

Задание 1, вариант 1

В некоей популяции норок присутствовали особи с 5 вариантами окраса: черная, темно-серая, серая, светло-серая и белая. Известно, что при скрещивании черных норок друг с другом, получаются только черные норки, а при скрещивании белых норок из популяции между собой, потомство имеет только белую окраску.

Однако, когда белых норок из этой популяции скрестили с белыми норками из независимо полученной лабораторной чистой линии, то в потомстве F_1 все норки имели серую окраску. Серых норок из F_1 скрестили между собой и получили расщепление в соотношении 19 белых: 18 серых: 12 темно-серых: 12 светло-серых: 3 черных. Объясните результаты. Можно ли вывести чистую линию светло-серых норок? Если да, то как? Если нет, то почему?

Решение:

5 вариантов окраски норок указывает на то, что данный признак определяется несколькими генами. Варианты окрасов в популяции норок различаются по интенсивности окраса (количеством пигмента), что может указывать на взаимодействие генов по типу кумулятивной полимерии, где черная и белая окраска определяется двойными гомозиготами. Это подтверждается тем фактом, что при скрещивании черных особей между собой или белых особей между собой получались только черные и белые потомки соответственно.

Белых норок из популяции скрестили с лабораторной чистой линией белых норок и получили потомство серого цвета. Это указывает на то, что генотип лабораторной линии отличается от той, что в популяции, не смотря на одинаковый фенотип. Исходя из данных, полученных в поколении F_2 (19/64 белых: 18/64 серых: 12/64 темно-серых: 12/64 светло-серых: 3/64 черных) можно предположить, что в формировании признака участвует как минимум 3 гена. В неактивном состоянии (рецессивная гомозигота) третий ген препятствует формированию любой окраски у норок (рецессивный эпистаз).

Таким образом мы можем предположить следующую схему скрещивания:

P: aabbDD (белые) × AABbDd (белые)

F_1 : AaBbDd (серые)

F_2 :

черные - 3/64 AABBD₋

темно-серые - 6/64 AABbD₊ + 6/64 AaBBD₋

серые - 3/64 AAbbD₋ + 12/64 AaBbD₋ + 3/64 aaBBD₋

светло-серые - 6/64 AabbD₊ + 6/64 aaBbD₋

белые - 3/64 aabbD₊ + 1/64 AABbDd + 2/64 AABbdd + 2/64 AaBBdd + 1/64 AAbbdd + 4/64 AaBbdd + 1/64 aaBBdd + 2/64 Aabbdd + 2/64 aaBbdd + 1/64 aabddd

Светло-серые норки могут иметь генотипы $AabbD_$ и $aaBbD_$. Чистые линии светло-серых норок не могут быть выведены, так как их генотипы всегда гетерозиготны. Следовательно, от скрещивания светло-серых норок между собой всегда будет наблюдаться расщепление, чего не должно быть в чистой линии.

Максимум 30 баллов.

- 1) Участник должен определить, что признак определяется 3 генами. Нарисовать правильную схему скрещивания. **(10 баллов)**
- 2) Участник должен определить тип взаимодействия генов и определить все фенотипические классы. Засчитывались расписанные фенотипические классы без ошибок. **(15 баллов)**
- 3) Участник должен должен объяснить почему нельзя вывести чистую линию светло-серых норок **(5 баллов)**

Задание 2 вариант 2

При скрещивании гомозиготных зелёных и светлых ящериц все потомки имели зелёный цвет, а во втором поколении были получены ящерицы трёх разных цветов. Известно, что за окраску отвечают два гена: $A_B_$ - зелёная окраска, A_bb - коричневая, $aaB_$ и $aabb$ - светлая. Какое расщепление было получено во втором поколении, если гены находятся на одной хромосоме, а частота кроссинговера между ними составляет 10%? Как можно вывести чистую линию с генотипом $aabb$ (без примеси генотипов $aaBB$ и $aaBb$) имея в наличии только линии $AAbb$ и $aaBB$?

Решение:

P: $AABB$ (зеленые) × $aabb$ (светлые)

F₁: $AaBb$ (зеленые)

F₂:

	$AB $ 45%	$Ab $ 5%	$aB $ 5%	$ab $ 45%
$AB $ 45%	$AABB $ 20,25% зелёная	$AABb $ 2,25% зелёная	$AaBB $ 2,25% зелёная	$AaBb $ 20,25% зелёная
$Ab $ 5%	$AABb $ 2,25% зелёная	$AAbb $ 0,25% коричневая	$AaBb $ 0,25% зелёная	$Aabb $ 2,25% коричневая
$aB $ 5%	$AaBB $ 2,25% зелёная	$AaBb $ 0,25% зелёная	$aaBB $ 0,25% светлая	$aaBb $ 2,25% светлая
$ab $ 45%	$AaBb $ 20,25% зелёная	$Aabb $ 2,25% коричневая	$aaBb $ 2,25% светлая	$aabb $ 20,25% светлая

281/400 A_V_ - зелёная окраска (0,7025)

19/400 A_bb - коричневая (0,0475)

100/400 aaV_ и aabb - светлая (0,25)

Схем выведения может быть много, но участник должен будет указывать, все возможные варианты результатов скрещиваний. **(15 баллов)**

P: AAbb (коричневые) × aaBB (светлые)

F₁: AaBb

P: AaBb (зел) × AAbb (кор)

F₁:

5% AABb: 45% AaBb: 45% AAbb: 5% Aabb

Коричневых особей можно скрестить между собой (возможно 3 варианта скрещиваний):

1) Aabb × Aabb

3 A_bb : 1 aabb

Светлые особи от скрещивания будут двойными рецессивными гомозиготами, из которых можно вывести чистую линию.

Два остальных скрещивания будут единообразны по фенотипу:

2) Aabb × AAbb

1Aabb : 1AAbb

3) AAbb × AAbb

AAbb

Максимум 25 баллов.

1. Участник должен был нарисовать правильную схему скрещивания и найти требуемое расщепление с изложением хода решения (откуда взяли цифры). В расщеплении в качестве размера классов допускаются целые числа, проценты или дроби. **(10 баллов)**
2. Схем выведения линии с генотипом aabb может быть много, принималась любая, которая позволяет вывести необходимый генотип. При этом участник должен был указывать все возможные варианты результатов скрещиваний и продемонстрировать возможность отбора особей с генотипом aabb. **(15 баллов)**

Задание 3 вариант 3

Окраска цветков перекрёстноопыляемого растения, которое даёт одно поколение в год, контролируется двумя генами, которые находятся на разных хромосомах. На большом поле существует равновесная популяция этих растений с постоянной численностью. В популяции встречаются растения с пурпурными, розовыми и белыми цветками: $A_V_$ - пурпурные цветки, A_bb - розовые цветки, $aaV_$ и $aabb$ - белые цветки. Частота растений с розовыми цветками в популяции составляет 6%, а частота аллеля "а" равна 20%.

Предположим, что поле было расширено и свободное место было засеяно гомозиготными растениями с пурпурными цветками. При этом численность популяции увеличилась вдвое.

Как быстро популяция снова станет равновесной? Найдите частоты аллелей для генов А и В и частоты фенотипов до увеличения её численности. Какими будут частоты фенотипов в популяции после увеличения её численности и наступления равновесия?

Решение:

Популяция равновесная. Частоты аллелей можно обозначить как p_A , q_a , p_B и q_b . Исходя из уравнения Харди-Вайнберга, частота аллеля $p_A = 1 - q_a = 1 - 0,2 = 0,8$, а доля белых особей должна составлять $q_a^2 = 0,2^2 = 0,04$. Тогда доля пурпурных составляет 1 - доля розовых - доля белых или $1 - 0,06 - 0,04 = 0,9$. Частоту аллеля q_b можно вычислить исходя из уравнения $p_A^2 q_a^2 + 2p_A q_a q_b^2 = 0,06$, тогда $0,8^2 q_b^2 + 2 * 0,8 * 0,2 q_b^2 = 0,06$. Отсюда:

$$q_b = \sqrt{0,0625} = 0,25$$

$$p_B = 1 - q_b = 0,75$$

После добавления в популяцию пурпурных растений $AABV$ её размер увеличился в 2 раза. Доля аллеля $p_A = (1 + 0,8) / 2 = 0,9$, тогда $q_a = 1 - p_A = 1 - 0,9 = 0,1$.

$$p_B = (1 + 0,75) / 2 = 0,875, \text{ тогда } q_b = 1 - p_B = 1 - 0,875 = 0,125.$$

Равновесие установится в следующем поколении (в следующем году).

Частоты фенотипов составят:

$$\text{для белых } q_a^2 = 0,1^2 = 0,01;$$

$$\text{для розовых } p_A^2 q_a^2 + 2p_A q_a q_b^2 = 0,9^2 * 0,125^2 + 2 * 0,9 * 0,1 * 0,125^2 = 0,0155;$$

$$\text{для пурпурных } 1 - 0,0155 - 0,01 = 0,9745.$$

$$A_V_ \text{ - пурпурные цветки} = 0,9745$$

$$A_bb \text{ - розовые цветки} = 0,0155$$

$$aaV_ \text{ и } aabb \text{ - белые цветки} = 0,01$$

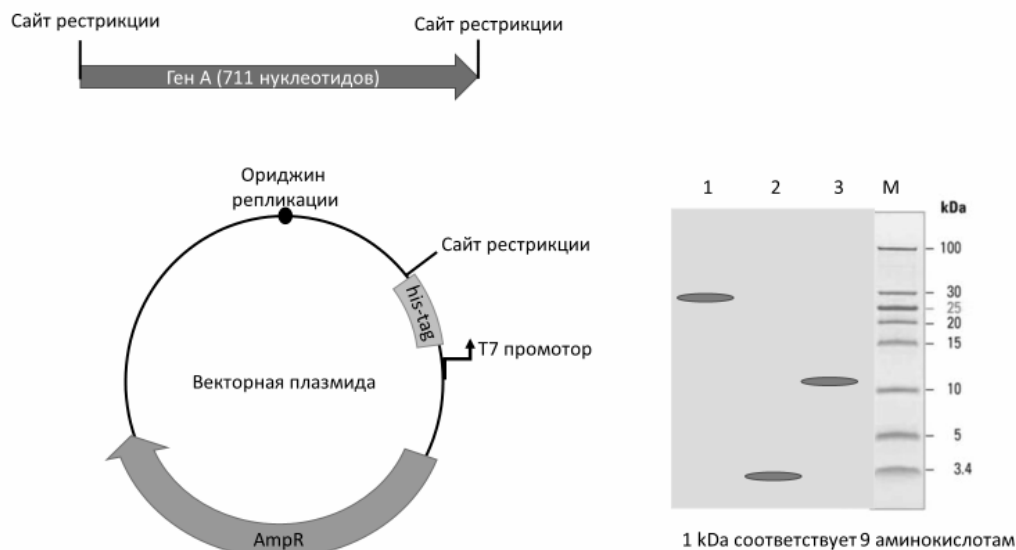
Максимум 20 баллов.

- 1) Участник должен вычислить частоты фенотипов. **(4 балла)**
- 2) Участник должен вычислить частоты аллелей. **(4 балла)**
- 3) Участник должен указать, что равновесие установится в следующем поколении. **(2 балла)**
- 4) Участник должен вычислить частоты фенотипов после увеличения численности популяции. **(5 баллов)**
- 5) участник должен вычислить частоты аллелей после увеличения численности популяции. **(5 баллов)**

Во всех пунктах выше должен быть продемонстрирован верный ход решения.

Задание 4 вариант 3

На рисунке представлены ген А и векторная плазмида. Ученый обработал выделенный ген и плазмиду одной и той же рестриктазой, а затем смешал их и добавил лигазу для получения рекомбинантной конструкции. Рекомбинантные конструкции трансформировали в клетки бактерий штамма для наработки белка. При отборе на селективной среде удалось получить три штамма бактерий, экспрессирующих белок. Когда ученый посмотрел на результаты гель-электрофореза, то обнаружил, что размеры очищенных белков у трех штаммов отличаются. Почему? Что изображено на электрофореграмме? Какой штамм продуцирует полноразмерный белок? Что конкретно продуцируют остальные штаммы?



Решение:

После лигирования возможно получение трех вариантов конструкций, т.к. сайт всего один: 1) встраивание гена по направлению промотера, 2) встраивание гена против направления промотера, 3) самолигирование плазмиды.

На электрофореграмме видим разделение белков, полученных от разных штаммов. Первый штамм соответствует ожидаемому размеру белкового продукта ≈ 26 кДа. (711 нуклеотидов соответствует 237 кодонам аминокислот, включая стоп-кодон. $236/9 \approx 26$ кДа).

Второй штамм- короткий полипептид, который содержит his-tag, но не содержит нужного белка. Размер продукта меньше 3 кДа.

Третий штамм- полипептид, полученный от конструкции с геном, встроенным в неправильном направлении. Продукт имеет размер больше 10 кДа, что не может получаться, если имело место лигирование вектора “самого на себя”, т.к. в этом векторе нет такой длинной открытой рамки считывания после T7-промотора.

Максимум 25 баллов.

- 1) Участник должен обозначить основную и наиболее очевидную причину получения трех различных штаммов – лигирование неправильных фрагментов между собой. **(7 баллов)**
- 2) Участник должен правильно обозначить какой штамм продуцирует полноразмерный белок **(6 баллов)**
- 3) Следовало описать наиболее очевидные продукты, наблюдаемые на белковом электрофорезе для двух остальных штаммов. **(12 баллов)** Не засчитывалось, если участник писал про некие фрагменты белков без правдоподобных пояснений откуда они могли получиться.