

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр биологических систем и
агротехнологий Российской академии наук»
(ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.О.10 Генетика и селекция в мясном скотоводстве»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки

36.04.02 ЗООТЕХНИЯ

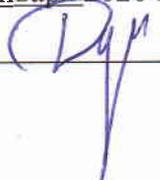
(код и наименование направления подготовки)

Питание сельскохозяйственных животных и кормопроизводство
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Магистр

Методические указания рассмотрены и утверждены в отделе кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. проф. С.Г. Леушина
Протокол № 1 от «10» января 2020 г.

Зав. отделом, д.б.н.  Г.К. Дускаев

Оренбург 2020

Генетика и селекция в мясном скотоводстве метод. указания по выполнению практических занятий для магистров направления подготовки 36.04.02 Зоотехния / Сост.: доктор с.-х. наук, профессор К.М. Джуламанов // ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН. – Оренбург, 2020 – 19 с.

Методические указания по выполнению практических занятий составлены в соответствии с программой дисциплины и предназначены для студентов направления подготовки 36.04.02 Зоотехния. Методические указания содержат краткое содержание по основным темам дисциплины, контрольные задания и задачи для выполнения контрольной работы.

Содержание

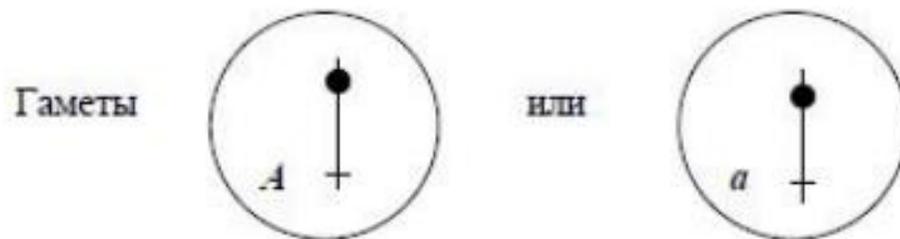
ВВЕДЕНИЕ	4
1 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1	5
2 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2	10
3 ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3	14

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для изучения дисциплины «Генетика и селекция в мясном скотоводстве» студентами заочной формы образования по специальности 36.04.02 – Зоотехния. В них приведены темы и практических занятий, в которых кратко рассматриваются основы наследственности, закономерности наследования признаков при половом размножении, молекулярные основы наследственности. В результате изучения курса будущие магистры должны знать основные закономерности изменчивости и наследственности, методы диагностики, профилактики распространения генетических аномалий и повышения наследственной устойчивости животных к заболеваниям, генетические основы иммунитета. Они должны владеть методами биометрической обработки и анализа данных экспериментальных данных.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. Закономерности наследования признаков при половом размножении (4 часа)

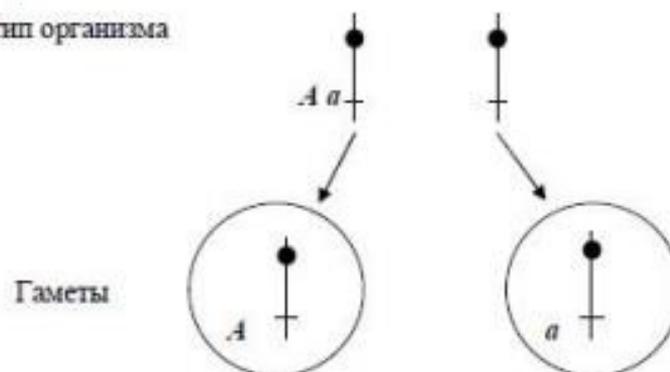
Законы наследования признаков при половом размножении были установлены Г. Менделем. Он разработал метод гибридологического анализа, использовал математические методы в биологических экспериментах, выдвинул гипотезу о существовании наследственных факторов (в современном понимании - генов), ввел буквенную символику для их обозначения и, наконец, разработал правила наследования признаков, которые после вторичного их открытия в 1900 г. были названы законами Менделя. Для понимания закономерностей наследования признаков при половом размножении студент должен иметь четкое представление о генотипе и фенотипе, аллелях и сериях аллелей, гомо- и гетерозиготности, типах доминирования (полное, неполное, кодоминирование, сверхдоминирование), типах скрещивания (реципрокное, возвратное, анализирующее, моногибридное, полигибридное). Использование гибридологического метода для анализа наследования признаков предусматривает проведение трех скрещиваний: 1. Скрещивание гомозиготных родительских форм (P), различающихся по одной или нескольким парам альтернативных признаков и получение гибридов 1-го поколения (F1); 2. Скрещивание гибридов F1 между собой и получение гибридов 2-го поколения (F2); 3. Возвратное скрещивание гибридов F1 с особями, имеющими генотип матери и отца, и получение гибридов (Fв). Возвратное скрещивание F1 с особями, имеющими рецессивный признак, одновременно является анализирующим, а полученные гибриды обозначаются Fa. По результатам всех скрещиваний обязательно проводится математический анализ. Студент должен знать формулировку законов Г. Менделя, уяснить понятия генотип, фенотип, аллельные гены и уметь составлять схемы скрещиваний по принятой в генетике форме. Аллельные гены обозначаются одной и той же буквой, при этом доминантный аллель заглавной буквой (A, B, C и т.д.), а рецессивный – малой буквой (a, b, c и т.д.). Гомозиготные генотипы обозначаются AA, aa, AABB, aabb, AAbb, aaBB, гетерозиготные – Aa, AaBb. Фенотип (масть животного, комолость – рогатость, удои, настриг шерсти и т.д.) записывают рядом или ниже генотипа. При решении любых задач на скрещивание прежде всего необходимо знать, какие сорта гамет и в каком количестве дает тот или иной родитель. Общее количество разных сортов гамет определяется по формуле $K = 2^n$, где K – количество сортов гамет, n – количество пар аллелей, по которым организм гетерозиготен. а) Гомозиготный организм (AA или aa) дает один сорт гамет ($2^0 = 1$, где 0 обозначает количество пар аллелей, по которым организм гетерозиготен, т.е. данный организм гомозиготен). Кружками обозначены гаметы, в них схематически указаны хромосомы, на хромосомах поперечной черточкой указан локус, в котором находится аллель, обозначенный буквой A или a.



б) Гетерозиготный организм по одной паре аллелей (Aa)
 дает 2 сорта гамет ($2^1 = 2$):

Генотип организма

Генотип организма



Одна половина гамет несет доминантный аллель A , а другая – рецессивный аллель a .

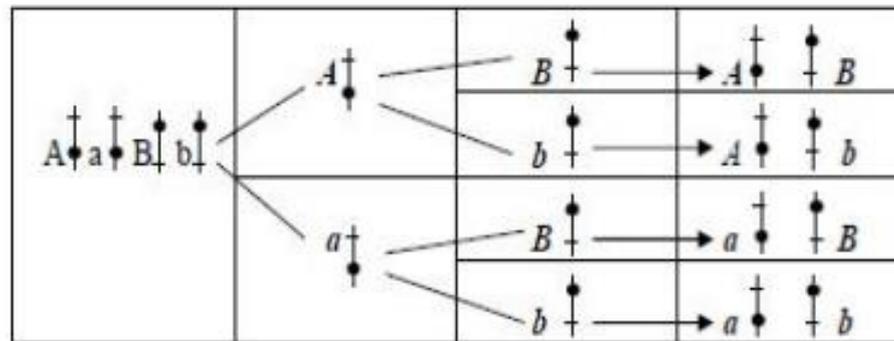
в) Для определения возможных сортов гамет, которые дают гетерозиготные организмы по двум, трем и большему количеству локусов, можно использовать метод разветвленных линий или метод древовидной схемы.

Используя этот метод, определяем, что дигетерозиготный организм с генотипом $AaBb$ дает 4 сорта гамет (табл. 1).

Таблица 1

Схема образования сортов гамет у дигетерозиготного организма

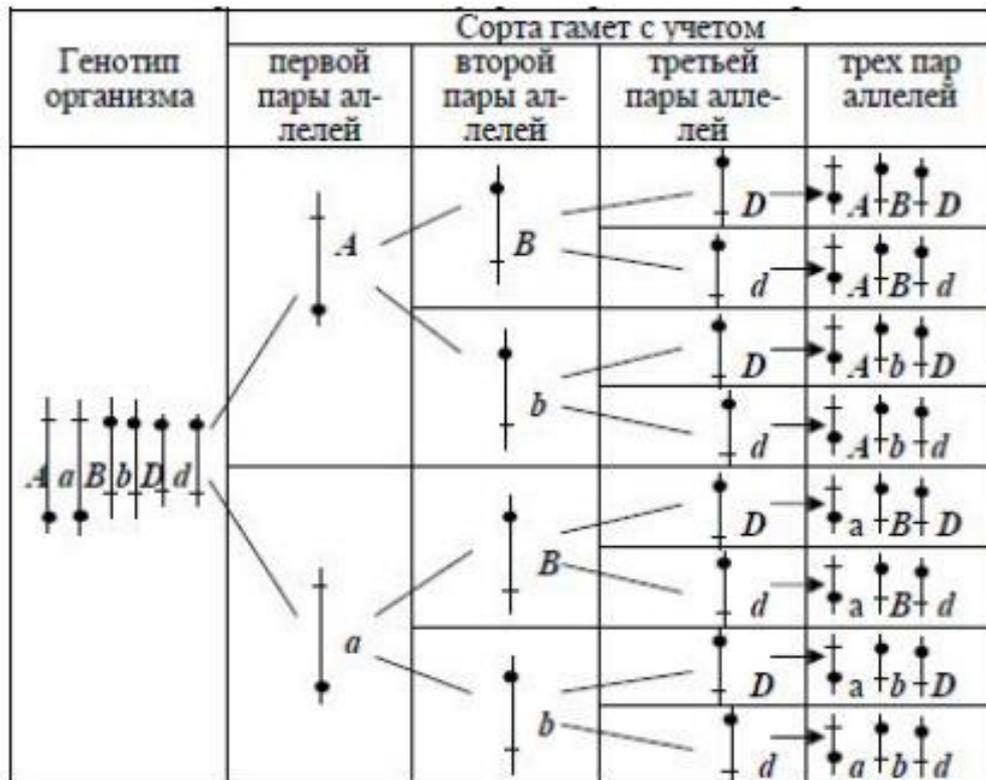
Генотип организма	Сорта гамет с учетом		
	первой пары аллелей	второй пары аллелей	двух пар аллелей



Тригетерозиготный организм ($AaBbDd$) дает 8 сортов гамет (табл. 2).

Таблица 2

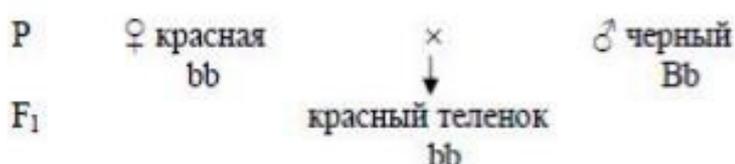
Схема образования гамет у тригетерозиготного организма



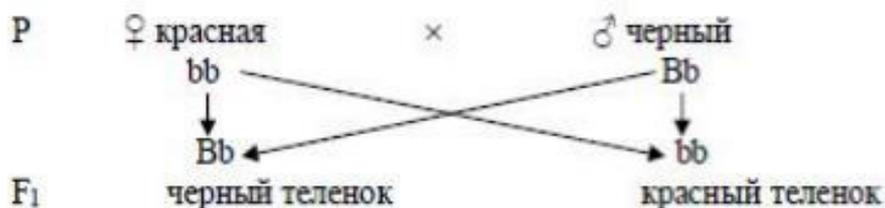
иметь рецессивный аллель *b*. Указываем это на схеме скрещивания, тире означает неизвестный пока аллель:



6. Так как черная масть является доминантной, поэтому в генотипе черного быка вместо тире записываем доминантный аллель *B*.



7. Половине потомков черный бык может передать доминантный аллель *B*, а половине – рецессивный *b*, поэтому в дальнейшем от этого гетерозиготного быка и красной коровы, которая всем потомкам может передать только рецессивный аллель (*b*), можно ожидать черных (*Bb*) и красных (*bb*) телят примерно в равном соотношении.



По такой же схеме решаются задачи на ди-, полигибридное скрещивания и разные типы взаимодействия неаллельных генов.

При изучении материала и решении задач необходимо обратить внимание на случаи нарушения закономерных расщеплений по фенотипу 3 : 1, вызванных летальным действием отдельных генов. Для этого составьте и проанализируйте несколько схем скрещивания, иллюстрирующих действие летальных генов у разных видов животных. При изучении наследования признаков было установлено, что на один и тот же признак могут оказывать влияние несколько пар неаллельных генов, которые вступают между собой во взаимодействие. Различают следующие основные типы взаимодействия неаллельных генов – новообразование, комплементарность, эпистаз и полимерия. Необходимо изучить эти типы взаимодействия неаллельных генов и разобраться в схемах скрещиваний. Примеры для составления схем скрещиваний и их генетического анализа можно взять в вопросах для контрольной работы.

Вопросы для самопроверки

1. Что означают термины генотип, фенотип, аллели, гомозиготность, гетерозиготность, доминантность, рецессивность?
2. Какие законы наследования признаков сформулировал Г.Мендель?
3. Какие известны типы доминирования?
4. В чем сущность законов единообразия, расщепления и независимого наследования признаков?
5. Что понимается под реципрокным и анализирующим скрещиванием?
6. Какое скрещивание называется моногибридным и дигибридным?
7. Что такое летальные гены и каково их действие?
8. Какое расщепление по фенотипу наблюдается при разных типах взаимодействия неаллельных генов?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. Хромосомная теория наследственности

В 1902—1903 гг. американский цитолог У. Сеттон и немецкий цитолог и эмбриолог Т. Бовери независимо друг от друга выявили параллелизм в поведении генов и хромосом в ходе формирования гамет и оплодотворения.

Созданию хромосомной теории наследственности предшествовал ряд исследований, которые позволили установить, что для каждого вида характерно определенное и постоянное число хромосом. Количество же признаков и генов, которые их контролируют, значительно больше, чем число пар хромосом. Так, у мухи дрозофилы около тысячи генов локализованы всего в 4 парах хромосом. Отсюда следует, что в каждой хромосоме имеется не один, а множество генов, расположенных линейно друг за другом. Они образуют группу сцепления и передаются вместе сначала в гамету, а затем и следующему поколению. Количество групп сцепления равно гаплоидному (n) числу хромосом, или количеству пар хромосом. Признаки, гены которых локализованы в одной хромосоме, называются сцепленными. При сцеплении генов независимого комбинирования признаков в последующих поколениях не происходит.

При изучении сцепления генов пользуются специальной символикой, рекомендованной XII международным генетическим конгрессом в Токио (1966 г.). Хромосомы обозначаются черточками, а локализованные в них гены буквами.

Форма записи генотипов

При расположении генов в разных хромосомах:

$\frac{A}{a}$ – гетерозиготный организм по одному локусу;

$\frac{A}{a} \frac{B}{b}$ – дигетерозиготный организм;

$\frac{A}{a} \frac{B}{b} \frac{C}{c}$ – тригетерозиготный организм.

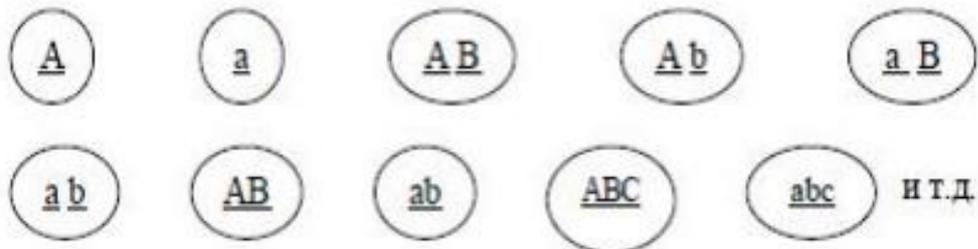
При расположении генов в одной хромосоме:

\underline{AB} – сцеплены 2 гена;

$\overline{a b}$
 $\overline{A B C}$ – сцеплены 3 гена;
 $a b c$
 $\frac{A}{a} \quad \frac{B C}{b c}$ – сцеплены только 2 последних гена.

Так как при гаметогенезе происходит расхождение гомологичных хромосом по дочерним клеткам и каждая из них получает только по одной хромосоме из пары, в отличие от зиготы и соматической клетки строение половой клетки принято обозначать только одной чертой (хромосомой) с изображенными на ней генами, которую можно обвести кружком.

Форма записи гамет



При составлении схем скрещивания можно также пользоваться зарисовкой хромосом.

Рассмотрим полное сцепление генов, при котором они передаются потомству в таких же сочетаниях, в которых они были у родителей. В качестве примера возьмем следующие признаки домашних кур:

- нормальные ноги – рецессивный аллель b ;
- короткие ноги – доминантный аллель B ;
- листовидный гребень – рецессивный аллель r ;
- розовидный гребень – доминантный аллель R .

Схема наследования признаков при полном сцеплении

Генотип родителей (P)	♀ $\frac{BR}{BR}$	×	♂ $\frac{br}{br}$
Фенотип P	короткие ноги, розовидный гребень		нормальные ноги, листовидный гребень
Гаметы P	$\frac{BR}{}$		$\frac{br}{}$
Генотип F ₁			$\frac{BR}{br}$
Фенотип F ₁	короткие ноги, розовидный гребень		

Анализирующее скрещивание

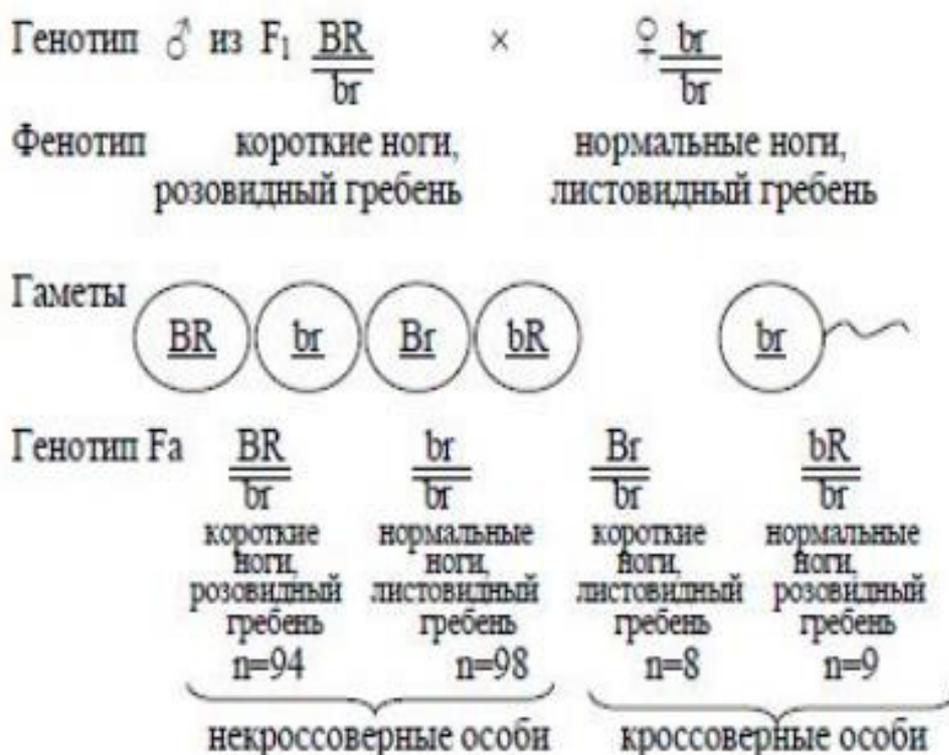
Генотип	♀ из F ₁ $\frac{BR}{br}$	×	♂ $\frac{br}{br}$
Фенотип	короткие ноги розовидный гребень		нормальные ноги, листовидный гребень
Гаметы	$\frac{BR}{}$ $\frac{br}{}$		$\frac{br}{}$
Генотип F _a	$\frac{BR}{br}$;		$\frac{br}{br}$
Фенотип F _a	короткие ноги, розовидный гребень		нормальные ноги листовидный гребень

Из анализирующего скрещивания видим, что у курицы доминантный аллель В находится в одной хромосоме с доминантным аллелем R, а рецессивные аллели b и r расположены в гомологичной хромосоме. Только в таких же сочетаниях при полном сцеплении они переходят в гаметы, затем в зиготы, и в результате появляется потомство от анализирующего скрещивания двух генотипов и, следовательно, двух фенотипов: с корот-

кими ногами, розовидным гребнем и нормальными ногами, листовидным гребнем.

Неполное сцепление

В значительной мере другие результаты получаются при анализирующем скрещивании, когда в качестве отцов берут гибридов F_1 , тогда к 2 вышеозначенным фенотипическим классам потомков добавляются еще 2.



Причиной нарушения сцепления генов (неполное сцепление) является у петухов (гомогаметный пол) происходящий в мейозе кроссинговер (перекрест) гомологичных хромосом. В результате кроссинговера хромосомы обмениваются идентичными участками, и образуется дополнительно 2 класса гамет: \underline{Br} и \underline{bR} , из которых получают в дальнейшем при анализирующем скрещивании кроссоверные особи.

Изучая этот материал, студент должен обратить внимание на то, что частота кроссинговера зависит от расстояния между

генами: чем ближе расположены они в хромосоме, тем реже возможно нарушение их сцепления, тем меньше в потомстве появляется кроссоверных особей. Следовательно, по частоте кроссинговера (кроссоверных организмов) можно судить о расстоянии между генами на генетических картах, за единицу которого принят сантиморган (сМ), равный 1% кроссоверных особей от общего количества потомков. В разобранный примере расстояние между локусами В и R равно 8,13 сМ $\left(\frac{8+9}{94+98+8+9} \cdot 100\% \right)$.

Зная расстояние между генами, можно построить генетические карты хромосом, на которых указан порядок расположения локусов и расстояние в сантиморганах.

Изучение темы завершается рассмотрением основных положений хромосомной теории наследственности, сформулированной Т. Морганом.

Вопросы для самопроверки

1. Что означает сцепление генов? Какие признаки называются сцепленными?
2. Что такое группа сцепления? Сколько групп сцепления у разных видов сельскохозяйственных животных?
3. Что является причиной нарушения сцепления между признаками?
4. В каких единицах измеряется расстояние между генами в хромосомах?
5. Как определяется частота кроссинговера?
6. В чем заключается биологическое значение кроссинговера?
7. Как было доказано, что гены в хромосомах расположены линейно?
8. Сформулируйте основные положения хромосомной теории наследственности.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3. Генетика пола

В ходе эволюции у большинства раздельнополых организмов сформировался механизм детерминации пола, обеспечивающий образование равного количества самцов и самок, что необходимо для нормального самовоспроизведения видов.

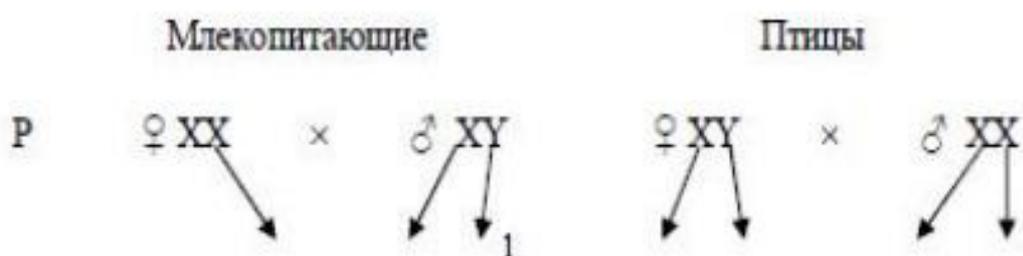
Проблема пола в животноводстве имеет большое значение в связи с разной продуктивностью особей мужского и женского пола.

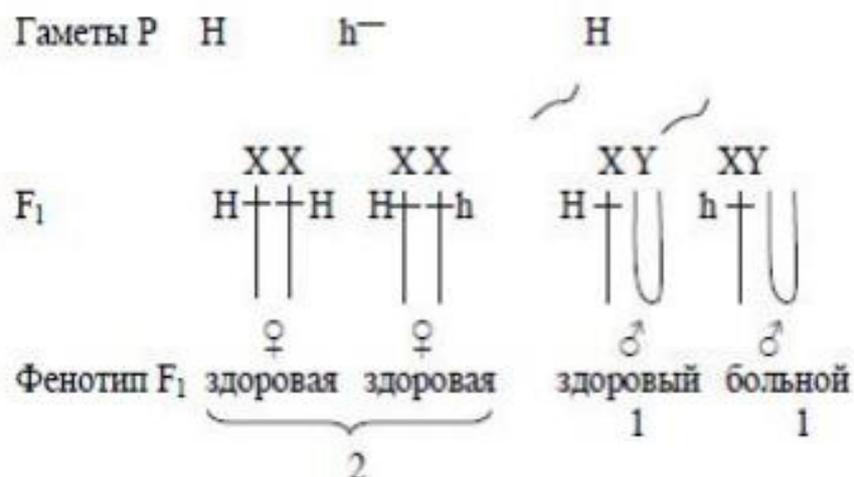
Вначале надо уяснить 2 формы определения пола: сингамное, при котором пол потомка определяется в момент оплодотворения яйцеклетки (например, у млекопитающих) и прогамное, когда пол будущего потомка определяется в процессе образования гамет (например, у птиц).

Мужской или женский пол детерминируется сочетанием половых хромосом, которые обозначаются буквами X и Y, остальные хромосомы, которые называются аутосомами и их набор обозначается в соматических клетках 2A, не влияют на развитие и формирование пола. В хромосомном наборе самок млекопитающих 2 гомологичные хромосомы X. В хромосомном наборе самцов имеется лишь одна X-хромосома, вторая половая хромосома Y не является ее гомологом.

У самок млекопитающих образуется один тип яйцеклеток с гаплоидным набором аутосом и одной хромосомой X (A+X), поэтому женский пол получил название гомогаметного. У самцов образуется 2 типа сперматозоидов – с X-хромосомой (A+X) и с Y-хромосомой (A+Y), вследствие чего мужской пол назван гетерогаметным. Наоборот, у птиц, тутового шелкопряда и некоторых других видов женский пол является гетерогаметным, а мужской – гомогаметным.

Пол организма можно представить как альтернативный признак, а соотношение самок и самцов – соответствующим расщеплению 1 : 1, как при анализирующем скрещивании. Это соотношение обусловлено тем, что у гетерогаметного пола одна половина гамет несет X-хромосому, а вторая – Y-хромосому. Наследование пола можно проиллюстрировать схемой.





Из этой схемы видно, что самки, являясь носительницами рецессивного аллеля, вызывающего болезнь, передают его половине своих дочерей и сыновей, у последних проявляется данная аномалия, а эти дочери, так же как и их матери, будут носительницами этого аллеля.

В практике животноводства возникла необходимость преимущественного получения особей того или другого пола, что поставило перед генетикой проблему искусственного регулирования пола. В этом разделе необходимо ознакомиться с работами ученых, направленными на ее решение.

Вопросы для самопроверки

1. Каков механизм генетического определения пола у млекопитающих и птиц?
2. Какой пол называется гомогаметным, а какой гетерогаметным?
3. Какие известны формы генетического нарушения развития пола у животных?
4. Какие признаки называются сцепленными с полом? Каковы особенности их наследования?
5. В чем заключается сущность балансовой теории определения пола?

Литература, рекомендуемая для изучения дисциплины

1. Шендаков, А. И. Основы селекции сельскохозяйственных животных : учебное пособие / А. И. Шендаков. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-3929-4. — Текст : электронный

2. Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митюлько. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2897-7. — Текст : электронный

3. Пособие по организации мясного скотоводства в личных подсобных и фермерских хозяйствах: учебное пособие/ Г.И. Левахин, А.В. Харламов и др. – Оренбург: ФНЦ БСТ РАН, 2018. – 59 с.

4. Совершенствование методов селекции для увеличения темпов генетического прогресса при создании заводских типов казахской белоголовой породы: монография/ В.Ю. Хайнацкий, Ф.Г. Каюмов, Н.П. Герасимов, Р.Ф. Третьякова. – Оренбург: ООО «Типография «Агенство Пресса», 2019. – 279 с.