

Лекция №1

Тема: История развития селекционной деятельности в аквакультуре

Значение аквакультуры, как отрасли рыбного хозяйства страны, с каждым годом объективно возрастает. Ведущая роль в организации высокоэффективных рыбоводных предприятий отводится созданию новых продуктивных пород рыб и их использованию на рыбоводных предприятиях в качестве племенного материала.

Создание пород - сложная и трудоемкая работа, исключая какие-либо перерывы, которая может длиться не одно десятилетие. Длительное время в истории рыбоводства выведение новых пород происходило, благодаря представлениям, полученным тривиальным опытным путем. Только в 20 веке создание новых пород рыб получило теоретическую основу, благодаря достижениям и открытиям в области биологии и генетики.

Селекцией называют комплекс мероприятий, направленных на улучшение качества объектов разведения за счет изменения их генетических свойств. Конечной целью селекции является выведение новой породы, внутривидового типа, гибридных кроссов и т.п., отвечающих определенным хозяйственно-экономическим требованиям.

В точном переводе термин селекция обозначает отбор. Действительно, без применения отбора селекционная работа невозможна. Однако в современном понятии этот термин приобрел более широкий смысл, поскольку при селекции, наряду с отбором, используют и другие приемы, в первую очередь, подбор и скрещивание.

Теоретической основой селекции является генетика. Знание закономерностей наследования признаков позволяет селекционеру выбрать наиболее эффективные методы селекции и дать прогноз ее результатов. Достижение успеха в селекции невозможно без знаний биологии объекта разведения, биотехнического воспроизводства и выращивания.

Рыба, как и любой другой продукт сельскохозяйственного производства, издавна занимала видное место на столе россиян. С приходом христианства на Русь рыбоводство начинает интенсивно развиваться, особенно при многочисленных монастырях и боярских вотчинах. Только за 1340-1440 гг. на Руси было основано более 150 монастырей и новых обителей. В этот период рыбоводство основывалось на переселении интересующих видов рыб в новые водоемы.

Новый этап рыбоводство получило только после разработки технологии искусственного воспроизводства и выращивания рыб. Первые работы в этом направлении проводились в Европе. Так, в 1765 г., Стефан Людвиг Якоби (1711-1784) разработал не только приемы искусственного выведения рыб из оплодотворенной икры, но и изобрел простейший инкубационный аппарат для выдерживания икры форели и лосося. На этом этапе в России также интенсивно развивалось рыбоводство. Работы П.И.Малышева, В.П. Врасского получили широкое признание в Европе (1856-1857 гг.).

В своем имении Никольском В.П. Врасский построил первый в России рыбоводный завод. Мощность рыбоводного завода до 8 млн. икринок в год, в том числе 5 млн. сига, 1,8 млн. форелей и 1,2 млн. лососей. Врасский также проводил опыты по гибридизации рыб и по скрещиванию рыб одного вида, завезенных из разных рек и озер.

История развития России сложилась таким образом, что в дальнейшем, селекционные работы в рыбоводстве стали проводиться только после 1920 года, и первым объектом, на котором проводились исследования по генетике и селекции был карп. Карповодство в России, в начале прошлого столетия, носило экстенсивный характер и было ограничено, в основном, южными районами, хотя в европейских странах работы по селекции карпа проводились давно. Известно, что в Польше, Чехии, Германии и некоторых Балканских государствах - селекция карпа ведется на протяжении нескольких столетий. Рекомендации по подбору производителей карпа для нереста можно найти, например, в работах польских рыбоводов, относящихся еще к XVII в. Это связано с тем,

что прудовые хозяйства (создаваемые обычно при монастырях) редко обменивались племенным материалом, что приводило к существенной дифференцировке маточных стад карпа. К началу XIX века сформировалось множество разновидностей карпа, отличающихся друг от друга по ряду внешних признаков и хозяйственно ценных свойств. Процессу генетической дифференцировки племенных стад способствовало разнообразие экологических факторов, и, прежде всего почвенно-климатических условий. Немаловажную роль в этом играли также различия в потребительском спросе, закрепленные местными и национальными традициями, например спрос на определенный тип чешуйного покрова, форму тела, характер окраски.

К середине XVIII в. в Польше были выведены и получили широкое распространение галицийские карпы. По своим хозяйственно ценным свойствам они превосходили все другие известные в то время расы, благодаря чему завоевали популярность не только в своей стране, но и за рубежом. Галицийских (малопольских) карпов вывозили в Германию, Чехию, Балканские страны, где использовали непосредственно для разведения или в селекционных работах, как улучшателей аборигенных стад карпа.

Российские маточные стада в этот период также чаще всего происходили от галицийских карпов, завозимых из районов, примыкающих к р. Дунай. В ограниченном масштабе осуществляли завоз других разновидностей культурного карпа, в том числе лаузицкого, поступавшего из Прибалтики. В отдельных хозяйствах использовали сазана, отлавливаемого из р. Дунай, Волги и других естественных водоемов.

Первые целенаправленные работы по созданию отечественных пород карпа были начаты на Украине в конце 20-х годов. Позднее они были развернуты и в других районах страны, тогда СССР.

Развитию рыбоводства в СССР способствовало также то, что для подготовки специалистов рыбного хозяйства в этот период создается сеть высших и средних специальных учебных заведений, а для проведения научных исследований в России в 1932 г. создается Всероссийский научно-исследовательский институт прудового рыбного хозяйства (ВНИИПРХ).

В 1935 г. В.С. Кирпичниковым были начаты работы по селекции карпа с целью увеличения его зимостойкости. Работу проводили в Ленинградской, Псковской и Новгородской областях, где зима очень продолжительна и молодь карпа плохо ее переносит. Здесь была создана Ропшинская порода карпа.

Наиболее существенные результаты были получены в Московской области. Здесь были созданы породы: московский чешуйчатый (среднерусский) карп, парский карп. В Сибири создана порода Сарбоянского карпа. В 50-е годы были завершены работы рыбовода-селекционера А.И. Куземы по созданию высокопродуктивных пород – чешуйчатого и рамчатого украинского карпов. С середины 20-го века селекционные работы с карпом на Украине расширились. Много внимания было уделено межпородным и внутривидовым скрещиваниям с целью улучшения продуктивных качеств и особенностей, жизнестойкости карпов. Проводились исследования гетерозиса при межпородных скрещиваниях, который по скорости роста и выживаемости оказался особенно значительным при скрещивании украинских карпов с амурским сазаном и с ропшинским карпом. Позже на в Краснодарском и Ставропольском краях были начаты работы по созданию пород, устойчивых к инфекционным заболеваниям и выращиванию при высокой интенсификации.

В значительном количестве в прудовых хозяйствах России выращиваются карповые рыбы, которые являются производными формами одомашненных растительноядных рыб, завезенных в 50-е годы с Дальнего Востока. К ним относятся породы белого толстолобика: БТ-58, ПТ-58 и кросс гибридного толстолобика ПБТ-63.

Другое направление в рыбоводстве России – это селекция форелей. Лососевые наряду с осетровыми рыбами составляют национальное богатство России. История их

искусственного воспроизводства насчитывает свыше 140 лет как уже говорилось, началось с работ В.П. Врасского.

Но дальнейшее развитие форелеводства и в Европе, и в России связано с культивированием на форелевых хозяйствах радужной форели, икру которой стали завозить из США в конце 70-х начале 80-х годов XIX века (Титарев, 1980). В России наиболее значимых результатов в селекции форелей добился Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства, с входящим в его структуру ФГУП «Племенной форелеводческий завод Адлер». Ведущими учеными–селекционерами в форелеводстве являются Севастьянова Г.Г., Бабушкин Ю.П., Голод В.М., Никандров, В.Я. и др.

И все же, несмотря на то, что Россия является пионером в области искусственного воспроизводства лососевых и организации форелеводства, уровень форелеводства в нашей стране далеко уступает передовым форелеводческим странам.

Лекция № 2

Тема: Принципы и структура организации селекционных работ в России

До 1965 г. выведением новых пород карпов занимались почти все рыбные хозяйства, хотя большинство рыбных хозяйств не приспособлено для ведения селекционно-племенной работы. Опыт животноводства показывает, что племенное дело достигает больших успехов в том случае, если создаются специальные селекционно-племенные хозяйства, которые освобождают чисто товарные хозяйства от выращивания племенных животных. По сходной схеме должны проводиться селекционно-племенные работы и в рыбоводстве.

Основные принципы организации селекционно-племенной работы в прудовом рыбоводстве были разработаны в 60-х годах рыбоводами – селекционерами В.С. Кирпичниковым, К.А.Головинской и А.И.Куземой. С учетом опыта животноводства ими была предложена трехступенчатая схема организации селекционно-племенной работы, предусматривающая три типа рыбоводных хозяйств:

- селекционно-племенные хозяйства высшего типа;
- племрассадники-репродукторы;
- промышленные хозяйства.

Селекционно-племенные хозяйства высшего типа занимаются созданием новых пород. Улучшенный племенной материал из таких хозяйств поступает для массовой репродукции в племрассадники-репродукторы. Последние занимаются выращиванием ремонта и обеспечивают производителями промышленные хозяйства.

Накопленный к настоящему времени опыт показывает целесообразность дальнейшей концентрации в специализированных хозяйствах репродукторов работ с племенным материалом, включая и получение от выращенных производителей потомства для товарного выращивания. Репродукторы в этом случае функционируют как воспроизводительные комплексы, обеспечивающие промышленные рыбхозы не производителями, а личинками, подращенными мальками. Общая схема организации селекционно-племенной работы становится двухступенчатой, т.к. выпадает третье звено – работа с производителями в промышленных рыбхозах.

Двухступенчатая схема организации селекционно-племенной работы имеет ряд преимуществ по сравнению с трехступенчатой, а именно:

- позволяет сконцентрировать получение молоди в небольшом числе специализированных хозяйств;
- обеспечивает возможность более рационального использования имеющегося племенного фонда;
- упрощает функции промышленных хозяйств и уменьшает стоимость их строительства;
- уменьшает опасность распространения инфекционных заболеваний.

Концентрация всех работ с племенным материалом в ограниченном числе хозяйств упрощает систему организации племенного дела в отрасли, сокращает потребность в специалистах.

Эффективность двухступенчатой схемы организации селекционно-племенной работы подтверждается опытом работ с растительноядными рыбами, производство которых почти полностью сосредоточено в немногочисленных специализированных воспроизводственных комплексах.

Племенные рыбоводные хозяйства расположены в различных регионах России, и их численность незначительно менялась в различные периоды истории России. В последнее десятилетие численность племенных рыбоводных хозяйств немного возросла. В 2001 году существовало 16 племенных хозяйств, а в 2010 году в России насчитывалось 20 племенных рыбоводных хозяйств, причем 13 из них ориентированы на селекцию карповых.

Племенное дело в рыбоводстве

Под племенным делом понимают комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение рыбоводных хозяйств необходимым количеством производителей и рациональное использование маточных стад.

Племенное дело включает прежде всего работу непосредственно с племенными стадами – выращивание, отбор ремонта, содержание производителей, получение от них потомства. Другой составной частью племенного дела являются организационные вопросы: создание необходимой сети специализированных племенных хозяйств и распределение их функций, координация взаимосвязи разных типов хозяйств, управление и контроль племенной работой.

Следует подчеркнуть, что методы работы с пользовательными племенными стадами в промышленных хозяйствах коренным образом отличаются от методов работы с племенным материалом при селекции.

При выращивании пользовательных производителей задача направленного изменения генетической структуры маточных стад не стоит и поэтому необходимость в интенсивном отборе отпадает. Условия выращивания племенного материала с самого начала должна обеспечивать хороший нагул рыб, что достигается обычно за счет разреженной посадки и более полного (чем при выращивании товарных рыб) кормления.

Основные принципы формирования маточных стад в репродукторах

Репродукторами называют специализированные хозяйства, занимающиеся массовым размножением племенного материала.

Основные принципы формирования маточных стад в репродукторах состоят в следующем:

Структура маточных стад должна обеспечивать возможность проведения неродственного промышленного скрещивания. С этой целью в хозяйстве содержат две группы рыб, условно называемые линиями. Каждую из этих групп воспроизводят в "чистоте", в то время как для товарного выращивания используют гибридов первого поколения.

В карповодстве одна из линий часто представлена аборигенным карпом, а другая – завезенным племенным материалом. Двухлинейное разведение растительноядных рыб базируется в основном на разведении рыб, завезенных из Китая и р. Амур.

Биотехника выращивания ремонта и производителей

Качество племенного материала в значительной степени зависит от условий его содержания. Регулируя условия содержания, можно направлять на такие важнейшие характеристики производителей, как срок наступления полового созревания и плодовитость, жизнестойкость потомства.

Технологический цикл работ, связанный с выращиванием племенного материала, включает два основных периода: летний нагул и зимовку. Для производителей может быть

выделен еще один важный период – преднерестовый, предшествующий получению потомства.

Летний нагул племенных рыб

В южных районах практикуется поликультура – совместное выращивание племенных рыб разных видов.

Совместная посадка разных видов племенных рыб позволяет полностью использовать кормовую базу прудов, сократить число и площадь прудов в хозяйстве.

Важнейшими факторами, определяющими результаты нагула племенных рыб, являются плотность посадки и кормление.

Зимовка племенных рыб

Известно, что во время зимовки, обмен веществ у рыб резко снижается и рост приостанавливается.

Пруды для зимовки производителей и ремонта должны быть небольшими и достаточно глубокими.

Посадку племенных рыб на зимовку проводят после устойчивого понижения температуры воды до 10°C и ниже.

Облов зимовальных прудов с ремонтом начинают сразу же после освобождения поверхности воды ото льда. Рыбу после учета отправляют на нагул в летние пруды. Пруды с производителями и старшим ремонтом облавливают позднее, при прогреве воды до 12-14°C, что позволяет проводить бонитировку, включающую учет по полу. После бонитировки самок и самцов рассаживают в отдельные преднерестовые пруды.

Лекция № 3

Тема: Биологические особенности рыб, как объектов селекции

Как объекты селекции рыбы обладают рядом ценных свойств. Большие возможности селекции на рыбах связаны с их высокой плодовитостью. Плодовитость каповых рыб исчисляется сотнями тысяч, от отдельных самок удается получить более 1 млн. личинок.

Огромная плодовитость рыб позволяет проводить селекцию с чрезвычайно высокой интенсивностью. Напряженность отбора на рыбах в десятки раз превышает максимально возможную напряженность отбора при селекции многих домашних животных.

Другой благоприятной особенностью многих видов рыб является наружное оплодотворение. Возможность непосредственного экспериментального воздействия на мужские и женские половые клетки, а также на развивающиеся эмбрионы, существенно расширяет арсенал методов селекции и позволяет использовать такие приемы селекционной работы, которые в работах с другими домашними животными невозможны.

Сравнительно небольшая стоимость выращивания производителей рыб позволяет в одном хозяйстве вырастить многочисленное селекционное стадо. Последнее в сочетании с высокой плодовитостью рыб создает благоприятные предпосылки для концентрации селекционной работы в ограниченном числе хозяйств.

Наряду с положительными свойствами у рыб имеются особенности, создающие серьезные трудности при проведении селекционных работ.

Большинство разводимых видов рыб характеризуются поздним созреванием. Например, у карпа смена поколений в обычных условиях проходит через 4-6 лет. Таким образом, получение 5-7 селекционных поколений (необходимых для формирования породы) требует не менее 25-30 лет.

Многие признаки у рыб подвержены сильному влиянию внешней среды. Большая паратипическая изменчивость затрудняет выявление генетических различий у селекционируемых рыб.

Большие сложности при проведении селекционной работы связаны с обитанием рыб в водной среде. В процессе выращивания рыбы не могут быть подвергнуты прямому

визуальному контролю. В связи с этим, селекция по некоторым важным признакам, например, по активности потребления корма, оплате корма и т.п., практически невозможна.

Обитание рыб в водной среде создает чрезвычайно большие сложности в отношении контроля за условиями среды, при прудовом выращивании нельзя обеспечить стандартные условия, необходимые для оценки селекционируемого материала.

Перечисленные положительные и отрицательные свойства рыб, как объектов селекции, составляют специфику селекционно-племенной работы с ними, определяют особенности ее организации и методов ведения.

Лекция № 4

Тема: Основные направления селекции в товарном рыбоводстве

Селекционная работа начинается с определения общих задач селекции, выбора ее основных направлений и подбора признаков, по которым будет осуществляться селекция. При этом важно учитывать не только хозяйственно – экономическую значимость признака, но и его особенности – характер проявления, фенотипическую и генотипическую изменчивость, корреляции с другими признаками.

В селекционной работе с рыбами приходится решать обычно две основные задачи: улучшение продуктивных качеств объекта разведения и создание пород, приспособленных к конкретным условиям разведения. Разграничение этих задач условно, т.к. в любом случае речь идет об улучшении продуктивности и товарных качеств на фоне конкретных условий выращивания.

Основными путями повышения продуктивности является ускорение темпа роста за счет более полного использования естественной пищи, повышение жизнеспособности рыб, в том числе повышение их устойчивости к неблагоприятным условиям среды и к болезням.

Приведем важнейшие направления селекции некоторых объектов товарного рыбоводства:

Карп - Повышение эффективности использования (оплаты) корма, скорости роста, общей жизнеспособности, устойчивости к наиболее опасным заболеваниям (краснуха, ВПП, жаберное заболевание), создание пород, приспособленных к различным зонально – климатическим условиям, создание пород, приспособленных к заводской технологии.

Форель - Повышение оплаты корма, скорости роста, общей жизнеспособности и устойчивости к заболеваниям, повышение плодовитости

РЯР - Приспособленность к факторам domestikации (в том числе к заводскому воспроизводству, ускорение полового созревания, изменение сроков сезонного созревания).

Осетровые - Приспособленность к факторам domestikации, ускорение полового созревания, повышение темпа роста.

Улучшение признаков продуктивности, и в первую очередь, повышение темпа роста, является ведущим направлением селекции в работах с большинством объектов разведения.

Не менее важное значение имеет решение второй задачи – создание комплекса специализированных пород, приспособленных к различным условиям разведения.

Признаки продуктивности

Под продуктивностью в рыбоводстве понимают суммарный прирост массы рыб, получаемый за определенный период времени с единицы площади. Таким образом, продуктивность представляет собой интегральный признак, зависящий в своем выражении от двух основных показателей: скорости роста рыб и их жизнеспособности.

Скорость роста

Она является важнейшим признаком, непосредственно связанным с продуктивностью. Быстро растущие рыбы, как правило, дают более высокий выход общей продукции с единицы площади при меньших затратах кормов на ее производство.

Рост рыб зависит от совокупности внутренних и внешних факторов. При организации селекционных мероприятий необходимо учитывать следующие особенности роста рыб:

1. Рыбы растут в течение всей жизни, однако наиболее интенсивный рост наблюдается в период до достижения ими половой зрелости. У большинства видов самки крупнее, чем самцы (половой деморфизм), что связано с более ранним половым созреванием самцов, тормозящим соматический рост рыб.

2. Скорость роста рыб сильно подвержена влиянию условий среды. Как и у всех пойкилотермных животных, рост рыб зависит от температуры воды. Существенное влияние на рост рыб оказывают также обеспеченность пищей, качество корма, гидрохимический режим водоема и т.п. Влияние любого из этих факторов, особенно температуры и условий питания, приводит к огромным различиям по средней массе у особей одного и того же возраста и происхождения.

3. При совместном выращивании большое влияние на рост рыб может оказать фактор взаимодействия – более крупные рыбы угнетают рост более мелких; последнее приводит к усилению индивидуальных различий.

Влияние фактора взаимодействия особенно четко прослеживается при сравнении результатов раздельного и совместного выращивания группы рыб, различающихся по массе. В обоих случаях рыбы с большей начальной массой оказываются, как правило, крупнее. Однако при совместном выращивании эти различия усиливаются и тем больше, чем выше плотность посадки и, следовательно, конкуренция.

Жизнеспособность и устойчивость к болезням

Под жизнеспособностью понимают устойчивость животных к неблагоприятным факторам среды.

Жизнеспособность определяют по выживаемости, т.е. относительному количеству, выживших за определенный период.

Жизнеспособность относится к количественным признакам с полигенным наследованием. Однако по характеру индивидуального проявления этот признак является пороговым и имеет только два альтернативных состояния (рыба выжила или погибла), что делает невозможным применение обычных методов отбора.

Жизнеспособность находится под контролем естественного отбора, действие которого в процессе domestikации снижается.

При селекции на жизнеспособность важное значение имеют косвенные методы отбора с использованием различных морфологических и физиологических признаков, коррелятивно связанных с общей устойчивостью. В частности, уровень жизнеспособности в определенной степени коррелирует с интенсивностью роста. Более крупные, хорошо растущие особи отличаются, как правило, и высокой выживаемостью.

В процессе одомашнивания животных и создания высокопродуктивных пород все большее внимание уделяется специфической устойчивости к отдельным неблагоприятным факторам. К последним относятся различные заболевания, токсические вещества, пониженное содержание кислорода в воде, высокие и низкие температуры воды и т.п.

Повышение устойчивости к опасным инфекционным и паразитарным заболеваниям является одной из самых важных задач в работах со многими объектами товарного рыбоводства. Актуальность этого направления селекции в рыбоводстве связана с существованием природных очагов возбудителей заболеваний. Единственной надежной мерой борьбы в этом случае является повышение наследственной резистентности.

Предпосылкой для успешной селекции на устойчивость к заболеваниям служит генетическая изменчивость по резистентности, обнаруженная у многих рыб.

Наличие генетической изменчивости по устойчивости к заболеваниям обеспечило положительные результаты в работах со многими видами рыб, в том числе, с карпом (повышение устойчивости к заболеванию краснухой) и форелью (повышение устойчивости к фурункулезу и алиментарным заболеваниям).

Сложность селекции на повышенную резистентность к заболеваниям связано прежде всего с характером проявления самого признака, четкая дифференцировка которого затруднена.

Селекция на устойчивость к заболеваниям сталкивается с большими трудностями, связанными со сложной этиологией самого заболевания, возникновение которого может зависеть от ряда биотических и абиотических факторов.

И, наконец, самая серьезная трудность при селекции рыб на устойчивость к заболеваниям состоит в чрезвычайно медленном темпе селекционного процесса в сравнении с темпом эволюции самого возбудителя, что обеспечивает высокую приспособляемость последнего.

В настоящее время все более ощущается необходимость в селекции рыб на устойчивость к разным токсическим веществам, попадающим в водоем.

Эффективность использования корма

Селекция рыб на эффективность использования корма сопряжена с большими трудностями: во-первых, из-за невозможности прижизненного, индивидуального учета съеденного корма, во-вторых, из-за потерь корма в результате его вымывания и смешивания с почвой ложа пруда и, в третьих, из-за присутствия в прудах трудно учитываемой естественной пищи.

Положительной связью с оплатой корма имеет скорость роста. Быстрорастущий карп эффективнее использует корма.

Пищевая ценность рыб

Пищевая ценность рыбной продукции зависит от многих признаков: количество съедобных и несъедобных частей, вкусовое качество и химический состав мяса, а у некоторых видов рыб – число межмышечных косточек.

Увеличение выхода съедобных частей представляет хозяйственный интерес применительно ко всем видам рыб. Показателями, которые можно использовать при селекции в указанном направлении, являются некоторые особенности телосложения: особи с большим выходом мясной продукции характеризуются меньшим размером головы, более округлой (мясистой) формой.

Число межмышечных косточек как селекционный признак представляет интерес в работах с карповыми рыбами. Большое количество мелких межмышечных косточек у карповых рыб снижает их пищевую ценность, в связи с чем в некоторых странах эти рыбы вообще не пользуются спросом.

Воспроизводительная способность

Показателями, характеризующими воспроизводительную способность у рыб, являются: плодовитость, скорость полового созревания, сроки нерестового сезона. Большое значение имеет также повышение приспособленности к условиям заводского воспроизводства.

Плодовитость

В рыбоводстве, в первую очередь, важны показатели плодовитости самок. Различают абсолютную и относительную плодовитость. Абсолютная определяется общим числом икринок в яичнике, относительная – числом икринок на 1 кг массы тела.

На практике чаще используют показатель рабочей плодовитости, т.е. общее количество икры, полученной от самки в течение одного нерестового сезона.

Важнейшей рыбоводной характеристикой является число личинок, получаемых от одной самки. Хотя данный показатель зависит от множества факторов (качества используемых самцов, условий и способов получения потомства и т.п.), он в целом тесно коррелирует с плодовитостью самок и может быть использован для оценки.

Селекция на повышение плодовитости является одним из ведущих направлений в работах с лососевыми (форель). Отбор по плодовитости проводят и в работах с карпом.

Скорость полового созревания

Скорость полового созревания относится к числу важнейших характеристик воспроизводительной способности рыб. У рыб с медленным половым созреванием (осетровые, РЯР и др.) получение зрелых производителей в более раннем возрасте позволяет снизить затраты на выращивание племенного материала, ускорить смену поколений и селекционный процесс в целом. В северных районах это направление селекции является весьма актуальным и для карповодства.

Помимо температуры на скорость полового созревания может оказывать влияние обеспеченность пищей. У карпа в южных зонах улучшение условий нагула и связанное с этим повышение темпа роста приводят к ускоренному половому созреванию.

Скорость созревания производителей в нерестовом сезоне

Время готовности производителей к нересту представляет практический интерес в работах со многими видами рыб. У растительноядных рыб и форели более раннее созревание позволяет повысить рыбопродуктивность прудов за счет их зарыбления в более ранние сроки.

Изменчивость по времени полового созревания самок в нерестовом сезоне особенно свойственна видам, находящимся на начальной стадии одомашнивания (растительноядные рыбы, пелядь и др.).

Высокие изменчивость и повторяемость по срокам нереста позволяют предположить наличие большой наследственной гетерогенности по этому признаку и возможность эффективной селекции, что подтверждается уже достигнутыми результатами. Так, в Казахстане у самок белого толстолобика третьего селекционного поколения отмечено более раннее (примерно на 20 дней) наступление нерестового сезона.

Оценивая перспективы селекции в данном направлении необходимо иметь в виду, что дифференцировка стада на различные сезонные формы и ее закрепление в ряду поколений может возникать и под влиянием экологических факторов: созревание однажды в более ранние сроки особи имеют возможность (за счет большего периода нагула) лучше подготовиться к очередному нересту и в следующем сезоне снова созреть раньше других рыб. Так может возникнуть и закрепиться фенотипическая гетерогенность производителей по срокам сезонного созревания.

Приспособленность к заводскому воспроизводству

Рыбохозяйственное освоение объектов влечет за собой, как правило, изменение условий их воспроизводства. Многих рыб (растительноядных, осетровых, пелядь, форелей) разводят в условиях специальных заводов. Заводской способ воспроизводства в настоящее время стал одним из первых.

Селекция на приспособленность к заводскому способу воспроизводства учитывает такие показатели, как синхронность созревания производителей, положительный ответ на стимуляцию гонадотропическими гормонами, повышенную устойчивость к влиянию различных стрессовых факторов (травматизации, воздействию гормонами и т.п.). Важное значение имеют также показатели, характеризующие жизнеспособность икры и молоди при заводской технологии, существенно отличающейся от условий естественного размножения. Поскольку все перечисленные признаки поддаются непосредственному контролю, отбор по ним не представляет большой сложности.

Морфологические и физиологические признаки, коррелирующие с признаками продуктивности

Организм животного представляет собой целостную систему, в которой все признаки функционально связаны между собой. Селекция по какому-либо показателю приводит к коррелятивному изменению многих других признаков: меняется внешний вид животного, строение и функционирование его внутренних органов, особенности поведения.

Односторонний интенсивный отбор по показателям продуктивности может привести к ослаблению жизнестойкости животного. Так, следствием селекции на ускоренный рост форели может быть церроидное перерождение печени.

Совокупность морфологических и физиологических признаков организма называют конституцией. Различают внешние (экстерьерные) и внутренние (интерьерные) конституционные признаки.

Экстерьерные признаки

К экстерьерным признакам, учитываемым при селекции, относятся характер телосложения, окраска наружных покровов, тип чешуйного покрова (у карпа), отсутствие внешних дефектов.

Телосложение – соотношение размеров различных частей тела – учитывается при селекции практически всех животных.

Для получения показателей, характеризующих телосложение рыб, определяют длину тела l (от конца рыла до конца чешуйчатого покрова), длину головы C (от конца рыла до конца жаберной крышки), наибольшую высоту тела H , наибольшую ширину B и наибольший обхват тела O . На основании полученных данных рассчитывают соответствующие селекционные индексы: коэффициент упитанности ($K_y = P/l^3 \cdot 100$), относительную длину головы (C/l , %), относительную высоту тела (l/H), относительную ширину тела (B/l , %), относительный обхват (O/l , %).

Для каждой породы и породной группы должен быть свой стандарт по признакам телосложения, в пределах которого отбор может давать положительные результаты. Выход за пределы этого стандарта в ту или иную сторону может привести к нарушению функциональных систем организма и, следовательно, к снижению продуктивности. Определение такого стандарта является обязательным для всех имеющихся и создаваемых пород рыб.

Разнообразие по типу чешуйного покрова известно у карпа. С хозяйственной точки зрения более желательны рыбы с меньшим количеством чешуй на теле. В связи с этим особенно привлекательны голые карпы, но они обладают пониженной продуктивностью. Важное значение поэтому имеет выведение малочешуйчатых форм разбросанного карпа, характеризующихся почти полной редукцией чешуйного покрова. Таковы, например, современные немецкие карпы. Сравнительно мало чешуи имеют украинские рамчатые карпы и румынские.

Тип чешуйного покрова можно использовать как метку, что существенно упрощает задачу поддержания в чистоте неродственных групп, используемых в хозяйствах для промышленного скрещивания.

Окраска тела имеет непосредственное селекционное значение только у аквариумных рыб. Различие по окраске, как и по чешуйчатому покрову, используют для генетического маркирования разных племенных групп.

Интерьерные признаки

Для оценки селекционируемого материала используют такие признаки как: строение осевого скелета и количество позвонков, относительную длину кишечника, особенности морфологии плавательного пузыря. Сложность работ со всеми этими признаками в трудности их прижизненной оценки.

Физиологические показатели

Физиологические признаки пока не нашли широкого использования в селекционной работе с рыбами. Некоторые из них представляют интерес как возможные физиологические тесты на продуктивность. К числу таких признаков относятся гематологические показатели, устойчивость к гипоксии, уровень обмена.

Лекция № 5

Тема: Генетические характеристики различных селекционируемых групп в рыбоводстве (породы, породные группы, кроссы). Особенности их культивирования

Товарное рыбоводство – быстро развивающаяся отрасль народного хозяйства, призванная обеспечить население страны полноценным белковым продуктом.

В настоящее время выращивание рыбы осуществляется в условиях ухудшающегося гидрохимического режима, более напряженной эпизоотической ситуации. Крайне неблагоприятные последствия имеет загрязнение водоисточников хозяйств техническими отходами промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

Одновременно с развитием прудового рыбоводства большое значение в производстве товарной рыбы приобретает культивирование рыб в садках и бассейнах хозяйств, использующих отработанные воды тепловых и атомных станций, а также в установках с замкнутым водообеспечением (индустриальное рыбоводство).

Таким образом, перед селекционерами стоит задача создания пород с высокой продуктивностью в условиях, резко отличных от природных. Решение этой задачи требует преобразования наследственных свойств объектов рыбоводства путем интенсивной селекционной работы.

В зоотехнии при селекции животных выделяют следующие понятия: порода - это группа животных, которая независимо от охранный способности обладает генетически обусловленными биологическими и морфологическими свойствами и признаками, причем некоторые из них специфичны для данной группы и отличают ее от других групп животных. Порода может быть представлена женской или мужской особью или племенным материалом.

К охраняемым категориям в животноводстве относятся линия, тип, кросс линий. Эти понятия как категории селекционного достижения обозначают следующее:

Тип – группа животных, которая при явном отличии от исходной породы или типа:

- наследует наиболее существенные признаки исходной породы или типа, отражающие генотип или комбинацию генотипов исходной породы;
- соответствует генотипу или комбинации генотипов исходной породы за исключением отклонений, вызванных применением таких методов, как индивидуальный отбор из исходной породы или типа, вводное скрещивание, генная инженерия.

Кросс линий (гибрид) – группа животных, представляющая собой потомство от скрещивания линий (типов, кроссов линий), принадлежащих к одной или нескольким породам.

Линия – генетически однородная группа животных, происходящая от одного или нескольких родоначальников одной или нескольких пород.

В Государственный реестр России, 4-е официальное издание которого было опубликовано в 2001 году, было внесено всего 30 объектов рыбоводства. Из них на карповые приходилось: 9 пород карпа, 2 породы и 1 кросс толстолобиков; на форелевые – 5 пород.

В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию, изданном в 2010 году, породный состав и количество селекционных достижений России включает в себя уже 19 разновидностей карпа (*Cyprinus carpio* L.), в том числе 14 пород, 2 типа и 3 кросса.

По данным 2011 г., в сельскохозяйственном рыбоводстве Российской Федерации разводят всего 36 пород и 10 одомашненных форм карповых, лососевых, осетровых, сиговых и цихлидовых рыб.

Карповые одомашненные формы представлены белым амуром, черным амуром, белым и пестрым толстолобиками.

Хромосомный механизм определения пола у рыб

У многих видов рыб, пол определяется присутствием в хромосомном наборе пары половых хромосом (гетерохромосом). У рыб известно два типа определения пола: с мужской и женской гетерогаметностью. При мужской гетерогаметности самки имеют две одинаковые половые хромосомы (генотип XX), а самцы – две разные (генотип XY). При женской гетерогаметности, наоборот: разные половые хромосомы у самок (генотип ZW) и одинаковые у самцов (генотип ZZ). Таким образом, при мужской гетерогаметности пол будущего потомка определяется спермием, а при женском – яйцеклеткой. Большинству исследованных видов рыб свойственна мужская гетерогаметность (каarp, белый амур, форель и т.д.). Женская гетерогаметность широко распространена среди представителей семейства карповых. В некоторых случаях близкие виды имеют разный тип определения пола. Например, у теляпии известны виды с мужской и женской гетерогаметностью.

Развитие воспроизводительной системы и оплодотворение у рыб

Процесс развития воспроизводительной системы включает формирование половой железы – яичника или семенника и превращение первоначально индифферентных половых клеток в зрелые мужские и женские половые клетки (гаметогенез).

Оогенез. В процессе развития женская половая клетка претерпевает существенные изменения, в результате чего она превращается в зрелую яйцеклетку. Эти изменения затрагивают все структурные элементы клетки: хромосомы (и ядро в целом), цитоплазму, оболочки. Они приводят к изменению размеров клетки, ее морфологии, химического состава, метаболизма. В период оогенеза осуществляется первое (редукционное) деление мейоза, которое приводит к перераспределению хромосом в половых клетках и к сокращению их числа до гаплоидного уровня.

Сперматогенез. Началу сперматогенеза предшествуют многочисленные митозы, ведущие к образованию большого числа сперматогониев. Собственно сперматогенез включает три стадии: роста, созревания и формирования сперматозоида.

Гаметогенез сопровождается изменениями половой железы: в процессе полового созревания, по мере роста и развития мужских и женских половых клеток увеличивается размер гонад, изменяется их форма, цвет и другие признаки.

Оплодотворение. Костистым рыбам свойственно моноспермное оплодотворение. Зрелая яйцеклетка имеет одно микропиле, через которое проникает единственный спермий. Зрелая овулировавшая яйцеклетка находится на стадии метафаза II. После проникновения сперматозоида завершается второе деление мейоза и отделяется второе направительное тельце. Позднее в яйцеклетке формируется женский и мужской пронуклеусы и веретено первого деления дробления зародыша. В результате процесса оплодотворения в ядрах клеток восстанавливается диплоидное (соматическое) число хромосом.

Частная генетика объектов рыбоводства

Среди объектов рыбоводства генетически наиболее полно изучен карп - как основной объект разведения.

Наследуемые внешние качественные признаки

Под качественными признаками понимают альтернативные контрастирующие особенности. Изменчивость по таким признакам выражена в ограниченном числе четко различающихся дискретных типов. Рассмотрим наследование некоторых качественных признаков у объектов товарного рыбоводства.

Генетика чешуйчатого покрова у карпа

Среди культурных карпов встречаются 4 разных типа: чешуйчатые, разбросанные, линейные и голые.

Чешуйчатые карпы имеют сплошной чешуйчатый покров, чешуя образует на теле правильные ряды. У трех остальных типов наблюдается редукция чешуйчатого покрова. Разбросанные карпы только частично покрыты чешуей с неправильным распределением

чешуй по телу. Линейные карпы характеризуются наличием ровного ряда крупной чешуи вдоль боковой линии, отдельные чешуйки имеются у основания плавников. У голых карпов редукция чешуйного покрова выражена наиболее сильно. Тело голых карпов почти полностью свободно от чешуи; отдельные чешуйки, как и у линейного карпа, встречаются у основания плавников.

Закономерности наследования разных типов чешуйного покрова были изучены еще в 30-е годы. Установлено, что тип чешуйного покрова определяется двумя не сцепленными (расположенными в разных хромосомах) аутосомными генами, каждый из которых представлен двумя аллелями (доминантным и рецессивным): S-s и N-n. Сочетание аллелей двух генов следующим образом определяет тип чешуйного покрова: SSnn, Ssnn – чешуйчатые, ssnn – разбросанные, SSNn и SsNn – линейные, ssNn – голые.

Доминантный аллель N в гомозиготном состоянии обладает летальным эффектом; проявляющимся на поздних этапах эмбриогенеза и в период вылупления. Таким образом, скрещивание карпов – носителей гена N дает в потомстве 25% нежизнеспособных гомозигот NN.

Разбросанные, линейные и голые карпы представляют собой мутантные формы, возникшие в ходе эволюции в результате мутаций генов: S→s и n→N.

Разбросанные карпы (ss) вполне жизнеспособны, но в случае неблагоприятных условий содержания, количество чешуйчатых особей повышается при возвратном скрещивании до 52-55% за счет их более высокой жизнестойкости.

Доминантность гена S является по-видимому, неполной. Гетерозиготные чешуйчатые карпы растут несколько быстрее гомозиготных, у гетерозигот чаще наблюдаются нарушения в расположении чешуи на теле.

Различия по жизнеспособности между карпами с генотипами Nn и nn гораздо больше; гетерозиготы отличаются сильно пониженной выживаемостью. Даже при сравнительно благоприятных условиях выращивания карпа наблюдается довольно существенное отклонение от ожидаемых отношений.

Предложенная Кирпичниковым гипотеза наследования основных типов чешуйного покрова у карпа была подтверждена последующими работами, проведенными в разных странах. Очевидно, гены N и s возникли (или были обнаружены) у европейского сазана вскоре после его одомашнивания как две не зависимые мутации. Результатом мутации S→s было появление зеркальных карпов разбросанного типа, мутация n→N привела к возникновению линейных карпов. И разбросанные и линейные карпы характеризуются частичной редукцией количества чешуй и увеличением их размеров. Позднее совмещение двух мутантных генов у одной особи дало голых карпов (ssNn), почти совсем, а иногда и совсем лишенных чешуи.

Таким образом, гомологичные гены чешуи появились среди карпов, относящихся к трем подвидам, которые не только имеют различные ареалы, но и очень сильно морфологически или физиологически отличаются друг от друга. Мы видим здесь яркий пример проявления у рыб закона гомологичных рядов наследственной изменчивости, открытого Вавиловым.

Приведем теоретические результаты всех возможных скрещиваний карпов с разным типом чешуйчатого покрова (таблица)

Различия в выживаемости между карпами, несущими ген N и лишенными этого гена, резко усиливаются при неблагоприятных условиях содержания рыб. Пониженная выживаемость карпов с геном N является следствием неблагоприятного действия этого гена на большое число признаков.

В селекционной практике часто возникает необходимость в определении генотипа чешуйчатых или линейных карпов по гену S (т.е. в идентификации гомо- и гетерозигот). Эта задача решается путем скрещивания чешуйчатых и линейных карпов с разбросанными (ss). Отсутствие в потомстве от такого скрещивания разбросанных карпов свидетельствует о гомозиготности проверяемого производителя по гену S. Отбор только гомозиготных

чешуйчатых карпов (SSnn), выявленных с помощью анализирующего скрещивания, позволяет в дальнейшем избавиться от выщепления разбросанных особей.

Гены чешуйчатого покрова оказывают сильное влияние на многие другие признаки, обуславливая в целом очень большие различия между карпами четырех указанных типов.

С рыбохозяйственной точки зрения наиболее важные различия четырех генетических групп карпа по показателям продуктивности – росту и выживаемости. При выращивании в прудовых условиях более продуктивными обычно оказываются чешуйчатые и разбросанные карпы; по скорости роста голые и линейные уступают им на 15-20%. Различие по жизнеспособности усиливается при неблагоприятных условиях.

Данные о низких продуктивных качествах линейных и голых карпов позволили еще в 40-х годах поставить вопрос о необходимости выбраковки этих форм из маточных стад промышленных хозяйств. Вследствие, голые и линейные карпы были практически полностью изъяты из маточных и ремонтных стад. Вместе с тем благодаря некоторым физиологическим особенностям и характеру поведения голые карпы могут представлять интерес, в частности при разведении в садках и бассейнах тепловодных хозяйств.

Генетика некоторых типов окраски. Генетическая изменчивость по окраске тела у карпа и у других рыб связана с мутациями генов, влияющих на синтез пигментов или на структуру пигментных клеток. Генетический анализ показал, что ряд типов окраски контролируется аутосомными генами, не сцепленными друг с другом и с генами чешуйчатого покрова.

Чешуйчатый карп имеет серебристо-серую с зеленоватым отливом окраску тела, более темную со стороны и почти белые со стороны брюшка. У форм с редуцированным чешуйчатым покровом (разбросанные, линейные и голые) окраска кожи зеленовато- или желтовато-коричневая. Наряду с такими «нормальными» рыбами встречаются карпы с измененной окраской – хромисты.

В карповых стадах разных стран встречаются голубые карпы. Скрещивание голубых карпов друг с другом дает в потомстве только голубых рыб. Таким образом, голубые карпы всегда гомозиготны по мутантному рецессивному гену окраски. Несмотря на сходный фенотипический эффект, голубые карпы возникли в разных случаях в результате мутаций разных генов, обозначаемых как v_d , v_r и v .

Известны карпы с золотой и серой окрасками. Оба эти типа являются простыми рецессивными признаками. Гены золотой и серой окрасок отрицательно влияют на рост.

Наряду с четко менделирующими признаками у прудовых рыб встречаются разнообразные отклонения от нормы, которые, хотя и носят наследственный характер, трудно поддаются генетическому анализу (так называемые фенодевианты). К числу подобных аномалий относятся различные уродства головы (мопсовидность и др.), плавников и позвоночника, редукция глаз и многие другие дефекты. Такие отклонения могут быть связаны с различными внешними причинами, однако важное значение при этом имеет наследственная предрасположенность рыб.

Число фенодивантов увеличивается при инбридинге. Частота возникновения фенодивантов является поэтому одним из показателей ослабления наследственной конституции селекционируемого материала.

Данные по генетике менделирующих качественных признаков находят большое применение в практической селекции. Можно назвать три основные области их практического использования: прямой отбор по генам, положительно влияющим на хозяйственно – ценные признаки; контроль за изменением генетической структуры стада (популяции) в процессе селекции, генетическое маркирование.

Гены многих качественных признаков имеют плеiotропное действие и, если оно затрагивает хозяйственно – полезные признаки, отбор рыб – носителей данного гена может дать прямой рыбохозяйственный эффект. Широко используется плеiotропное действие генов чешуйного покрова у карпа: выращивание только чешуйчатых и разбросанных карпов повышает рыбопродуктивность прудов. В индустриальных условиях выгодным может быть

выращивание светлых карпов, которые характеризуются хорошим ростом и спокойным поведением. Выращивание светлых карпов в прудах неэффективно прежде всего из-за избирательного их истребления птицами.

Генетика количественных признаков

К категории количественных признаков относится большая часть хозяйственно-ценных особенностей, в том числе и все основные показатели продуктивности (масса, выживаемость, плодовитость, устойчивость к заболеваниям и т.д.), показатели экстерьера, многие физиолого-биохимические особенности и др.

Важной особенностью количественных признаков является полигенный характер их наследования. Это означает, что на признак влияет большое количество генов, эффект каждого из которых обычно незначителен.

Кроме того, фенотипическое проявление количественного признака зависит от условий среды. Существенное влияние на проявление количественного признака может оказать взаимодействие генетических факторов и условий среды.

В целом, накопленные к настоящему времени материалы показывают, что по многим признакам рыбы имеют достаточно высокую генетическую изменчивость. Это особенно относится к новым объектам товарного рыбоводства (сиговым, РЯР, канальному сому и др.), находящимся на начальных стадиях одомашнивания.

Требования к условиям выращивания рыб при селекции

Известно, что разные породы животных, а также отдельные индивидуумы по-разному реагируют на условия содержания. Хорошо отселекционированные породы проявляют свойственную им высокую продуктивность только при достаточно высоком биотехническом уровне, в то время как при неблагоприятных условиях и особенно при ограниченном питании более продуктивными могут оказаться беспородные животные.

Таким образом, фенотипическое значение признака, по которому судят о племенной ценности животного, зависит от определенного сочетания наследственных факторов и условий среды. Взаимодействие "генотип - среда" особенно сильно проявляются у признаков с низкой наследуемостью, обладающих высокой паратипической изменчивостью, таких, как, например, рост и выживаемость.

Перечисляем основные методические требования, которые необходимо соблюдать при проведении селекционных работ с рыбами.

1. При воспроизводстве селекционируемого материала должна поддерживаться его генетическая гетерогенность, что достигается определенной численностью производителей (15-20 пар и более).

2. Во избежание случайных стартовых различий, увеличивающих ненаследственную изменчивость в потомстве, необходим единовременный нерест всех используемых для воспроизводства производителей. При заводском воспроизводстве это условие выполнить несложно: потомство получают, смешивая половые продукты от всех самок и самцов.

3. Выращивание племенных рыб целесообразно проводить в одном, достаточном по площади пруду. В случае выращивания в нескольких прудах последующее объединение рыб недопустимо, т.к. это может привести к существенному увеличению паратипической изменчивости, снижающей эффективность отбора.

4. Основной отбор рыб следует проводить в "товарном возрасте": при двухлетнем обороте - среди двухлетков, при трехлетнем - среди трехлетков. В более раннем или более позднем возрасте проведение интенсивного отбора неэффективно, т.к. корреляция величины массы тела у рыб разного возраста сравнительно невысока.

5. Выращивание племенных рыб до проведения основного отбора следует проводить в условиях, близких к производственным.

Лекция № 6

Тема: Системы разведения рыб. Типы и назначение применяемых скрещиваний в рыбоводстве

Системы разведения

Под разведением понимают размножение животных, осуществляемое под контролем человека. Различают чистопородное разведение и скрещивание.

Чистопородное разведение

Чистопородное разведение предполагает воспроизводство какой-либо племенной группы (породы, породной группы и т.п.) в "чистоте". По степени родства производителей чистопородное разведение подразделяют на родственное (инбридинг) и неродственное (аутбридинг).

Под инбридингом понимают получение потомства от производителей, состоящих в близкой степени родства.

Инбридинг, как метод разведения, широко используют в селекции многих с/х животных. Родственное разведение необходимо для сохранения в селекционном стаде ценных генов, полученных от выдающегося родоначальника. Умеренный инбридинг ускоряет процесс стабилизации породы. Инбридинг является обязательным приемом при создании генетически однородных групп, предназначенных для промышленной гибридизации.

Показателем степени инбридинга служит коэффициент инбридинга, под которым понимают вероятность уменьшения числа гетерозиготных локусов по сравнению с исходным состоянием.

Родственное разведение ведет, как правило, к угнетению ряда признаков – инбредной депрессии. Основной причиной инбредной депрессии является переход в гомозиготное состояние и, как следствие, - фенотипическое проявление вредных рецессивных генов.

При инбридинге резко снижается выживаемость и плодовитость потомков, а в некоторых случаях близкородственное скрещивание ведет к полной утере селекционируемого материала.

Степень проявления инбредной депрессии сильно зависит от скорости нарастания коэффициента инбридинга.

Степень проявления инбредной депрессии сильно зависит от интенсивности и направленности отбора. При интенсивной селекции по признакам наиболее подверженным инбредной депрессии (плодовитость, жизнеспособность, темп роста) идет автоматический отбор гетерозигот. Это способствует сохранению полиморфизма по важнейшим генетическим системам и тем самым частично или почти полностью нейтрализует отрицательное влияние инбридинга.

Аутбридингом называют получение потомства от неродственных производителей. Неродственными обычно считают особей, у которых общие предки отсутствуют не менее чем в пяти поколениях. Аутбридинг сохраняет высокую гетерозиготность селекционируемой популяции. Обычно его применяют на более поздних стадиях селекционного процесса для обеспечения массовой репродукции племенного материала.

Скрещивание

Получение потомства от производителей, относящихся к разным племенным группам (породам, внутривидовым группам, отводкам и т.п.), называют скрещиванием. При скрещивании более отдаленных форм (подвидов, видов и т.п.) говорят о гибридизации.

Скрещивание приводит к объединению наследственных задатков генетически разных особей. Получаемое потомство обладает обогащенной наследственностью, что открывает широкие возможности для селекции. Скрещивание является, таким образом, одним из важнейших приемов, используемых для улучшения существующих и выведения новых пород (преобразовательное скрещивание).

В зависимости от поставленной задачи, исходные неродственные группы используют в скрещиваниях однократно или многократно. В соответствии с этим различают несколько типов преобразующего скрещивания.

Воспроизводительное скрещивание – однократное скрещивание производителей разного происхождения. Полученных помесей в дальнейшем воспроизводят "в себе"; в ряду поколений проводят интенсивный отбор в направлении, отвечающем задаче селекции.

Вводным скрещиванием называют однократное скрещивание местной породы или беспородной группы с породой – улучшателем. Затем полученных гибридов в течение нескольких поколений скрещивают с исходной местной формой.

Вводное скрещивание применяют обычно в том случае, когда местный материал удовлетворяет в целом требованиям селекционера. Скрещивание же используется для передачи лишь какого-то одного или немногих свойств, отсутствующих у местной породы.

Поглотительное скрещивание – многократное скрещивание гибридов с породой – улучшателем. При этом самок местных стад скрещивают с самцами завезенной ценной породы.

В рыбоводстве данный метод не представляет особого интереса: вместо него целесообразнее провести прямую замену местного материала, что, благодаря высокой плодовитости рыб, достигается сравнительно быстро.

Системы разведения, направленные на использование гетерозиса

Под гетерозисом понимают преимущество гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами.

Специальные генетические методы селекции

К ним относятся: индуцированный мутагенез, индуцированный диплоидный гиногенез, регуляция пола, экспериментальная полиплоидия, получение стерильных рыб и др. Перспективы использования таких методов на рыбах связаны с биологическими особенностями последних и, прежде всего, с высокой плодовитостью и внешним оплодотворением.

Индуцированный мутагенез

Под индуцированным (искусственно вызванном) мутагенезом понимают возникновение наследственных изменений в результате воздействия на организм особыми агентами-мутагенами. В зависимости от природы мутагена различают радиационный и химический мутагены.

Основной целью применения индуцированного мутагенеза в селекции рыб является увеличение генетической изменчивости за счет новых (индуцированных), в том числе, и полезных мутаций. Речь идет о мутациях генов, влияющих на проявление признаков продуктивности: роста, выживаемости, устойчивости к заболеваниям и др. При этом не исключается возможность возникновения каких-то качественных мутаций, что ведет к появлению особей с новыми, представляющими интерес для селекционера, свойствами.

Применение индуцированного мутагенеза особенно целесообразно при сильном истощении генетической изменчивости в селекционируемом стаде, когда обычные методы селекции становятся неэффективными.

Индуцированный гиногенез

Гиногенез – редкая форма полового размножения, при котором развитие зародыша осуществляется без участия отцовской наследственности.

Под индуцированным гиногенезом понимают получение генетических потомств у видов рыб, размножающихся обычным половым путем. К настоящему времени гиногенетические потомства получены и исследованы у многих видов рыб: карпа, белого амура, белого толстолобика, радужной форели и др.

Для получения гиногенетического потомства у видов, размножающихся обычным половым путем, необходимо решить две главные задачи. Первая состоит в осуществлении генетической инактивации спермиев, что сравнительно просто достигается путем обработки спермы высокими дозами мутагенов.

Осеменение икры инактивированной спермой приводит к образованию гаплоидных зародышей, развивающихся под контролем одинарного женского набора хромосом. Такие потомки погибают в период вылупления. Для получения полноценных (диплоидных) гиногенетических потомков необходимо решить вторую, более сложную задачу: добиться удвоения хромосомного набора яйцеклетки, что будет компенсировать недостающие мужские хромосомы.

Разработано несколько способов диплоизации женского хромосомного набора. Чаще всего для этой цели используют, так называемые "температурные шоки" – воздействие сублетальными (низкими или высокими) температурами на неоплодотворенную (стадия метафазы II) или оплодотворенную (стадия анафазы II) икру. В результате такого воздействия два материнских хромосомных набора остаются в яйцеклетке и формируют диплоидное ядро гиногенетического зародыша.

Регуляция пола и получение стерильных рыб

Регуляция пола у рыб может быть использована для решения разных селекционных и рыбохозяйственных задач. В первую очередь методы регуляции пола разрабатываются для получения особей какого – либо одного желаемого пола, представители которого имеют преимущественную хозяйственную ценность. У большей части объектов рыбоводства преимущество при товарном выращивании имеют самки, поскольку они позднее созревают и в связи с этим лучше, чем самцы растут. Проблема получения однополо-женских потомств особенно актуальна для лососевых и осетровых рыб, самки которых продуцируют деликатесный пищевой продукт – красную и черную икру.

Одним из наиболее перспективных способов получения однополо-женских потомств является гормональная инверсия пола.

Методы гормональной инверсии пола (превращение генотипических самок в функционально полноценных самцов или генотипических самцов в самок) разработаны для многих видов рыб, включая и объекты товарного рыбоводства (каarp, форель, белый амур и т. д.). Введение в определенных дозах мужского полового гормона (метилтестостерона) на ранних стадиях онтогенеза, соответствующих началу дифференцировки половой железы, приводит к развитию семенников у генотипических самок. Таким образом, можно получить функционально полноценных самцов с хромосомной конструкцией самок. И наоборот, обработка молоди женскими половыми гормонами (эстрогенами) приводит к развитию половой железы у генотипических самцов по женскому типу и позволяет получать самок инверсантов.

В работах с объектами товарного рыбоводства практический интерес чаще представляет выращивание однополо-женских потомств, что может быть достигнуто путем скрещивания обычных самок с самцами-инверсантами.

Наряду с выращиванием однополых потомств рыбохозяйственный интерес может представлять выращивание полностью стерильных рыб. Использование последних также позволяет контролировать численность рыб в водоеме. Кроме того, подавление генеративного обмена у стерильных рыб должно способствовать их лучшему росту.

Генетическим приемом получения стерильных рыб является индуцированная триплоидия – получение особей с тройным набором хромосом. При триплоидии затруднена нормальная конъюгация хромосом в мейозе, что ведет к нарушению гаметогенеза и к стерильности.

Отдаленная гибридизация рыб

Внешнее оплодотворение у рыб и связанная с ним легкость постановки скрещиваний являются предпосылками для широкого использования гибридизации в специальных ихтиологических исследованиях и в рыбоводной практике. В работах прикладного

направления отдаленная гибридизация может быть использована для получения промышленных гибридов (F_1), а также с целью селекции гибридогенных пород.

Примером длительной селекционной работы с отдаленными гибридами является селекция гибридогенной формы осетровых рыб – бестера. Эта селекция направлена на получение формы, сочетающей хороший рост белуги с ускоренным половым созреванием и высокими вкусовыми качествами стерляди.

Селекция межвидовых и более отдаленных гибридов возможна в тех случаях, когда гибриды оказываются плодовитыми, например, у гибридов лососевых и сиговых, гибридов толстолобиков.

Однако следует отметить, что все рассмотренные генетические методы селекции рыб эффективны только в сочетании с традиционными методами селекции, ведущая роль среди которых остается за направленным отбором.

Лекция № 7

Тема: Методы отбора, применяемые в селекционной деятельности в аквакультуре

Сущность отбора заключается в систематическом сохранении для воспроизводства части популяции. В природных популяциях этот процесс протекает стихийно: выживают и оставляют потомство наиболее приспособленные особи (естественный отбор). Отбор, осуществляемый человеком, называют искусственным отбором.

Формы и методы отбора

Различают три формы отбора: стабилизирующий, дизруптивный и направленный.

При стабилизирующем отборе для воспроизводства сохраняют особей модального класса, т.е. значения признаков близкие к средним для данной группы.

Стабилизирующий отбор применяют обычно для повышения приспособленности разводимого объекта к определенной стандартной технологии. Так, при заводском воспроизводстве карпа и других рыб, одной из важнейших задач является уменьшение изменчивости производителей (особенно самок) по реакции на гипофизарную инъекцию. Стабилизирующий отбор применяют для закрепления определенного типа экстерьера.

Дизруптивный отбор используют чаще всего в экспериментальных целях, например, при оценке эффективности селекции по какому – либо из признаков.

Направленный отбор является основным методом создания подавляющего большинства пород животных, что свидетельствует о его исключительно важной роли в селекции. Под его влиянием происходит последовательное изменение признака в направлении, отвечающем задаче селекции, с одновременным уменьшением изменчивости признака.

В зависимости от способа оценки отбираемых особей различают два основных метода отбора: массовый (групповой) и индивидуальный.

Массовый отбор остается пока что основным методом селекции рыб.

Основное преимущество массового отбора состоит в его относительной простоте. Однако оценка по фенотипу при массовом отборе не позволяет достоверно судить о генетической ценности отдельной отбираемой особи. Более точно эта задача может быть решена путем индивидуального отбора. Он основан на оценке фенотипа ближайших родственников. Усредненное значение фенотипа родственников отбираемой особи позволяет судить о ее генотипической ценности, поэтому индивидуальный отбор называют отбором по генотипу.

В селекции животных используют три типа индивидуального отбора: отбор по происхождению, семейный отбор и отбор по потомству. При оценке по происхождению учитывают продуктивность родственников по восходящей линии (мать, отец и т.п.). В селекции рыб такая форма отбора не применима, т.к. систематических записей родословной рыб обычно не ведется.

Получение достоверных данных при проведении семейного отбора требует достаточно большого числа повторностей по каждой семье, что в работах с рыбами осуществить весьма сложно. По этой причине семейный отбор пока еще имеет ограниченное применение в рыбоводстве.

Отбор по потомству – наиболее эффективный и широко распространенный в животноводстве метод индивидуального отбора. В данном случае каждого из оцениваемых производителей скрещивают с несколькими производителями другого пола и по продуктивности потомств судят о племенной ценности производителей.

Оценке производителей по потомству отводится важное место в селекционных работах с карпом и другими рыбами.

Лекция № 8

Тема: Генетические и рыбоводно-биологические характеристики пород, внесенных в Госреестр (осетровые, карповые рыбы)

В процессе одомашнивания вид дифференцируется на отдельные разновидности, называемые породами. По принятым в зоотехнии понятиям – порода – это достаточно многочисленная группа сельскохозяйственных животных одного вида, общего происхождения, сложившаяся под влиянием направленной деятельностью человека в конкретных условиях и характеризующаяся определенными физиологическими и морфологическими свойствами, которые стойко передаются по наследству. Такое определение породы в принципе применимо и к рыбам.

Формирование породы как генетически сбалансированной системы происходит под влиянием естественного и искусственного отбора. Повышение интенсивности искусственного отбора ускоряет этот процесс. Однако чрезмерно жесткий отбор в одном направлении, а также применение тесного инбридинга могут, наоборот, препятствовать образованию оптимально сбалансированной системы и тем самым сдерживать процесс формирования породы.

Каждая порода конкретна в том смысле, что она создается для определенной технологии разведения и выращивания. Нет и не может быть универсальных пород, одинаково продуктивных при любых условиях. Использование высокопродуктивных хорошо отселекционированных пород в условиях примитивной технологии, как это часто бывает в рыбоводстве, не может дать хороших результатов. Это положение необходимо учитывать при подборе породного материала для разведения.

Важной характеристикой породы является ее численность. Большая численность породы необходима для предотвращения инбридинга и поддержания оптимального уровня генетической изменчивости разводимых стад.

Карп является основным объектом товарного рыбоводства во многих странах, поэтому его селекции уделяется особенно большое внимание.

Разнообразие почвенно-климатических условий России определяет необходимость создания комплекса пород, приспособленных для разведения в различных районах. Работы по селекции карпа находятся на разных стадиях и многие из них далеки еще до создания породы. Однако имеющийся селекционный материал уже сейчас представляет практический интерес и используется в промышленности.

Ропшинский карп (В.С.Кирпичников)

Традиционное прудовое рыбоводство в нашей стране ограничивалось в основном южными районами. Продвижение карповодства на север сдерживалось низкой зимостойкостью карпа.

Первоначально, в 40-е годы, эта задача решалась путем использования для товарного выращивания промышленных гибридов от скрещивания карпа и амурского сазана. С 1949 г.

под руководством В.С.Кирпичникова были организованы работы по созданию зимостойкой породы ропшинского карпа.

Размножение ропшинского карпа проходит при сравнительно невысокой температуре воды: естественный нерест возможен при 16°C, а получение потомства заводским способом – при 14-15°C. Личинки лучше других карпов переносят кратковременное похолодание.

Рабочая плодовитость невысокая 400-500 тыс. икринок. Выход подрощенных личинок – 80-100 тыс.шт./самку. Для них характерна повышенная устойчивость к ряду заболеваний. По экстерьерным признакам они занимают промежуточное положение между культурным карпом и амурским сазаном.

К настоящему времени работы по выведению породы в основном завершены. Совокупность хозяйственно-ценных свойств и высокая отселекционированность позволяет признать его сложившейся породой.

Краснодарский краснухоустойчивый карп (Кирпичников В.С.)

Заболевание карпа краснухой встречается почти повсеместно, но особенно большой ущерб наносит это заболевание в южных районах страны, Краснодарский край, Ростовская область.

В качестве исходного для селекции материала были использованы три племенные группы карпа: ропшинские (Р), местные (М) и помесь украинско - ропшинские (УР). Две из них (Р x УР) представлены чешуйчатыми карпами и одна (М) – разбросанными. Отводка Р полностью гомозиготна по доминантному гену S.

Помеси проявляют повышенную устойчивость к заболеванию краснухой. Особенно эффективным в этом отношении оказалось скрещивание местных карпов и отводки УР.

Работы по селекции краснодарского карпа наряду с их большой практической значимостью имеют важное теоретическое значение. Полученные в ходе этих работ данные вносят ценный вклад в разработку основ селекции рыб.

Сарбоянский карп (В.А.Коровин, в конце 60-х годов)

Селекция этого карпа ведется на приспособленность к условиям Сибири (Коровин).

Исходным материалом для селекции послужили помеси, полученные от скрещивания разбросанных карпов, завезенных из Белоруссии и амурских сазанов.

По имеющимся сведениям сарбоянские карпы сравнительно хорошо растут и проявляют высокую жизнеспособность в суровых условиях Сибири.

Парский карп. В 1949 г. начата селекция (под руководством К.А.Головинской). Впоследствии продолжены Ю.П.Бобровой.

Порода создавалась от скрещивания местных самок из рыбхоза «Пара» Рязанской области с самцами амурского происхождения. Затем исходный племенной материал скрещивался с производителями украинского карпа.

Судя по многолетнему производственному опыту, выращивание парских карпов дает хороший результат.

Украинские породы карпа (с 1930 г. – УкрНИИРХ, А.И.Кузема).

Основным методом селекции украинских карпов являлся массовый отбор с высокой интенсивностью на младших возрастных группах.

Важнейшими признаками при отборе служили масса тела и «крепость» конституции. На племя отбирали более крупных рыб с чешуйчатым покровом соответствующим принятому стандарту, красивой высокоспинной формой тела, отсутствием заболеваний. При отборе самок особое внимание уделяли на выраженность вторичных половых признаков (форму брюшка).

Украинский рамчатый и чешуйчатый карпы отличаются высоким темпом роста и красивой высокоспинной формой тела.

Белорусский карп (Д.В. Поликсенов с 1947 г.)

Основной задачей селекционной работы являлось повышение общей жизнеспособности и продуктивности карпа в условиях возрастающей интенсификации. В

качестве исходного материала использовался «чистый» карп без примеси наследственности амурского сазана.

Хорошие результаты получены при скрещивании белорусского карпа с ропшинским. Помеси белорусского и ропшинского карпов оказались более устойчивы к воспалению плавательного пузыря.

Казахстанский карп (Нитроэозтилмочевина, этиленэмин)

Селекция его проводится с использованием химического мутагенеза с 1972 г. под руководством Р.Ф.Цоя. В качестве исходного материала использован местный карп Усть-Каменогорского прудхоза. Основным методом селекции мутагенных групп являлся массовый отбор по росту преимущественно среди годовиков, выращенных на фоне сравнительно благоприятных условий.

Казахстанский карп второго и третьего поколения селекции при благоприятных условиях характеризуется ускоренным ростом, хорошим экстерьером и сравнительно высокой плодовитостью.

Селекцией карпа хорошо занимаются в других странах: румынский карп, немецкий карп, венгерский карп, израильский карп и т.д.

Другие породные группы карповых рыб

На территории Российской Федерации, кроме перечисленных пород и породных групп карпа, выращиваются и другие выведенные разновидности карпа, которые не имеют устойчивого генотипа. Кроме того выращиваются одомашненные и выведенные формы растительоядных карповых, и продолжаются работы по созданию новых пород.

Интерес представляет породная группа «Баттерфляй». Исходной формой является отводка среднерусского карпа (Нем/УНК^D). Красивый карп высокоспинного экстерьера с разбросанным типом чешуи, золотистого цвета (рис. 1).



Рисунок 1. Породная группа «Баттерфляй»

Хорошая комбинационная способность этой породы позволит в дальнейшем использовать карпа Баттерфляй для получения промышленных гибридов с разбросанным типом чешуи, обладающих гетерозисом и дающих при товарном выращивании повышенную рыбопродуктивность. Эту породную группу предлагается использовать для получения одноположенского потомства карпа.

Одноположенский топ-кросс карпа - все представители кросса имеют разбросанный чешуйчатый покров. Получение одноположенского потомства - топ-кросса осуществляется путем скрещивания аутбредных самок Московского разбросанного карпа с высокоинбредными гиногенетическими самцами Баттерфляй. Топ-кросс имеет ген рисунка D (белый орнамент на голове и спине), который выведен в гомозиготное состояние с помощью индуцированного гиногенеза. Одноположенский кросс предназначен для рыбоводных предприятий на теплых водах или южных регионов России.

Рыбы из такого потомства характеризуются высоким гетерозисным эффектом по признакам продуктивности, поскольку характеризуются повышенной выживаемостью и высокими темпами роста. Половой диморфизм по массе тела даже в первой зоне рыбоводства проявляется у этого карпа уже на третьем году жизни. Получение одноположенского потомства позволит увеличить выход рыбной продукции на 10-15%.

Кросс МР – получен при скрещивании Московского разбросанного и отводка Среднерусского карпа Нем/УНК^D.



Рисунок 2 - Карп кросса МР.

Свойства: Высокий гетерозисный эффект по скорости роста за счет скрещивания типа «топ-кросс». Ген рисунка D выведен в гомозиготное состояние с помощью индуцированного гиногенеза (все особи имеют орнамент на голове и спине). Разбросанный чешуйный покров. Все особи являются самками (рис. 2).

Использование высокопродуктивных промышленных гибридов, в частности карпа является одним из важнейших резервов увеличения объема товарной продукции в рыбоводстве. Для товарного выращивания ФГУП «ВНИИПРХ» предлагает комбинации гибридов, которые обеспечивают повышенную продуктивность и выживаемость за счет эффекта гетерозиса. Так, промышленные гибриды парского и среднерусского карпов превосходили родительские линии при выращивании сеголетков на 18,3%, а по выживаемости рыб в период зимовки - на 20,3% (табл. 1).

Таблица 1 - Карповые гибриды

Гибрид	Тип чешуи	Назначение
1	2	3
МЧ x МР	Чешуйчатый и разбросанный	Классический межлинейный гибрид внутривидовых типов парской породы карпа для промышленных хозяйств I-III зон рыбоводства.
МЧ x Заг	Чешуйчатый	Гибрид парского и среднерусского карпов для промышленных хозяйств I-II зон рыбоводства.
МР x ЗУ-НК	Разбросанный	Гибрид парского и среднерусского карпов для тепловодных хозяйств или Южных регионов России.
ЗУ-НК x МЧ	Чешуйчатый	Гибрид среднерусского и парского карпов для промышленных хозяйств I-II зон рыбоводства.
ЗУ-НК x Нем/УНК ^D	Разбросанный	Межлинейный гибрид среднерусского карпа для промышленных хозяйств I-II зон рыбоводства.
МР x Нем/УНК ^D	Разбросанный	Гибрид парского и среднерусского карпов для промышленных хозяйств I-II зон рыбоводства.
«Дитровский» (МЧ x КМ1)	Чешуйчатый	Карпо-сазановый гибрид рекомендуется для выращивания в центральных и северных областях России. Патент.
Топкросс с рисунком МР x Нем/УНК ^D	Разбросанный с рисунком	Одноположенный кросс для рыбоводных предприятий на теплых водах или Южных регионов России.
Карасекарп (триплоидные гибриды)	Чешуйчатый	Стерильный гибрид. Для зарыбления водоемов комплексного назначения, ирригационных, очистных, сельскохозяйственных; для выращивания в заморных немелиорированных водоемах.

Примечание:

МЧ - московский чешуйчатый тип парской породы карпа

МР - московский зеркальный тип парской породы карпа

ЗУ-НК - отводка среднерусского карпа

Нем/УНК^D (Баттерфляй) - отводка генетически маркированного карпа

Заг - загорский чешуйчатый карп (отводка среднерусского карпа)

КМ1 - амурский сазан маркированный

Топкросс зеркальный с рисунком - кросс от скрещивания самцов-инверсантов Баттерфляй с самками Московского разбросанного карпа.

Гибридные формы серебряного карася с карпом характеризуются высокими темпами роста, устойчивостью к неблагоприятному воздействию негативных факторов водной среды. Триплоидные гибриды, как Fbk, так и Fbck, значительно превосходят карпа по выживаемости на первом и втором годах жизни, что соответственно положительно отражается на объеме товарной продукции (рис. 3, а, б).

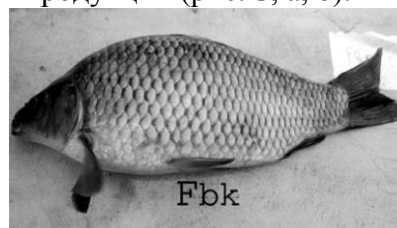


Рисунок 3 а – Карасекарп



Рисунок 3 б - Карасе-карп

В конце 2012 года появились публикации о создании учеными Саратовского отделения НИИ озёрного и речного рыболовства новой породы карпа, отличающейся лучшей приспособленностью к условиям местных широт. По словам ихтиологов, «Саратовские разбросанные карпы» смогут одинаково хорошо переносить как местное жаркое лето, так и морозную зиму. Но это не единственное достоинство новой породы. Саратовский карп очень быстро набирает вес. Обычно карп, в трёхлетнем возрасте едва превышает два килограмма, а средний вес новой породы к этому времени составляет 2, 8 кг. Взрослые же рыбы могут превышать своих обычных сородичей по весу почти в два раза.

Кроме быстрого роста, саратовская порода отличается от обычной, также и более высокой скоростью размножения. На выведение новой породы учёным понадобилось 10 лет исследований. Несмотря на то, что хороший результат есть уже сейчас, саратовский карп ещё нуждается в некоторой «доработке», на которую потребуется примерно столько же времени.

В мире известно несколько десятков пород карпа и многие из этих пород также выращиваются в различных хозяйствах России. Особенно широко распространены украинские породы: украинские чешуйчатые и украинские рамчатые карпы, Нивчанский карп, Антонине-зозуленецкие карпы, Несвичский внутривидовый тип.

Импортированные породы карпа в Российской Федерации представлены восточно-европейскими группами и подвидом сазана из Юго-Восточной Азии. Татайский карп - самая древняя порода карпа в Венгрии, история которого известна с XVIII столетия,

завезен в Россию в 1986 г., размещен в рыбплемсовхозе «Ставропольский». Карп породной группы «Фресинет» рамчатой и чешуйчатой форм завезен в Республику Молдова, на Украину и неоднократно в Россию. Благодаря внешней привлекательности по экстерьеру широко распространился по территории России и других стран. Карп «Фресинет» характеризуется хорошим ростом, прирученностью, высокой плодовитостью, однако очень восприимчив к заболеваниям (особенно краснухе и ВПП). В 1982 г. из Вьетнама в Россию завезен подвид юго-восточного сазана - т.н. Белый вьетнамский карп. Маточное поголовье белого вьетнамского карпа сохранилось на садковом хозяйстве при Ливийской ГРЭС (Пермская область). В 1987 г. из Японии в Россию и на Украину завезен так называемый Малокостный карп. По происхождению это немецкий карп, отселекционированный на уменьшенное количество межмышечных костей. Из Германии он попал в Израиль, оттуда в Корею, из Кореи в Японию, а из Японии в Россию. Малокостный карп очень чувствителен к заболеваниям и требователен к качеству воды, в небольшом количестве его содержат в коллекции ВНИИПРХ. В 1989 г. из Чехии в рыбхоз «Клинский» был завезен Тщобоньский карп, где с ним проводилась работа. Кроме того в хозяйствах встречаются Сарвшский карп и Немецкий зеркальный карп, последний широко распространен. Несмотря на то, что некоторые породы или породные группы иностранного происхождения давно поступили в Россию и часто широко используются в промышленных хозяйствах, ни одного случая апробации как селекционного достижения импортированных пород не было произведено, и они не имеют сертификата как племенной материал.

Широкое распространение в рыбоводных хозяйствах получили также одомашненные формы карповых растительноядных рыб Дальневосточного комплекса. Они внесены в Государственный реестр пород животных, рекомендованных к выращиванию. На территории России условий для естественного размножения эти виды не имеют, и их акклиматизация в новых местах обитания была связана с разработкой технологии искусственного воспроизводства, что и определило основное направление селекции. В настоящее время одомашненные формы характеризуются специфическими биохимическими маркерами, по которым можно определить происхождение особей.

Амур белый (*Stenopharyngodon idella* Rich.)

9357489 ОДОМАШНЕННАЯ ФОРМА, 1993 порода

Амур черный (*Mylopharyngodon piceus* Rich.)

9357500 ОДОМАШНЕННАЯ ФОРМА, 1993, порода

Толстолобик белый (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.)

9357467 ОДОМАШНЕННАЯ ФОРМА ,1993 порода

Толстолобик пестрый (*Aristichthys nobilis* Ricn.)

9357478 ОДОМАШНЕННАЯ ФОРМА, 1993 порода

Одомашненные формы белого и пестрого толстолобиков послужили основой для создания породы белого толстолобика - БТ 58 (№ 9902201, 2001 г.) и породы пестрого толстолобика - ПБ 58 (№9902198, 2001 г.), которые отличаются от исходных форм увеличением рабочей и относительной плодовитости, а также увеличением выхода деловых личинок от икры, в 2-3 раза. Также создан их гибридный кросс ПБТ 63 (9902180, 2000), который может выращиваться в во 2, 3 и 4 зонах рыбоводства.

Осетровые. Основным объектом селекции являются гибрид белуга х стерлядь (бестер).

В последние годы уделяется внимание созданию «чистых» видов осетровых: стерляди, Ленского осетра, шипа и др.

Весьма перспективным для рыбохозяйственного использования и селекции является веслонос – единственный представитель осетрообразных, питающийся зоопланктоном.

Лекция № 9

Тема: Генетические и рыбоводно-биологические характеристики пород, внесенных в Госреестр (лососевые, сиговые и др. рыбы)

Своеобразие форелеводства в Российской Федерации состоит в том, что товарные рыбхозы расположены в контрастных климатических зонах, они используют воду из озер, рек, водохранилищ и морских заливов, грунтовых и подземных горизонтов, из водоемов-охладителей энергетических объектов. Очевидно, что такому разнообразию должно соответствовать достаточно большое количество пород. Однако, лидером по количеству выведенных пород форели в мире является США, где к концу 20-го века было зарегистрировано более 66 пород радужной форели. В России к настоящему времени зарегистрировано четыре отечественные породы радужной форели: Адлер, Адлерская янтарная, Рофор и Росталь. Первые две выведены и содержатся в Племенном форелеводческом заводе «Адлер», две другие - в Федеральном селекционно-генетическом центре рыбоводства. В Госреестр внесено также три импортированные «породы»: камлоопс, стальноголовый лосось и форель Дональдсона.

АДЛЕР, 1997 г. порода

АДЛЕРСКАЯ ЯНТАРНАЯ, 2003 порода

ДОНАЛЬДСОНА, 1993 порода

КАМЛООПС, 1993 порода

ЛОСОСЬ СТАЛЬНОГОЛОВЫЙ, 1993 порода

РОСТАЛЬ, 2003 порода

РОФОР, 1999 порода

Радужная форель (*Oncorhynchus mikiss* W.) - самый распространенный рыбоводный объект культивирования в мире и исходная форма большинства созданных пород в мире (рис. 4). Ее родиной является Северная Америка. Родственные формы – стальноголовый лосось и микижа.

В период нереста у самцов выделяется полоса от фиолетового до ярко оранжевого цвета. Имеет более удлиненное тело и более выемчатый хвостовой плавник.

Предельная зафиксированная температура выживания в пресной воде – 0,1-30°C. Оптимальная температура для взрослой форели 14-18°C. Не выносит яркого солнечного света, уходит в тень или на глубину. В отличие от других открытопузырных рыб держится ближе к поверхности воды, так как наполнение плавательного пузыря воздухом у нее осуществляется только путем захвата его из атмосферы. В связи с этим не может жить в полностью погруженных в воду садках и замерзающих водоемах.



Рисунок 4 - Радужная форель

За первый год жизни форель способна достигать массы в 1 кг, за второй – 1,5-2 кг, третий – более 2,5 кг. Максимально зафиксированная масса – 23 кг. Продолжительность жизни – около 11 лет. Половозрелости обычно достигает на 3 году жизни. Рабочая

плодовитость самки колеблется от 1,5 до 9 тыс. штук икры (средняя величина 2 тыс. штук). Существуют весеннее и осеннее нерестящиеся формы форели.

Форель радужная Адлер – работы по созданию породы радужной форели Адлер были начаты в 1975 году. Исходными формами послужили стальноголовый лосось и радужная форель. При формировании маточных стад проводили массовый отбор рыб по весу и размерам тела (рис.5). С 1985 года были начаты работы с целью консолидации производителей по признаку ранний нерест, а также по основным рыбохозяйственным показателям (вес тела, рабочая плодовитость, средний вес икринок, выживаемость потомства). Использовались методы массового отбора и семейной селекции.

Направление и эффективность селекции: Создание породы радужной форели с ранним сроком созревания в нерестовом сезоне. Сопутствующий отбор по ведущим полезным признакам (масса тела, рабочая плодовитость, средняя масса икринок и выживаемость потомства). Селекция на срок созревания оказалась эффективной. К началу 90-х годов закреплен признак раннего полового созревания (75-85% самок и 95% самцов) на втором году жизни. Нерестовой сезон сокращен с 4 до 2,5 месяцев (вторая половина ноября-конец декабря). Предназначена порода для разведения в холодноводных форелевых хозяйствах с подземным водоснабжением.

Генетическая характеристика. Порода имеет генетический паспорт: характеризуется специфическим сочетанием и распределением частот аллелей белковых локусов.

Патентообладатель: ФГУП «Племенной форелеводческий завод «Адлер». Внесена в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Породы животных под № 9607048. Дата внесения в Госреестр 1997 год. Репродуктор: «Племенной форелеводческий завод «Адлер».

Рыбохозяйственная характеристика: средняя масса четырехгодовалых самок 2328 г, самцов - 2227 г. Индекс прогонистости у самок от 3,6 до 4,2, у самцов - от 4,2 до 4,5. Масса икринки 72,8 мг, рабочая плодовитость - 3-6,2 тыс. штук, средняя - 4,4. Выживаемость эмбрионов 75-93%.



Рисунок 5 - Радужная форель Адлер; Рисунок 6 - Адлер янтарная

Форель Адлерская янтарная – выведение этой породы начато в России с 1998 года. Уникальность породы состоит в том, что благодаря целенаправленной селекции, создано поголовье с доминантным типом наследования мутантной золотисто-желтой окраски (рис. 6).

Форель золотистых тонов окраски в природе – это популяции золотой калифорнийской форели (притоки реки Керн, штат Калифорния). Золотой калифорнийской форели с конца XIX века уделяют большое внимание различные группы исследователей. Она пользуется популярностью в аквакультуре США, однако широкого распространения в других странах не получила, так как с 1939 г. вывоз данной рыбы запрещен. С середины XX столетия в аквакультуре приобретает популярность форель золотисто-желтой окраски, имеющей мутантное происхождение.

Исходным материалом для создания породы Адлерская янтарная послужила икра, полученная с Чегемского рыбозавода в январе 1998 года на стадии пигментации глаз. Годовики исходной генерации отличались большим разнообразием окраски кожных

покровов. Среди них было около 2% форели ярко-оранжевого цвета, 25% рыб были представлены особями золотисто-желтой, а также желто-коричневой окраски, которую генетики называют окраской паломино, и 73% рыб имели естественную окраску. Важная отличительная особенность форели золотисто-желтого фенотипа проявляется в способности более интенсивно накапливать каротиноиды в мышцах и других частях тела по сравнению с обычной форелью. Исследования показали, что при совместном выращивании с обычной форелью темп роста золотистой форели снижался, т.е. она обладает наименьшей конкурентной способностью, это характерно и для «янтарной» породы. Поэтому для максимальной реализации потенций роста следует выращивать «янтарную» форму форели в монокультуре при низких плотностях посадки.

Направление и эффективность селекции - создание породы и выведение форм форели с оригинальной окраской. Благодаря качественно проведенным исследованиям и грамотной селекции среди потомков золотистой форели нормально окрашенные особи больше не проявлялись.

Американский биолог Дуглас Тейв провел генетические исследования, которые показали, что наследование золотого и паломино фенотипов у калифорнийской форели контролируется G-геном, представленным двумя вариантами (аллелями), G – определяет нормальный цвет, G' - сокращает число меланофоров, вырабатывающих меланин (норма). Поэтому GG – нормально окрашенный, G'G' – золотистая окраска, GG' – паломино. Генетика желтой форели других линий более сложна.

Первый этап селекции был связан с отбором годовиков исходного стада, окрашенных в золотистые и желтые цвета. Из них сформировали ремонтную группу. Напряженность отбора составляла около 20%. Порода характеризуется скороспелостью (80% самок и 100% самцов) созревает в двухгодичном возрасте. Среди всех других пород «янтарная» отличается самым растянутым нерестом, который длится в среднем 3 месяца (ноябрь-февраль). Проявляет низкую активность на поверхности и в толще воды, но охотно подбирает комбикорм со дна (можно применить как добавочный вид).

Патентообладатель: ФГУП «Племенной форелеводческий завод «Адлер». Внесена в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Породы животных под № 9705214. Дата внесения в Госреестр 2003 год. Репродуктор: «Племенной форелеводческий завод «Адлер».

Рыбохозяйственная характеристика: рыба по экстерьеру и хозяйственным качествам существенно не отличается от других пород радужной форели, но превосходит их по содержанию каротина и витамина А. Окраска, в отличие от других пород, золотисто-желтая и янтарная. Вдоль боковой линии проходит широкая малиновая полоса, захватывая жаберную крышку. Форелевый рисунок отсутствует. У отдельных рыб на теле заметны розовые, а на затылке - светло-коричневые мелкие округлые пятна. Рыба, извлеченная из воды, сохраняет цвет и яркость окраски. Производители скороспелые. Масса двухгодовалых самок 780 г. Рабочая плодовитость 2248 шт. икринок. Средняя масса икринки 46,2 мг. Оплодотворяемость икры составляет в среднем 93% (98% в три года), а выживаемость эмбрионов – 87% (94%), средняя оплодотворяющая способность сперматозоидов – 93,4 % (в двухгодичном возрасте). Высокое содержание каротиноидов увеличивает пищевую ценность форели, а также позволяет уменьшить их использование в кормах, что позволит снизить ее себестоимость до 10%.

Янтарная форель представляет интерес для любительского рыболовства и как компонент декоративного рыбоводства.

Ропшинская форель – создание пород было начато 1991 года с образованием в Российской Федерации в Ленинградской области Федерального селекционного генетического центра (ФСГЦР). Планировалось, что Ропшинская порода будет иметь трехотводочную структуру. К настоящему времени созданы породы Рофор (местная ропшинская форель) и Росталь (ропшинский стальноголовый лосось). Продолжаются работы над созданием породы Родон (ропшинский Дональдсон).

Рофор (местная ропшинская форель) – создавалась для получения высоких показателей роста, выживаемости и продуктивности для хозяйств с преимущественно ключевым водоснабжением. Основателями породы являются ученые Е.С. Слуцкий и Ю.П. Бабушкин. Порода создавалась на базе местной породы с привлечением датской, чешской и немецкой линий форели. Работы имеют длительную историю. Первый этап проходил в 1948 г, когда в хозяйство была завезена икра радужной форели из Германии. Эта порода создавалась методом индивидуального отбора и семейной селекции на протяжении 25 лет.

Направление и эффективность селекции. Селекция была направлена на повышение продуктивных качеств путем отбора среди гибридных потомств. Основной метод – массовый отбор особей по фенотипу по критериям массы, длине тела, плодовитости. В условиях сильно холодноводных хозяйств Северо-Запада России (среднегодовая температура воды 6-8°C) 4-годовалые производители форели имеют среднюю массу в 1,8 кг.

Районирование. Порода предназначена для выращивания в хозяйствах с различными условиями в различных регионах страны.

Генетическая характеристика. Порода имеет специфическое сочетание и распределение частот аллелей белковых локусов. Составлен генетический паспорт породы.

Патентообладатель: ФГУП «Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства». Заявка № 9606947 с датой приоритета 02.10.1996 года. Внесена в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Породы животных под №9606947. Дата внесения в Госреестр 1999 год.

Рыбохозяйственная характеристика: обладает высокой плодовитостью, выживаемостью и хорошим темпом роста. Характеризуется высокой приспособленностью к условиям холодноводных садковых (озерных) хозяйств. Средняя масса тела около 2 кг, рабочая плодовитость 4300 шт. икринок, относительная плодовитость 2500 шт./кг, диаметр икринок 4,36 мм.

Росталь (ропшинский стальноголовый лосось) – основной задачей при ее выведении ставилось достижение пластичности, которая позволяла бы разводить ее в рыбоводных хозяйствах разных типов, а также использовать ее в качестве исходного селекционного материала при создании новых пород форели. Вывели породу – Е.Г. Терентьева и В.М. Голод.



Рисунок 7 - Форель Росталь

Эта порода создавалась около 50 лет (с 1948 года) обладает высокой плодовитостью и выживаемостью, хорошим темпом роста (рис. 7). Исходным материалом для создания породы послужили самки местной популяции радужной форели (Ропша, Ленинградская область) и самцы стальноголового лосося из Финляндии. Порода обладает довольно высокой плодовитостью (до 10 тыс. штук икры в пятигодовалом возрасте), выживаемостью и хорошим темпом роста. Нерест происходит в январе-марте. Перспективно для выращивания в хозяйствах с подземным водоснабжением (ключи, родники, артезианские скважины), для которых характерно незначительное колебание температуры воды в пределах 8-14°C.

Направление и эффективность селекции. Основной метод создания - ступенчатый направленный отбор, семейный отбор по репродуктивным показателям и выживаемости

потомства. Среди лучших семей проводили массовый отбор годовалого молодняка по темпу роста и выживаемости.

В условиях Ленинградской области отличается высокими темпами роста и выживаемостью перед другими гетерогенными породами. Кроме того, у созревших самок породы икра составляет 18-20% от массы тела (обычно 14-15%). При выращивании стада из самок это дает от 100 тонного производства дополнительно 2 тонны товарной икры.

Районирование. Предназначена для разведения и выращивания в холодноводных водоемах Северо-Запада России. Хорошо приспособлена к условиям холодноводных садковых (озерных) хозяйств, в которых абиотические факторы подвержены значительным колебаниям (газового и химического состава, температурного режима).

Патентообладатель: ФГУП «Федеральный селекционно-генетический центр рыбководства». Внесена в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Породы животных под № 9811614. Дата внесения в Госреестр 2003 год.

Рыбохозяйственная характеристика: рыба высокоспинная. Голова небольшая, у самцов вытянутая, у самок - округлая. Жаберные крышки без темных пятен, у самок розовые, у самцов - красные. Окраска тела у самцов темная, у самок - светлая. В четырехлетнем возрасте обладают средней массой тела около 2 кг и плодовитость 4,3 тыс. штук. Темных пятен на туловище мало, расположены преимущественно выше боковой линии. Хвостовой стебель короткий, толстый. Плавники маленькие. Чешуя циклоидная, мелкая. Скорость роста, выживаемость и плодовитость высокие.

Родон (ропшинский Дональдсон) – работы по созданию породы начаты в 1990-х годах и продолжаются до сих пор.

Форель Дональдсона – высокоплодовитая, быстрорастущая форма радужной форели, завезенная из США в Россию в 1988 году. Порода выведена на базе Колледжа рыбного хозяйства Вашингтонского университета учеными Дональдсоном и Ольсоном. Целью селекционной работы являлось получение рано созревающих, быстрорастущих, устойчивых к болезням рыб с высокой продукцией икры. Работы по селекции этой форели начаты в 1932 году с местными расами радужной форели, взятыми из различных питомников и природных популяций. Масса тела четырехгодовалых производителей составляла 450-700, плодовитость – до 1 тыс. штук.



Рисунок 8 - Форель Дональдсона

Направление и эффективность селекции. Отбор проводили на комплекс признаков: выживаемость, рост, потребление искусственных кормов, раннее созревание, плодовитость. За 14-15 поколений селекции самцы достигают половозрелости на первом году жизни, самки – на втором. Плодовитость увеличилась в 10 раз, средняя плодовитость 5-7 тыс. штук, однако произошло уменьшение диаметра икринок, понижение жизнестойкости и увеличилась чувствительность к условиям инкубации.

Районирование. При выращивании в садках и бассейнах ограничения на распространение не имеет.

Дата выдачи охранного документа: Внесена в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Породы животных под № 9357456. Дата внесения в Госреестр 1993 год. Репродуктор: «Племенной форелеводческий завод «Адлер».

Рыбохозяйственная характеристика: на первом году жизни вес форели Дональдсона от 30 г до 1 кг, на втором – от 0,5 до 2 кг, на третьем – от 2 до 4,5 кг. Рабочая плодовитость 2,5 тыс. шт. Диаметр икринок – 4,3 мм. Нерест в зависимости от температуры может проходить в зависимости от температуры в декабре-марте. Выдерживает максимально температуру до 25°C. При разведении и выращивании требует аккуратного отношения (боится травматизации), в противном случае может происходить повышенный отход на всех этапах выращивания. Обладает мясом высокого качества. Исследования показывают, что культивирование данной породы приносит существенный рыбоводный эффект только при соблюдении высокого уровня биотехники, т.е. выращивания в условиях оптимального температурного режима (18-20°C) и соответствующего уровня кормления.

Для товарного форелеводства экономически выгодно использовать помеси (гибриды) форели Дональдсона (самки) со стальноголовым лососем и форелью породы «Адлер» (самцы). Для сохранения хозяйственно-полезных качеств этой форели необходимо вести селекционно-племенную работу, совершенствовать технологию ее содержания и выращивания.

Форель камлоопс – глубоководная форма радужной форели, обитающая в природных условиях во внутренних водоемах Британской Колумбии (Канада). Рыбохозяйственное освоение этой разновидности форели начато в первой половине 20-го века (рис. 9). Ее распространили на всем западном побережье США, а в 1950 году завезли в Калифорнию. В большинстве случаев Камлоопс показал себя наиболее выгодным объектом рыбоводства с точки зрения довольно высоких темпов роста и хорошей выживаемостью. Также он широко использовался при создании новых пород.



Рисунок 9 - Форель Камлоопс

В Европе эту породу начали разводить с конца 50-х годов 20-го столетия. Впервые она была завезена в Данию, где содержалась в «чистом» виде, откуда распространилась по многим европейским странам. В 1982 и 1988 годах из форелевого центра города Ростдам в Германии форель камлоопс на стадии пигментированного глазка была завезена в Россию.

Направление и эффективность селекции. На базе ВНИИПРХ «Якоть» в течение 5 поколений осуществлялась селекция на поддержание стандартов породы, отбор ранненерестующих самок, изучение комбинационной способности в скрещиваниях с другими форелями.

Районирование. Оптимальные условия культивирования при температуре водоисточника в зимний период 6-10 °C. Товарное выращивание возможно во всех зонах рыбоводства.

Дата выдачи охранного документа: Внесена в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Породы животных под № 9357445. Дата внесения в Госреестр 1993 год. Репродуктор: «Племенной форелеводческий завод «Адлер».

Рыбохозяйственная характеристика: созревает в 2-3 года, однако доля созревших особей меньше чем у других пород. Самцы созревают в основном в 3 года, но могут быть стерильны до 59% от стада. Имеет более мелкую икру, но большую рабочую плодовитость (более 3 тыс. икринок).

Характерное отличие породы – ранний осенний нерест (август-октябрь). Эта особенность позволяет достигнуть запланированной навески на 2-3 месяца раньше, чем

обычная форель. Ее комбинированное (совместное) использование с другими породами позволяет, сохраняя общий объем производимой продукции использовать в инкубационном цеху меньше рыбоводного оборудования, а в рыбопитомнике – увеличить длительность срока производства посадочного материала.

Селекционерами также выведен дополнительно породный тип форели Камлоопс летний, отличительной особенностью которой является более ранний срок нереста (на 1 месяц – август-сентябрь).

Преимущество раннего нереста форели Камлоопс в сочетании с быстрым ростом и высокой плодовитостью существенно определяют товарную ценность этой породы, так как позволяют сократить сроки выращивания товарной форели, получать больший товарный выход рыбы и пищевой икры на самку по сравнению с другими формами форели.

Стальноголовый лосось – проходная форма радужной форели рыба-хищник. Рыба рек тихоокеанского побережья США, от реки Вентура на юге до реки Скагуэй на Аляске. Ареал распространения совпадает с радужной форелью. Это самая южная форма, способная выдерживать летнюю температуру до 28°C. Успешно выращивается в рыбоводных прудах, где он меньше подвержен болезням, чем ручьевая форель и паляя. Впервые завезена в Россию из США в Чернореченское рыболовецкое хозяйство в 1965 году (рис. 10).

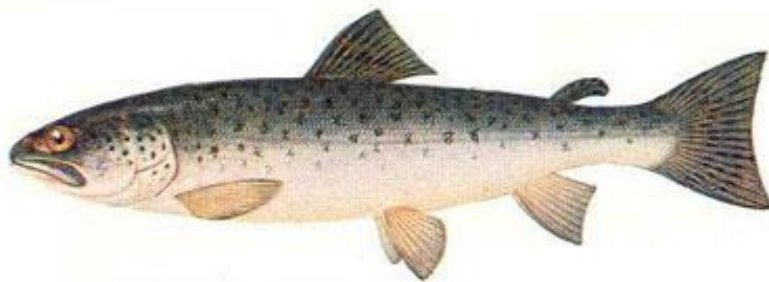


Рисунок 10 - Стальноголовый лосось.

Направление и эффективность селекции. Создание быстрорастущей, высокоплодовитой, ранненерестящейся породы методом массового отбора с последующим переходом к семейной селекции.

Районирование. При выращивании в промышленных условиях ограничения не имеет.

Дата выдачи охранного документа: Внесена в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Породы животных под № 9357434. Дата внесения в Госреестр 1993 год. Репродуктор: «Племенной форелеводческий завод «Адлер».

Рыбохозяйственная характеристика: имеет типичную форелевидную форму тела, верхняя челюсть заходит за задний край глаза. Голова небольшая. Хвостовой плавник слегка вогнут. Чешуя мелкая. Окраска обычно сверху серо-коричневая, снизу серебристо-белое, с четкой радужной полосой вдоль тела. Самцы во время нереста бывают ярко-серебристого цвета. В условиях рыбоводных хозяйств трудноотличим от обычной радужной форели. Четкое морфологическое отличие: у стальноголового лосося больше жаберных лучей, а плавники, кроме спинного, более короткие.

Нерест происходит с января по май.

Масса двух леток – 0,2 кг, трехлеток – 0,7 кг. Плодовитость до 3 тыс. штук. Диаметр икринок – 4,4 мм. Данная порода широко используется для гибридизации, перспективен для садкового (промышленного) выращивания и в условиях мариккультуры.

Работы по созданию новых пород продолжаются. Селекционеры Племенного форелеводческого завода «Адлер» завершают создание новой породы радужной форели, которая носит условное название «августин», так как нерестится эта форель в конце лета.

В этот период даже в горных реках вода прогревается до 18–20 градусов. Нигде в мире при такой температуре эта рыба не нерестится. Ей нужна вода не теплее 7–8 градусов. Создание такой породы поможет сократить цикл выращивания товарной рыбы с навеской 250-300 г до девяти-десяти месяцев. Рано нерестящаяся порода позволит увеличить объемы производства форелей.

На заводе «Адлер» путем скрещивания стальноголового лосося и радужной форели был также выведен абсолютно новый вид форели «Адлер», которая способна жить как в пресной, так и в морской воде.

Селекционная работа с другими видами рыб

Форель. Селекционным работам с форелью уделяется большое внимание за рубежом, особенно в США и Канаде, где лососевые рыбы пользуются большим спросом.

Форель Дональдса. За 40-летний период селекции достигнуто значительное улучшение важнейших хозяйственных показателей, так масса 4-х летних рыб возросла с 400-700 г. до 4 кг, увеличилась плодовитость в 10 раз (1000 икринок до 11 тыс. икринок).

С 60-х годов начата селекция форели в России.

Породы – Адлер, Рофор и другие, которые обладают высоким темпом роста, хорошей оплатой корма и устойчивостью к некоторым заболеваниям.

Сиговые рыбы. Пелядь – озерный планктофаг с высоким темпом роста.

Селекция пеляди идет на более позднее (в нерестовом сезоне) созревание самок, которое позволяет приурочить срок получения молоди ко времени массового развития в прудах кормовых объектов.