

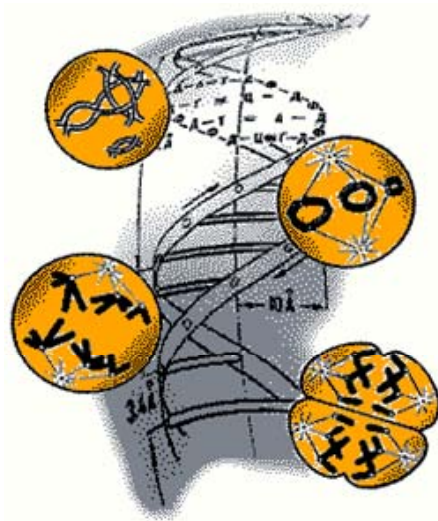
МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра медицинской биологии и генетики

С. В. ОВСЕПЯН, С. Н. БОБРОВА

ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ И ИЗМЕНЧИВОСТИ

Учебно-методическое пособие
для слушателей подготовительных курсов
факультета по подготовке специалистов для зарубежных стран



Гомель
ГомГМУ
2013

УДК 575 (072)
ББК 28.04я73
О-34

Рецензенты:

кандидат медицинских наук, доцент,
заведующая кафедрой нормальной физиологии человека
Гомельского государственного медицинского университета

Н. И. Штаненко;

кандидат биологических наук,
доцент кафедры медицинской биологии и генетики
Гомельского государственного медицинского университета

Л. П. Гаврилова

Овсебян, С. В.

О-34 Закономерности наследственности и изменчивости: учеб.-метод. пособие для слушателей подготовительных курсов факультета по подготовке специалистов для зарубежных стран / С. В. Овсебян, С. Н. Боброва. — Гомель: ГомГМУ, 2013. — 40 с.
ISBN 978-985-506-529-7

Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с программой по биологии для слушателей подготовительных курсов факультета по подготовке специалистов для зарубежных стран. Пособие позволит углубить и закрепить знания слушателей подготовительных курсов по разделу общей генетики. В пособие включены задачи и тестовые задания, решение которых поможет закрепить полученные теоретические знания.

Пособие является обучающим по курсу общей генетики при подготовке для поступления в вуз.

Утверждено и рекомендовано к изданию Центральным учебным научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный медицинский университет» 1 февраля 2013 г., протокол № 1.

**УДК 575 (072)
ББК 28.04я73**

ISBN 978-985-506-529-7

© Учреждение образования
«Гомельский государственный
медицинский университет», 2013

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ГЕНЕТИКИ

Аллель — пара генов, определяющая признак.

Аллельные гены расположены в одинаковых локусах (участках) гомологичных хромосом.

Альтернативные признаки — 2 взаимоисключающих проявления признака.

Аутосомы — хромосомы одинаковые у обоих полов.

Гемизиготное состояние — состояние гена, не имеющего аллельной пары (состояние большинства генов, локализованных в половых хромосомах гетерогаметного пола).

Гомозигота — зигота, имеющая одинаковые аллели данного гена.

Ген — участок молекулы ДНК, кодирующий структуру полипептида.

Генетика — наука, изучающая закономерности и материальные основы наследственности и изменчивости организмов.

Геном — совокупность генов в гаплоидном наборе хромосом данного организма.

Генотип — совокупность всех генов определенного организма.

Генофонд — совокупность генов популяции или вида на данном отрезке времени.

Гетерозигота — зигота, имеющая разные аллели данного гена.

Дигибридное скрещивание — скрещивание форм, отличающихся по двум парам альтернативных признаков.

Доминантный признак — признак, проявляющийся у гибридов первого поколения при скрещивании чистых линий.

Зигота — клетка, образующаяся при слиянии двух гамет — женской и мужской в результате полового размножения.

Изменчивость — способность организмов приобретать новые и терять старые признаки по сравнению с родителями.

Кариотип — совокупность хромосом соматической клетки, характеризующаяся их числом, формой, размером.

Летальные гены — гены, вызывающие гибель организма из-за нарушения нормального хода развития.

Моногибридное скрещивание — скрещивание форм, отличающихся по одной паре альтернативных признаков.

Наследование — процесс передачи наследственной информации от одного поколения организмов другому.

Наследственность — свойство живых организмов передавать из поколения в поколение морфологические, биохимические и физиологические признаки и особенности индивидуального развития в определенных условиях среды.

Половые хромосомы — хромосомы, по которым мужской пол отличается от женского пола.

Рецессивный признак — признак, передающийся по наследству при гибридизации, но подавляющийся у гибридов первого поколения.

Фен — отдельный признак, развивающийся под действием генотипа и факторов среды.

Фенотип — совокупность всех признаков и свойств организма.

2. ПЕРВЫЙ ЗАКОН Г. МЕНДЕЛЯ

Первый закон Менделя или **закон единообразия гибридов первого поколения** или **закон доминирования**: при скрещивании гомозиготных особей, отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных признаков, все гибриды первого поколения единообразны как по генотипу, так и по фенотипу.

Признак	Ген	Генотип
Желтый	A	AA, Aa
Зеленый	a	aa

P: ♀ AA x ♂ aa

G: (A) (a)

F₁: Aa

Гибриды первого поколения по фенотипу желтые, по генотипу — гетерозиготы.

3. ВТОРОЙ ЗАКОН Г. МЕНДЕЛЯ

Второй закон Менделя или **закон расщепления**: при скрещивании гибридов первого поколения между собой, во втором поколении ожидается расщепление по фенотипу в отношении 3:1 (три части с доминантным признаком и одна — с рецессивным) и по генотипу 1:2:1.

P: ♀ Aa x ♂ Aa

G: (A) (a) (A) (a)

F₂: AA, Aa, Aa, aa
желтый желтый желтый зеленый

4. ГИПОТЕЗА ЧИСТОТЫ ГАМЕТ

Для объяснения результатов 2-го закона У. Бэтсон (1902 г.) выдвинул положения, вошедшие в генетику под названием **гипотезы «чистоты гамет»**:

- 1) гены в гаметах у гибридов не гибридные, а чистые;
- 2) из одной аллельной пары в гамету попадает только один ген в результате расхождения гомологичных хромосом в мейозе.

5. ТРЕТИЙ ЗАКОН Г. МЕНДЕЛЯ

Третий закон Менделя — **закон независимого наследования признаков** или **закон независимого комбинирования генов**: при скрещивании го-

мозиготных особей, отличающихся двумя или более парами альтернативных признаков, во втором поколении отмечается независимое комбинирование по каждой паре признаков, а также появляются признаки, несвойственные родительским особям.

Признак	Ген	Генотип
Желтый	A	AA, Aa
Зеленый	a	Aa
Гладкий	B	BB, Bb
Морщинистый	b	bb

P: ♀ AABV x ♂ aabb

G: (AB) (ab)

F₁: AaBb
желтый гладкий

В первом поколении у гибридов проявилось правило единообразия.

Затем гибридов первого поколения использовали как родительские формы и получили гибридов второго поколения.

P: ♀ AaBb x ♂ AaBb

G: (AB) (Ab) (aB) (ab)
(aB) (ab) (aB) (ab)

Решетка Пеннета:

Гаметы	AB	Ab	aB	ab
AB	AABV	AABb	AaBV	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBV	AaBb	aaBV	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

Используя фенотипический радикал A_, где вместо черточки может быть как доминантный A, так и рецессивный ген a (фенотип особи в обоих случаях будет одинаков), расщепление по фенотипу при дигибридном скрещивании можно представить следующим образом:

9 A_ B_ желтые гладкие.

3 A_ bb желтые морщинистые.

3 aa B_ зеленые гладкие.

1 aabb зеленые морщинистые.

6. АНАЛИЗИРУЮЩЕЕ СКРЕЩИВАНИЕ

Анализирующее скрещивание проводят с целью определения генотипа организма с доминантным признаком. Для этого исследуемую особь скрещи-

вают с *анализатором* (гомозиготой по рецессивному признаку). Если гибриды первого поколения единообразны по фенотипу, значит анализируемая особь была гомозиготна. Если у потомков наблюдается расщепление признаков в отношении 1:1, значит анализируемая особь была гетерозиготна.

7. АЛЛЕЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕНОВ

Гены, определяющие развитие альтернативных признаков, являются парными. *Пару аллельных генов, определяющих развитие альтернативных признаков, называют аллеломорфной парой, а само явление парности — аллелизмом.* Аллельные гены расположены в одинаковых локусах гомологичных хромосом.

Полное доминирование проявляется в тех случаях, когда доминантный ген полностью подавляет рецессивный ген.

Неполное доминирование — тип аллельного взаимодействия генов, при котором доминантный ген не полностью подавляет действие рецессивного гена и формируется среднее значение признака.

Сверхдоминирование — большая степень выраженности признака у гетерозиготной особи, чем у любой из гомозигот (кукуруза, сахарная свекла, томаты, гречиха).

Кодоминирование — тип аллельного взаимодействия генов, при котором каждый проявляется фенотипически в гетерозиготе. При этом ни один не доминирует над другим (наследование четвертой группы крови у человека).

Признак	Ген	Генотип
I группа крови	I^0	I^0I^0
II группа крови	I^A	I^AI^A I^AI^0
III группа крови	I^B	I^BI^B I^BI^0
IV группа крови	I^A, I^B	I^AI^B

8. НЕАЛЛЕЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕНОВ

Гены, расположенные в разных парах хромосом или в разных локусах гомологичных хромосом, называются **неаллельными**. К неаллельному взаимодействию генов относят комплементарность, эпистаз, полимерию.

Комплементарность — это тип неаллельного взаимодействия генов, при котором доминантные гены из разных аллельных пар дополняют друг друга и формируется новое значение признака.

Пример. Наследование глухоты у человека

Признак	Ген	Генотип
Глухота	de	ddE \underline{E} , D \underline{ee} , ddee
Норма	DE	D \underline{E}

P: ♀ ddEE x ♂ DDee

G: (dE) (De)

F₁: DdEe
норма

P: ♀ DdEe x ♂ DdEe

F₂: 9 D_E_ норма
3 D_ee глухота
3 ddE_ глухота
1ddee глухота

При этом образуется 2 фенотипические группы (нормальные и глухие) в отношении 9:7.

Эпистаз — тип взаимодействия неаллельных генов, при котором гены из одной аллельной пары подавляют действие генов из другой аллельной пары.

Эпистатический ген (супрессор, ингибитор) — ген, подавляющий действие другого гена.

Гипостатический — подавляемый ген.

Доминантный эпистаз — взаимодействие неаллельных генов, при котором доминантный аллель эпистатического гена подавляет действие другого гена.

Пример. Наследование окраски шерсти у лошадей

Признак	Ген	Генотип
Серая	A>B,в	A_B_, A_вв
Черная	B	aaB_
Рыжая	в	аавв

P: ♀ AABV x ♂ аавв

G: (AB) (ав)

F₁: AaBv
серая

P: ♀ AaBb x ♂ AaBb

G: (AB) (Ab) (aB) (ab)
(aB) (ab) (aB) (ab)

F₁: 9 A_B_ серые
3 A_вв серые
3 aaB_ чёрные
1 аавв рыжие

При этом образуются три фенотипические группы (серые, чёрные, рыжие) в отношении 12:3:1.

Рецессивный эпистаз — взаимодействие неаллельных генов, при котором рецессивный аллель эпистатического гена в гомозиготном состоянии подавляет действие другого гена.

Пример. Наследование окраски шерсти у мышей:

Признак	Ген	Генотип
Агути	A	A_C_
Черная	a	aaC_
Белая	cc	A_cc, aacc

P: ♀ AACC x ♂ aacc

G: (AC) (ac)

F₁: AaCc
серая

P: ♀ AaCc x ♂ AaCc

G: (AC) (Ac) (aC) (ac)

F₁: 9 A_C_ агути
3 A_cc белая
3 aaC_ чёрная
1 aacc белая

При этом образуются три фенотипические группы (агути, белые, черные) в отношении 9:4:3.

Полимерия — один из видов неаллельного взаимодействия генов, при котором на проявление количественного признака оказывает влияние одновременно несколько пар генов с одинаковым фенотипическим проявлением.

Кумулятивная полимерия — проявление признака зависит от количества доминантных аллелей в генотипе.

Пример. Наследование цвета кожи у человека:

$A_1A_1A_2A_2A_3A_3A_4A_4$ — черная кожа

$a_1a_1a_2a_2a_3a_3a_4a_4$ — белая кожа

$A_1a_1A_2a_2A_3a_3A_4a_4$ — мулаты

Некумулятивная полимерия — характер проявления признака не зависит от числа доминантных генов в генотипе.

Пример. Наследование оперенности ног у кур:

Признак	ген	генотип
Оперенные ноги	A, B	A B, A вв, aaB
Голые	a, b	aaвв

P: ♀ AABV x ♂ aавв

G: (AB) (ав)

F₁: AaBv
оперенные

P: ♀ AaBv x ♂ AaBv

G: (AB) (Av) (aB) (ав)
(aB) (ав) (aB) (ав)

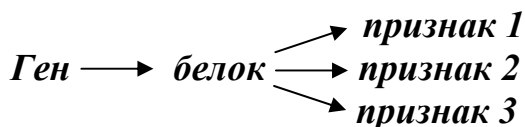
F₁: 9 A_B_ оперенные
3 A_vv оперенные
3 aaB_ оперенные
1 aавв голые

При этом образуется 2 фенотипические группы в отношении 15:1 (оперенные ноги и голые).

9. ПЛЕЙОТРОПИЯ

Плейотропия — явление одновременного влияния одного гена на проявление нескольких признаков.

Это явление не противоречит классической концепции «один ген — один белок».



В результате считывания информации с гена образуется белок, который затем может участвовать в различных процессах, происходящих в организме, оказывая множественное действие.

Примеры:

1. Рыжий цвет волос у человека проявляется одновременно со светлой кожей и веснушками.

2. Синдром Марфана обусловлен доминантным геном, который отвечает за развитие следующих признаков:

- длительный рост костей;

- *научьи пальцы;*
- *деформация лица;*
- *дефект хрусталика глаза;*
- *порок сердца;*
- *прогрессирующая с возрастом глухота.*

10. СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ

Передача наследственной информации связана с хромосомами, в которых линейно, в определенной последовательности находятся гены. Хромосомы являются материальной основой наследственности.

В 1902–1903 гг. американский цитолог У. Сеттон и немецкий цитолог и эмбриолог Т. Бовери независимо друг от друга высказали предположение, что гены расположены в хромосомах. Первые наблюдения над сцепленным наследованием были опубликованы в 1906 г. У. Бетсоном и Р. Пеннетом, которые обнаружили это явление у душистого горошка. Однако объяснено оно было лишь в 1911 г. Т. Морганом и известно как закон Моргана: **гены, локализованные в одной хромосоме, называются сцепленными и наследуются вместе.**

Если при независимом комбинировании дигибрид $AaBb$ образует четыре типа гамет AB, Ab, aB, ab в равных количествах, то такой же дигибрид при сцепленном наследовании образует такие же типы гамет, но в разных количествах.

11. ОПЫТЫ Т. МОРГАНА

Один из первых экспериментов Моргана при изучении сцепленного наследования был проведен на дрозофиле. Мушки отличались по двум парам сцепленных признаков (цвет тела и форма крыльев):

Признак	Ген	Генотип
Серое тело	A	AA, Aa
Черное тело	a	aa
Нормальные крылья	B	BB, Bb
Короткие крылья	b	bb

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

$$G: \text{ (AB) } \quad \text{ (ab)}$$

$$F_1: \frac{AB}{ab}$$

Гибриды F_1 серые с нормальными крыльями.

Далее были проведены два типа анализирующих скрещиваний.

1. Дигетерозиготных самцов F_1 скрестили с гомозиготными по рецессивным аллелям самками (анализаторами):

$$\begin{array}{l}
 P: \quad \text{♀} \frac{ab}{ab} \quad \times \quad \text{♂} \frac{AB}{ab}, \\
 G: \quad \textcircled{ab} \quad \quad \quad \textcircled{AB} \quad \textcircled{ab} \\
 F_2: \quad \frac{ab}{AB}, \quad \frac{ab}{ab}
 \end{array}$$

В F_2 образуется две фенотипические группы: серые мухи с нормальными крыльями и черные мухи с короткими крыльями в соотношении 1:1. Следовательно, дигетерозигота образует только два типа гамет (ab и AB). У самца наблюдается полное сцепление генов из-за отсутствия кроссинговера.

2. Дигетерозиготную самку скрестили с самцом рецессивным по обоим признакам (черное тело, короткие крылья).

$$\begin{array}{l}
 P: \quad \text{♀} \frac{AB}{ab} \quad \times \quad \text{♂} \frac{ab}{ab}, \\
 G: \quad \textcircled{AB} \quad \textcircled{ab} \quad \quad \quad \textcircled{ab} \\
 \text{некроссоверные} \\
 \quad \quad \quad \textcircled{Ab} \quad \textcircled{aB} \\
 \text{кроссоверные} \\
 F_2: \quad \frac{AB}{ab}, \quad \frac{ab}{ab} \quad \quad \quad \frac{Ab}{ab} \quad \frac{aB}{ab} \\
 \quad \quad \quad 83 \% \quad \quad \quad \text{кроссоверные} \quad \quad \quad 17 \%
 \end{array}$$

Гаметы самки записываются над чертой (хромосомой), а гаметы самца — под чертой.

В F_2 получили четыре фенотипические группы: серые мухи с нормальными крыльями (41,5 %), черные мухи с короткими крыльями (41,5 %), серые мухи с короткими крыльями (8,5 %) и черные мухи с длинными крыльями (8,5 %). Причиной появления мух с новым сочетанием признаков является кроссинговер — обмен участками гомологичных хромосом в профазе I мейоза, поэтому у самки образуется четыре типа гамет (AB , ab — некроссоверные, aB , Ab — кроссоверные). Особи, которые образуются из таких гамет с новыми сочетаниями аллелей, получили название **кроссоверных** или **рекомбинантных**. Таких особей всегда меньше, чем некроссоверных.

12. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ХРОМОСОМНОЙ ТЕОРИИ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

Экспериментальное доказательство локализации конкретных генов в конкретных хромосомах было получено только в 1910 г. американским генетиком Т. Морганом, который в последующие годы (1911–1926 гг.) основал хромосомную теорию наследственности. Ее сущность заключается в следующем:

- 1) основным материальным носителем наследственности являются хромосомы с локализованными в них генами;
- 2) гены наследственно дискретны, относительно стабильны, но при этом могут мутировать;
- 3) гены в хромосомах расположены линейно, каждый ген имеет определенное место (локус) в хромосоме;
- 4) гены, расположенные в одной хромосоме, образуют группу сцепления и наследуются совместно;
- 5) число групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом и постоянно для каждого вида организмов;
- 6) сцепление генов может нарушаться в результате кроссинговера;
- 7) частота кроссинговера прямо пропорциональна расстоянию между генами;
- 8) каждый биологический вид характеризуется определенным набором хромосом — кариотипом.

Каждую группу сцепления составляют две гомологичные хромосомы, в которых локализованы гены. У человека 23 группы сцепления, у дрозофилы — 4, у гороха — 7.

Расстояние между генами характеризует его силу сцепления и выражается в процентах кроссинговера или морганидах. Максимальное расстояние между генами не превышает 50 % кроссинговера.

Морганида — генетическое расстояние между генами, на котором вероятность кроссинговера равна 1 %.

Расстояние между генами можно определить по формуле:

$$X = a + v / n,$$

где X — расстояние между генами, $a + v$ — сумма кроссоверных организмов, n — общее количество организмов.

13. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КАРТА ХРОМОСОМ

Т. Морган и его сотрудники Бриджес, Стертевант и Меллер экспериментально показали, что знание явлений сцепления и кроссинговера позволяет установить группы сцепления генов, а также построить генетические карты хромосом.

Генетическая карта хромосомы — это схема, на которой показан порядок расположения генов и расстояние между ними. О расстоянии между сцепленными генами судят по частоте кроссинговера между ними.

Генетические карты составлены для некоторых насекомых (дрозофила, комара, таракана), грибов (дрожжей, аспергилла), многих одноклеточных, бактерий и вирусов.

Генетические карты человека используются в медицине. Знание локализации патологического гена в определенной хромосоме используется при диагностике ряда тяжелых наследственных заболеваний человека и способствует развитию нового направления в генетике человека — генной терапии.

14. ПОЛ. ПОЛОВЫЕ ПРИЗНАКИ

Пол — это совокупность генетических и морфологических особенностей, обеспечивающих воспроизведение потомства и передачу наследственной информации.

Все половые признаки условно делят на *первичные* и *вторичные*.

Первичные половые признаки обеспечивают образование гамет и оплодотворение. К ним относятся гонады (яичники и семенники), в которых образуются половые клетки, а также половые пути, половые органы.

Вторичные половые признаки — это совокупность морфологических и физиологических признаков и свойств, определяющих фенотипические различия между особями разных полов: тембр голоса, особенности формирования скелета, тип волосяного покрова, млечные железы, брачная окраска у животных и т. д.

15. ТЕОРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛА

Хромосомная теория пола (К. Корренс, 1907 г.) заключается в том, что пол определяется сочетанием половых хромосом при оплодотворении (таблица 1).

При исследовании кариотипов многих животных было установлено, что у женского организма каждая хромосома имеет парную (гомологичную), а у мужского — 2 непарные (X и Y). Их назвали **половыми** или **гетерохромосомами**.

Гомогаметный пол — пол, имеющий одинаковые половые хромосомы и дающий гаметы одного типа.

Гетерогаметный пол — пол, имеющий разные половые хромосомы и дающий гаметы двух типов.

Таблица 1 — Хромосомное определение пола

Типы хромосомного определения пола	Сочетание половых хромосом		Типы гамет	
	♂	♀	♂	♀
Гетерогаметность мужского пола				
Прямокрылые насекомые (клопы Protenor, жуки, пауки, кузнечики)	X0	XX	X, 0	X
Дрозофила, млекопитающие, в том числе человек	XY	XX	X,Y	X

Окончание таблицы 1

Типы хромосомного определения пола	Сочетание половых хромосом		Типы гамет	
	♂	♀	♂	♀
Гетерогаметность женского пола				
Птицы, рыбы, бабочки, шелкопряд, рептилии, земноводные	ZZ	ZW	Z	Z,W
Моль и другие беспозвоночные	ZZ	Z0	Z	Z, 0

Балансовая теория пола (К. Бриджес, 1922 г.) заключается в том, что пол определяется не только половыми хромосомами, а отношением (балансом) числа X-хромосом к набору аутосом.

Гены, определяющие признаки женского организма, сосредоточены в X-хромосомах, мужского — в аутосомах (A).

В норме самки плодовой мушки дрозофилы имеют баланс $2X : 2A = 1$, а самцы — $1X : 2A = 0,5$.

Нормальный баланс половых хромосом и аутосом у женщин — $XX : 44A$. ($2x : 2A$), а у мужчин — $XY : 44A$. ($1x : 2A$).

Изменение отношения половых хромосом и аутосом ведет к нарушению формирования признаков пола и возникновению патологий: $XO : 44A$ — синдром Шерешевского-Тернера; $XXX : 44A$ — синдром трисомии X; $XXY : 44A$ — синдром Клайнфельтера; $XYY : 44A$ - синдром добавочной Y-хромосомы.

16. НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ, СЦЕПЛЕННЫХ С ПОЛОМ

Признаки, контролируемые генами, расположенными в половых хромосомах, называются **сцепленными с полом**. Их можно разделить на 3 группы:

1. Признаки, частично сцепленные с полом. Гены, отвечающие за развитие таких признаков, расположены в парных участках X и Y-хромосом. Эти гены контролируют развитие некоторых заболеваний: судорожные расстройства, пигментная ксеродерма, общая цветовая слепота.

2. Признаки, полностью сцепленные с полом. Гены, отвечающие за развитие таких признаков, расположены в участке X-хромосомы, для которого нет гомологичного в Y-хромосоме. Эти гены также отвечают за развитие некоторых заболеваний (атрофия зрительного нерва, мышечная дистрофия Дюшена, дальтонизм, гемофилия).

Поскольку у гетерогаметного пола (XY) X-хромосома представлена в единственном числе, то признаки, определяемые генами негомологичного участка X-хромосомы будут проявляться даже в том случае, если они рецессивны.

Признак	Ген	Генотип
Гемофилия	X^h	X^hX^h ; X^hY
Норма	X^H	X^HX^H ; X^HX^h ; X^HY

P: ♀ X^HX^h x ♂ X^HY

G: (X^H) (X^h) (X^H) (Y)

F₁: X^HX^H; X^HX^h; X^HY, X^hY
норма норма норма гемофилия

3. **Голандрические признаки.** Гены, определяющие такие признаки, расположены в участке Y-хромосомы, для которого нет гомологичного в X-хромосоме. Они контролируют синдактилию, гипертрихоз ушной раковины, ихтиоз.

17. ТИПЫ ИЗМЕНЧИВОСТИ

Фенотипическая (ненаследственная) изменчивость связана с изменением фенотипа без изменения генотипа. Формы изменчивости: модификационная и онтогенетическая.

Генотипическая (наследственная) изменчивость связана с изменением генотипа. Формы изменчивости: комбинативная и мутационная.

18. МОДИФИКАЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Модификационная изменчивость — изменения фенотипа под действием факторов внешней среды, которые происходят без изменения генотипа.

Пример. Изменение окраски шерсти у гималайского кролика.

Обычно при t = 20 °C у этого кролика шерсть белая, за исключением черных ушей, лап, хвоста и мордочки.

При t = 30 °C такие кролики вырастают полностью белыми. Если же у гималайского кролика сбрить шерсть на боку и спине и содержать при t +2 °C, то вместо белой шерсти вырастет черная. Но если сбрить шерсть на ухе, то в обычных условиях там снова вырастет черная шерсть.

Для каждой области тела у кролика есть свой порог температуры, выше которого вырастает белая шерсть, а ниже — черная.

Эти наблюдения объясняют, почему гималайские кролики рождаются белыми без участков черной шерсти: их эмбриональное развитие происходит при высокой температуре.

Модификации — фенотипические различия у генетически тождественных особей, которые возникают под воздействием факторов внешней среды и сохраняются на протяжении жизни данного организма.

Свойства модификаций:

- Носят обратимый характер.
- Носят адекватный характер.
- Носят приспособительный (адаптивный) характер.
- Носят массовый характер.
- Не наследуются. Наследуется лишь норма реакции.
- Возникают постепенно и имеют переходные формы.

Примерами модификации у человека могут служить усиление пигментации кожи — загар под влиянием ультрафиолетовых лучей, развитие костно-мышечной системы в результате физических нагрузок, в горных условиях вырабатывается разное количество эритроцитов.

Все признаки и свойства организма наследственно определены, однако организмы наследуют не сами признаки и свойства, а лишь возможность их развития. Для проявления развития признака необходимы определённые условия внешней среды.

Степень выражения признака, ограниченная действием генотипа, называется **нормой реакции**.

Для разных признаков и свойств организма границы, определяемые нормой реакции, неодинаковы. Наибольшей пластичностью и изменчивостью характеризуются количественные признаки. Качественные признаки мало изменяются при изменении условий среды.

19. ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Онтогенетическая изменчивость — изменения признаков у отдельных организмов или клеток, которые возникают в ходе их индивидуального развития (онтогенеза). Основной причиной онтогенетической изменчивости является разная активность генов в разные возрастные периоды. Порядок «включения» и «выключения» определенных генов наследуется при половом размножении организмов. Примером онтогенетической изменчивости у человека является появление молочных зубов и смена их на постоянные, поседение волос и повышенная ломкость костей в старости. Примером у животных является развитие с превращением: яйцо — личинка — куколка — взрослая особь.

20. КОМБИНАТИВНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

При комбинативной изменчивости сами гены не изменяются, меняется их сочетание и характер взаимодействий, а, следовательно, имеющиеся признаки комбинируются в разных сочетаниях, образуя большое разнообразие фенотипов.

Комбинативная изменчивость обусловлена:

- кроссинговером;
- независимым расхождением гомологичных хромосом в мейозе;
- свободным сочетанием гамет при оплодотворении.

Пример. У родителей со 2-й и 3-й группами крови по системе АВО могут родиться дети с 4-й группой крови.

21. МУТАЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

При **мутационной** изменчивости происходят изменения (мутации) генетического материала и эти изменения передаются по наследству.

Мутации — это внезапные скачкообразные и ненаправленные изменения генотипа. При этом характерно появление у живых организмов качественно новых наследственных признаков и свойств, которых ранее в природе не существовало.

Основные положения мутационной теории разработаны Г. Де Фризом в 1901–1903 гг. и сводятся к следующему:

- мутации возникают внезапно;
- новые формы устойчивы;
- мутации — качественные изменения;
- мутации проявляются по-разному и могут быть как полезными, так и вредными;
- сходные мутации могут возникать повторно.

Классификация мутаций представлена в таблице 2.

Таблица 2 — Классификация мутаций

№ п/п	Классифицирующий фактор	Название мутаций
I	По мутировавшим клеткам	1. Генеративные 2. Соматические
II	По характеру изменения генотипа	1. Генные (точковые) 2. Хромосомные перестройки (дефиценсы, делеции, дупликации и инверсии) 3. Межхромосомные перестройки (транслокации) 4. Геномные мутации (полиплоидия, анеуплоидия) 5. Цитоплазматические мутации
III	По адаптивному значению	1. Полезные 2. Вредные (полуметальные, летальные) 3. Нейтральные
IV	По причине, вызвавшей мутацию	1. Спонтанные 2. Индуцированные

Генеративные мутации возникают в половых клетках родителей, проявляются у потомков, передаются по наследству при половом размножении (гемофилия, дальтонизм).

Соматические мутации возникают в соматических клетках, передаются по наследству только при вегетативном размножении и проявляются у самой особи (разный цвет глаз у одного человека, белая прядь волос).

Генные мутации связаны с изменением последовательности нуклеотидов в гене, при этом изменяется структура гена:

- **дупликация** — повтор нуклеотидной пары;
- **инсерция** — вставка пары или нескольких пар нуклеотидов;
- **делеция** — выпадение пары или группы нуклеотидов;
- **инверсия** — перестановка последовательности нуклеотидов;

- **замена** пары нуклеотидов на другую пару, при этом общее число нуклеотидов не меняется.

Дупликации, инсерции и делеции могут приводить к изменению рамки считывания генетического кода. В результате в полипептидную цепь будут соединяться совершенно другие АК и, таким образом, будет синтезироваться мутационный белок, совершенно не похожий на нормальный. Кроме того, может произойти **сдвиг рамки считывания**. Также могут образовываться **терминирующие кодоны** УАА, УАГ или УГА, прекращающие синтез белка.

Выпадение целого триплета приводит к менее тяжелым генетическим последствиям, чем выпадение одного или двух нуклеотидов (рамка считывания не сдвинулась).

Генные мутации приводят к изменению строения молекул белков и к появлению новых признаков и свойств организма. Например, такие заболевания человека, как альбинизм, гемофилия, фенилкетонурия обусловлены генными мутациями.

Генные мутации происходят под влиянием мутагенных факторов (биологических, физических, химических) или спонтанно (случайно).

Хромосомные мутации (хромосомные перестройки, абберации) — изменения положения участков хромосом, которые приводят к изменению размеров и формы хромосом. Они бывают внутривхромосомные и межхромосомные.

Внутрихромосомные мутации:

- **Дефишенси** — потеря концевых участков хромосомы.
- **Делеции** — утрата хромосомой какого-либо участка в средней ее части.
- **Дупликации** (удвоение) — связаны с включением лишнего, дублирующего участка хромосомы.
- **Инверсии** (перевороты) — разрыв хромосомы, переворот оторвавшегося участка на 180° и встраивание его на прежнее место.

Межхромосомные мутации:

- **Транслокация** (переносы) — обмен участками между негомологичными хромосомами (в мейозе).
- **Транспозиция** — включение участка хромосомы в другую, негомологичную хромосому без взаимного обмена.

Геномные мутации — мутации, связанные с изменением числа хромосом. Они могут быть вызваны нерасхождением хромосом при мейозе, что приводит к появлению у гамет нового набора хромосом.

К геномным мутациям относят полиплоидию и анеуплоидию.

Полиплоидия — мутация, связанная с увеличением числа хромосом, кратного гаплоидному набору. Образуются триплоиды (3n), тетраплоиды (4n), гексаплоиды (6n), октаплоиды (8n) и т. д.

Чаще всего полиплоиды образуются при нарушении расхождения хромосом к полюсам клетки в митозе. Это может быть вызвано действием физических (высокая и низкая температура, радиоактивное излучение) и химических факторов (колхицин, винбластин, аценафтен, хлороформ, эфир, хлоргидрит).

Химические вещества типа колхицина подавляют образование митотического веретена деления в клетках. В результате этого удвоенные хромосомы не расходятся, клетка оказывается тетраплоидной.

Для многих растений известны так называемые полиплоидные ряды. Они включают формы от $2n$ до $10n$ и более. Например, у пшеницы наборы хромосом 14, 28 и 42 представляют полиплоидный ряд $2n$, $4n$, $6n$.

Полиплоидия приводит к изменению признаков организма и поэтому является важным источником изменчивости в эволюции и селекции, особенно у растений. Около трети видов растений, произрастающих на нашей планете — полиплоиды. Почти все культурные растения также полиплоиды. У них, в отличие от их диких сородичей, более крупные цветки, плоды и семена, в запасающих органах (стебель, клубни) накапливается больше питательных веществ. Полиплоиды легче приспосабливаются к неблагоприятным условиям жизни, легче переносят низкие температуры и засуху.

Анеуплодия, или **гетероплодия**, — это увеличение или уменьшение числа хромосом, некратное гаплоидному.

Анеуплоиды возникают при нарушении расхождения хромосом. В результате нерасхождения хромосом при гаметогенезе могут возникать половые клетки с лишними хромосомами, и тогда при последующем слиянии с нормальными гаплоидными гаметами они образуют зиготу $2n + 1$ (трисомик) по определенной хромосоме. Если в гамете оказалось меньше на одну хромосому, то последующее оплодотворение приводит к образованию зиготы $2n - 1$ (моносомик) по какой-нибудь из хромосом. Кроме того, встречаются формы $2n - 2$, или нуллисомики, т. к. отсутствует пара гомологичных хромосом, и $2n + x$, или полисомик.

Анеуплоиды встречаются у растений, животных и у человека. Анеуплоидные растения обладают низкой жизнеспособностью и плодовитостью. Случаи анеуплоидии у человека вызывают хромосомные болезни (синдром Дауна, синдром Шерешевского-Тернера, синдром Клайнфельтера).

22. МУТАГЕННЫЕ ФАКТОРЫ

Мутагены (от лат. *мутацио* — «изменение» и греч. *генос* — «рождение») — факторы внешней и внутренней среды, способные вызывать мутации.

Их делят на 3 группы:

- химические (формалин, иприт, колхицин);
- физические (ионизирующее излучение, ультрафиолетовые лучи);
- биологические (вирусы, продукты жизнедеятельности грибов и бактерий).

23. ЗАКОН ГОМОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ

Закон гомологических рядов был сформулирован русским ученым Н. И. Вавиловым в 1920 г.

Сущность закона состоит в том, что виды и роды генетически близкие, связанные друг с другом единством происхождения, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости.

Согласно закону наличие ряда признаков у одного вида предполагает наличие таких же признаков и у другого родственного вида. Так, отсутствие ядовитых растений у подавляющего большинства представителей семейства бобовых привело ученого к мысли о том, что у ядовитого люпина имеются в природе неядовитые формы. В результате поисков такой люпин был найден.

Медицинская наука в качестве моделей для изучения болезней человека получила возможность использовать животных с гомологичными заболеваниями: сахарный диабет у крыс; врожденная глухота у мышей, собак, морских свинок; катаракта глаз у мышей, крыс, собак, лошадей и ряд других дефектов.

24. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ГЕНЕТИКИ ЧЕЛОВЕКА

Генеалогический метод заключается в сборе сведений о наличии признаков в отдельных семьях на протяжении нескольких поколений. Составляется родословная семьи. Сбор сведений начинается от пробанда. **Пробанд** — лицо, родословную которого необходимо составить. Братья и сестры пробанда называются **сибсы**.

Метод позволяет установить:

- тип наследования;
- генотипы родителей;
- прогноз вероятности проявления изучаемого признака.

Близнецовый метод основан на изучении монозиготных и дизиготных близнецов.

Этот метод позволяет определить степень влияния среды и наследственности в проявлении признаков.

Монозиготные или однояйцевые близнецы развиваются из одной яйцеклетки, оплодотворенной одним сперматозоидом. Они всегда одного пола и похожи друг на друга, так как имеют один и тот же генотип. У них одинаковая группа крови, одинаковые отпечатки пальцев и почерк. Доля однояйцевых близнецов у человека составляет 35–38 % от общего их числа.

Дизиготные или разнаяйцевые близнецы развиваются из двух разных яйцеклеток, оплодотворенных разными сперматозоидами. Такие близнецы могут быть как однополыми, так и разнополыми.

Цитогенетический метод основан на микроскопическом исследовании в клетке метафазных хромосом, анализе кариотипа человека в норме и патологии.

Метод позволяет установить хромосомные болезни человека, связанные с хромосомными и геномными мутациями (синдром Дауна, синдром Шерешевского-Тернера, синдром кошачьего крика и т. д.).

Биохимические методы используются для диагностики болезней обмена веществ при помощи исследования биологических жидкостей (крови, мочи, амниотической жидкости). Причиной этих заболеваний являются генные мутации. С помощью биохимических методов обнаружено около 500 молекулярных болезней: фенилкетонурия, сахарный диабет, альбинизм, гемофилия, дальтонизм, рахит и т. д.

Популяционно-статистический метод основан на изучении частот генов и генотипов в человеческих популяциях.

Основная закономерность, позволяющая исследовать генетическую структуру идеальных популяций, была установлена в 1908 году английским математиком Г. Харди и немецким врачом В. Вайнбергом.

Закон Харди-Вайнберга: в панмиксной, большой по численности популяции, на которую не оказывают влияния элементарные факторы эволюции, соотношение частот генов и генотипов – величина постоянная из поколения в поколение. Это выражается следующими формулами и используется в медицине для определения количества гетерозиготных носителей патологического гена:

$$P(A) + q(a) = 1,$$

где P — частота доминантного гена (A), q — рецессивного (a).

$$p^2(AA) + 2pq(Aa) + q^2(aa) = 1,$$

где p^2 — частота встречаемости гомозигот по доминантному признаку (AA), $2pq$ — частота встречаемости гетерозигот (Aa), q^2 — частота встречаемости гомозигот по рецессивному признаку (aa).

Метод дерматоглифики. Дерматоглифика — раздел генетики, который изучает рельеф кожи на пальцах, ладонях и подошвах стоп. На этих частях тела имеются эпидермальные выступы — гребни, которые образуют сложные узоры. Рисунки кожных узоров строго индивидуальны и генетически обусловлены. Закладка узоров формируется в период внутриутробного развития.

Метод используется для изучения индивидуальной изменчивости и диагностики некоторых наследственных заболеваний.

Метод включает три раздела:

- 1) дактилоскопия изучает узоры на подушечках пальцев;
- 2) пальмоскопия изучает рисунок на ладонях;
- 3) плантоскопия изучает дерматоглифику стопы.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО РАЗДЕЛУ «ОБЩАЯ ГЕНЕТИКА»

Выберите один или несколько верных вариантов ответа

1. К основным задачам генетики относятся исследования:

Варианты ответа:

- а) механизмов, хранения и передачи информации от родительских форм к дочерним;
- б) взаимосвязи процессов наследственности и изменчивости;
- в) строения клеток;
- г) взаимоотношений живых организмов разных видов в биогеоценозе.

2. Моногибридным называется такое скрещивание, при котором родительские особи:

Варианты ответа:

- а) имеют общего предка;
- б) отличаются друг от друга по одной паре альтернативных признаков;
- в) отличаются друг от друга по двум парам альтернативных признаков;
- г) принадлежат к одному виду.

3. Второй закон Г. Менделя называют:

Варианты ответа:

- а) закон расщепления;
- б) закон независимого наследования;
- в) закон единообразия;
- г) закон сцепленного наследования.

4. При скрещивании организмов, отличающихся по двум парам альтернативных признаков, для получения гибридов 1-го поколения Г. Мендель использовал особи с генотипами:

Варианты ответа:

- а) ААВВ и аавв;
- б) АаВв и АаВв;
- в) Аа и Вв;
- г) АаВв и аавв.

5. Назовите пару альтернативных признаков, которым присущ промежуточный характер наследования:

Варианты ответа:

- а) окраска семян гороха;
- б) форма бобов у гороха;
- в) окраска цветов у душистого горошка;
- г) окраска цветов ночной красавицы.

6. Какое расщепление по генотипу и фенотипу ожидается при неполном доминировании у гибридов второго поколения, отличающихся по одной паре альтернативных признаков?

Варианты ответа:

- а) 3:1;
- б) 1:1;
- в) 1:2:1;
- г) 9:3:3:1.

7. При скрещивании морских свинок с генотипами $AaBb \times aaBB$ получается потомство с генотипом:

Варианты ответа:

- а) $AABb, AaBb$;
- б) $AaBb$;
- в) $AaBB$;
- г) $aaBB, AaBb$.

8. Особи, которые не дают в потомстве расщепления и сохраняют свои признаки в «чистом» виде, называются:

Варианты ответа:

- а) моногибридными;
- б) гомозиготными;
- в) гетерозиготными;
- г) доминирующими.

9. Кем было сформулирована гипотеза «чистоты» гамет?

Варианты ответа:

- а) Г. Мендель;
- б) Р. Пеннет;
- в) Т. Г. Морган;
- г) Бэтсон.

10. Укажите организм, который образует в равном количестве четыре типа гамет: AB, Ab, aB, ab :

Варианты ответа:

- а) $\begin{array}{cc} \underline{A} & \underline{B} \\ a & b \end{array}$;
- б) \underline{AB} ;
- в) $\begin{array}{cc} \underline{A} & \underline{B} \\ a & B \end{array}$;
- г) $\begin{array}{cc} \underline{A} & \underline{B} \\ a & B \end{array}$.

11. Где в результате мейоза оказываются разные аллели одного гена?

Варианты ответа:

- а) в разных гаметах;
- б) в одной гамете;
- в) нет правильного ответа.

12. Примерами аллельного взаимодействия генов являются:

Варианты ответа:

- а) кодоминирование, эпистаз;
- б) комплементарность, полимерия;
- в) доминирование, кодоминирование;
- г) эпистаз, доминирование.

13. Закон Моргана касается:

Варианты ответа:

- а) чистоты гамет;
- б) сцепления генов;
- в) сверхдоминирования;
- г) механизма определения пола.

14. При сцепленном наследовании максимальная величина кроссинговера не превышает:

Варианты ответа:

- а) 10 %;
- б) 50 %;
- в) 30 %;
- г) 80 %.

15. Схема взаимного расположения генов, находящихся в одной группе сцепления, называется:

Варианты ответа:

- а) геном;
- б) геномом;
- в) фенотипом;
- г) генетической картой.

16. Признаки, сцепленные с У-хромосомой:

Варианты ответа:

- а) передаются только дочерям;
- б) передаются только сыновьям;
- в) не передаются ни дочерям, ни сыновьям;
- г) нет правильного ответа.

17. Сколько типов гамет образует организм с генотипом $AAB\bar{v}X^H Y$, если известно, что гены расположены в разных парах гомологичных хромосом?

Варианты ответа:

- а) 2;
- б) 4;
- в) 6;
- г) 8.

18. Укажите генотип голубоглазого мужчины, страдающего гемофилией:

Варианты ответа:

- а) $AaX^h Y$;
- б) $aa X^h Y^h$;
- в) $aavv$;
- г) $aaX^h Y$.

19. Эритроциты людей с генотипом $I^A I^B$ содержат в мембране эритроцитов антигены А и В и относятся к IV группе крови системы АВО. Назовите вид взаимодействия:

Варианты ответа:

- а) полное доминирование;
- б) комплементарность;
- в) кодоминирование;
- г) эпистаз.

20. Определите вероятность рождения ребенка со II группой крови, если у родителей I и IV группы:

Варианты ответа:

- а) 0 %;
- б) 100 %;
- в) 25 %;
- г) 50 %.

21. Какие группы крови может иметь ребенок, если у отца она АВ, резус положительный (гомозиготен), а у матери — ОО, резус отрицательный:

Варианты ответа:

- а) II и IV Rh;
- б) II и III Rh;
- в) II и III rh;
- г) I и IV rh.

22. Как называется взаимодействие между генами, при котором увеличение в генотипе количества доминантных аллелей разных генов сопровождается повышением степени выраженности количественного признака?

Варианты ответа:

- а) доминантный эпистаз;
- б) кумулятивная полимерия;
- в) некумулятивная полимерия;
- г) комплементарность.

23. Какой пол у бабочек является гетерогаметным?

Варианты ответа:

- а) женский;
- б) мужской;
- в) встречается у самок и самцов.

24. У праворуких кареглазых родителей родился леворукий голубоглазый ребенок. Назовите форму изменчивости.

Варианты ответа:

- а) комбинативная;
- б) мутационная;
- в) модификационная;
- г) случайная фенотипическая.

25. Пределы модификационной изменчивости признака, ограниченные действием генотипа, называют:

Варианты ответа:

- а) модификацией;
- б) нормой реакции;
- в) транслокацией;
- г) мутацией.

26. Какое из свойств характерно для модификаций?

Варианты ответа:

- а) не носят приспособительного характера;
- б) передаются по наследству;
- в) носят массовый характер;
- г) формирование их сопровождается изменением генотипа.

27. Гетерозиготные по группам крови родители (у матери — 2-я, у отца — 3-я) имеют ребёнка. Какова вероятность, что у него 1-я группа крови?

Варианты ответа:

- а) 25 %;
- б) 0 %;
- в) 50 %.

28. К какому виду мутаций относят выпадение одного нуклеотида ДНК?

Варианты ответа:

- а) генные;
- б) хромосомные;
- в) геномные.

29. Организм с набором хромосом $2n - 2$ называют:

Варианты ответа:

- а) трисомик;
- б) моносомик;
- в) нуллисомик;
- г) дисомик.

30. Обмен участками между двумя негомологичными хромосомами называется:

Варианты ответа:

- а) делецией;
- б) инверсией;
- в) транслокацией;
- г) дефишенси.

31. Синдром «кошачьего крика» связан с:

Варианты ответа:

- а) дефишенси по 5-й хромосоме;
- б) выпадение участка 5-й хромосомы в средней части;
- в) повторением генов половой хромосомы;
- г) причина неизвестна.

32. Однояйцевые близнецы появляются, если:

Варианты ответа:

- а) одна яйцеклетка оплодотворяется одним сперматозоидом;
- б) одна яйцеклетка оплодотворяется двумя сперматозоидами;
- в) две яйцеклетки оплодотворяются двумя сперматозоидами;
- г) две яйцеклетки оплодотворяются одним сперматозоидом.

33. Какой метод антропогенетики позволяет изучить кариотип человека, в том числе количество и морфологию отдельных хромосом, выявить и изучить геномные и хромосомные мутации?

Варианты ответа:

- а) генеалогический
- б) биохимический
- в) близнецовый
- г) цитогенетический

34. Мужчина, страдающий наследственной болезнью, женился на здоровой женщине. В этой семье родилось 5 детей: 2 мальчика и 3 девочки. Все девочки (но ни один из мальчиков) унаследовали болезнь отца. Определите тип наследования этой болезни:

- а) рецессивный, сцепленный с X-хромосомой;
- б) доминантный, сцепленный с X-хромосомой;
- в) сцепленный с Y-хромосомой;
- г) аутосомный доминантный.

35. Мутации возникают:

Варианты ответа:

- а) постепенно;
- б) только в половых клетках;
- в) скачкообразно.

36. Мутации, возникающие в половых клетках, называются:

Варианты ответа:

- а) хромосомными;
- б) генеративными;
- в) доминантными;
- г) ядерными.

37. Сцепленными с полом называются признаки, гены которых находятся в:

- а) половых хромосомах;
- б) аутосомах;
- в) ДНК митохондрий;
- г) ДНК бактерий.

ЗАДАЧИ

1. Желтый цвет семян садового гороха доминирует над зеленым.

а) Скрещивается гомозиготный желтый горох с зеленым. Определить генотип и фенотип потомства первого поколения.

б) Скрещиваются два гетерозиготных растения гороха с желтыми семенами. Определить генотип и фенотип потомства.

в) Гетерозиготный желтый горох скрещивается с зеленым. Какое расщепление по цвету горошин ожидается в потомстве?

2. У крупного рогатого скота ген комолости *P* доминирует над геном *p*, определяющим наличие рогов. Какой генотип рогатых и комолых животных? Какое потомство можно ожидать от скрещивания комолых коров с рогатым быком; двух комолых животных? Можно ли ожидать появления в потомстве комолых особей от скрещивания рогатого быка и рогатой коровы?

3. У человека карий цвет глаз доминирует над голубым.

а) Гомозиготный кареглазый мужчина женился на гетерозиготной кареглазой женщине. Будут ли у них дети голубоглазые?

б) Гомозиготный кареглазый мужчина женился на голубоглазой женщине. Какой цвет глаз унаследуют их дети? Какой цвет глаз будет у детей, если мать кареглазая (гомозиготная), а отец голубоглазый?

в) Гетерозиготный кареглазый мужчина женился на гетерозиготной кареглазой женщине. Определить вероятность рождения ребенка с голубыми глазами.

4. У человека полидактилия (шестипалость) детерминирована доминантным геном P .

а) От брака гетерозиготного шестипалого мужчины с женщиной, имеющей нормальное строение руки, родилось два ребенка: пятипалый и шестипалый. Каков генотип этих детей?

б) Гомозиготный шестипалый мужчина женился на пятипалой женщине. От этого брака родился один ребенок. Каков его генотип и фенотип?

5. Доминантный ген A детерминирует ахондроплазию — карликовость за счет резкого укорочения скелета конечностей. Его аллель — рецессивный ген a — обуславливает нормальное строение скелета человека.

а) Женщина, имеющая нормальное строение скелета, вышла замуж за мужчину, гетерозиготного по ахондроплазии. Какова вероятность рождения ребенка с ахондроплазией?

б) Женщина с нормальным строением скелета вышла замуж за мужчину, гомозиготного по ахондроплазии. Какова вероятность того, что их ребенок будет страдать ахондроплазией?

6. Способность лучше владеть правой рукой доминирует над леворукостью. Женщина-правша, у которой отец был левша, вышла замуж за мужчину-правшу. Можно ли ожидать, что их дети будут левшами? Родословная мужчины по этому признаку неизвестна.

7. У человека ген s детерминирует врожденную глухонемоту. Нормальные слух и речь наследуются как доминантный признак. Здоровая женщина вступила в брак со здоровым мужчиной. Известно, что у каждого из них один из родителей был глухонемой. Какова вероятность рождения у них глухонемого ребенка?

8. Дурман, имеющий пурпурные цветы, дал при самоопылении 30 потомков с пурпурными и 9 — с белыми цветами. Какие выводы можно сделать относительно наследования окраски цветов у этого вида? Какая часть потомков, имеющих пурпурные цветы, должна давать чистое по этому признаку потомство?

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

10. У человека рецессивный ген s детерминирует врожденную глухонемоту.

а) Наследственно глухонемой мужчина женился на женщине с нормальным слухом. Ребенок имеет нормальный слух. Можно ли определить генотип матери?

б) Наследственно глухонемая женщина вышла замуж за мужчину с нормальным слухом. Ребенок родился глухонемой. Можно ли в этом случае определить генотип родителей?

11. Одна из форм шизофрении наследуется как рецессивный признак. Определить вероятность рождения ребенка с шизофренией от здоровых родителей, если известно, что бабушка со стороны отца и дед со стороны матери страдали этими заболеваниями.

12. Фенилкетонурия (нарушение аминокислотного обмена) наследуется как рецессивный признак. Жена гетерозиготна по гену фенилкетонурии, а муж гомозиготен по нормальному аллелю этого гена. Какова вероятность рождения у них больного ребенка?

13. У человека I (0) группа крови обусловлена рецессивным геном I^0 ; II (A) — геном I^A ; III (B) — геном I^B . Аллели I^A и I^B кодоминантны, и их сочетание определяет IV (AB) группу крови. По отношению к I^0 они доминантны. Люди с различными группами крови могут иметь следующие генотипы:

<i>Группа крови</i>	<i>Возможные генотипы</i>
I (0)	J^0J^0
II (A)	J^AJ^A, J^AJ^0
III (B)	J^BJ^B, J^BJ^0
IV (AB)	J^AJ^B

а) Женщина с I группой крови вышла замуж за мужчину, гомозиготного по II группе крови. У них родился ребенок. Какую группу крови и какой генотип он имеет?

б) Женщина с I группой крови вышла замуж за мужчину, гетерозиготного по III группе крови. Какие группы крови могут иметь их дети?

в) Мать гомозиготна по гену I^A , а отец — по гену I^B . Какую группу крови унаследуют их дети?

г) Какую группу крови могут иметь дети, если их родители гетерозиготны по II и III группам крови?

д) Женщина с I группой крови выходит замуж за мужчину с IV группой крови. Унаследуют ли дети группу крови их родителей?

е) Гетерозиготная женщина со II группой крови вышла замуж за мужчину с I группой. Какие группы крови возможны у их детей и какие исключаются?

ж) Муж и жена гетерозиготны и имеют кровь II группы. Определить вероятность рождения ребенка с I, II, III и IV группой крови.

з) Родители гетерозиготны по III группе крови. Определить вероятность рождения ребенка с такой же группой крови.

и) При определении групп крови у ребенка и его родителей установлено следующее: группа крови ребенка — I, матери — II, отца — I. Определить генотип матери и ребенка.

к) Каковы возможные генотипы родителей, если у них имеются дети со следующими группами крови: $\frac{1}{4}$ АВ, $\frac{1}{4}$ А, $\frac{1}{4}$ В, $\frac{1}{4}$ О?

л) Кровь ребенка относится к группе АВ. Что можно сказать о генотипах родителей и их группах крови? Какую группу крови можно ожидать у будущих внуков?

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

н) У матери и ребенка II группа крови, у мужа — I, у подозреваемого в отцовстве — IV группа крови. Можно ли установить истинное отцовство? Поможет ли в этом тот факт, что у матери I группа крови, и если да, то каким образом?

о) Ребенок имеет группу крови АВ. На него претендуют две пары родителей. Группа крови отца в одной из них А, матери — В; в другой — у матери — АВ, у отца — О. Претензия какой пары родителей исключается?

14. Доминантный ген **D** обуславливает появление у человека голубых склер. Голубые склеры сами по себе — безвредный признак, но вместе с ними у человека развивается глухота и хрупкость костей. Мужчина с голубыми склерами женился на женщине с нормальными склерами. Какова вероятность рождения у них нормальных детей и детей с указанными пороками?

15. У душистого горошка красная окраска цветков обусловлена сочетанием двух комплементарных генов, а именно: доминантных генов **C** и **P**. При отсутствии одного из них или обоих пигмент не образуется и цветы остаются белыми.

а) Скрещено белое растение **ССpp** с белым **ссPP**. Определить фенотип первого поколения гибридов. Установить характер расщепления по фенотипу и генотипу в потомстве, полученном от скрещивания гибридов первого поколения между собой.

б) Цветы дигетерозиготного красного растения опылены пыльцой белого, рецессивного по обоим парам аллелей. Определить характер расщепления по фенотипу в потомстве от этого скрещивания.

16. Глухота может быть обусловлена разными рецессивными генами **d** и **e**, лежащими в разных парах хромосом. Нормальные аллели этих генов **D** и **E**. Глухой мужчина **ddEE** вступил в брак с глухой женщиной **Ddee**. Какой слух будут иметь их дети? Чем может быть обусловлено рождение нормального ребенка у глухих родителей? Какова вероятность рождения глухого ребенка у супругов, страдающих одним и тем же видом наследственной глухоты?

17. У кур встречаются четыре формы гребня, обусловленные взаимодействием двух пар генов. Ген **R** детерминирует розовидный гребень, ген **P** — гороховидный. При сочетании этих генов развивается ореховидный гребень. Птицы, рецессивные по обоим генам **rrpp**, имеют простой листовидный гребень.

а) Гомозиготная особь с розовидным гребнем скрещена с особью, гомозиготной по гороховидному гребню. Определить фенотип их потомства в первом и во втором поколениях.

б) Скрещены две особи с ореховидными гребнями, гетерозиготные по генам *R* и *P*. Какую долю потомства будут составлять птицы с ореховидным гребнем?

18. При скрещивании лошадей серой и рыжей масти в первом поколении все потомство оказалось серым. Во втором поколении на каждые 16 лошадей в среднем появлялось 12 серых, 3 вороных и 1 рыжая. Определить тип наследования масти у лошадей и установить генотипы указанных животных.

19. У человека различия в цвете кожи обусловлены двумя парами независимо расщепляющихся генов: *BBCC* — черная кожа, *bbcc* — белая кожа. Любые три аллеля черной кожи дают темную кожу, любые два — смуглую, один — светлую.

а) От брака смуглого мужчины и светлой женщины родились дети, из большого числа которых по $\frac{3}{8}$ оказалось смуглых и светлых и по $\frac{1}{8}$ темных и белых. Определить генотипы родителей.

б) Два смуглых родителя имеют черного и белого ребенка. Можно ли установить генотипы родителей?

в) Могут ли родиться светлокожие дети у родителей негров? Можно ли ожидать рождения более темных детей от белых родителей; от светлых родителей; от смуглых, сходных и несходных по генотипу?

20. Написать возможные типы гамет, продуцируемых организмами со следующими генотипами: *AABB*, *CcDD*, *EeFf*, *gghh* (гены наследуются независимо).

21. У гороха желтый цвет семян *A* доминирует над зеленым *a*, гладкая поверхность семян *B* — над морщинистой *b*.

а) Гомозиготный желтый гладкий горох скрещивали с зеленым морщинистым. Определить фенотип и генотип потомства в первом и во втором поколениях. Как в данном случае проявляется третье правило Менделя?

б) Дигетерозиготный горох с желтыми гладкими семенами скрещен с зелеными морщинистыми. Какое расщепление по фенотипу и генотипу ожидается в потомстве?

в) Гетерозиготный желтый морщинистый горох скрещен с зеленым, гетерозиготным по гладкой форме семян. Каким будет расщепление по фенотипу и генотипу в первом поколении?

г) При опылении цветов желтого морщинистого гороха пыльцой зеленого гладкого гороха одна половина потомства была желтой гладкой, вторая — зеленой гладкой. Определить генотипы родительских растений.

д) При опылении цветов зеленого гладкого гороха пыльцой желтого морщинистого в потомстве получены желтые гладкие, желтые морщинистые, зеленые гладкие, зеленые морщинистые плоды в равных количествах (по $\frac{1}{4}$). Определить генотипы родителей.

22. У фигурной тыквы белая окраска плодов *W* доминирует над желтой *w*, а дисковидная форма плодов *D* — над шаровой *d*. Скрещивается растение, гомозиготное по желтой окраске и дисковидной форме плодов, с растением, гомозиготным по белой окраске и шаровидной форме плодов. Какими будут окраска и форма плодов у растений первого поколения; в

потомстве от возвратного скрещивания растений этого поколения с желтым дисковидным родителем; с белым шаровидным родителем?

23. У флоксов белая окраска цветов определяется геном W , кремовая — w ; плоский венчик — S , воронковидный — s . Растение флокса с белыми воронковидными цветками скрещено с растением, имеющим кремовые плоские цветки. Из 76 потомков 37 имеют цветки белые плоские, 39 — кремовые плоские. Определить генотипы исходных растений.

24. У львиного зева красная окраска цветов A частично доминирует над белой окраской a , так что у гибридов цветки розовые. Узкие листья H частично доминируют над широкими листьями h — у гибридов листья обладают промежуточной шириной. Растения с красными цветками и средними листьями скрещиваются с растениями с розовыми цветками и средними листьями. Каким будет фенотип и генотип потомства от этого скрещивания?

25. У кур оперенные ноги F доминируют над голыми f , розовидный гребень R — над простым r , а белое оперение I — над окрашенным оперением i .

а) Скрещивали гибридную курицу с оперенными ногами, простым гребнем и белым оперением с дигибридным петухом с оперенными ногами, розовидным гребнем и окрашенным оперением. Определить расщепление в первом поколении по фенотипу.

б) Курица с оперенными ногами, розовидным гребнем и белым оперением скрещена с петухом, имеющим голые ноги, простой гребень и окрашенное оперение. Одна особь из цыплят, полученных от этого скрещивания, имела все признаки петуха. Можно ли установить генотип курицы?

26. У человека карий цвет глаз доминирует над голубым, а способность лучше владеть правой рукой доминирует над леворукостью, причем гены обоих признаков находятся в разных парах хромосом.

а) Кареглазый правша женился на голубоглазой левше. Какие признаки можно ожидать у детей в случае, если мужчина гомозиготен по обоим признакам и в случае, если он гетерозиготен?

б) Голубоглазый правша женился на кареглазой правше. У них родилось двое детей — кареглазый левша и голубоглазый правша. От второго брака у этого же мужчины с другой кареглазой правшой родилось 9 кареглазых детей. Все они были правши. Каковы генотипы каждого из трех родителей?

в) Голубоглазый правша (отец его был левшой) женился на кареглазой левше из семейства, все члены которого в течение нескольких поколений имели карие глаза. Какое потомство в отношении этих двух признаков следует ожидать от такого брака?

г) Кареглазый правша женился на голубоглазой правше. Их первый ребенок левша и имеет голубые глаза. Какие признаки будут у дальнейших потомков этой пары?

27. У человека близорукость доминирует над нормальным зрением, а карие глаза над голубыми.

а) Единственный ребенок близоруких родителей имеет голубые глаза и нормальное зрение. Установить генотипы всех трех членов этой семьи.

б) У голубоглазой близорукой женщины от брака с кареглазым мужчиной с нормальным зрением родился кареглазый близорукий ребенок. Можно ли установить генотип родителей?

в) Голубоглазый близорукий мужчина, мать которого имела нормальное зрение, женился на кареглазой женщине с нормальным зрением. Первый ребенок от этого брака кареглазый и близорукий, второй — голубоглазый, близорукий. Установить генотипы родителей и детей.

г) Кареглазый мужчина с нормальным зрением женился на голубоглазой близорукой женщине. У них родилось 3 сына: кареглазый с нормальным зрением, кареглазый близорукий и голубоглазый с нормальным зрением. Определить генотипы родителей и детей.

28. У белокурого и близорукого мужчины и черноволосой женщине с нормальным зрением родилось четыре ребенка: черноволосый с нормальным зрением, белокурый близорукий, черноволосый близорукий и белокурый с нормальным зрением. Ввести генетические обозначения и определить генотипы родителей и детей.

29. У человека глухонмота наследуется как аутосомный рецессивный признак, а подагра — как доминантный. Оба гена лежат в разных парах хромосом. Определить вероятность рождения глухонемого ребенка с предрасположенностью к подагре у глухонемой матери, но не страдающей подагрой, и мужчины с нормальным слухом и речью, болеющего подагрой.

30. У человека альбинизм и способность преимущественно владеть левой рукой — рецессивные признаки, наследующиеся независимо. Каковы генотипы родителей с нормальной пигментацией и владеющих правой рукой, если у них родился ребенок альбинос и левша?

31. У голубоглазой близорукой женщины от брака с кареглазым мужчиной с нормальным зрением родилась кареглазая близорукая девочка и голубоглазый с нормальным зрением мальчик. Ген близорукости (В) доминантен по отношению к гену нормального зрения (в), а ген кареглазости (С) доминирует над геном голубоглазости (с). Какова вероятность рождения в этой семье кареглазого с нормальным зрением ребенка?

32. У томатов пурпурная окраска стебля доминирует над зеленой. Рассеченные листья контролируются доминантным геном, а цельнокрайние — рецессивным. При скрещивании двух сортов томата, один из которых имел пурпурный стебель и рассеченный лист, другой — зеленый стебель и рассеченный лист, было получено следующее потомство:

- а) 350 растений с пурпурным стеблем и рассеченным листом;
- б) 112 — с пурпурным стеблем и цельнокрайним листом;
- в) 340 — с зеленым стеблем, рассеченным листом;
- г) 115 — зеленым стеблем и цельнокрайним листом.

Каковы наиболее вероятные генотипы родительских растений?

33. Скрещивались две породы тутового шелкопряда, которые отличались следующими двумя признаками: полосатые гусеницы, плетущие бе-

лые коконы, и одноцветные гусеницы, плетущие желтые коконы. В первом поколении F₁ все гусеницы были полосатые и плетущие желтые коконы. Во втором поколении F₂ наблюдалось следующее расщепление:

- 6205 — полосатые гусеницы, плетущие желтые коконы;
- 2137 — полосатые гусеницы с белыми коконами;
- 2087 — одноцветные с желтыми коконами;
- 693 — одноцветные с белыми коконами.

Определить генотипы исходных форм и потомства F₁ и F₂.

34. У кур ген гороховидного гребня (А) доминирует над геном простого гребня (а), а по генам черной (В) и белой (в) окраски наблюдается неполное доминирование: особи с генотипом Вв имеют голубую окраску. Если скрещивать птиц, гетерозиготных по обоим парам генов, то какая доля потомков будет иметь:

- а) простой гребень;
- б) голубую окраску;
- в) простой гребень и голубую окраску;
- г) белую окраску и гороховидный гребень?

35. Катаракта и полидактилия (многопалость) вызываются доминантными аллелями двух генов, расположенных в одной паре аутосом. Женщина унаследовала катаракту от отца, а многопалость от матери. Определить возможные фенотипы детей от ее брака со здоровым мужчиной. Кроссинговер отсутствует.

36. Доминантные гены катаракты и эллиптоцитоза расположены в первой аутосоме. Определить вероятные фенотипы и генотипы детей от брака здоровой женщины и дигетерозиготного мужчины:

- а) кроссинговер отсутствует;
- б) при наличии кроссинговера.

37. У томата высокий рост доминирует над низким, гладкий эндосперм над шероховатым. От скрещивания двух растений получено расщепление: 208 высоких растений с гладким эндоспермом, 9 высоких с шероховатым, 6 низких с гладкими, 195 низких с шероховатыми. Определить вид наследования, генотип исходных растений и расстояние между генами.

38. Гладкая форма семян кукурузы доминирует над морщинистой, а окрашенные семена — над неокрашенными. При скрещивании растений кукурузы с гладкими окрашенными семенами и с морщинистыми неокрашенными получено следующее потомство:

- 4152 — гладких окрашенных;
- 149 — морщинистых окрашенных;
- 152 — гладких неокрашенных;
- 4166 — морщинистых неокрашенных.

Определить, сцепленное или независимое наследование и расстояние между генами, кодирующими форму и окраску семян у кукурузы.

39. При скрещивании гетерозиготной красноглазой мухи с нормальными крыльями и мухи с пурпурными глазами и короткими крыльями получили:

1109 красноглазых мух с длинными крыльями;

1140 красноглазых с короткими крыльями;

1122 пурпурноглазых с длинными крыльями;

1160 пурпурноглазых с короткими крыльями.

Сцеплено или независимо наследуются гены формы крыльев и цвет глаз у дрозофилы? Какие гены являются доминантными, а какие рецессивными?

40. Если допустить, что гены *A* и *B* сцеплены и перекрест между ними составляет 20%, то какие гаметы и в каком количественном соотношении будет образовывать дигетерозигота?

41. Гены *A* и *C* расположены в одной группе сцепления, между ними 5,8 М. Определите, какие типы гамет и в каком процентном соотношении образуют особи *AC*.

ac

42. У человека гены дальтонизма и гемофилии локализованы в *X*-хромосоме, на расстоянии 9,8 М. Здоровая женщина, отец которой страдает гемофилией, мать — дальтонизмом, вышла замуж за здорового мужчину. Определите вероятность рождения детей, страдающих дальтонизмом.

43. У человека цветовая слепота (дальтонизм) обусловлена рецессивным геном *c*, а нормальное зрение — его доминантным аллелем *C*. Ген цветовой слепоты локализован в *X*-хромосоме.

а) Женщина дальтоник вышла замуж за мужчину с нормальным зрением. Каким будет восприятие цвета у их сыновей и дочерей?

б) От брака родителей с нормальным зрением родился ребенок, страдающий цветовой слепотой. Установить генотипы родителей и пол ребенка.

44. У человека гемофилия детерминирована сцепленным с полом рецессивным геном *h*.

а) Мать и отец здоровы. Их единственный ребенок страдает гемофилией. Кто из родителей передал ребенку ген гемофилии?

б) Здоровая женщина гетерозиготная по гену гемофилии, вышла замуж за здорового мужчину. Какова вероятность того, что их ребенок будет страдать гемофилией? У кого из детей — сыновей или дочерей опасность заболеть больше?

45. Отсутствие потовых желез у человека передается по наследству как рецессивный признак, сцепленный с *X*-хромосомой. Не страдающий этим недостатком юноша женился на девушке, отец которой лишен потовых желез, а мать и ее предки здоровы. Какова вероятность, что у сыновей и дочерей от этого брака будут отсутствовать данные железы?

46. У человека псевдогипертрофическая мускульная дистрофия, приводящая больных к смерти в возрасте 10–20 лет, в ряде случаев обусловлена рецессивным сцепленным с полом геном. Болезнь зарегистрирована только у мальчиков; чем это объясняется? Почему больные умирают, не оставив потомства, а болезнь не исчезает из популяции?

47. Ген черной масти у кошек сцеплен с полом. Аллель его соответствует рыжей масти. Ни один из аллелей масти не доминирует, так что гетерозиготные животные имеют пятнистую, «черепаховую» или «мраморную» окраску. Почему «черепаховые» коты встречаются крайне редко? Какими будут котята от скрещивания «черепаховой» кошки с черным котом; с рыжим котом; рыжей кошки с черным котом?

48. У кур полосатость окраски обусловлена сцепленным с полом доминантным геном *B*, а отсутствие ее — рецессивным аллелем *b*. Скрещенные две полосатые птицы в потомстве дали двух цыплят: полосатого петуха и неполосатую курочку. Указать генотипы родительских особей, не забывая о том, что у кур гетерогаметен женский пол.

49. У человека наблюдается очень редкая аномалия — ихтиоз (заболевание кожи, выражающееся в сухости ее с образованием большого количества роговых наслоений). В родословной, где она прослежена, страдают только мужчины. Все сыновья больного отца обязательно больны. Женщины и не болеют и не передают болезнь детям. Как наследуется эта аномалия? Почему никогда не бывает ихтиоза у женщин?

50. У человека альбинизм обусловлен аутосомным рецессивным геном. Отсутствие потовых желез проявляется как сцепленный с полом рецессивный признак. У одной супружеской пары, нормальной по этим признакам родился сын с обеими указанными аномалиями.

Указать генотипы отца и матери.

51. У человека дальтонизм обусловлен сцепленным с X-хромосомой рецессивным геном. Талассемия наследуется как аутосомный доминантный признак и наблюдается в двух формах: у гомозигот — тяжелая, часто смертельная, у гетерозигот — менее тяжелая. Женщина с нормальным зрением, но с легкой формой талассемии в браке со здоровым мужчиной, но дальтоником, имеет сына дальтоника с легкой формой талассемии.

Определить, какова вероятность рождения следующего сына без аномалий.

52. Ген доминантного признака шестипалости (*A*) локализован в аутосоме. Ген рецессивного признака дальтонизма (*d*) расположен в X-хромосоме. От брака шестипалого мужчины дальтоника и здоровой женщины родился шестипалый сын дальтоник и здоровая дочь. Каковы генотипы родителей и детей?

53. У мышей ген короткохвостости в доминантном состоянии является летальным, вызывая гибель зародыша на ранних стадиях развития. У гетерозигот хвосты короче, чем у нормальных особей. Определить фенотипы и генотипы потомства, возникающего от скрещивания длинохвостых и короткохвостых мышей.

54. У мышей ген черной окраски тела (*A*) доминирует над геном коричневой окраски (*a*). Эти гены расположены в одной паре аутосом. Длина хвоста определяется генами *B* и *b*, расположенными в другой паре хромосом. Особи с нормальной длиной хвоста имеют генотип *BB*, с укороченной — *Bb*. Мыши, имеющие генотип *bb*, погибают в эмбриональном состоянии. Какое потомство следует ожидать от скрещивания двух дигетерозиготных по этим признакам животных?

ЛИТЕРАТУРА

1. *Богданова, Т. Л.* Биология. Справочник для старшеклассников и поступающих в вузы / Т. Л. Богданова, Е. А. Солодова. — М.: АСТ-пресс, 2001.
2. Биология: 1600 задач, тестов и проверочных работ для школьников и поступающих в вузы / Т. А. Дмитриев [и др.]. — М.: Дрофа, 1999.
3. *Каминская, Э. А.* Сборник задач по генетике / Э. А. Каминская. — Минск: Выш. шк., 1982.
4. *Крестьянинов, В. Ю.* Сборник задач по генетике с решениями / В. Ю. Крестьянинов, Г. Б. Вайнер. — Саратов: Лицей, 1998.
5. *Ксенофонтов, В. В.* Цитология. Генетика / В. В. Ксенофонтов, О. Г. Машанова, В. В. Евстафьев. — М.: Московский лицей, 1996.
6. *Лисов, Н. Д.* Общая биология, 10 класс / Н. Д. Лисов, Л. В. Камлюк. — Минск: Ураджай, 2001. — С. 138–181.
7. *Чебышев, Н. В.* Биология / Н. В. Чебышев, С. В. Кузнецов, С. Г. Зайчикова. — М.: Новая волна. Оникс, 2000. — Т. 1. — С. 72–134.
8. *Лемеза, Н. А.* Учебное пособие по биологии для поступающих в вузы / Н. А. Лемеза, Л. В. Камлюк, Н. Д. Лисов. — Минск: Юнипресс, 2005. — С. 109–179.
9. *Лисов, Н. Д.* Биология. Учимся быстро решать тесты / Н. Д. Лисов. — Минск: ТетраСистемс, 2005. — С. 72–134.
10. *Болгова, И. В.* Сборник задач по общей биологии для поступающих в вузы / И. В. Болгова. — М.: Оникс 21 век. Мир и образование, 2005. — С. 46–173.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Основные понятия генетики	3
2. Первый закон Г. Менделя.....	4
3. Второй закон Г. Менделя	4
4. Гипотеза чистоты гамет	4
5. Третий закон Г. Менделя.....	4
6. Анализирующее скрещивание	5
7. Аллельное взаимодействие генов.....	6
8. Неаллельное взаимодействие генов	6
9. Плейотропия	9
10. Сцепленное наследование	10
11. Опыты Т. Моргана	10
12. Основные положения хромосомной теории наследственности	12
13. Генетическая карта хромосом.....	12
14. Пол. Половые признаки	13
15. Теории определения пола.....	13
16. Наследование признаков, сцепленных с полом	14
17. Типы изменчивости.....	15
18. Модификационная изменчивость	15
19. Онтогенетическая изменчивость	16
20. Комбинативная изменчивость	16
21. Мутационная изменчивость	16
22. Мутагенные факторы	19
23. Закон гомологических рядов.....	19
24. Методы изучения генетики человека	20
Тестовые задания по разделу «Общая генетика»	22
Задачи	28
Литература	38

Учебное издание

Овсеян Светлана Васильевна
Боброва Светлана Николаевна

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ
НАСЛЕДСТВЕННОСТИ
И ИЗМЕНЧИВОСТИ**

**Учебно-методическое пособие
для слушателей подготовительных курсов
факультета по подготовке специалистов для зарубежных стран**

Редактор *Т. Ф. Рулинская*
Компьютерная верстка *А. М. Терехова*

Подписано в печать 02.04.2013.
Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная 65 г/м². Гарнитура «Тайме».
Усл. печ. л. 2,33. Уч.-изд. л. 2,54 Тираж 100 экз. Заказ № 96.

Издатель и полиграфическое исполнение
Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»
ЛИ № 02330/0549419 от 08.04.2009.
Ул. Ланге, 5, 246000, Гомель.

