

# ЛОМОНОСОВ ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП 2024-25

11 класс

**ВНИМАНИЕ! УЧАСТНИКИ ОЛИМПИАДЫ!**

**ДЛЯ КАЖДОГО ИЗ ВАС СЛУЧАЙНЫМ ОБРАЗОМ ФОРМИРОВАЛАСЬ ТЕСТОВАЯ ЧАСТЬ.  
МЫ ПРИВОДИМ ОДИН ИЗ ТАКИХ ВАРИАНТОВ, КОТОРЫЙ МОЖЕТ НЕ СОВСЕМ  
СОВПАДАТЬ С ВАШИМ.**

**Каждый тест оценивался в 1 балл. Максимальный балл за тестовую часть -20баллов.**

## Тестовые задания

1

Выделяют два типа прорастания семян – подземное и надземное. Рассмотрите фотографии проростков разных растений и определите тип прорастания для растения на фотографии под буквой Б. Название вида растения для этого знать не нужно.



**Тип прорастания:**

Подземное прорастание

**Надземное прорастание**

По характеру ветвления соцветия делят на цимозные и ботрические. На схемах изображены различные варианты соцветий. Выберите правильный вариант для соцветия под буквой А.



Название соцветия:

- I.** Кисть
- II.** Початок
- III.** Сложный зонтик
- IV.** Завиток
- V.** Извилина
- VI.** Метелка



Тип соцветия по характеру ветвления:

- 1.** Цимозное
- 2.** Ботрическое

**Ответ:**

**1 VI-1 ; 2 IV-1 ;3 I-2 ;4 II-2**

На рисунках изображены гаметофиты различных представителей высших растений. Рассмотрите рисунки и определите, к какому таксону относится растение под буквой Б.



Сфагновые мхи (Sphagnopsida)

Маршанциевые печеночники

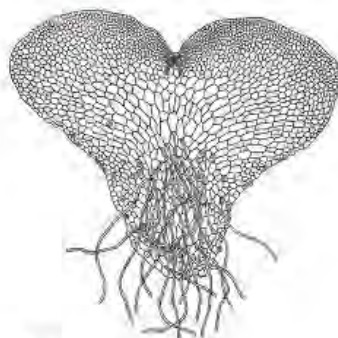
(Marchantiopsida)

**Плауны (Lycopodiopsida)**

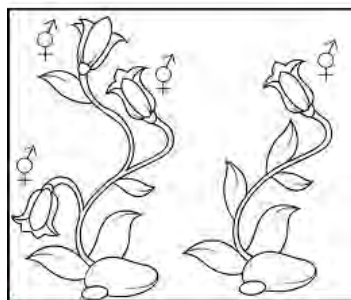
Настоящие папоротники (Polypodiopsida)

Хвои (Equisetopsida)

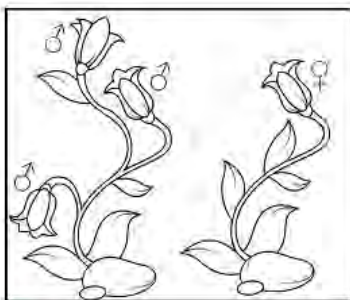
Хвойные голосеменные (Pinopsida)



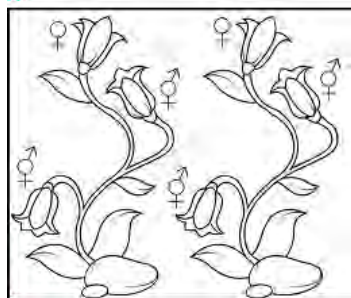
На рисунках А – Г схематично изображены четыре разных вида цветковых растений. На каждой схеме (в пределах черной рамки) изображены по две особи одного вида, рядом с каждым цветком обозначен его пол. Определите, какой тип половой дифференциации характерен для вида под буквой А:



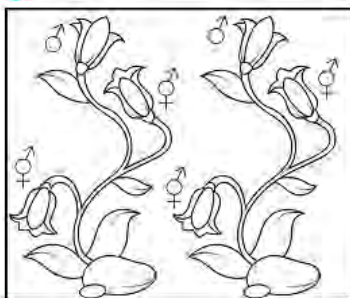
А



Б



В



Г

**Тип половой дифференциации:**

**Однодомность (моноэция)**

Двудомность (диэция)

Женская однодомность

(гиномоноэция)

Женская двудомность

(гинодиэция)

Мужская однодомность

(андромонаэция)

Пользуясь знаниями о разнообразии, а также об анатомии высших растений, укажите, какой тип стелы характерен для стебля растения под буквой Б.



А. Плаун годичный



Б. Ель обыкновенная



В. Бамбук



Г. Хвощ луговой

**Тип стелы стебля:**

Гаплостела

Плектостела

Артростела

Диктиостела

**Эустела**

Атактостела

6

Из перечисленных животных произведёт наибольшее число яиц за год одна особь:

пресноводной гидры;

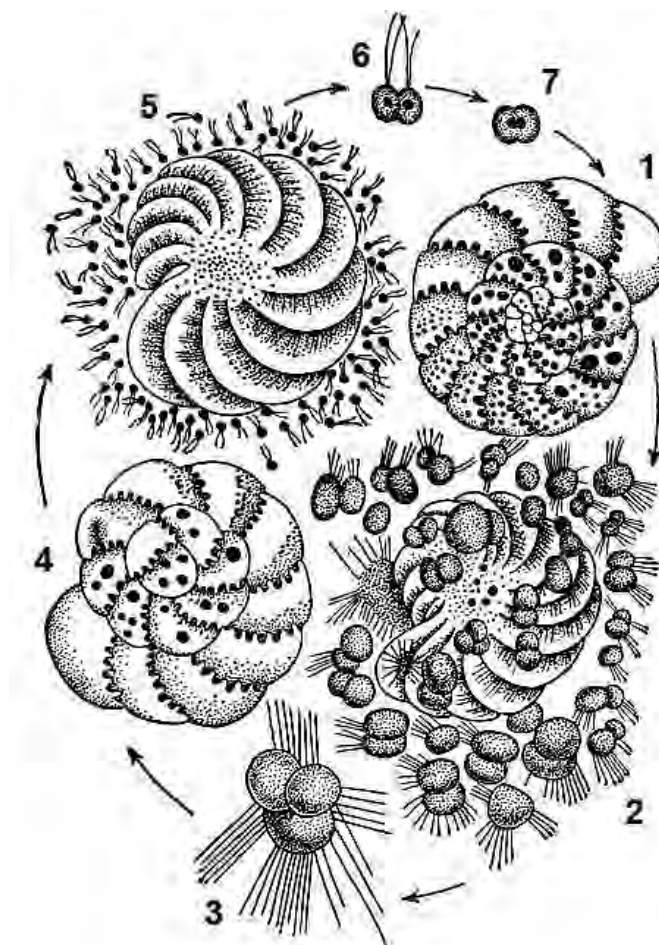
виноградной улитки;

перелётной саранчи;

бычьего цепня

7

Рассмотрите схему жизненного цикла представителя простейших. Бесполое размножение происходит на стадии:



2

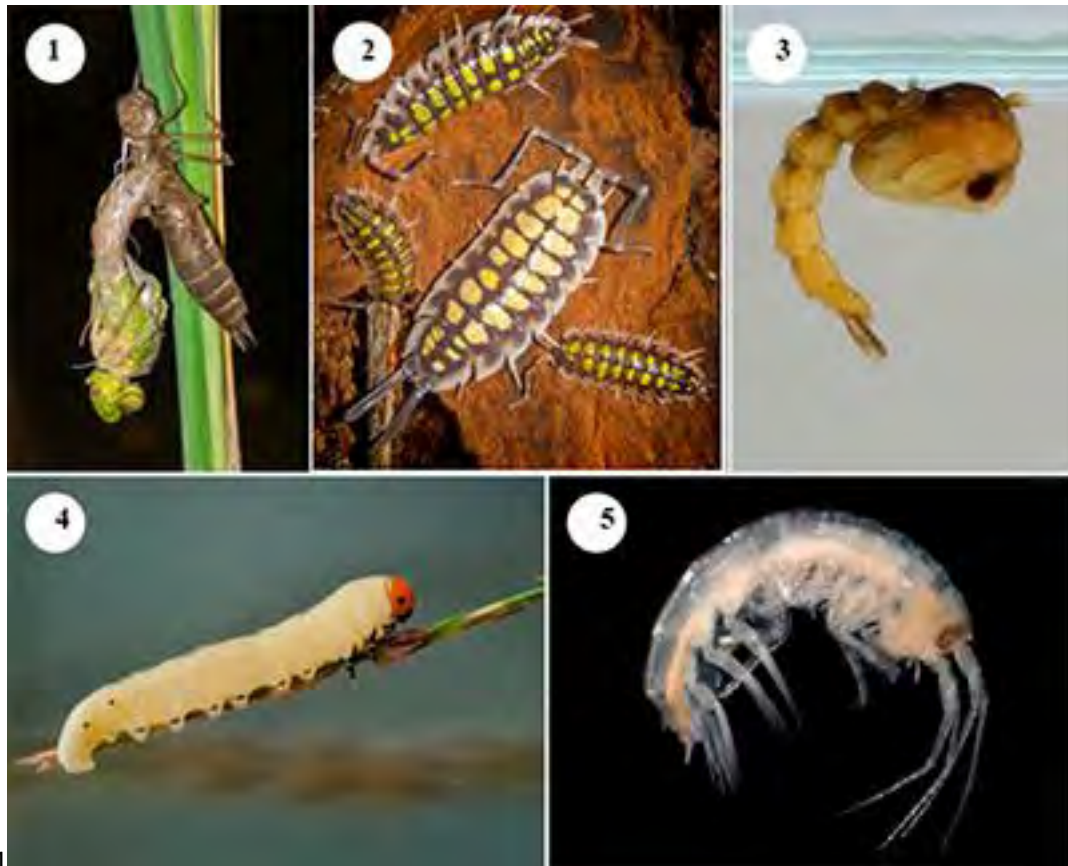
5

2 и 5

3

8

Выберите среди изображенных на фотографиях животных насекомых с полным превращением:



1

2

3

4

5

9

Вентиляция легких у рептилий осуществляется благодаря периодическому сокращению и расслаблению:

диафрагмы

**межреберных мышц**

мышц, окружающих ротовую полость

мышц гортани

10

Какая из перечисленных птиц относится к отряду Журавлеобразные?

- **камышница**

- большая белая цапля

- малая выпь

- кваква

11

У какого животного в сердце имеется артериальный конус?

- кабан

- обыкновенный уж

- треска
- остромордая лягушка

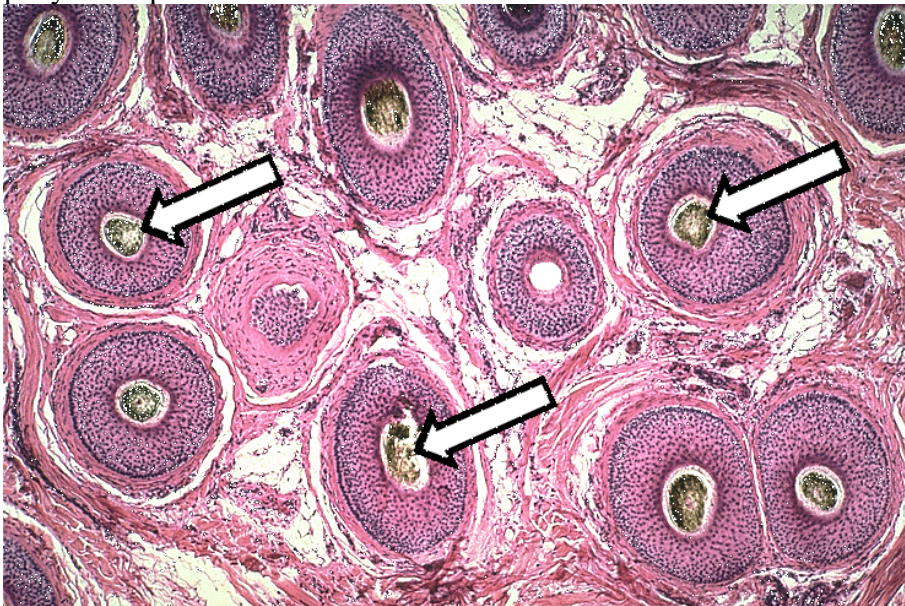
12

Какой из элементов кровеносной системы рыб отсутствует в кровеносной системе ланцетника?

- кардинальные вены
- брюшная аорта
- подключичные вены
- печёночная вена

13

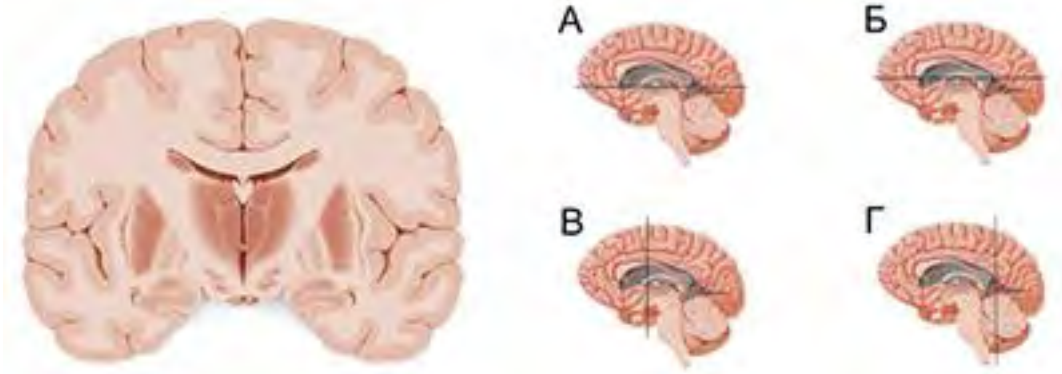
Какое происхождение в организме млекопитающих имеют структуры, обозначенные на рисунке стрелками?



- эктодермальное
- энтодермальное
- мезодермальное
- не характерны для организма млекопитающих

14

Определите, как прошла плоскость сечения головного мозга на препарате:

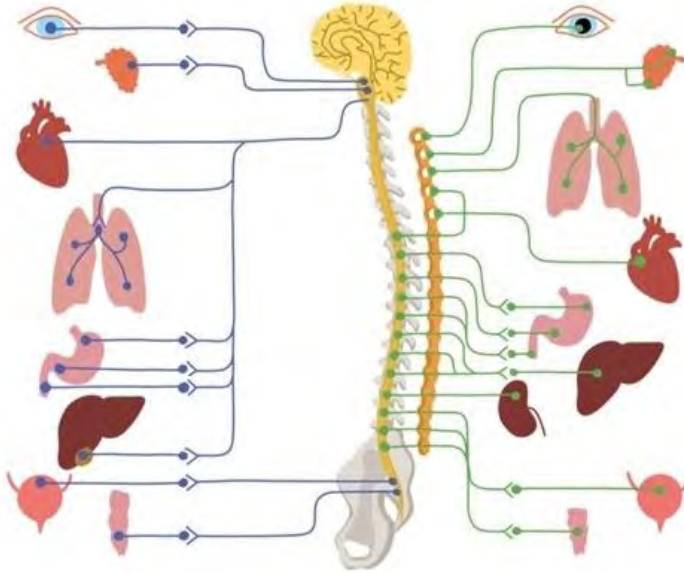


- А
- Б

**В**  
Г

15

При стимуляции блуждающего нерва наблюдается:



**замедление частоты сердечных сокращений**

ослабление перистальтики кишечника

расширение зрачка

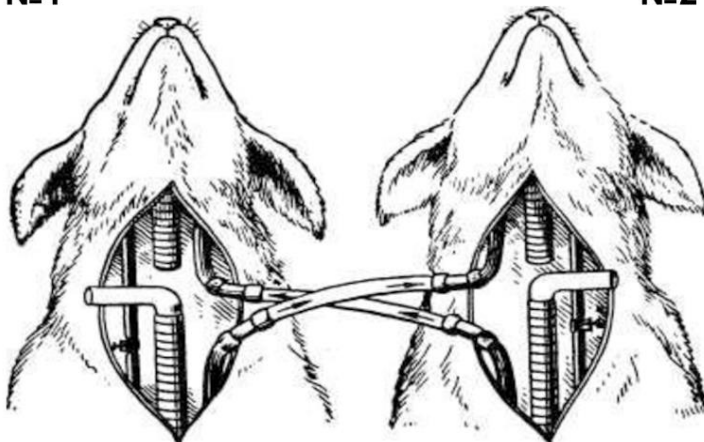
интенсивное выделение слюны

16

На рисунке приведена схема опыта с перекрёстным кровообращением, в ходе которого было показано, что деятельность дыхательного центра зависит от состава крови, поступающей в мозг по сонным артериям. У двух собак, находившихся под наркозом, перерезали и соединяли перекрёстно сонные артерии и отдельно яремные вены. После такого соединения и перевязки позвоночных артерий голова первой собаки снабжалась кровью второй собаки, голова второй собаки – кровью первой.

**№1**

**№2**



Если у первой собаки перекрыть трахею, то у второй собаки:

наступит апноэ (остановка дыхательных движений)

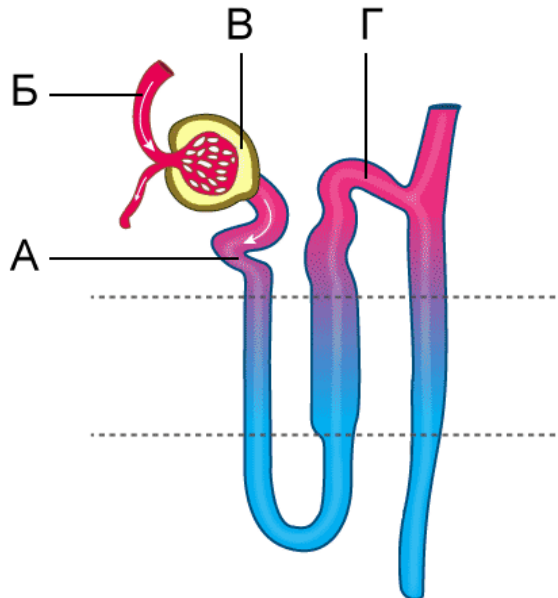
разовьется брадипноэ (урежение дыхательных движений)

разовьется гиперпноэ (учащенное дыхание)

дыхание не изменится

17

В каком из обозначенных отделов в составе поступающей жидкости нет мочевины?



А, Б и В

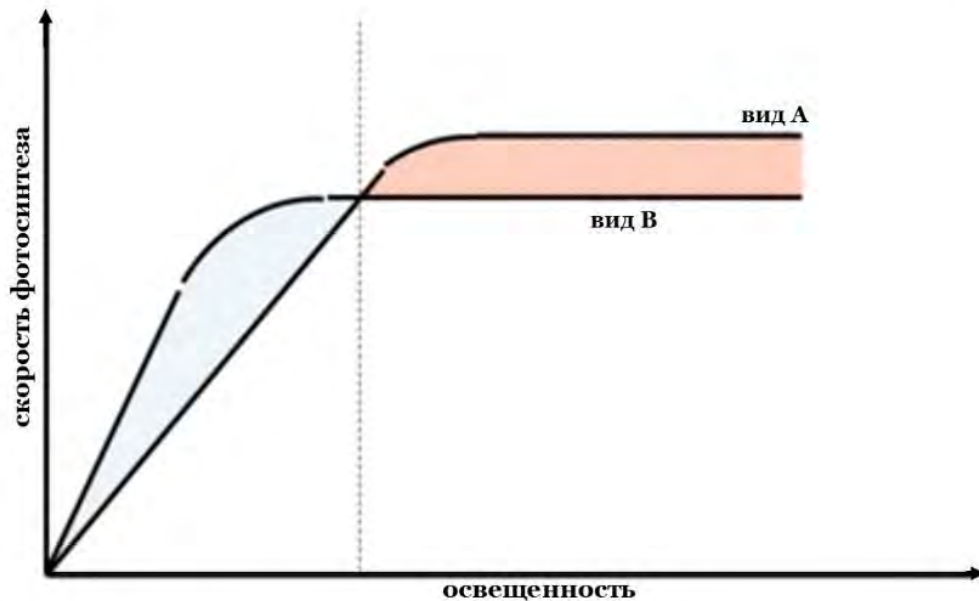
только Б

Б и В

мочевина присутствует во всех обозначенных отделах

18

Перед вами график зависимости скорости фотосинтеза одноклеточных морских водорослей двух видов от интенсивности освещения.



Выберите верное утверждение:

- вид А обитает ближе к поверхности водоема, вид В глубоководный
- вид В обитает ближе к поверхности водоема, вид А глубоководный
- оба вида глубоководные, но вид В реализует С4-фотосинтез
- оба вида приповерхностные, но вид В осуществляет С4-фотосинтез

19

Однонитевую РНК содержат частицы вирусов:

- табачной мозаики
- бактериофага Т4
- гепатита В
- герпеса

20

Из перечисленных аминокислот наибольшая массовая доля азота в молекуле:

- глицина
- аланина
- валина
- лейцина

## Ботаника ключ ВОПРОСЫ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ.

У каждого участника была возможность определить 3 объекта. Каждый правильно определенный объект оценивался в 4 балла. Общий максимальный балл за задание – 12 баллов

Ботаника ключ

Данное задание проверяет навыки пользования справочной литературой в форме ключа. Само задание дано в виде серии высказываний, из которых нужно выбирать правильные и переходить к следующим далее высказываниям. Например, в начале под цифрой 1 даны два утверждения:

1. Водные растения, целиком плавающие на поверхности воды .....2.  
+. Сухопутные или земноводные растения.....3

Цифрой 1 обозначена ступень. В нашем ключе все антитезы обозначены символом +.

Рассматривая фотографию и/или опираясь на сведения из справочной литературы, необходимо выбрать, какое из высказываний больше подходит: теза или антитеза?

Если папоротник водный (верна теза), то нужно по ссылке переходить к ступени 2.

Если папоротник -сухопутный или земноводный (верна антитеза), нужно переходить на ступень 3. И в том, и в другом случае под соответствующей цифрой вы найдете тезу и антитезу, нужно будет снова ответить на вопросы и выбирать. В конце вы получите некоторую Букву шифра N. Эту букву нужно выбрать в поле ответа рядом с фотографией.

Ключ для определения папоротников по морфологическим признакам:

1. Водные растения, целиком плавающие на поверхности воды.....2
1. Сухопутные или земноводные растения.....3
2. Листья в мутовках по три: два листа цельные, овальные, плавающие, третий – рассечённый, погруженный в воду, все листья более 10 мм длиной.....**шифр А**
2. Листья очередные, все более или менее одинаковые, до 3 мм длиной.....**шифр Б**
3. Листья пальчаторассечённые на 4 одинаковых сегмента, по форме напоминающих листочки клевера.....**шифр В**
3. Листья иного строения.....4
4. Листья двух типов – стерильные и спороносные, сильно различающиеся по внешнему виду.....5
4. Листья однотипные или двух типов, но тогда стерильные и спороносные листья мало разнятся.....13
5. Спороносные листья не разделены на спороносную и стерильную части.....6
5. Спороносные листья чётко разделены на две части – спороносную и стерильную.....9
6. Спороносные и стерильные листья трижды-четырежды-перисторассечённые.....**шифр Г**
6. Стерильные листья однажды-перисторассечённые, спороносные – однажды-дважды-перисторассечённые.....7
7. Сегменты стерильных листьев перистораздельные.....**шифр Д**
7. Сегменты стерильных листьев цельные.....8
8. Сорусы без индузия. Вегетативные листья по краю остропильчатые .....**шифр Е**
8. Сорусы с индузием. Вегетативные листья цельнокрайные или тупо городчато-зубчатые.....**шифр Ж**
9. Крупное растение, с листьями 50-250 см длиной. Растение с несколькими листьями .....**шифр З**
9. Мелкое растение, с листьями до 30 см длиной. Растение с одним листом.....10
10. Стерильная часть листа цельная, спороносная – в виде линейного колоса.....**шифр И**
10. Стерильная часть листа однажды-четырежды-перисторассечённая, спороносная в виде метёлки .....11
11. Сегменты стерильной части листа цельные.....**шифр К**

11. Сегменты стерильной части листа перистораздельные или однажды-трижды-перисторассечённые.....	12
12. Стерильная часть листа в очертании ланцетная или узкояйцевидная, её сегменты перистораздельные или однажды-перисто рассечённые.....	<b>шифр Л</b>
12. Стерильная часть листа в очертании широкояйцевидная или дельтовидная, её сегменты дважды-трижды-перисторассечённые.....	<b>шифр М</b>
13. Сорусы расположены по краю листовой пластинки и прикрыты её завёрнутым краем.....	14
13. Сорусы расположены вдоль жилок, не бывают прикрыты краем пластинки, с индузием или голые.....	15
14. Растение длиннокорневищное, листья более 50 см длиной. Сорусы с индузием.....	<b>шифр Н</b>
14. Растение короткорневищное, листья не более 40 см в длиной. Сорусы без индузия.....	<b>шифр О</b>
15. Сорусы без индузия.....	16
15. Сорусы с более или менее развитым индузием.....	22
16. Сегменты листьев цельные.....	<b>шифр П</b>
16. Сегменты листьев перисторассечённые.....	17
17. Сегменты листьев однажды-перисторассечённые.....	18
17. Сегменты листьев дважды-трижды-перисторассечённые.....	19
18. Листья с нижней стороны густо покрыты красно-бурыми чешуйками.....	<b>шифр Р</b>
18. Листья с нижней стороны не имеют густо расположенных чешуек .....	<b>шифр С</b>
19. Длиннокорневищное растение, листовая пластинка в очертании треугольная или треугольно-яйцевидная.....	20
19. Короткорневищное растение, листовая пластинка в очертании ланцетная или широколанцетная.....	21
20. Спорангии без индузия. Листья тройчатые.....	<b>шифр Т</b>
20. Спорангии с индузием. Листья перистые.....	<b>шифр У</b>
21. Индузий листовидный, сорусы продолговатые, если сорусы округлые, то индузий не развит.....	<b>шифр Ф</b>
21. Индузий в виде колпачка, сорусы округлые.....	<b>шифр Х</b>
22. Индузий, опадающий ко времени созревания спорангиев.....	<b>шифр Ц</b>
22. Индузий остающийся.....	23

23. Индузий линейный, его длина превышает ширину в 3 раза и более.....	24
23. Индузий почковидный, округлый, продолговатый и т.п., но не бывает линейным, его длина превышает ширину не более чем в 2 раза.....	28
24. Листовая пластинка цельная.....	<b>шифр Ч</b>
24. Листовая пластинка перисторассечённая или многократно дихотомически рассечённая.....	25
25. Листовая пластинка многократно дихотомически рассечённая на линейно ланцетные сегменты.....	<b>шифр Ш</b>
25. Листовая пластинка однажды-четырежды-перисто рассечённая на округлые или яйцевидные сегменты.....	26
26. Листовая пластинка однажды-перисто рассечённая.....	27
26. Листовая пластинка трижды-четырежды-перисто рассечённая.....	<b>шифр Щ</b>
27. Стержень листа до самой вершины чёрно-бурый или красноватый. Сегменты обратно-яйцевидно-округлые.....	<b>шифр Ъ</b>
27. Стержень листа между сегментами зеленый, внизу иногда бурый. Сегменты ромбически-яйцевидные.....	<b>шифр Ы</b>
28. Индузий листовидный, прикреплён у основания соруса, сорусы продолговатые.....	<b>шифр Ь</b>
28. Индузий в виде округлого или почковидного щитка, прикреплён в центре соруса или сбоку.....	29
29. Индузий округлый, по краю зубчатый.....	<b>шифр Э</b>
29. Индузий почковидный, цельнокрайный.....	30
30. Черешок листа короче половины длины пластинки. Сегменты последнего порядка без острия на верхушке.....	<b>шифр Ю</b>
30. Черешок листа равен или превосходит половину длины пластинки. Сегменты последнего порядка с остриём на верхушке.....	<b>шифр Я</b>







## Зоология ключ

У каждого участника была возможность определить 2 объекта. Каждый правильно определенный объект оценивался в 4 балла. Общий максимальный балл за задание – 8 баллов

Вам предложены фотографии различных видов амфибий, обитающих на территории России. Расположите животных в соответствующих местах определительного ключа, подставив нужную букву шифра (букву с фотографии). Имейте в виду, что не все признаки, используемые в ключе, должны быть связаны с внешностью животного на фотографии, но они являются характерными особенностями биологии этого вида.

1. Хвост есть.....2.
- + Хвоста нет.....4.
- 2(1). Костальные бороздки хорошо выражены.....**буква шифра Д.**
- + Костальные бороздки отсутствуют.....3

**3(2).** Окраска спины вне периода размножения коричневатых оттенков. В период размножения у самцов в окраске хорошо выражена пятнистость, а через глаз проходит продольная тёмная полоса. Брюхо жёлтоватое или оранжевое, с мелкими тёмными пятнами. Кожа почти гладкая. В период размножения самцы несут на спине изрезанный только по краю гребень, спинной гребень плавно переходит в хвостовой.....**буква шифра Г**

+ Спина черная. Брюхо желтое или оранжевое, с крупными черными округлыми пятнами. Кожа грубозернистая. В период размножения самцы несут на спине сильно изрезанный гребень (иногда до середины высоты гребня), спинной гребень и хвостовой гребень разделены, стержень хвоста имеет серебристую окраску.....**буква шифра А**

**4(1).** Паротиды хорошо выражены.....**5.**

+ Паротиды отсутствуют.....**6.**

**5(4).** Окраска спины почти однотонно коричневая или зеленовато-бурая, иногда с красноватым оттенком. Кожа спины крупнобугорчатая.....**буква шифра В**

+ Спина окрашена в крупные зелёные пятна неправильной формы на белом, сером или светло-коричневом фоне.

Кожа спины слабобугристая, местами даже гладкая.....**буква шифра Е**

**6(4).** Зрачок горизонтальный.....**7.**

+ Зрачок вертикальный. На затылке имеется продольная выпуклость – «шишка». Задние конечности сильно укорочены: голень намного короче бедра. Очень крупный пяточный бугор, используемый животным для зарывания в грунт.....**буква шифра К**

**7(6).** Тёмное височное пятно имеется. Спинно-боковые складки слабо выражены. Окраска спины коричневых оттенков. При вокализации пользуются горловыми резонаторами.....**8.**

+ Тёмное височное пятно отсутствует. Спинно-боковые складки хорошо выражены. Окраска спины зелёных и/или коричневых оттенков. При вокализации пользуются резонаторами в углах рта.....**9.**

**8(7).** Брюхо однотонно белое, без пятен. На верхней губе коричневая и белая полосы разделены чёткой относительно ровной границей. Самцы в брачный сезон имеют синеватую окраску.....**буква шифра И**

+ Брюхо пятнистое. На верхней губе коричневая и белая полосы вдаются друг в друга, образуя подобие мраморного рисунка.....**буква шифра Ж**

**9(7).** Резонаторы белого цвета. В окраске часто преобладают желто-зелёные оттенки.....**буква шифра З**

+ Резонаторы серого или черного цвета. В окраске часто преобладают зелёно-коричневые оттенки.....**буква шифра Б**





## АЛЬГОЛОГИЯ

по 1 баллу за каждый правильный ответ

**ВСЕГО 6 баллов**

Наш старый знакомый, ученый-натуралист по прозвищу Л., увлекался тем, что фотографировал разные местообитания и брал из них пробы. Потом, используя микроскоп, делал фотографии организмов, которые там живут. Но, к сожалению, Л. запутался в своих фотографиях. Помогите ему разобраться, какие фотографии местообитания (отмечены цифрами) соответствуют фотографиям обитателей (отмечены буквами). Одному местообитанию может соответствовать один или более организмов на фотографиях.

Фотографии местообитаний



1



2



3



4

Фотографии организмов



А



Б



В



Г



Д



Е

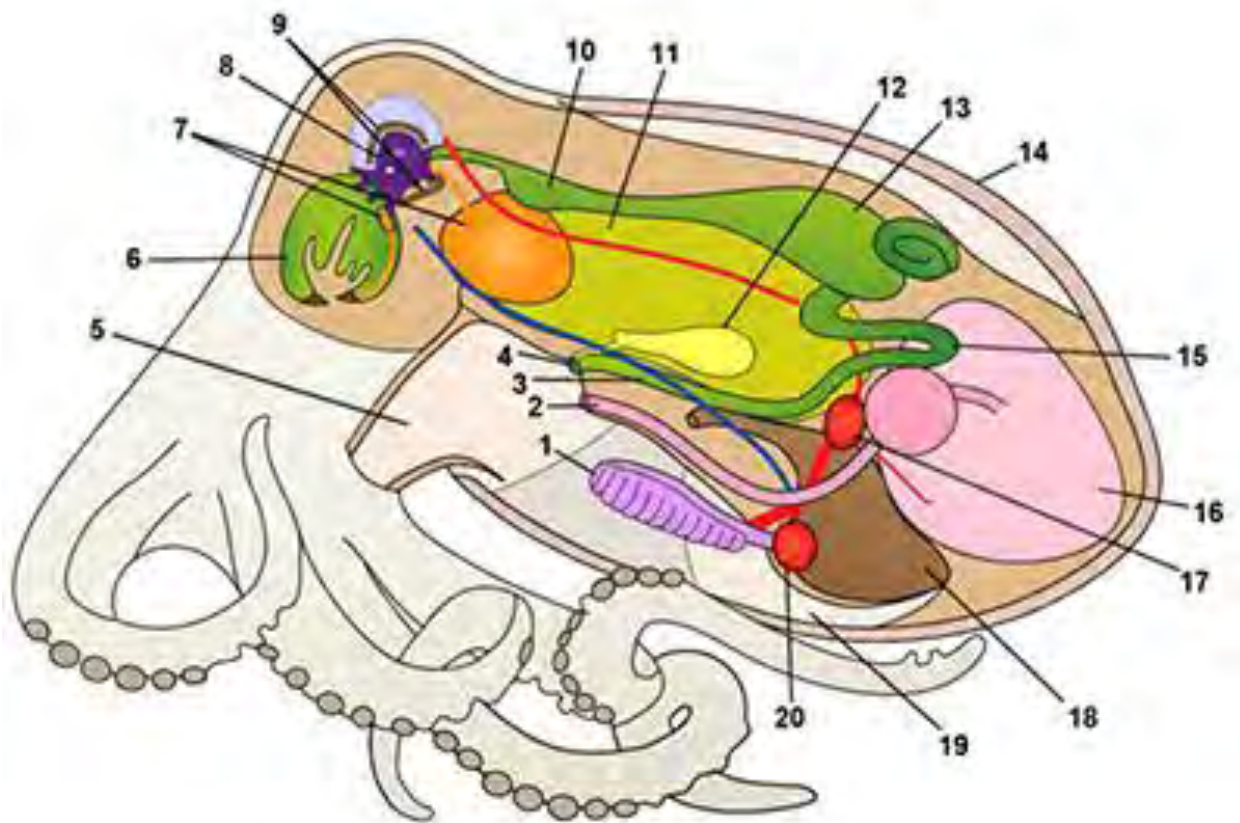
1	Г, Е
2	А, В
3	Б
4	Д

## Зоология беспозвоночных

по 1 баллу за каждый правильный ответ

ВСЕГО 20 баллов

Установите соответствие между цифровыми обозначениями и названиями структур. В список включены «лишние» структуры, которые либо отсутствуют у данного животного, либо не показаны на схеме.



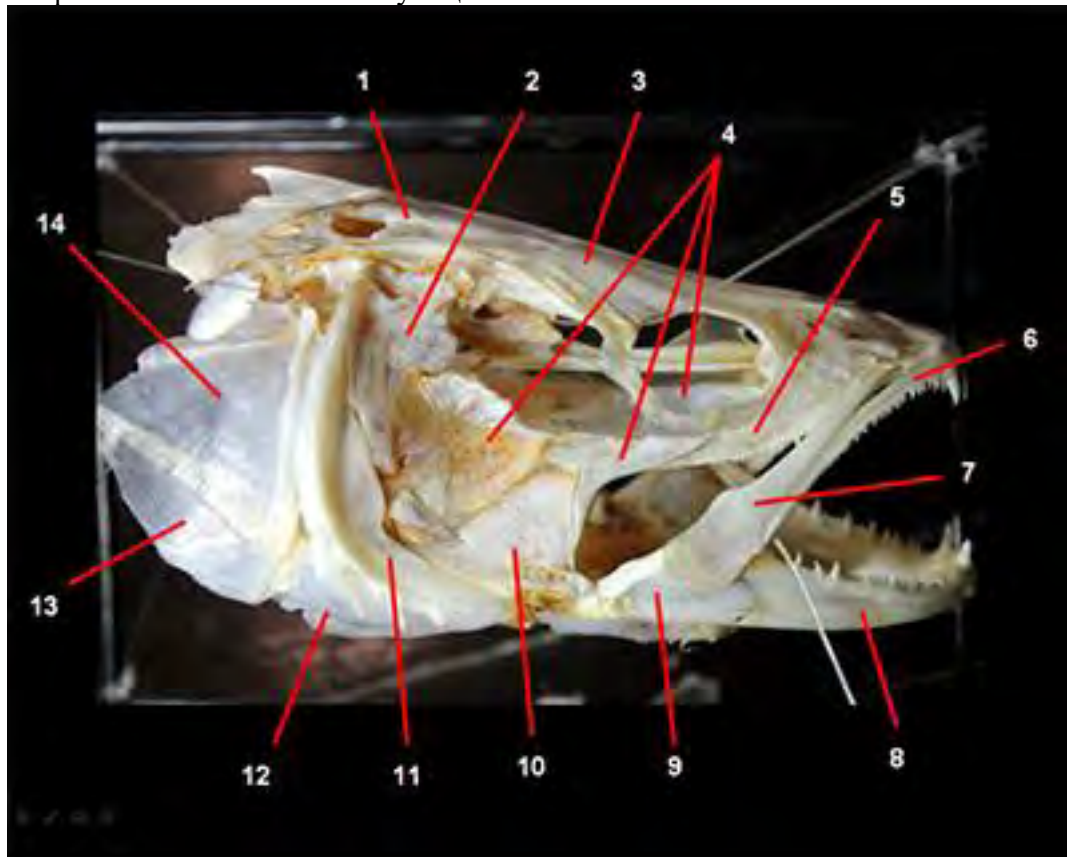
1	жабра
2	яйцевод
3	задняя кишка
4	анальное отверстие
5	воронка
6	глотка
7	слюнные железы
8	мозг
9	«хрящевая» капсула
10	пищевод
11	печень
12	чернильный мешок
13	желудок
14	мантия
15	кишечник
16	яичник
17	главное сердце
18	почка
19	мантийная полость
20	жаберное сердце

## Зоология позвоночных

по 1 баллу за каждый правильный ответ

ВСЕГО 14 баллов

Перед Вами фотография черепа судака (вид сбоку). Сопоставьте цифровым обозначениям на фото названия соответствующих костей.



Ответы:

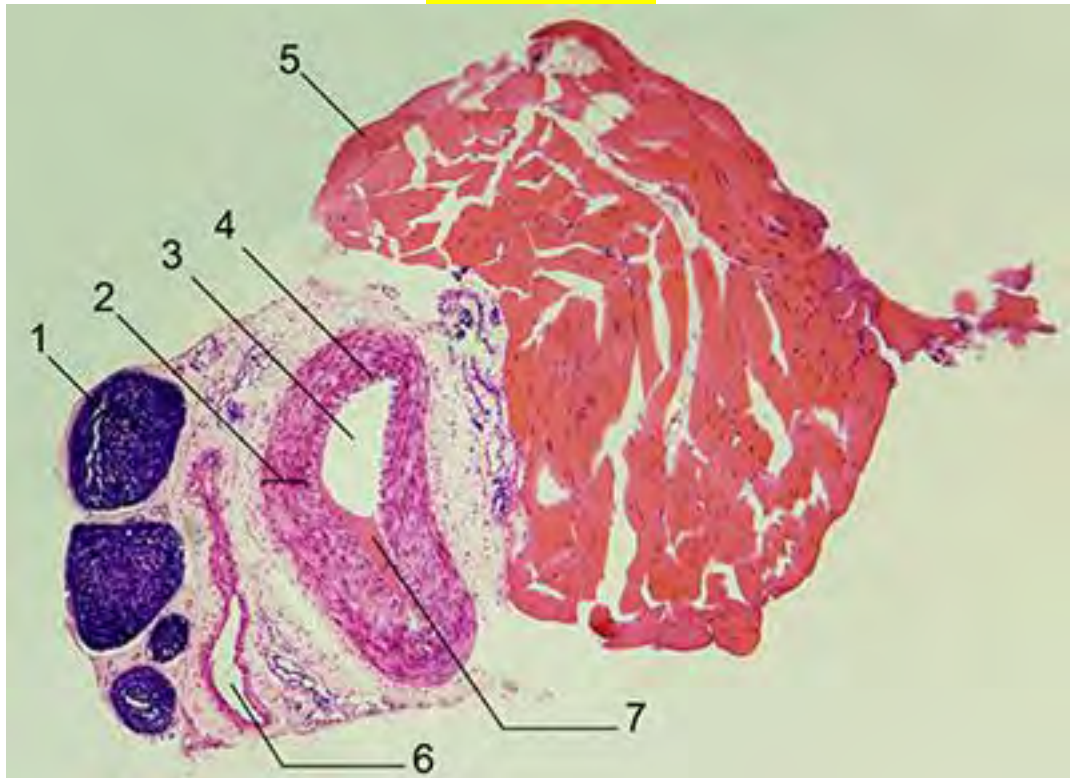
Цифровое обозначение	Название кости
1	теменная
2	подвесок
3	лобная
4	крыловидные
5	нёбная
6	предчелюстная
7	верхнечелюстная
8	зубная
9	сочленовная
10	квадратная
11	предкрышечная

12	межкрышечная
13	подкрышечная
14	крышечная

## Гистология

по 1 баллу за правильный ответ

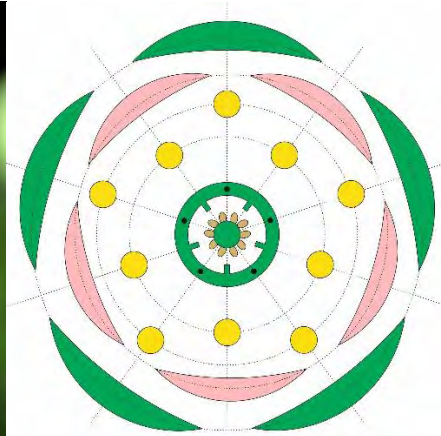
ВСЕГО 7 баллов



Выберите из списка термины, соответствующие цифрам 1-7 на предложенной фотографии.

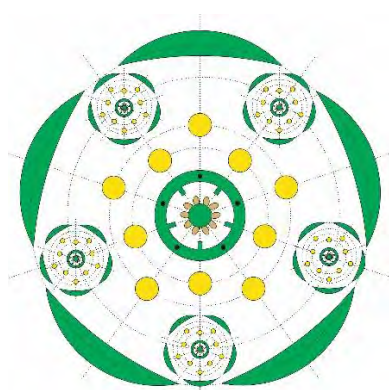
- 1 – нерв
- 2 – средняя оболочка
- 3 – просвет артерии
- 4 – внутренняя эластическая мембрана
- 5 – скелетная мышца
- 6 – просвет вены
- 7 – кровь

Генетическая задача.

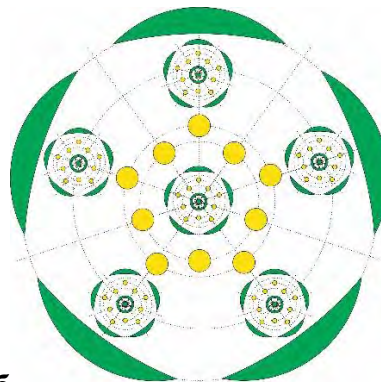


Цветок куколя дикого типа и его диаграмма

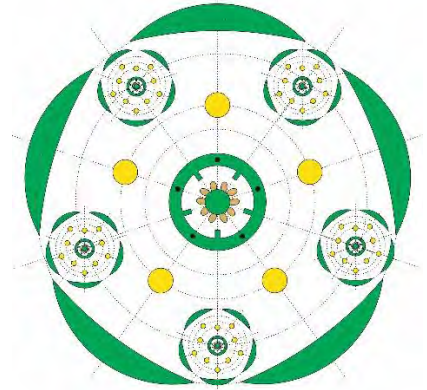
**А.** У одного из видов куколя (*Caryophyllaceae: Agrostemma* sp.) получен мутант *petalless (ptl)* с измененной структурой цветка: лепестки не развиваются, а в пазухах чашелистиков образуются боковые бутоны, которые повторяют программу развития главного цветка. Тычинки и пестики развиваются так же, как у растений дикого типа. Из предложенных диаграмм выберите ту, которая подходит для данного описания мутанта *petalless*.



а



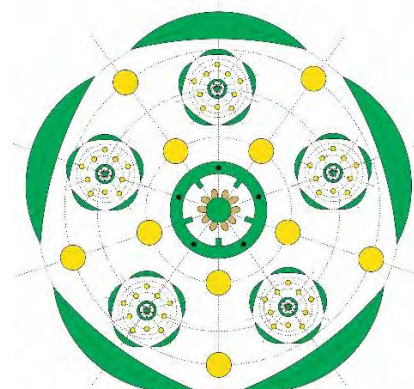
б



в



г



д

**Решение:**

Рассмотрим и охарактеризуем каждую из диаграмм, показанных на рисунках.

<b>а</b>		<p>Боковые бутоны расположены на месте лепестков. Лепестки чередуются с чашелистиками и не находятся в их пазухах. В задаче сказано, что бутоны должны находиться в пазухах чашелистиков, т.е. должны противолежать им.</p> <p>Диаграмма неверная.</p>
<b>б</b>		<p>В центре цветка нет пестика из пяти плодолистиков – он заменён бутоном. В задаче сказано, что тычинки и пестики развиваются так же, как у дикого типа.</p> <p>Диаграмма неверная.</p>
<b>в</b>		<p>Боковые бутоны расположены на месте лепестков (как на диаграмме а). Кроме того, отсутствует один из кругов тычинок (их 5, а должно быть как у дикого типа: 10 тычинок в двух кругах).</p> <p>Диаграмма неверная.</p>
<b>г</b>		<p>Боковые бутоны противолежат чашелистикам, т.е. находятся в их пазухах (пазушный бутон должен находиться напротив главной жилки чашелистика). На месте лепестков никаких органов не изображено (не развиваются). Тычинок 10 в двух кругах и в центре – пестик из 5 плодолистиков – как у дикого типа.</p> <p><b>Диаграмма правильная, принадлежит мутанту <i>petalless (ptl)</i>.</b></p>
<b>д</b>		<p>Боковые бутоны противолежат чашелистикам, т.е. как бы находятся в их пазухах. Однако прорисован внешний по отношению к бутонам круг тычинок (на месте лепестков). Тычинки внутреннего круга противолежат тычинкам внешнего, что не характерно для дикого типа. В задаче сказано, что тычинки должны развиваться так же, как у дикого типа.</p> <p>Диаграмма неверная.</p>

**Ответ:** Диаграмма мутанта *petalless (ptl)* изображена на рис. Г.

**3 балла**

**Б.** Боковые бутоны изредка опыляются, и дают семена, из-за чего семенная продуктивность растений мутантной линии *petalless* в два раза выше, чем у дикого типа. (Пыльцы при этом производится примерно столько же, сколько у дикого типа.) Примите, что мутация *ptl*

рецессивна, куколь – перекрестно опыляемое растение, выборка в эксперименте достаточно большая. Вы скрещиваете мутантную линию *ptl* с гетерозиготами *PTL ptl*. Каким будет расщепление среди потомков по фенотипу в первом и во втором (полученным в результате свободного опыления потомков F1) поколениях? Ответ дайте с точностью до тысячных.

**ЗА ВСЕ ЗАДАНИЕ Б в сумме 3 балла**

**Решение:**

При скрещивании мутантной линии с гетерозиготами *PTL ptl* расщепление в первом поколении (F1) не будет зависеть от того, какое растение выбрано материнским, а какое – отцовским. Семенная продуктивность не влияет на результат скрещивания.

P: ♀ *ptl ptl* × ♂ *PTL ptl*  
 G: ♀ *ptl* ♂  $\frac{1}{2}PTL : \frac{1}{2}ptl$   
 F1:  $\frac{1}{2}PTL ptl : \frac{1}{2}ptl ptl$

P: ♀ *PTL ptl* × ♂ *ptl ptl*  
 G: ♀  $\frac{1}{2}PTL : \frac{1}{2}ptl$  ♂ *ptl*  
 F1:  $\frac{1}{2}PTL ptl : \frac{1}{2}ptl ptl$

Растения *PTL ptl* будут иметь нормальные цветки с лепестками, тогда как фенотип растений *ptl ptl* будет соответствовать диаграмме г (см. решение предыдущего пункта задачи).

Поскольку расщепление необходимо записать в виде десятичной дроби с точностью до тысячных, ответ необходимо записать в следующей форме.

**Ответ:** расщепление в первом поколении (F1):

**0,500 норма (дикий тип): 0,500 мутантный фенотип.**

**ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ 1 балл**

В силу фертильности мутанта *ptl*, после скрещивания возникла популяция растений, в которой возможно опыление мутантных растений между собой, гетерозигот между собой, а также мутантов с гетерозиготами. Для оценки расщепления во втором поколении придется учитывать разную семенную продуктивность гетерозигот и мутантов. Поскольку у мутантов семенная продуктивность в 2 раза выше, можно считать, что мутанты дают вдвое больший вклад в образование женских гамет. Таким образом,  $\frac{1}{3}$  часть ♀ гамет будет образована гетерозиготами, а остальные  $\frac{2}{3}$  ♀ гамет – мутантными особями.

Таким образом, популяция женских гамет будет представлена генотипами:

$$\frac{2}{3}ptl + \frac{1}{3} \times (\frac{1}{2}PTL + \frac{1}{2}ptl) = \frac{2}{3}ptl + \frac{1}{6}ptl + \frac{1}{6}PTL = \frac{5}{6}ptl + \frac{1}{6}PTL$$

Поскольку указано, что вклад пыльцы от обоих фенотипов одинаков, то среди мужских гамет будет следующее распределение по генотипам:

$$\frac{1}{2}ptl + \frac{1}{2} \times (\frac{1}{2}PTL + \frac{1}{2}ptl) = \frac{3}{4}ptl + \frac{1}{4}PTL$$

На основании этих предварительных расчетов построим решетку с указанием доли каждого из генотипов.

♂		
---	--	--

♀	$\frac{3}{4} ptl$	$\frac{1}{4} PTL$
$\frac{5}{6} ptl$	$\frac{15}{24} ptl ptl$ (мутант)	$\frac{5}{24} PTL ptl$ (норма)
$\frac{1}{6} PTL$	$\frac{3}{24} PTL ptl$ (норма)	$\frac{1}{24} PTL ptl$ (норма)

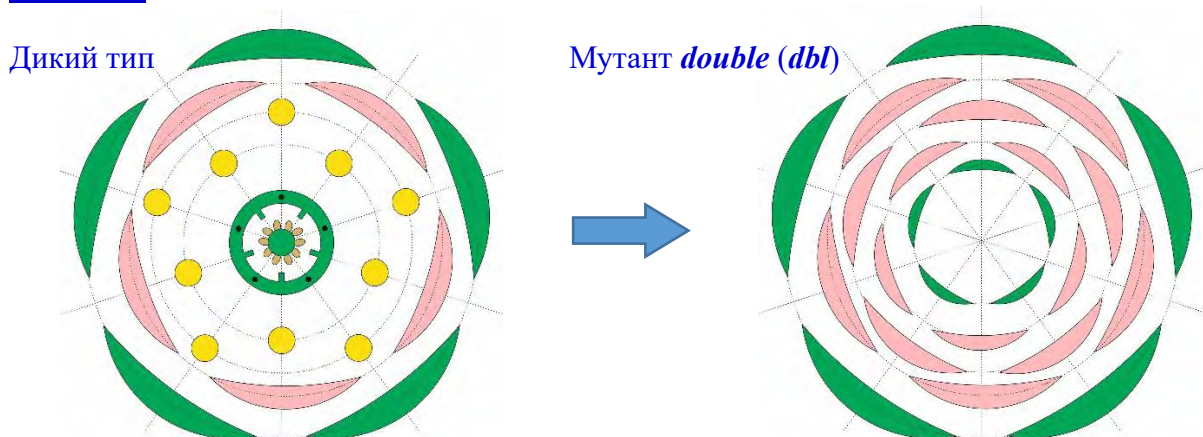
Таким образом, доля нормальных растений (дикий тип) составит:  
 $\frac{5}{24} + \frac{3}{24} + \frac{1}{24} = \frac{9}{24} = 0,375$

Доля мутантных растений составит  $\frac{15}{24} = 0,625$

**Ответ:** Расщепление во втором поколении (F2):  
**0,375 норма (дикий тип) : 0,625 мутантный фенотип.**  
**ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ 2 балла**

**В.** Ген **DOUBLE (DBL)** у куколя контролирует развитие тычинок и лепестков. При мутации с потерей функции **dbl** вместо тычинок вырастают лепестки, а вместо плодolistиков – чашелистики. Напишите формулу для мутанта **dbl**, указав тип симметрии и число органов в каждом круге.

**Решение:**



Для того, чтобы написать формулу цветка, нужно для начала составить формулу цветка дикого типа (норма). Очевидно, что по типу симметрии цветок **актиноморфный**, через него проходит несколько плоскостей симметрии. Это обозначается звездочкой перед формулой (\*). Чашелистиков 5, они расположены в одном круге, свободные. Соответственно, можно записать  $C_5$  или  $Ca_5$  – при этом цифра 5 без скобок указывает на свободные чашелистики. Лепестки также свободные, их 5, и они в одном круге, что обозначается как  $L_5$  или  $Co_5$ . Тычинок 10, они также свободные, но расположены в двух кругах 5+5. В формуле это отражается как  $T_{5+5}$  или  $A_{5+5}$ . На диаграмме в центре находится пестик с пятью плодolistиками. Число плодolistиков можно установить либо по намеченным (лизированным) перегородкам, либо по числу центральных жилок плодolistиков (отмечены чёрными точками). Плодolistики сросшиеся. В задаче указано, что род Куколь (*Agrostemma*) относится к семейству Гвоздичные (Caryophyllaceae). Для

Гвоздичных характерна верхняя завязь, поэтому цветок находится под пестиком, снизу от цифры 5 располагаем черту:  $P_{(5)}$  или  $G_{(5)}$ . Эти сведения можно найти в справочной литературе. Итоговая формула цветка дикого типа (норма):

\*  $C_5 L_5 T_{5+5} P_{(5)}$  или \*  $Ca_5 Co_5 A_{5+5} G_{(5)}$ .

При мутации с потерей функции *double* (*dbl*) тип симметрии не изменяется, т.е. остается знак \*, означающий актиноморфный цветок. Мутация не затрагивает чашелистики, они должны остаться в том же числе и в тех же местах, что и у дикого типа –  $C_5$  или  $Ca_5$ . У мутантов *dbl* все тычинки должны замениться на лепестки. Тычинок было 10 (по 5 в двух кругах). На месте тычинок разместятся лепестки, что приведёт к образованию суммарно трёх кругов лепестков по 5 в каждом (всего 15 лепестков). Итого  $L_{5+5+5}$  или  $Co_{5+5+5}$ . На месте 5 плодолистиков самого внутреннего круга цветка развиваются чашелистики. Чашелистики у куколя свободные. Получаем  $C_5$  или  $Ca_5$ . Таким образом, цветок мутантов *dbl* будет иметь формулу:

\*  $C_5 L_{5+5+5} C_5$  или \*  $Ca_5 Co_{5+5+5} Ca_5$ .

**Ответ:** \*  $C_5 L_{5+5+5} C_5$  или на латыни \*  $Ca_5 Co_{5+5+5} Ca_5$ .

**ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ 3 балла**

**Г.** Образование микро-РНК – один из способов регуляции активности генов. Если в клетке присутствует РНК-мишень (продукт какого-то гена), комплементарная к микро-РНК, то происходит деградация РНК-мишени, и белковый продукт не образуется. Генные инженеры создали следующую конструкцию. К промотору *HEAT SHOCK PROTEIN* (*pHSP*) присоединена микро-РНК, мишенью которой служит м-РНК гена *DBL*. Состав конструкции можно записать так: *pHSP::miR<sub>DBL</sub>*. Промотор *pHSP* активируется при температурах выше +30°C. Приведите формулы цветков, выращенных при +16°C и +30°C у генно-инженерных растений со встроенной конструкцией *pHSP::miR<sub>DBL</sub>*.

**Решение:**

При температуре +16°C генно-инженерная конструкция *pHSP::miR<sub>DBL</sub>* не работает, поскольку промотор *pHSP* активируется при более высоких температурах. Таким образом, при +16°C растения вырастут нормальными, т.е. формула цветка у генно-инженерных растений будет

\*  $C_5 L_5 T_{5+5} P_{(5)}$  или \*  $Ca_5 Co_5 A_{5+5} G_{(5)}$ .

При температуре +30°C промотор *pHSP* активируется, появляется микро-РНК *miR<sub>DBL</sub>*, происходит деградация РНК гена *DBL*, белковый продукт *DBL* не образуется. Результат будет таким же, как при мутации *dbl* с потерей функции. Т.е., при +30°C формула цветка у генно-инженерных растений будет

\*  $C_5 L_{5+5+5} C_5$  или \*  $Ca_5 Co_{5+5+5} Ca_5$ .

**Ответ:** при +16°C – \*  $C_5 L_5 T_{5+5} P_{(5)}$  или \*  $Ca_5 Co_5 A_{5+5} G_{(5)}$ ;

при +30°C – \* Ч<sub>5</sub> Л<sub>5+5+5</sub> Ч<sub>5</sub> или \* Са<sub>5</sub> Со<sub>5</sub> А<sub>5+5</sub> G<sub>(5)</sub>.

**ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ 3 балла**

**Д.** Обозначим генно-инженерную вставку *pHSP::miR<sub>DBL</sub>* как  $T^+$ , а отсутствие генно-инженерной вставки как  $T^-$ . Из каких органов будет состоять цветок с генотипом *ptl* *ptl*  $T^+T^+$ , у растений, выращенных при +16°C и при +30°C? Будут ли образовываться боковые бутоны в каждом из вариантов?

**Решение:**

Теперь в геноме присутствует с одной стороны генно-инженерная конструкция, приводящая к изменению строения цветка при температурах +30°C и выше, а с другой стороны – мутация *ptl*, отвечающая за «исчезновение» лепестков и образование боковых бутонов.

Очевидно, что при +16°C фенотип совпадает с мутантами *ptl* *ptl*: цветок состоит из чашелистиков, тычинок и пестиков, боковые бутоны есть (см. диаграмму г из части А решения задачи).

При +30°C тычинки должны превратиться в лепестки под влиянием генно-инженерной конструкции *pHSP::miR<sub>DBL</sub>* ( $T^+$ ). При этом из-за влияния мутации *ptl* лепестки не смогут развиваться. Плодолистики в этих условиях должны превратиться в чашелистики и под влиянием мутации *ptl* в их пазухах возникнут новые бутоны, повторяющие программу развития главного цветка.



Цветок будет состоять только из чашелистиков, при этом боковые бутоны образуются.

**Ответ:**

При +16°C цветок состоит из чашелистиков, тычинок и пестиков, боковые бутоны есть.

При +30°C цветок состоит только из чашелистиков, боковые бутоны есть.

**ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ 3 балла**

**Е.** Ученые скрестили линию со встроенной генно-инженерной конструкцией *pHSP::miR<sub>DBL</sub>* и мутантную линию *ptl*. Первое поколение гибридов выращивали при +16°C, произошло свободное перекрестное опыление, а затем второе поколение вырастили при +30°C. Каким будет расщепление по фенотипу в первом (F1) и втором (F2) поколениях, если считать, что

ген *PTL* и генно-инженерная вставка *pHSP::miR<sub>DBL</sub> (T<sup>+</sup>)* находятся в разных хромосомах. Ответ дайте с точностью до десяти тысячных.

### Решение:

Поскольку первое поколение гибридов выращивали при +16°C, генно-инженерная конструкция не оказывает влияния на фенотип потомков.

Примем генотип родителей как *PTL PTL T<sup>+</sup>T<sup>+</sup>* и *ptl ptl T<sup>-</sup>T<sup>-</sup>*. Тогда

P: *PTL PTL T<sup>+</sup>T<sup>+</sup>* × *ptl ptl T<sup>-</sup>T<sup>-</sup>*

G: *PTL T<sup>+</sup>* *ptl T<sup>-</sup>*

По закону единообразия первого поколения все потомки скрещивания будут

F1: *PTL ptl T<sup>+</sup>T<sup>-</sup>*

Поскольку потомков первого поколения выращивают при +16°C, генотип генно-инженерной конструкции не проявляется. По гену *PTL* потомки гетерозиготны, мутация *ptl* рецессивна, поэтому все потомки F1 будут дикого типа. Генотип потомков: *PTL ptl T<sup>+</sup>T<sup>-</sup>*.

### Ответ:

В F1 будет единообразие, все растения с цветками дикого типа.

Поскольку в условии сказано, что ген *PTL* и генно-инженерная вставка *T<sup>+</sup>* находятся в разных хромосомах, будет независимое наследование мутации *ptl* и генно-инженерной вставки *pHSP::miR<sub>DBL</sub> (T<sup>+</sup>)*. Растения выращивали при +30°C, поэтому генно-инженерная конструкция будет активна. Построим решётку Пеннета для F2:

	<i>PTL T<sup>+</sup></i>	<i>PTL T<sup>-</sup></i>	<i>ptl T<sup>+</sup></i>	<i>ptl T<sup>-</sup></i>
<i>PTL T<sup>+</sup></i>	<i>PTL PTL T<sup>+</sup>T<sup>+</sup></i>	<i>PTL PTL T<sup>+</sup>T<sup>-</sup></i>	<i>PTL ptl T<sup>+</sup>T<sup>+</sup></i>	<i>PTL ptl T<sup>+</sup>T<sup>-</sup></i>
<i>PTL T<sup>-</sup></i>	<i>PTL PTL T<sup>+</sup>T<sup>-</sup></i>	<i>PTL PTL T<sup>-</sup>T<sup>-</sup></i>	<i>PTL ptl T<sup>+</sup>T<sup>-</sup></i>	<i>PTL ptl T<sup>-</sup>T<sup>-</sup></i>
<i>ptl T<sup>+</sup></i>	<i>PTL ptl T<sup>+</sup>T<sup>+</sup></i>	<i>PTL ptl T<sup>+</sup>T<sup>-</sup></i>	<i>ptl ptl T<sup>+</sup>T<sup>+</sup></i>	<i>ptl ptl T<sup>+</sup>T<sup>-</sup></i>
<i>ptl T<sup>-</sup></i>	<i>PTL ptl T<sup>+</sup>T<sup>-</sup></i>	<i>PTL ptl T<sup>-</sup>T<sup>-</sup></i>	<i>ptl ptl T<sup>+</sup>T<sup>-</sup></i>	<i>ptl ptl T<sup>-</sup>T<sup>-</sup></i>

Жёлтым цветом обозначен генотип *PTL* \_\_\_\_ *T<sup>+</sup>* \_\_\_\_\_. При температуре +30°C генно-инженерная конструкция *T<sup>+</sup>* проявляется, и фенотип будет соответствовать мутантам *double (dbl)* – см. часть В решения: \* Ч<sub>5</sub> Л<sub>5+5+5</sub> Ч<sub>5</sub>. Его доля составит  $\frac{9}{16} = 0,5625$ .

Зелёным цветом обозначен генотип *PTL* \_\_\_\_ *T<sup>-</sup>* *T<sup>-</sup>*, что соответствует цветкам дикого типа: \* Ч<sub>5</sub> Л<sub>5</sub> Т<sub>5+5</sub> П<sub>(5)</sub>. Его доля составит  $\frac{3}{16} = 0,1875$ .

Белый цвет соответствует генотипам *ptl ptl T<sup>+</sup>* \_\_\_\_\_. Это цветки, соответствующие части Д решения для +30°C (цветки только из чашелистиков с боковыми бутонами в пазухах чашелистиков) – \* Ч<sub>5</sub> Л<sub>0</sub> Т<sub>0</sub> Ч<sub>5</sub>. Доля таких потомков составит  $\frac{3}{16} = 0,1875$ .

Розовым цветом обозначена рецессивная дигомозигота *ptl ptl T<sup>-</sup>T<sup>-</sup>*. Она соответствует фенотипу мутантов *ptl ptl* – см. часть А решения задачи, формула \* Ч<sub>5</sub> Л<sub>0</sub> Т<sub>5+5</sub> П<sub>(5)</sub>. Их доля составит  $\frac{1}{16} = 0,0625$ .

### Ответ:

В F2 Фенотип \* Ч<sub>5</sub> Л<sub>5+5+5</sub> Ч<sub>5</sub> –  $\frac{9}{16} = 0,5625$ ;

Фенотип \* Ч<sub>5</sub> Л<sub>5</sub> Т<sub>5+5</sub> П<sub>(5)</sub> –  $\frac{3}{16} = 0,1875$ ;

Фенотип \*  $\text{Ч}_5 \text{Л}_0 \text{Т}_0 \text{Ч}_5 -^3/16 = 0,1875;$

Фенотип \*  $\text{Ч}_5 \text{Л}_0 \text{Т}_{5+5} \text{П}_{(\underline{5})} -^1/16 = 0,0625.$

**ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ 3 балла**