

Задание 2 (5,5 баллов). Решите генетическую задачу

Исследователи скрестили две чистые линии дрозофил с редуцированными крыльями. В F1 у всех мух были нормальные крылья, в F2 произошло расщепление: 149 мух с редуцированными крыльями, 171 муха с нормальными крыльями. Восстановите генотипы исходных линий и потомства, предположите характер расщепления, проверьте согласованность с экспериментальными данными при помощи метода Хи-квадрат. Предположите (на основании генетической карты дрозофилы), какие мутации могли нести исходные чистые линии.

Решение: Соотношение 149 к 171 похоже на 7 к 9, в таком случае значение $\chi^2 = 81/140 + 81/180 = 1,03$, принимаем гипотезу о 7:9. Линии могли бы нести мутации *vestigial* и *miniature*.

Задание 3 (7 баллов). Решите генетическую задачу

Частота аллели *HbS* гена бета-цепи гемоглобина А с мутацией Е6V, приводящей к серповидноклеточной анемии, в современной Нигерии составляет 24%. Вероятность дожить до репродуктивного возраста для гомозигот по Е6V (больных серповидноклеточной анемией) в условиях Нигерии близка к нулю. Вероятность дожития для гетерозигот выше, чем для гомозигот по нормальной аллели, благодаря устойчивости гетерозигот к малярии. За счет этого генетическая структура популяции не меняется от поколения к поколению, несмотря на элиминацию гомозигот по мутантной аллели. Считая, что частота этой аллели была такой же до демографического взрыва, когда из пяти детей среднестатистической нигерийской женщины до репродуктивного возраста доживало в среднем двое, определите вероятность дожития для гетерозигот по мутации Е6V и нормальных гомозигот.

Решение: Поскольку гомозиготы по мутации не доживают до взрослого возраста, в популяции присутствуют только гомозиготы по нормальной аллели и гетерозиготы (их 48%, в два раза больше, чем частота мутантной аллели). Однако на новорожденных действует закон Харди-Вайнберга. Значит, в потомстве от выборки из 1000 взрослых нигерийцев будет всего 2500 детей, из которых $0,24 \cdot 0,24 \cdot 2500 = 144$ будут гомозиготными по мутации Е6V и умрут в детстве, $2 \cdot 0,24 \cdot 0,76 \cdot 2500 = 912$ детей будут гетерозиготными, из них до половой зрелости доживут $1000 \cdot 0,24 \cdot 2 = 480$. То есть, для гетерозигот вероятность дожития равна $480/912 = 0,53$. Детей гомозигот без мутации родится $0,76 \cdot 0,76 \cdot 2500 = 1444$, из них взрослыми станут 520, вероятность дожития $520/1444 = 0,36$.

Задание 2 (5,5 баллов). Решите генетическую задачу

Самку дрозофилы из чистой линии с ярко-красными глазами и серым телом скрестили с самцом из чистой линии с темно-красными глазами и черным телом. В F1 все самцы и самки имели обычное серое тело и обычные темно-красные глаза. Половину самок отсадили для анализирующего скрещивания, половину оставили для получения F2. В F2 82 мухи имели серое тело и темно-красные глаза, 38 мух ярко-красные глаза и серое тело, 40 мух темно-красные глаза и черное тело. При этом когда самок из F1 скрещивали с самцами с черным телом и ярко-красными глазами, получили 19 мух с черным телом и ярко-красными глазами, 21 муху с серым телом и темно-красными глазами, 53 мухи с черным телом и темно-красными глазами и 57 мух с серым телом и ярко-красными глазами. Определите генетическое расстояние между генами ярко-красных глаз и черного тела, объясните результаты F2. Учтите, что у самцов дрозофилы нет кроссинговера.

Решение: Расщепление дигетерозигот 2:1:1 в F2 показывает, что гены сцеплены, причем в транс-положении, а у самцов нет кроссинговера. Значит, для определения генетического расстояния нужно воспользоваться результатами анализирующего скрещивания, кроссоверных потомков в нем $19+21=40$, некроссоверных $53+57=110$, всего их 150, значит генетическое расстояние равно $100 \cdot 40 / 150 = 27$ сантиморганид.

Задание 3 (7 баллов). Решите генетическую задачу

В популяционный ящик поместили 20 красноглазых самок дрозофилы, гомозиготных по мутации *vermilion* (сцеплена с полом), а также 10 самцов: 6 с нормальными темно-красными глазами, 4 – с ярко-красными глазами с той мутацией *vermilion*. Определите долю мух с ярко-красными глазами (фенотип *vermilion*) через 10 поколений, когда наступило равновесие Харди-Вайнберга.

Решение: Поскольку *vermilion* имеет сцепленное с полом наследование, самки с двумя X хромосомами внесут в генофонд популяции в два раза больший вклад, чем самцы с одной, причем частота аллели *vermilion* среди самок составит 1,0. У самцов соответственно $4/10=0,4$. Таким образом, после установления равновесия Харди-Вайнберга средняя частота *vermilion* составит $(1,0*2+0,4)/3=0,8$, соответственно гомозиготных самок с ярко-красными глазами будет $0,8*0,8=0,64$, гемизиготных самцов – 0,8, считая, что самцов и самок поровну, получаем $(0,64+0,8)/2=0,72$.

Ответ: 72% мух с ярко-красными глазами.

Задание 2 (5,5 баллов). Решите генетическую задачу

Самца дрозофилы дикого типа с суженными белыми глазами и желтым телом (имеет сцепленные с полом мутации Bar, yellow и white) скрестили с самкой. Все потомки F1 имели темно-красные глаза нормальной ширины и серое тело. Какое соотношение потомков мы вправе ожидать в F2 размера 80 особей? Каким будет это соотношение для самцов и для самок? Учтите, что у самцов дрозофилы нет кроссинговера.

Решение: Гены yellow и white сцеплены очень тесно (расстояние 1,5 сантиморганиды), ген Bar удален от них более чем на 50 сантиморганид. Самцы дадут только один тип гамет с X-хромосомой: yellow+ white+ Bar+, поэтому все самки в F2 будут дикого типа. Самцы F2, которые получают от своих отцов Y-хромосому, могут получить от самок один из восьми вариантов X-хромосомы со следующими частотами: 24,625% yellow+ white+ Bar+, 24,625% yellow white Bar, 24,625% yellow+ white+ Bar, 24,625% yellow white Bar+, 0,375% yellow white+ Bar+, 0,375% yellow+ white Bar, 0,375% yellow white+ Bar, 0,375% yellow+ white Bar+. В выборке из 80 особей мы вправе ожидать 40 самок с темно-красными глазами нормальной ширины и серым телом, и по 10 самцов с темно-красными глазами нормальной ширины и серым телом, белыми глазами нормальной ширины и желтым телом, белыми суженными глазами и желтым телом, темно-красными суженными глазами и серым телом. Также, нам может попасться один из 4 типов самцов с рекомбинацией между yellow и white: с темно-красными глазами нормальной ширины и желтым телом, белыми глазами нормальной ширины и серым телом, белыми суженными глазами и серым телом, темно-красными суженными глазами и желтым телом.

Ответ:

Задание 3 (7 баллов). Решите генетическую задачу

В популяционный ящик поместили 20 самок дрозофилы, гомозиготных по рецессивной мутации *bent* (загнутые крылья), 8 самцов, гомозиготных по доминантной мутации *Dichaete* (раздвоенные щетинки) и 12 самцов дикого типа. Других мутаций в обоих использованных чистых линиях дрозофилы нет. Какую долю популяции во втором поколении, когда наступит равновесие Харди-Вайнберга, будут составлять мухи, у которых одновременно будут загнуты крылья и раздвоены щетинки?

Решение: По каждому из этих аутосомных генов (все лежат в разных группах сцепления) будет свое равновесие Харди-Вайнберга, не зависящее друг от друга. Соответственно, частота *bent* будет 0,5 (самки вносят половину вклада в генофонд потомства), гомозигот по *bent* будет 0,25. Частота *Dichaete* будет $8/((8+12)*2)=0,2$, то есть мух с раздвоенными щетинками будет $0,2*0,2 + 2*0,2*0,8 = 0,36$. Значит, мух с загнутыми крыльями и раздвоенными щетинками коричневыми глазами будет $0,25*0,36=0,09$.

Ответ: 9%

Задание 2 (5,5 баллов). Решите генетическую задачу

Самку дрозофилы из чистой линии с ярко-красными глазами и черным телом скрестили с самцом дикого типа с темно-красными глазами и серым телом. В F1 все самцы и самки имели обычное серое тело и обычные темно-красные глаза. В F2 получили 13 мух с черным телом и темно-красными глазами, 14 мух с серым телом и ярко-красными глазами, 36 мух с черным телом и ярко-красными глазами, и 137 мух с серым телом и темно-красными глазами. Определите генетическое расстояние между генами ярко-красных глаз и черного тела, объясните результаты F2. Учтите, что у самцов дрозофилы нет кроссинговера.

Решение: Расщепление дигетерозигот в F2, отличающееся от 2:1:1 показывает, что гены сцеплены в цис-положении. Значит, для определения генетического расстояния нужно сложить кроссоверных потомков, всего их 27 из 200, причем мы знаем, что половина кроссоверных гамет от самок маскируется некроссоверными гаметами самцов с доминантными аллелями, значит всего кроссоверных гамет было $27 \cdot 2 = 54$, значит генетическое расстояние равно 27 сантиморганид.

Задание 3 (7 баллов). Решите генетическую задачу

Короткохвостость мышей связана с гетерозиготностью по гену *T*, кодирующему транскрипционный фактор *brachyury*. Гомозиготы *TT* погибают в период внутриутробного развития. Исследователи создали достаточно большую искусственную популяцию, состоящую на момент основания только из короткохвостых мышей. Через сколько поколений частота аллели *T* в популяции станет менее 20%?

Решение: *Изначально популяция была представлена только гетерозиготами, поэтому частота аллели T в популяции 50% ($1/2$). Соответственно, в поколении F_1 на зиготическом уровне будет $1/4$ гомозигот TT (леталь), $1/4$ гомозигот tt , и $1/2$ гетерозигот Tt . После рождения мышат, частота аллели T составит $1/3$. В поколении F_2 ($1/9$ гомозигот TT , $1/9$ гомозигот tt , и $7/9$ гетерозигот Tt) частота этой аллели будет $1/4$. Аналогично, для поколения F_4 частота аллели T составит $1/5$. Значит, уже в поколении F_4 частота аллели T будет меньше 20%. Вообще, в данной модели частота аллели T будет представлять собой ряд: $1/2 - 1/3 - 1/4 - 1/5 - 1/6$ и т.д.*