

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Ю. А. Майер

ВЕТЕРИНАРНАЯ ГЕНЕТИКА

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности
36.05.01 Ветеринария

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

УДК 575 (075.8)

Рецензент

доктор ветеринарных наук, доцент, зав. кафедрой производства и экспертизы качества сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО «КГТУ»
А. С. Баркова

Майер, Ю. А.

Ветеринарная генетика: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по специальности 36.05.01 Ветеринария / Ю. А. Майер. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 49 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Ветеринарная биология и генетика» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля, рекомендации по выполнению практических занятий, словарь терминов.

Табл. 3, список лит. –20 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к изданию кафедрой производства и экспертизы качества сельскохозяйственной продукции 23 декабря 2022 г., протокол № 5

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 января 2023 г., протокол № 1

УДК 575 (075.8)

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.
Майер Ю. А., 2023 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ.....	
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ.....	
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	
...	

ВВЕДЕНИЕ

Цель освоения дисциплины «Ветеринарная генетика» – приобретение знаний об основах ветеринарной биологии и генетики, необходимых для осуществления профессиональной деятельности, с учетом влияния природных и генетических факторов на организм животных.

При реализации дисциплины «Ветеринарная генетика» организуется практическая подготовка путем проведения практических занятий (лабораторных работ), предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основные закономерности изменчивости и наследственности;

Уметь: применять основные законы наследственности и закономерности наследования признаков к анализу наследования нормальных и патологических признаков животных;

Владеть: методами биометрической обработки и анализа данных экспериментальных исследований, гибридологического, цитологического, генеалогического анализов, принципами решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

Оценка результатов выполнения задания по каждой практической работе производится при представлении студентом отчета по работе и на основании ответов студента на вопросы по тематике практической работы. Студент, самостоятельно выполнивший задание и продемонстрировавший знание теоретических вопросов, получает по практической работе оценку «зачтено».

Кроме того, по практическим работам выставляется экспертная оценка по четырехбалльной шкале – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Неудовлетворительная оценка выставляется, если студент не выполнил и не «защитил» предусмотренные рабочей программой дисциплины практические работы.

К экзамену допускается студент, успешно выполнивший практические работы (очная форма обучения) и получивший положительную оценку по результатам выполнения контрольной работы (заочная форма).

Универсальная система оценивания результатов обучения приведена в таблице 1 и включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100-балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему.

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
		0–40 %	41–60 %	61–80 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и	Обладает частичны-	Обладает ми-	Обладает	Обладает полно-

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
полнота знаний в отношении изучаемых объектов	ми и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	нимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	той знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые курсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алго-	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Система оценок	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
Критерий			ритма	

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей

1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Ветеринарная генетика – современная наука, в основе которой используют понятийный аппарат генетики, она включает довольно разнообразные разделы со сложной терминологией, генетической и математической номенклатурой, что представляет определенные трудности при освоении данной дисциплины. Для успешного освоения дисциплины необходимо твердо владеть генетической символикой и терминологией (ген, аллель, генотип, фенотип, доминантность, рецессивность, хромосома, мейоз, митоз, гетерогаметность, гомогаметность и пр.), а также знать основные закономерности, сформулированные классической генетикой (законы наследования признаков Г. Менделя, хромосомная теория наследственности), молекулярные основы наследственности.

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, при этом следует обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Конспект лекции необходимо дорабатывать, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой. Необходимо помнить, что на лекции обычно рассматривается не весь материал, а только его часть, в связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы студент должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Тематический план лекционных занятий представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Структура лекционных занятий

№ п/п	Наименование темы
1	Введение
2	Цитологические основы наследственности
3	Закономерности наследования признаков при половом размножении
4	Хромосомная теория наследственности
5	Генетика пола
6	Молекулярные основы наследственности
7	Генетика микроорганизмов
8	Генетические основы онтогенеза
9	Мутационная изменчивость
10	Генетика популяций
11	Генетические основы иммунитета
12	Генетика аномалий и болезней животных
13	Болезни с наследственной предрасположенностью
14	Методы профилактики распространения генетических аномалий и по-

№ п/п	Наименование темы
	вышения наследственной устойчивости животных к болезням
15	Генетическая инженерия

Тема 1. Введение

Ключевые вопросы темы

1. Генетика, основные этапы развития науки.
2. Предмет ветеринарной биологии и генетики, цели и задачи дисциплины.
3. Виды наследственности и изменчивости.
4. Методы генетики.

Ключевые понятия: генетика, ветеринарная генетика, наследственность, изменчивость; гибридологический, генеалогический, популяционный, мутационный, биометрический анализ; методы иммуногенетики.

При изучении материала темы уясните, что является предметом, целью и задачами генетики; рассмотрите периодизацию развития науки, обратите внимание, какие основные направления исследований характерны для каждого периода. Уясните, что является предметом, целью и задачами ветеринарной генетики, какие задачи решает данная наука.

Ознакомьтесь с особенностями ядерной и цитоплазматической наследственности, уясните, из чего складывается каждая из них. Выясните характерные особенности изменчивости организма. Рассмотрите основные виды наследственности и изменчивости.

Обратите внимание на проблемы, которые решает современная ветеринарная генетика, каково ее значение в профилактике болезней сельскохозяйственных животных в условиях промышленных технологий, разработке методов раннего выявления устойчивости и восприимчивости организма к болезням.

Рассмотрите достижения науки на современном этапе, пути ее дальнейшего развития.

Вопросы для самоконтроля

1. Что является предметом изучения генетики?
2. Что является предметом изучения ветеринарной генетики?
3. Перечислите основные методы генетики.
4. Каковы задачи ветеринарной генетики?
5. В чем суть гибридологического анализа?
6. Что называется наследственностью?
7. Какие органоиды клетки обуславливают цитоплазматическую наследственность?
8. Какая изменчивость называется наследственной?

Тема 2. Цитологические основы наследственности

Ключевые вопросы темы

1. Клетка. Строение клеток эукариот и прокариот.
2. Хромосомы, их химический состав и морфологическое строение.
3. Митоз, его генетическая сущность и значение в жизни клетки и организма.
4. Мейоз, его генетическая и биологическая сущность.
5. Гаметогенез.

Ключевые понятия: хромосома, гаплоидный, диплоидный набор хромосом, геном, кариотип, кариограмма, идиограмма, аутосомы, половые хромосомы, геном, митоз, мейоз, гаметогенез.

При изучении строения прокариотической клетки, обратите внимание на характерные особенности таких клеток, на отсутствие в них оформленного ядра; отметьте, какие органоиды присутствуют в клетках прокариот.

При изучении клеток эукариот обратите внимание, что клетка построена по принципу компартментации ее объема, что позволяет клетке одновременно осуществлять множество биохимических реакций и биологических процессов. Рассмотрите строение и функции органоидов эукариотической клетки. Изучите морфологию метафазных хромосом; обратите внимание на строение политенных хромосом и хромосом типа ламповых щеток.

Рассмотрите цитологические механизмы митотического деления. Обратите внимание на понятия «клеточный цикл» и «митотический цикл».

При изучении мейоза, следует уяснить, что этот процесс представляет собой два последовательных деления, запомните, на какие фазы делят оба мейотических деления. Обратите внимание на сложность процессов, происходящих в профазе первого мейотического деления, запомните название стадий, на которые разделяют профазу I и основные события, которые происходят во время этой фазы.

Изучите современные принципы классификации и номенклатуры хромосом человека и животных. Запомните основные характеристики кариотипа человека, крупного рогатого скота, свиней, овец.

Вопросы для самоконтроля

1. Укажите фазы митоза. Назовите типы метафазных хромосом.
2. Какие хромосомы называют гомологичными? Как установить гомологичность хромосом?
3. В чем состоит разница между понятиями клеточный цикл и мейоз?
4. В чем заключается биологический смысл мейоза?
5. Какие хромосомы называют политенными?
6. Опишите строение митохондрий, какова их функция?
7. Опишите строение рибосом. Какую функцию они выполняют?

Тема 3. Закономерности наследования признаков при половом размножении

Ключевые вопросы темы

1. Менделизм как основа генетики.
2. Правила наследования признаков.
3. Доминантность и рецессивность. Виды доминирования.
4. Наследование признаков при взаимодействии неаллельных генов.

Ключевые понятия: генотип, фенотип, моногибридное, дигибридное и полигибридное скрещивание; аллель, гомо- и гетерозиготность, комплементарное, эпистатическое, полимерное, модифицирующее действие, гены-модификаторы, экспрессивность и пенетрантность.

Изучение закономерностей наследования признаков всегда начинают с анализа наследования одной пары альтернативных признаков; следует уяснить смысл первого закона Менделя, понятий доминантности и рецессивности. Следует уяснить смысл понятия «аллелизма» генов, понятий «генотип» и «фенотип». Рассмотрите анализирующее скрещивание.

Рассмотрите различные виды доминирования: неполное, полное, кодоминирование, сверхдоминирование.

Разберите возможные причины и варианты нарушения менделевского расщепления в случае наследования летальных аллелей.

Необходимо уяснить закономерности наследования признаков при дигибридном и полигибридном скрещивании. При дигибридном скрещивании некоторые признаки могут проявлять неполное доминирование, в таких случаях происходит изменение в соотношении фенотипических классов. В полигибридном скрещивании проявляются те же закономерности, что и в дигибридном, но с другими количественными характеристиками.

При изучении взаимодействия неаллельных генов, следует уяснить, что такие гены находятся в разных, негомологичных хромосомах, поэтому при образовании гамет распределение аллелей будет происходить независимо от другого неаллельного гена. Необходимо понять механизм комплементарного взаимодействия генов, в этом случае останется запомнить лишь исходные генотипы и фенотипы родителей, а результат взаимодействия можно вывести самостоятельно. При изучении эпистатического взаимодействия, обратите внимание, что в качестве эпистатических генов могут выступать как доминантные, так и рецессивные гены.

При изучении вопросов полимерии необходимо запомнить, что у полимерных генов есть доминантные и рецессивные аллели. Накопление доминантных аллелей в генотипе организма может приводить к изменению его фенотипа двумя различными путями, разберите различия кумулятивной и некумулятивной полимерии. При изучении генов-модификаторов обратите внимание, что такие гены могут быть объектом искусственного отбора и тем самым существенно изменять выраженность интересующих человека признаков. Рассмотрите явления пенетрантности и экспрессивности, обратите внимание на причины, от которых они зависят. Следует уяснить принципы плейотропного действия генов.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое фенотип и генотип? Могут ли особи, одинаковые по фенотипу, иметь различный генотип?
2. Назовите особенности моно- и дигибридного скрещивания.
3. Назовите особенности полигибридного скрещивания.
4. В чем заключается независимое комбинирование признаков? Какой механизм лежит в основе их расщепления?
5. В чем состоят особенности гибринологического метода Г. Менделя?
6. Чем отличаются аллельные и неаллельные гены?
7. Охарактеризуйте формы взаимодействия неаллельных генов.
8. Какое расщепление по фенотипу наблюдается при комплементарном взаимодействии генов?
9. Какое расщепление по фенотипу наблюдается при эпистатичном взаимодействии генов?

Тема 4. Хромосомная теория наследственности

Ключевые вопросы темы

1. Сцепленное наследование признаков. Характер расщепления при независимом и сцепленном наследовании.
2. Кроссинговер как причина неполного сцепления генов.
3. Хромосомная теория наследственности Т. Г. Моргана.
4. Генетические и цитологические карты хромосом.

Ключевые понятия: кроссинговер, группа сцепления, одиночный и множественный кроссинговер, частота кроссинговера, интерференция, генетические и цитологические карты хромосом.

Понимание процесса кроссинговера и его последствий необходимо для формирования правильных представлений о рекомбинации признаков в потомстве, наследовании признаков, находящихся в одной группе сцепления, появлении структурных мутаций хромосом. При изучении наследования двух пар альтернативных признаков, обусловленных генами, находящимися в одной хромосоме, обратите внимание на соотношение фенотипов у гибридов второго поколения (3:1) и гибридов первого поколения анализирующего скрещивания (1:1). Необходимо уяснить понятия «группа сцепления» и «сцепленное наследование», различия между полным и неполным сцеплением. При изучении темы необходимо уметь составлять схемы наследования признаков при наличии кроссинговера между хромосомами и при его отсутствии.

Рассмотрите результаты экспериментов, которые доказывают линейное расположение генов в хромосоме; выясните, в чем отличие одинарного кроссинговера от множественного; разберите явление интерференции. Разберите, каким образом устанавливают принадлежность гена к определенной группе сцепления, каким образом определяют местоположение гена в группе. Рассмотрите, каким об-

разом составляют генетические и цитологические карты хромосом, как осуществляют сравнение карт.

Кроссинговер может происходить не только при мейотическом делении, но и в митозе, следует уяснить суть митотического кроссинговера и запомните пример его экспериментального обнаружения.

Вопросы для самоконтроля

1. Можно ли утверждать, что пара хромосом содержит только одну пару генов?
2. На какие случаи дигибридного скрещивания не распространяется третье правило Г. Менделя?
3. Какие гаметы называются кроссоверными и некроссоверными?
4. В чем заключается генетическая рекомбинация? Перечислите процессы, обуславливающие ее.
5. Сколько групп сцепления признаков (генов) может быть у КРС, лошадей, овец и кур?
6. Что такое полное сцепление генов? Составьте схему наследования признаков при полном сцеплении.
7. Что такое неполное сцепление генов? Составьте схему наследования признаков при неполном сцеплении.
8. В каких единицах измеряется расстояние между генами в хромосоме?
9. В чем отличие генетической карты хромосом от цитологической? Как проводят сравнение карт?
10. Какие факторы влияют на частоту кроссинговера?

Тема 5. Генетика пола

Ключевые вопросы темы

1. Пол. Типы детерминации пола.
2. Хромосомное определение пола.
3. Балансовая теория определения пола.
4. Особенности сцепленного с полом наследования.
5. Партогенез, гипогенез и андрогенез, их значение для понимания наследственности и перспектива практического использования.

Ключевые понятия: лактация, пол, гоносомы, аутосомы, гомогаметный и гетерогаметный пол, интерсексуальность, фримартинизм, гинандроморфизм.

При изучении темы следует уяснить, что называется полом, первичными и вторичными половыми признаками. Следует уяснить особенности прогамного, сингамного, эпигамного определения пола. Запомните, какие хромосомы называются половыми (гоносомами), каковы различия между гомогаметным и гетерогаметным полом. Разберите механизм образования дрозофил с различным балансом половых хромосом и аутосом.

При изучении вопроса наследования признаков, гены которых находятся в половых хромосомах, обратите внимание на особенности генетической структуры хромосом. Обратите внимание, каким образом наследуются такие признаки при гетерогаметности мужского и женского пола. Изучите закономерности наследования окраски глаз у дрозофилы, рассмотрите особенности записи схем скрещивания. Наследование признаков, сцепленных с полом при гетерогаметности женского пола рассмотрите на примере окраски оперения у кур; необходимо запомнить наследование этого признака в реципрокных скрещиваниях. Изучите и запомните особенности голландрического наследования.

При изучении данной темы необходимо рассмотреть механизм первичного и вторичного нерасхождения хромосом.

Рассмотрите явление интерсексуальности, которое может быть обусловлено гормональными нарушениями или генетическими причинами; частными примерами интерсексуальности являются фримартинизм, гермафродитизм. Изучите последствия нарушения нормального количества половых хромосом в кариотипе (синдром Тёрнера, Клайнфельтера).

Разберите механизм возникновения гинандроморфов (как частное проявление мозаицизма по половым хромосомам) и морфологические проявления гинандроморфизма.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите механизмы определения пола.
2. Какие хромосомы относят к половым, аутосомам?
3. Как наследуется пол у млекопитающих, птиц, дрозофилы?
4. Определите пол дрозофилы, имеющей следующие наборы хромосом: $3X+3A$, $3X+2A$, $2X+3A$, $2X+2A$, XXY , $XXY+2A$, $XO+2A$.
5. Где локализируются гены признаков, наследуемых сцеплено с полом?
6. В диплоидном наборе у свиньи содержится 38 хромосом, у курицы – 78, у крупного рогатого скота – 60, у лошади – 66 хромосом. Сколько хромосом содержится в половых клетках данных видов животных?
7. У кур известен сцепленный с полом рецессивный ген с летальным эффектом без видимого проявления. Каково будет соотношение полов в потомстве гетерозиготного по этому гену петуха и нормальной курицы?

Тема 6. Молекулярные основы наследственности

Ключевые вопросы темы

1. Генетическая роль ДНК.
2. Строение НК.
3. Репликация ДНК.
4. Генетический код, его свойства.
5. Синтез РНК (транскрипция).
6. Синтез белков в клетке.

Ключевые понятия: генотип, нуклеотид, пиримидиновые и пуриновые основания, модель структуры ДНК, репликация ДНК, полуконсервативная ауторе-

дупликация, транскрипция, интроны, экзоны, сплайсинг, трансляция, инициация, терминация, триплетность, неперекрываемость, вырожденность, универсальность, колинеарность, оперон.

При изучении молекулярных основ наследственности обратите внимание на эксперименты Ф. Гриффита, Дж. Ледерберга и Н. Циндлера, А.Херши и М.Чейза, доказывающие роль ДНК в передаче наследственной информации. Изучите строение нуклеиновых кислот, следует уяснить, из каких мономеров строится полимерная цепь НК. Рассмотрите строение нуклеотида; отличие ДНК от РНК.

Рассмотрите процесс репликации ДНК, детально разберите процессы, происходящие в репликативной вилке на лидирующей и отстающей материнской цепи ДНК; необходимо запомнить роль ферментов, участвующих в репликации ДНК. Разберите процессы репарации ДНК, следует уяснить, в каких случаях и каким образом происходит коррекция ДНК при помощи ДНК-полимеразы; рассмотрите механизм фотореактивации.

Необходимо уяснить основные принципы кодирования аминокислот в ДНК и РНК; запомнить свойства генетического кода.

Изучите процесс транскрипции (процесс инициации транскрипции, роста цепи мРНК, окончание синтеза), обратите внимание на различия этого процесса у про- и эукариот. Рассмотрите процесс трансляции, роль тРНК (запомните процесс образования аминоацил-тРНК, механизм комплементарного сопряжения тРНК с кодоном мРНК), рибосом. Разберите рибосомный цикл синтеза белка. Обратите внимание на различия процесса трансляции у про- и эукариот.

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы доказательства генетической роли нуклеиновых кислот?
2. Каково строение ДНК? Опишите первичную, вторичную, третичную структуру ДНК,
3. Что такое полуконсервативная ауторедупликация?
4. Как происходит репликация ДНК?
5. Какая цепь ДНК называется лидирующей?
6. Какое вещество осуществляет синтез праймера?
7. В каком направлении происходит синтез праймеров? Почему?
8. В чем различие процесса репликации у прокариот и эукариот?
9. Назовите типы репарации ДНК.
10. Что означает ДНК гена и кодируемого им белка?
11. Опишите процесс транскрипции ДНК.
12. Опишите процесс трансляции.
13. В чем состоит отличие процесса транскрипции у прокариот и эукариот.
14. В чем состоит отличие процесса трансляции у прокариот и эукариот.

Тема 7. Генетика микроорганизмов

Ключевые вопросы темы

1. Строение и размножение бактерий.
2. Строение и размножение вирусов.
3. Взаимодействие фага с бактериальной клеткой.
4. Обмен генетическим материалом у прокариот.

Ключевые понятия: профаг, умеренный фаг, лизогения, трансформация, трансдукция, конъюгация.

В данной теме необходимо рассмотреть строение генетического материала у микроорганизмов; особенности репликации ДНК у бактериальных клеток. Рассмотрите строение вирусной частицы. Изучите процесс взаимодействия фага с бактериальной клеткой, каким образом осуществляется размножение вирусной частицы в клетке бактерии. Разберите, какие бактериофаги относят к умеренным, в чем сущность явления лизогении, какие бактериофаги относят к профагам.

Необходимо уяснить, какие формы обмена наследственным материалом известны у вирусов и бактерий. Рассмотрите явление трансформации, трансдукции. Рассмотрите, каким образом происходит конъюгация у бактерий, в каких случаях совместного выращивания двух штаммов она наблюдается, а в каких отсутствует; как морфологически отличаются бактериальные клетки с фактором F^+ от клеток, в которых этот фактор отсутствует.

Вопросы для самоконтроля

1. Опишите строение бактериальной клетки.
2. Опишите строение вирусной частицы.
3. Каким образом происходит взаимодействие фага с бактериальной клеткой?
4. Как происходит обмен генетическим материалом у бактерий при конъюгации?
5. Опишите процесс трансдукции. В чем отличие специфической и неспецифической трансдукции?
6. Опишите процесс трансформации.

Тема 8. Генетические основы онтогенеза

Ключевые вопросы темы

1. Структура и функции генов.
2. Роль ядра и цитоплазмы в развитии.
3. Ген и признак.
4. Фенокопии и морфозы.

Ключевые понятия: аллеломорфизм, дифференциация, норма реакции, критические периоды развития, фенокопия, морфоз.

При изучении темы обратите внимание на сложную структуру гена, рассмотрите явление ступенчатого аллеломорфизма, открытое А. С. Серебровским

при изучении гена, контролирующего развитие щетинок у дрозофилы. Обратите внимание на опыты Дж. Гердона по доказательству сохранения генетической информации в соматических клетках при индивидуальном развитии животных. Разберите вопрос, какую роль играет генетическая информация на ранних и последующих этапах онтогенеза.

Роль генов в регуляции клеточной дифференцировки, можно понять, анализируя появление какого-нибудь характерного генного продукта в процессе дифференцировки определенного типа клеток. Одним из детально изученных генетиками продуктов является пигмент меланин, рассмотрите механизм образования меланина, генетический контроль процесса.

В данной теме необходимо изучить проявление генетической нормы реакции организма в различных условиях внешней среды; критические периоды развития. Обратите внимание на значение активности ферментов и уровня обмена веществ, факторов внешней среды в реализации генетической потенции животных. Фенокопии и морфозы, их значение в практике животноводства.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое ген с точки зрения современной генетики?
2. В чем сущность открытого А. С. Серебровским и Н. П. Дубининым явления ступенчатого аллеломорфизма? Какова была предложенная ими структура гена?
3. Как действуют гены на развитие признака и процессы обмена у высших организмов?
4. Какова роль наследственного материала матери и самой зиготы в начальных стадиях развития эмбриона?
5. Изменяются или остаются неизменными состав и строение белков растущего организма?
6. Как регулируется синтез мРНК и белков в клетках бактерий? Кем открыта эта регуляция и какие факторы её подтверждают?
7. Какими путями осуществляется регуляция белкового синтеза в дифференцированных клетках высшего организма?
8. Сохраняется ли в дифференцированных клетках весь генетический материал?
9. Участвует ли среда в регуляции белкового синтеза у высших организмов?

Тема 9. Мутационная изменчивость

Ключевые вопросы темы

1. Мутации и мутагенез. Классификация мутаций.
2. Хромосомные мутации. Механизм образования числовых и структурных мутаций кариотипа.
3. Генные мутации.
4. Роль репарирующих систем в мутационном процессе.

Ключевые понятия: мутация, мутагенез, полиплоидия, гетероплоидия, анеуплоидия, делеции, дупликации, инверсии, транслокации, Робертсоновские

транслокации, миссенс-мутации, нонсенс-мутации, фреймшифт-мутации, нейтральные мутации, транзиции, трансверсии, мутабельность.

При изучении темы в первую очередь следует уяснить понятия «мутация», «мутагенез»; рассмотрите роль Г. де Фриза и С. Коржинского в развитии теории мутаций; многообразии подходов к классификации мутаций. Рассмотрите деление мутаций по происхождению (спонтанные и индуцированные; геномные), по проявлению в гетерозиготном состоянии (рецессивные и доминантные); по уровню организации изменяемого генетического материала (геномные, хромосомные, генные); по месту возникновения и характеру наследования (генеративные и соматические); по направлению (прямые и обратные); по влиянию на жизнеспособность и плодовитость особей (летальные, полумлетальные, условно летальные, стерильные, нейтральные); по силе проявления аллелей (гиперморфные, гипоморфные, аморфные, неоморфные, антиморфные). Проявление мутаций в зависимости от генотипа и внешней среды.

При изучении явления полиплоидии, разберите разновидности и особенности полиплоидов, причины их возникновения, распространение. Рассмотрите примеры полиплоидных форм, полезных для сельского хозяйства. Необходимо знать, что гетероплоидия является одной из причин появления наследственных аномалий: синдромы Дауна (47,+21), Эдвардса (47,+18), Патау (47,+13).

Рассмотрите типы хромосомных aberrаций (делеции, дупликации, инверсии, транслокации), их классификацию, механизм образования. Обратите внимание на Робертсоновские транслокации, их практическую ценность и значение в эволюции. Разберите вопрос влияния хромосомных перестроек на продуктивность, воспроизводительную способность животных.

При изучении генных мутаций, выясните молекулярно-биологический механизм и причины их возникновения.

Рассмотрите роль ферментных систем репарации клеточного ядра в поддержании активного состояния ДНК и возникновения мутаций; следует уяснить механизм фотореактивации и темновой репарации.

В теме необходимо изучить вопрос мутабельности генов, частоты возникновения мутаций, мутагены (физические, химические и биологические); каково значение индуцированных мутаций в селекции вирусов, микроорганизмов, растений и животных.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое мутагенез и каковы его особенности?
2. Перечислите типы мутаций и кратко охарактеризуйте мутации каждого типа.
3. В чем заключается сущность полиплоидии? Каковы особенности полиплоидов?
4. Каковы причины возникновения полиплоидов и какова их роль у растений и животных?
5. Какие изменения происходят в хромосомном наборе и фенотипе животных и растений при гетероплоидии? Почему возникают гетероплоиды?

6. Что называют хромосомными перестройками? На какие виды они подразделяются?
7. Дайте характеристику особенностей разных хромосомных перестроек?
8. Какие мутации называют точковыми, какова их природа и причины возникновения точковых мутаций?
9. Какое значение имеют точковые мутации в эволюции видов и сельскохозяйственной практике?
10. Какие мутации называют индуцированными?
11. Что называется фотореактивацией? Что происходит с нарушениями в структуре ДНК при фотореактивации?
12. В чем сущность темновой репарации и как она происходит?

Тема 10. Генетика популяций

Ключевые вопросы темы

1. Популяция – единица эволюционного процесса.
2. Частоты генотипов и частоты аллелей. Закон Харди-Вайнберга.
3. Оценка генетической гетерогенности популяций.
4. Генетический груз в популяциях животных.
5. Генетическая адаптация и генетический гомеостаз популяций.

Ключевые понятия: популяция, панмиксия, частота аллелей, дрейф генов, генетический груз, генофонд.

При изучении темы рассмотрите различные типы популяций (панмиктическая, исходная, гетерогенная и контрольная); характеристику генетической структуры популяций по соотношению генных частот гомозиготных и гетерозиготных генотипов. Закон Харди-Вайнберга, его практическое использование при анализе структуры популяции.

Закон Харди-Вайнберга – простейшая математическая модель генетической структуры популяции, в популяциях, которые существуют реально, всегда действуют факторы, изменяющие в поколениях частоты аллелей и генотипов. К таким факторам относятся отсутствие панмиксии, ограниченная численность популяции, мутации, миграция особей, отбор; рассмотрите значение каждого из них.

В теме необходимо изучить различные типы искусственного отбора (направленный, стабилизирующий, дивергентный, технологический, косвенный); влияние внешней среды на эффективность отбора.

В данной теме необходимо усвоить понятие о генофонде, сходство и различие его с понятием популяции: обратить внимание на численность генофонда основных видов с.-х. животных; рассмотреть методы и приемы сохранения генофонда промышленного животноводства и резервы его увеличения. Генетический груз как резерв наследственной изменчивости вида.

Вопросы для самоконтроля

1. Что называется популяцией и чистой линией? В чем принципиальные отличия между ними?
2. Какой закономерности подчиняется структура свободно размножающейся популяции?
3. Почему при скрещиваниях наблюдается отклонение от правил расщепления Менделя?
4. Существует ли разница в темпах изменения структуры популяции при отборе рецессивных и доминантных признаков?
5. Влияет ли среда на эффективность отбора?

Тема 11. Генетические основы иммунитета

Ключевые вопросы темы

1. Клеточная и гуморальная системы иммунитета.
2. Структура иммуноглобулинов.
3. Генетика иммуноглобулинов.
4. Генетический контроль иммунного ответа.

Ключевые понятия: генотип, иммунитет, антиген, антитело, иммуноглобулины, изотип, аллотип, идиотип, иммунный ответ.

При изучении данной темы, необходимо четко уяснить и запомнить основные иммунологические понятия: «иммунитет», «антиген», «антигенная специфичность», «антитело», «антигенная детерминанта». Обратите внимание на существование защитных механизмов двух типов – неспецифических и специфических. Рассмотрите клеточную и гуморальную систему иммунитета, разбирая особенности клеточного иммунитета, обратите внимание на существование трёх основных групп Т-лимфоцитов. Запомните основные реакции, выполняемые гуморальным иммунитетом. Основным функциональным компонентом иммунной системы являются иммуноглобулины, следует уяснить первичную, вторичную и третичную структуру иммуноглобулинов и их классификацию. Рассмотрите, как устроены гены иммуноглобулинов, обратите внимание на кластерное строение генов; разберите, как кодируются легкие и тяжелые цепи иммуноглобулинов.

Рассмотрите особенности формирования первичного и вторичного иммунного ответа, а также причины, вызывающие определенный тип ответа.

Изучите вопрос наследования генов иммунного ответа.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое иммунитет?
2. Что вы знаете о клеточной и гуморальной системе иммунитета?
3. Какова структура иммуноглобулинов и как они наследуются?
4. Чем определяется разнообразие антител?
5. Каков механизм генетического контроля иммунного ответа?
6. Назовите врожденные дефекты иммунной системы.

Тема 12. Генетика аномалий и болезней животных

Ключевые вопросы темы

1. Классификация форм наследственной патологии.
2. Типы наследования аномалий.
3. Летальные гены.
4. Закон гомологических рядов Н. И. Вавилова.

Ключевые понятия: генетическая аномалия, пороки развития, наследственные болезни, моногенные и полигенные болезни, экспрессивность и пенетрантность.

При изучении данной темы рассмотрите понятия о генетических, наследственно-средовых и экзогенных аномалиях, методы определения типа наследования аномалий, которые включают как классические менделевские схемы скрещивания, так и современные методы молекулярной генетики. Аномалии могут быть обусловлены одним рецессивным геном, локализованным в аутосоме, рассмотрите основные правила наследования аутосомно-рецессивных и аутосомно-доминантных аномалий. Гены, контролирующие морфофункциональные патологии, могут быть локализованы в X-хромосоме и проявлять доминантный и рецессивный эффект. Рассмотрите особенности наследования сцепленных с X-хромосомой аномалий.

Чаще всего патология обусловлена действием двух (или нескольких) пар неаллельных генов, при сочетании которых и возникает та или иная аномалия. Рассмотрите, каковы особенности мультифакториального наследования.

У сельскохозяйственных животных известны десятки аномалий, возникновение которых связано с рецессивными или доминантными мутациями генов. Эти аномалии встречаются в отдельных популяциях с разной частотой, что зависит от скорости мутационного процесса, системы разведения животных и пр. Знание конкретных форм врожденных аномалий у животных каждого вида, а также частоты их проявления в отдельных породах необходимо ветеринарным специалистам для селекционной профилактики распространения генетической патологии. Следует обратить внимание на вопросы распространения генетических аномалий в популяциях животных разных видов. Так, в костромской породе крупного рогатого скота наиболее часто регистрируется генетическая аномалия головы – укорочение челюсти, в ярославской породе – синдактилия, в холмогорской – контрактуры мышц, в черно-пестрой – пупочные грыжи. В Международный список летальных дефектов свиней включено 18 генетических аномалий. Рассмотрите генетически обусловленные аномалии крупного рогатого скота, свиней, овец, птицы, лошадей.

Уясните сущность закона гомологических рядов в наследственной изменчивости Н. И. Вавилова, каким образом данный закон прилагается для изучения генетических аномалий у животных.

Рассмотрите вопрос распространения аномалий хромосом в популяциях животных, какие числовые и структурные мутации кариотипов в фенотипические аномалии описаны для крупного рогатого скота, свиней, овец, птицы, лошадей.

Вопросы для самоконтроля

1. Каков ход генетического анализа при простом аутосомном рецессивном типе наследования аномалий?
2. Каковы основные правила наследования аутосомно-рецессивных и аутосомно-доминантных аномалий?
3. В чем заключаются особенности наследования сцепленных с X-хромосомой аномалий?
4. Приведите примеры генетических аномалий у крупного рогатого скота.
5. Приведите примеры генетических аномалий у свиней и овец.
6. Каково распространение аномалий хромосом у крупного рогатого скота?
7. Каков спектр aberrаций хромосом, обнаруженных у свиней?
8. Каковы особенности спектра хромосомных aberrаций птиц?

Тема 13. Болезни с наследственной предрасположенностью

Ключевые вопросы темы

1. Наследование резистентности и восприимчивости.
2. Методы изучения наследственной резистентности и восприимчивости к болезням.
3. Генетическая устойчивость и восприимчивость к бактериальным болезням.
4. Генетическая устойчивость и восприимчивость к вирусным инфекциям.
5. Роль наследственности в предрасположенности к стрессу.

Ключевые понятия: резистентность, восприимчивость, болезнь, заболевание, вирулентность, наследственная предрасположенность.

В данной теме необходимо рассмотреть наследование резистентности и восприимчивости к болезням, методы их изучения. Существует несколько основных подходов: клинико-генеалогический анализ, близнецовый анализ, выявление породных, межлинейных и межсемейных различий, селекционный эксперимент, популяционно-статистический анализ, анализ связи с маркерными генами.

Рассмотрите вопросы генетической устойчивости и восприимчивости к бактериальным болезням, гельминтозам, протозоозам, вирусным инфекциям. Изучите вопросы генетической обусловленности респираторных болезней и болезней желудочно-кишечного тракта. Рассмотрите роль наследственности в предрасположенности животных к болезням конечностей, бесплодию, стрессу.

Рассмотрите влияние факторов среды на устойчивость к болезням.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение термину «резистентность».
2. Какие признаки относят к пороговым?

3. Что такое простое и полигенное наследование устойчивости к болезням?
4. Какова наследственная обусловленность устойчивости к лейкозам?
5. Каково влияние породы, линии, производителей, семейств и матерей на устойчивость к болезням?
6. Каким образом условия среды влияют на устойчивость к болезням?

Тема 14. Методы профилактики распространения генетических аномалий и повышения наследственной устойчивости животных к болезням

Ключевые вопросы темы

1. Методы генетического анализа.
2. Оценка генофонда пород.
3. Селекция животных на устойчивость к болезням.

Ключевые понятия: генетический анализ, оценка генофонда, показатели отбора, селекция животных.

В основе профилактики аномалий или болезней лежит устранение обуславливающих их причин, следовательно, для профилактики генетических аномалий необходимо предотвращать возникновение вредных мутаций в популяциях животных. В данной теме необходимо рассмотреть, каким образом происходит мониторинг за генетической структурой популяции, как осуществляют генетический анализ популяции. Рассмотрите методы проверки генотипов производителей на носительство вредных рецессивных генов.

В теме необходимо разобрать значение селекции для повышения резистентности к болезням, какие факторы затрудняют данный процесс; в каких целях используют оценку генофонда пород, линий и семейств; показатели отбора при селекции на устойчивость к болезням. Рассмотрите примеры успешной селекции животных на устойчивость к болезням.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем сущность генетического мониторинга аномалий?
2. Какие методы проверки генотипы производителей на носительство вредных рецессивных генов вы знаете?
3. Какое значение имеет селекция для повышения резистентности к болезням?
4. Какова зависимость эффективности селекции на устойчивость к болезням от величины коэффициента наследуемости?
5. Приведите примеры успешной селекции животных на устойчивость к болезням.

Тема 15. Генетическая инженерия

Ключевые вопросы темы

1. Генная инженерия.
2. Гибридная технология получения моноклональных антител.
3. Трансплантация эмбрионов.
4. Получение трансгенных животных.

Ключевые понятия: клеточная, геномная, хромосомная инженерия, вектор, секвенирование, рекомбинантная ДНК, трансгенные животные.

При изучении темы разберите основные понятия генной инженерии; вопрос ее истоков. Задачи генной инженерии связаны с получением генов путем их синтеза или выделения из одних клеток и последующего переноса таких генов и генетических структур или их копий в другие клетки. Изучите различные направления генетической инженерии и их практическое значение; рассмотрите, каким образом осуществляется перенос генетической информации. Изучите схему встройки чужеродного гена в фаговый вектор; синтез эукариотического гена в бактериях, искусственный синтез генов. Рассмотрите принципиальную схему введения чужеродного гена в организм животных; определение последовательности нуклеотидов ДНК.

При изучении темы необходимо изучить метод трансплантации животных, который играет основную роль в биотехнологии воспроизводства высокопродуктивных животных. При исследованиях на крупном рогатом скоте доказано, что интенсивное использование коров-рекордисток в качестве доноров позволяет в короткие сроки получать выдающихся быков-производителей и создавать высокопродуктивные семейства.

Рассмотрите методы получения химерных организмов (генетических мозаиков или аллофенов). Химеры получают объединением двух или более генетически различных зародышей на стадии бластомеров; к настоящему времени получены межпородные химеры овец (рамбулье и финский ландрас), крупного рогатого скота (швицкая и голштино-фризская, черно-пестрая и красная породы). Рассмотрите методы получения трансгенных животных: пересадка ядер соматических клеток (SCNT), генетически трансформированных *in vitro*; ретровирусные векторы; опосредованный спермиями перенос ДНК; механизм активного трансгенеза; система CRISPR/Cas9. Цель применения генной инженерии в селекции – получение трансгенных животных с новыми хозяйственно полезными признаками, рассмотрите, какими новыми признаками обладают трансгенные сельскохозяйственные животные.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем сущность генной инженерии?
2. Расскажите о гибридной технологии получения моноклональных антител.
3. Какое значение в селекции имеет трансплантация эмбрионов?
4. Как получают трансгенных животных?
5. В чем заключается метод клонирования млекопитающих?
6. Как получают химерные организмы?

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практические занятия по ветеринарной биологии и генетике направлены на систематизацию, углубление и закрепление полученных теоретических знаний на лекционных занятиях. Тематический план практических занятий представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Объем (трудоёмкость освоения) и структура практических занятий

Номер ПЗ	Номер темы	Содержание практического занятия	Очная форма, ч	Заочная форма, ч
1	2	Морфология клетки	2	1
2	2	Жизненный цикл и типы деления клеток	2	0,5
3	2	Развитие и строение половых клеток	2	-
4	2	Строение хромосом. Кариотипы	2	0,5
5	3	Решение задач по моногибридному, дигибридному и полигибридному скрещиваниям	2	0,5
6	3	Взаимодействие неаллельных генов	2	0,5
7	4	Сцепленное наследование и кроссинговер. Решение задач по определению расстояний между генами	2	1
8	5	Наследование признаков, сцепленных с полом	2	1
9	6	Моделирование синтеза белка в клетке	2	0,5
10	9	Моделирование генных мутаций	2	-
11	10	Семейно-генетический анализ. Определение достоверности происхождения потомков	2	-
12	10	Определение частот фенотипов, генотипов и аллелей	2	1
13	10	Факторы, влияющие на генетическую структуру популяции. Решение задач	2	-
14	10	Определение генетического сходства популяции	2	1
15	11	Изучение полиформизма белков методом электрофореза	2	0,5
Итого			30	8

Практическая работа № 1: Морфология клетки

Цель работы: ознакомление с микроскопическим и субмикроскопическим строением клетки, строением и функциями ее органелл.

Задание по практической работе

1. Зарисовать плоское изображение жидкостно-мозаичной модели мембраны, отметить на рисунке: наружный и поверхностный слой липидов; интеграль-

ный, полуинтегральный и периферический белки; углеводную часть гликопротеина, углеводную часть гликолипида.

2. Рассмотреть препарат спинального ганглия котенка, зарисуйте две-три клетки, на рисунке обозначить: ядро, ядрышко, аппарат Гольджи.

3. Рассмотреть препарат «Хондриосомы в эпителиальных клетках кишечника аскариды» при большом (90х) увеличении микроскопа с масляной иммерсией, зарисовать, обозначить на рисунке: ядро, митохондрии, секреторные гранулы, микроворсинки.

4. Рассмотреть препарат «Хондриосомы в клетках печени амфибии» при большом (90х) увеличении микроскопа с масляной иммерсией, зарисовать, обозначить на рисунке: ядро, митохондрии.

Вопросы для самоконтроля

1. Опишите строение ядрышка и функции, им выполняемые.
2. Назовите органоиды цитоплазмы и функции, которые они выполняют.
3. Каково строение рибосом?
4. Опишите строение митохондрий.
5. В каких органоидах клетки содержится ДНК?
6. Как поддерживается постоянство числа и состава хромосом в клетках тела организма?

Практическая работа № 2: Жизненный цикл и типы деления клеток

Цель работы: ознакомление с процессами деления соматических и половых клеток.

Задание по практической работе

1. Рассмотрите постоянные препараты клеток печени и селезенки животного, зарисуйте стадии митотического деления.

2. Рассмотрите постоянные препараты семенников и яичников животных, зарисуйте стадии профазы I мейоза.

Вопросы для самоконтроля

1. Определите стадию митотического деления, если в клетке видны хромосомы, а ядерная оболочка и ядрышко – нет.
2. На какой стадии митоза обнаруживается веретено деления, а все хромосомы располагаются в одной плоскости?
3. Чем характеризуется метафазная пластинка?
4. Опишите функцию веретена деления при митозе и мейозе.
5. Что такое клеточный цикл?
6. На какой стадии клеточного цикла происходит репликация ДНК?

Практическая работа № 3: Развитие и строение половых клеток

Цель работы: Ознакомление со строением половых клеток, процессами их роста и развития.

Темы докладов

1. Образование половых клеток при оогенезе.

2. Образование половых клеток при спермиогенезе.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем состоит разница между сперматогенезом и оогенезом у животных?
2. Какие генетические факторы оказывают отрицательное влияние на способность производить нормальные гаметы?
3. Трутни всегда гаплоидны, они развиваются из неоплодотворенных яиц. Оплодотворенные яйца пчелиной матки диплоидны. Чем отличается процесс созревания гамет у трутней и самцов других видов животных?
4. Сколько ооцитов I порядка участвовало в образовании 500 яйцеклеток?
5. В процессе оогенеза в мейозе имело место нерасхождение одной пары гомологичных хромосом. Сколько хромосом будет иметь в этом случае зрелая яйцеклетка?

Практическая работа № 4: Строение хромосом. Кариотипы

Цель работы: Приобретение навыков анализа хромосомных препаратов.

Задание по практической работе

Проведите идентификацию хромосом одного из кариотипов, используя постоянные препараты метафазных пластинок различных видов организмов и их микрофотографии.

Темы докладов

1. Кариотипы сельскохозяйственных животных.
2. Дифференциальная окраска хромосом.
3. Тонкое строение хромосом.
4. Политенные хромосомы.
5. Морфологическое строение хромосом.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем состоит отличие аутосом от половых хромосом?
2. Какие хромосомы называют гомологичными?
3. Что такое кариотип и каковы его особенности у разных видов животных?
4. Каково морфологическое строение хромосом?

Практическая работа № 5: Решение задач по моногибридному, дигибридному и полигибридному скрещиваниям

Цель работы: приобретение навыков гибридологического анализа.

Задание по практической работе

1. При скрещивании комолого айрширского быка с рогатыми коровами родились 17 комолых и 21 рогатый потомок. У коров в родословной не было комолых животных. Каковы генотипы быка и коров?
2. У шортгорнского скота гены красной (R) и белой (r) масти в гетерозиготном состоянии дают чалое потомство. Какова вероятность, что при скрещивании двух чалых животных потомок будет чалым?
3. При скрещивании белой хохлатой курицы с черным петухом без хохла цыплята из первого поколения хохлатые и имеют пестрое (белое с черными кра-

пинками) оперение. Определите характер расщепления в F_2 . Какое потомство можно ожидать при скрещивании гибридов F_1 с исходными формами?

4. У кур ген оперенных ног (F) доминирует над голубыми (f), а ген гороховидного гребня (P) – над простым (p).

Две курицы C и D скрещены с двумя петухами A и B . Все четыре птицы имеют оперенные ноги и гороховидный гребень. Петух A с обеими курами дает потомство только с оперенными ногами и гороховидным гребнем. Петух B с курицей C дает как оперенных, так и голоногих цыплят, причем те и другие имеют гороховидные гребни; с курицей D дает цыплят только с оперенными ногами, некоторые из которых имеют гороховидные, а некоторые – простые гребни. Каковы генотипы родительских особей?

5. У карпов сплошной чешуйчатый покров (S) доминирует над разбросанным (s), наличие рисунка на спине (D) – над его отсутствием (d), а обычная (темная) окраска (B) – над голубой (b).

5.1 Какие типы гамет образуют самки карпа, имеющие генотип:

а) $SsDDBb$;

б) $ssDdBb$;

в) $SsDdBb$;

г) $SSDdBB$.

5.2 Определите фенотипы родителей и потомства в следующих скрещиваниях карпов:

а) $SsDdBb \times ssddbb$; б) $SsDdBB \times ssddBb$; в) $SsDDBB \times SsddBb$;

г) $ssddBB \times SsDdbb$; д) $SsDdBb \times SsDdBb$; е) $SSDdBB \times Ssddbb$;

ж) $ssddBb \times SsDDbb$.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое фенотип и генотип? Могут ли особи, одинаковые по фенотипу, иметь различный генотип?

2. Назовите особенности моно- и дигибридного скрещивания.

3. Назовите особенности полигибридного скрещивания.

4. В чем заключается независимое комбинирование признаков? Какой механизм лежит в основе их расщепления?

5. В чем состоят особенности гибридологического метода Г. Менделя?

Практическая работа № 6: Взаимодействие неаллельных генов

Цель работы: Приобретение навыков гибридологического анализа при разных типах взаимодействия генов.

Задание по практической работе

1. У кур в результате взаимодействия гена, определяющего розовидную форму гребня (R) с геном гороховидного (P), у потомства образуется гребень ореховидной формы. Рецессивные аллели обуславливают простой гребень. Какой гребень будет у потомства при следующем подборе родителей?

а) $RrPp \times RrPp$;

б) $RRPp \times rrPp$;

в) $rrpp \times RrPp$;

г) $RrPp \times Rrpp$;

д) $Rrpp \times rrPp$;

2. Определите вероятные соотношения фенотипов в потомстве от скрещивания трех особей, имеющих гороховидный (стручковидный) гребень, с тремя особями, унаследовавшими розовидный гребень.

3. При скрещивании кур, имеющих розовидный гребень, и петухов с ореховидной формой гребня, получено следующее потомство: 24 особи с ореховидным, 26 с розовидным, 9 с гороховидным, 7 с простым гребнем. Определите генотипы родителей.

4. От белых кур с оперенными ногами и ореховидным гребнем, скрещенных с белым голоногим петухом, имеющим гороховидный гребень, получено потомство – черные голоногие цыплята с гороховидным гребнем. Можно ли установить генотипы родителей на основании этих фенотипических данных?

Темы докладов

1. Комплементарное взаимодействие генов.
2. Эпистатическое взаимодействие генов.
3. Полимерное взаимодействие генов. Кумулятивная полимерия.
4. Полимерное взаимодействие генов. Некумулятивная полимерия.
5. Экспрессивность гена и признака.
6. Пенетрантность гена и признака.
7. Плейотропное действие генов.

Вопросы для самоконтроля

1. Чем отличаются аллельные и неаллельные гены?
2. Охарактеризуйте формы взаимодействия неаллельных генов.
3. Какое расщепление по фенотипу наблюдается при комплементарном взаимодействии генов?
4. Какое расщепление по фенотипу наблюдается при эпистатическом взаимодействии генов?
5. В чем состоит отличие доминантного и рецессивного эпистаза?
6. Чем отличается эпистаз от аллельного доминирования?
7. Как проявляется действие генов-модификаторов?
8. Какое взаимодействие генов называют полимерным?
9. Приведите примеры кумулятивной и некумулятивной полимерии.

Практическая работа № 7: Сцепленное наследование и кроссинговер.

Решение задач по определению расстояний между генами

Цель работы: Ознакомление с особенностями сцепленного наследования признаков и кроссинговера.

Задание по практической работе

1. Гены A , B и C локализованы в указанном порядке в одной хромосоме. Между A и B перекрест составляет 8 %, а между A и C – 25 %. Каков перекрест между генами B и C ?

2. Гены A , B и C локализованы в указанном порядке в одной хромосоме. Между A и B перекрест составляет 20 %, между B и C – 10 %. Гомозиготная самка

по генам ABC скрещена с особью, гомозиготной по abc . Определите типы гамет в F_1 . Определите фенотипы потомства от возвратного скрещивания $F_1 abc$.

3. Гены A , B и C локализованы в указанном порядке в одной хромосоме. Между A и B перекрест составляет 30 %, между B и C – 20 %. Какое потомство и в каком соотношении получится при скрещивании гомозиготной особи ABC и abc , возвратного скрещивания F_1 и abc . Сколько двойных кроссверов будет получено?

4. У кур ген S определяет серебристую пигментацию пера, а Dw – нормальные размеры тела. Ген s определяет золотистую окраску, а $dwdw$ – карликовость. При анализирующем скрещивании получено потомство: 12 серебристых нормальных, 12 золотистых карликовых, 184 золотистых нормальных и 184 серебристых карликовых. Проведите полный генетический анализ. Определите процент кроссинговера.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое группа сцепления? Сколько групп сцепления у свиней, лошадей, крупного рогатого скота?
2. Что такое полное и неполное сцепление генов?
3. Как можно определить расстояние между генами?
4. Что такое кроссинговер?
5. Как определить частоту кроссинговера, от чего она зависит?

Практическая работа № 8: Наследование признаков, сцепленных с полом

Цель работы: Ознакомление с особенностями наследования признаков, сцепленных с полом.

Темы докладов

1. Типы детерминации пола.
2. Типы хромосомного определения пола.
3. Наследование признаков, сцепленных с половыми хромосомами.
4. Голандрическое наследование признаков.
5. Наследование сцепленных с полом признаков при нерасхождении половых хромосом.
6. Наследование признаков, ограниченных полом.
7. Балансовая теория определения пола К. Бриджеса.

Вопросы для самоконтроля

1. Опишите прогамный тип детерминации пола.
2. Как наследуется пол у млекопитающих, птицы?
3. Чем отличается гемизиготная особь от гомозиготной и гетерозиготной?
4. В чем состоят особенности наследования признаков, сцепленных с полом?
5. Как наследуются признаки, сцепленные с полом, при гетерогаметности женского пола? Приведите примеры.

6. Как наследуются признаки, сцепленные с полом, при гетерогаметности женского пола? Приведите примеры.

7. Раскройте суть балансовой теории определения пола К. Бриджеса.

8. Какое явление называют интерсексуальностью?

9. Какое явление называют химеризмом животных?

Практическая работа № 9: Моделирование синтеза белка в клетке

Цель работы: Приобретение навыков моделирования процесса синтеза белка в клетке.

Задание по практической работе

1. В одной цепи молекулы ДНК нуклеотиды расположены в следующей последовательности:

а) ЦАГАЦГТАТАГГЦАГ

б) ТТАЦЦГГЦГТЦТТАТ

в) ЦГАТГЦТГААГЦТТУ

Определите последовательность нуклеотидов в другой цепи этой же молекулы ДНК. Изобразите водородные связи между нуклеотидами.

2. Участок гена имеет следующие нуклеотиды:

а) АГА ААА АТГ ГАА ААА

б) ТАЦ ЦАА АЦА ЦГГ АТА

в) ЦЦА АЦЦ ЦТТ ГГГ ГТТ

Достройте вторую цепь ДНК с учетом водородных связей и определите соответствующие нуклеотиды в иРНК. Какие аминокислоты кодируются ими?

3. Кодоны иРНК следующие: ЦУЦ ГУА ЦАУ УГА АТУ. Какова последовательность структурных генов? Какова последовательность аминокислот в полипептидной цепи белка?

Пример выполнения типового задания по графическому моделированию авторепродукции ДНК

Последовательность азотистых оснований в одной из цепей молекулы ДНК следующая:

Т Г Т Т Т А Ц Т А Г Ц А А Ц Т...

Каково строение соответствующего участка второй цепи молекулы ДНК?

В соответствии с правилом комплементарности азотистых оснований в ДНК ($A \leftrightarrow T, G \leftrightarrow C$) вторая цепь молекулы ДНК имеет следующее строение:

А Ц А А А Т Г А Т Ц Г Т Т Г А...

Примеры выполнения типового задания по трансляции генетической информации

а) Участок гена имеет следующее строение:

Ц Т Г А Г Т Ц Г А А Ц А А Ц Г ...

Изобразите структуру участка полипептидной цепи.

В молекулах РНК комплементарным аденину является урацил.

Ген Ц Г Г А Г Т Ц А А А Ц А Г Т Т...

иРНК Г Ц Ц У Ц Ц Г У У У Г У Ц А А ...

Белок: аланин-серин-валин-цистеин-глутамин...

б) Участок молекулы полипептида включает следующие аминокислоты:

...аргинин-валин-изолейцин-лизин-аланин-серин-треонин...

Определите антикодоны тРНК.

Для решения задачи необходимо обозначить цепь иРНК, нуклеотиды антикодона тРНК комплементарны нуклеотидам иРНК.

иРНК Ц Г У Г У У А У У А А А Г Ц У У Ц У А Ц У

тРНК ГЦА ЦАА УАА УУУ ЦГА АГА УГА

Темы докладов

1. Основные принципы репликации ДНК.
2. Координирование синтеза ведущей и отстающей цепей. Фрагменты Оказаки.
3. Инициация и элонгация репликации ДНК у эукариот.
4. Рибосомный цикл синтеза белка.
5. Особенности процесса транскрипции у прокариот и эукариот.
6. Особенности процесса трансляции у прокариот и эукариот.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается комплементарность азотистых оснований в цепи ДНК?
2. В чем заключается различие молекул ДНК и РНК?
3. Чем нуклеотид отличается от нуклеозида?
4. Перечислите свойства генетического кода.
5. В чем суть полуконсервативного способа репликации ДНК?
6. Какова структура промотора у прокариот?
7. Что называют интронами? экзонами?

Практическая работа № 10: Моделирование генных мутаций

Цель работы: Приобретение навыков моделирования процесса синтеза белка в клетке.

Задание по практической работе

1. Структурные гены ДНК содержат следующие нуклеотиды:

а) ГЦАТГЦГТЦЦАГ

б) ТАГАГТТЦЦАГАГАГ

в) ТЦГАГТЦГААЦААЦГ

Произошла замена пятого нуклеотида Г на Т. Изобразите первичную структуру участка полипептидной цепи, контролируемой исходным и мутантным генами. Определите, какое число аминокислотных остатков изменилось при мутации.

2. Молекула ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов на матричной цепи:

а) ТАЦЦАТААГГЦЦАГА

б) ЦЦАТЦГТАЦГАТАГЦ

в) АГЦЦТТААЦАГАТЦ

В результате действия мутагенного фактора произошло включение одного нуклеотида Ц между вторым и третьим нуклеотидами. Определите, как изменится последовательность аминокислот в полипептидной цепи.

3. Определите, какой последовательностью нуклеотидов ДНК кодируется участок белка, если он имеет следующее строение:

тре-лиз-сер-про-сер-лей-асп-ала?

Как изменится последовательность аминокислот в представленной полипептидной цепи, если в третьем и пятом кодоне второй нуклеотид Ц заменится на Г?

4. У коз гемоглобин А имеет следующую последовательность аминокислот: гли-гис-лей-асн-асп-лей-про-гли-тре-лей...

Определите последовательность нуклеотидов в иРНК, ДНК и антикодонах в тРНК. Определите, как изменится последовательность аминокислот в случае вставки нуклеотида А между третьим и четвертым кодоном?

Пример выполнения типового задания по графическому моделированию

Структурные гены ДНК содержат следующие нуклеотиды:

АГЦ ГГТ АЦЦ ЦГТ АТТ ГТА ГАГ

При мутации гена:

1) произошла замена седьмого нуклеотида А на Г;

2) произошло выпадение шестого и восьмого нуклеотидов (подчеркнуто).

Представьте графическое изображение первичной структуры участка полипептидной цепи, контролируемой исходным и мутантным генами.

Решение

1) Исходный ген АГЦ ГГТ АЦЦ ЦГТ АТТ ГТА ГАГ

иРНК УЦГ ЦЦА УГГ ГЦА УАЦ ЦАУ ЦУЦ

белок сер-про-три-ала-тир-гис-лей

Ген АГЦ ГГТ ГЦЦ ЦГТ АТТ ГТА ГАГ

иРНК УЦГ ЦЦА ЦГГ ГЦА УАЦ ЦАУ ЦУЦ

белок сер-про-арг-ала-тир-гис-лей

2) Исходный ген АГЦ ГГТ АЦЦ ЦГТ АТТ ГТА ГАГ

Мутантный ген АГЦ ГГА ЦЦГ ТАТ ТГТ АГА Г

иРНК УЦГ ЦЦУ ГГЦ АУА АЦА УЦУ Ц

белок сер-про-гли-мет-тре-сер

Темы докладов

1. Мутационная теория.

2. Методы изучения мутаций.

3. Молекулярный механизм генных мутаций.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие мутации называют точковыми?

2. В чем отличие обратных мутаций от реверсий?

3. Что такое транзиции? трансверсии?

4. Что такое 4. В чем состоит молекулярный механизм генных мутаций и характер их влияния на биосинтез белка?

5. Как соотносятся первичные повреждения генетического материала и мутации?

Практическая работа № 11: Семейно-генетический анализ. Определение достоверности происхождения потомков

Цель работы: Ознакомление с принципами семейно-генетического анализа, определения достоверности происхождения потомков.

Темы докладов

1. Группы крови у животных.
2. Особенности наследование групп крови.
3. Иммуногенетический анализ близнецов.
4. Связь групп крови с резистентностью к болезням.
5. Связь групп крови с продуктивностью.
6. Значение групп крови для практической деятельности. Контроль достоверности происхождения животных.

Вопросы для самоконтроля

1. Чем обусловлены группы крови?
2. Что такое генетическая система групп крови?
3. В чем заключаются особенности наследования групп крови?
4. Какое значение для практики имеют группы крови?
5. В чем заключается кодоминантное наследование групп крови?

Практическая работа № 12: Определение частот фенотипов, генотипов и аллелей

Цель работы: приобретение навыков анализа структуры популяций.

Задание по практической работе

1. У крупного рогатого скота швицкой породы установлено следующее распределение генотипов по локусу амилазы: Am^B/Am^B у 75 животных, Am^C/Am^C – у 12, Am^B/Am^C – у 20. Вычислите частоты аллелей, генотипов, соотношение гомо- и гетерозигот.

2. При изучении стада зебувидного скота установлено следующее распределение генотипов по локусу амилазы: Am^B/Am^B у 132 животных, Am^C/Am^C – у 12, Am^B/Am^C – у 18. Вычислите частоты аллелей, генотипов, соотношение гомо- и гетерозигот.

3. При изучении стада крупного рогатого скота швицкой породы установлено следующее распределение генотипов по локусу амилазы: Am^B/Am^B у 122 животных, Am^C/Am^C – у 315, Am^B/Am^C – у 348. Вычислите частоты аллелей, генотипов, соотношение гомо- и гетерозигот.

Пример решения задачи. У овец типы гемоглобина обусловлены кодоминантными аллелями гена Hb . При генотипе Hb^A/Hb^A в эритроцитах содержится гемоглобин типа А, при генотипе Hb^B/Hb^B – гемоглобин типа В, у гетерозигот Hb^A/Hb^B – оба типа гемоглобина. У овец ставропольской породы установлено следующее распределение по типам гемоглобина: Hb^A/Hb^A – 54 особи, Hb^B/Hb^B – 215, Hb^A/Hb^B – 192. Определите частоты аллелей, генотипов, соответствие наблюдаемого распределения теоретически ожидаемым генотипам.

Общее число животных: $N = 54 + 215 + 192 = 461$.

По формуле максимального правдоподобия определяем частоты аллелей А и В:

$$p_A = \frac{2n_1+n_3}{2N} = \frac{2 \times 54 + 192}{2 \times 461} = 0,33, \quad q_B = \frac{2n_2+n_3}{2N} = \frac{2 \times 215 + 192}{2 \times 461} = 0,67.$$

Величина статистической ошибки обеих частот:

$$S_p = S_q = \sqrt{\frac{pq}{2N}} = \sqrt{\frac{0,33 \times 0,67}{2 \times 461}} = 0,014.$$

Частоты генотипов:

$$p_{AA} = \frac{n_{AA}}{N} = \frac{54}{461} = 0,117, \quad p_{AB} = \frac{n_{AB}}{N} = \frac{192}{461} = 0,416, \quad p_{BB} = \frac{n_{BB}}{N} = \frac{215}{461} = 0,466.$$

Состояние популяции можно оценить по формуле:

$$p^2q^2 = \left(\frac{2pq}{2}\right)^2, \\ 0,33^2 \times 0,67^2 = \left(\frac{2 \times 0,33 \times 0,67}{2}\right)^2. \\ 0,048 = 0,048.$$

Следовательно, данная популяция находится в состоянии равновесия.

Проверка генного равновесия методом χ -квадрат. Используя формулу Харди-Вайнберга и фактические значения частоты аллелей А и В, определяют теоретическое число особей каждого генотипа:

$$\text{Hb}^A/\text{Hb}^A \quad 461 \times 0,33^2 = 50,7, \\ \text{Hb}^A/\text{Hb}^B \quad 461 \times 2 \times 0,33 \times 0,67 = 203,8, \\ \text{Hb}^B/\text{Hb}^B \quad 461 \times 0,67^2 = 206,5.$$

Сумма теоретических генотипов соответствует общей численности животных: $\Sigma (50,7 + 203,8 + 206,5) = 461$.

Сумма теоретических генотипов соответствует общей численности животных. Теоретическое и практическое распределение генотипов позволяет определить, генетическое равновесие для данной популяции и достоверность отличия фактического числа особей каждого генотипа от их теоретического распределения.

Расчет фактического распределения особей проводят с использованием вспомогательной таблицы:

Генотипы (фенотипы)	Фактическое число особей (О)	Теоретическое число особей (Е)	$O - E$	$\frac{(O - E)^2}{E}$
АА	54	50,7	3,3	0,215
ВВ	192	203,8	- 11,8	0,683
АВ	215	206,5	8,5	0,349
Итого	461	461	-	1,24

Число степеней свободы в данном примере составляет $3 - 2 = 1$. Табличное значение равно 6,6 (при $P=0,01$), $\chi_{\text{ф}}^2 < \chi_{\text{ст}}^2$. Следовательно, сохраняется нулевая гипотеза, согласно которой отсутствует разница между теоретическим и фактическим распределением генотипов.

Вопросы для самоконтроля

1. Как вычисляют частоты аллелей?

2. Какая популяция является панмиктической?
3. В чем заключается закон Харди-Вайнберга для панмиктической популяции?
4. Как определить генетическое равновесие популяции?
5. Какое значение имеет закон Харди-Вайнберга?

Практическая работа № 13: Факторы, влияющие на генетическую структуру популяции.

Цель работы: Изучение факторов, влияющих на генетическую структуру популяции.

Темы докладов

1. Популяция – единица эволюционного процесса.
2. Оценка генетической гетерогенности популяций.
3. Генетический груз в популяциях животных.
5. Генетическая адаптация и генетический гомеостаз популяций.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое популяция и «чистая линия»?
2. Какие факторы определяют генетическую эволюцию в популяциях?
3. Какова роль инбридинга в появлении наследственных аномалий у животных?
4. Как определяют уровень генетического груза в популяции?
5. Каковы особенности наследования количественных признаков?

Практическая работа № 14: Определение генетического сходства популяции

Цель работы: Приобретение навыков использования математических методов при анализе генетической структуры популяций.

Задание по практической работе

Определите индекс генетического сходства по частотам антигенов у коров разных пород:

Антиген	Порода	
	серая украинская	черно-пестрая
A_2	0,688	0,430
B_2	0,438	0,394
G_2	0,875	0,459
G_3	0,938	0,471

Индекс антигенного (аллельного) сходства можно определить между отдельными особями, путем сопоставления их генотипов по эритроцитарным антигенам, аллелям полиморфных систем белков, ферментам крови и молока. Для этого используют формулу

$$r_a = \frac{S_o}{n_1 + n_2 - S_o},$$

где r_a – индекс генетического сходства между особями; S_o – число сходных антигенов или аллелей у двух сравниваемых особей; n_1 и n_2 – число выявленных аллелей (антигенов) по всем локусам у первой и второй особей.

Эти индексы используют при анализе сочетаемости пар, установлении сходства потомства с выдающимся предком.

Например, необходимо определить сходство спариваемых особей скота по числу антигенов или аллелей. У самца выявлено 48 антигенов, у самки – 44; общих антигенов – 36:

$$r_a = \frac{S_o}{n_1 + n_2 - S_o} = \frac{36}{48 + 44 - 36} = 0,39.$$

Согласно полученному результату $r_a = 0,39$, между спариваемыми животными существуют различия по антигенным факторам.

Вопросы для самоконтроля

1. Что понимают по термину «генетическое сходство»?
2. Что такое генетическое расстояние?
3. В каких пределах изменяются индексы генетического сходства и расстояния?
4. В каких целях определяют индексы генетического сходства и расстояния?

Практическая работа № 15: Изучение полиморфизма белков методом электрофореза

Цель работы: Ознакомление с методами изучения полиморфизма белков и ферментов.

Темы докладов

1. Использование электрофоретического анализа белков для решения проблем популяционной генетики.
2. Различия популяций по уровню гетерозиготности некоторых аллоферментных локусов.
3. Методы анализа полиморфизма ферментов животных и микроорганизмов.

Вопросы для самоконтроля

1. Что лежит в основе генетического полиморфизма?
3. На каких носителях проводят электрофорез?
4. Что такое фореграмма?
5. Каким способом выявляют разные белковые фракции и ферменты?
6. На каких явлениях базируется высокая разрешающая способность электрофореза?
7. Биохимические маркеры.
8. Какое значение для практики имеет биохимический полиморфизм?

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Аллель – одно из возможных структурных состояний гена. Аллельные гены располагаются в идентичных локусах гомологичных хромосом и, как правило, определяют альтернативные формы признака.

Анафаза – третья стадия митоза или мейоза, во время которой хромосомы расходятся к противоположным полюсам клетки.

Анализирующее скрещивание – скрещивание организма неизвестного генотипа с организмом гомозиготным по рецессивному аллелю изучаемого гена.

Антиген – генетически чужеродное вещество, вызывающее специфический иммунный ответ – выработку антител.

Антикодон – группа из трех оснований, комплементарная кодону иРНК.

Анеуплоидия – мутация по числу хромосом, при которой клетки организма содержат измененное число хромосом, не кратное гаплоидному набору.

Аутосомно-доминантное наследование – наследование доминантных признаков, сцепленных с аутосомами.

Аутосома – любая неполовая хромосома.

Аутосомно-рецессивное наследование – наследование рецессивных признаков, сцепленных с аутосомными.

Биометрия – наука о приложении математических методов в биологических исследованиях.

Вектор – молекула ДНК, способная к автономной репликации и включению чужеродной ДНК; является инструментом генной инженерии, обеспечивающим включение чужеродной ДНК в клетку и ее клонирование.

Гаметы – гаплоидные половые клетки (яйцеклетки и сперматозоиды), при слиянии которых в процессе оплодотворения образуется диплоидная зигота.

Гаметогенез – процесс образования половых клеток; сперматогенез – процесс образования мужских половых клеток; оогенез (овогенез) – процесс образования женских половых клеток.

Гаплоидный (n) – одинарный набор хромосом (гамет) включает в себя по одной хромосоме из гомологичной пары.

Ген – структурная, функционально неделимая единица наследственной информации, представляющая собой участок молекулы ДНК (реже РНК), кодирующий синтез одной макромолекулы (полипептидов, тРНК либо рРНК).

Генетический код – система записи наследственной информации в молекулах нуклеиновых кислот, основанная на соответствии образующих кодоны чередований последовательностей нуклеотидов в ДНК или РНК аминокислотам белков.

Генетический полиморфизм – наличие двух или более аллельных форм отдельных генов.

Генетическая система крови – сумма всех систем групп крови одной особи.

Ген-модификатор – неаллельный ген, изменяющий фенотипическое проявление признака, контролируемого, в основном, другим геном. Самостоятельно не проявляется, но может усиливать или ослаблять действие главного гена.

Генетический груз – наличие в популяции и в виде летальных и других отрицательных мутаций, вызывающих при переходе в гомозиготное состояние гибель или снижение их жизнеспособности.

Геном – полный гаплоидный набор генов или хромосом клетки или организма.

Ген-оператор – ген, контролирующий функционирование структурных генов.

Генотип – совокупность имеющих фенотипическое проявление генов, локализованных в хромосомах.

Генотипическая изменчивость – изменения признаков и свойств организма, вызванные изменениями наследственной информации (генотипа).

Генофонд – 1. Вся генетическая информация, содержащаяся в геномах особей репродуктивной части популяции. 2. Совокупность генов (аллелей), которые имеются у особей одной популяции, группы популяций или вида, в пределах которых они характеризуются определенной частотой встречаемости.

Ген-промотор – ген, определяющий начальный участок синтеза, контролирует транскрипцию с ДНК на РНК.

Ген-регулятор – ген, кодирующий структуру репрессора, функцией которого является контроль транскрипции оперона.

Ген-супрессор – ген, способный подавлять фенотипическое проявление других генов.

Гетерозигота – организм, имеющий одну или несколько пар различающихся аллелей.

Гетерохроматин – часть хроматина, находящаяся в конденсированном состоянии, образует плотную, хорошо окрашивающуюся зону. Гены, расположенные в гетерохроматических областях неактивны.

Гистон – любой из основных белков, образующих комплекс с ДНК в хромосоме эукариот.

Гомозиготный – состояние диплоидного генома, при котором в каждой паре хромосом имеется две копии одного аллеля (AA, aa).

Делеция – потеря участка из середины хромосомы или гена в результате мутации.

Доминирование – явление преобладания в гетерозиготе действия одного аллельного гена над другим.

Дрейф генов – генетические изменения (изменение частот аллелей в ряду поколений) в популяциях, вызванные скорее случайными явлениями, чем отбором (например, малая численность популяции). Чем меньше число скрещивающихся

особей в популяции, тем больше изменений, обусловленных дрейфом генов, будут претерпевать частоты аллелей.

Дупликация – тип хромосомных мутаций, при котором какой-либо участок хромосомы удваивается.

Иммунный ответ – совокупность физиологических процессов в организме, индуцируемых при попадании в него чужеродных антигенов.

Иммуногенетика – раздел генетики, изучающий генетическую детерминацию иммунологических систем животных, группы крови, генетический контроль иммунного ответа, генетику несовместимости тканей при трансплантации, генетику противоопухолевого иммунитета и т.д.

Иммуногенность – способность антигена вызывать иммунные ответы (образование антител).

Иммунитет – невосприимчивость, сопротивляемость организма к инфекционным агентам и чужеродным веществам.

Иммуноглобулины – сложные белки, которые специфически связываются с чужеродными веществами-антигенами.

Инверсия – вид генных или хромосомных перестроек, при которых отдельный отрезок перевертывается на 180 град.

Ингибиторы – вещества различной химической природы, подавляющие каталитическую активность отдельных ферментов или ферментных систем.

Индуктор – небольшая молекула, связывающаяся с регуляторным белком-репрессором, что приводит к депрессии соответствующих генов.

Интрон – участок транскрибируемой ДНК, который удаляется при сплайсинге и не участвует в кодировании полипептидной цепи.

Интерсексуальность – способность организма занимать промежуточное положение в проявлении половых признаков.

Кариотип – хромосомный набор клетки или организма: характеризуется числом, размером и конфигурацией хромосом.

Карта хромосом – графическое изображение последовательного расположения генов в хромосоме с указанием расстояния между ними.

Кариограмма (идиограмма) – схема, на которой хромосомы располагают на основе их морфологии в ряд по мере убывания их длины.

Картирование генов – определение положения данного гена на какой-либо хромосоме относительно других генов.

Кодоминирование – совместное участие обоих аллелей в определении признака у гетерозиготы.

Кодон – последовательность трех смежных нуклеотидов в молекуле мРНК, определяющая включение в белок определенной аминокислоты.

Комплементарность – форма взаимодействия между неаллельными генами, при которой один доминантный ген дополняет другой доминантный ген.

Кроссинговер (рекомбинация, перекрест) – взаимный обмен участками гомологичных хромосом.

Летальный ген – мутационный ген, вызывающий нарушения в развитии организма, приводящие к его гибели.

Линии чистые – совокупность генотипически однородных организмов, возникающих в результате самоопыления у растений или длительного близкородственного скрещивания у животных.

Моногибридное скрещивание – скрещивание особей, различающихся по одной паре признаков.

Морганида (кроссоверная единица) – единица расстояния между двумя генами в одной группе сцепления, характеризующаяся частотой кроссинговера в 1 %.

Мутаген – физический, химический или биологический агент, увеличивающий частоту возникновения мутаций.

Мутация – спонтанное или индуцированное изменение структуры гена.

Наследственность – свойства организмов обеспечивать материальную и функциональную преемственность между поколениями, а также обеспечивать специфический характер онтогенеза в определенных условиях среды.

Неполное доминирование – промежуточное проявление признака у гетерозигот (Аа) по сравнению с таковыми у доминантной (АА) и рецессивной гомозигот (аа).

Нерасхождение половых хромосом – аномалия, возникающая при неправильном распределении половых хромосом в мейозе, в результате чего образуются зиготы с анеуплоидией по половым хромосомам.

Норма реакции – пределы модификационной изменчивости признака, обусловленные генотипом.

Ограниченные полом признаки – признаки, которые проявляются только у одного пола или выражение которых различно у различных полов.

Оператор – участок ДНК, непосредственно примыкающий к структурному гену и регулирующий его транскрипцию при участии репрессора или активатора.

Оперон – группа генов, расположенных в порядке их последовательного влияния на синтез определенного белка (фермента).

Отбор – один из трех основных факторов эволюции, заключающийся в выживании в поколениях, более приспособленных в борьбе за жизнь организмов. О. естественный – выживание организмов, лучше приспособленных к среде обитания. О. искусственный – оставление на племя организмов, наиболее полно соответствующих требованиям производства.

Панмиксия – свободное, основанное на случайности, скрещивание особей в пределах популяции.

Первичный транскрипт – молекула РНК, транскрибированная с эукариотического структурного гена и не подвергшаяся процессингу (т.е. содержащая все

экзоны и интроны). П.т. – молекула РНК, транскрибированная с эукариотического структурного гена и не подвергшаяся процессингу (т.е. содержащая все экзоны и интроны).

Плейотропия – тип взаимодействия неаллельных генов, при котором аллели одного гена могут оказывать влияние на развитие нескольких признаков.

Плечо хромосомы – участок метафазной хромосомы по одну сторону от центромеры.

Полимерия – тип взаимодействия неаллельных генов, при котором на развитие признака влияет несколько одинаково действующих генов.

Полиплоидия – геномная мутация, вызывающая кратное увеличение числа хромосом.

Полуконсервативная репликация – осуществляется за счет разделения цепей исходной двухцепочечной молекулы и последующего использования каждой из них в качестве матрицы для синтеза комплементарной цепи.

Половая хромосома – хромосома, определяющая половой диморфизм по признаку структуры кариотипа. По составу половых хромосом различают гомогаметный пол (у женщин содержатся XX половые хромосомы) и гетерогаметный пол (у мужчин содержатся XY половых хромосом).

Правило Чаргаффа – требование, согласно которому в двойной спирали нуклеиновой кислоты аденин всегда образует пару с тимином (или урацилом), а гуанин с цитозином, поэтому количество А всегда равно количеству Т и G равно С или $A+G=T+C$.

Праймер – короткий фрагмент нуклеиновой кислоты (олигонуклеотид), комплементарный ДНК- или РНК-мишени, служит затравкой для синтеза комплементарной цепи с помощью ДНК-полимеразы (при репликации ДНК). Затравка необходима ДНК-полимеразам для инициации синтеза новой цепи, с 3'-конца (гидроксильной группы) праймера.

Принцип комплементарности – свойство полинуклеотидных последовательностей молекулы ДНК связываться между собой в соответствии с правилами спаривания оснований (см. правило Чаргаффа).

Промотор – участок молекулы ДНК, с которым связывается РНК-полимераза, что сопровождается инициацией транскрипции соответствующих генов. Обычно находится перед 5'-концом регулируемого гена.

Процессинг – совокупность процессов образования зрелых молекул РНК и белков в клетке.

Репарация – самовосстановление первичной структуры ДНК после ее нарушения мутагенами и другими биологически активными факторами.

Репликация – процесс самовоспроизведения (синтеза) ДНК.

Репрессия – один из двух альтернативных (наряду с индукцией) механизмов регуляции генов. Состоит в подавлении транскрипции или трансляции путем связывания белка-репрессора с оператором.

Репрессор – белок, связывающийся с оператором или промотором данного гена и блокирующий связывание с этими элементами РНК-полимеразы.

Рецессивный ген – ген, влияющий на развитие признака только в гомозиготном состоянии.

Секвенирование – определение нуклеотидной последовательности ДНК или РНК.

Структурный ген – ген, кодирующий какой-либо белок.

Субвитаальные гены – гены, вызывающие гибель менее 50 % особей.

Сублетальные гены – гены, вызывающие гибель 50–99 % особей.

Теломеры – концевые участки хромосом.

Трансген – чужеродный ген, интегрированный в геном реципиента.

Трансгенный организм – организм, геном которого содержит чужеродный генетический материал, включенный методами генной инженерии.

Транскрипция – процесс синтеза РНК, катализируемый РНКполимеразой, в котором в качестве матрицы используется одна из цепей ДНК.

Транслокация – перемещение гена или участка хромосомы из одного локуса в другой.

Трансляция – биосинтез полипептидных цепей белков.

Феногруппа – совокупность антигенов, которые наследуются как единое целое.

Фенокопия – ненаследственный признак, вызванный влиянием среды, сходный с признаком, возникшим в результате мутации.

Фенотип – совокупность всех признаков особи, формирующаяся в процессе взаимодействия генотипа особи и среды.

Хроматида – одна из двух копий хромосомы, соединенных в области центромеры. Становятся заметны в метафазе.

Хроматин – нуклеопротеидный комплекс, составляющий хромосомы эукариотических клеток, включает ДНК, гистоны и разные негистонные белки.

Хромосома – нитевидная структура в ядре клетки, состоит из генов, расположенных в линейной последовательности, геном прокариотической клетки может содержать единичную молекулу ДНК, в эукариотических клетках молекула ДНК образует комплекс с гистонами и другими белками.

Хромосомная перестройка – любое изменение структуры хромосомы: потеря участка (делеция), удвоение (дупликация), поворачивание на 180 град. (инверсия), а также перемещение в хромосоме или между хромосомами (транслокация) её участков.

Частота рекомбинаций, рекомбинационный индекс – число рекомбинантов (или рекомбинантных хромосом) по отношению к общему числу потомков (или хромосом).

Экзон – участок гена, входящий в состав первичного транскрипта, который остается в нем после процессинга (вырезания интронов). Вместе с другими экзонами образует зрелую мРНК.

Эпистаз – тип взаимодействия неаллельных генов, при котором действие одного гена подавляется действием другого гена.

Эпитоп, антигенная детерминанта – часть молекулы антигена, взаимодействующая с антигенсвязывающим центром антител или Т-клеточного рецептора.

Эухроматин – часть хроматина низкой степени конденсации, содержащая комплекс активных генов. Окрашивается слабо.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Генетика: учебник для вузов / Н. М. Макрушин, Ю. В. Плугатарь, Е. М. Макрушина [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 432 с. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/177828>.
2. Уколов, П. И. Ветеринарная генетика: учебник для вузов / П. И. Уколов, О. Г. Шараськина. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 372 с. Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/195461>.
3. Бурсаков, С. А. Некоторые аспекты современных геномных и геноинженерных технологий в молочном скотоводстве / С. А. Бурсаков, С. Н. Ковальчук // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2019. – № 9. – С. 22–29.
4. Взаимодействие генов окраски оперения у кур (обзор) / А. В. Макарова, А. Б. Вахрамеев, О. В. Митрофанова, Н. В. Дементьева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. – № 141. – С. 97–110.
5. Генетика – фундаментальная основа инноваций в медицине и селекции: материалы Научно-практической конференции с международным участием (Ростов-на-Дону, 2–4 ноября 2017 г.) / гл. ред. Т. П. Шкурят, А. В. Усатов, А. Е. Панич; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2017. – 159 с.
6. ГМО запретить невозможно разрешить! / З. Р. Вершинина, Б. Р. Кулуев, И. В. Максимов [и др.] // Биомика. – 2020. – Т. 12. – № 1. – С. 80–120.
7. Езерский, В. А. Достижения в редактировании генома крупного и мелкого рогатого скота для коррекции состава молока / В. А. Езерский, Е. М. Колоскова // Ядерно-физические исследования и технологии в сельском хозяйстве: (к 50-летию со дня образования ФГБНУ ВНИИ радиологии и агроэкологии): сб. докладов международной научно-практической конференции, Обнинск, 16–18 сентября 2020 года. – Обнинск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии», 2020. – С. 60–63.
8. Зеленский, Г. Л. Десять лет, которые изменили биологический мир (к вопросу истории генетики) / Г. Л. Зеленский, О. В. Зеленская // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 63. – С. 226–232.
9. Ларионов, А. В. Генетика микроорганизмов: электронное учебное пособие (тексто-графические учебные материалы): учеб. пособие / А. В. Ларионов, С. Н. Яковлева; Кемеровский государственный университет. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2015. – Режим доступа: URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573809>
10. Мандель, Б. Р. Основы современной генетики: учеб. пособие для учащихся высших учебных заведений (бакалавриат) / Б. Р. Мандель. – Москва; Бер-

лин: Директ-Медиа, 2016. – 334 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=440752>

11. Митютко, В. Молекулярные основы наследственности: учеб.-метод. пособие / В. Митютко, Т. Позднякова; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Кафедра генетики, разведения и биотехнологии животных. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), 2014. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276933>

12. Нуклеиновые кислоты: учеб. пособие / сост. Т. Н. Грищенко, Т. В. Чуйкова. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2015. – 99 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481587>

13. Пак, И. В. Введение в биотехнологию: учеб. пособие / И. В. Пак, О. В. Трофимов, О. А. Величко. – 3-е изд., перераб. и доп. – Тюмень: Тюменский государственный университет, 2018. – 160 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567615>

14. Петухова, Е. В. Молекулярная биология с элементами генетики и микробиологии: учеб. пособие / Е. В. Петухова, З. А. Канарская, А. Ю. Крыницкая. – Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2019. – 96 с. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=683815>

15. Поколения методов секвенирования ДНК (обзор) / А. Г. Бородин, В. В. Манойлов, И. В. Заруцкий [и др.] // Научное приборостроение. – 2020. – Т. 30. – № 4. – С. 3–20.

16. Столповский, Ю. А. Геномная селекция. II. Перспективные направления / Ю. А. Столповский, Г. Р. Свищева, А. К. Пискунов // Генетика. – 2020. – Т. 56. – № 10. – С. 1107–1114.

17. Шендаков, А. И. Основы селекции сельскохозяйственных животных: учеб. пособие / А. И. Шендаков. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 240 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/133911>.

18. Юдин, Н. С. Происхождение, селекция и адаптация российских пород крупного рогатого скота по данным полногеномных исследований / Н. С. Юдин, Д. М. Ларкин // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2019. – Т. 23, № 5. – С. 559–568.

19. Юрченко, Н. Н. История открытий на дрозофиле – этапы развития генетики / Н. Н. Юрченко, А. В. Иванников, И. К. Захаров // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2015. – Т. 19, № 1. – С. 39–49.

20. Яковлев, А. Ф. Редактирование генома сельскохозяйственных животных / А. Ф. Яковлев // Генетика и разведение животных. – 2018. – № 2. – С. 4–12.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЗАЧЕТ)

1. Предмет генетики. Генетика как теоретическая основа селекции с.-х. животных.
2. Методы генетики, их краткая характеристика. Задачи, решаемые при использовании каждого метода.
3. Основные этапы развития генетики. Роль отечественных ученых в развитии генетики.
4. Наследственность. Ядерная и цитоплазматическая наследственность.
5. Изменчивость. Виды изменчивости: онтогенетическая, модификационная, комбинативная и мутационная.
6. Строение клеток прокариот. Клетка прокариот как генетическая система.
7. Доказательства роли ядра в наследственности.
8. Хромосомы, их морфологическое строение и химический состав.
9. Кариотип. Методы изучения кариотипа.
10. Митоз, его генетическая и биологическая сущность.
11. Организация хромосом на разных стадиях жизни клетки и деления ядра.
12. Мейоз, его генетическая и биологическая сущность.
13. Законы наследования признаков, установленные Г. Менделем.
14. Наследование признаков при полимерном взаимодействии генов. Виды полимерии, их значение в практике животноводства.
15. Гены-модификаторы.
16. Плейотропное действие генов. Экспрессивность и пенетрантность генов.
17. Наследование признаков при комплементарном взаимодействии генов.
18. Наследование признаков при эпистатическом взаимодействии генов.
19. Сцепленное наследование признаков. Характер расщепления при независимом и сцепленном наследовании.
20. Кроссинговер как причина неполного сцепления генов. Генетическое доказательство кроссинговера.
21. Цитологическое доказательство кроссинговера.
22. Хромосомная теория наследственности Т. Г. Моргана.
23. Особенности наследования признаков при полном сцеплении.
24. Особенности наследования признаков при неполном сцеплении.
25. Карты хромосом. Сравнение генетических и цитологических карт.
26. Значение мутационной изменчивости в эволюционном процессе. Популяция как единица эволюции.
27. Основные типы детерминации пола и механизмы его наследования.
28. Потенциальная бисексуальность организмов. Интерсексуальность. Фри-мартинизм, гермафродитизм, гинандроморфизм, их теоретическое и практическое значение
29. Роль наследственности в проявлении незаразных болезней.
30. Наследование признаков, сцепленных с полом
31. Наследование признаков, ограниченных полом.

32. Партеногенез, гиногенез и андрогенез, их значение для понимания наследственности и перспектива практического использования.
33. Хромосомная теория определения пола. Балансовая теория определения пола. Общая генная природа этих явлений.
34. Доказательства хранения и передачи генетической информации нуклеиновыми кислотами (эксперименты Ф. Гриффитса, Н. Цандлера и Дж. Ледерберга).
35. Химическая структура ДНК.
36. Химическое строение РНК. Типы РНК. Функции РНК.
37. Репликация молекулы ДНК.
38. Отличие матричных РНК в клетках прокариот и эукариот. Интроны и экзоны. Сплайсинг.
39. Регуляция активности генов у прокариот. Теория Ф. Жакоба и Ж. Моно о механизме регуляции действия генов.
40. Структурные и регуляторные гены у прокариот.
41. Регуляция генной экспрессии у эукариот. Современное представление о гене как единице наследственности.
42. Генетический код и его свойства.
43. Строение вирусов и бактерий.
44. Обмен генетическим материалом у прокариот: конъюгация.
45. Обмен генетическим материалом у прокариот: трансдукция.
46. Обмен генетическим материалом у прокариот: трансформация.
47. Генетическая основа дифференциации клеток и тканей в процессе онтогенеза.
48. Опыты Д. Гердона по доказательству сохранения генетической информации в соматических клетках при индивидуальном развитии животных.
49. Роль генетической информации на начальных и последующих этапах онтогенеза.
50. Взаимодействие ядра и цитоплазмы в развитии. Проявление генетической нормы реакции организма в различных условиях внешней среды.
51. Фенокопии и морфозы, их значение в практике животноводства.
52. Понятие о мутации и мутагенезе. Роль Г. де Фриза в развитии теории мутаций.
53. Классификации мутаций.
54. Генные мутации, молекулярно-биологический механизм и причины возникновения. Проявление мутаций в зависимости от генотипа и внешней среды.
55. Роль ферментных систем репарации в поддержании активного состояния ДНК и возникновении мутаций.
56. Понятие о мутабельности генов. Частота мутаций. Физические, химические и биологические мутагены.
57. Закон Н.И. Вавилова о гомологических рядах в наследственной изменчивости и его использование при изучении наследственных болезней.
58. Хромосомные aberrации (перестройки), их классификация, механизмы образования.
59. Полиплоидия. Разновидности и особенности полиплоидов, причины возникновения, распространение, практическое и эволюционное значение.

60. Понятие о популяции и чистой линии. Методы их изучения. Панмиктическая, исходная, гетерогенная и контрольная популяции.

61. Закон Харди-Вайнберга и его практическое использование при анализе структуры популяции.

62. Основные факторы, влияющие на генетическую структуру популяции.

63. Понятие о генофонде вида, популяции, породы. Методы и приемы сохранения генофонда промышленного животноводства и резервы его увеличения.

64. Генетический контроль иммунного ответа. Теория иммунитета.

65. Учение об уродствах и врожденных аномалиях.

66. Распространение генетических аномалий в популяциях животных разных видов и их профилактика.

Локальный электронный методический материал

Юлия Александровна Майер

ВЕТЕРИНАРНАЯ ГЕНЕТИКА

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 3,7. Печ. л. 3,1

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»,
236022, Калининград, Советский проспект, 1