

Министерство сельского хозяйства РФ

ФГОУ ВПО «Брянская государственная
сельскохозяйственная академия»

ГЕНЕТИКА

Методические указания
по изучению дисциплины и задания
для контрольной работы

СТУДЕНТАМ-ЗАОЧНИКАМ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ:
110401 «ЗООТЕХНИЯ» И 110201 «ВЕТЕРИНАРИЯ»

Издание второе

БРЯНСК 2012

УДК 636.082.12
ББК 28.64:45.2
О 34

Овсеенко Е.В. Методические указания по изучению дисциплины «Генетика». / Е.В. Овсеенко. - Брянск: Брянская ГСХА, 2012.- 50 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов для заочного отделения по специальности 110201 «Ветеринария» и 110401 «зоотехния» факультета ветеринарной медицины и биотехнологии.

Пособие содержит теоретический материал и задания для выполнения контрольной работы.

Рекомендовано к изданию решением методической комиссии факультета ветеринарной медицины и биотехнологии Брянской ГСХА, протокол № 7 от 24 апреля 2009 г.

© Брянская ГСХА, 2012

© Овсеенко Е.В., 2012

Генетика - наука о наследственности и изменчивости животных, растений, микроорганизмов. Становлению и развитию генетики способствовал целый ряд научных открытий. Важнейшими из них являются: клеточная теория М.Я. Шлейдена и Т. Шванна (1838г.); эволюционное учение Ч. Дарвина (1859г.); закономерности наследования признаков, установленные Г. Менделем (1865г.); теория мутации С.И. Коржинского (1899г.) и Г. де Фриза (1903г.); учение о популяции В. Иоганнсена (1903г.); хромосомная теория наследственности Т.Г. Моргана (1910г.); закон гомологических рядов в наследственной изменчивости, сформулированный Н.И. Вавиловым (1923г.); концепция о молекулярной основе наследственности и изменчивости организмов Н.К. Кольцова (1936г.); открытие О. Эвери (1944г.) о сосредоточении наследственной информации в молекулах ДНК; создание Д. Уотсоном и Ф. Криком модели строения ДНК (1953 г.); расшифровка Ф. Криком, М. Ниренбергом, Д. Маттеи и С. Очоа (1961-1964гг.) универсального генетического кода наследственной информации и синтеза белка в клетках организма.

Генетика как ведущая наука современной биологии является теоретической основой селекции животных и оказывает существенное влияние на научно-технический прогресс в животноводстве, ветеринарии, медицине. В результате интеграции генетики и ветеринарии возникла ветеринарная генетика.

Ветеринарная генетика - наука, изучающая наследственные аномалии и болезни с наследственным предрасположением, разрабатывающая методы диагностики, генетической профилактики и селекции животных на устойчивость к болезням.

В межсессионный период и на лабораторно-экзаменационной сессии студенты осваивают законы наследственности и изменчивости живых организмов (менделизм, хромосомная теория наследственности Моргана, генетика пола, законы популяционной генетики). В результате изучения курса будущие специалисты приобретают навыки по проведению генетического эксперимента, правильному оформлению схем моногибридного и дигибридного скрещивания, по применению популяционно-генетических закономерностей и расчётов в практике разведения сельскохозяйственных животных. На лабораторно-практических занятиях значительное место отводится биометрическим методам анализа количественных признаков животных.

Методические указания по изучению содержания тем и разделов курса

1. Виды наследственности и изменчивости

При изучении материала этой темы, прежде всего, необходимо уяснить, что наследственность и изменчивость являются важнейшими свойствами всех живых организмов.

Затем следует познакомиться с видами наследственности (ядерная- хромосомная и внеядерная — цитоплазматическая) и причинами, их обуславливающими.

Обратите внимание на то, что изменчивость может быть наследственной и ненаследственной. Их отличия в том, что в первом случае возникшие изменения передаются следующим поколениям, а во втором - не передаются. Характер изменений и причины, их вызывающие, настолько различны, что появилась необходимость в классификации явлений изменчивости.

В теме изучается современная классификация изменчивости. Согласно последней установлена комбинативная, коррелятивная, мутационная и модификационная изменчивость. Студент должен изучить суть каждого вида изменчивости, обратив особое внимание на факторы, их определяющие: при комбинативной изменчивости происходит независимое расхождение хромосом в мейозе и кроссинговер; при коррелятивной - взаимосвязь между признаками и плейотропное действие генов; при мутационной - изменения генетического материала на разных уровнях (генном, хромосомном, геномном); при модификационной (паратипической) - факторы внешней среды, в частности условия кормления и содержания сельскохозяйственных животных.

Завершить изучение темы следует выяснением значения разных видов наследственности и изменчивости в практике животноводства.

Вопросы для самопроверки

1. Какие виды наследственности Вы знаете?
2. Что такое комбинативная изменчивость и каковы причины её возникновения?
3. Какая изменчивость называется коррелятивной и каковы причины её возникновения?
4. Что такое мутационная изменчивость? Что является причиной возникновения мутаций?
5. Что следует понимать под модификационной изменчивостью?

2. Цитологические основы наследственности

Эта тема посвящена изучению материальных основ наследственности. Основное внимание здесь обращено на строение и функции тех органоидов клетки, которые играют ведущую роль в осуществлении наследственности (ядро, хромосомы, митохондрии, рибосомы).

Материальными носителями наследственной информации являются хромосомы клеточного ядра. Поэтому для каждого вида животных и растений характерны совокупность их числа, размеров и морфологии (кариотип).

В этой связи в цитогенетике установлены следующие основные правила: постоянства числа хромосом (Т. Бовери), индивидуальности хромосом (С.Г. Навашин) и парности (гомологичности) хромосом (С.Г. Навашин) (9, гл. 2, с.14 — 15).

Студенту важно запомнить числа хромосом основных видов сельскохозяйственных и промысловых животных.

В онтогенезе передача наследственной информации от одного клеточного поколения к другому осуществляется в процессе непрямого деления клеток — митоза.

Рассматривая фазы митоза, необходимо основное внимание обратить на те из них, которые обеспечивают сохранение диплоидного (идентичного материнскому) набора хромосом в дочерних клетках.

Далее в этой теме рассматриваются цитологические основы полового размножения у животных и растений (мейоз, гаметогенез, оплодотворение). Необходимо обратить внимание на то, что мейоз, в отличие от митоза, заканчивается образованием дочерних клеток с гаплоидным (одинарным) набором хромосом в результате двух последовательных делений клеток - редукционного и эквационного.

Биологическое значение мейоза заключается, с одной стороны, в уменьшении вдвое исходного числа хромосом, а с другой, - в увеличении комбинативной изменчивости в результате следующих процессов:

1. возможного обмена идентичными участками гомологичных хромосом (кроссинговер);

2. свободного перекомбинирования хромосом отцовского и материнского наборов и их независимого расхождения к полюсам в анафазе редукционного деления, ведущего к генетической неравнозначности образующихся гамет, качественно не тождественных друг другу и исходной клетке.

Генетическое значение оплодотворения заключается в том, что

после слияния женской и мужской гамет в зиготе восстанавливается, характерный для данного вида диплоидный набор хромосом. Образование зиготы и развитие из неё особи в процессе онтогенеза (индивидуального развития) являются характерными чертами полового размножения.

Вопросы для самопроверки

1. Какие органоиды клетки играют решающую роль в осуществлении наследственности?
2. Что такое гаплоидный и диплоидный наборы хромосом? Назовите диплоидные числа хромосом у основных видов сельскохозяйственных животных.
3. Что такое кариотип и каковы его особенности у разных видов животных?
4. В чём заключается генетическая сущность митоза?
5. В чём заключается генетическая сущность мейоза?
6. В результате каких процессов мейоза создаются материальные предпосылки увеличения комбинативной изменчивости?
7. Каково генетическое значение оплодотворения?
8. В чём отличия полового и бесполого размножения?

3. Закономерности наследования признаков при половом размножении

Закономерности наследования признаков при половом размножении были установлены Г. Менделем. Поэтому изучение темы следует начать с выяснения значения его работ, заключающегося в разработке метода гибридологического анализа, использования математики в биологических экспериментах, построении гипотезы наследственных факторов (в современном понимании - генов), введении буквенной символики для обозначения генов и, наконец, научной разработки правил наследования признаков, названных после их вторичного открытия (1900г) законами Менделя.

Для понимания гибридологического метода генетического анализа и закономерностей наследования признаков необходимо иметь чёткое представление о генотипе и фенотипе, аллелях и сериях аллелей, гомо- и гетерозиготности, доминировании и его типах (полное;

неполное; кодоминирование; доминирование, связанное с полом; доминирование при множественных аллелях), типах скрещиваний (реципрокное, возвратное, анализирующее, моногибридное, полигибридное). Следует иметь в виду, что использование гибридологического метода для анализа наследования признаков на любых видах животных или растений предусматривает проведение следующих скрещиваний:

1) скрещивание родительских форм (P), различающихся по одной (моногибридное скрещивание) или нескольким парам (полигибридное скрещивание) альтернативных признаков и получение гибридов первого поколения (F_1);

2) скрещивание гибридов F_1 между собой и получение гибридов второго поколения (F_2);

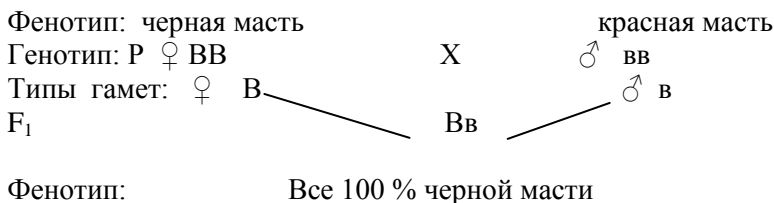
3) возвратное скрещивание гибридов F_1 с материнской и отцовской формами и получение гибридов (F_B);

4) математический анализ результатов скрещивания.

Студент должен знать формулировку законов Менделя, уяснить понятия «генотип», «фенотип», «аллельные гены» и уметь составлять схемы скрещиваний по принятой в генетике форме.

Форму схем скрещивания можно рассмотреть на примере наследования черно-пестрой и красно-пестрой масти у голштино-фризского скота. От исходных родительских пар получают несколько животных F_1 , а их спаривание приводит к получению второго поколения F_2 . Так как черная масть доминирует над красной, обозначим ген черной масти заглавной буквой «В», а ген красной масти - малой буквой «в». На схеме даётся анализ генотипов, фенотипов (в долях), типов гамет.

Схема моногибридного скрещивания



Фенотип: Все 100 % черные комолые
 Фенотип: P черная комолая X черная комолая

Генотип: P ♀ BbPp X ♂ BbPp

Типы гамет: ♀ BP Bp bP bp ♂ BP Bp bP bp

♀ \ ♂	BP	Bp	bP	bp
BP	BBPP черн. ком	BBPp черн. ком	BbPP черн. ком	BbPp черн. ком
Bp	BBPp черн. ком	BBpp черн. рогат.	BbPp черн. ком	Bbpp черн. рогат.
bP	BbPP черн. ком	BbPp черн. ком	bbPP красн. ком	bbPp красн. ком
bp	BbPp черн. ком	Bbpp черн. рогат.	bbPp красн. ком.	bbpp красн. рогат.

F₂ : Расщепление по фенотипу: 9 частей черных комолых; 3 части черных рогатых; 3 части красных комолых; 1 часть красных рогатых.

Обратите внимание на однородность фенотипа в F₁ (все животные черные комолые), на разнообразие сортов женских и мужских гамет (4 типа) и на соотношение фенотипов при расщеплении в F₂ (9:3:3:1).

Обязательным условием составления схем моногибридного и полигибридного скрещивания является правильное написание формул гамет. Гаметы несут лишь по одной хромосоме из каждой пары гомологичных хромосом, то есть по одному гену из каждой пары аллельных генов. Поэтому у гомозигот всегда образуется по одному типу гамет:

Генотипы
AA

Формулы гамет (типы гамет)
A

aa
 AABV
 aавв
 AABVCC
 ааввсс

a
 AV
 ав
 ABC
 авс

Формула для определения возможного числа типов гамет образуемых генотипом равна 2^n , где 2 - диплоидный набор хромосом, n - число пар генов гетерозиготных.

При моногибридном скрещивании у гетерозигот (Aa) число типов гамет равно $2^1 = 2^1$ (A; a).

У гетерозигот по двум парам аллелей (AaBb) разные аллели каждого гена локализованы в разных хромосомах (аллели «A» и «a» - в одной паре гомологов, аллели «B» и «b» - в другой), которые ведут себя независимо при образовании дочерних клеток в мейозе. При этом хромосома, несущая аллель «A», может отойти в дочернюю клетку как с хромосомой, несущей ген «B», так и с хромосомой, несущей аллельный ген «b». В свою очередь, хромосома с аллелью «a» может с равной вероятностью отойти в дочернюю клетку как с хромосомой, несущей аллель «B», так и с хромосомой, несущей аллель «b».

Значит у дигетерозигот (AaBb) образуется $2^2 = 4$ типа гамет (AB; Ab; aB; ab); у тригетерозигот $2^3 = 8$ типов и т.д. Аналогично устанавливается также количество возможных фенотипических, генотипических классов и число комбинаций скрещиваний во втором поколении. Например, для дигибридного скрещивания можно установить:

число типов гамет в F_1 $2^2 = 4$
 число фенотипических классов в F_2 $2^2 = 4$
 число генотипических классов в F_2 $3^2 = 9$
 число комбинаций скрещивания $4^2 = 16$

При изучении материала обратите внимание на случаи нарушений закономерных расщеплений по фенотипу, вызванных летальным действием отдельных генов, составьте и проанализируйте несколько схем скрещиваний, иллюстрирующих действие летальных генов у разных видов животных.

При изучении наследования признаков установлено, что на один и тот же признак могут оказывать влияние несколько пар неаллельных генов, вступающих во взаимодействие. Различают следующие типы взаимодействия неаллельных генов: новообразование; комплементарное взаимодействие, эпистаз и полимерия. Необходимо изучить

эти типы взаимодействия и разобраться в схемах скрещиваний.

Примеры для составления схем скрещивания и их генетического анализа можно взять в вопросах для контрольных работ, №69-97.

Вопросы для самопроверки

1. Каковы основные принципы гибридологического анализа?
2. Какое скрещивание называется моногибридным?
3. Что такое гомозиготность и гетерозиготность?
4. Что понимается под реципрокным и анализирующим скрещиванием?
5. Какие законы наследования признаков сформулировал Г. Мендель?
6. Что такое доминантность и рецессивность?
7. Какие установлены типы доминирования?
8. Какое скрещивание называется дигибридным?
9. Какие вы знаете типы взаимодействия генов?
10. Что такое летальные гены и каково их действие?

4. Хромосомная теория наследственности

Созданию хромосомной теории наследственности предшествовал целый ряд исследований, в которых было установлено, что для каждого вида характерно определенное и постоянное число хромосом (крупный рогатый скот: $2n = 60$; овца $2n = 54$ и т.д.). Количество же признаков и генов их контролирующих, значительно больше, чем число пар хромосом. Так, у дрозофилы, например, известно около 1000 генов, в то время как хромосом всего 4 пары. Это означает, что в каждой хромосоме локализован не один, а множество генов, расположенных линейно друг за другом. Они передаются все вместе (сцеплено) сначала в гамету, а затем и следующему поколению.

Гены, локализованные в одной хромосоме, образуют группу сцепления. Число групп сцепления соответствует количеству хромосом в гаплоидном их наборе. Признаки, гены которых локализованы в одной хромосоме, называются сцепленными. При сцеплении признаков независимого их комбинирования в последующих поколениях не наблюдается.

При изучении сцепления признаков (генов) используется специальная символика, рекомендованная XII Международным генетическим конгрессом в Токио (1966). Хромосомы обозначаются черточками, а локализованные на них гены, контролирующие развитие признака, - соответствующими буквенными символами.

Форма записи генотипов

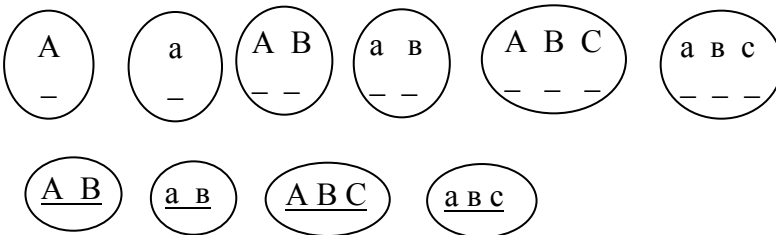
1. Гены расположены в разных хромосомах:

моногибрид	дигибрид	тригибрид
А	А В	А В С
=	= =	= = =
а	а в	а в с

2. Сцепление между генами (гены расположены в одной хромосоме):

<u>А В</u>	<u>А В С</u>	<u>А В</u> <u>С</u>
а в	а в с	а в с

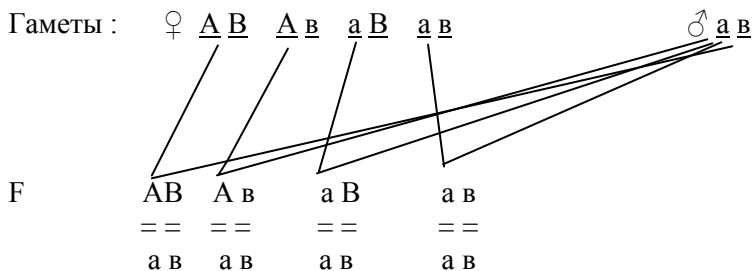
В отличие от зиготы, строение гаметы принято обозначать только одной горизонтальной чертой (хромосомой), так как в гаметогенезе произошло разъединение гомологичных хромосом, и теперь каждая гамета обладает только одной хромосомой из пары и, следовательно, одним набором генов. Формулу гамет можно окружить кружочком:



Рассмотрим различия в поведении сцепленных и независимо наследующихся генов на примере анализирующего скрещивания.

Независимое наследование генов (гены расположены в разных парах гомологических хромосом)

Генотип: P ♀ $\begin{matrix} \text{АВ} \\ == \\ \text{а в} \end{matrix}$	X ♂ $\begin{matrix} \text{а в} \\ == \\ \text{а в} \end{matrix}$
--	--

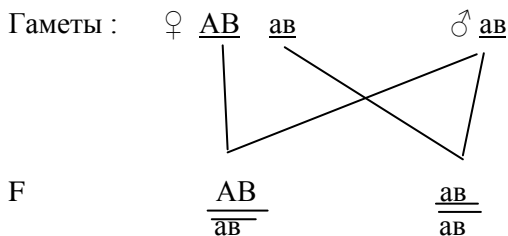


Расщепление:

$$1 : 1 : 1 : 1$$

Сцепленное наследование генов (гены расположены в одной и той же паре гомологичных хромосом)

Генотип: P ♀ $\frac{AB}{ab}$ X ♂ $\frac{ab}{aB}$



Расщепление 1 : 1

Подробно вопрос о сцепленном наследовании с соответствующими схемами скрещиваний изложен в «Практикуме по генетике» (3, с.105-107; 175-186).

Обратите внимание на то, что сцепление между признаками не всегда бывает полным. Причиной нарушения сцепления между признаками (неполное сцепление) является возможный в мейозе кроссинговер (перекрёст хромосом). Наследование признаков при нарушении сцепления показано в учебниках на схемах скрещиваний (1, с.

119, рис. 40-а; 9, с. 51, рис. 13 и 14; 3, с.180, рис. 22).

Изучая этот материал, обратите внимание на то, что частота кроссинговера зависит от расстояния между генами - чем ближе расположены гены в хромосоме, тем реже возможно нарушение их сцепления. Отсюда по частоте кроссинговера можно судить о расстоянии между генами, за единицу которого принята морганида, равная 1% кроссоверных (с нарушенным сцеплением признаков) особей. Выясните, для каких видов составлены карты хромосом.

Тема завершается рассмотрением основных положений сформулированной Т. Морганом хромосомной теории наследственности, знание которых обязательно.

Вопросы для самопроверки

1. Что означает сцепление генов? Какие признаки называются сцепленными?

2. Что такое «группа сцепления»? Какое количество групп сцепления у разных видов домашних и промысловых животных?

3. Что является причиной нарушения сцепления между признаками?

4. В каких единицах измеряется расстояние между генами в хромосоме?

5. Как определяется частота перекрёста между двумя генами, локализованными в одной хромосоме?

6. Сформулируйте основные положения хромосомной теории наследственности.

5. Генетика пола

Проблема пола в зоотехнии имеет большое значение в связи с разной продуктивностью особей мужского и женского пола.

Сначала необходимо уяснить две формы определения пола, характерные для сельскохозяйственных животных: прогамное определение (пол потомка определяется в процессе образования гамет) и сингамное определение (пол потомка, определяется в момент слияния гамет).

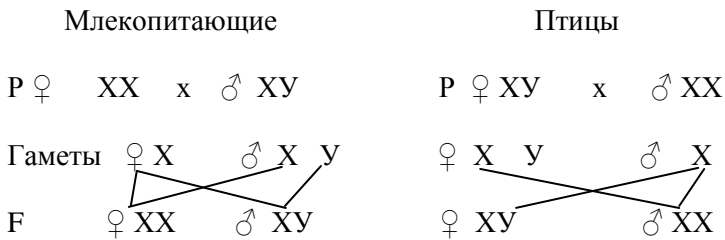
В основе равного количества самок и самцов (1:1) у высших животных лежит хромосомный механизм определения пола. При этом мужской или женский пол детерминируется сочетанием половых хромосом X и Y. Остальные хромосомы, названные аутосомами (их набор

обозначается буквой А), не влияют на развитие и формирование пола.

В хромосомном наборе самок млекопитающих содержится две гомологичные хромосомы X. В хромосомном наборе самцов имеется лишь одна X-хромосома, тогда как вторая половая хромосома -Y-хромосома — не является её гомологом и содержит другой генетический материал.

У самок млекопитающих образуется один тип гамет с гаплоидным набором аутосом и одной X — хромосомы (A+X), поэтому женский пол назван гомогаметным. У самцов формируется два типа гамет — сX-хромосомой (A+X) и с Y- хромосомой (A+Y), вследствие чего мужской пол гетерогаметен.

У птиц, тутового шелкопряда женский пол гетерогаметный, а мужской — гомогаметный. Пол организма можно также представить, как альтернативный наследственный признак, а соотношение самок и самцов — соответствующим расщеплению 1:1 (50% : 50%) при анализирующем скрещивании. Это можно проиллюстрировать на следующей схеме:



Соотношение потомков

50% : 50%	50% : 50%
1 : 1	1 : 1

Наряду с характерным для высших животных хромосомным определением пола, у ряда видов существуют и другие механизмы. Например, у дрозофилы пол особи определяется балансом генов, контролирующих формирование мужского и женского пола, которые

локализованы в X-хромосоме и в аутосомах: пол зависит от соотношения (баланса) числа X-хромосом и наборов аутосом, то есть от соотношения X : A. Эти факты объясняет балансовая теория, суть которой изложена в учебниках (1, с.136-139; 9, с. 65; 2, с.85).

Обратите внимание на признаки, сцепленные с полом; гены, контролирующие эти признаки, локализованы в негомологичных участках половых хромосомах — в основном в X-хромосоме, а Y-хромосома содержит небольшое их число.

Особенности наследования признаков, сцепленных с полом и схемы скрещиваний представлены в учебниках (2, с.77-82; 1, с.142-152).

В практике животноводства возникла необходимость преимущественного получения особей того или другого пола, что поставило перед генетикой проблему искусственного регулирования пола. Познакомьтесь с работами отечественных и зарубежных учёных, направленными на её решение.

Вопросы для самопроверки

1. Чем отличаются наборы хромосом самок и самцов у млекопитающих и птиц?
2. Какой пол называется гомогаметным, а какой гетерогаметным?
3. Какие признаки называются сцепленными с полом? Каковы особенности их наследования?
4. В чём заключается сущность балансовой теории определения пола?
5. Как можно объяснить генетическую природу бисексуальности организмов?
6. Какие исследования свидетельствуют о возможности искусственной регуляции пола?

6. Молекулярные основы наследственности

В данном разделе изучаются следующие вопросы: структура и функции нуклеиновых кислот (ДНК, РНК); генетический код и его основные свойства; строение, функции и основные свойства гена; строение функционирование генетического материала у прокариот (бактерий, вирусов, фагов, плазмид); генетическая инженерия, её методы и практическое значение.

Молекулярная генетика исследует процессы, связанные с наследственностью на молекулярном уровне. Ген — это участок молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), ответственный за формирование какого-то определённого признака. Однако ген не превращается в признак, и от гена до признака существует серия промежуточных реакций. Ген определяет лишь первичную структуру белка, т.е. последовательность расположения в нём аминокислот, от которой

и зависит его функция. Белки ферменты управляют биохимическими реакциями в организме. Для каждой реакции существует свой специфический белок-фермент. Ход биохимической реакции обуславливает проявление того или иного признака.

Таким образом, функцию гена можно представить следующей схемой:

ген → белок-фермент → биохимическая реакция → признак.

Необходимо в начале ознакомиться с экспериментами Ф. Гриффита и О. Эвери по генетической трансформации у пневмококков, в которых было доказано, что генетическая информация обусловлена дезоксирибонуклеиновой кислотой (ДНК).

Важным открытием в молекулярной генетике явилось установление Дж. Уотсоном и Ф Криком структуры молекулы ДНК в виде двойной спирали.

ДНК является полимером, состоящим из мономеров — нуклеотидов, которые различаются только одним из четырёх азотистых оснований (аденин-А, гуанин-Г, цитозин-Ц, тимин-Т). Обратите внимание на правило Чаргаффа, согласно которому нити ДНК соединяются между собой на основе взаимодополняемости (комплементарности) этих оснований (А-Т, Г-Ц). Именно этот принцип лежит в основе репликации (самоудвоения) ДНК- каждая одиночная нить как бы достраивает дочернюю комплементарную нить. У всех живых организмов основные черты строения ДНК одинаковы, а её специфичность определяется различной последовательностью азотистых оснований. После ознакомления со строением и особенностями репликации ДНК переходите к изучению строения, типов и функций РНК. Выясните при этом основные отличия РНК от ДНК. Обратите внимание на размеры молекул разных типов РНК.

После изучения этих вопросов необходимо внимательно ознакомиться с проблемой генетического кода и биосинтеза белка. В 50-60-е годы были установлены основные понятия генетического кода: нуклеотид ДНК или РНК- это «буква языка»; триплет или кодон (три нуклеотида рядом стоящие) - «слово языка» - соответствует аминокислоте, а ген (около 1000 пар азотистых оснований) «фраза», в соответствии с которой синтезируется полипептидная цепь. Генетический код состоит из 64 триплетов ($4^3=64$), кодирующих 20 аминокислот (9, с.86).

Ознакомившись с генетическим кодом синтеза белка, рассмотрите процесс синтеза полипептидной цепи из аминокислот в цитоплазме. В нём участвуют рибосомы, и-РНК, т-РНК, ферменты.

Пример. В одной из цепочек молекулы ДНК (матричная нить)

нуклеотиды чередуются следующим образом:

ДНК...ТГЦАЦГТТАЦГГ...

Выясните, какова последовательность нуклеотидов в другой (комплементарной) нити этой же молекулы ДНК. Проведите транскрипцию и трансляцию генетической информации.

Для решения задачи необходимо ознакомиться со словарём генетического кода. Обратите внимание на то, что одна и та же аминокислота может кодироваться несколькими триплетами (кодонами)-двумя, четырьмя, шестью. При решении задач следует использовать лишь один из имеющихся триплетов (любой).

Решение

1. Построим другую цепочку этой же молекулы ДНК

ДНК... Т Г Ц А Ц Г Т Т А Ц Г Г ...матричная нить (структурный ген)
 I I I I I I I I I I
... А Ц Г Т Г Ц А А Т Г Ц Ц ... комплементарная нить

2. Проведём считывание генетической информации с матричной нити ДНК (транскрипцию), а также трансляцию этой информации с помощью словаря генетического кода

ДНК ... Т Г Ц А Ц Г Т Т А Ц Г Г ...

и-РНК... А Ц Г У Г Ц А А У Г Ц Ц...

белок треонин- цистеин- аспарагин- аланин (последовательность аминокислот).

В целях закрепления этого материала решите несколько задач, имеющих в вопросах для контрольной работы (№ 112-117) и в практикуме по генетике (3, с.197-209).

В современном понимании ген представляет собой целостную структуру, состоящую из определённого участка ДНК. Он является элементарной единицей наследственности, стойко воспроизводящейся в поколениях и контролирующей развитие определённого признака. Особое внимание обратите на основные свойства гена, а именно:

- 1) постоянство (стабильность ДНК, стабильность фенотипа);
- 2) дискретность (существование конкретного гена как строго очерченного участка ДНК на фоне непрерывной последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК);
- 3) аллельность (существование гена в двух или нескольких состояниях, имеющих различное фенотипическое проявление);
- 4) другие свойства (специфичность, способность к плейотропии,

экспрессии и полимерии).

Отметьте, что в составе генов имеются транскрибируемые участки, несущие информацию о структуре белка (экзоны); участки не несущие такой информации (интроны); а также регуляторные участки обеспечивающие функционирование гена и точки начала считывания при транскрипции. Важным вопросом этого раздела является генетическая инженерия. Её задачи связаны с получением генов путём их синтеза или выделения из одних клеток и последующего переноса таких генов и генетических структур или их копий в другие клетки. Таким методом уже созданы культуры бактерий, продуцирующие аминокислоту триптофан, гормоны: соматостатин, инсулин и интерферон и др. Изучите также другие направления генетической инженерии и их практическое значение (соматическая гибридизация, пересадка ядер и клеток, трансплантация зигот и эмбрионов и др.).

Вопросы для самопроверки

1. Какова структура ДНК по Уотсону и Крику? Что лежит в основе видовой специфичности ДНК?
2. Как осуществляется синтез ДНК?
3. Каково строение РНК? Как синтезируется РНК?
4. Какие типы РНК вы знаете и какова их роль в синтезе белка?
5. Что такое кодон, экзон, интрон, ген?
6. В чём заключается сущность генетического кода?
7. Как осуществляется реализация наследственной информации с гена на белок?
8. Каково строение генетического материала у бактерий?
9. Каково строение генетического материала у вирусов, фагов, плазмид?
10. Что такое генетическая инженерия и каковы её основные методы?
11. Используются ли в практике достижения генетической инженерии?

7. Генетические основы онтогенеза

В этой теме рассматривается один из сложнейших вопросов современной генетики — как и в какой последовательности в ходе развития организмов реализуется генетическая информация, записанная в виде чередующихся нуклеотидов ДНК, в конкретный морфологический, физиологический, биохимический, поведенческий или хозяй-

ственно полезный признак?

Влияние генов на развитие признаков, путь от гена к признаку у прокариот и эукариот имеет принципиальные отличия. У прокариот путь от гена к признаку можно представить в виде схемы:

Один ген → один фермент (белок) → один признак.

Формирование признаков высших организмов (эукариот) происходит, как правило, под действием многих генов, во взаимодействии их друг с другом и под определённым влиянием условий среды. Так, у крупного рогатого скота признак окраски шерсти контролируется 12 парами генов, у плодовой мухи признак окраски глаз -20 парами генов. Не менее сложной является наследственная обусловленность многих хозяйственно полезных признаков (живая масса, плодовитость, настриг шерсти, яйценоскость). Такие признаки развиваются как результат взаимодействия многих генов (участков ДНК). Генетический контроль процессов развития интенсивно изучается на примере влияния материнских генов на ранних стадиях развития. Установлено, что в период образования яйцеклетки в материнском организме в ней накапливаются предшественники нуклеиновых кислот, белков и питательных веществ, оказывающих влияние на развитие зиготы.

Обратите внимание на важную роль в онтогенезе ядерно-цитоплазматических отношений, взаимодействия генов и цитоплазмы.

Одним из наиболее важных вопросов этой темы является теория регуляции синтеза и-РНК и белка Ф. Жакоба и Ж. Моно. Согласно этой теории, различия тканей организма по качественному и количественному составу белков и ферментов объясняются тем, что в клетках имеется механизм, регулирующий активность генов и обеспечивающий синтез достаточного количества белков в нужное время.

Изучите также вопросы о влиянии на развитие животных физиологически активных соединений (индукторов, гормонов), нервной системы и факторов внешней среды.

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 зиготы?
5. В чём заключаются сущность теории Ф. Жакоба и Ж. Моно о регуляции синтеза и-РНК и белков?
6. Какие вы знаете критические периоды онтогенеза?

7. Что такое фенкопии? Морфофозы?

8. Биотехнология и генетическая инженерия

В настоящее время для ускорения селекции и воспроизводства высокопродуктивных животных и целых популяций интенсивно используется биотехнология. Традиционные методы биотехнологии включают искусственное осеменение, глубокое замораживание и длительное хранение спермы, вызывание половой охоты и её синхронизация, регулирование времени отёлов. Но достижения генетики и молекулярной биологии стали фундаментом для перспективного использования таких новых направлений в биотехнологии, как генная инженерия и получение трансгенных и партеногенетических животных, создание генетических мозаиков (химер) у сельскохозяйственных животных, регулирование соотношения полов, наряду с оценкой и отбором ранних эмбрионов по желаемому полу, а также метод трансплантации эмбрионов как основа воспроизводства высокопродуктивных генотипов. Выясните теоретические положения и практическое значение каждого из указанных направлений современной биотехнологии.

Обратите внимание на то, что целью применения генной инженерии в селекции является получение трансгенных животных с новыми хозяйственно-полезными признаками - более эффективным усвоением кормов, быстрым ростом, устойчивостью к заболеваниям. Путём прямой инъекции чужеродной ДНК в яйцеклетки и эмбрионы получены трансгенные линии овец, выделяющих в молоко фактор IX, влияющий на свёртываемость, человеческой крови; трансгенные свиньи несущие бычий или человеческий ген гормона роста; трансгенные коровы, выделяющие человеческий бета-интерферон в молоко.

При изучении возможности создания партеногенетических животных отметьте тот факт, что метод даёт возможность получать полностью гомозиготных потомков (мейотический партеногене) или генетические копии материи (амейотический партеногенез), то есть затем создавать генетические линии и популяции идентичных животных нужных генотипов для эффективного производства продукции. У тутового шелкопряда уже созданы партеногенетические линии и породы, тогда как у млекопитающих (овцы, крупный рогатый скот) метод пока ещё только разрабатывается экспериментально путём культивирования ооцитов.

Возможность создания особей, сочетающих в одном генотипе важные продуктивные особенности, но сами по себе антагонистические и несовместимые, как, например, молочная и мясная продуктив-

ность у крупного рогатого скота решается посредством создания химерных животных. Химеры, или генетические мозаики, получают объединением двух или более генетически различных зародышей на стадии бластомеров. Уже получены межпородные химеры овец (рамбулье и финский ландрас), межвидовые химеры овцекозы, межпородные химерные телята (породы швицкая и голштино-фризская, чёрнопёстрая и красная).

Изучите вклад биотехнологии в проблему регулирования соотношения полов. Здесь отмечается 2 пути её решения: во-первых, саморегулирование соотношения женских и мужских особей путём разделения X- и Y-спермиев, и во-вторых, путём оценки и отбора ранних эмбрионов по желаемому полу. Такой отбор будет способствовать ускорению генетического прогресса популяций.

Особое внимание уделите изучению метода трансплантации эмбрионов, играющего основную роль в биотехнологии воспроизводства высокопродуктивных животных. На практике доказано, что интенсивное использование коров-рекордисток в качестве доноров позволяет ускоренно получать выдающихся быков-производителей и в короткие сроки создавать высокопродуктивные семейства. От одной генетически выдающейся коровы-донора за всю жизнь можно потенциально получить 500 телят. Рентабельность трансплантации резко повышается с помощью консервации эмбрионов замораживанием в жидком азоте при температуре — 196° С (криоконсервация) с последующим их хранением десятки и сотни лет. Для лучшего усвоения метода трансплантации необходимо изучить последовательность её проведения, этапы от отбора коров-доноров до пересадки эмбрионов коровам реципиентам.

Вопросы для самопроверки

1. Чем отличаются методы традиционной биотехнологии от современной?
2. Охарактеризуйте вкратце основные направления современной биотехнологии.
3. В чём заключается цель использования генной инженерии в селекции сельскохозяйственных животных?
4. Каково значение для зоотехнии создания партеногенетических животных и химер (генетических мозаиков)?
5. В чём состоит прикладное значение регулирования соотношения полов?

6. Почему метод трансплантации эмбрионов играет роль основы биотехнологии воспроизводства высокопродуктивных животных?

7. Назовите основные этапы процесса трансплантации эмбрионов.

9. Мутационная изменчивость

Мутационная изменчивость, наряду с комбинативной и корреляционной, относится к наследственной (генотипической) изменчивости. Она представляет большой интерес для селекционера, так как является поставщиком новых аллелей генов и вариаций признаков. В связи с тем, что возникновение и развитие мутационной теории проходит через всю историю генетики как науки, следует обратить внимание на роль её основателя Г. Де Фриза, а также вклад отечественных учёных С.И. Коржинского, Г.А. Надсона, Г.Е. Филиппова, Н.В. Тимофеева-Ресовского и Н.П. Дубинина в дальнейшую разработку этой теории. Основные вопросы, изучаемые в этой главе — классификация мутаций (или определение основных типов мутаций), а также механизм возникновения мутаций (мутагенез).

Мутация — это качественное или количественное изменение генотипа, которое в процессе репликации ДНК передаётся в ряду клеточных поколений и поколений организмов. Существуют различные системы классификации типов мутаций, описанные в учебнике. По характеру изменения генома выделяют три типа мутаций: генные, хромосомные, геномные. Выясните характеристику каждого типа мутаций, причины их вызывающие, фенотипические их проявления у животных и важность учёта в племенной работе.

Обратите внимание на то, что мутации могут возникать как естественным путём (спонтанные), так и при воздействии на организм различными факторами (индуцированные мутации). Выясните значение индуцированных мутаций в селекции микроорганизмов, растений и животных.

Ознакомьтесь с такими понятиями, как мутагенез и мутабельность, и выясните те факторы, которые приводят к возникновению мутаций (мутагенные факторы). Для установления сходного характера мутаций у близких видов большое значение имеет открытый Н.И. Вавиловым закон гомологических рядов в наследственной изменчивости.

Вопросы для самопроверки

1. Что понимается под генными мутациями?
2. Какие бывают хромосомные мутации?
3. Какие бывают геномные мутации?
4. В чём заключается разница между спонтанными и индуцированными мутациями?
5. Что такое полиплоидия?
6. Что такое гетероплоидия?
7. Каково значение спонтанных точковых мутаций в эволюции и селекции?
8. В чём заключается сущность закона гомологических рядов в наследственной изменчивости?
9. Какие мутагенные факторы вы знаете?

10. Биометрические методы анализа изменчивости и наследственности признаков у животных

В современной генетике для изучения явлений наследственности и изменчивости организмов используются различные методы: гибридологический, цитологический, биохимический, иммуногенетический и другие. Наряду с ними широко используется также биометрический метод, основанный на законе больших чисел и теории вероятности.

Изучение биометрического метода следует начать с выяснения понятий «генеральная совокупность» и «выборка». При этом обратите внимание на требования, которым должна удовлетворять выборка.

Необходимо изучить принципы составления выборки, построения и обработки вариационного ряда и способы вычисления основных его показателей (средняя арифметическая, среднее квадратическое отклонение, коэффициент изменчивости, статистические ошибки).

Методы вычисления биометрических параметров, в том числе критерия статистической достоверности разности, коэффициентов корреляции и регрессии, а также критерия χ^2 изложены в учебном пособии (2, с.176-227; 9, с.125-150; 1, с.19-48).

На формирование признаков животных (в том числе и хозяйственно полезных) оказывает влияние не только наследственность, но и другие факторы (условия кормления и содержания, возраст, физио-

логическое состояние, естественный и искусственный отбор). При необходимости определения доли влияния отдельных факторов на изменчивость признака следует обратиться к дисперсионному анализу, основные элементы и ход которого представлены в учебном пособии.

Практическое освоение биометрии осуществляется на занятиях в период лабораторно-экзаменационной сессии.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое генеральная совокупность и выборка?
2. Что такое вариационный ряд и как его построить?
3. Какие вы знаете основные статистические параметры?
4. Что означает статистическая ошибка средней арифметической величины?
5. Как определить критерий достоверности разности между средними арифметическими двух выборочных совокупностей?
6. Каким может быть характер и степень взаимосвязи между признаками?
7. В каких пределах варьирует значение коэффициента корреляции?
8. Что означает коэффициент регрессии и как его можно использовать в селекции сельскохозяйственных животных?

11. Генетика количественных признаков

Формирование количественных признаков чаще всего контролируется не одной, а многими парами генов, что и определило их название как признаков полигенных. Характер взаимодействия этих генов может быть различным.

Количественные признаки (удой, живая масса животного, настриг шерсти и т.д.) наследуются по типу полимерии. Для них характерно постоянно-промежуточное наследование, т.е. первое поколение обычно промежуточно по средней величине признака между родительскими сортами или породами, но изменчивость его, близка к родительским сортам или породам. Второе поколение так же в среднем промежуточное между исходными родительскими формами, но изменчивость его резко возрастает; появляются особи, уклоняющиеся в сторону одной и другой родительской породы (сорта), но таких форм немного.

Определение характера наследования количественных призна-

ков осложняется тем, что на их проявление, кроме наследственности, большое влияние оказывают внешние условия.

Для изучения наследования количественных признаков предложены специальные понятия и параметры, их характеризующие. Это наследуемость и повторяемость. Выясните, что такое наследуемость и определите разницу между понятиями: наследственность, наследование и наследуемость. Показателем наследуемости признаков служит коэффициент наследуемости (h^2), который можно получить, вычислив коэффициент корреляции между показателями изучаемого признака двух родственных групп (например, матерей и дочерей, полусестёр по отцу), или дисперсионным анализом. Методы вычисления изложены в учебнике (1, с.323-326).

Обратите внимание на факторы, влияющие на величину h^2 : степень генотипической изменчивости, характер наследования признака, условия среды, выбор показателей для оценки признака.

После выяснения понятия «повторяемость» приступайте к изучению методов вычисления коэффициента повторяемости: дисперсионный (по Снедекору), путём вычисления коэффициента корреляции и метод ранговой корреляции (по Спирмену). Затем выясните влияние на величину коэффициента повторяемости таких факторов, как возраст животных, условия их кормления и содержания, взаимодействия организма и среды, длительность отбора, характер признака.

Коэффициенты наследуемости и повторяемости могут быть использованы в племенной работе. Об использовании коэффициента наследуемости для определения эффекта селекции, интенсивности отбора и определения селекционных индексов сказано в учебнике (1, с.342-347).

Вопросы для самопроверки

1. Имеется ли разница в наследовании качественных и количественных признаков?
2. Что такое наследуемость? Есть ли разница между понятиями: наследственность, наследование и наследуемость?
3. Какие вы знаете методы определения коэффициента наследуемости?
4. Какие факторы влияют на величину h^2 ?
5. Что такое повторяемость?
6. Какие методы используются для вычисления коэффициента повторяемости?

7. Какие факторы влияют на величину коэффициента повторяемости?
8. Как в племенной работе используются коэффициенты наследуемости и повторяемости?

12. Генетика популяций

В теме рассматриваются следующие вопросы: эффективность отбора в популяциях и чистых линиях; классификация популяций, их свойства и методы изучения; основные положения закона Харди-Вайнберга для равновесной популяции (панмиктической); факторы, влияющие на генетическую структуру популяции; генетический груз в популяциях и его виды.

Изучение материала начните с выяснения понятий «популяция» и «чистая линия». Затем ознакомьтесь с работами В. Иоганнсена по выяснению эффективности отбора в популяциях и чистых линиях. При этом обратите внимание на причины, приводящие к разной эффективности отбора, и на явление регрессии, в силу которой дочернее поколение наследует лишь часть родительского отклонения от средней. Действие регрессии можно наблюдать при отборе по хозяйственно полезным признакам животных любого стада, (например, по удою, проценту жира).

В свободно размножающейся популяции наблюдается определённая структура (соотношение) генотипов. Закон о структуре свободно размножающейся популяции и формула для определения этой структуры были предложены в 1908 году английским математиком Г. Харди и немецким врачом В. Вайнбергом. Пользуясь формулой Харди-Вайнберга, можно определить структуру популяции по генотипам. Для правильного пользования формулой необходимо уяснить понятия «частота (соотношение) генотипов» и «частота (концентрация) генов» (1, с.284; 9, с.196; 2, с.235).

Пример. В популяции животных на 20000 особей встречается 1 альбинос. Вычислите частоту доминантного и рецессивного аллелей и определите генотипическую структуру популяции.

Решение задачи.

Если известны частоты разных фенотипов в популяции, то на основе формулы Харди-Вайнберга можно составить представление о распределении в ней соответствующих генотипов.

Уравнение Харди-Вайнберга:

$$p^2 + 2p q + q^2 = 1$$

где p - частота доминантного гена;
 q - частота рецессивного гена.

1. Условные обозначения генов.

Известно, что альбинизм — рецессивный признак (ген «а»), поэтому генотип альбиносов «аа», а генотип нормальных особей «АА» и «Аа».

2. Определим частоту альбиносов «аа» и выразим её в долях единицы:

$$q^2 \text{ аа} = \frac{1}{20000 + 1} = 0,00005$$

3. Частота аллели альбинизма «а» составит:

$$q_a = \sqrt{q^2 \text{ аа}} = \sqrt{0,00005} = 0,007.$$

4. Определим частоту доминантного аллеля «А» на основе формулы

$$p_A + q_a = 1$$

$$p_A = 1 - q_a = 1 - 0,007 = 0,993$$

5. Определяем частоту гомозигот и гетерозигот среди фенотипически нормальных особей:

$$p^2 \text{ АА} = 0,993^2 = 0,98595 \text{ или } 98,595\%$$

$$2pq \text{ Аа} = 2 \cdot 0,993 \cdot 0,007 = 0,014 \text{ или } 1,4\%$$

Ответ: генотипическая структура популяции такова -

АА — 98,595%

Аа - 1,4%

аа - 0,005%.

Соответственно количество особей с данными генотипами в абсолютных цифрах 19720; 280; 1.

Для лучшего усвоения этого материала рекомендуется решить несколько задач, имеющих в вопросах контрольной работы (№ 105-113).

В следующих разделах темы рассматривается влияние генетической структуры популяции на расщепление признаков в новых поколениях и влияние отбора на структуру популяции. Обратите внимание на различия в действии естественного и искусственного отбора, отбора по доминантным и рецессивным признакам, а также на влияние

различной интенсивности отбора.

Так как большинство хозяйственно полезных признаков сельскохозяйственных животных (количественных) в значительной мере зависят от условий среды, необходимо знать, как среда влияет на интенсивность отбора (1, с.291-294).

В своей практической работе зоотехник имеет дело с популяциями, в которых осуществляется подбор (гомогенный и гетерогенный), а следовательно, отсутствует свободное спаривание. Подбор вообще, а скрещивание и инбридинг особенно влияют на структуру популяции. При скрещивании в популяциях возрастает гетерозиготность, а в первом поколении наблюдается явление гетерозиса, представляющее большой практический интерес при разведении сельскохозяйственных животных.

Инбридинг же ведёт к возрастанию гомозиготности и сохранению у потомков признаков родителей, находящихся в родстве. С. Райтом предложена формула для оценки возрастания гомозиготности при инбридинге, использование которой показано в учебнике на примерах.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое популяция и чистая линия?
2. К каким выводам пришёл Йоганнсен в результате отбора в популяциях и чистых линиях?
3. Назовите основные свойства панмиктической популяции.
4. Какими параметрами характеризуется генетическая структура популяции?
5. Расскажите о законе Харди-Вайнберга?
6. Какие основные факторы влияют на генетическую структуру популяции?
7. Каким образом тип отбора влияет на генетическую структуру популяции?
8. Что такое генетический груз и каково его значение для животноводства?

13. Инбридинг, инбредная депрессия и гетерозис

В этой главе изучаются следующие вопросы:

- 1) инбридинг и его биологические особенности, инбредная депрессия и способы её ослабления, методы оценки степени инбридинга и его использование в животноводстве;

2) явление гетерозиса и его биологические особенности; теории, объясняющие эффект инбредной депрессии и гетерозиса; проблема закрепления гетерозиса, его практическое значение.

Начните с освоения раздела об инбридинге. Под ним понимается спаривание животных, находящихся в слабой, умеренной или тесной степени родства. Такой тип спариваний повышает генетическую гомозиготность потомства по многим генам. В животноводстве инбридинг получил признание как необходимый метод племенной работы, целью которого является повышение генетического сходства потомков с предком, обладающим выдающимися хозяйственно полезными признаками. Однако практика свидетельствует о том, что инбредное потомство уступает по развитию и жизнеспособности особям, полученным путём аутбридинга (неродственное спаривание). Вредное действие родственных спариваний проявляется в инбредной депрессии. Поэтому необходимо выяснить причины и продолжительность действия инбредной депрессии, которые являются следствием родственного спаривания в животноводстве.

Затем нужно усвоить методы оценки степени инбридинга по Шапоружу (по рядам предков), а также по Райту-Кисловскому (посредством коэффициента инбридинга). Для определения генетического сходства между родственниками Райт предложил специальную формулу, которой также необходимо научиться пользоваться. Рассмотрите известные примеры инбредных животных, которые имели лидирующую роль в создании и совершенствовании пород сельскохозяйственных животных.

Результаты, полученные при скрещивании и противоположные по эффекту инбредной депрессии, получили название гетерозиса. Наиболее ярко он проявляется у помесей первого поколения. В последнем разделе этой главы рассматриваются теории, объясняющие причины и природу гетерозиса и инбредной депрессии. Особое внимание следует обратить на использование явления гетерозиса при производстве продукции животноводства.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое инбридинг? Каковы его генетические основы и биологические особенности?
2. Что такое инбредная депрессия?
3. Какое влияние оказывает инбридинг на генетическую структуру популяций?

4. Какие существуют методы определения степени инбридинга?
5. С какой целью используется инбридинг в практике животноводства?
6. Что такое гетерозис? Каковы его особенности?
7. Какие существуют теории гетерозиса и инбредной депрессии?
8. Какова роль гетерозиса в практике животноводства?

14. Генетика иммунитета, аномалий и болезней

Эта глава посвящена изучению следующих вопросов: генетические основы иммунитета, видовая и породная наследственная устойчивость, генетическая патология иммунной системы, основные типы наследственных аномалий, селекция на резистентность.

Иммунитет — это способ защиты организма от живых тел и веществ, несущих на себе признаки генетической чужеродности. Иммунитет является объектом изучения отдельной науки — иммунологии, в которой ведущим разделом стала генетика иммунитета. Особое значение имеют две разновидности иммунитета — неспецифическая защита организма и её факторы (кожные, слизистые покровы, фагоциты, естественные иммуноглобулины, а также защитные вещества бактерицидного типа — комплемент, интерферон, лизоцим, пропердин и др.) и специфическая защита, обеспечиваемая совокупностью всех лимфоидных органов и клеток (тимус млекопитающих, фабрициева сумка птиц, костный мозг, миндалины). Большинство защитных механизмов организма находятся под генетическим контролем.

Далее перейдите к рассмотрению примеров видовой, породной и линейной устойчивости к болезням, которые обусловлены генами, полученными от выдающихся предков. Важную роль в иммунном ответе играют антитела. Выясните значение иммуноглобулинов, лимфоцитов, а также некоторых случаев патологии иммунной системы, например, сцепленной с полом агаммаглобулинемии человека и лошадей (неспособность к синтезу иммуноглобулинов).

Для практики зоотехнии большое значение имеет генетически обусловленная резистентность к болезням и устойчивость к неблагоприятным условиям среды и технологии содержания. С помощью генетических методов созданы резистентные группы свиней, крупного рогатого скота, птицы. Затем нужно изучить вопрос об основных типах генетически обусловленных аномалий и болезней (рецессивные, доминантные, сцепленные с полом). В настоящее время у человека известно около 2000 таких аномалий с летальным и сублетальным дей-

ствием, а у сельскохозяйственных животных 130 аномалий. Для освобождения популяций от носителей аномалий проводят выбраковку животных-носителей уродств и их родителей.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое иммунитет и иммунная система организма?
2. Какие неспецифические факторы иммунитета вы знаете?
3. Что такое специфический иммунитет?
4. Что такое антитела? Какова их роль?
5. Возможна ли селекция животных на резистентность к отдельным заболеваниям?

15. Иммуногенетический и биохимический полиморфизм белков и их использование в биотехнологии и селекции

Изучение темы начните с ознакомления с историей иммуногенетики, после чего можно перейти к изучению иммуногенетики животных. В этом разделе темы необходимо выяснить методы определения групп крови у животных, в основу которых положено использование взаимодействия иммунных антител с антигенными факторами эритроцитов крови. Обратите внимание на большое количество антигенных факторов, обнаруженных у разных видов сельскохозяйственных животных, и кодоминантный тип их наследования. Для понимания методов определения групп крови необходимо выяснить, что такое генетические системы групп крови и какое количество их выявлено у основных видов сельскохозяйственных животных, что следует понимать под феногруппами и какой символикой пользуются для их обозначения. Этот раздел завершается рассмотрением методики изготовления реагентов, используемых при изучении групп крови у разных видов.

Достижения иммуногенетики используются в практике животноводства для контроля происхождения племенных животных, определения родства пород, для выявления одно- или двуяйцевого происхождения близнецов, при объяснении природы гемолитической болезни молодняка.

В последние два десятилетия проявляется интерес к изучению полиморфизма белков. В основе наследования которого лежит явление множественного аллелизма и кодоминантности. Для анализа генетического белкового полиморфизма чаще пользуются зональным электрофорезом в крахмальном геле, основанном на способности разных белков с разной скоростью передвигаться в поле постоянного то-

ка. Результаты анализа полиморфизма белков (трансферрины, гемоглобин, ряд ферментов и др.) используются для выяснения биохимической индивидуальности организма, генетической экспертизы происхождения животных. Кроме того, ведётся поиск по выявлению связей между типами отдельных белков и продуктивностью животных.

При проведении генетического анализа по группам крови и полиморфным белковым системам необходимые математические характеристики (частоты генов и генотипов, генетическое сходство популяций, гомозиготность и гетерозиготность и др.) определяются с использованием специальных формул.

Вопросы для самопроверки

1. Что такое антигены и антитела?
2. Как определяются группы крови у животных?
3. Каковы особенности наследования групп крови?
4. Для чего используется определение групп крови в практике животноводства?
5. Существует ли корреляция между группами крови и продуктивностью животных?

16. Генетика поведения и ее селекционное значение

Генетика поведения — это раздел генетики, изучающий наследственность и наследственную изменчивость поведенческих признаков отдельных особей, популяций, подвидов и видов. Она использует данные и методы этологии — науки о поведении животных. Генетическая обусловленность формы поведения имеет большое значение для животноводства, так как позволяет вести селекцию на создание животных с желательным типом поведения, пригодных для разведения в условиях промышленных комплексов.

Необходимо ознакомиться с идеями основоположников науки о поведении животных — И.М. Сеченова и И.П. Павлова, создателей учения о типах высшей нервной деятельности. Уже в 40-50-х годах XX в. работами К.Лоренца и других учёных были заложены основы этологии. Обратите внимание на роль врождённых (безусловных) рефлексов — полового, пищевого, стадного, конкуренции за лидерство и др. - в формировании индивидуально приобретённого поведения. Установлена генетическая обусловленность многих признаков поведения.

Затем перейдите к изучению работ советских учёных по генетике поведения — Л.В. Крушинского о роли генетических факторов в определении способности животных к элементарной рассудочной деятельности, или к экстраполяции, и Д.К. Беляева о влиянии искусственного отбора (дестабилизирующий отбор) на domestикацию лисиц. Обратите внимание на роль стресса в поведении животных, состояние общей мобилизации сил организма в ответ на сильные физические или психические воздействия. Установлено, что предрасположенность к стрессам носит рецессивный, а сопротивляемость стрессам — доминантный характер. Для ряда поведенческих признаков сельскохозяйственных животных установлено значение коэффициента наследуемости.

Особое значение данные генетики поведения имеют для создания животных, приспособленных к условиям промышленных технологий. Современная селекция должна учитывать как полигенный тип наследования одних поведенческих реакций, так и моногенную детерминацию других признаков.

Вопросы для самопроверки

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

17. Генетика и эволюционное учение

Этой темой завершается изучение дисциплины. В ней изложены многие вопросы, имеющие значение для формирования материалистического мировоззрения биолога, ветеринара и зооинженера.

Причинные факторы эволюционного процесса впервые были

научно обоснованы Ч. Дарвином (отбор, наследственность, изменчивость). После рассмотрения этих вопросов необходимо перейти к изучению проблем, связанных с развитием жизни с точки зрения генетики, происхождения и становлением жизни, эволюцией её клеточных форм.

Обратите внимание на то, что собственно генетическое обоснование эволюции живых организмов получила лишь в 20-х годах XX в. после создания популяционной генетики. Здесь следует отметить два открытия — закона генотипического равновесия идеальных популяций, или 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 эволюирующих единиц — природных и искусственных популяций. Факторами, которые смещают генотипическое равновесие популяций, являются мутации, отбор, миграции, инбридинг и дрейф генов. Мутации, в свою очередь, поставляют новый генный материал для процесса микроэволюции, отбор несёт 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 «синтетическая теория эволюции» (сокращённо СТЭ).

В последнем разделе рассмотрите вопросы видообразования и скорости эволюции.

Вопросы для самопроверки

1. Какая совокупность организма является элементарной единицей эволюционного процесса?
2. Что такое микроэволюция и каковы её отличия от макроэволюции? Какие факторы микроэволюции вы знаете?
3. Какова роль мутаций и отбора в эволюции?
4. Как факторы микроэволюции смещают генотипическое равновесие в популяциях?
5. Что такое синтетическая теория эволюции и каково её основное содержание?

Контрольные задания

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

Номера вопросов, которые должны быть освещены в контрольной работе, устанавливаются по приведенной ниже таблице с учётом учебного шифра студента. Например, учебный шифр студента 4238. Для нахождения номеров вопросов контрольного задания нужно в первой (заглавной) строке таблицы найти последнюю цифру шифра, т.е. 8. В первой вертикальной графе таблицы находится предпоследняя цифра учебного шифра — 3. В клетке таблицы, находящейся на месте пересечения графы, идущей от цифры 8 со строкой, отходящей от цифры 3, указаны номера вопросов контрольной работы студента. Они следующие: 7, 26, 47, 79, 114, 119.

Вопросы для контрольной работы

1. Генетика как наука. Основные этапы ее становления. Место генетики среди биологических наук.
2. Методы генетических исследований: гибридологический, генеалогический, популяционный, фенотипический, рекомбинационный, мутационный, цитогенетический, статистический.
3. Генная инженерия- раздел биологии, и задачи, которые она решает.
4. Клеточная инженерия и ее сущность.
5. Эмбриогенетическая инженерия, клонирование эмбрионов млекопитающих и получение химерных животных, трансгенные животные.
6. Строение клетки и роль ее органоидов в передаче наследственной информации.
7. Строение и химический состав хромосом. Гаплоидный и диплоидный набор хромосом. Понятие о геноме и кариотипе.
8. Митоз и его генетическая сущность.
9. Мейоз и его генетическая сущность.
10. Что такое кариотип? Охарактеризуйте кариотипы основных

видов сельскохозяйственных животных. Что общего в кариотипах разных видов и каковы различия? Что такое геном.

11. Гибридологический метод генеалогического анализа, разработанный Г. Менделем, и его основные принципы.

12. Законы наследования признаков, установленные Г. Менделем.

13. Моногибридное скрещивание и его схема. Реципрокное, возвратное и анализирующее скрещивания, их схемы и значение.

14. Дигибридное скрещивание. Составьте схему дигибридного скрещивания и проанализируйте наследование признаков, гены которых локализованы в разных парах хромосом.

15. Основные типы доминирования. Используя конкретные примеры, составьте схемы скрещиваний и охарактеризуйте F_1 и F_2 при разных типах доминирования.

16. Основные типы взаимодействия неаллельных генов. Используя конкретные примеры составьте схемы скрещиваний и охарактеризуйте F_1 и F_2 при разных типах взаимодействия неаллельных генов.

17. Летальные гены и их действие. Назовите признаки детерминированные летальными генами у разных видов сельскохозяйственных животных и покажите на схемах скрещиваний особенности их наследования.

18. Какие признаки называются сцепленными? Составьте схему скрещивания, с помощью которой объясните особенности наследования сцепленных признаков F_1 и F_2 .

19. Кроссинговер как причина нарушения сцепления между признаками. Кроссоверные и некрossoверные гаметы. Составьте схему скрещивания, используя которую объясните нарушение сцепления между признаками при кроссинговере.

20. Зоотехническое значение партеногенетических животных и химер (генетических мозаиков).

21. Изложите сущность хромосомной теории наследственности Т. Моргана.

22. Хромосомное определение пола у млекопитающих и птиц. Половые хромосомы и аутосомы. Гомогаметных и гетерогаметный пол. Покажите на схемах скрещиваний определение пола у млекопитающих и птиц.

23. Какие признаки называются сцепленными с полом? С помощью схемы скрещивания проанализируйте особенности наследования признаков, сцепленных с полом.

24. Балансовая теория определения пола. Биологическое значение соотношения числа половых X-хромосом и аутосом.

25. Нарушения в развитии пола. Интерсексуальность у животных.
26. Практическое использование сцепленного с полом наследования признаков. Наследование признаков, ограниченных полом. Проблема регуляции пола.
27. Структура ДНК по Уотсону и Крику. Видовая специфичность ДНК, ее содержание в геномах разных видов. Репликация ДНК.
28. Структура, основные типы РНК, их роль в синтезе белков. Передача наследственной информации в системе ДНК-РНК- белок (синтез белка).
29. Генетический код, его сущность и основные свойства (триплетность, неперекрываемость, вырожденность, универсальность).
30. Метод трансплантации эмбрионов как основа биотехнологии воспроизводства высокопродуктивных животных.
31. Основные этапы процесса трансплантации эмбрионов.
32. Ген, как биологическая система. Влияние генов на формирование признаков у эукариот. Онтогенез, как процесс реализации генотипа.
33. Дифференциальная активность генов на разных этапах онтогенеза.
34. Взаимодействие ядра и цитоплазмы в развитии.
35. Регуляция синтеза и РНК и белка. Теория Ф. Жакоба и Ж. Моно.
36. Влияние среды на развитие признаков.
37. Генные, хромосомные и геномные мутации. Их характеристика. Примеры мутаций, имеющих значение для сельского хозяйства.
38. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Мутагенные факторы.
39. Закон гомологических рядов и наследственной изменчивости, сформулированный Н.И. Вавиловым, и его значение.
40. Классификация популяций, их свойства и методы изучения.
41. Генетические основы наследования количественных признаков. Полимерное и полигенное наследование. Влияние среды на формирование количественных признаков.
42. Коэффициенты наследуемости и повторяемости. Их значение и использование в селекции животных.
43. Популяции и чистые линии. Работы В. Иогансена по выяснению эффективности отбора в популяциях и чистых линиях.
44. Генетическая структура популяции по концентрации генов и частоте генотипов. Формула и закон Харди-Вайнберга для характеристики структуры панмиктической популяции.
45. Факторы, нарушающие структуру популяции по частоте генотипов.
46. Формы отбора (направленный, стабилизирующий, дестаби-

лизирующий, дизруптивный) и их характеристика.

47. Генетическая сущность инбридинга и его значение для селекции. Влияние инбридинга на генетическую структуру популяции.

48. Гетерозис и его биологическая сущность. Основные гипотезы, объясняющие эффект гетерозиса.

49. Иммуитет и его генетическая основа. Неспецифические и специфические факторы иммунитета.

50. Основные типы аномалий и наследственных заболеваний животных, их генетическая обусловленность и наследование.

51. Группы крови сельскохозяйственных животных, их генетическая обусловленность и наследование. Использование групп крови в селекции животных.

52. Биохимический полиморфизм белков и его генетическая природа. Использование биохимического полиморфизма белков в селекции животных.

53. Болезни с наследственной предрасположенностью. Наследование резистентности и восприимчивости. Методы изучения наследственной резистентности и восприимчивости к болезням.

54. Генетическая устойчивость и восприимчивость к бактериальным болезням.

55. Генетическая устойчивость и восприимчивость к гельминтозам.

56. Генетическая устойчивость и восприимчивость к протозоозам.

57. Генетическая устойчивость и восприимчивость к клещам.

58. Генетическая устойчивость и восприимчивость к вирусным инфекциям.

59. Генетическая обусловленность респираторных болезней и болезней желудочно-кишечного тракта.

60. Болезни обмена веществ.

61. Роль наследственности в предрасположенности животных к болезням.

62. Роль наследственности в предрасположенности к бесплодию и стрессу.

63. Влияние факторов среды на устойчивость к болезням.

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

65. Селекция животных на устойчивость к болезням.

66. Роль генотипа и условий среды в формировании поведенческих признаков у животных. Использование генетически обусловленного поведения животных в практической селекции.

67. Генетические карты хромосом.

68. Учение Ч. Дарвина о наследственности, изменчивости и отборе как факторах эволюции.

69. Популяция как элементарная единица эволюционного процесса. Значение работ С.С. Четверикова и И.И. Шмальгаузена для развития современной теории эволюции.

70. 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 генотип родителей, составьте схему скрещиваний и выясните, сколько черных щенков из числа родившихся могут быть гомозиготными.

71. 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. Каков характер наследования окраски шерсти морских свинок? Составьте схему скрещивания в соответствии с условием задачи.

72. 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, ошенилась несколькими щенками, один из которых был коричневый. В помете коричневой самки №2 (один щенок был черный. У самки №3 (черной) один щенок был коричневый. Самка №4 (черная) принесла всех черных щенков. Составьте схему скрещиваний и определите генотипы самца и всех четырех самок.

73. У морских свинок черная окраска шерсти (ген «А») доминирует над белой («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 схему скрещивания и выясните соотношение генотипов полученного потомства. Составьте схемы скрещиваний, с помощью которых можно было бы выяснить генотипы черных особей.

74. 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? Сделайте схемы всех скрещиваний.

75. У кроликов шерсть нормальной длины (ген «L») доминанта, короткая («l») - рецессивна. У короткошерстной крольчихи родилось 5 крольчат: 3 короткошерстных и 2 с нормальной шерстью. Составьте схему скрещивания. Определите генотип и фенотип отца, генотипы

матери и потомков.

76. При скрещивании длинноухих овец («АА») с безухими (аа) получается потомство с короткой ушной раковиной. Как называется такой тип наследования. Какое потомство получится при скрещивании короткоухих овец с такими же баранами? Безухих овец с короткоухими баранами? Составьте схемы скрещиваний и сделайте их анализ.

77. У андалузских кур черная окраска оперения (ген «В») доминирует над белой (ген «в»). Гетерозиготная птица имеет голубое оперение. Какое потомство даст голубая курица при скрещивании с белым, голубым и черным петухами? Почему голубые андалузские куры при возведении «в себе» не дают однообразного потомства?

78. У крупного рогатого скота шортгорнской породы красная масть (ген «R») доминирует над белой (ген «г»). 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.

79. 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 $\frac{2}{3}$ имеют хохолок, а $\frac{1}{3}$ без хохолка. Как наследуется признак наличия хохолка у уток? Составьте схему скрещивания.

80. У уток ген «F» определяет серебристо-соболиную окраску - «бос», но обладает летальным действием. Его рецессивная аллель «f» обуславливает стандартную окраску. Все взрослые особи «бос» гетерозиготны «Ff». Какое потомство получится при спаривании гетерозигот между собой? Как избежать отхода?

81. Признак укороченных ног у кур (ген «Ср») доминирует над длинноногостью (ген «ср»). У гомозиготных по гену коротконогости цыплят клюв настолько мал, что они не могут пробить яичную скорлупу и гибнут, не вылупившись из яйца. В хозяйстве, разводящем только коротконогих кур, получено 3000 цыплят. Сколько среди них коротконогих?

82. 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 отношение по генотипу и фенотипу в F₂ при скрещивании серых овец F₁ с серыми и черными

баранами. Почему в практике разведения каракульских овец серой окраски не встречаются серые бараны, дающие при скрещивании с черными овцами всех серых ягнят.

83. У крупного рогатого скота ген «Д» (декстер) определяет укороченность головы и ног, обуславливает улучшение мясных качеств, но обладает летальным действием. Каким будет расщепление при спаривании между собой двух гетерозиготных животных; гетерозиготных с рецессивными?

84. У мышей доминантный ген желтой окраски «У» обладает летальным действием. Его рецессивная аллель «у» в гомозиготном состоянии обуславливает черную окраску. Каков генотип взрослых желтых мышей? Какое будет расщепление при спаривании их между собой; при спаривании с черными?

85. У крупного рогатого скота комолость (ген «К») доминирует над рогатостью (ген «к»), а красная масть (ген «А») - над белой (ген «а»). У шортгорнов гетерозиготные (Аа) животные имеют чалую масть. Какие соотношения генотипов и фенотипов получаются при следующих спариваниях ааКк × АаКк, ААКк × аакк? Каковы генотипы родительских особей?

86. У кур оперение 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, имеющей тоже гороховидный гребень, дал потомство с оперенными ногами. Большинство потомков имело гороховидный гребень, но встречались куры и с простым гребнем. Определите генотипы родителей и составьте схему скрещивания.

87. У собак черная окраска шерсти (ген «В») доминирует над коричневой (ген «в»), а висячее ухо (ген «Н») - над стоячим (ген «н»). Гомозиготная черная самка с висячими ушами спарена с коричневым самцом со стоячими ушами. Каковы генотипы и фенотипы потомства первого и второго поколений?

88. Комолость (ген «К»), у крупного рогатого скота доминирует над рогатостью (ген «к»), 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 повторных спариваниях этих родителей? Установите это, составив схему скрещивания. Какое получится потомство при возвратном спаривании рогатой чалой телки с ее отцом?

89. У свиней белая щетина (ген «В») доминирует над черной (ген «в»), а наличие сережек (ген «С») - над их отсутствием (ген «с»). Определите генотип белого хряка с сережками, если от спаривания его с черными без серёжек свиноматками получено 50 % белых поросят с сережками и 50 % черных поросят с сережками?

90. 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 схему скрещивания и выясните фенотип и генотип потомков первого и второго поколений (второе поколение получено путем скрещивания особей первого поколения между собой)?

91. У морских свинок черная окраска шерсти (ген «В») доминирует над белой (ген «в»), а короткая шерсть (ген «К») - над длинной - (ген «к»). Гомозиготные черные длинношерстные животные были спарены с гомозиготными короткошерстными белыми. Определите генотип и фенотип потомства в F_1 и F_2 (F_2 получено от спаривания животных F_1 между собой).

92. В хозяйство, занимающегося разведением мясного скота, было завезено 50 телок и один бык. Все животные были черными и комолыми, то есть по фенотипу они были сходны с абердин-ангусами. Точных сведений об их происхождении не было. Среди полученных от этих животных 50-ти телят 28 были черными комолыми, 8 черными рогатыми и четыре теленка — красными рогатыми. Какие признаки являются доминантными, а какие рецессивными? Каков генотип завезенных животных? Каково теоретически ожидаемое расщепление в их потомстве?

93. У лошадей ген «С», контролирующий 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)?

94. У лошадей серая масть (ген «С») доминирует 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? Покажите это на решетке Пеннета.

95. У кур розовидная форма гребня контролируется геном «R», а гороховидная — геном «P», листовидная — их рецессивными аллеля-

ми «г» и «р». При скрещивании кур, имеющих ореховидный гребень с петухами, имеющими листовидный гребень, были получены следующие результаты: 50 % потомков имели ореховидный гребень и 50 % розовидный. Определите генотипы родителей, составьте схему скрещивания и определите генотипы и фенотипы потомков.

96. У кур розовидная форма гребня контролируется геном «R», а гороховидная — геном «P», листовидная — их рецессивными аллелями «г» и «р». От курицы с ореховидным гребнем получено $\frac{3}{8}$ — с ореховидным, $\frac{1}{8}$ - с листовидным. Отец цыплят имел розовидный гребень. Составьте схему скрещивания. Определите генотипы родителей и их потомков.

97. У кур розовидный гребень контролируется геном «R», гороховидный - геном - «P», а листовидный - их рецессивными аллелями «г» и «р». Петуха с ореховидным гребнем спарили с тремя курами. Курица №1, гребень которой ореховидной формы, дала потомство с отношением фенотипов 3 ореховидных и 1 розовый. Курица №2 (гороховидный гребень) дала потомков в следующем соотношении: 3 ореховидных, 3 гороховидных, 1 розовидный и 1 листовидный (простой). От курицы №3 получены потомки только с ореховидным гребнем. Определите генотипы петуха, трех кур и их потомков, составив для этого схемы скрещиваний.

98. Петух с розовидным гребнем (ген«R») спарен с имеющей гороховидный гребень (ген «P») курицей. От этого спаривания получено 25 потомков с гороховидным гребнем, 24 — с ореховидным, 26 — с розовидным и 22 — с простым (листовидным) гребнем. Определите генотипы и фенотипы потомков.

99. У кур позднее оперение (ген «Sk») сцеплено с полом и доминирует над ранним оперением (ген «sk»). Определите генотипы и фенотипы петушков и курочек, полученных от спаривания следующих кур с гомозиготными петухами:

- а) поздняя курица х ранний петух;
- б) ранняя курица х поздний петух.

100. У кошек гены, определяющие окраску шерсти, сцеплены с полом. Рыжую окраску контролирует ген В, а черную ген в, а у гетерозигот (Вв) формируется пестрая («черепашковая») окраска. Каким будет потомство, полученное при спаривании черного кота с пестрой кошкой? С рыжей кошкой?

101. У кур гены, контролирующие окраску оперения, локализованы в X хромосоме. У кур породы плимутрок серая окраска оперения (ген «в»). Определите:

А. Фенотип F_1 (отдельно для петушков и курочек), если серая курица спарина с черным петухом.

Б. Расщепление по окраске оперения F_1 у курочек и петушков, если серый петух, у матери которого было черное оперение, спарен с черной курицей.

102. У однодневных цыплят породы плимутрок ген серой окраски оперения «В» проявляется в виде белого пятна на голове. Оперившись, такие цыплята становятся серыми. При определенных типах скрещивания этот сцепленный с полом признак служит «метчиком» (маркером) пола. Определите, при каком типе скрещивания можно по метке на голове определить пол цыплят:

А. Куры серые спарены с черным петухом.

Б. Куры черные спарены с серым петухом.

103. 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 черных котят, один из которых имеет пеструю масть, а три — черную. Какую окраску шерсти имеет отец этих котят? Какого пола черные котята?

104. У кроликов окраска волосяного покрова «шиншилла» (ген «ссh») доминирует над альбинизмом (гун «са»). Гетерозиготы ссh са имеют светло-серую окраску. На кролиководческой ферме среди молодняка кроликов шиншилла произошло выщепления альбиносов. Из 5400 крольчат 17 оказались альбиносами. Пользуясь формулой Харди-Вайнберга, выясните, сколько было получено гомозиготных крольчат шиншилла.

105. В свободно размножающейся популяции доля особей «АА» равна 0,81. Какая часть должна быть гетерозиготной «Аа»? Вычислите это используя формулу Харди-Вайнберга?

106. Изучая распространение безухости в популяции каракульских овец, Б.Н.Васин установил по гену безухости следующее соотношение генотипов: $729AA + 111Aa + 4aa$. Соответствует ли это соотношение теоретически ожидаемому, рассчитанному по формуле Харди-Вайнберга?

107. Какова концентрация доминантного гена «R» (при условии применимости закона Харди-Вайнберга), если гомозиготы по рецессивному гену «г» составляют такой процент от всей популяции: 49, 36, 25, 4? Определите генетическую структуру этих популяций.

108. 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 из

ферм из 600 родившихся телят 3 погибли от гидроцефалии. Пользуясь формулой Харди-Вайнберга, определите количество телят носителей гена данного заболевания.

109. У крупного рогатого скота сплошная окраска (ген «С») доминирует над пестрой (ген «с»). 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 «С» и «с».

110. У крупного рогатого скота черная масть (ген «А») доминирует над красной (ген «а»). В популяции ярославского скота, состоящего из 850 животных, 799 имели черную масть и 51 — красную. Определите частоту фенотипов и концентрацию генов «А» и «а» и структуру популяции по генотипам.

111. 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.

112. Амилаза — фермент, расщепляющий крахмал. У крупного рогатого скота чаще всего встречаются два типа этого фермента: В и С, которые контролируются двумя кодоминантными генами «Am^b» и «Am^c».

В стаде крупного рогатого скота установлена следующее распределение этого фермента по типам: 58 особей типа ВВ, 216 — ВС и 186 — СС. Определите частоту фенотипов и концентрацию аллелей Am^b и Am^c.

113. Цепочка аминокислот участка рибонуклеазы имеет следующее строение: лизин-глутамин-треонин-аланин-аланин-аланин-лизин... Какова последовательность азотистых оснований участка гена, соответствующего этому участку белка?

114. Какой последовательностью азотистых оснований молекулы ДНК кодируется участок белковой молекулы, если известно, что он имеет следующее строение: пролин-лейцин-валин-аргинин-пролин-аргинин?

115. Определите порядок следования друг за другом аминокислот в участке молекулы белка, если он кодируется такой последовательностью азотистых оснований участка молекулы ДНК: ТГАТЦГТТТГАТГЦГЦ ... Как изменится ответ, если из молекулы

ДНК удалить девятое и двенадцатое азотистые основания?

116. 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?

117. 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?

118. Выпишите свойства генетического кода.

119. Выпишите и дайте объяснение всем терминам, встретившимся вам при выполнении работы.

Таблица генетического кода находится в учебниках (3, с.205; 9, с. 86).

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, 119	23, 36, 54, 81, 115, 119	21, 38, 52, 71, 106, 119	17, 33, 57, 79, 105, 119	29, 50, 61, 64, 95, 119	24, 42, 45, 76, 115, 119	3, 18, 27, 70, 108, 119	11, 34, 60, 66, 112, 119	3, 10, 58, 96, 118, 119	10, 39, 50, 67, 114, 119
1	22, 37, 53, 82, 97, 119	24, 35, 55, 106, 114, 119	18, 32, 58, 66, 106, 119	4, 28, 49, 63, 94, 119	1, 23, 39, 93, 114, 119	17, 26, 44, 99, 107, 119	10, 33, 58, 72, 89, 119	2, 43, 57, 95, 110, 119	9, 47, 53, 66, 100, 119	19, 30, 58, 85, 107, 119
2	16, 34, 56, 76, 100, 119	19, 31, 59, 65, 104, 119	2, 27, 48, 62, 100, 119	5, 22, 37, 75, 117, 119	16, 35, 42, 91, 106, 119	9, 30, 49, 71, 88, 119	1, 15, 60, 95, 116, 119	8, 38, 46, 65, 99, 119	8, 18, 57, 98, 106, 119	8, 27, 49, 62, 80, 119
3	30, 50, 69, 103, 113, 119	6, 26, 47, 78, 112, 119	9, 21, 36, 110, 112, 119	15, 24, 61, 105, 112, 119	8, 33, 51, 65, 87, 119	7, 20, 61, 86, 115, 119	7, 45, 54, 64, 98, 119	17, 32, 56, 74, 105, 119	7, 26, 47, 79, 114, 119	10, 34, 48, 73, 84, 119
4	7, 25, 46, 77, 116, 119	10, 20, 35, 74, 92, 119	14, 27, 30, 68, 104, 119	7, 31, 56, 64, 97, 119	4, 26, 60, 65, 107, 119	6, 36, 44, 63, 103, 119	16, 37, 55, 83, 104, 119	6, 25, 45, 89, 113, 119	33, 40, 50, 72, 96, 119	20, 40, 52, 90, 109, 119
5	8, 19, 28, 78, 109, 119	13, 32, 38, 68, 91, 119	6, 12, 53, 63, 99, 119	5, 43, 60, 62, 112, 119	15, 33, 54, 92, 115, 119	5, 24, 52, 76, 111, 119	12, 32, 45, 71, 95, 119	11, 25, 39, 87, 119	9, 24, 45, 69, 107, 119	1, 43, 59, 85, 109, 119
6	12, 34, 46, 67, 99, 119	5, 11, 55, 62, 98, 119	29, 31, 58, 84, 104, 119	4, 40, 48, 77, 91, 119	14, 34, 53, 71, 103, 119	14, 28, 38, 78, 110, 119	31, 44, 51, 83, 106, 119	9, 27, 38, 68, 85, 119	23, 44, 59, 89, 112, 119	15, 21, 49, 91, 113, 119
7	4, 13, 59, 97, 103, 119	32, 41, 57, 83, 103, 119	3, 42, 57, 92, 103, 119	13, 46, 52, 76, 87, 119	18, 22, 39, 98, 109, 119	10, 30, 46, 64, 94, 119	28, 37, 61, 67, 90, 119	25, 43, 56, 85, 111, 119	14, 22, 48, 90, 112, 119	22, 28, 52, 80, 105, 119
8	29, 35, 56, 82, 107, 119	2, 41, 49, 93, 102, 119	12, 17, 51, 69, 102, 119	13, 21, 61, 108, 112, 119	29, 37, 47, 63, 82, 119	2, 19, 36, 66, 97, 119	15, 22, 42, 75, 88, 119	13, 23, 47, 86, 104, 119	4, 26, 51, 70, 79, 119	18, 41, 54, 78, 104, 119
9	1, 23, 40, 62, 105, 119	11, 35, 50, 68, 101, 119	20, 43, 59, 89, 116, 119	28, 44, 48, 81, 115, 119	1, 35, 55, 74, 96, 119	11, 21, 41, 101, 110, 119	12, 26, 46, 69, 103, 119	3, 16, 50, 76, 112, 119	17, 31, 53, 77, 93, 119	19, 40, 55, 81, 106, 119

Список рекомендуемой литературы

1. Иванова О.А. Генетика: Учебник для сельскохозяйственных вузов, 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1974.- 431 с.
2. Бакай А.В., И.И. Кочиш, Г.Г. Скрипниченко. Генетика: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М.: КолосС, 2006.- 448 с.
3. Ларцева С.Х., Муксинов М.К. Практикум по генетике: Учебное пособие для сельскохозяйственных вузов. М.: Агропромиздат, 1985.-288 с.
4. Завертяев Б.П. Биотехнология в воспроизводстве и селекции крупного рогатого скота. Л.: Агропромиздат, 1989.- 254 с.
5. Квасницкий А.В., Мартыненко Н.А., Близнюченко А.Г. Трансплантация эмбрионов и генетическая инженерия в животноводстве. Киев: Урожай, 1988.-261 с.
6. В.Ф. Красота, Б.П. Завертяев, Е.К. Меркурьева, А.К. Никитин. Биотехнология в животноводстве: Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М.: Колос, 1994, -127 с.
7. В.Л.Петухов и др. Генетические основы селекции животных. М.:Агропромиздат, 1989.- 448 с.
8. Тимофеев-Рессовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. Краткий очерк теории эволюции. М.: Наука, 1977.- 407 с.
9. В.Л. Петухов, А.И. Жигачев, Г.А. Назарова. Ветеринарная генетика. М.: Колос, 1994.- 384 с.
10. Ф. Айала, Дж. Кайгер. Современная генетика. М.: Мир, 1987. в 3 томах.

Методическое пособие

Овсеенко Елена Викторовна

ГЕНЕТИКА

Методические указания
по изучению дисциплины и задания
для контрольной работы

СТУДЕНТАМ-ЗАОЧНИКАМ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ:
110401 «ЗООТЕХНИЯ» И 110201 «ВЕТЕРИНАРИЯ»

Издание второе

Редактор Лебедева Е.М.

Подписано к печати 12.09.2012 г. Формат 60х84. 1/16.
Бумага офсетная. Усл.п.л. 2,90. Тираж 100 экз. Изд.№ 2218.

Издательство Брянской государственной сельскохозяйственной академии
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянская ГСХА