

**РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ ПО ЖИВОТНОВОДСТВУ»**

УДК 639.371.13

**СЫСУН-ГУК
ЕКАТЕРИНА СЕРГЕЕВНА**

**РЫБОВОДНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ
ФОРМИРОВАНИЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНЫХ СТАД И ПОЛУЧЕНИЯ
ПОТОМСТВА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

по специальности 06.04.01 – рыбное хозяйство и аквакультура

Жодино, 2020

Работа выполнена в Учреждении образования «Полесский государственный университет».

Научный руководитель:

Таразевич Елена Васильевна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры технологии и технического обеспечения процессов переработки сельскохозяйственной продукции УО «Белорусский государственный аграрный технический университет».

Официальные оппоненты:

Козлова Тамара Васильевна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры, УО «Гродненский государственный аграрный университет», кафедра микробиологии и эпизоотологии;

Гадлевская Наталья Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории кормов РДУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

Оппонирующая организация: УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины».

Защита состоится «10» июля 2020 года в 10⁰⁰ часов на заседании совета по защите диссертаций Д 01.49.01 при РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по адресу: 222163, Республика Беларусь, Минская область, Жодино, ул. Фрунзе, 11, тел. (01775) 6-78-99, факс (01775) 3-52-83, e-mail: belniig@tut.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

Автореферат разослан «09» июня 2020 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций _____ М.А. Горбуков

ВВЕДЕНИЕ

Государственная программа развития агробизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы особое внимание уделяет разведению ценных видов рыб: планируется увеличение объемов их производства до 1200 тонн, в том числе товарной форели. Форелеводство имеет широкую перспективу развития, в особенности с точки зрения импортозамещения и продовольственной безопасности (В.Ю. Агеец, 2016). Можно назвать радужную форель стратегически и экономически важным видом в рыбоводстве страны.

В настоящее время сдерживающим фактором развития форелеводства в Беларуси является дефицит стандартного посадочного материала, который обусловлен отсутствием собственных высокопродуктивных, адаптированных к условиям Беларуси многолинейных маточных стад (Е.В. Таразевич и др., 2015). Эффективность производства товарной форели напрямую определяется качеством рыбопосадочного материала (Н.Н. Гадлевская, 2012; Н.В. Барулин, 2015).

В связи с этим, одной из главных проблем и целью в работе с форелью является формирование отечественных ремонтно-маточных стад. Для этого необходимо изучение основных рыбоводно-биологических и генетических показателей уже сформированных из завозного материала маточных стад, которые частично адаптировались к условиям среды обитания Беларуси, что и рассмотрено в данной работе. Это послужит фундаментом для дальнейшего ведения селекционно-племенной работы с форелью в стране, формированию собственных высокопродуктивных маточных стад и, в перспективе, созданию отечественных многолинейных пород радужной форели.

Также одной из проблем в воспроизводстве радужной форели является высокая гибель молоди на ранних этапах развития: при инкубации и подращивании мальков после выклева. Данный этап технологического цикла характеризуется большим отходом форели (В.И. Козлов, 1998). Применение биологически-активных веществ перспективно с точки зрения повышения рыбоводно-биологических характеристик посадочного материала радужной форели. Особое внимание уделяется экологически-безопасным факторам (J.J. Rach, 2005; K.R. Stuart, 2010; B. Falahatkar et al., 2006; A. Farahi et al., 2011; S.Learmonth, 2015), в качестве таких экономичных альтернатив нами исследованы и рекомендованы производству аскорбиновая кислота, хлорид натрия и улучшение параметров гидрохимического режима на этапе доинкубации.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами, темами. Тематика данной работы соответствует приоритетным направлениям научных исследований Республики Беларусь на 2016–2020 годы (Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 12.03.2015 г. № 190): пункт 00003 – «Биологические системы и технологии»; пункт 00009 – «Агропромышленный комплекс и продовольственная

безопасность», является частью научных исследований кафедры биотехнологии УО «Полесский государственный университет».

Часть диссертационной работы выполнялась в рамках научных тематик РДУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»: по отраслевой научно-технической программе «Импортозамещающая продукция», задание № 12.14 «Разработать технологию формирования ремонтно-маточных стад форели, адаптированную к условиям Беларуси» и задания № 4.68 «Изучение проявления эффекта гетерозиса у межпородных реципрокных кроссов янтарной и радужной форели» (№ государственной регистрации 20130197 и 20112904).

Цель и задачи исследования. Цель исследования – обосновать рыбоводно-технологические параметры формирования ремонтно-маточного стада радужной форели на основе генофонда, акклиматизированного в условиях Беларуси, и разработать приемы повышения жизнестойкости и темпа роста молоди на ранних стадиях онтогенеза (этап доинкубации). Для решения поставленной цели решали следующие задачи:

- исследовать рыбоводно-биологические, генетические, биохимические признаки разводимых в Беларуси породных форм форели;
- исследовать биохимические показатели половых продуктов самок и качество спермы самцов выращиваемых пород форели;
- изучить влияние, определить оптимальные концентрации и время воздействия аскорбиновой кислоты на эмбрионы радужной форели в условиях *in vitro* и *in situ*;
- установить темп массонакопления и жизнестойкость эмбрионов форели при различных концентрациях и продолжительности воздействия солью NaCl в условиях *in vitro* и *in situ*;
- оценить влияние низких концентраций нитратов на рыбоводно-биологические качества рыбопосадочного материала радужной форели в условиях УЗВ;
- исследовать гидрохимический и температурный режим среды содержания ремонтно-маточных стад форели на озере Слidy, ЗАО «Птичь» Логойского района, рыбоводного индустриального комплекса КПУП «Форелевое хозяйства «Лохва» (на момент проведения исследований – рыбопитомник УО «БГСХА»);
- определить экономическую эффективность использования аскорбиновой кислоты и соли NaCl в технологическом цикле производства рыбопосадочного материала радужной форели в условиях УЗВ.

Объектом исследований являлись производители и половые продукты самок и самцов радужной форели, оплодотворенная икра (эмбрионы на стадии «глазка»), предличинки, личинки, мальки, сеголетки, годовики, двухлетки, гомогенат личинок радужной форели, мазки и сыворотка крови, тело сеголетков и мышечная ткань двухлетков товарной форели.

Предметы исследований – рыбоводно-биологические приемы и методы, используемые при формировании ремонтно-маточных стад радужной форели в условиях рыбоводства Беларуси, получение потомства и приемы повышения

жизнестойкости и темпа массонакопления посадочного материала на ранних стадиях онтогенеза (этап доинкубации).

Научная новизна.

1. Впервые в Республике Беларусь дана оценка рыбоводно-биологических и биохимически-генетических признаков разводимых форм радужной форели, что позволяет определить направления ведения селекционно-племенной работы.

2. Оработаны технологические приемы подбора производителей, получения качественных половых продуктов, инкубации икры, выдерживания эмбрионов, подращивания молоди в цеху и выращивание в летний период на садковой линии, сортировки и зимовки племенного материала форели разных возрастных групп.

3. Разработан новый экологически-безопасный прием повышения жизнеспособности рыбопосадочного материала радужной форели на этапе инкубации за счет применения аскорбиновой кислоты концентрацией 200 мкмоль/л продолжительностью воздействия 15-30 минут ежедневно до перехода на экзогенное питание.

4. Оработаны концентрации соли NaCl в количестве 300 мг/л и продолжительность стимулирующего воздействия – 15 и 30 минут ежедневно до перехода предличинок на экзогенное питание, способствующие повышению их жизнеспособности и темпа массонакопления на этапе доинкубации.

5. Установлено влияние нитратов на доинкубацию икры радужной форели в условиях *in vitro*, резорбция желточного мешка в присутствии нитратов в количестве 300 мг/л проходит на уровне рыбоводных нормативов, а низкие концентрации 1 мг/л и 10 мг/л являются высокотоксичными и отрицательно влияют на показатель выживаемости.

Положения, выносимые на защиту:

1. Рыбоводно-биологическая и биохимико-генетическая характеристика белорусской популяции форели включающая: морфометрические признаки производителей янтарной форели (средняя масса самок $1333,0 \pm 29,6$ г, длина тела $44,1 \pm 1,2$ см; средняя масса самцов $1416,0 \pm 76,1$ г, длина – $43,9 \pm 0,8$ см); морфометрические показатели племенных сеголетков (янтарная – средняя масса $33,9 \pm 2,3$ г, длина тела всей рыбы $13,9 \pm 0,3$ см, толщина тела $1,5 \pm 0,04$ см; радужная – средняя масса $46,7 \pm 1,2$ г, длина тела $16,2 \pm 0,2$ см, толщина тела $1,7 \pm 0,04$ см); воспроизводительные качества самок янтарной форели (рабочая плодовитость $3,5 \pm 0,15$ тыс. икринок, относительная рабочая $1,9 \pm 0,05$ тыс.); радужной форели (рабочая плодовитость $1,8 \pm 0,09$ тыс.экз., относительная рабочая $1,7 \pm 0,05$ тыс.экз.); объем эякулята самцов – $10-14 \pm 0,9$ мл (концентрация сперматозоидов $3,87 \pm 0,7$ млн/мл); биохимико-генетические признаки (янтарная на 100 % представлена гомозиготами ВВ, радужная – ВВ – 80 %, АВ – 20 %); биохимические показатели икры радужной форели (содержание белка $27,3 \pm 0,4$ %, жира $4,9 \pm 0,2$ %, содержание линолевой кислоты $10,3 \pm 0,05$ %, γ – линоленовой и α -линоленовой 2,8 %, арахидоновой $3,7 \pm 0,03$ %); биохимический состав тела сеголетков (сухое вещество 23,0-24,3 %, влага 76-77,0 %, жир 21,6-24,5 %); биохимический состав мышц товарных двухлетков, % (сухое вещество 33,6; влага 66,6; жир 32,2).

2. Научно-обоснованный прием повышения эффективности производства рыбопосадочного материала радужной форели на этапе инкубации, разработанный на основе определения концентрации аскорбиновой кислоты и продолжительности воздействия (200 мкмоль/л, 15 мин. ежедневно до перехода на экзогенное питание), обеспечивающий достоверное увеличение относительного прироста на 64 %, увеличение средней длины на 9,2 %, увеличение средней выживаемости на 9,5 %, увеличение содержания белка на 2,53 г/л и уменьшение содержания креатинина на 19,37 мкмоль/л у рыбопосадочного материала радужной форели и получение дополнительной прибыли 99,57 руб. на 10 000 экземпляров личинок.

3. Научно обоснованный прием повышения эффективности инкубационного процесса радужной форели, разработанный на основе определения концентрации NaCl и продолжительности воздействия (300 мг/л, 15 мин. и 30 мин. ежедневно до перехода на экзогенное питание), обеспечивающий достоверное увеличение относительного прироста на 84,3 % – 15,5 % (в зависимости от экспозиции), увеличение средней длины на 3,2 % – 7,7 % (в зависимости от экспозиции), увеличение средней выживаемости на 8,2 %, увеличение содержания белка на 2,24 г/л, уменьшение содержания креатинина на 14,85 мкмоль/л, улучшение токсикологических параметров при анализе декадной выживаемости рыбопосадочного материала радужной форели и получение дополнительной прибыли 93,25 руб. на 10 000 экземпляров личинок.

4. Доказательство влияния низких концентраций нитратов на выживаемость радужной форели в условиях УЗВ, заключающееся в достоверном снижении выживаемости на 33,4 – 31,4 % под влиянием нитратов (концентрации 1 мг/л, 10 мг/л), при отсутствии статистически значимого влияния на изменение значений средней длины рыбопосадочного материала.

Личный вклад соискателя ученой степени. Диссертационная работа является законченным научно-исследовательским трудом. Личный вклад соискателя состоит в постановке экспериментов, отборе проб, регистрации анализируемых признаков, биометрической и статистической обработке и анализе полученных результатов, подготовке научных публикаций и рукописи диссертации.

Научным руководителем Е.В. Таразевич были сформулированы цель и научно-исследовательские задачи, разработана методика исследований, оказывалось содействие при организации исследований на базе полносистемного хозяйства ЗАО «Птичь».

Отдельные этапы исследований выполнялись при содействии заведующего кафедрой ихтиологии и рыбоводства УО БГСХА Н.В. Барулина, директора ЗАО «Птичь» Г.Н. Авлохашвили, за что автор выражает им сердечную благодарность.

Также соискатель выражает признательность коллективу лаборатории селекции и племенной работы РДУП «Институт рыбного хозяйства» РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» М.В. Книга, М.Н. Тютюновой, Л.М. Вашкевич, Д.А. Микулевич, Л.С. Тентевицкой и административному персоналу УО «ПолесГУ» В.А. Лозюк,

Н.Ф. Тыльковичу за содействие в организации и проведении исследований.

Вклад других соавторов в работы [1–6] заключался в частичном сборе первичных биометрических данных, обработке, предоставлении и оформлении результатов исследований по изучению рыбоводно-биологических параметров радужной форели, разводимой в условиях Беларуси.

Авторское участие соискателя в научных публикациях [1–6] заключалось в частичном сборе, предоставлении или обсуждении своей части исследований, как составной части публикации. Авторское участие соискателя в научных публикациях [7–9] заключалось в постановке экспериментов, сборе, биометрическом и статистическом анализе научных данных, а также в оформлении публикации.

Вклад соавтора Н.В. Барулина в публикациях [7–9, 12, 14, 17] заключался в планировании экспериментальных исследований, обсуждении полученных результатов и редактировании проекта рукописи публикации.

Вклад других соавторов в работы [11–19] заключался в предоставлении или обсуждении соответствующей части исследований, как составной части публикации.

Изданы «Рекомендации по повышению эффективности доинкубации и подращивания рыбопосадочного материала радужной форели в условиях аквакультуры» (утверждены на заседании НТС Минсельхозпрода (протокол №09-1-6/5 от 12.08.2019 г.).

Апробация результатов диссертации. Полученные результаты и положения диссертационной работы доложены и обсуждены на международных научно-практических конференциях: X международной научно-практической «Dny vědy-2014» (Чехия, Прага, 2014), II Международной научно-практической интернет-конференции «Инновационные технологии и интенсификация развития национального сельского хозяйства» (Украина, Тернополь, 2015), XX международной научно-практической конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства» (Гродно, 2017), II национальной научно-практической конференции «Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны» (Санкт-Петербург, 2017), II международной научно-практической конференции «Биотехнология: достижения и перспективы развития» (Пинск, 2017), шестой международной конференции молодых учёных Сети центров аквакультуры Центральной и Восточной Европы (НАСИ) (Горки, 2017), XII международной молодежной научно-практической конференции «Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси» (Пинск, 2018), седьмой международной конференции молодых учёных Сети центров аквакультуры Центральной и Восточной Европы (НАСИ) (Горки, 2018), заседании научного собрания по биологическим и сельскохозяйственным наукам УО «ПолесГУ» (Пинск, 2019).

Опубликованность результатов диссертации. По теме диссертации опубликовано 20 научных работ (5,5 авторских листа). Из них 9 работ объемом 54 страницы, или 3,01 авторских листа, опубликовано в изданиях согласно перечню,

рекомендуемому ВАК для опубликования результатов диссертационных исследований, 9 материалов научных конференций и 1 тезис, опубликованы производственные рекомендации объемом 26 страниц (0,8 авторского листа).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, трех глав (обзор литературы, материалы и методы исследований, результаты исследований), заключения, библиографического списка и приложения.

Полный объем диссертационной работы – 171 страница. Работа иллюстрирована 28 рисунками, содержит 69 таблиц, приложения объемом 11 страниц. Библиографический список, общим объемом 23 страницы, включает 272 наименования литературы, в том числе 129 англоязычных, 123 русскоязычных и 20 публикаций соискателя.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Аналитический обзор литературы. В восьми разделах главы проанализировано состояние аквакультуры в мире и в Республике Беларусь, дана рыбоводно-биологическая характеристика радужной форели, описаны направления ведения селекционно-племенной работы в форелеводстве, описано влияние соли NaCl, аскорбиновой кислоты и нитратов на объекты аквакультуры и изученность их воздействия.

Материалы и методы исследований. Экспериментальные исследования проводились в производственных условиях форелеводческого хозяйства ЗАО «Птичь», рыбоводного участка «Новолукомльский» Чашникской ПМК, рыбопитомника «Богушевский» и РУП «Институт рыбного хозяйства» НАН Беларуси и рыбоводного индустриального комплекса КПУП «Форелевое хозяйство «Лохва» согласно схеме исследований (рисунок 1).

Материалы и методы условно разделены на две группы: для формирования ремонтно-маточных стад форели, адаптированных к условиям Беларуси и для разработки способов повышения эффективности инкубационного процесса при разведении радужной форели в условиях УЗВ.

Выращиваемые в хозяйствах Республики Беларусь группы форели оценивались по ряду рыбоводно-биологических признаков. Исследования плодовитости самок проводили по общепринятой методике весовым методом. Анализируемыми параметрами качеств молок являлись: VCL – криволинейная скорость сперматозоидов (микрон/сек.), подвижность сперматозоидов, сперматокрит, концентрация сперматозоидов (ед./мкл.). Анализ темпа роста форели и интерьерных признаков проводили с использованием стандартных методик ихтиологических исследований. Ихтиопатологическое состояние выращиваемой рыбы проверяли по методике Быховской-Павловской. Изучение фенотипических признаков проводили по схеме измерений лососевых рыб по Смиуту. Биохимико-генетические исследования проводили методом электрофореза в полиакриламидном геле, в камере «Helicon» VE-20 вертикальной модификации.

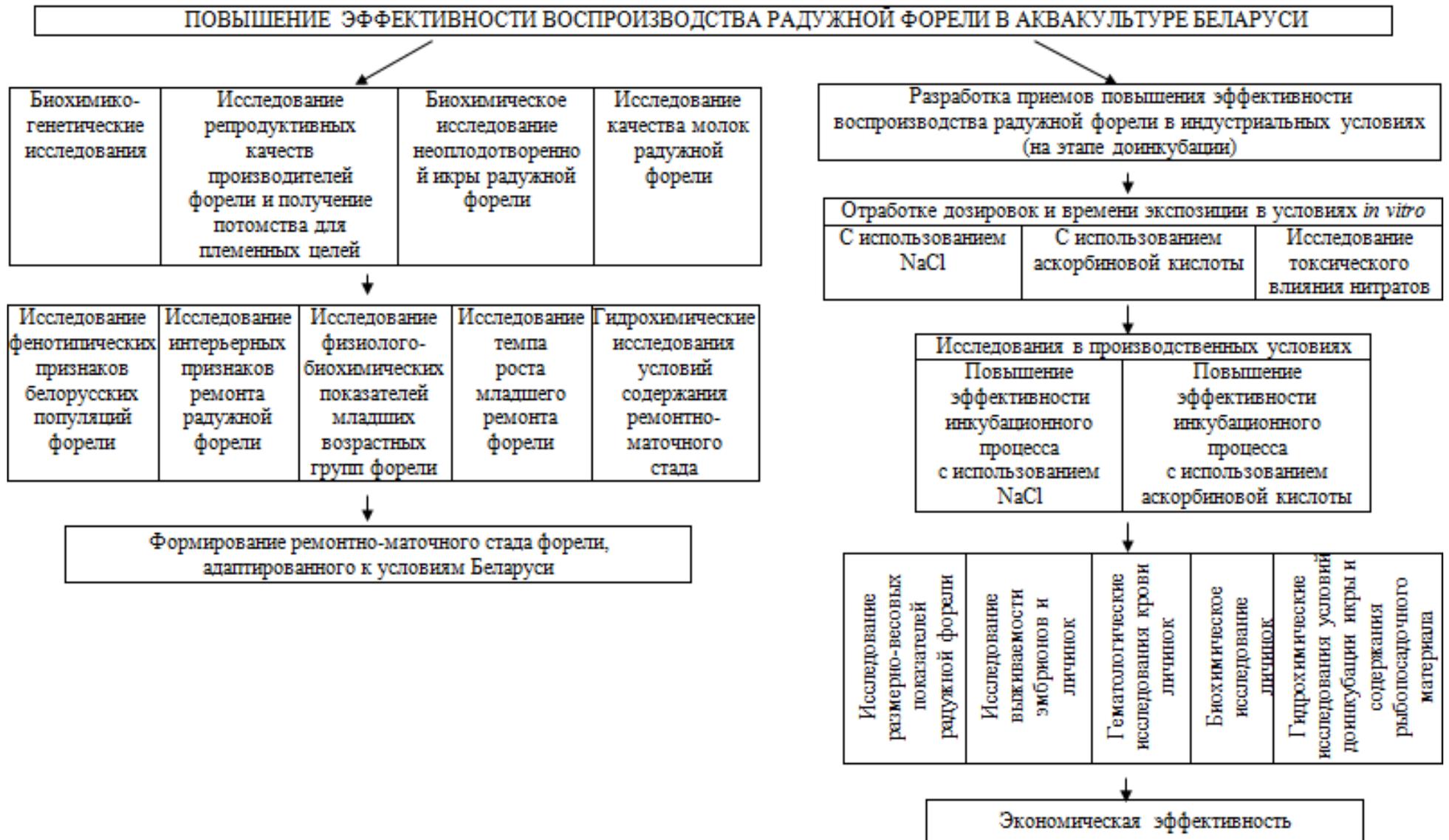


Рисунок 1. – Общая схема проведения исследований

ПААГ готовили по методу Б. Девиса, окрашивание гелевых блоков по модификации А. Таммерта.

Разработка способов повышения эффективности инкубационного процесса при разведении радужной форели в условиях УЗВ проходила в два этапа: подготовительные эксперименты по отработке дозировок и времени экспозиции в условиях *in vitro* и исследования вариантов опыта, продемонстрировавших стимулирующий эффект в производственных условиях (*in situ*).

Для проведения подготовительных экспериментов в условиях *in vitro* из рыбоводного индустриального комплекса была доставлена партия эмбрионов радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) (икра на стадии «глазка») французского происхождения (Viviers de Sarrance). Были сформированы опытные группы (таблица 1).

Таблица 1. – Опытные группы, сформированные для предварительной оценки влияния NaCl на эффективность доинкубации икры радужной форели

| Опытные группы | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------------------|----------|----------|---------------------------------|----------|----------|---------------------------------|----------|----------|-----------------|
| Время экспозиции | Однократная обработка (1 час) | | | Ежедневная обработка (15 минут) | | | Ежедневная обработка (30 минут) | | | Контроль (вода) |
| Концентрация NaCl | 100 мг/л | 300 мг/л | 500 мг/л | 100 мг/л | 300 мг/л | 500 мг/л | 100 мг/л | 300 мг/л | 500 мг/л | |
| | | | | | | | | | | |

Доинкубация икры происходила в холодильнике в условиях *in vitro*, в пластиковых контейнерах. На постоянном уровне поддерживалась температура (11°C), содержание кислорода (7 мг/л), pH (7,6) и другие гидрохимические показатели. Анализируемые признаки: темп выклева, скорость резорбции желточного мешка, средняя длина, жизнестойкость. Показатели длины получали в результате обработки фотоснимков свободных эмбрионов в программе ImageJ. Индивидуальная выживаемость в опытных группах оценивалась по методу Каплан-Майера с помощью моделей ускоренного времени AFT (Accelerated failure-time models), с применением регрессии Вейбулла. Для анализа декадной выживаемости использовались обобщенные линейные модели «доза-эффект» – GLM (Generalized Linear Model).

После того, как в условиях *in vitro* были оценены эффекты NaCl, на основании стимулирующего эффекта на анализируемые признаки для исследования в производственных условиях была отобрана концентрация NaCl 300 мг/л. Исследование проводилось на базе доинкубационного модуля рыбоводного индустриального комплекса КПУП «Форелевое хозяйство «Лохва». В течение эксперимента каждые 5 дней регистрировали такие параметры как средняя масса, средняя длина и выживаемость, проводился биохимический анализ гомогенатов личинок из опытных групп.

Исследования по изучению влияния аскорбиновой кислоты на инкубационный процесс радужной форели в условиях *in vitro* включали

доинкубацию эмбрионов в растворах аскорбиновой кислоты концентрации 50 мкмоль/л, 100 мкмоль/л, 150 мкмоль/л и 200 мкмоль/л. Контролем служила вода. Для приготовления растворов использовали порошок аскорбиновой кислоты белорусского производства (ОАО Экзон). На основании стимулирующего эффекта в условиях *in vitro*, для исследования в условиях производства была отобрана концентрация 200 мкмоль/л.

При исследовании токсического влияние нитратов осуществляли доинкубацию икры в условиях *in vitro* в присутствии нитратов в концентрациях 1, 5, 10, 20, 40, 80, 300 и 1000 мг/л. На протяжении эксперимента регистрировали значения темпа выклева, средней длины и выживаемости (средняя, декадная, индивидуальная). Статистический анализ полученных данных и моделирование выживаемости проводилось в статистической среде R.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Оценка рыбоводно-биологических признаков ремонтно-маточных стад форели, акклиматизированных в условиях Беларуси. Характеристика репродуктивных качеств производителей форели и получение потомства для племенных целей. Впервые проведена оценка репродуктивных качеств самок радужной форели, разводимых в Беларуси. Рабочая плодовитость самок колебалась в пределах от 2,25–3,90 тыс. экз., средняя масса икринок 58,8–71,4 мг. Установлено, что самки средней массой 2,6–3 кг продуцируют более крупную икру ($71 \pm 1,75$ мг), у них наблюдается и большая рабочая плодовитость: 3,9–2,8 тыс. икринок. Рабочая плодовитость самок массой 1,6–2 кг – ниже и составляет 2,1–2,2 тыс. икринок, при невысокой среднештучной массе 58–59 мг. То есть, икра от впервые нерестующих самок (двухлеток) характеризуется низким качеством и невысоким процентом оплодотворяемости. Установлено, что для воспроизводства, племенных целей использовать их не эффективно.

Сравнительная характеристика воспроизводительных качеств самок адлерской янтарной и радужной датского происхождения. Масса самок янтарной форели колебалась в пределах 1,5–2,2 кг, радужной 0,9–1,5 кг; самцов янтарной форели 0,9–1,2 кг, радужной 0,7–1,2 кг. Средняя масса самок форели датского происхождения, использованных для получения племенного материала составила $1,10 \pm 0,06$ кг, янтарной $1,85 \pm 0,06$ кг (таблица 2). Рабочая плодовитость самок янтарной форели оказалась значительно выше, чем радужной форели ($3,55 \pm 0,15$ против $1,87 \pm 0,09$ тыс. икринок на 1 самку). Соответственно относительная рабочая плодовитость составила $1,92 \pm 0,05$ и $1,70 \pm 0,05$ тыс. икринок на 1 кг массы самки.

Таблица 2. – Воспроизводительные качества самок янтарной и радужной форели

| Линия | Масса самки, кг | | Рабочая плодовитость, тыс. на 1 самку | | Относительная рабочая плодовитость, тыс. на 1 кг массы самки | | Оплодотворение, % | |
|----------------------------------------|--------------------|------|---------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------|------|----------------------|------|
| | Mean±SE | Cv | Mean±SE | Cv | Mean±SE | Cv | Mean±SE | Cv |
| Радужная форель датского происхождения | 1,10±0,06 | 0,21 | 1,87±0,09 | 0,18 | 1,70±0,05 | 0,10 | 88±8,39 | 0,36 |
| Янтарная адлерская форель | 1,85±0,06 | 0,19 | 3,55±0,15 | 0,16 | 1,90 ±0,05 | 0,33 | 80±0,05 | 0,09 |

Примечание: Mean – среднее значение; SE – стандартная ошибка среднего; Cv – коэффициент вариации, SD – стандартное отклонение

Судя по величине коэффициента вариации (Cv), признаки, характеризующие воспроизводительные качества племенных самок относятся к средне и сильно варьирующим. Это дает основание для дальнейшей селекционной работы по отбору более плодовитых особей для формирования племенного генофонда.

Исследование качества молок радужной форели. В таблице 3 представлены результаты анализа качества спермы самцов радужной форели хозяйства ЗАО «Птичь» Логойского района.

Таблица 3. – Показатели качества спермы самцов радужной форели белорусской популяции, содержащихся в ЗАО «Птичь» Логойского района

| Показатель | Среднее | Коэффициент вариации | Стандартное отклонение |
|-----------------------------------------|-------------|----------------------|------------------------|
| Спермаокрит, % | 28,60±4,71 | 0,33 | 9,43 |
| Концентрация сперматозоидов, млн в 1 мл | 3,87±0,72 | 0,42 | 1,60 |
| VCL, микрон/сек | 176,26±4,40 | 0,26 | 46,18 |

Согласно данным, представленным в таблице 3, значение спермаокрита в сперме самцов – 28,60±4,71 %. В сравнении с литературными данными, где уровень спермаокрита у лососёвых в среднем составляет 25 %, проанализированные образцы отличаются высоким содержанием сперматозоидов в семенной жидкости. Это подтверждают и полученные данные о достаточно высокой концентрации сперматозоидов: она составила 3,87±0,72 млн/мл. Значение VCL в исследуемых пробах составило 176,26±4,40 микрон/сек. 92,66 % спермиев отличаются высокими значениями средней криволинейной скорости, 7,34 % представлено сперматозоидами с медленным прямолинейным движением и 0,90 % – неподвижными сперматозоидами. То есть отобранные половые продукты отличаются высоким качеством. Подобный анализ качества спермы с применением компьютерной диагностики на данном объекте – лососёвых, в Беларуси был применен впервые.

Биохимическая характеристика неоплодотворенной икры. Содержание белка в икре радужной форели составило 27,87±0,43 %, жира – 4,97±0,26 %.

Анализ жирнокислотного состава общих липидов проб икры радужной форели показал значительную долю в них ПНЖК (34,76 % суммы ЖК), основными из которых были докозагексаеновая (10,44 % суммы ЖК) и линолевая (10,38 % суммы ЖК). Содержание насыщенных жирных кислот составило 17,05 % суммы ЖК, мононенасыщенных 31,90 % суммы ЖК.

Исходя из всех полученных данных, выращиваемая в условиях прудовых хозяйств республики радужная форель характеризуется повышенным темпом роста, ускоренным половым созреванием (пол идентифицируется в двухлетнем возрасте) и является перспективным исходным материалом для дальнейшей селекционно-племенной работы и формирования отечественных высокопродуктивных ремонтно-маточных стад.

Исследование влияния NaCl на эффективность доинкубации икры радужной форели в производственных условиях. После того, как в условиях *in vitro* нами были предварительно оценены эффекты NaCl [16], на основании установленного стимулирующего влияния на анализируемые признаки для исследования в производственных условиях была отобрана концентрация NaCl 300 мг/л.

В таблице 4 представлены результаты статистической оценки средней массы и средней длины личинок радужной форели в завершении эксперимента.

Таблица 4. – Средняя длина и масса личинок радужной форели после доинкубации в растворе NaCl с различным временем экспозиции

| Группа | Средняя масса, гр | Средняя длина, мм | Тест Шапиро-Уилка | Тест Ливина |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------|
| 300 мг/л 15 мин | 0,40±0,02*** | 33,96±3,24 | p>0,05 | p>0,05 |
| Контроль 15 мин | 0,34±0,02 | 33,01±3,24 | | |
| 300 мг/л 30 мин | 0,53±0,13 | 37,64±5,28* | | |
| Контроль 30 мин | 0,49±0,05 | 35,92±4,45 | | |

Примечание: здесь и далее, различия с контрольной группой достоверны при уровнях значимости * - $p=0,05$, ** - $p=0,01$, *** - $p=0,001$.

Согласно данным, представленным в таблице 4, 15- и 30-минутные экспозиции в растворе NaCl концентрацией 300 мг/л оказывают стимулирующее влияние на темп роста личинок радужной форели.

При проведении исследований в условиях производства значения **средней выживаемости** в опытных группах составили: при экспозиции в 15 мин – 82,5 %, при экспозиции в 30 мин – 75,7 %, в контрольной – 73,4 %. Наблюдаемые различия статистически достоверны ($p<0,001$). То есть, использование NaCl достоверно повышает среднюю выживаемость на 8,2 % при экспозиции в 15 минут, или на 2,3 %, при экспозиции в 30 минут, по сравнению с контрольной группой.

Таблица 5. – Токсикологические параметры логит-моделей для каждой исследуемой группы

| Исследуемые группы | Коэффициент наклона | Уравнение линейной логит-модели | Полулетальная доза (LD ₅₀) |
|-------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Контроль /15 мин | 1,28 | $\text{logit}(L) = -6,68 + 1,28 \ln(D)$ | 181,94 |
| 300 мг/л /15 мин | 1,29 | $\text{logit}(L) = -5,75 + 1,29 \ln(D)$ | 315,37 |
| 300 мг/л /30 мин | 1,00 | $\text{logit}(L) = -6,05 + 1,00 \ln(D)$ | 181,79 |
| Контроль/30 мин | 1,16 | $\text{logit}(L) = -6,51 + 1,16 \ln(D)$ | 153,81 |

В результате моделирования декадной выживаемости во всех исследуемых группах значения коэффициента наклона были примерно на одном уровне, максимальное значение отмечено в группе 300 мг/л /15 мин и составило 1,29. Также значение средней полулетальной дозы (LD₅₀) в этой группе было гораздо выше, чем в остальных и составило 315,37. Согласно девианс статистике данные различия достоверны.

Исследование влияния аскорбиновой кислоты на эффективность доинкубации икры радужной форели в производственных условиях. Предварительно в условиях *in vitro* было установлено стимулирующее влияние аскорбиновой кислоты на личиночный рост и выживаемость радужной форели на этапе доинкубации [11, 12, 13]. Для исследования в производственных условиях была отобрана эффективная концентрация аскорбиновой кислоты – 200 мкмоль/л. Установлено, что 15- и 30-минутные экспозиции в растворе аскорбиновой кислоты концентрацией 200 мкмоль/л оказывают стимулирующее влияние на темп роста личинок радужной форели. Максимальным показателем средней длины отличалась группа 200 мкмоль/л (30 мин), где средняя длина составила $39,39 \pm 6,01$ мм, что на 3,47 мм больше чем в контроле; также в группе 200 мкмоль/л (15 мин) средняя длина личинки была выше чем в контроле на 0,66 мм и составила $36,60 \pm 4,88$. Для экспозиции 60 минут значение средней длины в контроле было на 2,31 мм выше и составило $39,02 \pm 5,18$ мм. Различия статистически достоверны для экспозиции 30 и 60 минут на уровнях значимости $p=0,001$ и $p=0,01$, соответственно.

Значения средней выживаемости на протяжении исследования приведены в таблице 6.

Таблица 6. – Средняя выживаемость радужной форели после доинкубации с применением аскорбиновой кислоты с различным временем экспозиции

| Исследуемая группа | Средняя выживаемость, % |
|-----------------------|-------------------------|
| 200 мкмоль/л (15 мин) | 82,9*** |
| Контроль (15 мин) | 73,4 |
| 200 мкмоль/л (30 мин) | 74,6*** |
| Контроль (30 мин) | 71,9 |
| 200 мкмоль/л (60 мин) | 74,7*** |
| Контроль (60 мин) | 74,3 |

При использовании аскорбиновой кислоты средняя выживаемость повышается на 9,5–0,4 % в зависимости от времени экспозиции. Максимальным

стимулирующим эффектом характеризуется время экспозиции 15 минут, концентрация аскорбиновой кислоты 200 мкмоль/л.

Влияние нитратов на выживаемость, темп выклева и личиночный рост радужной форели при доинкубации в условиях *in vitro*. Установлено, что присутствие нитратов в широком диапазоне концентраций при доинкубации *in vitro* снижает выживаемость личинок радужной форели (в условиях экспресс теста физиологических нагрузок – голодание). Значения средней выживаемости в исследуемых группах составили: 1 мг/л – 52,2 %, 5 мг/л – 79,4 %, 10 мг/л – 54,0 %, 20 мг/л – 71,7 %, 40 мг/л – 82,4 %, 80 мг/л – 77,1 %, 300 мг/л – 80,3 %, 1000 мг/л – 82,3 %, в контрольной – 85,6 %. Различия статистически достоверны для групп 1 мг/л и 10 мг/л.

Для более объективного анализа была изучена индивидуальная и декадная выживаемость в течение эксперимента. При построении линии логит-регрессии с учетом коэффициента наклона для каждой исследуемой группы можно наблюдать имеющиеся различия в исследуемых группах (рисунок 2).

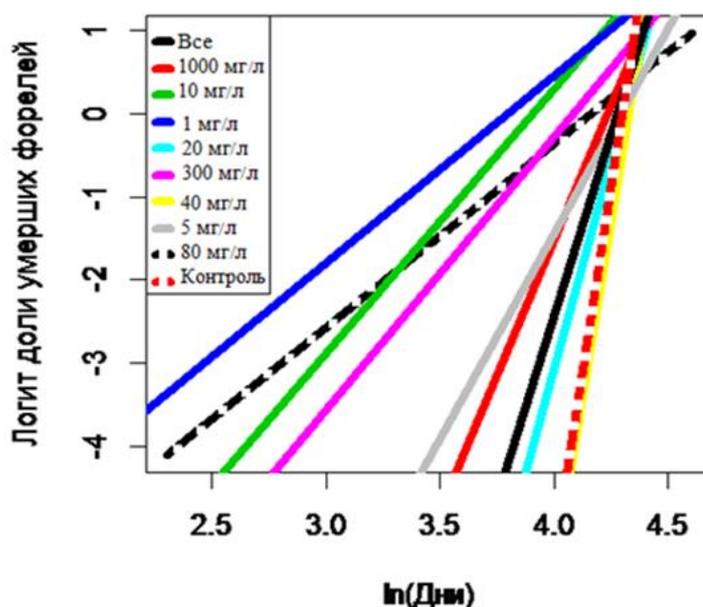


Рисунок 2. – Линейные логит модели доза-эффекта гибели личинок радужной форели *in vitro* от логарифма дней для различных концентраций нитратов

Максимальные значения коэффициента наклона отмечены для контрольной – 17,72, 40 мг/л – 16,82 и 20 мг/л – 10,02. В данных группах скорость нарастания эффекта была выше, о чем свидетельствуют более крутые линии логит-регрессии, которые изображены на рисунке 2. Минимальные значения коэффициента наклона отмечены для концентраций 1 мг/л – 2,24, 10 мг/л – 3,17, 300 мг/л – 3,27. Значения LD_{50} минимальны были для групп 10 мг/л – 49,79 и 1 мг/л – 44,79. В группе 40 мг/л значение LD_{50} было немного выше (75,69) чем в контроле (73,70). Как показал девианс-анализ, установленные различия были достоверными. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что присутствие нитратов в воде при доинкубации икры снижает выживаемость радужной форели, причем наибольшим отрицательным воздействием на эмбрионы и личинки характеризуются концентрации 1 мг/л, 10 мг/л.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Установлено, что двухлетки, годовики, сеголетки янтарной и радужной форели, акклиматизированные в условиях Беларуси имеют следующие морфометрические характеристики. Средняя масса самок радужной форели составила $2100,3 \pm 103,87$ г, самцов $2252,0 \pm 67,85$ г. Коэффициент упитанности по Фультону у самцов составил 4,9 у самок – 4,23. Средняя масса половозрелых двухлетков форели породы Адлерская янтарная составила $1333,0 \pm 29,6$, самцов $1416,0 \pm 76,1$. А значение коэффициента упитанности по Фультону значительно превышает литературные данные по данной породе и составляет 1,63 у самок, 1,68 у самцов. Средняя масса тела годовиков составляет в среднем $206,7 \pm 10,33$ г, относительный наибольший обхват тела – $67,9 \pm 0,53$ %. Средняя масса сеголетков радужной форели датского происхождения значительно превосходит среднюю массу янтарной форели [1–2, 5, 10].

2. Установлено, что относительная масса гонад у самок янтарной форели характеризуется высокой изменчивостью (90,7 %). У двухлетков самок форели датского происхождения гонады развиты значительно слабее, их относительная масса составляет всего 0,09 % от массы тела. Низкий коэффициент вариации свидетельствует том, что самки этой группы в целом отстают от самок янтарной форели по темпу полового созревания; Определен биохимический состав тела сеголетков: содержание сухого вещества 23,0–24,3 %, влаги 76–77 %, жира 21,6–24,5 %; биохимический состав мышц товарных двухлетков: содержание сухого вещества – $33,6 \pm 0,03$ %; влаги – $66,6 \pm 0,04$ %; жира – $32,2 \pm 0,03$ % [3, 6].

3. Определено, что репродуктивные качества производителей янтарной и радужной форели имеют следующие параметры: рабочая плодовитость самок янтарной форели составляет $3,55 \pm 0,15$ тыс. икринок, а радужной форели – $1,87 \pm 0,09$ тыс. экз; объем эякулята самцов $10-14 \pm 0,9$ мл, концентрация сперматозоидов $3,87 \pm 0,7$ млн/мл. Доказано, что жирнокислотный состав икры радужной форели характеризуется относительно высоким содержанием незаменимых жирных кислот: линолевой кислоты $10,30 \pm 0,05$ %, γ -линоленовой и α -линоленовой 2,87%, арахидоновой $3,71 \pm 0,03$ %; На основе проведения биохимико-генетической экспертизы производителей, годовиков и сеголетков радужной форели установлено, что янтарная форель адлерского происхождения на 100 % представлена гомозиготами ВВ, радужная форель датского происхождения гомозиготы ВВ составляют 80 %, АВ – 20 % [4].

4. Разработан метод подбора производителей и отбора качественной икры форели для ведения дальнейшей племенной работы. Из акклиматизированных в Беларуси популяций форели на базе ЗАО «Птичь» Логойского района скомплектовано племенное стадо ремонтных групп радужной форели: двухгодовиков – 760 экз. и годовиков – 880 экз. [4, 5, 10, 15, 18, 19];

5. Доказано влияние нитратов на доинкубацию икры радужной форели в условиях *in vitro*. Резорбция желточного мешка в присутствии нитратов не

отличалась от контроля. Также присутствие нитратов в воде не оказывает статистически значимого влияния на изменение значения средней длины личинок радужной форели. Концентрации 1 мг/л и 10 мг/л существенно снижают среднюю выживаемость на 33,4 % и 31,4 %, соответственно. Высокотоксическим воздействием на эмбрионы и предличинки характеризуются концентрации 1 мг/л, 10 мг/л, 300 мг/л [7, 14].

6. Доказано стимулирующее влияние использования NaCl в концентрации 300 мг/л в производственных условиях при доинкубации радужной форели. Средняя масса личинок повышалась на 84,3 % (экспозиция 15 мин) и на 15,5 % (экспозиция 30 мин). Средняя длина личинки увеличилась при экспозиции 15 минут на 3,2 %, при экспозиции 30 минут – на 7,7 %. Отмечено повышение средней выживаемости на 8,2 % – 2,3 %, в зависимости от времени экспозиции.

Экономическая эффективность применения NaCl в технологическом цикле выращивания посадочного материала радужной форели в аквакультуре выражается в получении дополнительной прибыли 93,25 руб. 10 000 экземпляров личинок (в ценах 2017 года) [9, 16].

Установлено положительное влияние применения аскорбиновой кислоты в концентрации 200 мкмоль/л в производственных условиях при доинкубации радужной форели. Средняя масса личинки увеличивалась при экспозиции 15 минут на 64 %, при экспозиции 30 минут – на 21 %. Средняя длина личинки повышалась при экспозиции 15 минут на 9,2 %, при экспозиции 30 минут – на 17,7 %. Максимальным стимулирующим эффектом характеризуется время экспозиции 15 мин.

Экономическая эффективность применения аскорбиновой кислоты в технологическом цикле выращивания посадочного материала радужной форели в аквакультуре выражается в получении дополнительной прибыли 99,57 руб. 10 000 экземпляров личинок (в ценах 2017 года) [8, 11, 12, 13, 17].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Для дальнейшего ведения селекционно-племенной работы с акклиматизированными в условиях Беларуси популяций форели использовать рыбоводные приемы по подбору производителей по возрастным и весовым показателям, а также отбору качественной икры форели, определению качества спермы инновационными методами. Продолжить дальнейшее формирование ремонтно-маточных стад форели из выращиваемых в Беларуси породных групп (акт о практическом использовании (сформированном ремонтно-маточном стаде) результатов исследований в форелевом хозяйстве ЗАО «Птичь» Логойского р-на от 23.11.2017 г.). В целях повышения генетического разнообразия рекомендовать завоз высокопродуктивных пород и линий с различными сроками нереста.

Для повышения эффективности доинкубационного процесса в технологическом цикле производства рыбопосадочного материала радужной форели рекомендуется использовать NaCl концентрацией 300 мг/л в течение 15 минут ежедневно на стадии глазка до перехода радужной форели на экзогенное

питание и аскорбиновую кислоту концентрацией 200 мкмоль/л в течение 15 минут ежедневно на стадии глазка до перехода радужной форели на экзогенное питание (акты о практическом использовании результатов исследований в рыбноводном индустриальном комплексе УО БГСХА г. Горки от 13.07.2017 г.).

Основные практические предложения изложены в нормативном документе:

✓ «Рекомендации по повышению эффективности доинкубации и подращивания рыбопосадочного материала радужной форели в условиях аквакультуры» (рассмотрены и утверждены на заседании Научно-технического Совета УО «Полесский государственный университет», протокол № 5 от 29 мая 2019 г., на заседании секции животноводства Научно-технического совета Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (протокол № 09-1-6/5 от 12 августа 2019 г.).

✓ Результаты исследований внедрены в образовательный процесс подготовки студентов специальности 1-74 03 03 «Промышленное рыбководство» в ходе изучения дисциплин «Товарное рыбководство», «Воспроизводство ценных видов рыб», «Морфология и физиология рыб», «Биотехнология в рыбководстве» (акт о внедрении научно-исследовательской разработки в образовательный процесс от 18.03.2019 г.).

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, включенных в список ВАК для опубликования результатов диссертационных исследований

1. Биохимический состав мышц двухлетков радужной форели из популяции рыбопитомника «Богушевский» / Е.В. Таразевич, М.В. Книга, **Е.С. Гук (Сысун-Гук)**, Е.П. Глеб, М.Н. Тютюнова, Л.М. Вашкевич, Д.А. Микулевич // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сборник научных трудов / Республиканское дочернее унитарное предприятие "Институт рыбного хозяйства" Республиканского унитарного предприятия "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству"; под общ. ред. В.Ю. Агееца. - Минск, 2014. - Вып. 30. - С. 37-45.
2. Морфометрические показатели сеголетков форели разного происхождения / М. В. Книга, Е.В. Таразевич, Л.М. Вашкевич, В.Б. Сазанов, Л.С. Тентевицкая, Д.А. Микулевич, Е.П. Глеб, **Е.С. Гук (Сысун-Гук)** // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сборник научных трудов / Республиканское дочернее унитарное предприятие "Институт рыбного хозяйства" Республиканского унитарного предприятия "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству"; под общ. ред. В.Ю. Агееца. - 2014. - Вып. 30. - С. 30-36.
3. Сравнительная характеристика интерьерных признаков ремонта белорусских популяций форели / М. В. Книга, Е.В. Таразевич, Л.М. Вашкевич, В.Б. Сазанов, Л.С. Тентевицкая, Д.А. Микулевич, Е.П. Глеб, **Е.С. Гук (Сысун-Гук)** // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сборник научных трудов / Республиканское дочернее унитарное предприятие "Институт рыбного хозяйства" Республиканского унитарного предприятия "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству"; под общ. ред. В.Ю. Агееца. – Минск, 2014. – Вып. 30. – С. 21-29.
4. Характеристика репродуктивных качеств производителей форели из генофонда Беларуси / Е. В. Таразевич, М. В. Книга, Л.М. Вашкевич, В.Б. Сазанов, Л.С. Тентевицкая, Д.А. Микулевич, Е.П. Глеб, **Е.С. Гук (Сысун-Гук)** // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сборник научных трудов / Республиканское дочернее унитарное предприятие "Институт рыбного хозяйства" Республиканского унитарного предприятия "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству"; под общ. ред. В. Ю. Агееца. – Минск, 2014. – Вып. 30. – С. 12-20.
5. Фенотипические признаки младшего ремонта белорусских популяций Форели / С. В. Свенторжицкий, М.В. Книга, Е.В. Таразевич, Л.М. Вашкевич, Л.С. Тентевицкая, Е.П. Глеб, **Е.С. Гук (Сысун-Гук)** // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сборник научных трудов / Республиканское дочернее унитарное предприятие "Институт рыбного хозяйства" Республиканского унитарного предприятия "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству"; под общ. ред. В.Ю. Агееца. – Минск, 2015. – Вып. 31. – С. 155-167.
6. Биохимический состав тела сеголетков форели / М. В. Книга, Я.И. Шейко, М.Н. Тютюнова, Л.М. Вашкевич, Д.А. Микулевич, Е.В. Таразевич, Е.П. Глеб, **Е.С. Гук (Сысун-Гук)** // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси : сборник научных трудов /

Республиканское дочернее унитарное предприятие "Институт рыбного хозяйства" Республиканского унитарного предприятия "Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству". – 2016. – Вып. 32. – С. 69-74.

7. **Гук (Сысун-Гук), Е.С.** Влияние нитратов на выживаемость, темп выклева и личиночный рост радужной форели при доинкубации в условиях *in vitro* / **Е. С. Гук (Сысун-Гук)**, Н. В. Барулин // Животноводство и ветеринарная медицина : ежеквартальный научно-практический журнал. – 2018. - № 2 (29). – С. 7-13 : табл.

8. **Гук (Сысун-Гук), Е.С.** Влияние аскорбиновой кислоты на эффективность доинкубации икры радужной форели в установке замкнутого водоснабжения / **Е. С. Гук (Сысун-Гук)**, Н. В. Барулин // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук : научно-практический журнал. – 2019. – № 1. – С. 79-86.

9. **Гук (Сысун-Гук), Е.С.** Влияние соли NaCl на темп роста, выживаемость и биохимический статус радужной форели при доинкубации в производственных условиях / **Е. С. Гук (Сысун-Гук)**, Н. В. Барулин // Животноводство и ветеринарная медицина : ежеквартальный научно-практический журнал. – 2019. – № 2 (33). – С. 35-40.

Статьи, опубликованные в материалах и сборниках научно-практических конференций

10. Характеристика фенотипических и морфологических признаков годовиков радужной форели, выращенных в условиях Беларуси / Е.В. Таразевич, Е.П. Глеб, **Е.С. Гук (Сысун-Гук)**, М.В. Книга, // Materiály X mezinárodní vědecko - praktická konference «Dny vědy – 2014». - Díl 27. Biologické vědy.: Praha. Publishing House «Education and Science». – S.59-65

11. Влияние доинкубации в растворах аскорбиновой кислоты на темпы выклева и личиночный рост радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) / **Е. С. Гук (Сысун-Гук)**, Е.П. Чекун, Е.В. Таразевич// Современные технологии сельскохозяйственного производства : сборник научных статей по материалам XX Международной научно-практической конференции, Гродно, 19, 11 мая 2017 г. / УО «Гродненский государственный аграрный ун-т»; ответственный за выпуск В.В. Пешко. – Гродно : ГГАУ, 2017. – Ветеринария. Зоотехния. – С. 139-142.

12. **Гук (Сысун-Гук), Е.С.** Влияние аскорбиновой кислоты на выживаемость радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) в условиях *in vitro* / **Е. С. Гук (Сысун-Гук)**, Н. В. Барулин // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны : материалы II национальной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 13-15 сентября 2017 г. / под ред. А.А. Васильева. - Саратов : ЦеСАин, 2017. - С. 24-32 : табл.

13. Куделич, А.Э. Влияние аскорбиновой кислоты на темпы роста и скорость утилизации желточного мешка радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) на этапе доинкубации / А. Э. Куделич, **Е. С. Гук (Сысун-Гук)** // Биотехнология: достижения и перспективы развития: сборник материалов II международной научно-практической

конференции, г. Пинск, 7–8 декабря 2017 г. / Министерство образования Республики Беларусь [и др.]; редкол.: К.К. Шебеко [и др.]. – Пинск : ПолесГУ, 2017. – С. 69-71.

14. **Гук (Сысун-Гук), Е.С.** Влияние нитратов на выживаемость радужной форели при доинкубации в условиях *in vitro* / **Е.С. Гук (Сысун-Гук)**, Н.В. Барулин // VI международная конференция молодых учёных НАСИ, Горки (Республика Беларусь), 28 нояб.–1 дек. 2017 г. / Сеть центров аквакультуры в Центральной и Восточной Европе (НАСИ, Венгрия), Белорусская государственная сельскохозяйственная академия; Кафедра ихтиологии и рыбоводства; ред.: [и др.]. – Горки, 2017. – С. 16-17.

15. Таразевич, Е.В. Возможности корректировки технологических параметров выращивания товарной форели в Беларуси / Е. В. Таразевич, **Е. С. Гук (Сысун-Гук)**, Е. П. Чекун // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции : сборник статей III Международной научно-практической конференции, Минск, 23-24 марта 2017 г. / [под общ. ред. В. Я. Груданова]. – Минск : БГАТУ, 2017. – С. 221-222.

16. Куделич, А.Э. Оценка индивидуальной выживаемости личинок радужной форели на этапе доинкубации с применением NaCl в условиях *in vitro* / А. Э. Куделич, **Е. С. Гук (Сысун-Гук)**; рук. работы Н. В. Барулин // Научный потенциал молодежи - будущему Беларуси : материалы XII международной молодежной научно-практической конференции, Пинск, 6 апреля 2018 г.: в 3 ч. / Министерство образования Республики Беларусь [и др.]; редкол.: К.К. Шебеко [и др.]. - Пинск : ПолесГУ, 2018. - Ч. 3. - С. 176-178.

17. **Гук (Сысун-Гук), Е.С.** Биохимический анализ гомогенатов личинок радужной форели при доинкубации с применением аскорбиновой кислоты / **Е. С. Гук (Сысун-Гук)**, Н. В. Барулин // Седьмая международная научная конференция студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых сети центров аквакультуры в Центральной и Восточной Европе (НАСЕЕ) : сборник материалов конференции, Горки, 11 – 14 декабря 2018 г / редакционная коллегия: Н.В. Барулин (гл. редактор, БГСХА), С. Лендел (НАСЕЕ). - Горки : БГСХА, 2019. - С. 56-58.

18. **Гук (Сысун-Гук), Е.С.** Технология мелкомасштабного производства форели в условиях замкнутого водоснабжения (УЗВ) / **Е. С. Гук (Сысун-Гук)**, Е. П. Чекун // Перспективные научно-технические разработки и инновационное развитие регионов : сборник инновационных разработок конгрессных мероприятий биржи деловых контактов, 29 июня 2018 г., Пинск / Полесский государственный университет, РУП "Центр научно-технической и деловой информации", (Гомель) и научно-технологический парк ООО «Технопарк «Полесье»; [ред. К.К. Шебеко]. – Пинск : ПолесГУ, 2018. – С. 23-25.

19. Таразевич, Е.В. Зависимость товарных показателей икры от массы самок форели, выращенных в различных условиях Беларуси / Е.В. Таразевич, Е.П. Глеб, **Е.С. Гук (Сысун-Гук)** // Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва : матеріали II Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції, 20-21 жовтня 2015 року / редакційна колегія: І.І. Водяник [та ін.]. – Тернопіль : Крок, 2015. – С. 45-47.

Публикации, подтверждающие практическую значимость работы**Рекомендации**

20. Гук (Сысун-Гук), Е.С. Рекомендации по повышению эффективности доинкубации и подращивания рыбопосадочного материала радужной форели в условиях аквакультуры : рекомендации / Е.С. Гук (Сысун-Гук), Н.В. Барулин; Министерство образования Республики Беларусь, УО «Полесский государственный университет». – Пинск : ПолесГУ, 2019. – 27 с., утв. НТС секции животноводства МСХиП Республики Беларусь 12.09.2019 г. (пр. № 09-1-6/5).

РЭЗЬЮМЭ
Сысун-Гук Кацярына Сяргееўна

**РЫБАВОДНА-ТЭХНАЛАГІЧНЫЯ ПАРАМЕТРЫ ФАРМАВАННЯ
РАМОНТНА-МАТКАВЫХ СТАТКАЎ І АТРЫМАННЯ
РЫБАПАСАДАЧНАГА МАТЭРЫЯЛУ СТРОНГІ ВЯСЁЛКАВАЙ**

Ключавыя словы: вясёлкавая стронга, экстэр'ер, рэпрадукцыйныя характарыстыкі, сперма, біяхімічныя характарыстыкі, эмбрыёны, аскарбінавая кіслата, хларыд натрыю, выжывальнасць, узрост.

Мэта даследаванняў: абгрунтаваць рыбаводна-тэхналагічныя параметры фармавання розных узроставак груп рамонту і вытворцаў вясёлкавай стронгі на грунце генафонду, акліматызаванага ва ўмовах Беларусі, і распрацаваць спосабы павышэння жыццяздольнасці і тэмпу росту малявак стронгі на ранніх стадыях антагенезу (этап доінкубации).

Метады даследаванняў: рыбаводна-біялагічныя, іхтыялагічныя, біяхімічныя, фізіялагічныя, статыстычныя.

Атрыманыя вынікі і іх навізна. Упершыню ў Рэспубліцы Беларусь дадзена ацэнка рыбаводна-біялагічных азнак і вызначана заводная каштоўнасць разводных формаў вясёлкавай стронгі. Распрацаваны новыя экалагічна-бяспечныя прыёмы павышэння эфектыўнасці вытворчасці рыбаводна-біялагічнага матэрыялу вясёлкавай стронгі на этапе інкубации, якія складаюцца ва ўжыванні аскарбінавай кіслаты ў дазіроўцы 200 мкмоль/л працягласцю ўздзейнічання 15 хвілін штодня да пераходу на экзагеннае жыццё, і ў выкарыстанні солі NaCl у колькасці 300 мг/л. і працягласцю стымуляцыйнага ўплыву – 15 і 30 хвілін штодня, якія забяспечваюць павелічэнне рыбніцка-біялагічных характарыстык рыбаводна-біялагічнага матэрыялу вясёлкавай стронгі і атрыманне дадатковага прыбытку. Усталяваны ўплыў нітратаў на доінкубацию ікры вясёлкавай стронгі ва ўмовах *in vitro*, рэзорбцыя жаўткавага мяшка пры нітратах у колькасці 300 мг/л. праходзіць на узроўні рыбаводных нарматываў, а нізкія канцэнтрацыі 1 мг/л. і 10 мг/л. з'яўляюцца высокатаксічнымі і адмоўна ўплываюць на паказнік выжывальнасці.

Вобласць ужывання: стронгавыя гаспадаркі сажалкавага і індустрыяльнага тыпа; у навучальным працэсе пры падрыхтоўцы спецыялістаў рыбаводнага і біятэхналагічнага профілю.

РЕЗЮМЕ**Сысун-Гук Екатерина Сергеевна****РЫБОВОДНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ
ФОРМИРОВАНИЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНЫХ СТАД И ПОЛУЧЕНИЯ
ПОТОМСТВА РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ**

Ключевые слова: радужная форель, экстерьер, репродуктивные характеристики, сперма, биохимические характеристики, эмбрионы, аскорбиновая кислота, хлорид натрия, выживаемость, рост.

Цель исследований: обосновать рыбоводно-технологические параметры формирования разных возрастных групп ремонта и производителей радужной форели на основе генофонда, акклиматизированного в условиях Беларуси, и разработать способы повышения жизнестойкости и темпа роста молоди на ранних стадиях онтогенеза (этап доинкубации).

Методы исследований: рыбоводно-биологические, ихтиологические, биохимические, физиологические, статистические.

Полученные результаты и их новизна. Впервые в Республике Беларусь дана оценка рыбоводно-биологических признаков и определена племенная ценность разводимых форм радужной форели. Разработаны новые экологически-безопасные приемы повышения эффективности производства рыбопосадочного материала радужной форели на этапе инкубации, заключающиеся в применении аскорбиновой кислоты концентрацией 200 мкмоль/л продолжительностью воздействия 15 минут ежедневно до перехода на экзогенное питание, и в использовании соли NaCl в количестве 300 мг/л и продолжительность стимулирующего воздействия – 15 и 30 минут ежедневно, обеспечивающие достоверное увеличение рыбоводно-биологических характеристик рыбопосадочного материала радужной форели и получение дополнительной прибыли. Установлено влияние нитратов на доинкубацию икры радужной форели в условиях *in vitro*, резорбция желточного мешка в присутствии нитратов в количестве 300 мг/л проходит на уровне рыбоводных нормативов, а низкие концентрации 1 мг/л и 10 мг/л являются высокотоксичными и отрицательно влияют на показатель выживаемости.

Область применения: форелевые хозяйства прудового и индустриального типа; в учебном процессе при подготовке специалистов рыбоводного и биотехнологического профиля.

SUMMARY
Sysun-Huk Katsiarina S.

**FISH-BREEDING PROCESS PARAMETERS OF FORMATION OF
REPAIR AND UTERINE HERDS AND RECEIVING POSTERITY OF AN
RAINBOW TROUT**

Keywords: rainbow trout, exterior, reproductive characteristics, sperm, biochemical characteristics, embryos, ascorbic acid, sodium chlorid, survival, body height.

Purpose of researches: to prove fish-breeding process parameters of formation of different age groups of repair and producers of an rainbow trout on the basis of the gene pool acclimatized in the conditions of Belarus and to develop ways of increase in resilience and growth rate of juveniles at early stages of an ontogenesis (a inkubation stage).

Methods of researches: fish-breeding and biological, ichthyological, biochemical, physiological, statistical.

The received results and their novelty. For the first time in Republic of Belarus an assessment of fish-breeding and biological signs is given and the breeding value of the divorced forms of an iridescent trout is determined. The new ecological and safe methods of increase in production efficiency of a fish stock of an rainbow trout at an incubation stage consisting in application of ascorbic acid concentration of 200 $\mu\text{mol/l}$ are developed. lasting influence of 15 minutes daily before transition to an exogenetic delivery, and in use of NaCl salt in number of 300 mg/l. and duration of the stimulating influence – 15 and 30 minutes daily providing reliable increase in fish-breeding and biological characteristics of a fish stock of an rainbow trout and receiving additional profit. Influence of nitrates on a inkubation of eggs of an rainbow trout in the conditions of in vitro, a resorption of a vitelline bag in the presence of nitrates in concentration of 300 mg/l is established. passes at the level of fish-breeding standards, and low concentration of 1 mg/l. and 10 mg/l. are high-toxic and negatively influence a survival indicator.

Range of application: trout farms of pond and industrial type; in educational process at training of specialists of a fish-breeding and biotechnological profile.