

**ДАГЕСТАНСКИЙ ИНСТИТУТ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ
КАФЕДРА ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**РЕГИОНАЛЬНАЯ ДОРОЖНАЯ КАРТА ПО ОКАЗАНИЮ
МЕТОДИЧЕСКОЙ И ОРГАНИЗАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ В
РАБОТЕ ПО РАЗВИТИЮ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ И
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ**

Подготовка методических рекомендаций по биологии для учащихся и учителей с учетом
усложнения задач по генетике

РЕШАЕМ ЗАДАЧИ ПО ГЕНЕТИКЕ

Составитель З.В. Борзова

Махачкала 2021

Первый закон Менделя

Закон единообразия гибридов первого поколения

— при моногибридном скрещивании гомозиготных особей, имеющих разные значения альтернативных признаков, гибриды являются единообразными по генотипу и фенотипу.

Второй закон Менделя

Закон расщепления

— при моногибридном скрещивании гетерозиготных особей у гибридов имеет место расщепление по фенотипу в отношении 3:1, по генотипу 1:2:1.

ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ГЕНЕТИКИ. ПЕРВЫЙ И ВТОРОЙ ЗАКОНЫ Г. МЕНДЕЛЯ

Задача № 1.

Сколько типов гамет образуют особи с генотипом Вв; с генотипом ВВ; с генотипом вв?

Д а н о:
Генотипы:
1) Вв
2) ВВ
3) вв

Найти:
количество типов гамет – ?

Р е ш е н и е:
Число ожидаемых типов гамет определим по формуле: $x = 2^n$, где n – число пар альтернативных признаков организма, подвергаемых исследованию, а x – число типов гамет.

1) Вв – генотип особи.

Одна пара альтернативных признаков.

Определяем число сочетаний гамет: $x = 2^1$, отсюда $x = 2$ (В, в).

2) ВВ – генотип особи; нет альтернативных признаков.

Определим число сочетаний гамет: $x = 2^0$, отсюда $x = 1$ (В).

3) вв – генотип особи; нет альтернативных признаков.

Определим число сочетаний гамет: $x = 2^0$, отсюда $x = 1$ (в).

О т в е т: 2 типа гамет; 1 тип гамет; 1 тип гамет.

Задача № 2.

Сколько типов гамет образует особь: а) гомозиготная по рецессивному гену? б) гомозиготная по доминантному гену? в) гетерозиготная?

| | |
|-----------|-----------------------|
| Д а н о: | Р е ш е н и е: |
| Генотипы: | а) aa – генотип особи |
| 1) aa | $x = 2^0 = 1$ (a) |
| 2) AA | б) AA – генотип особи |
| 3) Aa | $x = 2^0 = 1$ (A) |
| Найти: | в) Aa – генотип особи |
| x – ? | $x = 2^1 = 2$ (A, a) |

О т в е т: а) 1 тип гамет; б) 1 тип гамет; в) 2 типа гамет.

Задача № 3.

Гладкая окраска арбузов наследуется как рецессивный признак. Какое потомство получится от скрещивания двух гетерозиготных растений с полосатыми плодами?

| | |
|---------------------------|--|
| Д а н о: | Р е ш е н и е: |
| а – гладкая окраска | |
| А – полосатая окраска | |
| Р : ♀ Aa x ♂ Aa | пол пол P : ♀ A a x ♂ A a G $\begin{matrix} \text{A} & \text{a} \\ \text{A} & \text{a} \end{matrix}$ |
| Найти: F ₁ – ? | F ₁ : AA : Aa : Aa : aa пол пол пол глад. |

О т в е т: 75 % – с полосатой окраской;
25 % – с гладкой окраской.

Задача № 4.

Найдите возможные варианты гамет для организмов со следующими генотипами: AA, Bb, Cc, Dd.

| | |
|------------------------------|--|
| Д а н о: | Р е ш е н и е: |
| Генотипы: | 1) AA – гомозиготный организм, образует один тип гамет: A. |
| AA, Bb, Cc, Dd | 2) Bb – гетерозиготный организм, образует два типа гамет: B и b. |
| Найти: | 3) Cc – гетерозиготный организм, образует два типа гамет: C и c. |
| возможные варианты гамет – ? | |

4) Dd – гомозиготный организм, образует один тип гамет: D.

О т в е т: 1) A; 2) B, b; 3) C, c; 4) D.

Задача № 3.

Определите генотипы и фенотипы потомства от брака кареглазых гетерозиготных родителей.

Примечание: если в задаче речь идет о людях, то вводятся следующие обозначения родителей: ○ – женщины; □ – мужчины.

| | |
|---|---|
| <p>Дано : А – карие глаза а – голубые глаза Р : ○ – Аа □ – Аа</p> <hr/> <p>F₁ – ?</p> | <p>Решение : Р : А а ○ □ А а G: (А) (а) (А) (а)</p> <p>F₁: АА : Аа : Аа : аа кар. кар. кар. гол. 1 : 2 : 1 – по генотипу 3 : 1 – по фенотипу</p> |
|---|---|

О т в е т: 1АА : 2Аа : 1аа; 3 детей с карими и один с голубыми глазами.

Задача № 4.

Умение человека владеть преимущественно правой рукой доминирует над умением владеть преимущественно левой рукой. Мужчина-правша, мать которого была левшой, женился на женщине-правше, имевшей трех братьев и сестер, двое из которых левши. Определите возможные генотипы женщины и вероятность того, что дети, родившиеся от этого брака, будут левшами.

| | |
|---|--|
| <p>Дано : А – умение владеть правой рукой а – левой рукой Р : ○ – А? □ – Аа</p> <hr/> <p>Найти : генотипы женщины – ? F₁ левши – ?</p> | <p>Решение : 1) Генотип мужчины Аа, так как в условии задачи сказано, что он правша, а мать его была левша. 2) Генотип женщины может быть АА или Аа, так как она имела братьев и сестер – левшей. Рассмотрим оба варианта:</p> <p>Р : А А ○ □ А а G: (А) (А) (а)</p> <p>F₁: АА : Аа прав. прав. 100 % правшей</p> |
|---|--|

| | |
|--|--|
| <p>Р : А а ○ □ А а G: (А) (а) (А) (а)</p> <p>F₁ АА Аа Аа аа прав. прав. прав. лев.</p> | <p>75 % – правши 25 % – левши</p> |
|--|--|

О т в е т: если женщина гомозиготна, то вероятность рождения левшей будет 0, если гетерозиготна, то левшей родится 25 %.

Задача № 5.

При скрещивании гетерозиготных красноплодных томатов с желтоплодными получено 352 растения, имеющих красные плоды. Остальные растения имели желтые плоды. Определите, сколько растений имело желтую окраску?

Д а н о :

A – красноплодные

a – желтоплодные

P : ♀ Aa x ♂ aa

F₁ – 352 красноплодных

Н а й т и : F₁ желтоплодных –?

Р е ш е н и е :

красн жел.
P : ♀ A a x ♂ a a

G: ♂ ♀
 (A) (a) (a)

F₁: Aa : aa

красн. жел.

50 % – красноплодных растений

50 % – желтоплодных

Если красноплодных растений получено 352, то желтоплодных получено тоже 352 растения.

О т в е т: 352 растения.

Задача № 6.

Миоплегия (периодические параличи) наследуется как доминантный признак. Определите вероятность рождения детей с аномалиями в семье, где отец гетерозиготен, а мать не страдает миоплегией.

Д а н о :

A – миоплегия

a – здоровы

P : □ – Aa

○ – aa

F₁ с аномалией –?

Р е ш е н и е :

P : a a A a

G: ♂ ♀
 (a) (A) (a)

Aa aa

больны здоровы

50 % детей будут страдать миоплегией,

50 % детей будут здоровы.

О т в е т: вероятность рождения детей с аномалиями составит 50 %.

Задача № 7.

У томатов ген, определяющий красную окраску плодов, доминантен по отношению к гену желтой окраски. Полученный из гибридных семян 3021 куст томатов имел желтую окраску, а 9114 – красную.

Вопрос: а) сколько гетерозиготных растений среди гибридов? б) относится ли данный признак (окраска плодов) к менделирующим?

Дано:

А – красная окраска плодов

а – желтая окраска плодов

F₁: 3021 куст – желтоплодные; 9114 – красноплодные растения

Найти:

а) F₁ гетерозиготных растений – ?

б) относится ли признак (окраска томатов) к менделирующим – ?

Решение:

1) Из условия задачи видно, что соотношение желтоплодных растений – 3021 куст и красноплодных – 9114 составляет 3 : 1. Значит, генотип родителей: Аа

кр. кр.
Р : ♀ A a × ♂ A a
 ⊖ ⊖ ⊖ ⊖
 (A) (a) (A) (a)

F₁: AA : Aa : Aa : aa
 кр. кр. кр. жел.

25 % – красноплодных гомозиготных растений;

50 % – красноплодных гетерозиготных растений, или 2/3 всех красноплодных;

25 % – желтоплодных гомозиготных растений.

2) Подсчитаем количество гетерозиготных растений, составляющих 2/3 от числа всех красноплодных:

$(9114 : 3) \cdot 2 = 6742$ растения.

3) Признак «окраска плодов» относится к менделирующим, так как соотношение кустов с желтыми и красными плодами составляет 1 : 3, то есть подчиняется второму закону Менделя.

О т в е т : а) 6742 растения; б) относится.

Задача № 8.

Ген черной окраски тела крупного рогатого скота доминирует над геном красной окраски. Какое потомство можно ожидать от скрещивания: а) двух гетерозиготных особей? б) красного быка и гибридной коровы?

Дано:

A – черная окраска

a – красная окраска

а) ♀ Aa × ♂ Aa

б) ♀ Aa × ♂ aa

Найти:

а) F₁ – ?

б) F₁ – ?

Решение:

а) P: ♀ ^{чер.} A a × ♂ ^{чер.} A a
G (A) (a) (A) (a)

F₁: AA : Aa : Aa : aa
 чер. чер. чер. крас.

75 % черных телят

25 % красных телят

б) P: ♀ ^{чер.} A a × ♂ ^{кр.} a a
G (A) (a) (a)

F₁: Aa : aa
 чер. крас.

50 % черных телят

50 % красных телят

О т в е т: а) 75 % черных телят, 25 % красных телят;
б) 50 % черных телят, 50 % красных телят.

АНАЛИЗИРУЮЩЕЕ СКРЕЩИВАНИЕ. НЕПОЛНОЕ ДОМИНИРОВАНИЕ

Анализирующее скрещивание — скрещивание гибридной особи с особью, гомозиготной по рецессивным аллелям, то есть «анализатором».

Неполное доминирование

Вид взаимодействия аллельных генов, при котором фенотип гетерозигот отличается как от фенотипа гомозигот по доминанте, так и от фенотипа гомозигот по рецессиву и имеет среднее (промежуточное) значение между ними. Имеет место при наследовании окраски окологлазничка ночной красавицы, львиного зева, окраски шерсти морских свинок и пр.

Задача № 1.

У мухи дрозофилы серый цвет тела доминирует над черным. При скрещивании серых и черных мух в потомстве половина особей имела серую окраску, половина – черную. Определите генотипы родительских форм.

Дано:

A – серый цвет

a – черный цвет

F₁ : сер. x чер.

50 % сер. : 50 % чер.

Найти:

генотипы P – ?

Решение:

Если дрозофила имеет черную окраску тела, то ее генотип является гомозиготным по рецессиву – aa (иначе окраска будет серой). Для того чтобы определить генотип дрозофилы с серым цветом тела, проведем анализирующее скрещивание:

а) P : ♀ ^{сер.} A ? x ♂ ^{чер.} a a
G (A ?) (a)

F₁: Aa : aa
 сер. чер.

Так как в потомстве наблюдается расщепление в соотношении 1 : 1, следовательно генотип дрозофилы с серым цветом тела был Aa.

О т в е т: генотипы P – Aa, aa.

Все рассмотренные выше примеры относятся к случаю полного доминирования одного аллельного гена над другим. Но в природе достаточно часто встречается явление неполного доминирования, когда фенотип гетерозиготного гибрида отличается от фенотипа обеих родительских гомозиготных форм.

Неполное доминирование, или промежуточное наследование, можно рассмотреть на примере наследования окраски лепестков венчика у цветка ночной красавицы (учебник, рис. 34). При скрещивании растений с красными и белыми цветками все потомство получилось с розовыми цветками, то есть наблюдается промежуточный характер наследования. При скрещивании же гибридов между собой произошло расщепление по фенотипу и генотипу: 1 красная окраска (AA) : 2 розовые (Aa) : 1 белая окраска (aa).

Неполное доминирование встречается довольно часто у растений, животных и человека. Например, при скрещивании крупного рогатого скота красной масти с белыми животными полученное потомство имеет чалую масть (результат равномерного перемешивания красных и белых волос). То же наблюдается при наследовании курчавости волос у человека, окраски оперения у кур. В частности, у андалузских кур бывает черная и белая окраска перьев, а их потомство имеет так называемую голубую окраску. По принципу неполного доминирования наследуются некоторые заболевания человека, например серповидноклеточная анемия (эритроциты принимают форму серпа при изменении нормального содержания в них гемоглобина), атаксия Фредрейха (теряется произвольная координация движений).

Причина неполного доминирования состоит в том, что в ряде случаев у гетерозиготных гибридов доминантный аллель недостаточно активен и не обеспечивает в полной мере подавления рецессивного признака.

Задача № 2.

Форма чашечки у земляники может быть нормальная (доминантный признак) и листовидная. У гетерозигот чашечки имеют промежуточную форму между нормальной и листовидной. Определите возможные генотипы и фенотипы потомства от скрещивания двух растений, имеющих промежуточную форму чашечки.

Дано:

A – нормальная форма

a – листовидная

Aa – промежуточная форма

P: ♀ Aa × ♂ Aa

Найти: генотипы и фенотипы F₂ – ?

Решение:

$$P_1: \begin{array}{ccc} \text{нор.} & & \text{лист.} \\ \text{♀ } AA & \times & \text{♂ } aa \\ G & \begin{array}{c} \text{A} \\ \text{a} \end{array} & \end{array}$$

F₁: Aa – промежуточная форма чашечки.

$$P_2: \begin{array}{ccc} \text{пром.} & & \text{пром.} \\ \text{♀ } Aa & \times & \text{♂ } Aa \\ G & \begin{array}{c} \text{A} \quad \text{a} \\ \text{A} \quad \text{a} \end{array} & \end{array}$$

F₂: AA : Aa : Aa : aa

нор. пром. пром. лист.

по фенотипу 1 : 2 : 1

по генотипу 1 AA : 2 Aa : 1 aa

О т в е т: 1AA : 2Aa : 1aa;

25 % имеют нормальную чашечку, 50 % – промежуточную и 25 % – листовидную.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ. КОДОМИНИРОВАНИЕ

Кодоминирование — это такой тип взаимодействия аллельных генов, при котором каждый из аллелей проявляет своё действие, и ни один аллель не подавляет действие другого.

Задача № 1.

У матери I группа крови, у отца IV. Могут ли дети унаследовать группу крови одного из родителей?

Дано:

○ – I группа

□ – IV группа

F₁ с группой крови одного из родителей – ?

Решение:

$$P: \begin{array}{ccc} \text{I гр.} & & \text{IV гр.} \\ \text{♀ } I^O I^O & \times & \text{♂ } I^A I^B \\ G: & \begin{array}{c} I^O \\ I^O \end{array} & \begin{array}{c} I^A \\ I^B \end{array} \end{array}$$

I^A I^O
II гр.

I^B I^O
III гр.

О т в е т: нет, в данном случае дети не могут унаследовать группы крови родителей.

Задача № 2.

Мать гомозиготна, имеет А (II) группу крови, отец гомозиготен, имеет В (III) группу крови. Какие группы крови возможны у их детей?

| | |
|--|---|
| <p>Дано: ○ – I^A I^A □ – I^B I^B</p> <hr/> <p>F₁ – ?</p> | <p>Решение: P: I^A I^A I^B I^B G: (I^A) (I^B) I^A I^B IV гр.</p> |
|--|---|

О т в е т: только IV группа крови.

Задача № 3.

Перед судебно-медицинской экспертизой поставлена задача выяснить: является ли мальчик, имеющийся в семье супругов P₁, родным или приемным. Исследование крови мужа, жены и ребенка показало: жена – АВ (IV) группа крови, муж – О (I) группа крови, ребенок – О (I) группа крови. Какое заключение должен дать эксперт и на чем оно будет основано?

| | |
|--|---|
| <p>Дано: ○ – АВ (IV) □ – О (I)</p> <hr/> <p>F₁ – родной или приемный ?</p> | <p>Решение: P: I^A I^B I^O I^O G: (I^A) (I^B) (I^O) I^A I^O I^B I^O II гр. III гр.</p> |
|--|---|

О т в е т: мальчик – приемный сын, так как в данной семье не может быть ребенка с I группой крови.

Задача № 4.

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

| | |
|---|--|
| <p>Дано: P: ♀ пестр. x ♂ пестр. ↓ 25 пестр. : 12 чер. : 13 бел.</p> <hr/> <p>Найти: какой признак доминирует – ? Как наследуется окраска у этой породы кур?</p> | <p>Решение: пестр. пестр. P₁: ♀ A a x ♂ A a G: (A) (a) (A) (a) F₁: AA : Aa : Aa : a a черные пестрые белые</p> |
|---|--|

О т в е т: ни один из признаков в данном случае не доминирует, так как наследование окраски у этой породы кур происходит по типу кодоминирования – у гетерозигот проявляются оба родительских признака.

ДИГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ. ТРЕТИЙ ЗАКОН МЕНДЕЛЯ

Третий закон Менделя

Закон независимого наследования признаков

при скрещивании двух особей, отличающихся друг от друга по двум (и более) парам альтернативных признаков, гены и соответствующие им признаки наследуются независимо друг от друга и комбинируются во всех возможных сочетаниях (как и при моногибридном скрещивании).

Задача № 1.

Сколько типов гамет и какие образует особь с генотипом AaBbCc?

| | |
|----------------------------|---|
| Дано: AaBbCc | Решение: |
| Найти: | а) Подсчитаем количество типов гамет по известной нам формуле $x = 2^n$; |
| а) количество типов гамет; | $x = 2^3 = 8$. |
| б) типы гамет. | б) Особь с генотипом AaBbCc образует следующие типы гамет: ABC; AbC; ABc; aBC; abc; abC; ABc; aBc. |

О т в е т: а) 8 типов гамет;

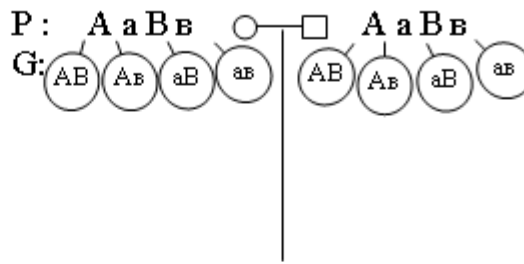
б) ABC; AbC; ABc; aBC; abc; abC; ABc; aBc.

Задача № 2.

Полидактилия (шестипалость) и близорукость передаются как доминантные признаки. Какова вероятность рождения детей без аномалий в семье, если оба родителя страдают обоими недостатками и при этом являются гетерозиготами по обоим признакам?

Дано:
 А – полидактилия
 а – здоровые
 В – близорукость
 в – здоровые
 Р : ○ АаВв
 □ АаВв

Решение:



Найти:
 F₁ без аномалий – ?

| | | | | | |
|----------------|----|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| F ₁ | ○ | АВ | Ав | аВ | ав |
| | □ | АВ | Ав | аВ | ав |
| | АВ | ААВВ пол. близ. | ААВв пол. близ. | АаВв пол. близ. | АаВв пол. близ. |
| | Ав | ААВв пол. близ. | ААВв пол. здор. | АаВв пол. близ. | Аавв пол. здор. |
| | аВ | АаВВ пол. близ. | АаВв пол. близ. | ааВВ здор. близ. | ааВв здор. близ. |
| | ав | АаВв пол. близ. | Аавв пол. здор. | ааВв здор. близ. | аавв здор. здор. |

О т в е т: вероятность рождения детей без аномалий составляет 1/16.

Задача № 3.

У человека косолапость доминирует над нормальным строением стопы, а нормальный обмен углеводов – над сахарным диабетом. Женщина, имеющая нормальное строение стопы и нормальный обмен углеводов, вышла замуж за косолапую мужчину с нормальным обменом углеводов. От этого брака родилось двое детей, у одного из которых развивалась косолапость, а у другого – сахарный диабет.

В о п р о с ы:

- Можно ли определить генотипы родителей по фенотипу их детей?
- Какие еще генотипы и фенотипы детей возможны в данной семье?

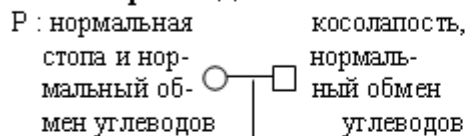
Дано:

A – косолапость

a – здоровые

B – нормальный обмен углеводов

b – сахарный диабет

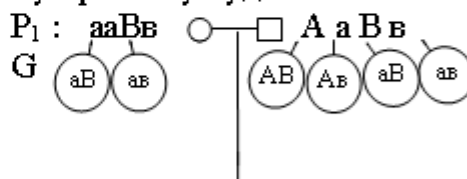


F₁ косолапость, нормальный обмен углеводов; сахарный диабет, нормальная стопа

Найти: а) генотипы P – ?;
б) возможные генотипы и фенотипы детей в данной семье.

Решение:

а) По фенотипу детей можно определить генотип родителей: так как мать имеет нормальную стопу (aa), а первый ребенок косолапый, то ген косолапости он получил от отца, генотип которого по этому признаку будет Aa. По углеводному обмену родители здоровы, а ребенок болен сахарным диабетом, следовательно их генотип по этому признаку будет Bb.



| | | | | | |
|------------------|----|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| б) | □ | AB | Ab | aB | ab |
| ○ | | | | | |
| F ₁ : | aB | AaBB кос. здор. | AaBb кос. здор. | aaBB нор. здор. стопа | aaBb нор. здор. стопа |
| | ab | AaBb кос. здор. | Aabb кос. сах. диабет | aaBb нор. здор. стопа | aabb нор. сах. стопа диабет |

О т в е т: а) P: aaBb, AaBb;

б) в данной семье возможны еще 4 генотипа детей: AaBb, aaBB, aaBb, Aaabb и 2 фенотипа: 1) нормальное строение стопы и нормальный обмен углеводов; 2) косолапый с сахарным диабетом.

Задача № 3.

Серый цвет тела мухи дрозофилы (ген B) доминирует над черным (b). В серии опытов при скрещивании серых мух в потомстве оказалось 1392 особи серого цвета и 467 – черного. Определите генотипы родительских форм.

Дано:

B – серый цвет

b – черный цвет

P: ♀ сер. x ♂ сер.

F₁ – 467 черного цвета; 1392 серого цвета

Найти:
генотипы P – ?

Решение:

Проанализируем генотип потомков. Поскольку ген черной окраски тела рецессивен, то черные мухи могут быть только гомозиготными (bb). Один ген черной окраски тела эти потомки получили от отца, а другой – от матери. Следовательно, в генотипе обеих родительских форм с серой окраской тела кроме доминантного гена (B) есть и рецессивный (b), то есть генотип родительских форм Bb.

О т в е т: генотипы Р – ВВ, Вв.

ЗАДАЧИ НА ДИГИБРИДНОЕ И АНАЛИЗИРУЮЩЕЕ СКРЕЩИВАНИЕ

Задача № 1.

Написать возможные типы гамет, продуцируемых организмами со следующими генотипами: а) ААВВ, б) СсДд, в) ЕеFf; г) ддhh (гены наследуются независимо).

| | |
|---|--|
| Дано: генотипы организмов: а) ААВВ; б) СсДд; в) ЕеFf; г) ддhh | Решение: а) ААВВ → АВ; б) СсДд → СД; сд; в) ЕеFf → EF, Ef, eF, ef; г) ддhh → dh |
| Найти: типы гамет – ? | |

О т в е т: а) АВ; б) СД, сд; в) EF, Ef, eF, ef; г) dh.

Задача № 2.

Нормальный рост у овса доминирует над гигантизмом, а раннеспелость – над позднеспелостью. Гены обоих признаков находятся в разных парах хромосом. Какими признаками будут обладать гибриды, полученные от скрещивания гетерозиготных по обоим признакам родителей? Каков фенотип родительских особей?

| | | | | | | | | | |
|---|--|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Дано: А – нормальный рост а – гигантизм В – раннеспелость в – позднеспелость Р: ♀ АаВв х ♂ АаВв | Решение: <div style="text-align: center;"> нор. ран. нор. ран. Р: ♀ А а В в х ♂ А а В в G <table style="margin: 0 auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px 5px;">АВ</td> <td style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px 5px;">Ав</td> <td style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px 5px;">аВ</td> <td style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px 5px;">ав</td> <td style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px 5px;">АВ</td> <td style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px 5px;">Ав</td> <td style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px 5px;">аВ</td> <td style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 2px 5px;">ав</td> </tr> </table> </div> | АВ | Ав | аВ | ав | АВ | Ав | аВ | ав |
| АВ | Ав | аВ | ав | АВ | Ав | аВ | ав | | |
| Найти: F ₁ – ? фенотип Р – ? | | | | | | | | | |

| | | | | | | |
|------------------|---|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|---|
| | ♀ | | | | | |
| | ♂ | | | | | |
| F ₁ : | | АВ | Ав | аВ | ав | |
| | | ААВВ норм раннесп. | ААВв норм раннесп. | АаВв норм раннесп. | АаВв норм раннесп. | 9/16 – нормальный рост, раннеспелые |
| | | ААВв норм раннесп. | ААВВ норм позднесп. | АаВв норм раннесп. | Аавв норм позднесп. | 3/16 – нормальный рост, позднеспелые |
| | | АаВВ норм раннесп. | АаВв норм раннесп. | ааВВ гигант. раннесп. | ааВв гигант. раннесп. | 3/16 – гигантские раннеспелые |
| | | АаВв норм раннесп. | Аавв норм позднесп. | ааВв гигант. раннесп. | аавв гигант. позднесп. | 1/16 – гигантские позднеспелые |

О т в е т: Р – нормальные, раннеспелые растения овса;

F₁ : 9 частей нормального роста, раннеспелых; 3 – нормального роста, позднеспелых; 3 – гигантских раннеспелых; 1 часть гигантских позднеспелых.

Задача № 3.

У дрозофилы серая окраска тела и наличие щетинок – доминантные признаки, которые наследуются независимо. Какое потомство следует ожидать от скрещивания желтой самки без щетинок с гетерозиготным по обоим признакам самцом?

Дано:

A – серая окраска
a – желтая окраска
B – наличие щетинок
b – отсутствие щетинок
P: ♀ aabv x ♂ AaBv

Найти: F₁ – ?

Решение:

ж. б/щ сер. щ
P: ♀ a a b v x ♂ A a B v
G (ab) (AB) (Ab) (aB) (av)

| | | | | | |
|---|----|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | ♂ | AB | Ab | aB | av |
| ♀ | av | AaBv серые, с щетинками | Aaav серые, без щетинок | aaBv желтые, с щетинками | aaav желтые, без щетинок |

О т в е т: 25 % – серые, без щетинок; 25 % – серые, с щетинками; 25 % – желтые, с щетинками; 25 % – желтые, без щетинок.

Задача № 4.

При скрещивании черного петуха без хохла с бурой хохлатой курицей все потомство оказалось черным и хохлатым. Определите генотипы родителей и потомства. Какие признаки являются доминантными? Какой процент бурых без хохла цыплят получится в результате скрещивания между собой гибридов первого поколения?

Дано:

P: ♀ бурая хохлатая x ♂ черный без хохла
F₁ – черные хохлатые

Найти:

- 1) генотипы P и F₁ – ?
- 2) какие признаки доминантны – ?
- 3) % бурых без хохла цыплят в F₂ – ?

Решение:

Так как в F₁ все потомство оказалось черным и хохлатым, эти признаки будут доминантными: A – черные; B – хохлатые, a – бурые; b – без хохла.

бур. хохл. черн. б/хохл.
P₁: ♀ a a B B x ♂ A A b b
G (aB) (Ab)
F₁ AaBb – 100 % черные хохлатые.

черн. хохл. черн. хохл.
P₂: ♀ A a B b x ♂ A a B b
G (AB) (Ab) (aB) (ab) (AB) (Ab) (aB) (ab)

| ♀ \ ♂ | AB | Ab | aB | ab | |
|-------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|
| AB | AABB чер. хох. | AABb чер. хох. | AaBb чер. хох. | AaBb чер. хох. | 9/16 – черные хохлатые |
| Ab | AABb чер. хох. | AAbb чер. б/хох. | AaBb чер. хох. | Aabb чер. б/хох. | 3/16 – черные без хохла |
| aB | AaBb чер. хох. | AaBb чер. хох. | aaBB бур. хох. | aaBb бур. хох. | 3/16 – бурые хохлатые |
| ab | AaBb чер. хох. | Aabb чер. б/хох. | aaBb бур. хох. | aabb бур. б/хох. | 1/16 – бурые без хохла |

3) Определим процент бурых без хохла цыплят:

$$\begin{array}{l|l}
 16 - 100\% & x = \frac{1 \cdot 100}{16} = 6,25 \approx 6\% \\
 1 - x\% &
 \end{array}$$

О т в е т: P₁ : aaBB, AAbb; F₁ : AaBb;

P₂ : AaBb, AaBb;

F₂ : 1AABB : 2AABb : 2AaBB : 4AaBb : 1AAbb : 2Aabb : 1aaBB : 2aaBb : 1aabb; доминантные признаки – черный цвет оперения и наличие хохла; бурых без хохла цыплят получится 6 %.

Задача № 5.

Тыкву, имеющую желтые плоды дисковидной формы, скрестили с тыквой, у которой были белые шаровидные плоды. Все гибриды от этого скрещивания имели белую окраску и дисковидную форму плодов. Какие признаки доминируют? Каковы генотипы родителей и потомства?

Дано:

♀ – желтая дисковидная

♂ – белая шаровидная

F₁ – белые дисковидные

Найти:

1) генотипы P – ? F₁ – ?;

2) какие признаки доминируют?

Решение:

Поскольку все потомство единообразно, следовательно, родительские формы гомозиготны, доминантные признаки – белая окраска плодов (А) и дисковидная форма (В); соответственно, желтая окраска (а), шаровидная форма (в) – рецессивные признаки.

ж. д.
б. ш.
 P₁: ♀ а а В В х ♂ А А в в
 G (аВ) (Ав)

F₁ АаВв – 100 % белые дисковидные.

О т в е т: P : aaBB, AAbb; F₁ : AaBb; доминантные признаки – белая окраска и дисковидная форма плодов.

Задача № 6.

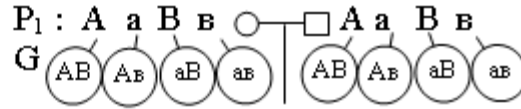
Полидактилия (многопалость) и отсутствие малых коренных зубов передаются как доминантные признаки. Гены этих признаков находятся в

разных парах хромосом. Какова вероятность рождения детей без аномалий в семье, где оба родителя страдают обеими болезнями и гетерозиготны по этим парам генов?

Дано:

А – полидактилия
 В – отсутствие малых коренных зубов
 а – здоровые
 в – здоровые
 P: ○ – АаВв, □ – АаВв

Решение:



F₁ без аномалий – ?

| | | | | | |
|--------------------|----|--------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| F ₁ : ○ | □ | AB | Ab | aB | ab |
| | AB | AABB бол. | AABb бол. | AaBB бол. | AaBb бол. |
| | Ab | AABb бол. | AAbb полид. зд. | AaBb бол. | AaBb бол. |
| | aB | AaBB бол. | AaBb бол. | aaBB зд. от. м. кор. зуб. | aaBb зд. от. м. кор. зуб. |
| | ab | AaBb бол. | Aabb полид. зд. | aaBb зд. от. м. кор. зуб. | aabb здор. |

О т в е т: вероятность рождения детей без аномалий 1/16.

Задача № 7.

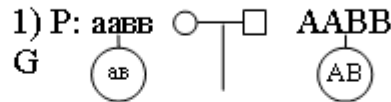
У человека некоторые формы близорукости доминируют над нормальным зрением, а карий цвет глаз – над голубым. Какое потомство можно ожидать от брака близоручого кареглазого мужчины с голубоглазой женщиной с нормальным зрением? Определите все возможные генотипы родителей и потомства.

Дано:

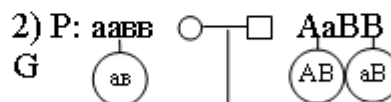
А – близорукость
 а – здоровые
 В – карие
 в – голубые
 P: □ – близ., карег.
 ○ – голуб., норм.
 зрение

Решение:

Генотип женщины аавв – гомозиготна по рецессивным признакам, а генотип мужчины может быть ААВВ, АаВВ, ААВв, АаВв.



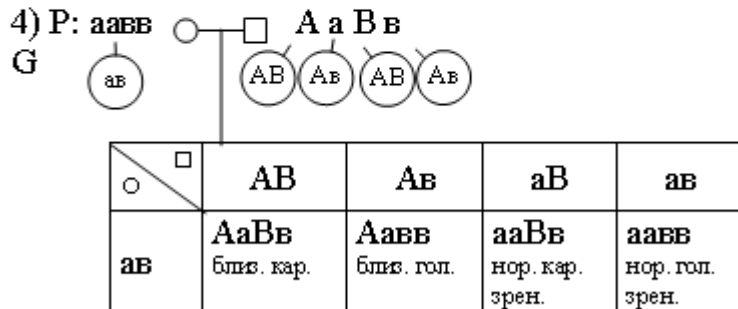
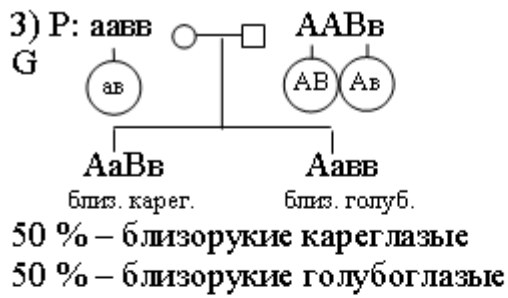
F₁ АаВв – 100 % близоручие кареглазые



АаВв близ. карег. ааВв здор. карег.

50 % – близоручие кареглазые

50 % – нормальное зрение кареглазые



25 % – близорукие кареглазые
25 % – близорукие голубоглазые
25 % – нормальное зрение кареглазые
25 % – нормальное зрение голубоглазые

- О т в е т: 1) P: $aavv$, $AABV$; F₁: $AaVv$;
2) P: $aavv$, $AaBV$; F₁: $AaVv$, $aaVv$;
3) P: $aavv$, $AABV$; F₁: $AaVv$, $Aavv$;
4) P: $aavv$, $AaBV$; F₁: $AaVv$, $Aavv$, $aaVv$, $aa vv$.

Задача № 8.

Некоторые формы катаракты и глухонемоты у человека передаются как рецессивные несцепленные признаки.

В о п р о с ы:

1. Какова вероятность рождения детей с двумя аномалиями в семье, где оба родителя гетерозиготны по двум парам генов?

2. Какова вероятность рождения детей с двумя аномалиями в семье, где один из родителей страдает катарактой и глухонемотой, а второй супруг гетерозиготен по этим признакам?

Дано:

а – катаракта
 А – здоровые
 в – глухонемота
 В – здоровые

1) P: $\circ AaVv$

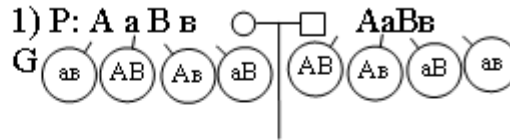
$\square AaVv$

2) P: $\circ aaVv$

$\square AaVv$

F₁ с двумя аномалиями – ?

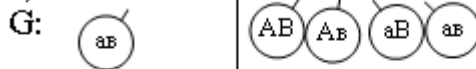
Решение:



| | | | | |
|-----------------|---------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| $\square \circ$ | AV | Av | aV | av |
| AV | AAVV здор. | AaVv здор. | AaVV здор. | AaVv здор. |
| Av | AAVv здор. | AaVv зд. глух. | AaVv здор. | AaVv здор. глух. |
| aV | AaVV здор. | AaVv здор. | aaVV кат. здор. | aaVv кат. здор. |
| av | AaVv здор. | AaVv здор. глух. | aaVv кат. здор. | aaVv кат. глух. |

1/16 – катаракта и глухонемота

2) P: $aaVv$



| | | | | |
|-----------------|---------------------|---------------------|------------------|--------------------|
| $\circ \square$ | AV | Av | aV | av |
| av | AaVv здор. здор. | AaVv здор. глух. | aaVv кат. зд. | aaVv кат. глух. |

1/4 – катаракта и глухонемота

О т в е т: в первом случае вероятность рождения детей с двумя аномалиями составит 1/16, или 6 %, во втором – 1/4, или 25 %.

Задача № 9.

Глаукома (заболевание глаз) имеет две формы: одна форма определяется доминантным геном, а другая – рецессивным. Гены расположены в разных хромосомах. Какова вероятность рождения больного ребенка в семье:

а) где оба супруга страдают разными формами глаукомы и гомозиготны по обоим парам генов;

б) где оба супруга гетерозиготны по обоим парам генов?

Дано:

A – глаукома

a – здоровые

B – глаукома

B – здоровые

а) P: \circ – AABV

\square – aавв

б) P: \circ – AaBV

\square – AaBV

F₁ больной ребенок – ?

Решение:

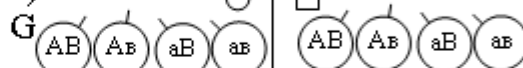
а) P: AABV \circ × aавв \square



AaBV

F₁ больные одной из форм глаукомы – 100%

б) P: AaBV \circ × AaBV \square



| \square \ \circ | AB | Av | aV | av |
|---------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| AB | AABV бол. | AABv бол. | AaBV бол. | AaBv бол. |
| Av | AABv бол. | AABV бол. | AaBv бол. | AaBV бол. |
| aV | AaBV бол. | AaBv бол. | aaBV здор. | aaBv здор. |
| av | AaBv бол. | AaBV бол. | aaBv здор. | aaBV бол. |

13/16 детей будут страдать разными формами глаукомы

О т в е т: а) 100 % больных детей;

б) 13/16 больных детей, или 81 %.

Задача № 10.

У львиного зева красная окраска цветка неполно доминирует над белой. Гибридное растение имеет розовую окраску. Нормальная форма цветка полностью доминирует над пилорической. Какое потомство получится от скрещивания двух дигетерозиготных растений?

Дано:

AA – красная

aa – белая

Aa – розовая

V – нормальная форма

vv – пилорическая

P: ♀ AaVv × ♂ AaVv

F₁ – ?

Решение:

P: ♀ AaVv \circ × ♂ AaVv \square



| F ₁ ♂ \ ♀ | AV | Av | aV | av |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| AV | AABV кр. нор. | AABv кр. нор. | AaBV роз. нор. | AaBv розв. нор. |
| Av | AABv кр. нор. | AABV кр. пил. | AaBv роз. нор. | AaBV роз. пилор. |
| aV | AaBV роз. нор. | AaBv роз. нор. | aaBV бел. нор. | aaBv роз. нор. |
| av | AaBv роз. нор. | AaBV роз. пил. | aaBv бел. нор. | aaBV бел. пил. |

О т в е т: 3/16 – красные цветы нормальной формы;

- 6/16 – розовые цветы нормальной формы;
- 1/16 – красные цветы пилорической формы;
- 2/16 – розовые цветы пилорической формы;
- 3/16 – белые цветы нормальной формы;
- 1/16 – белые цветы пилорической формы.

СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ ГЕНОВ

Сцепленное наследование наблюдается, если гены, отвечающие за разные признаки, располагаются в одной паре гомологичных хромосом. Сцепление может быть полным или неполным.

При полном сцеплении гены, расположенные в одной хромосоме,

наследуются вместе. В этом случае скрещивание дигетерозиготы $\frac{AB}{ab}$ и

рецессивной дигомозиготы $\frac{ab}{ab}$ приводит к появлению **двух фенотипов**, полностью повторяющих фенотипы родителей.

Неполное сцепление генов наблюдается, если гены расположены в хромосоме далеко друг от друга. При скрещивании дигетерозиготы и рецессивной гомозиготы получается 4 класса различных фенотипов. При этом происходит образование новых генотипов, полностью отличающихся от родительских.

В этом случае в процесс образования гамет вмешивается кроссинговер.

Дигетерозигота $\frac{AB}{ab}$ образует не два, а **четыре вида гамет: некроссоверные** — $\frac{AB}{}$, $\frac{ab}{}$ (больше) и **кроссоверные** — $\frac{Ab}{}$, $\frac{aB}{}$ (меньше).

При их соединении с гаметами дигомозиготы $\frac{ab}{}$ образуются **четыре генотипа и четыре фенотипа: в большем количестве** —

нерекомбинанты $\frac{AB}{ab}$ и $\frac{ab}{ab}$, в меньшем количестве —

рекомбинанты $\frac{aB}{ab}$ и $\frac{Ab}{ab}$.

Задача № 1.

Гомозиготное по обоим признакам гладкосемянное (А) растение гороха с усиками (В) скрестили с морщинистым (а) растением гороха без усиков (в). Гены указанных признаков (форма семени и наличие или отсутствие усиков)

локализованы в одной хромосоме, поэтому эти два признака наследуются сцепленно. Каковы генотипы и фенотипы F₁ и F₂?

Дано:
 А – гладкосемянное
 В – с усиками
 а – морщинистые семена
 в – б/усиков
 P: ♀ AABV x ♂ aavv
 F₁ – ? F₂ – ?
 (генотипы и фенотипы)

Решение:
 гл. усик. мор. б/ус.
 P₁: ♀ AABV x ♂ aavv
 G: (AB) (av)
 F₁: AaBv – 100 % гладкосемянных с усиками
 P₂: ♀ AaBv x ♂ AaBv
 G: (AB) (av) (AB) (av)
 F₂: AABV : AaBv : AaBv : aavv
 гл. с ус. гл. с ус. гл. с ус. морщ. б/ус.

О т в е т: F₁ : AaBv – 100 % гладкосемянных с усиками;

F₂ : 1AABV : 2AaBv : 1aavv; 75 % растений гороха с гладкими семенами и с усиками и 25 % растений с морщинистыми семенами и без усиков.

Задача № 2.

При скрещивании самки дрозофилы, дигетерозиготной по генам А и В, с рецессивным самцом получено следующее расщепление по фенотипу: 47 : 3 : 3 : 47. Определите расстояние между генами А и В.

Дано:
 P: ♀ AaBv x ♂ aavv
 ↓
 47 : 3 : 3 : 47
 Найти: расстояние между генами А и В – ?

Решение:
 P₁: ♀ AaBv x ♂ aavv
 G: (AB) (Av) (aB) (av) (av)

| | | | | | |
|----------------|---|------|------|------|------|
| F ₁ | ♀ | AB | Av | aB | av |
| | ♂ | AaBv | Aavv | aaBv | aavv |
| | | 47 | 3 | 3 | 47 |

6 %
 кроссоверные

О т в е т: расстояние между генами А и В – 6 морганид

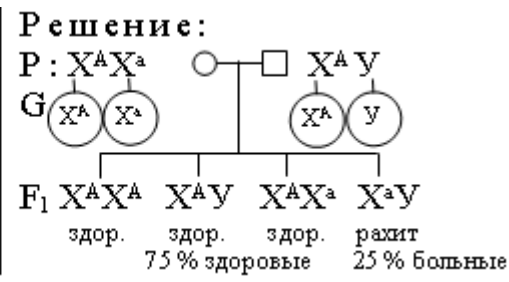
ГЕНЕТИКА ПОЛА. НАСЛЕДОВАНИЕ, СЦЕПЛЕННОЕ С ПОЛОМ

Задача № 1.

У человека доминантный ген А определяет стойкий рахит, который наследуется сцепленно с полом. Какова вероятность рождения больных детей, если мать гетерозиготна по гену рахита, а отец здоров?

Дано:
 X^A – рахит
 X^a – здоровые
 P : \circ – $X^A X^a$
 \square – $X^A Y$

 F_1 больных – ?



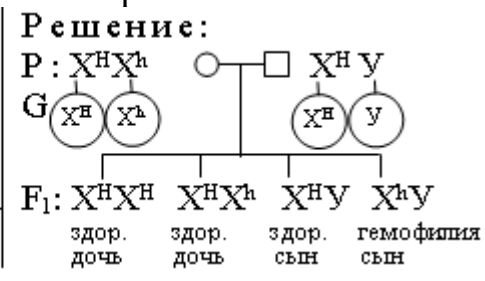
О т в е т: вероятность рождения больных детей 25%.

Задача № 2.

Классическая гемофилия наследуется как рецессивный признак. Ген гемофилии располагается в X-хромосоме. У-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.

Дано:
 X^h – гемофилия
 X^H – здоровые
 P : \circ – $X^H X^h$
 \square – $X^H Y$

 F_1 – ?



О т в е т: все девочки здоровы, но половина из них – носительницы гемофилии; 50% мальчиков здоровы, 50% больны гемофилией.

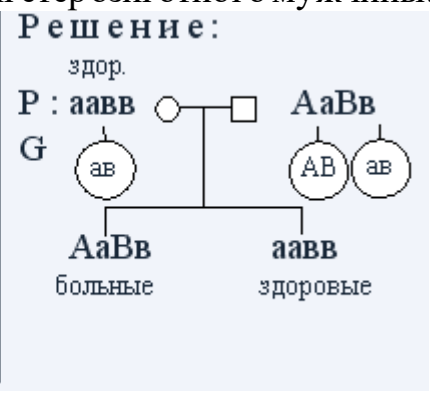
ЗАДАЧИ НА СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ ГЕНОВ И НАСЛЕДОВАНИЕ, СЦЕПЛЕННОЕ С ПОЛОМ

Задача № 1.

Доминантные гены катаракты и эллиптоцитоза расположены в первой аутосоме. Определите вероятные фенотипы и генотипы детей от брака здоровой женщины и дигетерозиготного мужчины. Кроссинговер отсутствует.

Дано:
 A – катаракта
 a – здоровы
 B – эллиптоцитоз
 b – здоровы
 P : \circ – здоровая
 \square – $AaBb$

Найти: генотипы, фенотипы в F_1 – ?



О т в е т: 50% детей имеют обе аномалии, 50% детей здоровы.

Задача № 2.

От родителей, имевших по фенотипу нормальное цветовое зрение, родилось несколько детей с нормальным зрением и один мальчик дальтоник. Чем это объяснить? Каковы генотипы родителей и детей?

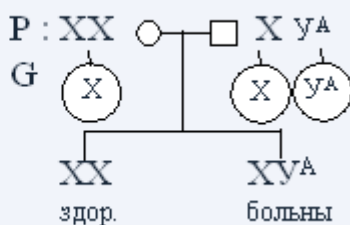
| | |
|--|---|
| <p>Дано: X^D – здоровый X^d – дальтоник P – нормальное зрение F_1 – у всех нормальное зрение и один мальчик X^dY</p> | <p>Решение: Скрытым носителем дальтонизма может быть только мать, поскольку у отца ген дальтонизма проявился бы фенотипически. Следовательно, генотип матери X^DX^d, а генотип отца – X^DY.</p> <p>$P: X^DX^d \times X^DY$</p>  <p>$F_1: X^DX^D : X^DY : X^DX^d : X^dY$ здор. здор. здор. дальтоник</p> |
| <p>Найти: P – ? F_1 – ? (генотипы)</p> | |

О т в е т: $P: X^DX^d, X^DY$;

$F_1: 1X^DX^D : 1X^DY : 1X^DX^d : 1X^dY$.

Задача № 3.

Гипертрихоз (вырастание волос на краю ушной раковины) наследуется как признак, сцепленный с Y-хромосомой. Какова вероятность рождения детей с этой аномалией в семье, где отец страдает гипертрихозом?

| | |
|---|--|
| <p>Дано: $\square XY^A$ – гипертрихоз $\circ XX$ – здорова</p> | <p>Решение: $P: XX \times XY^A$</p>  <p>$F_1: XX$ XY^A здор. больны</p> |
| <p>Найти: F_1 – ?</p> | |

О т в е т: вероятность рождения детей с гипертрихозом составит 50 %, все мальчики будут страдать этим недостатком.

Задача № 4.

У здоровых родителей со II группой крови родился сын с I группой крови и гемофилией. Гемофилия наследуется как рецессивный, сцепленный с X-хромосомой признак. Определите вероятность рождения второго ребенка здоровым и возможные группы его крови.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------|------------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|-----------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| <p>Дано: Р – II гр. кр. ($I^A I^O$) F_1: $I^O I^O$, $X^h Y$</p> <p>Найти: F_2 здоровые – ? С какой группой крови – ?</p> | <p>Решение: Р: $I^A I^O X^H X^h$ $I^A I^O X^H Y$</p> <p>G: $I^A X^h$ $I^A X^H$ $I^O X^h$ $I^O X^H$ $I^A X^h$ $I^A Y$ $I^O X^H$ $I^O Y$</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">\square</td> <td style="padding: 5px;">$I^O X^H$</td> <td style="padding: 5px;">$I^O Y$</td> <td style="padding: 5px;">$I^A X^H$</td> <td style="padding: 5px;">$I^A Y$</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">\circ</td> <td style="padding: 5px;">$I^O X^H$</td> <td style="padding: 5px;">$I^O X^h$</td> <td style="padding: 5px;">$I^A X^H$</td> <td style="padding: 5px;">$I^A X^h$</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">$I^O X^H$</td> <td style="padding: 5px;">$I^O I^O X^H X^H$ I здор.</td> <td style="padding: 5px;">$I^O I^O X^H Y$ I здор.</td> <td style="padding: 5px;">$I^A I^O X^H X^H$ II здор.</td> <td style="padding: 5px;">$I^A I^O X^H Y$ II здор.</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">$I^O X^h$</td> <td style="padding: 5px;">$I^O I^O X^H X^h$ I здор.</td> <td style="padding: 5px;">$I^O I^O X^h Y$ I гем.</td> <td style="padding: 5px;">$I^A I^O X^H X^h$ II здор.</td> <td style="padding: 5px;">$I^A I^O X^h Y$ II гем.</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">$I^A X^H$</td> <td style="padding: 5px;">$I^A I^O X^H X^H$ II здор.</td> <td style="padding: 5px;">$I^A I^O X^H Y$ II здор.</td> <td style="padding: 5px;">$I^A I^A X^H X^H$ II здор.</td> <td style="padding: 5px;">$I^A I^A X^H Y$ II здор.</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">$I^A X^h$</td> <td style="padding: 5px;">$I^A I^O X^H X^h$ II здор.</td> <td style="padding: 5px;">$I^A I^O X^h Y$ II гем.</td> <td style="padding: 5px;">$I^A I^A X^H X^h$ II здор.</td> <td style="padding: 5px;">$I^A I^A X^h Y$ II гем.</td> </tr> </table> | \square | $I^O X^H$ | $I^O Y$ | $I^A X^H$ | $I^A Y$ | \circ | $I^O X^H$ | $I^O X^h$ | $I^A X^H$ | $I^A X^h$ | $I^O X^H$ | $I^O I^O X^H X^H$ I здор. | $I^O I^O X^H Y$ I здор. | $I^A I^O X^H X^H$ II здор. | $I^A I^O X^H Y$ II здор. | $I^O X^h$ | $I^O I^O X^H X^h$ I здор. | $I^O I^O X^h Y$ I гем. | $I^A I^O X^H X^h$ II здор. | $I^A I^O X^h Y$ II гем. | $I^A X^H$ | $I^A I^O X^H X^H$ II здор. | $I^A I^O X^H Y$ II здор. | $I^A I^A X^H X^H$ II здор. | $I^A I^A X^H Y$ II здор. | $I^A X^h$ | $I^A I^O X^H X^h$ II здор. | $I^A I^O X^h Y$ II гем. | $I^A I^A X^H X^h$ II здор. | $I^A I^A X^h Y$ II гем. |
| \square | $I^O X^H$ | $I^O Y$ | $I^A X^H$ | $I^A Y$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| \circ | $I^O X^H$ | $I^O X^h$ | $I^A X^H$ | $I^A X^h$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $I^O X^H$ | $I^O I^O X^H X^H$ I здор. | $I^O I^O X^H Y$ I здор. | $I^A I^O X^H X^H$ II здор. | $I^A I^O X^H Y$ II здор. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $I^O X^h$ | $I^O I^O X^H X^h$ I здор. | $I^O I^O X^h Y$ I гем. | $I^A I^O X^H X^h$ II здор. | $I^A I^O X^h Y$ II гем. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $I^A X^H$ | $I^A I^O X^H X^H$ II здор. | $I^A I^O X^H Y$ II здор. | $I^A I^A X^H X^H$ II здор. | $I^A I^A X^H Y$ II здор. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| $I^A X^h$ | $I^A I^O X^H X^h$ II здор. | $I^A I^O X^h Y$ II гем. | $I^A I^A X^H X^h$ II здор. | $I^A I^A X^h Y$ II гем. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Здоровых детей с I и II группой крови 12/16.

$$\begin{array}{l|l} 16 - 100 \% & \\ 12 - x \% & \end{array} \quad x = \frac{12 \cdot 100}{16} = 75 \%$$

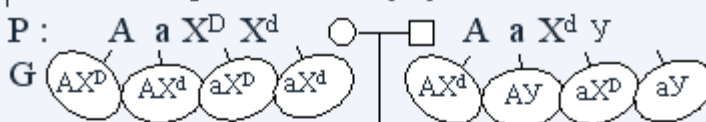
От в е т: вероятность рождения второго ребенка здоровым составит 75 %, возможные группы крови I и II.

Задача № 5.

Кареглазая женщина с нормальным зрением выходит замуж за кареглазого мужчину. У них родилась голубоглазая дочь – дальтоник. Карий цвет глаз доминирует над голубым, а дальтонизм определяется рецессивным геном, находящимся в X-хромосоме. Какова вероятность того, что следующий ребенок в этой семье будет иметь такой же фенотип?

Дано:
 А – карие глаза
 аа – голубые глаза
 X^D – нормальное зрение
 X^d – дальтонизм
 P: ○ – кар. норм.
 □ – кареглаз.
 F₁: X^dX^dаа
 F₁ голуб. дальт. – ?

Решение:
 Так как в семье родилась голубоглазая дочь дальтоник, ее генотип будет ааX^dX^d. По генотипу дочери определим генотипы родителей: ген голубоглазости дочь получила от матери и от отца – следовательно, генотип родителей по цвету глаз Аа; так как дочь дальтоник, то родители должны нести ген дальтонизма, который сцеплен с X-хромосомой. Следовательно, генотипы родителей будут АаX^DX^d и АаX^dY.



| □ \ ○ | AX ^d | AY | aX ^d | aY |
|-----------------|--|-----------------------------------|--|-----------------------------------|
| AX ^D | AAX ^D X ^d кар. здор. | AAX ^D Y кар. здор. | AaX ^D X ^d кар. здор. | AaX ^D Y кар. здор. |
| AX ^d | AAX ^d X ^d кар. дальт. | AAX ^d Y кар. дальт. | AaX ^d X ^d кар. дальт. | AaX ^d Y кар. дальт. |
| aX ^D | AaX ^D X ^d кар. здор. | AaX ^d Y кар. здор. | aaX ^D X ^d гол. здор. | aaX ^D Y гол. здор. |
| aX ^d | AaX ^d X ^d кар. дал. | AaX ^d Y кар. дал. | aaX ^d X ^d гол. дал. | aaX ^d Y гол. дал. |

2/16 – голубоглазые дальтоники.

$$\frac{16 - 100\%}{2 - x\%} \quad \left| \quad x = \frac{2 \cdot 100}{16} = 12,5\%.$$

О т в е т: вероятность рождения голубоглазых дальтоников в семье составит 12,5%.

Задача № 6.

Гладкая поверхность семян кукурузы доминирует над морщинистой, окрашенные семена доминируют над неокрашенными. Оба признака сцеплены. При скрещивании кукурузы с гладкими окрашенными семенами с растением, имеющим морщинистые неокрашенные семена, получено такое потомство: окрашенных гладких – 4152 особи, окрашенных морщинистых – 149, неокрашенных гладких – 152, неокрашенных морщинистых – 4163. Определите расстояние между генами.

Дано :

A – гладкая поверхн.

a – морщинистая

B – окрашенные

b – неокрашенные

P: ♀ глад. окр. x ♂ морщ. неокр.



F₁ 4152 – окраш. глад.

149 – окраш. морщ.

152 – неокр. глад.

4163 – неокр. морщ.

Решение :

P: ♀ A a B b x ♂ a a b b



| | | | | | |
|----------------|----|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| F ₁ | ♀ | AB | Ab | aB | ab |
| ♂ | ab | AaBb глад. окр. | Aabb глад. неокр. | aaBb морщ. окр. | aabb морщ. неокр. |

4152

152

149

4163

301

кроссоверные

Расстояние между генами – ?

Всего особей получено в результате скрещивания – 8616.

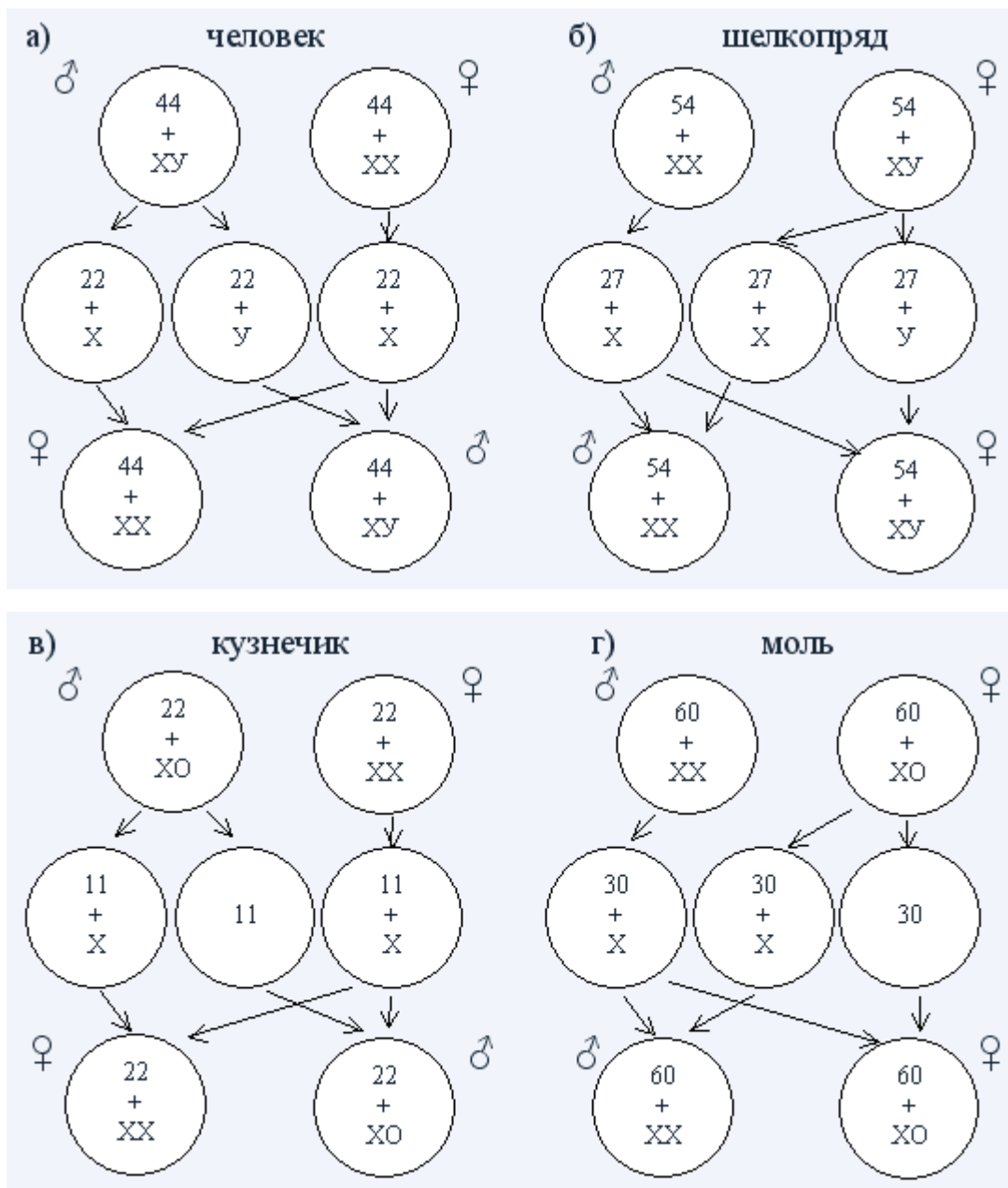
$$\begin{array}{l} 8616 - 100 \% \\ 301 - x \% \end{array} \quad \left| \quad x = \frac{301 \cdot 100}{8616} = 3,5 \% \right.$$

О т в е т : 3,5 морганиды.

Задание № 7.

1. Закончите схемы определения пола.

| | |
|---------------------|--------------------|
| <p>а) человек</p> | <p>в) кузнечик</p> |
| <p>б) шелкопряд</p> | <p>г) моль</p> |



ЗАДАЧИ НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕАЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ

Эпистаз-взаимодействие генов, при котором один неаллельный ген подавляет проявления другого неаллельного гена.

Примером служит окраска оперения у кур белых леггорнов

Задача № 1.

Скрещивались серые морские свинки с белыми. Потомство получилось серое, а в F₂ оказалось 134 серых, 46 черных, 59 белых. В анализирующем скрещивании гибридов F₁ с рецессивной формой было получено 80 животных.

В о п р о с ы:

1) Сколько разных генотипов было среди серых животных F₂?

- 2) Сколько животных F_a^* имели белую окраску?
- 3) Сколько полностью гомозиготных животных было в F_a ?
- 4) Сколько животных F_a имели черную окраску?
- 5) Сколько разных типов гамет может образовать серая свинка F_1 ?

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--------------|--------------|--------------|--------------|----|----|---|----|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--|----|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <p>Дано:</p> <p>A – серые a – черные B – проявитель b – супрессор</p> <p>P: ♀ сер. x ♂ бел.</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>F₁ – серые</p> <p>F₂ 134 сер. : 46 чер. : 59 бел.</p> <p>F_a – 80 животных</p> <hr/> <p>Найти:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) количество разных генотипов серых живот. в F₂ – ? 2) количество в F_a животных с белой окраской – ? 3) количество полностью гомозиготных в F_a – ? 4) количество в F_a животных с черной окраской – ? 5) количество типов гамет у серой свинки F₁ – ? | <p>Решение:</p> <p>Задача на рецессивный эпистаз, так как расщепление во втором поколении равно 9 : 4 : 3.</p> <p style="text-align: center;">сер. бел.</p> <p>P₁: ♀ AABV x ♂ aавв</p> <p>G (AB) (ав)</p> <p>F₁: AaBv серые</p> <p style="text-align: center;">сер. сер.</p> <p>P₂: ♀ AaBv x ♂ AaBv</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">♀</td> <td>AB</td> <td>Av</td> <td>aB</td> <td>ав</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">♂</td> <td style="border: none;">AB</td> <td>AABV сер.</td> <td>AABv сер.</td> <td>AaBV сер.</td> <td>AaBv сер.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">F₂:</td> <td style="border: none;">Av</td> <td>AABv сер.</td> <td>AAvv бел.</td> <td>AaBv сер.</td> <td>AaBv бел.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">aB</td> <td>AaBV сер.</td> <td>AaBv сер.</td> <td>aaBV чер.</td> <td>aaBv чер.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">ав</td> <td>AaBv сер.</td> <td>AaBv бел.</td> <td>aaBv чер.</td> <td>aaBv бел.</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">9 серых : 4 белых : 3 черных</p> | | ♀ | AB | Av | aB | ав | ♂ | AB | AABV сер. | AABv сер. | AaBV сер. | AaBv сер. | F ₂ : | Av | AABv сер. | AAvv бел. | AaBv сер. | AaBv бел. | | aB | AaBV сер. | AaBv сер. | aaBV чер. | aaBv чер. | | ав | AaBv сер. | AaBv бел. | aaBv чер. | aaBv бел. |
| | ♀ | AB | Av | aB | ав | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ♂ | AB | AABV сер. | AABv сер. | AaBV сер. | AaBv сер. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F ₂ : | Av | AABv сер. | AAvv бел. | AaBv сер. | AaBv бел. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | aB | AaBV сер. | AaBv сер. | aaBV чер. | aaBv чер. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ав | AaBv сер. | AaBv бел. | aaBv чер. | aaBv бел. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

* F_a – потомство, полученное при анализирующем скрещивании.

| | | | | | |
|---|----|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | ♀ | AB | Av | aB | ав |
| ♂ | ав | AaBv сер. | AaBv бел. | aaBv чер. | aaBv бел. |

1 серых : 2 белых : 1 черных

1) Количество разных генотипов среди серых животных в F₂ – четыре: 1AABV : 2AABv : 2AaBV : 4AaBv.

2) Число животных в F_a, имеющих белую окраску:

$$\frac{1}{4} \cdot 80 = 20$$

| | |
|-------------------|-------------|
| 20 – генотип AaBv | 40 животных |
| 20 – генотип aaBv | |

3) Количество животных, полностью гомозиготных, в F_a:

$$\frac{1}{4} \cdot 80 = 20$$

4) Количество животных, имеющих черную окраску:

$$\frac{1}{4} \cdot 80 = 20$$

5) Число типов гамет у серой свинки из F₁ – 4 (AB, Ав, аВ, ав).

О т в е т: 1) 4; 2) 40; 3) 20; 4) 20; 5) 4.

Задача № 2.

От скрещивания двух пород кур с белым оперением гибриды F₁ оказались тоже белые, а в F₂ получилось 650 белых и 150 окрашенных цыплят.

В о п р о с ы:

- 1) Сколько типов гамет образует гибрид F₁?
- 2) Сколько разных генотипов среди белых цыплят F₂?
- 3) Сколько белых цыплят полностью гомозиготны?
- 4) Сколько разных генотипов среди окрашенных цыплят F₂?
- 5) Сколько окрашенных цыплят полностью гомозиготны?

Р е ш е н и е:

Задача на доминантный эпистаз, так как расщепление в F₂ составляет 13 : 3 (650 : 150).

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--|----|--|--|---|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--|----|--------------|--------------|--------------|--------------|--|--|----|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <p>Д а н о :</p> <p>A – белые, супрес- сор aавв – белые В – окрашенные P: ♀ бел. х ♂ бел. ↓ F₁ белые F₂ – 650 белых, 150 окрашен.</p> | <div style="text-align: center;"> <p>бел. бел.</p> <p>P₁: ♀ AАВВ х ♂ аавв</p> <p>G (АВ) (ав)</p> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <p>бел</p> <p>F₁ АаВв</p> <p>P₂: ♀ АаВв х ♂ АаВв</p> <p>G (АВ) (Ав) (аВ) (ав) (АВ) (Ав) (аВ) (ав)</p> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;">♂</td> <td style="width: 10%;">АВ</td> <td style="width: 10%;">Ав</td> <td style="width: 10%;">аВ</td> <td style="width: 10%;">ав</td> <td rowspan="5" style="width: 10%; vertical-align: middle; padding-left: 10px;"> 650 : 150 13 белых : 3 окрашен- ных </td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;">♀</td> <td style="width: 10%;">АВ</td> <td>ААВВ бел.</td> <td>ААВв бел.</td> <td>АаВВ бел.</td> <td>АаВв бел.</td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;">Ав</td> <td>ААВв бел.</td> <td>ААВв бел.</td> <td>АаВв бел.</td> <td>Аавв бел.</td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;">аВ</td> <td>АаВВ бел.</td> <td>АаВв бел.</td> <td>aaВВ окр.</td> <td>aaВв окр.</td> </tr> <tr> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;">ав</td> <td>АаВв бел.</td> <td>Аавв бел.</td> <td>aaВв окр.</td> <td>аавв бел.</td> </tr> </table> | | | ♂ | АВ | Ав | аВ | ав | 650 : 150 13 белых : 3 окрашен- ных | | ♀ | АВ | ААВВ бел. | ААВв бел. | АаВВ бел. | АаВв бел. | | | Ав | ААВв бел. | ААВв бел. | АаВв бел. | Аавв бел. | | | аВ | АаВВ бел. | АаВв бел. | aaВВ окр. | aaВв окр. | | | ав | АаВв бел. | Аавв бел. | aaВв окр. | аавв бел. |
| | | ♂ | АВ | Ав | аВ | ав | 650 : 150 13 белых : 3 окрашен- ных | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ♀ | АВ | ААВВ бел. | ААВв бел. | АаВВ бел. | АаВв бел. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Ав | ААВв бел. | ААВв бел. | АаВв бел. | Аавв бел. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | аВ | АаВВ бел. | АаВв бел. | aaВВ окр. | aaВв окр. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | ав | АаВв бел. | Аавв бел. | aaВв окр. | аавв бел. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1) Количество типов гамет, которые образует гибрид из F₁ с генотипом AaBb, рассчитаем по формуле $x = 2^n$, n – количество пар альтернативных признаков:

$$x = 2^2 = 4 - \text{это } AB, Ab, aB, ab.$$

2) Количество генотипов среди белых цыплят – 7.

$$1AABb : 2AABb : 2AaBb : 4AaBb : 1AAbb : 2Aabb : 1aabb.$$

3) Количество белых цыплят, полностью гомозиготных, найдем так: 650 + 150 = 800 всего цыплят, из них 3/16 (AABb, AAbb и aabb) полностью гомозиготны.

$$\frac{800 - 16}{x - 3} \quad \left| \quad x = \frac{800 \cdot 3}{16} = 150 \text{ цыплят.} \right.$$

4) Количество генотипов среди окрашенных цыплят в F₂ – два:

$$2aaBb : 1aaBB.$$

5) Количество окрашенных цыплят, полностью гомозиготных (aaBB):

$$\frac{800 - 16}{x - 1} \quad \left| \quad x = \frac{800 \cdot 1}{16} = 50 \text{ цыплят.} \right.$$

О т в е т: 1) 4; 2) 7; 3) 150; 4) 2; 5) 50.

Задача № 3.

Комплементарность-взаимодействие неаллельных генов, при котором они дополняют друг друга, а признак формируется лишь при одновременном действии двух доминантных генов, каждый из которых в отдельности не вызывает развития признака.

При скрещивании двух растений левкоя – с простыми и махровыми цветками – гибриды первого поколения получились с простыми цветками, а во втором поколении получено примерно 90 растений с простыми цветками и 70 с махровыми.

В о п р о с ы:

1) Сколько разных генотипов получилось среди растений с простыми цветками во втором поколении?

2) Сколько получилось полностью гомозиготных растений с махровыми цветками?

3) Сколько получилось растений с генотипами, подобными родительским?

4) Сколько типов гамет образует гетерозиготное растение с махровыми цветками?

5) Сколько разных генотипов среди полученных растений с махровыми цветками?

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----|----|---|----|----------------|----------------|----------------|----------------|---|----|----------------|---------------|----------------|---------------|---|----|----------------|----------------|---------------|---------------|---|----|----------------|---------------|---------------|---------------|
| <p>Дано: A – махровые В – махровые А-В⁻ – простые аавв – махровые P: ♀ прост. х ♂ мах. ↓ F₁ простые F₂ – 90 простых 70 махровых</p> | <p>Решение:</p> <p>прост. мах. P₁: ♀ ААВВ х ♂ аавв G (АВ) (ав)</p> <p>прост. F₁ АаВв</p> <p>прост. прост. P₂: ♀ АаВв х ♂ АаВв</p> <table border="1" style="margin: 10px auto;"> <tr> <td style="border: none;">♂</td> <td style="border: none;">♀</td> <td>АВ</td> <td>Ав</td> <td>аВ</td> <td>ав</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">♀</td> <td>АВ</td> <td>ААВВ прост.</td> <td>ААВв прост.</td> <td>АаВВ прост.</td> <td>АаВв прост.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">♀</td> <td>Ав</td> <td>ААВв прост.</td> <td>ААвв махр.</td> <td>АаВв прост.</td> <td>Аавв махр.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">♀</td> <td>аВ</td> <td>АаВВ прост.</td> <td>АаВв прост.</td> <td>ааВВ махр.</td> <td>ааВв махр.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">♀</td> <td>ав</td> <td>АаВв прост.</td> <td>Аавв махр.</td> <td>ааВв махр.</td> <td>аавв махр.</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">9 простых : 7 махровых</p> | ♂ | ♀ | АВ | Ав | аВ | ав | ♀ | АВ | ААВВ прост. | ААВв прост. | АаВВ прост. | АаВв прост. | ♀ | Ав | ААВв прост. | ААвв махр. | АаВв прост. | Аавв махр. | ♀ | аВ | АаВВ прост. | АаВв прост. | ааВВ махр. | ааВв махр. | ♀ | ав | АаВв прост. | Аавв махр. | ааВв махр. | аавв махр. |
| ♂ | ♀ | АВ | Ав | аВ | ав | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ♀ | АВ | ААВВ прост. | ААВв прост. | АаВВ прост. | АаВв прост. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ♀ | Ав | ААВв прост. | ААвв махр. | АаВв прост. | Аавв махр. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ♀ | аВ | АаВВ прост. | АаВв прост. | ааВВ махр. | ааВв махр. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ♀ | ав | АаВв прост. | Аавв махр. | ааВв махр. | аавв махр. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Найти:
 1) количество генотипов в F₂ с простыми цветками – ?
 2) количество полностью гомозиготных с махровыми цветками – ?
 3) количество растений с генотипами P – ?
 4) количество типов гамет у гетерозиготного растения с махровыми цветками – ?
 5) количество генотипов в F₂ с махровыми цветками – ?

Задача на комплементарное взаимодействие неаллельных генов, так как расщепление во втором поколении 9 : 7.

1) 1ААВВ : 2ААВв : 2АаВВ : 4АаВв – 4 разных генотипа у растений с простыми цветками.

2) Количество полностью гомозиготных растений с махровыми цветками: ААвв : ааВВ : аавв – 3/16.

Всего растений 90 + 70 = 160

$$\frac{16 - 160}{3 - x} \quad \left| \quad x = \frac{3 \cdot 160}{16} = 30 \text{ растений} \right.$$

3) Количество растений с генотипом, подобным родительским:

4/16 от 160:

$$\frac{16 - 160}{4 - x} \quad \left| \quad x = \frac{4 \cdot 160}{16} = 40 \text{ растений} \right.$$

4) Количество типов гамет у гетерозиготного растения с махровыми цветками – 2(Ав, ав).

5) Количество разных генотипов у растений с махровыми цветками – пять:

ААвв : Аавв : ааВВ : 2ааВв : аавв.

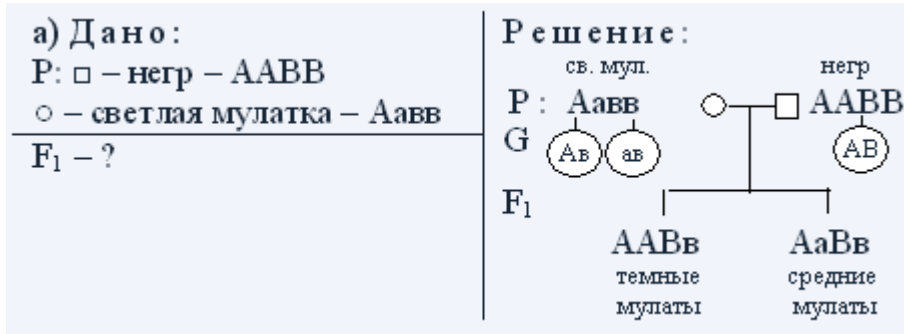
Отв е т: 1) 4; 2) 30; 3) 40; 4) 2; 5) 5.

Задача № 4.

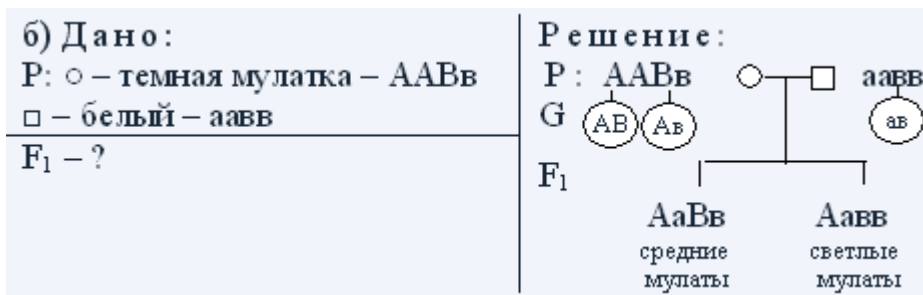
Какой фенотип потомства будет:

- а) от брака негра и светлой мулатки;
 б) от брака белого и темной мулатки?

Для решения этой задачи необходимо знать, что степень пигментации кожи определяется двумя парами генов. В таком случае негры будут иметь генотип ААВВ, темные мулаты – ААВв или АаВВ; средние мулаты – АаВв, ааВВ или ААвв; светлые мулаты – Аавв или ааВв, и белые – аавв.



О т в е т: от данного брака будут рождаться в равном соотношении темные и средние мулаты.



О т в е т: в данной семье в равном соотношении будут рождаться средние и светлые мулаты.

Задача № 5.

У душистого горошка окраска цветков 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?

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--------------|--------------|--------------|----|----|----|--------------|--------------|--------------|--------------|----|--------------|--------------|--------------|--------------|----|--------------|--------------|--------------|--------------|----|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <p>Дано: А – белые В – белые А-В- – окрашенные Р: ♀ ААВВ х ♂ ааВВ</p> <hr/> <p>Найти: F₁ – ? F₂ – ?</p> | <p>Решение:</p> <p>бел. бел.</p> <p>P₁: ♀ ААВВ х ♂ ааВВ</p> <p>G (Ав) (аВ)</p> <p>опр.</p> <p>F₁: АаВВ</p> <p>опр. опр.</p> <p>P₂: ♀ АаВВ х ♂ АаВВ</p> <p>↓</p> <table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">♀ \ ♂</td> <td>АВ</td> <td>Ав</td> <td>аВ</td> <td>ав</td> </tr> <tr> <td>АВ</td> <td>ААВВ опр.</td> <td>ААВв опр.</td> <td>АаВВ опр.</td> <td>АаВв опр.</td> </tr> <tr> <td>Ав</td> <td>ААВВ опр.</td> <td>ААВв бел.</td> <td>АаВВ опр.</td> <td>Аавв бел.</td> </tr> <tr> <td>аВ</td> <td>АаВВ опр.</td> <td>АаВв опр.</td> <td>ааВВ бел.</td> <td>ааВв бел.</td> </tr> <tr> <td>ав</td> <td>АаВВ опр.</td> <td>Аавв бел.</td> <td>ааВВ бел.</td> <td>аавв бел.</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">9 окрашенных : 7 белых</p> | ♀ \ ♂ | АВ | Ав | аВ | ав | АВ | ААВВ опр. | ААВв опр. | АаВВ опр. | АаВв опр. | Ав | ААВВ опр. | ААВв бел. | АаВВ опр. | Аавв бел. | аВ | АаВВ опр. | АаВв опр. | ааВВ бел. | ааВв бел. | ав | АаВВ опр. | Аавв бел. | ааВВ бел. | аавв бел. |
| ♀ \ ♂ | АВ | Ав | аВ | ав | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| АВ | ААВВ опр. | ААВв опр. | АаВВ опр. | АаВв опр. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ав | ААВВ опр. | ААВв бел. | АаВВ опр. | Аавв бел. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| аВ | АаВВ опр. | АаВв опр. | ааВВ бел. | ааВв бел. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ав | АаВВ опр. | Аавв бел. | ааВВ бел. | аавв бел. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Задача на комплементарное взаимодействие неаллельных генов, так как расщепление признаков во втором поколении 9 : 7.

О т в е т: в F₁ все гибриды будут окрашенные, а в F₂ 9/16 – окрашенных и 7/16 белых.

Задача № 6.

При скрещивании двух сортов тыквы с шаровидными плодами гибриды оказались с дисковидными плодами, а в F₂ получилось 450 растений с дисковидными плодами, 300 – с шаровидными и 50 – с удлинеными.

В о п р о с ы:

- 1) Сколько типов гамет образует гибрид F₁ ?
- 2) Сколько растений F₂ с шаровидными плодами являются полностью гомозиготными?
- 3) Сколько разных генотипов среди растений F₂ с шаровидными плодами?
- 4) Сколько типов гамет образует гетерозиготное растение из F₂ с шаровидными плодами?
- 5) Сколько растений F₂ полностью гетерозиготны?

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---------------|----------------|----------------|----------------|----|----|---|----|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----|---------------|----------------|---------------|----------------|--|----|---------------|---------------|----------------|----------------|--|----|---------------|----------------|----------------|----------------|
| <p>Дано: А – шаровид. В – шаровид. А-В – дисковидн. аавв – удлинен. Р: ♀ шаров. х ♂ шаров.</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>F₁ дисковид. F₂: 450 – дисковид. 300 – шаровид. 50 – удлин.</p> | <p>Решение:</p> <p style="text-align: center;">шар. шар.</p> <p>P₁: ♀ ААВВ х ♂ ааВВ</p> <p style="text-align: center;">G ♂ ♀</p> <p style="text-align: center;">(Ав) (аВ)</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">диск.</p> <p>F₁: АаВв</p> <p>P₂: ♀ АаВв х ♂ АаВв</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">♂</td> <td>АВ</td> <td>Ав</td> <td>аВ</td> <td>ав</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">♀</td> <td style="border: none;">АВ</td> <td>ААВВ диск.</td> <td>ААВв диск.</td> <td>АаВВ диск.</td> <td>АаВв диск.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">F₂</td> <td style="border: none;">Ав</td> <td>ААВв диск.</td> <td>ААВв шаров.</td> <td>АаВв диск.</td> <td>Аавв шаров.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">аВ</td> <td>АаВВ диск.</td> <td>АаВв диск.</td> <td>ааВВ шаров.</td> <td>ааВв шаров.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">ав</td> <td>АаВв диск.</td> <td>Аавв шаров.</td> <td>ааВв шаров.</td> <td>аавв удлин.</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">9 дисковидных : 6 шаровидных : 1 удли- ненной формы</p> | | ♂ | АВ | Ав | аВ | ав | ♀ | АВ | ААВВ диск. | ААВв диск. | АаВВ диск. | АаВв диск. | F ₂ | Ав | ААВв диск. | ААВв шаров. | АаВв диск. | Аавв шаров. | | аВ | АаВВ диск. | АаВв диск. | ааВВ шаров. | ааВв шаров. | | ав | АаВв диск. | Аавв шаров. | ааВв шаров. | аавв удлин. |
| | ♂ | АВ | Ав | аВ | ав | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ♀ | АВ | ААВВ диск. | ААВв диск. | АаВВ диск. | АаВв диск. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F ₂ | Ав | ААВв диск. | ААВв шаров. | АаВв диск. | Аавв шаров. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | аВ | АаВВ диск. | АаВв диск. | ааВВ шаров. | ааВв шаров. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ав | АаВв диск. | Аавв шаров. | ааВв шаров. | аавв удлин. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

1) Количество типов гамет у гибрида F₁:

$$АаВв \quad x = 2^n \quad x = 2^2 = 4 (АВ, Ав, аВ, ав).$$

2) Количество в F₂ полностью гомозиготных растений, с шаровидными плодами:

$$\text{всего растений: } 450 + 300 + 50 = 800$$

2/16 от 800:

$$\frac{800 - 16}{x - 2} \quad \left| \quad x = \frac{800 \cdot 2}{16} = 100 \text{ растений}$$

3) Количество разных генотипов среди растений F₂ с шаровидными плодами – 4:

$$ААВВ : 2Аавв : 2ааВВ : ааВв$$

4) Количество типов гамет у растения из F₂ с шаровидными плодами – 2 (Ав, ав).

5) Количество растений F₂, полностью гетерозиготных:

$$\frac{800 - 16}{x - 4} \quad \left| \quad x = \frac{800 \cdot 4}{16} = 200 \text{ растений}$$

О т в е т: 1) 4; 2) 100; 3) 4; 4) 2; 5) 200.

Полимерия – явление, при котором развитие признаков контролируется несколькими неаллельными генами, располагающимися в разных хромосомах.

Чем больше доминантных аллелей данного гена, тем больше выраженность данного признака.

Примером полимерии является наследование цвета кожи у человека

Задача № 7.

От скрещивания краснозернового сорта пшеницы с белозерновым получились розовые семена, а среди F₂ оказалось примерно 100 красных зерен, 400 темно-розовых, 600 – розовых, 400 светло-розовых, 100 белых.

В о п р о с ы:

- 1) Сколько разных генотипов среди розовых семян в F₂ ?
- 2) Сколько розовых семян полностью гомозиготны?
- 3) Сколько типов гамет образует растение, выросшее из гетерозиготного темно-розового зерна?
- 4) Сколько разных генотипов среди светло-розовых зерен в F₂?
- 5) Сколько разных фенотипов получится от возвратного скрещивания гибрида F₁ с краснозерновым сортом?

Р е ш е н и е:

Задача на кумулятивную полимерию, так как расщепление признаков во втором поколении составляет 1 : 4 : 6 : 4 : 1.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------|----------|---|---|----------|----------|----------|----------|-------|----------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|----------|----------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|----------|----------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|----------|----------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------|
| <p>Дано: A_1, A_2 – красная окраска зерна a_1, a_2 – белая окраска зерна $P: \text{♀ краснозер.} \times \text{♂ белозерн.}$</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>F_1 розовые $F_2: 100$ красных зерен 400 – темно-розовых 600 – розовых 400 – светло-розовых 100 – белых</p> <hr/> <p>Найти: 1) количество генотипов в F₂ среди розовых семян – ? 2) количество полностью гомозиготных розовых семян в F₂ – ? 3) количество типов гамет у растений, выросших из гетерозиготного темно-розов. зерна – ? 4) количество генотипов среди светло-розовых зерен в F₂ – ? 5) количество фенотипов в F₂* – ?</p> | <p style="text-align: center;">красн. белозер.</p> <p>$P_1: \text{♀ } A_1A_1A_2A_2 \times \text{♂ } a_1a_1a_2a_2$</p> <p>G A_1A_2 a_1a_2</p> <p style="text-align: center;">розовые</p> <p>$F_1: A_1a_1A_2a_2$</p> <p>$P_2: \text{♀ } A_1a_1A_2a_2 \times \text{♂ } A_1a_1A_2a_2$</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">♂</td> <td>A_1A_2</td> <td>A_1a_2</td> <td>a_1A_2</td> <td>a_1a_2</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">♀</td> <td style="border: none;">↙</td> <td>A_1A_2</td> <td>A_1a_2</td> <td>a_1A_2</td> <td>a_1a_2</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">F_2</td> <td style="border: none;">A_1A_2</td> <td>$A_1A_1A_2A_2$ красн.</td> <td>$A_1A_1A_2a_2$ темн.-роз.</td> <td>$A_1a_1A_2A_2$ темн.-роз.</td> <td>$A_1a_1A_2a_2$ розов.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">A_1a_2</td> <td style="border: none;">A_1A_2</td> <td>$A_1A_1A_2a_2$ темн.-роз.</td> <td>$A_1A_1a_2a_2$ розов.</td> <td>$A_1a_1A_2a_2$ розов.</td> <td>$A_1a_1a_2a_2$ свет.-роз.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">a_1A_2</td> <td style="border: none;">A_1A_2</td> <td>$A_1a_1A_2A_2$ темн.-роз.</td> <td>$A_1a_1A_2a_2$ розов.</td> <td>$a_1a_1A_2A_2$ розов.</td> <td>$a_1a_1A_2a_2$ свет.-роз.</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">a_1a_2</td> <td style="border: none;">A_1A_2</td> <td>$A_1a_1A_2a_2$ розов.</td> <td>$A_1a_1a_2a_2$ свет.-роз.</td> <td>$a_1a_1A_2a_2$ свет.-роз.</td> <td>$a_1a_1a_2a_2$ белые</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">1 красные : 4 темно-розовые : 6 розовые : 4 светло-розовые : 1 белые.</p> | | ♂ | A_1A_2 | A_1a_2 | a_1A_2 | a_1a_2 | ♀ | ↙ | A_1A_2 | A_1a_2 | a_1A_2 | a_1a_2 | F_2 | A_1A_2 | $A_1A_1A_2A_2$ красн. | $A_1A_1A_2a_2$ темн.-роз. | $A_1a_1A_2A_2$ темн.-роз. | $A_1a_1A_2a_2$ розов. | A_1a_2 | A_1A_2 | $A_1A_1A_2a_2$ темн.-роз. | $A_1A_1a_2a_2$ розов. | $A_1a_1A_2a_2$ розов. | $A_1a_1a_2a_2$ свет.-роз. | a_1A_2 | A_1A_2 | $A_1a_1A_2A_2$ темн.-роз. | $A_1a_1A_2a_2$ розов. | $a_1a_1A_2A_2$ розов. | $a_1a_1A_2a_2$ свет.-роз. | a_1a_2 | A_1A_2 | $A_1a_1A_2a_2$ розов. | $A_1a_1a_2a_2$ свет.-роз. | $a_1a_1A_2a_2$ свет.-роз. | $a_1a_1a_2a_2$ белые |
| | ♂ | A_1A_2 | A_1a_2 | a_1A_2 | a_1a_2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ♀ | ↙ | A_1A_2 | A_1a_2 | a_1A_2 | a_1a_2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| F_2 | A_1A_2 | $A_1A_1A_2A_2$ красн. | $A_1A_1A_2a_2$ темн.-роз. | $A_1a_1A_2A_2$ темн.-роз. | $A_1a_1A_2a_2$ розов. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A_1a_2 | A_1A_2 | $A_1A_1A_2a_2$ темн.-роз. | $A_1A_1a_2a_2$ розов. | $A_1a_1A_2a_2$ розов. | $A_1a_1a_2a_2$ свет.-роз. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a_1A_2 | A_1A_2 | $A_1a_1A_2A_2$ темн.-роз. | $A_1a_1A_2a_2$ розов. | $a_1a_1A_2A_2$ розов. | $a_1a_1A_2a_2$ свет.-роз. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a_1a_2 | A_1A_2 | $A_1a_1A_2a_2$ розов. | $A_1a_1a_2a_2$ свет.-роз. | $a_1a_1A_2a_2$ свет.-роз. | $a_1a_1a_2a_2$ белые | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

* F_B – потомство, полученное при возвратном скрещивании.

1) Количество генотипов в F₂ среди розовых семян – три:

$$4A_1a_1A_2a_2 : 1A_1A_1a_2a_2 : 1a_1a_1A_2A_2.$$

2) Количество розовых семян, полностью гомозиготных: всего семян: 100 + 400 + 600 + 400 + 100 = 1600

$$\frac{1600 - 16}{x - 2} \quad \Bigg| \quad x = \frac{1600 \cdot 2}{16} = 200 \text{ семян}$$

3) Количество типов гамет у растения, выросшего из гетерозиготного темно-розового зерна:

$$A_1A_1A_2a_2 - (A_1A_2; A_1a_2) - 2 \text{ типа}$$

$$A_1a_1A_2A_2 - (A_1A_2; a_1A_2) - 2 \text{ типа}$$

4) Количество генотипов среди светло-розовых зерен в F₂ – два:
2A₁a₁a₂a₂ : 2 a₁a₁A₂a₂.

5) Количество разных фенотипов от возвратного скрещивания гибрида F₁ с краснозерновым сортом определим с помощью решетки Пеннета:

P₂ : ♀ A₁ A₁ A₂ A₂ x ♂ A₁ a₁ A₂ a₂

G

| | | | | | |
|----------------|----------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| | | A_1A_2 | A_1a_2 | a_1A_2 | a_1a_2 |
| F ₂ | ♀ \ ♂ | A_1A_2 | A_1a_2 | a_1A_2 | a_1a_2 |
| | A_1A_2 | $A_1A_1A_2A_2$ красн. | $A_1A_1A_2a_2$ темн. роз. | $A_1a_1A_2A_2$ темн. роз. | $A_1a_1A_2a_2$ розов. |

1 красные : 2 темно-розовые : 1 розовые зерна – три разных фенотипа.

О т в е т : 1) 3; 2) 200; 3) 2; 4) 2; 5) 3.

Задача № 8.

У лошадей действие генов вороной (A) и рыжей масти (a) проявляется только в отсутствие доминантного гена (B). Если он присутствует, то окраска белая. Какое потомство получится при скрещивании между собой белых лошадей с генотипом AaBb?

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------|--------------|----------------|----|----|----|--------------|--------------|--------------|--------------|----|--------------|----------------|--------------|----------------|----|--------------|--------------|--------------|--------------|----|--------------|----------------|--------------|--------------|
| <p>Дано: A – вороные a – рыжие B – белые, ген-супрессор b – проявитель P: ♀ AaBb x ♂ AaBb Найти: F₁ – ?</p> | <p>Решение: бел. бел. P₁: ♀ AaBb x ♂ AaBb</p> <table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">♀ \ ♂</td> <td style="text-align: center;">AB</td> <td style="text-align: center;">Ab</td> <td style="text-align: center;">aB</td> <td style="text-align: center;">ab</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">AB</td> <td style="text-align: center;">AABB бел.</td> <td style="text-align: center;">AABb бел.</td> <td style="text-align: center;">AaBB бел.</td> <td style="text-align: center;">AaBb бел.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Ab</td> <td style="text-align: center;">AABb бел.</td> <td style="text-align: center;">AAbb ворон.</td> <td style="text-align: center;">AaBb бел.</td> <td style="text-align: center;">Aabb ворон.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">aB</td> <td style="text-align: center;">AaBB бел.</td> <td style="text-align: center;">AaBb бел.</td> <td style="text-align: center;">aaBB бел.</td> <td style="text-align: center;">aaBb бел.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ab</td> <td style="text-align: center;">AaBb бел.</td> <td style="text-align: center;">Aabb ворон.</td> <td style="text-align: center;">aaBb бел.</td> <td style="text-align: center;">aabb рыж.</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">12 белых : 3 вороных : 1 рыжая</p> | ♀ \ ♂ | AB | Ab | aB | ab | AB | AABB бел. | AABb бел. | AaBB бел. | AaBb бел. | Ab | AABb бел. | AAbb ворон. | AaBb бел. | Aabb ворон. | aB | AaBB бел. | AaBb бел. | aaBB бел. | aaBb бел. | ab | AaBb бел. | Aabb ворон. | aaBb бел. | aabb рыж. |
| ♀ \ ♂ | AB | Ab | aB | ab | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AB | AABB бел. | AABb бел. | AaBB бел. | AaBb бел. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ab | AABb бел. | AAbb ворон. | AaBb бел. | Aabb ворон. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| aB | AaBB бел. | AaBb бел. | aaBB бел. | aaBb бел. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ab | AaBb бел. | Aabb ворон. | aaBb бел. | aabb рыж. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

О т в е т: 12 белых, 3 вороных, 1 рыжая лошади. Задача на доминантный эпистаз.

ЗАДАЧИ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ГЕНЕТИКЕ

Задача № 1.

Фрагмент молекулы белка миоглобина содержит аминокислоты, расположенные в следующем порядке: -валин-аланин-глутаминовая кислота-тирозин-серин-глутамин-. Напишите структуру участка молекулы ДНК, кодирующего эту последовательность аминокислот.

Д а н о:

-вал-ала-глу-тир-сер-глю-

Н а й т и: структуру ДНК – ?

Р е ш е н и е:

1. Используя таблицу генетического кода, определим структуру и-РНК:

-Г-У-У-Г-Ц-У-Г-А-А-У-А-У-У-Ц-У-Ц-А-А-и-РНК

2. Используя принцип комплементарности, определим структуру участка

ДНК, кодирующего эту последовательность:

| |
|---------------------------------------|
| -Ц-А-А-Ц-Г-А-Ц-Т-Т-А-Т-А-А-Г-А-Г-Т-Т- |
| |
| -Г-Т-Т-Г-Ц-Т-Г-А-А-Т-Ц-Т-Т-Ц-Т-Ц-А-А- |

Задача № 2.

Участок гена, кодирующего белок, состоит из последовательно расположенных нуклеотидов:

-А-А-Ц-Г-А-Ц-Т-Ц-А-Ц-Т-А-Т-А-Ц-Ц-А-А-Ц-Г-А-А-.

Определите состав и последовательность аминокислот в полипептидной цепи, закодированной в этом участке гена.

Д а н о:

–А–А–Ц–Г–А–Ц–Т–Ц–А–Ц–Т–А–Т–А–Ц–Ц–А–А–Ц–Г–А–

Найти: состав и последовательность аминокислот в полипептидной цепи, закодированной в этом участке гена.

Решение.

1. Используя принцип комплементарности, построим участок молекулы и-РНК:

–У–У–Г–Ц–У–Г–А–Г–У–Г–А–У–А–Г–Г–У–У–Г–Ц–У–

2. Используя таблицу генетического кода, определим структуру белка: лейцин–лейцин–серин–аспарагиновая кислота–метионин–валин–аланин.

ПЛАСТИЧЕСКИЙ ОБМЕН. БИОСИНТЕЗ БЕЛКОВ. СИНТЕЗ И-РНК

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ.

1. Пользуясь таблицей генетического кода ДНК, определите, какие аминокислоты кодируются триплетами: ЦАТ, ТТТ, ГАТ.

Дано:

ЦАТ, ТТТ, ГАТ.

Найти: аминокислоты, кодирующиеся триплетами: ЦАТ, ТТТ, ГАТ.

Решение:

а) Согласно принципу комплементарности проводим транскрипцию – переписывание данной структуры цепи ДНК на и-РНК.

ДНК: Ц – А – Т – Т – Т – Т – Г – А – Т

и-РНК: Г – У – А – А – А – А – Ц – У – А

б) Разбиваем цепь и-РНК на триплет-кодона и по таблице генетического кода находим, какие аминокислоты кодируются данными триплетами: валин, лизин, лейцин.

Ответ: валин, лизин, лейцин.

2. Используя таблицу генетического кода, нарисуйте участок ДНК, в котором закодирована информация о следующей последовательности аминокислот в белке: – аланин – аргинин – валин – глицин – лизин.

Дано:

– ала – арг – вал – гли – лиз –

Найти: построить соответствующий участок ДНК.

Решение:

а) Используя генетический код, построим цепь и-РНК:

– Г – Ц – У – Ц – Г – У – Г – У – У – Г – Г – У – А – А – А –

б) Согласно принципу комплементарности построим соответствующий участок ДНК:

и-РНК: Г – Ц – У – Ц – Г – У – Г – У – У – Г – Г – У – А – А – А

ДНК: Ц – Г – А – Г – Ц – А – Ц – А – А – Ц – Ц – А – Т – Т – Т

Ответ: Ц – Г – А – Г – Ц – А – Ц – А – А – Ц – Ц – А – Т – Т – Т.

3. Используя таблицу генетического кода, нарисуйте участок молекулы ДНК, в котором закодирована информация о следующей последовательности аминокислот в белке: – фенилаланин – лейцин – валин – изолейцин – серин – фенилаланин – валин – ; определите массу и длину полученного участка ДНК.

Д а н о:

– фен – лей – вал – иле – сер – фен – вал.

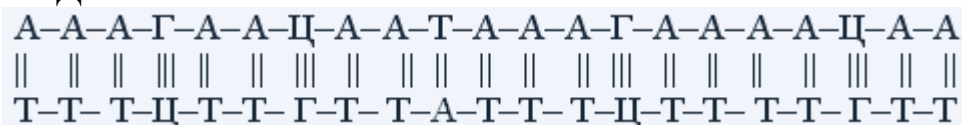
Н а й т и: построить участок молекулы ДНК; $m_{\text{ДНК}} - ?$ $l_{\text{ДНК}} - ?$

Р е ш е н и е:

а) Используя генетический код, построим цепь и-РНК:

– У – У – У – Ц – У – У – Г – У – У – А – У – У – У – Ц – У – У – У – У –
Г – У – У.

б) Согласно принципу комплементарности построим соответствующий участок ДНК:



$$m_{\text{ДНК}} = 345 \cdot 21 \cdot 2 = 14490$$

$$l_{\text{ДНК}} = 0,34 \text{ нм} \cdot 21 = 7,14 \text{ нм}.$$

О т в е т: участок ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

А – А – А – Г – А – А – Ц – А – А – Т – А – А – А – Г – А – А – А – А – Ц – А – А;

$$m_{\text{ДНК}} = 14490; l_{\text{ДНК}} = 7,14 \text{ нм}.$$

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД И БИОСИНТЕЗ БЕЛКА

Решение задач.

Задача № 1.

Участок молекулы ДНК, кодирующий часть полипептида, имеет следующее строение:

– А – Ц – Ц – А – Т – А – Г – Т – Ц – Ц – А – А – Г – Г – А –

Определите последовательность аминокислот в полипептиде.

Д а н о:

Участок молекулы ДНК, кодирующий часть полипептида:

А – Ц – Ц – А – Т – А – Г – Т – Ц – Ц – А – А – Г – Г – А

Н а й т и: последовательность аминокислот в полипептиде.

Р е ш е н и е:

1. Зная кодирующую цепь ДНК, по принципу комплементарности построим участок и-РНК:

ДНК: – А – Ц – Ц – А – Т – А – Г – Т – Ц – Ц – А – А – Г – Г – А –

и-РНК: – У – Г – Г – У – А – У – Ц – А – Г – Г – У – У – Ц – Ц – У –

2. Используя таблицу генетического кода, определяем последовательность аминокислот в полипептиде.

УГГ – триптофан

УАУ – тирозин

ЦАГ – глутамин

ГУУ – валин

ЦЦУ – пролин

О т в е т: триптофан – тирозин – глутамин – валин – пролин.

Задача № 2.

Сколько нуклеотидов содержит ген (обе цепи ДНК), в котором запрограммирован белок инсулин из 51 аминокислоты?

| | |
|--|--|
| Д а н о: белок инсулин – 51 аминокислота | Р е ш е н и е: <i>Одним из свойств генетического кода является то, что каждая аминокислота кодируется триплетом ДНК.</i> |
| Н а й т и: количество нуклеотидов, содержащихся в гене, в котором запрограммирован белок инсулин – ? | 1. Подсчитаем количество нуклеотидов в одной цепи ДНК: $51 \cdot 3 = 153$ нуклеотида 2. Подсчитаем, сколько нуклеотидов содержит ген (обе цепи ДНК): $153 \cdot 2 = 306$ нуклеотидов. |

О т в е т: 306 нуклеотидов.

Задача № 3.

Одна из цепей ДНК имеет молекулярную массу 34155. Определите количество мономеров белка, запрограммированного в этой ДНК.

| | |
|---------------------------------------|---|
| Д а н о: $m_{\text{ДНК}} = 34155$ | Р е ш е н и е: <i>Молекулярная масса одного нуклеотида 345.</i> |
| Найти: количество мономеров белка – ? | 1. Подсчитаем количество нуклеотидов в ДНК: $34155 : 345 = 99$ нуклеотидов |

2. Подсчитаем количество мономеров белка:

$99 : 3 = 33$ триплета в ДНК кодируют 33 аминокислоты белка.

О т в е т: 33 мономера.

Задача № 4.

Известны молекулярные массы четырех белков:

а) 3000; б) 4600; в) 78 000; г) 3500.

Определите длины соответствующих генов.

| | |
|---|--|
| Д а н о: $m_1 = 3000$ $m_2 = 4600$ $m_3 = 78000$ | Р е ш е н и е: <i>Молекулярная масса одной аминокислоты в среднем 100. Расстояние между нуклеотидами 0,34 нм.</i> а) $3000 : 100 = 30$ аминокислот |
|---|--|

| | |
|------------------------|--|
| $m_4 - 3500$ | $30 \cdot 3 = 90$ нуклеотидов |
| Найти: длину генов – ? | $90 \cdot 0,34 \text{ нм} = 30,6 \text{ нм}$ |

б) $4600 : 100 = 46$ аминокислот

$46 \cdot 3 = 138$ нуклеотидов

$138 \cdot 0,34 = 46,92 \text{ нм}$

в) $78000 : 100 = 780$ аминокислот

$780 \cdot 3 = 2340$ нуклеотидов

$2340 \cdot 0,34 = 795,6 \text{ нм}$

г) $3500 : 100 = 35$ аминокислот

$35 \cdot 3 = 105$ нуклеотидов

$105 \cdot 0,34 = 35,7 \text{ нм}$

О т в е т: длины соответствующих генов равны: а) 30,6 нм; б) 46,92 нм; в) 795,6 нм; г) 35,7 нм.

Задача № 5.

Какова молекулярная масса гена (двух цепей ДНК), если в одной его цепи запрограммирован белок с молекулярной массой 1500?

| | |
|--|--|
| Дано: | Решение: |
| $m_{\text{белка}} - 1500$ | 1. Подсчитаем количество аминокислот в белке: $1500 : 100 = 15$ аминокислот |
| Найти: $m_{\text{гена}} - ?$ (двух цепей ДНК) | |

2. Подсчитаем количество нуклеотидов в одной цепи гена:

$15 \cdot 3 = 45$ нуклеотидов

3. Найдем молекулярную массу одной цепи гена:

$45 \cdot 345 = 15525$

4. Найдем молекулярную массу двух цепей:

$15525 \cdot 2 = 31050$

О т в е т: 31050.

Задача № 6.

Полипептид состоит из следующих аминокислот: валин – аланин – глицин – лизин – триптофан – валин – серин. Определите структуру участка ДНК, кодирующего эту полипептидную цепь, его массу и длину.

Дано:

валин – аланин – глицин – лизин – триптофан – валин – серин.

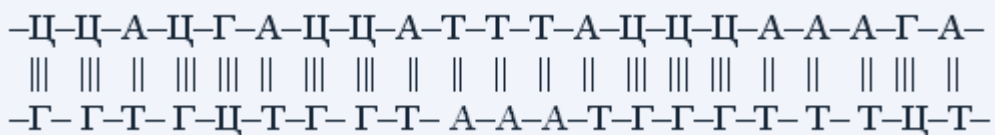
Найти: структуру ДНК – ? $m_{\text{ДНК}} - ?$ $l_{\text{ДНК}} - ?$

Решение:

1) Используя генетический код, найдем структуру и-РНК:

–Г–Г–У–Г–Ц–У–Г–Г–У–А–А–А–У–Г–Г–Г–У–У–У–Ц–У–

2) По принципу комплементарности построим кодирующую цепь ДНК и достроим некодирующую цепь ДНК:



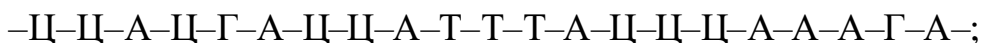
3) Подсчитаем массу участка ДНК:

$$345 \cdot 21 \cdot 2 = 14490$$

4) Подсчитаем длину участка ДНК:

$$0,34 \text{ нм} \cdot 21 = 7,14 \text{ нм}$$

О т в е т: участок ДНК, кодирующий пептид:



$$m_{\text{ДНК}} = 14490; \ell_{\text{ДНК}} = 7,14 \text{ нм}.$$

Задача № 7.

Фрагмент молекулы ДНК содержит 2348 нуклеотидов. На долю адениновых приходится 420. Сколько содержится других нуклеотидов? Найдите массу и длину фрагмента ДНК.

Д а н о:

ДНК – 2348 нуклеотидов

А – 420

$$m_{1\text{нуклеотида}} = 345$$

Т – ? Г – ? Ц – ?

$m_{\text{ДНК}} = ?$

$\ell_{\text{ДНК}} = ?$

Р е ш е н и е:

1. Исходя из принципа комплементарности можно определить количество Т:

$$A = T \Rightarrow A = 420 \rightarrow T = 420.$$

2. Подсчитаем общее количество Г и Ц:

$$2348 - 840 = 1508 \text{ (Г + Ц)}$$

3. Определим количество Г и Ц:

$$1508 : 2 = 754 \text{ (Г, Ц)}$$

А – 420 Т – 420

Г – 754 Ц – 754

4. Подсчитаем массу и длину ДНК.

$$m_{\text{ДНК}} = 2348 \cdot 345 = 810060$$

$$\ell_{\text{ДНК}} = 1174 \cdot 0,34 \text{ нм} = 399,16 \text{ нм}$$

О т в е т: А – 420, Т – 420, Г – 754, Ц – 754;

$$m_{\text{ДНК}} = 810060;$$

$$\ell_{\text{ДНК}} = 399,19 \text{ нм}.$$

Задача № 8.

Полипептид состоит из следующих аминокислот: аланин – глицин – лейцин – пролин – серин – цистеин. Какие т-РНК (с какими антикодонами) участвуют в синтезе белка? Найдите массу и длину РНК.

Д а н о:

ала – гли – лей – про – сер – цис

Найти: 1) какие т-РНК (с какими антикодонами) участвуют в синтезе белка – ?

2) мРНК – ?

3) ℓРНК – ?

Решение:

1) Используя генетический код, находим структуру и-РНК:

аланин – глицин – лейцин – пролин – серин – цистеин
–Г–Ц–У–Г–Г–У–Ц–У–У–Ц–Ц–У–У–Ц–У–У–Г–У–

2) Зная цепочку и-РНК, находим антикодоны т-РНК:

–Г–Ц–У–Г–Г–У–Ц–У–У–Ц–Ц–У–У–Ц–У–У–Г–У– и-РНК
–Ц–Г–А–Ц–Ц–А–Г–А–А–Г–Г–А–А–Г–А–А–Ц–А– т-РНК

3) Найдем массу РНК:

$$345 \cdot 6 \cdot 3 = 6210$$

4) Найдем длину РНК:

$$0,34 \text{ нм} \cdot 18 = 6,12 \text{ нм}$$

О т в е т: –Ц–Г–А–Ц–Ц–А–Г–А–А–Г–Г–А–А–Г–А–А–Ц–А–;

$$\text{мРНК} = 6210;$$

$$\ell\text{РНК} = 6,12 \text{ нм}.$$

ДАЛЬНЕЙШЕЕ БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ ПРИ УЧАСТИИ КИСЛОРОДА (АЭРОБНОЕ ДЫХАНИЕ)

Решите задачу:

В процессе диссимиляции произошло расщепление 7 моль глюкозы, из которых полностью (кислородному) расщеплению подверглись только 2 моль.

О п р е д е л и т е:

а) Сколько моль молочной кислоты и углекислого газа при этом образовалось?

б) Сколько моль АТФ при этом синтезировано?

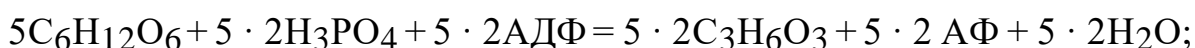
в) Сколько энергии и в какой форме аккумулировано в этих молекулах АТФ?

г) Сколько моль кислорода израсходовано на окисление молочной кислоты?

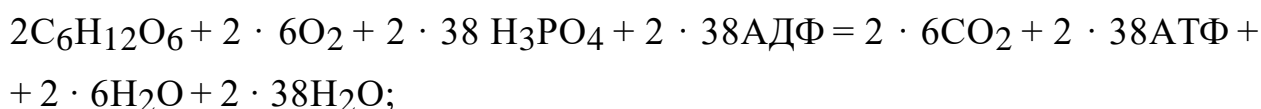
Решение:

1) Рассчитаем, сколько моль глюкозы подверглось неполному расщеплению: $7 - 2 = 5$ моль.

2) Составим уравнение неполного расщепления 5 моль глюкозы:



3) Составим уравнение полного расщепления 2 моль глюкозы:



4) Определим суммарное количество АТФ: $(5 \cdot 2) + (2 \cdot 38) = 86$ моль АТФ;

5) Определим количество энергии в молекулах АТФ:

$$86 \cdot 40 \text{ кДж} = 3440 \text{ кДж.}$$

Ответ:

а) 10 моль молочной кислоты, 12 моль CO_2 ;

б) 86 моль АТФ;

в) 3440 кДж, в форме энергии химической связи макроэргических связей в молекуле АТФ;

г) 12 моль O_2 .

НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ. РНК: СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ

Задача № 1.

В молекуле ДНК адениновых нуклеотидов насчитывается 26 % от общего числа нуклеотидов. Определите количество тиминовых и цитозиновых нуклеотидов.

| | |
|---|---|
| <p>Д а н о:</p> <p>А – 26 %</p> <hr/> <p>Найти количество</p> <p>Т – ?</p> <p>Ц – ?</p> | <p>Р е ш е н и е:</p> <p>1. Согласно правилу Чаргаффа определим количество тиминовых нуклеотидов.</p> <p>$A - 26 \% \Rightarrow T - 26 \%.$</p> <p>2. На основе принципа комплементарности рассчитаем количество цитозиновых нуклеотидов:</p> <p>$(A + T) + (Г + Ц) = 100 \%$</p> <p>$A + T = 52 \%$</p> <p>$Г + Ц = 100 \% - 52 \% = 48 \% \Rightarrow Г - 24 \% ; Ц - 24 \%.$</p> |
|---|---|

О т в е т: Т – 26 %; Ц – 24 %.

Задача № 2.

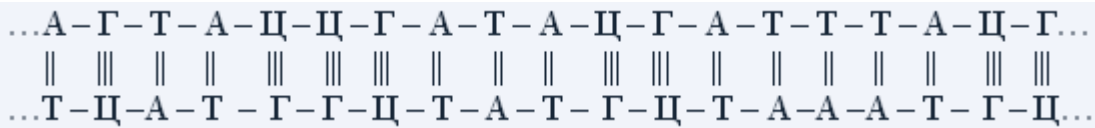
Фрагмент одной из цепочек молекулы ДНК имеет такую последовательность нуклеотидов:

...А – Г – Т – А – Ц – Ц – Г – А – Т – А – Ц – Г – А – Т – Т – Т – А – Ц – Г ...

Какую последовательность нуклеотидов имеет вторая цепочка той же молекулы?

Р е ш е н и е:

По принципу комплементарности можно построить вторую цепочку:



Задача № 3.

В молекуле ДНК обнаружено 880 гуаниновых нуклеотидов, которые составляют 22 % от общего количества нуклеотидов этой ДНК. Определите: а) Сколько содержится других нуклеотидов (по отдельности) в этой молекуле ДНК? б) Какова длина ДНК?

| | | | | | |
|---|--|------------|--|----------|--|
| <p>Дано: Г – 880 – 22 % от общего количества нуклеотидов</p> <p>Найти: А – ? Т – ? Ц – ? ℓДНК – ?</p> | <p>Решение:</p> <p>1. Исходя из правила Чаргаффа вычислим количество цитозина: Г = Ц = 880, или 22 %.</p> <p>2. На основе принципа комплементарности воспользуемся формулой: (А + Т) + (Г + Ц) = 100 % Подсчитаем, сколько процентов приходится на долю тимина и аденина А + Т = 100 – (22 + 22) = 56 %</p> <p>3. Вычислим количество этих нуклеотидов:</p> <table style="margin-left: 20px; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">880 – 22 %</td> <td style="padding: 5px;">$x = \frac{880 \cdot 56}{22} = 2240$ нуклеотидов</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 5px;">x – 56 %</td> <td></td> </tr> </table> <p>А + Т ⇒ 2240 : 2 = 1120 А, столько же Т.</p> | 880 – 22 % | $x = \frac{880 \cdot 56}{22} = 2240$ нуклеотидов | x – 56 % | |
| 880 – 22 % | $x = \frac{880 \cdot 56}{22} = 2240$ нуклеотидов | | | | |
| x – 56 % | | | | | |

4. Вычислим, сколько всего нуклеотидов образует молекулу ДНК:

$$880 + 880 + 1120 + 1120 = 4000 \text{ нуклеотидов.}$$

5. Для определения длины ДНК вычислим, сколько нуклеотидов содержится в одной цепи:

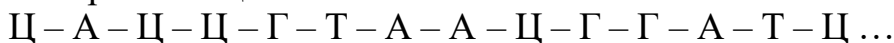
$$4000 : 2 = 2000 \text{ нуклеотидов.}$$

6. Вычислим длину одной цепи: $2000 \cdot 0,34 = 680 \text{ нм.}$

О т в е т: А = 1120, Т = 1120, Ц = 880, ℓДНК = 680 нм.

Задача № 4.

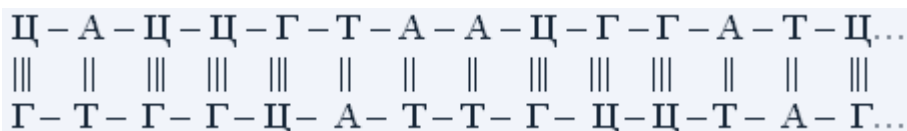
Укажите порядок нуклеотидов в цепочке ДНК, образующейся путем самокопирования цепочки:



Какова длина полученной цепочки ДНК и ее масса?

Решение:

1. По принципу комплементарности построим вторую цепочку молекулы ДНК:



2. Вычислим массу ДНК:

$$m_{\text{ДНК}} = 28 \cdot 345 = 9660$$

3. Вычислим длину ДНК:

$$l_{\text{ДНК}} = 14 \cdot 0,34 \text{ нм} = 4,76 \text{ нм}$$

О т в е т: порядок нуклеотидов в цепочке ДНК следующий:

Г – Т – Г – Г – Ц – А – Т – Т – Г – Ц – Ц – Т – А – Г; масса ДНК – 9660, длина ДНК – 4,76 нм.