



**СБОРНИК ЗАДАЧ
ПО ГЕНЕТИКЕ**

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ГЕНЕТИКЕ

*Методические рекомендации по решению задач
для лабораторных занятий по дисциплине
«Генетика и эволюционное учение» («Генетика»)*



Москва
Берлин

УДК 575(075)

ББК 28.04я73

С23

Составители:

Шахмурова Г. А., Халитова Р. А., Карташова Н. С.

Рецензенты:

Жураева У. М. — доцент, заведующая кафедрой
«Микробиологии и биотехнологии», НУУ им. М. Улугбека;

Хайдарова П. Б. — канд. биол. наук, доцент
кафедры «Зоологии и анатомии», ТГПУ им. Низами

Сборник задач по генетике: методические рекомендации
С23 по решению задач для лабораторных занятий по дисциплине
«Генетика и эволюционное учение» («Генетика») / сост. Г. А. Шахмурова,
Р. А. Халитова, Н. С. Карташова — Москва ; Берлин : Директ-Медиа,
2019. — 148 с.

ISBN 978-5-4499-0567-3

Сборник задач по генетике составлен на основе квалификационных требований и в соответствии с типовой программой, утвержденных приказом Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан от 24.08.2017 № 603 для студентов педагогических вузов, обучающихся по специальности 5110400 — методики преподавания биологии. Методические рекомендации по решению задач для лабораторных занятий по дисциплине «Генетика и эволюционное учение» («Генетика») может быть полезен не только студентам вузов, но и магистрам и преподавателям, а также тем, кто интересуется решением задач по генетике.

Методические рекомендации являются результатом совместной работы преподавателей Ташкентского государственного педагогического университета имени Низами и Тульского государственного педагогического университета им. Л. Н. Толстого.

Текст приводится в авторской редакции.

УДК 575(075)

ББК 28.04я73

ISBN 978-5-4499-0567-3

© Шахмурова Г. А., Халитова Р. А., Карташова Н. С.,
составление, 2019

© Издательство «Директ-Медиа», оформление, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Терминология, используемая в решении задач.....	5
Общие рекомендации по решению генетических задач	8
Задачи по теме «Моногибридное скрещивание»	12
Задачи по теме «Возвратное скрещивание. Анализирующее скрещивание»	25
Задачи по теме «Неполное доминирование»	33
Задачи по теме «Ди- и полигибридное скрещивание»	40
Задачи по теме «Взаимодействие генов». Комплементарность	54
Задачи по теме «Взаимодействие генов». Эпистаз.....	69
Задачи по теме «Взаимодействие генов». Полимерное взаимодействие генов.....	81
Задачи по теме «Плейотропия»	93
Задачи по теме «Наследование групп крови»	101
Задачи по теме «Сцепленное наследование (кроссинговер)»	107
Задачи по теме «Наследование, сцепленное с полом»	116
Задачи по теме «Хромосомные болезни человека, возникающие в результате нерасхождения половых хромосом	130
Задачи по теме «Анализ родословных»	132
Комбинированные задачи.....	141
Список использованной литературы.....	146

ВВЕДЕНИЕ

Цель издания настоящего сборника задач по генетике - помочь студентам проверить себя в решении типовых и наиболее сложных задач по генетике. Книга не содержит объемного теоретического материала, дающего представление о современном состоянии генетики. Однако для качественной подготовки и успешного решения задач необходимо много заниматься и работать с учебной и дополнительной литературой. Полный список рекомендуемой литературы приводится в конце книги. Кроме основных учебников для серьезной подготовки по предмету требуется основательное изучение многочисленной дополнительной научной и научно-популярной литературы. Перечень использованной при подготовке сборника литературы приведен в конце издания.

Сборник задач по генетике содержит задачи разного уровня сложности. Методические рекомендации рассматривают общие принципы оформления и решения генетических задач, приводятся методические рекомендации, облегчающие их решение, по конкретным темам предлагаются задачи с ответами. Теоретический материал дается в кратком изложении и рекомендуется в качестве дополнительного материала к лекционному курсу по генетике, а также может быть использован для самостоятельной работы студентов и проверки их знаний. По этой причине в сборнике отсутствует перечень ответов.

Методические рекомендации по решению задач для лабораторных занятий по дисциплине «Генетика и эволюционное учение» («Генетика») призваны углубить и закрепить знания студентов по такому важному разделу биологии, как структурно-функциональная организация генов и геномов прокариотических и эукариотических организмов, привить им навыки творческого подхода в процессе самоподготовки, а также пробудить интерес к самостоятельной работе.

Сборник рассчитан для студентов, обучающихся по специальности 5110400 — методики преподавания биологии, а также для тех, кто интересуется решением задач по генетике.

ТЕРМИНОЛОГИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМАЯ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ

Альтернативные признаки — контрастные признаки (например: карие глаза — голубые глаза, среди них встречаются и противоположные признаки: высокий рост — низкий рост).

Анализирующее скрещивание — скрещивание особи неопределенного генотипа с особью, гомозиготной по рецессивным аллелям.

Аллели (аллельные гены) — гены, определяющие развитие альтернативных признаков.

Аутосома — любая парная хромосома, не относящаяся к половым хромосомам в диплоидных клетках. У человека диплоидный хромосомный набор (кариотип) представлен 22 парами хромосом (аутосом) и одной парой половых хромосом (гоносом).

Второй закон Менделя (закон расщепления) — при скрещивании двух гибридов первого поколения между собой среди их потомков — гибридов второго поколения — наблюдается расщепление: число особей с доминантным признаком относится к числу особей с рецессивным признаком как 3:1 (расщепление по генотипу 1:2:1, по фенотипу 3:1).

Взаимодействие генов — взаимосвязанное действие одной, двух или более пар генов, определяющих развитие одного и того же признака.

Генетика — наука о наследственности и изменчивости.

Гамета — половая клетка растительного или животного организма, несущая один ген из аллельной пары.

Ген — участок молекулы ДНК (в некоторых случаях РНК), в котором закодирована информация о биосинтезе одной полипептидной цепи с определенной аминокислотной последовательностью.

Геном — совокупности генов, заключённых в гаплоидном наборе хромосом организмов одного биологического вида.

Генотип — совокупность генов, локализованных в гаплоидном наборе хромосом данного организма. В отличие от понятий генома и генофонда, характеризует особь, а не вид.

Гетерозигота («гетеро» = «разный») — организм с разными аллелями в генотипе (например: Aa)

Гомозигота («гомо» = «одинаковый») — организм с одинаковыми аллелями в генотипе (например: AA или aa)

Гомологичные хромосомы — парные хромосомы, одинаковые по форме, размерам и набору генов.

Гибридное поколение — поколение, полученное от родителей с разными признаками.

Гибрид — один организм из гибридного поколения.

Доминантный признак — преобладающий признак (признак, подавляющий остальные): А, В, С, ...

Дигибридное скрещивание — скрещивание организмов, отличающихся по двум признакам.

Закон Моргана (закон сцепления) — сцепленные гены, расположенные в одной хромосоме, наследуются совместно (сцепленно).

Закон чистоты гамет — при образовании гамет в каждую из них попадает только один из двух аллельных генов.

Изменчивость — общее свойство всех организмов приобретать новые признаки (в пределах вида).

Кодоминирование — форма взаимодействия генов, при которой у гетерозигот проявляются оба аллеля (например, наследование 4 группы крови у человека: АВ).

Кариотип — совокупность признаков (число, размеры, форма и т. д.) полного набора хромосом, присущая клеткам данного биологического вида (видовой кариотип), данного организма (индивидуальный кариотип) или линии (клона) клеток.

Комплементарное взаимодействие генов — такое взаимодействие генов, в результате которого появляются новые признаки.

Локус — участок хромосомы, в котором расположен ген.

Моногибридное скрещивание — скрещивание организмов, отличающихся по одному признаку (учитывается только один признак).

Наследственность — общее свойство всех организмов передавать свои признаки потомкам.

Неполное доминирование — случай, когда у гетерозиготного потомка — промежуточный фенотип.

Первый закон Менделя (закон единообразия гибридов первого поколения) — при скрещивании родителей чистых линий, различающихся по одному контрастному признаку, все гибриды первого поколения окажутся единообразными и в них проявится признак только одного из родителей.

Плейотропность (множественное действие гена) — это такое взаимодействие генов, при котором один ген, влияет сразу на несколько признаков.

Половые хромосомы — хромосомы, по которым у самцов и самок есть различия.

Полимерия — форма взаимодействия генов, при которой один признак определяется несколькими равнозначными парами генов.

Полигибридное скрещивание — скрещивание организмов, отличающихся по нескольким признакам.

Рецессивный признак — подавляемый признак (признак, который подавляется доминантным): а, в, с,

Сцепленное с полом наследование — наследование гена, расположенного в половой хромосоме.

Третий закон Менделя (закон независимого наследования, комбинирования признаков) — каждая пара контрастных (альтернативных) признаков наследуется независимо друг от друга в ряду поколений; в результате среди гибридов второго поколения появляются потомки с новыми комбинациями признаков в соотношении 9 : 3 : 3 : 1.

Фенотип — сумма внешних и внутренних признаков организма.

Чистые линии — организмы, не скрещивающиеся с другими сортами, гомозиготные организмы.

Эпистаз — форма взаимодействия генов, при которой один ген подавляет действие другого гена (например, $A > B$ или $aa > B$).

ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕШЕНИЮ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ ПРИ РЕШЕНИИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ:

Символ ♀ — «зеркало Венеры», обозначают женский пол, используют при записи генотипа матери или женской особи;

Символ ♂ — «щит и копье Марса», обозначают мужской пол, используют для записи генотипа отца или мужской особи;

x — знак, обозначающий скрещивание;

A, B, C — гены, отвечающие за доминантный признак;

a, b, c — ген, отвечающий за рецессивный признак;

P — родительское поколение (от лат. Parental);

F₁ — первое поколение потомков (от лат. Filli);

F₂ — второе поколение потомков ;

G — гаметы, половые клетки;

Генотип **F₁** — генотип первого поколения потомков;

XX — половые хромосомы женской особи;

XY — половые хромосомы мужской особи;

X^A — доминантный ген, локализованный в X хромосоме;

X^a — рецессивный ген, локализованный в X хромосоме;

Ph — фенотип;

Фенотип **F₁** — фенотип первого поколения потомков.

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

- Внимательно прочтите условие задачи.
- Сделайте краткую запись условия задачи (что дано по условиям задачи).
- Запишите генотипы и фенотипы скрещиваемых особей.
- Определите и запишите типы гамет, которые образуют скрещиваемые особи.
- Определите и запишите генотипы и фенотипы полученного от скрещивания потомства.
- Проанализируйте результаты скрещивания. Для этого определите количество классов потомства по фенотипу и генотипу и запишите их в виде числового соотношения.
- Запишите ответ на вопрос задачи.

ОФОРМЛЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Первым принято записывать генотип женской особи, а затем — мужской (верная запись — ♀AABB х ♂aавв; неверная запись — ♂aавв х ♀AABB).

Гены одной аллельной пары всегда пишутся рядом (верная запись — ♀AABB; неверная запись ♀ABAB).

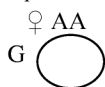
При записи генотипа, буквы, обозначающие признаки, всегда пишутся в алфавитном порядке, независимо, от того, какой признак — доминантный или рецессивный — они обозначают (верная запись — ♀ aaBB; неверная запись -♀ BBaa).

Если известен только фенотип особи, то при записи её генотипа пишут лишь те гены, наличие которых, бесспорно. Ген, который невозможно определить по фенотипу, обозначают значком «_» (например, если жёлтая окраска (A) и гладкая форма (B) семян гороха — доминантные признаки, а зелёная окраска (a) и морщинистая форма (b) — рецессивные, то генотип особи с жёлтыми морщинистыми семенами записывают A_вв).

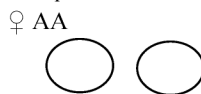
Под генотипом всегда пишут фенотип.

У особей определяют и записывают типы гамет, а не их количество:

верная запись



неверная запись

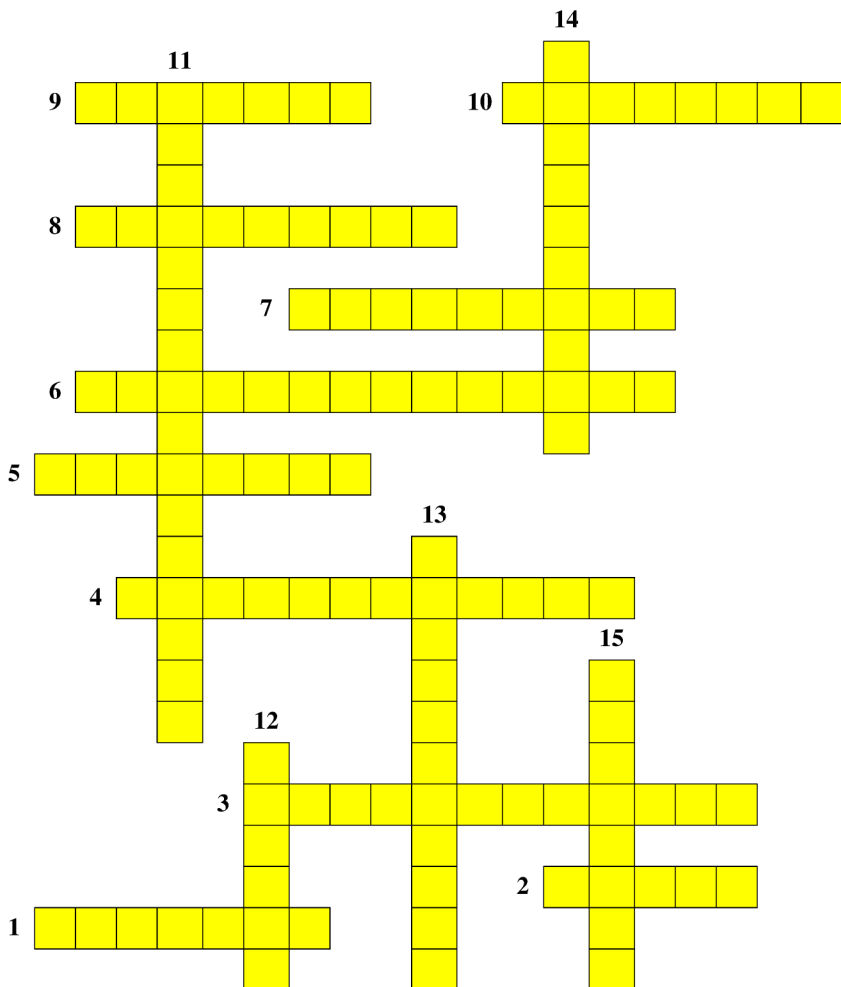


Фенотипы и типы гамет пишутся строго под соответствующим генотипом.

Записывается ход решения задачи с обоснованием каждого вывода и полученных результатов.

При решении задач на ди- и полигибридное скрещивание для определения генотипов потомства рекомендуется пользоваться решёткой Пеннета. По вертикали записываются типы гаметы от материнской особи, а по горизонтали — отцовской. На пересечении столбца и горизонтальной линии записываются сочетание гамет, соответствующие генотипу образующейся дочерней особи.

КРОССВОРД «ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТЕРМИНЫ»



1. Сумма внешних и внутренних признаков организма
2. Место расположения гена в хромосоме
3. Общее свойство всех организмов приобретать новые признаки в пределах вида
4. Организм с одинаковыми аллелями в генотипе
5. Наука о наследственности и изменчивости

6. Организм с разными аллелями в генотипе
7. Объекты, с которыми проводил свои опыты Т. Морган
8. Гены, обеспечивающие развитие альтернативных признаков
9. Сумма генов, полученная организмом от родителей
10. Основоположник генетики
11. Общее свойство всех организмов передавать свои признаки потомкам
12. Один организм из гибридного поколения
13. Признак, подавляющий другие
14. Подавляемый признак
15. Хромосомы, по которым у самцов и самок нет различий.

Ответы:

1 — генотип, 2 — локус, 3 — изменчивость, 4 — гомозиготная, 5 — генетика, 6 — гетерозиготная, 7 — дрозофилы, 8 — аллельные, 9 — генотип, 10 — Мендель, 11 — наследственность, 12 — гибрид, 13 — доминантный, 14 — рецессивный, 15 — аутосомы

ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ «МОНОГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ»

Моногибридное скрещивание — это скрещивание, при котором родительские организмы отличаются по одной паре контрастных альтернативных признаков. К таким признакам относятся, например, красная и белая окраска цветов, жёлтая и зелёная окраска семян у растений гороха, низкая и высокая длина стебля и т.д.



Альтернативные признаки могут быть доминантными и рецессивными. Первые проявляются (в случае полного доминирования) у гибридных организмов первого поколения, а вторые — только во втором поколении. Гибридные поколения записываются буквой F. Гены, обуславливающие развитие доминантного признака, принято обозначать заглавными буквами латинского алфавита (A, B, C), а гены, определяющие рецессивный признак, — соответствующими малыми буквами (a, b, c).

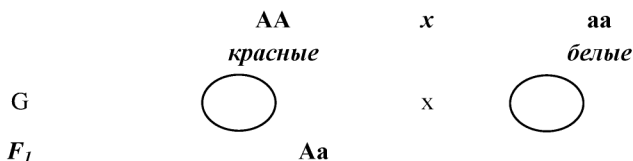
При скрещивании гомозиготных организмов с контрастными признаками (например, растений гороха с красными и белыми цветками) все особи первого поколения будут единообразными, т.е. красными цветами (доминантный признак). Это явление нашло отражение в **первом законе Менделя**, получившего название **закона доминирования**, или **единообразия гибридов первого поколения**.



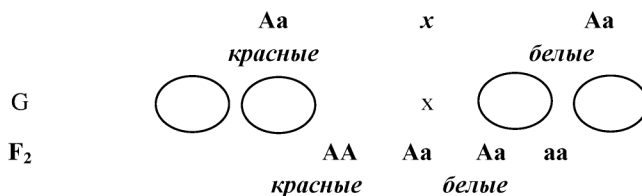
Иоганн Грегор Мендель (22.07.1822, Хейнцендорф — 06.01.1884, Брюнне), родился в деревне Гинчице в Новойичинском регионе в Северной Моравии, австрийский биолог и ботаник, монах-августинец, аббат. Основоположник учения о наследственности. Открытие им закономерностей наследования моногенных признаков (эти закономерности известны теперь как Законы Менделя) стало первым шагом на пути к современной генетике.

Во втором поколении происходит расщепление гибридов по окраске цветков и отношении 3:1 т.е. $\frac{3}{4}$ растений будут иметь красные цветки, а $\frac{1}{4}$ — белые. Эта закономерность наблюдается, при наследовании различных признаков у животных и растений и получила, название **второго закона Менделя** или **закон расщепления**. Особенности наследования признаков при моногибридном скрещивания более наглядно показаны на схеме скрещивания, в котором на первом месте записывается материнская форма (AA), на втором — отцовская (aa):

1) P



2) P



Расщепление по фенотипу 3:1.

При решении задач на моногибридное скрещивание следует помнить о том, что гомозиготные особи (например, AA) дают гаметы только одного типа — с геном соответственно A . Гетерозиготные организмы (например, Aa)

образует два различных типа гамет с генами соответственно A и a . Напомним, что гаметы образуются в процессе особого деления — мейоза, при котором происходит редукция (уменьшение вдвое) числа хромосом. В результате гаметы будут содержать только один из каждой пары альтернативных генов.

Таблица 1

Соотношение генотипов и фенотипов при полном доминировании

Генотипы родителей особей	Генотипы потомства	Соотношение фенотипов в потомстве
$AA \times AA$	AA	Потомство однородно по фенотипу
$AA \times Aa$	$1AA : 1Aa$	
$AA \times aa$	Aa	
$aa \times aa$	aa	$3 : 1$
$Aa \times Aa$	$1 AA : 2 Aa : 1aa$	
$Aa \times aa$	$1Aa : 1aa$	

Задача 1.

У тыквы дисковидная форма плода доминирует над шаровидной. Гомозиготную шаровидную тыкву опылили пыльцой такой же тыквы. Какими будут гибриды первого поколения?

Дано:

A — дисков.

a — шаров.

$P: \text{♀ } aa$

$\text{♂ } aa$

F_1 — ?

Решение:

$P: \text{♀ } aa \times \text{♂ } aa$

$G: \bigcirc \times \bigcirc$

$F_1: aa$

Ответ: все гибриды первого поколения будут шаровидными.

Задача 2.

У морских свинок черная окраска шерсти доминирует над белой. Скрестили двух гетерозиготных самца и самку. Каковыми будут гибриды первого поколения?

Дано:

A — черн.

a — белая

$P: \text{♀ } Aa$

$\text{♂ } Aa$

F_1 — ?

Решение:

$P: \text{♀ } Aa \times \text{♂ } Aa$

$G: A \quad a \quad \quad \quad A \quad a$

$F_1: AA, Aa, Aa, aa$

Ответ: $\frac{3}{4}$ гибридов первого поколения будут черными, $\frac{1}{4}$ — белыми.

Задача 3.

У томатов красная окраска плода доминирует над желтой. Переопылили два растения с красной окраской плодов: одно было гомозиготным, другое гетерозиготным. Растения с какими плодами вырастут в первом поколении?

<u>Дано:</u>	<u>Решение:</u>
А — красн.	Р: ♀ АА х ♂ Аа
а — желт.	
Р: ♀ АА	G: А А а
♂ Аа	
F ₁ — ?	F ₁ : АА, Аа
	к к

Ответ: все растения в первом поколении будут с красными плодами.

Задача 4.

У кроликов серая окраска шерсти доминирует над черной. Гомозиготную серую крольчиху скрестили с черным кроликом. Какими будут крольчата?

<u>Дано:</u>	<u>Решение:</u>
А — серая	Р: ♀ АА х ♂ аа
а — черная	
Р: ♀ АА	G: А а
♂ аа	сер
F ₁ — ?	F ₁ : Аа

Ответ: все крольчата будут серыми.

Задача 5.

Какие пары наиболее выгодно скрещивать для получения платиновых лисиц, если платиновость доминирует над серебристостью, но в гомозиготном состоянии ген платиновости вызывает гибель зародыша?

<u>Дано:</u>	<u>Решение:</u>
А — платин.	1) Р: ♀ Аа х ♂ Аа
а — серебр.	
АА — гибель	G: А а А а
F ₁ — платин.	F ₁ : АА, Аа, Аа, аа
Р — ?	гибель пл. пл. сер.

Ответ — 1: платиновых будет — 50%, 25% зародышей погибнут.

2) P ♀ Aa x ♂ aa
 G: A a A a

F₁: Aa, aa
 пл. сер.

Ответ — 2: платиновых будет — 50%, гибели не будет. Наиболее выгодно скрещивать серебристых и платиновых гетерозиготных лисиц.

Задача 6.

У томатов нормальная высота растения доминирует над карликовым ростом. Каковы генотипы родителей, если 50% потомства оказалось нормального роста и 50% низкого?

<u>Дано:</u> A — норм. a — карл. F₁: 50% нор. 50% кар. P — ?	<u>Решение:</u> P: ♀ * * x ♂ * * F₁: 50% A * и 50% aa
---	---

Чтоб определить генотипы родителей, нужно помнить, что один аллель (одна буква) в генотипе у гибрида от мамы, а второй — от папы: по второму генотипу, возможному у гибридов, делаем вывод, что в генотипе и ♀, и ♂ есть «а», затем рассматриваем два варианта первого генотипа, возможного у гибридов, и делаем вывод о генотипах родителей:

♀ Aa и ♂ aa

Ответ: генотипы родителей Aa и aa.

Задача 7.

При скрещивании двух белых тыкв в первом поколении $\frac{3}{4}$ растений были белыми, а $\frac{1}{4}$ — желтыми. Каковы генотипы родителей, если белая окраска доминирует над желтой?

<u>Дано:</u> A — бел. a — желт. F₁: $\frac{3}{4}$ бел. $\frac{1}{4}$ желт. P — ?	<u>Решение:</u> P: ♀ * * x ♂ * * F₁: $\frac{3}{4}$ A * и $\frac{1}{4}$ aa
---	---

Чтобы определить генотипы родителей, нужно помнить, что один аллель (одна буква) в генотипе у гибрида от мамы, а второй — от папы: по второму

Задача 10.

Жар-птица имеет ярко-желтое оперение, Синяя птица — синее. При скрещивании Жар-птицы с Синей птицей вылупились птенцы синего цвета. Какой признак является доминантным? Каковы генотипы родителей и потомства?

Дано:

P: ♀ желт.

♂ син.

F₁: син.

Решение:

P: ♀ желт. х ♂ син

F₁: син.

Т.к. все птенцы оказались синего цвета, А — синяя окраска оперения, а — желтая. Следовательно, ♀ aa и F₁: Aa. Зная, что один аллель (одна буква) в генотипе у гибрида от мамы,

А — ?

а второй — от папы и что все птенцы — синего цвета, делаем

а — ?

вывод, что ♂ AA.

P — ?

F₁ — ?

Ответ: у птиц доминирует синее оперение, генотипы родителей ♀ aa и ♂ AA, генотипы потомства — Aa.

Задача 11.

Конек-Горбунук родился у кобылицы нормального роста. Каковы генотипы родителей, если нормальный рост — признак доминантный и у Конька-Горбунка два брата тоже были нормального роста?

Дано:

A — норм.

a — карл.

P: ♀ A*

♂

F₁: aa, A*, A*

Решение:

P: ♀ A* х ♂

F₁: aa, A*, A*

Один аллель (одна буква) в генотипе у Конька — Горбунка от мамы, а второй — от папы, значит, у родителей в генотипе есть «а». Зная, что братья у Конька-Горбунка имеют генотипы Aa, делаем вывод, что генотип папы — Aa.

P — ?

Ответ: родители Конька — Горбунка гетерозиготны.

Задача 12. «Сказка про драконов»

У исследователя было 4 дракона: огнедышащая и неогнедышащая самки, огнедышащий и неогнедышащий самцы. Для определения способности к огнедышанию у этих драконов им были проведены всевозможные скрещивания:

1. Огнедышащие родители — всё потомство огнедышащее.
2. Неогнедышащие родители — всё потомство неогнедышащее.
3. Огнедышащий самец и неогнедышащая самка — в потомстве примерно поровну огнедышащих и неогнедышащих дракончиков.
4. Неогнедышащий самец и огнедышащая самка — всё потомство неогнедышащее.

Считая, что признак определяется аутосомным геном, установите доминантный аллель и запишите генотипы родителей.

Решение и ответ:

- по скрещиванию №4 определяем: А — огнедыш., а — неогнедыш. => неогнедышащие: ♀аа и ♂аа; неогнедышащий самец — ♂АА
- по скрещиванию №3: неогнедышащая самка — ♀Аа.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Задача 1. У овса нормальный рост доминирует над гигантизмом. Гетерозиготное растение с нормальным ростом скрестили с гигантским. Определить генотипы и фенотипы потомства.

Задача 2. У морских свинок черная окраска шерсти доминирует над белой. Скрестили двух гетерозиготных самца и самку. Какими будут гибриды первого поколения?

Задача 3. У томатов нормальная высота растения доминирует над карликовым ростом. Каковы генотипы родителей, если 50% потомства оказалось нормального роста и 50% низкого?

Задача 4. Наличие белой пряди волос надо лбом определяется доминантным аутосомным геном. В семье, где отец имел седую прядь волос, а мать не имела ее, родился сын с белой прядью волос надо лбом. Определите вероятность рождения следующего ребенка без седой пряди волос.

Задача 5. Седая прядь волос — доминантный аутосомный признак. В семье мать обладает седой прядью волос, а отец здоров. Определить вероятность рождения в этой семье детей, обладающих седой прядью, если удалось установить, что мать гетерозиготна по данному признаку.

Задача 6. Способность ощущать вкус фенилтиомочевины — доминантный признак, ген которого расположен в аутосоме. В семье родителей, ощущающих вкус фенилтиомочевины, родилась дочь, не ощущающая его. Определить вероятность появления в семье детей, ощущающих вкус фенилтиомочевины. Какова вероятность рождения у них внуков, не способных ощущать этого вкуса?

Задача 7. У морских свинок ген мохнатой шерсти доминирует над геном гладкой. При скрещивании двух пород свинок, одна из которых имеет мохнатую, а другая — гладкую шерсть, родились 18 мохнатых детенышей. В дальнейшем их скрестили между собой и получили 120 потомков. Сколько потомков F₂ являются гетерозиготами?

Задача 8. У овса ранняя спелость доминирует над позднеспелостью. Ген, определяющий этот признак, расположен в аутосоме. Скрещиваются два гетерозиготных раннеспелых растения. В потомстве — 900 растений. Сколько растений F₁ обладают признаком позднеспелости? Сколько раннеспелых растений будут гомозиготными?

Задача 9. Наследственная слепота некоторых пород собак — рецессивный аутосомный признак. Пара собак, имеющих нормальное зрение, дала 3 щенков, один из которых оказался слепым. 1) Один из нормальных щенков этого помета был допущен до дальнейшего размножения. Какова вероятность того, что его потомки снова окажутся слепыми? 2) Определить генотипы всех участвующих в скрещивании особей. 3) Сколько сортов гамет образует слепая собака?

Задача 10. При скрещивании двух дрозофил из 98 потомков 23 оказались черными, остальные имели серую окраску. Какой признак является доминантным? Определить генотипы родительских форм.

Задача 11. При скрещивании серых кур с черными все потомство имело серую окраску. В F₂ получено 96 цыплят. Сколько кур F₂ при скрещивании с петухами такого же генотипа способны дать черных цыплят?

Задача 12. Наследственная слепота некоторых пород собак — рецессивный аутосомный признак. Пара собак, имеющих нормальное зрение, дала 3 щенков, один из которых оказался слепым. 1) Один из нормальных щенков этого помета был допущен до дальнейшего размножения. Какова вероятность того, что его потомки снова окажутся слепыми? 2) Определить генотипы всех участвующих в скрещивании особей. 3) Сколько сортов гамет образует слепая собака?

Задача 13. При скрещивании двух дрозофил из 98 потомков 23 оказались черными, остальные имели серую окраску. Какой признак является доминантным? Определить генотипы родительских форм.

Задача 14. При скрещивании серых кур с черными все потомство имело серую окраску. В F₂ получено 96 цыплят. Сколько кур F₂ при скрещивании с петухами такого же генотипа способны дать черных цыплят?

Задача 15. Отсутствие малых коренных зубов у человека наследуется как доминантный аутосомный признак. Определите возможные генотипы и фенотипы родителей и потомства, если один из супругов имеет малые корен-

1) Сколько различных типов гамет могут образовать гибриды первого поколения?

2) Сколько разных генотипов может образоваться во втором поколении?

3) Сколько доминантных гомозиготных растений выросло во втором поколении?

4) Сколько во втором поколении гетерозиготных растений?

5) Сколько растений во втором поколении будут высокого роста?

Задача 23. У овса раннеспелость доминирует над позднеспелостью. Гетерозиготное раннеспелое растение скрестили с позднеспелым. Получили 28 растений.

1. Сколько различных типов гамет образуется у раннеспелого родительского растения?

2. Сколько различных типов гамет образуется у позднеспелого родительского растения?

3. Сколько гетерозиготных растений будет среди гибридов?

4. Сколько среди гибридов будет раннеспелых растений?

5. Сколько разных генотипов будет у гибридов?

Задача 24. У гороха гладкие семена — доминантный признак, морщинистые — рецессивный. При скрещивании двух гомозиготных растений с гладкими и морщинистыми семенами получено 8 растений. Все они самоопылились и во втором поколении дали 824 семени.

1. Сколько растений первого поколения будут гетерозиготными?

2. Сколько разных фенотипов будет в первом поколении?

3. Сколько различных типов гамет могут образовать гибриды первого поколения?

4. Сколько семян во втором поколении будут гетерозиготными?

5. Сколько во втором поколении будет морщинистых семян?

Задача 25. У моркови оранжевая окраска корнеплода доминирует над жёлтой. Гомозиготное растение с оранжевым корнеплодом скрестили с растением, имеющим жёлтый корнеплод. В первом поколении получили 15 растений. Их самоопылили и во втором поколении получили 120 растений.

1. Сколько различных типов гамет может образовывать родительское растение с оранжевым корнеплодом?

2. Сколько растений с жёлтым корнеплодом вырастет во втором поколении?

3. Сколько во втором поколении будет гетерозиготных растений?

4. Сколько доминантных гомозиготных растений будет во втором поколении?

5. Сколько растений из второго поколения будет с оранжевым корнеплодом?

ные зубы, а у другого они отсутствуют, и он гетерозиготен по этому признаку. Какова вероятность рождения детей с этой аномалией?

Задача 16. Аниридия — аутосомно-доминантное заболевание, характеризующееся отсутствием радужной оболочки. 1) Какова вероятность появления больных детей в семье здоровых родителей, если у жены родители и все родственники здоровы, а у мужа мать страдала указанным заболеванием? 2) Какова вероятность появления больных детей в семье здоровых родителей, если и у мужа, и у жены один из родителей страдал аниридией? 3) В семье здоровых родителей родился ребенок с аниридией. Какова вероятность рождения второго ребенка здоровым?

Задача 17. Фенилкетонурия наследуется как аутосомный рецессивный признак. В семье, где оба родителя были здоровы, родился больной фенилкетонурией ребенок. Какова вероятность того, что второй ребенок в этой семье также будет болен?

Задача 18. У человека ген карих глаз доминирует над геном голубых. Какова вероятность рождения голубоглазых детей в семье, где мать имела голубые глаза, а отец — карие, причем известно, что по данному признаку он гетерозиготен?

Задача 19. У человека карие глаза доминируют над голубыми, а праворукость над леворукостью. Какова вероятность рождения леворукого голубоглазого ребенка в семье, где мать голубоглазая и праворукая (хотя ее отец был левшой), а отец имеет карие глаза и владеет преимущественно левой рукой, хотя его мать была голубоглазой правшой?

Задача 20. В семье кареглазых правшей родился ребенок-левша с голубыми глазами. Какова вероятность рождения следующего ребенка-правши с голубыми глазами?

Задача 21. У некоторых пород крупного рогатого скота комолость доминирует над рогатостью.

А) При скрещивании комолых и рогатых животных родилось 14 рогатых и 15 комолых потомков. Определите генотипы родительских форм.

В) В результате скрещивания рогатых и комолых животных все 30 потомков были комолыми. Определите генотипы родительских форм.

С) Скрещивание комолых животных между собой дало 12 комолых и 3 рогатых теленка. Определите генотипы родительских форм.

Задача 22. У гороха высокий рост доминирует над низким. Гомозиготное растение высокого роста опылили пылью гороха низкого роста. Получили 20 растений. Гибридов первого поколения самоопылили и получили 96 растений второго поколения.

Задача 26. У томата гладкая кожица плодов доминирует над опушенной. Гомозиготная форма с гладкими плодами скрещена с растением, имеющим опушенные плоды. В F_1 получили 54 растения, в F_2 — 736.

1. Сколько типов гамет может образовывать растение с опушенными плодами?

2. Сколько растений F_1 могут быть гомозиготными?

3. Сколько растений F_2 могут иметь гладкие плоды?

4. Сколько растений F_2 могут иметь опушенные плоды?

5. Сколько разных генотипов может образовываться в F_2 ?

Задача 27. Отсутствие малых коренных зубов у человека наследуется как доминантный аутосомный признак. Один из супругов имеет малые коренные зубы, а у другого они отсутствуют и он гетерозиготен по этому признаку.

1. Определите возможные генотипы и фенотипы родителей.

2. Определите возможные генотипы и фенотипы их потомства.

3. Какова вероятность рождения детей с этой аномалией?

Задача 28. У овса устойчивость к ржавчине доминирует над восприимчивостью (b) к этой болезни. От скрещивания восприимчивого к ржавчине овса с гомозиготным устойчивым растением. В F_2 получили 720 растений.

1. Какими окажутся генотипы гибридов в F_1 ?

2. Сколько гамет у F_1 ?

3. Каким будет соотношение генотипов и фенотипов в F_2 ?

4. Сколько растений в F_2 гетерозиготные?

5. Сколько растений в F_2 гомозиготные?

Задача 29. В семье, где оба родителя имели нормальный слух, родился глухой ребенок.

1. Какой признак является доминантным?

2. Каковы генотипы всех членов этой семьи?

3. Сколько детей родились совершенно здоровыми?

4. Сколько гамет у генотипа матери?

5. Какой процент от родившихся детей были гетерозиготны?

Задача 30. Сибирский длинношерстный кот Вася скрещивался с соседской кошкой Муркой. В результате этого скрещивания родились 4 короткошерстных и 2 длинношерстных котенка. Известно, что у кошек короткая шерсть — доминантный признак. Определить генотипы Васяки, Мурки и всех котят.

Задача 31. Смуглокожая женщина, мать которой имела, светлую кожу, выходит замуж за смуглокожего мужчину, отец которого имел смуглую кожу, а мать — светлую. Каких детей можно ожидать от этого брака, если смуглый цвет кожи является доминантным признаком?

Задача 32. У кошек короткая шерсть доминирует над длинной (ангорской). Кот Гоша, мать которого была длинношерстной, а отец — гомозиготным короткошерстным, был спарен с кошкой Мишель. Мать Мишель являлась гетерозиготной короткошерстной, а ее отец — длинношерстным.

1. Определить генотип Гоши и вероятные генотипы Мишель.
2. Какова вероятность получения от Гоши и Мишель длинношерстных котят?

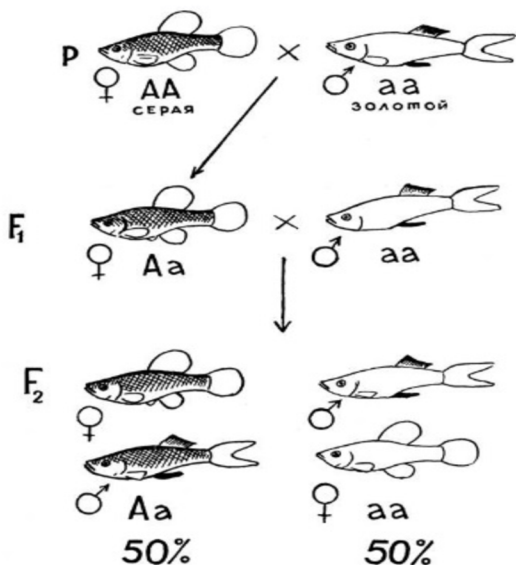
ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ «ВОЗВРАТНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ. АНАЛИЗИРУЮЩЕЕ СКРЕЩИВАНИЕ»

Важно ознакомиться с **возвратным скрещиванием**, или **беккроссом**. Это — скрещивание гибрида F_1 (Aa) с одной из родительских форм (AA , aa). Полученное потомство обозначается F_b (b — начальная буква англ. слова *baccross* — обратное скрещивание). Возвратное скрещивание гибрида с родительской формой, имеющий данный признак в рецессивном состоянии, получило название **анализирующего скрещивания**. Характерно, что при этом скрещивании в потомстве получается расщепление особей, несущих доминантный и рецессивный признаки в соотношении 1:1.

Возвратное скрещивание.

1) P	Aa	x	AA
G	A a		A
F_b	Aa;		AA

Потомство по фенотипу единообразно.

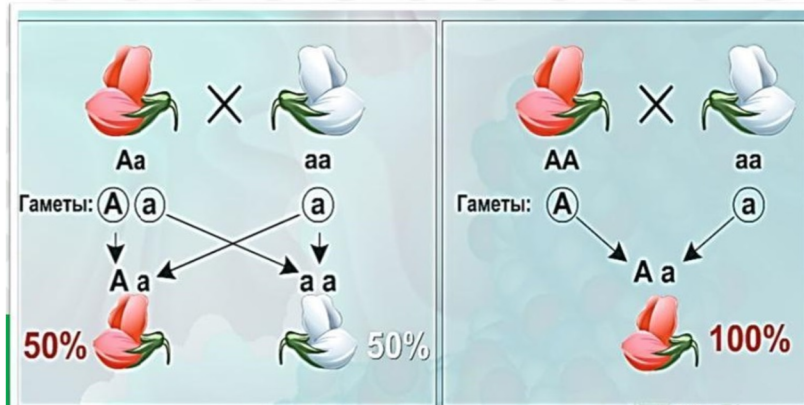


Анализирующее скрещивание.

2) P	Aa	x	aa
G	A a		a

F_2 Aa aa

Расщепление по фенотипу 1:1.

АНАЛИЗИРУЮЩЕЕ СКРЕЩИВАНИЕ

Следовательно, если особь была гетерозиготной (Aa), то при скрещивании её с гомозиготным рецессивным родителем (aa) в потомстве будет расщепление по фенотипу в отношении 1:1 (т. Е. возникнут особи с фенотипом Aa и aa). Если же изучаемая особь была гомозиготная (AA), то в потомстве не будет расщепления, и все особи будут иметь фенотип Aa .

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

У кур розовидный гребень определяется доминантным геном A , а листовидный — рецессивным геном a . Какое потомство F_1 получится от скрещивания чистопородного петуха с листовидным гребнем с курами, имеющими розовидный гребень? Каким будет потомство F_2 от скрещивания между собой гибридных птиц F_1 ? Каких цыплят можно ожидать от скрещивания петуха, имеющего листовидный гребень, с гибридными курами из F_1 ?

Решение. Согласно условию задачи, генотип петуха с листовидным гребнем — aa , а генотип кур с розовидным гребнем может быть гомозиготным AA и гетерозиготным Aa , так как доминантный ген A , определяющий розовидный гребень, полностью подавляет аллельный рецессивный ген a , определяющий листовидный гребень.

При скрещивании петуха с первой курицей ($AA \times aa$) потомство будет фенотипически однородным, т.е. с розовым гребнем. Генотип потомства — Aa (вариант 1).

1. Вариант.

P	AA	x	aa
G	A		a
F ₁	Aa		

розовидный гребень

При скрещивании второй курицы с тем же петухом ($Aa \times aa$) половина цыплят будет иметь розовидный гребень Aa , а другая половина — листовидный гребень aa . Такие результаты получаются от того, что при образовании половых клеток по линии возникнут яйцеклетки двух типов — с генами A и a , а по линии петуха — сперматозоиды только одного типа — с геном a . От слияния же половых клеток во время оплодотворения образуются особи с генотипом Aa и aa (вариант 2).

От скрещивания петуха с листовидным гребнем с гибридной курицей F_1 ($Aa \times aa$) в потомстве следует ожидать половину цыплят с розовидными и половину с листовидными гребнями (вариант 2).

2. Вариант.

2) P	Aa	x	aa
G	A a		a
F ₂	Aa		aa

розовид. гребень листовид. гребень

Во втором поколении от скрещивания гибридных (гетерозиготных) кур между собой ($Aa \times Aa$) в результате слияния двух типов гамет A и a (как по линии курицы, так и петуха) в потомстве $\frac{1}{4}$ цыплят будут иметь листовидный гребень aa и $\frac{3}{4}$ — розовидный гребень AA и Aa (вариант 3)

3. Вариант.

Решение:

3) P:	♀ Aa	x	♂ Aa
G	A a		A a

F₁: 1AA : Aa : aa

Розовид. Розовид. Листовид.
гребень гребень гребень

Решая такие задачи такого рода, полезно иметь таблицу различных соотношений генотипов родительских особей и возможных вариантов генотипов и фенотипов потомков при моногибридном скрещивании в случае полного доминирования:

Задача 1.

Рыжая окраска у лисы — доминантный признак, чёрно-бурая — рецессивный. Проведено анализирующее скрещивание двух рыжих лисиц. У первой родилось 7 лисят — все рыжей окраски, у второй — 5 лисят: 2 рыжей и 3 чёрно-бурой окраски. Каковы генотипы всех родителей?

<u>Дано:</u>	<u>Решение:</u>
А — рыжая а — чер.-бур	1) $P_1: \text{♀}_1 A^* \times \text{♂} aa$ $F_1: 7A^*$
Р: $\text{♀}_1 A^*$ $\text{♀}_2 A^*$ $\text{♂} aa$	Зная, что один аллель (одна буква) в генотипе — от мамы, а другой — от папы, определяем генотип $\text{♀} AA$
$F_1: 1) 7A^*$ 2) $2A^*, 3aa$	2) $P_1: \text{♀}_2 A^* \times \text{♂} aa$ $F_1: 2A^*, 3aa$
Р — ?	Зная, что один аллель (одна буква) в генотипе — от мамы, а другой — от папы, определяем генотип $\text{♀} Aa$

Ответ: генотипы родителей: $\text{♂} aa, \text{♀}_1 AA, \text{♀}_2 Aa$

Задача 2.

У спаниелей чёрный цвет шерсти доминирует над кофейным, а короткая шерсть — над длинной. Охотник купил собаку чёрного цвета с короткой шерстью и, чтобы быть уверенным, что она чистопородна, провёл анализирующее скрещивание. Родилось 4 щенка: 2 короткошерстных чёрного цвета и 2 короткошерстных кофейного цвета. Каков генотип купленной охотником собаки

<u>Дано:</u>	<u>Решение:</u>
А — черн. а — кофейн. В — кор.ш. в — длин.ш.	Р: $\text{♀} A^* B^* \times \text{♂} aavv$ $F_1: 2A^* B^*, 2aaB^*$
Р: $\text{♀} A^* B^*$ $\text{♂} aavv$	Зная, что один аллель (одна буква) в генотипе — от мамы, а другой — от папы, определяем генотипы купленной охотником собаки: $AaBb$
$F_1: 2A^* B^*$ 2 aaB^*	
$\text{♀} — ?$	

Ответ: купленная охотником собака гетерозиготна по первой аллели — АаВВ.

Задача 3. «Контрабандист»

В маленьком государстве Лисляндии вот уже несколько столетий разводят лис. мех идёт на экспорт, а деньги от его продажи составляют основу экономики страны. Особенно ценятся серебристые лисы. Они считаются национальным достоянием, и перевозить через границу строжайше запрещено. Хитроумный контрабандист, хорошо учившийся в школе, хочет обмануть таможенно. Он знает азы генетики и предполагает, что серебристая окраска лис определяется двумя рецессивными аллелями гена окраски шерсти. Лисы с хотя бы одним доминантным аллелем — рыжие. Что нужно сделать, чтобы получить серебристых лис на родине контрабандиста, не нарушив законов Лисляндии?

Ответ:

- провести анализирующее скрещивание и выяснить: какие рыжие лисы гетерозиготны по аллелям окраски, их перевезти через границу
- на родине контрабандиста их скрестить друг с другом и $\frac{1}{4}$ потомков будет с серебристой окраски.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Задача 1. При скрещивании белого и черного кроликов 50% потомков оказались черными. Определите генотипы родителей, потомства и тип скрещивания, если белый цвет — рецессивный признак.

Задача 2. У каракульских овец серебристо — серая масть (А) доминирует над черной. Определите тип скрещивания, генотипы родителей и потомства, если известно, что от скрещивания серых овец с черными получено 50% черных и 50% серых ягнят.

Задача 3. Определите тип скрещивания, генотип и фенотип потомства, полученного от скрещивания гетерозиготного черного кролика с белым, если известно, что черная окраска шерсти доминирует над белой.

Задача 4. У норки коричневая окраска меха доминирует над голубой. Скрестили самку коричневой окраски меха с самцом голубой окраски. Среди потомства два щенка коричневых и один голубой. Чистопородна ли самка? Каков тип скрещивания?

Задача 5. У собак жесткая шерсть доминантна, мягкая — рецессивна. Два жесткошерстных родителя дают жесткошерстного щенка. С особью какой масти его нужно скрестить, чтобы выявить, имеет ли он в генотипе аллель мягкошерстности.

Задача 6. У кур розовидный гребень — признак доминантный по отношению к простому гребню. Фермер заподозрил, что его куры с розовидным гребнем несут аллель простого гребня. Как проверить опасение? Запишите схему данных скрещиваний. Определите:

- 1) В каком случае опасения фермера могут подтвердиться?
- 2) В каком случае для опасений не будет оснований?
- 3) Как называется проводимое скрещивание?

Задача 7. Чёрная окраска у морских свинок доминантный признак, а белая рецессивный. Как определить генотип чёрной морской свинки? Запишите схемы данных скрещиваний. Ответьте на следующие вопросы:

- 1) Как называется скрещивание в данной задаче?
- 2) Каким может быть генотип у чёрной морской свинки?
- 3) Каким может быть генотип у белой морской свинки?

Задача 8. У собак чёрный цвет шерсти доминирует над коричневым, а короткая шерсть — над длинной. Охотник купил чёрного пса с короткой шерстью и хочет убедиться, что он не несёт аллелей коричневого цвета и длинной шерсти. Какую самку необходимо подобрать для скрещивания, чтобы проверить генотип купленного пса?

Задача 9. У душистого горошка высокий стебель доминирует над карликовым, зелёная окраска бобов — над жёлтой. Скрестили растение с высоким стеблем, которое даёт зелёные бобы, с карликовым растением, которое даёт жёлтые плоды. В потомстве было получено примерно равное количество растений с высоким стеблем и зелёными бобами и карликовых растений с зелёными бобами. Определите генотипы скрещиваемых особей.

Задача 10. В анализирующем скрещивании растений гороха с пурпурными цветками было получено 18 растений с пурпурными и 18 растений с белыми цветками. 1) Какой генотип имеет анализируемое растение? 2) Сколько типов гамет образует это растение? 3) Какая часть растений, полученных в анализирующем скрещивании, даст нерасщепляющееся потомство?

Задача 11. Скрещены 2 линии мышей: в первой мыши имеют извитую шерсть, а в другой — прямую. У гибридов F₁ шерсть была прямой. В анализирующем скрещивании получено 40 мышат. Какой генотип и фенотип будет в F₂?

Задача 12. У человека альбинизм — аутосомный рецессивный признак. Мужчина альбинос женился на женщине с нормальной пигментацией. У них родилось двое детей — нормальный и альбинос. Определить генотипы всех указанных членов семьи.

Задача 13. У овса иммунитет (невосприимчивость) к головне — доминирует над восприимчивостью. Учитывая это, селекционер решил скрестить гомозиготную форму овса с растением, пораженным головней. Определите и укажите генотипы исходных форм. Объясните, как селекционер определил гомозиготность родителя, если гетерозиготная форма фенотипически неотличима от гомозиготной? Для определения гомозиготности родителя, устойчивого к головне, необходимо было провести анализирующее скрещивание.

Задача 14. От спаривания двух мышей — Снифля с шерстью нормальной окраски, и альбиноски Эсмеральды — родились 6 мышат с нормальной окраской шерсти. Затем Эсмеральду скрестили с Вискерсом (его шерсть — той же окраски, что и у Снифля) — некоторые мышата в помете оказались белыми.

Каковы вероятные генотипы Снифля, Вискерса и Эсмеральды? Какого соотношения фенотипов можно ожидать в потомстве от скрещивания самца из первого помета и самки из второго помета, имевшей шерсть нормальной окраски?

Задача 15. Мистер Браун купил у мистера Смита черного быка для своего черного стада. Увы, пятеро из 23 родившихся телят оказались красного цвета. Мистер Браун предъявил претензии мистеру Смит. ««Да, мой бык подкачал», — сказал мистер Смит, — но часть вины несут и ваши коровы». «Нет, мои коровы тут ни при чем», — возразил мистер Браун. Кто прав в этом споре?

Задача 16. При скрещивании растений с белыми и розовыми цветками были получены такие же потомки примерно в равных соотношениях. Скрещивание двух растений с розовыми цветками дало в потомстве растения с белыми, розовыми и красными цветками. На основе приведенных данных выскажите и сформулируйте предположение о характере наследования окраски цветков у растения. Введите нужные генетические обозначения, обозначьте ими генотипы.

Задача 17. В результате скрещивания с одним и тем же черным быком красная корова Зорька родила черного теленка, черная корова Майка — черного же теленка, а черная корова Вятка — красного теленка. Что можно сказать о генотипах указанных животных, если известно, что черная окраска шерсти доминирует над красной?

Задача 18. У человека темный цвет волос детерминируется доминантным геном А, а светлый цвет волос — рецессивным геном а. У светловолосого отца и темноволосой матери родилось 8 детей с темным цветом волос. Определите генотипы родителей.

Задача 19. У кошек короткая шерсть доминирует над ангорской (длинной шерстью). Короткошерстная кошка при скрещивании с ангорским котом принесла 6 короткошерстных и 2 ангорских котят. Определите генотипы родительских форм.

Задача 20. У крупного рогатого скота комолость доминирует над рогатостью. Комолый бык скрещен с тремя коровами:

- а) при скрещивании с рогатой коровой родился рогатый теленок;
- б) при скрещивании с рогатой коровой родился комолый теленок;
- в) при скрещивании с комолой коровой родился рогатый теленок.

Определите генотипы всех родительских особей.

ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ «НЕПОЛНОЕ ДОМИНИРОВАНИЕ»

При полном доминировании один ген полностью подавляет проявление другого гена (выполняются законы Менделя), при этом гомозиготы по доминантному признаку и гетерозиготы фенотипически неотличимы. Например, ген желтого цвета семян гороха полностью подавляет ген зеленой окраски, ген карего цвета глаз у человека подавляет ген голубой их окраски.

При неполном доминировании (промежуточном наследовании) доминантный ген не полностью подавляет действие рецессивного гена. У гибридов первого поколения наблюдается промежуточное наследование.



Во втором поколении наблюдается расщепление по фенотипу и генотипу одинаково 1:2:1 (проявляется доза действия генов). Например, если скрестить растения ночной красавицы с красными и белыми цветами первое поколение будет иметь розовые цветки.

Генетическая запись:

ген признак
 A Красный цвет
 a Белый цвет
 A и a Розовый цвет

Решение:

3) $P:$ Aa x Aa
 G A a A a

$F_1:$ $1AA$: $2Aa$: $1aa$
 красн. розовый белый

1 : 2 : 1 по фенотипу и генотипу.

ОБРАЗЕЦ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

При скрещивании между собой растений красноплодной земляники всегда получаются растения с красными ягодами, а белоплодной — с белыми. В результате скрещивания обоих сортов получаются розовые ягоды. Какое потомство получится при опылении красноплодной земляники пыльцой растения с розовыми ягодами?

Р:	♀ 	X	♂ 
Генотипы	А А		а а
Гаметы:	(А)		(а)
F1			
Генотипы		А а	

Решение:

Растения с красными и белыми плодами при скрещивании между собой не давали в потомстве расщепления. Это указывает на то, что они являются гомозиготными.

Скрещивание гомозиготных особей, отличающихся по фенотипу, приводит к образованию у гетерозигот нового фенотипа (розовая окраска плодов). Это свидетельствует о том, что в данном случае наблюдается явление промежуточного наследования.

Таким образом, растения с розовыми плодами являются гетерозиготными, а с белыми и красными — гомозиготными.

Схема скрещивания:

АА — красные плоды,

Аа — розовые плоды,

аа — белые плоды.

1) P	♀ AA	x	♂ Aa
	красн		розов
G	A		A a
F ₁	AA		Aa
	красн		розов
	красноплодная 50 %		розовоплодная 50%

Ответ: 50% растений будут иметь красные и 50% — розовые плоды.

Задача 1.

При скрещивании между собой чистопородных белых кур потомство оказывается белым, а при скрещивании черных кур — черным. Потомство от белой и черной особи оказывается пестрым. Какое оперение будет у потомков белого петуха и пестрой курицы?

Дано:

ББ — белые
ЧЧ — черные
БЧ — пестрые
Р: ♀ БЧ
♂ ББ

Решение:

1) P	♀ БЧ	x	♂ ББ
	белые		пестр
G	Б Ч		Б
F ₁	ББ		БЧ
	пестр		белые

F₁ — ?

Ответ: половина потомков будет белыми, половины — пестрыми.

Задача 2.

Растения красноплодной земляники при скрещивании между собой всегда дают потомство с красными ягодами, а растения белоплодной земляники — с белыми. В результате скрещивания этих сортов друг с другом получаются розовые ягоды. Какое возникнет потомство при скрещивании между собой гибридов с розовыми ягодами?

Дано:

КК — красн.
ББ — белые
КБ — розов.
Р: ♀ КБ
♂ КБ

Решение:

1) P	♀ КБ	x	♂ КБ
	розов		розов
G	К Б		К Б
F ₁	КК	КБ	КБ ББ
	1 красн	2 розов	1 белые

F₁ — ?

Ответ: в потомстве 50% будет с розовыми ягодами и по 25% с красными и с белыми ягодами.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Задача 1. При скрещивании между собой чистопородных белых кур потомство оказывается белым, а при скрещивании черных кур — черным. Потомство от белой и черной особи оказывается пестрым. Какое оперение будет у потомков белого петуха и пестрой курицы?

Задача 2. Растения красноплодной земляники при скрещивании между собой всегда дают потомство с красными ягодами, а растения белоплодной земляники — с белыми. В результате скрещивания этих сортов друг с другом получаются розовые ягоды. Какое возникнет потомство при скрещивании между собой гибридов с розовыми ягодами?

Задача 3. У львиного зева красная окраска цветков неполно доминирует над белой, а узкие листья — над широкими. Гены располагаются в разных хромосомах. Скрещиваются растения с розовыми цветками и листьями промежуточной ширины с растениями, имеющими белые цветки и узкие листья. Составьте схему решения задачи. Какое потомство и в каком соотношении можно ожидать от этого скрещивания? Определите тип скрещивания, генотипы родителей и потомства.

Задача 4. Красная окраска ягоды земляники (А) неполно доминирует над белой, а нормальная чашечка (В) неполно доминирует над листовидной. Гены располагаются в разных хромосомах. Определите тип скрещивания, генотипы родителей, а также генотипы и фенотипы потомства, полученного от скрещивания растения земляники с розовыми ягодами и промежуточной формой чашечки, с растением, имеющим красные ягоды и листовидную чашечку. Составьте схему решения задачи.

Задача 5. Серповидноклеточная анемия наследуется как аутосомный рецессивный признак. Гомозиготные особи умирают обычно до полового созревания, гетерозиготные жизнеспособны, анемия у них чаще всего проявляется субклинически. Малярийный плазмодий не может использовать для своего питания S-гемоглобин. Поэтому люди, имеющие эту форму гемоглобина, не болеют малярией.

Какова вероятность рождения детей, устойчивых к малярии, в семье, где один из родителей гетерозиготен в отношении серповидноклеточной анемии, а другой нормален в отношении этого признака?

Какова вероятность рождения детей, неустойчивых к малярии, в семье, где оба родителя устойчивы к этому паразиту?

Задача 6. Акаталазия обусловлена редким аутосомным рецессивным аллелем. У гетерозигот активность каталазы несколько понижена (Р. Григлевский, 1970). У обоих родителей и единственного сына в семье активность каталазы оказалась ниже нормы.

Определите вероятность рождения в семье следующего ребенка без аномалии.

Определите вероятные фенотипы детей в семье, где один из супругов страдает акаталазией, а другой имеет лишь пониженную активность каталазы.

Задача 7. Семейная гиперхолестеринемия наследуется аутосомно доминантно. У гетерозигот это заболевание выражается в высоком содержании холестерина в крови, у гомозигот, кроме того, развиваются ксантомы (доброкачественная опухоль) кожи и сухожилий, атеросклероз. Определите вероятность рождения детей с аномалией и степень ее развития в семье, где один из родителей кроме высокого содержания холестерина в крови имеет развитые ксантомы и атеросклероз, а другой нормален в отношении анализируемого признака.

Задача 8. Одна из форм цистинурии наследуется как аутосомный рецессивный признак. Но у гетерозигот наблюдается лишь повышенное содержание цистина в моче, у гомозигот — образование цистиновых камней в почках

Определите возможные формы проявления цистинурии у детей в семье, где один из супругов страдал этим заболеванием, а другой имел лишь повышенное содержание цистина в моче.

Определите возможные формы проявления цистинурии у детей в семье, где один из супругов страдал почечнокаменной болезнью, а другой был нормален в отношении анализируемого признака.

Задача 9. При скрещивании двух растений ночной красавицы с красными (А) и белыми (а) цветками получили всё потомство растений с розовыми цветками. Полученные растения скрестили между собой. Какова вероятность (в %) получения растений с белыми цветками во втором поколении (F₂) у ночной красавицы?

Задача 10. Кохинуровые норки (светлые, с черным крестом на спине) получают в результате скрещивания белых норок с темными. Скрещивание между собой белых норок всегда дает белое потомство, а скрещивание темных — темное.

1) Какое потомство получится от скрещивания между собой кохинуровых норок?

2) Какое потомство получится от скрещивания кохинуровых норок с белыми?

Задача 11. Форма чашечки у земляники может быть нормальная и листовидная. У гетерозигот чашечки имеют промежуточную форму между нормальной и листовидной. Определить возможные генотипы и фенотипы потомства от скрещивания двух растений, имеющих промежуточную форму чашечки.

Задача 12. Кохинуровые норки (светлые, с черным крестом на спине) получаются в результате скрещивания белых норок с темными. Скрещивание между собой белых норок всегда дает белое потомство, а скрещивание темных — темное. Какое потомство получится от скрещивания между собой кохинуровых норок? Какое потомство получится от скрещивания кохинуровых норок с белыми?

Задача 13. У одного японского сорта бобов при самоопылении растения, выращенного из светлого пятнистого семени, получено: $1/4$ — темных пятнистых семян, $1/2$ — светлых пятнистых и $1/4$ — семян без пятен. Какое потомство получится от скрещивания растения с темными пятнистыми семенами с растением, имеющим семена без пятен?

Задача 14. У коров гены красной (R) и белой (r) окраски кодоминантны друг другу. Гетерозиготные особи (Rr) — чалые. Фермер купил стадо чалых коров и решил оставлять себе только их, а красных и белых продавать. Быка какой масти он должен купить, чтобы продать возможно больше телят?

Задача 15. От скрещивания между собой растений редиса с овальными корнеплодами получено 68 растений с круглыми, 138 — с овальными и 71 — с длинными корнеплодами. Как осуществляется наследование формы корнеплода у редиса? Какое потомство получится от скрещивания растений с овальными и круглыми корнеплодами?

Задача 16. При скрещивании между собой земляники с розовыми плодами в потомстве оказалось 25% особей, дающих белые плоды, и 25% растений с красными плодами. Остальные растения имели розовые плоды. Объясните полученные результаты. Каков генотип рассмотренных особей?

Задача 17. При скрещивании темных морских свинок с белыми (альбинос) получаются гибриды с промежуточной (полутемной) окраской. Какое потомство получится в результате скрещивания гибрида с альбиносом?

Задача 18. Скрестили пестрых петуха и курицу. Получили 26 пестрых, 12 черных и 13 белых цыплят. Как наследуется окраска оперения у кур?

Задача 19. У норок коричневая окраска меха доминирует над голубой. Скрестили коричневую самку с самцом голубой окраски. Среди потомства два щенка коричневых и один голубой. Чистопородна ли самка?

Задача 20. Андалузские (голубые) куры — это гетерозиготы, появляющиеся обычно при скрещивании белых и черных кур. Какое оперение будет

иметь потомство, полученное от скрещивания белых и голубых кур, если известно, что ген, обуславливающий черное оперение у кур, — это ген неполного доминирования (по отношению к рецессивному гену, ответственному за формирование белого цвета оперения)?

Задача 21. При скрещивании красных коров с белым быком все телята оказываются чалыми. При скрещивании чалых коров с чалым быком получили 10 красных телят, 19 чалых и 9 белых. Какое потомство, и в каком соотношении можно получить от скрещивания чалой коровы с белым быком?

Задача 22. Редкий аллель *a* вызывает у человека наследственную анофтальмию (отсутствие глазных яблок). Аллель *A* обуславливает нормальное развитие глаза. У гетерозигот глазные яблоки уменьшены. Супруги гетерозиготны по гену *A*. Определите расщепление в *F*: по генотипу и по фенотипу. Мужчина гетерозиготный по гену *A* (с уменьшенными глазными яблоками) женился на женщине с нормальным развитием глаз. Какое расщепление по фенотипу окажется среди его детей?

Задача 23. Скрестили пестрых петуха и курицу. В результате получили 26 пестрых, 12 черных и 13 белых цыплят.

1. Какой признак доминирует?
2. Как наследуется окраска оперения у этой породы кур?
3. Какое количество цыплят гетерозиготны?

Задача 24. Скрестили пестрых петуха и курицу. В результате получили 26 пестрых, 12 черных и 13 белых цыплят. Какой признак доминирует? Как наследуется окраска оперения у этой породы кур?

ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ «ДИ- И ПОЛИГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ»

Гибриды, полученные от скрещивания организмов, отличающихся одновременно двумя парами альтернативных признаков, были названы Г. Де Фризом в 1900 г. **дигибридами**, тремя парами — **тригибридами**, многими признаками — **полигибридами**.

Развитие каждого признака определяется отдельным геном. Следовательно, при **дигибридном скрещивании** необходимо изучать наследие двух генов. Для дигибридного скрещивания Мендель взял гомозиготные растения гороха, различающихся одновременно по двум парам признаков. Материнское растение имело гладкие семена, ген обозначен B , и желтую окраску — A , оба эти признака доминантные. Отцовское растение имело рецессивные признаки: морщинистые — b и зеленые — a семена. Родительские формы были гомозиготными: генотип материнского растения — $AABB$, отцовского — $aabb$; и образовывать гаметы соответственно AB и ab . В этом случае генотип гибрида F_1 будет $AaBb$, т.е. он является дигетерозиготой. Семена по фенотипу окажутся гладкими и желтыми.

Чтобы убедиться, что гибрид F_1 является гетерозиготным по двум генам $AaBb$, можно применить прием аналитического скрещивания. Для этого гибрид F_1 следует скрестить с гомозиготной формой по обоим рецессивным признакам — $aabb$. У гибрида образуется 4 сорта гамет: AB , aB , Ab , ab . Форма $aabb$ дает лишь один сорт гамет — ab . При сочетаний всех гамет образуется четыре типа зигот в равном соотношении $1AaBb:1aaBb:1Aabb:1aabb$.

Расщепление по фенотипу. В потомстве самоопыляемых пятнадцати дигибридных растений в F_1 Мендель получил 556 семян, из которых 315 гладких желтых, 101 морщинистых желтых, 108 гладких зеленых, 32 морщинистых зеленых.

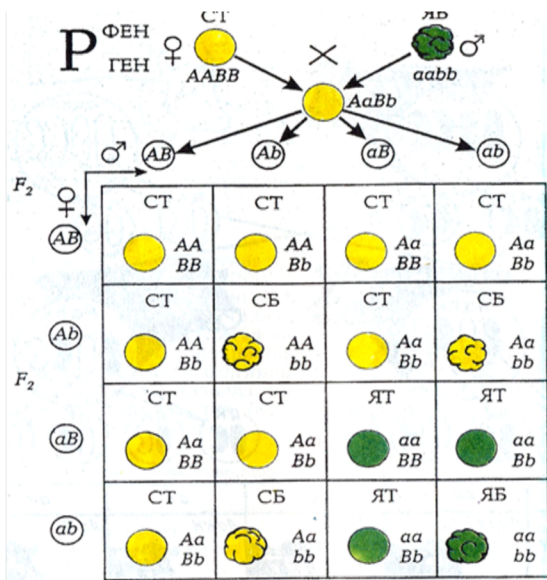
В моногибридном скрещивании при полном доминировании в F_2 наблюдается расщепление по фенотипу в соотношении $3:1$, по генотипу $1:2:1$. Представим, что каждая аллельная пара Aa и Bb ведет себя в наследовании так же, как при моногибридном скрещивании. Вспомните о механизме расхождения хромосом в мейозе. В этом случае у дигибридного растения, как женского, так и мужского, содержащего обе аллельные пары, в мейозе будут образовываться 4 сорта гамет (AB , Ab , aB , ab), которые при оплодотворении могут сочетаться и дать 16 типов зигот.

Расщепление по каждой паре аллелей при дигибридном скрещивании происходит как два независимых явления. Появление особей с доминантным признаком при моногибридном скрещивании происходит в $\frac{3}{4}$ всех случаев, а

с рецессивными — $\frac{1}{4}$. Следовательно, вероятность того, что признаки гладкая форма и желтая окраска семян проявятся одновременно, вместе равна произведению $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{9}{16}$, гладкая форма и зеленая окраска $\frac{3}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{3}{16}$, морщинистая форма и желтая окраска $\frac{1}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$ и морщинистая форма и зеленая окраска $\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$. Таким образом, произведение отдельных вероятностей дает отклонение классов расщепления по фенотипу $9:3:3:1$.

Таким образом, в дигибридном скрещивании каждая пара признаков при расщеплении в потомстве ведет себя так же, как в моногибридном скрещивании, т.е. независимо от другой пары признаков.

На основании одновременного анализа наследования нескольких пар альтернативных признаков Мендель установил закономерность **независимого распределения генов**, которая известна как **третий закон Менделя**.



Расщепление по генотипу. Формула $9:3:3:1$ выражает отношение расщепления по фенотипу в F_2 при дигибридном скрещивании. Провести анализ того же расщепления по генотипу, в случае полного доминирования это можно сделать только путем скрещивания особей всех 16 генотипов, которые могут получиться в результате сочетания 4-х сортов женских и мужских гамет с гомозиготной рецессивной формой *aabb*.

Т.к. в расщеплении по фенотипу каждая пара аллелей ведет себя независимо, то и расщепление по генотипу будет проявляться в соответствии с той же закономерностью, но в иных соотношениях.

Анализируя генотипы F_2 по решетке Пеннета, можно определить частоту разных генотипов, что дает нам формулу расщепления $1:2:2:4:1:2:1:2:1$. При моногибридном скрещивании расщепление по генотипу соответствует $1AA:2Aa:1aa$ и $1BB:2Bb:1bb$; таким образом, можно подсчитать вероятность появления генотипов разных классов при дигибридном скрещивании.

Вероятность появления генотипа AA равна $1/4$, для Aa — $1/2$, для aa $1/4$. Для другой аллельной пары: BB — $1/4$, Bb — $1/2$, bb — $1/4$. Появление генотипа $AABB$ возможно с частотой $1/4 AA \times 1/4 BB = 1/16$, $AABb$ — с частотой $1/4 AA \times 1/2 Bb = 1/8$, появление $AaBB$ — с частотой $1/2 Aa \times 1/4 BB = 1/8 = 2/16$, $AaBb$ — $1/2 Aa \times 1/2 Bb = 1/4 = 4/16$. В результате получаются те же 9 классов расщепления по генотипу $1:2:2:4:1:2:1:2:1$, которые установили по решетке Пеннета.

Таким образом, при дигибридном скрещивании число фенотипических классов расщепления равно 4, а генотипических 9.

Полигибридное скрещивание

Полигибридное скрещивание — скрещивание особей, размножающихся по трем и более парам аллельных признаков. Анализ наследования одной пары признаков в моногибридном скрещивании позволяет понять наследование двух и более пар признаков при дигибридном и полигибридном скрещиваниях. Принцип независимого поведения разных пар альтернативных признаков в расщеплении по фенотипу в F_2 выражается формулой $(3+1)^n$, где n — число пар альтернативных признаков. Исходя из формулы, можно рассчитать число ожидаемых классов в расщеплении по фенотипу при любом числе признаков, взятых в скрещивании:

моногибридное скрещивание $(3+1)^1 = 3:1$, т.е. 2 класса.

дигибридное скрещивание $(3+1)^2 = 9:3:3:1$, т.е. 4 класса.

тригибридное скрещивание $(3+1)^3 = 27:9:9:9:3:3:3:1$, т.е. 8 класса.

Иначе, число фенотипических классов в F_2 может быть выражено формулой 2^n , где основание 2 указывает на парность двух аллелей одного гена, находящихся в одной паре гомологичных хромосом, а степень n — число генов в негомологичных хромосомах, по которым различаются скрещиваемые родительские формы. Поэтому при моногибридном скрещивании число классов расщепления по фенотипу $2^1=2$, при дигибридном $2^2=4$, тригибридном $2^3=8$.

Таким образом, можно рассчитать число типов гамет, образовавшихся у любого гибрида первого поколения, и число комбинаций гамет, дающих различные генотипы в F_2 :

у моногибрида $\frac{A}{a}$ образуются два сорта гамет, или 2^1 ;

у дигибрида $\frac{A}{a} \frac{B}{b}$ — четыре, или 2^2 ;

у тригибрида — 2^3 , или восемь сортов гамет.

Т.к. при моногибридном скрещивании у гибрида F_1 образуется два сорта женских и мужских гамет, то, очевидно, что при этом возможно образование 4 комбинаций в отношении:

$$1\frac{A}{A} : 2\frac{A}{a} : 1\frac{a}{a}, \text{ т.е. } 4^1$$

При дигибридном скрещивании таких сочетаний будет $4^2=16$, при тригибридном $4^3=64$, т.е. число возможных комбинаций гамет выражается формулой 4^n , где основание 4 отражает число возможных комбинаций мужских и женских гамет в моногибридном скрещивании, n — число пар генов.

Число генотипических классов в потомстве моногибрида составляет 3, при дигибридном скрещивании в F_2 генотипических классов 9, или 3^2 , при тригибридном 3^3 .

Таким образом, число генотипических классов можно определить по формуле 3^n , где n — число генов.

Цитологические основы ди- и полигибридного скрещивания

Если бы генетика в анализе наследования двух пар признаков ограничилась только методом скрещивания и подсчета соотношения отдельных признаков в потомстве гибрида, то истинная причина независимого поведения отдельных пар признаков в потомстве гибридного организма оставалась бы нераскрытой. К моменту переоткрытия законов Менделя цитология накопила достаточно знаний о развитии половых клеток и идея о связи генов с хромосомами была подготовлена. Была высказана мысль о параллелизме между независимым расщеплением по разным парам генов и поведением негомологичных хромосом. Идея о синтезе генетических закономерностей расщепления и цитологических данных о поведении хромосом в мейозе явилась первым шагом к формированию хромосомной теории наследственности.

Цитологическими методами установлено, что в профазе I мейоза гомологичные хромосомы конъюгируют; в анафазе одна из гомологичных хромосом отходит к одному полюсу, другая — к другому; при расхождении к разным полюсам негомологичные хромосомы комбинируются свободно и независимо друг от друга; при оплодотворении и объединении двух гаплоидных гамет в зиготе восстанавливается диплоидное число хромосом и гомологичные хромосомы, разошедшиеся в мейозе при образовании половых клеток у родителей, соединяются вновь.

В процессе мейоза у гибридных организмов в анафазе осуществляется расхождение к полюсам гомологичных хромосом каждой пары, причем негомологичные хромосомы у полюсов комбинируются случайно во всех возможных сочетаниях. Хромосома, несущая аллель A , с равной вероятностью может отойти к одному полюсу деления как вместе с хромосомой, имеющей аллель B , так и с хромосомой несущей аллель b ; такая же вероятность имеется и для другой хромосомы с аллелью a . Таким образом, при образовании как женских, так и мужских гамет возможны четыре сочетания материнских и отцовских хромосом с содержащимися в них аллелями генов: AB, aB, Ab, ab .

При оплодотворении соединение гамет должно происходить так же по правилам случайных сочетаний с равной вероятностью для каждого.

Изучение двух процессов — поведение хромосом в редукционном делении и распределение наследственных факторов в потомстве гибридов является классическим примером научного синтеза. Эти принципы установлены цитологией и генетикой независимо друг от друга в разное время.

Задача 1.

Голубоглазый праворукий юноша (отец его был левшой), женился на кареглазой левше (все её родственники — кареглазые). Какие возможно будут дети от этого брака, если карие глаза и праворукость — доминантные признаки?

<u>Дано:</u>	<u>Решение:</u>
A — кар.	$P: \text{♀ } AA \text{ вв} \times \text{♂ } aa Bb$
a — голуб.	кар. лев. гол. прав.
B — правор.	$G: \quad Ab \quad \quad aB \quad ab$
b — левор.	
$P: \text{♀ } AA \text{ вв}$	$F_1: \quad AaBb; \quad AaBb$
$\text{♂ } aa Bb$	кар. прав. кар. левш
$F_1 — ?$	

Ответ: все дети в этой семье будут кареглазыми, вероятность рождения право — и леворуких детей — по 50%.

Задача 2.

Скрещивали кроликов: гомозиготную самку с обычной шерстью и висячими ушами и гомозиготного самца с удлинённой шерстью и стоячими ушами. Какими будут гибриды первого поколения, если обычная шерсть и стоячие уши — доминантные признаки?

Дано:

A — обычн.

a — удлин.

B — стояч.

v — висяч.

P: ♀ AAвв

♂ aaBB

F₁ — ?

Решение:

P: ♀ AAвв х ♂ aaBB

обыч. вис. удл. стояч.

G: Ав ав

F₁: AaBv — обыч., стояч.

Ответ: все крольчата будут с обычной шерстью и стоячими ушами.

Задача 3.

У душистого горошка высокий рост доминирует над карликовым, зелёные бобы — над жёлтыми. Какими будут гибриды при скрещивании гомозиготного растения высокого роста с жёлтыми бобами и карлика с жёлтыми бобами?

Дано:

A — высок.

a — карлик.

B — зелен.

v — желт.

P: ♀ AAвв

♂ aавв

F₁ — ?

Решение:

P: ♀ AAвв х ♂ aавв

выс. жел. кар. жел.

G: Ав ав

F₁: AaBv — высок. желт

Ответ: все гибриды будут высокого роста с желтыми бобами.

Задача 4.

У фигурной тыквы белая окраска плодов доминирует над жёлтой, дисковидная форма — над шаровидной. Как будут выглядеть гибриды от скрещивания гомозиготной жёлтой шаровидной тыквы и жёлтой дисковидной (гетерозиготной по второй аллели).

Дано:

А — белая
 а — желтая
 В — дисков.
 в — шаровид.
 Р: ♀ аавв
 ♂ ааВв

Решение:

Р: ♀ аавв х ♂ ааВв
 жел.шар. жел.дис.
 G: ав аВ ав
 F₁: ааВв, аавв
 жел.дис. жел.шар.

F₁ — ?

Ответ: все гибриды будут желтыми, половина из них — дисковидными, а половина — шаровидными.

Задача 5.

У томатов красный цвет плодов доминирует над жёлтым, нормальный рост — над карликовым. Какими будут гибриды от скрещивания гомозиготных жёлтых томатов нормального роста и жёлтых карликов?

Дано:

А — красн.
 а — желт.
 В — норм.
 в — карлик.
 Р: ♀ ааВВ
 ♂ аавв

Решение:

Р: ♀ ааВВ х ♂ аавв
 жел.норм. желт.карл.
 G: аВ ав
 F₁: ааВв — желт.. карл.

F₁ — ?

Ответ: все гибриды будут карликовыми с желтыми плодами.

Задача 6.

Каковы генотипы родительских растений, если при скрещивании красных томатов (доминантный признак) грушевидной формы (рецессивный признак) с желтыми шаровидными получилось: 25% красных шаровидных, 25% красных грушевидных, 25% желтых шаровидных, 25% желтых грушевидных?

Дано:

А — красн.

а — желт.

В — шаров.

в — грушев.

F₁: 25% А* В*

25% А* вв

25% аа В*

25% аа вв

Р — ?

Решение:F₁: А* В*, А* вв, ааВ*, аавв

Чтоб определить генотипы родителей, нужно помнить, что один аллель (одна буква) в генотипе из каждой пары у гибрида от мамы, а второй — от папы.

По 4-ому генотипу гибридов, а затем по 2-ому и по третьему, определяем генотипы родителей.

Ответ: генотипы родительских растений Аавв и ааВв.

Задача 7.

У единорогов с планеты Крина белый цвет зависит от доминантного гена В, а желтый — от его рецессивной аллели в. Бег рысью зависит от доминантного гена Р, а ходьба шагом — от рецессивного р. Каким будет фенотип первого поколения при скрещивании гомозиготного белого единорога-шагоходца с гомозиготным желтым рысаком? Какое потомство и в каких соотношениях будет получено при скрещивании двух особей первого поколения?

Дано:

В — бел.

в — желт.

Р — рысь

р — шаг

Р: ♀ ВВрр

♂ ввРР

F₂ — ?Решение:

1) Р: ♀ ВВрр х ♂ ввРР

бел.шаг

желт.рысь

G:

Вр

вР

F₁: ВвРр — бел. рысаки

2) F₁: ♀ ВвРр х ♂ ВвРр
 бел.рысь бел.рысь

G: ♀ ВР Вр вР вр ♂ ВР Вр вР вр

F₂:

G	ВР	Вр	вР	вр
ВР	ВВРР б р	ВВРр бр	ВвРР бр	ВвРр бр
Вр	ВВРр бр	ВВрр бр	ВвРр бр	Вврр бш
вР	ВвРр бр	ВвРр бр	ввРР жр	ввРр жр
вр	ВвРр бш	Вврр бш	ввРр жр	вврр жш

Ответ: 9/16 — белых рысаков, 3/16 — белых шагоходцев, 3/16 — желтых рысаков, 1/16 — желтых шагоходцев.

Задача 8. «Консультант фирмы «Коктейль»

Представьте себе, что вы — консультант небольшой фирмы «Коктейль», что в буквальном переводе с английского означает «петушиный хвост». Фирма разводит экзотические породы петухов ради хвостовых перьев, которые охотно закупают владельцы шляпных магазинов во всём мире. Длина перьев определяется геном А (длинные) и а (короткие), цвет: В — чёрные, в — красные, ширина: С — широкие, с — узкие. Гены не сцеплены. На ферме много разных петухов и кур со всеми возможными генотипами, данные о которых занесены в компьютер. В будущем году ожидается повышенный спрос на шляпки с длинными чёрными узкими перьями. Какие скрещивания нужно провести, чтобы получить в потомстве максимальное количество птиц с модными перьями?

Скрещивать пары с абсолютно одинаковыми генотипами и фенотипами не стоит.

Дано:

А — длин.
а — коротк.
В — черн.
в — красн.
С — шир.
с — узк.
F₁: А*В*сс

Ответ:

1. 1. Р: ♀ ААВВсс x ♂ ааввсс
2. 2. Р: ♀ ААВВсс x ♂ ААввсс
3. Р: ♀ ААввсс x ♂ ооВВсс
и т.д.

Р — ?

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Задача 1. У человека длинные ресницы и катаракта определяются доминантными аутосомными несцепленными генами. В брак вступили мужчина с короткими ресницами и катарактой, и женщина с длинными ресницами и нормальным зрением. Известно, что у мужчины страдал катарактой лишь отец, а мать имела нормальное зрение и имела короткие ресницы. В семье первый ребенок родился с короткими ресницами и нормальным зрением. Определить вероятность рождения следующего ребенка больным катарактой.

Задача 2. Способность ощущать вкус фенилтиомочевины определяется у человека доминантным аутосомным геном. Полидактилия — другой доминантный ген. Оба гена расположены в разных хромосомах.

А) Определить вероятность появления детей, больных полидактилией в семье гетерозиготных родителей.

Б) В семье отец болен полидактилией, способен ощущать вкус фенилтиомочевины и гетерозиготен по обоим парам генов, а мать здорова и не ощущает вкус фенилтиомочевины. Определить возможные генотипы и фенотипы детей от этого брака.

Задача 3. У человека имеется две формы наследственной глухоты, определяющиеся рецессивными генами. Определить вероятность появления больных детей в семье, где:

А) оба родителя страдают одинаковыми формами глухоты, а по другой паре генов они гетерозиготны;

Б) родители страдают разными формами глухоты, а по другой форме болезни они также гетерозиготны?

Задача 4. У дрозофилы изрезанный край крыла и вильчатые щетинки определяются рецессивными несцепленными аутосомными генами. Лабораторией приобретены мухи, имеющие нормальные крылья и прямые щетинки.

А) как убедиться, что приобретенные особи не несут генов изрезанного края крыла и вильчатых щетинок?

Б) определите возможные генотипы и фенотипы потомков от скрещивания гетерозиготных мух с изрезанным крылом и прямыми щетинками и мух с нормальным крылом и вильчатыми щетинками.

В) Скрещены линия с изрезанным крылом и вильчатыми щетинками и линия с нормальным крылом и прямыми щетинками. Получено 78 дрозифил F1. От скрещивания их между собой получено 96 потомков. Сколько типов гамет образуют мухи из F1? Сколько мух F1 являются гетерозиготными? Сколько мух F2 не способны при скрещивании с полностью рецессивными особями дать потомков с изрезанным крылом и вильчатыми щетинками?

Задача 5. У кур гены черной окраски оперения и наличия хохла доминируют над генами коричневой окраски и отсутствия хохла. А) Скрещены черные хохлатые курица и петух. В потомстве получено 16 цыплят — 8 черных хохлатых, 3 черных без хохла, 4 коричневых хохлатых и 1 коричневый без хохла. Определить генотипы родительских форм. Б) Скрещены черные хохлатые курица и петух. Все потомки (17 цыплят) похожи на родителей. Определить генотипы родительских форм. В) Скрещены черная хохлатая курица и коричневый петух без хохла. Получены 16 цыплят: 4 черных хохлатых, 3 черных без хохла, 4 коричневых хохлатых и 5 коричневых без хохла. Определить генотипы родительских форм. Г) Скрещены черная хохлатая курица и коричневый петух без хохла. Получены 17 цыплят: 9 черных хохлатых и 8 коричневых хохлатых. Определить генотипы родительских форм.

Задача 6. Гипофосфатемия (заболевание костной системы) наследуется у человека как аутосомный рецессивный признак. Близорукость определяется доминантным аутосомным геном. Оба признака наследуются независимо. 1) В семье оба родителя гетерозиготны по анализируемым генам. Определить вероятность рождения ребенка, страдающего обоими заболеваниями. Сколько детей (%) в этой семье являются полностью гомозиготными? 2) В семье мать и все ее родственники здоровы. Отец страдает обоими заболеваниями. Определить вероятность появления здоровых детей, если известно, что у мужа близорукостью страдал лишь отец.

Задача 7. У человека известны две формы наследственной глухоты, обе наследуются как рецессивные аутосомные не сцепленные признаки. 1) определить вероятность рождения больных детей в семье, где оба родителя имеют одинаковую форму глухоты, по которой они гетерозиготны; 2) определить вероятность рождения больных детей в семье, где оба родителя имеют различные формы глухоты, а по другим формам они гомозиготны; 3) определить вероятность рождения больных детей в семье, где оба родите-

ля имеют обе формы глухоты, если известно, что матери обоих супругов страдали одной формой глухоты, а отцы — другой.

Задача 8. Голубоглазый праворукий юноша (отец его был левшой), женился на кареглазой левше (все её родственники — кареглазые). Какие возможно будут дети от этого брака, если карие глаза и праворукость — доминантные признаки?

Задача 9. Скрещивали кроликов: гомозиготную самку с обычной шерстью и висячими ушами и гомозиготного самца с удлинённой шерстью и стоячими ушами. Какими будут гибриды первого поколения, если обычная шерсть и стоячие уши — доминантные признаки?

Задача 10. У томатов красный цвет плодов доминирует над жёлтым, нормальный рост — над карликовым. Какими будут гибриды от скрещивания гомозиготных жёлтых томатов нормального роста и жёлтых карликов?

Задача 11. Каковы генотипы родительских растений, если при скрещивании красных томатов (доминантный признак) грушевидной формы (рецессивный признак) с желтыми шаровидными получилось: 25% красных шаровидных, 25% красных грушевидных, 25% желтых шаровидных, 25% желтых грушевидных?

Задача 12. Голубоглазый мужчина правша женился на кареглазой женщине правше. У них родились два мальчика: кареглазый левша и голубоглазый левша. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей и потомства и вероятность рождения в этой семье голубоглазого правши, если голубоглазость — рецессивный признак. Признаки не сцеплены.

Задача 13. У овса доминантными являются признаки раннеспелости и нормального роста. Признаки позднеспелости и гигантизма являются рецессивными. Определите генотипы и фенотипы растений, полученных от скрещивания дигетерозиготного растения с растением раннеспелого сорта, гетерозиготного по этому признаку, но гигантом. Гены роста и сроков спелости сцеплены. Какой генетический закон проявляется в этом случае?

Задача 14. В брак вступают голубоглазая женщина-правша, отец которой был левшой, и кареглазый мужчина-правша, мать которого была голубоглазой левшой. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, возможные генотипы и фенотипы детей в этом браке. Какова вероятность рождения кареглазого ребёнка-левши в этом браке? Гены обоих признаков не сцеплены. Какой закон наследственности проявляется в данном случае?

Задача 15. При скрещивании растения арбуза с длинными полосатыми плодами с растением, имеющим круглые зелёные плоды, в потомстве получили растения с длинными зелёными и круглыми зелёными плодами. При

скрещивании такого же арбуза с длинными полосатыми плодами с растением, имеющим круглые полосатые плоды, всё потомство имело круглые полосатые плоды. Составьте схему каждого скрещивания. Определите генотипы родителей и потомства. Как называется такое скрещивание и для чего оно проводится?

Задача 16. У овец серая окраска (А) шерсти доминирует над чёрной, а рогатость (В) — над комолостью (безрогатостью). Гены не сцеплены. В гомозиготном состоянии ген серой окраски вызывает гибель эмбрионов. Какое жизнеспособное потомство (по фенотипу и генотипу) и в каком соотношении можно ожидать от скрещивания дигетерозиготной овцы с гетерозиготным серым комолым самцом? Составьте схему решения задачи. Объясните полученные результаты. Какой закон наследственности проявляется в данном случае?

Задача 17. У родителей со свободной мочкой уха и треугольной ямкой на подбородке родился ребёнок со сросшейся мочкой уха и гладким подбородком. Определите генотипы родителей, первого ребенка, фенотипы и генотипы других возможных потомков. Составьте схему решения задачи. Признаки наследуются независимо.

Задача 18. У человека глаукома наследуется как аутосомно-рецессивный признак (а), а синдром Марфана, сопровождающийся аномалией в развитии соединительной ткани, — как аутосомно-доминантный признак (В). Гены находятся в разных парах аутосом. Один из супругов страдает глаукомой и не имел в роду предков с синдромом Марфана, а второй дигетерозиготен по данным признакам. Определите генотипы родителей, возможные генотипы и фенотипы детей, вероятность рождения здорового ребёнка. Составьте схему решения. Какие законы наследственности проявляются.

Задача 19. При скрещивании дигетерозиготного растения томата с красными плодами, опушенным стеблем и растения с жёлтыми плодами, опушенным стеблем в потомстве наблюдалось расщепление: растения с желтыми плодами, опушенным стеблем и растения с красными плодами, опушенным стеблем. Во втором скрещивании растений томата с красными плодами, опушенным стеблем и растения с жёлтыми плодами, опушенным стеблем в потомстве получились растения с красными плодами, опушенным стеблем и растения с красными плодами, гладким стеблем. Гены, отвечающие за формирование указанных признаков, не сцеплены. Составьте схемы решения задачи. Определите генотипы родителей и потомства в обоих скрещиваниях, соотношение потомства по фенотипу во втором скрещивании. Какой закон наследственности проявляется в данных скрещиваниях? Ответ обоснуйте.

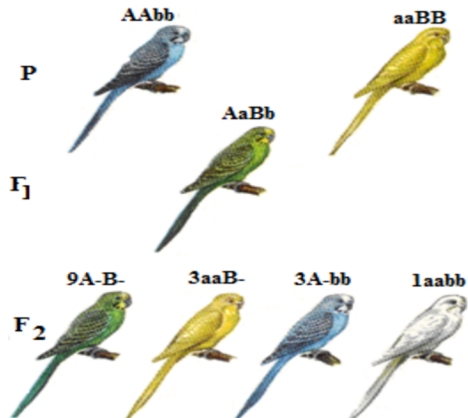
Задача 20. Гетерозиготную курицу с гребнем и голыми ногами скрестили с дигомозиготным петухом, имеющим гребень (А) и оперённые ноги (В) (гены не сцеплены). Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы гибридов первого и второго поколений, если для второго скрещивания были взяты гибриды F1 с разными генотипами. Составьте схему решения задачи. Какой закон наследственности проявляется?

ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ «ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕНОВ». КОМПЛЕМЕНТАРНОСТЬ

Типы взаимодействия генов: комплементарность, эпистаз, полимерию и модифицирующее действие.



Комплементарными или дополнительными называют, такие доминантные гены, которые при совместном нахождении в генотипе ($A-B-$) обуславливают развитие нового признака по сравнению с действием каждого гена в отдельности ($a-bb$ или $aAB-$).



Комплементарными называют такие доминантные гены, которые при совместном нахождении в генотипе ($A-B-$) обуславливают развитие нового признака по сравнению с действием каждого гена в отдельности ($a-bb$ или $aabb$).



А) Расщепление 9:3:3:1. У дрозофилы встречается коричневая и ярко-красная окраска глаз. Обе эти окраски рецессивны к красной окраске (дикий тип). При скрещивании мух с коричневыми и ярко — красными глазами гибриды F_1 оказываются красноглазыми, а в F_2 наблюдается расщепление на 4 фенотипических класса в отношении 9/16 красные : 3/16 ярко-красные : 3/16 коричневые : 1/16 белые. В F_1 вместо доминирования одного из признаков появляется новое качество — красная окраска, а в F_2 осуществляется дигибридное расщепление с тем лишь отличием от менделевского, что оно идет по одному, а не по двум свойствам (только окраска глаз). При этом здесь проявляется еще один новый признак — белый цвет глаз.

Таким образом, генетический анализ свидетельствует о том, что в этом скрещивании участвует не одна, а две пары генов. Можно сделать вывод, что гены A и B вместе определяют красную окраску глаз дикого типа, а — ярко — красную, b — коричневую. Тогда генотипы мух с коричневыми глазами можно обозначить $AAbb$, с ярко-красными — $aaBB$, генотип красноглазых гибридов — $AaBb$, и белоглазых мух $aabb$. Фенотипические радикалы полученных в F_2 классов могут быть представлены как 9 $A-B-$, 3 $aaB-$, 3 $A-bb$, 1 $aabb$.

Биохимический анализ глазных пигментов показал, что красная окраска глаз обеспечивается тремя видами пигментов: ярко-красным, коричневым и желтым. Рecessивный ген a , блокирует образование коричневого пигмента, вследствие чего развиваются ярко-красные глаза, другой recessивный ген — b , блокирует одновременно образование красного и желтого пигментов, и по-

этому образуется только коричневый пигмент. В F_1 объединяются доминантные аллели этих генов, и поэтому синтезируются все пигменты, дающие в совокупности красную окраску глаз.

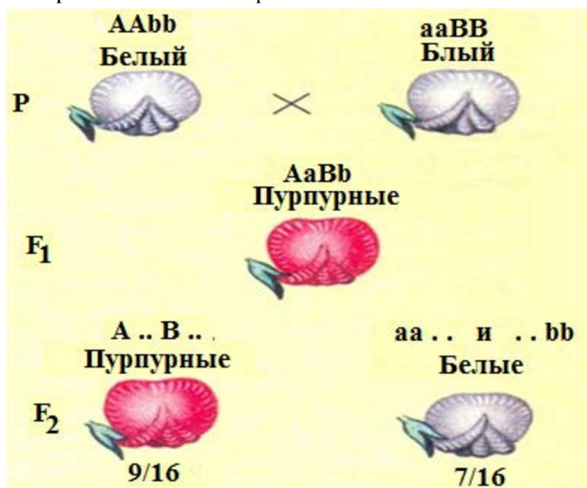
Белоглазые мухи, в F_2 являются результатом одновременного блокирования синтеза всех трех пигментов.

Таким образом, в случае, когда каждый из двух рецессивных неаллельных генов проявляет самостоятельный фенотипический эффект, расщепление в F_2 по фенотипу соответствует менделевскому отношению 9:3:3:1, т.к. каждый из 4-х классов имеет свой особый фенотип.

Б) Расщепление 9:7. Если же рецессивные аллели дают одинаковый фенотипический эффект, характер расщепления меняется. Например, у белого клевера имеются формы с высоким и низким содержанием цианида. При скрещивании их в F_1 доминирует первое свойство, а в F_2 наблюдается расщепление, близкое к соотношению 3:1. Следовательно, эти альтернативные признаки определяются одной парой аллелей. Но иногда при скрещивании двух растений клевера с низким содержанием цианида гибриды F_1 имеют много цианида, а в F_2 расщепление оказывается близким к соотношению 9/16 с высоким содержанием цианида и 7/16 с низким.

Подобный тип взаимодействия генов, дающий в F_2 расщепление 9:7, найден у многих растений, животных и человека.

Расщепление в F_2 по фенотипу 9:7 есть видоизменение расщепления 9:3:3:1, определяемое тем, что и доминантные и рецессивные гены не имеют самостоятельного фенотипического проявления.



В) Расщепление 9:3:4. Известны случаи, когда оба доминантных ком-плементарных гена характеризуются самостоятельным проявлением. В соот-ветствии с этим меняется характер расщепления в F_2 . Рассмотрим наследование трех типов окраски шерсти у кроликов — дикой рыжевато — серой (агути), черной и белой.

Окраска дикого типа зависит от наличия от гена, распределяющего пигмент по длине волос. Каждая шерстинка у кроликов агути имеет посере-дине желтое кольцо, а в основании — черный пигмент. У черных кроликов шерсть по всей длине окрашена в черный цвет. Белые кролики (альбиносы) лишены пигмента.

При скрещивании черных кроликов с белыми все гибриды оказываются агути, а в F_2 наблюдается расщепление в отношении 9/16 агути: 3/16 чер-ных: 4/16 белых. Если провести анализ скрещивания в начале по наличию и отсутствию пигмента, то можно прийти к выводу, что окрашенность домини-рует над не окрашенностью, а в F_2 наблюдается расщепление на 12 окрашен-ных (9+3) и 4 белых, т. е 3:1. В то же время в F_2 осуществляется расщепление на 9 агути и 3 черных (3:1).

Гены можно обозначить следующим образом: A — наличие окраски, a — отсутствие окраски, B — окраска агути, b — черная. Очевидно, исходные кролики альбиносы являются гомозиготными по рецессивному гену отсут-ствия окраски и доминантному гену агути ($aaBB$), а черные кролики — гомо-зиготными по доминантному гену наличия окраски и рецессивному гену черной окраски ($Aabb$). У гибридов F_1 ($AaBb$) вследствие взаимодействия доминантных аллелей обоих генов развивается окраска типа агути. Такая же окраска характерна и для 9/16 особей в F_2 с генотипом $A-B-$. Черными в F_2 оказываются кролики, имеющие генотип $A-bb$, а белыми — все остальные ($aaB-$ и $aabb$) в силу отсутствия у них гена A , определяющего образование пигмента. Ген B , в отсутствие гена A не проявляется.

Г) Расщепление 9:6:1. В ряде случаев комплементарные гены, способ-ны к самостоятельному проявлению, при отсутствии дополнительного гена могут давать каждый в отдельности сходный фенотипический эффект. Ха-рактер расщепления дигетерозиготы в F_2 при этом также изменяется. Напри-мер, у тыквы имеются сорта с разной формой плода: сферической, дисковидной и удлиненной.



Сферическая является рецессивной по отношению к дисковидной. От скрещивания растений с плодами сферической формы, но имеющих разное происхождения, получают гибридные растения, дающие дисковидные плоды. У этих растений в F_2 появляются три фенотипических класса в отношении: $9/16$ с дисковидными плодами; $6/16$ — со сферическими плодами и $1/16$ — с удлиненными. Здесь имеет место взаимодействие двух генов, определяющих форму плода. Каждый из доминантных комплементарных генов обуславливает развитие плодов сферической формы, а их взаимодействие приводит к образованию дисковидных плодов. Взаимодействие рецессивных аллелей этих генов определяет развитие плодов удлиненной формы. Таким образом, здесь видоизменяется обычное дигибридное расщепление $9:(3+3):1$.

Задача 1.

Форма гребня у кур определяется взаимодействием двух пар неаллельных генов: ореховидный гребень определяется взаимодействием доминантных аллелей этих генов, сочетание одного гена в доминантном, а другого в рецессивном состоянии определяет развитие либо розовидного, либо гороховидного гребня, особи с простым гребнем являются рецессивными по обоим аллелям. Каким будет потомство при скрещивании двух дигетерозигот?



Дано:

A^*B^* — ореховидный

A^*bb — розовидный

aaB^* — гороховидный

aabb — простой

P: ♀ AaBb

♂ AaBb

Ответ: (по решетке Пеннета)

9/16 — с ореховидными,

3/16 — с розовидными,

3/16 — с гороховидными,

1/16 — с простыми гребнями

Задача 2.

Коричневая окраска меха у норок обусловлена взаимодействием доминантных аллелей. Гомозиготность по рецессивным аллелям одного или двух этих генов даёт платиновую окраску. Какими будут гибриды от скрещивания двух дигетерозигот?

Дано:

A^*B^* — коричневая

A^*bb — платиновая

aaB^* — платиновая

aabb — платиновая

P: ♀ AaBb

♂ AaBb

Ответ: (по решетке Пеннета)

9/16 — коричневых,

7/16 платиновых норок.

Задача 3.

У люцерны наследование окраски цветков — результат комплементарного взаимодействия двух пар неаллельных генов. При скрещивании растений чистых линий с пурпурными и желтыми цветками в первом поколении все растения были с зелёными цветками, во втором поколении произошло расщепление: 890 растений выросло с зелёными цветками, 306 — с жёлтыми, 311 — с пурпурными и 105 с белыми. Определите генотипы родителей.

Ответ: ААвв и ааВВ.

Задача 4. У душистого горошка окраска цветов проявляется только при наличии двух доминантных генов А и В. Если в генотипе имеется только один доминантный ген, то окраска не развивается. Какое потомство F₁ и F₂ получится от скрещивания растений с генотипами ААвв и ааВВ?

Решение:

Первой строкой лучше писать признак, который развивается при 2-х доминантных генах, что в пропорции соответствует цифре 9.

Признак	Ген	Генотип
Красный	А, В	ААВВ, АаВв, ААВв, АаВВ
Белый	А, в а, В а, в	ААвв, Аавв ааВВ, ааВв аавв

Р	♀	ААвв	Х	♂	ааВВ
		белые			белые
G		Ав			аВ
F ₁		АаВв — 100%			
		красные			
Р	♀	АаВв	Х	♂	АаВв
		красные			красные
G		АВ, Ав, аВ, ав			АВ, Ав, аВ, ав
F ₂		ААВВ, 2ААВв, 2АаВВ, 4АаВв — 9			ААВв, 2Аавв, ааВВ, аавв — 7
		красные			белые

Решётка Пеннета

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

Задача 5.

У божьих коровок с красными спинками были дети с оранжевыми спинками, которые скрестились между собой. Среди внуков наблюдалось расщепление: 175 оранжевых, 119 красных и 21 жёлтая. Как наследуется окраска спинки у божьих коровок? Какие генотипы у всех описанных поколений?

Решение: Так как во втором поколении наблюдалось расщепление 9:6:1, характерное для комплементарного взаимодействия, то таблицу следует написать таким образом:

Признак	Ген	Генотип
Оранжевые	A, B	AABB, AaBb, AABb, AaBB
Красные	A, b a, B	AAbb, Aabb aaBB, aaBb
Жёлтые	a, b	aabb

Так как все потомки F_1 оранжевые, значит для скрещивания надо взять красных божьих коровок гомозиготных по разным доминантным аллелям.

P ♀ AAbb X ♂ aaBB
 красные красные
 G Ab aB
 F₁ AaBb — 100%
 оранжевые

Ответ: комплементарность.

Задача 6.

У лука ген R определяет красную окраску чешуи, а ген г — жёлтую. Любая окраска проявляется только при наличии в генотипе доминантного гена С, при его отсутствии чешуи имеют белую окраску. Определите генотипы исходных форм с белыми и красными чешуями, если все гибридные растения имели красную окраску чешуи луковиц.

Решение:

Признак	Ген	Генотип
Оранжевые	R, C	RRCC, RrCc, RRCc, RrCC
Белые	R, c r, c	RRcc, Rrcc rrcc
Жёлтые	r, C	rrCC, rrCc

Так как все потомки имели красные чешуи, значит в скрещивание вступали гомозиготы.

P ♀ RRCC красные X ♂ rrcc белые
G RC rc
F₁ RrCc — 100% красные

P ♀ RRCC красные X ♂ RRcc белые
G RC Rc
F₁ RRCc — 100% красные

P ♀ RRCC красные X ♂ Rrcc белые
G RC Rc, rc
F₁ RRCc, RrCc все красные

Задача 7.

От скрещивания белых и серых мышей в потомстве F₁ все особи были чёрными, а в F₂ было 87 чёрных мышей, 37 серых и 45 белых. Как наследуется окраска у этих мышей? Определить генотип родителей и потомков.

Решение:

Так как в F_2 расщепление идёт в пропорции 9:3:4, то это комплементарность, причём аавв — белые, так как они в пропорции равны. Чёрный цвет пишем первой строкой, так как он = 9 а, значит определяется А, В.

Признак	Ген	Генотип
Чёрные	А, В	ААВВ, АаВв, ААВв, АаВВ
Серые	А, в	ААвв, Аавв
Белые	а, В а, в	ааВВ, ааВв аавв

Так как все потомки F_1 были чёрными, то в скрещивание вероятнее всего вступали гомозиготы, а т.к. в F_2 расщепление 9:3:4, что бывает только при скрещивании дигетерозигот, то в F_1 мы должны получить чёрные дигетерозиготы.

Р ♀ ААвв чёрные X ♂ ааВВ белые
 G Ав аВ
 F_1 АаВв — 100% чёрные

Р ♀ АаВв чёрные X ♂ АаВв чёрные
 G АВ, Ав, аВ, ав АВ, Ав, аВ, ав
 F_2 ААВВ, 2ААВв, 2АаВВ, ААвв, 2Аавв — 3 чёрные серые ааВВ, ааВв, аавв — 4 белые

Решётка Пеннета

	АВ	Ав	аВ	ав
АВ	ААВВ чёрный	ААВв чёрный	АаВВ чёрный	АаВв чёрный
Ав	ААВв чёрный	ААвв серый	АвВв чёрный	Аавв серый
аВ	АаВВ чёрный	АаВв чёрный	ааВВ белый	ааВв белый
ав	АаВв чёрный	Аавв серый	ааВв белый	аавв белый

Ответ: комплементарность.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Задача 1. Сорт перца, имеющий желтую окраску плодов скрещен с сортом, имеющим красно-коричневые плоды. В первом поколении все растения имели красные плоды, а во втором поколении получено 99 красноплодных, 34 желтоплодных, 32 растения с красно-коричневыми плодами и 11 зеленоплодных растений. Определите тип наследования окраски плодов у перца, напишите схему обоих скрещиваний.

Задача 2. При скрещивании сортов тыквы со сферической формой плодов в F₁ все 180 растений имели дисковидные плоды, а при скрещивании гибридов F₁ между собой 117 растений второго поколения имели дисковидные плоды, 78 растений — сферические и 13 — удлинённые. Определите тип наследования формы плода, напишите схему обоих скрещиваний.

Задача 3. Скрещены два сорта томатов, один из которых имел желтые плоды, а другой — оранжевые. В первом поколении все растения имеют красные плоды, а во втором поколении 81 растение имело красные плоды, 28 — желтые, 27 — оранжевые и 10 — желто-оранжевые плоды. Определите тип наследования окраски плодов у томата, напишите схему обоих скрещиваний.

Задача 4. Форма плода у тыквы определяется двумя парами неаллельных несцепленных генов. Доминантный ген одной пары, также, как и доминантный ген другой пары, определяет округлую форму, рецессивные аллели обеих пар — овальную. Наличие обоих доминантных аллелей в генотипе обуславливает дисковидный плод. Скрещивание растений с дисковидными плодами с растениями, имеющими овальные плоды, получено 2 дисковидных, 4 округлых и 2 овальных. Приведите схему скрещивания.

Задача 5. У душистого горошка окраска цветов проявляется только при наличии двух доминантных генов А и В. Если в генотипе имеется только один доминантный ген, то окраска не развивается. Какое потомство F₁ и F₂ получится от скрещивания растений с генотипами ААbb и aaBB?

Задача 6. При скрещивании двух растений тыквы со сферической формой плодов получено потомство, имеющее только дисковидные плоды. При скрещивании этих гибридов между собой были получены растения с тремя типами плодов:

- 9 частей — с дисковидными плодами,
- 6 частей — со сферической формой плодов,
- 1 часть — с удлинёнными плодами.

Какая закономерность наблюдается в данном случае? Каковы генотипы родителей и потомства?

Задача 7. У норки известно два рецессивных гена — *r* и *i*, гомозиготность по каждому из которых, или по обоим одновременно, обуславливает

платиновую окраску меха. Дикая коричневая окраска получается при наличии обоих доминантных аллелей Р и I. При каком типе скрещивания двух платиновых норков все их потомство будет коричневым?

Задача 8. У кукурузы нормальный рост определяется двумя доминантными неаллельными генами. Гомозиготность по рецессивным аллелям даже одной пары генов приводит к возникновению карликовых форм. При скрещивании двух карликовых растений кукурузы выросли гибриды нормальной высоты, а при скрещивании этих гибридов в их потомстве было получено 812 нормальных и 640 карликовых растений. Определить генотипы родителей и потомков.

Задача 9. У лука ген R определяет красную окраску чешуй, а ген r — желтую. Любая окраска проявляется только при наличии в генотипе доминантного гена С, при его отсутствии чешуи имеют белую окраску. Определить генотипы исходных форм луковиц с белыми и красными чешуями, если все гибридные луковицы имели красную окраску чешуй.

Задача 10. У душистого горошка окраска цветов проявляется только при наличии двух доминантных генов А и В. Если в генотипе имеется только один доминантный ген, то окраска не развивается. Какое потомство F₁ и F₂ получится от скрещивания растений с генотипами ААвв и ааВВ?

Задача 11. У кукурузы нормальный рост определяется двумя доминантными неаллельными генами. Гомозиготность по рецессивным аллелям даже одной пары генов приводит к возникновению карликовых форм. При скрещивании двух карликовых растений кукурузы выросли гибриды нормальной высоты, а при скрещивании этих гибридов в их потомстве было получено 812 нормальных и 640 карликовых растений. Определить генотипы родителей и потомков.

Задача 12. У норки известно два рецессивных гена — r и i, гомозиготность по каждому из которых, или по обоим одновременно, обуславливает платиновую окраску меха. Дикая коричневая окраска получается при наличии обоих доминантных аллелей Р и I. При каком типе скрещивания двух платиновых норков все их потомство будет коричневым?

Задача 13. При скрещивании двух растений тыквы со сферической формой плодов получено потомство, имеющее только дисковидные плоды. При скрещивании этих гибридов между собой были получены растения с тремя типами плодов:

- 9 частей — с дисковидными плодами,
- 6 частей — со сферической формой плодов,
- 1 часть — с удлинёнными плодами.

Какая закономерность наблюдается в данном случае? Каковы генотипы родителей и потомства?

Задача 14. У душистого горошка окраска цветов проявляется только при наличии двух доминантных генов А и В. Если в генотипе имеется только один доминантный ген, то окраска не развивается. Какое потомство F_1 и F_2 получится от скрещивания растений с генотипами ААbb и aaBB?

Задача 15. У божьих коровок с красными спинками были дети с оранжевыми спинками, которые скрестились между собой. Среди внуков наблюдалось расщепление: 175 оранжевых, 119 красных и 21 жёлтая. Как наследуется окраска спинки у божьих коровок? Какие генотипы у всех описанных поколений?

Задача 16. У лука ген R определяет красную окраску чешуи, а ген г — жёлтую. Любая окраска проявляется только при наличии в генотипе доминантного гена С, при его отсутствии чешуи имеют белую окраску. Определите генотипы исходных форм с белыми и красными чешуями, если все гибридные растения имели красную окраску чешуи луковиц.

Задача 17. От скрещивания белых и серых мышей в потомстве F_1 все особи были чёрными, а в F_2 было 87 чёрных мышей, 37 серых и 45 белых. Как наследуется окраска у этих мышей? Определить генотип родителей и потомков.

Задача 18. В первом поколении от скрещивания зелёного и белого волнистых попугайчиков всё потомство оказалось зелёным. В F_2 получилось 28 зелёных, 8 жёлтых, 9 голубых и 3 белых попугая. Каковы генотипы родителей и потомков.

Задача 19. Собаки породы коккер-спаниель при генотипе А_В_ имеют черную масть, при генотипе aaB_ — коричневую, А-вв — рыжие, а при генотипе аавв — светло-жёлтую. При скрещивании чёрного коккер-спаниеля со светло-жёлтым родился светло-жёлтый щенок. Какое соотношение по масти следует ожидать от спаривания того же черного спаниеля с собакой одинакового с ним генотипа?

Задача 20. Среди ферментов, участвующих в образовании хлорофилла у ячменя, имеется 2 фермента, отсутствие которых приводит к нарушению синтеза этого пигмента. Если нет одного из них, то растение становится белым, если нет другого — жёлтым. При отсутствии обоих ферментов растение тоже белое. Синтез каждого фермента контролируется доминантным геном, который находится в разных хромосомах. Какое потомство по фенотипу следует ожидать от самоопыления дигетерозиготного ячменя?

Задача 21. У ячменя в синтезе пигмента хлорофилл участвуют два фермента. Их отсутствие приводит к нарушению синтеза этого пигмента. Синтез каждого пигмента происходит под воздействием доминантных генов (А и В), которые расположены в разных аутосомах. При отсутствии первого фермен-

та окраска растений образует белый цвет, а при отсутствии второго — окраска желтого цвета. Отсутствие обоих ферментов приводит к белой окраске, наличие обоих ферментов приводит к зеленой окраске растений. Скрестили дигетерозиготных растений ячменя.

1. Какое соотношение наблюдается по фенотипу при скрещивании дигетерозиготных растений ячменя?

2. Сколько генотипических групп образуется при скрещивании дигетерозиготных растений?

3. Сколько процентов гибридов имеют зеленую окраску, при скрещивании дигетерозиготных форм?

4. При скрещивании дигетерозиготных растений сколько процентов из получаемых гибридов дигетерозиготны по генотипу?

5. При скрещивании дигетерозиготных растений сколько процентов из получаемых гибридов имеют желтую окраску?

6. При скрещивании дигетерозиготных растений сколько процентов из получаемых гибридов белые гомозиготные?

Задача 22. У одной породы собак окраска шерсти наследуется двумя парами неаллельных генов. Собаки с генотипом $A - B -$ имеют черную окраску, с генотипом $A - bb$ имеют рыжую окраску, с генотипом $aaB -$ имеют коричневую окраску, собаки с двумя рецессивными аллелями обладают желтой окраской. Черная самка скрещивается с рыжим самцом. В потомстве получены черные, рыжие, желтые, коричневые щенки.

1. Определите соотношение по фенотипу.

2. Определите число генотипических групп.

3. Сколько процентов потомства гомозиготны по двум аллелям?

4. Сколько процентов потомства с рыжей окраской гомозиготны по двум аллелям?

5. Определите генотипическое соотношение черных щенков.

6. Определите генотипическое соотношение рыжих и коричневых щенков.

7. Определите генотипическое соотношение черных и желтых щенков.

Задача 23. У человека цвет кожи определяется двумя парами неаллельных генов. Цвет кожи людей с генотипом $AABV$ — черная, $aabb$ — белая. Если в генотипе три доминантных гена цвет кожи будет темной, если в генотипе два доминантных гена цвет кожи будет смуглой, если в генотипе один доминантный ген цвет кожи будет светлой.

1. Определите вероятность рождения детей со смуглой кожей

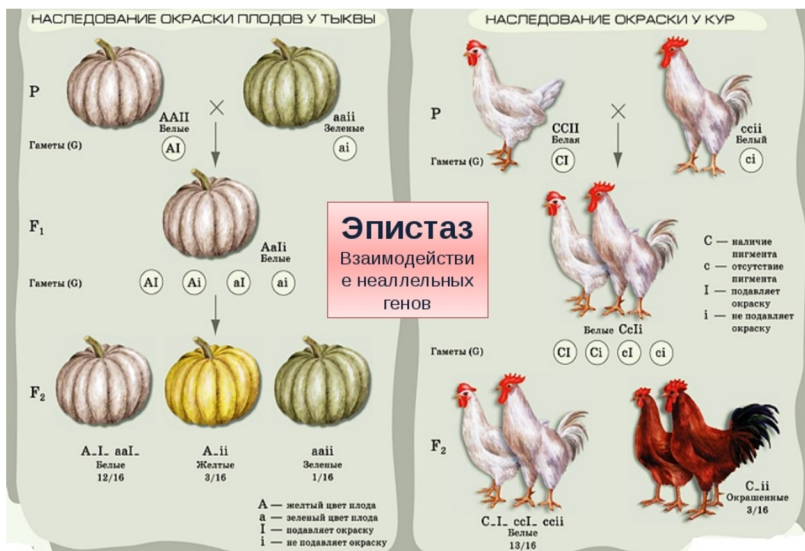
2. Определите вероятность рождения детей с темной кожей

3. Определите вероятность рождения детей с генотипом сходных с родителями среди детей со смуглой кожей
4. Определите вероятность рождения детей с белым цветом кожи в семье дигетерозиготных родителей.

ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ «ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕНОВ». ЭПИСТАЗ

Эпистаз — подавление действия одного гена другим, не аллельным, геном. Существует взаимодействие, при котором один ген подавляет действие другого, например $A>B$ или $B>A$, $a>B$ или $b>A$, такое явление называется эпистазом. Гены, подавляющие действие других генов, называется супрессорами или ингибиторами. Они могут быть и доминантными, и рецессивными. Они обозначаются I или S .

Эпистаз принято делить на два типа: доминантный и рецессивный.



а). Под доминантным эпистазом понимают подавление одним доминантным геном действие другого гена.

Расщепление 13:3. Например, у льна наряду с формами, имеющими нормальные лепестки, встречаются растения с гофрированными лепестками. При скрещивании двух форм с нормальными лепестками, имеющих разное происхождение, в F_1 все гибриды имеют нормальные лепестки, а в F_2 получается расщепление: 3/16 растений с нормальными лепестками, 3/16 с гофрированными. Характер расщепления свидетельствует, что форма лепестков определяется двумя парами генов. В таком случае одно из исходных растений должно нести в скрытом состоянии ген гофрированности лепестков,

действие которого подавлено ингибитором. Следовательно, у растений этого генотипа нормальная форма лепестков определяется не особыми генами, а геном — подавителем гофрированности. Обозначим ген гофрированности лепестков — *A*, нормальной формы — *a*, ингибитор гофрированности — *I*, ген отсутствия подавления — *i*. Тогда исходные формы с нормальными лепестками будут иметь генотипы *IIAA* и *ii aa*, гибриды F_1 *IiAa* — также нормальные, а расщепление в F_2 13/16 нормальных : 3/16 гофрированных можно представить как $9(I-A-)+3(I-aa)+1(ii aa)=13$ нормальных и 3 *iiA* гофрированных.

Таким образом, подавление действия доминантного гена гофрированности лепестков доминантной аллелью другого гена обуславливает в F_2 расщепление по фенотипу в отношении 13:3[(9+3):3].

Расщепление 12:3:1. Доминантный эпистаз может давать расщепление в F_2 по фенотипу 12:3:1[(9+3):3:1].

Например, некоторые собаки с белой окраской шерсти при скрещивании с собаками, имеющими коричневую окраску, дают в F_1 щенков с белой окраской, а в F_2 расщепление на 12/16 белых, 3/16 черных и 1/16 коричневых.



Если проанализировать это скрещивание отдельно по свойству окрашенности — неокрашенности и черно-коричневой окраске, то можно убедиться, что отсутствие окраски в F_1 доминирует над её наличием, а в F_2 наблюдается расщепление 12:4, или 3:1. Расщепление на 3 черных и 1 коричневую свидетельствует о том, что черная окраска определяется доминантным геном, а коричневая рецессивным.

Ингибитор окраски — I , его отсутствие — i , черная окраска — A , коричневая — a .

Таким образом, гены подавители обычно не определяют сами какой-либо качественной реакции в развитии данного признака, а лишь подавляют действие других генов.

б). Под *рецессивным эпистазом* понимают такой тип взаимодействия, когда рецессивная аллель одного гена, будучи в гомозиготном состоянии, не дает возможности проявиться доминантной или рецессивной аллели другого гена: $aa > B$ или $aa > bb$.



Расщепление 9:3:4. При скрещивании черных кроликов ($Aa\bar{v}\bar{v}$) с белыми ($aaBB$) все гибриды ($AaB\bar{v}$) имеют окраску типа агутти, а в F_2 9/16 крольчат оказываются агутти ($A-B-$) 3/16 черных ($A-\bar{v}\bar{v}$) 4/16 белых ($aaB-$ и $aa\bar{v}\bar{v}$). Здесь имеет место рецессивный эпистаз типа $aa > B$ и $aa > \bar{v}\bar{v}$. При этом кролики генотипа $aaB-$ и $aa\bar{v}\bar{v}$ оказываются белыми потому, что ген a в гомозиготном состоянии, блокируя образования пигмента, препятствует тем самым проявлению гена — распределителя пигмента B и гена черной окраски $\bar{v}$.

ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ С ОБРАЗЦАМИ РЕШЕНИЯ НА ДОМИНАНТНЫЙ ЭПИСТАЗ

Задача. Свиньи бывают чёрной, белой и красной окраски. Белые свиньи несут минимум один доминантный ген J . Чёрные свиньи имеют доминантный ген E и рецессивный j . Красные поросята лишены доминантного гена

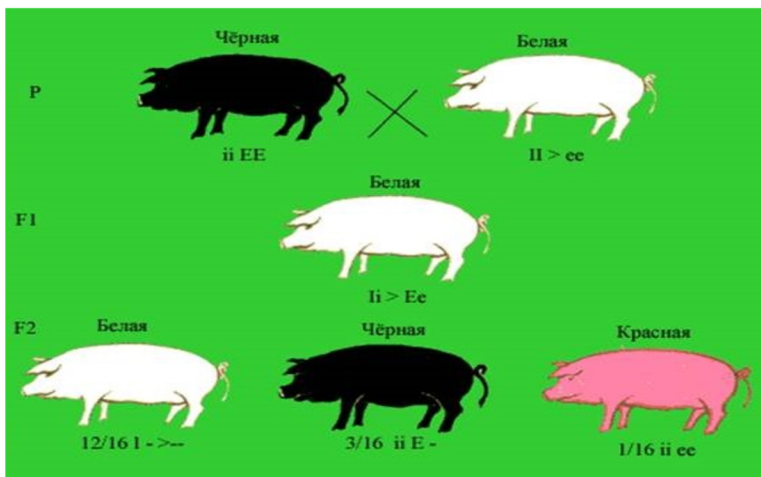
подавителя и доминантного гена E, определяющего чёрную окраску. Какое потомство можно ожидать:

- а) от скрещивания 2-х белых дигетерозиготных свиней;
- б) от скрещивания чёрной гомозиготной свиньи и красного кабана.

При доминантном эпистазе первой строкой лучше писать признак, который не подавляется ингибиторами в пропорции, если он соответствует числу 3.

Признак	Ген	Генотип
Чёрные	E, j	EEjj, Eejj
Белые	E, J e, J	EEJJ, EeJj, EeJJ, EEJj eeJJ, eeJj
Красные	e, j	eejj

P	♀	EeJj	X	♂	EeJj
		белая			белый
G		EJ, Ej, eJ, ej			EJ, Ej, eJ, ej
F ₁	EEJJ, 2EEJj, 2EeJJ, 4EeJj, eeJJ, EEjj, 2Eejj				eejj
	12	белые		3 чёрные	1 красный



Решётка Пеннета

	EJ	Ej	eJ	ej
EJ	EEJJ белый	EEJj белый	EeJJ белый	EeJj белый
Ej	EEJj белый	EEjj чёрный	EeJj белый	Eejj чёрный
eJ	EeJJ белый	EeJj белый	eeJJ белый	eeJj белый
ej	EeJj белый	Eejj чёрный	eeJj белый	eejj красный

P ♀ EEjj чёрная X ♂ eejj красная
 G Ej
 F₁ EeJj чёрные

Задача. При скрещивании чистых линий собак коричневой и белой масти всё потомство имело белую окраску. Среди потомства полученных гибридов было 118 белых, 32 чёрных, 10 коричневых собак. Определите типы наследования.

Решение: Так как расщепление в F₂ соответствует пропорции 12:3:1, то это эпистаз.

Признак	Ген	Генотип
Чёрные	A, j	AAjj, Aajj
Белые	A, J a, J	AAJJ, AaJj, AaJJ, AAJj aaJJ, aaJj
Коричневые	a, j	aaJJ

Так как в F₂ расщепление 12:3:1, значит в скрещивании уступают белые дигетерозиготы. Поэтому мы должны подобрать такую белую собаку для первого скрещивания, чтобы в F₁ получить дигетерозиготы.

P ♀ aaJJ коричневая X ♂ AAJJ белый
 G aj AJ
 F₁ AaBb все белые

P ♀ AaJj белая X ♂ AaJj белый
 G AJ, Aj, aJ, aj AJ, Aj, aJ, aj
 F₁ AAJJ, 2AAJj, 2AaJJ, 4AaJj, aaJJ, AaJj, 2AaJj aaJJ
 2aaJj
 12 белые 3 чёрные 1 коричневый
 Решётка Пеннета

	AJ	Aj	aJ	aj
AJ	AAJJ белый	AAJj белый	AaJJ белый	AaJj белый
Aj	AAJj белый	AAjj чёрный	AaJj белый	AaJJ чёрный
aJ	AaJJ белый	AaJj белый	aaJJ белый	aaJj белый
aj	AaJj белый	AaJJ чёрный	aaJJ белый	aaJJ коричневый

Ответ: эпистаз.

Задача. У лошадей действие вороной (C) и рыжей масти (c) проявляется только в отсутствие доминантной аллели J. Если она присутствует, то окраска белая. Какое потомство получится при скрещивании между собой лошадей с генотипом CcJj?

Решение: Так как в условии задачи говорится, что в присутствии доминантной аллели J окраска не развивается, то это эпистаз.

Признак	Ген	Генотип
Воронье	C, j	CCjj, Ccjj
Белые	C, J c, J	CCJJ, CcJj, CcJJ, CCJj ccJJ, ccJj
Рыжие	c, j	ccjj

P ♀ CcJj белая X ♂ CcJj белый
 G CJ, Cj, cJ, cj CJ, Cj, cJ, cj
 F₁ CCJJ, 2CCJj, 2CcJJ, 4CcJj, ccJJ, CCjj, 2Ccjj ccjj
 2ccJj
 12 белые 3 вороные 1 рыжая

Решётка Пеннета

	CJ	Cj	cJ	cj
CJ	CCJJ белый	CCJj белый	CcJJ белый	CcJj белый
Cj	CCJj белый	CCjj вороной	CcJj белый	Ccj вороной
cJ	CcJJ белый	CcJj белый	ccJJ белый	ccJj белый
cj	CcJj белый	Ccj вороной	ccJj белый	ccjj рыжий

Задача.

У кроликов рецессивный ген отсутствия пигмента подавляет действие доминантного гена наличия пигмента. Другая пара аллельных генов влияет на распределение пигмента, если он есть: доминантный аллель определяет серую окраску (т.к. вызывает неравномерное распределение пигмента по длине волоса: пигмент скапливается у его основания, тогда как кончик волоса оказывается лишённым пигмента), рецессивный — чёрную (т.к. он не оказывает влияния на распределение пигмента). Каким будет потомство от скрещивания двух дигетерозигот?

Дано:

A*B* — серая окраска

A*vv — черная

aaB* — белая

aavv — белая

P: ♀ AaBv

♂ AaBv

Ответ: (по решетке Пеннета)

9/16 серых,

3/16 черных,

4/16 белых крольчат.

Задача

У овса цвет зёрен определяется взаимодействием двух неаллельных генов. Один доминантный обуславливает чёрный цвет зёрен, другой — серый. Ген чёрного цвета подавляет ген серого цвета. Оба рецессивных аллеля дают белую окраску. При скрещивании чернозерного овса в потомстве оказалось расщепление: 12 чернозерных : 3 серозерных : 1 с белыми зёрнами. Определите генотипы родительских растений.

Дано:

A^*B^* — черная окр.

A^*bb — черная

aab^* — серая

$aabb$ — белая

P : ♀ черная

♂ черный

в F_1 — 12 черн,

3 сер, 1 бел

Ответ: (по решетке Пеннета)

$AaBb$ и $AaBb$.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ЭПИСТАЗ

Задача 1. Цвет зерен овса определяется двумя парами неаллельных не сцепленных генов. Доминантный ген одной пары определяет черную окраску, а его рецессивный аллель — белую. Доминантный ген второй пары определяет серую окраску, рецессивный аллель — также белую, причем ген черной окраски подавляет ген серой. Скрещивались растения, имеющие белую и черную окраску зерна. В потомстве соотношение черных и серых зерен составило 1:1. Определить генотипы родительских особей.

Задача 2. Скрещены две породы кроликов с черной и белой шерстью. В первом поколении все гибриды черные, во втором 17 кроликов имели черную, а 15 — белую шерсть. Определите тип наследования окраски шерсти кроликов, напишите схему обоих скрещиваний.

Задача 3. При скрещивании серых морских свинок с белыми все потомки серые, а во втором поколении получено 37 серых, 26 черных и 35 белых. Определите тип наследования окраски шерсти у морской свинки, напишите схему обоих скрещиваний.

Задача 4. Белое оперение кур определяется двумя парами неаллельных генов. Доминантный ген одной пары определяет наличие пигмента, а его рецессивный аллель — его отсутствие. Доминантный ген второй пары является ингибитором гена окраски, рецессивный аллель которого не подавляет окраску. Скрещивались белые куры с пестрыми. В потомстве 75 цыплят оказались белыми, а 45 — окрашенными. Напишите схему описанного скрещивания.

Задача 5. Окраска шерсти грызунов определяется двумя парами неаллельных не сцепленных генов. Доминантный ген одной пары определяет серую окраску, а его рецессивный аллель — черную. Доминантный ген второй

пары определяет проявление окраски, рецессивный аллель подавляет цветность и животные становятся белыми. Скрещивались серые мыши между собой. Получено потомство, состоящее из 27 серых и 8 черных мышат. Определить генотипы родителей и потомства.

Задача 6. Скрещены два растения левкоя, имеющих простые цветки. В первом поколении 9 растений имели простые цветки и 7 растений — махровые. Определите тип наследования формы цветка у левкоя, напишите схему обоих скрещиваний.

Задача 7. Скрещены две породы норок с коричневой и кремовой шерстью. Гибриды имели коричневую окраску, а во втором поколении получены 25 животных с коричневой шерстью, 8 серых, 3 кремовых и 9 бежевых. Сколько животных F₂ гомозиготны по обоим парам генов?

Задача 8. Сорта тыквы с белыми и зелеными плодами скрещены между собой. Гибриды первого поколения имели белые плоды, а во втором поколении получено 36 белоплодных растений, 10 желтоплодных и 3 зеленоплодных. Сколько растений F₂ гетерозиготны только по одной паре генов?

Задача 9. При скрещивании двух пород кур с белым и пестрым оперением в первом поколении все птицы белые, а во втором поколении — 169 белых и 14 пестрых. Сколько птиц второго поколения полностью гомозиготны?

Задача 10. Скрещены две породы собак с белой и коричневой шерстью. В F₁ все собачки белые, а в F₂ получено 144 белых, 38 черных и 11 коричневых щенков. Определите тип наследования окраски шерсти у собак, напишите схему обоих скрещиваний.

Задача 11. Скрещены два сорта белосемянной ржи, в результате чего в первом поколении все растения белосемянные, а во втором — 2600 белосемянных и 613 окрашенных. Определите тип наследования окраски семян у ржи, напишите схему обоих скрещиваний. Сколько растений F₂ могут дать 2 сорта гамет?

Задача 12. При самоопылении овса, имеющего серую окраску, получено: 15 черных, 62 темно-серых, 91 серых, 60 светло-серых и 13 белых семян. Определите тип наследования окраски семян у овса, напишите схему обоих скрещиваний.

Задача 13. Скрещены две породы лошадей, имеющих гнедую и серую окраску. В первом поколении все потомки серые, а в F₂ получено: 59 черных, 13 серых и 4 гнедых особи. Определить тип наследования окраски шерсти у лошадей и генотипы родительских форм. Сколько жеребят второго поколения являются гетерозиготными по обоим парам генов?

Задача 14. При скрещивании гибридных кур, имеющих белое оперение, получено: 169 белых цыплят и 40 пестрых. Определить тип наследования

окраски оперения у кур и генотипы родительских форм. Сколько цыплят являются гомозиготами по обоим парам генов?

Задача 15. При скрещивании кур породы белый леггорн ССJJ с петухом породы белый плимутрок ссjj в F₂ наряду с белыми появляются окрашенные цыплята в соотношении примерно 13 белых и 3 чёрных. В этом случае доминантный ген J проявляется ингибитором доминантного гена с чёрного оперения. Определите тип наследования.

Задача 16. У овса чёрная окраска семян определяется доминантным геном А, а серая окраска — доминантным геном В. Ген А эпистатичен гену В, и последний в его присутствии не проявляется. При отсутствии в генотипе обоих доминантных генов окраска семян белая. При скрещивании 2-х серо-семянных растений получили растение с серыми и белыми семенами в пропорции 3:1. Определить генотипы родителей. Какое расщепление в потомстве было бы получено, если бы скрещивались дигетерозиготные формы.

Задача 17. При скрещивании растений одного из сортов тыквы с белыми и желтыми плодами все потомство F₁ имело белые плоды. При скрещивании этого потомства между собой в их потомстве F₂ было получено:

- 204 растения с белыми плодами,
- 53 растения с желтыми плодами,
- 17 растений с зелеными плодами.

Определить возможные генотипы родителей и потомства.

Задача 18. У кур породы леггорн окраска перьев обусловлена наличием доминантного гена С. Если он находится в рецессивном состоянии, то окраска не развивается. На действие этого гена оказывает влияние ген I, который в доминантном состоянии подавляет развитие признака, контролируемого геном С. Какое потомство получится от скрещивания дигетерозиготных по этим генам кур породы леггорн?

Задача 19. У кур породы леггорн окраска перьев обусловлена наличием доминантного гена С. Если он находится в рецессивном состоянии, то окраска не развивается. На действие этого гена оказывает влияние ген I, который в доминантном состоянии подавляет развитие признака, контролируемого геном С. Определить вероятность рождения окрашенного цыпленка от скрещивания кур с генотипом ССIi и ссIi.

Задача 20. При скрещивании чистых линий собак коричневой и белой масти все потомство имело белую окраску. Среди потомства полученных гибридов было 118 белых, 32 черных и 10 коричневых собак. Предложите гипотезу, объясняющую эти результаты.

Задача 21. У лошадей действие генов вороной (С) и рыжей масти (с) проявляется только в отсутствие доминантного гена D. Если он присутствует, то окраска белая. Какое потомство получится при скрещивании между собой белых лошадей с генотипом CcDd?

Задача 22. У овса черная окраска семян определяется доминантным геном А, а серая окраска — доминантным геном В. Ген А эпистатичен гену В, и последний в его присутствии не проявляется. При отсутствии в генотипе обоих доминантных генов окраска семян белая. При скрещивании двух серо-семенных растений получили растения с серыми и белыми семенами в пропорции 3:1. Определить генотипы родителей. Какое расщепление в потомстве было бы получено, если бы скрещивались дигетерозиготные формы?

Задача 23. Свиньи бывают черной, белой и красной окраски. Белые свиньи несут минимум один доминантный ген I. Черные свиньи имеют доминантный ген Е и гомозиготны по рецессивной аллели i. Красные поросята (eeii) лишены доминантного гена-подавителя I и доминантного гена, определяющего черную окраску. Какое потомство можно ожидать от скрещивания черной гомозиготной свиньи и красного кабана?

Задача 24. У сорта репчатого лука красная окраска луковицы доминирует над желтой, но вторая пара неаллельного рецессивного гена в гомозиготном состоянии подавляет деятельность гена ответственного за окраску, в результате луковица становится белой. При скрещивании растений с красной и желтой окраской, было получено 480 растений с желтыми, белыми, красными луковицами.

1. Сколько процентов потомства имеет белую окраску?
2. Сколько растений из всего потомства становится рецессивно гомозиготными белыми?
3. Из всех полученных растений сколько генотипических групп имеют растения с красной (а), желтую (б) и белой (с) окраской?
4. Сколько процентов потомства не имеет красную окраску?
5. Сколько растений из всего потомства не имеет красную окраску?
6. Сколько процентов растений из всего потомства гомозиготны по двум признакам?

Задача 25. У лошадей цвет масти определяется двумя парами неаллельных генов. Черная масть В доминирует над рыжей b. Черная и рыжая окраска регулируется второй парой неаллельных генов. Ген I подавляет деятельность генов В и b ответственного за окраску, в результате лошади становятся серой масти. В фермерском хозяйстве в течении нескольких лет было скрещено дигетерозиготные особи.

1. Определите вероятность рождения особей серой масти.
2. Определите соотношение по фенотипу.
3. Какой процент потомства фенотипически отличается от родителей

Задача 26. У лошадей черная масть доминирует над рыжей. Черная и рыжая окраска регулируется второй парой неаллельных генов. Рecessивный ген второй аллели подавляет деятельность гена ответственного за окраску, в результате лошади становятся белой масти. Конь черной масти скрещивается с кобылой рыжей масти. В потомстве было получено лошади черной, рыжей, белой окраски.

1. Определите, сколько процентов потомства генотипически гомозиготны по двум аллелям.
2. Определите, число генотипических (а) и фенотипических (b) групп в потомстве.
3. Определите, сколько процентов потомства не имеют черной масти (а) и белой окраски (b).

Задача 27. Конь черной масти скрещивается с кобылой рыжей масти. В потомстве было получено лошади черной, рыжей, белой окраски.

- А) Определите генотип родителей.
- Б) Определите, сколько процентов потомства с черной мастью генотипически схожи с генотипом отца и не сходен с генотипом отца.
- С) Определите, сколько процентов потомства генотипически гетерозиготны по двум аллелям.
- Д) Определите, сколько процентов потомства генотипически гомозиготны по двум аллелям.

Задача 28. У лошадей действие генов вороной (С) и рыжей масти (с) проявляется только в отсутствие доминантного гена (Д). Если он присутствует, то окраска белая. Скрестили между собой белых лошадей с генотипом СсДд.

1. Какое потомство по фенотипу получится при скрещивании между собой белых лошадей с генотипом СсДд.
2. Какова вероятность рождения лошадей с рыжей, и с вороной масти?
3. Какова вероятность рождения лошадей с белой и рыжей масти, при скрещивании белых лошадей -генотипом СсДд с рыжей масти.

ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ «ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕНОВ». ПОЛИМЕРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕНОВ

Полимерным взаимодействием генов называется однозначное влияние двух, трех или более неаллельных генов на развитие одного и того же признака. Такие гены называются полимерными или множественными, и обозначаются как правило, одинаковыми буквами, но соответствующими индексами $A_1A_1A_2A_2$ или $a_1a_1a_2a_2$. Полимерные гены контролируют практически все хозяйственно ценные свойства и признаки культурных растений и животных: высоту растений, продолжительность вегетационного периода, массу плодов и семян, масличность и содержание белка в семянках подсолнечника, длину волокна у льна, содержание сахара в корнеплодах сахарной свеклы.

Полимерные гены могут иметь кумулятивный и некумулятивный эффект. В случае **некумулятивной полимерии** развитие признака обуславливается наличием в генотипе любого числа соответствующих доминантных аллелей полимерных генов. При этом достаточно одной доминантной аллели полимерных генов для фенотипического проявления признака. В этом случае расщепление гибридов в F_2 будет соответствовать **15:1**, **63:1** и в зависимости от числа пар полимерных генов.

P ♀ $\frac{AB}{AB}$ × ♂ $\frac{ab}{ab}$

F₁ $\frac{AB}{ab}$

♂		$\frac{AB}{AB}$	$\frac{Ab}{Ab}$	$\frac{aB}{aB}$	$\frac{ab}{ab}$
♀	$\frac{AB}{AB}$				
	$\frac{AB}{Ab}$				
	$\frac{AB}{aB}$				
	$\frac{AB}{ab}$				
	$\frac{Ab}{Ab}$				
	$\frac{Ab}{aB}$				
	$\frac{Ab}{ab}$				
	$\frac{aB}{aB}$				
	$\frac{aB}{ab}$				
	$\frac{ab}{ab}$				

Полимерия с расщеплением 15:1. Наследование формы стручков у пастушьей сумки.

Кумулятивной (суммирующей) полимерией называется такое взаимодействие полимерных генов, при котором степень проявления признака зависит от числа доминантных аллелей соответствующих генов, содержащихся в генотипе данной особи. Примером наследования признаков, обусловленных кумулятивными полимерными генами может служить наследование длины початка у растений кукурузы и окраски зерновки у пшеницы.

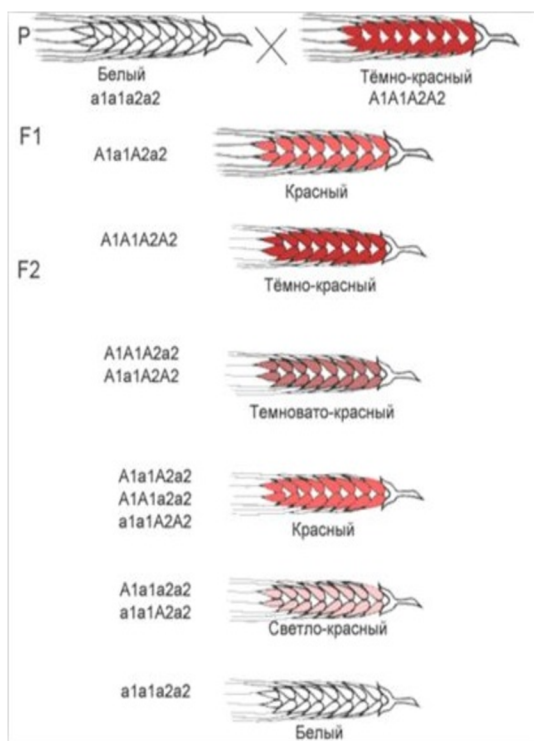


При кумулятивной полимерии наблюдается трансгрессия — выщепления в F_2 потомков с более сильными или более слабым выражением признака, чем у их родительских форм и гибридов F_1 .

Появление растений с более ценным выражением признака называется положительной, с менее ценным — отрицательной трансгрессией. Так, например, при скрещивании растений пшеницы, имеющих среднюю и выше средней плотность колоса, в F_2 может быть выщепление растений с более плотной и с более рыхлым колосом, чем это было у родительских исходных сортов.

Явление полимерии было открыто в 1908 году Нильсоном Эле, который изучал наследование окраски зерновки у пшеницы.

Задания выполняются так же, как и при обычном полигибридном скрещивании. Особое внимание следует обратить на условные обозначения полимерных генов, на характер их фенотипического проявления в доминантных и рецессивных потомков. При выписывании расщепления по фенотипу пользоваться фенотипическим радикалом не целесообразно, так как степень проявления некоторых признаков зависит от суммарного числа доминантных аллелей.



ИЗУЧИТЕ ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Задача

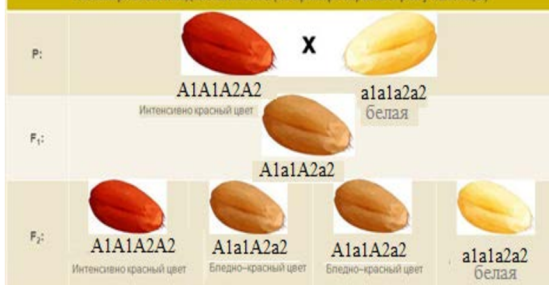
У пшеницы темно-красная окраска зерновки обусловлена двумя парами доминантных полимерных генов $A_1A_1A_2A_2$, а белая — двумя парами рецессивных аллелей $a_1a_1a_2a_2$. Если в генотипе присутствуют четыре доминантных гена $A_1A_1A_2A_2$ то окраска зерновки будет темно-красной, три — $A_1A_1A_2a_2$ или $A_1a_1A_2A_2$ — красная, два $A_1A_1a_2a_2$ или $a_1a_1A_2A_2$ — светло-красная, один $A_1a_1a_2a_2$ или $a_1A_1a_2a_2$ бледно-красная.



Полимерия

В генотипе несколько генов (полигенов), которые контролируют один признак. Действие полигенов зависит от числа доминантных аллелей признака, зависящие от полигенов – количественные.

Полимерное взаимодействие генов (на примере окраски зерна у пшеницы)



Скрещивали гетерозиготное светло-красное растение с белозерной родительской формой.

Сколько генотипов и фенотипов получили в F_2 ?

$$\begin{array}{rcl}
 P & A_1a_1A_2a_2 & \times \quad a_1a_1a_2a_2 \\
 & \text{Бледно-красный} & \text{белый} \\
 \\
 G & A_1A_2 \quad A_1a_2 \quad a_1A_2 \quad a_1a_2 & a_1a_2
 \end{array}$$

F_2	A_1A_2	A_1a_2	a_1A_2	a_1a_2
a_1a_2	$A_1a_1A_2a_2$ светло-красная	$A_1a_1a_2a_2$ бледно-красная	$a_1a_1A_2a_2$ бледно-красная	$a_1a_1a_2a_2$ белая

Генотип 1:1:1:1

Фенотип 1:2:1

Задача.

Рост человека определяется взаимодействием нескольких пар генов: A_1 и a_1 , A_2 и a_2 , A_3 и a_3 . Люди с генотипом $a_1a_1a_2a_2a_3a_3$ имеют рост 150 см., с генотипом $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$ — 180 см. (каждый доминантный ген прибавляет к

росту 5 см.). Племя людей низкого роста поработаются ордой воинов из племени, состоящего из людей 180 см роста. Победители убивают мужчин и женятся на их женщинах. Как распределяются дети (F_1) и внуки (F_2) по росту?

Решение:

Схема первого скрещивания:

$$\begin{array}{rcl}
 P: & \text{♀ } A_1A_1A_2A_2A_3A_3 & \text{X } \text{♂ } a_1a_1a_2a_2a_3a_3 \\
 & \text{рост 180 см} & \text{рост 150 см} \\
 \\
 G: & A_1A_2A_3, & a_1a_2a_3 \\
 \\
 F_1: & A_1a_1A_2a_2A_3a_3 & \\
 & \text{рост 165 см} &
 \end{array}$$

Все дети, рождённые от воинов-поработителей и женщин-порабощённых будут гетерозиготны по всем трём генам роста. Фенотипически, по росту, они все будут примерно одинаковы (рост их будет около 165 см — среднее значение между 180 и 150). При скрещивании гибридов первого поколения $A_1a_1A_2a_2A_3a_3 \times A_1a_1A_2a_2A_3a_3$ у каждого из гибридов образуется по 8 типов гамет, поэтому во втором поколении ожидается расщепление в 64-х долях (8×8).

Схема второго скрещивания:

$$\begin{array}{rcl}
 P: & \text{♀ } A_1a_1A_2a_2A_3a_3 & \text{X } \text{♂ } A_1a_1A_2a_2A_3a_3 \\
 \\
 G: & A_1A_2A_3, A_1A_2a_3, A_1a_2A_3, a_1a_2A_3, & A_1A_2A_3, A_1A_2a_3, A_1a_2A_3, a_1a_2A_3, \\
 & a_1a_2A_3, a_1A_2A_3, a_1A_2a_3, A_1a_2A_3 & a_1a_2A_3, a_1A_2A_3, a_1A_2a_3, A_1a_2A_3 \\
 \\
 F_2 & &
 \end{array}$$

[illegible]

Учитывая, что каждый доминантный ген прибавляет к росту 5 см, то, используя решетку Пеннета, можно подсчитать частоты доминантных генов среди генотипов второго поколения. Для этого в каждой из 64 клеток вместо генотипа записывается число присутствующих в нем доминантных аллелей. Определив частоты доминантных аллелей, можно убедиться, что генотипы с числом доминантных генов 6,5,4,3, 2, 1,0 встречаются 1,6,15,20,15,6,1 раз соответственно. Записать решётку Пеннета можно так:

	$A_1A_2A_3$	$A_1A_2a_3$	$A_1a_2a_3$	$a_1a_2a_3$	$a_1a_2A_3$	$a_1A_2a_3$	$A_1a_2A_3$	$A_1a_2a_3$
$A_1A_2A_3$	6	5	4	3	4	5	4	5
$A_1A_2a_3$	5	4	3	2	3	4	3	4
$A_1a_2a_3$	4	3	2	1	2	3	2	3
$a_1a_2a_3$	3	2	1	0	1	2	1	2
$a_1a_2A_3$	3	3	2	1	2	3	2	3
$a_1A_2A_3$	5	4	3	2	3	4	3	4
$a_1A_2a_3$	4	3	2	1	2	3	2	3
$A_1a_2A_3$	5	4	3	2	3	4	3	4
6 (180 см) - 1/64	5 (175 см) - 6/64	4 (170 см) - 15/64	3 (165 см) - 20/64	2 (160 см) - 15/64	1 (155 см) - 6/64	0 (150 см) - 1/64		

Ответ:

F_1 — 165 см, так как генотип $A_1a_1A_2a_2A_3a_3$ содержит три доминантных гена, по одному в каждой аллели.

F_2 — 180 см — 1/64, 175 см — 6/64, 170 см — 15/64, 165 — 20/64, 160 — 15/64, 155 — 6/64, 150 — 1/64.

Задача 1.

Цвет кожи человека определяется взаимодействием генов по типу полимерии: цвет кожи тем темнее, чем больше доминантных генов в генотипе: если 4 доминантных гена — кожа чёрная, если 3 — тёмная, если 2 — смуглая, если 1 — светлая, если все гены в рецессивном состоянии — белая. Негритянка вышла замуж за мужчину с белой кожей. Какими могут быть их внуки, если их дочь выйдет замуж за мулата ($AaBb$) ?

Дано:
 черная кожа: ААВВ
 темная кожа: АаВВ
 ААВв
 смуглая кожа: АаВв
 ААвв
 ааВВ
 светлая кожа: Аавв
 ааВв
 белая кожа: аавв
 Р: ♀ ААВВ
 ♂ аавв

Ответ: (по решетке Пеннета)

вероятность рождения внуков — с черной кожей — 6,25% ,
 - с темной — 25%,
 - со смуглой — 37,5%,
 - со светлой — 25%,
 - с белой — 6,25%.

Задача 2.

Наследование яровости у пшеницы контролируется одним или двумя доминантными полимерными генами, а озимость — их рецессивными аллелями. Каким будет потомство при скрещивании двух дигетерозигот?

Дано:
 А*В* — яровость
 А*вв — яровость
 ааВ* — яровость
 аавв — озимость
 Р: ♀ АаВв
 ♂ АаВв

Ответ: (по решетке Пеннета)

15/16 яровых,
 1/16 — озимых.

Задача 3.

Птицы Говоруны отличаются умом и сообразительностью. Хохолки на голове бывают белые и красные (окраска красных наследуется двумя парами генов). Скрещиваются две птицы с белыми хохолками, и у них выводится птенец с красным хохолком на голове. Каковы генотипы родителей и птенца?

Дано:
 А*В* — красные
 А*вв — белые
 ааВ* — белая
 аавв — белая
 Р: ♀ бел. ♂ бел.
 F₁ : красн.

Ответ: (по решетке Пеннета)

♀ А*вв , ♂ ааВ*

Задача 4.

На Третьей планете системы Медуза Алиса Селезнева обнаружила цветы с обычной сердцевинкой и зеркальной сердцевинкой (зеркальная сердцевина определяется двумя парами генов). Можно ли получить цветы с зеркальной сердцевинкой, если скрестить два растения с обычными сердцевинами? При каких генотипах родителей?

Дано:

A^*B^* — зеркальн.

A^*bb — обычная

aab^* — обычная

$aabb$ — обычная

F_1 : A^*B^*

Ответ:

(по решетке Пеннета)

да,

если P : ♀ A^*bb , ♂ aab^*

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ПОЛИМЕРИИ

Задача 1. У пшеницы плотность колоса определяется по числу колосков на 10 см. длины колосового стержня. Различают следующие типы плотности колоса: рыхлый — меньше 17 колосков, средней плотности 17-20, выше средней — 20-23, плотный — 23-26, очень плотный булововидный — больше 26. Чем меньше содержится в генотипе доминантных генов, тем плотнее колос.

Какую максимально возможную плотность колоса могут иметь растения F_2 ?

Сколько фенотипов могут иметь растения F_2 ?

Задача 2. У кур оперение ног детерминируется двумя парами полимерных некумулятивных генов. Скрещивали куриц, имеющих неоперенные ноги, с петухами, имеющими оперенные ноги и все гены в доминантном состоянии.

Сколько разных гамет образуют родительские генотипы?

Сколько птиц из 1128 могли иметь оперенные ноги и неоперенные ноги?

Задача 3. Тетя Лиза, посмотревшись всякого по телевизору, требовала у тети Даши ответ на вопрос: "Может ли у двух негров родиться белый ребенок?" Тетя Даша говорила: "Нет". Но тетя Лиза не унималась: "А почему нет? Ведь у белых может родиться негр? Может! Почему наоборот нельзя?" Так они спорили каждый вечер. Помогите тете Лизе вернуться к телевизору.

Задача 4. Уши кроликов породы баран имеют длину 30 см, у других пород — 10 см. Предположим, что различия в длине ушей зависят от двух пар

генов с однозначным накапливающим действием. Генотип кроликов породы баран $D_1D_1D_2D_2$, обычных кроликов $d_1d_1d_2d_2$. Определите генотипы и фенотипы потомков первого и второго поколения от скрещивания этих пород между собой.

Длина ушей у кроликов
контролируется также парой неаллельных генов. Кролики с генотипом AABV имеют длину ушей 30 см, аавв – 10.
Расщепление у гибридов F_2 : **1:4:6:4:1.**



Задача 5. При скрещивании двух растений пастушьей сумки с треугольными и овальными стручочками в первом поколении все потомки имеют треугольные стручочки, а в F_2 145 растений — с треугольными и 14 с овальными. Определите тип наследования формы плодов у пастушьей сумки, напишите схему обоих скрещиваний.

Задача 6. Скрещиваются две породы кур с оперенными и голыми ногами. В первом поколении все цыплята имеют оперенные ноги, а в F_2 225 потомков с оперенными и 14 с голыми. Определите тип наследования оперения у кур, напишите схему обоих скрещиваний.

Задача 7. При самоопылении растений овса получено 11 растений, имеющих высоту 40 см, 41 растение высотой 45 см, 59 потомков высотой 50 см, 38 растений высотой 55 см и 9 растений высотой 60 см. Объясните полученные результаты, приведите схему скрещивания.

Задача 8. Рост человека определяется несколькими парами неаллельных несцепленных полимерных генов. В популяции самые высокие люди имеют рост 180 см, а самые низкие — 150 см. Низкорослая женщина вышла замуж за мужчину ростом 165 см. У них было 4 ребенка, рост которых составлял 150 см, 155 см, 160 см, 165 см. Определить генотипы родителей.

Задача 9. Сорт ячменя с темно-пурпурными семенами скрещен с сортом, имеющим белые семена. Все гибриды F_1 имели темно-пурпурное семя, а в F_2 получено: 840 темно-пурпурных семян, 215 светло-пурпурных и 72 белых. Сколько растений F_2 были гетерозиготами по обоим парам генов?

Задача 10. Сын белой женщины и негра женился на белой женщине. Может ли ребёнок от этого брака быть темнее своего отца?

Задача 11. Может ли у одной пары родителей родиться двое детей-близнецов, один из которых белый, а другой — негр?

Задача 12. Цвет зёрен у пшеницы контролируется двумя парами рецессивных генов, при этом доминантные гены обуславливают красный цвет, а рецессивные гены окраски не дают. Растение, имеющее красные зёрна, скрещивается с красными, но менее яркими. В потомстве получились краснозёрные, но с различной степенью окраски, и часть белозерных. Каковы возможные генотипы родителей?

Задача 13. От брака среднего мулата и светлой мулатки родилось много детей, среди которых по $3/8$ средних и светлых мулатов и по $1/8$ тёмных мулатов и белых. Каковы возможные генотипы родителей?

Задача 14. У кур оперенность ног определяется доминантными аллелями двух генов A_1 и A_2 . Характер оперенности ног в этих случаях один и тот же как при наличии одного, так и при наличии нескольких полимерных доминантных генов. Это пример наследования по типу некумулятивной полимерии, когда характер проявления признака не меняется в зависимости от числа доминантных полимерных генов.

Определите генотипы и фенотипы потомства в F_1 и F_2 , если одна из родительских форм гомозиготна по доминантным полимерным генам A_1 и A_2 , а другая гомозиготна по рецессивным полимерным генам a_1 и a_2 .

Задача 15. Сын белой женщины и негра женился на белой женщине. Может ли ребёнок от этого брака быть темнее своего отца?

Задача 16. От брака среднего мулата и светлой мулатки родилось много детей, среди которых по $3/8$ средних и светлых мулатов и по $1/8$ тёмных мулатов и белых. Каковы возможные генотипы родителей?

Задача 17. Рост человека контролируется несколькими парами генов, которые взаимодействуют по типу полимерии. Если пренебречь факторами среды и условно ограничиться лишь тремя парами генов, то можно допустить, что в такой популяции самые низкорослые люди имеют все рецессивные гены и рост 150 см, самые высокие — доминантные гены и рост 180 см. Определите рост людей, гетерозиготных по всем трем парам генов роста.

Задача 18. При наличии гена M , обеспечивающего способность синтезировать меланин, у человека различия в цвете кожи обуславливаются в основном двумя парами независимо расщепляющихся генов $a_1A_1A_2A_2$ — черная кожа, $a_1a_1a_2a_2$ — белая кожа. Любые три аллеля черной кожи дают темную кожу, любые два — смуглую, один — светлую. Каковы генотипы следующих родителей:

- а) оба смуглые, имеют одного черного и одного белого ребенка;
- б) оба черные и имеют ребенка альбиноса;
- в) оба смуглые и дети тоже смуглые;
- г) один смуглый, а другой светлый; из большого числа детей $\frac{3}{8}$ смуглых, $\frac{1}{8}$ темных, $\frac{1}{8}$ белых?

Задача 19. Низкорослая женщина вышла замуж за мужчину среднего роста. У них было четверо детей, которые имели рост 165 см, 160 см, 155 см, 150 см. Определите генотип родителей и их рост.

Задача 20. Длина шерсти у кроликов зависит от трех генов с однозначным действием. У одной породы кроликов длина шерсти в среднем составляет 8 см (все гены доминантные), а у другой — 2 см (все гены рецессивные). Какое будет расщепление в первом и во втором поколении после скрещивания этих кроликов?

Задача 21. Уши у кроликов одной породы длинные и равны 30 см (все гены доминантные), а короткие — 10 см (все гены рецессивные). Длина ушей зависит от двух пар генов. Какое будет расщепление этого признака в первом и во втором поколении после скрещивания кроликов, имеющих длинные уши, с короткоухими?

ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ «ПЛЕЙОТРОПИЯ»

Случай множественного действия гена, когда один ген может влиять на развитие нескольких признаков, называют **плейотропией** (от греч. *плеон* — больше и *тропос* — направление). Явление плейотропии объясняется тем, что гены плейотропного действия контролируют синтез определённых ферментов, принимающих участие во многих обменных процессах в клетке и в организме в целом и тем самым одновременно влияющих на проявление и развитие многих признаков. Таким образом, плейотропное действие генов имеет биохимическую природу: один белок-фермент, образующийся под контролем одного гена, определяет не только развитие данного признака, но и воздействует на вторичные реакции биосинтеза других признаков и свойств, вызывая их изменение.

Плейотропное действие генов впервые было обнаружено Г. Менделем, который установил, что у растений с пурпурными цветками всегда имелись красные пятна в пазухах листьев, а семенная кожура была серого или бурого цвета. То есть развитие этих признаков определяется действием одного наследственного фактора (гена).

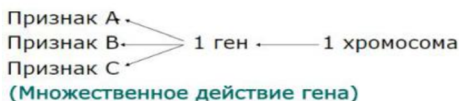


У человека встречается рецессивная наследственная болезнь — серповидно-клеточная анемия. Первичным дефектом этой болезни является замена одной из аминокислот в молекуле гемоглобина, что приводит к изменению формы эритроцитов. Одновременно с этим возникают нарушения в сердечно-сосудистой, нервной, пищеварительной, выделительной системах. Это приводит к тому, что гомозиготный по этому заболеванию ребенок погибает в детстве. Причиной синдрома Марфана является доминантная мутация гена,

контролирующего одновременно рост, длину пальцев, формирование интеллекта и форму хрусталика. Для человека с этим синдромом характерен комплекс следующих признаков — высокий рост, очень длинные гибкие («паучьи») пальцы, повышенный интеллект, близорукость.

Плейотропия широко распространена. Изучение действия генов показало, что плейотропным эффектом, очевидно, обладают многие, если не все, гены.

Плейотропное действие гена



Каракульские ягнята с серой окраской (ширази) возникли в результате мутации от овец с черной окраской. Гены серой окраски в гомозиготном состоянии вызывают гибель ягнят в раннем возрасте. Для получения жизнеспособных серых ягнят скрещивают серых овец с черными.

Примером плейотропного действия генов является ген белой окраски шерсти у кошек. Доминантный аллель *W* этого гена определяет не только белый цвет шерсти, но и цвет глаз и глухоту голубоглазых кошек.

При скрещиваниях лабораторных мышей иногда появляются необычные жёлтые мыши. Ген, ответственный за развитие такой окраски шерсти, одновременно вызывает зябкость, бесплодие и карликовость.

У дрозофилы ген белого цвета глаз также влияет на цвет тела, длину крыльев, снижает плодовитость и уменьшает продолжительность жизни.

Плейотропным действием одного гена объясняется наследственная патология — **синдром Марфана** у человека. Причиной синдрома Марфана является доминантная мутация гена, контролирующего одновременно рост, длину пальцев, формирование интеллекта и форму хрусталика. Для человека с этим синдромом характерен комплекс следующих признаков — высокий рост, очень длинные гибкие («паучьи») пальцы, повышенный интеллект, близорукость. Эта патология характеризуется тем, что доминантный аллель одного гена обуславливает аномалию пальцев («паучьи пальцы»), а также дефект хрусталика глаза, аномалию скелета и сердца. Кроме таких негативных влияний, этот ген «дарит» своему владельцу повышенный уровень адре-

налина в крови, а вместе с ним чрезвычайную трудоспособность, очень быстрые реакции, словом, качества, которые отвечают эпитету «горячий человек».



Ген, отвечающий за белую окраску глаз дрозофилы, обуславливает светлую окраску внутренних органов, уменьшает плодовитость и продолжительность жизни.

Неслучайно, что синдромом Марфана страдали многие известные люди *Г. Х. Андерсен; А. Линкольн; Н. Паганини*, которые сумели создать свою судьбу, добиться славы и популярности благодаря чрезвычайному трудолюбию и высокой жизненной активности.

ПРИМЕРЫ

Человек

- Ген, обуславливающий рыжие волосы, обуславливает более светлую окраску кожи и появление веснушек.
- Фенилкетонурия (ФКУ), болезнь, вызывающая задержку умственного развития, выпадение волос и пигментацию кожи, может быть вызвана мутацией в гене, кодирующем фермент фенилаланин-4-гидроксилаза, который в норме катализирует превращение аминокислоты фенилаланина в тирозин.
- Рecessивная мутация в гене, кодирующем синтез глобиновой части в гемоглобине (замена одной аминокислоты), вызывающая серповидную форму эритроцитов, изменения в сердечно-сосудистой, нервной, пищеварительной и выделительной системах.
- Арахнодактилия, вызываемая доминантной мутацией, проявляется одновременно в изменениях пальцев рук и ног, вывихах хрусталика глаза и врождённых пороках сердца.
- Галактоземия, вызываемая рецессивной мутацией гена, кодирующего фермент галактозо-1-фосфатуридилтрансфераза, приводит к слабоумию, циррозу печени и слепоте.

Иные живые существа

- Белые голубоглазые коты имеют склонность к глухоте.
- Летальная мутация, вызывающая нарушения в развитии хрящей у крыс, приводит к смерти за счет большого количества патологий в разных системах организма.
- У овса окраска чешуйки и длина ости семени регулируются одним геном.

Плейотропия — явление, при котором один ген обуславливает несколько признаков. Возможны случаи, когда при плейотропии ген по отношению к одному признаку доминирует, а по отношению к другому является рецессивным. В некоторых случаях при плейотропии наблюдается расщепление при скрещивании моногибридов не 3 : 1, а 2 : 1. Это объясняется тем, что один из признаков определяется летальным геном, таким образом, в гомозиготе ведет к гибели.

Пример

У кур ген коротконогости Cp доминирует над аллельным геном нормальной длины ног cp и одновременно вызывает укорочение клюва и нарушение развития. Гомозиготные по этому гену эмбрионы ($CpCp$) на третий-четвертый день инкубации останавливаются в развитии и к концу первой недели почти все гибнут.

Какое потомство и в каком соотношении получится от скрещивания коротконогих кур и петухов между собой?

Решение

Птица с генотипом $CpCp$ погибает, с генотипом $срср$ имеет ноги нормальной длины. Следовательно, коротконогие куры и петухи имеют генотип $Cpср$.

Схема скрещивания:

P:	♀ $Cpср$	x	♂ $Cpср$
Гаметы:	 Cp		 $ср$
F_1	$CpCp$ погибают	$Cpср$ коротконогие	$срср$ коротконогие
			$Cpср$ с ногами нормальной длины

В результате летальности гена Cp в гомозиготном состоянии в потомстве наблюдается расщепление в соотношении 2:1 — 2 части птиц с короткими ногами и 1 часть — с нормальной длиной.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Задача 1. От скрещивания серебристо-соболиного самца с темными норками получено 42 серебристо-соболиных и 38 темных норок. Величина помета в среднем составила 5 щенков. При скрещивании серебристо-соболиных норк между собой получено 17 особей родительского типа и 9 темных при средней величине помета 3,6 щенка. Определите генотипы родителей и потомков. Объясните результаты этих скрещиваний.

Задача 2. У мексиканского дога ген, вызывающий отсутствие шерсти, в гомозиготном состоянии ведет к гибели потомства. При скрещивании двух нормальных догов часть потомства погибла. При скрещивании того же самца со второй самкой гибели не было. Однако при скрещивании потомков от этих двух скрещиваний опять наблюдалась гибель щенков. Определите генотипы всех скрещиваемых особей.

Задача 3. От быка шортгорнской породы получено 20 чалых и красных телок с нормальной плодовитостью и 10 белых телок, которые оказались бесплодными. Каков генотип быка? Нет ли какого-либо сомнения в получении результатов? Какой ген плейотропный?

Задача 4. У кур ген коротконогости Cr одновременно вызывает укорочение клюва. У гомозиготных по этому гену цыплят клюв так мал, что они не в состоянии проклюнуть скорлупу и гибнут, не вылупившись из яиц. В инкубаторе хозяйства, разводящих только коротконогих птиц, получено 3000 цыплят. Сколько из них коротконогих?

Задача 5. У скота породы декстер ген D вызывает укороченность головы, ног и улучшает его мясные формы. Но в гомозиготном состоянии, обладая рецессивным летальным действием, вызывает гибель организма в утробный период или вскоре после рождения. Каким будет расщепление при спаривании двух гетерозиготных животных? При анализирующем скрещивании? Каких по генотипу животных следует спаривать, чтобы избежать отхода?

Задача 6. Среди карпов есть чешуйчатые и бесчешуйчатые (линейные и зеркальные). Разведение «в себе» бесчешуйчатых карпов в потомстве дает 2 части бесчешуйчатых и 1 часть чешуйчатых рыб. В чем причина этого? Как осуществлять подбор производителей, чтобы избежать отхода части потомства?

Задача 7. У пастелевых норок (коричневой окраски) содержание меланина в мехе, радужной оболочке глаз, на носу, губах и в ногтях меньше, чем у стандартных (черных), что обусловлено действием одной пары аллелей около $1/4$ пастелевых норок страдают аномалией «закидывания головы», что ведет к потере равновесия. Данный порок не летален. Какой процент норок будет выбракован при скрещивании пастелевых норк между собой и при скрещивании пастелевого самца со стандартной самкой?

Задача 8. Желтый и серый цвет мышей обусловлен двумя аллельными генами. При скрещивании желтых мышей между собой получено 34 желтых и 16 серых мышат. Проведите спаривание желтых мышей с серыми. Определите соотношение цветовых окрасок в потомстве от этого скрещивания. Сопоставьте оба результата и дайте характеристику генам.

Задача 9. При инкубировании 10 тысяч яиц, полученных от спаривания коротконогих кур между собой, вывелось 7498 цыплят, из которых 2482 цыпленка имели нормальную длину ног. Каковы генотипы длинноногих кур? Каков фенотип и генотип остальных цыплят? Объясните полученные результаты и дайте характеристику генам.

Задача 10. Гетерозиготный бык голштинской породы несет ген, вызывающий отсутствие волосяного покрова, в гомозиготном состоянии этот ген ведет к гибели теленка. Определите вероятность рождения нежизнеспособного теленка от скрещивания этого быка с его дочерью от нормальной коровы. Как наследуется ген бесшерстности?

Задача 11. Ген We вызывает у овец каракульской породы серую окраску смушка — ширази. При спаривании серых маток с серыми же баранами было получено 8424 серых и 2811 черных ягнят. Затем из оставленных на племя серых ягнят пало 33,6 % черных — только 2,2 %. В чем причина такой большой гибели серых ягнят? Как наследуется серая масть? Каких животных надо спаривать, чтобы избежать гибели части серых ягнят?

Задача 12. У человека доминантная мутация брахидактилия проявляется в виде укороченных пальцев в результате слияния первых и вторых фаланг. Однако в гомозиготном состоянии она приводит к гибели эмбриона. Какова вероятность рождения ребенка с брахидактилией от брака мужчины с укороченными пальцами и женщины, имеющей нормальное развитие пальцев.

Задача 13. Платиновые лисицы иногда ценятся выше, чем серебристые, что диктуется модой. В это время звероводческие хозяйства стараются получать как можно больше платиновых щенков.

Какие пары наиболее выгодно скрещивать для получения платиновых лисиц, если известно, что платиновость и серебристость определяются аллельными аутосомными генами, платиновость доминирует над серебристостью, но в гомозиготном состоянии ген платиновости вызывает гибель зародыша?

Задача 14. У пчел ген, определяющий вислоккрылость, проявляется только в гетерозиготном состоянии, а в гомозиготном вызывает гибель организма:

а) определите фенотипы и генотипы потомства от скрещивания вислоккрылой пчелы с нормальным трутнем;

б) определите фенотипы и генотипы самцов-потомков вислокрылых пчел.

Задача 15. У мексиканского дога ген, вызывающий отсутствие шерсти, в гомозиготном состоянии ведет к гибели потомства. При скрещивании двух нормальных догов часть потомства погибала. При скрещивании того же самца со второй самкой, гибели потомства не было. Однако при скрещивании потомков от этих двух скрещиваний опять наблюдалась гибель щенков.

Задача 16. Синдром Ван — дер — Хеве определяется доминантным геном, обладающим плейотропным эффектом. Проявляется одновременно несколько патологических признаков, каждый из которых имеет свою пенетрантность: голубая склера — 100%; хрупкость костей — 63%, глухота — 60 %. Человек — носитель голубой склеры, нормальный в отношении хрупкости костей и глухоты, женится на нормальной женщине, все родственники которой были здоровы. Какова вероятность появления у детей глухоты? Какова вероятность рождения ребенка с признаком хрупкости костей в браке двух гетерозиготных носителей голубой склеры?

Задача 17. У человека доминантная мутация брахидактилии проявляется в виде укороченных пальцев в результате слияния первых и вторых фаланг. Однако в гомозиготном состоянии она приводит к гибели эмбриона. Какова вероятность рождения ребенка с брахидактилией от брака мужчины с укороченными пальцами и женщины, имеющей нормальное развитие пальцев.

Задача 18. Платиновые лисицы ценятся выше, чем серебристые, что диктуется модой. Поэтому звероводческие хозяйства стараются получать как можно больше платиновых щенков. Какие пары наиболее выгодно скрещивать для получения платиновых лисиц, если известно, что платиновость и серебристость определяются аллельными аутосомными генами, платиновость доминирует над серебристостью, но в гомозиготном состоянии ген платиновости вызывает гибель зародыша?

Задача 19. У пчел ген, определяющий вислокрылость, проявляется только в гетерозиготном состоянии, а в гомозиготном вызывает гибель организма:

а) определите фенотипы и генотипы потомства от скрещивания вислокрылой пчелы с нормальным трутнем;

б) определите фенотипы и генотипы самцов-потомков вислокрылых пчел.

Задача 20. Генетик, занимающийся изучением различных генов, определяющих окраску шерсти у мышей, пытался вывести чистые линии мышей каждой из возможных окрасок. В процессе работы он скрещивал между собой желтых мышей на протяжении нескольких поколений и всякий раз обнаруживал в потомстве какую-то долю особей иной окраски.

а) Какие выводы можно из этого сделать относительно генотипа желтых мышей?

б) Скрещивания в нескольких поколениях дали в общей сложности 184 особи с желтой шерстью и 95 особей иной окраски; что можно сказать о природе гена желтой окраски на основании этих результатов?

в) Почему ни разу не удалось получить гомозиготную желтую мышь?

г) Что случилось с гомозиготным желтым потомством? Как можно это доказать?

Задача 21. Если среди представителей какого-либо вида млекопитающих есть особи, несущие сцепленный с полом летальный ген, вызывающий гибель и рассасывание зародыша на ранних стадиях развития, то какого отношения полов следует ожидать среди потомков нормального самца и самки, несущей этот ген?

Задача 22. Серповидноклеточная анемия у аборигенов Африки обусловлена доминантным геном S, который в гомозиготном состоянии вызывает гибель особей от анемии. Люди с генотипом ss в местных условиях гибнут от малярии, но не страдают малокровием. Гетерозиготы Ss выживают, так как не страдают малокровием и не болеют малярией. Какова доля жизнеспособного потомства у гетерозиготных родителей; у гетерозиготной матери и здорового отца?

ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ «НАСЛЕДОВАНИЕ ГРУПП КРОВИ»

Иногда в популяции оказывается не два (одна пара) аллеля гена, а три, четыре и больше: A, a₁, a₂ и т.д. Возникают они в результате мутаций в локусе хромосом. У каждой особи аллельных генов может быть не более двух, но в популяции их число практически неограниченно. Чем больше аллельных вариантов гена, тем больше возможностей комбинировать их попарно. Гены множественных аллелей взаимодействуют между собой различным образом. Нередко они образуют последовательные ряды доминирования: A доминирует над a₁, a₂, вместе с тем, a₁ доминирует над a₂. Но бывают и более сложные комбинации. У человека по типу множественных аллелей наследуется группы крови по системе ABO. У человека группы крови определяются тремя аллелями одного гена. В различных сочетаниях образуются четыре группы крови: I(0), II(A), III(B), IV(AB). Обозначаются аллели гена буквами: I⁰, I^A, I^B. Гены I^A и I^B по отношению к гену I⁰ ведут себя доминантно. Аллельные гены I^A и I^B у лиц с IV группой крови ведут себя независимо друг от друга: аллель I^A детерминирует антиген A, а аллель I^B - антиген B. Проявление в гетерозиготном состоянии признаков, детерминируемых обоими аллелями называется кодоминирование. Так наследуется четвертая группа крови.

Группа крови матери	Группа крови отца →					
	I(00)	II(A0)	II(AA)	III(B0)	III(BB)	IV(AB)
I(00)	I(00) — 100 %	I(00) — 50 % II(A0) — 50 %	II(A0) — 100 %	I(00) — 50 % III(B0) — 50 %	III(B0) — 100 %	II(A0) — 50 % III(B0) — 50 %
II(A0)	I(00) — 50 % II(A0) — 50 %	I(00) — 25 % II(A0) — 50 % II(AA) — 25 %	II(AA) — 50 % II(A0) — 50 %	I(00) — 25 % II(A0) — 25 % III(B0) — 25 % IV(AB) — 25 %	IV(AB) — 50 % III(B0) — 50 %	II(AA) — 25 % II(A0) — 25 % III(B0) — 25 % IV(AB) — 25 %
II(AA)	II(A0) — 100 %	II(AA) — 50 % II(A0) — 50 %	II(AA) — 100 %	IV(AB) — 50 % II(A0) — 50 %	IV(AB) — 100 %	II(AA) — 50 % IV(AB) — 50 %
III(B0)	I(00) — 50 % III(B0) — 50 %	I(00) — 25 % II(A0) — 25 % III(B0) — 25 % IV(AB) — 25 %	IV(AB) — 50 % II(A0) — 50 %	I(00) — 25 % III(B0) — 50 % III(BB) — 25 %	III(BB) — 50 % III(B0) — 50 %	II(A0) — 25 % III(B0) — 25 % III(BB) — 25 % IV(AB) — 25 %
III(BB)	III(B0) — 100 %	IV(AB) — 50 % III(B0) — 50 %	IV(AB) — 100 %	III(BB) — 50 % III(B0) — 50 %	III(BB) — 100 %	IV(AB) — 50 % III(BB) — 50 %
IV(AB)	II(A0) — 50 % III(B0) — 50 %	II(AA) — 25 % II(A0) — 25 % III(B0) — 25 % IV(AB) — 25 %	II(AA) — 50 % IV(AB) — 50 %	II(A0) — 25 % III(B0) — 25 % III(BB) — 25 % IV(AB) — 25 %	IV(AB) — 50 % III(BB) — 50 %	II(AA) — 25 % III(BB) — 25 % IV(AB) — 50 %

Задача 1.

Какие группы крови могут быть у детей, если у обоих родителей 4 группа крови?

Дано:

Р: ♀ АВ
♂ АВ

Решение:

Р: ♀ $I^A I^B$ х ♂ $I^A I^B$

G: I^A ; I^B I^A ; I^B

F₁ — ?

F₁: $I^A I^A$, $I^A I^B$, $I^A I^B$, $I^B I^B$
2 4 4 3

Ответ: вероятность рождения детей с 4 группой крови — 50%, со 2 и 3 — по 25%.

Задача 2.

Можно ли переливать кровь ребёнку от матери, если у неё группа крови АВ, а у отца — О?

Дано:

Р: ♀ АВ
♂ ОО

Решение:

Р: ♀ $I^A I^B$ х ♂ $I^O I^O$

G: I^A ; I^B I^O

F₁ — ?

F₁: $I^A I^O$, $I^B I^O$
2 3

Ответ: нельзя.

Задача 3.

У мальчика 4 группа крови, а у его сестры — 1. Каковы группы крови их родителей?

Дано:

F₁: АВ, ОО

Решение:

F₁: $I^A I^B$; $I^O I^O$

Р — ?

Р: **, **

Ответ: у родителей 2-ая и 3-ья группы крови.

Задача 4.

В родильном доме перепутали двух мальчиков (Х и У). У Х — первая группа крови, у У — вторая. Родители одного из них с 1 и 4 группами, а другого — с 1 и 3 группами крови. Кто чей сын?

<u>Дано:</u>	<u>Решение:</u>
P_1 : ♀ OO ♂ AB P_2 : ♀ OO ♂ BB (BO) F_1 : X — OO Y — AA (AO)	1) P_1 : ♀ $I^O I^O$ x ♂ $I^A I^B$ G: I^O $I^A ; I^B$ F_1 : $I^A I^O, I^B I^O$ 2) P_2 : ♀ $I^O I^O$ x ♂ $I^B I^B (I^B I^O)$ F_2 : $I^B I^O, I^O I^O$
Кто чей сын?	

Ответ: у X родители P_2 (с 1 и 3 группами), у Y — P_1 (с 1 и 4).

Задача 5.

У Белоснежки вторая группа крови, а у Принца — третья. Какова вероятность рождения наследника с первой группой крови, в каком случае это возможно?

<u>Дано:</u>	<u>Решение:</u>
P : ♀ AA (AO) ♂ BB (BO) F_1 — ?	P : ♀ $I^A I^A (I^A I^O)$ x ♂ $I^B I^B (I^B I^O)$ F_1 : OO 1-ая группа возможна, если Белоснежка и Принц гетерозиготны. P : ♀ $I^A I^O$ x ♂ $I^B I^O$ G: $I^A ; I^O$ $I^B ; I^O$ F_1 : $I^A I^B, I^A I^O, I^B I^O, I^O I^O$ 4 2 3 1

Ответ: вероятность рождения наследника с 1-ой группой крови 25%, это возможно, если Белоснежка и Принц гетерозиготны.

Задача 6.

В деревне умер мельник. Похоронив отца, наследство поделили три брата-младца: взял старший братец мельницу, второй прибрал осла, А кот достался младшему — коту взял младший брат. По закону ли поделили наследство братья, ведь многие соседи считали, что не все братья были родными сыновьями мельника? Можно ли на основании групп крови считать братьев сыновьями мельника? Группы крови таковы: мельник — АО, его жена — АВ, первый сын — ОО, второй сын — АА, третий сын — ВО.

<u>Дано:</u>	<u>Решение:</u>
Р: ♀ АВ ♂ АО	Р: ♀ I ^A I ^B x ♂ I ^A I ^O G: I ^A I ^B I ^A I ^O
F ₁ — ?	F ₁ : I ^A I ^A , I ^A I ^O , I ^A I ^B , I ^B I ^O 2 2 4 3

Ответ: первый сын — не родной мельнику.

Задача 7.

У Мальчика-с-пальчик группа крови АВ, его матушка имеет группу крови АО. Какую группу крови может иметь отец?

<u>Дано:</u>	<u>Решение:</u>
Р: ♀ АО F ₁ : АВ	Р: ♀ I ^A I ^O X ♂* * F ₁ : I ^A I ^B
♂ — ?	

от матушки Мальчик-с-пальчик мог получить только «А», значит, «В» он получил только от отца; а «В» содержится в генотипе 3 и 4 групп крови

Ответ: у отца может быть 3 или 4 группа крови.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Задача 1. В родильном доме в одну ночь родилось четыре младенца, имевших группы крови I, II, III и IV. Группы крови четырех родительских пар были: 1-ая пара — I и I; 2-ая пара — IV и I; 3-я пара — II и III; 4-ая пара — III и III. Четырех младенцев можно с полной достоверностью распределить по родительским парам. Как это сделать? Каковы генотипы всех родителей и детей?

Задача 2. В родильном доме случайно перепутали двух мальчиков. Родители одного из них имеют II и I группы крови, родители другого II и IV, мальчики имеют II и I группы крови. Определите, кто чей сын и генотипы родителей и детей.

Задача 3. Женщина с III группой крови имеет ребенка с I группой крови. Каковы их генотипы, и каким не может быть генотип отца?

Задача 4. У женщины IV группа крови, у ее отца та же группа крови. Муж женщины имеет I группу крови, его мать II группу. Определите генотипы всех указанных лиц. Какие группы крови могут быть у детей мужчины и женщины?

Задача 5. Если в семье, где у отца II группа крови, а у матери – III, первый ребенок имел I группу крови, то какова вероятность появления следующего ребенка с той же группой крови? Какие группы крови могут быть еще у детей от этого брака?

Задача 6. Мужчина, имеющий I группу крови, женился на женщине с II группой крови. У отца жены I группа крови. Какова вероятность, что дети от этого брака будут иметь I группу крови? II группу крови?

Задача 7. Кровь одного из родителей относится к II группе, другого — к III группе. Каковы генотипы родителей, если у них имеется много детей со следующими группами крови: а) у всех IV; б) половина IV, половина III; в) половина IV, половина II; г) $\frac{1}{4}$ IV, $\frac{1}{4}$ II, $\frac{1}{4}$ III, $\frac{1}{4}$ I?

Задача 8. У матери первая группа крови, а у отца — четвертая. Могут ли дети унаследовать группу крови одного из своих родителей?

Задача 9. В родильном доме перепутали двух мальчиков. Родители одного из них имеют первую и вторую группы крови, родители другого — вторую и четвертую. Исследование показало, что дети имеют первую и вторую группы крови. Определите, кто чей сын. Возможно, ли это сделать наверняка при других комбинациях групп крови? Приведите примеры. В каких случаях можно было бы обойтись без исследования крови отцов?

Задача 10. У мальчика первая группа крови, а у его сестры — четвертая. Что можно сказать о группах крови их родителей?

Задача 11. Родители имеют II и III группы крови. Какие группы крови можно ожидать у их детей?

Задача 12. У братьев IV(AB) группа крови. Каковы группы крови возможны у их родителей?

Задача 13. У мальчика I группа, у его сестры — IV. Что можно сказать о группах крови их родителей?

Задача 14. У родителей со II группой крови родился сын с I группой крови и гемофилик (сцепленный с X-хромосомой рецессивный тип наследования). У родителей нормальное свертывание крови. Определите вероятность рождения второго ребенка здоровым и возможные у него группы крови.

Задача 15. Женщина получила от матери аутосому с, доминантным геном Pat, обуславливающим дефект коленной чашечки, и с геном, который детерминирует II группу крови. От отца она получила ген pat, который детерминирует развитие нормальной коленной чашечки, и обуславливающий I группу крови. Расстояние между этими генами 10 морганид. Муж имеет нормальную коленную чашечку и I группу крови. Определите вероятность рождения ребенка с признаками отца.

Задача 16. Женщина с группами крови II и MN подает в суд на мужчину, как виновника рождения ее ребенка с группами крови I и N. Мужчина имеет группы крови III и M. Может ли он быть отцом ребенка?

Задача 17. В одном родильном доме у трех женщин в один день родились сыновья с группами крови I(0) M, III(B) N, II(A) MN. Группы крови родителей II(A) MN и IV(AB) N, II(A) N и III(B) N, II(A) M и II(A) MN. Определите, кто чей ребенок?

Задача 18. У мальчика группа крови MN, у его матери — M. Какая группа крови невозможна у отца?

Задача 19. У двух мальчиков группа крови I(0) N и II(A) M, у двух женщин — IV(AB) M и II(A) MN. Определите, кто чей сын?

Задача 20. В одной семье у кареглазых родителей (доминантный признак) имеется четверо детей. Двое голубоглазых детей (рецессивный признак) имеют I и IV группы, крови, а двое кареглазых — II и III группы крови. Определите вероятность рождения следующего ребенка с карими глазами и I группой крови.

ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ «СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ (КРОССИНГОВЕР)»



Т. Морган (1866-1945).

(1866-1945), американский биолог, один из основоположников генетики. Президент Национальной АН США (1927-31). Работы Морган и его школы (Г. Дж. Меллер, А. Г. Стертевант и др.) обосновали хромосомную теорию наследственности; установленные закономерности расположения генов в хромосомах способствовали выяснению цитологических механизмов законов Менделя и разработке генетических основ теории естественного отбора. Нобелевская премия (1933).

МОРГАН (Morgan) Томас Хант

Независимое наследование возможно только в том случае, если гены локализованы в разных хромосомах. Известно, что в одной хромосоме локализовано большое число генов, которые должны наследоваться сцепленно. При мейозе эти гены будут попадать в одну и ту же гамету. Совместное или сцепленное наследование генов, находящейся в одной хромосоме, известно, как закон сцепления Морган.

Наследование признаков, гены которых локализованы в одной хромосоме, происходит иначе, чем при менделеевском наследовании, когда гены, определяющие признаки, находятся в разных негомологичных хромосомах. Это различие проявится, прежде всего, в количественном расщеплении в F_2 и анализирующем скрещивании. Разберем это на примере дигибридного скрещивания. В записи генотипов при сцепленном наследовании имеются некоторые видоизменения. Когда гены находятся в разных парах хромосом, генотип дигетерозиготы записывается

так $\underline{A} \quad \underline{B}$
--- ---

$a \quad b$

(две черточки означают, что организм диплоидный) или $AaBb$.

Если гены находятся в одной паре гомологичных хромосом, то запись видоизменяется: $\frac{A \ B}{a \ b}$.

При этом аллели одного гена (Aa и Bb), находящиеся в гомологичных хромосомах, пишутся строго одна под другой.

Пусть доминантные гены AB располагаются в одной гомологичной хромосоме, а их рецессивные аллельные гены ab — в другой. Проведем скрещивание двух дигетерозигот:

$$\begin{array}{rcccl}
 P & & \frac{A \ B}{a \ b} & \times & \frac{A \ B}{a \ b} \\
 \\
 \text{Гаметы} & & \underline{AB}, \underline{ab}, & & \underline{AB}, \underline{ab}, \\
 \\
 F_2 & & \frac{A \ B}{A \ B} & & \frac{A \ B}{a \ b} & & \frac{a \ b}{a \ b} \\
 1 & & & & 2 & & 1
 \end{array}$$

РАСЩЕПЛЕНИЕ ПО ФЕНОТИПУ 3:1

Из приведенных данных следует, что при сцепленном наследовании, расщепление во втором поколении по фенотипу равно 3:1 (вместо 9: 3: 3: 1 при независимом дигибридном скрещивании,

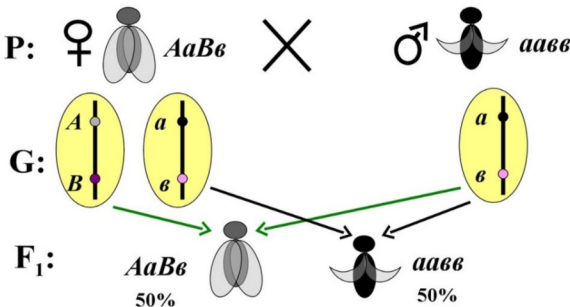
$$\begin{array}{rcccl}
 \text{т.е} & & \frac{A \ B}{-- \ --} & \times & \frac{A \ B}{-- \ --} \\
 & & a \ b & & a \ b
 \end{array}$$

При локализации генов A и B в одной хромосоме иным будет расщепление и в анализирующем скрещивании

$$\begin{array}{rcccl}
 P & & \frac{A \ B}{a \ b} & \times & \frac{a \ b}{a \ b} \\
 \\
 \text{Гаметы} & & \underline{AB}, \underline{ab}, & & \underline{ab}, \\
 \\
 F_a & & \frac{A \ B}{a \ b} & & \frac{a \ b}{a \ b} \\
 1 & & & & 1
 \end{array}$$

РАСЩЕПЛЕНИЕ ПО ФЕНОТИПУ 1:1

Цитологические основы закона сцепленного наследования признаков Томаса Моргана



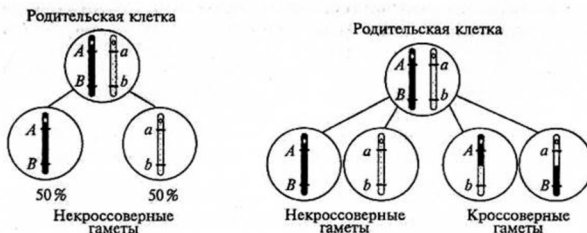
Следовательно, в анализирующем скрещивании при сцепленном наследовании расщепление по фенотипу 1:1.

Отметим, что в случае независимого наследования при анализирующем скрещивании дигетерозигота образует 4 разных генотипа и фенотипа в

$$\begin{array}{cc}
 \underline{A} & \underline{B} \\
 -- & -- \\
 a & \bar{b}
 \end{array}
 \times
 \begin{array}{cc}
 \underline{A} & \underline{B} \\
 -- & -- \\
 a & \bar{b}
 \end{array}$$

разном соотношений особей т.е. 1:1:1:1.

В исследованиях учёных школы Т. Моргана было показано, что сила сцепления разных генов не одинаково. В случае полного сцепления потомство дигетерозиготы при анализирующем скрещивании будут возникать особи, имеющие только родительское сочетание признаков в равном количественном отношении 1:1. При неполном сцеплении, потомство анализирующего скрещивания, наряду с фенотипом обоих родительских форм, будут возникать особи с иным сочетанием признаков, причём количество их будет малочисленным. Эти особи называются кроссоверными.



Их появление связаны с обменом идентичными участками гомологичных хромосом с содержащимися в них генами. Этот процесс происходит в мейозе и получил название перекрёсток хромосом или кроссинговер.

Величина перекрёста отражает расстояние между генами в хромосоме и измеряется как отношение кроссоверных особей к общему числу особей выраженное в процентах.

Гены, расположенные в одной хромосоме, составляют одну группу сцепления. Количество групп сцепления равно гаплоидному числу хромосом диплоидного организма.

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

У кукурузы окрашенный и гладкий эндосперм определяется доминантными генами *C* и *SH*, а не окрашенный и морщинистый — соответствующими рецессивными генами — *c* и *sh*. Гены *C* и *SH* расположены в одной группе сцепления. В потомстве анализирующего скрещивания получено следующее расщепление окрашенных и гладких зерен — 4032, окрашенных морщинистых — 149, неокрашенных гладких — 152. Объясните результаты опыта, указав процент кроссоверных и некроссоверных зерен. Какие были бы результаты скрещивания, если бы гены *C* и *SH* распределялись независимо?

Решение. Гены *C* и *SH* наследуются сцеплено, так как располагаются в одной хромосоме. Однако сцепление между генами неполное, потому что в противном случае в потомстве анализирующего скрещивания должно быть 2 класса особей с родительским сочетанием признаков в отношении 1:1. По условию задачи F_2 образовалось 4 класса особей по фенотипу, 2 класса многочисленных, составляющих в сумме 8057 зерен (4025+4032), и два класса малочисленных (149+152=301) с иным сочетанием признаков по сравнению с родительскими формами. Последние два класса являются кроссоверными, они образовались в результате перекрёста между гомологичными хромосомами.

Если бы гены *C* и *SH* наследовались независимо по типу дигибридного скрещивания, то а анализирующем скрещивании особей по фенотипу составило бы отношение 1:1:1:1.

Процент кроссоверных зерен вычисляем, как отношение кроссоверных зерен к общему числу зерен, умноженному на 100:

$$\frac{(149+152)}{4032+4025+149+152} \times 100 = \frac{301}{8358} \times 100 = 3,6\%.$$

Процент некрссоверных зерен составит $100 - 3,6 = 96,4\%$.

Общая схема скрещивания следующая:

$$\begin{array}{rcccl}
 P & & \frac{CSH}{csh} & \times & \frac{csh}{csh} \\
 & & & & \text{—} \\
 \text{гаметы} & \frac{CSH}{csh} & \frac{Csh}{cSH} & & \frac{csh}{csh} \\
 & \text{некрссовер.} & \text{крссовер.} & & \\
 \\
 F & & \frac{CSH}{csh} & & \frac{csh}{csh} & & \frac{Csh}{csh} & \frac{cSH}{csh} \\
 & & \text{некрссоверные } 96,4\% & & & & \text{крссоверные } 3,6\%
 \end{array}$$

Открытие кроссинговера позволило Т. Моргану и сотрудникам его школы впервые два десятилетия XX века разработать принцип построения генетических карт хромосом. Явление сцепления было использовано ими для выяснения локализации генов, расположенных в одной хромосоме, и создания генных карт плодовой мушки *Drosophila melanogaster*. На генетических картах гены располагаются линейно друг за другом на определенном расстоянии. Расстояние между генами определяется в процентах кроссинговера, или в морганидах (1 % кроссинговера равен одной морганиде).

Задача 1.

Определите частоту (процентное соотношение) и типы гамет у дигетерозиготной особи, если известно, что гены А и В сцеплены и расстояние между ними 20 Морганид.

Ответ: крссоверные гаметы — Аа и аВ — по 10%,
некрссоверные — АВ и ав — по 40%

Задача 2.

У томатов высокий рост доминирует над карликовым, шаровидная форма плодов — над грушевидной. Гены, ответственные за эти признаки, находятся в сцепленном состоянии на расстоянии 5,8 Морганид. Скрестили дигетерозиготное растение и карликовое с грушевидными

Ответ: 47,1% — высокого роста с шаровидными плодами
47,1% — карликов с грушевидными плодами
2,9% — высокого роста с грушевидными плодами,
2,9% — карликов с шаровидными плодами.

Задача 3.

Дигетерозиготная самка дрозофилы скрещена с рецессивным самцом. В потомстве получено АаВв — 49%, Аавв — 1%, ааВв — 1%, аавв — 49%. Как располагаются гены в хромосоме?

Ответ: гены наследуются сцеплено, т.е. находятся в 1 хромосоме. Сцепление неполное, т.к. имеются кроссоверные особи, несущие одновременно признаки отца и матери: 1% + 1% = 2%, а это значит, что расстояние между генами 2 Морганиды.

Задача 4.

Скрещены две линии мышей: в одной из них животные с извитой шерстью нормальной длины, а в другой — с длинной и прямой. Гибриды первого поколения были с прямой шерстью нормальной длины. В анализирующем скрещивании гибридов первого поколения получено: 11 мышей с нормальной прямой шерстью, 89 — с нормальной извитой, 12 — с длинной извитой, 88 — с длинной прямой. Расположите гены в хромосомах.

Ответ: Ав расстояние между генами 11,5 Морганид
ав

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Задача 1. Самка дрозофилы имеет генотип $P \frac{A\ a}{A\ B}$, а самец $\frac{a\ a}{a\ a}$

В потомстве от их скрещивания получено 12% кроссоверных мух. Определите генотипы потомков и процент дрозофил каждого генотипа.

Задача 2. У дрозофилы чёрная окраска тела и зачаточные крылья являются рецессивными признаками и обозначаются буквами *b* (black — чёрный) и *vg* (vestigial — зачаточный). Доминантные аллели этих генов определяют соответственно развитие нормальных признаков — серой окраски и длинных крыльев, которые принято обозначать знаком «+». Скрещена гомозиготная самка дрозофилы, имеющая серую окраску и длинные крылья, с самцом, у которого чёрное тело и редуцированные крылья. В F_2 получено 87 чернотельных мух с редуцированными крыльями и 269 — серотелых с длинными крыльями. Как можно объяснить полученный результат? Запишите скрещивание.

Задача 3. У растений горошка душистого гены, детерминирующие окраску цветков и наличие усиков на листьях, локализованы в одной хромосоме и наследуются сцеплено.

При скрещивании гомозиготных растений, ярко- красную окраску цветков и усиков на листьях (генотип $RRTT$), с растением, имеющим бледно-розовые цветки и без усиков на листьях (генотип $rrtt$) F_1 получили 80 гибридов. Их скрестили с растениями, у которых оба признака находились в рецессивном состоянии, и получили 120 растений Fb .

1. Сколько типов гамет могут образовать растения F_1 .
2. Сколько растений Fb могли иметь бледно — розовую окраску цветков и листья без усиков.
3. Сколько растений Fb могли иметь ярко — розовую окраску цветков и листья без усиков.
4. Сколько разных генотипов может быть в Fb .
5. Сколько разных фенотипов может быть в Fb .

Задача 4. Гены А и В локализованы в одной и той аутосоме.

а) Сколько и какие типы некрсоверных и кроссоверных гамет образует дигетерозиготная женщина, у которых доминантные гены находятся в одной хромосоме, а их рецессивные аллели в другой?

б) Сколько и какие типы некрсоверных и кроссоверных гамет образует дигетерозиготный мужчина, у которых доминантные гены находятся в одной хромосоме, а их рецессивные аллели в другой?

Задача 5. Самка и самец дрозофилы гетерозиготны генам А и Р. Оба доминантных гена находятся в одной хромосоме на расстоянии 12 морганид. Какой процент яйцеклеток и сперматозоидов будет содержать хромосому с двумя этими доминантными генами?

Задача 6. Гены Р и R локализованы в X-хромосоме.

а) Сколько и какие типы гамет образует дигетерозиготная женщина, у которой доминантные гены находятся в одной X-хромосоме, а их рецессивные аллели в другой?

б) Сколько и какие типы гамет образует мужчина, имеющий гены Р и Ю

Задача 7. Расстояние между аутосомным геном, ответственным за группу крови Лютеран, и геном, от которого зависит растворимость некоторых белков крови, равно 13 морганид. Укажите процент некрсоверных гамет у дигетерозиготной особи.

Задача 8. При скрещивании дигетерозиготных самок чухи дрозофилы с рецессивными самцами получены следующие результаты:

- 1) АВ : Ав : аВ : ав = 25% : 25% : 25% : 25%;
- 2) АВ : Ав : аВ : ав = 45% : 5% : 5% : 45%;
- 3) АВ : Ав : аВ : ав = 5% : 45% : 45% : 5%.

Задача 9. В каких случаях будет сцепленное наследование, в каких — свободное комбинирование? Как расположены гены в хромосомах в 1, 2 и 3 случаях? Определите расстояние между генами А и В во 2 и 3 случаях.

Задача 10. Гены, влияющие на наличие резуса фактора и форму эритроцитов, находятся в одной аутосоме на стоянии 3 морганид. Дигетерозиготный мужчина имеет резус-положительную кровь (доминантный признак) и эритроциты эллиптической формы (доминантный признак) причем один доминантный ген он получил от матери, второй — от отца. Его супруга имеет резус-отрицательную кровь и эритроциты нормальной формы. Какова вероятность, что ребенок будет иметь признаки отца?

Задача 11. Между генами С и В кроссинговер происходит в 20% случаев, а между генами D и F- в 40% случаев. Гены С и В лежат в одной хромосоме, а гены D и F — в другой гомологичной хромосоме. Какие типы гамет, и в каком процентном соотношении образуются у особи с генотипом

Задача 12. У тутового шелкопряда гены А и D расположены в одной группе сцепления на расстоянии 8 морганид. Определите, какие гаметы и в каком процентном соотношении образуются у самки, имеющей генотип

Задача 13. У дрозофилы гены А и С расположены в одной группе сцепления на расстоянии 6,8 морганид. Определите, какие гаметы и в каком процентном соотношении образуются у самки дрозофилы, имеющей генотип Аасс.

Задача 14. Скрестили дигетерозиготных самцов мух дрозофил с серым телом и нормальными крыльями (признаки доминантные) с самками с черным телом и укороченными крыльями (рецессивные признаки). Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, а также возможные генотипы и фенотипы потомства F₁, если доминантные и рецессивные гены данных признаков попарно сцеплены, а кроссинговер при образовании половых клеток не происходит. Объясните полученные результаты.

Задача 15. Дигетерозиготное растение гороха с гладкими семенами и усиками скрестили с растением с морщинистыми семенами без усиков. Известно, что оба доминантных гена (гладкие семена и наличие усиков) локализованы в одной хромосоме, кроссинговера не происходит. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, фенотипы и генотипы потомства, соотношение особей с разными генотипами и фенотипами. Какой закон при этом проявляется?

Задача 16. У кукурузы рецессивный ген «укороченные междоузлия» (b) находится в одной хромосоме с рецессивным геном «зачаточная метелка» (v). При проведении анализирующего скрещивания с растением, имеющим нормальные междоузлия и нормальную метелку, всё потомство было похоже на одного из родителей. При скрещивании полученных гибридов между собой в потомстве оказалось 75% растений с нормальными междоузлиями и нормальными метелками, а 25% растений с укороченными междоузлиями и за-

чаточной метелкой. Определите генотипы родителей и потомства в двух скрещиваниях. Составьте схему решения задачи. Объясните полученные результаты. Какой закон наследственности проявляется во втором случае?

Задача 17. При скрещивании душистого горошка с яркой окраской цветков и усами с растением с бледной окраской цветков и без усов (гены сцеплены) в F_1 все растения были с яркими цветками и усами. При скрещивании между собой гибридов F_1 были получены растения: с яркими цветками и усами, бледными цветками и без усов. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, потомства F_1 и F_2 . Какие законы наследственности проявляются в данных скрещиваниях? Объясните появление двух фенотипических групп особей в F_2 .

Задача 18. При скрещивании самок мух дрозофил с серым телом и нормальными крыльями (доминантные признаки) с самцами с черным телом и укороченными крыльями (рецессивные признаки) в потомстве были обнаружены не только особи с серым телом, нормальными крыльями и черным телом, укороченными крыльями, но и небольшое число особей с серым телом, укороченными крыльями и черным телом, нормальными крыльями. Определите генотипы родителей и потомства, если известно, что доминантные и рецессивные гены данных признаков попарно сцеплены. Составьте схему скрещивания. Объясните полученные результаты.

Задача 19. При скрещивании растений кукурузы с гладкими окрашенными зернами с растением, дающим морщинистые неокрашенные семена, в первом поколении все растения давали гладкие окрашенные зерна. При анализирующем скрещивании гибридов из F_1 в потомстве было четыре фенотипические группы: 1200 гладких окрашенных, 1215 морщинистых неокрашенных, 309 гладких неокрашенных, 315 морщинистых окрашенных. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей и потомства в двух скрещиваниях. Объясните формирование четырех фенотипических групп во втором скрещивании.

ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ «НАСЛЕДОВАНИЕ, СЦЕПЛЕННОЕ С ПОЛОМ»

Пол — это совокупность морфологических, физиологических, биохимических, поведенческих и других признаков организма, обуславливающих репродукцию. Признаки пола присущи всем живым организмам.

Пол у большинства животных определяется генетически в момент оплодотворения. При исследовании кариотипов многих животных было установлено, что у женского организма каждая хромосома имеет парную (идентичную по размерам, морфологии и содержанию генов), а у мужских организмов имеются две непарные хромосомы, которые резко отличаются по величине, морфологии и заключенной в них генетической информации. При дальнейшем исследовании было показано, что эти непарные хромосомы и определяют пол организма. Их назвали **половыми**, или гетерохромосомами, в отличие от остальных — аутосом.

Большую из непарных хромосом принято называть (X — икс) хромосомой, меньшую, имеющуюся только у мужских организмов, — Y (игрек) хромосомой. Пол, имеющий обе одинаковые половые хромосомы, называется **гомогаметным**. Пол, имеющий различные половые хромосомы — **гетерогаметным**. У всех млекопитающих (в том числе у человека) у дрозофилы и многих других видов животных женские особи в соматических клетках имеют две X-хромосомы, а мужские — X и Y-хромосомы. У этих организмов все яйцеклетки содержат — X хромосомы, а сперматозоиды образуются двух типов: одни содержат X-хромосому, а другие Y-хромосому поэтому при оплодотворении возможны две комбинации:

У птиц и ряда видов бабочек женские особи имеют разные половые хромосомы, а мужские — одинаковые. Так, у петуха в соматических клетках содержатся две X-хромосомы и все половые клетки его одинаковы. Курица же наряду с X-хромосомой несет и Y-хромосому, поэтому яйца бывают двух типов.

У некоторых насекомых (прямокрылые, ручейники) Y-хромосома отсутствует. В таком случае кариотип самцов $2A+X0$, самок — $2A+XX$.

Признаки, наследуемые через половые хромосомы, получили название **сцепленных с полом**. У человека, признаки, наследуемые через Y-хромосому, могут быть только у лиц мужского пола, а наследуемые через X-хромосому у лиц как одного, так и другого пола. Лицо женского пола может быть как гомо-, так и гетерозиготным по генам, локализованным в X-хромосоме, а рецессивные аллели генов у них проявляются только в гомозиготном состоянии. У лиц мужского пола только одна X-хромосома, все лока-

лизованные в ней гены, даже рецессивные, сразу проявляются в фенотипе. Такой организм называют гемизиготным.

Представители мужского пола являются гемизиготами по таким генам, как гемофилия, дальтонизм, агаммаглобулинемия, атрофия зрительного нерва, миопатия Дюшена, несахарный диабет. В Y — хромосоме локализуется ген гипертрихоза, перепонки между пальцами. Эти гены проявляются только у лиц мужского пола, то есть наследуются по мужской линии от отца к сыну.

Решение типовой задачи на наследование признаков сцепленных с полом.

Женщина, носительница дальтонизма, вышла замуж за мужчину с нормальным зрением. Определите, каким будет восприятие цвета у ее сыновей и дочерей.

Известно, что ген восприятия цвета расположен в X-хромосоме, а в Y-хромосоме соответствующий ему локус отсутствует и аллельный ген тоже. Поэтому в диплоидном наборе мужчин присутствует только один аллель, отвечающий за восприятие цвета, а у женщин — два, так как они имеют две X-хромосомы. Схема записи для этого типа задач составляется несколько иначе, чем схемы для признаков, не связанных с полом.

Наследственные болезни, сцепленные с полом



В этих схемах указываются символы не только генов, но и символы половых хромосом особей мужского и женского пола — X и Y. Это необходимо сделать, чтобы показать отсутствие второго аллеля у особей мужского или женского пола. Основную часть признаков, сосредоточенных в половой паре хромосом, организм наследует по X-хромосоме. У гомогаметных особей (XX) хромосомы парные, поэтому могут нести признаки как доминантные, так и рецессивные. Но у гетерогаметных особей (XY) хромосомы непарные, и важные гены несет только X-хромосома.

Задача. Женщина с нормальным зрением, у которой отец был дальтоником, выходит замуж за мужчину с нормальным зрением. Можно ли ожидать, что их дети будут дальтониками?

Решение. Цветовая слепота (дальтонизм) сцеплена с X — хромосомой и определяется рецессивным геном d. Ген нормального зрения обозначим D. Женщина имеет нормальное зрение. Отец её дальтоник, поэтому в генотипе одна из X — хромосом содержит нормальную аллель X^D , а другая — ген дальтонизма X^d . Это следует из того, что признаки, сцепленные с полом, наследуются крест — накрест и, следовательно, женщина одну X — хромосому с геном d получит от отца. Так как мать передает одну X — хромосому сыну, а другую — дочери, то у нее может родиться сын — дальтоник (X^dY) и дочь с нормальным цветовым зрением, но гетерозиготная по гену дальтонизма ($X^D X^d$).

Ход решения:

P	$X^D X^d$	$\times$	$X^D Y$
Гаметы	$X^D, X^d,$		X^D, Y
F₁	$X^D X^D,$	$X^D X^d,$	$X^D Y,$
	нормальное зрение	нормальное зрение	нормальное зрение
			дальтоник

Задача. Если женятся здоровые мужчина и женщина, то могут ли они иметь гемофилика сына? Каковы генотипы родителей и сына?

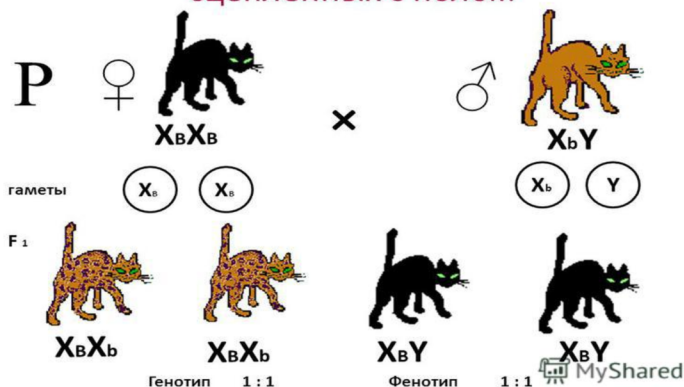
Решение. Рецессивный ген гемофилии h локализован в половой X — хромосоме и наследуется аналогично гену дальтонизма. Сын — гемофилик $X^h Y$ может родиться у здоровых родителей при условии, что мать в одной из хромосом будет нести ген гемофилии h, а в другой — доминантный ген нормальной свертываемости крови H, т.е. при наличии генотипа $X^H X^h$.

Задача 1.

У кошек ген окраски шерсти находится в X-хромосоме. Черная окраска определяется доминантным геном B, а рыжая окраска — рецессивным геном b. При генотипе Bb образуется черепаховая окраска. Как наследуется окраска шерсти у разных полов?

Решение задачи

Наследование признаков сцепленных с полом



Ответ: черепаховая окраска встречается только у кошек, а черепаховых котов в норме не бывает, так как две X-хромосомы у самцов не встречаются.

Задача 2.

Какое может быть зрение у детей от брака мужчины и женщины, нормально различающих цвета, если известно, что отцы у них страдали дальтонизмом?

<u>Дано:</u>	<u>Решение:</u>
P: ♀ $X^D X^d$ ♂ $X^D Y$ F ₁ — ?	P: ♀ $X^D X^d$ x ♂ $X^D Y$ G: $X^D X^d$ $X^D Y$ F ₁ : ♀ $X^D X^D$, $X^D X^d$ ♂ $X^D Y$, $X^d Y$

Ответ: все дочери в этой семье будут нормально различать цвета, а вероятность рождения сыновей, не страдающих дальтонизмом — 50%

Задача 3.

Могут ли дети мужчины, страдающего гемофилией и женщины без аномалий (отец которой был болен гемофилией) быть здоровыми?

<u>Дано:</u>		<u>Решение:</u>	
P: ♀ $X^D X^d$		P: ♀ $X^D X^d$	х ♂ $X^d Y$
♂ $X^d Y$			
F ₁ — ?	G:	X^D	X^d
		X^d	Y
F ₁ : ♀ $X^D X^d$, $X^d X^d$			
♂ $X^D Y$, $X^d Y$			

Ответ: вероятность рождения в этой семье здоровых сыновей и дочерей — по 50%

Задача 4.

У попугаев сцепленный с полом доминантный ген определяет зелёную окраску оперенья, а рецессивный — коричневую. Зелёного гетерозиготного самца скрещивают с коричневой самкой. Какими будут птенцы?

<u>Дано:</u>		<u>Решение:</u>	
З — зелен.		P: ♀ $X^K Y$	х ♂ $X^3 X^K$
к- коричн.			
P: ♀ $X^K Y$		G: X^K	X^3
♂ $X^3 X^K$		Y	X^K
F ₁ — ?	F ₁ :	♀ $X^3 Y$, $X^K Y$	
		♂ $X^3 X^K$, $X^K X^K$	

Ответ: птенцы — самочки: по 50% зеленых и коричневых, птенцы — самцы — также по 50% зеленых и коричневых.

Задача 5.

У дрозофилы доминантный ген красной окраски глаз и рецессивный белой окраски глаз находятся в X — хромосоме. Какой цвет глаз будет у гибридов первого поколения, если скрестить гетерозиготную красноглазую самку и самца с белыми глазами?

<u>Дано:</u>	<u>Решение:</u>
К — красн. б — бел.	P: ♀ X ^K X ^b x ♂ X ^b Y
P: ♀ X ^K X ^b ♂ X ^b Y	G: X ^K X ^b Y
F ₁ — ?	

F₁: ♀ X^K X^b , X^b X^b
♂ X^K Y , X^b Y

Ответ: среди гибридов — самок будет по 50% красноглазых и бело-глазых, среди гибридов — самцов — также по 50% с красными и белыми глазами.

Задача 6.

У здоровых по отношению к гемофилии мужа и жены есть — сын, страдающий гемофилией, у которого здоровая дочь, — здоровая дочь, у которой 2 сына: один болен гемофилией, а другой — здоров, — здоровая дочь, у которой пятеро здоровых сыновей. Каковы генотипы этих мужа и жены?

<u>Дано:</u>	<u>Решение:</u>
P: ♀ X ^H X [*] ♂ X ^H Y	P: ♀ X ^H X [*] x ♂ X ^H Y
F ₁ : ♂ X ^h Y ♀ X ^H X ^h ♀ X ^H X ^H	F ₁ : ♂ X ^h Y , ♀ X ^H X ^h , ♀ X ^H X ^H
P — ?	Зная, что один аллель (одна буква) в генотипе у детей от мамы, а второй — от папы, по генотипу сына определяем генотип мамы

Ответ: генотипы родителей: X^H X^h, X^H Y.

Задача 7.

Кошка черепаховой окраски принесла котят черной, рыжей и черепаховой окрасок. Можно ли определить: черный или рыжий кот был отцом этих котят?

<u>Дано:</u>	<u>Решение:</u>
P: ♀ X ^Ч X ^Р	1) P: ♀ X ^Ч X ^Р x ♂ X ^Ч Y
F ₁ : X ^Ч X ^Р , X ^Ч Y X ^Ч X ^Ч , X ^Ч Y X ^Р X ^Р , X ^Р Y	G: X ^Ч X ^Ч X ^Р Y
	F ₁ : X ^Ч X ^Ч , X ^Ч X ^Р , X ^Ч Y, X ^Р Y Черн. Череп. Черн. Рыж.

♂ — черный или
рыжий?

2) P: ♀ X^Ч X^Р x ♂ X^Р Y

G: X^Ч X^Р
X^Р Y

F₁: X^Ч X^Р, X^Р X^Р, X^Ч Y, X^Р Y
Череп. Рыж. Черн. Рыж.

Ответ: нельзя.

Задача 8.

У Курочки Рябы сцепленный с полом ген D определяет черную окраску, а ген d — рябую. Скрестили черную курочку с рябым петухом. Каковы генотипы родителей и птенцов? Какова окраска этих птенцов? Сколько из них будет рябых курочек?

<u>Дано:</u>	<u>Решение:</u>
P: ♀ X ^D Y	P: ♀ X ^D Y x ♂ X ^d X ^d
♂ X ^d X ^d	G: X ^D X ^d Y
F ₁ — ?	F ₁ : ♀ X ^d Y — рябые ♂ X ^D X ^d , X ^d X ^d черные рябые

Ответ: птенцы — самочки все будут рябыми, а среди птенцов — самцов — рябых будет 50%.

Задача 9.

Карлсон очень любит сладкое. Ген, определяющий этот признак, рецессивный и находится в X-хромосоме. Бабушка Карлсона тоже сладкоежка, а мама нет. Запишите генотипы семьи. Если бы у Карлсона были братья и сестры, какова вероятность, что они были бы сладкоежками? Решите два варианта задачи: папа любит сладкое и не любит.

Дано:

C — не люб. сл.

c — сладкоеж.

P: ♀ X^C X^c

1 вар.: ♂ X^C Y

2 вар.: ♂ X^c Y

Решение:

1) P: ♀ X^C X^c x ♂ X^C Y

G: X^C X^c Y

F₁: ♀ X^C X^C, X^C X^c
не люб. сл. не люб. сл.

♂ X^C Y, X^c Y
не люб. сл. сладк.

F₁ — ?

2) P: ♀ X^C X^c x ♂ X^c Y

G: X^C X^c Y

F₁: ♀ X^C X^c, X^c X^c
не люб. сл. сладк

♂ X^C Y, X^c Y
не люб. сл. сладк

Ответ: в первом варианте сестер — сладкоежек у Карлсона бы не было, а вероятность рождения братьев — сладкоежек составила бы 50%; во втором варианте вероятность рождения сестер и братьев — сладкоежек — по 50%.

Задача 10.

Курочка Ряба может нести золотые и простые яйца. Рecessивный ген золотоносности яиц находится в X-хромосоме. Какими должны быть генотипы Курочки и Петуха, чтобы все их Курочки Рябы несли золотые яйца?

Дано:

F₁: ♀ X³ Y

P — ?

Решение:

P: ♀ XY x ♂ XX

F₁: ♀ X³ Y, X³ Y — Курочки Рябы
♂ XX, XX

Зная, что один аллель (одна буква) в генотипе у птенцов от мамы, а второй — от папы и что Курочки Рябы получают от мамы У-хромосому, делаем вывод о генотипах родителей: у Петуха — $X^3 X^3$, а у Курочки может быть и $X^3 Y$, и $X^3 X^3$, т.к. она передает свою Х-хромосому сыновьям — петушкам, а они яиц не несут.

Ответ: Р: ♀ $X^3 Y$ или $X^3 X^3$, ♂ $X^3 X^3$

Задача 11.

«Расстроится ли свадьба принца Уно?» Единственный наследный принц Уно собирается вступить в брак с прекрасной принцессой Беатрис. Родители Уно узнали, что в роду Беатрис были случаи гемофилии. Братьев и сестёр у Беатрис нет. У тёти Беатрис растут два сына — здоровые крепыши. Дядя Беатрис целыми днями пропадает на охоте и чувствует себя прекрасно. Второй же дядя умер ещё мальчиком от потери крови, причиной которой стала глубокая царапина. Дяди, тётя и мама Беатрис — дети одних родителей. С какой вероятностью болезнь может передаться через Беатрис королевскому роду её жениха.

Ответ: построив предполагаемое генеалогическое древо, можно доказать, что ген гемофилии был в одной из х-хромосом бабушки Беатрис; мать Беатрис могла получить его с вероятностью 0,5, сама Беатрис — с вероятностью 0, 25.

Задача 12.

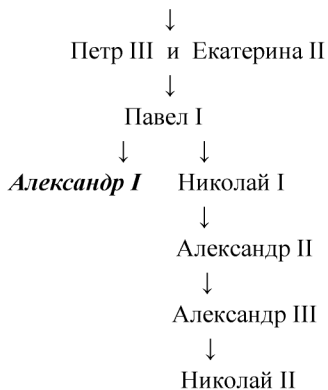
«Царские династии» Предположим, что у императора Александра I в У-хромосоме была редкая мутация. Могла ли эта мутация быть у:

- а) Ивана Грозного
- б) Петра I
- в) Екатерины II
- г) Николая II?

Решение:

1. Ввиду принадлежности к женскому полу, мы сразу вычеркнем Екатерину II.
2. Ивана Грозного вычеркнем тоже — он представитель рода Рюриковичей и к династии Романовых не принадлежал.

3. Провинциал. немецкий герцог и Анна (дочь Петра I)



Ответ: могла у Николая II.

Задача 13.

«Листая роман «Война и мир». Предположим, что в X — хромосоме у князя Николая Андреевича Болконского была редкая мутация. Такая же мутация была и у Пьера Безухова. С какой вероятностью эта мутация могла быть у:

- а) Наташи Ростовой
- б) у сына Наташи Ростовой
- в) сына Николая Ростова
- г) автора «Войны и мира»?

Ответ:

1. Андрей Болконский не получил от отца X-хромосомы. Его жена не была родственницей ни Болконских ни Безуховых. Следовательно, у сына князя Андрея мутации нет.

2. Наташа Ростова вышла замуж за Пьера Безухова. Пьер передал свою хромосому своим дочерям, но не сыновьям. Следовательно, дочери Наташи Ростовой получили мутацию, а сыновья — нет.

3. Сын Николая Ростова получил свою X — хромосому от матери — дочери старого князя Болконского (из 2 хромосом княжны Марьи мутация была только в одной => она передала X — хромосому своему сыну с вероятностью 50%)

4. Лев Николаевич: действие романа заканчивается за несколько лет до рождения Толстого, на страницах романа сам автор не появляется. Но: отцом писателя был отставной офицер граф Николай Ильич Толстой, а мать —

урожденная Волконская => прототипами родителей писателя были Николай Ростов и его жена, урожденная Мария Болконская. Их будущий сын Лев получит мутацию с вероятностью 50%.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Задача 1. Рецессивный ген дальтонизма (цветовой слепоты) находится в X-хромосоме. Мать девушки страдает дальтонизмом, а отец, как и все его предки, различает цвета нормально. Девушка выходит замуж за здорового юношу. Определите вероятность рождения здоровых детей и страдающих дальтонизмом.

Задача 2. Рецессивный ген гемофилии (несвертываемость крови) находится в X-хромосоме. Отец девушки здоров, мать здорова, но ее отец был болен гемофилией. Девушка выходит замуж за здорового юношу. Что можно сказать об их будущих детях и внуках?

Задача 3. Ген, ответственный за развитие такого признака, как гипертрихоз (оволосение края мочки уха), — один из немногих рецессивных генов, локализованных в Y-хромосоме. Если мужчина с гипертрихозом женится на женщине, у которой, естественно, гипертрихоза нет, то каков реальный шанс появления в этой семье детей с гипертрихозом: мальчиков? девочек?

Задача 4. Классическая гемофилия наследуется как рецессивный признак. Ген гемофилии располагается в X-хромосоме. Y-хромосома не содержит гена, контролирующего свертываемость крови. Девушка, отец которой страдает гемофилией, а мать здорова и происходит из благополучной по гемофилии семьи, выходит замуж за здорового мужчину. Определите вероятные фенотипы детей от этого брака.

Задача 5. У человека цветовая слепота обусловлена рецессивным геном (а), а нормальное цветовое зрение — его доминантным аллелем (А). Ген цветовой слепоты расположен в X-хромосоме. Y-хромосома не имеет соответствующего локуса и не содержит гена, контролирующего цветовое зрение: а) женщина, страдающая дальтонизмом, вышла замуж за мужчину с нормальным зрением. Каким будет восприятие цвета у сыновей и дочерей этих родителей? б) от брака родителей с нормальным зрением родился ребенок, страдающий дальтонизмом. Определите генотипы родителей.

Задача 6. Женщина — альбинос (а — рецессивный признак). Мужчина с гипертрихозом (Y-сцепленное наследование). Определите фенотип и генотип детей у этой супружеской пары.

Задача 7. Ангидрозная эктодермальная дисплазия (отсутствие потовых желез, нарушение терморегуляции) у людей передается как рецессивный,

сцепленный с X-хромосомой признак. Нормальная женщина выходит замуж за мужчину, больного ангидрозной эктодермальной дисплазией. У них рождаются больная девочка и здоровый сын. Определите вероятность рождения следующего ребенка без аномалии.

Задача 8. В семье, где жена имеет I группу крови, а муж — IV, родился сын дальтоник с III группой крови. Дальтонизм наследуется как сцепленный с X-хромосомой рецессивный признак. Оба родителя различают цвета нормально. Какова вероятность рождения сына с нормальным цветовым зрением; каковы его возможные группы крови?

Задача 9. Классическая гемофилия и дальтонизм наследуются как рецессивные признаки, сцепленные с X-хромосомой. Расстояние между генами 9,8 морганид. Здоровая девушка, отец которой страдал гемофилией и дальтонизмом, а мать была здорова и происходила из благополучной по этим признакам семьи, вышла замуж за мужчину без перечисленных признаков. Определить вероятность рождения в этой семье детей с обеими аномалиями.

Задача 10. У женщины, у которой отсутствует потоотделение (ангидрозная эктодермальная дисплазия), и мужчины, не имеющего указанного дефекта, рождается сын. Определите, унаследует ли ребенок болезнь матери или же мальчик будет таким же здоровым, как и его отец, если известно, что ген, ответственный за развитие этой болезни, — рецессивный ген, локализованный в X — хромосоме. Рассчитайте: если вторым ребенком в этой семье будет девочка, нормально ли будут работать у нее потовые железы.

Задача 11. У здоровых родителей сын болен гемофилией. Определите генотипы родителей, их сына, вероятность рождения больных детей у этих родителей.

Задача 12. Мужчина с нормальным зрением женился на женщине — дальтонике (рецессивный ген). Определите аллели гамет и генотип родителей, а у возможного потомства — соотношение фенотипов

Задача 13. У здоровых родителей сын болен дальтонизмом (рецессивный ген). Каковы генотипы родителей и ожидаемых детей, каков характер этого наследования?

Задача 14. У человека рецессивный ген гемофилии (A) рецессивный ген цветовой слепоты (с) локализованы в X-хромосоме по данным некоторых родословных на расстоянии приблизительно 9,8 морганид.

а) Определите, какие гаметы и в каком количестве образуют: мужчина, рецессивный по обоим генам, и женщина с генотипом

б) Женщина, мать которой страдала дальтонизмом, а — отец — гемофилией, вступает в брак с мужчиной, страдающим обоими заболеваниями. Определите вероятность рождения в этой семье детей с обеими аномалиями.

Задача 15. У женщины с моносомией по X-хромосоме обнаружен дальтонизм. Укажите ее генотип по гену дальтонизма и вероятность передачи этого гена потомству.

Задача 16. У пожилых супругов родился сын, гетерозиготный по гену дальтонизма. Что вы можете сказать о их кариотипе?

Задача 17. У пожилых супругов родилась дочь, больная гемофилией В (сцепленный с полом признак). Отец — гемофилик мать имеет нормальную свертываемость крови и благополучный в отношении гемофилии генотип. Укажите возможные механизмы появления гемофилии у дочери. Назовите особенности ее генотипа и фенотипа.

Задача 18. У дрозофилы гены, детерминирующие красную (W) окраску глаз (нормальные мухи) и белую (w) окраску глаз (мутация white), локализованы в X-хромосоме. Y-хромосома соответствующего локуса не имеет и не содержит ни гена W, ни w.

а) Сколько и какие типы гамет образует гомозиготная красноглазая самка?

б) Сколько и какие типы гамет образует гетерозиготная красноглазая самка?

в) Сколько и какие типы гамет образует красноглазый самец?

Задача 19. Синдром неравномерной пигментации кожи встречается только у женщин. У них рождаются только здоровые сыновья, дочери же бывают как здоровые, так и с неравномерной пигментацией. Кроме того, у таких женщин частые выкидыши мужского пола. Какова возможная генетическая природа этого заболевания?

Задача 20. Отосклероз (очаговое поражение слуховых косточек, приводящее к глухоте) наследуется как доминантный аутосомный признак с пенетрантностью 30%. Гипертрихоз (рост волос на краю ушной раковины) наследуется как голандрический признак (ген локализован в Y-хромосоме), с полным проявлением к 17 годам. Женщина имеет нормальный слух, а мужчина — обе аномалии. Мать мужчины имела нормальный слух. Определите вероятность проявления одновременно обеих аномалий у детей в этой семье.

Задача 21. Гипертрихоз (рост волос по краю ушной раковины) наследуется как голандрический признак (ген находится в Y-хромосоме), а альбинизм — как рецессивный аутосомный признак. В семье, где отец имел гипертрихоз и был гетерозиготен по гену нормальной пигментации кожи, а мать была альбиносом, родилась здоровая девочка. Какова вероятность рождения следующего ребенка здоровым?

Задача 22. Гипертрихоз наследуется как голандрический (сцепленный с X-хромосомой) признак, который проявляется лишь к 17 годам. Одна из

форм ихтиоза наследуется как рецессивный сцепленный с X-хромосомой признак. В семье, где женщина нормальна по обоим признакам, а муж страдает только гипертрихозом, родился мальчик с признаками ихтиоза. Определите:

- а) вероятность проявления гипертрихоза у мальчиков;
- б) вероятность рождения в этой семье детей без обеих аномалий.

Задача 23. Гипоплазия эмали (тонкая зернистая эмаль, зубы светло-бурого цвета) наследуется как сцепленный с X-хромосомой доминантный признак. В семье, где оба родителя имели гипоплазию эмали, родился сын с нормальными зубами. Определите вероятность рождения в этой семье следующего ребенка с нормальными зубами.

Задача 24. Ангидрозная эктодермальная дисплазия (отсутствие потоотделения, нарушение терморегуляции) наследуется как сцепленный с X-хромосомой рецессивный признак. Здоровый мужчина женился на здоровой женщине, отец которой имел данное заболевание. Какова вероятность рождения больных детей в этой семье?

Задача 25. Отсутствие потовых желез у человека передается как рецессивный признак, сцепленный с X-хромосомой. Не страдающий этим недостатком юноша женится на девушке, отец которой лишен потовых желез, а мать и ее предки здоровы. Какова вероятность, что сыновья и дочери от этого брака будут страдать отсутствием потовых желез?

Задача 26. Дочь дальтоника выходит замуж за сына другого дальтоника, причем жених и невеста различают цвета нормально. Каким будет зрение у их детей?

Задача 26. Какие дети могли бы родиться от брака гемофилика с женщиной, страдающей дальтонизмом, а в остальном имеющей благополучный генотип?

Задача 27. В семье, где отец болен гемофилией, а мать фенотипически здорова и имеет благополучный генотип, родился мальчик. Какова вероятность наличия у него гемофилии?

Задача 28. Отец страдает одновременно гемофилией и дальтонизмом. Могут ли дети получить от него только один из этих патологических генов?

ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ «ХРОМОСОМНЫЕ БОЛЕЗНИ ЧЕЛОВЕКА, ВОЗНИКАЮЩИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ НЕРАСХОЖДЕНИЯ ПОЛОВЫХ ХРОМОСОМ

У человека при нарушении в мейозе расхождения половых хромосом могут возникать организмы с отклонениями в числе X — хромосом. Это приводит к возникновению тяжелых наследственных болезней, называемых синдромами. Например, у женщин с синдромом Шерешевского — Тернера количество X — хромосом на одну меньше (XO), а у мужчин синдромом Клайнфельтера число X — хромосом на одну больше, чем в норме (XXY). Это сопровождается значительными отклонениями в процессе овогенеза и сперматогенеза.

Таблица

Хромосомные болезни человека, возникающие в результате нерасхождения половых хромосом при образовании яйцеклеток

Яйцеклетки, образовавшиеся в результате нерасхождения половых хромосом	Сперматозоиды	
	22A +X	22A +Y
22A +XX	44A + XXX (трисомия по X-хромосоме)	44A + XXY (синдром Клайнфельтера)
22A +O	44A + XO (синдром Шерешевского — Тернера)	44A+YO (нежизнеспособные зиготы)

Задача. У людей с синдромом Клайнфельтера вместо двух половых хромосом три половые хромосомы XXY. Объясните, каким образом в ходе мейоза могут возникнуть зиготы с подобным необычным набором хромосом? Укажите всевозможные случаи отклонения от нормы половых хромосом в генотипе человека.

Решение. Набор хромосом XXY может возникнуть, в связи с нарушением мейоза в материнском организме приводит к тому, что в одну яйцеклетку попадают две X — хромосомы, а в другую — только аутосомы без единой X — хромосомы. При слиянии женской гаметы XX со сперматозоидом Y и возникает зигота XXY.

При нарушении в расхождении половых хромосом в ходе мейоза в отцовском организме зигота XXY образуется при слиянии нормальной женской гаметы X со сперматозоидом XY.

Указанные случаи представим в виде схем:

1.

P	X X	x	X Y
<i>Гаметы</i>	XX, O		X, Y
F₁	XXX,	<u>XXY,</u>	XO, YO,
	<i>Синдром Клайнфельтера</i>		

2.

P	X X	x	X Y
<i>Гаметы</i>	X		XY, O
F₁		<u>XXY,</u>	XO
	<i>Синдром Клайнфельтера</i>		

Из приведенных скрещиваний можно видеть, что наряду с генотипом XXY при нерасхождении половых хромосом в мейозе могут возникать зиготы с набором хромосом XO, YO, что приводит к тяжелым наследственным болезням у человека.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Задача 1.

В семье, где муж дальтоник, а жена здорова и не имеет в генотипе патологического гена, родилась дочка с синдромом Шерешевского—Тернера. Какова вероятность, что она окажется дальтоником?

Задача 2.

Укажите формулу кариотипа:

- а) при синдроме Клайнфельтера;
- б) при синдроме Шерешевского — Тернера.

ЗАДАЧИ ПО ТЕМЕ «АНАЛИЗ РОДОСЛОВНЫХ»

Геалогический метод (метод анализа родословных) предложен в 1883 году Ф. Гальтоном.

Генеалогический метод является одной из разновидностей генетического исследования: изучается родословная человека, что помогает выявить тенденцию к наследованию наследственных признаков.

Метод анализа родословной был изложен в конце 19 века Ф. Гальтоном, позже Г. Юстом были даны единые условные обозначения при составлении генеалогического древа. Суть исследования — составление подробной родословной человека и последующий его анализ с целью выявить определенные признаки, которым подвержены члены одной семьи, а также наличие наследственных заболеваний. Сейчас появляются новые лабораторные методы проведения исследований, но консультирование специалистом по составлению родословной до сих пор находит применение в медицине и прикладной науке.

В прикладной науке генеалогический метод используется для изучения принципов распространения среди членов одной семьи различных наследственных признаков: веснушки, способность сворачивать язык в трубочку, короткопалость, сросшиеся пальцы, рыжие волосы, склонность к диабету, заячья губа и прочее. Причем выделяется несколько типов наследования — аутосомно-доминантный, аутосомно-рецессивный, сцепленный с полом. В медицине клинико-генеалогический метод помогает выявить наличие патологических признаков и вероятность их наследования. Зачастую картина становится ясна и без дополнительных исследований (анализ плацентарной жидкости на наличие генетических заболеваний). Главное — установить наследственный признак и просчитать вероятность его проявления в будущих поколениях.

Главный инструмент генеалогического анализа — сбор информации об индивидууме и его семье. При помощи составления подробных родословных появляется возможность выделить тот или иной наследственный признак. В медицине такая методика называется клинико-генеалогической. Специалист изучает родословные связи и пытается выявить наследственные признаки, проследить их наличие у близких и дальних родственников. Генеалогический метод состоит из двух этапов — составления родословной и ее подробного анализа.

Генеалогический метод применяется при решении теоретических и практических задач, например, при определении вероятности наследования

некоторых заболеваний: выявление генетического признака; установление его как наследственного; определения типа исследования и пенетарности гена; вычисление вероятности его наследования; определение интенсивности мутационного процесса; составление генетических карт хромосом. Цели Основная цель генеалогического анализа в медицине — диагностика наследственных патологий. При этом составление родословной является одним из этапов исследования, которое выявляет возможность наследования определенного генетического признака. Речь идет не только о таких наследственных особенностях, как рыжие волосы или короткопалость, аномалии характера, но и о серьезных заболеваниях, которые могут передаваться по наследству, например, шизофрения, муковисцидоз или гемофилия. Генетический анализ на наследственные заболевания у беременных Любая пара, ожидающая ребенка, может обратиться к генетику с целью выяснить, не ли у их будущего ребенка каких-либо генетических отклонений. В некоторых случаях консультация генетика является обязательной: возраст родителей (более 35 лет у матери и 40 лет у отца); в семье уже есть дети с генетическими заболеваниями; неблагоприятные условия жизни одного из родителей (плохая экология, злоупотребление алкоголем и наркотиками); мать во время болезни перенесла какое-либо серьезное инфекционное заболевание; один из родителей болен психическим заболеванием; Профессиональное генеалогическое исследование является одним из видов генетических исследований, которые проводят для будущих родителей. Другие методы исследования наследственности человека включают в себя: ультразвуковая диагностика; исследование околоплодных вод (амниоцентез); исследование на предмет возможных последствий после перенесенных во время беременности инфекций (плацентоцентез); генетическое исследование пуповинной крови (кордоцентез).

При составлении родословной и последующем ее анализе врач-генетик действует поэтапно. Выделяются три основных: Определяется пробанд для которого составляется подробная родословная. При ожидании ребенка пробандом почти всегда является мать, в остальных случаях — носитель наследственного признака. Составление родословной, при этом собирается анамнез пробанда и его родственные связи. Анализ родословной и вывод о вероятности и типе наследования признака.

При медико-генетическом консультировании за основу берется пробанд — человек, который предположительно является носителем наследственного признака или страдающий генетическим заболеванием. Родословная составляется со слов исследуемого, при этом для точности картины необходимо собрать сведения о трех, а то и четырех поколениях его се-

ми. Кроме того, специалисты опрашивают самого пробанда и проводят визуальный осмотр на предмет наличия и степени выраженности наследственного признака. Все сведения записываются в медико-генетическую карту в следующем порядке: информация о пробанде — наличие наследственного признака или генетических заболеваний, состояние, акушерский анамнез, психический анамнез, национальность и место жительства; сведения о родителях, братьях и сестрах (сибсах); данные о родственниках со стороны матери и отца.

В генеалогических таблицах используются определенные символы, которые были разработаны в 1931 году Г. Юстом. Женский пол в них обозначен кружком, мужской — квадратом. Некоторые ученые применяют для женского рода «Зеркало Венеры» (кружок с крестиком), а для мужского «Щит и копье Марса» (кружок со стрелкой). Сибсов располагают на одной линии с пробандом, номера поколений показаны в виде римских цифр, родственники одного поколения — арабских. Генеалогический анализ. Использование анализа родословной помогает выявить наследственный признак, как правило, патологический. Это устанавливается, если он встречается более двух раз в нескольких поколениях. После этого осуществляется оценка типа наследования (аутосомно-рецессивный, аутсомно-доминантный, или сцепленный с полом). Далее идут выводы о вероятности появления наследственного признака у детей членов родословной и при необходимости указание для направления на дополнительные генетические исследования.

Наследственный характер признака.

Аутсомно-доминантный тип наследования определяется при полном доминировании признака, к ним относятся цвет глаз, веснушки, структура волос и т.д. В случае болезни: наследование идет в равной степени у женщин и мужчин; имеются больные по вертикали (в поколениях) и горизонтали (братья и сестры); у больных родителей высока вероятность наследования патологического гена; при наличии больного родителя риск наследования составляет 50%.

Аутсомно-рецессивный тип: носителями являются братья-сестры — по горизонтальной линии; в родословной немного носителей среди родных пробанда; мать и отец носителя здоровы, но могут быть носителями рецессивного гена, при этом вероятность, что ребенок унаследует патологический признак — 25%.

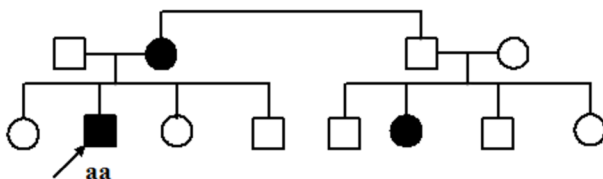
Существует тип наследственности, сцепленной с полом: доминантное Х-сцепление — проявляется у обоих полов, но передается по женской линии; рецессивное Х-сцепление — передается только мужчинам от матерей, при-

чем дочери будут здоровы, а сыновья — больны с разной вероятностью; Y-сцепленное (голандрическое) — передается по мужской линии.

Пробанд — человек, с которого начинается исследование определенной семьи; сибсы — потомки одних и тех же родителей (братья и сестры). При построении родословных необходимо соблюдать следующие правила: а) необходимо выяснить по собранному материалу число поколений; б) построение родословной начинается с пробанда; в) каждое поколение нумеруется римскими цифрами слева; г) символы, обозначающие особей одного поколения, располагаются на горизонтальной линии и могут нумероваться арабскими цифрами. Первоначально ученых интересовал в основном характер наследования таких признаков человека, как интеллект, специфическая одаренность, в ряде случаев — даже социальное положение. Один из самых удобных способов выяснения истории рода и изучения наследственности человека — составление родословных.

Условие задачи.

Болезнь наследуется по аутосомно-рецессивному типу. Пробанд болен, и его родословная имеет следующий вид:



Жена пробанда здорова и не содержит в своем генотипе патологических аллелей. Чему равна вероятность рождения у пробанда здорового ребенка?

Решение:

Генная запись скрещивания:

	Здоровая		Больной
P	AA	x	aa
Типы гамет	A		a
F ₁	Aa		
	Здоровые		

Вероятность рождения здорового ребенка (генотип Aa):

$$P = 1/1 = 1 (100\%)$$

Ответ: Вероятность рождения у пробанда здорового ребенка равна 1 (100%).

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Задача 1. Составьте родословную по данным анамнеза. Пробанд — больная шизофренией женщина. Ее брат и сестра здоровы. Отец пробанда здоров. Со стороны отца имеются следующие родственники: больной шизофренией дядя и две здоровые тетки, одна из них имеет трех здоровых детей, вторая — больного сына. Дед и бабка со стороны отца здоровы. Сестра бабки болела шизофренией. Мать пробанда, дяди, дед и бабка с материнской стороны здоровы. У дяди два здоровых ребенка. Составив родословную определите по какой линии передается предрасположение к болезни?

Задача 2. Составьте родословную больного эпилепсией мужчины. Родители пробанда его брат и сестра — здоровы. Две тетки по линии матери здоровы: обе замужем и имеют по одному здоровому ребенку. Дед и бабушка по материнской линии здоровы. По отцовской линии — дед, бабушка, дядя и тетка здоровы, дети дяди сын и дочь — здоровы. У тетки больной эпилепсией эпилепсией сын. Составив родословную определите, по какой линии передается предрасположение к болезни?

Задача 3. Пробанд — здоровая замужняя женщина, обратившаяся в медико-генетическую консультацию по вопросу о прогнозе заболевания у потомства в связи со случаем маниакально-депрессивного психоза в семье. Ее родители, брат и сестра — здоровы. Сестра имеет здорового ребенка. По материнской линии — тетка, две племянницы, дед и бабка здоровы. По отцовской линии имеются здоровые тетки и дядя. Двоюродный брат от тетки пробанда здоров, двоюродная сестра от дяди — болеет маниакально-депрессивным психозом. Этой же болезнью страдает сестра бабки по отцовской линии. Сама бабка и дед здоровы. Муж пробанда, две его сестры, племянники и родители мужа здоровы. Дед и бабка тоже были здоровы. Составьте родословную, определите, через кого из поколения дедов передается ген предрасположения к болезни.

Задача 4. Составьте родословную семьи со случаями атаксии Фридрейха (рецессивно наследуемое, прогрессирующее расстройство координации движений). Здоровые муж и жена — двоюродные сибсы имеют больного ребенка. Мать мужа и отец жены — родные сибсы — здоровы. Брат мужа и две сестры жены здоровы. Общий дядя супругов тоже здоров. Их общая бабка была здорова, а дед страдал атаксией. Все родственники со стороны отца мужа, в том числе и два дяди, двоюродная сестра, дед и бабка здоровы. Все родственники со стороны матери жены, в том числе две тетки, двоюродный брат, дед и бабка — здоровы.

а) Составьте родословную, отметьте тех членов семьи, гетерозиготность которых по гену атаксии не вызывает сомнений.

б) Подтверждает ли родословная рецессивный характер наследования болезни?

Задача 5. Составьте родословную семьи со случаями врожденной катаракты. Пробанд мужчина, страдающий катарактой, которая была у его матери и деда по материнской линии. Дядя и тетка со стороны матери и три двоюродных брата от дяди здоровы. Отец пробанда, тетка по отцовской линии, а также дед и бабушка со стороны отца — здоровы. Жена пробанда, ее сестра, два ее брата и родители жены здоровы. Из двух детей пробанда, сын здоров а дочь страдает врожденной катарактой.

а) Составьте родословную (четыре поколения), определите тип наследования болезни в этой семье.

б) Укажите генотипы тех членов семьи, у которых генотип может быть установлен достоверно.

Задача 6. Составьте родословную семьи со случаями прогрессирующей миопатии Дюшенна, атрофия скелетной мускулатуры, начинающаяся в детском возрасте с быстрым развитием и тяжелым течением.)

Пробанд — больной миопатией мальчик. По данным собранного у родителей анамнеза, сами родители и две сестры пробанда здоровы. По отцовской линии два дяди, тетка, дед и бабушка пробанда — здоровы. Две двоюродных сестры от дяди и двоюродный брат от тети пробанда здоровы. По линии матери пробанда один из двух дядей /старший/ болел миопатией. Второй дядя (здоровый) имел двух здоровых сыновей и здоровую дочь. Тетя пробанда имела больного сына. Дед и бабушка здоровы.

а) Составив родословную, отметьте тип наследования болезни в этой семье.

б) Укажите гетерозиготных членов родословной.

Задача 7. Пробанд страдает ночной слепотой. Его два брата также больны. По линии отца пробанда страдающих ночной слепотой не было, мать пробанда больна. Две сестры и два брата матери здоровы. Они имеют только здоровых детей. По материнской линии известно, что бабушка больна, а брат здоров, прадедушка, (отец бабушки) страдал ночной слепотой, сестра и брат прадедушки были больны. Прадедушка болен, его брат, имеющий больную дочь и двух больных сыновей, также болен.

Жена пробанда, ее родители и родственники здоровы. Определите вероятность больных детей в семье пробанда.

Задача 8. Пробанд имеет белый локон в волосах надо лбом. Брат пробанда без локона. По линии отца пробанда аномалии не отмечено. Мать пробанда с белым локоном. Она имеет трех сестер. Две сестры с локоном, а одна без локона. У одной из теток пробанда со стороны матери сын с локоном и

дочь без локона. Вторая имеет дочь с белым локоном. Третья тетка без локона имеет двух сыновей и дочь без локона. Дед пробанда по линии матери и двое его братьев имели белые локоны, а еще двое братьев не имели. Прадед, прапрадед также имели белый, локон надо лбом. Определите вероятность рождения детей с белым локоном надо лбом, в случае, если пробанд вступит в брак со своей двоюродной сестрой, имеющей этот локон.

Задача 9. Молодожены владеют правой рукой. В семье женщины было две сестры, нормально, владеющие правой рукой и три брата левши. Мать женщины — правша, отец — левша. У отца есть сестра и брат левши и сестра и два брата правши. Дед по линии отца — правша, бабушка — левша, У матери женщины есть два брата и сестра — все правши. Мать мужа — правша, отец -левша. Бабушки и дедушки со стороны матери и отца мужа нормально владеют правой рукой. Определите вероятность рождения в этой семье детей, владеющих левой рукой.

Задача 10. Составьте родословную и определите тип наследования одной из форм глаукомы по данным анамнеза. Пробанд (мужчина) страдает глаукомой. Его два брата и две сестры, а также родители, сестра матери и трое из четырех братьев матери здоровы. Три сына и две дочери большого брата матери пробанда здоровы. Бабка пробанда со стороны матери и ее две сестры здоровы. Брат бабки болен. Из шести сыновей одной из сестер бабки двое больны. Вторая сестра бабки имеет трех больных сыновей из четырех. Ее четыре дочери здоровы, и две из них имеют здоровых детей: одна — двух дочерей и одного сына, вторая — одного сына. Больной брат бабки имеет двух здоровых дочерей, одна из которых бездетна, трех здоровых внуков и одного здорового внука. Один его внук болен. Родители бабки пробанда здоровы, но мать бабки имеет двух больных братьев. Родители прабабки пробанда здоровы.

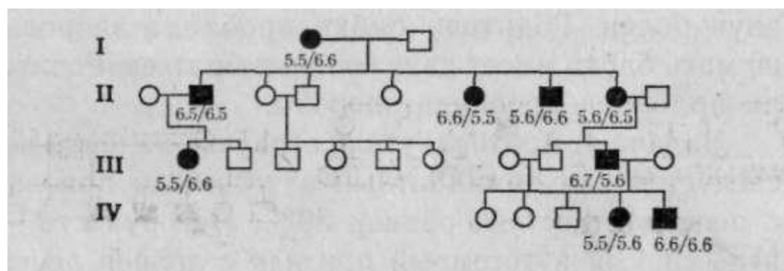
Задача 11. Арахнодактилия (паучьи пальцы) наследуется как доминантный аутосомный признак с пенетрантностью, равной 30%. Леворукость — рецессивный аутосомный признак с полной пенетрантностью. Определите вероятность рождения ребенка с двумя аномалиями в семье, в которой оба родителя гетерозиготны по обоим парам генов.

Задача 12. Подагра является доминантным аутосомным признаком. По некоторым данным пенетрантность этого гена у мужчин составляет 20%, а у женщин она равна нулю. Какова вероятность заболевания подагрой в семье гетерозиготных родителей? Какова вероятность заболевания подагрой в семье, где один из родителей, гетерозиготен, а другой нормален по анализируемому признаку?

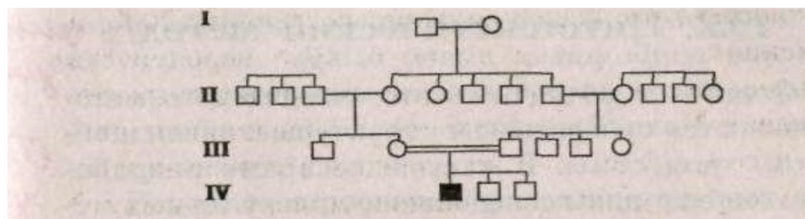
Задача 13. По данным шведских генетиков некоторые формы шизофрении наследуются как доминантные аутосомные признаки. При этом у гомозигот пенетрантность равна 100%, а у гетерозигот 20%. Определите вероятность рождения больных детей в семье, где один из супругов гетерозиготен, а другой нормален в отношении анализируемого признака.

Задача 14. Полидактилия наследуется как аутосомно-доминантный признак. Проследите наследование этого признака в семье и подумайте, как можно объяснить наличие разного количества пальцев на руках и ногах у носителей признака.

Цифрами на схеме родословной обозначено количество пальцев на руках и ногах у страдающих полидактилией субъектов.



Задача 15. Напишите генотипы всех персон и укажите тип наследования пигментной ксеродермы согласно следующей родословной, где это заболевание проявилось в единичном случае в браке двоюродных сибсов.



Задача 16. Голубоглазый мужчина, оба родителя которого имели карие глаза, женился на кареглазой женщине, у отца которой глаза карие, а у ее матери — голубые. От этого брака родился один голубоглазый сын. Определите генотипы каждого из упомянутых лиц и составьте схему родословной.

Задача 17. Женщина с нерыжими волосами, мать и отец которой имеют нерыжие. А брат рыжие волосы. Вступила в брак с рыжеволосым мужчиной, мать которого имеет тоже рыжие, а отец нерыжие волосы. От этого брака ро-

дились мальчик с рыжими и девочка с рыжими волосами. Определите генотипы у всех упомянутых лиц и составьте схему родословной.

Задача 18. В семье родился сын, страдающий наследственной болезнью из-за отсутствия потовых желез. Оба родителя ребенка, а также бабушки и дедушки по материнской и отцовской линиям были здоровыми (с нормальной кожей), но сестра бабушки по отцовской линии страдала от отсутствия потовых желез. Определите генотипы упомянутых лиц и составьте схему родословной этого рода.

КОМБИНИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ

Задача.

У крупного рогатого скота ген комолости доминирует над геном рогатости, а чалая окраска шерсти формируется как промежуточный признак при скрещивании белых и рыжих животных. Определите вероятность рождения телят, похожими на родителей от скрещивания гетерозиготного комолого чалого быка с белой рогатой коровой.

<u>Дано:</u>	<u>Решение:</u>
А — комол.	Р: ♀ aaBB х ♂ AaBp
а — рогат.	
BB — бел.	G: aB AB
PP — рыж.	AP
BP — чалые	aB
Р: ♀ aaBB	aP
♂ AaBp	F ₁ : AaBB, AaBp, aaBB, aaBp
F ₁ — ?	кб кч рб рч

Ответ: вероятность рождения телят, похожими на родителей — по 25%.

Задача.

От скрещивания двух сортов земляники (один с усами и красными ягодами, другой безусый с белыми ягодами) в первом поколении все растения были с розовыми ягодами и усами. Можно ли вывести безусый сорт с розовыми ягодами, проведя возвратное скрещивание?

<u>Дано:</u>	<u>Решение:</u>
А — усы	1) Р ♀ AA KK х F ₁ ♂ AaKb
а — безус.	G: AK AK
KK — красн.	AB
BB — бел.	aK
KB — роз.	aB
Р: ♀ AA KK	
♂ aa Bb	F ₂ : AAKK, AAKb, AaKK, AaKb
F ₁ : Aa Kb	ус. кр. ус. р. ус.кр. ус. р.

F_2 : aaKB при 2) $F_1 \text{♀ } Aa KB \times P \text{♂ } aaBB$
 возвр. скр.-? G: AK aB
 AB
 aK
 aB

F_2 : AaKB, AaBB, aaKB, aaBB
 ус. р. ус. б. безус. р. безус. б.

Ответ: можно, с вероятностью 25% при скрещивании гибридных растений с безусым родительским растением, у которого белые ягоды

Задача.

В одной семье у кареглазых родителей родилось 4 детей: двое голубоглазых с 1 и 4 группами крови, двое — кареглазых со 2 и 4 группами крови. Определите вероятность рождения следующего ребенка кареглазым с 1 группой крови.

Дано:

С — кар.
 с — голуб
 $P: \text{♀ } C^* **$
 $\text{♂ } C^* **$

$F_1: cc I^O I^O, ccAB,$
 $C^* A^*, C^* AB$

$F_1: \text{кар. } I^O I^O - ?$

Решение:

$P: \text{♀ } C^* ** \times C^* **$

$F_1: cc I^O I^O, CC I^A I^B, C^* A^*, C^* I^A I^B$

Зная, что один аллель (одна буква) в генотипе — от мамы, а другой — от папы, определяем генотипы родителей:

$P: \text{♀ } Cc I^A I^O \times Cc I^B I^O$
 $G: \begin{array}{l} CI^A \\ CI^O \\ cI^A \\ cI^O \end{array} \quad \begin{array}{l} CI^B \\ BI^O \\ cI^B \\ cI^O \end{array}$

по решетке Пеннета, определяем вероятность рождения кареглазого ребенка с 1 группой крови.

Ответ: генотип кареглазого ребенка с 1 группой крови $C^* I^O I^O$, вероятность рождения такого ребенка $3/16$, т.е. 18,75%.

Задача.

Мужчина с голубыми глазами и нормальным зрением женился на женщине с карими глазами и нормальным зрением (у всех её родственников бы-

ли карие глаза, а её брат был дальтоником). Какими могут быть дети от этого брака?

<u>Дано:</u>	<u>Решение:</u>
A — кар. a — голуб.	P: ♀ AA X ^D X ^d x ♂ aa X ^D Y
P: ♀ AA X ^D X ^d ♂ aa X ^D Y	G: AX ^D a X ^D AX ^d a Y
F ₁ — ?	F ₁ : ♀ Aa X ^D X ^D , Aa X ^D X ^d ♂ Aa X ^D Y , Aa X ^d Y

Ответ: все дети будут кареглазыми, все дочери с нормальным зрением, а вероятность рождения сыновей с дальтонизмом — 50%.

Задача

У канареек сцепленный с полом доминантный ген определяет зеленую окраску оперенья, а рецессивный — коричневую. Наличие хохолка зависит от аутосомного доминантного гена, его отсутствие — от аутосомного рецессивного гена. Оба родителя зеленого цвета с хохолками. У них появились 2 птенца: зеленый самец с хохолком и коричневая без хохолка самка. Определите генотипы родителей.

<u>Дано:</u>	<u>Решение:</u>
A — налич. хох. a — отсут. хох.	P: ♀ X ³ Y A* x ♂ X ³ X* A*
P: ♀ X ³ Y A* ♂ X ³ X* A*	F ₁ : ♀ X ^K Y ^K aa, ♂ X ³ X* A*
F ₁ : ♀ X ^K Y ^K aa ♂ X ³ X* A*	Зная, что один аллель (одна буква) в генотипе — от мамы, а другой — от папы, по генотипу птенчика — самочки определяем генотипы родителей.
P — ?	

Ответ: P: ♀ X³ Y Aa; ♂ X³ X^K Aa.

Задача

Мужчина, страдающий дальтонизмом и глухотой, женился на хорошо слышащей женщине с нормальным зрением. У них родился сын глухой и страдающий дальтонизмом и дочь с хорошим слухом и страдающая дальтонизмом. Возможно ли рождение в этой семье дочери с обеими аномалиями, если глухота — аутосомный рецессивный признак?

1. Укажите генотип родителей и сына.
2. Какова вероятность рождения в этой семье сына без аномалии.

Задача 4. У человека существует 2 вида глухоты. Первая форма наследуется как доминантный (А), а вторая — как рецессивный (В) признак.

1. Какой генотип родителей если в потомстве получится расщепление в соотношении 7 глухих: 1 здоровых?
2. Какой генотип родителей если в потомстве получится расщепление в соотношении 5 глухих: 3 здоровых?

Задача 5. Отсутствие синтеза - глобулина в крови у детей вызывает снижение иммунитета. Эта болезнь называется агаммаглобулинемия. Первый ген, вызывающий эту болезнь, находится в аутосомах, а второй ген наследуется сцепленно с половой Х-хромосомой. В обоих случаях болезнь наследуется рецессивно. Мать гетерозиготна по двум признакам. Отец здоров, у его родственников эта болезнь не наблюдался.

1. Определите генотип родителей.
2. Определите процент сыновей, больных по второму признаку этой болезни.
3. Определите процент фенотипически здоровых сыновей от этого брака.
4. Определите процент гетерозиготных детей по первому признаку
5. Определите процент носителей по двум признакам среди девочек от этого брака.

Задача 6. Миопия доминантный ген, расположенный в аутосомах. Дальтонизм является рецессивным признаком, сцепленным с Х-хромосомой. От родителей больных миопией родился сын здоровый по обоим признакам и сын дальтоник, страдающий миопией.

1. Определите вероятность рождения детей от этого брака, заболевший по двум признакам.
2. Определите вероятность рождения детей от этого брака, гомозиготных по двум признакам
3. Сколько процентов детей, рожденных от этого брака, страдают дальтонизмом?
4. Сколько процентов дочерей, рожденных от этого брака, страдают дальтонизмом?
5. Сколько процентов детей, рожденных от этого брака, гетерезиготны по миопии?
6. Сколько процентов детей, рожденных от этого брака, не страдают миопией, но являются дальтониками?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багоцкий С. В. Крутые задачи по генетике. Журнал Биология для школьников. 2005. №4.
2. Башурова Т. И. Сказочные задачи по генетике. Журнал Биология: 1 сентября. 2012. № 8. С. 18-21.
3. Бутвиловский В. Э., Заяц Р. Г. и др. Сборник задач по общей и медицинской генетике. Минск: Ураджай, 2002. — 157 с.
4. Ващенко Т. Г., Русанов И. А., Голева Г. Г. и др. Учебное пособие для студентов обучающихся по направлению 110200 «Агрономия». — Воронеж: Изд-во ФГОУ ВПО ВГАУ имени К. Д. Глинки, 2009. — 120 с.
5. Глазер В. М., Ким А. И., Орлова Н. Н., Удина И. Г., Алтухов Ю. П. Задачи по современной генетике. Учебное пособие. М.: Университет. Книжный дом, 2005.
6. Глазер В. М., Ким А. И., Орлова Н. Н., Удина И. Г., Алтухов Ю. П. М.: Университет, 2005. — 224 с.
7. Задачи по современной генетике: Учебн. пособие / Под ред. М. М. Аслана. — М.: КДУ, 2005. — 224 с.
8. Клаг У., Каммингс М. Основы генетики. М.: Техносфера, 2007.
9. Крестьянинов В. Ю., Вайнер Г. Б. Сборник задач по генетике с решениями. М.: Лицей, 2012. — 62 с.
10. Кузьмина А. А. и др. Решение задач по генетике. Саратов: Саратовский медицинский университет, 2006. — 96 с.
11. Максимова Н.П. и др. Сборник задач по генетике. Учебное издание. — Минск: Белорусский государственный университет, 2008. — 167 с.
12. Максимова Н.П. Молекулярная генетика. Сборник задач и тестов. Учебное пособие / Максимова Н.П. Минск.: БГУ, 2003.
13. Максимова Н.П., Титок М.А., Анохина В.С., Храмцова Е.А., Гринев В.В., Куницкая М.П. Сборник задач по генетике Минск.: БГУ, 2008.
14. Орлова Н. Н., Глазер В. М., Ким А. И. и др. Сборник задач по общей генетике / М.: Изд-во МГУ, 2001. — 114 с.
15. Орлова Н.Н., Глазер В.М., Ким А.И. и др. Сборник задач по общей генетике. М.: МГУ, 2000. — 114.
16. Островская Р.М., Чемерилов В.И. (ред.) Генетика: Сборник задач. Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2005. — 152 с.
17. Писарчик Г.А., Писарчик А.В. Сборник задач по генетике. Минск: Аверсэв, 2012. — 240 с.
18. Пьянкова С.Ю. (сост.) Сборник задач для самостоятельной работы по генетике. Пермь: Пермская ГСХА, 2015. — 64 с.

19. Пьянкова С. Ю. (сост.). Сборник задач для самостоятельной работы по генетике. Пермь: Пермская ГСХА, 2015. — 64 с.

20. Сазанов А. А. Генетика: учеб. Пособие / А. А. Сазанов — СПб.: ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2011. — 264 с.

21. Топорнина Н. А., Стволинская Н. С. «Генетика человека» М., Владос, 2001.

22. Фридман М. В. Задачи по генетике на школьной олимпиаде МГУ / журнал Биология для школьников. 2003. № 2.

23. Хлебова Л. П., Ерещенко О. В. Задачи по генетике. Часть 1. Менделевская генетика. Учебное пособие. — Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2014. — 154 с.

24. Шевченко В. А., Топорина Н. А., Стволинская Н. С. «Генетика человека» М., «Владос», 2002.

25. Щипков В. П., Кривошетьна Г. Н. Практикум по медицинской генетике. М., Академия, 2003.

26. Tara Rodden Rjbinson Fssistant Professor (Reseach), Oregon State University “Genetics For Dummies” Coyright 2005 by Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, Indiana.

Информационные ресурсы:

1. [www. tdpu. uz](http://www.tdpu.uz)
2. [www. pedagog. uz](http://www.pedagog.uz)
3. [www. Ziyonet. uz](http://www.Ziyonet.uz)
4. tdpu-INTRANET. Ped
5. [www. allbooks. ru](http://www.allbooks.ru)
6. [www. phnet. ru](http://www.phnet.ru)
7. naturalsciences. Ru
8. <http://www.ege.edu.ru/>
9. <http://www.fipi.ru>

Учебное издание

Шахмурова Гульнара Абдуллаевна

Халитова Роза Алимовна

Карташова Наталья Сергеевна

Сборник задач по генетике

*Методические рекомендации по решению задач
для лабораторных занятий по дисциплине
«Генетика и эволюционное учение» («Генетика»)*

Ответственный редактор *А. Барабанщикова*
Верстальщик *Е. Семенова*

Издательство «Директ-Медиа»
117342, Москва, ул. Обручева, 34/63, стр. 1
Тел/факс + 7 (495) 334-72-11
E-mail: manager@directmedia.ru
www.biblioclub.ru
www.directmedia.ru

Отпечатано в ООО «МЭЙЛ ТЕКНОЛОДЖИ»
142172, г. Москва, г. Щербинка,
ул. Космонавтов, д.16