

Вып. 3	Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии – МагаданНИРО Сборник научных трудов	2009
-----------	---	------

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОЛОДИ КЕТЫ И ГОРБУШИ В СВЯЗИ С УСЛОВИЯМИ ЕЕ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ЛРЗ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Л. Л. ХОВАНСКАЯ, Б. П. САФРОНЕНКОВ, Е. А. РЯБУХА, Н. Н. ИГНАТОВ

Магаданские ЛРЗ отличаются друг от друга температурным режимом, рыбоводным оборудованием, технологической схемой воспроизводства лососей, видами культивируемых лососей. К примеру, икру лососей на трех рыбоводных заводах (Ольской ЭПАБ, Арманском и Тауйском ЛРЗ) инкубируют в аппаратах Аткинса расширенного вмещения, на Янском ЛРЗ – в инкубаторах NORAD вертикального типа. Личинок и молодь на Арманском ЛРЗ и Ольской ЭПАБ выдерживают и подращивают в рыбоводных бассейнах (лотках) дальневосточного типа и круговых бассейнах, на Тауйском ЛРЗ – в круговых бассейнах. На Янском ЛРЗ молодь подращивают в прямоточных бассейнах. Вследствие особенностей температуры водоисточников, сроки и продолжительность кормления лососей на каждом ЛРЗ также различаются.

Все вышеперечисленные факторы влияют на то, что молодь при выпуске обладает теми качественными характеристиками, которые она приобрела в условиях содержания конкретного ЛРЗ. Этот вывод подтверждают результаты проведенных в 2003 г. исследований по изучению качественных показателей заводской молоди кеты (основного объекта лососеводства в Магаданской области) (Хованская и др., 2004). Анализ этих же материалов показал, что низкая температура воды в период смешанного и внешнего питания оказывает неблагоприятное воздействие на выживаемость, размерно-весовые и гематологические показатели молоди, а также на развитие ее внутренних органов. В данном случае выявленные результаты явились основанием для заключения о необходимости проведения мероприятий по совершенствованию биотехнологии воспроизводства кеты, в том числе разработки рекомендаций, направленных на получение здоровой и жизнестойкой молоди. Однако для решения этой задачи недостаточно использовать данные, полученные в течение одного года исследований. Необходим постоянный мониторинг за условиями содержания и качественными показателями подращиваемой молоди. Кроме того, важность этих исследований обосновывается несколькими основными причинами. Во-первых, тем, что физиологическая полноценность заводской молоди лососей напрямую зависит от условий ее содержания и кормления. Во-вторых, на отдельных ЛРЗ Магаданской области биотехнология выращивания всего количества или части молоди лососей в разные годы, может изменяться. К примеру, в течение последних пяти лет ЛРЗ Магаданской области для улучшения качественных показате-

телей молоди кеты, а также кижуча и нерки, применяют метод ее садкового подращивания в природных водоемах (в озерах Соленое, Глухое, участках Ольского лимана, в прудах р. Кулькuty и т.д.). Кроме того, наблюдения за условиями воспроизводства лососей показали, что температура водоисточников на таких ЛРЗ, как Ольская ЭПАБ и Арманский ЛРЗ, в разные годы отличалась из-за влияния климатических факторов (температуры воздуха, количества осадков, уровня снежного покрова в зимние месяцы и т.д.). Следовательно, на отдельном заводе в разные годы менялись сроки и продолжительность кормления молоди.

Следует добавить, что на всех заводах по настоящее время не отработана технология кормления молоди. Основу ее рациона составляют гранулированные рыбные корма. Почти ежегодно меняется их состав вследствие того, что рыбоводы пытаются подбирать те корма, которые будут наиболее эффективно усваиваться организмом рыб в условиях низкой температуры воды, и покупают их в разные годы у разных отечественных и зарубежных фирм-производителей. Кроме того, на ЛРЗ предпринимаются попытки использования в качестве кормов-добавок к основному рациону переработанных продуктов местного биологического сырья. К примеру, в условиях Арманского ЛРЗ в 2007 г. было проведено опытное кормление молоди горбуши высушенным гаммарусом, пойманным в прибрежье Охотского моря.

Воздействие комплекса вышеперечисленных факторов приводит к тому, что молодь лососей выпускают с ЛРЗ в разные годы разного качества. Данные мониторинга по изучению качественного состояния заводской молоди кеты, а также молоди других видов выращиваемых лососей, являются основой для прогнозирования численности формирующихся заводских популяций лососей в базовых реках Тауйской губы и их промысловых возвратов. Кроме того, эти данные необходимы для оценки эффективности существующих биотехнологий разведения лососей, а также для разработки рекомендаций по их совершенствованию или внедрению новых.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал для исследований собран в 2006–2007 гг. на ЛРЗ Магаданской области – Ольской экспериментальной производственно-акклиматизационной базе (Ольской ЭПАБ), Арманском и Янском ЛРЗ.

Для сравнения использован материал, собранный в 2003 и 2004 гг. по качественному состоянию заводской молоди кеты с Янского ЛРЗ, а также природной молоди кеты и горбуши, пойманной в 2003 и 2006 гг. в период ее катадромной миграции (в мае-июне) в реках Тауйской губы, которые являются базовыми для рыбоводных заводов (рр. Ола и Тауй).

В связи с особенностями термики водоисточников ЛРЗ, их разделили на две условные категории: «холодноводные» (Ольская ЭПАБ, Арманский ЛРЗ) и «тепловодные» (Янский ЛРЗ). На холодноводных ЛРЗ температура воды в период смешанного и активного питания молоди кеты опускается до 0,3–1°C, на тепловодных варьирует от 3,2 до 4,6°C.

Основной объект воспроизводства на рыбоводных заводах Магаданской области – кета, поэтому главное внимание уделено именно этому виду лососей.

Одновременно, в целях изучения возрастных особенностей и оценки влияния условий содержания на качественные показатели разновозрастной молоди кеты исследованию подвергали молодь, полученную от партий ранних и поздних сроков закладки икры.

В целях оценки эффективности биотехнологии разведения других видов тихоокеанских лососей, изучали качественные характеристики заводской молоди горбуши.

Сбор материала проводили в период выпуска с заводов молоди лососей и катадромной миграции природных покатников: во 2-й декаде мая – горбуша; во 2 декаде июня – 2 декаде июля – кета.

Сведения о возрасте лососей на этапах раннего онтогенеза, температуре воды, взяты из материалов, представленных ФГУ «Охотскрыбвод» и рыбоводной документации непосредственно на самих ЛРЗ, за что авторы выражают глубокую признательность руководству и главным специалистам-рыбоводам этой организации.

Оценку качественного состояния молоди кеты и горбуши проводили комплексно: по размерно-весовым (Правдин, 1966), гематологическим (Канидьев, 1966, 1970; Глаголева, 1981; Иванова, 1983, Мусселиус и др., 1983 и др.) показателям; морфофизиологическим индексам (Шварц и др., 1968; Смирнов и др., 1972), а также тесту на выживаемость в морской воде (Канидьев, 1984; Wedemeyer et al., 1980).

При биологическом анализе у рыб определяли: длину тела по Смитту, массу целой рыбы, коэффициент упитанности по Фультону, массу желтка (Правдин, 1966).

Индексы внутренних органов (сердца, печени, желудочно-кишечного тракта (ЖКТ)) рассчитывали по отношению массы органа к общей массе тела рыбы (Шварц и др., 1968; Смирнов и др., 1972).

Гематологическое исследование состояло из определения общего количества эритроцитов и лейкоцитов (в млн. шт. и тыс. шт. в 1 мкл крови), гемоглобина (г/л), лейкоцитарной формулы (по соотношению различных форм лейкоцитов (%), величины гематокрита (%), интенсивности эритропоза (по соотношению зрелых и молодых форм эритроцитов (%)).

Содержание гемоглобина определяли с помощью фотоэлектрического гемоглобинометра «Минигем-523». Содержание гемоглобина в 1 эритроците (СГЭ) определяли по формуле (Гительзон, Терсков, 1956):

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

Количество эритроцитов 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 МГ-6-02.

Оценку выживаемости и изучение качественных показателей молоди кеты в морской воде соленостью (25–30 ‰) (метод оценки соленостной толерантности) проводили со 2 декады мая по 2 декаду июля на трех ЛРЗ Магаданской области (Ольской ЭПАБ, Арманском и Янском ЛРЗ). Так как закладку икры кеты на ЛРЗ проводят в течение августа-октября, то продолжительность со-

держания на заводах молоди, полученной от партий раннего и позднего сроков закладки икры, отличается. Поэтому, в основном, тестирование молоди кеты на выживаемость в морской воде на всех ЛРЗ (за исключением Ольской ЭПАБ) проводили на смешанных по срокам закладки икры партиях (усредненные пробы из 50–60 экз.). На Ольской ЭПАБ исследовали молодь кеты из цеха-питомника из партий ранних и поздних сроков закладки икры (каждые по отдельности). К ранним партиям относили молодь, полученную от икры, собранной в водоемах Ольского бассейна (ольская популяция кеты). К поздним партиям – молодь, являющуюся потомством производителей из р. Яма (ямская популяция) и р. Кулькуты (кулькутинская популяция). Дополнительный материал получен по молоди кеты, которую тестировали на выживаемость в морской воде соленостью 27 ‰, после предварительного подращивания в природном пресноводном водоеме в оз. Глухое (исток р. Широкая, впадающей в Охотское море), и где Арманский ЛРЗ проводит опытно-производственные работы.

Экспозиция содержания молоди кеты в морской воде зависела от ее выживаемости и составляла от 3-х до 7-и суток. Эффективность проведения экспериментальных работ оценивали по относительному числу погибшей молоди (отходу).

Полученные в результате исследований данные обработаны общепринятыми статистическими методами (Рокицкий, 1961).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2006 г. сбор оплодотворенной икры кеты и горбуши на заводы осуществлялся с 28 июля по 11 октября (кета) и с 28 июля по 27 августа (горбуша).

В процессе текущих и ранее проведенных (в 2003–2006 гг.) наблюдений установлено, что условия выращивания молоди лососей существенно отличаются не только на разных ЛРЗ, но и в пределах одного конкретного рыбоводного предприятия. Основные водоисточники Ольской ЭПАБ и Арманского ЛРЗ характеризуются непостоянным температурным режимом (резкое понижение температуры воды в осенне-зимний период) в отличие от тех, которые имеются на двух других (Тауйском и Янском ЛРЗ). При этом на первых двух ЛРЗ содержание лососей (в особенности кеты и горбуши) из партий ранних сроков закладки икры (август) проходит при более высокой температуре воды, чем партий поздних сроков закладки (октябрь). В 2006–2007 гг. температура воды в период инкубации икры (генерация 2006 г.) на Ольской ЭПАБ оказалась самой высокой в сравнении с другими ЛРЗ. На этом заводе эмбрионы лососей партий ранних и поздних сроков закладки развивались при средней температуре воды 9,4 и 3,0°C (кета), 9,4 и 8,8°C (горбуша), соответственно.

Наиболее характерное влияние различной температуры воды на раннее развитие лососей партий ранних и поздних сроков закладки икры проявилось на кете с Ольской ЭПАБ, при этом, не только в период ее инкубации, но и в дальнейшие периоды развития. Если суточная температура водоисточника при содержании кеты (партий ранних сроков закладки икры) в течение августа по конец октября была высокой и составляла 10,0 и 6,9°C, соответственно, то при содержании партий икры кеты поздних сроков закладки к ноябрю и марту снизилась до 6,0 и 1,3°C, соответственно. Естественно, этап подъема на плав и

кормления молоди кеты на Ольской ЭПАБ из партий ранних сроков закладки начался гораздо раньше – в октябре, тогда как этот же этап у молоди из партий поздних сроков оплодотворения наступил только в марте.

Температура воды в течение дальнейших двух месяцев кормления молоди кеты (апрель-май) на этом заводе составляла чуть более 1°C. В качестве корма для лососей на ЛРЗ в основном используют гранулированные рыбные корма импортного и отечественного производства. Однако установлено, что эффективность их использования резко снижается в условиях низкой температуры воды. В 2007 г. кормление молоди осуществляли гранулированными кормами импортного производства (Нидерланды, фирма «Коппенс»).

Вышеупомянутые воздействия температуры воды и эффекта кормления на молодь кеты, выращенную на Ольской ЭПАБ в 2007 г., не могли не отразиться на ее качественных показателях. Так, в одно и то же время (25 июня) молодь кеты из партий ранних сроков оплодотворения обладала более высокими размерно-весовыми параметрами, чем молодь из партий поздних сроков оплодотворения – 40,9 мм против 38,4–34,5 мм (по длине) и 594 мг против 437–333 мг (по массе тела) ($p < 0,001$) (табл.1).

Т а б л и ц а 1

Основные качественные показатели и выживаемость в морской воде молоди кеты ранних и поздних сроков закладки на Ольской ЭПАБ в 2007 г.

Наименование показателей	t = 2,0°C 25.06.07 г. партии ранних сроков закладки икры (р. Ланковая) Возраст – 319–330/ 1371–1477	t = 2,0°C 25.06.07 г. партии поздних сроков закладки икры (р. Яма) Возраст – 277–282/ 962,7–1007,5	t = 2,0°C 25.06.07 г. партии поздних сроков закладки икры (р. Кулькаты) Возраст – 269/905,5
Масса тела, мг	594±35***	437±16	333±8
Длина тела, мм	40,9±0,6***	38,4±0,3	34,5±0,2
Коэффициент упитанности Кф	1,24±0,02**	1,16±0,02	1,10±0,02
Масса желтка, %	0	0	0,37±0,23
Индекс сердца, %	0,31±0,01***	0,24±0,01	0,32±0,02***
Индекс печени, %	1,42±0,04***	1,17±0,05	1,20±0,06
Индекс ЖКТ	8,84±0,21***	5,25±0,23	6,14±0,25**
Количество эритроцитов, млн.шт./мм ³ крови	0,704±0,058*	0,903±0,058	0,852±0,068
Гемоглобин, г/л	65,8±3,0	82,0±1,8***	70,2±1,8
СГЭ, мкмг	93,4	90,8	82,4
Гематокрит, %	40,4±2,5	40,9±1,0	41,3±1,6
Количество лейкоцитов, млн.шт./мм ³ крови	13,13±0,99***	3,10±0,15	4,16±0,15
Доля лимфоцитов, %	94,1±3,5	64,5±8,4	72,9±6,3
Доля молодых эритроцитов, %	21,5±8,5	23,3±3,3	19,2±2,2
Выживаемость в морской воде соленостью 27 ‰, %	29,4	81,7	96,3

Примечание. отличия достоверны при * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$.

Однако, детальное обследование физиологических характеристик, в частности, гематологических, показало, что говорить о хорошем физиологическом статусе молоди партий ранних сроков закладки пока не приходится. Так, в крови этой молоди обнаружено самое низкое количество эритроцитов в единице объема – 0,704 млн.шт./мм³. Выявлено низкое содержание гемоглобина (65,8 %), причем, не только при сравнении с молодью партий поздних сроков закладки икры с этого же ЛРЗ, но и при сравнении этого показателя с таковым у молоди с других ЛРЗ (Арманского и Янского). В то же время кровь молоди с Ольской ЭПАБ характеризовалась очень высоким количеством лейкоцитов, которое составило 13,1 тыс. шт./мм³. При этом наибольшую долю среди всех лейкоцитов в лейкоцитарной формуле занимали лимфоциты – 94,1%. Однако периферическая кровь молоди кеты с этого завода у партий ранних сроков закладки икры, характеризующаяся очень высокой интенсивностью лейкопоза за счет существенного повышения доли лимфоцитов, наоборот, свидетельствовала не о норме, а о патологии крови. Иными словами, в крови этой молоди кеты проходил ярко выраженный лимфоцитоз. Для сравнения, по данным наших исследований, проведенных в 2003, 2004 и 2006 гг. у молоди природного происхождения (кеты разных популяций рек Магаданской области) общее количество лейкоцитов в крови в среднем составило до 3 тыс.шт./мм³, а максимально (по отдельным экземплярам) достигало 6–9 тыс. шт./мм³ крови.

Подтверждением того, что молодь кеты с Ольской ЭПАБ из партий ранних сроков оплодотворения оказалась невысокого качества, явились результаты опытов по ее соленостной толерантности к морской воде. Оказалось, что она после прямого перевода в морскую воду соленостью 27‰ имела очень низкую жизнеспособность – выжило только 29,4% от всей тестируемой молоди. Возможно, эти факты явились следствием нескольких основных причин:

- длительный период кормления на заводе (в течение 8 месяцев);
- продолжительное воздействие низкой температуры воды (1,1–2,0°C) в последние 5 месяцев ее кормления (с декабря по июнь);
- использование гранулированных рыбных кормов, которые малоэффективны в условиях низкой температуры воды.

Хорошие физиологические показатели оказались у молоди кеты с Ольской ЭПАБ из партий поздних сроков оплодотворения икры (происхождение: рр. Яма и Кулькуты). Причиной этому явилось то, что ее содержание, особенно в личиночный период развития, проходило в условиях термики водоисточника, приближенной к природному (при относительно низкой температуре воды до 2,1°C). Из-за увеличения продолжительности личиночного периода личинки кеты из этих партий поднялись на плав и перешли на смешанное питание только в марте, а период активного кормления молоди в условиях низкой температуры воды, характерной для водоисточника на этом заводе в весенний период, оказался, наоборот, непродолжительным (не более 2 месяцев). Несмотря на то, что температура воды в период активного кормления молоди кеты партий поздних сроков оплодотворения икры оказалась неблагоприятной и не превышала 1,1–1,3°C, истощения молоди кеты из партий поздних сроков оплодотворения и ухудшения ее физиологического состояния не произошло, очевидно потому что эта молодь не успела израсходовать запасы «желточного мешка».

В ходе сравнения индексов морфофизиологических показателей (внутренних органов) разных партий молоди кеты с Ольской ЭПАБ выяснили, что более

взрослая молодь кеты из партий ранних сроков закладки икры (ольская популяция, возраст 319–330 суток/1371–1477 градусо-дней) существенно превосходила молодь партий поздних сроков (ямская популяция, возраст – 277–282 суток/962,7–1007,5 градусо-дней и (кулькутинская популяция) 269 суток/905,5 градусо-дней, соответственно) по индексу печени и ЖКТ, что составило 1,42% против 1,17–1,20% (индекс печени) и 8,84% против 5,25–6,14% (индекс ЖКТ) ($p < 0,001$) (см. табл. 1).

Представленные данные дают основание предполагать о существовании изменений в развитии внутренних органов, возникающих под влиянием условий содержания рыб. Индексы печени и ЖКТ могли оказаться выше у молоди из партии ранних сроков закладки, чем у молоди партий поздних сроков закладки вследствие того, что молодь в первом случае гораздо раньше начала питаться, и, следовательно, период кормления оказался более продолжительным, чем во втором случае. Так, длительность кормления молоди из партии ранних сроков закладки икры составила 7 месяцев, в то время, как период кормления молоди партий поздних сроков закладки икры сократился до 2,5–3,5-х месяцев. Хотя здесь следует добавить, что увеличение индексов ЖКТ и печени у молоди из партии ранних сроков закладки икры могло произойти и по причине того, что условия ее содержания и кормления оказались отличными от таковых молоди поздних сроков закладки икры. Эту партию в период смешанного и начала внешнего питания кормили в условиях более высокой температуры воды (при 6–6,9°C), чем молодь партий поздних сроков закладки икры, кормление которой проходило при 1–1,3°C, что отразилось на ее морфофизиологических показателях.

В результате сравнения между собой молоди двух партий поздних сроков закладки икры обнаружили, что самая молодая возрастная категория молоди (кулькутинская популяция) обладала более высокими индексами ЖКТ и сердца, чем молодь более старшей возрастной категории (ямская популяция) – 6,14% против 5,25% ($p < 0,01$) и 0,32 против 0,24% ($p < 0,001$). Кроме того, у этой же молоди наблюдали тенденцию к увеличению индекса печени (см. табл. 1). В данном случае индексы внутренних органов у молоди кулькутинской популяции могли оказаться выше из-за особенностей кормления этой партии. Кулькутинской молоди кеты в течение всего периода ее кормления задавали пастообразную смесь из продуктов местного сырья (фарша лососей и икры минтая), ямскую кормили только гранулированным рыбным кормом. А, так как ранее было установлено (Фомин, 1991), что пастообразные корма в условиях низкой температуры воды усваиваются более эффективно, чем гранулированные, можно утверждать, что этот фактор повлиял на увеличение индексов внутренних органов молоди кулькутинской популяции.

При сравнении индексов сердца молоди кеты самой старшей возрастной категории (ранние сроки закладки икры – ольская популяция) с индексами сердца молоди более молодых возрастных категорий (поздние сроки закладки (ямская и кулькутинская популяции) наблюдали неоднозначную картину. Так, в первом случае индекс сердца у молоди из партии ранних сроков закладки икры превышал таковой у молоди поздних сроков закладки (ямская популяция) – 0,31% против 0,24% ($p < 0,001$). Во втором случае индекс сердца у молоди из партии ранних сроков закладки икры оказался сходным с индексом сердца молоди из партии поздних сроков закладки (кулькутинская популяция) – 0,31 и 0,32%, соответственно.

Кроме того, из данных таблицы видно, что для молоди разновозрастных категорий не характерна четкая взаимосвязь между выживаемостью и показателями ее внутренних органов (в особенности между выживаемостью и индексом сердца). Поэтому сравнивать эту молодь на предмет ее качественного состояния по морфофизиологическим показателям представляется не совсем корректным.

На Арманском ЛРЗ инкубация икры лососей, в особенности кеты и горбуши партий ранних и поздних сроков закладки, проходила при грациях средней температуры воды 5,2 и 0,5°C (кета) и 8,8 и 5,5°C (горбуша). Выдерживание личинок партий ранних и поздних сроков закладки икры проходило при температуре воды 1,0 и 0,5°C (кета) и 2,0 и 1,8°C (горбуша). Температура воды на этом ЛРЗ в период подращивания и кормления молоди всех видов лососей составляла всего 0,5°C. Как видно из представленных данных, температурный режим, приходящийся как раз на период интенсивного кормления молоди, оказался крайне низким.

В ходе выполнения текущих исследований на Арманском ЛРЗ, подтвердились ранее сделанные заключения о том, что выращивание молоди кеты в условиях завода не позволяет выпускать ее в базовые водоемы с высокими морфо-физиологическими показателями. Эта молодь обладает крайне низкими размерно-весовыми параметрами. При этом средние значения длины и массы ее тела составляют не более – 33,7 мм и 339 мг, соответственно (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Основные качественные показатели молоди кеты,
выращенной в цехе-питомнике на Арманском ЛРЗ и подрощенной
в садках на оз. Глухое в 2007 г.

Наименование показателей	Цех-питомник, t = 0,6°C 17.06.07 г.	Оз. Глухое, t = 4–13,5°C 12.07.07 г.
Масса тела, мг	339±29	852±29
Длина тела, мм	33,7±0,3	47,4±0,81
Коэффициент упитанности Кф	1,29±0,02	1,26±0,02
Масса желтка, %	16,18±0,24	0
Количество эритроцитов, млн.шт./мм ³ крови	0,761±0,040	0,943±0,072
Количество лейкоцитов, тыс.шт./мм ³ крови	2,43±0,18	9,10±0,36***
Гемоглобин, г/л	66,4±1,8	81,0±2,1***
Содержание гемоглобина в одном эритроците, мкмкг	86,7	85,9
Гематокрит, %	39,1±2,7	39,8±2,1
Доля лимфоцитов, %	56,0±7,9	79,9±3,0***
Доля молодых эритроцитов, %	50,4±5,1	16,0±2,8***
Выживаемость в морской воде соленостью 27 ‰, %	0	98,0

Примечание. Отличия достоверны при *p < 0,05; **p < 0,01 ***p < 0,001.

Исследование гематологических показателей и выживаемости молоди кеты (оценка ее солесной толерантности) показали, что она совершенно не под-

готовлена к катадромной миграции. В ее крови обнаружено достаточно низкое содержание гемоглобина – 66,4 г/л. В лейкоцитарной формуле – высокое относительное число полиморфноядерных лейкоцитов (свыше 35%), а лимфоциты составляют всего 56,0%. Красная кровь характеризуется очень высокой интенсивностью эритропоэза – более 50% юных эритроцитов, из которых около 19% составляют базофильные эритроциты и эритробласты. Эта картина красной крови вполне отражает картину красной крови личинок (Житенева и др., 1989). Данные результатов по солёностной толерантности молоди кеты с этого же завода оказались отрицательными. Ее выживаемость после прямой пересадки в морскую воду солёностью 25‰ оказалась равной нулю.

Основной причиной очень низких размерно-весовых характеристик, и, соответственно, неподготовленности молоди кеты с Арманского ЛРЗ к выпуску, явилась низкая температура водоисточника, которая не превышала 0,5–1,0°C. Из-за этого развитие кеты на этапе выдерживания личинок оказалось самым продолжительным (в течение 5 месяцев), по сравнению с остальными ЛРЗ. Личинки, причем из партий ранних сроков закладки икры, заложенной в конце августа, поднялись на плав и перешли на смешанное питание только к 9 апреля. Температура воды оставалась крайне низкой – 0,5°C и в дальнейший период, к тому времени, когда рыба должна была активно питаться. Выдерживание личинок кеты из партии поздних сроков оплодотворения (06.10.06 г.) не завершилось даже к началу июня, так как выклев свободных эмбрионов окончился только в III декаде марта.

Содержание различных видов лососей на Янском ЛРЗ (генерации 2006 г.) на всех этапах их раннего развития проходило в условиях относительно стабильного температурного режима: от 3,2 до 4,5°C.

В результате обследования молоди кеты с этого завода, было обнаружено, что она оказалась не лучшего физиологического качества, хотя и отличалась высокими размерно-весовыми показателями. Длина и масса ее тела составили 45,8 мм и 981 мг, соответственно (табл. 3). Кровь у этой молоди характеризовалась самым низким (в сравнении с молодью кеты со всех других ЛРЗ) содержанием гемоглобина, который составил всего 56,9 %, и невысоким количеством эритроцитов – 0,734 млн шт./мм³. Итоги оценки толерантности молоди кеты в воде с морской солёностью 27‰ оказались также неудовлетворительными. После прямой пересадки молоди кеты в морскую воду – выживаемость ее составила только 29,9% (см. табл. 3).

Температура воды в период активного кормления молоди кеты, который длился не более 3–4-х месяцев, была в пределах 3,4–4,0°C. Этот температурный режим в период активного кормления молоди должен был более благоприятно отразиться на ее биологическом качестве, чем на «холодноводных» рыбозаводах (Ольской ЭПАБ и Арманском ЛРЗ).

Выращивание молоди кеты на Янском ЛРЗ проводили при плотности посадки 10 тыс. экз./м³ (или при 5,6 кг/м³), что вполне соответствует требованиям содержания молоди лососей в проточных бассейнах. Основу рациона при кормлении молоди кеты на Янском ЛРЗ, также как и на других ЛР, составляли гранулированные рыбные корма импортного производства (Нидерланды, фирма «Коппенс»). В качестве дополнительного корма использовали пастообразный корм, изготовленный из лососевого фарша.

Т а б л и ц а 3

**Основные качественные показатели молоди кеты,
выращенной на Янском ЛРЗ в 2003, 2004, 2007 гг.**

Наименование показателей	Бассейны, t = 4,4°C, возраст 249–298/ 995–1226 21.06.03 г.	Бассейны, t = 4,0°C, возраст 255–308/ 1060–1289 22.06.04 г.	Бассейны, t = 3,9°C, возраст 293/1247 08.06.07 г.	Бассейны, t = 3,6°C, возраст 305/1292 20.06.07 г.
Масса тела, мг	758±38	865±39	619±44	981±55
Длина тела, мм	43,6±0,6	45,9±0,7	40,3±0,8	45,8±0,7
Коэффициент упитанности по Фультону	1,21±0,01	1,24±0,02	1,17±0,02	1,38±0,03
Масса желтка, %	0	0	0	0
Индекс сердца, %	0,23±0,01	0,45±0,01***	–	0,22±0,01
Индекс печени, %	1,42±0,04	1,38±0,04	–	1,04±0,05
Индекс ЖКТ	7,87±0,18	10,59±0,37***	–	6,60±0,22
Количество эритроцитов, млн шт./мм ³ крови	0,770±0,040	0,838±0,069	–	0,734±0,061
Количество лейкоцитов, тыс.шт./мм ³ крови	2,70±0,12	2,30±0,10	–	4,17±0,44
Гемоглобин, г/л	72,3±1,3	69,0±0,9	–	56,9±1,6
Содержание гемоглобина в одном эритроците, СГЭ мкмкг	93,9	82,3	–	77,5
Гематокрит, %	41,5±1,1	46,3±1,5*	–	40,6±2,5
Доля лимфоцитов, %	68,0±4,1	78,9±8,1	–	78,9±5,0
Доля молодых эритроцитов, %	27,5±2,7	32,4±3,1	–	24,3±2,7
Выживаемость при тестировании в морской воде соленостью 27 ‰, %	73,3	82,5	29,9	–

Примечание. Отличия достоверны при *p < 0,05; **p < 0,01 ***p < 0,001.

В целях выяснения причин невысокого физиологического качества этой молоди провели анализ размерно-весовых показателей у выжившей и погибшей молоди после проведения теста (в течение 6 суток) на соленостную толерантность. В результате оказалось, что погибали те особи, у которых средние длина и масса тела не превышали 37,6 мм и 456 мг, соответственно (табл. 4).

В то же время эти же показатели у выживших рыб были существенно выше и составили 46,5 мм (длина) и 1110 мг (масса). При этом было замечено, что из погибших особей у 43,9% искривлён позвоночник (ближе к хвостовому стеблю рыб) (рис. 1).

Хвостовой стебель у этих рыб в основном изгибался вверх, т.е. принимал форму «свечки». Все вышеперечисленные качественные характеристики у молоди кеты, выращенной в условиях Янского ЛРЗ, а также ее низкая выживаемость, наличие особей с искривлением позвоночника свидетельствуют о про-

течении в организме рыб каких-то патологических процессов. Эти процессы могли возникнуть при заболевании рыб болезнями алиментарного характера (несбалансированные корма по микроэлементам), или инфекционными (к примеру, фурункулез лососевых или другие).

Т а б л и ц а 4

Биологические показатели молоди кеты, выращенной на Янском ЛРЗ, тестируемой в 2007г. на соленостную толерантность в морской воде

Наименование показателей	Живая	Погибшая
Масса тела, мг	1110 ± 25 812–1669	$456 \pm 29^{***}$ 175–1093
Длина тела, мм	46.5 ± 1 39–55	$37.6 \pm 0.7^{***}$ 27–48
Коэффициент упитанности, Кф	1.33 ± 0.02 1,14–1,47	$1.17 \pm 0.02^{***}$ 0,81–1,67
Искривление позвоночника, %	0	43,9
Выживаемость при тестировании в морской воде соленостью 27 ‰, %	100	0

Примечание. Отличия достоверны при * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ *** $p < 0,001$.



Рис. 1. Погибшая молодь кеты с искривлением позвоночника – Янский ЛРЗ (2007 г.)

В ходе анализа гематологических показателей, полученных у молоди кеты с разных ЛРЗ, а также сравнения результатов оценки ее жизнеспособности (при тестировании в морской воде), оказалось, что лучшими вышеназванными показателями обладала молодь с той же Ольской ЭПАБ, но принадлежавшая к

партиям поздних сроков оплодотворения, а также молодь кеты с Арманского ЛРЗ, но только после подращивания в течение 25 суток в садках в условиях природного водоема – оз. Глухое. При этом количество эритроцитов в крови молоди кеты с Ольской ЭПАБ (партии поздних сроков оплодотворения) и молоди кеты с Арманского ЛРЗ (подрощенной в оз. Глухое) составило, соответственно 0,903 и 0,943 млн шт./мм³, а общее содержание гемоглобина – 82,0 и 81,0 г/л, соответственно (см. табл. 2, 3). Выживаемость этой же молоди после прямого перевода в морскую воду также оказалась высокой и составила 81,7 и 98,0%, соответственно. Необходимо отметить достаточно высокую эффективность применения новой биотехники в 2007 г., когда вся молодь кеты (около 4 млн экз.) выращенная в условиях Арманского ЛРЗ, для улучшения ее качественных показателей была переведена для подращивания в оз. Глухое, а по окончании работ (19 июля) выпущена в исток р. Широкая.

Кроме того, анализ результатов гематологического обследования и оценки соленостной толерантности молоди кеты, выращиваемой разными ЛРЗ Магаданской области, позволил выявить общую особенность для всей заводской молоди. Прослеживается некоторая положительная связь между содержанием общего гемоглобина в крови и соленостной толерантностью молоди. При значениях гемоглобина в крови менее 67 г/л ее выживаемость в морской воде находится в пределах 0–29,9%, а при его более высоких значениях – 81 и более г/л, выживаемость молоди в морской воде уже превышает 81%.

Исходя из полученных данных, можно заключить, что такой гематологический показатель, как общее содержание гемоглобина в крови молоди лососей, наиболее информативен и отражает физиологическое состояние выращиваемой молоди, для чего он вполне может быть использован в качестве тест-критерия дальнейшей выживаемости молоди после выпуска ее с ЛРЗ.

Что касается горбуши, выращенной в 2007 г. в условиях Арманского ЛРЗ, то существующий температурный режим оказался относительно благоприятным для ее развития и приближенным к условиям природного водоема. Температура воды на заводе в период выдерживания личинок всех партий (партий ранних и поздних сроков закладки икры – 04.08.06 г. и 28.08.06 г., соответственно) оказалась невысокой и составила 2,4°C и 0,5°C, соответственно. Поэтому этап подъема личинок горбуши на плав и их перехода на смешанное питание начался только 12–15 февраля. И, хотя температура воды в процессе дальнейшего содержания горбуши на Арманском ЛРЗ оказалась низкой (в пределах 1,0–0,5°C), период ее неэффективного кормления из-за позднего поднятия личинок на плав составил не более 3-х месяцев. Масса тела молоди горбуши в июне составила более 200 мг. В ее крови было обнаружено высокое количество эритроцитов, лейкоцитов и тромбоцитов в единице объема, которые составили, соответственно, 0,943 млн шт./мм³, 9,1 и 8,97 тыс. шт./мм³. Содержание гемоглобина в крови также оказалось большим – 81 г/л. В лейкоцитарной формуле периферической крови значительно преобладали лимфоциты – 79,9% (табл. 5).

В ходе определения соленостной толерантности молоди горбуши в морской воде соленостью 25‰, обнаружено, что она обладает хорошей жизнеспособностью – выжило более 88% (см. табл. 5). Однако из результатов проведенных экспериментов по улучшению качественных показателей заводской молоди горбуши установлено, что после введения в рацион молоди горбуши

кормов из продуктов местного биологического сырья (до 100% – высушенный и перетертый гаммарус) – ее жизнеспособность в морской воде в условиях солености 25‰ возрастает и может достигать 97–100%.

Т а б л и ц а 5

Гематологические показатели молоди горбуши,
выращенной на Арманском ЛРЗ в 2007 г.

Наименование показателей	29 мая цех-питомник, t воды – 0,8°C
Масса тела, мг	203
Общее количество эритроцитов, млн шт./мм ³	0,776±0,063
Общее количество лейкоцитов, тыс.шт./мм ³	3,26±0,29
Общее количество тромбоцитов, тыс.шт./мм ³	6,30±0,56
Гемоглобин, г/л	93,6±3,2
Гематокрит, %	48,6±1,9
Юные эритроциты, %	19,8±2,8
Лимфоциты, %	88,0±5,6
Полиморфноядерные лейкоциты, %	10,4±5,1
Моноциты, %	1,6±1,0
Выживаемость при тестировании в морской воде соленостью 25–27 ‰, %	88,2

ВЫВОДЫ

Результаты обследования качественного состояния молоди кеты, выращенной в технологический цикл 2006–2007 гг. на ЛРЗ Магаданской области, и изучения условий ее содержания в разные периоды раннего развития, позволили сделать следующие выводы:

1. Биотехнология воспроизводства кеты на разных ЛРЗ отличается. На двух заводах (Арманском ЛРЗ и Ольской ЭПАБ) условия содержания кеты партий ранних сроков закладки икры отличаются от содержания партий поздних сроков закладки температурным режимом (в особенности в период инкубации икры). Эмбрионы партий ранних сроков закладки развиваются при более высокой температуре воды, чем эмбрионы из партий поздних сроков закладки икры. Вследствие этого, в дальнейшем выращенная молодь на одном и том же заводе оказывается неоднородной по своим качественным показателям.

2. Выращенная в условиях Ольской ЭПАБ молодь кеты, принадлежащая к партиям ранних сроков закладки икры, со стандартной навеской (более 500 мг) характеризуется низким физиологическим качеством из-за продолжительного периода ее кормления (до 8 месяцев) гранулированными рыбными кормами при низкой температуре воды (чуть более 1°C). Условия содержания кеты на Ольской ЭПАБ, больше подходят для выращивания молоди кеты поздних сроков закладки икры. Это связано с тем, что сокращается период неэффективного кормления молоди с 7–8 месяцев (у партии ранних сроков закладки икры) до 2,5–3,5-х месяцев (партии поздних сроков закладки икры).

3. Условия содержания (в частности, температура воды) для молоди кеты на Арманском ЛРЗ не соответствуют биотехнологическим требованиям воспроизводства этого вида. Существующий на этом заводе температурный режим водоисточников в пределах 0,5–1,0° С в периоды смешанного питания, а, в дальнейшем, внешнего питания, не позволяет выращивать молодь кеты стандартной навеской до 500 мг с хорошим физиологическим качеством и выживаемостью.

4. Эффективность применяемой биотехники воспроизводства кеты на Арманском ЛРЗ существенно повышается вследствие улучшения качественных показателей у всего объема выращенной молоди кеты в результате использования способа ее садкового подращивания в природном водоеме (оз. Глухое) в условиях благоприятного температурного режима.

5. Эффективность биотехнологии воспроизводства кеты на Янском ЛРЗ пока остается невысокой. Выращенная на этом заводе молодь кеты характеризуется низким физиологическим качеством и невысокой выживаемостью, несмотря на то, что в период ее кормления температурные условия более благоприятные, чем на двух других ЛРЗ (Ольской ЭПАБ и Арманском ЛРЗ). Необходимо проведение более детальных исследований за условиями содержания и кормления молоди кеты на этом заводе, в частности, сбор и анализ данных — гидрхимических, плотности посадки, состава кормов, способов кормления и т.д.

6. Биотехнология использования в качестве основного рациона гранулированных рыбных кормов для кормления молоди кеты на ЛРЗ Магаданской области (Ольской ЭПАБ и Арманском ЛРЗ), где температура воды составляет менее 3°С, не является эффективной.

7. Снижение температуры грунтовой воды (до 1°С и ниже), подаваемой в бассейны во время стартового и интенсивного кормления молоди лососей, неизменно приводит к ухудшению физиологического состояния и невысоким биологическим характеристикам выпускаемой молоди. Низкие температуры в период перехода молоди лососей на экзогенное питание ведут к несоответствию выпускаемой молоди рыбоводным стандартам (средняя навеска молоди кеты за 4–8 месяцев подращивания обычно составляет 390–400 мг при нормативе 500 мг).

8. Ослабленная длительным воздействием низкой температуры воды заводская молодь кеты с Ольской ЭПАБ (партии поздних сроков закладки) характеризуется высокой смертностью (до 70 %), что является основной причиной низкой биологической эффективности применяемой биотехнологии на этом заводе.

9. Анализ данных гематологического исследования молоди горбуши и результатов оценки ее соленостной толерантности, позволили заключить, что ее выпустили с Арманского ЛРЗ в достаточно хорошем физиологическом состоянии. Выживаемость молоди в морской воде составила 88,2%. Это произошло по причине того, что температурный режим в 2006–2007 гг. на Арманском ЛРЗ отвечал биологическим требованиям воспроизводства данного вида.

10. Повышению выживаемости, а, следовательно, и физиологической полноценности молоди горбуши способствует включение в рацион кормов из продуктов местного биологического сырья (муки из гаммаруса).

11. В качестве тест-критерия физиологической полноценности молоди лососей может служить содержание общего гемоглобина в крови молоди лососей, так как этот гематологический показатель наиболее информативен и отражает физиологическое состояние выращенной молоди и степень готовности ее к скату.

ЛИТЕРАТУРА

- Гительзон И. И., Терсков И. А.* О способе выражения гемоглобина в эритроците // Лабораторное дело. 1956. № 6. С. 6-10.
- Глаголева Т. П.* Инструкция по гематологическому контролю за искусственно выращиваемой молодью лососевых рыб. Рига: БалтНИИРХ, 1981. 38 с.
- Житенева Л. Д., Полтавцева Т. Г., Рудницкая О. А.* Атлас нормальных и паталогически измененных клеток крови рыб.- Ростовское книжное изд-во. 1989. 110 с.
- Иванова Н. Т.* Атлас клеток крови рыб. М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1983. 184 с.
- Канидьев А. Н.* Отличительные признаки клеток периферической крови молоди кеты // Сб. науч.-техн. информации Всесоюз. НИИ морск. Рыб. хоз-ва и океанографии.- Вып. 6. 1966. С. 24-30.
- Канидьев А. Н.* Методы качественной оценки молоди рыб по составу крови (на примере осенней кеты) // Сб. науч.-исслед. работ по прудовому рыбоводству. № 5. М.: ВНИИПРХ. 1970. С. 236-268.
- Канидьев А. Н.* Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб. М.: Легкая и пищ. пром-сть. 1984. 216 с.
- Мусселиус В. А., Ванятинский В. Ф., Вихман А. А. и др.* Лабораторный практикум по болезням рыб. М.: Легкая и пищ. пром-сть. 1983. 296 с.
- Правдин И. Ф.* Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть. 1966. 376 с.
- Рокицкий П. Ф.* Основы вариационной статистики для биологов. - Минск. 1961. 223 с.
- Смирнов В. С., Божко А. М., Рыжков Л. П., Добринская Л. А.* Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб // Труды СевНИОРХ. 1972. Т.7. 186 с.
- Фомин А. В.* Пастообразные корма для молоди кеты // Рыб. хоз-во. 1991а. № 10. С.35-36.
- 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. трудов МагаданНИРО. 2004. Вып. 2. С.343-358.
- Шварц С. С., Смирнов В. С., Добринский Л. Н.* Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных // Труды ин-та экологии растений и животных УФ АН СССР. 1968. Вып. 58. 387 с.
- Wedemeyer G. A., Saunders R. L., Clarke W. C.* 1980. Environmental factors affecting smoltification and early marine survival of anadromous salmonides // Mar. Fish. Rev. 1980. Vol.42. №6. P.1-14.