Папоротники, хвощи и плауны

Кодификатор ЕГЭ: 3.1, 4.1, 6.4 · Линии ЕГЭ: 3, 9-11, 24, 26 · kursteam.ru/teoriya/botanika/paporotniki

КОРОТКО

- Папоротники, хвощи и плауны - высшие споровые растения: у них впервые появились проводящие ткани, корни и листья, а в жизненном цикле преобладает спорофит (2n).
- Спорофит папоротника - само растение с корневищем и вайями; споры (n) образуются мейозом в спорангиях, собранных в сорусы на нижней стороне листа.
- Гаметофит - маленький заросток (n) с ризоидами: на нём митозом образуются гаметы, для оплодотворения нужна вода.
- У хвощей два надземных побега: весенний спороносный без хлорофилла и летний зелёный; в стеблях накапливается кремнезём.
- Плауны - самые древние: дихотомическое ветвление, спорангии собраны в стробилы (спороносные колоски), заросток бесцветный и живёт в симбиозе с грибом.

Папоротники, хвощи и плауны (папоротникообразные) - высшие споровые растения. Они первыми получили настоящие ткани и органы, но их половое размножение всё ещё привязано к воде - поэтому они живут во влажных местах.

Ароморфозы папоротникообразных



Что нового появилось у папоротникообразных по сравнению с мхами.

1. **Проводящие (сосудистые) ткани** - ксилема и флоэма: вода и органические вещества передвигаются по всему растению, можно расти вверх.
2. **Корни** - настоящий орган для поглощения воды и закрепления в почве (у мхов были только ризоиды).
3. **Настоящие листья** - более эффективный фотосинтез.
4. **Преобладание спорофита (2n)** в жизненном цикле: спорофит - самостоятельное растение с корнями и проводящей системой, а не паразит на гаметофите, как коробочка мха.

ЗАПОМНИ

Диплоидный спорофит устойчивее к мутациям (вредный рецессивный аллель прикрыт вторым) - поэтому эволюция растений шла в сторону преобладания спорофита и редукции гаметофита.

Общие признаки папоротникообразных

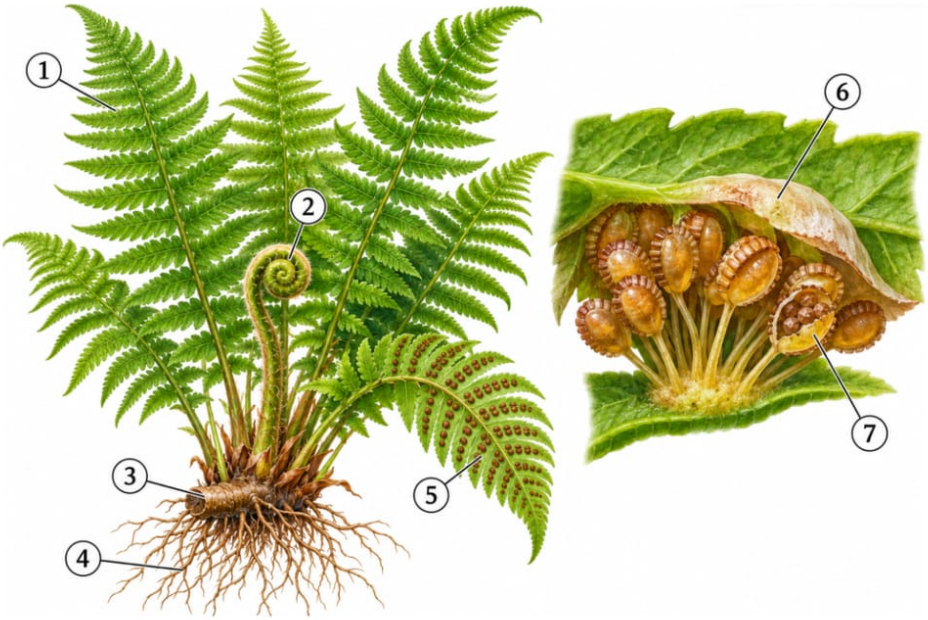
- Высшие **споровые** растения: есть ткани и органы, размножаются спорами.
- В основном многолетние травы; камбия нет, поэтому стебель не утолщается (древовидные папоротники сохранились только в тропиках).
- Подземный побег - **корневище**, от него отходят **придаточные корни**.
- Споры (n) образуются **мейозом** в спорангиях.
- Гаметофит - маленький **заросток** (n) с **ризоидами**; гаметы на нём образуются **митозом**.
- Для оплодотворения нужна **капельно-жидкая вода**: сперматозоиды плывут к яйцеклетке.

Строение папоротника

Типичные папоротники наших лесов - **щитовник мужской** и **кочедыжник женский**.



Щитовник мужской: листья-вайи растут из корневища, на нижней стороне листа - сорусы со спорангиями.

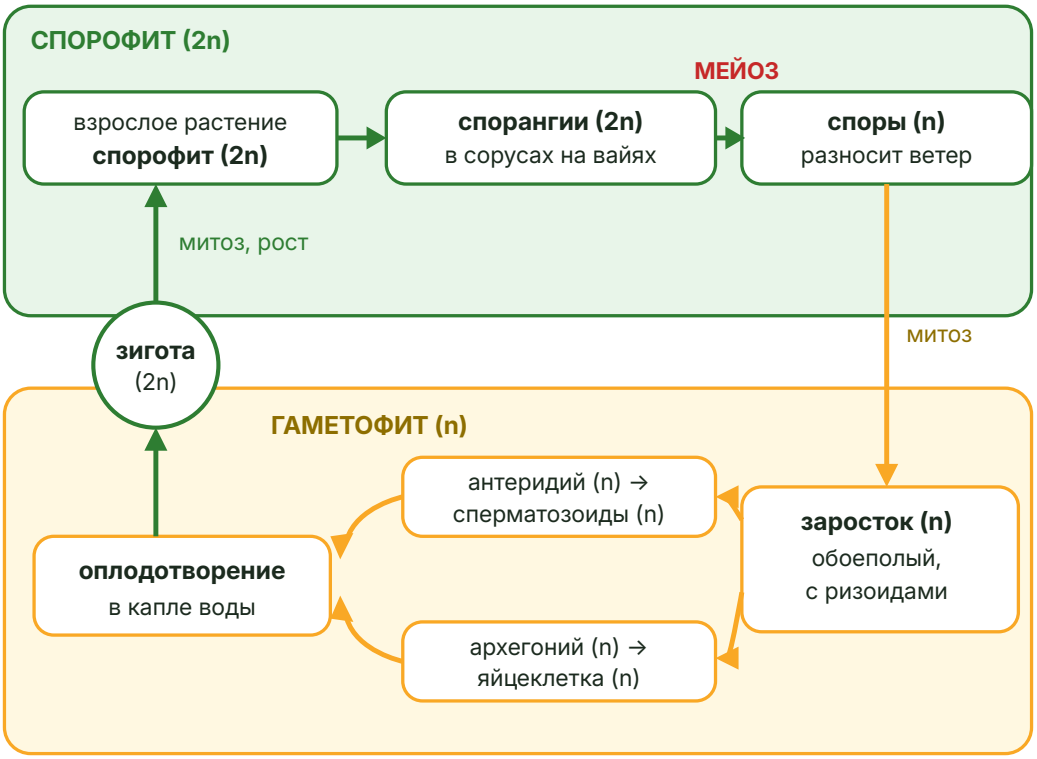


1 - Вайя - лист папоротника
2 - Молодой лист, закрученный улиткой
3 - Корневище (подземный побег)
4 - Придаточные корни
5 - Сорусы на нижней стороне вайи
6 - Покрывальце
7 - Спорангий со спорами

Спорофит папоротника. Справа - разрез соруса на нижней стороне вайи.

- Листья папоротника называют **вайями**. Только у папоротников листья растут **верхушкой** всю жизнь (у остальных растений - основанием и ограниченное время); молодые листья закручены **улитками**.
- На нижней стороне вай сидят **сорусы** - группы спорангиев, прикрытые покрывальцем.
- Стебель - корневище; хорошо закрепляется в почве, запасает вещества, служит для вегетативного размножения.

Жизненный цикл папоротника



Цикл папоротника: преобладает спорофит (2n), заросток - гаметофит (n).

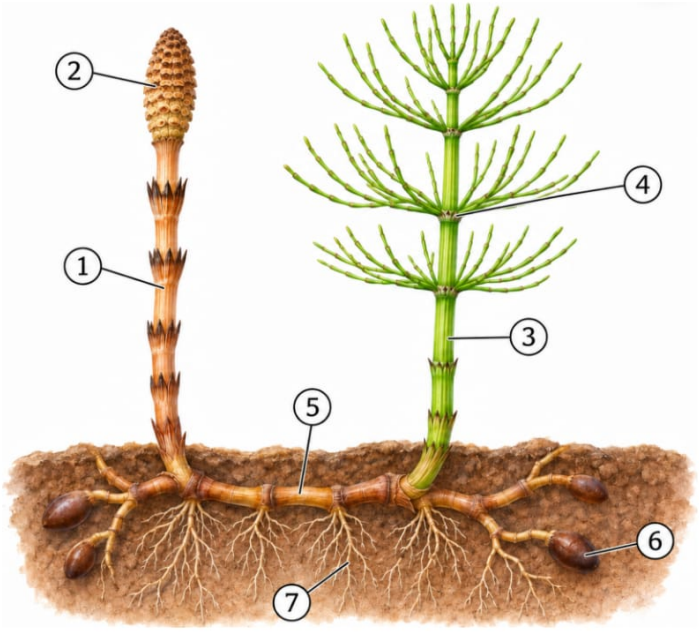
1. На нижней стороне вай в спорангиях из материнских клеток спор (2n) **мейозом** образуются **споры (n)**.
2. Споры разносятся ветром; из споры **митозом** вырастает **заросток** - сердцевидная зелёная пластинка размером несколько миллиметров, с ризоидами. Заросток живёт самостоятельно: он фотосинтезирует.
3. Заросток **обоеполый**: на его нижней стороне в **антеридиях** митозом образуются сперматозоиды (n), в **архегониях** - яйцеклетки (n).
4. В капле воды сперматозоид подплывает к архегонию и оплодотворяет яйцеклетку - образуется **зигота (2n)**.
5. Из зиготы развивается зародыш нового **спорофита**: сначала он питается за счёт заростка (паразитирует на нём), затем образует корни и листья, а заросток отмирает.

ЗАПОМНИ

У растений **споры образуются мейозом, а гаметы - митозом**. Поэтому в задачах на хромосомы: в клетках заростка и в гаметах папоротника наборы одинаковые (n). Если в сперматозоиде 26 хромосом, то и в клетках заростка 26, а в клетках вайи спорофита - 52.

Конспект скачан с сайта kursteam.ru

Хвощи



1 - Весенний (спороносный) побег без хлорофилла
2 - Спороносный колосок со спорангиями
3 - Летний (вегетативный) зелёный побег
4 - Мутовки боковых ветвей
5 - Корневище
6 - Клубеньки с запасом крахмала
7 - Придаточные корни

Два надземных побега хвоща полевого вырастают от одного корневища.



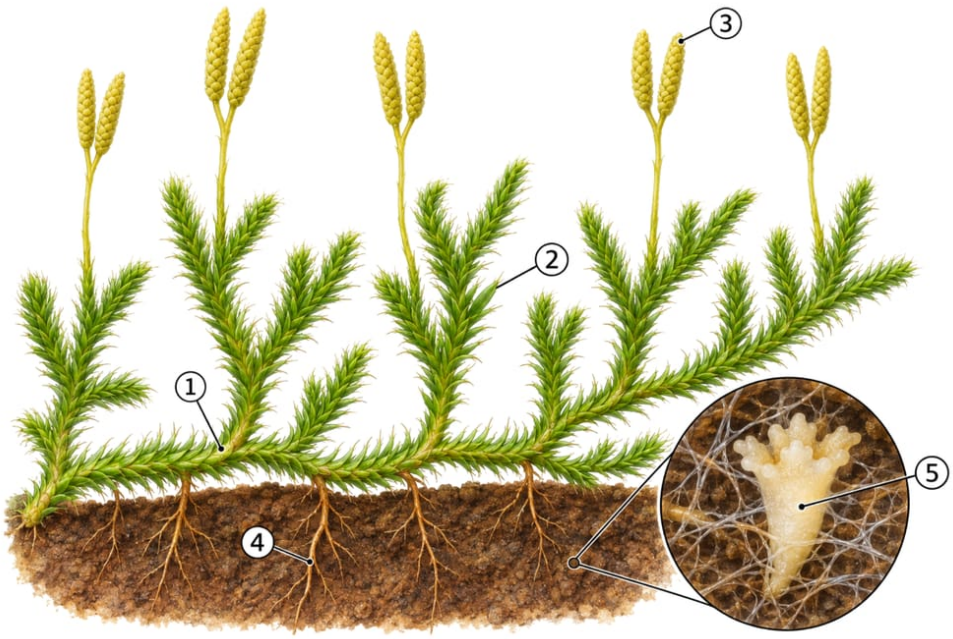
Хвощ полевой: весной - спороносный побег с колоском, летом - зелёный побег с мутовками; оба растут от одного корневища.

- Стебли накапливают **кремнезём** - поэтому они жёсткие и прочные.
- Растут на **кислых почвах**: хвощ на поле - сигнал, что почву нужно известковать.

- Два типа надземных побегов: **весенний** - без хлорофилла, не фотосинтезирует, несёт спороносный колосок; **летний** - зелёный, фотосинтезирует. Листья мелкие, чешуевидные, без хлорофилла, поэтому фотосинтезирует стебель; боковые ветви отходят **мутовками**.
- Стебель внутри полый; корневище может образовывать **клубеньки** с запасом крахмала.
- Споры хвоща снабжены **элатерами** (пружинками) - лентами, которые во влажную погоду закручены вокруг споры, а в сухую ветреную раскручиваются и помогают спорам распространяться.

Плауны

- Самые **древние** и примитивные из папоротникообразных. Представители: плаун булавовидный, селагинелла.
- **Дихотомическое (вильчатое) ветвление** побегов.
- Листья мелкие, чешуевидные.
- Спорангии сидят на спорофиллах, собранных в **стробилы** (спороносные колоски).
- Заросток **бесцветный**, развивается под землёй в **симбиозе с грибом** и растёт много лет.
- Хорошо размножаются вегетативно - частями побега.



1 - Вильчатое ветвление
2 - Мелкие листья
3 - Спороносные колоски
4 - Придаточные корни
5 - Заросток в симбиозе с грибом

Плаун булавовидный.

Сравнение мхов и папоротников

Признак	Мхи	Папоротники
Преобладающее поколение	гаметофит (n) - само растение	спорофит (2n) - само растение
Корни	нет, только ризоиды	есть (придаточные, от корневища)
Проводящие ткани	нет	есть (ксилема и флоэма)
Гаметофит	листостебельное растение	маленький заросток с ризоидами
Из споры вырастает	зелёная нить (протонема), затем растение	заросток
Оплодотворение	в воде	в воде

Общее у мхов и папоротников: размножение спорами, чередование поколений, гаметофиты с антеридиями и архегониями, подвижные сперматозоиды, оплодотворение в воде, способность к фотосинтезу.



1 - Мох: гаметофит
2 - Мох: коробочка на ножке - спорофит
3 - Ризоиды
4 - Папоротник: вайи спорофита
5 - Корневище с придаточными корнями
6 - Заросток - гаметофит

У мха растение - гаметофит, у папоротника - спорофит; заросток папоротника показан сильно увеличенным.

Значение папоротникообразных

- Древние древовидные папоротники, хвощи и плауны каменноугольного периода образовали залежи **каменного угля**.
- **Папоротники**: молодые листья и корневища некоторых видов съедобны; щитовник мужской - лекарственное растение; многие виды декоративны; водный папоротник азолла живёт в симбиозе с азотфиксирующими цианобактериями, поэтому его используют как источник азота на рисовых полях.

- **Хвощи**: хвощ полевой - мочегонное средство; жёсткими стеблями полируют поверхности; хвощ - трудноискоренимый сорняк (при вспашке корневище разрубается и размножается вегетативно); некоторые хвощи ядовиты для скота.
- **Плауны**: содержат алкалоиды, применяемые в медицине; споры гигроскопичны - ими обсыпали пилюли, используют их и в металлургии; есть ядовитые виды.



1 - Каменный уголь
2 - Лес каменноугольного периода
3 - Хвощ - трудноискоренимый сорняк
4 - Съедобные молодые листья

Значение папоротникообразных.

Как это спрашивают на ЕГЭ

- **Линия 3 - число хромосом.** «Из клеток заростка митозом образовались гаметы с 26 хромосомами - сколько хромосом в клетках заростка?» Ответ: столько же (митоз не меняет набор).
- **Линия 9 - рисунок или схема цикла.** «Какой цифрой обозначены зрелые споры», «какая стадия развивается из споры». Ориентируйся: споры - в спорангиях на нижней стороне вайи, из споры - заросток.
- **Линия 10 - соответствие** «характеристика → стадия цикла» (зигота - результат оплодотворения, заросток - из споры, несёт антеридии и архегонии) или «характеристика → мох / хвощ / папоротник» (улитки и вайи - папоротник, весенние и летние побеги - хвощ, спорогон - мох).
- **Линия 11 - три из шести**: чем папоротники отличаются от мхов (спорофит преобладает, есть корни и корневища), что общего у заростка и гаметофита мха (фотосинтез, вода для оплодотворения, антеридии и архегонии).
- **Линии 24 и 26** - найти ошибки в тексте о цикле папоротника, объяснить, почему папоротники не стали господствующей группой (оплодотворение зависит от воды, расселение спорами).

Ключевые слова: вайя, сорус, спорангий, заросток, ризоиды, антеридий, архегоний, стробил, элатеры, дихотомическое ветвление.

Ловушки

ЛОВУШКА ЕГЭ

Из споры папоротника вырастает заросток, а не взрослое растение. Взрослый папоротник (спорофит) развивается из зиготы после оплодотворения на заростке.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Споры - мейозом, гаметы - митозом. У всех растений. Поэтому набор хромосом гамет равен набору клеток заростка (n), а не половине.

ЛОВУШКА ЕГЭ

У папоротника преобладает спорофит, у мха - гаметофит. Само растение папоротника - спорофит (2n); зелёное растение мха - гаметофит (n).

ЛОВУШКА ЕГЭ

Заросток - самостоятельное растение. Он фотосинтезирует и не зависит от спорофита. А вот молодой спорофит первое время питается за счёт заростка.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Вода нужна папоротникам для оплодотворения, а не для распространения спор. Споры разносит ветер; в воде плывут сперматозоиды.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Весенний побег хвоща не фотосинтезирует. Он лишён хлорофилла и служит только для спороношения; фотосинтезирует летний зелёный побег, причём стеблем, а не листьями.

ЛОВУШКА ЕГЭ

Сорус - не плод. Это группа спорангиев. Плоды есть только у покрытосеменных.

Как писать ответ

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Какие наборы хромосом у вайи, споры и заростка папоротника? Из каких клеток и каким делением они образуются?

1. Вайя - лист спорофита, набор диплоидный (2n); спорофит развивается из зиготы митозом.
2. Спора гаплоидна (n): образуется мейозом из материнских клеток спор (2n) в спорангии.
3. Заросток гаплоиден (n): развивается из споры митозом, поэтому набор не меняется.

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Найдите ошибки в тексте: «Из споры папоротника развивается взрослое растение. На нём образуются гаметы путём мейоза. После оплодотворения, для которого нужен ветер, образуется заросток»

1. Из споры развивается не взрослое растение, а заросток (гаметофит).
2. Гаметы у растений образуются митозом (мейозом образуются споры).
3. Для оплодотворения нужна вода, а не ветер: сперматозоиды подплывают к яйцеклетке; после оплодотворения из зиготы развивается спорофит - взрослое растение, а не заросток.

КАК ПИСАТЬ ОТВЕТ

Почему папоротникообразные не смогли широко расселиться в засушливых местах?

1. Для оплодотворения нужна капельно-жидкая вода: без неё сперматозоиды не достигнут яйцеклетки.
2. Заросток - маленькая нежная пластинка без кутикулы и корней: он быстро высыхает.
3. Поэтому половое размножение возможно только во влажных местах обитания.

Проверь себя

1. Какой набор хромосом у заростка папоротника и у его гамет?
Ответ: Одинаковый гаплоидный (n): заросток вырастает из споры, а гаметы образуются из его клеток митозом.

2. Где у папоротника образуются споры и каким делением?
Ответ: В спорангиях, собранных в сорусы на нижней стороне вай. Споры образуются мейозом из материнских клеток спор (2n).

3. Почему папоротникам для полового размножения нужна вода?
Ответ: Сперматозоиды подвижны и доплывают до яйцеклетки в архегонии только в капельно-жидкой воде.

4. Чем весенний побег хвоща отличается от летнего?
Ответ: Весенний побег не имеет хлорофилла и несёт спороносный колосок, летний - зелёный, фотосинтезирует.

5. Что преобладает в жизненном цикле папоротника - спорофит или гаметофит?
Ответ: Спорофит (2n) - само растение. Гаметофит - маленький недолговечный заросток (n).

ЗАДАНИЯ ПО ТЕМЕ

Тестовая часть, развёрнутые задания и все задания по теме - на сайте, с проверкой и разбором: kursteam.ru/teoriya/botanika/paporotniki

© 2026 Мустафаев Р. И. (Kursteam). Материал принадлежит автору и охраняется авторским правом. Копирование, перепечатка и распространение без письменного разрешения автора запрещены; при цитировании обязательна ссылка на kursteam.ru.