

Московская олимпиада школьников по генетике, 28.03.2021
Заключительный этап. Теоретический тур.
8-9 классы.

1. Клетка животного (1 балл), так как цитокинез центростремительный/от периферии к центру/ актиновым кольцом (2 балла).

А- анафаза (1 балл), Б – телофаза (1 балл).

Далее по 1 баллу за каждую подписанную структуру: 1 – центриоль/ЦОМТ, 2 – микротрубочки/кинетохорные микротрубочки, 3 – хромосомы/хроматин, 4 – актиновое кольцо/перетяжка.

2. Решение: Пусть А – морщинистые семена, а – гладкие семена. В F₂ расщепление по генотипам составит АА:Аа:аа = 1:2:1 (3 балла). Среди растений с морщинистыми семенами расщепление будет АА:Аа = 1:2. Все пыльцевые зёрна растений с генотипом АА будут нести аллель А, половина пыльцевых зёрен растений с генотипом Аа будет нести аллель А, половина – аллель а. Таким образом, среди всех пыльцевых зёрен растений с доминантным фенотипом доля пыльцевых зёрен с аллелем А составит $\frac{1}{3} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{2}{3}$, доля пыльцевых зёрен с аллелем а составит $\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$. В результате опыления такими пыльцевыми зёрнами семязачатков с генотипом а расщепление по генотипам в скрещивании составит Аа:аа = 2:1. (4 балла)

3.1. Гексаплоидный организм образует триплоидные гаметы. Общее число гамет – это число сочетаний трёх элементов, произвольно выбранных из шести. Это число = $\frac{6!}{(3! \cdot (6-3)!)} = 20$. Есть только одно сочетание из этих 20, когда все три аллеля А попадают в одну гамету, и только одно сочетание, когда все три аллеля а попадают в одну гамету. По 9 сочетаний из 20 приходится на каждый тип гамет, в которые попадает один аллель одного вида и два аллеля другого вида, то есть один доминантный и два рецессивных или наоборот. Итого: 5% ААА, 5% ааа, 45% Ааа, 45% ААа.

Если названы правильно только гаметы, то 2 балла. Если правильные и гаметы, и их вероятности, то 6 баллов. Если гаметы не все/есть лишние, НО триплоидные, то 0,5 балла, за все остальное 0.

3.2. 7 генотипов: АААААА, АААААа, ААААаа, АААааа, ААаааа, Аааааа, аааааа. (3 балла)

3.3. Анализирующее скрещивание – это скрещивание с полным рецессивом. Организм аааааа образует только один тип гамет: ааа. Так как организм АААааа образует 4 типа гамет, возможно образование потомков четырёх генотип: АААааа, ААаааа, Аааааа, аааааа. (3 балла)

4.1. Зелёная особь по условию должна иметь в генотипе аллель **D1**, голубая – **D2**, красная – **D4**. Т.к. при скрещивании особей В и С была получена особь с генотипом **D5D5**, оба родителя имеют в генотипе аллель **D5**, т.е. генотип В – **D4D5**, генотип С – **D2D5**. Т.к. при скрещивании особей А и В была получена особь с генотипом **D3D4**, при этом генотип особи В – **D4D5**, то аллель **D3** должен принадлежать особи А, т.е. генотип особи А – **D1D3**. (По 1 баллу за каждый генотип)

4.2. **D1D3** × **D2D5** = $\frac{1}{4}$ **D1D2** (зелёные), $\frac{1}{4}$ **D1D5** (зелёные), $\frac{1}{4}$ **D2D3** (голубые), $\frac{1}{4}$ **D3D5** (жёлтые). Итого можно: зелёные, голубые, жёлтые. Нельзя: красные, оранжевые, белые. (По 0,5 баллов за правильный ответ относительно каждого цвета)

Московская олимпиада школьников по генетике, 28.03.2021

Заключительный этап. Теоретический тур.

8-9 классы.

4.3. С гортензией А: $D1D3 \times D3D4 = \frac{1}{2} D1_ (зелёные), \frac{1}{4} D3D3 (жёлтые), \frac{1}{4} D3D4 (оранжевые).$

С гортензией В: $D4D5 \times D3D4 = \frac{1}{4} D4D4 + \frac{1}{4} D4D5 (красные), \frac{1}{4} D3D5 (жёлтые), \frac{1}{4} D3D4 (оранжевые).$

С гортензией С: $D2D5 \times D3D4 = \frac{1}{2} D2_ (голубые), \frac{1}{4} D3D5 (жёлтые), \frac{1}{4} D4D5 (красные).$

Итого (по 2 балла за расщепление):

С гортензией А	2:0:1:0:1:0
С гортензией В	0:0:1:2:1:0
С гортензией С	0:2:1:1:0:0

5.1. Большой по размеру клетке надо больше питательных веществ, поэтому имеет смысл увеличивать либо размер единственного хлоропласта, либо количество хлоропластов. Однако, если сравнить один большой хлоропласт и 5 мелких, суммарный объём которых равен объёму большого, то у 5 мелких хлоропластов суммарная площадь поверхности будет больше, чем у одного большого. Увеличение площади поверхности способствует повышению эффективности транспортных процессов через мембраны хлоропластов. Кроме того, при наличии 5 хлоропластов вместо одного возникновение спонтанной мутации в хлоропластном геноме не обязательно приведёт к гибели клетки, так как перестанет функционировать всего один хлоропласт вместо 5, например.

Упоминание соотношения площадь/объём (1 балл). Связь между числом хлоропластов и размером клетки (0,5 балла). Логичное объяснение, но не соотношение площадь/объём (0,5 балла). Есть несколько логичных причин, при этом упомянуто соотношение площадь/объём и объяснена связь с размером клетки (3 балла).

5.2. После удвоения генетического материала набор хлоропластов также удваивается и в клетке становится 4 зелёных и 6 белых хлоропластов. Далее надо посчитать общее число вариантов выбора из 10 элементов каких-то 5. Это число = $10!/(5!*(10-5)!) = 252$. Клетки типа а могут образоваться только в случае попадания 5 белых хлоропластов. Число сочетаний по 5 элементов из 6 = 6. То есть вероятность возникновения клетки типа а = $6/252 = 1/42$. Для возникновения клетки типа б необходимо скомбинировать один зелёный хлоропласт и 4 белых. Так как попадание в клетку белых и зелёных хлоропластов – независимые события, можно перемножить число вариантов, которыми можно выбрать один зелёный хлоропласт из четырёх и 4 белых из 6. Получаем $4*15=60$ комбинаций. Вероятность = $60/252 = 5/21$. Аналогичным образом вероятность образования клеток типа в = $6*20/252 = 10/21$. Вероятность образования клеток типа г = $4*15/252 = 5/21$. Вероятность образования клетки типа д = $1*6/252 = 1/42$. Клетки типа е образоваться не могут, так как для их образования необходимо, чтоб в материнской клетки после репликации было как минимум 5 зелёных хлоропластов, а в нашем условии их 4.

4 зелёных, 6 бесцветных хлоропластов (0,5 балла). Посчитано общее количество вариантов (252) (1 балл). Посчитано 2 или 3 правильных долей клеток (6 баллов). Посчитано, что клеток е не будет (при этом ТОЛЬКО е) (0,5 балла). Посчитано 4-5 клеток (10 баллов). Все посчитано верно (12 баллов).

Московская олимпиада школьников по генетике, 28.03.2021
Заключительный этап. Теоретический тур.
8-9 классы.

- 6.1. В (1,5 балла)
6.2. Б (1,5 балла)
6.3. А (1,5 балла)
6.4. АВ (1,5 балла, если выбрана только одна буква из двух нужных – 0,5 балла)

7. Наличие глаз у гибридов первого поколения и отсутствие у $\frac{1}{4}$ особей второго поколения говорит о том, что отсутствие глаз - рецессивная мутация. Поскольку в условии сказано про два гена, то один (пусть будет А), видимо отвечает за наличие глаз, а второй (В) - за их цвет и следует ожидать взаимодействия этих генов по типу комплементарности (допускается вариант – рецессивный эпистаз). Расщепление 9:3:4 это подтверждает. Гибриды первого поколения - дигетерозиготы, родительские линии aaBB (безглазые) и AAbb (желтоглазые). (5 баллов)

8. В первом скрещивании самка гетерозиготная, самец дикого типа (2 балла), за рисунок схемы скрещивания (1 балл). Во втором скрещивании генотипы: самка гетерозиготная, самец мутантный (2 балла), за рисунок схемы скрещивания (1 балл). Чистую линию вывести можно (1 балл). Самца-мутанта скрещивают с самкой дикого типа. Из потомства отбирают гетерозиготных самок. Гетерозиготных самок повторно скрещивают с самцом-мутантом из родительского поколения. В потомстве отбирают особей с мутантным фенотипом и выводят в линию. Важно поставить наименьшее число скрещиваний и объяснить выбор (2 балла).

9.1. Для пчёл и шмелей характерно гаплодиплоидное определение пола. Поскольку трутни (самцы) получаются из неоплодотворенных (гаплоидных) яиц, все самцы – гаплоидные особи. У них гаметы образуются путём митоза. У диплоидных самок («цариц») гаметы получаются путём мейоза.

1 балл за правильный выбор в тесте. 1 балл за способ образования гамет у самцов, 1 балл за способ образования гамет у самок.

9.2. Обозначим доминантный аллель как F (красной окраски брюшка), а рецессивный – как f (бурая окраска брюшка). Пусть также аллель H1 отвечает за чёрную окраску груди, аллель H2 – за жёлтую, и аллель h – за белую.

Тогда генотип трутня с красным брюшком и белой грудью будет F h (т.е. он несёт по одному аллелю каждого гена).

Поскольку «царица» с бурым брюшком (рецессивный признак), её генотип должен включать два рецессивных аллеля ff. Известно, что в семье появились особи с жёлтой грудью. Этот признак не мог прийти от гаплоидного самца. Поэтому по гену окраски груди самка гетерозиготна: H1H2. Итого:

трутень F h (1 балл)

«царица» ff H1H2 (1 балл)

9.3. Рабочие шмели выводятся из оплодотворённых яиц. При этом от отца придут гаметы с генотипом F h. «Царица» образует гаметы f H1 или f H2. Таким образом, возникнет следующее расщепление среди рабочих шмелей: $\frac{1}{2}$ Ff H1h (красное брюшко, чёрная грудь) : $\frac{1}{2}$ Ff H2h (красное брюшко, жёлтая грудь). (2 балла)

Московская олимпиада школьников по генетике, 28.03.2021
Заключительный этап. Теоретический тур.
8-9 классы.

9.4. Трутни развиваются из неоплодотворённых яиц, поэтому их генотип зависит только от генотипа «царицы». Неоплодотворённые яйца имеют генотипы $f H1$ или $f H2$, что соответствует особям с бурым брюшком и чёрной грудью и бурым брюшком и жёлтой грудью, соответственно. (2 балла)

10. (По 2 балла за каждый пункт)

- 1) отец с вероятностью 100%, мать с вероятностью 50%
- 2) $3/4$ или 75%
- 3) $7/8$ или 87,5%
- 4) вероятность гетерозиготности матери понизится до $3/7$ или 43%
- 5) вероятность того, что второй ребенок будет болен составит $3/7 * 1/4 = 3/28 = 10,7\%$