Задача 1. На сцепленное наследование с кроссинговером

У человека гены А и В локализованы в аутосоме и растояние между ними 8 морганид. Какая вероятность рождения ребенка с генотипом и фенотипом матери, если ее генотип Аb//аВ, а генотип супруга аb//аb.

Без кроссинговера генотип матери способен образовать только такие гаметы как: Аb и аВ.

Поскольку указано расстояние между ними равное 8 морганидам, то это значит, что мы должны решать эту задачу с возможным протеканием кроссинговера. Кроссинговер обеспечит с вероятность 8% появление кроме основных гамет еще и рекомбинантных (кроссоверных) таких как АВ и аb.

Поскольку генотип отца гомозиготен по обоим признакам, то он образует хоть без кроссинговера, хоть с кроссинговером всего один «сорт» гамет аb.

Таким образом, мы получим потомков: Аb//аb, аВ//аb по 46%, и АВ//аb, аb//аb по 4%, то есть вероятность рождения ребенка гетерозиготного по обоим признакам как мать АаВb равна 4%.

Задача 2. Про бабочек с кроссинговером

У бабочки-парусника ген, обуславливающий окраску тела, и ген, контролирующий наличие выступа на крыле, являются доминантными и расположены на расстоянии 6 морганид. Какое потомство можно ожидать от скрещивания гетерозиготной по обоим признакам самки и неокрашенного самца без выступа на крыле?

Сказано, что доминантные аллели разных генов окраски тела самки бабочки (обозначим А) и формы края крыла (обозначим В) находятся в одной хромосоме. Так как ещё известно, что она гетерозиготна по обоим признакам, значит в другой, гомологичной этой хромосоме, у неё „сидят“ рецессивные аллели этих двух признаков ав. Про самца сказано, что он был с фенотипически рецессивным по обоими изучаемым признакам.

Итак, нам известны генотипы самки и самца бабочки парусника: АВ//ав и ав//ав. Самка без кроссинговера производит такие гаметы: АВ и ав (их будет образовываться при мейозе 94%). Самец — только ав (хоть с кроссинговером, хоть без кроссинговера — он ведь гомозиготный).

Кроссинговер обеспечит образование самкой при мейозе еще 6% вот таких рекомбинантных гамет: Ав и аВ.

Потомство: АВ//ав и ав//ав (47% цветных с выступом на крыле — как исходная самка и 47% неокрашенных без выступа — как исходный самец).

Ав//aв иаВ//ав (3% цветных без выступа и 3% неокрашенных с выступом на крыле).

Задача 3. Разводим кроликов (с кроссинговером)

У кроликов рецессивный ген белой пятнистости (голландские кролики) сцеплен с рецессивным геном, обуславливающим длинный волосяной покров ангорского типа. Кроссинговер на этом участке составляет 14 %. Гомозиготного длинношерстного пятнистого кролика скрестили с особью дикого типа. Какие фенотипы, и в каком соотношении должны иметь место в случае возвратного скрещивания гибридов первого поколения с голландским длинношерстным кроликом?

Обозначим:

А — однотонный окрас шерсти (дикий тип), В — нормальная (короткая) длина шерсти (дикий тип);

а — пятнистый окрас (голландский кролик), b — длинная шерсть (ангора).

P: ab//ab x AB//AB

G:….ab…………….AB

В этом первом скрещивании мы видим, что возможный кроссинговер при мейозе (образовании гамет) ни у одной из родительских форм (они обе дигомозиготы) не вызовет образования каких-либо новых рекомбинантных гамет: будут гаметы только ab и AB.

F1: .. AB//ab (все потомки в F1 получились дикого типа с однотонным окрасом и короткой шерстью, но уже дигетерозиготные).

Возвратное (обратное скрещивание с одним из родителей) скрещивание полученного гибрида с пятнистым длинношерстным даст:

P: AB//ab x ab//ab

G: AB, ab………….ab (такие гаметы образуются без кроссинговера их 86%)

F2: AB//ab, ab//ab, соответственно, таких однотонных короткошерстных и пятнистых длинношерстных потомков будет рождаться по 43%.

В результате кроссинговера первый организм образует еще и такие рекомбинантные гаметы как: Ab и aB, поэтому появятся еще с вероятностью 14 % кролики вот с такими генотипами: Ab//ab и aB//ab, то есть однотонные с длинной шерстью и пятнистые с короткой шерстью по 7%.

Задача 4. Очень похожа на предыдущую, но “повторение – мать учения”

У кроликов ген рецессивный белой пятнистости “голландского” типа (а) сцеплен с рецессивным геном, обуславливающим длинный шерстяной покров ангорского кролика (в). Величина кроссинговера между ними равна 14%. Гомозиготного по короткошерстности пятнистого кролика скрестили с ангорским кроликом дикого типа (не пятнистым). Обозначьте генотипы родителей и гибридов первого поколения. Какие фенотипы должны иметь место, если провести возвратное скрещивание гибридов F1 с “голландскими” ангорскими кроликами? Каково их соотношение среди 86 потомков при этом скрещивании?

а) Р1: aB//aB \* Ab//Ab

G: aB и Ab (от скрещивания в первом поколении дигомозиготных родителельских форм образуются только такие реальные некроссоверные гаметы, так как кроссинговер в этом случае не может внести какого-либо разнообразия).

F1: Ab//aB – все одинаковые особи по генотипу, а по фенотипу, хотя они и стали дигетерозиготами – они все равно все как дикого типа: без пятен короткошерстные.

б) P2: Ab//aB \* ab//ab

G: Ab,aB и ab (такие гаметы образуются без кроссинговера их 86%)

F2: Ab//ab, aB//ab, соответственно, таких однотонных длинношерстных и пятнистых короткошерстных потомков будет рождаться по 43%.

В результате кроссинговера первый организм образует еще и такие рекомбинантные гаметы как: AB и ab, поэтому появятся еще с вероятностью 14 % кролики вот с такими генотипами: AB//ab и ab//ab, то есть однотонные короткошерстные и пятнистые длинношерстные по 7%.

в) Поскольку нам дано общее количество потомков равное 86 особям (это 100%), то среди них однотонных длинношерстных и пятнистых короткошерстных (которых по 43%) может быть по 37 особей, а однотонных короткошерстных и пятнистых длинношерстных (которых по 7%) – по 13 особей.

Задача 5. Про кукурузу (с “бестолковым” кроссинговером)

Гены карликовости и скрученных листьев у кукурузы являются рецессивными и расположены на расстоянии 18 морганид в одной аутосоме. Какое потомство и в каком процентном соотношении можно ожидать от скрещивания гетерозиготного высокого растения с нормальными листьями и гомозиготного карликового растения с нормальными листьями?

Так как указано расстояние между генами 18 морганид, значит надо решать эту задачу с учетом кроссинговера, то есть с учетом возможного образования рекомбинантных гамет в количестве 18% от общего количества гамет.

Обозначим аллельный ген, отвечающий за высокий рост кукурузы буквой А, аллельный ему ген карликовости — а. Аллельный ген нормальной формы листье буквой В, а аллельный ему ген скрученных листьев буквой в.

Применим немного другую форму записи генотипов родителей и полученного потомства, чем при независимом наследовании. То есть будем писать рядом не два аллельных гена, отвечающих за один признак, а два аллельных гена разных признаков, сцепленных в одной хромосоме.

Запись генотипа первого растения будет выглядеть так: ав//АВ (так как сказано, что оно гетерозиготно по обоим признакам и сцепленными являются рецессивные гены друг с другом, значит в другой гомологичной ей хромосоме будут сцеплены друг с другом доминантные аллели генов). Генотип второго растения: аВ//аВ.

P: ав//АВ х аВ//аВ

G: ав, АВ………аВ

F: АаВВ, ааВв по 41% растений с такими генотипами. Это высокие растения с нормальными листьями и карликовые растения с нормальными листьями.

Так как в результате кроссинговера возможно еще образование кроссоверных гамет аВ, Ав, будет еще потомство с генотипами АаВв, ааВВ по 9%. По фенотипу это тоже высокие растения с нормальными листьями и карликовые растения с нормальными листьями.

Таким образом, наличие кроссинговера обеспечило лишь появление дополнительных генотипов потомства, но не отразилось на фенотипах: по фенотипу будет 50% высоких растений и 50% карликовых растений и все растения с нормальными листьями.

Задача 6. Про пшеницу устойчивую и восприимчивую к болезням (с кроссинговером)

У пшеницы доминантные признаки – восприимчивость к стеблевой ржавчине (А) и восприимчивость к мучнистой росе (В), рецессивные – устойчивость к СР (а) и устойчивость к МР (в). Наследование сцепленное. Кроссинговер 2%. Какие результаты ожидаются по фенотипу и генотипу в потомстве анализирующего скрещивания дигетерозиготы АВ//ав?

В этой задаче необходимо сразу обратить внимание на оформление условия. Как видим из последнего предложения, сцепленными генами в одной хромосоме у анализируемой особи являются доминантный аллель с доминантным и рецессивный аллель с рецессивным АВ//ав. И указано, что кроссинговер равен 2%, а это значит, что помимо таких основных гамет как АВ и ab (которых будет 98%), еще 2% составят рекомбинантные гаметы Ab и aB.

Поскольку анализирующее скрещивание проводится с особью гомозиготной по рецессиву, то генотип дигомозиготы по рецессиву запишется так: аb//ab.

Далее надо внимательно отнестись к расписыванию гамет и подсчету потомства, полученного от “нормальных” гамет и потомства, полученного от рекомбинантных гамет. Фактически нам надо получить суммарный результат от двух случаев решений а) без кроссинговера и б) с кроссинговером:

а) Р: AB//ab \* ab//ab

….G: AB,ab……..ab (если при мейозе не было кроссинговера)

….F1: AaBb,aabb

то есть 1:1 (1 чувствительные к СР и к МР : 1 устойчивые к СР и к МР), но так как таких потомков, получившихся от основных не рекомбинантных гамет не 100%, а 98%, то получим некроссоверных потомков, чувствительных к СР и МР 49% и устойчивых к СР и МР тоже 49%.

б) P: AB//ab \* ab//ab

,,,,G: Ab,aB………ab (так как при мейозе происходил кроссинговер)

….F1: Aаbb,aaBb,

то есть 1:1 (1 восприимчивые к СР, но устойчивые к МР :1 устойчивые к СР, но восприимчивые к МР), но так как таких потомков, получившихся от рекомбинантных гамет было всего 2%, то получим кроссоверных потомков, восприимчивых к СР, но устойчивых к МР 1% и устойчивых к СР, но восприимчивых к МР тоже 1%.

Задача 7. Резус фактор, эллиптоцитоз с кроссинговером

У человека ген резус фактора сцеплен с локусом определяющим форму эритроцитов и находится от него на расстоянии 3 морганид. Резусположительность и эллиптоцитоз являются доминантными признаками. Один из супругов гетерозиготен по обоим признакам, при этом резус положительный аллельный ген он унаследовал от матери, а эллиптоцитоз от отца. Второй супруг имеет отрицательный резус и нормальные эритроциты. Найти генотипы и фенотипы потомков.

Обозначим: аллельный ген, отвечающий за аномальное строение эритроцитов (эллиптоцитоз) – А, а аллельный ему ген нормального строения эритроцитов – а. R – резус положительный фактор, r – резус отрицательный.

Если в данной задаче со вторым родителем все ясно, его генотип мог быть только ar//ar, в вот генотип первого мог бы быть и AR//ar, и Ar//aR, но так как сказано, что “резус положительность R он унаследовал от матери, а эллиптоцитоз А – от отца”, то мы теперь можем однозначно знать и генотип этого супруга – он будет Ar//aR.

Очевидно, основное их потомство 97% будет с генотипами Ar//ar и aR//ar, то есть 48,5% резус отрицательных с эллиптоцитозом и 48,5% резус положительных без эллиптоцитоза.

Но за счет кроссинговера (нам же не случайно в задаче дали в условии, что эти признаки сцепленные и находятся на расстоянии 3 морганид друг от друга – значит с вероятностью 3% возможно еще образование вот таких гамет как: AR и ar. Поэтому 3% будет еще потомков с генотипами AR//ar и ar//ar, то есть 1,5% резус положительных с эллиптоцитозом и 1,5% резус отрицательных с нормальным строением эритроцитов.

Задача 8. Наследование генов цветовой и ночной слепоты с кроссинговером

Ген цветовой слепоты и ген ночной слепоты наследуются через Х хромосому и находятся на расстоянии 50 морганид друг от друга. Оба признака рецессивны. Определите вероятность рождения детей одновременно с обеими аномалиями в семье, где мать имела нормальное зрение, но ее мать страдала ночной слепотой, а отец цветовой слепотой, муж нормален в отношении обоих признаков.

Обозначим: аллельные гены нормального видения ночью – А и отсутствие цветовой слепоты - D. Тогда аллельные гены ночной слепоты – а и наличие цветовой слепоты d.

В задаче придется писать эти аллели генов не по отдельности (они не аутосомные), а приписывать как индексы к Х хромосоме.

Главное правильно записать генотип дигетерозиготной матери (для этого в задании дается описание фенотипов ее родителей.

P: XaDXAd \* XADY

G: XaD,XAd….XAD,Y (это “нормальные” гаметы без кроссинговера)

F1 XADXaD,XADXAd все девочки здоровые по обоим признакам

XaDY, XAdY все мальчики больные лишь по одному из признаков.

Но, так как нам в задаче дано расстояние между генами равное 50 морганидам, то с вероятностью 50% за счет кроссинговера у матери появятся еще и такие кроссоверные (рекомбинантные) гаметы как: XAD,Xad, тогда возможно c вероятностью 25% рождение девочек с генотипами XADXAD,XADXad – все здоровые и с вероятностью 25% рождение мальчиков с генотипами XADY,XadY (мы видим, что половина из этих мальчиков с генотипом XadY являются фенотипически больными по обоим признакам).

Ответ: вероятность рождения детей в этой семье с обоими аномалиями равна 12,5%.

Задача 9. По количеству кроссоверных особей у дрозофил с разными признаками определить расстояние между неаллельными генами

У дрозофилы доминантные гены серой окраски тела и прямых крыльев сцеплены и локализованы в 1 аутосоме, а ген черной окраски и дуговидных крыльев в гомологичной хромосоме. При скрещивании дигетерозиготной дрозофилы с мухой у которой черное тело и дуговидные крылья F1 получено следующее потомство: серых прямокрылых 1641, черных дугокрылых 1532, серых дугокрылых 1251, черных прямокрылых 1180. Определить процент кроссоверных и некроссоверных генов и расстояние между ними.

Обозначим: А – серое тело, а – черное тело; В – прямые крылья, b – дуговидные крылья.

P: AB//ab \* ab//ab

G: AB,ab…….ab

F1 AB//ab и ab//ab, то есть в норме без кроссинговера будут только потомки как и родительские формы серые прямокрылые и черные дугокрылые (их по условию задачи 3173 особи из 5604, то есть 56,6%).

Остальные: серые дугокрылые и черные прямокрылые могли появиться только за счет кроссинговера у первого родителя, образовавшего еще с вероятностью 43,4% такие кроссоверные (рекомбинантные) гаметы как Ab и aB.

Известно, что процент кроссинговера таков, каково расстояние между генами, то есть расстояние между генами А и В равно 43,4 морганиды.

Задача 10. Когда условие кажется совсем простым

Расстояние между генами A и B, расположенными в одной группе сцепления, равно 8,4 морганиды. Определите вероятность образования гамет AB у дигетерозиготы, если одна из родительских особей имела генотип aaBB

Дигетерозигота (то есть особь с генотипом АаBb) могла получиться от скрещивания родительской особи ааBB (генотип которой нам дан в задаче) с другой родительской особью, имеющей обязательно генотип ААbb (иначе бы у нас не образовалась дигетерозиготная особь АаBb).

Без кроссинговера (то есть в норме) «наша» дигетерозигота состоит из хромосом, в одной из которых аллель А сцеплен с аллелем b (эта хромосома ей досталась от найденной нами родительской особи), а в другой хромосоме будут сцепленными a c B (доставшиеся от данной в задаче родительской особи). То есть генотип дигетерозиготы будет выглятель так Аb//aB.

То есть «наша» дигетерозигота при мейозе в норме будет образовывать только гаметы Ab и aB. Так как нам известно расстояние между изучаемыми генами равное 8,4 морганиды, то это значит, что с вероятностью 8,4% дигетерозигота при мейозе будет образовывать в резутьтате кроссинговера кроме исходных гамет Ab и aB, еще и гаметы AB и ab.

Значит вероятность образования гамет АВ равна 4,2%.

Задача 11. Вот какая бывает интересная кукуруза

у кукурузы рецессивный ген “укороченные междоузлия” (b) находится в одной хромосоме с рецессивным геном “зачаточная метелка” (v). При проведении анализирующего скрещивания с растением, имеющим нормальные междоузлия и нормальную метелку, все потомство было похоже на одного из родителей. При скрещивании полученных гибридов между собой в потомстве оказалось 75% растений с нормальными междоузлиями и нормальными метелками, а 25% с укороченными междоузлиями и зачаточной метелкой. Определите генотипы родителей и потомства в двух скрещиваниях. Составьте схему решения задачи. Объясните полученные результаты. Какой закон наследственности проявляется во втором случае.

Обозначения нам даны в условии задачи, можно сразу приступить к составлению схемы решения.

Р1: bbvv \* BBVV

G: bv………..BV

F1: BbVv

P2: BbVv \* BbVv

G: BV,bv…..BV,bv

Будет всего по два сорта гамет у таких дигетерозигот, а не четыре как при независимом наследовании неаллельных генов по Менделю, так как в этой задаче речь идет о сцепленном наследовании по Моргану: рецессивный аллельный ген b находится в одной хромосоме с рецессивным аллельным геном v, значит и B c V находятся вместе в другой гомологичной хромосоме.

F2: BBVV,2BbVv,bbvv - то есть по фенотипу это и будет 3:1 – 3 нормальные : 1 дистрофичные.

Задача 12. Опять про мух с кроссинговером

В результате скрещивания самки дрозофилы, которая имела генотип АаВb, с самцом, генотип которого ааbb, получили 360 мушек. Сколько из них теоретически должны отличаться по фенотипу от материнской особи, если доминирование генов А и В полное, наследуются они сцеплено и расстояние между ними составляет 10% перекреста?

Так как в задании сказано, что в генотипе самки дрозофилы АаВb доминантные гены АВ сцеплены друг с другом (соответственно сцепленными друг с другом будут и рецессивные аллели аb), для удобства оформления решения генотип самки запишем АВ//ab.

От скрещивания такой самки с дигомозиготным рецессивным самцом ab//ab без кроссинговера могут получиться мушки только с генотипами как у родителей АВ//ab (180 штук) и ab//ab (180 штук).

Так как часть мушек, а именно 10%, будут образованы рекомбинантными гаметами Ab и aB, то они будут иметь генотип отличный от материнского, а именно Ab//ab (18 штук) и aB//ab (18 штук).