

УДК 639.3.07

Качественный посадочный материал – основа биобезопасности лососевых товарных ферм

Н.Р. Калинина

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО)

Аннотация. Проведены исследования селекционной молоди атлантического лосося *Salmo salar* L., выращенного на 2-х рыбододных заводах Норвегии. Выполнена задача проследить формирование качественных показателей молоди в зависимости от условий содержания на некоторых этапах заводского выращивания до стадии смолта. Предложены оптимальные способы экспресс-контроля готовности посадочного материала к этапу выращивания в морской воде для обеспечения биобезопасности на начальном этапе производства товарной рыбы. Показано, что разработка и внедрение ряда мероприятий в хозяйственную деятельность будут способствовать повышению качества выращенной продукции, позволят решить проблемы сохранения здоровья культивируемых гидробионтов и защитить биоразнообразие диких популяций.

Abstract. The studies of juvenile *Salmo salar* L. grown in 2 Norwegian hatcheries have been carried out. The formation of the qualitative indicators of juveniles depending on conditions at certain stages of hatcheries growth to the stage of smolts has been investigated. The best ways to express control readiness for planting to the stage of growth in sea water for biosafety at the initial stage of fish production have been proposed. It has been shown that the development and implementation of a number of activities will improve the quality of products grown, solve problems of the health of cultured aquatic biodiversity, and protect the wild populations.

Ключевые слова: лососеводство, биобезопасность, посадочный материал, атлантический лосось, смолт, качество
Key words: salmon production, biosafety, setting material, Atlantic salmon, smolt, quality

1. Введение

Современная мировая аквакультура развивается быстрыми темпами вследствие совокупности двух факторов: большого и постоянно растущего спроса на морепродукты и истощения рыбных запасов в Мировом океане.

Чтобы избежать ошибок, совершенных в европейском секторе сельского хозяйства и рыболовства, рыбододы должны ориентироваться на принципы устойчивого развития аквакультуры, объединяющие важность и взаимозависимость экологической безопасности, оправданной экономики, социальной ориентированности (*Sustain Aqua*, 2009).

Несмотря на то что аквакультура позволяет решать многие из вопросов продовольственной безопасности, этот сектор находится в прямом конфликте с другими пользователями водных объектов и их прибрежных районов.

Эффективная и более широко используемая структура и программа биобезопасности, возможно, является одним из способов уменьшения конфликтов между аквакультурой и другими пользователями водных ресурсов (*Состояние...*, 2010).

Биологическая безопасность описывает комплекс мероприятий, которые должны осуществляться для предотвращения проникновения и распространения инфекционных заболеваний. Правильно подобранная программа биологической безопасности позволяет сократить риск вспышки заболеваний и передачи инфекций от животного к животному и от животного к человеку. Понятие "биобезопасность" относится к предупреждению угрозы здоровью и безопасности человека и окружающей среды, возникающей в результате использования инфекционных или генетически модифицированных организмов в научных и коммерческих целях (*Заид и др.*, 2008).

Биобезопасность также можно истолковывать как управление биологическими рисками для охраны здоровья животных, растений и населения и для поддержания функционирования экосистем.

Растущее число, сложность и серьезность этих рисков привели к разработке концепции биобезопасности, базирующейся на комплексной стратегии по управлению рисками и направленной на обеспечение устойчивого роста в секторе аквакультуры (*Состояние...*, 2010).

При морском товарном выращивании рыбы биобезопасность особенно важно рассматривать как комплексную проблему, но разделенную на этапы или технологические периоды: производство физиологически полноценного жизнестойкого посадочного материала, использование превентивных мер для сохранения здоровья рыб, сохранения максимальной биомассы выращиваемого поголовья до получения высокого качества товарной рыбы.

Разработка ряда определенных мероприятий по обеспечению биобезопасности и выполнение их при ведении хозяйственной деятельности будут способствовать повышению качества выращенной продукции, позволит решить проблемы сохранения здоровья культивируемых гидробионтов и защитить биоразнообразие диких популяций.

Задачей нашего исследования было проследить формирование качественных показателей молоди атлантического лосося в зависимости от условий содержания на некоторых этапах заводского выращивания до стадии смолта, а также предложить оптимальные способы экспресс-контроля готовности посадочного материала к этапу выращивания в морской воде для обеспечения биобезопасности на начальном этапе производства товарной рыбы.

2. Материал и методы

Объект исследования – молодь атлантического лосося *Salmo salar* L. Период исследования: 2003, 2012 гг.

Для исследований в 2003 г отбирали молодь лосося с пресноводной российской фермы.

Для исследований в 2012 г. использовали селекционную молодь лосося, выращенную на 2-х рыбоводных заводах Норвегии, предназначенную для российской товарной фермы в Баренцевом море.

Визуально проведен осмотр всей рыбы, планируемой для вывоза в Россию.

При визуальном осмотре оценивали состояние молоди по поведению, экстерьеру, состоянию кожного покрова, целостности плавников, жаберных крышек, а также скорость водного потока, освещенность, санитарное состояние бассейнов.

Клиническому осмотру были подвергнуты партии молоди, рассаженные в рыбоводные емкости (танки) в соответствии со средним весом и допустимыми плотностями посадки. Всего обследовано 10 танков, в каждом из которых было размещено от 20 до 300 тыс. особей.

При клиническом осмотре определяли степень активности рыбы, адекватность на внешние раздражители, реакцию на выдачу корма, характер распределения всей массы рыбы в бассейне, состояние и окраску кожного покрова, степень разрушения плавников, наличие патологических изменений глаз.

Определяли индивидуальные показатели длины (по Смитсу) и вес молоди, отобранной для анатомического и патологоанатомического вскрытия. Одновременно оценивали экстерьер каждого экземпляра в выборке, целостность и форму жаберных крышек, наличие регенерации разрушенных плавников, количество слизи на кожных покровах. Детально оценивали окраску кожных покровов и плавников.

При анатомическом вскрытии обращали внимание на расположение и форму внутренних органов, количество жировых отложений. Состояние внутренних органов оценивали также с позиции их функциональной нагрузки.

С целью оценки значимости физиологической готовности посадочного материала к жизни в условиях морской товарной фермы исследовали физиологическое состояние лосося на заключительном этапе его жизни в условиях заводского содержания.

При исследовании физиологического состояния молоди особое внимание уделяли процессу внутренней перестройки организма в соответствии с внешними классификационными признаками (Яндовская и др., 1979).

Патологоанатомическое вскрытие проводили для оценки состояния группы рыб после вакцинации. Общее количество исследованного материала в 2012 г. составило 1450 экз. (табл. 1).

Таблица 1. Количество исследованного материала

Методы исследования	Исследовано, экз.	
	Ноябрь, 2011	Февраль, 2012
Морфологические	350	250
Физиологические	350	250
Патологоанатомические	150	100
Итого:	850	600

3. Результаты и обсуждение

Формирование качества селекционного норвежского смолта на отдельных этапах выращивания

В настоящее время в Норвегии производством посадочного материала для лососевых товарных ферм занимается более 200 рыбоводных заводов, активно обеспечивающих внутренний рынок и поставляющих норвежским фермерам посадочный материал – смолтифицированную молодь атлантического лосося. Каждый такой завод имеет жесткий график поставок и, как правило, работает под заказ. Поэтому основная проблема российских рыбоводных компаний – это поиск и приобретение у норвежских производителей качественного посадочного материала – смолта.

В норвежской аквакультуре существует определенная диверсификация производства, поэтому для объективной оценки качества приобретаемого товара является важным отследить первые, наиболее значимые для конечного результата этапы технологической цепочки.

Инкубация икры

На исходном норвежском предприятии оплодотворенную икру разных сроков сбора и от разных селекционных производителей заложили на инкубацию осенью 2010 г. при четырёх разных температурных режимах в пределах толерантного для лососевых температурного диапазона от 5,0 до 7,3 °С (Вернидуб, 1963; Павлов, 1985) (табл. 2).

Соответствующий температурный режим поддерживали в инкубационных ёмкостях на постоянном уровне до наступления стадии "глазка", затем развивающуюся икру транспортировали на смолтовый завод и размещали для дальнейшей инкубации при температуре 3,3 °С.

Таблица 2. Рыбоводно-биологическая характеристика развивающейся икры.
Южная Норвегия, 2010-2011 гг.

Дата закладки оплодотворенной икры на инкубацию	Т инкубации, °С	Дата доставки икры на смолтовый завод	Возраст развивающихся эмбрионов на дату доставки		Количество икры, доставленной на смолтовый завод, шт.	Плотность размещения икры в инкубаторах, шт/кювета*	Т воды в инкубаторах, °С	Возраст на дату вылупления		Отход икры за период инкубации на смолтовом заводе, %
			сутки	град/дни				сутки	град/дни	
02.11.2010	7,3	29.12.2010	57	416	1 503 017	5348	3,3	90	525	3,5
05.11.2010	5,6	17.02.2011	73	409	3 631 400	6304	3,3	136	617	4,6
09.11.2010	5,5	16.02.2011	68	374	2 000 440	5556	3,3	121	549	1,4
09.11.2010	5,0	25.02.2011	77	385	792 190	6134	3,3	137	583	1,9
09.11.2010	5,0	25.02.2011	77	385	1 584 210	5495	3,3	137	583	1,7

* В стандартный инкубационный лоток помещается 4 кюветы размером 25×25 см.

Различия по температуре инкубации икры повлияли на скорость её развития. Эмбрионы, достигшие стадии "глазка", значительно различались и по календарному возрасту, и по сумме градусо-дней. Исследования показывают, что эти различия сохраняются до завершения периода инкубации и выхода эмбрионов из оболочки. Повышение температуры воды в пределах 2 °С на ранних стадиях развития лосося (до завершения органогенеза) увеличило скорость эмбрионального развития на 30 % и выше, что обеспечило более ранний выход молоди лосося. Качество воды влияет, как известно, на гормональную систему и имеет значение для развития смолтификации, что может привести к ухудшению качества смолта и отрицательным последствиям при адаптации к морской воде. Как правило, наиболее ранняя молодь с повышенным темпом развития не только мельче по своим размерам, но и раньше смолтифицируется как в природе, так и в заводских условиях (Анохина, 1998; Stefansson, 2005).

На заводе-производителе смолта использование в производственном цикле молоди с разным темпом развития, видимо, оправдано, т.к. позволяет регулировать поставку продукции на фермерские хозяйства, расположенные в разных географических зонах. Производителям известно, что "окно" смолтификации имеет свои границы, поэтому они тщательно контролируют технологический цикл и сроки выхода смолта, обеспечивая оптимальное соотношение между его физиологическим состоянием и параметрами среды в месте размещения фермерского хозяйства.

Зарыбление российских ферм в относительно холодных прибрежных водах Мурмана осуществляется значительно позже, чем в Норвегии, поэтому оценка качества норвежского посадочного материала по скорости развития лосося на всех этапах технологической цепочки, начиная с самых ранних, чрезвычайно важна. Недопустимым является приобретение "смешанного" посадочного материала, который выращивался до смолтификации в разных условиях среды.

Вакцинация

Биобезопасность лососевых ферм в значительной степени зависит от состояния здоровья всего поголовья рыбы, поэтому следующим этапом подготовки посадочного материала для жизни в морской воде является наиважнейшая превентивная мера – вакцинация.

Первые научные публикации, в которых описывалась вакцинация рыб, появились в печати в 1940-х гг. Тем не менее, на практике болезни рыб лечили только при помощи лекарственных препаратов, вплоть до 80-х гг. прошлого века (*Лендстрем, Горан, 2001*).

Однако использование, например, антибиотиков для лечения рыб само по себе является весьма дорогостоящим мероприятием, к тому же существует риск появления устойчивых к применяемому лекарству форм патогенных бактерий.

Вакцинация является профилактической мерой, защищающей от тех возбудителей заболеваний, против которых она была проведена. При выращивании на рыбоводном хозяйстве рыба находится в окружении множества патогенных и условно-патогенных микроорганизмов разной степени вирулентности (*Хорлик, 2000*). Поэтому на практике используются вакцины против особо опасных заболеваний, предписываемых Кодексом водных животных и требованиями, определяющими необходимость сохранения максимального объема выращиваемой рыбы (*The Aquatic Code, 2011*).

Современная промышленная аквакультура лосося и форели в Норвегии была бы невозможна без вакцинации. Во-первых, увеличение числа заболеваний препятствовало бы благополучию хозяйств, во-вторых, антибактериальное лечение неприемлемо для окружающей среды и, в-третьих, сумма этих факторов разрушила бы экономическую основу аквакультуры. Несмотря на некоторые побочные эффекты вакцинации, иногда проявляющиеся, например, в образовании меланина в скелетных мышцах или некоторых скелетных деформациях, разработка и внедрение в практику новых вакцин в рыбоводстве продолжаются (*Berg et al., 2006*).

Товарное садковое выращивание лососевых сопряжено с опасностью потери всего объема выращиваемой рыбы с момента зарыбления морских садков, если профилактические мероприятия вовремя не проводились.

Вакцинацию рекомендуют проводить на стадии пре-смолт ("серебристая пестрятка 1") не менее чем за шесть недель до пересаживания в море (*Stead, Lidsay, 2002*). В настоящее время эта процедура универсальна, осуществляется повсеместно в индустрии лососеводства.

При подготовке молоди к вакцинации наиболее важными аспектами являются: физиологическое состояние рыбы, ее размер и температура воды. Выбор способа вакцинации зависит от количества рыб и технических возможностей предприятия.

Эффективность вакцинации оценивают по результатам контроля качества проведенной вакцинации.

От каждой партии рыб отбирают 10-15 экземпляров, оценивают состояние кожных покровов, место укола, состояние внутренних органов, распределение вакцины в брюшной полости. Повторный контроль проводят через 4-6 недель после вакцинации, перед подготовкой к транспортировке на морские фермы. По мнению финских исследователей, рыбу не следует перевозить ранее, чем через три недели после вакцинации. Считается, что стресс, возникающий при перевозке, сведет к нулю полученную при вакцинации защиту от болезни (*Лендстрем, Горан, 2001*).

Обязательным требованием является подтверждение вакцинации специальным сертификатом. В феврале-марте 2012 г. на норвежском заводе по производству смолта была проведена вакцинация поливалентной вакциной *Norvax Minova 6*. Рыба вакцинировалась на стадии "серебристая пестрятка 1". Отход после вакцинации составил 0,18-0,36 %. В одном из танков, где степень смолтификации визуальна была оценена как "серебристая пестрятка 2", отход составил 2,11 %. Оценка эффективности вакцинации и, соответственно, её влияния на качество смолта будет возможна после пересадки рыбы в морские садки на товарное выращивание.

В России первый и единственный производственный эксперимент по вакцинации молоди атлантического лосося был проведен в 2003 г. в Мурманской области на базе ООО "Гиганте Печенга" в условиях пресноводной фермы с целью сертификации вакцины "Norvax Compact 6" производства "Интервет Интернэшнл Б.В." (Нидерланды).

Вакцинируемая молодь атлантического лосося была выращена из икры, импортированной из Норвегии. В эксперименте участвовали группы рыб со средней массой от 150 до 500 г. У молоди всех групп отмечали признаки текущей физиологической перестройки, связанные с процессами смолтификации (*Казаков, 1982*). Участвующие в эксперименте по вакцинированию особи являлись серебрянками.

Перед вакцинацией рыбу усыпляли анестетиком MS 222.

Контроль клинического и физиологического состояния молоди, подверженной вакцинации, проводили по визуальной оценке экстерьера рыбы, по результатам патологоанатомического исследования до и после вакцинации.

До введения вакцины определили, что вся взятая в эксперимент рыба находится на стадии "серебрянка", клинически здорова, с хорошими экстерьерными показателями. При анатомическом исследовании 20 экз. было определено, что внутренние органы в пределах физиологической нормы (Канаев, 1968).

В первые сутки после вакцинации отход рыбы был единичный, на вторые сутки – 0,1 %, далее постепенно повышался, и через 4 дня отход рыбы составил 30 % (табл. 3).

Таблица 3. Иммунизация рыбы вакциной "Norvax Compact 6" и результаты наблюдения после введения вакцины

Дата иммунизации	Иммунизировано рыб, шт.	Смертность после иммунизации	
		шт.	%
26.08.03	10 000	–	–
27.08.03	10 000	10	0,1
28.08.03	10 000	13	0,13
29.08.03	5 000	350	7
Итого на 30.08.03	25 000	7500	30

В результате проведенных манипуляций (анестезия, вакцинация), изменений в поведении не зарегистрировано, рыба была активная, на внешние раздражители реагировала адекватно.

Вместе с тем, примерно у 50 % рыб массой от 150 до 200 г, и у 10 % рыб массой от 200 до 500 г наблюдали нарушение целостности чешуйного покрова. Дальнейшие рыбоводные операции (сортировка, пересадка в транспортные емкости, транспортировка и пересадка в морские садки) усилили стресс, что усугубило состояние рыбы и привело к повышенному отходу. После пересадки в морскую воду смертность постепенно возрастала и достигла к концу эксперимента 70 %.

При выборочном патологоанатомическом исследовании погибшей иммунизированной рыбы признаков воспаления в месте введения вакцины (покраснение, припухлость, некроз) не обнаружено.

Практически у всей погибшей рыбы наблюдали вздутие плавательного пузыря, умеренно выраженную припухлость почки и слабую гиперемию слизистой оболочки заднего отдела кишечника. Подобные патологические изменения, как правило, наблюдают у десмолтифицированного лосося или у лосося с нарушением осморегуляции (Roberts, 1986; Stead, Lidsay, 2002). Исследования полностью подтвердили важность физиологического состояния молоди лосося перед вакцинацией, снижающего или увеличивающего стрессовое воздействие на организм и показатели смертности.

Таким образом, вакцинация лосося на этапе завершения смолтификации приводит к гибели при пересадке на основное выращивание и должна проводиться на стадии "серебристая пестрянка", до наступления стадии "серебрянка".

Смолтификация

Миграция и переход в морскую воду являются очень важными событиями в жизни лососей. Молодь мигрирует при оптимальных сочетаниях биотических и абиотических факторов среды и переходит в море, имея уже сформированные механизмы гипоосмотической регуляции. Концепция смолтификации это комплекс изменений, направленных на повышение вероятности выживания молоди при переходе из реки в море (Chernitsky, 1985).

В товарном лососеводстве этап миграции из реки в море отсутствует, перевод молоди в морскую воду и адаптация к солености обеспечивается человеком, взявшим на себя контроль за всем жизненным циклом лосося (Черницкий, 1993). В этом случае смолтификация при товарном выращивании является фактором, лимитирующим сроки пересадки молоди в морскую воду. Установлено, что при переносе из морской воды в пресную лососи легко переходят с гипо- на гиперосмотический тип регуляции водно-солевого обмена. При смолтификации происходит перестройка осморегуляторной системы рыб с пресноводного типа на морской. По данным, полученным в ходе экспериментов, этот процесс продолжается 30-40 сут (Stefansson, Hansen, 1998). В результате пестрянка превращается в серебристого смолта.

Таким образом, качество посадочного материала в аквакультуре напрямую зависит от осморегуляторной способности рыб. Незавершенность процесса смолтификации как факт неготовности осморегуляторной системы часто является причиной гибели молоди лосося при переводе из пресной в морскую воду (Rosvik, 1997).

Для эффективного товарного выращивания необходимо иметь полноценных смолтов, а для оценки его полноценности – простые и надежные способы контроля. Смолт от пестрятки можно отличить, прежде всего, по внешним признакам, и это является первым этапом контроля состояния молоди. Уровень физиологической перестройки лосося по степени его готовности к жизни в морской воде оценивается разными исследователями по экстерьерным показателям: окраска тела, наличие пятен, окраска хвоста, форма хвостового стебля и т.п. (Яндовская и др., 1979).

В разных странах в практике рыбоводства используется несколько систем классификации, которые отличаются друг от друга незначительно (табл. 4).

Таблица 4. Сравнительная оценка степени смолтификации по данным разных исследователей

Шкала для определения степени серебрения	Россия*	Шотландия**	Норвегия***
Малек-пестрятка	Не классифицируется	1. Общий цвет (тела) от светло-коричневого до желтоватого, цвет плавников желто-коричневый. Серебрения чешуи нет. Черная пигментация ярко выражена, очень темная	Не классифицируется
Пестрятка, пестрятка с признаками серебрения	На отдельных чешуйках иногда заметен серебристый блеск, брюшко зеленоватое, по бокам его наблюдается черная густо-точечная пигментация; пигментные черные пятна и на середине брюшка. Грудные и брюшные плавники желтовато-зеленоватые	2. Общий цвет желто-коричневый, некоторое серебрение чешуек на спинной поверхности. Черная пигментация отчетливая	Не классифицируется
Серебристая пестрятка 1	Заметна серебристая окраска всего тела, проступают боковые поперечные пятна. Брюшко зеленоватое, окраска переходит в белую; точечная пигментация только по бокам, иногда в головной части. Грудные и брюшные плавники желтовато-зеленоватые	3. Некоторое серебрение на боках, черная пигментация менее заметна. Цвет плавников становится однотонным (светло-серый)	1. Светло-серый цвет грудных и брюшных плавников. Цвет брюшка становится белым
Серебристая пестрятка 2	Интенсивная серебристая окраска, поперечные пятна почти или совсем не проступают; ниже боковой линии пятна проступают четко. Брюшко белое, изредка зеленоватое по бока. Точечная пигментация исчезает почти полностью. По краям грудных брюшных плавников – темно-серое или черное окаймление	4. Черная пигментация еще видна на боках, но почти полностью скрыта серебристой чешуей. Плавники однотонные (светло-серые)	2. Серебристая окраска, но поперечные пятна проступают. При боковом освещении видно поперечные пятна
Серебристая пестрятка 3	Поперечные пятна выше боковой линии, не видны сквозь серебристую окраску, ниже слегка проступают. Брюшко белое, без точечной пигментации. Парные плавники серые, с более темным окаймлением	5. Серебрение на спине и боках, черная пигментация трудно различима. Темно-серое окаймление на плавниках.	3. Цвет и пигментация хвостового и спинного плавников – темная кайма. Темная пигментация по бокам тела почти не проступает (при боковом освещении)
Серебрянка	Сплошная серебристая окраска тела, поперечные пятна не видны. Брюшко ярко-белое. Парные плавники серые, иногда с окаймлением, иногда без него	6. Серебрение доминирует. Черная пигментация полностью отсутствует. Плавники светлые с интенсивным черным окрашиванием краев спинного и хвостового плавников	4. Серебристая окраска тела, брюшко белое. Плавники с черной каймой

* Яндовская и др., 1979.

** Stead S.V., Lidsay L., 2002.

*** По данным администрации завода-производителя смолта в Норвегии.

В России не используют бальную систему оценки степени смолтификации, которая широко применяется в странах с развитым рыбоводством. Так, по классификации, предлагаемой шотландскими исследователями, визуальная оценка статуса смолтификации оценивается по шкале от 1 до 6 баллов, где первой стадией считается типичная окраска "пестрятки" без признаков серебрения. В Норвегии принята 4-х балльная система оценки, внесенная в стандартные таблицы, используемые на заводах в качестве отчетно-учетной рыбоводной документации.

Для практики товарного рыбоводства было бы целесообразно ввести унифицированную шкалу, отражающую экстерьерные показатели процесса смолтификации. Такая унифицированная шкала была бы полезна при оценке качества посадочного материала при экспортно-импортных операциях.

Для установления оптимальных сроков пересадки смолта в морскую воду, несомненно, наиболее чувствительным и объективным показателем оценки осморегуляторной способности является "солевой тест" – определение изменения концентрации ионов натрия в сыворотке крови (Stefansson, 2011). К сожалению, этот тест не выполняется в условиях завода, а для оперативного заключения о качестве смолта необходимо иметь в арсенале доступные методы оценки.

Как известно, основные молекулярные и клеточные процессы в личиночный период развития в конечном итоге приводят к индивидуальной вариабельности стартовых показателей физиологических процессов, связанных с началом и завершением процесса смолтификации. Поэтому при оценке осморегуляторной способности необходимо учитывать не только завершённость внутренней перестройки организма рыбы на морской тип обмена, но и качество среды обитания.

Наряду с температурой важное значение имеют такие стандартные показатели как кислотность среды, содержание CO₂, ионов Al⁺, NH⁴⁺, содержание кислорода, уровень и периодичность освещённости и др. (Lekang, Fjæra, 1997; Bjerksjon, 2007).

При оценке качества смолта, приобретаемого для целей товарного выращивания, необходимо иметь данные абиотических условий за весь период содержания материала в питомнике (рыбоводном заводе), от инкубации икры и ранних периодов развития молоди до момента выгрузки смолта в транспортное средство и доставки его в качестве посадочного материала на товарные морские фермы.

В 2012 г. были проведены исследования экстерьерных показателей молоди лосося, предназначенной для зарыбления российских морских ферм и выращенной на одном из норвежских рыбоводных заводов из икры от селекционных производителей (табл. 2).

При выращивании смолта в период генерации 2010 г. температура воды у всех групп посадочного материала лосося различалась только в начальный период инкубации икры (рис.). В последующем молодь всех групп содержали при одинаковой температуре, но это не обеспечило единовременной смолтификации выращиваемой молоди.

Различия температуры в эмбрионально-личиночный период развития в конечном итоге привели к индивидуальной вариабельности стартовых показателей физиологических процессов, связанных с началом и завершением процесса смолтификации, что согласуется с данными других авторов (Анохина, 1994; 1998).

При оценке стадии смолтификации мы использовали шкалу для определения степени серебрения, принятую в России (Яндовская и др., 1979). Результаты оценки свидетельствуют, что молодь разнородна по своим качественным характеристикам, отвечающим за выживаемость рыб в морской воде.

Комплексная оценка молоди показала, что в общей выборке 20 % рыб соответствовали стадии "пестрятка, пестрятка с признаками серебрения", 32 % – стадии "серебристая пестрятка 1" и 48 % – достигли самого высокого уровня развития, "серебрянка" (табл. 5).

Для достижения физиологической идентичности посадочного материала лосося и получения качественного смолта в узкие календарные сроки потребуются дополнительные технологические усилия по доведению осморегуляторной системы рыб до высокой степени готовности жизни в морской воде. Только высококачественный норвежский смолт, подготовленный к пересадке в морскую воду в сроки, благоприятные для лосося в условиях Мурмана, обеспечит его высокую выживаемость на российских фермах.

Таблица 5. Результат исследования молоди атлантического лосося на заводе смолта. Южная Норвегия, 2012 г.

Пестрятка, пестрятка с признаками серебрения	Серебристая пестрятка 1	Серебристая пестрятка 2
20 %	32 %	48 %

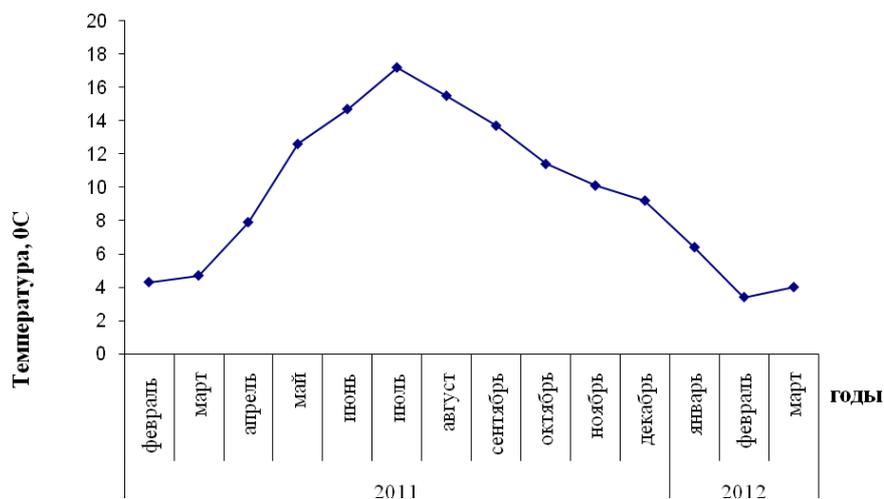


Рис. Среднесуточная температура воды на смолтовом заводе в период инкубации икры и выращивания молоди атлантического лосося

4. Заключение

Наше исследование касалось весьма актуальной темы: в Мурманской области, в прибрежной зоне Баренцева моря, имеются большие перспективы развития аквакультуры. В настоящее время ведущие в области товарного рыбоводства на Северо-Западе России компании ГК "Русский лосось" и ООО "Русское море-Аквакультура" реализуют данные перспективы в двух крупных инвестиционных проектах товарного выращивания атлантического лосося и морской форели. Одна из компаний уже ведет производственную деятельность в п. Линахамари Мурманской области и планирует получать до 15 тыс. т в год продукции аквакультуры высокого качества, другая (ООО "Русское море-Аквакультура") готова запустить первую ферму по выращиванию атлантического лосося в губе Ура Баренцева моря в мае 2012 г. ГК "Русский лосось" приобрела в Норвегии из различных хозяйств по производству смолта атлантического лосося в 2010 г. 3,8 млн шт. молоди лосося, в 2011 г. было завезено 3,5 млн шт., в 2012 г. планирует приобрести еще 2 млн шт. посадочного материала лососевых – атлантического лосося и форели (Kugii, 2012). ООО "Русское море-Аквакультура" планирует для своей первой фермы завезти из Норвегии около 2-х млн шт. посадочного материала – атлантического лосося.

При дальнейшем развитии российской рыбохозяйственной деятельности весьма целесообразным, на наш взгляд, будет внедрение ряда определенных мероприятий по обеспечению биобезопасности. Оптимальные способы экспресс-контроля готовности посадочного материала к этапу выращивания в морской воде, предложенные в нашем исследовании, могут способствовать обеспечению биобезопасности на начальном этапе производства товарной рыбы, сохранению максимальной биомассы выращиваемого поголовья и повышению качества выращенной продукции.

При этом необходимо отметить, что при осуществлении товарного рыбоводства в прибрежной зоне Кольского полуострова важно учитывать определенные риски. Наиболее значимыми являются:

- осуществление деятельности в зоне рискованного рыбоводства;
- отсутствие качественного посадочного материала отечественного производства;
- завоз из-за рубежа болезней, опасных как для объектов товарного выращивания, так и для диких видов ценных промысловых рыб.

Литература

- Berg Arne, Bergh Øivind, Fjeldal Per Gunnar, Hansen Tom, Juell Jon Erik, Nerland Audun.** Dyrevelferdsmessige konsekvenser av varsinasjon av fisk – effeter og bivirninger. *Fisken og havet*, N 9, p.21-26, 2006.
- Bjerksjon V.** Vann kvalitet og smolt produksjon. *Juul forlag*, 240 p., 2007.
- Chernitsky A.** The smolt status of wild and hatchery young Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *ICES*, M:6, 15 p., 1985.
- Kugii V.** Development of aquaculture in Russia. *Seminar Visionary Arctic, Kirkenes*, 2012.
- Lekang O., Fjæra S.O.** Teknologi for akvakultur. *Landbruksfolaget*, 419 p., 1997.

- Roberts R.J., Shepherd C.J.** Handbook of trout and salmon diseases. *London, Fishing News Books*, 222 p., 1986.
- Rosvik I.O.** Biologi for akvakultur. *Landbrusforlaget*, 222 p., 1997.
- Stead S.V., Lidsay L.** Handbook of salmon farming. *Praxis Chichester, Publishing Ltd*, 502 p., 2002.
- Stefansson S.** Fiskevelferdsmessig vurdering av produksjon av 0-års smolt. *Sluttrapport, Utarbeidet av*, 12 p., 2005.
- Stefansson S.** The smolt probe – novel tools for assessment of smolt quality and marine performance in Atlantic salmon. *Project Report, University of Bergen*, 6 p., 2011.
- Stefansson S.O., Hansen T.** Smoltification of Atlantic salmon, Norway. *Department of Fisheries & Marine Biology, University of Bergen*, p.271-278, 1998.
- Sustain Aqua – Интегрированный подход к устойчивой и здоровой пресноводной аквакультуре. Справочник "SustainAqua" – Справочник для устойчивой аквакультуры, 127 с., 2009.
- The OIE Aquatic Animal Health Code (the Aquatic Code). 2011. URL: <http://www.oie.int/search>.
- Анохина В.С.** Воздействие температуры инкубации икры на рост и развитие молоди атлантического лосося в аквакультуре. *Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.*, 23 с., 1998.
- Анохина В.С.** Технологическая схема индустриального выращивания молоди атлантического лосося (*Salmo salar* L.) для полярной аквакультуры. *Заполярная марикультура. Сб. научн. тр. ПИНРО. Мурманск*, с.67-74, 1994.
- Вернидуб М.Ф.** Экспериментальное обоснование методики ускорения эмбрионального развития лососей и её значение в биотехнике лососеводства. *Вестник ЛГУ, сер. Биология, № 3, вып.1, с.7-22*, 1963.
- Зайд А., Хьюз Х.Г., Порчедду Э., Николас Ф.** Словарь терминов по биотехнологии для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. *ФАО, Рим*, 288 с., 2008. URL: http://www.fao.org/biotech/index_glossary.asp.
- Казиков Р.В.** Биологические основы разведения атлантического лосося. *М., Легкая и пищевая пром-сть*, 139 с., 1982.
- Канаев А.И.** Проведение ихтиопатологических исследований (методические указания). Ч.1. *М.*, 20 с., 1968.
- Лендстрем Л., Горан Б.** Практическое пособие по проведению вакцинации рыб. *Турку*, 36 с., 2001.
- Павлов Д.А.** Влияние температуры на ранний онтогенез сёмги. 2. Линейный рост зародыша и потребление желтка в процессе развития при разных температурах. *Вопросы ихтиологии*, т.25, № 1, с.116-126, 1985.
- Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. 2010. *ФАО, Рим*, 225 с., 2010. URL: <http://www.fao.org/docrep/013/i1820e/i1820e00.htm>.
- Хорлик В.** Можно ли сократить применение антибиотиков при выращивании рыб? *Рыбоводство и рыболовство*, № 4, с.31-32, 2000.
- Черницкий А.Г.** Миграция и переход в морскую воду молоди лососей рода *Salmo* при естественном и искусственном воспроизводстве. *Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.*, 33 с., 1993.
- Яндовская Н.И., Казаков Р.В., Лейзерович Х.А.** Инструкция по разведению атлантического лосося. *Л.*, 72 с., 1979.