



ОЛИМПИАДА  
ШКОЛЬНИКОВ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА



Общеобразовательный предмет: **биология**  
2022-2023 учебный год  
**10 – 11 класс**  
**Вариант 1**

**Задания 1-6. Множественный выбор.** Максимальная оценка за каждое задание – 5 баллов.

Выберите ВСЕ правильные ответы.

1. Где в клетке хламидомонады Рейнгардта (*Chlamydomonas reinhardtii*) синтезируется АТФ?
  - a. Цитоплазма
  - b. Ядро
  - c. Пластиды
  - d. Эндоплазматический ретикулум
  - e. Митохондрии
2. Выберите гетерополимерные соединения, которые можно обнаружить в составе тканей растений:
  - a. Белки
  - b. Нуклеиновые кислоты
  - c. Липиды
  - d. Крахмал
  - e. Гемицеллюлозы
3. Многие участники заключительного этапа олимпиады СПбГУ при выполнении заданий начинают ощущать физиологические проявления стресса. К ним относятся:
  - a. Активация симпатической системы
  - b. Увеличение концентрации инсулина в крови
  - c. Повышение тонуса мышц нижних конечностей
  - d. Увеличение частоты дыхания
  - e. Усиление слюноотделения
4. Животных, обитающих на разных этапах жизненного цикла как минимум в двух различных средах (водной, наземно-воздушной, почвенной или организменной), называют гетеротопными. Выберите таких животных:
  - a. Кошачья двуустка
  - b. Широкий лентец
  - c. Обыкновенный прудовик
  - d. Комар-пискун обыкновенный
  - e. Серая жаба
5. Среди цветковых растений встречаются паразиты:
  - a. Грибов

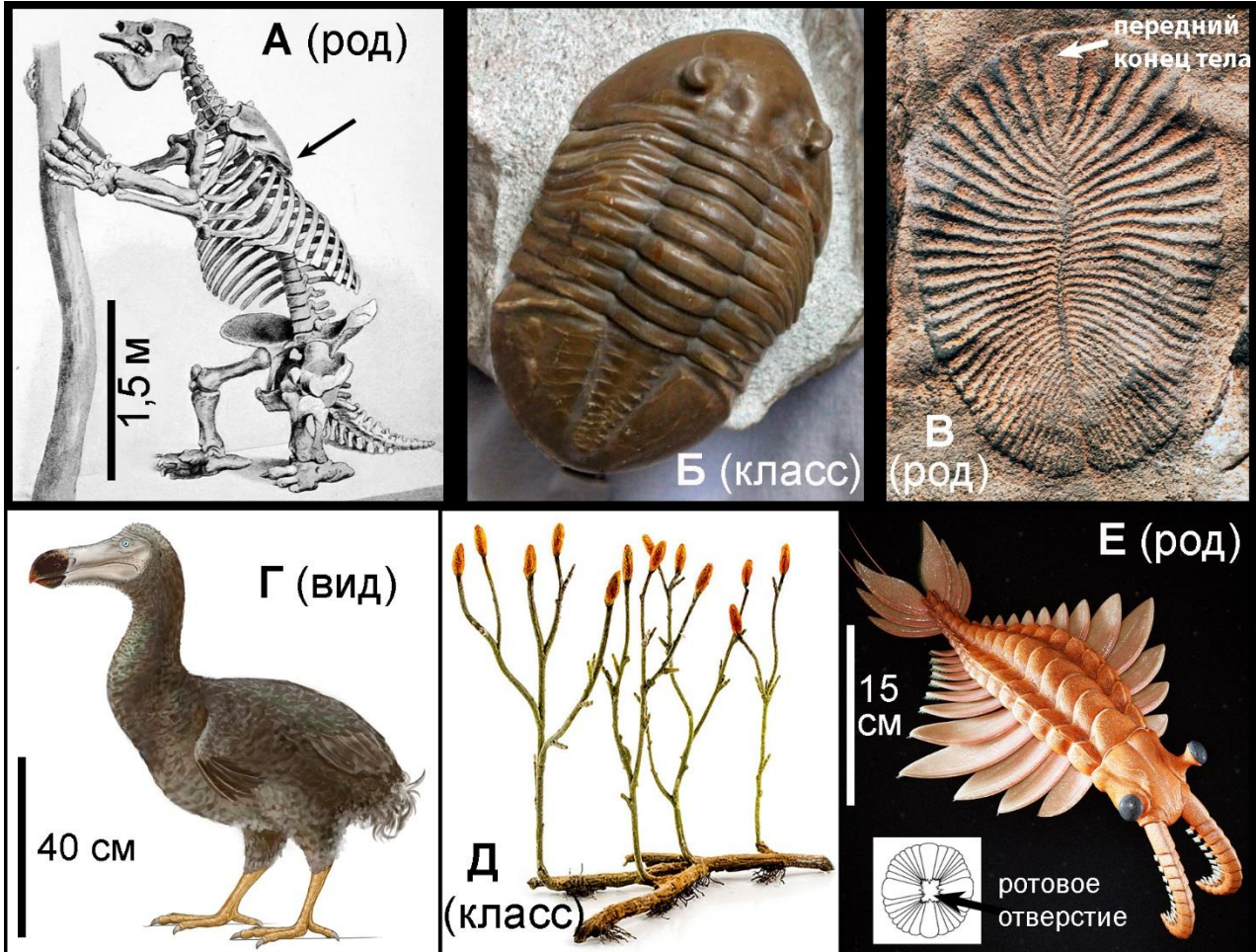
- b. Других растений
- c. Дождевых червей
- d. Одноклеточных животных
- e. Бактерий

б. Активное перемещение организма при помощи ресничек:

- a. Происходит при участии моторного белка динеина, взаимодействующего с тубулином
- b. Происходит с использованием энергии, выделяющейся при гидролизе АТФ
- c. Характерно для дизентерийной амебы (*Entamoeba histolytica*)
- d. Встречается в онтогенезе многих моллюсков
- e. Не встречается в онтогенезе паразитических животных

**Задание 7. Анализ биологического процесса.** Максимальная оценка – 10 баллов.

Перед вами изображения вымерших организмов (или их частей, ископаемых остатков, реконструкций объектов), принадлежащих к разным таксонам. Рассмотрите рисунки и выполните задания.



1. Установите хронологическую последовательность эпох, когда произошло вымирание последних представителей данных таксонов. Учитывайте ранг группы, который указан на рисунках!

2. Выберите все верные утверждения. Ответ запишите в отведённое поле в виде последовательности латинских букв в алфавитном порядке (без знаков препинания и пробелов, регистр не важен).



- А. Причиной вымирания организмов Е могло стать изменение среды их обитания человеком
- В. Инбридинг может способствовать снижению численности и вымиранию вида
- С. Организм Е мог охотиться на представителей класса Б
- Д. Сходство строения задних конечностей организма Г и голубя является следствием конвергентной эволюции
- Е. На рисунке Д изображён гаметофит

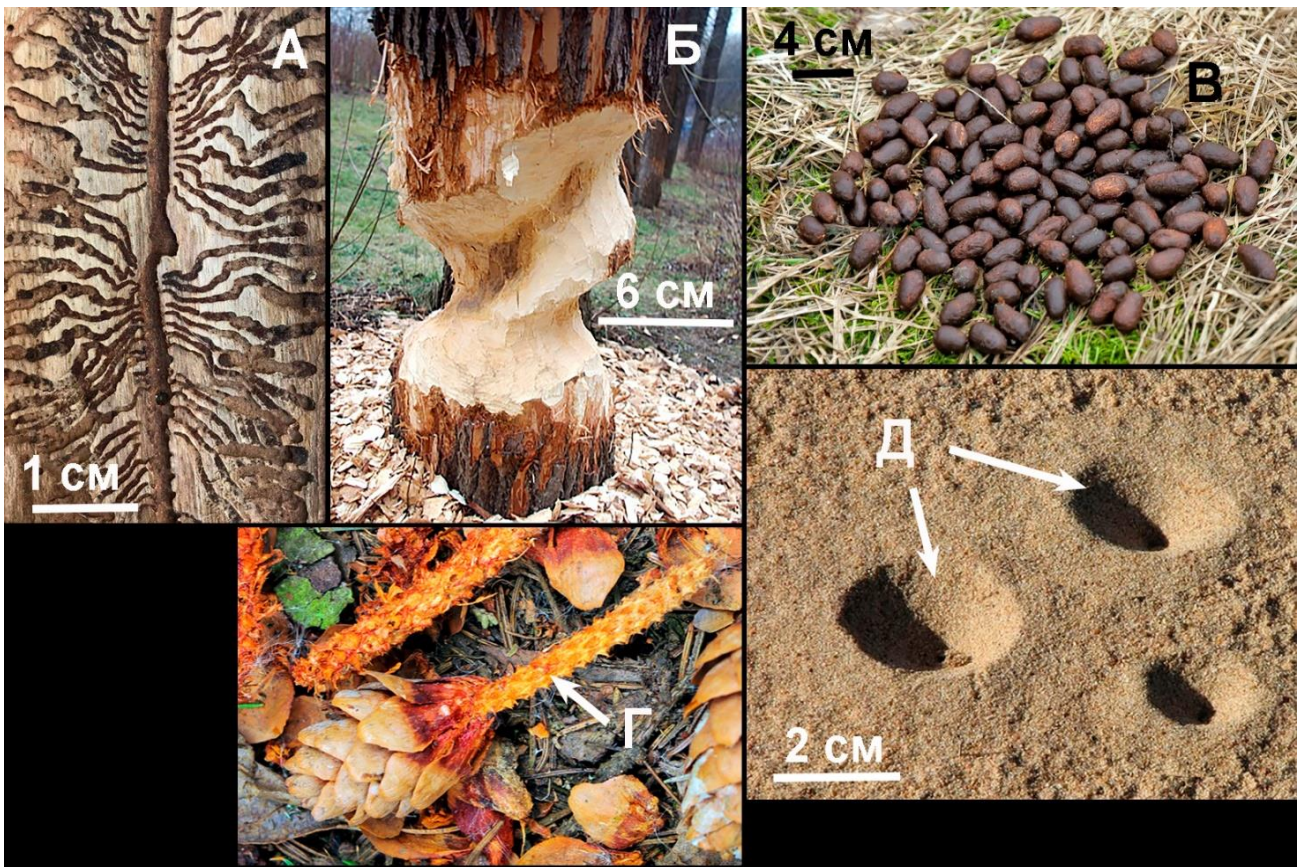
3. Укажите русское название класса, к которому относится организм, изображённый на рисунке А

4. Укажите буквенное (-ые) обозначение (-я) рисунка (рисунков), где изображены обитатели морского шельфа

5. Укажите буквенное обозначение организма, внешний облик которого известен по рисункам художников, изучавших живые образцы

**Задание 8. Работа с изображениями объектов.** Максимальная оценка – 5 баллов.

На фотографиях изображены следы жизнедеятельности различных животных (но не человека), которых можно встретить в лесах Ленинградской области. Определите отряды, к которым относят этих животных, и запишите их русские названия в отведённые поля рядом с соответствующими буквами.



**Задание 9. Работа с текстом (поиск и исправление ошибок).** Максимальная оценка – 5 баллов.

Перед вами текст, содержащий пять биологических ошибок. Внимательно прочтите его, найдите ошибки и объясните, в чём они заключаются, вписав ответ в отведённое поле.

**Внимание!** Исправление фразы исключительно отрицанием (*имеет – не имеет, встречается – не встречается* и т. п.) не засчитывается. Необходимо сформулировать утвердительные предложения.

Гастрит – заболевание желудка, характеризующееся поражением его слизистой оболочки, которая представлена однослойным столбчатым эпителием. Воспаление и разрушение оболочки приводит к нарушению основных функций желудка. Распространённые симптомы гастрита: тошнота, периодическая боль в животе, особенно до или после еды, неприятный привкус во рту.

Учёные доказали, что во многих случаях причиной этого заболевания является бактериальная инфекция – заражение бактерией *Helicobacter pylori*. Хеликобактер – грамотрицательная бактерия, которая не окрашивается кристаллическим фиолетовым, так как не имеет клеточной стенки. Барри Маршалл, один из лауреатов Нобелевской премии, которая была получена за изучение связи *H. pylori* с развитием гастрита, решил доказать эту связь на себе, выпив бактериальную культуру. Впоследствии у него действительно развился гастрит.

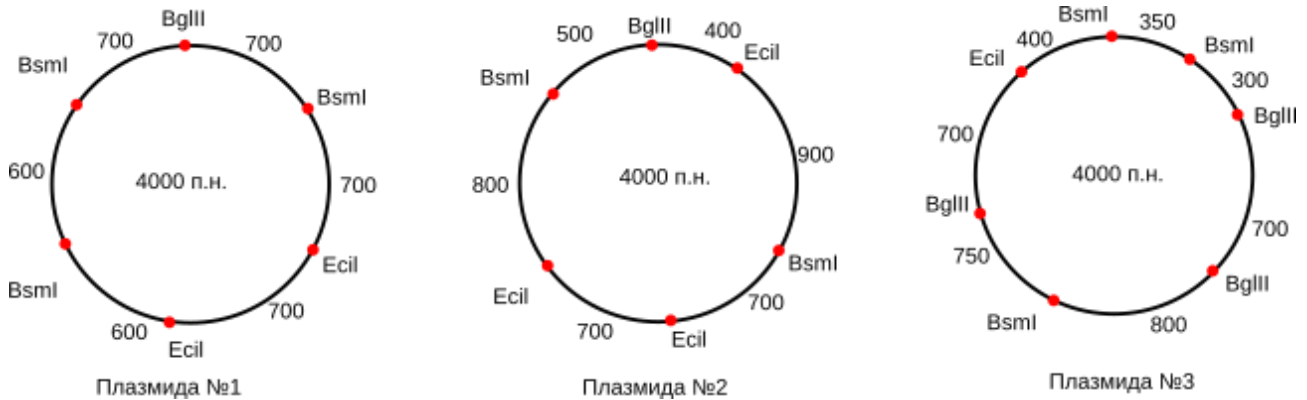
В состав желудочного сока, как известно, входит соляная кислота (HCl), в связи с чем у него сильно снижено значение pH. Из-за такой агрессивной среды в желудке отсутствует собственная нормальная микрофлора, а при попадании в него большинство бактерий либо погибают, либо становятся патогенными. Кислота, помимо защиты от патогенов, играет важную роль в пищеварении. Благодаря ей разбухает и превращается в химус пищевой комок, денатурируют белки пищи, активируется фермент трипсин.

Хеликобактеру пришлось приспособиться к такой среде. Чтобы нейтрализовать кислоту, бактерия образует аммиак, поэтому при гастрите во рту хозяина бактерии появляется привкус и запах аммиака. Клетки желудочного эпителия покрыты толстым слоем слизи, в состав которой входят в основном вода и липиды. Бактерии расщепляют слизь и, проникнув сквозь неё, прикрепляются к клеткам, видоизменяя их. Всё это может приводить к воспалению слизистой оболочки и даже к образованию язв.

Ответы:

|    |  |
|----|--|
| 1. |  |
| 2. |  |
| 3. |  |
| 4. |  |
| 5. |  |

**Задание 10. Задача по молекулярной биологии и биоинформатике.** Максимальная оценка – 5 баллов.



В лаборатории были потеряны этикетки трёх микропробирок с плазмидами, и теперь в морозильной камере они хранятся неподписанными. Однако у вас сохранились карты плазмид (см. рисунок выше), на которых красными точками отмечены сайты рестрикции (разрезания последовательности ДНК) и указаны расстояния между этими сайтами. Рядом с точками указаны названия соответствующих эндонуклеаз рестрикции.

Необходимо поставить эксперимент, позволяющий различить эти плазмиды с использованием представленных на рисунке эндонуклеаз рестрикции (EcoI, BsmI, BglIII). Для этого содержимое каждой микропробирки распределили по трём ёмкостям и добавили в каждую из них только одну из эндонуклеаз. Получившиеся в результате фрагменты ДНК разделили по длине при помощи гель-электрофореза.

Перечислите все эндонуклеазы рестрикции, которые позволят вам отличить нижеперечисленные пары плазмид. Соответствующие названия плазмид запишите в отведённые поля через запятую и без пробелов.

1. Отличить плазмиду 1 от плазмиды 2 –
2. Отличить плазмиду 2 от плазмиды 3 –
3. Отличить плазмиду 1 от плазмиды 3 –
4. Какой длины будут максимальный и минимальный фрагменты при воздействии смеси эндонуклеаз рестрикции EcoI и BglIII на смесь плазмид №1 и №3? Соответствующие числа запишите в отведённые поля.

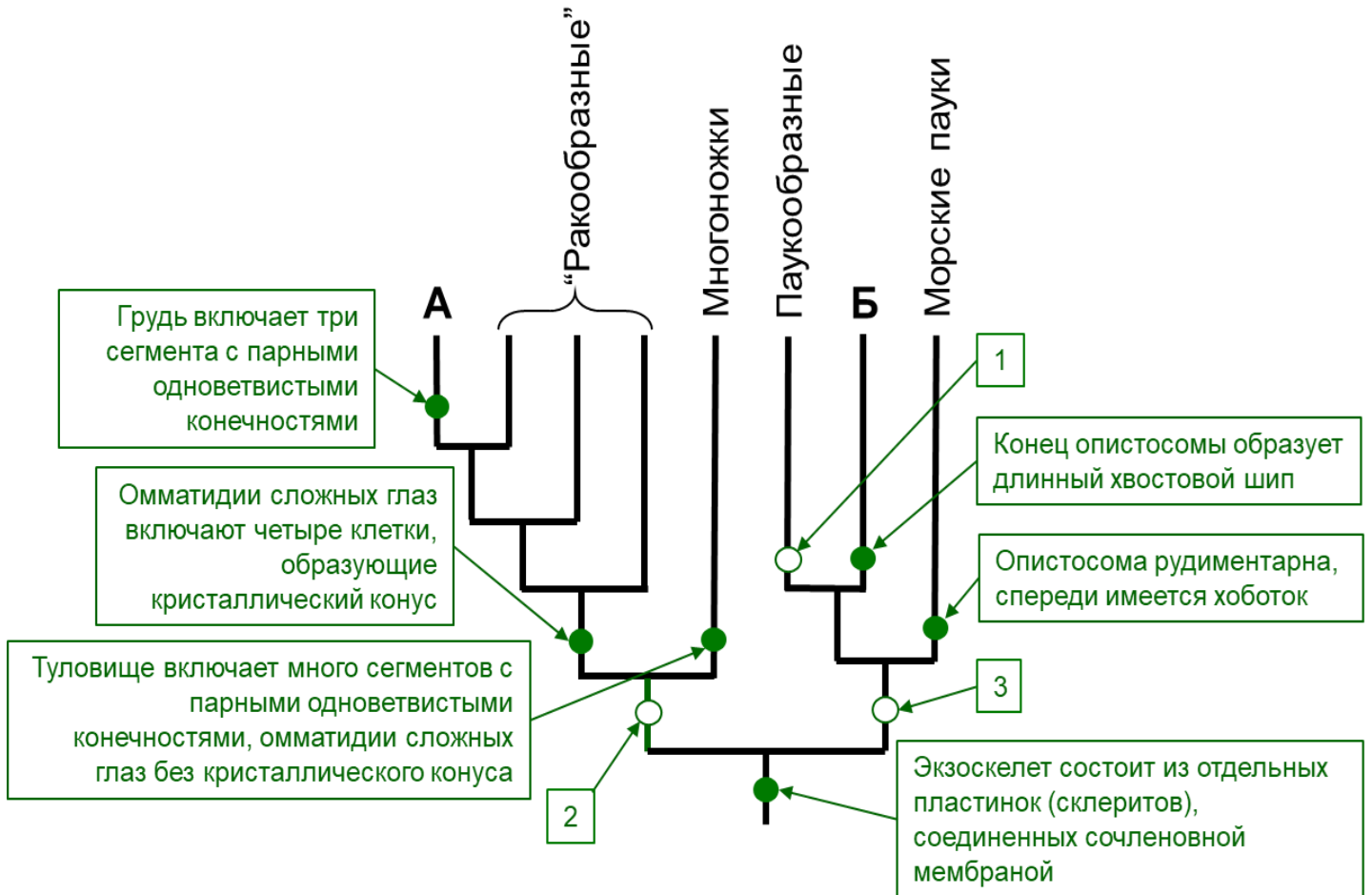
Максимальный фрагмент:

Минимальный фрагмент:

**Задание 11. Реконструкция филогении.** Максимальная оценка – 5 баллов.

Перед вами современное филогенетическое древо (кладограмма) ныне живущих членистоногих, на котором показаны синапоморфные\* признаки некоторых таксонов. Несколько названий таксонов и признаков пропущены, они обозначены, соответственно, буквами (таксоны) и цифрами (признаки). Вставьте недостающие названия таксонов и признаки, выбрав их из списков. Внимание (!): списки таксонов и признаков даны с избытком. Для ответа перенесите соответствующие элементы из списков на кладограмму.

\***Синапоморфия** – признак, возникший в ходе эволюции у общего предка данного таксона (клады) и доставшийся по наследству потомкам этого предка. Пример синапоморфии для типа Членистоногие – наличие членистых конечностей, которые когда-то возникли у общего предка всех членистоногих и присутствуют у представителей всех классов, включая вымершие. Заметим, что у пятиусток (паразитические ракообразные) конечности либо отсутствуют, либо не имеют членистого строения, но в данном случае их изменение является вторичным.



#### Список таксонов:

- Крылатые насекомые
- Открыточелюстные насекомые
- Шестиногие (Насекомые *sensu lato*)
- Скорпионы
- Мечехвосты

#### Список признаков:

- Тело разделено на головогрудь и брюшко, первая пара конечностей выполняет чувствительную функцию
- Тело разделено на просому (передняя тагма) и опистосому (задняя тагма), конечности первой пары хватательные
- Третья пара конечностей преобразована в верхние челюсти (мандибулы)
- Трахейное дыхание, мальпигиевы сосуды развиваются из эктодермы
- Питание жидкой пищей и внекишечное пищеварение, мальпигиевы сосуды развиваются из энтодермы
- Паутинные бородавки

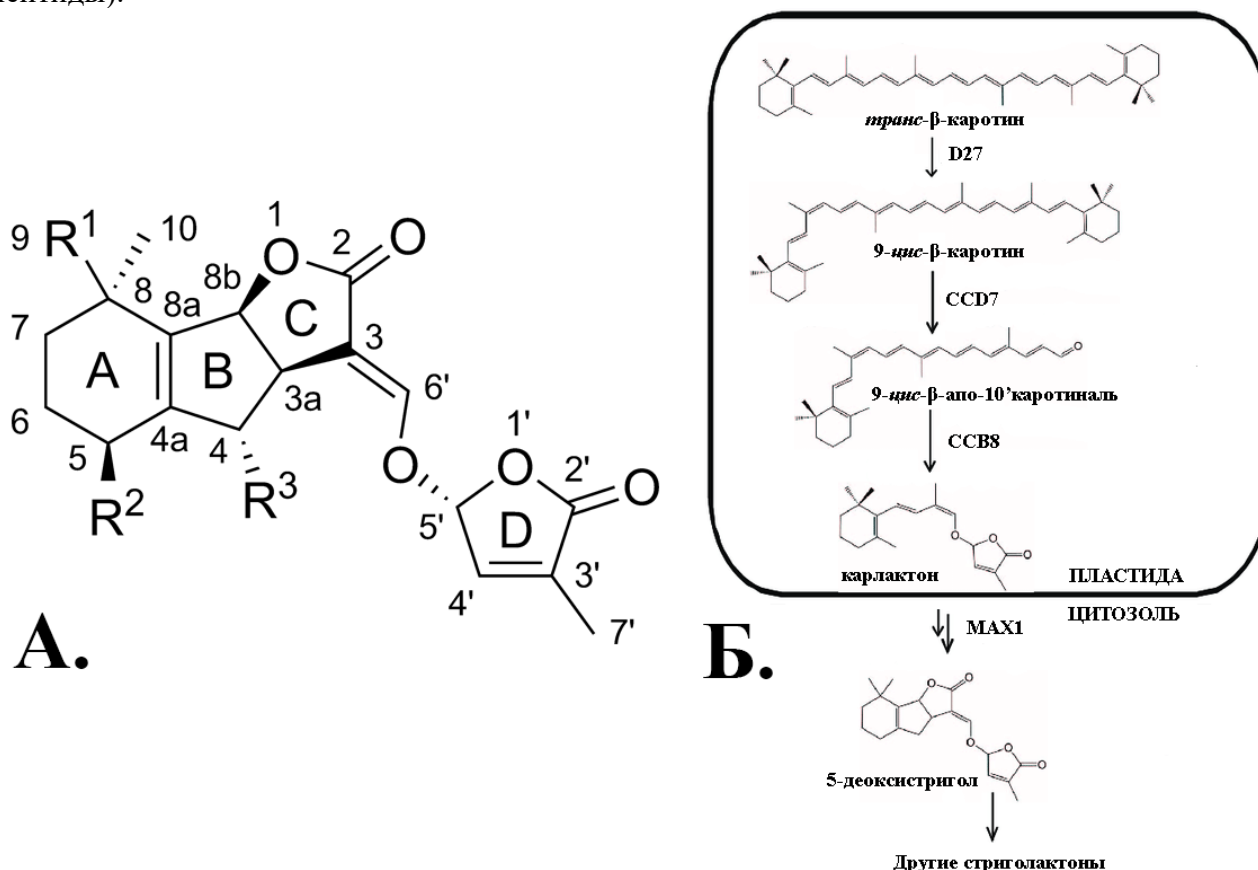


## Задание №12. Работа с информацией. Максимальная оценка – 10 баллов.

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

### Фрагмент 1.

Гормоны – биологически активные вещества, действующие в очень низких концентрациях и регулирующие физиологические процессы в живых организмах. Гормоны имеются не только у животных; подобные вещества растений принято называть фитогормонами. Так, у растений есть свой гормон роста – ауксин, подобный некоторым гормонам позвоночных, а процессы деления клеток регулируются цитокининами. Салициловая и жасмоновая кислоты запускают свои регуляторные каскады в ответ на атаку патогенов, а во время засухи, затопления или иных негативных абиотических воздействий начинается накопление абсцизовой кислоты. Многоклеточные растения – прикрепленные организмы, поэтому, в отличие от большинства животных, они не могут активно избежать действия неблагоприятных факторов среды, но могут к ним приспособиться, чему способствует их многогранный метаболизм. Химическая природа гормонов растений весьма разнообразна. Например, фитогормонами являются производные аминокислот (ауксин, салициловая кислота), пигментов (абсцизовая кислота), липидов (жасмоновая кислота) и стероидов (брасиностероиды). Есть у растений и пептидные гормоны (системин, СLE-пептиды).



**Рисунок 1.** А. Структурная формула стриголактона. Б. Схема биосинтеза стриголактонов. Пояснения в тексте.

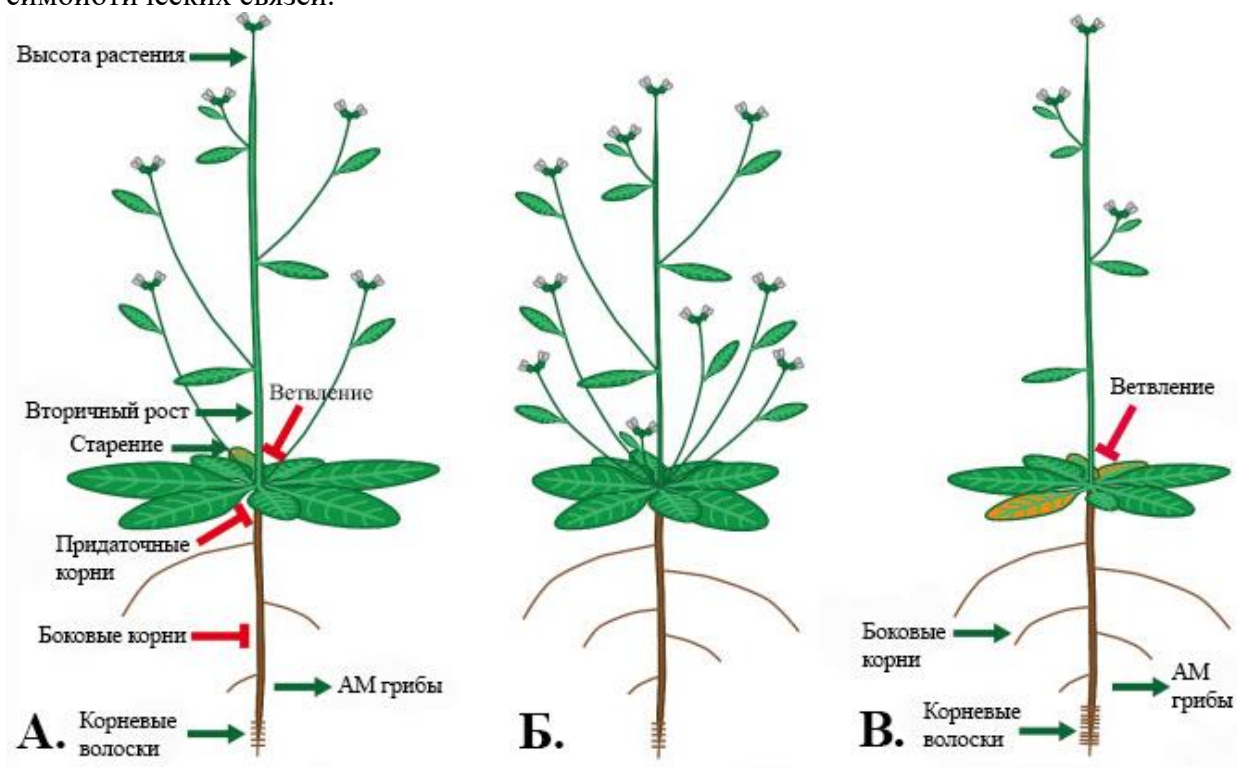
Представленный выше список известных фитогормонов неполон, тем более что и в настоящее время исследователи обнаруживают их новые классы. Например, уже в XXI веке научный мир признал существование ещё одной группы фитогормонов – стриголактонов (СЛ) – веществ, впервые выявленных в качестве стимуляторов прорастания семян паразитических растений рода стрига (*Striga* sp.) из семейства Заразиховые, за что они и получили свое название. По своей химической природе (рис. 1А) эти вещества представляют собой трициклические лактоны (часть молекулы, обозначенная буквами АВС), которые соединены енольной связью с бутенолидом (D-кольцом). На рисунке 1Б представлена схема биосинтеза

стриголактонов. Предшественниками всех стриголактонов являются каротиноиды, а первые этапы синтеза протекают в пластидах:  $\beta$ -каротин из *транс*-формы превращается в *цис*-конфигурацию под действием фермента  $\beta$ -каротин-изомеразы (D27). Далее 9-*цис*- $\beta$ -каротин под действием ферментов диоксигеназ CCD7 и CCD8 расщепляется и становится карлактоном, который впоследствии окисляется в цитоплазме с участием фермента MAX1 (цитохрома P450), превращаясь в 5-дезоксистригол – предшественник остальных стриголактонов, например стригола и оробанхола.

## Фрагмент 2.

Ветвление – процесс образования новых побегов, который определяет характер их взаимного расположения на стебле, многолетней ветви или корневище. Наиболее изучен контроль ветвления, осуществляемый ауксином, который вырабатывается в молодых листьях на верхушке главного побега и транспортируется вниз по растению. Ауксин – единственный гормон, для которого характерен полярный транспорт. Однако за ветвление отвечает не только ауксин, но и другие фитогормоны, в частности цитокинины и стриголактоны, действующие как его антагонисты. Стриголактоны подавляют рост почек, тогда как цитокинины, наоборот, его активируют. Спектр функций стриголактонов не ограничивается стимуляцией прорастания семян паразитических растений и регуляцией ветвления. Считается, что их основная роль – образование арбускулярной эндотрофной микоризы (АМ). Кроме того, они способствуют активному накоплению антоцианов.

На рисунке 2 представлены фенотипы трёх растений: с нормальным генотипом (дикого типа), мутантного растения, которое не способно синтезировать или воспринимать стриголактоны, и растения с нормальным генотипом, но произрастающего в условиях недостатка фосфатов в почве, что вызывает повышение уровня синтеза стриголактонов. У растений дикого типа, произрастающих в обычных условиях (рис. 2А), стриголактоны способствуют уменьшению ветвления за счёт подавления роста боковых побегов и корней, но при этом стимулируют рост растения в высоту, образование новых корневых волосков, вторичный рост, и, как следствие, старение организма. У растений-мутантов (рис. 2Б) образуется больше боковых побегов и корней, снижен вторичный рост и формируется меньше симбиотических связей с совместимыми видами грибов, образующих АМ. Снижение содержания фосфатов (рис. 2В) вызывает у растений дикого типа повышенное производство стриголактонов, что приводит к ещё большему подавлению ветвления, и, первоначально, к усилению роста боковых корней и корневых волосков, а также к увеличению количества симбиотических связей.





**Рисунок 2.** А. Растение дикого типа. Б. Растение-мутант с нарушенной продукцией или чувствительностью к стриголактонам. В. Растение дикого типа, произрастающее в условиях низкого содержания соединений фосфора. Пояснения в тексте.

В каждом из приведённых ниже заданий выберите ВСЕ правильные варианты ответа. Каждый ответ запишите в специально отведённое поле в виде последовательности букв в алфавитном порядке (без знаков препинания и пробелов, регистр не важен).

1. Прочитайте фрагмент 1 и рассмотрите рисунок 1. Какие компартменты клетки вовлечены в биосинтез стриголактонов?

- a) Митохондрия
- b) Хлоропласт
- c) Аппарат Гольджи
- d) Цитоплазма

2. Прочитайте фрагмент 1 и рассмотрите рисунок 1. Какие химические реакции происходят в процессе биосинтеза 5-дезоксистригола?

- a) Изомеризация
- b) Этерификация
- c) Циклизация
- d) Дегидратация

3. Опираясь на информацию, приведённую во фрагментах 1 и 2, выберите верные утверждения.

- a) Ауксин синтезируется из аминокислот
- b) Стриголактоны являются производными пигментов
- c) Стриголактоны транспортируются полярно
- d) Ауксины, цитокинины и стриголактоны контролируют рост пазушных почек

4. Опираясь на информацию, приведённую во фрагменте 2 и на рисунке 2, выберите верные утверждения.

- a) Растение, мутантное по генам, регулирующим синтез стриголактонов и восприимчивость к этим гормонам, образует больше боковых ветвей и корней, чем растение с нормальным фенотипом
- b) Растение, выращенное в условиях нормального содержания соединений фосфора, образует много придаточных корней
- c) Растения, выращенные в условиях с нормальным содержанием фосфатов и в условиях их недостатка, образуют больше симбиотических связей с арбускулярно-микоризными грибами, чем растения, невосприимчивые к стриголактонам
- d) Растения, мутантные по генам, отвечающим за синтез или восприятие стриголактонов, сильнее ветвятся, чем нормальные, но при этом их высота, как правило, ниже

5. Используя информацию, приведённую в текстовых фрагментах и на рисунках, а также ваши знания, выберите верные утверждения.

- a) Растения образуют АМ с грибами – представителями гломеромицетов
- b) Гормоны стероидной природы встречаются как у растений, так и у животных
- c) Растения способны синтезировать вещества, выполняющие функции гормонов и у некоторых других организмов
- d) Системин состоит из аминокислотных остатков, соединенных между собой пептидными связями.

**Задание 13. Задача по генетике.** Максимальная оценка – 10 баллов.

Решите задачу и запишите ответы в отведённые поля.

Какое расщепление по фенотипу должно наблюдаться в анализирующем скрещивании дигетерозиготы с генотипом

$$\frac{D e}{d E}$$

если рассматриваемые гены сцеплены, а частота кроссинговера между ними составляет 20%? Учтите, что эти два гена контролируют, соответственно, два последовательных этапа синтеза чёрного пигмента. И исходное, и промежуточное соединения бесцветны. Для решения задачи заполните таблицу. Чёрные особи обозначьте буквой Ч, бесцветные (белые) – буквой Б. Генотипы гамет отделите друг от друга запятой и пробелом.

| Элементы ответа:   |   | Ответы: |
|--|---|---------|
| Фенотип дигетерозиготной особи<br>(буквенное обозначение)  |   |         |
| Среди них:   | генотипы<br>нерекомбинантных<br>гамет               |         |
|  | их суммарная доля (%)                               |         |
|  | генотипы<br>рекомбинантных гамет                    |         |
|  | их суммарная доля (%)                               |         |
|  | генотипы гамет,<br>дающих начало чёрным<br>потомкам |         |
|  | их суммарная доля (%)                               |         |
|  | генотипы гамет,<br>дающих начало белым<br>потомкам  |         |
| их суммарная доля (%)  |   |         |
| Расщепление в потомстве по фенотипу<br>(число с буквенным обозначением<br>фенотипа : число с буквенным<br>обозначением фенотипа) |   |         |

**Задание 14. Дайте развёрнутый ответ.** Максимальная оценка – 10 баллов.

Опишите общие механизмы адаптаций к засухе (обезвоживанию) у растений и животных. Запишите ответ в отведённое поле.

## Задание 15. Технологии исследований. Максимальная оценка – 10 баллов.

Прочитайте текст, рассмотрите рисунки и выполните задания.

На одной из фотографий (рисунок 1) изображён конфокальный микроскоп – прибор, позволяющий получать контрастные изображения с высоким разрешением, а также трёхмерные реконструкции строения некоторых объектов. Принцип метода следующий. В качестве источника света в конфокальном микроскопе используется лазер, для которого характерна монохроматичность, что увеличивает точность фокусировки светового пучка. Путём изменения диаметра конфокальной диафрагмы можно отрегулировать количество проходящего света в фокальной плоскости, что влияет на контрастность получаемого изображения. Конфокальная диафрагма позволяет избавиться от внефокусной флуоресценции.

С помощью конфокального микроскопа изучают процессы в живых организмах, например положение определенных белков в клетке. Для этого клетки обрабатывают антителами к этим белкам, связанными с флуоресцентными метками. Таким образом, метка оказывается на препарате там же, где и данный белок. Метки светятся при воздействии лазера конфокального микроскопа.

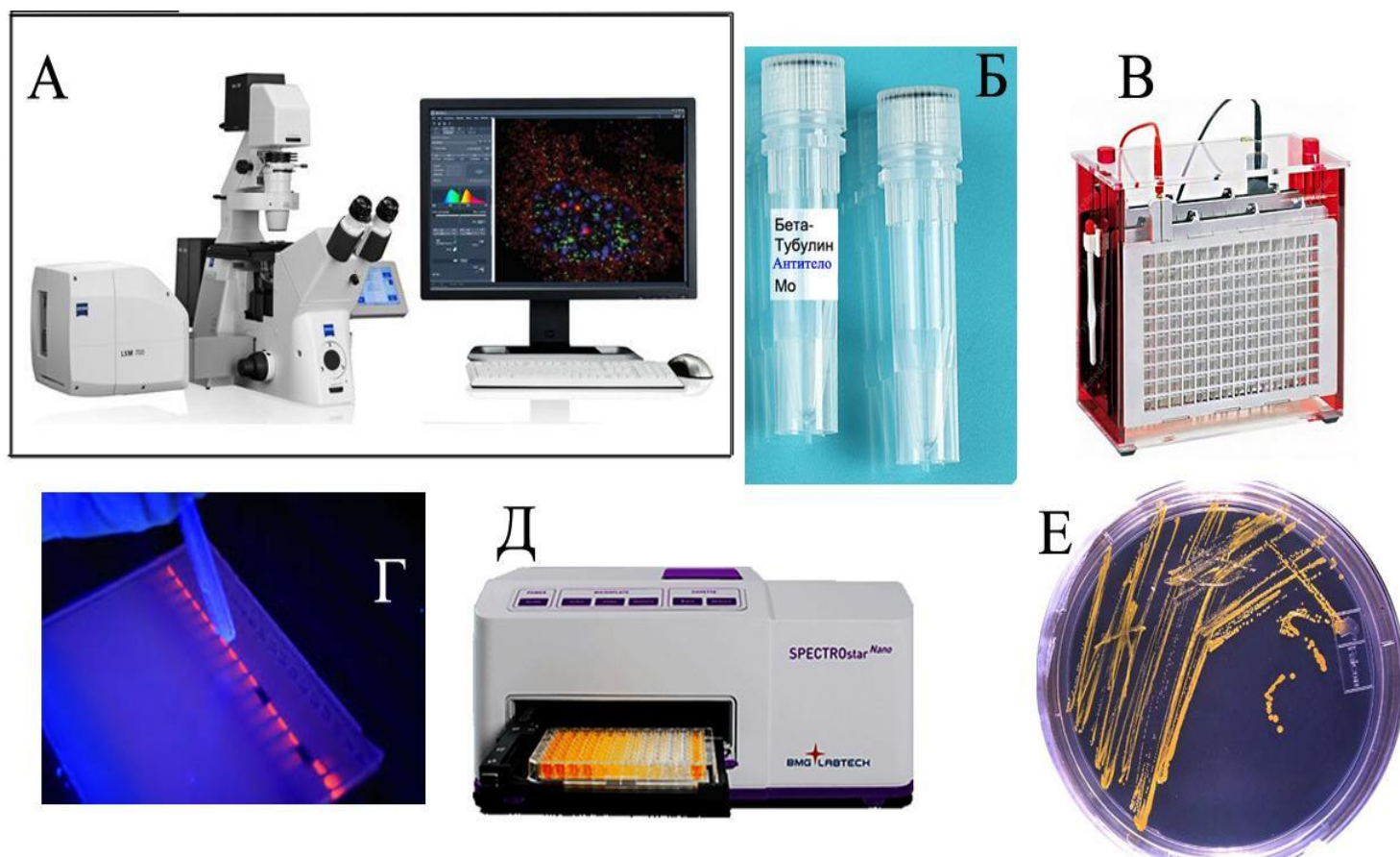


Рисунок 1. Лабораторное оборудование и материалы.

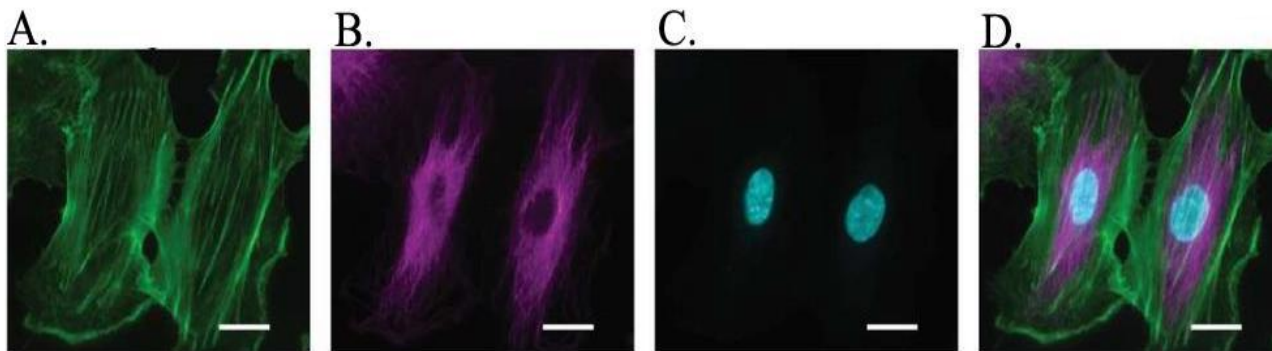


Рисунок 2. Изображения клеток культуры эндотелиоцитов, полученные с помощью конфокального микроскопа. Клетки были обработаны помеченными антителами к белкам цитоскелета и флуоресцентным красителем, который связывается с клеточными ядрами.

1. Рассмотрите рисунок 1 и выберите оборудование и материалы, которые вам понадобятся для визуализации строения цитоскелета в клетке при помощи конфокального микроскопа. В отведённое поле запишите только соответствующие буквы в алфавитном порядке (без пробелов и знаков препинания, регистр не важен).

Выберите все правильные варианты ответов. Запишите в отведённое поле буквы в алфавитном порядке (без пробелов и знаков препинания, регистр не важен).

2. При использовании конфокального микроскопа, в отличие от обычной световой микроскопии:

- А. Можно изучать только живые клетки
- Б. Пучок света можно сфокусировать на всей площади исследуемого препарата
- В. Видны только объекты, несущие флуоресцентные метки или обладающие автофлуоресценцией
- Г. Можно выполнить трехмерную реконструкцию структуры молекулы ДНК
- Д. Можно получить изображения большего разрешения

3. В эксперименте, результаты которого представлены на рисунке 2:

- А. Были получены три изображения под действием лазерного излучения разного цвета
- Б. На фотографии А виден актиновый цитоскелет
- В. На фотографии В представлены промежуточные филаменты
- Г. На фотографии С светится метка, связанная с ДНК
- Д. Изображение D получили, облучая клетки одновременно тремя лазерами

4. Многие механизмы работы биологических систем моделируются на клеточных культурах. Выберите верные утверждения о культурах клеток многоклеточных животных.

- А. Клетки эпителиев необходимо культивировать на специально подготовленной поверхности
- Б. Клетки животных можно культивировать в жидкой, твёрдой или газовой среде
- В. У “бессмертных” (неограниченно делящихся) клеточных линий благодаря мутации теломераза не теряет свою активность
- Г. Клетки человека необходимо культивировать в условиях суточной цикличности температур
- Д. Культура стволовых клеток может дать начало различным типам клеток и тканей





ОЛИМПИАДА  
ШКОЛЬНИКОВ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА



Общеобразовательный предмет: **биология**  
2022-2023 учебный год  
**10 – 11 класс**  
**Вариант 2**

**Задания 1-6. Множественный выбор.** Максимальная оценка за каждое задание – 5 баллов.

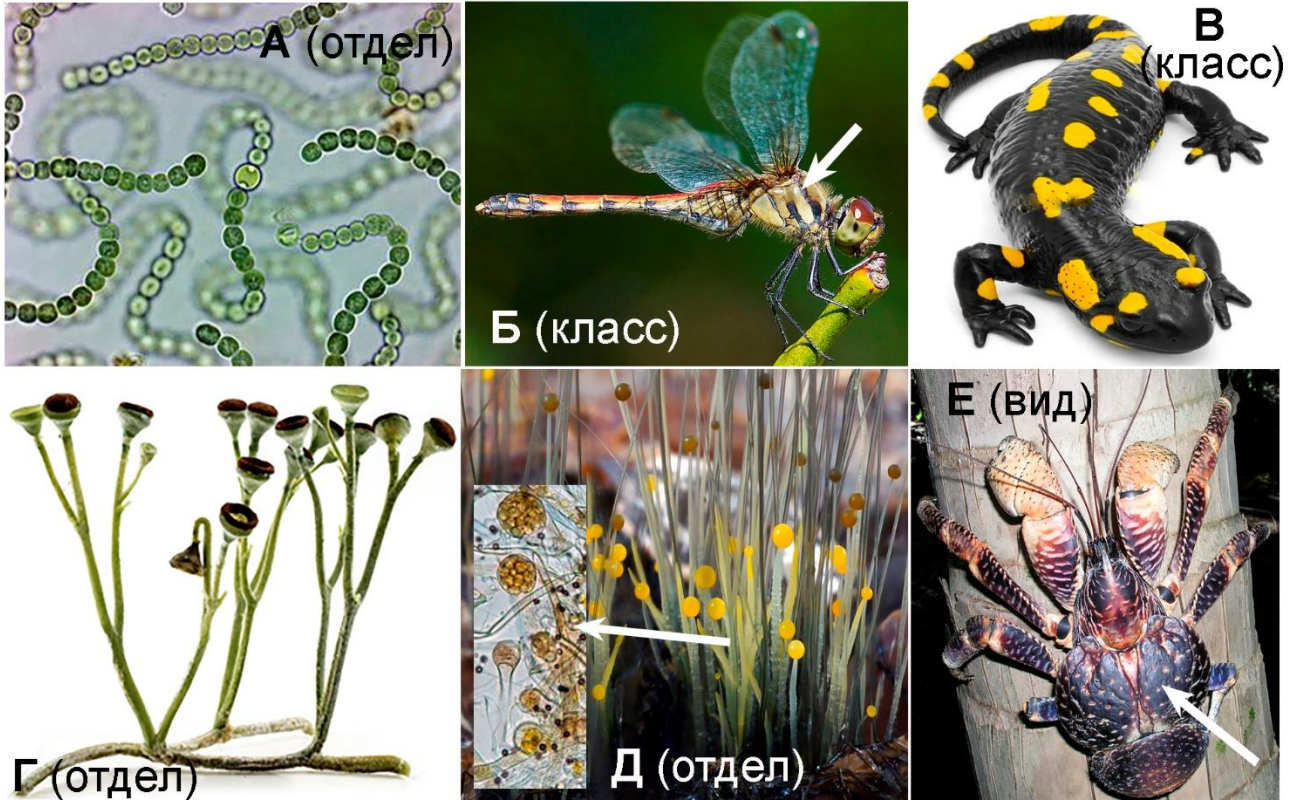
Выберите ВСЕ правильные ответы.

1. Где в клетке малярийного плазмодия (*Plasmodium falciparum*) синтезируется АТФ?
  - а. Цитоплазма
  - б. Пластиды
  - в. Митохондрии
  - г. Ядро
  - д. Аппарат Гольджи
2. Выберите метаболиты, образующиеся в ходе процессов брожения:
  - а. Пропионовая кислота
  - б. Этиловый спирт
  - в. Уксусная кислота
  - г. Углекислый газ
  - д. Молочная кислота
3. При одышке у человека учащается дыхание, что сопровождается ощущением нехватки воздуха. Причинами этого состояния могут быть:
  - а. Паралич мускулатуры, обеспечивающей дыхательные движения
  - б. Снижение содержания  $\text{CO}_2$  в крови
  - в. Застой крови в малом круге кровообращения
  - г. Дисфункция продолговатого мозга
  - д. Длительный пеший подъем в крутую гору
4. Ксерофиты – экологическая группа растений, приспособленных к условиям жаркого и сухого климата. Выберите утверждения, верно характеризующие эту группу:
  - а. У этих растений часто присутствует опушение или толстая кутикула
  - б. Среди них встречаются травы, кустарники, кустарнички и деревья
  - в. Эти растения всегда обладают слабо развитой корневой системой
  - г. У этих растений часто встречается  $\text{C}_4$  и САМ-фотосинтез
  - д. Растения этой группы обладают слабо развитой проводящей системой
5. Среди грибов встречаются паразиты:
  - а. Насекомых
  - б. Человека
  - в. Папоротникообразных
  - г. Покрытосеменных растений
  - д. Других грибов

6. Клетки многоклеточных животных, несущие единственный жгутик (ресничку):
- Всегда гаплоидны
  - Используют для вращения жгутика энергию градиента ионов и принцип ротора
  - Встречаются у большинства представителей этой группы
  - Могут входить в состав эпителиальных тканей
  - Могут выполнять функцию рецепторов

**Задание 7. Анализ биологического процесса.** Максимальная оценка – 10 баллов.

Перед вами изображения организмов, которые обитают (или обитали когда-то) в наземных экосистемах. Рассмотрите рисунки и выполните задания.



1. Установите хронологическую последовательность, в которой представители данных групп организмов в ходе эволюции появлялись в составе наземных экосистем. Учитывайте ранг группы, который указан на рисунках!

2. Выберите все верные утверждения. Ответ запишите в отведённое поле в виде последовательности латинских букв в алфавитном порядке (без знаков препинания и пробелов, регистр не важен).

- Членистоногие выходили на сушу только один раз, и от этого общего наземного предка произошли все современные наземные членистоногие
- Первые сосудистые растения появились в конце ордовика – начале силура
- Весь онтогенез организма, представленного на рисунке Е, протекает в наземной среде
- Первые наземные организмы формировали пленки, маты или корки микроорганизмов на поверхности влажных субстратов
- На рисунке Д изображена лишь часть данного организма

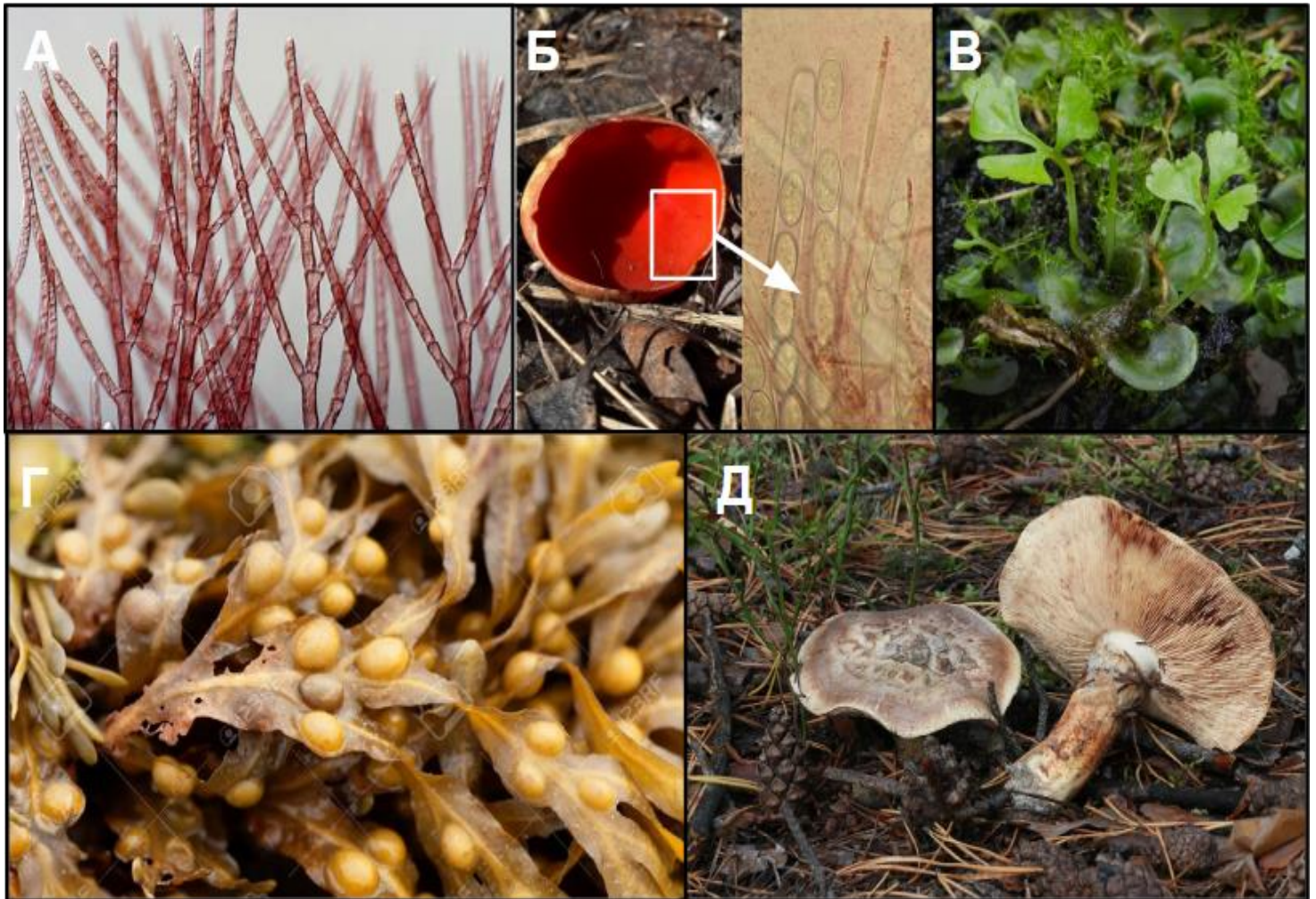
3. Впишите в отведённое поле русское название класса, к которому относится организм, изображённый на рисунке Б



4. Укажите буквенное обозначение рисунка, на котором представлен вымерший организм
5. Укажите буквенное обозначение рисунка, на котором представлен самый крупный объект

**Задание 8. Работа с изображениями объектов.** Максимальная оценка – 5 баллов.

На рисунке изображены представители различных отделов эукариот. Внесите русские названия этих отделов в отведённые поля рядом с соответствующими буквами.



**Задание 9. Работа с текстом (поиск и исправление ошибок).** Максимальная оценка – 5 баллов.

Перед вами текст, содержащий пять биологических ошибок. Внимательно прочтите его, найдите ошибки и объясните, в чём они заключаются, вписав ответ в отведённое поле.

**Внимание!** Исправление фразы исключительно отрицанием (*имеет – не имеет, встречается – не встречается* и т. п.) не засчитывается. Необходимо сформулировать утвердительные предложения.

Аскарида человеческая – один из наиболее распространенных паразитов человека. Как и все представители круглых червей, она обитает в организме животного-хозяина, а её тело имеет билатеральную симметрию и включает производные трёх зародышевых листков.

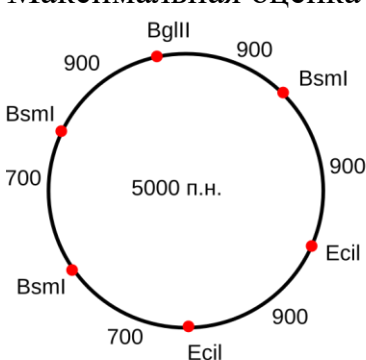
В просвете кишечника, где обитает взрослая аскарида, почти нет кислорода, поэтому одна из замечательных черт этого организма – способность к анаэробному дыханию. В данном случае конечным акцептором электронов из электрон-транспортной цепи служит органическое вещество, а сама электрон-транспортная цепь локализована непосредственно в цитоплазме и не связана с мембранами митохондрий. Не имея органов прикрепления, аскарида всё время вынуждена двигаться против потока пищевых масс. Это движение обеспечивает только продольная мускулатура (кольцевой и диагональной у неё нет). При этом двигательные нейроны не посылают свои аксоны к мышечным клеткам, а вместо этого сами миоциты образуют иннервационные отростки, достигающие нейронов спинного или брюшного нервных стволов. Нервный импульс при этом проводится в обратном направлении – от миоцитов к мотонейронам.

Широкое распространение аскариды в популяциях человека связано с особенностями её онтогенеза. Хозяин заражается, проглатывая свободноживущих личинок, обитающих в водоёме, – именно поэтому люди часто заражаются при питье сырой воды. Оказавшись в кишечнике, личинка затем совершает сложную миграцию: попадает в кровь, оттуда – в лёгкие, трахею и ротовую полость, а затем опять в кишечник. Развитие личинки сопровождается линькой. По мнению специалистов, ближайшие родственники круглых червей в современной биосфере – плоские черви, среди которых также есть немало паразитов человека.

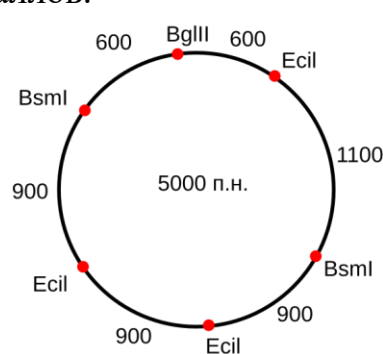
#### Ответы:

|    |  |
|----|--|
| 1. |  |
| 2. |  |
| 3. |  |
| 4. |  |
| 5. |  |

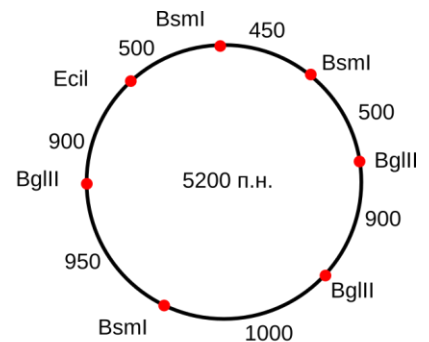
#### Задание 10. Задача по молекулярной биологии и биоинформатике. Максимальная оценка – 5 баллов.



Плазмида №1



Плазмида №2



Плазмида №3

В лаборатории были потеряны этикетки трёх микропробиркам с плазмидами, и теперь в морозильной камере они хранятся неподписанными. Однако у вас сохранились карты плазмид (см. рисунок выше), на которых красными точками отмечены сайты рестрикции (разрезания последовательности ДНК) и указаны расстояния между этими сайтами. Рядом с точками указаны названия соответствующих эндонуклеаз рестрикции.

Необходимо поставить эксперимент, позволяющий различить эти плазмиды с использованием представленных на рисунке эндонуклеаз рестрикции (EciI, BsmI, BglII). Для



этого содержимое каждой микропробирки распределили по трём ёмкостям и добавили в каждую из них только одну из эндонуклеаз. Получившиеся в результате фрагменты ДНК разделили по длине при помощи гель-электрофореза.

Перечислите все эндонуклеазы рестрикции, которые позволят вам отличить нижеперечисленные пары плазмид. Соответствующие названия плазмид запишите в отведённые поля через запятую и без пробелов.

1. Отличить плазмиду 1 от плазмиды 2 –
2. Отличить плазмиду 2 от плазмиды 3 –
3. Отличить плазмиду 1 от плазмиды 3 –

4. Какой длины будут максимальный и минимальный фрагменты при воздействии на плазмиды смеси эндонуклеаз рестрикции *EcoI* и *BglII* на смесь плазмид №1 и №3? Соответствующие числа запишите в отведённые поля

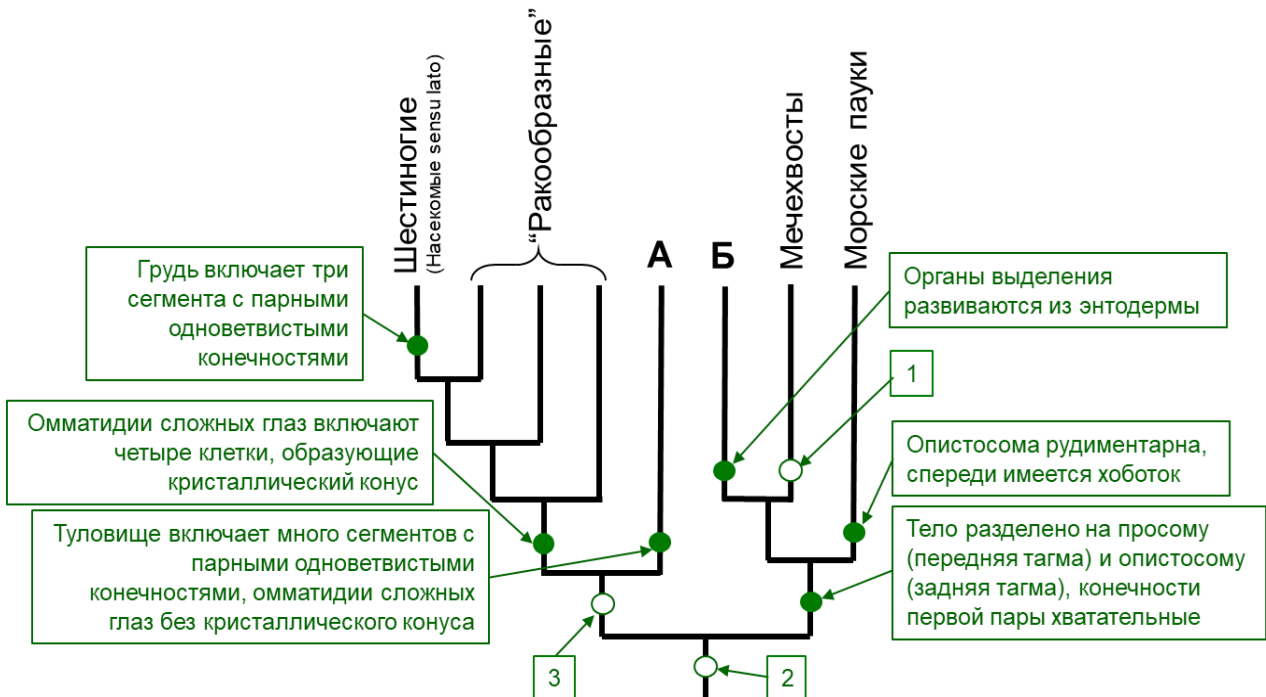
Максимальный фрагмент:

Минимальный фрагмент:

### Задание 11. Реконструкция филогении. Максимальная оценка – 5 баллов.

Перед вами современное филогенетическое древо (кладограмма) ныне живущих членистоногих, на котором показаны синапоморфные\* признаки некоторых таксонов. Несколько названий таксонов и признаков пропущены, они обозначены, соответственно, буквами (таксоны) и цифрами (признаки). Вставьте недостающие названия таксонов и признаки, выбрав их из списков. Внимание (!): списки таксонов и признаков даны с избытком. Для ответа перенесите соответствующие элементы из списков на кладограмму.

\***Синапоморфия** – признак, возникший в ходе эволюции у общего предка данного таксона (клады) и доставшийся по наследству потомкам этого предка. Пример синапоморфии для типа Членистоногие – наличие членистых конечностей, которые когда-то возникли у общего предка всех членистоногих и присутствуют у представителей всех классов, включая вымершие. Заметим, что у пятиусток (паразитические ракообразные) конечности либо отсутствуют, либо не имеют членистого строения, но в данном случае их изменение является вторичным.



Список таксонов:

- Крылатые насекомые
- Многоножки
- Скорпионы
- Трилобиты
- Паукообразные

Список признаков:

- Тело разделено на головогрудь и брюшко, конечности первой пары выполняют чувствительную функцию
- Экзоскелет состоит из отдельных пластинок (склеритов), соединенных сочленовой мембраной
- Третья пара конечностей преобразована в верхние челюсти (мандибулы)
- Трахейное дыхание, мальпигиевы сосуды развиваются из эктодермы
- Конец опистосомы образует длинный шип
- Задние конечности превратились в паутинные бородавки

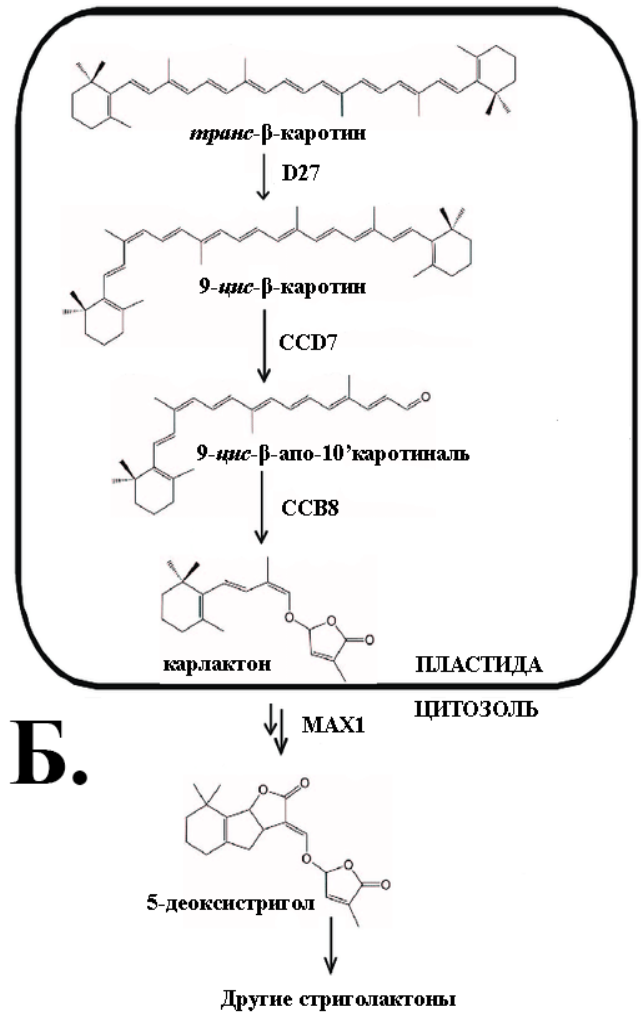
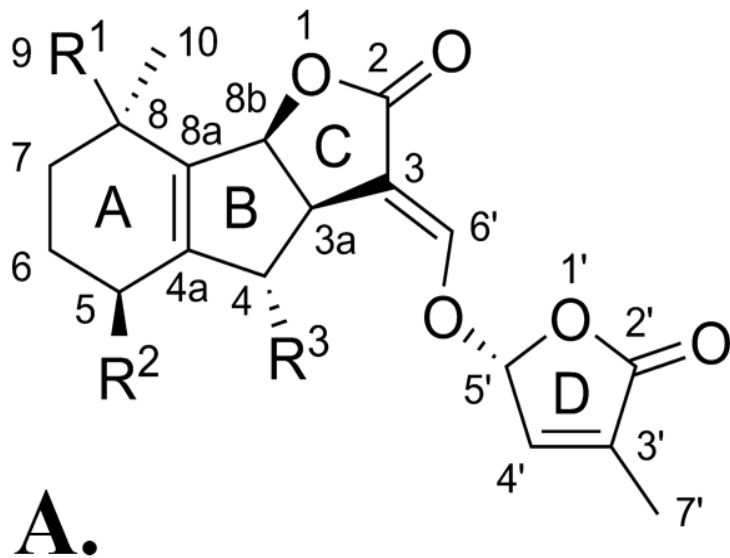
**Задание №12. Работа с информацией.** Максимальная оценка – 10 баллов.

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

**Фрагмент 1.**

Гормоны – биологически активные вещества, действующие в очень низких концентрациях и регулирующие физиологические процессы в живых организмах. Гормоны имеются не только у животных; подобные вещества растений принято называть фитогормонами. Так, у растений есть свой гормон роста – ауксин, подобный некоторым гормонам позвоночных, а процессы деления клеток регулируются цитокининами. Салициловая и жасмоновая кислоты запускают свои регуляторные каскады в ответ на атаку патогенов, а во время засухи, затопления или иных негативных абиотических воздействий начинается накопление абсцизовой кислоты. Многоклеточные растения – прикрепленные организмы, поэтому, в отличие от большинства животных, они не могут активно избегать действия неблагоприятных факторов среды, но могут к ним приспособиться, чему способствует их многогранный метаболизм. Химическая природа гормонов растений весьма разнообразна. Например, фитогормонами являются производные аминокислот (ауксин, салициловая кислота), пигментов (абсцизовая кислота), липидов (жасмоновая кислота) и стероидов (брасиностероиды). Есть у растений и пептидные гормоны (системин, CLE-пептиды).

Представленный выше список известных фитогормонов неполон, тем более что и в настоящее время исследователи обнаруживают их новые классы. Например, уже в XXI веке научный мир признал существование ещё одной группы фитогормонов – стриголактонов (СЛ) – веществ, впервые выявленных в качестве стимуляторов прорастания семян паразитических растений рода стрига (*Striga* sp.) из семейства Заразиховые, за что они и получили свое название. По своей химической природе (рис. 1А) эти вещества представляют собой трициклические лактоны (часть молекулы, обозначенная буквами АВС), которые соединены енольной связью с бутенолидом (D-кольцом). На рисунке 1Б представлена схема биосинтеза стриголактонов. Предшественниками всех стриголактонов являются каротиноиды, а первые этапы синтеза протекают в пластидах:  $\beta$ -каротин из *транс*-формы превращается в *цис*-конфигурацию под действием фермента  $\beta$ -каротин-изомеразы (D27). Далее 9-*цис*- $\beta$ -каротин под действием ферментов диоксигеназ CCD7 и CCD8 расщепляется и становится карлактоном, который впоследствии окисляется в цитоплазме с участием фермента MAX1 (цитохрома P450), превращаясь в 5-дезоксистригол – предшественник остальных стриголактонов, например стригола и оробанхола.



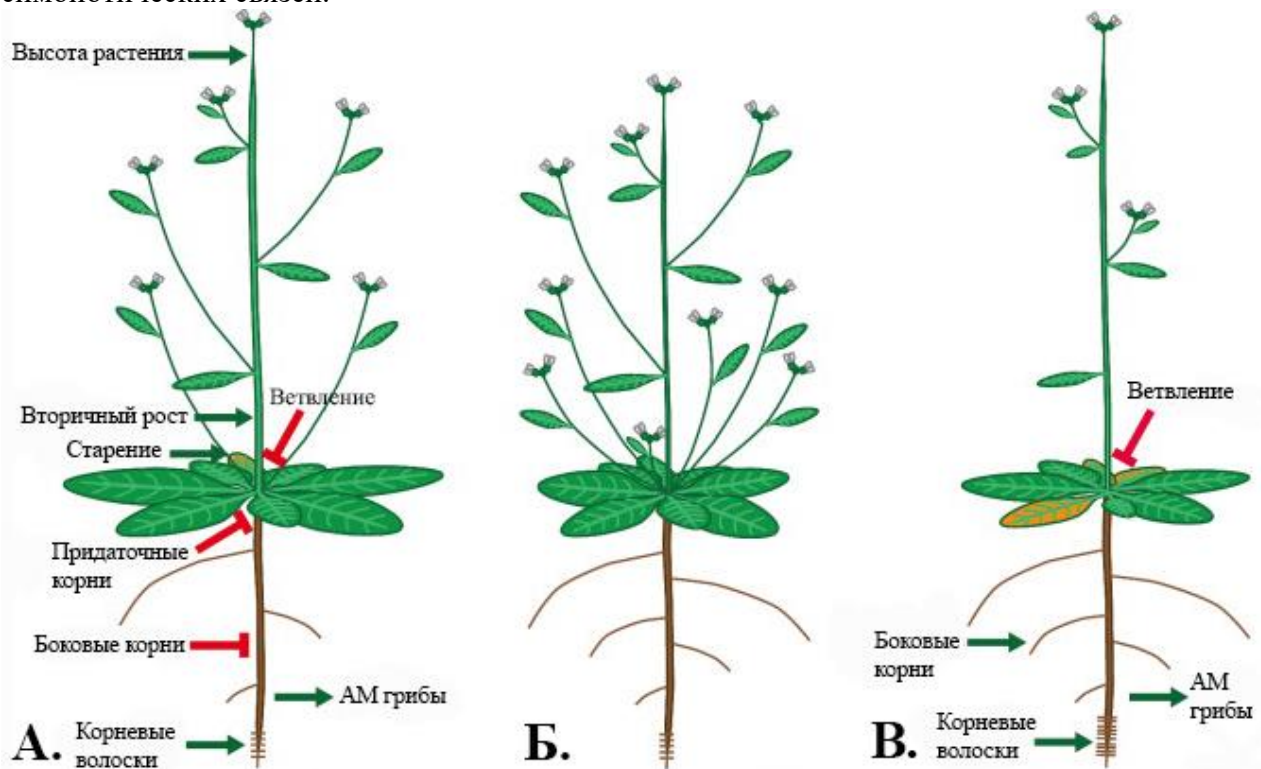
**Рисунок 1.** А. Структурная формула стриголактона. Б. Схема биосинтеза стриголактонов. Пояснения в тексте.

### Фрагмент 2.

Ветвление – процесс образования новых побегов, который определяет характер их взаимного расположения на стебле, многолетней ветви или корневище. Наиболее изучен контроль ветвления, осуществляемый ауксином, который вырабатывается в молодых листьях на верхушке главного побега и транспортируется вниз по растению. Ауксин – единственный гормон, для которого характерен полярный транспорт. Однако за ветвление отвечает не только ауксин, но и другие фитогормоны, в частности цитокинины и стриголактоны, действующие как его антагонисты. Стриголактоны подавляют рост почек, тогда как цитокинины, наоборот, его активируют. Спектр функций стриголактонов не ограничивается стимуляцией прорастания семян паразитических растений и регуляцией ветвления. Считается, что их основная роль – образование арбускулярной эндотрофной микоризы (АМ). Кроме того, они способствуют активному накоплению антоцианов.

На рисунке 2 представлены фенотипы трёх растений: с нормальным генотипом (дикого типа), мутантного растения, которое не способно синтезировать или воспринимать стриголактоны, и растения с нормальным генотипом, но произрастающего в условиях недостатка фосфатов в почве, что вызывает повышение уровня синтеза стриголактонов. У

растений дикого типа, произрастающих в обычных условиях (рис. 2А), стриголактоны способствуют уменьшению ветвления за счёт подавления роста боковых побегов и корней, но при этом стимулируют рост растения в высоту, образование новых корневых волосков, вторичный рост, и, как следствие, старение организма. У растений-мутантов (рис. 2Б) образуется больше боковых побегов и корней, снижен вторичный рост и формируется меньше симбиотических связей с совместимыми видами грибов, образующих АМ. Снижение содержания фосфатов (рис. 2В) вызывает у растений дикого типа повышенное производство стриголактонов, что приводит к ещё большему подавлению ветвления, и, первоначально, к усилению роста боковых корней и корневых волосков, а также к увеличению количества симбиотических связей.



**Рисунок 2.** А. Растение дикого типа. Б. Растение-мутант с нарушенной продукцией или чувствительностью к стриголактонам. В. Растение дикого типа, произрастающее в условиях низкого содержания соединений фосфора. Пояснения в тексте.

В каждом из приведённых ниже заданий выберите ВСЕ правильные варианты ответа. Каждый ответ запишите в специально отведённое поле в виде последовательности букв в алфавитном порядке (без знаков препинания и пробелов, регистр не важен).

1. Прочитайте фрагмент 1 и рассмотрите рисунок 1. Какие компартменты клетки вовлечены в биосинтез стриголактонов?

- a) Цитоплазма
- b) Хлоропласт
- c) Плазмалемма
- d) Митохондрия

2. Прочитайте фрагмент 1 и рассмотрите рисунок 1. Какие химические реакции происходят в процессе биосинтеза 5-дезоксистригола?

- a) Изомеризация
- b) Этерификация
- c) Циклизация
- d) Окисление



3. Опираясь на информацию, приведённую во фрагментах 1 и 2, выберите верные утверждения.

- a) Салициловая и жасмоновая кислоты синтезируются из аминокислот
- b) Стриголактоны транспортируются полярно
- c) Абсцисовая кислота и стриглактоны являются производными пигментов
- d) Ауксины, цитокинины и стриглактоны контролируют рост пазушных почек

4. Опираясь на информацию, приведённую во фрагменте 2 и на рисунке 2, выберите верные утверждения.

- a) Растение, мутантное по генам, регулирующим синтез стриглактонов и восприимчивость к этим гормонам, образует меньше боковых ветвей и корней, чем растение с нормальным фенотипом
- b) Растения, выращенные в условиях с нормальным содержанием фосфатов и в условиях их недостатка, образуют больше симбиотических связей с арбускулярно-микоризными грибами, чем растения, невосприимчивые к стриглактонам
- c) Растение, выращенное в условиях нормального содержания соединений фосфора, образует много придаточных корней
- d) Растения, мутантные по генам, отвечающим за синтез или восприятие стриглактонов, сильнее ветвятся, чем нормальные, но при этом их высота, как правило, ниже

5. Используя информацию, приведённую в текстовых фрагментах и на рисунках, а также ваши знания, выберите верные утверждения:

- a) Растения обычно образуют АМ с представителями базидиальных грибов, например, подберёзовиками
- b) Гормоны стероидной природы встречаются не только у животных
- c) Растения способны синтезировать вещества, выполняющие функции гормонов и у некоторых других организмов
- d) Соматотропин человека, подобно системину растений, является полимером

### Задание 13. Задача по генетике. Максимальная оценка – 10 баллов.

Решите задачу и запишите ответы в отведённые поля.

Какое расщепление по фенотипу должно наблюдаться в анализирующем скрещивании дигетерозиготы

$$\frac{M \ N}{m \ n}$$

если рассматриваемые гены сцеплены, а частота кроссинговера между ними составляет 40%? При этом ген *M* отвечает за синтез красного пигмента, а ген *N* кодирует белок, полностью разрушающий данный пигмент. Исходное соединение бесцветно. Для решения задачи заполните таблицу. Красные особи обозначьте буквой К, бесцветные (белые) – буквой Б. Генотипы гамет отделите друг от друга запятой и пробелом.

| Элементы ответа   |                                       | Ответы: |
|---|---------------------------------------|---------|
| Фенотип дигетерозиготной особи<br>(буквенное обозначение) |                                       |         |
| Среди них:  | генотипы<br>нерекомбинантных<br>гамет |         |
|   | их суммарная доля (%)                 |         |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | генотипы<br>рекомбинантных гамет                     |  |
|  | их суммарная доля (%)                                |  |
|  | генотипы гамет,<br>дающих начало<br>красным потомкам |  |
|  | их суммарная доля (%)                                |  |
|  | генотипы гамет,<br>дающих начало белым<br>потомкам   |  |
|  | их суммарная доля (%)                                |  |
| Расщепление в потомстве по<br>фенотипу (число с буквенным<br>обозначением фенотипа : число с<br>буквенным обозначением фенотипа) |  |  |

**Задание 14. Дайте развёрнутый ответ.** Максимальная оценка – 10 баллов.

Опишите общие механизмы адаптаций к обитанию в условиях повышенной солености среды у растений и животных. Запишите ответ в отведённое поле.

**Задание 15. Технологии исследований.** Максимальная оценка – 10 баллов.

Прочитайте текст, рассмотрите рисунки и выполните задания.

На одной из фотографий (рис. 1) изображён проточный цитофлуориметр – прибор, позволяющий сравнительно быстро проанализировать большое число клеток, причем каждая из них анализируется индивидуально. Принцип работы прибора следующий. Клетки суспензии, предварительно помеченные светящимися молекулами (флуорохромами), одна за другой проходят через специальную камеру, в которой пересекают световой (лазерный) пучок. Свет, испускаемый в ответ на это флуорохромами, и свет, рассеянный клетками, фокусируют и раскладывают на составляющие при помощи специальной оптической системы. Затем его регистрируют детекторы, а полученные результаты анализируют при помощи компьютера. Заметим, что клетки фотоавтотрофов уже содержат флуоресцирующие вещества, такие как хлорофилл или фикоэритрин.

Прибор обладает двумя типами детекторов светорассеяния. Детектор прямого (малоуглового) рассеяния расположен на оси лазерного луча прямо за камерой с движущимися клетками. Его центральная часть экранирована, поэтому нерассеянное излучение им не регистрируется. Интенсивность рассеяния на небольшой угол пропорциональна размеру клетки. Детекторы бокового рассеяния расположены сбоку и поэтому собирают излучение, рассеянное на больший угол. Оно является следствием многократного преломления и рассеяния луча при прохождении через клетку, поэтому это излучение позволяет судить о сложности её внутреннего строения (наличие разного рода включений, вакуолей, величина ядерно-цитоплазматического отношения и пр.). Совместный анализ прямого и бокового светорассеяния, таким образом, позволяет делать заключения о строении клетки в целом и различать разные клеточные популяции.

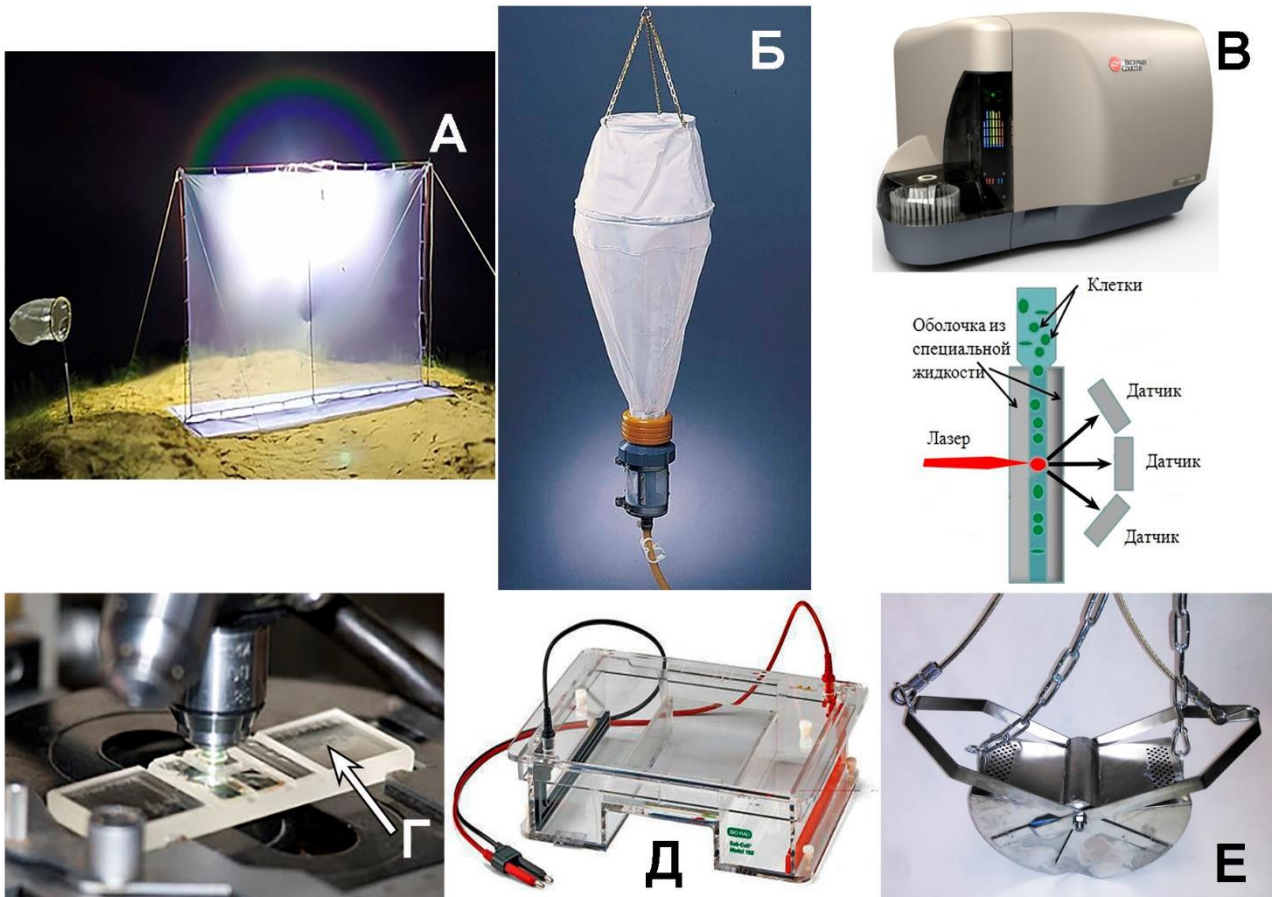


Рисунок 1. Полевое и лабораторное оборудование.

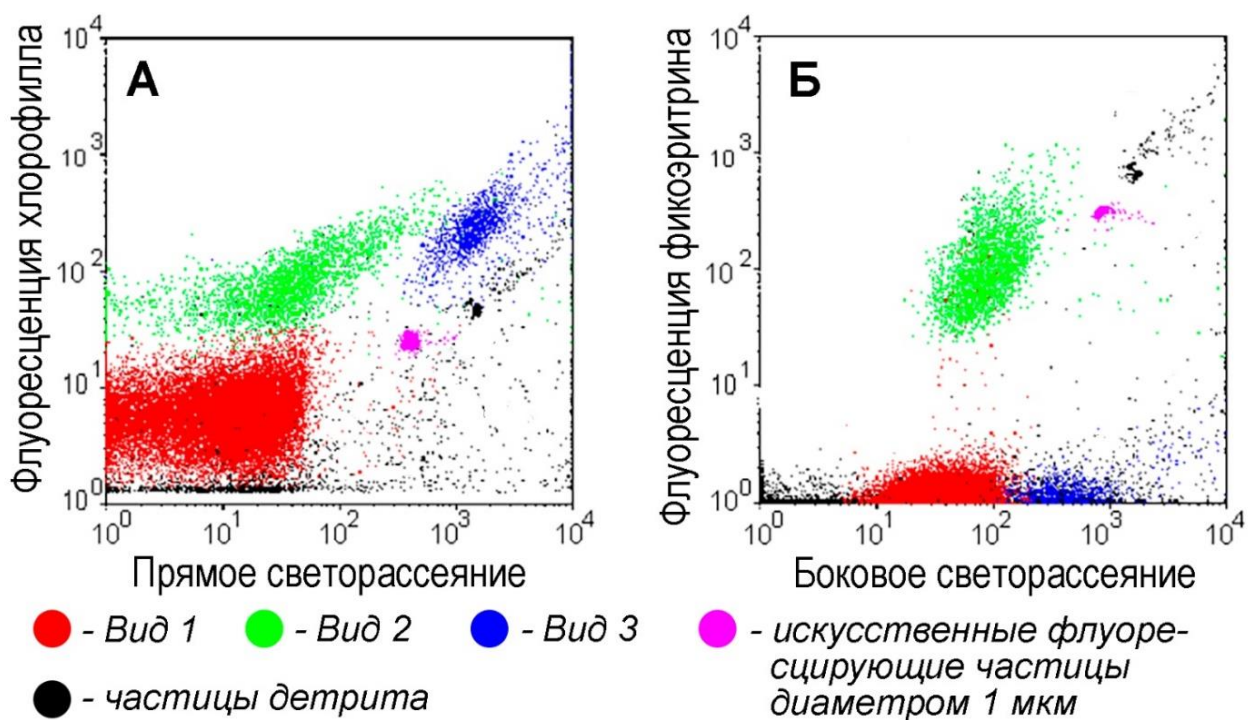


Рисунок 2. Результаты изучения трёх доминирующих видов фитопланктона одного из районов Тихого океана (по Marie et al., 2001).

1. Выберите на рисунке 1 оборудование, которое может вам понадобиться для отбора проб и лабораторной обработки материала с целью изучения качественного и количественного состава сообщества фитопланктона. В отведённое поле запишите только соответствующие буквы в алфавитном порядке (без пробелов и знаков препинания, регистр не важен).

Выберите все правильные варианты ответов. Запишите в отведённое поле буквы в алфавитном порядке (без пробелов и знаков препинания, регистр не важен).

2. Прибор, изображённый на рисунке 1В, целесообразно использовать для:

- А. Определения лейкоцитарной формулы крови человека
- Б. Определения биомассы высших водных растений
- В. Подсчёта числа яиц, вынашиваемых самками речного рака в естественных условиях
- Г. Оценки доли культивируемых клеток, находящихся на разных этапах клеточного цикла
- Д. Определения численности бактерий разных видов в смешанной культуре

3. В исследовании, результаты которого представлены на рисунке 2:

- А. Каждая точка на диаграммах соответствует одной клетке водорослей или частице
- Б. Клетки водорослей видов 1 и 3 активно используют фикоэритрин для фотосинтеза
- В. Водоросли, принадлежащие виду 3, имеют наиболее крупные клетки и обладают более сложной внутренней структурой
- Г. Размер и внутренняя структура искусственных частиц варьируют сильнее, чем клеток водорослей
- Д. Представители вида 1, вероятнее всего, принадлежат к прокариотам

4. В пелагическом сообществе, результаты исследования которого показаны на рисунке 2:

- А. Большую часть первичной продукции создают бактерии
- Б. Основными консументами первого порядка являются медузы
- В. В составе частиц детрита резко преобладают минеральные компоненты
- Г. Отбор проб фитопланктона могли производить при помощи батометра
- Д. Продукцию фитопланктона можно определить, зная концентрацию хлорофилла *a*