

Московская олимпиада школьников. Генетика. 11 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

Представьте, что вы исследуете некоторый биохимический путь синтеза окрашенного соединения. Для полного синтеза нужны функциональные ферменты А и В. При этом интермедиат процесса – вещество 2 обладает цветом, отличным от цвета вещества 3. Аллели А и В отвечают за функциональные ферменты и являются полностью доминантными по отношению к рецессивным аллелям а и в, которые отвечают за нефункциональные ферменты. Каким будет фенотипическое соотношение потомства между двумя дигибридными организмами АаВв × АаВв?

Вещество 1 $\xrightarrow{\text{Фермент А}}$ Вещество 2 $\xrightarrow{\text{Фермент В}}$ Вещество 3

☒ а) 9:3:4

☐ б) 9:3:3:1

☐ в) 15:1

☐ г) 12:3:1

№ 2

1 балл

Каким типом мутации характеризуется Синдром Патау (трисомия по 13 хромосоме)?

☐ а) Хромосомная мутация типа транслокации

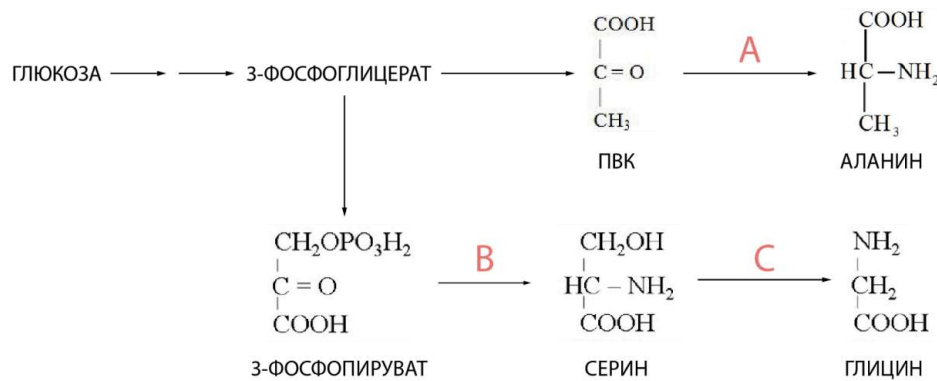
☐ б) Хромосомная мутация типа дупликации

☒ в) Анеуплоидия

☐ г) Полиплоидия

1 балл

У некоторых гапло-диплобионтных дрожжей синтез заменимых аминокислот из глюкозы происходит по схеме на рисунке. В лабораторных условиях были получены гаплоидные штаммы дрожжей, мутантные по генам А, В и С (каждый штамм несет мутантный аллель только одного из генов). Такие штаммы ауксотрофны, то есть растут только на среде с содержанием определенных аминокислот. Штаммы попарно (П1 – мутантные по А и В, П2 – мутантные по А и С, П3 – мутантные по В и С) рассадили на среду, содержащую все три аминокислоты и дали сформировать диплоидное, а затем гаплоидное поколение. Выберите верное утверждения, если гены А, В и С наследуются независимо.



- ☐ а) На среде, содержащей из аминокислот только серин, вырастет 1/4 гаплоидного поколения П3
- ☒ б) На среде, содержащей из аминокислот только глицин, вырастет 1/4 гаплоидного поколения П1
- ☐ в) На среде, содержащей из аминокислот только серин, вырастет 1/2 гаплоидного поколения П2
- ☐ г) На среде, содержащей из аминокислот только аланин и глицин, вырастет 1/8 гаплоидного поколения П1

№ 4

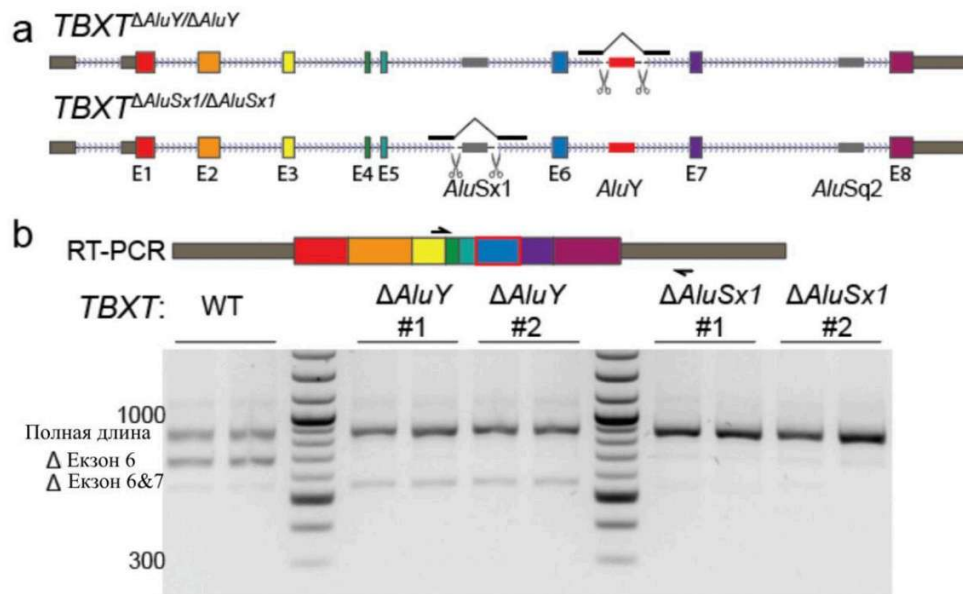
1 балл

Выберите верное утверждение о материнском эффекте:

- ☐ а) Расщепление потомства по фенотипу не зависит от перестановки генотипов и полов родительских особей
- ☐ б) Существует из-за наличия эпигенетических меток, зависящих от пола организма
- ☐ в) Не встречается среди позвоночных животных
- ☒ г) Проявляется преимущественно до среднебластульного перехода (до активации собственного генома зародыша)

1 балл

TBXT — это фактор транскрипции, который отвечает за формирование хвоста. Элемент Alu – это эволюционировавшая мобильная ДНК, которая есть исключительно у приматов. Два Alu-элемента могут спариваться, образуя шпильку, что способствует альтернативному сплайсингу, который приводит к вырезанию 6 экзона. Такая альтернативная форма встречается у человека и человекообразных обезьян, у которых отсутствует хвост. На рисунке b изображен электрофорез ПЦР-продуктов транскриптов TBXT дикого типа (+/+), TBXT с вырезанным Alu-повтором AluY, TBXT с вырезанным Alu-повтором AluSx1. Цветные прямоугольники на схеме – это экзоны E1–E8. Рассмотрите картинку и выберите неверное утверждение.



- ☐ а) У клеток с TBXT дикого типа может вырезаться как только 6 экзон, так и пара 6–7 экзон
- ☐ б) Alu-повтор AluY нужен для вырезания 6 экзона
- ☒ в) Alu-повтор AluY нужен для вырезания 7 экзона
- ☐ г) Можно предположить, что AluSx1 может спариваться с AluSq2, что приводит к альтернативному сплайсингу

1 балл

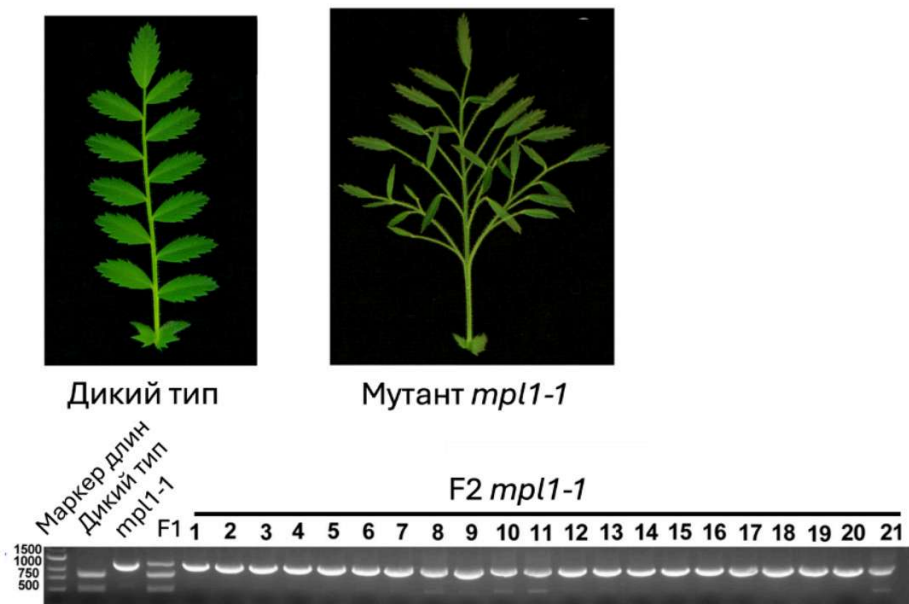
Выберите пример, в котором генетики растений используют механизм гомологичной рекомбинации для введения точечной мутации в геном *Arabidopsis thaliana*, которая придает устойчивость к определенному гербициду?

- ☐ а) Использование CRISPR–Cas9 для удаления гена, участвующего в деградации гербицида, с последующим отбором растений, которые естественным образом приобрели устойчивость заново
- ☐ б) Выделение гена из другого вида растений, устойчивого к гербициду, клонирование его в Ti-плазмиду *Agrobacterium tumefaciens* и трансформация *A. thaliana*
- ☒ в) Разработка ДНК-матрицы с желаемой точечной мутацией и введение этой последовательности в геном *A. thaliana* с последующим отбором растений, которые приобрели мутацию
- ☐ г) Использование РНК-интерференции для подавления гена, отвечающего за чувствительность к гербицидам, что приводит к фенотипу устойчивости к препарату

1 балл

Сердечник жёстковолосистый (*Cardamine hirsuta*) имеет сложные листья. Было проведено исследование, которое раскрыло роль гена MPL1 в развитии сложного листа. В ходе этого исследования скрещивались растения дикого типа и мутанта *mpl1-1*. Фенотипы этих растений показаны на изображении. Гибриды первого поколения были самоопылены. Было получено 183 гибридов второго поколения, среди которых 45 растений имели мутантный фенотип.

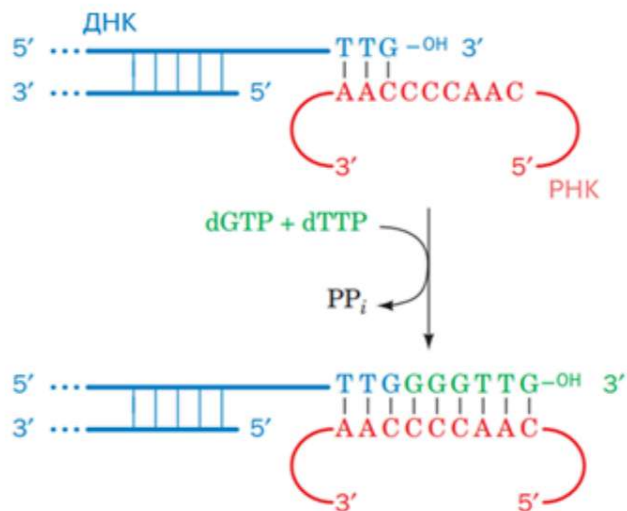
Анализ генотипов родителей, гибридов первого и второго поколений был проведён путём разделения продуктов ПЦР с участка экзона гена MPL1 в агарозном геле. Продукты ПЦР предварительно обрабатывались рестриктазой BstC8I. Результат анализа показан на изображении.



- ☐ а) Скрещивание растения 3 из поколения F2 с растением, имеющим генотип wt, приведёт к расщеплению по фенотипу в соотношении 1:1
- ☒ б) Отличие в количестве и размере продуктов ПЦР у дикого типа и мутанта *mpl1-1* можно объяснить мутацией сайта узнавания рестриктазы BstC8I в MPL1 гене
- ☐ в) Из 183 гибридов второго поколения 138 растений являются гетерозиготами
- ☐ г) Судя по характеру наследования мутации можно предположить, что ген MPL1 находится в хлоропластном геноме

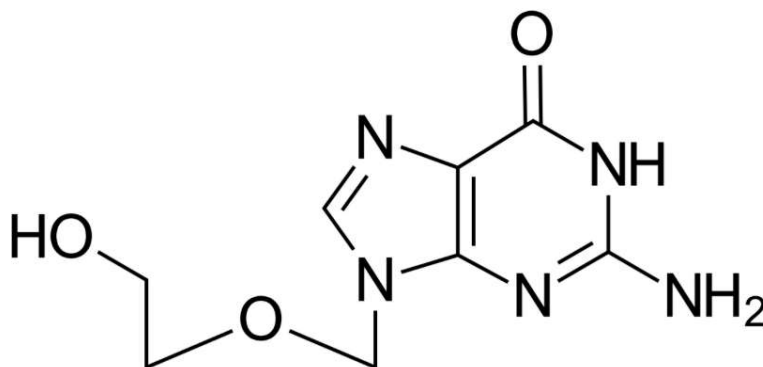
1 балл

На рисунке показана схема реакции, протекающей в клетках человека. Ферментом, катализирующим показанную реакцию, является:

☐ а) РНК-полимераза III☐ б) Рибосома☒ в) Теломераза☐ г) ДНК-полимераза I

1 балл

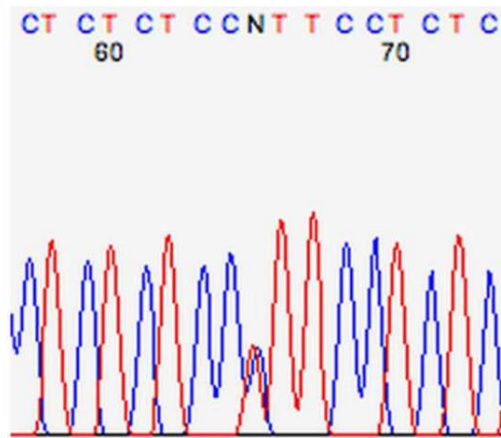
Для лечения заболевания, вызванного вирусом герпеса I типа, используется вещество, структуру которого вы видите на рисунке. Выберите верный механизм действия этого вещества.



- ☐ а) Блокирует синтез белка в клетке зараженной вирусом
- ☐ б) Блокирует сборку вирусных частиц
- ☐ в) Повышает иммунный ответ организма на вирусное заражение
- ☒ г) Блокирует репликацию вирусной ДНК

1 балл

На рисунке ниже показан фрагмент хроматограммы, полученной в результате секвенирования выделенной из *D.melanogaster* и амплифицированной методом ПЦР ДНК. Внимательно изучив полученный рисунок, укажите, чем НЕ может быть вызвана неоднозначность прочтения нуклеотида в позиции 65 (N)?



- ☐ а) Данный фрагмент принадлежит ядерному гену, по которому исследуемый организм является гетерозиготой
- ☒ б) В одной из копий отсеквенированного фрагмента присутствует делеция в позиции 64
- ☐ в) Данный фрагмент является ядерным геном и присутствует в геноме в нескольких копиях, отличающихся последовательностью
- ☐ г) Во время ПЦР-амплификации данного фрагмента произошла ошибка использованной ДНК-полимеразы

№ 11

1 балл

В задаче сравнения биологических последовательностей очень часто применяют парное выравнивание. Для этого выравнивания далее считается набор показателей, которые напрямую отражают его качество и схожесть последовательностей. Одним из таких показателей является Identity – доля идентичных (совпадающих) позиций в последовательностях, которые находятся в одной позиции выравнивания. Укажите, какой показатель Identity описывает выравнивание ниже:

MGLSDGEWQLV-NVWGKVDADLPGH
MAISD--WQLVLNVWGKVEAEIP--

☐ а) 35%☐ б) 40%☒ в) 60%☐ г) 80%**№ 12**

1 балл

Выберите верное утверждение об эволюционных процессах:

☐ а) Если в популяции появилась мутация, увеличивающая приспособленность особи, то она обязательно зафиксируется☐ б) Участок генома, не кодирующий белок, не может находиться под действием отбора☐ в) В естественных популяциях не может зафиксироваться аллельный вариант, приводящий к снижению приспособленности особи, т.к. это противоречит концепции 'Выживает сильнейший'☒ г) Влияние аллеля на приспособленность несущей его особи может изменяться со временем по разным причинам

1 балл

В эволюционной генетике "выметание отбором" (selective sweep) – это процесс, в ходе которого новая полезная мутация, увеличивающая свою частоту и становящаяся зафиксированной (то есть при достижении частоты 1) в популяции, приводит к уменьшению или устранению генетических вариаций среди нуклеотидных последовательностей, находящихся вблизи мутации. Какой из эволюционно-генетических признаков никогда НЕ может служить аргументом в пользу "выметания отбором", которое подействовало на популяцию:

- ☐ а) распространение в популяции вредных мутаций, расположенных в одном хромосомном участке
- ☒ б) сильная зависимость разнообразия полиморфизмов в локусе от размера популяции
- ☐ в) перепредставленность в популяции определенного гаплотипа, т.е. сочетания аллелей
- ☐ г) отклонение частоты нейтральной мутации от предсказанного из действия на нее генетического дрейфа

№ 14

1 балл

Штамм А определенного вируса может инфицировать клетки эндотелия сосудов и практически не способен заражать эпителиальные клетки. Штамм В, наоборот, инфицирует эпителиальные и не заражает эндотелиальные клетки. При этом оба штамма способны эффективно проникать в клетки фибробластов. Такая специфичность вируса связана с наличием у разных штаммов разных поверхностных белков капсида, которые способны связываться только с определенными рецепторами на поверхности клеток. Однако если последовательно заразить одну и ту же культуру фибробластов двумя разными штаммами, можно получить псевдотип вируса А/В, частицы которого способны заражать все три вышеперечисленные культуры клеток. При этом геном псевдотипа будет содержать только один вариант генов, кодирующих белки капсида (А или В). Какой результат следует ожидать от заражения такими частицами (А/В) культуры эпителиальных клеток? (Считайте, что в данном случае каждая эпителиальная клетка инфицируется только 1 частицей(А/В)).

- ☐ а) Все полученные вирусные частицы будут заражать эпителиальные клетки и фибробласты
- ☐ б) Все полученные вирусные частицы будут заражать эндотелиальные клетки и фибробласты
- ☐ в) Все полученные вирусные частицы будут заражать все три типа клеток
- ☒ г) Будет получена смесь вирусных частиц: часть из которых заражает эпителиальные клетки и фибробласты, а часть — эндотелиальные и фибробласты

№ 15

1 балл

Ген, локализованный в половой хромосоме, отвечает за восприятие цветов. У рецессивных гомозигот женского пола и у представителей мужского пола, в генотипе которых есть рецессивный аллель, развивается дальтонизм. Доминантный аутосомный ген отвечает за отсутствие резус-фактора в крови. Оба признака наследуются моногенно. В брак вступают мужчина-дальтоник с положительным резус-фактором и женщина с нормальным цветовым восприятием, с положительным резус-фактором. Каким не может быть расщепление по фенотипу среди детей этой пары?

- ☐ а) 1:1
- ☐ б) 3:1
- ☐ в) 3:3:1:1
- ☒ г) 9:3:3:1

№ 16

1 балл

В результате созревания зародышевого мешка (мегаспорогенеза) у покрытосеменных растений может происходить формирование семи клеток: 6 различных гаплоидных и 1 диплоидной (центральная клетка). Предполагая, что в процесс мегаспорогенеза вступила гетерозиготная клетка с генотипом Aa, укажите, сколько вариантов различных комбинаций аллелей может наблюдаться в ядрах всех клеток зародышевого мешка:

☐ а) 64☐ б) 8☒ в) 2☐ г) 1**№ 17**

1 балл

У эмбриона асцидии ярко выражена группа клеток, которая, в отличие от остальных бластомеров, имеет желтую окраску (из-за наличия в этих клетках желтого пигмента). Известно, что удаление этих клеток из зародыша приводит к формированию личинки без мышц хвоста. Определите, предшественниками какого зародышевого листка являются эти «желтые клетки»:

☐ а) энтодермы☒ б) мезодермы☐ в) эктодермы☐ г) нервного гребня

№ 18

1 балл

Сколько типов гамет образует особь с генотипом $AaBvDDNnmmCcMm$ при независимом наследовании признаков и взаимодействии всех шести генов по принципу полного доминирования?

☐ а) 2☐ б) 8☐ в) 16☒ г) 32**№ 19**

1 балл

Предположим, что в некоторой популяции присутствует два аллеля определенного гена, условно обозначенных a и A . Частоты гомозигот составляют 0,0324 (AA) и 0,6241 (aa). Не применяя статистические критерии (например, критерий Хи-квадрат), можно однозначно утверждать, что:

☐ а) Частота аллеля A составляет 0,18 (при округлении до двух знаков после запятой)☒ б) Частота аллеля A составляет 0,20 (при округлении до двух знаков после запятой)☐ в) Популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга☐ г) В популяции наблюдается отбор в пользу гетерозигот

№ 20

1 балл

Рестриктазы 1 типа, разрезающие неметилированные последовательности ДНК, представляют собой комплексы, состоящие из нескольких белковых субъединиц, S — связывающей ДНК сайта узнавания, R — разрезающей ДНК вне сайта узнавания, и M — метилирующей ДНК в сайте узнавания. Из перечисленных бактерий – мутантов по генам, кодирующим M, R и S белки, будет нежизнеспособен:

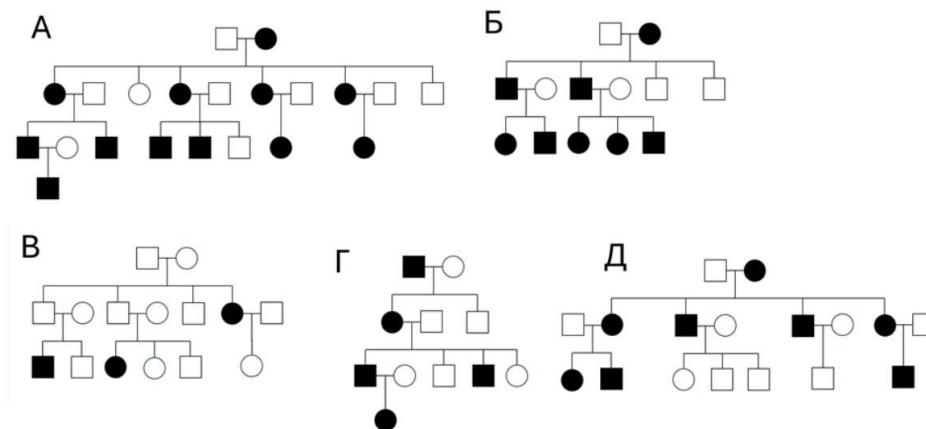
- ☒ а) мутант с потерей функции субъединицы M
- ☐ б) мутант с потерей функции субъединицы R
- ☐ в) мутант с потерей функции субъединицы S
- ☐ г) мутант с нарушением сборки полноразмерного комплекса из всех трех типов субъединиц

Часть 2

Вам предлагаются задания с множественным выбором верного ответа.

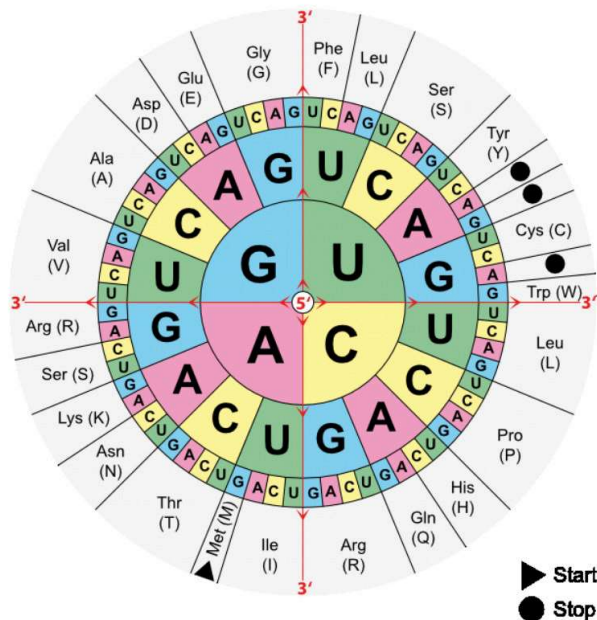
2.5 балла

Рассмотрите пять родословных, отражающих наследование различных генетических заболеваний человека (наличие болезни у индивида указано черным цветом). В каких из показанных родословных наследование заболевания может происходить по моногенному аутосомному доминантному типу? Варианты ответа:

☒ А☒ Б☐ В☒ Г☒ Д

2.5 балла

В процессе сортировки белков в клетке важную роль играют последовательности, закодированные в структуре самих белков. Например, белки, которые постоянно находятся в люмене эндоплазматического ретикулума (ЭПР), имеют одинаковый С-концевой сигнал, состоящий из четырёх аминокислот. Этот сигнал обеспечивает их обратный путь из аппарата Гольджи обратно в ЭПР. Используя таблицу генетического кода, изучите участки ДНК кодирующие С-концы некоторых белков и выберите, какие из этих белков будут удерживаться в ЭПР.



- ☒ а) CGCAGAAAAAGACGAGTTGTAGCACCGATCTGCT - BiP-шаперон
- ☐ б) GGAGGCAGAGGAGGAGGTGGCCTAGAGCCTTCAG - Тубулин
- ☐ в) ATCTGGGCGATTCTGAGCCATGCCATTTTACCT- Сплайсинговый фактор U2AF1
- ☒ г) ACCAGCTGTGAAAGACGAACTGTAATACGCAAAG - Протеиндисульфоизомераза
- ☐ д) CTTGGGCCCCGGAAGCCAGTCCCTCCCCCTAAGAC - Транскрипционный фактор HSF

№ 3

2.5 балла

Какие из перечисленных ниже причин могут служить объяснением проявления у девушки синдрома, ассоциированного с X-сцепленным рецессивным мутантным аллелем?

- ☒ а) Данная девушка является рецессивной гомозиготой по этому гену
- ☒ б) Данная девушка является гетерозиготой, в которой большинство клеток инактивировало копию X-хромосомы с аллелем дикого типа
- ☐ в) Данная девушка является гетерозиготой, в которой большинство клеток инактивировало копию X-хромосомы с рецессивным мутантным аллелем
- ☐ г) Данная девушка не догадывается, что живет с синдромом Клайнфельтера и таким образом содержит только 1 X-хромосому
- ☒ д) Данная девушка не догадывается, что живет с синдромом Шерешевского-Тернера и таким образом содержит только 1 X-хромосому.

№ 4

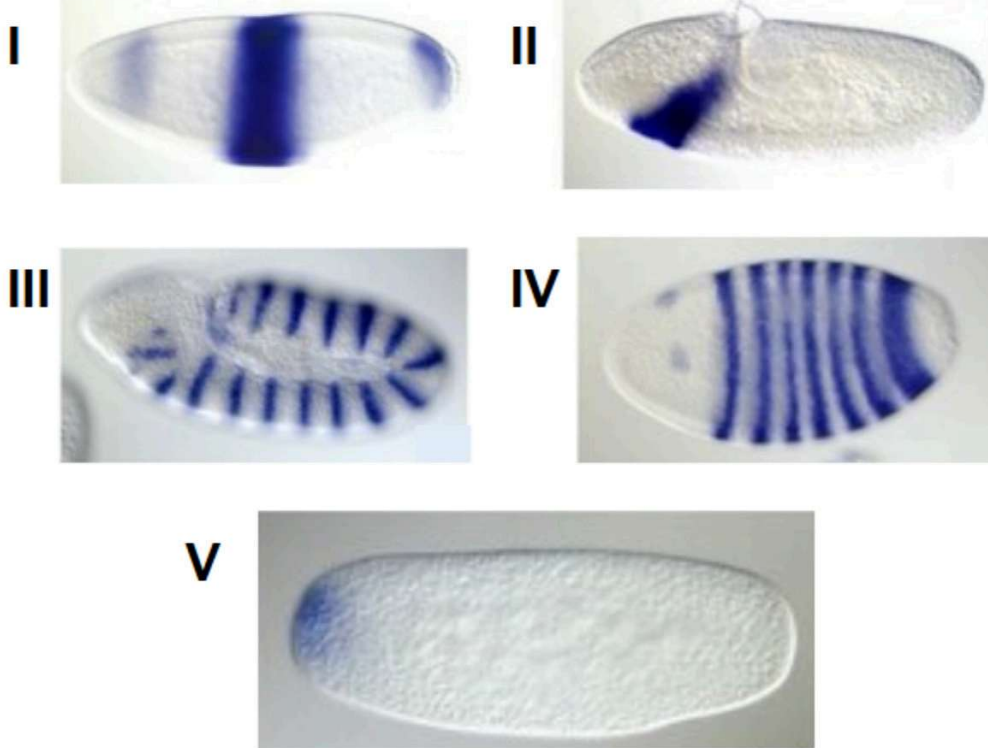
2.5 балла

В диплоидной клетке человека может содержаться больше двух копий какого-то определенного гена, если:

- ☒ а) клетка находится в S-фазе клеточного цикла
- ☒ б) ген находится в митохондриальной ДНК
- ☒ в) это опухолевая клетка, а ген - протоонкоген
- ☒ г) это ген рибосомальной РНК
- ☒ д) одна из хромосом подверглась дупликации фрагмента

2.5 балла

На фотографиях ниже показаны изображения эмбрионов плодовой мушки *D. melanogaster* разных стадий, в которых специфично окрашивали мРНК гена, принадлежащего одной из групп генов, ответственных за сегментацию зародыша. Однако в лаборатории случился казус, и вы потеряли информацию о том, какой зародыш окрашивался на какую группу генов. Внимательно изучив полученные фотографии и считая, что все из перечисленных групп генов представлены на них, укажите верные пары "зародыш-экспрессируемый ген":



- ☒ а) I - Gap-ген (необходим для правильного развития группы сегментов одного отдела)
- ☐ б) II - ген полярности сегментов
- ☐ в) III - один из hox-генов
- ☒ г) IV - ген парного правила (отвечает за закладку сегментов)
- ☒ д) V - ген материнского эффекта

2.5 балла

Известно, что в отличие от млекопитающих у нематоды *C.elegans* присутствует 2 пола: самцы XO и гермафродиты XX. При этом, XX-личинки поздней стадии производят только сперматозоиды, а взрослые особи – и сперматозоиды, и яйцеклетки в разных отделах гонады. Для выявления генетического механизма этого процесса в одной работе были проведены эксперименты по анализу фенотипа мутантов взрослых XX-особей с потерей функции в гомозиготе (*lf*) или гетерозиготе (*lf/+*), а также с усилением функции (*q95gf* и *q96gf*) генов, чье участие предполагается в гаметогенезе. Дополнительно, для анализа значимости конкретных генов проводили их выключение с помощью механизмов РНК-интерференции (RNAi).

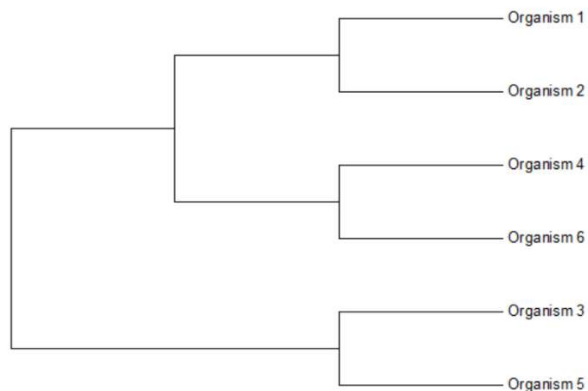
Выключение гена	Генотип взрослой XX-особи	Гаметы взрослой особи		
		Только ♂	И ♂, и ♀	Только ♀
1 —	<i>fem-3 (lf)</i>	0%	0%	100%
2 <i>fbf-1</i>	<i>fem-3 (lf/+); fbf-1(RNAi)</i>	100%	0%	0%
3 <i>fbf-1</i>	<i>fem-3 (lf); fbf-1(RNAi)</i>	0%	0%	69%
4 —	<i>fog-2 (lf)</i>	0%	0%	100%
5 —	<i>fog-2 (lf); fem-3(q96gf)</i>	0%	100%	0%
6 —	<i>fog-2 (lf); fem-3(q95gf)</i>	100%	0%	0%
7 <i>fbf-1</i>	<i>fog-2 (lf); fbf-1(RNAi)</i>	81.1%	18.9%	0%

Внимательно ознакомившись с результатами экспериментов, укажите, какие утверждения об исследуемом механизме определения направления гаметогенеза, являются верными:

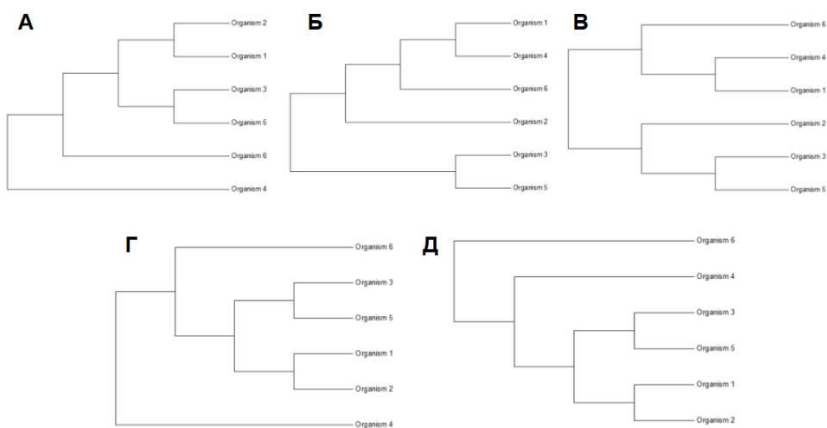
- ☐ а) ген *fem-3* обеспечивает созревание ооцитов во взрослых XX-особях
- ☐ б) мутация *fem-3* с потерей функции является доминантной
- ☐ в) все мутации гена *fem-3* с приобретением функции (*gf*) оказывают одинаковый эффект на фенотип взрослой XX-особи
- ☒ г) выключение гена *fbf-1* РНК-интерференцией частично компенсирует потерю функции гена *fog-2*
- ☒ д) гены *fog-2* и *fem-3* способствуют развитию гамет одного и того же пола

2.5 балла

На рисунке ниже представлено неукорененное филогенетическое дерево, построенное по 16S рРНК микроорганизмов, собранных в геотермальном источнике Камчатки.



Внимательно изучив дерево, выберите из вариантов ответа деревья, передающие такие же родственные отношения между видами. Варианты ответа:

☒ а) А☐ б) Б☐ в) В☒ г) Г☒ д) Д

2.5 балла

Для клонирования генов часто применяется метод бело-голубой селекции. Плазмида без вставки целевого гена имеет только 2 функциональных гена – ген устойчивости к ампициллину и ген бета-галактозидазы, который расщепляет вещество X-gal на галактозу и бром-хлор-гидроксииндол, который окрашен в синий цвет. При вставке какого-то целевого гена в плазмиду, он будет встраиваться непосредственно в кодирующей части гена бета-галактозидазы, тем самым приводя к нефункциональности этого гена в клетке. Бактерии выращиваются на чашке Петри в определенной среде, после чего отбираются нужные колонии. Выберите верные утверждения касательно бело-голубой селекции

- ☒ а) Ген устойчивости к ампициллину нужен, чтобы отобрать клетки, в которых произошла трансформация плазмидой
- ☒ б) Голубые колонии образуются из тех бактерий, в которых имеется вектор без вставки целевого гена
- ☐ в) Для бело-голубой селекции целесообразно использовать большие дрожжевые векторы
- ☒ г) Для получения рекомбинантных белков нужно отобрать белые колонии
- ☐ д) Бактерии нужно выращивать в среде без антибиотика, чтобы детектировать встраивание целевого гена в плазмиду

2.5 балла

Фотопериодизм — это способность живых организмов различать длину светового дня, чтобы подготовиться к сезонным изменениям. Этот механизм запускает адаптивные реакции — например, стимуляцию размножения, цветение или зимнюю спячку. Недавние исследования обнаружили фотопериодизм у цианобактерий. В данной работе авторы выращивали культуру цианобактерий при разных световых режимах: 8:16 (8 часов света: 16 темноты) и 16:8 (16 часов света: 8 темноты), а затем оценивали уровень экспрессии различных генов. На рисунке приведен heatmap (тепловая карта), отражающий изменение уровня экспрессии некоторых генов. Для построения данной схемы использовано значение FC (fold change), которое в данном случае означает отношение уровня экспрессии гена в опытном образце к уровню экспрессии в контрольном (записывается как «образец» против «контроля»). Изучите рисунок и выберите верные выводы, которые можно сделать из этого исследования, о механизме фотопериодизма цианобактерий.



- ☐ а) Регуляция фотопериодизма у цианобактерий происходит за счет изменения уровней экспрессии белков, ответственных за регуляцию циркадных ритмов
- ☐ б) sigC и rpoD2 являются синонимичными транскрипционными факторами, которые регулируют клеточный ответ на повышенную температуру
- ☒ в) При подготовке к летнему сезону в цианобактериях понижается текучесть мембраны
- ☐ г) Зимой необходимость в шаперонах возрастает
- ☒ д) Уровень окислительного стресса возрастает в летний период

2.5 балла

Выберите из перечисленных ниже утверждений те, которые являются правилами записи последовательностей нуклеиновых кислот и белков в формате FASTA:

- ☐ а) Последовательности нуклеиновых кислот и белков всегда записаны заглавными буквами
- ☒ б) Последовательности нуклеиновых кислот записаны в направлении от 5'-конца к 3'-концу
- ☐ в) Аминокислоты в последовательностях белков записаны в виде трехбуквенного кода
- ☐ г) Последовательности белков записаны в направлении от С-конца к N-концу
- ☒ д) Аминокислоты в последовательностях белков записаны в виде однобуквенного кода

Часть 3

Вам предлагаются задания со свободным ответом.

№ 1

8 баллов

В популяциях с большой долей инбридинга для анализа аллелей используется измененная формула Харди–Вайнберга с добавлением коэффициента инбридинга Райта (F), который показывает степень инбридинга в конкретной популяции. В такой популяции частоты всех гомозигот увеличиваются — так, если в обычном уравнении Харди–Вайнберга частота гомозигот с генотипом AA равна p^2 (где p – частота аллеля A), то с учётом инбридинга частота особей с таким генотипом будет $p^2 + pqF$ (где q – частота аллеля a , а F – коэффициент инбридинга в популяции). Соответственно, частота гетерозигот в такой популяции будет снижена.

Чему равен коэффициент инбридинга в популяции, где нет инбридинга?

0

Рассчитайте долю рецессивных гомозигот в процентах (частота рецессивного аллеля = q) в популяции, где $p = 0,2$ и $F = 0,1$. Ответ округлите до десятых.

65.6

Рассчитайте долю гетерозигот в популяции, где $p = 0,2$ и $F = 0,1$. Ответ округлите до десятых.

28.8

Рассчитайте коэффициент инбридинга в популяции, где $p = 0,4$, а доля гетерозигот равна 36%.

0.25

№ 2

4 балла

Для гена А у тетраплоидного сорта клубники (*Fragaria* sp.) известно 8 уникальных аллелей с совершенно причудливым типом наследования. 3 аллеля ответственны за полосатую окраску плодов, 3 – за полосатые листовые пластины, а остальные – за появление на лепестках пятен. Фенотипы, опосредованные этими аллелями, проявляются у растения только при наличии двух и более копий аллелей с одинаковым эффектом (т.е. наличие любых комбинаций двух аллелей полосатости плодов приведет к полосатым клубничинам). При недостаточном числе копий аллелей проявляется однотонная окраска.

Какое количество фенотипических классов будет наблюдаться для описанного сорта клубники?

8

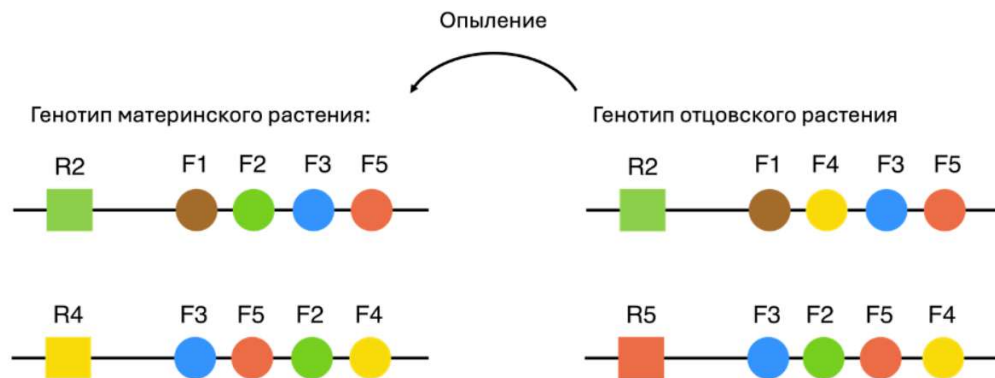
Рассчитайте количество различных возможных генотипов для растения с полосатыми листовыми пластинами, но лепестками без пятен.

351

3 балла

Генетик растений изучает наследование системы самонесовместимости у томатов. Эта система работает благодаря наличию генов R и F. В геноме томата одна копия гена R и четыре копии гена F. Все эти гены расположены на третьей хромосоме. R-ген кодирует рибонуклеазу (РНКаза), которая экспрессируется в тканях пестика цветка. РНКаза попадает в пыльцевую трубку и разрушает мРНК ингибиторов роста. В пыльцевом зерне гены F кодируют распознающие РНКазу белки (RRP — RNAase Recognition Protein). RRP белки могут связываться с РНКазой и инактивировать её. Генетик выделил пять аллелей гена R: R1, R2, R3, R4 и R5; и пять аллелей гена F: F1, F2, F3, F4 и F5. Аллели внутри гена взаимодействуют по механизму кодоминирования. Белок RRP гена F блокирует работу РНКазы, продукта гена R, имеющей тот же числовой индекс.

На изображении показана схема скрещивания. Вычислите долю пыльцевых зёрен, которые прорастут на рыльце пестика. В ответ запишите десятичное число через разделитель-точку, либо 0, либо 1.



0.5

Возможно ли перекрёстное опыление между генотипами растений в показанной схеме скрещивания? Выберите вариант ответа.

☐ а) Возможно☒ б) Невозможно

№ 4

11 баллов

Одной из отличительных особенностей эукариот является сплайсинг мРНК. В состав гена RHC4 входят 7 экзонов и 6 интронов.

Сколько существует различных сплайсированных изоформ, если вырезаться может любое количество интронов (или не вырезаться вовсе), а все экзоны сохраняются?

64

Сколько существует различных сплайсированных изоформ, если в сплайсированном белке может оставаться не более 2 интронов, а все экзоны сохраняются?

22

Сколько существует различных сплайсированных изоформ, если в сплайсированном белке может оставаться не более 2 интронов, и они должны идти подряд, а все экзоны сохраняются?

12

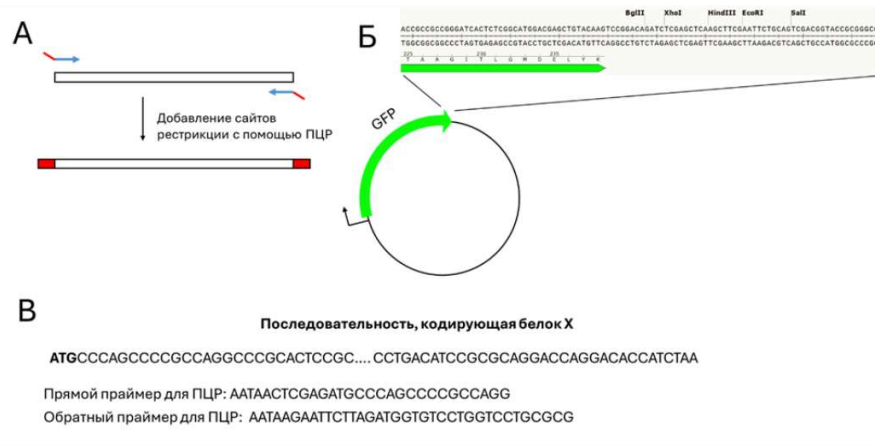
Сколько существует различных сплайсированных изоформ, если вырезаться может любое количество интронов (или не вырезаться вовсе) и экзонов? Первый и последний экзон при этом должны оставаться.

2048

7 баллов

Исследователь хотел получить ген белка кишечной палочки (белок X), слитого с зеленым флуоресцентным белком (GFP) в плазмидном векторе. Для этого исследователь подобрал праймеры для амплификации кодирующей последовательности (рамки считывания) гена X с геномной ДНК кишечной палочки (*Escherichia coli*) с помощью ПЦР. ПЦР позволяет добавить к концам целевой последовательности сайты рестрикции для дальнейшей вставки амплифицированной последовательности в плазмиду (Рисунок А). Для этого последовательности сайтов рестрикции добавляют в праймеры для ПЦР.

На рисунке Б показана схема строения вектора с геном GFP, к С-концу которого исследователь планирует добавить последовательность белка X. Более детально показана последовательность на конце рамки считывания GFP, а также сайты рестрикции, которые могут использоваться для вставки последовательности X. Линия возле названия рестриктазы указывает на место разрезания верхней цепи. Показаны аминокислоты на С-конце GFP (нумерация от первой аминокислоты GFP). На рисунке В показаны нуклеотидные последовательности в начале и в конце рамки считывания гена X (старт кодон выделен жирным), а также подобранные исследователем прямой и обратный праймер. Используя данные праймеры и необходимые рестриктазы, исследователь встроил целевую последовательность в вектор, однако обнаружил, что закодированный в полученной плазмиде слитый белок GFP-X является нефункциональным: он обладает способностью флуоресцировать, но не обладает специфичными для белка X свойствами (для краткости эти свойства здесь не описаны).



В таблице ниже выписаны сайты узнавания нескольких рестриктаз.

Рестриктаза	BglII	XhoI	HindIII	EcoRI	Sall
Сайт	AGATCT	CTCGAG	AAGCTT	GAATTC	<u>GTCGAC</u>

Таблица генетического кода (в скобках указаны однобуквенные обозначения аминокислот):

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	U	C	A	G	
U	Фен (F)	Сер (S)	Тир (Y)	Цис (C)	U
	Фен (F)	Сер (S)	Тир (Y)	Цис (C)	C
	Лей (L)	Сер (S)	-	-	A
	Лей (L)	Сер (S)	-	Трп (W)	G
C	Лей (L)	Про (P)	Гис (H)	Арг (R)	U
	Лей (L)	Про (P)	Гис (H)	Арг (R)	C
	Лей (L)	Про (P)	Глн (Q)	Арг (R)	A
	Лей (L)	Про (P)	Глн (Q)	Арг (R)	G
A	Иле (I)	Тре (T)	Асн (N)	Сер (S)	U
	Иле (I)	Тре (T)	Асн (N)	Сер (S)	C
	Иле (I)	Тре (T)	Лиз (K)	Арг (R)	A
	Мет (M)	Тре (T)	Лиз (K)	Арг (R)	G
G	Вал (V)	Ала (A)	Асп (D)	Гли (G)	U
	Вал (V)	Ала (A)	Асп (D)	Гли (G)	C
	Вал (V)	Ала (A)	Глу (E)	Гли (G)	A
	Вал (V)	Ала (A)	Глу (E)	Гли (G)	G

Какие рестриктазы использовал исследователь для вставки последовательности, кодирующей белок X, в плазмиду? Запишите названия рестриктаз, используя английские буквы и сохраняя регистр. Вначале запишите название рестриктазы, сайт который находился ближе к С-концу GFP (то есть тот, который окажется между последовательностями GFP и X в плазмиде), затем название рестриктазы, сайт которой находился дальше от С-конца GFP (этот сайт окажется после последовательности X в полученной плазмиде). Между названиями рестриктаз поставьте запятую, без пробела.

XhoI,EcoRI

Запишите первые 10 аминокислот после последней аминокислоты GFP (то есть, после лизина(K) 238) в слитом белке GFP-X, который получился у исследователя. Используйте однобуквенные обозначения аминокислот (см. таблицу генетического кода). В ответ запишите только аминокислотную последовательность заглавными английскими буквами, без пробелов и иных разделителей.

SGQISRCPAP

Как минимально нужно изменить прямой праймер, чтобы получающийся слитый белок GFP-X был функционален? Под минимальным изменением здесь понимается добавление, удаление или замена одного нуклеотида праймера. Запишите полную последовательность нового праймера (от 5'-конца до 3'-конца праймера, только нуклеотидная последовательность, заглавными английскими буквами, без пробелов и иных разделителей). Если вы считаете, что подходящих праймеров может быть несколько, запишите один из возможных вариантов.

AATAACTCGAGAATGCCAGCCCCGCCAGG