

*На правах рукописи*

ЕСАВКИН Юрий Иванович

**ИНТЕНСИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕСНОВОДНОГО  
ФОРЕЛЕВОДСТВА**

06.04.01 – рыбное хозяйство и аквакультура

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора сельскохозяйственных наук

Москва – 2012

Работа выполнена на кафедре пчеловодства и рыбоводства, в лаборатории прудового рыбоводства Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К. А. Тимирязева

Научный консультант: доктор биологических наук, профессор  
**Панов Валерий Петрович**

Официальные оппоненты:  
доктор сельскохозяйственных наук,  
директор ВНИИ ирригационного рыбоводства  
**Серветник Григорий Емельянович**

доктор биологических наук, профессор,  
главный научный сотрудник отдела  
экологических основ изучения  
биопродуктивности гидросферы  
ВНИИ рыбного хозяйства и океанографии  
**Микодина Екатерина Викторовна**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Раденко Вера Николаевна**

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии им. К.И.Скрябина

Защита состоится « \_\_\_\_ » марта 2012 г. в \_\_\_\_ часов на заседании диссертационного совета Д.220.043.12 при Российском государственном аграрном университете – МСХА имени К.А. Тимирязева по адресу: 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49.

С диссертацией можно ознакомиться в ЦНБ ФГБОУ ВПО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, авторефератом – на сайте [www.vak.ed.gov.ru](http://www.vak.ed.gov.ru).

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2012 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

А.П.Каледин

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Значительному увеличению производства рыбы способствует расширение ассортимента культивируемых объектов, особенно за счет видов, дающих деликатесную продукцию. Среди них следует выделить радужную форель (*Oncorhynchus mikiss* Walbaum). В ряде стран она является ведущим объектом рыбоводства (Канидьеv, 1975; Лавровский, 1981; Голод и др., 2007; Киселев и др., 2007; Timmons, 1988).

В России радужная форель является практически единственным объектом товарного лососеводства. В последние годы отмечен бурный рост ее производства, которое в настоящее время оценивается в 15,6 тыс. т. Основную долю товарной продукции производят Северо-запад, Сибирь и Северный Кавказ, в других регионах страны производство форели необоснованно мало. Спрос на этот вид продукции в стране достаточно велик. Основной прирост производства могут обеспечить как традиционные регионы форелеводства, так и расположенные в средней полосе России. К 2020 году производство форели должно достигнуть 40-50 тыс. тонн и занять одно из ведущих мест в Европейском и мировом рейтинге (Голод и др., 2007; Мамонтов, 2007).

Наиболее сложным моментом организации нового форелевого хозяйства является выбор водоисточника и обеспеченность высококачественным рыбопосадочным материалом.

Важным резервом для водообеспечения форелевых предприятий являются - артезианские скважины. Имеющиеся ресурсы подземных вод открывают перспективы устройства рыбопитомников для получения рыбопосадочного материала, что даст возможность многократно увеличить производство товарной продукции форелеводства. Комплексное использование подземных вод позволит получить 30 тыс. т дополнительной рыбной продукции (Лавровский, 1979).

Однако не менее 25% артезианских скважин в центральных районах и более 30% в Сибири и на Дальнем Востоке дают воду с содержанием железа до 5 мг/л, сероводорода до 3,0 мг/л, что не позволяет использовать их в технологическом процессе воспроизводства и выращивания рыб без специальной подготовки. В настоящее время предложено ряд мер для устранения закисей железа и сероводорода из артезианской воды, что дает возможность использовать ее многократно (Лавровский, 1976, 1977).

Артезианская вода имеет температуру +8°С, летом прогревается до оптимальных значений (16-18°С), а зимой не опускается ниже +5°С. Это позволяет поддерживать благоприятный температурный режим при выращивании форели в течение круглого года.

Использование подземных вод в комплексе с поверхностными в целях воспроизводства и выращивания рыб открывает широкие перспективы для интенсивного развития форелеводства, как одной из отраслей пресноводной аквакультуры.

В связи с этим определена основная цель работы.

**Цель работы - разработка интенсивной технологии пресноводного форелеводства с использованием различных источников и способов водообеспечения для повышения воспроизводительных и продукционных качеств радужной форели.**

Основные задачи работы:

1. Провести анализ условий выращивания и охарактеризовать их с позиций удовлетворения биологических потребностей и продуктивности радужной форели.

2. Установить специфику использования артезианской воды при воспроизводстве и интенсивном культивировании форели.

3. Оценить эффективность методов и способов подготовки воды при выращивании различных возрастных групп форели.

4. Разработать технологическую схему комбинированного использования поверхностной речной, сбросной теплой и артезианской воды, позволяющей максимально проявить потенциальные возможности радужной форели.

5. Определить рыбоводно-биологические и технологические нормативы для пресноводного форелеводства при:

- выращивании ремонтно-маточного стада;
- использовании оплодотворяющих растворов при осеменении икры;
- инкубации и подращивании молоди;
- различной плотности посадки рыб и скорости водообмена;
- применении регулируемых световых и кислородных режимов.

6. Установить параметры стандартной модели массонакопления радужной форели ( $K_t$ ;  $K_{O_2}$ ;  $K_g$ ) и нормы кормления в зависимости от скорости ее роста.

7. Определить эффективность проведенных научно-исследовательских работ по использованию различных приемов культивирования радужной форели.

**Научная новизна.** Впервые проведены комплексные исследования эффективных способов, режимов и методов выращивания радужной форели с использованием артезианской, поверхностной и теплой сбросной воды. Отработана и предложена интенсивная технология выращивания радужной форели с инкубацией икры на улучшенной артезианской воде с последующим выращиванием молоди при использовании регулируемых световых режимов и применении технического кислорода. Разработана научно-обоснованная концепция эффективного использования растительных витаминизированных липидов для повышения энергетической ценности рационов. Установлена роль нормированного кормления в зависимости от скорости роста форели и стимулирующих подкормок в регуляции массонакопления и жизнедеятельности рыб.

Проведены в динамике сравнительные исследования параметров стандартной модели роста форели (коэффициентов продуктивного действия температуры воды, концентрации кислорода, потенциально возможной скорости роста). Установлены морфофизиологические характеристики форели в связи с условиями содержания и выращивания.

Разработана концепция восстановления и поддержания параметров водообмена, температурного, кислородного режимов, влияния плотности посадки на рост и эффективность производства форели за счет ускорения ее роста, сокращения продолжительности производственных этапов, экономии воды, протеина кормов и увеличения сохранности рыб.

**Практическая значимость.** Результаты исследований положены в основу разработки новых, более эффективных способов, режимов и методов выращивания радужной форели, а также в усовершенствование существующих технологий. Они дают возможность повысить эффективность производства форели за счет ускорения ее роста, сокращения продолжительности производственных этапов, экономии воды, кормов протеина и увеличения сохранности рыб.

Практические результаты проведенных исследований отражены в следующих публикациях:

1. Рекомендации по применению дополнительного искусственного освещения при выращивании молоди радужной форели. ГосНИОРХ, Л., 1982. – С. 139-149
2. Рекомендации по использованию кислорода при интенсивном выращивании рыб. Госагропром СССР, ТСХА, М., 1987. – 28 с.
3. Учебное пособие «Модель массонакопления и ее использование в рыбоводстве». МСХА, 2011. – 112 с.
4. Биология двух фенотипических форм форели LAP LAMBERT. Academic Publishing, 2011. - 141 с.

**Апробация работы.** Основные положения работы были доложены на Всесоюзном совещании ихтиопатологов лососевых заводов СССР в 1978 году, на семинаре «Морское садковое хозяйство» в 1979 году на ВДНХ СССР, на научной конференции молодых ученых ТСХА в 1979 году, на IV, V, VI Всесоюзной конференции по экологической физиологии рыб Астрахань, 1979, Киев, 1982, Вильнюс, 1985, Всесоюзных совещаниях по рыбохозяйственному использованию теплых вод (Нарва, 1986; Курск, 1990), Всесоюзном семинаре по интенсификации форелеводства (Ереван, 1987), секции МИК (Москва, 2007), на научных конференциях РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва, 1986, 2009, 2010).

**Основные положения работы, выносимые на защиту:**

1. Параметры интенсивной технологии пресноводного форелеводства;
  - температурный, кислородный режимы и другие параметры среды при выращивании форели;
  - подготовка воды для использования в технологическом процессе;
  - применение оксигенации в различных технологических циклах;
  - использование растительных витаминизированных липидов;
  - параметры стандартной модели роста форели (коэффициенты продуктивного действия температуры воды, концентрации кислорода, потенциально возможной скорости – генетического коэффициента)
  - нормирование кормления форели в зависимости от скорости ее роста.

2. Влияние водообмена, плотности посадки, температурного, кислородного режимов на рост форели.

3. Показатели продуктивности форелеводства (затраты корма на единицу прироста, выживаемости и др.).

4. Анализ эффективности полученных результатов научно-производственных исследований.

**Публикации результатов исследований.** По теме диссертации опубликованы статьи в журналах «Известия ТСХА», «Рыбное хозяйство», Рыбоводство и рыболовство», «Рыбпром», в тематических сборниках ВНИРО, ВНИИПРХ, ВНИИР, МСХА и Международных научно-практических конференций. Материалы использованы в рекомендациях (1982, 1987), учебном пособии для магистров (2011), а также в а. с. №1528393 «Способ совместного выращивания растений и рыб (1989).

По результатам исследования опубликовано 55 статей, в том числе 13 в журналах, рекомендованных ВАК.

#### **Объем и структура диссертации.**

Диссертация изложена на 319 стр. машинописного текста, включает 99 таблиц, 15 рисунков. Состоит из разделов: введение, обзор литературы, материал и методы исследований, результаты исследований, заключение, выводы, предложения производству. Список литературы включает 405 источников, в том числе 130 на иностранных языках.

## **2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.**

Работа выполнена в соответствии с планом научно-исследовательских работ кафедры пчеловодства и рыбоводства, лаборатории прудового рыбоводства РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева по проблеме XIX, раздел 1: «Разработать биологические основы интенсификации форелеводства», утвержденной Ученым Советом ТСХА 26 января 1976 г и по отраслевой научно-исследовательской программе 0. сх. 47: "Разработать и внедрить прогрессивную технологию рыбоводства в прудах, ирригационных и других водоемах комплексного назначения разных рыбоводных зон страны", на форелевом хозяйстве «Сходня» Московской области в условиях первой промышленной системы оборотного водоснабжения с многократным использованием улучшенной артезианской воды и в КРХ «Велисто» Смоленской области по следующей схеме (рис. 1).

Объектом исследований служили оплодотворенная икра, эмбрионы, личинки, молодь, сеголетки, годовики, двухлетки, ремонтное и маточное поголовье рыб, их половые продукты (сперма, икра).

Кормление форели осуществляли пастообразными и гранулированными кормами по нормативам ГосНИОРХ (1974), ВНИИПРХ (1975; 1985), производителей кормов (Ассортимент Агро; Крафт; Коппенс и др.) и с учетом скорости роста рыбы. В период исследований ежедневно определяли температуру воды, содержание растворенного кислорода и другие показатели по общепринятым в гидрохимии методам (Привезенцев, 1972).

Для изучения особенностей роста в дни контрольных ловов проводили групповое взвешивание (5-10% рыб из каждого варианта). Индивидуальному взвешиванию подвергали по 100-150 особей рыб на весах ВЛК-500, ВЭУ-2-0,5/1. Рассчитывали относительную скорость роста (Винберг, 1956). Для оценки скорости роста определяли коэффициент массонакопления ( $K_m$ ), рассчитанный по формуле предложенной С. А. Барановым и др. (1978). Для уточнения параметров стандартной модели массонакопления форели определили «генетический» или «видовой» коэффициент массонакопления ( $K_g$ ), который характеризует максимально возможную скорость увеличения массы тела рыбы (Щербовски, 1981).



Рис.1. Схема исследований

Влияние различных технологических параметров на обмен веществ определяли на основе данных специальных суточных опытов (Строганов, 1962, Liao, 1971). Данные по газообмену приведены для удобства сравнения к 15°C по нормальной кривой Крюга (Винберг, 1956). По данным суточных опытов определения газообмена, рассчитывали относительные показатели энергетического баланса: коэффициенты использования усвоенной пищи на рост ( $K_1$ ) и на обменные процессы ( $K_2$ ) (Ивлев, 1939).

Гематологические определения проведены по общепринятым методам (Голодец, 1954 и др.). При изучении морфологии клеток крови использовали классификацию И. Н. Остроумовой (1957). Кровь у рыб на ана-

лиз брали из сердца и хвостовой артерии, используя отсечение хвостового плавника (каудоэктомия).

Содержание сухого вещества, белка, жира, минеральных веществ и воды в теле и в кормах устанавливали по общепринятым методикам (Щербина, 1971, Лебедев, Усович, 1976 и др.). Для расчета количества отдельных питательных веществ в единице прироста использовали формулу, предложенную М. А. Щербиной (1975).

Проведена анатомическая разделка рыб. Полученные показатели подразделены на морфофизиологические (индексы внутренних органов) и морфологические, характеризующие товарные качества и мясную продуктивность рыб (Шварц и др., 1968; Смирнов и др., 1972, Кублицкас, 1976).

Изучение линейного роста молодежи проводили на основе измерения по 100 особей из каждого варианта по схеме, предложенной И. Ф. Правдиным (1966). Количественную зависимость между длиной и массой тела у форели вычисляли по уравнению  $P = aL^a$ , где  $P$  - масса рыбы (г),  $L$  - длина по Смитту (см), «а» и «в»-коэффициенты (Ищенко, 1967).

Характер зависимости между общим обменом веществ, выделением аммиака и массой рыбы определяли по уравнению:  $Q = aP^b$ , где  $Q$  - потребление кислорода или выделение аммония (в мг в час одной рыбой),  $P$  - масса рыбы (г), «а» - коэффициент, численно равный уровню потребления кислорода или выделения аммония рыбой, имеющей массу 1 г, «в» - коэффициент, указывающий, в какую сторону и с какой интенсивностью изменяются обменные процессы при увеличении массы рыбы (Винберг, 1956).

Полученные экспериментальные данные подвергнуты биометрической обработке по методам, предложенным Н. А. Плохинским (1980), уровень достоверности принят равным 95%. Обработка проведена с использованием программного пакета MS Excel 2003.

В автореферате и диссертации приняты следующие сокращения: где

### **3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**3.1. Характеристика условий проведения работы.** Форелевое хозяйство "Сходня" Московской области, аналогов не имеет, введенное в эксплуатацию в 1958 году построено на равнинной реке Сходня. Мощность его определяется дебитом воды, который в течение года существенно изменяется (0,11-8,7 м<sup>3</sup>/с). Кроме того, качество воды, используемой в технологическом процессе, не обеспечивает оптимального режима выращивания радужной форели различного возраста (табл.1).

В нагульный период (апрель-октябрь) температура воды превышали верхнюю границу оптимума (+18°C) и близка к верхнему допустимому пределу. В середине вегетационного периода средние значения температуры воды выше верхнего предела оптимума и составляли 18,7-20,6°C, а в конце нагульного периода (сентябрь-октябрь), напротив, ниже - 9,4-3,8°C. В течение

50% времени температурный режим не соответствовал биологическим потребностям форели и не способствовал эффективному ее росту.

1. Гидрохимический режим ф. / х. «Сходня» (1977-2003 г.г.) и КРХ «Велисто» (2004-2010 г.г.).

Показатель	ф./х. «Сходня»		КРХ «Велисто»	ОСТ 15.282-83; ОСТ 15.247-81
	10.05-25.09 (нагул)	1.11-1.05 (зимовка)	1.10-1.05	
Температура воды, Т °С	<u>18,2</u> 7,5-23,2	<u>1,6</u> 0,2-3,7	8-20	<u>16-18*</u> <20,0**
рН, ед	<u>8,2</u> 7,3-8,9	<u>7,8</u> 7,6-8,1	7,3-7,6	<u>7-8</u> < 9,2
Кислород, О <sub>2</sub> мг/л	<u>8,2</u> 3,2-16,3	<u>11,1</u> 6,7-14,3	9-11	<u>9-11</u> >7,0
Углекислота, СО <sub>2</sub> мл/л	<u>21,4</u> 6,0-35,8	-	-	<u>10,0</u> < 30
Аммоний, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> мг/л	<u>0,4</u> 0,03-2,0	<u>1,5</u> 0,8-2,3	0,3-0,8	<u>0,2-0,5</u> < 2,5
Нитриты, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> мг/л	<u>0,09</u> 0,07-0,36	<u>0,01</u> до 0,07	0,02-0,06	<u>&lt;0,05</u> 0,1
Нитраты, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> мг/л	<u>0,5</u> 0,4-8,7	-	0,2-3,7	<u>&lt; 0,5</u> 2,0
Окисляемость, О мг/л	<u>14,0</u> 3,0-25,0	-	4,5-7,1	<u>6,0-10,0</u> 15
Фосфаты, Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub> <sup>-</sup> мг/л	<u>0,07</u> 0,09-0,3	-	0,03-0,09	<u>&lt; 0,05</u> 2,0
Хлориды, Cl <sup>-</sup> мг/л	<u>44,8</u> 39-57	-	-	-
Железо, Fe <sub>общ.</sub> мг/л	<u>0,5</u> 0,4-0,6	<u>0,5</u> 0,4-0,6	0,2-0,5	-

В таблице 1 и других над чертой – средние значения; под чертой – колебания значений. \* - технологическая норма; \*\* - допустимые значения.

Зимнее выращивание форели (ноябрь-март) применительно к климатическим условиям Московской области определяется в основном своеобразием температурного режима. Температура воды в течение этого периода ниже продуктивных значений и колебалась в пределах 0,2-2,1<sup>0</sup>С.

Наряду с температурой воды важнейшим фактором эффективного производства товарной продукции форелеводства является содержание кислорода. Наши исследования показывают, что в нагульный период выращивания кислородный режим не стабилен (средние значения колебались от 5,8 до 15,2 мг/л). В отдельные дни уровень кислорода снижался до 3,0-4,0 мг/л. В целом концентрация кислорода в воде менее 9,0 мг/л отмечена на протяжении 56% всего времени выращивания рыбы (табл. 1).

Значения рН речной воды в период выращивания изменялись в значительных пределах (7,3-8,9). Средние значения рН с мая по октябрь находятся у верхней границы оптимума (табл. 1).

На основании полученных данных установлена взаимосвязь между температурой воды, значениями рН и концентрацией кислорода. Коэффициент корреляции между концентрацией кислорода, значений рН и температуры воды равен  $r = -0,2$  и  $-0,28$  соответственно. Наиболее тесная связь установлена между значениями рН и концентрацией кислорода ( $r = +0,87$ ). Уравнение регрессии значений рН с концентрацией кислорода имеет вид:  $\text{pH} = 6,89 + 0,10 \text{O}_2$ , а взаимосвязь концентрации кислорода с рН выражается с уравнением:  $\text{O}_2, \text{мг/л} = 7,48 \text{pH} - 48,11$ . Используя эти уравнения, можно определить возможные значения рН и содержание в воде растворенного кислорода, что позволит прогнозировать, а затем и предотвратить возникновение заморных и предзаморных ситуаций.

Температурный режим водоема охладителя САЭС в районе сбросного канала и акватории позволяет успешно культивировать форель в течение полугодия (октябрь-май). Кислородный режим и другие гидрохимические показатели соответствуют технологическим нормативам (табл. 1).

В отличие от поверхностных вод подземные, как правило, не содержат ядохимикатов, не являются источниками инфекционных и инвазионных заболеваний рыб, имеют стабильный температурный режим, позволяющий использовать их для понижения (летом) и повышения (зимой) температуры воды при выращивании форели.

Однако использование подземной воды в технологическом процессе при выращивании рыб из-за содержания в ней закисного железа, сероводорода и отсутствия кислорода не представляется возможным без соответствующей подготовки. Исходная артезианская вода содержит до 3,2 мг/л закисного железа, до 3,0 мг/л сероводорода, до 0,9 мг/л аммония и низкое (до 2,0 мг/л) содержание кислорода (табл. 2).

Перед поступлением артезианской воды в рыбоводные бассейны она попадает на градирню-аэратор и фильтр. Проходя последовательно через них, она обогащается кислородом (до 10 мг/л), концентрация закисного железа снижается до 0,2 мг/л. Кроме того, после фильтра удаляется часть аммония (с 0,9 до 0,6 мг/л), количество железа снижалось в 2 раза (общего железа до 1,5 мг/л), а закисного до минимума. Значение рН увеличивается с 7,5 до 7,9.

Более глубокую очистку артезианской воды обеспечивают аэрофильтрационные установки ВНИИ ВОДГЕО. Они позволяют стабильно сни-

зять концентрацию общего железа до 0,1 мг/л при полном отсутствии закисного железа. Одновременно с обезжелезиванием в установках происходит аэрация воды, снижение концентрации аммония и сероводорода.

С целью увеличения общего расхода воды, очищенную артезианскую воду использовали многократно (8-12 раз).

## 2. Характеристика артезианской воды до и после очистки.

Показатели	Артезианская скважина	Градирия	Фильтр	ВНИИ ВОДГЕО
Т°С	8- 10	8- 10	8- 10	8 - 10
pH ед.	7,5-7,6	7,5-7,6	7,5-7,9	7,6-7,8
O <sub>2</sub> мг/л	2 - 4	8- 10	8- 10	более 10
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> мг/л	0,7-0,9	0,7-0,9	0,6	0,2-0,8
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> мг/л	следы	следы	следы	следы
H <sub>2</sub> S <sup>-</sup> мг/л	3,0	следы	следы	следы
Fe <sub>общ.</sub>	2,78-3,19	2,78-3,19	следы-1,5	0,1-0,8
Fe <sup>+3</sup> мг/л	0,1	2,7-3,3	следы-1,5	следы-0,7
Fe <sup>+2</sup> мг/л	2,7-3,1	0,1-0,2	следы-0,2	следы-0,1

Температура воды в период инкубации находилась в допустимых пределах. Кислородный режим благодаря применению технического кислорода был в пределах оптимума, что способствовало нормальному развитию эмбрионов рыб (табл. 3).

## 3. Температурный и кислородный режимы при инкубации икры.

Месяц	Т °С	O <sub>2</sub> мг/л
Февраль	<u>6,7±1,5</u>	<u>8,9±0,2</u>
	5,0-8,2	8,0-9,9
Март	<u>7,0±0,2</u>	<u>9,2±0,4</u>
	5,8-7,4	6,9-13,5

Исследования показали, что содержание аммонийного азота, железа находилось на низком уровне (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> = 0,54 мг/л; Fe<sub>общ.</sub> до 0,27 мг/л). Несмотря на незначительное содержание железа в воде, при повышении значений pH с 7,6 до 8,5 происходит образование гидроокиси железа, которая осаждается на икре (табл. 4).

#### 4. Гидрохимические показатели при инкубации икры форели на улучшенной артезианской воде

Показатель	Вток	Выток	Выток / вток, %
pH, ед.	<u>8,1</u> 7,8-8,5	-	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л	<u>0,04</u> следы-0,1	<u>0,05</u> следы-0,14	125,0
Fe <sup>+2</sup> , мг/л	<u>0,15</u> следы-0,81	<u>0,12</u> следы-0,55	80,0
Fe <sup>+3</sup> , мг/л	<u>0,43</u> следы-1,32	<u>0,25</u> следы-0,68	60,0
Fe <sub>общ.</sub> , мг/л	<u>0,61</u> 0,11-1,32	<u>0,37</u> следы-0,90	60,0

Вода, прошедшая через оксигенатор, содержала в среднем на 30% меньше аммония по сравнению с обычной артезианской водой, что объясняется окислением аммония в оксигенаторе молекулярным кислородом (табл.5).

#### 5. Гидрохимический режим СОВ и оксигенированной воды

Показатель	СОВ	Оксигенированная вода	Оксигенированная вода в % к СОВ
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л	<u>0,34</u> 0,1-0,6	<u>0,24</u> 0,07-0,42	<u>70,0</u> -
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/л	<u>0,049</u> 0,015-0,070	<u>0,061</u> 0,019-0,090	<u>124,5</u> -
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	<u>0,67</u> 0,36-0,83	-	-
Окисляемость, мг О/л	<u>5,12</u> 3,25-9,80	<u>4,88</u> 3,09-9,33	<u>95,2</u> -
Fe <sup>+2</sup> , мг/л	<u>0,06</u> 0,01-0,13	<u>0,01</u> следы-0,02	<u>17,0</u> -
Fe <sup>+3</sup> , мг/л	<u>0,14</u> 0,08-0,26	<u>0,19</u> 0,11-0,35	<u>135,7</u> -

Количество нитритов в среднем составило 0,049 мг/л. На выходе из оксигенатора их количество увеличивается на 24,5%. По-видимому, процесс окисления аммонийного азота молекулярным кислородом в оксигенаторе происходит не до конечного продукта нитрификации - нитратов, а в основном только до нитритов. Процесс полной нитрификации зависит от продолжительности нахождения воды в оксигенаторе (в нашем случае всего 1,5 минуты).

Содержание нитратов в воде СОВ повышалось в течение опыта с 0,36 до

0,83 мг/л и находилось в пределах нормы. Влияние оксигенации на содержание нитратов в оксигенированной воде требует дальнейших исследований.

Значение перманганатной окисляемости в воде поступающей из СОВ за время эксперимента оставалась в пределах нормы, и увеличивалось с 3,25 до 9,8 мг О /л пропорционально увеличению ихтиомассы. Насыщение воды кислородом в среднем снижала эти значения на 4,8%.

Количество закисного железа в воде, поступающей в опытные бассейны, в среднем составила 0,06 мг/л, т. е. была близка к норме. Оксигенация значительно снижала количество закисного железа (на 88%). Однако полного окисления железа не происходит, по-видимому, из-за кратковременности нахождения воды в оксигенаторе. Соответственно происходит увеличение окисного железа на 36,7%. Оксигенация положительно влияет на качество воды, за исключением повышения количества нитритов. Однако общее количество токсичных соединений в воде не увеличивается, поскольку одновременно снижается концентрация аммонийного азота и других веществ.

#### 6. Гидрохимические показатели при выращивании годовиков и содержания ремонтно-маточного поголовья

Показатель	Водообеспечение			Нормативы для СОВ
	комбинированное	оборотное	прямоточное	
Т°С	<u>3,3</u> 0,8-5,5	<u>5,7</u> 3,9-12,5	<u>1,6</u> 0,2-3,7	более 3,0
рН ед.	<u>7,8</u> 7,6-8,0	<u>7,9</u> 7,6-8,2	<u>7,8</u> 7,6-8,1	7,6-8,0
О <sub>2</sub> мг/л	<u>11,4</u> 8,5-13,0	<u>11,2</u> 6,3-17,6	<u>11,1</u> 6,7-14,3	6,0 -13,0
NH <sup>+</sup> <sub>4</sub> /мг/л	<u>1,6</u> 1,0-2,3	<u>1,7</u> 1,3-2,4	<u>1,5</u> 0,8—2,3	до 2,5
NO <sup>-</sup> <sub>2</sub> , мг/л	<u>0,03</u> 0,01-0,07	<u>0,025</u> 0,001-0,07	<u>0,01</u> до 0,07	0,05
Fe <sub>общ.</sub> , мг/л	<u>0,5</u> 0,4-0,6	<u>0,5</u> 0,2-1,3*	<u>0,5</u> 0,4-0,6	до 0,6
Fe <sup>+3</sup> , мг/л	<u>0,45</u> 0,3-0,6	<u>0,6</u> 0,2-1,1*	<u>0,5</u> 0,4-0,6	до 0,6
Fe <sup>+2</sup> , мг/л	<u>0,05</u> 0,02-0,09	<u>0,03</u> следы- 0,23*	следы	следы

\*- не допустимые значения.

Использование артезианской воды на форелевом хозяйстве «Сходня» позволяет существенно улучшить температурный режим при выращивании форели. Годовая сумма возрастает с 3222 до 4183 градусодней (на 30%).

Несмотря на многократное использование воды, концентрация растворенного в воде кислорода высокое (9,6-11,2 мг/л), что достигается благодаря применению технического кислорода.

Концентрация аммонийного азота, нитритов, значения рН за ряд лет не превышали допустимых норм.

Полученные результаты позволили сформулировать основные положения и определить нормативы по использованию артезианской воды в системе оборотного водообеспечения (табл. 6). Соблюдение этих требований позволит с успехом круглогодично выращивать физиологически полноценный посадочный материал радужной форели.

### 3.2. Характеристика самок радужной форели, выращенных в условиях использования комбинированного водообеспечения

Объектом изучения служили 4-годовалые с разными сроками созревания (А - январь; А<sub>1</sub> - февраль) и 6-годовалые самки (В) радужной форели с одинаковой массой тела и разной продолжительности селекции.

На основании проведенных исследований было установлено, что пластические признаки самок радужной форели в различной степени взаимосвязаны с их продуктивными качествами (табл.7).

#### 7. Связь морфометрических и продукционных показателей самок

Группа рыб	Индексы телосложения (% к длине тела)				
	длина головы	высота тела	толщина тела	высота хвостового стебля	обхват тела
Масса икры, г					
А	0,07	0,26	0,54	0,87	0,21
А <sub>1</sub>	-0,66	0,13	-0,13	0,75	0,36
В	0,23	0,23	0,34	0,16	0,05
Плодовитость, тыс. шт.					
А	-0,13	0,14	0,48	0,78	0,18
А <sub>1</sub>	-0,34	0,96	0,87	0,43	0,98
В	-0,30	0,02	0,15	0,13	-0,13
Диаметр икры, мм					
А	0,41	0,68	0,62	0,77	0,54
А <sub>1</sub>	-0,63	-0,42	0,61	0,56	-0,13
В	0,26	0,28	0,16	0,29	0,11
Масса икринки, мг					
А	0,38	0,69	0,69	0,64	0,39
А <sub>1</sub>	-0,27	0,73	-0,89	0,27	-0,55
В	0,06	0,30	0,23	0,23	0,19

В зависимости от принадлежности самок радужной форели к той или иной группе, связь между экстерьерными показателями и продуктивными качествами значительно изменяется, с переходом в некоторых случаях от положительной к отрицательной. Исключением является высота хвостового стебля, ко-

торая положительно коррелирует со всеми изученными репродуктивными показателями самок радужной форели.

Поэтому установление корреляции между плодовитостью, размерами и массой икры, с одной стороны, и индексами телосложения имеет большое значение для селекции и воспроизводства рыб. Это дает нам возможность прижизненного выявления лучших производителей без их травматизации и в последующем, более полного и рационального использования в племенных целях.

### 3.3. Качество половых продуктов, инкубация икры радужной форели на артезианской воде

Эффективность воспроизводства радужной форели с использованием улучшенной артезианской воды определяется рядом факторов: типом использованного инкубационного аппарата, расходом воды при инкубации, сроками отбора икры и др. Анализ данных нерестовой кампании показывает, что среднее значение оплодотворения икры форели составляет всего  $75,8 \pm 1,9$  % при закладке на инкубацию 2744,4 тыс. икры. При этом у 34% икры оплодотворение составило 50-70%; у 46% - 70-90% и только у 20% более 90%.

Учитывая специфические условия инкубации икры форели, большую роль играет водообмен в инкубационных аппаратах. Так увеличение расхода воды в аппаратах «Вейса» приводит к повышению эффективности инкубации (табл. 8)

8. Эффективность инкубации икры при различном расходе воды

Расход воды мл/мин на 1 тыс.	Выживаемость икры, %
6-16	$53,7 \pm 0,14$
16-26	$67,7 \pm 4,1$
26-36	$79,0 \pm 6,5$
36-46	$85,5 \pm 6,2$
46-66	$85,3 \pm 5,5$

В специфических условиях содержания производителей форели в преднерестовый период в условиях оборотного водообеспечения существенную роль играют сроки отбора зрелых половых продуктов. По нашим данным, задержка получения икры от самок радужной форели после начала овуляции более чем на 20 суток приводит к снижению оплодотворения с 90-95% до 50 % .

Установлена зависимость оплодотворения и сохранности икры на стадии пигментации глаз от ее размера. Так, икра, полученная от старших (5-7 - летних) возрастных групп производителей форели (7,1-8,0 тыс.шт./л) оплодотворяется на 66-78%, а ее сохранность составляет лишь 53-66%; у средней икры (8-10 тыс.шт./л, возраст производителей 3-5 лет) оплодотворяемость возрастает до 91% и соответственно сохранность до 87%; у мелкой икры (10-12,5 тыс.шт./л, возраст производителей 2-3 года) Оплодотворяемость снижается до 54% и сохранность до 52%.

Установлено, что качество икры и спермы радужной форели зависит от сроков отбора и рН оплодотворяющего раствора. При отборе икры после овуляции через каждые 7 дней в течение 21 дня установлено, что масса икринок

колебалась в пределах 55,2-58,6 мг и в среднем составила 57,3 мг. Минимальные размеры и массу икринки имели на 14 день, а самая крупная икра была получена на 7 день после овуляции. Значения плотности икры изменяется (1,336-1,337) незначительно. Довольно постоянны и показатели рН (8,4-8,5) овариальной жидкости (ОВЖ).

Объем одной порции эякулята у самцов форели в начале составлял 4,5 и увеличивался до 8,0 мл к 21 дню. Наиболее высокая концентрация спермиев у самцов отмечена на 14 день после первого взятия половых продуктов, а минимальная на 21 день и составила соответственно 4,26 и 3,21 млн./мм<sup>3</sup>. Плотность спермальной жидкости (1,0016) постоянна на протяжении всего периода исследований.

Наименьшая продолжительность подвижности сперматозоидов независимо от рН среды отмечена при первом получении молок (26 с). Затем она увеличивается и достигает максимума в конце исследований (75 с).

Отмечена зависимость продолжительности подвижности сперматозоидов от рН. Минимальная продолжительность активности спермы установлена при максимальном и минимальном значении рН (рН = 6,5 - 48 с; рН=11,2-50с). Наибольшая активность сперматозоидов отмечена в среде с рН=9,5 (65 с).

Несмотря на то, что в среде с высоким значением рН продолжительность подвижности сперматозоидов меньше (50 с), чем в других средах, оплодотворение икры составляет достаточно большое значение (92,8%). Максимальная продолжительность подвижности сперматозоидов получена на 21 день после овуляции икры, однако, оплодотворение ее минимальное. Это свидетельствует о начавшихся процессах перезревания икры. Оплодотворение икры при перезревании можно увеличить, используя оплодотворяющие растворы с рН = 9,5-11,2.

Данных о применении различных оплодотворяющих растворов на фоне использования артезианской воды в доступной литературе нами не обнаружено. Продолжительность поступательного движения спермиев находится в тесной зависимости от плотности раствора и в меньшей степени от рН. Максимальная продолжительность активности (132,0±14,0 с) сохраняют поступательное движение спермии в ОВЖ, которая имела максимальную плотность (1,02). Короче период активности спермиев в растворе Хамора (46,0±2,0 с). В остальных растворах, плотность которых была одинаковой (1,0), активность спермиев составила всего 32-36 секунд. Минимальная активность (21,0±1,1 с) спермии имели в анодной воде с рН=3,9.

Несмотря на существенные различия в значениях продолжительности активности спермиев в ОВЖ, растворе Хамора и катодной электроактивированной воды (ЭАВ) оплодотворение икры в этих вариантах различалось незначительно (73,2-75,9%).

О пригодности использования улучшенной артезианской воды говорят данные о влиянии соединений железа на икру. По мере увеличения сроков инкубации происходит существенное накопление соединений железа на оболочке икры, несмотря на незначительное его содержание в воде. По сравнению с

началом инкубации количество гидроокиси железа к 30-35 дню возрастает в 5,9 раз и зависит от расхода воды, поступающей в инкубационные аппараты. Наиболее эффективным средством против накопления железа является раствор формалина, который позволяет снизить содержание гидроокиси железа до 14,6%. Применение раствора перманганата калия снижает отложение гидроокиси железа по сравнению с контролем на 37-49%. При использовании  $H_2O_2$ , напротив, количество гидроокиси железа на икре возрастает в 1,2-6,0 раз.

Сохранность икры при инкубации зависит от сроков отбора мертвой икры методом флотации в солевом растворе. Использование этого метода, начиная с 200 до 240 градусодней инкубации, позволяет повысить сохранность икры с 63 до 82%. Отбор мертвой икры в более поздние сроки (> 240 градусодней) не эффективен, поскольку не приводит к повышению выживаемости икры (сохранность на уровне 62%).

Негативное влияние соединений железа на икру можно снизить путем уменьшения расходов воды в инкубационных аппаратах и использовании технического кислорода. Оксигенация артезианской воды при инкубации икры форели позволяет поддерживать удельный расход воды в вертикальных аппаратах Вейса на уровне 0,01 л/мин на 1 тыс. икринок. В горизонтальных аппаратах величина этого показателя выше. Уменьшение расхода воды в сочетании с оксигенацией в вертикальных аппаратах способствует уменьшению отложений гидроокиси железа на икре. В аппаратах Вейса за 23 дня инкубации на икре отложилось лишь 0,21-0,22 мг/л железа, а в горизонтальных аппаратах за этот промежуток времени в 7,2-11,9 раз больше. При этом сохранность икры в аппаратах Вейса на 16% выше, чем в горизонтальных аппаратах.

#### **3.4. Выдерживание эмбрионов и подращивание молоди.**

В отличие от положительного эффекта при ежедневном использовании препаратов (перманганата калия, перекиси водорода, раствора формалина) в опыте по борьбе с отложением гидроокиси железа на икре, их внесение увеличивает отход молоди до 15,8-16,4% (в контроле 13,2%). При внесении препаратов 1 раз в 3-5 дней существенно замедляет гибель молоди (в контроле 23,7%, в опытах –  $KMnO_4$  – 7,8;  $H_2O_2$  - 8,1 и формалин - 13,8%). Всего за 40 дней опыта в вариантах с применением изучаемых препаратов погибло на 5,8 – 11,2% меньше молоди. Наиболее эффективными средствами, позволяющими уменьшить отход молоди форели от заболевания жабр, вызванного железобактериями, являются перекись водорода (0,5 мг/л) и перманганат калия (1,0 мг/л). Применением препарата перманганата калия в производственных условиях удалось предотвратить массовую гибель молоди и достичь 70% уровня ее сохранности.

Применение ЭАВ с рН =11,3 и рН =8,7-8,9 для выдерживания свободных эмбрионов и подращивания личинок форели до массы 150 мг способствует повышению эффективности производства молоди. Наибольшая выживаемость личинок (86%) наблюдается при обработке ЭАВ с рН=8,7, что на 11,5% выше, чем в контроле (78%). При этом установлена неравномерность роста молоди и изменение пропорций желточного мешка. С большой долей уверенности мож-

но утверждать о положительном влиянии умеренно щелочной среды с рН (8,7-8,9) на расходование питательных веществ желточного мешка на рост молоди.

### **3.5. Рыбопродукция молоди форели при разных уровнях кормления и одинаковом расходе воды (УРВ, л/с кг) в условиях дополнительного освещения**

Уровень естественной освещенности в помещениях инкубационно-мальковых цехов недостаточен и не способствует проявлению потенциальных возможностей роста молоди радужной форели. Использование дополнительного искусственного освещения позволяет создать оптимальные условия выращивания рыбы. Оно стимулирует рост молоди форели. По средней массе молодь превышает контроль на 17%. Дополнительное освещение позволяет увеличить рыбопродукцию на 11,6% и снизить затраты пастообразного корма на 9—10%. Однако за счет каннибализма выход молоди снижается на 4 - 5%. Изучение характера роста молоди форели при различных световых режимах позволило установить большую роль светового режима как стимулятора роста рыбы. Скорость роста молоди форели на 96% определяется этим фактором. При достижении общей массы рыбы в бассейнах выше 65 кг/м<sup>3</sup> положительное влияние дополнительного освещения на рост молоди уменьшается до 18%. В этот период большое влияние на рост оказывают величина ихтиомассы и интенсивность водообмена (Лавровский, Есавкин, 1979; Есавкин, 1979).

Дальнейшее повышение продуктивности при использовании регулируемых световых режимов для молоди радужной форели возможно при увеличении плотности посадки, интенсивности водообмена и повышения норм кормления.

Проведены исследования по выращиванию молоди форели при разной плотности посадки и одинаковом удельном расходе воды 0,05-0,03 л/с кг, разном уровне кормления (вариант 3) в условиях искусственного светового режима. Показано, что при увеличении плотности посадки (вариант 2) средняя масса молоди за 88 дней опыта на 5% ниже, чем в контроле, а прирост рыбопродукции, напротив, выше на 24,8% (табл. 9).

Увеличение суточного рациона в 1,4 раза в условиях искусственных световых режимов не целесообразно. Несмотря на то, что, происходит увеличение средней массы рыбы на 18%, но уровень рыбопродукции возрастает всего на 6,5% при уменьшении сохранности на 7,8%.

При выращивании молоди форели в условиях регулируемых световых режимах нет необходимости увеличивать количество задаваемого корма, а следует повышать его питательную ценность за счет увеличения количества энергии. Это обусловлено зависимостью количества потребленного кислорода с массой тела рыб, которое выражается уравнениями, имеющими следующий вид: вариант 1 –  $Q = 0,325w^{1.05}$ ; вариант 2 –  $Q = 0,391w^{0.86}$ ; вариант 3 -  $Q = 0,305w^{1.03}$ , а выделения аммонийного азота молодь форели: вариант 1 –  $Q = 0,084w^{0.67}$ ; 2 –  $Q = 0,159w^{0.307}$ ; 3 –  $Q = 0,102w^{0.633}$ .

## 9. Результаты выращивания молоди

Показатель	Вариант		
	1(контроль)	2	3
Продолжительность опыта, сутки	88	88	88
Плотность посадки, тыс.шт./ м <sup>2</sup>	4,0	6,0	4,0
Норма кормления	1,0	1,0	1,4
Средняя масса рыбы, г	9,70	9,20	11,50
Ихтиомасса, кг	142,7	179,0	152,0
Выживаемость, %	74	65	66
Выход ихтиомассы, кг / м <sup>3</sup>	129,7	162,8	138,2
Км	0,046	0,044	0,050
Относительная скорость роста, %	3,43	3,36	3,63
Суточный рацион, %	10,4	10,0	14,0
Затраты корма, кг / кг	5,2	5,1	6,9

Сверхвысокие плотности посадки (4,0 и 6,0 тыс. шт./м<sup>2</sup>) при одинаковом удельном расходе воды не значительно влияют на эффективность использования протеина на рост до достижения уровня ихтиомассы 100-120 кг/м<sup>3</sup>. Расход протеина корма на 1 кг прироста составлял 600-624 г. Интенсивность выделения аммония заметно угнетается под действием высокой нагрузки ихтиомассы в бассейнах 152-179 кг (табл. 9).

Физиологическое состояние молоди при различной норме кормления (варианты 1 и 3), плотности посадки (варианты 1 и 2) находилось в пределах нормы.

При водообмене за 6-10 минут критической ихтиомассой является величина 60,0 кг/м<sup>3</sup>. Дальнейшее увеличение до 100-160 кг/м<sup>3</sup> возможно при условии увеличения общего расхода воды и водообмене за 3-4 минуты, что на наш взгляд является не рациональным. Ведение производства при уровне интенсификации 160 кг/м<sup>3</sup> молоди форели возможно при качественно новом подходе к процессам водоподготовки с увеличением ее кислородной емкости (повышению содержания кислорода в воде более 100% насыщения - оксигенации).

### 3.6. Выращивание молоди с применением оксигенации воды.

Как указывалось выше, основным лимитирующим фактором роста форели является кислородный режим, особенно в условиях недостатка высококачественной воды, улучшая который позволит повысить эффективность производства.

Зависимость потребления кислорода (мг О<sub>2</sub>/ кг в час) молодь массой 5,0 г от его содержания в воде в пределах 90-190% насыщения (РО<sub>2</sub>) выражается уравнением:  $Q = - 0.083 (PO_2)^2 + 25.0 PO_2 - 1181$ , а зависимость интенсивности потребления кислорода и выделения аммония (мг 1 экз. час) от массы молоди описывается следующими уравнениями (табл. 10).

10. Зависимость ИПК и ИВА (мг 1 экз. час) от массы молоди при  $T = 15^{\circ}\text{C}$ .

Вариант	УРВ*	Норма кормления	ИПК	ИВА
1 контроль (нормоксия)	0,04	1,0	$Q = 0,486W^{0,87}$	$Q = 0,082W^{0,84}$
2 (160-180% $\text{O}_2$ мг/л)	0,04	1,0	$Q = 0,615W^{1,09}$	$Q = 0,050W^{1,06}$
3 (160-180% $\text{O}_2$ мг/л)	0,015	1,0	$Q = 0,541W^{1,10}$	$Q = 0,060W^{1,02}$
4 (160-180% $\text{O}_2$ мг/л)	0,04	1,4	$Q = 0,661W^{0,87}$	$Q = 0,073W^{0,76}$
5 (180-200% $\text{O}_2$ мг/л)	0,04	1,0	$Q = 0,694W^{0,88}$	$Q = 0,076W^{0,74}$

\* - удельный расход воды, л /с на 1 кг

Приведенные уравнения показывают, что при гипероксии ИПК у молоди форели больше, чем в контроле («а»=0,541-0,694). При этом в вариантах 2 и 3 этот показатель опережает скорость роста («в»=1,09-1,10).

ИВА молодь в зависимости от массы тела при разной концентрации кислорода имеет иной характер. В вариантах при гипероксии значения коэффициента «а» (0,050-0,076) меньше, чем в контроле, что свидетельствует о лучшем использовании протеина корма на рост и уменьшении его выделения через жабры. При этом, как и ИПК в вариантах 2 и 3 значения «в» больше 1,0, что является признаком более быстрого изменения ИВА по сравнению с увеличением массы тела.

Совершенно не изучена и не освещена в отечественной литературе реакция организма двухлетней форели на гипероксию в течение длительного периода воздействия. Выращивание проведено в повторности по следующей схеме: в опытных бассейнах поддерживался уровень насыщения воды кислородом 180 %. Удельный расход кислорода на 1 кг ихтиомассы в вариантах 1 и 3 был одинаковым и составил 0,2 мг/ кг/ с, а в варианте 2 он был в 1,9 раза больше. На вытоке из бассейнов концентрация кислорода снижалась до 65-70% в вариантах 1 и 3 и до 75-80% в варианте 2.

11. Результаты выращивания двухлеток форели

Показатель	Вариант		
	1	2	3
Продолжительность опыта, сутки	103	103	103
Концентрация кислорода, %	100	180	180
Плотность посадки, шт./м <sup>2</sup>	600	600	1170
Средняя масса рыбы, г	79,3	80,0	71,4
Выживаемость, %	92	92	92
Выход ихтиомассы, кг/ м <sup>3</sup>	44,0	44,4	76,6
Среднесуточный прирост, %	0,82	0,84	0,76
Км	0,032	0,033	0,029
Затраты корма, кг / кг	3,6	3,4	4,6

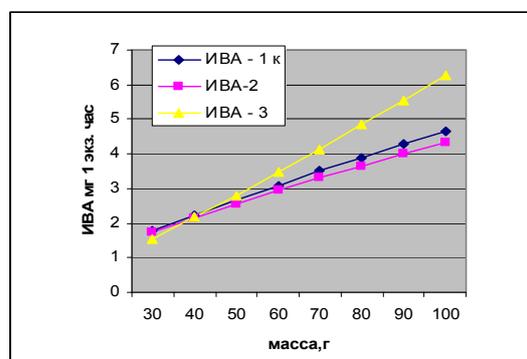
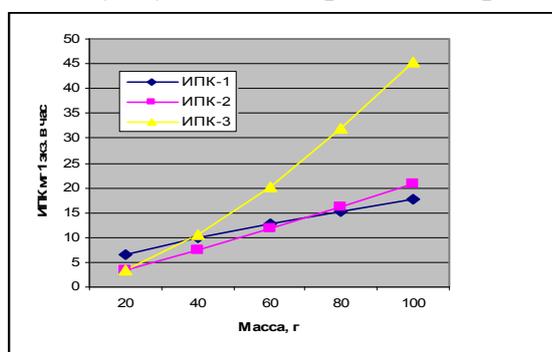
Кормление осуществлялось гранулированными кормами рецепта РГМ -8В

(ВНИИПРХ) калорийностью 10,5-10,9 МДж/кг (2500-2600 ккал/кг).

Результаты исследований показали, что форель в период опыта росла не равномерно. Так, в варианте 1 (контроль) коэффициент массонакопления изменялся от 0,021 до 0,049. Средняя масса тела увеличилась в 2,45 раза.

В варианте 2 при равных условиях Км отличался стабильностью и был несколько больше (0,033 против 0,032 в контроле). Средняя масса рыбы увеличилась в 2,53 раза.

Выращивание двухлеток форели при повышенной концентрации кислорода в воде (180 %) и сниженных в 2 раза удельного расхода воды (вариант 3) показало, что в начальный период опыта, без использования гипероксии рост форели замедляется в 3 раза по сравнению с ростом рыбы в вариантах 1 и 2 (Км = 0,007, против 0,022 соответственно). В период использования технического кислорода скорость роста форели варианте 3 увеличивается и не существенно уступает контролю и варианту 2.



а

б

Рис. 2. Зависимость ИПК (а) и ИВА (б) от массы двухлеток форели

Зависимость ИПК и ИВА двухлетками форели при гипероксии по сравнению с нормоксией представлена на рисунке 2 показала, что в вариантах с удельным расходом кислорода 0,2 мг/кг/с (варианты 1 и 3) различия незначительные. Увеличение удельного расхода кислорода в 1,9 раз (вариант 2) значительно повышает интенсивность обмена у двухлетней форели.

На основании полученных данных рассчитан суточный рацион форели при различных концентрациях кислорода в воде (табл. 12, рис. 3).

## 12. Потребность в кормах при разных концентрациях кислорода в воде

Вариант	$C = a W^b, \text{ г}$
1-контроль (нормоксия), расход воды – 0,02 л/с кг	$C=2,12W^{-0.145}$
2 – до 180 % $O_2$ , расход воды – 0,02 л/с кг	$C=0,26W^{0.440}$
3 – до 180 % $O_2$ , расход воды – 0,01 л/с кг	$C=0,11W^{0.670}$

C – суточный рацион, г; W – масса рыбы, г; «а» и «в» - коэффициенты

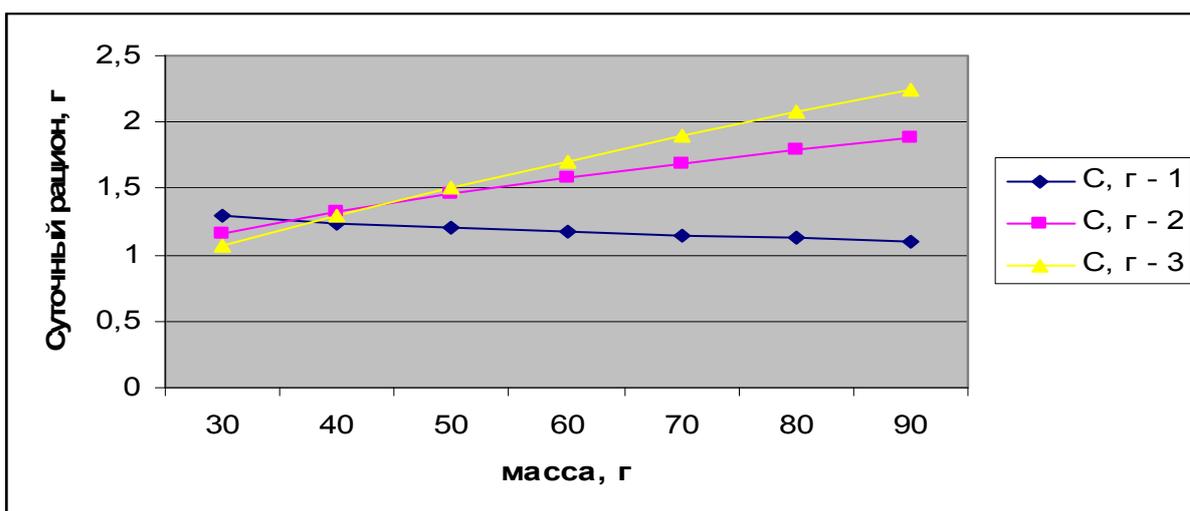


Рис. 3. Зависимость суточного величины рациона от массы тела двухлеток при гипероксии

Анализ зависимости количества ассимилированного корма с массой тела форели показывает, что в контроле происходит закономерное уменьшение суточного рациона. Гипероксия приводит к возрастанию необходимого для метаболизма количества корма, возрастание которого можно компенсировать не за счет увеличения массы, а за счет повышения его энергоёмкости путем введения дополнительного количества энергетических веществ (липидов).

### 3.7. Использование липидов растительных кормовых витаминизированных (ЛРКВ) при кормлении радужной форели.

В задачу наших исследований входило изучение возможности применения в кормлении форели липидов растительных кормовых витаминизированных (ЛРКВ).

Использованные в опытах липиды получены из растительных масел и саомасов при их дистилляционном раскислении или дезодорации. Они содержат неомыляемых веществ до 4,0%, токоферола – 300 мг% и свободных жирных кислот 50-80% (ТУ 10.04.11.18 – 88).

## 13. Характеристика опытных кормов

Вариант	Вода %	Жир, %	ЭПО, кДж/1 г протеина	Перекисное число, I, %
1-к РГМ-5В (ОР*)	9,3	6,7	26,3	0,9
2- ОР+7% РМ**	8,8	13,7	32,9	0,4
3- ОР+5%ЛРКВ	9,1	11,9	30,6	0,7
4-ОР +7,5%ЛРКВ	8,6	14,5	33,3	0,6
5-ОР+10%ЛРКВ	8,0	17,3	36,1	0,5

\*- Основной рацион; \*\* - Растительное масло

Проведенные исследования показали, что увеличение содержания жира в корме РГМ – 5В при выращивании молоди форели от 3,0 до 11-12 г не оказы-

вают влияния на результаты выращивания, кроме уменьшения на 10% затрат протеина корма на прирост (табл. 14).

#### 14. Результаты выращивания молоди с использованием ЛРКВ

Показатель	ОР	ОР+7,5% ЛРКВ	% к ОР
Продолжительность опыта, сутки	48	48	48
Средняя масса рыбы, г	11,40	11,90	104,3
Выживаемость, %	99	98	-1
Выход ихтиомассы, кг / м <sup>3</sup>	54,0	54,7	101,3
Км	0,051	0,052	102,0
Относительная скорость роста, %	2,9	2,9	-
Затраты корма, кг/кг	1,4	1,4	-
Протеина г/кг прироста	563	507	90,0

При выращивании сеголеток использование ЛРКВ существенно повышает эффективность производства. Увеличиваются от 5,9 до 18,5% основные показатели. При этом на 18,8% снижаются затраты корма на прирост и на 26,9% протеина (табл. 15).

#### 15. Результаты выращивания сеголеток с использованием ЛРКВ

Показатель	Рационы		
	ОР	ОР+7,5% ЛРКВ	% к ОР
Продолжительность опыта, сутки	27	27	27
Средняя масса рыбы, г	19,90	22,10	111,1
Выживаемость, %	95	97	+2
Выход ихтиомассы, кг / м <sup>3</sup>	66,1	72,0	108,9
Км	0,053	0,058	109,4
Относительная скорость роста, %	2,19	2,32	105,9
Суточный рацион, %	3,1	2,9	93,5
Затраты корма, кг / кг	1,6	1,3	81,2
Протеина г / кг прироста	643	470	73,1

Применение растительных липидов при кормлении годовиков форели способствует увеличению их роста. Так, в первый период, наибольшая скорость роста была в вариантах 3 и 5 (5 и 10% ЛРКВ). Несколько медленнее росли годовики в варианте 2. В контроле отмечена минимальная скорость роста рыб (табл. 16). Значения Км в этот период в вариантах 2, 3 и 5 на 5,5-16,7% больше, чем в контроле. К концу периода ихтиомасса в опытных бассейнах достигла 315—375 кг и была на 22—60 кг больше, чем в контроле.

#### 16. Рост годовиков форели (Км)

Дата	Период	Вариант			
		ОР	ОР+7% РМ	ОР+5% ЛРКВ	ОР+10% ЛРКВ
10.09-17.11	1	0,036	0,038	0,042	0,040
17.11-19.02	2	0,022	0,034	0,029	0,035
19.02-30.03	3	0,016	0,007	0,005	0,004

Понижение температуры воды во второй период выращивания привело к уменьшению скорости роста рыбы во всех вариантах. Однако годовики форели, получавшие корма с растительными липидами, по этому показателю на 31,8-59,0% превосходили контроль. К концу этого периода ихтиомасса в опытных бассейнах на 143—185 кг превысила контроль. Высокая нагрузка ихтиомассы в условиях ухудшения гидрохимических показателей (содержание окисного железа 1,35 мг/л и закисного 0,23 мг/л, аммония 2,4 мг/л) способствовала возникновению у рыб жаберных заболеваний. У годовиков форели резко снизилась пищевая активность, скорость роста, на жабрах появились желтовато-бурые налеты, рыба находилась и верхних слоях воды. Причем, в контроле, где нагрузка ихтиомассы была минимальной, Км снизился лишь на 40%, а в вариантах 2,3 и 5 в 5-9 раз по сравнению с предыдущим периодом и составил 25—44% по отношению к контролю. Наряду с резким замедлением роста рыбы в вариантах 3 и 5 отмечена ее гибель.

#### 17. Результаты выращивания годовиков с использованием ЛРКВ

Показатель	Вариант			
	ОР	ОР+7% РМ	ОР+5% ЛРКВ	ОР+10% ЛРКВ
Продолжительность опыта, сутки	170	170	170	170
Содержание жира в корме, %	6,7	13,7	11,9	17,3
Средняя масса рыбы, г	56,30	62,20	61,10	63,60
Ихтиомасса, кг	600,1	684,2	611,0	566,0
Выживаемость, %	97	100	91	81
Выход ихтиомассы, кг/м <sup>3</sup>	9,5	10,9	9,7	9,0
Км	0,031	0,033	0,033	0,034
Относительная скорость роста, %	1,08	1,14	1,13	1,15
Затраты корма, кг /кг	1,60	1,30	1,50	1,70
Протеина г /кг прироста	644	480	565	590

Рыбоводные показатели, представленные в таблице 17, свидетельствуют о том, что использование растительных липидов при кормлении годовиков форели способствует увеличению средней массы рыбы на 8,5-14,6% по сравнению с контролем. Однако отмечено, что годовики форели, получавшие с кормом ЛРКВ (5-10%) оказались менее устойчивыми к неблагоприятным условиям среды. Это усугубилось еще и тем, что нагрузка ихтиомассы в опытных бассейнах была максимальной соответственно 625 и 657 кг соответственно в вариантах 3 и 5.

Наибольший отход наблюдался в варианте 5 (табл. 13 -10% ЛРКВ) -- 19,2%, несколько меньший - в варианте 3 (9%) . Наиболее устойчивая к неблагоприятным условиям молодь получена в варианте 2 (5% растительного масла), где затраты корма на прирост были минимальными. В вариантах 3 и 5, несмотря на меньшую сохранность рыбы, затраты корма незначительно отличались от контроля. Кроме того, использование растительных липидов как энергетической добавки в гранулированные корма РГМ-5В позволяет более экономно расходовать протеин корма. Так, в варианте 2 затраты протеина на 1 кг прироста

на 164, а в вариантах 3 и 5 — соответственно на 79 и 54 г меньше, чем в контроле (табл. 17).

Анализ роста и рыбоводных показателей при выращивании годовиков радужной форели на кормах с различным уровнем растительных липидов показал целесообразность их применения.

#### 18. Результаты выращивания двухлеток с использованием ЛРКВ

Показатель	ОР	ОР+7,5% ЛРКВ	% к ОР
Продолжительность опыта, сутки	186	186	186
Средняя масса рыбы, г	451,0	562,0	124,6
Выживаемость, %	95	95	-
Выход иктиомассы, кг / м <sup>3</sup>	11,6	14,5	125,0
Км	0,051	0,060	117,6
Относительная скорость роста, %	0,9	1,0	111,1
Суточный рацион, %	2,1	1,8	85,7
Затраты корма, кг/кг прироста	3,1	2,3	74,2
Протеина г/кг прироста	1246	833	66,7

Основные рыбоводные показатели выращивания двухлеток форели с использованием ЛРКВ на 11,1-31,4% превышают контроль. При этом снижается пищевая активность рыбы (величина суточного рациона на 14,3%) и затраты корма и протеина на 25,8 и 33,3% соответственно (табл. 18).

#### 3.8. Выращивание годовиков форели при использовании различных источников и способов водообеспечения

Выращивание годовиков форели при разных способах водообеспечения в условиях СОВ – артезианская вода (вариант 1) и при прямоточном - речная вода (вариант 2) показало, что при T = + 5,2°C (вариант 1) по сравнению с T = +2,9°C речная вода (РВ - вариант 2) существенно повышается эффективность.

Применение оборотного водоснабжения позволяет увеличить рыбопродукцию в 2,6 раза и снизить более чем в 2,0 раза затраты корма на прирост. Увеличение плотности посадки с 6,4 до 12,9 кг/м<sup>3</sup> способствует повышению рыбопродукции в варианте 1 на 11,0-38,0%, в варианте 2 на 63,0-66,0% при одновременном увеличении затрат корма на 1,4-2,1 раза. Выживаемость годовиков форели во всех вариантах была высокой и составляла 94,0 – 99,0%.

Анализ структуры затрат при выращивании годовиков форели в связи с типами водоснабжения показывает, что основную часть **затрат** составляет стоимость посадочного материала (77,0-86,0%). При использовании оборотной системы водоснабжения за счет более быстрого роста они на 3,0-6,0% меньше, чем при выращивании на речной воде (табл. 19).

Затраты на корма и электроэнергию в варианте 1 составляют 9,4-10,4%, против 5,5-8,1% в варианте 2. Несмотря на это, за счет более быстрого роста рыбы на артезианской воде, общая себестоимость 1 кг годовиков форели в варианте 1 на 9,6-20,9% меньше, чем в варианте 2. Неодинаковая себестоимость годовиков форели отмечена и при различной нагрузке иктиомассы.

Если в варианте 1 с увеличением этого показателя с 6,4 до 12,9 кг/м<sup>3</sup> она возрастает на 5,6-6,3%, то в варианте 2 этого не отмечено (табл. 19).

19. Структура затрат при выращивании годовиков.

Статьи затрат	Вариант 1(СОВ)			Вариант 2(РВ)		
	12 к	7	10	3 к	2	4
1. Посадочный материал	77.0	80.0	81.0	83.0	86.0	84.0
2. Корма	8.8	8.6	8.5	6.8	5.5	8.1
3. Электроэнергия	1.6	1.0	0.9	-	-	-
4. Прочие	12.6	10.4	9.6	10.2	8.5	7.9
5. В % к контролю	100.0	105.6	106.3	100.0	95.7	101.2
6. В % к варианту 1	100.0	100.0	100.0	120.9	109.6	115.2

Проведенные исследования показали, что повышение температуры воды с 2,9 до 5,2°С в зимний период способствует ускорению роста форели. При этом увеличение плотности посадки с 6,4 до 9,7 кг/м<sup>3</sup> не оказывает существенного влияния на рост. Дальнейшее увеличение ихтиомассы до 12,9 кг/м<sup>3</sup> приводит к замедлению роста. При температуре воды менее 3,0°С осуществляется "зимовка" (зимнее содержание рыбы), а при температуре воды более 3,0°С возможно проведение эффективного зимнего выращивания годовиков форели.

В варианте 1 (плотность посадки 1143 - 576 шт./м<sup>2</sup>) при температуре воды +3,3°С скорость роста в 1,6-1,8 раза меньше по сравнению с вариантом 2 (плотность 305-188 шт./м<sup>2</sup>). Следует отметить во всех вариантах опыта очень высокие затраты корма на прирост (2,7-5,7). При меньших величинах плотности посадки они на 25,0-29,% ниже. Это объясняется слабой пищевой активностью молоди и снижением доступности корма особенно у мелкой рыбы.

Более четкие результаты были получены при выращивании в СОВ годовиков различной средней массой (7,0 г - вариант 1 и 11,7 г – вариант 2), плотности посадки (200 шт./м<sup>2</sup> – вариант 3 и 250 шт./м<sup>2</sup> – вариант 4), фронте кормления (количество рыб на 1 «ЭВОС – 505» - 7,7 - 9,5 тыс.шт. - варианты 5 и 7 и 3,8 – 4,7 тыс.шт. – варианты 6 и 8).

Сравнение результатов выращивания годовиков показало, что в варианте 1, по сравнению с вариантом 2 уровень рыбопродукции увеличивается на 7%, выход рыбы снижается на 5,6% при увеличении затрат корма на 5,3%.

Выращивание рыбы в зимний период при плотности посадки 250 шт./м<sup>2</sup> по сравнению с плотностью 200 шт./м<sup>2</sup> позволяет на 17,8% увеличить прирост рыбопродукции. При этом затраты корма на прирост снижаются на 16,6% при незначительном уменьшении выхода рыбы.

Установлено, что уменьшение количества особей, питающихся у одного кормораздатчика в 2 раза, сказывается, прежде всего, на увеличении прироста. Уровень рыбопродукции в вариантах 6 и 8 на 14,2 и 18,4% больше, чем в вариантах 5 и 7.

Структура затрат при выращивании годовиков представлена в таблице 20. Увеличение фронта кормления в 2 раза позволяет снизить затраты на 6,3 и 10,2% соответственно в вариантах 6 и 8 по сравнению с вариантами 5 и 7. Снижение общих затрат на производство 1 кг годовиков приводит к уменьшению доли стоимости посадочного материала на 3,0 и 1,2% и увеличению доли затрат на корма и эксплуатацию оборудования.

Выращивание годовиков при плотности посадки 250 шт./м<sup>2</sup> приводит к снижению затрат на 8,8%. При этом их доля на посадочный материал возрастает на 4,9%, а стоимость корма и эксплуатации оборудования уменьшается (табл. 20).

20. Структура затрат на 1 кг производства годовиков (в %)

Показатель	Варианты							
	1	2	3	4	5	7	6	8
Средняя масса, г	7,0	11,7	11,9	11,5	6,9	11,6	7,1	11,6
Фронт кормления	5,1	6,3	5,6	7,0	3,8	4,8	7,7	9,5
Статья затрат								
Стоимость сырья	43,7	43,8	43,0	47,9	45,2	46,2	42,2	45,0
Затраты на корма	20,2	17,5	19,2	17,3	18,2	17,2	22,0	19,1
Эксплуатация	5,3	4,9	5,3	4,8	5,2	5,0	5,3	5,1
Прочие затраты	30,8	33,8	32,5	30,0	31,4	31,6	30,5	30,8
В % к контролю	96,3	100,0	100,0	91,2	100,0	100	93,7	89,8

Более экономичным является и выращивание годовиков из молоди меньшей средней массы. Общие затраты при выращивании годовиков из молоди средней массой 7,0 г на 3,7% меньше по сравнению с более крупной рыбой (11,7 г). Стоимость посадочного материала в структуре затрат одинаковая, но при этом увеличивается стоимость кормов.

Таким образом, в условиях оборотного водоснабжения из артезианской скважины в зимний период выращивание годовиков форели наиболее экономично при нагрузке на 1 кормораздатчик 3,8 - 4,7 тыс. шт., плотности посадки 250 шт./м<sup>2</sup> и средней массе при зарыблении 7,0 г.

### 3.9. Выращивание двухлеток форели на речной воде

Применение технического кислорода при выращивании товарной форели по сравнению с естественным кислородным режимом позволяют повысить сохранность рыбы и снизить затраты корма на 13,0% при плотности посадки на нагул 0,7 кг/м<sup>2</sup> (вариант 2). Увеличение начальной плотности посадки в 2 раза (1,4 кг/м<sup>2</sup>) при дополнительной оксигенации дает возможность увеличить рыбопродукцию на 79,0%, снизить затраты корма на 19,4% без уменьшения сохранности рыбы (табл. 21).

Это достигается за счет увеличения содержания кислорода в воде на 34-84% и изменением соотношения значений в период выращивания форели.

## 21. Результаты выращивания форели с применением технического кислорода

Показатель	Вариант		
	1	2	3
Продолжительность опыта, сутки	180	180	180
Содержание кислорода, %	70	90	90
Средняя масса рыбы, г	195,20	203,5	199,50
Выживаемость, %	64	77	64
Выход ихтиомассы, кг/ м <sup>3</sup>	6,6	7,1	11,8
Км	0,057	0,056	0,056
Относительная скорость роста, %	1,5	1,4	1,4
Суточный рацион, %	2,9	2,6	2,4
Затраты корма, кг / кг	3,1	2,7	2,5

Так, в 1985 году в варианте 1 количество дней с концентрацией кислорода в воде до 7,0 мг/л составило 40%, что в 2 раза больше, чем в варианте 2 с применением технического кислорода (табл. 22).

## 22. Распределение значений содержания кислорода (%)

Содержание кислорода, мг/л	Вариант 1		Вариант 2	
	1985 г	1986 г	1985 г	1986 г
до 7,0	40	5	20	-
до 9,0	30	25	50	30
более 9,0	30	70	30	70

Одним из способов дальнейшего повышения плотности посадки рыбы является уменьшение времени полного водообмена в рыбоводных сооружениях за счет понижения уровня воды. В нашу задачу входило изучить особенности роста двухлетней форели, выращиваемой при различных уровнях воды в бассейнах с применением оксигенации.

## 23. Результаты выращивания двухлеток форели при разном уровне воды

Показатель	Вариант		
	1 к	2	% к 1
Продолжительность опыта, сутки	184	184	-
Объем бассейна, м <sup>3</sup>	210	112	53,3
Средняя масса рыбы, г	278,90	332,70	119,3
Выживаемость, %	97	92	-5
Выход ихтиомассы, кг / м <sup>3</sup>	6,1	6,9	113,1
Км	0,049	0,055	112,2
Относительная скорость роста, %	1,00	1,10	110,0
Суточный рацион, %	2,0	2,1	105,0
Затраты корма, кг /кг	2,5	2,5	100,0

На основании полученных данных определена зависимость коэффициента массонакопления ( $K_m$ ) от температуры воды ( $^{\circ}C$ ), которая описывается следующими уравнениями:

Вариант 1

$$1985 \text{ г. } K_{m1} = 0,0002 T^{\circ}C + 0,046$$

$$1986 \text{ г. } K_{m1} = 0,00135 T^{\circ}C + 0,040$$

Вариант 2

$$K_{m2} = 0,0016 T^{\circ}C + 0,036$$

$$K_{m2} = 0,00135 T^{\circ}C + 0,040$$

Изменение коэффициента массонакопления ( $K_m$ ) в зависимости от содержания кислорода в воде ( $O_2$ ) на вытоке из бассейнов имеет следующие зависимости:

Вариант 1

$$1985 \text{ г. } K_{m1} = 0,0019O_2 + 0,046$$

$$1986 \text{ г. } K_{m1} = 0,0066O_2 + 0,009$$

Вариант 2

$$K_{m2} = 0,0019O_2 + 0,042$$

$$K_{m2} = 0,0035O_2 + 0,024$$

Таким образом, рассматриваемый метод выращивания товарной форели с применением технического кислорода в условиях дефицита воды и растворенного кислорода является достаточно эффективным, позволяет увеличить рост рыбы на 19% и получить товарной продукции на 16% больше без увеличения общего расхода воды.

### 3.10. Рост и пищевые потребности радужной форели

При экологическом и технологическом оптимуме, скорость роста ограничивается только начальной массой тела рыб (по закону поверхности) и генетическими факторами. Эти основные категории, определяющие рост рыб, связаны «основным» или стандартным уравнением роста (Резников и др., 1978).

Исследования, выполненные при выращивании радужной форели с использованием технического кислорода, а также в условиях теплых вод в садках позволили определить более высокие значения максимально возможной скорости роста форели ( $K_r$ ). Величина этого коэффициента возросла до 0,168 и значительно превысила значения установленные ранее. При данной скорости роста увеличение массы тела ювенальной форели может происходить как показано на рисунке 5. Однако достижение максимальной скорости роста форели при современных технологиях практически невозможно, т. к. сочетание факторов внешней среды (температура воды, содержание растворенного кислорода и др.) редко, за исключением УЗВ, соответствуют оптимальному уровню, когда общий экологический коэффициент равен 1,0.

В результате исследований уточнены коэффициенты прямого действия значений температуры воды на рост форели (табл. 24). Понижение температуры воды менее  $5^{\circ}C$  и повышение более  $19^{\circ}C$  в значительной степени замедляет рост форели ( $K_t = 0,4-0,5$ ). По нашему мнению, температура воды ниже  $+3^{\circ}C$  является нижним пределом технологической нормы (производственный ноль), при которой резко замедляется скорость роста ( $K_t = 0,1$ ).

При таких значениях температуры следует говорить не об интенсивном откорме, а о выдерживании (содержании) форели. Значения температуры воды более  $+19^{\circ}C$ , по-видимому, не может являться верхним пределом, лимитирующим рост форели, т. к. эта величина в значительной мере будет зависеть от

концентрации растворенного кислорода в воде. Для более высоких значений температуры воды (+21-23°C) без гипероксии применение больших значений  $K_t$  (0,8-0,9) не представляется возможным.

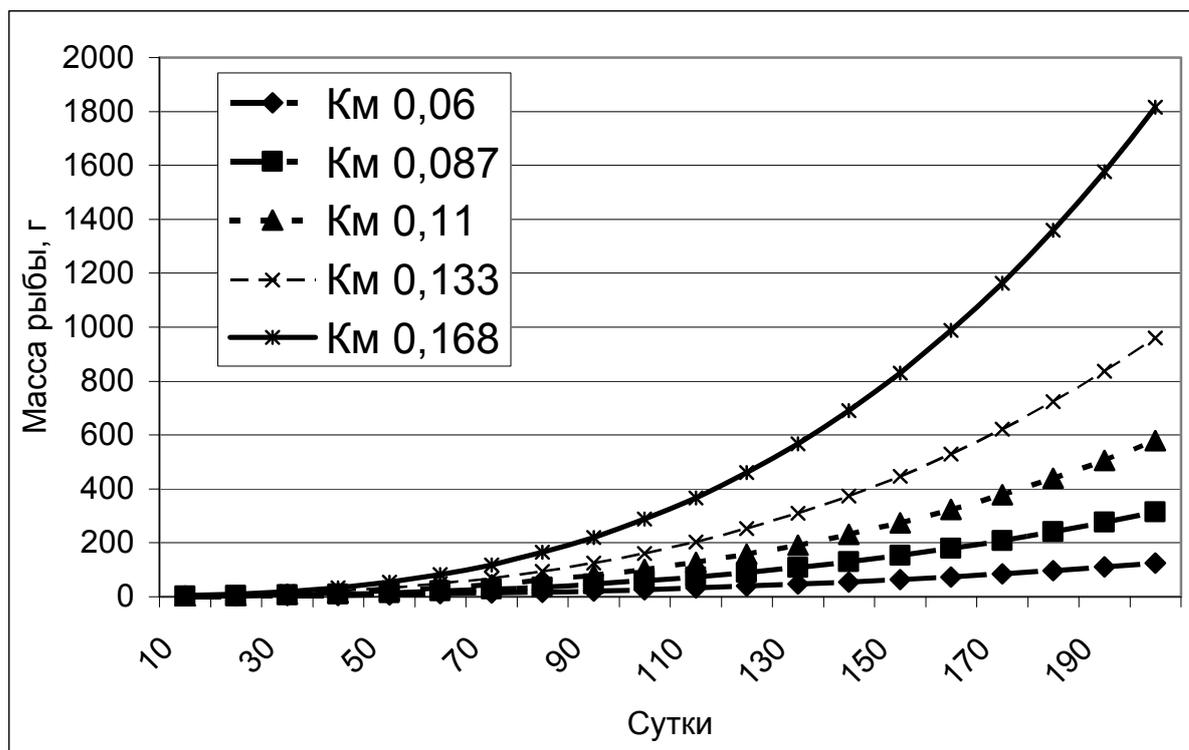


Рис. 5. Скорость роста форели

$K_m = 0,06$  - Рыбоводно-биологические нормы по выращиванию карпа, форели в установках с замкнутым циклом водообеспечения, М., - 1985;  $K_m = 0,087$  - Купинский, С. А. Баранов, 1987;  $K_m = 0,11$  - В. В. Лавровский и др., 1989;  $K_m = 0,133$  - А. В. Линник, 1988;  $K_m = 0,168$  - В. А. Власов и др., 2007.

В изучаемом диапазоне концентрации кислорода в воде от 5 до 27 мг/л в условиях нормативного удельного расхода воды определены значения функции продуктивного действия (ФПД) кислорода, которые показывают, что оптимум или кислородное плато для форели находится в пределах 11-19 мг/л ( $K_{O_2} = 1,0$ ). При уменьшении концентрации кислорода до 9-10 мг/л, также как и увеличение до 27 мг/л приводит к замедлению скорости роста на 10% ( $K_{O_2} = 0,9$ ). Для форели уровень кислорода в воде в пределах 6-7 мг/л резко замедляет рост ( $K_{O_2} = 0,3-0,4$ ), содержание кислорода равное 5 мг/л и менее, по-видимому, следует определить – как технологический предел.

Разработанная шкала коэффициентов ФПД кислорода позволяет установить не только оптимальные значения, но и определить максимальный уровень гипероксии, приводящий к замедлению роста форели (табл. 25).

При аппроксимации функции зависимости коэффициента массонакопления ( $K_m$ ) от температуры ( $K_t$ ), концентрации кислорода ( $K_{O_2}$ ) и pH ( $K_{pH}$ ) нами установлено корреляционное отношение от 0,47 до 0,57. Наиболее высокие парные частные коэффициенты корреляции установлены для параметров  $K_m - K_{O_2}$  ( $r=0,5$ );  $K_m - K_t$  ( $r=0,27$ ) и  $K_m - K_{pH}$  (0,37). Довольно существенные значения

коэффициента корреляции  $K_m - K_{pH}$  обусловлено тесной их зависимостью ( $r=0,87$ ).

В настоящее время нормирование кормления радужной форели производится в лучшем случае в зависимости от средней массы рыбы и температуры воды (каталоги кормов «Ассортимент-Агро», «Коппенс» и др.) и, как правило, не учитывают потенциальные возможности скорости роста рыб. Этот метод удобен и приемлем для хозяйств имеющих стабильный температурный и кислородный режимы. Нестабильность гидрохимического режима водоемных хозяйств, приводит к повышенным неоправданным затратам кормов (до 40-60%) от общей себестоимости продукции. Этот показатель можно уменьшить за счет рационального использования кормов на основе знания зависимости пищевой активности радужной форели от условий содержания.

В течение ряда лет при помощи автокормушек «Рефлекс» была изучена зависимость потребления корма радужной форели от изменения температуры воды, содержания кислорода и активной реакции воды (рН). В силу наличия сильной связи между рН и концентрацией кислорода мы рассматриваем лишь влияние концентрации кислорода на потребление корма рыбой. На основании полученных данных выделены два основных фактора среды, определяющих объем потребленного корма форелью, т. е. ее фактические пищевые потребности.

#### 24. Значения коэффициентов действия температуры воды ( $K_T$ ) на скорость роста, потребление корма ( $ПК_T$ ) для радужной форели

Коэффициент	Температура воды, °C										
	до 3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
$K_T$	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,0	0,9	0,5	0,4
$ПК_T$	0,5	0,55	0,6	0,9	1,0	1,05	1,05	1,15	1,1	1,0	0,9

#### 25. Значения коэффициентов действия растворенного кислорода в воде ( $K_{O_2}$ ) на скорость роста и потребление корма ( $ПК_{O_2}$ ) для радужной форели

Коэффициент	Концентрация кислорода, мг/л									
	до 5	6	7	8	9	10	11	11-19	19-23	23-27
$K_{O_2}$	0,1	0,3	0,4	0,6	0,8	0,9	1,0	1,0	0,9	0,9
$ПК_{O_2}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,13	1,3	1,05

Коэффициенты корреляции между потреблением корма и температурой воды, содержанием кислорода составляют соответственно  $r = +0,61$  и  $+0,55$ . Коэффициент детерминации совокупного действия температуры и кислорода с суточным потреблением корма равен 67,5%, т. е. эти два фактора играют решающую роль в определении пищевых потребностей радужной форели. Количество потребленного корма в течение суток форелью в зависимости от изменений факторов среды колебалось в пределах 0,6-3,3% от массы рыбы. При этом максимальное его потребление отмечено при температуре воды 17°C и концентрации кислорода – 18 мг/л (табл. 24,25).

### 3.11. Нормирование кормления форели в зависимости от скорости роста

В производственных условиях были проведены исследования по нормированию кормления радужной форели в зависимости от ее скорости роста. Экспериментальные нормы кормления определяли в соответствии со скоростью роста при  $K_m = 0,09$  и величиной затрат корма на прирост, установленной производителем. Рыбу кормили вручную, два раза в сутки. На протяжении эксперимента условия содержания (температурный и кислородный режимы) находились в пределах технологической нормы. Температура воды изменялась от 11 до 15°C, концентрация растворенного в воде кислорода в садках не опускалась ниже 90 % насыщения. Заболеваний рыбы в период проведения эксперимента отмечено не было. Таким образом, условия содержания не оказывали сдерживающего влияния на скорость роста рыбы ( $K_{э} = 1,0$ ).

#### 26. Результаты выращивания (откорма) радужной форели

Показатель	Марка корма					
	АК – 1 ФП		Крафт		Коппенс	
	конт-роль	опыт	конт-роль	опыт	конт-роль	опыт
Начальная масса рыбы, г	96,9	93,9	93,8	90,4	89,3	85,3
Конечная масса рыбы, г	197,1	359,0	183,0	320,0	182,1	267,0
Выживаемость, %	98	99	99	96	98	98
Выход иктиомассы, кг/м <sup>3</sup>	16,1	30,4	15,5	27,3	16,0	24,6
Суточный прирост, %	1,03	1,77	0,98	1,70	1,04	1,56
$K_m$	0,056	0,116	0,051	0,107	0,054	0,092
Суточный рацион, %	1,42	1,74	1,22	1,75	1,10	1,89
Затраты корма, кг /кг прироста	1,40	0,98	1,26	1,05	1,08	1,22
Затраты протеина, г /кг прироста	630	441	554	462	497	561
Затраты корма, руб./ кг прироста	47,3	33,1	44,1	36,8	48,6	54,9
Время достижения массы 250 г, сутки	90	45	105	50	100	65

При увеличении нормы кормления на 23 – 72% от рекомендуемой, средняя масса рыбы увеличилась на 47- 82 %, величина суточного прироста в 2,6

раза превысила значения нормативов, коэффициент массонакопления вырос в 2,1 раза. Увеличение скорости роста рыбы привело к существенной экономии корма. Затраты корма и протеина снизились на 30% по сравнению с нормой. Таким образом, увеличение нормы кормления в соответствии со скоростью роста форели, позволило в два раза сократить время достижения рыбой товарной массы и на 30% снизить стоимость кормов, затрачиваемых на получение единицы прироста. Наиболее эффективным из используемых кормов является отечественный корм – АК – 1 ФП.

### 3.12. Эффективность научно-производственных исследований при использовании различных источников и способов водообеспечения.

Применение разработанных приемов, способов, режимов и методов выращивания форели (СОВ на артезианской оборотной воде, кормление с учетом потенциальных возможностей рыб, использование теплых вод и др.) позволяет сократить сроков откорма форели на 250 дней (с 350 до 100 дней) и уменьшить поголовье самок на 100 тыс.шт. при производстве 50 тыс.т. товарной продукции (табл. 27).

27. Прогнозируемая эффективность при производстве 50,0 тыс. тонн товарной форели

Показатель	Нормативы ВНИИПРХ, 1985, 1991	Комбинированное использование СОВ с		Кормление с учетом скорости роста рыб
		речной водой	сбросной теп- лой	
Производство, тыс. т		50,0		
Количество, млн. шт.		100,0		
Масса рыбы, г		500		
Масса сеголеток, г		65		
Количество, млн. шт.		140,0		
Продолжительность откорма, дней	350	290	200	100
Сокращение продолжительности откорма, дней	-	-60	-150	-250
Количество икры, млн. шт.		380,0		
Количество самок, тыс. шт. с 50% запасом	250,0	190,0	170,0	150,0

## Выводы

1. Применение комбинированных приемов и способов культивирования радужной форели на воде из различных источников (речная, артезианская, смешанная вода, система оборотного водоснабжения, теплая сбросная) в контролируемых и регулируемых условиях (температурные, кислородные, световые режимы) увеличивает выживаемость и продуктивность рыб в течение постнатального онтогенеза. Обеспечивает ресурсосбережение, повышает эффективность производства и сокращает сроки получения товарной деликатесной продукции.

2. Температурный и кислородный режимы естественного водоисточника (реки Сходня) являются основными сдерживающими факторами повышения производства товарной продукции форели, о чем свидетельствует коэффициент корреляции между этими показателями ( $r = -0,20$ ). Это обусловлено тем, что 50% и 56% значений температуры и содержания кислорода в году не соответствуют биологическим потребностям форели и технологическим нормативам.

3. Водоподготовка (фильтрация, обезжелезивание, аэрация) повышает концентрацию кислорода до 10 мг/л, снижает содержание общего железа до 0,6 мг/л, закисного до 0,01 мг/л, аммония до 0,6 мг/л в артезианской воде, что благоприятно сказывается на выживаемости икры, молоди и зимнем выращивании годовиков форели.

4. Комплексное использование речной и артезианской воды эффективно при выращивании полноценных производителей форели:

- самки массой 2000-3000 г имеют рабочую плодовитость 6900-7700 шт. икры средним диаметром 4,8 мм и массой 57,3 мг;

- самцы массой 1500-3000 г продуцируют эякулята в объеме 9,0 мл с концентрацией спермиев – 8,1 млн./мм<sup>3</sup> и сперматоцитом – 14,8%.

Установлена положительная связь высоты хвостового стебля самок форели с абсолютной массой половых продуктов ( $r=0,16-0,87$ ), рабочей плодовитостью ( $r=0,13-0,87$ ), массой ( $r=0,23-0,64$ ) и диаметром ( $r=0,29-0,77$ ) икринок.

5. По результатам нерестовой кампании установлено, что оплодотворяемость икры составила 75,6% с колебаниями от 50-70% (в 34% случаев) и более чем 90% (в 20% случаев).

Величина оплодотворения зависит от:

- размера икры (оплодотворяемость более 90% у средней по размеру икры 8,0-10,0 тыс.шт. в 1 л);

- сроков отбора икры после овуляции (задержка икры в полости тела рыб до 21 суток после овуляции снижает ее оплодотворяемость до 50%)

- плотности и рН оплодотворяющих растворов (наибольшая оплодотворяемость икры -73,2-75,9% наблюдается при рН - 8,4-8,7 и плотности - 1,012-1,020).

6. Осаждение из артезианской воды гидроокиси железа на икре возрастает при увеличении рН до 8,2. К 30-35 дню инкубации его количество повышается в 5,9, что сказывается отрицательно на сохранности икры на стадии пигментации глаз. Уменьшение расходов воды в аппаратах «Вейса» по сравнению с го-

ризонтактными аппаратами при использовании оксигенации снижает отложение гидрооксида железа на икре в 7,2-11,9 раза и увеличивает ее сохранность на 16,0%.

7. Применение исследованных препаратов (перманганат калия, перекись водорода, формалин) снижает отрицательное влияние железобактерий на выживаемость свободных эмбрионов и личинок форели. Наиболее эффективными являются перекись водорода и перманганат калия, которые повышают выживаемость молоди соответственно на 11,8 и 10,7% .

8. Использование дополнительного освещения и водообмена за 6-10 минут при выращивании молоди форели критическим фактором, снижающим стимулирующее действие света с 96 до 18%, является ихтиомасса - 60-65 кг/м<sup>3</sup>. Увеличение ихтиомассы (до 160 кг/м<sup>3</sup>), при водообмене за 3-4 минуты не является целесообразным.

9. Применение оксигенации воды при выращивании форели:

- позволяет снизить в 2 раза удельный расход воды, затраты корма на прирост на 13%

- повышает скорость роста на 10-19%, сохранность рыбы, потребление корма на 13% и рыбопродукцию на 79%.

10. Введение липидов растительных витаминизированных (5-10%) в гранулированные корма увеличивает скорость роста форели при одновременном снижении затрат корма (на 25,8%) и протеина на прирост (на 33,3%).

11. Эффективность выращивания годовиков в СОВ по сравнению с речной водой существенно повышается за счет увеличения скорости роста рыб в 2-3 раза, рыбопродукции в 2,6 раза. Экономически более выгодно выращивать рыб при плотности посадки 250 шт./м<sup>2</sup> в расчете 3,8-4,7 тыс. шт. на 1 кормораздатчик, что позволяет снизить затраты на 1 кг продукции на 3,7-11,2%.

12. Коэффициент массонакопления ( $K_m$ ) форели зависит от концентрации кислорода ( $K_{O_2}$ ), температуры ( $K_T$ ) и pH ( $K_{pH}$ ). Парные коэффициенты корреляции между ними имеют следующие значения:  $K_m-K_{O_2}$  ( $r=0,50$ ),  $K_m-K_T$  ( $r=0,27$ ) и  $K_m-K_{pH}$  ( $r=0,37$ ).

13. Выращивание форели в водоеме охладителе при нормах кормления увеличенных на 23-43% повышает скорость роста на 50-110%, уменьшает затраты корма и протеина на 17-30% (корма АК и Крафт), сокращает сроки достижения товарной массы рыб (250 г) на 45-55 дней.

14. Применение разработанных технологических приемов выращивания форели (СОВ на артезианской воде, кормление с учетом потенциальных возможностей рыб, сбросных теплых вод и др.) сокращает сроки откорма форели на 250 дней (с 350 до 100 дней) и количество поголовья самок на 100 тыс.шт. для производства 50 тыс.т. товарной продукции.

## Практические предложения производству

1. В целях круглогодичного воспроизводства и интенсивного выращивания радужной форели использовать артезианскую воду, в летний период для понижения температуры воды до 16-18<sup>0</sup>С, зимой для повышения до 5-7<sup>0</sup>С.

2. Применять артезианскую воду в технологическом процессе с содержанием окисного железа (Fe<sup>+3</sup>) менее 0,6 мг/л, закисного (Fe<sup>+2</sup>) – 0,01 мг/л. При инкубации икры, подращивании молоди улучшенную артезианскую воду использовать не более 5 раз, а при выращивании сеголеток (летом) и годовиков (зимой) до 8-12 раз.

3. Отбор икры для инкубации производить не позже 14 дней после овуляции. Использовать в качестве оплодотворяющего раствора икры артезианскую воду с рН более 8,2. Инкубацию икры до стадии пигментации глаз проводить в вертикальных аппаратах типа «Вейса». Расход воды должен быть не менее 30 мл/мин на 1 тыс. шт.

4. Для предотвращения возникновения заболеваний жабр у форели, вызванные железобактериями, необходимо проводить обработку каждые 3-5 дней в течение 1 часа препаратами: KMnO<sub>4</sub> – 1,0 мг/л или H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> – 0,5 мл/л.

5. Для получения 160 кг/м<sup>3</sup> и более рыбопродукции концентрация кислорода на входе должна составлять 150 – 200% насыщения, на выходе не менее 70%.

6. При экологическом оптимуме (Кэ=1,0) для получения скорости роста Км=0,11 нормы кормления, рекомендованные производителями кормов, следует увеличить на 25-40%.

7. Выращивание годовиков форели проводить при плотности посадки 250 шт./м<sup>2</sup> и нагрузке на 1 кормораздатчик «Эвос» - 505 - 3,7-4,8 тыс. шт. особей.

8. Для кормления форели использовать липиды растительные кормовые витаминизированные ТУ 10.04.11.18 – 88 (ЛРКВ) из расчета 12,0 – 17,0% жира.

### Основные положения диссертации опубликованы:

#### Статьи в журналах рекомендуемых ВАК:

1. Лавровский В.В. Химический состав тела молоди радужной форели, выращенной при повышенном содержании кислорода в воде / В.В. Лавровский, Ю.И. Есавкин, В.П. Панов // Известия ТСХА, 1983, вып.5. - С. 139-144.

2. Лавровский В.В. Выращивание молоди радужной форели с применением технического кислорода / В.В. Лавровский, Н.Н. Капалин, Ю.И. Есавкин, В.П. Панов // Рыбное хозяйство, 1984, №1. - С. 28-30.

3. Лавровский В.В. Рыбоводно-биологические показатели молоди радужной форели, выращенной с применением технического кислорода / В. В. Лавровский, Н.Н. Капалин, Ю.И. Есавкин, В.П. Панов // Известия ТСХА, 1984, вып. 2- С. 149-152.

4. Лавровский В.В. Биохимические показатели мышц и печени двухлеток радужной форели выращиваемых при повышенных концентрациях кислорода в воде // В.В. Лавровский, Ю.И. Есавкин, В.П. Панов, А.И. Мищенко // Известия ТСХА, 1984, вып. 5. - С. 150-154.

5. Лавровский В.В. Рыбоводно-биологическая характеристика двухлеток радужной форели, выращенных с использованием технического кислорода / В.В.Лавровский, Ю.И.Есавкин, В.П.Панов, А.И.Мищенко // Известия ТСХА, 1985, вып. 1. - С. 168-174.

6. Лавровский В.В. Рыбоводно-биологические показатели двухлеток радужной форели в зависимости от начальной массы годовиков / В.В. Лавровский, Ю.И. Есавкин, В.П. Панов, В.В. Смирнов // Известия ТСХА, 1986, вып. 4. - С. 145-150.

7. Lavrovskiy V.V. Использование оксигенации воды в индустриальном рыбоводстве /V.V. Lavrovskiy, N.N. Kapalin, U.I. Esavkin, V.P. Panov // Z. fur die Bienenfischerei der DDR, 1985, band 32, №12. - S. 381-382.

8. Лавровский В.В. Пищевая ценность товарной форели в зависимости от массы посадочного материала / В.В. Лавровский, Ю.И. Есавкин, В.П. Панов, В.В. Смирнов // Известия ТСХА, 1986, вып. 2. - С. 128-134.

9. Есавкин Ю.И. Кормление двухлеток радужной форели/ Ю.И. Есавкин, В.П. Панов, В.В. Смирнов, К.А. Яблоков // Рыбное хозяйство, 1990, №5. - С. 57-58.

10. Лавровский В.В. Влияние липидных добавок в корм на морфобиохимические показатели двухлеток радужной форели/ В.В. Лавровский, Ю.И. Есавкин, В.П. Панов, В.В. Смирнов // Известия ТСХА, 1994, вып. 3. - С. 203-213.

11. Панов В.П. Морфофизиологические особенности двухгодовалых самок радужной форели (*Parasalmo mikiss* Walbaum) в зависимости от сроков созревания половых продуктов / В.П. Панов, Ю.И. Есавкин, Г. Т. Панченков // Известия ТСХА, 2007, Вып. 4. - С.122-131.

12. Панов В.П. Гистологическая структура мускулатуры двух форм форели, выращенной в условиях тепловодного хозяйства / В.П. Панов, Ю.И. Есавкин, А.В. Золотова // Рыбпром, 2009, №4. - С. 14-18.

13. Есавкин Ю. И. Технология пресноводного форелеводства при использовании различных источников водообеспечения / Ю.И. Есавкин, В.А. Власов, А.П. Завьялов, В.П. Панов и др. // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. научн. трудов / РУП «Институт рыбного хозяйства», РУП Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» Белорусский государственный университет. – Минск, 2008. – С. 77-81.

#### **Методические рекомендации:**

14. Лавровский В.В. Рекомендации по применению дополнительного искусственного освещения при выращивании молоди радужной форели / В.В. Лавровский, Ю.И. Есавкин: Утверждены ВАСХНИЛ// В сб. Инструкции и рекомендации по разведению ценных видов рыб, Л., ГосНИОРХ, 1982. - С. 139-149.

15. Лавровский В.В. Рекомендации по использованию кислорода при интенсивном выращивании рыб / В.В. Лавровский, Н.Н. Капалин, Ю.И. Есавкин, В.П. Панов: Одобрены научно-техническим советом Министерства рыбного хозяйства РСФСР, 28.03.1986 г. - М.: ГосАгропром СССР, ТСХА, 1987.– 28 с.

16. Завьялов А.П. Модель массонакопления и ее использование в рыбоводстве / А. П. Завьялов, Ю. И. Есавкин // М.: МСХА, 2011.- 110 с.

17. Золотова А. Биология двух фенотипических форм форели/А.Золотова, В.Панов, Ю. Есавкин. – LAP LAMBERT. Academic Publishing, 2011.- 141 с.

**Статьи в журналах, сборниках научных трудов и материалах конференций:**

18. Есавкин Ю.И. Режимы освещения при выращивании форели / Ю.И. Есавкин // Рыбоводство и рыболовство, 1982, №2. - С.15-16.

19. Лавровский В.В. Энергетический баланс у молоди радужной форели при различных условиях освещения / В.В. Лавровский, Ю.И. Есавкин // Тез. Докл. V Всесоюзн. конф. по эколог. физиологии и биохимии рыб, Киев, Наукова Думка, 1982, ч. 1. - С. 90-91.

20. Есавкин Ю.И. Интенсивность обмена у молоди радужной форели при гипероксии // Ю.И. Есавкин, В.П. Панов // Тез. докл. Всесоюзн. конф. мол. ученых, М.: ВНИИПРХ, 1984. - С. 87-88.

21. Панов В.П. Баланс энергии у молоди радужной форели при гипероксии / В.П. Панов, Ю.И. Есавкин // Тез. докл. Всесоюзн. конф. мол. ученых, М.:ВНИИПРХ, 1984.- С. 88-90.

22. Лавровский В.В. Интенсивное выращивание молоди радужной форели с использованием кислорода / В.В. Лавровский, Ю.И. Есавкин, В.П. Панов, Н.Н. Капалин // Сб. Совершенствование биотехники в рыбоводстве, М.:ТСХА, 1985.- С. 91-98.

23. Есавкин Ю.И. Интенсивность обмена у молоди радужной форели при различных условиях содержания / Ю.И. Есавкин// Сб. Совершенствование биотехники в рыбоводстве, М.:ТСХА, 1985.- С. 98-103.

24. Лавровский В.В. Особенности обмена у двухлеток радужной форели в условиях гипероксии / В.В. Лавровский, А.И. Мищенко, Ю.И. Есавкин, В.П. Панов // Тез. докл. VI Всесоюзн. конф. по эколог. физиологии и биохимии рыб. Вильнюс, 1985.- С. 109-111

25. Лавровский В.В. Использование оксигенации воды в индустриальном рыбоводстве / В.В. Лавровский, Н.Н. Капалин, Ю.И. Есавкин, В.П. Панов // Тез. докл. III - е Всесоюзн. совещание по рыбохоз. использованию теплых вод, М., 1986.- С. 109-110.

26. Лавровский В.В. Использование технического кислорода при выращивании двухлеток радужной форели / В.В. Лавровский, Ю.И. Есавкин, В.П. Панов, К.А. Яблоков // Сб. научн. трудов Совершенствование технологии и племенной работы в рыбоводстве, М., 1986. - С. 94-103.

27. Есавкин Ю.И. Характеристика периферической крови годовиков радужной форели / Ю.И. Есавкин, В.В. Смирнов// Сб. научн. трудов Совершенствование технологии и племенной работы в рыбоводстве, М., 1986.- С.113-119.

28. Лавровский В.В. Перспективы применения оксигенации воды для интенсификации форелеводства/ В.В. Лавровский, Ю.И. Есавкин, В.П. Панов // Тез. докл. Всесоюзн. семинара по интенсификации форелеводства, М., 1987.- С.27-28.

29. Есавкин Ю.И. Выращивание годовиков радужной форели зимой при оборотном водоснабжении / Ю.И. Есавкин, В.В. Смирнов // Тез. докл. Всесоюзн. семинара по интенсификации форелеводства, М., 1987.- С. 19-20.

30. Лавровский В.В. Результаты зимнего выращивания годовиков радужной форели в условиях оборотного и прямоточного водоснабжения / В.В. Лавровский, Ю.И. Есавкин, В.П. Панов, В.В. Смирнов, К.А. Яблоков // Сб. научн. трудов. Индустриальные методы рыбоводства в замкнутых системах, М.: ВНИИПРХ, 1988, вып. 55, - С. 72-79.

31. Апостол П.А. А. с. №1528393 от 15. 08.1989 «Способ совместного выращивания растений и рыб» / П.А.Апостол, Ю.И. Есавкин, В.В. Лавровский, В.Н.Апостол, В.П.Панов, Вас.В. Лавровский // Бюлл. № 46,15.12.89.

32. Есавкин Ю.И. Влияние температурного и кислородного режимов на потребление корма двухлетками радужной форели / Ю.И. Есавкин, В.В. Лавровский, В.П. Панов, В.В. Смирнов // Тез. докл. VII Всесоюзн. конф. эколог. физиологии и биохимия рыб, Ярославль, 1989.- С. 134-135.

33. Лавровский В.В. Рост ювенальной радужной форели в зависимости от концентрации кислорода и температуры воды / В.В. Лавровский, Ю.И. Есавкин, В.П. Панов, В.В. Смирнов // Тез. докл. VII Всесоюзн. конф. эколог. физиологии и биохимия рыб, Ярославль, 1989, с. 254-255.

34. Лавровский В.В. Выращивание радужной форели при различном уровне водообмена в бассейнах с применением технического кислорода / В. В. Лавровский, Ю. И. Есавкин, В. П. Панов, В. В. Смирнов, К. А. Яблоков // Сб. научн. трудов ТСХА. Интенсивная технология в рыбоводстве, М., 1989.- С. 108-115.

35. Есавкин Ю.И. Борьба с заболеванием жабр молоди радужной форели, выращиваемой на артезианской воде / Ю.И. Есавкин, Н.М. Белковский, В.П. Панов // Сб. научн. трудов ТСХА. Интенсивная технология в рыбоводстве, М., 1989.- С. 121-125.

36. Есавкин Ю.И. Теоретические основы и практическое применение оксигенации воды в индустриальном рыбоводстве / Ю.И. Есавкин, В.В. Лавровский// Тез. докл. IV Всесоюзн. совещ. по рыбохоз. использованию теплых вод. - М., 1990.- С. 30-33.

37. Есавкин Ю.И. Технологические особенности выращивания годовиков радужной форели в зимний период на артезианской воде / Ю.И. Есавкин, В.В. Смирнов // Тез. докл. IV Всесоюзн. совещ. по рыбохоз. использованию теплых вод. - М., 1990.- С. 125-126.

38. Лавровский В.В. Влияние корма с различным содержанием растительных липидов на некоторые биохимические показатели годовиков радужной форели/ В.В. Лавровский, Ю.И. Есавкин, В.П. Панов, А.И. Мищенко// Тез. докл. Вто-го симпозиума по эколог. биохимии рыб, Ярославль, 1990. - С. 89-90.

39. Есавкин Ю.И. Рост и рыбоводные показатели годовиков радужной форели при выращивании на кормах с различным уровнем липидов / Ю.И. Есавкин, В.П. Панов, Н.М. Белковский, А.И. Мищенко // Сб. научн. трудов, М.,1991.- С. 123-128.

40. Есавкин Ю. И. Потенциальные возможности роста радужной форели / Ю. И. Есавкин, В. В. Лавровский // Сб. научн. трудов Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах, М., 1991, вып. 64.- С. 50-51.
41. Есавкин Ю. И. Уточнение модели роста радужной форели / Ю.И. Есавкин, Ю.И. Кулинич // Тез. докл. научно-практической конф. посвященной 50- летию кафедры прудового рыбоводства МСХА. Развитие аквакультуры на внутренних водоемах.- М., 1995.- С. 25-27.
42. Лавровский В.В. Морфофизиологическая и технологическая характеристика производителей радужной форели / В.В. Лавровский, Ю.И. Есавкин, В.П. Панов, Г.Т. Панченков // Сб. научн. тр. ГНУ ВНИИР и РГАУ-МСХА. т.3, М. 2005. - С. 181-189.
43. Лавровский В.В. Морфофизиологическая характеристика и продуктивные свойства впервые и повторно созревающих трехгодовалых самок радужной форели /В. В. Лавровский, В.П. Панов, Ю.И. Есавкин, А.Н. Смирнов, Д.А. Пуговкина // Тез. докл. Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре, Краснодар, 1996.- С. 89-90.
44. Лавровский В.В. Выращивание годовиков радужной форели на артезианской воде / В.В. Лавровский, В.П. Панов, Ю.И. Есавкин, В.В. Смирнов, К.А. Яблоков // Первый конгресс ихтиологов России. Тез. докл., М., 1997.- С. 276.
45. Лавровский В.В. Зависимость эффективности инкубации икры радужной форели от некоторых технологических параметров/ В.В. Лавровский, В.П. Панов, Ю.И. Есавкин // Первый конгресс ихтиологов России. Тез. докл., М., 1997.- С. 312.
46. Власов В.А. Нормирование суточного количества корма для выращиваемой в садках на теплых водах радужной форели в зависимости от скорости роста/ В.А. Власов, Ю.И. Есавкин, А.П. Завьялов, В.П. Панов, Г.Т. Панченков // Материалы и докл. Межд. симпозиума Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов. Астрахань, АГТУ, 2007. - С.397-399.
47. Линник А.В. Влияние переменной плотности посадки на положение особей радужной форели в размерной структуре популяции / А.В. Линник, Ю.И. Есавкин, В.В. Смирнов // Сб. научн. трудов Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры. Вып. 82., М., 2006. - С.91-108.
48. Есавкин Ю.И. Морфологические и физиолого-биохимические особенности радужной форели, выращиваемой на кормах с добавками селена и токоферола (препарата «Эсвекс») / Ю.И. Есавкин, В.П. Панов, Г.Т. Панченков, Н.П. Базутко // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата. Международный симпозиум, Астрахань, 2007.- С.458-460.
49. Панов В.П. Рыбохозяйственное освоение водоемов охотничьих хозяйств / В.П. Панов, Ю.И. Есавкин // Сохранение разнообразия животных и охотничье хозяйство России. Материалы 2-ой Международной научно-практической конф., М., 2007.- С.180-183.

50. Панов В.П. Рост мускулатуры радужной форели в постнатальный период / В.П. Панов, Ю.И. Есавкин // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. Материалы 2-й научн. конф. С участием стран СНГ 11-14 сентября 2007 г., Петрозаводск, 2007.- С. 112-113.

51. Панов В.П. Клинические и биохимические показатели крови двух форм форели на теплых водах / В. П. Панов, А. В. Золотова, Ю. И. Есавкин // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. Материалы 2-й научной конф. С участием стран СНГ 11-14 сентября 2007 г., Петрозаводск, 2007.- С. 113-114.

52. Панов В.П. Клинические и физиолого-биохимические особенности крови некоторых видов рыб с различной экологией / В.П. Панов, Ю.И. Есавкин, В.А. Власов, А.П. Завьялов // Актуальные вопросы экологической, сравнительной, возрастной и экспериментальной морфологии. Улан-Удэ, 2007.- С. 143-146.

53. Есавкин Ю.И. Разработка интенсивной технологии пресноводного форелеводства при комбинированном использовании различных источников водообеспечения /Ю.И. Есавкин, В.А. Власов, А.П. Завьялов, В.П. Панов и др. // Рациональное использование пресноводных экосистем – перспективное направление реализации национального проекта «Развитие АПК», М. 2007. - С. 142-158.

54. Есавкин Ю.И. Технология производства радужной форели при использовании различных способов и источников водообеспечения / Ю.И. Есавкин // Доклады ТСХА, вып. 282, М., 2010. - С.863-867.

55. Есавкин Ю.И. Рост радужной форели в зависимости от температуры воды и концентрации кислорода / Ю.И.Есавкин, В.П.Панов, А.В.Золотова, А.П.Завьялов //Развитие аквакультуры в регионах: проблемы и возможности /Докл. межд. научно-практической конференции 10-11 ноября 2011 г., М., 2011.- С. 84-90.