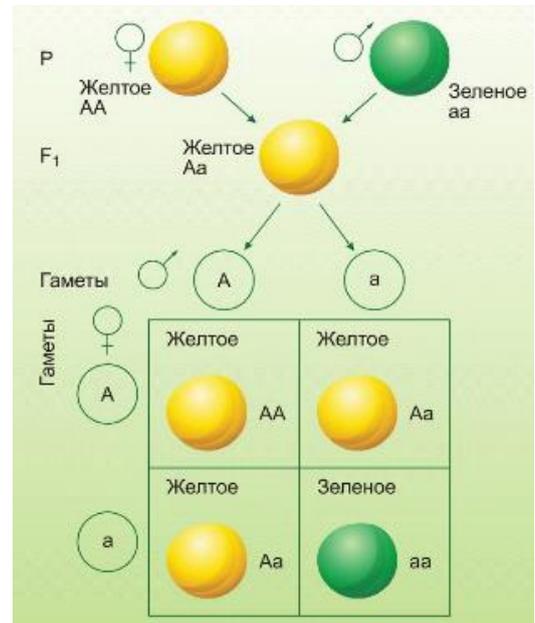


МОСКОВСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ГЕНЕТИКЕ. 2020–2021 уч. г.
ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП. 10 - 11 КЛАССЫ

Часть 1 (10 баллов)

Вам предлагаются тестовые задания с выбором **ОДНОГО ПРАВИЛЬНОГО** варианта ответа из четырех.

1. При скрещивании жёлтого и зелёного сортов гороха в первом поколении все гибриды обладали жёлтыми семенами. При самоопылении этих растений во втором поколении были получены особи с жёлтыми и зелёными семенами в соотношении 3:1. Какое расщепление будет в третьем поколении, если все особи с зелёными семенами из F₂ подвергли самоопылению, а все особи с жёлтыми семенами подвергли случайному скрещиванию между собой? Урожайность всех особей одинакова.



- 1:1
2:1
3:1
11:5
2. Среднее число хиазм на один мейозит мужчины составляет 56. Исходя из этого общая длина генетической карты мужчины составляет примерно:
2800 сМ
5600 сМ
280 сМ
560 сМ
3. Если предположить, что царица в муравейнике спаривается лишь с двумя неродственными самцами с равной вероятностью, то средняя общая доля генов между рабочими особями в этом муравейнике составит:
3/4
2/3
1/3
1/2
4. Масса зерновки ячменя определяется двумя генами, взаимодействующими по типу кумулятивной полимерии. Зерновки растений с генотипом A₁A₁A₂A₂ имеют среднюю массу 45 мг, с генотипом a₁a₁a₂a₂ – 33 мг, каждый доминантный аллель

- вносит одинаковый вклад в массу зерновки. Чему равна средняя масса зерновки гибридов от скрещивания $A_1a_1A_2a_2$ и $A_1a_1a_2a_2$?
- 39 мг
36 мг
37,5 мг
40,5 мг
5. Степень отношения в генеалогии – это число рождений, разделяющих две персоны. Так, однойцевые близнецы имеют степень отношения, равную 0, мать и сын – 1, родные, единоутробные или единокровные брат и сестра (но не однойцевые близнецы) – 2. В отличие от коэффициента родства, степень отношения у полных сибсов и у полусибсов не отличается (Сибсы (сиблинги) (англ. sibs, siblings — брат или сестра) — генетический термин, обозначающий потомков одних родителей, но не однойцевых близнецов. Полусибсы имеют одного общего родителя). Чему равна степень отношения троюродных брата и сестры?
- 3
4
6
8
6. Чему равна ожидаемая доля общих генов двух людей, имевших единственного общего предка из 8 на уровне трех поколений назад?
- 1,6%
3,1%
6,3%
12,5%
7. У некоторой породы куриц имеется признак, проявляющийся в ряду поколений только у самок, но не у самцов. Причиной этого НЕ может являться:
- расположение гена этого признака на W-хромосоме
цитоплазматическая наследственность
расположение гена этого признака на псевдоаутосомном участке Z-хромосомы
наследование, ограниченное полом
8. При конъюгации бактерия-донор, содержащая F-плазмиду, передаёт её бактерии-реципиенту, не содержащей данной плазмиды. Бактерии F^+ содержат данную плазмиду в свободном виде в цитоплазме, у бактерий Hfr она встроена в геном, у бактерий F' данная плазида находится в цитоплазме и обладает вставкой из основного генома, а бактерии F^- не несут данной плазмиды. Успешная конъюгация возможна между бактериями с генотипами:
- F^+ и F'
 F' и F^-
 F^- и Hfr
 F^+ и Hfr
9. Из перечисленных точечных мутаций наиболее вероятна замена:
- аденина на урацил

Московская олимпиада школьников по генетике 2020–2021 уч. г.
Предварительный этап. 10 - 11 классы

гуанина на тимин
цитозина на гипоксантин
5-метилцитозина на тимин

- 10. Крисс-кросс наследование при наследовании сцепленного с полом признака можно наблюдать у**
- мышь
 - гороха
 - дрожжей
 - кукурузы

Часть 2 (10 баллов)

Вам предлагаются тестовые задания с множественными вариантами ответа (от 0 до 5).

1. Предположим, что эукариотический ген имеет следующую последовательность: Э1-И1-Э2-И2-Э3-И3-Э4 (Э — экзоны, И — интроны). Какие последовательности мРНК НЕ МОГУТ быть получены в результате альтернативного сплайсинга?

Э1-Э2-Э4

Э1-Э2-Э3-Э4

Э1-Э3-Э2

Э1-Э3-Э2-Э4

Э1-Э3-Э4

11. В каких частях эукариотической клетки в норме содержится РНК?

Ядро

Цитоплазма

Полость гладкого ЭПР

Полость шероховатого ЭПР

Митохондрии

3. Дрейф генов:

Сильнее всего проявляется в популяциях малого размера

Обусловлен исключительно неблагоприятными условиями среды и стихийными бедствиями

Приводит к отбору в пользу гетерозигот

Обусловлен случайными событиями

Обусловлен миграцией и мутационным процессом

4. Какие явления приводят к горизонтальному переносу генов?

Конъюгация у бактерий

Перенос наследственной информации вирусами

Обмен гомологичными участками хромосом в мейозе

Оплодотворение

Захват бактерией плазмидной ДНК из окружающей среды

5. Вырожденность генетического кода подразумевает:

Сходство генетического кода у различных групп живых организмов

Соответствие нескольких кодонов одной аминокислоте

Возможность появления «нейтральных» мутаций, не приводящих к изменениям в последовательности аминокислот

Одинаковое количество нуклеотидов в кодонах разных аминокислот

Отсутствие перекрывания между кодонами

Часть 3 (10 баллов)

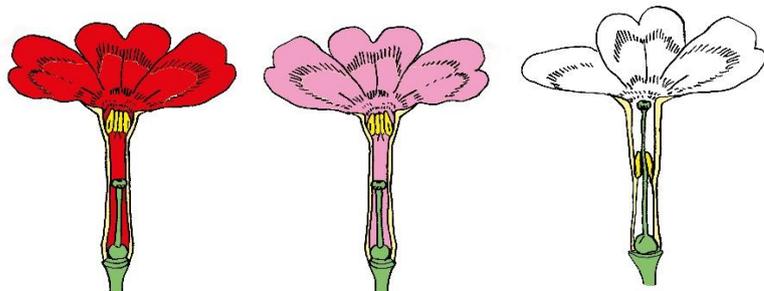
Вам предлагаются тестовые задания в виде суждений, с каждым из которых следует либо согласиться, либо отклонить.

1. Фермент, осуществляющий репликацию ДНК, может удлинять оба конца ДНК (3' и 5').
2. Энергия, необходимая для полимеризации дезоксирибонуклеозидтрифосфатов в процессе репликации ДНК, содержится в самих нуклеозидтрифосфатах.
3. При репликации ДНК одна из цепей ДНК в репликационной вилке синтезируется непрерывно, а вторая — в виде фрагментов, которые потом сшиваются.
4. В процессе репликации ДНК происходит синтез не только ДНК, но и РНК.
5. Репликация ДНК происходит консервативно, то есть две вновь синтезированные одноцепочечные ДНК объединяются вместе в новую двуцепочечную спираль.
6. Ферменты репарации ДНК позволяют исправлять только замены нуклеотидов, но не делеции или инсерции.
7. На эффективность сплайсинга определённого интрона могут влиять белки, называемые факторами сплайсинга.
8. Оперонная организация генома позволяет быстро регулировать уровни экспрессии целых групп белков.
9. Ни в какой момент времени во время трансляции с рибосомой не может быть связано более одной молекулы аминоацил-тРНК.
10. Основная группа нейтральных точечных мутаций – это мутации со сдвигом рамки считывания.

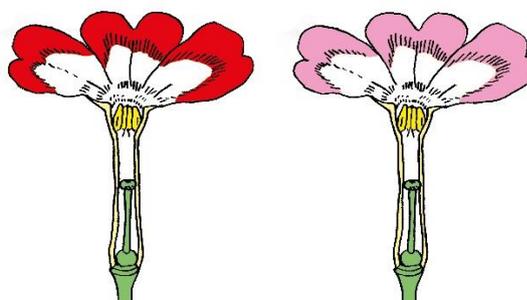
Часть 4.

Задание 1. У примулы (*Primula elatior*) отобраны формы с равномерной красной, розовой и белой окраской лепестков. Кроме того, у некоторых растений основной фон лепестков белый, а по краю лепестка идёт красная или розовая полоска (кайма).

Равномерная окраска

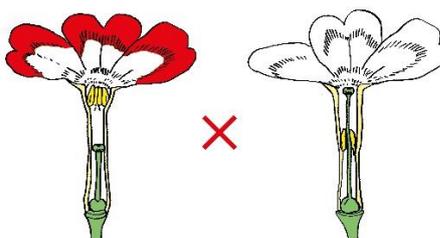


Кайма

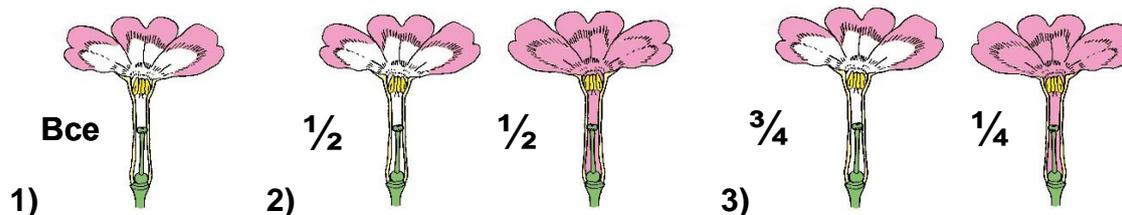


Скрещивание красно-окаймлённой примулы с белой примулой может давать разные результаты. Либо (1) все потомки окажутся с розовой каймой, либо (2) половина потомков будет с розовой каймой, а другая половина – с равномерно окрашенными розовыми лепестками, либо (3) $\frac{3}{4}$ потомков будут розово-окаймлёнными, а $\frac{1}{4}$ – с равномерной розовой окраской.

Родители (P):



Потомки (F1):



На основании результатов скрещиваний (1, 2 и 3) предложите модель наследования окраски у примул. Для обозначения генов используйте начальные буквы алфавита *A* – ген окраски, *B* – образование каймы). Предложите генотипы родителей и потомков для каждого из скрещиваний (1, 2 и 3) и объясните фенотипическое проявление окраски.

1.1. Какой тип взаимодействия наблюдается между аллелями гена окраски цветка? (1 балл)

- полное доминирование
- неполное доминирование
- сверхдоминирование
- комплементарность

1.2. Какой тип взаимодействия наблюдается между аллелями гена образования каймы? (1 балл)

- полное доминирование
- неполное доминирование
- сверхдоминирование
- комплементарность

1.3. Генотип использованной в первом скрещивании примулы с красной каймой может быть? (1,5 балла. Если допущена 1 ошибка – 1 балл, 2 ошибки – 0,5 балла, далее 0 баллов. Ошибкой считается выбор неверного ответа или невыбор верного)

- AABB*

1.4. Генотип использованной в первом скрещивании белой примулы может быть? (1,5 балла. Если допущена 1 ошибка – 1 балл, 2 ошибки – 0,5 балла, далее 0 баллов. Ошибкой считается выбор неверного ответа или невыбор верного)

- AABB*

1.5. Генотип использованной в первом скрещивании примулы с красной каймой может быть? (1,5 балла. Если допущена 1 ошибка – 1 балл, 2 ошибки – 0,5 балла, далее 0 баллов. Ошибкой считается выбор неверного ответа или невыбор верного)

- AABB*

Aabb
aabb

1.6. Генотип использованной в первом скрещивании белой примулы может быть? (1,5 балла. Если допущена 1 ошибка – 1 балл, 2 ошибки – 0,5 балла, далее 0 баллов. Ошибкой считается выбор неверного ответа или невыбор верного)

AABB
AaBB
aaBB
AABb
AaBb
aaBb
AAbb
Aabb
aabb

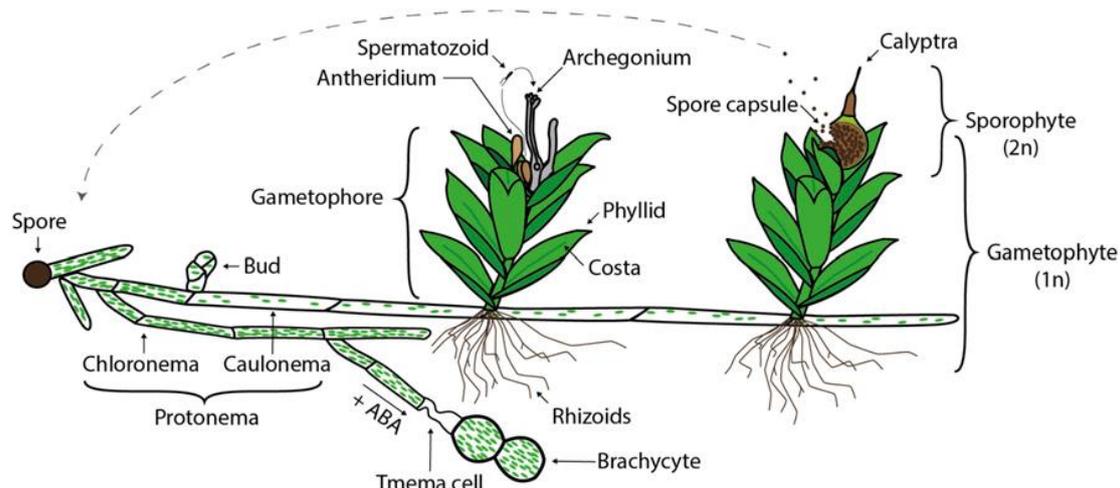
1.7. Генотип использованной в первом скрещивании примулы с красной каймой может быть? (1,5 балла. Если допущена 1 ошибка – 1 балл, 2 ошибки – 0,5 балла, далее 0 баллов. Ошибкой считается выбор неверного ответа или невыбор верного)

AABB
AaBB
aaBB
AABb
AaBb
aaBb
AAbb
Aabb
aabb

1.8. Генотип использованной в первом скрещивании белой примулы может быть? (1,5 балла. Если допущена 1 ошибка – 1 балл, 2 ошибки – 0,5 балла, далее 0 баллов. Ошибкой считается выбор неверного ответа или невыбор верного)

AABB
AaBB
aaBB
AABb
AaBb
aaBb
AAbb
Aabb
aabb

Задание 2. Мох фискомитрелла (*Physcomitrella patens*) обитает на периодически высыхающих субстратах. В связи с этим у него есть особый механизм переживания засухи. Клетки протонемы превращаются в сферические брахициты, которые покрываются плотной кутикулой, предотвращающей потери влаги. Химическим сигналом о засухе служит абсцизовая кислота (abscisic acid, АВА), поэтому при обработке АВА протонема даёт брахициты даже при хорошем увлажнении.



Жизненный цикл фискомитреллы (*Physcomitrella patens*). Внизу показана реакция протонемы на засуху/абсцизовую кислоту (ABA): образование клеток-брахицитов, покрытых плотной кутикулой. Из статьи S.A. Reising et al., *The Plant Cell*, 2020. Vol. 32. P. 1361–1376.

Биосинтез абсцизовой кислоты у растений состоит из нескольких последовательных этапов:

1. Окислительное «разрезание» каротиноидов (oxidative cleavage), за которое отвечает фермент NCED. Обозначим соответствующий ген как *N*.
2. Окисление получившегося фрагмента до абсцизового альдегида, за которое отвечает фермент ХОХ. Обозначим соответствующий ген как *X*.
3. Окисление абсцизового альдегида до абсцизовой кислоты, за которое отвечает фермент ABAld-OX. Обозначим соответствующий ген как *A*.

У фискомитреллы получены нефункциональные мутанты по каждому из перечисленных генов. Обозначим мутантные аллели как *n*, *x* и *a* соответственно. Мутанты не способны синтезировать абсцизовую кислоту (ABA) и не могут сформировать брахициты при засухе. Пусть гены *A* и *X* находятся на одной хромосоме на расстоянии 16 морганид, при этом ген *N* находится на другой хромосоме.

Ученые скрещивают два растения фискомитреллы: одно из них несёт мутантные аллели *a* и *n*, при этом аллель *X* функциональный. Второе – с функциональными аллелями *A* и *N*, но с мутантным аллелем *x*. Получена гибридная коробочка (см. рис. – spore capsule), из которой посеяны споры.

2.1. Каков генотип исходного растения 1? (1 балл)

aaXXnn
aaXxnn
aXn
AxN
AaXxNn

Каков генотип исходного растения 2? (1 балл)

aaXXnn
aaXxnn
aXn
AxN
AaXxNn

Каков генотип полученной гибридной коробочки? (1 балл)

aaXXnn
aaXxnn
aXn
AxN
AaXxNn

2.2. Каким будет расщепление по генотипам и фенотипам среди растений, выросших из спор, посеянных после гибридизации? Для каждого генотипа и фенотипа напишите процент встречаемости таких особей в популяции. Округляйте до целых. Не забудьте, что гены *A* и *X* находятся в одной хромосоме на расстоянии 16 морганид. (10 баллов – по 1 баллу за ячейку)

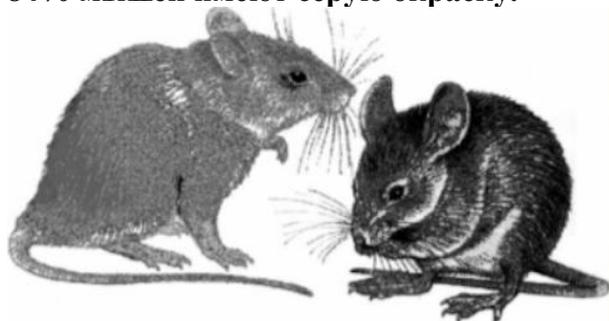
генотип	<i>AXN</i>							
% встречаемости								

фенотип	Растения с брахицитами	Растения без брахицитов
расщепление по фенотипу		

2.3. Какая доля растений, выросших из спор после гибридизации, образует брахициты при обработке абсцизовым альдегидом? Ответ приведите в процентах, округляя до целых. (2 балла)

2.4. Какая доля растений, выросших из спор после гибридизации, образует брахициты при обработке продуктом «разрезания» каротиноидов? Ответ приведите в процентах, округляя до целых. (2 балла)

Задание 3. У мыши серая окраска доминирует над черной. В равновесной популяции 84% мышей имеют серую окраску.



3.1. Чему равна частота рецессивного аллеля в этой популяции? Ответ дайте в процентах и округлите до целого числа процентов. (2 балла)

3.2. Чему равна частота гетерозигот в этой популяции? Ответ дайте в процентах и округлите до целого числа процентов. (2 балла)

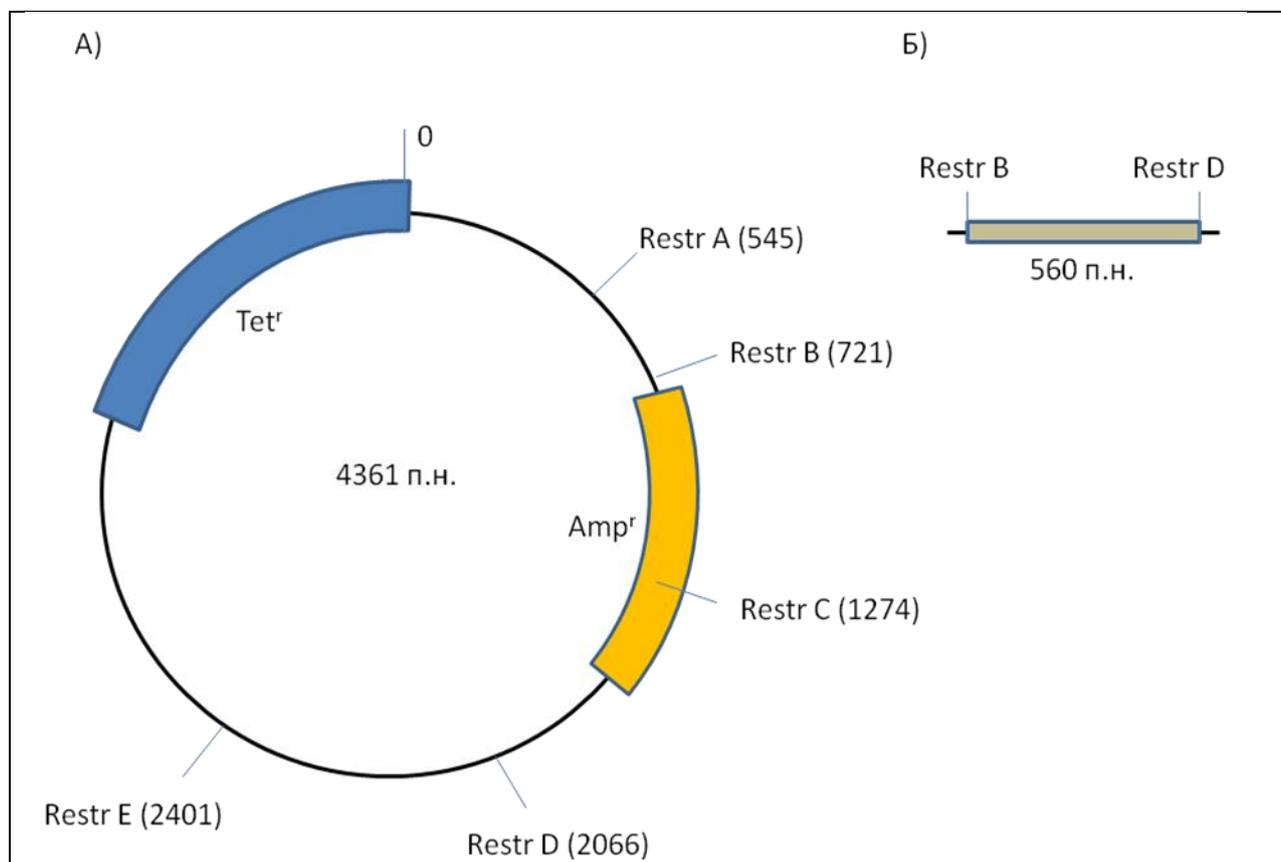
3.3. Чему станет равна частота рецессивного аллеля, если размер популяции удвоится за счет миграции черных мышей из другой популяции? Ответ дайте в процентах и округлите до целого числа процентов. (2 балла)

Задание 4. Некоторые доминантные аллели в гомозиготе летальны в раннем эмбриогенезе, а в гетерозиготном состоянии приводят к ярким фенотипическим проявлениям, например, таким как отсутствие хвоста или коротколапость у кошек (оба гена аутосомны и наследуются независимо друг от друга). На маленьком острове, где нет других кошек, оказались коротколапый кот и бесхвостая кошка, основав, таким образом, новую популяцию. Опишите фенотипическую структуру этой популяции в

первом, втором и третьем поколениях, указывая % котов с соответствующим фенотипом, округляя до целых процентов (20 баллов – по 1 баллу за ячейки первого поколения, по 2 балла за ячейки второй и третьего поколения).

Поколение	Нормальные коты	Коротколапые коты	Бесхвостые коты	Бесхвостые коротколапые коты
Первое				
Второе				
Третье				

Задание 5. В генетической инженерии широко используются ферменты, "разрезающие" и "сшивающие" молекулы ДНК, — рестриктазы и лигазы, соответственно. Рестриктазы узнают определенную короткую последовательность нуклеотидов в молекуле ДНК и вносят чаще всего несимметричный двунитевой разрыв, обычно внутри этого сайта. Лигаза способна восстанавливать такие разрывы по совпадающим сайтам, т.е. полученным от одной рестриктазы. Таким образом, с помощью двух ферментов можно создавать гибридные молекулы ДНК для исследования функции генов. Например, эукариотический ген можно перенести в бактерию для наработки белка, кодируемого этим геном. Для этих целей используют векторные плазмиды (автономные кольцевые молекулы ДНК). Векторную плазмиду и целевую молекулу ДНК, несущую эукариотический ген, обрабатывают одинаковым набором рестриктаз. Лигаза узнает совпадающие концы молекул ДНК и сшивает их, в результате чего мы получаем вектор, в который "вшит" фрагмент.



На рисунке, Tet^r и Amp^r — гены устойчивости к антибиотикам (тетрациклину и ампициллину, соответственно). После попадания такой плазмиды в бактерию (трансформации), клетка способна расти на среде с соответствующими антибиотиками. Это используется для отбора клеток, получивших плазмиду.

На схеме плазмиды также обозначены координаты сайтов рестрикции: Restr A (545), Restr B (721) и т.д. Координаты помогают определить расстояние между сайтами рестрикции в парах нуклеотидов (п.н.). То есть расстояние между сайтами рестриктаз А и В будет равно $721-545=176$ п.н.

Плазмиду размером 4361 п.н. (рис. А) и фрагмент ДНК (рис.Б) обработали рестриктазами Restr В и Restr D. Фрагмент ДНК большего размера, полученный после обработки плазмиды, очистили, смешали с фрагментом ДНК в 560 п.н. и добавили лигазу. Полученную векторную конструкцию трансформировали в бактерии.

5.1. Длина полученной конструкции составила: (2 балла)

3576 п.н.

4354 п.н.

4361 п.н.

4921 п.н.

5.2. На какой среде следует выращивать бактерии, содержащие конструкцию? (2 балла)

без антибиотиков

с ампициллином

с тетрациклином

с ампициллином и тетрациклином

5.3. Отметьте размеры фрагментов, которые можно получить, совместно обработав полученную после манипуляций конструкцию рестриктазами D и E. (3 балла – 0,5 балла в случае правильного выбора или невыбора каждого ответа)

335

895

3241

3400

4026

4361

Задание 6. Для поддержания структуры хроматина необходимы электростатические взаимодействия между отрицательно заряженными молекулами ДНК и положительно заряженными молекулами гистонов. Рассмотрите аминокислотные последовательности гистонов человека и рассчитайте заряд этих белков при нейтральном значении pH, считая, что в формировании заряда участвуют только остатки аргинина (обозначается R, заряд +1), лизина (обозначается K, заряд +1), аспарагиновой кислоты (обозначается D, заряд -1) и глутаминовой кислоты (обозначается E, заряд -1).

Московская олимпиада школьников по генетике 2020–2021 уч. г.
Предварительный этап. 10-11 классы

Рассчитайте также заряд нуклеосомы, включающей в свой состав по паре гистонов H2A, H2B, H3 и H4, а также суммарный заряд модуля хроматина, состоящего из одной нуклеосомы, одного линкерного гистона H1 и фрагмента ДНК длиной 200 пар нуклеотидов (считайте заряд на фосфатном остатке -1). Как видно из расчета, ДНК/белковый комплекс не является электронейтральным. Какие ионы компенсируют его заряд до нейтрального? Сколько таких ионов нужно на один вышеуказанный модуль? Знак «плюс» у положительных зарядов указывать не нужно, знак «минус» у отрицательных зарядов указывать обязательно (9 баллов).

Гистон H1: MSETVPPAPA ASAAPEKPLA GKKAKKPAKA AAASKKKPAG PSVSELIVQA
ASSSKERGGV SLAALKKALA AAGYDVEKNN SRIKLGKSL VSKGTLVQTK
GTGASGSFKL NKKASSVETK PGASKVATKT KATGASKKLLK KATGASKKSV
KTRPKAKKPA ATRKSSKNPK KPKTVKPKKV AKSPA KAKAV KPKAAKARVT
KPKTAKPKKA APKKK

Гистон H2A: MSGRGKQGGK ARAKAKSRSS RAGLQFPVGR VHRLLRKGNV
AERVGAGAPV YMAAVLEYLT AEILELAGNA ARDNKKTRII PRHLQLAIRN
DEELNKLKLGK VTIAQGGVLP NIQAVLLPKK TESHAKKAGK

Гистон H2B: MPEAKSAPA PKKGSKAVT KAQKKGKRR KRSRKESYSV
YVYKVLKQVH PDTGISSKAM GIMNSFVNDI FERIAGEASR LAHYNKRSTI TSREIQTAVR
LLPGELAKH AVSEGTKAVT KYTSSK

Гистон H3: MARTKQTARK STGGKAPRKQ LATKAARKSA PATGGVKKPH
RYRPGTVALR EIRRYQKSTE LLIRKLPFQR LVREIAQDFK TDLRFQSSAV MALQEACEAY
LVGLFEDTNL CAHAKRVTI MPKDIQLARR IRGERA

Гистон H4: MSGRGKGGKG LGKGGAKRHR KVLDRNIQGI TKPAIRRLAR RGGVKRISGL
IYEETRGVLK VFLENVIRDA VTYTEHAKRK TVTAMDVVYA LKRQGRRTLYG FGG

Структура	H1	H2A	H2B	H3	H4	Нуклеосома	Модуль хроматина
Заряд							
Основной (впишите символ)	противоион слово или					Количество ионов	