

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

Кафедра разведения и генетики сельскохозяйственных животных

Д. С. Долина, А. В. Мелехов

ГЕНЕТИКА

В пяти частях

Часть 3

ХРОМОСОМНАЯ ТЕОРИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ. ГЕНЕТИКА ПОЛА

*Методические указания и задачи
к лабораторно-практическим занятиям
и самостоятельной работе
для студентов очного и заочного отделений
специальностей 1-74 03 01 Зоотехния,
1-74 03 03 Промышленное рыбоводство*

**Горки
БГСХА
2015**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра разведения и генетики сельскохозяйственных животных

Д. С. Долина, А. В. Мелехов

ГЕНЕТИКА

В пяти частях

Часть 3

ХРОМОСОМНАЯ ТЕОРИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ. ГЕНЕТИКА ПОЛА

*Методические указания и задачи
к лабораторно-практическим занятиям
и самостоятельной работе
для студентов очного и заочного отделений
специальностей 1-74 03 01 Зоотехния,
1-74 03 03 Промышленное рыбоводство*

Горки
БГСХА
2015

УДК 575.1:581.162(072)

*Рекомендовано методической комиссией
агробиологического факультета.
Протокол № 6 от 8 июля 2014 г.*

Авторы:
кандидаты сельскохозяйственных наук, доценты
Д. С. Долина, А. В. Мелехов

Рецензент:
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент *О. В. Поддубная*

Генетика. В 5 ч. Ч. 3. Хромосомная теория наследственности.
Генетика пола : методические указания и задачи к лабораторно-
практическим занятиям и самостоятельной работе / Д. С. Долина,
А. В. Мелехов. – Горки : БГСХА, 2015. – 46 с.

Для студентов очного и заочного отделений специальностей 1-74 03 01 Зоотехния,
1-74 03 03 Промышленное рыбоводство.

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2015

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания составлены в соответствии с учебной и рабочей программой дисциплины «Генетика» для студентов специальностей «Зоотехния» и «Промышленное рыбоводство». Они включают: цель занятия, содержание, указания и примеры решения генетических задач, а также большое число задач для выполнения студентами во время занятий и индивидуальной самостоятельной работы под руководством преподавателя по темам:

- сцепление генов (полное и неполное);
- сцепленное с полом наследование.

В конце данного издания представлены вопросы для самоконтроля и сдачи блока.

Кроме представленных задач, студенты используют материал, имеющийся на кафедре в виде картотеки с индивидуальными заданиями. Для проверки теоретических знаний используется тестовая система. Заканчивается изучение данного раздела сдачей модуля.

Решение задач, их анализ с соответствующими выводами ведутся в рабочих тетрадях студентов по общепринятой форме с использованием генетических символов.

Методические указания позволяют организовать систематическую самостоятельную работу студентов по усвоению курса как на занятиях, так и во внеучебное время, а также осуществлять контроль за этой работой.

При подготовке методических указаний авторами были взяты задачи из опубликованных ранее пособий (А. П. Лисицын и др. М., 1989 г., Е. П. Карманова и др. ПетрГУ, 2004 г., И. В. Болгова М., 2008 г.).

1. ХРОМОСОМНАЯ ТЕОРИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

1.1. Сцепление генов (полное и неполное)

Цель занятия: изучить особенности наследования признаков при полном и неполном сцеплении, понять сущность линейного расположения генов в хромосомах, научиться определять частоту кроссинговера (рекомбинаций).

Материалы и оборудование: схемы скрещивания, таблицы, рисунки, методические пособия, индивидуальные задания.

Содержание и методика проведения занятий. Число хромосом у каждого организма относительно невелико – от 2 до 500, а генов значительно больше – тысячи, десятки и даже сотни тысяч. Следовательно, в каждой хромосоме содержится не один, а много генов, расположенных линейно друг за другом. Такие гены, находящиеся в определенной хромосоме, называются сцепленными, наследуются группами и образуют группы сцепления.

Число групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом. Так, у крупного рогатого скота кариотип (диплоидный набор) составляет 60 хромосом, следовательно, у этого вида животных имеется 30 групп сцепления (у карпа 100 хромосом (50 групп сцепления) и т. д.).

Сцепленные гены имеют свой характер наследования, и независимого их комбинирования в последующих поколениях не наблюдается. Отличить наследования несцепленных генов от сцепленных можно при помощи анализирующего скрещивания.

При изучении сцепления генов используется специальная символика, рекомендованная XII Международным генетическим конгрессом в Токио (1966 г.).

Хромосомы обозначаются черточками, а локализованные в них гены, контролирующие развитие признаков, – буквенными символами.

Пример записи генотипов и определения типов гамет

1. *При независимом наследовании* (гены расположены в разных хромосомах):

$Aa \left(\frac{A}{a} \right)$ – моногибрид, образует два типа гамет: A и a.

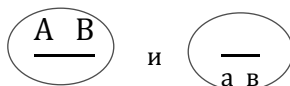
$AaBb \left(\frac{A}{a} \frac{B}{b} \right)$ – дигибрид, образует четыре типа гамет: AB, Ab, aB, ab.

$AaBbCc \left(\frac{A}{a} \frac{B}{b} \frac{C}{c} \right)$ – тригибрид, дает 8 типов гамет: ABC, ABc, AbC, Авс, aBC, aBc, abC, авс.

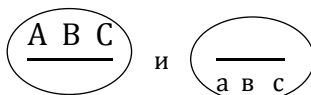
Гены, находящиеся в разных хромосомах при гаметогенезе, комбинируются и попадают в разные гаметы.

2. При сцепленном наследовании (гены расположены в одной хромосоме):

$\frac{AB}{ab}$ – дигибрид (сцеплены два гена), образует два типа гамет



$\frac{ABC}{abc}$ – тригибрид (сцеплены три гена), образует два типа гамет



Гены, находящиеся в одной хромосоме, наследуются вместе и при гаметогенезе попадают в одну гамету.

1.2. Генетические термины

Сцепление генов – это совместное наследование генов, расположенных в одной и той же хромосоме, ограничивающих их свободное комбинирование.

Сцепленные гены – гены, находящиеся в одной хромосоме.

Группа сцепления – группа генов, локализованных в одной хромосоме. Число групп сцепления у каждого организма равно гаплоидному набору хромосом.

Локус (от лат. локус – место) – место локализации гена в хромосоме.

Кроссинговер (от англ. кроссинг-овер – пересечение, перекрест) – обмен участками между парой гомологичных хромосом в процессе мейоза.

Одинарный кроссинговер – перекрест между гомологичными хромосомами, происходящий в одном месте.

Двойной кроссинговер – перекрест между гомологичными хромосомами, происходящий одновременно в двух точках.

Множественный кроссинговер – перекрест между гомологичными хромосомами, происходящий в нескольких точках.

Некроссоверные гаметы (родительские) – гаметы, полученные до кроссинговера (несущие признаки родителей).

Кроссоверные гаметы – гаметы, возникшие в результате кроссинговера.

Кроссоверы – потомство, несущее рекомбинантные признаки.

Процент кроссинговера (частота рекомбинаций) – отношение (деление) количества кроссоверных потомков (кроссоверов) к общему числу потомков, умноженное на 100.

Единица рекомбинации – 1 % кроссинговера или одна морганида. Если единица кроссинговера выражена в долях единицы, то ее называют сантиморганом (сМ).

Генетическая карта хромосом – графическое изображение хромосом с указанием размещающихся в них генов и расстояний между ними.

Пол – это совокупность морфологических, физиологических, поведенческих и других признаков организма, обеспечивающих половое размножение.

Аутосомы (от греч. ауто – сам и сомо – тело) – все хромосомы каприотипа, идентичные у мужской и женской особей.

1.3. Реализация генетической информации при независимом и сцепленном наследовании

Схемы анализирующего скрещивания.

А. При независимом наследовании

$$P: \text{♀} \frac{A}{a} \frac{B}{b} \times \text{♂} \frac{a}{a} \frac{B}{b}$$

$$G \quad \left(\frac{A}{a} \frac{B}{b} \right) \quad \left(\frac{A}{a} \frac{b}{b} \right) \quad \left(\frac{a}{a} \frac{B}{b} \right)$$

$$\left(\frac{a}{a} \frac{B}{b} \right) \quad \left(\frac{a}{a} \frac{b}{b} \right)$$

$$F_A \quad \frac{A}{a} \frac{B}{b}; \quad \frac{A}{a} \frac{b}{b}; \quad \frac{a}{a} \frac{B}{b}; \quad \frac{a}{a} \frac{b}{b}$$

Потомство (F) анализирующего скрещивания будет иметь четыре разных генотипа и четыре фенотипа.

Расщепление по генотипу и фенотипу 1:1:1:1.

Б. При сцепленном наследовании (полное сцепление генов)

$$P: \text{♀ } \frac{AB}{ab} \times \text{♂ } \frac{ab}{ab}$$

$$G \quad \left(\frac{A}{A} \frac{B}{B} \right) \quad \left(\frac{a}{a} \frac{b}{b} \right) \quad \left(\frac{a}{a} \frac{b}{b} \right)$$

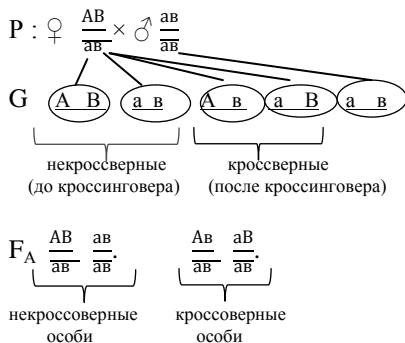
$$F_A \quad \frac{AB}{ab}; \frac{ab}{ab}$$

Потомство (F) анализирующего скрещивания будет иметь два разных генотипа и два фенотипа.

Расщепление по генотипу и фенотипу 1:1.

В. При сцепленном наследовании (неполное сцепление).

Причиной, нарушающей сцепление генов, является кроссинговер, протекающий в профазе мейоза I.



В потомстве (F) анализирующего скрещивания будут как кроссоверные, так и некроссоверные особи. В данном случае будет получено четыре разных генотипа и четыре разных фенотипа, но не в равном процентном соотношении.

При неполном сцеплении возникают два новых класса зигот с иным, чем у родителей, сочетанием генов, которые всегда составляют менее 50 %.

Появление новых форм (кроссоверов) зависит от частоты кроссинговера (рекомбинации).

Частота кроссинговера определяется в процентах и служит показателем расстояния между генами:

$$X = \frac{A+B}{N} \cdot 100 \%,$$

где X – частота кроссинговера;

A и B – число кроссоверных особей;

N – общее количество особей.

За единицу расстояния между генами принята морганида, равная 1 % кроссинговера.

1.4. Примеры решения задач на сцепленное наследование

А. Полное сцепление.

Пример. У дрозофилы серая окраска тела доминирует над черной, а нормальные по строению крылья – над зачаточными. Проведено анализирующее скрещивание гетерозиготной самки с самцом, имеющим рецессивные признаки. Было получено 540 потомков. Определить количество мушек с рецессивными признаками.

Методика решения задачи.

1. Дано:

Ген	Признак
A	серое тело
a	черное тело
B	нормальные крылья
b	зачаточные крылья

$$F_A = 540$$

2. Найти: количество особей с рецессивными признаками ($aabb$).

3. Решение:

$$P: \text{♀ } \frac{AB}{ab} \times \text{♂ } \frac{ab}{ab}$$

$$G \quad \left(\frac{A}{B} \right) \quad \left(\frac{a}{b} \right) \quad \left(\frac{a}{b} \right)$$

$$F_A \quad \frac{AB}{ab} \quad \frac{ab}{ab} \quad \text{генотипы}$$

серое тело черное тело – фенотипы
нормальные зачаточные
крылья крылья

В F_A получили расщепление 1:1. Так как всего получено в F_A 540 мушек, можно найти, сколько среди них с рецессивными признаками:

$$X = \frac{540 - 2 \text{ части} + X - 1 \text{ часть}}{2} = 270 \text{ мушек.}$$

Ответ: в потомстве F_A получено 270 мушек с рецессивными признаками.

Б. Неполное сцепление.

Пример. Скрещивались гетерозиготные коротконогие с розовидным гребнем куры с петухами, имеющими рецессивные признаки: длинные ноги и простой гребень. В потомстве получено 200 цыплят, из них 40 кроссоверных (с новыми признаками).

Определить, на каком расстоянии расположены гены, определяющие данные признаки.

Методика решения задачи.

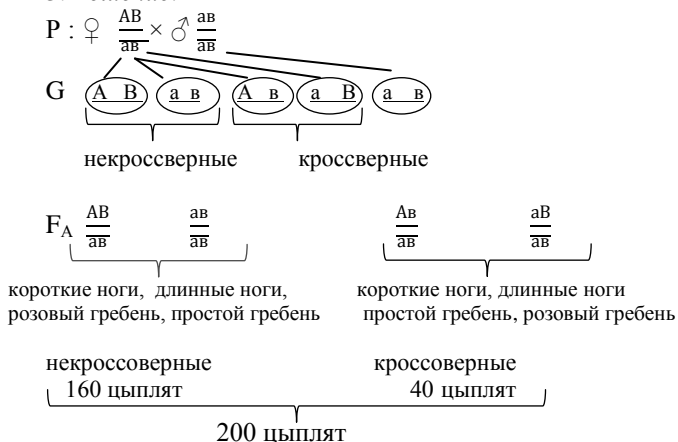
1. Дано:

Ген	Признак
A	коротконогость
a	длинноногость
B	розовидный гребень
b	простой гребень

$F_A = 200$ цыплят, в том числе 40 кроссоверных

2. *Найти:* расстояние между генами (A и B).

3. *Решение:*



В F₂ получено четыре генотипа и четыре фенотипа, но соотношение неравное.

Зная количество кроссоверных особей, можно определить частоту кроссинговера и расстояние между генами А и В:

$$X = \frac{A+B}{N} = \frac{40}{200} \cdot 100 = 20 \% \text{ (частота кроссинговера).}$$

Это значит, что кроссоверов в потомстве 20 % (каждого нового фенотипа по 10 %). Зная частоту кроссинговера, можно определить расстояние между генами А и В, учитывая, что 1 % кроссинговера = 1 морганиде. В данном случае расстояние между генами А и В равно 20 морганид.

2. ГЕНЕТИКА ПОЛА

2.1. Хромосомный механизм определения пола

Цель занятия: изучить хромосомный механизм определения пола. Знать типы хромосомного определения пола. Научиться отличать признаки, сцепленные с полом, от признаков, ограниченных полом и зависящих от пола. Составлять схемы скрещивания и решать задачи на наследования признаков, гены которых локализованы в половых хромосомах.

Материалы и оборудование: схемы, таблицы, методические пособия, индивидуальные задания.

Содержание и методика проведения занятия. Пол, как и любой другой признак организма, наследственно детерминирован. Важнейшая роль в генетической детерминации пола принадлежит хромосомному аппарату. Хромосомы, по которым различаются особи мужского и женского пола, получили название *половых хромосом*. Те половые хромосомы, которые являются парными у одного из полов, называются *X-хромосомами*. Непарная половая хромосома, имеющаяся только у особей одного пола и отсутствующая у другого, называется *Y-хромосомой*. Сочетание половых хромосом приводит к появлению гомогаметных и гетерогаметных по полу организмов.

Типы хромосомного определения пола

Тип определения пола	Набор половых хромосом		Организмы
	♀	♂	
1. XY (дрозофильный)	XX	XY	Млекопитающие, амфибии, рептилии, многие беспозвоночные
2. XY	XY	XX	Птицы, бабочки, некоторые рыбы
3. XO	XX	XO	Кузнечики, клопы
4. XO	XO	XX	Моль, тля

Механизм хромосомного определения пола

1-й вариант (первый тип определения пола):

P : ♀ XX × ♂ XY

G (X) (X) (Y)

F XX , XY
♀ ♂

соотношение полов 1 : 1.

2-й вариант (второй тип определения пола):

P : ♀ XY × ♂ XX

G (X) (Y) (X)

F XX , XY
♂ ♀

соотношение полов 1 : 1.

3-й вариант (третий тип определения пола):

P ♀ XX × ♂ XO

G (X) (X) (O)

F XX XO
♀ ♂

соотношение полов 1 : 1.

4-й вариант (четвертый тип определения пола):

P ♀ XO × ♂ XX

G (X)(O) (X)

F XX XO
♂ ♀

соотношение полов 1 : 1.

Гетерогаметные и гемизиготные особи образуют два типа гамет.

2.2. Генетические термины

Половые хромосомы – пара хромосом, по которым особи разного пола отличаются друг от друга.

Гомогаметный пол – пол с одинаковыми половыми хромосомами (XX), дающий гаметы одного сорта.

Гетерогаметный пол – пол с разными половыми хромосомами (XY), дающий два типа гамет.

Гемизиготный пол – пол, в паре половых хромосом которого присутствует одна X-хромосома (XO).

Сцепленные с полом признаки – признаки, гены которых локализованы в половых хромосомах (X и Y).

Голландрический тип наследования связан с наследованием признаков, гены которых расположены в Y-хромосоме и передаются от отца только сыновьям.

2.3. Пример решения задач на сцепленное с полом наследование

Признаки, гены которых локализованы в половых хромосомах (X или Y), называются сцепленными с полом.

Для всех организмов при определенном скрещивании признаки, определяемые генами, находящимися в X-хромосоме, наследуются крест-накрест (англ. крисс-кросс), т. е. от матери – к сыновьям, а от отца – к дочерям:

А. Ген находится в X-хромосоме.

Пример. У мухи-дрозофилы красный цвет глаз является доминантным признаком, а белый – рецессивным. Гены, определяющие цвет глаз, локализованы в X-хромосоме. При скрещивании белоглазых самцов дрозофилы с красноглазыми (дикого типа) самками в первом по-

колении все потомство оказывается красноглазым. Рассчитайте процент белоглазых самцов у гибридов второго поколения.

Дано:

X^A – красный цвет глаз

X^a – белый цвет глаз

Найти:

% ♂ с белыми глазами среди гибридов F_2 .

Решение:

$P: \overset{\text{красноглазые}}{\text{♀ } X^A X^A} \times \overset{\text{белоглазые}}{\text{♂ } X^a Y}$

$G \quad \begin{array}{c} \textcircled{X^A} \\ \textcircled{X^a} \end{array} \quad \begin{array}{c} \textcircled{X^a} \\ \textcircled{Y} \end{array}$

$F_1 \quad \underset{\text{красноглазые все}}{\text{♀ } X^A X^a} \quad \text{♂ } X^A Y$

$P: \text{♀ } X^A X^a \times \text{♂ } X^A Y$

$G \quad \begin{array}{c} \textcircled{X^A} \\ \textcircled{X^a} \end{array} \quad \begin{array}{c} \textcircled{X^A} \\ \textcircled{Y} \end{array}$

$F_2 \quad \underset{\text{красный цвет}}{\text{♀ } X^A X^A} \quad \underset{\text{красный цвет}}{\text{♂ } X^A Y} \quad \underset{\text{красный цвет}}{\text{♀ } X^A X^a} \quad \underset{\text{белый цвет}}{\text{♂ } X^a Y} \text{ – генотип}$
белый цвет – фенотип

В F_2 расщепление по генотипу 1 : 1 : 1 : 1;

по фенотипу 3 : 1;

по полу 2 : 2 (1 : 1).

Самцов дрозофилы в F_2 две части : одна часть – красноглазые, вторая – белоглазые. Можно найти процент белоглазых самцов:

$$X = \frac{100\% - 2 \text{ части} \quad X - 1 \text{ часть}}{100 \times 1} = 50\%.$$

Ответ: в F_2 белоглазых самцов 50 %.

Б. Ген находится в X- и Y-хромосомах.

Пример. У азиатской щучки (*Aplocheilus*) коричневая окраска определяется геном **В**, а голубая – **в**. Ген **В** может находиться в X- и Y-хромосомах, а его аллель **в** никогда не встречается в Y-хромосоме.

Дано:

Признак	Ген	Генотип
Полосатое оперение	X^B	$X^B X^B, X^B X^b, X^B Y$
Черное оперение	X^b	$X^b X^b, X^b Y$
Наличие гребня	A	AA, Aa
Отсутствие гребня	a	aa

Найти:

количество цыплят с полосатой окраской и гребешком.

Решение:

P : ♀ aaX^BY × ♂ Aa X^BX^b

G $\begin{matrix} \text{aX}^{\text{B}} & \text{aY} \\ \text{AX}^{\text{B}} & \text{AX}^{\text{b}} & \text{aX}^{\text{B}} & \text{aX}^{\text{b}} \end{matrix}$

F₁ AaX^BX^b, AaX^bX^b, aaX^BX^b, aaX^bX^b, AaX^BY, AaX^bY, aaX^BY, aaX^bY
 ♂ ♂ ♂ ♂ ♀ ♀ ♀ ♀
 полосат. полосат. черн. черн. полосат. полосат. черн. черн.
 с гребнем без гребня с гребнем без гребня с гребнем без гребня с гребнем без гребня

В F₁ получено 840 цыплят – 8 частей. Из них две части потомков будут с полосатым оперением без гребня, можно найти их количество:

$$X = \frac{840 \times 2}{8} = 210 \text{ цыплят.}$$

Ответ: 210 цыплят имеют полосатую окраску и гребешок.

3. ЗАДАЧИ

3.1. Сцепленное наследование (полное)

Задача 1. У кур гены, определяющие характер окраски перьев, локализованы в одной аутосоме и наследуются сцепленно.

Курица имеет серебристую (S) полосатую (B), а петух – золотистую (s) неполосатую (b) окраску оперения;

От скрещивания гомозиготной серебристо-полосатой курицы с золотисто-неполосатым петухом было получено 20 цыплят.

1. Сколько типов гамет может образовать курица?

2. Сколько типов гамет может образовать петух?

3. Сколько цыплят будут иметь серебристо-полосатую окраску?
4. Сколько при таком скрещивании будет курочек?
5. Куры F_1 были скрещены с золотисто-неполосатым петухом и было получено 160 цыплят. Сколько цыплят F_2 имели золотисто-неполосатую окраску оперения?

Задача 2. У кур гены, определяющие характер окраски перьев, локализованы в одной аутосоме и наследуются сцепленно.

Петух имеет серебристую (S) неполосатую (в), а куры золотистую (s) и полосатую (B) окраску оперения.

От скрещивания гомозиготного петуха с гомозиготной курочкой получили 14 цыплят.

1. Сколько типов разных гамет может образовать петух?
2. Сколько цыплят F_1 имели серебристо-полосатую окраску?
3. Сколько разных типов гамет может образовать петух F_1 ?
4. Петухи F_1 были скрещены с золотистыми неполосатыми курами и было получено 40 цыплят. Сколько цыплят имели серебристо-неполосатую окраску?

5. Сколько цыплят имели серебристо-полосатую окраску?

Задача 3. У кур гены длины ног и формы гребня локализованы в одной аутосоме и наследуются сцепленно.

Скрещивали гомозиготных кур, имеющих доминантные признаки: короткие ноги (D) и розовидную форму гребня (R), с петухом, у которого длинные ноги (d) и листовидный гребень (r).

От этого скрещивания было получено 18 цыплят.

1. Сколько цыплят F_1 имели короткие ноги и розовидный гребень?
2. Сколько типов гамет мог образовать петух?
3. От скрещивания курицы F_1 с петухом, имеющим длинные ноги и листовидный гребень, были получены 32 цыпленка. Сколько из них имели короткие ноги и розовидный гребень?
4. Сколько разных генотипов образуется при таком скрещивании?
5. Сколько петушков F_2 имели длинные ноги и листовидную форму гребня?

Задача 4. У мышей длина и извитость шерсти локализованы в одной аутосоме и наследуются сцепленно.

Скрещивали две линии мышей: мыши одной линии имели рецессивный ген извитой шерсти (a) и доминантный ген нормальной длины (B) в гомозиготном состоянии.

У мышей другой гомозиготной линии шерсть была прямая и длинная. Гибридов F_1 было получено 20, от скрещивания их между собой в F_2 было получено 144 потомка.

1. Сколько мышей F_1 имели прямую шерсть нормальной длины?
2. Сколько мышей в F_1 были гетерозиготными?
3. Сколько типов гамет было в F_1 ?
4. Сколько мышей F_2 имели прямую шерсть нормальной длины?
5. Сколько мышей F_2 имели извитую шерсть короткой длины?

Задача 5. У кроликов гены длины и окраски шерсти и окраски жира локализованы в одной хромосоме. Черная окраска шерсти (В) доминантна по отношению к коричневой (в), шерсть нормальной длины (L) доминантна по отношению к короткой (l), а белая окраска жира (У) доминантна по отношению к желтой (у).

Скрещивали две породы кроликов: у одной – черная шерсть нормальной длины и белый жир, у другой – коричневая короткая шерсть и желтый жир.

Было получено 12 животных F_1 . От скрещивания животных F_1 между собой было получено 24 животных F_2 .

1. Сколько разных типов гамет может образовать крольчиха F_1 .
2. Сколько животных F_1 были гетерозиготными?
3. Сколько животных F_2 были гетерозиготными по всем трем генам?
4. Сколько фенотипов могло быть в F_2 ?
5. Сколько животных F_2 имели черную шерсть нормальной длины и белый жир?

Задача 6. У кроликов гены длины, окраски шерсти и окраски жира локализованы в одной хромосоме. Черная окраска шерсти (В) доминантна по отношению к коричневой (в), шерсть нормальной длины (L) доминантна по отношению к короткой (l), а белая окраска жира (У) доминантна по отношению к желтой (у).

Скрещивали чистопородных кроликов двух пород: у одной – черная длинная шерсть и белый жир, у другой – коричневая нормальной длины шерсть и желтый жир. Крольчих F_1 скрещивали с самцами, имеющими рецессивные признаки. Всего в F_2 было получено 16 крольчат.

1. Сколько разных типов гамет может образовать крольчиха F_1 ?
2. Сколько разных генотипов было в F_2 ?
3. Сколько разных фенотипов было в F_2 ?
4. Сколько кроликов в F_2 имели черную длинную шерсть и белый жир?
5. Сколько всего животных в F_2 имели коричневую нормальную шерсть и желтый жир?

Задача 7. У дрозофилы гены a и B , определяющие наличие вырезки на крыльях и наличие поперечной жилки, локализованы в одной хромосоме. Ген A (нормальные крылья) доминантен по отношению к гену a (вырезки на крыльях), а ген B (поперечная жилка на крыле) доминантен по отношению к гену b (жилка отсутствует).

Скрещивали гомозиготных мух, имеющих нормальные крылья без поперечной жилки, с мухами, имеющими вырезные крылья и поперечную жилку. В F_1 было получено 120 мух, которые спаривались между собой, и в F_2 было получено 744 мухи.

1. Сколько мух F_1 имели оба гена в доминантном состоянии?
2. Сколько мух F_1 были гетерозиготными?
3. Сколько разных генотипов было в F_2 ?
4. Сколько мух F_2 имели оба доминантных признака?
5. Сколько мух F_2 имели вырезные крылья с поперечной жилкой?

Задача 8. У дрозофилы гены st и cv^+ , определяющие наличие вырезки на крыльях и наличие поперечной жилки на крыле, локализованы в одной хромосоме. Ген st^+ (нормальные крылья) доминантен по отношению к гену st (вырезки на крыльях), а ген cv^+ (поперечная жилка на крыле) доминантен по отношению к гену cv (жилка отсутствует).

Скрещивали гомозиготных мух, имеющих вырезные крылья и поперечную жилку на крыле, с мухами, имеющими нормальные крылья без поперечной жилки. В F_1 было получено 72 мухи, которых скрещивали с мухами, у которых оба признака были в рецессивном состоянии. В F_2 было получено 120 мух.

1. Сколько мух F_1 имели оба признака в доминантном состоянии?
2. Сколько разных генотипов имели мухи F_2 ?
3. Сколько разных фенотипов имели мухи F_2 ?
4. Сколько мух в F_2 имели нормальные крылья?
5. Сколько мух в F_2 имели вырезные крылья и поперечную жилку?

Задача 9. У дрозофилы гены v^+ и $lс^+$, определяющие красную окраску глаз и нормальные глазные фасетки, локализованы в одной хромосоме. Ген v^+ (красная окраска глаз) является доминантным по отношению к гену v (киноварная окраска глаз), а ген $lс^+$ (нормальные глазные фасетки) доминантен по отношению к гену $lс$ (крупные и грубые глазные фасетки).

Скрещивали гомозиготных мух, имеющих красные глаза, крупные грубые глазные фасетки, с мухами, имеющими киноварные глаза и нормальные фасетки. Было получено 80 мух, от скрещивания которых между собой получено 144 мухи.

1. Сколько мух F_1 имеют оба признака в доминантном состоянии?

2. Сколько разных генотипов будет в F_2 ?
3. Сколько разных фенотипов будет в F_2 ?
4. Сколько мух в F_2 будут иметь оба признака в доминантном состоянии?
5. Сколько мух в F_2 будут иметь красные глаза и крупные грубые фасетки?

Задача 10. У кроликов гены окраски шерсти и ее длины локализованы в одной хромосоме, при этом «английский» тип окраски (белая пятнистость) доминирует над обычной сплошной окраской, а короткая шерсть – над длинной (ангорской).

Было произведено скрещивание линии «английских» длинношерстных кроликов с обычными короткошерстными. В F_1 было получено 6 кроликов, которые спаривали между собой и дали 36 потомков.

1. Сколько кроликов F_1 имели короткую шерсть и «английскую» окраску?
2. Сколько разных генотипов может быть в F_2 ?
3. Сколько разных фенотипов может быть в F_2 ?
4. Сколько кроликов F_2 будут иметь короткую шерсть и «английскую» окраску?
5. Сколько кроликов F_2 будут иметь «английскую» окраску и ангорскую шерсть?

Задача 11. У кроликов гены характера окраски шерсти и ее длины локализованы в одной хромосоме, при этом «английский» тип окраски (белая пятнистость) доминирует над обычной сплошной, а короткая шерсть – над длинной (ангорской).

Было проведено скрещивание «английских» короткошерстных кроликов с кроликами, имеющими сплошную окраску и длинную шерсть. Всего было получено восемь кроликов F_1 , которые скрещивались с родительской особью с обоими рецессивными признаками. Было получено 32 крольчонка F_2 .

1. Сколько кроликов F_1 имели оба доминантных признака?
2. Сколько крольчат F_2 были гетерозиготными?
3. Сколько разных генотипов было в F_2 ?
4. Сколько крольчат F_2 были короткошерстными?
5. Сколько крольчат F_2 были короткошерстными «английской» окраски?

Задача 12. У кроликов ген «английской пегости» (доминантный) и бесшерстности (рецессивный) локализованы в одной хромосоме.

Спаривали кроликов, имеющих шерсть и «английскую пегость», с бесшерстными со сплошной пигментацией. В F_1 было получено четыре крольчонка, от спаривания их между собой было получено в F_2 16 крольчат.

1. Сколько разных типов гамет образуют кролики F_1 ?
2. Сколько кроликов F_2 имели шерсть и «английскую пегость»?
3. Сколько кроликов F_2 были бесшерстными?
4. Сколько разных генотипов было в F_2 ?
5. Сколько кроликов F_2 имели оба признака в доминантном состоянии?

Задача 13. У кур ген Р, отвечающий за гороховидный гребень, локализован в 1-й хромосоме, ген р – простой гребень. В этой же хромосоме расположен ген О, определяющий голубой окрас скорлупы, белая скорлупа – о. Гетерозиготные по гороховидному гребню курочки, несущие яйца с белой скорлупой, были спарены с гетерозиготным по гороховидному гребню петухом, в родословной которого курочки несли яйца только с голубой скорлупой. Вылупилось 128 цыплят.

1. Сколько генотипов могло быть у цыплят?
2. Сколько фенотипов было у цыплят?
3. Сколько цыплят в своем генотипе имели ген голубой окраски?
4. Сколько цыплят имели простой генотип?
5. Сколько цыплят имели гороховидный гребень?

Задача 14. У кур ген Ср (коротконогость) тесно сцеплен с геном розовидного гребня R. В гомозиготном состоянии ген Ср проявляет летальное действие. Розовидный гребень доминирует над простым (листовидным). Гетерозиготные по обоим генам куры были спарены с петухами, имеющими листовидный гребень и нормальные ноги. Вылупилось 416 цыплят.

1. Сколько генотипов могло быть у потомства?
2. Сколько фенотипов могло быть у потомства?
3. Сколько цыплят имели розовидный гребень и были коротконогими?
4. Сколько цыплят имели простой гребень и нормальные ноги?
5. Сколько групп сцепления может быть у кур?

Задача 15. У гороха стелющаяся форма стебля (Р) доминирует над прямостоячей (р), опушенность растения (N) – над отсутствием опушения (n), пурпурная окраска цветков (А) – над белой. Все три гена локализованы в одной хромосоме.

Скрещивали гомозиготное опушенное со стелящимся стеблем и белыми цветами растение с гомозиготным неопушенным растением,

имеющим прямостоячий стебель и красные цветки. В F_1 получили 960 растений. От самоопыления гибридов F_1 получили в F_2 1600 растений.

1. Сколько разных типов гамет может образовать растение F_1 ?
2. Сколько разных генотипов может быть в F_2 ?
3. Сколько разных фенотипов может быть в F_2 ?
4. Сколько растений F_2 могли быть опушенными со стежущимися стеблями и белыми цветами?
5. Сколько групп сцепления может быть у гороха?

Задача 16. У душистого гороха ген Р определяет пурпурную окраску цветка, ген р – белый. Удлиненная пыльца (L) доминирует над округлой. Гены Р и L локализованы в одной хромосоме и тесно сцеплены. От скрещивания душистого горошка, имеющего пурпурный цвет и удлиненную пыльцу, с растением с белыми цветами и круглой пыльцой появились потомство в F_1 , имеющее пурпурные цветы и удлиненную пыльцу. Далее было проведено анализирующее скрещивание F_1 с двойным рецессивом. Получено 120 растений.

1. Укажите генотип гибрида F_1 .
2. Сколько типов гамет может дать гибрид F_1 ?
3. Сколько в F_2 может быть разных генотипов?
4. Сколько в F_2 может быть разных фенотипов?
5. Сколько в F_2 может быть растений с пурпурной окраской цветка и удлиненной пыльцой?

Задача 17. У мышей длина и извитость шерсти локализованы в одной аутосоме и наследуются сцепленно. Скрещивали две линии мышей: мыши одной линии имели рецессивный ген извитой шерсти (а) и доминантный ген нормальной длины (В) в гомозиготном состоянии. У мышей другой гомозиготной линии шерсть была прямая и длинная. Гибридов F_1 было получено 40, от скрещивания их между собой в F_2 было получено 400 потомков.

1. Сколько мышей F_1 имели прямую шерсть нормальной длины?
2. Сколько мышей в F_1 были гетерозиготными?
3. Сколько типов гамет было в F_1 ?
4. Сколько мышей F_2 имели прямую шерсть нормальной длины?
5. Сколько мышей F_2 имели извитую шерсть нормальной длины?

Задача 18. У кроликов гены длины, окраски шерсти и окраски жира локализованы в одной хромосоме. Черная окраска шерсти (В) доминантна по отношению к коричневой (в), шерсть нормальной длины (L) доминантна по отношению к короткой (l), а белая окраска жира (У) доминантна по отношению к желтой (у). Скрещивали две

породы кроликов: у одной – черная шерсть нормальной длины и белый жир, у другой – коричневая короткая шерсть и желтый жир. Было получено 10 животных F_1 . От скрещивания животных F_1 между собой было получено 8 животных F_2 .

1. Сколько разных типов гамет может образовать крольчиха F_1 .
2. Сколько животных F_1 были гетерозиготными?
3. Сколько животных F_2 были гомозиготными по всем трем генам?
4. Сколько фенотипов могло быть в F_2 ?
5. Сколько животных F_2 имели черную шерсть нормальной длины и белый жир?

Задача 19. У кроликов гены длины, окраски шерсти и окраски жира локализованы в одной хромосоме. Черная окраска шерсти (В) доминантна по отношению к коричневой (в), шерсть нормальной длины (L) доминантна по отношению к короткой (l), а белая окраска жира (У) доминантна по отношению к желтой (у). Скрещивали чистопородных кроликов двух пород: у одной – черная длинная шерсть и белый жир, у другой – коричневая нормальной длины шерсть и желтый жир. Крольчих F_1 скрещивали с самцами такого же генотипа. Всего в F_2 было получено 96 крольчат.

1. Сколько разных типов гамет может образовать крольчиха F_1 ?
2. Сколько разных генотипов было в F_2 ?
3. Сколько разных фенотипов было в F_2 ?
4. Сколько кроликов в F_2 имели черную длинную шерсть и белый жир?
5. Сколько всего животных в F_2 имели коричневую нормальную шерсть и желтый жир?

Задача 20. У дрозофилы гены а и В, определяющие наличие вырезки на крыльях и наличие поперечной жилки, локализованы в одной хромосоме. Ген А (нормальные крылья) доминантен по отношению к гену а (вырезки на крыльях), а ген В (поперечная жилка на крыле) доминантен по отношению к гену в (жилка отсутствует). Скрещивали гомозиготных мух, имеющих нормальные крылья без поперечных жилок с мухами, имеющими вырезные крылья и поперечную жилку. В F_1 было получено 100 мух, которые спаривались между собой, и в F_2 было получено 800 мух.

1. Сколько мух в F_1 имели оба гена в доминантном состоянии?
2. Сколько мух F_1 были гетерозиготными?
3. Сколько разных генотипов было в F_2 ?

4. Сколько мух F_2 имели оба рецессивных признака?

5. Сколько мух F_2 имели вырезные крылья с поперечной жилкой?

Задача 21. У дрозофилы во 2-й хромосоме локализован ген с (расставленные крылья), рецессивный по отношению к гену С (нормальные крылья). В этой же хромосоме локализован летальный ген (l), рецессивный по отношению к гену L (нормальная жизнеспособность). Если рецессивный ген находится в гомозиготном состоянии, то мухи гибнут. Гетерозиготные по обоим генам мухи F_1 были спарены между собой и дали 96 потомков F_2 .

1. Сколько типов гамет может образовать гетерозиготная по обоим генам муха?

2. Сколько мух при таком спаривании погибло?

3. Сколько мух из 96 будут гетерозиготными?

4. Сколько мух будет иметь нормальные крылья?

5. Сколько разных генотипов может образоваться при таком скрещивании?

Задача 22. У кроликов ген «английской пегости» (доминантный) и ген бесшерстности (рецессивный) локализованы в одной хромосоме. Спаривали кроликов, имеющих шерсть и «английскую пегость», с бесшерстными со сплошной пигментацией. В F_1 было получено 8 кроликов, от спаривания их между собой было получено в F_2 48 крольчат.

1. Сколько разных типов гамет образуют кролики F_1 ?

2. Сколько кроликов F_2 имело шерсть и «английскую пегость»?

3. Сколько кроликов F_2 было бесшерстными?

4. Сколько разных генотипов было в F_2 ?

5. Сколько кроликов F_2 имели оба признака в рецессивном состоянии?

3.2. Сцепленное наследование (неполное)

Задача 1. У кроликов «английский» тип окраски (белая пятнистость) доминирует над обычной, а короткая (нормальная) шерсть – над длинной (ангорской).

Было произведено скрещивание английских короткошерстных кроликов со сплошными ангорскими. В F_1 было получено 24 кролика. От возвратного скрещивания кроликов F_1 со сплошными ангорскими было получено 468 некроссоверных особей, 64 – кроссоверных.

1. Сколько кроликов F_1 были короткошерстными английскими?

2. Сколько кроликов F_2 были короткошерстными английскими?

3. Сколько кроликов F_2 были длинношерстными английскими?

4. Сколько разных генотипов было в F_6 ?
5. Какое расстояние в процентах кроссинговера между генами окраски и длины шерсти?

Задача 2. У кроликов «английский» тип окраски (белая пятнистая) доминирует над обычной сплошной окраской, а короткая (нормальная) шерсть над длинной (ангорской). Было произведено скрещивание английских короткошерстных кроликов со сплошными ангорскими и F_1 повторно скрещено с линией-анализатором.

По материалам Кэстла были получены следующие результаты:

английских короткошерстных	380,
сплошных ангорских	380,
английских ангорских	59,
сплошных короткошерстных	66.

1. Какой процент некроссоверных кроликов был получен в этом опыте?
2. Сколько разных генотипов было получено при скрещивании?
3. Какой процент английских ангорских кроликов был получен в данном опыте?
4. Какой процент кроликов имел сплошную окраску и короткую шерсть?
5. Какое расстояние в процентах кроссинговера между этими генами?

Задача 3. Гены А и С у карпа наследуются сцепленно, расстояние между ними в единицах кроссинговера равно 10 %. Была скрещена гомозиготная линия с генотипом АА СС с линией, имеющей генотип аасс. В F_6 было получено 50 потомков.

1. Сколько потомков F_6 имели оба признака в доминантном состоянии?
2. Сколько потомков F_6 имели оба признака в рецессивном состоянии?
3. Сколько мальков F_6 имели генотип Аа вв?
4. Сколько мальков F_6 имели генотип аа вв?
5. Сколько всего было кроссоверных особей в F_6 ?

Задача 4. Особь, гомозиготная по генам С и Д, скрещена с гомозиготной особью сс dd, F_1 скрещено с линией-анализатором. В F_6 было получено следующее количество потомков:

903 Сс Дд	98 Сс dd
898 сс dd	102 сс Дд.

1. Какой процент особей F_6 имеет оба признака в доминантном состоянии?

2. Какой процент некрскосверных особей будет в F_6 ?

3. Какой процент кросскосверных особей будет по гену C ?

4. Какой процент кросскосверных особей будет по гену D ?

5. Какое расстояние в единицах кроссинговера между генами C и D ?

Задача 5. Скрещивали особь с генотипом $KK LL$ с особью, у которой оба признака были в рецессивном состоянии. Оба эти гена наследуются сцепленно и расстояние между ними в единицах кроссинговера равно 9,8 %.

При скрещивании F_1 с линией-анализатором в F_6 было получено 490 потомков.

1. Сколько потомков F_6 будут иметь оба признака в доминантном состоянии?

2. Сколько потомков F_6 будут иметь оба признака в рецессивном состоянии?

3. Сколько потомков F_6 будут иметь генотип $KK ll$?

4. Сколько потомков F_6 будут иметь генотип $kk LL$?

5. Сколько всего будет кросскосверных особей?

Задача 6. У дрозофилы во 2-й хромосоме локализованы гены, обуславливающие длину крыльев и ног. Доминантный ген A^+ обуславливает развитие нормальных крыльев, ген a – коротких, доминантный ген D – нормальную длину ног, d – коротконогость.

От скрещивания мух с нормальными ногами и короткими крыльями с мухами, имеющими короткие ноги и нормальные крылья, было получено 48 мух F_1 . От скрещивания F_1 с мухами, имеющими оба признака в рецессивном состоянии, было получено 300 мух F_6 , из них 27 – с обоими доминантными признаками.

1. Сколько мух F_6 имели оба признака в рецессивном состоянии?

2. Сколько мух F_6 имели нормальные ноги и короткие крылья?

3. Какой процент мух F_6 имел нормальные ноги и нормальные крылья?

4. Какой процент мух имел оба признака в рецессивном состоянии?

5. Определите расстояние между генами a и d в единицах кроссинговера.

Задача 7. У дрозофилы во 2-й хромосоме локализованы гены формы крыла и наличия пятна у основания крыла.

Ген A^+ – прямые крылья, рецессивный ген a – аркообразные крылья, ген B – отсутствие пятен, рецессивный ген b – наличие пятна у основания крыла.

При скрещивании мух с аркообразными крыльями без пятна у основания с мухами, имеющими прямые крылья и пятно у основания крыла, было получено 24 мухи F_1 . От скрещивания мух F_1 с мухами, имеющими оба признака в рецессивном состоянии, было получено 1000 мух, из них 41 – с обоими признаками в рецессивном состоянии.

1. Сколько мух F_2 имели оба признака в доминантном состоянии?
2. Какой процент мух был с обоими рецессивными признаками?
3. Какой процент мух был с особыми доминантными признаками?
4. Какое число мух имели те же признаки, что и исходные родительские особи?

5. Какое расстояние между генами a и b в единицах кроссинговера?

Задача 8. У дрозофилы во 2-й паре гомологичных хромосом локализованы гены al и dp (al – короткие аристы, al^+ – нормальные аристы, dp – короткие крылья, dp^+ – нормальные крылья). Расстояние между генами al и dp равно 13 % кроссинговера.

От скрещивания линии с нормальными крыльями с линией, имеющей короткие крылья, было получено 24 мухи F_1 , от скрещивания которых с мухами-анализаторами было получено 200 мух.

1. Сколько мух F_2 имели нормальные аристы и нормальные крылья?
2. Сколько разных генотипов образуется в F_2 ?
3. Сколько мух F_2 будут иметь оба признака в доминантном состоянии?
4. Сколько мух F_2 будут иметь оба признака в рецессивном состоянии?
5. Какой процент мух F_2 будут иметь нормальные аристы и короткие крылья?

Задача 9. У дрозофилы во 2-й хромосоме локализованы гены, определяющие окраску тела и глаз. Ген v (черное тело) является рецессивным по отношению к гену v^+ (нормальная серая окраска тела), а ген rg , определяющий по отношению к гену rg^+ , обуславливающему нормальную (красную) окраску глаз.

От скрещивания гетерозиготных серых мух с нормальными красными глазами с черными мухами с пурпурными глазами в F_2 было получено 400 мух. Из них 12 мух имели серое тело и пурпурные глаза.

1. Сколько мух F_2 имели черное тело и нормальные глаза?
2. Сколько мух F_2 имели оба признака в рецессивном состоянии?

3. У какого процента мух F_6 оба признака были в доминантном состоянии?

4. У какого процента мух F_6 хромосомы 2-й пары были кроссоверными?

5. Чему равно расстояние между генами в и рг в единицах кроссинговера?

Задача 10. У дрозофилы гены, определяющие коричневую окраску глаз (sl) и уменьшенное число щетинок (D), локализованы в 3-й хромосоме.

От скрещивания мух, имеющих нормальную окраску глаз (доминантный признак), с мухами, имеющими коричневые глаза и нормальное число щетинок, было получено 24 мухи F_1 , от скрещивания которых с линией-анализатором в F_2 было получено 300 мух. В том числе 21 муха имела коричневые глаза и уменьшенное число щетинок.

1. Сколько мух F_1 имели оба признака в доминантном состоянии?

2. Сколько мух F_2 имели оба признака в доминантном состоянии?

3. Какое количество мух F_2 имело коричневые глаза и нормальное количество щетинок?

4. У какого процента мух F_2 были нормальные глаза и уменьшенное число щетинок?

5. Какое расстояние в единицах кроссинговера между генами sl и d ?

Задача 11. У кроликов белая пятнистость шерсти (A) доминирует над сплошной окраской (a), короткая шерсть (L) – над длинной (l). Гены локализованы в одной хромосоме. При скрещивании гомозиготных самок с доминантными признаками с дирекссивными самцами получили потомство F_1 , в дальнейшем провели анализирующее скрещивание и получили:

пятнистых короткошерстных – 81;

пятнистых длинношерстных – 11;

крольчат со сплошной окраской и длинношерстных – 79;

крольчат с короткой шерстью и сплошной окраской – 13.

1. Сколько типов гамет может дать гибрид F_1 ?

2. Сколько гамет кроссоверного типа может быть в F_1 ?

3. Каков тип наследования (полное или неполное сцепление генов)?

4. Определить расстояние между генами a и l ?

5. Какой генотип в F_2 может быть у кроликов с короткой шерстью и сплошной окраской?

Задача 12. У мышей ген с отвечает за белую окраску шерсти, C – за темную. Темная окраска глаз определяется геном P , розовая – p . Гены

локализованы в одной хромосоме. Мыши, гомозиготные по гену белой окраски шерсти и темным глазам, были скрещены с гомозиготными самцами, имеющими темную окраску шерсти и розовые глаза. Далее гибридные самки F_1 скрещивались с самцами, гомозиготными по обоим мутантным генам. Родилось 580 мышат, из них:

- с белой шерстью и темными глазами – 240;
- с белой шерстью и розовыми глазами – 32;
- темной шерстью и темными глазами – 34;
- темной шерстью и розовыми глазами – 274.

1. Как наследуются два неаллельных гена: полное или неполное сцепление?

2. Сколько типов гамет может дать гибрид F_1 ?

3. Сколько в F_2 может быть кроссоверных типов гамет?

4. Сколько потомков в F_2 могут быть кроссоверного типа?

5. Определить расстояние между генами c и P ?

Задача 13. Гены c и d локализованы в одной хромосоме. Гомозиготная по генам c и d особь скрещивалась с нормальной CD . Далее использовалось анализирующее скрещивание F_1 с двойным рецессивом. Получено в F_2 следующее потомство:

702 – CD

698 – cd

86 – Cd

82 – cD

1. Укажите генотип гибрида F_1 .

2. Сколько типов гамет может дать гибрид F_1 ?

3. Сколько из них могут быть кроссоверными?

4. Сколько из них могут быть родительскими гаметами?

5. Указать расстояние между генами c и d .

Задача 14. Особь, гомозиготная по генам AB , скрещена с рецессивной особью ab . Гибриды F_1 вновь скрещены с дирецессивной особью. В F_2 получено 2000 потомков, из них:

AB – 902

ab – 898

aB – 100

Ab – 100

1. Укажите генотип гибрида F_1 .

2. Сколько типов гамет дает гибридная особь F_1 ?

3. Укажите гаметы, возникшие в результате кроссинговера?

4. Определите расстояние между генами a и b .

5. Каковы были бы результаты от этого скрещивания в случае независимого распределения генов *a* и *b*?

Задача 15. У кроликов доминантный ген В отвечает за черный пигмент в окраске меха, ген *b* – за коричневый пигмент. Ген С отвечает за распределение пигмента в меховом покрове. В этом гене локализованы две аллели: С (окраска шиншилла) и *c* (гималайский тип). Гены В и С локализованы в одной хромосоме.

Гомозиготные самки с шиншилловым черным мехом (ВВСС) были спарены с гомозиготным гималайским шиншилловым самцом (bbcc). В F₁ все потомство обладало черным шиншилловым мехом. Затем кроликов F₁ скрещивали с коричневыми гималайскими самцами. Родилось 680 потомков:

черные шиншилловые – 229;

коричневые шиншилловые – 101;

черные гималайские – 109;

коричневые гималайские – 241.

1. Как наследуются два неаллельных признака: полное и неполное сцепление?

2. Сколько типов гамет может дать гибрид F₁?

3. Какие потомки F₂ являются кроссоверными?

4. Сколько потомков в F₂ получено в результате кроссинговера?

5. Какое расстояние между генами *b* и *c*?

Задача 16. У кроликов гены С и D локализованы в одной хромосоме и расстояние между ними 12 морганид.

Генотип исходных кроликов $\frac{cd}{cd}$.

1. Укажите гаметы родительского типа.

2. Какова их доля в общем числе гамет этого организма?

3. Укажите кроссоверные гаметы.

4. Какова их доля в общем числе гамет?

Задача 17. У кур гены А и В локализованы в одной хромосоме и расстояние между ними 8 морганид. Генотип исходных птиц $\frac{AB}{ab}$.

1. Укажите гаметы родительского типа.

2. Какова их доля в общем числе гамет этого организма?

3. Укажите кроссоверные гаметы.

4. Какова их доля в общем числе гамет?

Задача 18. У дрозофилы во 2-й хромосоме локализованы гены, определяющие окраску тела и глаз. Ген *v* (черное тело) является рецессивным по отношению к гену *v*⁺, нормальная серая окраска тела, а ген

а, определяющий пурпурные глаза, является рецессивным по отношению к гену A^+ , обуславливающему нормальную (красную) окраску глаз.

От скрещивания серых мух с нормальными глазами с черными мухами с пурпурными глазами в F_2 было получено 500 мух, из них 20 мух имели серое тело и пурпурные глаза.

1. Сколько мух F_2 имели черное тело и нормальные глаза?
2. Сколько мух F_2 имели оба признака в рецессивном состоянии?
3. У какого процента мух F_2 оба признака были в доминантном состоянии?
4. У какого процента мух F_2 хромосомы 2-й пары были кроссоверными?
5. Чему равно расстояние между генами v и a в единицах кроссинговера?

Задача 19. У дрозофилы в 3-й хромосоме локализованы гены r , SS и v . Гены r – розовые глаза, ss – короткие щетинки и v – черное тело являются рецессивными по отношению к норме.

Гетерозиготные мухи, имеющие все вышеперечисленные признаки в доминантном состоянии, были скрещены с линией-анализатором и было получено 1100 мух. Среди них 440 мух имели признаки в доминантном состоянии, 60 мух имели нормальные глаза, короткие щетинки и черное тело, 50 мух – розовые глаза, короткие щетинки и серое тело.

1. Какой процент мух имел все признаки в рецессивном состоянии?
2. Какой процент мух имел розовые глаза, короткие щетинки и серое тело?
3. Какое расстояние между генами r и SS ?
4. Какое расстояние между генами ss и v ?
5. Какое расстояние между генами r и v ?

Задача 20. У дрозофилы во одной хромосоме локализованы гены окраски тела A , окраски глаз B и наличия щетинок между фасетками глаз C . Желтая окраска тела, белые глаза и наличие щетинок между фасетками являются рецессивными признаками по отношению к нормальной (серой) окраске тела, красной окраске глаз и отсутствию щетинок между фасетками. Гетерозиготные самки дрозофилы, имеющие все признаки в доминантном состоянии, были скрещены с самцами, имеющими все признаки в рецессивном состоянии. Было получено 640 мух. Среди них 23 мухи имели желтое тело, красные глаза без щетинок, 20 мух имели серое тело, красные глаза и щетинки между фасетками.

1. Сколько разных генотипов было в F_6 ?
2. Какой процент мух имел серое тело, белые глаза и щетинки между фасетками?
3. Какое расстояние между генами A и B в процентах кроссинговера?
4. Какое расстояние между генами B и C в процентах кроссинговера?
5. Какое расстояние между генами A и C в морганидах?

3.2. Сцепленное наследование (неполное)

Задача 1. У кроликов «английский» тип окраски (белая пятнистость) доминирует над обычной, а короткая (нормальная) шерсть – над длинной (ангорской).

Было произведено скрещивание английских короткошерстных кроликов со сплошными ангорскими. В F_1 было получено 24 кролика. От возвратного скрещивания кроликов F_1 со сплошными ангорскими было получено 468 некроссоверных особей, 64 – кроссоверных.

1. Сколько кроликов F_1 были короткошерстными английскими?
2. Сколько кроликов F_6 были короткошерстными английскими?
3. Сколько кроликов F_6 были длинношерстными английскими?
4. Сколько разных генотипов было в F_6 ?
5. Какое расстояние в процентах кроссинговера между генами окраски и длины шерсти?

Задача 2. У кроликов «английский» тип окраски (белая пятнистая) доминирует над обычной сплошной окраской, а короткая (нормальная) шерсть над длинной (ангорской). Было произведено скрещивание английских короткошерстных кроликов со сплошными ангорскими и F_1 обратно скрещено с линией-анализатором.

По материалам Кэстла были получены следующие результаты:

английских короткошерстных	380,
сплошных ангорских	380,
английских ангорских	59,
сплошных короткошерстных	66.

1. Какой процент некроссоверных кроликов был получен в этом опыте?
2. Сколько разных генотипов было получено при скрещивании?
3. Какой процент английских ангорских кроликов был получен в данном опыте?

4. Какой процент кроликов имел сплошную окраску и короткую шерсть?

5. Какое расстояние в процентах кроссинговера между этими генами?

Задача 3. Гены А и С у карпа наследуются сцепленно, расстояние между ними в единицах кроссинговера равно 10 %. Была скрещена гомозиготная линия с генотипом АА СС с линией, имеющей генотип аасс. В F_2 было получено 50 потомков.

1. Сколько потомков F_2 имели оба признака в доминантном состоянии?

2. Сколько потомков F_2 имели оба признака в рецессивном состоянии?

3. Сколько мальков F_2 имели генотип Аа вв?

4. Сколько мальков F_2 имели генотип аа вв?

5. Сколько всего было кроссоверных особей в F_2 ?

Задача 4. Особь, гомозиготная по генам С и Д, скрещена с гомозиготной особью сс dd, F_1 скрещено с линией-анализатором. В F_2 было получено следующее количество потомков:

903 Сс Dd

98 Сс dd

898 сс dd

102 сс Dd.

1. Какой процент особей F_2 имеет оба признака в доминантном состоянии?

2. Какой процент некроссоверных особей будет в F_2 ?

3. Какой процент кроссоверных особей будет по гену С?

4. Какой процент кроссоверных особей будет по гену Д?

5. Какое расстояние в единицах кроссинговера между генами С и Д?

Задача 5. Скрещивали особь с генотипом КК LL с особью, у которой оба признака были в рецессивном состоянии. Оба эти гена наследуются сцепленно и расстояние между ними в единицах кроссинговера равно 9,8 %.

При скрещивании F_1 с линией-анализатором в F_2 было получено 490 потомков.

1. Сколько потомков F_2 будут иметь оба признака в доминантном состоянии?

2. Сколько потомков F_2 будут иметь оба признака в рецессивном состоянии?

3. Сколько потомков F_2 будут иметь генотип КК ll?

4. Сколько потомков F_2 будут иметь генотип кк LL?

5. Сколько всего будет кроссоверных особей?

Задача 6. У дрозофилы во 2-й хромосоме локализованы гены, обуславливающие длину крыльев и ног. Доминантный ген A^+ обуславливает развитие нормальных крыльев, ген a – коротких, доминантный ген D – нормальную длину ног, d – коротконогость.

От скрещивания мух с нормальными ногами и короткими крыльями с мухами, имеющими короткие ноги и нормальные крылья, было получено 48 мух F_1 . От скрещивания F_1 с мухами, имеющими оба признака в рецессивном состоянии, было получено 300 мух F_2 , из них 27 – с обоими доминантными признаками.

1. Сколько мух F_2 имели оба признака в рецессивном состоянии?
2. Сколько мух F_2 имели нормальные ноги и короткие крылья?
3. Какой процент мух F_2 имел нормальные ноги и нормальные крылья?
4. Какой процент мух имел оба признака в рецессивном состоянии?
5. Определите расстояние между генами a и d в единицах кроссинговера.

Задача 7. У дрозофилы во 2-й хромосоме локализованы гены формы крыла и наличия пятна у основания крыла.

Ген A^+ – прямые крылья, рецессивный ген a – аркообразные крылья, ген B – отсутствие пятна, рецессивный ген b – наличие пятна у основания крыла.

При скрещивании мух с аркообразными крыльями без пятна у основания с мухами, имеющими прямые крылья и пятно у основания крыла, было получено 24 мухи F_1 . От скрещивания мух F_1 с мухами, имеющими оба признака в рецессивном состоянии, было получено 1000 мух, из них 41 – с обоими признаками в рецессивном состоянии.

1. Сколько мух F_2 имели оба признака в доминантном состоянии?
2. Какой процент мух был с обоими рецессивными признаками?
3. Какой процент мух был с особыми доминантными признаками?
4. Какое число мух имели те же признаки, что и исходные родительские особи?
5. Какое расстояние между генами a и b в единицах кроссинговера?

Задача 8. У дрозофилы во 2-й паре гомологичных хромосом локализованы гены al и dp (al – короткие аристы, al^+ – нормальные аристы, dp – короткие крылья, dp^+ – нормальные крылья). Расстояние между генами al и dp равно 13 % кроссинговера.

От скрещивания линии с нормальными крыльями с линией, имеющей короткие крылья, было получено 24 мухи F_1 , от скрещивания которых с мухами-анализаторами было получено 200 мух.

1. Сколько мух F_2 имели нормальные аристы и нормальные крылья?
2. Сколько разных генотипов образуется в F_2 ?
3. Сколько мух F_2 будут иметь оба признака в доминантном состоянии?
4. Сколько мух F_2 будут иметь оба признака в рецессивном состоянии?
5. Какой процент мух F_2 будут иметь нормальные аристы и короткие крылья?

Задача 9. У дрозофилы во 2-й хромосоме локализованы гены, определяющие окраску тела и глаз. Ген в (черное тело) является рецессивным по отношению к гену v^+ (нормальная серая окраска тела), а ген pr , определяющий по отношению к гену pr^+ , обуславливающему нормальную (красную) окраску глаз.

От скрещивания гетерозиготных серых мух с нормальными красными глазами с черными мухами с пурпурными глазами в F_2 было получено 400 мух. Из них 12 мух имели серое тело и пурпурные глаза.

1. Сколько мух F_2 имели черное тело и нормальные глаза?
2. Сколько мух F_2 имели оба признака в рецессивном состоянии?
3. У какого процента мух F_2 оба признака были в доминантном состоянии?
4. У какого процента мух F_2 хромосомы 2-й пары были кроссоверными?
5. Чему равно расстояние между генами v и pr в единицах кроссинговера?

Задача 10. У дрозофилы гены, определяющие коричневую окраску глаз (sl) и уменьшенное число щетинок (D), локализованы в 3-й хромосоме.

От скрещивания мух, имеющих нормальную окраску глаз (доминантный признак), с мухами, имеющими коричневые глаза и нормальное число щетинок, было получено 24 мухи F_1 , от скрещивания которых с линией-анализатором в F_2 было получено 300 мух. В том числе 21 муха имела коричневые глаза и уменьшенное число щетинок.

1. Сколько мух F_2 имели оба признака в доминантном состоянии?
2. Сколько мух F_2 имели оба признака в доминантном состоянии?
3. Какое количество мух F_2 имело коричневые глаза и нормальное количество щетинок?

4. У какого процента мух F_2 были нормальные глаза и уменьшенное число щетинок?

5. Какое расстояние в единицах кроссинговера между генами sl и d ?

Задача 11. У кроликов белая пятнистость шерсти (А) доминирует над сплошной окраской (а), короткая шерсть (L) – над длинной (l). Гены локализованы в одной хромосоме. При скрещивании гомозиготных самок с доминантными признаками с рецессивными самцами получили потомство F_1 , в дальнейшем провели анализирующее скрещивание и получили:

пятнистых короткошерстных – 81;

пятнистых длинношерстных – 11;

крольчат со сплошной окраской и длинношерстных – 79;

крольчат с короткой шерстью и сплошной окраской – 13.

1. Сколько типов гамет может дать гибрид F_1 ?

2. Сколько гамет кроссоверного типа может быть в F_1 ?

3. Каков тип наследования (полное или неполное сцепление генов)?

4. Определить расстояние между генами a и l ?

5. Какой генотип в F_2 может быть у кроликов с короткой шерстью и сплошной окраской?

Задача 12. У мышей ген S отвечает за белую окраску шерсти, s – за темную. Темная окраска глаз определяется геном R , розовая – r . Гены локализованы в одной хромосоме. Мыши, гомозиготные по гену белой окраски шерсти и темным глазам, были скрещены с гомозиготными самцами, имеющими темную окраску шерсти и розовые глаза. Далее гибридные самки F_1 скрещивались с самцами, гомозиготными по обоим мутантным генам. Родилось 580 мышат, из них:

с белой шерстью и темными глазами – 240;

с белой шерстью и розовыми глазами – 32;

темной шерстью и темными глазами – 34;

темной шерстью и розовыми глазами – 274.

1. Как наследуются два неаллельных гена: полное или неполное сцепление?

2. Сколько типов гамет может дать гибрид F_1 ?

3. Сколько в F_2 может быть кроссоверных типов гамет?

4. Сколько потомков в F_2 могут быть кроссоверного типа?

5. Определить расстояние между генами s и r ?

Задача 13. Гены c и d локализованы в одной хромосоме. Гомозиготная по генам c и d особь скрещивалась с нормальной CD. Далее

использовалось анализирующее скрещивание F_1 с двойным рецессивом. Получено в F_2 следующее потомство:

702 – CD

698 – cd

86 – Cd

82 – cD

1. Укажите генотип гибрида F_1 .
2. Сколько типов гамет может дать гибрид F_1 ?
3. Сколько из них могут быть кроссоверными?
4. Сколько из них могут быть родительскими гаметами?
5. Указать расстояние между генами c и d .

Задача 14. Особь, гомозиготная по генам АВ, скрещена с рецессивной особью ab. Гибриды F_1 вновь скрещены с дирецессивной особью. В F_2 получено 2000 потомков, из них:

AB – 902

ab – 898

aB – 100

Ab – 100

1. Укажите генотип гибрида F_1 .
2. Сколько типов гамет дает гибридная особь F_1 ?
3. Укажите гаметы, возникшие в результате кроссинговера?
4. Определите расстояние между генами a и b .
5. Каковы были бы результаты от этого скрещивания в случае независимого распределения генов a и b ?

Задача 15. У кроликов доминантный ген В отвечает за черный пигмент в окраске меха, ген b – за коричневый пигмент. Ген С отвечает за распределение пигмента в меховом покрове. В этом гене локализованы две аллели: С (окраска шиншилла) и s (гималайский тип). Гены В и С локализованы в одной хромосоме.

Гомозиготные самки с шиншиловым черным мехом (BBCC) были спарены с гомозиготным гималайским шиншиловым самцом (bbcc). В F_1 все потомство обладало черным шиншиловым мехом. Затем кроликов F_1 скрещивали с коричневыми гималайскими самцами. Получилось 680 потомков:

черные шиншиловые – 229;

коричневые шиншиловые – 101;

черные гималайские – 109;

коричневые гималайские – 241.

1. Как наследуются два неаллельных признака: полное и неполное сцепление?

2. Сколько типов гамет может дать гибрид F_1 ?

3. Какие потомки F_2 являются кроссоверными?

4. Сколько потомков в F_2 получено в результате кроссинговера?

5. Какое расстояние между генами b и c ?

Задача 16. У кроликов гены C и D локализованы в одной хромосоме и расстояние между ними 12 морганид.

Генотип исходных кроликов $\frac{Cd}{cd}$.

1. Укажите гаметы родительского типа.

2. Какова их доля в общем числе гамет этого организма?

3. Укажите кроссоверные гаметы.

4. Какова их доля в общем числе гамет?

Задача 17. У кур гены A и B локализованы в одной хромосоме и расстояние между ними 8 морганид. Генотип исходных птиц $\frac{AB}{ab}$.

1. Укажите гаметы родительского типа.

2. Какова их доля в общем числе гамет этого организма?

3. Укажите кроссоверные гаметы.

4. Какова их доля в общем числе гамет?

Задача 18. У дрозофилы во 2-й хромосоме локализованы гены, определяющие окраску тела и глаз. Ген v (черное тело) является рецессивным по отношению к гену v^+ , нормальная серая окраска тела, а ген a , определяющий пурпурные глаза, является рецессивным по отношению к гену A^+ , обуславливающему нормальную (красную) окраску глаз.

От скрещивания серых мух с нормальными глазами с черными мухами с пурпурными глазами в F_2 было получено 500 мух, из них 20 мух имели серое тело и пурпурные глаза.

1. Сколько мух F_2 имели черное тело и нормальные глаза?

2. Сколько мух F_2 имели оба признака в рецессивном состоянии?

3. У какого процента мух F_2 оба признака были в доминантном состоянии?

4. У какого процента мух F_2 хромосомы 2-й пары были кроссоверными?

5. Чему равно расстояние между генами v и a в единицах кроссинговера?

Задача 19. У дрозофилы в 3-й хромосоме локализованы гены r , SS и v . Гены r – розовые глаза, ss – короткие щетинки и v – черное тело являются рецессивными по отношению к норме.

Гетерозиготные мухи, имеющие все вышеперечисленные признаки в доминантном состоянии, были скрещены с линией-анализатором и было получено 1100 мух. Среди них 440 мух имели признаки в доминантном состоянии, 60 мух имели нормальные глаза, короткие щетинки и черное тело, 50 мух – розовые глаза, короткие щетинки и серое тело.

1. Какой процент мух имел все признаки в рецессивном состоянии?
2. Какой процент мух имел розовые глаза, короткие щетинки и серое тело?
3. Какое расстояние между генами r и SS ?
4. Какое расстояние между генами ss и v ?
5. Какое расстояние между генами r и v ?

Задача 20. У дрозофилы во одной хромосоме локализованы гены окраски тела A , окраски глаз B и наличия щетинок между фасетками глаз C . Желтая окраска тела, белые глаза и наличие щетинок между фасетками являются рецессивными признаками по отношению к нормальной (серой) окраске тела, красной окраске глаз и отсутствию щетинок между фасетками. Гетерозиготные самки дрозофилы, имеющие все признаки в доминантном состоянии, были скрещены с самцами, имеющими все признаки в рецессивном состоянии. Было получено 640 мух. Среди них 23 мухи имели желтое тело, красные глаза без щетинок, 20 мух имели серое тело, красные глаза и щетинки между фасетками.

1. Сколько разных генотипов было в F_2 ?
2. Какой процент мух имел серое тело, белые глаза и щетинки между фасетками?
3. Какое расстояние между генами A и B в процентах кроссинговера?
4. Какое расстояние между генами B и C в процентах кроссинговера?
5. Какое расстояние между генами A и C в морганидах?

Задача 21. У дрозофилы во одной хромосоме локализованы гены окраски тела A , окраски глаз B и наличия щетинок между фасетками глаз C . Желтая окраска тела, белые глаза и наличие щетинок между фасетками являются рецессивными признаками по отношению к нормальной (серой) окраске тела, красной окраске глаз и отсутствию щетинок между фасетками. Гетерозиготные самки дрозофилы, имеющие признак в доминантном состоянии, были скрещены с самцами, имеющими все признаки в рецессивном состоянии. Было получено 800 мух. Среди них 36 мух имели желтое тело, красные глаза без щетинок, 40

мух имели серое тело, красные глаза и половые гамет может образовать самка?

1. Сколько типов гамет может образовать самец?
2. Сколько самок, полученных при этом скрещивании, имеют нормальные размеры тела?
3. Сколько из них являются гомозиготными?
4. Сколько самцов имеют укороченное тело?

Задача 4. У дрозофилы ген S , обуславливающий нормальные размеры тела, локализован в X -хромосоме и является доминантным по отношению к гену s , обуславливающему укороченные размеры тела.

От скрещивания гомозиготной самки, имеющей нормальные размеры тела, с самцом, имеющим укороченное тело, было получено 32 мухи F_1 . От скрещивания их между собой было получено 160 мух F_2 .

1. Сколько самок F_1 имели нормальные размеры тела?
2. Сколько самцов F_1 имели нормальные размеры тела?
3. Сколько мух F_2 имели укороченные размеры тела?
4. Сколько самцов F_2 имели укороченные размеры тела?
5. Сколько самок F_2 имели нормальные размеры тела?

Задача 5. У человека цветовая слепота обусловлена рецессивным геном s , а нормальное умение различать цвета – доминантным геном S . Оба эти гена локализованы в X -хромосоме.

Женщина с нормальным зрением, но гетерозиготная по этому признаку, вышла замуж за человека, страдающего цветовой слепотой. У них было 8 детей.

1. Сколько типов гамет может образовать женщина?
2. Сколько детей, родившихся от этого брака, имели нормальное зрение?
3. Сколько девочек имели нормальное зрение?
4. Сколько мальчиков имели цветовую слепоту?
5. Сколько мальчиков из четырех родившихся от второго брака этой женщины с мужчиной, имеющим нормальное зрение, страдали цветовой слепотой?

Задача 6. У человека цветовая слепота обусловлена рецессивным геном s , а нормальное умение различать цвета – доминантным геном S . Оба эти гена локализованы в X -хромосоме.

Женщина, имеющая нормальное зрение, родители и ближайшие родственники которой также имели нормальное зрение, вышла замуж за мужчину, страдающего цветовой слепотой. От этого брака родилось 3 мальчика и 3 девочки.

1. Сколько детей, родившихся от этого брака, имели нормальное зрение?

2. Сколько мальчиков в этой семье имели нормальное зрение?

3. Сколько девочек имели нормальное зрение?

4. От второго брака этого мужчины с другой, гетерозиготной по цветовой слепоте женщиной, родилось четверо детей, из них двое были мальчиками. Сколько мальчиков страдали цветовой слепотой?

5. Сколько девочек имели нормальное зрение?

Задача 7. У человека ген h , обуславливающий одну из форм гемофилии, локализован в X-хромосоме и наследуется сцепленно.

Здоровая женщина, отец которой был гемофиликом, вышла замуж за юношу – гемофилика. У них было 12 детей.

1. Сколько детей в этой семье могут быть здоровыми?

2. Сколько будет здоровых девочек?

3. Сколько из них будут гомозиготными?

4. Сколько мальчиков будут здоровыми?

5. Сколько мальчиков будут гемофиликами?

Задача 8. У дрозофилы рецессивный ген желтой окраски тела у находится в X-хромосоме. Доминантный ген у обуславливает серую окраску тела. От скрещивания гомозиготной серой самки с желтым самцом получено 48 мух.

1. Сколько самок из этого потомства имели нормальную окраску тела?

2. Сколько самцов из этого потомства имели нормальную окраску тела?

3. Серая самка из этого потомства скрещена с серым самцом. Было получено 36 мух. Сколько самок будут иметь нормальную окраску тела?

4. Сколько самок будут гетерозиготными?

5. Сколько самцов будут желтыми?

Задача 9. Отсутствие потовых желез у людей передается по наследству как рецессивный признак, сцепленный с X-хромосомой. Наличие потовых желез – доминантный признак.

Гетерозиготная женщина вышла замуж за здорового мужчину. От этого брака родилось 8 детей, из них 4 мальчика.

1. Сколько детей не имели потовых желез?

2. Сколько мальчиков не имели потовых желез?
3. Сколько девочек от этого брака будут гетерозиготными?
4. От брака гетерозиготной дочери с юношей, у которого отсутствовали потовые железы, родилось четверо детей, в том числе два мальчика. Сколько детей имели нормальные потовые железы?
5. Сколько мальчиков не имели потовых желез?

Задача 10. Одна пара генов В и в, определяющих окраску шерсти у кошек, сцеплена с полом. Ген В обуславливает рыжую окраску, ген в – черную, а у гетерозигот Вв получается пестрая окраска (черепаховая).

Черного кота спаривали с рыжей кошкой. В потомстве было получено четыре котенка, из них две кошки.

1. Сколько котят имели рыжую масть?
2. Сколько кошек были рыжей масти?
3. Сколько кошек были черепаховыми?
4. Сколько котят были черными?
5. Сколько котов имели черную масть?

Задача 11. У кошек одна пара аллелей (В и в), определяющих окраску шерсти, сцеплена с полом. Ген В обуславливает рыжую, ген в – черную окраску шерсти, а гетерозиготы имеют пеструю (черепаховую) окраску шерсти.

От спаривания черного кота с рыжей кошкой в нескольких пометах было получено шесть котят, из них четыре кошки.

1. Сколько котят имели рыжую масть?
2. Сколько кошек были черепаховыми?
3. Сколько котов были рыжими?
4. От спаривания рыжего кота с черными кошками было получено восемь котят, из них шесть кошек. Сколько кошек были черепаховыми?
5. Сколько котят имели черную масть?

Задача 12. У небольшой рыбки (*Aplocheilus*) пол наследуется по тому же типу, что и у дрозофилы. Пара аллелей R и r, обуславливающих окраску тела, локализована в обеих половых хромосомах, как X, так и у.

Красный цвет является доминантным, а белый – рецессивным. От спаривания белой самки с красным гомозиготным самцом было получено в F_1 18 потомков, а в F_2 – 44, из них 24 самки.

1. Сколько рыбок в F_1 имели красную окраску?
2. Сколько разных генотипов было в F_2 ?
3. Сколько рыбок F_2 имели красную окраску?
4. Сколько самок рыбок F_2 имели красную окраску?

5. Сколько рыбок имели белую окраску?

Задача 13. У небольшой рыбки (*Aplocheilus*) пол наследуется по тому же типу, что и у дрозофилы. Пара аллелей, определяющих цвет тела (R и r), локализована в обеих половых хромосомах X и Y. Красный цвет является доминантным (R), белый – рецессивным (r). От скрещивания красной гомозиготной самки с белым самцом в F_1 было получено 22 рыбки, из них 12 самок, а в F_2 – 44 рыбки.

1. Сколько рыбок F_1 были красными?
2. Сколько самок F_1 были красными?
3. Сколько самок F_2 имели красную окраску?
4. Сколько самцов F_2 имели красную окраску?
5. Сколько разных генотипов было в этом скрещивании?

Задача 14. У кур полосатое оперение определяется доминантным геном В и наследуется сцепленно с полом. При скрещивании полосатых кур ($X^B Y$) с петухом ($X^B X^B$), имеющим рецессивный ген черной окраски (v), в F_1 было получено 20 цыплят. От скрещивания их между собой в F_2 было получено 96 цыплят.

1. Сколько цыплят в F_1 были петушками?
2. Сколько петушков в F_1 имели черную окраску?
3. Сколько курочек F_2 имели черную окраску?
4. Сколько петушков F_2 имели полосатую окраску?
5. Сколько петушков F_2 были гомозиготными по этому признаку?

Задача 15. У небольшой рыбки (*Aplocheilus*) пол наследуется по тому же типу, что и у дрозофилы. Пара аллелей, определяющих цвет тела (R и r), локализована в обеих половых хромосомах X и Y. Красный цвет является доминантным (R), белый – рецессивным (r).

От спаривания красной гомозиготной самки с белым самцом в F_1 было получено 20 рыбок, из них 8 рыбок были самцами. От скрещивания белой самки с самцом F_1 было получено 36 рыбок F_2 , из них 20 рыбок были самками.

1. Сколько рыбок F_1 имели красную окраску?
2. Сколько разных генотипов будет в F_2 ?
3. Сколько самцов F_2 будут иметь красную окраску?
4. Сколько всего красных рыбок будет в F_2 ?
5. Сколько самочек F_2 будут иметь белую окраску?

Задача 16. У кур ген k является рецессивным и сцепленным с полом. Если в зиготе не содержится доминантного аллеля K, то цыплята погибают до вылупления из яйца.

Самец, гетерозиготный по этому аллелю, скрещен с нормальными самками. Из яиц вылупилось 72 цыпленка.

1. Сколько разных генотипов получится при этом скрещивании?
2. Сколько цыплят погибло до вылупления?
3. Сколько погибло курочек?
4. Сколько было петушков при таком скрещивании?
5. Сколько было живых курочек?

Задача 17. Окраска оперения у кур обусловлена геном С. Птицы с генотипом *сс* всегда белые.

Полосатость оперения обуславливается геном *С*, доминантным, сцепленным с полом. При скрещивании белой курицы с гомозиготным полосатым петухом было получено 16 цыплят. От скрещивания их между собой было получено 32 потомка F_2 .

1. Сколько цыплят F_1 имели полосатое оперение?
2. Сколько курочек F_1 имели полосатое оперение?
3. Сколько разных генотипов было в F_2 ?
5. Сколько петушков F_2 были полосатыми?

Задача 18. У кур позднее оперение *SK* сцеплено с полом и доминирует над ранним оперением *Sk*, а рябая окраска *R* над нормальной *r*.

Скрещивали рябую курицу, имеющую позднее оперение, с гомозиготным нормальным петухом, имеющим раннее оперение. Было получено 24 цыпленка.

1. Сколько разных фенотипов будут иметь цыплята?
2. Сколько будет петушков?
3. Сколько разных генотипов будут иметь цыплята?
4. Сколько курочек будут рябыми с поздним оперением?
5. Сколько петушков будут рябыми с ранним оперением?

Задача 19. У бронзовых индеек иногда наблюдается дрожание тела, которое называется вибрированием. Эта аномалия обусловлена сцепленным с полом рецессивным геном *v*.

От скрещивания гетерозисных по этому гену самцов с нормальными самками было получено 36 потомков.

1. Сколько от этого скрещивания было получено индюшек?
2. Сколько потомков были здоровыми?
3. Сколько было разных генотипов?
4. Сколько было разных индюков?
5. Сколько было аномальных индюшек?

Задача 20. У бронзовых индеек иногда наблюдается дрожание тела, которое называется вибрированием. Эта аномалия обусловлена сцепленным с полом рецессивным геном *v*.

От скрещивания гетерозиготных по этому гену самцов с аномальными самками было получено 44 индюшонка.

1. Сколько разных генотипов будет у индюшат?
2. Сколько среди индюшат будет самочек?
3. Сколько индюшат будут аномальными?
4. Сколько самочек будут здоровыми?
5. Сколько самцов будут избрантами?

Задача 21. У кур породы виандот наблюдаются две разные формы полосатости – золотистая и серебристая. Гены, обуславливающие этот признак, наследуются сцепленно с полом, причем доминирует ген серебристо-полосатой окраски оперения.

От скрещивания серебристо-полосатой курицы с золотисто-полосатым петухом было получено 20 цыплят.

1. Сколько среди цыплят было курочек?
2. Сколько разных генотипов было у цыплят?
3. Сколько цыплят имели серебристо-полосатую окраску?
4. Сколько петушков имели серебристо-полосатую окраску?
5. Сколько курочек были золотисто-полосатыми?

Задача 22. У леггорнов имеется сцепленный с полом рецессивный ген, который вызывает гибель эмбрионов за 3 дня до окончания инкубации.

От скрещивания гетерозисного по этому признаку петуха с нормальными курицами было получено 36 цыплят.

1. Сколько разных генотипов образуется при таком скрещивании?
2. Сколько эмбрионов погибает при инкубации?
3. Сколько цыплят будут гетерозисными по этому признаку?
4. Сколько курочек будет среди вылупившихся цыплят?
5. Сколько петушков будут гомозиготными по этому признаку?

Задача 23. Курица, претерпевшая превращение пола и ставшая в результате этого настоящим самцом, дает гаметы того же хромосомного строения, как и до превращения, только они являются сперматозоидами. От скрещивания такой превращенной серебристо-полосатой курицы с золотисто-полосатой нормальной курицей было получено 24 цыпленка.

1. Сколько разных типов гамет дадут обе эти курицы?
2. Сколько типов зигот будут нежизнеспособными?
3. Сколько будет курочек среди цыплят?
4. Сколько разных генотипов будут давать серебристо-полосатое оперение?
5. Сколько курочек будут иметь серебристо-полосатую окраску?

Задача 24. У кур рябое оперение является доминантным признаком по отношению к нерябому и наследуется сцепленно с полом.

Гетерозиготная рябая курица претерпела превращение пола и стала настоящим самцом. Она дает такие же гаметы, что и до превращения, только они являются сперматозоидами.

От скрещивания ее с другой рябой курицей было получено 15 цыплят.

1. Сколько типов гамет может образовать претерпевшая превращение курица?

2. Сколько типов гамет может образовать нормальная курица?

3. Сколько зигот при таком скрещивании были нежизнеспособными?

4. Сколько было рябых курочек?

5. Сколько было рябых петушков?

Задача 25. У молодых цыплят нет внешне заметных половых признаков, а между тем экономически целесообразно устанавливать для будущих петушков и курочек различные режимы питания.

Ген рябой окраски (Р) является доминантным по отношению к гену черной окраски (р) и наследуется сцепленно с полом.

На птицефабрике были заложены на инкубацию 200 яиц, полученных от скрещивания рябых курочек и черных петушков.

1. Из скольких яиц не вылупятся цыплята?

2. Сколько в потомстве будет курочек?

3. Сколько среди них будут иметь черное оперение?

4. Сколько будут петушков?

5. Сколько среди них будут иметь рябое оперение?

Задача 26. У тутового шелкопряда экономически целесообразно выкармливать гусениц мужского пола, так как их коконы дают выход шелка на 30 % больше, чем у женского. Удалось локализовать рецессивный ген черной окраски яиц (грены) в X-хромосоме.

Скрещивали самцов тутового шелкопряда, вылупившихся из черной грены, с самкой, вылупившейся из желтой грены. Было получено 120 яичек, из которых вылупилось 96 гусениц.

1. Сколько разных генотипов образуются при таком скрещивании?

2. Сколько яиц будут иметь темную окраску?

3. Сколько яиц имели желтую окраску?

4. Из скольких яиц должны вылупиться самки?

5. Из скольких яиц темного цвета вылупятся самки?

Задача 27. У кур ген В локализован в X-хромосоме и отвечает за рябой тип окрашенности. Этот ген доминантен по отношению к гладкому типу окрашенности (b). Рябая курица была спарена с гетерозиготным петухом. Вылупилось 80 цыплят.

1. Сколько появилось рябых курочек от данного скрещивания?
2. Сколько было курочек с гладким типом оперения?
3. Сколько было гемизиготных петушков от этого скрещивания?
4. Сколько было рябых цыплят?
5. Сколько цыплят имели гладкое оперение?

Задача 28. Черная (В) и рыжая (b) окраска шерсти обусловлена у кошек сцепленными с полом аллелями В и b. У гетерозигот – черепаховая окраска. Черная кошка принесла черных котят, один из которых имеет черепаховую окраску, а три – черную.

1. Каков фенотип отца этих котят?
2. Какого пола были черные котята?
3. Какой пол имеет черепаховую окраску?
4. Могут ли коты иметь черепаховую масть?
5. Какой генотип отца этих котят?

Задача 29. У бронзовых индеек иногда наблюдается дрожание тела, которое называется вибрированием. Это аномалия обусловлена сцепленным с полом рецессивным геном (v). От скрещивания гетерозиготных по данному гену самцов с аномальными самками получили 84 гибрида.

1. Сколько разных генотипов могли иметь гибриды?
2. Сколько среди них может быть самочек?
3. Сколько гибридов могут иметь аномалию?
4. Сколько самочек могут быть нормальными?
5. Сколько самцов могут иметь аномалию?

Задача 30. У кур полосатость окраски оперения определяется сцепленным с полом доминантным геном В, а отсутствие полосатости – его рецессивной аллелью b. Скрещивали кур с полосатой окраской оперения с белым петухом. Вылупилось 74 цыпленка. В дальнейшем гибриды F_1 спаривались между собой, вылупилось 160 цыплят.

1. Сколько в F_1 вылупилось курочек белого оперения?
2. Сколько в F_1 вылупилось петушков с полосатым оперением?
3. Сколько в F_2 было разных генотипов у курочек?
4. Сколько в F_2 было фенотипов у курочек?
5. Сколько в F_2 было фенотипов и генотипов у петушков?

Задача 31. У собак породы золотистый ретривер обнаружена мутация мускульной дистрофии, аналогична мускульной дистрофии Дюшена у человека. Мутация является рецессивной и сцеплена с полом. При спаривании здоровой гетерозиготной по мускульной дистрофии матки со здоровым кобелем родилось 12 щенков.

1. Сколько типов гамет могло быть у матери?

2. Сколько типов гамет мог дать отец?
3. Сколько разных генотипов могло быть у щенят?
4. Сколько из рожденных сучек могли иметь ген мускульной дистрофии?

5. Сколько самцов помета могли иметь мускульную дистрофию?

Задача 32. У рыбки пецилии аллель N вызывает сильное почернение хвостовой части тела, n – светлый хвост. Окраска хвостовой части тела локализована в X - и Y -хромосомах. От спаривания гомозиготной светлой самки с гомозиготным окрашенным самцом в F_1 вывелось 28 потомков, в F_2 – 88.

1. Сколько рыбок в F_1 имели черную окраску хвостовой части тела?

2. Сколько разных фенотипов было в F_2 ?

3. Сколько рыбок F_2 имели черную окраску?

4. Сколько самок рыбок в F_2 имели черную окраску?

5. Сколько самцов рыбок имели светлую окраску хвоста?

Задача 33. Гены дальтонизма и «куриной слепоты» (ночная слепота) наследуются через X -хромосому и являются рецессивными. В одной семье жена имеет нормальное зрение, хотя ее мать страдала «куриной слепотой», а отец был дальтоником; ее муж нормален в отношении обоих признаков.

1. Нарисуйте схему родословной этой семьи.

2. Сколько типов гамет может дать мать этих детей?

3. Сколько типов гамет может дать отец этих детей?

4. Какие синдромы могут быть у их детей?

5. Будут ли их дочери здоровы или нести какие-либо аномалии по этим признакам?

Задача 34. У кур полосатое оперение определяется доминантным геном B и наследуется сцепленно с полом. При скрещивании полосатых кур с петухом, имеющим рецессивный ген черной окраски (b), в F_1 было получено 8 цыплят. От скрещивания их между собой в F_2 было получено 48 цыплят.

1. Сколько цыплят в F_1 были петушками?

2. Сколько петушков в F_1 имели черную окраску?

3. Сколько курочек F_2 имели черную окраску?

4. Сколько петушков F_2 имели полосатую окраску?

5. Сколько петушков F_2 были гомозиготными по этому признаку?

Задача 35. У кур ген позднего оперения (Sk) сцеплен с полом и доминирует над ранним оперением (Sk), а рябая окраска оперения (R) – над нормальной (r). От скрещивания нерябой курицы с ранним опере-

нием с гомозиготным петухом, имеющим позднее оперение и рябую окраску, было получено 20 цыплят.

1. *Сколько было петушков?*
2. *Сколько разных генотипов имели цыплята?*
3. *Сколько было ранних цыплят с поздним оперением?*
4. *Сколько было рябых курочек с поздним оперением?*
5. *Сколько было рябых петушков с поздним оперением?*

**Один признак является аутосомным,
другой сцеплен с X-хромосомой**

Задача 1. У кур породы плимутрок ген В сцеплен с полом и обуславливает поперечную исчерненность пера, b – черную окраску пера. Ген W локализован в первой хромосоме и определяет белую кожу, ген w – желтую кожу. Гомозиготный полосатый белокожий петух и черная желтокожая курица дали 32 цыпленка, все полосатые и белокожие.

1. *Сколько разных типов гамет могла дать курица?*
2. *Сколько разных генотипов могло быть у цыплят?*
3. *Сколько разных фенотипов было у цыплят?*
4. *Сколько курочек имели полосатую окраску?*
5. *Сколько было белокожих петушков?*

Задача 2. У кур породы плимутрок ген В сцеплен с полом и обуславливает поперечную исчерненность пера, b – черную окраску пера. Ген W локализован в первой хромосоме и определяет белую кожу, ген w – желтую кожу. Гомозиготный петух черный белокожий скрещен с полосатой гетерозиготной по белой окраске кожи курочкой. Вылупилось 64 цыпленка.

1. *Сколько типов гамет могла дать курица?*
2. *Сколько возможных генотипов могли иметь цыплята?*
3. *Какая окраска пера была у курочек?*
4. *Сколько было белокожих цыплят?*
5. *Сколько генотипов могло быть у петушков?*

Задача 3. У собак в возрасте от 6 недель до 3 месяцев может проявляться классическая форма гемофилии-А. Обычно больные животные не доживают до половой зрелости. Это рецессивное, сцепленное с полом заболевание. В аутосоме южнорусской овчарки локализован ген W, который определяет белую окраску шерсти, при рецессивном гене w – окрашенная шерсть. От спаривания самки, гетерозиготной по гемофилии и с белой шерстью, со здоровым окрашенным самцом родилось 8 щенков в нескольких пометах.

1. Сколько типов гамет могло быть у матери?
2. Сколько типов гамет могло быть у отца?
3. Сколько разных генотипов могло быть у щенят?
4. Сколько из рожденных сучек могли иметь в генотипе ген гемофилии?

5. Сколько могло родиться гемофиликов мужского пола?

Задача 4. У кур породы брама имеется ген S, который локализован в половой хромосоме и отвечает за темную окраску оперения, при рецессивном гене s – окраска красная с различными оттенками. Ген S относится к неполно доминантным генам и у гибридов преобладают бурые тона. Розовидная форма гребня определяется доминантным аутосомным геном R, простой гребень – r. Темные курочки с розовидным гребнем были спарены с бурым петухом с простым гребнем. Вылупилось 600 цыплят.

1. Сколько разных генотипов могли иметь цыплята?
2. Сколько фенотипов имели курочки?
3. Сколько фенотипов имели петушки?
4. Сколько цыплят имели розовидный гребень?
5. Сколько цыплят имели бурое оперение?

Задача 5. У кур ген замедленного роста пера локализован в половой хромосоме, k – определяет быстрый рост пера. Ген окраски оперения C находится в аутосоме, белое оперение определяется геном с. Гетерозиготных окрашенных курочек с замедленным ростом пера спаривали с белым петухом быстрого оперения. Вылупилось 724 цыпленка.

1. Сколько генотипов могло быть у цыплят?
2. Сколько фенотипов имели курочки?
3. Сколько фенотипов имели петушки?
4. Сколько вылупилось белых курочек с быстрым ростом пера?
5. Сколько вылупилось окрашенных петушков с замедленным ростом пера?

Задача 6. У человека дальтонизм сцеплен с полом и является рецессивным, ген глухоты относится к рецессивно-аутосомному признаку. Мужчина, страдающий дальтонизмом и глухотой, женился на женщине, нормальной по зрению и хорошо слышащей. У них родился глухой сын – дальтоник и дочь – дальтоник с нормальным слухом.

1. Сколько типов гамет может дать мать этих детей?
2. Сколько типов гамет может дать отец этих детей?
3. Сколько типов гамет может дать их дочь?
4. Сколько типов гамет может дать их сын?
5. Какова вероятность рождения здорового ребенка по двум признакам от этого брака?

4. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Какие гены называются сцепленными?
2. Что такое группа сцепления? Их количество у разных видов сельскохозяйственных животных.
3. Как идет наследование признаков при полном сцеплении?
4. Что нарушает полное сцепление генов?
5. Роль кроссинговера, рекомбинации генов в эволюции и селекции.
6. Что такое интерференция?
7. Как определяется частота кроссинговера и расстояние между генами?
8. В каких единицах измеряется расстояние между генами?
9. Принципы построения хромосомных карт.
10. Основные положения хромосомной теории наследственности.
11. Чем отличаются половые хромосомы от аутосом?
12. Что такое гомо- гетерогаметность?
13. Чем объясняется механизм распределения по полу в отношении 1 : 1?
14. Какие признаки называются сцепленными с полом, ограниченными полом и зависимыми от пола?
15. Что такое половой индекс?
16. Что такое партеногенез, гиногенез, андрогенез?
17. Бисексуальность и интерсексуальность.
18. Что такое гинандроморфизм, фримартинизм и каковы причины их происхождения?
19. Искусственная регуляция пола у животных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакай, А. В. Генетика / А. В. Бакай, И. И. Кочиш, Г. Г. Скрипниченко. – М.: КолосС, 2006. – 461 с.
2. Генетика / А. А. Жученко [и др.]. – М.: Колос, 2003. – 505 с.
3. Генетика / Е. К. Меркурьева [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1991. – 443 с.
4. Меркурьева, Е. К. Генетика с основами биометрии / Е. К. Меркурьева, Г. Н. Шангин-Березовский. – М.: Колос, 1983. – 511 с.
5. Ларцева, С. Х. Практикум по генетике / С. Х. Ларцева, М. К. Муксинов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 285 с.
6. Писарик, Г. А. Сборник задач по генетике / Г. А. Писарик, А. В. Писарик. – Минск: Аверсэв, 2007. – 248 с.
7. Генетика с основами биометрии: пособие / А. Д. Шацкий [и др.]. – Минск: ГУ «Учебно-методический центр Минсельхозпрода», 2011. – 224 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Хромосомная теория наследственности.....	4
1.1. Сцепление генов (полное и неполное).....	4
1.2. Генетические термины.....	5
1.3. Реализация генетической информации при независимом и сцепленном наследовании.....	6
1.4. Примеры решения задач на сцепленное наследование.....	8
2. Генетика пола.....	10
2.1. Хромосомный механизм определения пола.....	10
2.2. Генетические термины.....	12
2.3. Пример решения задач на сцепленное с полом наследование.....	12
3. Задачи.....	15
3.1. Сцепленное наследование (полное).....	15
3.2. Сцепленное наследование (неполное).....	23
3.3. Сцепленное с полом наследование.....	32
4. Вопросы для самоконтроля.....	44
Литература.....	45

Учебное издание

Долина Данута Станиславовна
Мелехов Андрей Владимирович

ГЕНЕТИКА

В пяти частях

Часть 3

**ХРОМОСОМНАЯ ТЕОРИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ.
ГЕНЕТИКА ПОЛА**

Методические указания и задачи
к лабораторно-практическим занятиям
и самостоятельной работе

Редактор *Е. Г. Бутова*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*

Подписано в печать 18.05.2015. Формат 60 × 84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,51.
Тираж 100 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.