

Московская олимпиада школьников. Генетика. 11 класс. Отборочный этап, 2025/26

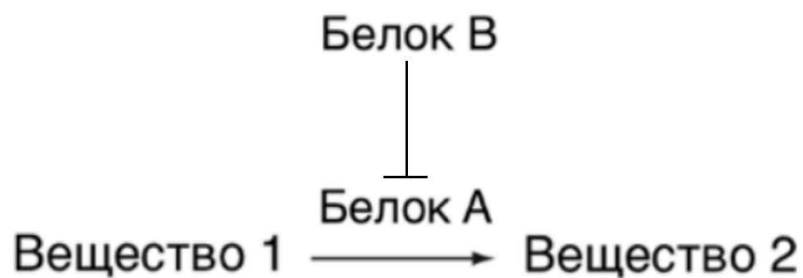
22 ноя 2025 г., 10:00 — 23 ноя 2025 г., 23:59

Часть 1

№ 1

1 балл

Задание 1.1. Исследуется биохимический путь пигмента: Белок А превращает бесцветный предшественник (вещество 1) в синий пигмент (вещество 2). Белок В полностью блокирует работу Белка А. Аллели А и В — доминантные и кодируют работающие белки. Мутантные аллели а и в — рецессивные, их белки полностью неактивны. Какое фенотипическое расщепление (по цвету) получится в потомстве от скрещивания двух дигетерозигот (AaBb × AaBb)?



13:3

9:3:3:1

9:3:4

1:1

№ 2

1 балл

Задание 1.2. Какова вероятность, что среди трех детей, родившихся в семье женщины, больной фенилкетонурией (аутосомно-рецессивное заболевание) и здорового мужчины, все будут здоровы. Частота рецессивного аллеля в популяции – 0.1.

1,25%

91,25%

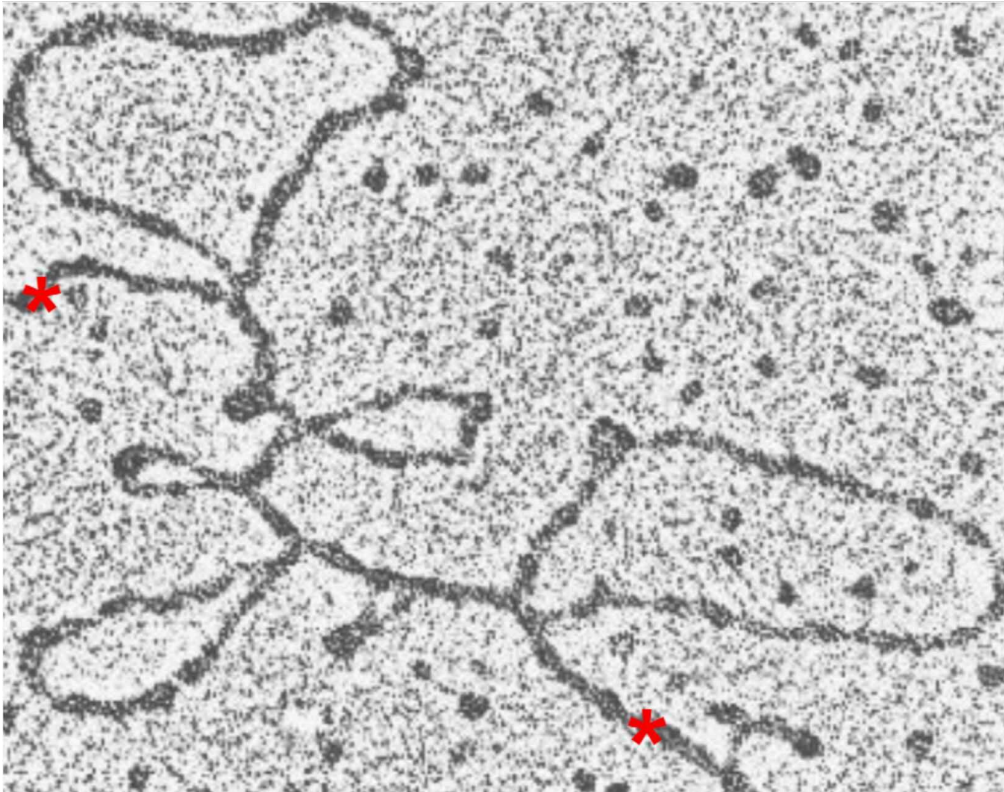
25%

100%

№ 3

1 балл

Задание 1.3. На электронной микрофотографии ниже показан результат эксперимента по гибридизации ДНК и РНК. Для этого эксперимента из клеток курицы выделяли мРНК гена овальбумина, вводили метку на ее концы (* на фотографии), и гибридизовали с одноцепочечной ДНК этого же гена.



5

6

7

8

№ 4

1 балл

Задание 1.4. В результате двух полногеномных дупликаций у предков позвоночных каждый ген был удвоен, а затем снова удвоен, в результате чего образовалось до четырех копий исходного гена. Такие копии генов, возникшие в результате полногеномных дупликаций, называются онологами. Какое из следующих последствий появления онологов стало ключевым фактором эволюционного успеха и морфологического разнообразия позвоночных?

- Полное исчезновение генетической избыточности и упрощение регуляторных сетей
- Утрата большинства онологов и возврат к геномной организации, сходной с ланцетником
- Усложнение системы генетической регуляции развития за счет специализации онологов и приобретения ими новых функций
- Сохранение всех четырёх копий каждого гена в неизменном виде, что привело к простому увеличению количества белков без изменения их функций

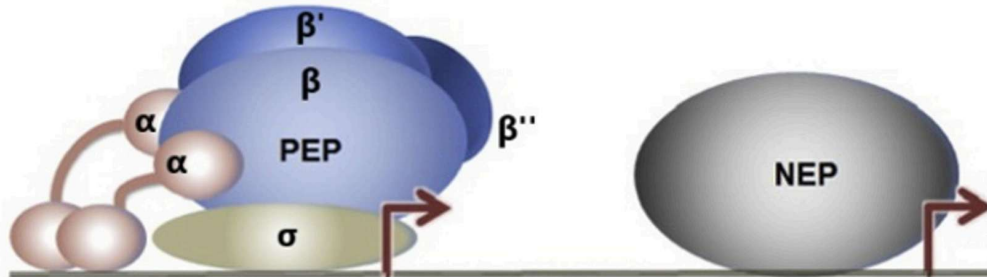
1 балл

Задание 1.5. В ходе эмбрионального развития у животных происходит критический переход от управления материнскими продуктами (мРНК и белками) к включению собственного генома зародыша. Этот процесс называется материнско-зиготическим переходом (МЗП). Исследования на рыбе *Danio rerio* выявили ключевую роль белка Pou5f1 в этом процессе. Результаты экспериментов: Опыт 1: Эмбрионы *Danio rerio*, лишённые белка Pou5f1, развивались с грубыми нарушениями: гены включались несинхронно и с задержками, дифференцировка клеток нарушалась, и в итоге формировался нежизнеспособный комок клеток. Опыт 2: Методом ChIP-sequencing было показано, что белок Pou5f1 закрепляется на регуляторных участках тысяч генов ещё до начала МЗП. Многие из этих генов — регуляторы развития, чья активность резко возрастает именно во время МЗП. Опыт 3: В местах связывания Pou5f1 с ДНК до наступления МЗП часто обнаруживалась готовая к работе РНК-полимераза II и специфическая эпигенетическая метка (H3K4me3), что указывает на подготовку генов к активной транскрипции. Основываясь на результатах экспериментов, определите, каким образом белок Pou5f1 обеспечивает своевременное и слаженное включение генов зародыша во время МЗП?

- Белок Pou5f1 после начала МЗП разрушает материнские мРНК, чтобы они не мешали работе генов зародыша
- Pou5f1 заранее, ещё до МЗП, связывается с регуляторными участками генов-регуляторов развития, «подготавливая» их к быстрой и синхронной активации в нужный момент
- Основная функция Pou5f1 — поддерживать плюрипотентность эмбриональных стволовых клеток, а его роль в МЗП является побочной и несущественной
- Pou5f1 блокирует работу РНК-полимеразы II, предотвращая преждевременную активацию генов зародыша до наступления МЗП

1 балл

Задание 1.6. В пластидах растений как правило функционируют две РНК-полимеразы. Одна (NEP) имеет фаговое происхождение, она является мономерным белком, кодируется ядерным геномом и транскрибирует гены домашнего хозяйства пластид. Другая (PEP) напоминает бактериальную РНК-полимеразу и состоит из нескольких субъединиц. Эта РНК-полимераза транскрибирует гены, связанные с выполнением пластидами своих функций, ее коровая часть закодирована в пластидном геноме.

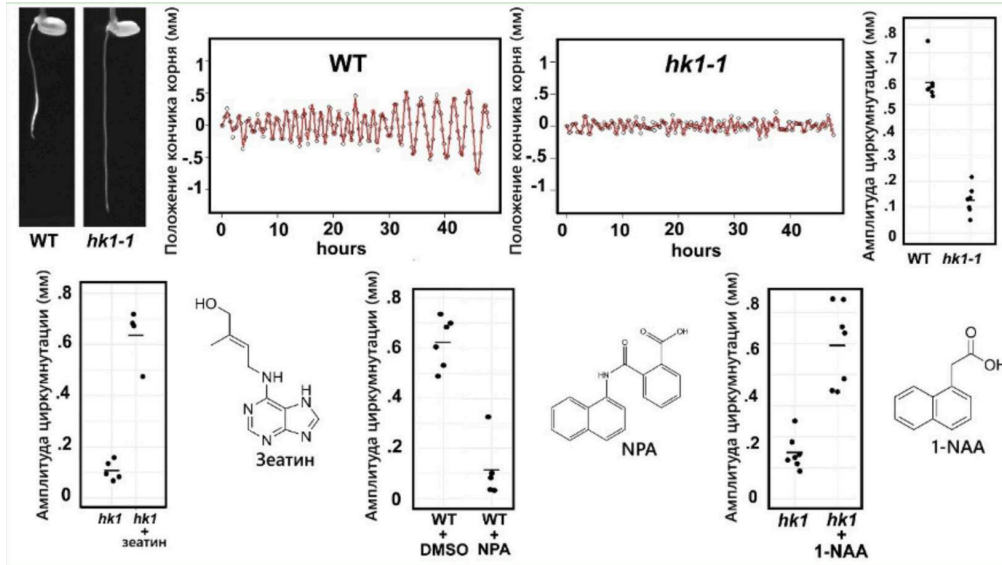


Что интересно, инициация транскрипции РНК-полимеразы PEP полностью зависит от ядерного генома. Это связано с тем, что:

- В ядре закодирована σ -субъединица (сигма-субъединица) этой полимеразы
 - В ядре закодированы ферменты, вносящие в промоторы генов модификации, необходимые для связывания данной РНК-полимеразы
 - Все пластидные белки транслируются цитоплазматическими 80S-рибосомами
 - В ядре закодированы белки, вызывающие деградацию данной РНК-полимеразы
- Ответ А

1 балл

Задание 1.7. В процессе прорастания семян растений важную роль может играть циркумнутация — процесс спирального роста зародышевого корешка. В сигнальном каскаде, обеспечивающем циркумнутацию, ключевую роль играет этилен, а также другие фитогормоны, такие как ауксины и цитокинины. Известно, что у мутанта по гену НК1 — гистидинкиназы 1 (мутант обозначен, как *hk1*) не происходит циркумнутация. Для выяснения места гистидинкиназы 1 в сигнальном каскаде был проведен анализ эффектов от действия зеатина (один из цитокининов) и 1-NAA (аналог ауксина) на мутантов (*hk1*), а также NPA (антагонист ауксина) на растения дикого типа (WT, DMSO — отрицательный контроль)



Выберите из предложенных схем сигнального каскада ту, которая наилучшим образом описывает наблюдаемые эффекты:

- а) Этилен → Цитокинины → НК1 → Ауксин → Циркумнутация
- б) Этилен → Ауксин → Циркумнутация
Цитокинины → НК1 → Ауксин
- в) Цитокинины → Ауксин → Циркумнутация
Этилен → НК1 → Ауксин
- г) Цитокинины → Ауксин → НК1 → Циркумнутация
Этилен → Ауксин

а

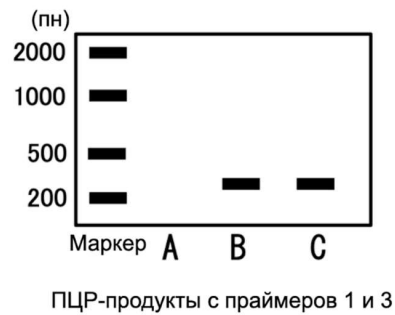
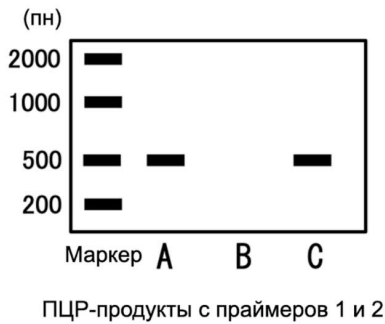
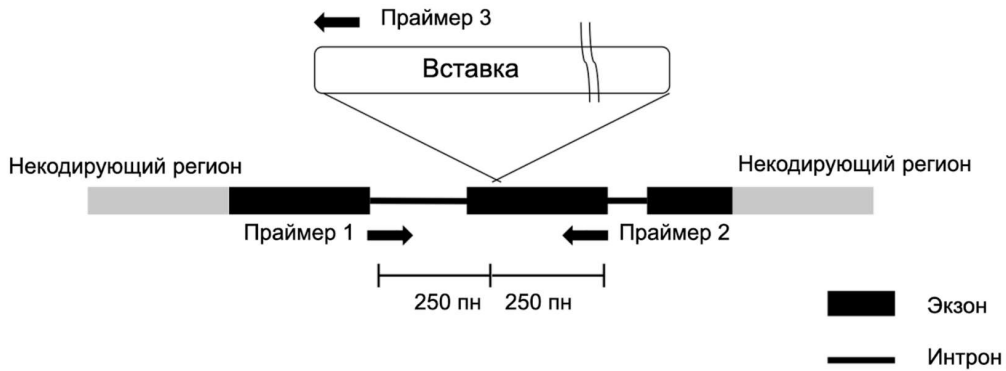
б

в

№ 8

1 балл

Задание 1.8. У гена А существует два аллеля, мутантный аллель имеет вставку длиной 3000 пн. На рисунке представлена схема гена А и сайт встройки вставки. Стрелками показаны положения трёх пар праймеров (Праймеры 1–2 и Праймеры 1–3), использованных для генотипирования. Были взяты 3 особи А, В, С, выделена геномная ДНК и проведена ПЦР. Результаты электрофореза ПЦР-продуктов представлены на картинке. Проанализируйте схему гена и результаты ПЦР. Определите генотипы образцов А, В и С по гену А (дикий тип, гетерозигота, гомозигота по вставке). Выберите верный вариант образец – генотип



А - дикий тип, В - гомозигота, С - гетерозигота

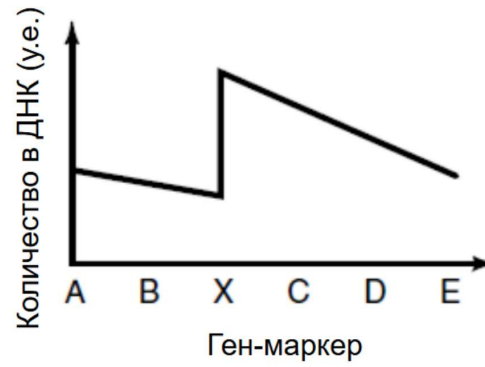
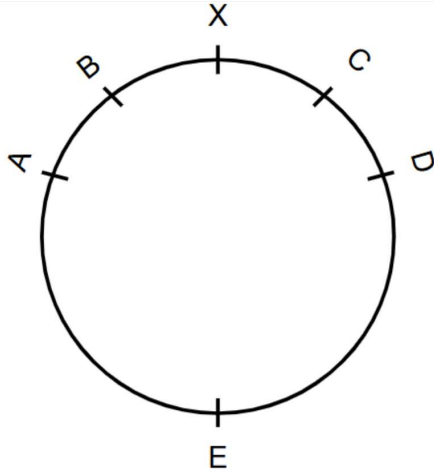
А - дикий тип, В - гетерозигота, С - гомозигота

А - гомозигота, В - гетерозигота, С - дикий тип

А - гетерозигота, В - гомозигота, С - дикий тип

1 балл

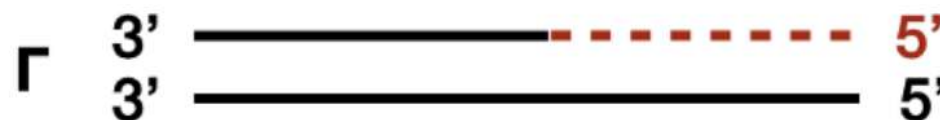
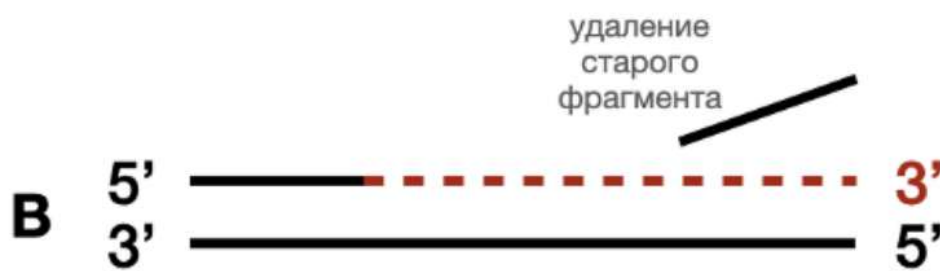
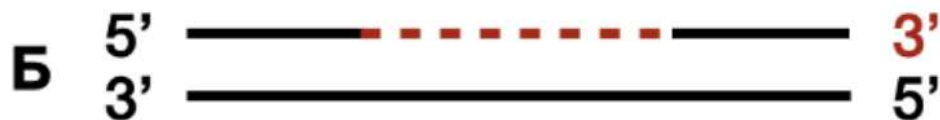
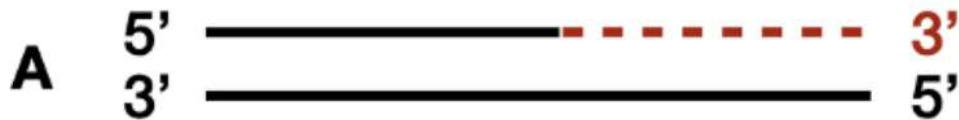
Задание 1.9. Для изучения процесса репликации плазмиды бактерии исследователи внесли в геном набор генов молекулярных маркеров, чье количество в может быть оценено методом количественной ПЦР. Внимательно изучив места вставки молекулярных маркеров и количество их ДНК в культуре бактерий, какой тип репликации характерен для изучаемой плазмиды.



- однонаправленная в направлении гена С
- однонаправленная в направлении гена В
- двунаправленная с одного ориджина
- двунаправленная с нескольких ориджинов

1 балл

Задание 1.10. ДНК-полимераза I кишечной палочки является первой идентифицированной полимеразой. Фермент представляет из себя полипептид, в котором можно выделить 3 домена: N-концевой домен обладает 5'-3' экзонуклеазной активностью, С-концевой домен обладает 5'-3' полимеразной активностью. Наконец, срединный домен обладает 3'-5' экзонуклеазной активностью. При обработке трипсином можно провести гидролиз ДНК полимеразы I с образованием фрагмента Клёнова (Klenow fragment), у которого отсутствует 5'-3' экзонуклеазная активность. На рисунке представлены 4 варианта активности. Выберите, какая активность может наблюдаться у фрагмента Клёнова, но не у полного фермента ДНК-полимеразы I.


 а

 б

 в

№ 11

1 балл

Задание 1.11. Появление наиболее полной и точной последовательности генома человека, называемой T2T, обязано явлению "пузырного заноса". Пузырный занос – это дефект развития зародыша, при котором сперматозоид оплодотворяет безъядерную яйцеклетку и вместо нормального зародыша приводит к развитию небольшой доброкачественной опухоли. Именно эту опухоль выделили и секвенировали исследователи, что позволило им собрать геном с наименьшим количеством ошибок и большей длиной не кодирующих областей. Укажите, какое преимущество использования клеток пузырного заноса позволило получить сборку превосходящую по качеству предыдущие сборки генома человека.

- геном таких клеток не содержит повторяющихся последовательностей, на которых ошибается ДНК-полимераза при секвенировании
- такие клетки являются полностью гомозиготными, что позволяет однозначно прочесть нуклеотиды и избавиться от ошибок, связанных с гетерозиготностью человека
- клетки пузырного заноса гораздо более генетически однородны, чем полученные в лаборатории культуры клеток взрослого человека
- благодаря зародышевому происхождению геном клеток пузырного заноса избавлен от эпигенетических модификаций, связанных с взрослением человека

№ 12

1 балл

Задание 1.12. Метабаркодирование – это секвенирование конкретных областей генома организмов в пробах из окружающей среды для установления их таксономического положения. Самый широко используемый ген для метабаркодирования прокариот – ген 16S рРНК, имеет гомологичный ему ген 18S рРНК у эукариот. Для идентификации эукариот, однако, используется ген митохондриальной субъединицы комплекса ЭТЦ COX1. Укажите, по какой причине метабаркодирование эукариот по 18S рРНК не используется на практике?

- ген 18S рРНК у эукариот принадлежит высоко полиморфной области, то есть области, где наблюдается много различий даже между видами
- такое метабаркодирование не позволит уловить все эукариотические организмы, так как 18S рРНК присутствует не у всех эукариот
- ген 18S рРНК слишком консервативен, то есть почти не различается между организмами разных крупных таксонов
- ген 18S рРНК слишком длинный и не может быть секвенирован современными приборами

№ 13

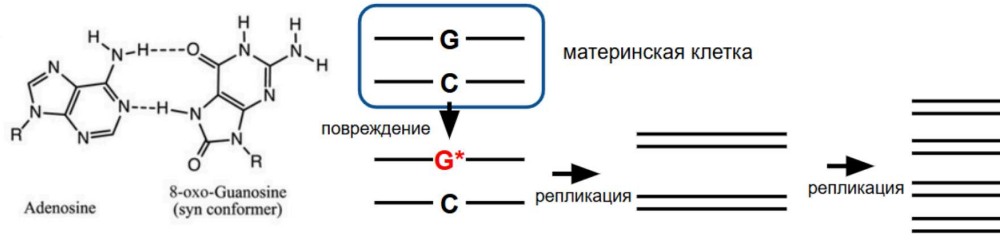
1 балл

Задание 1.13. Предположим, что в одной из популяций организмов, размножающихся половым путем возник новый аллельный вариант гена А, обозначаемый а. Какое эволюционное явление гарантировано приведет к повышению доли аллеля а в этой популяции?

- прохождение популяцией бутылочного горлышка сразу после возникновения аллеля а (дрейф генов)
- балансирующий отбор
- отбор против рецессивных гомозигот
- изменение условий среды, снижающее приспособленность особей с аллелем а

1 балл

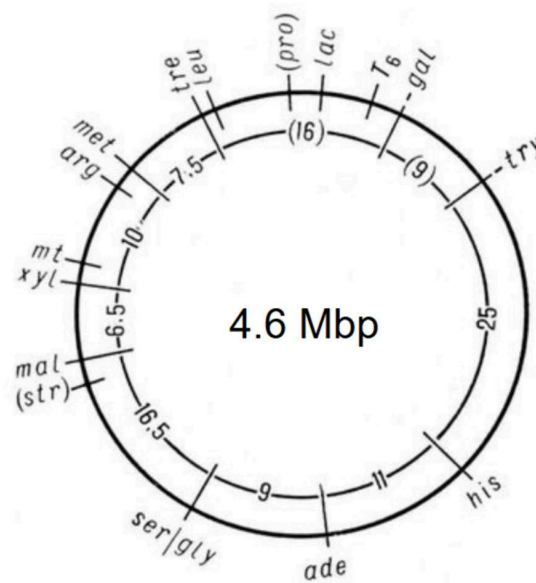
Задание 1.14. На рисунке ниже приведена комплементарная пара, формируемая аденином и поврежденным 8-оксогуанином, который в клетке исправляется системами репарации. В эксперименте вы выращиваете клетки в среде с ингибиторами системы репарации и искусственно мутируете в ДНК 8-оксогуанин в позиции X (G^* на схеме). Какая доля потомков материнской клетки будет отличаться от ее исходного генотипа по позиции X через 2 раунда деления?

 0% 25% 50% 100%

1 балл

Задание 1.15. В вашей лаборатории был открыт новый дцДНК бактериофаг MOSH26, распространяющийся через интеграцию в геном хозяина. Не обладая современными методами молекулярной биологии и биоинформатики, вы, тем не менее решили установить размер генома этого фага. В первом эксперименте вы выращивали штамм *E.coli*, прототрофный по аденину, серину и гистидину (Ade⁺ Ser⁺ His⁺) вместе с фагом MOSH26. Выделив из культуры супернатант с вирусными частицами, вы трансдуцировали им реципиентный прототрофный штамм *E.coli* (Ade⁻ Ser⁻ His⁻). Высадив полученные бактерии на селективные среды (без серина либо без гистидина) вы отобрали рекомбинантов и подсчитали их долю (см. таблицу). Во втором эксперименте методом прерывания конъюгации вы определили порядок интересующих вас селективных маркеров в геноме *E.coli* и составили генетическую карту, где расстояние между генами измеряется в минутах до прерывания конъюгации, достаточных для переноса гена от одной бактерии к другой (см. рисунок)

Среда без серина		
Ade	His	Доля
+	+	0
+	-	48%
-	+	2%
-	-	50%
Среда без гистидина		
Ade	Ser	Доля
+	+	0
+	-	0
-	+	3%
-	-	97%


 375 тыс пар оснований

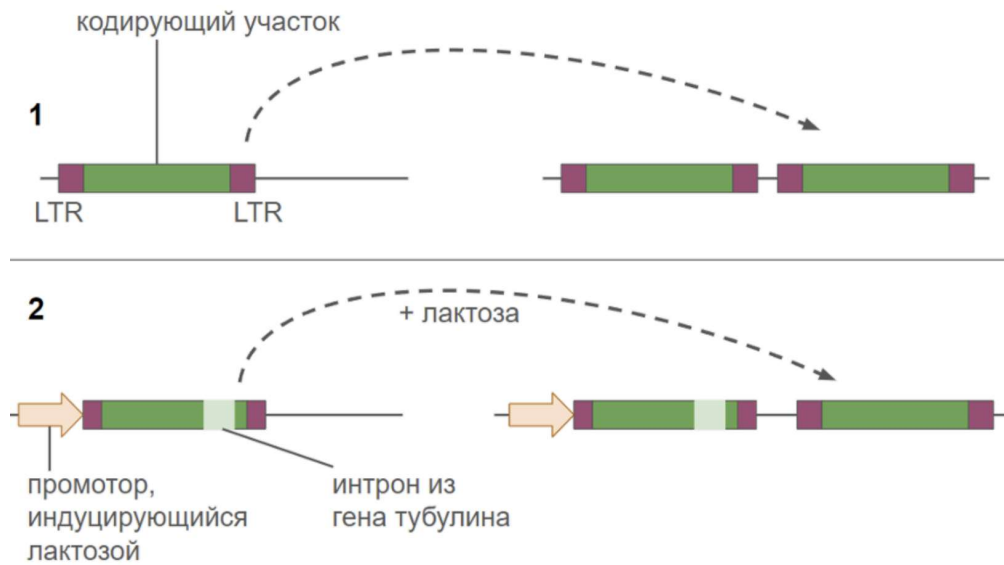
 460 тыс пар оснований

 830 тыс пар оснований

 1 млн пар оснований

1 балл

Задание 1.16. На схеме ниже представлена схема эксперимента по изучению механизма распространения Ty-транспозона дрожжей. Внимательно изучив эту схему, выберите, какое наблюдение доказывает данный эксперимент



- Ty-транспозон распространяется через репликацию ДНК
- Ty-транспозон распространяется через механизм "вырезание-вставка"
- Ty-транспозон теряет часть своего кодирующего участка при каждом новом распространении
- Ty-транспозон распространяется через механизм обратной транскрипции

№ 17

1 балл

Задание 1.17. На двух островах жили две популяции лемурув. У рецессивных гомозигот по гену К на ушах есть беленькие кисточки. Известно, что в двух популяциях выполняется равновесие Харди-Вайнберга, на 1 острове 78 лемурув с кисточками из 300, на 2 острове – 40 из 450. Однажды на 2 остров приплыли пираты, на их корабли незаметно пробралось 70% процентов популяции лемурув. Далее пираты приплыли на 1 остров и лемурув благополучно высадились на берег. Посчитайте, насколько изменится частота рецессивного аллеля К после 3 поколений относительно частоты в начальной популяции 1 острова.

 Уменьшится на 0,1 Уменьшится на 0,2 Увеличится на 0,1 Увеличится на 0,2**№ 18**

1 балл

Задание 1.18. Некое Х-сцепленное рецессивное заболевание встречается у 0,5% женщин, считая что мужчин и женщин в популяции одинаковое количество, посчитайте долю больных людей.

 2,5% 6,1% 3,8% 0,074%**Часть 2**

№ 1

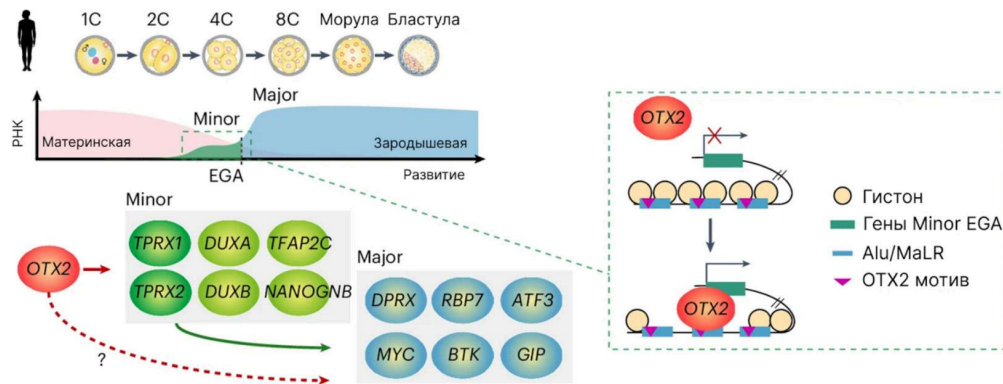
2.5 балла

Задание 2.1. При скрещивании маргаритки с оранжевым крупным цветком и растения с желтым и мелким цветком получили потомков с желтыми крупными цветками. При анализирующем скрещивании гибридов из F1 в потомстве было четыре фенотипические группы по 1498, 1552, 245 и 255 особей. Выберите верные утверждения.

- ген окраски цветка сцеплен с полом
- расстояние между генами приблизительно 14 сантиморганид
- гены окраски и размера цветка наследуются независимо
- размер цветка наследуется по механизму полного доминирования
- во втором скрещивании группа из 245 особей может быть группой с желтыми крупными цветками или оранжевыми мелкими

2.5 балла

Задание 2.2. EGA (зародышевая активация генома), означает собой первое событие транскрипции после оплодотворения. В ходе этого процесса материнские транскрипты постепенно заменяются зародышевыми. EGA обычно протекает в две волны: minor EGA и major EGA. Рассмотрите схему из недавней статьи, в которой исследовалось, как происходит зародышевая активация генома в человеческих эмбрионах.



Выберите верные утверждения:

- На стадии двух бластомеров (2C) большая часть белков транслируется с материнских РНК
- Белок OTX2 является транскрипционным фактором
- Мотив OTX2, необходимый для связывания белка OTX2, кодируется в генах гистонов
- Пик экспрессии генов DUXA и DUXB приходится на стадию 2–4 клеток (2C–4C)
- Ретротранспозоны семейства Alu/MaLR, содержащие мотив OTX2, могут служить энхансерами для активации генов Major EGA

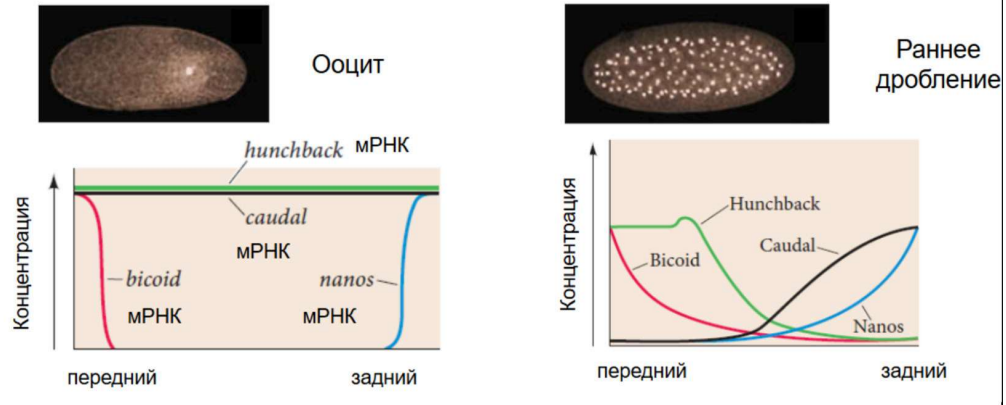
2.5 балла

Задание 2.3. Укажите примеры, которые относятся к модификационной изменчивости, то есть изменениям признаков, возникающим под влиянием условий среды и не затрагивающим генотип.

- У крыс, содержащихся при пониженной температуре, потомство проявляло склонность к теплолюбивому поведению
- У двух щенков — однояйцевых близнецов, которые заметно различались по внешнему виду из-за разных условий содержания, генетическое исследование показало полное совпадение генотипов
- Выращивание теневыносливых растений под интенсивным светом привело к тому, что в популяции закрепился признак светолюбивости
- У зайцев наблюдается сезонная смена окраски шерсти в зависимости от времени года
- У родителей со второй и третьей группой крови родился ребенок с первой группой крови

2.5 балла

Задание 2.4. В определении оси зародыша дрозофилы участвует целый набор генов, взаимодействующих друг с другом, чтобы создать антерио-постериорный градиент (от переднего к заднему концу). На схеме ниже представлено распределение мРНК и белковых продуктов наиболее важных для определения оси генов в зародыше на ранних стадиях его развития. Изучив схему, укажите верные сочетания генов, которые взаимодействуют по типу “ингибитор – ингибируемый ген”



bicoid - nanos

bicoid - hunchback

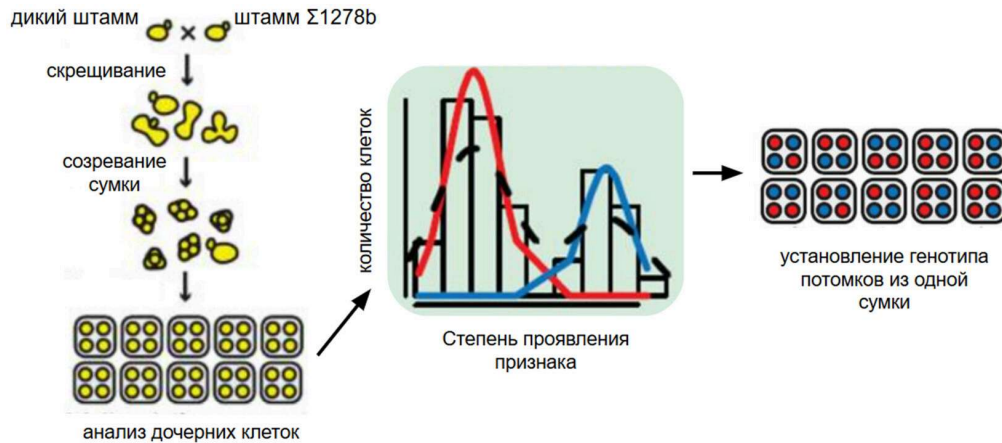
bicoid - caudal

nanos - hunchback

nanos - caudal

2.5 балла

Задание 2.5. Чтобы получить представление о классическом моногенном Менделевском наследовании в дикой среде, исследователи отобрали множество диких образцов пекарских дрожжей (*S. cerevisiae*) и провели систематические скрещивания с лабораторным штаммом $\Sigma 1278b$. Далее, исследователи выделяли из сумок (асков) потомков каждого из скрещиваний и определяли степень проявления фенотипического признака (например устойчивости к химическим веществам). Наконец, имея информацию о фенотипе и происхождении потомков (из какого аска они были получены) ученые определили, наследуется ли признак как моногенный менделевский или нет. Внимательно изучив схему эксперимента ниже, укажите, какие утверждения являются верными.



- процесс созревания сумки у дрожжей *S. cerevisiae* сопровождается редукционным делением (мейозом)
- при скрещивании в данном эксперименте штамма $\Sigma 1278b$ с самим собой исследователи смогут идентифицировать хотя бы один моногенный менделевский признак
- признак, наследуемый как менделевский, будет иметь на гистограмме распределение близкое к нормальному
- признак, наследуемый как менделевский, будет давать соотношение потомков в одном аске равное 3:1
- распределение степени проявления признака, полученное из популяции диких дрожжей будет идентично распределению, полученному в данном эксперименте для того же штамма

№ 6

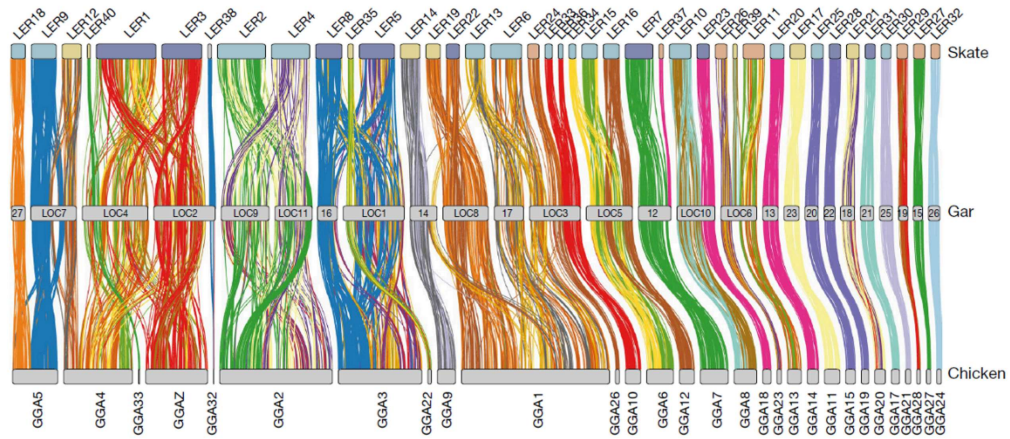
2.5 балла

Задание 2.6. Выберите верные суждения о микроэволюционных процессах.

- Аллельные частоты в популяции не меняются из поколения в поколение, если выполняются условия равновесия Харди–Вайнберга
- Генетический дрейф сильнее выражен в больших стабильных популяциях, чем в малочисленных
- Мутации сами по себе обычно не вызывают мгновенного изменения частот генотипов, но создают сырьё для эволюции
- При положительном отборе в пользу гетерозигот частота благоприятного аллеля через множество поколений достигает 100% в популяции
- Миграции могут изменять генетическую структуру популяции, приводя к изменению частот аллелей

2.5 балла

Задание 2.7. Синтетические хромосомные сегменты (синтетические группы) – это участки хромосом, которые располагаются на одних и тех же локусах в гомологичных хромосомах у разных видов, сохраняя при этом взаимный порядок генов внутри них. Перестановки таких синтетических групп могут быть детектированы при полногеномных секвенированиях и позволяют оценивать эволюцию геномов в крупных группах организмов. В одной из работ, анализ эволюции синтетических групп был проведен для ската (группы LER), панцирной щуки (группы LOC) и курицы (группы GGA).



Внимательно изучив полученные результаты, укажите, какие синтетические группы образовались в результате слияния синтетических групп ската (LER).

 GGA5

 LOC5

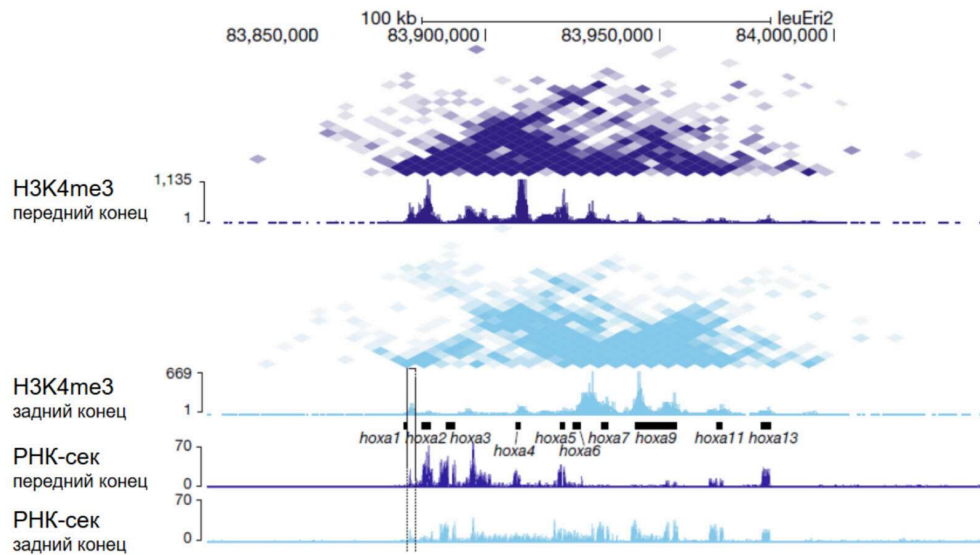
 GGA32

 LOC12

 GGA11

2.5 балла

Задание 2.8. На рисунке ниже представлены результаты работы, по анализу экспрессии генов, ответственных за развитие грудных плавников ската (*Leucoraja erinacea*). Для этого исследователи определяли положение метки активных точек начала транскрипции (H3K4me3) в геноме с помощью Hi-C и количество транскриптов с помощью РНК-секвенирования. В эксперименте анализировали отдельно клетки переднего и заднего концов плавника.



Внимательно изучив полученные результаты, укажите, какие гены ответственны за разницу между передним и задним концом грудных плавников ската.

 hoxa2
 hoxa3
 hoxa4
 hoxa6
 hoxa11
Часть 3

5 баллов

Задание 3.1. Сладкая кукуруза – это чаще всего кукуруза сортов, дефектных по одному из генов синтеза крахмала. “Супер сладкий” сорт SH дефектен по гену *shrunken2* (*sh2*) и отличается способностью высухать в початке и долго храниться. “Сладкий” сорт SU дефектный по гену *suga1* (*su1*), хоть и менее сладок, но обладает более мягкой текстурой и быстро портится. Для изучения роли аллелей *sh2* и *su1* вы заказали 2 сорта сладкой кукурузы Honey & Pearl (SH) и Silver Queen (SU) и высадили растения вместе. После созревания початков вместо привычных сладких зерновок вы встречали не-сладкие зерновки, доля которых увеличивалась с каждым новым поколением. Далее, вы решили провести изолированные эксперименты по скрещиванию. Вы взяли гибрид F₁, полученный в результате скрещивания двух сортов и высадили его на поле. Дальнейшие скрещивания вы проводили с растениями этого поля и строго контролировали, определяя генотип растений и выбирая и перенося пыльцу с мужских цветов на женские вручную

1. Сколько поколений растений вам необходимо вырастить, чтобы получить растения кукурузы со сладкими зерновками (не важно, какого именно сорта)? В ответе запишите только число, считая, что первое поколение – это высаженные гибриды F₁.

Число или дробь

2. Какое расщепление семян по сладости можно ожидать в початках материнского растения сорта Honey & Pearl при его опылении пыльцой растения F₁? В ответе запишите только убывающую последовательность цифр, соответствующих соотношению фенотипов (например, результат 9 A_B_ : 3 A_bb : 3 aaB_ : 1 aabb в ответе будет записан как “9331”)

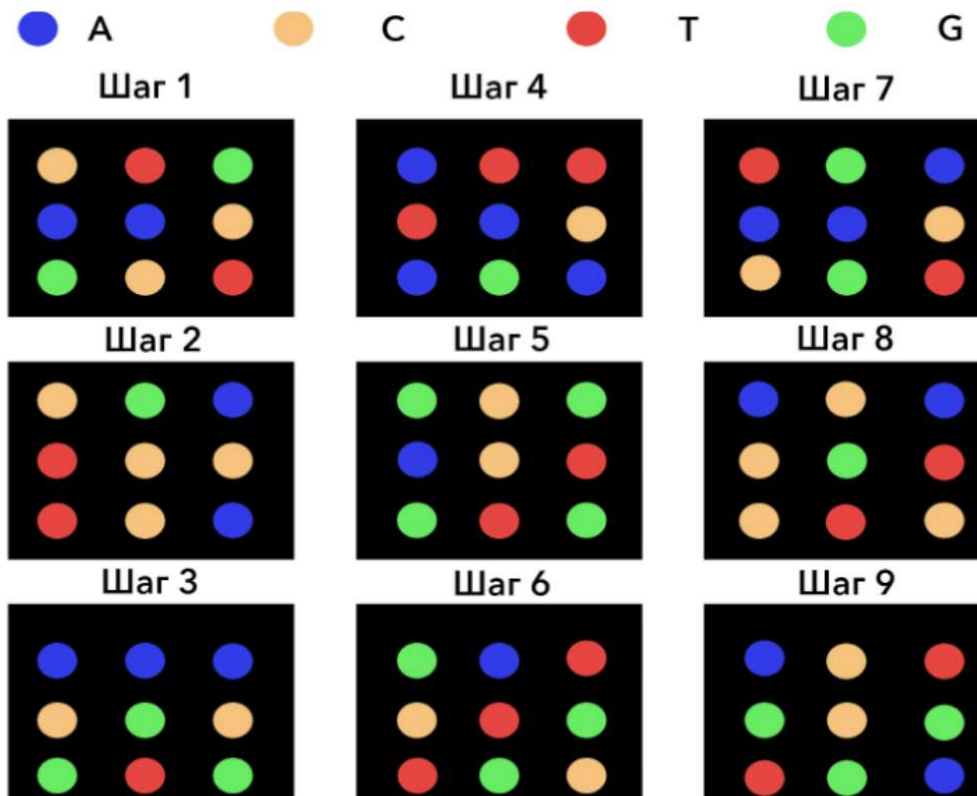
Число или дробь

3. Для следующего эксперимента вы взяли всех потомков, полученных от самоопыления гибрида F₁ и опылили их пыльцой растения F₁. Какое количество “супер сладких” зерновок вы получите при урожае в 10000 зерен?

Число или дробь

7 баллов

Задание 3.2. В лаборатории сломался секвенатор! Вместо того, чтобы выдавать последовательности нуклеотидов он выгружает на жесткий диск огромное количество высококачественных изображений процесса секвенирования. Ваш научный руководитель очень хочет как можно скорее получить от вас результаты секвенирования, поэтому вы решили вручную записать последовательности, используя фотографии. На изображении представлены последовательные снимки работы секвенатора второго поколения. Секвенирование происходит путём детекции цвета флуоресценции во время синтеза цепи ДНК, которая комплементарна изучаемой цепи. При этом цветными кружками показаны различные кластеры последовательностей (каждый кластер представляет из себя более миллиона копий одной исходной последовательности). Положение кластеров не меняется на каждом шаге секвенирования. Цвет кластера обозначает цвет флуорофора присоединившегося нуклеотида на каждом конкретном шаге!



1. Какое количество нуклеотидных последовательностей можно получить, обработав представленные данные?

Число или дробь

2. Зная, что для секвенирования использовался универсальный праймер TruSeq3 для одноконцевых прочтений: 5'-GCTATGAC-3'. Напишите итоговую последовательность, которая получилась в результате прочтения (вместе с праймером) верхнего левого кластера. Учитывайте, что секвенатор выдает в результате работы нуклеотидные последовательности ДНК, которые были загружены в него в качестве библиотеки. Последовательность запишите от 5' к 3'. В ответе укажите только нуклеотидную последовательность (без указания концов), которую хотел прочитать ученый (а не комплементарную ей последовательность).

Ответ

3. Представим, что вероятность ошибки при прочтении каждой конкретной позиции составляет 5%. Рассчитайте, какое количество нуклеотидов, в среднем, будет ошибочным (праймер не учитывайте!). Ответ округлите до целых.

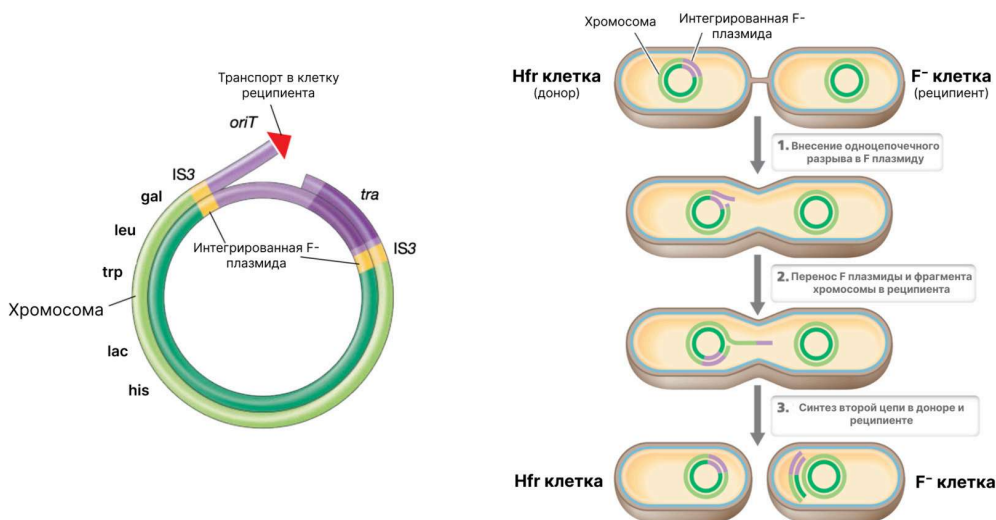
Число или дробь

4. Аллен множество раз секвенировал данные последовательности и поэтому точно знает её нуклеотидный состав. Выравнивая последовательности, вы обнаружили 11 ошибок! Считая, что вероятность ошибки составляет 5%, рассчитайте вероятность получить результат с 11 ошибками (из всех прочитанных последовательностей). Ответ округлите до сотых долей процента.

Число или дробь

4 балла

Задание 3.3. F-плазмиды — это генетические элементы бактерий, которые способны передаваться между клетками в процессе конъюгации. Hfr-штаммы (штаммы с высокой частотой рекомбинации) образуются, когда F-плазида (фактор фертильности) интегрируется в бактериальную хромосому. Этот процесс интеграции часто опосредован гомологичной рекомбинацией между IS-элементами (Insertion Sequences), присутствующими как на плазмиде, так и на хромосоме. При конъюгации Hfr-клетка выступает в роли донора и способна передавать часть своей хромосомы реципиентной F⁻-клетке, начиная с точки интеграции плазмиды (*oriT*). Как правило, переносится только фрагмент хромосомы, так как время конъюгации ограничено и в какой-то момент контакт между клетками обрывается и цепь рвется.



Вам необходимо с помощью конъюгации получить реципиентный штамм бактерий, способный утилизировать лактозу в качестве единственного источника углерода (*lac*⁺). Для этого в вашем распоряжении находятся два штамма: F⁻-штамм (реципиент):

Генотип: *leu*⁻ *trp*⁻ *lac*⁻ *his*⁻ *gal*⁻ *strR* *kanS*

Фенотип: Ауксотрофен по лейцину, триптофану и гистидину. Неспособен утилизировать лактозу (*lac*⁻) и галактозу (*gal*⁻). Устойчив к стрептомицину, чувствителен к канамицину Hfr-штамм (донор):

Генотип: *leu*⁺ *trp*⁺ *lac*⁺ *his*⁺ *gal*⁺ *strS* *kanS*

Фенотип: Прототрофен по всем аминокислотам. Способен утилизировать лактозу (*lac*⁺) и галактозу (*gal*⁺). Чувствителен к стрептомицину и канамицину Порядок переноса генов от точки начала (*origin*):

origin — *gal*⁺ — *leu*⁺ — *trp*⁺ — *lac*⁺ — *his*⁺ —

И набор доступных вам компонентов питательной среды:

1. Глюкоза
2. Лактоза
3. Галактоза
4. Гистидин
5. Стрептомицин
6. Канамицин

Вы проводите конъюгацию между Hfr-донором и F⁻-реципиентом. Спустя фиксированное время вы прерываете процесс и наносите суспензию на селективные питательные среды.

1. Какие соединения вам нужно добавить в селективную питательную среду, чтобы отобрать реципиентные клетки (F⁻), способные утилизировать лактозу в качестве единственного источника углерода? В ответе напишите цифры в порядке возрастания.

Число или дробь

2. Если принять, что количество перенесенных генов распределено по Пуассону с параметром λ , равным 0,5.

$$P(k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda}$$

Какова будет частота клеток, прототрофных по лейцину, среди всех реципиентных клеток, прошедших через конъюгацию? Ответ приведите в процентах, с точностью до целых.

Число или дробь

3. Какова будет частота клеток, прототрофных по лейцину, среди реципиентных клеток, способных утилизировать лактозу в качестве единственного источника углерода? Ответ приведите в процентах, с точностью до целых.

Число или дробь

5 баллов

Задание 3.4. Цукеркандль и Полинг предложили гипотезу молекулярных часов, согласно которой различия в аминокислотных последовательностях белков накапливаются с постоянной скоростью у разных видов. Эту концепцию используют для оценки времени расхождения видов. Скорость аминокислотных замен различается у разных белков из-за их функциональной важности. Рассмотрим два белка, X и Y: Длина белка X: 400 а.к. Длина белка Y: 600 а.к. Скорость замен для X: 0.625×10^{-9} замен/сайт/год Скорость замен для Y: 1.25×10^{-9} замен/сайт/год

1. Какое максимальное ожидаемое количество замен (по всем аминокислотным позициям) должно накопиться в каждом из белков X и Y между человеком и мышью, если их эволюционные линии разошлись 80 миллионов лет назад ?

- X:
- Y:

Ответ (округлите до целых)

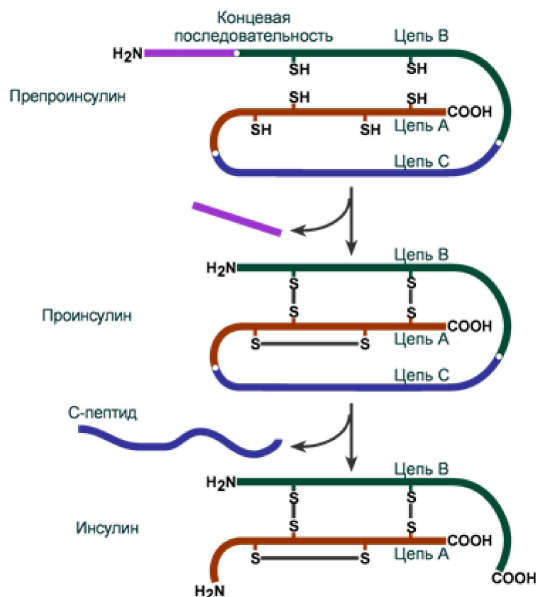
Число или дробь

Число или дробь

2. В белке X между человеком и другим видом млекопитающих наблюдается 6 аминокислотных замен. Определите время расхождения (в миллионах лет) между этими двумя видами. Ответ (округлите до целых)

Число или дробь

3. Скорость аминокислотных замен может различаться даже внутри одного белка, в зависимости от функциональной важности его доменов. Инсулин человека сначала синтезируется в виде одной цепи — препроинсулина (110 а.к.), который затем созревает в активный инсулин, состоящий из А-В домена (51 а.к.), путем удаления пре-домена (24 а.к.) и С-домена (31 а.к.).



Расставьте домены по относительной скорости замен (от самой медленной к самой быстрой):

Расставьте в верной последовательности



пре-домен

A-B домен

C-домен