

На правах рукописи

ДИХНИЧ
Александр Владимирович

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ МАТОЧНЫХ СТАД
АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ *SALMOSALAR* В ЗАВОДСКИХ
УСЛОВИЯХ**

03.00.10 - ИХТИОЛОГИЯ

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Санкт-Петербург
2004



На правах рукописи

ДИХНИЧ
Александр Владимирович

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ МАТОЧНЫХ СТАД
АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ *SALMO SALAR L* В ЗАВОДСКИХ
УСЛОВИЯХ**

03.00.10- ИХТИОЛОГИЯ

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Санкт-Петербург
2004

Работа выполнена на производственно-экспериментальной базе
Федерального государственного унитарного предприятия Федеральный
селекционно-генетический центр рыбоводства

Научный руководитель:

кандидат биологических наук

Никандров В.Я.

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук

Андряшева М.А.

(ФГНУ «Государственный научно-исследовательский
институт озерного и речного рыбного хозяйства»)

кандидат биологических наук

Махров А.А.

(Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН)

Ведущая организация:

Биологический институт Санкт-Петербургского
государственного университета

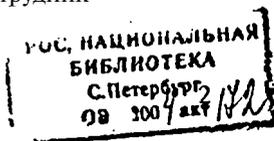
Защита состоится «30» марта 2004 г. в _____ час. на заседании
специализированного совета К. 220.013.01. при Федеральном
государственном научном учреждении «Государственный научно-
исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства» по
адресу: 199053, Санкт-Петербург, В-53, наб. Адмирала Макарова, д. 26.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГНУ ГосНИОРХ.

Автореферат разослан «1» марта _____ 2004 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник

М.Л. Дементьева



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Естественное воспроизводство атлантического лосося в реках бассейна Балтийского моря, находящихся на территории РФ, почти полностью отсутствует. Основной причиной, повлиявшей на численность природных популяций, является ухудшение экологической ситуации, вызванное антропогенным влиянием в этом регионе.

В большинстве случаев искусственное разведение лосося - это единственная возможность спасти от исчезновения популяции этого вида. Благодаря рыбоводной работе удалось сохранить и даже увеличить запасы лосося в Швеции, Финляндии, Норвегии и России (Казаков, 1981; 1990). Однако, при искусственном воспроизводстве часто используется недостаточное количество производителей, нарушается соотношение полов, а также равенство вклада каждой особи в следующее поколение. Эти недостатки приводят к негативным последствиям - падению гетерогенности стада и инбредной депрессии (Алендорф, Риман, 1991; Алтухов, 1994, 1995, 2001; Андрияшева, 1996).

Одним из путей сохранения генетического разнообразия популяций лосося может стать формирование маточных стад под контролем человека. В этом случае можно обосновать и применить стратегию разведения с учетом теоретических положений популяционной генетики и опыта рыбоводов-практиков. Появляется возможность более полно исследовать возрастную, фенотипическую и генетическую структуру стада для разработки такой схемы разведения, которая позволила бы поддерживать генетический гомеостаз популяций. В случае критических ситуаций, связанных с антропогенными воздействиями или природными катаклизмами, создание заводских маточных стад позволяет сохранять и воспроизводить популяции в виде натуральных коллекций. Кроме того, такой способ воспроизводства открывает широкие возможности для выведения специализированных линий для марикультуры.

Для решения селекционных проблем при разведении рыб для пополнения или восстановления природных популяций, прежде всего, необходима комплексная оценка особей, составляющих исходное маточное стадо, включающая морфологические, генетико-биохимические и фенетические методы исследований, а так же гистологический и эпизоотический мониторинг. Подобная оценка позволяет обосновать такие схемы отбора и подбора пар для скрещиваний, которые в наибольшей мере сохраняли бы уровень генетического разнообразия характерный для природной популяции. (Глотов, 1983; Казаков, 1986; Казаков, Ляшенко 1987),

Несмотря на то, что формирование маточных стад уже практикуется в России и за рубежом, данные о методах и способах проведения такого рода работ немногочисленны. В связи с этим, мы определили следующие цели и задачи нашего исследования.

Цель и задачи работы. Разработать биологические основы формирования маточных стад атлантического лосося в заводских условиях. В соответствии с целью работы были намечены следующие задачи исследования: отработка методики выращивания рыб в различных условиях и сравнительная оценка биотехники; комплексное исследование рыб исходного стада; обоснование методов сохранения генетического разнообразия заводских маточных стад.

Научная новизна. Впервые применена методика выращивания ремонтно-маточных стад лосося в заводских условиях с плотностями посадки в 5-6 раз выше нормативной. Установлен температурный режим, сокращающий сроки инкубации и не оказывающий негативного влияния на развития эмбрионов и личинок. Выявлено существенное влияние температуры воды в период преднерестового содержания производителей на сроки их созревания. Получены данные о фенотипической неоднородности стада атлантического лосося. Обоснованы методы формирования маточных стад для воспроизводства, создания натуральных коллекций и марикультуры.

Апробация работы. Материалы диссертации были представлены на Научно-практической конференции « Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России» (Адлер, 2001), на Научной конференции "Проблемы воспроизводства, кормления и борьбы с болезнями рыб при выращивании в искусственных условиях" (Петрозаводск, 2002), на Всероссийской конференции «Генетика, селекция и воспроизводство рыб» (СПб., 2002), на Международном симпозиуме «Холодноводная аквакультура: Старт в XXI век» (СПб., 2003), на Международной научно-практической конференции «Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития» (Екатеринбург, 2003).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 5 работ и 3 работы находятся в печати.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов и списка использованных источников. Работа изложена на 128 стр., иллюстрирована 44 таблицами и 7 рисунками. Список литературы включает 227 работ, в том числе 45 зарубежных авторов.

ГЛАВА 1. ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ МАТОЧНЫХ СТАД АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ В ЗАВОДСКИХ УСЛОВИЯХ

В настоящее время, большая часть популяций атлантического лосося находится в угнетенном состоянии и не способна самостоятельно воспроизводиться в полном объеме. Применение различных способов, направленных на восполнение природных популяций (устройство искусственных гнезд; выращивание готовых к скату смолтов в прудах, озерах

и садках; восстановление и повторное использование вальчаков) показало, что наиболее эффективным способом является воспроизводство лосося на специализированных рыбоводных заводах. Применяемая биотехника позволяет минимизировать потери при выращивании смолтов. Однако для обеспечения заводов икрой требуется большое количество производителей. Выполнение этого условия, зачастую, оказывается невозможным из-за их отсутствия в реках. Проблема дефицита производителей является общей для рыбоводных заводов, как отечественных, так и зарубежных. Наиболее перспективным решением проблемы является создание искусственных маточных стад в заводских условиях, формирование которых должно основываться на ряде рекомендаций, направленных на обеспечение сохранности генетического разнообразия искусственно воспроизводимых и поддерживаемых популяций (Риман, Аттер, 1991; Алендорф, Риман, 1991; Алтухов, 1994, 1995, 2001; Андрияшева, 1996, и др.).

ГЛАВА 2 . МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования были выполнены на производственно-экспериментальной базе (ПЭБ) Федерального государственного унитарного предприятия Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства (ФГУП ФСГЦР), расположенного в поселке Ропша Ленинградской области. Объект изучения - атлантический лосось популяции р. Наровы.

Икра атлантического лосося балтийской популяции была доставлена в Ропшу 23 марта 1999 г. с Нарвского рыбоводного завода. Эмбрионов и личинок оценивали по выживаемости, массо-размерным параметрам, интенсивности расходования желтка. Годовиков исследовали по основным морфометрическим, некоторым физиологическим признакам и генетическим параметрам. У рыб всех возрастных групп измеряли массу (Р) и длину тела (по Смитту) - (ас), длину тела без хвостового плавника - (ад), длину головы - (ао), наибольшую высоту тела - (qh) и наибольшую толщину тела - (В). Вычисляли индексы: упитанности (по Фультону), прогонистости и относительной длины головы в % от длины тела по Смитту (Правдин, 1966). Четырех- и пятигодовалых самок оценивали по репродуктивным показателям: рабочей - (РП) и относительной (ОП) плодовитости, массе отцеженной икры - (M_n), средней массе икринок. Кроме того, при оценке самок нами был применен относительный индекс репродуктивности (ОИР), который вычислялся как отношение массы полученной икры - ($M_{i,}$) к массе тела самки без икры - (P_t), выраженное в процентах: $OИР = M_{i,}/P_t \times 100\%$. Самцов оценивали по объему эякулята, концентрации и времени подвижности сперматозоидов.

Для изучения динамики массо-размерной и репродуктивной структуры стада, а так же сезонной повторяемости признаков, часть рыб

была помечена индивидуальными подкожными имплантатами в заглазничной области.

Генетическая паспортизация была выполнена в лаборатории мониторинга популяций проходных лососевых рыб ГосНИОРХ. Исследованы 32 локуса, кодирующие 12 ферментных систем у лосося: аспаратаминотрансфераза (AAT-1,2,3,4*); алкогольдегидрогеназа (ADH-1*); эстераза-Д (ESTD-1,2*); Глицерол-3-фосфат-дегидрогеназа (G3PDH-1.2*); идитолдегидрогеназа (IDDH-1,2*); изоцитратдегидрогеназа (IDHP-1,2,3*); лактатдегидрогеназа (LDH-1,2,3,4,5*); маликэнзим (MEP-1,2,3*); малатдегидрогеназа (MDH-1,2,3,4*); пероксидаза (PX-1,2*); супероксиддисмутаза (SOD-1,2*); фосфоглюкомутаза (PGM-1,2*). Исследования проводили в соответствии с общепринятыми методиками (Davis, 1964; Peacock et al., 1965). Статистическую обработку материалов проводили с использованием компьютерного пакета программ "BIOSYS-1" (Swofford, Selander, 1989).

Изучение гаметогенеза было выполнено гистологическим методом в институте биологии СПбГУ.

При проведении фенетических исследований рыб визуально оценивали по цвету тела и количеству пятен на кожных покровах. При этом, каждую фенотипическую группу рыб исследовали по основным рыбоводным показателям.

В процессе выращивания осуществлялся систематический контроль эпизоотического состояния лосося.

С целью более детального изучения структуры исходного стада, был применен метод многомерного статистического анализа (метод Уорда), позволяющий объединить рыб в кластеры по схожести комплекса из шести изучаемых признаков (P, ac, ad, ao, gh и B). Данные, полученные при изучении особей, входящих в кластеры, были проанализированы при помощи методов вариационной статистики (Лакин, 1980; Ивантер, Коросов, 1992).

В ходе проведенных работ было исследовано 8000 икринок, 600 личинок, 1500 сеголеток, годовиков и двухлеток, 650 рыб старших возрастных групп.

ГЛАВА 3. БИОТЕХНИКА ВЫРАЩИВАНИЯ И ФОРМИРОВАНИЕ МЛАДШИХ РЕМОНТНЫХ ГРУПП ИСХОДНОГО СТАДА ЛОСОСЯ.

Характеристика хозяйства. Производственно-экспериментальная база ФСГЦР представлена двумя участками: Мельничным и Фабричным, которые существенно отличаются по характеру сезонных изменений температурного режима.

Мельничный участок (цех №1) снабжается ключевой водой, температура которой в зимний период варьирует в пределах от 3,3 до 6,1 °С, а в летний от 5,5 до 11,2 °С. Пик температур приходится на вторую декаду июля. Сумма температур за 5 последних лет в среднем составила 2376 градусо-дней. Фабричный участок является холодноводным бассейновым хозяйством с прудовым водоснабжением. Температура воды в зимний период меняется от 0,3 до 4,9 °С, а в летний от 4,0 до 19,0 °С. Пик температур приходится на вторую декаду июля. Количество тепла за последние 5 лет составило 2530 градусо-дней, что в 1,1 раза больше, чем на Мельничном участке. По основным химическим показателям источники водоснабжения Мельничного и Фабричного участков соответствуют необходимым рыбоводным требованиям.

Биотехника выращивания лосося. Инкубация икры на Нарвском РЗ проходила при температуре воды 0,7°. Весь период доинкубации икры в Ропше температура воды держалась на уровне 5,7-6,1 °С. Икру разместили в четыре инкубационных аппарата типа «Ewos» по 5 тыс. икринок в каждый. Проточность воды составляла 9 л/мин.

На 8-е сутки после вылупления (18.04.1999) личинок пересадили в прямоточные пластиковые лотки размером 210 x 40 см. Плотность посадки составляла 12 тыс.шт/м². Проточность воды - 7 л/мин. Выдерживание личинок проводили при разной температуре воды. Выживаемость при температуре 9-10 °С составила 68%. Почти у всех личинок наблюдали перетяжку желточного мешка, часть этих особей погибла, но большая часть оказалась жизнеспособной и после утраты отшнурованной части желтка утилизировала оставшийся желток и перешла на активное питание. При температуре 5-6 °С случаев перетяжки желточного мешка было гораздо меньше, вследствие чего, выживаемость повысилась и составила 82.5%! У незначительной части особей (около 1%) наблюдали различные аномалии в строении тела, в основном искривления позвоночника, выраженные в разной степени.

При переходе рыб на активное питание воду, поступающую в лотки подогревали до 9,9 - 13,4 °С. Молодь, достигшая среднего веса 200 мг, была переведена на выращивание в прямоточные бассейны размером 370 x 80 см с плотностью посадки 9 тыс. штук на бассейн при проточности 10 л/мин.

При выращивании годовиков параметры посадки рыб в бассейны совпадали с биотехническими нормативами как финских, так и российских рыбоводов. При содержании рыб старших возрастных групп, на Лужском РЗ и финской станции ЛАУКАА нормативы выращивания составляли 4-5 кг/м² (Эскелинен, 1991; Петренко, 2002). Мы применяли плотности посадки, которые в 5-6 раз превышали эти нормативы. Насыщение воды кислородом на вытоке из выростных сооружений, на протяжении всего периода выращивания, составляло не менее 70%. В таблице 1 представлены биотехнические нормативы, применявшиеся нами при выращивании лосося.

Таблица 1

Условия выращивания лосося разного возраста

Показатель	Время выращивания, год				
	Первый	Второй	Третий	Четвертый	Пятый
Плотность посадки, кг/м ²	1,5-2,0	13,4	15,8	30,0	30,0
Площадь бассейна, м ²	4	14	12	12	12
Объем воды, м ³	1	5-6	4,5-5	4,5-5	4,5-5
Протоочность, л/мин	45	430	300	350	350

Личинок, молодь, а также рыб старших возрастных групп кормили кормами финской фирмы «Реху-Райсио» и датской фирмы «БиоМар». Расчет норм и режимов кормления осуществляли на основе рекомендаций, изложенных в каталогах этих фирм.

Формирование младших ремонтных групп исходного стада балтийского лосося. Средняя масса икринок, полученных с Нарвского РЗ на стадии пигментации глаз, была равна 160,9±1,1 мг, а диаметр составлял 6,8±0,0 мм.

Во время вылупления личинок масса их тела вместе с запасом желтка варьировала в пределах от 130,0 мг до 194,0 мг, составляя в среднем 152,2 мг. Изменчивость особей по этому признаку была равна 6,9%. Масса тела личинки без желтка была в среднем 62,6 мг (от 48,0 мг до 100,0 мг), а изменчивость достигала 14,9%. Масса желтка колебалась в меньших пределах: от 80,0 мг до 100,0 мг, составляя в среднем 89,6 мг. Коэффициент вариации по этому признаку был самым низким - 4,4%. Таким образом, изменчивость общей массы личинок в основном определялась вариабельностью массы тела. Исходя из полученных данных, количество желтка, является признаком мало изменчивым. В дальнейшем рост личинок, по-видимому, определяется не запасом желтка, а скоростью и эффективностью его расходования зародышем, т.е. особенностями обмена каждой особи. Это предположение подтверждается тем, что индивидуальные различия по скорости роста личинок в период эндогенного питания были весьма существенны. К моменту перехода личинок на активное питание, изменчивость особей по массе тела составляла 22,5%, что более чем в три

раза превышало вариабельность личинок по этому показателю сразу после вылупления. Существенные индивидуальные различия в скорости роста личинок, по-видимому, явились причиной высокого уровня изменчивости годовалых рыб по массе тела $C_v=58,3\%$.

Анализ распределения годовиков по массе тела показал наличие двух размерных групп, что послужило основанием для разделения их по этому признаку. В результате отбора были сформированы две группы рыб: "мелкая" -66,5% от всей выборки средней массой 6,7 г и "крупная"-33,5%, средней массой 13,2 г. Распределение рыб в последней группе было близким к нормальному, а значение коэффициента вариации снизилось с 58,3% до 30,6% (таблица 2). В ней присутствовали особи всех размерных классов, в связи с чем, эту группу мы использовали при создании исходного стада. Проведенный отбор не изменил соотношения полов, которое сохранилось на уровне близком 1:1. При этом различия по массе тела и экстерьерным показателям между годовальными самками и самцами отсутствовали.

Таблица 2

Массо-размерная характеристика рыб младших ремонтных групп

Признак	Годовики		Двухгодовики	
	$X_{cp} \pm m_x$	$C_v, \%$	$X_{cp} \pm m_x$	$C_v, \%$
Р, г	$13,2 \pm 0,4$	30,6	$132,4 \pm 6,6$	24,9
ас, см	$11,2 \pm 0,1$	10,6	$21,5 \pm 0,4$	8,1

В начале июня 2000 года наблюдали смолтификацию двухлеток лосося. Сравнительный анализ данных, представленных в таблице 2 свидетельствует о том, что после смолтификации произошло резкое (в 10 раз) увеличение массы тела рыб. Показатели длины тела изменялись пропорционально массе и проявляли схожие тенденции. Коэффициент упитанности у двухгодовалых рыб по сравнению с годовиками был достоверно выше ($p>0,01$). Очевидно, что смолтификация является решающим этапом в онтогенезе лосося: значительное увеличение прироста массы тела в морской воде и при выращивании в пресной в заводских условиях носит однонаправленный характер.

Изучение вариабельности морфометрических признаков у двухгодовалых рыб показало, что низкой изменчивостью характеризовались следующие признаки: горизонтальный диаметр глаза, количество позвонков, жаберных тычинок, лучей в брюшном и грудном плавниках. Высокие уровни коэффициентов вариации были получены по показателям массы тела и гонад самцов. В целом, рыбы исходного маточного стада по уровню изменчивости большинства исследованных признаков характеризовались высокой

степенью однородности по сравнению с некоторыми другими лососевыми рыбами, например радужной форелью, кумжей и др. (Слуцкий, 1978).

Генетическая характеристика годовиков лосося. Данные электрофоретического анализа белков показали, что полиморфными в исследованной выборке оказались локусы аспартатаминотрансферазы (AAT-4*), идитолдегидрогеназы (IDDH-2*) и маликэнзима (MEP-2*). Важно отметить, что сходные, практически идентичные показатели генетического разнообразия (количество аллелей на локус, доля полиморфных локусов, средний уровень гетерозиготности) были получены как для наровской популяции, являвшейся "донорской", так и для ропшинского стада. Кроме того, локусы IDHP-3* и IDDH-1*, обычно полиморфные у балтийского лосося, оказались инвариантными не только в исследуемой выборке, но и в "донорской" популяции наровского лосося (Казаков, Титов, 1992; Титов, 1992; Никандров, Титов, 2002; Дихнич, 2002).

Эпизоотическое состояние лосося. При выращивании личинок и молоди исходного стада их эпизоотическое состояние было благополучным. У сеголетков и годовиков наблюдался некроз плавников. Кроме того, у них были отмечены: потемнение окраски, экзофтальмия, бледно-розовые ослизненные жабры, а так же печень светло-коричневого цвета. Гистологические исследования выявили гиперплазию у 30-40% жаберного эпителия у вторичных жаберных лепестков. Количество гемоседерина было несколько выше нормы. Анализ результатов исследований показал, что при выращивании лосося исходного стада в заводских условиях, были отмечены те же заболевания, что и на многих хозяйствах Балтийского региона (Коренев и др., 1991; Богданова, 1971, 1976а, 1994).

Состояние гонад у двухгодовиков лосося. У двухгодовалых рыб яичники были крупнее семенников. Так, средняя масса яичников составляла $0,237 \pm 0,013$, а семенников - $0,087 \pm 0,016$. Среднее значение гонадосоматического индекса (ГСИ) у самок достигало $0,186 \pm 0,009\%$, а у самцов - $0,06010,009\%$. Различия между самками и самцами по массе гонад и (ГСИ) были достоверны ($p=0,001$). Яичники находились на II стадии зрелости, как и у рыб того же возраста в естественных условиях. На этом этапе развития было сложно прогнозировать время полового созревания самок. У 20% самцов состояние гонад соответствовало тому, которое наблюдается у нормальных (не карликовых) особей того же возраста в естественных условиях. У остальных 80% исследованных самцов степень развития семенников по ряду показателей была несколько выше. Имелась вероятность того, что часть из них могла пойти по пути раннего полового созревания. Маше предположение подтвердилось, когда около 76% самцов созрели в трехгодовалом возрасте.

ГЛАВА 4. МОРФОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА ЛОСОСЯ

Динамика созревания. В конце октября 2001 г. впервые созрели трехгодовалые самцы. Их количество составляло 622 экз. или 38,2% от рыб ремонтно-маточного стада. В это время самцы характеризовались незначительным количеством продуцируемой спермы.

В четырехгодовалом возрасте наблюдали массовое созревание самок и самцов. Первыми начали созревать самцы: единичные текучие особи были обнаружены в конце августа среди рыб, которых выращивали цехе №1. В первой декаде сентября созрело около 30% рыб, а через месяц все самцы находились в текучем состоянии. Первые самки на Фабричном участке созрели 8 октября 2002 г., а последние 25 ноября 2002 г. Таким образом, продолжительность нерестовой кампании составила 45 суток. Всего созрело 353 самки, пик созревания пришелся на 6 ноября, в этот день было отобрано 74 зрелые особи, что составило 21% от общего числа самок (рисунок 1).

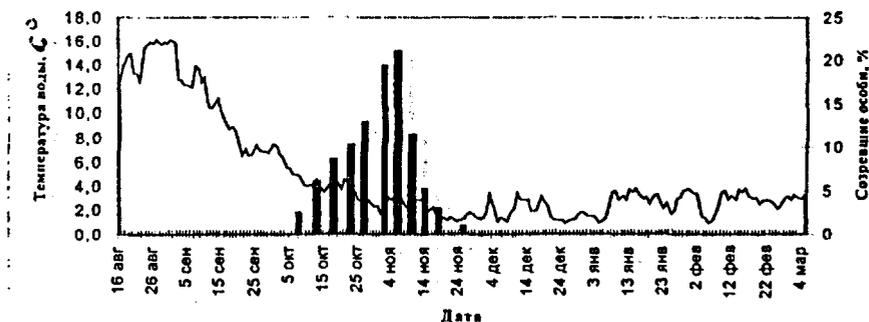


Рисунок 1 Динамика созревания четырехгодовалых самок атлантического лосося, выращенных на Фабричном участке

В группе рыб, которых содержали в цехе №1, начало созревания совпало с окончанием нереста самок с Фабричного участка. Первые самки созрели 14 ноября 2002 г., а последние 27 февраля 2003 г. Таким образом, продолжительность нереста составила 105 суток с пиком 9 января 2003 г. (рисунок 2). Среди общего количества исследованных самок не созрели 20,1% особей.

После нереста самки и самцы были высажены в бассейны Фабричного участка, где их содержали до сентября 2003 г. Среди пятигодовалых рыб первыми, в середине августа 2003 г., созрели самцы. Динамика созревания пятигодовалых самок осенью 2003 г. совпала с

динамикой созревания четырехгодовалых рыб, выращенных на Фабричном участке, но сместилась на более ранние сроки: начало созревания на 10 дней, а его пик на 16 дней. Особенно существенно (на 47 дней) изменились сроки овуляции пятигодовалых самок по сравнению с четырехгодовалыми, которых выращивали в цехе №1. Продолжительность нереста составила 50 суток. Количество не созревших самок составило 8,5%.

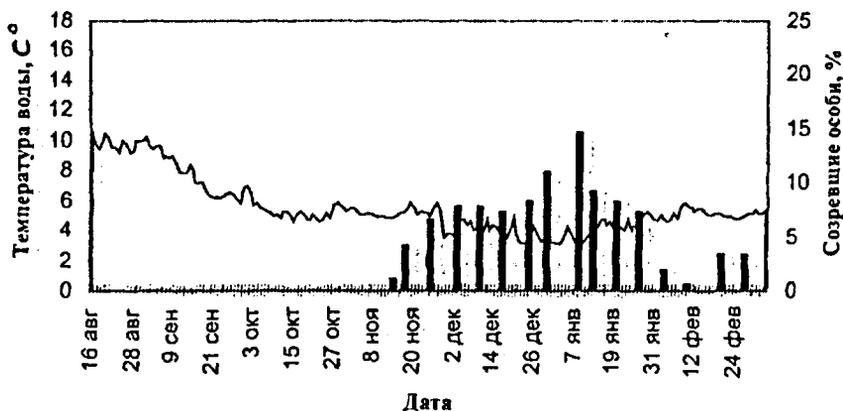


Рисунок 2 Динамика созревания четырехгодовалых самок атлантического лосося выращенных в цехе №1.

На основании проведенных исследований можно предположить, что завершающая стадия зрелости самцов наступала в августе-сентябре, когда температура воды снижалась до 10-9°C. У самок овуляция проходила при более низких температурах. Начало созревания рыб, которых выращивали на Фабричном участке и в цехе №1, совпадало со снижением температуры воды (см. рис. 1 и 2).

Нерест четырех- и пятигодовалых самок, выращенных на Фабричном участке, начался при температуре около 5°C. Вероятно, эта температура является сигнальной для созревания в условиях Ропши. Самки, которых содержали в цехе №1, также созрели при температуре близкой к 5°C, но в отличие от Фабричного участка созревание произошло на 37 суток позже установления «нерестовой температуры». По нашему мнению, такая задержка в созревании была обусловлена более ровным- температурным режимом, характерным для фунтовых вод, поступающих в цех №1. Температура воды в бассейнах Фабричного участка характеризовалась более выраженными сезонными колебаниями. Разница в годовой динамике температуры воды в бассейнах Фабричного участка и цеха №1, вероятно, стала основной причиной повлиявшей на особенности созревания. Кроме

того, необходимо отметить существенные различия в освещенности рыбоводных сооружений. На Фабричном участке бассейны расположены под открытым небом, а в цехе №1 они находятся под крышей и заглублены в пол. Поэтому, освещенность бассейнов в первом случае была значительно выше, чем во втором. Известно, что продолжительность и интенсивность освещенности оказывают большое влияние на скорость формирования половых клеток и, тем самым, определяет сроки наступления и продолжительность созревания у некоторых видов лососевых рыб (Никольский, 1974; Казаков, Мельникова, 1982; Endal et al., 2000; и др.).

Массо-размерная характеристика производителей производителей маточного стада. Наибольший прирост массы тела наблюдали на четвертом году жизни у самок (52,2%), в дальнейшем, на пятом году выращивания, прирост снизился до 39,6%. При этом уровень разнообразия по массе тела у рыб разного возраста был умеренным и менялся в пределах от 26,1% до 18,4%. Наиболее стабильными значениями характеризовались индексы упитанности и прогонистости. С возрастом вариабельность по этим признакам увеличивалась. Относительная длина головы возрастала, а вариабельность по этому индексу снижалась (таблица 3).

Таблица 3
Массо-размерная характеристика самок маточного стада

Признак	Трехгодовики (n = 120)		Четырехгодовики (n = 105)		Пятигодовики (n = 147)	
	$X_{cp} \pm m_x$	$C_v, \%$	$X_{cp} \pm m_x$	$C_v, \%$	$X_{cp} \pm m_x$	$C_v, \%$
Р, г	626,8 ± 16,9	26,1	1162,3 ± 20,8	18,4	1622,3 ± 28,1	21,0
ас, см	36,7 ± 0,3	8,2	45,5 ± 0,3	5,9	50,9 ± 0,3	8,0
Индексы						
Упитанности	1,5 ± 0,1	4,8	1,5 ± 0,0	7,5	1,5 ± 0,0	9,8
Головы, %	15,2 ± 0,1	9,1	15,5 ± 0,1	4,5	17,2 ± 0,1	3,8
Прогонистости	4,8 ± 0,0	4,2	4,8 ± 0,0	4,7	5,0 ± 0,0	6,6

Масса тела самцов с третьего по четвертый год выращивания увеличилась на 100%, а с четвертого по пятый - на 66,1%. Пяти- и четырехгодовалые самцы отличались максимальной изменчивостью по индексам упитанности и прогонистости, а минимальное значение коэффициента вариации было отмечено у пятнгодовиков по индексу длины

голова (таблица 4). Во всех этих случаях выявленные различия по коэффициентам вариации были достоверны ($p=0,001$).

Среди рыб всех возрастов самки достоверно ($p=0,01$) превосходили самцов по массе тела.

Таблица 4

Массо-размерная характеристика самцов маточного стада

Признак	Трехгодовики (n = 110)		Четырехгодовики (n = 147)		Пятигодовики (n = 108)	
	$X_{cp} \pm m_x$	$C_v, \%$	$X_{cp} \pm m_x$	$C_v, \%$	$X_{cp} \pm m_x$	$C_v, \%$
P, г	444,3 ± 9,3	19,2	887,7 ± 15,9	21,7	1473,7 ± 27,4	19,3
ас, см	33,2 ± 0,2	6,5	43,2 ± 0,3	7,1	50,6 ± 0,3	7,1
Индексы						
Упитанности	1,5 ± 0,0	5,5	1,3 ± 0,0	5,6	1,4 ± 0,0	6,4
Гловы, %	15,1 ± 0,1	4,5	17,7 ± 0,1	4,5	20,7 ± 0,1	3,4
Прогонистости	5,0 ± 0,0	4,2	5,5 ± 0,0	5,9	5,1 ± 0,0	4,0

Скорость роста самок и самцов. Анализ динамики индивидуальных абсолютных приростов массы тела показал, что наибольшей скоростью роста рыбы характеризовались на первом и втором годах выращивания. В последующие годы уровень относительного прироста лосося снизился, что было связано с процессами созревания. Анализ индивидуальных приростов самок и самцов показал, что вариабельность этого признака находилась на умеренном уровне, что видно из данных, приведенных ниже:

Показатели	Пол	$X_{cp} \pm m_x$	$C_v, \%$
Относительный прирост массы тела, %/сут.	Самцы	0,25 ± 0,01	29,5
	Самки	0,21 ± 0,01	30,8

Несмотря на то, что относительный прирост самцов был больше, чем у самок, они уступали им по абсолютным показателям массы тела в связи с тем, что самцы созрели на год раньше самок, и это привело к замедлению темпа соматического роста, который не компенсировался в дальнейшем.

Характеристика репродуктивных показателей рыб маточного стада.

Оценка самок. Рабочая плодовитость за год выращивания увеличилась на 22,7%, а относительная всего на 6,6% (таблица 5). За год выращивания увеличился так же индекс репродуктивности - с 14,4% до

20,7%. Малый прирост относительной плодовитости обусловлен тем, что наряду со значительным увеличением общей массы икры (на 66,6%), так же существенно (на 33,7%) возросла и средняя масса овулировавших икринок. Наибольшим разнообразием характеризовались самки по показателям рабочей плодовитости и общей массы икры, а наименьшим - по диаметру икринок.

Таблица 5

Репродуктивные показатели самок маточного стада

Признак	Четырехгодовики (n = 100)		Пятигодовики (n = 40)	
	$X_{cp} \pm m_x$	$C_v, \%$	$X_{cp} \pm m_x$	$C_v, \%$
Рабочая плодовитость, шт.	2295,1 ± 67,2	29,6	2815,8 ± 117,0	26,3
Относительная плодовитость, шт/кг	2242,9 ± 42,4	19,1	2389,3 ± 63,2	16,7
Общая масса икры, г	147,4 ± 4,4	30,3	245,6 ± 10,6	27,3
Средняя масса икринки, мг	64,1 ± 1,0	13,4	85,7 ± 2,4	15,6
Средний диаметр икринки, мм	4,7 ± 0,0	5,5	5,1 ± 0,1	6,7
Индекс репродуктивности, %	14,4 ± 0,3	20,9	20,8 ± 0,5	15,6

Биотехника содержания самок оказывала сильное воздействие на массу овулировавших яйцеклеток, а уровень разнообразия по этому признаку не зависел от внешних условий. Изучение взаимосвязи размеров яйцеклеток с их изменчивостью показало, что наибольшая вариабельность по массе икринок была характерна для самок с наиболее мелкой икрой ($r = -0,52$). Поскольку высокая вариабельность икринок может быть отрицательно связана с выживаемостью потомства (Слуцкий, 1980; Казаков, 1982), при отборе впервые нерестящихся самок следует принимать во внимание размер яйцеклеток.

Корреляция массы тела и рабочей плодовитости у четырех и пятигодовалых самок находилась на высоком уровне: $r=0,83$ и $r=0,72$ соответственно. Взаимосвязи между средней массой икринок и массой тела у самок всех возрастных групп не было обнаружено, а между рабочей плодовитостью и средней массой икринок у пятигодовалых самок были выявлены отрицательные корреляции ($r = -0,55$).

Оценка самцов. Объем единовременной порции эякулята у четырехгодовалых самцов варьировал от 1,0 мл до 18,5 мл, составляя в среднем 7,5 мл ($C_v=47,4\%$). Концентрация сперматозоидов менялась от 3,2 до 31,2 млн/мм³, в среднем составляя 16,3 млн/мм³. Рабочая плодовитость была равна 159,1 млрд. шт. Среднее время подвижности сперматозоидов составляло 35,3 секунд при температуре воды равной 10°C. Сравнительная оценка репродуктивных признаков четырех и пятигодовалых самцов показала, что за год произошло увеличение в 2,3 раза среднего объема единовременно продуцируемой спермы (с 7,5 до 17,5 мл). Величина рабочей плодовитости возросла с 159,1 млрд. до 265,7 млрд. Показатели подвижности

и концентрации сперматозоидов достоверно не изменились. Четырехгодовалые самцы отличались высоким уровнем разнообразия, особенно по рабочей плодовитости ($C_v=64,7\%$). С возрастом достоверно уменьшались коэффициенты вариации объема эякулята, рабочей плодовитости и подвижности сперматозоидов ($p>0,05$).

Количество развивающихся эмбрионов, полученных от разных четырехгодовалых самок, колебалось в пределах от 32,0% до 100,0%, составляя в среднем 92,5%. Общая вариабельность была незначительной - $C_v=14,8\%$. При повторном созревании количество развивающихся эмбрионов варьировало в пределах от 65,0% до 100,0% и в среднем составляло 97,0%.

Массо-размерная структура стада. Отбор по степени сходства, общности групп особей и комплексу сопряженных признаков, позволяет в наибольшей степени сохранить генетическую структуру популяции, поскольку предметом отбора являются не отдельные признаки, а их совокупности, т.е. морфотип в целом. К одним из адекватных статистических методов, позволяющих осуществлять комплексную оценку, можно отнести метод многомерного статистического анализа (Волчков, Илясов, Радецкий, 1986; Волчков, 1994). В результате анализа, проведенного по комплексу из шести признаков, в каждой из выборок четырехлетних самцов и самок мы выделили по три кластера (группы).

В связи с тем, что главной компонентой среди исследованных признаков являлась масса тела, в таблице 6 приведена характеристика кластеров только по данному признаку. В кластер №1 у самцов и самок вошли самые мелкие особи: 17,1% и 34,0%, соответственно. Кластер №2 был представлен особями с массой тела, близкой к средней по выборке: у самцов 59,5%, у самок 38,0%. Самые крупные рыбы вошли в кластер №3: у самцов 22,8%, у самок 28,0%.

Таблица 6

Сводные данные кластерного анализа рыб маточного стада по массе тела

Номер кластера	$X_{cp} \pm m_x$	$C_v, \%$	$X_{cp} \pm m_x$	$C_v, \%$
Самцы				
	Четырехлетки (n = 79)		Пятилетки (n = 79)	
1	341,2 ± 9,0	9,9	858,5 ± 12,2	8,7
2	441,7 ± 4,7	7,3	1095,5 ± 13,0	6,6
3	580,1 ± 10,2	7,5	1371,4 ± 27,9	6,7
Общая выборка	457,5 ± 9,5	18,5	1022,9 ± 21,9	19,0
Самки				
	Четырехлетки (n = 50)		Пятилетки (n = 50)	
1	512,1 ± 15,2	12,3	1024,7 ± 20,4	8,9
2	669,8 ± 8,1	5,3	1277,8 ± 11,4	3,6
3	848,3 ± 23,6	10,4	1601,8 ± 38,3	9,0
Общая выборка	666,2 ± 20,8	22,0	1267,3 ± 36,2	20,2

Особь, составляющие кластеры, достоверно различались между собой ($p > 0,05$), что позволяет говорить о наличии четко обособленных сообществ внутри исходного стада рыб. Анализ кластеров, образованных самками и самцами маточного стада двух смежных возрастных групп, показал, что структура маточного стада, как среди самцов, так и среди самок не изменилась: пятигодовалые самцы и самки сохранили по три размерных кластера. Кроме того, в некоторых кластерах довольно значительная часть рыб сохранила особенности морфотипа, характерные для данного кластера: в кластере 1 - 37,8% рыб, в кластере 2 - 46,8% и в кластере 3 - 72,7% рыб. Для самок эти же показатели составляли: кластер 1 - 82,4% особей, кластер 2 и 3 - 47,4%, и 71,4% рыб соответственно. Таким образом, на основе учета относительной доли каждого кластера в ремонтном стаде, можно формировать представительные группы особей из каждого кластера: при отборе рыб в маточное стадо, предназначенное для воспроизводства, при создании коллекций исчезающих популяций, а так же для марикультуры.

В ходе дальнейшего анализа было установлено также, что все выделенные кластеры у самок и самцов маточного стада имели в своем составе особей с различным темпом роста. Условно их можно разделить на 3 группы: 1) - особи со стабильным темпом роста, сохраняющие свое положение в кластерах. Таких рыб среди самок насчитывалось 66,0%, а среди самцов 55,7% от общей выборки. 2) - особи, характеризующиеся снижением темпа роста, в результате которого они меняли свои позиции в кластерах. К ним относились 20,0% самок и 39,2% самцов. 3) - особи с существенным положительным приростом, так же меняющие свое положение в кластерах. В общей выборке их насчитывалось: 14,0% самок и 5,1% самцов. Особи этих трех групп достоверно отличались между собой по абсолютному, относительному и среднесуточному приростам ($p > 0,01$).

Численное превосходство рыб, сохраняющих свое положение в кластерах и обладающих стабильным темпом роста, определило высокий уровень повторяемости самок и самцов по массе тела. Сезонная повторяемость самцов на протяжении последних трех лет исследования, которую рассчитывали методом корреляции, была равна $r = 0,70 - 0,71$. Сезонная повторяемость самок составляла от $r = 0,83$ до $r = 0,77$, а за вегетационный период $r = 0,82$.

Характеристика цветových морф. Исследование фенотипической изменчивости рыб по окраске тела показало следующее. Младшие возрастные группы, вплоть до трехгодовалого возраста, не образуют хорошо отличимых по окраске фенотипических групп. Хорошо отличимые цветовые морфы появляются у четырех- и пятилетних рыб. Исследование самок и самцов по окраске тела дало возможность выделить три фенотипа: зеленый фенотип - представлен особями с темно-зеленой спиной, болотно-зелеными

боками и зеленовато-желтым или светло-желтым брюшком; пятна на теле черного цвета, иногда красно-коричневого. Серый фенотип - рыбы с серо-зеленой, темно-серой и серой спиной, серыми боками и светло-серым брюшком; пятна коричневого цвета разных оттенков, иногда с красной каймой. Голубой фенотип - состоит из особей с голубой или серо-голубой спиной, светло-голубыми боками и белым с металлическим отливом брюшком; пятна только черные.

Среди четырех- и пятилетних самок наблюдалось - 49,5% зеленых, 21,5% серых и 29,0% голубых особей. Рыбоводная оценка показала, что самыми крупными были особи с голубой окраской. Они достоверно ($p > 0,05$) превосходили лососей общей выборки, а также рыб зеленого фенотипа, по величине всех показателей, характеризующих экстерьер. Особи, окрашенные в зеленый и серый цвет, достоверно не отличались друг от друга ни по одному из изученных признаков. Кроме того, рыбы серого и зеленого цвета также не имели достоверных отличий от рыб общей выборки. Между рыбами серого и голубого фенотипа достоверных различий не было выявлено ни по одному из исследованных признаков.

Анализ репродуктивных признаков показал, что особи с голубым фенотипом достоверно превосходили рыб зеленой окраски по всем изученным признакам ($p > 0,01$), а рыб серого фенотипа - по средней массе икринок ($p > 0,05$). Достоверных отличий между рыбами серого и зеленого фенотипов выявлено не было.

Изучение цветовых морф среди четырех- и пятилетних самцов, из которых 36,4% были зелеными, 21,6% серыми и 42,0% голубыми, показало, что среди них не было достоверных отличий ни по одному из рассмотренных показателей. Отличия были обнаружены только по показателю вариабельности массы тела. Наименьшим значением коэффициента вариации характеризовались самцы серого фенотипа, а у самцов голубой окраски это значение было наибольшим.

Анализ репродуктивных признаков показал, что между рыбами с серым и зеленым, а так же серым и голубым фенотипами, достоверных отличий выявлено не было ни по одному из изученных признаков. Рыбы, вошедшие в зеленую и голубую группы, достоверно различались между собой по объему единовременно продуцируемого эякулята, концентрации сперматозоидов и по показателю рабочей плодовитости, при этом самцы с зеленой окраской превосходили самцов голубого фенотипа по всем выше перечисленным признакам ($p > 0,05$).

Состояние гонад у четырехлетних самок и самцов. Гистологическое исследование состояния гонад четырехгодовалых самцов и самок показало, что их созревание протекало нормально. Существенных отклонений по гистологической картине гонад не обнаружено. Как у самок.

так и у самцов наблюдалась дифференциация по возрасту полового созревания.

Характеристика рыб первого поколения. Выращивание потомков первого поколения селекции показало, что личинки характеризовались в 1,8 раза меньшей массой тела и в 1,8 раза большим показателем изменчивости по данному признаку, что обусловлено высокой вариабельностью икринок у впервые нерестующих особей ($C_v = 13,4\%$). Годовалые особи отличались от годовиков исходного стада достоверно меньшим уровнем изменчивости по всем массо-размерным показателям ($p > 0,05$). Достоверных отличий между самками и самцами у рыб первого поколения селекции по размерам выявлено не было. Самки, по сравнению с самцами, характеризовались достоверно меньшим уровнем изменчивости основных рыбоводных признаков.

Сравнительный анализ основных показателей генетического разнообразия (количество аллелей на локус, доля полиморфных локусов, средний уровень гетерогенности) у рыб маточного стада и потомков первого поколения показал, что в результате применявшейся биотехники выращивания и методов формирования маточного стада снижения генетического потенциала не произошло (таблица 7).

Таблица 7

Показатели генетического разнообразия в исследованных выборках атлантического лосося (по 32 локусам).

Выборки	Количество аллелей на локус	Процент полиморфных локусов*	Средняя гетерозиготность	
			наблюдаемая	ожидаемая
Донорская популяция	1,1 ± 0,1	9,4	0,031 ± 0,018	0,029 ± 0,016
2000 г.	1,1 ± 0,1	9,4	0,032 ± 0,019	0,030 ± 0,018
2004 г.	1,1 ± 0,1	9,4	0,034 ± 0,020	0,037 ± 0,021

*Локус считается полиморфным, если выявлено более одного аллеля

ГЛАВА 5. МЕТОДЫ РАЗВЕДЕНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МАТОЧНЫХ СТАД В ЗАВОДСКИХ УСЛОВИЯХ

Реализация программы заводского разведения, осуществленная нами, была сопряжена с решением ряда методических задач, основанных на изучении биологических особенностей лосося, и новом подходе к биотехнике выращивания. Цель совершенствования существующей биотехники состояла в максимальном приближении к промышленным способам содержания лососевых рыб, так как они наиболее экономичны.

Проведенные нами исследования позволили установить диапазон температур благоприятных для начальных этапов онтогенеза. Температура

воды 5-6°С не оказывает негативного воздействия на развитие эмбрионов, а так же позволяет избежать высокой смертности личинок, вследствие перетяжки желточного мешка. Такой методический подход позволяет в 2,5-3 раза сократить период инкубации (в среднем до 70-75 суток) и, тем самым, увеличить вегетационный период выращивания.

Анализ результатов выращивания свидетельствует о том, что атлантический лосось обладает широким биологическим потенциалом и способен переносить высокий уровень концентрации рыб в выростных сооружениях. Плотности посадки рыб ремонтно-маточного стада были увеличены в 5-6 раз по сравнению с известными рекомендациями отечественных и финских рыбоводов. Сравнительная оценка биотехники выращивания лосося на ПЭБ ФСГЦР с биотехникой выращивания применяемой на Лужском РЗ и финской станции ЛАУКАА показала, что высокие плотности посадки не оказывали заметного негативного влияния на рыб. Различия по массе тела производителей, выращенных в разных условиях, были незначительными, при этом рабочая плодовитость производителей со станции ЛАУКАА и Лужского РЗ, в среднем составляла 1000 икринок на 1 кг массы тела, что 2,2 - 2,8 раза меньше, чем у производителей, выращенных на ПЭБ ФСГЦР. Сравнительный анализ среднего диаметра икринок у самок, выращенных на Лужском РЗ и ПЭБ ФСГЦР, в сопоставимом возрасте достоверно не отличался. По индексу репродуктивности самки ропшинского стада были близки к лососю из природных популяций. Репродуктивные показатели самцов исходного маточного стада были сопоставимы с данными, известными для природных популяций. Рыбоводное качество производителей было высоким: процент развития эмбрионов у впервые нерестующих рыб составил в среднем 92,5%, а при повторном нересте - 97%.

Гистологическое исследование динамики оогенеза и сперматогенеза показало, что в заводских условиях, гонады, как самцов, так и самок развивались нормально, что свидетельствует об отсутствии негативного влияния примененной нами методики содержания рыб на развитие воспроизводительной системы.

Мониторинг эпизоотического состояния лосося показал, что в процессе выращивания наблюдались заболевания наиболее типичные для лососевых заводов Балтийского региона, в т.ч. и Нарвского РЗ. Таким образом, можно сделать заключение о том, что высокие плотности посадки, примененные нами, не изменили общей картины эпизоотического состояния рыб.

Полученные результаты, подтвердили возможность содержания лосося в условиях повышенных плотностей посадки без существенного снижения массо-размерных и репродуктивных показателей за счет его значительной адаптивности. При этом, можно вырастить достаточное

количество рыб, обеспечивающих необходимый уровень эффективной численности популяции.

Изучение влияния годовой динамики температурного режима воды и уровня инсоляции на рост и половое созревание производителей показало, что наиболее предпочтительным является комбинированный метод выращивания. С мая по октябрь рыб целесообразно содержать в выростных сооружениях под открытым небом с нарастанием температуры до 17-19°C в июле и постепенным снижением до 6-5°C в преднерестовый период, что способствует более дружному созреванию. В период с октября по май рыб лучше содержать в закрытом помещении с температурой воды 4-6°C, что обеспечивает прирост рыб даже в зимний период и нормальное протекание начальных этапов гаметогенеза.

Анализ созревания заводских производителей показал, что самцы имели две, а самки три нерестовых группы. На третьем году жизни впервые созревают 76% трехгодовалых самцов, а в четырехгодовалом возрасте 14%. Впервые 79,9% самок созрели на четвертом и 11,6% на пятом году жизни, а 8,5% особей, составили неполовозрелую часть популяции. Это обстоятельство вызывает необходимость рэндомного отбора особей из каждой группы в маточное стадо для сохранения всего нерестового комплекса популяции.

При формировании исходного маточного стада среди годовиков был проведен однократный отбор рыб по размеру тела напряженностью 33,5%. В дальнейшем, оставляя рыб на племя, их отбирали рэндомно. Благодаря выбранной стратегии отбора, не было отмечено снижения уровня генетического разнообразия и обеднения генофонда исходного маточного стада, по сравнению с донорской популяцией, что подтверждено данными генетического анализа. Высокая численность производителей, составляющих маточное стадо, позволила выбрать метод воспроизводства, основанный на скрещивании рэндомно выбранных самок и самцов. Их количество в 2002 г. составило 150 пар, а в 2003 г. - 250 пар производителей, что отвечает рекомендациям популяционной генетики. Скрещивания проводили при соблюдении равного соотношения полов и на протяжении всей нерестовой кампании. Основные показатели генетического разнообразия (количество аллелей на locus, доля полиморфных локусов, средний уровень гетерогенности) оказались сходными у рыб донорской популяции, рыб исходного маточного стада и потомков первого поколения. Это свидетельствует о том, что предлагаемые мероприятия позволяют сохранить исходный уровень генетического разнообразия у молоди первого поколения селекции.

Использование многомерного статистического анализа при реализации программы по воспроизводству, позволило выявить ряд закономерных изменений массо-размерной структуры исходного маточного

стада. Во-первых, было установлено, что структура маточного стада состоит из определенного количества массо-размерных групп (кластеров), которые характеризуются высокой степенью схожести морфотипов особей их составляющих. Количество кластеров из года в год остается постоянным. Во-вторых, были обнаружены группы рыб, сохраняющие особенности морфотипа, характерные для каждого кластера. В-третьих, было установлено так же, что все выделенные кластеры у самок и самцов имели в своем составе особей с различной динамикой роста, среди которых преобладали рыбы со стабильным приростом массы тела. Численное превосходство таких рыб определило высокий уровень повторяемости самок и самцов по массе тела, что является предпосылкой проведения отбора среди впервые созревающих производителей.

Изучение разнообразия рыб маточного стада по окраске тела позволило выявить три фенотипические группы: зеленую, серую и голубую. Исследование массо-размерных и репродуктивных показателей рыб, образующих эти группы, показало, что они с высокой степенью достоверности различаются между собой, а выявленное разнообразие фенотипов носит постоянный характер.

Применение многомерного статистического и фенотипического анализа, при наличии индивидуально меченых особей, позволяет, на основе учета относительной доли рыб определенного морфотипа, а так же принадлежности особей к какой либо фенотипической группе, формировать представительные выборки для отбора рыб в маточные стада при создании натуральных коллекций и для марикультуры. Применение таких методов отбора, дает возможность сократить численность маточных стад.

ВЫВОДЫ

1. Разработана схема формирования ремонтно-маточных стад для воспроизводства с применением комплексной оценки самок и самцов, отбора и подбора пар производителей для скрещиваний, которая позволяет сохранять генетическое разнообразие рыб маточного стада и потомков первого поколения на уровне, соответствующем состоянию природной популяции.
2. Обоснованы методы формирования маточных стад с применением индивидуального мечения, учетом относительной доли рыб с различным темпом роста, а так же принадлежностью особей к определенной фенотипической группе, с целью создания натуральных коллекций и для марикультуры.

3. Создано маточное стадо атлантического лосося балтийской популяции в заводских условиях, численность которого соответствует требованиям популяционной генетики.
4. В заводских условиях выращивания самцы образуют две, а самки - три группы с разным возрастом созревания. Их наличие вызывает необходимость рэндомного отбора особей из каждой группы в маточное стадо для сохранения всего нерестового комплекса популяции.
5. Применение многомерного анализа при изучении массо-размерной структуры рыб маточного стада, позволило выявить морфотипы производителей с различным темпом роста, среди которых преобладали рыбы со стабильным приростом массы тела. Численное превосходство таких особей определило высокий уровень повторяемости самок и самцов по массе тела, что является предпосылкой проведения отбора среди впервые созревающих производителей.
6. Среди самок и самцов маточного стада выявлены три фенотипические группы: зеленая, серая и голубая. Фенотипическая неоднородность лососей носила постоянный характер. Особи, образующие эти группы, с высокой степенью достоверности различались между собой по массо-размерным и репродуктивным показателям.
7. Изучение влияния условий выращивания на качество производителей позволило выявить значительную адаптивность атлантического лосося к условиям искусственного разведения. Выращивание рыб при высоких плотностях посадки не привело к уменьшению массо-размерных показателей и не оказало негативного влияния на воспроизводительную систему, как самцов, так и самок. При этом, наблюдали уменьшение диаметра и массы яйцеклеток, что вызвало увеличение рабочей и относительной плодовитости. Количество развивающихся эмбрионов у впервые нерестующих рыб составило в среднем 92,5%, а при повторном нересте - 97%.
8. Использование ключевого водоснабжения с постоянной температурой воды в 5-6°C при инкубации икры и выдерживании личинок, позволило сократить сроки инкубации до 75 суток, а так же не оказало негативного воздействия на развитие эмбрионов.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Никаилов В.Я., Шиндавина Н.И., Дихнич А.В. 2001. Формирование исходного стада балтийского лосося в заводских условиях. // Материалы докл. науч.-практич. конф. «Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России», Адлер: С. 80-82.

2. Дихнич А.В. 2002. Характеристика маточного стада атлантического лосося балтийской популяции (*Salmo salar* L.). // Материалы науч. конф. «Проблемы воспроизводства, кормления и борьбы с болезнями рыб при выращивании в искусственных условиях», Петрозаводск: С. 58-62.

3. Дихнич А.В. 2003. Фенотипическая структура маточного стада атлантического лосося (*Salmo salar* L.). // Материалы докл. науч.-практич. конф. «Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития» Екатеринбург: С. 117-119.

4. Дихнич А.В., Никандров В.Я., Шиндавина Н.И. 2003. Оценка производителей ремонтного стада атлантического лосося (*Salmo salar* L.), выращенного в заводских условиях. // Матер, докл. науч.-практич. конф. «Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития» Екатеринбург: С. 119-123.

5. Дихнич А.В. 2003. Взаимосвязь окраски тела и размерно-весовых показателей у самок атлантического лосося (*Salmo salar* L.), выращенного в заводских условиях. // Матер, докл. Международного симпозиума. «Холодноводная аквакультура: Старт в XXI век», СПб.: С.113-114.

6. Дихнич А.В. 2004. Предпосылки создания маточных стад атлантического лосося *Salmo salar* L. в заводских условиях. // В сб. «Научная деятельность ФСГЦР: итоги и перспективы» (в печати)

7. Дихнич А.В., Нечаева Т.А. 2004. Эпизоотическое состояние атлантического лосося (*Salmo salar* L.), выращиваемого в заводских условиях на базе ФГУП ФСГЦР.7/ В сб. «Научная деятельность ФСГЦР: итоги и перспективы», (в печати).

8. Дихнич А.В. 2004. Сравнительная характеристика анадромных производителей атлантического лосося (*Salmo salar* L.) рек Балтийского региона России и рыб маточного стада лосося выращенного в заводских условиях. // В сб. «Научная деятельность ФСГЦР: итоги и перспективы», (в печати).

#-4295