

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н. И. Вавилова»

ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ РЫБ

Краткий курс лекций

для студентов II курса

Направление подготовки

35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура

Профиль подготовки

Аквакультура

Саратов 2016

УДК
ББК
Р 83

Рецензенты:

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой «Кормление, зоогигиена и аквакультура» ФГОУ ВО «СГАУ им. Н.И. Вавилова» *А.А. Васильев*

Р8 Генетика и селекция рыб: краткий курс лекций для студентов II курса направления подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» / .: О.И. Бирюков // ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 107с.

Краткий курс лекций по дисциплине «Генетика и селекция рыб» составлен в соответствии с программой дисциплины и предназначен для студентов направления подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура». Краткий курс лекций содержит теоретический материал по основным вопросам генетики и селекции рыб. Направлен на формирование у студентов знаний об основных закономерностях науки о наследственности и изменчивости, а также методах разведения рыб для решения профессиональных задач в рыбоводстве.

Материал ориентирован на вопросы профессиональной компетенции будущих специалистов сельского хозяйства.

УДК
ББК

© Бирюков О.И., 2016

ISBN

© ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2016

Введение

Генетика и селекция рыб относится к числу профессиональных дисциплин. Она изучает основные закономерности наследственности и изменчивости живых организмов, формы и методы отбора и подбора, методы разведения рыб. Периоды онтогенеза рыб.

Дисциплина подразделена на две части. Первая часть дисциплины изучает генетику животных и рыб, основанную на знании общих законов наследственности и изменчивости живых организмов. Вторая часть изучает селекцию рыб, где рассматриваются вопросы онтогенеза, метода отбора и подбора рыб, оценка их продуктивных признаков, способы мечения и зоотехнического учета.

«Генетика и селекция рыб» является базовой для изучения дисциплины «Искусственное воспроизводство рыб».

Знания, полученные при изучении данной дисциплины могут непосредственно использоваться в производственной деятельности специалиста.

Семестр 4

Лекция 1

ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

1.1. Предмет и методы генетики. Понятие наследственности и изменчивости живых организмов. Роль генетики в животноводстве и аквакультуре

Генетика – наука о наследственности и изменчивости организмов. Термин «генетика» (от греч. genesis – происхождение) предложил в 1906 г. У. Бэтсон.

Наследственность – свойство организмов обеспечить материальную и функциональную преемственность между поколениями, а также обуславливать специфический характер индивидуального развития в определенных условиях внешней среды.

Изменчивость – это возникновение различий между организмами по ряду признаков и свойств. Они могут возникнуть под влиянием условий среды и в результате изменения или комбинирования генетического материала.

В развитие генетики выделяют три этапа:

Первый этап – с 1900 по 1925 г. в этот период экспериментально подтверждены законы Г. Менделя; разработана хромосомная теория наследственности (Т.Г. Морган); создано учение о чистых линиях, предложены термины «ген», «генотип», «фенотип» (В. Иоганнсен).

Второй этап – 1926 по 1953 г. характеризуется изучением строения гена, проведением экспериментов по искусственному мутагенезу (Г. Меллер и др.). В этот отрывок времени заложена основа биохимической, популяционной, эволюционной генетики, генетики микроорганизмов.

Третий этап – с 1953 и по настоящее время. Отличается исследованием материальных основ наследственности. Была открыта структура молекулы ДНК (Ф. Крик, Дж. Уотсон), расшифрован генетический код (Ф. Крик, М. Ниренберг, С. Очао), химическим путем синтезирован ген (с. Крана), открыт закон гомологических рядов в наследственной изменчивости (Н.И. Вавилов), разработаны методы генетической инженерии и др.

В генетике, как и в любой науке, существуют свои методы изучения (Рис.1.1).



Рис.1.1. Методы генетики

В животноводстве и аквакультуре методы генетики используют:

1. При создании животных, устойчивых к болезням;
2. Для уточнения происхождения животных;
3. При оценке производителей по качеству потомства;
4. В пушном звероводстве;
5. Для изучения вредных веществ на наследственный аппарат животных;
6. Для изучения наследования аномалий;
7. Для выявления носителей вредных генов;
8. Для изучения иммунитета животных;
9. Для изучения генетики патогенности и вирулентности микроорганизмов;
10. Для разработки методов выделения устойчивости животных к болезням.

1.2. Клетка как генетическая система. Роль ядра и органоидов клетки в наследственности. Строение хромосом и хромосомных наборов

Основной структурной единицы жизни на земле является клетка.

Эукариотические клетки (с оформленным ядром) разнообразных организмов – от простейших (корненожки, жгутиковые, инфузории и др.) до грибов, высших растений и животных – отличаются и сложностью, и разнообразием строения. Но у различных типов клеток можно выделить общие черты строения. Каждая клетка состоит из двух важнейших, неразрывно связанных между собой частей - цитоплазмы и ядра. В цитоплазме находятся клеточные органоиды: вакуоли, хлоропласты, митохондрии и

различного рода включения: мелкие капли жира, гранулы крахмала, некоторые пигменты.

Ядро (лат. nucleus, греч. karyon) обнаружил в клетке английский ботаник Р. Броун в 1831 году. Это наиболее важный органоид эукариотической клетки. Большинство клеток имеют одно ядро, но встречаются и многоядерные клетки (лейкоциты, поперечно полосатая мышечная ткань, инфузории). Некоторые узкоспециализированные клетки утрачивают ядра (эритроциты млекопитающих, клетки ситовидных трубок у растений).

Форма ядра, как правило, шаровидная или веретеновидная. В состав ядра входит ядерная оболочка – кариолема, кариоплазма (или нуклеоплазма) – ядерный сок, **хроматин** и ядрышко.

Хроматин представляет собой нитевидные мелкозернистые структуры, которые состоят из молекул ДНК и белков – гистонов. В период деления хроматиновые нити спирализуются и образуют **хромосомы**.

Хромосомы – это нитевидные тела, видимые внутри ядра клетки после ее окрашивания на соответствующей стадии клеточного деления (метофаза).

Хромосомы перед делением клетки состоят из двух хроматид, соединенных между собой в одной точке, называемой центромерой или первичной перетяжкой.

В зависимости от места расположения центромеры на хромосомах они могут быть: метацентрическими, субметацентрическими, акроцентрическими и телоцентрическими.



Рис. 1.2. Строение хромосом

Совокупность количественных и структурных особенностей набора хромосом в соматических клетках одного вида, называют кариотипом.

Кариотипы животных различных видов отличаются соотношением метацентриков, субметацентриков, акроцентриков и телоцентриков (Рис.1.3.,1.4.).

Кариотип крупного рогатого скота ($2n = 60$)



Рис.1.3. Кариотип крупного рогатого скота

Кариотип человека ($2n = 46$)



Рис. 1.4. Кариотип человека

При всем разнообразии кариотипов они имеют общие закономерности строения, которые были названы «Правила хромосом».

1. Правило постоянства числа хромосом. В соматических клетках животных каждого вида содержится характерный для них, постоянный набор хромосом.

2. Правило парности хромосом. В ядрах соматических клеток хромосомы парные. Пары хромосом одинаковые по величине, форме и строению называют гомологичными. Они образуются при слиянии материнских и отцовских хромосом при оплодотворении.

Парный набор хромосом в соматических клетках называют диплоидным и обозначают как 2n.

В половых клетках одинарный или гаплоидный набор хромосом (n), от каждой пары по одной.

3. Правило индивидуальности хромосом.

Заключается в том, что хромосомы одних пар отличаются от хромосом других пар как по строению, так и по набору генетической информации.

4. Правило непрерывности хромосом. Заключается в том, что перед делением клетки хромосомы удваиваются, образуя точные свои копии (хроматиды).

В кариотипах животных различают аутосомы и половые хромосомы. В каждом кариотипе две половые хромосомы. У женских особей млекопитающих они образуют гомологичную пару и их условно обозначают XX. У мужских особей млекопитающих половые хромосомы негомологичные. Их обозначают XY. У птиц наоборот – у мужских особей ZZ, женских - ZW.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите определение понятий наследственности и изменчивости.
2. Назовите основные структуры эукариотической клетки.
3. Назовите основные закономерности строения наследственных структур клеток.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Альбертс, Б.* Молекулярная биология клетки: в 3-х томах / Б. Альбертс, А. Джонсон, Д. Льюис и др. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2013. — Т. I. — 808 с. — ISBN 978-5-4344-0112-8.

2. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений / С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — С. 193-194. — 720 с. — ISBN 978-5-94869-105-3.

Дополнительная

1. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко - ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002. (ISBN не предусмотрен).

2. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002 (ISBN не предусмотрен).

3. *Марченко, Г.Г.* Генетика с.-х.. животных: сборник для лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов/ Г.Г. Марченко, А.А. Зацаринин, О.И. Бирюков – ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2001 (ISBN не предусмотрен).

4. *Смирнов, А. Ф.* Структурно-функциональная организация хромосом/ А. Ф. Смирнов — СПб: Нестор-История, 2009. — 204 с. — ISBN 978-5-98187-486-4.

5. *Петухов В.Л.* Ветеринарная генетика/ В.Л. Петухов, А.И. Жигалев, Г.А. Назарова — 2-е издание, перераб. и доп. — М.: колос, 1996. — 384с. - ISBN 5-10-002498-4.

6. Меркулова З.В. и др. Генетика/ Е.К. Меркулова, З.В. Абрамова, А.В. Бакай, И.И. Кочиш — М.: Агропромиздат, 1991. — 406с. - ISBN 5-12-003495-8.

ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

1.1. Понятие, формы размножения животных. Митоз

Существует два способа размножения животных: *бесполое* и *половое*. При *бесполом* размножении одна делится на две, каждая из которых способна воспроизвести целый организм. При *половом* размножении две половые клетки (мужская и женская) образуют зиготу, из которой развивается организм.

Митоз – это деление соматической клетки, в результате которого образуются две клетки с диплоидным набором хромосом. Он состоит из следующих стадий: *интерфазы, профазы, метафазы, анафазы и телофазы*. (Рис.2.1.)



Рис. 2.1. Схема митоза

2.1. Гаметогенез. Мейоз. Оплодотворение. Особенности оогенеза у рыб

Сельскохозяйственные животные размножаются половым путем, особенностями которого являются обязательное образование женских и мужских половых клеток (гамет) и оплодотворение.

Образование гамет называют *гаметогенезом*. У самок этот процесс называется *оогенезом*, а у самцов – *сперматогенезом*. Половые клетки образуются из клеток *половых желез* – яичников и семенников.

Мейоз – это два быстро следующих друг за другом деления сперматозоидов и ооцитов I порядка, в результате которых сперматозоиды и яйцеклетки получают гаплоидный набор хромосом.

Первое деление мейоза называют редукционным, второе эквационным. Каждое из делений мейоза имеет интерфазу, профазу, метафазу, анафазу и телофазу. (Рис.2.2).



Рис 2.2. Схема мейоза

Расхождение гомологичных пар хромосом по половым клетками в мейозе носит случайный, независимый характер. Это означает, что любая хромосома от одной пары с одинаковой вероятностью может попасть в одну половую с любой хромосомой от других пар. Это приводит к большой комбинаторике наследственного материала.

Возможные сочетания хромосом в гаметах: 1,3,5; 1,3,6; 1,4,5; 1,4,6 и т.д.

Возможное число, образующихся типов половых клеток определяют по формуле 2^n , где n – число пар хромосом.

Оплодотворение – это процесс слияния мужских и женских половых клеток, в результате которого образуется зигота с диплоидным набором хромосом. В зиготе половина хромосом матери, половина – отца.

Оплодотворение может происходить по типу моноспермии и полиспермии.

При моноспермии оплодотворение носит случайный характер. Количество возможных типов зигот, возникающих при моноспермии определяют по формуле $(3+1)^n$, где n – число пар хромосом.

Нерегуляторные типы полового размножения:

Партеногенез (развитие зародыша не оплодотворенной яйцеклетки); гиногенез (развитие зародыша за счет женского ядра) у рыб и земноводных;

андрогенез (развитие зародыша за счет мужских ядер. Возможен при полиспермии).

Патология митоза и мейоза

Митоза: эндомитоз (расхождение хроматид без деления ядра и клетки); амитоз (прямое деление клетки); политения (удвоение хромосом без дальнейшего деления ядра и клетки); задержка митоза в профазе, нарушение спирализации и деспирализации хромосом, фрагментации хромосом и др.

Мейоза: нарушения расхождения хромосом по половым клеткам ($n+1$; $n-1$; $n+2$; $n-2$ и т.д.)

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите стадии митоза.
2. Назовите стадии мейоза.
3. Назовите основные виды нарушений течения процессом митоза и мейоза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Альбертс, Б.* Молекулярная биология клетки: в 3-х томах / Б. Альбертс, А. Джонсон, Д. Льюис и др. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2013. — Т. I. — 808 с. — ISBN 978-5-4344-0112-8.

2. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений / С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — С. 193-194. — 720 с. — ISBN 978-5-94869-105-3.

Дополнительная

1. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко - ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002. (ISBN не предусмотрен).

2. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002 (ISBN не предусмотрен).

3. *Марченко, Г.Г.* Генетика с.-х. животных: сборник для лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов/ Г.Г. Марченко, А.А. Зацаринин, О.И. Бирюков – ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2001 (ISBN не предусмотрен).

4. *Смирнов, А. Ф.* Структурно-функциональная организация хромосом/ А. Ф. Смирнов — СПб: Нестор-История, 2009. — 204 с. — ISBN 978-5-98187-486-4.

5. *Петухов В.Л.* Ветеринарная генетика/ В.Л. Петухов, А.И. Жигалев, Г.А. Назарова – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: колос, 1996. – 384с. - ISBN 5-10-002498-4.

6. Меркулова З.В. и др. Генетика/ Е.К. Меркулова, З.В. Абрамова, А.В. Бакай, И.И. Кочиш – М.: Агропромиздат, 1991. – 406с. - ISBN 5-12-003495-8.

Лекция 3

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

3.1. Нуклеиновые кислоты – материальная основа наследственности

Нуклеиновые кислоты открыты в 1868 г. И. Мишером. В 1953 г Уотсон и Крик установили строение ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота).

Схема строения молекулы ДНК из двух спирально закрученных цепей (Уотсону и Крику) (Рис.3.1., 3.2.). (Цифры указывают на расстояния в ангстремах между разными точками молекулы.)



Рис.3.1. Схема строения молекулы ДНК

Схематическое строение ДНК

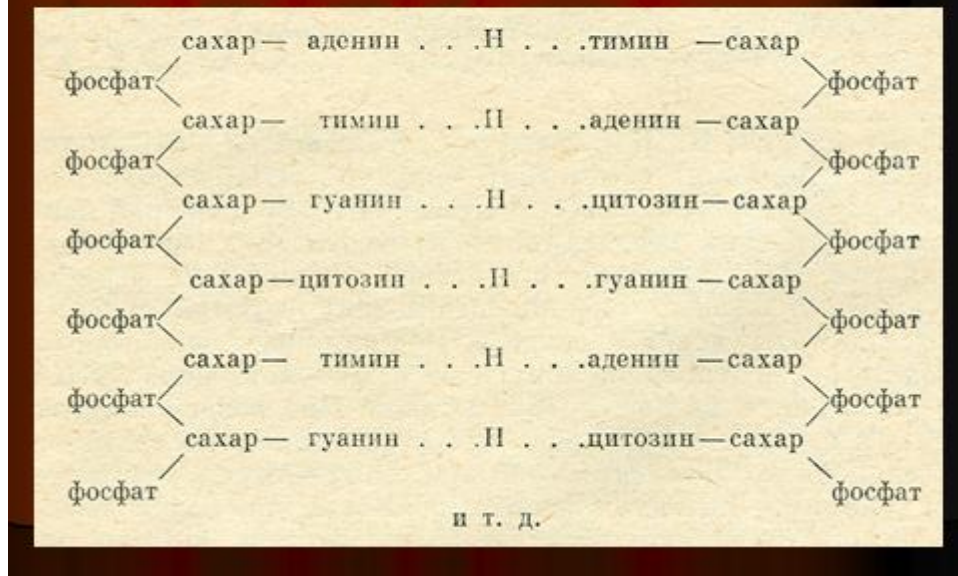


Рис.3.2. Схематическое строение ДНК

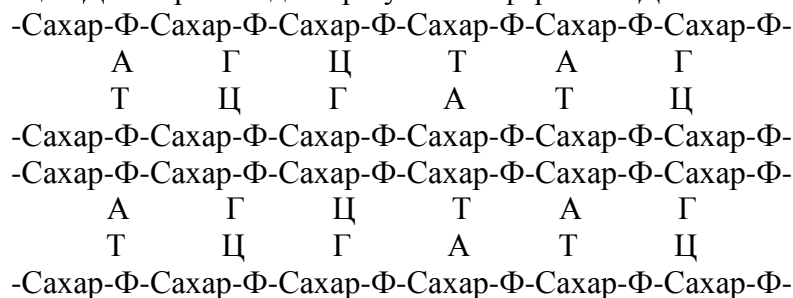
Правило Чаргаффа: в ДНК содержание А равно содержанию Т, а содержание Г равно содержанию Ц.

Соединение, состоящее из дезоксирибозы, фосфатного остатка и одного азотистого основания называется нуклеотидом.

Синтез молекулы ДНК происходит перед делением клетки на стадии интерфазы(синтетический период) с соблюдением комплементарности азотистых оснований.

Процесс самокопирования молекул ДНК с точным соблюдением порядка чередования нуклеотидов, в соответствии с комплементарной цепью, называют репликацией ДНК.

Репликация ДНК происходит при участии фермента ДНК- полимераз.



После репликации ДНК хромосома будет состоять из двух хроматид.

2. Понятие и функция гена. Генетический код

Ген является определенным участком молекул ДНК и служит основной единицей наследственности.

Функция гена заключается в кодировании первичной аминокислотной структуры белковых молекул.

Первичная структура молекулы белка представляет собой: цепочку, состоящую из определенного количества аминокислот. Наличие в молекуле белка тех или иных аминокислот и порядок их расположения определяют специфичность белковой молекулы.

Генетический код – определенная последовательность расположения азотистых оснований в ДНК, которая соответствует определенной последовательности аминокислот в белковой молекуле. Или генетический код - это процесс перевода триплетной последовательности нуклеотидов в ДНК (и-РНК) в последовательность аминокислот в белковой молекуле (Рис.3.3.).

Коллинеарность генетического кода

Нуклеотиды ДНК	AAA	GGA	ATA	TTT	CAA	TGA	TGA
Кодоны мРНК	UUU	CCU	UAU	AAA	GUU	AAU	ACU
Антикодоны тРНК	AAA	GGC	AUA	UUU	CAA	UUA	UGA
Аминокислоты в полипептидной цепи	Фенил-аланин	Пролин	Тирозин	Лизин	Валин	Аспарагин	Треонин

Рис.3.3. Коллинеарность генетического кода

Основных аминокислот 20: фенилаланин, лейцин, изолейцин, метионин, валин, серин, пролин, треонин, аланин, тирозин, гистидин, глутамин, аспарагин, лизин, цистеин, аргинин, глицин, триптофан, аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота.

Каждая тройка нуклеотидов гена кодирует одну аминокислоту.

Окситоцин: цистеин-тирозин-изолейцин-глутамин-аспарагин-цистеин-пролин-лейцин-глицин;

Вазопрессин: цистеин-тирозин-фенилаланин-глутамин-аспарагин-цистеин-пролин-аргинин-глицин.

Окситоцин: цистеин-тирозин-изолейцин-глутамин-аспарагин-цистеин-пролин-лейцин-глицин;

Вазопрессин: цистеин-тирозин-фенилаланин-глутамин-аспарагин-цистеин-пролин-аргинин-глицин.

Хромосомы одной пары (гомологичные) одинаковые по набору генов.

Гены, расположенные в одном и том же месте (локусе) гомологичных хромосом составляют аллельную пару.

Гены влияют на развитие признака через посредство белковых молекул (ферменты, гормоны), синтезирующихся по их контролем.

Если аллельные гены действуют на развитие признака сходно, организм называют гомозиготным по данному гену; если аллельные гены действуют на развитие признака не одинаково, организм называют гетерозиготным.

Вопросы для самоконтроля

1. Как устроена молекула ДНК.
2. Как и когда происходит процесс репликации ДНК.
3. Дайте определение понятию «Генетический код».
4. Назовите основные положения хромосомной теории наследственности Т. Моргана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Альбертс, Б.* Молекулярная биология клетки: в 3-х томах / Б. Альбертс, А. Джонсон, Д. Льюис и др. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2013. — Т. I. — 808 с. — ISBN 978-5-4344-0112-8.
2. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений / С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — С. 193-194. — 720 с. — ISBN 978-5-94869-105-3.

Дополнительная

1. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко - ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002. (ISBN не предусмотрен).
2. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002 (ISBN не предусмотрен).
3. *Марченко, Г.Г.* Генетика с.-х.. животных: сборник для лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов/ Г.Г. Марченко, А.А. Зацаринин, О.И. Бирюков – ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2001 (ISBN не предусмотрен).
4. *Смирнов, А. Ф.* Структурно-функциональная организация хромосом/ А. Ф. Смирнов — СПб: Нестор-История, 2009. — 204 с. — ISBN 978-5-98187-486-4.

5. *Петухов В.Л.* Ветеринарная генетика/ В.Л. Петухов, А.И. Жигалев, Г.А. Назарова – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: колос, 1996. – 384с. - ISBN 5-10-002498-4.
6. Меркулова З.В. и др. Генетика/ Е.К. Меркулова, З.В. Абрамова, А.В. Бакай, И.И. Кочиш – М.: Агропромиздат, 1991. – 406с. - ISBN 5-12-003495-

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

4.1. Синтез белка в клетке. Регуляция активности генов

Синтез белка в клетке происходит в цитоплазме на рибосомах с участием рибонуклеиновой кислоты (РНК). Различают три типа РНК: информационная или матричная РНК (и-РНК), транспортная РНК (т-РНК) и рибосомальная РНК (р-РНК).

Роль т-РНК заключается в том, что они переносят аминокислоты к рибосомам и участвуют в синтезе белка. Каждая аминокислота присоединяется к определенной т-РНК. Ряд аминокислот переносятся более одной т-РНК. Известно более 60- типов т-РНК.

Процесс синтеза белков состоит из следующих этапов: транскрипции, сплайсинга и трансляции.

Транскрипция – переписывание информации о строении белка с гена на про-и-РНК.

Сплайсинг - удаление из про-и-РНК участков, не содержащих информации о строении белка (интронов) и сшивание кодирующих фрагментов (экзонов). В процессе сплайсинга образуется зрелая и-РНК.

Трансляция – синтез белка в цитоплазме на рибосомах согласно информации, имеющейся на и-РНК.

Процесс трансляции состоит из инициации (начало синтеза со стартового кодона АУГ), элонгации (наращивание молекулы белка) и терминации (конец синтеза определяется кодонами - УАА, УАГ или УГА).

Последовательность нуклеотидов в кодонах и-РНК для аминокислот, представлена на рисунке 4.1.

Последовательность нуклеотидов в кодонах и-РНК для аминокислот

Первый нуклеотид кодона	Второй нуклеотид кодона				Третий нуклеотид кодона
	У	Ц	А	Г	
У	.УУУ } фенилаланин	УЦУ } УЦЦ } серин	.УАУ } УАЦ } тирозин	.УГУ } УГЦ } шистеин	У Ц
	УУА } лейцин УУГ }	УЦА } УЦГ }	УАА } УАГ } «стоп»	УГА } УГГ } «стоп» триптофан	А Г
Ц	.ЦУУ } ЦУЦ } лейцин	.ЦЦУ } ЦЦЦ } пролин	.ЦАУ } ЦАЦ } гистидин	.ЦГУ } ЦГЦ } аргинин	У Ц
	ЦУА } ЦУГ }	ЦЦА } ЦЦГ }	.ЦАА } ЦАГ } glutамин	ЦГА } ЦГГ }	А Г
А	.АУУ } изолейцин	.АЦУ } АЦЦ } треонин	.ААУ } ААЦ } аспарагин	.АГУ } АГЦ } серин	У Ц
	АУА } метионин АУГ } «начало»	АЦА } АЦГ }	.ААА } ААГ } лизин	АГА } АГГ } аргинин	А Г
Г	.ГУУ } ГУЦ } валлин	.ГЦУ } ГЦЦ } аланин	.ГАУ } аспарагиновая кислота	.ГГУ } ГГЦ } глицин	У Ц
	ГУА } ГУГ }	ГЦА } ГЦГ }	.ГАА } ГАГ } glutаминовая кислота	ГГА } ГГГ }	А Г

Рис. 4.1. Последовательность нуклеотидов в кодонах и-РНК

4.2 Особенности строения генетического материала у микроорганизмов и способы его обмена

Ядро бактерий не изолировано от цитоплазмы и содержит одну большую, замкнутого кольца молекулу ДНК. ДНК бактерий по своему строению не отличается от ДНК высших животных.

Кроме этого, в цитоплазме бактерий находятся плазмиды, представляющие собой кольцевые молекулы ДНК, обладающие свойством репликаона.

Плазмиды включают одни или несколько генов и контролирующих специфические функции бактериальных клеток (R- фактор, F- фактор и др.) Вирусы размножаются только внутри клетки какого-то организма и используют для этого ее ферментативные системы и другие компоненты.

Вирусы, паразитирующие в бактериях называют бактериофагами.

Генетическая информация вирусов кодируется ДНК или РНК.

Бактериофаги делятся на вирулентные и умеренные. Вирулентные фаги всегда лизируют клетку бактерии; умеренные - могут вызвать лизис клетки, но могут перейти с ней в инфекционную форму. В этом случае ДНК фага прикрепляется к ДНК бактерии и передается с ней дочерним клеткам.

Фаг, существующий в симбиозе с бактерией, называют профагом.

Клетки бактерий, имеющие в своей хромосоме профаг, называют лизогенными, а явление совместного существования ДНК бактерии и профага - лизогенией.

Между клетками разных штаммов вирусов и бактериями происходит обмен генетическим материалом.

У вирусов он осуществляется путем трансформации; у бактерий - путем трансформации, конъюгации и трансдукции.

Трансформация - это поглощение изолированной ДНК бактерии или вирусов – донора бактериями или вирусами – реципиентами. В процессе трансформации клетки – доноры выделяют в окружающую среду молекулы ДНК или РНК, которые поглощаются реципиентами.

Между клетками разных штаммов вирусов и бактериями происходит обмен генетическим материалом.

У вирусов он осуществляется путем трансформации; у бактерий - путем трансформации, конъюгации и трансдукции.

Трансформация - это поглощение изолированной ДНК бактерии или вирусов – донора бактериями или вирусами – реципиентами. В процессе трансформации клетки – доноры выделяют в окружающую среду молекулы ДНК или РНК, которые поглощаются реципиентами.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные фазы синтеза белковых молекул на рибосоме.
2. Особенности строения генетического материала у микроорганизмов и способы его обмена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Альбертс, Б.* Молекулярная биология клетки: в 3-х томах / Б. Альбертс, А. Джонсон, Д. Льюис и др. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2013. — Т. I. — 808 с. — ISBN 978-5-4344-0112-8.
2. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений / С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — С. 193-194. — 720 с. — ISBN 978-5-94869-105-3.

Дополнительная

1. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко - ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002. (ISBN не предусмотрен).
2. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002 (ISBN не предусмотрен).
3. *Марченко, Г.Г.* Генетика с.-х.. животных: сборник для лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов/ Г.Г. Марченко, А.А. Зацаринин, О.И. Бирюков – ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2001 (ISBN не предусмотрен).
4. *Смирнов, А. Ф.* Структурно-функциональная организация хромосом/ А. Ф. Смирнов — СПб: Нестор-История, 2009. — 204 с. — ISBN 978-5-98187-486-4.

МЕНДЕЛИЗМ

5.1. Закономерности наследования признаков при половом размножении. Метод гибридологического анализа, его сущность и значение

Особенностями гибридологического метода Г. Менделя являются:

1. Скрещивание исходных родительских форм, отличающихся друг от друга небольшим количеством альтернативных признаков;
2. Точный количественный учет гибридных форм, наследовавших признаки родительских форм в ряде поколений;
3. Недопустимость влияния чужеродного генетического материала на родительские формы и потомство.

При изучении наследования качественных признаков скрещивание в гибридологическом анализе может быть моногибридным и полигибридным.

Если изучается наследование одного качественного признака, скрещивание называется моногибридным, двух и более – полигибридным (дигибридное, тригибридное и т.д.).

При изучении наследования качественных признаков скрещивание в гибридологическом анализе может быть моногибридным и полигибридным.

Если изучается наследование одного качественного признака, скрещивание называется моногибридным, двух и более – полигибридным (дигибридное, тригибридное и т.д.).

Потомство, получаемое при скрещивании называют гибридами и обозначают символом F. Для обозначения поколения потомства снизу символа F ставят соответствующий цифровой индекс: F1 – гибриды первого поколения; F2 – гибриды второго поколения; F3 – гибриды третьего поколения.

При написании схем гибридологического анализа приняты следующие условные обозначения :

P	♀	генотип	X	♂	генотип
		фенотип			фенотип

Гаметы (половые клетки родителей)

F (потомство)

Используя обозначения генов, условно обозначают генотип особи, который может быть гомозиготным или гетерозиготным. При написании генотипа принимают во внимание то, что в гомологичных хромосомах гены располагаются парами и составляют аллельные пары. Если гены одной аллельной пары действуют на развитие признака одинаково, генотип организма называют гомозиготным по данному признаку, если различаются в действии на признак – гетерозиготным.

При полигибридном скрещивании генотип особи обозначают с учетом двух и более аллельных генов, расположенных в разных парах хромосом:

A11A B ξ ξ B –доминантная гомозигота;

a11a b ξ ξ b – рецессивная гомозигота;

A11A B ξ ξ b – гетерозигота;

A11a B ξ ξ b –дигетерозигота (гетерозигота по двум аллелям);

$a11a B \xi \xi B$ – гомозигота;
 $A11A b \xi \xi b$ – гомозигота;
 $a11a B \xi \xi b$ – гетерозигота.

При образовании половых клеток в мейозе хромосомы расходятся в гаметы по принципу - от каждой пары по одной. При этом расхождение их независимое. Независимое расхождение хромосом способствует образованию разнообразных типов половых клеток, в зависимости от комбинации в них генов разных аллельных пар.

Возможное количество гамет, образующихся при гаметогенезе определяют по формуле 2^n , где n – число пар хромосом, учитываемых в гибридологическом анализе. Для моногибридного скрещивания $n = 1$, для дигибридного - $n = 2$, для тригибридного - $n = 3$ и т.д.

При образовании половых клеток в мейозе хромосомы расходятся в гаметы по принципу - от каждой пары по одной. При этом расхождение их независимое. Независимое расхождение хромосом способствует образованию разнообразных типов половых клеток, в зависимости от комбинации в них генов разных аллельных пар.

Возможное количество гамет, образующихся при гаметогенезе определяют по формуле 2^n , где n – число пар хромосом, учитываемых в гибридологическом анализе. Для моногибридного скрещивания $n = 1$, для дигибридного - $n = 2$, для тригибридного - $n = 3$ и т.д.

Для анализа наследования качественных признаков при полигибридном скрещивании строят решетку Пеннета.

Число квадратов в решетке определяют по формуле: $(3+1)^n$, где n – число пар аллелей или пар хромосом в гибридологическом анализе.

Полигибридным называют скрещивание, при котором изучают одновременное наследование потомками двух и более признаков родителей.

На основании своих исследований Г. Мендель установил три закономерности наследования качественных признаков, известные как законы Менделя.

1. Закон единообразия гибридов первого поколения (первый закон Менделя) — при скрещивании двух гомозиготных организмов, относящихся к разным чистым линиям и отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных проявлений признака, всё первое поколение гибридов (F1) окажется единообразным и будет нести проявление признака одного из родителей[3].
2. Закон расщепления (второй закон Менделя) — при скрещивании двух гетерозиготных потомков первого поколения между собой во втором поколении наблюдается расщепление в определенном числовом отношении: по фенотипу 3:1, по генотипу 1:2:1.
3. Закон независимого наследования (третий закон Менделя) — при скрещивании двух особей, отличающихся друг от друга по двум (и более) парам альтернативных признаков, гены и соответствующие им признаки наследуются независимо друг от друга и комбинируются во всех возможных сочетаниях (как и при моногибридном скрещивании). В результате у потомства второго поколения появляется такое сочетание признаков, которого не было у родителей.

5.2. Анализирующее скрещивание

Для определения гомо- или гетерозиготности организма, обладающего доминантным фенотипом проводят анализирующее скрещивание. Сущность его заключается в скрещивании исследуемой особи с другой, обладающей рецессивными признаками. Если потомство от такого скрещивания окажется однородным, значит,

особь гомозиготна (ее генотип AA). Если же в потомстве будет 50% особей с доминантными признаками, а 50% с рецессивными, значит, особь гетерозиготна.

Вопросы для самоконтроля

1. Поясните сущность метода гибридологического анализа Менделя.
2. Прочитайте 1-й и 2-й законы Г. Менделя.
3. Поясните значение анализирующего скрещивания для генетического анализа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Альбертс, Б.* Молекулярная биология клетки: в 3-х томах / Б. Альбертс, А. Джонсон, Д. Льюис и др. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2013. — Т. I. — 808 с. — ISBN 978-5-4344-0112-8.
2. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений / С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — С. 193-194. — 720 с. — ISBN 978-5-94869-105-3.

Дополнительная

1. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко - ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002. (ISBN не предусмотрен).
2. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002 (ISBN не предусмотрен).
3. *Марченко, Г.Г.* Генетика с.-х. животных: сборник для лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов/ Г.Г. Марченко, А.А. Зацаринин, О.И. Бирюков – ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2001 (ISBN не предусмотрен).
4. *Смирнов, А. Ф.* Структурно-функциональная организация хромосом/ А. Ф. Смирнов — СПб: Нестор-История, 2009. — 204 с. — ISBN 978-5-98187-486-4.
5. *Петухов В.Л.* Ветеринарная генетика/ В.Л. Петухов, А.И. Жигалев, Г.А. Назарова – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: колос, 1996. – 384с. - ISBN 5-10-002498-4.
6. Меркулова З.В. и др. Генетика/ Е.К. Меркулова, З.В. Абрамова, А.В. Бакай, И.И. Кочиш – М.: Агропромиздат, 1991. – 406с. - ISBN 5-12-003495-8.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕНОВ

6.1. Наследование признаков при взаимодействии аллельных генов

В настоящее время доказано, что взаимодействие между аллельными генами может осуществляться в виде трех форм: полное доминирование, неполное доминирование и независимое проявление (кодоминирование).

Полное доминирование – когда один доминантный аллель полностью подавляет проявление рецессивного аллеля, например, желтая окраска горошин доминирует над зеленой.

Неполное доминирование наблюдается в том случае, когда один ген из пары аллелей не обеспечивает образование в достаточном для нормального проявления признака его белкового продукта. При этой форме взаимодействия генов все гетерозиготы и гомозиготы значительно отличаются по фенотипу друг от друга. Примером расщепления при неполном доминировании может служить наследование окраски цветков Ночной красавицы.

При скрещивании растений с красными цветками (АА) и растений с белыми (аа) гибриды F1 имеют розовые цветки (Аа). Таким образом, имеет место неполное доминирование; в F2 наблюдается расщепление 1 : 2 : 1 как по фенотипу, так и по генотипу.

При кодоминировании у гетерозиготных организмов каждый из аллельных генов вызывает формирование в фенотипе контролируемого им признака.

Примером этой формы взаимодействия аллелей служит наследование групп крови человека по системе АВ0, детерминируемых геном I. Существует три аллеля этого гена I₀, I_a, I_b, определяющие антигены групп крови. Наследование групп крови иллюстрирует также явление множественного аллелизма: в генофондах популяций человека ген I существует в виде трех разных аллелей, которые комбинируются у отдельных индивидуумов только попарно. До этого примера мы говорили о генах, существующих только в двух разных аллельных формах. Однако многие гены состоят из сотен пар нуклеотидов, так что мутации могут проходить во многих участках гена и порождать множество различных его аллельных форм. Так как в каждой из гомологичной хромосом имеется по одному аллельному гену, то, разумеется, диплоидный организм имеет не более двух из серии аллелей генофонда популяции.

Летальность генов. Летальными называются гены, вызывающие гибель организма до наступления половой зрелости.

6.2. Наследование признаков при взаимодействии неаллельных генов

Иногда у живых организмов проявление признака может курироваться не одной, а несколькими парами неаллельных генов, которые в свою очередь могут проявлять разную активность и взаимодействие. На сегодня известно 4 типа взаимодействий.

1. Модифицирующее действие. Гены, не проявляющие собственного действия, но усиливающие или ослабляющие эффект действия других генов, называются генами-модификаторами.

2. **Комплементарность** (дополнительное действие). Когда при совместном сочетании генов из неаллельных пар в генотипе обуславливают новое фенотипическое проявление признаков.
3. **Эпистаз**. Когда ген одной аллельной пары подавляет действие гена из другой аллельной пары. Подавляющий ген называется эпистатическим, подавляемый — гипостатическим. Если эпистатический ген не имеет собственного фенотипического проявления, то он называется ингибитором и обозначается буквой I.
4. **Полимерия**. Взаимодействие неаллельных множественных генов, однозначно влияющих на развитие одного и того же признака; степень проявления признака зависит от количества генов. Полимерные гены обозначаются одинаковыми буквами, а аллели одного локуса имеют одинаковый нижний индекс. Как правило, степень проявления признака зависит от суммирующего действия генов.

6.3. Взаимодействие генотипа и среды

В формировании **фенотипа** (совокупность внешних и внутренних признаков, особенности функционирования организма) животных играют два фактора, это **генотип** (совокупность генов, которые организм получает от родителей) и **среда** в которой он формируется и живет начиная с момента образования зиготы.

В генетике принято понятие **модификационной** изменчивости (изменение фенотипа, не связанное с изменением генотипа). Пример зависимости проявления генотипа, влияния генов на формирование фенотипа от условий среды - разрезанную вдоль одну половину корня одуванчика выращивали в горах, а другую на равнине. В горах из нее выросло растение с мелкими листьями, низкое, а на равнине высокое, с крупными листьями. Причины различий — влияние условий среды (при одинаковом генотипе).

В зависимости от индивидуальности генотипа существуют пределы модификационной изменчивости — **норма реакции**. Например надой молока у коров. Если группе коров, находящихся в одинаковых условиях кормления и содержания, начать увеличивать суточную дачу корма (равного количества и качества), то среднесуточный удой молока будет увеличиваться у всех не одинаково.

Изменения фенотипа, вызванные изменениями окружающей среды, не ведут к изменению генотипа.

В сельскохозяйственном производстве применение знаний о модификационной изменчивости дают положительные результаты в повышении продуктивности животных.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные типы взаимодействия аллельных неаллельных генов.
2. Дайте определение понятиям «Модификационная изменчивость», «Норма реакции».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Альбертс, Б.* Молекулярная биология клетки: в 3-х томах / Б. Альбертс, А. Джонсон, Д. Льюис и др. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2013. — Т. I. — 808 с. — ISBN 978-5-4344-0112-8.
2. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений / С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — С. 193-194. — 720 с. — ISBN 978-5-94869-105-3.

Дополнительная

1. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко - ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002. (ISBN не предусмотрен).
2. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002 (ISBN не предусмотрен).
3. *Марченко, Г.Г.* Генетика с.-х.. животных: сборник для лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов/ Г.Г. Марченко, А.А. Зацаринин, О.И. Бирюков – ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2001 (ISBN не предусмотрен).
4. *Смирнов, А. Ф.* Структурно-функциональная организация хромосом/ А. Ф. Смирнов — СПб: Нестор-История, 2009. — 204 с. — ISBN 978-5-98187-486-4.
5. *Петухов В.Л.* Ветеринарная генетика/ В.Л. Петухов, А.И. Жигалев, Г.А. Назарова – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: колос, 1996. – 384с. - ISBN 5-10-002498-4.
6. Меркулова З.В. и др. Генетика/ Е.К. Меркулова, З.В. Абрамова, А.В. Бакай, И.И. Кочиш – М.: Агропромиздат, 1991. – 406с. - ISBN 5-12-003495-8.

ХРОМОСОМНАЯ ТЕОРИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

7.1. Сущность хромосомной теории наследственности Т. Моргана

Основные положения хромосомная теория наследственности Т. Моргана.

1. Гены находятся в хромосомах. Гены, локализованные в одной хромосоме, наследуются совместно. Каждая хромосома представляет собой группу сцепления генов. Число групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом, постоянному для каждого вида организмов ($2n$ для диплоидного вида, n для гаплоидного вида).

2. Каждый ген занимает в хромосоме строго определённое место (локус).

Гены в хромосомах расположены в линейной последовательности.

3. Сцепление генов может нарушаться в результате кроссинговера (перекреста хромосом), в процессе которого между гомологичными хромосомами происходит обмен одним или несколькими аллельными генами.

4. Расстояние между генами в хромосоме пропорционально частоте кроссинговера между ними.

5. Каждый вид имеет характерный только для него набор хромосом — кариотип.

7.2. Сцепление генов и сцепленное наследование признаков

Каждый организм имеет огромное количество признаков, а число хромосом невелико. Следовательно, каждая хромосома несет не один ген, а целую группу генов, отвечающих за развитие разных признаков

Сцепленное наследование — наследование признаков, гены которых локализованы в одной хромосоме. Сила сцепления между генами зависит от расстояния между ними: чем дальше гены располагаются друг от друга, тем выше частота кроссинговера и наоборот.

Полное сцепление — разновидность сцепленного наследования, при которой гены анализируемых признаков располагаются так близко друг к другу, что кроссинговер между ними становится невозможным.

Неполное сцепление — разновидность сцепленного наследования, при которой гены анализируемых признаков располагаются на некотором расстоянии друг от друга, что делает возможным кроссинговер между ними.

Независимое наследование — наследование признаков, гены которых локализованы в разных парах гомологичных хромосом.

Некроссоверные гаметы — гаметы, в процессе образования которых кроссинговер не произошел.

Кроссоверные гаметы — гаметы, в процессе образования которых произошел кроссинговер. Как правило кроссоверные гаметы составляют небольшую часть от всего количества гамет.

Нерекомбинанты — гибридные особи, у которых такое же сочетание признаков, как и у родителей.

Рекомбинанты — гибридные особи, имеющие иное сочетание признаков, чем у родителей.

Расстояние между генами измеряется в морганидах — условных единицах, соответствующих проценту кроссоверных гамет или проценту рекомбинантов. Например, расстояние между генами серой окраски тела и длинных крыльев (также черной окраски тела и зачаточных крыльев) у дрозофилы равно 17%, или 17 морганидам.

7.3. Кроссинговер как причина неполного сцепления генов

Причиной неполного сцепления генов является кроссинговер, представляющий собой обмен генами между гомологичными хромосомами.

Кроссинговер происходит в профазе первого деления мейоза, когда внутренние хроматиды удвоившихся хромосом одной аллельной пары обмениваются участками и тем самым изменяют содержание наследственной информации. Такие хромосомы называются кроссоверными и несут в себе наследственную информацию отличающуюся от некроссоверных. Благодаря кроссинговеру наследственная информация обогащается новыми комбинациями генов и, соответственно, признаков у будущих особей.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите основные положения хромосомной теории наследственности Т. Моргана.
2. Назовите причины полного и неполного сцепления генов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Альбертс, Б.* Молекулярная биология клетки: в 3-х томах / Б. Альбертс, А. Джонсон, Д. Льюис и др. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2013. — Т. I. — 808 с. — ISBN 978-5-4344-0112-8.
2. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений / С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — С. 193-194. — 720 с. — ISBN 978-5-94869-105-3.

Дополнительная

1. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко - ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002. (ISBN не предусмотрен).
2. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко ФГОУВПО «СГАУ», Саратов 2002 (ISBN не предусмотрен).

ГЕНЕТИКА ПОЛА

8.1. Хромосомная теория определения пола

Большинство животных являются раздельнополыми организмами. Пол можно рассматривать как совокупность признаков и структур, обеспечивающих способ воспроизводства потомства и передачу наследственной информации. Пол чаще всего определяется в момент оплодотворения, то есть в определении пола главную роль играет кариотип зиготы. Кариотип каждого организма содержит хромосомы, одинаковые у обоих полов, — аутосомы, и хромосомы, по которым женский и мужской пол отличаются друг от друга, — половые хромосомы. У человека «женскими» половыми хромосомами являются две X-хромосомы. При образовании гамет каждая яйцеклетка получает одну из X-хромосом. Пол, у которого образуются гаметы одного типа, несущие X-хромосому, называется гомогаметным. У человека женский пол является гомогаметным. «Мужские» половые хромосомы у человека — X-хромосома и Y-хромосома. При образовании гамет половина сперматозоидов получает X-хромосому, другая половина — Y-хромосому. Пол, у которого образуются гаметы разного типа, называется гетерогаметным. У человека мужской пол — гетерогаметный. Если образуется зигота, несущая две X-хромосомы, то из нее будет формироваться женский организм, если X-хромосому и Y-хромосому — мужской.

У животных можно выделить следующие четыре типа хромосомного определения пола.

Женский пол — гомогаметен (XX), мужской — гетерогаметен (XY)
(млекопитающие, в частности, человек, дрозофила).

женские особи, 50%
мужские особи, 50%

Женский пол — гомогаметен (XX), мужской — гетерогаметен (X0) (прямокрылые).
женские особи, 50%
мужские особи, 50%

Женский пол — гетерогаметен (XY), мужской — гомогаметен (XX) (птицы,
пресмыкающиеся).
женские особи, 50%80,
мужские особи, 50%

Женский пол — гетерогаметен (X0), мужской — гомогаметен (XX) (некоторые
виды насекомых).
женские особи, 50%
мужские особи, 50%

8.2. Признаки, сцепленные с полом

Признаки, которые обусловлены генами, расположенными в половых хромосомах, называют сцепленными с полом. Сцепленные с полом гены могут локализоваться только в X – хромосоме (гены окраски глаз у дрозофилы, окраски оперения у кур, шерсти у кошек, гемофилии у человека и животных и др.), только в Y – хромосоме

(наличие перепонки между пальцами у человека, гены преждевременного облысения у мужчин и др.), в X – и Y – хромосомах одновременно (гены пигментной ксеродермы).

Установлено, что в половых хромосомах находятся гены, отвечающие не только за развитие половых, но и за формирование неполовых признаков (свертываемость крови, цвет зубной эмали, чувствительность к красному и зеленому цвету и т.д.). Наследование неполовых признаков, гены которых локализованы в X- или Y-хромосомах, называют наследованием, сцепленным с полом.

У людей мужчина получает X-хромосому от матери, Y-хромосому — от отца. Женщина получает одну X-хромосому от матери, другую X-хромосому от отца. X-хромосома — средняя субметацентрическая, Y-хромосома — мелкая акроцентрическая; X-хромосома и Y-хромосома имеют не только разные размеры, строение, но и по большей части несут разные наборы генов.

В зависимости от генного состава в половых хромосомах человека можно выделить следующие участки: 1) негомологичный участок X-хромосомы (с генами, имеющимися только в X-хромосоме); 2) гомологичный участок X-хромосомы и Y-хромосомы (с генами, имеющимися как в X-хромосоме, так и в Y-хромосоме); 3) негомологичный участок Y-хромосомы (с генами, имеющимися только в Y-хромосоме).

Большинство генов, сцепленных с X-хромосомой, отсутствуют в Y-хромосоме, поэтому эти гены (даже рецессивные) будут проявляться фенотипически, так как они представлены в генотипе в единственном числе. Такие гены получили название гемизиготных. X-хромосома человека содержит ряд генов, рецессивные аллели которых определяют развитие тяжелых аномалий (гемофилия, дальтонизм и пр.). Эти аномалии чаще встречаются у мужчин (так как они гемизиготны), хотя носителем генов, обуславливающих эти аномалии, чаще бывает женщина. Например, если XА — нормальная свертываемость крови, Xа — гемофилия и если женщина является носителем гена гемофилии, то у фенотипически здоровых родителей может родиться сын-гемофилик.

Знания закономерностей нахождения неполовых признаков в половых хромосомах могут быть использованы в животноводстве. Например, для раннего определения пола у кур. (окрас перьев у петушков).

8.3. Признаки ограниченные полом

Признаки ограниченные полом развиваются только у особей одного пола (молочная продуктивность, яйценоскость кур и др.) Гены этих признаков могут располагаться в любых хромосомах. Гены признаков, ограниченных полом, имеющиеся у самцов и самок оказывают одинаковое влияние на развитие признаков у потомства. Поэтому по признакам, ограниченных полом самцов оценивают по качеству потомства.

Андрогинез и гиногенез у животных и рыб.

8.4. Соотношение полов

Различают первичное и вторичное соотношение полов. Под первичным соотношением полов понимают отношение женских особей при рождении к мужским (или отношение женских зигот к мужским). Рис. 8.1.

**Доля особей мужского пола (%),
рождающихся у человека и животных разных
видов**

*Доля особей мужского пола (%), рождающихся у человека
и животных разных видов*

Человек 51	Крупный рогатый скот . . . 50–51
Лошадь 52	Собака 56
Осел 49	Мышь 50
Овца 49	Курица 49
Свинья 52	Утка и голубь 50

Соотношение полов на протяжении индивидуального развития организмов популяции, называют вторичным.

Так, у человека при рождении на 100 девочек - 107 мальчиков, в юношеском возрасте - 100 : 100, в 50 лет - 100:75, в 70 лет и старше – 100:50 – соответственно.

Изменение первичного соотношения полов имеет важную экономическую значимость для животноводства.

С этой целью использовались разные методы:

1. Разделение сперматозоидов животных на фракции с X – хромосомой и Y – хромосомой, с помощью электрофореза;
2. Иммунизация животных против сперматозоидов определенного типа путем инъекции фракций, полученных при электрофорезе;
3. Разделение спермы животных, находящихся в состоянии температурно-кислотного анабиоза;
4. Воздействие на сперму различными веществами (кислотами, аминокислотами и др.)

Вопросы для самоконтроля

1. В чем различие признаков сцепленных с полом и ограниченных полом.
2. Как можно использовать знания по генетике пола в животноводстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Альбертс, Б.* Молекулярная биология клетки: в 3-х томах / Б. Альбертс, А. Джонсон, Д. Льюис и др. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая

динамика», Институт компьютерных исследований, 2013. — Т. I. — 808 с. — ISBN 978-5-4344-0112-8.

2. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений / С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — С. 193-194. — 720 с. — ISBN 978-5-94869-105-3.

Дополнительная

1. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко - ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002. (ISBN не предусмотрен).
2. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002 (ISBN не предусмотрен).
3. *Марченко, Г.Г.* Генетика с.-х. животных: сборник для лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов/ Г.Г. Марченко, А.А. Зацаринин, О.И. Бирюков – ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2001 (ISBN не предусмотрен).
4. *Смирнов, А. Ф.* Структурно-функциональная организация хромосом/ А. Ф. Смирнов — СПб: Нестор-История, 2009. — 204 с. — ISBN 978-5-98187-486-4.
5. *Петухов В.Л.* Ветеринарная генетика/ В.Л. Петухов, А.И. Жигалев, Г.А. Назарова – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: колос, 1996. – 384с. - ISBN 5-10-002498-4.
6. Меркулова З.В. и др. Генетика/ Е.К. Меркулова, З.В. Абрамова, А.В. Бакай, И.И. Кочиш – М.: Агропромиздат, 1991. – 406с. - ISBN 5-12-003495-8.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

9.1. Онтогенез – основные понятия и закономерности

Онтогенез – непрерывный процесс количественных и качественных изменений, происходящих в организме в течение всей жизни при постоянном взаимодействии генотипа и условий среды.

Онтогенез закодирован в генах организма и осуществляется под их контролем.

Гены влияют на развитие признаков через посредство белковых структур (ферментов, гормонов), аминокислотное строение которых зашифровано в ДНК.

Начальный период развития зиготы осуществляется под контролем генов материнского организма. С этой целью у животных в яйцеклетке до оплодотворения накапливается (в цитоплазме) большое количество рибонуклеиновых кислот всех трех типов: и-РНК, р-РНК и т-РНК, которые до оплодотворения находятся в неактивном состоянии. Они соединяются со специфическими белками и образуют неактивные гранулы информосомы.

Через несколько минут после оплодотворения часть молекул и-РНК информосом освобождаются от белка, поступают на рибосомы цитоплазмы зиготы и начинается синтез определенных белков, необходимых для начального ее развития.

С начала стадии гаструляции и в дальнейших процессах онтогенеза синтез белка осуществляется под контролем ядерных генов обеих родительских особей.

На ранних стадиях онтогенеза наблюдаются периоды, когда наиболее ярко выражена реакция эмбриона на воздействие внешних факторов. В эти периоды эмбрионы легко повреждаются, что может привести к их гибели или появлению уродств.

Критические периоды наступают после поздней бластулы, когда дальнейшее развитие эмбриона осуществляется под контролем генетической информации обоих родителей.

У человека первый критический период относится к первой неделе после зачатия; второй – к 3-5 неделям развития (происходит закладка отдельных органов и тканей); третий – между 8 и 11 неделями (формирование плаценты).

У кур критические периоды приходятся на 2-3 день инкубации (формируется система кровообращения); на 8-9 день развития (дифференцировка тканей и органов); на 19-й день инкубации (усиливается дифференцировка и изменяется тип дыхания).

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите определение понятий онтогенез
2. Назовите основные периоды в развитии рыб

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Альбертс, Б.* Молекулярная биология клетки: в 3-х томах / Б. Альбертс, А. Джонсон, Д. Льюис и др. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2013. — Т. I. — 808 с. — ISBN 978-5-4344-0112-8.
2. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений / С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — С. 193-194. — 720 с. — ISBN 978-5-94869-105-3.

Дополнительная

1. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко - ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002. (ISBN не предусмотрен).
2. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002 (ISBN не предусмотрен).
3. *Марченко, Г.Г.* Генетика с.-х.. животных: сборник для лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов/ Г.Г. Марченко, А.А. Зацаринин, О.И. Бирюков – ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2001 (ISBN не предусмотрен).
4. *Смирнов, А. Ф.* Структурно-функциональная организация хромосом/ А. Ф. Смирнов — СПб: Нестор-История, 2009. — 204 с. — ISBN 978-5-98187-486-4.
5. *Петухов В.Л.* Ветеринарная генетика/ В.Л. Петухов, А.И. Жигалев, Г.А. Назарова – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: колос, 1996. – 384с. - ISBN 5-10-002498-4.
6. Меркулова З.В. и др. Генетика/ Е.К. Меркулова, З.В. Абрамова, А.В. Бакай, И.И. Кочиш – М.: Агропромиздат, 1991. – 406с. - ISBN 5-12-003495-8.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ

10.1. Виды изменчивости

Под изменчивостью признаков организма понимают явление несходства одних особей по отношению к другим или одних групп животных по отношению к другим по развитию у них того или иного признака.

Классификация изменчивости

(наследственная)

1. Комбинативная изменчивость

2. Корреляционная изменчивость

3. Мутационная изменчивость

(ненаследственная)

1. Модификационная изменчивость

10.2. Комбинативная и корреляционная изменчивость

Комбинативная изменчивость возникает у организмов в результате комбинирования генов предков в процессе образования половых клеток и при оплодотворении. Комбинативная изменчивость играет важную роль при разведении животных, особенно при пороодообразовании. Комбинативная изменчивость возникает у организмов в результате комбинирования генов предков в процессе образования половых клеток и при оплодотворении. Комбинативная изменчивость играет важную роль при разведении животных, особенно при пороодообразовании.

Корреляционная изменчивость обуславливается взаимодействием генов и определяет изменения одного признака в связи с изменением другого.

Она может быть положительной и отрицательной.

Для характеристики корреляционной изменчивости вычисляют коэффициент корреляции (r).

10.3. Мутационная изменчивость

Изменение признаков организма в результате изменения генетического материала, называют мутацией.

Термин «мутация» был введен в генетику Г. де Фризом. Процесс возникновения мутации называется мутагенезом; факторы, вызывающие мутацию получили название мутагенов.

Мутации могут быть спонтанными и индуцированными.

В зависимости от локализации мутации подразделяются на геномные; хромосомные aberrации; генные. Рис.10.1.

В зависимости от того, изменением каких наследственных структур обусловлена мутация, принята следующая их классификация:



Рис.10.1.

Полиплоидия. При полиплоидии в ядрах соматических клеток наблюдается кратное увеличение числа хромосом ($3n$, $4n$, $5n$ и т.д.).

Одной из причин полиплоидии является нарушение митоза.

Полиплоидия в основном встречается у растений, у животных – редко.

Гетероплоидия (анеуплоидия). Сопровождается увеличением или уменьшением числа хромосом в клетке на одну, реже на две. При гетероплоидии появляются особи, получившие название моносомиков и трисомиков.

Гетероплоидия является причиной возникновения у животных некоторых патологий.

Причиной гетероплоидии является нарушения в мейозе.

Хромосомные aberrации – нарушение структуры хромосом. К ним относятся: делеция, инверсия, дупликация, фрагментация, транслокация, кольцевые хромосомы, изохромосомы.

Робертсоновская транслокация – прикрепление акроцентриков одних пар к акроцентрикам других пар.

Генные (точковые) мутации возникают в результате изменения структуры ДНК на уровне гена.

Они могут быть гипоморфными, гиперморфными, антиморфными, неоморфными. При гипоморфных мутациях уменьшается количество белковых молекул, синтезируемых под контролем мутантного гена; при гиперморфных – увеличивается; к антиморфным мутациям относятся те, при которых мутантный ген вызывает образование белка, тормозящего синтез или действие белковой молекулы, контролируемой исходным геном; неоморфные мутации отличаются тем, что мутантный ген контролирует синтез белковой молекулы другого строения; если мутантный ген перестает контролировать синтез белков, мутацию называют аморфной.

Мутагенные факторы подразделяют на: физические (радиация, ультрафиолетовые лучи и др.), химические (азотная кислота, пестициды, гербициды и др.), биологические (вирусы, бактерии, растительные экстракты и др.)

Антимутагены (витамины, аминокислоты и др.)

Репарация ДНК. Процесс восстановления первоначальной структуры поврежденной молекулы ДНК называется репарацией. Различают фотореактивацию и темновую репарацию.

Фотореактивация осуществляется специальными ферментами, активируемые светом и устраняющие дефекты ДНК, возникающие под действием ультрафиолетовых лучей.

Темновая репарация осуществляется с помощью ферментов эндонуклеазы, ДНК-полимеразы и лигазы.

3. Модификационная (ненаследственная) изменчивость

Модификационная (ненаследственная) изменчивость признаков возникает у организма под влиянием факторов внешней среды. Она широко распространена в природе.

Под влиянием факторов среды признаки организма изменяются в определенных границах, называемых нормой реакции. Она определяется генотипом.

Для определения нормы реакции животных их принято соответствующим образом оценивать (контрольное выращивание, раздой коров и др.)

Модификационную изменчивость изучают с помощью методов биометрии.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите определение изменчивости.
2. Дайте понятие определению мутационная изменчивость
3. Дайте понятие определению корреляционная изменчивость
4. Дайте понятие определению комбинативная изменчивость

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Альбертс, Б.* Молекулярная биология клетки: в 3-х томах / Б. Альбертс, А. Джонсон, Д. Льюис и др. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2013. — Т. I. — 808 с. — ISBN 978-5-4344-0112-8.
2. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений / С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — С. 193-194. — 720 с. — ISBN 978-5-94869-105-3.

Дополнительная

1. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко - ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002. (ISBN не предусмотрен).
2. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002 (ISBN не предусмотрен).
3. *Марченко, Г.Г.* Генетика с.-х.. животных: сборник для лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов/ Г.Г. Марченко, А.А. Зацаринин, О.И. Бирюков – ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2001 (ISBN не предусмотрен).
4. *Смирнов, А. Ф.* Структурно-функциональная организация хромосом/ А. Ф. Смирнов — СПб: Нестор-История, 2009. — 204 с. — ISBN 978-5-98187-486-4.
5. *Петухов В.Л.* Ветеринарная генетика/ В.Л. Петухов, А.И. Жигалев, Г.А. Назарова – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: колос, 1996. – 384с. - ISBN 5-10-002498-4.
6. Меркулова З.В. и др. Генетика/ Е.К. Меркулова, З.В. Абрамова, А.В. Бакай, И.И. Кочиш – М.: Агропромоздат, 1991. – 406с. - ISBN 5-12-003495-8.

БИОМЕТРИЯ

11.1 Биометрия – основные понятия. Биометрические показатели, характеризующие изменчивость признаков и их взаимосвязь.

Биометрия (от греч. *bios* жизнь, и *metron* мера). Искусство вычислять продолжительность жизни. Искусство измерять и вычислять. раздел биологии, основные задачи которого планирование количественных биологических экспериментов и обработка результатов методами математической статистики.

11.2 Биометрические методы анализа изменчивости и наследственности признаков у животных.

При экспериментальной . работе исследователь сталкивается с количеств. вариациями (частоты встречаемости или степени проявления) различий признаков и свойств. Без статистического. анализа трудно установить возможные пределы колебаний изучаемой величины, определить, случайна или достоверна разница результатов различий вариантов опыта. Применение биометрических методов предусматривает выбор в зависимости от характера эксперимента некоторой статистич. модели, проверку её соответствия экспериментальным. данным и анализ статистич. и биол. результатов, полученных с её помощью. Любая модель содержит ряд предположений, которые должны проверяться в эксперименте. Обязательны предположения о случайности выбора исследуемых объектов из общей совокупности (т. е. представительности или репрезентативности выборки), а также об определенном типе распределения случайной величины.

11.3 Использование дисперсионного анализа.

Дисперсионный анализ – это метод статистической оценки надежности проявления зависимости результативного признака от одного или нескольких факторов. На основе дисперсионного анализа решаются следующие задачи:

1. Общая оценка достоверности различий в средних при группировке данных по одному факторному признаку или нескольким;
2. Оценка достоверности взаимодействия между двумя, тремя и большим числом факторов;
3. Оценка частных различий между парами средних.

Неоценима роль дисперсионного метода анализа в изучении зависимости качественных признаков. Достоинством этого метода является и то, что он способен к получению выводов на небольших по численности совокупностях. Дисперсионный анализ тесно связан с методом статистических группировок. Дисперсионный анализ предполагает, что изучаемая совокупность разделена на группы по одному или нескольким факторным признакам, влияние которых должно быть изучено. Содержание и значение выводов в значительной мере зависит от правильности проведения статистических группировок.

Принципиальная схема дисперсионного анализа выглядит следующим образом:

1. Установление основных источников варьирования и определения объемов вариации по источникам (общая, межгрупповая, остаточная);
2. Определение числа степеней свободы;
3. Вычисления и анализ дисперсий на основе которых формируется вывод относительно проверяемой нулевой гипотезы

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите определение понятий дисперсионный анализ
2. Приведите примеры использования дисперсионного анализа в животноводстве

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Альбертс, Б.* Молекулярная биология клетки: в 3-х томах / Б. Альбертс, А. Джонсон, Д. Льюис и др. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2013. — Т. I. — 808 с. — ISBN 978-5-4344-0112-8.
2. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений / С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — С. 193-194. — 720 с. — ISBN 978-5-94869-105-3.

Дополнительная

1. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко - ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002. (ISBN не предусмотрен).
2. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002 (ISBN не предусмотрен).
3. *Марченко, Г.Г.* Генетика с.-х.. животных: сборник для лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов/ Г.Г. Марченко, А.А. Зацаринин, О.И. Бирюков – ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2001 (ISBN не предусмотрен).
4. *Смирнов, А. Ф.* Структурно-функциональная организация хромосом/ А. Ф. Смирнов — СПб: Нестор-История, 2009. — 204 с. — ISBN 978-5-98187-486-4.
5. *Петухов В.Л.* Ветеринарная генетика/ В.Л. Петухов, А.И. Жигалев, Г.А. Назарова – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: колос, 1996. – 384с. - ISBN 5-10-002498-4.
6. Меркулова З.В. и др. Генетика/ Е.К. Меркулова, З.В. Абрамова, А.В. Бакай, И.И. Кочиш – М.: Агропромиздат, 1991. – 406с. - ISBN 5-12-003495-8.

ГЕНЕТИКА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ

12.1 Понятие наследуемости и повторяемости количественных признаков и генетические основы их наследования.

Большинство признаков и свойств организмов характеризуются количественным типом индивидуальной изменчивости, для которой типично непрерывное изменение величины признака у особей какой-либо группы. Величина количественного признака варьирует от минимального уровня у части особей к среднему — у других и далее к максимальному уровню у остальных. Даже в пределах достаточно однородной по полу, возрасту, породе группы животных у близкородственных особей наблюдается индивидуальная изменчивость признака, величину которого можно измерить. К количественным признакам относят хозяйственно ценные (живая масса, величина, удой, настриг шерсти) и физиологические признаки. Они характеризуются типичным непрерывным изменением уровня у особей конкретной группы. К количественным признакам относят также и те, которые имеют прерывистое выражение, например яйценоскость, плодовитость, а также ряд физиологических отличий.

Количественные признаки непрерывного и прерывистого типов изменчивости имеют важное значение в практике животноводства и ветеринарии, в научных исследованиях, поэтому необходимо изучать генетические особенности и закономерности их изменчивости.

Генетические основы наследования количественных признаков. Наследование количественных признаков обусловлено одинаковым или сходным действием многих доминантных неаллельных генов на признак (полимерия) либо многими однозначными генами (полигения). На наличие двух или трех пар однозначно действующих полимерных генов, определяющих степень выраженности признака, указывает тип расщепления признака у особей второго поколения. Так, при трех доминантных генах A_1 ; A_2 и A_3 и их рецессивных аллелях a_1 , a_2 , a_3 во II поколении будут выявлены 64 варианта генотипов в соотношении 1 : 6 : 15 : 20 : 15 : 6 : 1.

Методы изучения изменчивости и наследуемости количественных признаков. Фенотипическую изменчивость количественных признаков определяют с помощью статистических параметров (\bar{x} , σ , C_v), фенотипическую связь между признаками — применением r , b , r_s и др. Для генетического анализа изменчивости количественных признаков требуется разложить фенотипическую изменчивость, выраженную через дисперсию σ^2 , на составляющие дисперсии: генотипическую (σ_g^2) и паратипическую (σ_e^2). Это позволяет установить в группе особей долю изменчивости, обусловленную их генетическим разнообразием, и долю изменчивости, связанную с влиянием факторов среды.

12.2 Использование в селекции рыб коэффициентов наследуемости и повторяемости

Наследуемость — это статистический термин, который применяют для обозначения доли общей фенотипической изменчивости, обусловленной генетическими факторами.

Наследуемость характеризует количественный признак у группы животных и служит показателем для прогнозирования эффективности селекции по фенотипическим показателям признака.

Величина коэффициента наследуемости (h^2) служит мерой выражения генетической детерминации изменчивости признака. Величина h^2 не может быть больше единицы и меньше нуля (то есть отрицательной). Формула для определения h^2 выражена следующим образом:

Чем больше величина h^2 , тем больше изменчивость признака обусловлена генетическими факторами и тем меньше изменчивость, вызываемая факторами среды (σ^2_E). При h^2 менее 0,05 (то есть менее 5%) улучшение признака за счет массовой селекции малоэффективно. При $h^2 > 0,3$ и не менее 0,7 селекция достаточно эффективна.

Особенности факторов среды и ряд характеристик популяции (направление отбора в ней, наличие инбридинга, миграции особей, интенсивность браковки в стаде и т. п.) влияют на величину коэффициента наследуемости. Большая изменчивость факторов среды уменьшает h^2 , а однородность условий увеличивает или стабилизирует его величину.

Вычисленные коэффициенты наследуемости могут характеризовать только данную популяцию и в данных условиях среды и отбора.

При рассмотрении величины h^2 для разных признаков выявлена следующая тенденция: признаки, которые связаны с репродукцией и приспособленностью к процессу размножения, характеризуются невысоким коэффициентом наследуемости (плодовитость у свиней: $h^2 = 5\%$; яйценоскость у кур — 10%), а признаки, имеющие меньшее значение для приспособленности, характеризуются более высоким уровнем h^2 (масса животных — 55—65%; толщина шпига у свиней — 70%, молочность и жирномолочность — 35—40 %).

Определение коэффициента наследуемости с использованием коэффициентов корреляции (r) и регрессии (b). Метод коэффициентов путей, предложенный С. Райтом, позволяет выявить величину связи между фенотипической изменчивостью (следствие) и влиянием генотипа (причина) или среды (причина). Этот метод нашел применение для определения величины связи между генотипами родственных особей.

Для определения доли влияния генотипа на изменчивость признака используют коэффициенты путей между родственными животными, например между матерями и дочерьми или между полусибсами, отцами и сыновьями и т.п.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите определение наследуемости и повторяемости количественных признаков и генетические основы их наследования
2. Приведите пример использования в селекции рыб коэффициентов наследуемости и повторяемости

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Альбертс, Б.* Молекулярная биология клетки: в 3-х томах / Б. Альбертс, А. Джонсон, Д. Льюис и др. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2013. — Т. I. — 808 с. — ISBN 978-5-4344-0112-8.
2. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений / С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — С. 193-194. — 720 с. — ISBN 978-5-94869-105-3.

Дополнительная

1. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко - ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002. (ISBN не предусмотрен).
2. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002 (ISBN не предусмотрен).
3. *Марченко, Г.Г.* Генетика с.-х.. животных: сборник для лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов/ Г.Г. Марченко, А.А. Зацаринин, О.И. Бирюков – ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2001 (ISBN не предусмотрен).

ГЕНЕТИКА ПОПУЛЯЦИЙ

13.1 Понятие и структура популяции

Факторы, влияющие на структуру популяции

Многочисленная группа особей одного вида, обитающих в определенном ареале, составляют сообщество, названное *популяцией*.

Популяция состоит из животных разных генотипов. Эффективность отбора в ней зависит от соотношения доминантных и рецессивных генов.

Совокупность всех генов, которые имеют члены популяции называют *генофондом*.

Генетическая структура популяции определяется концентрацией каждого гена в популяции, характером генотипов и частотой их распространения.

Генетическую структуру популяции принято выражать частотой аллелей каждого локуса и частотой гомозиготных и гетерозиготных генотипов.

Частоту доминантного гена в популяции определяют по формуле:

$$P = D + \frac{1}{2} H / N;$$

рецессивного:

$$d = R + \frac{1}{2} H / N,$$

где

p – частота доминантного гена в популяции;

d – частота рецессивного гена;

D – число особей популяции с доминантным признаком;

R – число особей популяции с рецессивным признаком;

H – число гетерозиготных особей (при промежуточном доминировании)

N – число особей; из которых состоит популяция.

Частота генотипов вычисляется в долях единицы или в процентах от общего поголовья популяции:

$$A = \frac{n}{N}, \quad \text{где}$$

A-частота одного генотипа (AA, Aa, aa);

n – число животных определенного генотипа, имеющего фенотипическое проявление;

N – общее число особей популяции.

В тех случаях, когда гетерозиготы фенотипически не отличаются от доминантных гомозигот, генетическую структуру популяции определяют по формуле Харди-Вайнбера:

$$p^2AA + 2pgAa + g^2aa = 1.$$

Сначала по формуле: $A = \frac{n}{N}$,

определяют частоту

рецессивных гомозигот, а затем по формуле: $g = \sqrt{A}$,

устанавливают частоту рецессивного гена. Частота доминантных генов определяется по формуле: $p = 1 - g$.

Возведя в квадрат значение p , получим частоту доминантных гомозигот ($p^2=AA$). Частоту гетерозигот определяют путем удвоения произведения значений частоты доминантного и рецессивного генов ($Aa= 2p \times g$).

Скрещивание, восстанавливающее соотношение генотипов в популяции, в соответствии с формулой Харди-Вайнберга называют стабилизирующим (панмиксия, свободное скрещивание).

На генетическую структуру популяции оказывают влияние следующие факторы: отбор, мутационный процесс, миграция, методы разведения.

На генетическую структуру популяции существенное влияние оказывают родственные спаривания (инбридинг).

Под родственными понимают спаривание животных, имеющих общих предков с материнской и отцовской стороны родословной до четвертого поколения.

Степень родства спариваемых животных определяют путем установления рядов родословной, в которых встречается общий предок. Ряды родословной обозначают римскими цифрами. Родительский ряд считают первым (I), дедовский – вторым (II), прадедовский – третьим (III) и т.д.

При определении степени инбридинга вначале римской цифрой указывают ряд родословной, в котором встречается общий предок с материнской стороны родословной, а затем через черточку – ряд с отцовской стороны – II-I, III-II и т.д.

Различают следующие варианты инбридинга:

II-I, II-II, III-I, IV-I – близкородственное спаривание;

II-III, III-II, III-III, IV-II, II-IV – умеренно-родственное спаривание;

III-IV, IV-III – умеренно – отдаленное родственное спаривание.

IV-IV – отдаленное родственное спаривание.

Родственное спаривание проводят с целью закрепить у потомков генетический материал ценных в продуктивном и племенном отношении животных. Быстрее это достигается при инбридинге близких степеней.

При родственном спаривании у инбредных животных может проявиться инбредная депрессия, выражающейся в снижении жизнеспособности, продуктивности, воспроизводительных качеств животных.

Родственные спаривания увеличивают вероятность перехода мутантных, рецессивных вредных генов в гомозиготное состояние (aa, vv), что и является причиной проявления у животных депрессии. Выщепленные рецессивных гомозигот при инбридинге изменяет генетическую структуру популяции.

Родственное спаривание проводят с целью закрепить у потомков генетический материал ценных в продуктивном и племенном отношении животных. Быстрее это достигается при инбридинге близких степеней.

При родственном спаривании у инбредных животных может проявиться инбредная депрессия, выражающейся в снижении жизнеспособности, продуктивности, воспроизводительных качеств животных.

Родственные спаривания увеличивают вероятность перехода мутантных, рецессивных вредных генов в гомозиготное состояние (aa, vv), что и является причиной проявления у животных депрессии. Выщепление рецессивных гомозигот при инбридинге изменяет генетическую структуру популяции.

При генетическом анализе, с учетом определенного числа аллельных пар генов предка и возможного их комбинирования в мейозе и при оплодотворении, можно сделать прогноз рождения инбредных потомков, гомозиготных по рецессивным, мутантным генам:

$$P_k = C_n^k \cdot (P)^k \cdot (1-P)^{n-k} \cdot 100, \text{ где}$$

P_k – вероятность рождения потомка, у которого в гомозиготного состояния перейдет к генов предка, %;

k – количество генов предка, которые могут перейти в гомозиготное состояние у потомка; $P = \sum (1/2)^{n+p_1}$,

n – число анализируемых аллельных пар генов имеющих в генотипе предка;

P – вероятность перехода одной аллельной пары генов предка в гомозиготное состояние у инбредного потомка.

где

n и p_1 – ряды родословной с материнской и отцовской стороны, в которых встречается общий предок.

Под генетическим грузом популяции понимают совокупность рецессивных вредных генов и хромосомных мутаций в популяции. Он может быть мутационным и сегрегационным. Первый формируется в результате новых мутаций, второй – вследствие сохранения в популяции, ранее возникших мутаций.

4. Особенности наследования количественных признаков

Количественные признаки имеют сложную структуру и детермируются многими генами (полигенный тип наследования).

Уровень развития количественного признака зависит от соотношения доминантных и рецессивных генов в генотипе животного, действия генов – модификаторов, факторов внешней среды др.

В большинстве случаев количественные признаки наследуются промежуточно относительно родительских форм.

Для характеристики наследуемости количественного признака вычисляют коэффициент наследуемости (h^2).

Коэффициент наследуемости показывает долю зависимости развития и изменчивости признака от генотипа животного.

Выражается h^2 в долях единицы или в процентах. Например для удоя молока от коров он колеблется от 0,04 до 0,6; содержание жира в молоке – от 0,17 до 0,70; живой массе свиней – от 0,11 до 0,53. Вычисляют h^2 через корреляцию по формуле:

$$h^2 = 2r \text{ д/м или } h^2 = r \text{ д/м.}$$

Для характеристики наследуемости количественного признака вычисляют коэффициент наследуемости (h^2). Коэффициент наследуемости показывает долю зависимости развития и изменчивости признака от генотипа животного.

Выражается h^2 в долях единицы или в процентах. Например для удоя молока от коров он колеблется от 0,04 до 0,6; содержание жира в молоке – от 0,17 до 0,70; живой массе свиней – от 0,11 до 0,53. Вычисляют h^2 через корреляцию по формуле:

$$h^2 = 2r \text{ д/м или } h^2 = r \text{ д/м.}$$

Коэффициент наследуемости может быть использован при прогнозировании эффекта селекции за определенный отрезок времени:

$SE = h^2 \cdot Sd$, где

SE – селекционный эффект;

Sd – селекционный дифференциал.

Sd = X отобранной группы – X популяции

Для определения эффекта селекции за один год принимают формулу:

где t – интервал смены поколений.

В среднем для крупного рогатого скота t составляет 4-5 лет, для свиней – 2-2,5 года, для овец – 4-4,5 года, для лошадей – 10-13 лет, для кур – 1,5 года.

Под повторяемостью количественного признака понимают степень сохранения животными уровня продуктивности текущего года (сезона) в последующие годы (сезоны) при сохранении обычных условий кормления и содержания.

Для характеристики повторяемости признака вычисляют коэффициент повторяемости: $r_w = r$.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите определение понятия популяция и структура популяции
2. Что такое закон Гарди-Вайнберга и его использование в животноводстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

3. *Альбертс, Б.* Молекулярная биология клетки: в 3-х томах / Б. Альбертс, А. Джонсон, Д. Льюис и др. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2013. — Т. I. — 808 с. — ISBN 978-5-4344-0112-8.

4. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений / С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — С. 193-194. — 720 с. — ISBN 978-5-94869-105-3.

Дополнительная

7. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко - ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002. (ISBN не предусмотрен).

8. Меркулова З.В. и др. Генетика/ Е.К. Меркулова, З.В. Абрамова, А.В. Бакай, И.И. Кочиш – М.: Агропромиздат, 1991. – 406с. - ISBN 5-12-003495-8.

ИНБРИДИНГ. ГЕТЕРОЗИС

14.1 Инбридинг, инбредная депрессия

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.

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

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

$$F_x = \frac{1}{2N},$$

где N - общее число производителей.

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

$$F_T = 1 - (1 - F_x)^T,$$

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 инбредной 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.

14.2 Использование гетерозиса в животноводстве и рыбоводстве

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: зугетерозис (собственно гетерозис) и избыточный гетерозис (гигантизм).

При зугетерозисе гибриды первого поколения превосходят родительские формы по комплексу признаков, имеющих приспособительное значение (повышенная плодовитость, выживаемость, более высокие темпы роста и др.). Наиболее часто зугетерозис 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.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите определение понятий инбридинг, инбредная депрессия
2. Приведите примеры использования гетерозиса в животноводстве и рыбоводстве

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Альбертс, Б.* Молекулярная биология клетки: в 3-х томах / Б. Альбертс, А. Джонсон, Д. Льюис и др. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2013. — Т. I. — 808 с. — ISBN 978-5-4344-0112-8.
2. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений / С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — С. 193-194. — 720 с. — ISBN 978-5-94869-105-3.

Дополнительная

1. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко - ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002. (ISBN не предусмотрен).
2. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002 (ISBN не предусмотрен).

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ И БОЛЕЗНИ У РЫБ

15.1 Наследственные аномалии и их классификация

- . Основные понятия и классификация аномалий
 2. Хромосомные и генные аномалии
 3. Типы наследования генных аномалий
- 4. Методы выявления генных аномалий и профилактика их распространения

1. Основные понятия и классификация аномалий
Аномалия - это нежелательное отклонение в развитии признака от нормы.

Генетическая аномалия представляет собой наследственное отклонение в развитии признака от нормы, в следствии хромосомных и генных мутаций.

Врожденные аномалии - это аномалии, возникающие у организма в эмбриональный период.

Аномалии подразделяются на ненаследственные, наследственные (генетические) и наследственно-средовые.

92% аномалий, встречающихся у животных являются наследственно-средовыми.

Наследственные аномалии подразделяются на хромосомные и генные.

Факторы внешней среды, оказывающие повреждающее действие на развивающийся эмбрион, называются тератогенами. Они одновременно могут быть и мутагенами.

2. Хромосомные и генные аномалии

Хромосомные аномалии разделяют на аномалии, обусловленные изменением аутосом, и аномалии, связанные с изменением половых хромосом. Причиной возникновения хромосомных аномалий являются: полиплоидия, гетероплоидия, хромосомные перестройки.

Полиплоидия: тетраплоидия эмбрионов крови, полиплоидия клеток крови.

Гетероплоидия: синдром Шерншевского – Тернера ($44 + X0$), синдром Кланфельтера (XXY, XXXY, XXXXY, XYU и др.) у человека; XXY – синдром у крупного рогатого скота; XXXY – синдрому лошади; синдром Дауна (трисомия по 21 паре хромосом); синдром Патау (трисомия по 13-15 паре хромосом) и др.

Хромосомные абберации: транслокации, инверсии, делеции, дупликации, фрагментации, нехватки и др.

Генные аномалии возникают в результате мутации генов. Они подразделяются на аутосомные и сцепленные с полом.

Мутантные гены, способные вызывать аномалии, называют вредными (летальные, полуплетальные, субвитальные).

Они могут быть доминантными и рецессивными.

К аутосомным генным аномалиям у животных относятся: мозговая грыжа, укорочение нижней челюсти, синдром агнатии, атрезия ануса, атаксия, паралич конечностей, абрахия, перомелия, адактелия, и др.

К аномалиям, сцепленным с полом относятся: гемофилия, дальтонизм, пигментная ксеродерма, бесшерстность телят и др.

Рисунок 1. Связанное симметричное полное двойное уродство (торакопагус) у свиней



Рисунок 2. Дипрозопус у теленка



Рисунок 3. Ассиметричное двойное уродство



Рисунок 4. Теленок с нотомелией

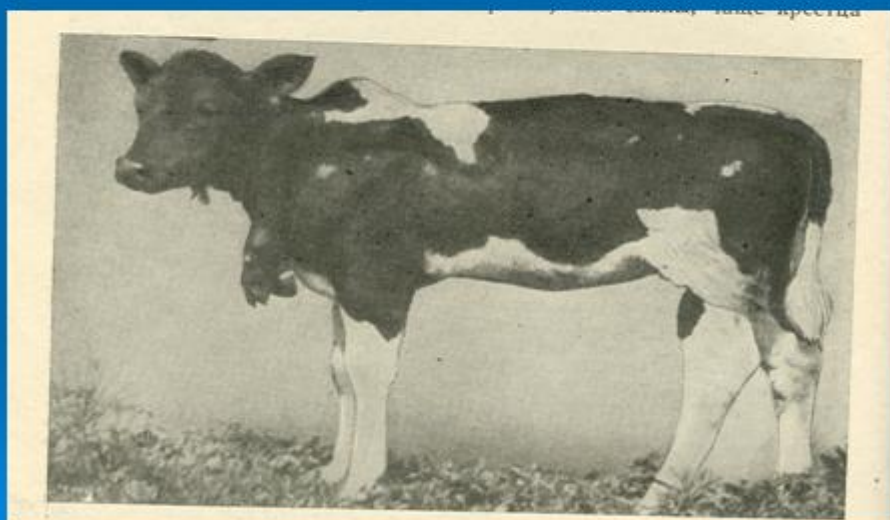


Рисунок 5. Эритроциты у носителя признака серповидноклеточности эритроцитов (по Эллисону, 1958)

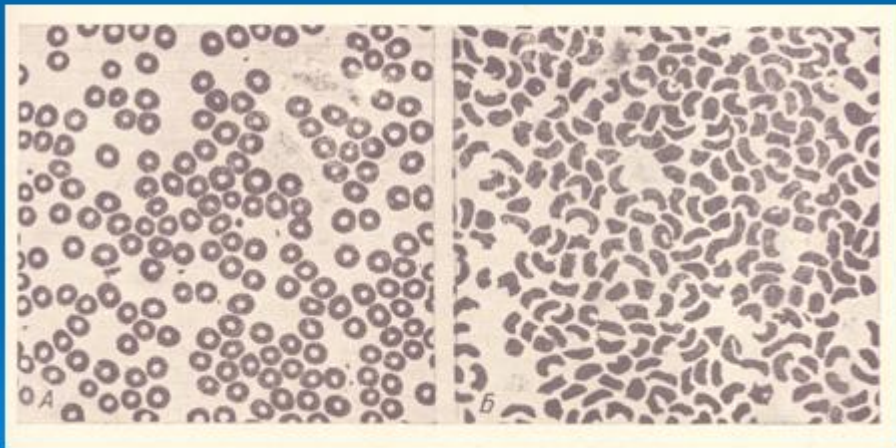


Рисунок 6. Теленок с мозговой грыжей



Рисунок 8. Укорочение верхней челюсти
(крупный рогатый скот)

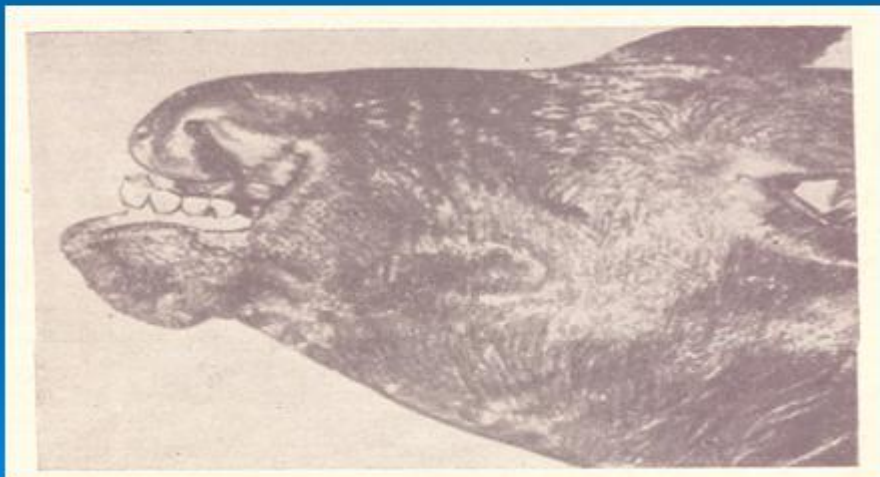


Рисунок 9. Укорочение нижней челюсти
(лошадь)



Рисунок 10. Образование перекрещенного клюва (курица) (фото Х. Маркса)



Рисунок 11. Гидрофтальм (поросенок) (фото Дикмана)



Рисунок 13. Ольденбургская атаксия жеребят: последовательные стадии приступа (фото Х. Фишера)



Рисунок 14. Перимелия (поросенок)

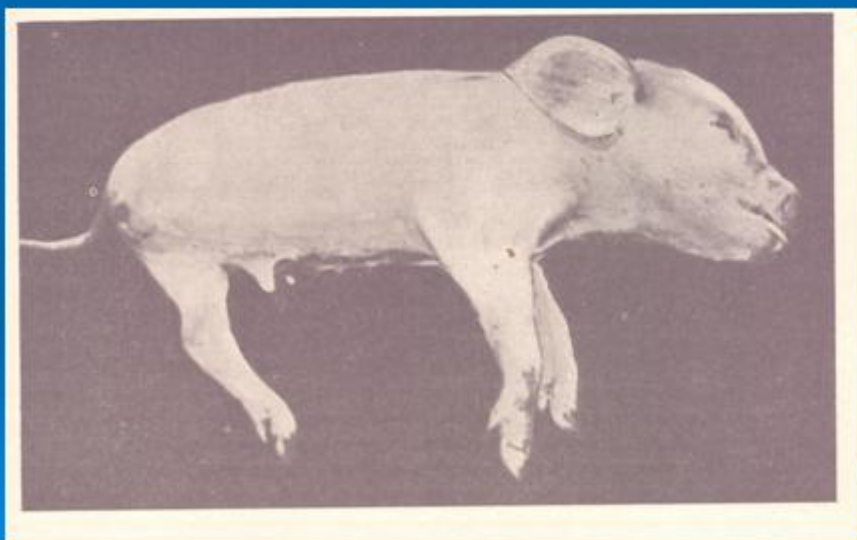


Рисунок 15. Перекручивание цевки у курицы (по Хартвику, 1952)



Рисунок 17. Пупочная грыжа у свиньи (фото Рета и Берруекоса)

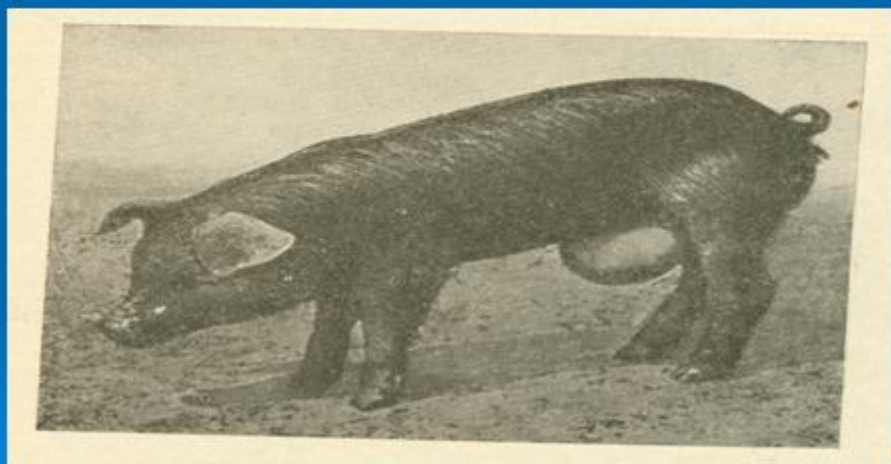


Рисунок 18. Врожденный ихтиоз (по Бенешу, 1952)

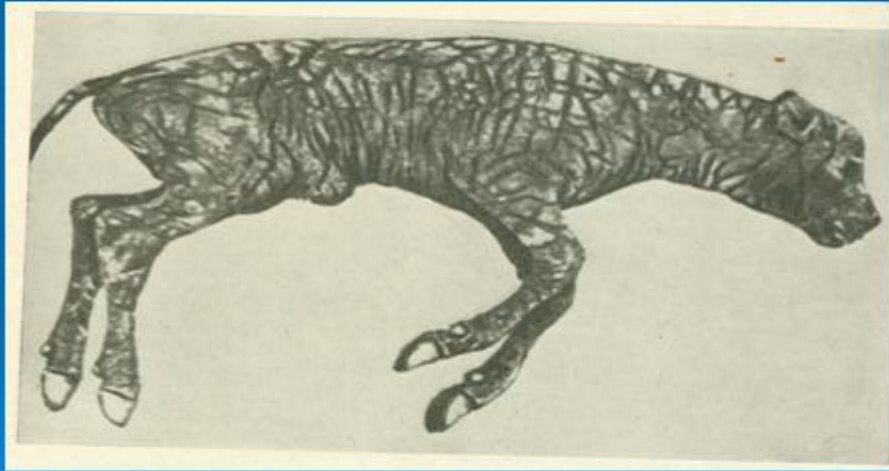


Рисунок 19. Отсутствие оперения у индейки (по Пулу и Маредену, 1961)



15.2 Основные типы наследования аномалий и болезней у животных и рыб

3. Типы наследования генных аномалий

Различают следующие типы наследования генных аномалий:
аутосомный доминантный, аутосомный доминантный с рецессивным действием, аутосомный рецессивный и сцепленный с полом.

4. Методы выявления генетических аномалий и профилактика их распространения

Методы диагностики:

- 1) Выявление патологических признаков;
- 2) Доказательство генетической обусловленности.

Доказательство:

- 1) Анализ данных литературы;
- 2) Использование зоотехнических методов (анализ родословных);
- 3) Использование генетических методов (использование цитологических исследований, применение статистического анализа популяций, оценка животных на носительство вредных генов и др);
- 4) Использование ветеринарных методов.

15.3 Методы выявления генетических обусловленных заболеваний в рыбоводстве

Выявление аномалий:

- 1) Описание и регистрация в специальных журналах и племенных карточках.

Профилактика:

- 1) Выявление носителей вредных генов;
- 2) Исключение воздействия на животных мутагенных факторов.

Лечение:

- 1) При патологии обмена веществ исключение из рациона веществ не усвояемых организмом;
- 2) Заменительная терапия;
- 3) Хирургические методы.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите определение понятий генетических аномалий и их классификация
2. Назовите основные типы наследования генетических аномалий
3. Методы выявления генетических обусловленных заболеваний в рыбоводстве

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Альбертс, Б.* Молекулярная биология клетки: в 3-х томах / Б. Альбертс, А. Джонсон, Д. Льюис и др. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2013. — Т. I. — 808 с. — ISBN 978-5-4344-0112-8.
2. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений / С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — С. 193-194. — 720 с. — ISBN 978-5-94869-105-3.

Дополнительная

1. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко - ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002. (ISBN не предусмотрен).
2. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002 (ISBN не предусмотрен).

ГЕНЕТИКА ИММУНИТЕТА

16.1. Специфический иммунитет

Иммунитет – невосприимчивость организма к инфекционным агентам и генетически чужеродным веществам антигенной природы.

Иммунитет обеспечивается *иммунной системой*, которая состоит из центральных и периферических органов.

Центральные органы иммунной системы включают тимус, костный мозг, миндалины; *периферические* – лимфоузлы, селезенку и кровь.

Главными исполнителями иммунной системы являются лимфоциты типа В и Т. Источником В лимфоцитов является костный мозг, Т-лимфоцитов – тимус.

Специфическая защита организма проявляется в виде синтеза защитных белков иммуноглобулинов (антител) на проникающие в организм антигены.

На каждый антиген лимфоциты В синтезируют антитело и между ними происходит реакция, при которой образуется комплекс антиген-антитело, приводящий к устранению антигена.



- У млекопитающих иммуноглобулины (антитела) разделяют на 5 классов: IgG, IgA, IgM, IgD, IgE.

- На поверхности В и Т – лимфоцитов имеются рецепторы, с помощью которых они узнают антигены. Синтез и специфичность рецепторов контролируется генами лимфоцитов.

Молекулы иммуноглобулина состоят из двух тяжелых полипептидных цепей и двух легких L, которое короче цепей Н.

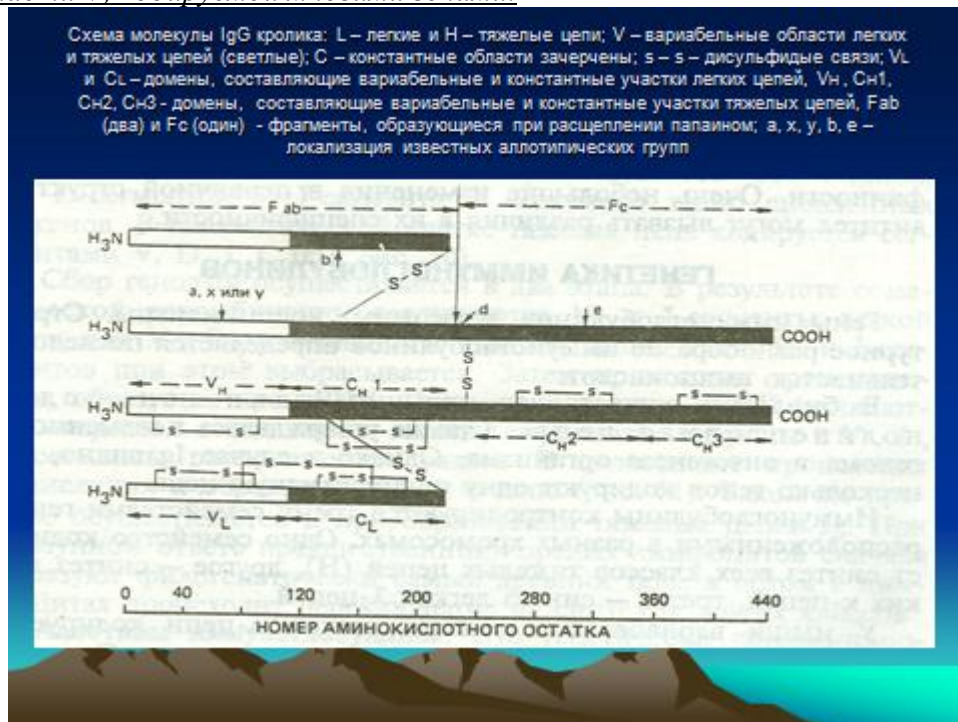
В состав Н цепей входит 400, а в состав L цепей входят 210-230 аминокислотных остатков.

Концевая часть Н и L цепей, несущая NH₃ – остаток характеризуется большой изменчивостью по аминокислотам и обозначается символом V

Эта часть иммуноглобулина контролируется генами локуса V.

Противоположный конец антител имеет постоянный аминокислотный состав, обозначаемый символом С и кодируется одним геном С.

Большое разнообразие антител обеспечивается высокой изменчивостью их концевой части V, кодируемой многими генами.



Скорость синтеза иммуноглобулинов контролируется генами иммунного ответа. В зависимости от вида, породы и индивидуальных особенностей животных она разная.

Клеточный иммунитет обладает иммунологической памятью. Организм, имеющий антитела, может оставаться в течение определенного времени устойчивым против соответствующего антигена.

Выделяют естественный (врожденный) и приобретенный иммунитет.

2. Неспецифический иммунитет

Неспецифический иммунитет представляет собой фактор общей защиты организма от вирусной, бактериальной или другой природы возбудителя.

Элементами неспецифического

иммунитета являются: кожа, выделения организма, воспалительные процессы, фагоцитоз, гуморальные факторы.

Гуморальные факторы.

Бактерицидная активность. Она объединяет микробную активность таких веществ, как комплимент, пропердин, нормальные антитела, лизоцим, бетазин.

Лизоцим – фермент, синтезирующийся в клетках макрофагов и способный разрушить оболочку микробов. Распространен во всех биологических жидкостях.

Бета-лизин – пептид, содержащий лизин. Синтезируется тромбоцитами. Действует на цитоплазматическую мембрану бактерий, растворяя ее.

Комплемент – сложный фермент. Разрушает липидную оболочку микроба.

Пропердин – действует совместно с другими факторами защиты;

Интерферон – противовирусное вещество, синтезируемое лейкоцитами.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите определение понятий специфического и неспецифического иммунитета
2. Назовите гуморальные факторы иммунитета

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Альбертс, Б.* Молекулярная биология клетки: в 3-х томах / Б. Альбертс, А. Джонсон, Д. Льюис и др. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2013. — Т. I. — 808 с. — ISBN 978-5-4344-0112-8.
2. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений / С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — С. 193-194. — 720 с. — ISBN 978-5-94869-105-3.

Дополнительная

1. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко - ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002. (ISBN не предусмотрен).
2. *Петухов В.Л.* Ветеринарная генетика/ В.Л. Петухов, А.И. Жигалев, Г.А. Назарова – 2-е издание, перераб. и доп. – М.: колос, 1996. – 384с. - ISBN 5-10-002498-4.
3. Меркулова З.В. и др. Генетика/ Е.К. Меркулова, З.В. Абрамова, А.В. Бакай, И.И. Кочиш – М.: Агропромиздат, 1991. – 406с. - ISBN 5-12-003495-8.

БИОТЕХНОЛОГИЯ

17.1. Понятие и методы биотехнологии

Понятия и направления биотехнологии *Биотехнология* - это производственное использование биологических агентов или их систем (микроорганизмов, растительных и животных клеток) для получения ценных продуктов и осуществления целевых превращений.

Схематическое распределение основных продуктов биотехнологии

Технология	Здравоохранение	Сельскохозяйственное производство и производство продуктов питания	Сельское хозяйство	Энергетика	Химическая промышленность
Сбраживание	Антибиотики Витамины Ферменты Аминокислоты Нуклеотиды Стероиды Алкалоиды Диагностические препараты	Лимонная кислота Аминокислоты Нуклеотиды Ферменты Биополимеры	Броностигмы	Этанол Ацетонобутиро- вая смесь Биогаз	Химия этанола Этилен Уксусный альдегид Ацетон Бутанол Бутадиен
Энзиматическая инженерия		Фруктозо- глюкозный сироп Глюкозный сироп		Этанол	
Техника рекомбинантных ДНК, или генетическая инженерия	Интерфероны Гормоны Вакцины				
Культуры клеток	Интерфероны Вакцины Компоненты крови Моноклональные антитела	Белок одноклеточных (кормовой белок)	Кланы		

При микробном сбраживании сырьем являются полисахариды (крахмал, целлюлоза) или побочные продукты пищевой промышленности и сельского хозяйства (молочная сыворотка, патока, навоз, солома, опилки и др.)

Микроорганизмов, синтезирующих продукты или осуществляющих реакции, полезные для человека, несколько сотен видов. Их относят к четырем группам: бактерии, актиномицеты (бактерии, обитающие в почве), дрожжи и плесни.

Из 1 т. Старого картона или соломы после сбраживания глюкозы, полученной гидролизом целлюлозы, образуется 150 л. спирта. Из 1 т. навоза вырабатывается 70-73 м³ биогаза, что составляет 45 л. топлива.

30 голов крупного рогатого скота или 500 свиней в состоянии удовлетворить энергетические потребности средней фермы.

Производство биогаза. Батарея из шести экспериментальных дайджестеров в Ла Миньере, вблизи Версаля (Франция)



Генная и клеточная инженерия.

2. Генная инженерия

Генная инженерия - раздел биотехнологии, связанный с целенаправленным конструированием новых комбинаций генетического материала, способного размножаться в клетке и синтезировать определенный продукт.

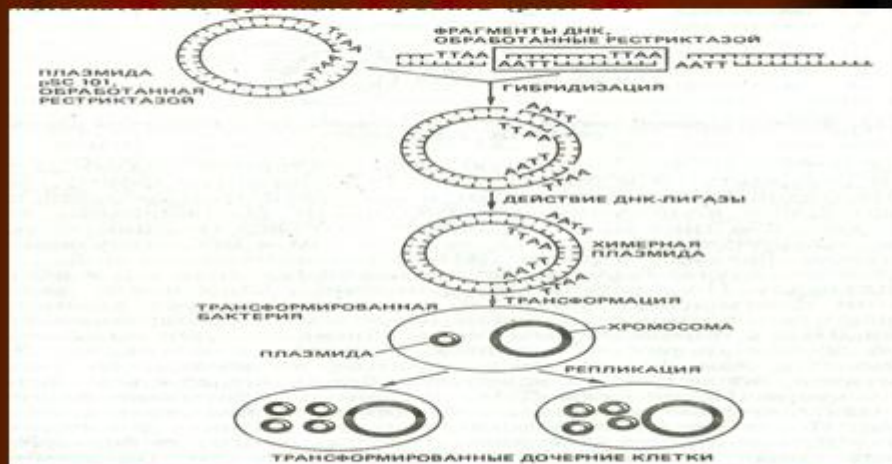
Важнейшим объектом генной инженерии являются бактериальные плазмиды. ДНК плазмид можно выделить из бактерии и опять внедрить в клетку.

У бактерий имеется фермент рестриктаза, способный разрезать молекулу ДНК в строго определенных местах и образовывать на них «липкие» концы.

Специальный фермент ДНК-лигаза может «сшивать» разорванное кольцо плазмидной ДНК путем соединения «липких» концов.

Плазмидные молекулы ДНК, содержащие фрагмент ДНК других организмов называют рекомбинантными. Рекомбинантные ДНК вводят в бактериальные клетки, которые способны размножаться и приобретают новые свойства.

Типичный опыт генетической инженерии (по Beckingeham – Smith, 1975)



Эмбриологическая инженерия. Клонирование.
Создание банка генов и его практическое использование

3. Клеточная инженерия

Под клеточной инженерией понимают метод конструирования клеток нового типа на основе их культивирования, гибридизации и реконструкции.

Культура клеток – метод сохранения жизнеспособности клеток вне организма в искусственно созданных условиях. Для культивирования могут быть использованы клетки опухолевых тканей, клетки различных органов, эмбрионы и т.д.

Соматическая гибридизация заключается в соединении клеток разных видов животных. При соматической гибридизации используют вирус Сендай.

Получены гибридные клетки мыши и курицы, мула и мыши, кролика и обезьяны, человека и курицы и др.

Одним из направлений генетической инженерии является разработка методов по переносу из одной клетки в другую целых хромосом и комплексов генов.

Проведены эксперименты по пересадке клеточных ядер в цитоплазму клеток другого животного (получение цибридов).

Получены цибриды мышей, фенотипически сходные с животным, у которого взяли ядро.

4. Эмбриогенетическая инженерия

Эмбриогенетическая инженерия – это перестройка генома животных путем вмешательства в их развитие на ранних стадиях онтогенеза.

Трансплантация эмбрионов. Основное назначение трансплантации – это получение идентичных животных с целью увеличения эффективности селекции.

У коров в течение года вымывают 14 - 15 эмбрионов и трансплантируют в матку коровам - родителям, которые вынашивают телят.

Если эмбрионы разделить на четыре части, то от одной коровы донора за год можно получить 60 телят.

В США путем трансплантации эмбрионов ежегодно получают более 100 тысяч телят.

Аллофенные (химерные) животные

Получение химерных животных является перспективным направлением в биотехнологии.

Аллофенными называют животных, содержащих ткани, произошедшие из эмбриональных клеток двух и более животных.

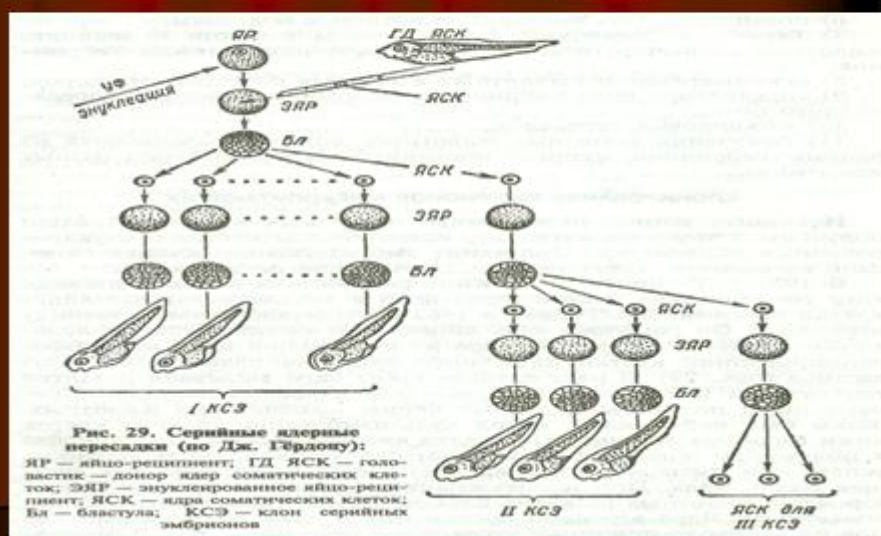
Получены межвидовые химеры между овцами и козами (овцекозы), химерный бычок от животных черно-пестрой и красной пород и др.

Клонирование животных

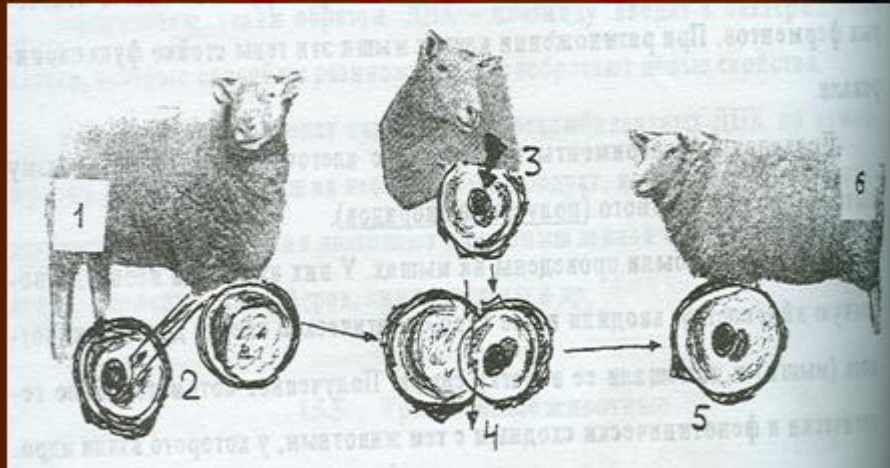
Под клонированием понимают получение из соматических клеток генетически однородных потомков одной особи.

Впервые в 1962г. Дж. Гёрдоном получен клон лягушек. Получен клон овцы, собаки и кошки.

Серийные ядерные пересадки (по Дж. Гердону)



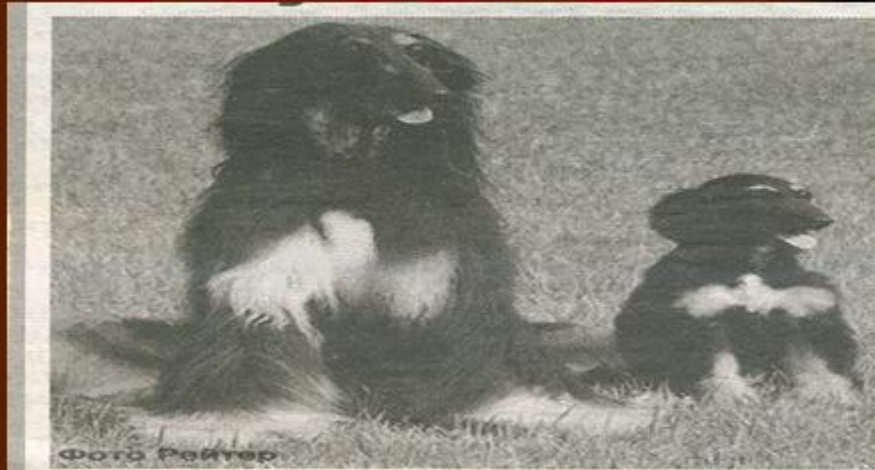
Клонирование животных: у женской особи берется неоплодотворенная яйцеклетка(1), из яйцеклетки удаляется ядро(2), из организма клонируемого животного берется подходящая соматическая клетка(3), соматическую клетку или ее ядро помещают в энуклеированную яйцеклетку(4), происходит слияние клетки (ядра) с цитоплазмой яйцеклетки (5), яйцеклетку с новым ядром помещают в матку животного(6)



Клонированная овца «Долли»



Клонированная собака



Стволовые клетки

Эмбриональные стволовые клетки – это неспециализированные клетки внутренней клеточной массы на стадии бластоциты. В процессе онтогенеза из них образуются более 200 тысяч клеток, из которых состоит организм человека.

Эмбриональные стволовые клетки предполагается использовать для замены поврежденных клеток, выращивание органов и др.

Трансгенные животные

Животные, имеющие в своем наследственном материале чужеродный ген, называют трансгенными.

К настоящему времени получены трансгенные мыши с генами гемоглобина кролика, β -глобина человека, гормона роста крысы и человека; трансгенные кролики с геном роста человека и крупного рогатого скота; свиньи с геном роста человека; теленок с геном роста человека.

Биохимический полиморфизм у животных. Методы изучения биохимического полиморфизма. Биохимический полиморфизм у рыб. Значение данных по биохимическому полиморфизму для анализа структуры естественных популяций рыб. Использование данных по биохимическому полиморфизму и группам крови в селекционной работе с объектами товарного рыбоводства.

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите определение понятий биотехнология
2. Что такое стволовые клетки
3. Приведите примеры использования биотехнологических методов в рыбоводстве

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Альбертс, Б.* Молекулярная биология клетки: в 3-х томах / Б. Альбертс, А. Джонсон, Д. Льюис и др. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2013. — Т. I. — 808 с. — ISBN 978-5-4344-0112-8.
2. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений / С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — С. 193-194. — 720 с. — ISBN 978-5-94869-105-3.

Дополнительная

1. *Смирнов, А. Ф.* Структурно-функциональная организация хромосом/ А. Ф. Смирнов — СПб: Нестор-История, 2009. — 204 с. — ISBN 978-5-98187-486-4.
2. *Петухов В.Л.* Ветеринарная генетика/ В.Л. Петухов, А.И. Жигалев, Г.А. Назарова — 2-е издание, перераб. и доп. — М.: колос, 1996. — 384с. - ISBN 5-10-002498-4.
3. Меркулова З.В. и др. Генетика/ Е.К. Меркулова, З.В. Абрамова, А.В. Бакай, И.И. Кочиш — М.: Агропромиздат, 1991. — 406с. - ISBN 5-12-003495-8.

Семестр 5

Лекция 1

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ РЫБ

1.1 Происхождение рыб и их эволюция. Основные понятия селекционного процесса.

Под селекцией в соответствии с буквальным толкованием слова (селекция — лат. *selectio* — выбор, отбор) длительное время подразумевали проведение отбора по каким-либо хозяйственно ценным признакам животных и растений.

Стихийная селекция, т.е. случайный отбор по необходимым человеку признакам, сопровождала процесс доместикации сопутствующих человеку растений и животных многие тысячелетия. Научной селекцией, т.е. селекцией, проводимой с определенной целью соответствующими методами, человек занимается сравнительно недавно.

В настоящее время под селекцией понимается самостоятельная наука, основная задача которой — выведение высокопродуктивных пород животных и сортов растений.

Теоретической основой селекции является генетика, которая разрабатывает основополагающие проблемы наследственной изменчивости, системы скрещивания и методы отбора.

Предметом селекции является:

1. Изучение фенотипического разнообразия хозяйственно полезных признаков и связей между ними у селекционируемых организмов.

2. Анализ наследственного (генотипического) разнообразия в группах организмов.

3. Исследование роли среды и генотипа в развитии признаков и свойств растений и животных.

4. Разработка методов искусственного отбора, способствующих повышению и стабилизации селекционных признаков, ведущих к созданию новых пород.

5. Создание систем разведения, способствующих длительному сохранению продуктивности и стабильности вновь созданных пород.

С точки зрения некоторых генетиков, селекция — неслучайное, дифференциальное воспроизведение генотипов.

Основной целью селекции является создание определенных, наследственно обусловленных групп организмов — пород для животных и сортов для растений.

Породой, по определению Н. И. Вавилова, является популяция организмов, искусственно созданная человеком и имеющая определенные фенотипические и генотипические особенности. Все особи внутри породы имеют сходные, наследственно закрепленные характеристики — продуктивность, комплекс морфологических и физиологических свойств, а также однотипную реакцию на биотические и абиотические факторы.

Селекция животных, в том числе и рыб, основана на общих принципах и приемах, применяемых для создания новых пород. Однако при проведении работ с конкретным видом применяют специфические методы селекции, отвечающие его морфологическим и генетическим особенностям.

В силу специфичности среды обитания и особенностей биологии методы селекции рыб во многом будут отличны от методов работы с другими сельскохозяйственными животными.

Существуют три основных направления рыбоводства — в естественных и искусственных водоемах, а также индустриальное. В каждом из этих направлений применяются специфические селекционно-генетические методы.

Рыбоводство в естественных водоемах сложилось в двух формах: природоохранное и пастбищное. Природоохранное рыбоводство занимается проблемами снижения антропогенного влияния на природные популяции рыб.

1.2. Методы и задачи селекционной работы в рыбоводстве

При природоохранительном рыбоводстве деятельность селекционера-рыбовода направлена, прежде всего, на сохранение генетического разнообразия диких видов рыб. Она предусматривает защиту популяций и компенсацию уже нанесенного ущерба от рыбохозяйственной деятельности.

Методы, используемые в природоохранном рыбоводстве, зависят от конкретной цели природоохранных мероприятий:

1. Для сохранения сложных популяционных систем необходимо, в первую очередь, оценить уровень общей генетической изменчивости и ее распределение в пространственной структуре вида, включая определение внутривидовой оптимальности генетического разнообразия. Этот подход позволяет обеспечить сохранение генетической изменчивости адекватно популяционной структуре вида.

2. Для сохранения эволюционно сложившегося разнообразия природных популяций при эксплуатации природных ресурсов в процессе воспроизводства необходимо поддерживать каждую структурную единицу популяционной системы как уникального носителя локальных адаптаций.

3. В целях восстановления исчезающих или взамен уже исчезнувших популяций целесообразно формирование искусственных стад в свободных экологических нишах. Для этого выбор популяций-доноров производится с учетом их генетических адаптаций. Особи — основатели должны точно отражать генетический состав природной популяции — донора.

В целях максимального сохранения оптимального уровня генетического разнообразия при эксплуатации искусственного воспроизводства стад следует придерживаться определенных правил:

1. Сохранять необходимый уровень численности популяции, для чего при создании стад использовать определенное число производителей — минимальное 50, оптимальное — 200 (по некоторым расчетам 500).

2. Соблюдать при воспроизводстве каждого поколения равное соотношение полов (1 х 1), чтобы обеспечить равный вклад представителей каждого пола в нерестовую структуру стада.

3. Уравнивать генетический вклад каждой особи в следующем поколении за счет регулирования реализованной плодовитости самок и избирательности оплодотворения самцов.

4. В процессе воспроизводства использовать рыб, принадлежащих к разным биологическим группам: производителей разного возраста, рыб с различными сроками захода на нерест и разными сроками нереста.

Значительная часть жизни разводимых человеком рыб проходит в природных водоемах, где они занимают определенные экологические ниши и определенное место в естественных биоценозах. Неосторожная односторонняя и слишком интенсивная селекция может легко нарушить сложные межвидовые отношения в биоценозах и принести ощутимый вред.

Главной задачей селекционной работы с рыбами является повышение их продуктивности путем создания новых пород и форм, отличающихся ускоренным темпом роста, повышенной плодовитостью и выживаемостью, устойчивостью к заболеваниям и неблагоприятным условиям естественной и искусственной среды обитания.

Основным показателем селекции при работе с проходными и озерно-речными рыбами должен стать коэффициент промыслового возврата, так как он является суммарным показателем качеств молоди заводских рыб, отражает все стороны их приспособленности к условиям жизни в водоемах после выпуска.

Проведение селекции среди озерно-речных рыб может базироваться на маточных стадах, созданных на основе особей, выловленных из естественных водоемов. Эти стада обычно содержатся в нерестово-выростных хозяйствах (НВХ), предназначенных для воспроизводства одного-двух видов рыб в определенном водоеме.

Основная цель селекции в искусственных водоемах — создание высокопродуктивных форм рыб, приспособленных к разведению в специфических условиях прудов, садков, бассейнов и т.д.

Разнообразные и значительно отличающиеся от естественных *искусственные условия разведения ставят перед селекцией этих объектов ряд частных задач, таких как создание холодостойких или же теплоустойких форм рыб, форм, более жизнестойких в новых условиях или с более широким спектром питания и т.п.* Однако здесь появляется и ряд специальных задач, без решения которых интенсивное индустриальное рыбоводство будет нерентабельным. К таким специфическим задачам этого направления прежде всего относится *селекция на увеличение товарной массы рыб, на ускорение темпа роста товарной молоди с одновременным замедлением темпа ее полового созревания.* В то же время в ряде случаев желательное ускорение созревания производителей без уменьшения их плодовитости и т.п. Это же направление охватывает и все селекционные мероприятия, *нацеленные на упрощение биотехники, а также на повышенную утилизацию и оплату искусственного корма.* Сюда же относится селекция, *улучшающая вкусовые качества мяса рыб и облегчающая технологические процессы его переработки* (бесчешуйность, уменьшение длины головы, увеличение объема мышечной массы, уменьшение числа межмышечных костей и других несъедобных частей тела и т.п.).

Важное место в селекции рыб занимают *задачи, связанные с повышением общей жизнестойкости в необычных условиях окружающей среды и повышенной сопротивляемостью рыб по отношению к болезням.* Селекция на устойчивость к заболеваниям очень сложна, ее трудность заключена в природе взаимоотношений между рыбой и возбудителем болезни. Обычно возбудитель заболевания размножается во много раз быстрее хозяина, в ходе размножения он может изменить свою генетическую природу и вновь стать вирулентным для отселекционированного на устойчивость к этому возбудителю хозяина.

В складывающихся новых условиях рыбоводства селекция становится все более действенной силой повышения эффективности получения полноценной рыбной продукции.

Неуклонно растут требования к селекции. Совершенно ясно, однако, что селекция сможет удовлетворить эти все возрастающие требования к ней только в том случае, если она сама будет совершенствоваться и углублять свои методы. Такое развитие подразумевает становление и развитие селекции не только как прикладной дисциплины, но и как науки.

1.3. Селекция как наука

Селекция в научных целях, т.е. исследование закономерности селекционно-генетического процесса, в настоящее время чаще всего осуществляется параллельно созданию породных групп или пород рыб на самом объекте селекции.

Любое селекционное мероприятие должно быть предварительно проверено в эксперименте. Лучше для таких экспериментов пользоваться модельным объектом. Отсутствие модельного объекта в арсенале селекционера значительно замедляет темп предварительных исследований, снижает эффективность селекционных мероприятий и, в ряде случаев, вызывает неоправданные дополнительные расходы при осуществлении необоснованных селекционных мероприятий. Модельный объект, безусловно, необходим в селекционных исследованиях и должен использоваться для постановки селекционно-генетических опытов.

Однако таких общепринятых объектов среди рыб для проработки селекционных вопросов пока еще очень мало.

Некоторые аквариумные рыбки с 20-х годов нашего столетия служат модельным объектом для генетических исследований. Среди этих рыб частная генетика наиболее полно разработана для гуппи. Пецилия широко используется в феногенетических исследованиях. Значительное место среди лабораторных объектов занимает хорошо известный аквариумистам данио.

Классические работы по хромосомному механизму определения пола, генетическому и гормональному механизмам его регуляции были выполнены на медаке. Эта рыбка и в настоящее время используется в качестве модели для разработки методов генной инженерии.

Но они не могут служить удобным модельным объектом при проведении селекционных работ в промышленном рыбоводстве. В этом отношении особый интерес представляют работы, выполненные на золотой рыбке — одомашненной форме серебряного карася, затрагивающие вопросы доместикации, динамики развития и изменчивости морфологических признаков в условиях индустриального разведения.

Для карповых рыб модельным объектом также могли бы послужить линь, золотой и серебряный карась. Для сиговых рыб модельным объектом могли бы стать хорошо исследованная в селекционно-генетическом аспекте пелядь (Андряшева, 1988), а также сямозерский сиг и тугун (сосьвинская сельдь). При работе с лососевыми рыбами моделью могли бы стать ручьевая и радужная форель.

Успех селекции во многом зависит от разнообразия признаков в исходной группе селекционируемых животных. При проведении селекционных работ с рыбами селекционер, как правило, оперирует лишь «фенотипическими» представлениями, поскольку фенотип является предметом и целью селекции.

Однако следует помнить, что сам фенотип — продукт взаимодействия генотипа организма с окружающей средой.

Фенотипическое разнообразие признаков в популяции складывается на основе генотипической изменчивости, существующей в ней под воздействием естественного и искусственного отбора. Исследование фено- и генотипической изменчивости служит основой для селекционно-генетических работ с рыбами.

1.4. Состояние селекционной работы по рыбоводству в России

Основные принципы организации селекционно-племенной работы в прудовом рыбоводстве были разработаны в 50—60-х годах советскими рыбоведами-селекционерами В. С. Кирпичниковым, К. А. Головинской и А. И. Куземой.

Создание пород - сложная и трудоемкая работа, исключая какие-либо перерывы, которая занимает подчас не одно десятилетие. В первую очередь, следует отметить две породы, создание которых заняло более полувека, - ропшинский карп и ропшинская форель рофор. Именно в ходе их создания были разработаны и сформированы основные положения теории селекции рыб ее основоположником В. С. Кирпичниковым. Они были широко использованы и развиты при создании других пород.

В начале 90-х годов прошлого столетия в России породный состав выращиваемых рыб ограничивался исключительно тремя породами карпа (парская, сарбоянская и алтайская зеркальная), несмотря на то, что в рыбоводстве России выращивалось не менее 10 видов рыб. Численность племенных ремонтно-маточных стад карпа насчитывала не более 4 тыс. особей, которые выращивались в трех племенных специализированных рыбоводных хозяйствах. Объем производства племенной рыбоводной продукции не превышал 100 млн личинок.

Исследования в области генетики и селекционно-племенной работы в рыбоводстве велись в 11 научных организациях и отличались различными методическими подходами, параллелизмом и зачастую не завершались созданием селекционных достижений. За прошедшие десять лет выполнен значительный объем разноплановых исследовательских, экспериментальных и производственных работ. С 1994 г. абсолютное большинство исследований по генетике, селекции и племенному делу в рыбоводстве координируется и выполняется в рамках разделов отраслевой научно-технической программы. К настоящему моменту официально зарегистрировано 25 селекционных достижений. В Госреестр внесено, кроме того, девять одомашненных форм рыб и импортированных пород. Все селекционные достижения были подготовлены к породоиспытанию на основании разработанных специальных методик по проведению испытаний на отличимость, однородность и стабильность для карпа, толстолобика, форели, осетра, тиляпии.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы в настоящее время цели селекционной работы в рыбоводстве
2. Назовите причины изменчивости рыб при разведении в искусственных водоемах

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Голод, В.М.** Предпосылки селекции форели / Сб.Генетика, селекция и племенное дело в аквакультуре России / В.М. Голод – М. : Росинформагротех, 2005 - 428 с.,
2. **Крупкин В.З.** Основные направления деятельности ФГУП «ФСГЦР» В.З. Крупкин [и др.]. / Сб.Генетика, селекция и племенное дело в аквакультуре России / В.М. Голод – М. : Росинформагротех, 2005 - 428 с.,

Дополнительная

1. **Катасонов, В.Я.** Селекция и племенное дело в рыбоводстве / В.Я Катасонов., Н.Б. Черфак - М. : Агропромиздат, 1986 – 181с.
2. **Кирпичников, В.С.** Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников - Л. : Наука, 1987.- 519 с.

Лекция 2

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ РЫБ

2.1. Основные направления селекции

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

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

Важнейшие направления селекции объектов товарного рыбоводства показаны в таблице 3.1.

. Таблица 2.1. – Направления селекции в рыбоводстве

Объект селекции	Важнейшие направления
Карп	Повышение эффективности использования (оплаты) корма, скорости роста, общей жизнеспособности, устойчивости к наиболее опасным заболеваниям (краснуха, ВПШ, жаберное заболевание); создание пород, приспособленных к различным зонально-климатическим условиям; создание пород, приспособленных к заводской технологии, в том числе для культивирования в установках с замкнутым водоснабжением
Форель	Повышение оплаты корма, скорости роста, общей жизнеспособности и устойчивости к заболеваниям; повышение плодовитости
Растительноядные рыбы	Приспособленность к факторам доместикиции (в том числе к заводскому воспроизводству), ускорение полового созревания, изменение сроков сезонного созревания
Сиговые рыбы	Приспособленность к факторам доместикиции, повышение скорости роста и общей жизнеспособности, изменение сроков сезонного созревания
Осетровые	Приспособленность к факторам доместикиции, ускорение полового созревания, повышение темпа роста

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

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

При прудовом выращивании особое значение имеет приспособленность рыб к определенным температурно-климатическим условиям разных районов. Так, в

северных районах рыбоводства (и отчасти в умеренной зоне) главной задачей является повышение общей холодостойкости и особенно зимостойкости. При разведении в южных районах возникает необходимость повышения устойчивости рыб к высоким температурам. Зональные различия касаются и таких важных экологических факторов, как гидробиологический и гидрохимический режимы прудов, особенности токсикологической обстановки и эпизоотологической ситуации

При селекции прудовых рыб в специфических условиях индустриальных хозяйств на первый план выдвигается задача повышения стрессоустойчивости, приспособленности к чрезвычайно высокой плотности посадки в сравнительно небольших емкостях при питании почти исключительно искусственными кормами.

В работах с растительноядными, сиговыми, осетровыми и т. п. ведущим направлением является повышение приспособленности к факторам доместикиации. Важное значение при этом имеет способность рыб нормально расти и размножаться в новых экологических условиях, которые могут существенно отличаться от естественной среды обитания осваиваемого вида.

В работах с некоторыми видами рыб большое внимание уделяется улучшению репродуктивных признаков, связанных с воспроизводительной способностью.

Селекция по другим признакам — экстерьерным, некоторым физиологическим показателям — имеет вспомогательное значение.

2.2. Методические требования к условиям выращивания рыб при селекции

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

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

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

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

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

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

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

5. Выращивание племенных рыб до проведения основного отбора следует проводить в условиях, близких к производственным, а в не идеальных, т.к. изменение наследственных качеств разводимого объекта возможно лишь под влиянием отбора и направлено в сторону приспособления рыб к условиям, в которых выращивается селекционируемый материал.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы в настоящее время цели селекционной работы в рыбоводстве
2. Назовите основные методические требования к условиям выращивания рыб при селекции

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Голод, В.М.** Генетика, селекция и племенное дело в аквакультуре России / В.М. Голод – М. : Росинформагротех, 2005 - 428 с.,
2. **Катасонов, В.Я.** Селекция и племенное дело в рыбоводстве / В.Я Катасонов., Н.Б. Черфак - М. : Агропромиздат, 1986 – 181с.

Дополнительная

1. **Кирпичников, В.С.** Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников - Л. : Наука, 1987.- 519 с.

РАЗМНОЖЕНИЕ РЫБ

3.1 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 делений 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.

3.2 Анрогенез

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

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

Анрогенез 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. Анрогенез, 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 обработки 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 одноположенскими

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-карповые гибриды, сочетающие полезные качества родительских видов - быстрый темп роста карпа и хорошую приспособленность к условиям внешней среды карася.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы в настоящее время цели селекционной работы в рыбоводстве
2. Назовите основные методические требования к условиям выращивания рыб при селекции

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Голод, В.М.** Генетика, селекция и племенное дело в аквакультуре России / В.М. Голод – М. : Росинформагротех, 2005 - 428 с.,
2. **Богерук, А.К.** Племенные Рыбоводные хозяйства Российской Федерации.Справочник. / А.К.Богерук, [и др.]. - М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2007 – 184 с.

Дополнительная

1. **Катасонов, В.Я.** Селекция и племенное дело в рыбоводстве / В.Я Катасонов., Н.Б. Черфак - М. : Агропромиздат,1986 – 181с.

ВИДЫ И ПОРОДЫ РЫБ

2.1. Понятие и классификация пород рыб

В процессе одомашнивания вид дифференцируется на отдельные разновидности, называемые породами. По принятым в зоотехнии понятиям, *порода — это достаточно многочисленная группа сельскохозяйственных животных одного вида, общего происхождения, сложившаяся под влиянием направленной деятельности человека в конкретных условиях и характеризующаяся определенными физиологическими и морфологическими свойствами, которые стойко передаются по наследству.* Порода рыб не обязательно должна быть однородна и может состоять из нескольких параллельно селекционируемых групп разного происхождения, называемых *отводками*.

Порода и составляющие ее структурные единицы представляют собой изолированные популяции с относительно устойчивой генетической структурой. Формирование породы как генетически сбалансированной системы происходит под влиянием естественного и искусственного отбора. Повышение интенсивности искусственного отбора ускоряет этот процесс. Однако чрезмерно жесткий отбор в одном направлении, а также применение тесного инбридинга могут, наоборот, препятствовать образованию оптимально сбалансированной системы и тем самым сдерживать процесс формирования породы.

Каждая порода конкретна в том смысле, что она создается для определенной технологии разведения и выращивания. Важной характеристикой породы является ее численность. Большая численность породы необходима для предотвращения инбридинга и поддержания оптимального уровня генетической изменчивости разводимых стад.

Породы имеют довольно широкий ареал, внутри которого могут существенно варьировать экологические условия, особенности технологии выращивания и т. п. Поэтому порода должна быть достаточно пластичной, что обеспечивается формированием внутripородной структуры.

Расчленение породы на субпопуляции (внутрипородные и экологические типы, отводки, линии) позволяет специализировать направления селекции, сохраняя достаточную гетерогенность породы в целом.

Внутрипородные типы — внутрипородные группы, имеющие основные признаки породы, но отличающиеся друг от друга по некоторым хозяйственно-ценным признакам и биологическим особенностям. Расчленение на внутрипородные типы может осуществляться с самого начала селекционной работы или после создания породы. В последнем случае в качестве исходного материала для породных типов наряду с племенным материалом самой породы могут быть привлечены другие породы или породные группы.

Зональный (экологический) тип предполагает экологическое расчленение породы. Зональные типы одной и той же породы (или одного и того же внутрипородного типа) имеют общее происхождение и отличаются друг от друга в основном по приспособленности к специфическим условиям конкретных зон. В ходе селекции внутрипородных и зональных типов усиливается дивергенция таких

внутрипородных популяций, а на определенном этапе они могут быть признаны самостоятельными породными группами, а затем и породами.

Отводками в рыбоводстве называют генетически обособленные племенные группы внутри породы. На начальном этапе селекции в качестве исходного материала для отводок используют существующие породы, породные группы или беспородные (чаще всего аборигенные), популяции, а также их помеси. В дальнейшем каждую отводку воспроизводят отдельно и поддерживают "в чистоте". В ходе селекции иногда применяют скрещивание отводок между собой или с какими-нибудь другими группами "со стороны". Полученные новые племенные группы также называют отводками. Обычно закладывают несколько внутрипородных отводок; в дальнейшем их число сокращают, выбирая наиболее перспективные, к концу селекции сохраняют не более трех-четырех отводок.

Внутрипородные отводки могут отличаться друг от друга по комплексу морфологических признаков, чешуйному покрову, окраске, экстерьерным показателям и т. п. Однако в связи с общим направлением селекции и сходными условиями выращивания отселекционированные отводки обычно сходны по важнейшим хозяйственно-ценным свойствам, характерным для породы в целом или для определенного внутрипородного типа.

Линией в рыбоводстве обычно называют группу рыб, имеющих общее происхождение и характеризующихся сравнительно высокой степенью инбридинга (инбредные линии). Родоначальниками линии могут быть одна или несколько пар производителей. Иногда линиями называют также группы рыб, создаваемые на основе дальнейшего расчленения племенных отводок. В этом случае линия означает наиболее мелкую внутрипородную структурную единицу. Так, например, на базе одной и той же отводки могут закладываться линии, различающиеся по чешуйному покрову, окраске и т. п.

2.2. Характеристика пород и породных групп рыб. Направления селекции в совершенствовании пород и породных групп рыб

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

Маточные стада чаще всего происходили от галицийских карпов, завезенных из районов, примыкающих к р. Дунай.

Ангелинские породы карпа

Работы по селекции карпа на повышение устойчивости к заболеваниям были начаты под руководством проф. Кирпичникова В.С. в 1963 году на базе Ангелинского рыбхоза в Краснодарском крае и продолжают до настоящего времени под руководством проф. Илясова Ю.И. Маточное стадо структурно включает три единицы: ангелинский чешуйчатый, ангелинский зеркальный и ропшинский карпы, прошедших 8-10 поколений селекции.

Порода карпа "Алтайский зеркальный." В качестве исходного материала послужили карпы галицийского происхождения после продолжительной акклиматизации (32 года) в Алтайском крае. В этот период прошел естественный отбор к условиям резко континентального климата с коротким летом и суровой продолжительной зимой.

Порода карпа "Парский" Целенаправленная селекция гибридов карпа с амурским сазаном, впервые полученных в 1950 году в рыбхозе "Пара", на повышение плодовитости.

Порода карпа "Ропшинский." Порода была создана путем скрещивания в 1947 году галицийского зеркального карпа с амурским сазаном и последующей направленной селекцией гибридов на протяжении 8 поколений.

Порода карпа "Сарболянский". В качестве исходного материала породы сарболянского послужили зеркальные карпы из Белоруссии и России, амурские сазаны и ропшинский карп группы. При воспроизводстве гибридов было осуществлено возвратное скрещивание на зеркального карпа и сформировано поголовье северного типа сарболянского карпа.

Порода карпа "Татайский" Татайский карп является одной из старейших пород Венгрии, история которого известна с конца XIX века.

Карп отличается высокой жизнестойкостью, небольшой жирностью, хорошими вкусовыми качествами.

Порода тепловодного карпа "Черепетский рамчатый". Целенаправленная селекция на приспособленность к существованию в условиях тепловодного садкового хозяйства при Черепетской ГРЭС (город Суворов, Тульской области).

Порода тепловодного карпа "Черепетский чешуйчатый". Целенаправленная селекция на приспособленность к существованию в условиях тепловодного садкового хозяйства при Черепетской ГРЭС (город Суворов, Тульской области).

Внутрипородный тип царского карпа "Московский чешуйчатый". Основное направление селекции типа карпа "Московский чешуйчатый" - повышение плодовитости и приспособленности к условиям обитания в I зоне рыбоводства.

Порода Краснодарский краснухостойчивый карп. На всех этапах селекции основным признаком, по которому проводили отбор, являлась устойчивость рыб к поражению краснухой. В качестве исходного для селекции материала были использованы три племенные группы карпа: ропшинские (Р), местные (М) и помесь украинско-ропшинские (УР).

Форели:

Порода радужной форели - «Адлер». Создана методом воспроизводительного скрещивания стальноголового лосося и радужной форели.. Основным методом селекции - отбор семей производителей, с ранним сроком созревания в нерестовом сезоне.

Порода радужной форели - форель Дональдсона. Отсеleccionированная, высокоплодовитая и быстрорастущая форма форели радужной. Отбор проводили на комплекс признаков, сочетающих такие показатели как выживаемость, рост, потребление искусственных кормов, раннее созревание и плодовитость.

Порода радужной форели «Камлоопс». Форель камлоопс ведет свое происхождение от глубоководной формы радужной форели, обитающей в реках и озерах Британской Колумбии (Канада). Основное направление селекции - поддержание стандартов форели камлоопс, отбор ранненерестующих самок, изучение комбинационной способности в скрещиваниях с другими форелями.

Порода радужной форели - «Рофор». . При создании породы Рофор основным методом являлся массовый отбор. В его основу был положен отбор особей по фенотипу, главным образом по массе и длине тела, а также плодовитости.

Порода радужной форели «Лосось стальноголовый». Представляет собой проходную форму радужной форели, нагуливающуюся в предустьевых пространствах рек и в море. Отличается хорошим ростом, достигает массы 19,5 кг, длины 1,2 м.

Толстолобики:

Порода толстолобика белого "БТ 58". Происходит от одомашненной формы белого толстолобика. Выведена методом отбора на приспособленность к технологии искусственного разведения и заводского воспроизводства.

Порода толстолобика пестрого "ПТ 58". Происходит от одомашненной формы пестрого толстолобика. Выведена методом отбора на приспособленность к заводской технологии воспроизводства.

Кросс Толстолобика гибридного "ПБТ 63". Для получения толстолобика гибридного проводят межвидовое скрещивание самок толстолобика пестрого с самцами толстолобика белого. Толстолобик гибридный является финальным гибридом, предназначен для выращивания товарной продукции, размножению как племенной материал не подлежит.

Бестеры:

Порода бестера «Бурцевский». Межродовой гибрид белуги со стерлядью впервые получен в 1952 году профессором Н.И.Николюкиным на реке Волге и выращен в Тепловском рыбопитомнике Саратовской области. Примерно до 80-х годов 1-е поколение бестера использовали как промышленный гибрид.

Порода бестера "Внировский". Межродовой возвратный гибрид от скрещивания самок белуги с самцами Р1 бестера. Впервые получен в 1958 году профессором Н.И.Николюкиным в Тепловском рыбопитомнике Саратовской области путем осеменения икры белуги спермой бестера.

Порода бестера "Аксайский". Выведена методом возвратного скрещивания самок стерляди с самцами Р1 бестера. В 1969 и 1973 гг. возвратные гибриды "стерлядь х бестер" были получены в Аксайском рыбхозе Ростовской области.

Сиговые рыбы. Основным объектом селекции среди сиговых рыб является пелядь — озерный планктофаг, обладающий высоким темпом роста. Селекционные работы с пелядью проводятся с 1972 г. Основным направлением селекции пеляди является более позднее (в нерестовом сезоне) созревание самок, которое позволяет приурочить срок получения молоди ко времени массового развития в прудах кормовых объектов. Учитывались и некоторые другие репродуктивные признаки (плодовитость, размер икры и др.), а также масса тела рыб.

Вопросы для самоконтроля

1. Понятие «порода рыб»;
2. Характеристика внутривидового типа, линии, отводка, зонального типа;
3. Характеристика пород карпа;
4. Характеристика пород форели;
5. Характеристика пород белого толстолобика;
6. Характеристика пород бестера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Голод, В.М.** Генетика, селекция и племенное дело в аквакультуре России / В.М. Голод – М. : Росинформагротех, 2005 - 428 с.,
2. **Богерук, А.К.** Племенные Рыбоводные хозяйства Российской Федерации.Справочник. / А.К.Богерук, [и др.]. - М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2007 – 184 с.

Дополнительная

1. **Катасонов, В.Я.** Селекция и племенное дело в рыбоводстве / В.Я Катасонов., Н.Б. Черфак - М. : Агропромиздат,1986 – 181с.

ПРОДУКТИВНОСТЬ РЫБ

6.1. Селекционные признаки рыб

1. Продуктивность как интегральный признак, зависящий в своем выражении от двух основных показателей: скорости роста рыб и их жизнеспособности. Под продуктивностью в рыбоводстве понимают суммарный прирост массы рыб, получаемый за определенный период времени с единицы площади или объема (пруда, садка, бассейна и т. п.).

Скорость роста является важнейшим признаком, непосредственно связанным с продуктивностью. Быстрорастущие рыбы, как правило, дают более высокий выход общей продукции с единицы площади при меньших затратах кормов на ее производство. Рост рыб зависит от совокупности внутренних и внешних факторов. При организации селекционных мероприятий необходимо учитывать следующие особенности роста рыб.

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

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

Это обуславливает сильную модификационную изменчивость массы тела и затрудняет выявление генетических, различий между отдельными индивидуумами и группами рыб. Наследуемость данного признака оказывается, как правило, относительно невысокой даже у тех видов рыб, которые почти не затронуты селекцией. Например, у карпа коэффициент наследуемости массы тела обычно не превышает 0,2, что определяет низкую эффективность массового отбора по этому признаку.

3. Изменчивость массы тела рыб характеризуется определенной динамикой. После завершения эмбриогенеза внутривидовая изменчивость обычно невелика. Возрастное снижение изменчивости связано с уменьшением влияния условий среды на рост, а также с компенсационным ростом: отстающие особи догоняют остальных, что приводит к снижению общей изменчивости признака.

4. При совместном выращивании большое влияние на рост рыб может оказывать фактор взаимодействия — более крупные рыбы угнетают рост более мелких; последнее приводит к усилению индивидуальных различий. Влияние фактора взаимодействия особенно четко прослеживается при сравнении результатов раздельного и совместного выращивания группы рыб, различающихся по массе. В обоих случаях рыбы с большей начальной массой оказываются, как правило, крупнее. Однако при

совместном выращивании эти различия усиливаются и тем больше, чем выше плотность посадки рыб и, следовательно, конкуренция.

Характеристикой скорости роста является прирост массы тела животного за определенный промежуток времени

Жизнеспособность - это устойчивость животных к неблагоприятным факторам среды. Различают общую и специфическую жизнеспособность, имея в виду в последнем случае устойчивость к конкретным факторам (пониженной температуре, дефициту кислорода, определенным заболеваниям и т. п.). Особи, обладающие высокой общей жизнеспособностью, чаще всего проявляют повышенную специфическую устойчивость. Однако повышение резистентности к специфическому фактору (например, к какому-либо заболеванию) не всегда приводит к повышению общей устойчивости. Жизнеспособность определяют по выживаемости, т. е. относительному количеству особей, выживших за определенный период. Жизнеспособность относится к количественным признакам с полигенным наследованием. Однако по характеру индивидуального проявления этот признак является пороговым и имеет только два альтернативных состояния (рыба выжила или погибла), что делает невозможным применение обычных методов отбора. Для повышения интенсивности отбора по жизнеспособности проводят выращивание селекционируемого материала на "провокационном фоне", усиливая действие фактора, по которому ведется отбор. Менее устойчивые особи погибают, а более приспособленные сохраняются. Изменяя условия выращивания, можно регулировать выживаемость у одной и той же группы рыб. В оптимальных условиях выживаемость может приближаться к 100 %, в том числе и у молоди. Однако реальные производственные условия далеки от оптимальных и подвержены значительным колебаниям; последнее обуславливает разную выживаемость.

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

В процессе одомашнивания животных и создания высокопродуктивных пород все большее внимание уделяется специфической устойчивости к опасным инфекционным и паразитарным заболеваниям. Предпосылкой для успешной селекции на устойчивость к заболеваниям служит генетическая изменчивость по резистентности, обнаруженная у многих рыб. У лососевых, обнаружены штаммы, устойчивые к ряду заболеваний: фурункулезу и язвенной болезни (голец, радужная форель), вибриозу (атлантический лосось), бактериальному заболеванию почек (кижуч). Описаны межлинейные различия по устойчивости лососевых рыб к некоторым паразитарным заболеваниям. У карпа обнаружена наследственная изменчивость по устойчивости к краснухе, воспалению плавательного пузыря, жаберному заболеванию и некоторым другим болезням. Наличие генетической изменчивости по устойчивости к заболеваниям обеспечило положительные результаты в работах со многими видами рыб

В настоящее время все более ощущается необходимость в селекции рыб на устойчивость к разным токсическим веществам: детергентам, пестицидам, сточным водам животноводческих комплексов и другим промышленным стокам, попадающим в водоемы. Такую селекцию, однако, следует проводить очень осторожно и только в отношении токсикантов с коротким периодом распада, так как у "устойчивых" рыб

возможно прижизненное накопление токсических веществ, что может быть опасным для человека

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

В работах с рыбами возможна лишь косвенная селекция на оплату корма с использованием коррелятивно связанных признаков. Положительную связь с оплатой корма имеет скорость роста. Положительную связь с оплатой корма имеет скорость роста. Быстрорастущий карп эффективнее использует корма, чем сазан. Для повышения эффективности селекции по оплате корма важное значение может иметь учет некоторых физиологических признаков: активности пищеварительных ферментов, переваримости кормов, уровня и характера обмена веществ и других показателей, связанных с интенсивностью потребления корма и его усвоением.

3. Пищевая ценность рыб. Пищевая ценность рыбной продукции зависит от многих признаков, к числу которых относятся соотношение съедобных и несъедобных частей, вкусовое качество и химический состав мяса, а у некоторых видов рыб — число межмышечных косточек (костистость) и т. п.

Показателями, которые можно использовать при селекции в указанном направлении, являются некоторые особенности телосложения: особи с большим выходом мясной продукции характеризуются меньшим размером головы, более округлой (мясистой) формой тела и т. п. Среди интерьерных признаков, характеризующих качество мясной продукции, важнейшими являются содержание внутрисполостного и межмышечного жира, число межмышечных косточек (у карповых рыб).

4. Воспроизводительная способность. Показателями, характеризующими воспроизводительную способность у рыб, являются: плодовитость, скорость полового созревания, сроки нерестового сезона.

Различают **абсолютную плодовитость** и **относительную плодовитость**. **Абсолютная плодовитость** определяется общим числом икринок в яичнике; **относительная плодовитость** — числом икринок на 1 кг массы тела. На практике чаще используют показатель **рабочей плодовитости** (абсолютной и относительной), т. е. общее количество икры, полученной от самки в течение одного нерестового сезона. Рабочая плодовитость может быть определена у самок прижизненно, что позволяет проводить массовый отбор рыб по этому показателю. Величина рабочей плодовитости близка к показателю абсолютной плодовитости. Многие рыбы (форель, сиви и др.) выметывают в период нереста почти всю икру, и в этом случае рабочая плодовитость практически соответствует абсолютной

Селекция на повышение плодовитости является одним из ведущих направлений в работах с лососевыми (например, с форелью) и некоторыми другими видами рыб, имеющими сравнительно невысокую плодовитость. Отбор по плодовитости проводят и в работах с карпом. Все показатели плодовитости являются чрезвычайно изменчивыми признаками. Отбор самок по плодовитости следует проводить не ранее, чем во втором нерестовом сезоне. Абсолютная плодовитость тесно коррелирует с массой тела рыб. Следовательно, селекция по массе тела может привести и к увеличению плодовитости рыб.

Скорость полового созревания относится к числу важнейших характеристик воспроизводительной способности рыб. У рыб с медленным половым созреванием

(осетровые, растительноядные рыбы и др.) получение зрелых производителей в более раннем возрасте позволяет снизить затраты на выращивание племенного материала, ускорить смену поколений и селекционный процесс в целом. С хозяйственной точки зрения важно, чтобы половое созревание наступило после достижения рыбами товарного возраста, поскольку по мере приближения половой зрелости темпа роста рыб существенно снижается. Поэтому в южных районах, а также при выращивании карпа в тепловодных хозяйствах возникает необходимость селекции на более позднее половое созревание. Помимо температуры на скорость полового созревания может оказывать влияние обеспеченность пищей.

Сроки созревания производителей в нерестовом сезоне. Время готовности производителей к нересту представляет практический интерес в работах со многими видами рыб. Изменчивость по времени полового созревания самок в нерестовом сезоне особенно свойственна видам, находящимся на начальной стадии одомашнивания (растительноядные рыбы, пелядь и др.). У растительноядных рыб и форели более раннее созревание позволяет повысить рыбопродуктивность прудов за счет их зарыбления в более ранние сроки. У сиговых рыб важнее иметь поздненерестующие формы, так как это дает возможность приурочить сроки получения личинок ко времени массового развития кормовых организмов в водоеме.

Дифференцировка стада на различные сезонные формы и ее закрепление в ряду поколений может возникать и под влиянием экологических факторов: созревшие однажды в более ранние сроки особи имеют возможность (за счет большего периода нагула) лучше подготовиться к очередному нересту и в следующем сезоне снова созреть раньше других рыб. Так может возникнуть и закрепиться фенотипическая гетерогенность производителей по срокам сезонного созревания. Изменчивость по срокам подготовленности к нересту существует, очевидно, и у карпа. Известно, например, что амурские сазаны, а также ропшинские карпы могут нереститься в более ранние сроки при достижении температуры воды 15 — 16 °С.

5. Приспособленность к заводскому воспроизводству. Селекция на приспособленность к заводскому способу воспроизводства учитывает такие показатели, как синхронность созревания производства, положительный ответ на стимуляцию гонадотропными гормонами, повышенную устойчивость к влиянию различных стрессовых факторов (травматизации, воздействию гормонами и т. п.). Важное значение имеют также показатели, характеризующие жизнеспособность икры и молоди при заводской технологии, существенно отличающейся от условий естественного размножения.

6. Морфологические и физиологические признаки, коррелирующие с признаками продуктивности. Селекция по какому-либо одному хозяйственно-ценному показателю приводит к коррелятивному изменению многих других признаков: меняется внешний вид животного, строение и функционирование его внутренних органов, особенности поведения. Односторонний интенсивный отбор по показателям продуктивности может привести к ослаблению жизнеспособности животного.

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

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

Телосложение — соотношение размеров различных частей тела — учитывается при селекции практически всех животных. В процессе одомашнивания и селекции рыб (особенно карпа) показатели телосложения сильно изменились. Культурным формам, отселекционированным по темпу роста, свойственны более высокоспинная, округлая форма тела.

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

Разнообразие по типу чешуйного покрова известно у карпа. С хозяйственной точки зрения более желательны рыбы с меньшим количеством чешуй на теле. Малочешуйные карпы дают несколько больший выход мясной продукции по сравнению с чешуйчатыми (удельный вес чешуи у последних составляет примерно 5 % массы тела рыбы). При отсутствии чешуи, кроме того, упрощается процесс технологической обработки рыб. Карпы, лишённые чешуи, практически не болеют филлометроидозом, меньше подвержены заболеванию краснухой, на них слабее сказываются последствия травматизации (приводящие к потере чешуи). Но чешуйчатые карпы отличаются более высокой холодостойкостью и зимостойкостью. Тип чешуйного покрова можно использовать как метку, что существенно упрощает задачу поддержания в чистоте неродственных групп, используемых в хозяйствах для промышленной гибридизации.

Окраска тела имеет непосредственное селекционное значение только у аквариумных рыб. При работе с прудовыми рыбами отбор ярко - окрашенных особей нежелателен, так как в этом случае рыбы становятся более заметными и тем самым увеличивается опасность их истребления рыбацкими птицами.

Интерьерные признаки, характеризующие качество продукции (содержание жира и число мышечных косточек). Для оценки селекционируемого материала используют и другие признаки: строение осевого скелета и количество позвонков, относительную длину кишечника, особенности морфологии плавательного пузыря. Сложность работ со всеми этими признаками (как и с другими интерьерными показателями) состоит в трудности их прижизненной оценки. Иногда для этой цели используют рентгеновские установки.

Физиологические признаки представляют интерес как возможные физиологические тесты на продуктивность. К числу таких признаков относятся гематологические показатели, устойчивость к гипоксии, уровень обмена и др. Установлено, что двухлетки карпа, отстающие в росте, характеризуются относительно невысоким содержанием гемоглобина в крови. Однако наиболее низкое значение этого показателя имеют особо крупные рыбы (рекордисты). Таким образом, интенсивный отбор по массе тела без учета гематологических показателей может привести к нежелательным последствиям, а именно — к снижению общей жизнеспособности рыб, связанной с анемией. Особи с повышенным уровнем гемоглобина отличаются большей устойчивостью к кислородному голоданию. Устойчивые к дефициту кислорода особи имели повышенное содержание сухого вещества в мышцах; они отличались также более высокой активностью фермента цитохромоксидазы и повышенной бактерицидной активностью сыворотки крови, что свидетельствует о повышении общей (неспецифической) устойчивости организма.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы в настоящее время цели селекционной работы в рыбоводстве
2. Назовите основные методические требования к условиям выращивания рыб при селекции

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Голод, В.М.** Генетика, селекция и племенное дело в аквакультуре России / В.М. Голод – М. : Росинформагротех, 2005 - 428 с.,
2. **Катасонов, В.Я.** Селекция и племенное дело в рыбоводстве / В.Я Катасонов., Н.Б. Черфак - М. : Агропромиздат, 1986 – 181с.

Дополнительная

1. **Кирпичников, В.С.** Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников - Л. : Наука, 1987.- 519 с.

Лекция 7

МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ В РЫБОВОДСТВЕ

7.1. Методы селекции

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

Поскольку основной целью селекции является создание определенных наследственно обусловленных групп организмов, то ее результатом будет изменение генетической структуры селекционируемой популяции.

Существуют только два способа направленного изменения генетической структуры популяции — отбор и скрещивание.

7.2. Понятие об отборе и его виды

Как известно, в общем виде отбор это процесс, который на основе взаимодействия выживаемости и размножения определяет относительную долю потомства, оставляемую каждой генетической группой популяции в последующих поколениях, и который, таким образом, «решает», какая часть исходного материала, предоставляемого в его распоряжение изменчивостью, имеет шансы на сохранение и распространение внутри данной популяции. Этот протекающий в диких популяциях процесс Ч. Дарвин назвал естественным отбором, в результате которого выживают наиболее приспособленные и гибнут менее приспособленные особи. **Отбор, осуществляемый человеком, получил название «искусственный отбор».**

В настоящее время описано несколько типов отбора, приводящих к разным конечным результатам.

Различают **три формы отбора: стабилизирующий, дизруптивный и направленный** (рис. 5.1.)

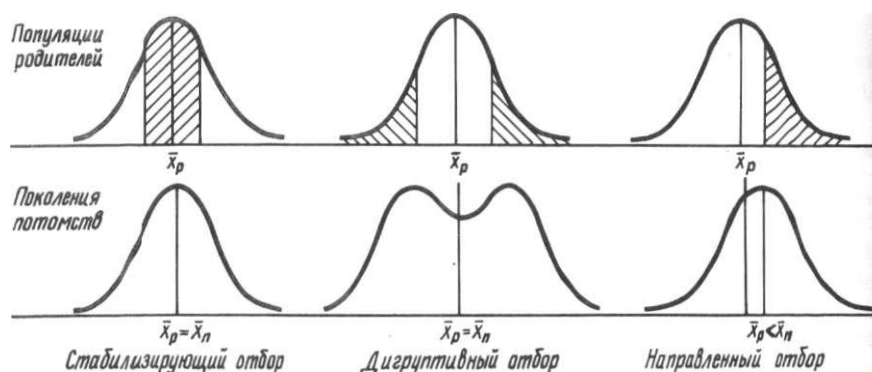


Рисунок 5.1. - Основные формы отбора. Отбираемая часть популяции заштрихована (из Шталь и др., 1973)

При *стабилизирующем (центростремительном) отборе* для воспроизводства сохраняют особей модального класса (значения признаков близки к средним для данной группы). Это приводит к уменьшению изменчивости популяции по соответствующему признаку. *Стабилизирующий отбор* применяют обычно для повышения приспособленности разводимого объекта к определенной стандартной технологии. Так, при заводском воспроизводстве карпа и других рыб одной из важнейших задач является уменьшение изменчивости производителей (особенно самок) по реакции на гипофизарную инъекцию и т. д. Стабилизирующий отбор применяют для закрепления определенного типа экстерьера.

При *дизруптивном отборе*, наоборот, отбирают особей с крайними значениями признака. Таким образом, происходит расчленение исходной популяции на две субпопуляции. *Дизруптивный отбор* используют чаще всего в экспериментальных целях, например, при оценке эффективности селекции по какому-либо из признаков, при определении наследуемости селекционного признака и т. п. В практической селекции этот метод может быть использован для создания контрастных внутривидовых групп. Применение дизруптивного отбора может быть полезным, например, при создании линий, различающихся по срокам созревания в нерестовом сезоне. Длительный дизруптивный отбор по комплексу признаков приводит к возникновению групп с большими генетическими различиями, скрещивание таких групп может дать гетерозисный эффект.

Отбор, проводимый в каком-либо одном определенном направлении, называют направленным. Направленный отбор является основным методом создания подавляющего большинства пород животных и сортов растений, что свидетельствует о его исключительно важной роли в селекции. Под его влиянием происходит последовательное изменение признака в направлении, отвечающем задаче селекции, с одновременным уменьшением изменчивости признака. Обычно, когда говорят об отборе, не конкретизируя его форму, имеют в виду именно эту форму отбора.

В пределах одного поколения отбор проводят однократно (одноступенчатая селекция) или многократно (многоступенчатая селекция).

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

Массовый отбор остается пока что основным методом селекции рыб. При массовом отборе оценку и отбор особей проводят по их фенотипу, предполагая, что "хорошие" фенотипы имеют и "хорошие" генотипы. На племя оставляют особей, наиболее полно удовлетворяющих желаемому типу, а остальных выбраковывают. Проводят его в три этапа среди годовиков, среди двухлетков и при переводе в стадо производителей. При отборе на первых двух этапах учитывают живую массу рыб (и показатели экстерьера, а на последнем этапе, кроме того, степень выраженности признаков полового созревания).

Приняты следующие коэффициенты отбора (отношение рыб, оставленных на племя, к выращенному их количеству): для годовиков до 5%, для двухлетков до 10%, для молодых самок до 25% и для молодых самцов до 50%. Основное преимущество массового отбора состоит в его относительной простоте. Селекционер работает с многочисленным материалом, что позволяет достигать высокой напряженности отбора.

Индивидуальный отбор основан на оценке фенотипа ближайших родственников. Усредненное значение фенотипа родственников отбираемой особи позволяет судить о ее генотипической ценности, поэтому индивидуальный отбор называют отбором по генотипу.

В селекции рыб используют два типа индивидуального отбора: семейный отбор и отбор по потомству. Семейная селекция основана на сравнении особей нескольких семей с последующим оставлением на племя более продуктивной. При семейном отборе (семейная селекция) наблюдаемые фенотипические различия между семьями коррелируют с их генотипическими различиями, иными словами, члены лучших семей имеют и "лучшие генотипы". Семейная селекция включает и оценку фенотипа самих отбираемых рыб: из лучших семей выбирают лучших по внешнему виду особей. Важнейшим условием проведения семейной селекции является необходимость максимального выравнивания условий выращивания и содержания особей сравниваемых семейств, поскольку изменчивость различий между семьями во многом складывается за счет взаимодействия «генотип-среда».

Отбор по потомству — наиболее эффективный и широко распространенный в животноводстве метод индивидуального отбора. В данном случае каждого из оцениваемых производителей скрещивают с несколькими производителями другого пола и по продуктивности потомств судят о племенной ценности производителей (рис. 3.2.).

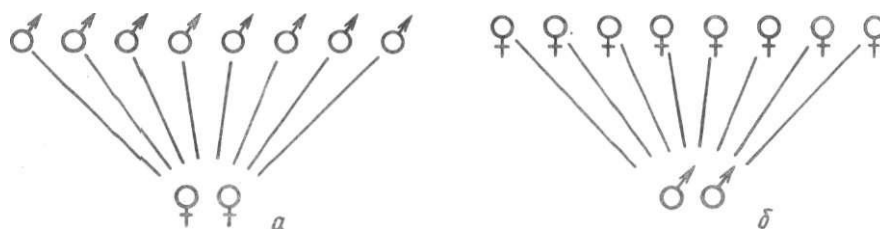


Рисунок 5.2. Схема скрещиваний при оценке производителей рыб по потомству: а - самцов; б - самок

В рыбоводстве этот метод применял А. И. Кузема при селекции украинских карпов, Д. П. Поликсенов при формировании исходного селекционного ядра белорусского карпа, В. С. Кирпичниковым при селекции ропшинского карпа.

С учетом имеющихся сведений можно сделать ряд следующих важных и методическом отношении выводов:

1. Результаты опытов по оценке производителей зависят в определенной степени от физиологического состояния рыб: более крупные, упитанные производители дают лучшее потомство. При этом отцовский и материнский (ненаследственные) эффекты особенно сильно проявляются у потомков на ранних стадиях развития: у карпа влияние самцов проявляется в основном до достижения потомством возраста 1—2 мес, а влияние самок - до конца первого года выращивания.

2. Для обеспечения надежной оценки проверяемых особей целесообразно использовать в качестве анализаторов несколько (не менее трех) производителей, что при искусственном осеменении не представляет большой технической сложности.

3. Получение надежных результатов возможно лишь при раздельном выращивании потомств (с обеспечением не менее чем трехкратной повторности) в сходных условиях выращивания.

Проведение оценки производителей рыб по потомству связано с большими техническими трудностями, которые обусловлены необходимостью выращивания и сравнения между собой в идентичных условиях большого количества семей. Для

уменьшения количества одновременно выращиваемых особей (семей) в рыбоводстве используется **комбинированный отбор**.

Комбинированный отбор заключается в проведении в течение одного поколения трех методов отбора — семейной селекции, массового отбора и оценки производителей по потомству. Схема одного из вариантов такого отбора включает следующий цикл работ (рис. 5.3.):

2. Массовый отбор. В потомстве, полученном от группового скрещивания производителей (15-20 пар), отбирают лучших по внешнему виду особей. Отбор по признакам продуктивности проводят в основном в "товарном возрасте" с напряженностью 1-10 %. Отобранных рыб выращивают до половой зрелости.

3. Оценка самцов по потомству. Из числа выращенных производителей отбирают 15-20 наиболее крупных самцов. Последних скрещивают с любыми, неродственными им самками и оценивают по качеству полученного потомства.

Эффективность комбинированного отбора вычисляется как сумма эффективностей отбора на каждом этапе (Кирпичников, 1987).

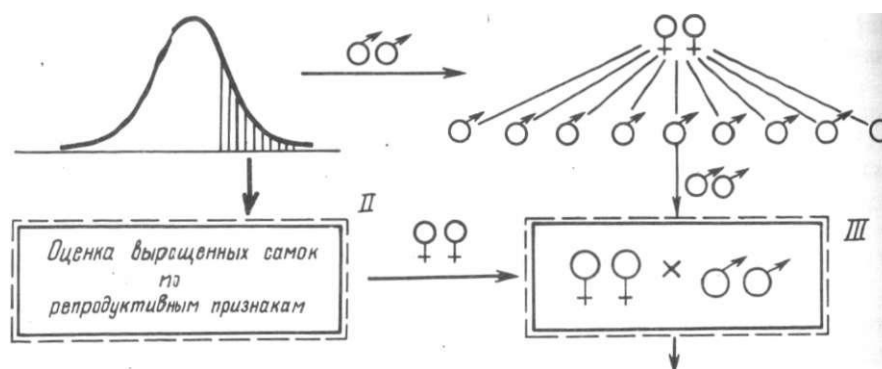


Рисунок 5.3.- Схема комбинированного отбора рыб:

1 - отбор; *Pa* - оценка самцов по потомству; II - оценка выращенных самок; III — скрещивание лучших самок с лучшими самцами

7.3 Скрещивание

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

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

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

Воспроизводительное скрещивание— однократное скрещивание производителей разного происхождения. Полученных помесей в дальнейшем воспроизводят "в себе"; в ряду поколений проводят интенсивный отбор в направлении, отвечающем задаче селекции. В начале селекции иногда последовательно скрещивают три (и более)

группы животных (сложное воспроизводительное скрещивание). При этом стремятся, чтобы каждая из исходных групп обладала какими-то ценными свойствами, объединение которых было бы желательным в создаваемой породе. Такой метод создания пород называют синтетической селекцией.

Воспроизводительное скрещивание и его разновидность — синтетическая селекция - получили очень широкое применение в рыбоводстве. Особый интерес представляет синтетическая селекция с использованием отдаленной гибридизации (например, при скрещивании разных видов осетровых, толстолобиков, некоторых лососевых рыб, тиляпий), позволяющая создавать новые формы, отсутствующие в природе.

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

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

Поглотительное скрещивание — многократное скрещивание гибридов с породой-улучшителем. В животноводстве этот метод применяют для постепенной замены местных стад ценным племенным материалом. При этом самок местных стад скрещивают с самцами завезенной ценной породы. В рыбоводстве данный метод не представляет особого интереса: вместо него целесообразна прямая замена местного материала, что благодаря высокой плодовитости рыб достигается сравнительно быстро.

Скрещивание имеет и отрицательные последствия. При скрещивании происходит нарушение генетически сбалансированных систем, сложившихся в ходе предшествующей селекции породы. Проведение многократных скрещиваний при медленной смене поколений у рыб требует много времени и затягивает селекционный процесс.

Преобразующее скрещивание во всех случаях должно сочетаться с интенсивным отбором, направленным на закрепление полезных свойств у селекционного материала.

7.4. Использование гетерозиса в селекции

Под гетерозисом понимают преимущество гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами. Различают два основных типа гетерозиса: зугетерозис (настоящий гетерозис) и избыточный гетерозис (гигантизм).

В случае гетерозиса первого типа гибриды обладают комплексом свойств, имеющих приспособительное значение: они характеризуются повышенной общей жизнеспособностью и устойчивостью к неблагоприятным факторам среды, имеют часто более высокие темп роста и плодовитость. Обычно зугетерозис проявляется при скрещивании более или менее заинбридированных стад.

При избыточном гетерозисе наблюдается усиленное развитие некоторых органов или функций, не обладающих адаптивной ценностью. Гетерозис в данном случае носит односторонний характер и не затрагивает признаки, отражающие общую приспособленность животного.

При избыточном гетерозисе наблюдается усиленное развитие некоторых органов или функций, не обладающих адаптивной ценностью. Гетерозис в данном случае носит односторонний характер и не затрагивает признаки, отражающие общую приспособленность животного.

Гипотеза сверхдоминирования объясняет возникновение гетерозиса за счет стимулирующего влияния гетерозиготности. При этом предполагается, что гетерозиготность сама по себе благоприятна для организма, иными словами, гетерозиготы имеют преимущество перед обоими типами гомозигот ($AA < Aa > aa$).

Основу гипотезы доминирования составляет представление о благоприятном действии доминантных факторов. Поскольку рецессивные аллели менее подвержены влиянию отбора, среди них могут сохраняться вредные мутации; последние при скрещивании неродственных групп переходят в гетерозиготное состояние и под прикрытием доминантных факторов утрачивают фенотипическое проявление.

Подавление вредного действия таких рецессивных мутаций доминантными генами проявляется в виде гетерозисного эффекта. Таким образом, согласно данной гипотезе гомозиготы и гетерозиготы по доминантному гену обладают одинаковым преимуществом перед рецессивным типом: $AA \text{ и } Aa > aa$.

Впоследствии эти две генетические концепции гетерозиса были дополнены представлениями о взаимодействии аллелей разных локусов.

Рассмотренные механизмы гетерозиса не исключают друг друга и могут действовать одновременно. Роль доминирования и сверхдоминирования в каждом конкретном случае может быть различна. При относительно близких скрещиваниях (межпородных, внутривидовых и т. п.) ведущая роль в возникновении гетерозиса принадлежит эффекту сверхдоминирования, при отдаленных — эффекту доминирования.

Гетерозисный эффект при неродственном скрещивании обнаружен у многих видов рыб. Значительный гетерозис по жизнеспособности дает, например, скрещивание культурного карпа и амурского сазана.

Использование гетерозиса — важный источник повышения продуктивности животных и растений. Главная задача при этом состоит в выявлении наиболее удачных "гетерозисных" сочетаний партнеров, что решается путем оценки комбинационной способности.

Различают два типа комбинационной способности: общую и специфическую.

Под общей комбинационной способностью понимают способность определенной племенной группы (или отдельной особи) повышать свои продуктивные качества при скрещивании ее с любой другой группой. Для оценки этого показателя испытываемую племенную группу скрещивают с генетически гетерогенной группой (тестером).

При оценке специфической комбинационной способности каждую племенную группу скрещивают отдельно с разными испытываемыми группами, выявляя таким образом наиболее удачные сочетания.

Уровень общей комбинационной способности отражает как бы среднее значение ценности определенной группы при всех возможных сочетаниях ее с другими группами, в то время как специфическая комбинационная способность — отклонение от этого среднего уровня.

Обычно сначала проводят оценку общей комбинационной способности, а затем выявленные лучшие группы испытывают на специфическую комбинационную способность.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы в настоящее время цели селекционной работы в рыбоводстве
2. Назовите основные методические требования к условиям выращивания рыб при селекции

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Голод, В.М.** Генетика, селекция и племенное дело в аквакультуре России / В.М. Голод – М. : Росинформагротех, 2005 - 428 с.,
2. **Катасонов, В.Я.** Селекция и племенное дело в рыбоводстве / В.Я Катасонов., Н.Б. Черфак - М. : Агропромиздат, 1986 – 181с.

Дополнительная

1. **Кирпичников, В.С.** Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников - Л. : Наука, 1987.- 519 с.

МЕТОДЫ РАЗВЕДЕНИЯ В РЫБОВОДСТВЕ

10.1. Чистопородное разведение (инбридинг, аутбридинг)

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

Инбридинг - получение потомства от производителей, состоящих в близкой степени родства. Степень родства определяется числом поколений до общего предка. Спаривание особей, имеющих общего родственника в первом поколении (спаривание типа: брат x сестра, отец x дочь), называют тесным инбридингом или близкородственным разведением; в остальных случаях говорят об умеренном инбридинге.

Родственное разведение необходимо, в частности, для сохранения в селекционируемой стаде ценных генов, полученных от выдающегося родоначальника (разведение по линиям, семейная селекция и т. п.). Умеренный инбридинг ускоряет процесс стабилизации породы. Инбридинг является обязательным приемом при создании генетически однородных групп, предназначенных для промышленной гибридизации.

Показателем степени инбридинга служит коэффициент инбридинга, под которым понимают вероятность уменьшения числа гетерозиготных локусов по сравнению с исходным состоянием. Например, если допустить, что в исходной популяции 80 % всех локусов находились в гетерозиготном состоянии, то при коэффициенте инбридинга 0,3 число гетерозиготных локусов снизится на 24 % и составит 56 %, в то время как число гомозиготных локусов повысится до 44 %. Однако следует иметь в виду, что это лишь расчетные, вероятностные величины. Повышению степени гомозиготизации в значительной степени могут препятствовать (особенно при умеренном инбридинге) естественный и искусственный отборы, которые поддерживают в популяции сбалансированные полиморфные системы.

Родственное разведение ведет, как правило, к угнетению ряда признаков - инбредной депрессии. Основной причиной инбредной депрессии является переход в гомозиготное состояние и, как следствие, — фенотипическое проявление вредных рецессивных генов. Важную роль при этом играет также нарушение систем сбалансированного полиморфизма.

При инбридинге резко снижаются выживаемость и плодовитость потомков, а в некоторых случаях близкородственное разведение ведет к полной утере селекционируемого материала. Поэтому при создании высокоинбредных линий закладывают обычно множество (несколько десятков и даже сотен) групп, из которых в дальнейшем сохраняется лишь незначительная часть особей, выдержавших длительный инбридинг.

Инбредная депрессия наиболее сильно выражена в популяциях, ранее не подвергавшихся инбридингу. Степень инбредной депрессии зависит от скорости нарастания коэффициента инбридинга. С помощью умеренно родственного скрещивания можно добиться относительно высоких значений коэффициента инбридинга (порядка 30-40 %) без существенного снижения жизнеспособности и

продуктивности животных. В этом случае гомозиготность возрастает лишь по отдельным генам с сохранением сбалансированного полиморфизма по наиболее важным локусам.

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

Аутбридинг - получение потомства от неродственных производителей. Неродственными обычно считают особей, у которых общие предки отсутствуют не менее чем в пяти поколениях. Аутбридингом называют также систему случайных скрещиваний (панмиксия) при достаточной численности производителей, участвующих в воспроизводстве (20 пар и более).

Аутбридинг сохраняет высокую гетерозиготность селекционируемой популяции. Обычно его применяют на более поздних стадиях селекционного процесса для обеспечения массовой репродукции племенного материала.

10.2. Генетические методы селекции

Традиционные методы селекции (отбор, скрещивание и др.) позволяют улучшить качество объектов разведения за счет естественного резерва наследственной изменчивости. Наряду с успехами в совершенствовании таких методов разрабатываются специальные генетические методы селекции рыб. В отличие от традиционных такие методы предполагают прямое воздействие на механизмы наследственности, ведущее к изменению структуры отдельных генов, хромосом и генотипа в целом.

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

Индуцированный мутагенез (искусственно вызываемым) понимают возникновение наследственных изменений в результате воздействия на организм особыми агентами-мутагенами. В зависимости от природы мутагена различают радиационный и химический мутагенез.

Индуцированный мутагенез позволяет значительно повысить частоту мутаций. Таким образом, с помощью данного метода удастся обеспечить одно из наиболее важных условий успешной селекции — повышение наследственной изменчивости селекционируемого материала. Речь идет в первую очередь о мутациях генов, влияющих на проявление признаков продуктивности: роста, выживаемости, устойчивости к заболеваниям и др. При этом не исключается возможность возникновения каких-то качественных мутаций, что ведет к появлению особей с новыми, представляющими интерес для селекционера свойствами.

На рыбах уже используется метод химического индуцированного мутагенеза. Разработка этого метода была начата в СССР в середине 60-х годов по инициативе В. С. Кирпичникова, а в дальнейшем успешно продолжена Р. М. Цоем.

В работах с рыбами в качестве мутагенов были использованы различные алкилирующие соединения с высокой биологической активностью (супермутагены): этиленимин (ЭИ), нитрозозэтилмочевина (НЭМ), диметилсульфат (ДМС) и др. Эти соединения, избирательно воздействуя на ДНК хромосом, повреждают ее, что может привести к возникновению мутаций.

Для получения индуцированных мутаций обычно обрабатывают половые клетки (икру, сперму) или ранние зародыши рыб. Генетический эффект тем выше, чем доступнее ядро клетки действию мутагена. С этой точки зрения более эффективна обработка мутагеном зрелых спермиев. При обработке спермиев снижается также вероятность накопления мутагена в цитоплазме половой клетки и его последующего влияния на развивающийся зародыш.

Установлена определенная специфичность мутагенов по характеру вызываемых ими мутаций. Так, например, при обработке спермы карпа НЭМ чаще возникают точковые (генные) мутации, а при обработке спермы ДМС — хромосомные перестройки.

Косвенным подтверждением мутагенного действия химических соединений является увеличение фенотипической изменчивости различных признаков.

У разных видов рыб чувствительность к одному и тому же мутагену может быть различной. При одинаковых дозах воздействия НЭМ на спермин (концентрация мутагена 0,0025 - 0,02 %) выживаемость эмбрионов в мутагенных потомствах составила (в % от контроля): 36,5—0,0 (белый толстолобик), 63,8—0,0 (белый амур) и 111,3—26,1 (каarp). Эти данные свидетельствуют о меньшей чувствительности к мутагену у полиплоидных видов (каarp), чем у диплоидных (белый амур и белый толстолобик).

Сравнительная оценка многих алкилирующих соединений с использованием цитогенетического и других тестов позволила выявить наиболее эффективные мутагены. Ими оказались НЭМ и ЭИ.

Мутагенные потомства первого поколения характеризуются пониженной выживаемостью и повышенным числом уродливых особей, что является следствием индуцированных вредных, в том числе летальных доминантных мутаций. Основная гибель особей — носителей таких мутаций — происходит в эмбриогенезе, начиная с поздней бластулы; значительная часть потомков погибает в период вылупления. Среди жизнеспособной части потомства встречаются разнообразные уроды. Наиболее частыми нарушениями (встречающимися при использовании практически всех мутагенов) оказались искривление позвоночника, уродства головы и рта. При высоких дозах мутагенов уроды могут составлять в потомстве 20-30 %.

Получение второго и последующих поколений селекции осуществляют обычно без применения мутагенеза. Важнейшей задачей является элиминация индуцированных вредных мутаций в селекционируемом материале. В отношении доминантных мутаций это достигается интенсивным отбором. Гораздо сложнее обстоит дело с вредными рецессивными мутациями, которые при обычном разведении остаются в скрытом состоянии в течение многих поколений. Для ускоренной элиминации рецессивных мутаций целесообразно применение индуцированного гиногенеза. Применение индуцированного мутагенеза особенно целесообразно при сильном истощении генетической изменчивости в селекционируемом стаде (что может быть результатом предшествующей интенсивной селекции), когда обычные методы селекции становятся неэффективными.

Индукцированный гиногенез - получение гиногенетических потомств у видов рыб, размножающихся обычным половым путем. Принципиальная возможность решения такой задачи была показана еще в 1913 г. немецким исследователем К. Опперманом в опытах с радужной форелью. Систематические исследования по индуцированному гиногенезу как методу селекции рыб были начаты в конце 50-х и начале 60-х годов под руководством К. А. Головинской и Д. Д. Ромашова. К настоящему времени гиногенетические потомства получены и исследованы у многих видов рыб карпа, белого амура, белого толсто лобика, радужной форели, нескольких видов камбал, тилапий, двух видов индийских карпов и других рыб.

Для получения гиногенетического потомства у видов, размножающихся обычным половым путем, необходимо решить две главных задачи. Первая состоит в осуществлении генетической инактивации спермиев, что сравнительно просто достигается путем обработки спермы высокими (инактивирующими) дозами мутагенов. В качестве мутагена при получении гиногенетических потомств используют обычно высокие дозы радиации (радиационный гиногенез). Облучение спермы ионизирующей радиацией в дозах порядка 100—200 кР или ультрафиолетом в дозах порядка 300 Дж/м² вызывает разрушение хромосом. При этом, благодаря относительно низкой радиочувствительности цитоплазматических компонентов клетки облученные спермии сохраняют способность активно двигаться в воде, проникать в яйцеклетку и побуждать ее к развитию.

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

Разработано несколько способов диплоидизации женского хромосомного набора. Чаще всего для этой цели используют так называемые "температурные шоки" — воздействие сублетальными (низкими или высокими) температурами на неоплодотворенную (стадия метафазы II) или оплодотворенную (стадия анафазы II) икру. В результате такого воздействия два материнских хромосомных набора (продукты второго деления мейоза) остаются в яйцеклетке и формируют диплоидное ядро гиногенетического зародыша. Реже температурный шок применяют на стадии первого деления дробления. В последнем случае диплоидность восстанавливается в результате объединения двух гаплоидных наборов, образовавшихся в митозе.

Восстановление диплоидности по материнскому комплексу во втором делении мейоза приводит к повышенной гомозиготизации. Вероятность перехода гена в гомозиготное состояние зависит от частоты мейотического перекреста на участке хромосомы между геном и центромерой и в связи с этим различна для разных генов. В первых поколениях индуцированного гиногенеза скорость гомозиготизации (коэффициент инбридинга) оказывается, таким образом, выше, чем при тесном инбридинге (скрещивания типа брат x сестра). Однако в последующих гиногенетических поколениях (у радужной форели, например, после четвертого поколения) она тормозится генами (по которым устойчиво поддерживается гетерозиготность) и становится ниже, чем при скрещивании сибсов.

Большой интерес представляет метод диплоидизации женских хромосом на стадии первого деления дробления зародыша, который позволяет получать полностью гомозиготных потомков за одно поколение индуцированного гиногенеза.

При женской гомогаметности (XX) все гиногенетические потомки являются самками. Однополо-женские гиногенетические потомства получены у карпа, радужной форели и белого амура.

Индукцированный гиногенез может найти применение во многих селекционно-генетических работах с рыбами. Одна из наиболее важных областей применения индуцированного гиногенеза в практической селекции — ускоренное получение с помощью данного метода высокоинбредных (высокогомозиготных) семейств (линий). Гиногенетические линии можно использовать в промышленных скрещиваниях. Применение индуцированного гиногенеза позволяет использовать этот метод совместно с индуцированным мутагенезом для ускоренного выявления рецессивных мутаций при мутагенной селекции. С помощью гиногенеза можно выявлять редкие рецессивные гены и при обычной селекции. Индуцированный гиногенез представляет интерес как способ получения однополо-женских потомств, выращивание которых во многих случаях более выгодно, чем обычных двуполовых. Исследование гиногенетических потомств дает селекционеру важные сведения об особенностях проявления инбредной депрессии у разных видов рыб при разной степени инбридинга. Генетически однородные линии могут служить удобным материалом для изучения влияния модификационных факторов на изменчивость признака. В специальных генетических работах с помощью индуцированного гиногенеза можно определить локализацию генов на хромосоме относительно центромеры (картировать гены).

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы в настоящее время цели селекционной работы в рыбоводстве
2. Назовите основные методические требования к условиям выращивания рыб при селекции

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Голод, В.М.** Генетика, селекция и племенное дело в аквакультуре России / В.М. Голод – М. : Росинформагротех, 2005 - 428 с.,
2. **Катасонов, В.Я.** Селекция и племенное дело в рыбоводстве / В.Я Катасонов., Н.Б. Черфак - М. : Агропромиздат, 1986 – 181с.

Дополнительная

1. **Кирпичников, В.С.** Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников - Л. : Наука, 1987.- 519 с.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГЕТЕРОЗИСА

12.1 Современные теории гетерозиса

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: зугетерозис (собственно гетерозис) и избыточный гетерозис (гигантизм).

При зугетерозисе гибриды первого поколения превосходят родительские формы по комплексу признаков, имеющих приспособительное значение (повышенная плодовитость, выживаемость, более высокие темпы роста и др.). Наиболее часто зугетерозис 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.

Вопросы для самоконтроля

3. Приведите определение понятий инбридинг, инбредная депрессия

4. Приведите примеры использования гетерозиса в животноводстве и рыбоводстве

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

3. *Альбертс, Б.* Молекулярная биология клетки: в 3-х томах / Б. Альбертс, А. Джонсон, Д. Льюис и др. — М.-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2013. — Т. I. — 808 с. — ISBN 978-5-4344-0112-8.
4. *Инге-Вечтомов, С.Г.* Генетика с основами селекции: учебник для студентов высших учебных заведений / С. Г. Инге-Вечтомов. — СПб.: Изд-во Н-Л, 2010. — С. 193-194. — 720 с. — ISBN 978-5-94869-105-3.

Дополнительная

3. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко - ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002. (ISBN не предусмотрен).
4. *Марченко, Г.Г.* Генетика, ветеринарная генетика, биометрия. Учебное пособие/Г.Г. Марченко ФГОУ ВПО «СГАУ», Саратов 2002 (ISBN не предусмотрен).

СЕЛЕЦИОННО-ПЛЕМЕННАЯ РАБОТА В РЫБОВОДСТВЕ

13.1 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.).

13.2. Задачи селекционно-племенной работы в рыбоводстве

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 племрассадниках-репродукторах. Репродукторы специализируются на разведение 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.

13.3. Селекционно-племенная работа в аквакультуре за рубежом

За рубежом работы по селекционно-генетическим исследованиям проводятся в России (ВНИИПРХ, ГосНИОРХ, КрасНИИРХ), где выведено большое количество продуктивных пород карповых рыб с ценными хозяйственными признаками, в ряде хозяйств сформированы коллекционные маточные стада.

Для условий прудовых хозяйств Западной Сибири и Алтая выведены сарбожанский и алтайский карпы, для условий юга страны – краснодарские породные группы, для хозяйств Северо-Запада и центральной полосы – ропшинская, парская, среднерусская породы. В условиях рыбопитомника «Горячий ключ» Краснодарского края сформированы ремонтно-маточные стада растительноядных рыб, отличающихся высоким уровнем стрессоустойчивости, низкими отходами в период нерестовой кампании, жизнестойкостью получаемого потомства. Всего в России действует 9 племенных заводов и племрепродукторов, занимающихся чистопородным разведением и выращиванием карпа продуктивных районированных пород, который в виде разновозрастного рыбопосадочного материала передается в нагульные рыбхозы. Благодаря их успешной работе доля высокопродуктивных пород карпа и их гибридов в общем объеме производства товарного карпа достигает 30%.

На Украине высокопродуктивные украинский чешуйчатый и украинский рамчатый карпы отличаются повышенной плодовитостью и жизнестойкостью, для их выращивания требуются относительно низкие затраты кормов на единицу прироста массы рыбы. То же самое характерно и для румынских пород карпа.

Показателен также пример Беларуси, Молдовы, Венгрии, Германии, Израиля и Чехии, добившихся значительных успехов в развитии товарного рыбоводства именно в результате выведения рыб с заданными хозяйственно-полезными характеристиками, чего можно добиться только при использовании передовых методов селекционно-племенной работы.

В СССР селекционно-племенную работу проводили в хозяйствах трех категорий. Новые и улучшенные породы создавались в селекционно-племенных хозяйствах высшего типа. Полученное в этих хозяйствах поголовье направляли для разведения в хозяйства второй категории – племенные рассадники или репродукционные хозяйства, основной целью работы которых было массовое воспроизводство породных групп и

линий рыб и поставка выращенных производителей в хозяйства третьей категории – обычные рыбоводные хозяйства или фермы.

В селекционно-племенных хозяйствах высшего типа, являющихся базами научно-исследовательских институтов, кроме всех необходимых категорий летних и зимних прудов для выращивания ремонтного молодняка и производителей, было также обязательное наличие 50-100 небольших экспериментальных прудов. Такими хозяйствами были в СССР центральная база ВНИИПРХ «Якоть» в Московской области, рыбоводное хозяйство «Нивки» Киевской области, «Донрыбкомбинат» Донецкой области, хозяйства «Ропша» в Ленинградской области и «Изобелино» в Белоруссии. В Венгрии селекционно-племенными хозяйствами высшего типа, поставляющими рыбопосадочный материал и производителей карпа, растительноядных и хищных рыб почти во все страны зарубежной Европы, являлись рыбопитомник ТЕНАГ (район (медье) Пешт, г. Сазхаломбатта), рыбоводное хозяйство сельскохозяйственной школы «Сарваш», полносистемное рыбоводное хозяйство «Хортобадь».

Основная цель селекционно-племенной работы с карпом и растительноядными рыбами, как в зарубежных странах, так и в нашей республике – получение производителей, обладающих рядом хозяйственно ценных признаков и обеспечивающих получение рыбопосадочного материала в необходимом количестве с заданными характеристиками качества. Основным методом селекции является массовый отбор, в процессе которого племенное стадо рыб в конкретном хозяйстве формируется из лучших особей ремонтного молодняка и производителей по массе, внешним признакам, темпу роста, рабочей плодовитости.

Требования к качеству породы в разных странах, как правило, разные. Однако для селекции карпа почти повсеместно характерен отбор рыб с высокоспинным экстерьером. В некоторых странах, например, в Чехии, особой популярностью пользуется голый карп, что и определяет одно из направлений селекции. В Венгрии и странах бывшей Югославии наибольшим спросом пользуется зеркальный высокоспинный карп, так как в нем больше процент мяса и съедобных частей, чем у карпа с «прогонистым» экстерьером.

Практически везде, кроме требований к экстерьеру, к племенному стаду предъявляется и то, что новая порода или гибридная форма должна давать не менее, чем на 10% больше товарной рыбы с той же площади прудов (при проведении одних и тех же интенсификационных мероприятий), чем при выращивании рыбы из посадочного материала, полученного от «беспородных» производителей.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы в настоящее время цели селекционной работы в рыбоводстве
2. Назовите основные методические требования к условиям выращивания рыб при селекции

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Голод, В.М.** Генетика, селекция и племенное дело в аквакультуре России / В.М. Голод – М. : Росинформагротех, 2005 - 428 с.,

2. **Катасонов, В.Я.** Селекция и племенное дело в рыбоводстве / В.Я Катасонов., Н.Б. Черфак - М. : Агропромиздат,1986 – 181с.

Дополнительная

1. **Кирпичников, В.С.** Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников - Л. : Наука, 1987.- 519 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ МЕЧЕНИЯ И ПЛЕМЕННОГО УЧЕТА В РЫБОВОДСТВЕ

16.1 Виды мечения

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 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 инъекции. 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.

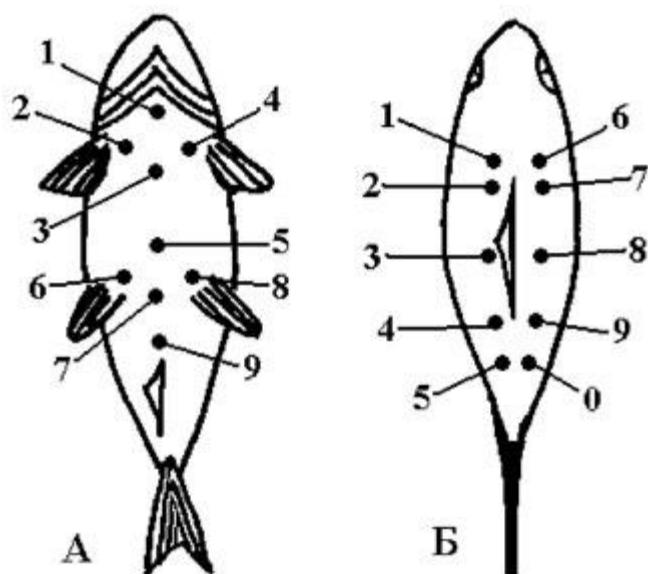


Рис. 1. Места нанесения меток при индивидуальном (А) и серийном (Б) мечении рыб

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 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 клеймения долго болеют и даже гибнут. Сам процесс клеймения 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.

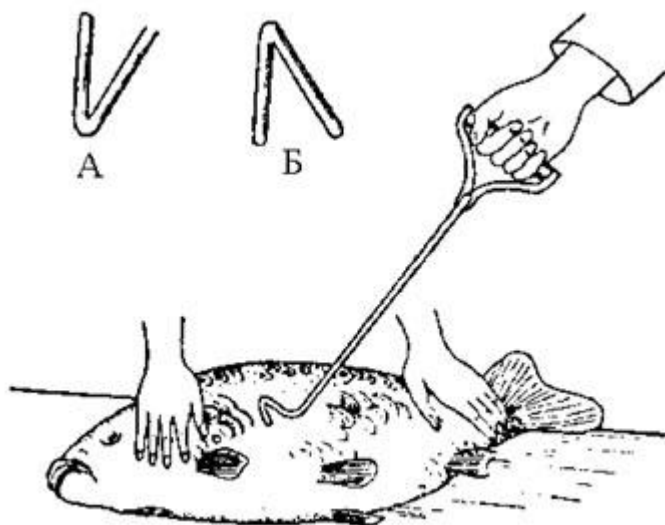


Рис. 2. Мечение рыбы выжиганием клейма.. А - знак самки; Б - знак самца

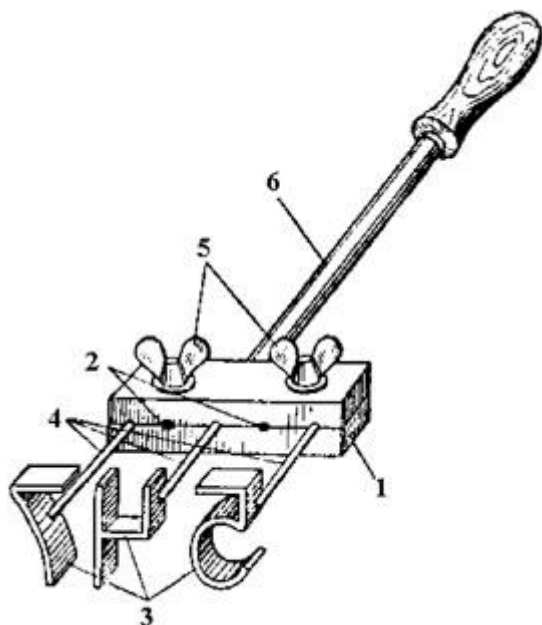


Рис. 3. Приспособление для таврирования рыбы. 1 - резная державка; 2 - отверстия для матриц; 3 - матрицы; 4 - винты с барашками; 5 - рукоятка

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 чешуи. 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.

Вопросы для самоконтроля

1. Что обозначает понятие зоотехнический учет
3. Назовите основные способы мечения рыб
4. Как в племенных рыбоводческих хозяйствах ведется учетная документация по селекционной работе

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Голод, В.М.** Генетика, селекция и племенное дело в аквакультуре России / В.М. Голод – М. : Росинформагротех, 2005 - 428 с.,
2. **Катасонов, В.Я.** Селекция и племенное дело в рыбоводстве / В.Я Катасонов., Н.Б. Черфак - М. : Агропромиздат, 1986 – 181с.

Дополнительная

1. **Кирпичников, В.С.** Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников - Л. : Наука, 1987.- 519 с.

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ РЫБ

18.1. Регуляция пола и получение стерильных рыб

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

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

Методы гормональной инверсии пола (превращение генотипических самок в функционально полноценных самцов или генотипических самцов в самок) разработаны в настоящее время для многих видов рыб, включая и объекты товарного рыбоводства (каarp, форель, белый амур и др.)

Введение в определенных дозах мужского полового гормона (метилтестостерона) на ранних стадиях онтогенеза, соответствующих началу дифференцировки половой железы, приводит к развитию семенников у генотипических самок. Таким образом, можно получить функционально полноценных самцов с хромосомной конституцией самок (XX — при женской гомогаметности, ZW — при женской гетерогаметности). И наоборот, обработка молоди женскими половыми гормонами (эстрогенами) приводит к развитию половой железы у генотипических самцов по женскому типу и позволяет получать самок-инверсантов (XU либо ZZ).

Практический интерес чаще представляет выращивание однополо-женских потомств, что (при женской гомогаметности) может быть достигнуто путем скрещивания обычных самок с самцами-инверсантами: XX x XX = XX (100 %). В связи с этим значительное число исследований было посвящено получению самцов-инверсантов XX. Для решения этой задачи особенно удобно использовать гиногенетические (однополо-женские) потомства, поскольку все самцы, полученные в результате гормонального воздействия на гиногенетическую молодь, являются безусловно генотипическими самками; далее проводят скрещивание таких самцов-инверсантов с обычными самками.

Рассмотренный способ получения однополо-женских потомств в отличие от индуцированного гиногенеза обеспечивает получение физиологически полноценных самок.

В некоторых случаях получение однополых потомств возможно с помощью скрещивания разных (близких) видов. Так, при скрещивании некоторых видов тиляпий в потомствах появляются только самцы. Одно из возможных объяснений этого состоит

в наличии разных типов хромосомного определения пола у скрещиваемых видов. Если у одного вида гомогаметным полом являются самки (XX), а у другого - самцы (ZZ), то при доминировании фактора мужского пола все полученные от такого скрещивания потомки (XZ) будут самцами.

Однополо-мужские гибридные потомства тилапий широко используются в рыбоводстве некоторых южных стран, прежде всего для предупреждения бесконтрольного размножения рыб и регуляции их численности в водоеме. Товарное выращивание самцов тилапии позволяет, кроме того, повышать рыбопродуктивность водоемов благодаря лучшему росту самцов (по сравнению с самками).

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

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

Получение триплоидных потомков достигается за счет диплоидизации женского хромосомного комплекса и его последующего объединения с гаплоидным-мужским в процессе оплодотворения. Единственная сложность в данном случае состоит в реставрации диплоидного набора женских хромосом. Как и при индуцированном гиногенезе, эта задача решается с помощью температурных шоков или других экспериментальных воздействий со сходным цитологическим эффектом. Другой, более сложный путь предполагает предварительное получение тетраплоидных рыб, которые (в случае нормального прохождения у них мейоза) должны продуцировать диплоидные гаметы.

С использованием первого способа триплоиды получены у многих видов рыб, в том числе у карпа, радужной форели, атлантического лосося (и других видов лососевых рыб), канального сомика, европейского сома, белого амура, горчака, разных видов камбал. Тетраплоидные особи получены у радужной форели.

Особый случай представляют триплоидные гибриды серебряного карася с карпом. Самки гибридов первого поколения от указанного скрещивания обладают редкой способностью продуцировать диплоидные (нередуцированные) гаметы. Благодаря этому триплоидных гибридов получают путем обычных возвратных скрещиваний гибридных самок с самцами карпа или карася без применения специальных воздействий к яйцеклеткам.

18.2. Отдаленная гибридизация рыб

Внешнее оплодотворение у рыб и связанная с ним легкость постановки скрещиваний являются предпосылками для широкого использования гибридизации в специальных ихтиологических исследованиях и в рыбоводной практике. В работах прикладного направления отдаленная гибридизация может быть использована для получения промышленных гибридов (F_1), а также с целью селекции гибридогенных пород.

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

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

Селекция отдаленных гибридов представляет собой чрезвычайно сложный и длительный процесс. Интеграция двух разных геномов приводит к нарушению хромосомного и генного баланса, который может быть восстановлен лишь в результате длительной целенаправленной селекции.

При селекции отдаленных гибридов чрезвычайно важное значение приобретает цитологический контроль. Цитологическая полноценность гибридов, таким образом, должна рассматриваться как важнейший показатель качества гибридных потомков.

Важным обстоятельством является то, что по частоте хромосомных aberrаций в потомстве имеются существенные различия между разными самками с высокой повторяемостью данного показателя, что позволяет использовать цитологический критерий при отборе производителей.

Получено четыре поколения диплоидных карасекарповых гибридов: первое — путем обычного скрещивания и последующие три - с применением индуцированного гиногенеза.

Цитологическое исследование особенностей созревания ооцитов у гибридных самок показало [55], что диплоидизация в данном случае обеспечена трансформацией мейоза, которая ведет и к тому, что все яйцеклетки получают однотипный набор хромосом (как и при естественном гиногенезе), а развивающиеся из них гиногенетические потомки образуют клон. Таким образом, селекция карасекарповых гибридов должна идти по пути отбора лучших клонов.

Работы с карасекарповыми гибридами направлены на получение ценных в рыбохозяйственном отношении форм. В частности, скрещивание диплоидных гибридных самок с самцами карпа позволяет получать триплоидных возвратных гибридов, сочетающих ценные свойства родительских видов: быстрый рост карпа и высокую жизнеспособность серебряного карася. Ценным качеством этих гибридов является также их стерильность.

18.3. Промышленная гибридизация

Промышленной гибридизацией называют скрещивание особей из генетически разнородных групп в целях получения и промышленного использования гибридов первого поколения. Последние в этом случае называются "промышленными гибридами".

Хозяйственная ценность промышленных гибридов связана с их высокими продуктивными качествами, обусловленными гетерозисным эффектом. Гибриды первого поколения по сравнению с родительскими формами имеют повышенную общую жизнеспособность, хорошо растут, иногда более устойчивы к ряду заболеваний. В некоторых случаях, особенно при отдаленном скрещивании, у гибридов наблюдается удачное сочетание родительских свойств, что также делает выгодным их товарное использование.

Промышленное скрещивание в рыбоводстве имеет большое практическое значение. Значительный опыт использования промышленных гибридов (особенно гибридов карпа с амурским сазаном) накоплен в карповодстве.

Гибриды обладают сильным гетерозисом по росту. В мальковый период они обгоняют родительские формы по скорости роста на 50 % и более. Эти различия заметно усиливаются при пониженной температуре, а также при недостатке пищи. С возрастом эффект гетерозиса снижается (затухает), но при осеннем облове сеголетки-гибриды, как правило, оказываются крупнее карпов на 10-40 %. У двухлетков различия между гибридами и карпами сглаживаются. Однако при неблагоприятных условиях (низкой температуре, недостатке пищи, поражении болезнями и т. п.) преимущество гибридов по росту может сохраниться и у двухлетков.

Важнейшей особенностью гибридов является их повышенная жизнеспособность, которая четко проявляется уже на эмбриональных стадиях. Выход гибридных личинок (от заложенной на инкубацию икры) обычно на 10—15 %, а сеголетков на 15-20 % выше, чем у карпа. Преимущество гибридов по выживаемости (особенно при неблагоприятных условиях) сохраняется и в более старшем возрасте.

Особенно ценным свойством гибридов карпа и амурского сазана является их повышенная зимостойкость, наследуемая ими от сазана.

Большое практическое значение имеет повышенная устойчивость гибридов к ряду заболеваний, в том числе и краснухе.

По сравнению с карпом гибриды обладают повышенной поисковой способностью и начинают питаться при более низкой температуре воды. Для них, как и для амурского сазана, характерны повышенный уровень обмена при оптимальных температурных условиях и резкое его снижение в период зимовки.

Выращивание гибридов следует рассматривать скорее как вынужденную меру, компенсирующую влияние неблагоприятных факторов среды (неблагополучие хозяйств по ряду заболеваний, загрязнение водоисточников промышленными и бытовыми стоками, неполноценное кормление рыб при чрезвычайно плотной посадке и т. п.), на фоне которых "полудикие" гибриды оказываются более приспособленными, чем культурные карпы. По мере улучшения условий выращивания хозяйственное значение карпо-сазаных гибридов, по-видимому, будет снижаться, а роль "чистого" культурного карпа возрастает.

С развитием селекционных работ с карпом все большее значение приобретает межпородное и внутривидовое промышленное скрещивание.

Большие перспективы в рыбоводстве имеет также отдаленная гибридизация. Ценные гибриды получены при гибридизации разных видов карповых, сиговых, лососевых и осетровых рыб.

Так, при скрещивании белого и пестрого толстолобиков потомки (межродовые гибриды F_1) наследуют промежуточное строение жаберного аппарата, благодаря чему они лучше используют кормовую базу и хорошо растут. Эти преимущества особенно четко проявляются в прудах с пониженной кормностью.

Гетерозис по росту и выживаемости обнаружен при скрещивании стальноголового лосося и радужной форели. Широко применяют гибридизацию тилапий. Межвидовая промышленная гибридизация широко используется также при товарном выращивании американских сомов, ушастых окуней, буффало, американских шук.

Среди межродовых гибридов очень ценными в практическом отношении оказались гибриды F_1 от скрещивания белуги и стерляди (бестеры). Имеются сведения о высокой

хозяйственной ценности гибридов шипа и стерляди, шипа и севрюги и некоторых других осетровых.

Необходимо иметь в виду, однако, возможные отрицательные последствия отдаленной гибридизации. Даже в случае высокой хозяйственной ценности гибридов рекомендациям к их внедрению в производство должен предшествовать глубокий анализ последствий массового получения гибридов. Попадание плодовых гибридов в естественные водоемы повлечет генетическое засорение родительских видов и тем самым нанесет непоправимый ущерб. В рыбоводстве (как ни в какой другой отрасли животноводства) чрезвычайно остро стоит проблема обеспечения надежного контроля за промышленной гибридизацией, полностью исключая возможность засорения гибридами родительских форм.

18.4 Методы генной и клеточной инженерии

Генная инженерия - это раздел биотехнологии, целью которого является целенаправленное конструирование в лабораторных условиях новых комбинаций генетического материала, способного размножаться в клетке и синтезировать определенный 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.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое Биотехнология
5. Что значит понятие регуляция пола и получение стерильных рыб
6. Как используется гибридизация и отдаленная гибридизация в рыбоводстве

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Голод, В.М.** Генетика, селекция и племенное дело в аквакультуре России / В.М. Голод – М. : Росинформагротех, 2005 - 428 с.,
2. **Катасонов, В.Я.** Селекция и племенное дело в рыбоводстве / В.Я Катасонов., Н.Б.

Черфак - М. : Агропромиздат,1986 – 181с.

Дополнительная

1. **Кирпичников, В.С.** Генетика и селекция рыб / В.С. Кирпичников - Л. : Наука, 1987.- 519 с.

Содержание

Введение	3
Лекция 1. Цитологические основы наследственности	4
1.1. Предмет и методы генетики	4
1.2. Клетка как генетическая система	5
Список литературы	9
Лекция 2. Цитологические основы наследственности	10
2.1. Понятие, формы размножения животных	10
2.2. Гаметогенез. Мейоз	10
Список литературы	12
Лекция 3. Молекулярные основы наследственности	14
3.1. Нуклеиновые кислоты – материальная основа наследственности	14
3.2. Понятие и функция гена. Генетический код	16
Вопросы для самоконтроля.....	17
Список литературы	17
Лекция 4. Молекулярные основы наследственности	19
4.1. Синтез белка в клетке. Регуляция активности генов	19
4.2. Особенности строения генетического материала у микроорганизмов	20
Вопросы для самоконтроля.....	21
Список литературы	21
Лекция 5. Менделизм	23
5.1. Закономерности наследования признаков при половом размножении....	23
5.2. 5.2. Анализирующее скрещивание.....	25
Вопросы для самоконтроля.....	25
Список литературы	25
Лекция 6. Взаимодействие генов	26
6.1 Наследование признаков при взаимодействии аллельных генов.....	26
6.2. Наследование признаков при взаимодействии неаллельных генов	26
6.3. Взаимодействие генотипа и среды.....	27
Вопросы для самоконтроля.....	28
Список литературы	28
Лекция 7. Хромосомная теория наследственности	29
7.1. Сущность хромосомной теории наследственности Т. Моргана	29
7.2. Сцепление генов и сцепленное наследование признаков.....	29
7.3.. Кроссинговер как причина неполного сцепления генов.....	30
7.3.. Вычисление степени окисления элемента.....	30
Вопросы для самоконтроля.....	30
Список литературы	30
Лекция 8. Генетика пола	32
8.1. Хромосомная теория определения пола	32
8.2. Признаки, сцепленные с полом	32
8.3. Признаки ограниченные полом	33
Вопросы для самоконтроля.....	35
Список литературы	35
Лекция 9. Генетические основы индивидуального развития	36
9.1. Онтогенез – основные понятия и закономерности.....	36
Вопросы для самоконтроля.....	36

Лекция 10. Изменчивость	38
10.1. Виды изменчивости	38
10.2. Комбинативная изменчивость	38
10.3. Модификационная изменчивость.....	40
Вопросы для самоконтроля.....	40
Список литературы	41
Лекция 11. Биометрия	42
11.1. Биометрия – основные понятия.....	42
11.2. Биометрические методы анализа изменчивости и наследственности признаков у животных	32
Вопросы для самоконтроля.....	43
Список литературы	43
Лекция 12. Генетика количественных признаков	44
12.1. Понятие наследуемости количественных признаков и их наследование	44
12.2.Использование в селекции рыб коэффициентов наследуемости.....	46
Вопросы для самоконтроля.....	46
Список литературы	46
Лекция 13. Генетика популяций	47
13.1. Понятие и структура популяции	47
Вопросы для самоконтроля.....	50
Список литературы	50
Лекция 14. Инбридинг.Гетерозис	50
14.1. Инбридинг, инбредная депрессия	51
14.2. Использование гетерозиса в животноводстве и рыбоводстве.....	53
Вопросы для самоконтроля.....	53
Список литературы	53
Лекция 15. Генетические аномалии и болезни у рыб	56
15.1. Наследственные аномалии и их классификация	56
15.2. Основные типы наследования аномалий и болезней у животных и рыб.....	66
15.3. Методы выявления генетических обусловленных заболеваний в рыбоводстве.....	67
Вопросы для самоконтроля.....	68
Список литературы	68
Лекция 16. Генетика иммунитета	69
16.1. Специфический иммунитет	69
Вопросы для самоконтроля.....	71
Список литературы	71
Лекция 17. Биотехнология	73
17.1. Понятие и методы биотехнологии	73
17.2. Генная инженерия.....	74
17.3. Клеточная инженерия.....	75
Вопросы для самоконтроля.....	79
Список литературы	79
Лекция 18. Генетические основы селекции рыб	81
1.1. Происхождение рыб и их эволюция. Основные понятия селекционного процесса	81
1.2. Методы и задачи селекционной работы в рыбоводстве.....	82
1.3. Селекция как наука	84

1.4. Состояние селекционной работы по рыбоводству в России.....	85
Вопросы для самоконтроля.....	86
Список литературы.....	86

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Лекция 1. Основные понятия и основные законы химии	4
1.1. Цели изучения дисциплины.....	4
1.2. Значение химии для сельского хозяйства	4
1.3. Предмет химии.....	5
1.4. Диалектика основных понятий и законов химии	5
1.5. Методы изучения химии	8
Вопросы для самоконтроля.....	11
Список литературы	11
Лекция 2. Современное учение о строении атома.....	13
2.1. Диалектика представлений о строении атома.....	13
2.2. Современная квантово-механическая модель строения атома	14
2.3. Электронные формулы элементов	17
Вопросы для самоконтроля.....	20
Список литературы	20
Лекция 3. Периодический закон и периодическая система Д.И. Менделеева	21
3.1. Периодический закон и периодическая система элементов Д.И. Менделеева – основа современной химии.....	21
3.2. Структура периодической системы	23
3.3. Алгоритм общей характеристики атома элемента	24
3.4. Периодичность изменения свойств элементов и их соединений.....	27
Вопросы для самоконтроля.....	30
Список литературы	30
Лекция 4. Проявление периодического закона в кислотно-основных свойствах неорганических соединений	32
4.1. Генетическая связь основных классов неорганических соединений	32
4.2. Химические свойства оксидов, оснований, кислот и солей	33
4.3. Периодичность изменения кислотно-основных свойств химических веществ	39
4.4. Вопросы профессиональной компетенции	40
Вопросы для самоконтроля.....	40
Список литературы	41
Лекция 5. Химическая связь	43
5.1. Современные представления о химической связи	43
5.2. Основные положения метода валентных связей (МВС) В. Гейтлер и Ф. Лондон (1927 г.).....	43
5.2.1. Механизмы образования ковалентной связи	43
5.2.2. Ковалентная связь.....	44

5.2.3. Разновидности химической связи	45
5.2.4. Типы химических связей.....	46
5.2.5. Степень ионности связи	46
5.2.6. Гибридизация атомных орбиталей.....	48
5.2.7. Металлическая связь	50
5.2.8. Водородная связь	50
5.3. Понятие о методе молекулярных орбиталей.....	50
Вопросы для самоконтроля.....	52
Список литературы	52
Лекция 6. Современная теория растворов	53
6.1. Классификация дисперсных систем.....	53
6.2. Способы выражения состава растворов	54
6.3. Концентрация почвенного раствора и осмос	54
6.4. Растворы электролитов	55
6.4.1. Водные растворы	55
6.4.2. Теория электролитической диссоциации	56
6.4.3. Количественные характеристики электролитической диссоциации	57
6.4.4. Свойства сильных электролитов	58
6.4.5. Типы электролитов	59
6.4.6. Диссоциация электролитов	60
6.4.7. Реакции в растворах электролитов.....	61
6.4.8. Гидролиз солей.....	61
6.4.9. Ионное произведение воды. Водородный показатель pH	62
6.4.10. Значение растворов.....	64
Вопросы для самоконтроля.....	64
Список литературы	65
Лекция 7. Окислительно-восстановительные реакции.....	66
7.1. Современная теория окислительно-восстановительных реакций (ОВР).....	66
7.1.1. Значение окислительно-восстановительных процессов	66
7.1.2. Основные положения теории ОВР	67
7.1.3. Вычисление степени окисления элемента.....	68
7.1.4. Алгоритм характеристики окислительно-восстановительных свойств сложных соединений	70
7.1.5. Типы окислительно-восстановительных реакций	70
7.2. Алгоритмы составления уравнений окислительно-восстановительных реакций	71
7.2.1. Алгоритм составления уравнения ОВР с помощью метода электронного баланса	71
7.2.2. Составление уравнения ОВР по электронно-ионному методу (метод полуреакций).....	71
7.3. Окислительно-восстановительные свойства соединений биогенных элементов	73
7.4. Окислительно-восстановительные потенциалы. Направление ОВР	74
Вопросы для самоконтроля.....	75
Список литературы	75
Лекция 8. Комплексные соединения	76
8.1. Краткая история комплексных соединений (КС)	76
8.2. Координационная теория Вернера и современные представления	77

8.2.1. Состав молекул комплексных соединений	78
8.2.2. Номенклатура комплексных соединений.....	79
8.3. Химическая связь в комплексных соединениях	80
8.4. Электролитическая диссоциация комплексных соединений	81
Вопросы для самоконтроля.....	84
Список литературы	84
Лекция 9. Химическая кинетика. Химическое равновесие	85
9.1. Понятие о химической кинетике.....	85
9.2. Скорость химической реакции	85
9.3. Факторы, влияющие на скорость химической реакции.....	86
9.3.1. Влияние концентрации на скорость реакции.....	87
9.3.2. Влияние температуры на скорость реакции.....	88
9.3.3. Влияние катализаторов на скорость химической реакции.....	89
9.4. Понятие о колебательных реакциях.....	90
9.5. Химическое равновесие. Возможности управления химическими процессами	91
9.5.1. Понятие о химическом равновесии.....	91
9.5.2. Принцип Ле-Шателье	91
9.5.3. Элементы термохимии	92
9.6. Возможности управления химическими процессами	93
Вопросы для самоконтроля.....	94
Список литературы	94
Библиографический список.....	95
Содержание.....	96

Доработать и взять полезное, что ниже

При формировании ремонтного поголовья карповых рыб массовый отбор проводится в 3 этапа: среди годовиков, среди двухлеток и при переводе в стадо производителей. На первых двух этапах основными показателями являются живая масса и внешние признаки (экстерьер), на последнем – кроме двух вышеперечисленных учитывается также и степень выраженности признаков полового созревания.

В рыбоводстве обычно приняты следующие коэффициенты отбора (отношение отобранных на племя рыб к выращенному их количеству): для годовиков – до 50%, для двухлеток – до 50%, для молодых самок – до 75%, для молодых самцов – до 50%. Между вторым и третьим отбором в хозяйствах ежегодно проводят корректирующий отбор, в процессе которого отбраковывают больных, травмированных, имеющих anomalies развития, замедливших рост рыб в количестве 5%.

При подборе производителей придерживаются правила: «лучшего к лучшему», учитывая состояние здоровья, экстерьер, мясистость, чешуйчатый покров и другие хозяйственно ценные признаки.

Для повышения эффективности рыбоводства большое значение имеет правильный возрастной подбор производителей. Научные исследования и практика прудового рыбоводства показали, что хорошие результаты получают при использовании производителей среднего возраста, при скрещивании самок 8-9 лет с молодыми, но повторно нерестующими самцами (в последнем случае средняя масса сеголеток получается на 32-39% больше, чем от впервые нерестующих самок). В прудовых хозяйствах Германии обычно используют самок карпа в возрасте 5-8 лет, средней массой 4-7 кг; самцов - в возрасте 4-6 лет, средней массой 2,5-5 кг.

При отборе производителей обязательно следует учитывать неблагоприятное влияние инбридинга (близкородственного скрещивания) на жизнеспособность и продуктивность рыб. Чтобы уменьшить или полностью исключить нежелательные последствия инбридинга, рекомендуется обмен производителями между рыбоводными хозяйствами (фермами).

В прудовом рыбоводстве при разведении карпа и растительноядных рыб применяется, как правило, межпородное и внутривидовое скрещивание. Значительно реже, главным образом для зарыбления прудов северного и центрального регионов и водоемов комплексного назначения республики, применяется межвидовое скрещивание белого и пестрого толстолобиков.

Для предотвращения вырождения породы и повышения эффективности выращивания рыбы за счет гетерозиса обычно практикуется 2-3-линейное разведение рыбы. По сравнению с исходными формами промышленные гибриды в большинстве случаев лучше растут, обладают большей выживаемостью и высокой устойчивостью к заболеваниям.

В Казахстане выведены и прошли успешную апробацию в ряде хозяйств 5 линий казахстанского карпа. При скрещивании их с местными беспородными производителями на Чиликском прудовом хозяйстве (южный регион, VI зона прудового рыбоводства) выживаемость сеголеток от 3-х-суточных личинок достигла 40%, рыбопродуктивность выростных прудов по карпу при относительно невысоком уровне интенсификации составила 12 ц/га.

Эффективность селекционно-племенной работы во многом определяется условиями содержания производителей и ремонтного молодняка. Каждую возрастную группу ремонтного и маточного стада следует содержать в специальных прудах, хорошо спланированных и быстро осушаемых, при соблюдении комплекса биотехнических требований. Самок и самцов производителей, а также каждую возрастную группу ремонта содержат отдельно.

В селекционно-племенных хозяйствах высшего типа особи разных пород содержатся отдельно друг от друга.

Задача рыбовода селекционно-племенного участка – обеспечить высокий уровень развития естественной кормовой базы летне-маточных и летне-ремонтных прудов. Это

достигается путем проведения текущей рыбохозяйственной мелиорации и удобрения прудов подвяленной высшей водной растительностью, внесением перепревшего навоза крупного рогатого скота, минеральных удобрений, кормовых дрожжей. Улучшить рост рыб, укрепить организм и повысить сопротивляемость производителей и ремонта к болезням позволяет также частичная подкормка рыбы кормосмесями, содержащими около 20% кормов животного происхождения. Если же для подкормки применяются смеси преимущественно растительного происхождения, составленные на основе 2-х видов жмыхов или шротов и 3-х видов зерновых культур, кормить рыбу в летне-маточных и летне-ремонтных прудах следует умеренно, не допуская перерасхода корма, так как избыточное кормление в этом случае ведет к ожирению и жировому перерождению половых желез.

Наблюдаемый исполнителями в одном из хозяйств юга Казахстана отход личинок белого амура в инкубационных аппаратах явился, как показало проведенное расследование, результатом отсутствия наблюдений за движением возрастных групп и неудовлетворительного кормления производителей.

Ориентировочная суточная норма кормления рыбы в летне-маточных и летне-ремонтных прудах – 2,5 – 3% от массы тела, кормление производится по поедаемости.

При расчете привеса производителей за период летнего нагула нормы прироста самок должны быть на 20% выше, чем для самцов, чтобы компенсировать потерю самками веса после нерестовой кампании.

Плотность посадки племенных рыб в пруды зависит от рыбоводной зоны и корректируется применительно к условиям конкретного хозяйства (см. Приложения 1 – 4).

Важнейшей составной частью селекционно-племенной работы в рыбоводных хозяйствах является бонитировка производителей и ремонтного молодняка.

Приложение 1.

Прудовое хозяйство северного региона (II– III рыбоводная зона),

мощность воспроизводственного участка – 10 млн.шт.личинок карпа.

Показатели

Неплеменное хозяйство

Селекционно-племенное хозяйство (1 порода карпа)

Рабочая плодовитость самок по икре, тыс. шт.

Системы разведения и типы скрещивания в рыбоводстве
Скрещивание животных. Виды скрещивания

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 отбора. Если скрещивания проводить бессистемно, то можно утратить ценный породный материал. В зависимости от целей селекции различают несколько типов скрещивания: воспроизводительное, вводное, 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.

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) Селекция на гетерозис

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 генетически 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 разновозрастных 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.

$$K_M = \frac{3(M_K^{1/3} - M_0^{1/3})}{\Delta t},$$

где M_K - конечная масса, M_0 - начальная масса, Δt - время наблюдения.

При значительных различиях начальной массы формула 1 приобретает следующий вид:

$$K_M = \frac{3(M_K^{1/3} - M_0^{1/3})}{\Delta t + 0,015M_0^{1/3}},$$

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 Z , 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_u , 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 B_r/L (в %).

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

Порода	Пол рыбы	Средние величины индексов			
		K_u	L/H	$B_r/L, \%$	$O/L, \%$
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

Таблица 1. Индексы телосложения пород карпа

(Катасонов В.Я., Гомельский Б.И. *Селекция рыб с основами генетики.* - М.: Агрпромиздат. - 1991. - 209 с.)

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, оплодотворяемость 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 отдельно, так и совместно, при условии мечения. Каждый из способов имеет преимущества и недостатки. Так, при отдельном выращивании требуется большое количество прудов (сажков), 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 отдельном 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 скрещивание 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.

6.2 Карп.

Эффективное выращивание карпа возможно во всех зонах прудового рыбоводства, поэтому селекционно-племенное хозяйство, занимающееся разведением и получением посадочного материала этой рыбы, можно организовать в любом регионе Казахстана. В северном регионе наиболее целесообразным будет селекция чешуйчатых зимостойких сарбоянского, алтайского, среднерусского, парского или ропшинского карпов.

В центральном и южном регионах – казахстанский карп как наиболее приспособленный к условиям хозяйств этих регионов. Кроме того, в южный регион просто необходима дополнительная интродукция южных пород карпа, хорошо переносящих зимовку – венгерских линий, румынского и краснодарского. Исходя из этого и определяется организация селекционно-племенной работы в хозяйствах конкретного региона Казахстана.

Казахстанский карп как породная группа в основном был сформирован к концу 80-х гг., однако из-за экономических неурядиц провести апробацию породы оказалось невозможным. К промышленному выращиванию рекомендуются межлинейные гибриды, а также гибриды между различными линиями казахстанского и местных пород карпов. Такие гибриды особенно хорошо растут на первом и втором году жизни, дают высокую рыбопродуктивность по сеголеткам и двухлеткам.

Для определения количества производственных мощностей для воспроизводственного участка в первую очередь определяется показатель продуктивности летне-маточных и летне-ремонтных прудов.

6.3 Растительные рыбы.

Эффективное разведение растительных рыб возможно только в южном регионе (VI – VII рыболовные зоны), где хорошо созревают все виды растительных рыб дальневосточного комплекса (белый амур, белый и пестрый толстолобик).

Выведенная в Казахстане «чиликская» породная группа белого толстолобика характеризуется высокоспинностью, большим процентом съедобных частей, хорошей выживаемостью.

Если при содержании маточного и ремонтного поголовья карповых рыб в поликультуре производится удобрение прудов и подкормка рыбы, то посадка карпа не должна превышать трехкратную (Мартышев, 1973). Данные по рыбопродуктивности летних маточных и ремонтных прудов рыболовных хозяйств Казахстана, при использовании удобрения прудов и кормления рыбы, представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Рыбоводно-биологические показатели при содержании маточного и ремонтного поголовья в прудовых хозяйствах