



ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА



Общеобразовательный предмет: **биология**

10 – 11 класс

Вариант 2

2023-2024 уч. г.

Пример одного из вариантов. Каждый вариант генерируется электронной системой случайным образом из пулов заданий по каждому из разделов.

Раздел I. Биология растений, водорослей, грибов

Задания 1-2. Множественный выбор. Максимальная оценка – 2 балла за одно задание.

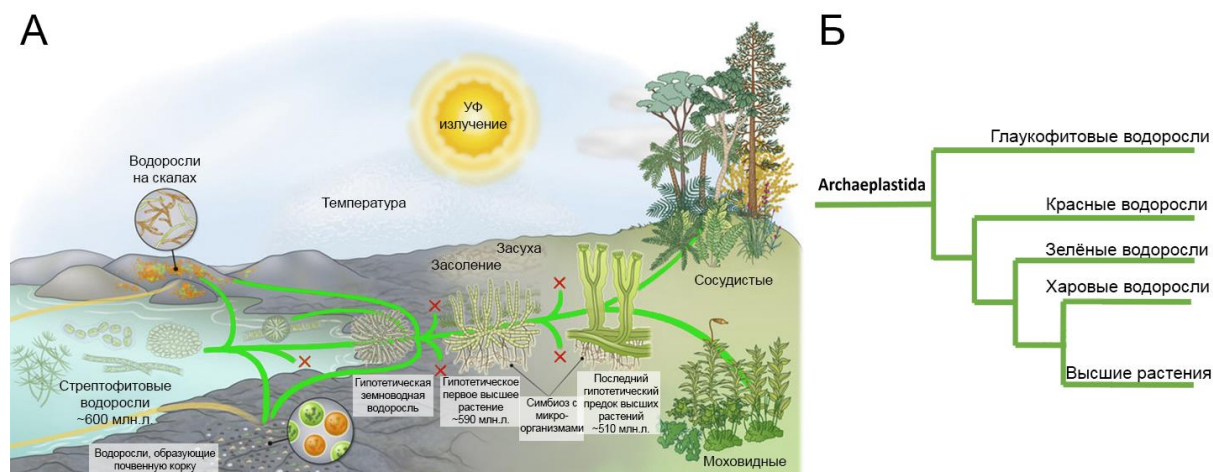


Рисунок. А. Зелёная кривая – колонизация суши в линии водорослей, которая привела к появлению высших растений; жёлтая – колонизация суши водорослями из других групп; х – вымершие организмы. **Б.** Филогенетическое дерево группы Archaeplastida.

Первые эукариоты, способные к фотосинтезу, возникли примерно 1,5 млрд. лет назад. Этому предшествовал эндосимбиоз гетеротрофного представителя эукариот и цианобактерии. Сейчас потомков этих организмов объединяют в группу Archaeplastida, включающую красные водоросли (Rhodophyta), глаукофитовые водоросли (Glaucophyta), и представителей группы зелёные растения (Viridiplantae) (рис. Б). Около 1 млрд. лет назад Viridiplantae разделились на непосредственно зелёные водоросли (Chlorophyta) и группу стрептофитовых водорослей (Streptophyta), куда относят высшие растения (Embryophyta) и харовые водоросли (Charophyta), являющиеся

преимущественно пресноводными и наземными обитателями. Таким образом, все высшие растения возникли от общего предка – стрептофитовой водоросли (Streptophyta). Однако многие другие водоросли также колонизировали сушу независимо от предка эмбриофитов.

Приблизительно 590-600 млн. лет назад (верхний протерозой) возник предполагаемый общий предок высших растений и зигнемовых водорослей (сцеплянок) (рис. А), обладающий нитчатой или даже паренхиматозной структурой таллома, который жил в воде, но подвергался периодическому высыханию. Возникновение высших растений датируют в интервале между средним кембрием и ранним ордовиком, порядка 510 млн. лет назад. Их выживанию способствовали микроорганизмы, уже обитавшие тогда на суше.

Недавно выяснили, что более 80% генов, обуславливающих наличие разных фенотипов и широкий спектр экологических реакций эмбриофитов, имеют гомологи в геномах и транскриптомах стрептофитов. Например, большая часть (>70%) современных видов эмбриофитов образует арбускулярную микоризу, которая помогает им получать питательные вещества из субстрата. Гомологичные гены, участвующие в сигнальных процессах и необходимые для установления этого симбиоза, присутствуют не только у высших растений, но и у стрептофитовых водорослей.

1. Выберите все правильные ответы, опираясь на информацию из текста и рисунка.

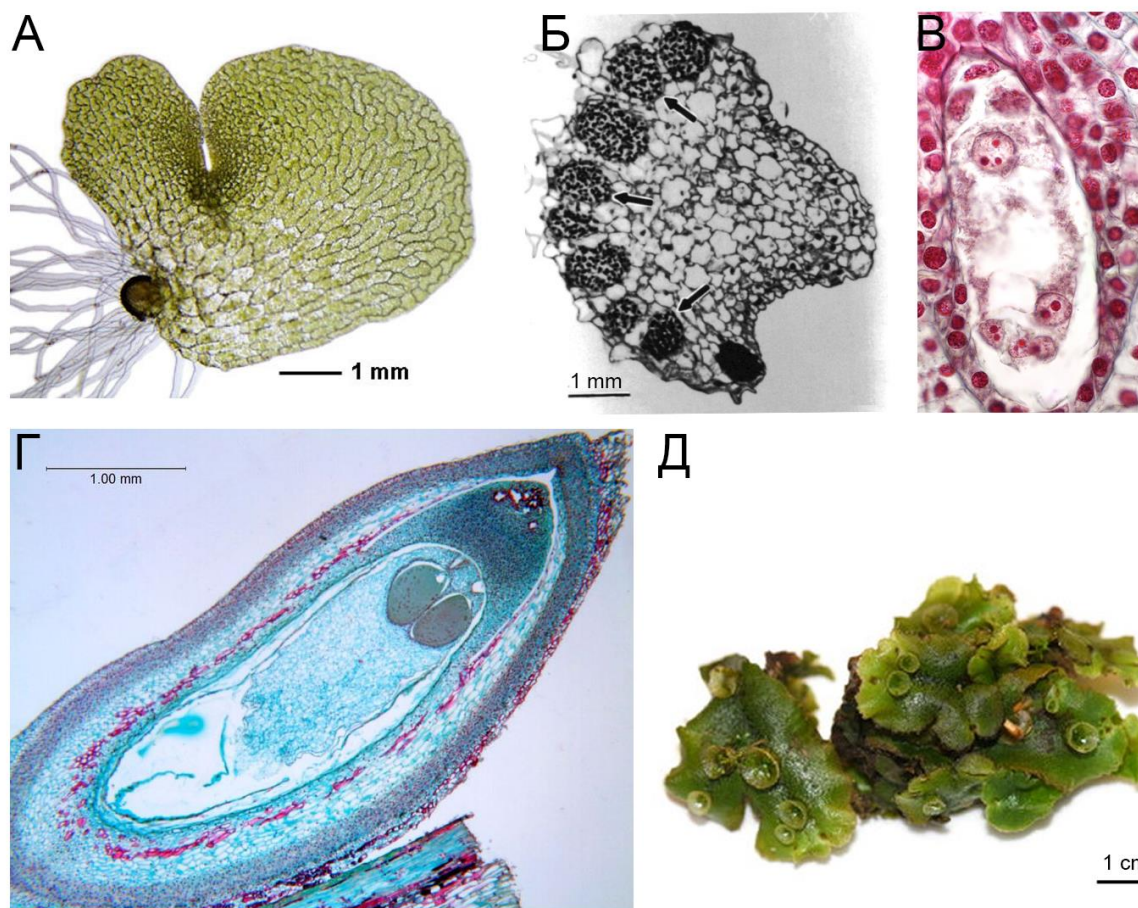
- а. Общий предок высших растений и зигнемовых водорослей имел многоклеточное строение
- б. У стрептофитовых водорослей уже были многие гены, которые у высших растений необходимы для образования арбускулярной микоризы
- в. Зелёные водоросли ходе эволюции осваивали сушу неоднократно
- г. Красные, зелёные, харовые водоросли и высшие растения произошли от одного общего предка
- д. До появления первых высших растений суша была безжизненной

2. На основе информации, приведённой в тексте и на рисунке, а также ваших знаний, выберите все верные утверждения.

- а. Ближайший общий предок высших растений и зигнемовых водорослей мог обитать в одном биотопе с древними грибами
- б. Первые достоверные структурные остатки высших растений в палеонтологической летописи – споры
- в. Высшие растения возникли в палеозойскую эру
- г. Красные водоросли возникли в эволюции позже, чем панцирные рыбы
- д. Первые наземные растения фотосинтезировали при помощи листьев

Задание 3. Подпишите рисунок. Максимальная оценка – 5 баллов.

На рисунке изображены гаметофиты различных высших растений. Внесите русские названия отделов, к которым относят эти растения, в отведённые поля рядом с соответствующими буквами. Подсказка: гаметофит на рисунке Б – микотрофный.



Ответ:

А – Папоротникообразные (Папоротниковидные, Папоротники)

Б – Плаунообразные (Плауновидные, Плауны)

В – Цветковые (Покрытосеменные)

Г – Голосеменные

Д – Мхи (Моховидные, Печёночники)

Задание 4. Установите правильную последовательность объектов, явлений или стадий процесса. Максимальная оценка – 5 баллов.

Установите правильную последовательность перемещения молекулы кислорода по организму цветкового растения.

1. Клеточная стенка клетки мезофилла
2. Межклеточные пространства ткани листа
3. Цитоплазма клетки мезофилла
4. Митохондрия
5. Устьичная щель

Ответ: 52134

Задание 5. Установите соответствие. Максимальная оценка – 5 баллов.

Цветок формируется благодаря активности по крайней мере пяти классов продуктов экспрессии регуляторных генов – транскрипционных факторов (ТФ), определяющих процессы роста и дифференцировки органов цветка, и потому названных

первыми пятью заглавными буквами латинского алфавита. Все элементы цветка закладываются в виде бугорков меристематической ткани. То, какой орган будет сформирован, определяется взаимодействием этих ТФ, каждый из которых выполняет свою специфическую функцию. Характер и результат взаимодействия этих ТФ описывается ABCDE-моделью формирования цветка, которая показана на рисунке.

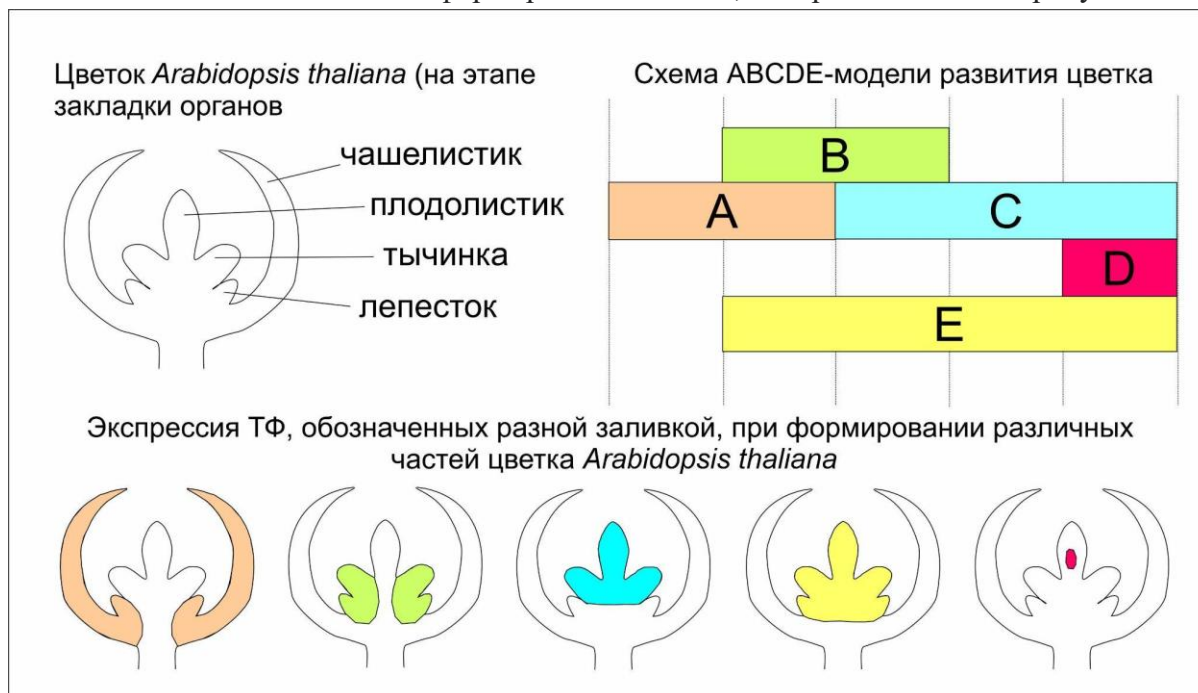


Рисунок. ABCDE-модель формирования органов цветка резуховидки Таля (*Arabidopsis thaliana*). Вертикальными линиями на схеме модели обозначены условные границы формирующихся органов, цветной заливкой обозначен вклад каждого из пяти классов ТФ в формирование того или иного органа.

Установите однозначное соответствие между элементами строения цветка и фактором развития (ТФ) или их сочетанием.

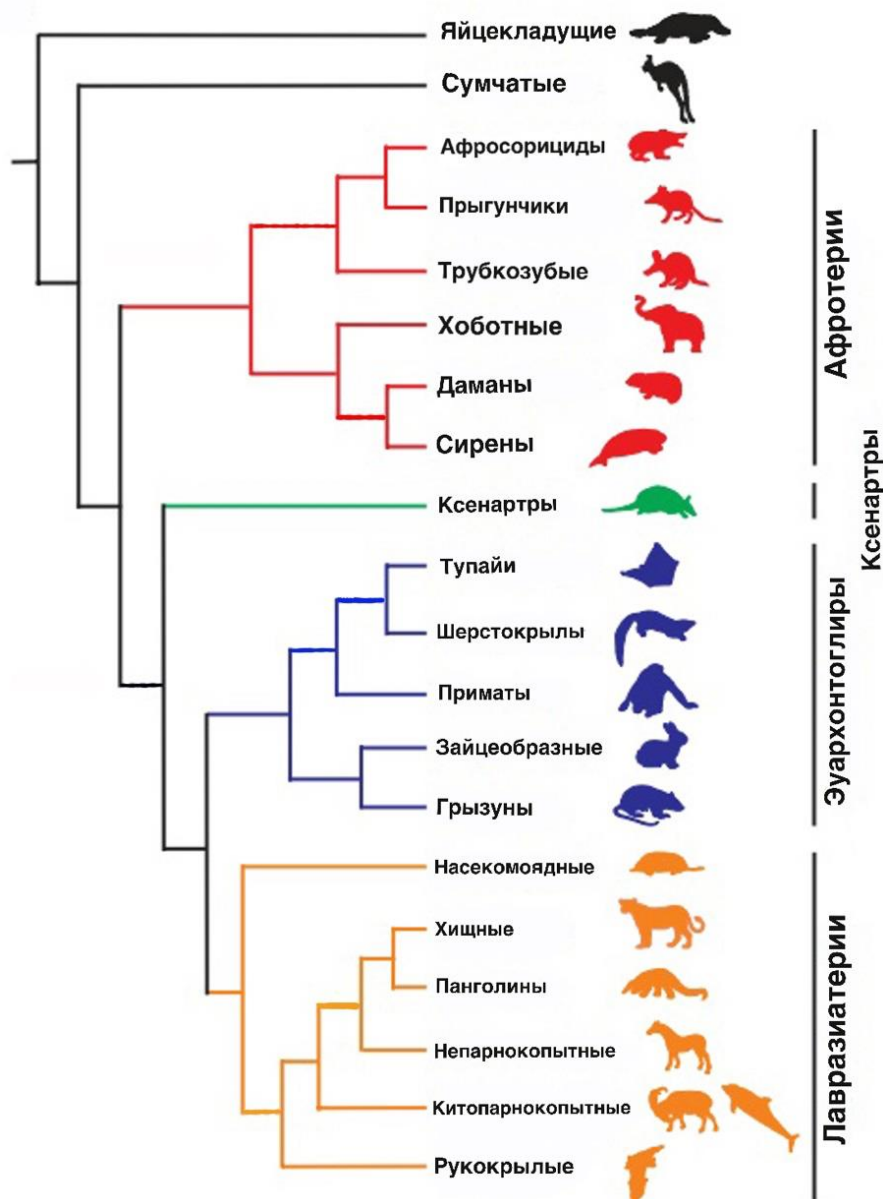
Ответ:

| Орган | ТФ или их сочетание |
|--------------|---------------------|
| Чашелистики | A |
| Лепестки | ABE |
| Тычинки | BCE |
| Плодолистики | CE |
| Семезачатки | CDE |
| лишнее | D |

Раздел II. Биология животных

Задания 1-2. Множественный выбор. Максимальная оценка – 2 балла за одно задание.

Внимательно прочитайте предложенный текст и рассмотрите рисунок, затем переходите к выполнению заданий.



Классификация животных со времен Карла Линнея претерпела множество изменений. Современная система призвана отражать филогенетические отношения между организмами и опирается преимущественно на данные молекулярной биологии. Перед вами один из вариантов такой реконструкции филогении млекопитающих (рисунок).

Современная систематика обычно использует кладистический анализ. Это подход к реконструкции филогении, главной чертой которого стало выделение голофилетических таксонов, которые включают в себя предка, общего для данной

группы, и всех его потомков. Традиционная систематика использовала также и парафилетические группы (включают общего предка, но не всех его потомков), и даже полифилетические (включают потомков разных предков, т.е. сходство её членов возникает в результате конвергентной или параллельной эволюции), которые в кладистике не считаются валидными и поэтому, строго говоря, таксонами не являются.

В результате специалистам удалось выделить группы, которые во многих случаях сильно отличаются и по морфологическим признакам. В конце XX века плацентарных млекопитающих разделили на несколько крупных таксонов: Лавразиатерии, Эуархонтоглиры, Афротерии и Ксенартры.

Млекопитающие – это голофилетический таксон, появление которого датируется триасовым периодом (около 225 млн. л. назад). Млекопитающие в мезозое были представлены в основном норными, подземными и ночными животными, так как большинство наземных ниш были заняты архозаврами (преимущественно динозаврами). И только после мел-палеогенового вымирания, примерно в палеогене, млекопитающие породили огромное многообразие форм.

1. Выберите все правильные ответы, опираясь на информацию из текста и рисунка:

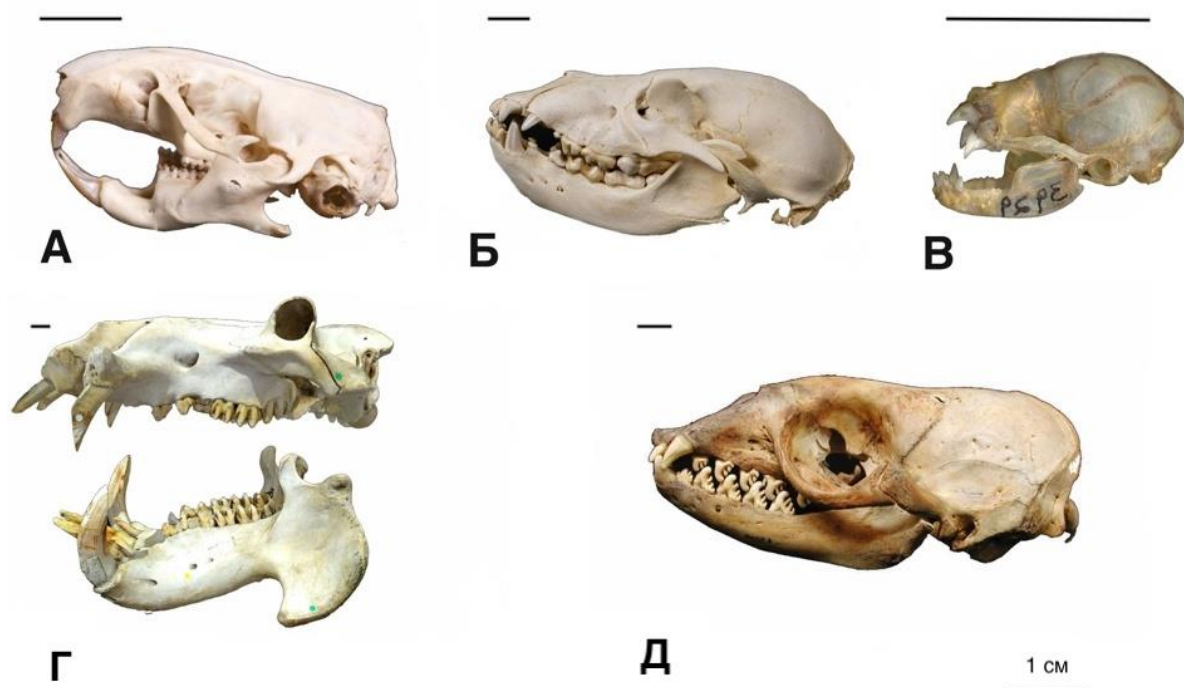
- а. Ближайшие родственники слонов в современной фауне – даманы и сирены
- б. Ближайшие родственники китообразных – бегемотовые. Поэтому Парнокопытные – парафилетическая группа
- в. Сестринским таксоном по отношению к Тупайям является группа Ксенартры
- г. Лавразиатерии – голофилетический таксон, который включает в себя единого общего предка и всех потомков, кроме насекомоядных
- д. Млекопитающие, специализированные на питании муравьями, представляют собой голофилетический таксон

2. Используя информацию, приведённую в тексте и на рисунке, а также ваши знания, выберите все правильные ответы:

- а. Африканские слоны обычно живут группами со сложной социальной структурой
- б. Взрослые представители современных однопроходных лишены зубов и обладают электрорецепцией
- в. Сирены, как и другие водные млекопитающие, способны к эхолокации
- г. Для Афротериев характерна короткая беременность, продолжительные период лактации и большое количество детёнышей в потомстве
- д. Количество шейных позвонков у всех современных млекопитающих равно 7

Задание 3. Подпишите рисунок. Максимальная оценка – 5 баллов.

По представленным фотографиям черепов определите отряд млекопитающих, к которому относится соответствующее животное. Внесите русские названия отрядов в отведённые поля. Масштабная линейка – везде 1 см.



Ответ:

А – Грызуны

Б – Хищные

В – Рукокрылые

Г – Китопарнокопытные (Парнокопытные)

Д – Хищные (Ластоногие)

Задание 4. Установите правильную последовательность объектов, явлений или стадий процесса. Максимальная оценка – 5 баллов.

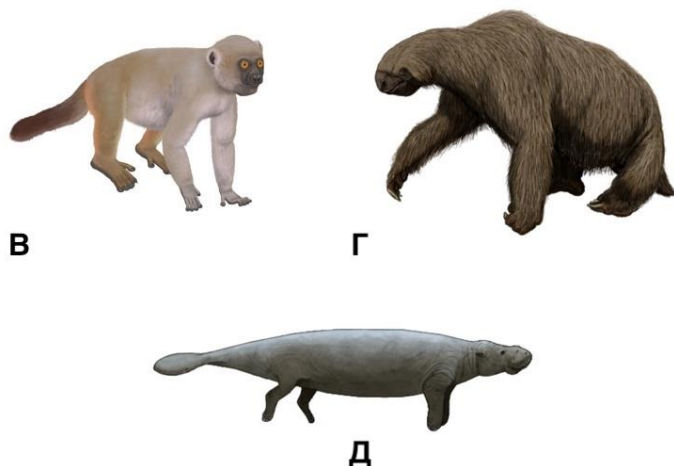
Установите правильную последовательность прохождения воды при питании ланцетника.

1. Атриальная полость
2. Рот
3. Атриопор
4. Жаберные щели
5. Глотка

Ответ: 25413

Задание 5. Установите соответствие. Максимальная оценка – 5 баллов.

Перед вами – изображения вымерших животных. Для каждого изображённого объекта (А-Д) выберите подходящие из предложенного списка утверждения (1-11), справедливые для современных представителей отряда, к которому они относятся. Внимание! Одно из утверждений в списке лишнее!



Список утверждений:

1. Позвонки имеют дополнительные отростки, позволяющие укрепить позвоночный столб
2. Имеют зубы без корней и поверхностного слоя эмали, ведут древесный образ жизни
3. Присутствует дополнительная пара костей таза – сумчатые кости
4. Яйцеклетка содержит много желтка, зародыш рождается с трёхкамерным сердцем
5. Сложная стереоскопическая зрительная система, высокая чёткость зрения, у некоторых представителей отряда появляются колбочки, чувствительные к зеленому цвету
6. Исходно древесные, обладают множеством форм локомоции, иногда переходят к прямохождению и двуногой локомоции
7. Основная нагрузка передних и задних конечностей приходится на их центр, в связи с чем наиболее развитым (и иногда единственным) пальцем у большинства представителей отряда является третий
8. Вытянутый череп. Зубная формула $P0-3/0-3 \quad K0-1/0-1 \quad P3-4/3-4 \quad M3/3$, в челюсти имеется диастема
9. Частично редуцированная зубная система, утяжеление костей и наличие хвостового плавника
10. Эволюция связана с редукцией конечностей и появлением обтекаемости тела
11. В челюсти есть хищные зубы, необходимые для захватывания добычи при охоте

Ответ:

| А | Б | В | Г | Д |
|-----|-----|-----|-----|------|
| 3 4 | 7 8 | 5 6 | 1 2 | 9 10 |

№11 – лишнее

Раздел III. Биология клетки

Задания 1-2. Множественный выбор. Максимальная оценка – 2 балла за одно задание.

Внимательно прочитайте предложенный текст и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий.

Важную роль в жизни растений играет клеточная стенка, которая имеет сложное строение и выполняет множество функций. Клеточная стенка берёт своё начало от общей срединной пластинки, затем у каждой клетки центростремительно формируется индивидуальная стенка. Совокупность клеточных стенок и межклетников формирует *апопласт* – систему соприкасающихся клеточных стенок, образующих непрерывную сеть по всему растению. Внутри целлюлозно-пектинового каркаса клеточных стенок формируется свободное пространство, которое может быть занято водой. Из-за ряда особенностей строения апопласт имеет ограничения по диаметру транспортируемых молекул.

Симпластный транспорт – перемещение молекул между клетками, которое происходит через специальные цитоплазматические мостики – плазмодесмы. Они представляют собой тяжи цитоплазмы, содержащие каналы ЭПС и проходящие через каналы поровых полей в первичных клеточных стенках (рисунок). Поэтому вода с любыми растворёнными в ней веществами, попав в протопласт одной клетки, может двигаться дальше по симпласту, не пересекая никаких мембран.

Плазмодесмы формируются следующим образом. При делении клетки ЭПС между дочерними клетками не прерывается, и поэтому их протопласты контактируют между собой. В плазмалемме и в мембране ЭПС в области плазмодесмы “заякорены” белковые молекулы, которые регулируют диаметр плазмодесмы. У растений существуют два различных механизма транспорта через плазмодесмы: *неселективный* (путём простой диффузии) и *селективный транспорт*, который осуществляется за счёт изменения диаметра плазмодесменного канала, благодаря чему даже некоторые крупные молекулы могут пройти сквозь узкий канал и оказаться в другой клетке. Помимо симпластного и апопластного путей есть ещё вакуолярный транспорт (рисунок), но его роль в транспорте воды незначительна.

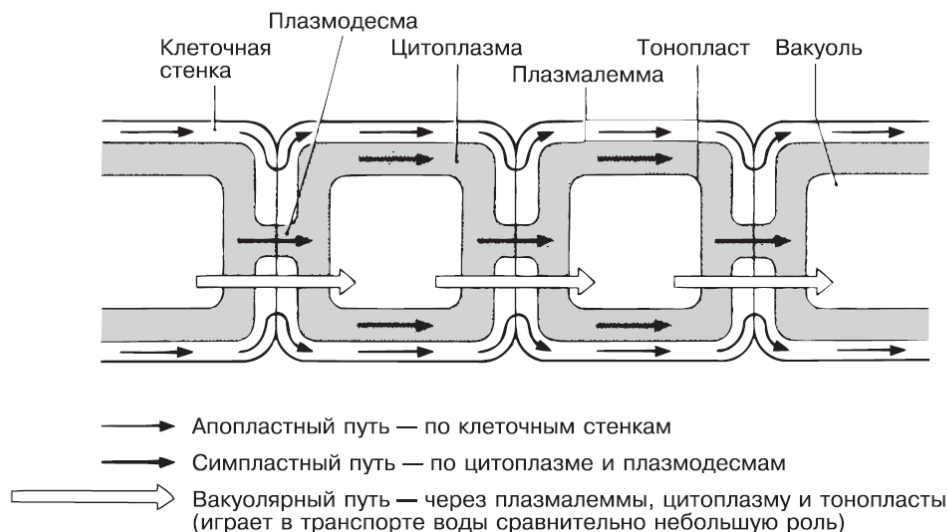


Рисунок. Схематическое изображение группы растительных клеток, на котором суммированы все возможные пути передвижения воды (растворов). Одновременно могут использоваться сразу несколько путей. Такие пути могут функционировать и в листе, и в коре корня. Важнейшую роль играет апопластный путь, минимальную – вакуолярный. (по Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут, 1997 (2013))

1. Выберите все правильные ответы, опираясь на текстовый фрагмент и на рисунок:

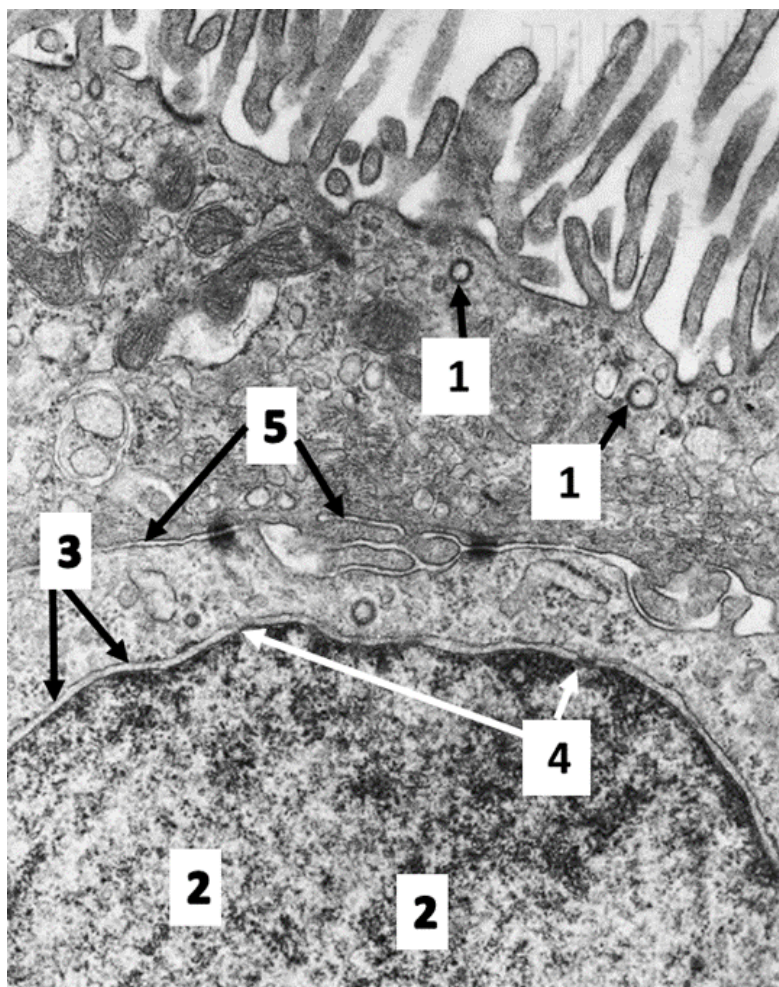
- а. Апопластный транспорт осуществляется через совокупность протопластов, вода или раствор движутся по апопластному пути за счёт осмоса
- б. По апопластному пути может перемещаться не только вода, но и молекулы крахмала
- в. Селективный транспорт характерен для симпластного пути
- г. Моносахариды могут перемещаться по симпластному пути
- д. Плазмодесма выстлана изнутри клеточной мембраной

2. Используя информацию, приведенную в текстовом фрагменте и на рисунке, а также ваши знания, выберите все верные ответы:

- а. Транспорт растворённых минеральных веществ из клеток с корневыми волосками к клеткам проводящей ткани корня происходит с участием и симпластного, и апопластного пути
- б. Движению воды в проводящей системе растения способствует транспирация
- в. В тканях многоклеточных животных есть межклеточные контакты, обеспечивающие транспорт молекул
- г. У высших растений, как и у многоклеточных животных, формирование гамет происходит в результате мейоза
- д. Транспорт молекул через клеточную стенку возможен только у растений

Задание 3. Подпишите рисунок. Максимальная оценка – 5 баллов.

На электронограмме приведено изображение фрагмента клетки. Определите, какие клеточные структуры обозначены цифрами. Внесите соответствующие названия в поля для ответов.

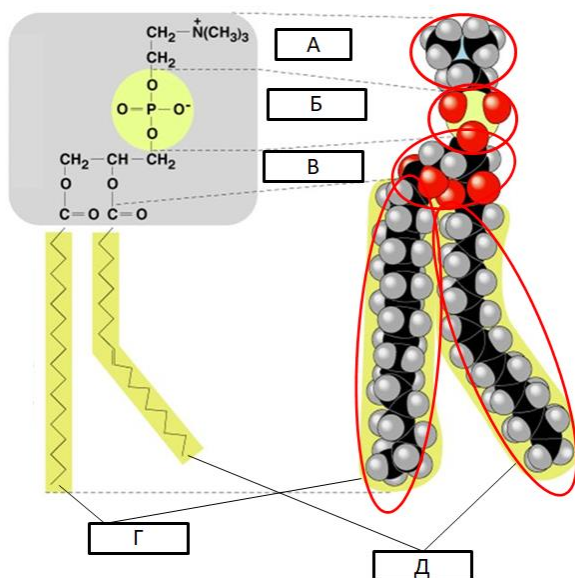


Ответ:

- 1 – окаймлённые вакуоли (вакуоли, везикулы, транспортные вакуоли)
- 2 – кариоплазма (ядерный сок, хроматин, ядро)
- 3 – ядерная мембрана
- 4 – поры в ядерной мембране
- 5 – эндоплазматическая сеть (ЭПС, гЭПС)

Задание 4. Установите соответствие. Максимальная оценка – 5 баллов.

Перед вами сокращённая структурная формула и модель строения некоторой молекулы. Установите точное соответствие между элементом молекулы (А-Д) и его названием. Внимание! Одно из названий элемента молекулы лишнее.



Названия элементов:

остаток глицина

остаток фосфорной кислоты

остаток ненасыщенной жирной кислоты

остаток глицерина

остаток холина

остаток насыщенной жирной кислоты

Ответ:

| Обозначение элемента молекулы | Название |
|-------------------------------------|--|
| А | остаток холина |
| Б | остаток фосфорной кислоты |
| В | остаток глицерина |
| Г | остаток насыщенной жирной кислоты |
| Д | остаток ненасыщенной жирной кислоты |
| Лишнее | остаток глицина |

Задание 5. Дайте развёрнутый ответ. Максимальная оценка – 6 баллов.

Биологические мембраны могут выступать в качестве барьера, который обуславливает создание электрохимического градиента ионов. Этот градиент представляет собой очень важный источник энергии, используемый клеткой. Приведите примеры процессов, в которых используется накопленная таким градиентом энергия в клетке бактерии.

Ответ:

Электрохимический градиент ионов водорода (протонов) используется в бактериальной клетке для синтеза молекул АТФ АТФ-синтазами (Ф-АТФазами) в ходе фотофосфорилирования на мембранах тилакоидов у фототрофных бактерий и окислительного фосфорилирования на клеточной мембране или её инвагинациях у аэробных бактерий. Отличительной особенностью является использование протонного градиента для вращения бактериального жгутика. Кроме того, этот градиент обуславливают мембранный потенциал и используются для поглощения клеткой бактерии ионов и низкомолекулярных органических соединений.

Раздел IV. Генетика и селекция.**Задания 1-2. Множественный выбор. Максимальная оценка – 2 балла за одно задание.**

Внимательно прочитайте предложенный текст и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий.

Пекарские дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* давно стали модельным объектом биологии. Большую часть жизненного цикла дрожжи диплоидны, но в результате мейоза становятся гаплоидными (рисунок). Зигота дрожжей содержит в ядре 32 хромосом. Между гаплоидными организмами возможно скрещивание – слияние гаплоидных клеток, причём скрещиваться могут только клетки с разным типом спаривания. Способные к спариванию дрожжи дикого типа могут переключать тип спаривания между *a* и α . Диплоидные клетки в условиях стресса могут делиться мейозом, давая начало четырём аскоспорам: двум *a*-спорам и двум α -спорам. Бесполое размножение дрожжей осуществляется путём почкования, в основе которого лежит митотическое деление ядра. В результате почкования образуются две клетки, различающиеся размерами. Важной особенностью является факультативная анаэробность дрожжей, так как при недостатке кислорода они могут осуществлять спиртовое брожение. В лабораториях часто используют среды со спиртами, чтобы выявлять клетки с мутациями в ферментах цикла Кребса, так как на таких средах они не способны к росту.

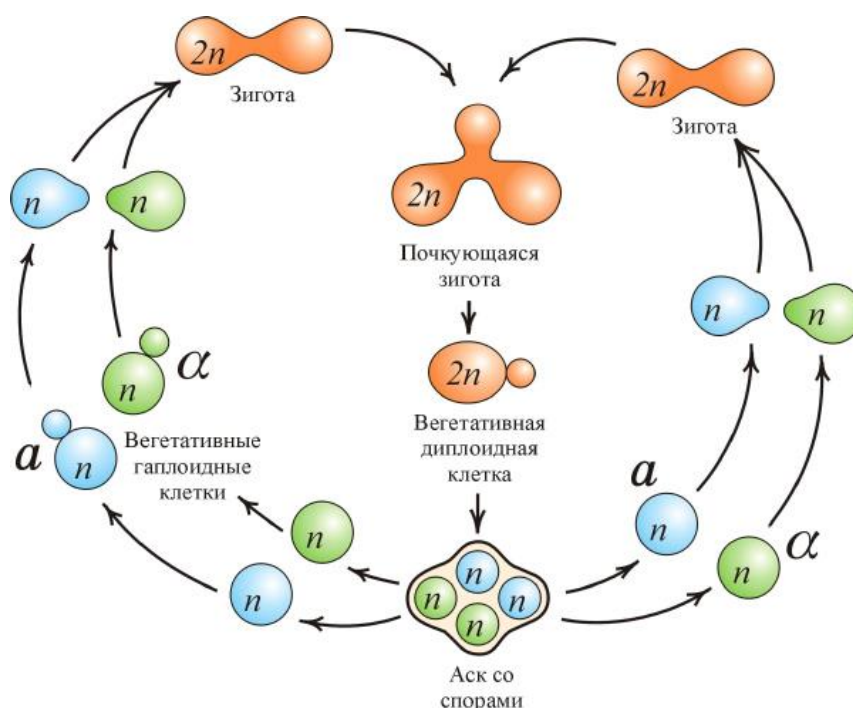


Рисунок. Жизненный цикл дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. $2n$ – диплоидные клетки, n – гаплоидные клетки.

1. Выберите все правильные ответы, опираясь на информацию из текста и рисунка.

- а. Вегетативные клетки дрожжей способны к почкованию
- б. У дрожжей имеется ген, представленный в хромосоме единственной копией. В постсинтетическом этапе интерфазы гаплоидной клетки этот ген будет представлен двумя копиями
- в. Зигота у дрожжей образуется при слиянии клеток с одинаковым типом спаривания
- г. Для дрожжей характерно образование специализированных мужских и женских гамет, различающихся строением
- д. На стадии анафазы митоза диплоидная клетка дрожжей содержит 32 хромосомы

2. Выберите все правильные ответы. Добавление каких соединений в культуру клеток дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* может привести к возникновению мутаций?

- а. Галактоза
- б. Гидроксид водорода
- в. Колхицин
- г. Формальдегид
- д. Бромистый этидий

Задание 3. Решите задачу. Максимальная оценка – 10 баллов.

В распоряжении исследователей есть два гаплоидных штамма дрожжей. Первый штамм не может расти на среде без лизина из-за нонсенс-мутации в гене *G*, который локализован в шестой хромосоме, однако способен расти на среде без лейцина. Второй штамм не может расти на среде без лейцина из-за нонсенс-мутации в гене *V*

(локализован в первой хромосоме), но растет на среде с лизином. У второго штамма присутствует также нонсенс-мутация в гене *M*, который локализован в шестой хромосоме на расстоянии 4 сМ от гена *G*. Мутация в гене *M* приводит к остановке цикла Кребса.

В ходе эксперимента скрестили эти штаммы между собой, в результате чего был получен диплоидный штамм. Затем у него индуцировали спорообразование и проанализировали потомков, выращенных из отдельных аскоспор и размножавшихся бесполым путем в течение 20 поколений.

Выполните задания и запишите ответы в отведённые поля. Учтите, что 1 сМ соответствует частоте рекомбинации 1%. Все функционирующие аллели обозначьте заглавными буквами, а мутантные – соответствующими строчными (*g*, *v*, *m*).

1) Гаплоидных потомков стали выращивать на среде без лизина. Укажите, какая доля от общего числа потомков вырастет на такой среде.

Ответ: 0.5 (50%)

2) Перечислите генотипы потомков, которые вырастут на такой среде.

Ответ: *vGm*, *vGM*, *VGm*, *VGM*

3) Гаплоидных потомков стали выращивать на среде с этанолом и глицерином в качестве единственного источника углерода и без лейцина. Укажите, какая доля от общего числа потомков вырастет на такой среде.

Ответ: 0.25 (25%)

4) Напишите генотипы потомков, которые вырастут на такой среде.

Ответ: *VgM*, *VGM*

5) Сколько молекул АТФ будет в конечном итоге получено в клетке дрожжей (синтезированные минус затраченные) при расщеплении 9 молекул глюкозы и 8 молекул фруктозы.

Ответ: 34

Задание 4. Дайте развёрнутый ответ. Максимальная оценка – 6 баллов.

Очень часто для проведения экспериментов необходимо получать “синхронизированную” культуру клеток дрожжей (это культура клеток, которые находятся на одной стадии жизненного цикла). Предложите методы, которые позволят получить такую культуру клеток, а также методы, которые позволят проверить, что клетки находятся на одной стадии жизненного цикла.

Ответ:

Для получения синхронизированной культуры можно добавлять соединения, которые позволяют контролировать клеточное деление (в случае дрожжей это добавление альфа-фактора). Более того, можно использовать дифференциальное центрифугирование, которое позволит отбирать субпопуляции клеток, и проводить дальнейшее культивирование организмов. Ещё один метод предполагает использование мутаций в генах клеточного цикла, которые приведут к остановке клеточного цикла на определённой стадии. Далее в такие клетки вводится плазмида с нормальным геном циклина под индуцибельным промотором, что позволяет запустить экспрессию данных генов и восстановить деление клеток.

Методы, позволяющие проверить синхронность клеточной культуры следующие. Использование ДНК-связывающих красителей и анализ клеточной культуры на проточном микроскопе. В ходе этого эксперимента мы можем оценить количество ДНК в клетке и на основании этого сделать вывод об одинаковой стадии клеточного цикла. Использование методов микроскопии, что позволяет оценить морфологию дрожжевых клеток и подтвердить, на какой стадии находится культура клеток.

Раздел V. Биология человека

Задания 1-2. Множественный выбор. Максимальная оценка – 2 балла за одно задание.

Внимательно прочитайте предложенный текст и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий.

В процессе эмбрионального развития человека и других животных некоторые клетки выселяются из эпителиев зародышевых листков и формируют другие ткани и зачатки органов. Так, у позвоночных клетки наружного слоя (эпибласта) перемещаются внутрь зародыша, где образуют мезодерму и энтодерму (рисунок 1). Выселяются обычно клетки первичной полоски – участка эпибласта на спинной стороне эмбриона. Похожий процесс наблюдается и на стадии формирования нейрулы. Во время замыкания нервной трубки клетки, расположенные на границе нервной трубки и эктодермы, образуют нервный гребень (рисунок 1). Нервный гребень иногда называют четвёртым зародышевым листком. Его клетки мигрируют по всему эмбриону, участвуя в образовании ганглиев вегетативной нервной системы (парасимпатической, симпатической), сенсорных нейронов, глии, структур скелета головы, а также формируя пигментные клетки эпидермиса (рисунок 1).

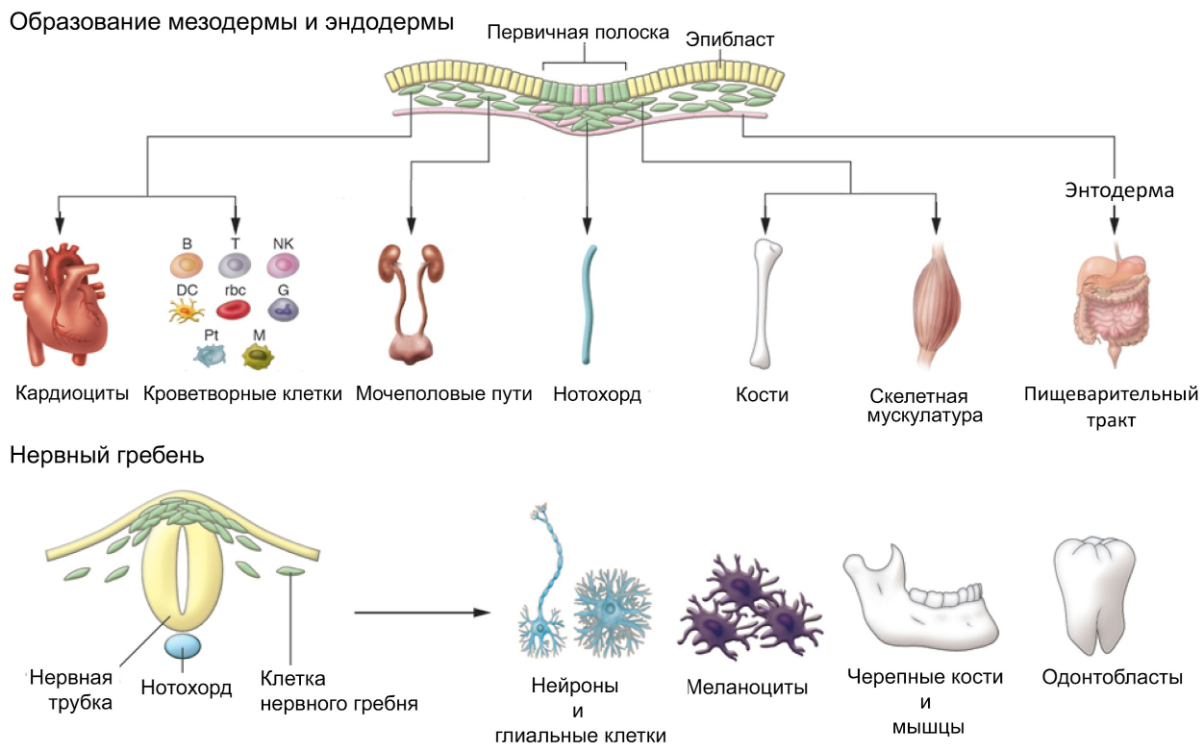


Рисунок 1. Образование различных органов и тканей в эмбриональном развитии человека

Нервный гребень образуется почти на всём протяжении замыкающейся нервной трубки, при этом клетки из различных участков нервного гребня дифференцируются не одинаково. В зависимости от положения и судьбы клеток в нервном гребне различают следующие отделы: головной, вагусный (шейный), туловищный, кардиальный и крестцовый. Головной отдел нервного гребня образует, в частности, кости и хрящи лица, шеи. Туловищный отдел даёт начало сенсорным корешкам и чувствительным нервам спинного мозга, симпатической системе, а также пигментным клеткам и мозговому веществу надпочечников. Вагусный (шейный) и крестцовый отделы формируют парасимпатическую иннервацию кишечника. Из клеток кардиального нервного гребня развивается перегородка между аортой и легочной артерией (рисунок 2).

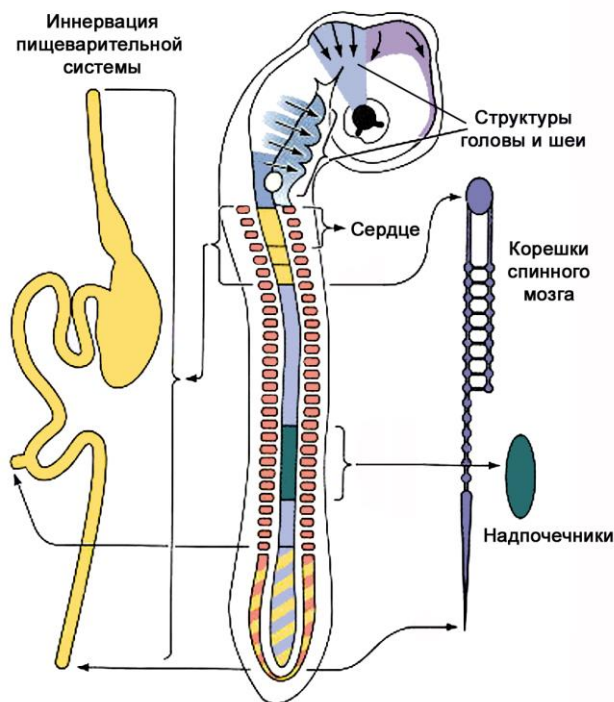


Рисунок 2. Схема строения зародыша позвоночного и некоторые пути дифференцировки клеток его нервного гребня.

1. Используя информацию, представленную в тексте и на рисунках, выберите все правильные утверждения о процессах в организме человека в норме и при патологии.

- а. Клетки нервного гребня дают начало некоторым клеткам эпидермиса
- б. Клетки первичной полоски образуют нервный гребень при замыкании
- в. Глиальные клетки могут развиваться из нотохорда
- г. Туловищный отдел нервного гребня образует меланоциты
- д. Туловищный отдел нервного гребня участвует в образовании некоторых желёз

2. На основе информации, приведённой в тексте и на рисунках, а также ваших знаний выберите все правильные утверждения.

- а. У головоногих моллюсков нервная трубка формируется из эктодермы
- б. Гастрюляция у позвоночных происходит за счёт выселения клеток из эпибласта
- в. Центральная нервная система у позвоночных развивается из нервной трубки
- г. Симпатическая нервная система у позвоночных развивается из мезодермы
- д. Туловищный отдел нервного гребня формирует железы внутренней секреции

Задание 3. Установите правильную последовательность объектов, явлений или стадий процесса. Максимальная оценка – 5 баллов.

Установите правильную последовательность перемещения по органам лимфатической и кровеносной системы лейкоцита, который попал в лимфоток в слизистой оболочке кишечника и оказался в одной из артериол селезёнки.

- 1. Верхняя полая вена
- 2. Поясничный лимфатический ствол
- 3. Левая плечеголовная вена
- 4. Грудной проток

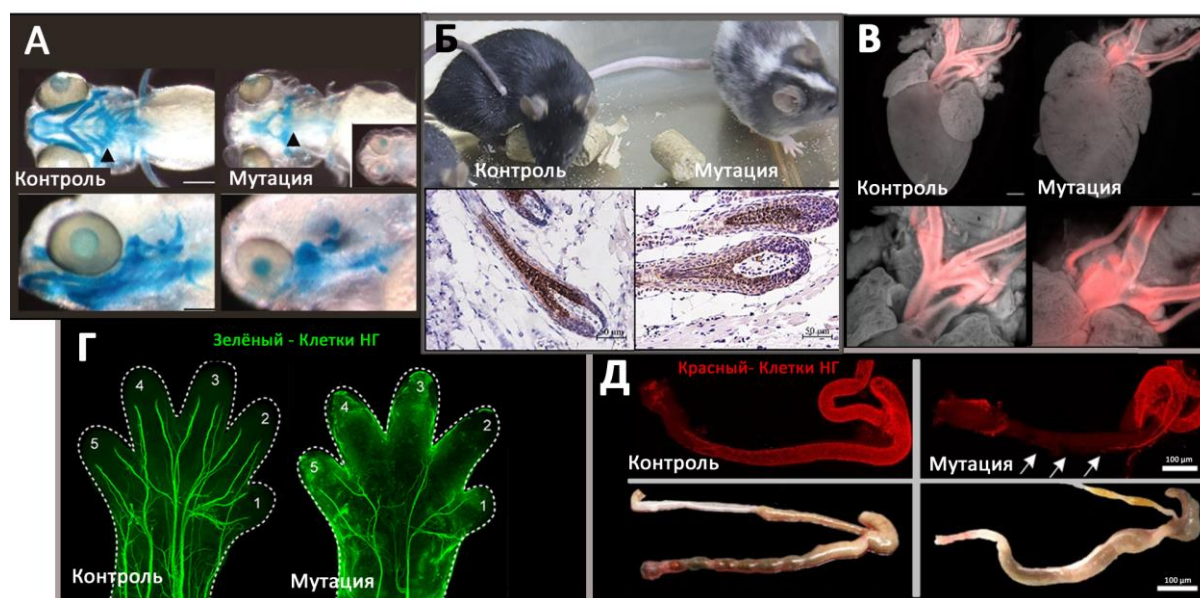
5. Грудная аорта

Ответ: 24315

Задание 4. Установите соответствие. Максимальная оценка – 5 баллов.

Закономерности эмбриогенеза человека изучают в том числе и на модельных животных. Для того, чтобы определить роль и судьбу клеток нервного гребня (НГ), гены зародыша модифицируют, внося мутации, нарушающие нормальную дифференцировку определённых клеток. Помимо мутаций, нарушающих их развитие, в клетках нервного гребня находятся и экспрессируются гены белков-маркеров, благодаря которым их можно отличить от других зародышевых клеток.

В гены модельных позвоночных животных внесли мутации, нарушающие развитие клеток нервного гребня одного из отделов. **Установите соответствие между изображениями животных и их зародышевых структур (А-Д) и отделами нервного гребня, развитие которого было нарушено мутацией (1-5).** Для сравнения на изображениях приведены зародышевые структуры здоровых животных (контроль). Внимание! Некоторые названия в списке – лишние!



Список отделов:

1. Головной
2. Вагусный
3. Туловищный
4. Кардиальный
5. Крестцовый
6. Глазной

Ответы:

| А | Б | В | Г | Д |
|---|---|---|---|---------|
| 1 | 3 | 4 | 3 | 2 или 5 |

№6 – лишний.

Задание 5. Решите задачу. Максимальная оценка – 8 баллов.

Сердечный выброс – показатель, характеризующий объём крови, выбрасываемой сердцем в минуту в большой круг кровообращения у испытуемого составляет 6000 мл/мин. Объёмная скорость кровотока в нисходящей части грудной аорты составляет 3000 мл/мин, в брюшной аорте 2400 мл/мин.

Порция флуоресцентного красителя переносится с кровотоком по аорте, и связывается с мишенью в точке её разделения на правую и левую общие подвздошные артерии. Подсчитайте, сколько времени понадобится этой порции красителя, чтобы переместиться из левого желудочка в фазе систолы к мишени. Промежуточные результаты вычислений, полученные в ходе решения, внесите в специально отведённые поля. Внимание! Округлите ответы с точностью до сотых.

Таблица 1. Морфологические характеристики некоторых сосудов.

| Название сосуда | Площадь поперечного сечения, см ² | Длина сосуда, см |
|--------------------------------|--|------------------|
| Восходящая часть грудной аорты | 4 | 5 |
| Дуга аорты | 4 | 4 |
| Нисходящая часть грудной аорты | 2,5 | 30 |
| Брюшная аорта | 2 | 12 |

1. Процент сердечного выброса, приходящийся на кровоток в грудной аорте (%):

_____ 2 балла

$$3000/6000=50\%$$

2. Процент сердечного выброса, снабжающий органы брюшной полости (%):

_____ 2 балла

$$2400/6000=40\%$$

3. Линейная скорость красителя на участке от начала аорты до конца дуги аорты (см/сек): _____ 1 балл

$$\text{По аорте } 6000 \text{ мл в мин} / 4 \text{ см}^2 = 1500 \text{ см/мин} \quad 1500/60 = 25 \text{ см/сек}$$

4. Линейная скорость красителя в нисходящей части грудной аорты (см/сек):

_____ 1 балл

$$3000 \text{ мл в мин} / 2,5 \text{ см}^2 = 1200 \text{ см/мин} \quad 1200/60 = 20 \text{ см/сек}$$

5. Линейная скорость красителя в брюшной аорте (см/сек): _____ 1 балл

$$2400 \text{ мл в мин} / 2 \text{ см}^2 = 1200 \text{ см/мин} \quad 1200/60 = 20 \text{ см/сек}$$

6. Время прохождения порции красителя от сердца до разделения брюшной аорты (сек): _____ 1 балл

$$9 \text{ см} / 25 \text{ см/сек} + 30 \text{ см} / 20 \text{ см/сек} + 12 \text{ см} / 20 \text{ см/сек} = 0,36 + 1,5 + 0,6 = 2,46 \text{ сек}$$