

Задания
практического тура регионального этапа
XXXVIII Всероссийской олимпиады школьников по биологии.
2021-22 уч. год. 9 класс
Биология и систематика растений (максимум 40 баллов)

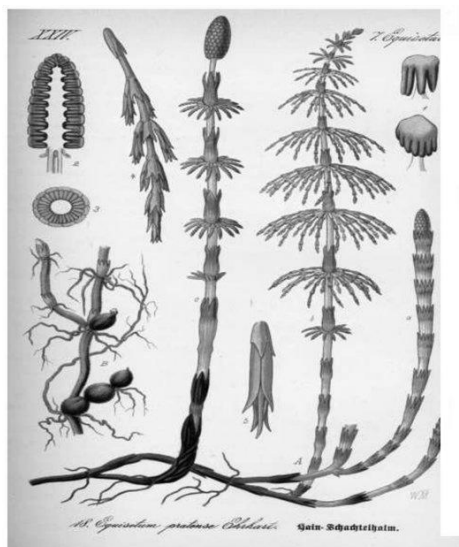
Дорогие участники олимпиады, сегодня мы с вами будем изучать хвощи. Внимательно рассмотрите представленные изображения деталей внешнего и внутреннего строения этих замечательных растений, проанализируйте текстовую информацию, вспомните всё, что вам известно об этой группе растений, и ответьте на вопросы.

Хвощ (*Equisetum* L.) — род сосудистых растений, в силу своей уникальности иногда выделяемый в особый отдел Хвощевидные. Научное название этого рода - *Equisetum* - происходит от латинских слов *equus* («лошадь») и *saeta* («грива, щетина»). Русское название «хвощ» это растение также получило за сходство с хвостами некоторых животных. Ныне живущие хвощи (Рис.1) – это всего 18 видов одного, чудом дошедшего до нас рода, раннемезозойских растений. Все они очень похожи друг на друга, и имеют базовое число хромосом $n = 108$.

Древние хвощи отличались куда более разнообразным строением. Их размеры варьировали от нескольких сантиметров до десятков метров длины стебля у древовидных форм (Рис.2). Большинство имели развитые, относительно крупные листья. Расцвет группы пришелся на каменноугольный период, а к середине мезозоя ее видовое разнообразие заметно сократилось. Семейство Equisetaceae, к которому и принадлежит род Хвощ (*Equisetum*), ведет свою историю с пермского периода палеозойской эры. На рис. 3. представлена реконструкция и фотография ископаемых остатков наиболее известного вымершего представителя этого семейства - *Equisetites arenaceus*.

В жизненном цикле хвощей преобладает спорофит. Гаметофиты питаются за счет фотосинтеза и, по всей видимости, потенциально обоепопы, но, в зависимости от условий среды, могут становиться раздельнопопыми (Рис. 4).

Хвощ лесной
мономорфные побеги



Хвощ полевой
диморфные побеги

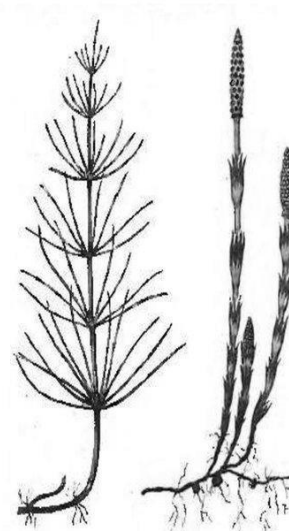


Рис. 1. Современные хвощи

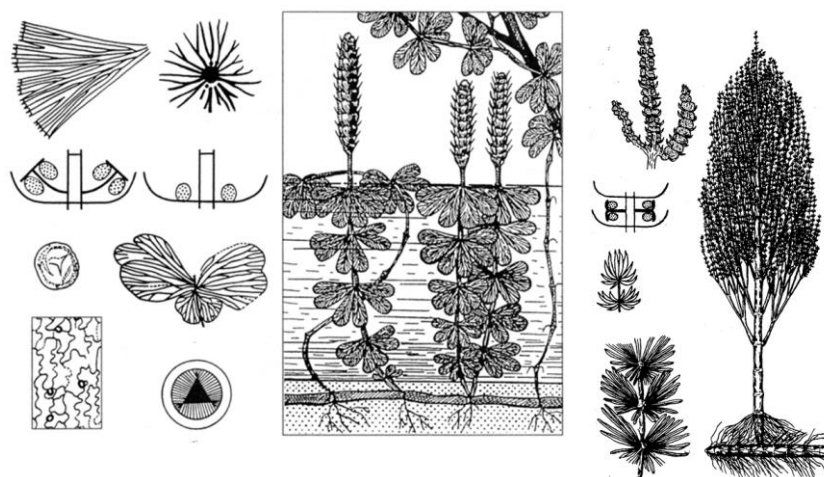


Рис. 2. Вымершие хвощи.

Систематическое положение хвощей на первый взгляд не вызывает вопросов. В соответствии с современной системой (Рис. 5), построенной по данным геносистематики, это один из классов или подотделов папоротников, т.е. сестринская группа по отношению ко всем другим таксонам папоротников. Однако, учитывая разнообразие ископаемых форм и уникальность признаков, хвощи вполне заслуживают выделения в ранге самостоятельного отдела.

Что же это за признаки?
Перечислим основные из них:

1. Строение спороносного колоска (стробила), которое можно встретить только у хвощей. На главной оси расположены особые структуры – спорангиофоры, не встречающиеся у других растений. Они имеют ножку и щиток со спорангиями, расположенными перпендикулярно главной оси стробила (Рис. 6).

2. В спорангиях созревают споры, у которых формируется особая оболочка – перина, несущая своеобразные выросты – элатеры (Рис. 7). Когда воздух сухой, споры расправляют их, как крылья и зацепляются друг за друга, образуя комки наподобие ваты, которые подхватываются ветром и летят в надежде попасть всей группой в подходящее место. Когда спора оказывается во влажном, благоприятном для прорастания месте, элатеры сворачиваются, и споры падают и тесно прижимаются к субстрату. Такой механизм распространения очень эффективен, ведь споры имеют ограниченный запас питательных веществ, и для нормального роста им очень важно быстро оказаться в подходящих условиях.

«Танец» спор можно пронаблюдать на малом увеличении микроскопа на препарате без покровного стекла. Для этого достаточно аккуратно подышать у объектива и быстро заглянуть в окуляр. Для опыта подойдут даже мертвые, пролежавшие десятки лет в лаборатории споры любых видов хвощей.



Рис. 3. Ископаемые остатки и реконструкция *Equisetites arenaceus* (триас).

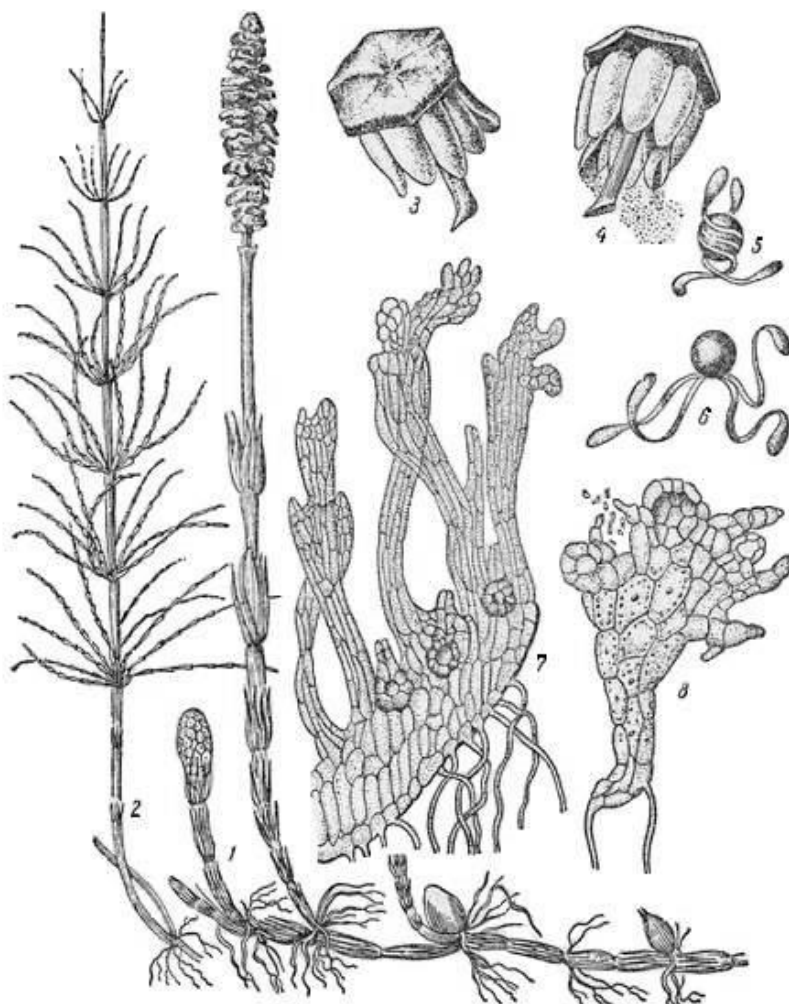


Рис. 4. Жизненный цикл хвоща полевого.

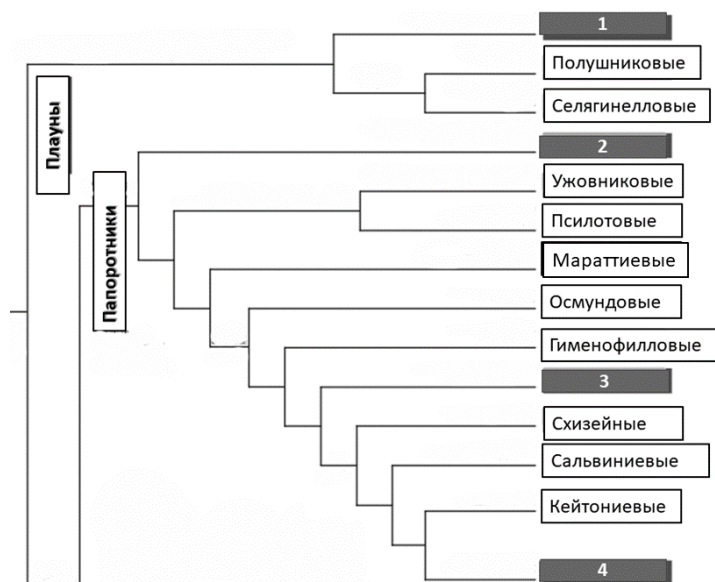


Рис. 5 Фрагмент филогенетической системы эмбриофитов. Некоторые таксоны умышленно затенены и пронумерованы.

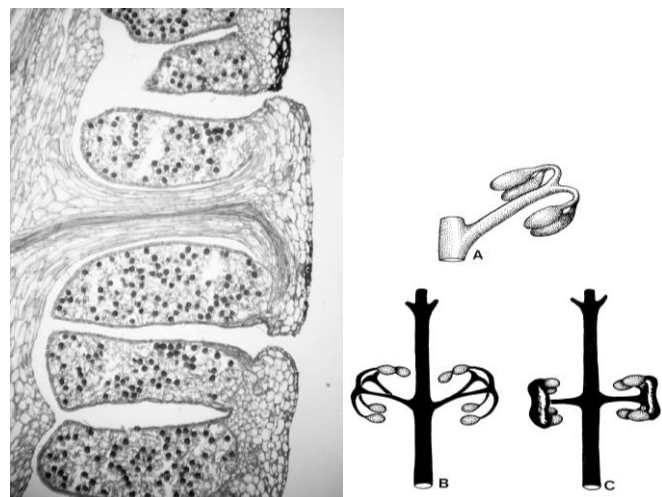


Рис. 6. Продольный срез спорангиофора и схема его возникновения в эволюции (а-с).

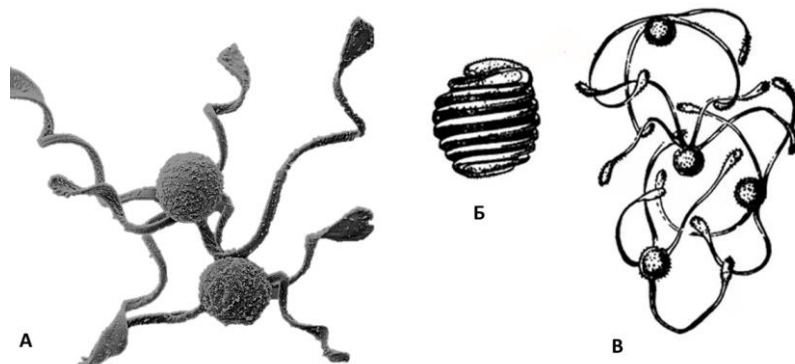


Рис. 7. Спора хвоща. А – Изображение спор, полученных при помощи сканирующего электронного микроскопа. Б – изображение спор с прижатыми элатерами, В - с оттопыренными сцепленными элатерами.

3. Совершенно особый план строения стебля и организации проводящей системы - артростела. т.е. «членистая» (Рис. 8). И действительно, внешнее строение членистостебельных, а именно так нередко называют хвощи благодаря их внешнему строению, нашло свое воплощение на анатомическом уровне. Особый интерес представляет наличие специализированных полостей и каналов, выполняющих функции газообмена и поддержания водного баланса.

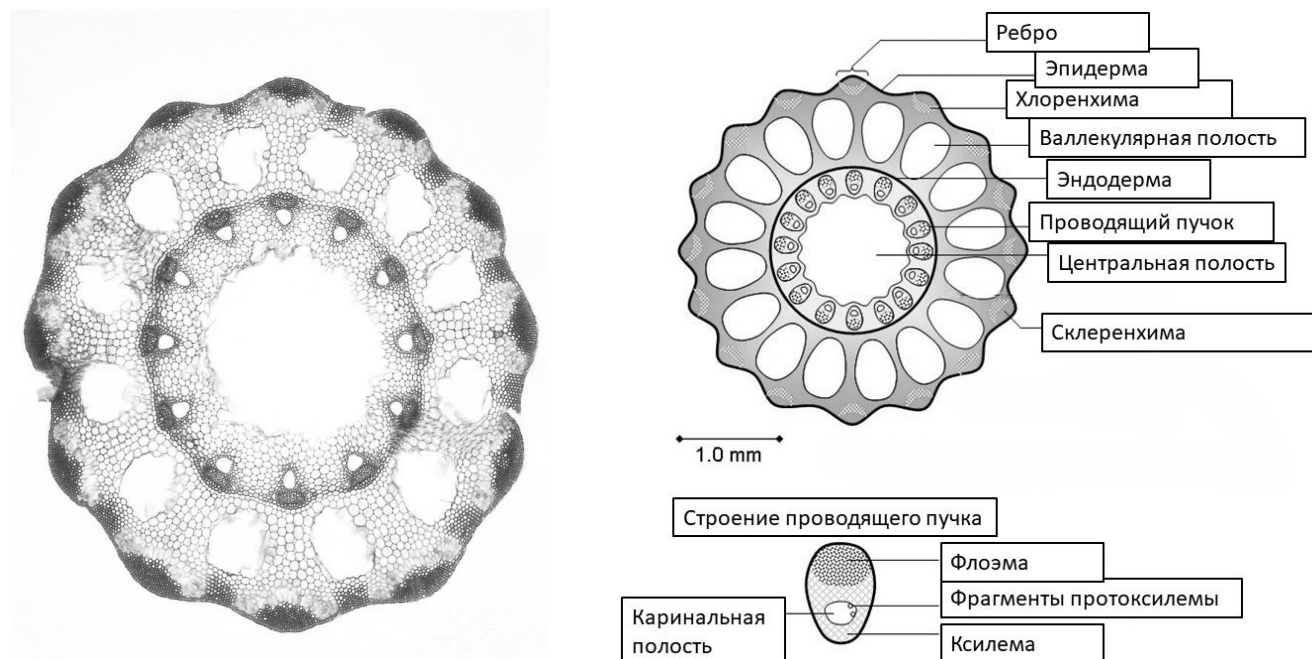


Рис. 8. Фотография и схема поперечного среза молодого побега хвоща.

4. Помимо лигнифицированных элементов, выполняющих механическую функцию, у хвощей есть еще и механические ткани, клетки которых содержат кремнезем. Содержание кремниевых кислот в их надземных побегах может достигать 25%.

Род *Equisetum* является одним из старейших на планете и по праву считается «живым ископаемым». В феврале 2021 года было опубликовано исследование по молекулярной филогении этого рода, проведенное с использованием новейших технологий получения и обработки данных молекулярных исследований. Результаты этого исследования представлены на *рис. 9* в виде филогенетической схемы рода с данными о времени дивергенции видов и трех подродов.

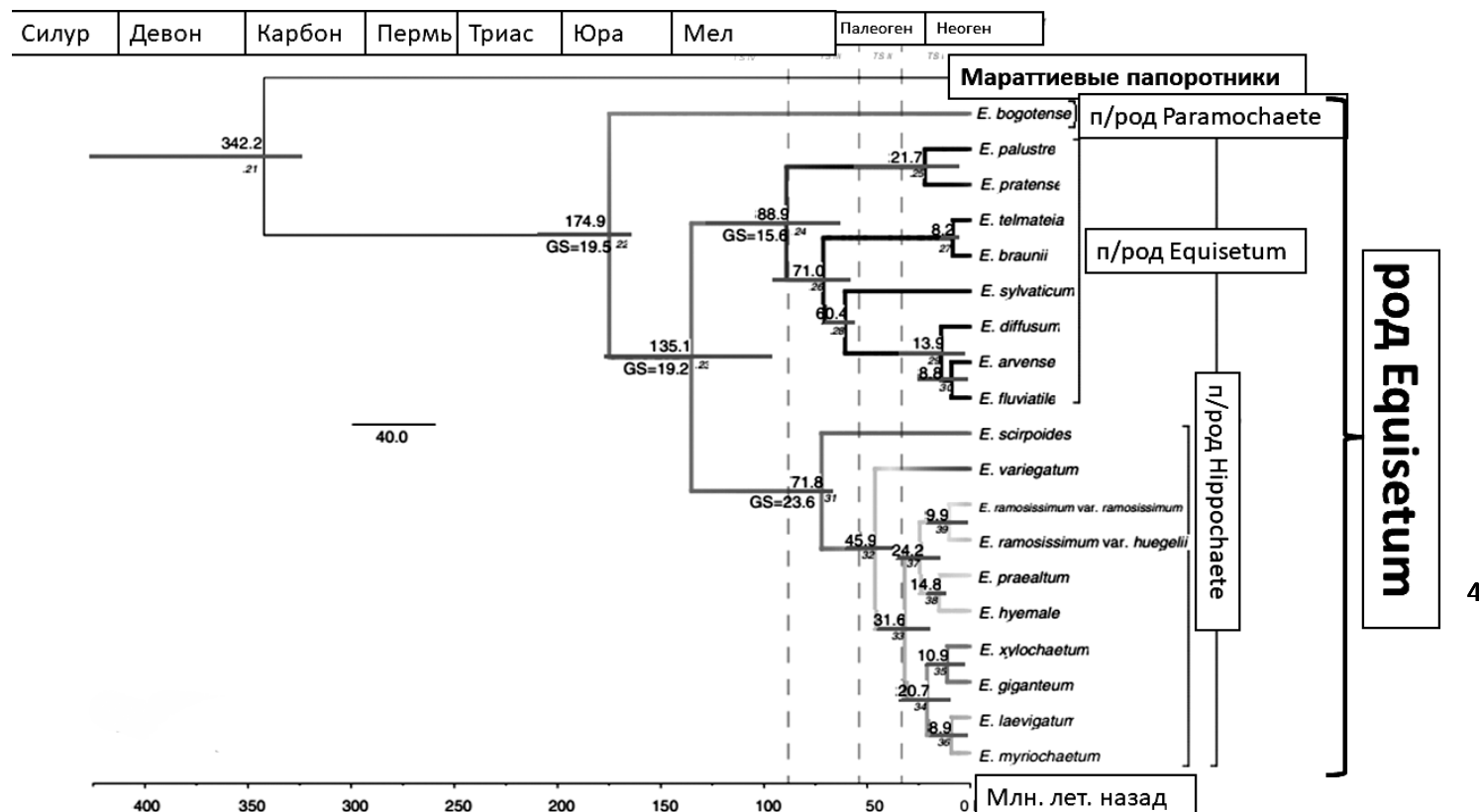


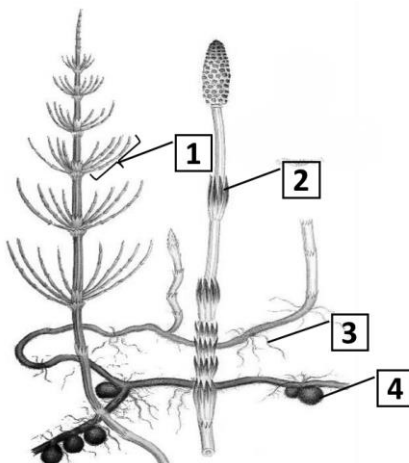
Рис. 9. Филогения рода Equisetum, по Maarten J. M. Christenhusz et al., Annals of Botany 127: 681–695, February 2021

Все ныне живущие хвощи - травянистоподобные растения с многолетним корневищем, иногда с запасными крахмал клубеньками и обычно с ежегодно отмирающими надземными побегами. У некоторых видов наземные побеги также многолетние, даже в регионах с сезонным климатом.

Хвощи в той или иной степени ядовиты для большинства животных. Поэтому мало найдется любителей полакомиться их зелеными побегами. В большей степени ядовитость хвощей, как и папоротников, обусловлена высоким содержанием фермента тиаминазы, катализирующей гидролиз тиамина. Помимо этого, хвощи содержат особый сапонин – эквизетонин, являющийся поверхностно активным веществом и детергентом, изменяющим свойства мембран клеток многих животных, что может нарушать их нормальную жизнедеятельность, а иногда и приводить к гибели.

Рис.10. На этом рисунке цифрами обозначены элементы строения растения.

Используя знания в пределах школьной программы, умение логически мыслить и оперировать биологической информацией, ответьте на вопросы 9 и 10 из Раздела I.



**А теперь ответьте, пожалуйста, на вопросы.
Результат зафиксируйте в ЛИСТЕ ОТВЕТОВ.**

Раздел I. Выберите и отметьте на бланке для ответов один правильный ответ из 4 предложенных. 10 баллов.

1. Латинское название хвощ получил потому, что:
 - а) Имеет лошадиную силу и выносливость;
 - б) Похож на жесткие волосы хвоста и гривы;
 - в) Часто поедается лошадьми;
 - г) Ядовит для лошадей.
2. Орган размножения, изображенный на рисунке 4 на объекте под цифрой 8 называется:
 - а) Антеридий;
 - б) Архегоний;
 - в) Спорангий;
 - г) Выводковая почка.
3. На представленной на рисунке 5 схеме современной системы эмбриофитов положение хвощей скрыто под номером?
 - а) 1;
 - б) 2;
 - в) 3;
 - г) 4.
4. Спорангиофор у хвощей возник в результате метаморфоза:
 - а) Системы боковых осей;
 - б) Главной оси;
 - в) Мутовки листьев;
 - г) Придаточных корней.
5. В основе механизма «танца спор» лежит:
 - а) Изменение физических свойств некоторых веществ под действием влаги;
 - б) Энергозависимое сокращение белковых молекул, индуцированное присутствием воды;
 - в) Потеря тургора клетками элатер;
 - г) Изменение объема споры при высыхании.
6. Какие функции могут выполнять определенные полости и каналы в стебле хвоща?
 - а) Каринальная, валлекулярная и центральная – газообмен;
 - б) Каринальная, валлекулярная и центральная – водный обмен;
 - в) Каринальная и валлекулярная – газообмен, центральная – водозапасающая;
 - г) Каринальная – водный обмен, валлекулярная и центральная – газообмен.
7. Листья у современных хвощей:
 - а) Редуцированы;
 - б) Метаморфизированы;
 - в) Членистые;
 - г) Цилиндрические.
8. Чрезмерное употребление в пищу хвощей может вызвать у человека недостаток витамина:
 - а) А;
 - б) В₁;
 - в) В₁₂;
 - г) С.
9. Цифрой 3 на рис. 10 обозначено:
 - а) Боковой корень;
 - б) Придаточный корень;
 - в) Гифа гриба микоризообразователя;
 - г) Боковое ответвление корневища.
10. Цифрой 1 на рис. 10 обозначено:
 - а) Боковая ветвь;
 - б) Цилиндрический лист;
 - в) Главная ось;
 - г) Стробил.

Раздел II. Выберите и отметьте на бланке для ответов все правильные ответы из 5 предложенных. 30 баллов.

1. Выберите признаки, характерные для ВСЕХ видов рода *Equisétum*:
 - а) Имеют два типа побегов – вегетативные и спороносные;
 - б) Членистое строение;
 - в) Многолетнее корневище;
 - г) Ежегодно отмирающие наземные побеги;
 - д) Клубеньки на корневище.
2. Укажите признаки, встречающиеся и у ископаемых (рис. 2), и у ныне живущих хвощей.
 - а) Фотосинтезирующие листья;
 - б) Членистостебельность;
 - в) Наличие стробила со спорангиофорами;
 - г) Мутовчатое расположение листьев;
 - д) Травянистые жизненные формы.

3. Укажите признаки, общие для *Equisetites arenaceus* и *Equisétum*.

- а) Редукция листьев;
- б) Членистостебельность;
- в) Наличие стробила;
- г) Мутовчатое расположение листьев;
- д) Мутовчатое расположение боковых ветвей.

5. Выберите верные утверждения о проводящих пучках, изображенных на рис. 8.

- а) Закрытые;
- б) Коллатеральные;
- в) Расположены напротив ребер;
- г) Содержат только первичные ткани;
- д) Чередуются с хлоренхимой.

7. Выберите периоды палеозойской эры, в которых уже существовали хвощи?

- а) Триас;
- б) Ордовик;
- в) Силур;
- г) Пермь;
- д) Карбон.

9. Для чего хвощи могут использовать фермент тиаминазу?

- а) Для синтеза витамина В₁;
- б) Для защиты от консументов 1 порядка;
- в) Для интерференционной конкуренции с другими видами рода;
- г) Для собственных процессов метаболизма;
- д) Для гидролиза целлюлозы.

4. На рис. 4 представлены стадии жизненного цикла хвоща полевого. Выберите те из них, для которых в норме характерен диплоидный набор хромосом.

- а) 1;
- б) 2;
- в) 6;
- г) 7;
- д) 8.

6. Какую функцию могут выполнять структуры, обозначенные цифрой 4 на рис. 10?

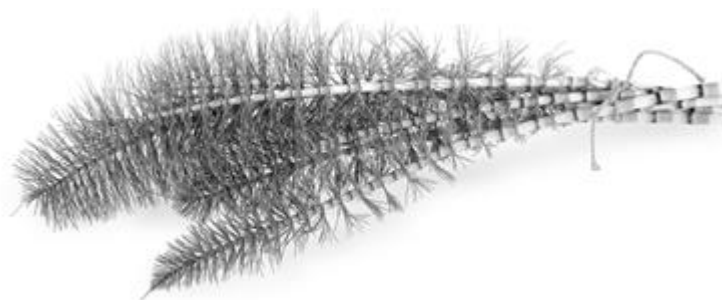
- а) Запасающую;
- б) Вегетативного размножения;
- в) Полового размножения;
- г) Расселения;
- д) Азотфиксации.

8. Какие утверждения, исходя из анализа данных, представленных на рис. 9, верны?

- а) Современные хвощи распределяются по трем под родам, включающим 18 видов, один из которых представлен двумя подвидами;
- б) Подрод *Equisétum* является самым древним в роде;
- в) Разделение на три под рода произошло уже в юрском периоде;
- г) Подавляющее большинство современных видов хвощей появились только в Кайнозойской эре;
- д) Предки рода *Equisétum* отделились от общего ствола папоротников еще в каменноугольном периоде.

10. Люди издавна использовали хвощи для мытья посуды и полировки различных изделий. Благодаря каким свойствам хвощей это возможно?

- а) Членистостебельность;
- б) Высокое содержание тиаминазы;
- в) Высокое содержание эквизетонина;
- г) Высокое содержание кремнезёма;
- д) Высокое содержание воды.



Желаем успеха!!!