

Задание 1

С помощью химического мутагенеза в популяции лабораторных мышей был получен самец с коротким хвостом и загнутыми ушами. Предложите способ определить, является ли этот фенотип следствием мутации в одном гене или в двух разных генах. Опишите, что может получиться от скрещивания мутанта с самкой дикого типа. Как отличить полное сцепление от плейотропного действия (случая, когда один ген контролирует несколько признаков)? Предложите два способа.

Решение:

Если мутация произошла в одном гене, то при скрещивании гомозиготного мутанта с самкой дикого типа будет наблюдаться расщепление на 2 фенотипических класса.

P: AA × aa

F₁: Aa

F₂: 3A₁: 1aa

Признаки короткого хвоста и загнутых ушей будут проявляться у 1/4 потомства F₂.

Если генов два, признаки могут наследоваться независимо:

P: AABB × aabb

F₁: AaBb

F₂: 9A₁B₁: 3A₁bb: 3aaB₁: 1aabb

Отличить плейотропию от полного сцепления можно, если существуют мутанты со схожим фенотипическим проявлением в отношении одного из признаков, то есть мутанта по тому же гену.

При скрещивании с таким мутантом будет наблюдаться расщепление только по 1 признаку:

P: AAbb × aabb

F₁: Aabb

F₂: 3A₁bb: 1aabb

Альтернативный вариант - анализ данных секвенирования или биоинформатический анализ.

Максимум 30 баллов.

- 1) Участник должен указать в ответе, что при скрещивании мутантов с самками дикого типа будут наблюдаться различные результаты во втором поколении. (4 балла)

- 2) Далее необходимо было представить предполагаемые результаты скрещиваний в виде схем. (12 баллов)
- 3) Участник должен представить два принципиально разных способа отличить полное сцепление от плейотропного действия. Необходимо это обосновать. (14 баллов)

Задание 2

Установлено, что у редкого вида бабочек рыжая окраска доминирует над черной, а прямая форма усиков над изогнутой, причем каждый признак контролируется одним геном. Какое расщепление будет получено во втором поколении от скрещивания чистых линий рыжих бабочек с изогнутыми усиками и черных бабочек с прямыми усиками, если гены находятся на одной хромосоме, а частота кроссинговера между ними составляет 15%? Какое расщепление можно ожидать при скрещивании бабочек, полученных в первом поколении, с бабочками, представленными минимальным классом во втором поколении? Оба расщепления приведите в процентах.

Решение:

Исходя из условия задачи, расписываем скрещивание и получаем расщепление:

P: AAbb (рыжие, изогнутые) × aaBB (черные, прямые)

F₁: AaBb (рыжие, прямые)

	AB 7,5%	Ab 42,5%	aB 42,5%	ab 7,5%
AB 7,5%	AABB 0,56% рыжие, прямые	AABb 3,19% рыжие, прямые	AaBB 3,19% рыжие, прямые	AaBb 0,56% рыжие, прямые
Ab 42,5%	AABb 3,19% рыжие, прямые	AAbb 18,06% рыжие, изогнутые	AaBb 18,06% рыжие, прямые	Aabb 3,19% рыжие, изогнутые
aB 42,5%	AaBB 3,19% рыжие, прямые	AaBb 18,06% рыжие, прямые	aaBB 18,06% черные, прямые	aaBb 3,19% черные, прямые
ab 7,5%	AaBb 0,56% рыжие, прямые	Aabb 3,19% рыжие, изогнутые	aaBb 3,19% черные, прямые	aabb 0,56% черные, изогнутые

809 A_B_ : 391 A_bb : 391 aaB_ : 9 aabb

50,56% A_B_ : 24,44% A_bb : 24,44% aaB_ : 0,56% aabb

Второе скрещивание подразумевает:

P: AaBb × aabb

F₁:

7,5% AaBb

42,5% Aabb

42,5% aaBb

7,5% aabb

Максимум 20 баллов

- 1) Участник должен изобразить схему скрещивания и указать правильное соотношение фенотипов, учитывая сцепленное наследование. (10 баллов)

Допускалось указание и расчеты как в долях, так и в процентах.

- 2) Участник должен изобразить схему скрещивания AaBb × aabb с правильным соотношением фенотипов. (10 баллов)

Задание 3

Закон Харди-Вайнберга предполагает, что гаметы с различными генотипами образуются в популяции с частотами, соответствующими частотам (долям) аллелей и сочетаются при оплодотворении случайным образом. К примеру, при наличии у гена двух аллелей A и a с частотами p и q, генотип AA будет встречаться с частотой p², Aa - с частотой 2pq и aa с частотой q². Аллели генов, находящихся на разных хромосомах, попадают в гаметы независимо.

В популяции мышей встречаются особи с серой, черной и белой окраской шерсти. Признак определяется двумя генами в разных хромосомах. A₋B₋ - серая окраска, A₋bb - черная, aaB₋ и aabb - белая. Частота черных мышей в популяции составляет 24%, а частота аллеля "a" равна 20%. Определите все частоты фенотипов и аллелей в популяции.

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_a²=0,2²=0,04. Тогда доля серых составляет 1 - доля черных - доля белых или 1-0,24-0,04=0,72. Частоту аллеля q_b можно вычислить исходя из уравнения p_A²q_a²+2p_Aq_aq_b² = 0,24, тогда 0,8²q_b²+2*0,8*0,2q_b² = 0,24. Отсюда:

$$q_b = \sqrt{0,25} = 0,5$$

$$p_B = 1 - q_b = 0,5$$

Ответ:

Частоты фенотипов:

A₋B₋ - серые = 0,72

A_bb - черные = 0,24

$aaV_$ и $aabb$ - белые = 0,04

Частоты аллелей:

$p_A=0,8$

$q_a=0,2$

$p_B=0,5$

$q_b=0,5$

Максимум 20 баллов

- 1) Участник должен изложить ход решения и вычислить частоты фенотипов (10 баллов)
- 2) Участник должен определить частоты аллелей и показать ход решения (10 баллов)

Задание 4

Форма стебля одного из декоративных растений контролируется двумя генами, которые находятся на одной хромосоме. Есть три варианта формы: $A_V_$ - нормальный, A_bb - укороченный, $aaV_$ и $aabb$ - стелющийся. При скрещивании гомозиготных растений с укороченным и стелющимся стеблем всё потомство имело нормальный стебель. Какое расщепление будет получено во втором поколении, если частота кроссинговера между этими генами равна 40%? Как можно вывести чистую линию с генотипом $aabb$ (без примеси генотипов $aaVV$ и $aaVb$) имея в наличии только линии $AAbb$ и $aaVV$?

Решение:

Исходя из условия задачи, получаем расщепление по фенотипу во втором поколении:

$A_V_$ - нормальный, 0,54

A_bb - укороченный, 0,21

$aaV_$ и $aabb$ - стелющийся 0,25

Схем выведения чистой линии может быть много, но участник должен будет указывать, все возможные варианты результатов скрещиваний.

P: $AAbb$ (укороченные) × $aaVV$ (стелющиеся)

F₁: AaBb (нормальные)

Далее:

P: AaBb (нормальные) × AAbb (укороченные)

F₁:

20% AABb: 30% AaBb: 30% AAbb: 20% Aabb

Из расщепления отбираются укороченные растения и скрещиваются между собой (здесь возможно 3 варианта скрещиваний):

1) Aabb × Aabb

3 A₋bb : 1 aabb - Растения со стелющимися стеблями будут двойными рецессивными гомозиготами, из которых можно вывести чистую линию.

В двух других схемах скрещивания потомство имеет одинаковый фенотип:

2) Aabb × AAbb

1Aabb : 1AAbb

3) AAbb × AAbb

AAbb

Максимум 30 баллов.

- 1) Участник должен представить схему скрещивания с расщеплением **(12 баллов)**
- 2) Участник должен представить схему выведения чистой линии aabb **(18 баллов)**