuty

Периоды и этапы развития	Дата	Возраст		Длина ас, мм	Длина ад, мм	Масса р, мг	Масса желтка, %	Кэф. упитанности $K_{\phi}$	Температура за очередной период, °С	Средняя температура за весь период выдерживания, °С	Удельная скорость роста
		сут	градусодни								
Вылупление эмбрионов	09.10.97	71	636,0	$\frac{19,1 \pm 0,2}{16,9-21,0}$	$\frac{17,0 \pm 0,2}{15,3-18,7}$	$\frac{112,3 \pm 2,1}{79-143}$	$\frac{60,2 \pm 1,2}{49,6-80,7}$	–	9,0	9,0	–
Свободные эмбрионы	11.11.97	104	880,2	$\frac{23,7 \pm 0,2}{22,0-26,0}$	$\frac{20,6 \pm 0,2}{19,0-22,5}$	$\frac{135,7 \pm 2,7}{102-167}$	$\frac{37,0 \pm 0,6}{29,6-45,7}$	–	7,4	7,4	0,006
Подъем на плав и начало кормления	30.11.97	123	1029,9	$\frac{26,1 \pm 0,2}{24,0-31,0}$	$\frac{23,2 \pm 0,3}{21,5-29,0}$	$\frac{143,3 \pm 2,3}{116-170}$	$\frac{27,2 \pm 0,5}{22,8-32,8}$	–	7,9	7,6	0,003
Смешанное питание	30.12.97	153	1097,9	$\frac{28,3 \pm 0,2}{25,5-30,0}$	$\frac{24,8 \pm 0,2}{22,0-26,0}$	$\frac{154,1 \pm 3,2}{110-179}$	$\frac{16,3 \pm 0,4}{12,5-20,7}$	–	2,3	5,6	0,007
	05.02.98	190	1147,6	$\frac{28,8 \pm 0,4}{26,0-36,0}$	$\frac{25,0 \pm 0,2}{23,0-27,5}$	$\frac{172,7 \pm 4,1}{139-220}$	$\frac{10,2 \pm 0,4}{6,2-15,0}$	–	1,3	4,2	0,002
	12.03.98	225	1181,9	$\frac{28,9 \pm 0,2}{27,0-31,0}$	$\frac{25,9 \pm 0,2}{24,0-28,0}$	$\frac{174,5 \pm 3,2}{135-207}$	$\frac{5,6 \pm 0,5}{0,0-12,1}$	–	1,0	3,5	0,0003
Мальковый период	12.04.98	256	1215,9	$\frac{30,2 \pm 0,2}{28,0-32,0}$	$\frac{26,6 \pm 0,2}{25,0-29,0}$	$\frac{200,3 \pm 5,0}{149-246}$	–	$\frac{0,70 \pm 0,02}{0,56-0,93}$	1,1	3,1	0,004
	12.05.98	286	1267,6	$\frac{31,2 \pm 0,2}{29,0-34,0}$	$\frac{27,4 \pm 0,2}{26,0-30,0}$	$\frac{202,0 \pm 5,8}{154-286}$	–	$\frac{0,70 \pm 0,01}{0,56-0,96}$	1,7	2,9	0,0003

## Горбуша, партия № 2, дата оплодотворения 10.08.1997 г., р. Кулькuty

Периоды и этапы развития	Дата	Возраст		Длина ас, мм	Длина ад, мм	Масса р, мг	Масса желтка, %	Кэф. упитанности К <sub>ф</sub>	Температура за очередной период, °С	Средняя температура за весь период выдерживания, °С	Удельная скорость роста
		сут	градусодни								
Вylупление эмбрионов	28.10.97	79	591,9	$\frac{19.5 \pm 0.2}{17,5-21,0}$	$\frac{17.4 \pm 0.2}{15,5-29,0}$	$\frac{114.9 \pm 2.2}{85-146}$	$\frac{58.8 \pm 1.4}{45,9-75,7}$	–	7,5	7,5	–
Свободные эмбрионы	30.11.97	112	794,3	$\frac{22.3 \pm 0.2}{20-24}$	$\frac{19.1 \pm 0.2}{17,5-20,5}$	$\frac{133.1 \pm 2.3}{111-159}$	$\frac{45.2 \pm 0.9}{37,1-55,6}$	–	6,1	6,1	0,004
Подъем на плав и начало кормления	05.02.98	179	917,9	$\frac{27.7 \pm 0.2}{25,0-30,0}$	$\frac{24.6 \pm 0.2}{21,5-27,0}$	$\frac{192.0 \pm 2.9}{167-221}$	$\frac{23.6 \pm 0.6}{13,2-28,5}$	–	1,8	3,3	0,005
Смешанное питание	12.03.98	214	953,5	$\frac{28.7 \pm 0.2}{27,0-31,0}$	$\frac{25.3 \pm 0.1}{24,0-27,0}$	$\frac{189.6 \pm 3.1}{165-240}$	$\frac{10.4 \pm 0.4}{4,7-15,8}$	–	1,1	2,7	0,0004
Мальковый период	12.04.98	245	981,1	$\frac{30.9 \pm 0.2}{29,0-33,0}$	$\frac{27.6 \pm 0.1}{26,0-29,0}$	$\frac{225.9 \pm 4.1}{170-267}$	–	$\frac{0.80 \pm 0.01}{0,65-0,90}$	0,9	2,3	0,006
	12.05.98	275	1009,3	$\frac{31.5 \pm 0.2}{29,0-33,0}$	$\frac{27.7 \pm 0.2}{25,0-29,0}$	$\frac{230.7 \pm 4.0}{175-268}$	–	$\frac{0.70 \pm 0.01}{0,65-0,87}$	0,9	2,1	0,001

## Нерка, дата оплодотворения 28.08.1997 г., оз. Кисси (бассейн р. Ола)

Периоды и этапы развития	Дата	Возраст		Длина ас, мм	Длина ад, мм	Масса р, мг	Масса желтка, %	Коеф. упитанности $K_{\phi}$	Температура за очередной период, °С	Средняя температура за весь период выдерживания, °С	Удельная скорость роста
		сут	градусодни								
Вылупление эмбрионов	19.11.97	84	678,3	$\frac{19.8 \pm 0.1}{19,0-25,0}$	$\frac{18.4 \pm 0.1}{17,5-19,5}$	$\frac{99.0 \pm 1.7}{79-117}$	$\frac{59.2 \pm 0.8}{52,5-69,8}$	—	8,1	8,1	—
Свободные эмбрионы	30.11.97	95	769,9	$\frac{20.5 \pm 0.1}{19,0-22,0}$	$\frac{18.6 \pm 0.1}{17,0-20,0}$	$\frac{101.2 \pm 1.3}{80-118}$	$\frac{53.1 \pm 0.7}{46,2-66,4}$	—	8,3	8,3	0,004
Подъем на плав и начало кормления	30.12.97	124	948,4	$\frac{25.8 \pm 0.1}{24,0-27,0}$	$\frac{23.0 \pm 0.1}{21,0-24,0}$	$\frac{122.9 \pm 2.5}{94-147}$	$\frac{15.4 \pm 0.7}{8,2-27,7}$	—	6,2	6,8	0,007
Мальковый период	30.01.98	156	1125,3	$\frac{28.5 \pm 0.2}{25,5-31,0}$	$\frac{25.3 \pm 0.2}{23,0-28,0}$	$\frac{181.5 \pm 5.3}{126-259}$	—	$\frac{1.1 \pm 0.01}{0,76-1,26}$	5,5	6,2	0,012
	23.02.98	180	1248,6	$\frac{28.6 \pm 0.3}{24,0-32,0}$	$\frac{25.4 \pm 0.3}{21,0-29,0}$	$\frac{214.2 \pm 7.5}{143-311}$	—	$\frac{1.27 \pm 0.02}{1,10-1,55}$	5,1	5,9	0,007
	12.03.98	197	1338,3	$\frac{31.3 \pm 0.5}{26,0-39,0}$	$\frac{27.9 \pm 0.5}{23,0-35,0}$	$\frac{288.0 \pm 18.2}{106-559}$	—	$\frac{1.3 \pm 0.03}{0,70-1,59}$	5,3	5,8	0,017
	07.04.98	223	1439,9	$\frac{32.6 \pm 0.3}{30,0-35,0}$	$\frac{29.2 \pm 0.3}{27,0-32,5}$	$\frac{315.0 \pm 5.9}{228-419}$	—	$\frac{1.3 \pm 0.04}{0,84-1,59}$	3,9	5,5	0,003
	14.05.98	260	1575,7	$\frac{33.7 \pm 0.5}{29,0-41,0}$	$\frac{29.6 \pm 0.5}{25,0-36,0}$	$\frac{345.9 \pm 20.2}{126-690}$	—	$\frac{1.3 \pm 0.05}{0,81-2,17}$	3,7	5,1	0,003

**Морфофизиологические показатели молоди кеты при экспериментальном выращивании в условиях Ольской ЭПАБ  
и садках на р. Кулькуты**

Условия выращивания, дата пробы	Длина ас, мм	Масса р, мг	Масса желтка, %	Козф. упитанности $K_{\phi}$	Индексы внутренних органов, %		
					сердца	печени	ЖКТ
Ольская ЭПАБ, цех, 0,9°C, 23.05.03	$36.8 \pm 0.23$ 33,5–40,0	$391 \pm 10$ 287–598	$0.86 \pm 0.10$ 0,13–3,33	$1.1 \pm 0.01$ 0,8–1,2	$0.23 \pm 0.005$ 0,17–0,33	$1.07 \pm 0.02$ 0,62–1,51	$5.88 \pm 0.12$ 4,32–8,82
То же, 1,7°C, 24.06.03	$37.1 \pm 0.24$ 32,5–41,5	$359 \pm 12$ 208–602	$0.33 \pm 0.04$ 0,07–0,93	$1.00 \pm 0.01$ 0,82–1,40	$0.25 \pm 0.01$ 0,12–0,67	$1.07 \pm 0.02$ 0,48–1,66	$5.50 \pm 0.12$ 3,80–8,59
Начало опыта: цех, t = 8,4°C, 03.07.03	$41.2 \pm 0.31$ 34,0–50,5	$572 \pm 17$ 250–1122	$0.17 \pm 0.03$ 0,04–0,72	$1.11 \pm 0.01$ 0,72–1,35	$0.21 \pm 0.01$ 0,10–0,43	$1.38 \pm 0.02$ 0,09–2,07	$7.20 \pm 0.10$ 5,03–10,20
Конец опыта: (1-я партия): р. Кулькуты, садки, t = 9,3°C, 13.07.03	$42.8 \pm 0.38^{**}$ 35,0–57,0	$710 \pm 23^{***}$ 283–1684	0	$1.21 \pm 0.01^{***}$ 0,89–1,43	$0.21 \pm 0.01$ 0,15–0,31	$1.67 \pm 0.03^{***}$ 1,29–2,27	$7.97 \pm 0.21^{***}$ 0,83–10,70
(2-я партия): то же, 17.07.03	$43.5 \pm 0.40^{**}$ 37,0–55,5	$738 \pm 25^{***}$ 358–1756	0	$1.19 \pm 0.01^{***}$ 0,84–1,43	$0.26 \pm 0.01^{***}$ 0,1–0,49	$1.75 \pm 0.02^{***}$ 0,94–2,44	$7.42 \pm 0.61^{***}$ 0,94–10,60
Свободный нагул, р. Кулькуты, t = 7,8°C, 29.07.03	$47.5 \pm 0.44$ 37,5–55,5	$956 \pm 30$ 385–1672	0	$1.27 \pm 0.009$ 0,94–1,49	$0.25 \pm 0.006$ 0,14–0,41	$2.19 \pm 0.05$ 1,16–3,13	$9.50 \pm 0.21$ 1,09–14,43

## Гематологические показатели и масса тела у природной и заводской молодежи кеты в 2003 г.

Показатель	Природная молодежь			Заводская молодежь			
	р. Ола (протока Полицейская) 08.06	р. Яна, 21.06	р. Тауй, 19.06	ОЭПАБ, 24.06	Арманский ЛРЗ, 11.06	Янский ЛРЗ, 21.06	Тауйский ЛРЗ, 17.06
Температура, °С	7,5	3,5	12	0,9–1,7	0,7–1,2	4,4–4,6	3,4–3,6
Гематокрит, %	<u>40,0±1,7</u> 30,0–50,0	<u>46,2±1,4</u> 36,5–55,0	<u>47,2±1,4</u> 40,5–56,0	<u>45,0±1,2</u> 35,3–54,2	<u>36,6±1,5***</u> 25,0–54,5	<u>41,5±1,1**</u> 36,1–52,6	<u>41,9±0,7**</u> 34,3–51,7
Гемоглобин, г/л	–	<u>75,0±0,6</u> 74–76	<u>77,6±0,5</u> 74–80	<u>74,0±2,4</u> 700–80	<u>73,5±2,7</u> 66–84	<u>72,3±1,3</u> 64–80	<u>76,2±1,2</u> 69–88
Эритроциты, тыс. шт./мкл	<u>700±30</u> 480–880	<u>706±46</u> 590–870	<u>691±32</u> 490–1000	<u>670±30</u> 410–810	<u>710±29</u> 440–1310	<u>770±40</u> 520–1080	<u>757±31</u> 420–1130
СГЭ, мкмкг	–	106,2	112,3	110,4	103,5	93,9	100,7
Лейкоциты, тыс. шт./мкл	1,62±0,01	2,16±0,02	1,54±0,01	0,85±0,01***	1,25±0,01***	2,71±0,02	1,75±0,02
Тромбоциты, тыс. шт./мкл	0,99±0,01	0,96±0,01	1,15±0,01	0,76±0,3***	2,22±0,04***	2,52±0,03***	2,04±0,04***
Лейкоформула, %:							
лимфоциты	<u>64,3±3,6</u> 36,7–85,7	<u>61,7±4,6</u> 31,8–96,0	<u>72,0±2,6***</u> 42,9–91,1	<u>53,6±5,2***</u> 31,6–74,5	<u>56,5±4,7**</u> 17,2–87,6	<u>68,1±4,1</u> 29,2–96,0	<u>74,3±3,3</u> 34,6–100
полиморфноядерные	<u>33,7±3,8</u> 7,1–60,8	<u>35,7±4,6</u> 4,0–68,2	<u>26,9±2,6</u> 7,9–57,1	<u>43,2±4,6</u> 25,5–68,2	<u>41,7±4,8</u> 12,4–82,7	<u>30,9±4,1</u> 4,0–70,8	<u>10,2±1,2</u> 0,0–24,0
моноциты	<u>2,0±0,7</u> 0,0–9,1	<u>2,6±0,6</u> 0,0–9,1	<u>1,2±0,3</u> 0,0–5,8	<u>3,2±1,7</u> 0,0–15,0	<u>1,8±0,9</u> 0,0–15,0	<u>1,1±0,4</u> 0,0–4,8	<u>2,2±0,6</u> 0,0–12,2
Незрелые эритроциты, %	<u>23,8±2,6</u> 8,9–47,4	<u>32,6±4,2</u> 9,8–71,5	<u>44,9±2,7</u> 20,4–77,4	<u>23,0±4,1</u> 9,9–52,8	<u>11,4±1,8</u> 2,0–34,3	<u>27,4±2,7</u> 9,9–62,5	<u>20,2±1,4</u> 10,2–49,2
Масса тела, мг	<u>381±9</u> 295–463	<u>451±27</u> 305–700	<u>749±19</u> 494–1014	<u>446±21</u> 177–803	<u>351±11</u> 153–631	<u>758±38</u> 312–1403	<u>448±9</u> 277–931

## Морфологический состав периферической крови разновозрастной молодежи кеты в различных условиях на ЛРЗ Магаданской области

ЛРЗ и условия содержания	Дата пробы, возраст (сут/градусо-дни)	Место сбора и срок закладки	Масса рыбы, мг	Лейкоцитарная формула, %			Эритропоэз, %			
				лимфоциты	поли-морфно-ядерные	моноциты	зрелые эритроциты	полихроматофильные эритроциты	базофильные эритроциты	эритробласты
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Цех-питомник, д/в бассейн, 0,9°C	27.05.03 277/1185	р. Ланковая 23.08.02	599±30 256-931	62,9±4,0 35,9-88,6	31,7±3,4 11,4-53,8	5,5±1,2 0-16,0	78,5±1,2 70,9-87,5	16,5±1,0 9,8-23,4	4,5±0,5 0,4-7,9	0,5±0,1 0-1,4
	27.05.03 284/1217	р. Яма 17.08.02	538±21 336-730	80,4±3,1 73,2-95,0	18,6±2,9 5,0-26,7	1,0±0,6 0-3,6	86,5±1,6 78,2-90,2	11,6±1,3 8,2-17,9	1,9±0,4 0,3-3,9	0
	29.05.03 233/803	р. Яма 8.10.02	449±23 219-593	73,9±7,2 42,9-97,9	22,9±5,9 2,0-43,1	3,2±1,9 0-14,0	79,8±1,1 76,0-84,8	15,8±1,2 10,9-20,2	4,3±0,8 0,5-7,6	0,1±0,1 0-0,3
Цех-питомник, д/в бассейн; 1,7°C	24.06.03	р. Яма Нет данных	370±14 208-602	50,8±6,7 20,7-77,8	41,2±8,3 9,7-82,5	3,4±1,6 0-15,0	87,7±2,4 70,6-97,1	10,1±1,5 2,4-18,8	2,0±0,9 0-9,4	0,2±0,1 0-1,1
Естественный выростной пруд Ольской ЭПАБ, 3,7-5,8°C	24.06.03 305/1269 - 312/1269	15.08-23.08.02	446±21 177-803	53,6±5,2 31,6-74,5	43,2±4,6 25,5-68,2	3,2±1,7 0-15,0	77,0±3,2 76,0-84,8	15,8±1,2 10,9-20,2	4,3±0,8 0,5-7,6	0,1±0,1 0,0-0,3
Арманский ЛРЗ										
Цех, д/в бассейн, 0,7°C	10.06.03	р. Яма	367±13	52,2±6,6	44,4±7,2	3,4±1,6	87,2±2,3	10,5±1,5	2,0±0,8	0,2±0,2
	Нет данных		206-617	17,2-80,6	19,4-82,8	0-15,0	71,3-97,2	2,2-18,0	0-8,8	0-1,8
Естественная протока, 5,8°C	11.06.03		335±18	60,9±6,7	39,1±6,7	0,09±0,09	89,9±2,2	7,2±2,0	2,7±0,5	0,2±0,1
	Нет данных		153-631	33,3-87,6	12,4-66,7	0-0,9	73,0-97,5	2,0-23,6	0,3-4,9	0-1,0
Круговой бассейн PR/3,9; 1,5-5°C	10.06.03		434±20	66,8±6,1	32,2±6,0	1,1±0,5	70,2±2,1	24,0±1,8	5,7±0,7	0,05±0,03
	Нет данных	192-816	34,1-90,2	9,7-63,4	0-3,3	58,2-81,2	13,6-33,3	2,7-9,8	0-0,2	
Общая проба по АЛРЗ	Нет данных	351±11	56,5±4,7	41,7±4,8	1,8±0,9	88,6±1,7	8,9±1,3	2,4±0,5	0,2±0,09	
		153-631	17,2-87,6	12,4-82,7	0-15,0	71,3-97,5	2,0-23,6	0-8,9	0-1,8	

Окончание прил. 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Янский ЛРЗ										
Выростной бассейн (наружный), 4,4°C	21.06.03	р. Яна 07.08– 08.10.02	<u>806±57</u>	<u>64.4±6.7</u>	<u>35.1±6.6</u>	<u>0.6±0.4</u>	<u>68.0±1.7</u>	<u>24.4±1.5</u>	<u>7.5±0.8</u>	<u>0.4±0.2</u>
	301/1240		312–1403	29,2–90,7	9,3–70,8	0–3,3	57,1–75,6	17,7–33,2	5,0–12,8	0–2,0
Выростной бассейн (цех), 4,3°C	21.06.03	07.08– 08.10.02	<u>710±51</u>	<u>71.7±4.9</u>	<u>26.7±4.7</u>	<u>1.6±0.6</u>	<u>77.0±3.2</u>	<u>17.1±1.4</u>	<u>5.4±2.4</u>	<u>0.5±0.3</u>
	252/1008		333–1355	51,0–96,0	4,0–49,0	0–4,8	52,4–90,1	9,9–23,5	0–25,8	0–3,5
Общая проба по ЯЛРЗ	252/1008– 301/1240	07.08–08.10.02	<u>758±38</u>	<u>68.1±4.1</u>	<u>30.9±4.1</u>	<u>1.1±0.4</u>	<u>72.5±2.0</u>	<u>20.7±1.3</u>	<u>6.4±1.3</u>	<u>0.3±0.2</u>
			312–1403	29,2–96,0	4,0–70,8	0–4,8	52,4–90,1	9,9–33,2	0–25,8	0–3,5
Тауйский ЛРЗ										
Цех, д/в бассейн, 3,4°C	18.06.02	р. Тауй 11.09–21.09.02	<u>490±19</u>	<u>82.0±4.8</u>	<u>15.6±3.8</u>	<u>1.1±0.5</u>	<u>77.9±2.3</u>	<u>19.8±2.3</u>	<u>2.2±0.5</u>	<u>0.07±0.04</u>
	280/1071– 270/1033		277–931	64,7–100	0,0–7,0	0,0–3,3	70,2–84,8	12,2–28,2	0,9–4,3	0,0–0,3
Круговой бассейн PR/3,9; 3,6°C	18.06.02	27.09–09.10.03	<u>469±16</u>	<u>70.1±7.0</u>	<u>27.2±6.4</u>	<u>2.7±1.7</u>	<u>79.8±3.1</u>	<u>16.8±2.0</u>	<u>3.3±1.1</u>	<u>0.2±0.1</u>
	252/870– 263/919		361–623	50,0–100	0,0–50,0	0,0–12,2	71,0–89,5	10,2–22,9	0,3–8,5	0,0–0,5
	232/800– 247/950	14.10–29.10.02	<u>412±7</u>	<u>62.7±7.8</u>	<u>35.2±7.7</u>	<u>2.1±1.4</u>	<u>80.0±2.8</u>	<u>17.4±1.7</u>	<u>2.6±1.3</u>	0
			353–494	34,6–90,9	8,9–65,4	0,0–10,0	65,8–87,7	12,3–23,9	0,0–10,3	
Естественная протока на р. Тауй; 11,8°C	19.06.02 291/987– 293/994	28.08–30.08.02	<u>397±12</u>	<u>82.3±4.1</u>	<u>16.0±3.4</u>	<u>1.7±0.9</u>	<u>81.3±1.2</u>	<u>14.3±0.7</u>	<u>4.3±0.9</u>	<u>0.2±0.1</u>
			292–523	64,3–91,9	6,7–28,6	0,0–7,1	77,4–86,0	10,8–16,2	0,7–7,6	0,0–0,5
Общая проба по ТЛРЗ	Общая проба	–	<u>448±9</u>	<u>74.3±3.3</u>	<u>10.2±1.2</u>	<u>2.2±0.6</u>	<u>79.8±1.2</u>	<u>17.0±0.9</u>	<u>3.1±0.5</u>	<u>0.1±0.03</u>
			277–931	34,6–100	0,0–24,0	0,0–12,2	65,8–89,5	10,2–28,2	0,0–10,3	0,0–0,5

## Гематологические показатели заводской молодежи кеты, содержащейся в различных условиях в 2003 г.

ЛРЗ, условия содержания, возраст (сут/градусо-дни), кол-во экз.	Дата отбора пробы	Гемато- крит, %	Гемоглобин, г/л	Кол-во эритроцитов, тыс. шт./мм <sup>3</sup>	Незрелые эритроциты, %	Кол-во лейкоцитов, тыс. шт./мм <sup>3</sup>	Лейкоформула, %		
							лимфоциты	поли- морфно- ядерные	моно- циты
<b>Ольская ЭПАБ, цех:</b> д/в бассейн, 0,9°C (279/1187), n = 32 д/в бассейн, 1,7°C (305/1221), n = 30 выростной пруд, 1,7–3,8°C (305/1265–311/1270), n = 36	29.05	37,9±2,3	–	738±45	20,2±2,1	2,1±0,02	73,9±7,2	22,9±5,9	3,2±1,9
	24.06	30,8±1,7*	–	774±50	12,3±2,5*	1,5±0,02***	50,8±6,7*	41,2±8,3	3,4±1,6
		45,1±1,2***	74,0±2,4	670±30	23,0±4,1*	0,85±0,01	53,6±5,2	43,2±4,6	3,2±1,7
<b>Арманский ЛРЗ, цех:</b> д/в бассейн, 0,7°C, n = 47 круговой бассейн PR/3,9, 1,5–5°C, n = 50	10.06	36,7±1,7	–	681±27	12,8±2,5	1,40±0,01	52,2±6,6	44,4±7,2	3,3±1,6
		46,5±1,8***	–	680±31	29,8±2,5***	3,94±0,04***	66,8±6,1	32,2±6,0	1,1±0,9
<b>Тауйский ЛРЗ: 3,4–3,6°C,</b> круговой бассейн PR/3,9, (232/800–247/950), n = 30 то же, 252/870–263/919, n = 32 д/в бассейн, 270/1033–280/1–71, n = 51	17–20.06	43,9±1,9	71,5±1,0	753±62	20,0±3,0	1,30±0,02	62,7±7,8	35,2±7,7	2,1±1,7
		41,3±1,1	78,5±1,2***	747±74	20,2±3,2	1,60±0,04	70,1±7,0	27,2±6,4	2,7±1,7
		41,2±0,8	78,5±2,6*	764±42	22,1±2,8	1,75±0,03	82,0±4,8	15,6±3,8	1,1±0,5
<b>Янский ЛРЗ: 4,4–4,6°C</b> цех, прямоточный бассейн, 252/1008, n = 35 наружный прямоточный бассейн 301/1240, n = 37	21.06	42,1±1,6	69,7±1,7	806±53	23,0±4,1	3,05±0,05	71,7±6,7	26,7±4,7	1,6±0,6
		41,1±1,5	74,8±1,4*	734±60	32,0±2,5	2,39±0,04	64,4±6,7	35,9±6,6	0,5±0,4

Приложение 11

**Рыбоводный стандарт основных биологических, морфологических и гематологических показателей физиологически полноценной молодежи кеты искусственного происхождения для выпуска в естественные водоемы Магаданской области**

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

## 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 вместения 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 4–8°C) 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 у эмбрионов выраженной пигментации глаз допускается только «мягкое» воздействие, т. е. помешивание 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 протоков.

5. На ЛРЗ Магаданской области, где температура воды в период инкубации икры составляет более 6–9°C, следует подключать охлажденную подрусловую воду (с начала 10-го этапа развития эмбрионов), а за 1,5–2 мес 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°C.

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 мес до выпуска молоди кеты подращивание в естественных водоемах в пресной и морской воде различной солёности. Для этого предлагается использовать садки в условиях рек, озер, морского побережья и отгороженные промелиорированные участки речных протоков. В качестве стартового корма для молоди кеты использовать влажную многокомпонентную смесь из продуктов местного сырья, основным ингредиентом которой является икра тресковых (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).

7. 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 сут) на выживаемость в морской воде.

8. При выпуске молоди кеты с ЛРЗ Магаданской области руководствоваться рыбоводным стандартом ее физиологической полноценности (см. прил. 11). Необходимо вносить корректировки в рыбоводный стандарт с учетом изменений условий содержания на ЛРЗ и мониторинга показателей у природной молоди кеты.

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

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	3
Глава 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ ...	9
1.1. Разведение лососей на Сахалине .....	10
1.2. Разведение лососей на Камчатке .....	15
1.3. Разведение лососей в Приамурье .....	17
1.4. Разведение лососей в Приморье .....	19
1.5. Разведение лососей в Магаданской области .....	20
Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА .....	30
Глава 3. ОСОБЕННОСТИ ЭМБРИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ЛОСОСЕЙ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ КЕТЫ .....	39
3.1. Развитие и выживаемость эмбрионов в зависимости от температуры воды .....	39
3.2. Оценка эффективности использования различных инкуба- ционных аппаратов .....	43
3.3. Влияние различных антисептических средств на эффектив- ность инкубации при профилактике сапролегниоза икры .....	44
3.4. Устойчивость эмбрионов к механическим воздействиям .....	47
Глава 4. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СОДЕРЖАНИЯ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЛИЧИНОК И МОЛОДИ КЕТЫ И ДРУГИХ ВИДОВ ЛОСОСЕЙ .....	49
4.1. Выживаемость и биометрические показатели личинок при выдерживании в заводских и естественных условиях .....	49
4.1.1. Заводские условия .....	49
4.1.2. Естественные условия .....	53
4.2. Влияние температуры воды на рост, развитие личинок и молоди кеты и других видов тихоокеанских лососей .....	55
4.3. Влияние плотности посадки на морфофизиологические и гематологические показатели молоди кеты .....	71
4.4. Физиологическое состояние молоди лососей при выращи- вании на различных кормах .....	77
4.5. Биологические, физиологические показатели и выживаемость молоди лососей при подращивании в садках в условиях естественных водоемов .....	89
4.5.1. Садковое подращивание молоди кеты в условиях замкнутого и проточного естественного водоема .....	90
4.5.2. Особенности гематологических показателей заводской молоди лососей при подращивании ее в морской воде .....	99
Глава 5. БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОЛОДИ КЕТЫ ИСКУССТВЕННОГО И ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ .....	108
5.1. Влияние паводков на покатную миграцию заводской молоди кеты .....	108
5.2. Сравнительная качественная характеристика молоди кеты искусственного и естественного происхождения .....	112
5.2.1. Влияние условий содержания на качественные показатели заводской молоди кеты .....	122
5.2.2. Показатели выживаемости заводской и природной молоди кеты в морской воде .....	125
5.3. Сравнительная характеристика качественных показателей молоди кеты, выращенной на ЛРЗ Магаданской области и Хабаровского края .....	127
Заключение .....	133
Выводы .....	139
Литература .....	141
Приложения .....	151

## CONTENTS

Introduction .....	3
Chapter 1. CURRENT STATE OF ARTIFICIAL CULTURE OF PACIFIC SALMON IN THE FAR EAST OF RUSSIA .....	9
1.1. Salmon management in Sakhalin .....	10
1.2. Salmon management in Kamchatka .....	15
1.3. Salmon management in the Priamurye .....	17
1.4. Salmon management in the Primorye .....	19
1.5. Salmon management in Magadan region .....	20
Chapter 2. MATERIAL AND METHODS .....	30
Chapter 3. PECULIARITIES OF EMBRYONAL DEVELOPMENT AND EFFICIENCY OF INCUBATION OF THE CHUM SALMON EGGS .....	39
3.1. Development and survival of embryos depending on the water temperature .....	39
3.2. Efficiency estimation of different incubatory devices use .....	43
3.3. Different antiseptics' effect on incubation efficiency in preventivetreatment against egg saprolegniosis .....	44
3.4. Embryo resistance to mechanical effects .....	47
Chapter 4. INFLUENCE OF KEEPING CONDITIONS ON GROWTH, DEVELOPMENT AND PHYSIOLOGICAL STATE OF THE CHUM SALMON LARVAE AND FRY AND OTHER SPECIES OF SALMON .....	49
4.1. Survival and biometric parameters of larvae in artificial and natural conditions .....	49
4.1.1. Hatchery conditions .....	49
4.1.2. Natural conditions .....	53
4.2. Influence of water temperature on growth and development of larvae and fry of Chum salmon and other species of Pacific salmon .....	55
4.3. Influence of the fish planting on morphophysiological and hematologic parameters of the Chum salmon juvenile .....	71
4.4. Physiological state of the salmon juvenile feeding with different kind of food .....	77
4.5. Biological and physiological parameters and survival of the salmon juvenile in the fish ponds under natural water conditions .....	89
4.5.1. Fish pond growing of the Chum salmon juvenile in closed and circulating natural water bodies .....	90
4.5.2. Peculiarities of the hematological parameters of the hatchery Chum salmon juveniles growing in sea-water .....	99
Chapter 5. BIOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERISTIC OF THE CHUM SALMON JUVENILE OF ARTIFICIAL AND NATURAL ORIGIN .....	108
5.1. Influence of high waters on downstream migration of the hatchery chum salmon juvenile .....	108
5.2. Comparative characteristic of the chum salmon juvenile of artificial and natural origin .....	112
5.2.1. Influence of keeping conditions on qualitative characteristics of the Chum salmon juvenile .....	122
5.2.2. Survival values of the hatchery and natural Chum salmon juveniles in the sea-water .....	125
5.3. Comparative characteristics of the qualitative Parameters of the Chum salmon juveniles raised at LRZ of Magadan region and the Khabarovsk Territory .....	127
Summary .....	133
Conclusion .....	139
Literature cited .....	141
Appendixes .....	151

Научное издание

**Лариса Леонидовна Хованская**

**НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЛОСОСЕВОДСТВА  
В МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Редактор, корректор **Т. А. Фокас**  
Переводчик **Е. В. Щегинина**  
Компьютерная правка, верстка **М. В. Сабировой**

Подписано в печать 24.10.2008 г. Формат 70×100/16. Бумага «Люкс». Гарнитура «Таймс».  
Усл. п. л. 13,53. Уч.-изд. л. 10,44. Тираж 150 экз. Заказ 8.

---

Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии.  
685000, Магадан, ул. Портовая, 36/10.

---

Отпечатано с оригинала-макета в МПО СВНЦ ДВО РАН. 685000, Магадан, ул. Портовая, 16.  
Обложка отпечатана в ОАО «МАОБТИ». 685000, Магадан, пл. Горького, 9.

