



**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**
**ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Общеобразовательный предмет:
Биология

2018-2019 учебный год

Вариант 5

10-11 класс

ШИФР

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

заполняется членами жюри и шифровальной группы

Место проведения (город):

Дата проведения:

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

1. В каких структурах содержатся пигменты, окрашивающие живые мышечные волокна млекопитающих?

- a. Плазматическая мембрана
- b. Митохондрии
- c. Цитоплазма
- d. Ядро
- e. Рибосомы

2. Все без исключения ветроопыляемые растения:

- a. Обладают древесными жизненными формами
- b. Оплодотворяются при помощи капельно-жидкой влаги
- c. Не формируют архегонии
- d. Размножаются семенами
- e. Цветут до распускания листьев

3. У одного из видов ламинарии (морской капусты) сформированная яйцеклетка содержит 22 хромосомы. Следовательно, у этого вида в норме

- a. Живая клетка ризоида содержит 22 хромосомы
- b. Клетка мужского гаметофита содержит 22 хромосомы
- c. Зигота содержит 44 хромосомы
- d. Зооспора содержит 22 хромосомы
- e. Клетка пластины слоевища на стадии метафазы митоза содержит 22 хромосомы

4. Какие структуры в организме человека могут выполнять функцию рецепторов?

- a. Нейроны
- b. Видоизменённые волокна сухожилий
- c. Видоизменённые эпителиальные клетки
- d. Свободные нервные окончания
- e. Видоизменённые мышечные клетки

5. Учеными обнаружен новый вид паразитических животных. Пока известны следующие его признаки: 1) ранняя онтогенетическая стадия обитает в тканях копытных животных, имеет округлую форму, органы прикрепления не функционируют; 2) половозрелый организм, встреченный в кишечнике хищного млекопитающего, - гермафродит; 3) обе формы поглощают питательные вещества исключительно через поверхность тела. Обнаружение каких признаков следует ожидать у этого вида при дальнейшем исследовании?

- a. Свободноживущая личинка с тремя парами конечностей
- b. Более высокая плодовитость, чем у ближайших свободноживущих родственников
- c. Нервная трубка
- d. Мускулатура стенки тела включает, как минимум, кольцевые и продольные мышечные волокна
- e. Ресничное движение у половозрелых особей

6. Выберите примеры, в которых все потомство в норме обладает тем же генотипом, что и родительский организм

- a. Размножение пекарских дрожжей путем почкования
- b. Размножение бычьего цепня, когда сперматозоиды, образованные в некотором членике его тела, оплодотворяют яйцеклетки, образованные в другом членике тела червя
- c. Размножение хвоща лесного при помощи фрагментов корневища
- d. Размножение томата в результате самоопыления
- e. Образование трутней маткой медоносной пчелы

ЗАДАНИЕ 9. Дайте развернутый ответ на вопрос. Используйте для ответа специально отведенное поле.

Люди издавна стремятся получать организмы с полезными для себя свойствами. Перечислите возможные методы получения таких организмов среди млекопитающих (например, у кроликов). Опишите, какие преимущества и ограничения есть у каждого предложенного вами метода. Как человек может использовать полученные организмы?

Ответ:

Самым распространенным вариантом получения организмов с заданными свойствами является селекция. В случае кроликов можно использовать изменяющиеся условия среды для отбора особей с заданными признаками (например, по устойчивости к повышенным или пониженным температурам).

Для того, чтобы увеличить вероятность получения организма с заданными свойствами, особей можно подвергнуть влиянию различных мутагенов как физической (ультрафиолетовое излучение), так и химической (ионы тяжелых металлов, колхицин и др.) природы и проводить селекцию уже среди мутантных особей. Недостаток методики - высокий процент смертности млекопитающих вследствие чего маловероятно получить организм с нужными свойствами

Также для кроликов можно проводить направленные скрещивания. Можно проводить близкородственные скрещивания для перевода необходимых мутаций в гомозиготное состояние. Это способствует закреплению признака в череде поколений - формированию "чистой линии". К сожалению, это не всегда возможно, так как помимо моногенного наследования (один ген "кодирует" один признак) существует также полигенное.

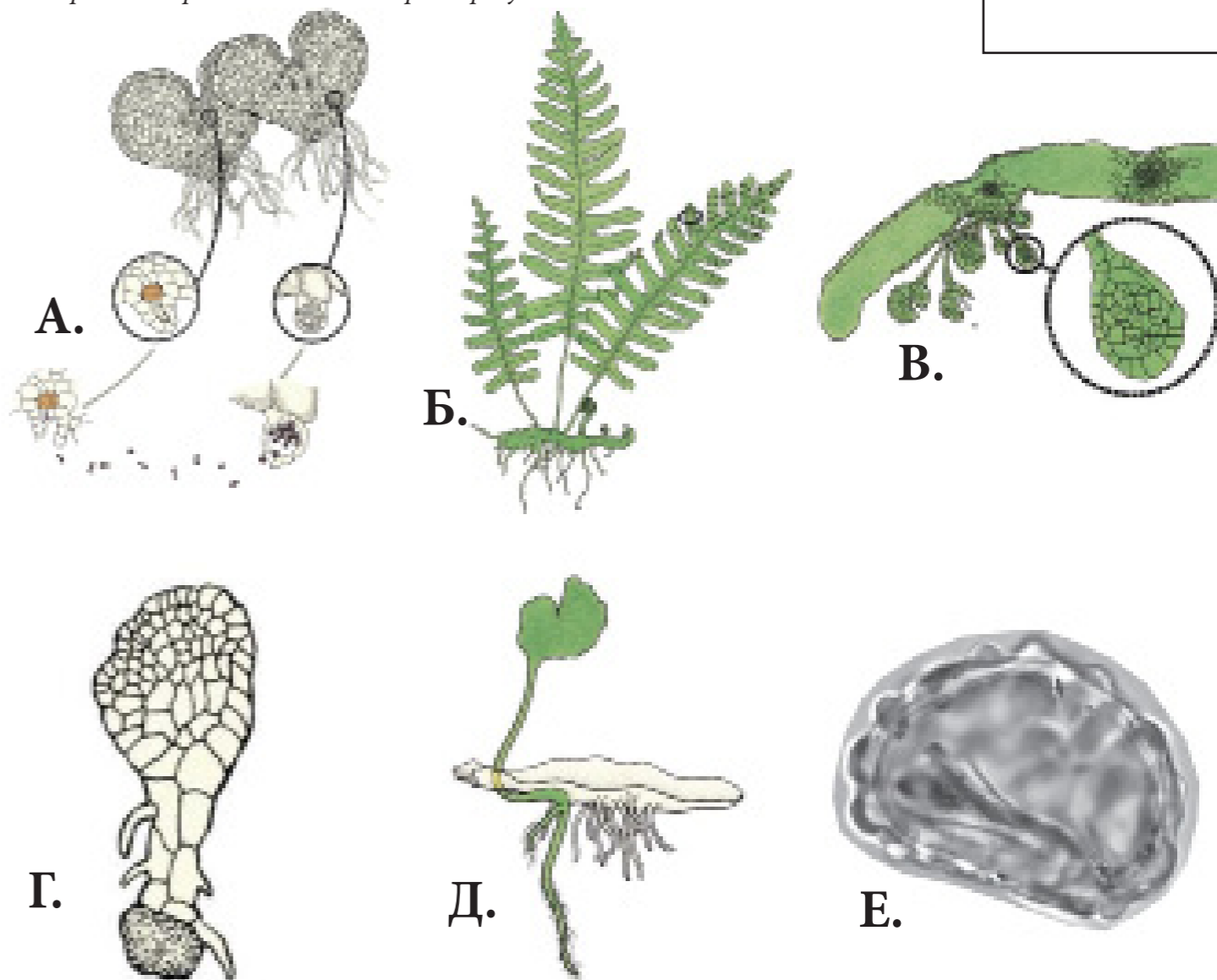
Альтернативным подходом, который не завязан на классические методы является использование генной инженерии и биотехнологии. В случае с млекопитающими можно использовать трансфекцию вирусами для внедрения нужной последовательности ДНК в клетки. Однако вирусная трансфекция не обладает достаточной эффективностью (вирусом поражается малое количество клеток), а также процесс встраивания последовательности в геном случаен и нет гарантии, что в результате встраивания не будут изменены жизненно важные гены. Для увеличения точности встраивания нужных последовательностей применяют методики рекомбинации, например CRISPR/CAS9.

Полученные организмы могут быть использованы в коммерции для получения качественного мяса и шерсти с заданными свойствами. В биотехнологии кролики используются для производства сывороток и антител.

Окончание ответа

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

ШИФР



1. Установите последовательность стадий жизненного цикла, начиная с прорастания споры. Ответ запишите в отведенное поле в виде последовательности букв.

Ответ: Г, А, Д, Б, В, Е

2. Впишите в отведенное поле название отдела, к которому относится данный организм. Ответ запишите в отведенное поле.

Ответ: Папоротникообразные

3. Выберите правильные характеристики представленного жизненного цикла.

- a. В ходе жизненного цикла у организма происходит чередование полового и бесполого поколения
- b. Зигота образуется при слиянии спор
- c. Кроссинговер происходит при образовании гамет
- d. На стадии Д спорофит получает питательные вещества от гаметофита
- e. На стадии А образуются подвижные мужские гаметы

4. Впишите в отведенное поле название поколения, преобладающего в жизненном цикле этого растения.

Ответ:

Спорофит

5. Запишите в отведенное поле буквенное обозначение рисунка, изображающего половое размножение:

А

ЗАДАНИЕ 3. Работа с рисунком.

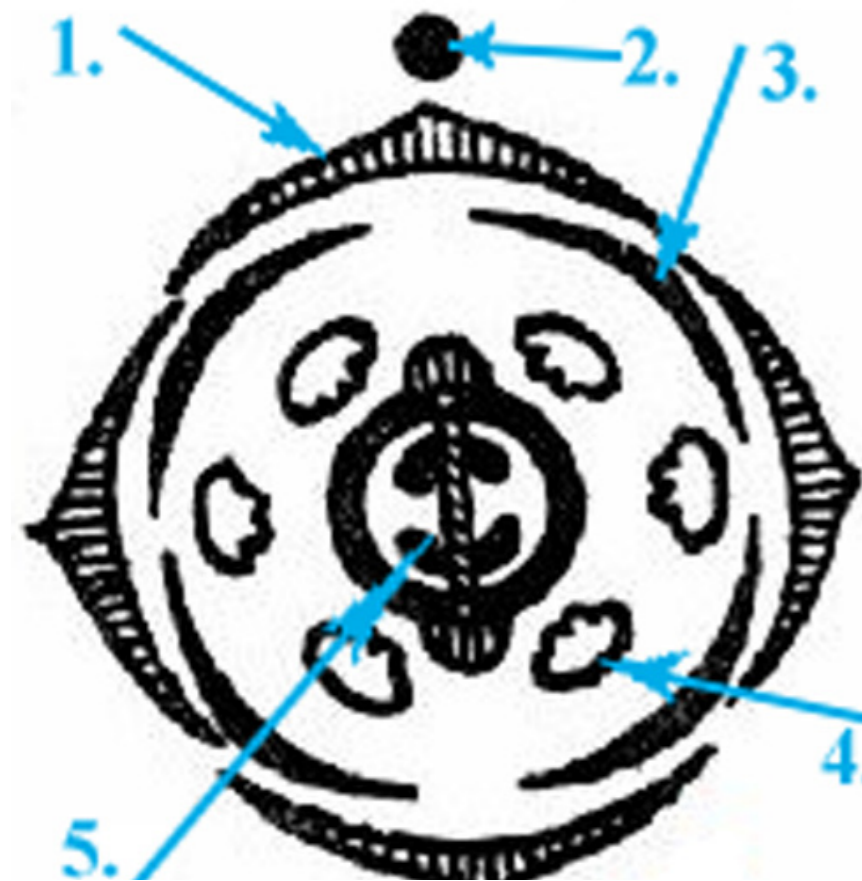
Перед Вами изображения раковин различных беспозвоночных (соотношения размеров не соблюдены). Определите, к каким классам относятся их обладатели, и запишите название классов в таблицу рядом с соответствующими номерами.



1.	Головоногие
2.	Ракообразные (Жаброногие)
3.	Брюхоногие
4.	Брюхоногие
5.	Головоногие

ЗАДАНИЕ 4. Работа с рисунком.

Пользуясь представленным шаблоном, изобразите диаграмму цветка Горчицы белой (*Sinapis alba*). Обозначьте любые пять её элементов стрелками с цифрами и внесите их названия в таблицу рядом с соответствующими номерами.



1.	Чашелистик
2.	Ось соцветия
3.	Лепесток
4.	Тычинка (андроцей)
5.	Плодолистик

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

Некоторые виды многощетинковых червей откладывают мелкие яйца, из которых вылупляются мелкие плавающие личинки, способные к самостоятельному питанию планктоном. Другие виды откладывают крупные яйца, а выходящие из них личинки не питаются и живут за счет внутренних запасов питательных веществ. Наконец, есть виды, откладывающие одновременно оба типа яиц – мелкие и крупные, и, соответственно, образующие два типа личинок. Укажите преимущества и недостатки каждой из трех описанных стратегий размножения. Каковы особенности среды обитания обладателей различных стратегий?

Ответ:

1. Из мелких червей выходят мелкие питающиеся личинки, следовательно, они могут дольше существовать в планктоне, преодолевая большие расстояния. Это позволяет им успешно реализовать функцию расселения, занимать новые местообитания, способствует уменьшению конкуренции.

Недостатки: зависимость от внешних пищевых ресурсов, большая смертность в результате воздействия разнообразных неблагоприятных факторов на протяжении длительного периода жизни в пелагиали (хищники, попадание в районы с неблагоприятными условиями и пр.). Таких личинок нужно производить существенно больше, чтобы компенсировать высокую смертность. Стратегия эффективна в изменчивой среде.

2. Непитающиеся личинки существуют за счет внутренних резервов, поэтому не зависят от динамики пищевых ресурсов. Время существования крупных непитающихся личинок существенно меньше, поэтому они менее зависимы от действия неблагоприятных факторов (меньше вероятность встретиться в хищником и пр.). При этом их расселительные способности ограничены, они осуществляют пополнение материнской популяции. Таких личинок можно производить сравнительно немного. Стратегия эффективна в постоянной среде.

3. Третья стратегия позволяет реализовать преимущества первых двух.

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

У лампасных добрыльцов группа крови контролируется геном Q, имеющим три аллели: Q^A , Q^B , q^0 . Они взаимодействуют друг с другом как у человека, обеспечивая четыре группы крови: 0, A, B, AB. При этом у 40% эмбрионов, независимо от их генотипа, на стадии зиготы происходит случайная инактивация одной из двух аллелей гена Q, сохраняющаяся во всех клетках данного организма, но полностью утрачиваемая в мейозе. Какое расщепление по генотипу и фенотипу следует ожидать в F_1 и F_2 при скрещивании двух гомозиготных особей, одна из которых имеет группу крови A, а другая – B?

Ответ:

1. Гомозиготная особь с группой крови A имеет генотип $Q^A Q^A$. Аналогично, гомозиготная особь с группой крови B имеет генотип $Q^B Q^B$. Таким образом, речь идет о скрещивании $Q^A Q^A \times Q^B Q^B$ (кто именно является самкой, а кто самцом, значения не имеет).
2. Все гибриды F_1 будут гетерозиготами $Q^A Q^B$. При этом среди них не будет единообразия по фенотипу.
3. У 60% гибридов F_1 активны обе имеющиеся аллели. Такие гибриды имеют группу крови AB.
4. Среди оставшихся 40% половина особей (20%) из-за случайной инактивации одной из двух аллелей будет иметь группу крови A, а вторая половина (еще 20%) – группу крови B. Таким образом, в F_1 будет наблюдаться расщепление
60 AB : 20 A : 20 B
5. Поскольку инактивация полностью снимается в мейозе, не имеет значения, какие именно особи F_1 примут участие в оставлении потомства. При этом в F_2 будет наблюдаться классическое расщепление по генотипу 1 $Q^A Q^A$: 2 $Q^A Q^B$: 1 $Q^B Q^B$. Для удобства перепишем его как 100 $Q^A Q^A$: 200 $Q^A Q^B$: 100 $Q^B Q^B$
6. Все особи генотипа $Q^A Q^A$ имеют группу крови A, какая бы из двух аллелей ни инактивировалась. По аналогии все особи генотипа $Q^B Q^B$ имеют группу крови B.
7. Среди гетерозигот $Q^A Q^B$ будет наблюдаться точно такое же расщепление, как и среди гибридов F_1 (60 AB : 20 A : 20 B). Поскольку в пункте 5 общее число гетерозигот равно 200, умножим это соотношение на 2 (120 AB : 40 A : 40 B).
8. Теперь составим итоговое расщепление:
100 A (гомозиготы) : 120 AB : 40 A : 40 B : 100 B (гомозиготы) =
= 140 A : 120 AB : 140 B = 7 A : 6 AB : 7 B
9. Задача решена.

Окончание ответа

ШИФР

ЗАДАНИЕ 5. Работа с текстом.

На интернет-сайте «Решу все» появился текст, содержащий пять биологических ошибок. Внимательно прочитайте его, найдите ошибки и объясните, в чем они заключаются, заполнив свободные поля таблицы.

Важным компонентом внутренней среды организма человека является кровь – особая соединительная ткань, которая состоит из жидкого межклеточного вещества (плазмы) и форменных элементов. Все форменные элементы крови (эритроциты, тромбоциты и лейкоциты) представляют собой клетки, которые образуются в красном костном мозге. Наиболее многочисленны среди них красные клетки крови – эритроциты. Характерной особенностью эритроцитов является характерная форма клетки (двояковогнутый диск), которая достигается за счёт гибкой, но прочной клеточной стенки. Кроме того, зрелые эритроциты человека, как и всех остальных позвоночных, не имеют ядра. Эритроциты содержат гемоглобин – один из важнейших транспортных белков крови. Это интегральный белок, который входит в состав плазмалеммы. Молекула гемоглобина состоит из четырёх белковых субъединиц (глобинов), каждая из которых несёт небелковый железосодержащий компонент – гем. Именно железо в составе гема позволяет гемоглобину осуществлять обратимое связывание молекул кислорода и их транспорт в крови. Помимо кислорода, с гемоглобином может взаимодействовать также монооксид углерода, широко известный как угарный газ. Связывание угарного газа с гемоглобином вызывает отрыв железа от гема. В результате гемоглобин утрачивает способность связывать кислород, что может послужить причиной отравления (иногда – с летальным исходом).

1.	Тромбоциты не являются клетками. Это фрагменты, которые отщепляются от отростков клеток мегакариоцитов, расположенных в красном костном мозге.
2.	Эритроциты, как и другие животные клетки, не имеют клеточной стенки. Характерная форма двояковогнутого диска достигается за счёт особой организации примембранного цитоскелета.
3.	Среди всех позвоночных только у млекопитающих эритроциты не имеют ядра.
4.	Гемоглобин не интегральный белок, он находится в цитоплазме.
5.	Угарный газ не вызывает отрыв железа от гема, но при этом связывается с гемоглобином гораздо прочнее, чем кислород. В результате гемоглобин теряет способность связывать кислород, и при поступлении угарного газа в большом количестве организм гибнет от гипоксии.

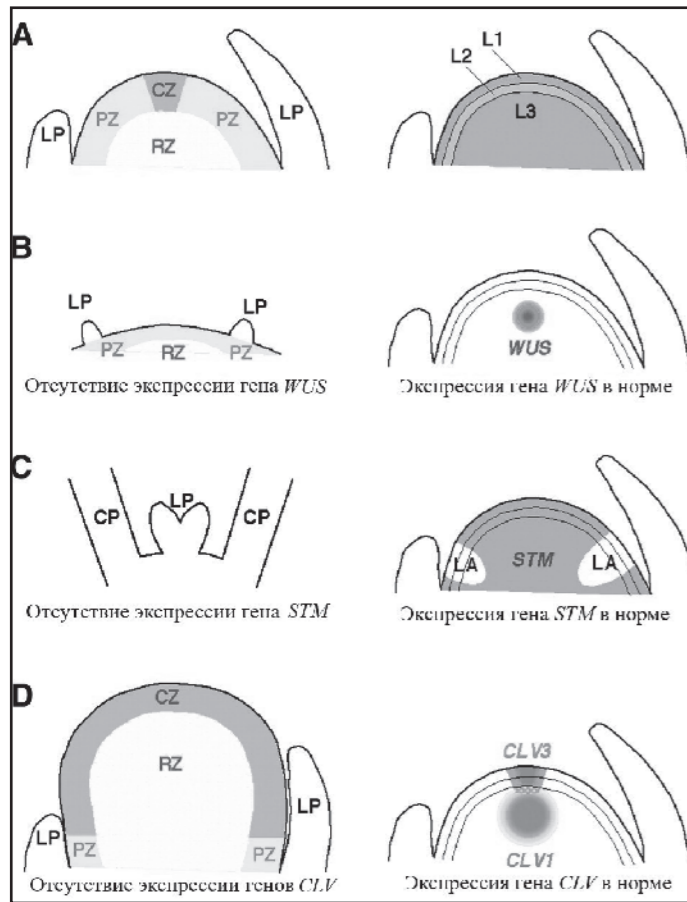
ЗАДАНИЕ 6. Работа с информацией.

Внимательно прочитайте предложенные фрагменты текста и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий.

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

Фрагмент 1. В теле растения различают особые зоны активно делящихся клеток, которые формируют новые ткани и органы. Они называются образовательными тканями (меристемами). Меристематические клетки растений функционируют сходно со стволовыми клетками животных: одна клетка при делении остается в меристеме, а другая встает на путь дифференцировки. Выделяют апикальные, боковые, вставочные и раневые меристемы. Раневые меристемы могут возникать из боковых меристем или основных тканей в ответ на повреждение. Боковые меристемы, отвечающие за утолщение стебля, дают производные внутрь и снаружи от себя, как и апикальная меристема корня (АМК). Апикальная меристема побега (АМП) занимает терминальное (концевое) положение на побеге и играет наиболее важную роль в развитии растения. Функционированием АМП управляют различные гены и продукты их экспрессии. Важные регуляторы процессов роста и развития – гомеобокс-содержащие гены, которые кодируют транскрипционные факторы (ТФ) – белки, контролирующие работу других генов. Такие гены обычно образуют группы, называемые семействами. Среди них хорошо известны гомеозисные гены, мутации которых могут вызывать превращение одной части тела в другую. Например, у дрозофилы в результате мутации гена *antennopedia* формируется нога на месте антенны.

У растений встречаются гомеобокс-содержащие гены семейств *KNOX-1* и *WOX*. Семейство генов *KNOX-1* поддерживает клетки АМП в недифференцированном состоянии. Одним из важнейших его представителей является ген *STM*. Для исследования функций генов ученые обычно получают нокаутные растения, у которых выбранный для изучения ген не работает. У нокаутных по гену *STM* растений АМП сильно редуцирована. При этом листовые зачатки иногда образуются между черешками семядолей, но не развиваются в нормальную розетку листьев (рис. 1-С). Ген экспрессируется по всей АМП, за исключением регионов, соответствующих месту возникновения листовых зачатков. Ген *WUS* из семейства *WOX* экспрессируется только в клетках организационного центра (рис 1-В). *WUS* подавляет дифференцировку клеток и поддерживает их деление. За пределами организационного центра экспрессия *WUS* подавляется. АМП нокаутного



растения плоская, листовые зачатки развиваются медленно, зрелые листья не формируются.

CLV3 - сигнальный пептид, который подавляет деление и стимулирует дифференцировку клеток. Одним из рецепторов для CLV3 является белок CLV1. Потеря функции любого из компонентов системы CLV у мутантов приводит к увеличению АМП в размерах из-за накопления недифференцированных клеток. Функция пептида CLV3 связана с ограничением размера АМП за счет подавления экспрессии гена *WUS*, контролирующего поддержание стволовых клеток.

Рисунок 1: Структура АМП и экспрессия ключевых регуляторных генов в мутантных растениях (нокауты) и контрольных растениях с нормальной экспрессией на примере Резуховидки Таля (лат. *Arabidopsis thaliana*).

А. Строение АМП нормального растения:

Слева: зоны АМП: CZ – центральная зона, PZ – периферическая зона, RZ – стержневая зона; Справа: слои АМП: L1, L2 – туника, L3 – корпус.

В, С, D. Строение АМП и экспрессия генов у нокаутных (слева) и нормальных (справа) растений.

LA, LP – листовые зачатки разной степени развития; CP – черешки семядолей

Фрагмент 2. Регуляция в АМП происходит посредством путей передачи сигналов, за счет которых активируются метаболические каскады в клетках. Цитокинин – фитогормон, наибольшая концентрация которого наблюдается в центральной зоне АМП. Он запускает экспрессию гена *WUS* путем подавления экспрессии гена *CLV1*, продукт которого, в свою очередь, подавляет работу *WUS*. ТФ *WUS* активирует экспрессию гена *CLV3*. Цитокининовый ответ осуществляется, в том числе, и с помощью ТФ ARR типа В (ARRB) (рис. 2). Активация ТФ *KNOX-1* повышает экспрессию генов - участников биосинтеза цитокининов, что приводит к увеличению содержания этих фитогормонов.

Не менее важные фитогормоны - ауксины и гиббереллины - подавляют деление клеток в АМП и отвечают за развитие боковых органов. Ауксиновый ответ осуществляется благодаря ТФ ARF (рис. 2). Некоторые ARF подавляют экспрессию генов *KNOX-1*. ТФ *WUS* активирует экспрессию гена *TOPLESS*, продукт которого подавляет действие ARF. В метаболизме гиббереллинов принимают участие оксидазы гибберелловой кислоты GA20ox, отвечающая за синтез гиббереллинов, и GA2ox, инактивирующая гиббереллины. Гены семейства *KNOX-1* подавляют синтез гиббереллинов

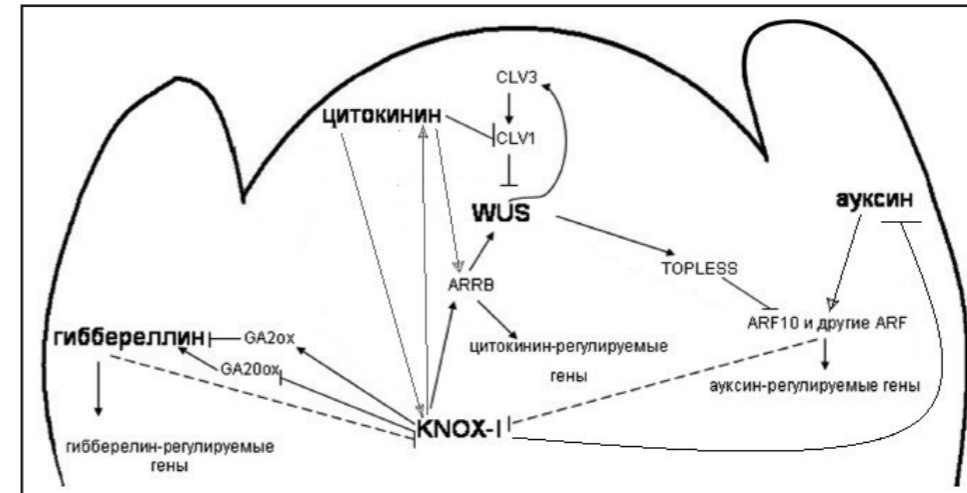


Рисунок 2. Предполагаемая схема взаимодействия основных ТФ и фитогормонов в АМП.

различными путями. Например, ТФ *STM* приводит к увеличению уровня экспрессии генов *GA2ox* (рис.2). Кроме того, *KNOX-1* могут снижать концентрацию гиббереллинов за счет подавления транскрипции гена *GA20ox*.

Условные обозначения:
 → - активация работы регуляторных факторов,
 ← - подавление работы регуляторных факторов,
 Пунктирные линии обозначают предполагаемое воздействие.

1. Прочитайте фрагмент 1 и выберите верные утверждения:

- a) АМК образует первичные ткани только внутри корня
- b) Клетки основных тканей могут давать начало образовательным тканям
- c) Гены *STM* и *WUS* содержат гомеобокс
- d) Клетки АМП делятся только в период эмбрионального развития

2. Рассмотрите рисунок 1 и прочитайте фрагмент 1. Выберите характеристики наблюдаемого мутантного фенотипа у растения, нокаутного по гену *STM*.

- a) Растение не способно сформировать полноценные листья
- b) У растения формируются туника и корпус
- c) У растения сильно развивается стержневая зона меристемы
- d) У растения не выражена периферическая зона АМП

3. Опираясь на информацию, приведенную во фрагменте 2 и на рисунке 2, выберите правильные утверждения, характеризующие гены, экспрессирующиеся в АМП.

- a) Ген *STM* - антагонист гиббереллинов
- b) Цитокинин оказывает ингибирующее воздействие на *KNOX-1*
- c) Предполагают, что образование ауксина приводит к подавлению работы ТФ *KNOX-1*
- d) Продукты генов *KNOX-1* могут как активировать, так и подавлять образование гиббереллинов

4. Прочитайте фрагмент 2 и рассмотрите рисунок 2. Выберите верные утверждения о путях передачи сигналов в АМП.

- a) ARF10 – транскрипционный фактор, ингибирующий экспрессию ауксин-регулируемых генов
- b) Цитокинин подавляет действие CLV1, тем самым запуская экспрессию гена *WUS*
- c) Цитокининовый ответ осуществляется благодаря ТФ ARRB
- d) Активация экспрессии гена *TOPLESS* стимулируется ТФ *WUS*

5. Используйте информацию, приведенную в текстовых фрагментах и рисунках, а также Ваши знания и выберите верные утверждения.

- a) Ауксин и гиббереллины стимулируют дифференцировку клеток в периферической зоне АМП, где происходит закладка боковых органов
- b) Нарушения в работе гомеобокс-содержащих генов может приводить к появлению АМП на листе
- c) Гены *STM* и *WUS* выполняют сходные функции, поддерживая клетки АМП в недифференцированном состоянии
- d) Цитокинины работают преимущественно в периферической зоне АМП