

Отмечено 5-м руб. переводом № 4493 18.08.89

МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПРУДОВОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА (ВНИИПРХ)

3005

М

На правах рукописи

КОРНЕЕВ

Александр Никитич

УДК 639.31—97

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ИНДУСТРИАЛЬНОГО РЫБОВОДСТВА
НА БАЗЕ ТЕПЛЫХ ВОД
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

03.00.10 — Ихтиология

Диссертация
на соискание ученой степени доктора биологических
наук в форме научного доклада

МОСКВА 1990

Работа выполнена в Научно-исследовательском секторе объединения «Гидропроект» имени С. Я. Жука.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор **В. К. Виноградов**;

доктор биологических наук, профессор **В. В. Лавровский**;

доктор биологических наук **П. С. Вовк**.

Ведущая организация: Государственный научно-исследовательский институт озерного рыбного хозяйства (ГосНИОРХ).

Защита состоится « _____ » _____ 1990 г. в _____ часов на заседании специализированного совета Д 117.04.01 при Всесоюзном научно-исследовательском институте прудового рыбного хозяйства (ВНИИПРХ) по адресу: 141821, Московская область, Дмитровский район, пос. Рыбное, ВНИИПРХ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВНИИПРХ.

Доклад разослан « _____ » _____ 1990 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
канд. биол. наук

С. П. Трямкина

МИНИСТЕРСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПРУДОВОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА
(ВНИИПРХ)

На правах рукописи

КОРНЕЕВ Александр Никитич

УДК 639.31-97

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНДУСТРИАЛЬНОГО РЫБОВОДСТВА
НА БАЗЕ ТЕПЛЫХ ВОД ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

03.00.10 - Ихтиология

Д и с с е р т а ц и я
на соискание ученой степени доктора биологических
наук в форме научного доклада

Москва - 1990

Работа выполнена в Научно-исследовательском секторе института "Гидропроект" имени С.Я.Бука.

Официальные оппоненты:

- Доктор биологических наук,
профессор В.К.Виноградов
- Доктор биологических наук,
профессор В.В.Лавровский
- Доктор биологических наук
П.С.Зовк

Ведущая организация: Государственный научно-исследовательский институт озерного рыбного хозяйства (ГосНИОРХ)

Защита состоится " " _____ 1990 г. в _____ часов на заседании специализированного совета Д 117.04.01 при Всесоюзном научно-исследовательском институте прудового рыбного хозяйства (ВНИИПРХ) по адресу: 141821, Московская область, Дмитровский район, пос. Рыбное, ВНИИПРХ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВНИИПРХ.

Доклад разослан " " _____ 1990 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
канд. биолог. наук

С.П.Тряпкина

ОБЛАЯ КАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Рыбохозяйственное использование теплых вод - новое направление современной аквакультуры, включающее в себя комплекс мероприятий по повышению эффективности культивирования гидробионтов путем оптимизации условий выращивания за счет использования сбросных теплых вод энергетических и промышленных объектов, а также геотермальных вод.

Основой нового направления является комплексное ресурсосбережение: экономия земельных, водных и энергетических ресурсов, которое вошло в важнейшие государственные программы СССР - продовольственную, энергетическую и экологическую.

Рыбоводство на теплых водах возникло и сформировалось в самостоятельное направление современной аквакультуры в нашей стране, пройдя путь от первых опытов /Бергин, 1962; Корнеев, 1965/ до разработки научных основ и создания рыбодных предприятий с управляемым температурным режимом.

Актуальность этого направления обусловлена прежде всего недостатком тепла на большей части территории нашей страны, что мешает эффективному воспроизводству и выращиванию основных объектов отечественного рыбодства - карпа и растительноядных рыб.

Вместе с тем СССР обладает огромными, пока еще почти неиспользуемыми тепловодными ресурсами, годовой топливный эквивалент которых составляет в энергетике 350 млн.т.у.т, в промышленности I млрд.т.у.т, а в газовой промышленности 45 млрд.м³ газа в год.

Использование теплых вод обеспечивает возможность создания промышленных рыбодных предприятий, независимых от климатических и погодных условий, обеспечивающих увеличение рыбопродуктивности на 2-3 порядка выше по сравнению с традиционным рыбодством, полную механизацию и автоматизацию производственных процессов, максимальное приближение производства рыбы к местам потребления и круглогодичное снабжение населения живой рыбой.

Большое значение приобретает рыбохозяйственное использование теплых вод в интенсификации традиционного рыбодства. Организация на теплых водах рыбопитомников, зимовальных комплексов в сочетании с круговыми, товарными озерными хозяйствами и

водохранилищами позволят резко повысить рыбопродуктивность и экономическую эффективность, наиболее полно использовать ресурсы прудов, озер и водохранилищ.

На первых этапах разработка и освоение индустриальной технологии воспроизводства и выращивания карпа тормозились недопониманием решающей роли температурного фактора, устоявшимися представлениями о невозможности выращивания, а тем более воспроизводства карпа без естественной пищи, отсутствием данных об истинных пищевых потребностях карпа. Нескрываемое сомнение вызвала возможность получения рыбопродукции порядка 100 кг товарного карпа с 1 м² садков или бассейнов, выращивание полноценных производителей и молоди карпа в условиях индустриальных хозяйств на теплых водах.

Выявление неизвестных ранее адаптационных возможностей рыб на различных этапах онтогенеза, разработка принципиально новых биотехнологических решений потребовали фундаментальной разработки биологических основ индустриального рыбоводства. Решение основных биологических проблем индустриального рыбоводства позволило в 70-е годы разработать и освоить технологии полусистемных карповых рыбоводных хозяйств на теплых водах и заложить основы индустриального осетроводства с использованием теплых вод энергетических объектов.

Одновременно с исследовательскими работами происходило организационное формирование нового направления. В 1963 г. создана Электргоргорская опытная база ВНИИРХ - первое специализированное экспериментальное рыбоводное хозяйство на теплых водах ГРЭС. В 1967 г. во ВНИИРХе была создана первая в нашей стране лаборатория рыбоводства на теплых водах, а новое направление было выделено в самостоятельную проблему Минрыбхоза СССР. В 1972 г. в Иктисологической комиссии образован Научный совет по рыбохозяйственному использованию теплых вод. Руководство лабораторией, проблемой и Советом было возложено на автора данной работы.

Важное значение для развития рыбоводства на теплых водах в нашей стране имели ежегодные Всесоюзные семинары, проводившиеся с 1967 по 1974 гг. и три Всесоюзных совещания по рыбохозяйственному использованию теплых вод /Рибное, 1975; Паланга, 1980 г; Нарва, 1986 г./.

В 1968 г. на Римском симпозиуме ФАО советский опыт рыбо-

водства на теплых водах стал известен зарубежным специалистам, что привело к резкой активизации исследовательских программ индустриального рыбоводства на теплых водах в различных странах. С 1969 г. начато международное сотрудничество СССР в области рыбоводства на теплых водах сначала с ГДР, а затем с другими социалистическими странами в рамках СЭВ.

Одновременно с экспериментальными работами началось промышленное освоение рыбоводства на теплых водах в СССР. В 1968 г. ВНИИРХ подготовил первые рекомендации "Выращивание товарного карпа в сетчатых садках на водоемах-охладителях тепловых электростанций /Корнеев, Корнеева, 1968/, заложившие технологические основы современного садкового рыбоводства на теплых водах. Тогда же было начато опытно-промышленное выращивание товарного карпа в садках на теплых водах в РСФСР, УССР, БССР, МССР, Каз.ССР, Лит.ССР. Была разработана советская программа рыбохозяйственного использования теплых вод энергетических объектов, предусматривавшая их комплексное использование с применением следующих типов хозяйств:

- водоемы-охладители для нагула и воспроизводства ценных теплолюбивых видов рыб;
- рыбопитомники на теплых водах для ускоренного выращивания производителей и получения ранней молоди ценных видов рыб;
- садковые полносистемные, нагульные хозяйства и зимовальные комплексы;
- бассейновые полносистемные и нагульные хозяйства различных типов;
- полносистемные индустриальные предприятия с регулируемым температурным режимом (типа "Акватрон"), обеспечивающие круглогодичное воспроизводство и выращивание рыб по поликлиматической технологии;
- прудовые хозяйства, снабжаемые теплой водой;
- комбинированные рыбодные хозяйства, включающие питомные и зимовальные комплексы на теплых водах в кооперации с прудовыми хозяйствами, а также с товарными рыбодными хозяйствами на сферах и водохранилищах.

Создание первых производственных садковых рыбодных хозяйств на теплых водах обеспечило накопление необходимого производственного, технологического и проектно-конструкторского опыта, положило начало формированию инфраструктур новой полост-

расли рыбоводства. Одновременно эти хозяйства стали базой для более широкого развития исследований и дали толчок работам в этом направлении в различных регионах нашей страны, созданию новых лабораторий рыбоводства на теплых водах в различных институтах.

Накопление результатов исследований и опыта промышленного выращивания рыб на теплых водах позволило оценить перспективы развития этого направления в СССР. Были подготовлены временные нормативы для разработки первой "Генеральной схемы использования отработанных теплых вод тепловых электростанций для выращивания товарной рыбы", которая была вынуждена в 1970 г. Минрыбхозом СССР и Минэнерго СССР. Потенциальная возможность производства товарной рыбы на теплых водах была определена в объеме до 220 тыс.т в год. В 1980 г. утверждена "Генеральная схема рыбохозяйственного использования сбросных теплых вод атомных электростанций и ГРЭС", которая наметила первоочередные перспективы развития индустриального рыбоводства на теплых водах в нашей стране по товарной рыбе в 175 тыс.т в год, а по рыбопосадочному материалу - 500 млн. шт. в год. В 1988 г. Минатомэнерго СССР утвердило, разработанную институтом "Атомэнергоспроект" Генеральную схему развития садковых рыбоводных хозяйств и рыбохозяйственного освоения водоемов-охладителей на период до 1995 года.

В настоящее время в нашей стране работает более 50 предприятий, цехов и участков по выращиванию товарной рыбы на теплых водах с общей площадью садков и бассейнов свыше 300 тыс.м². В 1987 г. этими хозяйствами выращено 27,9 тыс.т товарной рыбы, в том числе, предприятиями Минрыбхоза 23,6 тыс.т. Выход товарной рыбопродукции садковых и бассейновых рыбоводных хозяйств на теплых водах составляет в среднем 100 кг/м² и более. На теплых водах энергетических и промышленных объектов выращено более 70 млн.шт. крупного рыбопосадочного материала. Мощность зимовальных хозяйств на теплых водах в 1987 г. составила 80 млн.шт.

Цели и задачи. Цель исследований - разработка биологических основ технологии комплексных рыбоводных хозяйств индустриального типа на теплых водах энергетических объектов, оптимизация технологических процессов и условий содержания рыб.

На различных этапах становления рыбоводства на теплых

водах как самостоятельного быстро развивающегося направления современной аквакультуры мы выделили несколько основных задач:

- выяснение принципиальной возможности эффективного садкового выращивания товарного карпа на теплых водах энергетических объектов при сверх высоких плотностях посадки и практическом отсутствии естественной пищи, а также выяснение факторов, лимитирующих рост рыб и продуктивность;

- выяснение роли температурного фактора в условиях индустриального воспроизводства и выращивания карпа на теплых водах, изучение адаптационных возможностей карпа на различных этапах, выяснение возможности и эффективности оптимизации рыбоводных процессов путем обеспечения благоприятного температурного режима;

- разработка основных принципов создания физиологически полноценных, хозяйственно целесообразных кормовых смесей для индустриального выращивания карпа на теплых водах, кормовые и технология кормления рыб на различных этапах;

- изучение влияния различных условий индустриального выращивания на рост, физиологическое состояние и пищевую ценность карпа;

- разработка технологии и нормативов садкового выращивания товарного карпа на теплых водах энергетических объектов.

- выяснение принципиальной возможности ускоренного выращивания производителей карпа в рыбоводных хозяйствах индустриального типа на теплых водах, разработка биотехники и нормативов.

- Выявление форм карпа, наиболее пригодных для индустриального культивирования на теплых водах и проведение селекционной работы.

- выяснение принципиальной возможности получения и выращивания жизнестойкой молоди карпа от производителей, выращенных в индустриальных хозяйствах на теплых водах, разработка технологии и нормативов;

- Разработка технологии и нормативов получения и выращивания молоди карпа в нетрадиционные сроки, повторное получение молоди на протяжении года от одних и тех же производителей, изучение ее жизнестойкости и роста.

- Выяснение роли живых кормов для карпа на различных этапах.

- Определение эффективности выращивания ранней молоди карпа в прудах с естественным температурным режимом, разработка технологии и нормативов;
- Разработка биотехники и нормативов зимнего содержания карпа на теплых водах.
- Разработка технологических и конструктивных основ, а также нормативов для полносистемных бассейновых карповых рыбозводных хозяйств на теплых водах.
- Разработка технологии и нормативов индустриальных рыбозводных хозяйств с регулируемым температурным режимом, обеспечения круглогодичного выращивания карпа по полициклической технологической схеме;
- Выяснение возможности индустриального выращивания на теплых водах осетровых, угля, декоративных рыб, изучение их адапционных возможностей, разработка биотехники и нормативов их культивирования.
- Изучение влияния интенсивного откорма рыб на качество воды в охлаждающих системах электростанций. Разработка нормативов и мер, предотвращающих негативное влияние индустриальных рыбозводных хозяйств на работу электростанций;
- Изучение эффективности рыбозводного блока как одного из элементов энергобиологических комплексов, разработка новых концепций и технологических схем.

Фактический материал. В диссертации подведены итоги тридцатилетних исследований автора (1959-1988 гг.) по разработке биологических основ индустриального рыбозводства, выполненных в Научно-исследовательской рыбозводной станции Грузии (г. Батуми) в 1959-1962 гг., во Всесоюзном научно-исследовательском институте прудового рыбного хозяйства (ВИИИПРХ) в 1962-1974 гг., в Научно-исследовательском секторе (НИСе) института "Гидропроект" им. С. Я. Кука, а после его реорганизации с 1987 г. в институте "Атомянергопроект".

Основной объем исследований выполнен в 1963-1988 гг. на Электрогорской экспериментальной базе (г. Электрогорск Московской области), расположенной на водоемах-охладителях ГРЭС № 3 им. Р. Э. Классона. Наличие здесь более 300 рыбозводных садков, бассейнов и аппаратов обеспечивало не только многообразие вариантов опытов, но и высокую достоверность получаемых результатов,

обусловленную обязательной повторностью вариантов. В ходе многолетней проверки в экспериментах и на практике выводы и рекомендации, полученные в ходе этих исследований неоднократно подтверждались, но ни разу не были опровергнуты.

Фактической основой для обобщения в диссертации послужили материалы исследований и производственных экспериментов, изложенные в 100 научных работах, опубликованных нами самостоятельно или совместно с сотрудниками лаборатории рыбоводства на теплых водах ВНИИРХ и лаборатории исследований рыбохозяйственных проблем Гидропроекта.

До 1974 г. работа выполнялась в рамках научной проблемы Минрибхоза СССР "Рыбоводство на теплых водах", а затем - по заданию ГКНТ СССР 0.85.01.06.03.

При обобщении результатов экспериментальных работ широко использованы литературные материалы.

Научная новизна и теоретическая значимость. Впервые изучены адаптационные возможности, особенности роста, развития, обмена веществ карпа, осетровых, декоративных рыб, эффективность использования ими кормов в широком температурном интервале, особенно при высоких температурах воды, не наблюдаемых обычно в традиционном прудовом рыбоводстве. Установлены оптимальные, допустимые и летальные температуры для карпа, осетровых и декоративных рыб различного возраста в условиях индустриальных рыбоводных хозяйств на теплых водах энергетических объектов, а также температурные оптимума различных физиологических процессов (использование и накопление простона, липидов, валовой энергии и сухого вещества). Выявлено неизвестное ранее определяющее значение температурного фактора на рост карпа и эффективность использования им искусственно приготовленных кормовых смесей при практическом отсутствии естественной пищи. На основе изучения пищевых потребностей разработаны основные принципы составления физиологически полноценных и хозяйственно целесообразных кормовых смесей для карпа различного возраста, выращиваемого при различных температурных условиях на различных этапах технологического цикла. В условиях индустриальных рыбоводных хозяйств, существенно отличающихся от традиционных, изучены адаптационные возможности рыб к высоким плотностям посадки, влияние плотности посадки на рост, рыбопродуктивность

при различных условиях содержания и интенсивности водообмена. Установлено отсутствие негативных влияний индустриального выращивания с использованием теплых вод на физиологическое состояние рыб, их пищеварительную и воспроизводительную системы. Показана возможность выращивания карпа с заранее заданными диетическими свойствами. Установлена более высокая пищевая ценность товарного карпа, выращенного в индустриальных хозяйствах на теплых водах по сравнению с прудовым карпом. Впервые установлена возможность ускоренного выращивания полноценных производителей карпа в условиях индустриальных хозяйств на теплых водах, получения и выращивания от них жизнестойкой быстрорастущей молоди в ранние и нетрадиционные сроки (зима, осень), обеспечивающие производство крупного рыбопосадочного материала и товарных сеголеток.

На основе изучения органического сброса индустриальных рыбоводных хозяйств с учетом процессов самоочищения водоемов изучено влияние интенсивного откорма карпа на качество воды в охлаждающих системах электростанций. Впервые предложены меры и нормативы, предотвращающие негативное влияние индустриального рыбоводства на работу охлаждающих систем электростанций.

В результате проведенных комплексных исследований предложена научно обоснованная система разведения и выращивания рыб в садковых и бассейновых хозяйствах на теплых водах, положившая начало новому направлению современной аквакультуры - рыбководству на теплых водах и созданию оптимизированных рыбоводных систем.

Практическая ценность и реализация результатов. Впервые определены экологические и технологические требования, необходимые для создания индустриальных рыбоводных хозяйств на теплых водах. Разработана технология и определены основные рыбоводно-биологические нормативы разведения и выращивания в садковых и бассейновых хозяйствах на теплых водах карпа, осетровых и декоративных рыб.

Впервые показана высокая эффективность и перспективность рыбохозяйственного использования теплых вод энергетических объектов:

- разработаны биотехника и нормативы садкового выращивания товарного карпа, обеспечивающие в оптимальных условиях рыбопродуктивность 130 кг/м² /Корнеев, Корнеева, 1967/.

- В 1963 г. впервые в нашей стране начато широкомасштабное опытно-производственное выращивание товарного карпа в сетчатых садках на теплых водах электростанций РСФСР, УССР, БССР, МССР, Лит. ССР, Каз. ССР, определившие технологические и конструктивные основы современных садковых хозяйств, положившие начало проектированию и серийному производству садковых леек, а также развитию всей инфраструктуры индустриального рыбоводства на теплых водах в СССР.

- В ходе производственной проверки 1971-1974 гг. в рыбхозе "Черепетский" показана возможность получения в промышленных хозяйствах рыбопродуктивности до 100 кг/м² и более /Анисимов, Богатырев, Кривошеева, Корнеев, 1975/.

- Разработана биотехника ускоренного (за 1,5-2 года) выращивания производителей карпа в садках на теплых водах /Корнеев, Корнеева, Титарева, 1968; Корнеев, Титарева, Корнеева, 1970/.

- Разработаны биотехника и нормативы выращивания крупного рыбопосадочного материала и товарных сеголеток в условиях индустриальных хозяйств на теплых водах.

- Выпущена "Инструкция по получению и выращиванию молоди карпа с использованием теплых вод электростанций /Корнеев, Корнеева, Титарева, 1974/.

- Разработана биотехника выращивания в прудах с естественным температурным режимом ранней молоди карпа, полученной на теплых водах, что обеспечило при проведении нереста на 10-20 дней раньше обычного, удвоение средней штучной массы сеголетков /Богатова, Корнеев, Корнеева, Титарева, 1969/.

- Производственная проверка технологии выращивания в прудах рыбхоза "Осенка" сеголетков карпа от раннего нереста в 1972-1973 гг. показала возможность получения крупного (60 г) рыбопосадочного материала при рыбопродуктивности 13 ц/га или сеголетков стандартной навески при рыбопродуктивности 25 ц/га /Корнеев, 1974/.

- Разработана биотехника получения и выращивания молоди карпа в нетрадиционные сроки (зима, лето, осень), а также повторного получения молоди от производителей за 1 год.

- Разработаны технология и нормативы круглогодичного воспроизводства карпа по полициклической технологической схеме.

внедрение на рыболовном заводе при Курской АЭС (г. Курчатова Курской обл.).

- Впервые получены гибриды немецкого карпа с японским карпом-хромистом "кои", высокоэффективные в условиях индустриального выращивания на теплых водах.

- Разработаны основы биотехники выращивания на теплых водах осетровых, декоративных рыб и угря. Впервые установлены возможные нарушения в работе охлаждательных систем ГРЭС при выращивании угря в водоемах-охладителях.

- Разработаны экологические и технологические параметры и нормативы для разработки генеральных схем рыбохозяйственного использования теплых вод в СССР (1970, 1980, 1988 гг.), определены перспективы развития этого направления в нашей стране.

Апробация работ. Результаты научных исследований, составляющие основу диссертации обсуждались в 1962-1974 гг. на Ученом совете ВНИИРХ, с 1975 по 1986 гг. - на Ученом совете Научно-исследовательского сектора института "Гидропроект" им. С.Я. Бука, а также на Объединенной секции водного хозяйства, экономики и энергетики технического совета института "Гидропроект" и Ученого совета НИСа Гидропроекта, на Пленумах Ихтиологической комиссии, заседаниях Научного совета Ихтиологической комиссии по рыбохозяйственному использованию теплых вод, с 1967 по 1974 гг. - на ежегодных Всесоюзных семинарах по рыбоводству на теплых водах; на Всесоюзных совещаниях по рыбохозяйственному использованию теплых вод /Рыбное, 1975; Паланга, 1980; Нарва, 1986/, на V съезде ВГЕО /Тольятти, 1986/; на I научном совещании, посвященном изучению внутренних водоемов Грузии /Батуми, 1963/; на Всесоюзном совещании молодых специалистов по прудовому рыбоводству /Рыбное, 1967/; Всесоюзном совещании по прудовому рыбоводству /Рыбное, 1968/; на Всесоюзной конференции ВАСНИИ по творческим основам кормления рыб (Москва, 1968); на Всесоюзной конференции по экологической физиологии рыб (Москва, 1966, 1973); V Всесоюзной конференции по экологической физиологии, биохимии и морфологии "Эколого-физиологические исследования в природе и эксперименте" (Фрунзе, 1977); Семинаре Инприбхоза РСФСР "Рыбохозяйственное использование теплых вод энергетических установок" (Ленинград, 1975); Всесоюзном совещании "Влияние водогрейных ГРЭС на хозяйственные объекты и природную среду" (Ленинград, 1979); Всесоюзном совещании "Освоение теплых вод энер-

гетических объектов для интенсивного рыбоводства" (Киев, 1961), IV Научно-техническом совещании Гидропроекта "Совершенствование научных исследований, ускорение внедрения достижений науки и техники в проекты с целью повышения эффективности строительства и эксплуатации ГЭС, ГАЭС, АЭС (Москва, 1982).

Результаты работы докладывались также на международных симпозиумах: симпозиуме ФАО по тепловодному рыбоводству (Рим, 1968), симпозиуме специалистов ГДР и СССР по рыбоводству на теплых водах (Берлин, 1969, 1970; Москва, 1970), совещании специалистов стран-участниц СЭВ по рыбохозяйственному использованию теплых вод (Берлин, 1972; Прага, 1973), Международном семинаре по экологии пресноводных водоемов (Индия, 1969), Советско-американском симпозиуме по использованию сбросного тепла энергетических объектов (Газдан, 1978).

Публикации. Результаты исследований по теме диссертации изложены в 100 опубликованных работах общим объемом 45,2 печатных листов.

1. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИНДУСТРИАЛЬНОГО РЫБОВОДСТВА НА ТЕПЛЫХ ВОДАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

В основе индустриального рыбоводства лежат опыты советских и японских специалистов (Прокулевич, 1941, Михеев, Мейснер, 1962; Кавамото, 1957).

Исследования по индустриальному воспроизводству и выращиванию рыб явились закономерным продолжением опытов, начатых автором в 1959 г. в субтропиках Грузии, где была показана возможность получения рыбопродуктивности карпа в прудах до 45,97 ц/га при средней массе двухлетков 862 г (Нескова, Корнеев, 1960) и одновременно выявлены факторы, лимитирующие дальнейшее повышение уровня продуктивности. Последующие успешные опыты садкового выращивания карпа в субтропиках Грузии в 1960-1961 гг. выявили определяющую роль температурного фактора (Корнеев, Корнеева, 1963) и привели к решению о целесообразности использования для индустриального рыбоводства теплых вод энергетических объектов, что существенно расширило границы использования этого метода. С самого начала исследования были направлены на разработку биологических основ "полносистемных рыбоводных предприятий индустриального типа, где все процессы от получения икры до реализации товарной рыбы будут проходить в завод-

ских условиях" (Корнеев, 1967).

Решение этой проблемы потребовало принципиально иного подхода к технологическим разработкам, теоретического и экспериментального обоснования нового направления современного рыбоводства. Были определены основные принципы индустриального рыбоводства на базе теплых вод энергетических объектов:

- оптимизация температурного режима;
- "сверхплотные посадки", на три порядка превышающие плотность посадки рыб в прудах;
- физиологически полноценные, хозяйственно целесообразные корма, обеспечивающие рост и развитие рыб при отсутствии естественной кормовой базы;
- удаление продуктов метаболизма рыб.

I.1. Роль температурного фактора в индустриальном рыбоводстве и оптимизация температурного режима

Огромная значимость температурного фактора для роста, продуктивности рыб и других гидробионтов давно и хорошо известна. Тем не менее именно наши работы впервые экспериментально обосновали ключевую роль температурного фактора в обеспечении самой возможности эффективного роста карпа при отсутствии естественной кормовой базы, с использованием только искусственно приготовленных кормов. При этом был установлен минимальный температурный технологический порог - 23°C, обеспечивающий эффективное выращивание товарного карпа при отсутствии естественной пищи. Позднее этот показатель был подтвержден другими исследователями и стал основополагающим технологическим нормативом индустриального карпового хозяйства в нашей стране и за рубежом.

В ходе специальных экспериментов на рыбах разного возраста были изучены оптимальные, допустимые и летальные температуры. В отношении карпа эти вопросы были изучены наиболее подробно.

Оптимальным температурным интервалом для выращивания товарного карпа в индустриальных хозяйствах является 26-30°C. Впервые был установлен неожиданно высокий температурный оптимум для роста личинок и мальков карпа - 30-32°C, находящийся близко к леталю. Оптимальные для выращивания производителей температуры несколько ниже, чем для товарного карпа - 25-27°C. Повышение температуры воды свыше 33°C нарушает нормальное развитие гонад и может привести к стерильности самок. Выяснено, что для получения

Таблица I

Оптимальные, допустимые и предельные температуры при индустриальном выращивании карпа

Возраст карпа и технологические этапы	Температуры			
	оптимальные	допустимые	максимальные	минимальные
Инкубация	23-25	18-26	32	12
Личинки	30-32	23-34	36	14
Мальки 1 мес.	30-32	23-34	36	14
Мальки 2 мес.	30-32	23-34	36	5
Сеголетки 4 мес.	28-30	23-33	37	0
Товарная рыба 8 мес.	28-30	23-33	37	0
Производители	25-27	23-33	37	0
перед нерестом	10-15			
нерест	18			

полноценных половых продуктов карпа в заранее заданные сроки по полициклической технологической схеме необходимо обязательное снижение температуры воды в бассейнах, где содержатся производители до 14⁰С и ниже на протяжении 1 месяца.

Температура воды оказывает значительное влияние на рост и развитие рыб, ускоряя не только рост, но и наступление половой зрелости. Нами было впервые установлено, что карп на теплых водах созревает в 2-3 раза быстрее, чем при естественном температурном режиме - самцы на первом году, самки на втором.

Особенно резко температурные условия влияют на эффективность использования рыбами корма. Было установлено, что в зоне температур, близких к оптимальным, изменение температуры воды на 3⁰С повышает или понижает эффективность использования корма в 2 раза.

Установлена сложность и многоплановость понятия "температурный оптимум", который для рыб одного вида различен на разных стадиях онтогенеза и изменяется в зависимости от состава применяемых кормосмесей. При использовании высокобелковых кормов оптимальной для роста двухлетних карпов является температура 29-32⁰С, в то время как при использовании низкобелковых кормов оптимальной оказалась температура воды 26-27⁰С. Изучение эффективности ис-

пользования отдельных питательных веществ и энергии корма показывает, что оптимальной для использования протеина является температура 29°C, а для использования энергии корма 32°C. Оптимум для накопления рыбами протеина вне зависимости от состава рационов 27-29°C, а для накопления жира 32-35°C.

Еще больше усложняется понятие оптимизации температурного режима с введением проф. А.С.Константиновым понятия динамического температурного оптимума.

При выращивании на теплых водах энергетических и промышленных объектов рыбы могут подвергаться воздействию высоких температур. В этой связи важное значение имеет изучение теплоустойчивости рыб на разных стадиях онтогенеза, выяснение факторов, снижающих негативное воздействия высоких температур. Наряду с адаптивностью рыб к высоким температурам их теплоустойчивость зависит и от продолжительности теплового воздействия. В наших опытах карпы выдерживали повышение температуры воды до 39°C. Теплоустойчивость накормленных рыб ниже, чем у голодных, поэтому при опасных повышениях температуры воды кормление рыб необходимо прекращать. Теплоустойчивость рыб, видимо, зависит и от генетических факторов. Так, японские карпы-хромисты "кои" и их гибриды с карпом более теплоустойчивы, чем карп.

Из осетровых высокой теплоустойчивостью отличается ленский осетр. В наших опытах при садковом выращивании на теплых водах ГРЭС № 3 им. Р.Э.Классона он выдерживал температуру до 36°C.

Разработка комбинированных форм традиционного и тепловодного индустриального рыбоводства потребовала изучения воздействия на карпа относительно низких температур. Был установлен температурный порог 14°C, ограничивающий сроки вселения "ранних личинок" карпа, полученных на теплых водах, в пруды, хотя личинки карпа могут переносить кратковременное снижение температуры воды до 8°C.

В зимний период температура сбросных вод опускается до 10°C и ниже. Изучение моторики кишечника карпа и активности полостных пищеварительных ферментов карпа при низких температурах показало, что при зимнем содержании карпа на теплых водах кормление целесообразно лишь при температуре воды выше 8°C (Докукина, Корнеев, Корнеева, 1972; Докукина, 1974).

В результате на основе изучения влияния на рыб широкого диапазона температур, не встречаемого в природных условиях,

разработаны соответствующие технологические нормативы температурного режима полнорационного карпового и товарного осетрового хозяйства индустриального типа.

1.2. Основы принципов разработки рационов для индустриального выращивания карпа на теплых водах

Специфика условий питания карпа в индустриальных хозяйствах, отсутствие в начале 60-х годов сведений о пищевых потребностях карпа и физиологической полноценности рационов требовали первоочередной разработки основных принципов кормления карпа в садковых и бассейновых хозяйствах на теплых водах. Исключимыми установками стали: хозяйственная целесообразность, выделение ростлимитирующих факторов, сбалансированность рационов, строгое районирование на основе физиологического контроля дефицитных белковых кормов и повышение эффективности кормления за счет оптимизации экологических факторов.

1.2.1. Роль естественной пищи

Принципиальное отличие индустриальных рыболовных хозяйств от традиционных форм рыбоводства — это отсутствие естественной кормовой базы, поэтому сама возможность выращивания карпа в таких условиях была острой дискуссионной проблемой.

Возможность выращивания товарного карпа исключительно на искусственно приготовленных кормах, установленная нами в начале 60-х годов (Корнеев, 1967) подтверждена советскими и зарубежными специалистами и стала одним из основополагающих принципов индустриального рыбоводства. Однако это не исключает рационального использования естественной кормовой базы водоемов-охладителей при садковом выращивании рыб. Об этом говорит опыт Деминского садкового хозяйства при Змиевской ТЭС, в водоеме-охладителе которой были акклиматизированы мизиды, гаммариды, дафнии, что позволило выращивать товарного карпа в садках на дешевых "прудовых" кормах. В этой связи подготовленные ВНИИРХом еще в 1970 г. рекомендации по направленному формированию естественной кормовой базы водоемов-охладителей ТЭС и АЭС не только не потеряли своего значения, но и приобретают все большую актуальность.

Живые корма для карпа не только полноценны по аминокислотному, витаминному, минеральному составу пищи. На ранних этапах онтогенеза, в начальный период функционирования пищеварительной системы, проявляется специфические свойства живого корма, опре-

делалише его эффективность, которые теряются при замораживании и высушивании живых организмов, очевидно в результате распада ферментативных систем. Этот вывод сделан на основании ряда экспериментов на разновозрастных карпах, но особенно ярко иллюстрируется результатами опытов на личинках /Яковенко, Корнеева, Корнеев, 1974/ (табл. 2).

Таблица 2
Эффективность живых кормов при выращивании
личинки карпа

Корм	Средняя масса личинок в конце опыта		Выход личинок		Продукция	
	мг	% к контролю	%	% к контролю	г/м ³	% к контролю
Живой	1000	1000	90	1280	900,0	12800
Мороженный	10	10	45	640	4,5	64
Искусственный	100	100	7	100	7,0	100

Приведенные результаты получены в условиях, исключающих попадание живых кормов извне. При садковом выращивании личинок на теплых водах и наличии "фона" мельчайших кормовых организмов роль живых кормов маскируется. Так, при 20-ти дневном выращивании личинок карпа в садках при плотности посадки 3750 шт/м³ результаты, полученные на живых кормах, смеси живых с искусственными и на лучшей из кормосмесей без живых кормов были близки из-за наличия естественной пищи, которая обеспечила в контрольном варианте без кормления прирост личинок 23,1 мг при выходе 36,2% /Корнеева, Титарева, Корнеев, 1972/.

Специфическое действие живых кормов заключается прежде всего в существенном повышении выживаемости личинок карпа. Кроме того, наличие живых кормов снижает температурный порог эффективного выращивания рыб. Если в индустриальных хозяйствах кормление карпа эффективно при температуре не ниже 23°C, то в прудах оно целесообразно уже при 14°C.

С учетом перечисленных выше факторов была предложена технология выращивания личинок карпа: первые три дня на живых кормах, например, науплиусах артемии салина, затем до десятого дня с ис-

пользованием сочетания живых и искусственно приготовленных кормов с постепенным сокращением до нуля живого корма. Этим достигается наиболее благоприятное сочетание живых кормов как донатора биологически активных веществ со стартовыми кормами, обеспечивающими личинок основными питательными веществами. Удлинение периода использования артемии салина или других мелких форм живого корма без добавления искусственно приготовленных кормов нецелесообразно, поскольку мелкие кормовые организмы перестают обеспечивать подросших личинок необходимыми уровнем поступления питательных веществ и энергии. Технологическое преимущество предложенной системы - максимальный выход молоди и минимальное загрязнение рыболовных бассейнов и садков в первые дни подращивания, что обеспечивает высокий темп роста личинок на ранних этапах /Корнеев, 1962/.

1.2.3. Изучение питательных потребностей карпа и разработка качественного состава кормов для индустриальных хозяйств

Искусственно приготовленные кормосмеси являются единственным источником питательных веществ для рыб в индустриальных хозяйствах и должны обеспечивать необходимый темп роста, нормальное развитие, воспроизводство рыб, а также высокие потребительские качества и пищевую ценность товарной продукции.

Наши многолетние исследования показали, что таким требованиям отвечает кормосмесь, сбалансированная по основным питательным веществам, незаменимым аминокислотам, обогащенная витаминами прежде всего комплекса В /Корнеев, Корнеева, 1968; Корнеев, 1967/. При этом должны быть сведены до минимума неизбежные потери корма за счет вымывания, неполного потребления, что достигается эффективной технологией приготовления и раздачи кормов, научно обоснованным нормированием и режимом кормления.

Ограниченность кормовых ресурсов является единственным, но серьезным фактором, сдерживающим развитие индустриального рыбоводства на теплых водах в нашей стране. Оптимизация условий в индустриальных хозяйствах может обеспечить более эффективное использование кормов чем в прудах, однако корма для индустриальных хозяйств содержат значительно больше особо дефицитных белковых кормов преимущественно животного происхождения. Все это, включая

значительный удельный вес кормов в себестоимости карпа из индустриальных хозяйств, потребовало с самого начала разработки кормосберегающей технологии, минимизации затрат и рационального использования продуктов животного происхождения. Основой кормосберегающей технологии стали: оптимизация абиотических факторов (температура, кислород, метаболиты и др.), сведение до минимума использования протеина корма на энергетические траты.

1.2.4. Рациональное использование кормового протеина и возможности сокращения его затрат при индустриальном выращивании карпа

Первые же наши опыты /Корнеев, Корнеева, 1963; Корнеев, 1967/ выявили принципиальную возможность выращивания карпа на сбалансированных по аминокислотному составу растительных кормах с включением 5% кормовых дрожжей - донатора витаминов комплекса В, что принципиально изменило представление о пищевой пластичности карпа. Отсутствие свободных рыночных фондов жмыхов и шротов в современных условиях не позволяет ориентироваться на такие рецептуры, однако возрастающий дефицит животных продуктов делает их замену растительными продуктами все более актуальной проблемой во всем мире.

Наши работы впервые показали, что использование до 40% высокобелковых продуктов растительного происхождения (жмыхи, шроты, бобовые) позволяет снизить удельный вес животных кормов до рационального уровня 10-15%. Позднее было установлено, что найденное нами сочетание подсолнечникового и соевого шротов не только обеспечивает оптимальное сочетание незаменимых аминокислот (метионина и лизина), но и делает корм привлекательным для рыб по вкусовым качествам. Сочетание этих шротов стало традиционным как в советских, так и зарубежных рецептах корма для карпа в индустриальных хозяйствах.

Принципиальная возможность выращивания карпа в индустриальных хозяйствах на растительных кормах совершенно не исключает рациональное использование кормов животного происхождения. Опыты по выращиванию карпа на кормах с различным содержанием продуктов животного происхождения показали, что с увеличением доли этих продуктов рост рыб и эффективность использования ими корма улучшаются. Так, при содержании в кормах 50% кровяной муки прирост карпа был на 45% выше, чем при добавлении 5% этого продукта.

В аналогичных вариантах с использованием рыбной муки разница в росте рыб составила 27%. Вместе с тем нарастание количества протеина в корме обгоняет ускорение роста рыб, в результате чего продуктивное действие протеина снизилось в 2 раза.

Определение оптимального уровня содержания животных продуктов в корме определялось на основе изучения белкового баланса рыб. Кроме того, было установлено, что при избыточном содержании протеина в корме в мышцах карпа возрастает содержание свободных аминокислот, что является дополнительным физиологическим критерием обеспеченности их протеином /Корнеева, Корнеев, 1965/.

С учетом дефицита и высокой стоимости кормов животного происхождения увеличивать их удельный вес свыше 10-15% в кормосмесях для индустриального выращивания карпа оказалось нецелесообразным. Это нашло отражение в рецептуре кормов, разработанных нами еще в 1967 г. В настоящее время к такому же выводу пришли большинство специалистов /Желтов, Федоренко, 1978; Остроумова, Тимошина, Богатырев, Суханов, 1979; Скляров, 1980/.

1.2.5. Использование белков микробного происхождения

Нарастание дефицита кормов животного происхождения поставило развитие индустриального рыбводства в СССР в зависимость от решения проблемы белковых кормов. Нами был найден альтернативный вариант - использование продуктов микробиологического синтеза в качестве белково-витаминной основы рационов.

В 1971 г. были испытаны кормосмеси, содержание 10-20-40-80% гидролизных дрожжей, на фоне зерновой смеси и смеси с включением 50% животных продуктов. На фоне зерновой смеси наилучшие показатели были получены в варианте с 40% дрожжей. Увеличение их дозы до 80% привело к снижению темпа роста рыб в конце опыта. Снижение содержания дрожжей ниже 40% (10-20%) также ухудшало показатели, но и в этих вариантах карпы достигли товарной массы.

Таким образом, была впервые установлена принципиальная возможность выращивания карпа на кормосмесях, основу которых составляют продукты микробиологического происхождения /Корнеева, Корнеев, Эрман, 1974/. После опубликования наших опытов появилось сообщение о проведении аналогичных исследований в Японии /Носэ, 1975/ по замене белка рыбной муки кормовыми дрожжами. Наилучшие

результаты были и там при включении в рацион 30-40% дрожжей.

Наши работы и исследования японских специалистов показали, что из всех культивируемых в настоящее время рыб карп наиболее приспособлен к использованию кормов микробиологического происхождения. В этом отношении он с полным основанием может быть назван "рыбой будущего", поскольку увеличение объемов его производства в наименьшей степени будет лимитироваться природными кормовыми ресурсами.

С переходом на безотходные рыбоводные системы с очисткой и утилизацией биогенного сброса, путем микробиологической переработки, такие корма станут доступнее и дешевле, поскольку будут производиться непосредственно на рыбоводных комплексах.

В настоящее время возможность широкого использования продуктов микробиологического синтеза подтверждена многими специалистами, что нашло отражение в рецептурах кормов для промышленного выращивания рыб, разработанных ВНИИПРХ, ГосНИОРХ, УкрНИПРХ и другими институтами. Микробиальные корма применяются как для выращивания молоди, так и товарной рыбы (Остроумова, Турецкий, Демонтьева, 1980; Остроумова, 1981; Остроумова, Абрамова, 1981; Скляр, Гамыгин, Рыжков, 1984).

1.2.6. Белоксберегающие технологии кормления

Снижение расхода кормового протеина при промышленном выращивании рыб на теплых водах может быть достигнуто такими технологическими приемами как использование крупного рыбопосадочного материала и отказ от применения высокобелковых кормов на завершающем этапе выращивания товарного карпа.

Как показали наши исследования, использование крупного (80 г и более) рыбопосадочного материала позволяет применять упрощенные, близкие по составу к прудовым, кормосмеси (Корнеева, Эрман, Корнеев, 1972).

Наиболее эффективным методом снижения затрат протеина при выращивании товарного карпа является переход на двухэтапный режим кормления, при котором на II этапе рыба, достигшая штучной массы 300 г, переводится на зерновую смесь с добавлением 4% кормовых дрожжей. Применение такой технологии позволяет снизить

расход протеина на 1 кг прироста товарного карпа в 3 раза /Корнеев, Корнеева, Ястребова, 1971/. Попытки более раннего перевода карпа с 200 г на растительные корма дают худшие результаты.

1.2.7. Роль витаминов в индустриальном рыбоводстве

Первые же опыты садкового выращивания карпа /Корнеев, 1963/ показали, что важным ростстимулирующим фактором при индустриальном выращивании на теплых водах являются витамины комплекса В, а важнейшим и незаменимым компонентом кормосмесей - кормовые дрожжи, являющиеся натуральным сбалансированным концентратом витаминов этого комплекса. Установлено, что на чисто растительных кормах и даже при достаточном (20%) содержании живых продуктов, при отсутствии в кормосмесях дрожжей происходит прогрессирующее замедление, а затем полное прекращение роста рыб. Нормальный, незатухающий рост рыб отмечался лишь в вариантах опытов, где карпы получали кормовые дрожжи. При этом добавление 5% дрожжей на фоне растительного рациона повышало темп роста и эффективность использования корма на 56%, а на фоне смешанного с включением 20% мясокостной муки - на 30%.

Вследствие эффективности кормовых дрожжей, как незаменимого компонента в кормах для индустриального выращивания карпа, была подтверждена советскими и зарубежными специалистами, что нашло отражение в рецептах комбикормов. Было показано, что кормовые дрожжи, входящие в количестве 10% в высокобелковые корма и 4% в низкобелковые кормосмеси, обеспечивают потребность карпа в витаминах В₁ и В₂ /Гильяр, 1984/.

Улучшению роста карпа и его пищевых качеств способствует обогащение рационов витамином С и каротиноидами, содержащимися в зеленых кормах (паста из водной растительности, суспензия хлореллы, витаминная травяная мука). Включение этих компонентов улучшает рост рыб на 3-4%, в зависимости от состава кормосмесей, но не предотвращает замедления и прекращения роста рыб при отсутствии дрожжей. Одновременное использование гидрוליзных дрожжей и зеленой массы на фоне чисто растительного рациона улучшает рост карпов на 64,4% и снижает затраты корма на 45,2%. На смешанном рационе, включающем 20% мясокостной муки, соответствующий эффект составил 62% по росту и 37,5% по затратам корма.

Применение витаминных премиссов все больше вытесняет зеле-

ные кормовые добавки, однако следует помнить, что каротиноиды повышают потребительскую ценность карпа, придавая его мясу розоватый оттенок. Особенно яркое окрашивание мяса карпа отмечалось при включении в корма крилевой муки.

На всех этапах технологического цикла были испытаны фосфатиды - высокопептиный природный антиоксидант, концентрат полиненасыщенных жирных кислот, лецитина, холина (B_4), инозита (B_8), токоферола (E). Включение в корма 4% фосфатидов ускорило рост карпов и повысило эффективность использования корма на 17%, а при включении 10% фосфатидов - на 37%. Особенно эффективным комплекс жирорастворимых витаминов (фосфатиды в сочетании с 1% рыбьего жира) оказался в зимний период. Исключение его из корма не только приводило к снижению темпа роста карпа в период зимнего содержания на 5-20%, но и сказывалось при последующем летнем выращивании в замедлении темпа роста на 7-13%.

Пролонгирование действия жирорастворимых витаминов, содержащихся в фосфатидах и рыбьем жире, объясняется их накоплением в организме рыб, что еще раз показывает необходимость учета эндогенных резервных питательных веществ при проведении опытов по испытанию кормов.

Повышенная эффективность фосфатидов и рыбьего жира в зимний период получила обоснование в работе И.А.Гмыря (1984), который показал, что при температурах ниже 23°C потребность карпов в витаминах A, D₂, E возрастает в 2-3 раза по сравнению с потребностями при оптимальном температурном режиме.

С появлением премиксов японского производства была предпринята попытка получить за счет их применения дополнительный ростостимулирующий и кормосберегающий эффект. Испытание премикса в дозировке, рекомендованной фирмой - 1%, на фоне применявшихся нами кормосмесей при выращивании двухлетнего карпа не выявило дополнительного эффекта, что может косвенно свидетельствовать о достаточном уровне содержания витаминов в этих кормах. При выращивании сеголетков и производителей карпа действие японского премикса проявилось значительно сильнее. Было установлено, что он не только ускорял рост рыб, но и способствовал повышению рабочих плодовитости самок в 2 раза, а относительной - на 146%.

1.3. Технология и нормирование кормления карпа при индустриальном выращивании

Качество, полноценность корма - важные, но не единственные условия, обеспечивавшие высокий темп роста рыб и эффективное использование кормов. Существенное значение при этом имеет соблюдение рациональной технологии и режима кормления.

Нормирование кормления карпа при индустриальном выращивании один из самых трудных вопросов биотехники, усложняемый зависимостями от температурных условий, стартовой кондиции, возраста и массы рыб, качества корма, техники кормления, от всего комплекса биотических и абиотических факторов.

Первые же опыты показали недопустимость кормления товарного карпа по поедаемости, поскольку за сутки он может потребить количество корма, равное массе своего тела. При этом корм проходит через кишечник почти не переваренным и плохо используется на рост. В то же время режим кормления "по поедаемости" наиболее эффективен при выращивании личинок.

Об эффективности нормирования кормления товарного карпа в хозяйствах индустриального типа можно судить по результатам следующего опыта, проведенного на стандартном корме. В первом варианте рыбу кормили вручную "по поедаемости", во втором суточный рацион составлял 50% этого количества, в третьем - 25%, в четвертом - 12,5%. В пятом варианте (контроль) рыбу не кормили. По мере роста рыб суточный рацион постепенно уменьшался. Строго постоянным сохранялось лишь соотношение между количеством корма в разных вариантах, поэтому следует говорить о разных уровнях кормления: избыточном, высоком, среднем, низком и без кормления. При переходе от низкого к среднему уровню затраты корма увеличиваются на 16%, а прирост рыб на 17%. При переходе от среднего к высокому прирост увеличивается на 42%, а затраты корма на 6%. Дальнейшее повышение суточной нормы ведет к резкому увеличению затрат корма - на 26% без сколько-нибудь значительного усиления темпа роста - 2%. Кроме того, перекорм приводил к избыточному жиронакоплению /Корнеев, 1967/.

Выбор режима кормления в индустриальных хозяйствах в значительной мере определяется стартовой кондицией рыбопосадочного материала. Использование нестандартного (15-30 г) материала заставляет форсировать кормление для доведения рыб до товарной

кондиции, что приводит к перерасходу кормов. При использовании крупного (80-100 г) посадочного материала, выращенного на теплых водах, обеспечивается переход к более экономичному режиму кормления. Проведенные нами опыты показали, что на стандартной кормосмеси при средней итучной массе посадочного материала 85 г только за счет сокращения величины суточного рациона можно вырастить товарного карпа при затратах корма в 2 раза меньше обычного.

Сложным для нормирования кормления является осенний и весенний периоды, когда температура воды ниже 23°C. Прекращение кормления в этот период приводит к потере 11-15% массы рыб, а кормление по летним нормам ведет к непроизводительной потере кормов и повышению кормового коэффициента до 20. Наиболее эффективной оказалась норма 2.5% от массы рыб, что позволяет получать в осенний период прирост около 10% при коэффициенте оплаты корма 4,1 на стандартных комбикормах.

При зимнем выращивании на теплых водах при температуре воды 8-12°C карпы потребляют корм в количестве от 0,5 до 3,0% и кормить их следует по потребности.

Первые же опыты показали, что кормление карпа при выращивании в садках и бассейнах на теплых водах должно быть многократным. При 12-разовом кормлении прирост карпа в 2 раза больше, чем при скармливании того же количества корма за 1 раз. Многократное кормление карпа в промышленных хозяйствах принято в настоящее время всеми специалистами и осуществляется с помощью автокормушек проф. В.В.Давровского "Рефлекс", обеспечивающим практически круглосуточное кормление рыб малыми порциями на основе биохимических принципов управления кормлением. Подобная технология кормления сводит до минимума время пребывания корма в воде до попадания в пищеварительную систему рыбы, при этом не происходит перекорма.

Совершенствование технологии кормления принципиально изменило требования к кондиции корма и технологии его изготовления. Первоначально при использовании кормовых площадок и тестообразных кормов переход на изготовление гранул влажного прессования повысил эффективность кормления на 25%. Позднее переход на кормление карпа "на лету" и применение маятниковых кормушек позволил применить гранулы сухого прессования. Гранулы влажного прессования сохранили свое значение лишь в период зимнего выращивания карпа на теплых водах, а также при промышленном выращивании

осетровых. Переход к бассейновому выращиванию карпа на теплых водах выявил целесообразность применения плавающего корма, что предотвращает смешивание кормов с экскрементами и облегчает контроль за поедаемостью и очистку бассейнов. Проведенные исследования показали несомненные преимущества использования плавающих кормов, особенно в самоочищающихся бассейнах с залуживным дном. Эта технология внедрена на рыбоводном заводе при Курской АЭС /Корнеев, 1982/.

1.4. Влияние плотности посадки на рыбопродуктивный показатель

Эффективность и перспективность индустриального рыбводства в значительной мере определяется высоким выходом рыбой продукции, на 2-3 порядка превышающим продуктивность прудовых хозяйств.

С целью изучения адаптационных возможностей карпа к исключительно высоким плотностям посадки, влияния их на рост рыб, изменение интенсивности обмена и эффективности использования корма был испытан ряд плотностей посадки: 0,66-5,3 - 100-200 шт/м². В первом варианте в садке находилась всего одна рыба, что дало возможность выявить влияние не только различных плотностей посадки, но и последствия перехода от одиночного содержания рыб к групповому. Опты проводились в садках из капроновой дели, площадью 1,5 м², размером ячеек 7 мм. Было установлено, что различия в росте рыб при разной плотности посадки особенно четко стали проявляться в конце сезона, когда в ограниченном объеме садка находились большие ономассы рыб. При этом прослеживались две тенденции: - снижение средней штучной массы рыб, - увеличение затрат корма на единицу прироста.

Первая тенденция особенно резко проявляется в начале ряда плотностей. В конце ряда плотность посадки (100-200 шт/м²) она постепенно угасает и снижение индивидуальной массы рыб становится менее заметным. Вторая тенденция, наоборот, по мере увеличения плотностей посадки усиливается, тогда как в начале ряда плотностей она менее заметна. Между вариантами с плотностями посадки 0,66 и 5,3 шт/м² относительная разница в росте составила 23,54%, тогда как в интервале 100-200 шт/м² она составляла 16%. Затраты корма на единицу прироста рыбы с увеличением плот-

ности посадки от 0,66 до 200 шт/м² возросли с 5,6 до 6,6. В отличие от показателей роста, затраты корма на рост одиночной рыбы и рыб, содержащихся в группе при плотности посадки 5,3 шт/м², были практически одинаковы. Разница коэффициентов оплаты корма составляла всего 0,05. С возрастанием плотности посадки различия в затратах корма на единицу прироста рыб увеличивались и в интервале 100-200 шт/м² составили 0,25.

Эта серия опытов проводилась в мелкоячеистых (7 мм) садках из капроновой дели, водообмен в которых ухудшался еще и из-за обрастаний. В результате к концу опытов в садках отмечалось снижение содержания кислорода по сравнению с водоемом на 0,2-0,3 мг/л. Последующие опыты с плотностями посадки 100-200-250 шт/м² проводились в крупноячеистых (14 мм) садках из металлической сетки, в зоне с более интенсивным водообменом. В этих условиях замедления темпа роста рыб отмечено не было, что позволило перейти к выращиванию товарного карпа при плотности посадки до 300 шт/м². При такой плотности посадки выход рыб с 1 м² садков составил 157-164 кг/м² при средней штучной массе 525-540 г. По сравнению с вариантом, где плотность посадки составляла 100 шт/м², снижение средней штучной массы и ухудшение использования корма не превышало 5%. Снижения содержания кислорода в садках по сравнению с водоемом в этом опыте отмечено не было /Корнеев, Корнеева, 1971/.

Проведенные исследования впервые показали возможность выращивания в садках без принудительной проточности более 150 кг/м² карпа и послужили основанием для принятия норматива продуктивности производственных товарных карповых хозяйств 100 кг/м², что было подтверждено в ходе производственной проверки в рыбхозе "Черепетский" в 1971-1974 гг. /Анисимов, Богатирев, Кривошеева, Корнеев, 1975/. В настоящее время такая продуктивность является средней для большинства садковых хозяйств на теплых водах, достигая в отдельных случаях 290 кг/м² /Скляр, 1986/.

Было установлено, что снижение темпа роста и ухудшение использования кормов с увеличением плотности посадки в первую очередь связаны с конструктивными особенностями садков, их размещением и другими факторами, ухудшающими интенсивность водообмена в садках: малая ячея, быстрое обрастание сетематериалов, расположение садков в стабильных зонах, на малых глубинах и т.п.

Экспериментально были выявлены наиболее надежные и наименее

обрастающие сетематериалы для изготовления садков - латексированная безузловая дель с ячеей не менее 15 мм. Установлены оптимальные гидрологические условия размещения садковых хозяйств: скорость течения около 10 см/с, глубина на месте установки садков должна обеспечивать расстояние между дном садка и дном водоема не менее 1 м. Результаты этих разработок вошли в рекомендации 1968 г., а затем и в более поздние рекомендации и нормативы по садковому выращиванию товарного карпа на теплых водах. Соблюдение перечисленных выше технологических условий обеспечивает практическое отсутствие различий гидрохимических показателей, включая содержание кислорода, в садках с рыбой и за их пределами. Снижение содержания кислорода в садках на 5% по сравнению с водоемом свидетельствует о чрезмерном накоплении метаболитов и отрицательно сказывается на росте рыб и использовании ими корма.

Несомненным преимуществом садкового выращивания рыб является высокая интенсивность водообмена при незначительных линейных скоростях течений, создаваемых ветровым перемешиванием и активным движением массы рыб в садках. Метаболиты, неупотребленные остатки корма достаточно быстро выходят из зоны обитания рыб и при правильной эксплуатации хозяйства не оказывают существенного отрицательного влияния на рост рыб. Возможность заводского изготовления и комплектных поставок садковых хозяйств к местам эксплуатации, относительно низкие капитальные затраты и отсутствие эксплуатационных расходов на поддержание принудительного водообмена делает садковые хозяйства весьма перспективными, пригодными для размещения в большинстве водоемов-охладителей энергетических объектов.

Разработка научных основ оптимизированных рыбоводных систем бассейнового типа потребовала решения комплекса вопросов, связанных с обоснованием конструкций и режимов эксплуатации бассейновых рыбоводных хозяйств на теплых водах и прежде всего удалением метаболитов. Преимущество бассейнов заключается в возможности регулирования интенсивности и характера водообмена, обеспечения благоприятных температурных и иных условий выращивания рыб, надежности и долговечности конструкций.

В СССР разработка биотехники бассейнового выращивания карпа на теплых водах была начата в 70-е годы /Корнеев, Корнеева, Ястребова, 1972/.

Наиболее сложным и в то же время принципиальным для техноло-

гии бассейнового выращивания рыб на теплых водах с самого начала стал вопрос о минимальной интенсивности водообмена в бассейнах.

Разработка вопросов водопотребления при бассейновом выращивании рыб потребовала введения показателя, характеризующего интенсивность водообмена в расчете на 1 кг рыбы. Таким показателем стал введенный нами удельный расход воды - УРВ л/с.кг (Корнеев, Корнеева, Ястребова, 1972). В дальнейшем этот показатель был принят другими специалистами и стал применяться в качестве нормативного. Для более полного отражения интенсивности водообмена в бассейнах при выращивании личинок и мальков был использован показатель, характеризующий время полной смены воды в бассейне - ВПС (мин).

Первые исследования по нормированию водопотребления при бассейновом выращивании карпа на теплых водах были проведены на Александровской опытной базе в 1971 г. (Корнеев, Корнеева, Ястребова, 1972). До этого специалисты института "Гидрорыбпроект" с учетом уровня рутинного обмена карпа заложили в проект Конаковского живорыбного завода УРВ 0,02 л/с.кг. В ходе экспериментов было установлено, что УРВ 0,02 л/с.кг не обеспечивает нормальных условий существования рыб и должен быть увеличен не менее чем в 2 раза, поскольку после кормления потребление кислорода карпом увеличивается на 25-50% по сравнению с уровнем рутинного обмена (Корнеев, Корнеева, Ястребова, 1972; Корисев, Корнеева, Фарберов, 1975; Корнеев, 1982).

При бассейновом выращивании карпа на теплых водах влияние плотности посадки на рыбопродуктивные показатели усложняется влиянием факторов расхода воды, глубины бассейнов. При УРВ 0,04 л/с.кг с увеличением плотности посадки от 150 до 300 шт/м² резко, почти в 2 раза, снижается эффективность использования корма. Снижение темпа роста несколько меньше - на 34%. Рыбопродукция при плотности посадки 300 шт/м² была на 32% выше, чем при плотности посадки 150 шт/м² (Корнеев, Корнеева, Ястребова, 1972). Значение фактора глубины бассейнов при выращивании карпа на теплых водах недостаточно изучено, требует оценок с различных точек зрения и прежде всего с экономической. Выращивание карпа в бассейнах глубинной 1,0 и 0,5 м при плотности посадки 150 шт/м² и УРВ 0,04 л/с.кг дало близкие результаты с несколько лучшими показателями малых бассейнов (Корнеев, Корнеева,

Ястребова, 1972).

В опытах, где при равной плотности посадки на единицу объема - 300 шт/м³ за счет разницы в глубине бассейнов (1,0 и 0,5 м) плотность посадки составляла 150 и 300 шт/м², при УРВ 0,64 л/с.хт рыболовные показатели в мелких бассейнах были выше: по росту на 31%, по эффективности использования корма в 2 раза, по рыбопродуктивности на единицу объема на 40%. Эффективность мелких бассейнов в данном случае объясняется усиленным выносом метаболитов, ускорением времени полной смены воды (ВПС) в мелких бассейнах в 2 раза, по сравнению с бассейнами глубиной 1,0 м.

Установлено, что конструкция бассейнов должна обеспечивать минимальное время пребывания загрязненной воды в бассейне и сокращение до минимума протяженности траектории выноса. Экспериментально обоснована целесообразность применения относительно мелких бассейнов: для личинок глубина воды 30 см, для молоди и товарной рыбы - 0,5-0,7 м, что нашло практическое воплощение в конструкциях бассейнов, разработанных институтом "Гидропроект" (Корнеев, Буховец, 1980; Гладких, Орешкин, Сивянский, 1982; Корнеев, 1982).

Преимуществом бассейновых рыболовных хозяйств является возможность создания системы разделения, автономного сброса и доочистки твердых фракций органических отходов, что значительно снижает неблагоприятное воздействие органических сбросов рыболовных хозяйств на режим водоемов-охладителей. Этот принцип нашел воплощение в рыболовном заводе при Курской АЭС (Корнеев, 1982).

С увеличением плотности посадки возрастает коэффициент вариации массы карпов (Корнеева, 1969; Корнеев, Корнеева, 1971). В опытах при плотности посадки 20-100-300 шт/м² коэффициент вариации был 25,1-35,0-46,5%. Одновременно возрастает амплитуда изменчивости массы рыб как за счет уменьшения минимальных значений ряда, так и за счет увеличения максимальных (Корнеева, 1969): 20 шт/м² - 210-930 г, 100 шт/м² - 150-960 г, 300 шт/м² - 100-1440 г.

Попытка повышения рыболовных показателей и снижения индивидуальной изменчивости за счет проведения сортировки не дала существенных результатов. Проведение сортировки повысило рыбопродукт всего на 3-6%, хотя и привело к снижению коэффициента вариации с 46,5 до 39,5 (Корнеев, Корнеева, 1971). Из-за трудоемкости сортировок и возрастания стрессовых нагрузок на рыб

от проведения сортировок было решено отказаться.

Из индустриальных рыбоводных хозяйств в водоем поступают неистребленные остатки корма и экскременты рыб, поэтому для предотвращения отрицательного воздействия на рост рыб и гидрохимический режим водоемов мощность садковых хозяйств должна лимитироваться. Экспериментально установлено, что при рыбопродуктивности 100 кг/м^2 соотношение площадей садкового хозяйства и водоема-охладителя не должно превышать 1:1000 в этом случае предотвращается неблагоприятное воздействие органических отходов как на рост рыб, так и на качество воды (Корнеев, Корнеева, 1968; Корнеев, Корнеева, Лобова, 1969). Соотношение площади садковых хозяйств и водоемов-охладителей 1:1000 стало нормативным показателем. Имевшие место за последние годы случаи превышения этого показателя неизбежно приводили к ухудшению режима водоемов-охладителей вплоть до заморозов и гибели рыб.

БИОТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНДУСТРИАЛЬНОГО КАРПОВОГО ХОЗЯЙСТВА

Эксплуатация производителей карпа

Освоение биотехники индустриального выращивания товарного карпа позволило приступить к выяснению возможности выращивания производителей карпа на теплых водах. Проведенные исследования показали, что воспроизводство карпа в индустриальных хозяйствах, использующих теплые воды, не только возможно, но и имеет ряд преимуществ. Там самым были опровергнуты сомнения в возможности выращивания полноценных производителей карпа в столь специфических условиях. Более 20 лет воспроизводства карпа на Электрогорской опытной базе, где получено 10 поколений "индустриального" карпа, рассеяли опасения возможного вырождения карпа, проявляясь дефектов в потомстве.

Впервые молодь карпа от производителей, выращенных в садках, была получена на Электрогорской опытной базе в 1967 г. На теплых водах самки карпа созревают в возрасте 1,5-2 лет, то есть в 2-3 раза быстрее, чем в водоемах той же зоны, имеющих естественный температурный режим. Ниже приведена характеристика производителей карпа, выращенных на теплых водах (табл.3).

Средняя штучная масса впервые созревающих самок карпа составляла 1-2 кг. Икру получали с помощью гипофизарных инъекций по описанной методике (Конрадт, Сахаров, 1966) с наступлением нерестовых температур 17-18°C.

Таблица 3

Характеристика самок карпа, выращенных в садках на теплых водах ГРЭС № 3 им.Р.Э.Классона, г.Электрострогск

Возраст самок, лет	Средняя масса самок, кг	Среднее количество икры от 1 самки, тыс.шт.	Средний диаметр, мм	Средняя масса икринки, мг
2	1,44	116	1,39	1,59
3	2,76	164	1,48	1,52
4	3,41	195	1,68	1,83
5	4,35	189	1,51	1,88
6	4,20	195	1,66	2,00
7	4,87	147	1,50	1,96

Самцов, как правило, не инъектировали, так как они были текучими, начиная с двухлетнего возраста, практически круглый год. Процент проинъектированных рыб, от которых удалось получить икру, варьирует по годам, однако имеется прямая корреляция этого показателя с возрастом самок. По усредненным данным, в группе рыб двух-четырех лет икра получена от 62-78% самок, а по группе пяти-восьми лет - от 60-50%. Основными причинами снижения воспроизводительной способности самок являются тромбозобразование и жировое перерождение гонад. У старших возрастных групп эти явления встречаются значительно чаще.

Установлена зависимость средней массы одной икринки от возраста производителей. Дефинитивных размеров икра достигает, очевидно, у пятилетних самок - 2 мг при среднем диаметре 1,5 мм.

Гистологическое изучение яичников, а также изучение их химического и аминокислотного состава не выявило каких-либо патологических отклонений (Федорченко, Корнеев, Корнеева, 1969; Ширяев, 1975). Характерной особенностью химического состава гонад самок, выращенных на теплых водах, является повышен-

ное содержание протеина на IV стадии зрелости (в абсолютном выражении 1,6%, в относительном 6,5%) при соответствующем снижении влаги. Угроза накопления в гонадах весьма лабильно и зависит от условий питания рыб и сезона года. Таким образом, уровень накопления питательных веществ в гонадах карпа, выращенного на теплых водах, был не ниже, чем в прудовых условиях. Набор и соотношение связанных аминокислот в гонадах самок карпа из прудов и из садковых хозяйств на теплых водах были сходными на одних и тех же стадиях развития и имели сходную динамику в процессе развития, что свидетельствует о тождестве белковых фракций и отсутствии нарушений их в развивающихся яйцеклетках карпов, выращенных индустриальными методами на теплых водах (Федорченко, Корнеев, Корнеева, 1969; Федорченко, 1972). Процент оплодотворения и развития икры в индустриальных условиях были достаточно высокими. Отмечена тенденция снижения процента развития икры у более старых самок. На основании полученных материалов дана оценка самок разного возраста по выходу личинок (табл.4).

Таблица 4

Выход личинок от самок карпа, выращенных в садках на теплых водах ГРЭС № 3 им.Р.Э.Классона, г.Электрострогorsk

Возраст самок, лет	Выход личинок, тыс.шт	
	на 1 самку	на 1 кг массы
2	68	46
3	85	31
4	87	26
5	77	17
6	66	17
7	56	12
8	67	12

На основании проведенных исследований сделан вывод о пригодности к нересту в индустриальных хозяйствах на теплых водах молодых производителей, включая впервые нерестящихся. При соблюдении биотехники и нормативном качестве воды каких-либо специфических аномалий в развитии потомства, полученного от про-

изводителей, выращенных в индустриальных условиях на теплых водах, не приближалось. Это подтверждается высокими рыбопродуктивными показателями как производителей, так и молоди на протяжении более чем двенадцати лет выращивавшихся на Электрогорской опытной базе, а также накопленным опытом отечественного и зарубежного индустриального рыбоводства.

Получение и выращивание молоди карпа в нетрадиционные сроки

Первый опыт выращивания молоди карпа, полученной в нетрадиционные сроки, был проведен на Электрогорской опытной базе в 1969 г. В результате проведенных исследований была выявлена возможность получения личинок карпа в январе, феврале, марте от производителей, содержащихся в садках на теплых водах. Для дозревания производителей оказалось достаточным кратковременное (5-15 дней) повышение температуры воды до 18-20°C. Удлинение вегетационного периода позволило от личинок, полученных в январе, вырастить товарных сеголетков средней массой до 600 г.

Практическое осуществление нереста карпа в зимний период и успешное выращивание молоди открыло возможность круглогодичного воспроизводства карпа, поскольку получение молоди в летний и осенний периоды возможно торможением созревания производителей путем содержания их в холодной воде или проведением повторного нереста в случае содержания их при оптимальных температурах. В отечественной и зарубежной практике такие возможности в настоящее время доказаны на экспериментальных установках. Круглогодичное воспроизводство карпа дает возможность осуществить принципиально новую технологическую схему, получающую название полициклическая.

Полициклическость может быть осуществлена как за счет последовательного нереста различных групп производителей при одноразовом нересте каждой самки в течение года, так и за счет многократного использования одной и той же самки.

Работы по внесезонному получению молоди карпа с повторным использованием производителей были начаты на Электрогорской опытной базе в 1974 г. Через 3 месяца после весеннего нереста от четырехлетних самок была получена зрелая икра и жизнестойкие личинки. В том же году от других производителей была получена молодь в декабре, январе и марте.

Повышение температуры воды, в которой содержались производители, осуществляли постепенно в течение 2-3 суток до 18-20°C.

В разных сериях опытов при такой температуре производителей держали от 1 до 7 дней. Процент созревания самок оказался 5С-75%, рабочая плодовитость 100-600 тыс. икринок. Выживание личинок составило от 35 до 62%. Средняя штучная масса сеголетков от январского нереста при последующем выращивании составила 350-660 г, а сеголетков от мартовского нереста - 84 г.

Для обеспечения надежного повторного получения личинок карпа в летнее и осеннее время была разработана оригинальная биотехника, при которой за месяц до запланированного срока нереста самок содержат в холодной воде при температуре не выше 16°C.

Подращивание личинок

Бассейновое выращивание обеспечивает возможность оптимизации температурного режима, интенсивности водообмена, гидравлического и санитарного режимов, что создает наиболее благоприятные условия выращивания рыб на протяжении всего года.

В результате испытания различных типов бассейнов и оптимизации гидравлического режима разработаны оригинальные круглые бассейны из пластмассы диаметром 1,2-1,5 м с глубиной слоя воды 10-20 см. Подача воды периферийная по всей окружности бассейна. Сток воды центральный оборудуется сетчатым цилиндром-струегасителем, предотвращающим прижимание личинок к сливному стакану и предотвращающим образование нежелательного вращения массы воды в бассейне - "закрутке". Как показал опыт, личинки карпа, находившиеся в круглом бассейне с постоянным круговым течением, погибали.

Экспериментально были установлены следующие нормативы выращивания личинок карпа в указанных бассейнах:

плотность посадки	70-100 шт/л
водообмен (ВПС)	6-10 мин
температура воды	27-30°C
выход личинок	не ниже 75%
средняя масса десятидневных личинок	50 мг

Повышение эффективности прудового рыбоводства в условиях кооперации с рыболовными предприятиями на теплых водах

Успехи, достигнутые в области рыбоводства на теплых водах, создадут возможность осуществления научно-технической революции в рыбоводстве за счет проведения ряда ответственных технологических процессов с использованием теплых вод энергетических

объектов. Объективной предпосылкой использования теплых вод в сочетании с традиционной схемой прудового рыбоводства является недостаток тепла на большей части территории СССР, где проводятся работы по воспроизводству и выращиванию карпа и растительноядных рыб.

Весьма эффективным оказалось использование в прудовых хозяйствах ранней молоди карпа, полученной на теплых водах, а также организация на их базе зимнего содержания рыб, что позволило рекомендовать комбинированную технологию, обеспечивающую выращивание крупной товарной рыбы за 2 года, что пока достигается лишь переходом на трехлетний оборот /Корнеев, 1975/.

Зимнее выращивание карпа на теплых водах является обязательным технологическим этапом как полносистемных, так и товарных хозяйств, поскольку весенний завоз рыбопосадочного материала неизбежно приводит к массовому отходу, достигающему 50% и более. Работы по зимнему выращиванию карпа в садках на теплых водах были начаты на Электрогорской опытной базе в 1964 г. /Докукина, Корнеев, Корнеева, 1969/ и завершились выпуском соответствующих рекомендаций /Докукина, 1978/.

Научно обоснована и разработана технология практически безотходной зимовки карпа (отход 0-5%) в садках при высокой плотности посадки 1000 шт/м², с кормлением при температуре выше 8°C преимущественно растительными кормами, обогащенными витаминами. Это позволяет не только избежать снижения массы рыб в зимний период, но и увеличить ее на 50% и более.

В суровых климатических условиях северных, восточных и даже центральных районов СССР зимнее выращивание рыб на теплых водах имеет особенно большие перспективы, поскольку отходы карпа за 6 и более месяцев пребывания их в обычных зимовальных прудах при нормативе 15-30% фактически достигают 40-50% и более. В этой связи создание специализированных зимовальных комплексов на теплых водах энергетических и промышленных объектов имеет важное народнохозяйственное значение.

Использование в прудовых хозяйствах ранней молоди карпа, полученной на теплых водах, весьма эффективно и обеспечивает выращивание крупного рыбопосадочного материала, а также повышение продуктивности выростных прудов.

Первые опыты в этом направлении были проведены в 1966 г. Экспериментальные пруды в рыбохозе "Якоть" были зарыблены неподрошенными 4-х дневными личинками карпа с Электрогорской опытной базы, а также подрошенными тем же личинками массой 30-50 мг. Ранняя молодь была посажена в пруды 27 мая, а контрольные личинки от обычного нереста - 10 июня. К концу сезона средняя масса сеголетков карпа от неподрошенных личинок составила 36,4-53,0 г, от подрошенных - 57,0-93,0 г. В прудах, где в сходных условиях выращивалась молодь карпа от обычного нереста, ее средняя масса составила 26,0 г. Продуктивности сплывных прудов составила 15-21 ц/га, а контрольных - 7,4 ц/га /Богатова, Корнеев, Корнеева, Титарева, 1969/.

Полученные результаты позволили перейти к производственной проверке, которая в 1972-1973 гг. проведена в рыбохозе "Осенка" Московской области. В 1972 г. из 150 тыс.шт неподрошенных личинок, полученных в ранние сроки на Электрогорской опытной базе, в конце сезона было получено 45 тыс.шт. сеголетков средней массой 60 г при рыбопродуктивности 13,5 ц/га. В контроле средняя масса сеголетков карпа от обычного нереста, выращивавшихся при такой же плотности посадки 43,5-48,0 тыс.шт/га, составила 18,5-24,0 г при рыбопродуктивности 8,9-10,2 ц/га.

В 1973 г. использование ранней молоди в рыбохозе "Осенка" обеспечило получение стандартных сеголетков средней массой 30 г при рыбопродуктивности 25 ц/га.

Зарыбление прудов неподрошенными личинками лимитируется температурным минимумом их выживания. Установлено, что личинки карпа в период кратковременного снижения температуры гибнут при 8°C, а в период длительного похолодания при 12-14°C. Поскольку воздействие температурного фактора связано с рядом причин, влияющих на выживание личинок - их подвижностью, формированием естественной кормовой базы, приведенные температуры следует рассматривать как относительные. В условиях средней полосы РСФСР личинок карпа в пруды с естественным температурным режимом удастся высаживать обычно за 10-15 суток до начала обычного нереста, то есть в начале мая. В полном объеме преимущества, обеспечиваемые освоением теплых вод, можно будет использовать при организации индустриального подраживания крупной ранней молоди на теплых водах с последующим выпуском ее в пруды по достижении

благоприятной температуры. Однако даже использование неподороженных личинок карпа от раннего нереста, опережающего обычный на 10-15 суток, позволяет выращивать в 2 раза более крупный рыбопосадочный материал и повышать рыбопродуктивность выростных прудов в 1,5-2 раза.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАРПА КАК ОБЪЕКТА ИНДУСТРИАЛЬНОГО РЫБОВОДСТВА

Успешное развитие индустриального рыбоводства зависит как от повышения уровня технологии, так и от совершенствования самого объекта культивирования. Карп - эврибионтный вид, однако применительно к садковым и бассейновым индустриальным хозяйствам на теплых водах адаптационные возможности карпа не были изучены и пока еще недостаточно используются.

Селекционные работы с карпом как объектом индустриального рыбоводства на теплых водах начаты в нашей стране в конце 60-х годов, когда всталла задача выведения специальной быстрорастущей откормочной породы карпа, способной хорошо переносить повышение температуры воды до 35°C и выше, эффективно использовать корма и быть устойчивой к стрессам в специфических условиях индустриального хозяйства. Постановка такой задачи была диаметрально противоположна направлениям в селекции прудового карпа, ориентированным, главным образом, на выведение холодоустойчивых форм, хорошо использующих естественную кормовую базу прудов.

На первом этапе разработок в условиях садкового выращивания на теплых водах было решено испытать карпов различных генотипов: чешуйчатого, разбросанного, линейного и голого. В условиях прудовых хозяйств подобные работы были проведены В.С.Крипичниковым и К.А.Головинской (1972).

При испытании карпов различных генотипов на Электрогорской опытной базе в 1967 г. как при совместном, так и при раздельном содержании наилучшие показатели по росту были у чешуйчатых и "разбросанных" карпов. При раздельном содержании величины средней массы у рыб различных генотипов были значительно ближе, чем у особей, выращиваемых совместно. Так, величины средней массы у чешуйчатых и разбросанных карпов при совместном содержании составляли соответственно 40,3 и 44,0 г, а у линейных и голых 23,8 и 29,2 г. При раздельном выращивании эти показатели были соответственно 38,4 и 33,5 г, 33,0 г и 35,5 г. В ходе вы-

радивания у голых и линейных карпов отход был выше.

При сравнительных испытаниях различных форм карпа отечественных породных групп в садковых условиях была отмечена большая вариабельность массы, особенно значительная у сеголетков. Так, коэффициент вариации в приведенных выше опытах составлял 75,5% при раздельном содержании карпов различных генотипов и 90,5% при совместном. Зависимости степени вариабельности массы рыб от генотипа обнаружено не было. Среди всех четырех генотипов встречаются особи, способные быстро расти в условиях индустриального хозяйства, и рыбы плохо растущие. Это не только создает технологические трудности, связанные с сортировкой, но и служит наглядным подтверждением необходимости выявления и отбора наиболее быстрорастущих форм. Такая работа проводится на Электрогорской опытной базе более 20 лет, обеспечив получение 10 поколений "индустриального" карпа /Корнеев, 1982/.

При ознакомлении с рыбоводными хозяйствами на теплых водах в ГДР мы обратили внимание, что при выращивании малочешуйчатого немецкого карпа на теплых водах удается получать однородную по штучной массе продукцию, и в 1972 г. организовали его завод в СССР. Воспроизводство немецкого карпа было организовано на Электрогорской опытной базе и Конаковском живорыбном заводе. Оттуда немецкий карп стал распространяться по тепловодным рыбноводным хозяйствам нашей страны.

Несколько раньше из Японии в СССР были завезены карп-хромисты "ком", положившие начало закладке на Электрогорской опытной базе коллекции декоративных рыб. При скрещивании географически удаленных форм "немецкого" и "японского" карпа обнаружено повышение темпа роста у гибридов первого поколения до 50% по сравнению с немецким карпом при оптимальных условиях выращивания. По усредненным данным у сеголетков эффект гетерозиса составляет от 9 до 25%, а на втором году 20% и более в зависимости от условий выращивания /Корнеев, Корнеева, Фарберов, Кривцов, Данченко, 1986/.

От "ком" гибриды унаследовали одомашненность, спокойное поведение в садках и бассейнах, ярко выраженную реакцию на корм, которая переходит в явное его "выпрашивание". Такая четкая пищевая реакция позволяет надежно судить о накормленности рыб. Все это делает данных гибридов наиболее пригодной к выращиванию

в индустриальных условиях формой карпа, поскольку за внешними проявлениями одомашненности стоит важнейшее в хозяйственном отношении качество — устойчивость к стрессам /Корнеев, Корнеева, 1986/.

4. ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАРПОВ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ ИНДУСТРИАЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ НА ТЕПЛЫХ ВОДАХ

Специальными дегустациями, проводившимися в СССР, ГДР, ФРГ и других странах, установлено, что по вкусовым качествам и пищевой ценности карп, выращенный в тепловодных индустриальных хозяйствах, выше, чем карп из прудов /Корнеев, Корнеева, Илькина, 1973; Корнеев, 1969/. Это позволяет использовать карпа из тепловодных хозяйств для копчения и приготовления деликатесной продукции.

Отличительная особенность карпа, выращиваемого в индустриальных хозяйствах, повышенное содержание основных питательных веществ за счет снижения влаги. Содержание сырого протеина в мышцах карпа, выращиваемого на теплых водах выше, чем у прудового и достигает 18,4–19,0% /Корнеев, 1963/. Качественный состав рационов при общем балансе питательных веществ незначительно влияет на изменение содержания сырого протеина в теле рыб. При испытании рационов, содержащих от 27,6 до 42,6% сырого протеина, содержание его в мышцах рыб увеличилось с 17,1 до 19% /Корнеева, Корнеев, 1965/.

Соотношение связанных аминокислот в мышцах карпа остается постоянным и не зависит ни от уровня протеина в корме, ни от качественного состава рационов и соотношения в них аминокислот. Вместе с тем отмечено, что увеличение содержания протеина в корме приводит к увеличению содержания свободных аминокислот и остаточного азота в мышцах карпов /Корнеев, Корнеева, 1965/.

Содержание жира в теле карпов, выращиваемых в индустриальных хозяйствах на теплых водах, в зависимости от условий может изменяться в широких пределах и достигать у сагалеток 11%, а у двухлеток 17%. Содержание жира в мышцах карпа зависит в первую очередь от уровня кормления, изменяя который можно выражать

рыб с содержанием жира от 1,5 до 7,1% /Корнеев, 1965; Корнеева, Корнеев, 1965; Корнеев, 1967/. Увеличение содержания протеина в корме от 27,6 до 42,6% приводит к увеличению содержания жира в мышцах рыб с 5,8 до 7,2% /Корнеева, Корнеев, 1965/. Снижения содержания жира в мышцах карпа с 5,8 до 2,5% можно добиться увеличением в корме балластных веществ /Корнеева, Эрман, Корнеев, 1972/. Интенсивность жиროнакопления у карпов зависит и от температуры воды. Наиболее интенсивно оно проходит при 32-35°C /Дикунникова, Корнеев, Корнеева, Фарберов, 1976/. Зависимость диетических качеств карпа от условий выращивания позволяет выращивать рыб с заранее заданными диетическими свойствами /Корнеев, 1967; 1962/.

При выращивании карпов в слабоминерализованной воде на диетах с малым содержанием кальция возможно получение товарной рыбы с сильно размятченными межмышечными костями и чешуей, что в потребительском отношении соответствует понятию "сескостный" карп. В этом случае потери в скорости роста за счет нарушения минерального обмена составляют 5-8% /Корнеев, 1963; 1967/.

Наиболее интенсивное жиროнакопление наблюдается у крупных, быстро растущих особей, причем значительная часть массы жира откладывается на внутренних органах рыб. Гистологическое изучение печени карпов, выращенных на теплых водах, выявило интенсивное накопление жира и гликогена, которое не выходит за рамки нормального процесса, не приводит к дегенеративным явлениям /Ширяев, 1969; 1971/ и может рассматриваться как депонирование избыточного количества питательных веществ /Ширяев, 1969; 1971/.

При выращивании карпа в индустриальных тепловодных рыбоходных хозяйствах наблюдается значительная дифференцировка в росте рыб. Коэффициент варибельности массы сеголетков в зависимости от условий опыта составлял 32-94%, а у двухлетков 24-49%. При этом лимиты индивидуальной массы в онтах с наибольшей варибельностью были соответственно 5-178 г и 100-1450 г. Количество тугорослых рыб при выращивании в индустриальных хозяйствах обычного прудового карпа не превышает 10-15% /Корнеева, 1969/.

Установлено, что медленно растущие рыбы характеризуются относительно меньшей всасывающей поверхностью кишечника за счет уменьшения количества складок на 1 мм² с 51 у быстрорастущих до 28 у медленно растущих, а также за счет снижения высоты

складок с 738 до 280 микрон соответственно /Мгаладзе, 1969/.

Проведенными исследованиями было показано, что специфика условий индустриальных рыбоводных хозяйств на теплых водах не сказывается на гистологической картине кишечника, почек и жабр у карпа и не имеет каких-либо патологических отклонений.

Одним из главных критериев физиологического состояния рыб является репродуктивная способность. Изучение развития гонад производителей карпа в индустриальных хозяйствах выявило некоторые особенности гаметогенеза, которые однако не являются патологическими. В естественных условиях обычно прослеживается 2-3 волны развития овоцитов, дающих впоследствии 2-3 порции зрелых икринок. У карпа на теплых водах четкой разницы между порциями нет и имеются овоциты всех переходных фаз развития. Характерной особенностью овоцитов "тепловодного" карпа является повышенная вакуолизация /Федорченко, Корнеева, Корнеев, 1967/. Белок в половых продуктах самок карпа, выращенных на теплых водах накапливается более интенсивно, по сравнению с самками, выращенными в прудах. Содержание протеина в гонадах самок из садковых хозяйств на всех стадиях развития на 1,6-2,3% выше, чем в гонадах самок карпа, выращенных в прудах /Федорченко, Корнеев, Корнеева, 1969/.

Увеличение содержания животных кормов в районе карпов с 10 до 30% приводит к увеличению размера гонад как у самок, так и у самцов, увеличению рабочей плодовитости более чем в 3 раза с 50 до 185 тыс.шт. икринок, а относительной плодовитости в 2 раза. Среди рыб, получавших повышенное содержание протеина, в первом нересте участвовало на 37% больше самок /Ширяев, 1975/.

Ускорение созревания карпов на теплых водах в два раза по сравнению с естественными условиями происходит в основном за счет сокращения продолжительности овогониадного периода и протоплазматического роста и в меньшей степени за счет интенсификации гаметогенеза /Ширяев, 1974/. Повышение уровня протеинового питания позволяет сократить продолжительность II стадии зрелости на 3-4 месяца /Ширяев, 1975/.

Применение оригинальной методики изучения интенсивности дыхания рыб в садках и бассейнах позволило изучить, близкий к реальному, уровень обмена карпов, выращенных на теплых водах

в зависимости от различных условий содержания. Установлено, что уровень общего обмена карпа в индустриальных хозяйствах на теплых водах ниже расчетного уровня по формуле

$$Q = 0,343 n^{0,85} \quad (\text{Корнеев, Корнеев, 1971}).$$

С увеличением плотности посадки от 20 до 300 шт/м² уровень обмена Q_{20} увеличивался с 60,5 до 92,1 мгО₂/кг.ч в условиях достаточно интенсивного водообмена в крупноячейных садках. Ухудшение водообмена приводит к резкому возрастанию интенсивности потребления кислорода и более резкому нарастанию уровня обмена с увеличением плотности посадки. В этом случае увеличение плотности посадки от 50 до 200 шт/м² привело к повышению уровня обмена Q_{20} со 139 до 208 мгО₂/кг.ч. Качественный состав раценов не оказал существенного влияния на уровень общего обмена карпов. Установлена четкая зависимость уровня обмена от величины суточного рациона. С повышением уровня кормления интенсивность дыхания рыб снижалась. Минимальный показатель Q_{20} - 71 мгО₂/кг.ч отмечался у рыб, получавших корм по поедаемости, а наивысший - 182 мгО₂/кг.ч у рыб, совсем не получавших корма, то есть голодавших (Корнеев, Корнеев, 1971). Установленную зависимость следует отличать от проявления динамического действия пищи на интенсивность обменных процессов, которое легко фиксируется при индустриальном выращивании рыб. Так, при бассейновом выращивании карпа на теплых водах, нами отмечено возрастание интенсивности потребления кислорода на 50% в период кормления рыб и после него, что необходимо учитывать при расчетах уровня водообмена и оксигенации (Корнеев, 1982).

5. ВЫРАЩИВАНИЕ НА ТЕПЛЫХ ВОДАХ СЕЕТРОВЫХ И ДРУГИХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБЪЕКТОВ РЫБОВОДСТВА

В настоящее время основным объектом рыбководства на теплых водах продолжает оставаться карп, удельный вес которого превышает 95% продукции индустриального рыбководства. Вместе с тем разработка и освоение технологий индустриального культивирования карпа с использованием теплых вод, успехи развития теории и практики кормления рыб, разработки конструктивных и технологических основ индустриальных рыбководных хозяйств теперь позволяют значительно расширить ассортимент рыб, выращиваемых с использованием теплых вод энергетических объектов.

Наряду со стандартными требованиями, предъявляемыми к объектам аквакультуры (возможность получения молоди в искусственных условиях, адаптация к высоким плотностям посадки и устойчивость к загрязнению среды метаболитами, эффективное использование кормов или естественной кормовой базы), рыби, выращиваемые на теплых водах, должны быть в достаточной мере эвритермными и обеспечивать при благоприятных условиях высокие темпы роста и продуктивность, а также эффективное использование корма.

В нашей стране и за рубежом накоплен опыт выращивания на теплых водах лососевых, угря, канального сома, осетровых, растительноядных рыб дальневосточного комплекса, буйфало, а также креветок и других беспозвоночных.

Индустриальное рыбководство может решить проблему значительного увеличения производства деликатесной продукции, однако массовое производство осетровых, лососевых, других ценных видов рыб и беспозвоночных потребует создания рыбоводных хозяйств принципиально нового типа - оптимизированных рыбоводных систем.

5.1. Оптимизация условий выращивания ценных видов рыб при использовании теплых вод

Сбросные теплые воды энергетических объектов обычно имеют температуру на 8-14°C выше, чем в естественных водоемах той же зоны. Это позволяет на 4-5 месяцев удлинить вегетационный период большинства рыб, культивируемых в нашей стране. Вместе с тем температурный режим сбросных вод энергетических объектов, где температура воды зимой опускается до 6-14°C, а летом повышается до 40°C, не может рассматриваться как оптимальный даже для таких эвритермных рыб как карп и растительноядные дальневосточного комплекса.

Карп, белый и пестрый толстолобик, белый амур, канальный сом, буйфало и угорь могут круглогодично культивироваться на теплых водах большинства ТЭС и АЭС, однако эффективность их выращивания будет снижаться в зимний период из-за недостатка тепла, а летом из-за слишком высоких температур.

Оптимизация условий выращивания рыб в целях рационального использования производственных площадей и обеспечения макси-

мального рыбоводного эффекта может осуществляться путем:

- оптимизации технологического режима за счет подбора нескольких видов теплолюбивых и холодолюбивых рыб, сменяющих друг друга в протяжении года в зависимости от имеющегося температурного режима;

- оптимизации температурного режима в диапазоне разницы температур на водозаборе и сбросе ТЭС или АЭС;

- оптимизации температурного режима за счет использования дополнительных тепло- или холодоносителей, обеспечивающих круглогодичное культивирование гидробионтов;

- комплексной оптимизации с использованием перечисленных выше методов, а также путем создания комбинированных хозяйств, включающих водоемы с естественным температурным режимом.

Примером первого типа оптимизации служит комбинация летнего выращивания карпа и зимнего выращивания форели, впервые осуществленная на Электрогорской опытной базе в 1966 г. /Итаев, 1969/.

Без использования дополнительных источников тепло- и холодоносителей оптимизация температурного режима рыбоводных хозяйств на теплых водах энергетических объектов возможна в пределах диапазона разницы температур на водозаборе и сбросе ТЭС или АЭС, которая обычно составляет 8-14°C. При нормальном режиме эксплуатации температура воды на сбросе обычно не превышает 40°C, а на водозаборе 33°C. В этом интервале оптимизация температурного режима достигается созданием бассейновых хозяйств с насосными станциями холодной и горячей воды, оборудованными камерой смешения, а в садковых хозяйствах перемещением садков в зону благоприятных для рыб температур.

Создание полносистемных осетровых и лососевых индустриальных хозяйств на теплых водах ТЭС и АЭС требует дополнительных мер по оптимизации температурного режима за счет дополнительного "отборного" тепла в зимний период и холодной артезианской воды летом для использования тепловых насосов.

Наибольший хозяйственный эффект получается при комплексной оптимизации технологических процессов как за счет регулирования температурного режима, так и за счет подбора соответствующих видов рыб. Такая комплексная система оптимизации разработана и внедрена в проект рыбоводного комплекса при Курской АЭС /Корнеев, Корнеева, Сарберов, 1966/. На рыбоводном комплексе при Курской АЭС в бассейнах регулировка температуры обеспечивает ста-

госприятные условия для круглогодичного культивирования карпа, а в садках, расположенных как в зоне сброса, так и у водозабора, предусмотрено выращивание рыб разной теплоустойчивости: осетровых, карпа, канального сома.

Одним из вариантов решения оптимизационной задачи является создание комбинированных хозяйств, где осетровых или лососевых осеменяют зимой и весной выращивают на теплых водах, а летом в хозяйствах с естественным температурным режимом.

В современных условиях оптимизация температурного режима индустриальных рыбоводных хозяйств облегчается и становится экономически более эффективной, благодаря применению оксигенации воды техническим кислородом, что позволяет в несколько раз уменьшить расход воды, а вместе с ним и расход тепло- или холодоносителей /Давровский, Капалин, Есавкин, Панов, 1987/.

5.2. Особенности биотехники индустриального выращивания осетровых

Первый опыт садкового выращивания осетровых на теплых водах был проведен в 1976 г. на Электрогорской опытной базе с целью выявления видов, наиболее пригодных для индустриальных хозяйств.

Были испытаны белуга, осетр, севрюга, стерлядь и бестер. Наиболее высокий темп роста и эффективное использование кормосмесей были отмечены у белуги и бестера. Наименее пригодной для индустриального выращивания оказалась севрюга.

Первоначально биотехника индустриального выращивания осетровых была разработана применительно к бестеру, однако в дальнейшем она оказалась пригодной также для стерляди и ленского осетра.

Многолетние опыты выращивания осетровых на теплых водах энергетических объектов показали, что бестер и ленский осетр выдерживают понижение температуры воды до 34-36°C, что может обеспечить возможность их круглогодичного выращивания на теплых водах, но не на всех ТЭС и АЭС и не в экстремально жаркие годы. Установлено, что благоприятным для роста осетровых является температурный интервал 15-25°C. При более высоких температурах отмечается резкое снижение темпа роста. Для наиболее полной реализации продуктивных возможностей осетровых специализиро-

ванные индустриальные рыбоводные предприятия должны круглогодично обеспечивать оптимальную температуру -20°C .

В связи с трудностями и неэффективностью завоза на тепловодные хозяйства подрощенной молоди осетровых, следует завозить неподрощенных личинок или получать их на месте. В этом случае должно быть обеспечено выращивание личинок на живых кормах - дафниях. Молодь, достигшую 300-500 мг, переводят на искусственно приготовленные кормосмеси, к которым при температуре воды 20°C и плотности посадки 500 шт/м² она обычно привыкает за 5-10 дней.

При кормлении осетровых могут использоваться гранулированные специальные или форелевые корма, а также пастообразные смеси, с включением местных кормовых ресурсов (кормовая рыба, селезенка и др.). В наших опытах в качестве базовой кормосмеси использовалось: рыбный фарш - 50%, рыбная мука - 12%, кровяная мука - 12%, мясокостная мука - 10%, кормовые дрожжи - 5%, фосфатиды - 8%, рыбий жир - 1%, премикс - 2%. Одним из важных условий эффективного кормления осетровых является консистенция корма. Гранулы не должны быть слишком плотными и жесткими, а пастообразный корм должен быть вязким, что предотвратит его размывание, особенно значительное при включении влагоемких компонентов (рыбный фарш). В качестве связующего компонента очень ценной является кровяная мука, включение которой повышает пищевую привлекательность корма (опсонин).

Обязательными компонентами кормосмесей являются кормовые дрожжи, рыбий жир, фосфатиды как комплексные витаминные добавки и источники ценных питательных веществ. Для обеспечения потребностей осетровых в витаминах необходимо включать витамин Е в количестве 30 мкг на 1 кг корма, что помимо улучшения физиологического состояния обеспечивает ускорение роста рыб. Витамин В₁₂ не оказывает ростостимулирующего действия, но включение его из расчета 60 мкг является профилактической мерой против анемии.

Содержание углеводов в кормосмесях для осетровых не должно превышать 20-25%. Увеличение их содержания до 40% приводит к резкому снижению эффективности использования кормов, несмотря на полноценность белковой части рациона.

Нормирование кормления осетровых должно проводиться с учетом их массы, температуры воды и состава кормосмесей. Ориентировочно при оптимальных температурах суточная норма кормления

(в % массы тела) составляет: сеголетки - 10-40%, двухлетки - 10-15%, трехлетки - 5-10%, четырехлетки - 3-5%. Для годовиков норма кормления в зависимости от температуры: 4-8°C - 2-3%, 8-10°C - 5%, 12-18°C - 10%. При температуре воды ниже 9°C наиболее эффективно однократное кормление, при более высокой - двухкратное.

Расход корма (в сухой массе) при оптимальных температурах (15-25°C) на единицу прироста составляет для сеголетков 1,4-2,7, для двухлетков 1,7-2,4, для трехлетков 2,8-3,8, для четырехлетков 3,0-4,3.

Установлены оптимальные для садковых хозяйств плотности посадки осетровых: личинки - 500-1000 шт/м², сеголетки - 200 шт/м², двухлетки - 50-100 шт/м², трехлетки - 20-50 шт/м².

При садковом выращивании на теплых водах в условиях нерегулируемого температурного режима осетровые достигают средней штучной массы на первом году 60 г, на втором - 450 г, на третьем - 1500 г. В системах с регулируемым температурным режимом охлаждается ускорение темпа роста в 3 раза и более.

5.3. Особенности биотехники выращивания угря

Угорь - деликатесная теплолюбивая рыба, успешно выращиваемая на теплых водах в ГДР, Японии, Франции и ФРГ. В оптимальных условиях он за год достигает штучной массы 250 г, тогда как в естественных условиях всего 2-5 г. При высоких плотностях посадки угорь растет лучше, чем при разреженных, обеспечивая рыбопродуктивность 100 кг/м² и более.

На Электрогорской базе проводились опыты по выращиванию европейского угря, завезенного личинками из Франции. Установлено, что для молоди оптимальной является температура 20-23°C, а для более старших возрастов - 20-28°C. Угри выдерживают повышенные температуры до 30-32°C, а при температурах ниже 10°C не питаются. Биотехника выращивания угря хорошо разработана в Японии и европейских странах, но эта технология неприменима в СССР.

Опыты, проведенные на Электрогорской базе показали, что угря необходимо выращивать в бассейнах. В садках из нержавеющей сетки (капронная дель не годится) можно выращивать лишь угрей штучной массой более 5 г, когда становится возможно применение сеток с ячей 3 мм и более, поскольку более мелкие сет-

ки быстро забиваются грязью и не обеспечивают водообмен. Садки и бассейны должны быть оборудованы специальными укрытиями для рыб. В наших опытах наилучшими укрытиями оказались связки из коротких полиэтиленовых труб небольшого диаметра.

Установлено, что применительно к условиям нашей страны стекловидного угря можно выращивать, используя в качестве корма мороженую икру (кормовой коэффициент при этом равен 6-10) или мороженую селезенку, которой требуется 7-12 кг на 1 кг прироста угря. Более крупных угрей можно кормить тестообразными кормами, размешая их чуть выше уровня воды, а также рубленой рыбой. Кормление можно упростить, если свежую или вареную рыбу целиком подвешивать на проволоке в садках или бассейнах. В этом случае угри хорошо выедают мягкие ткани рыб при минимальных потерях корма. Кормить угря можно и форелевыми кормами. Товарной массы 200 г угорь в нерегулируемых условиях достигает за 2 года.

Отсутствие собственного посадочного материала, возрастающий дефицит личинок угря на международном рынке не позволяют рассчитывать на развитие в СССР товарного индустриального выращивания крупного рыбопосадочного материала средней массой 8-50 г, предназначенного для зарыбления озер и водохранилищ. В этом случае для выращивания угрей требуется 8-12 мес.

При выращивании на теплых водах энергетических объектов должно быть исключено попадание угрей в водоем-охладитель, где они быстро вырастают, а достигнув покатной стадии концентрируются в зоне водозабора, проникают в охладительную систему, засоряя трубки конденсаторов. В настоящее время угроза аварийных ситуаций заставляет воздерживаться от выращивания угря на базе объектов с водоемами-охладителями.

5.4. Особенности биотехники выращивания декоративных рыб

Активизация социальной политики в нашей стране способствовала развитию декоративной аквакультуры для зон психологической разгрузки и рекреационных объектов. На Электрогорской опытной базе на протяжении 20 лет проводится селекционная работа и разрабатывается индустриальная технология воспроизводства и выращивания декоративных рыб отечественной селекции на основе

японских карпов-хромистов "кои" и золотых рыбок. Декоративные карпы отечественной селекции имеют внешний вид "кои", но выгодно отличаются от них высокой холодоустойчивостью. Использование теплых вод обеспечивает ускорение появления декоративной окраски рыб в возрасте 1-2 месяцев. Декоративные рыбы, выращенные в садках, отличаются от рыб, выращиваемых в закрытых помещениях, особенно яркой окраской. Биотехника выращивания карпа и декоративных рыб близки, но в последнем случае применяются специфические кормовые добавки, обеспечивающие усиление интенсивности окраски рыб.

Заключение и общие выводы

На большей части территории СССР уровень интенсификации рыбоводства лимитируется недостатком тепла. Наличие значительных ресурсов сбросных подогретых вод, энергетический потенциал которых оценивается величиной порядка 1 млрд. т. у. т в год обеспечивает благоприятные возможности развития в нашей стране рыбоводства на теплых водах.

Одним из наиболее перспективных объектов массового культивирования на теплых водах является карп, отличающийся простотой круглогодичного воспроизводства в заводских условиях, высоким темпом роста, эффективным использованием кормов в условиях высоких плотностей посадки, что обеспечивает выход рыбопродукции 100-300 кг/м³. Все это в сочетании с уникальной способностью расти на кормосмесях, содержащих значительное количество белков растительного и микробного происхождения, делает карпа по настоящему "рыбой будущего".

Рыбохозяйственное использование теплых вод не ограничивается созданием садковых и бассейновых карповых хозяйств. Рыбопитомники индустриального типа и зимовальные комплексы на теплых водах могут содействовать технологической революции в прудовом рыбоводстве и обеспечить потребности внутренних водоемов в крупном рыбопосадочном материале. Одним из наиболее перспективных направлений является создание полностью автоматизированных хозяйств по выращиванию в водоемах-охладителях растительноядных рыб, обеспечивающих не только получение товарной продукции, но и биологическую мелиорацию. Индустриальное культивирование на

теплых водах осетровых, лососевых, а также других ценных видов рыб и беспозвоночных может способствовать значительному увеличению производства деликатесной продукции. Наиболее полное использование производственных возможностей осетровых, лососевых, а также реализация полициклической технологии воспроизводства и выращивания карпа требуют создания нового поколения индустриальных рыбоводных хозяйств на теплых водах - оптимизированных рыбоводных систем.

Выполненные исследования и производственный опыт показали важность и перспективность нового направления современной аквакультуры - индустриального рыбводства на теплых водах.

Внедрение разработанных технологий и нормативов позволило впервые в СССР приступить к промышленному выращиванию карпа на теплых водах, определить потенциальные возможности и перспективы рыбохозяйственного использования теплых вод.

В настоящее время на теплых водах в СССР выращивается около 30 тыс. т. товарного карпа при средней рыбопродуктивности 100 кг/м^2 , производится около 70 млн. шт крупного рыбопосадочного материала. Мощность зимовальных хозяйств на теплых водах составляет 80 млн. шт в год. Потенциальные возможности развития рыбводства на теплых водах в СССР оцениваются в 150-200 тыс. т товарной рыбы в год.

ВЫВОДЫ

I. Определены адаптационные возможности карпа, осетровых, угря и декоративных рыб к ненаблюдаемым в естественных водоемах высоким температурам. Изучено влияние температур на рост рыб, эффективность использования ими корма. Определены зоны оптимальных температур при выращивании рыб различных видов и возрастов в условиях индустриальных хозяйств: для личинок карпа - $30-32^{\circ}\text{C}$, для сеголеток и товарного карпа - $28-30^{\circ}\text{C}$. Температурный оптимум различен для процессов белкового синтеза карпа ($27-29^{\circ}\text{C}$) и жиронакопления ($32-35^{\circ}$). Он изменяется в зависимости от качественного состава рационов. При выращивании карпа на низкобелковых рационах оптимальные температуры - $26-27^{\circ}\text{C}$, на высокобелковых - $27-29^{\circ}\text{C}$.

Выращивание осетровых на теплых водах целесообразно при температурах воды 15–25°C. Для бестера и ленского осетра оптимальными являются температуры 20–22°C. При повышении температуры воды свыше 25°C рост рыб резко замедляется, а при 34–35°C начинается их гибель.

Выращивание угря на теплых водах эффективно при 20–28°C. При температурах воды ниже 14°C и выше 23°C кормление угря в промышленных хозяйствах малоэффективно.

2. Выявлено неизвестное ранее решающее влияние температурного фактора на эффективность использования карпом искусственно приготовленных кормовых смесей при практическом отсутствии естественных кормов. Выращивание карпа в садках и бассейнах при температуре воды ниже 23°C нецелесообразно. Изменение температуры на 3°C в зоне, близкой к оптимальной, повышает или понижает эффективность использования корма в 2 раза.

3. Изучены потребности карпа, осетровых, угря и декоративных рыб в основных питательных веществах. Разработаны основные принципы составления рационов для выращивания этих видов на разных этапах онтогенеза в промышленных хозяйствах на теплых водах.

Экспериментально доказана возможность выращивания карпа при практическом отсутствии естественной кормовой базы на искусственно приготовленных кормосмесях. Экспериментально обоснована целесообразность использования живых кормов на первом этапе подраживания личинок карпа.

Установлена принципиальная возможность выращивания карпа в садках на кормосмеси из растительных продуктов. Определен рациональный уровень использования животных продуктов – 10–15% в кормах для выращивания товарного карпа на теплых водах.

Доказана принципиальная возможность выращивания товарного карпа на кормосмесях, состоящих преимущественно из продуктов растительного и микробиологического происхождения (кормовых дрожжей). Установлен оптимальный уровень кормовых дрожжей – 40% в кормосмесях для выращивания товарного карпа на теплых водах.

Разработана многоэтапная схема кормления карпа в промышленных хозяйствах на теплых водах, при которой карпы, достигшие массы 300 г переводятся на зерновую смесь, обогащенную 4% кормовых дрожжей.

4. Экспериментально обоснованы элементы технологии кормления рыб в индустриальных хозяйствах. Установлено, что применение многократного кормления позволяет повысить эффективность использования корма карпом в 2 раза (по сравнению с однократным). Показано, что при использовании крупного рыбопосадочного материала, выращенного на теплых водах, только за счет сокращения суточных рационов можно снизить затраты корма при выращивании товарного карпа в 2 раза.

5. Разработаны технологии и рыбоводно-биологические нормы индустриального разведения карпа на теплых водах, обеспечивающие выход рыбопродукции 100 кг/м^2 и более, охватывающие все этапы технологического цикла и основные направления индустриального рыбоводства на теплых водах: садки, бассейны, рыбопитомники, включая комплексы с традиционным прудовым рыбоводством.

Экспериментально обоснованы оптимальные плотности посадки рыб на разных этапах технологического цикла, интенсивность водообмена, другие биотехнические и конструктивные элементы, обеспечивающие получение впервые в СССР выход рыбопродукции 160 кг/м^2 .

6. Выявлено специфическое воздействие температурного режима на созревание производителей карпа. Повышение температуры воды свыше 23°C может нарушить нормальное развитие гонад и привести к стерильности самок. Показана возможность получения молоди карпа в различные календарные сроки и повторного получения молоди от одних и тех же производителей в течение года. Установлено, что для получения молоди карпа в заранее заданные сроки при полициклической технологической схеме необходимо на протяжении 30 дней в бассейнах, где содержатся самки снизить температуру воды до 14°C и ниже.

7. Разработана технология ускоренного (за 2 года) выращивания полноценных производителей карпа в индустриальных хозяйствах на теплых водах. Установлено, что жизнестойкое потомство дает даже впервые созревающие производители, однако наилучшие рыбоводные показатели при использовании самок карпа в возрасте 5 лет.

8. Научно обоснована возможность, разработаны технологии и нормы садкового и бассейнового выращивания молоди карпа

от производителей, выращенных на теплых водах. Показано, что использование крупного рыбопосадочного материала, выращенного на теплых водах позволяет снизить затраты корма при выращивании товарного карпа в 2 раза.

Разработана и прошла производственную проверку технология использования ранней молоди карпа в прудовых хозяйствах с естественным температурным режимом, обеспечивающая выращивание сеголеток в 2 раза крупнее стандартных или удвоение рыбопродуктивности прудов при выращивании стандартных сеголеток.

Впервые осуществлено выращивание на теплых водах товарных сеголеток карпа из личинок, полученных в январе.

9. Изучена эффективность культивирования в индустриальных хозяйствах на теплых водах различных форм карпа. Наиболее перспективными в этих условиях оказались гибриды первого поколения немецкого карпа х японского карпа-хромиста "кэи", отличающиеся одомашненностью и устойчивостью к технологическим стрессам.

10. На десяти поколениях карпа проведено изучение отдаленных последствий индустриального культивирования на качество его потомства. Отклонений в росте и развитии рыб не выявлено.

11. Установлено, что карпы, выращенные в индустриальных хозяйствах на теплых водах, выгодно отличаются от прудовых карпов по пищевой ценности за счет повышенного содержания сухого вещества и сжирого протеина. Содержание жира в теле карпов изменяется в зависимости от условий выращивания, что создает предпосылки выращивания товарной продукции с заранее заданными диетическими свойствами.

12. Изучено влияние органических отходов рыбоводных предприятий индустриального типа на водосмы-охладители. Установлен показатель предельной мощности садковых хозяйств в зависимости от площади водосмыв-охладителей. Для предотвращения негативного влияния индустриальных хозяйств на качество воды в водосмыв-охладителях соотношение их площадей не должно превышать 1:1000 при выходе рыбопродукции 100 кг/м².

Практические рекомендации

В современных условиях развитии рыбоводства и повышение его эффективности в СССР должно базироваться на опережающих темпах рыбохозяйственного использования сбросных вод промышленных и энергетических объектов.

Обеспечение рационального использования сбросного тепла в народном хозяйстве требует незамедлительного учета всех тепловодных ресурсов и разработки комплексной межведомственной генеральной схемы использования сбросного тепла промышленных и энергетических объектов в рыбном хозяйстве на период до 2000 г. и перспективу до 2010 г.

Наряду с садковыми и бассейновыми хозяйствами одним из наиболее эффективных путей рыбохозяйственного использования теплых вод энергетических и промышленных объектов является создание рыбободных комплексов, включающих рыбопитомники и зимовальные участки, а также прудовые и озерные товарные хозяйства с естественным температурным режимом. Использование теплых вод может обеспечить снабжение внутренних водоемов крупным рыбопосадочным материалом, что существенно повысит их рыбохозяйственный потенциал.

Практические рекомендации, изложенные в вошедших в диссертацию публикациях, рекомендациях, нормативах, охватывают все этапы индустриальной технологии разведения и выращивания карпа, а также товарного выращивания на теплых водах осетровых, угря и декоративных рыб.

Основным объектом индустриального рыбободства на теплых водах в СССР в настоящее время является карп. Повышение эффективности индустриального выращивания карпа должно осуществляться в рамках программы оптимизации и кормосбережения, которая предусматривает:

- оптимизацию абиотических факторов (температура, содержание кислорода, метаболитов и др.);
- культивирование наиболее продуктивных в условиях индустриальных хозяйств форм карпа, например, гибридов немецкого карпа с японским карпом-хромистом "кои";
- использование крупного рыбопосадочного материала, выращенного на теплых водах, что позволяет повысить эффективность использования корма в 2 раза;
- применение белоксберегающей технологии: сведение до минимума использования протеина на энергетические траты, ограничение содержания продуктов животного происхождения в кормосмесях для товарного карпа уровнем 10-15%, применение в этих кормосмесях до 40% продуктов микробиологического синтеза (кормовых дрожжей);
- применение многоэтапной схемы кормления, при которой

карпы, достигшие массы 300 г переводятся на зерновую кормо- смесь, обогащенную 4% кормовых дрожжей.

В настоящее время наиболее эффективно использование теплых вод для производства крупного рыбосадочного материала с про- ведением раннего нереста и организацией зимнего выращивания.

Важнейшим направлением повышения эффективности рыбоводст- ва на теплых водах является освоение культивирования новых вы- сокоценных объектов и в первую очередь осетровых, путем созда- ния оптимизированных рыбоводных систем с регулируемым темпера- турным режимом или комбинированных хозяйства, использующих как теплые, так и природные воды.

Развитие рыбоводства на теплых водах не должно создавать сложностей в работе охлаждательных систем энергетических объектов. В этой связи необходимо отказаться от выращивания угря, который способен нарушить работу охлаждательных систем ТЭС :: АЭС, прони- кающая в них через водозабор.

Для предотвращения негативного влияния индустриальных ры- боводных хозяйств на качество воды в водоемах-охладителях ТЭС и АЭС площадь садковых хозяйств при рыбопродуктивности 100 кг/м.² не должна превышать 0,1% площади охладителя.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ ПО ДИССЕРТАЦИИ

1. Пескова О.Д., Корнеев А.Н. Опыт выращивания товарного карпа при уплотненных посадках. Рыбное хозяйство. М., 1960, 20 с.
2. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А. Некоторые вопросы садкового выращивания зеркального карпа в условиях Грузии. Труды I научно- го совещания по изучению и рыбохозяйственному использованию внутренних водоемов Грузии. Батуми, 1963, с.128-138.
3. Корнеева Л.А., Корнеев А.Н. Энергетический и пластиче- ский обмен зеркального карпа при выращивании на искусственных кормах. Труды I научного совещания, посвященного изучению и ры- бохозяйственному использованию внутренних водоемов Грузии. Батуми, 1963, с.139-147.
4. Корнеев А.Н. Влияние состава кормов на рост и обмен ве- щества карпа при выращивании в садках. Труды ВНИИРХ, 1963, т.ХII, с.127-138.
5. Корнеев А.Н. Влияние плотности посадки на рост карпов в садках. Об. научн.-тех. информации ВНИИРХ, 1964, вып. II, с.25-32.

6. Корнеев А.Н. Садковое выращивание товарного карпа в термальных водоемах. "Рыбоводство и рыболовство", 1965, № 4, с.9-10.

7. Корнеева Л.А., Корнеев А.Н. Влияние разнокачественных рационов на аминокислотный состав карпа. Сб. научн.-тех.информ. ВНИРО, 1965, вып.10, с.16-25.

8. Корнеев А.Н. Опыт садкового выращивания карпа на субтермальных водоемах. Пищепромиздат, М., 1967, 39 с.

9. Грибанов Л.В., Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Пронин Г.М. Некоторые вопросы биотехники и кормления карпа при садковом выращивании на термальных водах. Тр.ВНИИРХ, 1967, т.ХУ, с.8-19.

10. Федорченко В.И., Корнеева Л.А., Корнеев А.Н. Гистологическая характеристика гонад самок карпов, выращиваемых в садках на субтермальных водоемах. Сб. научн.-тех.информ. ВНИРО, 1967, вып.11, с.19-26.

11. Корнеев А.Н. Пути развития рыбоводства на теплых водах. "Прудовое рыбоводство СССР". Материалы Всесоюзного совещания по прудовому рыбоводству. ВНИИРХ, ВНИРО, М., 1968, с.120-124.

12. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Титарева Л.Н. Первый опыт получения потомства карпа в садках на теплых водах. В кн. "Прудовое рыбоводство СССР". Материалы Всесоюзного совещания по прудовому рыбоводству. ВНИИРХ, ВНИРО. М., 1968, с.164-171.

13. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Титарева Л.Н. В садках на теплых водах. "Рыбоводство и рыболовство", 1968, № 2, с.6-7.

14. Корнеев А.Н. /псевдоним К.Александров/ Круглый год лето. "Рыбоводство и рыболовство", 1968, № 2, с.38.

15. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А. Выращивание товарного карпа в сетчатых садках на водоемах-охладителях тепловых электростанций. ВНИИРХ, М., 1968, 31 с.

16. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А. О протеиновом питании карпа. Тез.докл. Всесоюзного совещания по теоретическим основам кормления рыб. ВАСХНИЛ. М., 1968, с.8-9.

17. Корнеев А.Н. Использование фосфатидов при садковом выращивании товарного карпа в субтермальных водоемах. Сб. "Прудовое рыбоводство", ВНИИРХ, ВНИРО, 1969, с.190-195.

18. Корнеев А.Н. Опыт использования синтетических аминокислот (метионина и лизина) при кормлении карпа в садках. Сб. по прудовому рыбоводству. ВНИИРХ, ВНИРО, М., 1969, с.190-201.

19. Корнеев А.Н., Докукина К.Н., Корнеева Л.А. Результаты

спитов по зимовке карпов в садках на водоемах-охладителях тепловых электростанций. Сб. по прудовому рыбоводству. ВНИИРХ, ВНИРО, 1969, с.172-178.

20. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Титарева Л.Н. Раннее получение молоди карпа заводским методом с использованием теплых промышленных вод. В сб. по прудовому рыбоводству. ВНИИРХ, ВНИРО, 1969, с.185-189.

21. Корнеев А.Н. Пути повышения эффективности карповых откормочных хозяйств и перспективы использования теплых промышленных вод. Рыбохозяйственное использование теплых промышленных вод. Информационный сборник МРХ СССР, вып.1, 1969, с.1-22.

22. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Титарева Л.Н. Рост седелетков карпа различных генотипов при выращивании в садках на теплых водах. Сб. "Рыбоводство на теплых водах СССР и за рубежом". ВНИРО, М., 1969, с.115-124.

23. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Петрова Т.Г. Первый опыт выращивания гибридов (белуга х стерлядь) в сетчатых садках на теплых водах. Сб. "Рыбоводство на теплых водах СССР и за рубежом". ВНИРО, М., 1969, с.115-124.

24. Богатова И.Б., Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Титарева Л.Н. Выращивание в прудах молоди карпа от раннего нереста. Сб. "Рыбоводство на теплых водах в СССР и за рубежом". ВНИРО, 1969, с.49-57.

25. Корнеев А.Н. Эффективность гранулированных кормов при выращивании товарного карпа в садках на субтермальных водоемах. Сб. "Рыбоводство на теплых водах в СССР и за рубежом", ВНИРО, М., 1969, с.43-45.

26. Корнеев А.Н. Биологические предпосылки рыбохозяйственного использования теплых промышленных вод. Сб. "Рыбоводство на теплых водах в СССР и за рубежом". ВНИРО, М., 1969, с.3-20.

27. Корнеев А.Н. Достижения зарубежной науки в области рыбоводства на теплых водах. Сб. "Рыбоводство на теплых водах. Сб. "Рыбоводство на теплых водах в СССР и за рубежом", ВНИРО, М., 1969, с.215-224.

28. Федорченко В.И., Корнеева Л.А., Корнеев А.Н. Динамика химического состава гонад самок карпа в процессе созревания при выращивании в садках на теплых водах и в прудах. Сб. "Рыбоводство на теплых водах в СССР и за рубежом", ВНИРО, М., 1969, с.88-97.

29. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Добова В.П. О влиянии интенсивного откорма карпа в садках на гидрохимический режим водоемов-охладителей ГРЭС. Сб. "Рыбоводство на теплых водах в СССР и за рубежом", ВНИРО, М., 1969, с.173-179.

30. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Марченко Н.И. Эффективность различных доз фосфатидов в рационах товарного карпа при садковом выращивании на водоемах-охладителях ГРЭС. Сб. "Рыбоводство на теплых водах в СССР и за рубежом". ВНИРО, М., 1969, с.45-49.

31. Корнеев А.Н. Выращивание товарного карпа в сетчатых садках, установленных в водоемах-охладителях тепловых электростанций. Сб.научн.-техн.информ. КрасНИРХ, 1969, вып.1, с.66-70.

32. Корнеев А.Н., Титарева Л.Н., Корнеева Л.А. Результаты опытов по испытанию производителей карпа, выращенных в садках. Сб.научно-исследовательских работ по прудовому рыбоводству, ВНИИРХ, М., 1970, вып.4, с.9-15.

33. Корнеев А.Н., Титарева Л.Н., Корнеева Л.А. Влияние плотности посадки на рост и выживание личинок карпа при выращивании в садках. Сб.научных трудов ВНИИРХ "Прудовое рыбоводство", 1970, вып.4, с.16-30.

34. Грибанов Л.В., Корнеев А.Н., Корнеева Л.А. Перспективы рыбохозяйственного использования водоемов-охладителей тепловых электростанций. Тр. ВНИИРХ, М., 1971, т.ХП, с.123-130.

35. Корнеева Л.А., Корнеев А.Н. Некоторые особенности общего обмена у двухлетних карпов при садковом выращивании на теплых водах. Тр. ВНИИРХ, М., 1971, т.ХП, с.220-224.

36. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А. Опыт дальнейшего увеличения плотности посадки карпа при выращивании в сетчатых садках без принудительной проточности на водоемах-охладителях тепловых электростанций. Тр. ВНИИРХ, М., 1971, т.ХІХ, с.53-59.

37. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Хлыщева В.П. О росте различных форм карпа при садковом выращивании на теплых водах. Сб.научн.трудов "Вопросы прудового рыбоводства", ВНИИРХ, М., 1971, вып.7, с.69-81.

38. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Ястребова О.Н. К вопросу о возможности сокращения затрат протеина при садковом выращивании карпа. Сб.научн.трудов ВНИИРХ "Вопросы прудового ры-

ководства", 1971, вып.7, с.59-68.

39. Корнеева Л.А., Эрман Е.З., Корнеев А.Н. Влияние качественного состава рационов на эффективность его использования при выращивании в садках двухлетнего карпа. Сб.научн.трудов ВНИИПРХ "Индустриальные методы рыбоводства", М., 1972, вып.1, с.89-96.

40. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Эрман Е.З. К вопросу о возможности включения отрубей в рацион для товарного карпа при садковом выращивании. Сб.научн.трудов ВНИИПРХ "Индустриальные методы рыбоводства", М., 1972, вып.1, с.80-87.

41. Корнеев А.Н., Докукина К.Н., Корнеева Л.А. Влияние температурного фактора на пищеварение карпа при индустриальных методах выращивания. Сб.научн.трудов ВНИИПРХ "Индустриальные методы рыбоводства", М., 1972, вып.1, с.105-114.

42. Корнеева Л.А., Титарева Л.Н., Корнеев А.Н. Испытание эффективности различных кормосмесей при подращивании личинок карпа в садках на теплых водах ГРЭС. Сб.научн.трудов ВНИИПРХ "Индустриальные методы рыбоводства", М., 1972, вып.1, с.60-66.

43. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Ястребова О.Н. Опыт бассейнового выращивания товарного карпа на теплых водах ГРЭС. Сб.научн.трудов ВНИИПРХ "Индустриальные методы рыбоводства". М., 1972, вып.1, с.115-121.

44. Корнеев А.Н., Докукина К.Н., Корнеева Л.А. Данные по интенсивности пищеварительной активности ферментов карпа в зависимости от температуры. Тез. докл. Всесоюзной конференции по экологической физиологии рыб. М., 1978, с.176-177.

45. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Ильина Л.М. Современное состояние рыбохозяйственного использования теплых вод в СССР и за рубежом. Сб.обзоров и переводов зарубежной литературы ВНИИПРХ, М., 1973, с.48-60.

46. Корнеева Л.А., Корнеев А.Н., Фарберов В.Г. Определение оптимальных температурных параметров для выращивания личинок карпа в условиях регулируемого температурного режима. Сб.научн.трудов ВНИИПРХ "Индустриальные методы рыбоводства", М., 1974, вып.3, с.86-92.

47. Яковенко Е.А., Корнеева Л.А., Корнеев А.Н. К вопросу о физиологическом значении естественного живого корма при выращивании личинок карпа в условиях индустриальных хозяйств. Сб.научн.трудов ВНИИПРХ "Индустриальные методы рыбоводства",

М., 1974, вып.3; с.106-112.

48. Корнеева Л.А., Корнеев А.Н., Эрман Е.З. О возможности использования белковых продуктов микробиологического синтеза при индустриальных методах откорма двухлетнего карпа. Сб.научн. трудов ВНИИРХ "Индустриальные методы рыбоводства". М., 1974, вып.3, с.144-152.

49. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Титарева Л.Н. Инструкция по получению и выращиванию молоди карпа с использованием теплых вод электростанций. ВНИИРХ, М., 1974, 18 с.

50. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А. Биотехника выращивания производителей карпа на теплых водах. Тез.докл. Всесоюзного совещания по рыбохозяйственному использованию теплых вод энергетических объектов. М., 1975, с.17-19.

51. Корнеев А.Н. Повышение эффективности прудового рыбводства в условиях кооперации с рыбодельными предприятиями на теплых водах. Тез. докл. Всесоюзного совещания по рыбохозяйственному использованию теплых вод энергетических объектов. М., 1975, с.75-77.

52. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Фарберов В.Г. К вопросу о нормировании водопотребления при бассейновом выращивании товарного карпа на теплых водах. Тезисы докл. Всесоюзного совещания по рыбохозяйственному использованию теплых вод энергетических объектов. М., 1975, с.66-68.

53. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Петрова Т.Г. Оптимизация условий выращивания бестера в хозяйствах индустриального типа. Тезисы докл. Всесоюзного совещания по рыбохозяйственному использованию теплых вод энергетических объектов. М., 1975, с.106-109.

54. Анисимов И.М., Богатырев Н.И., Кривошеева Г.С., Корнеев А.Н. Результаты работы рыбхоза "Черепетский" и перспективы дальнейшего совершенствования биотехники садкового выращивания товарного карпа. Тезисы докл. Всесоюзного совещания по рыбохозяйственному использованию теплых вод энергетических объектов. М., 1975, с.77-80.

55. Дикуншикова Ф.С., Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Фарберов В.Г. К вопросу оптимизации температурного режима при выращивании карпа индустриальными методами. Труды ВНИИРХ, М., т.26 "Индустриальные методы рыбводства", 1976, с.19-20.

56. Корнеев А.Н., Эрман Е.З., Корнеева Л.А. Об избирательности потребления карпом искусственных кормов при индустриальных методах выращивания на теплых водах. Труды ВНИИРХ, т.26 "Индустриальные методы рыбоводства", М., 1976, с.63-67.

57. Корнеев А.Н. Индустриальные методы рыбоводства. Сб. "Рыбоводство СССР", ЦНИИТЭИРХ, М., 1977, с.47-53.

58. Никольский Г.В., Веригин Б.В., Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Новоженкин Н.П., Фарберов В.Г. Современное состояние и перспективы рыбоводства на теплых водах. В кн. "Биологические ресурсы внутренних водоемов СССР", Наука.: М., 1979, с.125-138.

59. Корнеев А.Н., Буховец В.Е. Некоторые сиотехнические параметры выращивания личинок карпа в бассейнах. Тезисы докл. II Всесоюзного совещания по использованию теплых вод ТЭС и АЭС для рыбного хозяйства. М., 1980, с.50.

60. Корнеев А.Н. Биологические аспекты рыбохозяйственного использования теплых вод энергетических объектов. Тезисы докл. II Всесоюзного совещания по использованию теплых вод ТЭС и АЭС для рыбного хозяйства. М., 1980, с.53-55.

61. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А. Оптимизация условий выращивания карпа в индустриальных рыбоводных хозяйствах. Тезисы докл. II Всесоюзного совещания по использованию теплых вод ТЭС и АЭС для рыбного хозяйства. М., 1980, с.55-56.

62. Корнеев А.Н., Фарберов В.Г., Корнеева Л.А. К вопросу о комплексном использовании природных ресурсов при создании водохранилищ тепловых и атомных электростанций. Мат. конференции и совещаний по гидротехнике "Влияние водохранилищ ТЭС на хозяйственные объекты и природную среду". Д.: Энергия, 1980, с.39-42.

63. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А. Рыбохозяйственное использование теплых вод ТЭС и АЭС. Тезисы докл. Всесоюзной конференции "Энергетика и окружающая среда", Минск, 1980, с.63-64.

64. Корнеев А.Н. Разведение карпа и других видов рыб на теплых водах. Легкая и пищевая промышленность. М., 1982, 150 с.

65. Корнеев А.Н. Результаты исследований рыбохозяйственного использования теплых вод в практике отечественного и зарубежного проектирования. Сб.науч.трудов Гидропроекта, вып.80 "Исследования и мероприятия, направленные на сохранение запасов промысловых рыб в условиях строительства и эксплуатации гидротехнических объектов", М., 1982, с.47-55.

66. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Семенов В.М., Фарберов В.Г. Эколого-продукционная концепция использования сбросного тепла ТЭС и АЭС. Сб. научн. трудов Гидропроекта "Гидравлические исследования в энергетике и водном хозяйстве", М., 1983, вып. 91, с. 144-159.

67. Фарберов В.Г., Семенов В.М., Корнеев А.Н., Корнеева Л.А. Основные принципы создания энергобиологических комплексов. Сб. научн. трудов Гидропроекта, вып. 101 "Вопросы экологии, рыбного хозяйства и создания энергобиологических комплексов при строительстве и эксплуатации энергетических объектов", М., 1985, с. 81-84.

68. Косолапов Л.А., Фарберов В.Г., Семенов В.М., Корнеев А.Н., Корнеева Л.А. Экономическая эффективность утилизации теплых вод энергетических объектов. Сб. научн. тр. Гидропроекта, вып. 101. "Вопросы экологии, рыбного хозяйства и создания энергобиологических комплексов при строительстве и эксплуатации энергетических объектов", М., 1985, с. 85-89.

69. Корнеев А.Н. Рыбоводные хозяйства как элемент энергобиологического комплекса. Сб. научн. тр. Гидропроекта, вып. 116, "Научное обоснование разработки энергобиологических комплексов", М., 1986, с. 51-57.

70. Горев Ф.С., Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Новожилин Н.П., Фарберов В.Г. Современное состояние и перспективы развития рыбководства на теплых водах энергетических объектов в СССР. Тезисы докл. III Всесоюзного совещания по рыбохозяйственному использованию теплых вод. М., 1986, с. 36-38.

71. Корнеев А.Н. Технологические аспекты оптимизации рыбководных систем. Тезисы докл. III Всесоюзного совещания по рыбохозяйственному использованию теплых вод. М., 1986, с. 85-86.

72. Корнеева Л.А., Корнеев А.Н. Двухлинейное разведение харпа для промышленных рыбководных хозяйств на теплых водах энергетических объектов. Тезисы докл. III Всесоюзного совещания по рыбохозяйственному использованию теплых вод. М., 1986, с. 87-88.

73. Фарберов В.Г., Корнеев А.Н., Корнеева Л.А. Направленное формирование икhtiофауны водоемов-охладителей энергетических объектов. Тез. докл. III Всес. совещ. по рыбохозяйственному использованию теплых вод. М., 1986, с. 178-180.

74. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Фарберов В.Г., Кривцов В., Даченко А.Д. Результаты обнадёживания. "Рыбоводство", 1986, № 2, с. 12-13.

75. Корнеева Л.А., Корнеев А.Н., Фарберов В.Г. Декоративная аквакультура на индустриальной основе. Тезисы доклада I Всесоюзного совещания по проблемам зоокультуры. Часть II, М., 1986, с.210-212.

76. Корнеев А.Н., Корнеева Л.А., Фарберов В.Г. Индустриальное рыбководство - новые возможности и проблемы. Тезисы докл. I Всесоюзного совещания по проблемам зоокультуры, часть III, М., 1986, с.34-36.

77. L.V.Gribanov, A.N.Korneev and L.A.Korneeva Use of thermal waters for commercial production of carps in floats in the U.S.S.R. - FAO Fish Repts. 1968, N 4, 218-226.

78. A.N.Korneyev and L.A.Korneyeva Establishment of fish farms on Subthermal Reservoirs. Seminar On The Ecologi and Fisheries Of Freshwater Reservoirs. Abstracts of Papers. India, New Delhi; 1969, 14-15.

А.Н. Корнеев