

9 КЛАСС

1. Иглобрюхие рыбы фугу способны накапливать тетродотоксин в печени. Ядовитость данного вида связывают с рационом, в который входят брюхоногие моллюски, морские звезды и т.д. На морской рыбной ферме имеется две чистые линии фугу — нетоксичная и ядовитая. При скрещивании этих линий в естественных условиях (ограниченный участок в море) все потомство, обитающее на участке, ядовито. Если выведенное потомство содержать в искусственном водоеме, то яд в их тканях отсутствует. Потомство, выращенное в море, скрестили между собой при разных условиях — в природной и искусственной средах. В полученном потомстве из природной среды 25% особей были нетоксичными. В искусственном водоеме все потомство было нетоксичным. Как можно объяснить полученные результаты?

Потомки одного и того же скрещивания ядовиты, если выросли в естественной среде и неядовиты при выращивании в искусственном водоёме - значит проявление признака зависит от действия внешней среды, например от рациона питания. Яд поступает с пищей, а исследуемый ген (или гены) отвечает за накопление яда в организме. (12 баллов), это называется норма реакции (3 балла). Допускается предположить и другой разумный механизм возникновения токсичности, в зависимости от условий среды и предположить возможную функцию гена.

В первом поколении - единообразие, во втором - расщепление 3:1, значит за токсичность отвечает 1 ген (3 балла), доминантный признак - способен накапливать токсин, рецессивный - отсутствие такой способности (3 балла).

Необходимо верно изобразить схемы скрещивания, подписать фенотипы (9 баллов).

2. Провели скрещивание чистой линии грызунов, имеющих серый окрас, длинную шерсть и нормальный хвост с линией с темным окрасом, короткой шерстью и коротким хвостом. В первом поколении все особи имели серый окрас, длинную шерсть и нормальный хвост.

Во втором поколении было получено следующее расщепление:

серый окрас, длинная шерсть и нормальный хвост - 123/256

серый окрас, длинная шерсть и короткий хвост - 41/256

серый окрас, короткая шерсть и нормальный хвост - 21/256

серый окрас, короткая шерсть и короткий хвост - 7/256

темный окрас, длинная шерсть и нормальный хвост - 21/256

темный окрас, длинная шерсть и короткий хвост - 7/256

темный окрас, короткая шерсть и нормальный хвост - 27/256

темный окрас, короткая шерсть и короткий хвост - 9/256

Объясните результат. Как наследуется каждый из признаков?

Наблюдается ли взаимодействие неаллельных генов? Если да, то как называется этот тип взаимодействия? Сцеплены ли гены? Можно ли вычислить частоту кроссинговера?

Необходимо провести анализ каждого признака в отдельности. Во всех случаях в первом поколении единообразие, а во втором - расщепление 3:1. Значит, каждый из признаков контролируется одним аутосомным геном, доминантные признаки - серая окраска, длинная шерсть и нормальный хвост, рецессивные - темный окрас, короткие шерсть и хвост (4 балла), нет взаимодействия неаллельных генов (4 балла).

Для анализа возможного сцепления генов необходимо провести попарный анализ признаков (3 возможных пары). Скрещиваются дигетерозиготы, поэтому при независимом наследовании следует ожидать расщепление 9:3:3:1.

Окраска и длина хвоста - расщепление 9:3:3:1 - нет сцепления (8 баллов)

Длина хвоста и длина шерсти - расщепление 9:3:3:1 - нет сцепления (8 баллов)

Окраска и длина шерсти - расщепление 164:28:28:36 (41/64:7/64:7/64:9/64) - есть сцепление (8 баллов)

Для расчёта частоты кроссинговера проще всего опираться на долю грызунов с тёмной окраской и короткой шерстью (генотип aabb). Этот генотип получается при встрече двух гамет ab, у родителей одинаковые генотипы, значит оба родителя образуют эти гаметы с одинаковой частотой, равной $\sqrt{9/64} = 3/8$. Гамета ab это одна из двух некрссоверных гамет (т.к. родители имеют генотип AB//ab), тогда частота некрссоверных гамет равна 6/8, а частота крссоверных гамет (она же и частота кроссинговера) $1-6/8 = 1/4$ (8 баллов).

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 p^2 , Aa - с частотой $2pq$ и aa с частотой q^2 . 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.

Можно вывести уравнение Харди-Вайнберга для двух генов исходя из закона независимого наследования и уравнения для пары аллелей одного гена. Необходимо опираться на закон независимого наследования - в данном случае частота генотипа по двум генам равна произведению частот генотипов по каждому из генов. Например (частоты аллелей обозначены теми же буквами, что и аллели):

$$A^2B^2 + 2AaB^2 + a^2B^2 + 2A^2Bb + 4AaBb + 2a^2Bb + A^2b^2 + 2Aab^2 + a^2b^2 = 1$$

Допустимо не выводить эту формулу целиком, вычислить частоты аллелей сначала для гена А (белые : серые+чёрные), и учесть полученное значение а при расчёте частот по гену В, затем вычислить частоты неизвестных фенотипов.

Гены А и В взаимодействуют по типу рецессивного эпистаза. Если исходить из закона независимого наследования - частоты аллелей среди особей с генотипом А- будут такие же, как и во всей популяции (6 баллов).

Определение неизвестных частот аллелей - 18 баллов

$$A = 1 - 0,2 = 0,8$$

$$aa = a^2 = 0.04, A- = 0.96$$

$$b^2 = 0,24 / 0,96 = 0,25$$

$$b = 0,5$$

$$B = 1 - 0,5 = 0,5$$

Определение неизвестных частот фенотипов, например, по формуле, приведённой выше: aa__ (белые) 4%, A_B_ (серые) 72% (6 баллов).