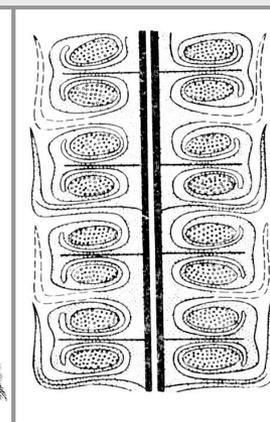
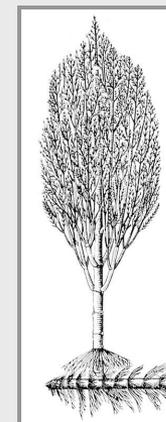
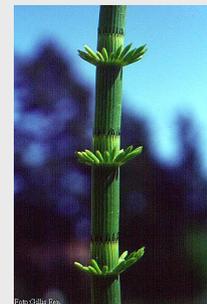
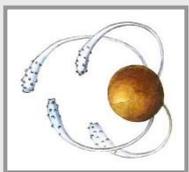
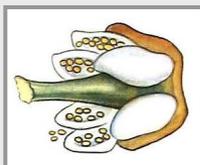


СОСУДИСТЫЕ СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ – ТРАСНЕОРНУТА ПЛАУНОВИДНЫЕ ХВОЩЕВИДНЫЕ



СОСУДИСТЫЕ СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ – ТРАСНЕОРНУТА

Общая характеристика

В цикле развития доминирует диплоидный спорофит.

Спорофит имеет более сложное строение, чем гаметофит.

Спорофиты образуют более прочную кутикулу, чем спорофиты моховидных. Способны синтезировать кутин.

Склерейды, волокна, трахеиды и членики сосудов содержат лигнин (откладывается в клеточной стенке).

Почти все гаметофиты находятся на талломном уровне организации или сильно редуцированы (в этом случае они не образуют гаметангиев). У большинства они автотрофны или микотрофны. У некоторых – эндоспорические гаметофиты.

Антеридии чаще сидячие, архегонии погружены брюшком в ткань гаметофита. Сперматозоиды многожгутиковые, редко жгутиков два.

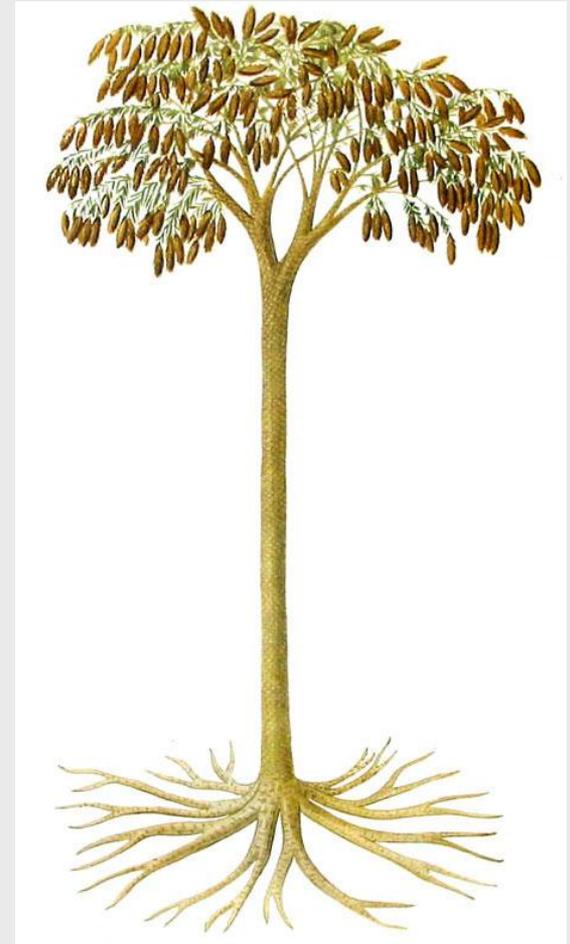
ОТДЕЛ ПЛАУНОВИДНЫЕ – LYCOPODIOPHYTES



Отдел включает 1000-1200 видов.

В цикле развития доминирует диплоидный спорофит. У спорофита появились листья. Такие листья имеют одну жилку, обычно мелкие, ланцетные или линейные. В зависимости от исполняемой функции могут различаться по форме и цвету (гетерофиллия).

Листорасположение спиральное.



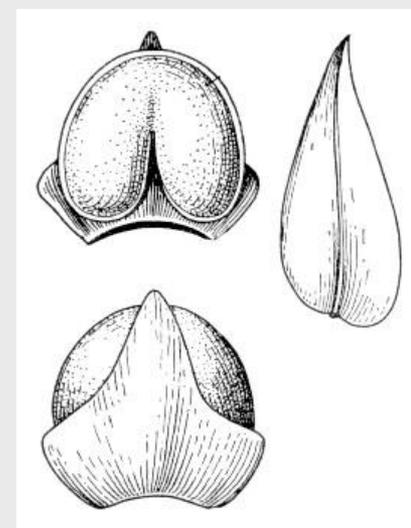
Среди плауновидных впервые появились крупные деревья.

Для их удержания в вертикальном положении появились мощные корни. Они были расположены спирально или рядами на стебле или укороченной вертикальной подземной оси (ризофоре).

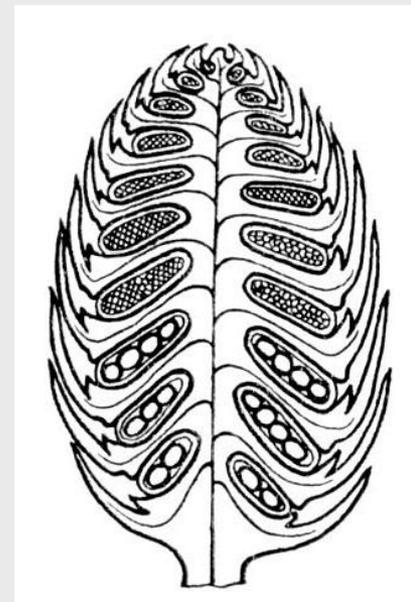
Спорангии **одинокые**, несросшиеся, располагаются в пазухах листьев, группируются в спороносных зонах, колосках и стробилах.

Общая особенность отдела – короткие спорангии, вскрывающиеся двумя створками щелью, проходящей через вершину спорангия.

Споры одинаковые (исходный вариант) или разные (наиболее распространенный вариант). Мелкие – **микроспоры** – собраны в микроспорангиях, при прорастании формируют мужской гаметофит. Крупные – **мегаспоры** – собраны в мегаспорангиях, дают начало женскому гаметофиту. Мужской гаметофит в эволюции плауновидных редуцировался до нескольких клеток.



листья и спорангии



стробил

Отдел Плауновидные

КЛАСС ЗОСТЕРОФИЛЛОВЫЕ – *Zosterophylopsida*

КАСС ПЛАУНОВЫЕ – *Lycopodiopsida*

Порядки:

дрепанофикусовые

плауновые

Группа лигульных плауновидных

протолепидодендровые

КЛАСС СЕЛЯГИНЕЛЛОВЫЕ –

Selaginellopsida

КЛАСС ПОЛУШНИКОВЫЕ – *Isoëtopsida*

Порядки:

лепидодендровые

полушниковые

КЛАСС . ЗОСТЕРОФИЛЛОВЫЕ – *Zosterophyllopsida*

Класс представлен вымершими примитивными плауновидными, имевшими теломную организацию. Растения имели стелющиеся по субстрату ризоиды и слабоветвящиеся или неветвящиеся спороносные теломы высотой 20-30 см.

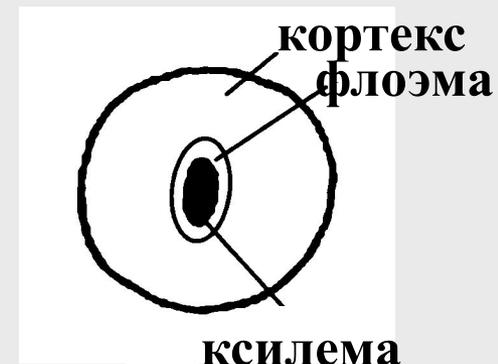
У зоостерофиллюма ризоиды и теломы были лентовидно уплощенными. Они были покрыты эпидермой, под которой располагался толстый кортекс (хлоренхима и паренхима), устьица отсутствовали (у других представителей были известны). Гапlostелла содежала экзархную ксилему (формируется от периферии к центру) из трахеид. Среди них есть формы с энациями на телломах.

Спорангии латеральные или терминальные (зоостерофиллюм) вскрывались двумя створками щелью, проходившей через верхушку. Все представители класса равноспоровые растения.

Гаметофиты достоверно неизвестны.



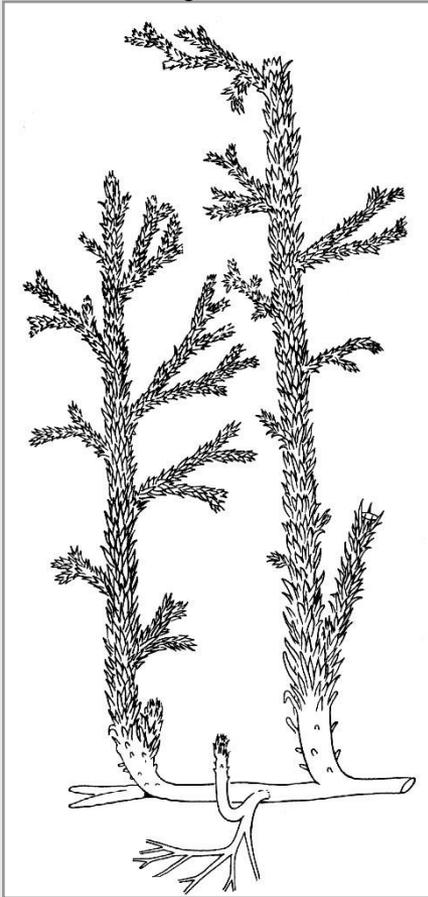
Зоостерофиллюм
(реконструкция)



КАСС ПЛАУНОВЫЕ – *Lycopodiopsida*

ПОРЯДОК ДРЕПАНОФИКУСОВЫЕ (*Drepanophycales*)

АСТЕРОКСИЛОН (*Asteroxylon*)



Астероксилон, вероятно, имел плагиотропные побеги, от которых отрастали дихотомические отротропные побеги до 30 см. Ризоиды не выявлены, но в тканях ризомоидов найдены грибные гифы.

Листья напоминали простые эмергенцы, в эволюции рода становились все более листовидными.

На стеблях над листьями на коротких ножках располагались эллипсоидальные спорангии.

Дрепанофикусы обликом были похожи на астероксилоны, но до 50 см высотой, побеги ветвились изотомически.

Внешний вид (реконструкция)

КАСС ПЛАУНОВЫЕ – *Lycopodiopsida*

ДРЕПАНОФИКУСОВЫЕ (*Drepanophycales*)

В эпидерме стебля, как и листьев, были развиты многочисленные устьица, т.е. стебель играл большую роль при фотосинтезе. Основной объем осевых органов занимал толстый кортекс, включающий 3 зоны. В наружной зоне в ризомидах была развита паренхима, в стеблях – хлоренхима; среднюю зону занимала аэренхима, внутренняя зона была представлена плотной паренхимой. Характерна актиностела.

АСТЕРОКСИЛОН (*Asteroxylon*)



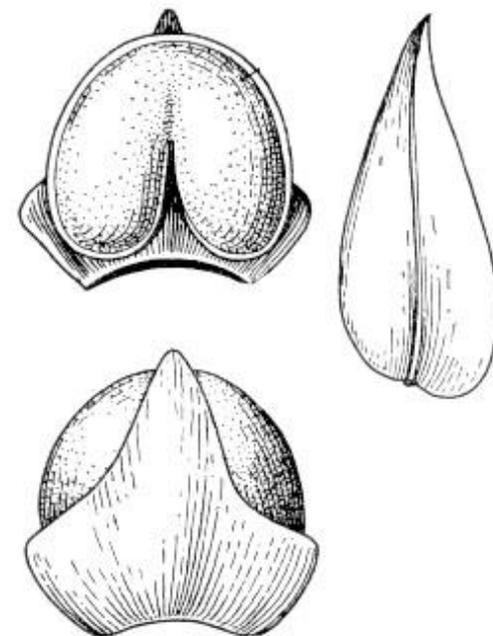
Дрепанофикусы были болотными и околководными растениями, а астероксилон скорее всего – гелофитами, поскольку развита аэренхима.

класс
плауновые

**ПОРЯДОК ПЛАУНОВЫЕ
(Lycopodiales)**

представлены
многолетними травами с
полегающими побегами, от
которых отходят вертикальные
веточки со спороносными
колосками.

Листья и спорангии



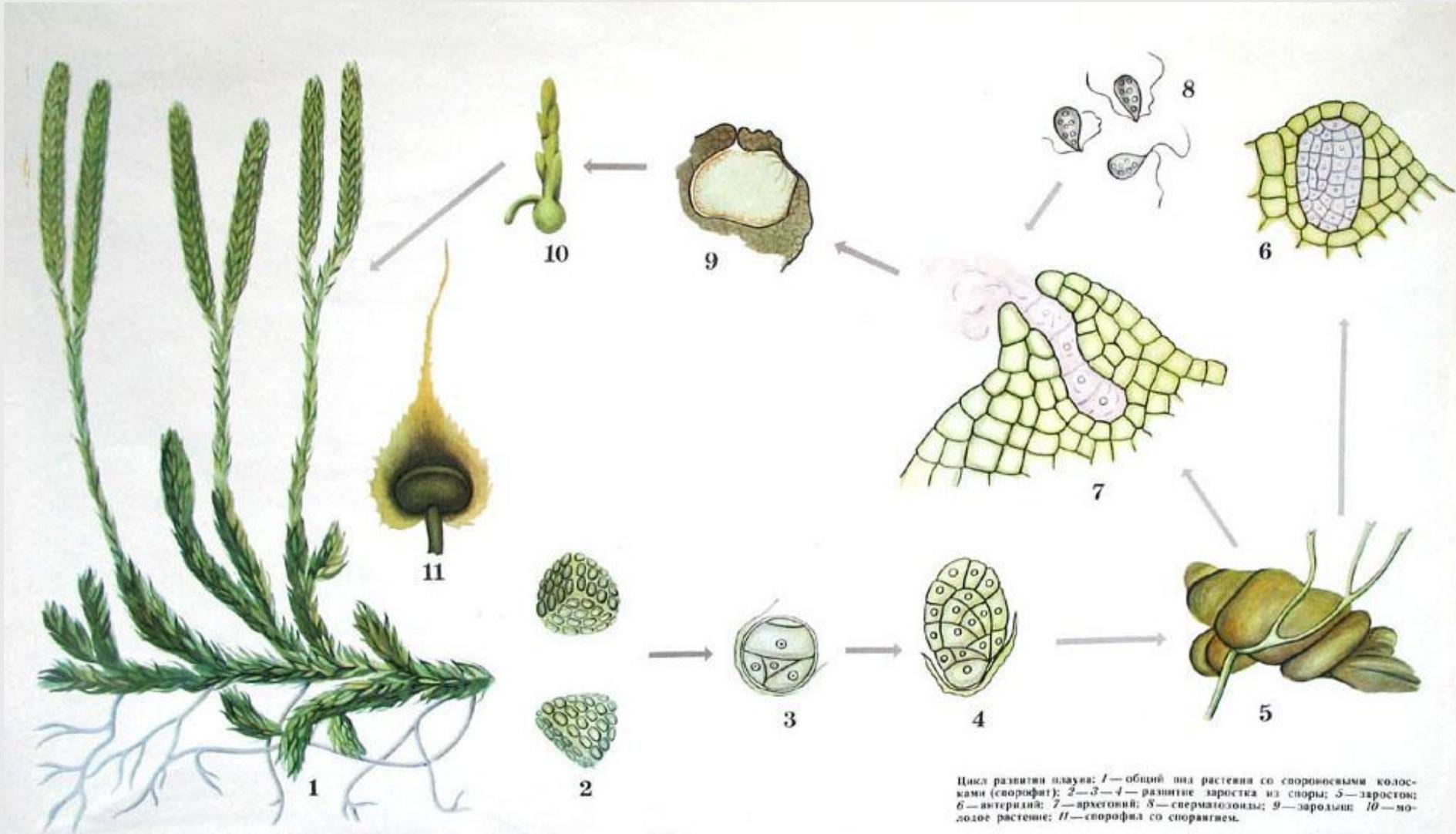
Плаун булавовидный. Внешний вид



Поперечный срез стебля

ПЛАУН БУЛАВОВИДНЫЙ (*Lycopodium clavatum*)

Цикл развития.



Цикл развития плауна: 1 — общий вид растения со спороносными колосками (спорофит); 2—3—4 — развитие заростка из споры; 5 — заросток; 6 — антеридий; 7 — архегоний; 8 — сперматозонды; 9 — зародыш; 10 — молодое растение; 11 — спорофил со спорангием.

Группа лигульных плауновидных КЛАСС ПЛАУНОВЫЕ – *Lycopodiopsida*

ПОРЯДОК ПРОТОЛЕПИДОДЕНДРОВЫЕ (*Protolepidodendrales*)

Стелящиеся растения, корни не известны. Наиболее древние представители имели 2-5 лопастные листья, что противоречит традиционно принятой схеме происхождения их листьев, которые рассматривают как энационные. Они имеют теломную природу. В основании листа имелась лигула. Между основанием листа и лигулой располагались одиночные спорангии. Все равноспоровые растения. Гаметофиты не известны.

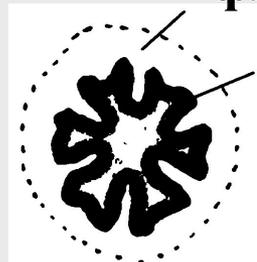


Протолепидодендрон Шари

флоэма

ксилема

Актиностела



КЛАСС СЕЛЯГИНЕЛЛОВЫЕ – *Selaginellopsida*

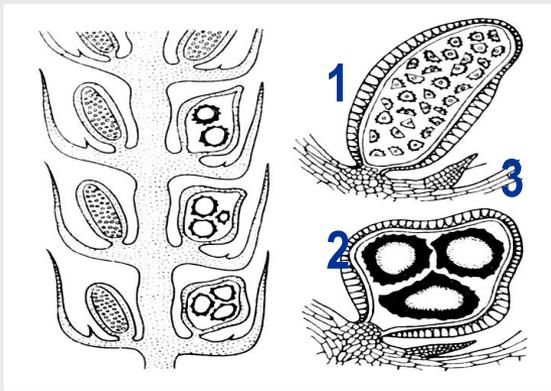


Порядок Селягинелловые – Selaginellales

Ископаемые и современные растения.

Многолетние мелкие травы, напочвенные, реже эпилитные и эпифитные, растут в затененных местах; до 20 см в умеренном климате, в тропиках – до 2-3 м.

Стебли разветвленные. У большинства современных видов побеги с четырехрядными листьями: два ряда мелких спинных и два ряда более крупных боковых. Эпидерма без устьиц. Кора плагиотропных побегов представлена паренхимой, у ортотропных побегов образуется наружная склеренхима и внутренняя паренхима. В центре стебля находится крупная воздухоносная полость, в которой проходит стела, подвешенная на трабекулярных нитях (производных эндодермы). Гаплостелла.



- 1 – микроспорангий,
- 2 – мегаспорангий,
- 3 – язычок.

Селягинелла или плаунок
плауновидный
(*Selaginella selaginoides*)

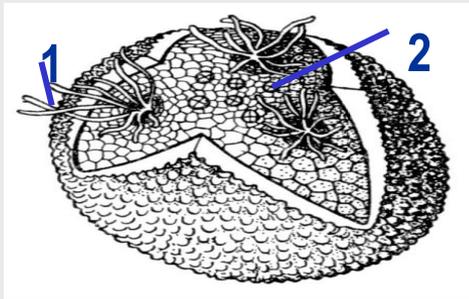
Листья мелкие, с язычком (лигулой). В их пазухах между основанием и лигулой расположены спорангии. Мегаспорангии и микроспорангии собраны вместе в обоеполый колосок.

Мужской гаметофит

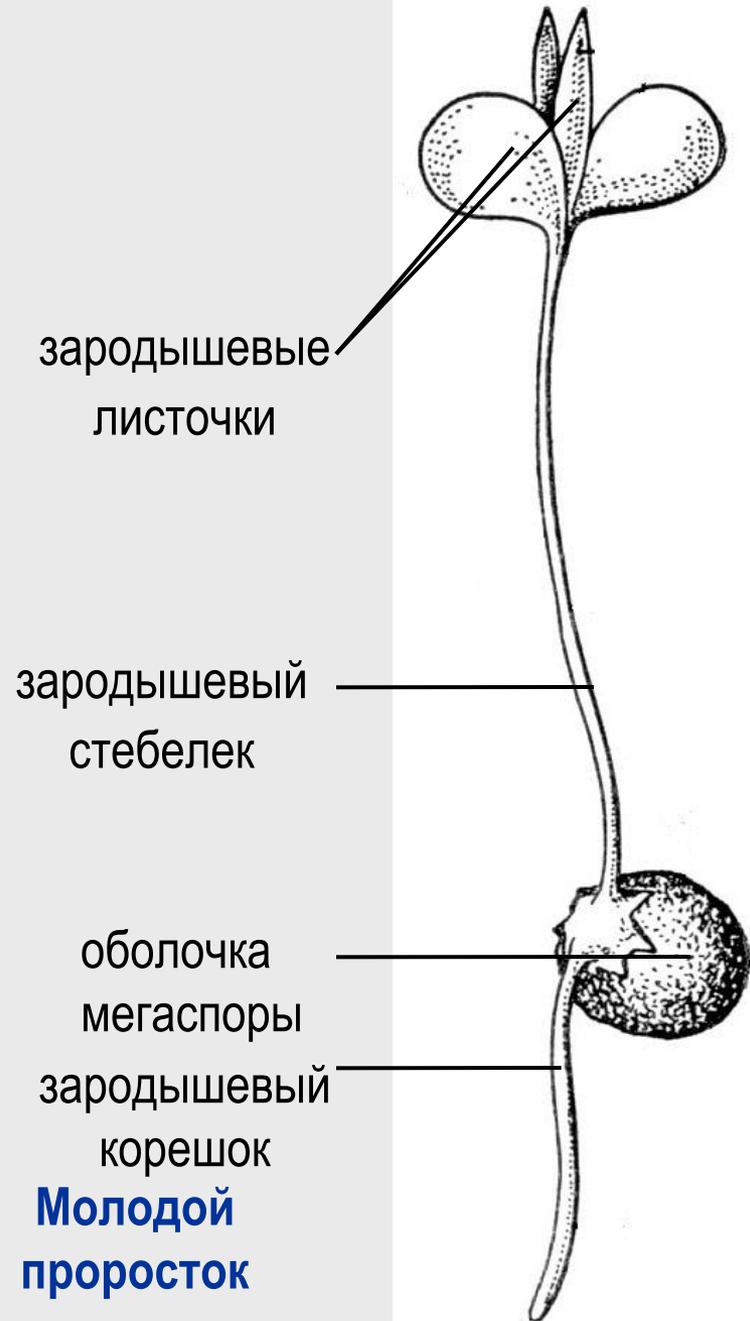
Микроспоры прорастают в микроспорангии, который развивается внутри оболочки микроспоры, состоит из 1 проталлиальной клетки и антеридия. Мужские гаметофиты током воздуха переносятся к женским гаметофитам.

Женский гаметофит

Мегаспоры прорастают в гаметофит в спорангии, но завершает развитие гаметофит после высевания из спорангия. Большая его часть остается под оболочкой мегаспоры, другая часть выставляется во внешнюю среду, на ней развиваются ризоиды и архегонии.

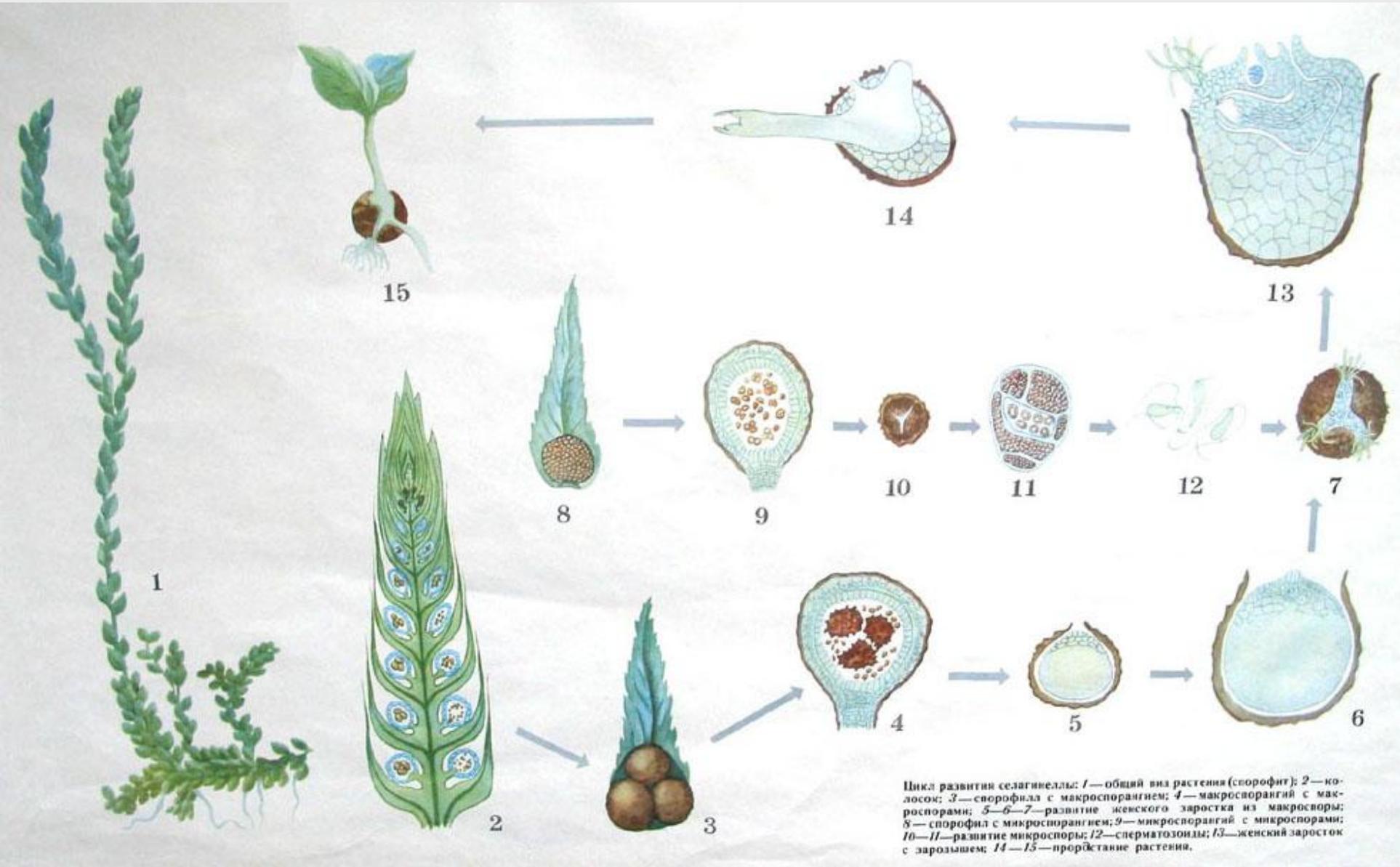


1 – ризоиды; 2 – шейка архегония.

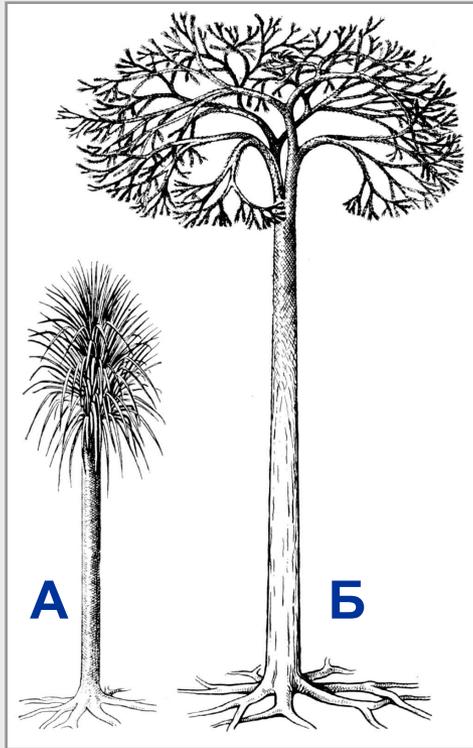


СЕЛЯГИНЕЛЛА (Selaginella sp.)

Цикл развития.



КЛАСС ПОЛУШНИКОВЫЕ – *Isoëtopsida*



ЛЕПИДОДЕНДРО Н

(*Lepidodendron*)

Внешний вид молодого (А) и взрослого (Б) растений

Представители класса разноспоровые растения. Корни не развиваются на стеблях, а ризофоры не гомологичны селягинелловым. Спорагии вытянуты вдоль спорофиллов, сперматозоиды. Имеют до 20 жгутиков.

Класс Полушниковые включает два порядка: **лепидодендровые (вымершие)**, и полушниковые.

Порядок лепидодендровые – *Lepidodendrales*

Древесные и травянистые формы. Дихотомическое ветвление. Корни 50 см в длину и 1 см в диаметре отходили от ризофоров. Основной объем стебля (90%) приходился на толстую кору, периферию занимала склеренхима (80%). Во внутренней паренхиме находились воздухоносные ходы. Стела очень узкая – актиностела. Снаружи от протоксилемы развивалась ксилема, которую принято считать вторичной.

Листья простые цельные сидячие с неветвящейся жилкой.

Гетерофиллия: на стволах листья крупнее, чем на ветвях.

Основание листа разрасталось в подушку, где имелась лигула. Спорофиллы располагались в повислых стробилах.

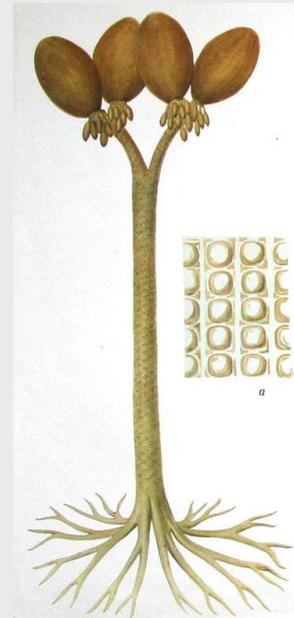
Мужские гаметофиты плохо известны. Женские напоминали гаметофиты селягинелл.

ЛЕПИДОДЕНДРОВЫЕ (Lepidodendrales)

Общая тенденция редукции
ископаемых лепидодендровых
(в одном масштабе)



Лепидодендрон

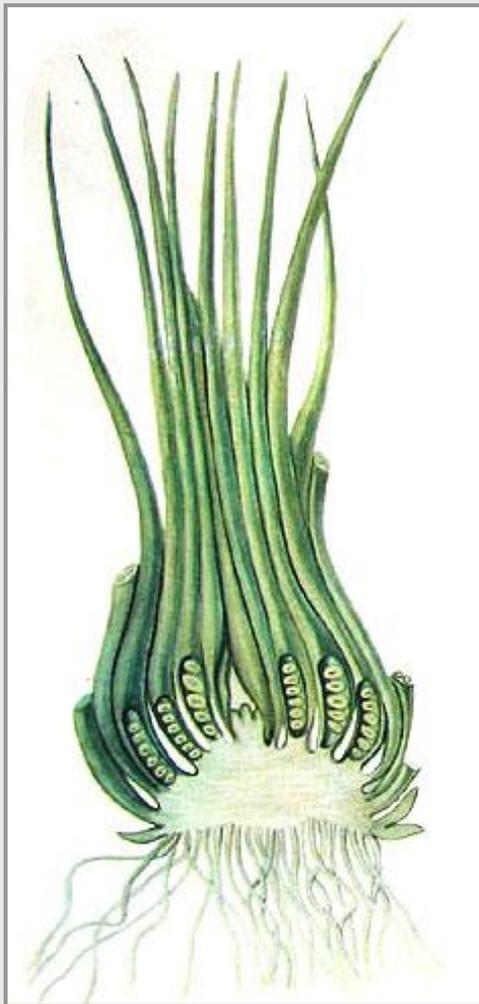


Сигиллярия



Плевромея
(Полушниковые)

Порядок полушниковые – Isoëtales



От Лепидодедровых отличаются происхождением ризофора: вследствие деятельности особой меристемы. У многих спорофиллы не собраны в стробилы.

Ископаемые и современные растения.

Жизненная форма: многолетние травы, обитающие в воде. **Корневище** представлено двухлопастным ризофором с корнями, расположенными вертикальными рядами.

Стебли простые, укороченные. Наблюдается вторичное утолщение.

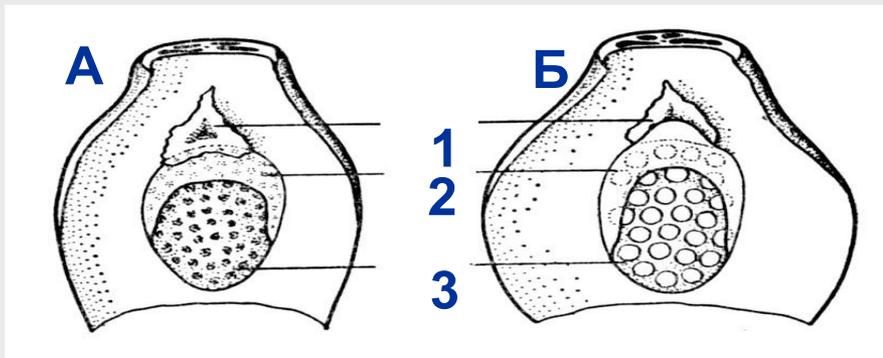
Полушник озерный
(*Isoetes lacustris*)

ПОЛУШНИК ОЗЕРНЫЙ (*Isoetes lacustris*)

Листья шиловидные, крупные, наверху цилиндрические, внизу расширенные с крупной лигулой. В основании листьев расположены спорангии: у наружных листьев – мегаспорангии, далее к центру – микроспорангии, самые внутренние листья обычно стерильные. Расположены спирально. Спорангии покрыты выростом края листа – велумом (покрывалом).

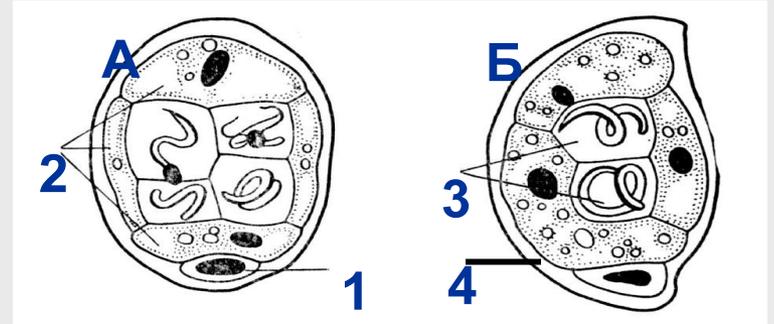
В отличие от селягинелловых женские гаметофиты не зависят от света, не образуют ризоидов. Мужской сильно редуцирован. Имеется вегетативная клетка и антеридий. Стенка антеридия однослойная, состоит из четырех клеток.

Основание микроспорофилла (А) и мегаспорофилла (Б)



1 – язычок; 2 – покрывало; 3 – спорангий.

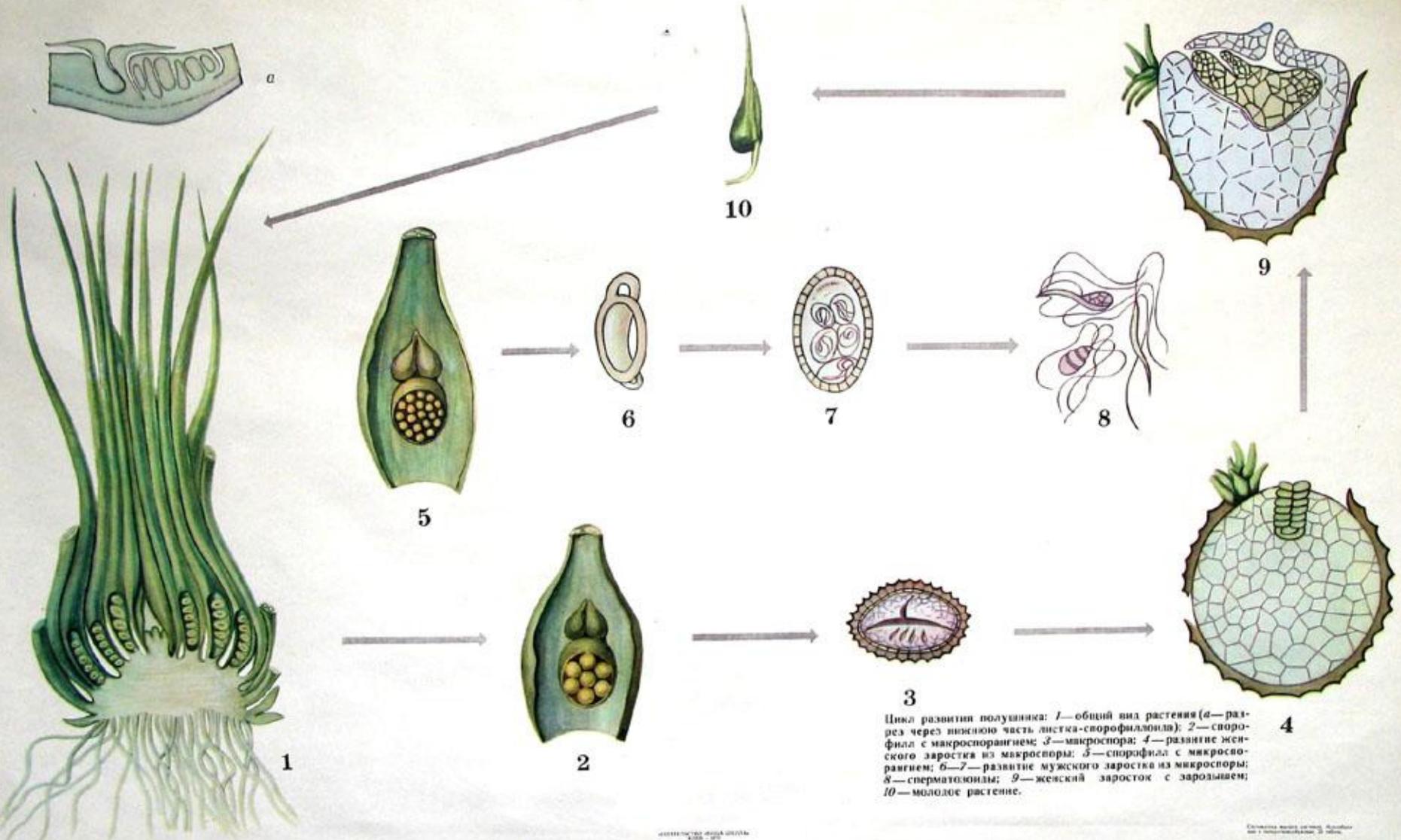
Мужской гаметофит спереди (А) и сбоку (Б)



1 – вегетативная клетка, 2 – клетки однослойной стенки антеридия, 3 – сперматиды; 4 – оболочка микроспоры.

ПОЛУШНИК ОЗЕРНЫЙ (*Isoetes lacustris*)

Цикл развития



Отдел Папоротниковидные – Pteridiophyta
Подотдел Членистостебельные или хвощовые –
Equisetiphytina



Подотдел Хвощовые

В цикле развития доминирует диплоидный спорофит.

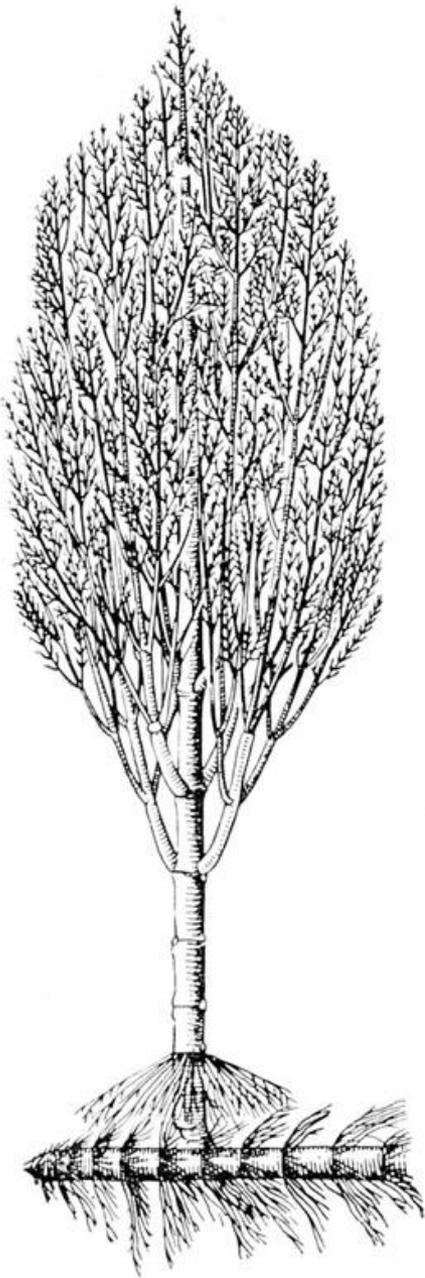
Ключевой признак – **членистое** строение побегов.

Членистость обусловлена деятельностью вставочной меристемы. Стебель и боковые ветви четко разделяются на **узлы** и **междоузлия**.

Листья сильно **редуцированные**. У некоторых ископаемых форм были б.м. развиты (клинолист).

У хвоща срастаются с образованием коронки, имеющей наверху зубчики.

Из-за малых размеров листьев основную фотосинтезирующую функцию выполняет стебель. Гетерофиллии нет. Листорасположение **мутовчатое**. Многие ископаемые формы были древесными. Функцию закрепления в субстрате выполняли подземные побеги и придаточные корни.



Подотдел Хвощовые

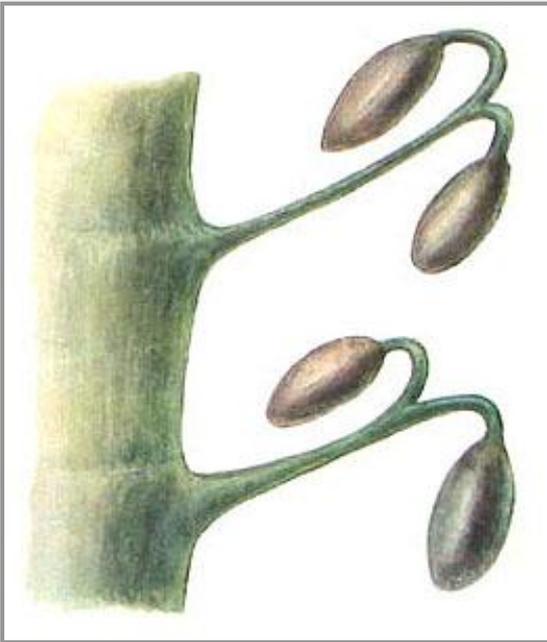
Общая характеристика отдела (продолжение)

Спорофиллы располагались мутовчато в рыхлых колосках на концах веточек (у ископаемых форм) или собраны в плотные верхушечные стробилы (у хвощей).

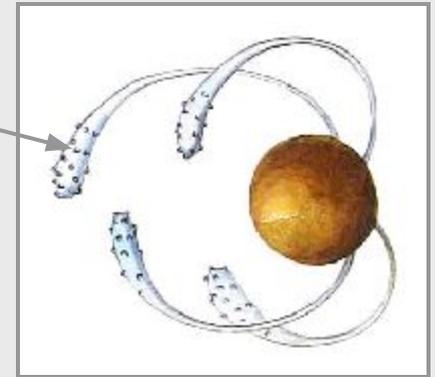
Спорангии были собраны по 2–3 на разветвлениях спорофилла или на спорангиофорах (подставках).

Споры морфологически одинаковые, но физиологически могут различаться. В единичных случаях найдены мегаспоры. У хвоща споры снабжены **элатерами**.

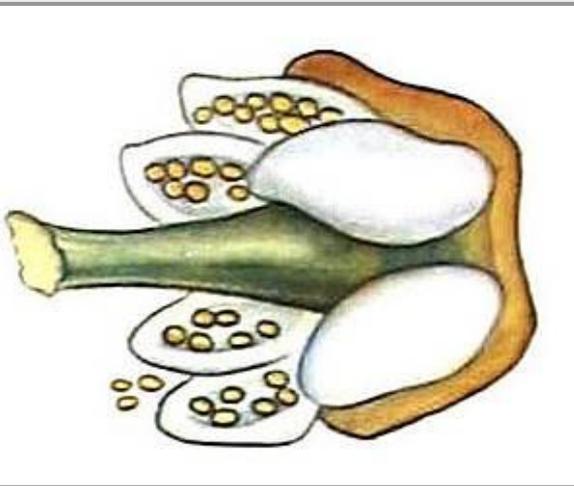
Гаметофит зеленый, очень мелкий.



Каламофитон. Спорангии



Хвощ полевой. Спора



Хвощ полевой. Спорангиофор

КЛАСС КЛАДОКСИЛЕЕВЫЕ – Cladoxylopsida

КАСС КЛИНОЛИСТНИКОВЫЕ – Sphenopyllopsida

КАСС ХВОЦОВЫЕ – Equisetopsida

Порядки:

каламитовые

хвоцовые

КЛАСС КЛАДОКСИЛЕЕВЫЕ – *Cladoxylopsida*

Род Гиения

Общая характеристика рода

Целиком вымершие растения. По ископаемым остаткам известно 4 вида.

Жизненная форма: небольшие кустарнички до 1 м выс. Побеги не имели ясного членистого строения.

Стебли ветвились дихотомически.

Листья теломной природы, дихотомически ветвились 2–3 раза. Внизу располагались спирально, наверху – обычно мутовчато.

Спорофиллы располагались мутовчато в рыхлых колосках на концах веточек.

Спорангии были собраны по 2–3 на разветвлениях спорофилла.

Гиения изящная
(*Hyenia elegans*)



КАСС КЛИНОЛИСТНИКОВЫЕ – *Sphenophyllopsida*

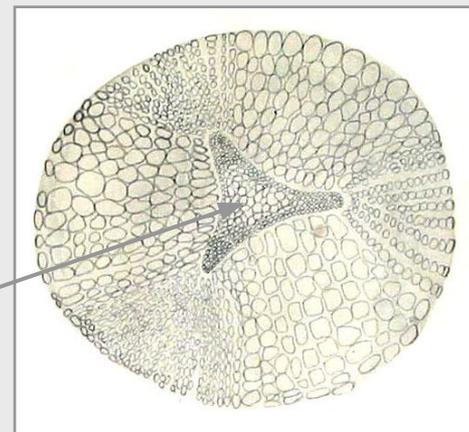
Род Клинолист



Целиком вымершие растения.

Жизненная форма: травы и лазающие лианы до 1 м выс. Побеги имели отчетливое членистое строение. Обладали вторичным ростом.

Стебли членистые, бороздчатые, внутри выполненные, с трехлучевой ксилемой в центре.



Листья с клиновидной пластинкой теломной природы, их жилки многократно дихотомически ветвились. Располагались мутовчато по 6–18.

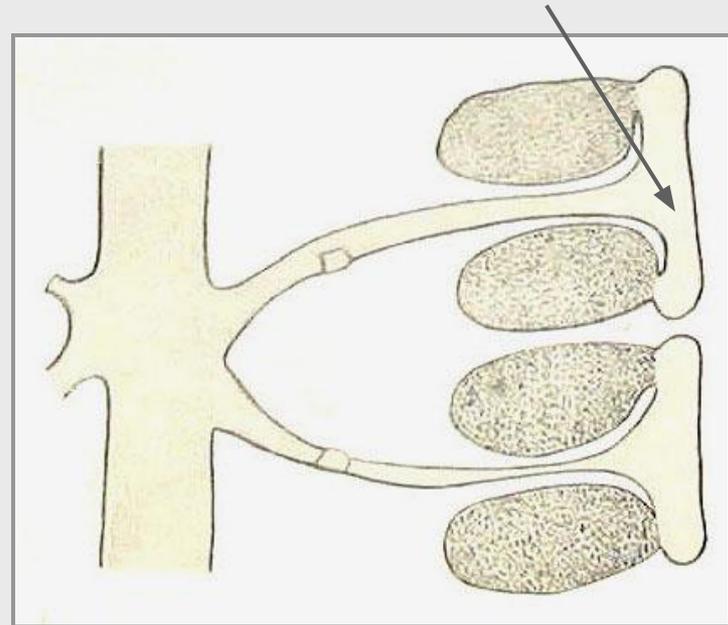
Клинолист (*Sphenophyllum cuneifolium*)

Род Клинолист



Спорофиллы располагались мутовчато в плотных колосках до 10 см дл. на концах веточек. Имели вегетативную и спороносную зону. В основании срастались, образуя чашу.

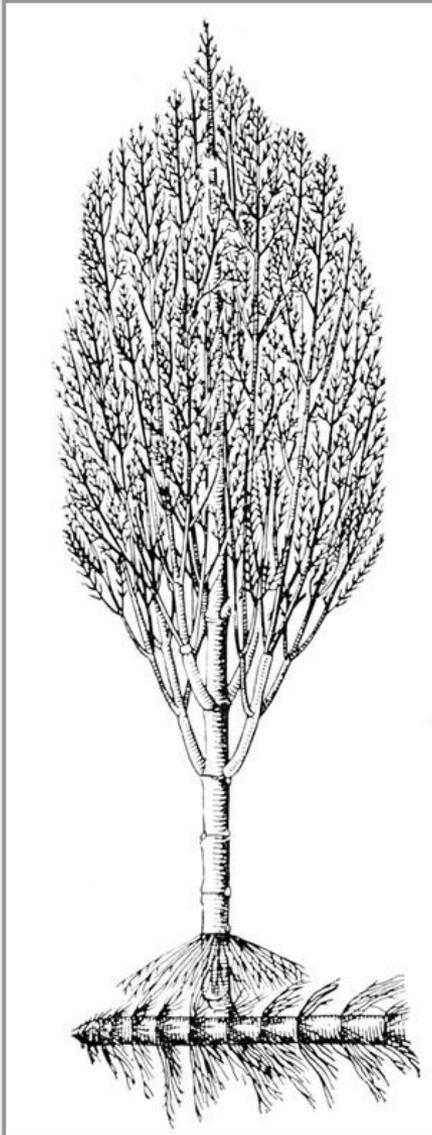
Спорангии были собраны по 3 на разветвлении спороносной зоны спорофилла, у других видов располагались на спорангиофорах (щитках).



Клинолист (*Sphenophyllum cuneifolium*)

КЛАСС ХВОЦОВЫЕ – *Equisetopsida*

Порядок каламитовые (каламостахиевые) – *Calamostachiales*

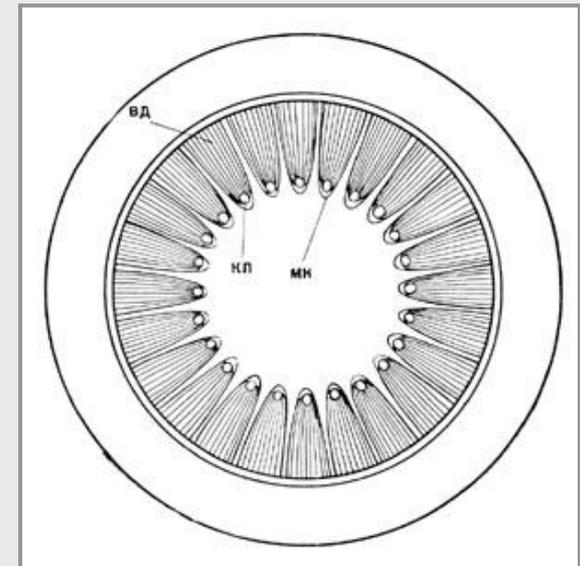


Целиком вымершие растения (верхний девон – карбон – юра). По ископаемым остаткам известно большое число видов.

Жизненная форма: мощные деревья до 20 м выс., внешне похожие на хвощи. Имели отчетливое членистое строение. Обладали вторичным ростом. Многократно ветвились.

Корни боковые, располагались мутовчато на подземных горизонтальных корневищах.

Стебли членистые, с узлами и междоузлиями, бороздчатые, внутри полые (сердцевина со временем разрушалась). Вторичная ксилема была хорошо развита. Мощная кора содержала перидерму с механическими клетками.



Каламит (*Calamites carinatus*)

Порядок хвощовые – *Equisetales*

Общая характеристика рода Хвощ

Ископаемые и современные растения.

Жизненная форма: многолетние травы. Побеги имеют членистое строение – разделены на узлы и междоузлия. В основании междоузлий располагается меристема. Спороносные побеги могут значительно отличаться от вегетативных.

Корневища горизонтальные, членистые, с мутовками придаточных корней.

Стебли ветвятся мутовчато. Они осуществляют функцию фотосинтеза.

Листья теломной природы, редуцированы до зубцов, сросшихся в коронку. Расположены мутовчато.

Хвощ полевой (*Equisetum arvense*)

Вегетативный побег



Порядок Хвощовые

Общая характеристика рода Хвощ

Спороносные побеги буровато-розовые, неветвящиеся, после спороношения отмирают.

Спорофиллы преобразованы в щитковидные спорангиофоры, собранные в плотные верхушечные стробилы.

Спорангии расположены на внутренней стороне щитковидных подставок – **спорангиофоров**.

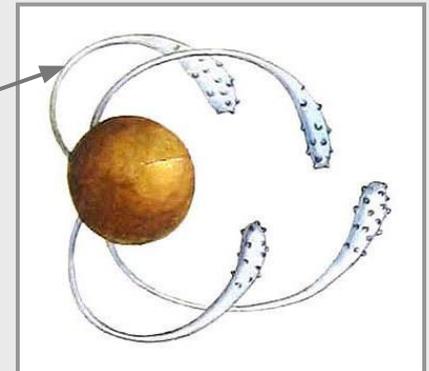
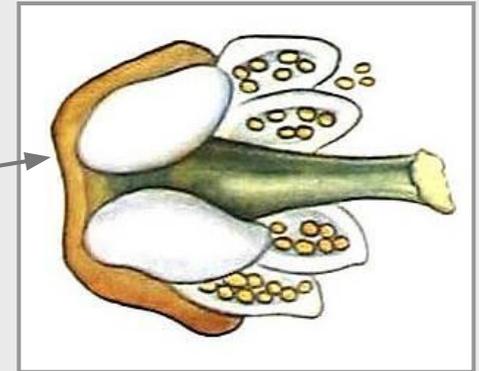
Споры морфологически одинаковые, но **физиологически различаются**.

Снабжены четырьмя гидроскопическими лентами – **элатерами**.

Они сцепляют массу спор в комочки.



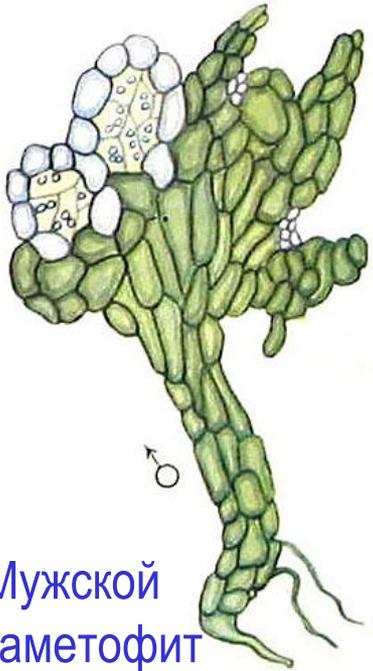
Спороносный побег



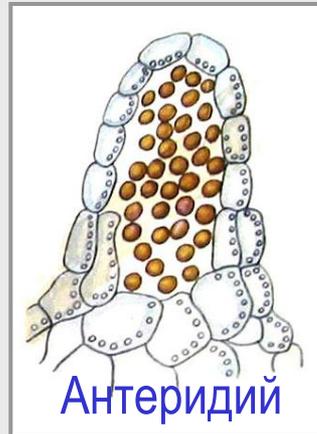
Порядок Хвощовые

Общая характеристика рода Хвощ

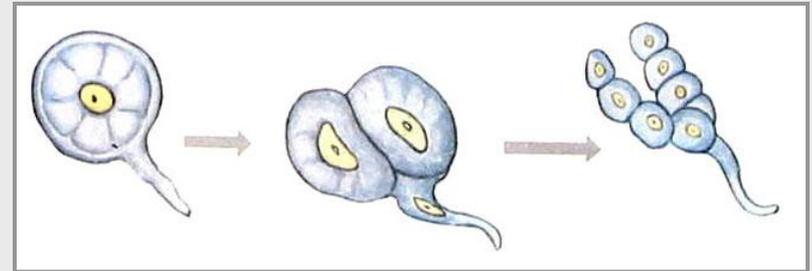
Гаметофит зеленый, очень мелкий. Антеридии поверхностные.



Мужской гаметофит



Антеридий



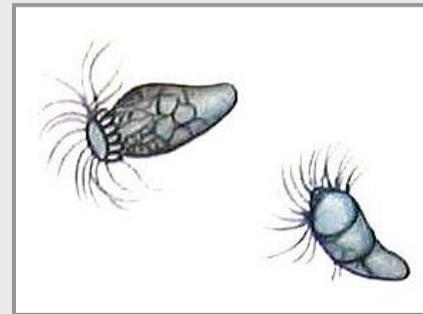
Развитие гаметофита



Женский гаметофит



Архегоний



Сперматозоиды

Способы размножения: вегетативное – участками корневища и спорами.

Хвощ полевой (*Equisetum arvense*)

Порядок Хвощовые

Общая характеристика рода Хвощ

Видовое разнообразие: род насчитывает около 30 видов, распространенных по всему Земному шару, кроме Австралии и Новой Зеландии. В России и сопредельных государствах обитают 17 видов.

Условия обитания: растут на болотах, лугах, лесах и водоемах.

Хорошо переносят засуху, лесные пожары.

Полезные свойства: некоторые виды, например, хвощ полевой, обладают лекарственными свойствами. Осенью и зимой служат дополнительным кормом для оленей и кабанов.



Foto: Arne Anderberg

Хвощ полевой (*Equisetum arvense*)