

2 1 АПР 1998

*На правах рукописи*

**КУЛИНИЧ Юрий Иванович**

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ  
ВЫРАЩИВАНИЯ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ  
В СВЯЗИ С НЕРАВНОМЕРНОСТЬЮ  
ЕЕ РОСТА**

**Специальность 06.02.04 — Частная зоотехния,  
технология производства продуктов животноводства**

**Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук**

**МОСКВА 1998**

Работа выполнена в Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева.

Научный руководитель — доктор биологических наук, профессор **В. В. Лавровский**.

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор **В. Н. Ряденко**; кандидат сельскохозяйственных наук **А. В. Жигин**.

Ведущее предприятие — Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства (ВНИИР).

Защита состоится . . . *11 мая* . . . 1998 г.  
в *17.30* часов на заседании диссертационного совета Д.120.35.05 в Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева.

Адрес: 127550, Москва, И-550, ул. Тимирязевская, 49.  
Ученый совет МСХА.

С диссертацией можно ознакомиться в ЦНБ МСХА.

Автореферат разослан . . . *1 апреля* . . . 1998 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета —  
доцент



**К. Н. Калинина**

## Общая характеристика работы

Актуальность проблемы. У радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum), при выращивании в садках и бассейнах, коэффициент вариации по массе тела в первые 2-3 месяца развития увеличивается до 60 % (Леманова, 1981; Леманова, Слуцкой, 1982). Форель обладает крайне неравномерным ростом и у мальков в первое лето жизни различия в размерах становятся такими, что крупные особи поедают мелких. Каннибализм может увеличить потери рыбы на 20-25 %. Для предотвращения этого молодь форели рекомендуется сортировать по размерам несколько раз за сезон. Однако сведения о том, на каком этапе развития, при достижении какой средней массы, а самое главное, при каком уровне изменчивости у форели начинает проявляться каннибализм, в литературе отсутствуют. А в практике форелеводства еще не установилось единого отношения к срокам проведения сортировки. В различных источниках первую сортировку молоди радужной форели рекомендуется проводить при средней массе от 0,8-1 до 10 г, но при этом совершенно не учитывается уровень изменчивости размерно-весовых признаков рыб (сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству, 1986; Филатов и др., 1989; Цуладзе, 1990). Проблема каннибализма у молоди форели достаточно не разработана, хотя имеет большое теоретическое и практическое значение.

Следует отметить, что каннибализм имеет место не только в форелеводстве но и при выращивании других видов рыб (судак, сом, щука), а также в таких отраслях как птицеводство и свиноводство.

Проведение сортировок форели для предотвращения каннибализма подразумевает дальнейшее выращивание рыбы с различной начальной массой. Считается, что эффективность выращивания форели из крупных сеголеток и годовиков выше, чем из мелких (Галасун, Борбат, 1980; Борбат, 1986). В то же время, имеются данные, что темп роста и пищевая ценность двухлеток форели, полученных из мелких годовиков выше, чем у рыб, выращенных из более крупного посадочного материала (Лавровский и др., 1986; Панов и др., 1989). Сведения такого характера неоднозначны, и требуют дополнительной разработки, так как напрямую связаны с планированием технологического процесса, качеством и сроками получения рыбопродукции, что очень важно для эффективной работы хозяйств в условиях рыночных отношений.

Цель и задачи исследований. Целью настоящей работы явилось изучение особенностей выращивания радужной форели в связи с неравномерностью ее роста и проявлением каннибализма.

В задачи исследований входило:

- изучить динамику изменчивости массы и длины тела молоди радужной форели при бассейновом выращивании;
- установить сроки начала каннибализма;
- изучить рост и рыбоводные показатели молоди форели с различной начальной массой, полученной в результате сортировок;

- изучить динамику морфологических показателей, механизм роста мышечной ткани и химический состав мышц форели с различной начальной массой;

- разработать схему реализации товарной форели, выращиваемой из сеголеток различной массы.

Научная новизна. Впервые в производственных условиях форелевого хозяйства установлен уровень изменчивости молоди радужной форели по массе и длине тела при котором начинается каннибализм. Изучены особенности поведения молоди форели, связанные с неравномерностью роста.

Показана возможность использования неравномерности роста молоди радужной форели для целенаправленного получения продукции заданного свойства.

Впервые изучена динамика количественных и физиолого-биохимических показателей мышц одновозрастной радужной форели с различной начальной массой, полученной в результате сортировок.

Практическое значение. Проведенные исследования позволяют совершенствовать технологию выращивания радужной форели. Своевременная профилактика каннибализма у молоди форели и ее раздельное выращивание при различной начальной массе, полученной в результате сортировок, дают возможность увеличить выход сеголеток, на 2-2.5 месяца раньше получать товарную (столовую) рыбу, расширить сроки получения порционной форели массой 200-300 г, а также разнообразить весовой ассортимент и качество рыбоводной продукции.

Результаты исследований используются в производственной деятельности форелевого хозяйства "Сходня" Московской области и в учебной работе кафедры рыбоводства Московской с.-х. академии им. К.А. Тимирязева.

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены на 49 студенческой конференции, посвященной 130-летию Московской с.-х. академии им. К.А. Тимирязева (Москва, 1996), на Всероссийской школеконференции молодых ученых и аспирантов вузов и НИИ РАСХН по актуальным проблемам животноводства (Москва, 1997), а также на заседаниях кафедры рыбоводства Московской с.-х. академии им. К.А. Тимирязева в 1995, 1996, 1997, 1998 годах.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 5 печатных работ.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, материала и методики, результатов исследований, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и приложений. Работа изложена на 179 страницах машинописного текста, содержит 46 таблиц и 11 рисунков. Список литературы включает перечень 180 источников, из которых 40 на иностранных языках.

#### Материал и методика исследований

Исследования проводили в производственных условиях форелевого хозяйства "Сходня" Московской области в 1995 - 1996 г.г..

Е качестве опытного материала использовалась молодь радужной форели, полученная от повторнореставриующих трехлетних производителей местного стада.

Исследования охватывали все технологические этапы производства форели от выдерживания свободных эмбрионов до выращивания двухлеток. В начале мальковой стадии количество подопытной форели составляло 21400 особей.

Для предотвращения каннибализма при выращивании сеголеток четыре раза проводили сортировку по массе тела при помощи сортировального ящика со сменным решетчатым дном. Первый раз рыбу сортировали при средней массе 1 г. Основанием для следующих сортировок было возобновление каннибализма и появление особей отличающихся очень крупными размерами (рис 1).

Свободные эмбрионы и личинки содержались в лотках типа КМ инкубационно-малькового цеха, мальки и сеголетки (до 1.09.1995 г.) выращивались в бассейнах ЛПЛ рабочим объемом 1 м<sup>3</sup> на артезианской воде с применением оборотного водоснабжения (Лавровский, 1981). Интенсивности водообмена составляла 15 мин. Сеголеток и годовиков (до 8.05.96 г.) выращивали в бетонных бассейнах зимовального комплекса площадью 30 м<sup>2</sup> каждый с водоснабжением речной и артезианской водой при многократном ее использовании (до 10-12 раз). Полный водообмен в бассейнах осуществлялся за 2 часа. При выращивании годовиков применялась оксигенация воды (Лавровский и др., 1987). Выращивание двухлеток (с 8.05.96 г.) проводили: в бетонных бассейнах нагульного участка площадью 1'0 м<sup>2</sup> каждый на речной воде при интенсивности водообмена за 2.5 часа.

Плотность посадки свободных эмбрионов составляла 70 тыс. шт./м<sup>3</sup>, личинок - 30 тыс. шт./м<sup>3</sup>, мальков до средней массы 1 г - 3 тыс. шт./м<sup>3</sup>, сеголеток - 1-2.5 тыс. шт./м<sup>3</sup>, годовиков - 50-135 шт./м<sup>2</sup>, двухлеток - 12-36 шт./м<sup>2</sup>. Рыба из различных размерно-весовых групп, полученных в результате сортировок содержалась при одинаковой начальной плотности посадки под которой понимается нагрузка ихтиомассы в кг на единицу площади или объема (Цуладзе, 1990). При выращивании сеголеток начальная нагрузка ихтиомассы составляла от 2.0 до 16.9 кг/бассейн, при выращивании годовиков - 37.3-37.5 кг/бассейн, при выращивании двухлеток - 280 кг/бассейн. Группа мелкой форели после второй сортировки и при выращивании годовиков содержалась при пониженной нагрузке ихтиомассы.

Кормили рыбу до возраста годовика комбикормами РГМ-6М и РГМ-5В, обогащенными растительными липидами (6-8 %). Для кормления двухлеток использовали комбикорма фирмы "Райсно" (Финляндия). Раздачу корма личинкам на плаву и малькам до средней массы 0.3 г осуществляли вручную, при выращивании мальков, сеголеток и годовиков использовали кормораздатчики "Эвос", а при выращивании двухлеток - автокормушки "Рефлекс 1-Г-50". Суточный рацион составлял 1-8 % от массы рыбы в зависимости от периода выращивания. При выращивании форели с момента перехода на активное питание до средней массы 1 г суточная норма

Возраст рыб,

мес

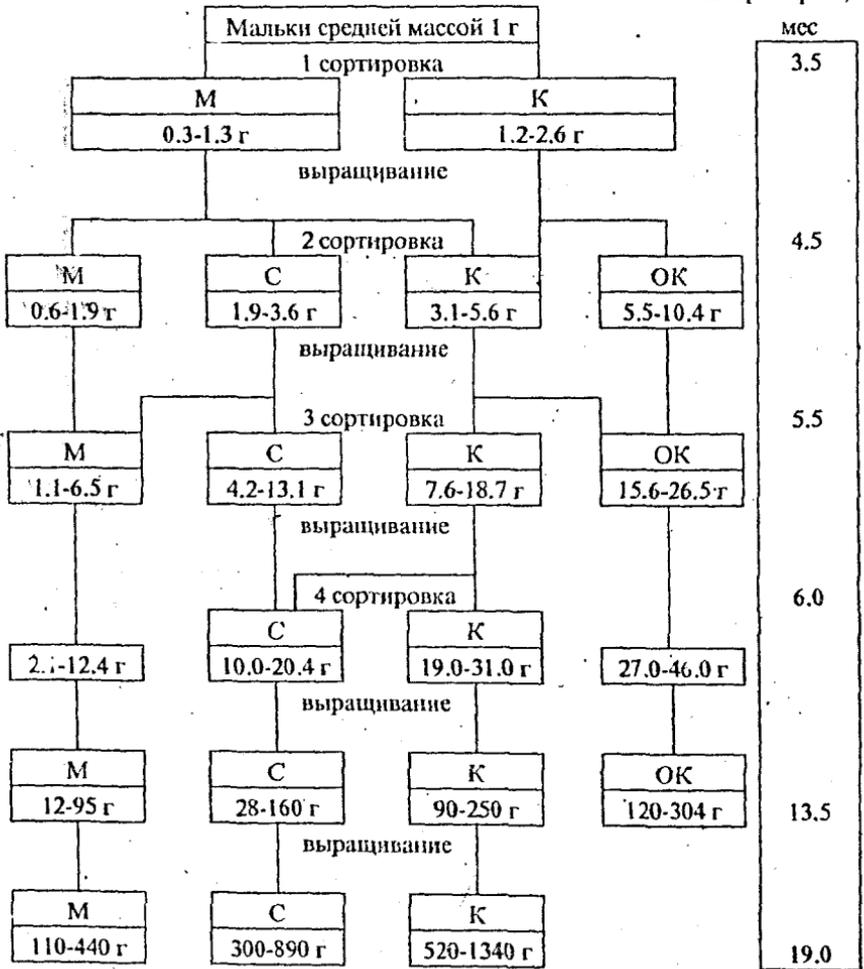


Рис. 1. Схема и результаты сортировок.  
 М-группа мелкой форели, С-группа средней форели,  
 К-группа крупной форели, ОК-группа очень крупной форели.

кормления была на 20-30 % выше нормативной с целью профилактики каннибализма.

Для изучения агрессивности и каннибализма проводились ежедневные визуальные наблюдения за поведением молодых форели после ее перехода на экзогенное питание. Особый интерес представляло поведение особей выделяющихся очень крупными размерами и рыб отстающих в росте. Для установления соотношения в размерах между хищником и жертвой при каннибализме, вылавливали особей с неполностью заглоченной жертвой. После усыпления их раствором хинальдина, жертву осторожно извлекали, при необходимости производили вскрытие.

Для изучения особенностей роста форели, уровня изменчивости массы и длины ежемесячно проводили индивидуальное взвешивание и измерение по 50-150 особей из каждой группы (Правдин, 1966). Всего проведено 6100 взвешиваний и измерений). Помимо этого 2 раза в месяц осуществляли контрольный лов (5 % рыбы из каждого бассейна). Рассчитывали абсолютный среднесуточный прирост и относительную скорость роста по логарифмической формуле (Винберг, 1956). Для изучения взаимосвязи роста длины и массы тела использовали коэффициент упитанности по Фультону и аллометрическое уравнение роста (Ищенко, 1966, 1969; Зотин, Зотина, 1967).

Вся рыба взвешивалась после каждой сортировки и при переводе на следующий технологический этап. Определяли такие рыбоводные показатели как выживаемость, прирост ихтиомассы и затраты корма.

Для морфологических исследований вскрывали по 5-10 особей из каждой размерно-весовой группы. (Щварц и др., 1968; Смирнов и др., 1972; Кублицкас, 1976). Массу выделенных морфологических структур (порка, мышцы, голова, скелет, плавники, кожа, чешуя, печень, почки, внутренний жир, сердце, гонады) выражали в процентах к массе тела. Морфологическую разделку подвергнуто 160 рыб.

Соотносительный рост мышц и массы тела рассчитывали по формуле простой аллометрии (Нухлеу, 1932).

Для гистологических исследований у 3 рыб из каждой группы брали образцы осевых мышц на уровне анального отверстия и фиксировали в 4 % нейтральном формалине. Образцы заливали в желатину. Срезы толщиной 10-20 мкм окрашивали суданом черным Б и гематоксилином (Попкова, 1974; Канонский, 1976). На срезах методом проекции определяли оснащенность осевой мускулатурой, долю красных и белых мышц. Определяли диаметр 200 мышечных волокон поверхностной и глубокой боковой мышц. Рассчитывали средний диаметр, количество мышечных волокон, коэффициенты гипертрофии и гиперплазии. Химический состав мышц определяли по методикам описанным П.Т. Лебедевым и А.Г. Усовичем. (1976), а также А.А. Яржомбеком и др. (1981). Всего проведено 548 химических определений.

В период исследований постоянно контролировали гидрохимический режим (Привезенцев, 1972). Выполнено 920 измерений температуры воды и 780 определений концентрации растворенного в воде кислорода, аммонийного азота, нитритов, нитратов, рН, общего и закислого железа.

Полученные экспериментальные данные подвергнуты статистической обработке на персональном компьютере в программах "Microsoft Excel" и "Statistica for Windows". Помимо этого при обработке данных использовались методики, предложенные Н.А. Плохинским (1970) и Е.К. Меркурьевой (1970).

### Собственные исследования

Условия среды при проведении исследований. Форелевое хозяйство "Сходня" относится к типу хозяйств, использующих комбинированный способ водоснабжения. Молодь до возраста сеголетка содержится на артезианской воде в условиях оборотного водоснабжения инкубационно-малькового цеха, до возраста годовика - на артезианской и поверхностной речной воде в зимовальном комплексе, а с годовалого возраста полностью переводится на поверхностную речную воду в бассейны нагульного участка. Перед использованием артезианская вода пропускается через градиентно-аэрацию с керамзито-гравийными фильтрами и через пруды отстойники для согревания и очистки от сероводорода, а также от соединений железа.

Применение артезианской воды позволило хозяйству избавиться от таких опасных для молоди форели заболеваний как ихтиофтириоз и диплостомоз, а в зимнее время поддерживать температуру воды около 5° С. При проведении исследований вспышек заболеваний не было. Однако на всех рыбоводных участках наблюдались существенные колебания гидрохимических показателей связанные с сезоном года, осенним и весенним паводками, ледоставом на головном пруду, бурным развитием водорослей, выходом из строя насосов системы оборотного водоснабжения и увеличением ихтиомассы в бассейнах. Все это не способствовало равномерному росту рыбы. Средние данные по гидрохимическому режиму в период исследований приведены в таблице 1.

1. Гидрохимический режим при выращивании форели от выклева до двухлетнего возраста

| Показатели                          | Инкубационно-мальковый цех (1.03.95-1.09.95) | Зимовальный комплекс (2.09.95-7.05.96) | Нагульные бассейны (8.05.96-3.10.96) |
|-------------------------------------|--|--|--------------------------------------|
| Температура, °С                     | (5.8-14.5) 11.1                              | (1.4-17.2) 5.7                         | (8.5-23.2) 17.6                      |
| O <sub>2</sub> , мг/л               | (5.6-12.3) 9.5                               | (6.8-12.2) 8.9                         | (4.2-11.3) 8.4                       |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л | (0.04-1.4) 0.5                               | (0.3-2.0) 1.38                         | (0.04-0.8) 0.4                       |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/л | (0.001-0.2) 0.08                             | (0.002-0.2) 0.04                       | (0.004-0.2) 0.1                      |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л | (0.1-0.8) 0.5                                | (0.1-1.8) 1.1                          | (0.5-2.0) 1.3                        |
| pH                                  | (7.6-8.2) 7.9                                | (7.5-8.1) 7.8                          | (7.4-8.8) 8.0                        |
| Fe общее, мг/л                      | (0.3-1.0) 0.4                                | (0.1-1.4) 0.5                          | (0.4-0.6) 0.5                        |
| Fe <sup>2+</sup> , мг/л             | (0.01-0.2) 0.1                               | (0.01-0.2) 0.1                         | -                                    |

Примечание: В скобках указаны колебания, за скобками средние значения.

Изменчивость молодежи радужной форели, проявление агрессивности и каннибализма при выращивании до массы 1 г. Пкра, из которой была получена молодежь для исследований, имела следующую размерно-весовую характеристику: средняя масса овулировавших икринок составляла  $56,7 \pm 0,7$  мг, коэффициент вариации - 10,8 %; средний диаметр икринок был равен  $4,8 \pm 0,03$  мм, коэффициент вариации - 4,6 %.

Увеличение массы и длины тела молодежи форели при выращивании от свободного эмбриона до малька средней массой 1 г происходило неравномерно о чем свидетельствует увеличение уровня изменчивости данных признаков. Так, через 0,1; 1,1; 2,2 и 3,3 месяца от начала массового выклева коэффициент вариации по массе тела составлял 6,2; 10,8; 27,5 и 47 %, а по длине тела 3,8; 3,0; 7,2 и 14,4 % соответственно.

Высокий уровень изменчивости мальков радужной форели по размерно-весовым показателям является одним из факторов влияющих на формирование социальных и иерархических эффектов, проявление агрессивности и каннибализма.

Первые проявления агрессивности наблюдались при массе форели 0,3 г, в возрасте 2,3 месяца. Они выражались в кратковременном преследовании мелких особей крупными. Формирование агрессивного поведения было связано с характером локализации пищи. При кормлении молодежи в ручную и равномерном распространении пищи по всей площади бассейна агрессивного поведения не наблюдалось. Особи из различных размерно-весовых классов при таком кормлении равномерно распределяются по площади рыбоводной емкости. При локализации пищи в одном участке бассейна (неиспользование кормораздатчиков "Эвос") вся рыба стремилась подойти к кормовому месту и здесь преимущества получали более крупные особи. Агрессивное поведение явилось, вероятно, инстинктивным механизмом конкуренции обеспечивающим преимущества в потреблении пищи. При этом крупные особи увеличивали свою массу еще быстрее, а мелкие все больше отставали в росте. Наблюдалось увеличение изменчивости форели по размерно-весовым показателям.

Начало каннибализма отмечено у молодежи форели в 3-месячном возрасте. Размерно-весовые показатели форели и уровень их изменчивости при первом проявлении каннибализма представлены в табл. 2.

## 2. Размерно-весовые показатели форели при возникновении каннибализма

| Показатели                                | Масса             | Длина            |
|---|-------------------|------------------|
| $M \pm m$                                 | $0,51 \pm 0,02$ г | $3,1 \pm 0,1$ см |
| $Cv \pm m, \%$                            | $36,3 \pm 2,5$    | $11,8 \pm 0,8$   |
| Соотношение между хищником и жертвой, раз | 5-7 и более       | 1,6-1,7 и более  |

В качестве потенциальных хищников выступали крупные особи, а каннибализм провоцировался близким нахождением к ним потенциальных жертв. В качестве последних выступали мелкие, чаще ослабленные, медлен-

но двигающиеся особи, хотя наблюдалось преследование крупными мальками и довольно активных рыб. При внимательном наблюдении у крупных мальков в ротовом отверстии можно было увидеть хвост или голову полностью заглоченной жертвы.

Заглатывание хищником жертвы осуществлялось двумя практически возможными способами: с головы и с хвоста. Если жертва была довольно крупной, происходило ее заглатывание примерно наполовину или на 2/3, а через какое-то время, по мере переваривания заглоченной части тела, проглатывалось и все остальное. Неоднократно можно было наблюдать картину, когда жертву заглатывали одновременно две особи, одна с хвоста, а другая с головы. Если жертва к тому же активно двигалась, хищники могли уронить ее и снова пытаться заглатывать.

При изучении соотношения в размерах между хищником и жертвой было установлено, что первый крупнее последней по массе тела в 5-7 раз, а по длине - в 1,6-1,7 раза и более (табл. 2). Другими словами, максимальная масса жертвы была не более 20 % от массы хищника, а максимальная длина - не более 60 % его длины.

Для выявления возможности каннибализма у молоди радужной форели наиболее простым показателем будет, вероятно, отношение между массой наибольшей и наименьшей особей, входящих в одну группу. Такое отношение равно 5, а при его превышении вероятность каннибализма увеличивается.

Каннибализм у хищных рыб связывают с обеспеченностью их пищей (Heth, Appelbaum, 1988). В этой связи необходимо отметить, что проявление агрессивности и каннибализма в нашем опыте происходило на фоне и быточного кормления до 40 раз в сутки из кормораздатчиков системы "Эвос". Суточная норма корма превышала нормативную в данных условиях на 20-30 %. Поэтому каннибализм, вероятнее всего, является проявлением хищнического инстинкта форели, который действует в условиях плотных посадок при существенных различиях между мальками по размерно-весовым показателям.

Период выращивания мальков от средней массы 0,28 до 1 г продолжался 30 дней. За это время потери молоди составили 8 %. При отсутствии заболеваний они были связаны с каннибализмом, а также с появлением и гибелью истощенных особей, которые не выдерживают конкуренции при совместном содержании с крупными.

Рост и рыбопродуктивные показатели радужной форели с различной начальной массой, полученной в результате сортировок. Согласно программе исследований, первую сортировку для предотвращения каннибализма проводили при средней массе молоди 1 г. Основанием для следующих сортировок было возобновление каннибализма и появление особей отличающихся особо крупными размерами (выскочек, агрессивистов, доминант и т.п.). После третьей сортировки проявлений каннибализма не наблюдалось.

Четвертая сортировка была последней и проводилась перед высадкой сеголеток в бассейны зимовального комплекса. Сформированные группы форели выращивались раздельно до двухлетнего возраста.

Для первой сортировки была использована одна разделительная решетка с шириной проемов 4 мм, для второй сортировки - три решетки с шириной проемов 4, 5 и 7 мм, для третьей сортировки - две с шириной проемов 5 и 10 мм, а для четвертой сортировки - одна решетка с шириной проемов 10 мм.

В результате последовательной трехкратной сортировки и раздельного выращивания разноразмерной молоди форели каннибализм был сведен к минимуму. Выживаемость подопытных сеголеток форели при выращивании от средней массы 1 г была на 11,6 % выше (в основном за счет выживания мелких особей), чем в производственных бассейнах при одной сортировке (табл. 3). Необходимо заметить, что по нормативам выживаемость сеголеток за 120-150 дней выращивания от средней массы 1 г составляет 70 % (Канидьев и др., 1985).

3. Выживаемость сеголеток форели при одной и трех сортировках

| Показатели                         | Опытные бассейны | Производственные бассейны |
|------------------------------------|------------------|---------------------------|
| Количество сортировок              | 3                | 1                         |
| Продолжительность выращивания, дни | 71               | 71                        |
| Выживаемость, %                    | 97,6             | 86                        |

Увеличение массы тела радужной форели с различной начальной массой, полученной в результате сортировок происходило неравномерно, так как рыба неодинаково реагировала на складывающиеся условия выращивания. Изменчивость по массе тела у форели в результате сортировок уменьшалась, что делало невозможным проявление каннибализма, а в процессе выращивания увеличивалась вплоть до годовалого возраста (табл. 4). Наиболее значительно (до 49 %) увеличивалась изменчивость в группе мелкой форели, что свидетельствовало о наибольшей неравномерности её роста. В период выращивания двухлеток изменчивость по массе тела в группе мелкой форели достоверно снизилась от 49 до 27 %, а в группах средней и крупной форели уменьшение коэффициент вариации было достоверным.

По среднесуточному приросту на всех этапах выращивания было очевидным превосходство форели с большей начальной массой. Установлено, что при увеличении массы сеголеток форели на 1 г средняя масса годовиков весной повышалась на 8,69 г. Уравнение регрессии массы годовиков (Y) от массы сеголеток (X) имеет вид:  $Y=2.56+8.69X$ . Годовики форели, выращиваемые из сеголеток массой 25 г в апреле достигли товарной массы 200 г, при сумме тепла от выклева 3300 градусо-дней. Зависимость массы двухлеток форели (Y) от массы годовиков (X) выражается уравнением регрессии:

$Y=19.50+5.05X$ , т.е. при увеличении массы годовиков на 1 г, средняя масса двухлеток осенью повышалась на 5.05 г.

Таким образом, преимущество крупных особей по размерно-весовым показателям, проявившееся в первое лето жизни при дальнейшем раздельном выращивании сохранились до годовалого и двухлетнего возраста.

#### 4. Рост радужной форели с различной начальной массой

| Группа<br>рыб                           | Начальная масса |       | Конечная масса |       | ССП*<br>г/сут | ОСР**<br>% | Связь длина-<br>масса (b) *** |
|---|-----------------|-------|----------------|-------|---------------|------------|-------------------------------|
|   | средняя, г      | Св. % | средняя, г     | Св. % |               |            |                               |
| После первой сортировки (21.06-20.07)   |                 |       |                |       |               |            |                               |
| М                                       | 0.8             | 28.4  | 2.6            | 42.3  | 0.06          | 4.10       | 3.21                          |
| К                                       | 1.5             | 24.7  | 4.7            | 25.8  | 0.11          | 3.90       | 3.19                          |
| После второй сортировки (21.07-15.08)   |                 |       |                |       |               |            |                               |
| М                                       | 1.2             | 21.5  | 3.8            | 33.5  | 0.10          | 4.40       | 3.12                          |
| С                                       | 2.8             | 19.3  | 7.6            | 29.6  | 0.19          | 4.00       | 3.00                          |
| К                                       | 4.3             | 16.4  | 11.5           | 23.8  | 0.28          | 3.85       | 3.11                          |
| ОК                                      | 6.9             | 15.0  | 18.3           | 14.6  | 0.44          | 3.82       | 2.97                          |
| После третьей сортировки (16.08-1.09)   |                 |       |                |       |               |            |                               |
| М                                       | 4.1             | 33.5  | 6.2            | 34.4  | 0.14          | 2.80       | 2.92                          |
| С                                       | 8.4             | 21.7  | 12.2           | 23.8  | 0.25          | 2.50       | 2.99                          |
| К                                       | 11.0            | 19.6  | 15.5           | 22.7  | 0.30          | 2.30       | 3.01                          |
| ОК                                      | 18.0            | 13.8  | 25.0           | 13.6  | 0.47          | 2.20       | 3.09                          |
| Выращивание годовиков (2.09.95-7.05.96) |                 |       |                |       |               |            |                               |
| М                                       | 6.2             | 34.4  | 56.1           | 49.0  | 0.20          | 0.89       | 3.11                          |
| С                                       | 12.6            | 17.7  | 113.6          | 31.8  | 0.40          | 0.88       | 2.89                          |
| К                                       | 19.3            | 12.2  | 170.0          | 19.6  | 0.60          | 0.87       | 2.83                          |
| ОК                                      | 25.0            | 14.0  | 220.0          | 19.8  | 0.78          | 0.87       | 2.92                          |
| Выращивание двухлеток (8.05-3.10)       |                 |       |                |       |               |            |                               |
| М                                       | 56.1            | 49.0  | 303.0          | 27.2  | 1.68          | 1.15       | 3.21                          |
| С                                       | 13.6            | 31.8  | 592.8          | 28.7  | 3.26          | 1.13       | 3.22                          |
| К                                       | 170.0           | 19.6  | 878.2          | 18.2  | 4.82          | 1.12       | 3.16                          |

Примечание:

\*ССП-среднесуточный прирост; \*\*ОСР-относительная скорость роста;

\*\*\*- b - аллометрический показатель в уравнении взаимосвязи массы (P) и длины тела (L):  $P=aL^b$ . При  $b>3$  преобладает весовой рост,  $b<3$  указывает на увеличение вытянутости тела. При изометрическом росте  $b=3$  (Ищенко, 1966, 1969; Зотин, Зотина, 1967).

По относительной скорости роста при выращивании сеголеток, годовиков и двухлеток группа мелкой форели несколько превосходила своих более крупных сверстников (табл. 4). Однако, на всех этапах выращивания форель мелкой группы более чутко реагировала снижением скорости роста на ухудшение гидрохимический показателей, а при их улучшении наблюдался компенсаторный рост.

Весовой рост и увеличение линейных размеров рыб тесно связаны. Выведенные аллометрические уравнения позволили установить общие закономерности количественной связи длина-масса. Так, после первой сортировки, судя по показателю степени аллометрического уравнения, у мелкой и крупной молодежи процессы массонакопления преобладали над увеличением линейных размеров ( $b > 3$ ). При выращивании молодежи после второй сортировки у мелкой и крупной рыбы преобладал весовой рост ( $b > 3$ ), у средней форели происходило равномерное увеличение длины и массы тела ( $b = 3$ ), а у очень крупных рыб рост осуществлялся, в большей степени, за счет увеличения линейных размеров ( $b < 3$ ). При выращивании годовиков форели из сеголеток различной массы у мелкой рыбы преобладал весовой рост, а у средней, крупной, и очень крупной - линейный. При выращивании двухлеток весовой рост у форели всех размерно-весовых групп преобладал над линейным ( $b > 3$ ) (табл. 4).

Рыбоводные показатели при выращивании форели с различной начальной массой, полученной в результате сортировок несколько различались (табл. 5).

Прирост иктиомассы в период выращивания сеголеток был выше в группе мелкой форели, что обусловлено большей относительной скоростью ее роста. Выживаемость молодежи форели при выращивании сеголеток находилась в пределах 97.6 - 100 % и была, как правило, выше у рыбы с большей начальной массой, однако на прирост иктиомассы в различных группах это существенно не повлияло.

При выращивании годовиков лучшие рыбоводные показатели отмечены в группе крупной форели, что было связано с более высокой выживаемостью этой рыбы по сравнению с другими группами. Самые низкие рыбоводные показатели отмечены в группе мелкой форели: относительный прирост иктиомассы и выживаемость меньше, а затраты корма выше чем в группе крупных рыб на 61.8, 9.1 и 12.7 % соответственно (табл. 5).

Высокий среднесуточный прирост годовиков форели, выращиваемых из сеголеток массой 25 г и равномерность их роста, позволили получить товарную форель массой 200 г с небольшими колебаниями этого показателя ( $C_v = 19.6\%$ ) в возрасте 13.5 мес от выклева при сумме тепла 3300 градусо-дней.

При выращивании двухлеток форель крупной группы (10 % рыбы от общего количества сеголеток) достигает товарной массы 200 г в мае, т.е. за 14.5 месяцев от выклева, форель средней группы (61 % рыбы) достигает массы 200 г за 15.5 месяцев, а форель мелкой группы (21 % рыбы) - за 17.5 месяцев от выклева, при сумме тепла 3700, 4200 и 5500 градусо-дней, соответственно. При одинаковых сроках вылова (в октябре) лучшие рыбоводные показатели получены в группе мелкой форели: относительный прирост иктиомассы был на 14.2 и 20.5 % выше, а затраты корма ниже на 3.1 и 4.0 %, чем соответственно в группах средней и крупной рыбы. Выращивание двухлеток радужной форели из годовиков средней массой от 56.1 до 170 г позволяет при осеннем вылове расширить ассортимент товарной рыбы от 300 до 880 г.

5. Рыбоводные показатели радужной форели с различной начальной массой

| Группа рыб                              | Кол-во бассейнов | Количество особей |      | Начальная масса |                   | Конечная масса |                   | Выживаемость, % | Прирост интимиомассы, % от посадки | Затраты корма, кг/кг | Себестоимость 1 кг, руб |
|---|------------------|-------------------|------|-----------------|-------------------|----------------|-------------------|-----------------|------------------------------------|----------------------|-------------------------|
|   |                  | тыс.шт            | %    | г               | кг/м <sup>3</sup> | г              | кг/м <sup>3</sup> |                 |                                    |                      |                         |
| После первой сортировки (21.06-20.07)   |                  |                   |      |                 |                   |                |                   |                 |                                    |                      |                         |
| М                                       | 5                | 12,8              | 65.0 | 0,78            | 2,0               | 2,57           | 6,48              | 98,4            | 223,8                              | 1,65                 | 51594                   |
| К                                       | 5                | 6,9               | 35,0 | 1,52            | 2,1               | 4,72           | 6,49              | 99,5            | 208,9                              | 1,5                  | 52061                   |
| После второй сортировки (21.07-15.08)   |                  |                   |      |                 |                   |                |                   |                 |                                    |                      |                         |
| М                                       | 1                | 2,0               | 10,3 | 1,21            | 2,42              | 3,8            | 7,41              | 97,6            | 206,2                              | 1,5                  | 70465                   |
| С                                       | 4                | 10,03             | 51,6 | 2,75            | 6,9               | 7,6            | 19,23             | 99,6            | 175,1                              | 1,3                  | 40762                   |
| К                                       | 4                | 6,44              | 33,0 | 4,32            | 6,95              | 11,33          | 18,54             | 99,9            | 166,8                              | 1,3                  | 41660                   |
| ОК                                      | 1                | 1,0               | 5,1  | 6,9             | 6,9               | 18,3           | 18,3              | 100,0           | 165,2                              | 1,3                  | 42009                   |
| После третьей сортировки (16.08-1.09)   |                  |                   |      |                 |                   |                |                   |                 |                                    |                      |                         |
| М                                       | 1                | 4,05              | 20,9 | 4,1             | 16,6              | 6,2            | 25,0              | 99,5            | 50,6                               | 1,6                  | 38535                   |
| С                                       | 4                | 7,87              | 40,6 | 8,44            | 16,61             | 12,2           | 23,76             | 99,0            | 43,1                               | 1,51                 | 40118                   |
| К                                       | 4                | 5,95              | 30,7 | 11,0            | 16,37             | 15,5           | 22,27             | 99,2            | 39,7                               | 1,4                  | 41889                   |
| ОК                                      | 2                | 1,5               | 7,8  | 18,0            | 16,88             | 25,0           | 23,44             | 100,0           | 38,9                               | 1,38                 | 40858                   |
| Выращивание годовиков (2.09.95-7.05.96) |                  |                   |      |                 |                   |                |                   |                 |                                    |                      |                         |
| М                                       | 1                | 4,03              | 21   | 6,2             | 0,83              | 56,1           | 6,0               | 79,4            | 620,0                              | 3,08                 | 42146                   |
| С                                       | 4                | 11,75             | 61   | 12,7            | 1,24              | 113,6          | 9,7               | 87,2            | 680,1                              | 2,71                 | 30538                   |
| К                                       | 1                | 1,94              | 10   | 19,3            | 1,25              | 170,0          | 9,75              | 88,5            | 681,8                              | 2,69                 | 30387                   |
| ОК                                      | 1                | 1,5               | 8    | 25,0            | 1,25              | 220,0          | 9,17              | 83,1            | 638,3                              | 2,84                 | 32163                   |
| Выращивание двухлеток (8.05-3.10)       |                  |                   |      |                 |                   |                |                   |                 |                                    |                      |                         |
| М                                       | 1                | 4,99              | -    | 56,1            | 2,0               | 303,0          | 10,0              | 92,7            | 400,7                              | 0,96                 | 25093                   |
| С                                       | 1                | 2,47              | -    | 113,6           | 2,0               | 592,8          | 9,7               | 93,0            | 386,5                              | 0,99                 | 23413                   |
| К                                       | 1                | 1,65              | -    | 170,0           | 2,0               | 878,2          | 9,6               | 92,8            | 380,2                              | 1,00                 | 23658                   |

Расчет экономической эффективности трехкратной сортировки и раздельного выращивания молоди форели с различной начальной массой показали, что она составляет 5038 руб. на 1 кг сеголеток по сравнению с базовым вариантом (1 сортировка). Экономический эффект при производстве 1 т сеголеток с трехкратной сортировкой и раздельным выращиванием составит 5038000 руб. (в ценах 1995 г.).

При выращивании всех размерно-весовых групп молоди форели с одинаковой начальной нагрузкой ихтиомассы на единицу площади или объема себестоимость 1 кг мелких сеголеток была ниже чем средних, крупных и очень крупных на 4.1, 8.7 и 6.0 %. Уменьшение начальной нагрузки ихтиомассы мелкой молоди форели в 2.8 раза по сравнению с другими группами рыб приводит к увеличению ее себестоимости на 40.4-42.1 %.

Себестоимость мелких годовиков, выращиваемых из сеголеток массой 6.2 г была на 25.7-27.5 % выше, чем рыбы выращиваемой из более крупного посадочного материала массой 12.7-25.0 г. Себестоимость двухлеток форели оказалась самой высокой у мелкой рыбы, так как в нее были заложены затраты на выращивание годовиков (табл. 5).

Таким образом, в полносистемном форелевом хозяйстве выращивание товарной (столовой) рыбы экономически эффективнее из крупного посадочного материала. При закупке стандартных годовиков различной массы по одинаковой цене производство столовой форели будет эффективнее из более мелкого посадочного материала, так как прирост ихтиомассы у мелких двухлеток выше, а затраты корма на единицу прироста ниже, чем у крупных.

Морфологические и физиолого-биохимические показатели годовиков и двухлеток радужной форели, выращиваемых из сеголеток различной массы. Динамика морфологических показателей форели с различной начальной массой позволяет выявить особенности формирования пищевой ценности рыбы и ее физиологическое состояние (табл. 6).

Относительная масса мышц была достоверно выше у форели с большей начальной массой в возрасте 6, 10.5 и 13.5 мес. Далее, к 19-месячному возрасту, различия по этому показателю между группами стали сглаживаться и к концу нагула относительная масса мышц у двухлеток форели различных размерно-весовых категорий стала практически одинаковой.

Различия между группами по относительной массе кожи, головы, плавников, а также печени и внутриполостного жира наблюдавшиеся в возрасте от 6 до 16.5 мес, к концу нагула также сгладились (табл. 6).

Отдельным органам и частям тела свойственна неравномерность и непропорциональность роста аллометрия, которая вызывает изменения в пропорциях и определяет форму тела в процессе индивидуального развития (Светлов, 1978). Поскольку боковая мускулатура составляет значительную часть тела рыб, то рост всего организма прямо связан с ее количественными изменениями. Соотносительный рост мускулатуры и массы тела радужной форели можно представить уравнением вида  $y=ax^b$  (Huxley, 1932), где  $x$  -

## 6. Динамика морфологических показателей форели

| Группа<br>рыб       | Масса<br>рыб, г | в % к массе тела |           |            |             |
|---------------------|-----------------|------------------|-----------|------------|-------------|
|                     |                 | Мышцы            | Печень    | Внутр. жир | Гонады      |
| 10.09.95 (6 мес)    |                 |                  |           |            |             |
| М                   | 8.8             | 39.97±0.94       | 1.44±0.06 | 1.36±0.17  | -           |
| С                   | 16.9            | 42.41±0.68       | 1.87±0.07 | 1.52±0.19  | -           |
| К                   | 25.6            | 44.07±0.90       | 1.70±0.07 | 2.05±0.25  | -           |
| ОК                  | 38.7            | 47.96±0.58       | 1.93±0.11 | 2.81±0.22  | -           |
| 26.04.96 (13.5 мес) |                 |                  |           |            |             |
| М                   | 44.8            | 46.66±1.08       | 2.69±0.09 | 3.82±0.36  | 0.070±0.005 |
| С                   | 93.4            | 51.96±0.90       | 2.33±0.03 | 3.24±0.07  | 0.088±0.006 |
| К                   | 149.6           | 54.60±0.67       | 1.90±0.12 | 2.50±0.23  | 0.062±0.007 |
| ОК                  | 216.1           | 54.64±0.58       | 2.14±0.07 | 3.09±0.25  | 0.074±0.007 |
| 18.07.96 (16.5 мес) |                 |                  |           |            |             |
| М                   | 130.5           | 53.48±0.59       | 1.78±0.06 | 3.18±0.21  | 0.09±0.01   |
| С                   | 282.0           | 56.53±0.85       | 1.55±0.14 | 3.72±0.07  | 0.08±0.01   |
| К                   | 460.0           | 56.81±0.55       | 2.15±0.09 | 3.27±0.22  | 0.46±0.17   |
| 8.10.96 (19 мес)    |                 |                  |           |            |             |
| М                   | 301.3           | 54.12±0.45       | 2.35±0.14 | 3.84±0.31  | 0.57±0.47   |
| С                   | 573.6           | 54.83±0.89       | 2.29±0.19 | 3.91±0.42  | 1.42±0.78   |
| К                   | 880.8           | 54.07±0.57       | 2.16±0.08 | 3.52±0.40  | 3.17±0.86   |

общая масса тела;  $y$  - масса мышц;  $b$  - константа роста, показывающая во сколько раз быстрее ( $b > 1$ -положительная аллометрия) или медленнее ( $b < 1$ -отрицательная аллометрия) растут мышцы по сравнению с массой тела. Если рост пропорционален, то  $b = 1$  (изометрия);  $a$  - константа начальной массы мышц (Минна, 1975; Минна, Клевезаль, 1976).

Мелкая форель:  $y = 0.326x^{1.09}$  (6-13.5 мес),  $y = 0.349x^{1.08}$  (13.5-19 мес);

Средняя форель:  $y = 0.302x^{1.12}$  (6-13.5 мес),  $y = 0.452x^{1.03}$  (13.5-19 мес);

Крупная форель:  $y = 0.302x^{1.13}$  (6-13.5 мес),  $y = 0.452x^{0.99}$  (13.5-19 мес);

Очень крупная форель:  $y = 0.360x^{1.08}$  (6-13.5 мес).

Судя по показателю степени аллометрии " $b$ ", рост мускулатуры у форели всех размерно-весовых групп в возрасте от 6 до 13.5 мес опережает рост массы всего тела ( $b > 1$ ), а наиболее интенсивно растет мускулатура у крупной рыбы. На втором году жизни у мелкой форели мускулатура растет значительно интенсивнее, чем у средней и крупной рыбы, причем у крупной форели рост мышц отстает от роста массы всего тела ( $b < 1$ ). Таким образом, у крупных особей, выделяющихся в первое лето жизни мускулатура растет более интенсивно, чем у мелких до годовалого возраста. Снижение темпа роста мускулатуры у крупной и средней форели на втором году жизни связано с началом полового созревания.

В 19-месячном возрасте наибольший коэффициент зрелости отмечен у крупной форели, а наименьший у мелкой (табл. 6). В группе мелких двухлеток было наименьшее количество созревающих рыб (16.7%), а в группе крупных наибольшее - 50.9%, в группе средних двухлеток количество со-

зревающих особей составляло 25 %. Было установлено, что увеличение относительной массы гонад у двухлеток форели связано в большей степени с половым созреванием самцов.

Различия в темпе роста рыб в значительной мере определяются ростом мышечной ткани, который обусловлен процессами гипертрофии и гиперплазии мышечных волокон. В результате гистологических исследований было установлено, что на первом году жизни мелкая форель не имела достоверных различий с крупной рыбой по оснащенности осевой мускулатурой (% осевых мышц от площади среза), доле красных мышц и проценту соединительной ткани в мышцах. Крупная форель превосходит мелкую по коэффициентам гиперплазии мышечных волокон поверхностной и глубокой боковых мышц в 2,2-2,8 раза. Коэффициенты гипертрофии белых мышечных волокон у крупной форели были в 1,3 раза выше, чем у мелкой. По коэффициентам гипертрофии красных мышечных волокон достоверных различий между группами не обнаружено. Полученные данные дают основание предположить, что различия в интенсивности роста осевой мускулатуры форели на первом году жизни определяются большей интенсивностью гиперплазии мышечных волокон у крупных рыб по сравнению с мелкими. Гипертрофия мышечных волокон в меньшей степени влияет на рост мышц форели в первый год жизни.

Химический состав мышц форели имел определенные различия между группами и изменялся в процессе роста рыб (табл. 7).

#### 7. Динамика химического состава мышц форели (в % к сырому веществу)

| Группа              | Масса рыб, г | Вода       | Жир        | Белок      | Зола      |
|---------------------|--------------|------------|------------|------------|-----------|
| 10.09.95 (6 мес)    |              |            |            |            |           |
| М                   | 8.7          | 78.91±0.40 | 3.73±0.06  | 16.25±0.88 | 1.10±0.02 |
| С                   | 16.9         | 77.72±0.48 | 4.06±0.39  | 17.11±0.70 | 1.11±0.01 |
| К                   | 25.6         | 78.23±0.51 | 3.50±0.51  | 17.17±1.00 | 1.10±0.02 |
| ОК                  | 38.7         | 77.29±0.41 | 4.20±0.65  | 17.38±0.74 | 1.13±0.05 |
| 26.04.96 (13.5 мес) |              |            |            |            |           |
| М                   | 44.8         | 76.60±0.89 | 4.85±0.99  | 17.42±0.15 | 1.13±0.01 |
| С                   | 93.4         | 75.53±0.55 | 5.32±0.94  | 17.99±1.22 | 1.16±0.02 |
| К                   | 149.6        | 75.63±0.70 | 5.75±0.59  | 17.40±0.19 | 1.22±0.04 |
| ОК                  | 216.1        | 74.20±1.09 | 5.96±1.00  | 18.63±0.36 | 1.21±0.05 |
| 8.10.96 (19 мес)    |              |            |            |            |           |
| М                   | 301.3        | 71.50±0.69 | 8.76±0.48  | 18.48±0.82 | 1.36±0.06 |
| С                   | 573.6        | 70.72±0.43 | 9.17±0.44  | 18.81±0.62 | 1.42±0.04 |
| К                   | 880.8        | 69.57±1.23 | 10.32±1.34 | 18.87±0.11 | 1.34±0.04 |

Общая закономерность, характерная для рыб всех размерно-весовых групп, заключалась в том, что с возрастом в мышцах уменьшалось количество воды и увеличивалось количество липидов, а также, до некоторой сте-

пени, белка. Содержание в мышцах воды было несколько выше у сеголеток, годовиков и двухлеток форели с меньшей начальной массой. Достоверные различия по этому показателю выявлены в возрасте 10,5 и 16,5 мес. Количество жира в мышцах форели имеет обратную зависимость с содержанием воды и было выше у рыбы с большей начальной массой. В период зимнего выращивания (возраст 6-13,5 мес) накопление в мышцах липидов шло интенсивнее у крупной форели. На втором году жизни в мышцах форели всех размерно-весовых групп наблюдалось значительное увеличение количества липидов (в 1,72-1,81 раза). Содержание в мышцах белка было несколько выше у форели с большей начальной массой, однако достоверных различий между группами по этому показателю не установлено.

Пищевая ценность товарной (столовой) форели, получаемой с апреля по октябрь несколько различалась. Если судить по выходу мяса, то качество товарной форели выше в июле (относительная масса мышц составляет 56,5-56,8 %, что на 2,0-2,7 % больше, чем весной и осенью). Самая низкая калорийность мяса товарной форели наблюдается в апреле (553 кДж/100 г). К осени содержание жира в мышцах увеличивается, что сказывается на калорийности форели (в октябре она составляет 660-728 кДж/100 г), причём крупная рыба отличается повышенной калорийностью.

Использование результатов исследований для совершенствования схемы реализации товарной форели. В современных рыночных условиях при наличии жесткой конкуренции между зарубежными и отечественными сельскохозяйственными предприятиями возможность выжить и эффективно работать будет лишь у тех хозяйств, которые способны обеспечить бесперебойное производство и постоянный выход высококачественной продукции. Особенно актуально это для рыбодонных хозяйств использующих водосточники с нерегулируемым температурным режимом на которых получение товарной (столовой) рыбы имеет сезонный характер.

Значительное внимание на мировом рынке уделяется товарным качествам рыбодонной продукции, среди которых важное место занимают размерно-весовые показатели рыбы. Во многих странах мира большую часть продукции форелеводства составляет порционная форель. По разным оценкам это рыба массой от 100 до 300 г. В Московском регионе спросом пользуется форель массой 200-300 г.

Результаты проведенного исследования показывают возможность получения такой рыбы с апреля по октябрь практически без перерыва. Для этого используется неравномерность роста молоди форели, а основным технологическим приемом служит раздельное выращивание годовиков и двухлеток форели из сеголеток различной массы, полученной в результате сортировки.

Схема поэтапной реализации товарной (столовой) форели представлена на рис. 2. Из нее видно, что получение порционной форели происходит с апреля по октябрь. Различные размерно-весовые группы рыб последовательно достигают товарной массы 200-300 г. Группа очень крупной

| Группа | % особей * | Месяц  |     |      |      |        |          |               |
|--------|------------|--------|-----|------|------|--------|----------|---------------|
|        |            | апрель | май | июнь | июль | август | сентябрь | октябрь       |
| М      | (21 %)     |        |     |      |      |        |          | 291.4-314.6** |
| С      | (61 %)     |        |     |      |      |        |          | 569.9-615.7   |
| К      | (10 %)     |        |     |      |      |        |          | 860.7-895.7   |
| ОК     | (8 %)      |        |     |      |      |        |          |               |

Рис. 2. Схема реализации товарной форели

\* % особей от общего количества сеголеток

■ - получение порционной форели массой 200-300 г,

\*\* масса рыб при выращивании до октября, г

форели, количество которой было 8 % от общего числа сеголеток, достигает товарной массы 200 г в апреле. Возможность реализации группы крупной форели (10 % от количества сеголеток) появляется в мае, средней группы (61 %) - в июне, а мелкой (21 %) - в конце августа. Мелкие двухлетки форели имеют массу в пределах 200-300 г с конца августа до начала октября. При выращивании различных размерно-весовых групп форели до октября расширяется ассортимент и качество рыболовной продукции.

### Выводы

1. Первые проявления агрессивности наблюдаются у молоди форели при средней массе 0.3 г, каннибализм начинается при массе 0.49-0.53 г. Коэффициент вариации молоди форели по массе тела при первых проявлениях каннибализма составляет 33.8-38.8 %, по длине тела - 11.0-12.6 %. Хищник крупнее жертвы по массе тела в 5-7 раз, по длине тела - в 1.6-1.7 раза и более.

2. Последовательное проведение трехкратной сортировки форели по массе тела и раздельное выращивание мальков различной массы позволяют значительно уменьшить каннибализм. Выход молоди (в основном за счет выживания мелких особей) при выращивании сеголеток от средней массы 1 г составляет 97.6 %, что на 11.6 % больше, чем при однократной сортировке. Это повышает экономическую эффективность производства сеголеток на 11 %. Негативного влияния процесса сортировки на выживаемость и темп роста форели не отмечено.

3. Изменчивость подопитой форели по массе и длине тела в первые 3.5 мес после выклева увеличивается от 6.2 до 47 % и от 3 до 14.3 % соответственно. В результате сортировок изменчивость размерно-весовых показателей форели уменьшается, а в процессе роста увеличивается вплоть до годовалого возраста. Наиболее значительно (до 49 %) увеличивается изменчивость массы тела у форели мелкой группы. На втором году жизни уровень изменчивости массы тела у форели всех размерно-весовых групп уменьшается до 19-28 %.

4. По относительной скорости роста мелкая форель в возрасте от 3.5 до 19 месяцев превосходит среднюю, крупную и очень крупную в среднем на 0.2-0.3%, но по абсолютному среднесуточному приросту уступает своим более крупным сверстникам.

5. При раздельном выращивании форели различной массы, полученной в результате сортировок, 8 % рыбы от общего количества сеголеток достигает товарной массы 200 г в годовалом возрасте, т.е. за 13.5 месяцев от момента выклева, 10 % форели достигает массы 200 г за 14.5 месяцев, 61 % форели - за 15.5 месяцев и 21 % форели - за 17.5 месяцев от выклева, при сумме тепла 3300, 3700, 4200 и 5500 градусо-дней, соответственно.

6. Прирост ихтиомассы и затраты корма на прирост при выращивании сеголеток уменьшаются с увеличением индивидуальной массы рыб. При одинаковой начальной нагрузке ихтиомассы на единицу площади или объема себестоимость 1 кг мелких сеголеток ниже чем средних, крупных и очень крупных на 4.1, 8.7 и 6.0 %. Снижение начальной нагрузки ихтиомас-

сы мелкой молодежи форели по сравнению с другими группами рыб приводит к увеличению ее себестоимости.

При выращивании годовиков (в зимний период) наиболее выгодные рыбоводные показатели отмечены у группы крупной форели, прирост ихтиомассы и выживаемость выше, чем у мелкой на 61.8 % и 9.1 % соответственно, затраты корма ниже на 7.8 %.

У двухлеток, при одинаковых сроках вылова, лучшие рыбоводные показатели получены в группе мелкой форели: относительный прирост ихтиомассы на 14.2 и 20.5 % выше, а затраты корма на 3.1 и 4.0 % ниже, чем соответственно в группах средней и крупной рыбы.

Выращивание товарной (столовой) форели из собственных сеголеток и годовиков в полносистемном хозяйстве экономически эффективнее из крупного посадочного материала.

7. Крупная форель на первом году жизни имеет более высокую относительную массу мускулатуры (на 7.98-10.27 %), чем мелкая. При выращивании двухлеток мускулатура растет более интенсивно у мелкой форели.

Различия в интенсивности роста осевой мускулатуры форели в первый год жизни определяются большей интенсивностью гиперплазии мышечных волокон у крупных особей по сравнению с мелкими.

8. Коэффициент зрелости у крупных двухлеток форели в 2.2 и 5.6 раза выше, чем у соответственно у средних и мелких. Группа мелких двухлеток имела наименьшее количество созревающих рыб (16.7 %), а группа крупных особей составляло 25 %. Увеличение относительной массы гонад у двухлеток радужной форели связано, в большей степени, с половым созреванием самцов.

9. Химический состав мышц форели находится в зависимости от начальной массы рыб. В возрасте от 6 до 19 мес содержание в мышцах воды выше у мелкой форели. С увеличением начальной массы наблюдается повышение содержания жира в мышцах рыб с 3.73 до 4.2 % у сеголеток, с 4.85 до 5.96 % у годовиков и с 8.76 до 10.32 % у двухлеток. Крупная форель отличается более высокой калорийностью по сравнению с рыбой из других размерно-весовых групп.

### Практические рекомендации

1. Для профилактики каннибализма первую сортировку молодежи форели по массе тела следует проводить при достижении ею средней массы 0.5 г, превышении коэффициента вариации по массе тела 33 % и по длине тела 11 %. Отношение массы наибольшей и наименьшей особей у содержащихся совместно мальков не должно быть выше 5, что определяет количество размерно-весовых групп форели.

После проведения сортировки мальков форели возможно возобновление каннибализма. Поэтому, необходимы повторные сортировки, частота которых, определяется уровнем изменчивости рыбы или величиной отношения между массой наибольшей и наименьшей особей.

2. В качестве одного из методов целенаправленного получения форели с заданной массой рекомендуется использовать отдельное выращивание трех и более размерно-весовых групп рыб, полученных в результате сортировок. Применение этого метода при двухлетнем обороте позволяет удлинить период реализации порционной форели массой 200-300 г до семи месяцев (апрель-октябрь), а при осенней реализации расширить ассортимент и качество рыбной продукции.

#### Список работ по теме диссертации.

1. Завьялов А.П., Кулинич Ю.И., Смирнов А.Н. Гистологическая характеристика осевой мускулатуры быстро- и медленно растущей форели // Сборник студенческих научных работ. - М., МСХА, 1996. - С. 115-117.

2. Лавровский В.В., Панов В.П., Кулинич Ю.И. Изменчивость размеров и массы молоди радужной форели в условиях хозяйства индустриального типа // Изв. ТСХА, 1997. - Вып. 2. - С. 143-152.

3. Лавровский В.В., Кулинич Ю.И. Использование неравномерности роста для формирования товарных качеств форели // Первый конгресс ихтиологов России. Тезисы докладов. - М.: Изд-во ВНИРО, 1997. - С. 286-287.

4. Смирнов А.Н., Панов В.П., Кулинич Ю.И., Завьялов А.П. Интенсивность гиперплазии и гипертрофии волокон боковых мышц быстро- и медленно растущей форели // Первый конгресс ихтиологов России. Тезисы докладов. - М.: Изд-во ВНИРО, 1997. - С. 239.

5. Панов В.П., Кулинич Ю.И. Рост мускулатуры годовиков и двухлеток форели, выращиваемых из сеголеток с различной массой тела // Проблемы индивидуального развития сельскохозяйственных животных. Сборник научных трудов Украинского национального аграрного университета. - Киев, 1997. - С. 73.

*Ю.И. Кулинич*