

# Московская олимпиада школьников по генетике 2021/22, 11 класс

10:00—23:59 19 фев 2022 г.

## Часть 1

Выбор одного варианта ответа

### № 1

1 балл

Сколько различных типов гамет образует в ходе мейоза организм с генотипом  $2n = 10$  при условии отсутствия кроссинговера и при случайном расхождении отцовских и материнских хромосом?

64

32

20

10

### № 2

1 балл

Какой признак у однояйцевых близнецов, разлученных в детстве, скорее всего, будет неконкордантным?

группа крови

цвет глаз

вкусовые предпочтения в еде

непереносимость лактозы

№ 3

---

1 балл

У дрозофилы набор половых хромосом у самок  $XX$ , у самцов –  $XY$ , при этом пол определяется соотношением числа  $X$ -хромосом и гаплоидных аутомных наборов. Какое число  $X$ -хромосом должно быть у дрозофилы, тетраплоидной по аутозомам, чтобы она была самкой?

1

2

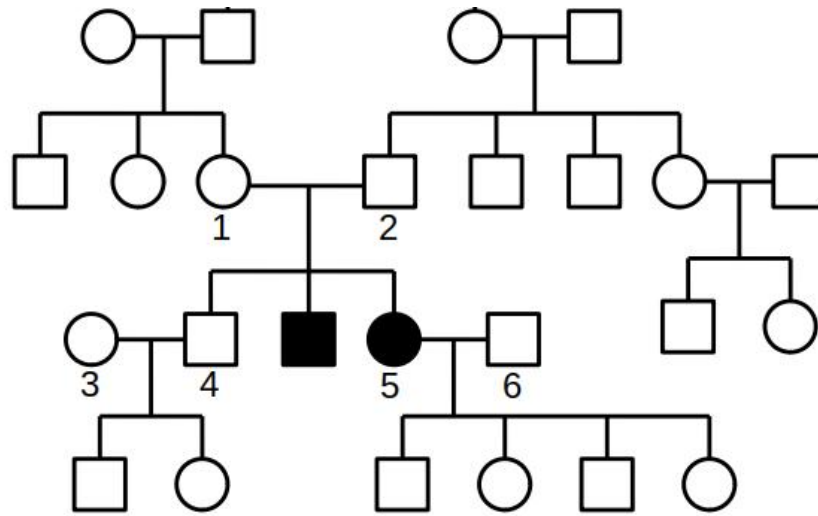
3

4

№ 4

1 балл

На рисунке изображена родословная некоей семьи. Люди с заболеванием отмечены закрашенными знаками. Какова вероятность, что среди следующих двух детей пары 1 и 2 будет хотя бы один здоровый ребёнок?



$\frac{1}{4}$

$\frac{3}{4}$

$\frac{1}{16}$

$\frac{15}{16}$

**№ 5**

1 балл

Карл Корренс, переоткрывший законы Менделя, взял два сорта гороха с желтыми и зелеными семенами, скрестил их, получил гибриды первого поколения, самоопылил их и получил расщепление 3 к 1 во втором поколении. Из второго поколения он выбрал только желтые горошины, после чего самоопылил выращенные из них растения и снова наблюдал расщепление. Какую часть потомства составляли гетерозиготные растения?

  $\frac{1}{2}$   $\frac{1}{3}$   $\frac{1}{4}$   $\frac{1}{6}$ **№ 6**

1 балл

Что из перечисленного не влияет на генотипическую изменчивость бактерий?

 трансформации трансдукции трансфекции конъюгации

№ 7

---

1 балл

Для некоторых коловраток характерен жизненный цикл с чередованием поколений. В благоприятных условиях самки производят диплоидные яйца из которых развиваются новые самки. В неблагоприятных условиях самки начинают производить гаплоидные яйца. Из неоплодотворенных гаплоидных яиц развиваются самцы, а оплодотворенные превращающиеся в покоящуюся стадию, из которой в последствии разовьется самка.

Какие способы определения пола присутствуют в жизненном цикле таких коловраток?

агамный и сингамный

прогамный и эпигамный

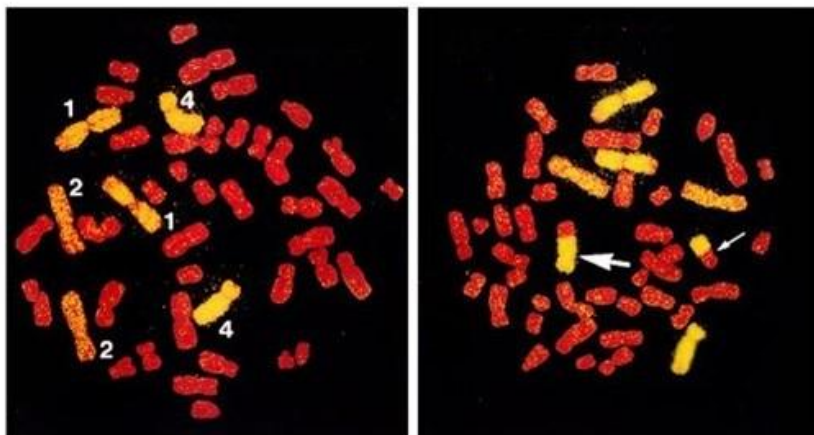
сингамный и прогамный

прогамный и агамный

№ 8

1 балл

Хромосомный пэйнтинг — метод, основанный на использовании специфичных к хромосомам ДНК-зондов. Метод широко используется для выявления хромосомных перестроек. Какая хромосомная перестройка изображена на рисунке справа, если слева изображен нормальный кариотип?



транслокация

супинация

инверсия

трансверсия

№ 9

1 балл

Нарушения в процессе репликации приводят к:

возникновению нуклеотидных замен в последовательности ДНК

переходу ДНК в Z-конформацию

возникновению шпилек

возникновению инверсий

№ 10

---

1 балл

Выберите вирус, для жизненного цикла которого необходима РНК-зависимая ДНК-полимераза:

вирус иммунодефицита человека

вирус табачной мозаики

коронавирус COVID-19

вирус гриппа

## Часть 2

Выбор от одного до пяти верных вариантов ответа

№ 1

---

2 балла

Выберите верные утверждения про горизонтальный перенос генов:

Возможен только с помощью современных методов геной инженерии и системы CRISPR/Cas

Может происходить между особями разных видов

Возможен только у эукариот

Обязательно требует участия вирусов

Обеспечивает комбинативную изменчивость у бактерий

№ 2

---

2 балла

Что из перечисленного может привести к увеличению уровня экспрессии определённых белков?

Нонсенс-мутация в генах определённых белков

Полиплоидия

Политенизация

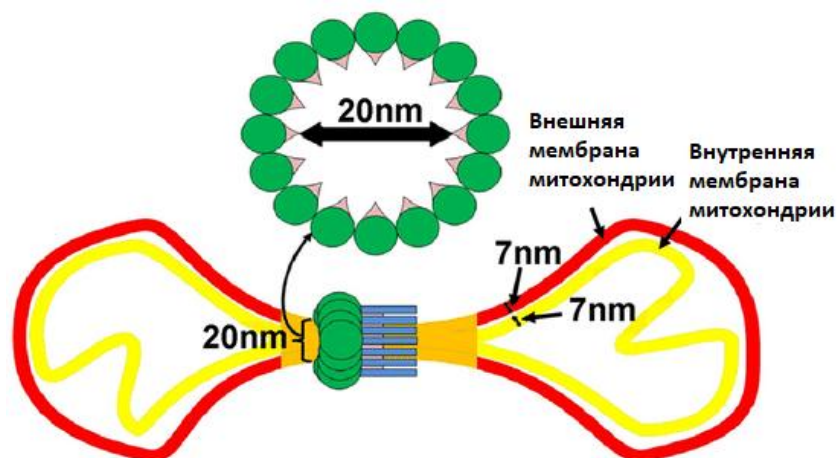
Дупликация генов определённых белков

Делеция генов определённых белков



2 балла

Рассмотрите изображение и сделайте выводы о функциях белка, отмеченного на картинке зелёным. Отметьте верные суждения.



- В клетках с дефектным зелёным белком митохондрии не делятся
- В клетках с дефектным зелёным белком нарушен процесс митофагии
- Ген белка, отмеченного на картинке зелёным, скорее всего, находится в ядерном геноме
- Этот белок является гомологом актина
- Этот белок является гомологом тубулина

**№ 4**

2 балла

У колокольчика за цвет лепестков отвечает два гена. Один ген (**A**) кодирует фермент, превращающий бесцветное вещество  $X$  в бесцветное вещество  $Y$ , второй ген (**B**) кодирует фермент, превращающий бесцветное вещество  $Y$  в голубой пигмент. Рецессивные аллели генов **A** и **B** не приводят к синтезу соответствующих ферментов. Выберите генотипы растений, лепестки которых окрашены в голубой.

 **aabb** **Aabb** **AABb** **aaBB** **aaBb****№ 5**

2 балла

Какие расщепления по фенотипу (растения с голубыми лепестками : растения с белыми лепестками) могут получиться при самоопылении растений, выбранных вами в предыдущем задании?

 13 : 3 15 : 1 9 : 7 3 : 1 2 : 1**Часть 3**

Оцените верность суждений

10 баллов

Выберите верные суждения

- Существование хромосом типа «ламповых щёток» объясняется необходимостью экспрессии некоторых генов во время «замороженной» профазы I мейоза в определённых типах клеток**
- РНК, транскрибируемая с гена соматотропина человека, транслируется на рибосомах, прикрепленных к эндоплазматическому ретикулуму**
- Уровень транскрипции определенного белок-кодирующего гена эукариот зависит от средства общих факторов транскрипции к начальному участку этого гена**
- Рибосомы прокариот и эукариот можно разделить методом центрифугирования**
- В процессе созревания 3'-конец тРНК претерпевает определенные изменения**
- При скрещивании хламидомонад с нормальной стигмой с мутантными половина потомства имела нормальную стигму, а половина нет. Этот факт объясняется тем, что мутантные хламидомонады были гетерозиготны**
- Митохондриальная РНК-полимераза более гомологична бактериальной, чем эукариотической РНК-полимеразе III**
- В норме кроссинговер в жизненном цикле кедрового шишечника происходит при образовании гамет**
- При гапло-диплоидном определении пола (самцы гаплоидны, самки диплоидны) самец получает от матери больше генетической информации, чем от отца**
- Млекопитающие с кариотипом по половым хромосомам  $XXXY$  будут обладать более чем одним тельцем Барра в соматических клетках**

## Часть 4

Решите задачи

№ 1

12 баллов

Было установлено, что окраска панциря жука с планеты Карапаксиан определяется тремя генами — **A**, **B** и **C**. Мутантные аллели **a** и **c** рецессивны, гены **A** и **C** взаимодействуют по принципу некумулятивной полимерии. Жуки с одним мутантным аллелем **B2** имеют небольшое количество белых пятен в окраске, с двумя аллелями **B2** — много пятен. Установлено, что ген **B** локализован в половой хромосоме. Мужской пол у жуков —  $XO$  (одна X-хромосома, без  $Y$ ), женский —  $XX$  (две X-хромосомы). Жуки дикого типа имеют темную окраску.

Сопоставьте фенотип с генотипом

темные панцири		$AaCcX^{B1}X^{B1}$
темные панцири с небольшим количеством белых пятен		$aaccX^{B2}O$
темные панцири с большим количеством белых пятен		$AaCCX^{B1}X^{B2}$
белые панцири		$AACcX^{B2}X^{B2}$

Запишите расщепление по фенотипам при скрещивании  $AaCCX^{B1}O \times AaccX^{B1}X^{B2}$

Самки, темный панцирь

Самки, темный панцирь с малым числом пятен

Самки, темный панцирь с большим числом пятен

Самки, белый панцирь

Самцы, темный панцирь

Самцы, темный панцирь с малым числом пятен

Самцы, темный панцирь с большим числом пятен

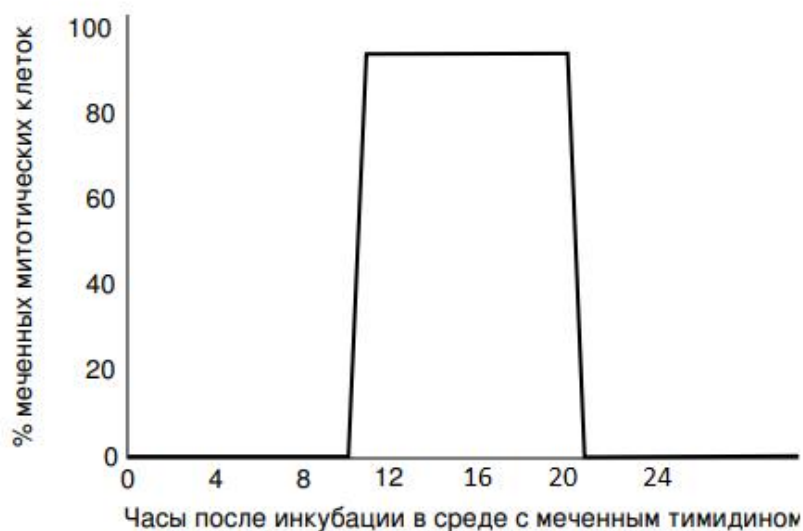
Самцы, белый панцирь

11 баллов

Клеточным циклом называют время и процессы, протекающие от одного митотического деления до другого. Клеточный цикл включает в себя 4 фазы:

- митоз — клеточное деление;
- $G_1$  — выход из клеточного деления, восстановление нормального размера клетки;
- $S$  — синтетическая фаза, удвоение генетической информации;
- $G_2$  — подготовка к митозу.

Для определения продолжительности клеточного цикла у штамма дрожжей был поставлен следующий эксперимент. Клетки дрожжей были внесены в чистую среду, исходная концентрация составила  $3 \cdot 10^6$  клеток/мл. Через 80 ч, количество клеток возросло до  $12 \cdot 10^6$  клеток/мл. Затем часть культуры инкубировали в течение 20 минут в среде, содержащей меченый тимидин. После инкубации клетки отмыли и перенесли в новую питательную среду с немеченым тимидином. В течение определенного времени периодически брали пробы и измеряли процент митотических клеток, содержащих меченый тимидин. В каждой пробе около 1% всех клеток находилось на стадии митоза. Результаты эксперимента приведены на рисунке.



В какую фазу жизненного цикла клетка включает меченный тимидин?

МИТОЗ

$G_1$

$S$

$G_2$

Какова общая продолжительность жизненного цикла в часах?

Округляйте по правилам округления до целых!

40

Какова продолжительность фазы  $G_1$  в жизненном цикле в часах?

Округляйте по правилам округления до целых!

19

Какова продолжительность фазы  $S$  в жизненном цикле в часах?

Округляйте по правилам округления до целых!

11

Какова продолжительность фазы  $G_2$  в жизненном цикле в часах?

Округляйте по правилам округления до целых!

10

Какова продолжительность фазы митоза в жизненном цикле в часах?

Округляйте по правилам округления до десятых!

0.4

№ 3

8 баллов

Ген **S** отвечает за синтез белка  $P$  в клетке. Один функциональный аллель **S** обеспечивает синтез  $x$  молекул белка в минуту, а мутантный аллель **s** приводит к образованию только  $0,25x$  молекул белка в минуту. Время жизни молекулы белка  $P$  составляет 5 минут. Необходимая для нормального функционирования клетки равновесная концентрация белка составляет  $8,25x$  молекул на клетку.

Мутация является

- доминантной, доминирование полное
- доминантной, доминирование неполное
- рецессивной, доминирование полное
- рецессивной, доминирование неполное

Какова равновесная концентрация белка в *рецессивной* гомозиготе?

10  $x$

Какова равновесная концентрация белка в *доминантной* гомозиготе?

0  $x$

Лекарственный препарат  $L$  повышает скорость синтеза с одного аллеля в 1,5 раза.

Какова равновесная концентрация белка в гетерозиготе через 1 минуту после введения лекарственного препарата  $L$ ?

5.875  $x$

Позволит ли постоянное употребление препарата  $L$  поддерживать необходимую концентрацию белка  $P$  в гетерозиготных клетках?

- да
- нет

8 баллов

У определённого растения содержание красного пигмента в клетках лепестков контролируется единственным геном с двумя аллелями, отвечающими за яркую и бледную окраску соответственно. Для исследования местоположения этого гена на хромосоме скрестили две гомозиготные линии растений (1-2 в таблице) и установили для них нуклеотиды, находящиеся в 5 разных участках хромосомы (в таблице указаны два нуклеотида для каждого участка из-за диплоидности). Аналогичную процедуру проделали для пяти потомков второго поколения от указанного скрещивания. Также для всех упомянутых растений определили условное содержание красного пигмента в клетках лепестков.

	Участок 1	Участок 2	Участок 3	Участок 4	Участок 5	Содержание красного пигмента, усл. ед.
Линия 1	G/G	T/T	C/C	A/A	A/A	505
Линия 2	C/C	A/A	T/T	C/C	C/C	189
Потомок 1	G/C	T/A	C/T	A/C	A/C	499
Потомок 2	G/G	T/T	C/C	A/C	A/C	511
Потомок 3	G/G	A/A	T/T	A/C	A/C	201
Потомок 4	G/G	T/A	T/T	A/C	A/A	195
Потомок 5	G/C	T/A	C/C	A/A	A/A	508

Как взаимодействуют между собой аллели?

полное доминирование

неполное доминирование

кодоминирование

эпистаз

Выберите растения, только у одного родителя которых происходил один кроссинговер на исследуемой хромосоме.

Потомок 1

Потомок 2

Потомок 3

Потомок 4

Потомок 5



Выберите растения, хотя бы у одного родителя которых происходил двойной кроссинговер на исследуемой хромосоме.

Потомки 1

Потомки 2

Потомки 3

Потомки 4

Потомки 5

К какому из участков ближе всего расположен ген, ответственный за синтез пигмента?

Участок 1

Участок 2

Участок 3

Участок 4

Участок 5

Чему равна доля растений с содержанием красного пигмента  $506 \pm 7$  у.е. в процентах от скрещивания потомка 4 и потомка 5?

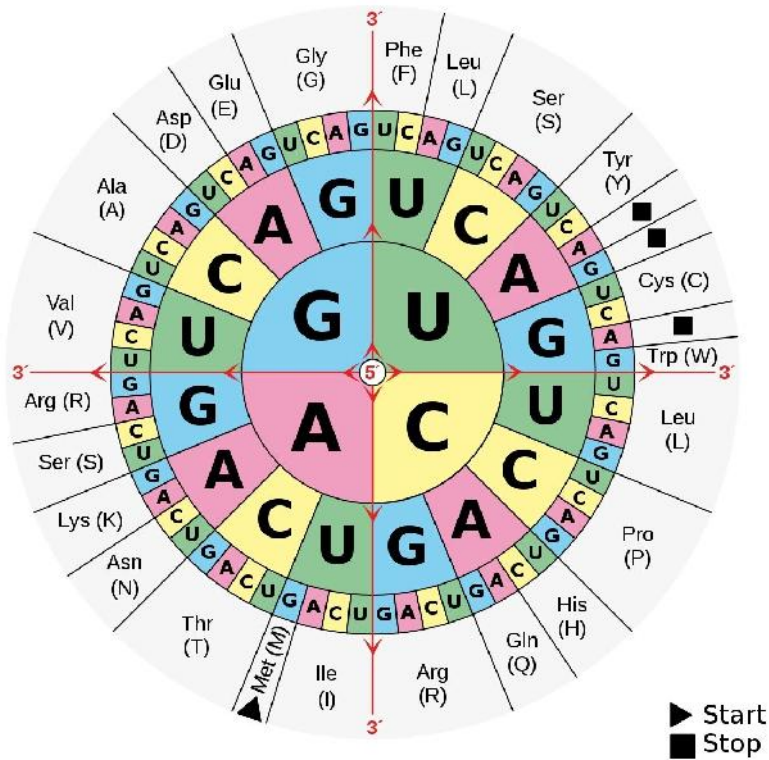
100

8 баллов

Вы изучаете небольшой кодирующий белок locus, последовательность которого показана ниже. Последовательность показана от 5'—положения начала транскрипции до 3'—положения окончания транскрипции. Эта часть отвечает за кодирование двух разных полипептидов. В ней есть короткая интронная последовательность, которая выделена **красным** шрифтом.

5' -ATTGAGTTATGATTCGGTCC**AAGTGCT**GTCAGTATACSTGCAATCAGTCCGAAACATCGTACG- 3'

3' -TAACTCAATACTAAGGCACGG**TTCACGAC**AGTCCATATGGACGTTAGTCAGGACTTGTAGCATGC- 5'



Сколько нуклеотидов будет содержать зрелая мРНК этого гена, не включая кэп и полиА-хвост?

57

Сколько аминокислотных остатков содержится в длинном полипептиде?

14

Сколько аминокислотных остатков содержится в коротком полипептиде?

12

№ 6

10 баллов

Летальное аутосомно-рецессивное наследственное заболевание проявляется в популяции жителей одной африканской страны у 4% новорожденных. Такое широкое распространение аллели предрасположенности к заболеванию **a** связано с балансирующим отбором в пользу гетерозигот **Aa**, которые более устойчивы в детстве к малярии. Из-за балансирующего отбора частоты аллелей не меняются из поколения в поколение.

Какова частота аллеля **a**?

0.2

Какова доля доминантных гомозигот среди новорождённых?

Ответ представьте в процентах.

64

Какова доля гетерозигот среди новорождённых?

Ответ представьте в процентах.

32

Чему равна детская смертность доминантных гомозигот, если считать, что детская смертность гетерозигот равна 0?

Ответ представьте в процентах.

25

Какова доля доминантных гомозигот среди взрослых в обсуждаемой популяции?

Ответ представьте в процентах.

60

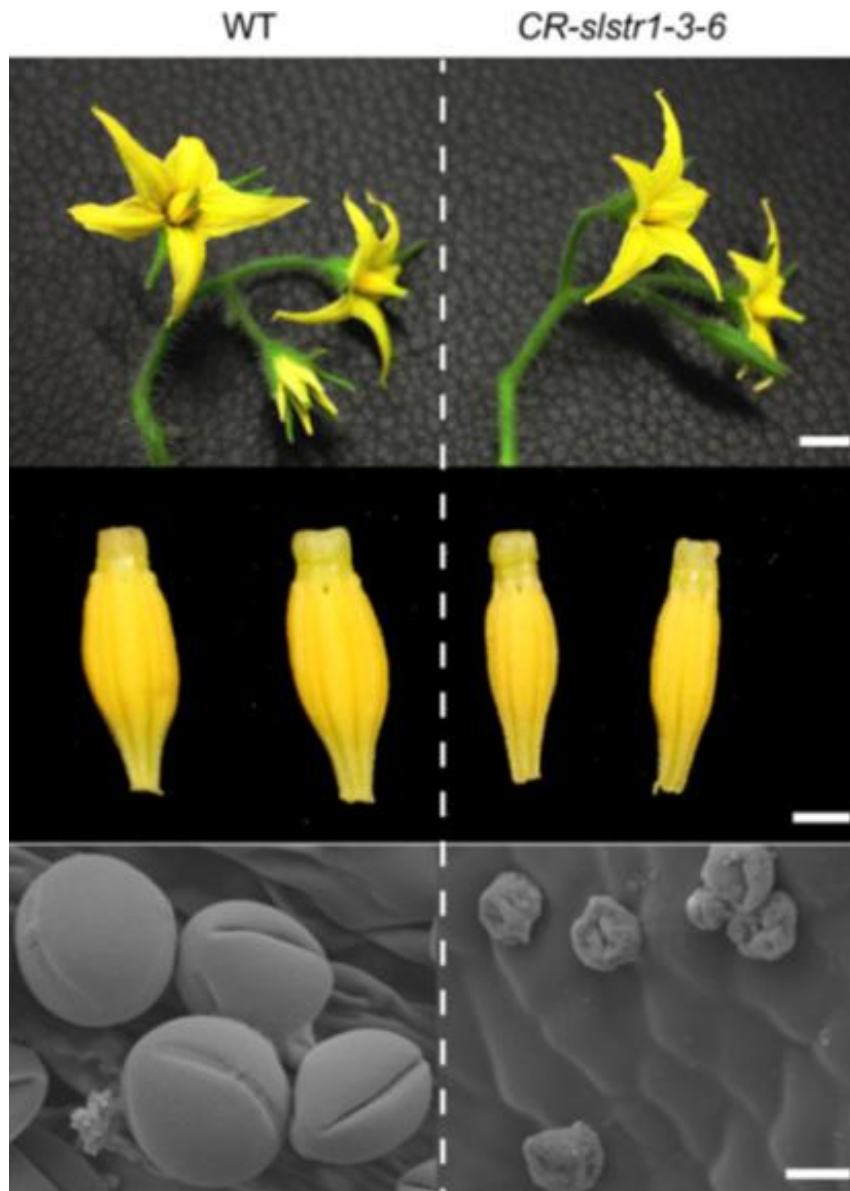
Какова доля гетерозигот среди взрослых в обсуждаемой популяции?

Ответ представьте в процентах.

40

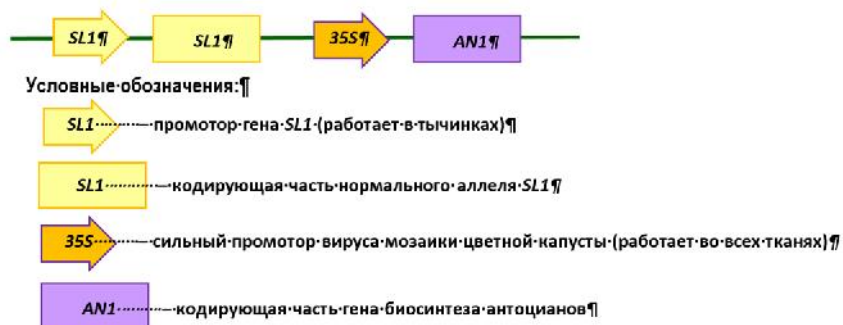
13 баллов

Обнаружено, что у томатов один из генов стриктозидинсинтаз – *STRICTOSIDIN SYNTHASE 1 (ST1)* – экспрессируется в тычинках и важен для поддержания жизнеспособности пыльцы. Ученые отредактировали ген *ST1* так, что в кодирующей части произошёл сдвиг рамки считывания с преждевременным образованием стоп-кодона. Обозначим отредактированный аллель как **edited STRICTOSIDIN SYNTHASE 1 (eST1)**. У растений с «отредактированным» аллелем пыльцевые зёрна оказались мелкими, морщинистыми, легко усыхали, а при самоопылении цветки не давали плодов. При этом у растений с функциональным и отредактированным аллелем вегетативные органы и строение цветка существенно не отличались (см. рис.).





Чтобы изучить роль гена *ST1* в контроле фертильности пыльцы, учёные разработали генно-инженерную конструкцию, несущую под промотором гена *ST1* копию *ST1* дикого типа, а также несущую ген биосинтеза антоцианов *AN1* под сильным конститутивным промотором. Обозначим конструкцию в целом как *ST-A*.



Растения с «отредактированным» аллелем *eST1* трансформировали полученной генно-инженерной конструкцией. Какой фенотип вы ожидаете у трансгенных растений в этом эксперименте:

- В лиловый цвет будут окрашены только тычинки (из-за внедрения гена *AN1*)
- Произойдет полное восстановление фертильности, поскольку конструкция содержит ген *ST1*
- Растения останутся стерильными, поскольку у них есть аллель *eST1*
- Растения не смогут образовать плоды при перекрестном опылении

Получена гомозиготная трансгенная линия со вставкой генно-инженерной конструкции и с «отредактированным» аллелем *eST1*. При этом встраивание конструкции произошло на расстоянии 20 морганид от локуса *eST1*.

Трансгенную линию скрестили с гомозиготными растениями дикого типа.

Чему равна доля в процентах в потомстве первого поколения:

- лиловых фертильных
- лиловых стерильных
- неокрашенных фертильных
- неокрашенных стерильных

Чему равна доля в процентах в потомстве второго поколения:

- лиловых фертильных
- лиловых стерильных
- неокрашенных фертильных
- неокрашенных стерильных