

Московская олимпиада школьников. Генетика. 9 класс.

Дистанционный этап, 2024/25

23 ноя 2024 г., 10:00 — 25 ноя 2024 г., 22:00

Часть 1

Вам предлагаются задания с выбором одного верного ответа.

№ 1

1 балл

Миодистрофия Дюшенна – это X-сцепленное рецессивное заболевание, проявляющееся в слабости мышц, затруднениях при движениях с детского возраста, прогрессирующих с течением времени. Какова вероятность рождения больного мальчика в браке здорового мужчины со здоровой женщиной, отец которой болел миодистрофией Дюшенна, а мать была здоровой и не являлась носителем рецессивного аллеля.

☐ а) 0%

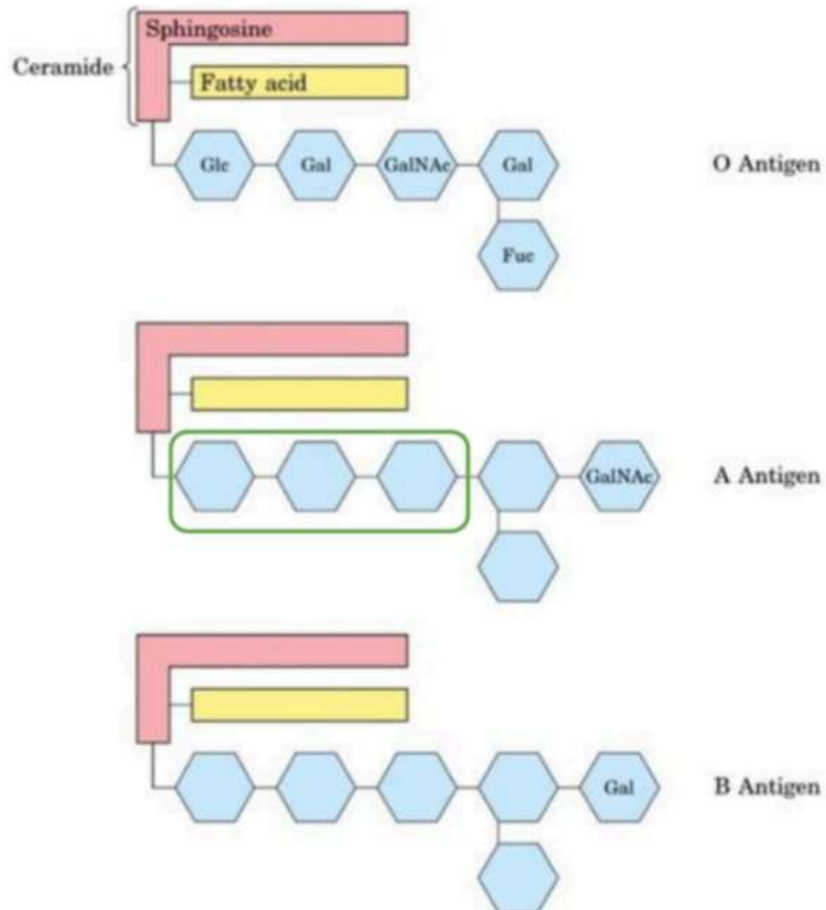
☐ б) 12,5%

☒ в) 25%

☐ г) 50%.

1 балл

Бомбейский феномен – вид неаллельного взаимодействия гена *h* с генами, отвечающими за синтез агглютиногенов группы крови системы ABO на поверхности эритроцитов. Рецессивная гомозигота *hh* не имеет на эритроцитах базовых сахаров (обведены зеленой рамкой), из-за чего не могут присоединиться сахара, отвечающие за принадлежность к A/B-антигенам. У отца с IV группой (AB) крови и матери с II группой (A) уже есть один ребенок с III группой крови (B), какая вероятность рождения ребенка с II группой крови, если и отец, и мать гетерозиготы по гену *H*?

☒ а) 3/8☐ б) 1/8☐ в) 1/2☐ г) 3/4

№ 3

1 балл

Окраска венчика лилии обеспечивается неким пигментом. Существуют 2 независимых пути синтеза этого пигмента. Ген А кодирует фермент первого пути синтеза, а ген В – второго. Венчик имеет цвет, если работает хотя бы один из этих путей. У рецессивных гомозигот по генам А и В синтезируется неактивный фермент, в ином случае синтезируется рабочий. Какое будет наблюдаться расщепление по фенотипу при скрещивании двух дигетерозигот?

☐ а) 9:3:3:1☒ б) 15:1☐ в) 3:1☐ г) 12:3:1**№ 4**

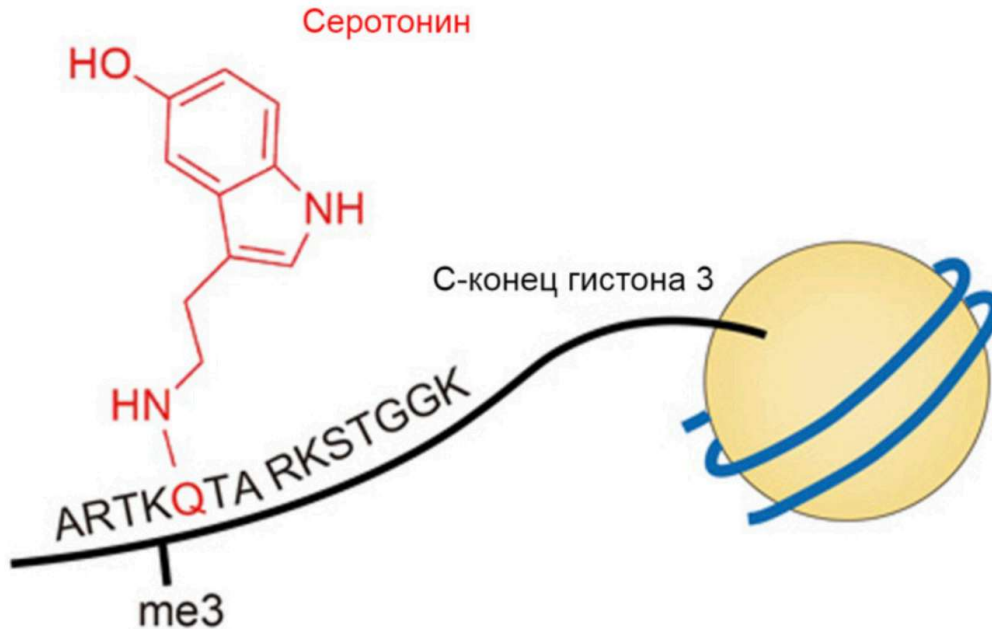
1 балл

Генетический код митохондрий несколько отличается от ядерного. Так, UGA, являющийся стоп-кодонам в ядерном генетическом коде, в митохондриях кодирует аминокислоту триптофан. Исключением из какого известного со школы свойства генетического кода является описанная особенность митохондриального генетического кода?

☐ а) Триплетность☐ б) Вырожденность☒ в) Универсальность☐ г) Однозначность

1 балл

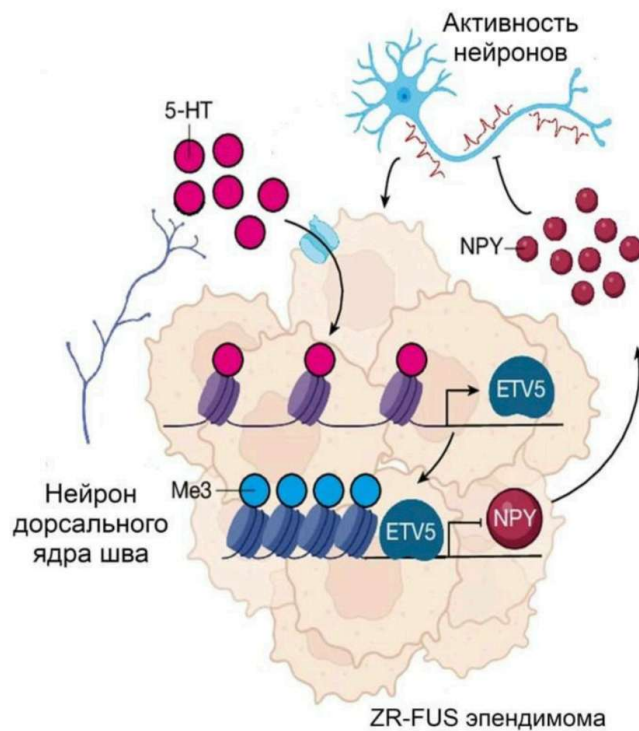
Гистоны – основные белки, которые участвуют в упаковке ДНК в ядре и регуляции ее функций. ДНК наматывается на гистоны, образуя нуклеосомы. Аминокислотные остатки гистонов могут модифицироваться, что регулирует активность ДНК. Известны самые распространенные модификации: метилирование, ацетилирование, убиквитинирование. Рассмотрите картинку и выберите неверное утверждение.



- ☐ а) В состав гистонов входит много положительно-заряженных аминокислот
- ☐ б) Помимо метилирование, ацетилирования и убиквитинилирования, иногда может встречаться серотонилирование (присоединение серотонина)
- ☒ в) Чтобы гены активно экспрессировались ДНК должна быть плотно упакована (накручена на гистоны)
- ☐ г) Гистон на картинке был метилирован по лизину (K)

1 балл

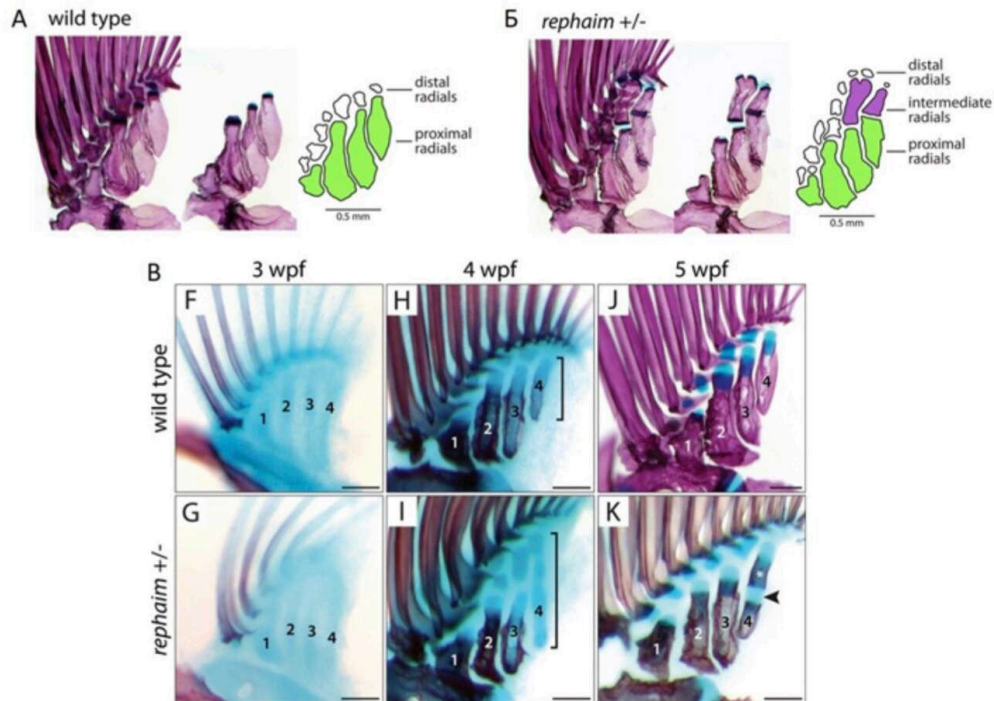
Серотонин (5-НТ, 5-гидрокситриптамин) участвует в контроле роста опухолей головного мозга, например эпендимомы. На схеме представлена схема влияния серотонина. ETV5 – это транскрипционный фактор, который влияет на экспрессию нейропептида Y (NPY). В отсутствие нейропептида Y повышается активность нейронов, которая стимулирует дальнейший рост опухоли. Стрелки с тупыми концами означают ингибирование. Рассмотрите рисунок и выберите неверное утверждение.



- ☒ а) Для роста опухоли клетки эпендимомы выделяют серотонин, в то время как остальные нейроны перестают его синтезировать.
- ☐ б) Если восстановить экспрессию NPY, то можно притупить нейронную гиперактивность и снизить рост эпендимомы.
- ☐ в) Серотонин опосредованно стимулирует рост опухоли.
- ☐ г) Серотонин связывается с гистонами.

1 балл

Ученые выяснили, что мутации в некотором гене влияют на строение грудных плавников рыб. На рисунке изображена анатомия и ход развития скелета плавника у рыб с «диким типом» (wild type) и у мутантов (rephaim). Wpf – это weeks post fertilization, то есть недели после оплодотворения. Зеленым выделены проксимальные радиалии (proximal radials). Сиреневым показаны новообразованные вставочные радиалии (intermediate radials). Рассмотрите рисунок и выберите верное утверждение.



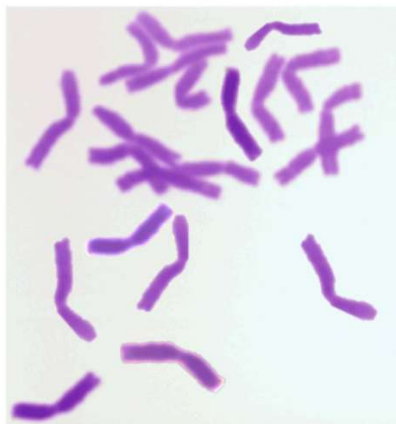
- ☐ а) Мутация в гене ведет к упрощению строения конечности
- ☐ б) На 4 неделе после оплодотворения уже можно увидеть окостеневшие вставочные радиалии
- ☐ в) Фиолетовым цветом окрашены хрящи, а голубым – кости
- ☒ г) На месте стрелки скорее всего сформируется сустав

1 балл

Исследователи получили изображение хромосом в ядре тополя бальзамического, которое взяли из клеток мезофилла примордия, и подсчитали их количество (клетка А). Рассмотрите изображение хромосом из другой клетки тела тополя (клетка Б). Ядро какой клетки может быть представлено на этом изображении?



Клетка А



Клетка Б

- ☒ а) эндосперма
- ☐ б) корневого волоска
- ☐ в) микроспороцита
- ☐ г) антиподы семязачатка

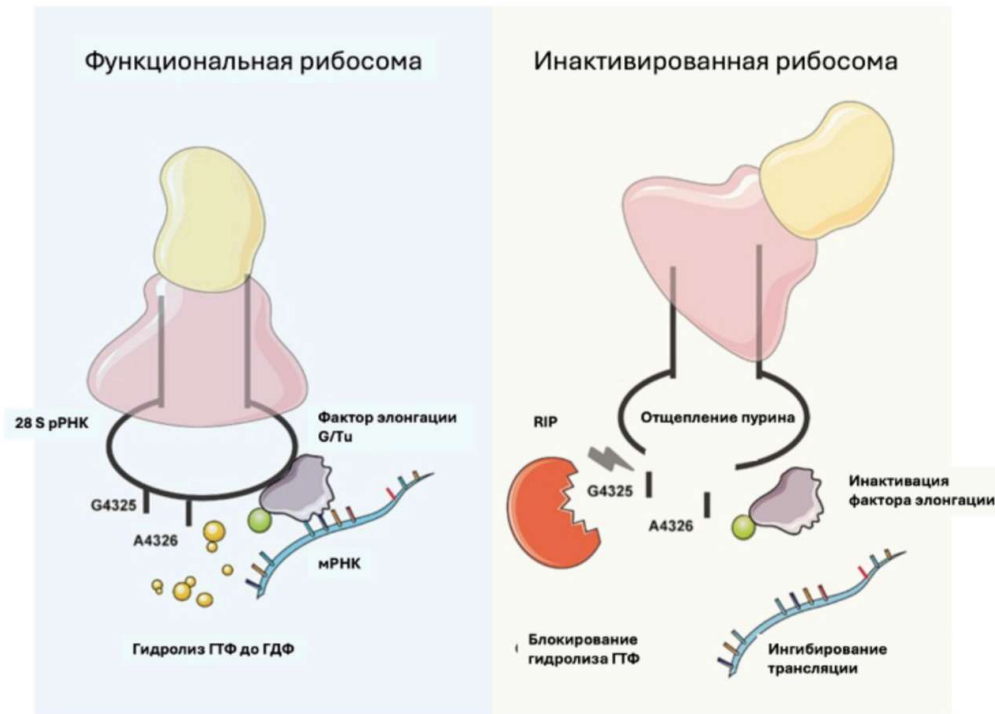
1 балл

В хлоропластный геном *Arabidopsis thaliana* вставили ген OLR (OverLightResistant — устойчивый к яркому свету), который имеет конститутивный прокариотический промотор. Хлоропласты у *A. thaliana* наследуются по материнской линии. Белок OLR перемещается в ядро и активирует экспрессию гена каталазы CAT1-1. В популяции *A. thaliana* обнаружено два аллеля CAT1-1 и CAT1-2, взаимодействующие по принципу кодоминирования. Белок OLR повышает экспрессию каталазы CAT1-1 и обеспечивает устойчивость растений к прямым солнечным лучам. Растения дикого типа в таких условиях получают солнечные ожоги и погибают. Какая доля потомков от скрещивания женского растения CAT1-1/CAT1-2OLR и мужского растения CAT1-1/CAT1-2дикий тип окажется устойчивой к яркому освещению?

☒ а) 1☐ б) 0,75☐ в) 0,5☐ г) 0

1 балл

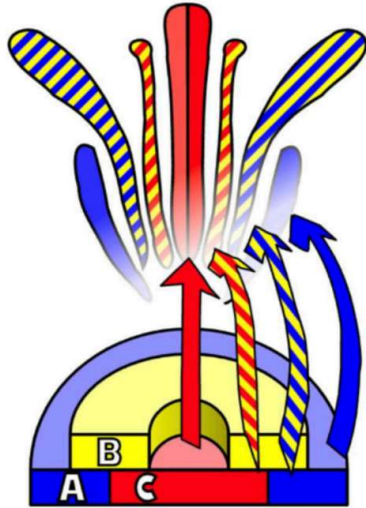
Касторовое масло содержит белковый токсин, блокирующий трансляцию. Его называют Ribosome-Inactivating Protein (RIP). Изучите схему механизма действия белка RIP и выберите верное утверждение.



- ☒ а) RIP не окажет ингибирующего воздействия на бактериальную рибосому.
- ☐ б) RIP оказывает токсическое действие на клетки эукариот только в G1-фазу клеточного цикла.
- ☐ в) Ферментные системы клетки эукариота могут снова присоединить пурин в петле 28S рРНК.
- ☐ г) Воздействие токсина RIP оказывается тканеспецифичным в организме млекопитающих.

1 балл

Развитие цветка у *Arabidopsis thaliana* можно описать ABC-моделью. Согласно этой модели три группы генов, кодирующих транскрипционные факторы, взаимодействуют друг с другом и определяют развитие органов цветка. В наружном круге частей цветка экспрессируются гены класса А, там развиваются чашелистики. Во втором круге совместно работают гены классов А и В, там развиваются лепестки. Развитие третьего круга — тычинок — контролируется классами генов А и С. Образование плодolistиков происходит при наличии генов класса С.



Рассмотрите фенотип цветка дикого типа (Wild-type) и мутанта *agamous*. К какому классу транскрипционных факторов относится продукт гена *AGAMOUS*?



- ☐ а) А-класс
- ☐ б) В-класс
- ☒ в) С-класс
- ☐ г) ни к одному из перечисленных

1 балл

Рассмотрите организм, приведенный на микрофотографии. Сколько типов органоидов этого организма содержат ДНК?



☐ а) 0

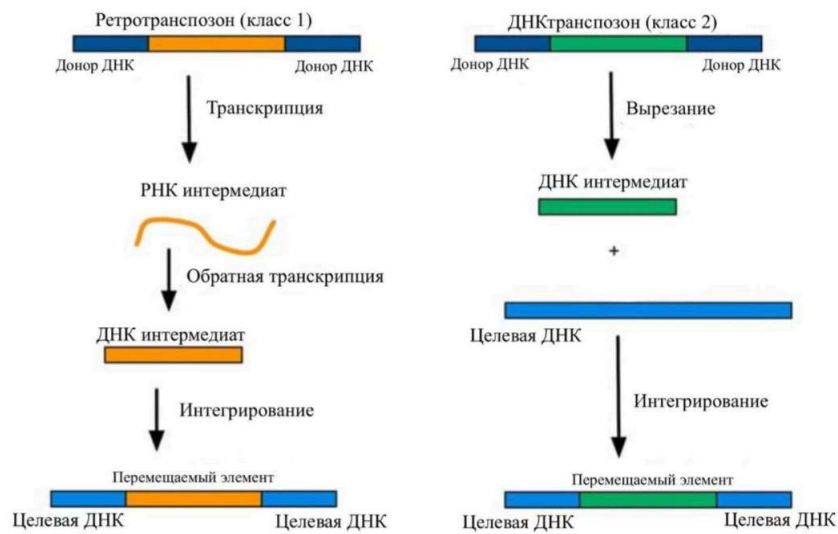
☐ б) 1

☐ в) 2

☒ г) 3

1 балл

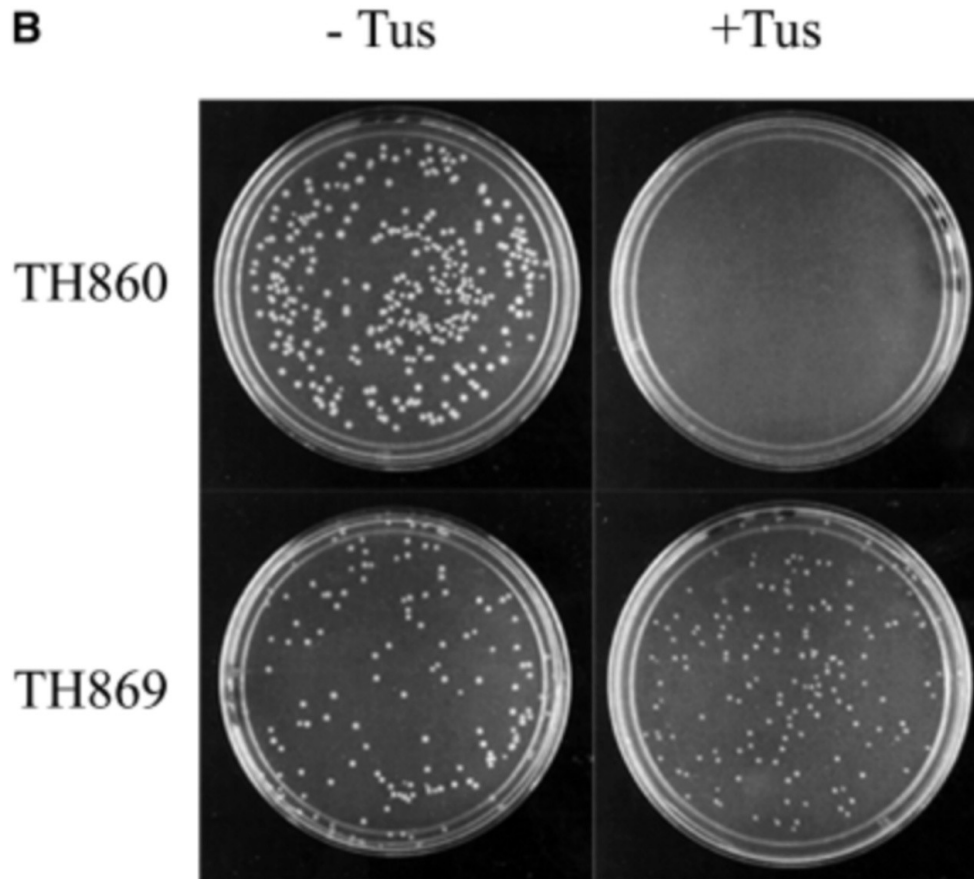
Транспозоны эукариот подразделяют на ретротранспозоны и ДНК-транспозоны. Рассмотрите картинку с механизмом их действия и выберите верное утверждение.



- ☐ а) Для перемещения ДНК транспозонов нужна обратная транскриптаза
- ☒ б) После того как ДНК транспозон покидает ген, образовавшийся пробел может быть неправильно восстановлен.
- ☐ в) Обратная транскриптаза является РНК-зависимой-РНК-полимеразой
- ☐ г) Обратная транскриптаза является ДНК-зависимой-РНК-полимеразой

1 балл

В клетках двух различных бактериальных линий (TH860 и TH869) был нокаутирован (выключен) ген Tus. Далее бактерии были трансформированы плазмидой, содержащей ген Tus, экспрессия которого активируется при наличии в среде арабинозы. Затем клетки были посажены на твердую среду с различным составом. Ниже на картинке вы видите результаты инкубирования клеток данных линий (белые точки – это выросшие бактериальные колонии). –Tus – белок Tus не экспрессируется, +Tus – белок экспрессируется. Рассмотрите картинку и выберите верное утверждение.



- ☐ а) Экспрессия Tus не влияет на рост клеток линии TH860
- ☐ б) В правом ряду инкубирование клеток производилось на среде без арабинозы
- ☒ в) Если заблокировать способность клеток поглощать арабинозу из среды, клетки обеих линий не будут экспрессировать белок Tus
- ☐ г) На основании результатов эксперимента можно однозначно сделать вывод, что клетки линии TH869 не способны синтезировать белок Tus

№ 15

1 балл

Количественный признак наследуется по типу кумулятивной полимерии. При скрещивании организмов гетерозиготных по всем генам, обуславливающим развитие признака, исследователь получил расщепление 1:4:6:4:1. Какое количество генов обуславливает данный признак?

☒ а) 2

☐ б) 4

☐ в) 6

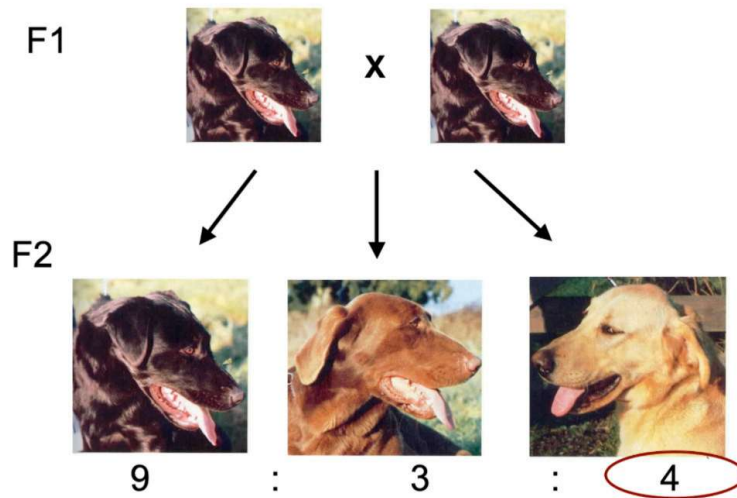
☐ г) нет верного варианта ответа

Часть 2

Вам предлагаются задания с множественным выбором верного ответа.

2.5 балла

Скращивание дигомозиготных лабрадоров-ретриверов по генам окраски приводит к расщеплению в F2 как показано на рисунке. Окраска шерсти определяется генами В и Е.



Какие комбинации аллелей генов В и Е приведет к образованию лабрадора с шерстью золотого (жёлтого) цвета?

☐ а) BBEE☐ б) BbEe☒ в) BBee☒ г) Bbee☒ д) bbee

2.5 балла

Смолёвка широколистная (*Silene latifolia*) является двудомным растением с мужскими и женскими цветками на разных особях. Система определения пола у смолёвки описывается XY-системой, мужские растения являются гетерогаметным полом. В популяции смолёвки преобладают женские растения в связи с пониженной жизнеспособностью пыльцевых зёрен, несущих Y-хромосому (скрещивание 1). Y-хромосома имеет два локуса. Первый локус, называемый FEMALE FLOWER SUPPRESSION (FFS), блокирует формирование плодolistиков. Второй локус, ANTHHER DEVELOPMENT (AD), запускает формирование тычинок. Пыльца растений дикого типа была облучена гамма-излучением и использована для опыления женского растения дикого типа. Среди полученных потомков были найдены мутанты *bsx10*, являющиеся обоеполыми растениями. С мутантами *bsx10* были проведены скрещивания 2–4 для установления характера наследования мутации. Какие из представленных ниже утверждений являются верными?

Скрещивание 1

P: ♀ Дикий тип, женское растение × ♂ Дикий тип, мужское растение

F₁: 65% женские растения, 35% мужские растения

Скрещивание 3

P: ♀ Дикий тип, женское растение × ♂ *bsx10* обоеполое

F₁: 100% женские растения

Скрещивание 2

P: ♀ *bsx10* обоеполое × ♂ *bsx10* обоеполое

F₁: 80% женские растения, 20% обоеполые

Скрещивание 4

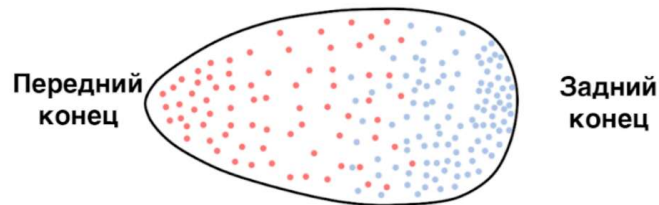
P: ♀ *bsx10* обоеполое × ♂ Дикий тип, мужское растение

F₁: 83% женские растения, 5% обоеполые растения, 42% мужские растения

- ☐ а) В результате гамма-облучения в Y-хромосоме произошла мутация в локусе AD, которая приводит к блокированию развития тычинок.
- ☐ б) Можно предположить, что мутация является рецессивной и локализована на X-хромосоме.
- ☐ в) Мутация является рецессивной и может быть расположена на аутосоме.
- ☒ г) Мутация локализована в FFS локусе на Y-хромосоме, и в скрещивании 2 яйцеклетки материнского растения, получившие мутантную Y-хромосому, оказались нежизнеспособными.
- ☒ д) Самоопыление обоеполых растений, гибридов F₁ из скрещивания 2, даст такое же расщепление по признаку пола, как и в скрещивании 2.

2.5 балла

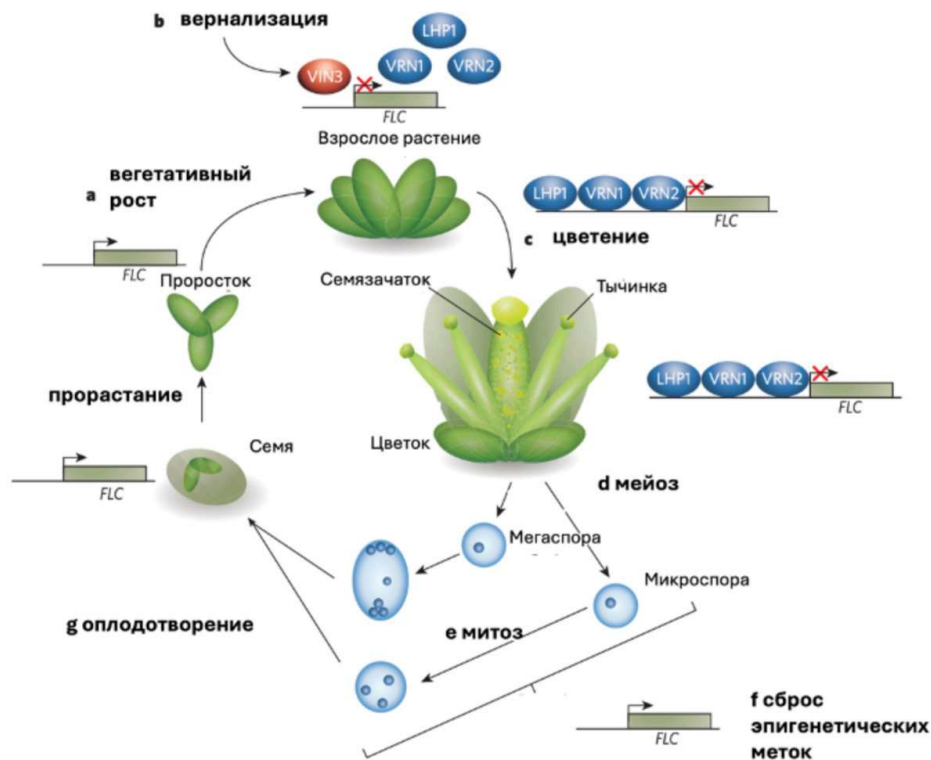
Значительную роль в закладывании будущих осей симметрии многих позвоночных животных играют гены, экспрессирующиеся в ооцитах, продукты которых накапливаются в цитоплазме до оплодотворения. На рисунке показан градиент мРНК и белков двух генов: *bicoid* (лососевый цвет) и *nanos* (цвет голубого неба), концентрации которых опосредованно определяют положение передне-задней оси у мушки дрозофилы. Выберите верные утверждения:



- ☐ а) Так как продукты этих генов накапливаются в цитоплазме, скорее всего, эти гены представлены одной копией в геноме
- ☒ б) Направление осей симметрии может зависеть от места проникновения сперматозоида, так как его проникновение может обуславливать перераспределение продуктов в яйцеклетке
- ☐ в) При возникновении мутаций, приводящих к полному отсутствию функциональности продуктов этих генов, расщепление потомков по фенотипу можно будет наблюдать только через поколение
- ☐ г) Можно ожидать, что продукты этих генов всегда избирательно блокируют рибосомы
- ☒ д) Продукты этих генов остаются активными после дробления яйцеклетки

2.5 балла

Регуляция времени запуска цветения у крестоцветных осуществляется по эпигенетическому механизму. Ген *FTL* (*Flowering Locus T*) экспрессирует транскрипционный фактор, который ингибирует цветение. Белок *FTL* репрессирует пул генов, ответственных за формирование цветка. Вернализация, то есть охлаждение растения до момента цветения, приводит к тому, что на промоторе гена *FTL* собирается комплекс из трёх белков — *LHP1*, *VRN1* и *VRN2*. Они обеспечивают плотную упаковку хроматина, где расположен ген *FTL*, и метилирование промотора этого гена. Эти транскрипционные факторы блокируют экспрессию *FTL* на протяжении всей жизни организма. Запуск цветения у такого растения будет происходить благодаря сигналам от фоторецепторов. У следующего поколения комплекс белков *LHP1*, *VRN1* и *VRN2* снимается, хроматин расплетается, а метиловые метки снимаются, что восстанавливает экспрессию белка *FTL*. Рассмотрите схему ингибирования работы *FTL* в течение жизненного цикла *Arabidopsis thaliana*. Выберите верные утверждения.



- ☐ а) Вернализированное материнское растение, оплодотворённое невернализированным отцовским растением, даст расщепление в потомстве по признаку задержки цветения.
- ☒ б) Растения *A. thaliana*, которые будут получены из культуры клеток вернализированной особи, будут зацветать только благодаря сигналам от фоторецепторов.
- ☒ в) Мутация с потерей функции в белках комплекса *LHP1-VRN1-VRN2* приведёт к задержке цветения после потепления в отличие от растений дикого типа, которые зацветут сразу после наступления тепла.
- ☒ г) Мутация в гене *FTL* с потерей функции белка может привести к зацветанию на стадии проростка.

☒ д) В ядре микроспоры содержится одна копия гена FLT.

№ 5

2.5 балла

В ходе сборки генома одного байкальского бокоплава вы получили последовательность размером ~500 тысяч пар нуклеотидов. Вы предполагаете, что это может быть часть генома некой бактерии, случайно попавшей в пробу при выделении ДНК. Как вы можете проверить, является ли данная последовательность бактериальной?

☒ а) Если последовательность бактериальная, то возможно он будет заметно отличаться по GC-составу от остальных последовательностей, принадлежащих в основном вашему бокоплаву

☒ б) Можно обратиться к базам данных, в которых хранятся последовательности ДНК известных организмов, и попытаться найти там последовательности, похожие на искомую последовательность

☐ в) Если для этой последовательности выполняется первое правило Чаргаффа, то она скорее всего бактериальная

☐ г) Можно попытаться найти в этой последовательности участки, кодирующие белок. Если найдется хотя бы один, то она точно бактериальная

☐ д) Если в предполагаемой бактериальной последовательности найдется хотя бы один интрон, тогда её точно можно считать бактериальной.

Часть 3

Вам предлагаются задания со свободным ответом

№ 1

4 балла

Признак цвета лепестков лилии наследуется по типу кумулятивной полимерии (каждый доминантный аллель каждого гена вносит определенный вклад в проявление признака). Вы выяснили, что за цвет лепестков линии ответственны 6 генов, причём цвет варьируется от белых цветков до ярко-красных. Сами же растения лилии диплоидны.

Сколько фенотипов вы ожидаете увидеть в F1 при скрещивании белой лилии с ярко-красной?

1

Сколько фенотипов вы ожидаете увидеть в F2 при скрещивании белой лилии с ярко-красной?

13

6 баллов

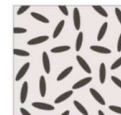
Цвет шерсти у кошек зависит от взаимодействия нескольких генов. Окрас определяется распределением 2 типов пигментов: эумеланина (черно-коричневый) и феумеланина (желто-оранжевый). Эти пигменты синтезируются из одного предшественника ферментами, закодированными двумя разными генами. Фермент приводящий к образованию феумеланина закодирован в X-хромосоме. Ген имеет 2 аллеля: О – доминантный аллель, ответственный за синтез пигмента (при наличии данного белка практически весь предшественник переходит в феумеланин), о – феумеланин не синтезируется. Ген ответственный за синтез эумеланина расположен в соматической хромосоме и имеет 3 аллеля, которые определяют форму гранул пигмента при полимеризации и их расположение в волоске: В – гранулы почти круглые, расположены близко; b – гранулы овальные, отдалены друг от друга bl – гранулы удлинённые, еще больше разнесены



ЧЕРНЫЙ



ШОКОЛАДНЫЙ



ЦИНАМОН

Помимо этого еще 1 аутосомный ген определяет “разбавление” пигмента при отложении в волоске. Доминантный аллель (D) приводит к блеклому цвету шерсти, за счет меньшего количества гранул пигмента. Разбавление черного цвета приводит к формированию голубой окраски, шоколадного – к лиловой, цинамон – к окраске фавн, рыжего – к кремовой.



Формирование полос на теле кодируется геном Агути, который имеет 2 аллеля: доминантный, который приводит к формированию темных и светлых полос на волосе, и а – гипермеланистичный формирующий однотонный волос. На рисунке изображена родословная пары родителей (P2). Для получения данных кота и кошки были использованы чистопородные родители (P1, характеристики породы указаны на схеме). В первом скрещивании от данных кота и кошки (P2) были получены 5 котят, 2 из которых: полосатый кот окраски цинамон и полосатый кот лиловой окраски. Изучите схему скрещивания и ответьте на вопросы. Ответ укажите в процентах и округлите до тысячных (например, 1,528%)



С какой вероятностью в потомстве от данной кошки с котом будут получены полосатые кошки лилового окраса?

0

С какой вероятностью в потомстве от данной кошки с котом будут получены полосатые коты окраса фавн?

3.125

№ 3

7 баллов

У кроликов имеется серия множественных аллелей окраски. Аллель серой окраски (A) доминирует над аллелями гималайской окраски (ah) и альбинизма (a). Аллель гималайской окраски доминирует над аллелем альбинизма. Скрестили чистопородную крольчиху с гималайской окраской и длинной шерстью и кролика-альбиноса с короткой шерстью. Все потомки были с длинной шерстью гималайской окраски. Ответьте на вопросы.

Какую долю в потомстве составят кролики-альбиносы с короткой шерстью при анализирующем скрещивании крольчихи из первого поколения? Дайте численный ответ в процентах.

25

Какую долю в потомстве составят серые кролики с длинной шерстью при скрещивании крольчихи из первого поколения с серым длинношёрстным дигетерозиготным кроликом, полученным от кролика-альбиноса? Дайте численный ответ в процентах, округлив ответ до сотых.

37.50

Какую долю в потомстве составят кролики-альбиносы с короткой шерстью при скрещивании крольчихи из первого поколения с серым длинношёрстным дигетерозиготным кроликом, полученным от кролика-альбиноса? Дайте численный ответ в процентах, округлив ответ до сотых.

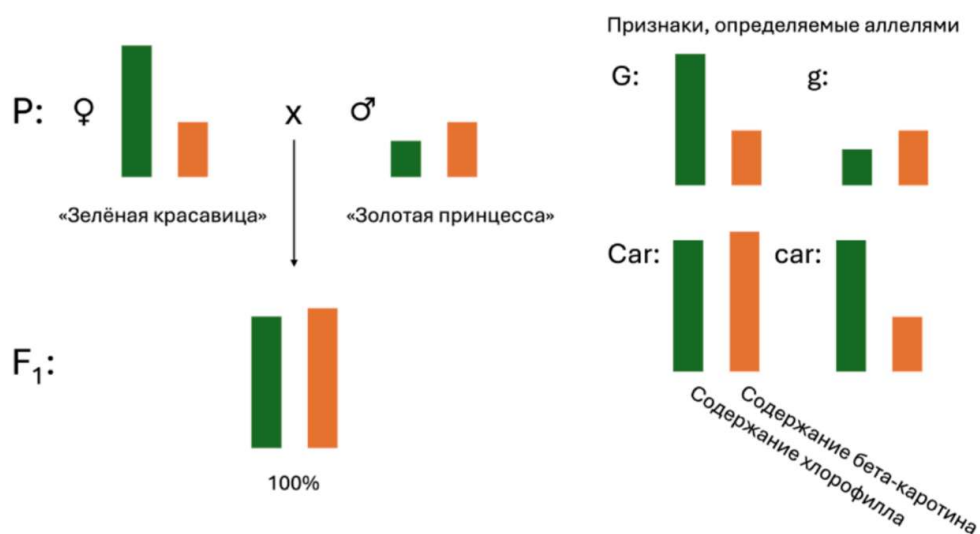
6.25

5 баллов

В ядерном геноме пшеницы локализован аллель *G*, который отвечает за развитие зелёных хлоропластов с нормальным количеством хлорофилла и бета-каротина. Рецессивная мутация *g* приводит к формированию жёлтых хлоропластов с уменьшенным количеством хлорофилла. Аллель *G* полностью доминирует над *g*.

В генотипе *GG* всегда развивается нормальное соотношение хлорофилла и бета-каротина, а в генотипе *gg* — бета-каротин преобладает над хлорофиллом. В гетерозиготе *Gg* окраска хлоропласта определяются геном *Car* в хлоропластном геноме. Аллель *Car* отвечает за избыточный синтез бета-каротина, в то время, как рецессивный аллель *car* имеет нормальное количество пигмента. Хлоропластные гены наследуются по материнской линии.

Селекционер растений решил скрестить две чистые линии двух сортов пшеницы — «Зелёной красавицы» с зелёными хлоропластами и «Золотой принцессы» с жёлтыми хлоропластами. Полученные гибриды первого поколения были самоопылены. На схеме скрещивания столбчатые диаграммы обозначают концентрацию хлорофилла и бета-каротина в хлоропластах растений.



Как называется вариант взаимодействия генов *G* и *Car*?

- ☐ а) кодоминирование
- ☐ б) доминантный эпистаз
- ☐ в) рецессивный эпистаз
- ☒ г) кумулятивная полимерия

Вычислите долю растений во втором поколении с таким же фенотипом, как у материнского растения в первом скрещивании. В ответе впишите целое или десятичное число.

0.25

Какие аллели гена *Car* несут гетерозиготы по гену *G* во втором поколении? Выберите верный ответ.

- ☒ а) только *Car*

☐ б) car

☐ в) Car и car