



ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА



Общеобразовательный предмет: **биология**

10 – 11 класс
Вариант 1
2023-2024 уч. г.

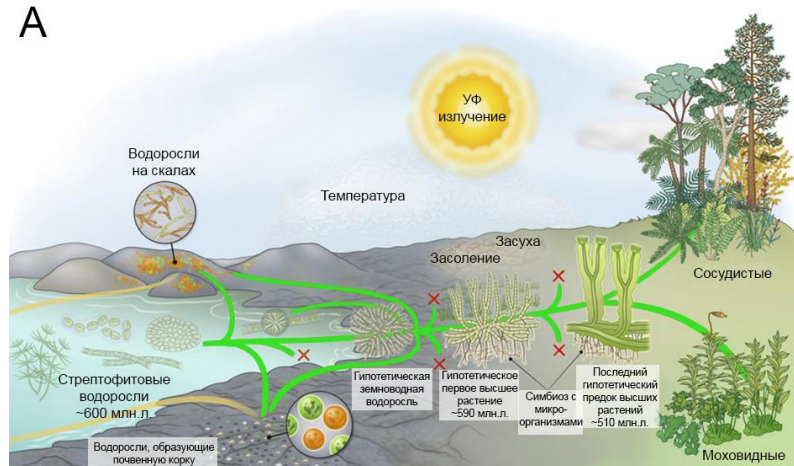
Пример одного из вариантов. Каждый вариант генерируется электронной системой случайным образом из пулов заданий по каждому из разделов.

Раздел I. Биология растений, водорослей, грибов

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

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

А



Б

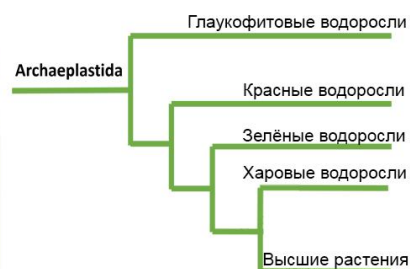


Рисунок. А. Зелёная кривая – колонизация суши в линии водорослей, которая привела к появлению высших растений; жёлтая – колонизация суши водорослями из других групп; х – вымершие организмы. **Б.** Филогенетическое дерево группы Archaeplastida.

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.

Первые наземные растения должны были успешно противостоять целому ряду стрессовых факторов, воздействующих на суше: ультрафиолетовое излучение, засуха, резкие перепады температур и т.д. В ходе эволюции некоторые представители первых эмбриофитов приобрели адаптации к наземной среде, например, способность к проведению воды, устьица, зародыш и т.д. Точный набор признаков общего предка эмбриофитов неизвестен, однако этот организм сочетал в себе черты как сосудистых растений, так и мхов.

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

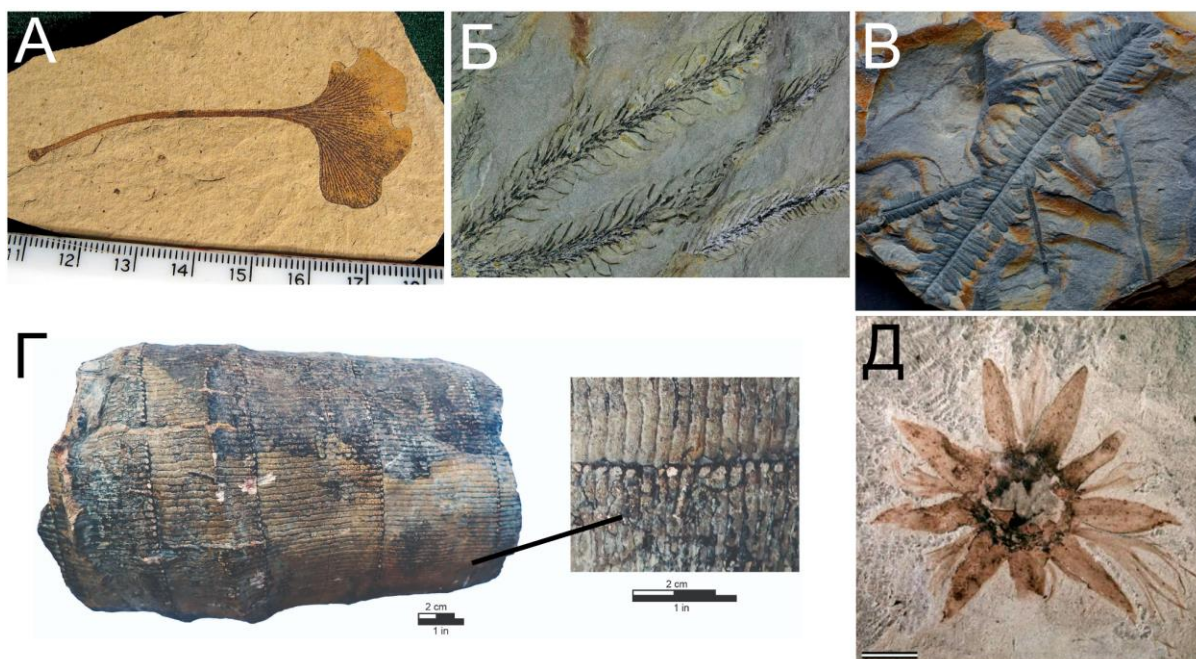
- а. Ближайший общий предок высших растений был подвержен воздействию многих абиотических факторов, в том числе ультрафиолетовому излучению
- б. Эмбриофиты – группа растений, которые произошли в ходе эволюции от одного общего предка
- в. Стрептофитовые водоросли возникли в эволюции раньше, чем красные водоросли
- г. Харовые водоросли населяют преимущественно морские водоёмы
- д. Все наземные растения относят к группе Archaeplastida

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

- а. Высшие растения возникли в эволюции раньше, чем трилобиты
- б. Одной из ключевых адаптаций растений к жизни на суше стало образование микоризы
- в. Все представители группы Archaeplastida имеют двумембранные пластиды
- г. Харовые водоросли неспособны к половому размножению
- д. Среди бурых водорослей отсутствуют одноклеточные представители

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

На рисунке изображены различные части вымерших высших растений. Внесите русские названия отделов растений спорофитной линии эволюции, к которым относят эти ископаемые организмы, в отведённые поля рядом с соответствующими номерами.



Ответ:

- А – Голосеменные (Гинкговидные)
- Б – Плауны (Плауновидные, Плаунообразные)
- В – Папоротники (Папоротниковидные, Папоротникообразные)
- Г – Хвощи (Хвоцевидные, Хвоцеобразные, Папоротники)
- Д – Цветковые (Покрытосеменные)

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

Установите правильную последовательность перемещения молекулы воды по организму цветкового растения.

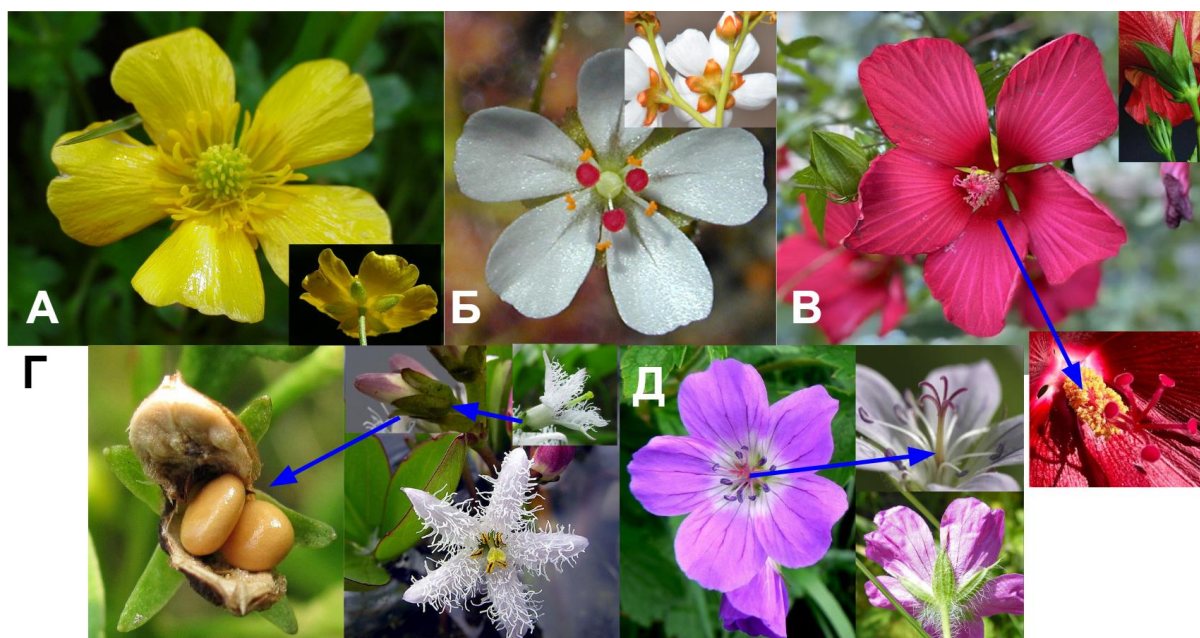
1. Сосуд
2. Корневой волосок
3. Клетка мезофилла листа
4. Перицикл
5. Пропускная клетка эндодермы

Ответ: 25413

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

Цветковые – группа организмов, которая сейчас доминирует в растительном покрове нашей планеты. Строение их цветков можно описать с помощью специальной формулы, часто эта формула характерна для всех или большинства представителей одного семейства.

Установите однозначное соответствие между формулами цветков и их фотографиями. Соответствующую букву, обозначающую фото, выберите из предложенного списка в раскрывающемся меню. Внимание! Одна формула является лишней.



Ответы:

Формула	Фотография
*Ч5 Л5 Т ∞ П ∞	А
*Ч5 Л5 Т5 П1	Б
*Ч(5) Л(5) Т(∞) П1	В
*Ч(5) Л(5) Т5 П1	Г
*Ч5 Л5 Т10 П1	Д
*Ч(5) Л(5) Т(∞) П ∞	лишняя

Раздел II. Биология животных

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

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

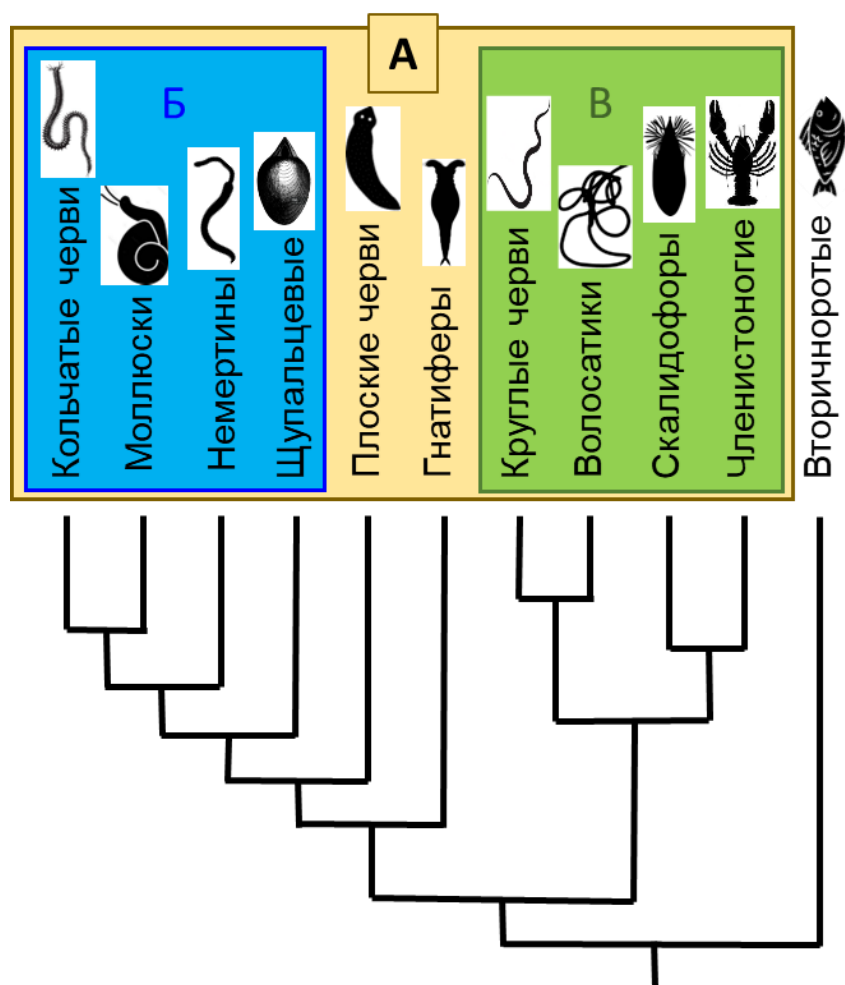


Рисунок. Упрощённое филогенетическое дерево Bilateria (некоторые таксоны не показаны). Цветной заливкой выделены три клады: А (бежевый цвет, она включает в том числе клады Б и В), Б (голубой) и В (зелёный).

Реконструкция филогенетических отношений в живой природе – одна из важнейших задач биологии. В её основе всегда лежит сравнительный анализ организмов, как современных, так и вымерших, по различным признакам. В последние десятилетия особое внимание уделяют использованию молекулярно-биологических данных, сравнивая нуклеотидные последовательности элементов генома у разных форм и сопоставляя полученные результаты с анализом «классических» признаков – анатомических, гистологических, эмбриологических и других. Перед вами – упрощённое филогенетическое дерево животных, образующих таксон Bilateria (двусторонне-симметричные животные). Представлена одна из наиболее распространённых в настоящее время филогенетических реконструкций. Помимо таксонов, изучаемых в школе, здесь показаны:

Тип Немертины – преимущественно донные морские черви, обладающие реснично-мышечной локомоцией и замкнутой кровеносной системой целомической природы. У многих видов имеет место катастрофический метаморфоз, при котором развитие ювенильной особи происходит внутри личинки из материала нескольких зачатков – “имагинальных мешочков”. Мешочки разрастаются, сливаются, формируя вокруг кишечной трубки личинки тело молодого червя. В дальнейшем он разрывает покровы личинки, выходит из неё и съедает личиночные ткани.

Тип Щупальцевые – таксон, включающий форонид, плеченогих и мшанок, целомических животных с двух- или трёхраздельным целомом, питающихся мелкими взвешенными в воде частицами. В онтогенезе есть стадия ресничной личинки. Мшанки – исключительно колониальные животные.

Тип Гнатиферы – водные или паразитические черви. Их свободноживущих представителей объединяет наличие характерного челюстного аппарата; у крупных представителей хорошо развита первичная полость тела. Включает гнатостомулид, микрогнатозоев, коловраток и скребней.

Тип Волосатики – таксон, к которому принадлежит знаменитый «конский волос», личинки которого паразитируют в насекомых.

Тип Скалидофоры – морские черви, имеющие на переднем конце характерный «хобот» с терминальным ротовым отверстием. Тело покрыто мощной кутикулой. У крупных форм хорошо развита первичная полость тела, а целома нет.

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

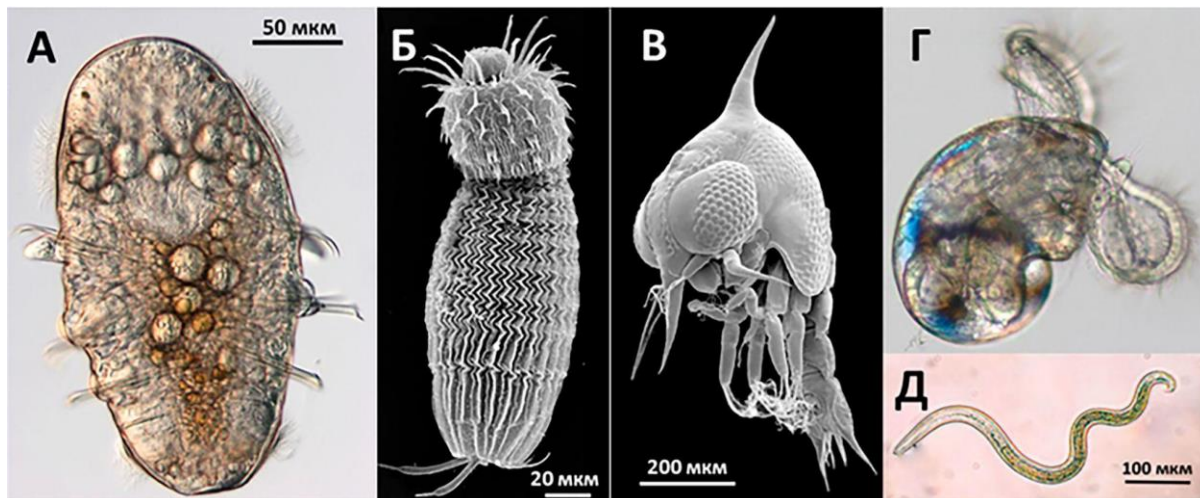
- а. Таксон Плоские черви является сестринским по отношению к кладе **Б**
- б. Ближайшие родственники членистоногих в современной фауне – кольчатые черви
- в. Дивергенция таксонов Скалидофоры и Членистоногие, вероятно, произошла раньше, чем таксонов Круглые черви и Волосатики
- г. Среди представителей типа Щупальцевые есть паразитические формы
- д. Дождевой червь – более близкий родственник планарии, чем кальмара

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

- а. На изображённом филогенетическом древе представлены исключительно трёхслойные животные
- б. Переход к паразитизму в ходе эволюции Bilateria осуществлялся единожды
- в. Взрослые представители клады **А** всегда имеют развитую обширную первичную полость тела
- г. Для некоторых представителей клады **Б** характерно прямое развитие
- д. Большинство представителей клады **В** имеет одинаковое число хромосом, такое же, как и у их общего предка

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

Перед вами изображения личинок некоторых беспозвоночных животных из таксонов, представленных выше на филогенетическом древе. Определите типы, к которым относят этих животных, и запишите их русские названия в отведённые поля рядом с соответствующими буквами.



Ответ:

- А – Кольчатые черви
- Б – Скалидофоры
- В – Членистоногие
- Г – Моллюски
- Д – Круглые черви

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

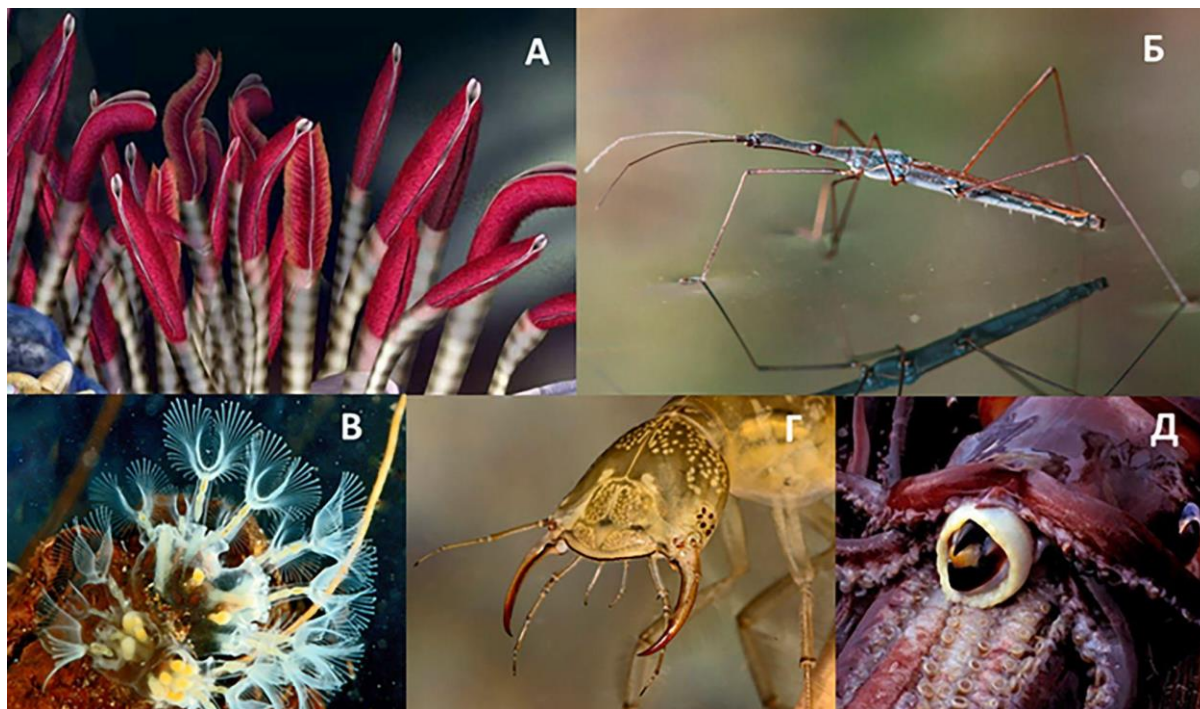
Установите хронологическую последовательность событий, происходящих в ходе экскреции при помощи выделительной системы у планарии.

1. Выведение вторичной мочи через выделительные поры
2. Фильтрация тканевой жидкости через ультрафильтр, образованный выростами терминальной клетки и базальной пластинкой эпителия
3. Диффузия продуктов метаболизма в клетках и тканевой жидкости паренхимы
4. Реабсорбция веществ в ветвящихся канальцах протонефридиев
5. Поступление вторичной мочи в главные каналы протонефридиев

Ответ: 32451

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

Перед вами – изображения животных или их частей. Для каждого изображённого объекта (А-Д) выберите подходящие для него утверждения из предложенного списка (1-10). Внимание! Некоторые утверждения в списке лишние!



Список утверждений:

- 1) Питание жидкой или полужидкой пищей
- 2) Питание крупными морскими животными
- 3) Исключительно симбиотрофное питание
- 4) Использует в пищу клетки диатомовых водорослей
- 5) Прикрепленный организм; будучи взрослым не способен к локомоции
- 6) Онтогенез включает стадию куколки
- 7) Кровь содержит гемоглобин, способный обратимо связываться с сероводородом и переносить его молекулы
- 8) Кровеносная система включает дополнительные жаберные сердца
- 9) Представитель эпинеястона
- 10) Для охоты и защиты использует стрекательные клетки

Ответ:

А	Б	В	Г	Д
37	19	45	16	28

№10 – 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.

Апикальная меристема побега (АМП) покрытосеменных растений позволяет растению на протяжении всего онтогенеза формировать различные структуры, в том числе боковые побеги, цветки, листья. Гистологические исследования показывают, что АМП подразделена на несколько слоёв (рис. 1А) и три зоны: центральную, периферическую и стержневую (рис. 1Б).

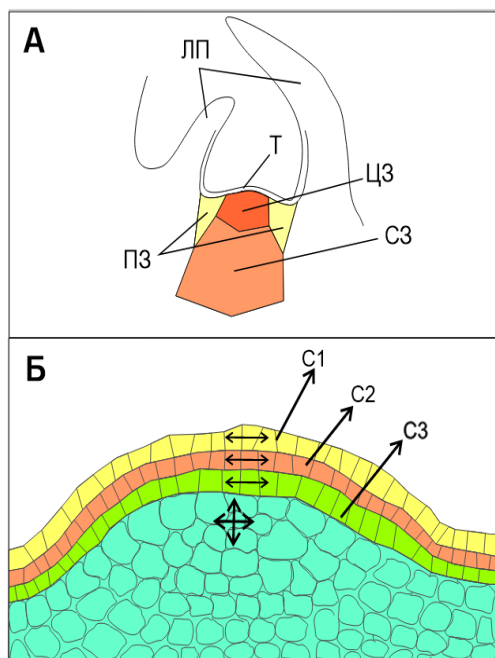


Рисунок 1. А. Модель апикальной меристемы “туника-корпус”. Т – туника; ЛП – листовые зачатки (примордии); ЦЗ – центральная зона; ПЗ – периферическая зона; СЗ – стержневая зона (основная меристема). **Б.** Строение конуса нарастания. Поверхностный слой клеток С1 и подстилающие его слои С2 и С3 формируют тунику. Под ними располагается зона корпуса. Стрелки без обозначений показывают ориентацию плоскости деления клеток.

Пул недифференцированных клеток находится в центре АМП и в совокупности представляет собой источник новых клеток, которые делятся и дифференцируются в различных направлениях, формируя боковые органы. Пул недифференцированных клеток непрерывно пополняется за счёт меристематических клеток.

Живые растительные клетки обычно тотипотентны. Поэтому можно наблюдать и обратный дифференциации процесс – потерю клеткой её специализации. *Потерявшие специализацию клетки*, делясь, могут образовать многоклеточную структуру – *каллус*. При определённых условиях из каллуса могут формироваться органы растения. Иногда из каллуса могут развиваться зародыши, которые впоследствии формируют самостоятельный организм.

В лабораторных условиях рост каллуса обычно инициируют сочетанием растительных гормонов. Так, изменения соотношения концентрации гормонов цитокинина и ауксина (или индолил-уксусной кислоты) в среде, на которой растёт каллус, приводит к дифференцировке органов (рис. 2).



Рисунок 2. Влияние концентрации ауксина (ИУК) и цитокинина (ЦК), на дифференцировку органов из каллуса.

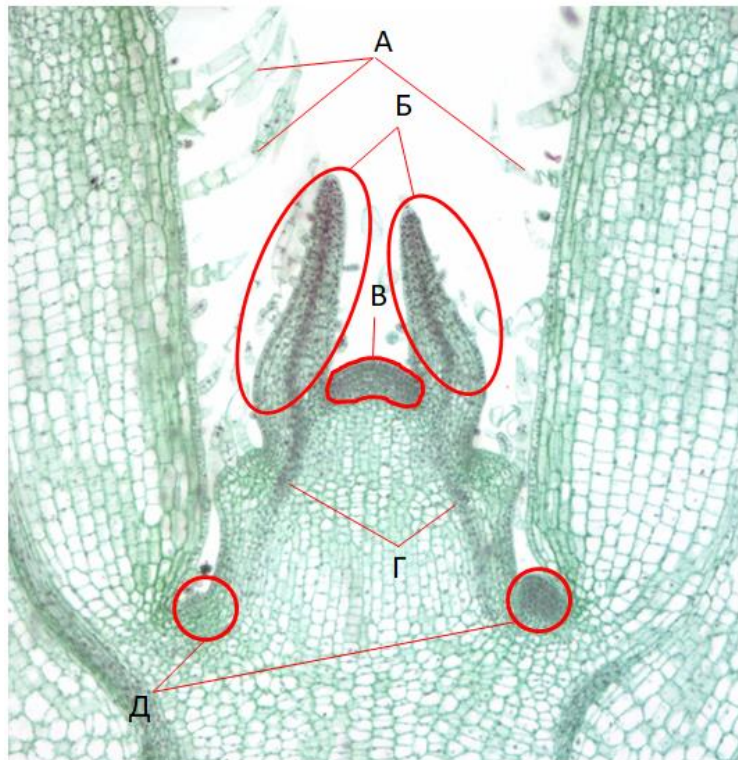
1. Выберите все правильные ответы, опираясь на информацию из текста и рисунков.

- а. Клетки слоёв С1 и С2 делятся только в одной плоскости
- б. Клетки туники отличаются по форме и размеру от клеток корпуса
- в. Растительный гормон цитокинин в высокой концентрации инициирует рост корней в каллусе
- г. В состав центральной зоны конуса нарастания побега входит проводящая ткань
- д. Дифференцированная живая клетка растений способна дать начало меристематической

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

- а. В формировании раневых меристем участвуют потерявшие свою специализацию клетки растений
- б. Цветковое растение резуховидка Таля (*Arabidopsis thaliana*), выращенное из каллуса, сможет размножаться при помощи семян
- в. Выращивание растений из каллуса предотвращает заражение их вирусами, поражающими сформированные вегетативные органы
- г. У всех покрытосеменных и хвойных растений клетки туники делятся вдоль оси формирующегося побега
- д. Клетки АМП не имеют пластид

Задание 3. Подпишите рисунок. Максимальная оценка – 5 баллов.
 На фотографии изображён продольный срез верхушки побега сирени (*Syringa L.*).
 Внесите названия отмеченных частей в соответствующие поля.



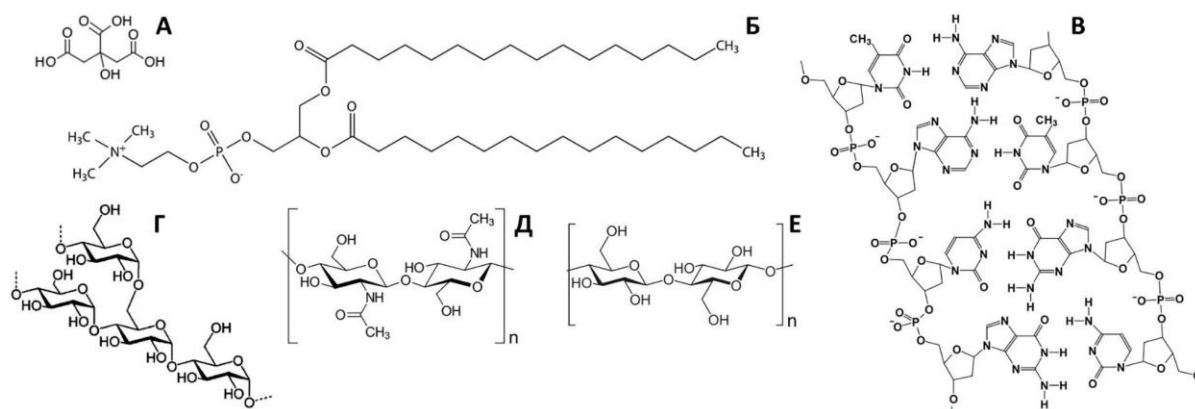
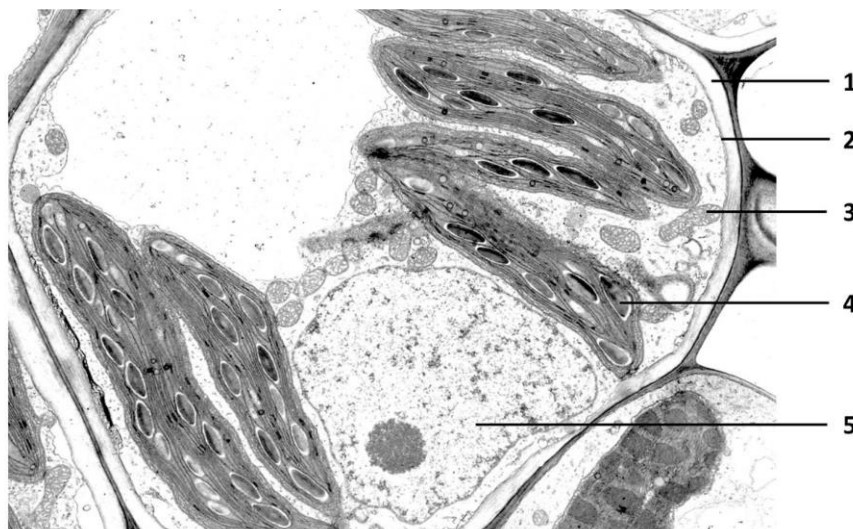
Ответы:

Часть побега	Название
А	трихомы (волоски)
Б	зачатки листьев
В	меристема
Г	прокамбий листовых следов (листовые следы)
Д	зачатки пазушных почек

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

Перед вами электронограмма с изображением клетки и её структурных элементов. На ней цифрами обозначены структурные элементы (в том числе органоиды), содержащие значительное количество молекул некоторых веществ.

Установите однозначное соответствие между структурными элементами (обозначены цифрами) и формулами этих веществ (обозначены буквами). Соответствующую букву, обозначающую вещество, выберите из предложенного списка в раскрывающемся меню. Внимание! Одна формула является лишней.



Ответ:

1	2	3	4	5
Е	Б	А	Г	В

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 растения. Запишите ответ в отведённое поле.**

Ответ:

Электрохимический градиент ионов водорода (протонов) используется в растительной клетке для синтеза молекул АТФ на сопрягающих мембранах АТФ-синтазами (Ф-АТФазами) в ходе фотофосфорилирования в хлоропластах (световая фаза на мембранах тилакоидов) и окислительного фосфорилирования на внутренней мембране митохондрий.

Как и в митохондриях клеток бурого жира животных, электрохимический градиент ионов водорода на мембранах митохондрий ряда растений (весеннецветущие эфемероиды, например, подснежник, и опыляемые мухами Аронниковые) участвует в

процессе термогенеза с помощью разобщающих белков и альтернативной оксидазы. Кроме этого, на плазматической мембране (P-АТФазы) и на мембране вакуоли – тонопласте (V-АТФазы) энергия АТФ используется для создания электрохимического градиента ионов водорода и кальция. Эти градиенты обуславливают мембранный потенциал и используются для транспорта ионов и низкомолекулярных соединений (поглощение минеральных веществ и воды, транспорт метаболитов по растению). Мембранные градиенты лежат в основе физиологической активности клетки и целого растения (рост растяжением, рост пыльцевой трубки и корневых волосков, тропизмы – направленные ростовые движения под действием внешних стимулов, осмотические движения – настии [открытие/закрывание устьиц, складывание листьев стыдливой мимозы, закрывание ловчих листьев венериной мухоловки и т.п.]). Быстрые изменения мембранного потенциала, обусловленные в первую очередь ионами кальция, опосредуют генерацию и проведение локальных электрических сигналов, которые участвуют в инициации перечисленных настических движений и восприятию повреждающих воздействий (ожог, механическое повреждение и т.п.).

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 хромосомы. 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.

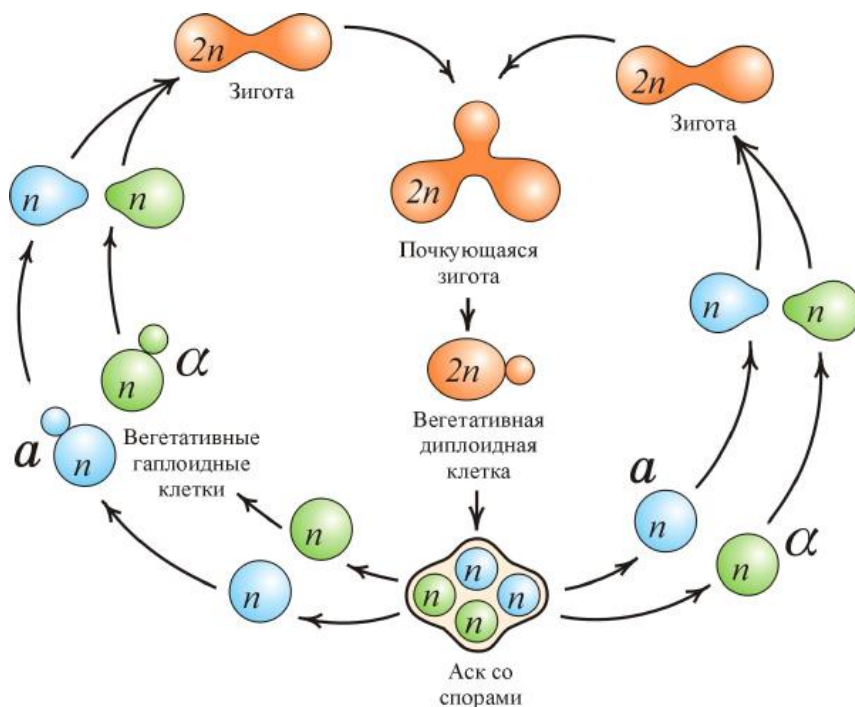


Рисунок. Жизненный цикл дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. $2n$ – диплоидные клетки, n – гаплоидные клетки.

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

- Клетка дрожжей, образовавшаяся в результате почкования, в норме содержит такое же число хромосом, что и исходная
- Зигота у дрожжей образуется из клеток с разными типами спаривания
- Для дрожжей характерно образование специализированных мужских и женских гамет, различающихся строением
- У дрожжей имеется ген, представленный в хромосоме единственной копией. В постсинтетическом этапе интерфазы гаплоидной клетки этот ген будет представлен четырьмя копиями
- В анафазе первого деления мейоза хромосомы дрожжей состоят из двух хроматид

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

- Колхицин
- Этиловый спирт
- Гидроксид водорода
- Пероксид водорода
- Хлористый метилен

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

В распоряжении исследователя есть два гаплоидных штамма дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Первый штамм не может расти на среде без триптофана из-за нонсенс-мутации в гене *T*, локализованном в четвертой хромосоме, однако растёт на среде с аденином. Второй штамм не может расти на среде без аденина из-за нонсенс-мутации в гене *A* (локализован в первой хромосоме), но растёт на среде с триптофаном.

У второго штамма также присутствует нонсенс-мутация в гене *M*, который локализован в четвертой хромосоме на расстоянии 30 сМ от гена *T*. Мутация в гене *M* приводит к остановке цикла Кребса.

В ходе эксперимента скрестили эти штаммы между собой, в результате чего был получен диплоидный штамм. У него индуцировали спорообразование и затем проанализировали потомков, выращенных из отдельных аскоспор и размножившихся бесполом 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 (*t*, *a*, *m*).

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

Ответ: 0,5 (50%)

2) Перечислите генотипы потомков, которые вырастут на такой среде. В ответ запишите все генотипы через запятую без пробелов.

Ответ: *aTm*, *aTM*, *ATm*, *ATM*

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

Ответ: 0,25 (25%)

4) Перечислите генотипы потомков, которые вырастут на такой среде. В ответ запишите все генотипы через запятую без пробелов.

Ответ: *ATM*, *AtM*

5) Сколько молекул АТФ будет в конечном итоге получено в клетке дрожжей (синтезированные минус затраченные) при расщеплении 2 молекул глюкозы и 2 молекул фруктозы в бескислородной среде. В ответе запишите одно число.

Ответ: 8

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

Для изучения функции гена часто используют “метод делеций”, когда интересующий нас ген удаляют из молекулы ДНК, после чего изучают изменения фенотипа. Однако делеции некоторых генов могут приводить к гибели организма на самых ранних стадиях его развития, в результате чего применение данного метода невозможно или малоэффективно. **Предложите не менее трёх методов, которые позволили бы установить функцию некоторого гена у дрожжей, не используя делеции. Кратко опишите механизмы, лежащие в их основе.**

Ответ:

- 1) Проведение секвенирования генома с последующей аннотацией, которая позволяет определить расположение и функцию генов, а также их взаимодействие с другими элементами генома. Здесь широко используется сравнительный анализ. Например, используя инструменты биоинформатики, можно сравнить интересующую нас последовательность с уже известными

последовательностями других организмов, которые есть в базах данных. Тот или иной уровень сходства последовательностей может означать тот или иной уровень сходства функций.

- 2) Использование методов нокдауна, т.е. подавления экспрессии гена и последующее изучение фенотипических изменений. Можно использовать короткие олигонуклеотиды, комплементарные соответствующим мРНК или связывающиеся с последовательностью нуклеотидов в ДНК. Нокдаун гена приведёт к временному изменению параметров экспрессии гена, без внесения изменений в структуру хромосом и последовательности ДНК гена.
- 3) Внесение точечных мутаций, которые частично нарушают функцию гена, и отслеживание их фенотипического проявления.

Возможны и другие правильные элементы ответа.

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.

Онкологические заболевания – одна самых распространённых причин смертности людей в современном мире. Наиболее опасные опухоли в 90% случаев развиваются из метастазирующих клеток. Это клетки, которые отделяются от первичной опухоли (карциномы, саркомы, лимфомы или меланомы) и оказываются в другом органе или ткани, где образуют вторичные опухоли. Например, в норме клетка, отделившаяся от эпителиального слоя, гибнет в результате апоптоза, который запускается в ответ на потерю её адгезии с соседними клетками и базальной пластинкой. Раковые клетки (клетки карциномы) избегают этого, т.к. они способны осуществлять эпителиально-мезенхимный переход, то есть приобретать свойства мезенхимных клеток, в норме образующих соединительную ткань (рис. 1). Такие клетки способны к миграции в соседние ткани и могут в изобилии синтезировать компоненты межклеточного вещества этих тканей. Более того, они могут проникать в кровеносные и лимфатические сосуды и переноситься в другие органы с кровотоком и лимфотоком, то есть метастазировать.

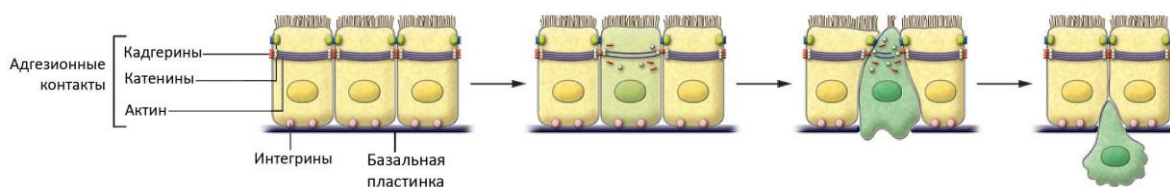


Рисунок 1. Эпителиально-мезенхимный переход клетки.

Эпителиально-мезенхимный переход не характерен для клеток взрослого организма, за исключением раковых, однако его можно наблюдать в процессе эмбрионального развития человека и многих других животных. Так, у позвоночных клетки наружного слоя зародыша (эпибласта) выселяются внутрь зародыша, где образуют мезодерму и энтодерму (рис. 2). Выселяются обычно клетки первичной полоски – участка эпибласта на спинной стороне зародыша. Похожий процесс наблюдается и на стадии формирования нейрулы. Во время замыкания нервной трубки клетки, расположенные на границе нервной трубки и эктодермы, образуют нервный гребень. Эти клетки преобразуются в мезенхимальные и мигрируют по всему эмбриону,

участвуя в образовании ганглиев периферической нервной системы, челюстей, формируя пигментные и глиальные клетки (рис. 2).

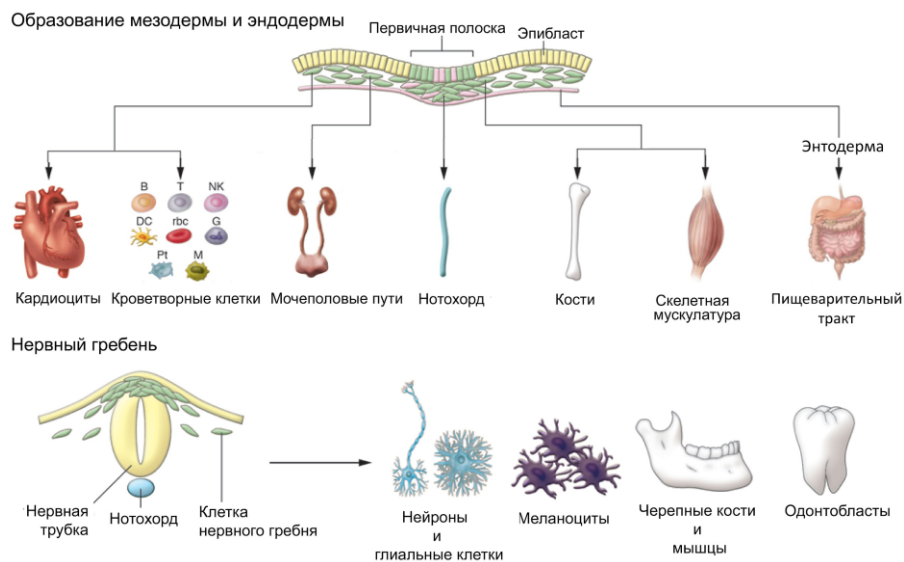


Рисунок 2. Образование различных органов и тканей в эмбриональном развитии человека

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 опухоли головного мозга могут иметь эпителиальное происхождение
- б. В ходе эпителиально-мезенхимного перехода разрушаются контакты клеток с базальной пластинкой
- в. Клетка эпителия тонкого кишечника в норме может начать миграцию из эпителия в другую ткань
- г. В эмбриональном развитии человека некоторые клетки мезенхимы преобразуются в эпителиальные
- д. Клетки нервного гребня дают начало некоторым клеткам эпидермиса

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

- а. У головоногих моллюсков нервная трубка формируется из эктодермы
- б. Лимфома образуется из клеток соединительной ткани
- в. Гастрюляция у позвоночных происходит за счёт выселения клеток из эпибласта
- г. Метастазы не проникают в головной мозг с кровотоком, т.к. в нём отсутствуют кровеносные сосуды
- д. Раковые клетки в соединительной ткани могут синтезировать коллаген

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

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

1. Левый желудочек сердца
2. Нижняя полая вена
3. Брюшная аорта

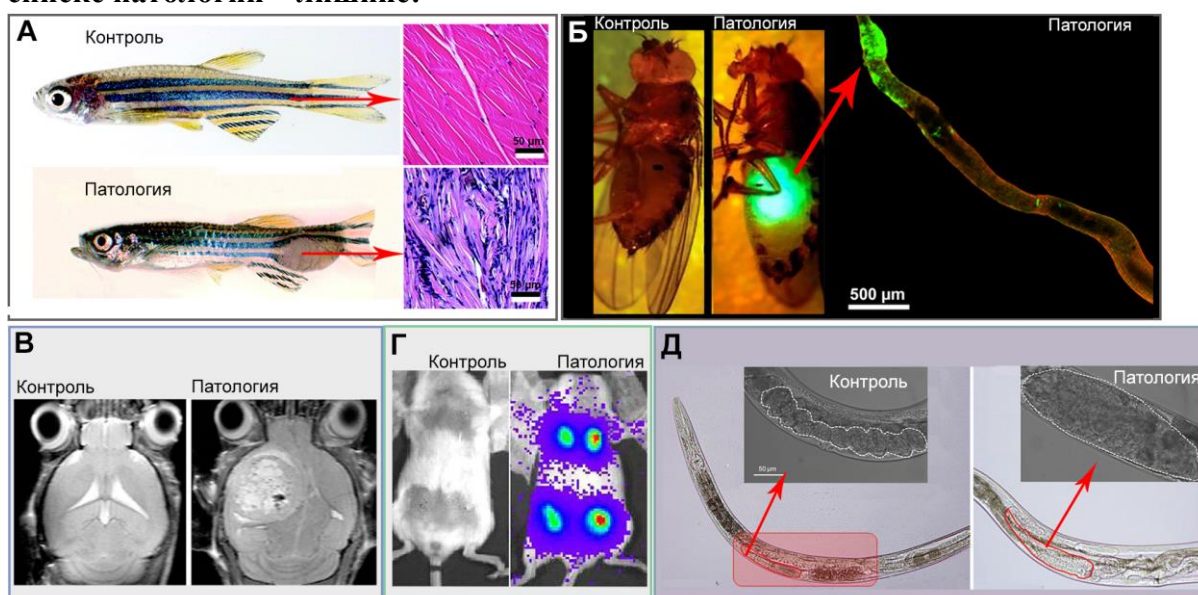
4. Желудочная вена
5. Воротная вена

Ответ: 45213

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

Онкогены – гены, нарушения экспрессии которых могут приводить к развитию злокачественных опухолей. Для моделирования этого процесса генетически модифицированные клетки, экспрессирующие онкогены, разводят в культуре и затем инъецируют в органы экспериментальных животных. Помимо активных онкогенов клетки в инъекции могут содержать гены белков-маркеров, благодаря которым их можно отличить от клеток здоровой ткани. Таким образом, на животных моделируют процессы развития различных опухолей, характерных и для человека.

Установите однозначное соответствие между изображениями лабораторных животных или их органов (А-Д) и названиями патологий человека, которые воспроизведены в данных экспериментах (1-10). Для сравнения на изображениях приведены здоровые животные (контроль). Внимание! Некоторые названия в списке патологий – лишние!



Список патологий:

1. Рак яичника
2. Рак щитовидной железы
3. Рак молочных желёз
4. Рак пищевода
5. Опухоль мозга
6. Опухоль мышц
7. Рак кишечника
8. Рак лёгких
9. Рак почек
10. Рак печени

Ответ:

А	Б	В	Г	Д
6	7	5	3	1

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

В среднем за 1 сердечный цикл сердце испытуемого выбрасывает в большой круг кровообращения около 100 мл (см³) крови. В диагностике чаще используется показатель, характеризующий объём крови, выбрасываемой сердцем в минуту – сердечный выброс. Известно, что 20% от сердечного выброса поступает к голове. 80% кровоснабжения головы обеспечивают сонные артерии, каждая из них переносит приблизительно равные объёмы крови. ЧСС испытуемого = 60 уд/мин.

Порция флуоресцентного красителя переносится с кровотоком к голове, где связывается с мишенью в точке разделения левой общей сонной артерии на наружную и внутреннюю ветвь. **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 до выхода левой общей сонной артерии	4	4
Нисходящая часть грудной аорты	2	30
Правая общая сонная артерия	0,2	9
Левая общая сонная артерия	0,2	10
Внутренняя левая сонная артерия	1,2	6

1. Значение сердечного выброса (мл/мин): _____ **1 балл**

*Сердечный выброс = 100 мл * 75 уд/мин = 7500 мл/мин*

2. Объёмная скорость кровотока, снабжающего голову (мл/мин): _____ **1 балл**

*К голове уходит 20% = 7500 * 0,2 = 1500 мл/мин*

3. Объёмная скорость кровотока по левой общей сонной артерии (мл/мин):

_____ **1 балл**

*80% по сонным артериям = 1500 * 0,8 = 1200 мл/мин 1200 / 2 = 600 мл/мин*

4. Линейная скорость красителя на участке от начала аорты до начала левой общей сонной артерии (см/сек): _____ **2 балла**

По аорте 7500 мл в мин / 4 см² = 1875 см/мин 1875 / 60 = 31,25 см/сек

5. Линейная скорость красителя на участке от начала левой общей сонной артерии до её разделения (см/сек): _____ **2 балла**

672 / 0,4 = 3000 см/мин 3000 / 60 = 50 см/сек

6. Время прохождения порции красителя от сердца до разделения левой общей сонной артерии (сек): _____ **1 балл**

9 см / 31,25 см/сек + 11 см / 50 см/сек = 0,288 + 0,2 = 0,49 сек



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.**

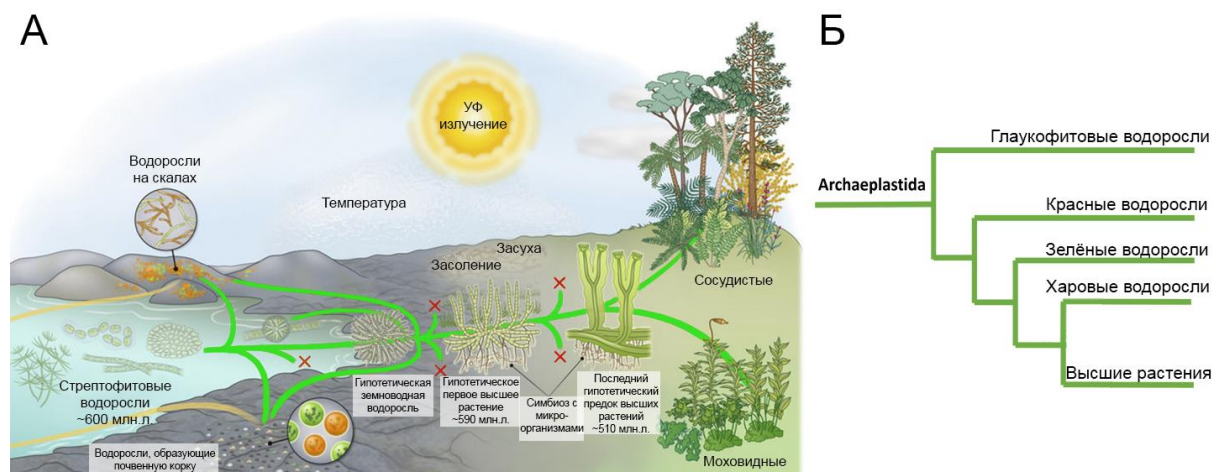


Рисунок. А. Зелёная кривая – колонизация суши в линии водорослей, которая привела к появлению высших растений; жёлтая – колонизация суши водорослями из других групп; х – вымершие организмы. **Б.** Филогенетическое дерево группы Archaeplastida.

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

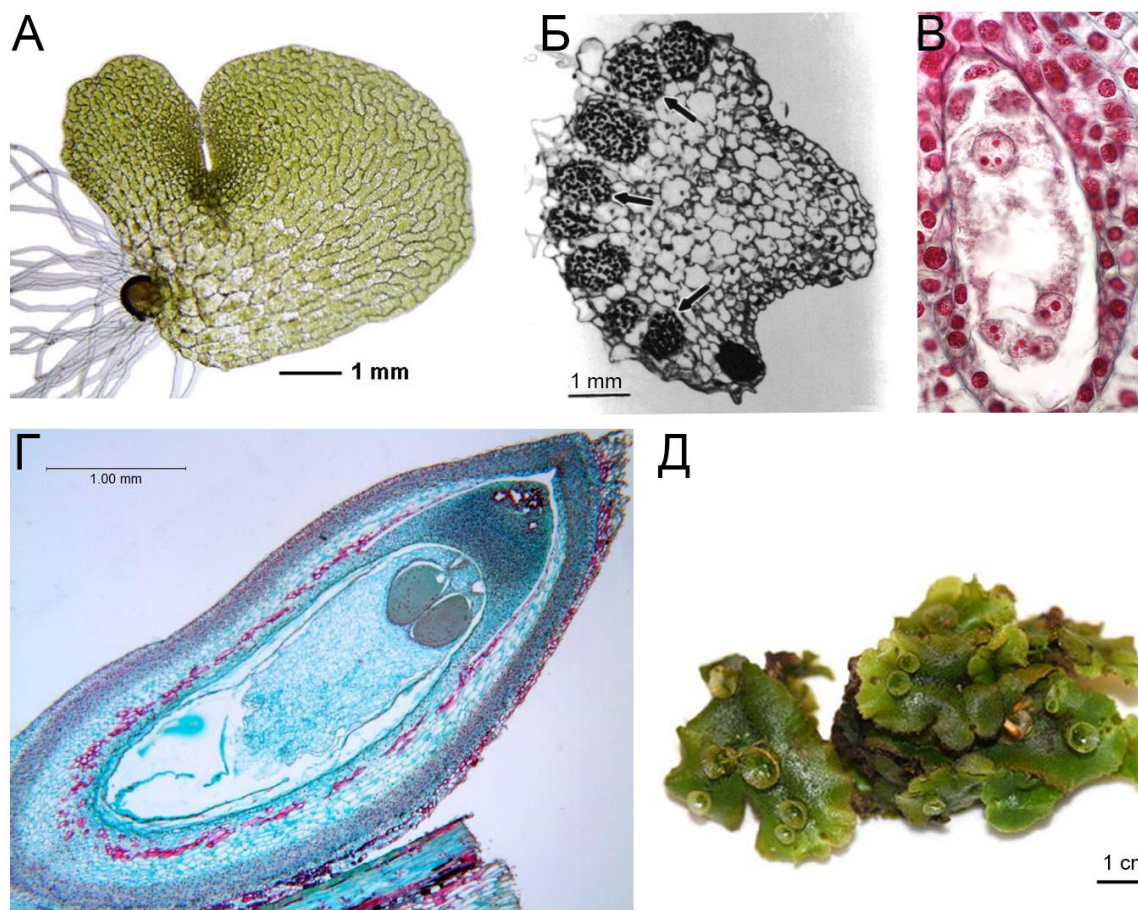
в. Высшие растения возникли в палеозойскую эру

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.

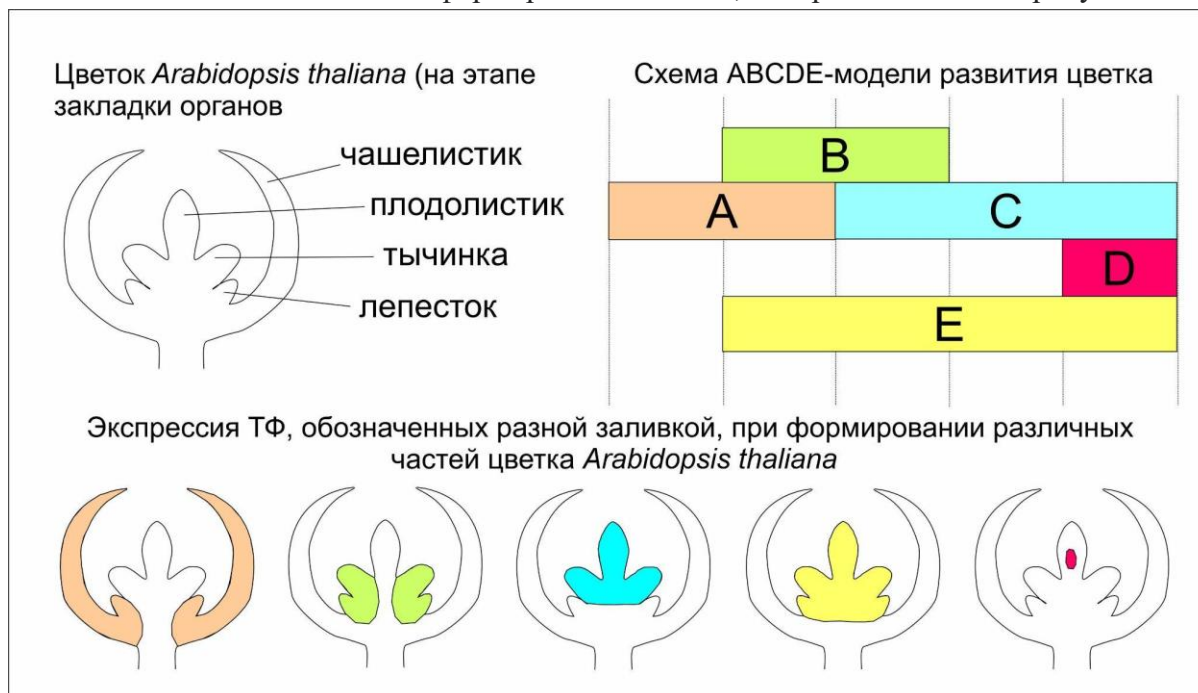


Рисунок. ABCDE-модель формирования органов цветка резуховидки Таля (*Arabidopsis thaliana*). Вертикальными линиями на схеме модели обозначены условные границы формирующихся органов, цветной заливкой обозначен вклад каждого из пяти классов ТФ в формирование того или иного органа.

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

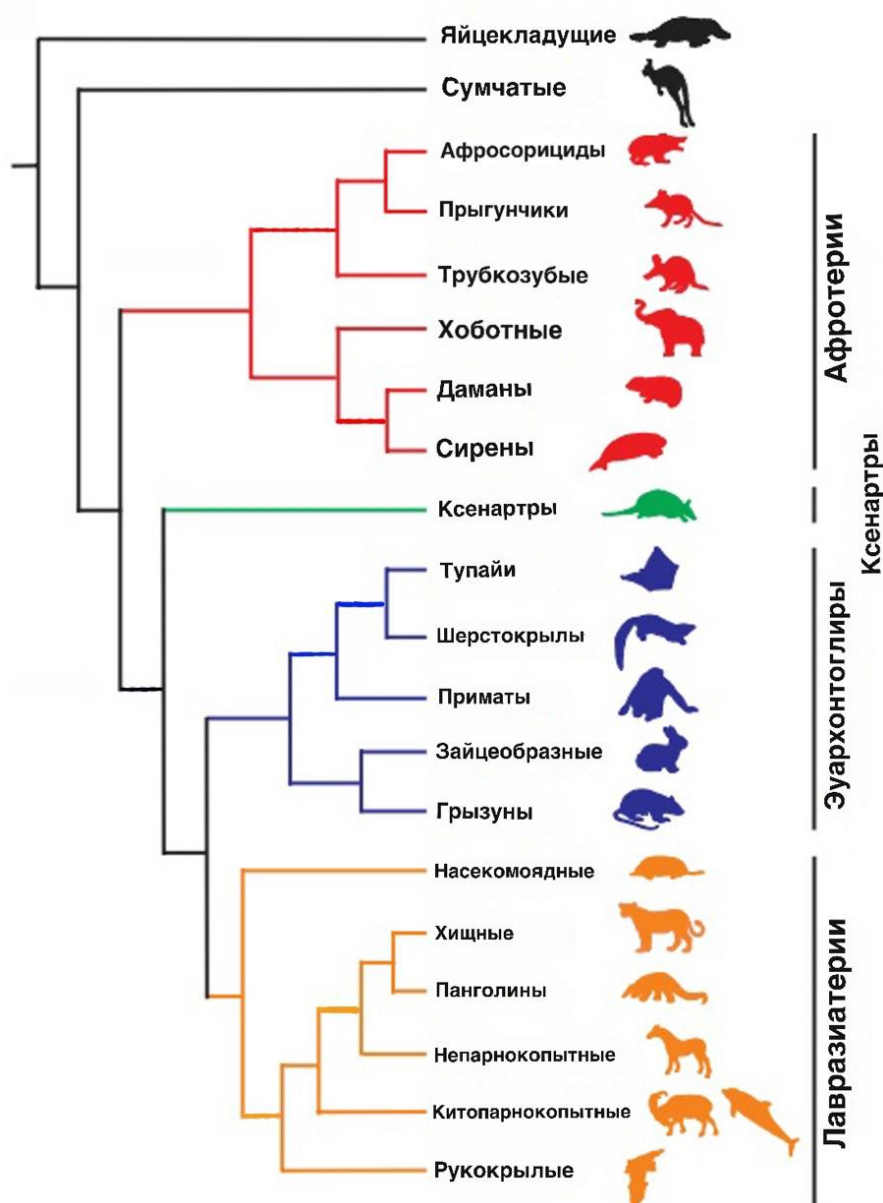
Ответ:

Орган	ТФ или их сочетание
Чашелистики	A
Лепестки	ABE
Тычинки	BCE
Плодolistики	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:

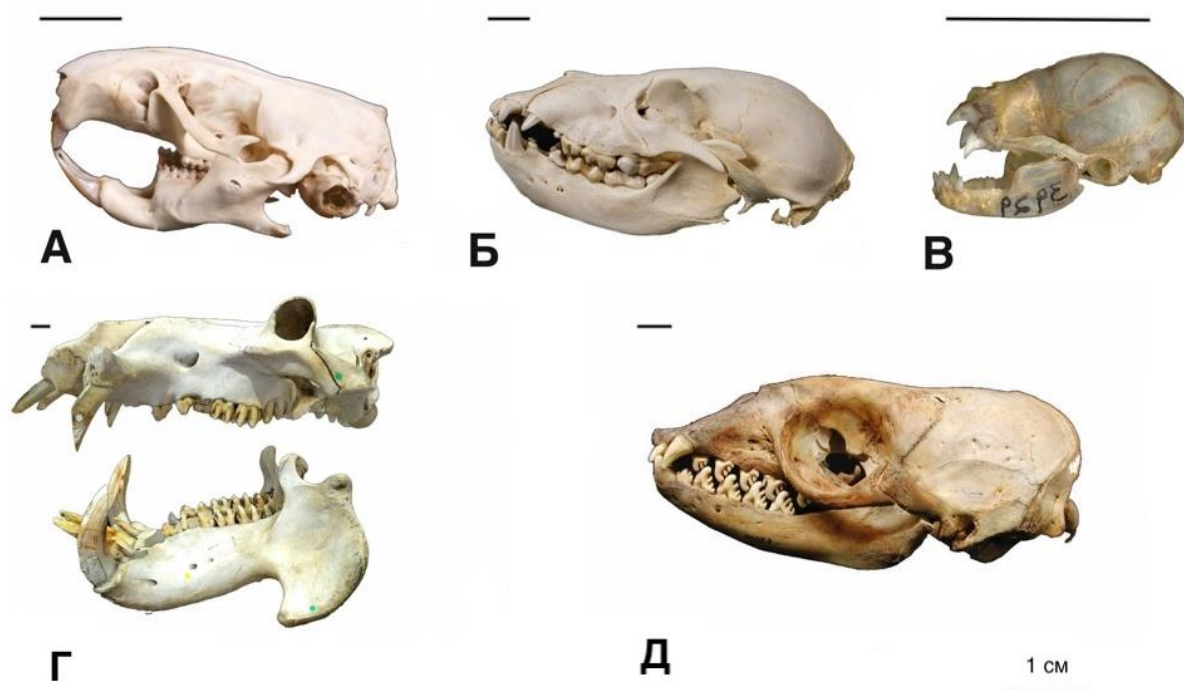
- а. Ближайшие родственники слонов в современной фауне – даманы и сирены
- б. Ближайшие родственники китообразных – бегемотовые. Поэтому Парнокопытные – парафилетическая группа
- в. Сестринским таксоном по отношению к Тупайям является группа Ксенартры
- г. Лавразиатерии – голофилетический таксон, который 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.

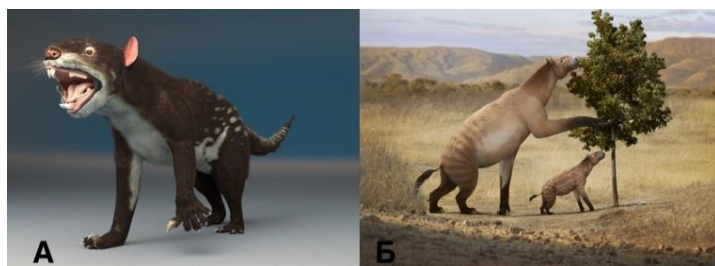
Установите правильную последовательность прохождения воды при питании ланцетника.

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!



В



Г



Д

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 K0-1/0-1 P3-4/3-4 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.

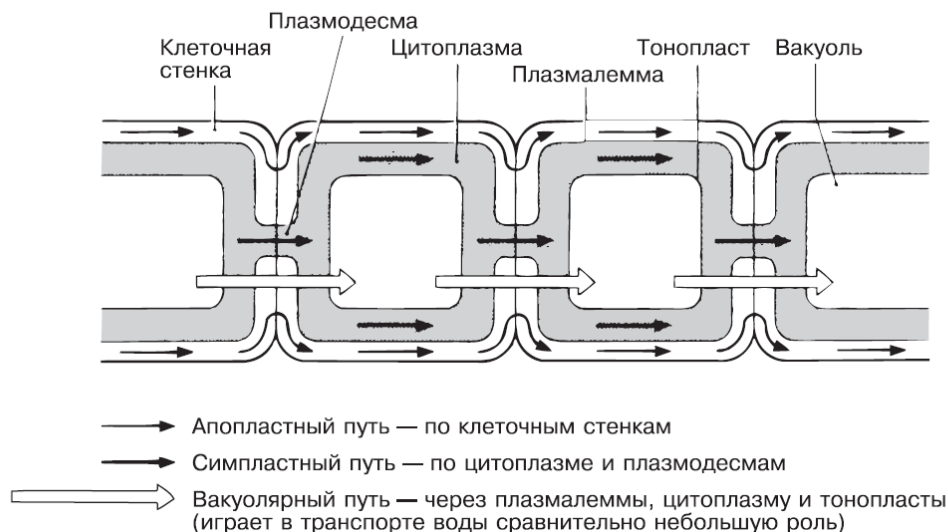


Рисунок. Схематическое изображение группы растительных клеток, на котором суммированы все возможные пути передвижения воды (растворов). Одновременно могут использоваться сразу несколько путей. Такие пути могут функционировать и в листе, и в коре корня. Важнейшую роль играет апопластный путь, минимальную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

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

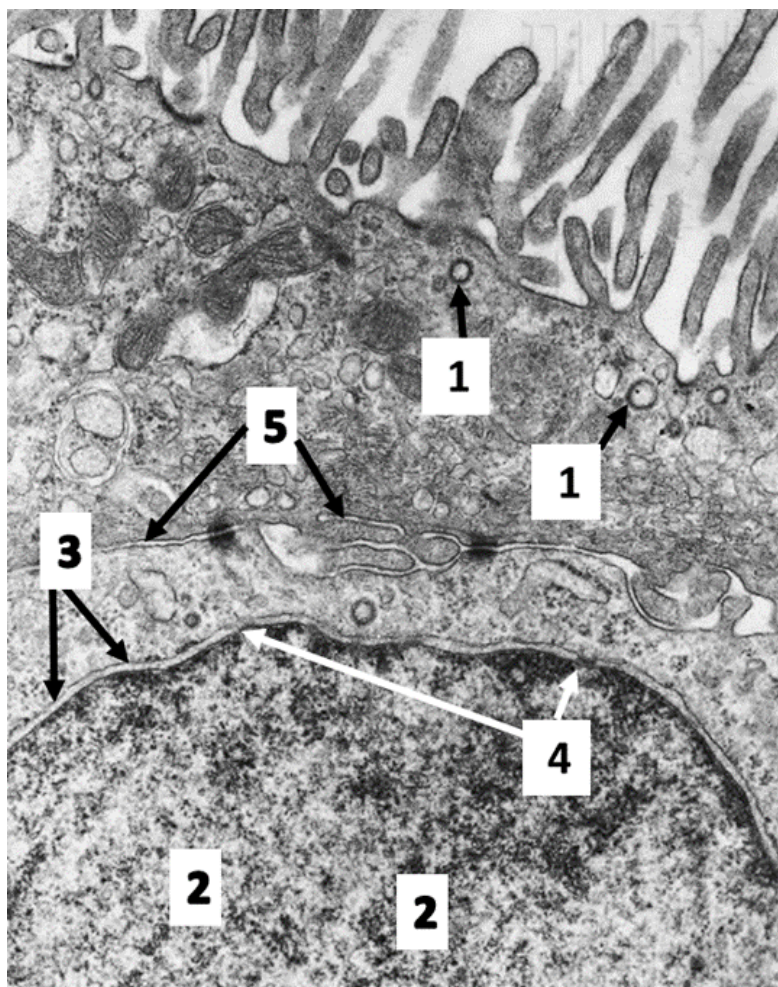
- Апопластный транспорт осуществляется через совокупность протопластов, вода или раствор движутся по апопластному пути за счёт осмоса
- По апопластному пути может перемещаться не только вода, но и молекулы крахмала
- Селективный транспорт характерен для симпластного пути
- Моносахариды могут перемещаться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

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

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

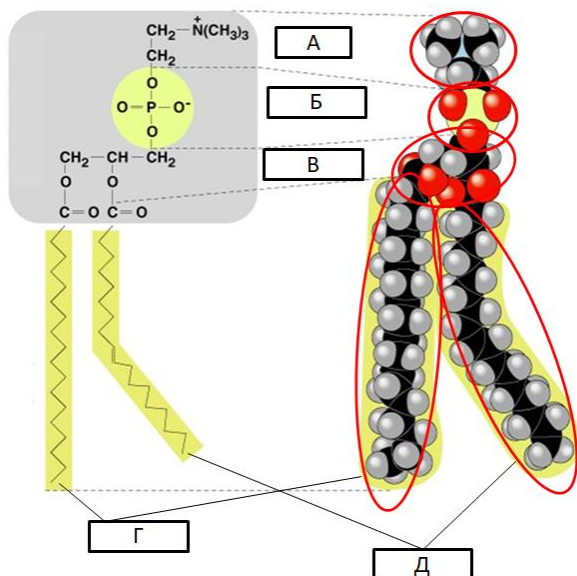


Ответ:

- 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.

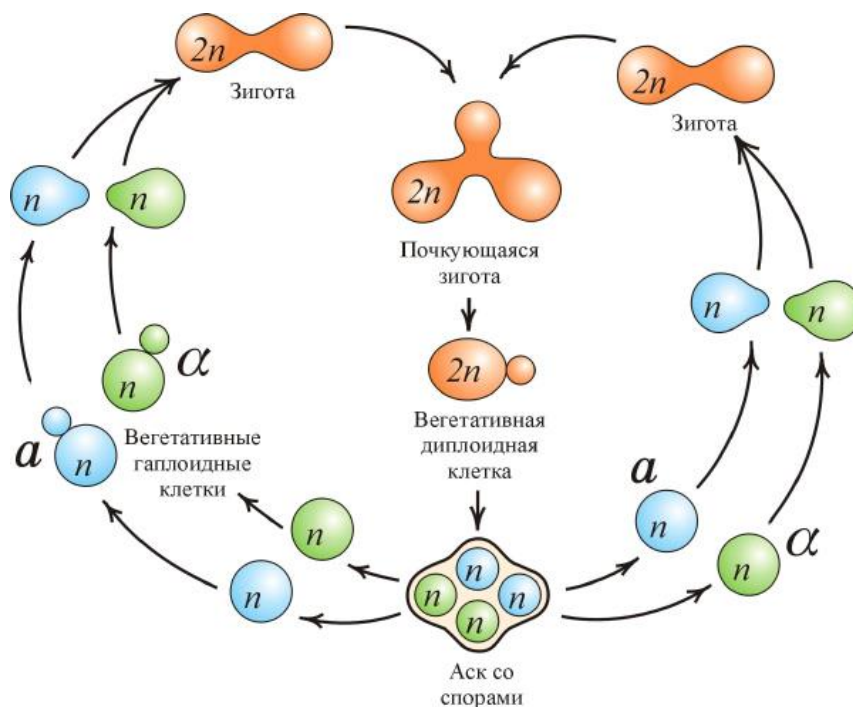


Рисунок. Жизненный цикл дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. $2n$ – диплоидные клетки, n – гаплоидные клетки.

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

- а. [Веgetативные 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 бесполом 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).

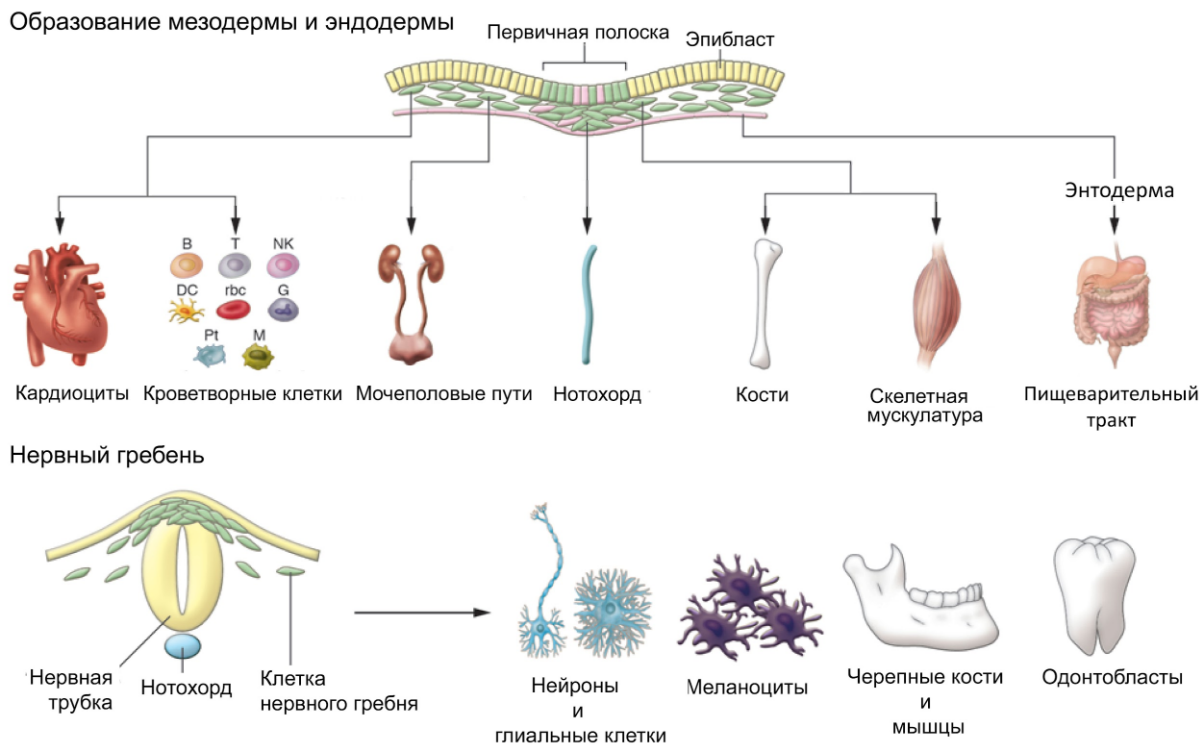


Рисунок 1. Образование различных органов и тканей в эмбриональном развитии человека

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).

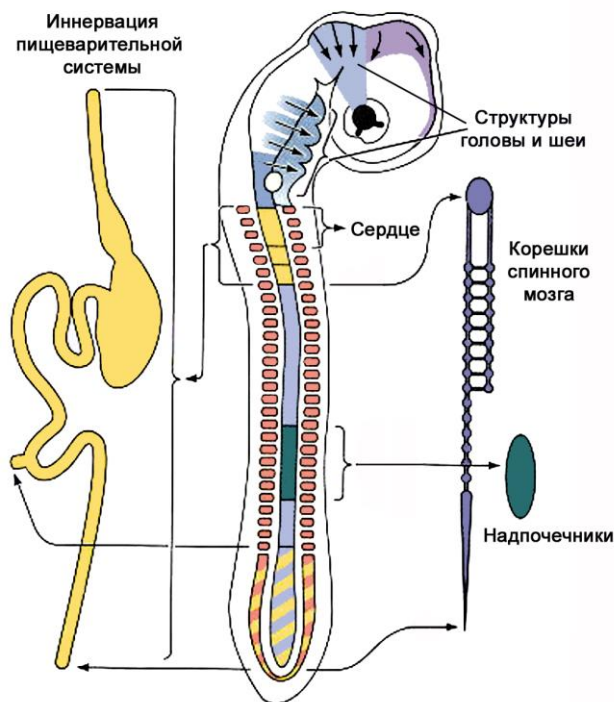


Рисунок 2. Схема строения зародыша позвоночного и некоторые пути дифференцировки клеток его нервного гребня.

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 ното хорда
- 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

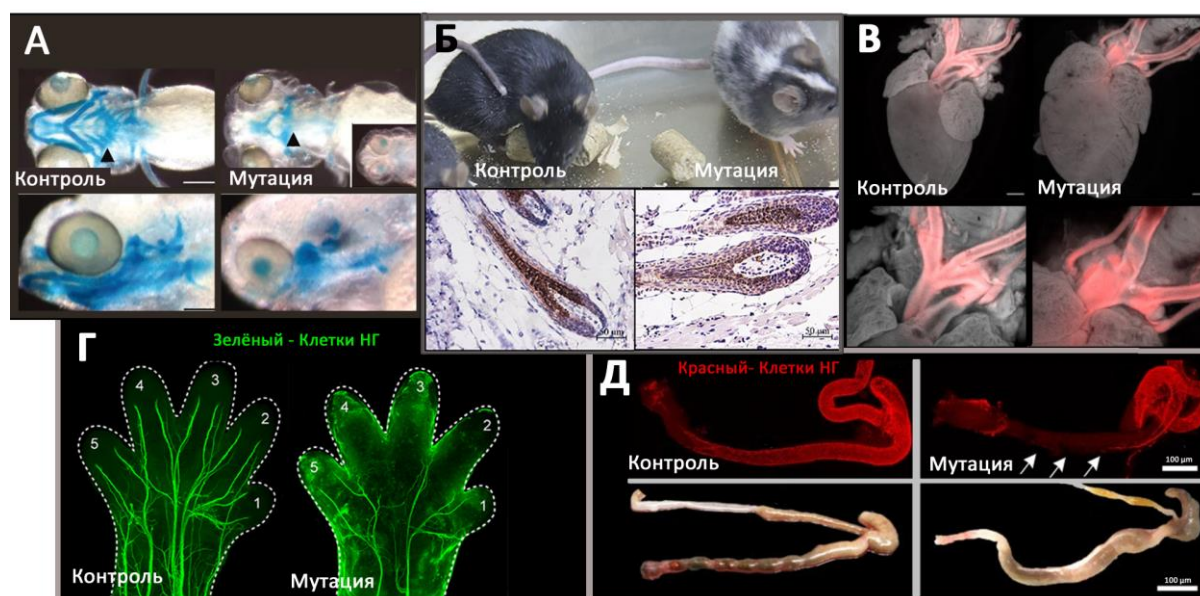
5. Грудная аорта

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**

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