

РГВ ОД

15 НОЯ ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПРУДОВОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА (ВНИИПРХ)

На правах рукописи

ЧЕРТИХИН Владимир Георгиевич

УДК 639.3.07:597-153.11

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ  
МАТОЧНЫХ СТАД, ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА  
РАСТИТЕЛЬНояДНЫХ РЫБ

03.00.10 - иктиология

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

Москва 1993

Работа выполнена в отделе акклиматизации и сырьевых исследований Всероссийского научно-исследовательского института прудового рыбного хозяйства (ВНИИПРХ)

Официальные оппоненты:

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор	ПРИВЕЗЕНЦЕВ Ю.А.
Доктор биологических наук	ЛУКАНИНА Е.А.
Доктор биологических наук	РИБЬЕР И.К.

Ведущая организация - Росрыбхоз

Защита состоится " 21 " декабря 1993 г. в 11 час.  
на заседании специализированного совета Д И17.04.01 при Все-  
российском 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 " 4 " ноября 1993 г.

Ученый секретарь специализированного совета,  
канд. биол. наук ТРЯМКИНА С.П.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Растительноядные рыбы являются наиболее эффективным резервом увеличения производства рыбной продукции во внутренних водоемах. Особенности биологии этих рыб, в частности специфика питания, позволяют им находить свободные пищевые ниши в водоемах различного типа при самом разнообразном составе рыб-аборигенов. Растительноядные рыбы непосредственно утилизируют значительную часть первичной продукции, образующейся в водоемах, что позволяет создавать чрезвычайно выгодную в биоэнергетическом и хозяйственном отношениях экосистему, в которой товарную продукцию получают уже на втором звене трофической цепи (Виноградов, 1985).

В настоящее время растительноядные рыбы используются в качестве объектов поликультуры, главным образом, в прудовых хозяйствах, ирригационных системах и небольших водохранилищах. Несомненно, что растительноядные рыбы будут широко использоваться в рыбоводных фермерских хозяйствах. Большие перспективы намечаются в связи с массовым вселением этих рыб в крупные водоемы при создании хозяйств пастбищной аквакультуры.

Объем производства товарной продукции растительноядных рыб в последние годы составляет около 100 тыс. т. По экспертным оценкам, подтвержденным теоретическими расчетами, в ближайшей перспективе растительноядные рыбы могут дать из внутренних водоемов не менее 1 млн т товарной продукции (Виноградов, 1984; Виноградов, Воронин, 1992).

Основным лимитирующим фактором, который сдерживает широкое промышленное освоение растительноядных рыб является недостаток посадочного материала. Одной из причин дефицита посадочного материала является общее ухудшение экологической обстановки, в частности хроническое воздействие пестицидного загрязнения на водоемы, что в конечном итоге вызывает снижение жизненного потенциала рыб, вплоть до их гибели. В связи с этим освоение растительноядных рыб на современном этапе выдвигает в число важнейших задач разработку и совершенствование методов выращивания производителей и формирования маточных стад растительноядных рыб, более эффективную организацию их искусственного воспроизводства в условиях антропогенного загрязнения.

Другая, не менее важная, причина дефицита посадочного материала связана с недопустимо высокими потерями его в процессе выращивания от личинок до товарной рыбы. Особенно большие потери происходят в начальный период выращивания, когда выростные пруды зарыбляют неподросшими личинками.

Личинки предъявляют повышенные требования к условиям среды: температуре, качественному и количественному составу кормовых организмов, подвергаются уничтожению различными хищными водными беспозвоночными. Для решения проблемы сокращения потерь на ранних этапах развития необходимо было изучить отношение личинок к основным абиотическим и биотическим факторам среды и разработать методы их оптимизации с учетом потребностей, изменяющихся в процессе развития. Потребовалось введение в технологическую схему разведения и выращивания растительноядных рыб еще одного элемента - подращивание личинок до жизнестойких стадий.

Удельный вес различных видов растительноядных рыб в прудовой поликультуре неодинаков. Он определяется климатическими условиями региона и характером питания объектов поликультуры (Виноградов и др., 1977; Виноградов, Ерохина, 1979, 1982; Чертихин, 1989, 1992). В южных районах ведущая роль принадлежит белому толстолобику - не менее 70% товарной продукции, пестрый толстолобик - не более 20%, белый амур - 5-10% (Виноградов, 1975).

В рыбхозах средней полосы внедрение растительноядных рыб в качестве объектов поликультуры длительное время проводилось без учета видовой специфичности этих объектов. Потребовались дополнительные исследования по уточнению видового состава и количественного соотношения их в поликультуре, что обеспечивает наиболее полное и эффективное использование кормовых ресурсов водоемов и позволяет более полно реализовать потенциальные возможности роста различных видов в условиях умеренного климата.

Для товарного рыбоводства представляют серьезный интерес гибриды толстолобиков, которые дают лучшие показатели выживаемости, имеют более высокий темп роста в сравнении с родительскими формами, вследствие гетерозиса (Виноградов, Ерохина, 1964, 1966; Воробаев, 1968, 1971, 1973). Наиболее ярко гетерозис проявляется у гибридов первого поколения - промышленных гибридов (Николюкин, 1965).

Опыты по гибридизации растительноядных рыб между собой и с другими карповыми рыбами позволяли многим авторам (Андряшева,

1968, 1969; Макеева, Суханова, 1966; Макеева, 1967, 1968; Lin Shi-chun, Geo Chen-yi, 1965 и др.) изучить особенности эмбрионально-личиночного развития, морфологические различия реципрокных гибридов и исходных видов, особенности питания и пищевую ценность гибридов в сравнении с исходными видами.

Между тем, мы не встретили в литературе сведений об отношении гибридов к факторам среды, о пищевых отношениях их с карпом, об особенностях роста, выживаемости и продуктивности при совместном выращивании с карпом в условиях умеренного климата. Высказываются лишь предположения о возможности использования гибридов толстолобиков в качестве объектов поликультуры в рыбхозах средней полосы (Виноградов, 1975, 1986; Ворopaев, 1973). В связи с этим необходимо было изучить возможности использования промышленных гибридов толстолобиков в качестве объектов поликультуры в условиях средней полосы. Испытаны два вида промышленных гибридов: самка пестрого х самец белого и самка белого х самец пестрого толстолобиков. Лучшие хозяйственно-биологические качества проявил промышленный гибрид самка пестрого х самец белого толстолобиков, который в дальнейших исследованиях был выбран для более детального изучения и дальнейшего внедрения в условиях средней полосы России. В дальнейшем изложении материалов исследований и производственных экспериментов по выращиванию идет речь о промышленном гибриде самка пестрого х самец белого толстолобиков (по тексту гибрид толстолобиков).

В результате акклиматизационных мероприятий границы обитания дальневосточных растительноядных рыб значительно расширились. Они завезены практически во все районы нашей планеты, подходящие для их выращивания по климатическим условиям, в том числе и на Кубу.

Аборигенная икhtiофауна острова Куба представлена видами с довольно низким темпом роста, что не позволяет полностью реализовать потенциальные продукционные возможности водоемов. Предполагалось, что массовое вселение в водоемы Кубы растительноядных рыб, обладающих высоким темпом роста, позволит более полно использовать кормовые ресурсы водоемов и существенно повысить их рыбопродуктивность. Для решения этой проблемы необходимо было разработать технологию разведения растительноядных рыб в условиях тропиков.

Начиная с 1969 года автор участвовал в экспериментальных ис-

следованиях по промышленному освоению растительноядных рыб, которые выполняли сотрудники отдела акклиматизации и сырьевых исследований ВНИИПРХ в рыбхозах Северного Кавказа, средней полосы России и Республике Куба.

Перечисленные выше вопросы и служили предметом наших исследований.

Цель и задачи. Цель наших исследований - разработка биологических основ создания надежной технологии выращивания производителей, формирования и эксплуатации маточных стад и выращивания посадочного материала растительноядных рыб с учетом климатических условий и токсикологической обстановки различных регионов.

Для достижения поставленной цели решали несколько основных задач, имеющих самостоятельное значение:

- Выращивание производителей, формирование и эксплуатация маточных стад в южных районах России при неблагоприятной токсикологической обстановке и в условиях тропиков, при отсутствии резких сезонных изменений температуры (Республика Куба);

- Разработка технологии подраживания личинок растительноядных рыб до жизнестойких стадий;

- Выращивание посадочного материала в прудах в условиях средней полосы России и в условиях тропиков.

Исследования по разработке методов выращивания производителей, формирования и эксплуатации маточных стад растительноядных рыб включали следующие вопросы:

- разработка технологических приемов, позволяющих сократить поступление в пруды токсических веществ и способствующих снижению гибели племенной рыбы;

- оптимизация условий содержания племенного материала путем использования метода непрерывного выращивания;

- изучение роста, развития и выживаемости племенного материала, оценка продукционных свойств производителей, выращенных по непрерывной технологии;

- использование биологически активных веществ для улучшения продукционных качеств производителей и повышения жизнестойкости потомства;

- определение потенциальных возможностей роста и изучение особенностей созревания растительноядных рыб в условиях тропиков;

- совершенствование методов формирования естественной кормовой базы при выращивании реимонта и производителей;
- изучение возможностей многократного в течение одного года искусственного воспроизводства растительноядных рыб в условиях тропиков.

При создании биотехники подраживания личинок изучали следующие вопросы:

- влияние содержания кислорода на интенсивность питания и роста личинок;
- условия перехода молоди карпа на потребление личинок растительноядных рыб;
- оптимальные и пороговые концентрации кормовых организмов для личинок растительноядных рыб;
- уточняли методики удобрения мальковых прудов;
- разрабатывали технологии подраживания личинок растительноядных рыб в хозяйствах средней полосы.

Исследования по выращиванию посадочного материала проводили по следующим направлениям:

- а) в условиях средней полосы России:
  - выяснение эффективности использования промышленных гибридов толстолобиков в качестве объекта поликультуры в условиях средней полосы;
  - определение продукционных возможностей гибридов в сравнении с исходными видами на первом году жизни;
  - изучение питания и пищевых отношений гибридов и пестрого толстолобика с карпом;
  - изучение роста, выживаемости и продуктивности объектов поликультуры;
  - определение последовательности и сроков посадки объектов поликультуры в выростные пруды;
  - разработка технологии выращивания посадочного материала в поликультуре в прудовых хозяйствах средней полосы;
  - сравнительная оценка роста и продуктивности гибридов и исходных видов толстолобиков на втором году жизни.
- б) в тропических условиях (Республика Куба);
  - подбор оптимального видового состава поликультуры;
  - определение плотности посадки, возможностей роста и продуктивности объектов поликультуры.

Фактический материал. В диссертации подведены итоги исследований, выполненных в 1969–1993 гг. по научной тематике Всероссийского научно-исследовательского института прудового рыбного хозяйства (ВНИИПРХ), отраслевых комплексных целевых программ "Амур" и "Пруд", проекта Государственной научно-технической программы "Пресноводная аквакультура" и в рамках совместных советско-кубинских исследований по проблеме развития пресноводной аквакультуры Республики Куба.

Основные работы выполнены в опытных и производственных прудах Северного Кавказа (Краснодарский край), рыбхоза "Пара" Рязанской области и на промышленных предприятиях Республики Куба.

Фактической основой для обобщения послужили материалы исследований и производственных экспериментов, опубликованные нами самостоятельно или совместно с сотрудниками лаборатории биотехники производства рыбопосадочного материала, отдела акклиматизации и разведения растительноядных рыб и новых объектов и других подразделений ВНИИПРХ.

При обсуждении и анализе результатов экспериментальных работ широко использованы литературные источники.

Научная новизна и теоретическая значимость. Выполнены комплексные исследования адаптационных возможностей растительноядных рыб на последовательных этапах онтогенеза в связи с необходимостью оптимизации условий выращивания племенного материала, искусственного разведения и производства посадочного материала в различных климатических зонах.

В результате проведенных исследований разработаны теоретические основы и технологические принципы широкого внедрения растительноядных рыб в прудовые экосистемы различных климатических зон в целях повышения их продуктивности путем более полного использования природного продукционного потенциала. Предложена научно-обоснованная система оптимизации технологии разведения растительноядных рыб, высокая эффективность применения которой подтверждена на практике.

Разработана научно-обоснованная система разведения и выращивания растительноядных рыб в тропических условиях, учитывающая потенциальные возможности роста и продуктивности разных видов и предусматривающая целесообразность многократного получения потомства в течение года.

Практическая ценность и реализация результатов работы.

Итогом работы по выращиванию производителей, формированию и эксплуатации маточных стад при неблагоприятной токсикологической обстановке явились "Усовершенствованная технология разведения растительноядных рыб" (1991) и "Рекомендации по повышению токсикорезистентности рыб и улучшению качества воды в условиях повышенного токсического загрязнения" (1991). На крупнейшем в России Краснодарском специализированном воспроизводственном комплексе (СВК) растительноядных рыб, крайне неблагополучном по загрязнению токсическими веществами сформировано и эксплуатируется промышленное маточное стадо растительноядных рыб, позволяющее ежегодно производить более 500 млн личинок (в 1990-1991 гг. произведено более 1 млрд. личинок).

Материалы промышленных экспериментов на Кубе вошли в учебное пособие "Растительноядные рыбы как объекты поликультуры в условиях тропиков (на примере Кубы)" (1984).

Изучено влияние основных абиотических и биотических факторов среды (температура, кислородный режим, кормовая база) на рост, развитие и выживаемость личинок растительноядных рыб в мальковых прудах, разработаны методы оптимизации этих факторов с учетом изменения потребностей в процессе роста и развития личинок.

Разработана технология подращивания личинок растительноядных рыб до жизнестойких стадий в прудах для хозяйств юга и умеренной зоны России (1974, 1978, 1985, 1987). Технология широко используется на рыбоводных предприятиях практически всех климатических зон страны. Использование данной технологии позволяет увеличить выход сеголетков примерно в 2 раза.

Разработаны рекомендации по выращиванию промышленного гибрида толстолобиков в III-IV зонах рыбоводства, технология выращивания высококачественного рыбовосадочного материала карпа и растительноядных рыб в I-VII зонах рыбоводства (1977, 1978, 1979, 1982, 1985, 1987).

На основе изучения питания и пищевых взаимоотношений, оценки влияния различных видов растительноядных рыб на формирование естественной кормовой базы, возможности реализации ими потенциала роста в условиях умеренного климата, определен рациональный состав поликультуры для прудовых хозяйств средней полосы России.

Всего по материалам исследований составлено 14 инструкций, руководств, методических указаний, которые в настоящее время

являются основными нормативно-технологическими документами по вопросам выращивания производителей, формирования и эксплуатации маточных стад, производства посадочного материала растительноядных рыб в прудовых хозяйствах.

Материалы исследований включены в учебники и учебные пособия для рыбохозяйственных и сельскохозяйственных вузов и используются при чтении курсов рыбоводства.

Предмет защиты. Научно-обоснованная система разведения и выращивания растительноядных рыб, учитывающая адаптационные возможности их на последовательных этапах онтогенеза и обеспечивающая получение стабильных результатов в регионах, различающихся по климатическим условиям и токсикологической обстановке.

Апробация работы. Результаты исследований, составляющих основу диссертации, в 1969-1992 гг. обсуждались на Ученом Совете ВНИИПРХ, методических советах КЦП "Амур", "Пруд", на Всесоюзном совещании "Воспроизводство и совершенствование биотехники выращивания посадочного материала" (Кишинев, 1976), Всесоюзном совещании "Итоги и перспективы рыбохозяйственного использования растительноядных рыб" (Киев, 1977), Всесоюзном совещании "Пути повышения продуктивности прудов, внедрение в практику прудового рыбоводства передового опыта, достижений науки и техники" (Москва, 1978), Всесоюзной научной конференции по товарному прудовому и озерному рыбному хозяйству" (Москва, 1978), Всесоюзном совещании "Современное состояние и перспективы развития прудового рыбоводства" (Москва, 1987), Всесоюзном совещании "Рыбохозяйственное освоение растительноядных рыб" (Кишинев, 1988), Научной конференции НПО по рыбоводству и ВЗИПШ на секции рыбных биоресурсов и экологии гидробионтов (Москва, 1989), УШ научной конференции по экологической физиологии и биохимии рыб (Петрозаводск, 1992).

Публикации. Результаты исследований изложены в 58 опубликованных работах общим объемом более 40 печатных листов.

• ВЫРАЩИВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ, ФОРМИРОВАНИЕ И  
ЭКСПЛУАТАЦИЯ МАТОЧНЫХ СТАД РАСТИТЕЛЬНОДНЫХ РЫБ

В южных регионах России, в условиях неблагоприятной токсикологической обстановки

На первых этапах промышленного освоения растительнодных рыб работа по выращиванию производителей, формированию и эксплуатации маточных стад проводилась в хозяйствах с относительно благополучной токсикологической обстановкой. Основным базовым предприятием, где создавалась и отработывалась первая (типовая) технология разведения и выращивания растительнодных рыб, является рыборазводный завод "Горячий Ключ" (Краснодарский край), расположенный в предгорье и имеющий достаточно чистый водоемисточник. По мере расширения масштабов работ с растительнодными рыбами и продвижения их в районы интенсивного сельскохозяйственного производства стали наблюдаться повышенные отходы рыбы, особенно племенного материала. Причиной массовой гибели чаще всего является кумулятивный токсикоз ядохимикатами, применяемыми в сельском хозяйстве. Постоянное наличие хлорорганических соединений в воде водоемов Краснодарского края отмечается на уровне 0,0004-0,001 мг/л, максимальное содержание - 0,04 мг/л. Нередко фиксируются значительные количества фосфорорганических соединений, гербицидов группы 2, 4 Д, ордам, базагран и др. (Духовенко и др., 1988).

Краснодарский специализированный воспроизводственный комплекс (СВК) растительнодных рыб крайне неблагоприятен по загрязнению токсическими веществами. Ядохимикаты поступают в пруды главным образом из источника водоснабжения - Краснодарского водохранилища. Уровень накопления токсических веществ в организме племенной рыбы старших возрастов увеличивается. Наибольшая гибель рыбы отмечается в весенне-летний период, что обусловлено поступлением большого количества ядохимикатов в рыбохозяйственные водоемы в результате смыва их с почвы в период обильного весеннего паводка, интенсивных дождей. Интенсивная аккумуляция токсических веществ в иловых отложениях и в воде прудов, переходящих через компоненты естественной пищи в кровь, мышцы и органы рыб вызывает снижение жизненного потенциала рыб, сопротивляемости организма болезням, ухудшение их воспроизводительной функции. Происходят и другие патологические изменения, которые

сопровождается гибелью рыбы (Селиванова и др., 1983).

Традиционная (типовая) технология выращивания производителей и формирования маточных стад (Виноградов и др., 1970; Виноградов, Брохина, 1974, 1982), разработанная в 70-х годах включает ряд последовательных этапов. Каждый этап традиционной технологии сопровождается спуском воды из прудов весной и осенью, отловом рыбы, ее транспортировкой, оценкой качества и количества племенного материала. Ежегодное затопление прудов, особенно весной, существенно увеличивает вероятность поступления токсических веществ из водосточника. Ежегодные осенне-весенние обловы и пересадки рыбы способствуют созданию стрессовых ситуаций, травмированию и гибели племенного материала. Существенным недостатком традиционной технологии является и то, что племенной материал не менее 6 месяцев в году содержится в зимовальных прудах без питания при достаточно высоких плотностях посадки (10-20 т/га) что существенно ухудшает физиологическое состояние, способствует потере массы и вызывает дополнительные отходы племенной рыбы. Ежегодные потери ремонтного материала старших возрастов только на одном Краснодарском СВК при традиционной технологии выращивания племенного материала растительноядных рыб исчислялись тысячами штук или десятками тонн (табл. 1).

Таблица 1

Гибель племенной рыбы от кумулятивного токсикоза

Годы	Вид рыбы							
	белый толстолобик		пестрый толстолобик		белый амур		всего	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
1984	2710	57,6	-	-	-	-	2710	57,6
1985	4810	82,4	31	3,7	37	10,0	4879	58,6
1986	4038	79,0	825	20,4	27	8,8	4890	51,7
1987	730	8,7	79	1,8	3	0,6	816	6,1
1988	373	5,6	53	2,0	23	1,2	449	3,8
1989	455	2,2	132	4,9	51	1,9	638	2,5

Существенные потери, которые несут рыбоводные предприятия Краснодарского края и других южных регионов с интенсивным сельскохозяйственным производством, потребовали поиска путей устраи-

жения или значительного снижения отрицательного воздействия токсических веществ на экосистему прудов и рыбу.

Нами разработана усовершенствованная технология выращивания производителей и формирования маточных стад растительноядных рыб в условиях хронического воздействия на водоемы пестицидного загрязнения (Чертыхин, Виноградов, 1991). В основу технологии заложен метод непрерывного выращивания племенной рыбы от сеголетков до достижения половой зрелости (Самарин, 1986; Чертыхин, Бей, 1988, 1991).

Сведения о наследуемости различий по скорости роста на первых годах жизни и о корреляции этого признака с другими хозяйственными признаками отсутствуют, поэтому трудно определить нормы отбора среди различных возрастных групп (Виноградов, 1985). В настоящее время при выращивании племенного материала растительноядных рыб по традиционной технологии массового отбора не производится. Ограничиваются выбраковкой отстающих в росте, уродливых и травмированных особей, то есть отбор носит корректирующий характер. Направленный отбор в маточное стадо производится среди впервые созревающих производителей по степени выраженности половых признаков. Экспериментальным путем показано, что при благоприятных условиях содержания из старшей группы ремонта в производители отбирают не менее 80-90% самок и практически всех самцов (Виноградов, Ерохина, 1979). Указанное обстоятельство делает вполне обоснованной и рациональной организацию непрерывного выращивания племенного материала растительноядных рыб. Разработанная нами и внедренная в промышленном масштабе на Краснодарском СВК технология выращивания племенного материала предусматривает залив прудов один раз в четыре года осенью, то есть в период минимального поступления токсических веществ в водоем. За годы эксплуатации без сброса воды в прудах происходит частичная детоксикация отравляющих веществ за счет бактериальной флоры и зоопланктона (Верниченко, 1975; Андронникова, 1976), стабилизируется развитие естественной кормовой базы, удлиняется период питания и роста рыбы весной и осенью. Уровень пестицидного загрязнения прудов и рыбы, выращенной по непрерывной технологии снижается до минимальных значений, что способствует сокращению гибели племенного материала в 6-10 раз. В последние годы отход рыбы в прудах стабилизировался на уровне 2,5-6,0% (табл. 1).

Разреженная посадка в первые годы выращивания, продление вегетационного периода при непрерывном выращивании обеспечивает прирост массы племенного материала, значительно превышающий нормативные показатели (табл. 2).

Таблица 2  
Прирост за сезон и средняя масса старшего ремонта растительноядных рыб

Вид рыбы <sup>х</sup>	Возраст	Прирост, кг		Средняя масса, кг	
		норматив	фактич.	норматив	фактич.
Белый толстолобик	3+	1,0	1,5-2,5	3,0	3,5-4,5
Белый толстолобик	4+	1,0	1,6-3,5	4,0	4,6-7,5
Белый толстолобик	5+	1,0	2,5-4,5	5,0	6,0-8,5
Пестрый толстолобик	3+	2,0	2,7-4,0	5,0	5,7-7,0
Пестрый толстолобик	4+	2,0	3,2-7,5	7,0	8,2-12,5
Пестрый толстолобик	5+	2,0	4,7-7,0	9,0	11,7-14,0

<sup>х</sup> - во всех прудах в поликультуре с растительноядными рыбами выращивается зоопланктофаг - веслонос при плотности 30-50 шт./га

Практическая реализация технологии непрерывного выращивания племенного материала растительноядных рыб на Краснодарском СВК обеспечила стабильное производство личинок в необходимом видовом соотношении на уровне 350-500 млн. шт. Создание оптимальных условий нагула, отбор ранонерестующих самок, обладающих высокой плодовитостью, позволили существенно улучшить продуктивные качества используемых производителей. Средние за последние 6 лет показатели продуктивности самок, выращенных по непрерывной технологии на 20-25% выше, чем у самок, выращенных в этом же хозяйстве по традиционной технологии и в 1,5-2,0 раза превосходят норматив (табл. 3).

Повышение продукционных качеств самок белого толстолобика путем введения им биологически активных веществ. В преднерестовый и нерестовый периоды в организме производителей существенно возрастает интенсивность обменных процессов, в первую очередь, генеративного обмена, осуществляющихся за счет имеющихся в теле резервных веществ.

Поскольку основные воспроизводственные комплексы раститель-

Таблица 3

Рыбоводные показатели самок растительноядных рыб  
в Краснодарском СВК (1985-1993 гг.)

Показатели	Ед. измер.	Норматив	Традиционная технология (1985-1987гг.)	Непрерывная технология (1988-1993гг.)
Использовано самок для получения 1 млн личинок	шт.	5	4	2,5
Созрело самок после гипофизарных инъекций	%	80	82	85
Рабочая плодовитость самок	тыс.шт.	500	650	790
Выход личинок из икры, заложенной на инкубацию	%	50	51	61
Получено личинок от одной самки	тыс.шт.	250	340	480

ноядных рыб размещены в районах с неблагоприятной токсикологической обстановкой, воздействие хронического токсического фактора в условиях длительного зимнего голодания вызывает дополнительные нарушения в обмене веществ. Это приводит к увеличению числа самок, не реагирующих на гипофизарные инъекции, ухудшению качества икры и снижению жизнестойкости получаемого потомства. Особенно четко это проявляется у самок белого толстолобика. Внешне такие самки характеризуются шероховатостью поверхности тела и практически полным отсутствием слизи. Эти самки после инъекции стимулирующими созревание гормональными препаратами либо вообще не созревают, либо дают небольшое количество икры низкого качества. После использования в нерестовой кампании подобные самки, как правило погибают. В зависимости от уровня токсического загрязнения, условий предшествующего летнего нагула и зимнего содержания таких самок в общем стаде производителей насчитывается не менее 20-25%, а иногда и больше.

Недостаточное поступление энергетических материалов приводит к тому, что организм для обеспечения своих энергетических потребностей прибегает к более интенсивному использованию аминокислот (Кремер, 1965, цит. по М.Щербине, 1973). Можно предположить, что у них происходит нарушение обмена аминокислот, в первую очередь тех, которые принимают участие в детоксикации ксенобиотиков (метионин, цистин, серин, аспарагин, глутамино-

вая кислоты и др.). Все они в той или иной степени включаются в метаболизм ксенобиотиков и способствуют их выведению из организма. Если цистеин и глутатион являются непосредственными слагающими комплекса конъюгата, то метионин, цистин, серин являются элементами метаболизма цистеина (Мусил и др., 1984), а глутаминовая кислота и цистеин – исходные при синтезе глутатиона (Ленинджер, 1974). Таковы общие принципы детоксикации ксенобиотиков. Недостаток аминокислот и возникающая потребность в их переаминировании приводит к обеднению организма витамином В<sub>6</sub>, являющимся коферментом в этом процессе (Шестерин и др., 1991). Витамин В<sub>6</sub> в форме пиридоксальфосфата входит в состав активных групп многих ферментов, участвующих в обмене аминокислот. Оказывает влияние на синтез жира и обмен серы. Недостаток витаминов в организме, в том числе витамина В<sub>6</sub>, отрицательно сказывается на развитии, росте, продуктивности и воспроизводстве.

В животноводстве накоплен большой экспериментальный материал, показывающий, что путем введения витаминов можно повысить резистентность организма, создать более благоприятные условия регуляции отношений организма и среды, нормализовать течение обменных процессов (Поляркин, 1979; Мингазов, Ваганова, 1978 и др.). Однако, сведения о действии витаминов и других биологически активных веществ на повышение плодовитости самок, повышение качества получаемого потомства от рыб и т.д. ограничены. В способах влияния на половые продукты и эмбриогенез у рыб, с целью достижения положительного эффекта, можно выделить несколько направлений: 1. Воздействие на неоплодотворенную икру (Сулейманян и др., 1983). 2. Воздействие на оплодотворенную икру (Павлов, 1980; Чернышев, Тамбиев, 1980; Зубченко, Карпюк, 1981; Бурлаков и др., 1984; Глубоков, 1986; Цой и др., 1986; Воропаев и др., 1986). 3. Обработка спермы (Ушаков, Васильева, 1981; Ролле, 1984).

Среди способов обработки половых продуктов и развивающихся эмбрионов с целью повышения выживаемости трудно оценить преимущества какого-либо способа. Некоторые из них не обеспечивают ожидаемого качества половых продуктов, другие затруднительны в производственных условиях из-за необходимости скрупулезной точности дозировки и дефицита препаратов или они не пригодны для применения на карповых рыбах.

Нами разработан способ повышения продукционных характеристик самок белого толстолобика, улучшения качества половых продуктов и получаемого потомства (Чертыхин, Виноградов, 1991; Анохин, Бестерин, Чертыхин, 1992). Он направлен на повышение рабочей плодовитости самок, выхода личинок из икры и повышения их жизнестойкости. Способ основан на введении биологически активных веществ в организм самок белого толстолобика в преднерестовый период.

В качестве биологически активных веществ использовали смесь аминокислот производства ГДР (Альвезин "новый"), которая включает 13 аминокислот, в том числе 10 незаменимых. К аминокислотам добавляли витамин В<sub>6</sub> (пиридоксальфосфат или пиридоксин гидрохлорид).

Препараты вводили самкам белого толстолобика внутривязочно. Испытано несколько сроков введения самкам аминокислотно-витаминной смеси: за 55-60 дней до начала нерестовой кампании, за 40-45 дней и одновременно с предварительной гипофизарной инъекцией. Оптимальным сроком введения самкам биологически активных веществ явилось 40-45 дней до начала нерестовой кампании. При этом получены наилучшие показатели плодовитости, количества и качества потомства. Кроме того эти сроки совпадают с технологическим циклом - проведением весенней биотировки производителей. Инъекцированных самок отсаживали в пруды для преднерестового содержания. Дальнейший процесс содержания самок до нереста и получения от них потомства проводили в соответствии с обычной технологической схемой искусственного воспроизводства: гипофизарные инъекции, получение зрелых половых продуктов, оплодотворение и инкубация икры, выдерживание личинок.

К началу нерестовой кампании самки, которым ввели аминокислотно-витаминную смесь (АВС) по внешнему виду существенно отличались от самок основного стада (контрольных). Поверхность тела подопытных самок была гладкой, покрыта обильной слизью, эти самки имели более четко выраженные (визуально и на ощупь) гонады.

Результаты промышленного эксперимента, проведенного в 1989-1993 гг. на Краснодарском СВК, свидетельствуют о положительном влиянии использованного препарата на продукционные характеристики самок белого толстолобика (табл. 4).

Контроль за дальнейшим выживанием личинок, полученных от опытных и контрольных самок, был осуществлен в производственных

Таблица 4

Производственные характеристики самок белого толстолобика опытной и контрольной групп (1989-1993 гг.)

Показатели	Ед. измер.	Опыт	Контроль
Количество самок, использованных в нерестовой кампании	шт.	470	1478
Созрело самок после гипофизарных инъекций	%	$\frac{91,7}{90,0-95,2}$	$\frac{75,5}{56,0-88,0}$
Средняя масса самок	кг	$\frac{7,4}{7,0-7,7}$	$\frac{7,2}{7,0-7,5}$
Абсолютная рабочая плодовитость самок	тыс.шт.	$\frac{785}{750-820}$	$\frac{690}{680-750}$
Относительная рабочая плодовитость самок	тыс.шт.	$\frac{101,1}{100,6-107,4}$	$\frac{90,8}{89,4-94,9}$
	кг	$\frac{88,0}{81,3-91,0}$	$\frac{77,0}{75,5-78,0}$
Оплодотворяемость икры	%	$\frac{440}{420-460}$	$\frac{370}{365-405}$
Получено личинок от I самки	тыс.шт.	$\frac{5}{4-7}$	$\frac{18}{17-20}$
Отход самок в нерестовый период	%		

над чертой средняя, под чертой колебания

мальковых прудах при подраживании до жизнестойких стадий. Выход подрощенной молодежи от самок опытной группы составил 90%, что на 25% выше, чем от контрольных самок, практически при одинаковой средней конечной массе 49 и 50 мг, соответственно.

Известно, что для растительноядных рыб характерно наличие асинхронности в развитии ооцитов (Виноградов, Ерохина, 1973; Багров, 1993). Асинхронность наблюдается в основном в начале вителлогенеза, а на завершающих этапах значительно сглаживается (Виноградов, 1985). При этом часть ооцитов старшей генерации, более других продвинувшихся в развитии, подвергается резорбции, а отстающие в развитии ооциты при гормональной стимуляции овулируют и дают abortивную икру. При неблагоприятных условиях содер-

жания производителей снижается плодовитость и ухудшается качество икры. Улучшение условий преднерестового содержания положительно сказывается на продукционных показателях самок (Виноградов, Ерохина, 1985).

Можно предположить, что введение самкам толстолобиков аминокислотно-витаминной смеси в преднерестовый период способствует сохранности ооцитов более других продвинувшихся в развитии, ускорению вителлогенеза у ооцитов, оставших в развитии. В результате обеспечивается существенное увеличение рабочей плодовитости самок, что подтверждается многолетними результатами использования аминокислотно-витаминной смеси в Краснодарском СВК.

Физиолого-биохимическая характеристика самок белого толстолобика в преднерестовый и нерестовый периоды. Оценка состояния обменных процессов у самок белого толстолобика проведена на фоне введения производителям аминокислотно-витаминной смеси. При исследовании состояния обменных процессов в организме самок использованы показатели, характеризующие различные стороны метаболических процессов.

Показатели белкового обмена оценивали по: активности аминотрансфераз (АсАТ-аспартат аминотрансфераза, АлАТ-аланинаминотрансфераза) в сыворотке крови, показателям общего белка и процентным соотношениям основных белковых фракций (А-альбуминов,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  - глобулинов), иммуноглобулинов в сыворотке крови.

Интенсивность липидного обмена оценивали по показателям уровня общих липидов, общего холестерина в крови и тканях рыб.

Фосфатазный тест служил показателем уровня метаболизма в организме самок в связи с процессами созревания гонад.

Определяли также концентрацию гемоглобина в крови самок.

Выбор, перечисленных выше, биохимических тестов обусловлен тем, что биологическая роль витамина  $B_6$  в обмене веществ определяется его участием в построении многих ферментов аминокислотного обмена. Недостаток витамина  $B_6$  вызывает нарушение обмена аминокислот.

Активность ферментов аминотрансфераз - АсАТ и АлАТ является показателем насыщенности организма витамином  $B_6$ .

В табл. 5 приведены данные, характеризующие исходное состояние самок белого толстолобика в преднерестовый период в начале апреля (исходная проба) и изменения показателей белкового и

липидного обмена у опытных и контрольных самок, произошедшие в их организме к моменту нереста.

Таблица 5

Физиолого-биохимические показатели самок белого толстолобика в преднерестовый и нерестовый периоды

Показатели	Преднерестовый период		Нерестовый период	
	Исходная проба	Контроль	!	Опыт
I	2	3	4	
<u>Белковый обмен</u>				
Гемоглобин, г/%	9,06	8,80	9,70	
Общий белок, г/%	5,87	5,04	5,46	
Белковые фракции:				
A - альбумины, %	33,70	30,20	37,02	
L - глобулины, %	15,30	19,80	24,81	
β - глобулины, %	36,40	41,20	21,31	
γ - глобулины, %	13,60	8,08	16,86	
Иммуноглобулины, ед. мутности	24,61	13,70	22,32	
Аминотрансферазы:				
АЛАТ, ммоль/г.л	5,69	4,74	5,90	
АСАТ, ммоль/г.л	0,80	0,66	0,89	
<u>Уровень метаболизма</u>				
Активность щелочной фосфатазы, ед. Боданского:				
кровь	8,79	10,24	13,76	
мышцы	35,54	48,64	46,97	
печень	65,48	68,69	77,72	
гонады	127,00	-	-	
икра	-	30,32	33,81	
<u>Липидный обмен</u>				
Общие липиды, мг/% (на сырую ткань)				
кровь	2205	2080	1904	
мышцы	2095	1380	1680	
печень	5915	4564	5213	
гонады	7100	-	-	
икра	-	7257	7642	

I	2	3	4
Общий холестерин, мг/% (на сырую ткань)			
кровь	276	224	220
мышцы	307	164	213
печень	931	523	968
гонады	1025	-	-
икра	-	969	1070

При исследовании физиологического состояния контрольных самок в преднерестовый (исходная проба) и нерестовый период прослеживается закономерное снижение концентрации гемоглобина и общего белка. В литературе отмечается наличие подобной закономерности в период достижения половой зрелости, связанной с быстрым ростом ооцитов (Шатуновский, 1984). Снижение уровня иммуноглобулинов свидетельствует о значительном падении защитных функций организма самок к моменту нереста. К моменту нереста происходит также усиленный расход общих липидов и холестерина в печени и мышцах контрольных самок.

Таким образом, созревание и нерест контрольных самок происходит на фоне значительных энергетических трат резервных веществ. Подтверждением этому служит то, что падение содержания липидных веществ в организме рыб происходит при поддержании высокого уровня метаболических процессов, о чем свидетельствует активность щелочной фосфатазы.

Сравнительный анализ данных, характеризующих физиологическое состояние самок в опытной и контрольной группах показывает: к моменту нереста в опытной группе самок расход липидных компонентов на обеспечение жизнедеятельности и процессов созревания меньше, чем в контроле. Это позволяет утверждать, что введение самкам белого толстолобика в преднерестовый период аминокислотно-витаминной смеси оказывает существенное влияние на процессы генеративного синтеза у самок, обеспечивая более экономный расход энергетических ресурсов.

К моменту нереста в крови самок опытной группы концентрация гемоглобина и общего белка в сыворотке крови выше, чем у конт-

рольных. Происходит незначительное снижение, в сравнении с исходной пробой, уровня иммуноглобулинов, что свидетельствует о поддержании высоких защитных функций в их организме, по сравнению с самками контрольной группы.

К моменту нереста в крови самок контрольной группы отмечается значительное снижение уровня активности аминотрансфераз и, наоборот, повышение этих ферментов в крови самок, стимулированных аминокислотно-витаминной смесью, что позволяет предположить, что уровень белкового обмена у опытных самок в нерестовый период выше, чем у контрольных.

При рассмотрении соотношения белковых фракций в крови контрольных самок, прослеживается снижение процентного соотношения альбуминов и  $\gamma$ -глобулинов и увеличение фракций  $\alpha$  и  $\beta$ -глобулинов к нересту. У опытных самок произошло снижение только  $\beta$ -глобулинов, а концентрация альбуминов,  $\alpha$  и  $\gamma$ -глобулинов значительно возросла по сравнению с контрольными самками. Падение альбуминов в крови контрольных самок можно оценивать, как снижение аминокислотного фонда организма к моменту нереста, а снижение фракции  $\gamma$ -глобулина видимо связано с понижением в них доли иммуноглобулинов, что согласуется с приведенными данными о состоянии защитных функций у контрольных самок. Изменения в процентном соотношении белковых фракций в крови опытных самок свидетельствует о более высоком уровне белкового обмена в их организме в преднерестовый и нерестовый периоды, чем у контрольных.

Анализируя физиолого-биохимические показатели самок белого толстолобика в преднерестовый и нерестовый периоды в целом можно сделать следующее заключение:

- в процессе преднерестового содержания у контрольных самок происходит значительный расход липидных веществ на генеративный синтез и поддержание жизненных функций. Нерест контрольных самок проходит на фоне значительных энергетических трат и падения защитных функций организма;

- расход липидных веществ в организме опытных самок за тот же период был значительно ниже, чем у контрольных. При этом концентрация общих липидов в овулировавшей икре опытных самок на 3,7% была выше, чем в контроле;

- к моменту нереста в крови опытных самок (в сравнении с контрольными) не отмечено снижения гемоглобина, снижение уровня

иммуноглобулинов было незначительным, что обеспечило поддержание защитных функций организма на более высоком уровне;

- показатели активности аминотрансфераз, а также изменения соотношения белковых фракций в крови производителей в процессе их созревания указывают на более высокий уровень белкового обмена в организме опытных самок, чем у контрольных.

Полученные данные позволяют предполагать, что введение самкам белого толстолобика в преднерестовый период аминокислотно-витаминной смеси оказывает регулирующее влияние на метаболические процессы в организме рыб, улучшает общее физиологическое состояние самок и несомненно положительно влияет на уровень и направленность генеративного обмена, усиливает защитные функции организма. Это подтверждается продукционными характеристиками опытных самок белого толстолобика, полученными в течение пяти лет в промышленных масштабах в Краснодарском СВК.

#### ПОДРАЩИВАНИЕ ЛИЧИНОК В ПРУДАХ ДО ЖИЗНЕСТОЙКИХ СТАДИЙ

Личиночный период развития - наиболее ответственный в жизни большинства видов рыб. На ранних этапах развития личинки предъявляют повышенные требования к условиям их содержания, они очень чувствительны к различным факторам среды, многие из которых оказывают влияние на их выживаемость.

С началом широкого освоения растительноядных рыб возникла острая необходимость повышения выживаемости посадочного материала. При посадке в выростные пруды, ранее зарыбленные карпом, личинок растительноядных рыб на этапе перехода на смешанное питание нередко наблюдается низкий и нестабильный выход сеголетков, особенно в хозяйствах, расположенных в средней полосе. В связи с этим появилась потребность введения в технологический процесс выращивания растительноядных рыб нового элемента - подращивание личинок до жизнестойких стадий.

В 60-х годах была начата разработка технологии подращивания личинок растительноядных рыб до жизнестойких стадий в мальковых прудах в южных районах России (Виноградов, Хромов, 1967) с последующей перевозкой молоди в рыбхозы средней полосы. Практика показала, что целесообразнее организовать подращивание личинок растительноядных рыб непосредственно в тех хозяйствах, где осуществляется дальнейшее выращивание рыбы. Помимо сниже-

ния материальных затрат, связанных с транспортировкой подрошенной молоди из южных районов, выявлен ряд преимуществ биологического порядка. Молодь, подрошенная на месте обеспечивает более высокий выход и штучную массу сеголетков по сравнению с молодью, завозимой из южных районов (Чертыхин, 1978; Панов, Чертыхин, 1992). Это происходит не только за счет более крупных размеров молоди, подрощенной на месте, но и вследствие ранней ее адаптации к местным условиям.

#### Определение оптимальных для личинок параметров среды

К числу важнейших факторов, определяющих рост, развитие и выживаемость личинок рыб относят температуру, содержание кислорода, кормовую базу, наличие хищников (Шпет, 1952; Панов и др., 1970, 1978 и др.). При разработке технологии и режима подращивания личинок необходимы сведения об оптимальных и пороговых значениях этих факторов.

В основу технологической схемы подращивания, описанной в "Руководстве по биотехнике разведения и выращивание растительноядных рыб" (Виноградов и др., 1970) было заложено определяющее влияние пищевого фактора. В последующие годы исследования были продолжены в направлении изучения влияния на личинок растительноядных рыб температуры, хищных водных насекомых, выяснению роли летования мальковых прудов в развитии кормовой базы (Панов и др., 1969, 1972, 1973; Мотенкова и др., 1974, 1976 и др.).

Кислород. Литературные сведения о влиянии различного насыщения воды кислородом на личинок растительноядных рыб весьма скудны. Авторы, как правило, ограничиваются определением пороговых границ кислорода (Вовк, 1970) или же общими замечаниями о том, что по отношению к этому фактору растительноядные рыбы отличаются малой требовательностью.

Нами проведены специальные исследования с целью установления зависимости между потреблением, усвоением пищи личинками, ее расходом на обмен и содержанием кислорода в воде в диапазоне от 0,4 до 12 мг/л. Оценку влияния кислорода на рост личинок проводили по величине прироста, рассчитанного по балансу питания (Винберг, 1956).

Максимальный прирост личинок белого амура наблюдался при концентрациях кислорода от 7 до 8 мг/л. Эту величину можно принять за нижнюю границу оптимума. При снижении кислорода до 4

мг/л прирост личинок уменьшался на 40-50%, до 2 мг/л, соответственно на 80% (рис. 1). Гибель личинок отмечали при концентрациях кислорода 0,4-0,45 мг/л. Повышение содержания кислорода от 7-8 до 12 мг/л не вызвало существенных изменений величины потребления пищи. В этих пределах траты на обмен оставались на стабильном уровне. Аналогичные данные получены и для личинок толстолобиков.

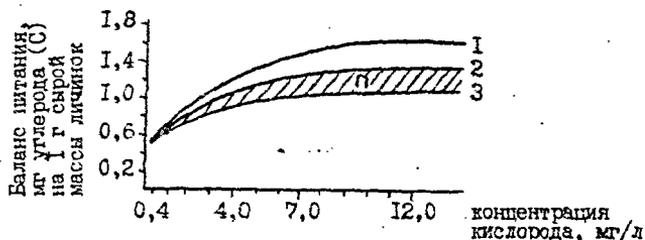


Рис. 1 Пищевой баланс личинок белого амура при различных концентрациях кислорода  
1 - потребление пищи, 2 - усвоение, 3 - расход пищи на дыхание

Таким образом, существовавшее в рыбоводной практике представление о малой требовательности растительноядных рыб к содержанию кислорода не оправдано. Понижение концентрации кислорода за пределы оптимума, обуславливает задержку роста, приводит к увеличению продолжительности личиночного периода развития, а следовательно, к повышению гибели личинок от воздействия других неблагоприятных факторов.

Материалы опытов о влиянии различного насыщения воды кислородом на личинок растительноядных рыб послужили основой для уточнения методики удобрения мальковых прудов и сроков внесения органических удобрений с целью поддержания благоприятного кислородного режима (Панов, Чертихин, 1987).

Обеспеченность пищей. Для характеристики пищевых потребностей личинок, при организации подраживания в условиях средней полосы, очень важно было определить оптимальную и пороговую концентрации кормовых организмов. Первая из этих величин отражает такое состояние кормовой базы, при котором потребности личинок в пище удовлетворяются полностью. Вторая дает представление о

нижней границе концентрации корма, при которой прекращается рост личинок, то есть приход пищи становится равным ее расходу на обмен.

С помощью радиоуглеродной методики (Сорокин, Панов, 1965; Панов и др., 1969) мы определяли баланс питания белого, пестрого толстолобиков и гибрида толстолобиков при различных концентрациях кормовых организмов. На основании установленной зависимости между приходом и расходом пищи, и количеством корма в среде определили его оптимальные и пороговые концентрации. Впервые были определены концентрации кормовых организмов, обеспечивающих максимальный прирост личинок гибрида толстолобиков (табл. 6).

Таблица 6  
Пороговые и оптимальные концентрации корма  
для личинок растительноядных рыб

Личинки рыб	Этап развития	Пороговые концентрации, экз./л	Оптимальные концентрации, экз./л
Белый толстолобик	II	10-50	1600-1800
Белый толстолобик	IV	10-50	800-1000
Пестрый толстолобик	II	10-50	1900-2000
Пестрый толстолобик	IV	10-50	1100-1300
Гибрид толстолобиков	II	10-50	1000-1200
Гибрид толстолобиков	IV	10-50	600-800

Полученные данные по пищевым потребностям личинок послужили нормативной основой при формировании естественной кормовой базы в мальковых прудах (Чертыхин, Панов, 1978).

Критерии жизнестойкости. При определении продолжительности подращивания и размеров, до которых молодь следует подращивать, возникает вопрос о критериях жизнестойкости, одним из которых для молоди растительноядных рыб при посадке в выростные пруды является устойчивость их к выеданию молодью карпа.

На способность производителей карпа питаться собственной молодью в нерестовых прудах обратили внимание А.Н.Елеонский (1946), Ф.М.Суховерхов (1963). В.М.Ильин (1955) и Г.И.Шпет (1956) также указывают, что при выращивании в смешанных посадках годовики карпа могут поедать молодь того же вида. Сведений о перехо-

де карпа на рыбный рацион в более раннем возрасте в литературе не обнаружено. В связи с этим нами были проведены специальные исследования по выяснению условий перехода молоди карпа на потребление личинок растительноядных рыб. В них определены соотношения массы тела молоди растительноядных рыб и карпа при которых обеспечивается успех "охоты" (рис. 2).

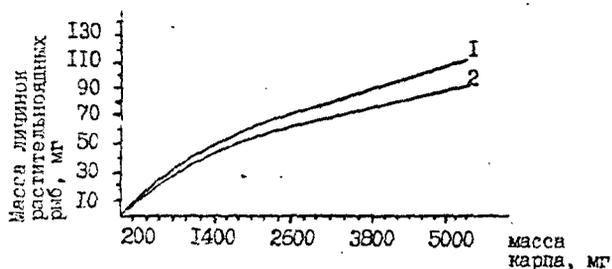


Рис. 2 Соотношение массы тела карпа и потребляемой им молоди белого амура (1) и толстолобиков (2)

В "острых опытах" (без пищи) карп начинал охотиться за личинками растительноядных рыб по достижении этапа  $D_2$  (по Брагинской, 1960) при массе 25-30 мг. Для успешной охоты необходимо, чтобы его масса превышала массу жертвы в начале в 12-13 раз, а затем (на мальковых этапах) в 30-50 раз. При внесении в опытные емкости зоопланктона в концентрации 100-2000 экз./л активность охоты карпа за личинками растительноядных рыб ослабевает и постепенно прекращается. Обнаружена видовая специфика личинок в реакции на хищника. Личинки белого амура более доступны для карпа, чем личинки толстолобиков, которые способны на ранних этапах образовывать стаи.

Результаты опытов, представленные на рис. 2, могут быть использованы в рыбоводной практике для правильного подбора размеров молоди карпа и растительноядных рыб, выпускаемых на совместное выращивание и уточнения сроков их подраживания в мальковых прудах.

Бистехника подраживания молоди растительноядных рыб в мальковых прудах. На основании данных об оптимальных параметрах среды, полученных в экспериментальных и производственных усло-

виях, разработана технология подрашивания молоди рыб в прудах (Панов, Хромов, Мотенкова, Чертихин, 1974, 1975; Чертихин, Панов, 1978). Биотехнические приемы при подрашивании личинок рыб в прудах должны обеспечивать высокий темп продуцирования кормовой базы с преимущественным развитием вначале мелких форм зоопланктона и последовательной замзой их более крупными формами при поддержании благоприятного кислородного режима.

Производственные эксперименты по подрашиванию личинок проводили в нерестовых, зимовальных, летне-маточных и мальковых прудах. Лучшие результаты получены в мальковых прудах площадью 0,5-1,0 га. Небольшие размеры пруда способствуют лучшей управляемости его гидрохимическим и гидробиологическим режимом. Главное требование к мальковым прудам - тщательная планировка ложа, обеспечивающая полный спуск воды со всех участков пруда.

Стимулирование развития зоопланктона обеспечивали внесением в пруды органических удобрений: навоза, компоста, подвяленной растительности. Нормы внесения подбирали с таким расчетом, чтобы обеспечить развитие зоопланктона до оптимальных концентраций. В новые, первый год используемые для подрашивания, малопродуктивные пруды норма внесения навоза или компоста составляет 4-5 т/га, подвяленной растительности - 2,5-3,0 т/га. В высокопродуктивные, летовавшие пруды норму органических удобрений можно сократить до 2,0-2,5 т/га. Навоз и компост вносят по сухому ложу пруда, равномерно распределяют и припахивают дисковой боронной. Для снижения отрицательного влияния органических удобрений на кислородный режим, особенно в первые дни после заливки пруда, их необходимо вносить за 1,0-1,5 месяца до заливки. Подвяленную растительность вносят по воде через 3-5 дней после заполнения пруда.

Главное назначение минеральных удобрений - поддержание благоприятного кислородного режима. Нормы внесения минеральных удобрений рассчитывали таким образом, чтобы не допустить обильного развития фитопланктона. В литературе (Мельников, 1953; Уломский, 1962) имеются сведения о том, что обильное развитие фитопланктона подавляет развитие зоопланктона.

Одним из важных моментов в биотехнике подрашивания молоди является обеспеченность их полноценным, легко усвояемым и доступным кормом. Известно, что на начальных этапах развития личинки способны потреблять бактерии и инфузории (Панов, Сорокин, 1967;

Ельчанинова, 1977). Нами выяснена принципиальная возможность подкормки личинок на ранних стадиях развития бактериальным кормом, приготовление которого не составляет особого труда. На 10 частей травяной муки из злаковых и бобовых трав добавляют 13 частей 3% раствора мочевины и при периодическом перемешивании выдерживают в затемненном месте при температуре 20–22°C (Самарин, Акимов, 1970). Через 24 ч. готовый бактериальный корм вносят в мальковые пруды из расчета 15–20% от массы молоди. Наблюдения за питанием показали, что личинки активно потребляют бактериальную массу, начиная с момента перехода на смешанное питание. Молодь, получавшая дополнительный рацион в виде бактериального корма, по темпу роста превышала молодь в контрольных прудах в 1,5 раза. Выживаемость молоди в прудах с применением бактериального корма была в 2 раза выше, чем в контроле (Чертихин и др., 1975).

При определении оптимальной плотности посадки личинок на подращивание учитывали естественную продуктивность мальковых прудов, степень интенсификации процесса подращивания и конечную массу подрощенной молоди. Для внедрения в промышленность рекомендованы плотности посадки личинок в пределах 3,0–4,0 млн шт./га при подращивании до массы 50–60 мг. При подращивании до массы 150–200 мг плотность посадки должна составлять 1,5–2,0 млн шт./га. Продолжительность подращивания 10–17 суток. Увеличение сроков подращивания при достаточно высокой плотности посадки отрицательно сказывается на темпе роста молоди, что неблагоприятно, особенно в регионах с коротким вегетационным периодом.

Питание, рост и выживаемость личинок и молоди. Данные по питанию молоди белого, пестрого толстолобиков и их реципрокных гибридов свидетельствуют о существенном различии в спектре их питания (Воролаев, 1973, 1975; Чертихин, 1975, 1977, 1992 и др.). По мере роста и формирования фильтрационного жаберного аппарата обнаруживается избирательное отношение к различным кормовым организмам. При этом у молоди белого толстолобика и гибрида наблюдается положительная избирательность к колосвраткам, мелким формам ветвистоусых и науплиальных стадий веслоногих ракообразных, которая сохраняется на протяжении личиночного и мальковых этапов развития. Доля фитопланктона в питании гибрида и белого толстолобика на начальных этапах подращивания

составляет 5-10%, возрастая к концу подращивания у молоди белого толстолобика до 25-30% содержимого кишечника. Пестрый толстолобик, в отличие от белого толстолобика и гибрида, начиная уже с У личиночного этапа (по С.Г.Соину, 1963), предпочтение отдает более крупным формам. Роль коловраток и фитопланктона к концу личиночного периода у пестрого толстолобика незначительна. Индексы избирания этих форм пестрым толстолобиком имеют отщепительные значения.

В условиях благоприятного температурного и гидрохимического режима, высокой обеспеченности пищей в мальковых прудах, личинки белого, пестрого толстолобиков и их гибрида обладают достаточно высоким темпом роста. При плотности посадки 2,0 млн шт./га гибрид толстолобиков уже на 10-е сутки имел среднюю массу 120 мг. Молодь белого и пестрого толстолобиков к этому времени достигла массы, соответственно, 70 и 40 мг. Удельная скорость весового роста молоди гибрида толстолобиков была выше в 1,4 раза, чем у белого и в 1,7 раза, чем у пестрого толстолобиков и составляла, соответственно, 0,43, 0,31 и 0,26.

Относительный среднесуточный прирост за период подращивания составил у молоди гибрида толстолобиков 19,0%, белого толстолобика - 13,8% и у пестрого толстолобика - 12,9%. Абсолютный среднесуточный прирост составил, соответственно, 12,0, 8,4 и 7,5 мг. Показатели выживаемости молоди были близкие и составляли в среднем 49,5-51,3%.

Для оценки эффекта гетерозиса подращенной молоди и сеголетков мы посчитали индексы гипотетического и конкурсного гетерозиса (Свечин, 1967; Ильев, 1980) по формулам:

$$ИГ_{Г} = \frac{F_I}{(P_I + P_2) : 2} \times 100, \text{ где}$$

$ИГ_{Г}$  - индекс гетерозиса (гипотетический),

$F_I$  - показатель гибридной формы,

$(P_I + P_2) : 2$  - полусумма показателей исходных форм.

$$ИГ_{К} = \frac{F_I}{P_I} \times 100, \text{ где}$$

$ИГ_{К}$  - индекс гетерозиса (конкурсный),

$F_I$  - показатель гибридной формы,

$P_I$  - показатель родительской формы.

Эффект гетерозиса по массе у гибрида толстолобиков начал проявляться с первых дней подращивания. По конкурсному гетерозису гибрид превосходил родительские формы на 76,5-192,7%, по гипотетическому - на 120%. Гетерозис по выживаемости у гибрида толстолобиков в процессе подращивания не проявился.

#### ВЫРАЩИВАНИЕ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕЙ ПОЛОСЫ РОССИИ

В хозяйствах средней полосы растительноядные рыбы в общем объеме производства товарной продукции не превышают 15-20%, в последние годы наметилась тенденция снижения темпов хозяйственного освоения этих объектов.

Значение отдельных видов растительноядных рыб в поликультуре для разных климатических зон неодинаково и определяется, главным образом, требованиями к температурному режиму и характером питания (Виноградов и др., 1973; Виноградов, 1975, 1985; Воропаев, 1975). Как показала практика, климатические условия средней полосы не позволяют полностью реализовать потенциальные возможности роста белого толстолобика. Масса двухлетков белого толстолобика, лишь в особо благоприятные по температуре годы, достигает 200 г (Виноградов и др., 1973; Чертихин и др., 1974). Использование пестрого толстолобика, обладающего достаточно высоким темпом роста, в качестве добавочного объекта ограничено его конкуренцией с карпом в питании зоопланктоном (Виноградов, 1975, 1985; Чертихин, 1977, 1978).

Нами проведены исследования по выяснению возможности использования гибридов толстолобиков в качестве объектов поликультуры в условиях средней полосы России. Изучено питание, пищевые отношения, возможности роста и выживаемости в сравнении с исходными видами. В качестве перспективного объекта определен промышленный гибрид самка пестрого толстолобика х самец белого толстолобика. Определены последовательность и рациональные сроки посадки объектов поликультуры в выростные пруды (Чертихин, 1975, 1977, 1978, 1979, 1989, 1992).

Характеристика условий выращивания. Гидрохимический режим. Формирование гидрохимического режима прудов зависит, главным образом, от обменных процессов между почвой и водой, метеорологических условий и интенсификационных мероприятий (удобрение

прудов, кормление карпа. Видовой (каarp + растительноядные рыбы) и количественный (110-125 тыс.шт./га) состав используемой поликультуры не оказывали отрицательного воздействия на гидрохимический режим прудов. Более того, способствовали его улучшению. Подтверждением этому является то, что средние показатели содержания кислорода в прудах при поликультуре на 1,5-2,0 мг/л выше, чем при выращивании карпа в монокультуре. Исвидимому, это объясняется особенностями питания растительноядных рыб. Потребляя бактериопланктон, фитопланктон и детрит (Кузнецов, 1977; Садыхова, 1977; Чертихин, 1975, 1976 и др.) они способствуют улучшению санитарного состояния водоемов. При использовании в качестве объекта поликультуры гибрида толстолобиков при плотности посадки 40 тыс.шт./га отмечено повышение содержания кислорода и снижение перманганатной окисляемости воды на 6-18% по сравнению с вариантом, где выращивали с карпом пестрого толстолобика при той же плотности посадки. Улучшение гидрохимического режима прудов при выращивании поликультуры растительноядных рыб наблюдала также А.Г.Минц (1976).

Развитие естественной кормовой базы. Фитопланктон. На формирование естественной кормовой базы прудов влияют не только вносимые удобрения, но также видовой состав, количество выращиваемых в пруду рыб, последовательность, сроки посадки в пруды объектов поликультуры.

В динамике развития фитопланктона в течение сезона наблюдались колебания как по численности, так и по биомассе. Большинство прудов характеризовалось слабым развитием фитопланктона в начале сезона, затем биомасса возрастала до 40-90 г/м<sup>3</sup>, а к осени отмечался значительный спад в развитии водорослей. Уровень развития фитопланктона зависел от видового и количественного состава объектов поликультуры. Самая низкая средняя за сезон биомасса водорослей наблюдалась в прудах, где с карпом выращивали гибрида толстолобиков при плотности посадки 40 тыс.шт./га. В прудах с пестрым толстолобиком, при той же плотности посадки развитие фитопланктона было более интенсивным. В прудах, зарыбленных пестрым толстолобиком и гибридом толстолобиков с плотностью посадки по 25 тыс.шт./га уровень развития фитопланктона различался несущественно. Имелись лишь некоторые различия в количественном развитии отдельных видов, связанные с интенсивностью

потребления и избирательностью в питании гибрида и пестрого толстолобика (подробно в разделе питание и пищевые отношения).

**Зоопланктон.** Применение интенсификационных мероприятий позволяло создавать благоприятные трофические условия для зоопланктона, что способствовало интенсивному его развитию. Существенное влияние на развитие зоопланктона оказывали видовой и количественный состав поликультуры и последовательность посадки их на выращивание. При одновременном зарыблении выростных прудов подрощенным карпом и гибридом толстолобиков среднесезонные показатели биомассы зоопланктона наиболее низкие — 0,4–4,0 г/м<sup>3</sup>. Интенсивное выедание зоопланктона карпом и гибридом толстолобиков в первые дни выращивания отрицательно сказывается на последующем его развитии.

При последовательном зарыблении прудов карпом и гибридом с интервалом в 20–22 дня биомасса зоопланктона к моменту посадки гибрида составляет 15–20 г/м<sup>3</sup>. Карп в это время переходит на потребление бентоса и искусственных кормов. Достаточно высокая биомасса зоопланктона (до 5 г/м<sup>3</sup>) сохраняется до начала середины августа (рис. 3). Помимо сроков зарыбления прудов на уровень развития зоопланктона влияли видовой и количественный состав поликультуры. Наибольшая остаточная биомасса зоопланктона отмечена в прудах с монокультурой карпа. Введение в состав поликультуры пестрого толстолобика и гибрида значительно снижает количество зоопланктона. Причем в прудах с пестрым толстолобиком это влияние сказывается в большей степени. При одинаковых плотностях посадки пестрого толстолобика и гибрида биомасса зоопланктона в прудах с пестрым толстолобиком в 2,0–2,5 раза ниже, чем в прудах с гибридом (рис. 4).

**Бентос.** Сезонные изменения численности и биомассы бентоса в прудах в основном определялись жизненными циклами развития основных бентических организмов и выеданием их карпом. Растительноядные рыбы не оказывали отрицательного воздействия на уровень развития донной фауны. Среднесезонные показатели биомассы бентоса в прудах всех вариантов видового и количественного соотношения объектов поликультуры колебались в пределах 2,5–3,0 г/м<sup>2</sup>.

Введение сестофагов в поликультуру оказывает существенное влияние на гидрохимический режим и формирование естественной

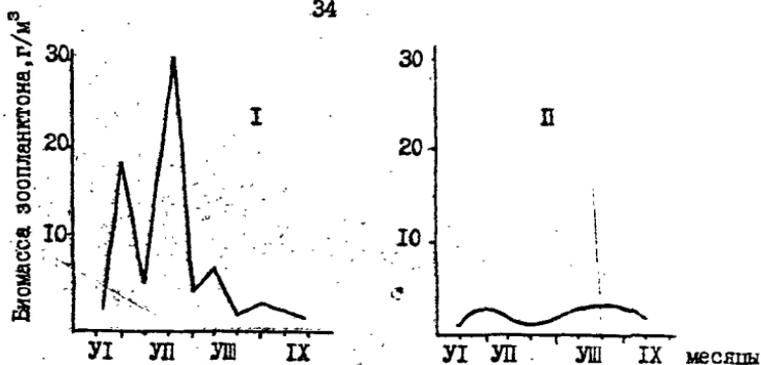


Рис. 3 Сезонная динамика зоопланктона

I - посадка гибрида толстолобиков в пруды через 20-22 дня после посадки карпа;

II - одновременная посадка в пруды карпа и гибрида толстолобиков

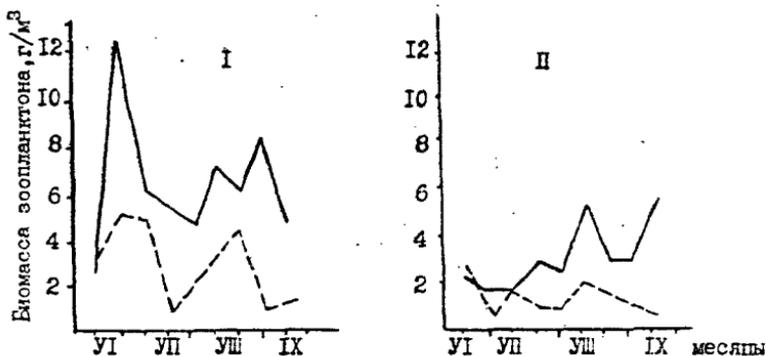


Рис. 4 Сезонная динамика зоопланктона в прудах с разным составом поликультуры

I - пруды с поликультурой карпа ----- пестрый толстолобик 25 тыс./га и ————— гибрида толстолобиков 25 тыс./га

II - пруды с поликультурой карпа ----- пестрый толстолобик 40 тыс./га и ————— гибрида толстолобиков 40 тыс./га

кормовой базы прудов. Потребляя фитопланктон, детрит и бактериопланктон толстолобики способствуют улучшению санитарного состояния водоемов. Средние показатели содержания кислорода в прудах при поликультуре растительноядных рыб и карпа на 1,5–2,0 мг/л выше, чем при выращивании карпа в монокультуре. На развитие фито- и зоопланктона влияют видовой и количественный состав поликультуры, особенности питания белого и пестрого толстолобиков и их гибридов.

#### Питание и пищевые отношения пестрого толстолобика и гибрида толстолобиков с карпом

Основу питания сеголетков пестрого толстолобика и гибрида толстолобиков составляли фито-, зоопланктон и детрит. Сеголетки карпа наряду с естественной пищей в большом количестве потребляли комбикорм. При этом значение отдельных компонентов пищи в рационе сеголетков не одинаково.

**Пестрый толстолобик.** Фитопланктон в питании сеголетков пестрого толстолобика в разные периоды выращивания составлял от 2,5 до 49,0% содержимого кишечника. Преобладали три группы водорослей: зеленые, диатомовые и сине-зеленые. При этом на долю сине-зеленых приходилось от 21 до 43% (рис. 5, Б). По мере увеличения плотности посадки пестрого толстолобика с 25 до 40 тыс.шт./га избирание этой группы водорослей возрастает с +0,4 до +0,8. Эвгленовые и пирозитовые водоросли в рационе пестрого толстолобика существенного значения не имели.

Зоопланктон в пище сеголетков пестрого толстолобика присутствовал постоянно. Однако качественный состав и количественное содержание отдельных компонентов зоопланктона в питании пестрого толстолобика и гибрида существенно отличались (рис. 6, Б). Ведущей группой зоопланктона в питании пестрого толстолобика, начиная с малькового этапа до конца выращивания сеголетков, были ветвистые ракообразные. Они составляли в среднем за сезон 59,8–72,6% общего количества зоопланктона в кишечниках. Вторыми по предпочтению в питании были веслоногие рачки и их копеподитные стадии, которые составляли от 5,1 до 55,0% в течение периода выращивания. На долю коловраток, главным образом, крупных форм, в среднем за сезон приходилось 18–19% общего количества планктонных организмов в рационе пестрого толстолобика.

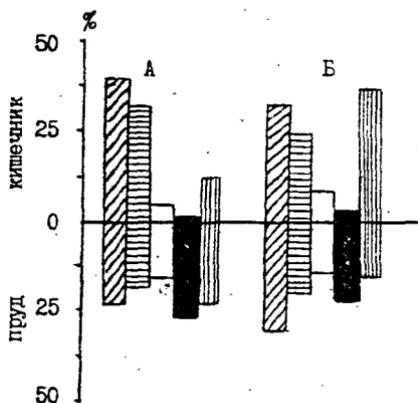


Рис. 5 Соотношение групп фитопланктона в прудах и кишечниках рыб (в % от массы)  
 А - гибрид толстолобиков, Б - пестрый толстолобик  
 ▨ - зеленые, ▤ - диатомовые, □ - эвгленовые,  
 ■ - пиррофитовые, ▧ - сине-зеленые

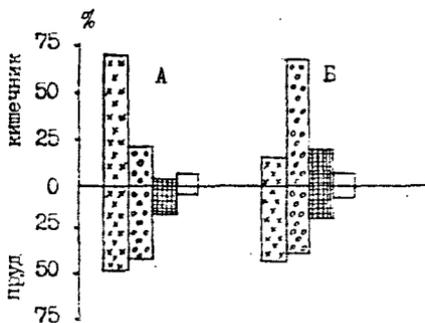


Рис. 6 Соотношение групп зоопланктона в прудах и кишечниках рыб (в % от массы)  
 А - гибрид толстолобиков, Б - пестрый толстолобик  
 ▩ - коловратки, ▨ - ветвистоусые рачки,  
 ▧ - веслоногие рачки, □ - прочие

Детрит в течение всего периода выращивания был постоянным компонентом в питании пестрого толстолобика. Существенной разницы в величине потребления детрита сеглетками пестрого толстолобика и гибрида не обнаружено. Детрит присутствовал в кишечниках пестрого толстолобика в количестве 3,5–98,0% общей массы пищевого комка.

Гибрид толстолобиков. Содержание фитопланктона в кишечниках гибрида в течение сезона изменялось от 4,5 до 53,0%. Доминировали в рационе гибрида представители группы зеленых водорослей, которые встречались в пищевом комке в течение всего сезона выращивания. Среднее за сезон содержание зеленых водорослей в пище сеглетков составляло 47%, с колебаниями в отдельные периоды от 20 до 90%. На долю диатомовых водорослей в питании приходилось от 27 до 47% общей массы растительной пищи. Значение сине-зеленых водорослей, которые встречались в питании во второй половине сезона выращивания не превышало 10–11% (рис. 5, А).

Зоопланктон в рационе гибрида присутствовал в течение всего периода выращивания. Его содержание в пищевом комке колебалось от 30 до 80% потребляемого сестона. К концу выращивания значение зоопланктона в питании сеглетков снижается до 1,4–4,5%, но увеличивается доля фитопланктона и детрита. Характерным в потреблении гибридом зоопланктона является предпочтение мелких форм крупным (рис. 6, А). Коловратки были основными компонентами зоопланктона в питании сеглетков и составляли 53,4–91,0%. Ветвистоусые ракообразные лишь к концу сезона составляли около 40% рациона животной пищи в кишечниках. Группа веслоногих рачков в пищевом комке представлена небольшим количеством (0,5–0,6%) науплиусов и копепоидов. Содержание детрита в рационе гибрида увеличивается от начала к концу выращивания с 2 до 96%.

При совместном выращивании сеглетков пестрого толстолобика и гибрида обнаружено сходство в питании (рис. 7).

Индекс пищевого сходства (объем конкуренции) у этих рыб колебались в пределах 8,5–18,0% по использованию зоопланктона и 21,0–40,5% по фитопланктону. Характер пищевых отношений менялся в течение сезона. В начальный период выращивания сравнительно высоким был объем конкуренции за зоопланктон, затем пищевая конкуренция проявляется при потреблении фито- и зоопланктона и в конце выращивания сеглетки конкурировали в потреблении, главным образом, фитопланктона.

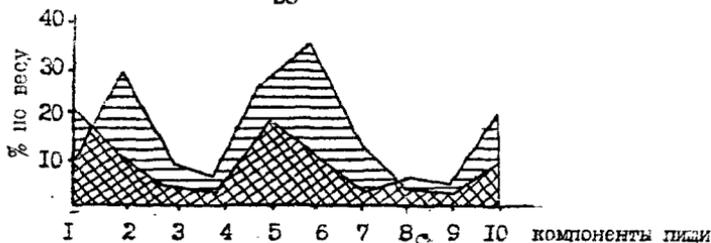


Рис. 7 Объем конкуренции сеголетков пестрого толстолобика и гибрида

Зоопланктон: I - коловратки, 2 - ветвистоусые, 3 - веслоногие рачки, 4 - прочие;

Фитопланктон: 5 - зеленые, 6 - диатомовые, 7 - десмидиевые, 8 - эвгленовые, 9 - пиррофитовые, 10 - сине-зеленые

**Карп.** Соотношение компонентов пищи в районе карпа менялось в течение сезона. С момента посадки карпа в выростные пруды до середины августа естественная пища составляла у него 70-30% массы пищевого комка. При этом по численности преобладали зоопланктонные, а по биомассе бентосные организмы, которые в отдельные периоды составляли 90% содержимого кишечника. С середины августа в районе карпа преобладал комбикорм, составляя у отдельных особей до 100% рациона. Переход карпа на преимущественное потребление искусственного корма связан со снижением уровня развития зоопланктона и зообентоса за счет выедания их сеголетками и вылета имаго хиромсид. К концу периода выращивания в кишечниках карпа наряду с комбикормом появляются веслоногие рачки.

На основе определения качественного и количественного состава пищи карпа, пестрого толстолобика и гибрида толстолобиков мы посчитали индексы пищевого сходства, которые соответствуют объему конкуренции (Шорыгин, 1952).

Установлено, что у карпа с пестрым толстолобиком складываются очень напряженные пищевые отношения (рис. 8, Б, Г).

Объем конкуренции за зоопланктон в разные годы и периоды выращивания составлял 41-84%. Все компоненты зоопланктона потреблялись обоими видами практически в равной степени. При этом увеличение плотности посадки пестрого толстолобика с 25 до 40 тыс. шт./га еще более увеличивает пищевую конкуренцию пестрого толстолобика с карпом (рис. 8, Г):

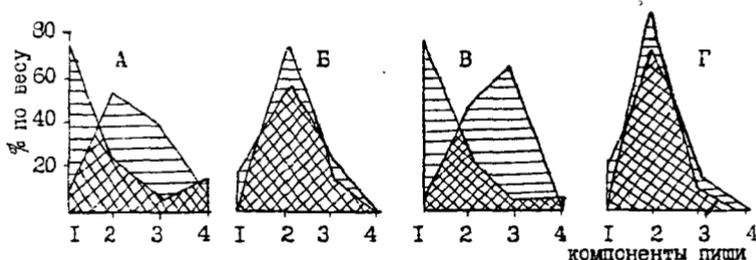


Рис. 8 Объем конкуренции гибрида и пестрого толстолобика с карпом

А, В - гибрид толстолобиков, Б, Г - пестрый толстолобик

1 - коловратки, 2 - ветвистоусые ракообразные,

3 - веслоногие ракообразные, 4 - прочие

Совершенно иная картина в пищевых отношениях карпа с гибридом толстолобиков (рис. 8, А, В). У обоих видов имеются определенные резервы в погреблении отдельных групп зоопланктона. Гибриду остаются свободные от пресса карпа коловратки, карпу - ветвистоусые и веслоногие ракообразные. Объем конкуренции карпа с гибридом значительно меньше, чем с пестрым толстолобиком. Его показатель находится в пределах 13-36%, а в отдельные периоды выращивания всего 2-3% (Чертихин, 1977, 1988, 1992).

Таким образом, полученные данные позволяют сделать заключение о том, что связь между составом кормовой базы, питанием сеголетков и плотностью их посадки имеется, но проявляется не одинаково в отношении различных кормовых объектов. Эта зависимость прослеживается в развитии зоопланктона в прудах с различным видовым и количественным составом объектов поликультуры. Интенсивное выедание крупных форм зоопланктона карпом и пестрым толстолобиком отрицательно влияет на дальнейшее продуцирование зоопланктонных организмов в прудах.

Полученные нами данные по пищевым отношениям объектов поликультуры и их влиянию на изменения видового и количественного развития зоопланктона в прудах вошли в нормативно-технологические документы (1978, 1985, 1987), используются в рыбоводной практике для определения оптимального состава поликультуры.

Рост, выживаемость и продуктивность. Выращивание сеголетков

толстолобиков и их гибриды показало, что гибриды обладают более высоким темпом роста. В зависимости от плотности посадки конечная масса сеголетков гибрида на 10-35% выше, чем пестрого толстолобика (рис. 9).

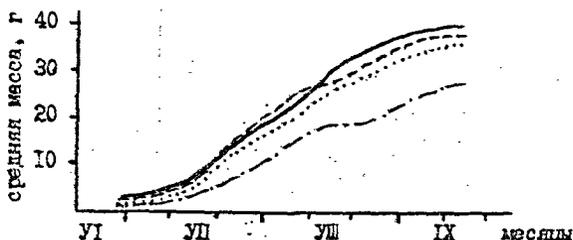


Рис. 9 Рост сеголетков гибрида и пестрого толстолобика  
Гибрид толстолобиков: — 25 тыс.шт./га; - - - - 40 тыс.шт./га  
Пестрый толстолобик: . . . . 25 тыс.шт./га; - · - · 40 тыс.шт./га

На основе полученных данных о начальной и конечной массе ( $M_0$  и  $M_K$ ), продолжительности периода выращивания ( $t$ ) и температуры воды ( $T^{\circ}C$ ) в периоды выращивания мы рассчитали коэффициенты массонакопления ( $K_M$ ) (Толчинский, Резников, Л.О, 1983).

Расчеты показали, что средний за сезон коэффициент массонакопления у гибрида толстолобиков (0,061-0,097) выше, чем у пестрого толстолобика (0,039-0,081) в 1,2-1,5 раза. Изменения среднесезонного коэффициента массонакопления определялись особенностями температурного режима сезона и обеспеченностью сеголетков пищей. В равных условиях выращивания скорость массонакопления у сеголетков гибрида выше, чем у пестрого толстолобика. При изменении плотности посадки пестрого толстолобика с 25 до 40 тыс.шт./га на одинаковом фоне посадки карпа - 65 тыс.шт./га коэффициент массонакопления пестрого толстолобика, по сравнению с гибридом толстолобиков снижается в 1,5 раза, а конечная масса - на 33,5%. Ухудшаются в этом случае и весовые показатели карпа. Коэффициент массонакопления у гибрида толстолобиков в течение сезона более стабилен, чем у пестрого толстолобика. Возможно это объясняется лучшей обеспеченностью его пищей, из-за большей пластичности по отношению к различным компонентам естественной кормовой базы.

Показатели роста сеголетков гибрида позволили выявить эффект гетерозиса по массе. В разные по температурному режиму и обеспеченности пищей годы эффект гетерозиса по массе у сеголетков гибрида составлял от 3 до 52%.

При достаточно высокой выживаемости сеголетков от подрощенной молоди в выростных прудах (70-96% от посадки), этот показатель у гибрида во все годы выращивания был выше, чем у пестрого толстолобика на 15-25%. Эффект гетерозиса по выживаемости составлял в разные годы 46-53%.

Не меньший интерес представляют данные о влиянии гибрида и пестрого толстолобика на рост и продуктивность карпа. Практически во всех вариантах выращивания карпа с гибридом толстолобиков конечная масса и продукция сеголетков карпа на 3,5-12,0 г и 2,2-3,5 ц/га, соответственно, выше, чем с пестрым толстолобиком.

Конечные рыбоводные показатели при выращивании сеголетков растительноядных рыб во многом зависят от сроков зарыбления прудов и интервала в посадке на выращивание подрощенной молоди карпа и растительноядных рыб. Известны два способа зарыбления выростных прудов карпом и растительноядными рыбами. Один из них, наиболее распространенный, это одновременная посадка в пруды карпа и растительноядных рыб. Второй, предложенный Г.И.Савиным (1972, 1973), предусматривает зарыбление выростных прудов не подрощенными личинками растительноядных рыб через 1-2 дня после заполнения прудов водой, а еще через 3-4 дня посадку подрощенной молоди карпа. Оба эти способа могут иметь успех в хозяйствах южных районов, где производят личинок карпа и растительноядных рыб и имеется реальная возможность сближения сроков посадки обоих видов. Но в этом случае фактор выедания зоопланктона одновременно несколькими видами отрицательно сказывается на дальнейшем формировании зоопланктонных сообществ (подробно см. в разделе "Формирование естественной кормовой базы"), что в конечном счете отрицательно сказывается на росте рыбы и продуктивности прудов.

Нами проведены специальные исследования по определению оптимальных сроков посадки подрощенной молоди гибрида толстолобиков в выростные пруды, зарыбленные карпом в условиях средней полосы (Ефимова, Овинникова, Чертихин, -1985; Ефимова, Чертихин и др., 1988). Испытывали разные сроки посадки гибрида по отношению

к посадке карпа: одновременное зарыбление, спустя 20-22 дня и 30-35 дней после зарыбления прудов карпом (табл. 7).

Таблица 7

Результаты выращивания гибрида толстолобиков при разных сроках посадки его по отношению к посадке карпа

Интервал между сроками посадки карпа и гибрида толстолобиков, дни	Конечная средняя масса, г		Рыбопроductивность, ц/Га	
	гибрид	камп	гибрид	общая
Одновременное зарыбление	16,4	14,9	6,1	13,6
20 - 22	23,3-33,3	27,7-51,7	9,1-12,8	22,4-33,3
32	21,4	28,4	9,0	25,6

Лучшие показатели роста и продуктивности гибрида получены при посадке подрощенной молодежи через 20-22 дня после зарыбления прудов карпом. Масса сеголетков гибрида толстолобиков осенью была выше нормативной для данной зоны и составляла 23-33 г. При одновременном зарыблении прудов карпом и гибридом толстолобиков масса сеголетков гибрида составляла всего лишь 16,4 г. При этом масса сеголетков карпа была еще ниже - 14,9 г, что обусловлено недостаточной обеспеченностью молодежи кормовыми организмами зоопланктона, особенно в начальный период выращивания. Влияние сроков посадки карпа и гибрида толстолобиков на развитие естественной кормовой базы рассмотрено выше, в разделе "Характеристика условий выращивания" (рис. 3).

Разрыв в сроках посадки карпа и гибрида толстолобиков 30-35 дней обеспечивает достаточно высокий уровень развития зоопланктона к моменту посадки гибрида, но в этом случае сокращается общая продолжительность выращивания сеголетков гибрида. Такой интервал в зарыблении выростных прудов карпом и растительноядными рыбами вполне допустим в южных регионах, где вегетационный период значительно длиннее, чем в средней полосе и позволит получать сеголетков стандартной массы при высоком уровне рыбопроductивности.

Сумма тепла в период выращивания имеет не меньшее значение, чем обеспеченность пищей, особенно в условиях умеренного климата. Полученные в наших экспериментах данные свидетельствуют о том, что хороший рост гибрида толстолобиков может быть получен

при сумме тепла, превышающей 2000 градусо-дней. Такие условия в средней полосе создаются при посадке молоди гибрида не позднее середины июня. Оптимальной разницей в сроках зарыбления прудов средней полосы молоди гибрида и карпа можно считать 20-22 дня.

Многолетний опыт показал, что уровень рыбопродуктивности зависит от видового состава, количественного соотношения и сроков посадки объектов поликультуры в выростные пруды. Для рыбоводов средней полосы мы рекомендовали следующий состав поликультуры: карп 65 тыс.шт./га + гибрид толстолобиков 40 тыс.шт./га + белый амур 5 тыс.шт./га. Увеличение плотности посадки гибрида толстолобиков с 25 до 40 тыс.шт./га на одинаковом фоне посадки карпа - 65 тыс.шт./га обеспечивает повышение общей рыбопродуктивности на 1,5-3,0 ц/га, не ухудшая при этом качества посадочного материала. В то же время увеличение плотности посадки пестрого толстолобика до 40 тыс.шт./га при прочих равных условиях, приводит к снижению качественных показателей сеголетков карпа и пестрого толстолобика, и общей рыбопродуктивности.

Замена пестрого толстолобика в поликультуре на гибридную форму обеспечивает увеличение общего выхода сеголетков на 10-15 тыс.шт./га и общей рыбопродуктивности на 3-5 ц/га.

Таким образом, многолетние результаты использования промышленного гибрида толстолобиков в качестве объекта поликультуры в прудовых хозяйствах средней полосы свидетельствуют о его хозяйственном и биологическом преимуществе в сравнении с исходными видами. При промышленном выращивании в выростных прудах средней полосы рекомендуется замена белого и пестрого толстолобиков в поликультуре промышленным гибридом пестрого и белого толстолобика.

Завершающим этапом опытно-производственных работ явились рекомендации, нормативы и технология выращивания гибрида толстолобиков в поликультуре с карпом в условиях средней полосы (Чертихин, 1978; Ефимова, Чертихин и др., 1979, 1982, 1987).

#### Сравнительная оценка роста гибрида и исходных видов толстолобиков на втором году жизни

Выращивание двухлетков гибрида толстолобиков в поликультуре с карпом в рыбхозе "Пара" (Рязанская обл.) позволило определять производственные возможности его на втором году жизни.

Выявлено, что во всех вариантах выращивания двухлетки гибрида достигали товарной массы (345–430 г). Средняя масса гибрида толстолобиков была равна, либо уступала незначительно (25–40 г) массе пестрого толстолобика. Двухлетки белого толстолобика отстают по росту от промышленного гибрида более, чем в два раза. По выживаемости двухлетки гибрида толстолобиков и исходных видов толстолобиков практически не отличаются.

Таким образом, гибрид толстолобиков можно рекомендовать для промышленного выращивания в рыбхозах средней полосы. При этом поликультура в нагульных прудах может состоять из карпа, гибрида, пестрого толстолобика и белого амура. Белого толстолобика в условиях средней полосы можно рассматривать, как перспективный объект поликультуры при трехлетнем обороте.

#### РАЗВЕДЕНИЕ И ВЫРАЩИВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЯДНЫХ РЫБ В УСЛОВИЯХ ТРОПИКОВ (на примере Кубы)

##### Выращивание производителей, формирование и эксплуатация маточных стад

Климатические условия Кубы весьма благоприятны для разведения и выращивания растительноядных рыб. Вегетационный период с температурой выше 20°C составляет около 10 тыс. градусо-дней, что в 3,5–4,0 раза больше, чем в водоемах средних широт (Багров, Чертихин, 1985; Привезенцев и др., 1985).

Температурный режим водоемов Кубы позволяет полностью реализовать потенциальные возможности роста амуров и толстолобиков. Результаты первых экспериментальных работ по выращиванию растительноядных рыб на Кубе позволили ориентировочно установить их продукционные возможности (Привезенцев, 1966, 1967). По нашим наблюдениям в некоторых высококормных водохранилищах (Балория, Канаси и др.) белый амур в течение года от личинки достигает массы 7–8 кг, пестрый толстолобик за 10 месяцев выращивания – 8–10 кг (Багров, Богерук, Панов, Чертихин и др., 1984).

Наряду с температурой, большое влияние на рост растительноядных рыб оказывает обеспеченность пищей. Так в разных водоемах Кубы, где температура воды почти весь год находится в пределах оптимума, наблюдаются значительные различия в их росте (Багров, 1985), что объясняется различной обеспеченностью естественной

пищей. Это обстоятельство потребовало разработки методов направленного формирования естественной кормовой базы.

Методический подход к формированию кормовой базы прудов с помощью удобрений определялся видовым составом выращиваемых в поликультуре рыб. Были выбраны два варианта поликультуры при выращивании племенного материала: I – белый амур + белый толстолобик, II – белый толстолобик + пестрый толстолобик.

В первом варианте обеспечивали развитие в прудах фитопланктона, то есть корма для белого толстолобика. Для белого амура пища (растительность) вносилась извне. Продуцирование фитопланктона стимулировали путем периодического внесения минеральных удобрений и за счет экскрементов, выделяемых белым амуром.

Во втором варианте обеспечивали развитие фито- и зоопланктона. Для этого за несколько дней до заливки водой по сухому ложу пруда вносили органические удобрения в количестве I–3 т/га с целью стимуляции первоочередного развития зоопланктона. Через 3–4 дня после заполнения прудов водой вносили минеральные удобрения, по 60–70 кг/га аммиачной селитры и суперфосфата. В связи с тем, что минеральные удобрения обеспечивают развитие фитопланктона не сразу, а через 3–4 дня, то в течение недели идет продуцирование зоопланктона. Затем он замещается фитопланктоном, развитие которого продолжается также около недели. С момента отмирания фитопланктона начинается повторное развитие зоопланктона. После спада его развития необходимо снова внести минеральные удобрения и процесс продуцирования возобновляется. Полный цикл развития фито- и зоопланктона составляет 12–15 дней (в зависимости от температуры, состояния погоды и т.д.).

Предложенная нами методика удобрения прудов позволила добиться устойчивого развития естественной кормовой базы на уровне (8–10 г/м<sup>3</sup>), обеспечивающем необходимый прирост племенного материала. Разработаны нормативы выращивания племенного материала растительноядных рыб в условиях Кубы с учетом температурного режима и возможностей обеспечения естественной пищей (Багров, Богерук, Панов, Чертихин и др., 1981).

Известно, что климатические условия оказывают большое влияние на различные стороны репродуктивного процесса развития растительноядных рыб. Это касается скорости полового созревания, годовичного полового цикла, продолжительности и кратности нереста (Кривцов, Багров, Чертихин, 1983). Годовая сумма тепла в водое-

мах Кубы составляет 9,5–10,5 тыс. градусо-дней, что обеспечивает формирование нескольких генераций зрелой икры.

А.М.Багров (1983–1985 гг.) исследовал особенности развития гонад и сроки наступления половой зрелости, изучал видовую специфичность полового созревания самок и самцов белого амура и толстолобиков в условиях Кубы, что позволило приступить к организации получения потомства в промышленных масштабах (Чертихин, 1989; Фернандес, 1991).

Нам предстояло определить возможную кратность нереста и уточнить сроки проведения нерестовой кампании в каждом цикле. Основным определяющим моментом в выборе срока проведения первой (весенней) нерестовой кампании является появление текучих самцов. В климатических условиях Кубы функциональная зрелость самцов наступает на 25–30 дней раньше готовности к нересту самок. Опыт воспроизводства растительноядных рыб на Кубе показал, что оптимальный срок проведения первой нерестовой кампании приходится на конец марта – середину апреля (Багров, Чертихин, 1985; Чертихин, 1989). Температурный режим водоемов Кубы в сочетании с благоприятными кормовыми условиями позволяет организовать получение потомства от самок растительноядных рыб четыре раза в течение одного года. Формирование новой генерации зрелой икры в течение одного года зависит от температуры воды в межнерестовые периоды. Сумма тепла в пределах 1500–2200 градусо-дней, то есть около 50–70 дней со среднесуточной температурой воды 28–30°C обеспечивает созревание последующих генераций икры (Багров, Чертихин, 1985).

Цикличность созревания производителей при многократном нересте распределялась следующим образом: первое созревание – конец марта–середина апреля, второе – середина июня–конец июня, третье – с середины до конца августа, четвертое – конец октября. Эти сроки могут сдвигаться в ту или другую сторону в зависимости от начала и окончания первого весеннего нереста.

При многократном использовании самок для нормального последующего созревания необходимо создание оптимальных условий нагула, обеспечивающих прирост самок в межнерестовый период не менее 0,7–0,8 кг. У таких самок с каждым последующим нерестом увеличивается абсолютная рабочая и относительная плодовитость. У самок, созревших в третий раз рабочая плодовитость вдвое выше, чем у впервые нерестующих рыб, улучшается и качество икры (табл. 8).

Таблица 8

Рыбоводно-биологическая характеристика самок  
белого толстолобика, нерестившихся три раза в течение  
одного сезона

Показатели	Нерест		
	I	II	III
Время нереста	конец марта- середина апреля	конец июня	середина августа
Промежуток между нерестом, дни		75	50
Сумма тепла в межне- рестовый период, градусо-дни		2200	1500
Масса самок, кг	1,9	2,7	3,4
Плодовитость:			
абсолютная рабочая, тыс.шт.	280	625	642
относительная рабочая, тыс.шт./кг	147	231	189
Получено личинок от одной самки, тыс.шт.	23	117	171

Рабочая плодовитость самок, выращенных на Кубе и созревших в третий раз, соответствует плодовитости 6-10 летних самок, выращенных в прудах Краснодарского края (Виноградов, Ерохина, 1977; Чертихин, Виноградов, 1991).

Цикличность полового созревания в течение сезона у производителей белого амура и пестрого толстолобика принципиально не отличается от белого толстолобика. С середины марта по сентябрь-октябрь от самок пестрого толстолобика и белого амура можно получать три-четыре раза доброкачественную икру.

#### Выращивание посадочного материала

Во внутренних водоемах Кубы насчитывается более 50 видов рыб (Атлас Кубы, 1978). Промысловое значение в водоемах имеют: три вида тилапии - *Tilapia melanopleura*, *T. nilotica*, *T. mosseburgica*, бишака - *Cichlasoma tetrascanthus*, солнечная рыба -

*Lepomis macrochirus*, большеротый окунь - *Micropterus salmoides*. В некоторых водохранилищах в промысле встречается карп, а в последние годы толстолобик и белый амур.

Темп роста рыб-аборигенов, населяющих водохранилища Кубы, довольно низкий. Только тилапия в возрасте одного года достигает массы 0,4-0,6 кг, масса других видов в этом возрасте не превышает 0,15-0,30 кг (Богерук и др., 1979). Учитывая климатические и кормовые условия водоемов Кубы, обитающих в них рыб можно отнести к тугорослым, не способным обеспечить достаточно высокую рыбопродуктивность. Совершенно очевидно, что массовое вселение толстолобиков и амуров в водохранилища Кубы позволит непосредственно утилизировать значительную часть первичной продукции водоемов и существенно повысить их продуктивность.

Традиционно на Кубе выращивали посадочный материал тилапии в монокультуре. При выходе 120-150 тыс. шт./га и затратах искусственного корма 1,2-1,5 кг на 1 кг прироста получали рыбопродуктивность 12-15 ц/га.

Нам предстояло разработать технологию производства рыбопосадочного материала в поликультуре применительно к условиям Кубы. В процессе выращивания посадочного материала основное внимание уделяли подбору видового и количественного состава поликультуры и продолжительности выращивания. Размер посадочного материала определяли в зависимости от количественного состава и размерных характеристик хищников, населяющих водоем, предполагаемый к зарыблению.

Выращивание рыбопосадочного материала проводили в производственных выростных прудах на естественной кормовой базе без использования искусственных кормов.

Варианты видового и количественного состава поликультуры, продолжительность выращивания в одном цикле, представлены в табл. 9.

Анализируя результаты выращивания посадочного материала можно отметить, что во всех вариантах получены вполне удовлетворительные рыбоводные показатели. Максимальная рыбопродуктивность при достаточно хорошем качестве посадочного материала получена в первом варианте, где основной объект поликультуры - белый толстолобик составлял 60% по посадке и около 70% по продуктивности. За три месяца выращивания без искусственных кормов, но с применением органических и минеральных удобрений рыбопродуктивность

Таблица 9

Результаты выращивания рыбпосадочного материала в поликультуре

Ва-ри-ан-ты	Продол-жительность выращивания, сутки	Выход, тыс.шт./га						Средняя масса, г						Общая рыбо-продук-тивность, ц/га
		карап	белый толсто-лобик	белый амур	пестрый толсто-лобик	гибрид толсто-лобиков	тиля-пия	карап	белый толсто-лобик	белый амур	пестрый толсто-лобик	гибрид толсто-лобиков	тиля-пия	
I	90	10,6	117,2	0,6	-	-	17,6	18,6	15,1	94,2	-	-	31,2	25,8
П	90	-	51,2	3,0	-	-	25,3	-	18,3	74,7	-	-	30,9	20,0
Щ	90	13,1	82,8	4,0	-	-	-	15,7	16,1	17,6	-	-	-	16,1
У	90	10,5	-	4,2	-	-	27,6	33,7	-	19,5	-	-	31,3	12,9
У	90	-	66,9	1,5	-	-	-	-	15,7	50,0	-	-	-	11,3
УІ	70	6,8	65,5	38,3	-	50,0	-	46,0	11,4	12,0	-	14,0	-	22,2
УІІ	48	30,0	42,9	43,1	-	-	-	12,0	20,0	11,0	-	-	-	16,9
УІІІ	55	4,9	35,1	20,0	5,0	25,0	-	12,0	10,0	6,0	9,0	9,0	-	8,2
УХ	32	-	-	18,2	-	45,4	-	-	-	15,0	-	25,0	-	14,0
Х	109	-	-	45,0	-	85,0	-	-	-	10,0	-	25,0	-	25,7
ХІ	87	17,5	16,0	5,8	16,0	-	-	20,0	30,0	20,0	30,0	-	-	14,3
ХІІ	52	5,0	35,0	4,0	25,0	46,0	-	40,0	16,0	30,0	12,0	12,0	-	17,2

составила 25,8 ц/га. Общий выход посадочного материала - 146 тыс. шт./га.

Не менее перспективны II, VI и X варианты состава поликультуры, где также получена высокая естественная рыбопродуктивность 20,0, 22,2 и 25,7 ц/га, соответственно. Эти варианты поликультуры можно считать оптимальными при выращивании посадочного материала в условиях Кубы.

При организации кормления молоди карпа и тилляпии можно существенно улучшить качественные показатели посадочного материала и значительно повысить общую рыбопродуктивность прудов.

Климатические условия Кубы и возможность многократного получения потомства от производителей основных объектов поликультуры позволяют проводить несколько циклов выращивания посадочного материала в одном сезоне. Получены данные по четырехкратному выращиванию посадочного материала. Общее количество посадочного материала, выращенного за четыре цикла в течение одного года, составило более 400 тыс. шт./га. Рыбопродуктивность по отдельным циклам составила 17,2-25,8 ц/га. При этом начало очередной нерестовой кампании служит ориентиром для завершения выращивания и облова посадочного материала. Период нерестовой кампании и подращивания молоди используется для просушки выростных прудов, минерализации накопившейся в них органики и подготовки их к следующему циклу выращивания.

Об успехах акклиматизации и широкого промышленного внедрения растительноядных рыб свидетельствуют следующие цифры. В первые годы освоения растительноядных рыб на Кубе объем производства посадочного материала этих видов рыб не превышал 2-3 млн шт., в 1985 - 14 млн шт., а в 1990 г. производство посадочного материала растительноядных рыб составило 22 млн шт. (Фернандес, 1991).

На основе полученных результатов разработаны предварительные нормативы совместного выращивания посадочного материала растительноядных рыб в поликультуре, даны предварительные рекомендации по формированию естественной кормовой базы прудов (Багров, Богерук, Панов, Чертихин, Гаврилов, 1984).

Введением в экосистему водохранилищ Кубы растительноядных рыб можно увеличить их рыбопродуктивность на 0,6-0,7 т/га и получать из внутренних водоемов более 100 тыс. т товарных растительноядных рыб.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Внедрение растительноядных рыб в поликультуру внутренних водоемов – важнейшее направление интенсификации рыбного хозяйства. Растительноядные рыбы играют ведущую роль в реализации продукционных возможностей водоемов за счет более полного и эффективного использования естественных кормовых ресурсов и улучшения их санитарного состояния. Однако потенциальные возможности роста производства товарных растительноядных рыб сдерживаются хроническим дефицитом посадочного материала.

В связи с этим выяснение причин слабой обеспеченности хозяйства посадочным материалом, изучение действия неблагоприятных факторов на всех этапах технологического процесса и их устранение должно способствовать повышению эффективности промышленного освоения, расширению территориальных границ и масштабов производства товарной продукции растительноядных рыб.

На основе выполненных исследований разработаны методы оптимизации биотехники промышленного разведения растительноядных рыб, учитывающие региональные особенности и экологическую обстановку, и обеспечивающие существенное повышение ее эффективности на основных этапах технологического цикла от формирования и эксплуатации маточных стад до выращивания посадочного материала и товарной рыбы. Изучены продукционные возможности промышленного гибрида толстолобиков, определено его место в составе прудовой поликультуры средней полосы, что позволило более полно и эффективно использовать естественные кормовые ресурсы прудов и существенно повысить их рыбопродуктивность.

Определены оптимальный видовой состав, плотности посадки, возможности роста и продуктивности объектов поликультуры в тропических условиях Республики Куба.

В результате проведенных исследований разработаны теоретические основы и технологические принципы широкого внедрения растительноядных рыб в прудовые экосистемы различных климатических зон в целях повышения их продуктивности путем более полного использования природного продукционного потенциала.

На основе выполненных исследований можно сделать следующие общие выводы:

1. Разработана технология выращивания производителей и фор-

мирования маточных стад растительноядных рыб, основанная на непрерывном выращивании племенного материала от сеголетка до половой зрелости. Технология позволяет снизить уровень пестицидного загрязнения водоемов и сократить в 6-10 раз гибель племенной рыбы.

2. Использование новой технологии за счет продления вегетационного периода обеспечивает прирост массы племенного материала в 1,5-3,5 раза выше, в сравнении с существующими нормативами. Показатели продуктивности самок, выращенных по данной технологии, на 20-25% выше, чем у самок, выращенных по традиционной технологии.

3. Введение самкам толстолобиков в преднерестовый период аминокислотно-витаминной смеси оказывает регулирующее влияние на метаболические процессы, улучшает общее физиологическое состояние, положительно влияет на уровень и направленность генеративного обмена, усиливает защитные функции организма. При этом обеспечивается сохранность ооцитов старшей генерации, ускоряется вителлогенез у ооцитов, отставших в развитии. В результате рабочая плодовитость самок и выход личинок от одной самки увеличивается на 15-20%, в 3-4 раза сокращается гибель самок после нереста.

4. Оптимальные концентрации кислорода, при которых отмечается максимальный прирост личинок растительноядных рыб, находятся в пределах 7-12 мг/л. При снижении содержания кислорода до 4 мг/л прирост личинок уменьшается на 40-50%, а до 2 мг/л - соответственно на 80%, по сравнению с максимальным.

5. При подращивании личинок в мальковых прудах должен быть обеспечен высокий темп продуцирования зоопланктона с преимущественным развитием вначале мелких форм и последовательной заменой их более крупными. Оптимальные концентрации зоопланктона для личинок на ранних этапах развития составляют: для белого толстолобика 1600-1800 экз./л, пестрого толстолобика - 1900-2000 экз./л и для гибрида толстолобиков 1000-1200 экз./л. На более поздних этапах развития, соответственно, 800-1000 экз./л, 1100-1300 экз./л и 600-800 экз./л. Пороговая концентрация, при которой приход пищи равен ее расходу на обмен, составляет 10-50 экз./л.

6. В качестве основных критериев жизнестойкости личинок принята ширина спектра питания и устойчивость их к хищным беспозвоночным. Способность потреблять практически все формы зоо-

планктона и избегать хищных беспозвоночных у личинок растительноядных рыб появляется при массе 25-30 мг. При посадке молоди растительноядных рыб в пруды, ранее зарыбленные карпом, необходимо учитывать способность последнего переходить на потребление молоди растительноядных рыб. Соотношение размеров карпа и растительноядных рыб в этом случае должно быть не менее 15:1.

7. Введение сестофагов в поликультуру оказывает существенное влияние на гидрохимический режим и формирование естественной кормовой базы прудов. Потребляя фитопланктон, детрит и бактериопланктон толстолобики способствуют улучшению санитарного состояния водоемов. Средние показатели содержания кислорода в прудах при поликультуре растительноядных рыб и карпа на 1,5-2,0 мг/л выше, чем при выращивании карпа в монокультуре. На развитие фито- и зоопланктона влияют видовой и количественный состав поликультуры, особенности питания белого и пестрого толстолобиков и их гибридов.

8. Удельный вес различных видов растительноядных рыб в прудовой поликультуре определяется климатическими условиями региона и характером питания. Установлена целесообразность использования промышленного гибрида самка пестрого х самец белого толстолобиков в качестве основного объекта растительноядных рыб в поликультуре средней полосы.

9. Выявлены особенности питания и пищевых взаимоотношений пестрого толстолобика и гибрида между собой и с карпом, показана высокая степень пластичности гибрида толстолобиков в избирании различных компонентов естественной кормовой базы. Объем конкуренции у сеголетков пестрого толстолобика и гибрида по использованию фитопланктона составляет 21,0-40,5%, зоопланктона - 8,5-18,0%. Объем конкуренции за зоопланктон у карпа с пестрым толстолобиком составляет 41-84%, у карпа с гибридом толстолобиков - 13-36%.

10. Показатели роста, выживаемости и рыбопродуктивности промышленного гибрида толстолобиков в поликультуре с карпом свидетельствуют о существенном преимуществе использования их в рыбоводных хозяйствах средней полосы в сравнении с исходными видами. На личиночном этапе у гибрида толстолобиков выявлен эффект гетерозиса по массе. Удельная скорость весового роста личинок гибрида в 1,4 раза выше, чем у белого и в 1,7 раза выше, чем у пестрого толстолобика. Конечная масса сеголетков гибрида на 10-35%.

выше, чем у пестрого толстолобика. Эффект гетерозиса по массе у сеголетков гибрида в разные годы выращивания составляет от 3 до 52%. Выживаемость сеголетков гибрида в производственных выростных прудах на 16-25% выше, чем у пестрого толстолобика. Замена пестрого толстолобика в поликультуре на гибридную форму обеспечивает увеличение общей рыбопродуктивности на 3-6 ц/га и выхода сеголетков на 10-15 тыс.шт./га.

II. Установлено, что в тропиках годовая сумма тепла 9,5-10,5 тыс.градусо-дней обеспечивает многократное (3-4 раза в год) использование производителей растительноядных рыб для искусственного воспроизводства. Сумма тепла между последующими нерестовыми циклами в условиях тропиков составляет 1500-2200 градусо-дней. Многократное в течение года использование самок для воспроизводства возможно при создании благоприятных условий, обеспечивающих их прирост в межнерестовые периоды не менее 0,7-0,8 кг. Возможность многократного получения потомства от производителей растительноядных рыб в течение одного года в климатических условиях тропиков позволяет проводить полициклическое (до 4 раз в год) выращивание посадочного материала, получая в каждом цикле не менее 100-150 тыс.шт. молоди с 1 гектара.

#### ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

На основе выполненных исследований предложены технологические принципы разведения и выращивания растительноядных рыб, обеспечивающие получение стабильных результатов в регионах, различающихся по климатическим условиям и токсикологической обстановке.

1. В рыбоводных хозяйствах V-VII зон рыбоводства с неблагоприятной токсикологической обстановкой выращивание племенной рыбы рекомендуется проводить в непрерывном режиме от сеголетков до достижения половой зрелости в одном пруду. Это способствует снижению уровня пестицидного загрязнения прудов и рыбы, предотвращению массовой гибели племенного материала от кумулятивного токсикоза, повышению показателей роста и продукционных характеристик производителей.

2. С целью улучшения общего физиологического состояния производителей растительноядных рыб, повышения рабочей плодовитости самок, улучшения качества половых продуктов и получаемого

потомства необходимо в преднерестовый период (за 40–45 дней до начала нерестовой кампании) вводить (внутривбрюшинно) самкам аминокислотно-витаминную смесь из расчета 5 мл/кг веса самки.

3. Подращивание, как биотехническое звено, важнейший резерв повышения продуктивности товарного рыбоводства. Зарыбление выростных прудов подрощенной молодью обеспечивает увеличение выхода сеголетков более чем в 2 раза.

Подращивание необходимо проводить непосредственно в тех хозяйствах, где осуществляется дальнейшее выращивание рыбы. Для подращивания могут использоваться мальковые, нерестовые и зимовальные пруды площадью 0,1–0,5 га. Основное требование к этим прудам – тщательная планировка ложа, обеспечивающая полный спуск воды со всех участков пруда. Биотехнические приемы при подращивании личинок рыб в прудах должны обеспечивать высокий темп продуцирования кормовой базы с преимущественным развитием вначале мелких форм зоопланктона и последовательной заменой их более крупными формами при благоприятном кислородном режиме.

4. Совершенствование состава поликультуры рыб, выращиваемых в средней полосе должно быть направлено на использование промышленного гибрида самка пестрого х самец белого толстолобиков, который сочетает в себе в удачных комбинациях свойства обоих родительских видов. Замена пестрого и белого толстолобиков в поликультуре на гибридную форму этих видов обеспечивает увеличение общего выхода сеголетков на 10–15 тыс. шт./га и общей рыбопродуктивности на 3–6 ц/га. Для рыбхозов средней полосы России рекомендуется следующий состав поликультуры: карп 65 тыс. шт./га + гибрид толстолобиков 40 тыс. шт./га + белый амур 5 тыс. шт./га. Оптимальные сроки посадки в выростные пруды подрощенной молодежи гибрида – не позднее середины июня и интервал в сроках посадки на выращивание карпа и гибрида – 20–22 дня.

5. Температурный режим водоемов Кубы в сочетании с благоприятными кормовыми условиями позволяют рекомендовать многократное получение потомства от производителей растительноядных рыб, не менее 3–4 раз в течение одного года. Соответственно в полицикле рекомендуется выращивание посадочного материала в поликультуре, состоящей из растительноядных рыб, тляляши и карпа.

Предложенная нами методика удобрения прудов позволяет обеспечивать устойчивое развитие естественной кормовой базы на уровне 8–10 г/м<sup>3</sup>.

Разработанные нами практические рекомендации, руководства, инструкции охватывают все этапы технологии разведения и выращивания растительноядных рыб и широко используются производством, являясь основными нормативно-технологическими документами по этим вопросам.

#### СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Чертихин В.Г., Чайка А.Т. На бывшем лимане//Рыбоводство и рыболовство. - 1970. - № 3. - С.7.
2. Панов Д.А., Мотенкова Л.Г., Чертихин В.Г. Условия перехода молоди карпа *Surgilus carpio L.* на потребление молоди растительноядных рыб при совместном выращивании (экспериментальные исследования)// Вopr. иктиол. - 1973. - Т. 13, вып. 6. - С. 1093-1098.
3. Панов Д.А., Мотенкова Л.Г., Чертихин В.Г., Александрийская А.В. Влияние растворенного в воде кислорода на интенсивность питания и дыхания личинок белого амура// Сб.науч.тр. - М.:ВНИИПРХ, 1974. - Вып. 3. - С. 122-130.
4. Чертихин В.Г., Панов Д.А., Толмачев Т.П. Опыт выращивания сеголетков промышленного гибрида пестрого и белого толстолобиков на рыбокомбинате "Пара" // Тр. ВНИИПРХ. - М., 1974. - Т. 23. - С. 91-94.
5. Панов Д.А., Хромов Л.В., Мотенкова Л.Г., Чертихин В.Г. Инструкция по биотехнике подращивания молоди растительноядных рыб в прудах до жизнестойких стадий. - М.:ВНИИПРХ, 1974 (1975). - 18 с.
6. Чертихин В.Г. Опыт подращивания личинок растительноядных рыб в рыбокомбинате "Пара" Рязанской области// Сб.науч.тр. - М.:ВНИИПРХ, 1975. - Вып. 15. - С. 121-125.
7. Чертихин В.Г., Федоров В.К., Акимов В.А. Применение бактериального корма при подращивании личинок растительноядных рыб//Сб.науч.тр. - М.:ВНИИПРХ, 1975. - Вып. 15. - С. 126-131.
8. Панов Д.А., Чертихин В.Г., Мотенкова Л.Г. Способы подращивания молоди рыб до жизнестойких стадий//Воспроизводство рыб и совершенствование биотехники выращивания посадочного материала/Тезисы докл. - Казань:Штильница, 1976. - С. 113-116.
9. Чертихин В.Г. Использование промышленного гибрида толстолобиков в качестве объекта поликультуры в условиях средней полосы РСФСР//Итоги и перспективы рыбохозяйственного использова-

ния растительноядных рыб/Тезисы докл. - Киев:Наукова думка, 1977. - С. 137-138.

10. Панов Д.А., Чертихин В.Г. Биологические основы выращивания молоди растительноядных рыб//Научно-техн.реферативный сб. - М.:ЦНИИТЭИРХ, 1977. - Вып. 12. - С. 2-4.

11. Богатова И.Б., Виноградов В.К., Головинская К.А., Ефимова Е.Н., Панов Д.А., Чертихин В.Г. и др. Рекомендации по кормлению рыбы, удобрению прудов, селекционно-племенной работе, гидрохимии, разведению растительноядных рыб и живых кормов. - М., 1977. - 69 с.

12. Чертихин В.Г. Пищевые отношения гибрида толстолобиков с карпом при совместном выращивании в условиях средней полосы РСФСР// Сб.науч.тр. - М.:ВНИИПРХ, 1977. - Вып. 18. - С. 116-131.

13. Чертихин В.Г. Выращивание промышленного гибрида толстолобиков в поликультуре в условиях средней полосы РСФСР// Пути повышения продуктивности прудов, внедрение в практику прудового рыбоводства передового опыта, достижений науки и техники/Тезисы докл. Всесоюз.совещ. - М., 1978. - С. 109-111.

14. Ефимова Е.Н., Чертихин В.Г. Методы интенсификации процесса производства рыбопосадочного материала//Тезисы докл. Всесоюз.науч. конф. по товарному прудовому и озерному рыбному хозяйству. - М., 1978. - С. 35-36.

15. Панов Д.А., Ефимова Е.Н., Чертихин В.Г., Гарин А.Г. Совершенствование биотехники выращивания и зимовки рыбопосадочного материала//Тезисы докл. Всесоюз. науч. конф. по товарному прудовому и озерному рыбному хозяйству. - М.:1978. - С. 96-98.

16. Чертихин В.Г. Временные рекомендации по выращиванию промышленного гибрида толстолобиков в поликультуре в условиях III-IV зоны. - М.:ВНИИПРХ, 1978. - 24 с.

17. Чертихин В.Г., Панов Д.А. Рекомендации по биотехнике подращивания молоди растительноядных рыб в прудах до жизнестойких стадий (для рыбоводных хозяйств 3-4 зоны). - М.:ВНИИПРХ, 1978. - 26 с.

18. Ефимова Е.Н., Чертихин В.Г., Панов Д.А., Гарин А.Г. Временные рекомендации по технологии производства высококачественного рыбопосадочного материала в условиях умеренного климата. - М.:ВНИИПРХ, 1979. - 32 с.

19. Ефимова Е.Н., Чертихин В.Г. Методы интенсификации процесса производства рыбопосадочного материала//Рыбное хозяйство. -

1979. - № 5. - С. 7-10.

20. Ефимова Е.Н., Чертихин В.Г. Биотехника производства рыбопосадочного материала в прудах//Сб.науч.тр. - М.:ВНИИПРХ, 1982. - Вып. 35. - С. 117-143.

21. Ефимова Е.Н., Чертихин В.Г. Рекомендации по технологии производства сеголетков карпа и растительноядных рыб для условий Ц-IV зон рыбоводства. - М.:ВНИИПРХ, 1982. - 22 с.

22. Багров А.М., Богерук А.К., Панов Д.А., Чертихин В.Г., Гаврилов В.С. Растительноядные рыбы, как объекты аквакультуры в условиях тропиков (на примере Кубы)//Деп. ВИНТИ. - № 527 РХ-Д83. - Деп. науч.работы. - М.:ВИНИТИ, 1984. - № I (147). - 102с.

23. Федорченко В.И., Катасонов В.Я., Багров А.М., Ефимова Е.Н., Чертихин В.Г. и др. Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых хозяйств. - М.:ВНИИПРХ, 1985. - 54 с.

24. Ефимова Е.Н., Чертихин В.Г. Инструкция по выращиванию сеголетков карпа и растительноядных рыб в прудах. - М.:ВНИИПРХ, 1985. - 28 с.

25. Ефимова Е.Н., Панов Д.А., Чертихин В.Г., Овинникова В.В., Хворостьянов М.Д. Инструкция по методам подраживания личинок карпа и растительноядных рыб. - М.:ВНИИПРХ, 1985. - 23 с.

26. Багров А.М., Чертихин В.Г., Бенкоме И. К вопросу о росте и созревании канального сома//Сб.науч.тр. - М.:ВНИИПРХ, 1984. - Вып. 43. - С. 21-25.

27. Багров А.М., Чертихин В.Г. Особенности полового созревания и нереста белого толстолобика в водоемах с высокой температурой воды//Сб.науч.тр. - М.:ВНИИПРХ, 1985. - Вып. 44. - С. 90-96.

28. Ефимова Е.Н., Овинникова В.В., Чертихин В.Г. Способ выращивания молоди карпа и растительноядных рыб в поликультуре. Авторское свидетельство № 1205848, 1985: - БИ 1986. - № 3. - Описание. - 2 с.

29. Виноградов В.К., Ерохина Л.В., Мельченков Е.А., Воробаев Н.В., Чертихин В.Г. Выращивание производителей и разведение несконоса (предварительные рекомендации). - М.:ВНИИПРХ, 1986. - 21 с.

30. Ефимова Е.Н., Чертихин В.Г., Овинникова В.В., Хворостьянов М.Д., Королькова М.С. Пути повышения качества рыбопосадочного материала//Современное состояние и перспективы развития прудового рыбоводства/Тезисы докл.Всесоюз.совещ. - М., 1987. -

С. 25-27.

31. Ефимова Е.Н., Чертихин В.Г., Хворостьянов М.Ю. и др. Рекомендации по технологии выращивания высококачественного рыбопосадочного материала карпа и растительноядных рыб в I-УП зонах рыбоводства. - М.:ВНИИПРХ, 1987. - 25 с.

32. Панов Д.А., Чертихин В.Г. Методы подраживания личинок прудовых рыб.- М.:ЦНИИТЭИРХ, 1987. - Вып. 2. - 53 с.

33. Чертихин В.Г. Способ зарыбления прудов и выращивания сеголетков карпа и растительноядных рыб в поликультуре. - Краснодар, 1987. - I с.

34. Виноградов В.К., Мельченков Е.А., Ерохина Л.В., Воронцов Н.В., Чертихин В.Г. Разведение веслоноса// Рыбоводство. - 1987. - № 4. - С. 20-23.

35. Кривцов В.Ф., Багров А.М., Чертихин В.Г. Созревание и нерест растительноядных рыб в водоемах различных широт//Рыбохоз. освоение растительноядных рыб/Тезисы докл. II совещ. - М., 1988. - С. 41-43.

36. Чертихин В.Г. и др. Разведение растительноядных рыб в Китайской Народной Республике//Рыбохоз. освоение растительноядных рыб/Тезисы докл. II совещ. - М., 1988. - С. 22-24.

37. Чертихин В.Г. Питание и рост промышленного гибрида толстолобиков при введении его в состав поликультуры рыбхозов средней полосы//Рыбохоз.освоение растительноядных рыб/Тезисы докл. II совещ. - М., 1988. - С. 121-124.

38. Кривцов В.Ф., Багров А.М., Чертихин В.Г. Созревание и нерест растительноядных рыб в водоемах различных широт//Сб.науч. тр. - М.:ВНИИПРХ, 1988. - Вып. 54. - С. 73-80.

39. Чертихин В.Г. и др. Прудовое рыбоводство в Китае. - М.: ЦНИИТЭИРХ, 1988. - Вып. 8. - 13 с.

40. Чертихин В.Г. Способ направленного формирования маточных стад растительноядных рыб в рыбоводных хозяйствах с повышенным содержанием токсических веществ. - Краснодар, 1988. - I с.

41. Чертихин В.Г., Бай В.С. Формирование маточных стад растительноядных рыб в хозяйствах с неблагоприятной токсикологической обстановкой (на примере Краснодарского специализированного воспроизводственного комплекса (СВК) растительноядных рыб)//Тезисы докл. на секции рыбных биоресурсов и экологии гидробионтов. - М., 1989. - С. 74-77.

42. Ефимова Е.Н., Чертихин В.Г. и др. Последовательность и сроки посадки объектов поликультуры в выростные пруды//Сб. науч. тр. - М.:ВНИИПРХ, 1988. - Вып. 53. - С. 103-110.

43. Чертихин В.Г. Особенности биотехники разведения и выращивания растительноядных рыб в различных климатических зонах. - Диссертация на соискание ученой степени канд. биол. наук. - М., 1989. - 28 с.

44. Чертихин В.Г., Кривцов В.Ф. и др. Выращивание рыбопосадочного материала в поликультуре (Куба)//М.:ВНИЭРХ, 1990. - Вып. 6. - С. 24-30.

45. Чертихин В.Г. Рыбоводно-биологическая характеристика ремонтно-маточного стада растительноядных рыб, выращиваемого по непрерывной технологии//Сб. науч. тр. - М.:ВНИИПРХ, 1990. - Вып. 61. - С. 6-10.

46. Чертихин В.Г., Виноградов В.К. Усовершенствованная технология разведения растительноядных рыб. - М.:ВНИИПРХ, 1991. - 14 с.

47. Шестерин И.С., Ибрагимов И.И., Иванеха Е.В., Чертихин В.Г. и др. Рекомендации по повышению токсикорезистентности рыб и улучшению качества воды прудов в условиях повышенного токсического загрязнения. - М.:ВНИИПРХ, 1991. - 12 с.

48. Чертихин В.Г., Бай В.С. Непрерывное выращивание ремонтно-маточного стада растительноядных рыб в прудах с повышенным токсикологическим загрязнением//Воспроизводство и выращивание рыб в водоемах Молдавии. - Кишинев:Штиинца, 1991. - С.102-106.

49. Чертихин В.Г., Виноградов В.К. Усовершенствованная технология разведения растительноядных рыб//Серия Аквакультура. - М.:ВНИЭРХ, 1991. - Вып. 2. - С. 10-16.

50. Мельченков Е.А., Виноградов В.К., Воропаев Н.В., Ерохина Л.В., Илясова В.А., Чертихин В.Г. Технология разведения веслоноса. - М.:ВНИИПРХ, 1991. - 69 с.

51. Чертихин В.Г. Биологические особенности производства посадочного материала в поликультуре в условиях средней полосы//Серия Аквакультура. - М.:ВНИЭРХ, 1992. - Вып. 2. - С. 7-19.

52. Панов Д.А., Чертихин В.Г. Подращивание личинок прудовых рыб//Рыбное хозяйство. - 1992. - № 4. - С. 22-28.

53. Чертихин В.Г., Чертихин К.В., Лиманский В.В. Влияние биологически активных веществ на электролитный состав крови самок белого толстолобика//Тезисы докл. по экологической физио-