

Задание 10-11 класса. Вариант 1

Блок 1 [5]

Задача 1 (4 балла). Перед Вами несколько фотографий птиц, которые принадлежат к одному и тому же отряду. Одна из птиц к этому отряду не принадлежит. Найдите эту птицу и выберите из списка отряд, к которому она относится.



А



Б



В Большая поганка



Г

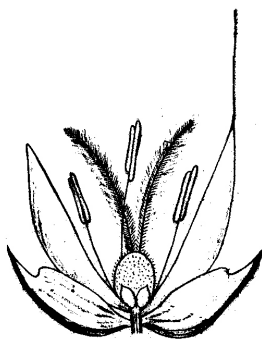
- | | | | |
|----------------------|--------------------|----------------------------|---------------------|
| 1. Аистообразные | 6. Дятлообразные | 11. Пеликанообразные | 16. Ржанкообразные |
| 2. Воробьинообразные | 7. Журавлеобразные | 12. Пингвинообразные | 17. Сивообразные |
| 3. Гагарообразные | 8. Козодоеобразные | 13. Поганкообразные | 18. Страусообразные |
| 4. Голубеобразные | 9. Кукушкообразные | 14. Попугаеобразные | 19. Стрижеобразные |
| 5. Гусеобразные | 10. Курообразные | 15. Ракшеобразные | 20. Трубноносые |

Задача 2 (3 балла). У взрослого растения кактуса (СAМ-фотосинтез) при метаболизме:

- А.** Поглощение кислорода идет только ночью, а поглощение углекислого газа – только днем.
Б. Поглощение кислорода идет только днем, а поглощение углекислого газа – только ночью.
В. Поглощение кислорода идет и днем, и ночью, а поглощение углекислого газа – только днем.

Г. Поглощение кислорода идет и днем, и ночью, а поглощение углекислого газа – только ночью.

Д. Кактусы вообще не поглощают кислород, он выделяется в процессе фотосинтеза.



Задача 3. (10 баллов) С помощью буквенного шифра дайте описание растения, представленного на рис.

Семейство: **А** – Розоцветные; **Б** – Крестоцветные; **В** – Паслёновые; **Г** – Бобовые; **Д** – Лилейные; **Е** – Злаковые.

Цветок: **Ж** – актиноморфный; **З** – зигоморфный; **И** – неправильный

Завязь: **К** – верхняя; **Л** – нижняя

Плод: **М** – ягода; **Н** – орешек / многоорешек; **О** – костянка; **П** – зерновка;

Р – семянка; **С** – стручок; **Т** – стручочек; **У** – боб; **Ф** – коробочка

Околоцветник: **Х** – двойной; **Ц** – простой; **Ч** – редуцированный

Задача 4 (12 баллов). На схеме горизонтального среза через

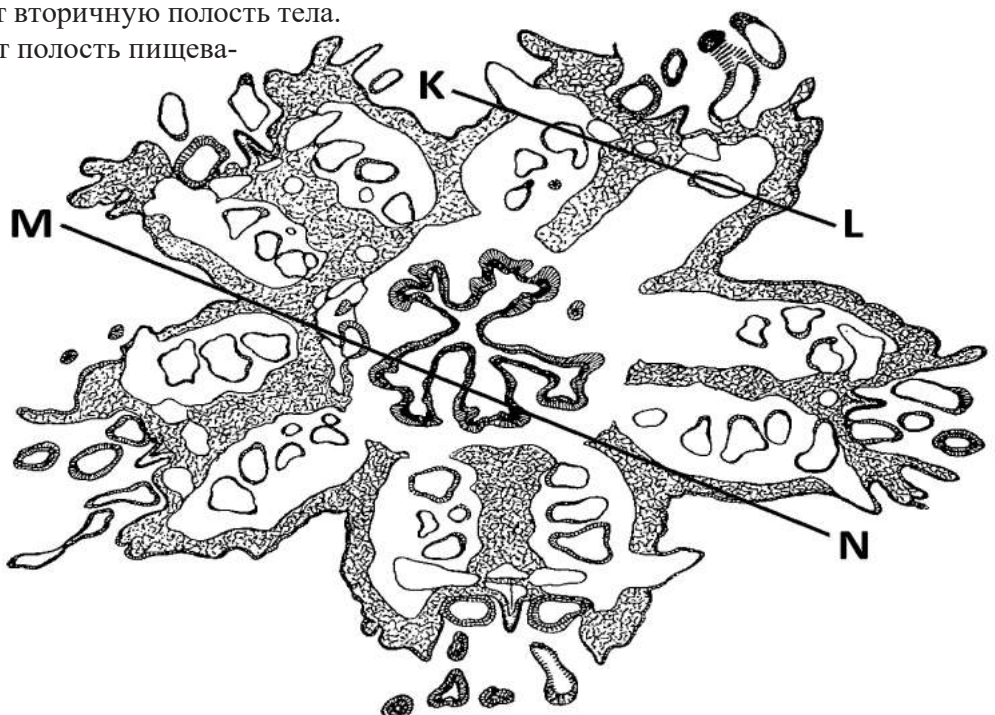
центральный диск морской звезды проведены прямые KL и MN. Сколько раз на рисунке:

А. Прямая MN пересекает полость амбулакральной системы.

Б. Прямая MN пересекает вторичную полость тела.

В. Прямая MN пересекает полость пищеварительной системы.

Г. Прямая KL пересекает полость амбулакральной системы.



Ответ:

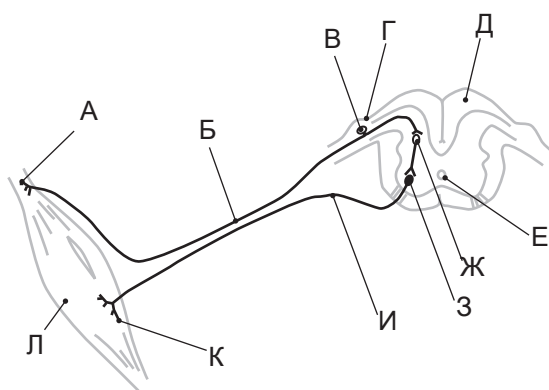
А	Б	В	Г
1	4	2	2

Критерий:

по 3 балла за каждый правильный численный ответ в таблице

Блок 2 [2]

Задача 5 (14 баллов).



На рисунке представлена схема рефлекторной дуги. Назовите этот рефлекс. Приведите в ответе его шифр, а также укажите, какие элементы обозначены буквами на схеме. (В вашем ответе приведите соответствие букв на рисунке числам из списка терминов.)

I. Соматический рефлекс отдергивания конечности.

II. Соматический рефлекс на растяжение мышцы.

III. Соматический сухожильный тормозный рефлекс.

IV. Вегетативный симпатический рефлекс.

V. Вегетативный парасимпатический рефлекс.

VI. Вегетативный метасимпатический рефлекс.

1. Канал спинного мозга
2. Белое вещество спинного мозга
3. Задний рог спинного мозга
4. Передний рог спинного мозга
5. Боковой рог спинного мозга
6. Тело чувствительного нейрона
7. Тело мотонейрона
8. Тело вставочного нейрона
9. Спинальный ганглий
10. Симпатический ганглий
11. Отросток чувствительного нейрона
12. Отросток двигательного нейрона
13. Сухожильный рецептор
14. Нервное окончание двигательного нейрона
15. Окончание чувствительного нейрона
16. Мышечное веретено
17. Тело преганглионарного нейрона парасимпатического отдела вегетативной нервной системы
18. Тело преганглионарного нейрона симпатического отдела вегетативной нервной системы
19. Отросток преганглионарного нейрона парасимпатического отдела вегетативной нервной системы
20. Отросток преганглионарного нейрона симпатического отдела вегетативной нервной системы
21. Ганглионарный нейрон парасимпатического отдела вегетативной нервной системы
22. Ганглионарный нейрон симпатического отдела вегетативной нервной системы
23. Чувствительное окончание нейрона во внутреннем органе
24. Гладкомышечная клетка
25. Поперечнополосатая мышца

Ответ:

А	13	Сухожильный рецептор
Б	11	Отросток чувствительного нейрона
В	6	Тело чувствительного нейрона
Г	9	Спинальный ганглий
Д	2	Белое вещество спинного мозга
Е	1	Канал спинного мозга
Ж	8	Тело вставочного нейрона
З	7	Тело мотонейрона
И	12	Отросток двигательного нейрона
К	14	Нервное окончание двигательного нейрона
Л	25	Поперечно-полосатая мышца

Задача 6 (16 баллов).

В аквариуме емкостью 300 л исходная масса хлореллы составила 2.3 мг/л $C_{орг}$.

Измерение значений валовой продукции этой водоросли и деструкции за сутки составляет 6.4 мг/л и 0.9 мг/л соответственно. Допустим, что при постоянном добавлении биогенных элементов, прирост биомассы за сутки происходит постоянными темпами (в геометрической прогрессии)

А. Рассчитайте чистую продукцию хлореллы в этом аквариуме.

Б. На который день можно запустить в аквариум 10 мальков белого амура (массой 2 грамм каждый), чтобы они питались хотя бы 1 день без дополнительного кормления, если их суточный рацион составляет 30% от массы тела. Ответ подтвердите расчетами.

В. Сколько дней эти мальки смогут питаться за счет продукции фитопланктона? (Приростом биомассы мальков пренебречь.)

Решение

А. В процессе накопления биомассы далеко не все вещества, полученные в процессе фотосинтеза используются для построения клеток. Часть органических веществ расходуется в процессе дыхания. Поэтому в экологии выделяют валовую продукцию (сколько органических веществ в принципе синтезировалось) и чистую продукцию (сколько веществ накопилось). Соответственно, чтобы получить чистую продукцию, нужно от валовой продукции отнять ту часть, которая потратилась при дыхании.

Чистая продукция = валовая продукция – дыхание

$$6.4 - 0.9 = 5.5 \text{ мг/л } C_{орг}$$

Б.

1. Рассчитаем необходимое количество корма для мальков на сутки:

$$10 \text{ шт.} \times 2 \text{ г} \times 0.3 = 6 \text{ г}$$

2. Рассчитаем, когда можно запустить мальков, учитывая, что масса фитопланктона по весу превысит их рацион: известно, что исходная сухая масса фитопланктона составила 2.3 мг/л, а чистая продукция – 5.5 мг/л, суммарная масса фитопланктона к концу первых суток составит 7.8 мг/л, что в 3.39 раз больше исходной величины.

Рассчитаем общую биомассу фитопланктона в аквариуме в конце первых суток:

$$7.8 \text{ мг/л} \times 300 \text{ л} = 2340 \text{ мг} = 2.34 \text{ г}$$

За вторые сутки биомасса изменится следующим образом:

$2.34 \times 3.39 = 7.932 \text{ г}$, что превышает суточный рацион мальков, следовательно, выпускать мальков можно на третьи сутки (также считать правильным ответ в конце вторых суток).

В. Из 7.932 г биомассы хлореллы мальки к концу третьих суток съедят 6 г, т.е. останется

$$7.932 \text{ г} - 6 \text{ г} = 1.932 \text{ г}$$

В то же время оставшиеся 1.932 г планктона за третьи сутки дадут прирост биомассы в 3.39 раза, что составит:

$$1.932 \text{ г} \times 3.39 = 6.549 \text{ г}$$

За четвертые сутки мальки съедят свои 6 г:

$$6.549 \text{ г} - 6 = 0.549 \text{ г}$$

Эта биомасса даст прирост на 5 сутки:

$$0.549 \text{ г} \times 3.39 = 1.861 \text{ г}$$

Этого недостаточно для мальков, т.к. их рацион – 6 г, то есть на пятые сутки (или конец четвертых суток) мальки съедят все, таким образом, два дня мальки могут питаться за счет фитопланктона.

Задача 7 (3 балла).

Укажите порядок расположения тканей на поперечном хвоинки сосны (в порядке от адаксиальной поверхности к абаксиальной):

А. Эпидерма – гиподерма – столбчатая хлоренхима – трансфузионная ткань – ксилема – флоэма – губчатая хлоренхима.

Б. Эпидерма – гиподерма – хлоренхима – эндодерма – трансфузионная ткань – ксилема – флоэма.

В. Хлоренхима – гиподерма – эндодерма – трансфузионная ткань – ксилема – флоэма – эпидерма.

Г. Эпидерма – гиподерма – хлоренхима – эндодерма – трансфузионная ткань – флоэма – ксилема.

Ответ: Б.

В варианте **А** указана столбчатая и губчатая хлоренхима, не характерная для хвоинки сосны.

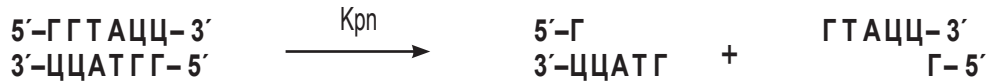
В варианте **В** гиподерма расположена под хлоренхимой, что неверно.

В варианте **Г** флоэма и ксилема перепутаны местами.

Блок 3 [3]

Задача 8 (17 баллов).

У многих видов бактерий для защиты от вирусов есть специальные ферменты – рестриктазы. Они расщепляют ДНК по определённым симметричным последовательностям, которые в ДНК бактерий данного вида отсутствуют или модифицированы присоединением к основанию метильной группы. Они называются по первым буквам латинского названия рода и вида бактерии, например, Kpn – рестриктаза из *Klebsiella pneumoniae*, возбудителя одной из форм пневмонии. При действии такого фермента на очищенную ДНК разрывы происходят в строго определённых местах и образуются фрагменты ДНК определённой длины с определёнными последовательностями на концах. Например, рестриктаза Kpn расщепляет последовательность:



собой за счёт образования комплементарных пар оснований. Если такой комплекс обработать ферментом ДНК-лигазой, произойдёт ковалентное соединение фрагментов, соединённых «липкими концами». Это лежит в основе метода получения рекомбинантных ДНК.

При таком шивании соединение концов одного фрагмента при его длине более 500 нуклеотидных пар происходит в 10 раз чаще, чем соединение концов двух разных фрагментов.

У многих бактерий кроме основной хромосомы присутствуют небольшие дополнительные ДНК, называемые плазмидами. Они представляют собой кольцевые молекулы ДНК, способные к репликации в клетке, и несут гены, отсутствующие в основной хромосоме, например, гены устойчивости к антибиотикам. Плаزمида pMN48 несёт гены устойчивости к канамицину и пенициллину и состоит из 5700 пар нуклеотидов. Рестриктаза Kpn расщепляет эту плазмиду только по гену устойчивости к канамицину в начале этого гена. В районе расщепления ДНК имеет последовательность нуклеотидов:



Плазмиду обработали рестриктазой Kpn до полного расщепления. После этого рестриктазу удалили и смесь фрагментов ДНК обработали ДНК-лигазой. Полученные ДНК смешали с клетками бактерий, не несущих плазмид и неустойчивых к антибиотикам. В результате произошла генетическая трансформация: в часть клеток проникла ДНК плазмиды и изменила их свойства. Полученные клетки выселили на твёрдую питательную среду, не содержащую антибиотиков. В результате деления каждая клетка образовала колонию генетически идентичных клеток. Было получено 33506 таких колоний. Клетки из каждой колонии пересеяли на среду, содержащую пенициллин, на которой рост дали 578 колоний. Клетки из колоний, выросших на пенициллине, пересеяли на среду с канамицином. На этой среде выросли 52 колонии. Из них выделили плазмидную ДНК, и оказалось что она представлена двумя разными по длине формами, причём каждой колонии был только один вид плазмиды.

- А. Какова (в %) эффективность трансформации клеток плазмидной ДНК?
- Б. Почему не все колонии, выросшие на пенициллине, дали рост на канамицине?
- В. Как можно объяснить разную длину плазмид в устойчивых к канамицину колониях?
- Г. Сколько всего размерных классов плазмид можно найти в колониях, устойчивых к пенициллину?

Решение

Сначала найдём места расщепления плазмиды рестриктазой Kpn (3 балла):



Таких участков оказывается два. В результате расщепления из плазмиды выщепляется короткий фрагмент (обозначим его **фрагмент 1**):



35 пар нуклеотидов

Остаётся укороченная линейная ДНК, содержащая интактный ген устойчивости к пенициллину и расщеплённый ген устойчивости к канамицину (обозначим ее **фрагмент 2**).



При сшивании липких концов ДНК-лигазой наиболее часто будут соединяться концы этой молекулы и образовываться кольцо длиной 5665 нуклеотидов. Такая ДНК будет сообщать клеткам устойчивость к пенициллину, но не даст устойчивости к канамицину. **Фрагмент 1** из-за небольшой длины не может замкнуться в кольцо.

Другой вариант лигирования приводит к сшиванию липких концов обоих фрагментов. Он происходит примерно в 10 раз реже, а после сшивки вторая пара липких концов скорее всего также, как и исходный фрагмент замкнётся в кольцо. Таких колец из пары фрагментов может образоваться 4 вида: димеры большого **фрагмента 2** в двух разных ориентациях (правый конец с левым концом еще одного такого же фрагмента и левый конец с правым концом второго фрагмента или правый с правым и левый с левым) и соединения большого **фрагмента 2** и малого **фрагмента 1** в двух разных ориентациях (вариант исходной плазмиды и инверсия малого фрагмента). Из них только в том варианте, где получится исходная плазида, восстанавливается устойчивость к канамицину.

Линейная молекула, образованная сшиванием двух фрагментов, может присоединить ещё один фрагмент с ещё в 10 раз меньшей частотой. Такие фрагменты в дальнейшем будут циклизоваться в плазмиды трёх размеров: из трёх больших фрагментов, из двух больших и одного малого и одного большого и двух малых. Три малых фрагмента дадут короткую последовательность, которая не сможет замкнуться в кольцо и существовать в клетке. В каждом размерном классе будет несколько вариантов с разной ориентацией фрагментов. Только в одном из них восстановится ген устойчивости к канамицину: правый конец большого фрагмента соединяется с левым концом малого фрагмента, а правый конец малого фрагмента – с левым концом второго большого фрагмента, а оставшиеся концы двух больших фрагментов соединяются с образованием кольцевой плазмиды длиной 11365 пар нуклеотидов. Доля таких молекул будет менее 1% всех плазмид. Вероятность образования плазмид из 4 и более фрагментов ещё на порядок ниже, и их обнаружение при данном числе полученных трансформированных клеток нереально.

А. Так как расщепление рестриктазой не затрагивает ген устойчивости к пенициллину, все клетки, в результате трансформации получившие любую плазмиду, будут устойчивы к пенициллину и вырастут на среде с этим антибиотиком. Таким образом из 33506 выросших колоний плазмиду получили 578, выросших на пенициллине. Эффективность трансформации — это доля трансформированных клеток от их общего числа, т.е.

$$578 : 33506 \times 100\% = 1.73\%.$$

Б. На канамицине могут вырасти только те клетки, в которые попали плазмиды, в которых в результате лигирования восстановится последовательность нуклеотидов в гене устойчивости к этому антибиотику, расщеплённому рестриктазой. Остальные плазмиды, полученные по приведённой методике, будут содержать либо ген с выщепленным коротким фрагментом, что приведёт либо к утрате стартового кодона (если обозначенный зелёным цветом кодон является стартовым), либо к сдвигу рамки считывания (т.к. число удалённых нуклеотидов не кратно трём), либо, при инверсии короткого фрагмента, к появлению стоп-кодонов т.е. прекращению синтеза белка. Таким образом большинство полученных плазмид не обеспечат устойчивости к канамицину.

В. Рост на канамицине могут обеспечить только плазмиды, несущие восстановленную последовательность гена устойчивости. Такие плазмиды могли образоваться из одного большого и одного малого фрагмента (5700 пар, исходная плазида) или из двух больших и одного малого между ними (11365 пар, начало и конец гена из разных копий большого фрагмента).

Г. Получается 1 размер из одного большого фрагмента, два размерных класса из двух фрагментов и три размерных класса из трёх фрагментов, то есть 6 размерных классов. (В реальности различить по длине плазмиды, отличающиеся на длину малого фрагмента, т.е. менее чем на 0.5%, невозможно. Поэтому в эксперименте, например на электрофореграмме, будут видны лишь три размерных класса, соответствующие 1, 2 или 3 копиям большого фрагмента.)

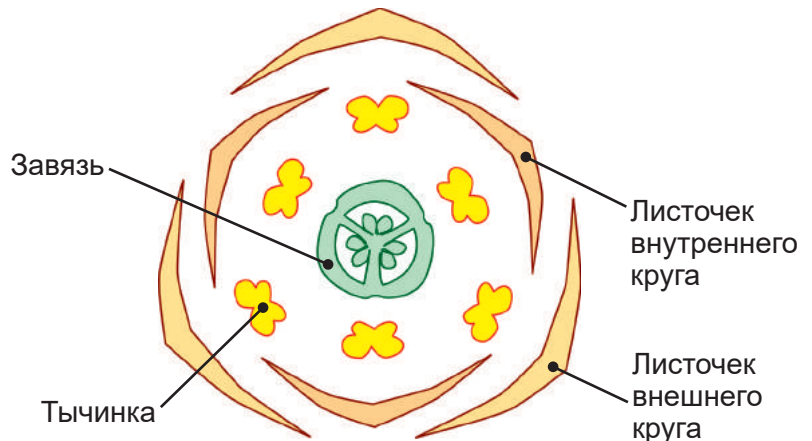
Задача 9 (21 балл).

У лилейников (род *Hemerocallis*) в норме цветки тримерные, состоящие из двух кругов простого околоцветника, двух кругов тычинок и одного круга плодолистиков (см. рис.). Иногда на растениях лилейников можно найти тетрамерные цветки.

А. Нарисуйте диаграмму тетрамерного цветка лилейника. На диаграмме обозначьте части цветка. Предложите для него формулу.

Б. Предположим, что в природной популяции лилейника малого (*Hemerocallis minor*) возникла форма с тетрамерными цветками (по числу цветков на растении, среднему числу пыльцевых зерен в пыльнике, числу семязачатков в плодолистике эта форма не отличается от нормы). Образование тетрамерных цветков определяется одной рецессивной мутацией. Ученые пересадили из природы на экспериментальный участок одно мутантное и одно нормальное растение. Считая, что при опылении пыльца всех особей смешивается, пыльца из природных популяций не попадает на участок, и при этом возможно самоопыление, рассчитайте, каким может быть расщепление в потомстве первого поколения по генотипам и фенотипам.

В. Далее среди потомков первого поколения выбрали только те растения, у которых цветки тримерные, а остальные убрали с участка до опыления. С оставленных растений собрали семена и посеяли. Каким может оказаться расщепление среди потомков второго поколения по генотипу и фенотипу?



Решение

А. Поскольку в условии сказано, что цветок в случае мутации тетрамерный, у него будет по 4 органа в каждом круге: 4 листочка околоцветника в наружном круге, 4 – во внутреннем, по 4 тычинки в двух следующих кругах и 4 сросшихся плодолистика. Таким образом, можно предложить следующую формулу цветка:

$$* O_{K_{4+4}} T_{4+4} P_{(4)} \text{ или } * P_{4+4} A_{4+4} G_{(4)}$$

При построении диаграммы должны выполняться следующие принципы:

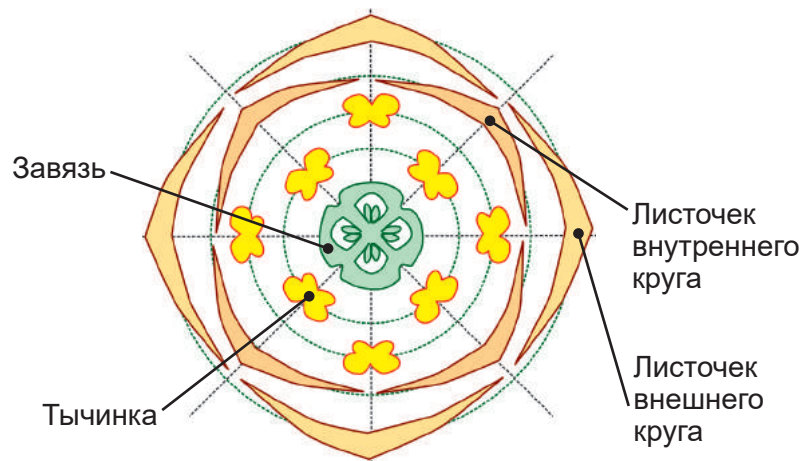
1. Органы в круге располагаются друг относительно друга под углом $360 : 4 = 90$ градусов.

2. В двух соседних кругах органы должны чередоваться, т.е. положение медианы каждого органа должно приходиться строго на промежуток между органами предыдущего круга. Для тетрамерного цветка между органами в соседних кругах угол должен составлять 45 градусов.

3. Если рассматривать органы через круг, то их медианы должны находиться друг напротив друга (органы противоположат).

4. Центром цветка считается центр завязи. Поэтому при проверке расположения органов в цветке все линии будут проводиться через центр завязи и центральную (медианную) жилку органа.

5. На рисунке показан цветок с центрально-угловой плацентацией (гинецей синкарпный). Между гнездами завязи находятся перегородки (септы). Септы должны быть направлены на тычинки внутреннего круга. Для плодолистика медианой считается линия, делящая угол между септами ровно пополам.



Б. Обозначим ген, отвечающий за число органов в кругах как **A**. Поскольку мы знаем, что тетрамерный цветок определяется рецессивной мутацией по этому гену, генотип уклоняющегося растения может быть только **aa**. Взятое из природы нормальное растение было с тримерными цветками. При этом оно могло оказаться как гомозиготой **AA**, так и носителем рецессивного аллеля **Aa**. Поэтому возможно два варианта расщепления среди потомков.

В условии сказано, что растения не отличаются по числу цветков, числу пыльцевых зерен в каждом пыльнике и числу семязачатков в каждом плодолистике. Однако само число тычинок и плодолистиков различается. С одной стороны, тетрамерное растение даст больше семян. Соотношение семян после первого скрещивания окажется $\frac{3}{7}$ от нормального растения с тримерными цветками и $\frac{4}{7}$ от мутантного тетрамерного. Таким же будет и соотношение пыльцевых зёрен.

После этих предварительных замечаний можно предложить следующую решетку для случая скрещивания двух гомозигот:

	$\frac{3}{7} \mathbf{A}$	$\frac{4}{7} \mathbf{a}$
$\frac{3}{7} \mathbf{A}$	$\frac{9}{49} \mathbf{AA}$	$\frac{12}{49} \mathbf{Aa}$
$\frac{4}{7} \mathbf{a}$	$\frac{12}{49} \mathbf{Aa}$	$\frac{16}{49} \mathbf{aa}$

Таким образом, среди потомков первого поколения возможно следующее расщепление по генотипам:

$\frac{9}{49} \mathbf{AA}$ ($\approx 18.4\%$) $\frac{24}{49} \mathbf{Aa}$ ($\approx 49.0\%$) $\frac{16}{49} \mathbf{aa}$ ($\approx 32.6\%$)

9 **AA** : 24 **Aa** : 16 **aa**

По фенотипам: $\frac{33}{49}$ ($\approx 67.4\%$) тримерных $\frac{16}{49}$ ($\approx 32.6\%$) тетрамерных
33 тримерных : 16 тетрамерных

Если тримерное растение оказалось гетерозиготой, то в половину пыльцевых зерен и в половину яйцеклеток попадёт аллель **A**, а в другую половину – аллель **a**. Соответственно, доля гамет с аллелем **A** снизится до $\frac{3}{14}$, тогда как $\frac{11}{14}$ будут нести аллель **a**.

-	$\frac{3}{14} \mathbf{A}$	$\frac{11}{14} \mathbf{a}$
$\frac{3}{14} \mathbf{A}$	$\frac{9}{196} \mathbf{AA}$	$\frac{33}{196} \mathbf{Aa}$
$\frac{11}{14} \mathbf{a}$	$\frac{33}{196} \mathbf{Aa}$	$\frac{121}{196} \mathbf{aa}$

Таким образом, среди потомков первого поколения будет наблюдаться другое расщепление по генотипам:

$\frac{9}{196} \mathbf{AA}$ ($\approx 4.6\%$) $\frac{66}{196} \mathbf{Aa}$ ($\approx 33.7\%$) $\frac{121}{196} \mathbf{aa}$ ($\approx 61.7\%$)

9 **AA** : 66 **Aa** : 121 **aa**

По фенотипам: $\frac{75}{196}$ ($\approx 38.3\%$) тримерных $\frac{121}{196}$ ($\approx 61.7\%$) тетрамерных
75 тримерных : 121 тетрамерных

В. На следующем этапе все тетрамерные растения убрали. Остались только тримерные растения, дающие одинаковое количество как пыльцы, так и семян. В зависимости от того, было ли исходное тримерное растение, взятое из природы, гомозиготой или гетерозиготой, также возможно два варианта.

Для случая с обоими родителями-гомозиготами соотношение по генотипу среди тримерных потомков будет 9 **AA** : 24 **Aa** или $\frac{3}{11} \mathbf{AA}$: $\frac{8}{11} \mathbf{Aa}$.

Гетерозиготные растения дадут половину гамет с рецессивным аллелем **a**, и его частота в популяции окажется $\frac{4}{11}$. Аллель **A** будет представлен с частотой $\frac{7}{11}$.

-	$\frac{7}{11} \mathbf{A}$	$\frac{4}{11} \mathbf{a}$
$\frac{7}{11} \mathbf{A}$	$\frac{49}{121} \mathbf{AA}$	$\frac{28}{121} \mathbf{Aa}$
$\frac{4}{11} \mathbf{a}$	$\frac{28}{121} \mathbf{Aa}$	$\frac{16}{121} \mathbf{aa}$

Тогда среди потомков в данном эксперименте должно оказаться:

$\frac{49}{121}$ ($\approx 40.5\%$) **AA** $\frac{56}{121}$ ($\approx 46.3\%$) **Aa** $\frac{16}{121}$ ($\approx 13.2\%$) **aa**

или 49 **AA** : 56 **Aa** : 16 **aa**

По фенотипам: $\frac{105}{121}$ ($\approx 86.8\%$) тримерных $\frac{16}{121}$ ($\approx 13.2\%$) тетрамерных

105 тримерных : 16 тетрамерных

Для случая, когда исходное тримерное растения оказалось гетерозиготой, доля аллеля **a** будет

выше: $\frac{9}{75}$ **AA** $\frac{66}{75}$ **Aa**

$\frac{33}{75}$ – доля аллеля **a**, и $\frac{42}{75}$ – доля аллеля **A**.

-	$\frac{42}{75}$ A	$\frac{33}{75}$ a
$\frac{42}{75}$ A	$\frac{1764}{5625}$ AA	$\frac{1386}{5625}$ Aa
$\frac{33}{75}$ a	$\frac{1386}{5625}$ Aa	$\frac{1089}{5625}$ aa

Расщепление в этом варианте окажется

$\frac{1764}{5625}$ ($\approx 31.4\%$) **AA** $\frac{2772}{5625}$ ($\approx 49.3\%$) **Aa** $\frac{1089}{5625}$ ($\approx 19.4\%$) **aa**

1764 **AA** : 2772 **Aa** : 1089 **aa**

По фенотипам: $\frac{4539}{5625}$ ($\approx 80.6\%$) тримерных $\frac{1089}{5625}$ ($\approx 19.4\%$) тетрамерных

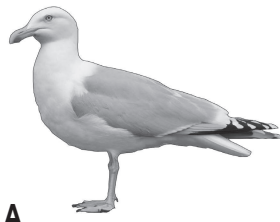
4539 тримерных : 1089 тетрамерных.

Итого: 100 технических баллов за всё задание

Задание 10-11 класса. Вариант 2

Блок 1 [3]

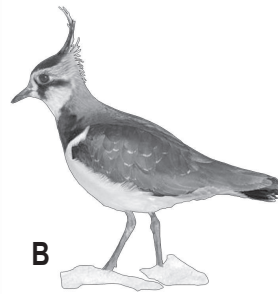
Задача 1 (4 балла). Перед Вами несколько фотографий птиц, которые принадлежат к одному и тому же отряду. Одна из птиц к этому отряду не принадлежит. Найдите эту птицу и выберите из списка отряд, к которому она относится.



A



Б Глупыш



B



Г

- | | | | |
|----------------------|--------------------|----------------------|------------------------|
| 1. Аистообразные | 6. Дятлообразные | 11. Пеликанообразные | 16. Ржанкообразные |
| 2. Воробьинообразные | 7. Журавлеобразные | 12. Пингвинообразные | 17. Сивообразные |
| 3. Гагарообразные | 8. Козодоеобразные | 13. Поганкообразные | 18. Страусообразные |
| 4. Голубеобразные | 9. Кукушкообразные | 14. Попугаеобразные | 19. Стрижеобразные |
| 5. Гусеобразные | 10. Курообразные | 15. Ракшеобразные | 20. Трубноносые |

Задача 2 (3 балла). Грегор Мендель исследовал признаки формы семян у гороха, и выяснил, что гладкая форма доминирует над морщинистой. В этом случае различие вызвано тем, что:

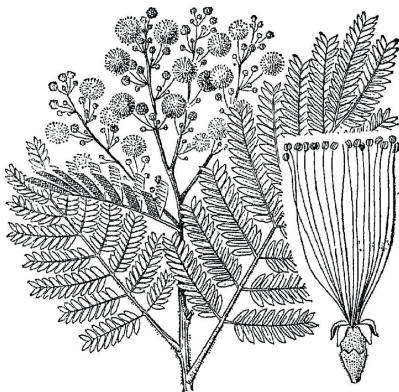
A. У морщинистых семян замедлен процесс образования крахмала, а у гладких – нет;

Б. У морщинистых семян при созревании разрушается хлорофилл, а у гладких не разрушается;

В. Семенная кожура у морщинистых семян слишком плотная, она не расправляется по мере развития зародыша;

Г. У морщинистых семян накапливается слишком много воды, и они сморщиваются при созревании;

Д. В морщинистых семенах при созревании часть белков разрушается, а в гладких – нет.



Задача 3 (10 баллов). С помощью буквенного шифра дайте описание растения, представленного на рисунке слева.

Семейство: **A** – Розоцветные; **Б** – Крестоцветные; **В** – Паслёновые; **Г** – Бобовые; **Д** – Лилейные; **Е – Мимозовые.**

Цветок: **Ж – актиноморфный;** **З** – зигоморфный; **И** – неправильный

Завязь: **К – верхняя;** **Л** – нижняя

Плод: **М** – ягода; **Н** – орешек или многоорешек; **О** – костянка;

П – зерновка; **Р** – семянка; **С** – стручок; **Т** – стручочек; **У – боб;**

Ф – коробочка. **Околоцветник:** **Х – двойной;** **Ц** – простой; **Ч** – редуцированный



Задача 4 (12 баллов). На схеме поперечного среза бычьего цепня проведена прямая PR. Сколько раз эта линия на рисунке пересекает:

A. Каналы выделительной системы.

Б. Нервные стволы.

В. Кровеносные сосуды.

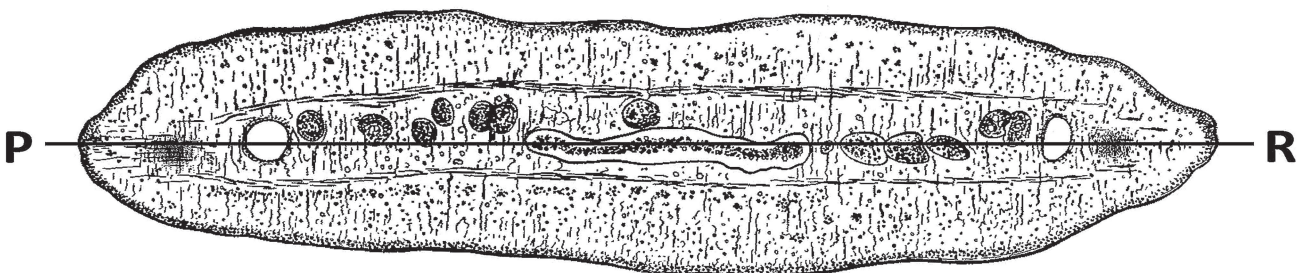
Г. Кишечный эпителий.

Ответ

A	Б	В	Г
2	2	0	0

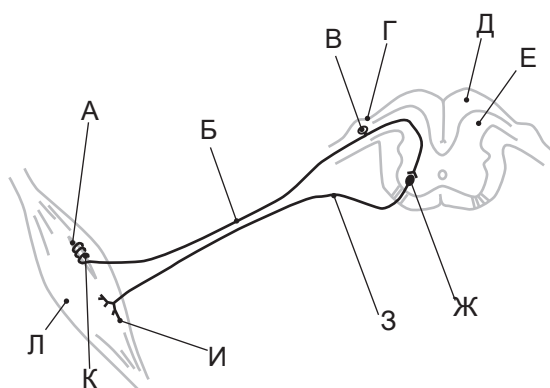
Критерий:

По **3 балла** за каждый верный численный ответ в таблице



Блок 2 [3]

Задача 5 (14 баллов).



На рисунке представлена схема рефлекторной дуги. Назовите этот рефлекс. Приведите в ответе его шифр, а также укажите, какие элементы обозначены буквами на схеме. (В вашем ответе приведите соответствие букв на рисунке числам из списка терминов.)

I. Соматический рефлекс отдергивания конечности.

II. Соматический рефлекс на растяжение мышцы.

III. Соматический сухожильный тормозный рефлекс.

IV. Вегетативный симпатический рефлекс.

V. Вегетативный парасимпатический рефлекс.

VI. Вегетативный метасимпатический рефлекс.

1. Канал спинного мозга
2. Белое вещество спинного мозга
3. Задний рог спинного мозга
4. Передний рог спинного мозга
5. Боковой рог спинного мозга
6. Тело чувствительного нейрона
7. Тело мотонейрона
8. Тело вставочного нейрона
9. Спинальный ганглий
10. Симпатический ганглий
11. Отросток чувствительного нейрона
12. Отросток двигательного нейрона
13. Сухожильный рецептор
14. Нервное окончание двигательного нейрона
15. Окончание чувствительного нейрона
16. Мышечное веретено
17. Тело преганглионарного нейрона парасимпатического отдела вегетативной нервной системы
18. Тело преганглионарного нейрона симпатического отдела вегетативной нервной системы
19. Отросток преганглионарного нейрона парасимпатического отдела вегетативной нервной системы
20. Отросток преганглионарного нейрона симпатического отдела вегетативной нервной системы
21. Ганглионарный нейрон парасимпатического отдела вегетативной нервной системы
22. Ганглионарный нейрон симпатического отдела вегетативной нервной системы
23. Чувствительное окончание нейрона во внутреннем органе
24. Гладкомышечная клетка
25. Поперечнополосатая мышца

Ответ:

А	16	Мышечное веретено
Б	11	Отросток чувствительного нейрона
В	6	Тело чувствительного нейрона
Г	9	Спинальный ганглий
Д	2	Белое вещество спинного мозга
Е	3	Задний рог спинного мозга
Ж	7	Тело мотонейрона
З	12	Отросток двигательного нейрона
И	14	Нервное окончание двигательного нейрона
К	15	Окончание чувствительного нейрона
Л	25	Поперечнополосатая мышца

Задача 6 (16 баллов).

В аквариуме емкостью 100 л исходная масса фитопланктона составила 2.5 мг/л $C_{орг}$.

Измерение значений валовой продукции фитопланктона и деструкции за сутки составляет 4.9 мг/л и 0.4 мг/л соответственно. Допустим, что при постоянном добавлении биогенных элементов, прирост биомассы за сутки происходит постоянными темпами (в геометрической прогрессии).

А. Рассчитайте чистую продукцию фитопланктона в этом аквариуме.

Б. В аквариум в конце вторых суток выпустили 30 дафний (*Daphnia magna*) массой 10 мг каждая. Сколько дней дафнии смогут жить в аквариуме без дополнительного корма, если их суточный рацион составляет 200% от массы тела. Ответ подтвердите расчетами (приростом биомассы рачков пренебречь.)

Решение:

А. В процессе накопления биомассы далеко не все вещества, полученные в процессе фотосинтеза используются для построения клеток. Часть органических веществ расходуется в процессе дыхания. Поэтому в экологии выделяют валовую продукцию (сколько органических веществ в принципе синтезировалось) и чистую продукцию (сколько веществ накопилось). Соответственно, чтобы получить чистую продукцию, нужно от валовой продукции отнять ту часть, которая потратилась при дыхании.

Чистая продукция = валовая продукция – дыхание

$$4.9 - 0.4 = 4.5 \text{ мг/л } C_{орг}$$

Б.

1. Рассчитаем необходимое количество корма для дафний на сутки:

$$30 \text{ шт.} \times 10 \text{ мг} \times 2 = 600 \text{ мг} = 0.6 \text{ г}$$

2. Известно, что исходная сухая масса фитопланктона составила 2.5 мг/л, а чистая продукция – 4.5 мг/л, суммарная масса фитопланктона к концу первых суток составит

$$2.5 + 4.5 = 7 \text{ мг/л,}$$

что в 2,8 раз больше исходной величины.

К концу первых суток масса фитопланктона в аквариуме составит

$$7 \text{ мг/л} \times 100 \text{ л} = 700 \text{ мг/л} = 0.7 \text{ г}$$

К концу вторых суток:

$$0.7 \times 2.8 = 1.96 \text{ г,}$$

Из 1.96 г биомассы водорослей дафнии (которых выпустили в конце вторых суток) к концу третьих суток съедят 0,6 г, т.е. останется

$$1.96 \text{ г} - 0.6 \text{ г} = 1.36 \text{ г}$$

Оставшиеся 1.36 г фитопланктона за четвертые сутки дадут прирост биомассы в 2.8 раз, что составит

$$1.36 \text{ г} \times 2.39 = 6.549 \text{ г}$$

из которых рачки съедят 0.6 г и останется 5.949 г.

Прирост биомассы водорослей превышает скорость выедания его дафниями, поэтому они могут жить в аквариуме неограниченное время (прирост дафний мы не учитывали по условию задачи).

Задача 7 (3 балла).

Укажите порядок расположения тканей на поперечном срезе листа цветкового растения с типичным устройством мезофилла (в порядке от адаксиальной поверхности к абаксиальной):

А. Эпидерма – столбчатая хлоренхима – ксилема – флоэма – губчатая хлоренхима – эпидерма.

Б. Эпидерма – столбчатая хлоренхима – ксилема – флоэма – губчатая хлоренхима – столбчатая хлоренхима – эпидерма.

В. Эпидерма – столбчатая хлоренхима – флоэма – ксилема – губчатая хлоренхима – эпидерма.

Г. Столбчатая хлоренхима – ксилема – флоэма – эпидерма – губчатая хлоренхима.

Блок 3 [5]

Задача 8 (17 баллов).

У многих видов бактерий для защиты от вирусов есть специальные ферменты – рестриктазы. Они расщепляют ДНК по определённым симметричным последовательностям, которые в ДНК бактерий данного вида отсутствуют или модифицированы присоединением к основанию метильной группы. Они называются по первым буквам латинского названия рода и вида бактерии, например, Bgl – рестриктаза из гнилостной бактерии *Bacillus globigii*. При действии такого фермента на очищенную ДНК разрывы происходят в строго определённых местах и образуются фрагменты ДНК определённой длины с определёнными последовательностями на концах. Например, рестриктаза BglIII расщепляет последовательность:

При этом на концах полученных фрагментов ДНК всегда будут одинаковые и комплементарные друг другу одноцепочечные участки ДНК, называемые «липкими концами», т.к. они могут соединиться между собой за счёт образования комплементарных пар оснований. Если такой комплекс обработать ферментом



ДНК-лигазой, произойдёт ковалентное соединение фрагментов, соединённых «липкими концами». Это лежит в основе метода получения рекомбинантных ДНК.

При таком шивании соединение концов одного фрагмента при его длине более 500 нуклеотидных пар происходит в 10 раз чаще, чем соединение концов двух разных фрагментов.

У многих бактерий кроме основной хромосомы присутствуют небольшие дополнительные ДНК, называемые плазмидами. Они представляют собой кольцевые молекулы ДНК, способные к репликации в клетке, и несут гены, отсутствующие в основной хромосоме, например, гены устойчивости к антибиотикам. Плазмида pCO36 несёт гены устойчивости к эритромицину и ампицилину и состоит из 4200 пар нуклеотидов. Рестриктаза BglIII расщепляет эту плазмиду только по гену устойчивости к эритромицину в начале этого гена. В районе расщепления ДНК имеет последовательность нуклеотидов:



Плазмиду обработали рестриктазой BglIII до полного расщепления. После этого рестриктазу удалили и смесь фрагментов ДНК обработали ДНК-лигазой. Полученные ДНК смешали с клетками бактерий, не несущих плазмид и неустойчивых к антибиотикам. В результате произошла генетическая трансформация: в часть клеток проникла ДНК плазмиды и изменила их свойства. Полученные клетки высели на твёрдую питательную среду, не содержащую антибиотиков. В результате деления каждая клетка образовала колонию генетически идентичных клеток. Было получено 51366 таких колоний. Клетки из каждой колонии пересели на среду, содержащую ампициллин, на которой рост дали 573 колонии. Клетки из колоний, выросших на ампициллине, пересели на среду с эритромицином. На этой среде выросла 51 колония. Из них выделили плазмидную ДНК, и оказалось что она представлена двумя разными по длине формами, причём каждой колонии был только один вид плазмиды.

- Какова (в %) эффективность трансформации клеток плазмидной ДНК?
- Почему не все колонии, выросшие на ампициллине, дали рост на эритромицине?
- Как можно объяснить разную длину плазмид в устойчивых к эритромицину колониях?
- Сколько всего размерных классов плазмид можно найти в колониях, устойчивых к ампицилину?

Решение

Сначала найдём место расщепления плазмиды рестриктазой BglIII:

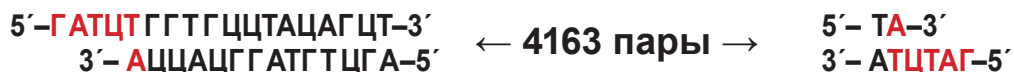


Таких участков оказывается два. В результате расщепления из плазмиды выщепляется короткий фрагмент:



37 пар нуклеотидов

Остаётся укороченная линейная ДНК, содержащая интактный ген устойчивости к ампицилину и расщеплённый ген устойчивости к эритромицину.



При сшивании липких концов ДНК-лигазой наиболее часто будут соединяться концы этой молекулы и образовываться кольцо длиной 4163 нуклеотида. Такая ДНК будет сообщать клеткам устойчивость к ампицилину и не даст устойчивости к эритромицину. Второй фрагмент из-за небольшой длины не может замкнуться в кольцо.

Второй вариант лигирования приводит к сшиванию липких концов двух фрагментов. Он происходит примерно в 10 раз реже, а после сшивки вторая пара липких концов скорее всего также, как и исходный фрагмент замкнётся в кольцо. Таких колец из пары фрагментов может образоваться 4 вида: димеры большого фрагмента в двух разных ориентациях (правый конец с левым концом второго фрагмента и левый конец с правым концом второго фрагмента или правый с правым и левый с левым) и соединения большого и малого фрагмента в двух разных ориентациях (вариант исходной плазмиды и инверсия малого фрагмента). Из них только в варианте исходной плазмиды восстанавливается устойчивость к эритромицину.

Линейная молекула, образованная сшиванием двух фрагментов, может присоединить ещё один фрагмент с ещё в 10 раз меньшей частотой. Такие фрагменты в дальнейшем будут циклизоваться в плазмиды трёх размеров: из трёх больших фрагментов, из двух больших и одного малого и одного большого и двух малых. Три малых фрагмента дадут короткую последовательность, которая не сможет замкнуться в кольцо и существовать в клетке. В каждом размерном классе будет несколько вариантов с разной ориентацией фрагментов. Только в одном из них восстановится ген устойчивости к эритромицину: правый конец большого фрагмента соединяется с левым концом малого фрагмента, а правый конец малого фрагмента – с левым концом второго большого фрагмента, а оставшиеся концы двух больших фрагментов соединяются с образованием кольцевой плазмиды длиной 8363 пары нуклеотидов. Доля таких молекул будет менее 1% всех плазмид. Вероятность образования плазмид из 4 и более фрагментов ещё на порядок ниже и их обнаружение при данном числе полученных трансформированных клеток нереально.

А. Так как расщепление рестриктазой не затрагивает ген устойчивости к ампицилину, все клетки, в результате трансформации получившие любую плазмиду, будут устойчивы к ампицилину и вырастут на среде с этим антибиотиком. Таким образом из 33506 выросших колоний плазмиду получили 578, выросших на ампицилине. Эффективность трансформации представляет долю трансформированных клеток от общего их числа, т.е.

$$578 : 51366 \times 100\% = 1.12\%$$

Б. На эритромицине могут вырасти только те клетки, в которые попали плазмиды, в которых в результате лигирования восстановится последовательность нуклеотидов в гене устойчивости к этому антибиотику, расщеплённому рестриктазой. Остальные плазмиды, полученные по приведённой методике, будут содержать либо ген с выщепленным коротким фрагментом, что приведёт либо к утрате стартового кодона (если обозначенный зелёным цветом кодон является стартовым), либо к сдвигу рамки считывания (т.к. число удалённых нуклеотидов не кратно трём), либо, при инверсии короткого фрагмента, к появлению стоп-кодонов т.е. прекращению синтеза белка. Таким образом большинство полученных плазмид не обеспечат устойчивости к эритромицину.

В. Рост на эритромицине могут обеспечить только плазмиды, несущие восстановленную последовательность гена устойчивости. Такие плазмиды могли образоваться из одного большого и одного малого фрагмента (4200 пар, исходная плазида) или из двух больших и одного малого (8363 пары, начало и конец гена из разных копий большого фрагмента).

Г. Получается 1 размер из одного большого фрагмента, два размерных класса из двух фрагментов и три размерных класса из трёх фрагментов, то есть 6 размерных классов. (В реальности различить по длине плазмиды, отличающиеся на длину малого фрагмента, т.е. менее чем на 0,5%, невозможно. Поэтому в эксперименте, например на электрофореграмме, будут видны лишь три размерных класса, соответствующие 1, 2 или 3 копиям большого фрагмента.)

Задача 9 (21 балл).

У одного из представителей семейства Колокольчиковые (Campanulaceae) – платикодона крупноцветкового (*Platycodon grandiflorum*) пентамерные цветки, состоящие из круга чашелистиков, круга лепестков, круга тычинок и круга плодolistиков (см. рис.). Иногда среди платикодонов можно найти махровые цветки, у которых на месте тычинок развиваются лепестки.

А. Нарисуйте диаграмму махрового цветка платикодона. На диаграмме обозначьте части цветка. Предложите для него формулу.

Б. Предположим, что в природной популяции платикодона крупноцветкового возникла форма с махровыми цветками (по остальным признакам форма не отличается от нормы). Образование махровых цветков определяется одной рецессивной мутацией. Ученые пересадили из природы на экспериментальный участок два мутантных и одно нормальное растение. Считая, что при опылении пыльца всех особей смешивается, пыльца из природных популяций не попадает на участок, и при этом возможно самоопыление, рассчитайте, каким может быть расщепление в потомстве первого поколения по генотипам и фенотипам.

В. Далее среди потомков первого поколения выбрали только те растения, у которых цветки нормальные, а остальные убрали с участка до опыления. С оставленных растений собрали семена и посеяли. Каким может оказаться расщепление среди потомков второго поколения по генотипу и фенотипу?

Решение

А. Опираясь на рисунок, мы видим, что чашелистики изображены свободными, тогда как все лепестки срослись. Пять тычинок свободные, а плодolistиков три, и они также срослись. (У Колокольчиковых завязь нижняя, но это не принципиально для дальнейшего решения.) Можно предложить следующую формулу для типичного цветка в сем. Колокольчиковые: $* C_5 L_{(5)} T_5 P_{(3)}$ или $* C_5 Co_{(5)} A_5 G_{(3)}$. Поскольку у махровых форм происходит замена тычинок на лепестки, в формуле вместо тычинок нужно указать дополнительный круг лепестков:

$* C_5 L_{(5)+(5)} P_{(3)}$ или $* C_5 Co_{(5)+(5)} G_{(3)}$.

При построении диаграммы должны выполняться следующие принципы:

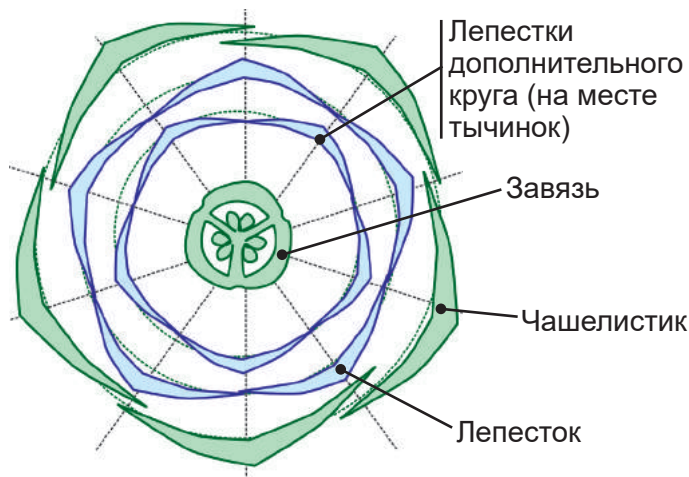
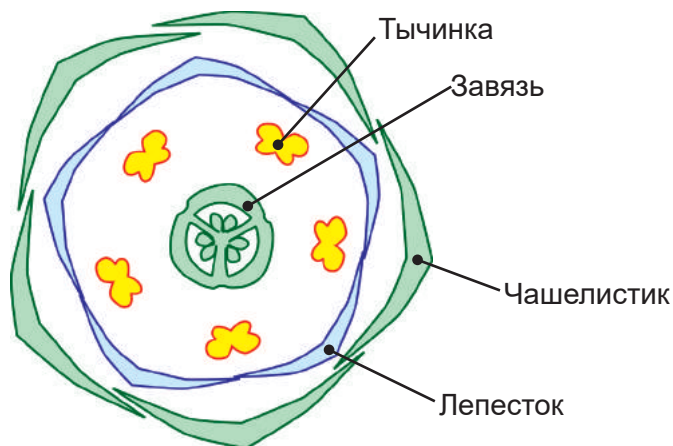
1. Органы в круге располагаются друг относительно друга под углом $360 : 5 = 72$ градуса.

2. В двух соседних кругах органы должны чередоваться, т.е. положение медианы каждого органа должно приходиться строго на промежуток между органами предыдущего круга. Для пентамерного цветка между органами в соседних кругах угол должен составлять 36 градусов. На рисунке видно, что плодolistики (поскольку из три) не могут правильно чередоваться с пятью тычинками.

3. Если рассматривать органы через круг, то их медианы должны находиться друг напротив друга (органы противоположат).

4. Центром цветка считается центр завязи. Поэтому при проверке расположения органов в цветке все линии будут проводиться через центр завязи и центральную (медианную) жилку органа.

5. На рисунке показан цветок с центрально-угловой плацентацией (гинецей синкарпный). Между гнездами завязи находятся перегородки (септы). Для плодolistика медианой считается линия, делящая угол между септами ровно пополам.



Б. Обозначим ген, отвечающий за проявление махровости как **A**. Поскольку мы знаем, что махровость цветков определяется рецессивной мутацией по этому гену, генотип махровых растений может быть только **aa**. Взятые из природы нормальные растения могли оказаться как гомозиготой **AA**, так и носителем рецессивного аллеля **Aa**. Поэтому возможно два варианта расщепления среди потомков.

Из природы были взяты два махровых и одно немахровое растение, и по семенной продуктивности все три растения одинаковы, следовательно, $\frac{2}{3}$ семян будет собрано с махровых, и $\frac{1}{3}$ – с немахровых растений. Однако пыльцу может образовать только растение с немахровыми цветками.

Вариант 1. Немахровое растение – гомозигота **AA**.

-	A
$\frac{1}{3}$ A	$\frac{1}{3}$ AA
$\frac{2}{3}$ a	$\frac{2}{3}$ Aa

Тогда среди потомков в данном скрещивании должно оказаться:

$\frac{1}{3}$ ($\approx 33.3\%$) **AA** $\frac{2}{3}$ ($\approx 66.7\%$) **Aa**

или 1 **AA** : 2 **Aa**

По фенотипу все потомки окажутся немахровыми.

Вариант 2. Немахровое растение – гетерозигота **Aa**.

Среди женских гамет соотношение вклад каждого из растений останется прежним, т.е. $\frac{2}{3}$ от всех аллелей **a** придут от махровых растений. Среди оставшихся $\frac{1}{3}$ женских гамет $\frac{1}{6}$ будет нести аллель **a**, и еще $\frac{1}{6}$ – аллель **A**. Таким образом, соотношение среди женских гамет будет $\frac{5}{6}$ **a** и $\frac{1}{6}$ **A**.

Среди мужских гамет $\frac{1}{2}$ будет нести аллель **A**, и еще $\frac{1}{2}$ – аллель **a**.

-	$\frac{1}{2}$ A	$\frac{1}{2}$ a
$\frac{1}{6}$ A	$\frac{1}{12}$ AA	$\frac{1}{12}$ Aa
$\frac{5}{6}$ a	$\frac{5}{12}$ Aa	$\frac{5}{12}$ aa

Таким образом, среди потомков первого поколения возможно следующее расщепление по генотипам: $\frac{1}{12}$ **AA** ($\approx 8.3\%$) $\frac{6}{12} = \frac{1}{2}$ **Aa** (50.0%) $\frac{5}{12}$ **aa** ($\approx 41.7\%$)

1 **AA** : 6 **Aa** : 5 **aa**

По фенотипам: $\frac{7}{12}$ ($\approx 58.3\%$) немахровых $\frac{5}{12}$ ($\approx 41.7\%$) махровых

7 немахровых : 5 махровых

В. В первом варианте скрещивания махровых растений не окажется. Рассчитаем доли потомков по генотипам и фенотипам во втором поколении.

$\frac{1}{3}$ ($\approx 33.3\%$) **AA** дадут только гаметы **A**, тогда как $\frac{2}{3}$ растений с генотипом **Aa** дадут половину гамет **A** и вторую половину гамет **a**. Таким образом, суммарно гамет **A** в популяции окажется $\frac{2}{3}$, и $\frac{1}{3}$ гамет, несущих аллель **a**.

-	$\frac{2}{3}$ A	$\frac{1}{3}$ a
$\frac{2}{3}$ A	$\frac{4}{9}$ AA	$\frac{2}{9}$ Aa
$\frac{1}{3}$ a	$\frac{2}{9}$ Aa	$\frac{1}{9}$ aa

Таким образом, среди потомков второго поколения возможно следующее расщепление по генотипам: $\frac{4}{9}$ **AA** ($\approx 44.4\%$) $\frac{4}{9}$ **Aa** (44.4%) $\frac{1}{9}$ **aa** ($\approx 11.1\%$)

4 **AA** : 4 **Aa** : 1 **aa**

По фенотипам: $\frac{8}{9}$ ($\approx 88.9\%$) немахровых $\frac{1}{9}$ ($\approx 11.1\%$) махровых

8 немахровых : 1 махровых.

Во втором случае (из природы было взято гетерозиготное немахровое растение) после того, как мы удалим все махровые растения, останется $\frac{1}{7} \mathbf{AA}$ ($\approx 14.3\%$) и $\frac{6}{7} \mathbf{Aa}$ ($\approx 85.7\%$). Последние дадут половину гамет \mathbf{A} ($\frac{3}{7}$) и половину гамет \mathbf{a} ($\frac{3}{7}$). Суммарная доля гамет \mathbf{A} составит $\frac{4}{7}$. Тогда:

-	$\frac{4}{7} \mathbf{A}$	$\frac{3}{7} \mathbf{a}$
$\frac{4}{7} \mathbf{A}$	$\frac{16}{49} \mathbf{AA}$	$\frac{12}{49} \mathbf{Aa}$
$\frac{3}{7} \mathbf{a}$	$\frac{12}{49} \mathbf{Aa}$	$\frac{9}{49} \mathbf{aa}$

Во втором случае расщепление среди потомков второго поколения будет:

по генотипам:

$\frac{16}{49} \mathbf{AA}$ ($\approx 32.6\%$) $\frac{24}{49} \mathbf{Aa}$ ($\approx 49.0\%$) $\frac{9}{49} \mathbf{aa}$ ($\approx 18.4\%$)

$25 \mathbf{AA} : 30 \mathbf{Aa} : 9 \mathbf{aa}$

По фенотипам: $\frac{40}{49}$ ($\approx 81.6\%$) немахровых $\frac{9}{49}$ ($\approx 18.4\%$) махровых

40 немахровых : 9 махровых.

Итого: 100 технических баллов за всё задание