



**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
Общеобразовательный предмет:
Биология

2019-2020 учебный год

Вариант 1

10-11 класс

ШИФР

| 1 задание | 2 задание | 3 задание | 4 задание | 5 задание | 6 задание | 7 задание | 8 задание | 9 задание | ИТОГ |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
| | | | | | | | | | |

заполняется членами жюри и шифровальной группы

Место проведения (город):

Дата проведения:

ЗАДАНИЕ 1. Выберите **ВСЕ** правильные ответы из пяти предложенных. Обведите буквы, расположенные рядом с правильными ответами. Исправления не допускаются.

1. Выберите фрагменты пищевых сетей, представленные в естественных экосистемах.

- a. Стебли и семена злаков – обыкновенная полевка – обыкновенный волк – эхинококк
- b. Детрит – водяной ослик – стрекоза коромысло
- c. Ламинария (морская капуста) – малый прудовик – печеночный сосальщик
- d. Зеленые водоросли – крабы – императорский пингвин – морской леопард – синий кит
- e. Фитопланктон – мидия съедобная – серебристая чайка

2. Кто из перечисленных организмов мог быть материалом для формирования органогенного известняка?

- a. Фораминиферы
- b. Моллюски
- c. Диатомовые водоросли
- d. Морские лилии
- e. Плоские черви

3. Согласно системе жизненных форм Раункиера криптофиты – это растения, которые имеют почки возобновления, скрытые под почвой или на дне водоема. Какие растения можно отнести к данной группе?

- a. Ландыш майский
- b. Смородина красная
- c. Чеснок
- d. Морковь обыкновенная
- e. Пастушья сумка

4. Иммуитет – это способность организма распознавать чужеродные объекты и избавляться от них, сохраняя химическое и биологическое постоянство внутренней среды. Какие из перечисленных реакций являются проявлениями врождённого иммунитета?

- a. Распознавание и уничтожение Т-лимфоцитами (киллерами) инфицированных клеток
- b. Фагоцитоз макрофагами болезнетворных бактерий
- c. Хемотаксис нейтрофилов в направлении очага воспаления
- d. Выработка антител в ответ на введенную вакцину
- e. Секреция интерферона клетками эпителия в ответ на проникновение вируса

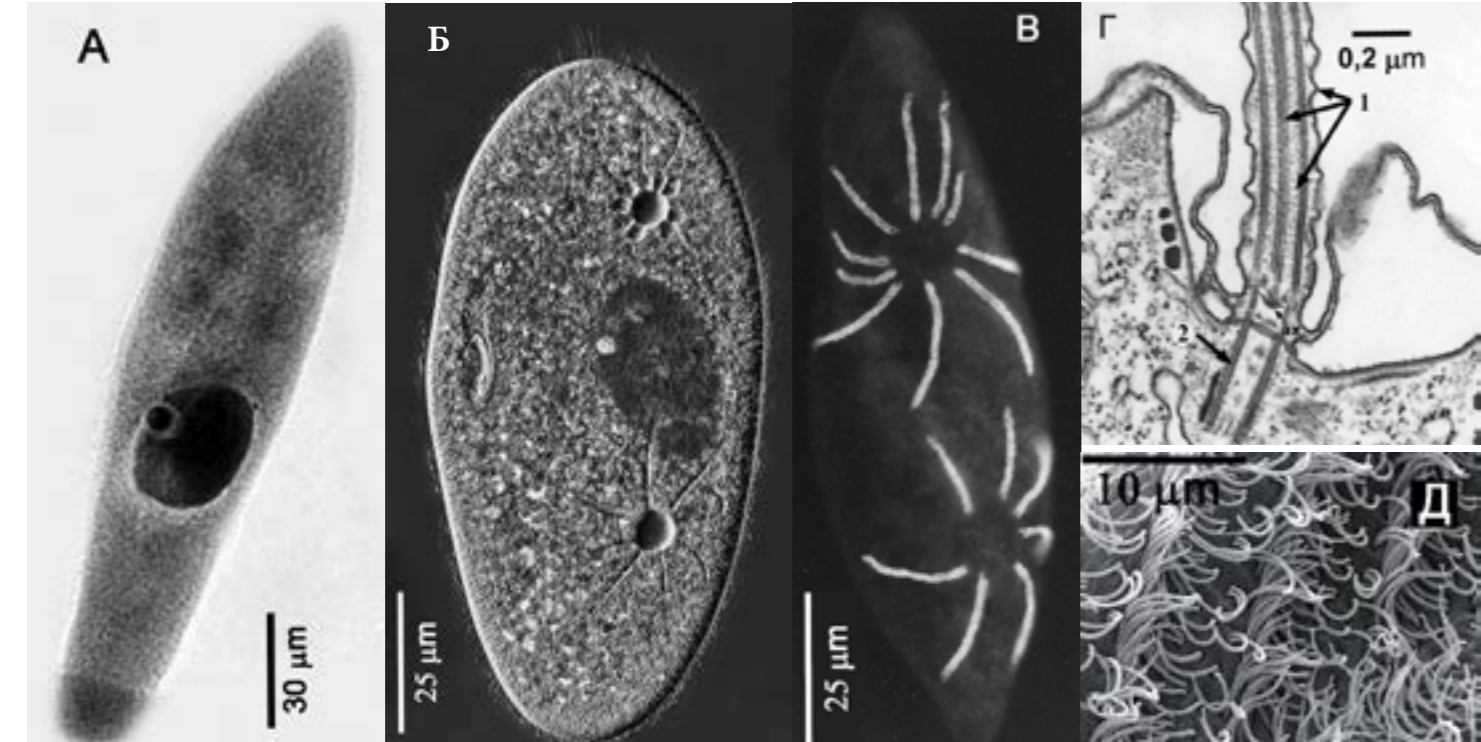
5. Какие из нижеперечисленных веществ являются мономерами?

- a. Глутамин
- b. Глюкозамин
- c. Гуанин
- d. Глицерин
- e. Гликоген

6. Зигота домашней кошки в норме содержит 38 хромосом. Следовательно, у этого вида

- a. Сперматозоид содержит 17 аутосом и 2 половые хромосомы
- b. Оогоний содержит 38 хромосом
- c. Сперматиды содержат 38 хромосом
- d. Сперматоцит I порядка содержит 36 аутосом и 1 X- и 1 Y-хромосому
- e. Ооцит II порядка содержит 18 аутосом и 1 X- хромосому

ЗАДАНИЕ 9. Технология исследований.
Представленные фотографии иллюстрируют строение организмов, принадлежащих к одному таксону, которому традиционно присваивали ранг типа. Для изучения их структуры использованы разнообразные технологии.



1. Установите соответствие между фотографиями, увеличительными приборами и методиками, которые использовались при получении данных изображений. Запишите в свободные ячейки таблицы соответствующие цифры. В каждую ячейку следует вписать только одну цифру. **ВНИМАНИЕ! Один из приборов и одна из методик – лишние!**

| | |
|---|--|
| Увеличительные приборы: | Используемые методики: |
| 1. 20-кратная лупа | I. Изготовление среза толщиной около 0,05 мкм |
| 2. Световой микроскоп | II. Использование красителей, имеющих высокое сродство к хроматину |
| 3. Сканирующий электронный микроскоп | III. Использование флюоресцирующей метки |
| 4. Просвечивающий электронный микроскоп | IV. Изучение живой клетки |
| | V. Напыление золота (хрома, палладия...) на поверхность объекта |
| | VI. Окраска объекта анилиновыми красителями по методу Грама |

| | | | | | |
|-------------------------------|----|----|-----|---|---|
| Буквенное обозначение рисунка | A | Б | В | Г | Д |
| Метод микроскопии | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 |
| Используемая методика | II | IV | III | I | V |

2. К какому типу принято относить изображенные организмы? По каким признакам, видимым на фотографиях, Вы это установили? Впишите ответ в отведенные ниже поля.

Тип: инфузории (ресничные)

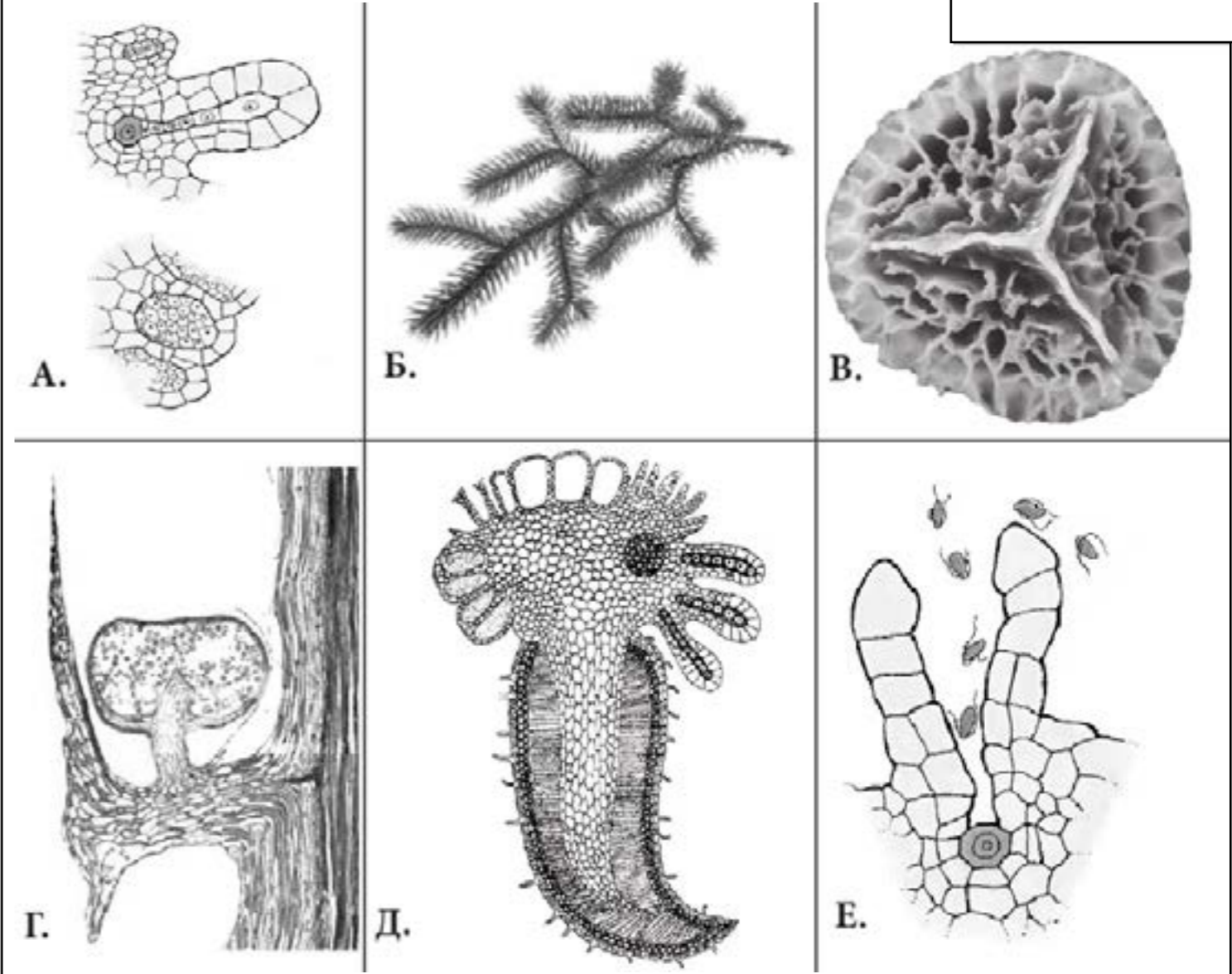
Признаки: Ресничная локомоция. Ядерный гетероморфизм (наличие в клетке микро- и макронуклеуса)

3. Назовите органоид, элементы которого выявлены на рисунке В. Опишите принцип, который лежит в основе технологии, позволяющей с высокой точностью выявить в клетке какие-либо конкретные структуры, как это сделано на рисунке В. Запишите ответ в отведенное поле.

Ответ: Сопоставив изображения на рисунках Б и В, можно установить, что искомый органоид – комплекс сократительной вакуоли или просто – сократительная вакуоль. Метку содержат ее приводящие каналы. (1 балл) Необходимо получить антитела (или использовать уже имеющиеся), специфически связывающиеся с антигеном – компонентом именно данного органоида или же присутствующим именно там в заметно большем количестве. Таким образом достигается высокая точность и специфичность выявления структур. К антителам «пришивают» метку - вещество, светящееся при облучении светом с определенными характеристиками. Обработывают объект. Готовят препарат и изучают его при помощи флюоресцентного микроскопа, фиксируя изображение на электронной матрице.

ЗАДАНИЕ 2: Перед Вами изображения различных стадий жизненного цикла группы растений. Рассмотрите рисунки и выполните задания.

ШИФР



1. Установите правильный порядок стадий жизненного цикла представленной группы растений, начиная с продуктов мейотического деления. Ответ запишите в отведенное поле в виде последовательности букв: ВДАЕБГ

2. Выберите правильные характеристики данного жизненного цикла:
a. В данном жизненном цикле преобладает гаплоидная фаза
b. Кроссинговер происходит при образовании спор
c. Для оплодотворения нужна капельно-жидкая среда
d. Гаметофит ведет подземный образ жизни и осуществляет микотрофное питание
e. Организм на рисунке А имеет диплоидный набор хромосом

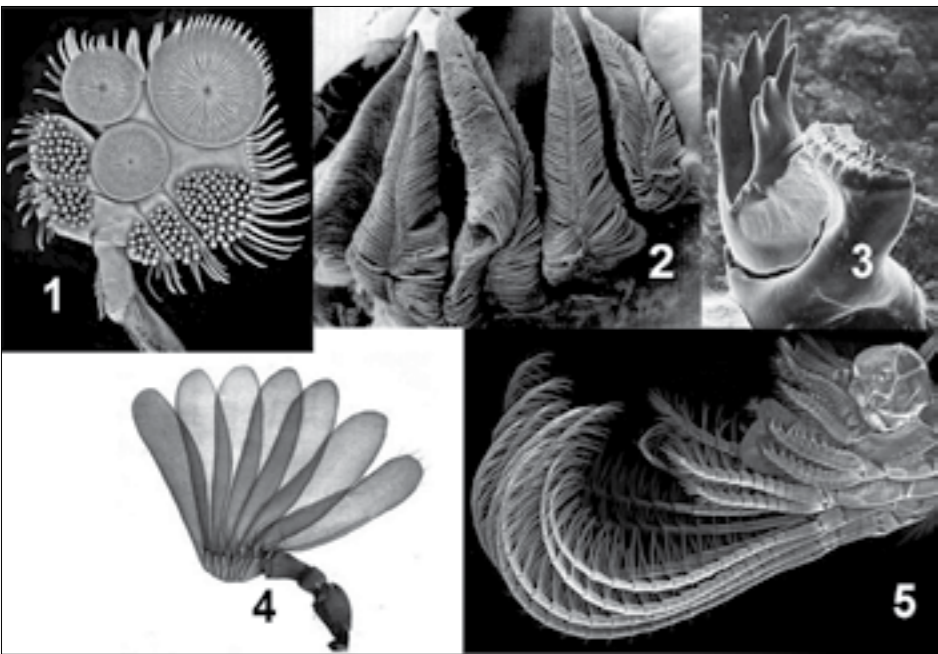
3. Впишите в отведенное поле название отдела, к которому относятся данные организмы: Плауновидные/Плаунообразные/Плауны

4. Впишите в отведенное поле название стадии, которая образует корни: спорофит

5. Впишите в отведенное поле буквенное обозначение изображений, полученных при помощи сканирующего электронного микроскопа: В

ЗАДАНИЕ 3. Работа с рисунком.

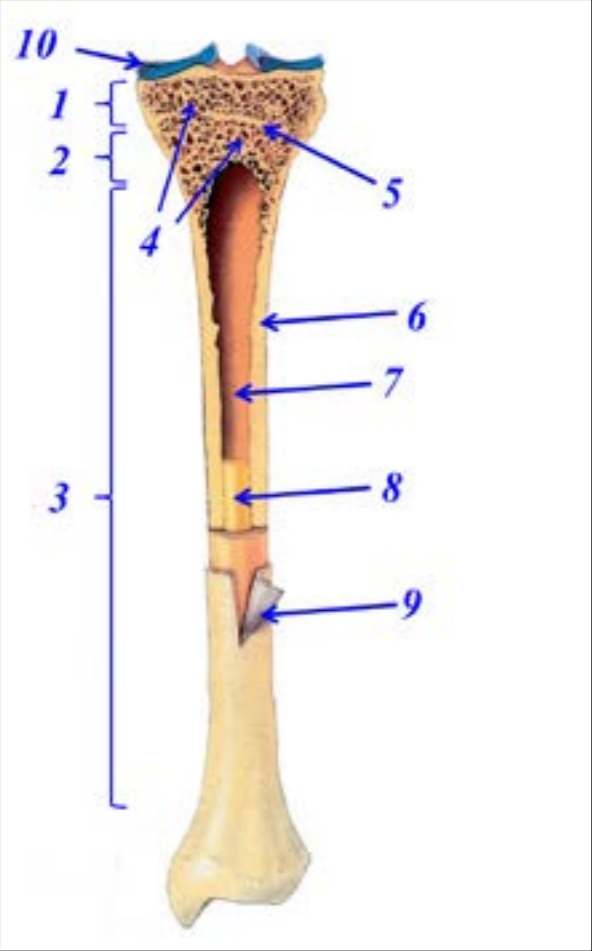
Перед Вами изображения конечностей или их частей, принадлежащих различным членистоногим и специализированных в отношении какой-то определенной функции (соотношения размеров не соблюдены). Определите как можно точнее основную функцию каждой конечности и запишите ответы в таблицу рядом с соответствующими номерами.



| | |
|----|---|
| 1. | Прикрепление (удержание самки, спаривание) (участок лапки самца жука из сем. Плавунцовые) |
| 2. | Газообмен (жаберные придатки грудных конечностей краба) |
| 3. | Механическая обработка пищи, питание (мандибула ракообразного) |
| 4. | Обоняние, чувствительная (усик самца майского жука) |
| 5. | Фильтрация, питание взвесью (усоножки морского желудка) |

ЗАДАНИЕ 4. Работа с рисунком.

Выполните схематическое изображение продольного среза трубчатой кости взрослого человека. Обозначьте пять различных элементов рисунка стрелками с цифрами и внесите их названия в таблицу рядом с соответствующими номерами.



Возможны другие варианты подписей.

| | |
|----|-------------------------|
| 1. | Эпифиз |
| 2. | Метафиз |
| 3. | Диафиз |
| 4. | Губчатое вещество кости |
| 5. | Эпифизарная линия |

ЗАДАНИЕ 8. Дайте развернутый ответ. Используйте для ответа специально отведенное поле.

В последние десятилетия одним из наиболее острых вопросов защиты природы является глобальное потепление. Сторонники этой идеи называют углекислый газ одним из главных виновников возникновения парникового эффекта. Опишите пути, с помощью которых углекислота попадает в атмосферу. Выделите наиболее крупные источники углекислоты и объясните, каким образом происходит регуляция её концентрации в атмосфере.

| | |
|------------------|--|
| Ответ: | <p>Из всех биогеохимических циклов круговорот углекислого газа является одним из самых интенсивных. Основными хранилищами этого вещества являются: гидросфера (~1,3·10¹⁴ т), атмосфера (~2,3·10¹² т); биосфера (~2,0·10¹²т углерода) (в пересчёте на углерод).</p> <p>Источником первичной углекислоты является вулканическая деятельность, связанная вековой дегазацией мантии и нижних горизонтов земной коры. Далее миграция СО₂ протекает двумя путями.</p> <p>1. Первый путь заключается в поглощении его в процессе фотосинтеза с образованием глюкозы и других органических веществ, из которых построены все растительные ткани. Растения извлекают в процессе фотосинтеза из атмосферы и гидросферы около 150 млрд. т углерода в год в виде СО₂. Далее возможно несколько вариантов:</p> <ul style="list-style-type: none">дыхание растений;растения могут быть съедены травоядными животными. В этом случае углерод либо вернется в атмосферу (в процессе дыхания животных и при их разложении после смерти), либо травоядные животные будут съедены плотоядными (и тогда углерод опять же вернется в атмосферу теми же путями);углерод может оставаться в растениях, пока растения не погибнут. Тогда их молекулы пойдут в пищу редуцентам (организмам, которые питаются мертвым органическим веществом и при этом разрушают его до простых неорганических соединений), таким как грибы. В конце концов углерод вернется в атмосферу в качестве СО₂;растения могут погибнуть и оказаться под землей. Тогда в конечном итоге они превратятся в ископаемое топливо — например, в уголь. <p>2. Второй путь — растворение в морской воде. Углекислый газ обладает свойствами летучести и легкой растворимости - 0,88 объёма в 1 объёме воды, особенно в морской воде. Из атмосферы СО₂ (~30%) адсорбируется гидросферой. Примерно 100 млрд т СО₂ находится в непрерывном круговороте между атмосферой и океаном.</p> <p>Диоксид углерода участвует в реакциях, протекающих в гидросфере: СО₂+Н₂О <=> Н₂СО₃ <=> Н⁺ + НСО₃⁻</p> <p>В случае же растворения СО₂ в морской воде также возможно несколько вариантов:</p> <ul style="list-style-type: none">углекислый газ может просто вернуться в атмосферу;углерод может войти в состав тканей морских растений или животных. Тогда он будет постепенно накапливаться в виде отложений на дне Мирового океана и в конце концов превратится в известняк или из отложений вновь перейдет в морскую воду. <p>При этом миграция углерода осуществляется через карбонатную систему: СО₂ переходит в Н₂СО₃, НСО₃⁻. С помощью растворенного в воде кальция (или магния) происходит осаждение карбонатов (СаСО₃, MgСО₃) биогенным и абиогенным путями. Образуются мощные толщи известняков.</p> <p>Диоксид углерода атмосферы расходуется также на процесс выветривания горных пород. Например, при выветривании полевых шпатов образуется гидрокарбонат кальция: Са (Al₂ Si₂ O₈) +СО₂ = СаСО₃+Al₂ O₃+2SiO₂ СаСО₃+СО₂+Н₂О = Са (НСО₃)₂</p> <p>Таким образом, главную роль в круговороте играют атмосферный и гидросферный фонды углекислого газа. Они пополняются при дыхании растений и животных, а также при разложении мертвой органики. Некоторая часть углерода ускользает из круговорота. Если углерод вошел в состав осадочных отложений или ископаемого топлива, он изымается из атмосферы. Восполнение запаса углекислого газа в атмосфере происходит при вулканических извержениях и других геотермальных процессах.</p> <p>В целом содержание углерода в биогеохимических резервуарах: биосфере (биомасса + почва и детрит), осадочных породах, атмосфере и гидросфере, — сохраняется с высокой степенью постоянства благодаря высоко сбалансированным потокам. Постоянный обмен углеродом между биосферой, атмосферой и гидросферой обусловлен газовой функцией живого вещества — процессами фотосинтеза, дыхания и деструкции. Общая масса углерода в ископаемом топливе (нефть, газ, уголь и др.) соответствует средней скорости накопления 7 млн т/год. Это количество незначительно по сравнению с массой циркулирующего углерода и как бы выпадает из круговорота. Следовательно, степень замкнутости круговорота углекислого газа (углерода) составляет 99,99%, то есть потоки синтеза и распада углеродсодержащих веществ с очень высокой точностью подогнаны друг к другу.</p> <p>С наступлением научно-технического прогресса появился ещё один важный поток - обогащение атмосферы углекислым газом в результате сжигания ископаемого топлива, которое используется человеком в первую очередь в двигателях внутреннего сгорания, тепловых электростанциях и черной металлургии.</p> |
| Окончание ответа | |

ЗАДАНИЕ 7. Решите задачу по генетике и поясните ход ее решения. Используйте для ответа специально отведенное поле.

В результате анализирующего скрещивания дигетерозиготы *Aa Bb* получены четыре варианта потомков: доминантные по обоим генам – 42 особи, доминантные только по гену *A* – 229 особей, доминантные только по гену *B* – 196 особей, рецессивные по обоим генам – 33 особи. Определите генотипы скрещиваемых особей с учётом сцепления генов, найдите частоту рекомбинации между указанными генами.

Ответ:

1. В анализирующем скрещивании в качестве второго родителя всегда выступает рецессивная гомозигота. Поэтому фенотип потомков определяется хромосомами, пришедшими от дигетерозиготного родителя.

2. Выясним, какие потомки являются рекомбинантными, а какие – нет. Поскольку генотип исходной дигетерозиготы нам неизвестен (*A__B a__b* или *A__b a__B*), мы должны ориентироваться на полученное расщепление по фенотипу.

3. Доля рекомбинантных потомков не может быть выше 50%. Это значит, что рекомбинантными являются потомки, получившие от дигетерозиготного родителя хромосому *A__B* или *a__b*. Таким образом, исходная дигетерозигота имела генотип *A__b a__B*.

4. Суммарное количество полученных потомков равно 500. Среди них рекомбинантные потомки представлены 75 особями, что составляет 15%. Это и есть частота рекомбинации между указанными генами.

5. Задача решена.

Окончание ответа

ЗАДАНИЕ 5. Работа с текстом.

Перед Вами текст, содержащий пять биологических ошибок. Внимательно прочтите его, найдите ошибки и объясните, в чем они заключаются, заполнив свободные поля таблицы.

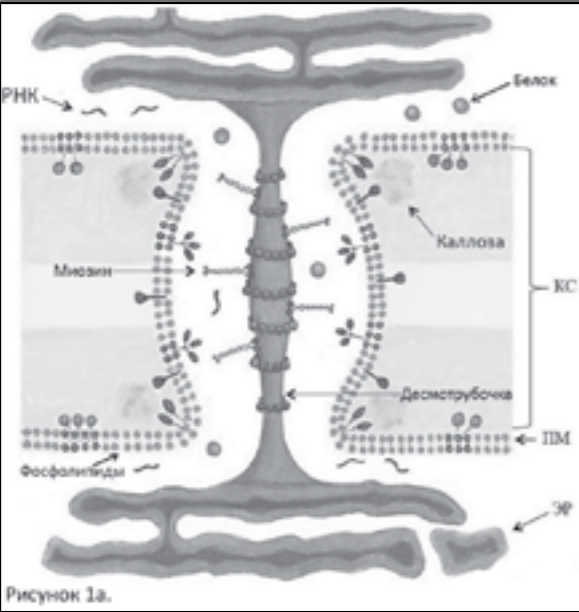
ШИФР

Выделение (экскреция) – это жизненно важный процесс для любого организма, который заключается в удалении веществ (конечных продуктов метаболизма, токсинов и т.п.) из внутренней среды организма во внешнюю. У человека центральную роль в процессах экскреции играет мочевыделительная система, представленная почками и мочевыделительными путями: мочеточниками, мочевым пузырём и мочеиспускательным каналом. Нарушения в работе почек могут привести к гибели организма от интоксикации. Никакие другие системы органов функцию экскреции выполнять не способны.

Как и у некоторых других позвоночных (рыб, амфибий), для человека и других млекопитающих характерны тазовые (вторичные) почки. У взрослого человека эти парные органы располагаются в забрюшинном пространстве на уровне первых крестцовых позвонков. Основной структурной единицей почки является нефрон: в каждой почке их насчитывается около миллиона. Почки являются мощным фильтром крови, которая доставляется в эти органы почечными артериями. Внутри почки почечная артерия многократно ветвится, в конечном итоге образуя артериолы. Приносящие артериолы заходят в капсулу нефрона и образуют капиллярный (мальпигиев) клубочек. Капилляры клубочка далее сливаются с образованием выносящих сосудов - венул. В капсуле происходит ультрафильтрация крови, при которой часть плазмы крови покидает сосудистое русло и выходит в просвет второго элемента нефрона - мальпигиева сосуда.

| | |
|----|--|
| 1. | Почки действительно играют центральную роль в выделении, и почечная недостаточность может привести к гибели организма от интоксикации. Однако выделительную функцию выполняют также и другие системы: например, система покровов (кожные железы), дыхательная система, слизистые оболочки. |
| 2. | Тазовые (вторичные) почки, помимо млекопитающих, характерны для птиц и рептилий. У рыб и амфибий имеются туловищные (первичные) почки. |
| 3. | Почки располагаются выше: на уровне последних грудных – первых поясничных позвонков. |
| 4. | Капилляры мальпигиева клубочка сливаются в выносящую артериолу. Выносящая артериола выходит из капсулы и распадается на капилляры вторичной капиллярной сети, которая оплетает извитой каналец нефрона. При слиянии этих капилляров и образуются венулы. |
| 5. | Мальпигиевы сосуды – это органы выделения наземных членистоногих. Элементы нефронов называются канальцами, которые включают несколько отделов: проксимальный извитой каналец, петля Генле и дистальный извитой каналец. |

ЗАДАНИЕ 6. Работа с информацией.
Внимательно прочитайте предложенные фрагменты текста и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий.



Фрагмент 1: Все живые организмы от бактерий до растений и животных выработали множество механизмов для внутри- и межклеточных коммуникаций. Между клетками растений, как и клетками животных, существуют межклеточные контакты, которые обеспечивают взаимодействие клеток друг с другом. У животных известно несколько типов таких контактов: плотные, щелевые и десмосомы. У растений взаимодействие между клетками может осуществляться при помощи апопласта и симпласта. Апопласт – система клеточных стенок и межклеточных пространств, обеспечивающая транспорт воды и растворенных в ней веществ. Симпластный транспорт обеспечивается специализированными структурами - плазмодесмами (ПД). По симпласту осуществляется транспорт низкомолекулярных веществ, таких как вода и ионы, а также некоторых белков и нуклеиновых кислот, в частности, РНК в комплексе с белками. Не все клетки в составе растения соединены ПД: между некоторыми клетками ПД отсутствуют. Это приводит к тому, что тело растения разделено на симпластные домены, каждый из которых представляет собой систему объединенных посредством ПД протопластов клеток.

ПД – это цитоплазматические мостики, пронизывающие клеточную стенку и соединяющие соседние растительные клетки (Рис. 1а и 1б). При делении растительной клетки каналы эндоплазматической сети не прерываются, их окружает клеточная стенка (КС) и плазмалемма (ПМ). Так формируется первичная ПД. Проходящий внутри ПД участок эндоплазматического ретикулюма (ЭР) получил название десмотрубочка (Д). По десмотрубочке может происходить транспорт некоторых молекул. В отличие от первичных, вторичные ПД образуются вне клеточного деления. Они часто возникают в результате истончения клеточной стенки между соседними клетками. Вторичные ПД устроены сложнее и разнообразнее, например, могут быть раздвоенными или разветвленными: Y-, H- и X-образной формы (Рис. 1б).

Фрагмент 2: (текст по Sanger & Lee, 2014 с изменениями)
Транспорт по ПД тонко регулируется: изменяется диаметр канала вплоть до его полного закрытия. Закрытие/открытие ПД происходит при помощи белков цитоскелета и молекул полисахарида - каллозы (рис. 1, 2), синтезируемой каллозо-синтазами (CALS) и разбираемой β-1,3-глюканазами. Работа ПД регулируется с помощью активных форм кислорода (АФК), Ca²⁺, гормонов: салициловой кислоты (СК) и гиббереллинов (ГК). Повышение уровня клеточных АФК за счет их продукции в митохондриях и хлоропластах в стрессовых условиях может менять проводимость ПД.

Рисунок 2. Регуляция работы плазмодесмы

ВАЖНО! В данном задании названия генов написаны заглавными буквами и курсивом, а их белковых продуктов – прямым шрифтом.



Рисунок 1. Строение плазмодесм: схема строения плазмодесмы (а), форма вторичных плазмодесм (б)

СК является элементом иммунной системы растений, который обеспечивает защиту от биотрофных патогенов. Белки EDS1, ICS1 и NPR1 - компоненты сигнального каскада, который приводит к активации салицилат-зависимого защитного пути. СК синтезируется в хлоропластах и активирует NPR1, который активирует экспрессию генов, необходимых для защиты от патогенов. Элементы сигнального каскада салицилатного пути действуют на PDLP5, который перемещается в ПД и активирует CALS, что способствует закрытию ПД.

Другие гормоны, регулирующие проводимость ПД, – гиббереллины. Их синтез индуцируется, например, в холодный зимний период при увеличении длины дня. Они запускают синтез некоторых β-1,3-глюканаз, которые локализованы в липидных тельцах. Липидные тельца направляются к ПД, где высвобождаются ферменты, разрушающие сформировавшиеся осенью отложения каллозы, что способствует восстановлению активного симпластного транспорта.

Не менее важным регулятором является ион Ca²⁺. Повышение содержания ионов Ca²⁺ в цитоплазме приводит к быстрому временному закрытию ПД посредством каллозо-независимого пути.

Выберите **ВСЕ** правильные ответы из четырех предложенных. Обведите буквы, расположенные рядом с правильными ответами. Исправления не допускаются.

1. Прочитайте фрагмент 1 и рассмотрите рисунок 1а, выберите верные характеристики межклеточных контактов живых организмов:

- a. Клетки животных могут быть связаны друг с другом при помощи десмосом или щелевых контактов
- b. Все клетки растений соединены между собой ПД
- c. По ПД может осуществляться транспорт некоторых белков и ДНК в комплексе с гистонами
- d. Внутри канала ПД обнаруживаются белки цитоскелета

2. Вторичные ПД в отличие от первичных:

- a. Являются результатом клеточного деления
- b. Не высланы изнутри плазмалеммой
- c. Имеют различную форму и в некоторых случаях - разветвленное строение
- d. Не содержат десмотрубочек

3. Прочитайте фрагмент 2 и рассмотрите рисунок 2, выберите верные утверждения о том, как может осуществляться регуляция работы ПД:

- a. Сигналы от хлоропластов могут передаваться к ПД, как минимум, двумя путями
- b. Сигналы от митохондрий посредством АФК изменяют проводимость ПД
- c. Гиббереллины – ключевой элемент иммунной системы растений
- d. Ca²⁺ может вызывать быстрое закрытие ПД, воздействуя, предположительно, на белки цитоскелета

4. Выберите верные утверждения, характеризующие сигнальные процессы в клетке растения:

- a. Белок NPR1 имеет ядерную локализацию и может запускать экспрессию генов, ответственных за защиту от патогенов
- b. PDLP5, локализованный в ПД, - трансмембранный белок, способствующий их закрытию
- c. Некоторые защитные механизмы растения активируются при участии компонентов хлоропластов
- d. ПД закрываются каллозой только при понижении температуры

5. На основе информации, приведенной в тексте и на рисунках, и Ваших знаний выберите верные утверждения об устройстве растительного организма:

- a. ПД объединяют протопласты клеток, что позволяет называть высшие растения «надклеточными» организмами
- b. Появление межклеточных контактов было необходимым условием эволюционного возникновения настоящих многоклеточных животных и высших растений
- c. В состав десмотрубочки не входят фосфолипиды
- d. ПД – поры в клеточной стенке, по которым происходит нерегулируемый транспорт веществ