

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
федеральное государственное образовательное учреждение высшего  
образования «Казанская государственная академия ветеринарной медицины  
имени Н.Э. Баумана»

Р.А. Хаертдинов, Г.М. Закирова, И.Н. Камалдинов

## **ГЕНЕТИКА И БИОМЕТРИЯ**

**Учебно-методическое пособие**

Казань 2018

УДК 575(075)

ББК 45.3

Г 17

Авторы: Р.А. Хаертдинов, д. биол. наук, проф., зав. каф. биологии, генетики и разведения животных ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ;  
Г.М. Закирова, канд. биол. наук, доцент ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ;  
И.Н. Камалдинов, канд. биол. наук, ассистент ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ;

Рецензенты: Саитов Р.М., начальник отдела воспроизводства и биотехнологии племенных животных ГГСХУ племенным делом в животноводстве Республики Татарстан, канд. биол. наук;  
Сушенцова М.А., доцент кафедры технологии животноводства ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ, кандидат с.-х. наук

Г 17

Генетика и биометрия: Учебно-методическое пособие / Р.А. Хаертдинов, Г.М. Закирова, И.Н. Камалдинов.– Казань: Издательство центра информационных технологий ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ, 2018. - 127 с.

Представлено содержание учебной дисциплины «Генетика и биометрия» на основе типовой программы и методические указания по ее изучению.

Рекомендованы к изданию Ученым советом академии от 20.06.2018 г., протокол № 8 .

УДК 575(075)

ББК 45.3

Г 17

© Р.А. Хаертдинов,

Г.М. Закирова, И.Н. Камалдинов, 2018

© ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ

## **Введение**

Генетика – наука о наследственности и изменчивости животных, растений, микроорганизмов. Генетика занимает ведущее положение в биологии и опирается на многие достижения и методы. Становлению и развитию генетики способствовал целый ряд крупных обобщений в биологии и научных открытий. Важнейшими из них являются: клеточная теория М. Я. Шлейдена и Т. Шванна (1938); эволюционное учение Ч. Дарвина (1859); закономерности наследования признаков, установленные Г. Менделем (1865); теория мутации С.И. Коржинского (1899) и Г. де Фриза (1903); учение о популяции В. Иогансена (1903); хромосомная теория наследственности Т.Г. Моргана (1910); закон гомологических рядов в наследственной изменчивости, сформулированный Н.И. Вавиловым (1923); концепция о молекулярной основе наследственности и изменчивости организмов Н.К. Кольцова (1936); открытие О. Эвери (1944) о сосредоточении наследственной информации в молекулах ДНК; создание Д. Уотсоном и Ф. Криком модели строения ДНК (1953); расшифровка Ф. Криком, М. Ниренбергом, Д. Маттеи и С. Очоа (1961-1964) универсального генетического кода наследственной информации и синтеза белка в клетках организмов.

Достижения в области биотехнологии и генной инженерии, усовершенствование биохимических, цитологических и других методов, используемых в генетике, имеют большое значение для развития сельского хозяйства, микробиологической промышленной и медицины. В условиях современных крупных животноводческих и птицеводческих комплексов необходимо принимать меры предотвращения распространения различных аномалий и болезней с наследственной предрасположенностью. Различные методы селекции позволяют совершенствовать существующие и создавать новые породы животных.

Курс дисциплины «Генетика и биометрия» должна предшествовать изучению следующих дисциплин: разведение, племенное дело и частной зоотехнии (скотоводство, свиноводство, птицеводство, коневодство, овцеводство, звероводство и др.). Это позволит лучше усвоить материал данных дисциплин, обращая внимание лишь на специфические приемы ведения селекционно-племенной работы с учетом вида животных и направления их продуктивности.

Теоретической основой разведения животных является наука генетика, которая изучает закономерности наследования хозяйственно-полезных и других признаков организма и разрабатывает методы селекции животных. Вопросы генетики и биометрии находят практическую реализацию в дисциплине «Разведение животных». Следовательно, предметы «Генетика и

биометрия», «Селекция», «Разведение» и «Племенное дело» неразрывно взаимосвязаны между собой и дополняют друг друга.

### **1 Обще методические рекомендации по изучению дисциплины**

Генетика как ведущая наука современной биологии является теоретической основой селекции животных и оказывает существенное влияние на научно-технический прогресс в животноводстве, ветеринарии и медицины. В межсессионный период и на лабораторно-экзаменационной сессии студенты осваивают основные законы наследственности и изменчивости живых организмов (менделизм, хромосомная теория наследственности Моргана, генетика пола, законы популяционной генетики, молекулярные основы наследственности). В результате изучения курса будущие специалисты приобретают навыки по правильному оформлению схем скрещивания, применения популяционно-генетических закономерностей и расчетов в практике разведения сельскохозяйственных животных. На лабораторно-практических занятиях значительное место отводится биометрическим методам анализа количественных признаков животных.

В материале, предусмотренном программой курса «генетика и биометрия», встречается большое количество терминов, знание которых необходимо для правильного понимания этой науки. Кроме того, знание терминов облегчает усвоение, а в дальнейшем и использование генетики в практике селекции. Поэтому в процессе работы полезно выписывать в отдельную тетрадь каждый новый термин и давать ему объяснение

**Цель** дисциплины – изучение студентами основ и современного состояния генетики и биометрии и их использование в зоотехнической науке и практике.

**Задачи** дисциплины – освоение студентами основных понятий генетики и биометрии и применение классических и современных методов генетико-статистического анализа в научных исследованиях и практике животноводства.

Студент, освоивший программу дисциплины, должен обладать следующими профессиональными компетенциями, соответствующими виду его профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа бакалавриата:

способностью применять современные методы и приемы содержания, кормления, разведения и эффективного использования животных (ОПК-1);

способностью владеть методами селекции, кормления и содержания различных видов животных и технологиями воспроизводства стада (ПК-10);

Студент при изучении дисциплины «Генетика и биометрия» должен:

**Знать:** современные представления о строении и организации наследственного материала; современные представления о структуре, функциях и регуляции активности генов; основные закономерности наследственности и изменчивости применительно к запросам прикладной генетики с.-х. животных; основы генетики популяций;

**Уметь:** применять основные законы наследственности и закономерности наследования признаков к анализу наследования нормальных и патологических признаков животных; использовать методы генетического, цитологического, популяционного анализов в практической деятельности; планировать научные исследования, выбирать методы сбора данных и их анализа, интерпретировать полученные результаты применительно к конкретной ситуации и использовать их в практической деятельности.

**Владеть:** методами гибридологического, цитогенетического, биометрического и популяционного анализа принципами решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью; способностью самостоятельного принятия решений при планировании зоотехнических исследований и реализации их результатов.

С учетом вышеизложенных требований в целях оказания методической помощи студентам для успешного освоения дисциплины «Генетика и биометрия» разработано настоящее методическое пособие, где приведены данные о трудоемкости освоения дисциплины, тематические планы лекций и занятий, вопросы к экзаменам, зачетам и для текущего контроля знаний студентов, составлены методические указания по выполнению контрольной работы, предлагается учебная и научная литература, справочные материалы, необходимые при изучении дисциплины.

## **2 Трудоемкость, структура и содержание дисциплины**

На изучение дисциплины «Генетика и биометрия» по учебному плану направления подготовки «Зоотехния» отводится 216 часа (6 зачетных единиц) из них 108 часов аудиторных, 81 часов самостоятельных, 27 часов промежуточная аттестация при очной форме обучения, при заочной – соответственно 216; 56; 133; и 27 часов (табл. 1). По данному направлению подготовки предусмотрены три формы контроля знаний студентов; при очной форме обучения – экзамен; заочной – экзамен, выполнение контрольной работы.

Таблица 1 – Трудоемкость дисциплины

Форма обучения	Очная	Заочная
Курс/семестр	3 / 5	2 / 3,4
Всего	216	216
Лекции	36	16
Лабораторные занятия, ч		
Практические занятия, ч	72	40
Самостоятельная работа, ч	81	133
Курсовой проект, семестр		
Сумма промежуточной аттестации	27 (экзамен)	27 (экзамен)

В период изучения дисциплины проводится тестовый контроль знаний студентов очной формы обучения, а студенты заочной формы в межсезонный период выполняют контрольную работу. Такой контроль знаний направлен на стимулирование самостоятельной работы студентов в процессе обучения. Тестовый контроль знаний осуществляется на компьютерах. Подготовка к тестовому контролю осуществляется по дополнительным материалам, представленным в пособии, а также с использованием рекомендованной литературы. Контрольная работа оформляется письменно самим студентом рукописным текстом. Она представляет собой ответы на вопросы, предусмотренные по шифру. Шифр – это номер зачетной книжки. Титульный лист контрольной работы должен содержать следующую обязательную информацию: фамилия, отчество студента полностью, факультет, направление подготовки, курс, группа, шифр и личная подпись.

Номера вопросов, ответы на которые должны быть освещены в контрольной работе, устанавливаются по таблице 7 с учетом учебного шифра студента. Например, учебный шифр студента 2538. Для определения вопросов контрольного задания нужно в первой (заглавной) строке по горизонтали таблицы найти последнюю цифру шифра, т.е. 8, а в первой вертикальной графе таблицы предпоследнюю цифру учебного шифра, т.е. 3. В клетке таблицы, находящейся на месте пересечения граф, идущих от цифры 8 и с цифры 3, указаны номера вопросов контрольной работы студента. Они следующие:

Тематика лекционных и практических занятий разработана так, что полноценное изучение каждого последующего раздела, возможно, лишь при успешном усвоении предыдущего материала. На лабораторно – практических занятиях значительное место отводится биометрическим методам анализа количественных признаков животных, отражающих их продуктивные свойства, методам оценки и отбора животных по хозяйственно-полезным признакам и методам разведения.

Таблица 2 – Тематический план теоретического курса (лекций) по направлению подготовки «Зоотехния»

Неделя семестра	Раздел дисциплины (модуля), тема лекций и их содержание	Объем в часах	
		Очн.	ЗФ
1	<p><b>Введение.</b> Предмет генетики. Генетика – одна из основополагающих наук современной биологии. Сущность явлений наследственности и изменчивости на молекулярном, субклеточном, клеточном, организменном, популяционном уровнях.</p> <p>Основные виды наследственности: ядерная цитоплазматическая наследственность. Виды изменчивости: онтогенетическая, модификационная, комбинативная и мутационная. Коррелятивная изменчивость. Творческая роль человека в формировании наследственности и изменчивости организмов.</p> <p>Методы генетики. Основные этапы развития генетики. Роль отечественных ученых в развитии генетики. Генетика как теоретическая основа селекции с.-х. животных.</p>	2	
2	<p><b>Цитологические основы наследственности.</b></p> <p>Клетка как генетическая система. Строение клеток эукариот и прокариот. Роль ядра и других органелл клетки в передаче, сохранении и реализации наследственной информации. Хромосомы, их строение и химический состав. Геном и кариотип. Митоз, его генетическая сущность и значение в жизни клетки и организма. Мейоз, его генетическая и биологическая сущность. Гаметогенез. Оплодотворение. Половой процесс как средство реализации комбинативной изменчивости и обеспечения жизнеспособности</p>	2	

	организма. Патологии при гаметогенезе и оплодотворении.		
3-4	<b>Закономерности наследования признаков при половом размножении.</b> Менделизм как основа генетики. Особенности экспериментального метода Менделя. Моногибридное, дигибридное и полигибридное скрещивание. Аллельность, понятие о множественном аллелизме. Понятие о гомо- и гетерозиготности. Правила наследования признаков. Виды доминирования. Факторы, влияющие на характер расщепления признаков у гибридов: значение объема выборки, влияние внешней среды, жизнеспособность разных фенотипов (гамет, зигот, эмбрионов и особей) к моменту анализа. Летальное действие некоторых генов у сельскохозяйственных животных. Плейотропное действие генов. Наследование признаков при взаимодействии неаллельных генов: комплементарное, эпистатическое, полимерное, модифицирующее действие. Виды полимерии, их значение в практике животноводства. Гены-модификаторы. Наследственность и среда. Экспрессивность и пенетрантность генов.	4	2
5	Хромосомная теория наследственности. Сцепленное наследование признаков и его объяснение. Группы сцепления. Характер расщепления при независимом и сцепленном наследовании. Кроссинговер как причина неполного сцепления генов. Генетическое и цитологическое доказательство кроссинговера. Хромосомная теория наследственности Моргана. Закон линейного расположения генов в хромосоме. Использование частоты кроссинговера для генетического картирования. Влияние генетических и внешних факторов на частоту кроссинговера. Общебиологическая роль кроссинговера как средства усиления комбинативной изменчивости.	2	2
6	<b>Генетика пола.</b> Пол как совокупность признаков, обеспечивающих воспроизводство потомства. Типы хромосомного определения пола. Кариотипы мужского и женского пола у разных видов. Гомогаметный и гетерогаметный пол. Потенциальная бисексуальность организмов. Прогамное, эпигамное и сингамное определение пола. Интерсексуальность. Фримартизм,	2	2

	<p>гермафродитизм, гинандроморфизм, их теоретическое и практическое значение. Балансовая теория определения пола: хромосомный баланс пола, физиологический баланс пола. Общая генная природа этих явлений. Экспериментальное переопределение пола у птиц, рыб и других животных. Опыты по регуляции соотношения полов и возможность получения животных только одного пола. Практическое значение сдвига в соотношении полов в различных отраслях животноводства. Партеногенез, гиногенез и андрогенез, их значение для понимания наследственности и перспектива практического использования.</p> <p>Признаки, ограниченные полом, контролируемые полом и сцепленные с полом. Особенности сцепленного с полом наследования. Зависимость признака от локализации гена в одной из половых хромосом. Практическое использование сцепленного с полом наследования.</p>		
7-8	<p><b>Молекулярные основы наследственности.</b> Доказательства хранения и передачи генетической информации нуклеиновыми кислотами. Генетическая трансформация. Химическая структура нуклеиновых кислот (ДНК и РНК). Пиримидиновые и пуриновые основания. Модель структуры ДНК по Уотсону и Крику. Правило комплементарности. Видовая специфичность молекул ДНК. Репликация молекулы ДНК. Вилка репликации. Реализация наследственной информации. Химическая структура и биосинтез белков. Транскрипция. Интроны и экзоны. Сплайсинг. Трансляция. Инициация. Терминация. Генетический код и его свойства. Триплетность, неперекрываемость, вырожденность и универсальность. Колинеарность гена и кодируемого им белка. Объем генетической информации, хранящейся в генах и передаваемых ими. Регуляция активности генов. Теория Жакоба и Моно о механизме регуляции действия генов. Адаптивный синтез ферментов. Оперон. Структурные и регуляторные гены. Негативная и позитивная индукция и репрессия. Обмен генетическим материалом у прокариот: трансформация, трансдукция, конъюгация. Лизогения.</p>	4	2

	Лизогенное состояние клеток как возможная причина заболевания животных.		
9	<b>Генетические основы онтогенеза.</b> Сложная структура и биологическая сущность гена. Влияние гена на развитие признака. Опыты Д. Гердона по доказательству сохранения генетической информации в соматических клетках при индивидуальном развитии животных. Роль генетической информации на ранних и последующих этапах онтогенеза. О понятиях неравномерности, не однородности, необратимости и обратимости процессов дифференциации и роста животных. Взаимодействие ядра и цитоплазмы в развитии. Проявление генетической нормы реакции организма в различных условиях внешней среды. Критические периоды развития. Целостность и дискретность организма в онтогенезе. Значение активности ферментов и уровня обмена веществ, а также факторов внешней среды в реализации генетической потенции животных. Фенокопии и морфозы, их значение в практике животноводства.	2	
10	<b>Мутационная изменчивость.</b> Понятие о мутации и мутагенезе. Роль Г. де Фриза и С. Коржинского в развитии теории мутаций. Классификация мутаций: спонтанные и индуцированные; геномные, хромосомные, генные (точковые); генеративные и соматические; рецессивные и доминантные; прямые и обратные; полезные, нейтральные и вредные (летальные). Проявление мутаций в зависимости от генотипа и внешней среды. Полиплоидия. Разновидности и особенности полиплоидов, причины возникновения, распространение, практическое и эволюционное значение. Примеры полиплоидных форм, в том числе полезных для сельского хозяйства и ветеринарной медицины. Гетероплоидия как одна из причин наследственных аномалий (синдромы Дауна, Эдварса, Патау, Клайнфельтера и др.). Хромосомные aberrации (перестройки), их классификация, механизмы образования. Робертсоновские транслокации, их практическая ценность и значение в эволюции. Влияние хромосомных перестроек на продуктивность, жизнеспособность и воспроизводительную способность животных. Генные	2	2

	<p>мутации, молекулярно-биологический механизм и причины возникновения. Роль ферментных систем репарации клеточного ядра в поддержании активного состояния ДНК и возникновении мутаций. Фотореактивация и темновая репарации. Мутагенез как следствие аномальной работы репарационных систем. Понятие о мутабельности генов. Частота мутаций. Физические, химические и биологические мутагены. Значение индуцированных мутаций в селекции вирусов, микроорганизмов, растений и животных. Закон Н.И. Вавилова о гомологических рядах в наследственной изменчивости и его использование при изучении наследственных болезней. Генетические последствия загрязнений внешней среды. Проблема направленного мутагенеза.</p>		
11	<p><b>Генетико-математические методы анализа количественных и качественных признаков.</b> Понятие о биометрии и основных ее направлениях. Средний уровень варьирующего признака в выборочной или генеральной совокупности особей. Величины средних значений признака - средняя арифметическая, геометрическая, квадратическая, гармоническая, мода, медиана. Показатели, характеризующие степень изменчивости признака у животных. Типы распределения варьирующих признаков (нормальное, биномиальное, асимметрическое, эксцессивное, трансгрессивное и др.). Биометрические показатели связи между признаками. Определение статистических ошибок и достоверности разности между средними двух выборок. Основы регрессионного и дисперсионного анализов. Использование критерия «хи-квадрат». Понятие о коэффициентах наследуемости (<math>h^2</math>) и повторяемости (<math>r_w</math>) и методы их вычисления с помощью коэффициентов связи и дисперсионного анализа.</p>	2	2
12	<p><b>Генетика популяций.</b> Понятие о популяции и чистой линии. Методы их изучения. Панмиктическая, исходная, гетерогенная и контрольная популяции. Характеристика генетической структуры популяций по соотношению генных частот гомозиготных и гетерозиготных генотипов. Закон Харди-Вайнберга и его практическое использование при анализе структуры популяции. Основные факторы,</p>	2	

	<p>влияющие на генетическую структуру популяции: генные и хромосомные мутации; миграция особей; способ размножения; отбор; случайный генетический тренд (дрейф). Значение инбридинга и скрещиваний для структуры популяции. Типы искусственного отбора – направленный, стабилизирующий, дивергентный, технологический, косвенный. Влияние внешней среды на эффективность отбора. Понятие о генофонде, сходство и различие его с понятием популяции. Численность генофонда основных видов с.-х. животных. Методы и приемы сохранения генофонда промышленного животноводства и резервы его увеличения. Практические примеры использования новых видов животных для получения продуктов питания и сырья для промышленности. Генетический груз как резерв наследственной изменчивости вида. Возникновение популяций как следствие географической, сезонной и репродуктивной изоляций. Значение изоляции для дивергенции и эволюции видов. Генетическая адаптация животных. Генетический гомеостаз популяции.</p>		
13	<p><b>Инбридинг, инбредная депрессия и гетерозис.</b> Понятие об инбридинге и инбредной депрессии, их биологические особенности и генетические основы. Способы ослабления инбредной депрессии. Влияние инбридинга на генетическую структуру популяций. Использование инбридинга в животноводстве при выведении инбредных линий. Генетическая сущность коэффициента инбридинга и коэффициента генетического сходства. Методы оценки степени инбридинга. Гетерозис, его биологические особенности и генетические причины. Гипотезы, объясняющие эффект гетерозиса. Возникновение гетерозиса при разных типах скрещивания: межвидовом, межпородном, межлинейном. Истинный и гипотетический гетерозис. Ослабление эффекта гетерозиса в поколениях. Перспективы закрепления гетерозиса. Роль явления гетерозиса в практике различных отраслей животноводства.</p>	2	
14	<p><b>Генетика иммунитета, аномалий и болезней.</b> Понятие об иммунитете и иммунной системе организма.</p>	2	

	<p>Неспецифические факторы защиты. Специфический иммунитет. Клеточная и гуморальная системы иммунитета. Роль В- и Т-лимфоцитов. Генетический контроль иммунного ответа. Теория иммунитета. Учение об уродствах и врожденных аномалиях. Понятие о генетических, наследственно-средовых и экзогенных аномалиях. Определение типа наследования аномалий. Распространение генетических аномалий в популяциях животных разных видов и их профилактика. Генетическая устойчивость и восприимчивость к заболеваниям: к бактериальным и протозойным болезням, к гельминтозам, к вирусным инфекциям. Роль наследственности в проявлении незаразных болезней. Моногенный и полигенный характер устойчивости. Влияние факторов среды на проявление устойчивости к заболеваниям. Методы и мероприятия по повышению устойчивости животных к заболеваниям. Примеры успешной селекции в этом направлении.</p>		
15	<p><b>Основы физиологической и биохимической генетики.</b> Иммуногенетика – наука о генетическом полиморфизме антигенного состава клеток животных. Особенности эритроцитарных антигенов животных и методы их определения. Иммуногенетический контроль за структурой популяции. Генетический полиморфизм белков и ферментов крови, молока, яйца, спермы и его использование в селекции. Генетико-математический анализ полиморфных генетических систем. Понятие о системах гистосовместимости у сельскохозяйственных животных.</p>	2	2
16	<p><b>Генетическая инженерия.</b> Генетическая инженерия – целенаправленное изменение генотипа органических форм. Клеточная, геномная и хромосомная инженерия. Генная инженерия. Истоки генетической инженерии. Ферменты – главные инструменты генетической инженерии. Переносчики генетической информации (векторы). Схема встройки чужеродного гена в фаговый вектор. Синтез эукариотического гена в бактериях, искусственный синтез генов. Принципиальная схема введения чужеродного гена в организм животных. Определение последовательности нуклеотидов ДНК. Современные методики биотехнологии</p>	2	2

	воспроизводства с.-х. животных. Трансплантация эмбрионов. Получение зигот и эмбрионов в организме донора и их опенка по пригодности к пересадке в организм реципиента. Отбор и подготовка реципиентов, пригодных для использования и приема трансплантантов. Биотехнология оплодотворения в условиях in vitro. Методы получения химерных организмов (генетических мозаиков или аллофенов). Получение трансгенных животных.		
17	<b>Основы генетики поведения.</b> Основы этологии с.-х. животных. Основные формы поведения животных. Влияние факторов среды и материнского организма на поведение и адаптацию организма животных. Генетические основы высшей нервной деятельности и поведения. Факторы, влияющие на поведение животных: domestикация, селекция, стабилизирующий отбор, стресс и др. Использование генетически обусловленного поведения животных в селекционной практике.	2	
18	<b>Генетика и эволюционное учение.</b> Генетика как одна из основ эволюционного учения. Роль Ч. Дарвина в формировании материалистического мировоззрения в биологии. Значение открытия нуклеиновых кислот и универсального кода наследственности для понимания эволюции жизни на единой генетической основе. Происхождение и развитие жизни, генетическая основа становления доклеточных и клеточных форм жизни. Значение мутационной изменчивости в эволюционном процессе. Популяция как единица эволюции. Значение работ С. Четверикова и П. Шмальгаузена для развития современной теории эволюции. Факторы видообразования. Формы воздействия естественного отбора на генотип.	2	
	<b>ИТОГО</b>	<b>36</b>	<b>16</b>

Таблица 3- Тематический план практического курса (занятий) по направлению подготовки «Зоотехния»

Неделя семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы лекций и их содержание	Объем в часах	
		Очн.	ЗФ
1	<b>Кейс-задача «Наследственная и ненаследственная изменчивость».</b> Составление списка коров и взятие данных по их продуктивности: удой, % и кг жира, живая масса матерей и дочерей из форм 2-мол (не менее 30 животных). Представить характеристику стада по средним показателям стада. Средняя взвешенная. Вариационный ряд.	2	2
1	Показатели разнообразия признаков. Вычисление $\sigma$ и $S_v$ , лимитов.	2	
2	Понятие корреляции. Вычисление коэффициента корреляции и регрессии.	2	2
2	Достоверность выборочных показателей. Вычисление критерия достоверности, уровня значимости и достоверности разности двух средних величин.	2	
3	Наследуемость признаков. Вычисление коэффициента наследуемости ( $h^2$ ). Определение эффекта селекции и селекционного дифференциала.	2	
3-4	Однофакторный дисперсионный анализ	4	
4	Контрольная по биометрии	2	
5	<b>Цитологические основы наследственности.</b> Кариотипы сельскохозяйственных животных (морфология, химический состав). Изучение полового хроматина в ядрах клеток эпителия ротовой полости	2	
5	Митоз, мейоз у растений и животных. Зарисовка фаз деления клеток. Отличия митоза и мейоза у растений и животных.	2	
6	<b>Семинар. Цитологические основы наследственности</b>	2	
6	<b>Наследование признаков при половом размножении.</b> Законы Менделя и их сущность. Моногибридное скрещивание. Знакомство с мутантными линиями мухи-дрозофилы. Решение задач.	2	

7	Взаимодействие аллельных генов. Анализирующее и возвратное скрещивания.	2	2
7	Летальные и полуметальные гены. Решение задач.	2	
8	Дигибридное скрещивание. Изучение закономерностей наследования признаков при дигибридном скрещивании. Решение задач.	4	2
9	Взаимодействие неаллельных генов: новообразования, комплементарность, эпистаз, полимерия. Гены-модификаторы, гены-супрессоры. Особенности наследования количественных признаков. Решение задач.	4	2
10	<b>Хромосомная теория наследственности.</b> Полное и неполное сцепление; определение расстояния между генами (сМ).	2	
10-11	Сцепленное наследование признаков. Анализирующее скрещивание для определения сцепления генов и расстояния между ними. Решение задач.	4	2
11	Типы определения пола; X- и Y-сцепленное наследование признаков.	2	2
12	СЕМИНАР: Закономерности наследования признаков при половом размножении.	2	
12	<b>Молекулярные основы наследственности.</b> Строение и синтез нуклеиновых кислот, моделирование процессов репликации и транскрипции.	2	2
13	Генетический код и его свойства; генетическая транскрипция и трансляция.	2	
13	Моделирование процесса биосинтеза белка. Генный контроль биосинтеза белка. Решение задач.	2	
14	<b>Генетика популяции</b> , структура популяции: частота фенотипа, частота генотипа и гена. Закон Харди-Вайнберга.	2	2
14	Расчёт частоты генов, генотипов и фенотипов в популяциях. Решение задач.	2	
15	<b>Группы крови и полиморфные системы белков.</b> Определение групп крови и полиморфных систем белков. Определение достоверности происхождения животных по группам крови и полиморфным системам белков. Решение задач.	4	2
16	<b>Семинар.</b>	2	
16	Определение типов мутаций; генетические aberrации.	2	

	Лабораторное занятие.		
17	Построение и анализ генеалогических схем; определение типов наследования генетических аномалий и болезней животных.	2	
17	Расчет степени инбридинга.	2	
18	Генетические основы онтогенеза.	2	
18	Основы генетики поведения.	2	
	Итого	72	40

### **3 Оценочные средства для текущего контроля знаний и промежуточной аттестации студентов**

#### **Тесты по теме «Введение»**

Укажите правильный ответ

1. Что называется генетикой?
  1. Генетика – это наука о наследственности признаков.
  2. Генетика – это наука о изменчивости признаков.
  3. Генетика – это наука о наследственности и изменчивости признаков и свойств организма.
2. Что такое наследственность?
  1. Свойство организмов обеспечивать материальную и функциональную преемственность между поколениями, обеспечивать специфическую характеристику индивидуального развития в определенных условиях внешней среды.
  2. Свойство организмов изменяться под действием наследственных факторов.
  3. Свойство организмов обеспечивать специфический характер индивидуального развития в определенных условиях внешней среды.
3. Что такое изменчивость?
  1. Различие между клетками по ряду признаков и свойств.
  2. Различие между организмами по ряду признаков и свойств.
  3. Различие между органами по ряду признаков и свойств.
4. Какие методы используются в генетике?
  1. Гибридологический, генеалогический, цитологический, иммунологический, близнецовый, мутационный, фенотипический, популяционно-статистический.
  2. Биометрический, гибридологический и все остальные.
  3. Гибридологический, рекомбинационный и т.д.
5. Что из себя представляет гибридологический метод?
  1. Система скрещиваний заранее подобранных родительских особей,

- различающихся по одному, двум и т.д. альтернативным признакам, наследование которых изучается.
2. Спаривание родителей различающихся разными признаками.
  3. Система скрещиваний родительских особей, различающихся одновременно по многим альтернативным признакам, наследование которых изучается.
6. В чем заключается генеалогический метод?
1. В использовании и скрещивании для изучения закономерностей наследования признаков.
  2. В использовании родословных для изучения закономерностей наследования признаков у медленно плодящихся животных и человека.
  3. В использовании системы скрещиваний заранее подобранных родительских особей, различающихся по альтернативным признакам у медленно плодящихся животных и человека.
7. С какой целью используют цитологический метод?
1. Для изучения строения хромосом, репликации и функционирования, хромосомных перестроек и изменения числа хромосом, приводящие к различным болезням и аномалиям.
  2. Для строения хромосом, деления клеток.
  3. Для выявления различных болезней и аномалий связанных с нарушениями в строении хромосом и изменением их числа.
8. Что изучают иммунологическим методом?
1. Антигены, антитела, полиморфные системы белков, их наследование.
  2. Группы крови, системы белков, их наследование.
  3. Группы крови и их наследование.
9. С какой целью используют близнецовый метод?
1. Для изучения влияния определенных факторов среды на организмы с одинаковыми генотипами.
  2. Для изучения влияния определенных факторов среды на организмы с разными генотипами.
  3. Для изучения генотипов в разных условиях среды.
10. С какой целью используют мутационный метод?
1. Для создания новых штаммов микроорганизмов, в селекции с.-х. животных и растений.
  2. Для установления характера влияния мутагенных факторов на генетический аппарат клетки, на изменение признаков и свойств с целью создания новых штаммов микроорганизмов, в селекции с.-х. животных и растений.
  3. Для установления характера влияния мутагенных факторов на изменения

признаков и свойств с целью создания новых штаммов микроорганизмов, в селекции с.-х. животных и растений.

11. С какой целью используют фенотипический метод?

1. Для установления влияния различных факторов на изменение признаков и свойств организмов в процессе из онтогенеза.
2. Для установления степени влияния генов и условий среды на развитие изучаемых признаков и свойств в онтогенезе.
3. Для установления степени влияния генов на развитие изучаемых признаков и свойств в онтогенезе.

12. Что из себя представляет популяционно-статистический метод?

1. Это метод является основой современной селекции.
2. Этот метод используют при изучении явлений наследственности в популяции.
3. Этот метод дает возможность установить частоты доминантных и рецессивных аллелей, определяющих признаков, динамику структуры популяции влияния скрещиваний, инбридинга, отбора, мутаций.

13. Какая наследственность называется ядерной?

1. Если генетическая информация закодирована в хромосомах.
2. Если генетической информации закодирована в ДНК органоидов клетки.
3. Если информация о развитии признака закодирована в молекулах ДНК, находящихся в хромосомах ядра клетки.

14. Какая наследственность определяется как цитоплазматическая?

1. Если генетическая информация закодирована в молекулах ДНК соответствующих организмов.
2. Если информация о развитии признака закодирована в молекулах ДНК, находящихся в хромосомах ядре клетки.
3. Если генетическая информация закодирована в клетках.

15. Какую наследственность называют истинной?

1. Если она определяется генами хромосом органоидов клетки данной особи.
2. Если она определяется генами, локализованными в ДНК возбудителей болезни.
3. Если она определяется генами хромосом.

16. Какую наследственность называют ложной?

1. Если она определяется генами хромосом органоидов клеток данной особи.
2. Если она определена генами, локализованными в ДНК возбудителей болезней или включает в клетки тех или иных веществ.
3. Если она определяется генами хромосом.

17. Какая изменчивость называется наследственной?

1. Если она возникает благодаря новому сочетанию в потомстве генов родителей или мутациям.
  2. Если она возникает благодаря новому сочетанию в потомстве признаков родителей.
  3. Если она возникает благодаря действию окружающей среды.
18. Какая изменчивость называется ненаследственной?
1. Если она возникает благодаря новому сочетанию в потомстве генов родителей или мутация.
  2. Если она возникает благодаря новому сочетанию в потомстве признаков родителей.
  3. Если она возникает под действием окружающей среды.
19. Какая изменчивость называется комбинативной?
1. Изменчивость, обусловленная комбинацией родительских генов в потомстве.
  2. Изменчивость, обусловленная влиянием окружающей среды.
  3. Изменчивость, обусловленная мутацией генов.
20. Какая изменчивость называется мутационной?
1. Изменчивость, обусловленная мутацией генов.
  2. Изменчивость, обусловленная изменением наследственного материала.
  3. Изменчивость, обусловленная комбинацией родительских генов в потомстве.
21. Какая изменчивость называется онтогенетической?
1. Изменчивость, возникающая в результате последовательного совместного действия генов в процессе онтогенеза особи.
  2. Изменчивость, возникающая в результате взаимодействия разных генов.
  3. Изменчивость, возникающая в результате взаимодействия разных признаков.
22. Что мы понимаем под коррелятивной изменчивостью?
1. Изменчивость одних признаков, возникающая в результате изменения других, связанных с первыми.
  2. Изменчивость, возникающая в результате взаимозависимости разных признаков между собой.
  3. Изменчивость, возникающая в результате взаимодействия разных генов.
23. Какая связь при коррелятивной изменчивости положительной?
1. Если при увеличении (уменьшении) одного признака другой связанный с ним признак уменьшается (увеличивается).
  2. Если при увеличении (уменьшении) одного признака другой связанный с ним также увеличивается (уменьшается).
  3. Если при увеличении (уменьшении) одного признака другой связанный с

ним не изменяется.

24. Какая связь при коррелятивной изменчивости называется отрицательной?
1. Если при увеличении (уменьшении) одного признака другой связанный с ним признак уменьшается (увеличивается).
  2. Если при увеличении (уменьшении) одного признака другой связанный с ним не изменяется.
  3. Если при увеличении (уменьшении) одного признака другой связанный с ним также увеличивается (уменьшается).
25. Какая изменчивость называется модификационной?
1. Изменчивость, возникающая под влиянием только условий среды и не передающейся по наследству.
  2. Изменчивость одних признаков возникающая под влиянием других признаков.
  3. Изменчивость, возникающая в результате взаимодействия генов.

### **Тесты по теме «Цитологические основы наследственности»**

26. Цитогенетика:
1. Наука, изучающая явления наследственности и изменчивости в связи со строением и функцией различных клеточных структур.
  2. Наука, изучающая явления наследственности и изменчивости в связи со строением клетки.
  3. Наука, изучающая явления наследственности и изменчивости в связи со строением органоидов цитоплазмы.
27. Задачи, стоящие перед цитогенетикой?
1. Изучение числовых и структурных особенностей кариотипов животных, выявление аномалий кариотипов.
  2. Изучение числовых и структурных аномалий хромосом в породах, линиях, и семействах.
  3. Изучение особенностей строения клетки разных видов.
28. Клетка как генетическая система
1. Клетка может жить, только синтезируя белки.
  2. Клетка может существовать только при синтезе энергии.
  3. Клетка может существовать только при тесном взаимоотношении ядра и цитоплазмы.
29. Какая часть клетки играет ведущую роль
1. Оболочка клетки.
  2. Цитоплазма.
  3. Ядро.
30. Что находится в ядре клетки?
1. Кариоплазма, хромосомы, ядрышки.

2. Цитоплазма с органоидами.
  3. Кариоплазма с ядрышками.
31. Какие органоиды имеются в цитоплазме?
1. Хромосомы, рибосомы, митохондрии, эндоплазматическая сеть, лизосомы и т. д.
  2. Рибосомы, митохондрии, эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, лизосомы, клеточный центр.
  3. Митохондрии, рибосомы, ядрышки, эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи.
32. Какую функцию выполняют рибосомы?
1. Синтез АТФ.
  2. Синтез липопротеидов.
  3. Синтез белков.
33. Какую функцию выполняют митохондрии?
1. Синтез АТФ.
  2. Синтез липопротеидов.
  3. Синтез белков.
34. Какую функцию играет эндоплазматическая сеть?
1. Транспортировка веществ.
  2. Синтез АТФ.
  3. Синтез белков.
35. Какую функцию выполняет аппарат Гольджи?
1. Упаковка веществ с целью удаления их за пределы клетки.
  2. Транспортировка веществ.
  3. Синтез белков.
36. Какую функцию выполняет клеточный центр?
1. Синтез АТФ.
  2. Транспортировка веществ.
  3. Участвует в правильном распределении хромосом при делении клеток.
37. Какую роль играют лизосомы?
1. В них происходит гидролиз макромолекул и они способны выделять в цитоплазму ферменты, уничтожение чужеродных ДНК.
  2. Способны синтезировать белки.
  3. Способны синтезировать АТФ.
38. Что мы называем кариотипом?
1. Это совокупность генов организма.
  2. Это набор хромосом соматических клеток, свойственных определенному виду.
  3. Это набор хромосом половых клеток.

39. Какой набор хромосом называется диплоидным?
1. Двойной набор хромосом соматических клеток, обозначаемый  $2n$ .
  2. Набор хромосом половых клеток.
  3. Набор хромосом мышечной ткани.
40. Какой набор хромосом называется гаплоидным?
1. Полный набор хромосом соматических клеток.
  2. Половинный набор хромосом половых клеток.
  3. Набор хромосом клеток тканей тела.
41. Как обозначают диплоидный набор хромосом?
1.  $3n$ .
  2.  $n$ .
  3.  $2n$ .
42. Как обозначают гаплоидный набор хромосом?
1.  $3n$ .
  2.  $n$ .
  3.  $2n$ .
43. В скольких состояниях находятся хромосомы?
1. в 2.
  2. в 1.
  3. в 3.
44. Хромосомы могут находиться?
1. В спирализованном и деспирализованном состоянии.
  2. Только в спирализованном состоянии.
  3. В спирализованном, деспирализованном и скрученном состоянии.
45. В какой период существования клеток изучают хромосомы?
1. В период покоя.
  2. Во время деления клетки.
  3. В период покоя и деления клетки.
46. Какие виды хромосом встречаются в кариотипе?
1. Аутосомы и половые хромосомы.
  2. Только аутосомы.
  3. Половые хромосомы.
47. Какие хромосомы кариотипа называются аутосомами?
1. Хромосомы половые для обоих полов.
  2. Пары хромосом, одинаковых для мужских и женских особей.
  3. Пары хромосом, по которым различаются кариотип мужских и женских особей.
48. Какие хромосомы кариотипа называют половыми?
1. Пары хромосом, одинаковых для кариотипов мужских и женских особей.

2. Пары хромосом, по которым различаются кариотипы мужских и женских особей.
  3. Хромосомы, одинаковые для обоих полов.
49. Сколько хромосом кариотипа считаются половыми?
1. 4.
  2. Все.
  3. 2.
50. Чем отличаются хромосомы различных видов?
1. Местом расположения центромеры.
  2. Местом расположения или эухроматиновых участков.
  3. Местом расположения обоих участков.
51. Что образуется у хромосомы в зависимости от местоположения центромеры?
1. Плечи.
  2. Ядрышки.
  3. Хроматиды.
52. Какие хромосомы называют метацентриками?
1. Хромосомы с одинаковыми по длине плечами.
  2. Хромосомы с неодинаковыми плечами.
  3. Хромосомы, не имеющие плечи.
53. Какие хромосомы называют субметацентриками?
1. Хромосомы с одинаковыми по длине плечами.
  2. Хромосомы со слегка укороченным одним плечом.
  3. Хромосомы с сильно укороченным одним плечом.
54. Какие хромосомы называют акроцентриками?
1. Хромосомы с одинаковыми по длине плечами.
  2. Хромосомы со слегка укороченным одним плечом.
  3. Хромосомы с сильно укороченным одним плечом.
55. Сколько хромосом в кариотипе крупного рогатого скота?
1. 38.
  2. 54.
  3. 60.
56. Сколько хромосом в кариотипе свиньи?
1. 38.
  2. 54.
  3. 60.
57. Сколько хромосом в кариотипе твердой пшеницы?
1. 38.
  2. 28.

3. 58.
58. Сколько хромосом в кариотипе лошади?
1. 78.
  2. 54.
  3. 64.
59. Сколько хромосом в кариотипе ржи?
1. 78.
  2. 54.
  3. 14.
60. Какие типы хромосомы в кариотипе крупного рогатого скота?
1. Все типы: метацентрики, субметацентрики, акроцентрики.
  2. Акроцентрики и субметацентрики.
  3. Акроцентрики.
61. Какие типы хромосом в кариотипе свиньи?
1. Все типы: метацентрики, субметацентрики, акроцентрики.
  2. Акроцентрики и субметацентрики.
  3. Метацентрики и акроцентрики.
62. Какие типы хромосом в кариотипе овцы?
1. Все типы: метацентрики, субметацентрики, акроцентрики.
  2. Метацентрики и акроцентрики.
  3. Акроцентрики и субметацентрики.
63. Какие типы хромосом в кариотипе лошади?
1. Все типы: метацентрики, субметацентрики, акроцентрики, спутничные
  2. Метацентрики и акроцентрики
  3. Акроцентрики, субметацентрики, метацентрики
64. Какие типы хромосом в кариотипе курицы?
1. Субметацентрики, акроцентрики, метацентрики.
  2. Спутничные, метацентрики, акроцентрики.
  3. Акроцентрики, метацентрики.
65. Как происходит размножение соматических клеток?
1. Амитозом.
  2. Митозом.
  3. Мейозом.
66. Сколько периодов выделяют в митозе?
1. 1.
  2. 2.
  3. 3.
67. Какие периоды выделяют в митозе?
1. Интерфаза и собственно митоз.

2. Профаза.
  3. Метафаза.
68. Сколько периодов выделяют в интерфазе?
1. 1.
  2. 2.
  3. 3.
69. Какие периоды выделяют в интерфазе?
1. Предсинтетический, синтетический и постсинтетический.
  2. Синтетический.
  3. Предсинтетический и постсинтетический.
70. Чем характеризуется предсинтетический период?
1. Синтезом белков и РНК.
  2. Синтезом ДНК.
  3. Синтезом белка, РНК и АТФ.
71. Чем характеризуется постсинтетический период?
1. Синтезом белков и РНК.
  2. Синтезом ДНК.
  3. Синтезом белка ядерных преимущественно, РНК и АТФ.
72. Чем характеризуется синтетический период?
1. Синтезом белков и РНК.
  2. Синтезом ДНК.
  3. Синтезом белка, РНК и АТФ.
73. К чему приводит удвоение молекулы ДНК за счёт синтеза?
1. К удвоению хромосом.
  2. К удвоению органоидов клетки.
  3. К удвоению клеток.
74. Митоз это прямое или не прямое деление клеток?
1. Прямое.
  2. Смешанное.
  3. Не прямое.
75. Сколько фаз имеется в собственно митозе?
1. 4.
  2. 3.
  3. 5.
76. Чем характеризуется профаз митоза?
1. Спирализация хромосом, утолщение, исчезновение ядрышка, формирование аппарата деления, растворение ядерной оболочки.
  2. Хромосомы находятся на экваторе клетки.
  3. Хромосомы находятся у полюсов клетки.

77. Чем характеризуется метафаза митоза?
1. Все хромосомы располагаются в плоскости экватора.
  2. Хромосомы делятся по центромере на две хроматиды и расходятся по полюсам клетки.
  3. Целые хромосомы расходятся к полюсам клетки.
78. Сколько хроматид входят в одну хромосому?
1. 3.
  2. 2.
  3. 1.
79. Чем характеризуется анафаза митоза?
1. Все хромосомы располагаются в плоскости экватора.
  2. Хромосомы делятся по центромере вдоль хроматиды и расходятся по полюсам клетки.
  3. Целые хромосомы расходятся к полюсам клетки.
80. Чем характеризуется телофаза?
1. Хромосомы делятся по центромере вдоль хроматиды и расходятся по полюсам клетки.
  2. Происходит деспирализация хромосом, образование ядра, ядерной оболочки, деление цитоплазмы, образование клеточной перегородки, образование двух дочерних клеток с диплоидным набором.
  3. Все хромосомы располагаются в плоскости экватора.
81. Что мы называем гаметогенезом?
1. Процесс образования и созревания половых клеток.
  2. Процесс образования соматических клеток.
  3. Процесс образования половых клеток
82. Что мы называем спермиогенезом?
1. Процесс образования спермиев.
  2. Процесс образования и созревания спермиев.
  3. Процесс образования и созревания яйцеклетки.
83. Какой процесс называют овогенезом?
1. Процесс образования яйцеклеток.
  2. Процесс образования и созревания спермиев.
  3. Процесс образования и созревания яйцеклеток.
84. Сколько зрелых спермиев образуется из исходной клетки?
1. 8.
  2. 4.
  3. 2.
85. Сколько зрелых яйцеклеток образуется из исходной клетки?
1. 1.

2. 2.
3. 3.
86. Какой набор хромосом должен быть в половых клетках – спермиях и яйцеклетках, на примере крупного рогатого скота?
  1. Диплоидный – 60.
  2. Гаплоидный – 30.
  3. Триплоидный – 90.
87. В результате какого деления происходит уменьшение числа хромосом при созревании половых клеток?
  1. В результате редукционного деления мейоза.
  2. В результате мейоза.
  3. В результате эквационного деления мейоза.
88. Какое деление называется редукционным?
  1. Деление, при котором сохраняется численность хромосом в клетке.
  2. Деление, при котором уменьшается число хромосом в 2 раза.
  3. Деление, при котором увеличивается число хромосом.
89. Какие фазы проходят хромосомы при редукционном делении?
  1. Профаза, метафаза, анафаза, телофаза.
  2. Профаза I, метафаза, анафаза, телофаза.
  3. Профаза I, метафаза I, анафаза I, телофаза I.
90. Какая из фаз наиболее сложная и состоит из 5 подфаз?
  1. Профаза I.
  2. Метафаза II.
  3. Телофаза.
91. Какую подфазу называют лептонемой?
  1. Подфаза, при которой хромосомы выглядят в виде тонких нитей, но каждая состоит из двух хроматид.
  2. Подфаза, при которой хромосомы состоят из двух хроматид.
  3. Подфаза, при которой хромосомы утолщены.
92. Какую подфазу называют зигонемой?
  1. Подфаза, при которой гомологичные хромосомы сливаются (конъюгируют).
  2. Подфаза, при которой гомологичные хромосомы обмениваются своими участками.
  3. Подфаза, при которой гомологичные хромосомы отталкиваются друг от друга и вырисовываются хиазмы.
93. Какую подфазу называют пахинемой?
  1. Когда происходит конъюгация гомологичных хромосом.

2. Когда происходит обмен участками гомологичных хромосом – кроссинговер и начинается спирализация.
  3. Когда хромосомы отталкиваются друг от друга и образуются хиазмы.
94. Какую подфазу называют диплонемой?
1. Когда происходит обмен участками гомологичных хромосом – кроссинговер и начинается спирализация.
  2. Когда хромосомы находятся на периферии ядра.
  3. Когда хромосомы отталкиваются друг от друга и образуются хиазмы, продолжается спирализация хромосом.
95. Какую подфазу называют диакинезом?
1. Когда хромосомы находятся на периферии ядра, растворяется ядерная оболочка, формируется аппарат деления, заканчивается спирализация хромосом.
  2. Когда хромосомы находятся в экваторе клетки, заканчивается формирование митотического аппарата.
  3. Хромосомы концентрируются на полюсах клетки и деспирализуются.
96. Как называется пара гомологичных хромосом?
1. Бивалент.
  2. Унивалент.
  3. Тривалент.
97. Что происходит с хромосомами в метафазе I
1. Биваленты располагаются в плоскости экватора.
  2. Происходит распределение хромосом бивалентно полюсам клетки.
  3. Происходит распределение хроматид по полюсам клетки.
98. Чем характеризуется анафаза I?
1. Биваленты располагаются в плоскости экватора.
  2. Происходит распределение хромосом бивалентно полюсам клетки.
  3. Происходит распределение хроматид по полюсам клетки.
99. Чем характеризуется телофаза I мейоза?
1. Образуются две дочерние клетки с гаплоидным набором хромосом, каждая из которых ещё состоит из двух хроматид.
  2. Образуются две дочерние клетки с диплоидным набором хромосом.
  3. Образуются две дочерние клетки с гаплоидным набором хромосом.
100. Как называется период между редукционным и эквационным делением?
1. Интеркинез.
  2. Интерфаза.
  3. Кариокинез.
101. Какие фазы проходит эквационное деление
1. Профаза II, метафаза II, анафаза II, телофаза II.

2. Профаза I, метафаза I, анафаза I, телофаза I.
  3. Профаза, метафаза, анафаза, телофаза.
102. Какое деление клеток напоминает эквационное деление?
1. Митоз.
  2. Редукционное.
  3. Амитоз.
103. Какой фазой эквационное деление напоминает митоз?
1. Метафазой.
  2. Анафазой.
  3. Профазой.
104. Сколько периодов в спермиогенезе?
1. 4.
  2. 3.
  3. 5.
105. Сколько периодов в овогенезе?
1. 4.
  2. 3.
  3. 5.
106. Какие периоды различают в спермиогенезе?
1. Размножения, роста, созревания, формирования.
  2. Размножения, созревания.
  3. Размножения, роста, созревания.
107. Как называют незрелые спермии?
1. Сперматогонии.
  1. Сперматоциты.
  2. Сперматиды.
108. Как называют гонию при сперматогенезе, прошедшую стадию роста?
1. Сперматоцит II.
  2. Сперматоцит I.
  3. Сперматид.
109. Как называют клетку при сперматогенезе, прошедшую редукционное деление мейоза?
1. Сперматоцит II.
  2. Сперматоцит I.
  3. Сперматид.
110. Как называют клетку, прошедшую эквационное деление мейоза?
1. Сперматоциты II.
  2. Сперматоциты I.
  3. Сперматиды.

111. Сколько яйцеклеток должно образоваться из овогонии?
- 1.
  - 2.
  - 4.
112. Как называют клетки, которые образуются при овогенезе одновременно с яйцеклеткой?
- Спермий.
  - Направительное тельце.
  - Овоцит.
113. Сколько направительных телец образуется из овогонии?
- 3.
  - 2.
  - 1.
114. Какие наборы хромосом в сперматоците и овоците I?
- Гаплоидный.
  - Диплоидный.
  - Триплоидный.
115. Какие этапы проходит клетка при овогенезе?
- Овоцит I, овоцит II, овоцид.
  - Овоцит I, овоцит I.
  - Овоцит II, овоцид.
116. Какой набор хромосом у овоцит II?
- Гаплиоидный.
  - Диплоидный.
  - Триплоидный.
117. Сколько оотид образуется из овоцита II?
- 2
  - 1
  - 4
118. Что мы понимаем под оплодотворением?
- Процесс слияния спермиев с яйцеклеткой.
  - Процесс слияния половых клеток.
  - Процесс слияния клеток.
119. Как называется клетка, получившаяся в результате слияния гамет?
- Соматическая клетка.
  - Половая клетка.
  - Зигота.
120. Какой набор хромосом в зиготе?
- Диплоидный.

2. Гаплоидный.
3. Триплоидный.

### **Тесты по теме «Наследование признаков при половом размножении»**

121. Какие признаки называются альтернативными?

1. Пара признаков резко отличающихся друг от друга.
2. Пара одинаковых признаков.
3. Пара признаков несколько отличающихся друг от друга.

122. Какое скрещивание мы называем моногибридным?

1. Скрещивание, при котором родительские формы отличаются одной парой альтернативных признаков.
2. Скрещивание, при котором родительские формы отличаются двумя парами альтернативных признаков.
3. Скрещивание, при котором родительские формы отличаются многими парами альтернативных признаков.

123. В паре альтернативных признаков, какой называется доминантным?

1. Признак, который всегда проявляется.
2. Признак, который проявляется внешне у гибридов  $F_1$ .
3. Признак, который не проявляется внешне у  $F_1$ .

124. В паре альтернативных признаков, какой называется рецессивным?

1. Признак, который не проявляется внешне у  $F_1$ .
2. Признак, который проявляется внешне у  $F_1$ .
3. Признак, который никогда проявляется.

125. Какие гены соответствуют доминантным признакам и как они обозначаются?

1. Доминантным признакам соответствует рецессивный ген и обозначается маленькой буквой латинского алфавита.
2. Доминантным признакам соответствует доминантный ген и обозначается строчной буквой латинского алфавита.
3. Доминантным признакам соответствует доминантный ген и обозначается прописной буквой латинского алфавита.

126. Какие гены соответствуют рецессивным признакам и как они обозначаются?

1. Рecessивному признаку соответствует рецессивный ген и обозначается строчной буквой латинского алфавита.
2. Рecessивному признаку соответствует рецессивный ген и обозначается прописной буквой латинского алфавита.
3. Рecessивному признаку соответствует доминантный ген и обозначается прописной буквой латинского алфавита.

127. Что мы называем генотипом?

1. Совокупность внешних признаков организма.
2. Совокупность генов организма.
3. Совокупность генов и внешних признаков организма.

128. Какие генотипы знаете?

1. Гомозиготный.
2. Гетерозиготный.
3. Гомозиготный и гетерозиготный.

129. Особь с каким генотипом мы называем гомозиготным?

1. Гомозигота – особь, которая получает от своих родителей гены одного состояния или только доминантный или только рецессивный.
2. Гомозигота – особь, которая получает от своих родителей гены разного состояния.
3. Гомозигота – особь, которая получает от своих родителей доминантные и рецессивные гены.

130. Особь с каким генотипом мы называем гетерозиготным?

1. Гетерозигота - особь, которая получает от своих родителей только доминантные гены.
2. Гетерозигота - особь, которая получает от своих родителей гены разного состояния.
3. Гетерозигота - особь, которая получает от своих родителей только рецессивные гены.

131. Как записывается генотип, в виде какой символики?

1. Парамии букв.
2. Одной буквой.
3. Тремя буквами.

132. Как записывается гомозиготный генотип?

1. AA или aa.
2. Aa.
3. A.

133. Как записывается гетерозиготный генотип?

1. AA.
2. Aa.
3. a.

134. Что мы называем аллелями?

1. Аллели – это пара генов, находящихся в гомозиготных хромосомах, находящихся в гомозиготных хромосомах, в одних и тех же локусах.
2. Аллели – это пара генов, находящихся в разных локусах.
3. Аллели – это пара генов, находящихся в разных парах хромосом.

135. Что мы называем фенотипом?

1. Совокупность внешних признаков и свойств организма.
2. Совокупность всех генов организма.
3. Совокупность всех генов и внешних признаков.

136. В чём суть I правила Менделя?

1. Правило единообразия – при скрещивании гомозиготных родителей поколение получается одинаковым по генотипу и фенотипу.
2. Правило расщепления - при скрещивании гомозиготных родителей поколение получается одинаковым.
3. Правило чистоты гамет – гены не исчезают и не смешиваются, а только могут переходить в скрытое состояние.

137. В чём суть II правила Менделя?

1. Правило единообразия.
2. Правило расщепления – при скрещивании гетерозиготных родителей проявлять явление расщепления, т. е. появление потомков с разными фенотипами.
3. Правило чистоты гамет.

138. Какое из приведённых схем соответствует первому правилу Менделя?

1. P: ♀ a x ♂ A  
F<sub>1</sub> Aa
2. P: ♀ Aa x ♂ Aa  
F<sub>1</sub> Aa
3. P: ♀ aa x ♂ AA  
F<sub>1</sub> Aa

139. Сколько типов гамет образует гомозиготных родителей?

1. 1 тип.
2. 2 типа.
3. 3 типа.

140. Какая из приведённых схем соответствует второму правилу Менделя?

1. P: ♀ Aa x ♂ Aa  
F<sub>1</sub> AA Aa Aa aa
2. P: ♀ a x ♂ A  
F<sub>1</sub> Aa
3. P: ♀ AA x ♂ aa  
F<sub>1</sub> Aa

141. Сколько типов гамет образует гетерозиготный родитель?

1. 1 тип.
2. 2 типа.
3. 3 типа.

142. Сколько разных фенотипов среди потомков, полученных от скрещивания гомозиготных родителей?
1. 2.
  2. 3.
  3. 1.
143. Сколько разных фенотипов среди потомков, полученных от скрещивания гетерозиготных родителей при полном доминировании одного из признаков?
1. 2.
  2. 1.
  3. 3
144. Какое соотношение по фенотипу среди полученного потомства при скрещивании гетерозигот при полном доминировании одного признака над другим?
1.  $9 : 3 : 3 : 1$ .
  2.  $3 : 1$ .
  3.  $1 : 1$ .
145. Какое соотношение по генотипу среди полученного потомства при скрещивании гетерозиготных родителей?
1.  $3 : 1$ .
  2.  $1 : 1$ .
  3.  $1 : 2 : 1$ .
146. Какое скрещивание называют анализирующим?
1. Скрещивание гибрида с родительской формой, гомозиготной по рецессивному гену.
  2. Скрещивание гибридов между собой.
  3. Скрещивание гомозиготных особей между собой.
147. Какая из схем соответствует анализирующему скрещиванию?
1.  $AA \times aa$ .
  2.  $Aa \times aa$ .
  3.  $Aa \times Aa$ .
148. Какое соотношение по фенотипу и генотипу в потомстве при анализирующем скрещивании?
1.  $3 : 1$
  2.  $1 : 2 : 1$
  3.  $1 : 1$
149. Какие виды взаимодействия аллельных генов Вы знаете?
1. Полное и неполное доминирование, сверхдоминирование, промежуточное наследование, кодоминирование, плейотропное взаимодействие.

2. Полное и неполное доминирование.
  3. Неполное доминирование, кодоминирование, промежуточное наследование, сверхдоминирование.
150. Какое взаимодействие аллельных генов мы называем неполным доминированием?
1. При неполном доминировании рождается потомство трех фенотипов, соответствующее генотипам AA, Aa и aa.
  2. При неполном доминировании рождается потомство 2-х фенотипов соответствующее генотипам AA и aa.
  3. При неполном доминировании рождается потомство одного фенотипа, соответствующее генотипу Aa.
151. Какое взаимодействие аллельных генов называется промежуточным наследованием?
1. При этой форме взаимодействия генов ни один из двух аллелей не доминирует над другим.
  2. При этой форме взаимодействия генов один из двух аллелей полностью доминирует над другим.
  3. При этой форме взаимодействия генов у гетерозиготного потомства оба аллеля проявляют свое действие в полной мере.
152. Какой взаимодействие аллельных генов называется кодоминированием?
1. При этой форме взаимодействия генов ни один из двух аллелей не доминирует над другим.
  2. При этой форме взаимодействия генов у гетерозиготного потомства оба аллеля проявляют свое действие в равной мере.
  3. При этой форме взаимодействия генов рождается потомство трех фенотипов
153. Какое взаимодействие аллельных генов называется сверхдоминированием?
1. При этой форме взаимодействия генов у гетерозигот более высокий уровень развития признака по сравнению с гетерозиготами.
  2. При этой форме взаимодействия генов у гетерозиготного потомства оба аллеля проявляют свое действие в полной мере.
  3. При этой форме взаимодействия генов ни один из двух аллелей не доминирует над другим.
154. Какое взаимодействие аллельных генов называют плейотропным?
1. При этой форме взаимодействия генов у гетерозигот более высокий уровень развития признака по сравнению с гомозиготами.
  2. При этой форме взаимодействия генов у гетерозиготного потомства оба аллеля проявляют свое действие в полной мере.
  3. При этой форме взаимодействия один ген оказывает влияние на несколько

разных признаков организма.

155. Какое скрещивание называют дигибридным?
1. Это вид скрещивания, в котором изучают наследование двух пар генов.
  2. Это вид скрещивания, в котором изучается наследование многих пар генов.
  3. Это вид скрещивания, в котором изучается наследованием одной пары генов.
156. Какая схема соответствует дигибриднему скрещиванию?
1. AA x aa
  2. AABV x aавв
  3. AABVcc x aаввCC
157. Какая формулировка третьего правила Менделя?
1. При дигибридном скрещивании каждая пара признаков расщепляется независимо друг от друга.
  2. При полигибридном скрещивании пары признаков комбинируются во всех возможных сочетаниях.
  3. При дигибридном и полигибридном скрещиваниях каждая пара признаков и обуславливающих их генов расщепляется независимо от других пар, комбинируясь с ними во всех возможных сочетаниях.
158. Сколько разных фенотипов может быть у потомков при дигибридном скрещивании?
1. 4.
  2. 3.
  3. 2.
159. Какое соотношение по фенотипу у потомков второго поколения при дигибридном скрещивании?
1. 1 : 2 : 1
  2. 3 : 1
  3. 9 : 3 : 3 : 1
160. Сколько разных генотипов может быть у потомков при дигибридном скрещивании?
1. 3
  2. 9
  3. 4
161. Какое соотношение генотипов у потомков при дигибридном скрещивании?
1. 1 : 2 : 1
  2. 9 : 3 : 3 : 1
  3. 1 : 2 : 2 : 4 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1
162. Какая из схем соответствует для иллюстрации 3 правила Менделя?

1. AaBb x AaBb

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

2. Aa x Aa

A a A a

AA Aa Aa aa

3. Aa x aa

A a a

Aa aa

163. Какие гены называются неаллельными?

1. Гены, расположенные в разных парах хромосом или в разных локусах одной и той же пары хромосом.
2. Гены, расположенные в разных локусах одной и той же пары хромосом.
3. Гены расположенные в разных парах хромосом.

164. Какие типы взаимодействия неаллельных генов Вам известны?

1. Плейотропное, комплементарное, эпистатическое.
2. Комплементарное, эпистатическое, полимерное, модифицирующее.
3. Эпистатическое, полимерное, сверхдоминирование, комплементарное.

165. Какой тип взаимодействия генов называется комплементарным?

1. Когда ген одной аллельной пары дополняет действие гена другой аллельной пары.
2. Когда доминантный ген одной аллельной пары подавляет действие доминантного гена другой аллельной пары.
3. Когда один ген отвечает за несколько признаков.

166. Сколько фенотипов возможно при помплементарном взаимодействии?

1. 3 или 2
2. 3 или 1
3. 2 или 4

167. Какое соотношение по фенотипу может наблюдаться при комплементарном взаимодействии генов?

1. 9 : 7 или 9 : 3 : 3 : 1
2. 1 : 2 : 1 или 12 : 3 : 1
3. 9 : 3 : 3 : 1 или 2 : 1

168. Какой тип взаимодействия генов называется эпистатическим?

1. Когда доминантный ген одной аллельной пары дополняет действие

доминантного гена другой аллельной пары.

2. Когда доминантный ген одной аллельной пары подавляет действие доминантного гена другой аллельной пары.

3. Когда много доминантных генов отвечают за один признак.

169. Сколько фенотипов можно наблюдать при эпистазе?

1. 3 или 2

2. 2 или 5

3. 2 или 4

170. Какое соотношение по фенотипу может наблюдаться при эпистатическом взаимодействии генов?

1. 9 : 7 или 9 : 3 : 3 : 1

2. 15 : 1 или 1 : 4 : 6 : 4 : 1

3. 12 : 3 : 1 или 13 : 3

171. Какой тип взаимодействия генов называется полимерией?

1. Когда доминантный ген одной аллельной пары подавляет действие доминантного гена другой аллельной пары.

2. Когда доминантный ген одной аллельной пары дополняет действие доминантного гена другой аллельной пары.

3. Когда много доминантных генов отвечают за один признак и обладают суммирующим действием.

172. Какое соотношение по фенотипу соответствует полимерии?

1. 1 : 4 : 6 : 4 : 1

2. 13 : 3

3. 9 : 7

173. Какие гены называются генами – модификаторами?

1. Гены, которые дополняют действие друг друга.

2. Гены, которые подавляют действие других генов.

3. Гены, которые дополняют действие основных, определяющих признак, генов.

174. Какой из приведенных генотипов является дигомозиготным?

1. ААвв

2. Аавв

3. АаВв

175. Сколько типов гамет образует дигомозигота?

1. 2

2. 4

3. 1

176. Какой из приведенных генотипов является дигетерозиготным?

1. АаВв

2. aaBb

3. aaBB

177. Сколько типов гамет образует дигетерозигота и каких соответственно?

1. 4: AB, Ab, aB, ab

2. 2: AB, ab

3. 1 AB

1У. Хромосомная теория наследственности. Сцепленное наследование признаков.

178. Что подразумевается под понятием "сцепление генов" ?

1. Когда гены находятся в одной хромосоме, наследуются вместе, образуя группу сцепления.

2. Когда гены находятся в разных группах сцепления.

3. Когда гены связаны с определенной хромосомой.

179. Какие виды сцепления Вы знаете?

1. Независимое наследование.

2. Полное

3. Неполное и полное.

180. Каким образом можно установить характер наследования признаков: независимого или сцепленного?

1. С помощью анализирующего скрещивания.

2. Моногибридного скрещивания.

3. Дигибридного скрещивания.

181. С какими генотипами подбираются родители для анализирующего скрещивания?

1. Обе родительские формы имеют дигомозиготные генотипы.

2. Обе родительские формы имеют дигетерозиготные генотипы.

3. Одна родительская форма имеет дигетерозиготный, другая – рецессивный дигомозиготный генотипы.

182. Как доказывается независимое наследование признаков?

1. Если в результате анализирующего скрещивания получается 4 группы потомков примерно равной численностью в каждой (по 25%) группе.

2. Если в результате анализирующего скрещивания получается 4 группы потомков с резко различающейся численностью в группах ( в двух наибольшее и в двух наименьшее количество потомков)

3. Если в результате анализирующего скрещивания получается 2 группы потомков с одинаковой численностью в каждой (по 50%).

183. Как доказывается неполное сцепление генов, неполное сцепление признаков?

1. Если в результате анализирующего скрещивания получается 4 группы

потомков примерно равной численностью в каждой группе.

2. Если в результате анализирующего скрещивания получается 4 группы потомков с резко различающейся численностью в группах.
3. Если в результате анализирующего скрещивания получается 2 группы потомков с одинаковой численностью в каждой.

184. Как доказывается полное сцепление генов, полное сцепление признаков?

1. Если в результате анализирующего скрещивания получается 4 группы особей с примерно одинаковой численностью особей в каждой группе.
2. Если в результате анализирующего скрещивания получается 4 группы особей с резко различающейся численностью особей в группах
3. Если в результате анализирующего скрещивания получается 2 группы особей с одинаковой численностью в каждой.

185. В чем заключается причина неполного сцепления генов?

1. Причина неполного сцепления генов заключается в кроссинговере гомологичных хромосом.
2. Причина неполного сцепления генов заключается в кроссинговере хромосом.
3. Причина неполного сцепления генов заключается в нарушениях при делении клеток.

186. Какая из приведенных схем соответствует анализирующему скрещиванию для установления сцепления генов?

1.  $AaBb \times AaBb$

	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

2.  $AaBb \times aabb$

AB	Ab	aB	ab	ab
AaBb	Aabb	aaBb	aabb	

3.  $Aa \times aa$

A	a	a
Aa	aa	

187. В каком из приведенных случаев наблюдается независимое наследование?

1.  $AaBb \times aabb$

AB	Ab	aB	ab	ab
AaBb	Aabb	aaBb	aabb	
25%	25%	25%	25%	

2.  $AaBb \times aabb$

AB	Ab	aB	ab	ab
----	----	----	----	----

AaBb	ABb	aaBb	aabb
42%	8%	9%	41%
3.	AaBb	x	aabb
	AB	ав	ав
	AaBb	aabb	
	50%	50%	

188. В каком из приведенных случаев наблюдается неполное сцепление генов?

1.	AaBb	x	aabb
	AB	Ab	aB
	AB	Ab	aB
	AaBb	Aabb	aaBb
	8%	42%	41%
			9%
2.	AaBb	x	aabb
	AB	Ab	aB
	AB	Ab	aB
	AaBb	Aabb	aaBb
	25%	25%	25%
			25%
3.	AaBb	x	aabb
	Ab	aB	ав
	Aabb	aaBb	
	50%	50%	

189. Что такое кроссинговер?

1. Обмен участками хромосом.
2. Разрыв хромосом.
3. Взаимный обмен участками гомологичных хромосом, происходящих в результате разрыва и соединения в новом порядке хроматид.

189. Какая из приведенных схем иллюстрирует процесс кроссинговера?

1. A \_\_\_\_\_ B  
A \_\_\_\_\_ B  
a \_\_\_\_\_ B  
a \_\_\_\_\_ B

190. Какие половые клетки будут называться кроссоверными?

1. Половые клетки, содержащие измененное сочетание генов в хромосомах.
2. Половые клетки, содержащие измененные гены в хромосомах.
3. Половые клетки, содержащие неизменное сочетание генов в хромосомах.

191. Как схематично выглядит образование кроссоверных половых клеток?

192. Как определяют расстояние между генами?

1. Расстояние между генами определяют по количеству некроссоверных особей в % от общего числа особей в изучаемой группе.
2. Расстояние между генами определяют по количеству кроссоверных особей в % от общего числа особей в изучаемой группе.

3. Расстояние между генами определяют по общему числу особей в изучаемой группе.

193. От чего зависит количество кроссоверных особей?

1. Число кроссоверных особей зависит от расстояния между генами.
2. Число кроссоверных особей зависит от расстояния между хромосомами.
3. Число кроссоверных особей зависит от длины хромосомы.

У. Хромосомная теория наследственности. Генетика пола.

194. В определении пола, каким хромосомам отводится ведущая роль?

1. Аутосомам.
2. Половым хромосомам.
3. X – хромосомам.

195. Сколько половых хромосом должно быть в кариотипе?

1. 4
2. 1
3. 2

196. Чем отличаются кариотипы самцов и самок у млекопитающих?

1. У самцов и самок в кариотипе присутствует одна пара половых хромосом, которые обозначены как XY у самцов и XX у самок.
2. У самцов и самок в кариотипе присутствует одна пара половых хромосом, которые обозначаются как XX у самцов и XY у самок.
3. У самцов и самок в кариотипе присутствует одна пара половых хромосом, и они одинаковы у обоих полов.

197. Какой кариотип у крупного рогатого скота, отдельно у самок и самцов с учетом половых хромосом?

1.  $58A + XX$  (самец)  
 $2n = 60$   $58A + XY$  (самка)
2.  $2n = 60$   $58A + XX$  (самка)  
 $58A + XY$  (самец)
3.  $2n = 60$   $60A + XX$  (самка)  
 $60A + XY$  (самец)

198. Какой кариотип у свиней с учетом половых хромосом?

1.  $2n = 38$   $36A + XX$  (самка)  
 $36A + XY$  (самец)
2.  $2n = 38$   $36A + XY$  (самка)  
 $36A + XX$  (самец)
3.  $2n = 38$   $38A + XX$  (самка)  
 $38A + XY$  (самец)

199. Какой кариотип у овец с учетом половых хромосом?

1.  $2n = 54$   $52A + XY$  (самка)

2.  $2n = 54$              $52A + XX$  (самец)  
                            $54A + XX$  (самка)  
                            $54A + XY$  (самец)
3.  $2n = 54$              $52A + XX$  (самка)  
                            $52A + XY$  (самец)

200. Какой кариотип у лошади с учетом половых хромосом?

1.  $2n = 64$              $62A + XX$  (самка)  
                            $62A + XY$  (самец)
2.  $2n = 64$              $62A + XY$  (самка)  
                            $62A + XX$  (самец)
3.  $2n = 64$              $64A + XX$  (самка)  
                            $64A X XY$  (самец)

201. Какой кариотип у кур с учетом половых хромосом?

1.  $2n = 78$              $76A + ZZ$  (самка)  
                            $76A + ZW$  (самец)
2.  $2n = 78$              $76A + ZZ$  (самец)  
                            $76A + ZW$  (самка)
3.  $2n = 78$              $78A + ZZ$  (самец)  
                            $78A + ZW$  (самка)

202. Сколько аутосом и половых хромосом оказывается в половых клетках у крупного рогатого скота (найдите соответствующий рисунок)?

1.  $58A + XX$                                      $58A + XY$   
      $29A + X$                                      $29A + X$                                      $29A + Y$
2.  $58A + XX$                                      $58A + XY$   
      $29A + XX$                                      $29A + XY$
3.  $58A + XX$                                      $58A + XY$   
      $58A + XX$                                      $58A + XY$

203. Сколько аутосом и половых хромосом оказывается в половых клетках у свиней?

1.  $36A + XX$                                      $36A + XY$   
      $36A + X$                                      $36A + X$                                      $36A + Y$
2.  $36A + XX$                                      $36A + XY$   
      $18A + X$                                      $18A + X$                                      $18A + Y$
3.  $36A + XX$                                      $36A + XY$   
      $18A + XX$                                      $18A + XY$

204. Сколько аутосом и половых хромосом оказывается в половых клетках у твердой пшеницы?

1.  $26A + XX$                                      $26A + XY$   
      $13A + X$                                      $13A + Y$



$$\begin{array}{ccc} 36A + X & 36A + X & 36A + Y \\ 72A + XX & 72A + Y & \end{array}$$

209. Как происходит наследование пола у кур?

$$\begin{array}{ccc} 1. & 76A + ZZ & 76A + ZW \\ & 38A + Z & 38A + Z & 38A + W \\ & 76A + ZZ & 76A + ZW \\ 2. & 76A + ZZ & 76A + ZW \\ & 38A + Z & 38A + Z & 38A + W \\ & 76A + ZZ & 76A + ZW \\ 3. & 76A + ZZ & x & 76A + ZW \\ & 76A + Z & & 76A + Z & 76A + W \\ & 152A + ZZ & & 152A + ZW \end{array}$$

210. Какой пол называется гомогаметным?

1. Пол, который производит гаметы, одинаковые в отношении половых хромосом.
2. Пол, который производит гаметы разные в отношении половых хромосом.
3. Пол, который производит гаметы, одинаковые в отношении хромосом.

211. Какой пол называется гетерогаметным?

1. Пол, который производит гаметы одного типа в отношении половых хромосом.
2. Пол, который производит гаметы разного типа в отношении половых хромосом.
3. Пол, который производит одного типа в отношении хромосом.

212. У какой группы сельскохозяйственных животных гомогаметный пол женский, а гетерогаметный – мужской?

1. У млекопитающих
2. У птиц
3. У насекомых

213. У какой группы животных гетерогаметный пол женский, а гомогаметный – мужской?

1. У млекопитающих
2. У птиц.
3. У пчел.

214. Как наследуется пол у пчел?

1. В определении пола у пчел основная роль отводится половым хромосомам.
2. В определении пола у пчел основная роль отводится аутосомам.
3. В определении пола основная роль принадлежит числу хромосом

215. Сколько хромосом у самок и самцов пчел?

1. Самки имеют 32 хромосомы, а самцы 16

2. Самки и самцы имеют по 32 хромосомы.

3. Самки имеют 16 хромосом, самцы – 32.

216. Как наследуется пол у пчел ( выбрать нужную схему)?

1.  $\begin{matrix} 32 & & x & & 16 \\ & 16 & & 16 & \\ & & 32 & & 16 \end{matrix}$

2.  $\begin{matrix} 32 & & x & & 32 \\ & 16 & & 16 & & 16 \\ & & 32 & & 32 & & 32 \end{matrix}$

3.  $\begin{matrix} 16 & & x & & 32 \\ & 16 & & 16 & & 16 \\ & & 32 & & 16 \end{matrix}$

217. Как называется развитие организма из неоплодотворенных яйцеклеток?

1. Развитие организма из неоплодотворенных яйцеклеток называется партеногенезом.

2. Развитие организма из неоплодотворенных яйцеклеток называется гаметогенезом.

3. Развитие организма из неоплодотворенных яйцеклеток называется онтогенезом.

218. Какое определение пола называется сингамным?

1. Когда пол будущего потомства определяется в момент зачатия.

2. Когда пол будущего потомства определяется до зачатия.

3. Когда пол будущего потомства определяется после зачатия.

219. Какое определение пола называется прогамным?

1. Когда пол будущего потомства определяется в момент зачатия.

2. Когда пол будущего потомства определяется до зачатия.

3. Когда пол будущего потомства определяется после зачатия.

220. Какое определение пола называется эпигамным?

1. Когда пол будущего потомства определяется в момент зачатия.

2. Когда пол будущего потомства определяется до зачатия.

3. Когда пол будущего потомства определяется после зачатия.

221. Какие признаки называются сцепленными с полом?

1. Признаки, гены которых находятся в половых хромосомах.

2. Признаки, гены которых находятся в аутосомах.

3. Признаки, гены которых находятся в хромосомах.

222. Какая схема соответствует наследованию, сцепленному с полом у млекопитающих? Признаки – гемофилия (несвертываемость крови) обусловлена рецессивным геном - h, нормальная свертываемость доминантным геном – H.

223. У какого пола фенотипически проявляется признак, сцепленный с полом?
1. У гомагаметного пола.
  2. У гетерогааметного пола.
  3. У обоих полов..
224. Какие признаки относятся к ограниченным полом?
1. Признаки, которые развиваются только у особи одного пола, но самки и самцы в одинаковой степени передают их как дочерям, так и сыновьям.
  2. Признаки, которые сцеплены с определенным полом.
  3. Признаки, гены которых находятся в половых хромосомах
225. Фримартинизм относится к генетическим или негенетическим нарушениям формирования пола?
1. К генетическим
  2. К негенетическим.
  3. К сцепленным с полом.
226. С чем связано появление телок – фримартинок.
1. Это связано с тем, что если рождается разнополая двойня (бычок и телочка).
  2. Это связано с рождением однополых телят.
  3. Это связано с многоплодием.
227. Чем обусловлены синдромы Тернера и Кляйнфельтера?
1. Нарушениями при гаметогенезе, приводящие к нерасхождению половых хромосом.
  2. Неправильному кормлению животных.
  3. Обусловлено гормональными нарушениями.
228. Какая из схем соответствует появлению синдромов Кляйнфельтера и Тернера?
229. Что понимают под балансовой теорией пола?
1. Что пол определяется не только присутствием половых хромосом, а и соотношением числа половых хромосом и числом наборов аутосом.
  2. Что пол определяется только присутствием половых хромосом.
  3. Что пол определяется присутствием половых хромосом и аутосом.
230. Что такое бисексуальность организмов?
1. Способность организма образовывать определенный пол в зависимости от присутствия X-хромосом в кариотипе.
  2. Способность организмов образовывать определенный пол в зависимости от присутствия XY хромосом в кариотипе.
  3. Способность организмов при определенных условиях формировать женский или мужской пол независимо от наборов хромосом в кариотипе
231. Что понимают под интерсексуальностью?
1. Развитие пола при соотношении половых хромосом и аутосом типа  $X : A = 1$

2. Развитие пола при соотношении половых хромосом и аутосом типа  $X : 2A = 0,5$
3. Развитие пола при соотношении половых хромосом и аутосом типа  $X : 0,5A = 2$ .

### Тесты по теме «Молекулярные основы наследственности»

232. Какие вещества являются материальными носителями наследственности?

1. Носителями наследственности являются нуклеиновые кислоты.
2. Носителями наследственности являются белки.
3. Носителями наследственности являются гликопротеиды.

233. Как построена молекула ДНК?

1. ДНК – это двух цепочная структура, каждая цепочка которой состоит из отдельных звеньев – нуклеотидов.
2. ДНК это одно цепочная структура, состоящая из звеньев – нуклеотидов.
3. ДНК – это двух цепочная структура, состоящая из нуклеиновых кислот.

234. Из каких составных частей состоит нуклеотид?

1. Нуклеотид состоит из углевода – дезоксирибозы, остатка фосфорной кислоты и одного из азотистых оснований.
2. Нуклеотид состоит из углевода – рибозы, остатка фосфорной кислоты, одного из азотистых оснований.
3. Нуклеотид состоит из углевода, фосфорной кислоты, одного из азотистых оснований.

235. Сколько азотистых оснований в молекуле ДНК?

1. 8
2. 6
3. 4

236. Какие азотистые основания входят в состав молекулы ДНК?

1. В состав молекулы ДНК входят аденин, гуанин, урацил, цитозин.
2. В состав молекулы ДНК входят аденин, гуанин, тимин, цитозин.
3. В состав молекулы ДНК входят аденин, гуанин, тирозин, цитозин

237. Чем отличается молекула ДНК от другой нуклеиновой кислоты – РНК?

1. Двухцепочностью и азотистым основанием тиминном.
2. Одноцепочностью и азотистым основанием Тиминном.
3. Двухцепочностью и азотистым основанием урацилом.

238. Какие азотистые основания являются комплементарными друг другу в молекуле ДНК?

1. Аденин - гуанину, тимин – цитозину.
2. Аденин – тимину, гуанин – цитозину.
3. Аденин – цитозину, тимин – гуанину.

239. Какой рисунок соответствует модели молекулы ДНК?

240. Сколько водородных связей между азотистыми основаниями?

1. 2 и 3
2. 1 и 2
3. 3 и 4

241. Что мы называем репликацией?

1. Репликация – это синтез РНК.
2. Репликация – это синтез белка.
3. Репликация – это синтез ДНК.

242. Из каких составных частей построена рибонуклеиновая кислота (РНК)

1. В состав РНК входит углевод – рибоза, остаток фосфорной кислоты и одного из азотистых оснований.
2. В состав РНК входит углевод – дезоксирибоза, остаток фосфорной кислоты и одного из азотистых оснований.
3. В состав РНК входит углевод – рибоза, остаток фосфорной кислоты и белка.

243. Какой из рисунков соответствует модели РНК?

244. Сколько типов РНК известно?

1. 1
2. 3
3. 2

245. Какую функцию выполняет иРНК?

1. Переписывает на себя генетическую информацию с молекулы ДНК и переносит ее в цитоплазму к рибосомам.
2. Является составной частью рибосомы, образуя ее каркас.
3. Участвует в синтезе белка, переносит аминокислоты.

246. Какую функцию выполняет рРНК?

1. Переписывает на себя генетическую информацию с молекулы ДНК и переносит ее в цитоплазму к рибосомам.
2. Является составной частью рибосомы, образуя ее каркас.
3. Участвует в синтезе белка, переносит аминокислоты.

247. Какую функцию выполняет тРНК?

1. Переписывает на себя генетическую информацию с молекулы ДНК и переносит ее в цитоплазму к рибосомам.
2. Является составной частью рибосомы, образуя ее каркас.
3. Участвует в синтезе белка, переносит аминокислоты.

248. В чем заключается процесс созревания иРНК?

1. Он заключается в вырезании интронов и склеивании экзонов с помощью особых ферментов.
2. Он заключается в вырезании интронов и экзонов..
3. Он заключается в склеивании интронов и вырезании экзонов

249. В чем заключается правило Чаргаффа?

1. Доля А + Г превышает долю Т + Ц.
2. Доля А + Г равна доле Т + Ц
3. Доля А + Г меньше доли Т + Ц

250. Какие участки молекулы ДНК называются экзонами?

1. Кодированные фрагменты ДНК называются экзонами.
2. Не кодирующие фрагменты ДНК называются экзонами.
3. Фрагменты ДНК кодирующие рРНК, тРНК.

251. Какие участки молекулы ДНК называются интронами?

1. Кодированные фрагменты ДНК называются интронами.
2. Не кодирующие фрагменты ДНК называются интронами.
3. Фрагменты ДНК, кодирующие рРНК и тРНК.

252. Какой участок тРНК называется антикодоном?

1. Это участок тРНК, к которому прикрепляется аминокислота.
2. Это участок, определяющий место прикрепления тРНК к соответствующему комплементарному участку иРНК на рибосоме.
3. Участок тРНК, определяющий способность прикрепляться только к определенной аминокислоте.

253. Из каких этапов состоит биосинтез белка?

1. Биосинтез белка состоит из транскрипции.
2. Биосинтез белка состоит из трансляции.
3. Биосинтез белка состоит из транскрипции и трансляции.

254. В чем заключается процесс транскрипции?

1. Транскрипция – это переписывание генетической информации с участка молекулы ДНК (структурного гена) на иРНК.
2. Транскрипция – это переписывание генетической информации с молекулы ДНК на тРНК.
3. Транскрипция – это процесс синтеза соответствующего полипептида (белка) на рибосоме.

255. В чем заключается процесс трансляции?

1. Трансляция – это переписывание генетической информации с участка молекулы ДНК на иРНК.
2. Трансляция – это переписывание генетической информации с молекулы ДНК на тРНК.
3. Трансляция – это процесс синтеза соответствующего полипептида (белка) на рибосоме.

256. Из каких этапов состоит трансляция?

1. Трансляция состоит из этапов транскрипции, инициации и терминации.
2. Трансляция состоит из этапов элонгации, терминации и транскрипции.

3. Трансляция состоит из этапов инициации, элонгации и терминации.

257. В чем заключается процесс инициации?

1. Начало синтеза полипептидной цепи.
2. Рост полипептидной цепи.
3. Окончание синтеза полипептидной цепи.

258. В чем заключается процесс элонгации?

1. Начало синтеза полипептидной цепи.
2. Рост полипептидной цепи.
3. Окончание синтеза полипептидной цепи.

259. В чем заключается процесс терминации?

1. Начало синтеза полипептидной цепи.
2. Рост полипептидной цепи.
3. Окончание синтеза полипептидной цепи.

260. Что является сигналом прекращения синтеза полипептидной цепи?

1. Синтез полипептидной цепи прекращается, когда на иРНК появляется один из трех кодонов УАА, УАГ, УГА.
2. Синтез полипептидной цепи прекращается, когда на иРНК появляется кодон АУГ.
3. Синтез полипептидной цепи прекращается, когда на иРНК появляется кодон ГУГ.

261. Что мы называем генетическим кодом?

1. Процесс перевода триплетной последовательности нуклеотидов тРНК в последовательность аминокислот в белковой молекуле.
2. Процесс перевода триплетной последовательности нуклеотидов молекулы иРНК в последовательность аминокислот в белковой молекуле.
3. Процесс перевода аминокислотной последовательности в белковой молекуле в триплетную последовательность молекулы ДНК.

262. Какое из свойств генетического код называется коллинеарностью?

1. Коллинеарность – это триплетность генетического кода.
2. Коллинеарность – это универсальность генетического кода.
3. Коллинеарность – это четкое соответствие между последовательностью кодонов нуклеиновых кислот и аминокислотами полипептидной цепи.

263. Что понимают под универсальностью генетического кода?

1. То, что код триплетный.
2. То, что код един для всех организмов.
3. То, код вырожденный.

264. Что понимают под таким свойством генетического кода как вырожденность?

1. Когда одна аминокислота может кодироваться от одного до 6 кодонов.

2. Когда наблюдается четкое соответствие между последовательностью кодонов нуклеиновых кислот и аминокислотами в полипептидной цепи.

3. То, что код един для всех организмов.

265. Что понимают под таким свойством генетического кода как неперекрываемость?

1. Когда одна аминокислота может кодироваться от одного до 6 кодонов.

2. Когда наблюдается четкое соответствие между последовательностью кодонов нуклеиновых кислот и аминокислотами в полипептидной цепи.

3. Нуклеотидная последовательность считывается подряд в одном направлении триплет за триплетом.

266. Какая из схем соответствует процессу биосинтеза белка?

267. В чем заключаются отличия между клетками эукариот и прокариот?

1. Отличие заключается в том, что клетка прокариот не имеет ядерной оболочки.

2. Отличие заключается в том, что клетка прокариот не имеет ядерной оболочки, в цитоплазме отсутствуют ЭПС, митохондрии, аппарат Гольджи.

3. Отличие заключается в том, что клетка прокариот не имеет ЭПС, митохондрии, аппарата Гольджи.

268. Как называется ядро прокариот?

1. Ядро прокариот называется нуклеоидом

2. Ядро прокариот называется нуклеотидом.

3. Ядро прокариот называется кариотипом.

### **Тесты по теме «Генетическая инженерия» и «Мутационная изменчивость»**

269. Что такое биотехнология?

1. Наука, использующая методы генетической и клеточной инженерии для получения биологических веществ с заданными свойствами.

2. Отрасль промышленности по производству антибиотиков, витаминов, гормонов, аминокислот, белков, ферментов, вакцин и т.д.

3. Отрасль науки и производства по использованию методов генетической и клеточной инженерии для получения биологических веществ с заданными свойствами.

270. Что понимают под генетической инженерией?

1. Область молекулярной генетики, разрабатывающая методы конструирования новых функционально активных генетических программ (генов).

2. Область молекулярной генетики, разрабатывающая методы переноса генов.

3. Область молекулярной генетики, разрабатывающая методы синтеза генов.

271. Какие приемы использует генетическая инженерия?

1. Получение генов и введение их в наследственный аппарат живых организмов.
2. Размножение генов.
3. Получение генов, размножение и введение их в наследственный аппарат живых организмов.

272. Каким образом можно получать гены?

1. Химико-ферментативным синтезом, синтезом ДНК-копий комплементарных иРНК данного гена с помощью обратной транскриптазы, выделение гена путем фрагментации *in vitro* очищенной хромосомной ДНК.
2. Только путем химико-ферментативным путем.
3. Только путем фрагментации ДНК и с использованием обратной транскриптазы.

273. Каким образом происходит перенос генов?

1. С помощью иРНК.
2. С помощью тРНК
3. С помощью вектора.

274. Что из себя представляет вектор?

1. Вектор – это молекула ДНК, которая способна переносить в клетку чужеродную ДНК и обеспечивать там ее размножение или ее включение в геном.
2. Вектор – это молекула иРНК, которая способна переносить в клетку генетическую информацию.
3. Вектор – это молекула тРНК, которая способна переносить в клетку генетическую информацию.

275. Что наиболее часто используют в качестве вектора?

1. Бактериальные клетки.
2. Плазмиды бактерий и бактериофаги, митохондрии дрожжевых клеток.
3. Вирусные частицы.

276. В чем заключается клонирование (размножение) гена?

1. Вектор с присоединенным к нему полученным геном возвращается в бактериальную клетку и вместе с ней размножается.
2. Вектор с присоединенным к нему полученным геном помещают в вирусную частицу и вместе с ней размножается.
3. Вектор с присоединенным к нему полученным геном помещают в живую клетку, с которой размножается.

277. Что из себя представляют трансгенные организмы?

1. Организмы, несущие векторы.
2. Организмы, несущие чужеродные гены.

3. Организмы, несущие вирусы.

278. Что понимают под понятием «мутация»?

1. Это изменение признака, органа или свойства. Обусловленные изменениями наследственных структур.
2. Это наследственные изменения признака, органа или свойства, обусловленные изменениями наследственных структур
3. Это изменения обусловленные изменениями наследственных структур.

279. Что называют мутагенезом?

1. Процесс возникновения новых признаков и свойств.
2. Процесс изменения наследственных структур.
3. Процесс возникновения мутаций.

280. Какие мутации считаются спонтанными?

1. Мутации, которые возникают под влиянием обычных природных факторов внешней среды или в результате нормальных физиологических и биологических изменений в самом организме.
2. Мутации, которые возникают под влиянием обычных природных факторов внешней среды.
3. Мутации, которые возникают под влиянием специальных воздействий.

281. Какие мутации следует считать индуцированными?

1. Мутации, которые возникают под влиянием обычных природных факторов внешней и внутренней среды.
2. Мутации, которые возникают под влиянием обычных природных факторов среды.
3. Мутации, которые возникают под влиянием специальных воздействий.

282. По месту возникновения как характеризуются мутации?

1. Хромосомные.
2. Генеративные и соматические.
3. Геномные.

283. Какие мутации называются ядерными?

1. Мутации, возникшие в ядре или нуклеоиде.
2. Мутации, возникшие в ядре.
2. Мутации, возникшие в нуклеоиде.

284. Какие мутации называют цитоплазматическими?

1. Мутации, возникающие в органоидах цитоплазмы.
2. Мутации, возникающие в ДНК- содержащих органоидах цитоплазмы.
3. Мутации, возникающие в ядре и цитоплазме.

285. Какие мутации называются генеративными?

1. Мутации, возникающие в любых клетках тела.
2. Мутации, затрагивающие клетки не участвующие в размножении.

3. Мутации, возникающие в половых клетках и передающиеся по наследству.
286. Какие мутации называются соматическими?
1. Мутации, возникающие в любых клетках организма.
  2. Мутации, возникающие в соматических клетках и как правило не передающиеся по наследству.
  3. Мутации возникающие в половых клетках.
287. Какие мутации называются морфологическими?
1. Мутации, ведущие к видимым изменениям фенотипа.
  2. Мутации, влияющие на жизнедеятельность организма.
  3. Мутации, изменяющие активность ферментов.
288. Какие мутации называют биохимическими?
1. Мутации, ведущие к видимым изменениям фенотипа.
  2. Мутации, влияющие на жизнедеятельность организма.
  3. Мутации, изменяющие активность ферментов.
289. Какие мутации называют физиологическими?
1. Мутации, ведущие к видимым изменениям фенотипа.
  2. Мутации, влияющие на жизнедеятельность организма.
  3. Мутации, изменяющие активность ферментов.
290. Как классифицируются мутации по характеру изменений генетического материала?
1. Геномные, хромосомные, генные.
  2. Ядерные
  3. Генные.
291. Какие мутации называются геномными?
1. Мутации, связанные с изменением числа хромосом.
  2. Мутации, связанные с изменениями в строении хромосом.
  3. Мутации, связанные с изменениями в строении молекул ДНК хромосом и органоидов цитоплазмы.
292. Какие мутации называют хромосомными?
1. Мутации, связанные с изменением числа хромосом.
  2. Мутации, связанные с изменениями в строении хромосом.
  3. Мутации, связанные с изменениями в строении молекулы ДНК хромосом и органоидов цитоплазмы.
293. Какие мутации называют генными?
1. Мутации, связанные с изменением числа хромосом.
  2. Мутации, связанные с изменениями в строении хромосом.
  3. Мутации, связанные с изменениями в строении молекулы ДНК хромосом и органоидов цитоплазмы.
294. Какая геномная мутация возникает в результате потери половины

хромосомного набора данного вида?

1. Полиплоидия.
2. Гаплоидия.
3. Гетероплоидия.

295. Какая геномная мутация возникает в результате потери одной(2-х) хромосом?

1. Полиплоидия.
2. Гаплоидия
3. Гетероплоидия.

296. Какая геномная мутация возникает в результате увеличения наборов хромосом?

1. Полиплоидия.
2. Гаплоидия.
3. Гетероплоидия.

297. Какие организмы называют аутополиплоидами?

1. Это полиплоиды, у которых несколько раз повторен один и тот же набор хромосом.
2. Это полиплоиды, полученные от скрещивания организмов, относящихся к различным видам.
3. Это полиплоиды, имеющие по два набора хромосом каждого из родителей.

298. Какие организмы называют аллоплоидами?

1. Это – полиплоиды, у которых несколько раз повторен один и тот же набор хромосом.
2. Это – полиплоиды, полученные от скрещивания организмов, относящихся к различным видам.
3. Это – организмы, имеющие по два набора хромосом каждого из родителей.

299. Какие организмы называются амфидиплоидами?

1. Это полиплоиды, у которых несколько раз повторяется один и тот же набор хромосом.
2. Это полиплоиды, полученные от скрещивания разных видов.
3. Это полиплоиды, имеющие по два набора хромосом каждого из родителей.

300. Какой из представленных организмов является триплоидом?

1.  $3n$
2.  $4n$
3.  $5n$

301. Какой из представленных организмов является тетраплоидом?

1.  $3n$
2.  $4n$
3.  $5n$

302. Какой из представленных наборов хромосом соответствует трисомии?
1.  $2n - 1$
  2.  $2n + 1$
  3.  $2n - 2$
303. Какой из наборов хромосом соответствует моносомии?
1.  $2n - 1$
  2.  $2n + 1$
  3.  $2n - 2$
304. Какой из наборов хромосом соответствует нулесомии?
1.  $2n - 1$
  2.  $2n + 1$
  3.  $2n - 2$
305. Синдромы Дауана, Клайнфельтера к какому из видов мутаций относятся?
1. К трисомии
  2. К моносомии
  3. К нулесомии
306. К какому из видов мутаций относится синдром Тернера?
1. К трисомии.
  2. К моносомии
  3. К нулесомии.
307. Какую из хромосомных перестроек называют делецией?
1. Выпадение участка хромосомы в средней ее части.
  2. Выпадение участка хромосомы в концевой части хромосомы.
  3. Удвоение одного и того же участка хромосомы.
308. Какую из хромосомных перестроек называют дефешенси?
1. Выпадение участка хромосомы в средней ее части.
  2. Выпадение участка хромосомы в концевой ее части.
  3. Поворот участка хромосомы на 180 градусов..
309. Какую из хромосомных перестроек называют дупликацией?
1. Выпадение участка хромосомы в ее средней части.
  2. Поворот участка хромосомы на 180 градусов.
  3. Удвоение одного и того же участка хромосомы.
310. Какую из хромосомных перестроек называют фрагментацией?
1. Удвоение одного и того же участка хромосомы.
  2. Разрывы хромосом во многих местах и утеря отдельных фрагментов не содержащих центромеры.
  3. Обмен участками между негомологичными хромосомами.
311. Какую из хромосомных перестроек называют транслокацией?
1. Удвоение одного и того же участка хромосомы.

Разрывы хромосом во многих местах и потеря отдельных фрагментов не содержащих центромеры.

3. Обмен участками между негомологичными хромосомами.

312. В чем особенность транслокации Робертсоновского типа?

1. Робертсоновские транслокации связаны со слиянием негомологичных хромосом центромерными участками.
2. Робертсоновские транслокации связаны с присоединением фрагментов негомологичных хромосом друг с другом.
3. Робертсоновские транслокации связаны со слиянием гомологичных хромосом центромерными участками.

Критерии оценивания тестовых заданий:

**"5" (отлично)** - 90-100% правильных ответов;

**"4" (хорошо)** - 80-89% правильных ответов;

**"3" (удовлетворительно)** - 70-79% правильных ответов;

**"2" (неудовлетворительно)** - 69% и менее правильных ответов.

#### **Контрольные вопросы для подготовки к зачету по дисциплине «Генетика и биометрия»**

1. Понятие о наследственности и изменчивости. Виды наследственности.
2. Методы генетических исследований: гибридологический, генеалогический, цитологический, иммуногенетический, близнецовый, онтогенетический, популяционно-статистический, математический.
3. Основные этапы развития генетики. Основные достижения по этим этапам. Роль отечественных ученых в развитии генетики.
4. Значение генетики для теории и практики племенного дела, ветеринарии и медицины.
5. Виды изменчивости: модификационная и коррелятивная. Их значение в селекции животных.
6. Виды изменчивости: комбинативная и мутационная. Их значение в селекции животных.
7. Клетка как генетическая система: органоиды клетки, их функции, роль в реализации генетической информации.
8. Кариотипы сельскохозяйственных животных (крупного рогатого скота, овец, свиньи, лошади, курицы), их сходство и различия.
9. Морфология и химический состав хромосом.
10. Митоз и его генетическая сущность.
11. Мейоз и его генетическая сущность.
12. Гаметогенез: спермиогенез, оогенез.

13. Оплодотворение. Понятие о партеногенезе, андрогенезе, гиногенезе.
14. Закономерности наследования признаков при моногибридном скрещивании: первое и второе правило Менделя. Понятие об аллельных генах, генотипе, фенотипе. Примеры, схемы.
15. Дигибридное скрещивание. Понятие об неаллельных генах, генотипах, фенотипах. Примеры, схемы. Три правила Менделя.
16. Анализирующее и возвратное скрещивание. Примеры, схемы.
17. Виды доминирования или взаимодействие аллельных генов (полное и неполное, сверхдоминирование, кодоминирование, промежуточное наследование, плейотропное взаимодействие) Примеры, схемы.
18. Взаимодействие неаллельных генов - полимерия. Пример, схема.
19. Взаимодействие неаллельных генов - эпистаз. Пример, схема.
20. Взаимодействие неаллельных генов - комплементарность, пример, схема.
21. Понятие о сцеплении генов. Полное и неполное сцепление генов. Причины неполного сцепления генов. Схема кроссинговера. Примеры, схемы.
22. Анализирующее скрещивание для установления сцепления генов и определения расстояния между ними. Пример, схема.
23. Определение и наследование пола у млекопитающих, птиц и насекомых (пчел) Понятия сингамного, прогамного, эпигамного определения пола, гомогаметного, гетерогаметного пола. Схемы наследования пола у млекопитающих, птиц и пчел.
24. Нарушения нормального формирования пола. Генетические и негенетические причины: синдромы Клайнфельтера, Тернера; фримартинизм, рабочая пчела). Схема получения синдромов.
25. Наследование признаков сцепленных с полом, практическое применение таких признаков. Пример, схема. Признаки ограниченные полом.
26. Понятие о наследуемости. Показатели наследуемости и повторяемости. Методы определения коэффициента наследуемости (через коэффициенты корреляции, регрессии, дисперсионным анализом).
27. Влияние различных факторов на величину коэффициента наследуемости.
28. Использование коэффициента наследуемости для прогнозирования будущей продуктивности. Эффект селекции.
29. Средние величины. Показатели изменчивости, их практическое применение для объяснения генетической ситуации в стаде.
30. Взаимосвязь между признаками, показатели взаимосвязи, их значение. Методы вычисления коэффициентов корреляции и регрессии.
31. Достоверность выборочных показателей. Вычисление ошибки репрезентативности, критерия достоверности. Определение достоверности разности двух средних величин.

32. Вариационный ряд, его построение. Вычисление средних величин: средней арифметической и средней взвешенной.

**Контрольные вопросы для подготовки к экзамену  
по дисциплине «Генетика и биометрия»**

1. Понятие о наследственности и изменчивости. Виды наследственности.
2. Методы генетических исследований: гибридологический, генеалогический, цитологический, иммуногенетический, близнецовый, онтогенетический, популяционно-статистический, математический.
3. Основные этапы развития генетики. Основные достижения по этим этапам. Роль отечественных ученых в развитии генетики.
4. Значение генетики для теории и практики племенного дела, ветеринарии и медицины.
5. Виды изменчивости: модификационная и коррелятивная. Их значение в селекции животных.
6. Виды изменчивости: комбинативная и мутационная. Их значение в селекции животных.
7. Клетка как генетическая система: органоиды клетки, их функции, роль в реализации генетической информации.
8. Кариотипы сельскохозяйственных животных (крупного рогатого скота, овец, свиньи, лошади, курицы), их сходство и различия.
9. Морфология и химический состав хромосом.
10. Митоз и его генетическая сущность.
11. Мейоз и его генетическая сущность.
12. Гаметогенез: спермиогенез, оогенез.
13. Оплодотворение. Понятие о партеногенезе, андрогенезе, гиногенезе.
14. Закономерности наследования признаков при моногибридном скрещивании: первое и второе правило Менделя. Понятие об аллельных генах, генотипе, фенотипе. Примеры, схемы.
15. Дигибридное скрещивание. Понятие об неаллельных генах, генотипах, фенотипах. Примеры, схемы. Три правила Менделя.
16. Анализирующее и возвратное скрещивание. Примеры, схемы.
17. Виды доминирования или взаимодействие аллельных генов (полное и неполное, сверхдоминирование, кодоминирование, промежуточное наследование, плейотропное взаимодействие) Примеры, схемы.
18. Взаимодействие неаллельных генов - полимерия. Пример, схема.
19. Взаимодействие неаллельных генов - эпистаз. Пример, схема.
20. Взаимодействие неаллельных генов - комплементарность, пример, схема.
21. Понятие о сцеплении генов. Полное и неполное сцепление генов. Причины

- неполного сцепления генов. Схема кроссинговера. Примеры, схемы.
22. Анализирующее скрещивание для установления сцепления генов и определения расстояния между ними. Пример, схема.
  23. Определение и наследование пола у млекопитающих, птиц и насекомых (пчел) Понятия сингамного, прогамного, эпигамного определения пола, гомогаметного, гетерогаметного пола. Схемы наследования пола у млекопитающих, птиц и пчел.
  24. Нарушения нормального формирования пола. Генетические и негенетические причины: синдромы Клайнфельтера, Тернера; фримартинизм, рабочая пчела). Схема получения синдромов.
  25. Наследование признаков сцепленных с полом, практическое применение таких признаков. Пример, схема. Признаки ограниченные полом.
  26. Биологическая роль, строение и синтез ДНК. Моделирование репликации.
  27. Строение и синтез РНК, типы РНК и их функции, созревание и-РНК. Моделирование транскрипции.
  28. Синтез белка. Трансляция, этапы трансляции. Моделирование трансляции.
  29. Генетический код, его свойства (колинеарность, триплетность, универсальность, неперекрываемость, вырожденность).
  30. Строение генетического материала у бактерий. Особенности их размножения.
  31. Строение генетического материала у вирусов. Особенности размножения вирусов (фаг, профаг, провирус).
  32. Способы передачи наследственной информации у бактерий:- трансформация.
  33. Способы передачи наследственной информации у бактерий:- трансдукция.
  34. Способы передачи наследственной информации у бактерий - конъюгация.
  35. Понятие о биотехнологии и генетической инженерии, практическое использование их достижений.
  36. Биотехнология: манипуляция с молекулами ДНК. Создание трансгенных организмов.
  37. Биотехнология: манипуляции с соматическими клетками. Создание химерных организмов.
  38. Трансплантация эмбрионов. Клонирование организмов.
  39. Понятие о мутациях. Хромосомные перестройки (делеция, дефишенси, дупликация, инверсия, транслокация). Значение, факторы их вызывающие, последствия.
  40. Понятие о мутациях. Геномные мутации: полиплоидия, гаплоидия, гетероплоидия. Особенности, причины их вызывающие, последствия.
  41. Понятие о мутациях. Генные мутации, их природа, значение, факторы

вызывающие, последствия.

42. Индуцированный мутагенез. Экологические последствия загрязнения окружающей среды.
43. Полимерная модель наследования количественных признаков. Понятие об аддитивных генах.
44. Понятие о наследуемости. Показатели наследуемости и повторяемости.
45. Методы определения коэффициента наследуемости (через коэффициенты корреляции, регрессии, дисперсионным анализом).
46. Влияние различных факторов на величину коэффициента наследуемости.
47. Использование коэффициента наследуемости для прогнозирования будущей продуктивности. Эффект селекции.
48. Понятие о популяции и чистой линии. Структура популяции: частота фенотипа, генотипа, генов. Пример использования формулы закона Харди – Вайнберга.
49. Факторы, влияющие на структуру популяции (мутации, миграция, отбор, скрещивание, инбридинг).
50. Инбридинг, инбредная депрессия. Гетерозис, гипотезы гетерозиса.
51. Средние величины. Показатели изменчивости, их практическое применение для объяснения генетической ситуации в стаде.
52. Взаимосвязь между признаками, показатели взаимосвязи, их значение. Методы вычисления коэффициентов корреляции и регрессии.
53. Достоверность выборочных показателей. Вычисление ошибки репрезентативности, критерия достоверности. Определение достоверности разности двух средних величин.
54. Понятие об антигенах, антителах, группах крови, системах групп крови. Методы определения групп крови.
55. Полиморфные системы белков. Методы их определения, их наследование.
56. Закономерности наследования групп крови. Правила наследования групп крови. Схемы наследования групп крови.
57. Связь групп крови и полиморфных систем с хозяйственно-полезными признаками. Определение достоверности происхождения по конкретному заданию.
58. Гемолитическая болезнь новорожденных. Схема наследования.
59. Специфические факторы защиты организмов: В- и Т- лимфоциты.
60. Иммунодефициты.
61. Понятие об иммунитете. Неспецифические факторы защиты организмов.
62. Наличие устойчивости и восприимчивости к заболеваниям.
63. Селекция по созданию наследственно-устойчивых к заболеваниям групп животных (прямая и непрямая селекция).

64. Понятие об аномалиях. Классификация аномалий, типы наследования аномалий: аутосомно-доминантный, аутосомно-рецессивный, сцепленный с полом. Примеры, схемы.
65. Частная генетика: генетика свиньи.
66. Частная генетика: генетика лошади.
67. Частная генетика: генетика курицы.
68. Частная генетика: генетика овец.
69. Частная генетика: генетика пушных зверей.
70. Частная генетика: генетика крупного рогатого скота.
71. Вариационный ряд, его построение. Вычисление средних величин: средней арифметической и средней взвешенной.

## **4 Методические указания к изучению содержания тем и разделов курса**

### **4.1 Введение**

Предмет генетики. Генетика – одна из основополагающих наук современной биологии и включает следующие вопросы биологии: сущность явлений наследственности и изменчивости на молекулярном, субклеточном, клеточном, организменном, популяционном уровнях.

Основные виды наследственности: ядерная, цитоплазматическая, истинная, ложная и переходная. Виды изменчивости: онтогенетическая, модификационная, комбинативная и мутационная. Значение модификационной изменчивости для практики животноводства. Использование других видов изменчивости в селекционной работе. Коррелятивная изменчивость. Творческая роль человека в формировании наследственности и изменчивости организмов.

Методы генетики: гибридологический, генеалогический, фенетический, популяционный, мутационный, рекомбинантный, биометрический анализ, методы биохимической генетики. Основные этапы развития генетики. Роль отечественных ученых в развитии генетики. Генетика как теоретическая основа селекции сельскохозяйственных животных.

Современное состояние и проблемы генетики в связи с актуальными проблемами человечества (пищевых ресурсов, роста народонаселения, здоровья человека, охраны окружающей среды и т.д.). Достижения современной генетики и пути ее дальнейшего развития.

ЛИТЕРАТУРА: 1, гл.1, с. 3 - 14

Вопросы для самопроверки

1. Какую наследственность называют истинной, ложной, промежуточной?
2. Что такое комбинативная изменчивость, и какова причина ее возникновения?
3. Какая изменчивость называется коррелятивной и каково ее значение в племенной работе?
4. Что такое мутационная изменчивость? Что является причиной возникновения мутаций?
5. Что следует понимать под модификационной изменчивостью?
6. Какие методы использует генетика?
7. На какие этапы делится развитие генетики?
8. Какова роль отечественных ученых в становлении генетики в России?
9. Каково современное состояние генетики?
10. Каких успехов достигла современная генетика?

#### **4.2 Цитологические основы наследственности**

Клетка как генетическая система. Строение клеток эукариот и прокариот. Роль ядра и других органелл в передаче, сохранении и реализации наследственной информации. Доказательство роли ядра в наследственности. Хромосомы, их строение и химический состав. Гаплоидный и диплоидный наборы хромосом. Геном и кариотип. Аутосомы и половые хромосомы. Методы изучения кариотипа. Организация хромосом на разных стадиях жизни клетки и деления ядра. Митоз, его генетическая сущность и значение в жизни клетки и организма. Митотический цикл и жизненный цикл клетки. Мейоз, его генетическая и биологическая сущность. Гаметогенез. Оплодотворение. Половой процесс как средство реализации комбинативной изменчивости и обеспечения жизнеспособности организма. Патология при гаметогенезе и оплодотворении.

#### Методические советы

##### *Кариотип и его видовые особенности*

Анализ хромосом в клетках животных и растений разных видов позволил выявить ряд общих закономерностей, имеющих важное значение при изучении явлений наследственности и изменчивости. Установлено, что количество хромосом в клетках разных тканей одного вида одинаково. Форма и размеры хромосом в пределах вида также постоянны. Каждая хромосома в клетке

отличается от других хромосом по внешнему строению и функциональным особенностям, т. е., индивидуальностью, которая сохраняется от одной генерации клеток к другой и передается от родителей к потомкам.

Каждая хромосома состоит из двух нитей – хроматид, расположенных параллельно и соединенных в одной точке, названной *центромерой* или *первичной перетяжкой*. Но иногда на конце хромосомы имеется вторичная перетяжка, такую хромосому называют хромосома со спутником. Каждая хромосома имеет два плеча. В зависимости от длин плеч выделяют четыре типа хромосом:

1. Метacentрические (равноплечие);
2. Субметacentрические (слабо неравноплечие);
3. Акроцентрические (резко неравноплечие);
4. Телоцентрические (одноплечие).

В соматических клетках хромосомы парные, а набор хромосом в них диплоидный ( $2n$ ). Пары одинаковых по форме и величине хромосом называют гомологичными. Парность хромосом возникает при слиянии (оплодотворении) мужской и женской половых клеток, которые содержат гаплоидный набор хромосом ( $n$ ). Таким образом, к закономерностям строения хромосомных наборов можно отнести постоянство числа хромосом, парность, индивидуальность и непрерывность хромосом. Изучение хромосомных наборов у самцов и самок одного вида показывает, что различаются они только по одной паре хромосом. Их обозначают X (икс) и Y (игрек). Другими словами, хромосомы, по-разному представленные у двух полов и противоположно участвующие в генетическом контроле половой дифференциации и половых функций, называют половыми хромосомами или гоносомами; хромосомы, одинаковые у разных полов, - аутосомами.

Совокупность количественных и структурных особенностей диплоидного набора хромосом вида получила название *кариотипа*.

В кариотипе заложена генетическая информация особи, которые влекут за собой изменения признаков и функций организма данной особи или ее потомства. Поэтому важно знать особенности нормального строения хромосом, чтобы при возможности суметь выявить изменения в кариотипе. Кариотип изучается во время деления клеток в метафазу, когда все они расположены в плоскости экватора клеток.

У крупного рогатого скота все хромосомы акроцентрические, половые субметacentрические.

У свиньи 9 пар субметacentрические, 6 акроцентрические, 1 пара со спутником, 2 пары метacentрические, половые – субметacentрические.

У лошади 13 пар субметацентрические, 18 пар акроцентрические, половые субметацентрические.

У овцы 3 пары метацентрические, 23 пары акроцентрические, половые акроцентрические.

У кур 1, 2, 4 – субметацентрические, 3, 6, 7, 11 – акроцентрические, 5 (Z), 8, 9, 10 – метацентрические, остальные – микрохромосомы.

У кошки 13 пар субметацентрики, 3 пары – метацентрические, 2 пары акроцентрические, половые субметацентрики.

У собаки 38 пар акроцентрические, X – субметацентрические, Y – акроцентрик.

У уток 7 пар макрохромосом, из них 3 пары субметацентрики, 4 пары – акроцентрики, 33 пары микрохромосом. Z - хромосома уток имеет небольшую относительную длину и относится к акроцентрикам, W – хромосома - микрохромосома.

У гусей 7 пар макрохромосомы, 5 из которых являются субметацентриками, а 2 акроцентриками. Остальные пары относятся к микрохромосомам. Z хромосома – субметацентрик, W – хромосому еще не удалось идентифицировать.

### *Деление клеток*

Основной формой существования жизни является клетка, которая состоит из двух основных частей ядра и цитоплазмы, отделенных друг от друга ядерной мембраной. Ядро клетки неоднородно и включает хромосомы, ядрышко и ядерный сок. Ядро неделящейся клетки под микроскопом кажется однородным. В нем можно заметить лишь оболочку и одно или несколько круглых телец ядрышек. На стадии деления в нем ясно заметны хромосомы.

Основная масса вещества ядра состоит из белков (70-90%). Специфическим веществом, находящимся главным образом в ядре является дезоксирибонуклеиновая кислота. Она обычно связана с такими специфическими для ядра белками, как гистоны в виде нуклеопротеидов.

В основе роста и дифференцировки органов и тканей лежит размножение клеток. Клетки тела или соматические клетки в разных поколениях содержат одинаковое количество хромосом, что обеспечивается делением клеток путем митоза.

*Митозом* называется способ упорядоченного деления ядра клетки, при котором наследственный материал, содержащийся в хромосомах, равномерно распределяется между двумя дочерними клетками.

Митотический цикл подразделяется на интерфазу и митоз. В интерфазе клетка растет, функционирует, подготавливаясь к последующему митозу, в ней происходят сложные биохимические процессы. В интерфазе различают 3 периода:

1.  $G_1$  – пресинтетический, в ядре происходит накопление белка, РНК, аминокислот, ферментов и других биологически активных веществ, необходимых для образования клеточных структур и последующего деления.
2. S - синтетический, происходит синтез ДНК, РНК и белков, происходит редупликация (самоудвоение) хромосом, что приводит к возникновению второй хроматиды.
3.  $G_2$  - постсинтетический, продолжается синтез ДНК, РНК, белков, набухают нити веретена, аккумулируется энергия для последующего митоза.

В процессе митоза различают 4 последовательно идущие фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу.

**П р о ф а з а.** Различают раннюю и позднюю профазы. На ранней профазе ядро клетки сохраняет тот же вид, что и в интерфазе, но в нем обнаруживаются нити хроматина. В поздней профазе в результате внутренней спирализации хроматиновых нитей они укорачиваются и утолщаются. Центриоли расходятся к полюсам, увеличивается количество веретена деления. В конце профазы происходит фрагментация ядерной оболочки и дегенерация ядрышек.

**М е т а ф а з а** В этой фазе хромосомы концентрируются в центре клетки и располагаются в одной плоскости, образуя так называемую метафазную (экваториальную) пластинку. Центромера каждой хромосомы располагается строго в плоскости экватора клетки, а плечи хромосом вытянуты более или менее параллельно нитям веретена. В метафазе хорошо выявляются число хромосом, форма и ее строение. В метафазе окончательно формируется митотический аппарат - ахроматиновое веретено. Оно состоит из нитей, тянущихся от одного полюса клетки к другому.

**А н а ф а з а** Эта фаза митоза начинается с одновременного деления центромер всех хромосом данной клетки. Сразу же после деления центромер хроматиды каждой хромосомы отделяются одно от другой и расходятся к противоположным полюсам клетки. В это время их уже называют хроматидами (дочерними) хромосомами. Движение хромосом в анафазе происходит при взаимодействии двух процессов: сокращения тянущихся нитей веретена, связывающих хромосомы с полюсами клетки, и удлинения опорных нитей веретена, связывающих оба полюса.

**Т е л о ф а з а** В начале телофазы заканчивается движение хромосом и в клетке начинаются структурные преобразования: дочерние хромосомы деспирализуются, образуется ядро, ядерная оболочка, восстанавливаются ядрышки. В конце телофазы происходит постепенное разделение всего содержимого клетки. Этот процесс образования двух новых клеток называется цитокинезом. Он начинается с того, что в экваториальной части материнской клетки утолщаются опорные нити веретена и между ними образуется клеточная перегородка.

Биологическое значение митоза в том, что благодаря ему две дочерние клетки имеют совершенно одинаковые ядра, несущие одну и ту же наследственную информацию, характерную для данного организма.

**М е й о з о м** называется процесс редуccionного и эквационного деления ооцитов и сперматоцитов, в результате которого образуются половые клетки с гаплоидным набором хромосом. Мейоз состоит из двух последовательных делений. Первое деление, в результате которого образуются клетки с гаплоидным набором хромосом, называется редуccionным, или гетеротипическим; второе деление называют эквационным гомотипическим и протекает по типу

митоза. Каждое деление в свою очередь состоит из ряда последовательных фаз. Фазы, относящиеся к первому делению, принято обозначать цифрой I, ко второму II. Между I и II делениями клетки находятся в состоянии интеркинеза.

**П р о ф а з а I.** Фаза мейоза, во время которой происходят сложные структурные преобразования хромосомного материала. Она состоит из ряда последовательных стадий: лептотены, зиготены, пахитены, диплотены и диакинеза.

**В л е п т о т е н е** хромосомы имеют вид длинных тонких нитей, собранных в ядре в виде рыхлого клубка. Каждая хромосома состоит из двух хроматид.

**В з и г о т е н е** происходит конъюгация или синапсис (соединение попарно), гомологичных хромосом. Конъюгация обычно начинается с концов и распространяется вдоль хромосомы.

**В п а х и т е н е** гомологичные хромосомы, соединенные в биваленты, укорачиваются и утолщаются вследствие спирализации. Каждый бивалент состоит из четырех хроматид. На этой стадии происходит обмен гомологичными участками хромосом (явление кроссинговера).

**В д и п л о т е н е** хромосомы, соединенные в биваленты, начинают отходить одна от другой. Процесс расхождения начинается с отталкивания центромерных участков гомологичных хромосом. При этом хромосомы образуют – X-образные фигуры, называемые хиазмами.

На стадии **д и а к и н е з а** происходит сильное утолщение и укорочение хромосом. Гомологичные хромосомы остаются соединенными только в одной или нескольких точках. Биваленты в это время располагаются по периферии ядра.

**М е т а ф а з а I.** В этой фазе заканчивается формирование митотического аппарата, исчезает ядерная оболочка, биваленты располагаются в цитоплазме по экватору клетки. Центромеры хромосом прикреплены к тянущимся нитям веретена. В отличие от митоза в метафазе I мейоза центромеры не делятся.

**А н а ф а з а I.** Гомологичные хромосомы начинают расходиться к противоположным полюсам клетки. Вследствие кроссинговера хромосомы не всегда бывают идентичны исходным, вступившим в мейоз.

**Т е л о ф а з а I.** Хромосомы концентрируются на полюсах и деспирализуются. На полюсах формируются ядра, нити веретена исчезают. На экваторе клетки формируется оболочка (происходит цитокинез), образуется диада клеток.

**И н т е р к и н е з.** Фаза между I и II делениями мейоза. У некоторых видов растений она может быть довольно длительной. В этом случае образуется, диада гаплоидных клеток, у других сразу после - телофазы I наступает II деление мейоза.

**П р о ф а з а II.** В ядрах клеток диады четко проявляются хромосомы, каждая из которых состоит из двух хроматид, соединенных центромерой. Они имеют вид довольно тонких нитей, расположенных по периферии ядра.

**М е т а ф а з а II.** В каждой клетке диады заканчивается формирование веретена. Хромосомы располагаются по экватору. К центромерам хромосом прикрепляются тянущие нити веретена.

**А н а ф а з а II.** Центромеры делятся и хроматиды расходятся к противоположным полюсам клетки.

**Т е л о ф а з а II.** Сестринские хромосомы концентрируются на полосах клеток и деспирализуются. Формируются ядра и образуются клеточные оболочки, обычно все фазы II деления протекают одновременно в обеих клетках диад. Заканчивается мейоз образованием из каждой материнской клетки четырех гамет с гаплоидным набором хромосом.

Биологическое значение мейоза:

1) Мейоз является механизмом, поддерживающим видовое постоянство числа хромосом.

2) Мейоз обеспечивает разнородность гамет благодаря случайным рекомбинациям материнских и отцовских хромосом.

3) Мейоз вызывает образование нового генетического состава благодаря

обмену гомологичных (парных) материнских и отцовских хромосом.

### *Гаметогенез*

Процесс развития половых клеток носит название гаметогенеза, у самцов - сперматогенез, у самок - оогенез. Мужские половые клетки животных - сперматозоиды, образуются в семенниках. В их развитии различают несколько стадий. Первая из них - стадия размножения первичных половых клеток - сперматогониев, которые интенсивно делятся путем митоза. Затем эти клетки вступают в профазу I мейоза и превращаются в сперматоциты первого порядка. В результате непрерывающегося синтеза РНК и, следовательно, белка профазные клетки увеличиваются в размерах. Это стадия роста. Стадия, во время которой происходят одно за другим два мейотических деления, получила название стадии созревания. В результате первого деления созревания из одного сперматоцита первого порядка образуется два сперматоцита второго порядка. После второго деления из каждого сперматоцита второго порядка возникают две гаплоидные клетки сперматиды. Таким образом, из одной исходной клетки, вступившей в мейоз, образуются четыре сперматиды. Они имеют гаплоидный набор хромосом, но еще не являются специализированными клетками, способными к движению и проникновению внутрь яйцеклетки. Превращение сперматид в сперматозоиды происходит во время следующей стадии - стадии формирования. Она продолжается несколько суток (у человека, например, - почти четыре недели). В это время ядро уменьшается в размерах за счет плотной упаковки хромосом. Резко сокращается объем цитоплазмы, и формируются цитоплазматические структуры, характерные только для сперматозоидов.

Яйцеклетки образуются в яичниках. Так же, как и при образовании сперматозоидов, вступлению в мейоз женских половых клеток предшествует стадия размножения первичных половых клеток - оогониев - путем митоза. Число митотических делений обычно меньше, чем при размножении сперматогониев.

Вступив в профазу I мейоза, оогонии становятся ооцитом первого порядка. У млекопитающих и человека этот процесс заканчивается еще до рождения особи. Сформировавшиеся к моменту рождения ооциты первого порядка сохраняются без изменения долгие годы. С наступлением половой зрелости отдельные ооциты периодически вступают в стадию роста. Стадия роста ооцита отличается от соответствующей стадий сперматогенеза своей продолжительностью. Иногда на этой стадии ооцит находится несколько месяцев, достигает гигантских размеров. В его цитоплазме образуется много

митохондрий, рибосом, развивается гладкая и шероховатая эндоплазматическая сеть, идет синтез питательных веществ, которые запасаются в виде желточных и белковых гранул. В конце стадии роста в ооците содержится все необходимое для осуществления первых этапов развития зародыша.

Накануне мейотических делений, которые обычно происходят одно за другим уже после проникновения в ооцит сперматозоида, ядро ооцита перемещается ближе к поверхности клетки так, что веретено деления формируется почти около самой клеточной мембраны, перпендикулярно к ней. При цитокинезе получается одна крупная клетка, содержащая практически всю цитоплазму (ооцит второго порядка), другая - мелкая, состоящая по существу из ядра с минимальным количеством цитоплазмы. Эту клетку называют 1-м редукционным тельцем.

После второго деления мейоза, при котором цитокинез крупной клетки происходит точно так же, появляется крупная яйцеклетка, или оотида, и 2-е редукционное тельце. Первое редукционное тельце, как правило, тоже делится. Таким образом, возникают четыре гаплоидные клетки. В отличие от сперматогенеза, где образующиеся в ходе мейоза клетки равноценные друг другу, при формировании женских половых клеток результатом мейоза является одна, готовая к оплодотворению, яйцеклетка и три редукционных тельца, которые со временем дегенерируют.

ЛИТЕРАТУРА: 1, гл. 2, с. 15-33

#### Вопросы для самопроверки

1. Какие органоиды клетки играют решающую роль в осуществлении наследственности?
2. Что такое диплоидный набор хромосом и для каких клеток он характерен?
3. Что такое гаплоидный набор хромосом и в каких клетках он бывает?
4. Что такое кариотип и каковы особенности у разных видов животных (крупного рогатого скота, овец, свиней, лошадей, кур)?
5. Размножение соматических клеток. В чем заключается генетическая сущность митоза?
6. Почему в результате митоза возникают дочерние клетки с диплоидным набором хромосом?
7. В чем заключается генетическая сущность мейоза?
8. Каким образом в результате мейоза возникают половые клетки с гаплоидным набором хромосом?

9. В результате каких процессов в мейозе создаются материальные предпосылки увеличения комбинативной изменчивости?
10. Гаметогенез. Каковы отличия овогенеза от спермиогенеза?
11. Каково генетическое значение оплодотворения?

### **4.3 Закономерности наследования признаков при половом размножении**

Менделизм как основа генетики. Особенности экспериментального метода Менделя. Значение выбора стабильных альтернативных признаков родительских пар, обеспечения надежности скрещивания, жизнеспособности и плодовитости гибридов. Моногибридное, дигибридное и полигибридное скрещивание. Аллельность, понятие о множественном аллелизме. Понятие о гомо- и гетерозиготности. Правила наследования признаков: единообразие первого поколения. Расщепление, независимого наследования признаков. Понятие о чистоте гамет. Доминантность и рецессивность. Виды доминирования: полное, неполное, кодоминирование, сверхдоминирование. Факторы, влияющие на характер расщепления признаков у гибридов: значение объема выборки, влияние внешней среды, жизнеспособность разных фенотипов (гамет, зигот, эмбрионов и особей) к моменту анализа. Летальное действие некоторых генов у сельскохозяйственных животных. Плейотропное действие генов. Наследование признаков при взаимодействии неаллельных генов: комплементарное, эпистатическое, полимерное и модифицирующее действие. Виды полимерии, их значение в практике животноводства. Супрессия как основа неаллельного взаимодействия генов. Гены-модификаторы. Наследственность и среда. Экспрессивность и пенетрантность генов.

#### Методические советы

#### **Основные понятия**

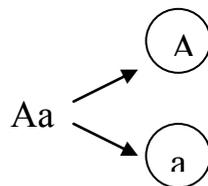
Основной метод генетики - гибридологический анализ. Суть этого метода в выборе родительских пар, их скрещивании, получении потомства и сравнении его с родителями. Сравнение потомства с родителями проводят по отдельным парам альтернативных (качественных, контрастных) признаков.

Каждой паре признаков соответствует пара аллельных генов. Аллельные гены (аллель) - это различные состояния одного и того же гена, находящиеся в одном и том же локусе гомологичных хромосом, контролирующие пару контрастных признаков. Ген может находиться, в основном, в 2-х состояниях: в доминантном и рецессивном. Доминантному признаку соответствует

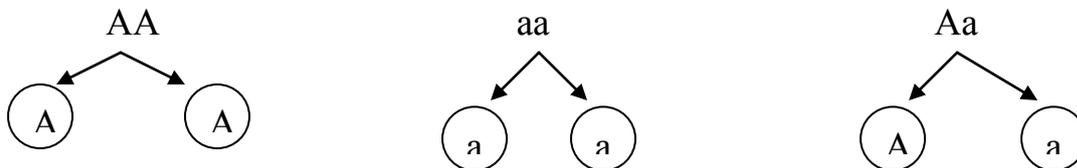
доминантный аллель (А), рецессивному - рецессивный аллель (а). Совокупность генов, присущих данному организму, называется генотипом. Генотип в схемах скрещивания изображается парами букв латинского алфавита. Организмы с одинаковыми аллелями (АА, аа) называются гомозиготами, они образуют одного типа половые клетки (гаметы):



Организмы с разными аллелями называется гетерозиготными (Аа), образуют 2 типа гамет:



Образование половых клеток происходит в результате особого деления клеток - мейоза. Поскольку гены находятся в хромосомах, а в мейозе происходит - редукция числа хромосом, поэтому в гаметах содержится только один из каждой пары аллельных генов. Обычно гаметы обозначаются кружками, внутри которого вписывают соответствующие обозначения генов. В половых клетках содержится только по одному гену каждой аллельной пары:



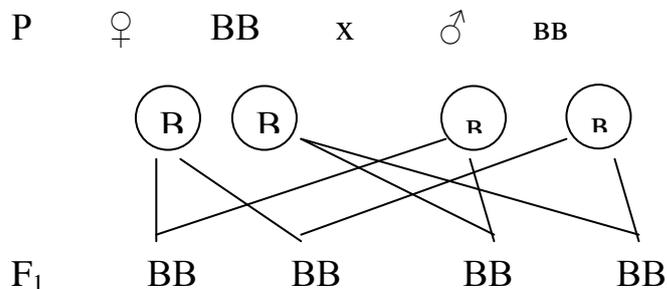
Потомство, полученное от скрещивания родительских форм, имеющих наследственные различия по изучаемым признакам, называют гибридами. При гибридологическом анализе для записи различных схем скрещивания используются условные обозначения. Скрещивание обозначается знаком умножения - х, родители - буквой Р (от лат. слова parent), гибридов, потомков - F с цифрой, соответствующей порядковому номеру поколения. На 1 место в схеме всегда ставят материнскую форму, обозначают значком ♀, на второе - отцовскую со значком ♂. Скрещивание гибридов F<sub>1</sub> с одной из родительской форм называется возвратным скрещиванием (беккроссом), а полученное потомство обозначается F<sub>B</sub> или F<sub>A</sub>. Фенотип - совокупность внешних признаков и свойств, которые можно наблюдать визуально или с помощью прибора, выражается словом или цифрой.

## Моногибридное скрещивание

Скрещивание, в котором родители отличаются по одной паре альтернативных признаков называется **моногобридным**. Например, у крупного рогатого скота холмогорской породы породным признаком является масть черно-пестрая, у айрширской - красно-пестрая. При скрещивании коров холмогорской породы с быками айрширской породы (или наоборот) все гибриды  $F_1$  окажутся черно-пестрыми. Следовательно, в данном случае доминантным признаком является черно-пестрая масть холмогорской породы, а рецессивным - красно-пестрая масть айрширской породы. При полном доминировании черно-пестрой масти над красно-пестрой все особи  $F_1$  будут иметь доминантный признак.

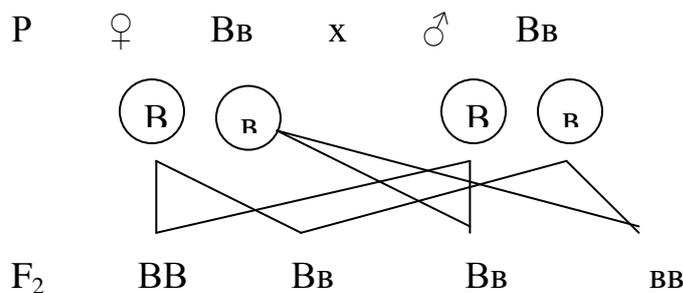
Если обозначить ген черно-пестрой масти буквой "В", то рецессивный ген красно-пестрой масти будет обозначен как "в". Тогда генотип коров холмогорской породы будет ВВ, а быков айрширской - вв.

Каждый родительский организм образует гаметы и при этом в них попадает только по 1 гену от каждой пары аллельных генов. У гомозиготных (чистопородных) холмогорских коров с генотипом ВВ в яйцеклетки попадает только ген В, а у айрширских быков с генотипом вв в спермии попадает ген в. Гомозиготы, таким образом, всегда производят гаметы только одного типа:



Образуя зиготу, гаметы сливаются и это приводит к формированию гетерозиготной особи с генотипом Вв. Все полученные телята  $F_1$  - черно-пестрые. Приведенная схема проиллюстрировала 1 правило Менделя, правило "Единообразие", которое гласит: "При скрещивании гомозиготных особей все  $F_1$  единообразно, т.е. одинаково по генотипу и фенотипу".

Если скрестить гибриды первого поколения между собой, то получим гибриды второго поколения  $F_2$ , дающее расщепление по масти среди телят на 3 части черно-пестрых и 1 часть красно-пестрых:



Генотипов среди потомков будет 3 в соотношении 1 ВВ : 2 Вв : 1 вв и фенотипов 2 в соотношении 3 : 1. Представленная схема иллюстрирует 2 правило Менделя - правило расщепления: "При скрещивании гетерозиготных особей в потомстве наблюдается расщепление по фенотипу и генотипу".

Но такое классическое соотношение по фенотипу и генотипу возможно при 2-х условиях:

- 1) при полном доминировании одного признака над другим;
- 2) при полной жизнеспособности всех получаемых потомков. В других случаях могут быть другие соотношения.

Один из таких случаев - неполное доминирование, когда доминантный ген проявляет себя не полностью в гетерозиготе. В этом случае расщепление по фенотипу в F<sub>2</sub> оказывается равным 1:2:1, т.е. совпадает с расщеплением по генотипу.

Например, если скрещивать между собой красную гомозиготную корову (АА) шортгорнской породы с белым гомозиготным быком (аа) этой же породы, телята F<sub>1</sub> рождаются чалыми (генотип Аа). Если скрестить между собой чалую корову и быка, то в F<sub>2</sub> 1 теленок может быть красным (АА), 2 теленка - чалыми (Аа) и 1 - белым (аа). В этом случае белый цвет не полностью доминантный, красный рецессивный, взаимодействие генов А и а дает чалую окраску.

На примере моногибридного скрещивания осваиваются пути определения генотипа особи. Обычно неизвестен генотип особи с доминантным признаком. Она может быть либо гомозиготной, либо гетерозиготной. Особь с рецессивным признаком всегда в нормальных условиях гомозиготна. Генотип можно определить путем скрещивания особей с доминантным признаком, но лучше скрестить особь с неизвестным генотипом с особью, обладающей рецессивным признаком. В обоих случаях наличие расщепления в потомстве говорит о гетерозиготности, отсутствие расщепления - о гомозиготности изучаемого генотипа.

### ***Методические указания по выполнению заданий***

Задачи на моногибридное скрещивание основаны на установлении фенотипов и генотипов потомства по заданным генотипам родителей или,

наоборот, при полном и неполном доминировании, а также на определение генотипов родителей при анализирующем скрещивании.

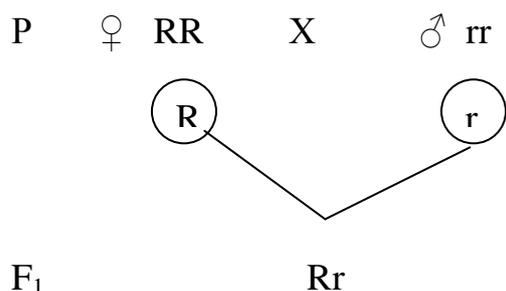
**З а д а н и е .** Скрещивали кур с розовидным, а петухов - с простой формой гребня. Было получено 20 цыплят  $F_1$ . Все они имели розовидный гребень. В  $F_2$  было получено 48 цыплят. Нужно определить генотипы исходных родителей, потомков в  $F_1, F_2$  поколений, фенотипы в эти же поколения, сколько в количественном отношении будет потомков того или иного фенотипа и генотипа?

Вторая часть этой же задачи: При скрещивании петухов  $F_1$  с чистопородными курами, имеющими простую форму гребня, было получено 36 цыплят. Сколько из них могут быть с розовидной и простой формой гребня?

Прежде чем решать любую генетическую задачу, необходимо уяснить характер анализируемых признаков и обусловить запись определяющих их генов. В представленной задаче имеем дело с одной парой признаков, следовательно, с одной парой аллельных генов, один из которых определяет розовидную форму, второй аллельный ген - простую форму. Поскольку при скрещивании кур с розовидной формой гребня с петухами простой формой, получено в начале все потомство с розовидной формой, поэтому розовидная форма гребня - доминантный признак, ему соответствует доминантный ген (R). Следовательно, простая форма гребня обусловлена рецессивным геном (r). Это условие можно записать в краткой форме в виде таблицы:

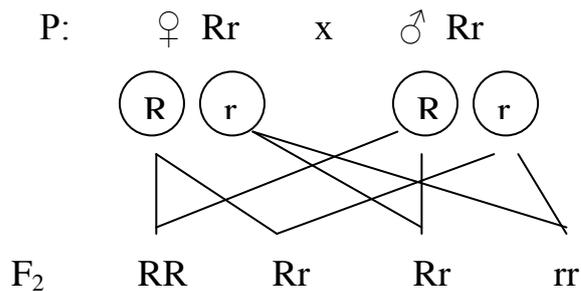
Признак	Ген
Розовидный гребень кур	R
Простой гребень петухов	r

По условию задачи все  $F_1$  оказалось с розовидной формой гребня, расщепления в этом случае не было, поэтому это условие соответствует 1 правилу Менделя. Следовательно, генотип исходных родительских форм может быть только гомозиготным. Решение задачи можно произвести по схеме:



Гомозиготные особи образуют гаметы одного типа. У первого родителя гаметы содержат только ген R, у второго - ген r. При слиянии таких гамет все потомство будет гибридным или гетерозиготным, содержащим и доминантный, и рецессивный гены. Фенотипически все потомство с розовидным гребнем.

Для определения особей F<sub>2</sub> скрещиваем гибридное потомство F<sub>1</sub> между собой (F<sub>2</sub> = ♀ F<sub>1</sub> × ♂ F<sub>1</sub>). Так как гетерозиготные особи имеют и доминантные, и рецессивные гены, следовательно, они уже образуют два типа гамет, т.е. в одну клетку попадает доминантный ген (R), в другую - рецессивный (r):



При этом скрещивании 3 части особей F<sub>2</sub> будут иметь доминантный признак - розовидную форму гребня, а 1 часть (25%) - простую форму. Причем, если в F<sub>1</sub> имело только 1 генотип и 1 фенотип, то в F<sub>2</sub> мы получили 3 разные генотипы (RR, Rr, rr) и 2 разные фенотипы. Поэтому согласно условию задачи 20 цыплят розовидной формы и гетерозиготны по генотипу, а из 48 цыплят 36 с розовидной, причем 24 – гетерозигот и 12 с простой рецессивной формой гребня: 48 цыплят : 4 = 12 цыплят на 1 часть; розовидный гребень у потомков 3 частей 3 × 12 = 36 цыплят, гетерозигот 2 части 2 × 12 = 24; 1 часть гомозигот, следовательно, 12 цыплят.

Гены, находящиеся в разных парах хромосом или в разных локусах одной и той же пары называются неаллельными. Эти гены также взаимодействуют друг с другом, в результате чего возможно появление необычных соотношений по фенотипу.

Выявлены следующие основные типы взаимодействия неаллельных генов: комплементарность, эпистаз, полимерия, модифицирующее действие генов и т.д.

Комплементарность – это такое взаимодействие неаллельных генов, при котором встреча в генотипе двух неаллельных генов в гомо- или гетерозиготном состоянии (A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>) приводят к появлению нового признака, если в генотипе присутствует только один из неаллельных генов в гомо- или гетерозиготном состоянии (A<sub>1</sub>A<sub>1</sub> или a<sub>2</sub>a<sub>2</sub>) не приводит к появлению нового признака.

Например, при скрещивании двух пород кур: белый виандот (ААвв) и белые шелковистые (ааВВ) в первом поколении получается птица генотипа АаВв и по фенотипу вся пестрая.

Во втором же поколении наблюдается расщепление в соотношении 9 : пестрых (А-В-) и 7 белых (А-вв, ааВ-, аавв).

Эпистаз – это такое взаимодействие неаллельных генов, когда доминантный ген одной аллельной пары подавляет действие доминантного гена другой аллельной пары.

Например, у лошадей серая масть доминантный признак и обусловлен геном «С», вороная масть также доминантный признак и обусловлен геном «В», но в присутствии гена С в генотипах С-В- масть будет серая, так как ген С подавляет действие гена В. Поэтому ген С называется эпистатическим (подавляющим), а ген В гипостатическим (подавляемым). Рецессивный ген обуславливает рыжую масть (генотип ссвв). Таким образом, вороная масть фенотипически проявляется только при генотипе – ссВ\_. Если скрещивается серая кобыла с генотипом ССВВ с рыжим жеребцом или серая кобыла генотипа ССвв с жеребцом вороным ссВВ все первое поколение будет серым по фенотипу и имеет генотип СсВв. Во втором поколении среди потомков наблюдается расщепление по фенотипу 12 серых (С\_В\_, С\_вв) : 3 вороных (ссВ\_) и : 1 рыжие (ссвв).

Полимерия – это такое взаимодействие неаллельных генов, когда за один признак отвечает много генов. По этому типу наследуются все хозяйственно полезные признаки, рост человека, окраска его кожи и т.д.

Фенотипическое проявление признака зависит от количества доминантных неаллельных генов. Максимальное проявление признака при генотипе ААВВ, минимальное при генотипе аавв. Действие генов А и В равны, поэтому в присутствии или гена А или гена В (ААвв или ааВВ) признак проявляется одинаково. Соотношение по фенотипу будет 1 ААВВ: 4 ААВв и АаВВ : 6 АаВв и ААвв и ааВВ : 4 Аавв и ааВв : 1 аавв.

Все приведенные примеры являются частными случаями дигибридного скрещивания, поэтому соотношения по фенотипу и генотипу находим, пользуясь решеткой Пеннета.

ЛИТЕРАТУРА: 1, гл 3, стр. 33-59.

#### Вопросы по самопроверке

1. Какие основные принципы гибридологического анализа?
2. Какое скрещивание называется моногибридным?

3. Что такое генотип? Что такое гомозиготность и гетерозиготность?
4. Что такое доминантность и рецессивность?
5. Какие законы наследования признаков сформулировал Г.Мендель?
6. Что такое аллельные гены? Какие типы взаимодействия аллельных генов знаете?
7. Какое скрещивание называется дигибридным?
8. Какие гены называются неаллельными? Какие типы взаимодействия неаллельных генов знаете?
9. Какое взаимодействие неаллельных генов называется эпистатическим?
10. Что такое комплементарное взаимодействие генов?
11. Какое взаимодействие неаллельных генов называется полимерным? Какие виды полимерии знаете?
12. Что такое летальные гены и, каково их действие?
13. Что понимают под понятиями пенетрантность и экспрессивность?
14. Какие гены называются генами – модификаторами?

#### **4.4 Хромосомная теория наследственности**

Сцепленное наследование признаков и его объяснение. Группы сцепления. Характер расщепления при независимом и сцепленном наследовании. Кроссинговер как причина неполного сцепления генов. Генетическое и цитологическое доказательство кроссинговера. Одинарный и множественный перекрест хромосом, явление интерференции. Хромосомная теория наследственности Моргана. Закон линейного расположения генов в хромосоме. Использование частоты кроссинговера для генетического картирования. Влияние генетических внешних факторов на частоту кроссинговера. Общебиологическая роль кроссинговера как средства усиления комбинативной изменчивости. Перспектива использования генетических карт в практике. Значение сцепления и кроссинговера в эволюции.

#### Методические советы

#### **Сцепление генов**

Третье правило Менделя о независимом наследовании признаков имеет место только в том случае, если гены, определяющие эти признаки, находятся в разных парах хромосом. Однако у всех живых организмов число генов во много раз превышает число хромосом в клетке. Из этого положения вытекает вывод, что в каждой хромосоме имеется не один, а много генов. Гены,

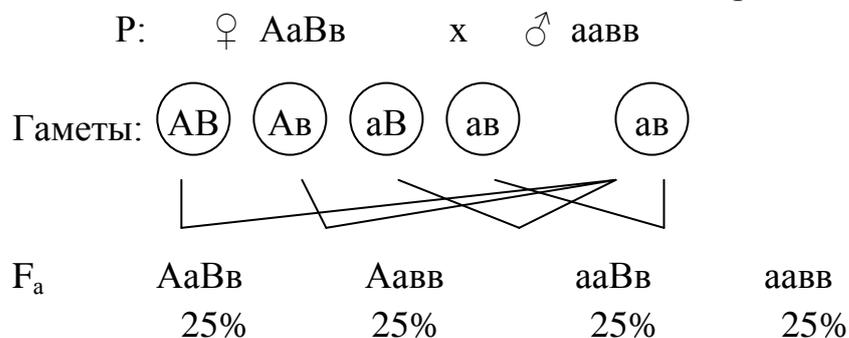
расположенные в одной хромосоме, передаются от родителей потомкам вместе, т.е. сцеплено.

Различают полное и неполное сцепление генов. При полном сцеплении генов потомки получают от отца и матери полный набор генов каждой хромосомы. При этом признаки наследуются в постоянном сочетании.

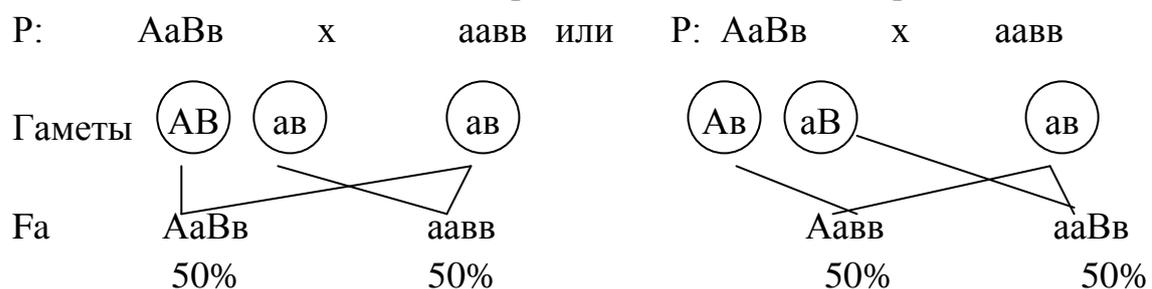
При неполном сцеплении сочетание генов, а следовательно, и признаков меняется. Причина этому обмен участками хромосом – кроссинговер.

Для определения типа наследования признаков – независимого или сцепленного – проводят так называемое анализирующее скрещивание. Анализирующее скрещивание – это такое скрещивание особей, когда одна из них рецессивная гомозигота, а вторая гетерозиготна по генам этих признаков (AaBb).

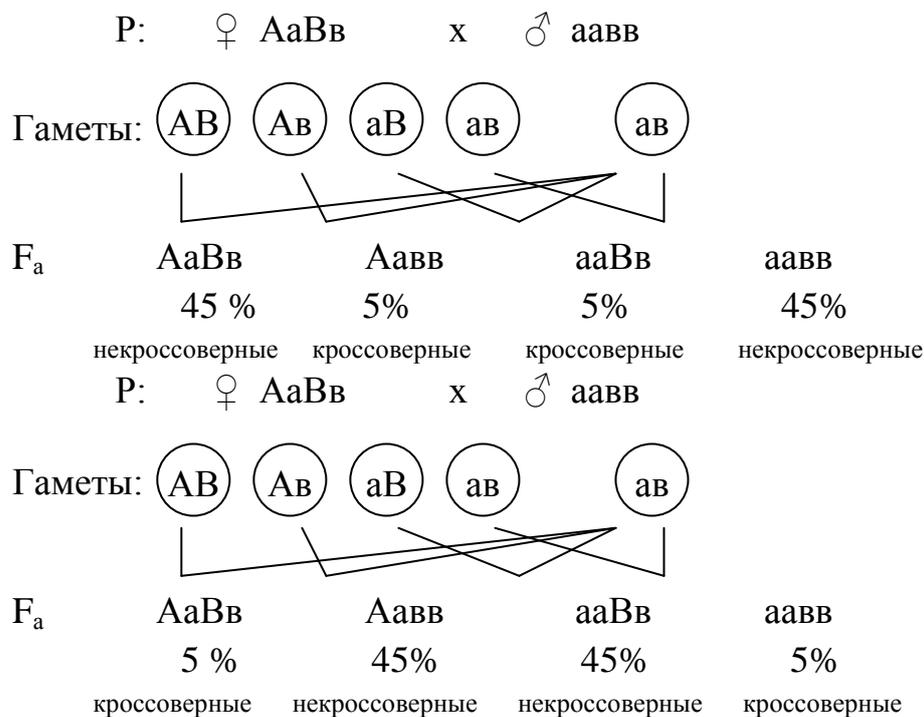
Если в результате анализирующего скрещивания получается 4 группы особей с примерно одинаковым количеством потомков в каждой группе (по 25%), то наблюдается независимое наследование признаков:



Если в результате анализирующего скрещивания получаются только 2 группы особей в равных количествах, то отмечается полное сцепление генов. Причем потомки повторяют сочетания признаков, взятых для скрещивания родителей, а также в зависимости от расположения генов в хромосоме:



Если в результате анализирующего скрещивания получаются 4 группы особей, причем в 2-х группах большее число (из некроссоверных гамет) и в 2-х меньшее число потомков (из кроссоверных гамет), то наблюдается неполное сцепление генов:



в зависимости от расположения генов в хромосоме.

ЛИТЕРАТУРА: 1, гл. 4, с. 60-72.

### Вопросы для самопроверки

1. Что означает сцепление генов? Какие признаки называются сцепленными?
2. Что такое группа сцепления? Какое количество групп сцепления у разных видов животных?
3. Какие виды сцепления существуют?
4. Что является причиной нарушения сцепления между генами?
5. С помощью какого скрещивания можно установить независимо или сцеплено наследуются признаки. Какие при этом должны быть генотипы скрещиваемых родителей?
6. Как можно установить порядок расположения генов в хромосомах у родителя с доминантными признаками? Изобразите в виде рисунка.
7. Как можно установить расстояние между генами, если известно их расположение в хромосоме?
8. Сформулируйте основные положения хромосомной теории наследственности.

## 4.5 Генетика пола

Пол как совокупность признаков, обеспечивающий воспроизводство потомства. Типы хромосомного определения пола. Кариотипы мужского и женского пола у разных видов. Гомогаметный и гетерогаметный пол. Потенциальная бисексуальность организмов. Прогамное, эпигамное и сингамное определение пола. Интерсексуальность. Фримартинизм, гермафродитизм, гинандроморфизм, их теоретическое и практическое значение. Балансовая теория определения пола: хромосомный баланс пола, физиологический баланс пола. Общая генная природа этих явлений. Экспериментальное переопределение пола у птиц, рыб и других животных. Опыты по регулированию соотношения полов и возможность получения животных только одного пола. Практическое значение сдвига в соотношении полов в различных отраслях животноводства. Партеногенез, гиногенез и андрогенез, их значение для понимания наследственности и перспектива практического использования.

Признаки ограниченные полом, контролируемые полом и сцепленные с полом. Особенности сцепленного с полом наследования. Зависимость признака от локализация гена в одной из половых хромосом. Примеры генетически обусловленных болезней, наследуемых сцеплено с полом. Практическое использование сцепленного с полом наследования.

### Методические советы

#### **Наследование сцепленных с полом признаков**

В половых хромосомах, кроме генов, обуславливающих развитие пола, находятся гены многих других признаков. Признаки, гены которых находятся в половых, в основном в X или Z хромосомах, называются признаками, сцепленными с полом. Эти признаки наследуются иначе, чем признаки, гены которых находятся в аутосомах. Характер наследования сцепленных с полом признаков обусловлен поведением половых хромосом в мейозе и их сочетанием при оплодотворении. Расщепление потомства зависит от того, какой пол имеет доминантные гены, а какой – рецессивные.

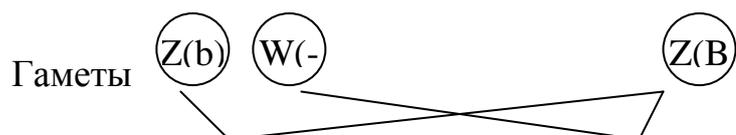
Например. У кур породы плимутрок полосатый (серый) и однотонный черный цвет оперения обуславливаются генами, находящимися в Z хромосоме. В результате скрещивания гомозиготного серого петуха с черными курами в F<sub>1</sub> получили 20 цыплят с полосатым (серым) оперением, в F<sub>2</sub> 40 цыплят, причем 20 серых петушков, 10 серых и 10 черных курочек. При

решении данной генетической задачи нужно определить какие из признаков доминантные, какие генотипы родителей и потомков в первом и втором поколениях.

При ответе на первый вопрос исходим из обстоятельства, что все цыплята первого поколения оказались полосатыми. Следовательно, согласно 1 правила Менделя полосатая окраска является доминантной, черная рецессивной. В соответствии с общепринятой буквенной символикой ген полосатого оперения обозначаем буквой «В» и черного – «в».

Для ответа на второй вопрос, необходимо знать, какой из полов является гомогаметным, какой – гетерогаметным. Как известно, у кур мужской пол (петухи) – гомогаметный, женский пол (куры) – гетерогаметный. Пол определяется сочетанием половых хромосом Z и W. Следовательно, у петухов половые хромосомы ZZ; кур –ZW. Затем рядом с половыми хромосомами в скобках помещают соответствующим цветам оперения гены и составляют схему скрещивания:

P: ♀ Z (b) W(-) x ♂ Z(B) Z(B)  
 Черные полосатые

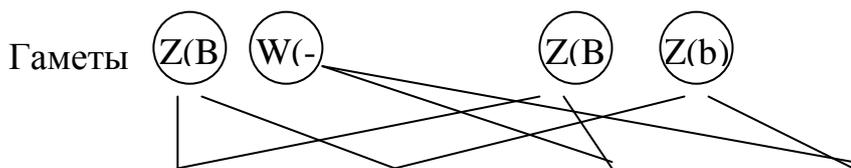


F1 Z(B) Z(b) Z(B) W(-)

Все цыплята полосаты независимо от пола

Во втором поколении наблюдается следующее расщепление:

P: ♀ Z(B) W(-) x ♂ Z(B) Z(b)  
 Полосатые полосатые



F2 Z(B) Z(B) Z(B) Z(b) Z(B) W (-) Z(b) W(-)

Полосатые

полосатые

черные

20 петушков

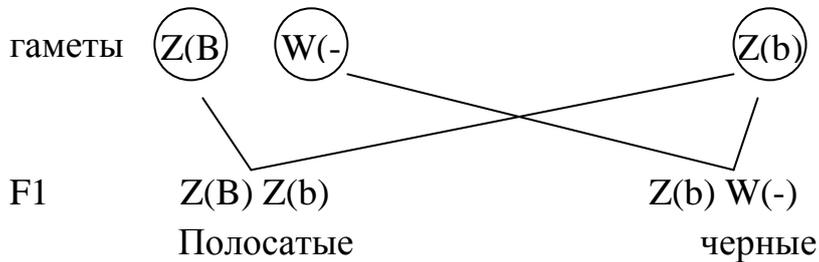
10 курочек

10 курочек

Соотношение по фенотипу 2 : 1

При реципрокном скрещивании наблюдается несколько иные результаты:

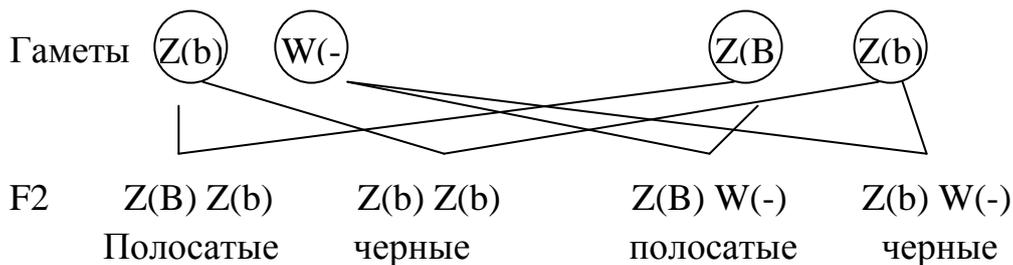
P: ♀ Z(B) W(-) x ♂ Z(b) Z(b)  
 Полосатые черные



Соотношение по фенотипу 1 : 1

При скрещивании теперь потомков первого поколения между собой:

P: ♀ Z(b) W(-) x ♂ Z(B) Z(b)  
 Черные полосатые



Соотношение по фенотипу 1 : 1 : 1 : 1

ЛИТЕРАТУРА: 1, гл.5, с.73-92;

### Вопросы самопроверки

1. Какое определение пола называется сингамным? Прогамным? Эпигамным?
2. Чем отличается кариотип самок и самцов одного вида у млекопитающих и птиц?
3. Какой пол называется гомогаметным? Гетерогаметным?
4. Какой пол гомогаметный и гетерогаметный у млекопитающих и птиц?
5. Почему получается соотношение по полу 1 : 1?
6. Какие различия в кариотипе самцов и самок у пчел?
7. В чем проявляется потенциальная бисексуальность организмов?
8. В чем заключается балансовая теория пола?
9. Какие существуют причины нарушающие нормальное формирование пола как признака (генетические и негенетические)?

10. Кто такие телки – фримартинки?
11. Какова причина бесплодия рабочей пчелы?
12. Как можно переопределить пол у птиц, рыб и других животных?
13. Что такое партеногенез, андрогенез, гиногенез?
14. Какие признаки называются сцепленными с полом? Ограниченные полом?
15. Какие можете привести примеры сцепленных с полом? ограниченных полом?
16. Какие признаки сцепленные с полом нашли практическое применение?

#### **4.6 Молекулярные основы наследственности**

Доказательство хранения и передачи генетической информации нуклеиновыми кислотами. Генетическая трансформация. Химическая структура нуклеиновых кислот (ДНК и РНК). Пиримидиновые и пуриновые основания. Модель структуры ДНК по Уотсону и Крику. Правило комплементарности. Видовая специфичность молекул ДНК. Репликация молекулы ДНК. Вилка репликации. Реализация наследственной информации. Химическая структура и биосинтез белков. Транскрипция. Интроны и экзоны. Сплайсинг. Трансляция. Инициация. Терминация. Генетический код и его свойства. Триплетность, неперекрываемость, вырожденность и универсальность. Колинеарность гена и кодируемого им белка. Объем генетической информации, хранящейся в генах и передаваемых ими. Регуляция активности генов. Теория Жакобо и Моно о механизме регуляции генов. Адаптивный синтез ферментов. Оперон. Структурные и регуляторные гены. Негативная и позитивная индукция и репрессия. Обмен генетическим материалом у прокариот: трансформация, трансдукция и конъюгация. Лизогения. Лизогенное состояние клеток как возможная причина заболевания животных.

#### **Методические советы**

#### **Химическая основа генетической информации**

Материальными носителями наследственности в живой клетке являются дезоксирибонуклеиновая, рибонуклеиновая кислоты. Нуклеиновые кислоты – сложные информационные макромолекулы, состоящие из последовательно связанных между собой нуклеотидов.

Нуклеотиды, не менее сложные органические соединения, состоящие из трех компонентов: фосфорной кислоты, сахара и органического основания. Фосфорная кислота во всех нуклеиновых кислотах имеет одну и ту же форму,

а сахар может быть представлен в двух разновидностях: рибозой или дезоксирибозой.

Рибоза- это пятиатомный простой сахар, дезоксирибоза по сравнению с рибозой имеет на один атом кислорода меньше.

В соответствии с наличием этих двух сахаров существует 2 типа нуклеиновых кислот. Если обозначить дезоксирибозу буквой Д, рибозу – буквой – Р, а нуклеиновые кислоты НК, то сокращенное название нуклеиновых кислот обоих типов будет ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) и РНК (рибонуклеиновая кислота).

В молекуле ДНК содержится 2 пуриновых (аденин и гуанин) и 2 пиримидиновых (цитозин и тимин) основания, которые отличаются друг от друга по наличию в них шести - или пятичленного кольца в химической формуле.

РНК также содержит 2 пуриновых (аденин и гуанин) и 2 пиримидиновых (цитозин и урацил) основания. Учитывая, что специфичность каждого нуклеотида определяется наличием соответствующего азотистого основания принято обозначить нуклеотида и сами основания начальными буквами названия соответствующего основания: Г – Ц – А – Т – У.

Принцип построения цепей ДНК и РНК совершенно одинаков. Но молекула ДНК состоит из 10 – 25 тыс. отдельных нуклеотидов и ее молекулярная масса достигает 4-8 млн. и выше. Молекулы РНК включают 4 -6 тыс. отдельных нуклеотидов и молекулярная масса ее равна 1,5 – 2 млн.

Молекула РНК, как правило, состоит из одной длинной неразветвленной цепи. Молекула ДНК состоит из двух цепей, одна из которых обвивается вокруг другой. При этом соединение цепей происходит при помощи азотистых оснований: аденин (А) в одной цепи связан с тимином (Т) другой, а гуанин (Г) одной цепи соединяется с цитозином (Ц) другой. В этом заключается особенность нуклеиновых кислот – принцип парности (принцип комплементарности).

Химический анализ показал, что 1) в ДНК любых организмов количество аденина всегда в точности соответствует количеству Тимина, а гуанина – количеству цитозина, т.е. А = Т и Ц = Г; 2) сумма пиримидиновых нуклеотидов равна сумме пуриновых; 3) количество б-аминогрупп равно количеству б-кетогрупп: Г + Ц = А + Т; 4) Отношение А + Т видоспецифично. Для ДНК высших растений и животных это отношение больше 1, в ДНК большинства организмов

$$\frac{А + Т}{Г + Ц} < 1$$

Эти зависимости установил в 1950 году биохимик Э.Чаргафф и поэтому их назвали правилами Чаргаффа.

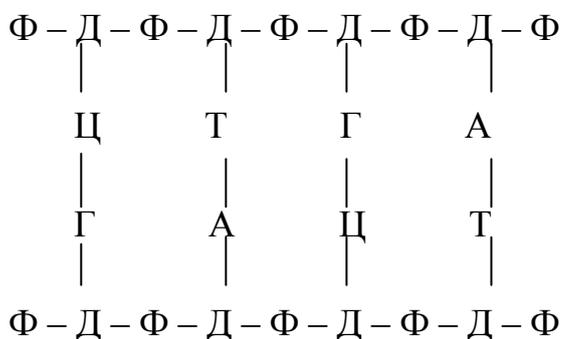
Известно 3 вида РНК – матричная или информационная (м-РНК, и-РНК, мессенджер-РНК, посыльная, вестник), передающая биологическую информацию от ДНК к месту синтеза специфических белковых молекул, рибосомальная РНК - р-РНК, входящая в структуру рибосом и растворимая или транспортная РНК (т-РНК, с-РНК), переносящая аминокислоты к месту синтеза белков в рибосомах.

В результате взаимодействия трех указанных типов РНК в клетке происходит синтез специфических белков – ферментов.

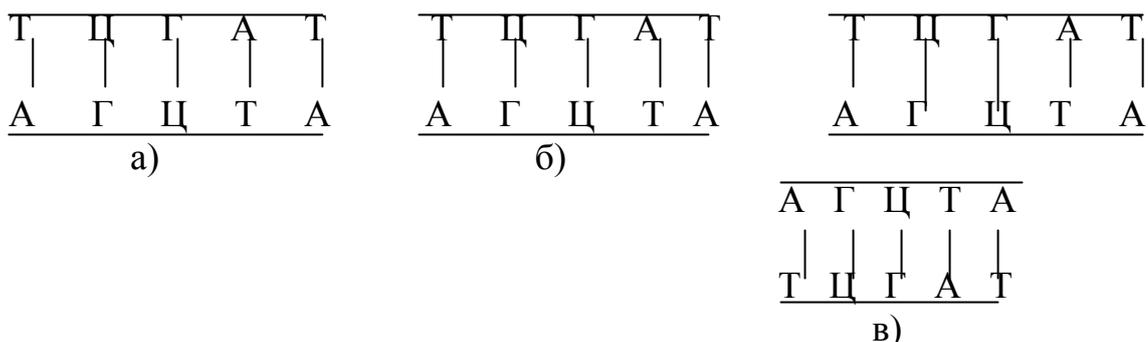
ДНК характеризуется двумя важными свойствами:

1. способностью к удвоению (репликации), при которой она воспроизводит 2 молекулы той же самой последовательностью пар азотистых оснований.
2. молекулы ДНК хранят и передают информацию о всей совокупности видовых и индивидуальных наследственных признаков организма.

Участок молекулы ДНК можно представить в виде следующей цепочки:



Репликация ДНК происходит в интерфазе митоза. При этом одна цепь присоединяет комплементарные свободные нуклеотиды, достраивая вторую нуклеотидную цепь. Вторая цепь ДНК выполняет роль матрицы:



а – исходная двойная цепь молекулы ДНК;



Передача информации возможна также с иРНК на ДНК. Этот феномен назвали обратной транскрипцией.

Начиная с процессинга, все последующие преобразования проходят в цитоплазме клетки. Для синтеза белка необходимы аминокислоты, т-РНК, р-РНК, рибосомы, специфические ферменты.

Белки полимеры, в состав которых входит до 20 названий аминокислот. Порядок расположения аминокислотных остатков называется первичной структурой белка.

Первичная структура белка зависит от строения молекулы иРНК. Она служит матрицей для синтеза белка и содержит информацию о данном белке, записанную с помощью специального генетического кода. Каждая тройка нуклеотидов (или азотистых оснований) в иРНК является символическим словом шифрующим определенную аминокислоту и называется кодоном. Сочетание трех нуклеотидов в тРНК, присоединенных к кодону, называется антикодоном.

Количество тРНК столько же, сколько аминокислот. Процесс сборки аминокислот в определенной последовательности, зашифрованной в иРНК и расшифрованной тРНК, называется трансляцией.

ЛИТЕРАТУРА: 1, гл.6, с.93-123;

#### Вопросы для самопроверки

1. Какова структура ДНК по Уотсону и Крику? Что лежит в основе специфичности ДНК?
2. Когда, как осуществляется синтез ДНК?
3. Каково строение РНК? Как синтезируется РНК?
4. Какие типы РНК знаете и какова их роль в синтезе белка?
5. Как осуществляется созревание иРНК?
6. Что мы называем генетическим кодом?
7. Какие свойства генетического кода знаете?
8. Как осуществляется реализация генетической информации?
9. Каково строение генетического материала у бактерий?
10. Как происходит репликация молекулы ДНК у бактерий?
11. Что такое плазмида?
12. Каково строение генетического материала у вирусов?
13. Какие особенности размножения вирусов?
14. Как передается генетическая информация у бактерий (трансформация, трансдукция, конъюгация).

## 4.7 Биотехнология и генетическая инженерия

Традиционные методы биотехнологии включают искусственное осеменение, глубокое замораживание и длительное хранение спермы, вызывание половой охоты и ее синхронизация, регулирование времени отелов. Но достижения генетики и молекулярной биологии стали фундаментом для перспективного использования таких новых направлений в биотехнологии, как генная инженерия.

Генетическая инженерия – целенаправленное изменение генотипа органических форм. Клеточная, геномная и хромосомная инженерия. Генная инженерия. Истоки генетической инженерии. Ферменты – главные инструменты генетической инженерии. Переносчики генетической информации (векторы). Схемы встройки чужеродного гена в фаговый вектор. Генетическая инженерия и ветеринария. Синтез эукариотического гена в бактериях, искусственный синтез генов. Принципиальная схема введения чужеродного гена в организм животных. Определение последовательности нуклеотидов ДНК. Современные методики биотехнологии воспроизводства. Трансплантация эмбрионов. Получение зигот и эмбрионов в организме донора и их оценка по пригодности к пересадке в организм реципиента. Отбор и подготовка реципиентов, пригодных для использования и приема трансплантантов. Биотехнология оплодотворения в условиях *in vitro*. Методы получения химерных организмов. Получение трансгенных организмов.

ЛИТЕРАТУРА: 1, гл 14, с. 378-405;

### Вопросы для самопроверки

1. Какие традиционные биотехнологические процессы знаете?
2. Какие современные биотехнологические процессы знаете?
3. Как получают трансгенные организмы?
4. Как получают химерные организмы
5. Что такое клон и как его можно получить?

## 4.8 Генетические основы онтогенеза

Сложная структура и биологическая сущность гена. Влияние гена на развитие признака. Опыты Д.Гордона по доказательству сохранения генетической информации в соматических клетках при индивидуальном развитии животных. Роль генетической информации на ранних и последующих этапах онтогенеза. Понятие о неравномерности,

неоднородности, необратимости и обратимости процессов дифференциации и роста животных. Взаимодействие ядра и цитоплазмы в развитии. Проявление генетической нормы реакции организма в различных условиях внешней среды. Критические периоды развития. Целостность и дискретность организма в онтогенезе. Значение активности ферментов и уровня обмена веществ, а также факторов внешней среды в реализации генетической потенции животных. Фенокопии и морфозы, их значение в практике животноводства. Перспективы использования биологически активных соединений (гормоны, витамины, микроэлементы, микродозы супермутагенов) для реализации наследственных возможностей организма и получение желательной модификационной изменчивости.

ЛИТЕРАТУРА: 1, гл 7, с. 124-146;

#### Вопросы для самопроверки

1. Что собой представляет ген?
2. Как влияют гены на формирование признаков у эукариот?
3. Как в онтогенезе осуществляется реализация генотипа?
4. Влияют ли материнские гены на развитие зигот?
5. Что такое критические периоды развития организмов?
6. Что такое фенокопии? Морфозы?

#### **4.9. Мутационная изменчивость**

Понятие о мутации и мутагенезе. Роль Г.де Фриза и С.Коржинского в развитии теории мутаций. Классификация мутаций: спонтанные и индуцированные; геномные, хромосомные, генные (точковые); генеративные и соматические; рецессивные и доминантные; прямые и обратные; полезные, нейтральные и вредные (летальные). Проявление мутаций в зависимости от генотипа и внешней среды. Полиплоидия. Разновидности и особенности полиплоидов, причины возникновения, распространение, практическое и эволюционное значение. Примеры полиплоидных форм, в том числе полезных для сельского хозяйства и ветеринарной медицины. Гетероплоидия как одна из причин наследственных аномалий (синдромы Дауна, Эдварса, Патау, Клайнфельтера и др.). Хромосомные aberrации (перестройки), их классификация, механизмы образования. Робертсоновская транслокация, их практическая ценность и значение в эволюции. Влияние хромосомных перестроек на продуктивность, жизнеспособность и воспроизводительную

способность животных. Генные мутации, молекулярно-биологические механизмы и причины возникновения. Аморфные, гипоморфные и неоморфные мутации. Роль ферментных систем репарации клеточного ядра и поддержания активного состояния ДНК и возникновении мутаций. Фоторективация и темновая репарации. Мутагенез как следствие аномальной работы репарационных систем. Понятие о мутабельности генов. Частота мутаций. Физические, химические и биологические мутагены. Значение индуцированных мутаций в селекции вирусов, микроорганизмов, растений и животных. Закон Н.И.Вавилова о гомологических рядах наследственной изменчивости и его использование при изучении наследственных болезней. Генетические последствия загрязнения внешней среды. Проблема направленного мутагенеза.

ЛИТЕРАТУРА: 1, гл. 8, с.147-175;

#### Вопросы для самопроверки

1. Что такое мутация? Классификация мутаций?
2. Что понимается под генными мутациями?
3. Какие бывают хромосомные мутации?
4. Какие бывают геномные мутации?
5. Что такое полиплоидия? Гетероплоидия? Гаплоидия?
6. В чем заключается разница между спонтанными и индуцированными мутациями?
7. Каково значение спонтанных точковых мутаций в эволюции и селекции?
8. В чем заключается сущность закона гомологических рядов в наследственной изменчивости?
9. Какие мутагенные факторы знаете?
10. Каковы генетические последствия загрязнения внешней среды?
11. Какие антимуагены знаете?

#### 4.10. Биометрия

Биометрия – наука о статистическом анализе групповых свойств в биологии. Эти свойства могут изучаться при любой численности.

Методы биометрии позволяют дать математически точные характеристики свойств и признаков совокупностей, выявить степень генетического разнообразия признака и влияния на него различных факторов, прогнозировать эффект селекции.

Генеральная совокупность – большой массив животных, интересующих исследователя. Объем генеральной совокупности может быть как очень большим, так и очень малым.

Метод сплошного обследования, т.е. изучения всех членов генеральной совокупности, требует большой затраты времени и труда. Для изучения генеральной совокупности составляют выборку.

Выборка должна быть типичной, т.е. правильно отражать генеральную совокупность. Например, при изучении молочной продуктивности коров нельзя включать в выборку больных животных и животных с атрофией сосков, т.к. они нетипичны для изучаемой совокупности. Выборка должна быть однородной (одна порода, один пол). Она составляется по принципу случайного отбора.

При изучении генеральной совокупности по выборке неизбежны ошибки репрезентативности, указывающие на степень соответствия выборочных показателей параметрам генеральной совокупности.

Величина признака у отдельной особи называется вариантой и обозначается буквой  $x$  (икс), число особей обозначается буквой  $n$ .

К числу важнейших показателей, используемых в генетике и селекции, относятся следующие:

1. Средние величины средняя арифметическая ( $M$ ) и средняя взвешенная ( $M_{взв.}$ )

2. Показатели разнообразия признака: лимиты, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, нормированное отклонение;

3. Показатели связи между признаками: коэффициенты фенотипической и генетической корреляции, регрессии;

4. Показатели достоверности: ошибки репрезентативности, критерии достоверности;

5. Показатели наследуемости: коэффициент наследуемости и повторяемости.

Средняя величина вычисляется прямым способом, который заключается в суммировании всех вариантов с последующим делением суммы на число вариантов в выборке.

Средняя взвешенная представляет собой результат усреднения средних арифметических нескольких совокупностей. Например, известны средняя живая масса и число коров в трех хозяйствах: в первом средняя живая масса равна 420 кг, число животных 1000, во втором – 460 кг и 500 коров, в третьем 520 кг и 2000 коров. Средняя живая масса по данным трех хозяйств составила:

$$M_{\text{взв}} = (420 \times 1000 + 460 \times 500 + 520 \times 2000) / (1000 + 500 + 2000).$$

Показателем разнообразия в совокупности служат лимиты, которые характеризуют минимальное и максимальное значения изучаемого признака в выборке. Однако эти показатели недостаточны, т.к. животные с такими показателями могут быть нехарактерными для данной совокупности. Кроме того, лимиты не отражают индивидуальных различий внутри выборки. При одной и той же средней величине выборки могут быть неоднородны.

Наилучшим показателем разнообразия признака является среднее квадратическое отклонение (сигма), которое учитывает отклонение каждой варианты от средней арифметической. Вычисляют вначале среднюю арифметическую ( $M$ ), затем находят отклонение (разность) каждой варианты от средней арифметической ( $x - M$ ). Полученные отклонения суммируют с учетом знаков. При правильно вычисленной средней арифметической сумма должна равняться нулю. Затем каждой полученное отклонение возводят в квадрат и получают сумму квадратов. Квадраты отклонений всегда положительны. Полученное число сумм квадратов отклонений используют для вычисления сигмы. Формула приведена в практикумах, учебниках.

Среднее квадратическое отклонение величина именованная. При изучении разноименных признаков, разных по величине групп, сравнивать изменчивости невозможно. В таких случаях используют коэффициент вариации, который выражен в процентах.

При изучении совокупностей животных по нескольким признакам обнаруживается, что между ними существуют взаимосвязи. Взаимная связь между признаками в их изменении называется корреляцией. По форме корреляция может быть прямолинейной и криволинейной, по направлению прямой (положительной) и обратной (отрицательной).

Степень связи между признаками измеряется при помощи коэффициентов корреляции и регрессии. Коэффициент корреляции показывает направление связи и ее величину.

При положительной связи с увеличением (уменьшением) одного признака другой также увеличивается (уменьшается)

При отрицательной связи при увеличении одного признака, другой связанный с ним уменьшается.

Связь считается большой если коэффициент корреляции больше или равняется 0,7; средней – если коэффициент оказывается в пределах 0,4 – 0,6; маленькой – если коэффициент меньше 0,3. Таким образом величина коэффициента корреляции находится в пределах от -1 до +1. Величина эта отвлеченная измеряется в долях единицы.

Коэффициент же регрессии показывает не только направление связи, но и показывает, на сколько увеличивается или уменьшается первый признак при изменении второго на 1 и, наоборот, на сколько изменяется второй признак при изменении первого на 1. Полученные величины при этом имеют единицы измерения.

При характеристике генеральной совокупности сделанной по результатам расчетов выборки допускают наличие ошибок. Эти ошибки называются ошибками репрезентативности. Величину ошибки репрезентативности определяют только для выборочных показателей.

Величина ошибки репрезентативности зависит от показателя изменчивости (величины сигмы) и от объема выборки (n).

При сравнении средних арифметических двух групп животных определяют достоверность разности двух средних величин (td).

Через коэффициент корреляции или коэффициент регрессии, рассчитанные по данным пар мать – дочь можно рассчитать коэффициент наследуемости. Коэффициент наследуемости в свою очередь используется при прогнозировании будущей продуктивности (эффект селекции).

### **Обработка экспериментальных данных**

Обработку полученных данных проводят биометрически с определением средней величины, ее ошибки, достоверности разности, корреляции, наследуемости и т.д. Вычисление этих величин позволяет делать по результатам исследований объективные и достоверные выводы. Работа с данными, необработанными биометрически, к защите не допускаются.

В настоящее время для биометрической обработки широко используются персональные компьютеры, которые оснащены пакетом программ для статистического анализа. Проведение биометрической обработки данных обычными методами довольно трудоемкая работа и отнимает у исследователя много времени. Использование для этой цели компьютеров существенно ускоряет решение биометрических задач.

На кафедре генетики и селекции разработаны методические указания по биометрической обработке экспериментальных данных на компьютере с использованием средств электронных таблиц Excel, которые рекомендуются для применения при выполнении выпускных квалификационных работ.

Средние величины и показатели вариации признака являются основными показателями для характеристики совокупности. К первым относится средняя арифметическая. Ко вторым – стандартное отклонение и коэффициент вариации.

*Средняя арифметическая* ( $M$ ) показывает, какое значение признака наиболее характерно в целом для данной совокупности. Рассчитывается по формуле:

$$M = \frac{\sum x_n}{n}$$

*Ошибку репрезентативности средней арифметической* ( $m$ ) определяют по формуле:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

*Стандартное отклонение* или среднее квадратическое отклонение используют для характеристики изменчивости признака. Стандартное отклонение обозначается буквой  $\sigma$  (сигма). Рассчитывается по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - M)^2}{n}}$$

*Коэффициент вариации* ( $C_v$ ) используют для сравнения изменчивости признаков, выраженных в разных единицах, поэтому эта величина измеряется в процентах. Для расчета используют формулу:

$$C_v = \frac{\sigma}{M} \cdot 100\%$$

*Коэффициент корреляции* ( $r$ ). Признаки и свойства животных находятся в определенной взаимосвязи. Для оценки силы и характера взаимосвязи между признаками вычисляют коэффициент корреляции.

$$r = \frac{\sum X + Y - \frac{\sum X \times \sum Y}{n}}{\sqrt{C_x \times C_y}},$$

где:

$$C_x = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$$

$$C_y = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$$

*Ошибку репрезентативности коэффициента корреляции* определяют по формуле:

$$m = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}}$$

*Критерий достоверности* коэффициента корреляции находим по формуле:

$$t = r/m$$

*Критерий достоверности* разности двух средних величин определяют по формуле:

$$t_d = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1 + m_2}}$$

Затем находим *достоверность* ( $P$ ) полученных результатов по Стьюденту. *Коэффициент наследуемости* ( $h^2$ ) определяют по формуле:

$$h^2 = 2 \times r$$

**Обязательным условием работы со статистическим пакетом компьютерной программы является вызов Excel 7.**

#### **А) Процедура вызова Microsoft Excel 7**

1. Установить курсор мыши на кнопку ПУСК и щелкнуть ее левой клавишей мыши.
2. В появившемся меню подать команду ПРОГРАММЫ.
3. В новом меню подать команду Microsoft Excel.

В результате определенных операций на экране появиться окно Microsoft Excel 7.

#### **Б) Работа с книгой, листами и ячейками.**

Как в типовом окне Windows, главное окно Excel 7 имеет заголовок, главное меню, панель инструментов, так называемую "Строку формул", сопроводительное окно и область "Рабочей книги".

Как и в обычной жизни, книга содержит листы, по умолчанию таких листов 3. Пользователь может добавить листы, но не более 255. Переход на листы осуществляется кликированием ярлычков, расположенных внизу книги. Листы книги можно перелистывать последовательно, для этой цели служит "Кнопка прокрутки ярлычков", расположенная в самом начале списка ярлычков.

По умолчанию книга носит название Книга1, но за пользователем всегда остается право дать книге свое название.

Ячейка - опорный элемент Электронных таблиц (ЭТ), практически все действия в той или иной степени связаны с ячейками ЭТ. К каждой ячейки можно адресоваться, подобно тому, как это делается на шахматной доске.

Столбцы таблицы названы буквами латинского алфавита, а строки - порядковыми числами начиная с 1. К любому данному можно обратиться по его уникальному адресу, который составляется из буквы- имени столбца и числа - имени строки. Например, A1 - адрес верхней левой ячейки таблицы.

$\sum$ :  $\sum v$  - ссылка на все ячейки, расположенные внутри прямоугольной области, которая определяется адреса в противоположных углах.

Текущая активная ячейка выделяется четырехугольной рамкой, которую называют " Указатель ячейки". После запуска программы Указатель ячейки, как правило, находится по адресу A1. Перемещать указатель можно либо стрелкой клавиатуры, либо указывать курсором мыши на ту ячейку, куда следует переместить Указатель ячейки. При этом следует щелкнуть левой клавишей мыши.

В активное окно можно внести любой текст, любые числа, а также вычислительные выражения.

Вся информация по текущей ячейки отображается в Строке формул, которая разделена на три части:

Первая часть отражает содержимое текущей ячейки. Средняя часть может быть либо пустой, либо содержать три кнопки:

Крестик- отмена последнего действия (дублирует клавишу Esc);

Галочка - соответствует клавише Enter.

$f_x$  - вызов мастера функций.

Левая часть содержит адреса текущей ячейки.

Рассмотрим заполнение ячеек таблицы на конкретном примере.

Вначале необходимо ввести исходные данные. После введения числа в ячейку A1 необходимо нажать Enter чтобы перевести курсор в следующую нижнюю ячейку A2 или курсор можно перемещать стрелками на клавиатуре вправо (  $\leftarrow$  ), влево (  $\rightarrow$  ), вверх (  $\uparrow$  ), вниз (  $\downarrow$  ). В столбце A показаны значения удоя за 350 дней лактации у 10 коров и столбец B показывает значения содержания жира в молоке этих коров.

После введения данных, активируем любую пустую ячейку. Если вы ввели большое количество признаков (столбцов), то удобнее активировать ячейку в конце столбца (снизу). В нашем примере это будет ячейка A11.

Среднее арифметическое значение можно рассчитывать двумя способами:

1. Вызвать мастера функций, щелкнув левой клавишей мыши на панели инструментов значок  $f_x$ . После этого появиться окно, показывающее слева КАТЕГОРИИ (10 недавно использовавшихся, полный алфавитный перечень, финансовые и т.д.). Необходимо выбрать в категории СТАТИСТИЧЕСКИЕ,

щелкнув левой клавишей мыши и снизу или справа, будут показаны ФУНКЦИИ в алфавитном порядке. Необходимо найти СРЗНАЧ, затем либо сначала нажать левой клавишей мыши и затем на кнопку ОК, либо два раза на СРЗНАЧ.

#### Формирование экспериментальных данных (пример)

	<b>А</b>	<b>В</b>
1	4272	3,83
2	3859	3,76
3	4584	3,85
4	4807	3,8
5	4774	4,04
6	4872	4,02
7	4006	3,72
8	5539	4,09
9	5110	3,77
10	5180	4,02

После этого появиться окно, где необходимо ввести диапазон данных для расчета среднего значения в верхнюю строку называемой ЧИСЛО 1 (ее можно в последующем в любой момент исправить). В нашем примере это будет диапазон А1:А10. Затем нажать на ОК или Enter. В верхнем окне появится формула с введенным диапазоном расчета, в ячейке А11 будет показано среднее значение, в данном примере будет равно 4700,3 кг. Аналогичным путем можно рассчитать среднее значение и для содержания жира в молоке. Для этого надо выбрать другую ячейку, например, В11. Среднее значение содержания жира составляет в данном примере 3,89%.

2. Также можно ввести формулу без вызова мастера функции набрав в активной ячейке = СРЗНАЧ (А1:А10) и затем нажав клавишу Enter.

Для расчета стандартного отклонения необходимо активировать вторую ячейку, например А12. Стандартное отклонение также можно рассчитать двумя способами: вызовом мастера функции: выбрав категорию Статистические и функцию СТАНДОТКЛОН, затем нажать ОК и обозначить диапазон данных расчета также как и для среднего арифметического (А1:А10). Либо можно набрать в активной ячейке = СТАНДОТКЛОН (А1:А10) и затем, нажав на клавишу Enter. Стандартное отклонение по удою составляет в данном примере  $\pm 530,67$  кг, а по содержанию жира  $\pm 0,14\%$ .

Для расчета ошибки репрезентативности следует активировать следующую ячейку A13 и набрать  $=A12/КОРЕНЬ(СЧЕТ(A1:A10))$  (в данном примере A12 это стандартное отклонение) и затем, нажав на клавишу Enter, в этой ячейке появиться значение ошибок репрезентативности средней арифметической по удою за 305 дней лактации, которая в данном примере составляет  $\pm 167,81$ кг; по содержанию жира  $\pm 0,04\%$ .

Коэффициент вариации - это отношение среднеквадратического отклонения к арифметической величине, выраженное в процентах. Рассчитаем коэффициент вариации в ячейке A14, где набираем следующую формулу  $=A12/A11 \times 100$ , а затем нажимаем на клавишу Enter и в ячейке A14 появится значение коэффициента вариации. В данном примере коэффициент вариации удоя равен 11,29%, а содержания жира - 3,53%.

Для расчета коэффициента корреляции можно вызвать мастера функций, предварительно активировав, пустую ячейку (например, A16), выбрав в категориях СТАТИСТИЧЕСКИЕ найти в функциях КОРРЕЛ и нажать ОК. Затем появиться окно, в котором следует указать в МАССИВЕ1 диапазон данных первого признака, в МАССИВЕ 2 диапазон данных второго признака и нажать на ОК. В верхнем окне увидим следующую формулу  $=КОРРЕЛ(A1:A10;B1:B10)$ , а в ячейке A16 появится результат. Также можно просто набрать формулу  $=КОРРЕЛ(A1:A10;B1:B10)$  и нажав на клавишу Enter получим результат. Если вы решили считать не под столбцами (например в столбце С и т.д.), то можно указать только столбцы (А:А;В:В), это же касается и предыдущих форм и расчетов. В данном примере значение коэффициента корреляции между удоем и содержанием жира составляет - 0,705.

Для расчета ошибки репрезентативности коэффициента корреляции активируем следующую ячейку A17 и набрав формулу  $=(1-A16^2)/(КОРЕНЬ(СЧЕТ(A1:A10)))$  и затем, также нажав на клавишу Enter, получим результат. В данном примере она равна 0,159.

Критерий достоверности можно найти, введя в активированную (например, A18)  $=A16/A17$  и затем, необходимо нажать клавишу Enter, в результате получим значение критерия достоверности (в данном примере 4,43),

после которого найдем вероятность, сравнивая значение со значениями различных порогов. Формула будет выглядеть следующим образом, которую необходимо ввести в активированную ячейку, (например, A19) $=ЕСЛИ(A18<1,96;"p<0,05";ЕСЛИ(A18>2,57;"p<0,01";ЕСЛИ(A18>3,3;"p<0,001"))$  и затем, необходимо нажать клавишу Enter.

Для расчета коэффициента наследуемости необходимо вначале найти коэффициент корреляции между одноименными признаками у родственников.

Например, удой за 305 дней лактации (кг) дочерей и удой за 305 дней лактации (кг) у матерей. В свободную ячейку необходимо ввести адрес (номер ячейки, в которой показан коэффициент корреляции) и умножить на 2. При этом формула будет выглядеть следующим образом: =B19x2 и в этой ячейке появится результат.

Критерий достоверности разности двух средних величин можно найти =ПРОИЗВЕД(СУММ(A11;-D11); 1/КОРЕНЬ(СУММ(A13\*A13;D13\*D13))), A11 - средняя арифметическая удоя коров за 305 дней лактации, A13 ошибка репрезентативности первого признака, и если ввести среднее арифметическое значение удоя за 305 дней лактации матерей этих коров в ячейку с адресом D11, а в D13 - ошибку репрезентативности средней арифметической удоя за 305 дней лактации матерей коров за 305 дней лактации.

Если Вы работаете с большим массивом, то для удобства можно использовать ФИЛЬТР, который может разделить количественные значения по диапазонам, которые Вы сами обозначите. Для этого необходимо вначале выделить столбец, затем на верхней панели инструментов найти ДАННЫЕ, щелкнув два раза левой клавишей мыши открыть окно, в котором Вы можете найти ФИЛЬТР и затем выбрать АВТОФИЛЬТР и щелкнуть два раза левой клавишей мыши, исходные данные будут отсортированы.

ЛИТЕРАТУРА: 1, гл. 9, с. 176-230.

#### Вопросы для самопроверки

1. В чем заключается полимерная модель количественных признаков?
2. Какой перечень статистических параметров используется для характеристики уровня изменчивости и наследуемости количественных признаков?
3. Какие признаки называются количественными?
4. Есть ли различия в понятиях наследственность, наследование и наследуемость?
5. Какие знаете методы вычисления коэффициента наследуемости?
6. Какие факторы влияют на величину коэффициента наследуемости?
7. Что такое повторяемость? Какие виды повторяемости знаете?
8. Какие методы вычисления коэффициента повторяемости знаете?
9. Как в племенной работе используются коэффициенты наследуемости и повторяемости?
10. Какие показатели взаимосвязи знаете?

11. Что показывает коэффициент корреляции? Коэффициент регрессии?
12. Что такое репрезентативность?
13. Как определить достоверность выборочных показателей? Достоверность разности двух средних величин?

#### **4.12. Генетика популяции**

Понятие о популяции и чистой линии. Методы их изучения. Панмиктическая, исходная, гетерогенная и контрольная популяции. Характеристика генетической структуры популяции по соотношению генных частот гомозиготных и гетерозиготных генотипов. Закон Харди – Вайнберга и его практическое использование при анализе структуры популяции. Основные факторы, влияющие на генетическую структуру популяции: генные и хромосомные мутации, миграции особей, способ размножения; отбор; случайный генетический дрейф генов. Значение инбридинга и скрещивания для структуры популяции. Типы искусственного отбора – направленный, стабилизирующий, дивергентный, технологический, косвенный. Влияние внешней среды на эффективность отбора. Понятие о генофонде, сходстве и различии его с понятием популяции. Численность генофонда основных видов сельскохозяйственных животных. Методы и приемы сохранения генофонда промышленного животноводства и резервы его увеличения. Практические примеры использования новых видов животных для получения продуктов питания и сырья для промышленности. Генетический груз как резерв наследственной изменчивости вида. Возникновение популяции как следствие географической, сезонной и репродуктивной изоляции. Значение изоляции для дивергенции и эволюции вида. Генетическая адаптация животных. Генетический гомеостаз популяции.

##### Методические советы

#### **Генетический анализ структуры популяций**

Закономерности, установленные для панмиктической популяции, позволяют анализировать генетические процессы, протекающие в популяциях сельскохозяйственных животных.

Основным параметром популяции является частота генов. В зависимости от частот генов в ней складываются определенные соотношения генотипов и фенотипов. Зная это соотношение можно, в свою очередь, определить частоты генов. В зависимости от типа наследования, т.е. полного

доминирования или промежуточного наследования (или кодоминирования) методы вычисления будут различаться.

При промежуточном наследовании с вычислением частот фенотипов, одновременно вычисляется и частота генотипов, т.к. известно, что каждому генотипу соответствует свой фенотип. Для этого достаточно разделить количество животных с изучаемым фенотипом (генотипом) на общее количество животных и вычислим частоту генотипа (фенотипа). Частоты генов, генотипов и фенотипов измеряется в долях единицы или в процентах.

При полном доминировании же одного признака над другим частоты генов и генотипов можно определить, только пользуясь формулой закона Харди-Вайнберга. Например: у крупного рогатого скота врожденная водянка головного мозга (гидроцефалия) наследуется как аутосомный рецессивный признак и обусловлена геном –  $g$  Генотип таких телят  $gg$ . Доминантный аллель (ген) -  $G$  не вызывает данную аномалию. В стаде айрширского скота среди 1000 новорожденных телят 4 были мертворожденными с водянкой головного мозга. Для того чтобы решить эту задачу, нужно выполнять ее поэтапно:

1. Отвечаем на вопрос какова частота гидроцефалии (какова частота рецессивного гомозиготного генотипа)? Для этого количество аномальных телят делим на общее число телят:  $4 / 1000 = 0,004$  (или 0,4%).
2. Отвечает на вопрос какова частота рецессивного гена. Для этого извлекаем корень квадратный из 0,004, получаем число 0,063 (6,3%).
3. В любой популяции сумма частот доминантного и рецессивного генов равна 1, т.е.  $pA + ga = 1$ , где  $pA$  – частота доминантного гена,  $ga$  – частота рецессивного гена. Из этого положения находим частоту доминантного гена  $pA = 1 - ga = 1 - 0,063 = 0,937$ .
4. Далее определяют частоту гетерозиготных животных. Для этого используем формулу закона Харди-Вайнберга. По этой формуле частоту гетерозигот рассчитывают по  $2 * pA * ga = 2 * 0,937 * 0,063 = 0,118$ .
5. Дефектные животные и животные с нежелательными генотипами и фенотипами, как правило, не используются при разведении. В конкретном случае телята с водянкой погибли и не могли оставить потомство. Поэтому для дальнейшего разведения используются доминантные гомозиготы и гетерозиготы. Частота гетерозигот в нашей задаче равна 0,118. Если эту цифру умножить на общее число телят, то получим количество гетерозиготных телят –  $0,118 * 1000 = 118$  телят.
6. Таким образом, в стаде из 1000 телят 118 гетерозигот и 4 рецессивных гомозигот, на долю доминантных гомозигот приходится  $1000 - 118 - 4 = 878$  телят. Можно вычислить частоту доминантных гомозигот, пользуясь

также формулой Харди-Вайнберга, для этого нужно возвести в квадрат частоту доминантного гена –  $0,937^2 = 0,878$ . Если теперь полученную частоту доминантного гомозиготного генотипа  $0,878$  \* на 1000 то получим количество телят с эти генотипом, именно 878 телят. В связи с тем что телята с гидроцефалией естественно удаляются из стада, в нем произойдет изменение частот генов и уменьшится количество телят:  $1000 - 4 = 996$  телят, изменяется соотношение частот доминантных и рецессивных генов. Для того, что определить на сколько изменились частоты генов воспользуемся формулами максимального правдоподобия (Фишера):

$$pG = (2*878 + 118) / 2*996 = 0,941,$$

$$\text{частота рецессивного гена равна} = (2*0 + 118) / 2*996 = 0,059.$$

Зная частоты генов можно предсказать частоты в следующем поколении.

ЛИТЕРАТУРА: 1, гл. 10, с. 231-248.

#### Вопросы для самопроверки

1. Что такое популяция и чистая линия?
2. Какие популяции знаете?
3. Из чего складывается структура популяции?
4. Что понимают под частотой фенотипа?
5. Что понимают под частотой генотипа?
6. Что является основным параметром популяции?
7. Какие факторы влияют на структуру популяции?
8. Что мы понимаем под инбридингом и как он оказывает влияние на структуру популяции?

#### **4.13. Инбридинг, инбредная депрессия и гетерозис**

Понятие об инбридинге и инбредной депрессии, их биологические особенности и генетические основы. Способы ослабления инбредной депрессии. Влияние инбридинга на генетическую структуру популяции. Использование инбридинга в животноводстве при выведении инбредной линии. Генетическая сущность коэффициента инбридинга и коэффициента генетического сходства. Методы оценки степени инбридинга. Гетерозис, его биологические особенности и генетические причины. Гипотезы, объясняющие эффект гетерозиса. Возникновение гетерозиса при разных типах скрещивания: межвидовом, межпородном, межлинейном. Истинный и гипотетический

гетерозис. Ослабление эффекта гетерозиса в поколениях. Перспективы закрепления гетерозиса. Роль явления гетерозиса в практике различных отраслей животноводства.

ЛИТЕРАТУРА: 1, гл. 11, с. 249-266.

#### Вопросы для самопроверки

1. Что такое инбридинг? Как можно установить, что был использован этот метод разведения?
2. Какие существуют методы определения инбридинга?
3. С какой целью используется инбридинг в практике животноводства?
4. Что такое инбредная депрессия?
5. Что такое гетерозис и каковы его биологические особенности?
6. Какие существуют теории гетерозиса?
7. Какова роль гетерозиса в практике животноводства?

#### **4.14. Генетика иммунитета, аномалий и болезней**

Понятие об иммунитете и иммунной системе организма. Неспецифические факторы защиты. Специфический иммунитет. Клеточная и гуморальная системы иммунитета. Роль В- и Т- лимфоцитов. Генетический контроль иммунного ответа. Теория иммунитета. Учение об уродствах и врожденных аномалиях. Понятие о генетических, наследственно-средовых и экзогенных аномалиях. Определение типа наследования аномалий. Распространение генетических аномалий в популяциях животных разных видов и их профилактика. Генетическая устойчивость и восприимчивость к заболеваниям: к бактериальным, протозойным, к гельминтам, к вирусным инфекциям. Роль наследственности в проявлении незаразных болезней. Моногенный и полигенный характер устойчивости. Влияние факторов среды на проявление устойчивости к заболеваниям. Методы и мероприятия по повышению устойчивости животных к заболеваниям. Примеры успешной селекции в этом направлении.

ЛИТЕРАТУРА: 1, гл. 12, с. 267-327;

#### Вопросы для самопроверки

1. Что такое иммунитет и иммунная система организма?

2. Какие неспецифические факторы защиты знаете?
3. Какие специфические факторы защиты знаете?
4. Что такое антитела, какова их роль, какие клетки их вырабатывают?
5. Какие методы селекции существуют по созданию наследственно устойчивых к заболеваниям животных?
6. Что такое резистентность и восприимчивость?
7. Какие существуют классификации аномалий?
8. Какие аномалии называются аутосомно-доминантные, аутосомно-рецессивные, сцепленные с полом?
9. Какие аномалии встречаются у разных видов животных?
10. Какие методы выявления носителей аномалий?

#### **4.15. Иммуногенетика и генетический полиморфизм**

Иммуногенетика – наука о генетическом полиморфизме антигенного состава клеток животных. Особенности эритроцитарных антигенов животных и методы их определения. Иммуногенетический контроль за структурой популяции. Генетический полиморфизм белков и ферментов крови, молока, яиц, спермы и его использование в селекции. Генетико-математический анализ полиморфных генетических систем. Понятие о системах гистосовместимости у сельскохозяйственных животных

ЛИТЕРАТУРА: 1, гл. 13, с. 328-377;

#### Вопросы для самопроверки

1. Что такое антиген и, какие вещества относятся к антигенам? Что такое антитело?
2. Какие существуют методы определения групп крови?
3. Какие особенности наследования групп крови?
4. Для чего используют определение групп крови в практике животноводства?
5. Существует ли корреляция между группами крови и хозяйственно полезными признаками?
6. Что такое наследственный полиморфизм белков?
7. Как определяют полиморфизм белков?
8. Каков характер наследования разных типов полиморфных белков?
9. Существует ли корреляция полиморфных белков с хозяйственно полезными признаками?

10. Что такое гемолитическая болезнь новорожденных?
11. Чем обусловлена гистосовместимость?

#### **4.16 Генетика поведения**

Основы этологии сельскохозяйственных животных. Основные формы поведения животных. Влияние факторов среды и материнского организма на поведение и адаптацию организма животных. Генетические основы высшей нервной деятельности и поведения. Учение И.П.Павлова и И.М.Сеченова об условно-рефлекторной деятельности как реакции на внешние раздражения. Факторы, влияющие на поведение животных: domestикация, селекция, стабилизирующий отбор, стресс и др. Использование генетически обусловленного поведения животных в селекционной практике.

ЛИТЕРАТУРА: 1, гл.15, с.406-421.

Вопросы для самопроверки:

1. Каково значение работ И.М.Сеченова и И.П.Павлова в формировании генетики поведения?
2. Какова роль генетики и условий среды в развитии поведенческих признаков животных?
3. В чем заключается суть исследований Л.В.Крушинского по выявлению способности животных к элементарной «рассудочной» деятельности?
4. В чем заключается суть работ Д.К.Беляева по изучению поведения животных при одомашнивании?
5. Возможно ли использование генетически обусловленного поведения животных в практике селекции?

#### **4.17 Частная генетика основных видов сельскохозяйственных животных (крупного рогатого скота, свиньи, овцы, лошади, пушных зверей, кур)**

Раздел курса посвящен частной генетике основных видов сельскохозяйственных животных. Материал этот важен для конкретизации генетических знаний студентов.

Вначале рассматриваются основные селекционируемые признаки, которые зависят от вида продукции и направления продуктивности (молочная, мясная, сальная, шерстная, шубная, яичная). Современный уровень знаний

требует достаточно подробных сведений по цитогенетической характеристике каждого вида.

Основное место по каждому виду отведено изучению наследования основных качественных признаков (менделирующие признаки, группы крови и полиморфные белки, аномалии и болезни с наследственной предрасположенностью)

ЛИТЕРАТУРА: 2, гл. 18, с. 352 – 426.

#### Вопросы для самопроверки

1. Какие селекционные признаки крупного рогатого скота?
2. Каковы показатели коэффициента наследуемости основных хозяйственно полезных признаков крупного рогатого скота?
3. Какие особенности кариотипа крупного рогатого скота?
4. Какое значение имеет масть для крупного рогатого скота и как она наследуется?
5. Какое значение имеет знание наследования групп крови и полиморфных систем белков в практике скотоводства?
6. Какие аномалии и болезни известны у крупного рогатого скота и их профилактика?
7. Биологические особенности свиней?
8. Селекционные признаки свиней?
9. Особенности кариотипа свиньи, и какие наиболее часто встречающиеся хромосомные мутации у данного вида?
10. Какие качественные признаки свиней знаете и их практическое использование?
11. Биологические особенности лошадей?
12. Селекционные признаки, относительность отнесения их к основным и второстепенным?
13. Особенности кариотипа лошадей?
14. Какие закономерности наблюдаются в наследовании масти лошадей?
15. Селекционные признаки овец.
16. Особенности кариотипа овец
17. Менделирующие признаки в овцеводстве.
18. Какие закономерности установлены в наследовании формы гребня и окраски оперения кур? Связь их с хозяйственно-полезными признаками.
19. Каковы закономерности наследования окраски волосяного покрова норок?

#### 4.18. Генетика и эволюционное учение

Генетика как одна из основ эволюционного учения. Причинные факторы эволюционного процесса впервые были научно обоснованы Ч.Дарвиным (отбор, наследственность, изменчивость). После рассмотрения этих вопросов необходимо перейти к изучению проблем, связанных с развитием жизни с точки зрения генетики, происхождением и становлением жизни, эволюции ее клеточных форм.

Следует обратить внимание на то, что собственно генетическое обоснование эволюция живых организмов получила лишь в 20 годах 20 в. После создания популяционной генетики. Здесь следует отметить два открытия – закона Харди-Вайнберга, а также учения о популяциях как элементарных единицах эволюционного процесса (С.С.Четвериков, Н.В.Тимофеев-Ресовский, Ф.Г.Добжанский, С.Райт, Д.Хаксли и др.). Сложным в этой теме является вопрос о форме протекания эволюционного процесса. Реальной формой эволюционного процесса является микроэволюция основных эволюционирующих единиц – природных и искусственных популяций. Факторами, которые смещают генетическое равновесие популяций, являются мутации, отбор, миграции, инбридинг и дрейф генов. Мутации, в свою очередь, поставляют новый генный материал для процесса микроэволюции, отбор несет направляющую функцию, тогда как остальные факторы создают фонд комбинативной изменчивости для действия отбора. Современный этап такого своеобразного синтеза популяционной генетики, молекулярной биологии и эволюционного учения получил название «синтетической теории эволюции» (сокращенно СТЭ). При изучении данного раздела обратите внимание на видообразование и скорости эволюции.

ЛИТЕРАТУРА: 1, гл. 16, с. 422-436.;

#### Вопросы для самопроверки

1. Какая совокупность организмов является элементарной единицей эволюционного процесса?
2. Что такое микроэволюция и каковы ее отличия от макроэволюции?
3. Какие факторы микроэволюции знаете?
4. Как факторы микроэволюции изменяют генетическое равновесие в популяции?

5. Что такое синтетическая теория эволюции и, каково ее основное содержание?
6. Какова роль работ С.Четверикова и П.Шмальгаузена для развития современной генетики?

**Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Генетика и биометрия»**

При изучении дисциплины «Генетика и биометрия» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
Генетика [Текст] : учебник / А. В. Бакай, И. И. Кочиш, Г. Г. Скрипниченко. - М. : КолосС, 2006. - 448 с.	51 в библиотеке ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
Генетика [Текст] : учебное пособие / Е. К. Меркурьева [и др.]. - М. : Агропромиздат, 1991. - 446 с.	105 в библиотеке ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ
Генетика [Текст] : учебник / В. Л. Петухов, О. С. Короткевич [и др.]. - 2-е изд., испр. и доп. - Новосибирск : [б. и.], 2007. - 628 с.	48 в библиотеке ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ
Практикум по генетике [Текст] / С. Х. Ларцева, М. К. Муксинов ; ред.: К. С. Богданов, В. И. Орлов, М. Д. Северина. - М. : Агропромиздат, 1985. - 288 с.	257 в библиотеке ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ
Практикум по генетике [Текст] : практикум / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов. - Петрозаводск : [б. и.], 2004. - 204 с.	241 в библиотеке ФГБОУ ВО Казанская ГАВМ
Биотехнология [Текст] : учебное пособие / И. В. Тихонов [и др.] ; ред. Е. С. Воронин. - СПб. : ГИОРД, 2005. - 792 с.	22 в библиотеке Казанская ГАВМ

При изучении дисциплины необходимо пользоваться методическими указаниями, разработанными на кафедре. Перечень разработанных и изданных кафедрой методических указаний:

1. Габитов Н.А., Шайдуллов М.К. Методические разработки к курсу генетики для студентов зооинженерного и ветеринарного факультетов. Часть I. Казань – 1982.
2. Габитов Н.А., Шайдуллов М.К. Методические разработки к курсу генетики для студентов зооинженерного и ветеринарного факультетов. Часть II. Казань – 1984.
3. Габитов Н.А., Шайдуллов М.К. Методические разработки к курсу генетики для студентов зооинженерного и ветеринарного факультетов. Часть III. Казань – 1984.
4. Хаертдинов Р.А., Азимова Р.А. Задания к практическим занятиям по генетике сельскохозяйственных животных. Казань – 2001.
5. Хаертдинов Р.А., Азимова Р.А., Закирова Г.М. Методические указания и задания к практическим занятиям по генетике сельскохозяйственных животных. Казань – 2005.

## **5 Контрольные задания**

Прежде чем Вы приступите к выполнению контрольной работы, внимательно изучите учебный материал и ознакомьтесь с содержанием методических указаний.

### ***Вопросы для контрольной работы:***

1. Генетика как наука. Основные этапы ее становления. Место генетики среди биологических наук.
2. Методы генетических исследований: гибридологический, генеалогический, близнецовый, мутационный, популяционно-статистический, фенотипический, биометрический, рекомбинантный.
3. Исследования по изучению наследственности и наследственной изменчивости до открытия законов Г.Менделя. Работы Й.Кельрейтера, Т. Найта, О.Сожре, Ш.Нодена, И.Д.Чистякова, Т.Бовери, О.Гертвига. Работы Ч.Дарвина и их значение в становлении генетики.
4. Развитие генетики в нашей стране. Работы Е.А.Богданова, Н.К.Кольцова, Н.И.Вавилова, Ю.А.Филипченко, А.С.Серебровского, М.Ф.Иванова, С.Н.Давиденкова и другие.
5. Задачи генетики и ее значение.
6. Наследственность и ее виды.
7. Изменчивость и ее виды.
8. Строение клетки и роль ее органоидов в передаче наследственной информации.

9. Строение и химический состав хромосом. Гаплоидный и диплоидный набор хромосом. Понятие о геноме и кариотипе. Кариотипы некоторых видов сельскохозяйственных животных.
10. Митоз и его генетическая сущность.
11. Мейоз и его генетическая сущность.
12. Гаметогенез: оогенез и спермиогенез.
13. Оплодотворение.
14. Гибридологический метод генетического анализа, разработанный Г. Менделем, его основные принципы.
15. Законы наследования признаков, установленные Г. Менделем. Проиллюстрируйте на схемах скрещивания суть этих законов.
16. Моногибридное скрещивание и его схемы. Реципрокное, возвратное и анализирующее скрещивания, их схемы и значение.
17. Дигибридное скрещивание. Составьте схему дигибридного скрещивания и проанализируйте наследование признаков, гены которых локализованы в разных парах хромосом.
18. Основные типы доминирования. Используя конкретные примеры, составьте схемы скрещиваний и охарактеризуйте первое и второе поколения при разных типах доминирования.
19. Основные типы взаимодействия неаллельных генов. Используя конкретные примеры, составьте схемы скрещиваний и охарактеризуйте первое и второе поколение при разных типах взаимодействия неаллельных генов.
20. Летальные гены и их действие. Назовите признаки определяемые летальными генами у разных видов сельскохозяйственных животных и покажите на схемах скрещиваний особенности их наследования.
21. Наследственность и среда.
22. Понятие о сцеплении генов. Полное и неполное сцепление генов. Причина неполного сцепления генов.
23. Кроссинговер как причина нарушения сцепления между признаками. Кроссоверные и некрссоверные гаметы. Составьте схему кроссинговера, объясняющую причину нарушения сцепления генов.
24. Анализирующее скрещивание, позволяющее установить тип наследования (независимое или сцепленное) и определить расстояние между генами. Привести подтверждающие примеры.
25. Изложите сущность хромосомной теории наследственности Т. Г. Моргана, ее основные положения.

Таблица 2 - Номера вопросов контрольной работы

Предпоследняя цифра учебного шифра	Последняя цифра учебного шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	20,39,51, 83,101, 117	23,36,54, 81,115, 117	21,38,52, 71,106, 117	17,33,57, 79,105, 117	29,50,61, 64,95, 117	24,42,45, 76,115, 117	3,18,27, 70,108, 117	11,34,60, 66,112, 117	3,10,58, 96,111, 117	10,39,50, 67,114, 117
1	22,37,53, 82,97, 117	24,35,55, 106,114, 117	18,32,58, 66,106, 117	4,28,49, 63,94, 117	1,23,39, 93,114, 117	17,26,44, 99,107, 117	10,33,58, 72,89, 117	2,43,57, 95,10, 117	9,47,53, 66,100, 117	19,30,58, 85,107, 117
2	16,34,56, 76,100, 117	19,31,59, 65,104, 117	2,27,48, 62,100, 117	5,22,37, 75,113, 117	16,35,42, 91,106, 117	9,30,49, 71,88, 117	1,15,60, 95,116, 117	8,38,46, 65,99, 117	8,18,57, 98,106, 117	8,27,49, 62,80, 117
3	30,50,69, 103,113, 117	6,26,47, 78,112, 117	9,21,36, 110,112, 117	15,24,61, 105,112, 117	8,33,51, 65,87, 117	7,20,61, 86,115, 117	7,45,54, 64,98, 117	17,32,56, 74,105, 117	7,26,47, 79,114, 117	10,34,48, 73,84, 117
4	7,25,46, 77,116, 117	10,20,35, 74,92, 117	14,27,30, 68,104, 117	7,31,56, 64,97, 117	4,26,60, 65,107, 117	6,36,44, 63,103, 117	16,37,55, 83,104, 117	6,25,45, 89,113, 117	33,40,50, 72,96, 117	20,40,52, 90,109, 117
5	8,19,28, 78,109, 117	13,32,38, 68,91,117	6,12,53, 63,99,117	5,43,60, 62,112, 117	15,33,54, 92,115, 117	5,24,52, 76,111, 117	12,32,45, 71,95, 117	11,25,39, 87,108, 117	9,24,45, 69,107, 117	1,43,59, 85,109, 117
6	12,34,46, 69,99, 117	5,11,55, 62,98, 117	29,31,58, 84,104, 117	4,40,48, 77,91, 117	14,34,53, 71,103, 117	14,28,38, 78,110, 117	31,44,51, 83,106, 117	9,27,38, 68,85, 117	23,44,59, 89,112, 117	15,21,49, 91,113, 117
7	4,13,59, 97,103, 117	32,41,57, 83,108, 117	3,42,57, 92,103, 117	13,46,52,7 6,87, 117	18,22,39, 98,109, 117	10,30,46, 64,94, 117	28,37,61, 67,90, 117	25,43,56, 85,111, 117	14,22,48, 90,112, 117	22,28,52, 80,105, 117
8	29,35,56, 82,107, 117	2,41,49, 93,102, 117	12,17,51, 69,102, 117	13,21,61, 108,112, 1117	29,37,47, 63,82, 117	2,19,36, 66,98, 117	15,22,42, 75,88, 117	13,23,47, 86,104, 117	4,26,51, 70,79, 117	18,41,54, 78,104, 117
9	1,23,40, 62,105, 117	11,35,50, 68,101, 117	20,43,59, 89,116, 117	28,44,48, 81,115, 117	1,35,55, 74,96, 117	11,21,41, 101,110, 117	12,26,46, 69,103, 117	3,16,50, 76,112, 117	17,31,53, 77,93, 117	19,40,55, 81,106, 117

26. Хромосомное определение пола у млекопитающих, птиц и насекомых (пчел). Половые хромосомы и аутосомы. Гомогаметный и гетерогаметный пол. Покажите на схемах скрещиваний определение и наследование пола у основных видов сельскохозяйственных животных.
27. Какие признаки называются сцепленными с полом? С помощью схемы скрещивания проанализируйте особенности наследования признаков, сцепленных с полом у млекопитающих и птиц.
28. Балансовая теория определения пола. Биологическое значение соотношения числа половых хромосом и аутосом.
29. Бисексуальность организмов. Гинандроморфизм, гермафродитизм и фримартинизм.
30. Соотношение полов и возможность его искусственного регулирования у сельскохозяйственных животных. Значение этой проблемы для практики животноводства.
31. Партеногенез, гиногенез и андрогенез. Их сущность, распространение и практическое использование.
32. Структура ДНК по Уотсону и Крику. Видовая специфичность ДНК, ее содержание в геномах разных видов. Репликация ДНК.
33. Структура, основные типы РНК, их роль в синтезе белков. Передача наследственной информации в системе ДНК – РНК – белок. Обратная транскрипция.
34. Генетический код, его сущность и основные свойства кода (коллинеарность, триплетность, неперекрываемость, вырожденность, универсальность).
35. Ген как элементарная единица наследственности, мутации и рекомбинации. Строение, функции и свойства гена.
36. Строение генетического материала у прокариот (бактерий, вирусов, фагов, плазмид).
37. Обмен генетическим материалом у прокариот (трансформация, трансдукция и конъюгация).
38. Этапы синтеза белка. Трансляция.
39. Регуляция активности генов. Теория Ф.Жакоб и Ж.Моно о регуляции синтеза иРНК и белков.
40. Понятие о биотехнологии и генетической инженерии.
41. Онтогенез как процесс реализации генотипа.
42. Критические периоды онтогенеза. Влияние физиологически активных соединений (индукторов, гормонов) на развитие организмов. Дифференциальная активность генов и роль цитоплазмы в ее регуляции. Фенокопии и морфозы.

43. Генетические основы воспроизведения. Влияние кариотипических аномалий на воспроизведение.
44. Мутационная изменчивость как одна из форм наследственной изменчивости. Роль Г.де Фриза и отечественных ученых в создании и развитии теории мутаций.
45. Генные, хромосомные и геномные мутации. Их характеристика. Примеры мутаций, имеющих значение для сельского хозяйства.
46. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Мутагенные факторы.
47. Проблемы экологической генетики. Генетические последствия загрязнения окружающей среды.
48. Генетические основы наследования количественных признаков. Полимерное и полигенное наследование. Влияние среды на формирование количественных признаков.
49. Коэффициенты наследуемости и повторяемости. Их значение, методы их вычисления и использование в селекции животных. Факторы, влияющие на величину коэффициента наследуемости.
50. Популяции и чистые линии. Работы В.Иогансена по выяснению эффективности отбора в популяциях и чистых линиях.
51. Генетическая структура популяции по концентрации генов и частоте генотипов. Закон Харди-Вайнберга, формула этого закона и использование ее для характеристики структуры панмиктической популяции.
52. Факторы, влияющие на структуру популяции по частоте генотипов (отбор, скрещивание, миграция, мутации, инбридинг).
53. Формы отбора (направленный, стабилизирующий, дестабилизирующий, дизруптивный) и их характеристика.
54. Генетическая сущность инбридинга и его значение для селекции. Влияние инбридинга на генетическую структуру популяции.
55. Гетерозис и его биологическая сущность. Основные гипотезы, объясняющие эффект гетерозиса.
56. Иммуитет и его генетическая основа. Неспецифические и специфические факторы иммунитета.
57. Основные типы аномалий и наследственных заболеваний животных, их генетическая обусловленность и наследование.
58. Значение наследственной устойчивости сельскохозяйственных животных и возможности селекции на повышение резистентности (прямая и непрямая селекции).

59. Группы крови сельскохозяйственных животных, их генетическая обусловленность и наследование. Использование групп крови в селекции животных.
60. Биохимический полиморфизм белков и его генетическая природа. Методы определения полиморфизма белков. Использование полиморфизма белков в селекции животных.
61. Роль генотипа и условий среды в формировании поведенческих признаков у животных. Использование генетически обусловленного поведения животных в практической селекции.
62. Охарактеризуйте один из видов сельскохозяйственных животных (крупный рогатый скот, лошади, овцы, свиньи, птица) по следующему плану: биологические особенности вида, селекционные признаки, кариотипы, менделирующие признаки (масти, группы крови, аномалии, болезни).
63. Популяция как элементарная единица эволюционного процесса. Значение работ С.С.Четверикова и И.И.Шмальгаузена для развития современной теории эволюции.
64. У собак черная окраска шерсти (ген «В») доминирует над коричневой (ген «в»). Черная самка несколько раз была спарена с одним и тем же черным самцом и принесла во всех пометах 18 черных и 5 коричневых щенков. Определите генотипы родителей, составьте схему скрещивания и подсчитайте, сколько черных щенков, из числа родившихся могут быть гомозиготными и сколько гетерозиготными. Какому правилу Менделя соответствует полученный результат скрещивания.
65. Желтая морская свинка при скрещивании с белой всегда дает кремовое потомство. При скрещивании кремовых свинок между собой наблюдается расщепление потомства: 1 желтая: 2 кремовых: 1 белая. Какой характер наследования окраски шерсти морских свинок? Составьте схемы скрещиваний в соответствии с условием задачи.
66. У собак черная окраска шерсти (ген «В») доминирует над коричневой (ген «в»). Четыре самки были спарены с одним и тем же черным самцом. Самка №1, коричневая, оценилась несколькими щенками, один из которых был коричневый. В помете самки №2 (коричневой) один щенок был черный. У самки №3 (черной) один щенок был коричневый. Самка №4 (черная) принесла всех черных щенков. Составьте схемы скрещиваний и определите генотипы самца, всех четырех самок и возможные генотипы потомков.
67. У морских свинок черная окраска шерсти (ген «А») доминирует над белой (ген «а»). При спаривании черного самца с черной самкой в

- нескольких пометах получено 20 потомков, из которых 6 было белых, а остальные черные. Определите генотип каждого родителя. Составьте схемы скрещиваний, с помощью которых можно было бы выяснить генотипы черных особей.
68. У собак жесткая шерсть доминантна, мягкая – рецессивна. От жесткошерстных родителей получен жесткошерстный щенок. Может ли этот щенок получить от родителей ген мягкошерстности? С кем его надо скрестить, чтобы выяснить имеет ли он в генотипе ген мягкошерстности? Изобразите схемы скрещиваний.
69. У кроликов шерсть нормальной длины (ген «L») доминирует над короткой (ген «l»). У короткошерстной крольчихи родилось 5 крольчат: 3 короткошерстных и 2 с нормальной шерстью. Составьте схему скрещивания. Определите генотипы и фенотипы отца, матери и потомков.
70. При скрещивании длинноухих овец (генотип «AA») с безухими (генотип «aa») получается потомство с короткой ушной раковиной. Как называется такой тип наследования? Какой генотип у потомков? Какое потомство получится при скрещивании короткоухих маток с такими же баранами? Безухих овец с короткоухими баранами? Составьте схемы скрещиваний и сделайте их анализ.
71. У андалузских кур черная окраска оперения (ген «В») доминирует над белой (ген «в»). Гетерозиготная птица имеет голубое оперение. Какое потомство даст голубая курица при спаривании с белым, голубым и черным петухами? Почему голубые андалузские куры при разведении «в себе» не дают однообразного потомства. Какие генотипы у черной и белой птицы?
72. У крупного рогатого скота шортгорнской породы красная масть (ген «R») доминирует над белой (ген «r»). Гетерозиготные животные имеют чалую масть. В Шотландии одна шортгорнская корова принесла за один отел 5 телят, в том числе одного бычка красной масти, двух телок чалой и двух телок белой масти. Можете ли вы определить масть и генотип быка и коровы, от которых родились эти телята?
73. При скрещивании между собой хохлатых уток (хохолок на голове) утята выводятся только из  $\frac{3}{4}$  яиц, а  $\frac{1}{4}$  эмбрионов гибнет перед вылуплением. Среди вылупившихся утят около  $\frac{2}{3}$  имеют хохолок, а  $\frac{1}{3}$  без хохолка. Как наследуется признак наличия хохолка у уток? Какой генотип у погибшей части утят? Составьте схему скрещивания.
74. У норок ген «F» определяет серебристо-соболиную окраску – «бос», но обладает летальным действием. Его рецессивный аллель «f»

- обуславливает стандартную коричневую окраску. Все взрослые особи «бос» гетерозиготны. Какое потомство получится при спаривании гетерозигот между собой. Как избежать отхода молодняка?
75. На ферме все утки и селезни имеют хохолок на голове. Ген хохлатости обладает летальным действием - эмбрионы гибнут перед вылуплением из яйца. В инкубатор было заложено 2400 яиц, полученных в этом стаде. Составьте схему скрещивания и определите, какими могут быть генетически обусловленные потери? Какое количество из полученных утят будут иметь хохолок? Какую схему скрещивания можно предложить, чтобы избежать отхода?
76. Признак укорочения ног у кур (ген «С») доминирует над длинноногостью (ген «с»). У гомозиготных по гену коротконогости цыплят клюв настолько мал, что они не могут пробить яичную скорлупу и гибнут, не вылупившись из яиц. В хозяйстве, разводящем только коротконогих кур, получено 3000 цыплят. Сколько среди них коротконогих? Длинноногих? Сколько цыплят недополучили? Напишите схемы скрещиваний.
77. У каракульских овец серый цвет шерстного покрова (ген «W») доминирует над черным (ген «w»). От скрещивания серых овец с черными баранами получено половина серых и половина черных ягнят. Напишите генотипы родителей и потомства. Составьте схему скрещивания и выясните, какое получится соотношение по генотипу и фенотипу среди потомков при скрещивании серых овец с серыми баранами? Почему в практике разведения каракульских овец серой окраски не встречаются серые овцы, дающие при скрещивании с черными баранами всех серых ягнят? Почему при скрещивании серых овец между собой 25% потомства получается черным? Напишите схемы скрещиваний.
78. У крупного рогатого скота ген «D» (декстер) определяет укороченность головы и ног, но обуславливает улучшение мясных качеств, но обладает летальным действием. Каким будет расщепление при спаривании между собой двух гетерозиготных животных; гетерозиготных с рецессивным гомозиготным? Напишите схемы скрещиваний.
79. У мышей доминантный ген желтой окраски «Y» обладает летальным действием. Его рецессивный аллель «y» - черную окраску. Каков генотип взрослых желтых мышей? Какое будет расщепление при спаривании их между собой; при спаривании с черными? Напишите схемы скрещиваний.

80. У крупного рогатого скота комолость (ген «К») доминирует над рогатостью (ген «k»), а красная масть (ген «А») – над белой (ген «а»). У шортгорнов гетерозиготные (Аа) животные имеют чалую масть. Какие соотношения генотипов и фенотипов получатся при следующих спариваниях: аа Кк х Аакк; АаКК х АаКк; ААКк х аакк. Каковы фенотипы родительских особей? Какие фенотипы получатся среди потомков?.
81. У кур оперенные ноги (ген «О») доминирует над голыми (ген «о»), а гороховидный гребень (ген «Р») – над простым (ген «р»). Петух с оперенными ногами и гороховидным гребнем, спаренный с голоногой курицей тоже с гороховидным гребнем, дал потомство с оперенными ногами. Большинство потомков имело гороховидный гребень, но встречались цыплята и с простым гребнем. Определите генотипы родителей и потомков, фенотипы потомков. Составьте схему скрещивания.
82. У собак черная окраска шерсти (ген «В») доминирует над коричневой (ген «в»), а висячее ухо (ген «Н») – над стоячим (ген «h»). Гомозиготная черная самка с висячими ушами спарена с коричневым самцом со стоячими ушами. Какие генотипы и фенотипы потомства первого и второго поколений. Нарисуйте схемы скрещиваний.
83. Комолость (ген «К») у крупного рогатого скота доминирует над рогатостью (ген «k»), красная масть (ген «А») – над белой (ген «а»). Гетерозиготы (Аа) имеют чалую масть. Комолый чалый бык был спарен с рогатой белой коровой. От этого спаривания получена рогатая чалая телка. Каковы генотипы родителей и рогатой чалой телки? Какое потомство можно ожидать при повторном спаривании этих родителей. Установите это, составив схему скрещиваний. Какое получится потомство при возвратном спаривании рогатой чалой телки с ее отцом.
84. У свиней белая щетина (ген «W») доминирует над черной (ген «w»), а наличие сережек (ген «С») – над их отсутствием (ген «с»). Определите генотип белого хряка с сережками, если от спаривания его с черными без сережек свиноматками получено 50% белых поросят с сережками и 50% черных поросят с сережками. Нарисуйте схему скрещивания.
85. У собак черная окраска шерсти (ген «В») доминирует над коричневой (ген «в»), а короткошерстность (ген «К») – над длинношерстностью (ген «к»). Коричневая длинношерстная самка была спарена с гомозиготным черным короткошерстным самцом. Составьте схемы скрещиваний и выясните фенотипы и генотипы потомков первого и второго поколений

- (второе поколение получают путем скрещивания особей первого поколения между собой).
86. У морских свинок черная окраска шерсти (ген «В») доминирует над белой (ген «в»), а короткая шерсть (ген «К») – над длинной («к»). Гомозиготные черный длинношерстные животные были спарены с гомозиготными короткошерстными белыми. Определите генотипы и фенотипы потомков первого и второго поколений.
87. У свиней черная масть (ген «В») доминирует над рыжей («в»), прямой профиль головы (ген «К») – над курносый («к»). От черного с прямой головой хряка и такой свиноматки за два опороса получено 20 поросят, в том числе 7 черных прямоголовых, 4 черных курносых, 6 рыжих прямоголовых и 3 рыжих с курносый профилем. Составьте схему скрещивания и определите генотипы родителей и потомков.
88. В хозяйство, занимающееся разведением мясного скота, было завезено 50 телок и один бык. Все животные были черными и комолыми, т.е. по фенотипу они были сходны с абердин-ангусами. Точных сведений об их происхождении не было. Среди полученных от этих животных 50 телят: 28 были черными комолыми, 10 красными комолыми, 8 черными рогатыми и 4 теленка – красными рогатыми. Какие признаки являются доминантными, а какие рецессивными? Каков генотип завезенных животных. Каково теоретически ожидаемое расщепление в их потомстве?
89. У кур гороховидный гребень контролируется геном «Р», розовидный – геном «R», а простой (листовидный) гребень будет при генотипе рргг. Какие гребни будет иметь потомство, полученное от следующих скрещиваний:  
 $RrPp \times RrPp$ ;  $RrPp \times Rrpp$ ;  $RRPp \times rrPp$ ? С каким типом взаимодействия генов мы имеем дело. Какие генотипы будут у потомков.
90. У лошадей ген «С», контролирующей серую масть, эпистатичен по отношению к гену вороной масти «В». Их рецессивные аллели в гомозиготном состоянии обуславливают рыжую масть (ссвв). Каким будет соотношение фенотипов во втором поколении при спаривании вороных лошадей с серыми. Второе поколение получено от спаривания животных первого поколения между собой.
91. У лошадей серая масть (ген «С») доминирует над рыжей (ген «с»), вороной (ген «В») – над рыжей (ген «в»). Ген «С» эпистатичен по отношению к гену «В». При скрещивании серого жеребца с серой кобылой получен рыжий жеребенок. Каковы генотипы родителей? Какое потомство можно ожидать при повторении этих спариваний? Изобразите в виде схемы.

92. При скрещивании кур, имеющих гребень розовидной формы, с петухами, гребень которых гороховидный, получено 9 потомков с ореховидным гребнем, 13 розовидным, 11 с гороховидным и 10 с простой (листовидной формой). Розовидная форма гребня у кур контролируется геном «R», гороховидная – геном «P». Ореховидная форма появится при сочетании обоих гена «R и P» в гомо- или гетерозиготном состояниях. Листовидная форма гребня встречается у дирецессивов. Определите генотипы родителей и потомков.
93. У кур розовидная форма гребня контролируется геном «R», гороховидная «P», листовидная их рецессивными аллелями «r» и «p». При скрещивании кур, имеющих ореховидный гребень с петухами, имеющими листовидный гребень, были получены следующие результаты: 50% потомков имели ореховидную форму гребня и 50% - розовидную. Определите генотипы родителей и потомков, составьте схему скрещивания.
94. Скрещиваются между собой алеутские (aaPP) и серебристо-голубые норки (AApp). Сочетание генов A и P дает коричневую окраску. При сочетании рецессивных генов получается сапфировая окраска. Составьте схемы скрещиваний для получения первого и второго поколений. Какое соотношение коричневых, алеутских, серебристо-голубых и сапфировых норк будет во втором поколении?
95. Скрещиваются между собой норки рояль-пастель, т.е. светло-коричневых (QQbb) и зеленоглазая пастель, т.е. светло-коричневых с песочным оттенком (qqBB). Какое соотношение будут составлять коричневые (Q...V...), зеленоглазая пастель (qqV...), рояль-пастель (Q...bb) и американский топаз (qqbb) во втором поколении? Составьте схемы скрещиваний получения первого и второго поколений.
96. У собак породы доберман –пинчер ген «B» определяет черную окраску шерсти, а «b» - коричневую (кофейную). Другой ген «D» усиливает интенсивность окраски, а «d» - ослабитель. При спаривании кофейного добермана ввDD с голубым BBdd в первом поколении рождаются черные потомки, а во втором поколении появляются черные, кофейный, голубые и рыжие. Напишите схемы скрещивания и определите какие генотипы соответствует полученным фенотипам.
97. У кроликов карликовость обусловлена доминантным геном «D». Нормальный рост – аллелем «d», черный волос- геном «B», волос типа агути (серые) с широкой полосой – «b». Целью установления типа наследования (сцепленного или независимого) генов D и B было осуществлено анализирующее скрещивание кроликов с генотипами

- DdBb и ddbb. Среди потомков наблюдалось следующее расщепление потомства: крольчат черных карликовых – 25; с волосом типа агути нормального размера – 29; черных нормального размера – 145 и с волосом типа агути карликовых – 147. Нарисовать схему анализирующего скрещивания и определить, наследуются ли гены сцеплено или независимо? Как располагаются гены в хромосомах у дигетерозиготного родителя? Если гены сцеплены, то, какое расстояние между ними?.
98. У кур позднее оперение (ген «S») сцеплено с полом и доминирует над ранним оперением (ген «s»). Определите генотипы и фенотипы петушков и курочек, полученных от спаривания следующих кур с гомозиготными петухами: а) поздняя курица х ранний петух; в) ранняя курица х поздний петух. Напишите схемы скрещиваний
99. У кошек гены, определяющие окраску шерсти, сцеплены с полом. Рыжая окраска (ген «В») доминирует над черной (ген «в»), а у гетерозигот (Вв) формируется пестрая («черепаховая») окраска. Каким будет потомство, полученное от спаривания черного кота с черепаховой кошкой? С рыжей кошкой? Напишите схемы скрещиваний.
100. У кур гены, контролирующие окраску оперения, локализованы в Z – хромосоме. У кур породы плимутрок серая окраска оперения (ген «В») доминирует над черным («в»). Определите: а) фенотип первого поколения (отдельно для петушков и курочек), если серая курица спарена с черным петухом; в) Расщепление по окраске оперения в первом поколении у курочек и петушков, если серый петух, у матери которого было черное оперение, спарен с черной курицей. Напишите схемы скрещивания.
101. У однодневных цыплят породы плимутрок ген серой окраски оперенья «В» проявляется в виде белого пятна на голове. Оперившись, такие цыплята становятся серыми. При определенных типах спаривания этот сцепленный с полом признак служит «метчиком» (маркером) пола. Определите, при каком типе спаривания можно по метке на голове определить пол цыплят: А.) Куры серые спарены с черным петухом; В.) Куры черные спарены с серым петухом.
102. У кошек гены, определяющие окраску шерсти, сцеплены с полом. Ген «В» контролирует рыжую окраску, ген «в» - черную. У гетерозигот формируется пестрая масть. Черная кошка принесла четырех котят, один из которых имеет пеструю масть, а три – черную. Какую окраску шерсти имеет отец этих котят? Какого пола черные котята?

103. У кроликов окраска волосяного покрова «шиншилла» (ген «с<sup>ch</sup>») доминирует над альбинизмом (ген «с<sup>a</sup>»). Гетерозиготы с<sup>ch</sup> с<sup>a</sup> имеют светло-серую окраску. На кролиководческой ферме среди молодняка кроликов шиншилла произошло выщепление альбиносов. Из 5400 крольчат 17 оказались альбиносами. Пользуясь формулой закона Харди-Вайнберга, выясните, сколько было получено гомозиготных крольчат шиншилла.
104. В свободно размножающейся популяции доля особей «AA» равна 0,81. Какая часть должна быть гетерозиготной «Aa»? Вычислите это, используя формулу Харди-Вайнберга.
105. Изучая распространение безухости в популяции каракульских овец, Б.Н. Васин установил по гену безухости следующее соотношение генотипов: 729AA+111Aa+4aa. Соответствует ли это соотношению теоретически ожидаемому, рассчитанному по формуле Харди-Вайнберга?
106. Какова концентрация доминантного гена «R» (при условии применимости закона Харди-Вайнберга), если гомозиготы по рецессивному гену «r» составляют такой процент от всей популяции: 49, 36, 25, 4? Определите генетическую структуру этих популяций.
107. У крупного рогатого скота гидроцефалия (водянка головного мозга) приводит к смерти телят на 2-3 день жизни. Заболевание обусловлено действием аутосомного рецессивного гена. На одной ферме из 600 родившихся телят 3 погибли от гидроцефалии. Пользуясь формулой Харди-Вайнберга, определите количество телят-носителей гена данного заболевания.
108. У крупного рогатого скота сплошная окраска (ген «C») доминирует над пестрой (ген «c»). В популяции беспородного скота, насчитывающей 940 голов, 705 животных имели черно-пеструю масть и 235 – сплошную черную. Пользуясь формулой Харди-Вайнберга, определите частоту фенотипов и концентрацию генов «C» и «c».
109. У крупного рогатого скота черная масть (ген «A») доминирует над красной (ген «a»). В популяции ярославского скота, состоящей из 850 животных, 799 имели черную масть и 51 – красную. Определите частоту фенотипов, концентрацию генов «A» и «a» и структуру популяции по генотипам.
110. У крупного рогатого скота шортгорнской породы было установлено следующее расщепление по масти: 4169 красных, 3780 чалых и 756 белых особей. Красная масть обусловлена геном «R», белая – геном «r». У гетерозигот формируется чалая масть. Определите концентрацию

- генов «R» и «r» и теоретически ожидаемое, рассчитанное по формуле Харди-Вайнберга, соотношение генотипов.
111. Амилаза – фермент, расщепляющий крахмал. У крупного рогатого скота чаще всего встречается два типа этого фермента: В и С, которые контролируются двумя кодоминантными генами «A<sup>b</sup><sub>m</sub>» и «A<sup>c</sup><sub>m</sub>». В стаде крупного рогатого скота было установлено следующее распределение этого фермента по типам: 58 особей типа ВВ, 216 – ВС и 186 – СС. Определите частоту фенотипов и концентрацию аллелей A<sup>b</sup><sub>m</sub> и A<sup>c</sup><sub>m</sub>.
  112. Цепочка аминокислот участка рибонуклеазы имеет следующее строение: лизин – глутамин – треонин – аланин – аланин – аланин – лизин... Какова последовательность азотистых оснований участки гена, соответствующего этому участку белка?
  113. Какой последовательностью азотистых оснований молекулы ДНК кодируется участок белковой молекулы, если известно, что он имеет следующее строение: пролин – лейцин – валин – аргинин – пролин – аргинин?
  114. Определите порядок следования друг за другом аминокислот в участке молекулы белка, если он кодируется такой последовательностью азотистых оснований участка молекулы ДНК: ТГАТГЦГТТТАТГЦГЦ ... Как изменится ответ, если из молекулы ДНК удалить девятое и двенадцатое азотистые основания?
  115. Какая последовательность аминокислот кодируется такой последовательностью азотистых оснований участка молекулы ДНК: ЦЦТАГТГТГААЦЦАГ ... и какой станет последовательность аминокислот, если между шестым и седьмым основаниями вставить Тимин?
  116. Участок гена имеет следующее строение ЦГГЦГЦТЦААААТЦГ ... Определите последовательность аминокислот участка белковой молекулы, информация о которой содержится в данном гене. Как отразится на строении белка удаление из гена четвертого азотистого основания?
  117. Выпишите и дайте объяснение всем терминам, встретившимся вам при выполнении работы.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1 Общие методические рекомендации по изучению дисциплины «Генетика и биометрия».....	4
2 Трудоемкость, структура и содержание дисциплины.....	5
3 Оценочные средства для текущего контроля знаний и промежуточной аттестации студентов.....	17
4 Методические указания к изучению содержания тем и разделов курса.....	64
4.1. Введение.....	64
4.2. Цитологические основы наследственности.....	65
4.3. Закономерности наследования признаков при половом размножении.....	73
4.4. Хромосомная теория наследственности.....	80
4.5. Генетика пола.....	83
4.6. Молекулярные основы наследственности.....	86
4.7. Биотехнология и генетическая инженерия.....	91
4.8. Генетические основы онтогенеза.....	91
4.9. Мутационная изменчивость.....	92
4.10. Биометрия.....	93
4.12. Генетика популяции.....	103
4.13. Инбридинг, инбредная депрессия и гетерозис.....	105
4.14. Генетика иммунитета, аномалий и болезней.....	106
4.15. Иммуногенетика и генетический полиморфизм.....	107
4.16. Генетика поведения.....	108
4.17. Частная генетика основных видов сельскохозяйственных животных (крупного рогатого скота, свиньи, овцы, лошади, пушных зверей, кур).....	108
4.18. Генетика и эволюционное учение.....	110
5 Контрольные задания.....	112

Заказ . Подписано в печать  
Формат 60 x 84/16. Бумага офсетная.  
Печать – ризография. Тираж 200 экз.