

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Романчук Иван Сергеевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 05.06.2024 14:30:39

Уникальный программный ключ:

6319edc2b582ffdacea443f01d5779368d0957ac34f5cd074d81181530452479

ФГАОУ ВО «ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДЕНО
Зам. директора ШЕН
Креков С.А.
РАЗРАБОТЧИК
Трофимов О.В.,
Тупицына Л.С.

Методические рекомендации
Генетика
для обучающихся по направлению подготовки (специальности)
06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика
профиль подготовки (специализация)
Молекулярная и клеточная биоинженерия
форма обучения очная

1. Пояснительная записка. Дисциплина «Генетика и селекция» входит в типовой учебный план по направлению «Биология». Курс базируется на знаниях, полученных в средней школе, а также 2-х первых курсах обучения в высшей школе, в первую очередь, таких как «Биохимия с основами молекулярной биологии» и «Общая биология». Цель курса заключается в изучении универсальных свойств живых организмов, наследственности и изменчивости, а также закономерностей наследования. Задачи дисциплины: изучение методов науки, основных её достижений; выяснение роли генетических механизмов в эволюции, онтогенезе; обозначение значения для селекции, медицины, педагогики и психологии, экологии

2. Тематический план изучения дисциплины:

№ п/п	Наименование темы	Количество часов			Форма контроля
		Лекции	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студентов	
1.	Введение	2			
2.	«Поведение» хромосом в митозе и мейозе. Политенные хромосомы. Цитологические карты		2	5	Конт. работа
3.	Рекомбинация генетической информации в гаметогенезе у растений и животных		2	5	Конт. работа
4.	Законы наследования и наследственности Г. Менделя. Полибридное скрещивание	2	2	5	Конт. работа
5.	Условия выполнения законов Г. Менделя. Сверхдоминирование. Плейотропное действие генов	2			
6.	Понятие об аллеле. Множественный аллелизм. Типы взаимодействия аллелей. Взаимодействие неаллельных генов	4	2	5	Конт. работа
7.	Хромосомное определение пола. Наследование.	4	2	5	Конт. работа

	сцепленное с полом. Сцепленное наследование. Генетические карты эукариот				работа
8.	Контрольная работа «Гибридологический анализ»	2		6	Конт. работа
9.	ДНК-ая теория наследственности. Трансгенные организмы	2			
10.	Структура молекулы ДНК. Репликация ДНК. ПЦР	3			
11.	Внеядерное наследование	1			
12.	Классификация изменчивости. Модификационная изменчивость	2	2	5	Конт. работа
13.	Классификация мутаций. Генные и хромосомные мутации	2			
14.	Геномные мутации	2			
15.	Изменчивость		2	5	Конт. работа
16.	Генетика популяций	2	2	5	Конт. работа
17.	Генетический код	2			
18.	Регуляция генной активности	2			
19.	Процессы реализации генетической информации	2			
20.	Обзорная лекция по всем пройденным темам. Некоторые проблемы современной генетики	2			
	Итого	36	18	46	

Примечание: к каждому (если исключения) занятию студенты должны выполнить контрольную работу по теме предыдущего занятия и изучить теоретический материал по теме предстоящего занятия.

3. Содержание дисциплины.

Первая неделя обучения

Содержание лекции 1. Введение

Предмет и методы генетики. Гибридологический анализ – специфический метод генетики. Наследственность. Изменчивость. Универсальные свойства живых организмов. Наследование. Значение генетики для медицины, психологии, педагогики, сельского хозяйства. Экология и генетика.

Представления о наследственности до Грегора Менделя. Тит Лукреций Кар, Гиппократ, Аристотель, Чарльз Дарвин, Френсис Гальтон, Август Вейсман, Иозеф Готтлиб Кельрейтер, Томас Эндрю Найт, К.Ф. Гертнер, Дж. Госс, Огюстен Сажре, Шарль Нодэн, Гуго де Фриз Гибридизаторы. Теория сплитной наследственности. Теории преформизма и эпигенеза.

Экзаменационные вопросы по теме:

1. Предмет, методы, задачи и значение генетики.
2. Представления о наследственности до Г. Менделя.

Глоссарий:

Ген (греч. *genos, genesis, genetico* – происхождение, лат. *genus* - род) – структурная и функциональная единица наследственности, участок нуклеиновой кислоты. Термин введен В. Л. Иогансоном в 1909 г.

Генетика – наука о закономерностях наследственности, изменчивости и наследования. Термин введен В. Бетсоном в 1906 г.

Геном (нем. *genom*, англ. *genom* (e)) -1) гаплоидный набор хромосом с локализованными в них генами. 2) совокупность всей генетической информации, закодированной в последовательности нуклеотидов, генетическая программа развития организма, полученная от предков, заложенная в нуклеиновых кислотах.

Генотип – набор генов, генетическая структура организма, несколько изучаемых генов.

Генетический анализ – система методов изучения наследования признаков (гибридологический, цитогенетический, популяционный и др.).

Генетическая информация – программа развития признаков, полученная от предков, заложенная в ДНК или РНК.

Гибрид (от лат. *hybrida* – помесь) – организм или клетка, полученные в результате скрещивания разнородных в генетическом отношении родительских форм.

Гибридологический анализ – система скрещиваний, позволяющая определить характер наследования признаков, выявить закономерности наследования признаков и возникновение мутаций (моногибридное скрещивание, реципрокные скрещивания и др.).

Гибридизация – процесс получения гибридов, скрещивание.

Скрещивание особей одного вида называют внутривидовой гибридизацией.

Гипотеза пангенезиса - предложена Ч. Дарвиным, который предположил, что от всех частей организма отделяются субмикроскопические зародыши – геммулы, перемещающиеся по

циркуляторным системам в половые клетки и обеспечивающие развитие признаков у потомков, в том числе и вновь приобретенных.

Изменчивость – универсальное свойство живых организмов. Возникновение различий между организмами по ряду признаков. Существование организмов в различных формах и вариантах.

Наследственность – свойство живых организмов обеспечивать материальную и функциональную преемственность рядов поколений, а также обуславливать специфический характер индивидуального развития в определенных условиях внешней среды.

Наследование – процесс передачи генетической информации в ряду поколений.

Преформизм – учение о наличии в половых клетках организмов материальных структур, предопределяющих развитие зародыша и признаки образующегося организма.

Признак – «элементарная» характеристика организма, условная единица морфологических, физиологических, биохимических, поведенческих и т.д. особенностей организма (клетки). Конкретное проявление каждого признака можно изучать на разных уровнях, в зависимости от этого проявление признака может быть разным.

Реципрокные скрещивания – (от лат. *reciprocus* – возвращающийся, обратный, взаимный) – два скрещивания, в одном из которых доминантным признаком отличается материнская форма, а во втором – отцовская, т. е. скрещивания, которые характеризуются взаимно противоположным сочетанием анализируемого признака и пола у форм, принимающих участие в этих скрещиваниях.

Секвенирование – определение первичной структуры биополимеров (белков, нуклеиновых кислот), т.е. последовательности расположения аминокислотных или нуклеотидных остатков, как

правило, с использованием не косвенных, а прямых (непосредственных) методов.

Эпигенез – (от греч. *epi-* на, над, при, после) следование за чем-либо.

Вейсман Август (1834-1914) – немецкий зоолог и теоретик эволюционного учения. Основные научные работы посвящены вопросам наследственности индивидуального развития. Выступал против витализма и ламаркизма. Автор теории наследственности и индивидуального развития, предвосхитил современное представление о хромосомах как носителях генетической информации.

Гальтон Френсис (1822-1911) – английский антрополог и психолог, член Лондонского королевского общества. Создал самостоятельную науку об изменчивости – биометрию. Первым указал на важность изучения близнецов для определения внешних условий на проявление признаков организма.

Гуго де Фриз (1848-1935) – голландский ботаник и генетик. Разработал мутационную теорию. Повторно открыл законы Г. Менделя.

Кельрейтер Йозеф Готлиб (1733-1806) – немецкий ботаник. Иностранный почетный член Петербургской Академии Наук. Основные научные работы посвящены вопросам гибридизации и селекции растений. Ввел в практику метод реципрокных скрещиваний, открыл явление гетерозиса и самостерильности. Один из основоположников метода искусственной гибридизации растений.

Занятие 1. Лабораторное.

«Поведение» хромосом в митозе и мейозе. Политенные хромосомы.

Цитологические карты.

Задание 1: ответьте на вопросы по теме занятия.

1. Какое деление называют митотическим?
2. Что такое кариотип, гомологичные хромосомы?
3. Когда происходит удвоение хромосом? Что такое хроматиды?
4. Опишите профазу митоза, что представляют собой хромосомы на этой стадии?
5. Представьте, что в клетке 4 хромосомы, имеющие гены (маркированные генами): А, а, В, в. Нарисуйте расположение этих хромосом в профазе, метафазе, анафазе и телофазе митоза.
6. Идентичны ли по количеству дочерние клетки, образовавшиеся в геном) генетической информации дочерние клетки, образовавшиеся в процессе митоза?
7. Какое деление называют мейотическим?
8. Как распределяются в мейозе гомологичные и негомологичные хромосомы?
9. Нарисуйте расположение 4-х хромосом, маркированных генами: А, а, В, в, во всех фазах мейоза.
10. Идентична ли генетическая информация дочерних клеток, образовавшихся в результате мейоза по отношению друг к другу, по отношению к материнской клетке?
11. Какие процессы определяют разнообразие генетической информации в дочерних клетках, образовавшихся в результате мейоза?

12. Какие хромосомы называют политенными? Что такое эндомитоз? Для ответа на эти вопросы воспользуйтесь материалами из учебника И.Ф. Жимулева (2007), а также информацией, представленной в данном пособии (по Кикнадзе, 1972). Какие карты называют цитологическими?

ПОЛИТЕННЫЕ ХРОМОСОМЫ

Политенные хромосомы (ПХ, рис. 1) – это хромосомы в 10 раз длиннее и в 100 раз толще обычных метафазных хромосом. Поэтому такие хромосомы называют гигантскими. ПХ содержатся, главным образом, в четко дифференцированных органах, в которых протекает интенсивный обмен: в слюнных железах, мальпигиевых сосудах и т.д.

Увеличение гигантских хромосом в толщину определяется, во-первых, соматической конъюгацией, в ходе которой гомологичные хромосомы объединяются попарно. Поэтому в клетках слюнной железы вместо 8 хромосом, характерных для диплоидных клеток плодовой мушки (*Drosophila melanogaster*) имеется 5 длинных толстых нитей и одна очень короткая (всего 6). Эта самая маленькая нить представляет пару маленьких хромосом 4. Одна длинная нить соответствует X-хромосоме (хромосоме 1), остальные образованы двумя правыми и левыми плечами хромосом 2 и 3.

Второй причиной утолщения хромосом является накопление числа хроматид в ходе эндомитозов. Этот процесс и создает многонитчатую или политенную, природу гигантских хромосом. У дрозофилы самые крупные ПХ в клетках слюнных желез личинок имеют ploidy до 10^{24} (число репродукций 26-28).

Большая длина ПХ по сравнению с метафазными хромосомами обусловлена тем, что они перманентно находятся в состоянии интерфазы и поэтому сильно деспирализованы. У дрозофилы длина хромосомы 1 составляет 20 мк, хромосомы 2 – 460, хромосомы 3 –

485 мк и хромосомы 4 – 15 мк. Общая длина хромосом равна 1180 мк. В то же время длина метафазных хромосом равна всего 7,5 мк.

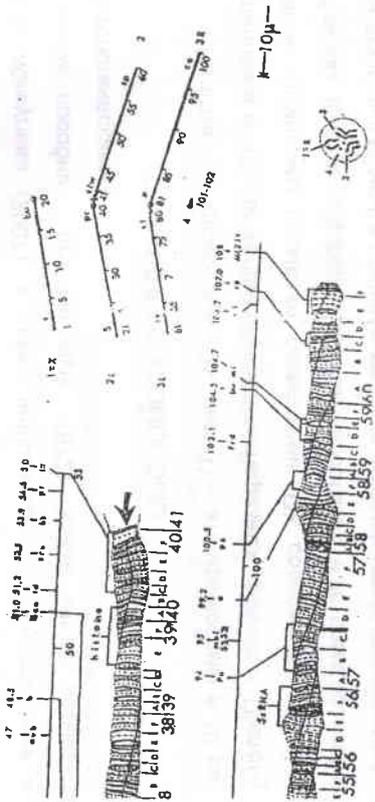


Рис. 1. Фрагменты генетических и цитологических карт хромосом сплюснутых желёз. Справа – упрощенные схемы всех хромосом и общий вид метафазных хромосом в оогониях плодовой мушки в том же масштабе, что и хромосомы сплюснутых желёз (по Мюнцинг, 1967).

Все хромосомы в области гетерохроматиновых районов центральных областей объединены в единый хромоцентр. У самцов маленькая Y – хромосома почти полностью сливается с хромоцентром.

Особенностью строения ПХ является дифференциальная структурная неоднородность по длине. ПХ имеют строгий и четкий рисунок в виде поперечных дисков разной толщины и морфологии. В дисках содержится в высокой концентрации ДНК и связанный с ДНК гистон. Диски являются суммой отдельных хромомер в соответствующих локусах при политенизации. Хромомер представляет собой более плотно спирализованный участок хромосом. Диски разделены междисковым пространством (окрашиваются не столь интенсивно, как диски).

Поскольку каждая гигантская хромосома в клетке отличается своей собственной картиной поперечной исчерченности (чередованием дисков), каждый диск в любой из хромосом легко идентифицировать.

Для ПХ дрозофилы составлены подробные цитологические карты. На этих картах видно, что все хромосомы разделены на участки, сумма которых для всего набора составляет 100. Эти участки обозначают арабскими цифрами. Каждый участок разделен на 6 частей, обозначенных буквами А-Е.

Задание 2. Изучите микропрепараты: «Митоз в клетках корешка лука», «Метафазная пластинка, (лук)», «Метафазная пластинка, (человек)» «Деления (первое и второе) созревания у аскариды». Найдите на препаратах различные фазы деления и покажите их преподавателю. Изучите микропрепарат «политенные хромосомы». Посмотрите цитологические карты дрозофилы и других организмов.

Задание 3. Рассмотрите фотографии и рисунки: «Политенные хромосомы», «Форма хромосом», «Митоз», «Хромосомы человека». Эти материалы помогут ответить на вопросы, разбираемые на данном занятии, лучше понять изучаемые микропрепараты, определить фазу деления клеток.

Экзаменационные вопросы по теме занятия:

1. Кариотип. Строение хромосом.
2. «Поведение» хромосом в митозе. Значение митоза.
3. «Поведение» хромосом в мейозе. Значение мейоза.

Глоссарий

Гомологичные хромосомы – хромосомы одинаковые по размеру, морфологии, несущие сходную генетическую информацию, способные конъюгировать в профазе мейоза. Имеют разное происхождение (одна – отцовская, вторая – материнская).

Бактериальная хромосома – носитель генетической информации в прокариотических клетках. Представляет собой кольцевую двуспиральную молекулу ДНК.

Интерфаза – период между двумя клеточными делениями. В интерфазе ядро компактное, не имеет выраженной структуры, хорошо видны ядрышки, хромосомы, в большинстве случаев не видны. Интерфаза включает три стадии G₁ – в основе каждой хромосомы лежит одна двуспиральная молекула ДНК; количество ДНК в диплоидной клетке на этой стадии обозначается символом 2c), синтетическую (S – происходит репликация ДНК) и постсинтетическую (G₂ – репликация ДНК уже завершена; в состав каждой хромосомы входит две двуспиральные молекулы ДНК, которые являются точной копией исходной молекулы ДНК; на этой стадии количество ДНК в диплоидной клетке обозначается символом 4c).

Кариотип – совокупность метафазных хромосом, характерных для определенного вида организмов.

Клеточный цикл – интервал между завершением деления в исходной клетке и завершением деления в её дочерней клетке. Полный цикл включает интерфазу и собственно деление.

Митоз (от греч. «митос» - нить) – универсальный способ деления эукариотических клеток, в ходе которого образуются две клетки с идентичным набором хромосом.

Мейоз (от греч. «мейон» - меньше и от «мейозис» - уменьшение) – особый способ деления эукариотических клеток, при котором число хромосом уменьшается в два раза. Главной особенностью мейоза является конъюгация гомологичных хромосом.

Метафаза – вторая фаза деления. Формируется митотический аппарат, в состав которого входит веретено деления (ахроматиновое веретено) и центриоли или иные центры организации микротрубочек. Хромосомы располагаются в экваториальной плоскости клетки, образуя метафазную пластинку.

Метафазная хромосома – хромосома, которая видна в метафазе. Состоит из двух продольных субъединиц – хроматид, связанных между собой в области первичной перетяжки – центромеры. Обе хроматиды имеют идентичный набор генов. Конечные участки хроматид называют теломерами. Центромера делит хромосому на два плеча: короткое – p и длинное – q (по номенклатуре хромосом у человека). У мушки дрозофилы различают левое, L, - и правое, R, плечи хромосом.

Кроссинговер (от англ. crossing-over – перекрест) – обмен гомологичными участками гомологичных хромосом.

Профаза – первая фаза деления. Хромосомы спирализуются и становятся видимыми в световой микроскоп в виде тонких нитей (хроматин). В конце профазы ядрышки исчезают, ядерная оболочка разрушается, и хромосомы выходят в цитоплазму.

Рекомбинация – появление новых сочетаний генов.

Телофаза – заключительная фаза деления. Веретено деления разрушается. Хромосомы деспирализуются, вокруг них формируется ядерная оболочка.

Вторая неделя обучения

Содержание лекции 2. Законы наследственности и наследования Г. Менделя. Полигибридное скрещивание

Моно-, ди-, полигибридное скрещивание. Особенности работы Грегора Менделя. Доминантность, рецессивность. Гомозигота, гетерозигота. Схемы скрещивания по генотипу и фенотипу. Фенотипические радикалы. Фенотипические и генотипические классы потомков. Рекомбинанты. Расщепление. Возвратные скрещивания. Реципрокные скрещивания. Переоткрытие законов Г. Менделя. Число типов гамет, классов потомков. Соотношение классов потомков во втором поколении. Вероятность появления разных классов потомков.

Экзаменационные вопросы по теме:

1. Особенности работы Г. Менделя. Моногибридное скрещивание.
 - Возвратные скрещивания.
2. Дигибридное скрещивание. Статистический характер расщепления.
3. Теория наследственности Г. Менделя. Законы наследования.
4. Полигибридное скрещивание.

Глоссарий:

- Анализирующее скрещивание – скрещивание с рецессивной гомозиготой
- Возвратное скрещивание – скрещивание с одной из родительских форм.

Генотипический класс потомков – группа особей с одинаковым генотипом.

Гомозигота – зигота, которая образовалась при слиянии гамет, несущих одинаковые аллели одного гена, организм, вырастающий из такой зиготы (гомозиготный).

Гетерозигота – зигота, образующаяся при объединении гамет, имеющих разные аллели одного гена; организм, развивающийся из такой зиготы (гетерозиготный).

Доминирование – явление преобладания признака (гена) над другим.

Маркер – аллель, наследование которого прослеживается в скрещивании.

Моногенное наследование – наследование, при котором родители различаются по одному гену.

Моногибридное скрещивание – скрещивание, в котором родители отличаются по одному признаку.

Полигенное наследование – такое наследование, при котором за формирование одного признака отвечает несколько генов, родители различаются по нескольким генам.

Полигетерозиготы – организмы, различающиеся по нескольким генам.

Полигибридное скрещивание – скрещивание, при котором родители различаются по нескольким признакам.

Расщепление – явление появления разных классов потомков.

Родительский тип – комбинация генетических маркеров у потомства, идентичная с таковой у родительской особи.

Рекombинантный тип – сочетание генетических маркеров в потомстве, которое отличается от сочетания этих маркеров у родителей.

Рецессивный – аллель или соответствующий признак, который проявляется только в гомозиготном состоянии.

Фен – элементарный признак. В ряде случаев подразумевается, что каждому гену соответствует один фен. Наследование в этом случае будет моногенным.

Фенотип (от греч. phaino – являю, обнаруживаю) совокупность признаков организма, отдельные признаки (градации признака) организма, как правило, отличные от таковых другого организма, участвующего в скрещивании.

Фенотипический радикал – форма записи: А-, А-В-, где на месте прочерка может быть либо доминантный, либо рецессивный аллель гена.

Чистая линия - линия, не дающая расщепления.

Таблица 1

Полигибридное скрещивание

Скрещивание	Число гамет	Число классов потомков	Число и соотношение фенотипов	Число и соотношение фенотипов
Моногибридное P ♀ AA X ♂ aa	2 A, a	4 (2 ♀ x 2 ♂)	2 (3A - : 1aa)	3 (1AA:2Aa:1aa)
Дигибридное ♀ AaBb x ♂ aabb	4 2 ² (2A X 2B)	16 4 ² (4 ♀ X 4 ♂)	4 (2x2) 2 ² (3A - : 1aa) x (3B - : 1bb)	9 (3x3) 3 ² (1AA:2Aa:1aa) x (1BB:2Bb:1bb)
Тригибридное	8 2 ³	64 4 ³	8 2 ³	27 3 ³
Полигибридное	2 ⁿ	4 ⁿ	2 ⁿ	3 ⁿ

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1. «Митоз и мейоз»

Вариант 1

1. В чем заключается биологическое и генетическое значение митоза?
2. Если в материнской клетке четыре хромосомы: Д, сК, д, Ск, то какие генотипы будут иметь дочерние клетки в случае наличия и отсутствия кроссинговера между генами С и К?

Вариант 2

1. Каково генетическое и эволюционное значение мейоза?
2. В клетке имеется 4 хромосомы: МН, мн, К, к. Каковы генотипы гамет, образующихся из таких клеток? Как измениться Ваш ответ, если учесть явление кроссинговера?

Вариант 3

1. Что такое кариотип и каковы его параметры?
2. Нарисуйте схему расположения хромосом с генами С, с, Д, д, МК, МК в метафазе митоза и анафазе II мейоза.

Вариант 4

1. В чем заключается сходство и отличие митоза и мейоза?
2. Нарисуйте схему расположения хромосом с генами А, Вс, а, вС в метафазе II мейоза и анафазе митоза.

Третья неделя обучения

Содержание лекции 3. Условия выполнения законов Г. Менделя.

Сверхдоминирование. Плейотропное действие генов

Равновероятное образование гамет, одинаковое «качество» гамет, равновероятное соединение гамет, одинаковая жизнеспособность зигот (доминантных, рецессивных, гетерозигот). Тетрадный анализ. Одинаковые условия развития потомков с разными генотипами в раннем онтогенезе. Одинаковая жизнеспособность взрослых особей с разными генотипами. Сверхдоминирование. Плейотропное действие генов. Пенетрантность, экспрессивность.

Экзаменационные вопросы по теме:

1. Плейотропное действие генов. Пенетрантность. Экспрессивность.
2. Условия выполнения законов Г. Менделя. Тетрадный анализ.

Глоссарий:

Гетерозис (от греч. heterosis – изменение, превращение) – гибридная мощность, явление превосходства потомства (гибридов) над обеими родительскими формами по ряду признаков, например, плодовитости, жизнеспособности, продуктивности.

Пенетрантность (от лат. penetrare – проникать, достигая) – способность гена проявляться фенотипически. Один и тот же

мутантный признак может проявляться у одних особей и не проявляться у других. Определяется по частоте особей в популяции, имеющих мутантный фенотип. При полной пенетрантности (100%), мутант ген проявляется у каждой особи, обладающей эти геном. При неполной пенетрантности (менее 100%) ген проявляется не у всех особей.

Плейотропность – влияние одного гена на 2 или более признаков особи.

Сверхдоминирование – более высокий уровень развития признака у гетерозигот, по сравнению с гомозиготами.

Тетрадный анализ – метод, позволяющий доказать, что в основе менделевского расщепления лежит равновероятное образование гамет, несущих разные аллели одного гена. Анализ тетрады спор в аске, образующихся в результате одного мейотического деления

Экспрессивность (экспрессивность признака) (от лат. expressio – выражение) – степень выраженности определенного признака. При этом наблюдается изменчивость проявления мутантного гена у разных особей одного вида.

Мейоз	Оплодотворение	Снтогенез				
			ГАМЕТЫ	ЗИГОТА	ОРГАНИЗМ	
1	2	3	4	5	6	

Рис. 2. Процессы онтогенеза и условия выполнения (шесть, обозначены цифрами) законов Г. Менделя

Занятие 2. Лабораторное.

Рекомбинация генетической информации в гаметогенезе у растений и животных

1. Не забудьте сдать домашнюю контрольную работу 1.
2. Задание 1. Выполните тесты по теме занятия № 1.
3. Задание 2. Ответьте на вопросы по теме занятия, заполнив таблицу по образцу (табл. 2).

Таблица 2

Название процесса (напр. оогенез), орган, в котором он происходит

Название стадии	Количество хромосом в клетке	Генотип клетки
1.		
2. оогонии	2n	AaBb
3. и т.д.		

4. Задание 3. Изучите микропрепараты: «Пыльцевое зерно», «Зародышевый мешок», «Тетрада микроспор», «Сперматозоиды человека», «Семенник крысы», «Яичник кролика», «Яичник лягушки».
5. Задание 4. Рассмотрите рисунки по теме занятия («Яичник млекопитающего», «Схема сперматогенеза», «Сравнительная схема развития мужских и женских половых клеток у животных»).

Экзаменационные вопросы по теме занятия:

1. Генетическая рекомбинация в гаметогенезе у животных.
2. Генетическая рекомбинация в гаметогенезе у растений.

Четвертая неделя обучения

Содержание лекция 4. Понятие об аллеле. Множественный аллелизм. Типы взаимодействия аллелей.

Обозначение аллелей одного гена. Компаунд. Дикий тип. Различия между аллелями на молекулярном уровне. Промежуточное наследование. Полное, неполное доминирование. Кодоминирование. Межallelная комплементация. Гипотеза «один ген - один фермент» и «один ген - одна полипептидная цепь». Эксперименты Джорджа Бидла и Эдуарда Тейтума. Механизм взаимодействия аллелей.

Экзаменационные вопросы по теме:

1. Множественный аллелизм. Типы взаимодействия аллелей.
2. Гипотезы «один ген - один фермент», «один ген - одна полипептидная цепь».

Глоссарий:

Аллель - состояние (вариант, форма) гена.

Дикий тип - выбранный стандарт, действительно дикая форма организма, предок культурных форм или лабораторных линий, наиболее примитивная из культурных форм. Предпочтительно признаками дикого типа считают признаки, отличающие большинство особей диких популяций.

Кодоминирование - фенотипическое проявление обоих аллелей в гетерозиготе.

Компаунд (от англ. compound – составной, смешанный) – организм, гетерозиготный по двум разным рецессивным мутациям.

Локус (лат. locus - место) – место положения гена на хромосоме генетической карте. Часто используется вместо термина «ген».

Межаллельная комплементация – тип взаимодействия аллелей в случае контроля геном ферментов, построенных из нескольких (от 2 до 8) одинаковых полипептидов.

Множественный аллелизм – явление появления нескольких аллелей одного гена.

Неполное доминирование – явление, когда у гибрида полностью не проявляется ни один из признаков родителей. Их экспрессия оказывается промежуточной, с большим или меньшим уклонением к доминантному или рецессивному состоянию.

Сайт (англ. site – местоположение, место) – место (участок) нуклеотидной последовательности, белка, точковой мутации.

Сверхдоминирование – более сильное проявление признака у гетерозиготы по сравнению с гомозиготой.

Полное доминирование

$$a^1 > a^2$$

↑

Неполное ← $a^1 a^2$ → Кодоминирование

$$a^1 = a^2$$

↓

Межаллельная комплементация

$$a^1 + a^2$$

Рис. 3. Типы взаимодействия аллелей.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2. «Гаметогенез»

Вариант 1

1. Каковы генотипы эндосперма и зародыша семени, полученных при самоопылении растений с генотипом ААВв?
2. Сколько сперматоцитов должно выступить в мейоз, чтобы образовалось 4 типа гамет, если учесть, что исходная клетка – дигетерозигота?

Вариант 2

1. Каковы генотипы эндосперма и зародыша семени, полученных при опылении растений генотипа аАвв пыльцой растений аавв?
2. Сколько типов гамет может образоваться в гаметогенезе у гомозиготного организма? Организма, гетерозиготного по одному гену; по двум; трем генам? Почему? Поясните при помощи рисунков.

Вариант 3

1. Каковы генотипы эндосперма и зародыша семени, полученные при опылении растений генотипа ААВв пыльцой растений аавв?
2. Сколько ооцитов должно вступить в мейоз, чтобы образовалось 4 типа гамет, если учесть, что исходная клетка дигетерозигота? Поясните: изобразите схему образования гамет всех 4-х типов.

Вариант 4

1. Каковы генотипы эндосперма и зародыша семени, полученные при самоопылении растений генотипа Ввсс?
2. Сколько гамет одного типа может образоваться в результате сперматогенеза, если допустить, что делится только один сперматоцит первого порядка (тригетерозигота)? Приведите пример для пояснения, выполните необходимые рисунки.

Пятая неделя обучения

Содержание лекции 5. Взаимодействие неаллельных генов

Определение неаллельных генов. Разные типы расщеплений при комплементарном взаимодействию генов. Доминантный эпистаз. Эпистатирование. Гены - супрессоры. Критерии аллелизма. Некумулятивная полимерия. Гены однозначного действия. Кумулятивная полимерия. Опыты Германа Нильсона - Эле. Качественные признаки. Кривая нормального распределения. Полигенное наследование. Мультифакториальные признаки. Гены-модификаторы. Олигогены. Наследование количественных признаков. Мультифакториальное наследование признаков у человека, сельскохозяйственных растений и одомашненных животных. Генотип как система взаимодействующих генов.

Экзаменационные вопросы по теме:

1. Взаимодействие генов по типу комплементарности. Эпистаз.
2. Полимерное взаимодействие генов.
3. Особенности наследования количественных признаков. Понятие о генах-модификаторах.

Глоссарий:

Аддитивные гены - взаимодействующие гены, обладающие кумулятивным эффектом, детерминирующие количественные признаки.

Гены-модификаторы - гены, оказывающие незначительное влияние на формирование признака, уточняющие действие других генов.

Комплементарность (от лат. complementus-дополнение) - тип взаимодействия доминантных неаллельных генов, дополняющих действие друг друга, определяющих развитие одного признака.

Полигенные признаки - признаки, определяемые многими генами.

Олигогены - это главные гены, которые в наибольшей степени ответственны за формирование признака. Обеспечивают дискретную (прерывистую) изменчивость качественных признаков.

Полимерия - тип взаимодействия неаллельных генов с однозначным действием.

Полимерия кумулятивная - тип полимерии, при котором чем больше генов (доминантных) с однозначным действием в генотипе, тем интенсивнее выражен признак.

Полимерия некумулятивная - тип полимерии, при котором достаточно одного доминантного гена в генотипе, чтобы проявился признак (отличный от альтернативного).

Супрессоры - гены, подавляющие действие других генов.

Эпистатирование - подавление действия одним неаллельным геном действия другого гена.

Эпистаз (от греч. epistasis - остановка, препятствие) - тип взаимодействия неаллельных генов, при котором один ген подавляет действие другого гена. Ген, подавляющий развитие другого гена, называют эпистатичным, а подавляемый - гипостатичным.

Эпистаз доминантный - тип эпистаза, при котором происходит подавление признака, если эпистатический аллель доминантный.

Занятие 3. Практическое.

Законы наследования Г. Менделя. Полигибридное скрещивание

1. ! Не забудьте сдать контрольную работу № 2.
 2. Задание 1. Выполните тестовые задания по теме занятия № 2.
 3. Задание 2. Ответьте на вопросы по теме занятия.
 4. Задание 3. Рассмотрите семена гороха разных сортов (желтые, зеленые, гладкие, морщинистые).
 5. Задание 4. Решите задачи по теме занятия. Научитесь:
 - а) записывать схему скрещивания по фенотипу и генотипу;
 - б) в схемах при решении задач использовать фенотипические радикалы;
 - в) определять вероятность появления разных классов потомков
- Рассмотрите ПРИМЕРЫ решения и оформления решения задач по теме занятия.

Задача

Неокрашенные пещерные рыбы из пещеры Пачон (Турция) были скрещены с окрашенными рыбами того же вида открытых водоемов. Анализ второго поколения этого скрещивания показал, что 787 рыб были окрашены, 278 – не окрашены. Как наследуется окраска у этих рыб? Напишите генотипы всех особей и фенотип рыб из первого поколения.

Для того, чтобы правильно решить и оформить решение задачи, следует написать:

- 1.) Схему скрещивание по фенотипу (указать все известные из условия задачи фенотипы родителей и потомков).

2) Схему скрещивания по генотипу (вписать в схему скрещивания по фенотипу), для чего ввести буквенные обозначения генов (аллелей), если они отсутствуют в условии задачи.

3) Найти отсутствующие элементы схемы (фенотипы, генотипы). Их можно обозначит знаком вопроса.

4) Ответить на вопросы, поставленные в задаче. Для ответа на вопрос «Как наследуется признак?» необходимо указать, сколько генов его определяет (по скольким генам различаются данные родители). Для этого необходимо определить соотношение потомков.

Схема скрещивания по фенотипу:

?

P ♀ неокрашенные рыбы X ♂ окрашенные

F 1 ?

F 2 787 окрашенных : 278 неокрашенных

?

Поскольку соотношение потомков равно 3 : 1, то признак определяется 1 геном (наследование моногенное). Доминантным является аллель окраски, т.к. окрашено три части рыб. Введем обозначение аллелей этого гена : А – аллель, определяющий окраску, а – определяет отсутствие окраски. Следовательно, в первом поколении рыбы – окрашенные (доминантная окраска). Поскольку в первом поколении наблюдается единообразие, то родители гомозиготные, а в первом поколении получаются гетерозиготы.

Схема скрещивания по фенотипу и генотипу будет выглядеть так:

AA

aa

P ♀ неокрашенные рыбы X ♂ окрашенные

F 1 Aa окрашенные

$\frac{3}{4}$ A-

$\frac{1}{4}$ aa

F 2 787 окрашенных : 278 неокрашенных

Задача

Двух черных самок крысы скрестили с коричневым самцом. Было получено несколько пометов от каждой самки. В потомстве первой самки было 36 черных крысят, в потомстве второй самки – 14 черных и 10 коричневых. Как наследуется данная окраска у крыс?

1. Схема скрещивания по фенотипу:

P ♀ черная X ♂ коричневый P ♀ черная X ♂ коричневый
F 1 36 черных 14 черных : 10 коричневых

Так как в первом поколении у первой самки крысята черные, то черная окраска – доминантная. Поскольку во втором скрещивании получили расщепление 1:1, то можно сделать вывод, что признак определяется одним геном. Обозначим аллели данного гена: А определяет черную окраску, а – коричневую. В первом скрещивании потомки первого поколения – гетерозиготные (единообразие потомков), а, следовательно, родители гомозиготные, во втором скрещивании рецессивные особи имеют генотип аа, особи с доминантной окраской – гетерозиготы. Все эти генотипы должны содержаться в схеме скрещивания по генотипу. Впишем её в схему скрещивания по фенотипу, в итоге получим:

2. Схема скрещивания по фенотипу и генотипу:

AA aa Aa Aa aa
P ♀ черная X ♂ коричневый P ♀ черная X ♂ коричневый
F 1 36 черных 14 черных: 10 коричневых
Aa Aa 1/2 Aa 1/2 аа

Задача

Растение тыквы с белыми дисковидными плодами скрещено с растением, имеющим белые шаровидные плоды. В этом скрещивании получили:

38 растений с белыми дисковидными плодами,
36 – белыми шаровидными,
13 – с желтыми дисковидными,
12 – с желтыми шаровидными.

Каковы генотипы родителей?

1. Схема скрещивания по фенотипу:

P ♀ белые дисковидные X ♂ белые шаровидные
F 1 38 бел. диск. : 36 бел. шар. : 13 желт. диск. : 12 желт. шар.

Так как родители различаются по 2-м признакам, проанализируем наследование каждого признака (дискретный анализ).

Наследование окраски:

P ♀ бел. X ♂ бел.
F 1 бел. 74 (36+36) : жел 25 (13+12), т. е.
3/4 бел. 1/4 жел., поэтому признак определяется 1

геном, его аллели определяют: А – белую окраску, а – желтую.

Схема скрещивания по фенотипу и генотипу:

Aa Aa
P ♀ бел. X ♂ бел.
3/4A- 1/4aa
F 1 бел. 74 (36+36) : жел 25 (13+12)

Наследование формы:

P ♀ диск.. X ♂ шар.

F 1 диск. 51 (38+13) : шар. 25 (36+12), т. е.

1/2 диск.

1/2 шар., поэтому данное скрещивание

анализирующее, один родитель гетерозигота, второй рецессивная гомозигота. В данном случае, исходя из результатов приведенного скрещивания, нельзя определить, какой признак (ген) является доминантным. В этом случае нужна дополнительная информация о наследовании, по результатам других скрещиваний. Такие результаты свидетельствуют о том, что доминантным признаком является дисковидная форма, поэтому ген В определяет дисковидную форму, а в – шаровидную.

Схема скрещивания по фенотипу и генотипу:

Вв вв

P ♀ диск.. X ♂ шар.

F 1 диск. 51 (38+13) : шар. 25 (36+12)

1/2 Вв 1/2 вв

2. Схема скрещивания по 2-м признакам и генам:

АаВв

АаВв

P ♀ белые дисковидные X ♂ белые шаровидные

F 1 38 бел. диск. : 36 бел. шар. : 13 желт. диск. : 12 желт. шар.

3 А-Вв 3А-вв 1ааВв 1аавв

В данном случае, чтобы узнать расщепление по генотипу необходимо воспользоваться решеткой Пеннета или перемножить соотношение потомков (и их генотипы), полученные в первом и во втором скрещиваниях (с учетом только окраски и только формы):

(3 А- : 1 аа) X (1 Вв : 1 вв) = 3 А-Вв : 3 А-вв : 1 ааВв : 1 аавв
бел. желт. диск. шар. бел. шар. диск. бел. шар. желт. шар. желт. шар.

Задача

Выполнено скрещивание:

P ♀ АаввСсДд X ♂ АаВвСсДд

Гены наследуются независимо, доминирование полное. Определите:

1. Число гамет у родителей.
2. Число классов потомков.
3. Число и соотношение фенотипических классов.
4. Число и соотношение генотипических классов.
5. Вероятность появления особей с фенотипом А-ввС-Дд

1. Число гамет у женской формы: $2 \times 1 \times 2 \times 1 = 4$, у мужской формы:

$$2 \times 2 \times 2 \times 1 = 8$$

2. Число классов потомков: 4 сорта гамет у ♀ X 8 сортов гамет ♂ = 32.

3. Соотношение фенотипических классов потомков найдем, если перемножим: (3А- : 1аа) X (1Вв : 1вв) X (3С- : 1сс) X 1Дд. Число будет равным: $2 \times 2 \times 2 \times 1 = 8$

4. Соотношение генотипических классов потомков найдем так:

(1АА : 2Аа : 1аа) x (1Вв x 1вв) x (1Сс : 2 Сс : 1 сс) x 1Дд. Их число будет равным: $3 \times 2 \times 3 \times 1 = 18$

5. Вероятность появления потомков с фенотипом А-ввС-Дд равна:

$$3 \times 1 \times 3 \times 1 : 32 \text{ (число классов потомков).}$$

Шестая неделя обучения

Содержание лекции 6. Хромосомное определение пола.

Наследование, сцепленное с полом.

Хромосомная гипотеза наследственности Вальтера Сэттона и Теодора Бовери. Параллелизм в поведении генов и хромосом в мейозе. Плодовая мушка как объект генетических исследований. Различия в реципрокных скрещиваниях. Половые хромосомы и аутосомы. Типы хромосомного определения пола. Балансовое определение пола у дрозофилы. Генетическая инертность Y – хромосом. Нерасхождение половых хромосом. Регулярные и исключительные потомки. Доминантное и рецессивное X – сцепленное наследование. Голандрическое наследование. Зависимые от пола признаки. Ограниченные полом признаки. Дозовая компенсация. Гетерохроматин.

Экзаменационные вопросы по теме:

1. Наследование, сцепленное с полом.
2. Наследование при нерасхождении половых хромосом и сцеплении X-хромосом.
3. Типы хромосомного определения пола. Особенности половых хромосом. Зависимое и ограниченное полом наследование.

Глоссарий:

Аутосомы (от греч. autos-сам и греч. soma – тело) – хромосомы одинаковые у особей разных полов одного вида организмов. Гемизиготность (от греч. hemi-полу- и zygotos – соединенный вместе)

– присутствие генов не в форме пары аллелей, а в единственном числе у гаплоидных организмов или в гетероморфных хромосомах диплоидных видов.

Гермафродитизм – наличие признаков мужского и женского пола у одной особи (гермафродита) или двуполость.

Гетерогаметный пол – пол организма, у которого образуются гаметы разного сорта в отношении половых хромосом.

Гетерохроматин – генетически неактивные участки хромосом, постоянно находящиеся в конденсированном состоянии (плотно упакованном) на протяжении всего клеточного цикла. Интенсивно окрашиваются ядерными красителями и хорошо видны в световой микроскоп даже во время интерфазы.

Гинандроморфизм (от греч. гуле-женщина, алег, родительный падеж andros-мужчина, и morphé-вид, форма) – аномалия у беспозвоночных, при которой одна часть тела мужская, тогда как другая женская. Наиболее частой причиной гинандроморфизма является потеря X-хромосомы при оплодотворении или первом делении яйца.

Голандрическое наследование – наследование признаков, гены которых локализованы в Y-хромосоме.

Гомогаметный пол – пол особи, у которой образуются гаметы одного сорта в отношении половых хромосом.

Нерасхождение хромосом - потеря способности к расхождению сестринских хроматид или гомологичных хромосом.

Сцепление с полом – расположение генов в половых хромосомах

Сцепленные хромосомы – хромосомы, соединенные одним центромером.

Вариант 1

1. Для выявления генотипа хохлатых пятипалых кур их скрестили с четырехпалыми петухами без хохлов (анализирующее скрещивание). Было получено четыре вида потомков:

Пятипалых с хохлом – 36,

Пятипалых без хохлов – 31,

Четырехпалых с хохлом – 31,

Четырехпалых без хохла – 33.

Как наследуются эти признаки?

2. У душистого горошка высокий рост (Т) доминирует над карликовым (t), зеленая окраска бобов (G) - над желтой (g), а гладкие семена (R) - над морщинистыми (r). При скрещивании высокого желтого гладкого растения с карликовым зеленым гладким получили:

58 высоких зеленых гладких,

19 высоких зеленых морщинистых,

21 карликовое зеленое морщинистое,

20 карликовых желтых морщинистых.

61 высокое желтое гладкое,

59 карликовых желтых гладких,

20 высоких желтых морщинистых

62 карликовых зеленых гладких

Определите генотипы родителей и потомков.

3. Катаракта имеет несколько наследственных форм. Большинство из них наследуется как доминантные аутосомные признаки, некоторые как рецессивные аутосомные несцепленные признаки.

Какова вероятность рождения детей с аномалией, если оба родителя страдают ее доминантно наследуемой формой, но гетерозиготны ней, а также гетерозиготны по рецессивным формам катаракты.

Вариант 2

1. При скрещивании рыжих тараканов (прусаков), имеющих узкое тело коричневого цвета (дикий фенотип) с особями оранжевой окраски, но с нормальной шириной тела, в первом поколении было получено 533 особи дикого типа. Во втором поколении наблюдали расщепление: 3242 особи дикого типа, 1085 – с коричневым узким телом, 1137 – с широким оранжевым телом и 360 особей с узким оранжевым телом. Как наследуется форма и окраска тела у тараканов? Напишите схему скрещивания по фенотипу и генотипу.

2. Скрещиваются особи AaBbCcDd X AaBbCcDd. Какую часть в потомстве составят особи с генотипом:

AaBbCcDd, aabvccdd, AaBbCcDd?

Сколько фенотипов получится при скрещивании этих форм при полном доминировании по всем генам; неполном доминировании по гену D? Каково будет соотношение фенотипов в этих двух случаях?

3. Некоторые формы катаракты и глухонемые у человека передаются как аутосомные рецессивные несцепленные между собой признаки. Отсутствие резцов и клыков верхней челюсти также может передаваться как рецессивный признак, несцепленный с катарактой и глухонемой.

а. Какова вероятность рождения детей со всеми тремя аномалиями в семье, где оба родителя гетерозиготны по всем трем парам генов?

б. Какова вероятность рождения детей со всеми тремя аномалиями в семье, где один из родителей страдает катарактой и глухонемой, но гетерозиготен по третьему признаку, а второй супруг гетерозиготен по катаракте и глухонеме, но страдает отсутствием резцов и клыков.

1. Как наследуются признаки у кур, если в скрещивании лохмоногих черных (павловские куры) с голоногими рыжими (орловские куры) в первом поколении получили 34 голоногих черных цыпленка, а во втором поколении расщепление: 118 голоногих черных,

- 47 лохмоногих черных,
- 15 лохмоногих рыжих,
- 49 голоногих рыжих.

2. Известно, что растение имеет генотип AaBbCcDd.

- а) Сколько различных типов гамет образует это растение?
- б) Сколько генотипов и фенотипов может быть получено в потомстве этого растения при самоопылении при полном доминировании по всем генам.
- в) Сколько разных фенотипов будет в потомстве этого растения при неполном доминировании по всем парам аллелей.
- г) Сколько генотипов и фенотипов и в каком соотношении может быть получено при скрещивании этой формы с родителем, имеющим генотип aabbccdd?

3. Близорукий (доминантный признак) левша (рецессивный признак) вступает в брак с женщиной, нормальной по обоим признакам. Известно, что у обоих супругов были братья и сестры, страдающие фенилкетонурией (рецессивный признак), но сами супруги нормальны в отношении этой аномалии. В их семье первый ребенок был нормален в отношении всех трёх признаков, второй был близоруким левшой, а третий оказался большим фенилкетонурией. Определите генотипы родителей и их детей. Определите вероятность того, что четвертый их ребенок будет нормальным по всем трём признакам.

1. В реципрокных скрещиваниях светлых карпов с рисунком на коже с темными карпами без рисунка в F1 получили 96 светлых с рисунком и 89 темных с рисунком. От скрещивания рыб F1 с разными фенотипами в F2 было получено: 58 светлых с рисунком, 50 темных с рисунком, 18 темных без рисунка и 15 светлых без рисунка. От скрещивания светлых рыб с рисунком из F1 между собой получили: 779 светлых с рисунком, 224 светлых без рисунка, 194 темных с рисунком и 80 темных без рисунка. Как наследуются признаки?

2. Известно, что растение имеет генотип AABbCcDd.

- а. Сколько разных фенотипов может быть получено в потомстве этого растения при самоопылении, если предположить полное доминирование по всем парам аллелей?
- б. Сколько разных генотипов будет в потомстве этого растения при его самоопылении?
- в. Сколько различных типов гамет образует это растение?
- г. Сколько разных фенотипов может быть получено в потомстве этого растения при самоопылении, если предположить неполное доминирование по всем парам аллелей.
- д. Сколько генотипов и фенотипов может быть при скрещивании этой формы с родителем, имеющим генотип AaBbCcDd. Каково их соотношение?

4. Полидактилия, близорукость и отсутствие малых коренных зубов передаются как доминантные аутосомные признаки. Гены всех трех признаков находятся в разных хромосомах. Какова вероятность рождения детей без аномалий в семье, где оба родителя страдают всеми тремя недостатками и гетерозиготны по всем трем генам? Какова вероятность рождения близоруких детей?