

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра водных биоресурсов и марикультуры

Козлова Г.В.


ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ РЫБ

Практикум

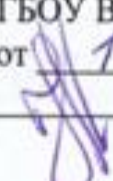
для студентов направления подготовки
35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура
очной и заочной форм обучения

Керчь, 2022 г.

УДК: 597.2/5

Составитель: Козлова Г.В., ст. преподаватель кафедры водных биоресурсов и
марикультуры ФГБОУ ВО «КГМТУ» 

Рецензент: Зинабадинова С.С. канд.биол.наук, доцент кафедры водных биоресурсов
и марикультуры ФГБОУ ВО «КГМТУ» 

Практикум рассмотрен и одобрен на заседании кафедры водных биоресурсов и
марикультуры ФГБОУ ВО «КГМТУ»,
протокол № 8 от 14.04.2022г.
Зав. кафедрой  А.В. Кулиш

Практикум рекомендован к публикации на заседании методической комиссии ТФ
ФГБОУ ВО «КГМТУ» ,

протокол № 10 от 22.04.2022г.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	4
Практическое занятие №1	6
Практическое занятие №2	10
Практическое занятие №3	14
Практическое занятие №4	20
Практическое занятие №5	25
Практическое занятие №6	30
Практическое занятие №7	36
Практическое занятие №8	42
Практическое занятие №9	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	55

ВВЕДЕНИЕ

Целью изучения дисциплины «Генетика и селекция рыб» при подготовке бакалавров направления 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультур» является формирование необходимых теоретических знаний для практической работы в области аквакультуры, умение анализировать классические и современные методы селекции рыб.

Занятия по дисциплине «Генетика и селекция рыб» направлены на формирование компетенции ПК-6: «способен выполнять стандартные технологические операции в аквакультуре». Это предполагает умение выполнять стандартные работы по разведению и выращиванию объектов аквакультуры и владение навыками контроля условий выращивания объектов аквакультуры.

При изучении дисциплины «Генетика и селекция рыб» ставятся следующие задачи:

- изучение цитологических и молекулярных основ наследственности;
- анализ причин и последствий генетической и модификационной изменчивости;
- изучение закономерностей наследования различных признаков при скрещиваниях;
- анализ методов разведения и типов скрещиваний, методов и форм отбора,
- анализ специальных (генетических) методов селекции в аквакультуре.

В результате изучения дисциплины «Генетика и селекция рыб» студент должен:

Дисциплина «Генетика и селекция рыб» является обязательной дисциплиной профессионального цикла ООП. Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов (3 зачетных единицы), из них аудиторная нагрузка по практическим занятиям составляет 18 часов.

Для успешного освоения дисциплины «Генетика и селекция рыб» студентам необходимо знать такие дисциплины, как «Математика» и «Общая биология»

Результаты освоения дисциплины используются при изучении последующих дисциплин, обеспечивающих дальнейшую подготовку в указанной области: «Индустриальное рыбоводство», «Искусственное воспроизводство рыб».

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- цитологические основы наследственности; особенности гибридологического (генетического) анализа;
- закономерности наследования при моно-, ди- и полигибридных скрещиваниях;
- генетические основы индивидуального развития;
- генетические процессы в популяциях; традиционные и генетические методы в селекции рыб.
- необходимые условия выращивания селекционного племенного материала

Уметь:

- ставить специальные скрещивания и анализировать полученные результаты.

- пользоваться лабораторным оборудованием, позволяющим проводить контроль и измерение среды разведения селекционного материала.

Владеть:

- методиками выполнения стандартных работ по разведению и выращиванию объектов аквакультуры,

- методами анализа наследования признаков в популяциях и чистых линиях.

- методами контроля условий выращивания объектов селекции.

Согласно фонда оценочных средств дисциплины « Генетика и селекция рыб» на практических занятиях студентами выполняются следующие виды работ: устный опрос по всем темам дисциплины, рефераты по темам, тестирование по отдельным темам.

Критерии оценивания устных вопросов:

«отлично» – тема вопроса раскрыта, студент свободно владеет материалом, владеет терминологией, соблюдены логическая последовательность и связность изложения, а также временные параметры и требования к объёму текста вопроса;

«хорошо» – тема вопроса раскрыта не полностью, студент владеет материалом (глубиной и правильностью понимания основных проблем по заявленной теме, владеет терминологией), соблюдены логическая последовательность и связность изложения, а также временные параметры и требования к объёму текста вопроса;

«удовлетворительно» – тема вопроса раскрыта не полностью, студент частично владеет материалом (глубиной и правильностью понимания основных проблем по заявленной теме, владеет терминологией), не прослеживается логическая последовательность и связность изложения, а также временные параметры и требования к объёму текста вопроса, недостаточная аргументация своего решения;

«неудовлетворительно» – тема вопроса не раскрыта, не соблюдены логическая последовательность и связность изложения, студент не владеет материалом.

Критерии оценивания рефератов:

- «зачтено» - реферат выполнен самостоятельно, соответствует содержанию темы, информативен, обоснован выбор литературных источников, материал изложен логично, аргументированно, объективно, оформление реферата соответствует Положению о порядке оформления студенческих работ;

- «незачтено» - реферат не соответствует теме, большая часть материала заимствована из сети Интернет, нет ссылок на литературные источники, оформление реферата не соответствует Положению о порядке оформления студенческих работ.

Критерии оценивания тестирования:

Оценка тестовых работ.

«5» - 90 – 100 %;

«4» - 78 – 89 %;

«3» - 60 – 77 %;

«2»- менее 59%.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1 (Продолжительность занятия – 2 часа)

Тема: Предмет генетики. Генетика теоретическая основа селекции. Основные направления селекции рыб. Строение и химический состав хромосом.

Цель практического занятия: Изучить строение и химический состав хромосом. Проанализировать кариотипы рыб, изучить внутривидовую изменчивость кариотипов рыб по числу хромосом, проанализировать внутривидовую изменчивость хромосом рыб.

Краткие теоретические сведения

Для освоения данной темы необходимо изучить строение и химический состав хромосом, а также классификацию хромосом по визуальным признакам. Строение хромосом представлено на рисунке 1.

Также для освоения данной темы необходимо изучить основные понятия генетики, такие как ген, аллель, генотип, фенотип, кариотип, геном.

Важно рассмотреть методы кариотипирования и методы анализа кариограммы, особенности кариотипов рыб и значение кариотипирования в генетике и селекции рыб.

Разработку темы следует начать с изучения хромосом – носителей наследственной информации (рис. 1).

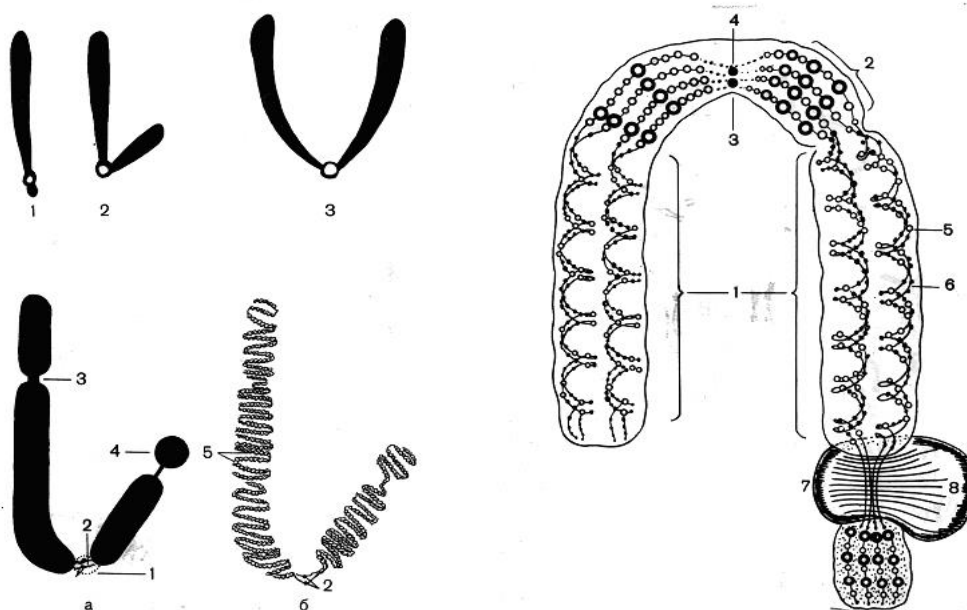


Рисунок 1 - . Строение хромосом:

а- внешний вид; б- внутреннее строение; 1-первичная перетяжка; 2-центромера; 3-вторичная перетяжка; 4-спутник; 5-хромонемы; в- тонкое строение хромонем; 1-эухроматин; 2-гетерохроматин; 3-первичная перетяжка; 4-центромера; 5-хроматида; 6-хромонема; 7-вторичная перетяжка; 8-ядрышко.

При исследовании кариотипа важно учитывать морфологию хромосом (рис.2).

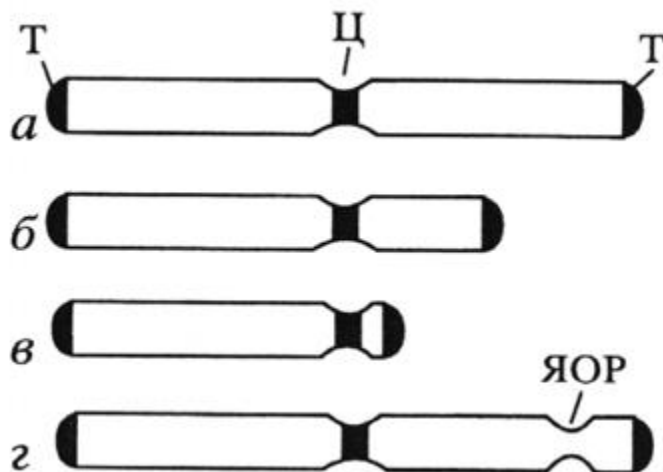


Рисунок 2 - Морфология хромосом субметацентрических (а), акроцентрических (б), спутничных(в), ядрышковых (г):

Т – теломеры, Ц –центромеры (первичные перетяжки) ЯОР – ядрышковый организатор (вторичная перетяжка)

Кариограмма – это изображение всех хромосом диплоидного набора клетки, которые распределены по группам и расположены друг за другом в порядке уменьшения размеров с учетом индивидуальных особенностей каждой хромосомы

Кариотип - совокупность количественных и структурных особенностей набора хромосом в соматических клетках одного вида.

Изучение кариотипа разных видов животных и растений позволило выявить ряд общих закономерностей их строения:

1. Правило постоянства числа хромосом состоит в том, что ядра соматических клеток животных содержат характерный для них набор хромосом.

2. Правило парности хромосом.

В отличие от млекопитающих и птиц важную роль в эволюции рыб (карповых, лососевых, осетровых и др.) играла полиплоидия, при которой в соматических клетках происходит кратные увеличение числа хромосом. Полиплоидом по происхождению является, например, карп, который имеет вдвое больше хромосом, чем большинство других карповых рыб (линь, лещ, плотва и др.).

У некоторых рыб в пределах одного вида наблюдается хромосомный полиморфизм (одновременное присутствие в пределах популяции нескольких форм одного и того же признака). Хромосомной полиморфизм у рыб выражается в разном числе и строении хромосом. Так, например, у горбуши $2n=52-54$, у радужной форели –58-62, осетра - 126 - 130.

Число хромосом у разных видов рыб варьирует от 12 до 248. У основных видов, представляющих интерес для товарного рыбоводства диплоидный набор хромосом следующий: карп-100, пелядь-74, радужная форель-58-62, белый амур-48, белый толстолобик-48, серебристый карась-100, сом-60, буффало-99-100, линь-48, белуга-116-118, стерлядь-60, сцуха-18. К настоящему времени изучены хромосомные наборы 1400 видов рыб.

У разных видов рыб женские и мужские особи могут иметь в качестве половых хромосом как гомологичную пару (ZZ), так и негомологичную (ZW).

Характеристика кариотипа широко используется в ихтиологических работах:

- при уточнении систематического положения вида (кариосистематика);
- при изучении вопросов эволюции и филогении рыб;
- при идентификации межвидовых гибридов, возникающих в природных популяциях;
- при разработке специальных генетических методов селекции.

Ход работы: изучить теоретический материал по данной теме и письменно ответить на перечисленные вопросы:

1. Дать понятие кариотипа, этапы изучения кариограммы.
2. В чем заключается индивидуальность каждой хромосомы?
3. Понятие о гомологичных и негомологичных хромосомах.
4. Диплоидный и гаплоидный наборы хромосом.
5. Методика кариотипирования и ее значение для генетики.
6. Значение кариотипирования в ихтиологических исследованиях.
7. Источник хромосомного полиморфизма у рыб.
8. Полиплоидия у рыб, ее значение в эволюции рыб.

Темы рефератов:

1. Использование кариологических данных в ихтиологических исследованиях и в селекции рыб.
2. Методы анализа кариограммы.
3. Роль полиплоидии в селекции рыб.
4. Биологический смысл мейоза в оплодотворении.
5. Процесс оплодотворения у рыб, случайность и избирательность оплодотворения.
6. ДНК - носитель наследственной информации.
7. «Робертсоновские» транслокации, как источник хромосомного полиморфизма рыб.

Тесты к практическому занятию № 1.

1. Фенотип – это:

- А Совокупность всех внешних признаков организма
- Б. Совокупность всех внутренних признаков организма
- В Совокупность всех как внешних, так и внутренних признаков организма
- Г. Совокупность всех генов и признаков организма

2. Генофонд – это совокупность

- А. Генов одной особи
- Б. Генов популяции
- В. Фенотипов популяции
- Г. Генотипов популяции

3. Гибридологический метод генетики включает в себя:

- А. Получение гибридов первого поколения
- Б. Изучение числа хромосом
- В. Оценку степени влияния наследственности и среды на развитие признака
- Г. Составление родословных

4. Взаимосвязь между признаками – это:

- А. Повторяемость
- Б. Наследственность
- В. Корреляция
- Г. Закономерность

5. Гомологичные хромосомы имеют:

- А. Одинаковую форму
- Б. Разные размеры
- В. Разную форму
- Г. Одинаковые размеры

6. Для мейоза характерно:

- А. Происходит в соматических клетках.
- Б. Включает одно деление.
- В. В результате образуются четыре гаплоидные клетки.
- Г. В результате образуются две диплоидные клетки.

7. Генотип – это:

- А. Совокупность всех внешних признаков организма
- Б. Совокупность всех внутренних признаков организма
- В. Совокупность всех как внешних, так и внутренних признаков организма
- Г. Совокупность всех генов и признаков организма

8. Что определяет экспрессивность гена?

- А. Частоту фенотипического проявления гена в популяции особей, несущих данный ген
- Б. Множественное действие гена, когда один ген определяет развитие нескольких признаков
- В. Стойкость передачи признаков от поколения к поколению
- Г. Степень проявления эффекта гена, определяющая степень выраженности

9. Парные гены, определяющие развитие взаимоисключающих признаков:

- А. Гомозиготными
- Б. Аллельными
- В. Гетерозиготными
- Г. Доминантными

10. Какие хромосомы называются гомологичными?

- А. Подобные по строению и имеющие одинаковый набор генов
- Б. Подобные по строению и имеющие разный набор генов
- В. Разные по строению
- Г. Имеющиеся у одного вида

Литература: [1, 2, 3, 5, 9].

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2 (Продолжительность занятия – 2 часа)

Тема: Строение молекулы ДНК. Решение задач по молекулярной биологии. Свойства гена

Цель практического занятия: Изучить строение молекул ДНК, проанализировать свойства гена. Освоить решение задач по молекулярной биологии

Краткие теоретические сведения

Каждая хромосома содержит длинную двойную спиральную структуру, называемую молекулой дезоксирибонуклеиновой кислотой (ДНК). Молекулы ДНК имеют разную длину в зависимости от того, в какой хромосоме они находятся. ДНК является генетическим материалом клетки.

В состав молекулы ДНК входят: углевод дезоксирибоза, фосфатный остаток, азотистые основания – аденин (А), гуанин (Г), цитозин (Ц) и тимин (Т). Согласно правилу Чаргаффа в ДНК содержание аденина равно содержанию тимина, а содержание гуанина равно содержанию цитозина.

Каждая цепочка ДНК представляет собой линейное соединение дезоксирибозы и фосфатных остатков. К дезоксирибозе присоединяется одно из четырех азотистых оснований. При этом азотистые основания располагаются в ДНК со строгой комплементарностью – если в одной цепочке ДНК к дезоксирибозе присоединяется аденин (А), то во второй цепочке, напротив, будет расположен тимин (Т); если в одной цепочке гуанин (Г), во второй - цитозин (Ц). Азотистые основания соединяются между собой с помощью водородных связей. Соединение, состоящее из одной дезоксирибозы, одного фосфатного остатка и азотистого основания, называют нуклеотидом.

От степени спирализации или деспирализации ДНК зависит компактность хромосомы. Одни молекулы ДНК отличаются от других соотношением, комбинацией и последовательностью расположения четырех азотистых оснований.

Реализация правила удвоения хромосом происходит за счет репликации (удвоения) ДНК. Схематически этот процесс происходит следующим образом: перед делением клетки хромосомы максимально удлиняются путем деспирализации, находящихся в них молекул ДНК. При этом водородные связи между азотистыми основаниями рвутся и цепи расходятся, с соблюдением комплементарности

азотистых оснований. С участием специфических ферментов на каждой из цепочек ДНК синтезируются новые цепочки.

Выделяют три типа РНК и-РНК (информационные или матричные РНК), т-РНК (транспортные РНК), р-РНК (рибосомальная РНК). РНК - одноцепочная молекула, состоящая из молекул сахара - рибозы, остатков фосфорной кислоты и четырех оснований - аденина, гуанина, цитозина и урацила. В процессе синтеза белка и-РНК через комплементарность азотистых оснований переписывает на себя информацию о строении белковой молекулы. Этот процесс называют транскрипцией. После этого и-РНК поступает в цитоплазму и по ее программе на рибосомах с участием т-РНК и р-РНК происходит синтез белка - трансляция.

При изучении данной темы необходимо изучить основные понятия генетики. Участок ДНК, кодирующий и контролирующий синтез одной полипептидной молекулы белка называют геном. Одну из цепочек молекул ДНК, на которой кодируется аминокислотное строение белка называют ДНК - смысловой. Каждая аминокислота кодируется тройкой азотистых оснований ДНК-смысловой цепочки (триплетом). Так, например, аминокислота фенилаланин кодируется триплетами ААА, ААГ; тирозин - АТА, АТГ; гистидин - ГТА, ГТГ и т.д.

Система расположения азотистых оснований (А, Т, Г, Ц) ДНК, определяющая аминокислотное строение белковых молекул, называют генетическим кодом. Реализация генетической информации гена в виде молекулы белка с конкретным аминокислотным строением происходит в цитоплазме на рибосомах с участием РНК (рибонуклеиновой кислоты).

Последовательность расположения аминокислот в синтезируемой белковой молекуле зависит от последовательности расположения азотистых оснований в молекуле и-РНК. Каждая тройка азотистых оснований (триплет) в и-РНК соответственно.

Гены, кодирующие строение соответствующих белков, называют структурными. Они располагаются в хромосоме в порядке протекания

У высших животных в регуляции работы генов важную роль играют гормоны, клеточные мембраны и т.д. Гены подразделяются на доминантные; рецессивные; структурные; регуляторные.

Гены располагаются в хромосомах в определенном месте (локусе). Однако существуют гены, способные перемещаться из одной хромосомы в другую или из одного локуса в другой. Такие гены называют транспозонами.

В гене имеются участки, кодирующие строение белковой молекулы и участки, не содержащие генетической информации. Первые участки называют экзонами, вторые - интронами.

Доминантные гены это те гены, которые подавляют действие рецессивных. Вредные гены - это гены, снижающие продуктивность, воспроизводительные качества животных, вызывающие различные отклонения от нормы.

Некоторые параметры молекул ДНК и белка:

Один шаг – это полный виток спирали ДНК – поворот на 3600

Один шаг составляют 10 пар нуклеотидов

Длина одного шага – 3,4 нм

Расстояние между двумя нуклеотидами - 0,34 нм
Молекулярная масса одного нуклеотида - 345 г/моль
В молекуле ДНК: А+Г=Т+Ц (Правило Чаргаффа)
Комплементарность нуклеотидов: А=Т; Г=Ц

Цепи ДНК удерживаются водородными связями, которые образуются между комплементарными азотистыми основаниями: аденин с тиминном соединяются 2 водородными связями, а гуанин с цитозином тремя.

Ход работы: изучить теоретический материал по данной теме и письменно ответить на перечисленные вопросы:

1. Структура молекул ДНК, предложенная Уотсоном и Криком.
2. Виды нуклеиновых кислот: ДНК и РНК.
3. Нуклеотидная последовательность молекулы ДНК.
4. Понятие комплементарности.
5. Видовая специфичность молекул ДНК.
6. Репликация ДНК, механизм.
7. В чем заключается полуконсервативный способ репликации ДНК и каково биологическое значение такого способа репликации
8. Понятие интрон и экзон.
9. Понятие триплет и кодон.
10. Транскрипция, этапы транскрипции.
11. Регуляция наследственной информации в системе ДНК-РНК-белок.
12. Генетический код и его закономерности.

Тематика рефератов:

1. Регуляция активности генов у эукариот.
2. Эксперименты по доказательству роли ДНК в передаче наследственной информации.
3. Современные представления о строении гена.
4. Доказательства роли ДНК в наследственности.

Задания к практическому занятию №2.

Задание 1. Определить число оборотов спирали гена ДНК и количество аминокислот в пептиде, если известно, что количество пар нуклеотидов в гене составляет 27000 пар, а каждый полный виток ДНК включает 10 пар нуклеотидов. Определить количество аминокислот в пептиде, если известно, что количество пар нуклеотидов в гене составляет 27000 пар, а каждый полный виток ДНК включает 10 пар нуклеотидов. В витке 10 пар нуклеотидов.

Пример решения задания:

1. Каждый полный виток спирали ДНК включает 10 пар нуклеотидов. Следовательно количество полных оборотов спирали в гене равно $27\ 000 : 10 = 2700$ витков.

3. Одна аминокислота кодируется тремя нуклеотидами. Следовательно количество закодированных в гене аминокислот равно $270\ 000 : 3 = 90\ 000$ аминокислот.

Задание 2. молекуле ДНК обнаружено 880 гуаниловых нуклеотидов, которые составляют 22% от общего числа нуклеотидов в этой ДНК. Определите: а) сколько других нуклеотидов в этой ДНК? б) какова длина этого фрагмента?

Длина одного нуклеотида 0,34 нм.

Задание 3. Молекула ДНК состоит из 3500 нуклеотидов. Определите число полных спиральных витков в данной молекуле.

Тесты к практическому занятию «№ 2».

1. Особи одного вида сходны между собой по ряду признаков, что обусловлено:

- А. Наследственностью
- Б. Приспособленностью
- В. Отбором
- Г. Изменчивостью

2. Принципом репликации является:

- А. Однозначность
- Б. Триплетность
- В. Универсальность
- Г. Полуконсервативность

3. Терминатор – это

- А. Участок молекулы ДНК, сигнализирующий об окончании транскрипции
- Б. Участок молекулы ДНК, который служит для присоединения РНК-полимеразы и необходим для начала транскрипции
- В. Транскрибируемый ген
- Г. Участок молекулы ДНК, который не содержит генетической информации

4. Порядок расположения нуклеотидов в ДНК определяет

- А. Последовательность работы ферментов транскрипции.
- Б. Последовательность расположения аминокислот в белках.
- В. Последовательность включения генов в ходе индивидуального развития
- Г. Последовательность реакций в биохимическом конвейере

5. Для описания молекулы ДНК характерно:

- А. В состав входят аденин, урацил, гуанин и цитозин
- Б. У эукариот находится в цитоплазме
- В. Удваивается перед митотическим делением клетки
- Г. Как правило, представлена одноцепочечными фрагментами

6. Для описания молекулы РНК характерно:

- А. В состав входят аденин, тимин, гуанин и цитозин
- Б. У эукариот находится в ядре
- В. Удваивается перед митотическим делением клетки

Г. Как правило, представлена одноцепочечными фрагментами

7. Для хромосом эукариот характерно:

А. Хромосомы состоят из ДНК и белков

Б. Хромосомы замкнуты в кольцо

В. При делении хромосомы деспирализованы

Г. При делении хромосомы лежат в ядре.

8. Свойством генетического кода является:

А. Неоднозначность

Б. Комплиментарность

В. Универсальность

Г. Полуконсервативность

9. Роль матрицы в определении последовательности расположения аминокислот в молекуле белка выполняет:

А. ДНК

Б. т-РНК

В. и-РНК

Г. р-РНК

10. Матричный принцип лежит в основе реакций:

А. Синтеза молекул АТФ

Б. Синтеза липидов

В. Синтеза гликогена

Г. Синтеза белка

Литература: [1; 2; 3; 4]

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3 (Продолжительность занятия – 2 часа)

Тема: Закономерности наследования при ди- и полибридном скрещивании. Решение генетических задач на независимое наследование генов

Цель практического занятия: Рассмотреть метод гибридологического анализа. Изучить генетическую символику. Проанализировать законы наследования признаков у рыб

Краткие теоретические сведения

Моногибридное скрещивание включает анализ наследования признаков, определяемых одной парой аллельных генов. При скрещивании гомозиготных особей, отличающихся фенотипически одним признаком, все потомство будет единообразно по фенотипу и генотипу:

На основании классических опытов по моногибридному скрещиванию Г. Мендель сформулировал закономерности, которые были названы законами Менделя.

Первый закон Менделя (закон единообразия гибридов первого поколения): при скрещивании генетически однородных форм, которые отличаются по одному признаку, все гибриды первого поколения будут единообразны.

Рассмотрим ситуацию, при котором скрещиваются организмы, различающиеся по одной паре признаков. Тогда, один родитель будет иметь генотип АА, а второй – аа. Такие организмы называются гомозиготными по данной паре генов. В первом поколении у потомства будет одинаковый генотип Аа. Аллель а в фенотипе не проявляется. Такие аллели получили название рецессивных. Аллель А называется доминантным.

Второй закон Менделя (закон расщепления): при скрещивании гибридов первого поколения между собой (Аа х Аа) во втором поколении появляются особи, как с доминантными, так и с рецессивными признаками в среднем соотношении 3:1.

Анализ результатов расщепления показывает, что при полном доминировании наблюдается расщепление по генотипу на 3 класса (1АА: 2Аа: 1аа), а по фенотипу на два фенотипических класса (А - и аа, в соотношении 3А-: 1аа), т.к. гетерозиготы и доминантные гомозиготы имеют одинаковый фенотип.

Закономерности расщепления имеют статистический характер. Это означает, что они наблюдаются только при большом количестве наследуемых объектов.

В своей работе Мендель использовал метод скрещивания и последующий анализ потомства (гибридологический метод), которым широко пользовались с давних времен практики-селекционеры при выведении культурных сортов растений и пород домашних животных.

Мендель впервые применил этот прием как метод научного исследования.

Изучая моногибридные скрещивания, Мендель разработал разные типы скрещиваний, в том числе, анализирующее, которое позволяет выявить генотип особи с доминантным признаком. Такая особь может быть гомозиготной (АА) или гетерозиготной (Аа).

Чтобы выявить генотип такой особи, необходимо проанализировать расщепление в скрещивании с гомозиготным рецессивом (аа). Если анализируемая особь гомозиготна, все ее потомки будут единообразны:

Если анализируемая особь гетерозиготна, то среди потомков должно быть расщепление на два фенотипических класса в соотношении 1:1.

При анализе расщепления и в селекции рыб важно учитывать, что некоторые аллели имеют летальное проявление, в данном случае расщепление будет отличаться от теоретически ожидаемого (рис.3).

Для успешного освоения данной темы и правильного оформления задач необходимо научиться вести запись скрещиваний. Также необходимо проанализировать цитологические основы расщепления и статистический характер расщепления.

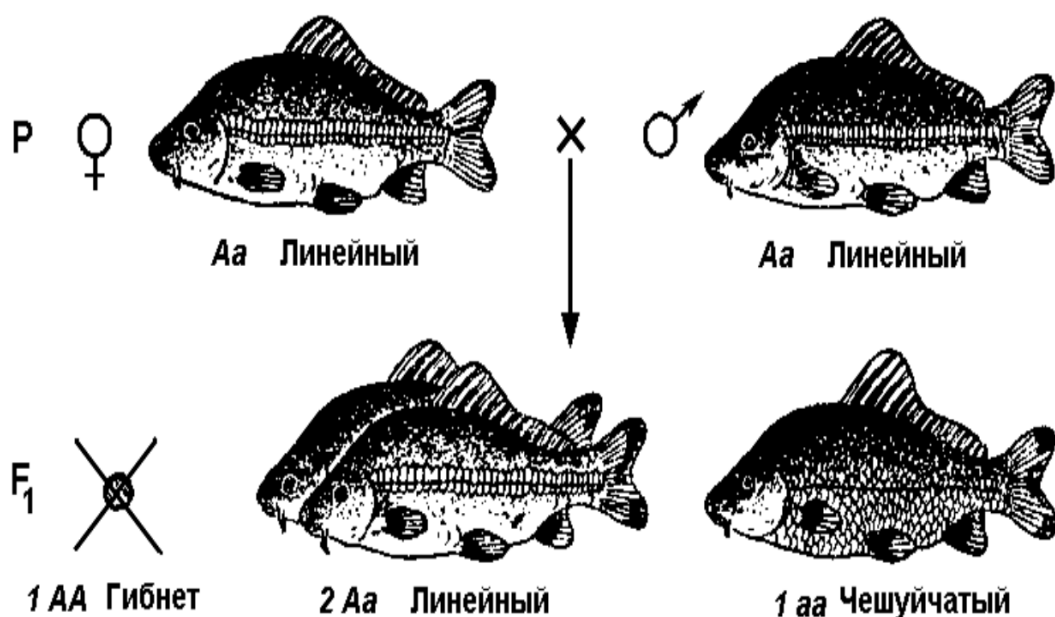


Рисунок 3- Наследование чешуйчатого покрова у карпов

Родители в генетике обозначаются латинской буквой P (от лат. Parenta - родители).

Скрещивание обозначают знаком умножения (x).

Женский пол - значком ♀ (зеркало Венеры), мужской пол - значком ♂ (копье и щит Марса).

Доминантные аллели обозначаются прописными (заглавными) буквами латинского алфавита, а рецессивные - строчными буквами.

Потомков в генетике обозначают латинской буквой F (от латинского filii - дети) с символами. Потомки, получаемые от скрещивания родителей - гибриды первого поколения (F_1), от скрещивания гибридов первого поколения между собой - гибриды второго поколения (F_2) и так далее.

Если особи отличаются двумя парами генов, то такое скрещивание называется дигибридным. Закон единообразия гибридов первого поколения справедлив для любого количества анализируемых признаков:

Расщепление по фенотипу во втором поколении при дигибридном скрещивании при условии полного доминирования по двум генам происходит не на 2, а на 4 фенотипических класса в соотношении: 9A-B- : 3A-bb: 3aaB-: 1aabb.

Цитологическая основа образования гамет при дигибридном скрещивании - процесс мейоза.

Анализ дигибридного скрещивания, предполагает, что гены A, a и B, b находятся в разных парах гомологичных хромосом. Если в профазе первого мейоза образуется два разных бивалента A//a и B//b, тогда в анафазе к противоположным полюсам клетки расходятся хромосомы A/B/ и a/b/ или A/b/ и a/B/. Таким образом, образуются 4 типа гамет: AB, aB, Ab, ab.

Суммируя результаты, получаем: 9A-B-, 3A-bb, 3aaB-, 1aabb. Это соответствует четырем фенотипическим классам (таблица 1).

В первом классе (A-B-) проявятся два доминантных гена (как у родителей). Во втором классе (A-bb) первый признак фенотипически будет соответствовать такому же признаку у родителей, а второй признак выявится как новый. Он проявится за счет нового сочетания двух рецессивных генов (bb), имеющих у родителей в скрытом виде. В третьем фенотипическом классе (aaB -), наоборот, первый признак рецессивный новый, не выявляемый у родителей, а второй признак — доминантный, имеющийся у обоих родителей. Четвертый фенотипический класс представлен двумя рецессивными признаками (aabb).

Таблица 1. - Решетка Пеннета при дигибридном скрещивании

Гаметы ♂ ♀	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AbBB	AaBb	AaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

Закон независимого наследования признаков имеет большое значение при решении генетических задач. Наследование какого угодно числа признаков можно рассматривать независимо друг от друга. В сложных задачах на полигибридное скрещивание обычно рассматривают закономерности наследования сначала одного признака, затем другого, потом третьего и так далее. Если необходимо определить вероятность рождения потомства с той или иной комбинацией признаков, то находят вероятность для каждого признака, а затем их перемножают.

При решении задач на дигибридное скрещивание необходимо учитывать, что дигетерозиготные родители дают по четыре сорта гамет.

При росписи гамет тригетерозиготы можно применять дихотомический способ определения сортов гамет.

Например, тригетерозигота AaBbCc дает следующие виды гамет:

ABC	aBC
ABc	aBc
AbC	abC
Abc	abc

Ход работы: изучить теоретический материал по данной теме и письменно ответить на перечисленные вопросы:

1. Понятие об аллелях и аллельных генах.
2. Особенности гибридологического анализа.
3. Альтернативные признаки.
4. Гибридологический метод как основной метод генетики
5. Полное и неполное доминирование
6. Анализирующее скрещивание

7. Статистический характер расщепления при дигибридном скрещивании.
8. Цитологические основы закона единообразия гибридов первого поколения.
9. Закономерности наследования признаков у рыб.
10. Гибринологический метод, его особенности.
11. Особенности и значение гибринологического анализа.
12. Понятие гомозиготности, гетерозиготности, доминантности, рецессивности, генотип и фенотип.
13. Генетическая символика.
14. Гипотеза чистоты гамет.
15. Решетка Пеннета и ее использование при решении генетических задач.

Темы рефератов

1. История изучения наследственности
2. Цитологические основы расщепления.
3. Хромосомная теория наследственности.

Задания к практическому занятию №3.

Задача 1. У карасей альбинизм обусловлен рецессивной мутацией. Доминантный аллель этого гена вызывает развитие нормальной «темной» окраски тела. Самца нормальной окраски скрещивали с тремя самками. От скрещивания с первой самкой (альбиносом) получено $\frac{1}{2}$ потомства нормальной окраски и $\frac{1}{2}$ альбиносов. От скрещивания со второй самкой (темной) получено $\frac{1}{4}$ альбиносов. При скрещивании с третьей самкой (темной) альбиносов в потомстве не оказалось. Определите генотипы родителей.

Пример решения задачи:

A- развитие нормальной темной окраски

a- альбинизм

1) первое скрещивание

P: ♀ Aa x ♂ aa

Нормальная окраска альбинос

Окраска

G A, a a

F₁ Aa, aa

$\frac{1}{2}$ нормальная окраска, $\frac{1}{2}$ альбиносы

2) второе скрещивание

P: ♀ Aa x ♂ Aa

Нормальная окраска Нормальная окраска

Окраска окраска

G A, a A, a

F₁ Aa, aa

$\frac{3}{4}$ нормальная окраска, $\frac{1}{4}$ альбиносы

3) третье скрещивание

P: ♀ Aa x ♂ AA

Нормальная окраска Нормальная окраска

окраска	окраска
G A, a	A
F ₁ Aa	
100% с темной окраской	

Задача 2. У радужной форели ген А, определяющий золотой окрас, неполно доминирует над нормальной (серой) окраской (а). У гибридов F₁ – темно-желтая окраска (Aa). При скрещивании F₁ между собой в F₂ получено 2000 мальков. Сколько среди них будут иметь темно-желтую окраску?

Задача 3. У карпа есть рецессивная мутация g – золотые особи. Темный цвет-доминантный признак. Икру гомозиготного дикого карпа (сазана) темного цвета, оплодотворили спермой золотого карпа. В дальнейшем было проведено скрещивание между гибридами F₁.

Появилось 424 потомка в F₂.

1. Какое расщепление по фенотипу было у карпов F₂.
2. Сколько (количество) среди гибридов F₂ было золотистых карпов?
3. Сколько (количество) в F₂ было рыб дикого типа (темный)?

Задача 4. Определите фенотипы и генотипы F₁ от скрещивания производителей карпа с чешуйчатым покровом (генотип SSnn) и линейно зеркальным покровом (генотип SsNn). Для карпа характерны следующие чешуйные покровы, обеспеченные соответствующими генотипами:

1. чешуйчатые (SSnn, Ssnn);
2. разбросанные зеркальные (ssnn);
3. линейные зеркальные (SSNn, SsNn);
4. голые (кожистые) (ssNn).

Особи с генотипами SSNN, SsNN, ssNN нежизнеспособны.

Тесты к практическому занятию «№ 3.

1. Особь, содержащая в гомологичных хромосомах гены, отвечающие за проявление альтернативных признаков, является

- А Гетерогаметной
- Б. Гомогаметной
- В. Гомозиготной
- Г. Гетерозиготной

2. Выберите один, наиболее правильный вариант. Наличие в гамете одного гена из каждой пары аллелей – это формулировка

- А. Хромосомной теории наследственности
- Б. Закона сцепленного наследования
- В. Закона независимого наследования
- Г. Гипотезы чистоты гамет

3. Какое расщепление по генотипу будут иметь потомки 2-го поколения при моногибридном скрещивании?

- А. Расщепление 1:1
- Б. Расщепление 1:2:1

- В. Расщепление 3:1.
- Г. Расщепление 1:1:1:1

4. Как называется метод, сущность которого составляет скрещивание родительских форм, различающихся по ряду признаков, анализ их проявления в ряде поколений

- А. Гибридологическим
- Б. Цитогенетическим
- В. Близнецовым
- Г. Биохимическим

5. Второй закон Менделя:

- А. Расщепление у гибридов первого поколения
- Б. Промежуточное наследование признаков
- В. Независимое комбинирование и наследование признаков
- Г. Наследование признаков, гены которых находятся в половых хромосомах

6. Гибридологический метод генетики включает в себя:

- А. Получение гибридов первого поколения
- Б. Изучение числа хромосом
- В. Оценку степени влияния наследственности и среды на развитие признака
- Г. Составление родословных человека

7. Для наследования признаков соответственно законам Менделя необходимо, чтобы:

- А. Гены, определяющие разные признаки, находились в одной хромосоме
- Б. Один ген определял один признак
- В. Гены, определяющие разные признаки, находились в разных хромосомах
- Г. Один ген определял несколько признаков

8. Чистой линией называется:

- А. Потомство, не дающее разнообразия по изучаемому признаку
- Б. Разнообразное потомство, полученное от скрещивания разных особей
- В. Пара родителей, отличающихся друг от друга одним признаком
- Г. Особи одного вида

9. Сколько типов гамет образует особь с генотипом $AaBbCc$, если гены не сцеплены

- А. 4
- Б. 6
- В. 8
- Г. 10

10. Какую характеристику не используют для описания дигетерозиготного генотипа

- А. Содержит разные аллели одного гена.
- Б. Имеет доминантный и рецессивный аллели гена.
- В. Включает две пары генов альтернативных признаков.
- Г. При гаметогенезе образуется один тип гамет.

Литература: [2; 3; 5]

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4 (Продолжительность занятия – 2 часа)

Тема: Локализация генов. Кроссинговер. Решение генетических задач на сцепленное наследование. Хромосомная теория Моргана.

Цель практического занятия: Изучить явление сцепленного наследования и явление кроссинговер. Рассмотреть алгоритм решения задач на сцепленное наследование генов. Изучить принципы составления генетических карт

Краткие теоретические сведения

Перекомбинирование генов, имеющих у родителей, лежит в основе комбинативной изменчивости. За счет комбинативной изменчивости у потомков проявляются признаки, отсутствующие у родителей и определяемые рецессивными генами, которые находятся в скрытом виде.

Генетическая карта сцепления (карта сцепления, генетическая карта, linkage map, genetic map) [лат. *charta* — бумага, грамота] — одномерная схема взаиморасположения локусов генов (генетических маркеров) в группах сцепления (на индивидуальных хромосомах) данного организма с указанием расстояний между ними в парах нуклеотидов, определенных с помощью секвенирования, или в сантиморганах, установленных по частоте кроссинговера.

Генетические карты сцепления правильно отражают порядок расположения генетических маркеров на хромосомах, однако полученные при этом значения расстояний между ними не соответствуют реальным физическим расстояниям. Обычно данный факт связывают с тем, что эффективность рекомбинации между хроматидами на отдельных участках хромосом может сильно различаться. В частности, она подавлена в гетерохроматиновых участках хромосом. С другой стороны, в хромосомах часто встречаются "горячие точки" рекомбинации. Использование частот рекомбинации для построения физических генетических карт без учета этих факторов будет приводить к искажениям реальных расстояний между генетическими маркерами.

Получение генетических карт было значительно ускорено технологией использования маркеров на основе коротких динуклеотидных повторов, что позволило строить генетические карты с недостижимым прежде разрешением.

Для изучения молекулярных основ наследственности чрезвычайно важно знать абсолютные расстояния между генетическими элементами. Таким образом, встает задача построения физической карты генома или его участков, то есть такой карты, которая давала бы абсолютные расстояния между генетическими маркерами.

данной теме следует уяснить смысл сцепления генов: важно понять, что сцепление генов есть результат несоответствия общего числа генов в генотипе и числа хромосом – их носителей. Это приводит к тому, что каждая хромосома несет большое число генов. Для понимания генетических последствий полного сцепления следует сопоставить результаты скрещивания и провести анализ расщепления во втором поколении для случая, когда гены сцеплены (т.е. находятся в одной хромосоме) и для несцепленных генов, обратив внимание на то, как сцепление ограничивает комбинативную изменчивость.

Перекрест происходит между гомологичными участками хроматид гомологичных хромосом. Для понимания цитологических причин, нарушающих полное сцепление, следует вспомнить особенности поведения гомологичных хромосом в мейозе, уяснить цитологический механизм перекреста. Необходимо усвоить биологическое значение перекреста как фактора, обеспечивающего рекомбинацию генов одной группы сцепления. Следует разобрать схему скрещиваний, позволяющих выявлять перекрест и определять его частоту; важно понять, как частота перекреста может быть использована для построения генетической карты (чем больше расстояние между генами на хромосоме, тем больше вероятность перекреста).

Генетическая карта сцепления (карта сцепления, генетическая карта, linkage map, genetic map) [лат. *charta* — бумага, грамота] — одномерная схема взаиморасположения локусов генов (генетических маркеров) в группах сцепления (на индивидуальных хромосомах) данного организма с указанием расстояний между ними в парах нуклеотидов, определенных с помощью секвенирования, или в сантиморганах, установленных по частоте кроссинговера.

Генетические карты сцепления правильно отражают порядок расположения генетических маркеров на хромосомах, однако полученные при этом значения расстояний между ними не соответствуют реальным физическим расстояниям. Обычно данный факт связывают с тем, что эффективность рекомбинации между хроматидами на отдельных участках хромосом может сильно различаться. В частности, она подавлена в гетерохроматиновых участках хромосом. С другой стороны, в хромосомах часто встречаются "горячие точки" рекомбинации. Использование частот рекомбинации для построения физических генетических карт без учета этих факторов будет приводить к искажениям реальных расстояний между генетическими маркерами.

Получение генетических карт было значительно ускорено технологией использования маркеров на основе коротких динуклеотидных повторов, что позволило строить генетические карты с недостижимым прежде разрешением. Для изучения молекулярных основ наследственности чрезвычайно важно знать абсолютные расстояния между генетическими элементами. Таким образом, встает

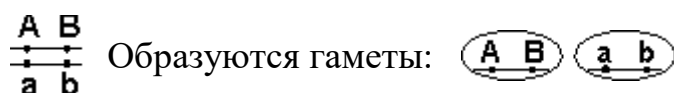
задача построения физической карты генома или его участков, то есть такой карты, которая давала бы абсолютные расстояния между генетическими маркерами

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.

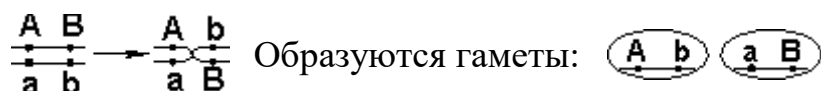
Неполное сцепление — разновидность сцепленного наследования, при которой гены анализируемых признаков располагаются на некотором расстоянии друг от друга, что делает возможным кроссинговер между ними.

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

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



Кроссоверные гаметы — гаметы, в процессе образования которых произошёл 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.

Ход работы: изучить теоретический материал по данной теме и письменно ответить на перечисленные вопросы:

1. Что такое группа сцепления? Как наследуются полностью сцепленные гены (и признаки, ими контролируемые)?
2. Какие различия в числовом соотношении образуемых гамет будут
3. Как данные о частоте перекреста могут быть использованы в селекции
4. Как наследуются полностью сцепленные гены (и признаки, ими контролируемые)?
5. Как данные о частоте перекреста могут быть использованы в селекции

6. Какие гаметы дает тригибрид $AaBbCc$ (полученный от скрещивания $AABBCC \times aabbcc$) при условии полного сцепления генов и в случае, когда гены находятся в разных хромосомах

7. Какие потомки называются кроссоверами

8. Частота перекреста между генами A и B составляет 3%, между генами B и C – 5%/ Чему может быть равна частота перекреста между генами A и C

9. Что такое генетическая карта хромосом

10. Как для построения генетической карты используется частота перекреста?

11. Что такое цитологическая карта хромосомы, как она составляется

Темы рефератов

1. Основные положения хромосомной теории наследственности Т. Моргана и ее значение для понимания основ наследственности.

2. Методика картирования. Генетические карты.

Тесты к практическому занятию «№ 4.

1. Кроссинговер происходит в процессе:

А. В профазе I мейоза

Б. В метафазе I мейоза

В. В профазе II мейоза

Г. В профазе митоза

2. Сцеплено наследуются:

А. Два одинаковых аллеля одного гена

Б. Два разных аллеля одного гена

В. Аллели разных генов

Г. Аллели одного гена

3. Частота перекреста хромосом зависит от

А. Количества генов в хромосоме

Б. Доминантности или рецессивности генов

В. Расстояния между генами

Г. Количества хромосом в клетке

4. Чему равно число групп сцепления генов, если известно, что диплоидный набор хромосом равен 48

А. 96

Б. 24

В. 48

Г. 12

5. В опытах Т. Моргана при неполном сцеплении появились особи с перекомбинацией родительских признаков. Причина этого:

А. Конъюгация и кроссинговер

- Б. Разрушение веретена
- В. Сцепление генов в хромосоме
- Г. Перемещение генов в хромосом

6. Какие положения не относятся к хромосомной теории наследственности Т.Моргана:

А. Основными носителями генов являются хромосомы. Различные хромосомы содержат неодинаковое число генов. Набор генов в каждой негомологичной хромосоме уникален. Гены в хромосомах располагаются линейно по их длине в определенных местах – локусах

Б. Мутации в генах возникают скачкообразно, внезапно, без всяких переходов. Новые формы оказываются достаточно устойчивыми. Одни и те же мутации появляются повторно

В. Хромосомы в клетках парные, поэтому каждая клетка содержит по два гена одного сорта. Аллельные гены занимают одинаковые локусы в паре гомологичных хромосом

Г. Все гены одной пары гомологичных хромосом образуют группу сцепления. Количество групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом. Каждый биологический вид характеризуется специфическим набором хромосом (кариотипом)

7. Расстояние между генами, находящимися в одной паре гомологичных хромосом, равно 10 сантиморганид. Какие гаметы возможны при генотипе $BC // bc$

- А. BC, bc, Bc, bC ;
- Б. BC, Bb, bc, Cc ,
- В BC, bc ;
- Г Bc, bC

8. Сцепленное с полом наследование наблюдается в следующем случае:

- А. В половых хромосомах нет кроссинговера
- Б. Признак проявляется только у одного пола
- В. Признак является доминантным у одного пола и рецессивным у другого
- Г. Гены находятся в половых хромосомах

9. Дигетерозигота при полном сцеплении генов образует:

- А. 4 типа гамет
- Б. 3 типа гамет
- В. 2 типа гамет
- Г. 1 тип гамет

10. Группа сцепления - это

- А.совокупность генов организма данного вида
- Б.Все гены, локализованные в одной хромосоме
- В.Кариотип организма
- Г.Гены, локализованные в гомологичных хромосомах

Литература: [1; 2; 4; 6]

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5 (Продолжительность занятия – 2 часа)

Тема 5: Расщепление по полу и половые хромосомы. Типы хромосомного определения пола. Решение задач на сцепление с полом.

Цель практического занятия: Изучить различные механизмы наследования пола. Проанализировать результаты реципрокных скрещиваний. Проанализировать расщепление по полу в различных видах скрещиваний

Краткие теоретические сведения

Рыбы обладают очень пластичной системой репродукции. Неопределенность с половой принадлежностью остается и в онтогенезе. Чаще всего у молоди нет половых различий до момента полового созревания. При этом даже гистологические исследования гонад не проясняют ситуации с полом.

Итак, у рыб наблюдается:

1. В большинстве случаев раздельнополость.

- При этом возможны варианты:

- Женская гомогаметность и мужская гетерогаметность – у большинства рыб. (каarp, стальноголовый лосось, белый амур, радужная форель, рыбец).

Женская гетерогаметность и мужская гомогаметность (японский угорь, тилапия). Кроме того, есть виды, у которых у одного из полов половая хромосома непарная. Так, например, самка фундулюса имеет парные половые хромосомы (XX), а самец - непарную половую хромосому (XO).

У основных объектов рыборазведения - некоторых карповых, лососевых, представителей осетровых рыб - половых хромосом нет. У этих рыб половой детерминизм имеет полихромосомную основу, т. е. гены, кодирующие первичные и вторичные половые признаки, рассредоточены по другим соматическим хромосомам.

Наряду с раздельнополами, среди рыб встречаются гермафродиты.

Различают: *ювенальный гермафродитизм*, то есть присутствие одновременно женских и мужских половых гонад и соответственно половых клеток только на ранних стадиях развития. У неполовозрелых особей., т. е. параллельное развитие и мужских, и женских гонад и соответственно половых клеток, одни из которых впоследствии отмирают.

Как нормальное физиологическое явление у рыб встречается несколько типов *функционального гермафродитизма*. Особенно много примеров этого явления у окуневых рыб. Есть виды окуней, которые первую половину репродуктивного периода являются самками, а вторую - самцами. При этом рыбы имеют и первичные, и вторичные половые признаки с нормальным ово- или сперматогенезом и соответствующим полу нерестовым поведением.

Половые хромосомы имеют непосредственное отношение к наследованию пола, но в них, так же как в аутосомах, находятся гены, определяющие некоторые признаки, которые называются сцепленными с полом.

Наследуются эти признаки иначе, чем те, гены которых находятся в аутосомах. При локализации генов в половых хромосомах характер наследования и расщепления обуславливается поведением половых хромосом в мейозе и их соотношением при оплодотворении. Следует учитывать, что у гетерогаметного пола У-хромосома часто оказывается генетически инертной и не содержит генов. При этом гены, локализованные в Х-хромосоме, не имеют аллельной пары, а контролируемые ими признаки проявляются фенотипически даже в том случае, если ген представлен одним рецессивным аллелем.

Генетический анализ выявил некоторые особенности наследования таких признаков, как

- 1) различие в результатах прямых и реципрокных скрещиваний;
- 2) наследование крест-накрест (крисс-кросс), т. е. признак от материнской особи наследуется особями мужского пола, а признаки отцовской особи – особями женского пола.

Переопределение пола - это естественное или искусственное изменение одного пола в другой вследствие бисексуальной потенции организма.

Управление половым детерминизмом при искусственном разведении рыб имеет большое практическое значение. Особенно полезным этот прием может быть при разведении ценных рыб – осетровых, лососевых. Здесь желательно иметь большое поголовье самок и ограниченное количество самцов, У костистых рыб предпочтительное разведение особей одного определенного пола, обладающего большей скоростью роста, ценно с хозяйственной точки зрения.

У карпа (*Cyprinus carpio*) преимущество в росте принадлежит женским особям и составляет примерно 10-30%. Такая же картина наблюдается и у лососевых рыб (*Salmonidae*), а у тропических видов тилапий (*Oreochromis*) и африканских сомов (*Clarias*) наоборот, мужские особи обладают большей скоростью роста, чем женские.

Выращивание однополого потомства предотвращает бесконтрольный нерест производителей и тем самым обеспечивает возможность регуляции численности рыб (это важно при проведении работ по акклиматизации).

В настоящее время выделилось два течения, раскрывающие возможности регуляции соотношения полов.

Первое - метод гормональной инверсии пола. То есть превращение генотипических самок в функционально полноценных самцов или генотипических самцов в самок.

Андрогены и эстрогены не разрушаются в желудочно-кишечном тракте. Поэтому они добавляются в корма. Включения метилтестостерона в рацион личинок тилапии в количестве 30-50 мг/кг приводит к тому, что в стаде половозрелых рыб самцы составляют 95-100 %. При добавлении в рацион форели этого же гормона (3 мг/кг) все особи превращались в самцов. При добавлении в рацион гормона

эстрадиола (20 мг/кг корма) у лососей формировалось полностью (на 100 %) женское гомосексуальное стадо. Называется «феминистический» эффект

Прорабатывая материал темы, необходимо выяснить сущность хромосомного механизма определения пола. Важно понять, что именно гомогаметность одного пола и гетерогаметность противоположного пола обеспечивает расщепление по признаку пола 1:1, что соответствует расщеплению при анализирующем скрещивании моногибрида с рецессивной гомозиготной формой. Оценивая роль генетических факторов при определении пола, важно в то же время помнить, что пол как признак в процессе индивидуального развития формируется под влиянием факторов внутренней (гены) и внешней среды, причем удельный вес первых и вторых может быть в разных случаях различным. При изучении особенностей наследования сцепленных с полом признаков необходимо обратить внимание на то, что своеобразие наследования таких признаков связано с особенностями половой Y – хромосомы (генетическая инертность Y – хромосомы). В связи с этим, характер расщепления по таким признакам зависит от направления скрещивания.

Ход работы: изучить теоретический материал по данной теме и письменно ответить на перечисленные вопросы:

1. Типы хромосомного определения пола.
2. Гомогаметный и гетерогаметный пол.
3. Признаки ограниченные полом.
4. Интерсексуальность, гермафродитизм.
5. Что такое половые хромосомы и аутосомы?
6. Какие хромосомы называются половыми?
7. Почему Y – хромосома называется не парной? Что вы знаете об особенностях этой хромосомы?
8. Какой пол называется гомогаметным и какой гетерогаметным? Объясните происхождение этих терминов.
9. Как с помощью половых хромосом обеспечивается равное соотношение мужского и женского пола при оплодотворении?
10. Что такое первичное и вторичное соотношение полов?
11. В силу каких причин вторичное соотношение полов может отличаться от первичного?

Тематика рефератов

1. Балансовая и физиологическая теория пола.
2. Определение пола у рыб.
3. Механизм переопределения пола у рыб. Влияние гормонов и факторов среды на переопределения пола у рыб.
4. Методы искусственной регуляции пола.

Задания к практическому занятию №5.

Задание 1. При скрещивании белых самок медаки с красными самцами все самки в первом поколении белые, а самцы красные. Определите генотипы и фенотипы всех родительских форм и первого поколения в данном скрещивании.

Пример решения задания.

XВ - красная окраска

Xb белая окраска

При анализе характера расщепления, наблюдается крисс-кросс наследование, следовательно признак сцеплен с полом. В данном случае гомогаметный пол - самки, гетерогаметный пол - самцы.

P ♀ XВXВ X ♂ XBY

Белые красные

G XВ Xb, Y

F₁ XВXb, XbY

Самки красные- 50%, самцы белые- 50%.

Задание 2. Белые самцы аквариумной рыбки медаки скрещены с красными самками. В F₁ самки и самцы имели красную окраску. В F₂ появились 117 красных самцов и самок и 43 белых самца. В обратном скрещивании белых самок с красными самцами в F₁ получено 197 белых самцов и 130 красных самок. Как наследуется признак? Каковы генотипы родителей? Какое расщепление ожидается в F₂ обратного скрещивания среди 200 потомков?

Задание 3. Белые самцы медаки скрещивались с коричневыми самками. В F₁ самки и самцы коричневые, в F₂ 248 коричневых, 57 голубых, 53 красных и 21 белых рыбок. Пол удается определить не раньше, чем в годовалом возрасте. Через год среди выживших рыб распределение по полу и окраске оказалось следующее: самок: 147 коричневых и 35 красных, самцов: 77 коричневых, 56 голубых, 16 красных и 19 белых. Как наследуется окраска у медаки? Каковы генотипы родителей? Что получится, если скрестить гомозиготного коричневого самца с белой самкой?

Задание 4. У рыбы *Aplocheilus* самки гомогаметны, а самцы гетерогаметны. Y-хромосома так же, как и X-хромосома, содержит аллели генов. В норме рыбы имеют коричневую окраску, определяемую аллелью *B*; голубая окраска – *b*. Y-хромосома всегда содержит аллель *B* и никогда – *b*. Следовательно, самцы никогда не бывают голубыми. Проведите скрещивание голубой самки с коричневым гомозиготным самцом и определите, какие будут F₁ и F₂. В чем отличие этого наследования от аутосомного и сцепленного с полом?

Задание 5. У полосатой светлоглазки (*Aplocheilus lineatus*, Cyprinodontiformes) пол наследуется по типу дрозофилы. Пара аллелей *h* и *r*, обуславливающие окраску тела, локализованы в обеих половых хромосомах, как X, так и Y. Красный цвет является доминантным, а белый – рецессивным. Спаривалась белая самка с красным гомозиготным самцом. Укажите состав потомства в F₁ и F₂.

Задание 6. У одомашненной линии пластипецилии гомогаметным полом является мужской. Гены *Sp* и *sp* – аллельные и находятся в X-хромосоме. Ген *Sp* – доминантный и определяет пятнистую окраску. Ген *sp* – рецессивный и определяет

одноцветную окраску. Скрещивается пятнистая самка с одноцветным самцом. Укажите генотипы родителей и состав потомства в F_1 и F_2 .

Тесты к практическому занятию №5.

1. Сцепленное с полом наследование наблюдается в следующем случае:

- А. В половых хромосомах нет кроссинговера
- Б. Признак проявляется только у одного пола
- В. Признак является доминантным у одного пола и рецессивным у другого
- Г. Гены находятся в половых хромосомах

2. Выберите один, наиболее правильный вариант. При скрещивании дрозофил с серым телом и нормальными крыльями и дрозофил с темным телом и зачаточными крыльями проявляется закон сцепленного наследования, так как отвечающие за эти признаки гены расположены в:

- А. ДНК митохондрий
- Б. Разных парах хромосом
- В. Одной паре хромосом
- Г. Половых хромосомах

3. При полном аутосомном сцеплении скрещивание гибридов F_1 между собой дает расщепление:

- А. 1:1:1:1
- Б. 1:2:1
- В. 3:1
- Г. 9:3:3:1

4. Сцепленными с полом являются признаки, которые:

- А. Проявляются только у одного пола
- Б. Появляются в разной степени у разных полов
- В. Определяются генами, локализованными в половых хромосомах
- Г. Первичные половые признаки

5. Признаки, наследуемые с половыми хромосомами, называются

- А. Половыми доминантами
- Б. Сцепленными с полом
- В. Рецессивными
- Г. Аутосомными

6. Как называется наследование, при котором осуществляется передача генов, находящихся в половых хромосомах, и которое контролируется этими генами?

- А. Наследственная изменчивость
- Б. Сцепленное наследование
- В. Наследственность
- Г. Наследование, сцепленное с полом

7. Крисс-кросс наследование имеет место при:
- А. Аутосомно-доминантном типе наследования
 - Б. Аутосомно-рецессивном типе наследования
 - В. Х-сцепленном типе наследования
 - Г. Голандрическом типе наследования

8. Аутосомы это:
- А. Хромосомы, не имеющие внешних различий
 - Б. Хромосомы, отличающиеся визуально
 - В. Хромосомы, одинаковые у самцов и самок
 - Г. Парные хромосомы, определяющие пол организма

9. Голандрическое наследование- это:
- А. Наследование генов, сцепленных с Х-хромосомой
 - Б. Наследование признака, находящегося в аутосомах
 - В. Наследование признака, находящегося в У-хромосоме
 - Г. Цитоплазматический тип наследования

10. Гомогаметный пол по гоносомам образует:
- А. 4 варианта гамет
 - Б. 3 варианта гамет
 - В. 2 варианта гамет
 - Г. 1 вариант гамет

Литература: [1; 3; 7]

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №6 (Продолжительность занятия – 2 часа)

Тема: Типы скрещиваний (инбридинги аутбридинг). Инбредная депрессия и гетерозис. Комбинативная способность

Цель практического занятия: Проанализировать такие понятия, как гетерозиготность и коэффициент инбридинга

Краткие теоретические сведения

Чистопородное разведение – воспроизводство породы в чистоте.

По степени родства производителей чистопородное разведение подразделяют на родственное (инбридинг) и неродственное (аутбридинг).

Инбридинг (англ. разведение в себе). Под инбридингом понимают получение потомства от производителей, состоящих в близкой степени родства. Степень родства определяется числом поколений от общего предка.

Скрещивание особей, имеющих общего родственника в первом поколении (спаривание типа: брат - сестра), отец-дочь, называют тесным инбридингом или

близкородственным разведением. Сибсы - (англ. sibs), потомки одних родителей, родные братья и сестры. Термин используется в генетике человека и животных,

Родственное разведение необходимо для сохранения в селекционируемом стаде ценных генов, полученных от выдающегося родоначальника (семейная селекция). В остальных случаях говорят об умеренном инбридинге.

Умеренный инбридинг ускоряет процесс стабилизации породы. Инбридинг является обязательным приемом при создании генетически однородных групп, предназначенных для промышленной гибридизации.

Для количественного учета степени инбридинга в родословной животного английский генетик Сьюэлл Райт ввел понятие - коэффициент инбридинга (работал на морских свинках), под которым понимают вероятность уменьшения числа гетерозиготных локусов по сравнению с исходным состоянием.

Коэффициент инбридинга позволяет оценить степень гомозиготности той или иной особи.

В рыбоводстве коэффициент инбридинга определяется числом производителей, используемых для размножения.

В этом случае коэффициент инбридинга за поколение F_x рассчитывается по формуле:

$$F_x = 1/2N, \quad (1)$$

где N - общее число производителей.

Например, при скрещивании сестер и братьев или родителей с детьми 99%-ный уровень гомозиготности будет достигнут между 20-м и 25-м поколением. Приближение к 100% гомозиготности достигается в 30-40 поколениях. Такие родственные спаривания используются при создании чистых линий лабораторных животных, например, мышей - гнотобиология для микробиологических исследований.

Генетические следствия инбридинга:

При постоянном инбридинге у потомков происходит постепенная гомозиготизация по большинству генов, по которым исходная популяция была гетерозиготна.

Расщепление исходной популяции на ряд генотипически различных линий. Так, при гетерозиготности популяции по одному гену Aa , возможно возникновение двух разных гомозиготных линий - AA и aa . Если популяция была гетерозиготна по двум генам $AaBb$, то могут возникнуть четыре линии: $AABb$, $AAbb$, $aABb$, $aAbb$. Но инбредные линии не могут стать полностью гомозиготными из-за спонтанного мутагенеза. По этой причине понятие «чистая линия» часто применяемое к линиям, полученным в результате тесного инбридинга не совсем точно: линии могут только приближаться к чистоте.

Родственное разведение ведет, как правило, к угнетению ряда признаков - инбредной депрессии - это снижение жизнеспособности и приспособленности потомства, получаемого при близкородственном скрещивании. Основная причина инбредной депрессии - переход в гомозиготное состояние и, как следствие, - фенотипическое проявление вредных рецессивных генов.

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

Генетический аппарат любого организма содержит некоторое количество вредных рецессивных мутаций в гетерозиготном состоянии. При инбридинге эти мутации переходят в гомозиготное состояние.

Поэтому при создании высокоинбредных линий закладывают обычно множество групп, из которых в последствии сохраняется незначительная часть особей, выдержавших длительный инбридинг.

Инбредная депрессия наиболее сильно выражена в популяциях, ранее не подвергавшихся инбридингу. В первых поколениях близкородственного разведения степень депрессии возрастает, в последующих она может стабилизироваться или даже снизиться за счет накопления в популяции генетических факторов, компенсирующих влияние вредных генов.

Последствия инбридинга на рыбах изучена пока недостаточно. Известно, что у карпов одно поколение тесного инбридинга (скрещивание сибсов) снижает темп роста на 15-20%, значительно снижается выживаемость и возрастает количество уродств.

У форели скрещивание сибсов снизило выживаемость молоди на 30%, а число особей с морфологическими дефектами увеличилось в 2 раза.

Особенно сильно инбридинг отражается на воспроизводительной системе. Так, у высокоинбредных гиногенетических самок карпа наблюдается задержка полового созревания и различные нарушения в строении яичников.

Биологический смысл инбридинга - закрепление желаемой наследственности и повышение гомозиготности.

Аутбридинг (неродственное разведение) Аутбридинг - получение потомства от неродственных производителей. Неродственными 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 высокое разнообразие селекционируемой популяции. Обычно его применяют на более поздних стадиях селекционного процесса для обеспечения массовой репродукции племенного материала.

Генетические последствия аутбридинга прямо противоположны результатам инбридинга:

- Он повышает гетерозиготность потомков;
- Объединяет у гибридов аллели, существовавшие у родительских групп;
- Вредные рецессивные гены, которые находились у одного из родителей в гомозиготном состоянии, у гетерозиготных по ним потомкам подавляются доминантными аллелями другого родителя.

При изучении данной темы, необходимо рассмотреть вопрос, о значении коэффициента наследуемости в определении эффективности селекционной работы. Коэффициент наследуемости - важнейший популяционно-генетический показатель, так как от него зависит успех селекционной работы. Если наследуемость признака

низкая, то косвенные методы оценки генотипа оказываются малоэффективными. Для признаков с высокой наследуемостью эффективен массовый отбор по фенотипу. При пользовании коэффициентами наследуемости следует помнить, что они характеризуют лишь те стада, по которым проведено их вычисление. Начиная селекцию по тому или иному признаку в конкретном стаде, необходимо прежде всего установить коэффициент наследуемости.

Величина коэффициента наследственности может принимать значения от 0 до +1. Коэффициент наследственности не может быть больше единицы и меньше нуля.

Величина коэффициента наследственности равного 1, означает, что все наблюдаемое разнообразие особей обусловлено различием их генотипов. Значение коэффициента наследственности равное 0 свидетельствует о наличии фенотипического разнообразия при полном сходстве генотипов различных особей, то есть говорит о модификационной изменчивости признака.

Промежуточные значения коэффициента наследственности говорят о наличии в популяциях как генетической, так и фенотипической изменчивости.

Чем ближе к единице величина коэффициента наследственности, тем больше доля изменчивости признака обусловлена генетическими факторами и тем меньше доля изменчивости, вызываемая факторами среды.

В практике селекции коэффициент изменчивости используют для прогнозирования эффективности отбора: чем он выше в изучаемой группе особей, тем больше вероятность того, что отбор приведет у потомков к сдвигу признака в желаемую сторону.

Ход работы: изучить теоретический материал по данной теме и письменно ответить на перечисленные вопросы:

1. Что собой представляет инбридинг. Каковы его генетические особенности.
2. Как определить коэффициент инбридинга?
3. Генетическая сущность инбридинга. Инбредный минимум.
4. Типы проявления инбредной депрессии у разных видов рыб.
5. Влияние инбридинга на генетическую структуру популяции рыб.
6. Явление гетерозиса у рыб, его биологические особенности и генетическая основа.
7. Перспективы и пути закрепления гетерозиса в ряду поколений.
8. С какой целью используется инбридинг в практике животноводства?
9. Что такое гетерозис? Каковы его особенности?
10. Как математически выражается величина коэффициента наследственности?
11. Какую группу животных характеризует коэффициент наследственности: вид в целом, породу в целом, отдельную популяцию, единичное животное. Ответ обоснуйте.
12. Как определить коэффициент наследственности, используя коэффициент корреляции?

Темы рефератов

1. Гипотезы и теории гетерозиса. Значение гетерозиса в селекции.
2. Влияние инбридинга на генетическую структуру популяции.
3. Практическое применение гетерозиса в рыбоводстве.
4. Оценка гетерозиса по хозяйственно-ценным признакам.

Тесты к практическому занятию №6

1. Эффект гетерозиса обусловлен
 - А. Высокой гетерозиготностью гибридов
 - Б. Низкой гетерозиготностью гибридов
 - В. Накоплением рецессивных мутаций
 - Г. Накоплением доминантных мутаций

2. Получение потомства от родственных производителей называется:
 - А. Инбридинг
 - Б. Аутбридинг
 - В. Гибридизация
 - Г. Гетерозис

3. Укажите, какие последствия характерны для аутбридинга?

- А. Многократные повторения приводят к резкому ослаблению или вырождению потомков
- Б. Увеличивается степень гетерозиготности, и многие рецессивные аллели не проявляются
- В. Можно получить чистые линии.
- Г. Гибриды часто оказываются бесплодными

4. Снижение жизнеспособности и показателей продуктивности животных наблюдается при:

- А. Аутбридинге
- Б. Инбридинге
- В. Гетерозисе
- Г. Межлинейной гибридизации

5. 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 применяют:

- А. Стабилизирующий отбор
- Б. Половой отбор
- В. Движущий отбор
- Г. Дизруптивный отбор

6. Увеличение мощности и жизнеспособности гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами при различных скрещиваниях животных или растений

- А. Гиногенез
- Б. Онтогенез
- В. Гетерозис
- Г. Инбридинг

7. Повышение жизнеспособности и показателей продуктивности животных наблюдается при:

- А. Аутбридинге
- Б. Инбридинге
- В. Гетерозисе
- Г. Межлинейной гибридизации

8. При проведении какой формы отбора происходит изменение признака в соответствии с задачей селекции с одновременным уменьшением его изменчивости

- А. Дестабилизирующий
- Б. Половой отбор
- В. Движущий отбор
- Г. Дизруптивный отбор

9. Индивидуальный отбор основан на:

- А. Оцениванию особей по массе и экстерьерным признакам
- Б. Оценивание особей по фенотипу
- В. Оценивание особей по ближайшим родственникам
- Г. Оценивание особей по физиологическим признакам

10. При аутбридинге жизнеспособность особей повышается так как:

- А. Рецессивные мутации переходят в гетерозиготное состояние
- Б. Уменьшается число мутаций
- В. Увеличивается число рецессивных мутаций
- Г. Рецессивные мутации переходят в гетерозиготное состояние

Литература: [1; 2; 3; 5]

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №7 (Продолжительность занятия – 2 часа)

**Тема: Методы гибридизации. Преодоление стерильности гибридов.
Решение задач на определение эффективности селекции**

Цель практического занятия: Проанализировать основные методы гибридизации в селекции рыб. Рассмотреть селекционные признаки в товарном рыбоводстве

Краткие теоретические сведения

Важнейшими направлениями селекции объектов товарного рыбоводства принято считать следующие:

Карп – повышение эффективности использования, т.е. оплата, корма, скорости роста, общей жизнеспособности, устойчивости к наиболее опасным заболеваниям (краснуха, жаберное заболевание), создание пород, приспособленных к различным зонально-климатическим условиям; создание пород, приспособленных к заводской технологии, в т.ч. для культивирования в условиях с замкнутым водоснабжением.

Форель, лососевые (пелядь)– повышение оплаты корма, скорости роста, общей жизнеспособности и устойчивости к заболеваниям, повышение плодовитости. Приспособление к факторам доместикиции, изменение сроков сезонного созревания.

Растительоядные рыбы – приспособленность к факторам доместикиции, в т.ч. к заводскому воспроизводству, ускорение полового созревания, изменение сроков сезонного созревания.

Осетровые – приспособленность к факторам доместикиции, ускорение полового созревания, повышение темпа роста.

Кошачьи и клариевые сомики – приспособление к факторам доместикиции, в т.ч. к культивированию в условиях с замкнутым водоснабжением, изменение этологии размножения, т.е. ликвидация моногамии.

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

Важнейшим признаком, непосредственно связанным с продуктивностью является скорость роста. 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 внешних и внутренних факторов. Рост относится к полигенным признакам.

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. Самки у большинства видов крупнее самцов - половой диморфизм, это связано с более ранним половым созреваним самцов, тормозящим соматический рост. (у многих животных половое созреваним тормозит ростовые процессы);

2) Скорость роста рыб сильно подвержена влиянию условий среды. Как у всех пойкилотермных животных, рост рыб зависит от температуры воды. Также важно обеспеченность пищей, качество корма, гидрохимический режим водоема. При ряде неблагоприятных условий возможна полная остановка роста в продуктивном возрасте. Влияние различных факторов (особенно температуры и условий питания)

приводит к огромным различиям по средней массе у особей одного и того же возраста;

3) При определенных неблагоприятных условиях возможна полная остановка роста в продуктивном периоде (чего обычно не наблюдается у теплокровных домашних животных);

4) Изменчивость массы тела рыб характеризуется определенной динамикой: с возрастом влияние среды на рост уменьшается. 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).

5) При совместном выращивании большое влияние на рост рыб может оказывать фактор взаимодействия, так как более крупные рыбы угнетают рост мелких, что приводит к усилению индивидуальных различий. Влияние фактора взаимодействия особенно четко прослеживается при сравнении результатов отдельного и совместного выращивания групп рыб, различающихся по массе. В обоих случаях рыбы с большой начальной массой оказываются, как правило, крупнее.

Под жизнеспособностью понимают 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 – гипоксии, 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.

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

Повышение устойчивости к опасным инфекционным и паразитарным заболеваниям является одной из самых важных задач в работах со многими объектами товарного рыбоводства. Актуальность этого направления селекции в рыбоводстве связана с существованием природных очагов возбудителей заболеваний.

Селекция на эффективность использования корма рыб 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.

Указанные причины не позволяют определить величину фактически съеденного рыбами корма, поэтому в работах с рыбами возможна лишь косвенная селекция на оплату корма с использованием коррелятивно связанных признаков.

Положительную связь с оплатой корма имеет скорость роста. Быстрорастущий карп эффективнее использует корма, чем сазан.

Соответствующие различия по оплате корма наблюдаются при сравнении хорошо отселекционированных по скорости роста пород карпа и беспородных карпов. Для повышения эффективности селекции по оплате корма важное значение может иметь учет некоторых физиологических признаков, а именно: активности пищеварительных ферментов, переваримости кормов, уровня и характера обмена веществ и других показателей, связанных с интенсивностью потребления корма и его усвояемостью.

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.

Характерным показателем пищевой ценности рыбы является выход тушки или убойный выход (УВ). Убойный выход – это отношение массы тушки к живой массе рыбы, выраженное в процентах. Масса тушки – это масса тела рыбы без головы, внутренних органов и чешуи.

Пример оценки пищевой ценности рыб:

Рассчитать убойный выход, если известно, что вес сома перед потрошением составлял 7,8 кг, а масса тушки 5,6 кг. Масса костей после разделки тушки составила 1,1 кг, а масса мяса 3,9 кг. Подставим нужные значения в формулы. Для правильных вычислений переведем все данные по массе в граммы:

$$УВ = \frac{5600}{7800} \cdot 100 \% = 71,8 \%; \quad (2)$$

$$К_{м} = \frac{3900}{1100} = 3,6. \quad (3)$$

Чем выше полученный результат к 100%, тем меньше отходов от производства, и тем выгоднее содержание рыбы.

Ход работы: изучить теоретический материал по данной теме и письменно ответить на перечисленные вопросы:

1. Каковы основные направления селекции в товарном рыбоводстве?
2. Каково значение генетических знаний для проведения селекционной работы?
3. Охарактеризуйте задачи, принятые для улучшения путем селекции проходных рыб
4. Какова цель селекции при работе с одомашненными видами рыб?
5. Охарактеризуйте основные особенности рыб как объектов селекции.
6. Проанализируйте, в чем состоят преимущества рыб, как объектов селекции.
7. Проанализируйте, в чем состоят сложности рыб, как объектов селекции.
8. Каковы основные показатели продуктивности рыб?
9. Что представляет собой генетическая характеристика породы?
10. Обоснование создания породы на основе выработанной модели.
11. На основании каких критериев можно делать вывод об однородности селекционного материала?
12. Каковы основные критерии селекционных достижений?
13. Основные направления селекции карпов.
14. Основные направления селекции форели.
15. Важнейшие направления селекционной работы с растительноядными рыбами

Тематика рефератов

1. Особенности роста рыб как селекционная проблема.
2. Селекционные проблемы в оценке жизнестойкости рыб.
3. Оценка морфологических и физиологических признаков при селекции рыб.
4. Воспроизводительная способность рыб как селекционная проблема.
5. Адаптация к заводскому воспроизводству как проблема селекции.
6. Разнообразие по типу чешуйчатого покрова и окраска рыб как проблема селекции.
7. Показатели, характеризующие эффективность использования корма рыбами.
8. Рост рыб как полигенный признак.
9. На основании каких критериев можно делать вывод об однородности селекционного материала?
10. Каковы основные критерии селекционных достижений?
11. Основные направления селекции карпов.
12. Основные направления селекции форели.
13. Важнейшие направления селекционной работы с растительноядными рыбами
14. Скорость роста как один из важнейших селекционных признаков в рыбоводстве.
15. Селекция рыб на улучшение их жизнеспособности и устойчивости к заболеваниям.
16. Влияние факторов окружающей среды на процессы индивидуального развития рыб. Критические периоды в развитии рыб.

Тесты к практическому занятию № 7.

1. Индивидуальный отбор основан на:

- А. Оцениванию особей по массе и экстерьерным признакам
- Б. Оценивание особей по фенотипу
- В. Оценивание особей по ближайшим родственникам
- Г. Оценивание особей по физиологическим признакам

2. Метод скрещивания особей, позволяющий установить на организменном уровне закономерности наследования признаков путем количественного и качественного анализа потомства

- А. Генеалогический анализ
- Б. Селекция
- В. Гибринологический анализ
- Г. Метод дедукции

3. С помощью какого метода селекции получен бестер

- А. Поглочительного скрещивания
- Б. Гибридизации
- В. Промыслового скрещивания
- Г. Заводского скрещивания

4. Метод разведения сельскохозяйственных животных, применяемый для создания новой, более совершенной породы путём скрещивания животных разных пород это

- А. Вводное скрещивание
- Б. Воспроизводительное скрещивание
- В. Поглочительное скрещивание
- Г. Анализирующее скрещивание

5. Метод разведения сельскохозяйственных животных, применяемый для улучшения или исправления некоторых качеств ценной породы без коренного изменения её свойств это:

- А. Вводное скрещивание
- Б. Воспроизводительное скрещивание
- В. Поглочительное скрещивание
- Г. Анализирующее скрещивание

6. 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:

- А. Вводное скрещивание

- Б. Воспроизводительное скрещивание
- В. Анализирующее скрещивание
- Г. Поглощающее скрещивание

7. Для увеличения приспособленности объектов разведения к определенной технологии, при закреплении породного типа экстерьера, особенно на завершающих этапах селекции применяют:

- А. Стабилизирующий отбор
- Б. Половой отбор
- В. Движущий отбор
- Г. Дизруптивный отбор

8. Отбор и сохранение на племя группы особей, лучших по тем признакам, которые являются целью селекции, при котором не учитывается генотип особи:

- А. Индивидуальный
- Б. Массовый
- В. Стабилизирующий
- Г. Дизруптивный отбор

9. В чем преимущество рыб как объектов селекции перед сельскохозяйственными животными

- А. Высокая плодовитость, короткий период между поколениями, относительно быстрый рост, низкие экономические затраты
- Б. Высокая приспособляемость, высокая плодовитость;
- В. Высокие качества мяса рыб
- Г. Мелкие размеры, многообразие видов

10. Фенодевианты – это:

- А. Аномалии развития эмбрионов и личинок
- Б. Уродства и небольшие отклонения от нормы, которые усиливаются при инбридинге, но не мешают жизнедеятельности
- В. Уродства и выраженные отклонения от нормы, сказывающиеся на процессах жизнедеятельности
- Г. Появление редких селекционно - важных признаков у рыб

Литература: [1; 2; 3; 5]

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №8 (Продолжительность занятия – 2 часа)

Тема: Индуцированный гиногенез, индуцированный андрогенез, индуцированный мутагенез, полиплоидия.

Цель практического занятия: Изучить современные методы селекции рыб, как способы повышения эффективности селекции рыб

Краткие теоретические сведения

Селекция рыб, основанная только на традиционных методах, является весьма длительным и трудоемким процессом. В связи с этим в селекционных программах применяется метод искусственного мутагенеза.

Искусственный мутагенез – это способ повышения генетической изменчивости за счет возникновения мутаций при обработке мутагенами.

Как известно, частота естественных мутаций невелика и составляет примерно 10⁻⁵ (в расчете на 1 ген за одно поколение). 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 и увеличение генетического разнообразия в популяции.

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

Идея использовать индуцированный мутагенез для ускорения селекции рыб принадлежит В.С. Кирпичникову (1969). Р.М. Цой с сотрудниками провели обширные исследования по химическому мутагенезу у карпа (1971).

В работах с рыбами в качестве мутагенов были использованы различные алкилирующие соединения с высокой биологической активностью (супермутагены); этиленмин (ЭИ), нитрозоэтилмочевина (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. У разных видов рыб чувствительность к одному и тому же мутагену может быть различной.

Многие мутагены активны в широком диапазоне концентраций, но наиболее эффективными являются концентрации мутагена, близкие к полуметальным.

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

Об эффективности коротковолнового ультрафиолета в качестве мутагенного агента, способного повысить изменчивость признаков продуктивности у рыб, практически ничего не известно.

Использование УФ представляет значительный интерес, поскольку спектр повреждений ДНК, возникающих при воздействии УФ, существенно отличается от такового, индуцируемого алкилирующими агентами. Кроме того, в отличие от химических мутагенов, ультрафиолет легко доступен и прост в обращении.

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 бластомеров. 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. Эффективность температурного шока определяется температурой и продолжительностью воздействия, а также состоянием хромосом до начала воздействия.

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

Наиболее известный пример гиногенеза — размножение серебряного карася. Гиногенез отмечен также у диплоидных и триплоидных рас мелких живородящих тропических рыбок, относящихся (сем. Poeciliidae), у триплоидных и тетраплоидных щиповок — *Cobitis* (Cobitidae), у преимущественно диплоидного гибридного вида рыб *Menidia clarkhubbsi* (Atherinidae), у триплоидной формы плотвы — *Rutilus* (Cyprinidae).

К недостаткам данного метода селекции рыб следует отнести его трудоемкость и необходимость применять к зародышам и рыбам множество воздействий (температурный шок, гормональная обработка).

Андрогенез — это форма размножения, при которой в развитии зародыша участвуют мужское ядро (привнесенное в яйцо сперматозоидом) и цитоплазма яйцеклетки. В природе лишь немногие виды организмов размножаются за счет андрогенеза.

Таким способом размножаются отдельные виды животных (например, наездники *Nabrobрасon*) и некоторые растения (кукуруза, табак) в том случае, если женское ядро погибает до оплодотворения (потому этот процесс у них в действительности ложный). Андрогенез можно вызвать искусственно, механически удалив из яйца женское ядро или прибегнув к его инактивации физическими или химическими агентами. Зародыши, возникающие в результате “оплодотворения” таких яйцеклеток, имеют гаплоидный (т.е. один) набор хромосом - мужских - и обычно нежизнеспособны.

Чтобы получить андрогенетическое жизнеспособное потомство, необходимо вызвать удвоение (диплоидизацию) мужского хромосомного комплекса и тем самым компенсировать недостающие женские хромосомы.

Диплоидизация может быть достигнута двумя способами.

- Блокирование первого деления дробления “оплодотворенного” яйца, за счет чего оно становится диплоидным;

- Слияние ядер спермиев при полиспермном оплодотворении.

Если яйцеклетки принадлежат одному виду, а спермии - другому, андрогенез будет межвидовым, а потомство гибридным. И гибриды эти не обычные, а андрогенетические ядерно-цитоплазматические, т.е. произошедшие от отцовского ядра и материнской цитоплазмы.

Искусственный, или индуцированный, андрогенез используется для решения многих задач, таких как получение высокоинбредных линий (выведенных длительным инбридингом - близкородственным скрещиванием) и клонов, регуляция пола, изучение взаимоотношений между ядром и цитоплазмой и т.д.

В последнее время индуцированный андрогенез привлекает все больше внимания в связи с проблемой сохранения редких и исчезающих видов только из генетического материала спермиев. При этом предполагается, что с помощью андрогенеза можно восстанавливать генотипы рыб из криоконсервированной спермы. Значение этого подхода к проблеме сохранения ценных генофондов в существенной мере определяется тем, что способы криоконсервации спермы рыб уже в основном разработаны, в то время как задача длительного хранения яйцеклеток и зародышей пока не решена.

Привлекательность такого подхода в существенной мере определяется тем, что технология криоконсервации спермы уже в основном разработана. Задача же длительного хранения яйцеклеток и зародышей многих животных пока не решена.

Благодаря своим биологическим особенностям осетры представляют собой чрезвычайно удобный объект для исследований по диспермному андрогенезу. Так, яйцеклетки осетровых рыб имеют несколько микропиле (обычно 6-8), что позволяет в экспериментальных условиях, варьируя концентрацию спермиев (т.е. изменяя степень разведения спермы водой), добиться одновременного проникновения в каждую яйцеклетку двух или более спермиев. Кроме того, в яйцеклетках осетровых рыб отсутствуют механизмы, которые блокировали бы проникновение сверхчисленных спермиев, поэтому они могут беспрепятственно включаться в развитие.

Указанные особенности яйцеклеток осетровых объясняются их приспособленностью к природным условиям: оплодотворение происходит на участках рек с довольно быстрым течением, и наличие нескольких микропиле повышает вероятность проникновения спермия в яйцо.

Индукцированная полиплоидия - искусственное увеличение у организмов числа гаплоидных наборов хромосом. В рыбоводстве в основном получают особей с триплоидным набором хромосом. Триплоидные рыбы чаще всего стерильны. Стерильность триплоидов обусловлена тем, что третий непарный набор хромосом препятствует нормальному прохождению мейоза в половых клетках.

Это делает их выгодными для товарного выращивания. Преимущество стерильных организмов заключается в том, что они используют энергию для роста, а не для выработки спермы или икры. Установлено, что самки триплоидной форели в половозрелом возрасте по массе на 30% больше диплоидных, что является следствием экономии энергии, необходимой для созревания икры. У триплоидных самцов форели этого же возраста существенного увеличения массы тела не наблюдается.

Наиболее часто используемым и простым способом получения триплоидных рыб является блокирование второго деления мейоза в яйцеклетках при осеменении их необлученными спермиями. При этом к диплоидному женскому пронуклеусу присоединяется гаплоидный мужской и развиваются триплоидные эмбрионы.

Если яйца рыб вскоре после оплодотворения подвергнуть тепловой обработке или давлению, они сохраняют дополнительную хромосому. Вместо двух хромосом такие особи содержат три. Самки этих рыб стерильны.

Основное применение манипуляции хромосомными наборами в аквакультуре было связано со стерильностью индуцированных триплоидов, которые появлялись во многих видах рыб и у некоторых двустворчатых моллюсков. Стерильная рыба более привлекательна для аквакультуры. Во-первых, она больше сил отдает на соматический рост, и, во-вторых, она обеспечивает потенциальное биологическое «ограничение», которое способствует культивированию экзотических генотипов и, возможно, культивированию быстрорастущей трансгенной рыбы в будущем. Но триплоидная рыба не растет быстрее своих диплоидных собратьев, хотя рост может начаться после созревания, когда у триплоидов наблюдается увеличение пропорций.

Все индуцированные триплоидные женские особи рыб, получаемые в настоящее время, были полностью стерильны; у триплоидных мужских особей больше наблюдается развитие гонад, чем у женских особей, они в основном стерильны, но не следует сбрасывать со счетов редкие случаи плодовитости мужских особей рыб.

Другой способ получения триплоидных рыб заключается в получении тетраплоидных самок и дальнейшем их скрещивании с диплоидными самцами. Тетраплоидных рыб получают путем блокирования с помощью шоков первого деления дробления диплоидных эмбрионов на стадии анафазы митотического деления.

В последнее время для получения триплоидных (стерильных) рыб широко применяют реверсантов, а также гиногенетических особей. Основная идея полиплоидности — позволить хромосоме реплицироваться, но затормозить деление клетки с помощью так называемого «шока». Индуцированную полиплоидию часто сочетают с отдаленной гибридизацией.

Трансгенез – это технология генной инженерии, при которой изолированная последовательность генов одного организма помещается в другой организм для передачи нового или модифицированного признака. Такая изолированная последовательность генов называется структурой и состоит из функционального гена и гена-промотора, который действует как переключатель для активации функционального гена. Организмы, полученные в результате успешного трансгеноза, классифицируются как генномодифицированные организмы (ГМО).

При планировании трансгенных исследований важно иметь полные знания о рисках и проблемах в отношении этики, здоровья людей и экологического воздействия трансгенной рыбы, а также понимать политический климат, в котором будет проводиться исследование и который будет регламентировать любые результаты исследования. В ответ на риски и опасения в отношении трансгенной рыбы рекомендовано направлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, если возможно, на автотрансгенетическое производство, где вводимая последовательность генов берется из того же вида.

Трансгенез являлся основной темой исследования в генетике рыб с начала 1990-х годов. Исследования в этой области развиты больше, чем в других видах

животноводства по причине относительной простоты манипуляций в репродуктивной биологии водных видов. Индукция трансгеноза должна включать ряд шагов: идентификация подходящего целевого гена и разработка структуры; введение гена в оплодотворенные яйцеклетки, обычно с использованием микроинъекций или путем применения электропорации; определение инкорпорации трансгена в геном хозяина; определение экспрессии трансгена; определение наследуемости трансгена и квантификация эффекта трансгена на целевые и нецелевые признаки.

Основной целью трансгенных исследований в отношении рыб в последнее время стало повышение коэффициента роста в аквакультуре посредством введения генетических структур гормона роста. Исследование также было направлено на другие признаки, такие как контроль заболеваний и репродукции, и трансгенные исследования должны сосредоточиться на таких признаках, которые трудно улучшить, применяя количественные подходы.

Трансгенная рыба также может рассматриваться как эффективная модель для изучения регуляции генов и экспрессии генов и может в потенциале стать биокомбинатом по производству ценных лекарственных препаратов. Упомянутые выше фазы развития были успешно применены к нескольким видам рыб, и были получены трансгенные линии с удивительно высокими показателями роста.

Очевидно, что трансгенез потенциально может приводить к быстрым изменениям в хозяйственно-ценных признаках, но для планирования и проведения такого исследования важно знать о возможных рисках.

В основе ограниченного коммерческого применения трансгенной рыбы лежат определенные технические причины, но главной причиной является вопрос этического риска, охраны животных, продовольственной безопасности для человека и экологического риска, связанных с разведением трансгенной рыбы.

Ход работы: изучить теоретический материал по данной теме и письменно ответить на перечисленные вопросы:

1. Влияние гормонов на формирование пола у рыб.
2. Переопределение пола у рыб.
3. Охарактеризуйте достоинства и недостатки метода искусственного мутагенеза в селекции рыб.
4. Охарактеризуйте методику применения метода гиногенеза в селекции рыб.
5. Охарактеризуйте методику применения метода андрогенеза в селекции рыб.
6. Охарактеризуйте методику применения метода индуцированной полиплоидии в селекции рыб?
7. Что представляет собой трансгенез?
8. Какие мутагены наиболее перспективны в селекции рыб?

Темы рефератов:

1. Мутагенные факторы.
2. Основные характеристики радиационного и химического мутагенеза.
3. Факторы внешней среды, вызывающей мутации.

4. Какие мутагены наиболее перспективны в селекции рыб?

Тесты к практическому занятию № 8.

1. Причиной бесплодия потомства, полученного отдаленной гибридизацией, является:

- А. Невозможность конъюгации хромосом в мейозе
- Б. Нарушение митоза
- В. Полное отсутствие мейоза
- Г. Отсутствие митоза

2. Длительное существование в популяциях форм, которые отличаются дискретными признаками - это:

- А. Полиплоидия
- Б. Вариабельность
- В. Полиморфизм
- Г. Мутагенез

3. Форма полового размножения, при которой после осеменения мужские хромосомы инактивируются и дальнейшее развитие происходит под воздействием женского хромосомного набора, это:

- А. Гибридогенез
- Б. Овогенез
- В. Андрогенез
- Г. Гиногенез

4. Способ повышения генетической изменчивости за счет возникновения мутаций при обработке гамет мутагенами физической (ионизирующее и ультрафиолетовое излучение) или химической (нитрозоэтилмочевина, диметилсульфат и др.) природы:

- А. Спонтанный мутагенез
- Б. Гиногенез
- В. Андрогенез
- Г. Индуцированный мутагенез

5. Искусственное увеличение у организмов числа гаплоидных наборов хромосом:

- А. Индуцированный мутагенез
- Б. Индуцированная полиплоидия
- В. Спонтанный мутагенез
- Г. Гиногенез

6. К гуморальным факторам иммунитета рыб относят:

- А. Фагоцитоз
- Б. Т-лимфоциты
- В. Иммуноглобулины
- Г. Эритроциты

7. Увеличение мощности и жизнеспособности гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами при различных скрещиваниях животных или растений:

- А. Гиногенез
- Б. Онтогенез
- В. Гетерозис
- Г. Инбридинг

8. При проведении какой формы отбора происходит изменение признака в соответствии с задачей селекции с одновременным уменьшением его изменчивости:

- А. Дестабилизирующий
- Б. Половой отбор
- В. Движущий отбор
- Г. Дизруптивный отбор

9. Полиплоидия возникает в результате:

- А. Генных мутаций
- Б. Геномных мутаций
- В. Соматических мутаций
- Г. Модификационной изменчивости

10. Каково практическое использование индуцированного мутагенеза в селекции рыб:

А. Для высокой частоты соматического перекреста (обмен между участками хромосом в делящихся клетках) в делящихся эмбриональных клетках, что при межпородной и отдаленной гибридизации повышает вероятность возникновения желательных сочетаний признаков обеих родителей

Б. Устранение недостатков породы, связанных с длительной селекцией, как изнеженность породы, чувствительность к воздействию факторов среды и др

В. Для повышения генетической изменчивости и вовлечения ее ранее скрытых резервов в селекционный процесс;

Г. Для возможности учета при селекции лишь отдельных признаков, сохраняя в исходном состоянии генетическую структуру популяций

Литература: [1; 2; 3; 7; 8]

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №9
(Продолжительность занятия – 2 часа)

Тема: Современные породы прудовых рыб и их особенности. Методы выведения новых пород рыб. Технология выращивания производителей и ремонта племенных рыб

Цель практического занятия: изучить методы выведения новых пород рыб

Краткие теоретические сведения

Порода – это достаточно многочисленная группа животных одного вида, сложившаяся под влиянием направленной деятельности человека в конкретных условиях и характеризующаяся определенными физиологическими и морфологическими свойствами: типом конституции, экстерьером, продуктивностью, которые стойко передаются по наследству.

Например, В Государственный реестр РФ, опубликованный в 2001 г, внесено 9 пород карпа. Официально породой считается ропшинский карп, карп алтайский зеркальный.

Каждая порода создается для определенной технологии разведения и выращивания, а также для определенной климатической зоны. Например, карп «Алтайский зеркальный» создан для природных и экологических условий Западной Сибири – короткое лето и суровая продолжительная зима. Данная порода имеет высокую выживаемость при зимовке.

Татайский карп (г. Таты Венгрия), одна из старейших пород Венгрии, история которой известна с 19 века, включен в генетическую коллекцию Венгрии. Имеют низкую жирность филе и отличается повышенной продуктивностью (25 ц/га).

Поэтому каждая порода конкурентна, то есть создается при определенной технологии разведения и выращивания. Поэтому, если высоко отселектированные породы использовать и выращивать при примитивной технологии, то они не дадут желаемого результата.

Универсальные породы отсутствуют (нельзя быть приспособленным ко всему). Одна из важнейших характеристик породы - ее численность. Это важно для предотвращения инбридинга.

Также характеристикой породы является ее гетерогенность, Порода должна быть достаточно пластичной, что обеспечивается формированием внутривидовой структуры: расчленение ее на внутривидовые типы, отводки и линии.

Районы разведения пород и породных групп карпа представлены в таблице 2.

Таблица 2. Районы для разведения пород и породных групп карпа

Породы и породные группы	Район разведения
1. Украинские породы (чешуйчатая и рамчатая)	Южные районы России (IV-VI зоны прудового рыбоводства); при промышленной гибридизации – также в государствах Закавказья и Средней Азии
2. Ропшинская порода	Северо-Западная зона России, при промышленной гибридизации – повсеместно в рыбхозах I-V зон

Продолжение Таблицы 2

3. Сарбоянская порода	Западная Сибирь; при промышленной гибридизации – также в среднем Поволжье
5. Ангелинская зеркальная	Северный Кавказ (районы неблагоприятные к

и чешуйчатая породы	заболеванию краснухой)
6. Алтайская порода	Южные районы Сибири
7. Черепецкая чешуйчатая и рамчатая породы	Индустриальные хозяйства на теплых водах
8. Среднерусский карп	I-III рыбоводные зоны; при промышленной гибридизации – также в государствах Прибалтики, Белоруссии, Западной Сибири
9. Казахстанский карп	Казахстан, при промышленной гибридизации – также в других государствах Средней Азии и южных районах Западной Сибири
10. Белорусский карп	Белоруссии, при промышленной гибридизации – также в Прибалтике и Центральной зоне России
11. Гибриды первого поколения между культурным карпом и амурским сазаном	Повсеместно в I-V рыбоводных зонах

Методически работа с яйцеклетками рыб является самой несложной и введения ДНК в икринки можно осуществлять микроинъекцией или электропорацией без особого труда. Тем более, что введение линеализированной ДНК просто в цитоплазму оплодотворенных яйцеклеток или бластомеров четырехклеточного зародыша оказывается вполне эффективным. Трансфецированные икринки просто оставляют в воде оптимальной для развития эмбриона температуры и выход трансгенного потомства может достигать 70%. Наличие трансгена у мальков определяют посредством ПЦР.

К 2012 и году в США уже существует ферма по разведению такого лосося, которая имеет поголовье в несколько тысяч особей. Обсуждается возможность получения пород проходных и разводимых (форель, карп), устойчивых к болезням и стрессовым воздействиям при скученном содержании рыб.

В Национальном университете Сингапура в качестве модельного объекта по отработке методов генетической инженерии рыб использовали аквариумную рыбку данио рерио. В качестве маркерного гена, указывающего на экспрессию вводимой генетической информации, был применен ген зеленого флюоресцирующего белка GFP (green fluorescence protein)

Ход работы: изучить теоретический материал по данной теме и письменно ответить на перечисленные вопросы:

1. Бонитировка племенных рыб. Методы получения потомства.
2. Понятие породы и породной группы.

Темы рефератов:

1. Современные породы прудовых рыб.
2. Цель создания генетических коллекций рыб.
3. Генетические маркеры и маркерная селекция.

Тесты к практическому занятию № 9.

1. С помощью какого скрещивания получена ропшинская порода карпа:

- А. Вводное скрещивание
- Б. Воспроизводительное скрещивание
- В. Анализирующее скрещивание
- Г. Поглощающее скрещивание

2. При селекции на скорость роста у рыб необходимо учитывать следующие факторы:

- А. Рыбы растут в течение всей жизни, однако наиболее интенсивный рост наблюдается в период до достижения ими половой зрелости;
- Б. Наблюдается сильная зависимость скорости роста от факторов окружающей среды;
- В. Наблюдается сильное влияние фактора взаимодействия (угнетение крупными рыбами роста мелких рыб)
- Г. Существует корреляционная изменчивость

3. Важнейшие направления селекции осетровых:

- А. Повышение эффективности использования корма, общей жизнеспособности, устойчивости к наиболее опасным заболеваниям (краснуха, ВПП), создание пород, приспособленных к различным зонально-климатическим условиям и технологиям выращивания
- Б. Повышение эффективности использования корма, общей жизнеспособности, устойчивости к наиболее опасным заболеваниям, плодовитости
- В. Приспособленность к факторам доместикиции, заводскому воспроизводству, ускорение полового созревания и изменение сроков нереста
- Г. Приспособленность к факторам доместикиции, ускорение полового созревания и повышение темпа роста

4. Важнейшие направления селекции форели

- А. Повышение эффективности использования корма, общей жизнеспособности, устойчивости к наиболее опасным заболеваниям (краснуха, ВПП), создание пород, приспособленных к различным зонально-климатическим условиям и технологиям выращивания
- Б. Повышение эффективности использования корма, общей жизнеспособности, устойчивости к наиболее опасным заболеваниям, плодовитости
- В. Приспособленность к факторам доместикиции, заводскому воспроизводству, ускорение полового созревания и изменение сроков нереста
- Г. Приспособленность к факторам доместикиции, ускорение полового созревания и повышение темпа роста

5. Важнейшие направления селекции растительноядных рыб:

- А. Повышение эффективности использования корма, общей жизнеспособности, устойчивости к наиболее опасным заболеваниям (краснуха, ВПП),

создание пород, приспособленных к различным зонально-климатическим условиям и технологиям выращивания

Б. Повышение эффективности использования корма, общей жизнеспособности, устойчивости к наиболее опасным заболеваниям, плодовитости

В. Приспособленность к факторам domestikации, заводскому воспроизводству, ускорение полового созревания и изменение сроков нереста

Г. Приспособленность к факторам domestikации, ускорение полового созревания и повышение темпа роста

6. Важнейшие направления селекции осетровых:

А. Повышение эффективности использования корма, общей жизнеспособности, устойчивости к наиболее опасным заболеваниям (краснуха, ВПП), создание пород, приспособленных к различным зональноклиматическим условиям и технологиям выращивания

Б. Повышение эффективности использования корма, общей жизнеспособности, устойчивости к наиболее опасным заболеваниям, плодовитости

В. Приспособленность к факторам domestikации, заводскому воспроизводству, ускорение полового созревания и изменение сроков нереста

Г. Приспособленность к факторам domestikации, ускорение полового созревания и повышение темпа роста

7. Важнейшие направления селекции форели:

А.Повышение эффективности использования корма, общей жизнеспособности, устойчивости к наиболее опасным заболеваниям (краснуха, ВПП), создание пород, приспособленных к различным зональноклиматическим условиям и технологиям выращивания

Б. Повышение эффективности использования корма, общей жизнеспособности, устойчивости к наиболее опасным заболеваниям, плодовитости

В. Приспособленность к факторам domestikации, заводскому воспроизводству, ускорение полового созревания и изменение сроков нерест

Г. Приспособленность к факторам domestikации, ускорение полового созревания и повышение темпа роста

8. Важнейшие направления селекции карпа:

А. Повышение эффективности использования корма, общей жизнеспособности, устойчивости к наиболее опасным заболеваниям (краснуха, ВПП), создание пород, приспособленных к различным зональноклиматическим условиям и технологиям выращивания

Б. Повышение эффективности использования корма, общей жизнеспособности, устойчивости к наиболее опасным заболеваниям, плодовитости

В. Приспособленность к факторам domestikации, заводскому воспроизводству, ускорение полового созревания и изменение сроков нереста

Г. Приспособленность к факторам domestikации, ускорение полового созревания и повышение темпа роста

9. Порода рыб – это:

А. Совокупность особей, населяющих определенный географический ареал, свободно скрещивающиеся и дающие плодовитое потомство

Б. Продуктивно изолированная группа рыб, созданная в результате целенаправленной деятельности человека и обладающая генетически обусловленными биологическими и морфологическими свойствами и признаками, некоторые из них специфичные для данной группы

В. Созданная в результате деятельности человека группа рыб с новыми признаками по сравнению с исходной группой, которые генетически не обусловлены

Г. Группа рыб с морфо-физиологическими отклонениями, искусственно полученная человеком путем гибридизации

10. Селекция рыб по срокам созревания:

А. Ускорение смены поколений

Б. Обеспечивает синхронность созревания производителей

В. Усиливает рыбопродуктивность

Г. Удлиняет период выращивания

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бакай, А.В. Генетика / А.В. Бакай, И.И. Кочиш, Г.Г. Скрипниченко - М.: Наука, 2007. - 448с.
2. Глазер, В.М. Задачи по современной генетике / В.М. Глазер, А.И. Ким, Н.Н. Орлова - М.: Книжный дом "Университет", 2005.-328с.
3. Инге-Вечтомов, С.Г. Генетика с основами селекции / С.Г. Инге-Вечтомов.: учебник для студентов вузов. - СПб., 2010. - 718с.
4. Иванов, В.И. Генетика / В.И. Иванов, Н.Б. Барышникова.: учебник для студентов вузов. - М., Высшая школа, 2006.- 638
5. Катасонов, В.Я., Селекция рыб с основами генетики / В.Я. Катасов, Б.И. Гомельский. - М.: Агропромиздат, 2005. – 208 с.
6. Крюков, В.И. Генетика количественных признаков. Генетические основы селекции. / В.И. Крюков. Учеб. Пособие для Вузов.-Орел: Изд-воо Орел ГАУ, 2011.- 134с.
7. Крюков, В.И. Рыбоводство. Селекция карпа. Учебное пособие для вузов / В.И. Крюков, Ю.А. Музалевская, П.А. Юшков.- Орел, Изд-во Орел ГАУ, 2007.-59с.
8. Привезенцев, Ю. А. Рыбоводство / Превезенцев Ю.А., Власов В.А: учебник для студентов вузов. М., 2004. - 455 с.
9. Симаков, Ю.Г. Генетика рыб / Ю.Г. Симаков. - М:МГТА-2000.-342с.

Козлова Галина Викторовна

Генетика и селекция рыб

Практикум

для студентов направления подготовки

35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура

очной и заочной формы обучения

Тираж _____ экз. Подписано к печати _____.

Заказ № _____. Объем 2,7 п.л.

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»
298309 г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82