

ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

В.И. Крюков, Ю.А. Музалевская, П.А. Юшков

РЫБОВОДСТВО

СЕЛЕКЦИЯ КАРПА



Орёл 2007

Учебное пособие

разработано на кафедре частной зоотехнии ОрёлГАУ д.б.н., проф.
В.И. Крюковым, и аспирантами Ю.А. Музалевской, П.А. Юшковым.

Крюков, В.И. и др. Рыбоводство. Селекция карпа. Учебное пособие /
В.И. Крюков, Ю.А. Музалевская, П.А. Юшков. –Орёл: Изд-во
А.Воробьёва, 2007.-54 с.

Рекомендовано Учебно-методическим объединением высших учебных заведений РФ по образованию в области зоотехнии и ветеринарии в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по специальности 110401 – Зоотехния и 111201 – Ветеринария (решение о присвоении грифа № 06-524 от 26 мая 2006 г.)

Рецензенты:

д.с.-х.н. профессор ОГУ
к.с.-х.н., доцент ОрёлГАУ

Н.Н. Гранкин
Г.С. Тихомирова

Учебное пособие одобрено и рекомендовано к изданию

- кафедрой микробиологии и вирусологии (протокол № 9 от 26.05.2005);
- методической комиссией факультета биотехнологии и ветеринарной медицины (протокол № 9 от 10.06.2005);
- методическим советом ОрёлГАУ (протокол № 7 от 8.06.2005).

Издатель А. Воробьёв, 2007

Содержание

Программные требования и методические рекомендации.....	4
Введение 5	
Особенности селекционно-племенной работы в рыбоводстве.....	6
Системы разведения и типы скрещивания в рыбоводстве.....	7
Скрещивание животных.....	7
Инбридинг.....	9
Селекция на гетерозис.....	11
Направления, формы и методы отбора рыб.....	12
Генетические методы селекции рыб.....	19
Индукцированный мутагенез.....	19
Гиногенез.....	20
Андрогенез.....	22
Гормональная и генетическая регуляция пола.....	22
Индукцированная полиплоидия	23
Генная инженерия.....	24
Способы мечения рыб.....	25
Породы карпа и гибриды с другими видами рыб.....	28
Украинские чешуйчатый и рамчатый карпы.....	28
Ропшинский карп.....	30
Сарбоянский карп.....	34
Парский карп	35
Среднерусский карп	37
Ангелинский зеркальный и чешуйчатый (краснодарский краснухоустойчивый) карпы.....	39
Черепетский чешуйчатый карп.....	41
Казахстанский карп.....	44
Белорусский карп.....	45
Декоративные карпы-хромисты.....	45
Гибриды карпа с серебряным карасем.....	46
Другие породы карпа.....	46
Контрольные вопросы.....	47
Литература	49

СЕЛЕКЦИЯ КАРПА

Программные требования по теме

Задачи и методы селекции рыб. Особенности селекции в прудовом рыбоводстве в сравнении с другими отраслями животноводства. Племенные и репродукционные хозяйства. Породы карпов. Экстерьер, масса производителей. Методы отбора, скрещивания, системы разведения, гибридизация, подбор производителей. Мечение рыбы.

Формы племенной работы в зависимости от задач рыбоводных хозяйств.

Методические рекомендации по изучению темы

Усвоение студентами этого методического пособия будет успешнее в том случае, если перед его изучением они вспомнят или повторят главные положения генетики и селекции животных. Самые основные теоретические положения и термины приведены в вводной части методического пособия. Студентам следует обратить внимание на особенности селекционно-племенной работы в рыбоводстве (стр. 5.).

Для успешного усвоения материала разберите системы разведения и типы скрещивания, усвойте истоки и процессы инбридинга, значение коэффициента инбридинга. Обратите внимание на различия между типами скрещиваний: воспроизводительным, вводным, поглотительным и альтернативным. Выясните роль гетерозиса в селекции (с. 10). Отбор – основной инструмент селекционера, поэтому его изучению нужно обратить особенно пристальное внимание. Уясните действие различных форм отбора и их роль в селекции рыбы (стр. 11-18).

Генетические методы селекции рыб включают в себя широкий спектр различных методических приёмов, каждый из которых может быть полезен в дальнейшей практике селекционера. Поэтому студенты должны хорошо уяснить роль индуцированного мутагенеза, гиногенеза, андрогенеза, индуцированной полиплоидии и других генетических явлений в селекции рыб.

Селекция рыб возможно лишь при том условии, что селекционер может дифференцировать и различать материал, с которым он работает. Этому в большой мере способствует мечение рыбы. Поэтому в методическом пособии достаточно подробно изложена техника мечения рыбы (стр. 24-27). Студентам следует запомнить методы и приёмы нанесения меток и клейм на тело рыбы.

Знакомство с методами селекции карпа рассмотрено на конкретных примерах выведения основных и широко распространённых пород карпа. Изучающему материал студенту следует обратить внимание на то, в какой степени различны были направления отбора карпа при выведении различных пород и насколько эволюционно пластичен карп. Студенты должны внимательно изучить изложенный материал, постоянно отмечая, какие методы селекции использовали авторы пород, и какие цели или причины определяли выбор соответствующего метода.

Степень усвоения материала студенты должны проверить, отвечая на контрольные вопросы, приведённые в конце учебного пособия. Желательно, чтобы ответы были даны на все вопросы. Это важно как для сдачи вами экзамена, так и для осуществления практической деятельности!

Студенты, заинтересованные в более детальном изучении генетики и селекции карпа и других видов рыб могут обратиться к списку литературы, приведённой в конце учебного пособия.

Введение

Селекция животных – это наука о методах **создания** новых пород и гибридов сельскохозяйственных животных. Селекция разрабатывает способы и методы воздействия на сельскохозяйственные растения и животных с целью изменения их наследственных качеств в нужном для человека направлении [17].

Селекционная работа в животноводстве – это комплекс мероприятий, направленных на **выведение** новых пород, внутривидовых типов, линий, и гибридов сельскохозяйственных животных, отличающихся определёнными хозяйственно-полезными признаками и их поддержание на достигнутом уровне.

Племенной работой в животноводстве называется комплекс мероприятий по **совершенствованию** пород сельскохозяйственных животных [17].

Селекционная работа с карпом в нашей стране была начата в 30-е годы XX столетия. В настоящее время создан ряд культурных пород, приспособленных к интенсивному выращиванию в конкретных эколого-климатических условиях. Приблизительно в это же время появляются первые труды отечественных ученых в области генетики и селекции прудовых рыб. Большое значение для совершенствования селекционной работы имеют исследования по генетике чешуйного покрова карпа, проведенные в довоенные годы В.С. Кирпичниковым, К.А. Головинской и В.И. Балкашиной.

В послевоенные годы были организованы работы по селекции ропшинского, белорусского и парского карпов, открыто явление естественного гиногенеза у серебряного карася.

В 60-70 годах XX века вопросы селекции и племенного дела в рыбоводстве интенсивно разрабатывали ведущие отраслевые научно-исследовательские институты. Были начаты работы по созданию ряда районированных пород карпа – краснодарского, среднерусского, казахстанского, сарбоянского и других. В эти годы были проведены исследования по частной генетике карпа: изучение окраски В.Я. Катасоновым и биохимические исследования К.А. Трувелером, Л.И. Московкиным и другими. Отечественными учеными были разработаны специальные генетические методы селекции в рыбоводстве: индуцированный гиногенез и полиплоидия, генетическое и гормональное регулирование пола, индуцированный ультрафиолетовый и химический мутагенез.

Значительный вклад в становление генетики и селекции рыб внесли А.И. Кузема, В.С. Кирпичников, К. А. Головинская, Д.П. Поликсенов, Ю. П. Боброва, Р.М. Цой, В.Я. Катасонов, Н.Б. Черфас, В.А. Ко-

ровин, Ю.И. Илясов и многие другие отечественные исследователи и селекционеры.

Особенности селекционно-племенной работы в рыбоводстве

Рыбы являются более удобным объектом для селекции, чем сельскохозяйственные животные, благодаря высокой плодовитости, относительно небольшим размерам, наружному оплодотворению и сравнительно небольшим затратам на выращивание производителей. Плодовитость рыб исчисляется тысячами и миллионами личинок. Это позволяет вести высокоинтенсивный отбор, в десятки и сотни раз превышающий возможности отбора на сельскохозяйственных животных. Небольшие размеры и невысокая стоимость производителей в сочетании с высокой плодовитостью позволяют концентрировать селекционную работу в ряде хозяйств, что значительно расширяет возможности целенаправленной селекции. Благодаря наружному оплодотворению появляется возможность прямого экспериментального воздействия на половые клетки и эмбрионы. Это существенно расширяет возможности селекции и делает возможным применение специальных генетических методов (индуцированный мутагенез, индуцированный гиногенез, андрогенез, индуцированная полиплоидия и др.), что при работе с сельскохозяйственными животными весьма затруднительно, а в большинстве случаев – практически неосуществимо.

Однако, наряду с преимуществами, селекционная работа с рыбами имеет ряд трудностей. Большинство видов рыб довольно поздно созревают. Обитание рыб в водной среде делает невозможным непосредственный контроль объектов селекции.

В селекционной работе с сельскохозяйственными животными при отборе учитывают индивидуальные признаки (удои, живая масса, настриг шерсти и др.). В отличие от этого в селекции рыб большое значение имеют групповые показатели (выход продукции с единицы площади прудов, затраты корма на центнер привеса и т.д.).

В животноводстве селекционная работа, как правило, включает в себя лишь небольшую долю племенных мероприятий. Объясняется это разными требованиями, предъявляемыми к работе с селекционируемым материалом и производителями, предназначенными для промышленного воспроизводства. При селекции недопустимо применение каких-либо оптимизирующих факторов, т.к. это может привести к закреплению качеств, неприемлемых для промышленной технологии. При проведении племенной работы для производителей создаются

максимально благоприятные условия, обеспечивающие хороший нагул, способствующий улучшению воспроизводительной способности.

В рыбоводстве селекционная и племенная работа тесно взаимосвязаны разными формами работ с племенным материалом. А так как селекционная работа и племенная работа имеют разные цели и особенности, указанные выше, то они выполняются в разных категориях рыбоводных хозяйств. Созданием новых и совершенствованием существующих пород занимаются **селекционно-племенные хозяйства** высшего типа, являющиеся, как правило, опытными базами исследовательских институтов. Селекционные хозяйства могут также входить в состав полносистемных хозяйств и рыбопитомников в виде участка. Выращивание производителей, ремонтного молодняка и массовое получение молоди для нужд промышленных хозяйств выполняют в **племрассадах-репродукторах**. Репродукторы специализируются на разведении какой-либо породы или на получении промышленных гибридов от скрещивания двух и более пород. В нашей стране есть репродукторы украинского, парского, ропшинского и других пород карпа.

Концентрация племенной работы в ограниченном числе хозяйств значительно упрощает её организацию и облегчает контроль племенного дела, обеспечивает высокую производительность труда, способствует более быстрому внедрению селекционных достижений в производство, является предпосылкой снижения опасности распространения заразных болезней. Фактическое число репродукторов в регионе должно быть больше расчетной их потребности на случай возникновения аварий и вспышек заразных заболеваний, когда получение или вывоз молоди из хозяйства становится невозможным.

Системы разведения и типы скрещивания в рыбоводстве

Скрещивание животных

Скрещивание животных – это метод разведения в животноводстве, при котором спаривают животных разных пород [17, с. 506]. Скрещивание применяют для улучшения существующих и создания новых пород. Потомство, получаемое при скрещиваниях, называют помесями. При скрещивании происходит объединение наследственных свойств разнородных производителей. При этом потомство обладает повышенной генетической изменчивостью, что открывает широкие возможности для селекции. Скрещивание является одним из важнейших приемов, используемых в селекции, но имеет и отрицательные

последствия. При скрещивании возможно нарушение генетического баланса, сложившегося в результате естественного и искусственного отборов. Если скрещивания проводить бессистемно, то можно утратить ценный породный материал. В зависимости от целей селекции различают несколько типов скрещивания: воспроизводительное, вводимое, поглотительное и альтернативное.

Воспроизводительное скрещивание (*син.*: заводское разведение) – метод разведения сельскохозяйственных животных, применяемый для создания новой, более совершенной породы путём скрещивания животных разных пород. Если в скрещивание вовлечены животные только двух пород, то такое воспроизводительное скрещивание называется **простым**. Если же в скрещивание включены животные трёх и более пород, то такое воспроизводительное скрещивание называется **сложным**. Такой метод создания пород называют **синтетической селекцией**.

Племенную работу при воспроизводительном скрещивании проводят в три этапа. На первом этапе скрещивают животных, которые являются лучшими представителями двух (и более) исходных пород для получения помесей желательного типа. На втором этапе помесей желательного типа разводят «в себе» и закрепляют их наследственность путём однородного подбора. При этом допустимо близкородственное спаривание. На третьем этапе полученную группу животных размножают до количества, позволяющего проводить в ней отбор и подбор без применения вынужденного инбридинга. В этот заключительный период используют тщательную выбраковку тех животных, которые не отвечают стандарту новой породы [17, с. 88].

Воспроизводительное скрещивание получило широкое распространение в рыбоводстве. С использованием этого метода селекции выведены ропшинский, сарбоянский, парский карпы. Синтетическая селекция легла в основу работы со среднерусским карпом.

Вводное скрещивание (*син.*: прилитие крови) – метод разведения сельскохозяйственных животных, применяемый для улучшения или исправления некоторых качеств ценной породы без коренного изменения её свойств. Вводное скрещивание используют для передачи исходной породе отсутствующих у нее одного или нескольких полезных качеств. Сущность метода состоит в однократном скрещивании маток исходной аборигенной породы с производителями улучшающей породы. Лучших производителей из помесей первого поколения в дальнейшем спаривают с матками улучшающей породы, а помесных маток – с лучшими производителями улучшающей породы. Потомство от

этого скрещивания разводят в себе, применяя строгий отбор животных [17, с. 67].

Вводное скрещивание применялось в работе с нивчанским внутривидовым типом украинского чешуйчатого карпа, когда для повышения выживаемости и холодостойкости украинского карпа скрестили с ропшинским и в дальнейшем помесей в двух поколениях скрещивали с украинским чешуйчатым карпом.

Поглотительное скрещивание (син.: преобразовательное скрещивание) – метод разведения животных, применяемый для коренного улучшения малопродуктивных пород, заключается в спаривании животных двух пород (улучшаемой и улучшающей) для получения помесей, которых затем на протяжении нескольких поколений спаривают с производителями улучшающей породы до получения животных желательного типа.

Поглотительное скрещивание применяется для постепенной замены малоценных пород ценным племенным материалом. В рыбоводстве оно не представляет значительного интереса, поскольку альтернативой ему является непосредственная замена малоценного племенного материала более ценным, что достигается достаточно быстро, благодаря высокой плодовитости рыб.

Альтернативное скрещивание позволяет в наибольшей степени избегать инбридинга при синтезе двух пород. При этом типе скрещивании применяют попеременное спаривание гибридов с производителями каждой из пород на протяжении трех – четырех поколений селекции, после чего переходят к воспроизводительному скрещиванию для стабилизации признаков, накопленных в ходе предыдущих поколений селекции.

Инбридинг

Инбридингом или родственным спариванием называют способ получения потомства, при котором родители состоят в кровном родстве. В селекции инбридинг применяется для закрепления селекционных признаков, усиления выраженности некоторых из них, а также для получения эффекта гетерозиса при скрещивании животных разных инбредных линий.

Для количественной характеристики инбридинга американский генетик С. Райт предложил **коэффициент инбридинга (F)**, который определяется по следующей формуле.

$$F_x = \sum \left[\left(\frac{1}{2} \right)^{n_1 + n_2 + 1} \cdot F_A \right], \quad (1)$$

где F_x – коэффициент инбридинга; n_1 – число поколений от отца до общего предка; n_2 – число поколений от матери до общего предка; F_A – величина коэффициента инбридинга предка, который сам был инбридирован [16, 19].

Коэффициент инбридинга Райта представляет собой меру степени родства между родителями данной особи. Это родство (если оно есть) определяется тем, как далеко отстоит от них в родословной общий предок. Если у них не один, а несколько общих предков, то родство между ними должно быть ещё более тесным. Поэтому коэффициент инбридинга вычисляют по каждому из общих предков. Так, при скрещивании сибсов, либо родителя с потомком $F_x = 0,25$, при скрещивании полусибсов – $0,125$.

В рыбоводстве коэффициент инбридинга определяется числом производителей, используемых для размножения. В этом случае коэффициент инбридинга за поколение (F_x) рассчитывается по формуле

$$F_x = \frac{1}{2N}, \quad (2)$$

где N – общее число производителей.

Коэффициент инбридинга, достигнутый за несколько поколений родственного разведения (F_T), вычисляют по следующей формуле:

$$F_T = 1 - (1 - F_x)^T, \quad (3)$$

где T – число поколений родственного разведения.

Формулы 2 и 3 справедливы только при условии свободного скрещивания и отсутствии отбора.

Негативным последствием инбридинга является **инбредная депрессия**. Она выражается в снижении жизнеспособности и показателей продуктивности животных. Основной причиной инбредной депрессии является переход в гомозиготное состояние рецессивных генов, несущих вредные качества. Негативную роль при инбридинге играет общее снижение гетерозиготности, поскольку при отборе по многим хозяйственно-полезным признакам формируются сложные полигенные гетерозиготные системы, которые при инбридинге разрушаются.

Вредное влияние инбридинга значительно усиливается под действием неблагоприятных условий среды, на фоне которых выживаемость и другие показатели могут снижаться в 2-3 раза. Степень ин-

бредной депрессии определяется не столько значением коэффициента инбридинга, сколько темпами его роста. При умеренном инбридинге число проявляющихся вредоносных генов в каждом поколении относительно невелико и они постепенно элиминируются отбором. Через определенное число поколений уровень инбредной депрессии может стабилизироваться, а в отдельных случаях и снизиться, в результате накопления в ходе отбора генетических факторов, компенсирующих влияние вредных генов.

Несмотря на вредное влияние инбридинга, он широко используется в селекционно-племенной работе. Использование умеренного инбридинга позволяет ускорить процесс стабилизации селекционируемой породы. Инбридинг необходим при создании генетически однородных (инбредных) линий, используемых для промышленного скрещивания.

Селекция на гетерозис

Гетерозис – это увеличение мощности и жизнеспособности гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами при различных скрещиваниях животных или растений [17, с. 101]. В животноводческой практике под гетерозисом понимают преимущество помесей первого поколения по тем или иным хозяйственно-полезным признакам по сравнению с родительскими формами. В рыбоводстве различают два типа гетерозиса: эугетерозис (собственно гетерозис) и избыточный гетерозис (гигантизм).

При **эугетерозисе** гибриды первого поколения превосходят родительские формы по комплексу признаков, имеющих приспособительное значение (повышенная плодовитость, выживаемость, более высокие темпы роста и др.). Наиболее часто эугетерозис проявляется при скрещивании инбредных линий как свойство противоположное инбредной депрессии.

При **избыточном гетерозисе** наибольшее развитие получает какой-либо один признак или свойство без повышения общей приспособленности организма. Это может приводить к угнетению развития других систем.

Для оценки эффекта гетерозиса полученных гибридов сравнивают либо с лучшей из родительских форм (истинная оценка гетерозиса), либо со средней по стаду (гипотетическая оценка гетерозиса).

У многих рыб обнаружен гетерозис при неродственном скрещивании. Например, помеси, полученные от скрещивания карпа с амурским сазаном, дают значительный гетерозис по жизнеспособности.

Эффект гетерозиса обнаруживается лишь при сочетании определенных групп, устанавливаемом в опытах по оценке комбинационной способности (общей и специфической). **Общая комбинационная способность** отражает среднюю ценность группы во всех ее сочетаниях с другими группами. **Специфическая комбинационная способность** характеризует продуктивность конкретных гибридных сочетаний (например, линии А с линией В).

Более важно установление специфической комбинационной способности, поскольку она дает возможность получения более высокой продуктивности. Однако проверка всех сочетаний большого количества племенных групп очень трудоемка. Вместе с тем линии с высокой общей комбинационной способностью обычно имеют высокую специфическую комбинационную способность. Поэтому на первом этапе определяют общую комбинационную способность линий, после чего лучшие из них тестируют на специфическую комбинационную способность. Отобранные по результатам этой проверки группы скрещивают между собой для получения промышленных гибридов. При оценке общей и специфической комбинационной способности применяют массовые скрещивания с использованием не менее 10 самок и самцов каждой группы.

Комбинационная способность племенных групп может быть повышена с помощью селекции. В рыбоводстве наиболее эффективна реципрокная периодическая селекция, при которой в каждом цикле чередуют анализирующее скрещивание и отбор.

Направления, формы и методы отбора рыб

Сущность отбора состоит в оставлении для дальнейшего разведения лучшей с точки зрения селекционера части популяции. Различают три основные формы отбора: стабилизирующий, дизруптивный и направленный.

Стабилизирующий отбор применяют при необходимости увеличения приспособленности объектов разведения к определенной технологии, при закреплении породного типа экстерьера, особенно на завершающих этапах селекции. При проведении стабилизирующего отбора на племя оставляют особей, имеющих средние значения оцениваемого признака.

Дизруптивный отбор применяют в основном в экспериментальных целях, например при оценке возможной эффективности селекции по какому-либо признаку. В практической селекции этот метод может быть использован при создании контрастных внутривидовых групп. Применение дизруптивного отбора целесообразно для создания гене-

тически разнородных групп, последующее скрещивание которых может давать эффект гетерозиса и используется в закладке отводок (линий) в пределах одного племенного стада для последующего промышленного скрещивания.

Движущий отбор (*син.*: направленный отбор) является основным методом создания новых и улучшения существующих пород, что свидетельствует об исключительно важной его роли в селекции. При проведении движущего отбора происходит изменение признака в соответствии с задачей селекции с одновременным уменьшением его изменчивости. Отбор на протяжении одного поколения можно проводить однократно (одноступенчатая селекция) и многократно (многоступенчатая селекция).

В зависимости от способа оценки животных используют такие методы отбора как массовый (групповой), индивидуальный и комбинированный. В рыбоводстве широко используют первый из них.

Массовый отбор – это отбор и сохранение на племя группы особей, лучших по тем признакам, которые являются целью селекции. При массовом отборе не учитывается генотип отобранных особей, что делает высокой вероятность ошибочного выбора.

Основными признаками при массовом отборе являются: а) скорость роста (учитывают массу и размеры рыб), б) конституция (экстерьер, физиологические и биохимические показатели), в) устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды и возбудителям заболеваний, г) репродуктивные показатели.[12].

Массовый отбор по скорости роста. Отбор по скорости роста тесно связан с продуктивностью, поскольку именно скорость роста, наряду с выживаемостью, определяют выход продукции с единицы площади за период выращивания. При отборе по скорости роста необходимо учитывать особенности, указанные ниже.

1. Наиболее интенсивно рыбы растут до начала полового созревания, в последующем рост существенно замедляется. Поскольку самцы созревают раньше самок, они, как правило, имеют меньшие размеры;

2. Скорость роста сильно подвержена влиянию факторов внешней среды, что часто приводит к значительным различиям в массе у особей одного происхождения и возраста.

3. Скорость роста относится к признакам с относительно низкой наследуемостью (менее 0,2), что определяет низкую эффективность отбора по этому признаку;

4. Так как при совместно выращивании разноразмерных рыб крупные особи угнетают рост более мелких, точная оценка по скорости роста может быть дана только при их раздельном выращивании;

5. Вариация массы тела рыб в популяции с возрастом уменьшается (в популяции мальков коэффициент вариации составляет 40-50%, сеголетков – 20-30%, двухлетков 10-15%, трехлетков 12-15%, более старших возрастных групп – в пределах 10%) [8].

Для расчета характеристики роста рыб С.А. Баранов и соавторами предложен коэффициент массонакопления K_M , определяемый по формуле.

$$K_M = \frac{3(M_K^{1/3} - M_O^{1/3})}{\Delta t}, \quad (4)$$

где M_K – конечная масса, M_O – начальная масса, Δt – время наблюдения.

При значительных различиях начальной массы формула 1 приобретает следующий вид:

$$K_M = \frac{3(M_K^{1/3} - M_O^{1/3})}{\Delta t + 0,015M_O^{1/3}}, \quad (5)$$

Величина коэффициента массонакопления характеризует генетические особенности рыб и зависит от внешних условий. При создании оптимальных условий коэффициент массонакопления максимально отражает возможности темпа роста рыб [8].

Массовый отбор животных по конституции. Отбор животных по конституции (экстерьеру) должен сопровождать селекцию по всем хозяйственно-полезным признакам, поскольку односторонний отбор только по продуктивным показателям может привести к снижению жизнеспособности селекционируемого материала. Большое значение в оценке экстерьера имеют экстерьерные индексы, рассчитываемые как отношение различных частей к общей длине тела рыбы и друг к другу.

Для различных пород и породных групп приняты стандарты по индексам телосложения, отклонение от которых недопустимо, поскольку может привести к ухудшению физиологического состояния организма и снижению жизнеспособности.

Для определения индексов необходимо определить массу тела рыбы P (в граммах), длину тела L , максимальную высоту тела H , максимальную толщину тела B_r , наибольший обхват тела O (в сантиметрах). Для взятия промеров пользуются бонитировочной доской и мерной лентой..

По данным взвешиваний и измерений рассчитывают селекционные индексы. Наиболее часто при отборе пользуются следующими индексами телосложения рыб:

- коэффициент упитанности K_v , определяемый как отношение массы тела, умноженной на 100 к длине тела (в см.) в третьей степени,
- индекс прогонистости L/H ,
- индекс обхвата тела O/L (в %),
- относительную толщину Br/L (в %).

Значения индексов телосложения для разных пород карпа приведены в таблице 1.

Таблица 1

Индексы телосложения пород карпа. [8]

Порода	Пол рыбы	Средние величины индексов			
		K_v	L/H	$Br/L, \%$	$O/L, \%$
Украинская	самки	3,1-3,6	2,2-2,7		85-86
	самцы	3,0-3,5	2,3-2,8		80-82
Парская	самки	3,0-3,1	2,8-3,0	19-20	86-88
	самцы	2,8-2,9	3,0-3,2	18-19	82-84
Ропшинская	самки	2,5-2,8	2,8-3,2	17-19	
	самцы	2,4-2,6	3,0-3,4	16-18	
Сарбоянская	самки		2,5-2,7		90-94
	самцы		2,6-2,8		81-84
Амурский сазан	самки	2,3-2,5	3,5-3,7	15 –17	75-80
	самцы	2,2-2,4	3,6-3,8	15-16	70-75

Массовый отбор по жизнеспособности и резистентности к заболеваниям. Жизнеспособность животных, в том числе и рыб, при domestikации снижается. Так, в идентичных условиях карп имеет более низкую выживаемость, чем сазан. Породные карпы менее устойчивы к воздействию неблагоприятных факторов, чем беспородные. Снижение жизнеспособности отселекционированных карпов частично компенсируют созданием оптимальных условий выращивания.

Жизнеспособность и резистентность к заболеваниям может быть повышена за счет селекции по этим признакам. Отбор по жизнеспособности и резистентности к заболеваниям целесообразно проводить на, так называемом «провокационном фоне», то есть искусственно усиливать действие неблагоприятных факторов, вводить возбудителей заболевания и т.п. При отборе по жизнеспособности необходимо учитывать корреляцию с другими хозяйственно полезными признаками.

Это позволяет повысить эффективность селекции и избежать негативных последствий одностороннего отбора.

Наряду с селекцией на повышение общей жизнеспособности проводятся работы по повышению устойчивости карпа к отдельным неблагоприятным факторам (содержание в воде токсичных веществ, недостаток кислорода, низкая температура воды).

Массовый отбор по репродуктивным показателям. При отборе по репродуктивным признакам обращают внимание на такие признаки как плодовитость, скорость полового созревания, сроки нереста и приспособленность к заводскому способу получения личинок.

При оценке самок различают абсолютную и относительную плодовитость. **Абсолютная плодовитость** – это общее содержание икринок в яичнике. **Относительная плодовитость** – это количество икры на 1 кг массы тела. На практике чаще используется показатель **рабочей плодовитости** – количество икринок полученных от самки за нерестовый сезон.

В селекции рыб широко используют коэффициент зрелости, выражаемый процентным отношением массы гонад к общей массе тела. Коэффициент зрелости созревших рыб коррелирует с плодовитостью и является важным селекционным признаком.

Плодовитость характеризуется широкой изменчивостью. Коэффициент вариации рабочей плодовитости, относительной плодовитости и коэффициент зрелости у карпа составляет 30% и более, у белого толстолобика – до 50%, пестрого – до 30%. Особенно велика изменчивость по плодовитости у впервые нерестующих самок вследствие неравномерного созревания разных особей. Поэтому отбор по плодовитости целесообразно проводить в старшем возрасте (не ранее второго нерестового сезона).

Большое значение имеют качественные характеристики половых продуктов. У самок учитывают размер икринок, степень зрелости, оплодотворимость и выживаемость, у самцов – концентрацию спермиев в 1 мл спермы и их активность, а также оплодотворяющую способность спермы.

Скорость полового созревания имеет большое значение при работе с поздно созревающими рыбами (осетровые и растительноядные). В ряде случаев отбор по скорости созревания особей актуален и для карпа. Так в северных районах половое созревание карпа наступает поздно, вследствие чего возникает необходимость селекции на более раннее созревание. В южных районах и при выращивании на теплых водах часто возникает необходимость отдалить наступление полового

созревания, поскольку при переходе яичников в III фазу зрелости отмечается значительное снижение темпов роста рыб.

Сроки нереста представляют интерес для селекции, поскольку более раннее получение личинок позволяет увеличить продолжительность вегетационного периода и существенно повысить рыбопродуктивность прудов.

Селекция на приспособленность к заводскому способу воспроизводства направлена на повышение стрессоустойчивости рыб, синхронизации созревания, положительную реакцию на стимуляцию гонадотропными гормонами, а также на повышение показателей жизнеспособности икры и молоди в условиях инкубационных цехов. В связи с простотой контроля перечисленных признаков при заводском способе воспроизводства отбор по ним не представляет большой сложности.

В последние десятилетия значительное внимание уделяется селекции на повышение гастрономических качеств и пищевой ценности карпа. Основными направлениями здесь являются снижение костистости и повышение жирности мяса. Однако селекция по этим показателям пока весьма затруднительна, поскольку для рыб не разработаны методики прижизненного определения жирности, а селекция на снижение костистости приводит к снижению жизнеспособности.

Индивидуальный отбор (отбор по родственникам), в отличие от массового отбора является, в основном, отбором по генотипу. При проведении такого отбора на племя оставляют особей, продуктивность которых определена по качеству их родственников. На практике применяют две формы индивидуального отбора: 1) **семейную селекцию** и 2) **оценку производителей по потомству**. Широко применяемый в животноводстве метод оценки по происхождению, т.е. продуктивности родственников по восходящей линии (отец, мать и т.д.), в рыбоводстве неприемлем, поскольку родословные для рыб обычно не ведутся.

Индивидуальный отбор наиболее эффективен на поздних этапах селекции, при снижении генетической изменчивости признака (достижении селекционного плато). Однако на ранних этапах селекции индивидуальный отбор из-за более низкой интенсивности может оказаться менее эффективным, чем массовый отбор.

При проведении первой формы индивидуального отбора – семейной селекции потомство от нескольких пар производителей (гнезд) выращивают в сходных условиях, отбирая лучшие из них для дальнейшего разведения.

Выращивание рыб разных семейств можно проводить как раздельно, так и совместно, при условии мечения. Каждый из способов имеет преимущества и недостатки. Так, при раздельном выращивании

требуется большое количество прудов (саджов), что представляет значительные трудности. При совместном выращивании весьма проблематично провести мечение большого числа рыб разных семейств.

При осуществлении семейной селекции в рыбоводстве необходимо придерживаться следующих правил.

1. Выращивание производителей, из которых формируются гнезда необходимо проводить в сходных условиях, обеспечивающих их созревание.

2. Скрещивания для получения оцениваемых семейств необходимо проводить одновременно.

3. Использование искусственного осеменения икры, создание идентичных условий инкубации икры (содержание кислорода в воде, температура, освещенность, водообмен).

4. Производить выращивание рыб оцениваемых семейств в условиях, близких к производственным, с одинаковой плотностью посадки.

5. Создавать хорошую кормовую базу, позволяющую максимально ослаблять пищевую конкуренцию

6. При раздельном выращивании необходимо повторять опыты 3 – 4 раза, поскольку изменчивость условий выращивания в подавляющем большинстве случаев превышает генетическую изменчивость семейств.

7. При совместном выращивании рыб разных семейств необходимо уравнивание их массы при посадке и применять поправочные коэффициенты при интерпретации результатов.

8. Оценку продуктивных показателей семейств необходимо производить после исчезновения у них материнского эффекта – влияние условий содержания самок на их потомство (для карпа – в конце первого года жизни).

9. Отбор лучших семейств необходимо проводить в возрасте достижения рыбами товарной массы.

Вторая форма индивидуального отбора – оценка производителей по потомству – в рыбоводстве впервые применена А.И. Куземы при селекции украинского карпа и более детально разработана В.С. Кирпичниковым и А. Г. Ненашевым.

Проверка качества производителей по потомству проводится различными способами. Наиболее простым является сравнение потомств, полученных от разных гнезд (пар) производителей. В этом случае оцениваются не сами производители, а их сочетания – отбор на общую комбинационную изменчивость. Часто применяется упрощенные диаллельные скрещивания, при котором самцы или самки скрещиваются с одним или двумя представителями другого пола. Диаллельное скре-

щивание позволяет выбрать лучших представителей каждого пола. Для объективности оценки производителей необходимо осуществлять совместное выращивание сравниваемых семейств с многократной повторностью и внесением поправок на разницу в исходной массе. Оценку потомства можно производить по отдельным хозяйственно-полезным признакам, либо использовать систему индексов.

Для сравнения эффективности семейной селекции и оценки производителей по потомству следует учитывать что на проверку производителей по качеству потомства уходят один-два года, в результате чего происходит снижение темпов селекции. Поэтому в рыбоводстве более перспективна семейная селекция, легко осуществляемая благодаря высокой плодовитости рыб. [12].

Комбинированный отбор. Комбинированный отбор позволяет достичь наибольшего селекционного эффекта, поскольку при улучшении комплекса признаков целесообразно сочетание массового и индивидуального отбора.

Сущность комбинированного отбора заключается в последовательном проведении в одном поколении семейной селекции, массового отбора и проверки производителей по потомству. Если селекцию нужно провести быстрыми темпами, то производителей по качеству потомства можно не проверять, однако в этом случае будет невозможно установить их племенную ценность.

На первом этапе комбинированного отбора скрещивают несколько неродственных пар производителей для получения ограниченного числа семейств, в процессе выращивания которых отбираются лучшие.

Второй этап комбинированного отбора включает проведение массового отбора в выбранных лучших семействах. При наличии достаточного количества особей в каждом семействе возможен отбор с высокой интенсивностью и напряженностью.

На третьем этапе организуют проверку производителей по качеству потомства, причем проверяют рыб одного пола, созревающего раньше (в карповодстве – самцов). Эта проверка должна быть завершена к моменту созревания производителей другого пола.

Генетические методы селекции рыб

Индукцированный мутагенез

Индукцированный мутагенез – способ повышения генетической изменчивости за счет возникновения мутаций при обработке гамет мутагенами физической (ионизирующее и ультрафиолетовое излучение) или химической (нитрозозетилмочевина, диметилсульфат и др.) природы.

В качестве мутагенов в селекции рыб целесообразно применять алкилирующие соединения и ультрафиолетовое излучение, поскольку они индуцируют в основном генные мутации. Использование ионизирующих излучений приводит к образованию хромосомных перестроек, обуславливающих значительное (до 100%) снижение жизнеспособности и появление большого числа уродств и аномалий. Поэтому оно не нашло применения в селекции рыб.

Для получения мутагенного потомства икру осеменяют спермой, обработанной мутагенами. В опытах Р.М. Цоя и сотрудников максимальное увеличение генетической изменчивости наблюдалось при использовании химических мутагенов в концентрациях близких к полублетальным, т.е. при которых происходит гибель около 50% рыб. Сравнительная оценка ряда химических мутагенов показала, что в селекции рыб наиболее перспективно применение нитрозоэтилмочевины и этиленимина.

Впервые попытка использования индуцированного мутагенеза была сделана при селекции краснодарского карпа. Химический мутагенез был также использован в селекции казахстанского карпа, что позволило значительно увеличить селекционный дифференциал и повысить эффективность отбора.

Использование индуцированного мутагенеза особенно актуально при снижении генетической изменчивости селекционируемого материала, когда применение традиционных методов селекции малоэффективно.

Гиногенез

Гиногенез – это форма полового размножения организмов, при которой сперматозоид, проникая в яйцеклетку, стимулирует её развитие, но его ядро не сливается с ядром яйца и не участвует в последующем развитии зародыша. Это процесс называют ложным оплодотворением – псевдогамией. По этой причине иногда гиногенез рассматривают как одну из форм партеногенеза.

Естественный гиногенез обнаружен у некоторых нематод, костистых рыб, земноводных и многих видов покрытосеменных растений. Иногда в гиногенетических популяциях самцы не известны и яйца осеменяются спермой других видов (например, икра карася молоками щуки). Экспериментально гиногенез может быть получен при осеменении яиц спермой неродственных видов, инактивацией ядра сперматозоида физическими или химическими агентами или механическим удалением мужского пронуклеуса из яйца. Однако развивающиеся при этом гаплоидные зародыши обычно нежизнеспособны. Для получения диплоидного гиногенеза нужно подавить цитотомию одного из деле-

ний созревания яйцеклетки или одного из первых делений дробления зиготы. В первом случае будет получена диплоидная яйцеклетка, во втором – произойдёт диплоидизация одного из blastomeres.

Гиногенез используют для получения строго гомозиготных организмов, а также особей одного, обычно женского, пола. В рыбоводстве для получения высокоинбредных линий, предназначенных для промышленной гибридизации, применяется индуцированный гиногенез.

При получении диплоидных гиногенетических самок необходимо решить две задачи: как генетически инактивировать мужские хромосомы и как обойти редукцию хромосомного комплекса.

Для инактивации мужских хромосом сперму обрабатывают высокими дозами мутагенов. С этой целью сперму облучают γ -, X-, и ультрафиолетовыми лучами (радиационный гиногенез), реже обрабатывают химическими веществами (химический гиногенез). При этом подбираются такие дозы мутагенов, при которых мужские хромосомы оказываются полностью разрушенными, но спермий сохраняет способность проникать в яйцеклетку и активировать ее. Более приемлем радиационный гиногенез, поскольку при химическом гиногенезе существует опасность проникновения мутагена в яйцеклетку, что может негативно повлиять на развитие эмбриона.

Для диплоидизации женского набора хромосом используют чаще всего воздействие на икру низкими или высокими сублетальными температурами (температурный шок). Это воздействие проводят до осеменения (стадия метафазы II), вскоре после осеменения (стадия анафазы II) или в период первого деления дробления зародыша. Как показали цитологические исследования, проведенные Д.Д. Ромашовым и В.Н. Беляевой, температурное воздействие наиболее эффективно вскоре после осеменения при прохождении хромосомами стадии анафазы II. Эффективность температурного шока определяется температурой и продолжительностью воздействия, а также состоянием хромосом до начала воздействия. Процесс диплоидизации женских хромосом при индуцированном гиногенезе протекает не всегда достаточно точно, что приводит к возникновению большого количества анеуплоидных гиногенетических зародышей. [8].

С помощью гиногенеза можно решить такие важные вопросы, как определение степени паратипической изменчивости, точная оценка величины инбредной депрессии у рыб, быстрое выявление и анализ наследования рецессивных генов и др.

В селекции индуцированный гиногенез используется, прежде всего, для ускоренного получения инбредных линий с целью последующей промышленной гибридизации на получение эффекта гетерозиса.

Андрогенез

Андрогенез – это такая форма размножения организмов, при которой в развитии зародыша участвует мужское ядро, привнесённое в яйцо сперматозоидом, а женское не участвует. Естественный андрогенез происходит у некоторых видов наездников, кукурузы, табака в тех случаях, когда ядро яйцеклетки погибает до оплодотворения. В таком случае оплодотворение оказывается ложным (псевдогамия). Андрогенез может быть вызван искусственно. Для этого нужно механически удалить или инактивировать женское ядро. Полученные гаплоидные зародыши обычно имеют низкую жизнеспособность.

Явление андрогенеза используют при исследовании роли ядра в наследственности, изучения ядерно-цитоплазматического взаимодействия, для получения строго гомозиготных организмов, а также животных одного пола.

Андрогенез представляет особый интерес в связи с проблемой сохранения генофондов исчезающих видов рыб. Сохранить редкие и исчезающие виды рыб можно при осеменении криоконсервированной спермой исчезающего вида инактивированных яйцеклеток самок близкого вида и удвоении мужских хромосом.

Для получения андрогенетического потомства на первом этапе инактивируют яйцеклетки большими дозами радиации и осеменяют их. На втором этапе блокируют первое деление дробления гаплоидных зародышей, что приводит к получению жизнеспособных диплоидных андрогенетических рыб. Андрогенез, как и гиногенез можно использовать при создании клонов рыб и для получения высокоинбредных самцов без применения гормональной инверсии пола.

В настоящее время получены андрогенетические потомства у радужной форели, карпа и некоторых других видов рыб.

Гормональная и генетическая регуляция пола

Гормональная и генетическая регуляция пола является перспективным направлением в рыбоводстве, поскольку самцы и самки часто представляют разную хозяйственную ценность. Так у осетровых и лососевых рыб самки продуцируют высокоценный пищевой продукт – черную и красную икру, в карповодстве южных районов самки на 10-20 % крупнее самцов, вследствие более раннего созревания последних и, соответственно, снижения темпов их роста.

Наиболее простым способом получения однополо-женских потомств является переопределение пола при действии на генотипических самцов женскими половыми гормонами – эстрогенами. Существенным недостатком этого метода является необходимость обработ-

ки гормонами очень большого числа рыб. Это сложно выполнять в промышленном рыбоводстве.

Более перспективной является генетическая регуляция пола, при которой интактные самки скрещиваются с инвертированными гормональным воздействием самцами. При этом отпадает необходимость обработки гормонами большого числа рыб, необходимо иметь небольшое число инвертированных самцов, используя их в качестве производителей.

Для получения инвертированных самцов генотипических самок обрабатывают мужскими половыми гормонами – андрогенами до начала цитологической дифференцировки пола. При обработке андрогенами двуполых потомств возникает необходимость разделения обычных самцов (XY) и инвертированных (XX). С этой целью ставят анализирующие скрещивания с обычными самками. Обычные самцы в этом случае дают обоеполое потомство. Инвертированные самцы производят потомство, состоящее только из самок. При использовании в качестве исходного материала однополого женского потомства, полученного методом индуцированного гиногенеза, необходимость в анализирующем скрещивании отпадает.

Метод генетической регуляции пола находит применение на практике. Так, в Великобритании более половины товарной радужной форели представлено однополо-женскими потомствами.

Индукцированная полиплоидия

Индукцированная полиплоидия – искусственное увеличение у организмов числа гаплоидных наборов хромосом. В рыбоводстве в основном получают особей с триплоидным набором хромосом. Триплоидные рыбы стерильны. Это делает их выгодными объектами для товарного выращивания. Стерильность триплоидов обуславливается тем, что третий непарный набор хромосом препятствует нормальному прохождению мейоза в половых клетках.

Наиболее часто используемым и простым способом получения триплоидных рыб является блокирование второго деления мейоза в яйцеклетках при осеменении их интактными (необлученными) спермиями. При этом к диплоидному женскому пронуклеусу присоединяется гаплоидный мужской и развиваются триплоидные эмбрионы. Для удвоения набора хромосом женского пронуклеуса применяют такие же воздействия, как и при индуцированном гиногенезе.

Сравнительное выращивание диплоидных и триплоидных рыб показало одинаковый темп их роста до начала полового созревания половой зрелости. В дальнейшем начинает проявляться преимущество

триплоидов, обусловленное недоразвитием у них половых желез и меньшими затратами на генеративный обмен.

В связи с различиями в степени развития гонад у триплоидных самок и самцов (у самцов гонады более развиты) целесообразнее получать и выращивать только самок. Это достигается путем совместного использования полиплоидии и генетической регуляции пола. Яйцеклетки осеменяют спермой инвертированных самцов (XX) после чего шоковым воздействием блокируют второе деление для получения триплоидов.

Другой способ получения триплоидных рыб заключается в получении тетраплоидных самок и дальнейшем скрещивании с обычными диплоидными самцами. Такой метод получения триплоидов был разработан для амфибий, впоследствии показана возможность применения на рыбах. Тетраплоидных рыб получают путем блокирования с помощью шоков первого деления дробления диплоидных эмбрионов на стадии анафазы митотического деления. Такой способ получения триплоидных рыб удобен, поскольку в этом случае отпадает необходимость каждый раз применять шоки, однако он менее разработан.

Индукцированную полиплоидию часто сочетают с отдаленной гибридизацией, что позволяет получать аллотриплоидных гибридов, имеющих два гаплоидных набора одного вида и один – другого вида. Часто такие гибриды обладают полезными качествами, отсутствующими у исходных форм.

С использованием этого способа специалистами ВНИИПРХ получены триплоидные карасе-каrpовые гибриды, сочетающие полезные качества родительских видов – быстрый темп роста карпа и хорошую приспособленность к условиям внешней среды карася.

Генная инженерия

Генная инженерия – это раздел биотехнологии, целью которого является целенаправленное конструирование в лабораторных условиях новых комбинаций генетического материала, способного размножаться в клетке и синтезировать определённый продукт. Методами генной инженерии можно изменять существующие геномы путем введения в них генов, полученных из геномов других видов или синтезированных искусственно. Организмы, имеющие в геноме чужеродную информацию, называют **трансгенными**.

Первые опыты по получению трансгенных рыб были проведены китайскими учеными в 1985 году. В этих опытах в геном золотой рыбки был введен ген гормона роста человека. Позднее было установлено,

что чужеродные гены, встроенные в геном рыбы, могут успешно функционировать и передаваться по наследству.

С помощью методов генной инженерии можно повысить устойчивость рыб к неблагоприятным факторам среды и заболеваниям. Например, канадские ученые ввели в геном атлантического лосося ген белка-антифриза камбалы. Это позволило повысить устойчивость лосося к низким температурам.

Не вызывает сомнения и тот факт, что в ближайшем будущем генная инженерия сыграет революционную роль в улучшении рыбоводных и биологических свойств рыб.

Способы мечения рыб

Эксперименты и селекционная работа с рыбами часто требуют мечения рыбы. В рыбоводной практике применяются два типа мечения рыб – серийное и индивидуальное. **Серийное мечение** применяют при необходимости разделения рыб по полу, возрасту, происхождению. **Индивидуальное мечение** проводят при паспортизации производителей, оценке производителей по потомству, изучении динамики селекционных признаков.

На практике применяют **четыре метода мечения** рыб – подрезание плавников, маркирование красителями, криоклеймение термоклеймение.

Подрезание плавников – наиболее простой способ, применяемый для серийного мечения, при котором обрезают примерно $\frac{2}{3}$ длины одного из парных плавников (грудные, брюшные) или одну из лопастей хвостового плавника (верхнюю или нижнюю). Срез должен быть ровным, под прямым углом к плавниковым лучам. После отрастания плавников на месте среза остается рубец, заметный в течение нескольких лет. Подрезанием парных плавников метят обычно группы, различающиеся по происхождению или возрасту.

Целесообразнее подрезать брюшные плавники, поскольку подрезание грудных плавников препятствует нормальному движению рыб, особенно в раннем возрасте. Для разделения рыб по полу самкам рекомендуется подрезать верхнюю, самцам – нижнюю лопасти хвостового плавника.

Мечение рыб растворами красителей эффективно при работе с рыбами, имеющими крупную чешую. Для мечения применяют стойкие водорастворимые красители, применяемые в текстильной промышленности (чаще всего 3-4% водные растворы активных красителей марки «Х»). Растворы вводят в чешуйчатые кармашки путем инъек-

ции. При инъекции необходимо не допускать попадание раствора в мышцы, поскольку это может привести к воспалению.

Инъекции растворов красителей производят как при индивидуальном, так и при групповом мечении рыбы.

Для индивидуального мечения применяют десятичную систему обозначения меток (рис. 1, А). Значение цифр определяется местом введения красителя, разряды цифр – цветом красителя (синий – единицы, красный – десятки, оранжевый – сотни). Метки наносятся с брюшной стороны.

Красители применяют также при серийном мечении разных возрастных групп. В этом случае метки наносят оранжевым красителем в области спины, присваивая каждой рыбе серийный номер от 0 до 9, в зависимости от последней цифры года рождения (рис. 1, Б) Метки, нанесенные растворами красителей хорошо различимы в течение нескольких лет.

Криоклеймение применимо для индивидуального и серийного мечения рыб с мелкой чешуей и карпов с редуцированным чешуйчатым покровом. У рыб с крупной чешуей метки, нанесенные с применением криоклеймения, быстро исчезают.

Для криоклеймения используют тавро, охлажденное до низких температур в жидком азоте, диоксиде углерода и т.д. Тавро прижимают к чешуйному покрову рыб на 1-3 с, в результате чего кожа меняет пигментацию, хорошо различимую в течение нескольких лет.

Существует метод высокотемпературного клеймения, при котором рыб клеймят тавром, нагретым до высоких температур. Метки при таком способе мечения заметны очень долго, но процедура клеймения плохо переносится рыбами. Этот метод заключается в том, что рыбу клеймят раскалённым докрасна тавром. Тавро представляет собой отрезок стальной проволоки диаметром 4-6 мм с характерным V-образным изгибом на одном конце и рукояткой – на другом (рис. 2). Для распознавания пола рыбы на левом её боку делают отличительный

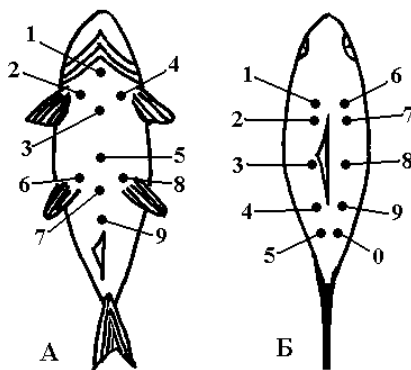


Рис. 1. Места нанесения меток при индивидуальном (А) и серийном (Б) мечении рыб.

знак самки или самца. Знак имеет вид двух соединённых под углом линий. Самок обозначают символом, остриё которого обращено вниз, напоминая две первые черты печатной буквы «И», что означает «икрянка», самка. Самцов обозначают таким же символом, но его остриё обращено вверх, подобно первым двум чертам буквы «М», что означает «молочник», самец. Этот метод термического таврирования рыб имеет недостатки. по истечении времени тавро плохо читается, производители после

клеймления долго болеют и даже гибнут. Сам процесс клеймления требует значительной затраты времени. Чтобы ускорить этот процесс уменьшить отрицательное влияние таврирование на организм рыбы, было предложено специальное приспособление (рис. 3). Использование такого приспособления сокращает время пребывания рыбы вне воды, уменьшает опасность теплового шока и позволяет получить более чёткое клеймо.

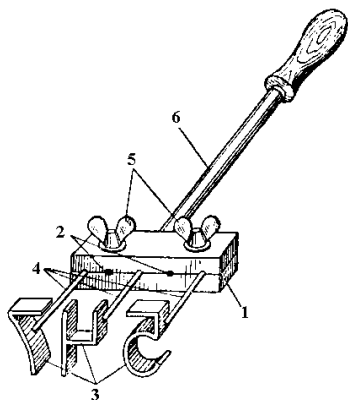


Рис. 3. Приспособление для таврирования рыбы.

1 – резная державка; 2 – отверстия для матриц; 3 – матрицы; 4 – винты с барашками; 5 – рукоятка

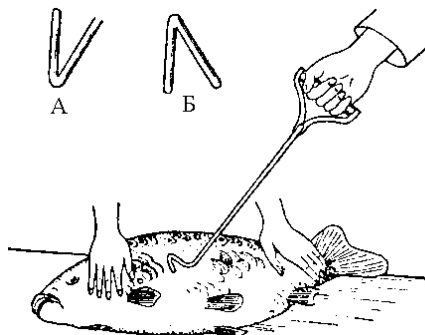


Рис. 2. Мечение рыбы выжиганием клейма. А – знак самки; Б – знак самца.

Матрицы такого клейма изготавливают из полосовой стали толщиной 2 мм. Они быстро нагреваются, хорошо держат тепло, не деформируются и оставляют ясный след, не вызывая большого ожога и выпадения смежных с ожогом чешуй. Всё приспособление весит 500-600 г. Матрицы, вставленные в державку, нагревают в пламени паяльной лампы до тёмно-красного цвета. Нагретое клеймо на 1-2 сек. прижимают к телу рыбы выше боковой линии.

При таврировании следует соблюдать несколько правил [15]:

- 1) клеймо ставят производителям вскоре после нереста;
- 2) предварительно рыбу тщательно обтирают от слизи;
- 3) прижигание делают быстро, сильным нажимом, после чего рыбу немедленно выпускают в пруд.

Породы карпа и гибриды с другими видами рыб.

Украинские чешуйчатый и рамчатый карпы.

Работы над чешуйчатым и рамочным карпами были начаты Украинским научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства в 1930 году под руководством А.И. Куземы. Исходным материалом для селекции были галицийские карпы из стада Антонинского Госрыбзаводника, а позднее также местные карпы из ряда рыбхозов Украины.

Основным методом при выведении украинских пород карпа являлся массовый отбор по массе тела и крепости конституции с высокой интенсивностью роста в младших возрастных группах. Отбирали крупных рыб с высокоспинной формой тела, со стандартным чешуйным покровом, без признаков заболеваний и видимых дефектов. У самок при отборе уделяли внимание развитию вторичных половых признаков (оценивали по форме брюшка). Признание чешуйчатого и рамчатого украинских карпов в качестве новых пород произошло в 1954-1956 годах.

Украинский чешуйчатый карп имеет характерный высокоспинный экстерьер и сплошной чешуйный покров, образованный ровными рядами чешуи. Основным направлением селекции украинского чешуйчатого карпа было повышение его способности к использованию естественной кормовой базы водоемов. Это сделало перспективным его использование в условиях экстенсивного рыбоводства в больших неспускаемых прудах. При испытаниях новой породы отселекционированные карпы превосходили исходных по темпу роста (на 17%), выживаемости (на 24 %), эффективности использования естественной кормовой базы (на 46%). При выращивании в прудах при разреженной посадке сеголетки достигали массы 125 г., двухлетки – 1550 г. Индекс высокоспинности у этой породы карпа равен 2,4-2,6, относительная длина головы – 26-31%, выход трехдневных личинок от одной самки при естественном нересте колеблется от 200 до 500 тыс. штук.

Украинский рамчатый карп отличается характерным расположением по периферии тела крупных чешуек, образующих подобие рамки. Боковая часть тела, как правило, лишена чешуи; в некоторых случаях встречаются отдельные мелкие чешуйки. При разведении «в

себе» возможно появление в потомстве обычных разбросанных карпов. Украинский рамчатый карп, как и чешуйчатый, отличается красивым высокоспинным экстерьером и высоким темпом роста. В условиях пятикратной плотности посадки двухлетки украинского рамчатого карпа превосходили исходных галицийских карпов по темпу роста на 15%, по выживаемости в нагульных прудах на 11%, по выходу рыбопродукции с 1 га площади нагульных прудов на 25% и по затратам корма на единицу продукции на 21%. Сеголетки украинского рамчатого достигают массы 100 г., двухлетки – полутора килограммов. Индекс высокоспинности составляет 2,4-2,5, отношение размера головы к размеру тела колеблется в пределах 28-30%. При естественном нересте от одной самки украинского рамчатого карпа получают 200-500 тыс. трехдневных личинок.

Украинские породы включают несколько внутривидовых типов: антонино-зозуленский, несвичский, любеньский, нивчанский.

Антонино-зозуленские внутривидовый тип карпа были выведены под руководством А.И. Куземы. В настоящее время их разводят во многих промышленных хозяйствах Украины. В пределах антонино-зозуленского типа можно выделить несколько экологических подтипов разводимых в различных условиях: антонинский карп (заложен в 1929 году), салтановский (заложен в 1937 году), белоцерковский (заложен в 1947 г.) и др.

Антонино-зозуленские карпы обладают высоким темпом роста, однако в условиях промышленных хозяйств часто имеют пониженную жизнеспособность. С целью повышения жизнеспособности были созданы другие внутривидовые типы.

Несвичский западно-украинский внутривидовый тип карпа создан на основе скрещивания антонино-зозуленского карпов и местного галицийского карпа из стада рыбхоза «Несвич» Львовской области с последующей селекцией полученных помесей. По сравнению с галицийскими несвичские карпы более выносливы. Это стало предпосылкой их широкого распространения в рыбхозах Западной Украины в 50-х годах прошлого столетия и их завоза в Молдавию, Россию и другие республики. Позднее несвичских карпов использовали при создании любеньского карпа.

Любеньский внутривидовый тип карпа происходит от несвичских чешуйчатых и рамчатых карпов, скрещенных с ропшинским карпом.

По рыбоводным показателям любеньский карп превосходит исходных несвичских карпов.

Нивчанский внутрипородный тип карпа создавался с применением вводного скрещивания. Исходным материалом были помеси, полученные от скрещивания самок украинского чешуйчатого карпа с самцами ропшинского карпа. В дальнейшем провели два возвратных скрещивания помесей с украинскими чешуйчатыми карпами. В ходе селекции применяли массовый отбор по росту с учетом признаков экстерьера

По экстерьерным показателям нивчанские карпы практически не отличаются от украинских чешуйчатых карпов. Ценной особенностью нивчанского карпа является повышенная зимостойкость, унаследованная им от ропшинского карпа. Нерест начинается при температуре воды 15-16 °С. У нивчанского карпа ниже температурный порог, при котором начинается питание рыб. У сеголетков нивчанского карпа он равен 8 °С. Выход годовиков из зимовки и рыбопродуктивность на 10-15% выше, чем у карпов украинской чешуйчатой породы. Нивчанских чешуйчатых карпов выращивают в рыбхозах Украины, Молдавии, Грузии. Они завезены в некоторые зарубежные страны. Хорошие результаты дает промышленная гибридизация нивчанских карпов с рамчатый украинским карпом.

Ропшинский карп.

Исходный материал для селекции этого карпа был получен в результате скрещивания самок зеркального (разбросанного) карпа галицийского происхождения с самцами амурского сазана. Амурские сазаны представляли собой потомство рыб, завезённых в 1937 году с Дальнего Востока. Сначала сазаны были размножены в прудах рыбхоза «Спартак» Курской области, а в 1939 и 1940 гг. молодь сазана из этого рыбхоза была перевезена В.С. Кирпичниковым в хозяйства новгородской области [4].

Гибриды первого поколения были получены в 1942-1944 гг. в борцовском рыбопитомнике Горьковской области. Эти рыбы оказались промежуточными по экстерьеру и зимостойчивости, но гетерозисными в отношении скорости роста и жизнеспособности на ранних стадиях развития. Гибриды второго поколения были получены в 1949-1951 гг. под руководством В.С. Кирпичникова.

В ходе селекционных работ были заложены 3 племенные отводки, отличающиеся друг от друга по происхождению: возвратная (В), межлинейная (М) и возвратно-межлинейная (ВМ). Отводка В получена путем возвратного скрещивания гибридов второго поколения с амурским сазаном и имеет 75% наследственности амурского сазана.

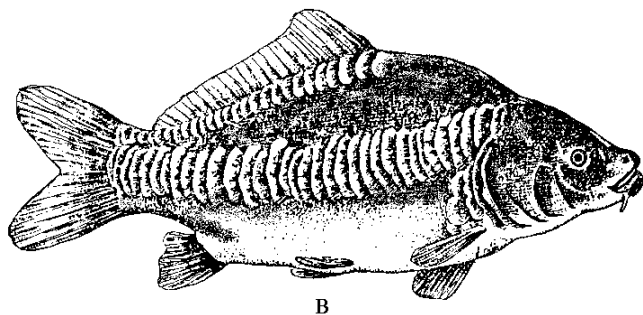
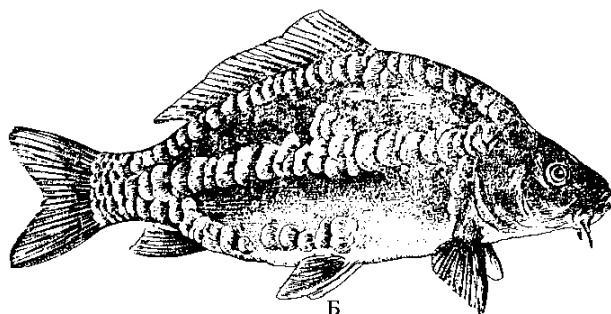
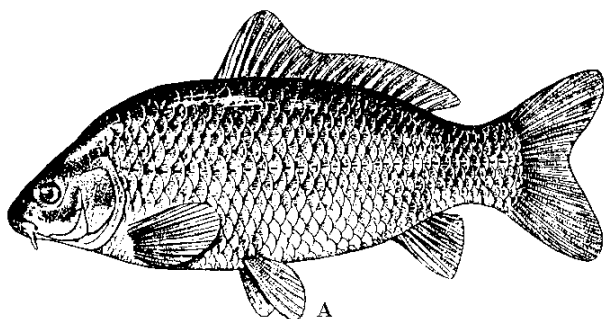
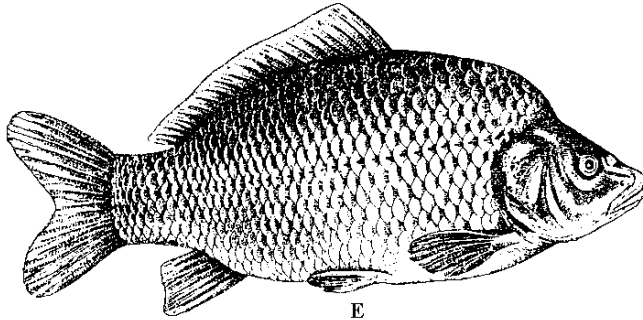
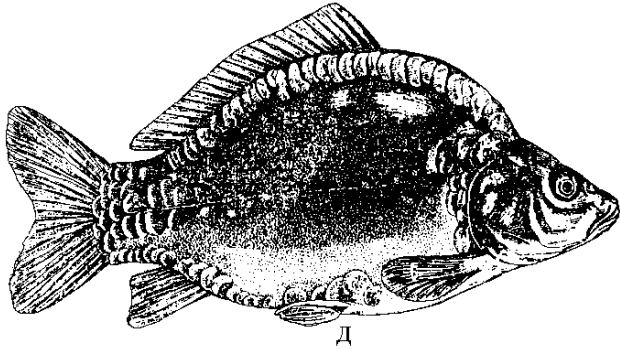
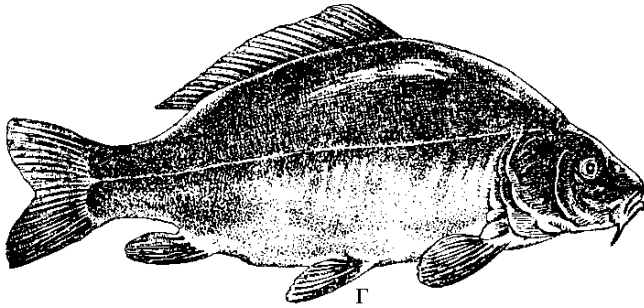


Рис. 4. Карп: А – чешуйчатый; Б – зеркальный с разбросанной по телу чешуёй; В – зеркальный карп с линейно расположенной по середине тела (по боковой линии) чешуёй



Г – голый или кожистый (без чешуи); Д – украинский рамчатый; У – украинский чешуйчатый.

Рыбы этой племенной группы характеризуются выраженным «сазаньим» типом телосложения и отличаются от других отводок повы-

шенной зимостойкостью. Они быстро растут на первом году, но в дальнейшем уступают по росту карпам других отводок.

Карпы отводок М и ВМ имеют долю наследственности амурского сазана на уровне 60-70%. По форме тела они близки к обычному карпу, обладают относительно высоким темпом роста на первом и втором годах жизни, но по выживаемости уступают возвратным гибридам.

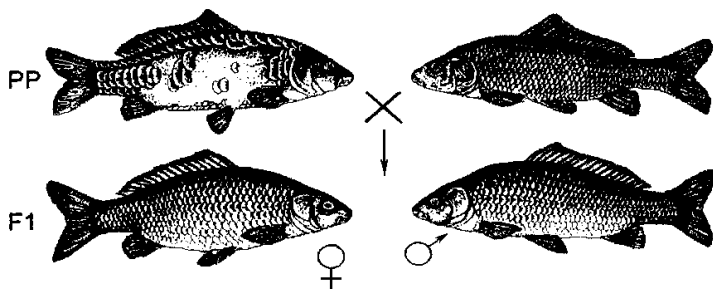


Рис. 5. Схема получения первого поколения северного карпа: PP – родительские формы – самки галицийского разбросанного карпа и самцы амурского сазана; F1 – чешуйчатые самки и самцы – гибриды первого поколения [4].

Основным методом селекции ропшинского карпа был массовый отбор по росту, преимущественно на сеголетках и двухлетках. Дополнительными признаками при отборе служили показатели экстерьера, отсутствие внешних дефектов и заболеваний. Основными отличиями ропшинского карпа от создаваемых и имеющихся пород являются повышенная зимостойкость и холодостойкость. Выход его после зимовки значительно выше, чем у карпа других пород (хотя несколько ниже, чем у амурского сазана). Выживаемость годовиков отводок В и ВМ составляет, как правило не менее 75%, у отводки М – 70%, в то время как у беспородного карпа в суровых условиях Северо-Запада – не более 50% (нередко 10-20%). Ропшинские карпы также характеризуются высокой выживаемостью в летний период.

На первом году жизни ропшинские карпы чаще всего обгоняют обычного карпа по росту на 10-20, в холодные годы на 40-50%. Однако в дальнейшем рост ропшинских карпов (особенно отводки В) существенно замедляется.

Естественный нерест ропшинского карпа возможен при 16 °С, а получение потомства заводским способом – при 14-15 °С.

Рабочая плодовитость самок ропшинского карпа сравнительно невысока и составляет 400-550 тыс. икринок, относительная плодовитость 110-130 тыс. икринок на 1 кг массы тела. Максимальной плодовитостью отличаются самки межлинейной отводки, минимальной – самки возвратной отводки.

Ропшинский карп имеет повышенную устойчивость к ряду заболеваний. Установлена его меньшая восприимчивость к краснухе и воспалению плавательного пузыря.

По экстерьерным показателям ропшинские карпы занимают промежуточное положение между обычным карпом и амурским сазаном: коэффициент упитанности у самок обычно 2,5-2,8, у самцов – 2,4-2,6. На четвертом селекционном поколении показатели продуктивности и экстерьера у ропшинского карпа, в основном, стабилизировались и остаются без заметных изменений. С этого периода ропшинский карп становится основным объектом разведения в рыбхозах Северо-Запада России. Его широко внедряют в других районах страны, как для самостоятельного разведения, так и для промышленной гибридизации с другими породами. Помеси, полученные при использовании ропшинского карпа, обладают почти такой же жизнеспособностью, как гибриды первого поколения от скрещивания карпа и амурского сазана, но часто превосходят последних по скорости роста.

Благодаря высокой общей жизнеспособности и холодостойкости ропшинский карп представляет большую ценность как улучшатель при выведении других пород карпа. Например, ропшинский карп был использован при селекции любеньского и нивчанского внутривидовых типов украинского карпа, сарбоянского карпа, краснодарского краснустойчивого карпа.

Сарбоянский карп

Сарбоянский карп создавался для суровых климатических условий Западной Сибири. Работы были начаты в 60-х годах XX века под руководством В.А. Коровина. В качестве исходного материала служили помеси, полученные от скрещивания самок разбросанных карпов, завезенных из Белоруссии, с самцами ропшинского карпа и амурского сазана. В результате скрещивания были получены две племенные группы с разными долями наследственности амурского сазана: северный тип (12,5%) и омский тип (20%). При скрещивании карпов омского и северного типа была получена третья племенная группа – степной тип.

Основным методом при выведении породы служил массовый отбор с напряженностью 10-30%, проводимый в основном на сеголетках и двухлетках.

Выращивание сеголетков и их зимовку проводили в достаточно жестких, близких к производственным, условиях. При дальнейшем выращивании условия приближали к оптимальным, что способствовало ускоренному росту рыбы и более полному проявлению воспроизводительной способности. Отбор вели по типу чешуйного покрова (отбирали только чешуйчатых рыб), размерам, экстерьерным показателям, а также по выживаемости потомства. При воспроизводстве поголовья применяли естественный нерест отобранных производителей.

В результате селекционных мероприятий выход сеголетков от подрощенных мальков увеличился с 50-80 до 90-95%, рыбопродуктивность возросла с 5-7,5 до 9-9,5 ц/га. Дальнейшее совершенствование привело к повышению рыбопродуктивности выростных прудов до 9-16, нагульных – до 10-18 ц/га.

Относительная высота тела сарбоянского карпа (l/h) составляет 2,6, отношение длины головы к длине тела (C/l) – 25%, коэффициент упитанности (P/l^3) – 3,3 %, относительный обхват (O/l) – 85%. Самки имеют достаточно высокую плодовитость: при естественном нересте на одну самку степного типа получают 200-385 тыс. личинок.

Все три типа сарбоянского карпа способны к форсированному нагулу, обладают повышенной устойчивостью к гипоксии. Омский тип также характеризуется приспособленностью к размножению в воде с повышенной минерализацией, хорошо переносит повышение температуры воды до 30-32°С. Степной тип отличается более высокой плодовитостью, имеет хорошие показатели теплоустойчивости.

Чистопородного сарбоянского карпа разводят для получения товарной рыбы. Кроме того, в ряде областей Западной Сибири и Урала его используют для промышленного скрещивания с местными карпами.

Парский карп

Парский карп прошел государственную апробацию и был признан новой породой в 1989 году. Работы по его созданию были начаты в 1950 под руководством К.А. Головинской и в дальнейшем продолжены Ю.П. Бобровой.

На первом этапе селекции скрестили лучших самок рыбхоза «Пара» Рязанской области с самцами амурского сазана, получив при этом исходный материал для создания племенной отводки, названной местной (М). При последующем скрещивании рыб отводки М с украинскими карпами была заложена отводка УМ. Каждая из отводок в начале селекции включала как чешуйчатых, так и разбросанных карпов; при дальнейшей работе в отводке М при отборе оставляли только че-

шуйчатых карпов, в отводке УМ – разбросанных. Основным методом являлся массовый отбор по росту и экстерьеру, а также по плодовитости, для чего отбирали молодь из нерестовых прудов с наибольшим выходом мальков. При внедрении заводского метода воспроизводства отбор самок по плодовитости стал более эффективным, поскольку появилась возможность точной оценки количества отданной самками икры и выхода личинок, в результате чего произошло существенное улучшение этого признака.

Оценку эффективности селекции парского карпа проводил путем сравнения его рыбоводных показателей с рыбоводно-биологическими нормативами для III зоны рыбоводства, а также с данными промышленных хозяйств I-III зон, в которых выращивался парский карп.

Рыбы отводок М и УМ несколько различаются по продуктивности и экстерьеру. Карпы отводки М обладают повышенной общей жизнеспособностью и зимостойкостью, для отводки УМ характерен более высокий темп роста.

Основным критерием, по которому парский карп рассматривается как селекционное достижение, является высокая плодовитость самок как при естественном нересте, так и при заводском способе получения потомства. Рабочая плодовитость самок парского карпа составляет 570-729 тыс. икринок, от элитных самок получают от 1,2 до 1,35 млн. икринок. При заводском методе воспроизводства от самки получают 460-585 тыс. личинок, от элитных самок – 600-690 тыс. Выход сеголетков из выростных прудов составляет 40-60% от неподрощенных личинок, 70-80% от подрощенных мальков.

Парский карп характеризуется красивым, гармоничным телосложением. Индекс высокоспинности составляет 2,8-3,1, индекс широкоспинности – 18,1-20,1%, индекс обхвата – 1,13-1,21, коэффициент упитанности – 2,8-3,1. Сеголетки достигают массы 24-27 г, двухлетки – 350-400 г, а при племенном выращивании – 40-45г и 700-800г соответственно.

Выращивание парского карпа в рыбхозах II-III зон позволяет поддерживать рыбопродуктивность прудов на уровне 18-24 ц/га, при снижении затрат кормов на 15-20%.

Выращивание промышленных гибридов, полученных от скрещивания отводок М и УМ и отводки УМ с амурским сазаном, рыбопродуктивность можно повысить на 1,5-3,5ц/га.

К 1999 году выведен новый зональный тип парского карпа – **московский чешуйчатый**, работы с которым ведутся на Центральной экспериментальной базе ВНИИПРХ «Якоть» Московской области. Исходный материал (личинки отводки М парского карпа пятого поко-

ления селекции) завозился в 1980 и 1981 годах из рыбхоза «Пара» Рязанской области. Основным методом селекции при выведении нового зонального типа служил массовый отбор по плодовитости и темпу роста. Для повышения плодовитости на племя отбирали самок, отдавших более 1 млн. икринок.

К 1999 году работы с московским чешуйчатым зональным типом парского карпа были в целом закончены, и он представлен к государственной апробации.

В условиях Московской области парский карп стал более прогонистым, сохранив все прочие положительные качества. Плодовитость парского карпа даже превышает плодовитость карпов рыбхоза «Пара». Рабочая плодовитость самок составляет 900-1200 тыс. икринок, относительная – 160-200 тыс., выход личинок на одну самку при заводском способе воспроизводства – 550-790 тыс. шт.

Относительная высота тела двух- и трехлеток составляет 2,6-2,7, коэффициент обхвата тела – 88-92%, коэффициент упитанности – 3,0-3,4%, размер головы составляет 24-27% длины тела. С увеличением возраста тело становится более прогонистым, относительная длина увеличивается до 2,8-3,1, коэффициент обхвата уменьшается до 80-83% при сохранении размера головы на уровне 24-25% длины тела.

Сеголетки московского чешуйчатого карпа парской породы достигают массы 27-40 г при выходе от неподрошенных личинок 50-70%, рыбопродуктивность выростных прудов – 11-13 ц/га, кормовой коэффициент 2-2,8, нагульных 11-17 ц/га при затратах корма 2,2-3 кг на один килограмм прироста массы.

Среднерусский карп

Работы со среднерусским карпом были начаты в 1962 году специалистами ВНИИПРХ под руководством К.А. Головиной и продолжены с 1974 года В.Я. Катасоновым. Селекция направлена на повышение темпа роста и выживаемости рыб в условиях высокоинтенсивного прудового выращивания в рыбхозах I-II зон рыбоводства. В основу схемы создания породы положен принцип синтетической селекции. На первом подготовительном этапе (1962 – 1972 гг.) заложили нескольких помесных отводок, полученных от скрещивания производителей четырех групп карпа разного происхождения: украинских (У), нивских (Н), курских (К) и загорских (З). Первые две группы представляли интерес в связи их высоким темпом роста и красивым экстерьером. Курские карпы гибридного происхождения, содержащие до 70% наследственности амурского сазана, были использованы в скрещиваниях с целью повышения жизнеспособности селекционного материала. Загорские

карпы представляли собой аборигенную группу, прошедшую несколько поколений отбора в условиях Загорского рыбхоза Московской области.

От скрещивания производителей перечисленных групп сначала получили простые (двойные) помеси, которых впоследствии скрестили друг с другом или с одной из исходных групп. В результате было сформировано исходное племенное ядро, включающее несколько сложных (тройных – четверных) отводок. Некоторые из них, проявившие невысокие рыбоводные качества, в ходе дальнейшей селекции были выбракованы. При этом были сохранены три наиболее перспективные помесные отводки (ЗУ-НК, ЗУ-НУ и З-НК), а также одна из исходных групп – загорские карпы.

Рыбы всех племенных групп характеризуются «типично карповым» экстерьером. Индекс высокоспинности колеблется от 2,6 до 3,3, коэффициент упитанности составляет 2,5-3,4 %, относительный обхват туловища – 80-95%.

Группа ЗУ-НК отличается от остальных несколько большей высокоспинностью, имеет повышенный темп роста и выживаемость. Карпы ЗУ-НУ имеют также хорошие экстерьерные показатели. Обладая высокими темпами роста, они отличаются пониженной жизнеспособностью, что обусловлено высокой долей наследственности украинских карпов (до 50%). Загорские карпы и карпы З-НК сходны по темпу роста и выживаемости, однако карпы З-НК имеют более прогонистый экстерьер. Из четырех племенных групп наиболее перспективными являются загорские карпы и карп ЗУ-НК.

Помимо основных селекционируемых отводок были заложены несколько дополнительных групп. На базе некоторых отводок (З-НК, загорские карпы) заложили мутагенные (М) и гиногенетические (G) линии. С использованием японских декоративных карпов и немецких карпов заложена сложная племенная группа Нем/У-НК^B, маркированная геном окраски. Генетическое маркирование осуществили и для других отводок. Чешуйчатые карпы ЗУ-НУ и разбросанные З-НК гомозиготны по трансферрину А, разбросанные карпы ЗУ-НК – по трансферрину С.

Для использования в качестве контроля при оценке селекционного эффекта, достигнутого по племенным отводкам, имеется так называемая «контрольная популяция», происходящая от смеси производителей селекционируемых групп и поддерживаемая без отбора.

На подготовительном этапе работ (при проведении синтетических скрещиваний) была сохранена максимальная гетерогенность племенного материала. Интенсивный отбор в этот период не проводили; вы-

браковывали лишь особей, явно отстававших в росте, а также дефектных и больных рыб. Позднее при селекции заложённых отводок напряжённость отбора была увеличена.

Отбор проводили по массе с учётом экстерьерных показателей и состояния здоровья рыб. Наиболее напряжённый отбор осуществляли среди двухлетков. Выращивание селекционируемого материала проводили в условиях, близких к производственным.

С третьего поколения селекции начато применение комбинированного отбора, сочетающего массовый отбор рыб в двухлетнем возрасте и оценкой выращенных самцов по потомству. После созревания самок проводят оценку и отбор их по репродуктивным свойствам.

По многолетним данным (1980-1989) выживаемость сеголетков (от неподрощенных личинок) составляет 50-65% , двухлетков – 80-90%, выход годовиков после зимовки – 80-90 %.

В производственных условиях рыбхозов Московской области (первая и вторая зоны рыбоводства) рыбопродуктивность выростных прудов составляет обычно 12-14 ц/га, нагульных 14-15 ц/га. По отдельным хозяйствам достигнута продуктивность 18-21 ц/га.

Ангелинский зеркальный и чешуйчатый (краснодарский краснухостойчивый) карп

Селекционная работа проведена на опытном участке Ангелинского рыбхоза Краснодарского края под руководством В.С. Кирпичникова, а позднее Ю.И. Ильясова. Основной задачей при селекции этой породы было повышение резистентности к заболеванию краснухой.

В 1963-1965 годах была проведена сравнительная оценка различных групп карпа по устойчивости к заболеваемости краснухой и разработана схема селекции. Исходным материалом стали местные карпы Ангелинского рыбхоза (М) (впоследствии названные ангелинским зеркальным карпом), ропшинские карпы (Р) и украинско-ропшинские гибриды (УР), получившие название ангелинского чешуйчатого карпа

Основным фактором отбора во всех поколениях селекции была устойчивость рыб к поражению краснухой. Для повышения интенсивности отбора проводили искусственное инфицирование рыб путем подсадки больных особей на фоне высокой плотности посадки. С этой же целью в ряде поколений рыбам инъецировали суспензию тканей больных рыб. При работе не применялись лекарственные препараты против краснухи, все больные и переболевшие рыбы выбраковывались.

В 1998 году ангелинский зеркальный и чешуйчатый карпы были признаны новыми породами, отличительной особенностью которых является устойчивость к заболеванию краснухой.

Ангелинский зеркальный карп прошел восемь поколений селекции на повышение резистентности к заболеваниям. Основные сдвиги в степени устойчивости к краснухе произошли с 1-го по 5-е поколения. В результате из карпов восприимчивой формы были созданы карпы устойчивые к заболеваниям. Специальные исследования показали большую, по сравнению с контролем, устойчивость ангелинского карпа к бактериальным инфекциям – на 30%, вирусным – на 60%. Результаты этого исследования подтверждены полевыми испытаниями в хозяйствах Краснодарского края.

При проведении селекции обращали внимание на показатели массы тела отбираемых рыб. Это позволило значительно улучшить темп роста ангелинского зеркального карпа. При промышленном выращивании сеголетки достигают массы 32 г, двухлетки – 600 г. Выживаемость сеголетков от личинок достигает 60%, рыбопродуктивность выростных прудов – 13,4 ц/га, нагульных – 16,4 ц/га при кормовом коэффициенте 2,8 и 3,3 соответственно.

Рабочая плодовитость самок составляет 600-650 тыс. икринок, относительная 150-162 тыс.; выход трехсуточных личинок на одну самку – 270-290 тыс. шт.

Ангелинский чешуйчатый карп был получен на восьмом поколении гибридов от скрещивания самок украинского рамчатого карпа с самцами ропшинского чешуйчатого карпа в условиях жесткого отбора на устойчивость к заболеваниям и большую массу тела. Ангелинский чешуйчатый карп по происхождению являлся гетерозиготным по генам чешуйного покрова, что приводило к появлению в потомстве, начиная со второго поколения, разбросанных гибридов. Таких особей выбраковывали, но окончательно решить проблему расщепления по типу чешуйного покрова позволил отбор производителей, гомозиготных по генам сплошного чешуйного покрова с помощью анализирующих скрещиваний.

Преимущество породы по резистентности к заболеваниям при бактериальном заражении составляет 35%, при вирусном – до 68%. Средняя масса сеголетков составляет 35 г., двухлетков – 620 г., выживаемость сеголетков от личинок достигает 60%, рыбопродуктивность выростных прудов – 14,7, нагульных – 16,9 ц/га; кормовой коэффициент – 2,8 и 3,3 соответственно. Половозрелость у самцов наступает в возрасте 3 лет, у самок – в возрасте 3-4 лет. Рабочая плодовитость са-

мок составляет 650-700 тыс. икринок, относительная – 158-170 тыс. Выход трехсуточных личинок на одну самку – 280-300 тыс. штук.

Ангелинский зеркальный и чешуйчатый карпы при их промышленном скрещивании дают гетерозисный эффект по показателям продуктивности и устойчивости к заболеваниям.

Черепетский чешуйчатый карп

В связи с бурным развитием тепловодного индустриального рыбоводства в 70-80 гг. потребовалось создать специализированную породу карпа, хорошо приспособленную к специфическим условиям садкового (бассейнового) содержания в тёплой воде, сбрасываемой из охлаждающих установок промышленных предприятий. По этой причине сотрудниками ГосНИОРХ была разработана долгосрочная селекционная программа на 1976-1998 гг., конечной целью которой было выведение пород карпа, адаптированных к условиям садкового содержания. Создание таких карпов должно было повысить эффективности тепловодного индустриального рыбоводства, как при их чистопородном разведении, так и при их межпородной промышленной гибридизации.

Экспериментальной базой для создания породы было определено Черепетское производственно-экспериментальное рыбное хозяйство (Тульская обл., г. Суворов). Исходное стадо было сформировано из сеголетков и годовиков чешуйчатого карпа, завезённых в садки Черепетского хозяйства из различных районов Тульской области.

При селекции черепетского карпа был применён весь спектр известных рыбоводных мероприятий. При этом были использованы селекционно-генетические, ихтиологические и физиологические методы исследований.

Важнейшим хозяйственным признаком породы является ее высокая продуктивность. Черепетский карп даёт до 250 кг товарной рыбы с 1 м² садковых площадей, или до 170 кг с 1 м³ объема воды. Высокие показатели продуктивности обусловлены высокой жизнестойкостью черепетского карпа и способностью эффективно оплачивать корм приростом.

Даже в условиях индустриальных тепловодных хозяйств высокотемпературного типа, в которых содержание карпа часто сопровождается заморными явлениями и температурным шоком при проведении рыбоводных мероприятий, выход рыбы остаётся высоким. Например, от 5 г мальков до рыбы товарной массы выживают свыше 80% рыб. В то же время при работе на завозном посадочном материале, выживаемость могла снижаться до 20-30%, причем при значительно более крупной исходной его навеске.

Черепетский карп обладает повышенной устойчивостью к воспалению плавательного пузыря и паразитарным заболеваниям.

Работа с черепетским карпом была направлена на решение следующих основных задач: а) поддержание главных особенностей генетической структуры породы (для закрепления эффекта гетерозиса, полученного при межпородных скрещиваниях) и б) повышение продуктивности племенного стада.

Методы и приемы селекции черепетского карпа. Для племенных скрещиваний подбирали лучших производителей у которых были четко выражены половые признаки, а показатели роста и экстерьера отвечали селекционным стандартам.

Чтобы сохранить высокую гетерогенность черепетского карпа в процессе селекции соблюдали следующие условия:

- каждое поколение формировали из нескольких возрастных групп;
- икру каждой самки осеменяли молоками нескольких самцов;
- для племенного выращивания в группу трехдневных личинок помещали равное количество потомков от всех производителей, участвовавших в нересте;
- выращивание племенного материала сопровождалось слабым массовым отбором по весу тела (суммарная компонента приспособленности).

Отбор проводили в три этапа в течение первого полугодия жизни рыб (до проявления полового диморфизма). Во избежание лишнего травматизма племенного материала, массовый отбор проводили по завершении каждого этапа выращивания рыб: первый раз – при посадке молоди из лотков в мелкочейные садки, второй – из мелкочейных садков в крупночейные и, наконец, третий – при подготовке сеголетков к зимовке. Трёхэтапный отбор был использован для того, чтобы получить более точную оценку рыб по массе тела из-за их постоянного возрастного перераспределения по этому признаку.

Отбор карпов старшего возраста носил корректирующий характер. В нём критериями оценки выступали особенности телосложения рыб, степень выраженности у них половых признаков, состояние здоровья и некоторые другие второстепенные признаки.

Об интенсивности селекции судили по двум показателям – коэффициенту напряженности отбора

$$V = \frac{n \cdot 100\%}{N}, \quad (6)$$

где N и n – количество рыб до и после отбора

и селекционному дифференциалу S , равному разнице средних значений признака до и после отбора, выраженному в процентах.

Накопленный коэффициент напряженности отбора определяли по формуле:

$$V_{\text{наколл}} = \frac{V_1 \times V_2 \dots \times V_n}{100^{n-1}} \%, \quad (7)$$

где V_1 , V_2 и V_n – коэффициенты напряжённости отбора по этапам, n – количество этапов отбора.

Проводя отбор по весу тела, авторы породы руководствовались представлением, согласно которому в селекции по количественным признакам напряжённость отбора не должна быть очень высокой потому, что отобрать лучшие генотипы по фенотипу очень сложно. В то же время, отбраковывая всякий раз худшее, можно усиливать отбираемый признак, постепенно повышая концентрацию нужных аллелей. В целом интенсивность массовой селекции черепетского карпа была сравнительно невысокой и одинаковой по своему уровню на протяжении пяти последовательных поколений. Накопленные коэффициенты напряженности отбора составили в среднем 6,5%, варьируя в разных поколениях от 4,7 до 9,4%,.

Дальнейшую работу с черепетским чешуйчатым карпом авторы породы планируют в двух основных направлениях. Это, прежде всего, консервация имеющегося генофонда породы, как завершенного результата движущей селекции. Второе направление сводится к поиску новых форм и методов селекции, способствующих усилению проявления эффекта гетерозиса при межпородных скрещиваниях черепетских чешуйчатых карпов с карпами других пород.

Краткая хозяйственная характеристика черепетского карпа.

Производители черепетского чешуйчатого карпа рано достигают функциональной половой зрелости – самцы в 2 года, самки – в 3, а иногда и в 2 года. Рыбы-производители этой породы способны многократно давать качественное потомство в течение одного сезона. Они характеризуются высокой плодовитостью: выход «деловых» личинок на одну самку составляет (по первой порции) в среднем 450-550 тыс. шт. Наиболее выдающиеся самки при собственном весе тела 10-12 кг способны давать 2,4-2,7 кг овулировавшей икры, а выход «деловых» личинок может составлять у них 800-1100 тыс. штук. При такой плодовитости средний выход товарной продукции на одну самку колеблется по сезонам в диапазоне 60-80 тонн, обеспечивая продуктивность до 250 кг товарного карпа с 1 м² садковых площадей, или до 170 кг с 1 м³ объема воды. При наличии условий выращивания, близких к опти-

мальным, значительная часть рыбы способна достигать товарной массы уже к концу 1-го вегетационного сезона.

Казахстанский карп

Работа по созданию казахстанского карпа была начата в 1972 году под руководством Р.М. Цоя. Исходным материалом послужили местные карпы из Усть-Каменогорского рыбхоза. При создании казахстанского карпа наряду с традиционными методами селекции, такими как отбор и скрещивание, использовали химический мутагенез и индуцированный гиногенез.

На подготовительном этапе были проведены исследования по определению эффективности воздействия ряда алкилирующих соединений. При закладке селекционируемых групп проводили осеменение икры спермой, обработанной мутагенами. В результате для селекционных целей было получено несколько мутагенных групп: НЭМ, ДМС, ДАБ, ЭН, ДЭС+НЭМ (группы обозначены по сокращенному названию химических мутагенов, использованных при их получении). Кроме того, от производителей исходного стада заложили контрольную группу, полученную без применения химических мутагенов.

Полученные с применением химических мутагенов группы отличались повышенной изменчивостью ряда признаков, в том числе и массы тела рыб. Основным методом селекции мутагенных групп был массовый отбор по росту, преимущественно среди сеголетков, выращенных на фоне сравнительно благоприятных условий.

Наиболее напряженным был отбор среди карпов НЭМ (10%) и ЭИ (8%). В остальных группах напряженность отбора составляла 13-73 %. Отбор по массе тела, а также по экстерьеру осуществляли и среди рыб более старшего возраста.

Во втором селекционном поколении в некоторых группах массовый отбор сочетали с индивидуальным отбором. В этом случае для воспроизводства использовали лучших самцов, предварительно проверенных по качеству потомства. В целях ускорения элиминации вредного генетического груза (возникшего под действием мутагенов) и закрепления редких ценных мутаций часть мутагенных групп воспроизводили с применением индуцированного гиногенеза (икру осеменяли спермой, инактивированной ультрафиолетовыми лучами).

Наилучшими показателями роста и экстерьера из заложенных групп выделяется отводка НЭМ. Выход личинок от одной самки составляет 400 тыс. и более.

Маточные стада казахстанского карпа (второе-третье поколение селекции) используют в ряде районов Казахстана. При производствен-

ном выращивании в условиях III зоны рыбоводства рыбопродуктивность выростных прудов составляет 17-19 ц/га, нагульных – 15-17 ц/га.

Белорусский карп

Работы проводятся с 1946 года под руководством Д. П. Поликсенова. Эта породная группа создана в результате скрещивания беспородных чешуйчатых и разбросанных карпов, полученных из рыбхозов разных областей Белоруссии.

Селекция ведется на повышение выживаемости и темпов роста. Порода представлена четырьмя племенными отводками: 3' (три прим), смесь зеркальная, смесь чешуйчатая и столин XVIII. Карпы двух первых отводок имеют разбросанный тип чешуйного покрова, смесь чешуйчатая и столин XVIII – чешуйчатый.

Рыбы белорусской породы имеют типично карповый высокоспинный экстерьер, коэффициент упитанности составляет 2,7-3,1, относительная длина головы 26-27%, для них характерен высокий темп роста (наиболее быстро растут рыбы отводок 3' и смесь зеркальная), при интенсивном выращивании рыбопродуктивность достигает 22 ц/га.

Хорошие результаты дает промышленное скрещивание отводок этой породы. Так при скрещивании помесей (3'×столин XVIII), (смесь чешуйчатая×3') и (смесь зеркальная×столин XVIII) получают высокий гетерозисный эффект по выживаемости и скорости роста.

При выращивании в промышленных условиях белорусский карп показал повышенную восприимчивость к заболеваниям плавательного пузыря и низкую жизнеспособность. С целью повышения жизнеспособности и резистентности белорусского карпа скрещивают с ропшинским карпом и амурским сазаном. Выживаемость сеголетков таких гибридов составляет 70%, выход годовиков из зимовки достигает 90%.

Декоративные карпы-хромисты

Декоративные карпы были завезены в Россию из Японии в середине 60-х годов. Сотрудниками ВНИИПРХа во главе с В.Я. Катасоновым были проведены многочисленные исследования по изучению особенностей формирования и наследования различных типов окраски. В результате была сформирована коллекция карпов-хромистов. Наиболее часто встречаются рыбы, имеющие темно-оранжевую или мозаичную оранжево-черную окраску. Реже встречаются особи с голубой и белой окраской, а также черно-белые и оранжево-черно-белые мозаики.

Карпы-хромисты (кои) широко используются как объект декоративного рыбоводства в странах Юго-Восточной Азии, большую попу-

лярность они приобретают в Европе и в нашей стране. Они могут быть прекрасным украшением офисов, парков, приусадебных участков, домов отдыха и других общественных мест. По сравнению с обычными карпами карпы-хромисты имеют несколько пониженную зимостойкость, скорость роста и выживаемость, связанную, в основном, с более высокой интенсивностью их истребления рыбацкими птицами.

Гибриды карпа с серебряным карасем

Триплоидные гибриды карпа с серебряным карасем получены специалистами ВНИИПРХа с использованием методов отдаленной гибридизации и индуцированного гиногенеза. Эти гибридные рыбы могут быть двух типов: а) гибриды, содержащие один геном карася и два генома карпа и б) гибриды, содержащие один геном карпа и два генома карася.

Триплоидные гибриды сочетают в себе достоинства обоих видов: высокий темп роста карпа и устойчивость к неблагоприятным факторам – серебряного карася.

Гибриды с двумя геномами карпа значительно превосходят карпа по жизнеспособности, практически не уступая по скорости роста. Эффективны для использования в водоемах, в которых вследствие болезней и неблагоприятных условий содержания понижена выживаемость карпа.

Гибриды, содержащие два генома карася, устойчивы к недостатку кислорода, что позволяет использовать для их разведения водоемы, непригодные для карпа, в том числе водоемы с летними и зимними заморами.

Оба типа гибридов стерильны, что делает перспективным их разведение в тепловодных хозяйствах, где раннее наступление полового созревания снижает темпы роста карпа. Также перспективно их использование для зарыбления неспускаемых водоемов, в которых стерильность рыб позволит избежать бесконтрольного естественного нереста.

Другие породы карпа

Заслуживают внимания импортированные породы карпа которые в 1980-1986 гг. завезены в нашу страну. Из них были сформированы маточные стада немецкого (зеркального), румынского (чешуйчатого и зеркального), венгерского, японского, вьетнамского и югославского карпа. Эти породы характеризуются красивым экстерьером и высокой продуктивностью при условии соблюдения особенностей технологии

их выращивания. Ряд этих пород был использован для скрещивания с отечественными породами.

Работа над совершенствованием карпа в нашей стране продолжается. Например, ВНИИ ирригационного рыбоводства получил патенты на «Карпа чувашского чешуйчатого» и «Карпа анишского зеркального» с рыбопродуктивностью 20 ц/га [20]. Это втрое выше стандартной нормы продуктивности. Использование современных методов генетики и селекции позволит ещё больше увеличить продуктивность карпа.

Контрольные вопросы

1. Что называется селекцией животных, селекционной и племенной работами?
 - 1.1. Чем отличается селекционная работа от племенной работы?
2. Каковы особенности селекционно-племенной работы в рыбоводстве?
 - 2.1. Какими преимуществами обладают рыбы как материал для селекции (по сравнению с наземными животными)?
 - 2.2. Какие особенности биологии рыб затрудняют селекционную работу?
 - 2.3. Какую работу выполняют селекционно-племенные хозяйства?
 - 2.4. Какую работу выполняют племрассадники-репродукторы?
3. Какие типы скрещивания применяют в рыбоводстве?
 - 3.1. Что называют скрещиванием животных?
 - 3.2. Что называют воспроизводительным скрещиванием?
 - 3.2.1. Какое воспроизводительное скрещивание называется простым?
 - 3.2.2. Какое воспроизводительное скрещивание называется сложным?
 - 3.3. Какое скрещивание называется вводным?
 - 3.4. Какое скрещивание называется поглотительным?
 - 3.5. Какое скрещивание называется альтернативным?
 - 3.6. Что называется инбридингом?
 - 3.6.1. Как вычисляется коэффициент инбридинга по С. Райту?
 - 3.6.2. Какие формулы используют в рыбоводстве для вычисления коэффициента инбридинга?
 - 3.6.3. Что называется инбредной депрессией?
 - 3.7. Что называется гетерозисом?
 - 3.7.1. Какие два типа гетерозиса выделяют в рыбоводстве?
 - 3.7.2. Как проявляется зугетерозис?
 - 3.7.3. Как проявляется избыточный гетерозис?
4. Какие формы отбора вам известны?
 - 4.1. Какой отбор называют стабилизирующим?
 - 4.2. Какой отбор называют дизруптивным?
 - 4.3. Какой отбор называют движущим?
5. Какие методы отбора вам известны?
 - 5.1. Какой отбор называют индивидуальным?
 - 5.2. Какой отбор называют массовым?
 - 5.2.1. В чём суть массового отбора животных по скорости роста?
 - 5.2.2. В чём суть массового отбора животных по конституции?

- 5.2.2.1. Какие индексы телосложения рыб учитывают при проведении отбора?
 - 5.2.2.1.1. Что называется коэффициентом упитанности рыб?
 - 5.2.2.1.2. Что называется индексом прогонистости?
 - 5.2.2.1.3. Что называется индексом объёма тела?
 - 5.2.2.1.4. Как определяют относительную толщину тела рыбы?
- 5.2.3. Почему отбор по скорости роста должен сопровождаться отбором по конституции?
- 5.2.4. В чём суть массового отбора по жизнеспособности и резистентности рыбы к заболеваниям?
- 5.2.5. В чём суть массового отбора по репродуктивным показателям?
- 5.3. Какой отбор называют индивидуальным?
 - 5.3.1. Какие две формы индивидуального отбора применяют в рыбоводстве? Каковы их особенности и отличия?
- 5.4. В чём суть комбинированного отбора?
6. Какие генетические методы селекции рыб вам известны?
 - 6.1. Что называется индуцированным мутагенезом?
 - 6.1.1. Какие факторы индуцируют мутации?
 - 6.1.2. Как используют мутагенные факторы в селекции рыб?
 - 6.2. Что называется гиногенезом?
 - 6.2.1. Как и для чего используют гиногенез в селекции рыб?
 - 6.3. Что называется андрогенезом?
 - 6.3.1. Как и для чего используют андрогенез в селекции рыб?
 - 6.4. Как осуществляют и для чего используют гормональную и генетическую регуляцию пола?
 - 6.5. Что называется полиплоидией?
 - 6.5.1. Как можно индуцировать полиплоидию?
 - 6.5.2. Как используется полиплоидия в селекции рыб?
 - 6.6. Каковы перспективы генной инженерии в селекции рыб?
7. Что называется мечением рыб?
 - 7.1. Какие два типа мечения рыб вам известны?
 - 7.1.1. Для чего используют эти два метода мечения рыб?
 - 7.2. Назовите 4 метода мечения рыбы.
 - 7.2.1. Как технически осуществляют мечение рыбы?
8. Опишите историю создания и охарактеризуйте биологические особенности основных пород карпа:
 - 8.1. Украинские чешуйчатые и рамчатые карпы.
 - 8.2. Ропшинский карп.
 - 8.3. Сарбоянский карп.
 - 8.4. Парский карп.
 - 8.5. Среднерусский карп.
 - 8.6. Ангелинский зеркальный и чешуйчатый карп.
 - 8.7. Черепетский карп.
 - 8.8. Казахстанский карп
 - 8.9. Белорусский карп.
 - 8.10. Гибриды карпа с серебряным карасём.

Литература

1. Боброва Ю. П., Гарин А.Г., Лаврухина С.И., Тимиров Н.Т. и др. **Основные итоги селекции парского карпа.** /Селекция рыб. – М.: Агропромиздат – 1989. – С. 19-26.
2. Боброва Ю.П. **Характеристика элитного стада самок парского карпа** // Вопросы генетики, селекции и племенного дела в рыбководстве. Сб. научных трудов. –М.: Изд-во ВНИРО. – 1992. – Вып. 76. – С. 25-31.
3. Боброва Ю.П., Катасонов В.Я., Демкина Н.В. **Зональный тип породы парского карпа – московский чешуйчатый.** // Вопросы генетики, селекции и племенного дела в рыбководстве. Сб. научных трудов. –М.: Изд-во ВНИРО. – 1992. – Вып. 76. – С. 31 – 39.
4. Голод В.М., Никандров В.Я. **Ропшинский карп.** //Выведение новых пород рыб. –С.-Пб.: Изд-во Рос. нац. библиотеки. –2001. –С. 6-23.
5. Илясов Ю. И., Шарт Л. А., Тихонов Г.Ф. **Новые порода карпа в прудовом рыбководстве: чешуйчатый и зеркальный ангелинские карпы.** //Вопросы генетики, селекции и племенного дела в рыбководстве. Сб. научных трудов. –М.: Изд-во ВНИРО. – 1992. – Вып. 76. – С. 19 – 24.
6. Илясов Ю.И., Шарт Л.А. **Формирование гомозиготной украинско-ропшинской внутривидовой группы краснухостойчивого карпа** // Вопросы генетического и экологического мониторинга объектов рыбководства. Сб. научных трудов. – М.: ВНИИПРХ. – 1993. – Вып.70. –С. 3-7.
7. Катасонов В.Я. **Научные разработки селекционно-генетического центра НПО по рыбководству: предложения к внедрению.** – М.: ВНИИПРХ. –1989. – 15с.
8. Катасонов В.Я., Гомельский Б.И. **Селекция рыб с основами генетики.** – М.: Агропромиздат. – 1991. – 209с.
9. Катасонов В.Я., Мамонтов Ю.П. **Индивидуальное мечение племенных рыб растворами красителей.** – М.:ЦНИИТЭИРХ. – 1974
10. Катасонов В.Я., Поддубная А.В., Дементьев В.Н., Демкина Н.В. **Основные итоги селекции среднерусского карпа.** // Вопросы генетики, селекции и племенного дела в рыбководстве. Сб. научных трудов. –М.: Изд-во ВНИРО. – 1992. – Вып. 76. – С. 39 – 48.
11. Катасонов В.Я., Поддубная А.В., Демкина Н.В. **Формирование и рыбководно-биологическая характеристика генетически маркированной линии амурского сазана (АСМ)** // Вопросы генетики, селекции и племенного дела в рыбководстве. Сб.Научных трудов. Вып. 76. М.: Изд-во ВНИРО. 2001. –С. 49-57.

12. Кирпичников В.С. **Генетика и селекция рыб.** –Л.: Наука.–1987.– 520 с.
13. Климов А.В. **Типирование окраски тела у декоративного карпа из коллекции ВНИИПРХа** // Вопросы генетики, селекции и племенного дела в рыбоводстве. Сб. научных трудов. –М.: Изд-во ВНИРО. – 1992. – Вып. 76. – С. 65-69.
14. Коровин В.А. **Методы выведения и современное состояние сарбоянской породы карпа.** / Селекция рыб. – М.: Агропромиздат – 1989. – С. 195-210.
15. Мартышев Ф.Г. **Прудовое рыбоводство.** М.: Высшая школа. – 1973. –428 с.
16. Рокицкий П.Ф. **Введение в статистическую генетику.** Минск, Высшая школа. – 1978. – 448 с.
17. Сельское хозяйство. Большой энциклопедический словарь /Редкол.: В.К Месяц и др. –М.: «Большая Российская энциклопедия». – 1998. –656 с.
18. Томиленко В.Г., Сирый Б.Г. **Селекция карпа украинских пород любеньского внутривидового типа** /Селекция рыб. – М.: Агропромиздат. – 1989. – С. 163-179.
19. Хатт Ф. **Генетика животных.** –М.: Колос. 1969. – 445 с.
20. Калашников В.В. **Научное обеспечение развития животноводства в России** //Проблемы и пути интенсификации племенной работы в отраслях животноводства. Материалы международной научно-практ. конференции, г. Уфа, апрель 2004 г. – Уфа: Изд. Башкирск. гос. аграрного университета, – 2004. – С. 3-14.

**И ещё 500 учебников
по разным дисциплинам
на сайте**

http://www.labogen.ru/50_bookcase/shelf-1.html