

РГБ 04  
25 ДЕК 2009

На правах рукописи

БОГЕРУК Андрей Кузьмич

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ  
ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИОННО-ПЛЕМЕННОГО ДЕЛА  
В РЫБОВОДСТВЕ**

03.00.10 - ихтиология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
доктора биологических наук



Москва - 2000

Работа выполнена в Московском филиале Федерального государственном унитарном предприятии «Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства» (ФСГЦР)

Официальные оппоненты:

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор ПРИВЕЗЕНЦЕВ Ю.А.

Доктор биологических наук, профессор НОВИКОВ А.А.

Доктор биологических наук, старший научный сотрудник ЧЕБАНОВ М.С.

Ведущая организация – Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства Российской академии сельскохозяйственных наук

Защита состоится 26 декабря 2000 г. в 11 час. на заседании диссертационного совета Д 117.04.01 при Всероссийском научно-исследовательском институте пресноводного рыбного хозяйства (ВНИИПРХ) по адресу:

141821, Московская область, Дмитровский район, пос. Рыбное, ВНИИПРХ  
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВНИИПРХ.

Автореферат разослан 24 декабря 2000 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат биологических наук

Трямкина С.П.

17728-31,0

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Важнейшим источником увеличения объемов производства пищевой рыбной продукции является аквакультура, которая в последнее время развивается значительными темпами. Во внутренних водоемах объем аквакультурного производства более чем в два раза превышает рыболовство. Продукционный потенциал рыбохозяйственных водоемов России пока используется малоэффективно, что связано с преобладанием в естественных водоемах аборигенных видов рыб, а в товарном рыбоводстве – незначительным количеством высокопродуктивных пород рыб.

По экспертным оценкам за счет вселения растительноядных рыб во внутренние водоемы можно ежегодно вылавливать до 1 млн.тонн товарной продукции (Виноградов, 1985). Перевод прудового рыбоводства на массовое выращивание высокопродуктивных пород карпа и растительноядных рыб позволил бы без значительных затрат увеличить объем производства товарной рыбы на 25-30%.

Несмотря на то, что разведение и выращивание рыб в неволе имеет тысячелетнюю историю, количество пород для промышленного рыбоводства крайне ограничено. К середине 90-ых годов в прудовом рыбоводстве России использовали только три породы карпа. Среди других объектов выращивания отечественных пород не было. Ограниченнное количество пород рыб связано с неотработанностью методических основ породообразовательных процессов в рыбоводстве по сравнению с другими подотраслями животноводства, что во многом объясняется биологическими особенностями рыб: обитание в водной среде, сравнительно мелкие размеры особей, наружное оплодотворение, высокая плодовитость и другие.

Многообразие почвенно-климатических зон в Российской Федерации, а также ведение товарного рыбоводства в хозяйствах различного типа предъявляют разнообразные требования к создаваемым породам рыб, исходя из чего требуется разработка основ районирования отдельных пород по территории страны.

Отличительной особенностью рыбоводства является поликультурное выращивание рыбы, позволяющее эффективно использовать пищевые возможности экосистемы прудов при условии культивирования рыб различных трофических уровней. Используемые в поликультуре рыбы китайского равнинного комплекса находятся на начальный этапах одомашнивания, что требует разработки методических основ организации доместикационного процесса и ускорения селекционных преобразований.

Полученные в последние годы новые научные данные, а также принятие в середине 90-ых годов федеральных законов «О селекционных достижениях» и «О племенном животноводстве» потребовали уточнения ряда

концептуальных подходов к созданию селекционных достижений и методических документов по процедурам породоиспытаний, а также новой структуры организации и систем управления племенным рыбоводством. В связи с обострившимися проблемами сохранения видового биоразнообразия необходимы разработка и уточнение биологических основ формирования и использования генофондных коллекций рыб. Впервые селекционные достижения получили статус интеллектуальной собственности, что требует разработки правовых основ их использования в практическом рыбоводстве.

**Цель и задачи.** Цель работы – разработка биологических и организационно-методических основ селекционно-племенного дела в аквакультуре.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- отработать основные принципы доместикации животных с учетом различных экологических условий их обитания;
- обосновать концептуальные подходы к созданию селекционных достижений в аквакультуре;
- уточнить почвенно-климатические особенности зон прудового рыбоводства России и предложить схему районирования карповых пород рыб по этим зонам;
- охарактеризовать рыбоводно-биологические и хозяйствственно-полезные признаки существующих пород карповых рыб;
- разработать современную схему организации и управления племенным рыбоводством России;
- отработать основные принципы создания генофондных коллекций рыб;
- определить методические основы оценки селекционных достижений в аквакультуре и особенности их правовой защиты.

**Фактический материал.** В работе обобщены и проанализированы результаты исследований по акклиматизации и хозяйственному освоению растительноядных рыб, выполненные автором в лаборатории акклиматизации и рыбохозяйственного освоения новых объектов ВНИИПРХ в период 1968-1974гг., в Республике Ирак – 1974-1975гг., Республике Куба – 1978-1981гг. и по разработке научных основ племенного рыбоводства в Федеральном селекционно-генетическом центре рыбоводства в период 1993-2000 годы в тесном сотрудничестве с другими научными организациями: ВНИИПРХ (Виноградов В.К., Ерохина Л.В., Багров А.М., Чертыхин В.Г., Кривцов В.Ф., Илясов Ю.И., Катасонов В.Я.), ГосНИОРХ (Казаков Р.В., Андрияшева М.А.), ВНИИР (Маслова Н.И.), ВНИРО (Бурцев И.А., Николаев А.И.), КрасНИИРХ (Сержант Л.А.), Новосибирский государственный аграрный университет (Иванова З.А., Морузи И.В.), а также племенными рыбоводными хозяйствами: «Горячий Ключ» и «Адлер»(Краснодарский край), «Кабардино-Балкарский» (Республика Кабардино-Балкария), «Серебряные пруды» (Московская

область), «Ставропольский» (Ставропольский край), «Шараповский» (Белгородская область), «Челнавский» (Тамбовская область) и др.

При анализе и обобщении материалов широко использованы литературные источники в области селекционно-племенного дела, опубликованные в последние сорок лет.

Исследования выполнены в рамках комплексной целевой программы «Амур» и программы «Селекция, генетика и воспроизводство рыб», утвержденной Коллегией Минсельхозпрода России в мае 1994 года.

**Объем и структура работы.** Содержание диссертации изложено на 15 страницах машинописного текста и состоит из введения, 5 глав и 17 разделов, отражающих анализ собственных материалов, а также обзор монографий и статей в области селекционно-племенной работы в животноводстве и рыбоводстве, заключения, основных выводов и практических рекомендаций. Список литературных источников включает 386 работ, в том числе 91 иностранных авторов.

**Научная новизна и теоретическая значимость.** На основании выполненных исследований и теоретического обобщения научных и литературных данных обоснованы основные принципы доместикации животных, отработаны концептуальные подходы к созданию селекционных достижений в аквакультуре, разработаны методические основы оценки селекционных достижений на отличимость, однородность и стабильность, уточнены почвенно-климатические характеристики рыбоводных зон России с районированием по ним существующих пород карповых рыб, предложена научно-обоснованная схема организации и управления племенным делом в рыбоводстве России и основные принципы формирования генофондных коллекций рыб.

**Практическое значение и реализация результатов работы.** Разработаны технологии формирования и эксплуатации маточных стад растительноядных рыб для условий Дагестана, Ирака, Кубы, которые положены в основу промышленного воспроизводства толстолобиков и амура. Созданные селекционные достижения: две породы толстолобиков (БТ58 и ПТ58) и кросс (ПБТ63) активно используются в товарном рыбоводстве страны, ежегодный объем производства которых оценивается в 3-5 тысяч тонн товарной рыбы. На основании разработанных методик оценки пород рыб на отличимость, однородность и стабильность прошли породоиспытания и внесены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (2000г.): пять пород карпа, две породы и один кросс толстолобиков, три породы бестера. Принципы формирования генофондных коллекционных стад применяются в племенном генофондовом рыбхозе «Горячий Ключ», коллекционном участке форелевого племзавода «Адлер». Опубликованные методические материалы: «Почвенно-климатические основы

рыбоводства в России», «Растительноядные рыбы, как объекты аквакультуры в условиях тропиков» нашли применение в учебном процессе в высших и средних учебных заведениях. Основные положения схемы организации и управления племенным делом в рыбоводстве России использованы для оптимизации размещения племенных рыбоводных хозяйств по территории Российской Федерации.

**Предмет защиты.** Основные принципы доместикации пресноводных рыб с концептуальными подходами к созданию селекционных достижений в аквакультуре и организации племенного дела в рыбоводстве России.

**Апробация работы.** Результаты научных исследований составляющих основу диссертации ежегодно рассматривались на заседаниях Ученого Совета ВНИИПРХ (1969-1974гг.) Втором форуме рыбозильственных исследований Республики Ирак (Багдад,1975), Втором Кубинском национальном семинаре по аквакультуре (Куба, Варадеро,1979), Втором научном форуме Центра рыбозильственных исследований Кубы (Гавана,1979), заседаниях Ученого Совета ФСГЦР (1995-2000), заседаниях Федерального научно-координационного совета по селекции и генетике рыб (1995-1999), заседаниях секции рыбоводства и рыболовства Научно-технического совета Минсельхозпода России (1996-1999), Научно-практической конференции «Научно-технический прогресс в агропромышленном комплексе России» (Москва,1996), Международной научно-методической конференции «Современная аквакультура: проблемы образования и освоения новейших технологий» (пос.Рыбное, Московской обл.,1996), Международных симпозиумах «Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре» (Адлер, 1996,1999), научно-практической конференции Комитета Государственной Думы по природным ресурсам и природопользованию (Москва, июль 2000), Международной научно-практической конференции «Проблемы воспроизводства растительноядных рыб, их роль в аквакультуре» (Адлер,2000), Международной научно-практической конференции «Пресноводная аквакультура в Центральной и Восточной Европе: достижения и перспективы» (Киев,2000).

**Публикации.** Результаты исследований по теме диссертации изложены в 28 опубликованных работах общим объемом более 25 печатных листов.

## Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОРОДООБРАЗОВАНИЯ

### **Раздел 1. Экологические особенности различных типов рыбоводных хозяйств**

Выращиванием водных организмов человечество занимается на протяжении нескольких тысячелетий, однако роль этого направления деятельности в общем объеме потребляемой рыбной продукции до середины XX века была незначительной. Основной причиной широкомасштабного развития аквакультуры в последние десятилетия является истощение запасов многих интенсивно эксплуатируемых промысловых объектов, объемы вылова которых значительно флюктуируют, зачастую снижаясь по сравнению с уровнем предшествующего сезона.

По данным ФАО (1999г.), на долю мировой аквакультуры приходится около 28% общего объема добывших и выращенных водных объектов. С 1992 года ежегодный прирост объемов аквакультурной продукции составлял 3 млн.т (Золотова, 2000). Годовой прирост продукции рыб и беспозвоночных в конце 90-ых годов составил 9,5% (Wiefels, 1999). При этом необходимо отметить опережающее развитие аквакультуры во внутренних водоемах, обеспечивающее свыше 60% продукции всех культивируемых гидробионтов. В пресноводной аквакультуре преобладающими видами являются рыбы семейства карповых: карп, толстолобики, белый амур, карась, а также тилapia, объем производства которых в отдельные годы превышал 3 млн.тонн в год.

Аквакультура, как одно из направлений деятельности человека, представляет собой промышленное разведение и выращивание водных организмов, базирующееся на всестороннем использовании потенциальных эколого-физиологических и биотических свойств гидробионтов, позволяющих обеспечивать более высокий выход биопродукции с единицы используемой площади, чем при их вылове из естественных водоемов. Учитывая, что аквакультура предопределяет собой наличие взаимоотношений, взаимозависимостей и причинно-следственных связей, характерных для каждого из её многочисленных направлений и представляющих собой функциональное целое, она, а также её отдельные направления, требуют экосистемного подхода для своего познания и разработки методов дальнейшего развития (Виноградов, 1993). Аквакультура как специализированная экосистема базируется на комплексе абиотических и биотических факторов, степень управления которыми человеком в настоящее время находится в пределах от практически неуправляемого (пастбищное рыбоводство) до полностью управляемого (установки с замкнутым водообеспечением). Различный уровень возможностей контролировать и управлять прохождением биотехнологического процесса в аквакультурных

хозяйствах разного типа, на прямую зависит от степени воздействия на него окружающей среды и, во многом, определяет видовой и породный состав выращиваемых гидробионтов, продуктивность, направления интенсификации, техническую вооруженность, экономику хозяйствования и другие показатели функционирования производства.

Экосистема аквакультурного производства состоит из двух основных компонентов: *абиотического и биотического*, включающих в себя множество различных факторов, влияние которых на функционирование экосистемы не одинаково. Многообразие видов рыб и условий их существования позволяет нам, исходя из имеющегося мирового опыта разведения и выращивания почти 20 ценных видов рыб, причислить к важнейшим более 10 абиотических факторов, в той или иной степени, лимитирующих рост и развитие рыб, основными из которых являются: климат, температура, кислород,  $\text{CO}_2$ , соленость, pH, прозрачность, проточность. Каждый из этих факторов, в зависимости от типа аквакультурного производства, по разному воздействует на состояние экосистемы и, как следствие, влияет на продуктивность выращиваемых гидробионтов. В частности, температура воды в прудовых и садковых рыбоводных хозяйствах, расположенных в естественных водоемах полностью зависит от климатических и погодных условий и не может регулироваться человеком. В то же время температурный режим бассейновых хозяйств, расположенных в зоне энергетических объектов, в некоторой степени, может оптимизироваться с учетом требований выращиваемой рыбы, как в сезонном, так и суточном разрезе. В установках с замкнутым водообеспечением температура воды полностью контролируется и управляет человеком на протяжении всего производственного цикла, при этом она может целенаправленно изменяться в ту или иную сторону в зависимости от требований организма рыбы, находящегося на различных этапах своего развития. Современные технические средства позволяют, в определенной степени, управлять кислородным режимом, качеством воды, проточностью, но при этом степень управляемости этими факторами, прежде всего, обосновывается экономической целесообразностью.

Биотическая компонента, включающая в себя объекты культивирования, плотности их выращивания, кормовую базу, методы профилактики и лечения, в отличии от абиотической, практически полностью находится под влиянием человека, и оптимизация этих параметров, прежде всего, зависит от научно-технических достижений.

Из всего вышеуказанного следует, что специфика экосистемы аквакультурных хозяйств заключается в обязательном участии человека в их функционировании, причем по степени такого участия все существующие в настоящее время аквахозяйства можно классифицировать по нескольким типам.

Рассмотрим с экологических позиций каждый тип рыбоводного хозяйства, оценив степень управляемости их абиотическими и биотическими

факторами, исходя из роли естественного и искусственного отборов в формировании и эксплуатации минипопуляций выращиваемых в них рыб.

### 1. Пастбищное рыбоводство.

Популяции ценных видов рыб-объектов пастбищного рыбоводства, искусственное воспроизводство которых является одной из важных задач аквакультуры (Виноградов, Воронин, 1992), находятся под практически полным воздействием естественного отбора (Кудерский, 1998) и какое-либо влияние искусственного отбора весьма проблематично, хотя на ранних стадиях онтогенеза (икра, личинки), в относительно контролируемых человеком условиях, идет стихийная селекция на повышение выживаемости (Кирпичников, 1987).

С биологических позиций, вселяемая в естественные водоемы молодь подвергается сильному воздействию хищников, испытывает определенные сложности в конкурентной борьбе за кормовые ресурсы, что требует от нее расширенной нормы реакции на приспособление к обитанию в естественных условиях водоемов. Пастбищное рыбоводство исходя из наших критериев характеризуется как не управляемое.

### 2. Садковое рыбоводство.

Практически все абиотические факторы среды в садках, расположенных в водоемах с различным температурным режимом, не управляются человеком (Михеев, 1982), в результате чего организм рыбы в процессе своего роста и развития находится под преобладающим воздействием естественного отбора. В то же время биотическая компонента садкового рыбоводства характеризуется ограниченностью пространства, высокими плотностями посадок, кормлением искусственными кормами и интенсивными методами ведения производства, чем и отличается от классического прудового рыбоводства. Результатом таких характерных особенностей является увеличение значения конкурентоспособности, повышение вероятности возникновения массовых заболеваний, нарушения физиологии пищеварения и возникновения алиментарной анемии. Кроме того, в тепловодном садковом рыбоводстве к неблагоприятным факторам среды для традиционных объектов рыбоводства необходимо отнести температуру воды выше 30°C, и, как следствие этого, напряженный кислородный режим, а также высокий уровень шума работающих механизмов (Зонова, Пономаренко. 1982). Садковое рыбоводство с учетом некоторой степени управляемости биотическими связями классифицируется нами как слабоуправляемое.

### 3. Прудовое рыбоводство.

Большинство экологических факторов, определяющих продуктивность прудов, за исключением температуры воды, являются полууправляемыми, не

требующими значительных затрат на оптимизацию среды обитания рыб, что позволяет прудовому рыбоводству быть ведущим направлением в пресноводной аквакультуре (Акимов, 1993). Прудовое рыбоводство характеризуется зональным принципом размещения, в связи с чем на его продуктивность серьезное воздействие оказывают почвенно-климатические условия нахождения хозяйства, в основе которых лежит температурный фактор (Богерук, Маслова, 1998). В биотехнологических процессах, осуществляемых в прудовых условиях, объекты выращивания находятся примерно под одинаковым воздействием естественного и искусственного отборов, что дает нам право отнести прудовое рыбоводство к полууправляемому направлению аквакультурного производства.

#### 4. Бассейновое рыбоводство.

Уровень управляемости экосистемой этого типа рыбоводных хозяйств довольно высокий, что, прежде всего, объясняется незначительным числом составляющих её частей. Некоторые из экологических факторов, характерных для рыбоводных бассейнов, выполняют несколько функций. В частности, проточность наряду с выносом метаболитов, как правило, стабилизирует содержание кислорода в воде, что способствует более эффективному усвоению задаваемых искусственных комбикормов. Минипопуляции рыб, выращиваемые в бассейнах, в значительно большей степени подвергаются воздействию искусственного отбора, чем естественного, что позволяет считать бассейновое рыбоводство значительно управляемым.

#### 5. Рыбоводные установки с замкнутым водообеспечением.

Оптимизация экологических условий выращивания рыб полностью зависит от знаний биологических и физиологических потребностей объекта культивирования, т.к. современные технические средства позволяют осуществлять постоянный контроль и четкое соблюдение заданных параметров, необходимых для выполнения как технологического цикла в целом, так и отдельных биотехнологических процессов на разных стадиях развития организма (Киселев, 1999). В этом типе аквакультурных хозяйств главную роль для выращиваемых рыб играет искусственный отбор, осуществляемый человеком, так как все биотехнические процессы полностью управляемы.

Современная аквакультура представляет собой широкий спектр экологических условий, в которых осуществляется разведение и выращивание гидробионтов; при этом участие человека в формировании и эксплуатации различных специализированных аквакультурных экосистем заключается, как в приближении условий обитания к требованиям объекта культивирования, так и преобразовании объекта разведения с учетом особенностей окружающей среды, а в большей мере, превращении его в животное с высокими хозяйствственно-полезными качествами.

## **Раздел 2. Доместикация – важнейший этап перехода от диких видов к культурным породам**

Под *доместикацией* понимаются все виды приручений и одомашнивания животных, сопровождающиеся возникновением и развитием у этих животных новых признаков, имеющих хозяйственное или эстетическое значение. Переход к оседлому образу жизни побудил человека, опираясь на эмпирический опыт, приступить 10-15 тысяч лет назад к приручению диких животных. На начальных этапах у некоторых видов диких животных была реализована попытка устранения их склонности покидать человека, и только затем эти виды были подвергнуты дальнейшему воздействию различных методов направленного человеком отбора, названного Ч.Дарвином (1939) в последующем «искусственным». За прошедший период дикие виды в процессе доместикации изменились поведением, внешними формами, внутренней организацией, продуктивностью, однако степень таких изменений различна в зависимости от продолжительности и целенаправленности воздействий человека на тот или иной вид животных. Следовательно, на историческом пути развития человеческой цивилизации каждый отдельный вид в настоящее время находится на своем специфическом этапе доместикации. В частности, наряду с такими видами животных, как собака, овца, лошадь, корова, кошка, имеющих тысячелетнюю историю одомашнивания и характеризующихся многочисленными разнообразными породами в настоящее время происходят первые этапы доместикации лося, маралов, пятнистых оленей, антилоп, толстолобиков, амуро.

Причины, побудившие человека к одомашниванию диких животных носят полифонический характер и определяются, прежде всего, условиями хозяйствования и видовым разнообразием окружающих его животных. Исходя из опыта исторического развития человечества к важнейшим предпосылкам одомашнивания животных можно отнести:

- *увеличение народонаселения и резкое повышение потребности в продуктах животноводства;*
- *значительное снижение или полное исчезновение популяций диких животных, имевших промысловое значение;*
- *расширение знаний по биологии животных, биотехнике их разведения и выращивания в контролируемых человеком условиях;*
- *повышение уровня технико-технологического и организационно-экономического развития промышленного производства.*

Можно с большой уверенностью утверждать, что процесс одомашнивания целого ряда диких видов не всегда завершался положительными результатами, так как для каждого вида животного были характерны свои специфические черты, сформированные долгим воздействием естественного отбора. Причины таких неудач были

разнообразны, но важнейшими из них, несомненно, являлись: недостаточность знаний биологии вида, выбранного для доместикации и невозможность создания условий окружающей среды для его успешного размножения и развития. Последующий опыт одомашнивания животных позволил определить следующие основные принципы при подборе дикого вида для доместикации:

- высокие пищевые качества;
- потенциальные возможности массонакопления;
- широкие адаптационные способности;
- особенности питания;
- особенности строения и окраски.

Если на начальных фазах одомашнивания во внимание принимался, как правило, один из этих принципов подбора объекта, то в последующем использовался комплексный подход, хотя в некоторых случаях отдавалось предпочтение одному характерному признаку.

Человек, под воздействие которого попадает животное, создает ему в сущности совершенно другие условия жизни, облегчая животному борьбу за существование, так как улучшает условия кормления, строит искусственные места обитания, а зачастую, и вмешивается в процессы размножения. Именно в результате такого симбиоза человека и животного появляются возможности активного воздействия на физиологию животных в домашних условиях и, как следствие, возникают различные склонения от диких форм. Постепенно, по мере хода доместикации, домашние животные все сильнее начинают отличаться от своих диких собратьев и, более того, в пределах вида создаются крайние формы, различия между которыми могут быть сравнимы с различиями между дикими видами или даже родами (Герре, 1954). В одомашненном состоянии те животные, которые в естественных условиях погибли бы в борьбе за существование, выживают и дают начало новым поколениям.

Дикие виды по своему телосложению и производительности хорошо приспособлены к окружающей их среде и представляют собой структурную систему, в которой размеры отдельных органов и их функции хорошо согласованы между собой. При одомашнивании устоявшиеся физиологические связи по причине изменения отдельных факторов внешней среды начинают нарушаться, что на начальных этапах приводит к изменению размеров: появляются карлики и великаны. Карликовость практически всегда характерна для начальных этапов доместикации, что объясняется попаданием организма животного в необычные, которые можно рассматривать как неблагоприятные, условия домашнего содержания, при котором мелкие формы имеют преимущество. Удельный вес отдельных органов по отношению к целому организму у диких и одомашненных животных различается (Клатт, 1913). Многие домашние животные отличаются от диких собратьев размерами кишечника, почек, жировыми отложениями, показателями крови, состоянием половой системы, откуда следует, что доместикация глубоко затрагивает характерную для диких видов животных упорядоченную

структуроу, в результате чего она многообразно распадается в одомашненном состоянии, что приводит буквально к взрыву формообразования.

Здесь мы имеем дело с микрозволюционными изменениями, связанными с процессами адаптивного преобразования уже существующих популяций, сложившихся под воздействием естественного отбора. На этапе одомашнивания группа животных одного вида, состоящая в некоторых подотраслях животноводства, в т.ч. в рыбоводстве, из нескольких сотен или тысяч особей, несомненно, может рассматриваться как минипопуляция или как локальная популяция (Робертсон, 1963; Одум, 1975; Грант, 1980). Между этими особями практически достигается панмиксия, т.е. равная вероятность скрещивания любых двух организмов, принадлежащих к данной минипопуляции, а она сама отличается следующими, характерными для естественных популяций, свойствами:

- численностью, достаточной для продолжения рода в данных условиях среды обитания, т.е. устойчивостью во времени;
- плотностью населения, достаточной для обеспечения панмиксии;
- определенной самостоятельностью в пространстве, наличием более или менее четкой обособленности (изоляции), делающих родство внутри минипопуляции более близким, чем между соседними популяциями (Северцов, 1981).

Кроме того, популяция также обладает генетическими характеристиками, непосредственно связанными с её экологией, т.е. способностью к адаптации, репродуктивной приспособленностью и устойчивостью, как то способностью в течение длительного времени производить свое потомство (Добжанский, 1968).

Исходя из этого, мы определяем «дишую популяцию» как такую, у которой будущий состав генофонда находится под прямым контролем взаимодействия естественного отбора и мутационного процесса, а «одомашненную популяцию» – как популяцию, будущий состав генофонда которой находится под прямым или частичным воздействием искусственного отбора, направляемого человеком.

В процессе доместикации существующие экосистемы, составной частью которых являются минипопуляции одомашненных животных, подвергаются глубоким изменениям, из чего следует, что перед тем как приступить к выведению породы, исходная популяция должна пройти первую фазу доместикации, во время которой человек всесторонне изучает «обратные связи» и устанавливает требования потенциальной породы к условиям её обитания и размножения, обеспечивающим достижение планируемых конечных характеристик.

Эволюция органического мира предполагает обязательное действие естественного отбора в природных условиях и искусственного отбора в условиях, регламентируемых человеком. Для того, чтобы любой из этих отборов происходил, организмы должны производить потомство в количествах, значительно больших, чем это необходимо для замещения

родительских особей. При этом потомству должны передаваться признаки, способствующие выживанию части особей, т.е. признаки, имеющие наследственную основу. Характер фенотипа животного во многом определяется условиями среды, что позволяет прогнозировать повышение выживаемости организмов при их культивировании под контролем человека. В частности, на поздних этапах доместикации при выведении новых пород селекционер постоянно сталкивается с проблемой плейотропии, т.е. множественного фенотипического проявления конкретного гена, так как некоторые выгодные с хозяйственной точки зрения признаки практически невозможно бывает закрепить в породных группах, если они коррелируют с очень неблагоприятными признаками. Задача селекционера еще более усложняется тем, что многие признаки фенотипа, особенно количественные и мерные, имеют полигенное определение, так как проявление каждого фена зависит от многих генов. Несомненно, что в природных популяциях плейотропные и полигенные влияния сдерживают эффективность естественного отбора. Следовательно, в процессе одомашнивания необходимо проводить комплекс экспериментальных работ по установлению корреляционных связей признаков, по которым планируется проводить селекцию с целью установления их неблагоприятных взаимосвязей с другими признаками организма животного или насколько полигенен интересующий селекционера признак.

В процессе эволюции появляются новые признаки, которые могут быть либо наследственными, либо ненаследственными, что связано с двумя типами их приобретения: фенотипические признаки, определяемые появившимся генетическим материалом, и признаки, возникающие в результате фенотипических реакций на внешние обстоятельства, т.е. фенотипические модификации. В течение доместикационного периода весьма важно установить, какая часть минипопуляции формируется за счет генетических факторов, а какая – за счет совокупного воздействия факторов среды, во многом создающихся человеком.

Решение этой сложной задачи осуществляется изучением изменчивости метрических (непрерывно изменяющихся) признаков, определяемых системами множественных генов и имеющих родственное сходство с последующим проведением дисперсионного анализа, и установлением генетической дисперсии. Определив общую фенотипическую дисперсию и генетическую дисперсию, устанавливается наследуемость признака, обусловленная генетическими факторами и позволяющая селекционеру судить о наличии или отсутствии запаса генетической изменчивости и о величине этого запаса, которую можно использовать при селекционных работах. Необходимо помнить, что эффективность селекции по тому или иному фенотипическому признаку будет результативна только при условии, что его наследуемость выше нуля, и чем она выше, тем больше потенциальная возможность его изменений под действием, как естественного, так и искусственного отбора, что требует установления в процессе доместикации

уровня наследуемости конкретного фенотипического признака, по которому планируется проводить селекцию.

Естественный и искусственный отборы играют огромную роль в эволюционном процессе, хотя их значение на различных этапах доместикации и селекционного воздействия различаются. Прежде всего, у них различная природа воздействия на популяции: естественный отбор поконится на элиминации отрицательных уклонений, а искусственный – на выборе положительных уклонений.

На различных этапах доместикации и создания селекционных достижений роль каждого типа отбора изменяется, исходя из того, что доместикатор, а в дальнейшем и селекционер должны учитывать и определенным образом направлять их воздействия на минипопуляцию, находящуюся под контролем человека. Одновременно необходимо помнить, что в малых популяциях стабилизирующий отбор быстро приводит к высокой гомозиготности по проявляющимся в фенотипе признакам и к эффективному устранению гомозигот по рецессивным аллелям, т.е. к объединению генофонда.

Жизнеспособность популяций определяется не только внутренним состоянием организмов и абиотическими параметрами среды, но и влиянием разного рода взаимодействий между особями, важнейшими из которых является конкуренция за пищу и жизненное пространство. В условиях доместикации воздействие этих факторов на минипопуляцию в той или иной степени оптимизируется по сравнению с их действиями в условиях естественного отбора. Прежде всего это относится к обеспеченности пищей, так как объем и характер кормления домашних животных находится в прямой зависимости от действий человека. В то же время влияние большинства факторов среды, играющих роль селективных сил, все более возрастает по мере увеличения плотности населения. При этом необходимо иметь в виду, что верхний предел плотности определяется потоком энергии в экосистеме (продуктивностью), трофическим уровнем, к которому относится организм, а также величиной и интенсивностью его метаболизма (Одум, 1975). Для многочисленных видов животных фактором, зависящим от плотности, является ограниченность пространства, при котором возникают стрессовые возбуждения, падает интенсивность питания и происходят общефизиологические изменения в организме, что довольно быстро и сильно воздействует на состояние популяции. Фактор высоких плотностей посадок является одним из важнейших в производстве животноводческой продукции, особенно в рыбоводстве, в связи с чем при доместикации и, особенно, в процессе выведения новых пород, предназначенных для интенсивного выращивания при высоких плотностях, селекционер должен учитывать характер питания объекта и уровень его обмена, а также прорабатывать вопросы возможного возникновения заболеваний и принимать меры по устранению или максимальному снижению отрицательного воздействия этих заболеваний.

Современные интеграционные тенденции в мировом хозяйстве настолько усилились, что фауна многих континентов и стран обогатилась ценностями в хозяйственном отношении видами животных, одомашнивание которых произошло не в результате приручения диких видов, обитающих на этой же территории, а благодаря завозу этих животных из других мест, в которых они прошли определенные этапы доместикации. Отсюда одомашненные виды животных распространились значительно шире, чем дикие, так как в их расселении велика роль человека. При такой пространственно раздельной доместикации диких животных внутри вида создавались разные географические расы, которые в дальнейшем стали базовыми для выведения новых пород, адаптированных к конкретным условиям и несущих «в себе» материальные результаты естественного отбора. Это убеждает нас в том, что любой вид животных, которых планируется использовать в культурном хозяйстве, при перемещении его на территорию за пределы естественного ареала должен пройти в новых для себя условиях определенный этап одомашнивания, продолжительность которого зависит от многих факторов естественного и искусственного отборов, и только после этого можно приступать к целенаправленному селекционному процессу по созданию селекционных достижений (Богерук, 1986).

Этапность прохождения доместикационного процесса в переходе животных от диких видов до формирования пород и других селекционных достижений под все возрастающим воздействием искусственного отбора отражена на схеме( рис.1).

фазы	! первая			! вторая			! третья		
доместикации	одомашнивание			выведение породы			сов.породы		
этапы	I	II	III	IV	V	VI	VII		
состояние популяции	дикий вид	прирученная группа	одомашненная группа	исходн. первич. маточное стадо	диффер. породная группа	диффер. породная группа	a) внутри породы		
характер- бенности популяции	естеств. осо- венность	изменен- поведе- нческие инстин- кты	одобо- ненные реп- ческие инстан- ва	морфо- генные реп- гические качест- ги	биообо- снование биоло- гии	стандарт создания гибридических породы	биологи- ческие характеристи- ка породы	пород- ный тип,	б) кросс
Уровень влияния искусст- венного отбора									

Рис. 1. Фазы и этапность прохождения доместикационного процесса от дикого вида до породы и других селекционных достижений.

Завершение первой фазы доместикации подтверждается выполнением следующих основных требований:

1. Наличие нескольких групп внутри популяции прошедшей одомашнивание;
2. Уточненные характеристики окружающей среды оптимальные для выводимой породы рыб;
3. Корреляционная решетка важнейших признаков или специфических комплексов признаков;
4. Процент популяционных признаков формирующихся за счет генетических факторов;
5. Степень наследования основных признаков, особенно тех по которым планируется проводить селекцию;
6. Оптимальная численность исходной минипопуляции для ведения и успешного завершения селекционных работ;
7. Основные рыбоводно-биологические характеристики объекта;
8. При интродукции из другого водоема обязательно прохождение стадии одомашнивания в новых условиях обитания

### *Раздел 3. Изменчивость, как основа массового отбора в племенном рыбоводстве*

Современная теория биологического прогресса вида, адаптированная к процессу породообразования через селекцию, базируется на трех факторах эволюции: наследственности, изменчивости и искусственном отборе. Чтобы могла происходить эволюция, как в природных, так и в искусственных популяциях, необходимо наличие в этих популяциях изменчивости фенотипических признаков, детерминированной генетически. Происхождение внутривидовой изменчивости двойственное: развитие организма и всех его частей меняется, как при изменении генотипа, так и под влиянием изменений в окружающей среде. Поскольку в настоящее время весьма затруднительно определить эту изменчивость, непосредственно исследуя генотип, да и показатель наследуемости может дать лишь самое общее представление о доле наследования признака и возможности его улучшения путем селекции (Гинзбург, Никоро, 1982; Кирпичников, 1987), мы вынуждены ограничиться анализом фенотипической изменчивости рыб, по которой накоплен большой первичный материал (Богерук, 1986), а также имеется значительное количество аналитических обзоров (Васнецов, 1964; Кирпичников, 1967; Карпович, 1975; Слуцкий, 1978; Никольский, 1980 и др.). Одновременно необходимо отметить, что признаки, определяющие племенную ценность, у всех животных отличаются невысокой наследуемостью (Falconer, 1960).

Под «изменчивостью» понимается общее свойство живых существ в процессе индивидуального развития в определенной внешней среде

Под «изменчивостью» понимается общее свойство живых существ в процессе индивидуального развития в определенной внешней среде проявлять закономерные изменения морфологических, физиологических, биохимических и других признаков организма, определяющихся его наследственностью. Отмечаемая Ю.А.Филипченко (1923) групповая изменчивость, относящаяся к внутривидовому разнообразию, самым непосредственным образом относится к минипопуляциям животных, находящихся в процессе доместикации, и должна широко использоваться при селекционных работах. Кроме того, в процессе породообразования широкое распространение получили географическая и экологическая изменчивости (Камшилов, 1957; Калабухов, 1950; Шкорбатов, 1966; Шварц, 1969; Смирнов и др., 1972).

Специфика работы с одомашненными животными, связанная с большими затруднениями прогнозирования направленности развития изучаемого признака у отдельного животного, позволяет предсказать пути развития этого признака при его изучении у группы животных, т.е. в минипопуляции. «Есть показатели, очень важные для улучшения породы, которые получают свое выражение лишь на уровне популяции, как целого» (Bettini, 1958). На величину фенотипического разнообразия оказывают влияние в основном следующие три фактора:

1. *Генотипическое разнообразие.* Разные генотипы формируют различные фенотипы;
2. *Разнообразие условий жизни.* Поскольку фенотип – результат совместного действия генотипа и внешней среды, то понятно, что разнообразие условий внешней среды создает дополнительное разнообразие фенотипов;
3. *Природа признака.* Количественные признаки показывают различную степень зависимости от изменчивости внешних условий.

Все эти факторы создают в популяции непрерывную фенотипическую изменчивость, и селекционную работу с популяцией необходимо начинать с выяснения природы фенотипического разнообразия и за счет каких источников оно создаётся: каков удельный вес каждого из выше названных факторов в формировании фенотипического разнообразия.

Любую популяцию особей характеризует многообразие признаков, степень вариабельности которых является важнейшим видовым приспособлением (Житков, 1922; Никольский, 1980). Для организации и проведения селекционно-племенной работы важнейшими из этих признаков, определяющихся непосредственно организмом, являются: скорость роста, возраст достижения половой зрелости, сроки созревания, плодовитость.

Изменчивость по скорости роста характерна для всех видов рыб, что, прежде всего, связано с множеством генотипических и фенотипических факторов, влияющих на рост. Годовики белого амура в зависимости от условий выращивания могут иметь массу от 25 г в Подмосковье до 9000 г в

водоемах Кубы, а уровень изменчивости весового показателя колеблется от 11,3 (на Кубе) до 68,2 (Подмосковье) процентов, что напрямую зависит от характера среды обитания и биологических особенностей объекта (табл.). Находясь на северной границе температурного ареала, степень изменчивости, прежде всего, определяется степенью температурных адаптаций, и высокий уровень изменчивости указывает на значительное разнообразие реакций на этот фактор, что позволяет прогнозировать положительные сдвиги при селекции на холодаустойчивость. Широта вариабельности размерно-весовых показателей растительноядных рыб, в основном, определяется влиянием паразитической вариансы, что характерно и для других видов рыб (Слуцкий, 1978). В возрастном разрезе степень вариабельности размерно-весового показателя падает и при достижении половой зрелости обычно составляет по массе – 5-11%, по длине – 1,4-5,2%.

Таблица 1

**Размерно-весовая характеристика годовиков белого амура при выращивании в водоемах разных широт при хорошем обеспечении кормом**

Регионы	Масса, г		Длина, см	
	M+ m	C <sub>V</sub>	M+ m	C <sub>V</sub>
Подмосковье	21,8 + 2,9	67,8	10,2 + 0,4	20,1
Дагестан	50,3 + 3,3	33,1	12,8 + 0,3	12,0
Республика Ирак	753,2 + 20,5	13,6	33,0 + 0,4	7,2
Республика Куба	6430,0 + 94,1	8,7	65,5 + 0,8	4,1

*Возраст наступления половой зрелости* у растительноядных рыб имеет видовую специфику и, прежде всего, зависит от температурного режима водоема (годичной суммы эффективных температур), в котором они выращиваются. Так, в Подмосковье самки белого толстолобика созревают на 8 году жизни, белого амура – в 9-летнем возрасте, а пестрого толстолобика вообще не созревают. Здесь уместно отметить, что в водоеме-охладителе Шатурской ГРЭС (Московская обл.) пестрый толстолобик созревает в 4-5 летнем возрасте. В водоемах Северного Кавказа все три вида достигают половой зрелости в 3-5 летнем возрасте, а на Кубе – в 2-годовалом возрасте (Багров, 1993) (табл.). В то же время вариабельность достижения половой зрелости имеет видовую специфичность, характеризуя отдельные виды как высоко разнокачественные, что, прежде всего, связано с продолжительностью прохождения начальных периодов оогенеза. Высокий уровень изменчивости первичного наступления половой зрелости в возрастном разрезе указывает на реальную возможность влиять на скорость созревания, как в генетическом плане, так и регулированием среды обитания. Работы в направлении оптимизации среды обитания уже дали хорошие устойчивые результаты при формировании маточных стад растительноядных рыб в водоемах-охладителях ГРЭС, расположенных в умеренных широтах (Балгаджи, 1980; 1984; Костылев, 1987; Виноградов и др., 1986; Багров и др., 1990).

**Размерно-весовая характеристика впервые созревающих самок белого амура в водоемах разных широт**

Регион	Возраст	Масса, кг	Длина, см	Сумма тепла
Республика Куба	2	2,3 – 4,3	48,5 – 64,0	16000
Северный Кавказ	3-4	4,3 – 5,2	61,0 – 69,5	12200
Подмосковье	9	5,1 – 5,5	66,5 - 72,0	19800
Река Амур	9-10	–	70,0 - 75,0	20250-22500

Анализ сроков *повторного созревания* и типов икрометания показал большую роль экологических факторов в прохождении межнерестовых половых циклов. Прежде всего, при переходе из одной климатической зоны в другую у белого амура и белого толстолобика изменяется характер нереста: от порционного в р.Амур и водоемах Подмосковья до единовременного в прудах Северного Кавказа, Ирака и Кубы. В условиях водоемов Ирака и Кубы растительноядные рыбы могут нереститься от 2 до 5 раз в год. В то же время имеющая место неравномерность роста яйцеклеток у самок этих видов во всех климатических зонах приводит к значительному уровню изменчивости этого показателя, как в части продолжительности нереста до 2-2,5 месяцев, так и сдвиги годичных сроков созревания на 1-1,5 месяца. Это имеет отрицательные последствия, так как сокращает продолжительность вегетационного периода и, как следствие, снижает качество выращиваемого рыбопосадочного материала. Высокая степень изменчивости сроков повторного созревания и ухудшение рыбоводно-экономических показателей делает этот показатель племенной ценности растительноядных рыб приоритетным при организации селекционно-племенной работы и создании селекционных достижений.

Плодовитость растительноядных рыб имеет четкую видовую специфичность и по количеству воспроизводимой икры ранжируется по возрастающей в следующем порядке: белый толстолобик, белый амур, пестрый толстолобик. Кроме того, плодовитость зависит от возраста и качества нагула в прошедший вегетационный сезон. Уровень изменчивости плодовитости самок белого амура, особенно у впервые созревающих, достигает 52-56%, что может служить хорошей базой для ведения селекции на повышение плодовитости. С другой стороны, в связи с высокой плодовитостью рыб этот показатель не является первостепенным при проведении селекционных работ.

Уровень изменчивости, являясь показателем состояния биологического разнообразия конкретного вида в конкретных условиях, может являться хорошим критерием понимания направленности и напряжения, как естественного, так и искусственного отбора. По показателям изменчивости можно осуществлять оперативный контроль за состоянием селекционируемого стада, как в части продвижения к созданию пород, так и по стабилизации племенных свойств в уже созданных породах.

#### **Раздел 4. Основные принципы породообразования**

Продолжительный период доместикации диких животных позволил накопить значительный разнообразный эмпирический и практический опыт создания новых форм животных с определенными характеристиками, заданными человеком. На основании этого опыта выдающийся английский селекционер-животновод Р.Бэквэлл в 1760 году впервые сформулировал основные положения породообразования:

- необходимость выработки идеи будущей породы;
- применение системы оценки экстерьера и разведение от лучшего производителя, не считаясь со степенью родства, т.е. отбор производителей по их индивидуальным качествам;
- испытание производителей по качеству потомства с целью установить, насколько стойко они передают эти качества своему потомству.

Ч.Дарвин в своей работе «Изменение растений и животных под влиянием одомашнивания» (1868) на широкой биологической основе дал научно-теоретическое обоснование породообразования.

Домашнее животное, попадая в условия большей или меньшей опеки со стороны человека, выходит из-под контроля стабилизирующего отбора и, специализируясь в ином определенном направлении, деспециализируется во многих или во всех других направлениях. Результативность этого процесса можно наблюдать только у культурных пород домашних животных, далеко продвинувшихся в породной специализации, что, в первую голову, было связано с решающим воздействием искусственного отбора. Совершенно естественно, что любое специальное приспособление диких форм может быть подхвачено отбором лишь в том случае, если оно не снижает общей жизнеспособности животного и числа оставляемых потомков. Так как современная интерпретация естественного отбора означает, что одни генотипы оставляют после себя большее потомство, чем другие, такое совершенство специальных приспособлений не может в условиях естественного отбора компенсировать снижение числа оставляемых потомков. Отсюда, когда человек прекращает отбор, популяция домашних животных непременно будет возвращаться в исходную форму, так как узкая специализация (а высокая хозяйственная ценность – это и есть узкая специализация, аналог специальных приспособлений диких форм) компенсирует известное падение общей жизнеспособности, в силу чего в

Популяции домашних животных может накапливаться колоссальное количество генетических потенций, которые в условиях дикой природы были бы элиминированы естественным отбором. Следствием именно этих причин является и повышение изменчивости, и повышение гетерозиготности, и, как результат этого, высокая генотипическая стабильность в изменяющихся условиях существования, и изменение фенотипического выражение мутаций под влиянием изменения генофонда. Породы животных – это в той или иной степени животные, вышедшие из-под контроля стабилизирующего отбора и в следствие этого характеризующиеся высочайшей степенью узкой специализации на фоне общей деспециализации.

Сравнение домашних животных с дикими показывает, что основной путь приспособления домашних животных к определенным условиям существования – это приспособления морфо-функциональные, и искусственный отбор ведется именно на этом уровне, что ускоряет процесс морфо-физиологической дифференциации при специализации отдельных пород, но не ведет к высшему совершенству приспособительных реакций животных, так как не обеспечивает энергетическое совершенство адаптаций, что и определяет различия между видом в состоянии одомашнивания (и его отдельными породами) и дикими внутривидовыми формами (Шварц, 1972). Домашнее животное – это специализированная внутривидовая форма, узкая специализация которой в значительной степени сопровождается общей деспециализацией и повышением пластичности в связи с чем, требуется разработка основных принципов теории формирования глубоко специализированных пород домашних животных.

Одним из основных приемов быстрого преобразования пород является скрещивание, которое при умелом сочетании с другими методами селекции ведет к созданию новых пород или других селекционных достижений. Ведущим фактором породообразования, определяющим специфические качества будущей породы, является методический отбор и подбор производителей. Чтобы отбор был результативным, он должен вестись с жестким соблюдением ранее разработанной модели будущей породы и выполнением всех методических и биотехнических приемов, определенных программой.

Практические работы по выведению новой породы, т.е. собственно селекционные работы, начинаются на четвертом этапе установленного нами общего доместикационного процесса, т.е. с формирования исходного первичного маточного стада.

Исторический опыт и современные достижения селекции показывают, что формирование исходных первичных стад может производиться из особей, ощущавших на себе различную степень влияния искусственного отбора, т.е. находящихся на разных этапах доместикационного процесса (Слуцкий, 1978; Слуцкий, Епифанов, 1978). Исходные первичные маточные стада могут создаваться, исходя из нескольких принципов их формирования:

- *особей, выловленных из естественных водоемов и представляющих собой дикие популяции;*
- *особей, полученных на основе аутбридных скрещиваний;*
- *особей, имеющих некоторую степень отселекционирования.*

Объекты, выбранные для одомашнивания, особи которых выловлены в естественных водоемах, имеют различную родословную, т.к. они могут быть либо аборигенными видами, либо видами интродуцированными в эти водоемы из других водоемов, иногда расположенных на значительном расстоянии от мест, в которых планируется их разводить и выращивать. Работа с аборигенными дикими видами обычно возникает в том случае, когда необходимо расширить ассортимент культивируемых рыб или после установления новых биологических особенностей этих видов, представляющих ценность для существующей экосистемы, или при конструировании новых взаимосвязей в экосистеме. В настоящее время в рыбоводстве России к таким видам можно отнести обыкновенного сома, линя, щуку, судака. Второй вариант введения в аквакультуру новых объектов больше связан с особенностями их питания и скоростью массонакопления, которыми обычно различаются виды, сформировавшиеся в разных фаунистических комплексах. В этом случае потенциальный объект рыборазведения проходит дополнительные этапы воздействия человеком, связанные с интродукцией, акклиматизацией и натурализацией в водоемах, природно-климатические условия которых совпадают с таковыми аквакультурных хозяйств, где эти объекты будут вначале одомашнены, а затем и переведены в статус селекционных достижений. Классическим примером такого формирования экосистем пастбищного и прудового рыбоводства в большинстве стран являются растительноядные рыбы китайского равнинного комплекса: белый амур, белый и пестрый толстолобики (Никольский, 1980).

При формировании первичного исходного маточного стада на базе диких популяций необходимо соблюдение нескольких обязательных требований. Во-первых, сохранение генетической чистоты вида, выбранного в качестве рекрута для аквакультурного выращивания. Должна быть абсолютная уверенность в принадлежности отобранных особей, как к таксономическому виду, так и к определенной локальной группе с известными эколого-биологическими характеристиками, которые должны быть установлены на первых трех этапах доместикации.

Во-вторых, максимально возможное сохранение генетического разнообразия особей, что обеспечивается использованием геномов всех основных локальных стад и субпопуляций, обитающих в зоне формирования исходных стад рыб (Кирпичников, 1973; Алтухов, 1974). Это требование успешно выполняется при массовых скрещиваниях с использованием самцов и самок из разных диких локальных стад, отличающихся возрастом, сроками нереста и другими биологическими признаками. В зависимости от целей последующей селекции может быть выбран путь скрещивания раздельно по обнаруженным генетико-экологическим группам, но при этом внутри каждой

такой группы необходимо использовать массовые гетерогенные скрещивания разнообразных производителей.

Формирование первичного исходного маточного стада на основе аутбридных скрещиваний базируется на подборе особей, отличающихся сочетанием хорошей продуктивности и высокой выживаемости в конкретных условиях, исходя из чего именно какие-то средние свойства в последующем становятся хозяйственными важными для характеристики создаваемого гибрида. Примерами такого принципа формирования исходных маточных стад являются: ропшинский карп, унаследовавший высокую жизнеспособность амурского сазана и высокую продуктивность галицкого и курского карпов (Кирпичников, Лебедева, 1953; Кирпичников, 1967); бестер, перенявшим быстрый темп роста от белуги и способность стерляди в течение всей жизни обитать в пресной воде (Николюкин, 1952). Несомненно, что селекция на основе аутбридных скрещиваний весьма сложная и в какой-то степени рискованная форма селекции, так как у всех исходных форм должны быть достаточно высокие продуктивные качества, а селекционеру нужны стабилизированные во времени и глубокие знания всестороннего проявления этих качеств в конкретных условиях разведения и выращивания вновь создаваемой породы. Успешное выполнение программы выведения новых пород на основе аутбридных скрещиваний может быть обеспечено параллельным содержанием исходных форм, поскольку независимо от того, будет ли в дальнейшем вестись отводочная селекция или же будет совершенствоваться непосредственно сам гибрид, селекционер постоянно должен сочетать несколько исходных форм рыб в первичном стаде. Сама процедура сочетания исходных стад может быть различной от завоза икры или спермы из другого хозяйства до концентрации исходных форм на одном хозяйстве.

Третий принцип формирования исходных первичных маточных стад заключается в использовании производителей из ранее отселекционированного стада, как одной из исходных форм или отводок при новом направлении селекции. Используемые производители должны характеризоваться высокими рыбоводно-биологическими показателями (упитанность, плодовитость, половая сочетаемость и др.) и отвечать требованиям стандарта породы. Если же первичное исходное стадо формируется из рыб частично отселекционированных стад, то рекомендуется воспользоваться «принципом равномерной выборки» (Слуцкий, 1978), когда рыб отбирают из всех вариационных классов в одинаковом количестве, что позволяет сохранить генетическое разнообразие и не дать вероятностного преимущества ни одной группе фенотипов при дальнейшей селекции (Казаков, Новокшонов, 1974; Казаков, 1976). При этом принципе формирования исходных первичных маточных стад необходимо соблюдать два важнейших требования: обеспечение элитности поголовья и проведение *предварительной выборки* особей исходного стада.

О принадлежности особей рыб к разным породам обычно судят на основании определенных отличий между ними, проявление которых можно объединить в характерные комплексы, т.е. критерии.

*Морфологический критерий.* Все морфологические и морфофизиологические характеристики породы или другого селекционного достижения с учетом размаха и структуры вариабельности каждого из признаков. Отражает систему корреляционных связей между этими признаками. Наряду с внешними признаками учитывается и анатомическое строение с остеологическими признаками.

*Физиолого-биохимический критерий.* Качественная и количественная специфика функций отдельных систем органов и всего организма, специфика его биохимического состава по разным показателям. Хладоустойчивость и теплоустойчивость различных тканей, а также ферментов, включая пищеварительные. Потребление кислорода, усвояемость корма. Состав плазмы крови.

*Генетический критерий.* Характер кариотипа - число и строение хромосом, количественный и качественный состав ДНК, реакция преципитации, молекулярная гибридизация ДНК.

*Экологический критерий.* Территориальность распространения породы. Возраст наступления половой зрелости, плодовитость, продолжительность жизни, особенности роста с половыми различиями. Характер и спектр питания. Отношение к паразитам и болезням.

Рассматривая породу как единую взаимоувязанную систему, при её оценке или определении необходимо применять комплексный подход одновременно используя несколько критериев, что позволит более четко представлять возможности использования породы и перспективы её совершенствования.

## Глава 2. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ В АКВАКУЛЬТУРЕ

### Раздел 1. Особенности создания селекционных достижений в рыбоводстве

Доместикация объектов аквакультуры имеет свою специфику по сравнению с созданием пород теплокровных животных. Рыб и других гидробионтов отличает от традиционных сельскохозяйственных видов ряд биологических особенностей, которые должны учитываться в селекционно-племенной работе. К ним можно отнести обитание в водной среде,

относительно небольшие размеры, наружное оплодотворение, высокая плодовитость, легкая скрещиваемость особей, принадлежащих к разным видам и даже родам, дающим часто плодовитых гибридов, многообразие объектов, культивируемых в одном водоеме (поликультура) и т.д.

Процесс одомашнивания и создания культурных пород в аквакультуре находится на разных этапах доместикации в зависимости от видов рыб и степени воздействия направленного отбора. Дальше всех в этом направлении продвинуты такие виды рыб, как карп и форель, которые насчитывают по несколько пород, отличающихся генетическими и биолого-хозяйственными признаками, а также объекты декоративного рыбоводства.

Предшественником культурного карпа является дикий сазан, который населяет водоемы обширных территорий Евро-Азиатского пространства и имеет широкую внутривидовую структуру, включающую подвиды, географические и экологические расы (Кирпичников, 1967; Чан Май Тхиен, 1988; Павлов, 1962). В пределах разных внутривидовых образований сазана обнаружено наличие гомологической наследственной изменчивости по окраске тела, типу чешуйного покрова, морфологии, карликовости (Кирпичников, 1967), что предопределило высокую эффективность его одомашнивания. Породообразовательный процесс в зависимости от целевых установок, имел различную направленность: декоративную в Японии, карликовую в Китае и Вьетнаме, промышленную в Восточной Европе.

Пройдя первые этапы доместикации, сазан под влиянием определенного направленного отбора и приспособления к новым условиям обитания приобрел новый морфобиологический образ и, как следствие, название «карп». В процессе дальнейшего прогресса, благодаря широкой норме реакции на изменяющиеся условия обитания, в водоемах Европы образовалось несколько рас (отродий): айшгрундская, галицийская, лаузитская, богемская и т.д., что позволило в начале XX века создать первую классификацию карпов, в основу которой были положены: местность обитания, тип телосложения, мясистость туши (Вальтерь, 1913).

Убедительное фактическое подтверждение многообразия процессов формообразования дает декоративное рыбоводство, в частности, на примере золотой рыбки.

Все породы золотой рыбки происходят от хромистого серебряного китайского карася с золотистой окраской, так называемые «золотые чи». Многовековая селекционная работа, проводившаяся сначала в Китае, а затем в Японии и Корее, привела к созданию четырех базовых форм: *вакин* (японская золотая рыбка), *демекин* (прототип телескопа), *риукин* (прототип вуалехвоста), *ранчу* (корейская львиноголовка). На их основе путем отбора, подбора и гибридизации произошли практически все ныне существующие породы и вариететы (Полонский, 1987). Исключительный интерес для разработки классификации селекционных достижений в аквакультуре имеет история выведения японских декоративных карпов (*вакин*) – «нисики-гои». Основное свойство нисики-гои – разнообразие по окраске, затрагивающей тело рыбы,

плавники, глаза. Существует несколько групп, отличающихся цветовой гаммой окраски, при этом, чем древнее группа, тем больше в её составе цветных вариантов. Кроме отбора при разведении золотых рыбок и декоративных карпов большое значение для идеального проявления фенотипа имеют абиотические и биотические условия их содержания (Мицури, 1971; Teichfischer, 1988).

Создание многообразия нисики-гои демонстрирует возможности селекции не только по окраске тела, но и по показателям, имеющим значение для рыбоводства: жизнеспособность, рост, устойчивость к дефициту кислорода. Отмечено, что чем древнее порода нисики-гои, тем больше она приближается по основным рыбоводным показателям к обычным карпам, а по некоторым признакам даже превосходит его. Следовательно, первоначальные мутации или их комбинации, дающие особей с пониженной жизнеспособностью, в ходе многолетней селекции на определенном фоне восстанавливают утраченные первоначальные свойства, видимо, за счет подбора генов-модификаторов. В целом, феномен японских декоративных карпов демонстрирует роль генетической изменчивости и возможности отбора в селекции рыб. Кроме того, некоторые их мутации используются для генетического маркирования промышленных групп карпа (Катасонов, 1973; 1974; 1978).

Еще большие возможности формообразовательных процессов при селекции демонстрируют работы с аквариумными рыбами (Митрохин, 1986), многообразие которых вынудило разработать четкие критерии (стандарты) на основные типы пород в пределах разных видов аквариумных рыб и ввести понятие «эталонной» рыбы. В то же время необходимо отметить, что в работах по селекции аквариумных рыб понятие «порода» употребляется без должного обоснования и не всегда корректно, так как любая разновидность, единичная мутация могут быть названы породой.

Приведенные примеры, взятые из декоративного рыбоводства или на начальных этапах доместикации рыб, показывают, что в аквакультуре в основе породообразовательных процессов лежат:

- мутация и рекомбинация генов;
- направленный созидательный отбор на протяжении ряда поколений;
- накопление генов-модификаторов при стабилизации результатов селекции;
- создание определенного фона (условий среды) для максимального выявления генетических потенций, образовавшихся в процессе предшествующего отбора.

Результатом завершения третьего этапа доместикации животных является долгосрочная программа создания новой породы или другого селекционного достижения, в которых должны быть отражены:

- биологические свойства объекта, выбранного для селекции;

- биотехнические требования объекта применительно к конкретным условиям разведения;
- результаты сравнительной рыбохозяйственной оценки нескольких стад для выявления наиболее перспективных для формирования исходного первичного маточного стада;
- абиотические условия существования особей создаваемого селекционного достижения;
- основной признак или комплекс признаков, по которым будет проводиться селекция;
- естественная резистентность объекта, если планируется проводить селекцию на устойчивость к определенным заболеваниям;
- уровень гетерогенности селекционируемого материала и, при необходимости, схема скрещивания между исходными группами для получения сложных помесей или применения методов генной инженерии для направленного изменения генотипа;
- характер генотипической и фенотипической изменчивости признаков, выбранных для селекции;
- коэффициент наследуемости селекционируемого признака;
- корреляционная взаимосвязь между основными рыбоводно-биологическими и хозяйственно-ценными признаками.

Последующие 4-7 этапы доместикационного процесса, т.е. собственно селекция, включают несколько поколений целенаправленного отбора.

В первых двух-трех поколениях обычно применяется, в основном, массовый отбор, напряженность которого у рыб может быть чрезвычайно высока. Оптимальная напряженность отбора при селекции находится в пределах 1-5% от числа выращенных рыб, так как более жесткий отбор может приводить к существенному нарушению сложившихся корреляций между признаками и обуславливать тем самым снижение жизнеспособности рыб. Массовый отбор применяется и среди производителей, однако его уровень снижается до 10-15 процентов.

Начиная с третьего-четвертого поколений, с уменьшением генетической изменчивости эффективность массового отбора снижается, в связи с чем становится целесообразным дополнение его методами индивидуального отбора – семейной селекцией и оценкой производителей по потомству. На этой стадии селекционного процесса важное значение имеют исследования по количественной генетике, необходимые для контроля за динамикой изменения генетической структуры племенного стада, уточнения ожидаемого селекционного эффекта, обоснования целесообразности применения тех или иных методов отбора и определения требуемого уровня их интенсивности.

Основным методом селекции является стабилизирующий (модальный) отбор по комплексу признаков, определяющих стандарт породы. К моменту апробации должны быть созданы определенная структура и достаточная численность породы или другого селекционного достижения.

На завершающих этапах доместикационного процесса проводится государственная апробация селекционного достижения и массовая разработка породного племенного материала.

## **Раздел 2. Критерии селекционных достижений**

Созданное селекционное достижение в зависимости от своего уровня должно отвечать определенным, характерным только для него, требованиям. Учитывая, что высшим уровнем селекционного достижения в животноводстве является «порода», рассмотрим на её примере основные критерии селекционного достижения.

### **A). Структура и численность.**

По принятым в зоотехнии требованиям, порода должна включать в себя не менее двух структурных единиц, которые для пород рыб могут быть в виде *отводок, линий или внутрипородных типов*. С целью обеспечения сохранности породы и её структурных единиц они должны быть размещены, как минимум, в двух хозяйствах.

Численность породы должна обеспечивать её генетическую стабильность при воспроизводстве. Чтобы коэффициент инбридинга не превышал уровня, требуемого для аутбридных популяций (до 1%), при получении потомства на племя необходимо использовать не менее 25 пар неродственных производителей. Соблюдение этого требования в аквакультуре не представляет большой сложности, так как племенные стада рыб обычно насчитывают сотни производителей. При этом необходимо помнить, что важна не просто численность всего маточного стада, а численность той его части, которая участвует в воспроизводстве, т.е. используется для получения племенного потомства в конкретной нерестовой кампании. В связи с огромной плодовитостью культивируемых в аквакультуре рыб для целей воспроизводства обычно используется лишь ограниченная часть стада (иногда буквально единицы производителей), что даже при довольно большой численности породы может обуславливать её утрату в связи с генетическим дрейфом.

Требования к численности породы определяются также практическими соображениями: поголовье производителей должно исключать возможность случайной её потери и обеспечивать необходимые объемы производства племенной продукции. Обычно считается, что численность породы, заявляемой к аттестации, должна быть не менее 500-600 пар, а внутрипородного типа – 300 пар. Для видов, затраты на выращивание племенного материала которых значительные, например,

осетровых, требования к численности могут быть менее жесткими, и для признания породы, по-видимому, достаточно 150-200 пар производителей.

#### **Б). Отличимость.**

Существующие породы рыб, как правило, не имеют четких качественных отличий, как, например, различия по окраске у многих пород домашних животных. Такое положение, в первую очередь, связано с ограниченным набором у рыб признаков, пригодных для использования в качестве наследственно закрепленных меток. Обитая в водной среде, рыбы плохо защищены от естественных врагов, а любые изменения внешнего вида, в частности, окраски, делают рыб более заметными, что приводит к повышенному их истреблению.

Вместе с тем, из опыта селекции хорошо известно, что создание генетически изолированной системы, какой, несомненно, является порода, непременно сопровождается преобразованием морфологического облика рыб. При идентификации пород рыб широко используются различные экстерьерные признаки (индексы): коэффициент упитанности, показатель высокостинности, индексы ширины тела, наибольшего обхвата и т.п. Каждый из этих показателей в зависимости от условий выращивания рыб может сильно варьировать, в связи с чем четкие различия по ним можно установить лишь между крайними вариантами, как, например, ропшинские и украинские карпы. Между другими менее контрастными породами различия могут быть выявлены лишь в результате специальных экспериментов с достаточным числом повторностей или при совместном выращивании рыб с различным типом чешуйного покрова, или с применением специального мечения рыб. При этом более эффективно сравнение по комплексу признаков с применением адекватных методов морфологического анализа.

В последнее время большое внимание уделяется использованию в качестве генетических меток наследуемых различий по некоторым белкам – типам трансферрина, эстераз и других биохимических маркерам, а также по группам крови. Биохимическое маркирование племенных отводок используется, к примеру, в селекционных работах со среднерусским карпом, однако идентификация пород рыб по этим маркерам сопряжена с большими методическими сложностями, что ограничивает их практическое использование.

#### **В). Однородность и стабильность.**

Оба этих критерия характеризуют уровень консолидации селекционного достижения.

Под однородностью понимается сходство всех представителей породы или кросса по характерным для них морфологическим, биологическим и хозяйственным признакам. В первую очередь речь идет о качественных маркерных признаках. В сложных породах, состоящих из

нескольких изолированных групп, каждая может иметь свой маркерный признак. То же относится к компонентам (родительским группам) кроссов. Требования однородности при этом предъявляется в пределах каждой из групп.

Сложнее дело обстоит с количественными признаками, разнообразие которых у рыб может быть довольно значительным. Показателем степени однородности для этих признаков служит коэффициент вариации. В отселекционированном стаде карпа коэффициент изменчивости массы тела (в товарном возрасте) обычно не превышает 20%, экстерьерных показателей – до 7-8%, коэффициент упитанности – до 12-15%, плодовитости самок (при втором и последующем нерестах) – до 15 процентов.

О степени однородности племенного материала можно судить также на основании величины уровня биохимического полиморфизма. У исходного материала, особенно, если он получен в результате скрещивания разнородных групп, его величина довольно высока. Затем в ходе селекции она постепенно снижается и в дальнейшем устанавливается на определенном уровне, что свидетельствует о консолидации породы.

Селекционное достижение считается *стабильным*, если его характерные признаки стойко наследуются, т.е. остаются относительно неизменными в ряду поколений. Для непосредственной оценки стабильности проводится сравнение родителей и потомства. На рыбах со сравнительно длительным циклом полового созревания такое сравнение практически невозможно, и поэтому о стабильности обычно судят по степени однородности. О стабильности признаков свидетельствует также уровень их повторяемости при повторных циклах размножения или выращивания.

Однородность и стабилизация признаков достигается в результате отбора в ряду поколений. Скорость этого процесса зависит от ряда факторов, в том числе генетической природы признака, исходного генетического разнообразия, интенсивности отбора. По качественным признакам, имеющим простое наследование, как например, чешуйчатый покров у карпа, стабилизация может быть достигнута за одно-два поколения. Количественные признаки со сложным наследованием и сильным модифицирующим влиянием на них условий среды для своей стабилизации требуют значительно большего числа селекционных поколений. Чем выше интенсивность отбора, тем быстрее может достигаться стабилизация признаков, по которым ведется селекция.

Таким образом, число поколений, необходимое для консолидации селекционного достижения, в каждом конкретном случае может быть различным. При интенсивной селекции на относительно однородном материале требуется обычно не менее четырех-пяти поколений, в то время как в других случаях этот процесс может быть более длительным.

### Г). Хозяйственная ценность.

Важнейшим критерием хозяйственной ценности пород является продуктивность. Понятие продуктивности у рыб имеет свои особенности. Во-первых, она не может быть непосредственно измерена. О величине этого показателя судят обычно по приросту ихтиомассы, полученной с единицы площади и объема водоема. Понятие продуктивности у рыб, таким образом, несколько условно, так как используемый для её характеристики показатель является свойством не только культивируемого объекта, но и водоема, в котором он выращивается. Повышение продуктивности возможно также за счет применения интенсификационных мероприятий: более высокой плотности посадки, использования более полноценных кормов и т.д. Поэтому, когда говорят о селекции на повышение продуктивности у рыб, имеют в виду не столько увеличение рыбной продукции, сколько улучшение экономических показателей её производства. Особенность понятия продуктивности у рыб состоит также в том, что этот показатель носит групповой характер, т.е. является свойством не отдельной особи, как у большинства домашних животных, а всей группы рыб, выращенных в водоеме. Продуктивность у рыб, таким образом, - это интегральный признак, и зависит он в своем выражении от таких составляющих, как рост и выживаемость (жизнеспособность) рыб.

При оценке продуктивности под скоростью роста понимается прирост массы тела за определенный период времени, например, за вегетационный сезон. Существенный интерес при оценке пород представляет использование относительно стабильных характеристик, так называемых констант роста, к числу которых относится используемый в рыбоводстве коэффициент массонакопления и др.

При оценке продуктивности под жизнеспособностью (резистентностью) понимается устойчивость рыб к неблагоприятным факторам среды. Различают общую и специфичную устойчивость. В последнем случае имеется в виду устойчивость к конкретным факторам – дефициту кислорода, низкой или высокой температуре, определенным заболеваниям и т.п.

Непосредственным показателем жизнеспособности рыб является их выживаемость (выход), т.е. соотношение числа выловленных и посаженных на выращивание рыб, выраженное в процентах. Величина этого показателя в значительной степени определяется конкретными условиями выращивания рыб, что затрудняет его использование для характеристики пород. С этой целью может применяться ряд физиологических показателей, коррелирующих с жизнеспособностью: уровень сывороточного белка и гемоглобина в крови, устойчивость к дефициту кислорода и др.

Оценка рыб по специфической устойчивости производится на фоне повышенного уровня фактора, на устойчивость к которому проводится селекция. Важное значение может иметь проведение «стендовых»

испытаний с определением устойчивости рыб к определенным стрессовым факторам (повышение концентрации аммиака и т.д.). При оценке резистентности к заболеваниям иногда используют их искусственное заражение возбудителями (биопроба). Однако проведение таких работ возможно лишь на специальной закрытой базе при соблюдении всех требований ветеринарии.

В рыбоводстве для характеристики пород часто используют обобщенный показатель продуктивности – «продуктивность одного гнезда» (при естественном нересте) или «одной самки» (при заводском воспроизводстве), под которой понимают общую массу потомства, полученного от одной самки за один нерестово-вырастной сезон. Обычно у карпа этот показатель находится в пределах 15-20 тонн товарной рыбы, а у элитных производителей он достигает 80 тонн и выше.

Важнейшим показателем продуктивности является оплата корма – расход кормов на единицу прироста продукции. Преимущество определенных пород по этому показателю обычно связано с лучшими показателями роста и жизнеспособности, а также может быть результатом специально проведенной селекции, позволившей повысить усвояемость кормов, их более экономное использование на прирост.

При оценке селекционных достижений учитывается также выход и качество мясной продукции, а кроме того, ряд репродуктивных признаков (плодовитость, качество икры и спермииев и т.п.).

Для признания селекционного достижения оно должно обладать преимуществом перед известными аналогами по признакам продуктивности, по которым оно заявлено, при выращивании в условиях, для которых оно создано. При этом имеется в виду, что остальные признаки продуктивности находятся в пределах нормативных значений. Эти преимущества могут быть выявлены, как у самого селекционного достижения, так и при скрещивании с другими группами.

### ***Раздел 3. Категории и структура селекционных достижений в рыбоводстве***

В соответствии с Законом Российской Федерации «О селекционных достижениях» к категориям селекционных достижений в животноводстве отнесены: *порода, внутрипородный тип, кросс (промышленный гибрид)*.

Порода – продуктивно изолированная группа рыб, созданная в результате целенаправленной деятельности человека, обладающая генетически обусловленными биологическими и морфологическими свойствами и признаками, причем некоторые из них специфичны для данной группы и отличают её от других таких же групп рыб.

Генетической характеристикой породы и её структурных категорий являются частоты генотипов и генные частоты, при этом возможны и качественные различия, обусловленные наличием или отсутствием определенных генов.

В основе формирования породы лежит целенаправленный отбор, осуществляемый человеком. Каждая порода создается под конкретные потребности человека, это приводит к тому, что породы отличаются друг от друга, прежде всего, по хозяйствственно-ценным свойствам. Однако направленный отбор по одним признакам приводит к коррелятивному изменению других, в результате породы отличаются между собой по целому комплексу признаков и свойств.

Важную роль при формировании породы играет и естественный отбор, влияние которого на рыб, особенно в прудовых рыбоводных хозяйствах, чрезвычайно велико.

Каждая порода создается для определенной технологии культивирования и требует конкретных условий для проявления своих свойств. В необычных условиях, а также при примитивной технологии даже хорошо отселекционированная порода не может дать высоких результатов при хозяйственном использовании. Признанная как селекционное достижение, порода должна сопровождаться нормативно-технологической документацией, отражающей необходимую технологию ~~измененного~~ разведения и промышленного выращивания рыб.

В некоторых случаях в качестве исходного для селекции материала используются гибриды, полученные от скрещивания представителей культурной породы (или нескольких пород) и дикой формы. Так, большинство пород карпа в России созданы (или создаются) с участием в исходных скрещиваниях амурского сазана.

Получение межвидовых гибридов у рыб, благодаря свойственному им наружному оплодотворению, не представляет большой сложности. Некоторые из них оказываются плодовитыми и могут использоваться для создания гибридных пород. Выведение таких пород ведется, например, на гибридах осетровых рыб, полученных от различных типов скрещивания белуги и стерляди, включая возвратные на одну из исходных форм.

Структурные категории породы – внутрипородные типы, отводки, семьи и линии, последние три из которых не могут рассматриваться как самостоятельные селекционные достижения.

**Внутрипородные типы** – группы рыб, обладающие основными свойствами породы, отличающиеся друг от друга по некоторым хозяйствственно-ценным и морфо-биологическим признакам в связи с различным происхождением и вектором отбора. Если различия связаны с приспособленностью к определенным природно-климатическим и экологическим условиям, то такие структурные категории называют зональными или экологическими типами. Примером зональной дифференциации пород может быть омский, степной и северный типы

сарбоянской породы карпа. Несколько зональных типов имеется в структуре украинских пород карпа (антонино-зозуленецкий, нивчанский, любеньский, несовский).

Формирование внутрипородных типов может осуществляться в ходе создания породы или после её признания как очередная стадия работ над породой. В последнем случае после завершения селекционных работ и их апробации они могут быть признаны как самостоятельные селекционные достижения.

**Кросс (промышленный гибрид)** — потомство первого поколения от скрещивания разнородных групп, предназначенное для товарного выращивания. При племенном разведении осуществляется воспроизводство каждой из групп, использование для этих целей гибридов не допускается. Селекционные работы с кроссами направлены на создание из числа уже существующих селекционных достижений групп с наиболее высокой комбинационной способностью. Совокупность таких групп вместе с их гибридами выступает как единое селекционное достижение. Кроссы, признанные селекционным достижением, должны сопровождаться описанием родительских форм, инструкцией (методикой) по их разведению, получению и промышленному использованию гибридов. Кроссы могут быть созданы на основе внутривидовой или отдаленной гибридизации. В первом случае компонентами скрещивания выступают породы или их структурные категории (внутрипородные типы, отводки, линии и т.д.). Межвидовые и межродовые гибриды как селекционное достижение объединяются в категорию новая гибридная форма. Примером такой категории являются гибриды первого поколения разных видов осетровых: белуги и стерляди (бестер), осетра и стерляди (остер); у сиговых — гибрид пеляди и чира (пельчир); у карловых — гибрид пестрого и белого толстолобика (ПБТ 63), серебряного карася и карпа (карасекарп) и т.п. К внутривидовым гибридам относятся межпородные и внутрипородные кроссы.

**Межпородные кроссы** в рыбоводстве имеют широкое распространение, так как позволяют увеличивать рыбопродуктивность в среднем на 10-15%, а в некоторых случаях до 20% и более. К ним относятся также гибриды, получаемые от скрещивания культурных и диких форм (например, карпа и сазана).

Для получения **внутрипородных кроссов** используют структурные группы внутри пород (отводки, внутрипородные типы и т.п.) и реже специально созданные для этих целей инбридные линии (межлинейные кроссы). Внутрипородное промышленное скрещивание в рыбоводстве имеет важное практическое значение, поскольку позволяет избегать вредного влияния инбридинга, степень которого у рыб может быть довольно существенной, и дополнительно к эффекту, полученному за счет селекции, повышать продуктивность за счет проявления гетерозиса.

В работах с новыми объектами аквакультуры, прошедшими первые этапы доместикации (осетровые, сиговые, растительноядные рыбы) в качестве исходного материала при создании пород могут использоваться маточные стада, сформированные из представителей диких форм, вылавливаемых из естественных водоемов, прошедшие определенный этап адаптации в новых условиях одомашнивания. В случае существенных отличий таких стад от диких форм они могут проходить апробацию и получать статус селекционного достижения в виде новой одомашненной формы.

К охраняемым селекционным достижениям может быть отнесена также *генетическая (генофондная) коллекция*, под которой понимается резерв генов одного или нескольких видов – объектов аквакультуры, созданный путем направленного сбора, исследования, систематизации и описания коллекционируемого материала. Генофондная коллекция может быть представлена как в виде натурной коллекции, так и в виде криоконсервированного банка спермы, икры, эмбрионов, тканей гидробионтов. Признанная как селекционное достижение, генофондная коллекция должна иметь название, систематический каталог и рекомендации по её практическому использованию.

### ГЛАВА 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЫ В РЫБОВОДСТВЕ

#### *Раздел 1. Почвенно-климатические особенности прудового рыбоводства России*

Прудовое рыбоводство, как приоритетное направление развития аквакультуры России, базируется на зональном принципе организации и ведения производственных процессов. Накопленный научный и практический опыт указывает на имеющиеся существенные отличия физико-географического районирования суши от экологического районирования водоемов, которые до настоящего времени слабо учитываются в прудовом рыбоводстве. Различные водоемы (реки, озера, водохранилища, пруды) одной природной зоны, вследствие своей большой динамичности и подверженности влиянию различных природных и антропогенных факторов имеют между собой больше различий, чем физико-географические районы той же зоны. В частности, скорость водообмена в реках, прудах и водоемах комплексного использования составляет не более 30 суток, что указывает на легкую нарушенность их экосистем, зачастую происходящих в очень короткие сроки. Роль таких природных факторов, как геологические структуры, рельеф, почвы,

растительность, животный мир в формировании природных комплексов территорий неодинакова, различна также и степень воздействия антропогенных факторов. Отсюда вытекает необходимость создания теории функционирования водных экосистем, позволяющей прогнозировать их продуктивность и управлять ими с учетом особенностей разных почвенно-климатических зон. Объективная необходимость районирования различных водных систем обусловлена потребностями интенсивного хозяйственного использования водных ресурсов с учетом разнообразия природных условий (Баканов, 1990).

Основные факторы, влияющие на естественную рыбопродуктивность прудов, можно классифицировать на четыре группы:

1. Климатические факторы. Это, прежде всего, температура воды, влияющая на рост и развитие рыб, которая определяется комплексом климатических факторов: интенсивностью солнечной радиации, продолжительностью солнечного сияния, температурой воздуха, ветрами, сроками осенних и весенних заморозков, количеством осадков и др.;
2. Водные факторы. На рыбопродуктивность влияет целый ряд гидрохимических показателей воды, как непосредственно прудов, так и поступающей из внешних водоисточников. При этом вода играет двойную роль, так как является, как средой существования водных организмов, так и поставщиком необходимых веществ для их роста и развития;
3. Почвенные факторы. Это различные показатели почв ложа пруда (механический состав и агрохимические свойства), а также грунты и почвы водосборной площади;
4. Морфометрические, ландшафтные факторы. К ним относятся месторасположение, форма, площадь и глубина пруда, характер водоподающей и водосбросной систем.

Водоемы одной и той же климатической зоны, объединенные по температурному режиму, в большинстве случаев различаются, иногда значительно, по показателям продуктивности. Основными факторами таких различий являются особенности подстилающих грунтов и характер почвообразовательных процессов, как в самих водоемах, так и на прилегающих территориях водосбора, обуславливающих поступление разных веществ в тот или иной водоем (Александрийская, 1974). Отсюда, рыбопродуктивность определяется комплексом факторов, и в том числе, качеством почвы и воды прудов.

Основной принцип почвенно-географического районирования в земледелии заключается в выделении территорий с однородным почвенным покровом, с одинаковым сочетанием факторов почвообразования и возможностей сельскохозяйственного использования. При рассмотрении связи почв с почвообразованием В.В.Докучаев (1948) указывал, что поскольку «... все важнейшие почвообразователи располагаются на земной поверхности в виде поясов или зон, вытянутых более или менее параллельно широтам, то

неизбежно, что и почвы – наши черноземы, подзолы и пр. – должны располагаться по земной поверхности зонально, в строжайшей зависимости от климата, растительности и пр.». Принцип зональности на огромных континентальных равнинах России сочетается с некоторыми закономерностями распространения почв, связанными с «долготными и другими местными изменениями климата», а также с влиянием гидрологических и других условий. В известной мере, географическая зональность почвенного покрова соответствует температурной, что несомненно позволяет использовать этот принцип и при классификации рыбохозяйственных водоемов, в частности, прудов.

Признавая несомненную зависимость продуктивности водоемов от состава почв, на которых расположены эти водоемы, Е.Вебер (1910) разделил пруды на семь классов по качеству почв, а А.Печюкенас (1988) проводил оценку прудов по двум факторам: категория почв и категория воды. В.В.Мовчан (1948) оценивал пруды Украины только по качеству почв – пруды на низинных болотах, переходных, моховых, супесках, суглинках, истощенных черноземах, черноземах. Образующийся в водоеме из отмерших растений и животных органический ил, а также ил, приносимый в пруд с водосборной площади под влиянием бактериальной деятельности, минерализуются и вновь поступают в воду в виде органических и минеральных соединений, количественный и качественный состав которых, во многом, определяет продуктивность конкретного пруда или системы прудов. Характер состава химических элементов разных видов почв определяет различный уровень продуктивности этих почв, а так как в пределах одной почвенно-географической зоны наблюдается многообразие почв, то для определения естественной рыбопродуктивности прудов используется соответствующий поправочный коэффициент (табл. 2).

Таблица 2

## Поправочные коэффициенты плодородия для разных почв

Продуктивность почвы	Виды почв	Коэффициент поправки
Малопродуктивные	галечники, торфяные,	0,4
	песчаные, супесчаные	0,5
Среднепродуктивные	сероземы, выщелоченные	0,6
	черноземы, подзолы	1,0
Высокопродуктивные	жирные черноземы,	1,2
	красноземы	

Установлено, что в прудах всех категорий рыбопродуктивность зависит от общей минерализации в среднем на 39,3%, от механического состава почвы – на 38,2% и средней глубины прудов – на 28,5% (Малишаускас, Печюкенас, 1976). Находясь в непрерывном взаимодействии,

почвенный и водный поглощающие комплексы представляют собой основополагающие процессы в становлении гидрохимического режима водоемов и перераспределении биогенных элементов. Отсюда следует, что любое воздействие на пруд, особенно эксплуатируемый интенсивно, будет нарушать равновесие среды и приводить, как к положительным, так и отрицательным результатам, что мы постоянно наблюдаем на практике в прудовых хозяйствах страны.

Агрохимическое состояние почвогрунтов определяет видовое и количественное развитие водной растительности, так как отдельные их виды имеют некоторую специализацию и хорошо развиваются только при определенных значениях кислотности или щелочности воды и почвогрунта. Существующая зависимость позволяет по составу фитоценоза с определенной степенью уверенности судить о химическом составе воды и почвы прудов и, как следствие, о потенциальной их продуктивности.

В жизни рыб, как пойкилотермных животных, температура воды имеет огромное значение. Изменение температуры оказывает сильное влияние на ход обменных процессов, интенсивность дыхания, скорость переваривания пищи (Строганов, 1962), а также отражается на ходе развития половых желез (Багров, 1993). По отношению к температуре у рыб выработалась определенная видовая специфика, на основании которой они делятся на холодноводных (лососевые, сиговые) и тепловодных (карповые, растительноядные). Именно по этой причине для каждого вида рыб существует свой, исторически сложившийся, ареал распространения, напрямую связанный с климатическими особенностями отдельных регионов, имеющих четко выраженную широтную зональность.

Российская Федерация располагает огромным количеством пресноводных водоемов, расположенных в различных климатических зонах от Арктики до Прикаспийских пустынь, температурный режим которых значительно различается. Всю территорию стран условно можно разделить на две части – северную и южную или холодную и теплую. Основным критерием такого деления является продолжительность периода со средними температурами воды: в холодной части – +9-11°C, в теплой части - + 19-21°C. В ихтиофауне внутренних водоемов России имеется большой выбор, как холодноводных, так и тепловодных видов рыб, которые являются объектами аквакультуры или могут ими стать в будущем. В то же время исторически сложилось, что основным объектом товарного рыбоводства является карп, принадлежащий к тепловодным видам рыб. Именно по этой причине все прудовые хозяйства расположены в тепловодной части страны, а уровень их рыбопродуктивности определяется почвенно-климатическими особенностями территорий, на которых они находятся, т.е. имеет ярко выраженный зональный характер.

В настоящее время в прудовом рыбоводстве страны выделено 6 рыбоводных зон, отличающихся между собой по количеству дней с температурой воздуха выше 15°C (Сб. НТД ТР, 1986). Анализ температурного

режима прудов, расположенных в некоторых современных зонах рыбоводства, показал, что существующими нормативами не всегда корректно оценивается продолжительность вегетационного сезона, и, как следствие, допускаются ошибки в определении естественной рыбопродуктивности. В частности, водоемы Ростовской области относятся к 5 зоне рыбоводства, хотя по температурному режиму отдельные водоемы, расположенные в разных районах области, значительно различаются и могут быть отнесены к трем областным зонам (Баканов, 1990).

Аналогичные примеры, указывающие на то, что существующие зональные рыболовно-биологические нормы слабо учитывают природно-климатические особенности территорий, на которых размещены прудовые хозяйства, имеются практически в каждой зоне рыбоводства.

Естественная рыбопродуктивность, являясь интегральным показателем, во многом определяется наличием в воде биогенных элементов, скорости их поступления извне и выноса, а также от продолжительности и суммы тепла за вегетационный период, в том числе суммы эффективных температур для карповых рыб (выше 15°C). В районах так называемого рискованного земледелия изменчивость этих показателей весьма значительна, а нередко весь вегетационный сезон бывает малоблагоприятен для роста карпа. Значительные колебания температуры воды по годам, весьма различная продуктивность почв, на которых располагаются рыболовные пруды, и химический состав воды, безусловно, оказывают влияние на рыбопродуктивность. Современные знания и накопленный опыт практического рыбоводства позволяют предложить следующие усовершенствованные методические подходы к оценке естественной рыбопродуктивности прудов, расположенных в различных экологоклиматических зонах прудового рыбоводства. Во-первых, расширить количество экологических показателей, учитываемых при оценке естественной рыбопродуктивности прудов, которые отражены в таблице 3

Таблица 3

#### Прогнозируемая естественная рыбопродуктивность прудов

Зона рыбо- вод- ства	Сумма эффективных температур градусо-дни	Средняя средн. колебания	Мало- отклонения	Средне- дни	рыбопро- дук- тив- ность	Высо- ко- тивные почвы	Продук- тивные почвы				
							кг/га	0,4	0,5	0,6	1,0
1	1188	1035-1340	350	25,5	70	37,8	47,2	56,7	94,5	--	
2	1562	1294-1829	135	8,6	120	64,8	81,0	97,2	162,0	--	
3	1977	1596-2358	762	38,5	160	86,4	108,0	129,6	216,0	259,2	
4	2154	1950-2358	408	18,9	190	102,6	153,9	153,9	256,5	307,8	
5	2610	2265-2955	690	26,4	220	118,8	148,5	178,2	297,0	356,4	
6	2984	2645-3323	678	22,7	240	129,9	162,0	194,4	324,0	388,8	

Во-вторых, предложить специальную формулу расчета планируемой рыбопродуктивности, которая может быть использована в конкретном прудовом рыбоводном хозяйстве:

$$P_{пл} = P_{ср} + \left( \frac{P_{ср} \times X_1}{100} \right) + \left( \frac{P_{ср} \times X_2}{100} \right) \times K_p, \text{ где:}$$

$P_{пл}$  - рыбопродуктивность плановая, кг\га;

$P_{ср}$  - рыбопродуктивность средняя по зоне рыбоводства (см.табл. 3);

$X_1$  - коэффициент поправочный на прирост (35% от всего вегетационного периода);

$X_2$  - коэффициент поправочный на прогнозы на высокоеффективные температуры ( %% в табл. 3);

$K_p$  - почвенный коэффициент.

Предложенную формулу не следует принимать за аксиому, поскольку при прогнозе рыбопродуктивности могут быть использованы и другие факторы, не учтенные в этой формуле.

## **Раздел 2. Основные рыбоводно-биологические характеристики пород карповых рыб и особенности их районирования**

В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, в 2000 году включены 14 селекционных достижений, относящихся к карповым рыбам:

- **породы карпа (*Cyprinus carpio L.*)** - алтайский зеркальный, ангелинский зеркальный, ангелинский чешуйчатый, парский, ропшинский, сарбоянский, татайский, черепетский рамчатый, черепетский чешуйчатый;
- **породы толстолобиков** – толстолобик белый (*Hypophthalmichthys molitrix Val.*), толстолобик пестрый (*Aristichthys nobilis Ric.*);
- **кросс толстолобиков** – толстолобик гибридный (*Aristichthys vinogradovy*);
- **одомашненные формы** – амур белый (*Ctenopharyngodon idella Rich.*), амур черный (*Mylopharyngodon piceus Rich.*).

Генезис большинства пород карпа хорошо известен, так как достаточно полно описаны их основные рыбоводно-биологические особенности (Кирпичников, 1987; Катасонов, Гомельский, 1991; Илясов, 1996), однако не всегда имеется возможность использовать эти характеристики для районирования существующих пород по зонам рыбоводства (табл.4). Главной причиной такого положения является недостаточно полное описание

экологических факторов, оптимальных для каждой из пород или внутрипородных групп карпа. К сожалению, во многих научных работах (статьи, авторефераты диссертаций) авторы при описании условий обитания породы или одомашневаемой формы ссылаются на их приспособленность к местным условиям, не расшифровывая конкретные экологические особенности этих условий.

Таблица 4

**Основные рыбоводно-биологические характеристики существующих пород карпа ( самок)**

Показатели	Ропшин- Ская	Алтай- ская	Парская	Ангелин- ская	Татай- ская	Череп- тская
<b>Возраст наступления половой зрелости, лет</b>						
зрелости, лет	5-6	5-6	5-6	4-5	5	3
Масса тела, кг	3,5-4	3,5-4,3	5-6	4,7	5-6	6,7
Длина тела, см	48,3	51,7	56,0	56,5	56,3	59,6
Обхват, см	44,9	46,9	52,5	44,4	55,1	53,0
<b>Плодовитость:</b>						
Тыс.шт.рабочая	350-400	695-887	820-1200	650-700	800	750
Относитель.	87,5-126	100-200	136-210	158-170	160	133

Методическим выходом из сложившегося положения может служить температурный режим регионов, в которых создавалась порода или одомашненная форма, и особи этой породы прошли несколько этапов доместикационного процесса. Исходя из этого принципа, все существующие породы карпа по отношению к температуре воды в направлении повышения её показателей можно расположить в следующем порядке: ропшинский, сарбоянский, алтайский зеркальный, парский, татайский, ангелинские чешуйчатый и зеркальный, черепетские чешуйчатый и рамчатый.

Принимая во внимание эколого-климатические особенности существующих рыбоводных зон и имеющиеся породы карпа, зональное районирование этих пород в России показано на карте.

Ареал и конкретные районы культивирования отдельных пород рыб могут определяться и рядом других факторов. Так, породы ангелинских чешуйчатого и зеркального карпов, являясь устойчивыми к заболеванию краснухой, должны выращиваться в зонах естественного распространения этого весьма опасного заболевания карпа, в частности, в Краснодарском крае. Для рыбоводных хозяйств, расположенных на подогретых водах энергетических объектов и характеризующихся особым экологическим фоном, выведены две породы карпа: черепетский чешуйчатый и черепетский рамчатый. Существенную роль при определении выращиваемой породы могут играть и сложившиеся традиции потребительского рынка. Так, в районах с русским населением при покупке карпа предпочтение отдается

малочешуйчатым (зеркальным) формам, в то время как среди мусульман из-за религиозных предубеждений они почти не пользуются спросом.

Потребность в разнообразии пород не ограничивается особенностями их зонального районирования, так как они могут отличаться друг от друга приспособленностью к конкретной технологии, сроками нереста, плодовитостью, качеством пищевой продукции и т.д. Исходя из этого, в каждой почвенно-климатической зоне должно быть несколько пород одного вида рыб, даже если они по хозяйствственно-полезным свойствам не отличаются сильно между собой, что, прежде всего, необходимо для сохранения генетического разнообразия культивируемого вида.

Особую роль в повышении продуктивности прудового рыбоводства России со второй половины XX века играют растительноядные рыбы. При формировании ремонтно-маточных стад рыб китайского равнинного комплекса одновременно решались две важнейшие проблемы освоения растительноядных рыб: акклиматизация в естественных водоемах и доместикация в товарном рыбоводстве (Богерук, 2000). На начальных этапах доместикационного процесса необходимо было установить возраст наступления половой зрелости в прудовых условиях, а также сроки нереста и плодовитость в зависимости от возраста и видовой принадлежности. В последующем планировалось с использованием различных селекционных методов по возможности снизить возраст наступления половой зрелости, синхронизировать сроки нереста на начало вегетационного сезона (май-начало июня) и адаптировать производителей к специфическим требованиям заводской технологии, особенно в части выживаемости производителей после гипофизарных инъекций.

В условиях Краснодарского края самки белого толстолобика первого поколения одомашнивания созрели в 3-4-годовалом возрасте, самки пестрого толстолобика – на 4-5 году жизни, самки белого амура – на 4 году жизни и характеризовались относительно малой плодовитостью и низким качеством икры, а также имели значительный отход, особенно особей белого толстолобика, в посленерестовый период (Виноградов, Ерохина, 1973). Результаты морфофизиологического анализа состояния производителей исходных первичных маточных стад белого и пестрого толстолобиков показали их сильно выраженную разнокачественность по срокам наступления половой зрелости и срокам созревания в период нерестовой кампании, а также высокую степень изменчивости по рабочей плодовитости и проценту созреваемости самок после гипофизарных инъекций.

Целенаправленное действие искусственного отбора позволило в конкретных условиях Краснодарского края на протяжении 4-5 поколений селекции сократить сроки созревания особей, в основном за счет сокращения продолжительности периода 2 стадии зрелости гонад. Отмечено более дружное созревание самок в нерестовый период в конце мая – начале июня. Эффект отбора на повышение приспособленности к заводскому способу воспроизводства, благодаря сильно выраженной разнокачественности

растительноядных рыб по срокам полового созревания и особенностям протекания гаметогенеза, за два поколения селекции составил: по белому толстолобику – 25%, по белому амуру – 38%, а по пестрому толстолобику за одно поколение – 18%. В маточном стаде значительно возросло число самок, положительно реагирующих на гормональную стимуляцию, повысилась их плодовитость, а также произошли другие морфофизиологические и морфологические преобразования, связанные коррелятивными отношениями с изменениями воспроизводительной системы толстолобиков, что отражено в таблице 5.

Пройдя пять-шесть поколений селекции и жесткого отбора на приспособленность к заводской технологии воспроизводства растительноядные рыбы значительно изменились морфофизиологически и несколько меньше морфологически, тем самым они достигли критерия селекционного достижения. Особи уже четвертого-пятого поколений селекции имеют устойчивые, хорошо регистрируемые отличия от исходных первичных маточных стад и в соответствии с действующими методиками отвечают требованиям, предъявляемым к селекционным достижениям. В июне 2000 года статус «породы» получили: белый толстолобик – БТ-58 (свидетельство № 32420) и пестрый толстолобик – ПТ-58 (свидетельство № 32419), а также их гибрид – кросс ПБТ-63 (свидетельство № 32418). Можно констатировать, что завершился начальный доместикационно-селекционный этап породообразования среди растительноядных рыб, интродуцированных в водоемы Европейской части России в середине XX века.

Таблица 5

**Изменение морфофизиологических показателей белого (БТ) и пестрого (ПТ) толстолобиков в процессе селекции**

Поколения Селекции	Показатели при заводском способе воспроизводства					
	Рабочая плодовитость, тыс. икры		Относительная плодовитость, тыс. икры\кг		Выход личинок от икры %	
	БТ	ПТ	БТ	ПТ	БТ	ПТ
0	400	400	60	40	18	30
1	500	600	85	60	30	40
2	750	800	110	75	40	45
3	800	1200	115	90	50	60
4	850	--	120	--	60	--

Распознать родительские виды – толстолобик белый, толстолобик пестрый – и толстолобика гибридного можно на основе диагностических морфологических признаков: по окраске тела, длине брюшного киля и грудных плавников, структуре жаберного фильтрационного аппарата. Кроме

того, для идентификации каждого селекционного достижения можно использовать следующие четыре маркерные системы: ферменты – тетразолиевая оксидаза, щелочная фосфатаза, белки-миогены в мышцах и преальбумин в сыворотке крови.

По отношению к температурному фактору толстолобик пестрый более теплолюбивая рыба, чем толстолобик белый. Для толстолобика белого сумма продуктивных температур выше 15°C, обеспечивающая нормальный рост, развитие и достижение половой зрелости, должна превышать 2600 градусодней, тогда как для толстолобика пестрого аналогичный показатель составляет 3000 градусодней. При районировании пород толстолобиков и их кросса необходимо исходить из того, что толстолобик пестрый хорошо растет в водоемах 5-6 зон рыбоводства, толстолобик белый – 3-6 зон, а кросс дает хорошие результаты в прудовых хозяйствах 2-4 зон рыбоводства, а также в водоемах-охладителях энергетических объектов.

### *Раздел 3. Основные принципы племенной работы с растительноядными рыбами.*

Племенное дело в рыбоводстве можно разделить на две самостоятельно существующие части: селекцию и племенную работу, отличающиеся между собой методами и результатами (Катасонов, 1991).

Племенная работа – это совокупность технологических мероприятий и организационной работы, направленных на максимальное выявление генетических потенций объектов аквакультуры, созданных в ходе предшествующей селекции. Основной метод племенной работы – корректирующий отбор, т.е. выбраковка всех особей, не отвечающих требованиям стандарта на породу, кросс или гибридную форму. Племенная работа в аквакультуре должна рассматриваться как звено в технологической цепи производства товарной продукции, имеющее свои методические требования, заключающиеся в соблюдении норм отбора, выращивания и эксплуатации ремонтно-маточных стад каждого селекционного достижения.

Общая схема племенной работы с растительноядными рыбами не имеет принципиальных отличий от таковой с карпом, однако, так как эти рыбы находятся на более низком уровне доместикации, чем карп, существует определенная специфика племенной работы с ними.

Основные принципы формирования и эксплуатации маточных стад растительноядных рыб отрабатывались и совершенствовались на протяжении почти 40-летней работы с этими видами в прудовых условиях (Алиев и др., 1970; Виноградов, Ерохина, 1974; 1982; Ерохина, Виноградов, 1979; Чертихин, 1989, 1993; Костылев и др., 1990; Шаговский, 1998), а также были опубликованы в качестве нормативного документа (Сб. НТД ТР, 1986). В последние годы получено значительное количество новых данных по

биологии и особенностям онтогенеза толстолобиков и белого амура, которые положены в основу нового руководства по разведению и выращиванию растительноядных рыб, подготовленного к изданию в 2000 году. Кроме того, при работе с племенными стадами растительноядных рыб учитываются требования вышедшего в 1995 году Федерального закона «О племенном животноводстве».

Структура видового состава ремонтно-маточного стада растительноядных рыб во многом определяется двумя факторами: особенностями питания каждого из видов и соотношениями этих видов в поликультуре, качественный и количественный состав которой в разных зонах рыбоводства различен. Учитывая, что формирование маточных стад растительноядных рыб биологически и экономически целесообразно осуществлять в прудовых условиях южных регионов, видовое соотношение (белый толстолобик – пестрый толстолобик – белый амур) в этих стадах должно быть как 6:3:1. В силу особенностей отдельных регионов (температурный режим, потребительский спрос) и биотического состояния отдельных водоемов (зарастаемость высшей водной растительностью, массовое развитие фитопланктона) потребности в посадочном материале различных видов растительноядных рыб могут изменяться и иногда довольно значительно. Такие изменения также могут иметь место, если маточное стадо используется для удовлетворения потребностей в посадочном материале (личинки, мальки) многих регионов Российской Федерации.

Отбор рыб на племя проводится в три этапа: среди годовиков, двухлетков и при достижении половой зрелости. Основным критерием при отборе годовиков и двухлетков служит масса тела (с массой не ниже среднего значения), но при этом также отбраковываются травмированные, уродливые особи. При отборе впервые созревающих рыб наряду с массой учитывают степень выраженности половых различий. Количество отбираемых на племя особей от общего числа выращенных рыб не должно превышать: среди годовиков – 50%, среди двухлетков – 10%, а среди впервые созревших особей – 25-50%. При отборе самцов используются те же коэффициенты, что и для самок, так как технология разведения растительноядных рыб базируется на заводском методе воспроизводства.

Выращивание племенного материала растительноядных рыб проводится в карповых прудах. Кормовая база прудов в видовом и количественном составе (фитопланктон, зоопланктон, макрофиты) должна отвечать пищевым потребностям культивируемых рыб и быть устойчивой на протяжении всего вегетационного периода. В частности, биомасса зоопланктона не должна быть ниже 3-5 мг/л, а белого амура лучше подкармливать мягкой наземной растительностью. Состояние кормовой базы определяет эффективность выращивания племенного материала и достижение им нормативных показателей, указанных в таблице 6.

Таблица 6

**Основные нормативы выращивания племенного материала  
растительноядных рыб**

Возраст Рыбы	Выживас- мость, %	Белый толстолобик		Пестрый толстолобик		Белый амур	
		% г	рыбопро- дуктив- ность ц/га	г	рыбопро- дуктив- ность ц/га	г	рыбопро- дуктив- ность ц/га
0+	70	40	3,0-4,0	80	2,0-3,0	80	1,0
1+	90	850	3,0	1350	2,0	1350	1,0
2+	100	2000	2,0-3,0	3000	1,5	3000	1,0
3+	100	3000	2,0	5000	1,5	5000	1,0
4+	100	4000	2,0	7000	1,0	7000	1,0

Выращивание производителей растительноядных рыб лучше проводить в специальных прудах при плотностях посадки: белый толстолобик – 100; пестрый толстолобик – не более 50; белый амур – до 100 шт/га. Средний прирост производителя за летний период должен быть: у белого толстолобика – не менее 1 кг, у пестрого толстолобика и белого амура – 1-1,5 кг. Рыбопродуктивность летне-маточных прудов может находиться в пределах 2,25 – 2,5 ц/га, в том числе за счет белого толстолобика – 1,0, пестрого толстолобика – 0,5-0,75, белого амура – 1,0-1,5 ц/га.

Перевод племенного материала из ремонтного стада в производители в условиях северо-кавказского региона целесообразно проводить в следующем возрасте: самок белого толстолобика и белого амура – 5-годовалом, пестрого толстолобика – 5-6-годовалом. Самцов всех видов переводят на год раньше самок. Многолетняя практика работы с разновозрастными производителями показала, что лучшие рыбоводные результаты получаются при использовании самок в возрасте 6-8 лет, т.е. на втором-четвертом году эксплуатации. Основной причиной таких ограничений является то, что самки старших возрастов более требовательны к условиям нагула и им необходима лучшая обеспеченность пищей, чем молодым производителям. По плодовитости старые самки мало отличаются от самок среднего возраста (табл. 7), но по эффективности использования кормовой базы они значительно уступают молодым, что позволяет на той же площади пруда вместо одной старой самки вырастить несколько молодых.

Таблица 7

**Рабочая плодовитость самок растительноядных рыб  
разного возраста**

Возраст, годы	Белый толстолобик	Пестрый толстолобик	Белый амур
4	332,0 / 107,0	293,0 / 52,9	302,0 / 63,0
6	488,0 / 108,4	780,0 / 70,3	560,0 / 85,0
8	546,0 / 85,4	605,0 / 46,1	911,0 / 95,5
10	566,0 / 77,6	900,0 / 50,3	646,0 / 61,0
12	1000,0 / 133,0	840,0 / 68,3	740,0 / 75,4
14	786,0 / 68,3	903,0 / 45,8	720,0 / 66,7

Примечание: числитель – абсолютная плодовитость, тыс.шт;  
знаменатель – относительная плодовитость, тыс.шт/кг.

Бонитировку ремонтно-маточного стада растительноядных рыб проводят ежегодно весной при облове зимовых прудов. Все племенное маточное стадо индивидуально взвешивается и измеряется длина особей, что позволяет достоверно оценивать результаты прошедшего вегетационного сезона и относительно точно прогнозировать возможные объемы получения потомства в предстоящую нерестовую кампанию. При работе с породами толстолобиков для оценки степени выраженности характерных породных признаков необходимо методом репромной выборки отобрать не менее 30 самцов и 30 самок второго нереста, а также не менее 50 особей двухлетнего возраста, которых следует подвергнуть осмотру и измерению признаков, определенных «Методикой проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность».

Во время бонитировки самки, в зависимости от степени выраженности половых признаков и готовности к нересту, сортируются на три класса:

- элита-класс – лучшие, наиболее зрелые самки, имеющие мягкое отвисшее брюшко, относительно округлую форму тела. Иногда заметна припухлость в области генитального ответствия. Эти самки хорошо реагируют на гормональную стимуляцию и, как правило, полностью отдают икру. По состоянию половых продуктов такие самки используются в первую очередь и отличаются высокими репродуктивными качествами.
- первый класс – самки с менее выраженными признаками готовности к нересту, чем у самок элита-класса. Брюшко имеет определенные округлые формы, но менее мягкое. Для них характерен некоторый сдвиг полового цикла, связанный с рядом эколого-физиологических факторов, как прошедшего вегетационного сезона, так и температурного режима в зимне-весенний период. Самки первого класса используются в нерестовой кампании

после окончания работы с самками элита-класс. Как правило, процент созревания таких самок после гипофизарных инъекций составляет не более 50, значительно ниже рабочая плодовитость, имеют место посленерестовые отходы производителей.

- **второй класс** - самки по внешнему виду и состоянию половых признаков практически не отличаются от самцов. Состояние половых продуктов у них плохое, что связано как с плохим нагулом в прошедшем вегетационном сезоне, так и с внутриорганизменными особенностями конкретной особи. Такие самки для получения икры не используются, а сразу же после бонитировки выбраковываются или высаживаются на нагул.

При хороших условиях летнего нагула в прошлом вегетационном сезоне и зимнего содержания самки элита-класса и первого класса составляют не менее 80-85% общего количества самок, имеющихся в стаде.

Для более стабильной работы в нерестовой кампании при оценке самок целесообразно применять метод биопсии, который позволяет повысить результативность использования каждой отдельно взятой самки.

Самцы при проведении бонитировки делятся на два класса:

- **первый класс** – самцы имеют хорошо выраженный «брачный» наряд как на грудных плавниках, так и на голове. Они легко, и в большом количестве отдают сперму, которая отличается густотой и светло-желтым цветом.
- **второй класс** – самцы выделяют очень мало молок жидкой консистенции с голубоватым отливом или вообще не «текут». Таких самцов в редких случаях используют в качестве резерва, а как правило, отправляют в нагул или вообще выбраковывают.

Отобранных для получения потомства производителей рассаживают в пруды для преднерестового содержания, сортируя по видам, полу и классности, где они содержатся до использования в нерестовой кампании.

Качество и результативность проводимой племенной работы во многом определяется использованием современных методов мечения племенных рыб. При племенной работе с ремонтно-маточными стадами растительноядных рыб, насчитывающими по несколько тысяч разновозрастных особей, должно использоваться, как серийное, так и индивидуальное мечение рыб. Современные научно-технические достижения позволяют перейти на применение в отечественном племенном рыбоводстве специальных люминесцентных цветных (серийное мечение) и цифровых чиповых (индивидуальное мечение) меток. Первые опыты использования этих меток в племенных хозяйствах России на карловых и лососевых рыbach показали превосходный результат, что позволяет при работе с элитными производителями рыб планировать активное использование компьютерной техники, не прибегая к ручным манипуляциям.

## ***Раздел 4. Основные положения к разработке долгосрочных программ племенной работы с породами рыб***

Целенаправленная работа с прошедшими апробацию породами рыб должна постоянно продолжаться, как в части консолидации основных отличительных признаков, так и в создании внутрипородных структурных единиц. При проведении такой работы должен соблюдаться комплексный подход с определенными целевыми установками, что требует разработки, принятия и жесткого выполнения специальных долгосрочных программ работы с каждой отдельно взятой породой рыб. Для объектов аквакультуры рекомендуется следующая структура таких программ.

### 1. Общее положение

**Цель программы** – указывается и обосновывается конечная цель с четкой характеристикой планируемых к созданию внутрипородных единиц или усовершенствованных отдельных признаков, по которым будет проводиться корректирующий отбор.

**Научно-методическая основа выполнения программы** – указываются основные законодательные и нормативно-методические документы, которые будут использованы при выполнении программы.

**Сроки выполнения программы** – указываются время начала и завершения работ по программе (как правило, это 5 лет) с выделением отдельных этапов её реализации. Этапность таких работ определяется особенностями видовых биологических циклов развития организма, и поэтому они не должны быть регламентированы продолжительностью календарного года.

### 2. Общебиологическая характеристика породы

**Морфологическая характеристика** – описываются экстерьерные и интерьерные признаки;

**Рыбоводно-биологическая характеристика** – приводятся биологические и хозяйствственно-полезные свойства;

**Генетические признаки** – приводятся характеристики генотипа и информация по биохимическим маркерам;

**Стандарт породы** – отражает характеристику породы по результатам породоиспытаний и включения в Государственный реестр селекционных достижений.

### 3. Описание экологических условий, на фоне которых будет совершенствоваться порода.

**Общие сведения о племенном хозяйстве** – краткая характеристика племенного хозяйства (месторасположение, производственные мощности, численность персонала, результаты работы за последние 3 года и т.д.);

**Основные рыбоводные показатели** – общие объемы выращивания рыбы, численность и породный состав ремонтно-маточного стада, продуктивность маточного поголовья, условия выращивания племенного стада с характеристикой абиотических факторов, обеспеченностью кормами и т.д.,

годичными привесами, плодовитостью и другими показателями, характерными для породы.

#### 4. Основные направления дальнейшей работы с породой.

*Определение направлений работы со стадом* – на основании оценки стада по комплексу признаков определяется направление отбора: повышение темпа роста, плодовитости, усвоемости корма, стрессоустойчивости, сокращение сроков созревания и т.д.

*Целевые стандарты* – закладывается определенный средний уровень совершенствования признака на 2–4 последующих поколения на основании характера сопряженности изменчивости и наследования целевого признака.

*Принципы и методы племенного отбора и подбора рыб* – указываются задачи и способы отбора, обосновываются теоретические и практические подходы к совершенствованию того или иного признака с учетом его корреляционных связей, уровня изменчивости и наследуемости.

*Подбор групп производителей при воспроизведстве* – предлагаются различные принципы подбора производителей и приводится схема таких скрещиваний.

#### 5. Создание оптимальных технологических условий для выращивания породы

*Основные технологические параметры содержания рыб* – определяются плотности посадки, исходя из имеющихся производственных мощностей спроса на племенную продукцию, отбираются нужные рецептуры кормов и устанавливаются объемы их закупок, устанавливаются технические средства улучшения окружающей среды и сроки их приобретения и т.д.;

*Плановые санитарно-профилактические мероприятия* – устанавливается система проведения оздоровительных и санитарно-про-филактических обработок рыбы, прудов, бассейнов и т.д. Заполняется санитарно-ветеринарный паспорт хозяйства.

#### 6. Организационно-экономические мероприятия

*Плановые производственно-экономические показатели* – устанавливаются объемы выращивания разновозрастного племенного материала, численность маточных стад, себестоимость и затраты на выращивание племенного поголовья, объемы реализации племенной продукции, рентабельность и т.д.

*Структурно-штатные изменения* – исходя из планируемых объемов производства племенного материала, пересматривается структура хозяйства, а численность работающих приводится в соответствие с новыми задачами.

*Материально-техническое обеспечение* – устанавливается обеспеченность современными техническими средствами и материальными ресурсами с указанием потребности в специальном оборудовании, приборах и т.д.

### 7. Конечные результаты выполнения программы

Указывается численность ремонтно-маточных стад существующей породы и новых селекционных достижений, планируемых к созданию в рамках долгосрочной программы.

Наличие долгосрочной программы племенной работы с породой на рыбоводном хозяйстве, имеющем статус «племзавода» обязательно.

### ***Раздел 5. Основные принципы организации и управления племенным рыбоводством в России.***

Теоретические основы племенного дела в рыбоводстве страны впервые были разработаны К.А.Головинской в середине 60-х годов (1966, 1968) и в дальнейшем расширены и дополнены В.Я.Катасоновым (1978; 1979, 1997; Катасонов и др., 1986, 1989, 1991). Многие проблемы, на необходимость решения которых указывалось К.А.Головинской, к сожалению, остались злободневными до настоящего времени. В частности, в рыбоводных хозяйствах страны удерживается мнение, что каждое товарное рыбоводное хозяйство должно формировать собственные маточные стада, хотя многочисленные обследования таких производителей показали их низкие рыбоводно-биологические качества, беспородность, так как сформированы из случайного материала неизвестного происхождения. Отбор племенного материала, если и ведется, то с двухлетнего возраста, старшие ремонтные группы при выращивании или зимовке смешиваются, что лишает возможности контролировать рост и развитие особей. Из-за отсутствия специальных ремонтно-маточных прудов племенное поголовье выращивается в неконтролируемых условиях с неудовлетворительным кормлением, что приводит к нарушениям физиологического состояния производителей и, как следствие, низкой плодовитости и плохому качеству получаемого от них потомства. Все эти недостатки характерны для экстенсивного ведения хозяйства, от которого уже давно отказались в растениеводстве и ведущих подотраслях животноводства, где элитные семена или эмбрионы воспроизводятся в узкоспециализированных питомниках или племенных хозяйствах и поставляются на предприятия для промышленного выращивания. В мировой аквакультуре имеется большое количество примеров организации интенсивного выращивания рыбы при участии многих предприятий, фирм, производящих исключительно рыбоводную икру или подращенную молодь. В частности, крупнейшая американская фирма «Траутлодж инк.» специализируется исключительно на получении рыбоводной икры форели, которую приобретают товарные форелевые хозяйства, расположенные почти в 30 странах мира. Вполне понятно, что эти хозяйства не содержат собственных

маточных стад форели, считая экономически невыгодным получение рыбоводной икры на своем хозяйстве. Венгрия относится к странам с высоким уровнем развития прудового рыбоводства, где карп составляет около 70%. В стране официально принята специальная система разведения и выращивания карпа, в основе которой лежит кроссбрединг (наподобие бройлерного птицеводства или четырехлинейных гибридов в кукурузоводстве). В соответствии с этой системой имеется 2-3 хозяйствами-оригинатора, занимающихся исключительно чистопородным разведением, которые поставляют в репродукторы четырех-пятилетних производителей родительских линий для получения высокопродуктивных промышленных гибридов и реализации их в виде личинок или молоди товарным рыбоводным хозяйствам (Бакш, 1990).

Современное состояние племенной работы в рыбоводстве, связанное со значительным расширением породного состава выращиваемых рыб и увеличением количества племенных хозяйств, позволяет осуществить перевод племенного рыбоводства на более высокий организационно-производственный уровень.

В соответствии с действующими федеральными законами «О селекционных достижениях» (1993) и «О племенном животноводстве» (1995) организация и ведение племенного рыбоводства в стране в условиях рыночных отношений должны базироваться на следующих основных принципах:

- вся племенная работа проводится только на рыбоводных хозяйствах, имеющих статус племенных;
- чистопородным разведением занимаются рыбоводные хозяйства, имеющие статус «племенного завода». Племенные заводы выращивают племенных рыб, порода которых зарегистрирована в Государственном реестре селекционных достижений. Племзаводы работают в тесном контакте с научными организациями по выведению новых или сохранению существующих пород, разработке и совершенствованию рыбоводно-биологических нормативов выращивания племенного материала, созданию методов идентификации, стандартизации и сертификации племенной продукции. Племзавод должен сотрудничать не менее, чем с двумя племенными репродукторами, занимающимися массовым воспроизведением породы или её высокопродуктивных гибридов.

*Массовым воспроизведением племенной рыбоводной продукции занимаются рыбоводные хозяйства, имеющие статус «племенной репродуктор».* Племрепродукторы осуществляют репродукцию и дальнейшее улучшение племенного материала, поступающего из племзаводов, применительно к потребностям товарных рыбоводных хозяйств различного типа. Занимаются воспроизведением двух неродственных породных групп или отводок, т.е. ведут двухлинейное разведение и, таким образом, не допуская

инбридинга, открывают широкие возможности для использования преимуществ гетерозиса.

- Оценкой уровня продуктивности и ценности племенных рыб, качества племенной рыбоводной продукции занимаются организации, центры, имеющие статус «организации по племенной работе». Эти организации ведут учет и контроль состояния ремонтно-маточных стад, проводят иммуно-генетическую и молекулярно-генетическую экспертизу и идентифицируют породы или другие селекционные достижения, осуществляют информационное обеспечение племенной деятельности хозяйств различного уровня.
- Комплексные исследования по созданию новых пород или других селекционных достижений ведутся научными организациями. Выведение новых пород проводится на опытных базах институтов или на специально выделенных для этих целей участках племенных заводов, так как эта работа требует большой тщательности в учете и особых условий при выращивании или содержании разновозрастных племенных особей.
- Количество племенных рыбопроизводственных заводов определяется количеством существующих и занесенных в Государственный реестр пород рыб. Племзаводы являются оригиналаторами по породам, поддерживают характерные для породы свойства и признаки и отвечают за сохранность породы в перспективе.
- Сохранение генофонда основных объектов аквакультуры осуществляется в генофондных коллекционных племенных хозяйствах либо на коллекционных участках племенных заводов. Генофондные коллекционные хозяйства концентрируют у себя, как правило, рыб одного семейства (карповые, лососевые, осетровые), что значительно облегчает содержание таких коллекций. В составе коллекционного хозяйства целесообразно иметь криобанк половых клеток рыб, что делает такие генофондные коллекции более ценными, как в биологическом, так и в экономическом плане. Формирование и использование генофондных коллекций осуществляется научными организациями на своих опытных базах или коллекционных участках племзаводов.

Исходя из типов племенных хозяйств и задач, которые они должны решать, схему ведения племенного рыбоводства можно предложить в следующем виде.

#### При разведении и выращивании карпа:

1. В каждой рыбоводной зоне должно быть не менее двух пород карпа, желательно с развернутой внутрипородной структурой.

2. Чистопородное разведение каждой породы должно проводиться в двух племенных рыбоводных заводах.
3. Массовое воспроизведение высокопродуктивного разноразмерного рыбопосадочного материала каждой породы или гибридных скрещиваний проводится в племенных репродукторах (по два на племзавод).
4. Массовые поставки посадочного материала в промышленные рыболовные хозяйства могут осуществляться по нескольким вариантам.

*Вариант А.* (традиционный) Годовиками или, как исключение, сеголетками в товарные рыбхозы, не имеющие вырастных прудов. Перевозки ограничиваются расстоянием до 250-300 км.

*Вариант Б.* Личинками или подрошенной молодью. Расстояние доставки может быть увеличено до 1000 км, однако экономически невыгодно транспортировать личинок, а тем более молодь, из-за большого количества перевозимой воды.

*Вариант В.* Эмбрионами с последующей доинкубацией в конкретных хозяйствах. Экономически наиболее дешевый вариант и весьма реален, так как практически во всех рыбхозах имеются инкубационные цеха, эксплуатация которых в режиме доинкубации вполне возможна.

*Вариант Г.* Высококачественной спермой племенных чистопородных самцов для оплодотворения икры, полученной от самок, выращенных в промышленном рыбоводном хозяйстве. Рассматривается как переходный этап к варианту В.

Все три варианта позволяют увеличить долю высоко-копродуктивных рыб в общем объеме производства товарной рыбы, снизить удельные затраты комбикормов, других материальных и трудовых ресурсов. Вся племенная работа будет сосредоточена на ограниченном количестве рыбоводных хозяйств, что позволит повысить качество племенного поголовья и обеспечить сохранение рыбоводно-биологических преимуществ каждой из пород (Катасонов, 1997). Кроме того, будут созданы оптимальные условия для перевода товарного карпводства на массовое выращивание высокопродуктивных гибридов, максимально приспособленных к конкретным экологическим условиям рыбоводных хозяйств.

#### При разведении и выращивании растительноядных рыб

1. Теплолюбивость растительноядных рыб определяет южную зону для формирования и эксплуатации маточных стад либо водоемы-охладители энергетических объектов, расположенные в различных регионах России.
2. Особенности заводского воспроизведения белого амура и толстолобиков позволяют племенному заводу выполнять двуединую задачу: чистопородное разведение и массовое воспроизведение деловых личинок с их поставками в различные регионы страны.
3. Находясь на начальных этапах доместикации, растительноядные рыбы требуют сохранения значительного генетического материала, в связи с чем

представляется необходимым иметь специальные генофондные хозяйства либо создавать коллекционные участки в племенных хозяйствах.

В современном племенном рыбоводстве России выращиванием породных производителей и воспроизводством племенного материала занимается 14 племенных хозяйств, из них – карповыми породами – 8 хозяйств, растительноядными – 2 хозяйства и форелевыми – 4 хозяйства. В зональном аспекте карповые племенные хозяйства расположены следующим образом:

*1 зона рыбоводства* – 1 племрепродуктор (*«Приволье»*, Новосибирская область);

*2 зона рыбоводства* – 1 племзавод (*«Зеркальный»*, Алтайский край), 2 племрепродуктора (*«Серебряные пруды»*, Московская область; *«Рыбный»*, Алтайский край);

*3 зона рыбоводства* – 2 племрепродуктора (*«Челнавский»*, Тамбовская область; *«Карамышевский»*, Чувашская Республика);

*4 зона рыбоводства* – 1 племрепродуктор (*«Шараповский»*, Белгород-ская область);

*5 зона рыбоводства* – нет карповых племенных рыбоводных хозяйств;

*6 зона рыбоводства* – 1 племзавод (*«Ставропольский»*, Ставропольский край) и 2 племрепродуктора (*«Горячий Ключ»*, Краснодарский край; *«Чаганский»*, Астраханская область).

Если принимать к реализации нашу схему создания и размещения племенных рыбхозов, то для перехода на новый уровень организации племенного дела в карповодстве необходимо дополнительно организовать 8 племзаводов и 6 племрепродукторов, что обеспечит все потребности товарного карповодства в рыбопосадочном материале высоких рыбоводных кондиций и позволит к 2005 году довести долю высокопродуктивных рыб в общем объеме производства товарной рыбы до 60-70%.

Схема организации и управления племенным делом в рыбоводстве, вписывающаяся в общую схему современной организации племенного животноводства в России, приведена на рис 3.

## ГЛАВА 4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ГЕНО-ФОНДНЫХ КОЛЛЕКЦИОННЫХ СТАД РЫБ

### Раздел 1. Основные принципы формирования коллекций

Современные экологические проблемы, как природного, так и антропогенного происхождения (изменение климата, кислотные дожди, загрязнение промышленными отходами), а также хищническое истребление

различных видов животных приводит к обеднению генетического разнообразия, разрушению и исчезновению, как отдельных популяций, так и целых видов животных, в том числе и рыб.

Серьезной проблемой, связанной с обеднением генетического разнообразия, является также и использование современных методов искусственного воспроизводства ценных видов рыб, которыми не учитываются генетические особенности внутривидовых структурных единиц. Во-первых, это связано с недостаточным знанием внутривидовой структуры естественных популяций и слабым учетом её специфики при заводском воспроизводстве. Так, при изучении 18 популяций атлантического лосося из рек бассейна Балтийского моря, половина которых воспроизводится на рыбоводных заводах Швеции, заводское разведение привело к снижению средней гетерозиготности более, чем на 20% (Stahl, 1983). У разных видов лососевых рыб снижение средней гетерозиготности в результате искусственного разведения составило: у атлантического лосося – 16-30%, кумжи – 44-47%, лосося Кларка – 33% (Салменкова, 1989). Во-вторых, в процессе доместикации при выведении новых пород искусственным отбором сужаются генетические возможности маточных стад. В частности, при исследовании 35 белковых локусов у радужной форели за 14 лет разведения сократились: доля полиморфных локусов на 57%, среднее число аллелей на локус на 29% и снизился уровень средней гетерозиготности на 21% (Allendorf, Phelps, 1980). Учитывая, что средние значения гетерозиготности по ферментным локусам принято рассматривать как индикаторы генетических потенций популяций, лимитирующие продуктивные качества рыб (Allendorf, Utter, 1979; Hendrick et al., 1986), снижение наследственной изменчивости вызывает серьезную тревогу. Эта тенденция характерна и для других видов рыб (пеляди, севрюги, гольца, лосося Кларка, атлантического лосося), у которых установлены непосредственные связи уровня гетерозиготности по белковым локусам с жизнеспособностью, скоростью роста и развития (Локшина, 1980; Локшина и др., 1987; Андрияшева, Локшина, 1985, 1987; Рябова и др., 1984, 1995; Казаков и др., 1989; Казаков, 1990; Hershberger et al., 1976; Allendorf et al., 1983; Danzmann et al., 1984, 1987; Liskauskas, Ferguson, 1991; Leahy et al., 1985). Одновременно необходимо указать на то, что некоторые исследователи при искусственном воспроизводстве рыб наблюдали и повышение уровня гетерогенности, которое вызывается, по мнению М.А.Андрияшевой (1996), двумя причинами – межпопуляционными скрещиваниями и отбором по адаптивным признакам.

Накопленный в мировом растениеводстве опыт показывает, что весьма перспективным и надежным путем выхода из складывающегося положения является сохранение видов и популяций в естественных условиях обитания (заповедники, национальные парки, резерваты, заказники и т.д.), а также создание генофондных коллекций в подконтрольных человеку условиях. Существующая система охраны природы; за редким исключением, не учитывает особенности сохранения рыб и других гидробионтов, исходя из

чего В.И.Козлов и . В.И.Ананьев (1995) предложили создание специализированной системы охраняемых акваторий, включающей в себя ихтиопарки, ихтиозаповедники, ихтиозаказники, в которых, прежде всего, будут соблюдаться естественные условия обитания гидробионтов. К сожалению, реализация этих предложений сталкивается с целым рядом организационно-экономических проблем, решение которых в ближайшей перспективе весьма затруднительно. В то же время на базе некоторых рыбоводных хозяйств в последние годы приступили к формированию генофондных коллекций карповых, лососевых и осетровых видов и пород рыб, в связи с чем появилась необходимость отработки основных принципов и методов формирования и использования таких коллекционных стад.

При некотором сходстве задач сохранения разнообразия диких видов и сохранения внутривидового генетического разнообразия объектов аквакультуры, прошедших определенные этапы доместикационного процесса, между ними имеются и существенные различия, связанные, прежде всего, с разным характером изменчивости(Столповский,1997). Популяции первых, как правило, фенотипически сходны друг с другом, однако высоко полиморфны по биохимическим и физиологическим признакам. Этот полиморфизм не только способствует дальнейшей эволюции вида, но и обеспечивает виду возможность адаптироваться к изменяющимся условиям среды. Породы, да и одомашненные формы рыб, значительно отличаются друг от друга как по морфологии, так и по комплексам генов, сложившихся под действием, как естественного, так и, в большей мере, искусственного отборов, обеспечивающих достижение животными в специфических условиях среды характерных для них породных хозяйствственно-полезных свойств. Исходя из этого, генофондные коллекции в зависимости от состава поступающих в коллекцию особей могут быть двух типов: «дикая», состоящая из видов и отдельных их популяций, и «одомашненная», состоящая из пород и одомашненных форм.

*Генофонд* представляет собой сложную, эволюционно сложившуюся структуру, образование которой обусловлено адаптивными преобразованиями, приводящими к интеграции количественных и моногенных признаков (Андряшева, 1996). Исходя из этого основополагающего положения, необходимо сберечь всё многообразие элементарных наследственных признаков, поскольку мы практически никогда не знаем, какими именно генами или их сочетаниями определяются хозяйственно важные свойства породы и, тем более, что именно окажется полезным при появлении новых селекционных задач или при изменении технологических условий.

При формировании генетических коллекционных стад необходимо руководствоваться несколькими принципами, основными из которых являются:

- знание генетической структуры и её динамики для разработки биологически обоснованной системы сохранения генофонда, включающей в себя все многообразие внутривидовых группировок,

отличающихся по времени нереста, местам обитания, характеру поведения и т.д.(Никольский, 1980);

- *сохранение всего многообразия элементарных наследственных признаков* (Тимофеев-Ресовский и др., 1973), поскольку мы практически никогда не знаем, какими именно генами или их сочетаниями определяются хозяйствственно важные свойства породы и, тем более, что именно окажется полезным при появлении новых селекционных задач или при изменении технологических условий;
- *обеспечение оптимального уровня гетерозиготности* (Кирпичников, 1987; Алтухов, 1995) как генетической базы экологической пластичности, которая обеспечивает адаптивный максимум каждой популяционной единицы и одновременно поддерживает динамическую устойчивость подразделенной системы. Величина этого оптимума различается не только у разных видов, но и у разных популяций или их субъединиц;
- *проведение селективных скрещиваний с целью расширения приспособительных реакций* с половым отбором по двум направлениям: случайного подбора, в результате чего может быть как увеличение, так и уменьшение численности, и направленного подбора, приводящего, как правило, к планируемому результату;
- *использование диструктивного (разнообразяющего) отбора*, приводящего к возникновению сбалансированного полиморфизма (Добжанский, 1970), т.е. поддержанию, повышению или регулированию генетической изменчивости, большая часть которой адаптивно благоприятна;
- *создание экологических условий, в которых ранее обитала популяция или к которым была адаптирована порода*, так как все возрастающее воздействие антропогенного фактора на водные экосистемы приводит к значительным изменениям в генетической структуре популяций рыб и, как следствие, к потере генетического разнообразия.

Становлению и поддержанию определенного уровня генетического разнообразия вида способствует ряд биологических факторов, основными из которых являются: величина плодовитости; общая и особенно эффективная численность популяции, величина которой, как правило, имеет положительную корреляцию с уровнем гетерозиготности; поли- и моноклиничность, изменяющая число и разнообразие поколений; наличие сезонных рас, создающих темпоральную гетерогенность; частота миграций в совокупности с эффективной численностью популяции, определяющая устойчивость, как локальных адаптаций, так и подразделенной популяционной системы; наличие хоминга, фиксирующего генетическую дифференциацию и другие (Андряшева, 1996).

## Раздел 2. Видовой и количественный состав генофондных коллекций.

Во всем многообразии животного мира каждый отдельно взятый вид, популяция, особь представляют несомненную биологическую ценность и требуют внимательного отношения к себе. К сожалению, современный уровень экономического развития и биологических знаний не позволяют с одинаковым вниманием относиться к потенциальным объектам аквакультуры и рыбкам, не имеющим хозяйственного значения. Исходя из этого, потенциальными объектами для содержания в генофондных коллекциях рыб, размещенных на опытных базах научных организаций и в рыбоводных хозяйствах, причислены редкие и исчезающие виды лососевых и осетровых рыб, а также породы и одомашненные формы карпа, форели, растительноядных, чукчановых, сомовых и других рыб. Все генофондные коллекции, исходя из биологических особенностей объектов культивирования, должны специализироваться на содержании генофонда рыб, принадлежащих к отдельным семействам (карловые, лососевые, сиговые, осетровые), а также могут быть комбинированными. Размещение генофондных хозяйств по территории страны носит видовой и региональный принцип. Так, коллекционные хозяйства, специализирующиеся на содержании лососевых рыб будут размещаться на Северо-Западе, Северном Кавказе и, возможно, в Западной Сибири; осетровых рыб – Северном Кавказе, Поволжье, Западной Сибири и Дальнем Востоке; карловых рыб – Северном Кавказе, Центральной России и Западной Сибири.

Основным фактором, ограничивающим видовое разнообразие коллекционных хозяйств является численность содержащихся особей, что прежде всего связано с экономическими причинами. Но, с другой стороны, любая генофондная коллекция будет представлять биологическую ценность только при условии содержания в ней достаточного, с продуктивной точки зрения, количества рыб. Малые численности особей ведут, по крайней мере, к трем опасным последствиям: снижению аллельного разнообразия и сужению полиморфизма популяции в результате генетического дрейфа; инбридинг депрессии, снижающей жизнеспособность популяции; угрозе исчезновения по организационно-хозяйственным причинам. Например, потомство одной самки и одного самца теряет 25% гетерозиготности и более половины аллельного разнообразия. Такая потеря гетерозиготности у пеляди и форели приводит к значительному снижению выживаемости (19-26%), скорости роста (11-23%), увеличению уродств (38-50%) (Черняева, 1987; Kincaid, 1983). Я.Франклайн (1983) утверждает, что «популяция со случайно скрещивающимися особями, как у большинства млекопитающих и птиц, только для того, чтобы избежать инбридинга, должна включать не менее 50 размножающихся особей. При рассмотрении более длительных отрезков времени генетическая изменчивость сохранится только при условии, что размер популяции будет на порядок выше». Из наблюдений животноводов известно, что плодовитость в малых

популяциях начинает падать, когда коэффициент инбридинга достигает 0,5–0,6. Попытки сохранить породу в малом числе особей (например 10) скорее всего будут безуспешными, (Сеннер, 1983).

Согласно расчетам, минимально допустимая величина эффективной численности популяции, основанная на допущении 1% инбридинга, составляет 50 особей (Аллендорф, Риман, 1991; Frankel, Soule, 1981). Однако, если необходимо, чтобы в дальнейшем изолированная популяция поддерживала свойственный ей уровень генетической изменчивости в ряду поколений, эффективная численность должна быть значительно выше – 200–500 особей (Franklin, 1980). Исходя из выше сказанного, величина минимальной эффективной численности может быть различной в разных заводских стадах одного вида рыб, так как в значительной степени зависит от соотношения полов в стаде, технологии разведения, направления селекции и т.д.(Kapuschinski, Lannan, 1986).

Здесь уместно предположить, что в коллекционных хозяйствах возможны случаи ограниченного количества производителей; тогда имеется возможность увеличения эффективной величины стада, как путём выравнивания вкладов каждой особи, так и за счет специальной системы скрещиваний, приводящей к дополнительной генетической рекомбинации (Чебанов и др., 1988; Аллендорф, Риман, 1991; Ryman, Stahl, 1980; Kapuschinski, Lannan, 1986).

При работах с коллекционными стадами для сохранения оптимального уровня генетического разнообразия М.А.Андряшева (1996) рекомендует соблюдать ряд генетических рекомендаций общего характера:

1. Сохранять необходимый уровень эффективной численности популяции, для чего при создании стад использовать определенное количество производителей – минимум – 50, оптимум – 200 ( по некоторым расчетам –500).
2. Соблюдать при воспроизводстве каждого поколения соотношение полов (1:1), чтобы обеспечить равный вклад представителей разного пола в нерестовую структуру стада и за этот счет повысить величину эффективной численности стада.
3. Для успешного поддержания искусственных стад желательно производить интродукцию рыб (не менее 10%) из природных популяций в каждое второе-третье поколение.

### **Раздел 3. Особенности функционирования генофондных коллекционных рыбоводных хозяйств**

Эффективность сохранения разнообразия во многом определяется уровнем организации этой работы, как в методическом, так и в практическом плане. В частности, из всего разнообразия биологических объектов, культивируемых человеком, результативность преобразовательных процессов

селекционной направленности была выше на тех из них, которые ранее были включены в генофондные коллекции. Как неоднократно подчеркивалось на крупнейших международных экологических форумах и рыбохозяйственных конгрессах, степень отдаленности функционирования системы сохранения генофондов перспективных и используемых объектов разведения в определенной мере является показателем развития страны в целом (Рио-де-Жанейро, 1992; Киото, Брисбен, 1996; Бангкок, 2000).

В Российской Федерации деятельность по сохранению генофонда малочисленных и исчезающих животных получила законодательную основу после вступления в действие Федерального закона «О племенному животноводству» (1995). Последующими Постановлением Правительства Российской Федерации от 06.03.1996 и Приказом Минсельхозпрода России от 16.03.1996 были конкретизированы задачи государственных органов по сохранению биоразнообразия сельскохозяйственных животных, полезных для селекционных целей, к которым отнесены редко встречающиеся виды и породы, отличающиеся генетико-селекционными особенностями и находящиеся под угрозой исчезновения. Приказом Минсельхозпрода России от 04.02.97 № 28 было утверждено Положение о генофондовом хозяйстве, которым определено, что «генофондовое хозяйство (ферма) – вид организации по племенному животноводству, занимающейся разведением пород, типов, популяций животных, несущих определенные признаки и свойства, сформированные в результате длительного эволюционного развития и представляющих собой источник генетического материала для создания новых пород и типов сельскохозяйственных животных».

Для успешного функционирования генофондные хозяйства должны отвечать следующим основным требованиям:

- наличие стада чистопородных животных или одомашненных форм, имеющих характерные признаки, типичные для сохраняемой породы или одомашненной формы;
- численность поголовья должна обеспечивать воспроизводство стада «в себе» и поддержание генетического статуса стада в перспективе;
- система разведения животных должна соответствовать селекционным программам (планам);
- достоверность учета происхождения, продуктивности и племенной ценности животных;
- укомплектованность кадрами и обеспеченность необходимыми оборудованием, приборами и нормативно-технологической документацией;
- соответствие условий содержания и выращивания животных действующим зоотехническим и санитарно-гигиеническим нормам; а также ветеринарное благополучие;
- изолированное содержание животных определенного вида или породы;

- мечение специальными современными метками по утвержденным методикам.

В настоящее время в рыбном хозяйстве внутренних водоемов Российской Федерации к генофондным рыбоводным хозяйствам можно отнести рыбоводное племенное хозяйство «Горячий Ключ» в Краснодарском крае, которое является хозяйством-оригинатором по шести породам и одомашненным формам растительноядных рыб. Кроме того, на хозяйстве сформированы ремонтно-маточные стада еще пяти видов рыб, находящихся на определенных этапах доместикационного процесса.

Генофондные коллекционные рыбные стада также сформированы в Федеральном селекционно-генетическом центре рыбоводства (лососевая коллекция - 4 породы, 4 вида и осетровая коллекция – 2 породы, 9 видов и внутривидовых единиц), в племенном форелеводческом заводе «Адлер» (лососевая коллекция – 4 породы, 7 внутрипородных групп, 1 вид), в рыбколхозе «Вторая пятилетка» Краснодарский край (карповая коллекция – 4 импортированных породы, 3 одомашненные формы местных карпов), на Приморской ГРЭС в Приморском крае (осетровая коллекция – 7 видов и внутривидовых единиц).

## ГЛАВА 5. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ В АКВАКУЛЬТУРЕ

### Раздел 1. Селекционные достижения как форма интеллектуальной собственности

В современных экономических условиях развития нашей страны все большую роль играют процессы, происходящие в интеллектуальной сфере, ибо прогресс в использовании научно-технического потенциала, во многом, будет определять успех в осуществлении экономических преобразований.

Под интеллектуальной собственностью понимаются права, относящиеся к результатам конкретной творческой деятельности человека в научной, производственной, литературной и художественной областях. Интеллектуальная собственность, по существу, устанавливает правовой режим охраны нематериальных объектов. Законодательства всех стран четко оговаривают условия, соблюдение которых необходимо для получения правовой охраны этих объектов. Для изобретений – это новизна, изобретательский уровень и промышленная применимость, из чего следует, что объекты интеллектуальной собственности, как правило, создаются в процессе исследований и разработок, и их ценность, во многом, зависит от интеллектуального уровня человека. При этом весьма важно помнить и выполнять следующую заповедь: созданию изобретения или другого типа

интеллектуальной собственности должно предшествовать осознание необходимости данного изобретения, т.е. его востребованности. Это может быть потребность в совершенно новом товаре или в усовершенствованном продукте, который обладает более высокими потребительскими свойствами. Практически абсолютное большинство этих требований должно выполняться при создании и защите селекционных достижений, правовая защита которых обеспечивается не «Патентным законом Российской Федерации», а Федеральным законом «О селекционных достижениях» от 06.08.93г.

Этим законом регулируются имущественные, а также связанные с ними личные нематериальные отношения, возникающие в связи с созданием селекционных достижений. Селекционное достижение – это порода животных, т.е. группа животных, которая независимо от охраноспособности обладает генетически обусловленными биологическими и морфологическими свойствами и признаками, причем некоторые из них специфичны для данной группы и отличают её от других групп животных. Порода может быть представлена женской или мужской особью или племенным материалом. Охраняемыми категориями породы являются: тип, кросс линий.

Для того, чтобы селекционное достижение было охраняемым, оно должно быть зарегистрировано в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений. Право на селекционное достижение охраняется законом и подтверждается патентом на селекционное достижение. Патент удостоверяет исключительное право патентообладателя на использование селекционного достижения. Исключительное право патентообладателя заключается в том, что никакое лицо без получения от него лицензии не может осуществлять с племенным материалом следующие действия:

- производство и воспроизводство;
- предложения к продаже, продажу и иные виды сбыта;
- вывоз и ввоз на территорию Российской Федерации ;
- хранение в перечисленных выше целях.

Право патентообладателя распространяется также на товарных животных, которые были произведены из племенных животных, введенных в хозяйствственный оборот без его разрешения.

Объем правовой охраны, предоставляемой патентом на селекционное достижение, определяется совокупностью существенных признаков, зафиксированных в описании селекционного достижения.

Критериями охраноспособности селекционных достижений являются:

а) новизна, если на дату подачи заявки на выдачу патента племенной материал данного селекционного достижения не продавался и не передавался иным образом другим лицам для его использования ранее, чем за один год до этой даты;

б) отличимость, так как селекционное достижение должно явно отличаться от любого другого общезвестного селекционного достижения, существующего к моменту подачи заявки;

в) однородность животных породы по своим признакам с учетом отдельных отклонений, которые могут иметь место в связи с особенностями размножения;

г) стабильность, при которой основные признаки породы остаются неизменными после неоднократного размножения или, в случае особого цикла размножения, в конце каждого цикла размножения.

Процедура признания селекционных достижений в животноводстве определена нормативными подзаконными актами. Методика признания селекционного достижения в аквакультуре пока разработана только для карпа (*Cyprinus carpio L.*) (Богерук и др., 1997). При формировании генетических коллекций возможна поочередная апробация составляющих её линий, типов и пород.

Допуск к использованию селекционного достижения не связан с его патентованием, и, наоборот, получение патента не связано с допуском селекционного достижения к использованию, хотя наличие последнего влечет за собой определенные особенности его установления патентоспособности.

Реализуемый племенной материал пород животных, включенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, должен быть снабжен сертификатом, удостоверяющим его породную принадлежность, происхождение и качество.

Каждая отдельно взятая порода животных для полной реализации характерных для неё биологических и хозяйственно-полезных признаков требует соблюдения четко определенных зоотехнических требований, представляющих собой знания и опыт научно-технического, производственного, управленческого, коммерческого и иного характера, т.е. ноу-хау используемого при воспроизводстве, выращивании, эксплуатации и реализации селекционного достижения.

После вступления в действие вышеуказанных федеральных законов правовой вакuum в области создания и использования селекционных достижений в животноводстве во многом был ликвидирован. Опубликовано третье официальное издание Государственного реестра селекционных достижений, допущенных к использованию, в который включены 556 пород животных, из них – 36 охраняются патентом на селекционное достижение. Если в первое издание Госреестра (1995) были включены три породы карпа и три породы форели, то в последнем представительство пород рыб значительно увеличено, как в количественном, так и видовом составе. В частности, в Госреестр 2000 года включены 29 селекционных достижений в рыбоводстве, в том числе 19 пород, 1 кросс и 9 одомашненных форм. Впервые в отечественном рыбоводстве запатентованы две породы карпа. В результате расширения породного состава доля высокопродуктивных рыб в общем объеме производства товарной рыбы увеличилась в форелеводстве до 50-55%, а в карповодстве до 12-15%, причем в некоторых регионах она составляет 25-30%.

К сожалению, целый ряд проблем, существующих в аквакультуре, связанных с особенностями обитания рыб в воде, не имеет своего методического решения, что явилось причиной медленной разработки важных нормативно-методических документов по сравнительным испытаниям, оценке продуктивности, стандартизации и сертификации племенной рыбной продукции.

## **Раздел 2. Особенности сертификации племенной рыбоводной продукции**

Эффективность племенного рыбоводства во многом определяется качеством племенного материала, производимого племенными рыбоводными хозяйствами. Племенная рыбопродукция в целях подтверждения её качества в соответствии с требованиями Федерального закона «О племенном животноводстве», статья 19, подлежит обязательной сертификации на соответствие установленным стандартам, нормам и правилам в области племенного животноводства. Сертификатом на эту продукцию должно документально подтверждаться происхождение и продуктивность племенных животных, отсутствие у них генетических пороков, что дает основание для признания конкретного животного племенным и гарантирует определенный уровень эффективности его использования при соблюдении пользователем технологии ведения племенной работы с конкретной породой или другим селекционным достижением.

Сертификация племенной продукции рыбоводства осуществляется в целях:

- создания условий для деятельности юридических и физических лиц, осуществляющих производство племенной продукции на едином товарном рынке России, а также для участия в международном экономическом, научно-техническом сотрудничестве и международной торговле;
- содействия потребителям в компетентном выборе племенного материала рыбоводства;
- защите потребителя от недобросовестности продавца племенной рыбопродукции;
- контроля генетической безопасности племенного материала производимых пород и видов рыб, жизни и здоровья граждан;
- подтверждения показателей качества племенного материала, предусмотренных действующими стандартами, нормами, правилами.

Обязательной сертификации подлежит племенная рыбопродукция (производители, ремонтный материал, сперма, оплодотворенная икра, личинки, молодь), получаемая от пород и одомашненных форм рыб, внесенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных

к использованию, и произведенная в рыбоводных хозяйствах, имеющих лицензию на право ведения племенной деятельности, а также поступающая из зарубежных стран.

Работу по сертификации племенной продукции организует орган сертификации, а испытания племенной продукции осуществляют испытательные лаборатории, специализирующиеся в области рыбоводства.

Сертификация племенной продукции рыбоводства проводится по следующим этапам:

1. Подача племрыбхозом заявки на сертификацию своей племенной продукции;
2. Назначение органом сертификации эксперта для проведения сертификации;
3. Осуществление отбора образцов племенной продукции;
4. Проведение общего анализа состояния производства;
5. Анализ полученных результатов и принятие решения о выдаче сертификата;
6. Выдача сертификата органом сертификации племенной рыбопродукции;
7. Инспекционный контроль за сертифицированной племенной рыбопродукцией;

Учитывая особенности рыбоводства, сертификацию племенной рыбопродукции целесообразно проводить непосредственно на племенном рыбоводном хозяйстве. Это связано с тем, что зачастую племрыбхозы значительно удалены от испытательных лабораторий и перевозка живой икры, личинок, рыбы не представляется возможной. К тому же на месте можно быстро и детально выявить происхождение рыб с использованием бонитировочных журналов и паспортов производителей, провести выборочную бонитировку рыб, проверить оплодотворяемость икры и т.д.

Качество племенной рыбопродукции напрямую зависит от уровня и четкости выполнения всех биотехнологических приемов по разведению и выращиванию племенного материала, а также производителей в прошедший вегетационный сезон, в связи с чем необходимо обязательно оценить общее состояние племенного рыбоводного хозяйства.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Дальнейшее повышение эффективности товарного рыбоводства во многом зависит от широкомасштабного использования высокопродуктивных породы рыб различной видовой принадлежности адаптированных к многообразным экологическим условиям различных типов аквакультурных хозяйств. К сожалению, в настоящее время существующие породы во многом не позволяют в полной мере использовать биологические возможности водоемов и не полностью раскрыли потенциальные возможности организма рыб.

Исходя из этого необходимо на основе теоретических проработок доместикационного процесса уточнить, а иногда и пересмотреть методические подходы к организации работ по выведению новых пород, особенно из видов рыб прошедших начальные этапы одомашнивания. Существующая многозональность прудового рыбоводства требует на основе рыбоводно-биологических характеристик существующих пород уточнить или пересмотреть принципы районирования объектов выращивания, как в породном, так и видовом составе.

Создание законодательной базы племенного животноводства требует совершенствования, а во многих случаях и пересмотра организационно-методической схемы управления племенным рыбоводством на федеральном и региональном уровнях, а также на уровне предприятий. Новые решения должны лежать в основу организации работ с племенными ремонтно-маточными стадами, а также при формировании генофондных коллекций рыб. В связи с признаком селекционным достижениям статуса интеллектуальной собственности требуется разработка общеправовых подходов к защите достижений селекционеров.

На основе проведенных нами исследований и теоретических обобщений можно сделать следующие основные выводы:

1. Важнейшими предпосылками одомашнивания животных являются:
  - *увеличение народонаселения и резкое повышение потребности в продуктах животноводства;*
  - *значительное снижение или полное исчезновение популяций диких животных, имеющих промысловое значение;*
  - *расширение знаний по биологии животных, биотехнике их разведения и выращивания в контролируемых человеком условиях;*
  - *повышение уровня технико-технологического и организационно-экономического развития промышленного производства.*

2. Основные принципы подбора дикого вида для доместикации:
    - *адаптационные способности;*
    - *потенциальные возможности массонакопления;*
    - *особенности питания;*
    - *потребительские свойства объекта;*
    - *особенности строения и окраски*
  3. Маточное стадо одомашненной формы животных представляет собой минипопуляцию со следующими характерными популяционными признаками:
    - *устойчивостью во времени*, т.е. достаточной численностью для продолжения рода в конкретных условиях среды обитания;
    - *самостоятельностью в пространстве*, т.е. наличием более или менее четкой обособленности (изоляции), делающей родство внутри минипопуляции более близким, чем между соседними стадами.
  4. В процессе доместикации минипопуляция в своем развитии проходит три фазы: одомашнивание, выведение породы, поддержание породы и семь этапов представляющих собой: дикий вид, прирученная группа, одомашненная группа, исходное первичное маточное стадо, дифференцированная породная группа, порода, внутрипородная структурная единица, отличающиеся между собой морфофизиологическими характеристиками степень проявления которых определяется воздействием на минипопуляцию естественного и искусственного отборов.
  5. На величину фенотипической изменчивости оказывают влияние следующих три основных фактора:
    - *генотипическое разнообразие*, т. к. разные генотипы формируют различные фенотипы;
    - *разнообразие условий жизни*, т. к. фенотип, результат совместных действий генотипа и внешней среды, то разнообразие среды обитания создает дополнительное разнообразие фенотипа;
    - *природа признака*, т.к. количественные и качественные признаки показывают различную степень зависимости от изменений внешних условий.
  6. Исходные первичные маточные стада должны создаваться с использованием одного из трех принципов их формирования:
    - *из особей, выловленных в естественных водоемах и представляющих собой дикие популяции;*
    - *из особей, полученных на основе аутбридных скрещиваний;*
    - *из особей, имеющих некоторую степень отселекционирования.*
- При этом обязательно должны соблюдаться следующие требования:

- *сохранения генетической чистоты вида, выбранного в качестве рекрута для аквакультуры;*
  - *максимального сохранения генетического разнообразия;*
  - *обеспечения элитности поголовья;*
  - *проведения предварительной выборки особей исходного стада.*
7. На базе особенностей строения и жизненных функций рыб, входящих в племенное стадо, определены четыре отличительных морфо-биологических критерия породы рыб:
- *морфологический*, включающий все морфологические и морфофункциональные признаки и уровень их вариабельности;
  - *физиолого-биохимический*, отражающий функции отдельных систем органов и специфику биохимических процессов в них и в целом организме;
  - *эколого-биологический*, указывающий на особенности территориального размещения, размерно-весового роста, наступления половой зрелости, плодовитости, характера питания;
  - *генетический*, характеризующий кариотип, состав ДНК, реакцию преципитации и т.д.
8. На основе видовых особенностей рыб конкретизированы понятия «породы» и «внутрипородных структурных единиц в аквакультуре.
- *порода* - продуктивно изолированная группа рыб, созданная в результате целенаправленной деятельности человека, обладающая генетически обусловленными биологическими и морфологическими свойствами и признаками, причем некоторые из них специфичны для данной группы и отличают её от других таких же групп рыб;
  - *внутрипородные типы* - группы рыб, обладающие основными свойствами породы, отличающиеся друг от друга по некоторым хозяйствственно-ценным и морфо-биологическим признакам в связи с различным происхождением и(или) вектором отбора;
  - *кросс линий (промышленный гибрид)* – потомство первого поколения от скрещивания разнородных групп, предназначенное для товарного выращивания;
  - *одомашненная форма* – группа рыб определенного вида, сформированная из представителей диких популяций выловленных из естественных водоемов и прошедшая этап одомашнивания в определенных условиях под контролем человека;
  - *генетическая коллекция* – резерв генов одного или нескольких видов рыб-объектов аквакультуры созданная путём направленного сбора, систематизации и описания коллекционного материала,

которая может быть представлена натурными образцами или геномным банком глубокоохлажденных половых клеток, зародышей, тканей.

9. Испытание пород карпа и толстолобиков осуществляется с использованием разработанных специализированных методик проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность, включающих в себя: таблицу признаков (у карпа –17, у толстолобиков – 20), объяснения и методы оценки селекционных достижений и анкету селекционного достижения.

10. На основании принципов, изложенных в диссертационной работе в процессе направленной селекции одомашненных форм толстолобиков на приспособленность к заводской технологии воспроизводства после четырех поколений селекции созданы две породы толстолобиков (ПТ58; БТ58), отличающиеся сокращенным сроком достижения половой зрелости, консолидированным созреванием самок в нерестовый сезон, повышенной эффективностью реакции на гормональную стимуляцию, пониженным процентом отхода после нерестовой кампании, а также кросс (ПБТ63) характеризующийся более широким спектром планктонного питания и хорошим ростом при более низких температурах, чем пестрый толстолобик, в связи с чем рекомендован для выращивания во 2-4 зонах рыбоводства.

11. Все рыбоводные хозяйства, в зависимости от различной степени воздействия человека на абиотические (условия окружающей среды) и биотические (соотношение естественного и искусственного отборов) факторы водоемов, определяющие уровень интенсификации производства, подразделяются на пять экологических категорий: *пастбищные, садковые, прудовые, бассейновые и с замкнутым водообеспечением*.

12. Исходя из уточненных экологических характеристик рыбоводных зон, а также предложенных экологических категорий аквакультурных хозяйств рекомендовано следующее районирование ныне существующих пород карловых рыб:

Первая зона рыбоводства - ропшинский, сарбоянский карпы;

Вторая зона рыбоводства - ропшинский, парский, алтайский зеркальный, сарбоянский, кросс толстолобиков;

Третья зона рыбоводства - парский, алтайский зеркальный, кросс толстолобиков;

Четвертая зона рыбоводства - парский, кросс толстолобиков;

Пятая зона рыбоводства - татайский, белый и пестрый толстолобики;

Шестая зона рыбоводства - татайский, ангелинский зеркальный, ангелинский чешуйчатый, белый и пестрый толстолобики;

Водоемы-охладители энергетических объектов - черепетский чешуйчатый, черепетский

*рамчатый, белый и пестрый толстолобики.*

13. Усовершенствованная схема организации и управления племенным делом в рыбоводстве базируется на следующих основных организационно-методических подходах:

- поддержание и совершенствование каждой породы рыб, включенной в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию осуществляется на племенном рыбоводном заводе;
- в каждой рыбоводной зоне работают не менее двух племенных рыбоводных репродукторов;
- по каждому семейству рыб-объектов аквакультуры имеются генофондные коллекционные рыбоводные хозяйства или коллекционные участки в племенных рыбхозах;
- всю координацию работ в области селекционно-племенного дела в рыбоводстве осуществляет Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства и его филиалы в различных регионах страны;
- методическое руководство деятельностью племенных рыбоводных предприятий осуществляет Центр племенного рыбоводства ФГУП ФСГЦР.

14. Функционирование генофондных рыбоводных хозяйств или участков должно базироваться на строгом выполнении следующих основных принципов формирования генофондных коллекций:

- поддержание генетической структуры естественных популяций вида для сохранения генофонда в перспективе;
- сохранение всего многообразия элементарных наследственных признаков;
- обеспечение оптимального уровня гетерозиготности как генетической базы экологической пластичности;
- соблюдение экологических условий в которых ранее обитала популяция или к которой была адаптирована порода;
- эффективная численность генетической коллекции должна обеспечивать сохранность генофонда и во многом зависит от биологических особенностей объекта, включаемого в коллекцию.

15. Селекционные достижения в аквакультуре являются интеллектуальной собственностью, т.к. в процессе их создания используется творческая деятельность человека. Критериями охраноспособности селекционных достижений служат: новизна, отличимость, однородность и стабильность, которые подтверждаются сертификатом на племенную породную рыбоводную продукцию отвечающую действующим стандартам, нормам и правилам.

### ***Практические рекомендации***

При проведении доместикационных работ соблюдать этапность их прохождения с описанием характерных признаков каждого из них. Не начинать непосредственно селекционные работы без получения полной общебиологической характеристики на первичное исходное маточное стадо.

Разрабатывая программу выведения новой породы наиболее детально и всесторонне описывать экологические условия, которые должны соблюдаться в рыбоводных хозяйствах при выращивании этой породы.

Формирование ремонтно-маточных стад в племенных рыбоводных хозяйствах и генофондных коллекционных хозяйствах осуществлять с соблюдением основных биотехнических требований к выращиванию племенного материала и использованию маточного поголовья.

Испытание новых селекционных достижений проводить по специальной методике на племенных репродукторах имеющих испытательные станции, четко соблюдая требования Методики на отличимость, однородность и стабильность.

Всю племенную работу в рыбоводстве проводить на основе разработанной схемы организации и управления племенным рыбоводством. Формирование чистопородных маточных стад осуществлять только на племенных рыбоводных заводах, а племрепродукторы использовать для массового производства высококачественного племенного рыбопосадочного материала или промышленных гибридов для поставки их промышленным рыбхозам.

Продолжать селекционные работы по совершенствованию существующих пород толстолобиков, соблюдая требования разработанных инструктивно-методических документов по формированию и эксплуатации маточных стад растительноядных рыб.

При разработке долгосрочных программ совершенствования пород рыб руководствоваться Методическими рекомендациями по разработке таких программ.

### ***Список основных работ по теме диссертации***

1. Богерук А.К., Кривцов В.Ф., Магомаев Ф.М. Об опыте разведения растительноядных рыб в Ново-Бирюзакском рыбопитомнике(Дагестанская АССР). – В кн. Тезисы докладов совещания «О смотре научно-технического творчества молодежи «Пятилетке – ударный труд, мастерство и поиск молодых». М., ВНИИПРХ, 1972, с. 22-23.

2. Магомаев Ф.М., Богерук А.К., Кривцов В.Ф. Рекомендации по разведению и выращиванию растительноядных рыб в рыбхозах Дагестанской АССР. М., ВНИИПРХ, 1975, 38с.
3. Виноградов В.К., Воропаев Н.В., Ерохина Л.В., Зарянова Е.Б., Данченко А.Д., Золотова З.К., Богерук А.К., Кривцов В.Ф., Калмыков Л.В. Биологические основы массового воспроизводства растительноядных рыб. – Науч.-техн. реферат. сб. Серия «Промысловая ихтиология». М., ЦНИИТЭИРХ, 1977, вып.10, с.5-7.
4. Bagrov A., Bogeruk A. Los peses herbívoros como objeto de aclimatacion en los cuences interiores de Cuba. – 11 Seminario nacional de acuicultura. Varadero, Matansas (Cuba), 1979, pp.1-13.
5. Богерук А.К., Камехо С. Об изменчивости меристических признаков белого амура, выращенного в водоемах тропиков. – В кн. Тезисы докладов Республиканской научно-технической конференции «Эффективное использование водоемов Молдавии». Кишинев, 1982, с. 86-87.
6. Богерук А.К. Изменчивость молоди белого амура, выращенного в тропических водоемах. – Сб. науч. тр. «Растительноядные рыбы и новые объекты рыбоводства и акклиматизации». М., ВНИИПРХ, 1983, вып.38, с.59-79.
7. 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). – М., Деп. ЦНИИТЭИРХ, 1984, 102с.
8. Богерук А.К. Температурные адаптации белого амура (*Ctenopharyngodon idella* Val.) при интродукции в водоемы разных широт. – Сб. науч. тр. ГосНИОРХ, Л., 1985, вып.218, с.123-133.
9. Богерук А.К., Боброва Ю.П. Особенности роста и внутривидовая изменчивость белого амура при интродукции в водоемы Московской области. – Сб. науч. тр. ВНИИПРХ «Вопросы интенсификации прудового рыбоводства», М., 1985, вып.45, с.40-47.
10. Богерук А.К. Адаптивные возможности белого амура *Ctenopharyngodon idella* Val. как объекта аквакультуры при интродукции в водоемы разных широт. Автореферат канд.дисс. М., 1986, 24с.
11. Богерук А.К. Научно-техническая программа «Агрозооаквакультология» Серия «Аквакультура» ВНИЭРХ, М., 1992, с.1-4.
12. Мамонтов Ю.П., Богерук А.К., Катичева Л.Ю. Программа развития товарного осетроводства в системе Росрыбхоза на период до 2000 года. Серия «Аквакультура» вып.1, ВНИЭРХ, М., 1995, 26с.
13. Крупкин В.З., Богерук А.К. Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства: проблемы и решения. Ж-л «Рыбоводство и рыболовство», № 3-4, М., 1995, с.4-7
14. Богерук А.К. Концептуальные подходы к организации и управлению племенным делом в рыбоводстве России. – Тезисы докладов

международного симпозиума «Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре», Краснодар, 1996, с.74-76.

15. Богерук А.К., Гепецкий Н.Е. Биотехнология, технические устройства и оборудование для выращивания и переработки рыбы в фермерском хозяйстве. М., Информагротех., 1996, 58с.

16. Богерук А.К., Волчков Ю.А., Илясов Ю.И., Катасонов В.Я. Концепция селекционных достижений в аквакультуре. Сер. «Аквакультура» ВНИЭРХ, М., вып.4, 1997, 43с.

17. Богерук А.К., Илясов Ю.И., Маслова Н.И. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность. Карп (*Cyprinus carpio* L.). Серия «Аквакультура» ВНИЭРХ, М., вып.4, 1997, с.43-55.

18. Богерук А.К., Призенко В.К. Информационный банк данных племенных рыбоводных хозяйств. ФСГЦР, М., 1996, 78с.

19. Илясов Ю.И., Богерук А.К. Понятие породы и правовые аспекты охраны селекционных достижений в аквакультуре. Серия «Аквакультура» ВНИЭРХ, М., вып.1, 1997, с.54-57.

20. Богерук А.К., Маслова Н.И. Почвенно-климатические основы рыбоводства в России. Серия «Аквакультура» ВНИЭРХ, М., вып.2, 1998, 48с.

21. Богерук А.К., Илясов Ю.И. Породообразовательные процессы в декоративной аквакультуре. Серия «Аквакультура» ВНИЭРХ, М., вып.3, 1998, с.20-25.

22. Богерук А.К., Тюриков В.М. Некоторые положения правовой охраны селекционных достижений в рыбоводстве России. Ж-л «Рыбоводство и рыболовство», М., №3-4, 1998, с.34-35.

23. Иванова З.А., Морузи И.В., Пищенко Е.В., Богерук А.К., Призенко В.К. Методика разработки перспективных селекционно-генетических и племенных программ в рыбоводстве. Новосибирск, СО РАСХН, 1999, 28с.

24. Богерук А.К. Одомашнивание растительноядных. Ж-л «Рыбоводство и рыболовство» М., №3, 2000, с.16.

25. Сижажев В.В., Титарев Е.Ф., Богерук А.К., Титарев Н.Е. Рыбоводно-биологические и продукционные свойства впервые нерестующих производителей золотой форели (*Oncorhynchus mykiss Aguabonita*). Серия «Пресноводная аквакультура». Вып.2., ВНИЭРХ, М., 2000, с.21-28.

26. Титарев Е.Ф., Сижажев В.В., Богерук А.К., Титарев Н.Е. Изучение рыбоводно-биологических и репродуктивных свойств золотой форели (*Oncorhynchus mykiss Aguabonita*). - Сб.науч.тр. ВНИИПРХ, вып.75 «Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры», М., 2000, с.47-54.

27. Богерук А.К., Призенко А.В. Современное состояние племенного рыбоводства в России и перспективы его развития в ближайшем будущем. Материалы докладов Международной научно-практической конференции

«Пресноводная аквакультура в Центральной и Восточной Европе: достижения и перспективы», Киев, 2000, с. 28-31.

28. Илясов Ю.И., Богерук А К. Селекционные достижения в рыбоводстве. - Материалы докладов Международной научно-практической конференции «Пресноводная аквакультура в Центральной и Восточной Европе: достижения и перспективы», Киев, 2000, с. 51-53.

**СХЕМА**  
организации и управления племенным делом в рыбоводстве



реализуются разные способы упаковки комплексов (ДНК-поликонидин). Показано, что в этих условиях характером упаковки можно управлять, меняя концентрацию NaCl: в пределах  $0,15 \text{ M} \leq C_{\text{NaCl}} < 0,4 \text{ M}$  существует гексагональная жидкокристаллическая дисперсия, а при  $0,4 \text{ M} \leq C_{\text{NaCl}} < 0,55 \text{ M}$  - холестерическая жидкокристаллическая дисперсия.

6. Обоснована возможность использования холестерических жидкокристаллических дисперсий ДНК и жидкокристаллических дисперсий комплексов (ДНК-поликатион) в качестве чувствительных элементов (биодатчиков) биосенсорных устройств.

На примере митоксантона - противоопухолевого соединения антрахиноновой группы, разработан экспресс-метод его определения в плазме и цельной крови, основанный на применении холестерических жидкокристаллических дисперсий ДНК. Минимальная концентрация митоксантона, определяемая в анализируемой пробе, составляет  $\sim 5 \times 10^{-7} \text{ M}$ .

Разработан новый способ определения гепарина, основанный на использовании жидкокристаллических дисперсий комплексов (ДНК-поликонидин). Минимальная концентрация гепарина, определяемая в анализируемой пробе, составляют  $\sim 0,4\text{--}0,5 \text{ мкг/мл}$ .

7. На основе метакрилатных макромономеров ПЭГ получены гидрогели, содержащие в своем составе холестерические жидкокристаллические дисперсии ДНК. Такие гидрогели могут быть использованы для создания полифункциональных жидкокристаллических биодатчиков "пленочного типа".

#### СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

1. Салянов В.И., Погребняк В.Г., Скуридин С.Г., Лорткипанидзе Г.Б., Чиджавадзе З.Г., Торяник А.И., Евдокимов Ю.М. О связи между молекулярным строением водных растворов полиэтиленгликоля и компактизацией двухцепочечных молекул ДНК. - Молекуляр. биология, 1978, т.12, 3, с. 485-495.
2. Евдокимов Ю.М., Скуридин С.Г. Описание процесса конденсации ДНК (РНК) в водно-солевых растворах, содержащих полизилен-

гликоль. - Биофизика, 1981, т.26, 2, с. 222-227.

3. Скуридин С.Г., Штыкова Э.В., Евдокимов Ю.М. Кинетика формирования оптически активных жидкокристаллических микрофаз низкомолекулярной ДНК. - Биофизика, 1984, т.29, 2, с. 337-338.

4. Евдокимов Ю.М., Скуридин С.Г., Акименко Н.М. Жидкокристаллические микрофазы низкомолекулярных двухцепочечных нуклеиновых кислот и синтетических полинуклеотидов. - Высокомолекуляр. соедин. А, 1984, т. 26, 11, с. 2403-2410.

5. Скуридин С.Г., Дембо А.Т., Евдокимов Ю.М. Пространственная жидкокристаллическая упаковка двухцепочечных молекул ДНК при различном катионном составе растворителя. - Биофизика, 1985, т. 30, 5, с. 750-757.

6. Скуридин С.Г., Лорткипанидзе Г.Б., Мусаев О.Р., Евдокимов Ю.М. Формирование жидкокристаллических микрофаз двухцепочечных нуклеиновых кислот и синтетических полинуклеотидов низкой молекулярной массы. - Высокомолекуляр. соедин. А, 1985, т. 27, 11, с. 2266-2273.

7. Евдокимов Ю.М., Скуридин С.Г., Бадаев Н.С. Доказательство образования двух типов жидкокристаллических микрофаз молекул ДНК низкой молекулярной массы в водно-солевых растворах полиэтиленгликоля. - Докл. Акад. наук СССР, 1986, т.286, 4, с. 997-1000.

8. Скуридин С.Г., Бадаев Н.С., Лаврентович О.Д., Евдокимов Ю.М. Управление пространственной структурой жидких кристаллов ДНК при помощи соединений антрациклиновой и антрахиноновой групп. - Докл. Акад. наук СССР, 1987, т. 295, 5, с. 1240-1243.

9. Скуридин С.Г., Бадаев Н.С., Дембо А.Т., Дамашун Х., Лорткипанидзе Г.Б., Евдокимов Ю.М. Два типа температурных переходов жидких кристаллов, сформированных из молекул поли(I) x поли(C). - Молекуляр. биология, 1987, т.21, 5, с. 1386-1391.

10. Skuridin S.G., Badaev N., Dembo A., Lortkipanidze G., Yevdokimov Yu. Two types of temperature induced transitions of poly(I) x poly(C) liquid crystals. - Liq. Crystals, 1988, v. 3, 1, p. 51-62.

11. Скуридин С.Г., Штыкова Э.В., Дембо А.Т., Бадаев Н.С., Чельцов П.А., Евдокимов Ю.М. Образование упорядоченной, оптически изотропной фазы молекул ДНК низкой молекулярной массы, модифицированных цис-дихлородиамминплатиной. - Биофизика, 1988, т. 33, 1,

DNA by the combined action of UV light and hypophosphite. - J. Photochem. Photobiol. (B: Biology), 1995, v. 29, 2-3, p. 119-123.

32. Skuridin S.G., Hall J., Turner A.P.F., Yevdokimov Yu.M. Restructuring space ordering of (DNA-protamine) complexes in liquid crystalline dispersions under proteolytic enzyme treatment. - Liq. Crystals, 1995, v. 19, 5, p. 595-602.

33. Yevdokimov Yu.M., Salyanov V.I., Skuridin S.G., Semenov S.V., Palumbo M. Liquid-crystalline dispersions of the (DNA-drug) complexes as a background for creation of a multifunctional biosensing units: First step. - in: Evolutionary Biochemistry and Related Areas of Physicochemical Biology. Bach Institute of Biochemistry and ANKO, 1995, p. 315-326.

34. Skuridin S.G., Yevdokimov Yu.M., Efimov V.S., Hall J.M., Turner A.P.F. A new approach for creating double-stranded DNA biosensors. - Biosensors & Bioelectronics, 1996, v. 11, 9, p. 903-911.

35. Belyakov V.A., Orlov V.P., Semenov S.V., Skuridin S.G., Yevdokimov Yu.M. Comparison of calculated and observed CD spectra of liquid crystalline dispersions formed from double-stranded DNA and from DNA complexes with coloured compounds. - Liq. Crystals, 1996, v. 20, 6, p. 777-784.

36. Беляков В.А., Орлов В.П., Семенов С.В., Скуридин С.Г., Лорткипанидзе Г.Б., Чернуха Б.А., Евдокимов Ю.М. Некоторые особенности спектров кругового дихроизма жидкокристаллических дисперсий двухцепочечных молекул ДНК и ее комплексов с окрашенными соединениями. - Биофизика, 1996, т. 41, 5, с. 1044-1055.

37. Казанский К.С., Скуридин С.Г., Кузнецова В.И., Евдокимов Ю.М. Полиэтиленоксидные гидрогели с иммобилизованными частицами дезоксирибонуклеиновой кислоты. - Высокомолекуляр. соедин. А, 1996, т. 38, 5, с. 875-883.

38. Евдокимов Ю.М., Скуридин С.Г., Семенов С.В., Салянов В.И., Лорткипанидзе Г.Б. Стабилизация оптических свойств частиц холестерических жидкокристаллических дисперсий ДНК. - Биофизика, 1998, т. 43, 2, с. 240-252.

39. Скуридин С.Г., Дембо А.Т., Ефимов В.С., Евдокимов Ю.М. Жидкокристаллические фазы комплексов ДНК с синтетическими поликат-

тионами. - Докл. Акад. наук, 1999, т. 365, 3, с. 400-402.

40. Евдокимов Ю.М., Скуридин С.Г., Поздняков В.Н. Жидкокристаллический датчик для скрининга биологически активных веществ и препаратов, взаимодействующих с двухцепочечными молекулами нуклеиновых кислот. - Патент РФ № 1481974, 1991.

41. Скуридин С.Г., Токарева Л.Г., Евдокимов Ю.М. Биодатчик для определения биологически активных веществ, взаимодействующих с двухцепочечными молекулами нуклеиновых кислот. - Патент РФ № 2016888, 1994.

42. Скуридин С.Г., Рыбин В.К., Евдокимов Ю.М. Жидкокристаллический биодатчик для определения биологически активных веществ. - Патент РФ № 2032895, 1995.

43. Евдокимов Ю.М., Скуридин С.Г., Чернуха Б.А., Михайлов, Компанец О.Н., Романов С.Н., Колосов В.В.. Способ определения в анализируемой жидкости биологически активного вещества и устройство для его осуществления. - Патент РФ № 2107280, 1998.

44. Скуридин С.Г., Ефимов В.С., Некрасов А.В., Тэрнер Э., Евдокимов Ю.М.. Способ определения гепарина. - Патент РФ № 2123008, 1998.