

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР
МОСКОВСКАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ имени К. А. ТИМИРЯЗЕВА

#-26964

На правах рукописи

ПРИВЕЗЕНЦЕВ Юрий Алексеевич,
кандидат биологических наук, доцент

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ВОСПРОИЗВОДСТВА РЫБЫ
В ТЕРМАЛЬНЫХ ВОДОЕМАХ**

06.02.04 — частная зоотехния; технология производства
продуктов животноводства

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

МОСКВА — 1981

31

Рыбы - Разведение

Работа выполнена на кафедре прудового рыбоводства Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук А. Ф. Каревич; доктор биологических наук Б. В. Кошелев; доктор сельскохозяйственных наук А. В. Орлов.

Ведущее предприятие — Северный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт рыбного хозяйства.

Защита диссертации состоится «21» декабря 1981 г. в «15» часов на заседании Специализированного совета Д. 120.35.05 при Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева.

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

С диссертацией можно ознакомиться в ЦИР ТСХА.

Автореферат разослан «15» ноября 1981 г.

Ученый секретарь
Специализированного совета,
доцент



- В. А. Александров

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 гг. и на период до 1990 года», принятых на XXVI съезде КПСС, указано на необходимость нарастающими темпами развивать производство рыбы в прудовых, садковых, озерных и других рыбноводных хозяйствах, обеспечить рост производства продукции в этих хозяйствах в 1,8—2 раза.

Важным резервом увеличения производства рыбы является использование в этих целях теплых вод (геотермальных источников, водоемов субтропиков, сбросных вод тепловых электростанций), ресурсы которых в нашей стране огромны. Сбросные воды электростанций представляют особый интерес для рыбоводства. Площадь водоемов-охладителей в настоящее время превышает 200 тыс. га. К 1990 г. по сравнению с 1980 г. сброс теплой воды увеличится в 5 раз (Милютин, 1975; Грибанов, 1976). Разведение рыбы в промышленных и природных теплых водах следует считать одним из перспективных направлений современного рыбоводства, открывающим новые возможности для интенсификации отрасли, перевода ее на промышленную основу. Увеличение производства рыбы за счет рационального рыбохозяйственного использования теплых вод является важной народнохозяйственной задачей.

К настоящему времени накоплен определенный теоретический и экспериментальный материал по отдельным аспектам рыбоводства в термальных водах (Грибанов и Корнеев, 1967; Федорченко и Корнеев, 1967; Корнеева и Корнеев, 1971; Шербина, 1971; Конрадт и Сахаров, 1974; Веригин, 1975; Gupta, 1975; Meske, 1976; Грибанов, 1976; Галасун и Борбат, 1978; Романенко, 1978; Остроумова и др., 1979). В то же время малоразработанными остаются вопросы воспроизводства рыбы. Проведенные в этом направлении исследования носили частный характер и не объединялись в рамках единого комплексного подхода к решению данной проблемы.

Цель и задачи исследований. Общая цель диссертации заключалась в разработке путей и методов повышения эффек-

тивности воспроизводства рыбы в специфических условиях термальных водоемов.

В задачи работы входило:

1. Изучить влияние температурного режима и уровня интенсификации на воспроизводство рыбы: скорость роста и развития, возраст наступления половой зрелости, периодичность размножения, плодовитость, продолжительность племенного использования.

2. Изучить особенности возрастной изменчивости воспроизводительных функций у рыб, влияние возраста родителей на качество потомства (в условиях средних широт и тропиков).

3. Изучить продуктивные качества разных пород и эффективность промышленного скрещивания карпа в условиях тропиков.

4. Выявить резервы повышения продуктивности рыбоводства в термальных водоемах, изучить продуктивные качества растительноядных рыб (белого амура, белого и пестрого толстолобиков) и тиляпий в новых условиях содержания.

Для выявления роли термального фактора использованы следующие основные способы:

1) сопоставление результатов исследований в тропиках (Республика Куба) и средних широтах (европейская часть СССР);

2) сопоставление результатов исследований в центральных и северных районах, с одной стороны, и южных районах европейской части СССР, с другой стороны;

3) сопоставление результатов исследований в обычных температурных условиях и в теплых водах (пленочные теплицы, водоемы-охладители) одной и той же зоны.

Научная новизна. Сравнительное изучение биологических особенностей и хозяйственно полезных качеств одного вида рыб в водоемах разных широт и их изменений под воздействием различных факторов среды позволило выявить границы приспособительных возможностей вида, общие закономерности роста, развития и размножения рыб, получить данные, необходимые для оптимизации технологии их промышленного разведения в разных условиях, разработать методы повышения биологической продуктивности водоемов.

Установлено, что вследствие большой изменчивости роста и сроков достижения половой зрелости признаки физиологического старения у рыб проявляются в более широком возрастном интервале, чем у высших позвоночных. В результате многолетних комплексных исследований, впервые проведенных по единой методике в разных географических зонах и в одной зоне при различных температурных условиях водоемов, были выявлены общие закономерности возрастных изменений воспроизводительных функций карпа. Впервые показано отри-

цательное влияние систематического (на протяжении ряда поколений) использования в воспроизводстве стада молодых самцов и самок, идущих по первому нересту.

Впервые теоретически разработано и технологически обосновано промышленное разведение в водоемах Республики Куба и в термальных водах нашей страны ценного объекта рыбоводства — рыб из рода *Tilapia*.

Установлена высокая эффективность промышленного скрещивания отдаленных форм карпа в водоемах тропиков.

Практическая ценность работы. Полученные в ходе исследований данные о специфике роста, полового созревания и воспроизводительных особенностях рыб при различных условиях содержания служат основой для разработки методов выращивания высококачественных производителей, определения оптимальных сроков их использования в воспроизводстве стада, разработки технологии промышленного производства товарной рыбы.

Результаты исследований рекомендуется использовать для решения ряда вопросов рациональной эксплуатации термальных водоемов, а также природных водоемов с естественным температурным режимом, определения целесообразности культивирования отдельных видов и пород рыб, направления селекции, повышения эффективности выращивания молоди и товарной рыбы.

На основании результатов исследований разработана технология интенсивного ведения рыбоводства в условиях постоянно высоких температур воды, вошедшая в Генеральную схему использования земельных и водных ресурсов Республики Куба.

Выявлены резервы повышения продуктивности термальных водоемов за счет применения промышленного скрещивания карпа, а также выращивания тляпий — нового ценного объекта разведения.

Апробация работы. Результаты научных исследований, составляющие основу диссертации, докладывались и обсуждались на научных конференциях Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева (Москва, 1961—1979); Первом форуме пищевой промышленности (Гавана, Куба, 1966); второй конференции совместных кубинско-советских исследований по рыболовству (Гавана, Куба, 1967); совещаниях координационного Совета по решению научно-технического задания 15.01 и секции прудового рыбоводства отделения животноводства ВАСХНИЛ (Москва, 1973—1980); пленуме ихтиологической комиссии МРХ СССР (Москва, 1976); совещании НКС по товарному рыбоводству, Ихтиологической комиссии МРХ СССР (Москва, 1977); совещании по племенному делу в рыбоводстве (Литва, 1978); Всесоюзном совеща-

нии по селекции и племенному делу в животноводстве (Москва, 1979); совещании по совершенствованию методов селекции карпа (Эстония, 1979); совещании по совершенствованию технологий рыбоводства (Краснодар, 1980); семинаре Экология размножения и развития рыб (Москва, ИЭМЭЖ АН СССР, 1981).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 38 работ, в том числе 2 методических пособия и 2 монографии (в соавторстве).

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из введения, 4 глав, выводов и предложений. В рукописи диссертации 245 страниц машинописного текста, 76 таблиц и 34 рисунка. Список литературы включает перечень 544 работ на русском и 137 работ на иностранных языках. Приложение составляют 74 таблицы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования по теме диссертации проводились в период с 1955 по 1979 г. в опытном рыбоводном хозяйстве ТСХА, ряде прудовых рыбоводных хозяйств, расположенных в центральном и южных районах страны, а также в рыбоводных хозяйствах, созданных на теплых сбросных водах ГРЭС. В 1964—1968 гг. и в 1975 г. исследования велись в прудовых хозяйствах, на водохранилищах и озерах Республики Куба.

Материалом исследований служили: карп *Cyprinus carpio* L., белый амур *Stenopharyngodon idella* Val., белый толстолобик *Aristichthys nobilis* Rich., три вида тилапий: *Tilapia mossambica* Peters, *T. melanopleura* Dumeril и *T. nilotica* L.

Карп, белый амур и толстолобик имеют важное хозяйственное значение и являются основными объектами отечественного рыбоводства. Тилапия занимает ведущее место в тропическом рыбоводстве и представляет интерес как перспективный объект разведения в термальных водах нашей страны.

В условиях Республики Куба работа велась с тремя указанными видами тилапий, а также с гибридами, полученными от их скрещивания. В водоемах-охладителях нашей страны выращивалась тилапия мозамбика.

Для получения всесторонних данных, характеризующих влияние отдельных факторов среды, породы и возраста производителей* на рост и развитие рыб, их воспроизводительные способности, было поставлено 28 серий опытов, проводившихся в условиях прудового, бассейнового и садкового содержания рыбы. Продолжительность отдельных серий опытов

* В рыбоводстве производителей называют половозрелых особей обоего пола.

колебалась в соответствии с задачей исследования от двух месяцев до трех лет.

Схема опытов и объем выполненных исследований представлены в табл. 1.

В многолетних опытах по возрастному подбору, поставленных в Центральном районе европейской части СССР и тропиках, изучались рыболовные и морфо-физиологические показатели потомства, полученного от производителей разного возраста. В отдельных сериях опытов одни и те же производители использовались на протяжении ряда лет. Всего было испытано 295 пар производителей в возрасте от 3 до 20 лет (средние широты) и от 6 месяцев до 6 лет (тропики). Исследования велись на единой методической основе, при этом предусматривалось: 1) одновременное получение потомства в опытных группах; 2) выращивание полученного потомства в сходных условиях; 3) подбор производителей, исключаящий родственное спаривание.

Рост и развитие рыбы определяли путем регулярного проведения контрольных ловов. На основании промеров и взвешиваний рыбы вычисляли индексы телосложения, рассчитывали абсолютный и относительный приросты, среднесуточные приросты (Винберг, 1956).

Физиологическое состояние рыб оценивали по относительной массе внутренних органов, гематологическим показателям, кислородному и температурному порогу, особенностям обмена веществ. В процессе гематологического анализа у рыб в возрасте 3—6 месяцев определяли: количество эритроцитов, концентрацию гемоглобина, гематокрит, объем цельной крови и белковые фракции сыворотки крови (Голодец, 1954; Коржув, 1962). Разделение белков сыворотки крови на фракции проводили методом электрофореза на бумаге (Гурвич, 1955). Кислородный порог у рыб определяли методом замкнутых сосудов (Строганов, 1962). За средний температурный порог жизни эмбрионов и молоди принимали температуру, при которой наступало шоковое состояние у 50% находившихся в опыте рыб. Основной и азотистый обмен изучали путем постановки балансовых опытов (Карзинкин, 1952; Карзинкин и Кривобок, 1962; Строганов, 1962). Использование пищи на рост рассчитывали по абсолютному приросту массы и биохимическому составу тела. Об относительном использовании пищи на рост судили по значениям коэффициента K_1 и K_2 (Ивлев, 1954).

В процессе морфо-экологических исследований развития половых клеток, скорости наступления половой зрелости, ритма размножения проводили полный биологический анализ особей: измеряли длину и определяли массу рыбы и половых желез, производили макроскопический анализ половых же-

лез, определяли пол и стадию зрелости гонад, в дальнейшем вычисляли гонадосоматический индекс. Для гистологического анализа половые железы фиксировали смесью Буэна. Срезы окрашивали по Маллори, железным гематоксилином по Гейденгайну и Эрлиху (Роскин и Левинсон, 1957).

В целях изучения половых ритмов и индивидуального роста рыб их метили подвесными пластмассовыми метками. За ростом и половыми ритмами у помеченных групп рыб (400 экз.) наблюдали в течение трех лет (Республика Куба).

Половые продукты от созревших производителей получали как при проведении естественного нереста, так и с помощью гипофизарных инъекций (Гербильский, 1941). Использовали ацетонированные гипофизы сазана и карпа. Качество спермы оценивали по концентрации спермиев, их подвижности, количеству жизнестойких спермиев, химическому составу. Качество икры оценивали по ее размерам (массе и диаметру), химическому составу. Качество половых продуктов оценивали также по проценту развития икры и выживаемости эмбрионов в ходе инкубации.

Для определения индивидуальной плодовитости использовали показатели абсолютной, а также рабочей и относительной рабочей плодовитости (Никольский, 1974).

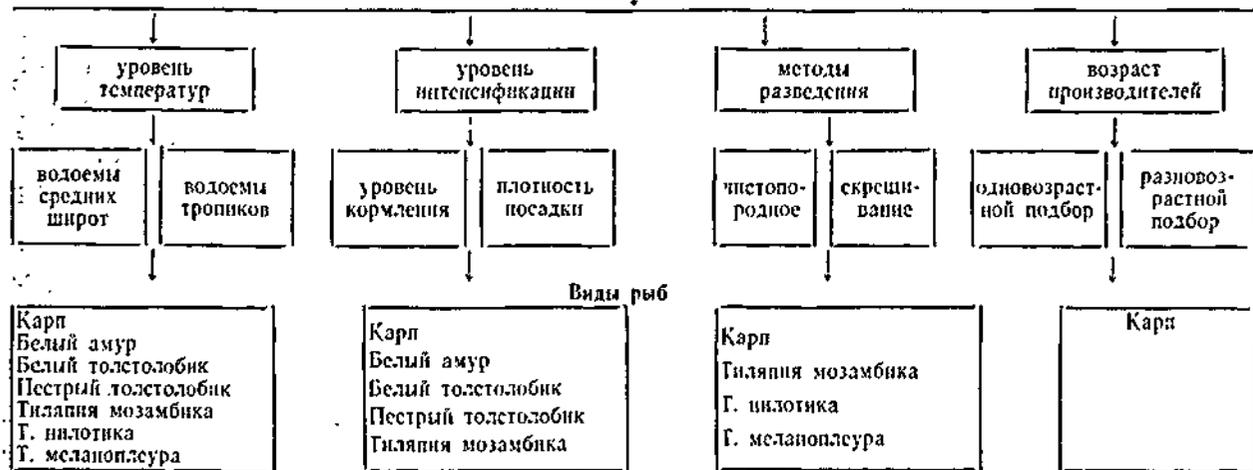
Сбор и обработку материала по питанию рыбы проводили по общепринятым методикам (Пирожников, 1953; Фортупатова, 1964). Индивидуальную массу организмов зоопланктона и зообентоса в пищевом комке определяли по таблицам стандартных масс (Мордухай-Болтовской, 1954; Боруцкий, 1960), массу корма — по разности между общей массой содержимого кишечника и реконструированной массой организмов, интенсивность питания — по индексу наполнения кишечника. Переваримость кормов определяли индикаторным методом с использованием окиси хрома в модификации для рыб (Щербина, 1964).

Химический анализ икры, спермы, тела, печени, гонад проводили по методикам, описанным Н. А. Лукашик и В. А. Тащиленным (1965). Амниокислотный состав икры и тела рыб определен методом одномерной нисходящей хроматографии (Пасхина, 1964), микроэлементы — спектральным методом в модификации Е. П. Жаровой (1968).

О пищевой ценности рыб судили по результатам технологического и биохимического анализов, калорийности рыб — по химическому составу (Винберг, 1968). Микроструктуру мышц исследовали на гистосрезах мускулов, изготовленных на замораживающем микротоме (Ромейс, 1964). Определяли диаметр мускульных волокон и соотношение мускульного и соединительнотканного компонентов в мышцах. В ходе исследований проводили наблюдения, позволяющие характеризовать усло-

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА РЫБЫ

Таблица 1



Объект исследования

1. Гонады. 2. Икра и сперма. 3. Личинки. 4. Молодь. 5. Половозрелая рыба.

Выполненные исследования и их объем

1. Изучение роста и развития рыб, их жизнеспособности — 121460 экз. 2. Изучение полового созревания, половых циклов, плодовитости — 7010 экз. 3. Морфометрические и биохимические исследования икры — 1314 пробы. 4. Физиологические и биохимические исследования спермы — 960 проб. 5. Изучение химического состава рыбы, кормов, экскрементов, воды — 3024 пробы. 6. Изучение основного и азотистого обмена — 1242 опыта. 7. Изучение перевариваемости кормов — 40 опытов. 8. Гематологические и гистологические исследования — 2720 экз. 9. Определение температурного и кислородного порога — 136 опытов. 10. Изучение гидрохимического режима и кормовой базы водоемов — 4082 пробы.

вия выращивания. Регулярно велись наблюдения за температурным и газовым режимом водоемов и изменениями солевого состава воды. Методика изучения химического состава воды описана нами в пособии «Гидрохимия пресных водоемов» (Привезенцев, 1973). Первичная продукция водоемов изучалась скляночным (кислородным) методом (Винберг, 1960), качественный состав фитопланктона, зоопланктона и зообентоса — по общепринятым методикам. Видовой их состав выявляли по определителям А. Н. Липина (1950); И. А. Киселева и др. (1953); Л. А. Кутикова и Л. И. Старобогатова (1977). Количественный учет проводился счетным методом. Биомассу высшей водной растительности определяли по принятой методике (Катанская, 1956).

Полученные материалы статистически обработаны по общепринятой методике (Плохинский, 1969; Меркурьева, 1970). Некоторые расчеты выполнены по разработанным нами стандартным программам (Привезенцев, Крылова, 1978).

Проведение всесторонних и значительных по объему исследований стало возможным благодаря тому, что наша работа велась в тесном содружестве с сотрудниками Центра рыбохозяйственных исследований Республики Куба товарищами Мариано Браво Мартинез, Гонзало Диас Перез и др. Помимо материалов, собранных и обработанных лично, в диссертацию включены с соответствующими ссылками материалы, полученные совместно с сотрудниками кафедры и лаборатории прудового рыбоводства ТСХА (Ф. Г. Мартышев, И. М. Анисимова, Т. Д. Герасимова, В. А. Власов, Е. П. Гамаюн). В проведении опытов и изучении отдельных вопросов темы под нашим руководством принимали участие аспиранты кафедры Нгуен Тхи Лу, Хадн Омран Аль Васити, Е. Ф. Иванова, а также студенты-дипломники.

СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Влияние температуры на воспроизводство рыбы

Рыбы, как животные пойкилотермные, находятся в большей зависимости от температуры среды, чем животные гомойотермные. Температура является одним из важнейших факторов среды, определяющих жизнедеятельность водных организмов (Гербильский, 1939; Карпенюк, 1941; Расс, 1941; Мейен, 1944; Карзинкин, 1952; Астрауров, 1956; Винберг, 1956; Строганов, 1956; Татарко, 1966; Федорченко и Корнеев, 1967; Brett, 1969; Кошелев, 1972; Сушеня, 1972; Вовк, 1974; Рыжков, 1974; Привезенцев, 1977; Романенко, 1977; Щербина, 1980 и др.). Биологическое действие температуры на отдельные организмы и природные сообщества проявляется во мно-

гих формах, что вызывает необходимость всестороннего его изучения.

В серии аквариальных опытов, поставленных с карпом и тилляпией в температурном интервале 18—28°, отмечена прямая коррелятивная связь между температурой воды и скоростью роста рыбы (рис. 1). С повышением температуры воды увеличивались среднесуточные приросты, эффективнее использовался корм (по тилляпии затраты корма на 1 кг прироста массы снизились с 4,4 кг при температуре 18° до 1,9 кг при 26°). Результаты этих опытов, а также данные по выращиванию карпа, тилляпий и растительноядных рыб в тропиках и средних широтах (водоемы-охладители) свидетельствуют о различных реакциях указанных видов рыб на повышение температуры воды. Наибольшее повышение темпа роста в ответ на увеличение температуры наблюдалось у тилляпий, за ними следовали белый амур и толстолобик, карп.

Потенциальные возможности роста теплолюбивых видов рыб при постоянно высоких температурах воды (среднегодовая температура воды 26°) весьма велики. Так, у белого амура в условиях тропиков годовой прирост был в 6—8 раз выше, чем в средних широтах (рис. 2). Увеличение температуры в благоприятном для рыб интервале значительно стимулировало скорость роста и морфогенеза. Лучшие результаты при выращивании карпа получены в интервале температур 22—32°. Растительноядные рыбы лучше росли при температурах 24—32°, а тилляпии — 26—34°. Молодь теплолюбивых видов рыб предпочитает более высокую температуру и действие последней в зоне оптимума выражено на ранних этапах развития рыбы сильнее, чем на более поздних.

Отмеченную тенденцию увеличения скорости роста у рыб в благоприятном интервале температур необходимо использовать в практике прудового рыбоводства, для чего следует определить оптимальные температурные режимы, в первую очередь для личинок и молоди рыбы, и способы их обеспечения. Разработанный нами метод подращивания личинок рыб в прудах, оборудованных пленочными теплицами, позволяет значительно улучшить термический режим и интенсифицировать продукционные процессы в водоемах, что положительно отражается на росте и выживаемости рыб.

Испытание этого метода в средних широтах европейской части СССР показало, что в условиях благоприятных температур, наблюдавшихся в закрытых прудах, возрастала интенсивность обменных процессов, повышался уровень использования пищи, что и обеспечивало более быстрый рост рыбы, чем в открытых прудах. В среднем за три года наблюдений среднесуточный прирост личинок карпа в прудах под пленочными

теплицами был на 40,4% выше по сравнению с контрольными прудами.

Сравнительный анализ полученных нами данных о длительности развития половых клеток и скорости прохождения стадий зрелости половых желез у одних и тех же видов рыб (кара, белый амур, белый и пестрый толстолобик), выращиваемых в разных широтах и в водоемах с различным температурным режимом, показал, что половое созревание у рыб в условиях постоянно высоких температур резко ускоряется. Существенно изменяется в зависимости от указанных факторов длительность прохождения начальных стадий зрелости гонад (I и II) за счет сокращения фаз развития ооцитов в период превителлогенеза. В меньшей степени сокращается период трофоплазматического роста. В целом скорость полового созревания у карпов в условиях тропиков в несколько раз выше, чем в средних широтах, и самцы становятся половозрелыми в возрасте 5—6 месяцев, самки — 6—8 месяцев. В средних широтах Советского Союза самцы карпа достигают половой зрелости в 3—4 года, а самки — 4—5 лет (рис. 3). На существенные различия в скорости прохождения стадий зрелости половых желез в период первого икротетания у одних и тех же видов рыб, обитающих в водоемах южных и северных районов нашей страны, указывают А. Н. Кузьмин (1957), Б. В. Кошелев (1971) и др.

Более раннее наступление половой зрелости в тропических водоемах отмечено нами и у растительноядных рыб — белого амура и толстолобиков, у которых в указанных условиях первое икротетание наблюдается значительно раньше, чем в средних широтах.

Как показали наши исследования, наряду с ускорением сроков прохождения отдельных стадий зрелости гонад у рыб меняется и ритм размножения особей. Если в средних широтах нерест карпа проходит обычно раз в год и приурочен к весенне-летнему периоду, а на юге СССР он может осуществляться 2 раза за сезон, то в тропиках размножение карпа проходит практически круглогодично с интервалами от 2 до 6 месяцев, в среднем через каждые 4 месяца. Ритм размножения у отдельных самок колебался, что связано, по-видимому, с их индивидуальными особенностями и физиологическим состоянием.

Анализ литературных и полученных нами данных свидетельствует о том, что в созревании половых желез важную роль играет не только средний уровень температуры в водоеме, но и ее колебания в течение года. Чем выше средняя температура воды и меньше ее сезонные колебания, тем меньшая сумма тепла (в градусо-днях) требуется для прохождения особью отдельных этапов развития до достижения половой

зрелости. Если при средней температуре вегетационного периода 26° сумма тепла, необходимая для полового созревания самок карпа, составила около 6300 град.-дней, то при средней температуре 17° — свыше 10000 град.-дней. Рис. 4. Следует, однако, отметить, что механизм действия температуры на половое созревание и протекание половых циклов у рыб досконально еще не изучен. Температура может действовать в качестве общего стимулятора обмена веществ; возможно, она влияет на взаимодействие гормонов с белками-рецепторами, следствием чего является последующая активация метаболических процессов (Хочачка и Сомеро, 1977).

Продолжительность отдельных периодов онтогенеза (ювенильного, достижения половой зрелости, зрелого состояния, старения) у карпа и других видов рыб, выращиваемых в разных широтах, различна. При раннем достижении половой зрелости продолжительность жизни особей сокращается, меняется их репродуктивная способность. Так, если у карпа, выращиваемого в средних широтах, снижение репродуктивных качеств наблюдается в возрасте 10—12 лет, то в тропиках — в 5—6 лет. Таким образом, в разных широтах стратегии воспроизводства также должны быть разными и тесно связанными с особенностями обмена веществ, ростом и развитием особей. При меньшей продолжительности жизни карпа в южных широтах повысить эффективность воспроизводства можно благодаря раннему достижению рыбами половой зрелости и увеличению темпа размножения.

Влияние уровня интенсификации на воспроизводство рыбы

Разработка приемов повышения эффективности воспроизводства рыбы в условиях термальных водоемов должна базироваться на знании закономерностей, определяющих связь между условиями жизни родителей и качеством продуцируемых ими половых продуктов. Известно, что ухудшение кормовой базы рыб может приводить к разным последствиям: замедлению роста, истощению, позднему или, наоборот, раннему наступлению половой зрелости и т. д. (Лапин и Юровицкий, 1959; Федорченко, 1972; Никольский, 1974; Мартышев, Маслова и Кудряшова, 1974; Виноградов и Ерохина, 1975 и др.).

В наших исследованиях были прослежены связи роста, количественные и качественные показатели развития воспроизводительной системы у рыб с уровнем кормления и плотностями посадки их в водоем.

Выращивание рыбы при уплотненных посадках в условиях напряженного газового режима и дефицита естественной пищи привело к увеличению затрат энергии на обмен веществ, уменьшению приростов массы рыбы, худшему использованию

Развитие гонад у карпа при различных плотностях посадок
(n=50 в каждом варианте)

Вариант опыта	Самки		Самцы	
	масса рыбы, г M±m	ГСН, % M±m	масса рыбы, г M±m	ГСН, % M±m
I	2350±102,2	20,9±0,9	2100±60,5	15,2±0,7
II	1980±94,7	19,3±1,1	1650±51,3	14,7±0,8
III	1280±73,6	16,4±1,4***	890±29,4	12,2±0,8***

Примечания: 1. ГСН — гонадосоматический индекс.

2. Разница достоверна между I и III вариантами.

*** — $P < 0,001$.

ею дополнительно задаваемых кормов. Коэффициент корреляции корм—прирост массы рыбы колебался от 0,64 при наименьшей плотности посадки до 0,29 при наибольшей. Отмечено влияние различной плотности посадки рыбы на развитие гонад, рабочую плодовитость, качество половых продуктов. У производителей, выращенных в условиях меньшей плотности посадки (I вариант), гонады были более развитыми (табл. 3). Икра и сперма, полученные от самок и самцов этого варианта, характеризовались лучшими рыболовными и физиолого-биохимическими показателями. Разнокачественность икры и спермы отразилась на показателях оплодотворяемости и выживаемости эмбрионов. Потомство, полученное от производителей, выращенных в более благоприятных условиях (I вариант), отличалось повышенной жизнеспособностью. Так, развитие икры в I варианте составило $94,3 \pm 0,96\%$, а в III варианте — $85,1 \pm 1,10\%$, выход эмбрионов — соответственно $82,4 \pm 0,88$ и $71,3 \pm 1,11\%$.

Вопросы кормления рыбы, выращиваемой для племенных целей в условиях термальных водоемов, по существу еще не затронуты исследователями. Вместе с тем известно, что для нормального формирования воспроизводительной системы и качества потомства не всегда полезны те условия питания (кормления), которые обеспечивают быстрый рост в первые периоды жизни и лучший прирост неполовозрелой товарной рыбы.

Проведенные исследования указывают на важную роль рационального кормления рыбы в условиях постоянно высоких температур и раннего полового созревания. Установлены некоторые особенности обмена веществ у карпа и тиляпий при выращивании на различающихся по уровню протеина рационах, а также определена степень эффективности использования пищи разными возрастными группами рыб в зависимости от изучаемых факторов.

Таблица 3

Морфо-физиологические показатели и химический состав спермы
и морфометрические показатели и химический состав икры
(% на сырое вещество)

Показатели	Вариант опыта		
	I	II	III
Сперма			
Концентрация спермиев, млн/мм ³	26,4±0,66	26,1±0,50	26,7±0,61
Содержание жизнеспособных спермиев, %	87,5±0,78	96,6±0,80***	97,9±0,68***
Продолжительность бурного движения, с	11,5±1,10	10,9±1,40	12,1±1,60
Химический состав, %:			
сухое вещество	15,1±0,36	15,6±0,44	15,7±0,45
белок	10,6±0,20	11,2±0,16	11,3±0,22
жир	1,9±0,04	1,7±0,06	1,8±0,04
минеральные вещества	1,7±0,06	1,6±0,05	1,7±0,05
Икра			
Диаметр, мм	1,25±0,01	1,32±0,01***	1,30±0,01***
Масса, мг	1,60±0,01	1,76±0,01***	1,80±0,01***
Химический состав, %:			
сухое вещество	26,8±0,14	27,1±0,18	27,5±0,15
белок	17,9±0,10	18,2±0,14	18,6±0,11
жир	5,1±0,14	5,2±0,12	5,0±0,10

Разница достоверна между I и II, I и III вариантами при *** $P < 0,001$.

В балансовых опытах установлено закономерное падение относительной массы рациона и среднесуточных приростов, степени использования пищи на рост по мере увеличения возраста рыбы с одновременным увеличением абсолютных значений этих показателей.

Наряду с возрастными изменениями интенсивности обмена, скорости роста карпа и его воспроизводительных качеств отмечены изменения этих показателей под влиянием уровня кормления. Выращивание рыбы на кормовых смесях с содержанием протеина 30,1 и 40,1% обеспечивало большие среднесуточные приросты, лучшее развитие воспроизводительной системы и более высокое качество икры и спермы. Так, использование ассимилированной пищи на рост (K_2) в среднем за период выращивания составило в I варианте (содержание протеина в рационе 20,1%) 32,7%, в варианте III (40,1%) — 37,4%. Более высокие среднесуточные приросты, наблюдавшиеся в III варианте, обеспечили превышение средней массы рыбы в возрасте семи месяцев более чем на 40% (690 г против 490 г.). Рабочая плодовитость самок в III варианте была

на 44,8% выше, чем в I варианте. Данные, характеризующие качественные показатели икры и спермы, приводятся в табл. 3.

Рыбоводство в термальных водах остро нуждается в научных данных об основных закономерностях взаимосвязи роста и полового созревания особей. Анализ полученных данных по гаметогенезу, развитию и функционированию половых желез, развитию всего организма в целом и скорости воспроизводства карпа, выращиваемого в различных широтах и при разных температурных режимах водоемов одной зоны, показывает, что важнейшим фактором, воздействующим на все эти показатели, является именно температурный режим водоемов.

Исследования показали также, что сроки полового созревания и половые циклы у карпа могут меняться в известных пределах в связи с изменением условий содержания — уровня кормления, плотности посадки. Благоприятные условия содержания обеспечивали более дружное половое созревание и регулярное прохождение половых циклов у карпов. Так, в опытах с кормосмесями, содержащими разное количество протенна, все самки карпа в возрасте семи месяцев во II и III вариантах дали потомство, а в I варианте отнерестились только 80% самок. Использование полученных данных при решении вопросов содержания и выращивания высококачественных производителей будет способствовать повышению эффективности воспроизводства рыбы, которая в значительной мере зависит от качества этих производителей.

Влияние возраста производителей на воспроизводство рыбы

Значительное внимание в работе было уделено изучению связи возраста родителей с качеством получаемого от них потомства. Оно было начато на кафедре прудового рыбоводства ТСХА в 1951 г. под руководством профессора Ф. Г. Мартышева.

Актуальность данной проблемы в настоящее время значительно возросла, что связано с развитием работ по рыбохозяйственному освоению термальных водоемов и все большим использованием в практике рыбоводства искусственного воспроизводства молоди рыб. В связи с этим совершенно очевидна необходимость исследований, направленных на выявление общих закономерностей возрастной физиологии рыб, в частности — их воспроизводительной способности.

Возрастные изменения организма затрагивают и половые клетки, поэтому состояние последних зависит от интенсивности обмена веществ, изменяющейся с возрастом животного (Кисловский, 1951; Витт, 1953; Жеребцов, 1961; Борисенко, 1967; Никитин, 1967, 1979).

Результаты наших исследований подтвердили наличие этой

закономерности у рыб и выявили конкретные особенности изменения воспроизводительных качеств самцов и самок карпа на протяжении их жизни, отражающиеся на количестве получаемого от них потомства и его качественных показателях.

Одним из важных показателей, характеризующих продуктивность и качество самок, является их плодовитость, которая справедливо считается одним из основных видовых признаков, определяющим динамику численности популяций.

Полученные нами данные о плодовитости рыб разного возраста и закономерностях ее изменения в течение жизни указывают на четкую положительную корреляцию этого показателя с возрастом самок ($\eta=0,88$ при $P<0,001$). Однако увеличение плодовитости наблюдалось только до определенного возраста. Наиболее высокая плодовитость отмечена у самок среднего возраста (6—9 лет в средних широтах, 2—4 года — в тропиках). Значительная изменчивость плодовитости у рыб, в том числе и у исследуемых особей карпа, позволяет сделать вывод о важной роли как условий содержания самок, так и их индивидуальных особенностей.

С возрастом производителей изменялись некоторые качественные показатели спермы и оплодотворенных икринок (Мартишев, Анисимова, Привезенцев, 1967, 1979). Размеры и масса икринок возрастали с увеличением повторности нереста ($\eta=0,97$ для диаметра и $\eta=0,87$ для массы при $P<0,01$). В икре, полученной от самок разного возраста, отмечено изменение содержания отдельных групп пластических и энергетических материалов. Наибольшее содержание сухого вещества, белка и жира было у икры, полученной от самок по 2—5-му нересту. Суммарное количество и содержание отдельных аминокислот (лейцина, цистина, триптофана и аргинина) оказалось более высоким в овулировавшей икре от средневозрастных самок.

Установлена связь количества жизнеспособных спермиев с возрастом самцов. У самых молодых, идущих по первому нересту, и уже стареющих самцов отмечено наибольшее количество нежизнеспособных спермиев. Корреляционное отношение связи этого показателя с возрастом рыбы высоко достоверно ($\eta=0,72$ при $P<0,01$). По данным химического анализа, в сперме, полученной от самцов среднего возраста (5—8 лет в средних широтах, 2—3 года — в тропиках), содержалось больше сухого вещества, белка и жира, а также нуклеиновых кислот и микроэлементов.

В литературе имеются данные, указывающие на тесную связь рыбоводного качества икры с биохимическим ее составом, на зависимость жизнеспособности эмбрионов и личинок карповых рыб от биохимического состава икры (Владимиров,

1965, 1974; Жукинский и Гош 1974; Маляревская и Биргер, 1975).

Нашими исследованиями показано, что эмбрионы и молодь от производителей среднего возраста отличалась более высокой жизнеспособностью, лучшими физиолого-биохимическими показателями. Существенные различия ряда физиологических характеристик у потомства, полученного от производителей разного возраста, позволяют предположить у них неодинаковый уровень метаболических процессов. Опыты, проводившиеся на группах потомства в течение полного цикла выращивания от осеменения икры до достижения особями половой зрелости, свидетельствуют о значительных изменениях интенсивности потребления кислорода в ходе онтогенеза. Максимум его отмечался при переходе эмбрионов на активное питание ($1,70 \pm 0,03$ — $1,86 \pm 0,02$ мг O_2 в 1 ч на 1 г массы). На более поздних этапах развития интенсивность потребления кислорода снижалась и при достижении половой зрелости составляла 14—16% от максимального значения. Газообмен у потомства от средневозрастных производителей на всех этапах развития от оплодотворенной икры до половозрелости был достоверно выше.

Рыбоводные результаты опытов показали значительное преимущество использования средневозрастных производителей. Благодаря их большей плодовитости и лучшей жизнеспособности их потомства от одной пары таких производителей можно получить в несколько раз больше продукции, чем от производителей других возрастных групп (табл. 4).

Таблица 4
Оценка производителей карпа по выходу продукции
(ц на 1 самку). Опыты на Кубе *

Продукция	Возраст производителей, мес.				
	12	24	30	48	72
Вся рыба	141,3	482,4	567,5	758,0	461,7
Филе	62,3	234,9	279,8	375,9	233,0
Сухое вещество	16,7	55,1	78,9	107,1	64,4
Белок	10,0	39,5	45,9	62,8	35,0
Жир	4,8	18,3	22,1	28,2	18,1

* Сходные данные были получены при проведении опытов в условиях средних широт.

Большое внимание в работе было уделено изучению вопросов систематического использования в воспроизводстве стада первопереступающих производителей. Исследования подобного плана проводятся впервые. Систематическое (на протя-

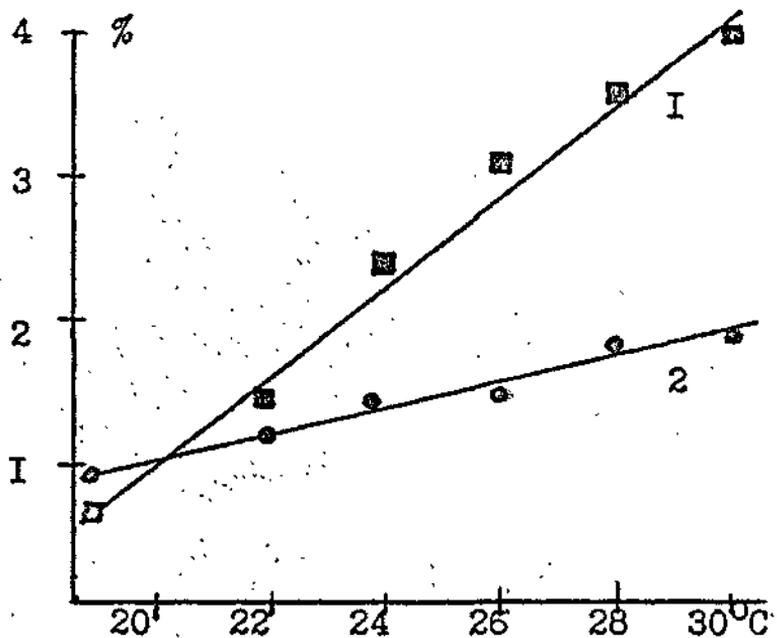


Рис. 1. Среднесуточный прирост молоди тилапии (1) и карпа (2) при различном температурном режиме

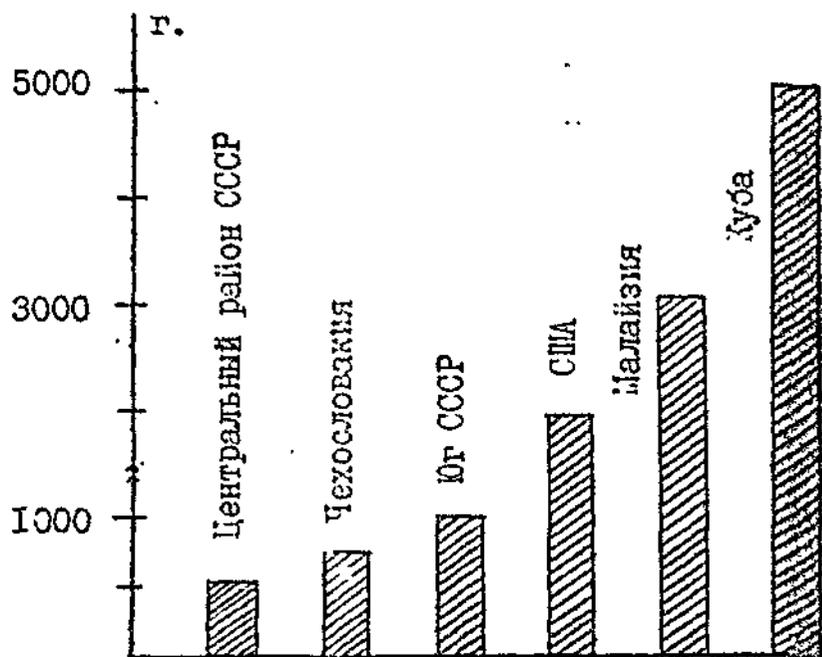


Рис.2. Массы белого амура в возрасте двух лет в водоемах разных широт

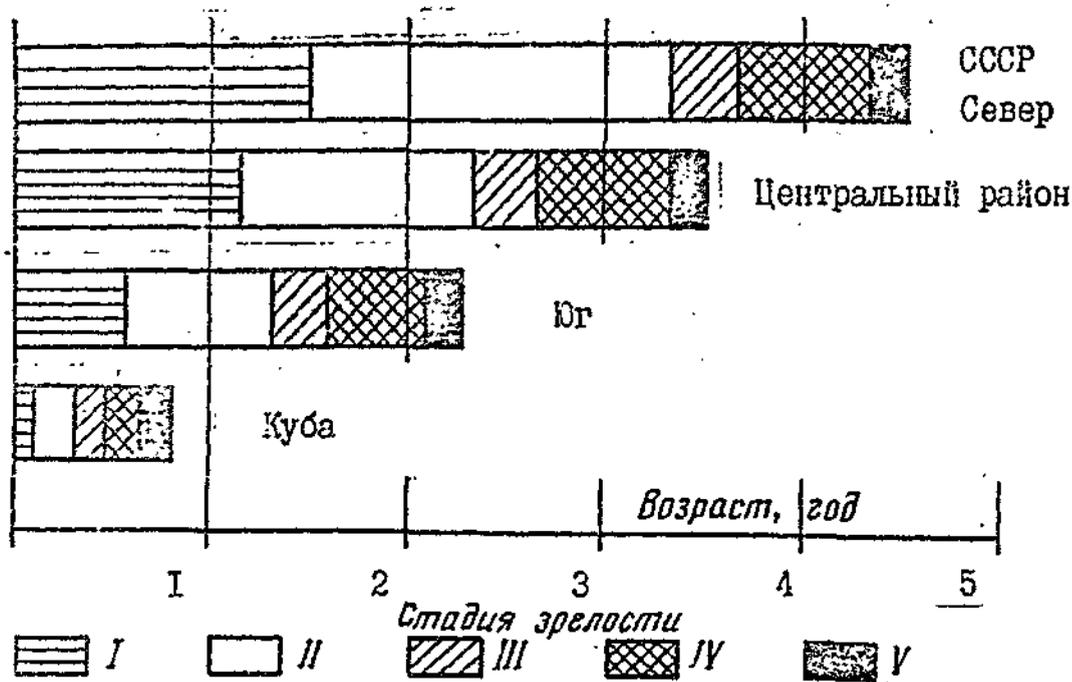


Рис.3. Длительность стадий развития половых желез и сроки наступления половой зрелости у самок карпа в разных широтах

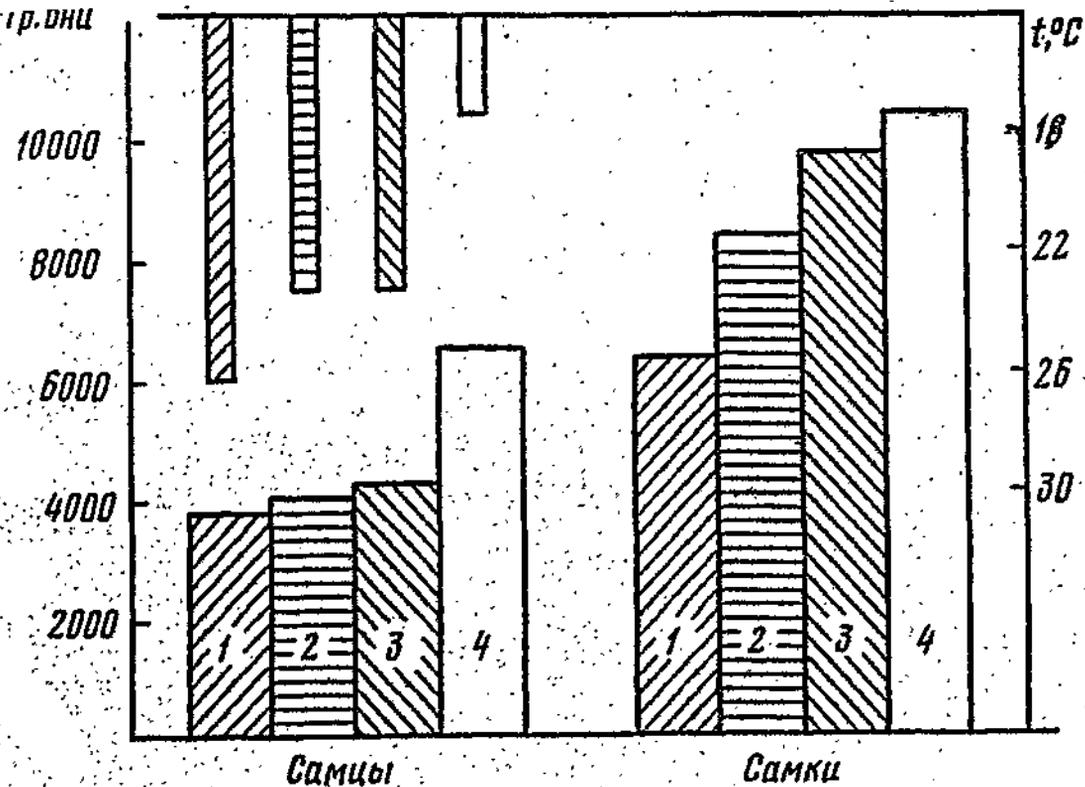


Рис. 4. Сумма тепла, необходимая для полового созревания самцов и самок карпа при разном температурном режиме водоемов

- 1. Хуба 2. Юг СССР
- 3. Икhtiотрон
- 4. Центральный район СССР

жении трех поколений) племенное использование первопереступающих производителей, как показали опыты, ухудшает племенные качества производителей последующих поколений, отрицательно сказывается на ряде биологических и хозяйственно полезных качеств потомства. От первого поколения к третьему отмечено снижение жизнеспособности потомства (оплодотворяемости на 4,7%, выживаемости эмбрионов — на 6,7%), а также ухудшение ряда других показателей, в частности физиологических параметров у молоди (крови, интенсивности обмена).

При разновозрастном подборе характер нереста, качество и количество потомства также зависят от возраста производителей. Потомства от разновозрастных самок и самцов различались по жизнеспособности, росту и продуктивности, физиологическим и биохимическим показателям. Наиболее хорошее потомство получено при спаривании производителей среднего возраста (одновозрастных или в пределах этой возрастной группы) и производителей среднего возраста с молодыми, нерестящимися во второй раз. Сочетание производителей крайних возрастных групп (т. е. впервые нерестящихся и старых) между собой и с производителями среднего возраста целесообразно, поскольку в этом случае получается потомство с пониженной жизнеспособностью (Мартышев, Анисимова, Гамаюн, Привезенцев, 1979).

Влияние самок и самцов разного возраста на формирование потомства, в частности в эмбриональный период жизни, проявляется неодинаково. Сильно влияют возраст и качество самок на выживаемость икры и количество уродов в период инкубации, выносливость молоди при голодании, ее росте и т. д. Влияние самцов на большинство показателей в общем слабее, но все же сказывается на выживаемости эмбрионов при переходе на активное питание. Суммарное воздействие возраста родителей на выживаемость эмбрионов в период инкубации и желточного питания оказалось весьма высоким ($\eta=0,69$ и $\eta=0,61$ при $P<0,01$).

Таким образом, наилучшие результаты даст в средних широтах использование самок в возрасте 6—9 лет, самцов — 5—8 лет; использование слишком молодых самок (4—5 лет) и старых (12 и более лет) не рекомендуется. В водоемах тропиков (при среднегодовой температуре 26°) оптимально спаривание производителей в возрасте 2—4 лет.

Для рыбоводства в термальных водоемах особое значение имеет правильное решение вопроса об использовании в воспроизводстве стада первопереступающих производителей. В системе мероприятий, обеспечивающих сохранение и дальнейшее повышение продуктивных качеств производителей, важное место должны занять приемы, обеспечивающие выращивание

высококачественного ремонтного молодняка и половозрелых особей, использование в воспроизводстве лучших самцов и самок. Потомство, полученное от впервые нерестующих производителей, рекомендуется только для товарного выращивания.

Результаты исследований имеют важное значение для разработки вопросов рационального ведения рыбоводства. Учет воспроизводительной ценности самок и самцов разного возраста необходим в племенном деле как для успешного выведения новых пород, так и при разработке системы мероприятий по сохранению и совершенствованию имеющихся пород рыб, при проведении различных скрещиваний. Полученные данные свидетельствуют о том, что правильный возрастной подбор производителей является крупным резервом повышения продуктивности рыбоводства.

Влияние породы и промышленного скрещивания на эффективность воспроизводства рыбы в термальных водоемах

Повышение продуктивности рыбоводства в термальных водах связано с совершенствованием существующих и выведением новых пород рыб, приспособленных к специфичным условиям таких водоемов, с расширением работ по промышленному скрещиванию. Последнее имеет в рыбоводстве большие перспективы, так как рыбы с внешним оплодотворением, характеризующиеся сильным проявлением гетерозиса и высокой плодовитостью, представляют особенно благодатный материал для проведения различных скрещиваний.

В водоемах Кубы нами изучались местный чешуйчатый карп и вновь завезенный европейский зеркальный (с разбросанной чешуей). Кубинский чешуйчатый карп на протяжении многих поколений содержался на естественной кормовой базе. Выращивание зеркального карпа шло при интенсификации методов ведения хозяйства, с широким использованием дополнительно задаваемых кормов. В ходе исследований была определена эффективность промышленного скрещивания этих пород.

Сравнительная оценка этих пород и полученных от них помесей проводилась по комплексу показателей: жизнеспособности в эмбриональный и постэмбриональный периоды развития, линейному и весовому росту, морфологическим и гематологическим показателям, химическому составу, особенностям обмена и использования питательных веществ на рост. Характеристика производителей, используемых в опытах, приведена в табл. 5.

Наиболее высокие оплодотворяемость икры и выживаемость

Таблица 5

Характеристика производителей чешуйчатого и зеркального карпов

Порода и пол	n	Масса, г	Длина тела, см	Высота тела, см	Длина головы, см	Индекс И/Н
Чешуйчатый карп:						
самки	64	2207±103,4	41,2±2,3	13,3±0,9	9,7±0,4	3,06
самцы	64	1908 ±93,8	40,0±1,9	12,5±0,8	8,9±0,4	3,20
Зеркальный карп:						
самки	64	2435±116,2	42,0±2,1	15,6±0,8	11,4±0,5	2,70
самцы	64	2009± 84,5	39,0±1,8	14,0±1,1	9,7±0,5	2,80

мость эмбрионов были у помесей, полученных при скрещивании чешуйчатых самок с самцами зеркального карпа (♀ч × ♂з); реципрокные помеси (♀з × ♂ч) имели промежуточное наследование этих признаков (табл. 6).

Таблица 6

Оплодотворяемость икры и выживаемость эмбрионов (M±m, %)

Вариант опыта	n	Оплодотворяемость икры	Отход эмбрионов за инкубацию	Отход эмбрионов от вылупления до перехода на внешнее питание
I — чхч	64	90,1±1,31	26,4±0,60	11,8±0,30
II — зхз	64	83,5±1,25	37,3±0,80	16,4±0,40
III — чхз	64	92,6±1,74	22,7±0,74	10,1±0,35
IV — зхч	64	87,6±1,81	28,8±0,85	10,3±0,40

Примечание. Во всех вариантах скрещивания на первом месте указана порода самки.

Отмечены существенные различия и в скорости роста рыбы. Помеси отличались более высоким темпом роста на всем протяжении выращивания от личинок до половозрелой рыбы как при умеренных, так и высоких плотностях посадок. Потомство чешуйчатых карпов в условиях умеренных плотностей посадок значительно уступало по темпу роста помесям и зеркальному карпу. При уплотненной посадке показатели роста у чешуйчатых карпов были относительно лучше и разница в средней массе между ними и зеркальными карпами значительно сократилась.

Превосходство помесных карпов в росте, судя по результатам балансовых опытов, связано с более высокой интенсивностью обменных процессов, лучшим использованием кормов у них. Выявлены различия в переваримости кормов помесями и исходными породами. Наиболее низкая переваримость пи-

тательных веществ была у чешуйчатых карпов ($P < 0,05$). Помесные карпы наряду с лучшей переваримостью кормов характеризовались также наивысшей эффективностью использования энергии переваримых веществ на рост, что подтверждается балансowymi опытами по основному и азотистому обмену. Данные о среднесуточном потреблении пищи, затратах на обмен и использовании пищи на рост (коэффициенты K_1 и K_2) указывают на определенные различия значений этих показателей у помесных карпов и исходных пород. Первые лучше использовали пищу на рост и меньше затрачивали энергии на обмен. Так, коэффициент использования ассимилированной пищи на рост (K_2) у чешуйчатых карпов составил 35,1%, а помесей — 40,0% ($P < 0,01$). Помесные карпы по использованию азота превосходили чешуйчатых (разница 4,5% при $P < 0,01$), в сыворотке их крови содержалось больше белка и гемоглобина, что свидетельствует о более широких приспособительных возможностях помесей при выращивании в условиях высоких температур и больших плотностей посадок.

Аналогичная картина наблюдалась и при изучении температурных и кислородных порогов у свободных эмбрионов и личинок чистопородных и помесных карпов, что подтверждает вывод о лучшем физиологическом состоянии помесного потомства. Верхняя температурная граница (по выживаемости особей) у помесей равнялась $40,2 \pm 0,30^\circ$ (эмбрионы) и $39,4 \pm 0,41^\circ$ (личинки), у зеркальных карпов соответственно — $38,5 \pm 0,32$ и $37,8 \pm 0,40^\circ$. Помеси оказались и более устойчивыми к пониженным концентрациям кислорода в воде. Кислородный порог для них колебался от 0,40 до 0,45 мг O_2 /л, а зеркальный карп не выдерживал снижения количества кислорода ниже 0,60 мг O_2 /л (средняя температура 26°).

Рыбоводные результаты опытов свидетельствуют о меньших отходах и лучшем росте помесной рыбы при умеренных и высоких плотностях посадок. Увеличение плотности посадки особенно сильно угнетало рост зеркального карпа (табл. 7).

Технологический и биохимический анализ выращенной рыбы, а также полученные рыбоводные показатели позволяют дать общую суммарную оценку исследуемых групп по их продуктивным свойствам. Отмеченные различия чистопородных и помесных карпов по общим показателям продуктивности увеличиваются при оценке продукции по выходу белка и других групп питательных веществ. Если принять выход белка при выращивании чешуйчатых карпов за 100%, то у зеркальных карпов он составит 126,3%, а у помесей — в среднем 142,2%. Существенные различия отмечены также по выходу жира (соответственно 128,8 и 136,9%) и лизина (133,1 и 149,9%).

Таблица 7

Основные рыбоводные показатели опытов

Вариант опыта	Средняя масса рыбы, г M±	Выход, %	Рыбопродуктивность, ц/га	Затраты корма на 1 кг прироста, кг
Выращивание молоди				
Бассейны, содержание раздельное, посадка 50 тыс. шт/га				
ч×ч	55,4±1,12	95,8	22,9	4,3
з×з	81,9±1,19	94,5	34,8	3,7
ч×з	105,5±1,98	96,2	45,9	3,4
з×ч	97,6±1,80	95,7	42,1	3,5
Бассейны, содержание совместное, посадка 100 тыс. шт/га				
ч×ч	31,8±0,94	95,4	23,2	4,2
з×з	40,7±1,06	92,2	29,9	
ч×з	47,0±1,10	95,7	35,3	
з×ч	42,1±1,08	95,0	30,9	
Выращивание столовой рыбы				
Бассейны, содержание раздельное, посадка 10 тыс. шт/га				
ч×ч	662± 8,2	97,4	60,8	4,7
з×з	760± 9,2	95,3	68,5	4,4
ч×з	840±11,7	97,1	77,0	4,2
з×ч	795±10,6	96,5	72,6	4,3
Пруды, содержание совместное, посадка 5 тыс. шт/га				
ч×ч	864±10,9	94,9	39,0	2,4
з×з	1018±15,8	93,0	44,9	
ч×з	1120±18,9	95,2	51,1	
з×ч	998±20,2	94,1	44,9	

Примечание. ч — чешуйчатый карп; з — зеркальный карп.

Резервы повышения продуктивности термальных водоемов

Важным резервом повышения продуктивности термальных водоемов является разведение разных видов и пород рыб в комплексе, обеспечивающем наиболее эффективное использование их биологических ресурсов. В этом плане представляется важным оценить возможности новых объектов рыбоводства, определить направление их пользования.

Один из перспективных объектов разведения в термальных водах — рыба рода *Tilapia*. В ходе исследований различных видов тиланий в условиях тропиков и водоемов-охладителей в нашей стране были выявлены характер их питания,

темпы роста, закономерности развития воспроизводительной системы.

Высокие хозяйственно полезные качества тилапий проявляются при выращивании рыбы как в водохранилищах и прудах, так и в садках и бассейнах, где применяются интенсивные методы ведения рыбоводства. Тилапия, вселенная в ряд водохранилищ Кубы, дает в настоящее время до 80% всей добываемой рыбы. С 1 га водохранилищ без дополнительного кормления получают в год 200—300 кг товарной тилапии.

При оптимальном температурном режиме (26—34°C) и хорошей кормовой базе тилапии не уступают карпу по темпу роста. Это наряду с небольшой их требовательностью к кормам, содержание протеина в которых может не превышать 18—25%, указывает на перспективность тилапии как важного объекта интенсивного выращивания в садках и бассейнах. О больших потенциальных возможностях этих рыб свидетельствуют результаты их садкового выращивания, когда за 8 мес. было получено около 600 кг рыбы с 1 м³ (Привезенцев, 1975).

Как показали наши исследования, температурный режим водоемов-охладителей обеспечивает нормальное половое созревание тилапии мозамбика в возрасте 4—6 мес и регулярное прохождение половых циклов. Для культивирования тилапии наиболее подходят водоемы, температура воды в которых на протяжении 4—6 мес. не опускается ниже 26°. В этих условиях можно выращивать товарную тилапию за один сезон. В опыте, проведенном в водоеме-охладителе Приднепровской ГРЭС, тилапия, выращенная в садках при средней температуре 30,9°C достигла товарной массы (200 г) за 4 мес.

Одной из серьезных проблем культивирования тилапий является регулирование их размножения. Систематическое размножение тилапий (с интервалами в ряде случаев всего около 1 мес.) ведет к перенаселению водоемов, что снижает их продуктивность, ухудшает качество продукции. К перспективным направлениям решения этой проблемы относится гибридизация разных видов тилапий с целью получения потомства одного пола, желательно мужского, имеющего более высокую скорость роста. Получение однополого мужского потомства позволит регулировать плотность зарыбления водоемов и одновременно поднять выход продукции. В опытах по скрещиванию трех видов тилапий в варианте скрещивания самок *T. mossambica* с самцами *T. nilotica* было получено 83% самцов. Гибриды превосходили исходные виды по массе в возрасте 6 мес. в среднем на 27,0%.

Весьма важным моментом в технологии воспроизводства тилапии в водоемах-охладителях является разработка мето-

дов их зимнего содержания. Связано это с тем, что нижний температурный порог тляпий составляет в среднем 10—12°. Следовательно, в рыбоводных хозяйствах необходимо иметь помещение, оборудованное бассейнами с регулируемым температурным режимом, для содержания производителей, получения потомства и подращивания молоди.

Многолетний опыт работы с тляпией показывает, что при благоприятном температурном режиме и рациональном кормлении тляпия мозамбика может давать потомство в течение всей зимы. Быстрейшее освоение биотехники разведения тляпии позволит существенно повысить эффективность рыбоводства в термальных водоемах.

Характерной особенностью водоемов Кубы, как показало их обследование (24 водохранилища и озера в разных провинциях страны), является высокая первичная продукция. Принимая во внимание благоприятные климатические условия, интенсивное развитие низшей и высшей водной растительности, а также отсутствие в местной ихтиофауне рыб-фитофагов, мы рекомендовали завоз на Кубу растительноядных рыб (белого амура и толстолобиков). За годы работы были изучены биологические особенности и оценены хозяйственные качества растительноядных рыб в новых экологических условиях, сформированы маточные стада.

Благоприятный температурный режим, круглогодичный вегетационный сезон, обильное развитие водной растительности способствовали интенсивному росту и ускоренному развитию этой рыбы. Половое созревание белого амура и толстолобиков заметно ускорилось. Например, белый амур при завозе годовиками созрел в возрасте 2 лет 8 мес., при завозе сеголетками — значительно раньше, в возрасте 2 лет, т. е. в несколько раз быстрее, чем в водоемах средних широт. Различия в сроках полового созревания белого амура при завозе его годовиками и сеголетками указывают на возможность управления половым созреванием этих рыб путем регулирования температурного режима.

Как и предполагалось, растительноядные рыбы явились ценными объектами рыбоводства в водоемах Республики Куба. В зависимости от уровня развития кормовой базы и других условий товарная продукция белого амура составляла 3—6 ц/га, белого толстолобика — 5—10 ц/га, нестрога толстолобика — 4—8 ц/га. Выращивание растительноядных рыб совместно с карпом позволило увеличить естественную продуктивность водоемов более чем в 3 раза. Повышение эффективности рыборазведения при поликультуре обеспечивается прямой утилизацией водной растительности белым амуром и толстолобиками, улучшением при этом условий выращивания и кормовой базы для карпа. Не менее важна роль указанных

видов рыб как мелнораторов. Выращивание белого амура и толстолобиков в водохранилищах и ирригационных системах позволило сэкономить громадные средства, затрачиваемые на очистку водоемов от водной растительности, и поднять эффективность работы ирригационных систем.

Использованный в диссертации комплексный подход к изучению вопросов воспроизводства рыбы в водоемах разных широт, основанный на исследовании реакции отдельных видов и пород рыб, а также отдельных звеньев их репродуктивного процесса на различные условия существования, позволил выявить основные закономерности роста, развития и размножения рыб в различных широтах, определить потенциальные их возможности при благоприятных условиях содержания. Полученные данные могут быть использованы при разработке промышленных технологий разведения рыбы, повышения эффективности ее воспроизводства в термальных водоемах.

Выводы

1. У исследованных видов рыб (каarp, белый амур, белый толстолобик, пестрый толстолобик, тилапин) при продвижении мест их разведения с севера на юг (средние широты — тропики), а также в пределах зоны из «обычных» вод в теплые усиливается общая интенсивность обмена веществ, ускоряется темп индивидуального развития, смещаются сроки достижения половой зрелости, меняется периодичность размножения, сокращается продолжительность репродуктивного периода.

Температурный фактор-суточные и сезонные колебания температуры, сумма тепла, длительность вегетационного периода играют важную роль в воспроизводстве рыбы, определяя в значительной мере скорость ее развития, полового созревания и размножения. У карпа, белого амура и толстолобиков, выращиваемых в тропиках (небольшие сезонные и суточные колебания температур), половое созревание идет в 4—6 раз быстрее, чем в средних широтах. Карп в этих условиях размножается практически круглогодично с интервалами у отдельных особей от 2 до 6 месяцев. У тилапин мозамбика в течение года число генераций достигает 12—16. Результаты исследований указывают на возможность управления процессами полового созревания и ритма размножения рыб путем регуляции температурного режима.

1.1. В условиях благоприятного температурного режима водоемов (средняя температура воды 26°, с колебаниями от 22 до 32°) наиболее полно раскрываются потенциальные продуктивные возможности всех исследованных видов рыб. Так, годовой прирост белого амура в водоемах тропиков превышал

прирост его в средних широтах в 6—8 раз. Более высокий прирост был и у толстолобиков, карпа, тиляпии. При повышении температуры от минимальной к максимальной (в зоне исследуемых температур) наибольший относительный прирост отмечен у тиляпий, наименьший — у карпа. Наличие тенденции увеличения скорости роста рыбы в благоприятном интервале температур позволяет успешно решать задачу оптимизации температурных режимов для выращивания рыбы, в первую очередь личинок и молоди.

1.2. Одним из методов оптимизации температурного режима водоемов в Центральном районе и на севере СССР является использование пленочных теплиц. Включение пленочных теплиц в технологию воспроизводства карпа дает возможность значительно повысить жизнеспособность и скорость роста молоди и за счет этого увеличить выход посадочного материала в 1,5—2 раза. Годовой экономический эффект при использовании предложенного метода составляет 520 тыс. руб. на 1000 га площади питомников.

1.3. Установлена тесная связь уровня кормления и плотности посадки рыбы с ростом, плодовитостью, качеством икры и спермы, жизнеспособностью потомства. В условиях постоянно высоких температур отмеченная зависимость значительно усиливается, наблюдается повышенная изменчивость роста и развития рыбы.

Выращивание карпа на кормосмесях с содержанием протеина 30,1—40,1% (в контроле 20,1%) обеспечивало повышение среднесуточных приростов у молоди на 35—70%, у половозрелой рыбы — на 20,8—39,4%, увеличение рабочей плодовитости — на 30,0—44,8; снижение отхода потомства в период эмбрионального развития — на 3,6—5,6%. Аналогичные результаты получены по выращиванию рыбы при различной плотности посадки.

2. При раннем достижении половой зрелости и ускорении ритма размножения сокращается репродуктивный период и продолжительность жизни карпа. Начало его старения (снижение интенсивности белкового роста и относительной массы продуцируемых половых продуктов, ухудшение их качества) в условиях тропиков отмечается в возрасте 5—6 лет, в средних широтах — 10—12 лет.

Многолетние исследования возрастной физиологии рыб, в частности их воспроизводительной способности, проведенные в водоемах разных широт, дали возможность выявить ряд особенностей, которые определяют связь возраста родителей и качества их потомства. К указанным особенностям относятся:

2.1. У самок относительная масса половых продуктов с возрастом увеличивается ($\eta = 0,88$, при $P < 0,01$). Наиболее высокой рабочей плодовитостью характеризуются самки среднего

возраста (в тропиках 2—4 лет, в средних широтах — 6—9 лет).

2.2. Физиологическое состояние производителей, связанное с их возрастом, оказывает существенное влияние на качество половых продуктов: диаметр и массу, биохимический состав, интенсивность энергетического обмена икры у самок; количество жизнеспособных спермиев, их химический состав — у самцов. Наибольшим запасом питательных веществ отличались икра и сперма, полученные от производителей среднего возраста.

2.3. Использование в течение ряда поколений в воспроизводстве стада первонерестующих производителей приводит к ухудшению воспроизводительных способностей самцов и самок и качества получаемого от них потомства. От первого поколения первонерестующих производителей к третьему отмечено снижение рабочей плодовитости на 13,5%, оплодотворяемости — 4,7, выхода личинок — на 6,7%. Число эмбрионов с внешними уродствами увеличилось более чем в три раза.

2.4. Влияние самок и самцов на формирование потомства проявляется неодинаково. Опыты по искусственному осеменению икры (прямые и полнאלлельные спаривания) показали преимущественное влияние возраста самок на выживаемость икры и выносимость молоди при голодании. Суммарное влияние возраста родителей на жизнеспособность эмбрионов в период инкубации и желточного питания характеризуется корреляционным отношением $\eta=0,69$ и $\eta=0,61$ (при $P<0,01$).

2.5. Использование в воспроизводстве производителей среднего возраста дает большой экономический эффект. В условиях тропиков выход продукции при выращивании потомства производителей среднего возраста (2—4 года) был на 27,2% выше, чем потомства в-первые нерестующих, и на 24,9% выше, чем потомства стареющих производителей. Аналогичные результаты получены в опытах, проведенных в средних широтах.

3. Сравнительное изучение (в условиях тропиков) биологических особенностей и хозяйственно полезных качеств чешуйчатого (местного) карпа и зеркального с разбросанной чешуей, завезенного из Европы, позволило установить их различия по ряду исследуемых показателей. Чешуйчатый карп характеризовался более ранним половым созреванием и высокой жизнеспособностью (разница в оплодотворяемости с зеркальным карпом составила 6,6% и выхода эмбрионов — 10,9%). Различия в жизнеспособности чешуйчатого и зеркального карпа возрастали при повышении уровня интенсификации. Зеркальный карп отличался более высокой интенсивностью обмена (разница среднесуточных рационов — 2,4%, использования пищи на рост — 3,1%). Различия в средней массе 4-месячной молоди составили при раздельном выращивании 26,5 г,

при совместном выращивании и высокой плотности посадки — 8,9 г.

4. Одним из путей повышения продуктивности термального рыбоводства является проведение промышленного скрещивания. Сравнительное изучение помесного потомства, полученного от скрещивания чешуйчатого и зеркального карпа, и потомства исходных пород, показало:

4.1. Потомство, полученное от скрещивания самок чешуйчатого и самцов зеркального карпа, обладало лучшими хозяйственно полезными качествами. У реципрокных помесей (самки зеркального карпа с самцами чешуйчатого карпа) наблюдение изучаемых признаков было промежуточным.

4.2. Помесные карпы характеризовались повышенной жизнеспособностью на ранних этапах онтогенеза. Оплодотворяемость икры и жизнеспособность эмбрионов у помесей была выше, чем у исходных пород (различия соответственно 3,3 и 10,0%).

4.3. У помесных карпов коэффициент переваримости сухого вещества, протеина и жира и использование ассимилированной пищи на рост были выше, чем у исходных пород (различия соответственно 3,2—4,8 и 2,7%).

4.4. При выращивании помесных карпов общая продуктивность прудов повысилась на 15,6% (6467,7 кг/га — исходные породы и 7482,7 кг/га — помеси), выход белка с гектара водной площади — на 25,7, жира — на 19,7%.

5. Многолетние исследования, проведенные в условиях тропиков и водоемов-охладителей в нашей стране, указывают на перспективность использования тилляпии как ценного объекта разведения в термальных водах нашей страны.

5.1. Сравнительное изучение трех видов тилляпий, проведенное в условиях водоемов тропиков, показало, что для выращивания в водохранилищах и озерах наиболее подходит *T. nilotica* и *T. mossambica*, для интенсивного выращивания в садках и бассейнах — *T. mossambica*.

5.2. Важным путем повышения продуктивности является проведение гибридизации разных видов тилляпий с целью получения потомства одного пола, обеспечивающее увеличение продуктивности на 30—50%.

5.3. Выявлена возможность выращивания в водоемах-охладителях нашей страны товарной тилляпии за один сезон (4 месяца). Промышленное внедрение тилляпии в отечественное рыбоводство позволит существенно повысить эффективность рыбоводства в термальных водоемах.

6. На основании результатов исследований разработаны методы рациональной эксплуатации термальных водоемов. Применение этих методов обеспечивает более полное проявление потенциальной продуктивности выращиваемой рыбы. По-

вышение эффективности рыбоводства в термальных водах требует дальнейшего совершенствования методов выращивания производителей и их племенного использования, нового подхода к вопросам комплектования маточных стад, определения сроков использования производителей, возрастной структуры стада, направления селекции рыб.

Практические рекомендации

1. Предложен эффективный метод подращивания молоди карпа и других видов рыб и разработана технология его производственного применения, которая нашла свое отражение во «Временных рекомендациях по подращиванию молоди карпа в прудах под пленочными теплицами», одобренных и рекомендованных к внедрению Научно-техническим советом МСХ СССР (протокол № 70 от 24 сентября 1980 г.).

2. Разработаны рекомендации «Возрастной подбор в карповодстве», в которых предложены оптимальные варианты спаривания производителей при одновозрастном и разновозрастном подборе. Рекомендации одобрены секцией рыбоводства Отделения животноводства ВАСХНИЛ (протокол № 3 от 22 октября 1979 г.) и направлены для рассмотрения Научно-техническим советом МСХ СССР.

3. По результатам исследований разработан рыбоводный раздел «Генеральной схемы использования водных и земельных ресурсов Республики Куба». Гавана, 1975 г.

4. Разработана и внедряется в производство технология выращивания тилапии мозамбика в водоемах-охладителях нашей страны.

5. Результаты работ неоднократно демонстрировались на ВДНХ СССР (1971, 1978—1980 гг.).

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Анисимова И. М., Мартышев Ф. Г., Привезенцев Ю. А. Возрастной подбор в рыбоводстве. — Рыбоводство и рыболовство, 1961, № 2, с. 21—25.

2. Привезенцев Ю. А. Химический состав сеголетков и двухлетков карпа, полученных от производителей карпа разного возраста. — Доклады ТСХА, 1961, вып. 65, с. 265—271.

3. Привезенцев Ю. А. О некоторых качественных показателях потомства, полученного от производителей разного возраста. — Доклады ТСХА, 1964, вып. 95, с. 285—288.

4. Мартышев Ф. Г., Анисимова И. М., Привезенцев Ю. А. Возрастной подбор в карповодстве. — М.: Колос, 1967, 79 с.

5. Привезенцев Ю. А. На солнечной Кубе. — Рыбоводство и рыболовство, 1969, № 5, с. 16—17.

6. Привезенцев Ю. А. О развитии рыбоводства на Кубе. — Сб. советско-кубинские рыбохозяйственные исследования. М.: Пищевая промышленность, 1971, вып. 3, с. 111—116.

7. Привезенцев Ю. А. Гидрохимия пресных водоемов. — М.: Пищевая промышленность, 1973, 120 с.

8. Анисимова И. М., Привезенцев Ю. А. Изменения некоторых показателей спермы карпов-производителей в связи с их возрастом. Известия ТСХА, 1975, вып. 1, с. 184—188.

9. Привезенцев Ю. А. Рыбное хозяйство Республики Куба. — Рыбоводство и рыболовство, 1975, № 6, с. 15—17.

10. Привезенцев Ю. А., Анисимова И. М., Лавровский В. В. К разработке научных основ и технологии производства в прудовом рыбоводстве. — Известия ТСХА, 1976, вып. 1, с. 138—144.

11. Привезенцев Ю. А. Особенности роста карпа при различных условиях выращивания. — Доклады ТСХА, 1976, вып. 225, с. 114—119.

12. Привезенцев Ю. А., Власов В. А., Ромашко В. Д. Пищевая ценность товарных карпов, выращенных в прудах при различной плотности посадки. — Доклады ТСХА, 1976, вып. 225, с. 131—134.

13. Привезенцев Ю. А. Биологические основы выращивания карпа в условиях повышенных температур. — Известия ТСХА, 1977, вып. 2, с. 183—189.

14. Привезенцев Ю. А., Иванова Е. Ф., А. Нгуен Тхи, В. Хадн Омран. Опыт использования пленочных теплиц для подращивания молоди карпа. — Доклады ТСХА, 1977, вып. 235, с. 90—93.

15. Привезенцев Ю. А., Крылова В. Д. Использование в пленочной работе с рыбой программ для ЭВМ. — Известия ТСХА, 1978, № 1, с. 150—157.

16. Привезенцев Ю. А. Тилляпия в тепловодном рыбоводстве. — Рыбоводство и рыболовство, 1978, № 3, с. 10—12.

17. Привезенцев Ю. А., Власов В. А. Эффективность использования корма и рост сеголетков тилляпии и карпа в зависимости от температуры воды. — Известия ТСХА, 1979, вып. 1, с. 149—155.

18. Привезенцев Ю. А. Урожайная рыба. — Социалистическая индустрия, 1979, № 42.

19. Мартышев Ф. Г., Анисимова И. М., Гамаян Е. П., Привезенцев Ю. А. Зависимость качества потомства карпа от возраста производителей. — М.: Пищевая промышленность, 1979, 88 с.

20. Привезенцев Ю. А. Опыт использования в воспроизводстве стада первонерестующих производителей карпа. — Известия ТСХА, 1980, вып. 4, с. 88—96.

21. Привезенцев Ю. А. Влияние условий выращивания на биологические и хозяйственно полезные особенности карпов-производителей. — Доклады ТСХА, 1981, вып. 265, с. 145—148.

22. Привезенцев Ю. А., Иванова Е. Ф., Федотенков В. И. Подращивание личинок карпа в прудах под пленочными покрытиями. — М.: Колос, 1981, 6 с.

23. Privezentsev J. Nuevas especies en la piscicultura Cubana. Habana, Mar y Pesca, 1966, p. 3—5.

24. Privezentsev J. Perspectivas de desarrollo de la Piscicultura en Cuba. — Habana, Equipos de Investigaciones Economicas, 1967, 89 p.

25. Privezentsev J. Primeras investigaciones Cubanas sobre la amara blanca. — Habana, Mar y Pesca, 1968, N 30, 4—11.

26. Privezentsev J. La carpa en Cuba. — Habana, Mar y Pesca, 1968, N 32, 12—17.

Объем 2 п. л.

Заказ 1507.

Тираж 120

Типография Московской с.-х. академии им. К. А. Тимирязева
127550, Москва И-550, Тимирязевская ул., 44