

СИБИРСКИЙ ОРДЕНА «ЗНАК ПОЧЕТА» НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ЖИВОТНОВОДСТВА

УДК 639.371.13

На правах рукописи

РГБ 04

25 СЕН 2000

РОСТОВЦЕВ Александр Алексеевич

**ПРОМЫШЛЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО
РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ
В СИБИРИ**

06.02.04 – «Частная зоотехния, технология производства
продуктов животноводства»

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Новосибирск – 2000

Работа выполнена в Сибирском ордена «Знак Почета» научно – исследовательском и проектно–технологическом институте животноводства и Новосибирском филиале Сибирского научно – исследовательского и проектно – конструкторского института рыбного хозяйства

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, профессор МОРУЗИ И. В.

доктор биологических наук, профессор МУХАЧЕВ И. С.

доктор биологических наук, профессор, академик РАСХН ЯМОВ В. З.

Ведущая организация – Томский государственный университет

Защита состоится «14» июля 2000 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 020.05.01 в Сибирском научно – исследовательском и проектно – технологическом институте животноводства
(630500 Новосибирская обл., Новосибирский р-н, п. Краснообск СибНИПТИЖ)

С диссертацией можно ознакомиться в ЦНСХБ СО РАСХН

Автореферат разослан «2» июля 2000 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Митякова Р. П.

17729.32-3,0
179(2р5)729,0

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

1.1. Актуальность проблемы Развитие пресноводной аквакультуры предполагает не только увеличение производства рыбной продукции в местах потребления, но и значительное расширение ее ассортимента, путем широкого использования особо ценных видов рыб, пользующихся большим потребительским спросом на внутреннем и внешнем рынках.

С этой целью, а также для максимального использования водоемов с различным режимом в культуру прудового рыбоводства, помимо относительно теплолюбивых рыб (каarp, сазан, растительноядные рыбы), вводятся и типичные обитатели холодных горных рек и озер: ручьевая форель, радужная форель и ее вид – стальноголовый лосось. Еще П. А. Дрягин (1953) предложил использовать радужную форель как объект акклиматизации в мезотрофные и олиготрофные озера, северные водохранилища и реки, для создания прудовых форелевых хозяйств. Хороший темп роста, высокие вкусовые качества, эволюционные особенности привели к расселению радужной форели не только в соответствующие ее биологическим потребностям естественные водоемы, но и в прудовые хозяйства далеко за пределы ее исконного местообитания (Грачева, 1953; Ривольнев, 1969).

На перспективность Западной Сибири как района форелеводства, особенно предгорьев Алтая, Салаирского кряжа, Кузнецкого Алатау с их многочисленными горными реками и озерами, имеющими большие запасы чистой воды, пригодной для разведения форели, указывали З. А. Морузи (1959), В. Н. Злоказов (1962), Б. Г. Иоганзен и Г. М. Кривошеков (1965).

В Сибири первые работы по акклиматизации радужной форели, организации прудовых форелевых хозяйств и выращиванию ее для спортивного рыбоводства начаты в 1965 г. в Алтайском крае (Скопинцева В. Т., 1967; Титарев Е. Ф., 1970, 1974). Первые результаты разведения и выращивания форели в некоторых совхозах и колхозах Алтайского края показали эффективность холодного прудового рыбоводства. В пересчете на 1 га водной площади выход товарной форели составил 50 – 220 т (Титарев Е. Ф., 1974, 1980; Ростовцев А. А., 1977, 1980). Успешно натурализовалась радужная форель в оз. Лебедином и р. Кокша (Ростовцев А. А., 1980, 1983).

Были достигнуты положительные результаты совместного содержания форели и карпа в прудах, в которых дополнительный прирост биопродукции форели в размере 50 – 150 кг/га обеспечивался за счет уничтожения «сорной» рыбы – гольяна, верховки; кроме того, она устраняла трофических конкурентов карпа. Высаживаемые в пруды годовики форели массой 4 – 8 г за вегетационный период успевали достигнуть индивидуальной массы в 250 – 700 г.

Заселение радужной форели из предгорных хозяйств в безрыбные озера предгорного Алтая (Собанский Г. Г., 1979, 1982) показало целесообразность более широкого использования посадочного материала, выращенного в местных условиях. В высокогорном безрыбном оз. Ежлю – Коль в первые годы интродукции за 15 – 16 месяцев форель от личиночной стадии достигла массы 320 – 600 г

и абсолютной длины 35,0 – 56,8 см. В 80-е годы из прудовых хозяйств края она расселилась как биологический мелноратор в озера Красноярского края. Практиковалось зимнее выращивание форели в садковых хозяйствах на сбросных отработанных водах ГРЭС и промышленных предприятиях Кемеровской, Новосибирской, Тюменской областей. Особое развитие форелеводства в Сибирском регионе получило в Республике Хакасия, где на основе алтайского маточного стада выращивалось в середине 80-х годов около половины производимой в России товарной форели.

Однако, широкое использование в Сибири высокопродуктивного объекта акклиматизации, прудового и садкового рыбоводства – радужной форели в значительной степени сдерживается недостатком посадочного материала этого вида рыб. Особо остро этот вопрос встает в последние годы в связи со значительным спросом потребительского рынка у нас в стране и за рубежом на высокоценные виды рыб, к которым по праву относятся и радужная форель.

В существующих форелевых хозяйствах региона допускаются высокие отходы икры во время инкубации, достигающие иногда до 70 – 80 процентов. Значительны отходы также мальков и сеголетков.

Высокие отходы в ранних периодах выращивания форели в Сибири обусловлены, вероятно, некоторыми технологическими недоработками при ее размножении и выращивании, а также невысокими репродуктивными качествами маточного поголовья используемого в форелеводческих хозяйствах, что значительно снижает эффективность нового направления в рыбоводстве региона.

Искусственное воспроизводство радужной форели – сложный технологический процесс для повышения эффективности которого требуются глубокие знания закономерностей развития организма и его связи со средой обитания. Особенно актуальны эти познания при организации проведения рыбоводных работ в новых для объекта разведения экологических условиях. Кроме того, в числе вопросов, тесно смыкающихся с проблемой воспроизводства в Сибири полноценного посадочного материала форели, относятся и создание стройной системы селекционно – племенной работы в промышленном форелеводстве для создания высокопродуктивных маточных стад.

В связи с этим, возникла необходимость разработать и внедрить в производство научно – обоснованную технологию промышленного воспроизводства радужной форели в Сибири.

Работа по данной проблеме осуществлялась по научно – техническим заданиям и программам МСХ СССР и ВАСХНИЛ.

1.2. Цель и задачи исследований Цель настоящей работы заключалась в определении возможностей повышения эффективности искусственного воспроизводства радужной форели и разработке биологических и методических основ промышленного воспроизводства радужной форели в Сибири.

Для осуществления поставленной цели предстояло решить следующие задачи:

1. Провести сравнительное изучение морфологии и биохимии радужной форели в связи с ее продуктивными качествами, воспроизводительной способностью и экологическими особенностями разведения.
2. Изучить основные показатели воспроизводительной способности производителей радужной форели и их связь с морфологическими признаками.
3. Установить оптимальный возрастной подбор производителей форели для нереста.
4. Обосновать и разработать методы селекционно – племенной работы при формировании высокопродуктивного маточного стада форели.
5. Разработать оптимальную технологию заводского размножения форели для промышленного воспроизводства.
6. Изучить возможности интенсификации промышленного воспроизводства радужной форели в регионе.
7. Определить экономическую эффективность промышленного воспроизводства форели.

1.3. Научная новизна Впервые в Сибири проведено комплексное изучение биологических особенностей и хозяйственных качеств радужной форели. Получены новые данные, характеризующие рост и развитие форели в новых для вида экологических условиях.

На основании сопоставления основных хозяйственно-полезных, морфологических и биохимических показателей определен желательный тип сибирской форели и временные стандарты комплекса признаков, коррелированных с продуктивными и воспроизводительными качествами производителей. Впервые в отечественном форелеводстве разработана схема комплексной оценки производителей форели при формировании высокопродуктивного стада для промышленного воспроизводства. Выявлены закономерности возрастного подбора в форелеводстве в региональном аспекте и разработана оптимальная возрастная структура маточного стада для промышленного форелеводческого комплекса. Изучено влияние региональной специфики абиотического воздействия на результаты промышленного воспроизводства форели, разработана рациональная и биологически оптимальная технология инкубации икры форели с применением артезианского водоснабжения и автоматического регулирования термического режима. К новым научным данным можно отнести и изучение, для повышения эффективности холодноводного рыбоводства в регионе, применения методов промышленной гибридизации.

1.4. Практическая ценность и реализация результатов работы Наличие связи показателей воспроизводительной способности радужной форели с основными хозяйственно – полезными признаками самок и самцов позволяет использовать данные признаки в качестве критериев отбора производителей по их продуктивности. Разработанная оптимальная структура маточного стада сибирской форели, методика возрастного подбора производителей и применение комплексной шкалы оценки производителей форели способствует определению

ее племенной ценности и формированию высокопродуктивного маточного стада, отвечающего требованиям промышленной технологии и имеющего продуктивность на 55 – 90% выше исходных стад. Технологическая линия, разработанная в процессе исследований, позволяет стабилизировать выход личинофорели на уровне не ниже 80% от заложенной на инкубацию икры и повысить среднюю массу посадочного материала на 60,8% за счет рационального использования периода активного роста молоди. Применение разработанных для форелеводства региона стартовых кормов, основанных на сырье местного производства, позволяет при высоком качестве молоди форели значительно снизить себестоимость ее производства.

Использование методов промышленного скрещивания для получения гетерозисной посадочной молоди значительно сокращает период товарного выращивания форели.

Разработан ряд рекомендаций по вопросам воспроизводства стада радужной форели, технологии инкубации икры, выращивания товарной рыбы, оптимизации кормления молоди форели и организации селекционно – племенной работы с радужной форелью в условиях Сибири, которые утверждены и рекомендованы для внедрения в производство научно – техническими советами Госагропрома РСФСР, Алтайского АПК, Алтайсельрыбпрома, Алтайского государственного – кооперативного объединения по рыбному хозяйству, Кузбассрыбкомбината и объединения «Новосибзолото».

1.5. Фактический материал В работе подведены итоги исследований за 1973 – 1996 гг. Она выполнялась в Сибирском ордена «Знак Почета» научно – исследовательском и проектно – технологическом институте животноводств (1973 – 1988 гг.) по научно – техническим заданиям и программам МСХ СССР и ВАСХНИЛ – «Биологические основы развития и рациональной организации прудового рыбоводства в колхозах и совхозах Сибири», «Разработка прогрессивной биотехники рыбоводства в прудах и сельскохозяйственных водоемах комплексного назначения» (номер регистрации 71051006; 79032273; 79071254 и по программе МСХ СССР и ВАСХНИЛ на 1986 – 1995 гг. О. с.х. 47. 02. 09. » «Создать новую породную группу производителей радужной форели для Западной Сибири» (номер регистрации 01870092607), а также по планам хозяйственного тематики в Новосибирском филиале Сибирского научно – исследовательского и проектно – конструкторского института рыбного хозяйства (1988 – 1996 гг.). Фактической основой диссертации послужили морфометрические, эколого-биохимические, физиологические и рыбоводные данные, полученные обработанные и опубликованные автором самостоятельно. Биохимические анализы выполнялись в отделе биохимии СибНИПТИЖ. При обобщении результатов также использовались литературные данные.

В настоящее время автор диссертации принимает непосредственное участие в работах по внедрению технологии промышленного форелеводства в Новосибирской, Кемеровской областях, Алтайском крае и Республике Алтай.

1.6. Апробация работы Результаты научных исследований, составляющих основу диссертации, докладывались и обсуждались на ученых советах СибНИПТИЖ (1973 – 1988), Новосибирского филиала СибрыбНИИПроект (1988 – 1996), совещании координационного Совета по решению научно – технического задания 15.01. и 15.03. и секции прудового рыбоводства отделения кивотноводства ВАСХНИЛ (1975; 1980; 1985), Всесоюзном семинаре по методическим вопросам селекционно – племенной работы (1978), заседаниях научно – технического Совета объединения «Алтайсельрыбпром» (1979; 1980; 1981; 1982), пленумах Западно – Сибирского отделения ихтиологической комиссии (1979; 1980; 1981; 1984; 1986; 1989), Всесоюзной конференции «Итоги и перспективы акклиматизации рыб и беспозвоночных в водоемах СССР» (1980), Всесоюзном семинаре по совершенствованию селекционно – племенной работы в прудовом рыбоводстве (1983), Всесоюзной конференции «Развитие производительных сил Сибири и задачи ускорения научно – технического прогресса» (1985), на научно – технических конференциях: «Внедрение научных достижений передового опыта в прудовое рыбоводство Алтайского края» (1985), «Пути развития прудового рыбоводства в Новосибирской области» (1986), на научно – техническом совете Госагропрома РСФСР (1988), Всероссийской конференции «Биологические ресурсы и проблемы развития аквакультуры на водоемах Урала и Западной Сибири (1996), на научно – практических конференциях «Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири» (1996), «Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири и их рациональное использование» (1997), на первом конгрессе ихтиологов России (1997), на Международной научно – практической конференции «Пути развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах в условиях перехода к рыночным отношениям» (1998), на научно – практических конференциях «Состояние водных экосистем Сибири и перспективы их использования» (1998), «Проблемы и перспективы рационального использования рыбных ресурсов Сибири» (1999).

1.7. Публикации По теме диссертации опубликована монография (в соавторстве), 51 статья в центральных изданиях, трудах ВАСХНИЛ, СО ВАСХНИЛ, СибНИПТИЖ, сборниках совещаний, симпозиумов и научных конференций. Издано 4 методические рекомендации.

1.8. Объем и структура диссертации Диссертация состоит из введения, обзора литературы, собственных исследований, выводов и предложений.

Работа изложена на 287 страницах машинописного текста, включает 62 таблицы, 7 рисунков, и 20 приложений. Список литературы включает перечень 285 работ на русском и 52 работы на иностранных языках.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 1973 – 1982 гг. в производственных условиях форелевого хозяйства совхоза «Урожайный», а с 1983 по 1996 гг. в условиях форелеводческого комплекса совхоза «Радужный» Алтайского края. Объектом исследований по морфологии и экологии послужила разновозрастная радужная форель *Salmo gairdneri* Rich., выращенная в естественных условиях (озеро Лебединое) и в прудах форелевого хозяйства.

Морфологическую изменчивость форели изучали в зависимости от возраста, пола, размеров, биотопических и географических условий, используя методики И. Ф. Правдина (1966), Б. Г. Иоганзена и В. В. Кафановой (1968). Общее число измерений составило 22800.

Плодовитость самок изучалась по методикам Б. И. Черфаса (1950), Б. Г. Иоганзена (1955) и Л. Е. Анохиной (1969). Воспроизводительную функцию самцов определяли на V стадии их зрелости, используя методики В. А. Мусселиуса (1951), Г. В. Паршуткина, Д. В. Смирнова-Угрюмова, Н. Н. Михайлова (1970) и Р. В. Казакова (1978). При этом учитывали объем единовременной порции эякулята, активность и концентрацию спермиев.

Биохимические анализы выполнены в отделе биохимии СибНИПТИЖа. Биохимический состав тела рыбы определяли методами зоотехнического анализа (Н. А. Лукашик, В. А. Тацилин, 1965), концентрацию каротиноидов и витамина А в икре – по методикам М. П. Петрунькина, А. М. Петрунькина (1951) и П. Х. Попандопуло, Н. Г. Шапошникова (1954). Проведено 480 анализов.

Гематологические показатели изучались по общепринятым методикам (А. А. Кудрявцев, А. А. Кудрявцева, Т. И. Привольнев, 1969).

Контроль за физико – химическим режимом водоемов, питанием и ростом рыбы осуществляли с использованием общепринятых в рыбоводстве методов (Винберг Г. Г., 1956; Правдин И. Ф., 1966; Привезенцев Ю. А., 1981).

При изучении влияния экологических условий на репродуктивную способность форели учитывали рабочую плодовитость, оплодотворяемость икры, продолжительность инкубации в сутках и градусоднях, общий выход жизнеспособных личинок, средний выход личинок на самку (фактическая плодовитость), выживаемость молоди в раннем онтогенезе.

Влияние возраста производителей на качество их потомства определялось по схеме последовательных комбинаций. При проведении исследований учитывались рабочая плодовитость, качество овулировавшей икры, количество и качество свободных эмбрионов, объем эякулята и его качество, оплодотворяемость икры.

Биотехника выращивания всех опытных групп форели соответствовала нормативам (Рыбоводно – биологические нормативы для разведения и выращивания радужной форели в рыбоводных хозяйствах (Титарев Е. Ф., 1977).

Работы по формированию маточно – ремонтного стада включали инвентаризацию местного маточного поголовья форели. Материалом для исследования послужили разновозрастные производители и ремонтные особи форели,

выращенные на форелеводческом комплексе совхоза «Радужный», При изучении рыбоводно – биологических признаков ремонтного поголовья и производителей определяли: массу тела, длину тела по Смитту, длину тела до конца чешуйного покрова, максимальную высоту и толщину тела. Вычисляли: коэффициент упитанности по Фультону, индекс прогонистости, индекс широкоспинности и индекс обхвата тела. У самок определяли: среднюю массу икринки, рабочую и относительную плодовитость; у самцов – объем единовременной порции спермы, концентрацию и активность спермиев по общепринятым в рыбоводстве методикам. Количество исследуемых экземпляров в выборках составляло как правило, не менее 100.

Мечение производителей и ремонтной молодежи старшего возраста проводили методом подрезания жирового и грудных плавников, а также с помощью специальных красителей (Катасонов В. Я. и др., 1979).

Для обеспечения сравнимости результатов при оценке групп при спаривании и опытов по кормлению применяли трехкратные повторности.

Наиболее оптимальная конструкция инкубационных аппаратов определена на основе прямого сопоставления результатов инкубации икры форели в аппаратах разных систем (Шустера, ропшинские, «ИМ» и Вейса). Экономическая эффективность использования различных аппаратов определялась на основании расчетов выхода продукции, ее стоимости, затрат труда, а также прочих прямых и накладных расходов.

В исследованиях по использованию разработанного совместно с ОПКТБ СибНИПТИЖа водонагревателя учитывались продолжительность инкубации, выход жизнеспособных личинок, средняя масса сеголетков и общий прирост их биомассы. Для контроля служила икра, инкубируемая без подогрева воды, и сеголетки, полученные из этой икры.

Исследования по интенсификации выращивания молодежи проводили путем сравнения результатов кормления рыбы традиционно применяемым в регионе стартовым кормом с разработанными нами на основе сырья местного происхождения стартовыми кормами, сбалансированными по основным питательным веществам и разным уровнем энерго – протеинового отношения (от 76,9 кДж/г до 26,0 кДж/г).

Эффективность использования кормосмесей оценивалась по темпу роста рыбы, выживаемости, затратам корма на единицу прироста и себестоимости.

При исследованиях по гибридизации радужной форели со стальноголовым лососем изучались комбинационные способности сочетаемости этих рыб с целью выявления эффекта гетерозиса. Сравнивались две чистые формы исходных стад – радужная форель (Ф) ♀ * радужная форель ♂, стальноголовый лосось (Л) ♀ * стальноголовый лосось ♂ и их реципрокные гибриды - Ф♀ * Л♂ и Л♀ * Ф♂. Группы оценивались по выживаемости потомства на разных этапах онтогенеза и темпу роста двухлетков.

Биотехника выращивания исследуемых групп была аналогичной применяемой в хозяйстве технологии и соответствовала рыбоводно – биотехническим нормативам для выращивания радужной форели (Титарев Е. Ф., 1977).

Все цифровые материалы обработаны статистически (Плохинский Н. А., 1969).

3. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Особенности морфологии радужной форели, акклиматизированной в Сибири

Радужная форель в новых экологических условиях выращивания и разведения сохраняет яркую радужную окраску, некогда определившую ее видовое название, и проходящую вдоль тела взрослых рыб цветную кайму. В брачный период эта полоса и жаберная крышка особенно ярко окрашиваются и служат, наряду с другими признаками полового диморфизма, отличительными признаками готовых к нересту производителей.

Таблица 1

Объем исследований

Изучаемый признак	Периодичность отбора материала	Разовый сбор	Общее количество проб, рыб, анализов
Морфология	Ежемесячно	200 экз.	22800
Химический состав тела и гонад	Ежеквартально	10 проб	480
Характеристика крови	Ежеквартально	10 проб	910
Плодовитость и качество половых продуктов	Период размножения	200 проб	40000
Телосложение и рыболовно-биологическая характеристика (рабочая плодовитость ♀, объем эякулята, оплодотворяемость)	При бонитировке (1 раз в год)	300 экз.	6000

* Объем других исследований (оценка маточно – ремонтного стада, инкубация, кормление, гибридизация) приводится в соответствующих разделах.

Морфологический анализ разновозрастной половозрелой форели, выращенной в условиях прудового хозяйства и аналогичной рыбы, выросшей в оз. Лебедином, позволил установить статистически достоверную изменчивость систематических признаков радужной форели, акклиматизированной на Алтае: биотопическую – по 11 признакам; размерно-возрастную – по 16 и эколого-географическую – по 9 – 15, что дает основание выделить ее в отдельную популяцию.

Половой диморфизм у радужной форели сибирской популяции достаточно четко проявляется уже в двухлетнем возрасте. Самцы мельче самок, имеют крупную грубую голову, с возрастом несколько увеличивается и огрубевает рыло, становится более мощным хвостовой стебель. Достоверные различия у

газнопольных особей отмечены по 13 признакам в двухлетнем и по 14 в шестилетнем возрасте.

Производители радужной форели, живущие в оз. Лебединое и содержащиеся в прудах форелевого хозяйства, в систематическом отношении равноценны. Однако, различия в экологии, связанные в основном с питанием: озерная форель питается естественной пищей и ведет свойственный виду образ жизни, в то время как прудовая форель потребляет искусственные корма, оказывают определенное влияние на морфологические признаки форели. Размерно-возрастная изменчивость у самок из прудов выражена более определенно: из 12 разностей 5 оказались статистически достоверными.

Морфологические признаки самцов изменяются в несколько иной закономерности: у «озерных» самцов с возрастом несколько увеличивается относительная длина головы и вентроанальное расстояние. Становится более мощным хвостовой стебель, что обусловлено образом жизни в естественных условиях.

Экологическая изменчивость достаточно четко выражена у самок 5 и 6 лет. Озерная форма относительно большеголова и имеет более мощный хвостовой стебель. Самцы более прогонисты, чем прудовые.

Таким образом, на морфологические признаки радужной форели существенно влияют биотические и наследственные факторы, т.е. состав пищи, ее качество и количество, и искусственный отбор.

3.2. Биологическая и рыбоводственная характеристика производителей форели

Условия среды влияют не только на морфологические показатели форели, но и на ее воспроизводительную способность. Все показатели плодовитости у форели изменяются с возрастом и зависят от условий существования маточного стада (табл. 2).

Индивидуальная абсолютная плодовитость в значительной степени зависит от экологических условий: у «прудовых» самок она всегда выше, чем у «озерных». Рабочая плодовитость увеличивается с возрастом производителей, зависит от абсолютной и изменяется в прямой зависимости от последней. Индивидуальная относительная плодовитость с возрастом несколько уменьшается у обеих групп рыб. Снижение индивидуальной относительной плодовитости у форели с возрастом, возможно, объясняется биологическим свойством рыбы обладать повышенной плодовитостью в раннем возрасте для сохранения популяции.

Повышенная плодовитость самок форели выращенных в условиях прудового хозяйства объясняется также кормлением производителей по потребности искусственными кормами в отличие от производителей из озера олиготрофного типа (с низкой кормовой базой, особенно в зимний период), что вполне согласуется с мнением ряда исследователей других видов рыб (Подлесный А. В., 1948; Никольский Г. В., 1963; Мартышев Ф. Г., Анисимова И. М., Привезенцев Ю. А., 1967), что на развитие гонад рыб в значительной мере влияют условия нагула в предшествующие нересту периоды жизни. Кормление производителей

в прудах влияет и на их индивидуальный рост. Самки, выросшие в естественных условиях значительно мельче их сверстников, выращенных в прудах при искусственном кормлении, а корреляция массы тела и рабочей плодовитости у форели, как установила Г. Г. Савостьянова (1971) для Ленинградской области, довольно высока: от + 0,62 до + 0,73. Наши наблюдения также выявили зависимость абсолютной плодовитости форели от массы ее тела.

Таблица 2

Возрастная и биотопическая изменчивость показателей плодовитости радужной форели, шт. икринок

Показатель	Возраст, лет	Озерная форма (M ± m)	Прудовая форма (M ± m)
Индивидуальная абсолютная плодовитость	4+	1098 ± 0,65	1800 ± 0,23
	5+	1969 ± 0,44	2700 ± 0,91
	6+	2980 ± 0,62	3932 ± 0,67
Индивидуальная относительная плодовитость	4+	3660 ± 0,21	3913 ± 0,86
	5+	2702 ± 0,74	2963 ± 0,43
	6+	2560 ± 0,23	1969 ± 0,58
Рабочая плодовитость	4+	768 ± 0,12	1660 ± 0,41
	5+	1378 ± 0,42	2190 ± 0,54
	6+	2006 ± 0,37	2997 ± 0,87

Существенным показателем воспроизводительной способности рыб считают и качество половых продуктов, которое зависит в основном от возраста и условий, в которых они развиваются, качество половых продуктов у самок и самцов форели алтайской популяции также определяется возрастом рыб и экологическими факторами. У самок из озера икра, как правило, мельче, чем у прудовых, что связано с массой тела производителей. Однако, содержание каротиноидов и витамина А в икре озерной форели значительно повышено, что и определяет цвет икры. У озерной форели она имеет ярко – оранжевый цвет, в то время как икра прудовых самок имеет бледно – желтую окраску. Известно, что хорошо окрашенная, т.е. содержащая большее количество каротиноидов и витамина А икра дает меньший отход при инкубации, чем икра, бедная каротиноидами (Боровик Е. А., 1966; Логина Т. А., 1966; Микулин А. Е., Соин С. Г., 1975; Шнаревич И. Д., Приходская Е. Г., 1977).

Половые продукты самцов озерной и прудовой форели качественно отличаются. Концентрация и продолжительность активного движения спермиев у озерной форели выше. Если у озерных самцов концентрация спермиев составляла в среднем 6,2 млн/мм³ и активность – 58 с, то у прудовых эти показатели соответственно – 5,6 млн/мм³, а активность не превышает 56 с. С возрастом производителей концентрация и активность спермиев снижается как в том, так и в другом случае. Очевидно, что качество половых продуктов форели находится в прямой зависимости от полноценности питания и возраста рыб. Несом-

мненно, что искусственные кормосмеси, используемые в хозяйстве, не выдерживают конкуренции с естественной, традиционной для вида пищей по содержанию необходимых витаминов и микроэлементов и, что особенно важно, по степени их усвояемости.

Проведенные нами исследования по определению влияния качества половых продуктов форели из разных экологических условий на результаты инкубации икры показывают, что при прочих равных условиях (равнозначный температурный и газовый режим воды, одинаковая технология получения половых продуктов и инкубации икры), качество половых продуктов существенно влияет на рыбохозяйственные показатели этого производственного цикла промышленного воспроизводства форели (табл. 3).

Таблица 3

Результаты инкубации икры форели в зависимости от возраста и экологических условий выращивания производителей

Показатель	Возраст производителей					
	трехгодовики		четырёхгодовики		пятигодовики	
	прудовые	озерные	прудовые	озерные	прудовые	озерные
Количество самок, голов	42	13	57	15	38	10
Количество заложенной икры, тыс. шт.	63,45	13,20	119,95	25,40	88,70	22,40
Рабочая плодовитость самок, тыс. шт.	1,51	1,00	2,10	1,70	2,30	2,20
Оплодотворяемость, %	92,2	97,0	97,5	98,5	86,2	94,0
Всего получено личинок, тыс. экз.	33,3	7,8	75,1	17,2	46,8	13,2
Выход личинок от заложенной икры, %	52,5	59,1	62,6	67,7	52,8	58,9
Продолжительность инкубации, сут.	37,0	33,0	35,5	33,0	34,0	31,0

Несмотря на несколько сниженную рабочую плодовитость озерных самок, оплодотворяемость их икры на 1 – 8% выше, чем у прудовых; значительно выше у первых и выживаемость личинок (на 5,1 – 6,6%). Инкубация икры прудовой форели заканчивается на 2 – 3 дня позже, чем у озерной, что свидетельствует о замедленных процессах обмена у эмбрионов этой группы. Повидимому, питание биологически неполноценными искусственными кормами отрицательно сказывается не только на качество продуцируемых форелью половых продуктов, но и на продолжительность эмбрионального развития ее потомства. Можно также считать, что период репродуктивного использования прудовой форели несколько короче, чем озерной. Косвенным подтверждением этого положения является снижение оплодотворяемости икры (до 86,2%) у па-

тигодовых производителей, в то время как у их сверстников из озера оплодотворяемость остается на высоком уровне (до 94,0%). То же можно сказать и о выживаемости свободных эмбрионов, которая выше у озерной форели, питающейся свойственными для вида естественными кормами.

Суммируя результаты наблюдений и экспериментальных работ, можно отметить, что плодовитость радужной форели, акклиматизированной в Сибири, ее воспроизводительная способность и инкубационные качества икры прямо связаны с экологическими условиями выращивания производителей и, преимущественно, с биотическими и антропогенными факторами. При содержании маточных стад форели необходимо обращать особое внимание на полноценность их кормления.

Значительная вариабельность абсолютной плодовитости форели дает основание надеяться на успех при организации селекционной работы по повышению плодовитости форели путем прямого отбора, а связь плодовитости с массой тела производителей позволяет вести селекцию на увеличение этого показателя путем отбора наиболее крупных особей. Отбор по массе тела рыбы при организации селекционно – племенной работы в форелеводстве рекомендует Г. Г. Савостьянова (1975), L. Donaldson (1970), В. Стефенс (1975).

3.3. Возрастной подбор производителей

Изучение плодовитости у форели из прудов, где содержится основное маточное стадо хозяйства, показало, что с возрастом рабочая плодовитость имеет тенденцию увеличиваться, а фактическая плодовитость (выход жизнеспособных личинок от заложенной на инкубацию икры) сначала повышается, а затем, с семигодовалого возраста самок, начинает снижаться. В результате исследований по влиянию возраста производителей на оплодотворяемость икры и качество потомства установлено, что при спаривании молодых, впервые нерестующих производителей (самки – 3 – 4 года, самцы – 3 года) оплодотворяемость икры низкая: от 35,6 до 44,4%. Наблюдается тенденция к снижению оплодотворяемости икры с повышением возраста самцов. Наиболее активную сперму, обладающую высокой оплодотворяющей способностью, продуцируют четырех – пятигодовалые самцы. Возраст самок также влияет на оплодотворяемость икры. Особи, впервые нерестующие, и старые (старше шестигодовалого возраста) продуцируют икру, обладающую низкой способностью к оплодотворению при спаривании с самцами всех исследуемых возрастных групп: оплодотворяемость составляет 28,2 – 44,6% у трехгодовалых самок и 39,5 – 54,5 – у семигодовалых. Определение зависимости качества потомства от возрастного подбора родителей показало, что большее количество аномальных личинок наблюдается у впервые нерестующих и старых производителей, а также при спаривании производителей этих возрастных групп между собой. Наилучшие показатели получены при спаривании пяти – шестигодовалых самок с четырех – пятигодовалыми самцами: оплодотворяемость здесь составила 80,5 – 87,0%, при незначительном количестве (не более 2,2%) личинок с аномалиями развития.

3.4. Организация промышленного воспроизводства радужной форели

3.4.1. Формирование высокопродуктивного маточного стада

В отечественном рыбоводстве при организации племенной работы с карпом, наиболее одомашненным видом рыб, лучшие результаты дает формирование племенного маточного стада на основе массового отбора по фенотипу с использованием комплексных шкал оценок производителей по продуктивности и экстерьерным показателям. Очевидно, что и в форелеводстве логично использовать подобную систему отбора. Для решения этой задачи нами была проведена оценка маточного стада форели, разводимой в крупнейшем для Сибири форелеводческом совхозе «Радужный» Алтайского края.

Изучение показателей телосложения и возрастных изменений массы тела ремонтной молодежи форели показало, что темп роста ремонтной молодежи достаточно высок, разница в средней массе тела по возрастным группам статистически достоверна по третьему порогу вероятности безошибочных прогнозов $P = 0,999$ (табл. 4).

Таблица 4

Изменение массы тела и экстерьера ремонтной молодежи сибирского стада радужной форели по возрастам ($M \pm m$)

Показатель	Сеголетки	td между сеголетками и двухлетками	Двухлетки	td между двухлетками и трехлетками	Трехлетки
Масса тела, кг	$0,0083 \pm 0,62$	9,2	$0,097 \pm 0,57$	5,4	$0,269 \pm 0,92$
Индекс: прогонистости I/H	$3,72 \pm 0,06$	2,5	$3,89 \pm 0,03$	2,7	$3,98 \pm 0,01$
широкоспинности Vr/I , %	$14,92 \pm 0,09$	2,8	$16,44 \pm 0,07$	2,6	$17,93 \pm 0,04$
коэффициент упитанности	$1,32 \pm 0,03$	2,5	$1,44 \pm 0,02$	1,9	$1,50 \pm 0,02$

Прирост массы тела в возрастном интервале «сеголеток – трехлеток» составил 82 – 252 г, что соответствует видовой особенности роста форели. С возрастом молодежь форели становится более прогонистой и широкотелой. Упитанность молодежи не подвержена возрастным изменениям, и ее значения не превы-

шают стандартные показатели для вида. Вообще телосложение ремонтной молодежи сибирского стада радужной форели не выходило в среднем за пределы нормативов для популяций форели, разводимой в других регионах России и странах ближнего зарубежья.

Тем не менее изменчивость показателей телосложения в сибирском стаде форели достаточно велика для того, чтобы дифференцировать ремонтное стадо по основным признакам экстерьера (табл. 5).

Таблица 5

Изменчивость телосложения молодежи радужной форели

Показатель	Сеголетки		Двухлетки		Трехлетки	
	Lim	CV, %	Lim	CV, %	Lim	CV, %
Масса тела, кг	0,0075 – 0,022	30,9	0,066 – 0,211	27,4	0,230 – 0,531	29,4
Индексы: прогонистости I/H	3,5 – 4,1	17,8	3,5 – 4,2	14,7	3,7 – 4,2	13,9
широко-спинности Vg/l, %	13,2 – 20,2	19,4	15,6 – 21,1	18,6	16,2 – 22,6	19,3

Несмотря на сравнительно невысокие величины коэффициента вариации по индексам телосложения, размах колебаний позволяет предполагать наличие в стаде особей с улучшенными показателями телосложения, отбор и подбор которых при воспроизводстве может привести к улучшению всего стада в целом и в последующих поколениях. Размах колебаний показателей телосложения позволяет выделить в стаде отдельные обособленные группы в достаточном для отбора количестве, т.е. дифференцировать ремонтное стадо по классам.

У производителей сибирского стада форели возрастные изменения выражены более четко (табл. 6).

Темп роста производителей сибирского стада достаточно высок, разница в средней массе по возрастным группам статистически достоверна. Прирост массы тела в возрастном интервале «четырёхгодовик – шестигодовик» - 0,3 – 0,4 кг в год, что соответствует видовой особенности роста радужной форели. С возрастом производители форели становятся более высокотельными, что характерно для лососевых рыб.

Для ранней оценки воспроизводительной способности форели наряду с экстерьером имеют значение и качественные показатели ее половых продуктов: Размеры икринки и качество эякулята (табл. 7).

Возрастная изменчивость размеров икринок и качества спермы у форели сибирского стада достаточно велика. Разница в массе и диаметре овулировавшей икринки достоверна при $P = 0,999$. Наиболее крупная икра у 7-годовалых самок. Размеры овулировавшей икры у 5- и 6-годовалых особей находятся на

уровне стандартных для вида. По качеству спермопродукции наблюдается несколько иная закономерность. Наиболее «густую» сперму продуцируют 4-годовалые самцы. Однако, активность спермиев выше у 5-годовалых производителей.

Полученные данные по качеству половых продуктов у форели сибирского стада могут служить критерием предварительной ее оценки по воспроизводительной способности.

Таблица 6

Изменение массы и экстерьера производителей сибирского стада форели ($M \pm m$)*

Показатель	Четырехгодовики	td между 4-годовиками и 5-годовиками	Пятигодовики	td между 5-годовиками и 6-годовиками	Шестигодовики
Масса, кг	$0,8 \pm 0,02$	4,2	$1,1 \pm 0,03$	3,7	$1,4 \pm 0,08$
	$0,9 \pm 0,04$	5,1	$1,3 \pm 0,04$	4,0	$1,5 \pm 0,02$
Индексы: прогонистости I/II	$3,85 \pm 0,03$	2,7	$3,97 \pm 0,03$	4,0	$3,62 \pm 0,03$
	$3,80 \pm 0,01$	2,9	$3,67 \pm 0,02$	2,2	$3,50 \pm 0,04$
широкоспинности Вг/л, %	$17,0 \pm 0,01$	3,4	$18,5 \pm 0,04$	1,9	$19,2 \pm 0,02$
	$17,6 \pm 0,02$	1,6	$18,1 \pm 0,01$	2,4	$19,5 \pm 0,03$

* В числителе – самцы, в знаменателе – самки.

Изучение и дифференцирование показателей телосложения у производителей имеет значение для оценки воспроизводительной способности форели. Нами установлено, что корреляция между индексом прогонистости и рабочей плодовитостью достаточно велика ($r = -0,67$) для ранней диагностики воспроизводительной способности самок. Еще выше корреляция между индексом широкоспинности и рабочей плодовитостью ($r = +0,83$). Показатели телосложения самцов коррелируют с объемом эякулята в той же тенденции. Возрастные изменения воспроизводительной способности самок и самцов у форели сибирского стада выражены достаточно четко. Их изменчивость позволяет дифференцировать стадо по плодовитости у самок и спермопродукции у самцов (табл. 8).

Значительная изменчивость по плодовитости и объему эякулята (единовременная порция спермы одного самца) позволяет надеяться на повышение продуктивности путем прямого отбора в желательном направлении.

Изучение телосложения и его связи с продуктивными показателями в соответствии с задачами сибирского форелеводства (создать высокопродуктив-

ные стада форели) позволили определить желательный тип сибирского стада. Желательные границы характерных показателей форели для сибирского стада: возраст созревания для самок – 4 года, для самцов - 3 года, масса тела производителей к моменту перевода в основное стадо составляет не менее 0,90 кг у самцов и 1,1 кг – у самок. Самки форели должны продуцировать от 1,5 до 4,0 тыс. икринок. Кроме того, в характерные показатели желательного типа форели сибирского стада входят минимальные показатели экстерьера производителей.

Колебания показателей телосложения и продуктивности внутри желательного типа форели определили возможность разработки временных стандартов для маточно-ремонтного стада по основным признакам.

Таблица 7

Характеристика половых продуктов форели ($M \pm m$)

Показатель	Четырех- годовики	td	Пятигодо- вики	td	Шестиго- довики	td	Семиго- довики
		между 4- и 5- годо- вика- ми		между 5- и 6- годо- вика- ми		между 6- и 7- годо- вика- ми	
Масса икринки, г	49,2 ± 1,7	6,0	52,5 ± 2,1	8,0	75,2 ± 1,4	7	83,4 ± 2,3
Диаметр икрин- ки, мм	4,2 ± 0,01	2,9	4,6 ± 0,02	8,0	5,1 ± 0,05	4	5,4 ± 0,15
Концентрация спермиев, млн.шт./мм ³	6,2 ± 0,08	4,8	5,6 ± 0,03	3,4	5,0 ± 0,27	-	-
Активность спермиев, с	49,9 ± 0,02	3,4	55,8 ± 0,03	4,0	50,0 ± 0,27	-	-

Таблица 8

Возрастная изменчивость воспроизводительных качеств форели сибирского стада

Возраст рыб, лет	Рабочая плодовитость ♀, тыс.икринок			Объем эякулята, см ³		
	Lim	($M \pm m$)	CV, %	Lim	($M \pm m$)	CV, %
3+	-	-	-	2,0 – 4,5	3,19 ± 0,17	25,7
4+	1,10 – 1,75	1,49 ± 0,05	21,2	4,5 – 6,6	5,85 ± 0,11	18,7
5+	1,50 – 2,65	1,90 ± 0,07	27,9	6,5 – 12,0	8,50 ± 0,25	19,3
6+	2,70 – 4,50	3,84 ± 0,11	32,9	-	-	-

Временные стандарты представляют собой минимальные показатели телосложения и продуктивности производителей и ремонтной молоди для каждого из трех классов (табл. 9, 10).

Минимальные стандартные показатели экстерьера ремонтной молодежи форели разного возраста

Индекс	Двухлетки			Трехлетки		
	Элита	I класс	II класс	Элита	I класс	II класс
Прогонистости I/II	3,8	3,9	4,2	3,7	3,9	4,1
Широкоспинности Вг/л, %	19,0	17,0	15,0	19,0	17,0	15,0

Разница в телосложении по классам у ремонтной молодежи форели статистически достоверна при $P = 0,99$. Разница показателей экстерьера по классам у производителей форели статистически достоверна также при $P = 0,99$.

Для составления комплексной шкалы оценки производителей форели определяется суммарный класс по телосложению, в котором класс по индексу прогонистости имеет определяющее значение, так как высокотельности у рыб связана со степенью развития репродуктивных органов.

Таблица 10

Минимальные стандартные показатели экстерьера производителей форели

Возраст рыб, лет	Класс	Самки		Самцы	
		I/II	Вг/л, %	I/II	Вг/л, %
4+	Элита	-	-	3,7	19,0
	I	-	-	3,9	17,0
	II	-	-	4,1	15,0
5+	Элита	3,6	18,0	3,7	19,0
	I	3,8	16,0	3,9	16,0
	II	4,0	14,0	4,1	14,0
6+	Элита	3,6	18,0	3,6	18,0
	I	3,8	16,0	3,8	16,0
	II	4,0	14,0	4,0	14,0
7+	Элита	3,5	19,0	3,6	18,0
	I	3,7	17,0	3,8	16,0
	II	3,9	15,0	4,0	14,0
8+	Элита	3,5	19,0	-	-
	I	3,7	17,0	-	-
	II	3,9	15,0	-	-

Оценка воспроизводительной способности форели проводится по рабочей плодовитости у самок и объему икры у самцов (табл. 11).

Отклонение от временных стандартов у ремонтной молодежи и производителей определяет направление отбора в стаде.

В связи с тем, что показатель массы тела у рыб зависит, в основном, от условий содержания и, в первую очередь, от условий кормления рыбы, мы по-

считали целесообразным при отборе на племя учитывать только минимальные показатели стандарта массы тела, соответствующие каждой возрастной группе сибирского стада форели (табл. 12).

Особь, не соответствующие стандартным показателям по массе тела у ремонт и производителей, дальнейшей оценке по телосложению и продуктивности не подлежат и выбраковываются.

Таблица 11

Минимальные стандартные показатели воспроизводительной способности форели сибирского стада

Возраст рыб, лет	Класс	Рабочая плодовитость самок, тыс. икринок	Объем эякулята, см ³
4+	Элита	-	5,0
	I	-	4,0
	II	-	3,0
5+	Элита	1,7	7,0
	I	1,5	5,0
	II	1,3	4,0
6+	Элита	2,3	10,0
	I	1,9	8,0
	II	1,6	6,0
7+	Элита	3,1	12,0
	I	2,7	9,0
	II	2,1	7,0
8+	Элита	4,0	-
	I	3,3	-
	II	2,7	-

Таблица 12

Минимальный стандарт форели сибирского стада по массе тела, кг

Возраст рыб, лет	Неполовозрелые особи	Самки	Самцы
1+	0,012	-	-
2+	0,16	-	-
3+	0,55	-	0,6
4+	0,80	1,1	0,9
5+	-	1,5	1,2
6+	-	1,8	1,5
7+	-	2,2	1,9
8+	-	2,6	2,3

Предлагаемая шкала оценки включает возраст, показатели продуктивности и телосложения для маточного стада форели. Схема построения шкалы та-

сова, что каждому измеренному значению показателей продуктивности и телосложения, в зависимости от возраста, соответствует оценка класса производителя. Классность по массе тела и качеству половых продуктов (размер овулировавшей икры, концентрация и активность спермиев) не определяется. Отбор здесь проводится только на уровне не ниже минимального стандарта для каждой возрастной группы производителей.

Комплексная оценка телосложения форели дополняется оценкой ее продуктивности (рабочая плодовитость или объем эякулята). Сопоставление класса по телосложению и класса продуктивности дает возможность определить суммарный класс производителя, который служит основным показателем его племенной ценности (табл. 13).

Таблица 13

Определение суммарного класса производителей форели

Показатель оценки	Оценка в баллах		
	Элита	I класс	II класс
Происхождение	8	6	4
Телосложение (экстерьер)	5	3	1
Плодовитость у ♀ или объем эякулята у ♂)	12	8	4
Максимальная оценка	25	17	9

Производители класса «элита» и лучшие по воспроизводительной способности особи I класса составляют племенное ядро хозяйства. Остальных производителей используют для промышленного воспроизводства.

Численность и структура маточного стада форели обусловлена характером воспроизводительной способности производителей с учетом телосложения и задач рыбоводного хозяйства по выращиванию рыбопосадочного материала и товарной продукции.

Выявленные на первом этапе наших исследований наиболее продуктивные возрастные группы производителей форели с повышенной рабочей плодовитостью у самок позволили значительно сократить маточное стадо, обеспечивающее производственную мощность Урожайновского форелеводческого комплекса в 150 т товарной форели и 1 – 2 млн. шт. оплодотворенной икры для реализации в другие рыбоводные хозяйства региона (табл. 14).

Сформированное в хозяйстве по нашим разработкам маточное стадо из высокопродуктивных особей (средняя рабочая плодовитость 2,7 тыс. икринок) позволила сократить не только общую численность производителей и затраты на их содержание, но и высвободить 981,2 м² прудовой площади (при плотности посадки производителей 5 голов на 1 м², согласно нормативам). При фактической в те годы по хозяйству средней рыбопродуктивности 25 кг товарной форели с 1 м² пруда на данной площади было выращено дополнительно 24,5 т товарной продукции на сумму 117,7 тыс. руб. в ценах 1991 года.

С 1986 г. начато формирование племенного ядра путем совершенствования стада в направлении увеличения рабочей плодовитости и жизнестойкости

молоди на первом году жизни. Работа проводилась на форелеводческом комплексе совхоза «Радужный» Алтайского края.

Таблица 14

Структура и численность маточного стада радужной форели для Урожайновского форелеводческого комплекса, 1981 г.

Группа производителей	Численность маточного стада	
	По нормативам Гидро-рыбпроекта и ВНИИПРХ (1981)	По рекомендациям СибНИИПТИЖ
Самки, голов	6625	2945
Самцы, голов	2208	982
Всего, голов	8833	3927

Оценка производителей проведена согласно разработанной нами описанной выше методике. В связи с тем, что в условиях промышленного хозяйства индивидуальный подбор производителей при заводском воспроизводстве практически невозможен, мы использовали принцип группового подбора с групповым учетом продуктивности. При этом способе подбирались группа производителей, выравненная по возрасту, телосложению и отнесенная при бонитировке к одному селекционному классу. Группа, как правило, состояла из 15 – 21 самки и 5 – 7 самцов при соотношении самцов и самок 1 : 3. Особое внимание было уделено возрастному подбору. Группа комплектовалась из одновозрастных самок и самцов или, что предпочтительнее, самцы были на год моложе самок.

При групповом воспроизводстве индивидуально пробонитированных производителей их потомство выращивалось в отдельных бассейнах стандартной площади и при одинаковом водообмене, что позволило организовать учет происхождения рыб. В племенное ядро стада входили производители только класса «элита» и первого класса.

Рыбоводные преимущества производителей племенного ядра маточного стада были явно выражены уже на первых этапах их использования (табл. 15).

При групповом воспроизводстве и гомогенном подборе пробонитированных производителей выявлено значительное преимущество по выходу жизнеспособной молоди у племенных, высококлассных особей. Выход личинок от племенных производителей в 2 – 3 раза больше, а жизнеспособность их на 21,9 – 23,3% выше, чем личинок от производителей пользовательных.

По результатам бонитировки в 1991 г. на форелеводческом комплексе совхоза «Радужный» сложилась следующая структура стада (табл. 16).

Маточное стадо состояло из 3,0 тыс. голов самок и 1,0 тыс. голов самцов, что достаточно для целей расширенного воспроизводства стада. Основную группу производителей (71,3%) представляли пяти - шестигодовальные особи, наиболее продуктивные в условиях региона разведения и выращивания.

В племенное ядро входило 1000 самок и 350 самцов. Средняя рабочая плодовитость племядра составляла 3,5 тыс. шт. икринок, а объем эякулята – 9,7 см³ при стандартных (не ниже I класса) показателях телосложения.

Таблица 15

Продуктивность производителей племенного ядра радужной форели форелеводческого комплекса «Радужный», 1988 г.

Группа	Состав групп, голов		Бонитировочный класс		Средняя рабочая плодовитость, тыс.шт. икринок	Выход личинок в среднем на одну самку	
	самки	самцы	самки	самцы		тыс.шт.	%
1	15	5	Элита	Элита	3,27	1,78	85,1
2	15	5	Элита	I	3,31	2,82	85,3
3	21	7	I	Элита	2,7	2,27	83,9
4	21	7	I	I	2,8	2,38	85,0
В среднем по хозяйству у пользователюного стада	-	-	-	-	1,46	0,91	62,0

Таблица 16

Численность и структура маточного стада радужной форели в совхозе «Радужный», 1991 г.

Год рождения	Самки		Самцы		Всего производителей	
	голов	%	голов	%	голов	%
1984	700	23,3	-	-	700	17,5
1985	1000	33,3	200	20	1200	30,0
1986	1300	43,4	350	35	1650	41,3
1987	-	-	450	45	450	11,2
Всего	3000	100	1000	100	4000	100

Таким образом, в результате последовательного отбора и подбора ремонтной молоди и производителей форели уже в третьем поколении средняя рабочая плодовитость всего маточного стада форели, разводимой в хозяйстве, увеличилась до 3,0 тыс. штук икринок на одну самку, а выживаемость потомства на ранних этапах развития составила более 80%, что является очень высоким показателем при промышленном воспроизводстве радужной форели.

3.4.2. Инкубация икры

В сибирском форелеводстве для инкубации икры применяются лотковые горизонтальные аппараты ропшинского типа и системы Шустера, которые по данным многих исследователей (Баламутов, Новоженин, 1971; Канидьев, 1973;

Титарев, 1974; и др.) не обеспечивают оптимальных условий инкубации икры для лососевых рыб. Прежде всего это выражено в горизонтальном направлении движения тока воды, которая при таком режиме не способна хорошо омывать развивающуюся икру, что приводит к значительным ее отходам. В естественных нерестовых гнездах икра омывается водой снизу вверх и, несмотря на многослойное размещение здесь икры и очень низкий водообмен, развитие эмбрионов проходит нормально.

В связи с этим были проведены исследования по изучению эффективности использования инкубационных аппаратов разных систем (с горизонтальным током воды – ропшинские, Шустера, и вертикальным – «ИМ» конструкции А. Н. Канидзева (1973) и Вейса). В процессе изучения была осуществлена некоторая модернизация аппарата «ИМ» и Вейса. В аппарате «ИМ» сливной колпак заменили на сетчатую крышку, что способствовало устранению обьяечения свободных эмбрионов и их гибели в период массового выклева. Кроме того, дно внутреннего бачка выполнили из сетки с ячеей (типа Трепси), способствующей свободным эмбрионам, по мере выклева, проникать на дно внешнего бачка, что облегчило отделение живых предличинок от погибшей икры, ее оболочек и мертвых эмбрионов.

В аппарате Вейса, для того чтобы развивающаяся икра находилась в спокойном состоянии и равномерно омывалась водой, в конусную его часть была установлена перфорированная перегородка, способствующая созданию оптимальной циркуляции воды.

Экономический анализ эффективности применения инкубационных аппаратов разных систем и конструкций показал преимущество модернизированных аппаратов системы «ИМ» перед применяемыми в промышленном форелеводстве Сибири лотковыми горизонтальными аппаратами, как наиболее технологичных, обеспечивающих выживаемость эмбрионов за инкубацию до 85% против 62% при использовании горизонтальных систем. Затраты ручного труда по обслуживанию аппаратов «ИМ» сокращаются в 6 раз по сравнению с горизонтальными аппаратами при значительном (в 20 раз) сокращении производственных площадей для их размещения.

Аппараты Вейса также показали хорошую эффективность при использовании их для инкубации икры лососевых благодаря тому, что водообмен здесь осуществляется при циркуляции воды перпендикулярно развивающейся икры, снизу вверх, что имитирует естественные условия водообмена. Эти аппараты также имеют существенные преимущества по сравнению с горизонтальными системами, так как занимают небольшую площадь, требуют мало воды, просты в эксплуатации, и отход икры за инкубацию незначителен.

Использование этих аппаратов для инкубации лососевых особенно актуально в последние годы, когда, при реформировании экономики, продукция многих рыбопитомников и индустриальных полносистемных рыбоводных хозяйств, специализировавшихся на воспроизводстве карпа, оказалась невостребованной на потребительском рынке. В результате этого многие такие хозяйства, имеющие хорошие инкубационные цеха, оснащенные, как правило, аппара-

тами Вейса – традиционной системы для инкубации карповых рыб, остались не востребуемыми и находятся в депрессии. Переход на воспроизводство более ценных видов рыб, в том числе и лососевых, способствовал бы их восстановлению.

Многолетними наблюдениями за инкубацией икры установлено, что в период весенних паводков вода, поступающая для инкубации из естественных водоемов, содержит большое количество иловых частиц (от 54 до 120 мг/л), которые, осаждаясь на икру, снижают общий выход личинок. Кроме того, на низкий выход личинок влияет и температурный режим воды, поступающей в инкубационные аппараты. Было отмечено, что в результате весенних заморозков, характерных для региона в первой и второй декадах мая, температура воды снижается на 3 – 6° С. Резкие колебания температуры воды вызывают массовую гибель развивающейся икры в одну из наиболее чувствительных стадий развития в начале формирования эмбриона по классификации О. А. Лебедевой и М. М. Мешкова (1969).

Питание инкубационного цеха артезианской водой хотя и улучшает условия развития икры, но в то же время увеличивает срок инкубации, что отрицательно сказывается на последующих технологических процессах, сокращая срок нагула молоди форели на 20%. С целью интенсификации процесса выращивания молоди форели за счет сокращения инкубационного периода ее развития была разработана и внедрена автоматическая электроподогревательная установка, предназначенная для нагревания артезианской воды, питающей инкубационные аппараты.

Испытания установки показали, что при ее использовании, инкубация сокращается до 38 суток вместо 56 при обычном (без подогрева) водоснабжении. Сеголетки, выращенные из личинок с сокращенным периодом инкубации, отличаются лучшими рыбохозяйственными показателями в сравнении с сеголетками, полученными при обычном для хозяйства температурном режиме инкубации. Масса их тела составляла в среднем, соответственно, 6,4 и 4,2 г.

Прирост общей биомассы сеголетков увеличивается на 60,8%. Увеличение индивидуальной массы посадочного материала позволяет сократить период выращивания товарной рыбы и повысить рыбопродуктивность сибирских форелеводческих хозяйств.

3.4.3. Интенсификация выращивания молоди

Основная задача промышленного воспроизводства радужной форели заключается в производстве качественной жизнестойкой посадочной молоди.

Качество и жизнестойкость молоди определяются как генетическими, так и внешними факторами.

Среди внешних факторов основное значение принадлежит качеству водной среды и питанию рыб. Обеспеченности рыб пищей вообще придают особое значение, как фактору, определяющему численность стада (Никольский Г. В., 1953; Винберг Г. Г., 1956). От питания, особенно в раннем периоде жизни молоди, зависит не только ее выживаемость, но и темп роста, а в последствии,

скорость полового созревания, качество потомства и, в конечном итоге, эффективность воспроизводства.

Рациональное кормление радужной форели на ранних стадиях ее развития является одним из элементов интенсивного выращивания. Под понятием «рациональное кормление» подразумевается обеспечение организма рыбы физиологически полноценными кормами, от которых рыба не только интенсивно растет и развивается, но и наиболее эффективно их оплачивает.

В форелевых хозяйствах Сибири для кормления личинок используют желток куриного яйца, который, по данным ряда исследователей (Рыжков, 1965; Остроумова, 1974, 1977), не является оптимальным кормом, как в физиологическом, так и в экономическом аспекте. В курином желтке содержится (по данным биохимического анализа) 17,3% сырого протеина, 31,2% жира, 0,5% углеводов. Калорийность 100 г желтка 1335,2 кДж (с учетом переваримости по Филиппу и Броквею). Энерго - протеиновое отношение составляет 76,9 кДж/г.

По данным лаборатории физиологии и кормления рыб ГосНИОРХ хороший темп роста отмечается у личинок и молоди форели при кормлении рационами с энерго – протеиновым отношением от 26,9 до 29,4 кДж/г. Снижение энерго – протеинового отношения сокращает интенсивность роста, а повышение тормозит рост и вызывает ожирение молоди, что приводит к массовой гибели (Остроумова, Шабалина, 1972). Учитывая актуальность данной проблемы для форелеводства Сибири, использующего корма из местного сырья, была поставлена задача по разработке сбалансированных по энерго – протеиновому отношению рационов для молоди форели разного возраста.

На форелеводческом комплексе совхоза «Радужный» в производственных условиях был проведен опыт на двух группах молоди форели. В каждой группе было по 10 тыс. особей, полученных от равноценных производителей. Для обеспечения сравнимости результатов эксперимент проводился в трехкратной повторности. Личинкам контрольной группы, начиная со стадии перехода на внешнее питание и до мальковой стадии, скармливали мелко протертый желток куриного яйца. Далее молоди в течение лета задавали рацион, в котором содержалось 854,7 кДж обменной энергии и 30,4% сырого протеина. Энерго – протеиновое отношение в первый период кормления составляло 76,9 кДж/г, во второй – 28,0 кДж на 1 г белка.

Форель из опытной группы с личиночного возраста получала кормосмесь в 100 г которой содержалось 705,2 кДж обменной энергии и 27,1% сырого протеина, а энерго – протеиновое отношение – 26,0 кДж/г. Далее, со стадии малька, форель получала кормосмеси с несколько повышенным уровнем обменной энергии – до 1049,0 кДж в 100 г корма – при энерго – протеиновом отношении 30,2 кДж/г белка.

Все рационы, кроме первого, были обогащены витаминами, путем внесения в состав кормосмеси, основанной, в основном, из сырья местного производства, витаминного премикса для форели. Установлено, что повышение питательности рациона в первый период жизни форели (мальковая стадия) со зна-

чительным снижением уровня обменной энергии повышает интенсивность их роста (табл. 17).

Таблица 17

Живая масса форели при разном уровне кормления, г ($M \pm m$)

Группа	Личинки	Мальки	Сеголетки	Выживаемость за период выращивания, %
Опытная	0,098 \pm 0,002	1,37 \pm 0,03	7,2 \pm 0,02	71,0
Контрольная	0,098 \pm 0,002	0,82 \pm 0,01	4,6 \pm 0,03	48,0

Живая масса мальков опытных групп была в среднем на 0,55 г выше, чем у контроля (разница достоверна при $P = 0,999$). С возрастом, на стадии сеголетков, эта закономерность сохранилась. Живая масса форели из опытной группы оказалась на 2,6 г достоверно выше. Выше у этой группы рыб на 23% и выживаемость в течение периода выращивания.

Стоимость кормов, израсходованных на 1 кг прироста живой массы, в опыте была ниже, чем в контроле, на 27,5%. Это объясняется тем, что опытная группа форели в первый (стартовый) период выращивания получала сбалансированный по основным питательным веществам, низкоэнергетический и более дешевый корм.

Таким образом, по комплексной оценке (живая масса, жизнестойкость рыбы), а также по экономическим показателям, наиболее эффективными оказались схема кормления и рационы с более узким энерго – протеиновым отношением. Оптимальное содержание энергии и протеина в рационах молоди форели, в зависимости от возраста, должно составлять от 705,2 до 1049,0 кДж и протеина от 27,1 до 36,5% в 100 г корма, что обеспечивает максимальную живую массу форели и ее выживаемость.

В начале 90-х годов СибрыбНИИ проектом были проведены эксперименты и получены положительные результаты по обработке в качестве биостимулятора пара - аминокислотой (ПАБК) икры и личинок сиговых рыб, сибирского осетра и карпа. Отмечено, что применение ПАБК повышает качество и снижает процент гибели инкубируемой икры, повышает жизнестойкость молоди рыбы.

В 1995 г. была осуществлена проверка влияния ПАБК на развитие оплодотворенной икры радужной форели на форелеводческом комплексе совхоза «Радужный». Установлен положительный эффект влияния ПАБК на развитие икры форели. Выход личинок от обработанной репарагеном осемененной икры, при прочих равных условиях инкубации, выдерживания и подращивания свободных эмбрионов, на 30,3% оказался выше, чем у контрольных особей. Несмотря на неблагоприятные условия инкубации (частые в период весенних заморозков колебания воды, поступающей в инкубационные аппараты из естественного источника – оз. Лебединое), масса подопытной молоди превышала контрольные величины на 11%. Применение репарагенов ПАБК для стимуля-

ции личинок радужной форели способствует эффективности промышленного воспроизводства форели для пользовательных целей.

В прудовых форелевых хозяйствах региона традиционно используют пастообразные и тестообразные кормосмеси, которые вносят непосредственно в водоем на кормовые места (в лучшем случае на кормовые столики, установленные на дне пруда). Известно, что корм такой консистенции в процессе раздачи и потребления рыбой размывается водой, теряя свою питательность в течение 1 часа почти на 30 и более процентов (Мухина, 1959; Лавровский, Белковский, 1976). Для исключения подобных потерь на форелеводческом комплексе совхоза «Урожайный» осуществлено испытание и внедрение кормушек для рыб, разработанных в ТСХА профессором В. В. Лавровским и названных им – аэрокормушками. Принцип действия аэрокормушек основан на использовании у рыб условных двигательных рефлексов. Рыбы, в особенности лососевые, почти мгновенно приобретают способность употреблять в пищу насекомых, находящихся в воздушной среде. Зачастую, воздушные насекомые составляют основную пищу для лососевых видов рыб. В нашем случае, сеголетки и годовики форели приучались пользоваться аэрокормушкой за 1 – 2 дня. Кормление годовиков радужной форели тестообразными кормосмесями с помощью аэрокормушек показало эффективность этого метода в сравнении с обычным для хозяйства способом кормления с кормовых столиков. Применение аэрокормушек позволило увеличить на 26,6% общий прирост рыбы, кормовой коэффициент снизился с 4,2 до 2,7 кг на 1 кг прироста форели. Расход кормов на единицу прироста годовиков соответственно снизился на 35,8%. Следует отметить, что применение такого способа раздачи кормов, наряду с повышением рыбопродуктивности и сокращением затрат дорогостоящих форелевых кормов, позволяет облегчить труд прудовых рабочих и улучшает санитарное состояние прудов.

Совершенствование технологии промышленного воспроизводства радужной форели в Сибири обусловлено прежде всего решением проблемы производства в достаточном количестве биологически полноценного посадочного материала для товарного рыбоводства. Основная цель товарного рыбоводства – непосредственное производство конкурентоспособной пищевой продукции в возможно более сжатые сроки. Опыт мирового сельского хозяйства показывает, что в пользовательном направлении только выращивание гетерозисных гибридов первого поколения способно обеспечить получение конкурентоспособной товарной продукции.

В 1983 г. из племзавода «Адлер» Краснодарского края был осуществлен завоз на форелеводческий комплекс совхоза «Радужный» небольшого количества оплодотворенной икры стальноголового лосося с целью создания собственного маточного стада и последующего выращивания его в форелевых хозяйствах региона. Хороший темп роста, выживаемость и физиологическое состояние лосося в процессе акклиматизации не уступали, а порой и превосходили радужную форель, основного объекта выращивания в хозяйстве (Разгоняев И. М., Ростовцев А. А., 1985, 1989). В 1987 году лосось в четырехгодовалом возрасте

стал половозрелым. В связи с этим, а также для решения поставленной ранее задачи – интенсифицировать получение посадочной молодежи с высоким темпом роста для товарного форелеводства региона, нами были изучены комбинационные способности радужной форели и стальноголового лосося, как представителей одного вида лососевых рыб, с целью изучения возможного проявления гетерозиса у реципрокных гибридов. Икра для инкубации была получена от выравненных по массе тела одновозрастных групп производителей исследуемых стад. На инкубацию заложили икру исходных стад (радужная форель - $\Phi_{\varphi} * \Phi_{\sigma}$, стальноголовый лосось - $L_{\varphi} * L_{\sigma}$) и реципрокных гибридов: $\Phi_{\varphi} * L_{\sigma}$ и $L_{\varphi} * \Phi_{\sigma}$. Группы оценивались по оплодотворяемости, выживаемости на разных этапах онтогенеза и темпу роста до двухлетнего возраста.

Таблица 18

Выживаемость и рост радужной форели, стальноголового лосося и их гибридов

Показатель	$\Phi_{\varphi} * \Phi_{\sigma}$	$\Phi_{\varphi} * L_{\sigma}$	$L_{\varphi} * L_{\sigma}$	$L_{\varphi} * \Phi_{\sigma}$
Выживаемость, %:				
эмбрионов	85	87	79	85
личинки	85	87	82	87
сеголетков	81	85	83	85
годовиков	96	92	89	92
за весь период	48	59	48	58
Масса тела, г:				
сеголетков	6,2	8,4	7,6	12,4
годовиков	15,3	17,2	15,5	23,9
двухлетков	72,5	98,4	79,2	126,4

Выживаемость молодежи исследуемых помесей была выше у гибридов $\Phi_{\varphi} * L_{\sigma}$ и $L_{\varphi} * \Phi_{\sigma}$ и составляла за период выращивания 59 и 58% от заложенной на инкубацию икры. У родительских форм этот показатель равен 48% (табл. 18). По скорости роста явное преимущество наблюдается среди годовиков у гибридов $L_{\varphi} * \Phi_{\sigma}$ и $\Phi_{\varphi} * L_{\sigma}$. Особи этих групп были на 12 – 56% крупнее остальных. Товарной навески, более 120 г достигли все рыбы помеси $L_{\varphi} * \Phi_{\sigma}$, некоторые из них (около 7%) имели массу тела более 200 г, помеси $\Phi_{\varphi} * L_{\sigma}$ достигли товарной навески в пределах 85% всей группы. Двухлетки исходных групп имели массу тела от 72,5 до 79,2 г, товарной навески достигли около 60% особей. Таким образом, продуктивность и рентабельность у реципрокных гибридов радужной форели и стальноголового лосося оказалась значительно выше, чем у традиционно выращиваемой в Сибири радужной форели, что указывает на проявление гетерозиса. Это дает все основания считать промышленное скрещивание одним из перспективных методов повышения эффективности производства товарной продукции в холодноводном рыбоводстве региона.

3.4.4. Профилактика заболеваний форели в раннем онтогенезе

Интенсификация промышленного воспроизводства радужной форели, как и в целом всего холодноводного рыбоводства, увеличивает опасность возникновения заболеваний разводимых и выращиваемых рыб, которые могут нанести значительный ущерб рыбоводному хозяйству. Поэтому профилактика заболеваний является неотъемлемой частью технологического процесса на всех этапах промышленного воспроизводства рыбы и включает в себя определенные ветеринарно – санитарные и рыбоводно – мелиоративные мероприятия.

В форелевых хозяйствах комплекс профилактических мероприятий тесно связан с технологией заводского воспроизводства.

Так, перевод водоснабжения инкубационного цеха в совхозе «Урожайный» с естественного водоемчика оз. Лебединое на воду из артезианских скважин способствовал ликвидировать гибель инкубируемой икры и свободных эмбрионов от большого количества иловых частей, которые, поступая из озера, особенно в период паводков, осаждались на развивающиеся эмбрионы и вызывали у последних нарушение газообмена, что приводило к большим отходам. Поскольку, вода, поступающая из подземных водоемчиков, имеет постоянную температуру, удалось избежать гибель развивающейся икры от нестабильного температурного режима, имеющего место в периоды весенних заморозков, характерных для региона.

Внедрение в форелеводство Сибири, новых, модернизированных инкубационных аппаратов вертикального типа системы «ИМ» конструкции А. Н. Канидьева (1973) и системы Вейса, позволило за счет создания оптимальных условий инкубации существенно повысить результаты эмбрионально – личиночного развития форели.

Все перечисленные, разработанные и внедренные нами, мероприятия по совершенствованию биотехники промышленного воспроизводства форели позволили, наряду с обязательным соблюдением общепринятых профилактических мероприятий в период инкубации икры и выращивания молоди, полностью предотвратить в хозяйстве сапролегниоз – основное заболевание инкубируемой икры и развивающейся молоди на рыбоводных предприятиях региона, а также избавиться от водянки желточного мешка у свободных эмбрионов и белопятнистой болезни икры и личинок форели.

3.4.5. Эффективность промышленного воспроизводства в регионе

В ходе проведенных исследований в производственных условиях нами были установлены оптимальные условия заводского воспроизводства радужной форели в условиях резко – континентального климата Западной Сибири. Показана возможность с помощью организации целенаправленной селекционно – племенной работы на промышленных форелеводческих комплексах региона существенно увеличить продуктивность маточного стада, что в свою очередь позволяет почти в два раза сократить поголовье малопродуктивного маточно – ремонтного стада с соответствующим снижением затрат на его содержание.

Так, сформированное в совхозе «Урожайный» высокопродуктивное маточное стадо со средней рабочей плодовитостью 2,7 тыс. икринок, позволило не только сократить на 55,5% общую численность производителей и затраты на их содержание, но и высвободить за счет этого 981,2 м² прудовой площади, на которой в последующие годы было выращено 24,5 т товарной продукции на сумму 117,7 тыс. руб. Все и далее в ценах 1991 года.

При инкубации икры форели наиболее трудноуправляемым фактором внешней среды является температура воды. Использование в промышленном форелеводстве для инкубации икры воды из артезианских скважин и ее подогрева способствует на треть сократить период инкубации и значительно увеличивает выход после инкубации жизнеспособных личинок. Чистая, без механических примесей и свободная от эктопаразитов и других возбудителей болезней рыб, вода подземных водонесточников сама по себе является благоприятной средой для развития и роста форели в раннем онтогенезе.

В связи с затратами на использование воды из артезианских скважин и ее подогрев до оптимальных для инкубации форели температур, наиболее эффективными оказались модернизированные нами инкубационные аппараты с вертикальным током воды – «ИМ» – конструкции А. Н. Канидьева (1973) и Вейса, требующие минимального количества воды, в сравнении с традиционно применяемыми в регионе для инкубации форели горизонтальными аппаратами. Кроме того, аппараты «ИМ» и Вейса по сравнению с горизонтальными (Шустера, ропшинские) требуют значительно (в 10 – 20 раз) меньше производственной площади. Затраты труда при их обслуживании сокращаются в 6 раз. Годовой экономический эффект 3,3 тыс. руб. на каждый миллион инкубируемой икры.

Разработанные на основе местного сырья и сбалансированные по основным питательным веществам стартовые кормосмеси и способы их применения и раздачи позволяют выращивать полноценную посадочную молодь форели с высокой экономической эффективностью. Стоимость тестобразного корма, сбалансированного по основным питательным веществам и пониженным уровнем обменной энергии, на 26,8% ниже стоимости обычно применяемого в регионе стартового корма при повышенной скорости роста выращиваемой молоди.

При интенсивном выращивании посадочной молоди форели наиболее эффективно использование полноценного стартового корма, изготовленного в виде гранул. Такой корм значительно дольше сохраняет в воде свою питательную ценность. В связи с этим, общий прирост биомассы с единицы площади в 2,4 раза выше у рыб, получавших этот корм, и, несмотря на то, что 1 кг гранулированного корма дороже на 50%, кормовой коэффициент при таком кормлении в 2,2 раза ниже, чем при кормлении пастообразной кормовой смесью.

Использование методов промышленного скрещивания при получении посадочной молоди для товарного форелеводства позволяет повысить на 20,8 – 22,9% выживаемость молоди помесных групп за счет проявления эффекта гетерозиса и увеличить в связи с этим производство посадочной молоди. Наблюдаемый при скрещивании радужной форели и стальноголового лосося эффект

гетерозиса по скорости роста позволил в условиях региона выращивать из помесной молоди товарную форель всего за 1,5 года, тогда как молодь исходных групп достигает товарной массы, как правило, в двухгодичном возрасте.

Совокупность исследований по разработке технологии промышленного воспроизводства радужной форели в Сибири легли в основу методических руководств по формированию в регионе высокопродуктивного маточного стада форели, оптимальному возрастному подбору производителей, разработке и внедрению наиболее эффективной технологии инкубации форели имитирующую естественные условия ее эмбрионального развития в нерестовых гнездах, разработке рецептуры полноценных стартовых кормов, основанных на сырье местных ресурсов, что способствовало повышению эффективности заводского воспроизводства форели и становлению в регионе холодноводного рыбоводства, как полноправной подотрасли рыбного хозяйства.

ВЫВОДЫ

1. Морфологический анализ позволил установить статистически достоверную изменчивость систематических признаков радужной форели, акклиматизированной в Сибири: биотопическую – по 11 признакам; размерно – возрастную – по 16 и эколого – географическую – по 9 – 15, что дает основание выделить ее в отдельную популяцию.

2. Плодовитость форели зависит от условий выращивания и прямо коррелирует с массой тела и возрастом. Рабочая плодовитость прудовой форели составляет 1,3 – 3,1 тыс. икринок, что на 40 – 100% выше, чем озерной. В то же время выход жизнеспособных личинок у последней на 5,1 – 6,6% выше, что связано с качеством половых продуктов производителей. Размер икринки форели, выросшей на естественной пище (озерная), на 1,5 – 39,0% меньше, чем прудовой, однако содержание каротиноидов и витамина А в икре выше – соответственно на 53,5 и 83,3%. У озерной форели оплодотворяемость икры выше на 1 – 8%, и выклев свободных эмбрионов у нее происходит на 2 – 3 суток раньше.

3. Возрастной подбор в массиве прудовой форели является эффективным методом улучшения воспроизводительной способности стада в целом. Наилучшие результаты дает подбор пяти-, шестигодовых самок к четырех-, пятигодовалым самцам. Этим достигается более высокая оплодотворяемость икры (80,5 – 87,0%) и наименьший выход аномальных личинок (0,3 – 2,2%).

4. Первым этапом селекционно – племенной работы в форелеводстве является инвентаризация маточно – ремонтного стада. Выявленная изменчивость рабочей плодовитости самок и объема эякулята самцов достаточна для прямого отбора в стаде по этим показателям. Коэффициент вариации рабочей плодовитости достигает 27,9%, а объем эякулята – 25,7%. Отбор по этим признакам с учетом показателей телосложения позволяет увеличить выход оплодотворенной икры на 27,5% в среднем по маточному массиву первого селекционного поколения в сравнении с родительским стадом, что способствует сокращению общего поголовья маточно – ремонтного стада вдвое и снижению затрат на его

содержание. Экономический эффект от внедрения высокопродуктивного маточного стада составил 117,7 тыс. руб. (здесь и далее, цены 1991 г.).

5. Первичная ориентировочная оценка производителей форели характеризует фенотип местного стада. Наличие связей экстерьера с рабочей плодовитостью у самок и объемом якулята у самцов служит основанием для ранней диагностики воспроизводительной способности радужной форели. Результаты отбора по воспроизводительной способности в сочетании с показателями телосложения легли в основу разработки временных стандартов, определяющих желательный тип сибирской форели первого и последующих поколений селекции.

6. Разработанная схема оценки производителей сибирской форели служит для определения племенной ценности производителей по воспроизводительной способности и телосложению и присвоения особи суммарного класса, который служит основным показателем его племенной ценности. Производители класса «элита» и лучшие по воспроизводительной способности особи I класса составляют племенное ядро хозяйства. Средняя рабочая плодовитость племядра совхоза «Радужный» в 1991 г. (1,0 тыс. самок и 0,35 тыс. самцов) составляла 3,5 тыс. икринок, а объем якулята – 9,7 см³ при стандартных (не ниже I класса) показателях телосложения.

7. В результате последовательного отбора и подбора ремонтной молоди и производителей форели уже в третьем поколении средняя рабочая плодовитость всего маточного стада форели, разводимой в хозяйстве, увеличилась до 3,0 тыс. икринок на одну самку, а выживаемость потомства на ранних этапах развития составила более 80%, что является очень высоким показателем при промышленном воспроизводстве радужной форели.

8. При групповом воспроизводстве и гомогенном подборе пробонитированных производителей форели выявлено значительное преимущество по выходу жизнеспособной молоди у племенных, высококлассных особей. Выход личинок от племенных производителей в 2 – 3 раза больше, а жизнеспособность их на 21,9 – 23,3% выше, чем личинок от производителей пользователей.

9. Разработка технологических линий инкубации икры форели показала, что наиболее технологичной конструкцией для крупных комплексов (свыше 1 млн. шт. инкубируемой икры) являются вертикальные аппараты системы «ИМ» в нашей модификации и аппараты Вейса. Выход личинок на этой линии составляет 80 – 85%, годовой экономический эффект от ее внедрения превышает 3 тыс. руб. на 1 млн. шт. икры. Для небольших хозяйств удобно использование горизонтальных аппаратов Шустера и ропшинских, которые при выходе личинок до 75% не нуждаются в дополнительных емкостях для выдерживания свободных эмбрионов.

10. Использование для инкубации форели воды из естественных открытых водоисточников вызывает повышенный отход развивающейся икры в аппаратах за счет оседания взвесей на оболочках и резких изменений температуры воды, особенно в период обычных для региона весенних заморозков. При-

менение в водоснабжении артезианских скважин, вода которых свободна от механических взвесей и имеет постоянную температуру, позволяет повысить выход личинок с 57 до 87%. Вода из подземных водоисточников, кроме того, свободна от эктопаразитов и других возбудителей заболеваний рыбы, что положительно сказывается на эпизоотическом состоянии рыбоводного хозяйства.

11. Использование системы автоматического регулирования температуры воды при инкубации значительно (на 33%) сокращает инкубационный период развития форели, что позволяет увеличить период продуктивного роста молоди на 18 дней, или на 20%, и прирост массы тела сеголетков на 60,8%.

12. Скорость роста посадочной молоди радужной форели зависит от температуры воды, содержания в ней кислорода и качества кормов. Разработанные в Сибири стартовые кормосмеси обеспечивают скорость роста форели на уровне скорости роста форели лучших хозяйств, расположенных в Европейской части страны.

Средняя масса тела сеголетков, потреблявших сбалансированную по основным питательным веществам и пониженным уровнем обменной энергии кормосмесь, достоверно выше на 2,6 г, чем у сверстников, питавшихся традиционными для региона высококалорийными кормами. Выше у первой группы рыб на 23% и выживаемость в течение периода выращивания.

13. Оптимальное содержание энергии и протеина в рационах молоди форели в зависимости от возраста должно составлять от 705,2 до 1049,0 кДж и протеина от 27,1 до 36,5% в 100 г корма. Это обеспечивает максимальную живую массу форели и ее выживаемость. Более низкая средняя масса сеголетков форели, выращиваемой в Сибири на этих кормах, по сравнению с форелью, выращенной в Ленинградской области, обусловлена более низкими температурами воды в прудах в течение года.

14. Промышленное скрещивание является одним из перспективных методов повышения эффективности производства товарной продукции в холодноводном рыбоводстве региона. При скрещивании радужной форели и стальноголового лосося возникает эффект гетерозиса по общей жизнеспособности (от 10 до 11% от заложенной на инкубацию икры) и скорости роста (от 12 до 74%).

15. Соблюдение биотехники промышленного воспроизводства радужной форели, наряду с регулярным проведением общепринятых профилактических мероприятий позволяет предотвратить в форелеводстве региона сапролегниоз и другие заболевания молоди в раннем онтогенезе.

РЕКОМЕНДАЦИИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

На основании результатов проведенных исследований и производственных проверок практическому рыбоводству рекомендованы:

1. Временные стандарты, определяющие желательный тип селекционного стада сибирской форели, включающие показатели роста, телосложения и воспроизводительной способности производителей в возрастной динамике.

2. Методы оценки производителей и ремонтной молодежи радужной форели, позволяющие определить племенную ценность каждой особи. Комплектование основного маточного стада высокоценными производителями позволило уже в третьем поколении увеличить рабочую плодовитость в среднем по стаду в 2 раза.
3. Система воспроизводства стада форели, включающая оптимальную структуру стада (самки 6 – 7 и самцы 5 – 6 лет) и методику возрастного подбора партнеров при разведении. Внедрение системы позволяет увеличить выход жизнеспособной молодежи на 33%.
4. Технология инкубации икры радужной форели с применением модифицированных нами вертикальных аппаратов «ИМ» и Вейса, артезианского водоснабжения с подогревом и регулированием температуры воды в аппаратах. Внедрение технологии промышленной инкубации позволяет сократить производственную площадь цеха в несколько раз, снизить затраты ручного труда и получить годовой экономический эффект более 3,0 тыс. руб. на каждый миллион инкубируемой икры.
5. Разработанные на основе местных кормовых ресурсов и сбалансированные по основным питательным веществам стартовые кормосмеси разного агрегатного состояния. При интенсивном выращивании молодежи форели наиболее эффективно использование стартового корма, изготовленного в виде гранул. Такой корм дольше сохраняет в воде свои питательные качества. Общий прирост биомассы форели при кормлении гранулами в 2,4 раза выше, а кормовой коэффициент в 2,2 раза ниже, чем при традиционном кормлении тестообразными кормосмесями.
6. Методы промышленного скрещивания для получения гетерозисной посадочной молодежи для товарного форелеводства, обладающей повышенной жизнеспособностью и высоким темпом роста. Использование в пользовательном направлении рецiproкных гибридов значительно сокращает период товарного выращивания форели.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Ростовцев А. А. Зависимость качества икры от питания производителей // Рыбоводство и рыболовство. – 1977. - № 2. – С. 9.
2. Ростовцев А. А. Формирование маточного стада радужной форели в Алтайском крае / Сб. «Селекционно – племенная работа в прудовом рыбоводстве». – Вильнюс, 1979. – С. 63 – 65.
3. Ростовцев А. А. Совершенствование технологии инкубации икры радужной форели на Алтае // Птицеводство и рыбоводство в Сибири: Науч. – техн. бюл. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние, – 1979. – Вып. 33. – С. 48 – 53.
4. Ростовцев А. А. Использование гранулированного корма для молоди форели // Там же. – С. 53 – 56.
5. Иванова З. А., Злоказов В. Н., Ростовцев А. А., Огнева Р. И., Ноготкова Н. П. Воспроизводство прудовых рыб в Западной Сибири. Методические рекомендации. – Новосибирск, ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние. – 1979. – 34 с.
6. Ростовцев А. А. Совершенствование методов кормления молоди форели // Перспективы развития животноводства в Сибири: науч. – техн. бюл. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние, - 1979. – Вып. 34. – С. 15 – 18.
7. Ростовцев А. А. Акклиматизация радужной форели на Алтае // Итоги и перспективы акклиматизации рыб и беспозвоночных в водоемах СССР, Всесоюз. конф. Махачкала, 23 – 25 сент. 1980 г. – М., 1980. – С. 101 – 103.
8. Ростовцев А. А., Порсев Е. Г., Гулина Г. В. Водонагреватель для инкубационного цеха: Информ. Листок № 60 - 81 / ЦНТИ. – Новосибирск, 1981. – 4 с.
9. Ростовцев А. А. Влияние возрастного подбора производителей радужной форели на оплодотворяемость икры и качество потомства // Кормление и содержание прудовой рыбы в Сибири: Науч. – техн. бюл. / ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние, - 1981. – Вып. 55. – С. 9 – 13.
10. Ростовцев А. А., Басаргин А. Я. Аэрокормушки и рентабельность // Рыбоводство и рыболовство. – 1981. - № 12. – С. 9.
11. Ростовцев А. А. Морфологическая характеристика радужной форели, акклиматизированной в Алтайском крае // Рыбоводство в Сибири и на Дальнем Востоке: Науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1982. – С. 59 – 65.
12. Ростовцев А. А. Технология сбора и инкубации икры радужной форели в Сибири. Методические рекомендации. – Новосибирск, ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. – 1982. – 24 с.
13. Ростовцев А. А. Промышленное форелеводство Сибири. – Новосибирск, ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние. – 1983. – 4 с.
14. Ростовцев А. А. Автоматический электроподогреватель воды при инкубации радужной форели / Сб. Биологические основы рыбного хозяйства Западной Сибири. – Новосибирск, Наука. Сиб. отд-ние, 1983. С. 136 – 138.

15. Ростовцев А. А. Связь воспроизводительной способности форели и признаков экстерьера // Селекция в животноводстве Сибири: Сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние, Новосибирск, 1985. С. 159 – 169.
16. Иванова З. А., Коровин В. А., Ростовцев А. А. Итоги и перспективы развития прудового рыбоводства в Сибири // Биологические ресурсы и сельскохозяйственное производство: Тез. докл. Всесоюзной конференции «Развитие производительных сил Сибири и задачи ускоренного научно – технического прогресса. Краснообск, Новосибирской обл-ти, 9 – 10 апреля 1985 г.» / ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние. Новосибирск, 1985. С. 56 – 58.
17. Разгоняев И. М., Ростовцев А. А. Рыбохозяйственная характеристика стальноголового лосося при акклиматизации в Сибири // Технология производства продуктов животноводства на промышленной основе: Сб. науч. тр. ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние, Новосибирск, 1985. С. 166 – 170.
18. Ростовцев А. А. Племенная работа в форелеводстве Сибири // Пути повышения эффективности выращивания рыбы в прудах и индустриальных водоемах Сибири: Науч. – техн. бюл. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. – 1985. - № 33. – С. 10 – 12.
19. Ростовцев А. А. Организация племенной работы в форелеводстве Сибири // Тез. докл. III Всесоюзного совещания по генетике, селекции и гибридизации рыб. – Тарту, 9 – 11 сентября 1986 г., - М., 1986. С. 193 – 194.
20. Ростовцев А. А. Выращивание товарной рыбы в Западной Сибири. Памятка рыбовода. – Новосибирск, ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. – 1986. – 52 с.
21. Ростовцев А. А. Новые методы отбора и подбора в форелеводстве Сибири // Совершенствование породности и повышения продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы в Сибири: Науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1986. – С. 156 – 164.
22. Ростовцев А. А. Биохимическая характеристика радужной форели в зависимости от разного уровня питания // Физиология и биохимия сельскохозяйственных животных: Науч. тр. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1987. – С. 97 – 101.
23. Ростовцев А. А. Совершенствование кормления молоди форели в промышленных хозяйствах // Интенсивные методы повышения продуктивности животноводства в Сибири: Науч. тр. / ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 1987. – С. 177 – 181.
24. Ростовцев А. А. Инструкция по бонитировке радужной форели в промышленных хозяйства. – Новосибирск, ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние. – 1988. – 10 с.
25. Гундризер А. Н., Иванова З. А., Иоганзен Б. Г., Ростовцев А. А. Пути и задачи интенсификации озерного, прудового и индустриального рыбоводства в Западной Сибири // Интенсификация прудового индустриального и озерного рыбоводства в агропромышленном комплексе Сибири: Тез. докл. XXI пленума Сиб. отд-ния Ихтиолог. Комиссии Минрыбхоза СССР. – Томск, 1989. – С. 3 – 7.

26. Ростовцев А. А. Роль племенной работы в форелеводстве // Там же. – С. 11.
27. Разгоняев И. М., Ростовцев А. А. Стальноголовый лосось на Алтае // Там же. – С. 50.
28. Ростовцев А. А. Организация племенной работы в промышленном форелеводстве Западной Сибири // Селекция рыб: Сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 211 – 220.
29. Ростовцев А. А. Роль племенной работы в повышении воспроизводительных качеств форели // Проблемы развития прудового и озерного рыбоводства Западной Сибири: Науч. техн. бюл. / ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние. – 1989. – Вып. 3 / 4. – С. 11 – 13.
30. Ростовцев А. А. Методика оценки производителей радужной форели // Рыбопродуктивность озер Западной Сибири: Сб. науч. тр. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 164 – 169.
31. Егоров Е. В., Ростовцев А. А., Феоктистов М. И. Перспективы развития рыбного хозяйства Новосибирской области // Рыбоводство и рыболовство. – 1996. – № 1. – С. 27 – 29.
32. Ростовцев А. А. Новые методы селекции радужной форели // Биологические ресурсы и проблемы развития аквакультуры на водоемах Урала и Западной Сибири: Тез. докл. Всероссийской конференции. – Тюмень, 17 – 18 сентября 1996 г., Тюмень, 1996. С. 135 – 137.
33. Сецко Р. И., Ростовцев А. А. Основные итоги деятельности Новосибирского отделения СибрыбНИИпроект за 50 лет (1947 – 1997 гг.) // Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири и их рациональное использование: Сб. материалов науч. конф. – Новосибирск, 1997. – С. 3 – 39.
34. Ростовцев А. А., Егоров Е. В. Влияние парааминобензойной кислоты на развитие икры пеляди и форели // Там же. – С. 232 – 235.
35. Ростовцев А. А. Селекционная оценка радужной форели // Первый конгресс ихтиологов России: Сб. тез. докл. – М., ВНИРО., 1997. – С. 364 – 365.
36. Егоров Е. В., Воскобойников В. А., Ростовцев А. А. Проблемы и концепция развития рыбного хозяйства юга Западной Сибири // Проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах в условиях перехода к рыночным отношениям. Сб. материалов международной научно – практической конференции. – Минск, 15 – 16 октября 1998 г., Минск, 1998. – С. 48 – 52.
37. Ростовцев А. А. Рыбохозяйственное использование промышленных гибридов радужной форели и стальноголового лосося // Состояние водных экосистем Сибири и перспективы их использования: Материалы научных чтений, посвященных памяти профессора Томского университета Бодо Германовича Иоганзена, 22 – 23 января 1998 г. – Томск, 1998. – С. 245 – 247.

38. Ростовцев А. А. Особенности воспроизводства радужной форели в промышленных хозяйствах юга Западной Сибири // Проблемы и перспективы рационального использования рыбных ресурсов Сибири. – Красноярск, 1999. – С. 254 – 258.
39. Ростовцев А. А. Перспектива развития товарного рыбоводства в Новосибирской и Кемеровской областях // Там же. С. 250 – 254.
40. Веснина Л. В., Журавлев В. Б., Новоселов В. А., Новоселова З. И., Ростовцев А. А., Соловов В. П., Студеникина Т. Л. Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. – 285 с.