

9-10 класс

Задание 1

У дрозофилы была обнаружена летальная мутация, не имеющая четкого фенотипического проявления в гетерозиготе.

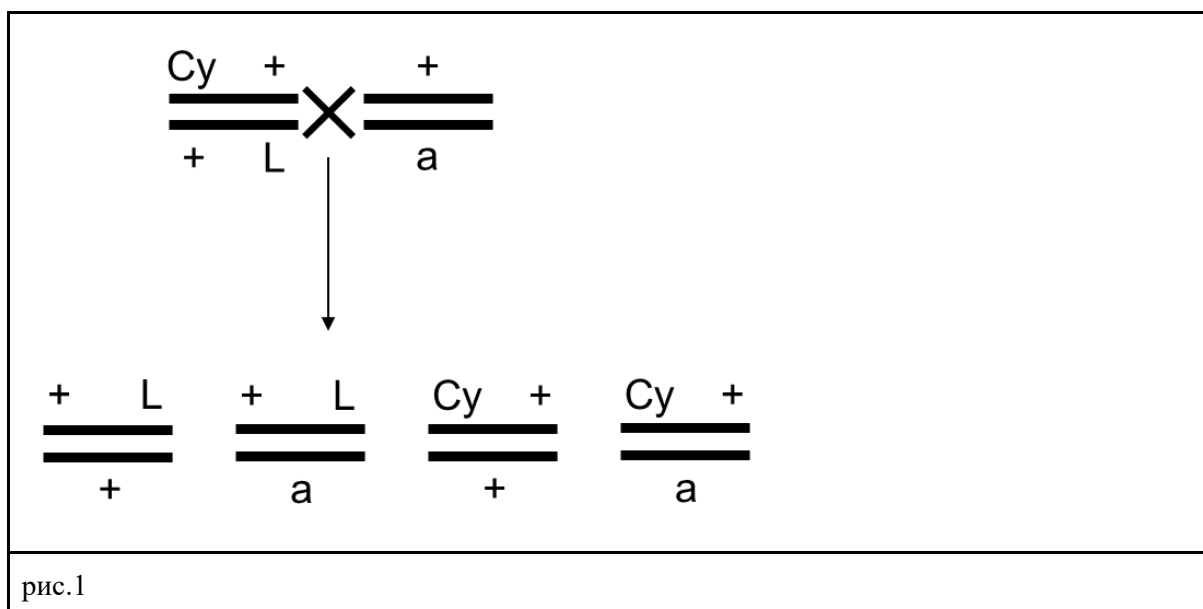
В лаборатории есть линии, несущие летальные мутации-балансеры. Линия №1 *Su/L* несет мутации *Su* (загнутые крылья) и *L* (уменьшенные глаза), локализованные во второй хромосоме (аутосоме), линия №2 *D/Sb* несет мутации *D* (расставленные крылья) и *Sb* (укороченные щетинки) в третьей хромосоме (аутосоме), а линия №3 *Ci/Eu* несет мутации *Ci* (нарушение жилкований на крыльях) и *Eu* (уменьшенные глаза) в четвертой хромосоме (аутосоме). Каждая пара мутаций находится в транс-положении, все мутации сопряжены с инверсиями, препятствующими кроссинговеру.

У дрозофилы 4 пары хромосом, включая половые. Предложите способ установить на какой хромосоме находится неизвестная мутация, используя гибридологический анализ и имеющиеся в лаборатории линии. Подробно опишите схему эксперимента. Предложите способ поддержания мутации в линии.

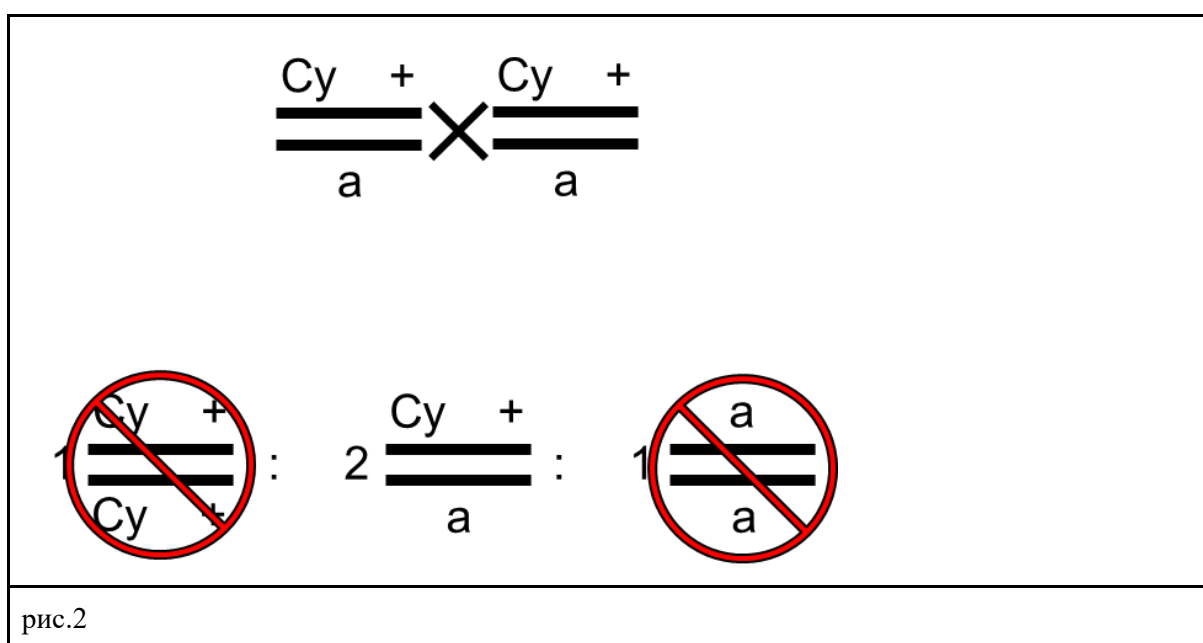
Решение:

Участнику необходимо было представить схемы скрещивания мух, несущих мутацию с линией, несущей мутацию-балансер в аутосоме (один пример):

Предположим, что мутация находится во второй хромосоме. Для удобства отсутствие мутаций обозначим знаком +. Мутации *Su* и *L* в гомозиготе летальны, поэтому балансерная линия представляет собой дигетерозиготу. Мутации препятствуют кроссинговеру, поэтому в гамету хромосомы будут попадать в неизменном виде. При скрещивании с мухой, несущей рецессивную летальную мутацию **a** мы получим особей с загнутыми крыльями (мутанты по *Su*) и особей с уменьшенными глазами (мутанты по *L*) в соотношении 1:1. Какие-то из этих особей будут носителями рецессивного аллеля **a**. см. рис.1



Затем можно взять особей с загнутыми крыльями из потомства и поставить индивидуальные скрещивания между собой. Если в скрещивание попадут мухи $Cy+/a$, то все потомство будет иметь загнутые крылья. Гомозиготы $Cy+/Cy+$ будут гибнуть, также как и гомозиготы aa . Таким образом линия будет поддерживаться в гетерозиготном состоянии $Cy+/a$. См. рис. 2.



Другие сочетания аллелей здесь не появляются, т.к. кроссинговер заблокирован наличием инверсий (это дано в условии).

Если в потомстве будут выщепляться особи дикого типа, то это означает, что мутации на данной хромосоме нет. Аналогичные схемы возможны с другими балансерными линиями.

Если предположить, что ген **a** находится на половой хромосоме, то в потомстве мух будет наблюдаться расщепление на самок и самцов в соотношении 2:1, т.к. самцы, несущие аллель **a** в единственной X хромосоме будут гибнуть.

Задание 2

В двух теплицах посадили растения земляники. В первой теплице выросло 132 саженца, имеющих красные и розовые плоды в соотношении 5:1. Во второй теплице выросло 152 саженца с розовыми плодами. Известно, что при самоопылении розовоплодных растений выщепляются красноплодные, розовоплодные и белоплодные растения в соотношении 1:2:1. Какое соотношение растений по фенотипу будет наблюдаться в обеих теплицах после установления равновесия в популяции? Какова будет доля каждого фенотипа растений после объединения теплиц и установления равновесия в популяции, если в момент объединения во второй теплице было в два раза меньше растений, чем в первой?

Решение:

Участник должен был определить частоты аллелей исходя из условия. Признак окраски плодов определялся одним геном, что можно понять из расщепления при самоопылении розовоплодной земляники -1:2:1. Аллель **A** неполно доминировал над аллелем **a**. Розовые плоды имели генотип Aa. Значит частота аллеля **a** в первой теплице будет вычисляться из доли розовоплодных растений ($1/6$) и будет равна $1/12$ (т.к. у гетерозигот только половина аллелей - рецессивные). Тогда при наступлении равновесия по закону Харди-Вайнберга частота белоплодных (aa) составит $1/144$, розовоплодных (Aa) - $22/144$, красноплодных (AA) - $121/144$.

Для второй теплицы при наступлении равновесия частота белоплодных (aa) составит $1/4$, розовоплодных (Aa) - $1/2$, красноплодных (AA) - $1/4$, поскольку все растения гетерозиготны и частоты обоих аллелей равны $1/2$.

После объединения теплиц доли растений распределятся следующим образом: $19/216$ aa - белоплодных, $58/216$ Aa - розовоплодных, $139/216$ AA - красноплодных.

Исходя из этих данных, можно определить частоты аллелей прямым подсчетом:

$$p_A = 139/216 + (58/216)/2 = 7/9, \text{ тогда } q_a = 1 - 7/9 = 2/9$$

Также можно найти p и q используя взвешенное среднее (частоты аллелей в первой теплице берутся с коэффициентами $2/3$, а для второй - $1/3$):

$$p_A = 11/12 * 2/3 + 1/2 * 1/3 = 7/9, q_a = 1/12 * 2/3 + 1/2 * 1/3 = 2/9$$

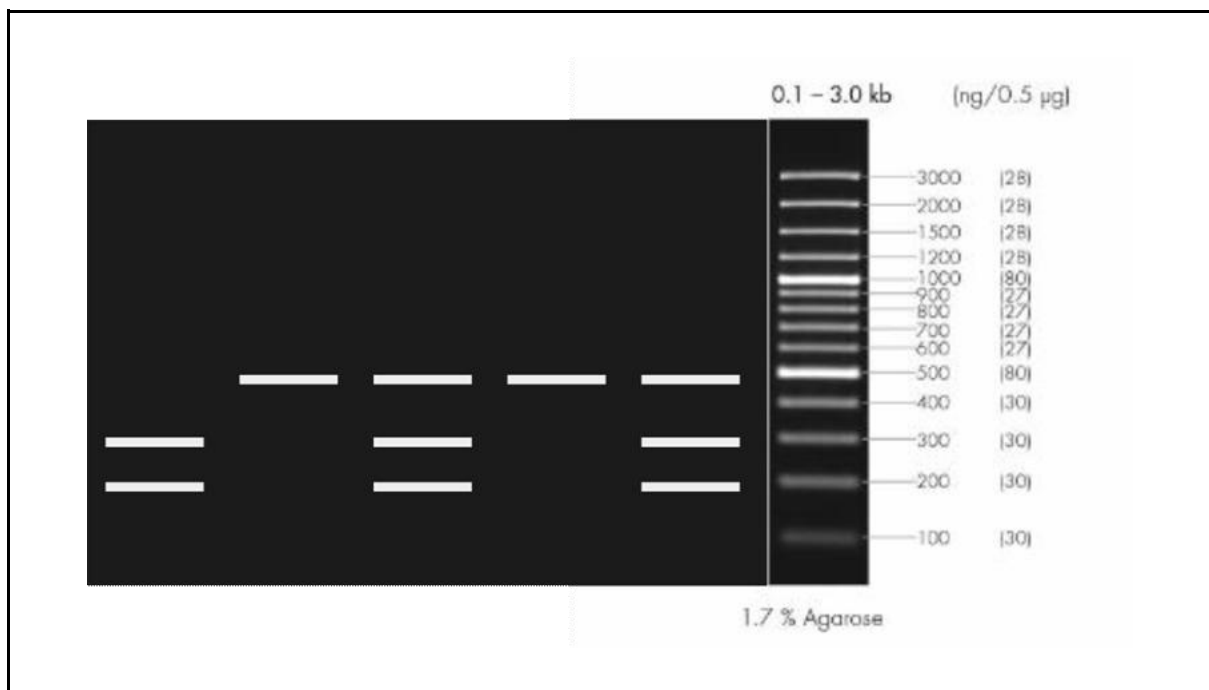
Засчитывался любой верный способ подсчёта.

Отсюда при наступлении равновесия по закону Харди-Вайнберга частота белоплодных (aa) составит $4/81$, розовоплодных (Aa) - $28/81$, красноплодных (AA) - $49/81$.

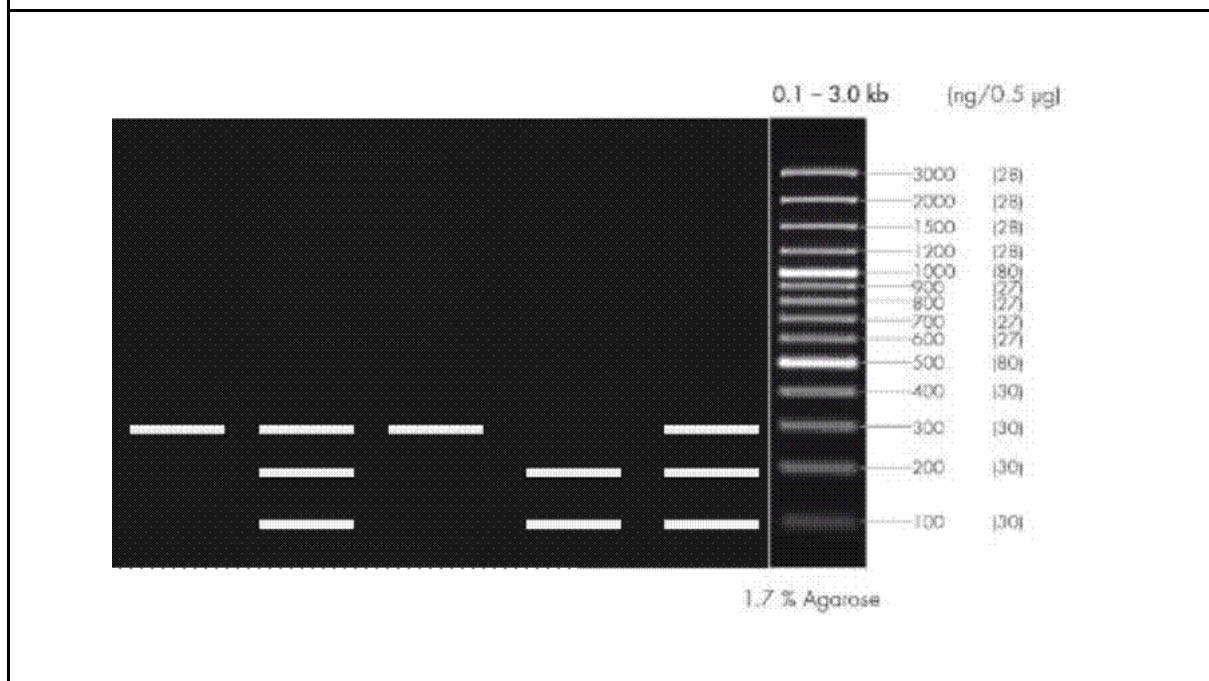
Задание 3

Семейная пара имеет троих детей. Определите группы крови всех членов семьи и их генотипы, исходя из данных рестрикционного анализа амплификатов гена I, если известно, что рестриктаза KpnI узнает последовательность амплификата аллеля I^0 в одном сайте. Рестриктаза AluI узнает последовательность аллеля I^B также в одном сайте. Результаты рестрикционного анализа представлены на двух отдельных электрофореграммах, где первые две дорожки (слева направо) – родители, остальные – дети. Объясните, что отображено на электрофореграммах.

Определите кому из детей отец не приходится биологическим.



Электрофореграмма продуктов рестрикционного анализа последовательности гена I по сайту KpnI



Электрофореграмма продуктов рестрикционного анализа последовательности гена I по сайту AluI

Решение:

Основываясь на данных электрофореграмм, участник должен был определить группы крови и генотипы родителей и детей.

Слева направо:

Отец - $I^O I^O$; Мать - $I^A I^B$; Ребенок 1 - $I^A I^O$; Ребенок 2 - $I^B I^B$; Ребенок 3 - $I^B I^O$

Ребенок 2 не является родственником отца, т.к. он гомозиготен по аллелю I^B , а это невозможно, если у отца группа крови $I(0)$.

Задание 4

Ниже приведены последовательности нескольких аллелей гена А.[1] Дефисы (символы “-”) не обозначают ничего (на месте дефиса нет нуклеотида) и нужны для выравнивания последовательностей друг относительно друга. Например, ТТ-ЦА-АЦА это ТТЦААЦА. Аллель А - это исходный аллель дикого типа.

А 3' - ТАЦТТААГЦГ - ТАТТЦААЦАГЦГАТГАТТАЦАГТЦЦАГЦТГТГАТТЦЦГЦТЦ - 5'

а1 3' - ТАЦТТААГЦГ - ТАТТЦААЦАГЦ - АТГАТТАЦАГТЦЦАГЦТГТГАТТЦЦГЦТЦ - 5'

а2 3' - ТАЦТТААГЦГТТАТТЦААЦАГЦГАТГАТТАЦАГТЦЦАГЦТГТГАТТЦЦГЦТЦ - 5'

а3 3' - ТАЦТТААТЦГ - ТАТТЦААЦАГЦГАТГАТТАЦАГТЦЦАГЦТГТГАТТЦЦГЦТЦ - 5'

а4 3' - ТАЦТТААТЦГ - ТАТТЦААЦАГЦГАТГАТТАЦАГТЦГАГЦТГТГАТТЦЦГЦТЦ - 5'

а5 3' - ТАЦТТААТЦГ - ТАТТЦААЦАГЦГАГГАТТАЦАГТЦЦАГЦТГТГАТТЦЦГЦТЦ - 5'

[2]

Используя таблицу генетического кода, запишите аминокислотную последовательность белкового продукта аллеля А, соответствующую нуклеотидной. Найдите, какие мутации произошли в аллелях а1-а5 по сравнению с диким типом. Как это отразилось на последовательности полипептида? Ответ необходимо оформить в виде таблицы с тремя столбцами: аллель (а1-а5), тип мутации в ДНК (замена нуклеотида, инсерция, делеция и т.п.), последовательность аминокислот в пептиде.

Таблица генетического кода (ДНК)

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	А	Г	Т	Ц	
А	Фен	Сер	Тир	Цис	А
	Фен	Сер	Тир	Цис	Г
	Лей	Сер	—	—	Т
	Лей	Сер	—	Три	Ц
Г	Лей	Про	Гис	Арг	А
	Лей	Про	Гис	Арг	Г
	Лей	Про	Глн	Арг	Т
	Лей	Про	Глн	Арг	Ц
Т	Иле	Тре	Асн	Сер	А
	Иле	Тре	Асн	Сер	Г
	Иле	Тре	Лиз	Арг	Т
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Ц
Ц	Вал	Ала	Асп	Гли	А
	Вал	Ала	Асп	Гли	Г
	Вал	Ала	Глу	Гли	Т
	Вал	Ала	Глу	Гли	Ц

Решение:

Участник должен был представить таблицу:

А	МетАспСерГисЛизЛейСерЛейЛейМетСерГлиАргГисСТОП	дикий тип
а1	МетАспСерГисЛизЛейСерТирСТОП	делеция гуанина, сдвиг рамки считывания, миссенс мутация Лей- Тир, нонсенс
а2	МетАспСерГлнСТОП	инсерция тимина, сдвиг рамки считывания, миссенс Гис-Глн, нонсенс
а3	МетАспСТОП	замена Г на Т - нонсенс
а4	МетАспСТОП	замена Г на Т - нонсенс замена Ц на Г
а5	МетАспСТОП	замена Г на Т - нонсенс замена Т на Г

Баллы могли быть снижены за неполные данные.