

Задание	Ответ	Комментарий	Критерий	Балл
1.1	5% или 1/20 AAA 45% или 9/20 AAa 45% или 9/20 Aaa 5% или 1/20 aaa	<p>Гексаплоидный организм образует триплоидные гаметы. Общее число гамет – это число сочетаний трёх элементов, произвольно выбранных из шести. Это число = $6!/(3!*(6-3)!) = 20$.</p> <p>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.</p>	<p>Если названы правильно гаметы, то 2 балла</p> <p>Если правильные вероятности, то 6 баллов</p> <p>Если гаметы не все/есть лишние, НО триплоидные, то 0,5</p> <p>За все остальное 0</p>	6
1.2	7 генотипов. АААААА, АААААа, ААААаа, АААааа, ААаааа, Аааааа, аааааа		<p>Если правильная цифра, то 3б</p> <p>Иначе 0</p>	3
1.3	4 генотипа: АААааа, ААаааа, Аааааа, аааааа	<p>Анализирующее скрещивание – это скрещивание с полным рецессивом. Организм аааааа образует только один тип гамет:</p>	<p>Если правильная цифра, то 3б</p>	3

		aaa. Так как организм АААaaa образует 4 типа гамет, возможно образование потомков четырёх генотипов.	Иначе 0	
2.1	<p>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</p>		<p>упоминание соотношения площадь/объём (1 балл)</p> <p>Связь между числом хлоропластов и размером клетки (0,5 балла)</p> <p>Логичное объяснение, но не соотношение площадь/объём (0,5 балла)</p> <p>Есть несколько логичных причин, при этом упомянуто соотношение площадь/объём и объяснена связь с</p>	3

	<p>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.</p>		<p>размером клетки – (3 балла)</p>	
2.2	<p>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 = $10!/(5!*(10-5)! = 252$.</p>		<p>4 зелёных, 6 бесцветных хлоропластов (0,5 балла) Посчитано общее количество вариантов (252) (1 балл) Посчитано 2 или 3 правильных долей клеток (6 баллов)</p>	12

	<p>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</p>		<p>Посчитано, что клеток е не будет (при этом ТОЛЬКО е) (0,5 балла) Посчитано 4-5 клеток (10 баллов) Все посчитано верно (12 баллов)</p>	
--	---	--	--	--

	<p>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 = $1*6/252 = 1/41$. 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.</p>			
3.1	<p>Особь А D1D3 Особь В D4D5 Особь С D2D5</p>	<p>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</p>	<p>По 1 баллу за каждый генотип.</p>	3

		<p>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.</p>														
<p>3.2</p>	<table border="1"> <tr> <td>зелёные</td> <td>можно</td> </tr> <tr> <td>голубые</td> <td>можно</td> </tr> <tr> <td>жёлтые</td> <td>можно</td> </tr> <tr> <td>красные</td> <td>нельзя</td> </tr> <tr> <td>оранжевые</td> <td>нельзя</td> </tr> <tr> <td>белые</td> <td>нельзя</td> </tr> </table>	зелёные	можно	голубые	можно	жёлтые	можно	красные	нельзя	оранжевые	нельзя	белые	нельзя	<p>D1D3 x D2D5 = $\frac{1}{4}$ D1D2 (зелёные), $\frac{1}{4}$ D1D5 (зелёные), $\frac{1}{4}$ D2D3 (голубые), $\frac{1}{4}$ D3D5 (жёлтые)</p>	<p>По 0,5 балла за каждый правильный ответ</p>	<p>3</p>
зелёные	можно															
голубые	можно															
жёлтые	можно															
красные	нельзя															
оранжевые	нельзя															
белые	нельзя															
<p>3.3</p>	<table border="1"> <tr> <td>С гортензией А</td> <td>2:0:1:0:1:0</td> </tr> <tr> <td>С гортензией В</td> <td>0:0:1:2:1:0</td> </tr> <tr> <td>С гортензией С</td> <td>0:2:1:1:0:0</td> </tr> </table>	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	<p>С гортензией А: D1D3 x D3D4 = $\frac{1}{2}$ D1_ (зелёные), $\frac{1}{4}$ D3D3 (жёлтые), $\frac{1}{4}$ D3D4 (оранжевые).</p> <p>С гортензией В: D4D5 x D3D4 = $\frac{1}{4}$ D4D4 + $\frac{1}{4}$ D4D5 (красные), $\frac{1}{4}$ D3D5 (жёлтые), $\frac{1}{4}$ D3D4 (оранжевые).</p> <p>С гортензией С: D2D5 x D3D4 = $\frac{1}{2}$ D2_ (голубые), $\frac{1}{4}$ D3D5 (жёлтые), $\frac{1}{4}$ D4D5 (красные).</p>	<p>По 2 балла за каждое расщепление. Если не подписаны фенотипы – -2 балла от максимума в задании.</p>	<p>6</p>						
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															

3.4

Фенотип	Частота
Зелёная	12,89%
Голубая	23,11%
Жёлтая	17,33%
Красная	24,89%
Оранжевая	10,67%
Белая	11,11%

Пусть частоты аллелей $D1 = p$, $D2 = q$, $D3 = r$, $D4 = s$, $D5 = t$.

По условию $p = \frac{1}{15}$, $q = \frac{2}{15}$, $r = \frac{3}{15}$, $s = \frac{4}{15}$, $t = \frac{5}{15}$, $p+q+r+s+t=1$. По закону Харди-Вайнберга, $(p+q+r+s+t)^2=1$.

Доля зелёных особей: $p^2 + 2pq + 2pr + 2ps + 2pt = \left(\frac{1}{15}\right)^2 + 2 * \left(\frac{1}{15}\right) * \left(\frac{2}{15}\right) + 2 * \left(\frac{1}{15}\right) * \left(\frac{3}{15}\right) + 2 * \left(\frac{1}{15}\right) * \left(\frac{4}{15}\right) + 2 * \left(\frac{1}{15}\right) * \left(\frac{5}{15}\right) = 0,1289 = \mathbf{12,89\%}$.

Доля голубых особей: $q^2 + 2qr + 2qs + 2qt = \left(\frac{2}{15}\right)^2 + 2 * \left(\frac{2}{15}\right) * \left(\frac{3}{15}\right) + 2 * \left(\frac{2}{15}\right) * \left(\frac{4}{15}\right) + 2 * \left(\frac{2}{15}\right) * \left(\frac{5}{15}\right) = 0,2311 = \mathbf{23,11\%}$.

Доля жёлтых особей: $r^2 + 2rt = \left(\frac{3}{15}\right)^2 + 2 * \left(\frac{3}{15}\right) * \left(\frac{5}{15}\right) = 0,1733 = 17,33\%$.

Доля красных особей: $s^2 + 2st = \left(\frac{4}{15}\right)^2 + 2 * \left(\frac{4}{15}\right) * \left(\frac{5}{15}\right) = 0,2489 = 24,89\%$.

Доля оранжевых особей: $2rs = 2 * \left(\frac{3}{15}\right) * \left(\frac{4}{15}\right) = 0,1067 = 10,67\%$.

Доля белых особей: $t^2 = \left(\frac{5}{15}\right)^2 = 0,1111 = 11,11\%$.

По 1 баллу за каждый верный ответ

6

4.1

B

1,5

4.2	Б			1,5
4.3	А			1,5
4.4	А и В		При выборе 1 ответа из 2-х - 0,5 б	1,5
5.1	2	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	3
5.2	Трутень: F h «Царица»: ff H1H2	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.	По 1 баллу за каждый генотип	2

		Этот признак не мог прийти от гаплоидного самца. Поэтому по гену окраски груди самка гетерозиготна: H1H2.		
5.3	$\frac{1}{2}$ Ff H1h (красное брюшко, чёрная грудь) : $\frac{1}{2}$ Ff H2h (красное брюшко, жёлтая грудь)	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
5.4	$\frac{1}{2}$ f H1 (бурое брюшко, чёрная грудь) : $\frac{1}{2}$ f H2 (бурое брюшко, жёлтая грудь)	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
6.1		Необходимо провести анализ признаков по-отдельности. Рассмотрим цвет глаз - единообразие в первом поколении и расщепление 1:1 при скрещивании с гомозиготным самцом. Видимо это один аутосомный ген, темно-красный цвет доминирует. Сцепление с полом исключается, поскольку самки рецессивные гомозиготы, а крисс-кросс не наблюдается. По цвету тела единообразие в первом поколении и расщепление	Цвет глаз и цвет тела – аутосомный признак (2 балл). Доминирует темно-красный цвет глаз (1 балл). Доминирует серый цвет тела (1 балл).	7

		<p>3:1 при скрещивании с гомозиготой, при этом серый цвет доминирует, если смотреть на гибридов первого поколения, однако в расщеплении 3:1 это минимальный класс. Гомозигота, очевидно рецессивная, иначе расщепление не наблюдалось бы. Возможно это результат взаимодействия генов (1 балл).</p> <p>Предположим, что их два (В и С). Если для скрещивания использовали чистые линии, то F1 - дигетерозиготы (при этом два доминантных аллеля дают серую окраску), а самец из второго скрещивания - рецессивная гомозигота. Расщепление по генотипу при скрещивании с этим самцом будет 1:1:1:1, генотип BbCc - серая окраска, три оставшихся – черная. Гены демонстрируют комплементарное взаимодействие, тот случай, когда в F2 получается 9:7. Или “Для появления серой окраски необходимо наличие доминантных аллелей у обоих генов”. Рассмотрим форму крыльев - наблюдается крисс-кросс в первом поколении, вероятно признак сцеплен с X-хромосомой. Самец из второго скрещивания несет рецессивный аллель этого гена, расщепление 1:1. (2 балла)</p> <p>Фенотипы по всем трем признакам комбинируются независимо, указаний на сцепление генов нет. (1 балл)</p>	<p>Цвет тела – не моногенный признак (1 балл). Форма крыльев сцеплена с полом (2 балла)</p>	
--	--	---	---	--

6.2	Да есть, комплементарное взаимодействие генов отвечающих за цвет тела.			2
6.3	Нет			1
7.1	0,25	С каждым годом в островную популяцию проникает 5% генов от мигрантов. В таком случае доля «оригинальных» островных генов в генофонде популяции в i -тый год от начала миграции будет составлять $(1-0,05)^i = 0,95^i$. Доля «пришлых» генов будет составлять $1 - 0,95^i$. В таком случае частота аллеля L в i -тый год от начала миграции будет составлять $0,65(1 - 0,95^i) + 0,23*0,95^i$. После первой миграции ($i=1$) частота аллеля L составит $0,65(1 - 0,95) + 0,23*0,95 = 0,251$, при округлении – 0,25.		3
7.2	2021	(3 балла) при $i = 10$ частота аллеля L составляет $0,65(1 - 0,95^{10}) + 0,23*0,95^{10} = 0,398$, при $i = 11$ частота аллеля L составляет $0,65(1 - 0,95^{11}) + 0,23*0,95^{11} = 0,411$. Таким образом, частота аллеля L превысит 0,4 на 11-й год миграции, т.е. в 2021 году.		3
7.3		(2 балла) Решение: Т.е. доля «пришлых» генов будет составлять $1 - 0,95^i$, после 5 лет миграции она составит $1 - 0,95^5 = 0,2262$, при округлении 0,23. Ответ: 0,23		2

8		<p>Траскрипт сплайсируется, в результате чего удаляются интроны. Два транскрипта появляются благодаря наличию альтернативного сплайсинга транскрипта.</p> <p>При альтернативном сплайсинге удаляется 2-ой экзон.</p>  <p>Зонды подбирается ко второму экзону для детекции 2550 п.н.РНК и на стык экзонов (781--841) для детекции 2031 п.н. РНК. Альтернативно можно подобрать зонды к местам соединения экзонов в обоих случаях, но нужно нарисовать или описать куда они должны садиться</p>	<p>Происходит удаление интронов(1 балл). Альтернативный сплайсинг (1 балл). Да, можно подобрать зонды без указания их положения (0,5 балла) или правильное расположение зондов (2 балл) .</p>	5
9.1	<p>1 - Б – Кэпирование 2 - А – Сплайсинг 3 - В -Полиаденилирование</p>	<p>Сар как считается появился у эукариот от эукариотических вирусов. Один из способов инициации у эукариот связан с распознаванием Сар. На картинке изображена характерная структура Сар с соединением двух нуклеотидов через 3 фосфорных остатка через 5'-концы.</p>	<p>Каждое правильно соотнесение: цифра-буква (0,3 балла) или цифра-</p>	2

		<p>Сплайсинг катализируется уридин-богатыми мРНК. На картинке изображена одна из начальных стадий сплайсинга.</p> <p>Длина поли-А хвоста определяет время жизни связанной с ним мРНК. На картинке изображено разрезание мРНК после распознавания сигнала полиаденилирования.</p>	<p>буква-название(0,6)</p> <p>Полностью верное задание 2 балла.</p>	
9.2		<p>Делеция ESE приведет к уменьшению представленности регулятора SRSF близ сайтов сплайсинга и понижению вероятности сплайсинга этого интрона. X - это hnRNP U1. В составе рибонуклеопротеидов имеются уридинбогатые рнк которые обеспечивают распознавание сайтов сплайсинга за счет комплементарных взаимодействий.</p>	<p>За понижение вероятности и/или удержание интрона - 1 балл за объяснение через фактор регуляции сплайсинга 1 балл; За U1 – 1 балл; За комплементарность - 0,5 балла, за РНК в составе еще 0,5 балла</p>	4
9.3	7-метил-Гуанин		<p>За 7-метил-Гуанин – 1 балл или за Гуанин – 0,5 балла</p>	1

9.4	Синтез полиА хвоста специфичным ферментом			1
10.1		У HPV-16 есть 3 кластера генов сверхранние (E6, E7), ранние (E1, E2) и поздние (L1, L2). Активация сверхранних генов происходит благодаря близости к промотору, Ранних благодаря изменению сплайсинга из-за представленности сплайс-фактора SRSF1 в дифференцирующихся клетках, поздних благодаря инактивации первого сайта аденилирования.	Нет объяснения, но правильный порядок – 0,5 балла Есть объяснение, но неправильный порядок 1,5 балла.	6
10.2		Благодаря поздней активации генов капсида.		2
10.3		Белки E6 и E7 благодаря функциям.	При названии обоих белков целый балл или при названии одного из белков 0,5 балла	1