

*На правах рукописи*

*Лесн —*

**Пестрикова Лариса Ивановна**

**РАДУЖНАЯ ФОРЕЛЬ КАК ОБЪЕКТ МАРИКУЛЬТУРЫ  
ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ БАРЕНЦЕВА МОРЯ**

03.00.10 - ихтиология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Петрозаводск - 2004

Работа выполнена в Полярном научно-исследовательском институте морского рыбного хозяйства и океанографии им.Н.М.Книповича (ПИНРО)

Научный руководитель      доктор биологических наук, профессор  
Рыжков Леонид Павлович

Официальные оппоненты    доктор биологических наук  
Китаев Станислав Петрович

кандидат биологических наук  
Крупень Ирина Михайловна

Ведущая организация Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН

Защита состоится 12 мая 2004 г. в 14 ч на заседании диссертационного совета Д 212.190.01 при Петрозаводском государственном университете по адресу: 185640, Республика Карелия, г.Петрозаводск, пр.Ленина, д.33, эколого-биологический факультет, ауд.326.

Факс: (814-2) 76-38-64

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Петрозаводского государственного университета.

Автореферат разослан 6 апреля 2004 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

С.Д.Узенбаев

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Аквакультура - одно из самых быстро развивающихся направлений мирового рыбного хозяйства. Мурманская область обладает уникальными климатическими и гидрологическими условиями для развития аквакультуры. Кольский п-ов омывается двумя морями и имеет протяженную береговую линию, что позволяет выращивать здесь десятки тысяч тонн лососевых рыб (Воробьева, 1995).

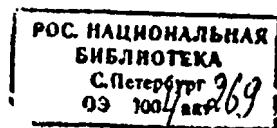
В настоящее время в Мурманской области морские товарные фермы расположены в основном в прибрежной зоне Белого моря. Технология выращивания форели в этом районе разработана в ПИНРО и уже внедрена в промышленность (Альтов, 2002). В то же время многочисленные незамерзающие губы и заливы Баренцева моря рыбоводством не используются. Благодаря влиянию теплого течения период выращивания рыбы в этом районе может увеличиваться до 6-7 мес, что определяет неоспоримое преимущество Баренцева моря перед традиционными районами форелеводства. В связи с этим исследования, направленные на разработку биотехники выращивания форели в Баренцевом море, являются актуальными и востребованными.

Цель и задачи исследований. Основная цель работы — исследовать возможности культивирования радужной форели в прибрежной зоне Баренцева моря и разработать нормативы ее выращивания в этих условиях.

В процессе исследований решались следующие задачи:

1. Изучить биологические характеристики и особенности маточного стада радужной форели, созданного в Заполярье.
2. Определить при помощи метода солевых тестов состояние осморегуляционной системы молоди лососевых рыб при переводе ее на культивирование в морскую воду.
3. Оценить влияние кормов, содержащих солевые добавки, на приспособляемость форели к морской воде.
4. Изучить особенности роста форели различных форм в прибрежной зоне Баренцева моря.
5. Исследовать возможность круглогодичного выращивания форели в незамерзающих водах баренцевоморского побережья.
6. Разработать рекомендации по усовершенствованию рационов кормления форели при культивировании в морских садках в различные сезоны года.

Научная новизна. Впервые экспериментально доказана возможность выращивания радужной форели в прибрежных водах Баренцева моря и разработаны рекомендации по ее культивированию.



Показана перспективность внедрения в марикультуру Севера холодноводных форм форели.

Получены новые данные по биологии радужной форели и ее формы камлоопс. Расширены представления об адаптационных возможностях вида. Детально изучены закономерности изменения осморегуляторных характеристик лососевых рыб в пресной и морской среде.

Предложен метод оценки качества посадочного материала форели для выращивания в водах с высокой соленостью, выявлены критерии для определения степени готовности молоди к жизни в морской среде. Показана целесообразность модификации классического солевого теста при использовании в культивировании радужной форели.

Получены оригинальные данные по изменению морфофизиологических показателей форели при культивировании в специфических условиях Заполярья.

Практическая значимость. Результаты работы могут быть использованы: 1) при подготовке рыбоводно-биологических обоснований на выращивание лососевых рыб в губах и заливах Баренцева моря; 2) при организации садковых хозяйств в прибрежной зоне северных морей; 3) при оценке пригодности посадочного материала форели для товарного выращивания в морской воде.

Апробация работы. Материалы диссертации были доложены и обсужданы на конференции молодых ученых и специалистов «Проблемы рыбохозяйственной науки в творчестве молодых» (г. Мурманск, 1991 г.), Всероссийском совещании «Проблемы товарного выращивания лососевых рыб в России» (г. Мурманск, 1995 г.), научно-практической конференции «Нетрадиционные объекты морского промысла и перспективы их использования» (г. Мурманск, 1997 г.), научно-практической конференции «Марикультура Северо-Запада России» (г. Мурманск, 2000 г.); международной конференции «Биологические основы устойчивого развития прибрежных морских систем» (г. Мурманск, 2001 г.), научной конференции «Проблемы воспроизводства, кормления и борьбы с болезнями рыб при выращивании в искусственных условиях» (г. Петрозаводск, 2002 г.), международной научно-практической конференции по болезням рыб в аквакультуре (г. Мурманск, 2003 г.), на заседаниях и отчетных сессиях Ученого Совета ПИНРО.

Благодарности. Автор выражает искреннюю признательность научному руководителю Рыжкову Л.П., Воробьевой Н.К. за помощь в работе на всех этапах, Карасевой Т.А., Зубченко А.В., Анохиной В.С. за методологическую помощь и ценные советы, Колечкину Ю.В., Твердохлебову Е.В. за практическую помощь в осуществлении

экспериментальных работ, всем коллегам по работе за внимание и поддержку.

Публикации. Основные результаты исследований по теме диссертации опубликованы в 33 печатных работах.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, 8 глав, заключения, выводов, списка использованной литературы, содержит 36 таблиц, 11 рисунков. Список литературы включает 124 источника, в том числе 40 на иностранных языках.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава 1. РАДУЖНАЯ ФОРЕЛЬ КАК ОБЪЕКТ АКВАКУЛЬТУРЫ

На основе анализа литературных данных показано, что биологические особенности форели как холодолюбивого вида, наличие смолтификационных изменений, высокий темп роста в морской воде, пластичность и приспособляемость к условиям среды позволяют рассматривать этот вид как один из перспективных объектов марикультуры в северных морях.

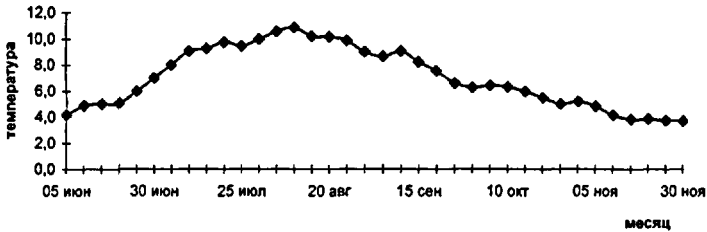
Проведен ретроспективный анализ истории развития и становления аквакультуры на севере России. Рассматриваются перспективы развития форелеводства в Баренцевом море.

### Глава 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Рассмотрены географические, климатические и гидрологические особенности прибрежной зоны Баренцева моря, также приведены собственные данные по температурному и солевому режиму в губе Ура Мотовского залива.

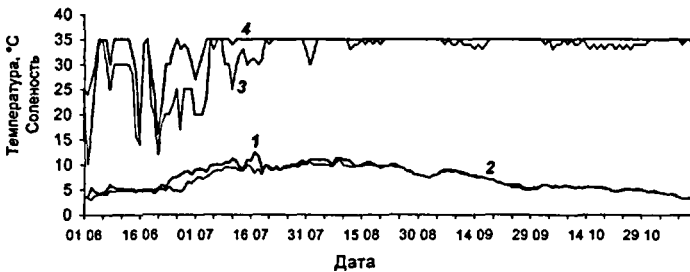
Показано, что климат этого района характеризуется относительно мягкой зимой и прохладным летом. Сезонный минимум температуры наступает в марте-апреле и составляет 1,1-1,3 °С. Максимальная температура воды наблюдалась в первой декаде августа и в разные годы составляла 11,2-13,2 °С. Период, когда температура воды благоприятна для форелеводства (выше 10 °С), продолжается со второй декады июля до начала сентября. Температура воды выше 8 °С обычно наблюдается до середины, а в отдельные годы - до конца сентября (рис.1). Расчеты

показали, что за вегетационный сезон в этом районе в среднем накапливается не менее 1200-1300 градусодней.



**Рис.1. Средняя многолетняя (1995-2000 гг.) температура воды в губе Ура Баренцева моря в период с 5 июня по 30 ноября**

Сезонный минимум солености наблюдается в конце мая-начале июня. Он обусловлен интенсивным таянием льда и увеличением материкового стока. Опреснению подвергается только верхний 5-метровый слой. Несмотря на то, что именно в этот период нами отмечались высокоамплитудные колебания солености, в среднем она составляла, как правило, 15-20 (рис.2). Начиная с первой половины июля и до конца сезона выращивания соленость стабилизировалась на уровне 30-34.



**Рис.2. Изменения температуры воды на глубине 0 м (1) и 4 м (2) и солености на глубине 0 м (3) и 4 м (4) в губе Ура Баренцева моря в 1998 г.**

Площадь участков на акватории губы Ура, пригодных для размещения ферм, составляет 20 га, что позволяет разместить 2-3 лососевые фермы мощностью 100 т товарной рыбы в год (Практическое руководство, 1988). В результате многолетних исследований установлено,

что наиболее благоприятным периодом для начала выращивания лососевых рыб в садках является вторая декада июня, однако из-за нестабильности гидрологических параметров, особенно солености воды, возникает необходимость в посадочном материале более высокого качества, чем обычно принято в форелеводстве.

### Глава 3. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Объектом исследования являлась радужная форель (*Parasalmo mykiss* Walb.), культивируемая в пресной и морской воде.

Исследования проводились в 1984–2000 г. в рыбоводных хозяйствах Мурманской области (рис.3). Качество маточного стада радужной форели исследовали в 1984–1987 гг. на рыбозаводе «Имандра» и на производственном участке завода - садковой ферме, установленной на теплых сбросных водах Кольской АЭС. Оценивалось качество производителей первичного маточного стада и двух дочерних поколений - генераций 1982 и 1983 гг. В качестве критериев оценки использовались длина и масса самок, их рабочая и относительная плодовитость, масса и диаметр икринки.

Особенности морского товарного выращивания радужной форели и ее формы камлоопс изучали в 1995–2000 гг. на экспериментальной ферме ПИНРО, размещенной в восточном рукаве губы Ура Баренцева моря.

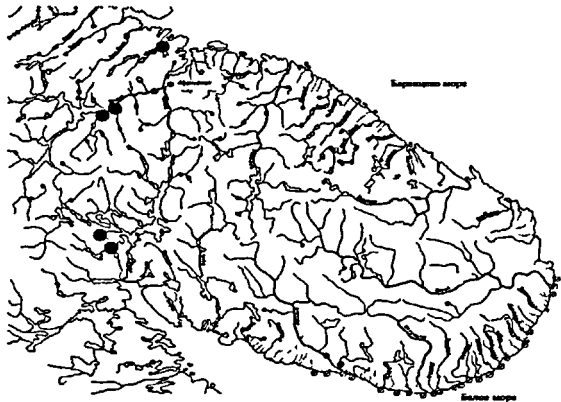


Рис.3. Схема расположения рыбоводных хозяйств Мурманской области

Для опытного выращивания в море использовалась рыба в возрасте 1+, полученная в выростных пресноводных хозяйствах Мурманской области.

Посадочный материал из выростных хозяйств на берег моря доставляли автотранспортом в пластиковых контейнерах, а далее на ферму- катерами маломерного флота. В морские садки рыбу пересаживали со второй декады мая по третью декаду июня при температуре воды 3,0-6,5 °С и солености 10-34. В процессе выращивания ежедневно измеряли температуру и соленость воды на поверхности и глубине 4 м.

Рыбу содержали в делевых садках различного размера. Биологический анализ форели, для которого отбиралась проба в 25 экз., проводился один или два раза в месяц в зависимости от задач эксперимента. Оценивали физиологическое состояние, пол, стадию зрелости, степень ожирения рыб. По результатам анализа рассчитывались средняя масса и длина рыб, коэффициент упитанности по Кларк, индексы внутренних органов и соотношение полов (Правдин, 1966; Смирнов и др., 1972).

Каждые 10-12 дней определялась средняя навеска рыб, уточнялась суточная норма корма. На основе учета средней массы рыбы и среднесуточной температуры воды на двух горизонтах определялись абсолютные и относительные приросты, среднесуточные абсолютные и относительные приросты, приросты на 1 градусосень.

Осморегуляторные особенности лососевых рыб изучали при помощи солевых тестов (Clarke, Blackburn, 1978). В качестве модельного объекта при разработке методики применения солевого теста использовался атлантический лосось (*Salmo salar* L.).

Рыбу переводили из пресной среды в морскую без адаптации. Пробы крови для получения плазмы отбирали через 12, 24, 36 ч и более. Основным показателем состояния осморегуляционной системы рыб являлась концентрация ионов Na в плазме крови, которую определяли на пламенном спектрофотометре.

При изучении влияния кормовых добавок на адаптацию форели рыбы опытной группы в течение 3-4 недель перед пересадкой в море получали корма, содержащие 10 % NaCl, которые были изготовлены по рецептуре, разработанной в лаборатории биохимии гидробионтов ПИНРО. Рыб контрольной группы кормили стандартными лососевыми кормами «Агрос». Эксперимент был проведен дважды: с рыбой массой 250 г, выращенной в тепловодном форелевом хозяйстве, и с рыбой массой 145 г, содержащейся при естественной температуре воды. В процессе морского



периода выращивания у рыб изучали рост, выживаемость и состояние осморегуляторной системы.

Опытные работы по исследованию влияния величины рационов на скорость роста форели в морской воде выполнялись в 1997 и 1998 гг. Оценивалась эффективность 4 рационов: произвольного (по поедаемости корма), расчетного (суточная норма корма рассчитывалась по таблице разработчиков корма), расчетного, уменьшенного на 30 %, и расчетного, увеличенного в 2 раза.

Объем материала, использованного при выполнении исследований по теме диссертации представлен в табл.1.

**Таблица 1. Объем исследований, выполненных по теме диссертации**

Показатель	Количество
Исследовано рыб, тыс. экз.: использованных в экспериментах проанализированных	20 4,5
Отобрано проб: икры крови	200 990
Выполнено определений: температуры солености	Более 4000 Более 3000

Статистическая обработка результатов исследований выполнялась с использованием программы EXCEL на персональном компьютере PC IBM (Ивантер 1979; Лакин, 1980; Ивантер, Коросов, 2003).

#### **Глава 4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАТОЧНОГО СТАДА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ, СОЗДАННОГО В ЗАПОЛЯРЬЕ**

До 1982 г. производство посадочного материала форели в Мурманской области сдерживалось необходимостью ежегодного завоза икры из других регионов. В связи с этим на рыбозаводе «Имандра» было создано маточное стадо форели, основу которого составили рыбы трех различных по происхождению групп (Воробьева, Красноперова, 1986). При первом нересте средняя рабочая плодовитость самок колебалась от 1883 до 3291 икринок при средней массе рыб 930-1100 г. Средняя масса икринки составляла 37,4-43,5 мг, средний диаметр - 3,9-4,4 мм. При втором нересте рабочая плодовитость возросла до 4100 икринок, масса и диаметр икринки увеличились до 67,0 мг и 4,7 мм соответственно.

С 1985 г. основу маточного стада форели составляло дочернее поколение. Средняя рабочая плодовитость самок генерации 1982 г. при первом нересте составила 790 икринок при массе рыб 841 г. При втором нересте рабочая плодовитость возросла до 2297 икринок, а масса самок - до 1008 г. Средний диаметр икринки уменьшился с 4,6 мм при первом нересте до 4,2 мм при втором, а ее масса снизилась от 50,8 до 44,4 мг. При повторном нересте в полости тела самок дочернего поколения отмечалось появление резорбированной икры.

При анализе рыбоводно-биологических показателей самок дочернего и родительского поколений выявлено снижение качества производителей, обусловленное отсутствием селекционных работ. Несмотря на это, маточное стадо радужной форели, адаптированное к местным условиям, можно охарактеризовать как высокопродуктивное. По темпу роста, выживаемости, рабочей плодовитости самки форели, выращенные в Заполярье, не отличались от рыб в хозяйствах, расположенных в других районах страны (Воробьева, Красноперова, 1986). Маточное стадо форели ежегодной продуктивностью 4 млн икринок обеспечило посадочным материалом садковые хозяйства на Белом море. В 1991-1992 гг. в регионе было выращено 350 т товарной форели. Стабильное производство посадочного материала явилось предпосылкой для активного развития марикультуры лососевых рыб в Мурманской области, в том числе и на Баренцевом море.

## **Глава 5. ОСОБЕННОСТИ ОСМОРЕГУЛЯЦИИ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В САДКАХ НА БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ**

### **5.1. Физиологические основы осморегуляции**

Рассмотрены физиологические основы осморегуляции лососевых рыб. Форель как их типичный представитель обладает способностью регулировать ионный состав внутренней среды организма (Gall, Standell, 1992). Показано, что промежуток времени, когда лососи наиболее толерантны к морской среде, можно выявить только экспериментальным путем.

## 5.2. Ионный состав плазмы крови лососевых рыб в пресной воде

Представлены результаты изучения концентрации ионов Na и K в плазме крови форели и атлантического лосося при культивировании в пресной воде. У радужной форели и форели камлоопс содержание ионов Na изменялось от 137,4 ммоль/л во второй декаде мая до 156,1-159,5 ммоль/л в июне, что значительно выше, чем у атлантического лосося (табл.2). Концентрация ионов K в плазме колебалась от 1,3 до 4 ммоль/л у форели и от 0,8 до 5,1 ммоль/л у атлантического лосося.

Полученные результаты были использованы нами в качестве фоновых значений для выполнения солевых тестов при переводе молоди лососевых из пресной воды в морскую.

Таблица 2. Концентрация ионов Na в плазме крови лососевых рыб в различные месяцы

Период	Радужная форель	Форель камлоопс	Атлантический лосось
<i>Май</i>			
2 декада	137,4±13,1	-	124,4±6,4
3 декада	-	158,8±13,2	122,1±5,2
<i>Июнь</i>			
1 декада	158,2±4,5	139,8±9,8	-
2 декада	158,0±7,1	-	-
3 декада	156,1±10,4	159,5±2,7	-

## 5.3. Особенности осморегуляции молоди семги

Модельным объектом при изучении осморегуляции методом солевых тестов являлся атлантический лосось. Установлено, что перестройка осморегуляционной системы годовиков и двухгодовиков лосося происходила с разницей в 3 недели. Годовики становятся полноценными смолтами в конце апреля-начале мая, а двухгодовики — в середине мая. Нами показано, что длительность «окна смолтификации» в условиях прибрежной зоны Баренцева моря составляет 2-3 недели. Именно в этот период можно перевести молодь в соленую воду без существенных потерь. Между осморегуляторной активностью и массой рыбы выявлена взаимосвязь, которая заключалась в том, что более крупные рыбы быстрее адаптировались к изменению солености среды, а концентрация

осмотически активных ионов снижалась у них быстрее, чем у рыб с меньшей массой (Пестрикова, 1995).

Достоверность и надежность данного метода подтверждена экспериментально. При использовании посадочного материала, оцененного методом солевого теста как полноценный смолт, за 1,5 года было получено более 5 т товарной рыбы (Воробьева, Зубченко, 1991).

#### 5.4. Особенности осморегуляции у молоди форели

В результате выполнения солевых тестов установлено, что период, наиболее благоприятный для перевода молоди в морские садки - «окно смолтификации» - у форели наступает в первой и второй декадах июня. Изменения содержания ионов Na свидетельствуют о том, что в это время величина данного показателя снижается значительно быстрее (табл.3).

**Таблица 3. Результаты солевых тестов, выполненных в губе Ура Баренцева моря в различные сроки**

Среда	Концентрация ионов Na, ммоль/л		
	3 декада мая (n=74)	1 декада июня (n=80)	3 декада июня (n=65)
Пресная вода	158,8±13,2	158,0±7,1	159,7±2,7
Морская вода			
12 ч	-	173,4±6,3	-
24 ч	214,4±5,2	180,3±12,5	180,3±6,4
48 ч	246,0±7,2	197,3±14,6	179,6±10,9
60 ч	225,8±5,8	179,5±10,1	-
72 ч	-	-	197,4±6,9
5 сут	-	169,2±3,4	-
10 сут и более	192,3±7,5	-	191,0±4,4

Согласно классическому солевому тесту (Clarke, Blackburn, 1978), смолтифицированной является рыба, у которой в течение суток после переноса в морскую воду уровень Na снижается до 170 ммоль/л. Наши данные показали, что для использования этого теста в морском форелеводстве необходима его модификация. Установлено, что для форели через 24 ч после перевода в морскую среду содержание Na значительно выше критического значения в 170 ммоль/л. Это свидетельствует о том, что суточное пребывание в морской воде в соответствии с классическим солевым тестом не является достаточным для определения готовности рыбы к смене среды обитания. По нашим данным, надо ориентироваться на состояние рыбы, находящейся в море не менее 2

суток, так как за этот период уровень Na достигает, как правило, максимального значения. Устойчивое снижение величины данного показателя наступает не ранее чем через 5 суток. Наши наблюдения подтверждены данными зарубежных авторов, указывающих, что для радужной форели критический период составляет 30-40 ч после перевода в морскую воду, а морской тип осморегуляции устанавливается у нее за 4-5 дней (Jackson, 1981; Leray et al., 1981).

Таким образом, в результате выполненных нами работ показано, что для искусственно выращенной форели тест на толерантность к морской воде необходимо модифицировать в отношении порогового значения концентрации ионов и времени пребывания в морской воде.

## **Глава 6. ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ФОРЕЛИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОРМОВ С СОЛЕВЫМИ ДОБАВКАМИ**

При оценке осморегуляторных способностей рыб по динамике концентрации ионов Na в плазме крови показано, что предварительное кормление рыб в пресноводный период кормами с солевыми добавками позволяет синхронизировать процесс смолтификации. Колебания содержания Na у рыб опытной группы были весьма незначительны - от 162 до 177 ммоль/л, CV=2,6 %, тогда как у форели, получавшей стандартные корма, CV=10,2 %. Сразу же после перевода в морские садки форель, получавшая солевые добавки, начинала активно расти, в то время как приросты рыб контрольной группы в первые 2 недели пребывания в море были минимальны (рис.4). При дальнейшем содержании форели приросты рыб обеих групп достоверно не различались, но преимущество форели опытной группы, полученное в период адаптации к морской воде, сохранялось на протяжении всего периода выращивания.

Результаты солевого теста подтвердили, что форель опытной группы быстрее адаптировалась к морской среде соленостью 34. Концентрация ионов Na снижалась у нее до уровня, характерного для морского периода жизни лососевых рыб, через 2 суток. У форели из контрольной группы этот показатель повышался в течение всего солевого теста. Аналогичные результаты получены и при переводе форели в воду соленостью 17-25.

Таким образом, выполненные нами экспериментальные работы показали, что применение кормов с повышенным содержанием соли способствовало ослаблению солевого стресса у пересаженной молоди форели. Рыба, получавшая корма с солевыми добавками, быстрее адаптировалась к смене среды обитания, ее рост начинался сразу же после перевода в морские садки.

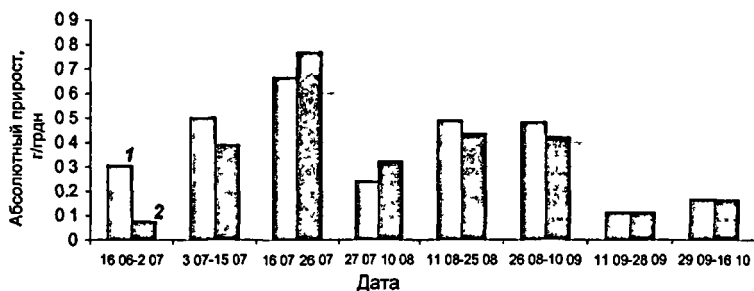


Рис.4. Прирост массы радужной форели, получавшей корма с солевыми добавками (1), и стандартные корма (2)

## Глава 7. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ФОРЕЛИ В САДКАХ НА БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

### 7.1. Особенности роста форели

На лососевой ферме в губе Ура в 1995-2000 гг. выращивались радужная форель и ее форма камлоопс. Для хозяйств средней полосы технология культивирования форели этих форм, а также требования, предъявляемые к параметрам внешней среды, не различаются (Канидьев и др., 1975). В северных морях форель камлоопс для выращивания не использовалась, поэтому наши экспериментальные работы представляли особый интерес и в условиях Заполярья были выполнены впервые.

Показано, что в 1996 г. за 5,5 мес. выращивания прирост форели камлоопс начальной массой 149 г составил 418 % (табл.4). Годом ранее, при культивировании более крупной форели (401 г) масса товарной рыбы составила 1326 г, относительный прирост-231 %.

Сравнительный анализ роста форели двух форм выявил, что камлоопс не уступала в скорости роста и выживаемости обычной радужной форели. Прирост на 1 градусодень в 1995 г. был одинаков - 0,67-0,69 г. Благодаря биологическим особенностям форели камлоопс как холодноводной формы, ее рост в незамерзающих водах баренцевоморского побережья продолжался в ноябре и начале декабря при снижении температуры воды до 3-5 °С.

Таблица 4. Рост форели камлоопс в морских садках в июле-ноябре 1996 г.

Показатель	Период выращивания				
	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь
Относительн. прирост массы, %	91,5	64,3	18,3	18,3	14,8
Абсолютный прирост массы, г	122,0	163,9	171,5	119,1	114,2
Абсолютный прирост массы в сутки, г	3,9	5,3	5,7	3,8	3,8
Прирост на 1 градусодень, г	0,50	0,46	0,72	0,64	0,76

Результаты выполненных исследований свидетельствуют о том, что форель камлоопс является перспективным объектом рыборазведения и поэтому рекомендуется нами для внедрения в аквакультуру Севера наряду с традиционной радужной форелью.

## 7.2. Особенности кормления форели при выращивании в условиях баренцевоморского побережья

Процесс выращивания форели в условиях Заполярья можно условно разделить на два периода - летний и осенний, различающиеся длительностью светового дня, температурой воды и, следовательно, пищевой активностью рыб. Экспериментальным путем доказано, что летом наиболее оптимальным режимом кормления является расчетный рацион, при этом в июле и первой декаде августа целесообразно повышать суточную норму корма до 25%. После снижения температуры ниже 8°C (вторая декада августа) необходимо уменьшать суточное количество корма как минимум на 25 % от расчетного.

Результаты работ по изучению влияния режима кормления на скорость массонакопления свидетельствуют об отсутствии существенных различий в группах рыб, питавшихся 3 и 8 раз в сутки (табл.5). Влияние увеличения кратности кормления на рост форели было невелико или совсем отсутствовало. Таким образом, в период полярного дня достаточно кормить форель 3 раза в день.

Таблица 5. Результаты роста радужной форели при различных режимах кормления в июле-августе 1997 г.

Показатель	Суточный режим кормления	
	8 раз	3 раза
Начальная масса рыбы, г	406	510
Относительный прирост массы, %	122,4	101,2
Относительный прирост массы в сутки, %	1,7	1,4
Абсолютный прирост массы, г	497	516
Абсолютный прирост массы в сутки, г	7,1	7,4

### 7.3. Результаты выращивания форели в зимних условиях

Исследования возможностей зимнего культивирования форели разных форм показали, что, несмотря на удовлетворительное физиологическое состояние рыбы перед зимовкой, она начала гибнуть уже в конце декабря. В январе смертность форели камлоопс составила 17,2 %, в феврале - 19,9 %, в марте - 33,4 % от общего количества экспериментальных рыб. Большинство особей радужной форели (63%) погибли в феврале, в марте отход составил 11 %. Всего с декабря по май погибло 90 % форели камлоопс и 96 % радужной форели. У выживших после зимовки рыб были недоразвиты жаберные крышки, отсутствовали плавники, на теле имелись многочисленные потертости и язвы.

Зимой в баренцевоморском прибрежье на форель наряду с низкой температурой воды действует и другой неблагоприятный фактор - высокая соленость. При оптимальной температуре воды форель переносит соленость до 35, что и наблюдалось нами неоднократно в 1995-1998 гг. Рыба активно питалась и росла летом и осенью. С наступлением зимы совокупность низкой температуры и высокой солености воды приводит к необратимым изменениям в организме форели (Arnesen et al., 1993).

Таким образом, несмотря на то, что губы Баренцева моря зимой не замерзают, наши эксперименты показали, что содержать форель в морских садках в период с декабря по апрель нецелесообразно.

## Глава 8. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫРАЩИВАНИЮ ТОВАРНОЙ ФОРЕЛИ В САДКАХ НА БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

Разработаны рекомендации для выбора посадочного материала, установлено, что основным критерием его качества является готовность форели к жизни в морской среде. Оптимальная навеска составляет 250-300 г, возраст - 1+. Наиболее благоприятные сроки для перевода посадочного материала в морские садки - первая-вторая декады июня при температуре воды выше 4-5 °С и солености 15-20.

Суточный рацион форели в период полярного дня (июнь-август) должен составлять 125 % от рациона лососевых, рассчитанного для пресной воды. Осенью рацион уменьшают на 25 %. Рекомендуемая частота кормления рыб в морских садках - 3 раза в день.

Экспериментально показана нецелесообразность зимнего содержания форели на Баренцевом море из-за высокой смертности рыб.



Наиболее оптимальным является сезонное культивирование в период с первой-второй декады июня до первой декады декабря.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Возможности развития рыбоводства на Кольском п-ове определяются географическим положением региона, климатом, широким выбором мест для размещения аквахозяйств и условиями водной среды, пригодными для культивирования лососевых рыб. Протяженность шельфовой зоны северных морей превышает 2 тыс. км. В губах и заливах этих морей можно выращивать около 50 тыс.т лососевых, из которых в Баренцевом море — более 6 тыс.т (Воробьева, Зубченко, 1991).

Прибрежная зона Баренцева моря обладает благоприятными для развития марикультуры океанографическими условиями. Наличие незамерзающих, удобных для размещения аквахозяйств губ и заливов, благоприятные для сезонного выращивания лососевых рыб температура и соленость прибрежных вод, - все это создает предпосылки для развития на севере Кольского п-ова такой перспективной отрасли рыбного хозяйства, как морское садковое рыбоводство.

Баренцево море имеет ряд преимуществ для развития фермерских аквахозяйств по сравнению с Белым морем, прежде всего это возможность более длительного содержания рыбы в садках и реализации ее живой или охлажденной в зависимости от спроса. Незамерзающая акватория позволяет выращивать лососевых в течение 6 мес. Среднемесячная температура воды за сезон выращивания составляет 7-9 °С, соленость - 30-35. Количество накопленного тепла достигает 1200-1300 градусодней. В отличие от Белого моря на Баренцевом море нет периода с оптимальной (14-16 °С) для форели температурой, но более длителен период с субоптимальной (10-12 °С) температурой воды (Пестрикова, 1997, 2000, 2002).

Для культивирования в северных морях целесообразно использовать не привозную, а выращенную в регионе молодь форели. Первый этап работ по созданию маточного стада форели, которое могло бы обеспечить посадочным материалом многочисленные садковые хозяйства, был осуществлен в 80-е годы и явился настоящим катализатором в развитии форелеводства не только в Мурманской области, но и на Северо-Западе России.

Важнейшим показателем рыбоводного качества посадочного материала лососевых является его способность к развитию физиологических механизмов, позволяющих выращенной в пресной воде

особи успешно адаптироваться к океанической солености и быстро расти в море. При этом важно соблюдать условия и сроки пересадки рыб. Наиболее благоприятным периодом для этого является первая-вторая декада июня. В результате наших исследований показано, что именно в этот период у форели наблюдается «окно смолтификации». Кроме того, из-за распреснения поверхностного слоя воды в первой половине июня соленость снижается до 15-20. Такая совокупность физиологического и гидрологического факторов позволяет перевести рыб в морскую воду без потерь.

Одним из методов повышения жизнеспособности посадочного материала, предназначенного для выращивания в морских садках баренцевоморского побережья, является использование кормов, содержащих солевые добавки. Рыба, получавшая эти корма, быстрее адаптировалась к смене среды обитания, ее рост в морской воде начинался сразу же после перевода в морские садки. У форели, питавшейся стандартными кормами, наоборот, отмечена задержка роста, связанная с периодом адаптации к соленой воде.

Общий прирост массы форели на Баренцевом море составляет до 400% для посадочного материала массой 200-250 г и 300 % для более крупной рыбы.

Результаты наших экспериментальных работ подтвердили перспективность организации форелевых хозяйств в прибрежных водах Баренцева моря. Целесообразность развития этого направления в нашем регионе обоснована теоретически, разработаны нормативы выращивания посадочного материала и товарной рыбы, имеются необходимые материальные и технические возможности, качественный посадочный материал, корма, рынок сбыта продукции.

## **ВЫВОДЫ**

1. На основании результатов экспериментальных работ доказано, что радужная форель и ее холодноводная форма камлоопс могут использоваться как оптимальные объекты для заполярной марикультуры.

2. Установлено, что основой развития марикультуры в прибрежных водах Баренцева моря является создание адаптированного к климатическим условиям Кольского п-ова маточного стада радужной форели продуктивностью не менее 4 млн икринок в год.

3. Показано, что солевой, тест является объективным методом изучения осморегуляторных особенностей форели и рекомендуется для определения «окна смолтификации», длительность которого в условиях

прибрежной зоны Баренцева моря составляет 2-3 недели. Основным физиологическим показателем готовности молоди лососевых рыб к переводу из пресной воды в морскую является динамика концентрации ионов натрия в плазме крови при выполнении солевого теста.

4. Выявлено, что зарыбление морских садков в баренцевоморских водах наиболее целесообразно проводить в первой-второй декаде июня при температуре воды выше 4-5 °С и солености до 20.

5. Экспериментально-производственные испытания показали, что оптимальная масса посадочного материала форели для зарыбления морских садков составляет 250-300 г.

6. Установлено, что предварительное кормление форели в пресной воде высокоминерализованными кормами на протяжении одного месяца обеспечивает ее ускоренную адаптацию к морской воде.

7. Доказано, что рационы форели при выращивании в морских садках в условиях Заполярья необходимо корректировать в зависимости от температуры воды и продолжительности фотопериода. Летом, в период полярного дня, величину суточного рациона рекомендуется повышать на 25 %, а осенью снижать на 25 % от расчетного. Оптимальный режим кормления форели в морских садках - 3 раза в светлое время суток.

8. Содержание форели в садках в прибрежной зоне Баренцева моря в зимних условиях нецелесообразно из-за высокой смертности рыб. Экспериментально установленная продолжительность сезона выращивания составляет 6 мес - с первой-второй декады июня до первой декады декабря.

## **СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Сигаева (Пестрикова) Л.И., Красноперова С.В. Влияние подогрева на рыбоводно-биологические показатели первонерестующих самок радужной форели//Изучение и рациональное использование биологических ресурсов северных морей и Северной Атлантики: Тез. докл. науч. конф. - Мурманск, 1985. - С.12-13.

2. Заринг (Пестрикова) Л.И. О выборе селекционируемого признака для маточного стада радужной форели, выращенного в Заполярье//3-е Всесоюз. совещ. по рыбохоз. использованию теплых вод.: Тез. докл. - М., 1986. - С.50-52.

3. Пестрикова Л.И. О качестве первого дочернего поколения самок маточного стада радужной форели, созданного в Заполярье//Состояние и перспективы развития лососевого хозяйства Европейского Севера: Сб. науч. тр. ЛШНРО. - Мурманск, 1986. - С.124-129.

4. Воробьева Н.К., Красноперова С.В., Пестрикова Л.И. Состояние выращенного в Заполярье маточного стада радужной форели и пути повышения его продуктивности//Всесоюз. семинар по интенсификации форелеводства: Тез.докл. - М., 1987. - С. 14-15.

5. Токарев В.В., Пестрикова Л.И. Использование морфофизиологических показателей для оценки качества семги, выращиваемой в искусственных условиях//Симп. по атлантическому лососю: Тез.докл. - Сыктывкар, 1990. - С.62.

6. Пестрикова Л.И. Особенности смолтификации молоди атлантического лосося//Заполярная марикультура: Сб.науч.тр./ПИНРО.- Мурманск 1994.- С.75-85.

7. Воробьева Н.К., Пестрикова Л.И., Колечкин Ю.В. Марикультура лососевых в прибрежной зоне Баренцева моря// Современное состояние и перспективы исследований экосистем Баренцева, Карского морей и моря Лаптевых: Тез. докл. междунар. конф. - Мурманск, 1995,- С.20-21.

8. Пестрикова Л.И. О результатах изучения смолтификации молоди семги//Проблемы товарного выращивания лососевых рыб России: Сб. докл. Всерос. совещ. - Мурманск, 1995. - С.55-57.

9. Воробьева Н.К., Лазарева М.А., Пестрикова Л.И. Аквакультура форели в Заполярье//Состояние и перспективы науч.-практ.разработок в области марикультуры России: Материалы совещ. - М.: ВНИРО, 1996. — С. 59-65.

10. Пестрикова Л.И. Некоторые аспекты выращивания форели в садках на Баренцевом море//Материалы отчетной сессии по итогам НИР ПИНРО в 1995 г. - Мурманск, 1996. - С. 142-146.

11. Пестрикова Л.И. Форель на Баренцевом море: некоторые аспекты выращивания//Состояние и перспективы науч.-практ. разработок в области марикультуры России: Материалы совещ. - М.: Изд-во ВНИРО, 1996.-С. 224-228.

12. Воробьева Н.К., Лазарева М.А., Пестрикова Л.И. Аквакультура форели в Мурманской области//Рыбное хозяйство. - 1996. - № 6. — С. 45-48.

13. Воробьева Н.К., Лазарева М.Л., Пестрикова Л.И. Аквакультура форели в Мурманской области//Рациональное использование прибрежной зоны Северных морей: Тез. докл. 1-го междунар. Семинара. - Кандалакша, 1996.-С. 66-68.

14. Пестрикова Л.И. Форель камлоопс - новый объект товарного лососеводства в прибрежной зоне Баренцева моря //Нетрадиционные объекты морского промысла и перспективы их использования: Тез. докл. науч.-практ. конф. - Мурманск, 1997. - С. 125-127.

15. **Pestrikova L.I.** On results of studying of smoltification of young salmon// Problems of mariculture in investigation of PINRO: Selected Papers - Murmansk, 1997. - P. 10-12.

16. Воробьева Н.К., Лазарева М.А., **Пестрикова Л.И.** Марикультура форели в Мурманской области//Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря: Материалы 7-й междунар. конф. - СПб., 1998. - С. 17-22.

17. Воробьева Н.К., Лазарева М.А., **Пестрикова Л.И.** Особенности роста разных форм форели при товарном выращивании в прибрежной зоне Белого и Баренцева морей//Оптимизация использования морских биоресурсов и комплексное управление прибрежной зоной Баренцева моря: Тез. докл. регион, семинара, посвящ. 45-летию Первой науч. сессии МБС. - Мурманск: ММБИ, 1999. - С. 18-19.

18. **Пестрикова Л.И.** Аквакультура форели на Баренцевом море/УРесурсосберегающие технологии в аквакультуре: Тез. докл. 2-го междунар. симп. - Краснодар, 1999. - С. 74-75.

19. Воробьева Н.К., **Пестрикова Л.И.**, Лазарева М.А. Особенности культивирования форели на Белом и Баренцевом морях// Материалы отчетной сессии ПИНРО по итогам научно-исследовательских работ в 1998-1999 гг. - Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2000. - Ч. 2. - С. 123-130.

20. **Пестрикова Л.И.** О возможности использования «солевого теста» для определения сроков перевода смолта атлантического лосося в морские садки//Атлантический лосось (биология, охрана и воспроизводство): Тез. докл. междунар. конф. - Петрозаводск, 2000. - С. 44.

21. Перспективы товарного лососево детва в Мурманской области/Анохина В.С., Воробьева Н.К., **Пестрикова Л.И.**, Лазарева М.А.// Рыбное хозяйство. - 2000. - №. 2. - С. 40-41.

22. **Пестрикова Л.И.**, Двинин М.Ю. Особенности адаптации форели при использовании кормов с солеными добавками//Марикультура Северо-Запада России: Тез. докл. науч.-практ. конф. - Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2000. - С. 38-39.

23. Практические рекомендации по выращиванию товарной форели в садках на Баренцевом море/Сост. **Л.И.Пестрикова.** - Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2000. - 7 с.

24. **Пестрикова Л.И.** Аквакультура форели в прибрежной зоне Баренцева моря//8-й съезд Гидробиол. общества РАН: Тез. докл. - Т.2 - Калининград, 2001. - С. 54-55.

25. **Пестрикова Л.И.** Особенности товарного выращивания форели в садках на Баренцевом море//Биологические основы устойчивого развития

прибрежных морских систем: Тез. докл. междунар. конф. - Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001. - С. 186-187.

26. **Пестрикова Л.И.** Особенности применения солевого теста в аквакультуре лососевых рыб//Прибрежное рыболовство-XXI век: Тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. - Южно-Сахалинск: Сахалин.кн.изд-во, 2001. - С. 89.

27. **Пестрикова Л.И.** Рекомендации по садковому выращиванию форели на акватории Баренцева моря//Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России: Тез. докл. науч.-практ.конф.— Краснодар, 2001. - С.221-222.

28. Результаты опытно-производственного выфасивания товарной форели в прибрежной зоне Белого и Баренцева морей/Воробьева Н.К., Анохина В.С., Лазарева М.А., **Пестрикова Л.И.**//Материалы отчетной сессии ПИНРО по итогам научно-исследовательских работ в 1996-1997 гг. - Мурманск, 1998. - С.197-205.

29. Воробьева Н.К., **Пестрикова Л.И.** Особенности роста форели в прибрежных водах Белого моря в зависимости от сроков зарыбления садковой фермы.//Проблемы воспроизводства, кормления и борьбы с болезнями рыб при выращивании в искусственных условиях. Материалы науч.конф. - Петрозаводск, изд-во Петрозаводского госуниверситета, 2002.-С.40-43.

30. **Пестрикова Л.И.** Особенности форелеводства в прибрежной зоне Баренцева моря//Проблемы воспроизводства, кормления и борьбы с болезнями рыб при выращивании в искусственных условиях: Тез. Докл. науч. конф. - Петрозаводск Изд-во ПетрГУ, 2002. - С.211-213.

31. **Пестрикова Л.И.** Форель на Баренцевом море: особенности адаптации при использовании кормов с соевыми добавками//Биоресурсы и аквакультура в прибрежных районах Баренцева и Белого морей: Сб.науч.трЛШНРО. -Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2002. - С.157-171.

32. **Pestrikova L.** Improvement of technology of trout rearing in sea cages//Seafarming. Today and tomorrow. Abstracts and communications of contributions presented at the International Conference. Aquaculture Europe 2002. - European Aquaculture Society special publication. № 32. August 2002.-Р.426.

33. **Пестрикова Л.И.** Выращивание форели и особенности ее адаптации в прибрежной зоне Баренцева моря//Рыбное хозяйство. - 2003. - №5.-С.38-40.

Подписано в печать 26.03.04 г.

Уч.-изд.л. 1,5.

Усл.печ.л. 1,3.

Формат 60x84/16.

Тираж 120 экз.

---

№ - 67 2 0