

**Царство Plantae.
Высшие споровые растения
Семенные растения
Отдел Голосеменные**

*Доцент кафедры
организации фармации
к.б.н. Кузнецова
Ольга Анатольевна*



Высших растений в настоящее время насчитывается более 300 тыс. видов.

- **Высшие споровые растения:**

- Риниовидные - Rhiniophyta

- Зостерофилловые - Zosterophyllophyta

- Моховидные - Bryophyta

- Плауновидные - Lycopodiophyta

- Псилотовидные - Psilotophyta

- Хвощевидные - Equisetophyta

- Папоротниковидные - Polypodiophyta

- **Семенные растения:**

- Голосеменные – Pinophyta (Gymnospermae)

- Покрытосеменные или цветковые – Magnoliophyta (Angiospermae)

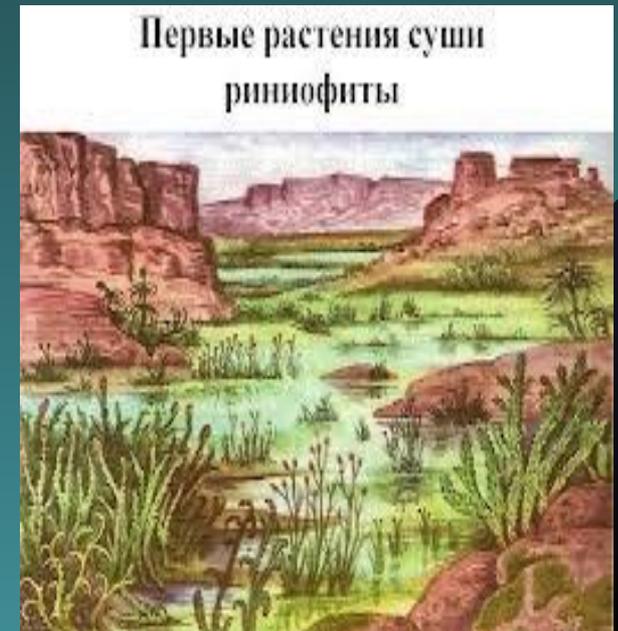
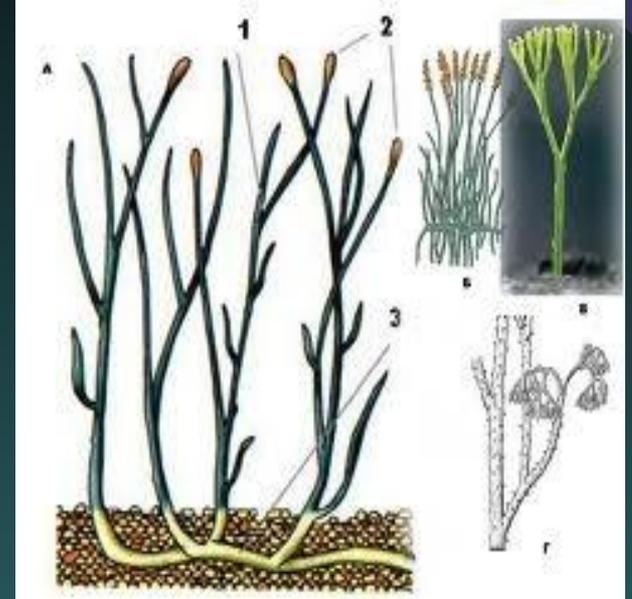
- По количеству видов и особенностям размножения растения делят на *споровые и семенные*.
- У большинства споровых процессы споро – и гаметогенеза протекают на разных организмах и в разное время.
- У семенных гаметофит крайне редуцирован и развивается на спорофите.
- **Спорофит** — диплоидная многоклеточная фаза в жизненном цикле растений и водорослей, развивающаяся из оплодотворенной яйцеклетки или зиготы и производящая споры.
- **Гаметофит** — гаплоидная многоклеточная фаза в жизненном цикле растений и водорослей, развивающаяся из спор и производящая половые клетки, или гаметы.

Высшие споровые растения общие черты строения

- 1. Появление и специализация тканей
- 2. Тело расчленено на стебель, лист и корень; их называют листостебельными (Cormophyta) растениями.
- 2. Зигота дает начало многоклеточному зародышу, который развивается в спорофит (Embryophyta),
- 3. Имеют типичное строение растительной клетки (строение клеточной оболочки, пластид, набор фотосинтетических пигментов, запасное вещество крахмал)
- 4. Половой процесс – оогамия.

• Отдел Rhiniophyta

- Первыми наземными растениями были риниовидные.
- Существовали в силуре – верхнем девоне.
- Росли по берегам водоёмов, располагаясь частично в воде или на насыщенных водой участках суши.
- Они имели относительно простое строение, представляли небольшие, дихотомически ветвящиеся стебельки с листовидными выростами шиловидной или конической формы, на которых имелись устьица.
- Высота 20–70 см, иногда до 3 м, без корней и листьев
- К почве прикреплялись *ризоидами* — бесцветными выростами, похожими на корневые волоски.
- Стебли их назывались *теломы*. ветвление дихотомическое
- На некоторых теломах формировались спорангии
- Представители: *Rhynia major* (Риния большая). *Cooksonia caledonica* (Куксония каледонская)



Жизнь растений на суше обусловила формирование прогрессивных особенностей:

- **многоклеточность организма**
- **дифференциацию клеток на ткани**
- **формирование специализированных органов - стеблей, корней, листьев**
- **усложнение органов полового размножения, обеспечивающее развитие зародыша**
- **ярко выраженную смену ядерных фаз и чередование полового (гаметофита) и бесполого (спорофита) поколений. При этом у большинства, кроме моховидных, доминирующее положение занимает спорофит.**
- **У большинства представителей половой процесс зависит от водной среды.**

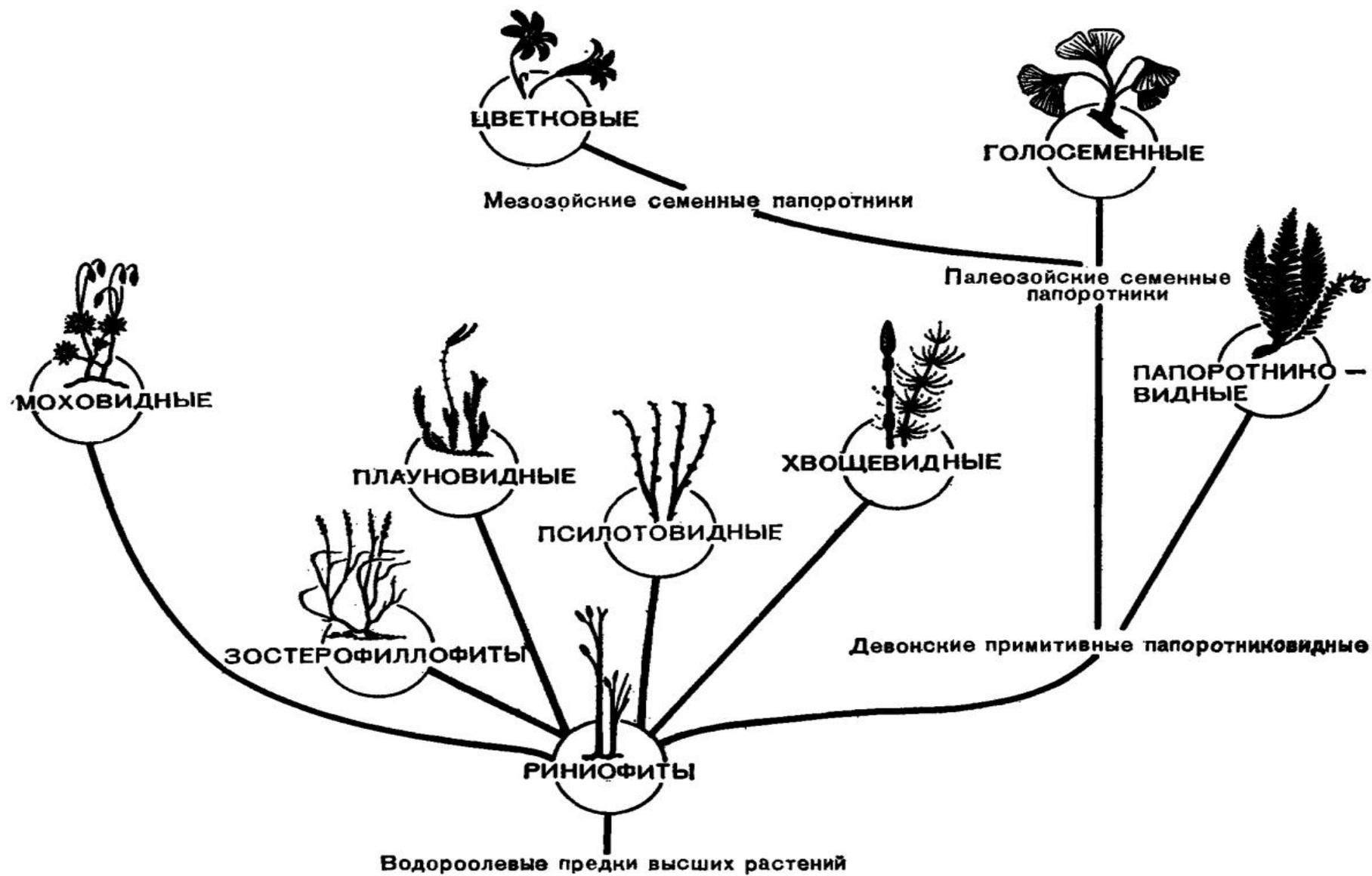


Рис. 14. Схема эволюционных взаимоотношений отделов высших растений.

Отдел моховидные – БРЮОРНУТА

- Моховидные — это древняя, самая примитивная группа высших растений, ныне живущих на Земле. Древнейшие ископаемые формы мхов известны с каменноугольного периода.
- около 25 тыс. видов.
- **Гаметофит преобладает над спорофитом.**

Гаметофит мхов- листостебельное растение

- Распространенных на всех континентах. Особенно это относится к Северному полушарию, где на больших площадях (на болотах, иногда в лесах) моховидные доминируют в растительном покрове.
- Эти растения предпочитают наиболее увлажненные места, однако произрастают и на каменистых склонах гор, в пустынях, на скалах, в тундрах, но не встречаются в морях, на сильно засоленных почвах, в ледниках и сыпучих песках..

- Подавляющее большинство моховидных — низкорослые многолетние травянистые растения размером от 1 мм до нескольких сантиметров, реже до 60 см и более.
- У большинства из них тело расчленено на стебель и листья, но встречаются и слоевищные формы.
- У них отсутствуют корни; прикрепление к субстрату (частично и всасывание воды) осуществляется одним или многочисленными ризоидами — выростами эпидермы. Поглощение воды происходит главным образом нижней частью стебля или телом всего растения (сфагновые мхи).
- Вегетативные органы сформированы ассимиляционной, проводящей, запасющей и покровной тканями. Однако в отличие от других высших растений у моховидных отсутствуют настоящие сосуды и механические ткани.
- На стебле зеленых мхов по спирали расположены бесчерешковые листья, имеющие цельную пластинку с жилкой или без нее.

Отдел моховидные делится на 3 класса:

- **Класс антоцеротовые** (Anthocerotopsida) насчитывает свыше 300 видов, распространенных преимущественно в тропиках и субтропиках.
- **Класс печеночники** (Hepaticopsida), или печеночные мхи, объединяет около 10 000 видов.
- **Класс листостебельные**, или настоящие мхи (Bryopsida, или Musci) — это самый крупный класс моховидных, насчитывающий около 25 000 видов.

Класс печеночные мхи – Hepaticopsida.

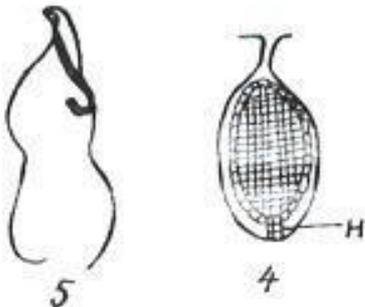
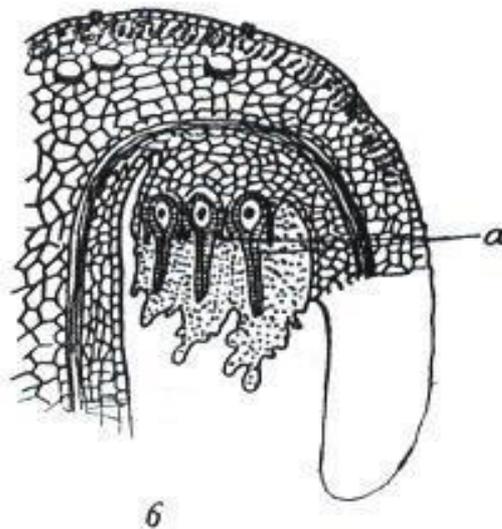
Тело представлено слоевищем в форме пластинки дорзовентрального строения.

Некоторые представители не талломные, а облиственные. Листья у печеночников, в отличие от листьев листостебельных мхов, расположены не по спирали, а 3-4 рядами.

Обитают на влажной почве, на скалах, по берегам рек.

Представитель- Маршанция многообразная – **Marchantia polymorpha**.

- Слоевище ее покрыто эпидермой.
- Клетки нижней стороны образуют выросты – одноклеточные ризоиды.
- Верхняя эпидерма имеет дыхательные отверстия - дыхальца.
- К верхней эпидерме примыкает ассимиляционная ткань с крупными воздушными полостями, к нижней - запасаящая ткань.
-
- Растение раздельнополое, двудомное
- На женских экземплярах развиваются женские подставки с архегониями,
- на мужских - мужские подставки с антеридиями.
- Печеночники были названы так из-за того, что их слоевище своими очертаниями напоминает печень, поэтому в Средние века эти мхи считали эффективным средством для лечения ее заболеваний.



1 – таллом с мужскими подставками;

2 – таллом с женскими подставками;

3 – вертикальный разрез через мужскую подставку (в некоторых антеридиальных полостях находятся антеридии);

4 – антеридий в антеридиальной полости (h – ножка антеридия);

5 – двужгутиковый сперматозоид;

6 – вертикальный разрез через женскую подставку (a – архегоний).



МАРШАНЦИЯ ПОЛИМОРФНАЯ



Класс листостебельные мхи - Bryopsida

- Листостебельные мхи распространены по всему земному шару, особенно в условиях холодного климата на сырых местах, в сосновых и еловых лесах, в тундре. На торфяных и моховых болотах часто образуют плотный ковер.
- Тело расчленено на стебель и листья, но настоящих корней нет, есть многоклеточные ризоиды, сильно разветвленные.
- **Включает 3 подкласса:**
- Сфагновые,
- Андреевые,
- Бриевые мхи.



Сфагновые и андреевые мхи. Слева направо: сфагнум бурый, сфагнум обманчивый, сфагнум оттопыренный, сфагнум магелланский, андрea скальная.



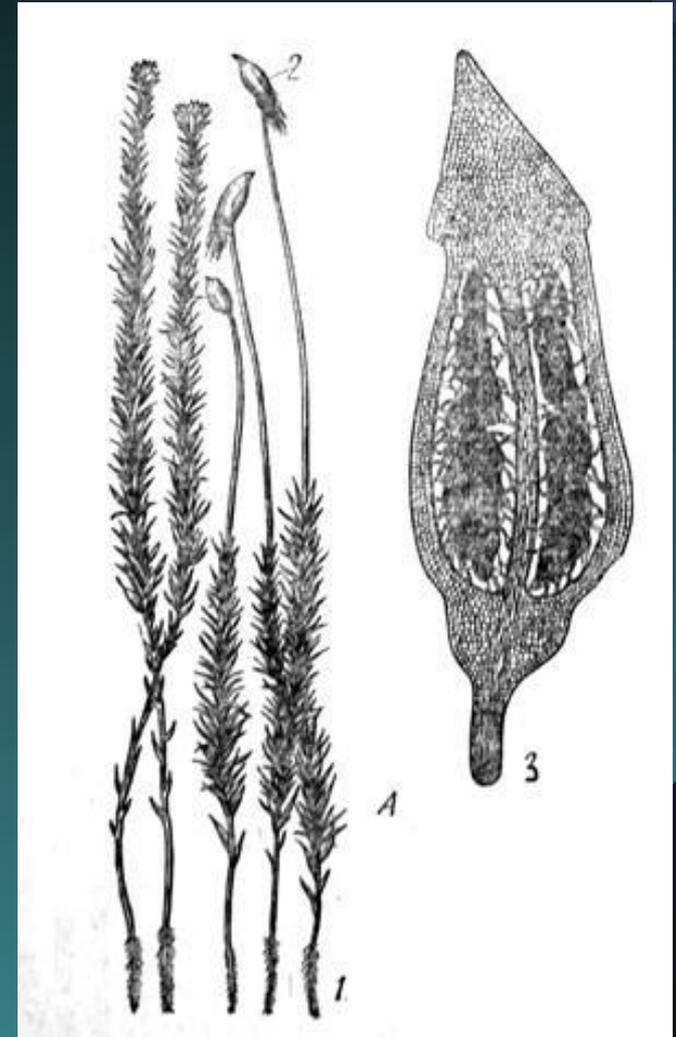
Бриевые мхи. Слева направо: кукушкин лён, птилум гребенчатый, тетрафис прозрачный, фисседенс адиантовидный, брахитециум ручейный.



Подкласс Бриевые или Зеленые мхи – Bryiidae.

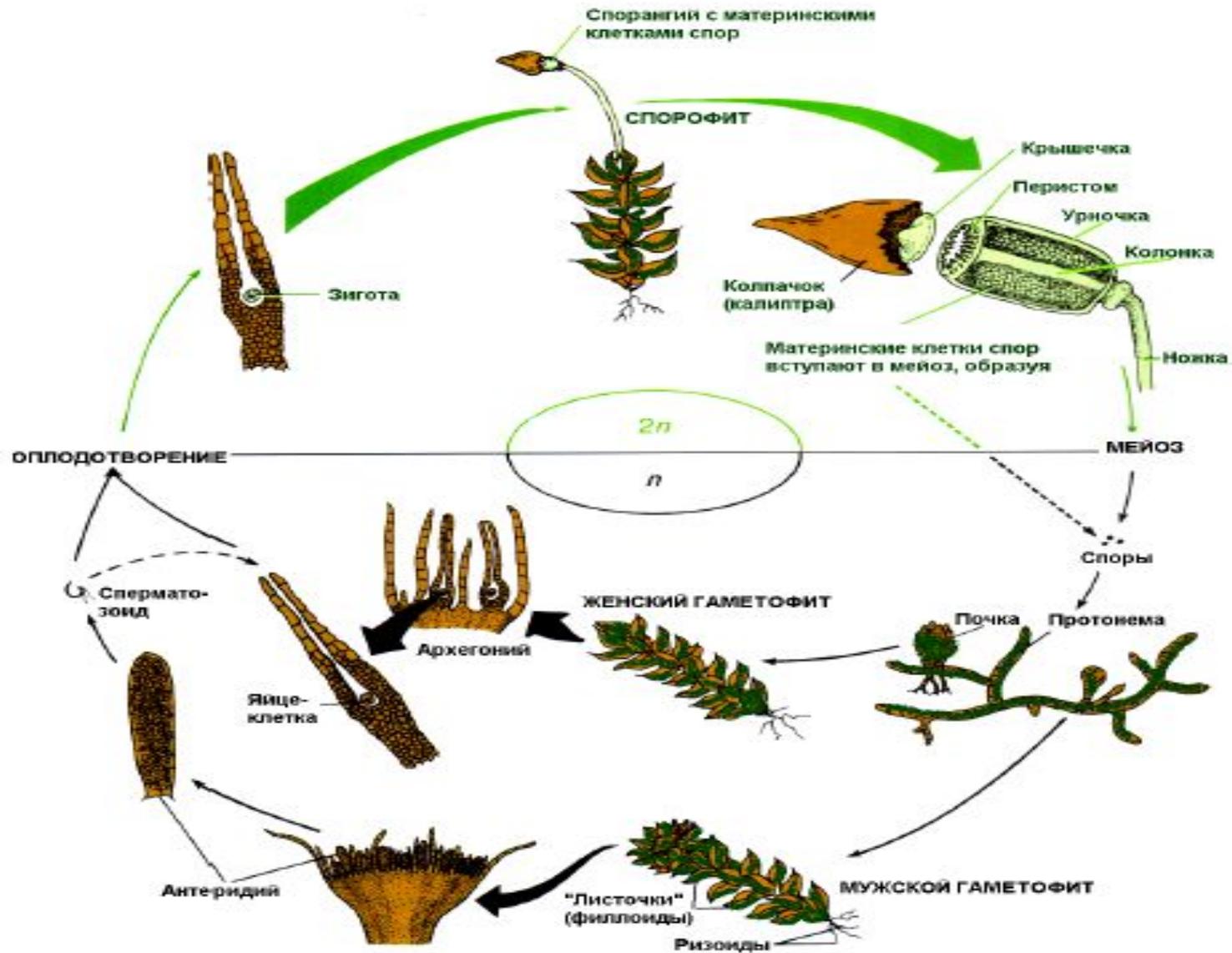
- Распространены, в основном, в местах избыточного или достаточного увлажнения.
- Типичным представителем является мох кукушкин лен – **Polytrichum commune**.
- Широко распространен в хвойных лесах, на лугах, болотах, образует густые дерновины.
- Стебель до 20 см высотой, покрыт жесткими листьями клиновидно-ланцетной формы. Есть устьица. Простое жилкование.
- Для прикрепления к субстрату и всасывания воды-ризоиды
- В центральной части стебля примитивный проводящий пучок (гидроиды и лептоиды)
- Снаружи стебель покрыт эпидермой.

Polytrichum commune



- Гаметофиты кукушкина льна раздельнополые.
- Рано весной на верхушке мужских особей развиваются антеридии, на верхушках женских – архегонии.
- Во время дождя или после росы сперматозоиды выходят из антеридия и проникают в архегоний, где сливаются с яйцеклеткой. Из зиготы здесь же, на верхушке женского гаметофита, вырастает спорофит (**спорогон**), имеющий вид коробочки на длинной ножке. Коробочка покрыта волосистым колпачком (калиптра) (остатком архегония).
- В коробочке – спорангий, где после мейоза образуются споры. Спора – небольшая клетка с двумя оболочками. На верхушке коробочки, по ее краю, расположены зубцы (перистом), которые, в зависимости от влажности воздуха, загибаются внутрь коробочки или отгибаются наружу, чем способствуют рассеиванию спор.
- Споры разносятся ветром и в благоприятных условиях прорастают, образуя **протонему**. Через некоторое время на протонеме образуются почки, из которых формируются листостебельные побеги. Эти побеги вместе с протонемой – гаплоидное поколение – гаметофит.
- Коробочка на ножке – диплоидное поколение – спорофит.

Жизненный цикл мха кукушкин лен (*Polytrichum commune*).



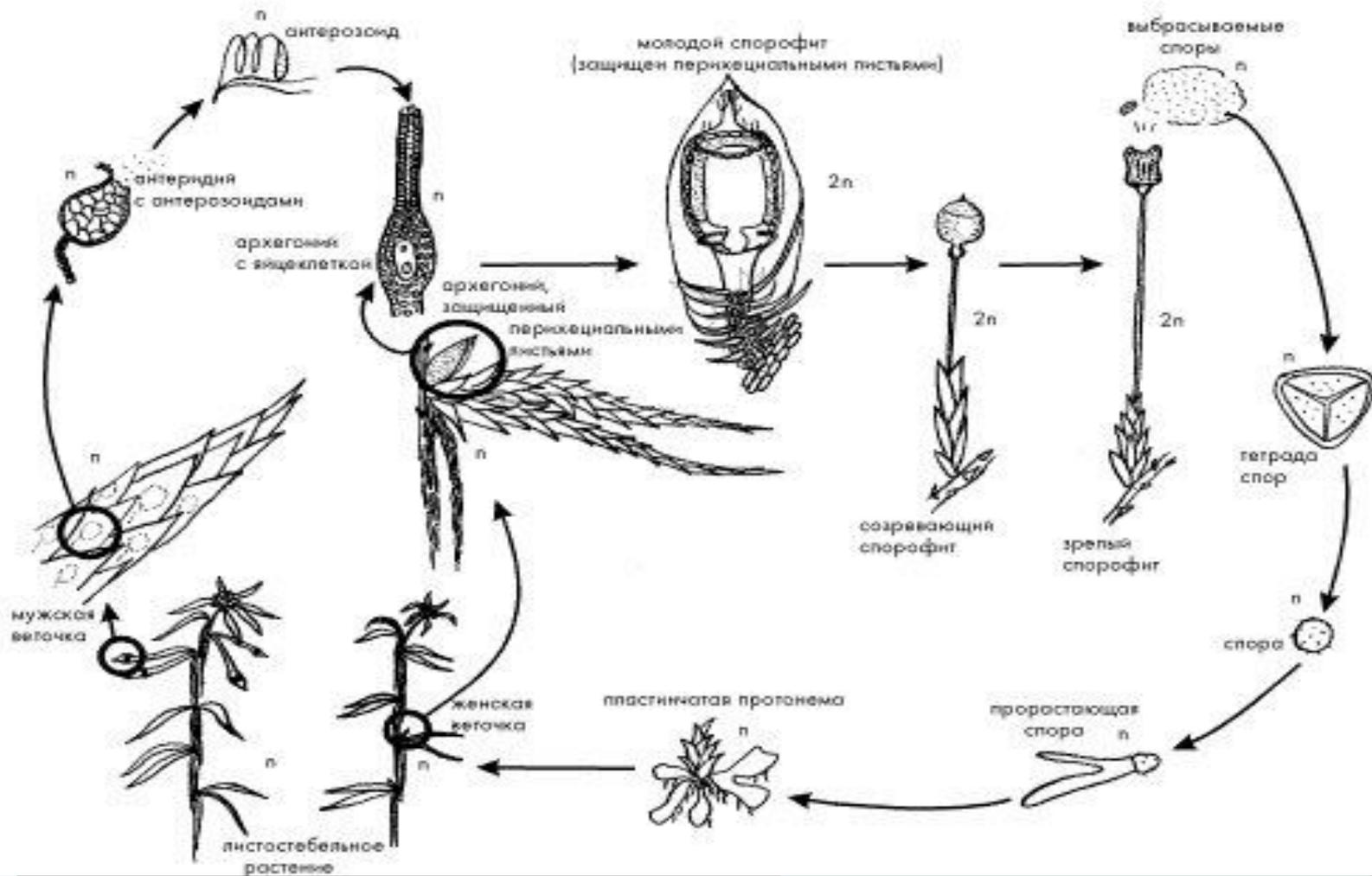
Бриевые мхи

- птилиум (Ptilium),
- дикранум (Dicranum),
- мниум (Mnium),
- голокомиум (Holcomium) , тортула, фунария, бриум...
- Образуют сплошной моховый покров в северных лесах-зеленомошниках.
- Участвуют в создании особых биоценозов, особенно там, где почти сплошь покрывают почву, например в тундре.
- Играют большую роль в регулировании водного баланса ландшафтов, так как способны впитывать и удерживать большое количество воды.
- Могут ухудшать продуктивность сельскохозяйственных земель, способствуя их заболачиванию.
- Предохраняют почву от эрозии, обеспечивая равномерный перевод поверхностного стока вод в подземный.

Подкласс Сфагновые мхи – Sphagnidae

- Объединяет около 300 видов, распространенных в северной лесной зоне на больших заболоченных пространствах.
- Сфагновые мхи имеют стебель и листья типа филлоидов.
- Стебли и листья имеют два вида клеток:
- живые хлорофиллоносные. (ассимиляционные)
- мертвые клетки с кольчатыми и спиральными утолщениями оболочек – водоносные (водосборные). В сухую погоду они заполнены воздухом. Это придает им белесый цвет и обуславливает огромную гигроскопичность. Одна часть сухого мха может удерживать 5-30 частей воды.
- Представитель - **Sphagnum magellanicum**.





• ОТЛИЧИЕ СФАГНУМА ОТ КУКУШКИНА ЛЬНА

Нет ризоидов

Коробочка со спорами не имеет колпачка

Из проросшей споры образуется пластинчатая протонема, а не нитчатая

Стебель может ветвиться



Значение сфагновых мхов

Исторически всеобщее признание сфагновый мох получил как высокоэффективный перевязочный материал. Его применение основывалось на высокой гигроскопичности. Стерилизованные марлевые подушечки, наполненные сухим сфагнумом, используют для быстрого и успешного заживления гнойных ран.

- Особенностью сфагновых мхов является непрерывное нарастание стебля верхушкой и отмирание нижней части. Однако полного сгнивания отмерших частей не происходит, так как в пере-влажненной почве мало кислорода, а вследствие выделения сфагнумом спиртоподобного вещества сфагнола и специфических органических кислот создается кислая среда, в которой прекращается развитие почвенных микроорганизмов (бактерий, грибов и др.), разлагающих растительные остатки. В течение длительного времени происходит накопление значительных запасов органических веществ в виде торфа.
- Процесс образования торфа идет очень медленно: слой торфа в 1 см накапливается за 10 лет, толщиной в 1 м — за тысячу лет.



- Торф находят широкое и разнообразное применение. Издавна его использовали как топливо и удобрение, особенно ценное для подзолистых почв. Мало разложенный торф в сельском хозяйстве служит для приготовления компостов, идет на подстилку, помогает сохранению плодов и семян.
- Торф является важным источником сырья для получения уксусной кислоты, воска, парафина, нафталина, фенолов, спирта, карболовой кислоты и т. д.

Отделы плауновидные, хвощевидные и папоротниковидные

- Большая группа высших наземных споровых растений, имеющих листья, стебли, корни.
- В жизненном цикле хорошо выражено чередование поколений.
- **Спорофит преобладает над гаметофитом.**
- На спорофите в спорангиях формируются гаплоидные споры.
- У одних представителей - равноспоровых - они морфологически одинаковые, у других - разноспоровых - различные: микроспоры и мегаспоры.
- Из спор развивается заросток - половое поколение - гаметофит. У равноспоровых он обоеполый, у разноспоровых - раздельнополый (мужской и женский).

Отдел плауновидные LUSCOPIDIOPHYTES.

- Древовидные формы вымерли, имели важное значение в образовании каменного угля.
- Сохранились травянистые низкорослые, до 70 см высотой растения
- Со слабо развитыми придаточными корнями
- и небольшими тонкими листьями типа филлоидов.
- Различают два класса: плауновые и шильниковые.
 - **Класс Плауновые - Lycopodiopsida**
- Равноспоровая форма - **Плаун булавовидный (Lycopodium clavatum)**, который распространен в хвойных лесах.
- Имеет стелющийся, дихотомически разветвленный стебель с мелкими линейно-шиловидными листьями и слабо развитыми корнями.
- Длина стебля до 6 и более метров.
- Споры плауна используются в медицине в качестве детской присыпки, для обсыпки пилюль, в литейном производстве, пиротехнике и др.



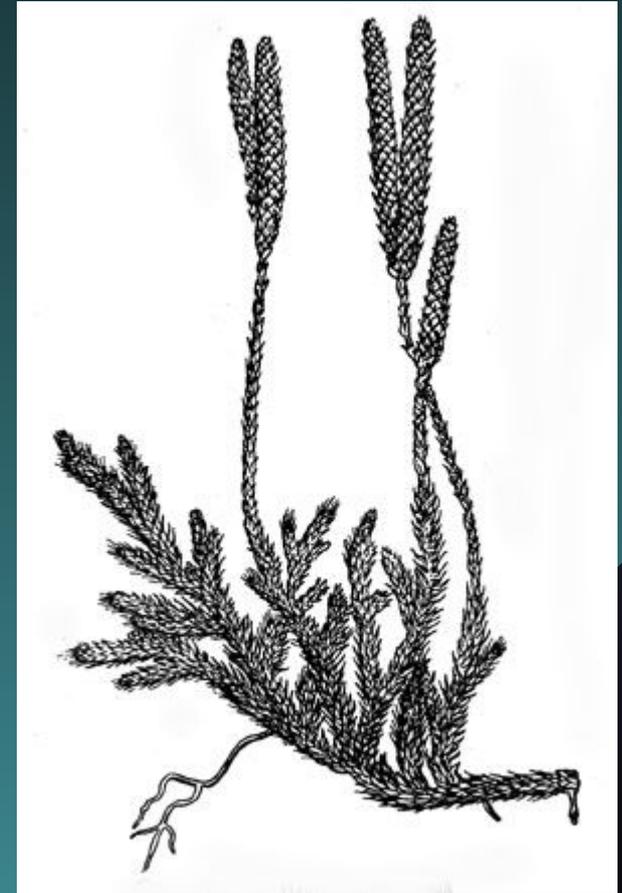
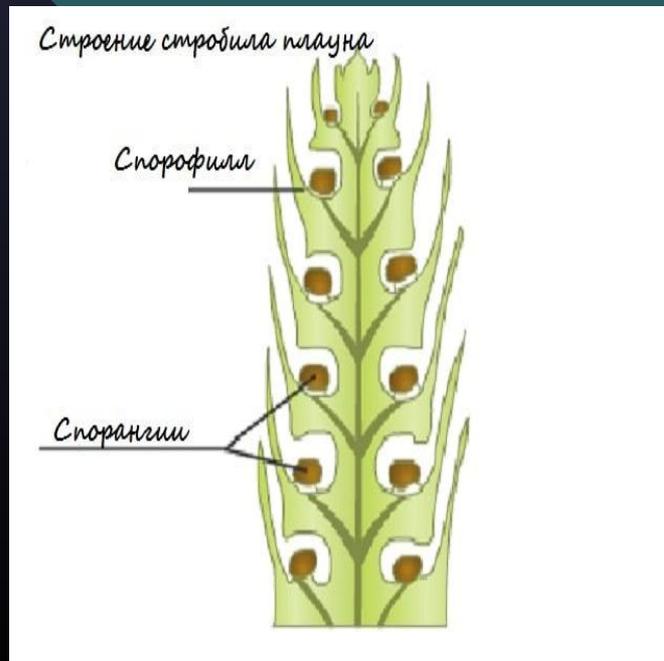
Lycopodium clavatum L

- В конце лета на боковых побегах образуется обычно два спороносных колоска.

Каждый колосок состоит из оси и мелких тонких **спорофиллов** – видоизмененных листьев, в основании которых расположены спорангии почковидной формы.

В спорангиях после редукционного деления клеток

спорогенной ткани образуются одинаковой величины, одетые толстой желтой оболочкой гаплоидные **споры**.



- Споры прорастают после периода покоя через 3-8 лет в обоеполые **заростки**, представляющие собой половое поколение – гаметофит плауна и живущие **сапротрофно** в почве, в виде клубенька.
- От нижней поверхности отходят ризоиды.
- Через них в заросток вырастают гифы гриба, образуя **микоризу**.
- В симбиозе с грибом, который обеспечивает питание, живет заросток, лишенный хлорофилла и неспособный к фотосинтезу.
- Заростки многолетние, развиваются очень медленно, лишь через 6-15 лет на них образуются архегонии и антеридии.
- Оплодотворение совершается **при наличии воды**.
- После оплодотворения яйцеклетки двужгутиковым сперматозоидом образуется зигота, которая без периода покоя прорастает в зародыш, развивающийся во взрослое листостебельное растение - спорофит.

- **Плаун-баранец** (*Hyperzia selago*, *Licopodium selago*)
- Произрастает в тенистых и сырых хвойных лесах, на скалах, каменистых склонах. Многолетнее травянистое растение длиной 10—25 см.
- Трава содержит алкалоиды, гликозиды, сахара, ферменты, микроэлементы
- Используется трава для лечения хронического алкоголизма под контролем врача.



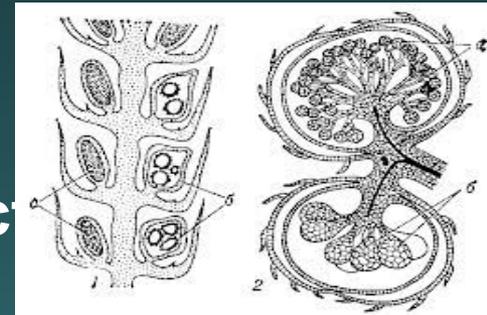
• плаун годичный (*Lycopodium annotinum*)



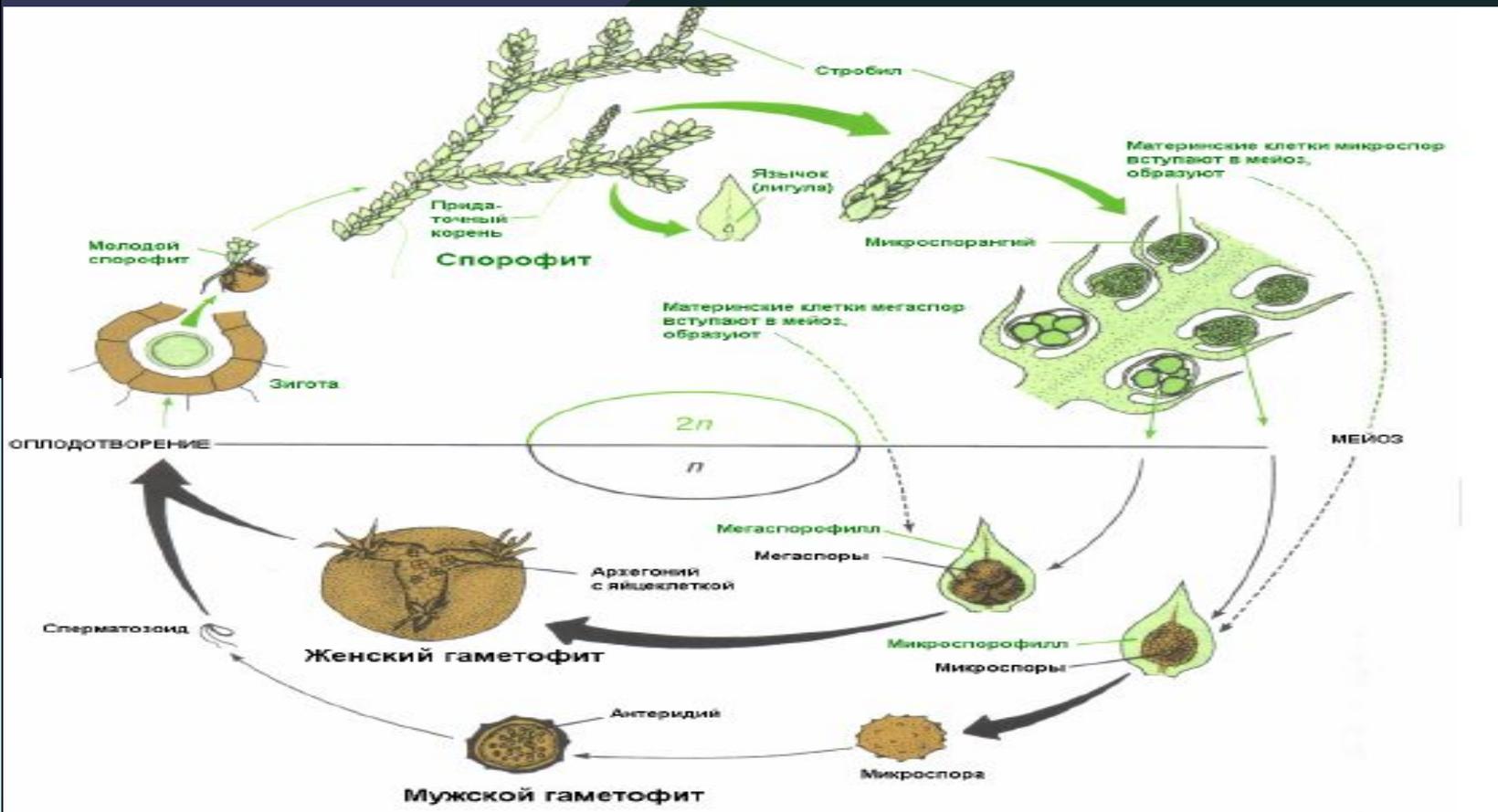
• плаун сплюснутый (*Lycopodium complanatum*)

Класс Полушниковые или Шильниковые – Isoëtopsida.

- Разноспоровую форму представляет селягинелла - *Selaginella selaginoides*, которая распространена в основном в тропиках.
- Селагинеллы в отличие от плаунов характеризуются разноспоровос



полушник озерный
(*Isoetes lacustris* L.)

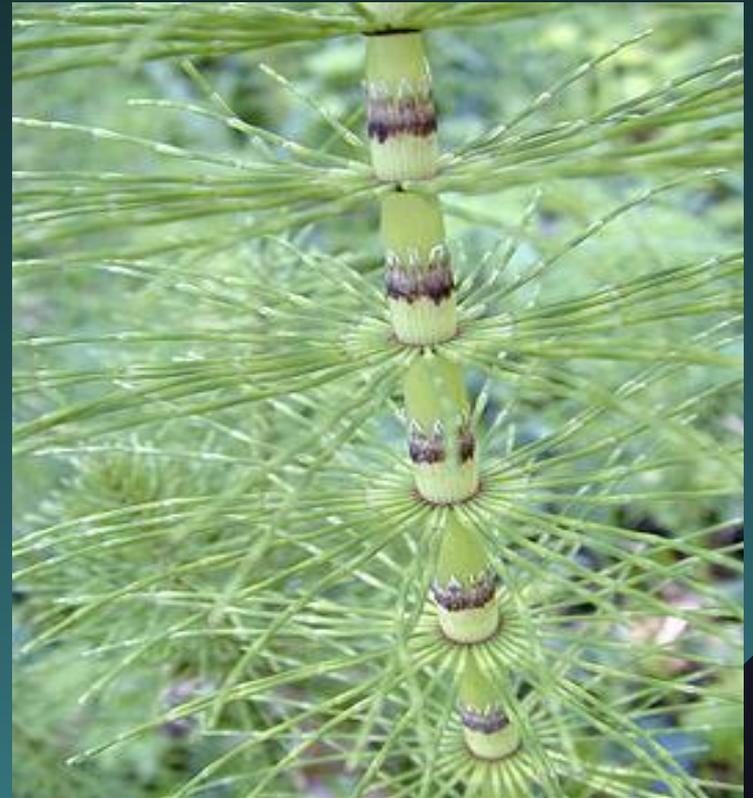
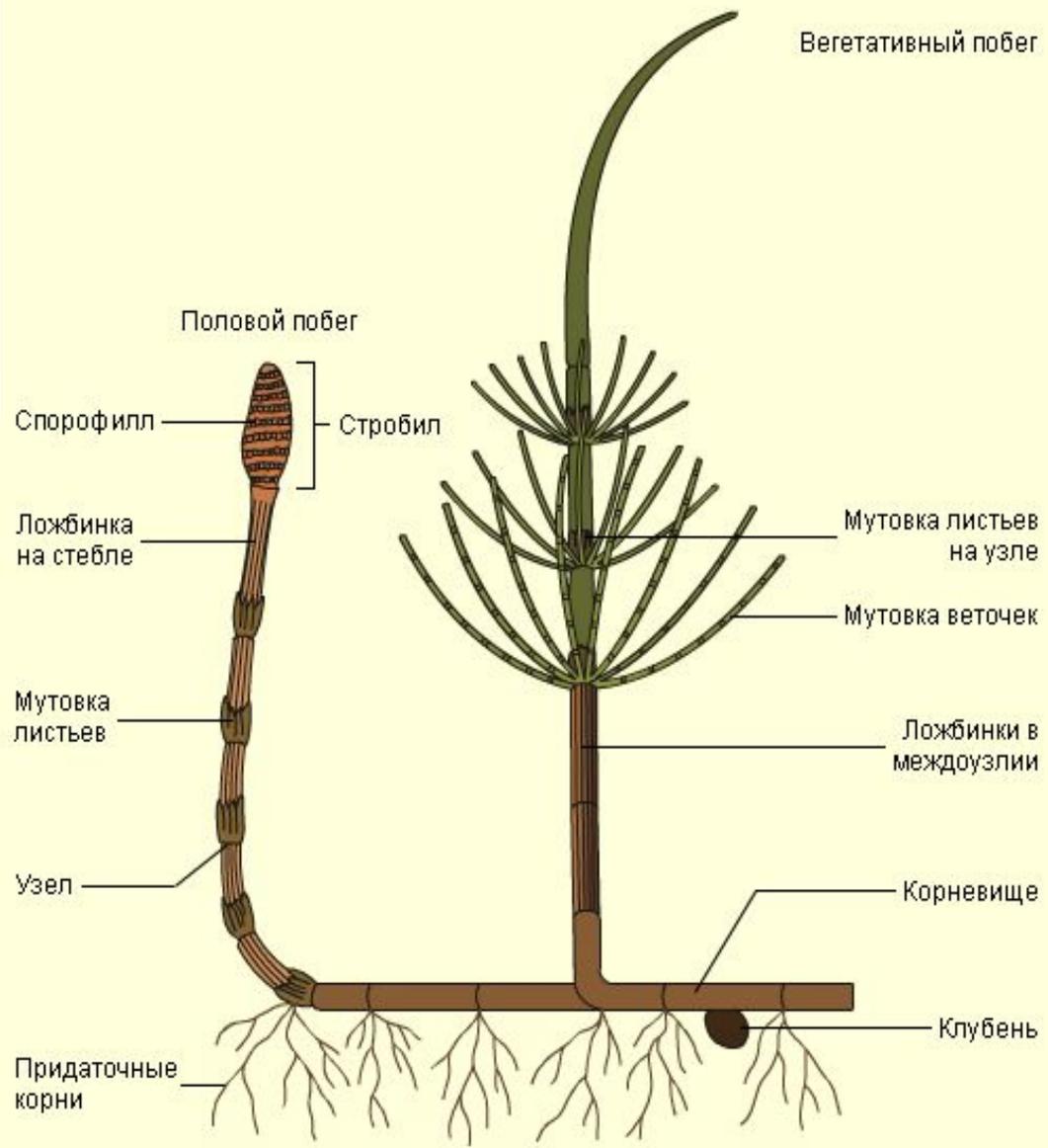


- В спороносных колосках образуется два вида спор – четыре мегаспоры в мегаспорангиях и многочисленные микроспоры в микроспорангиях. Из микроспоры образуется мужской гаметофит, состоящий из одной ризоидальной клетки и антеридия со сперматозоидами. Мегаспора развивается в женский гаметофит, не покидающий ее оболочки и состоящий из мелкоклеточной ткани, в которую погружены архегонии. После оплодотворения из яйцеклетки развивается зародыш, и затем новый спорофит.

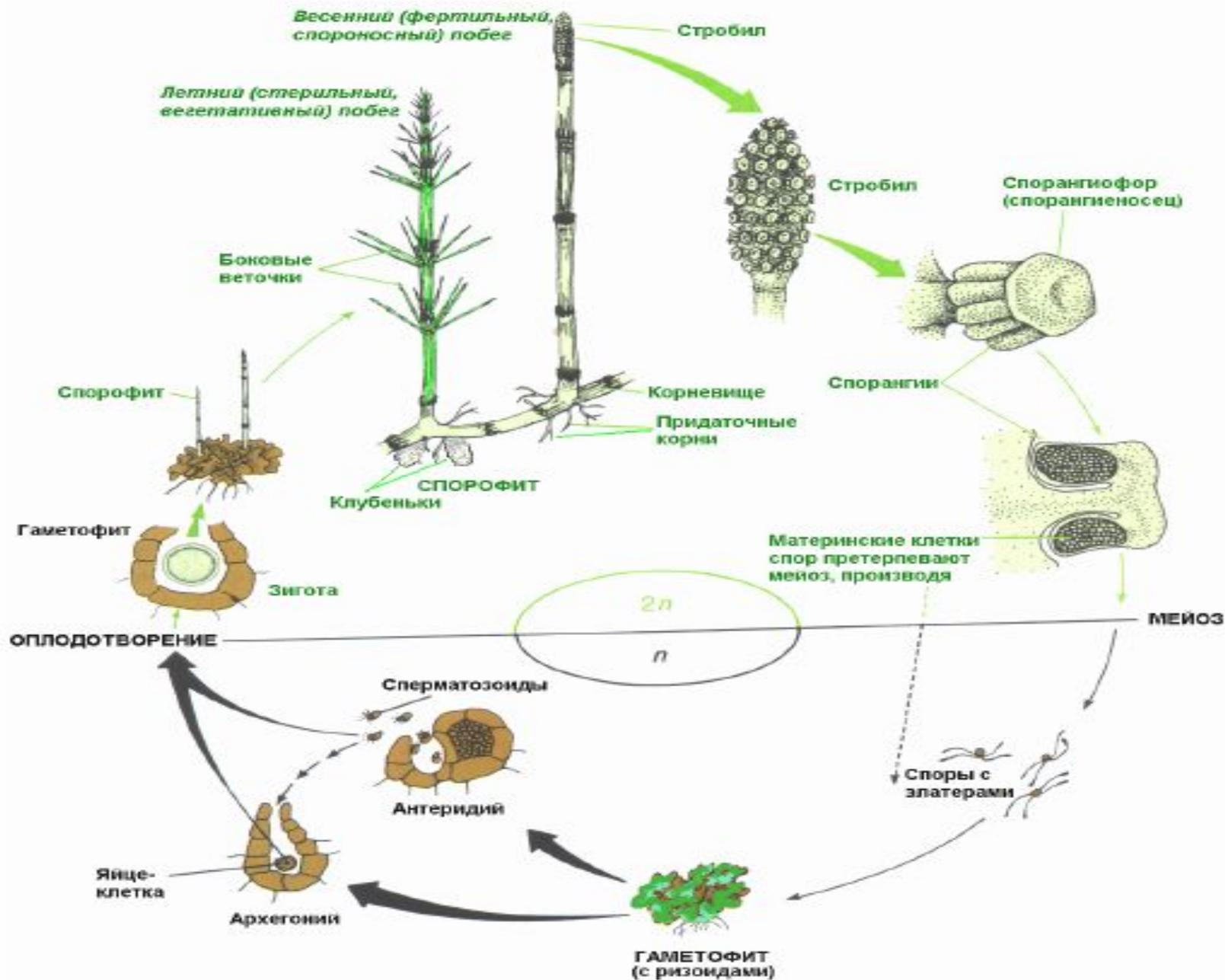
Отдел хвощевидные EQUISETOPHYTES

- Представители этого класса древовидные формы - каламиты - играли большую роль в растительном покрове Земли каменноугольного периода.
- Сохранились лишь мелкие травянистые растения рода хвощей, которых насчитывается около 20 видов.
- В СНГ распространены хвощи:
- полевой, луговой, болотный, лесной, топяной, ветвистый и др.

- Особенности биологии и строения растений рассмотрим на примере хвоща полевого - *Equisetum arvense*.
- многолетний полевой сорняк.
- Зимует в виде корневища с запасом питательных веществ как в корневищах, так и в клубеньках, образующихся на них.
- Ранней весной из корневищ вырастают бледно-розовые спороносные побеги высотой около 20 см.
- Стебли этих побегов прямостоячие, сочные, неветвистые с резко выраженными узлами и междоузлиями.
- Листья недоразвитые, мелкие, узкие, своими основаниями срастаются в трубку, располагаются мутовками.
- На верхушке побега - спороносный колосок.
- Ось спороносного колоска покрыта видоизмененными листьями – споролистиками - спорофиллами. На споролистиках образуются спорангии, в спорангиях - споры. Внешне споры одинаковы, а физиологически могут быть различными.
- Каждая спора перекрещена 4 лентовидными придатками - **элатерами**, удерживающими несколько спор вместе. При созревании спор ленты распрямляются и разбрасывают их.



- В благоприятных условиях споры прорастают и дают **заростки (чаще раздельнополые)**.
- Архегонии и антеридии погружены в ткань заростков. В антеридиях образуются около 200 сперматозоидов, которые передвигаются в капле воды.
- Из оплодотворенной яйцеклетки развивается зигота, из неё - зародыш, из зародыша - взрослый спорофит.
- После созревания и осыпания спор весенние спороносные побеги хвоща отмирают, вместо них из того же корневища образуются вегетативные побеги спорофита.
- Стебли этих побегов прямостоячие, ветвистые с редуцированными чешуйчатыми листьями, обеспечивают пополнение запасных веществ в корневище.
- Таким образом, половое и бесполое поколения существуют самостоятельно.





Equisetum arvense L.



Equisetum sylvaticum L.



Equisetum palustre L.

- Вегетативные побеги хвоща полевого (*E. arvense*) в официальной медицине применяют: в качестве мочегонного средства при отеках на почве сердечной недостаточности;
- при заболеваниях мочевого пузыря и мочевыводящих путей;
- как литолитическое средство
- как кровоостанавливающее средство при маточных кровотечениях; при некоторых формах туберкулеза.
- Высушенные стебли хвощей, содержащие большое количество солей кремния, применяются для шлифования поверхностей, в частности, столярами и живописцами.



Отдел папоротниковидные POLYPODIOPHYTES.

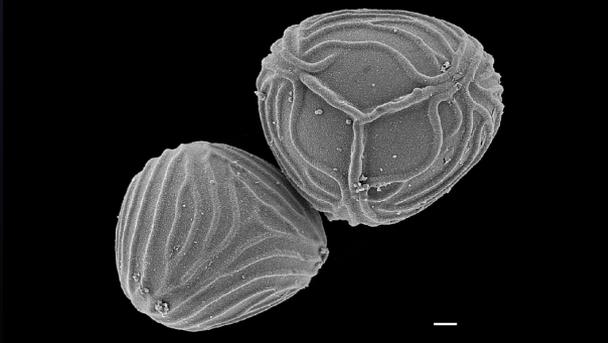
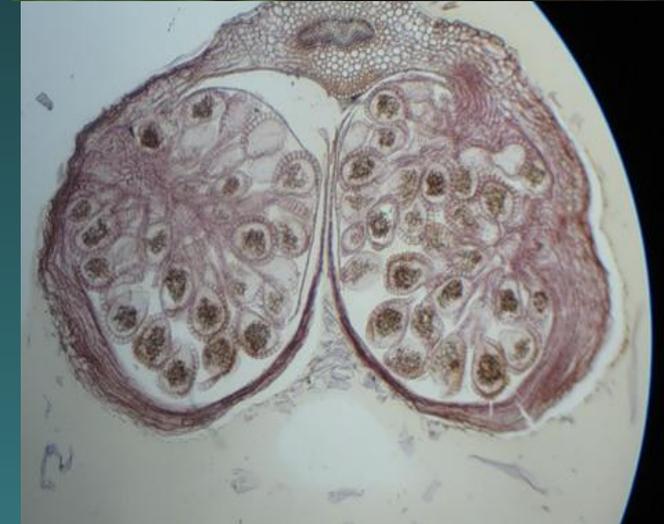
- Объединяет около 10 (до 25 тыс) тыс. видов, в СНГ - 100 видов.
- Включает классы: Marattiopsida, Polypodiopsida.и др.
- У большинства живущих сейчас (исключая тропические) папоротников отсутствует наземный прямостоячий стебель, но есть подземный в виде **корневища**.
- От корневища отходят придаточные корни и крупные листья (**вайи**), имеющие стеблевое происхождение и длительно нарастающие верхушкой.
- Молодые листья свернуты улиткой у основания взрослых, начинают разворачиваться под почвой и на третий год заканчивают формирование, достигая в длину 1 и более метров.
- Сформированные листья двоякоперистораздельные, растут верхушкой и каждый год отмирают. Стерильные листья более мелкие, широкие, мягкие и ажурные, иногда провисающие или мягко сгибающиеся под своей тяжестью вниз. Фертильные листья прямостоячие, более узкие и грубые.
- Размножается корневищами, бесполом и половым путем.

- В качестве типичного представителя и для изучения цикла размножения настоящих папоротников рассмотрим щитовник мужской - *Dryópteris filix-mas*, широко распространенный в лесах умеренной зоны.
- Из его корневищ получают густой экстракт, который является эффективным противопаразитарным средством (против глистов и червей).

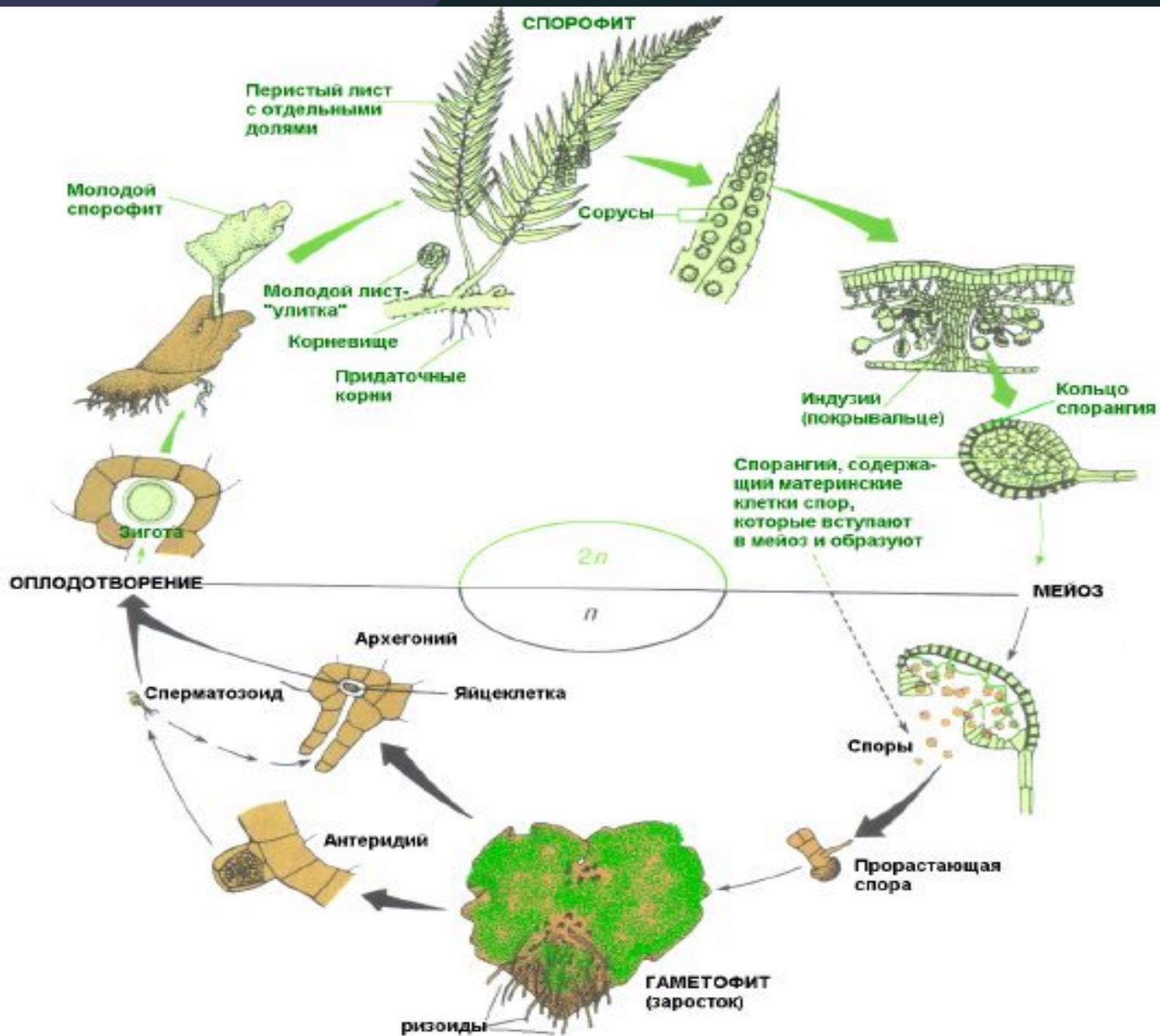


К середине лета на нижней стороне листа образуются спорангии.

Спорангии сидят группами на толстом выросте - плаценте, образуя сорусы. Сорус прикрыт индузием. В спорангиях хорошо выражено механическое кольцо, которое имеет вид узкой несмыкающейся полосы, опоясывающей спорангий. Когда кольцо подсыхает, стенки спорангия разрываются, и споры высыпаются. В каждом спорангии формируются споры округлой формы с двойной оболочкой (экзина и интина).



- Споры высыпаются, и из них развивается **гаметофит в виде заростка**. Большинство папоротников — равноспоровые растения. Гаметофиты их обоеполые, зеленые, фотосинтезирующие, размером с несколько см, сердцевидной формы, обитают на поверхности почвы.
- Прикрепляются к субстрату с помощью ризоидов.
- На нижней, брюшной стороне гаметофита развиваются архегонии и антеридии.
- Антеридии находятся у основания пластинки заростка и созревают раньше. Чуть позднее на вершине пластинки развиваются архегонии. Такая неравномерность развития способствует перекрестному оплодотворению.
- Для оплодотворения обязательно нужна капельно-жидкая среда.
- Из оплодотворенной яйцеклетки образуется зигота.
- Из зиготы развивается диплоидный зародыш, имеющий все основные органы (корень, стебель, лист и особый орган – ножку, прикрепляющую его к заростку).
- Постепенно зародыш начинает существовать самостоятельно, а заросток отмирает.



Папоротники



1 — орляк обыкновенный *Pteridium aquilinum*; 2 — щитовник мужской *Dryopteris filix-mas*; 3 — кочедыжник или щитовник женский *Athyrum filix-femina*; 4 — страусник *Matteuccia*; 5 — сальвиния плавающая.



Комнатные папоротники:
нефролепис



Род Голокучник
Gymnocarpium



Адиантум
Adiantum L.



Настоящие папоротники. Верхний ряд, слева направо: орляк обыкновенный, асплений степной, щитовник мужской, криптограмма курчавая. Нижний ряд, слева направо: лигодиум, многоножка обыкновенная, циботиум Мензиса, страусник обыкновенный.



С точки зрения прогресса эволюции предоставляет интерес водный папоротник – сальвиния плавающая - **Salvinia natans**, который образует споры двух типов: **микроспоры** и **мегаспоры** в микро- и мегаспорогониях как начало половой дифференциации.



• **Значение папоротниковидных**

- Компоненты фитоценозов
- Декоративные растения
- Некоторые папоротники съедобны. Например, молодые листья орляка обыкновенного, но не сырые, т.к. в таком виде они ядовиты. Также съедобен страусник обыкновенный. А вот щитовник ядовит.
- При всем этом самым главным значением папоротников для человека является то, что благодаря их вымершим древесным формам образовались залежи каменного угля. Сейчас для человека уголь служит топливом и химическим сырьем, из которого изготавливают масла, смолы, пластмассы и другое.
- Алкалоиды, содержащиеся в корневищах папоротника мужского, токсичны не только для гладкой мускулатуры паразитических червей, но и для центральной нервной системы и сердца человека, поэтому широко не применяется. Используется как глистогонное в ветеринарии
- Флорглюцин –гистохимический реактив на лигнин,

Заключение.

- В эволюции высших споровых растений выделилось 2 направления.
- В одной линии развивается и совершенствуется гаметофит, а спорофит занимает подчиненное положение. Это линия моховидных, не приведшая к возникновению новых форм растений, оказалась слепой линией эволюции.
- В другой линии усложняется спорофит, который занял доминирующее положение в цикле развития растений, а гаметофит все бо



Эволюция спорофитной линии шла через развитие макрофиллии, разноспоровости, расчленения тела на органы, совершенствование и усложнение стебля, постепенный отход от оплодотворения в водной среде и обеспечивала все разнообразие ныне живущих растений.



ОТДЕЛ ГОЛОСЕМЕННЫЕ- Pinophyta (Gymnospermae)

- Семенные растения – господствующая в настоящее время группа в царстве растений. Их широкое распространение связано с возникновением семени и независимостью полового процесса от капельно-жидкой влаги.
- Голосеменные – это высшие архегониальные, семенные растения. У семенных растений наблюдается дальнейшая редукция гаметофита и усложнение спорофита. Гаметофит теряет свою самостоятельность, развивается не на почве, а из спор на спорофите внутри спорангиев. Все семенные растения – разноспоровые.
- Родоначальником их считаются семенные папоротники, которые вымерли в конце каменноугольного периода в связи изменением климата

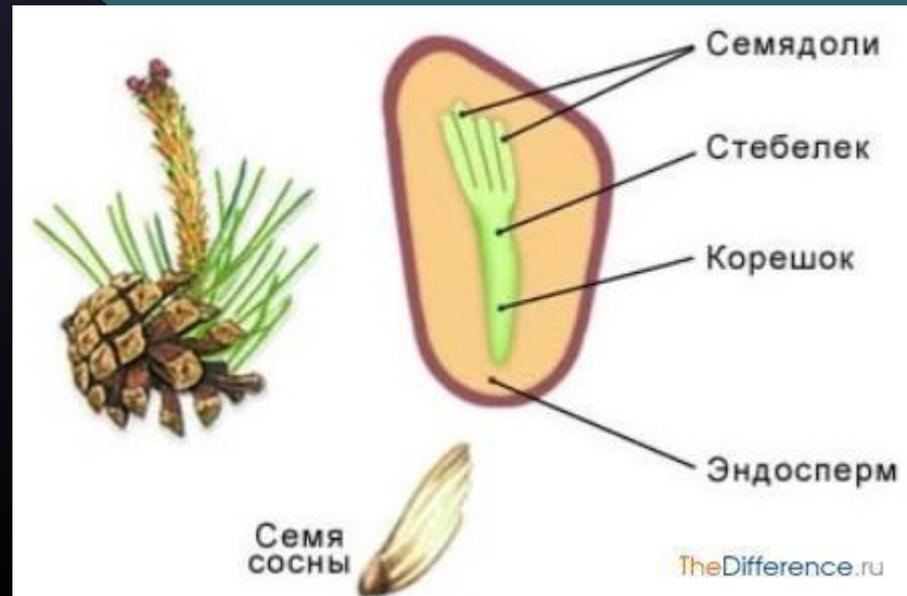
Классификация

- еще не стабилизирована.
- Чаще всего разделяют на 6 классов:
- **1) Семенные папоротники**
- **2) Саговниковые**
- **3) Беннетитовые**
- **4) Гнетовые**
- **5) Гинкговые**
- **6) Хвойные**

Общая характеристика и прогрессивные черты голосеменных

- Общее число видов современных голосеменных растений около 800.
- Обычно это древесные или кустарниковые формы.
- Широко распространены по земному шару.
- Имеется стержневая корневая система с клубеньками или микоризой
- Стебель имеет моноподиальное ветвление.
- **Имеют ксероморфное строение**
- В отличие от споровых растений, голосеменные размножаются **семенами**, которые развиваются в семяпочке.
- Семязачатки голые (отсюда название отдела), расположены на мегаспорофиллах или на семенных чешуях, собранных в женские шишки.
- Семена имеют зародыш и эндосперм - запас питательных веществ для зародыша.

- Зародыш развивается из зиготы. Зародыш будущего растения - спорофита со всеми основными органами – зачаточными корешком, стебельком, почечкой и зародышевыми листьями (семядолями)
- Эндосперм формируется из мегаспоры до оплодотворения - материнского происхождения. Играет большую роль в выживаемости растений.
- Покровы семяпочки (интегументы) защищают зародыш от неблагоприятных условий, затем становятся покровами семени.
- Семена не имеют околоплодника, расположены на чешуях шишки открыто.
- Наличие зародыша, эндосперма и интегументов - важнейшие приспособления голосеменных к наземному образу жизни.



- Побеги голосеменных заканчиваются шишками или стробилами.
- Стробилы, как правило, однополые, а растения однодомные (могут быть и двудомные - саговник).
- Мужские стробилы состоят из оси и микроспоролистиков, формируются у основания молодых побегов, в пазухах чешуек (вместо укороченных побегов).
- Женские образуются на верхушках удлинённых весенних побегов.
- Процесс оплодотворения у современных – спермиями без жгутиков, передвигающихся к яйцеклетке по пыльцевым трубкам - **половой процесс не зависит от водной среды.**
- У голосеменных выражена смена поколений: бесполое – спорофит - все растение, половое - сильно редуцированный мужской и женский гаметофиты, развиваются отдельно: женский гаметофит формируется из мегаспоры внутри семяпочки, которая представляет видоизменённый мегаспорангий,
- мужской гаметофит - проросшая пыльца, совершенно отсутствует антеридий.

РАЗНООБРАЗИЕ ГОЛОСЕМЕННЫХ



Слева направо: кипарис вечнозелёный, туя западная, биота, можжевельник казацкий



Слева направо: таксодиевые (болотный кипарис, секвойядендрон (мамонтово дерево), метасеквойя глиптостробусовая), ногоплодниковые (подокарпус крупнолистный)



Верхний ряд, слева направо: сосна обыкновенная, сосна чёрная, тсуга канадская, кедр ливанский.

Нижний ряд, слева направо: лиственница, пихта одноцветная, ель обыкновенная, ель колючая голубая



Слева направо: тиссовые (тисс ягодный), араукариевые (араукария узколистная, агатис), головчатотиссовые (тиссовник Форчуна)

- **Семенные папоротники - Pteridospermae**

- вымершие, известны только как ископаемые.
- Произошли от разноспоровых папоротников.
- Переходная группа от папоротниковых к голосеменным.
- С папоротниками их сближает строение и внешний вид листьев, с голосеменными - наличие семязачатков и семян;
- вторичный прирост стебля.

Семенной папоротник – калимматотека
(*Calymmatotheca hoenighausi*)

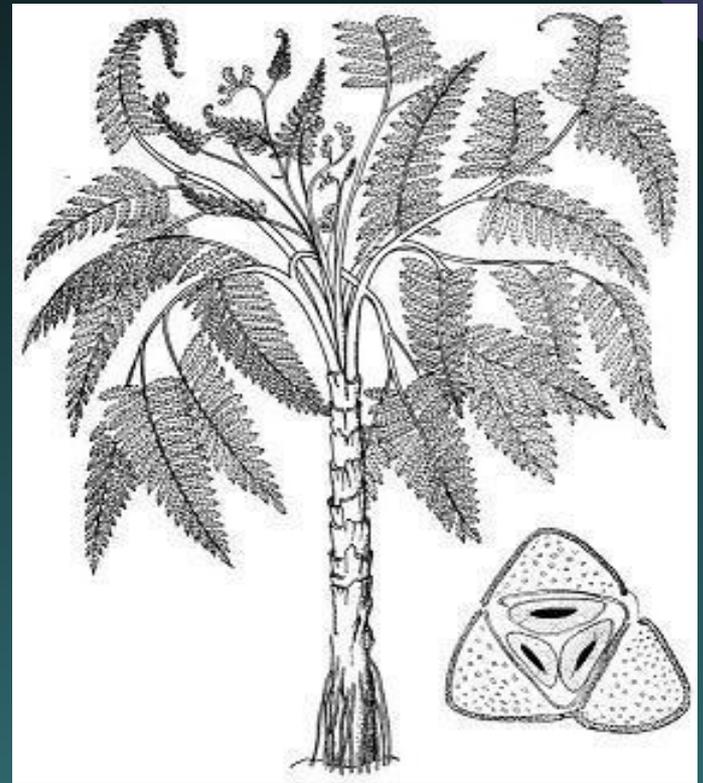


Рис. 12. Отпечаток семенного папоротника.

- **Класс Саговниковые - Cycadopsida**

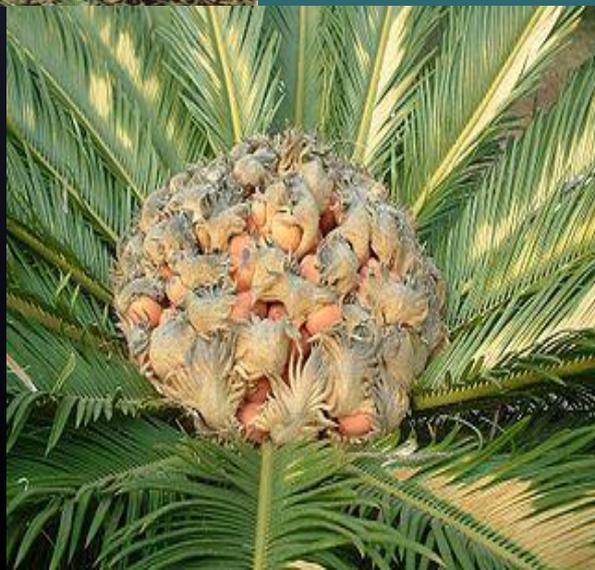
- около 20 видов ныне живущих, распространены в тропических и субтропических областях Восточной Азии, Австралии, Африки, Америки.
- Медленно растущие деревья, до 20 м высотой, живут до 1 тыс лет.
- Стебель не ветвистый, колоновидный.
- Имеют крупные перисто-рассеченные листья до 3 м. Сердцевина сильно развита, в ней запасаются огромные количества крахмала, издавна используются для изготовления крупы. Имеются крупные стробилы; женские до 10 кг, используются в пищу; мужские собраны небольшими группами; оплодотворение еще связано с водой.
- Сперматозоиды многожгутиковые.
- Прекрасные декоративные растения.
- Представитель - саговник поникающий - **Cycas revoluta.**



Саговник

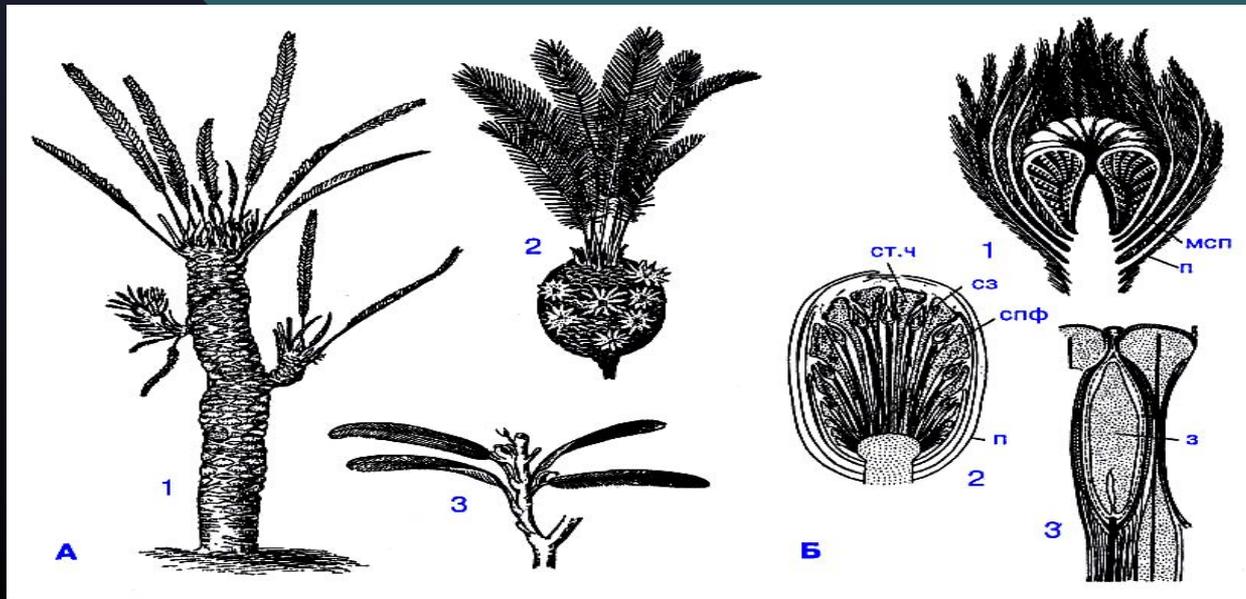


Макрозамия



• Класс Беннетитовые – Bennettitopsida.

- Полностью вымерли.
- Имели обоеполые шишки.
- По строению были похожи на саговники.
- Стебли (стволы) большинства беннеттитовых, как и у саговниковых, были простыми или слабоветвистыми, а по высоте приземистыми, толстыми и более или менее клубневидными, или же высокими и тонкими.
- Значительную часть стебля занимала сильно развитая сердцевина, часто со смоляными каналами, окруженная сравнительно узким кольцом проводящих тканей, а далее, к периферии, хорошо развитой корой.

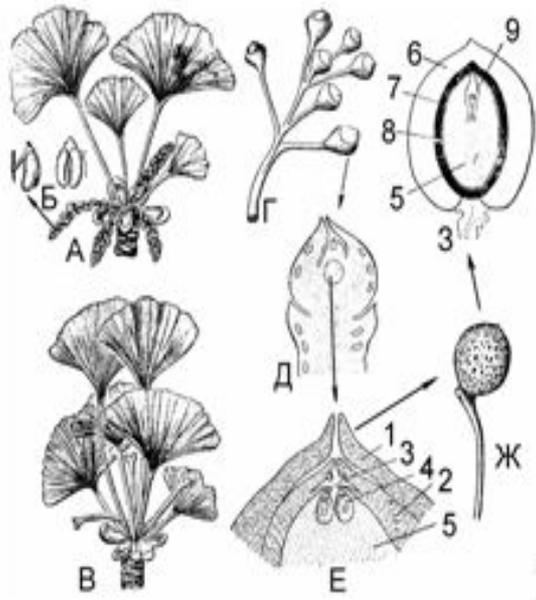


- Сходство между двумя рассматриваемыми классами голосеменных распространилось и на листья.
- У беннеттитовых, как и у большинства современных саговниковых, они имели ксероморфное строение, были жесткими, кожистыми, обычно однажды перистыми, реже цельными, линейными.
- Зрелые семена беннеттитовых представляют особый интерес
- У зародыша, заполнявшего почти все семя, развивались две крупные мясистые семядоли, служившие местом отложения запасных питательных веществ (как в семенах гороха, фасоли, ивы, одуванчика).
- Такие семена не свойственны не только остальным голосеменным, как ныне живущим, так и вымершим, но и примитивным цветковым, и появление их у беннеттитовых представляло собой большой шаг вперед в процессе эволюции.

- **Класс Гинкговые – Ginkgoopsida.**

- 6 ископаемых родов
- Представлен одним современным видом - гинкго двулопастное – **Ginkgo biloba.**
- Родина - Юго-западный Китай, широко культивируется. Как священное дерево, известно в Китае, Японии, в ботанических садах - декоративное.
- Вечнозеленое дерево, высотой до 40 м, с ветвистой, густой, пирамидальной кроной.
- Листья черешковые, с широкой веерообразной пластинкой, дихотомическим жилкованием
- Двудомное растение.
- Семена крупные, похожи на костянку, используются в пищу. Древесина ценится наравне с древними хвойными.

- Микростробилы сережковидные.
- На микроспорофиллах образуется по два (до четырех) микроспорангия.
- Макростробилы закладываются в пазухах листьев и несут по две семяпочки, из которых обычно одна образует семя.
- Опыление ветром.
- Сперматозоиды многожгутиковые. процесс оплодотворения, формирование зародыша и семени в целом похожи на саговниковые.
- Если опыление происходит весной, то оплодотворение осуществляется только осенью, иногда уже в опавших семязачатках, ни внешне, ни по размерам не отличающихся от созревших семян.
- Они имеют внешний мясистый слой семенной кожуры



- Гинкго двулопастной (*Ginkgo biloba*)
- А – побег мужского растения с сережковидной шишкой; Б – микроспорофилл с микроспорангиями; В, Г – побеги женского растения с шишками; Д – женская шишка (разрез); Е – продольный разрез верхней части семязачатка; Ж – семя, З – продольный разрез семени:
- 1 – интегумент (сочная оболочка); 2 – нуцеллус; 3 – археспориальная камера; 4 – архегоний; 5 – эндосперм; 6 – наружная мясистая часть оболочки; 7 – каменистая часть; 8 – тонкий пленчатый слой оболочки; 9 – зародыш



Листья используются для приготовления лекарственных препаратов. Препараты улучшают мозговое кровообращение и память.

- **КЛАСС ХВОЙНЫЕ - PINOPSIDA.**

- В современной флоре - самые многочисленные представители голосеменных - 600 видов.
- Наиболее распространены в северном полушарии, образуют обширные хвойные леса (сосна, ель, лиственница, пихта).
- Успех современных хвойных объясняется тем, что они достигли высокого **ксероморфного строения** по сравнению с другими голосеменными; в зимнее время, несмотря на наличие хвои, испаряет воду в несколько раз меньше, чем оголенные покрытосеменные - прогресс мелколистной линии эволюции.
- Травянистые не известны.
- Деревья и кустарники.
- Ветвление моноподиальное.



- **Включают 2 подкласса:**
- 1) кордаидиды – **Cordaitidae** - вымершие,
- 2) хвойные - **Pinidae**.
- Хвойных отличает наличие хвои, отсутствие подвижных сперматозоидов, большинство однодомно, а не двудомно.
- Мужские шишки намного меньше женских.
- Семена снабжены пленчатым крылатым присемянником.
- **Подкласс Хвойные включает 7 порядков.**
- Наиболее важны 3:
- Сосновые,
- Тиссовые,
- Кипарисовые.

- **Порядок Тисовые - Taxales.**
- Это древесные или кустарниковые растения, с плотными хвоевидными листьями, чаще линейными и расположенными двурядно.
- Шишки мелкие, однополые.
- Микростробилы у них одиночные, реже сережчатые, или объединены в головчатое собрание и расположены в пазухах листьев. Микроспоры без воздушных мешков.
- Мужской гаметофит предельно редуцирован и не имеет проталлиальных клеток.
- В семенной шишке число семенных чешуй редуцировано часто до одной, которая становится мясистой и окрашенной к моменту созревания семян.
- Число семязачатков тоже сокращено до одного;

- Тисс – *Taxus orientale* – широко раскидистое, теневое, красивое дерево с несколькими вершинами. Высокое качество древесины. Ныне редкое растение. Сохранился на Кавказе, в Карпатах, Крыму, Беларуси.
- Листья у тисовых представлены в виде узкой (Тис) или широкой (Торрея) хвои.
- При семени иногда развивается мясистое, яркое образование – ариллус (Тисс). Это особая линия эволюции хвойных, где сильно видоизмененные семенные шишки как бы имитируют плод Цветковых в связи с зоохорией. Для человека они ядовиты



- Важные в хозяйственном отношении свойства древесины этой породы, которая тяжелее воды, действительно не гниет, сохраняется веками. Древесина тисса очень прочная, не поражается грибковыми заболеваниями и насекомыми. Ее использовали для строительства мельниц, плотин, кораблей.) Вместе с древесиной некоторых других деревьев ее относят к так называемому красному дереву.



**Тисс ягодный -
Taxus baccata**



Торрея (Torreya Arn.)

Порядок Сосновые – Pinales

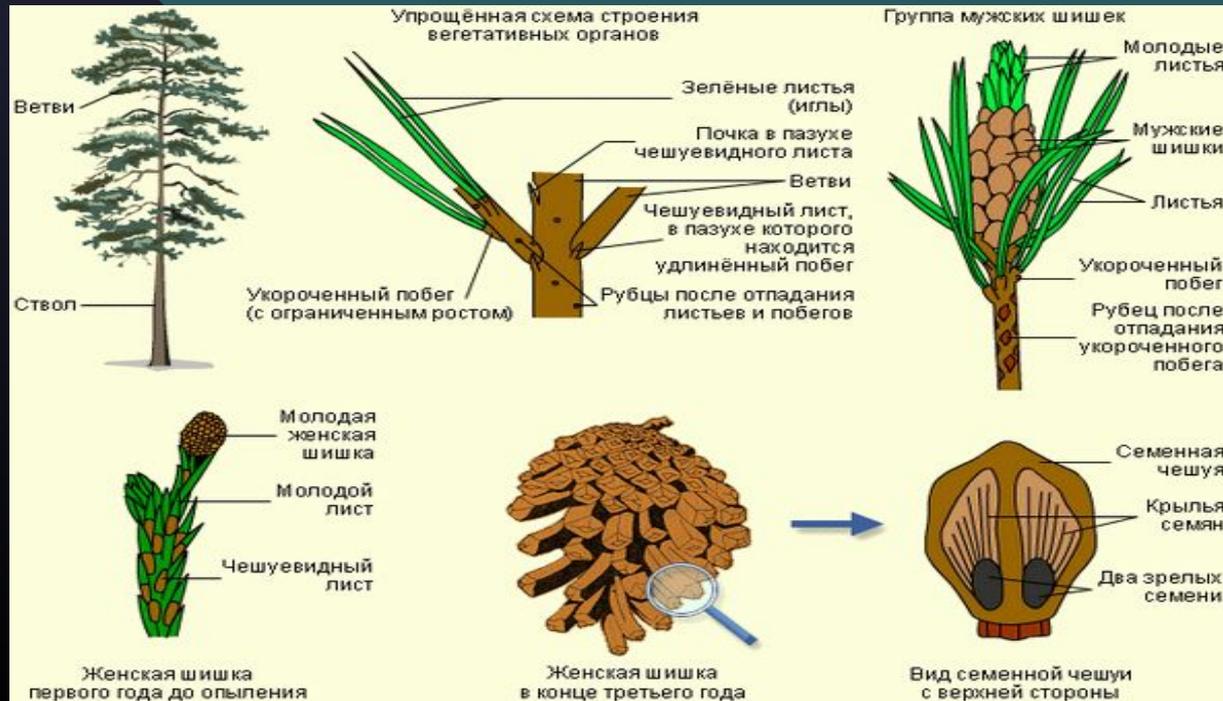
- Листья - хвоинки, одиночные или собранные в пучки.
- Хвоинки живут от 2 до 5 лет, отпадает только часть, поэтому растения вечнозеленые.
- Одно-, иногда двудомные.
- Шишки при созревании деревянистые, раскрывающиеся.
- Пыльца с воздушными мешками
- Включает 10 родов, обитающих преимущественно в северном полушарии (сосна, ель, пихта, лиственница, кедр и др.).

- *Abies sibirica* – пихта сибирская
- *Larix decidua* - лиственница европейская
- *Larix sibirica* – лиственница сибирская
- *Picea abies* – ель обыкновенная

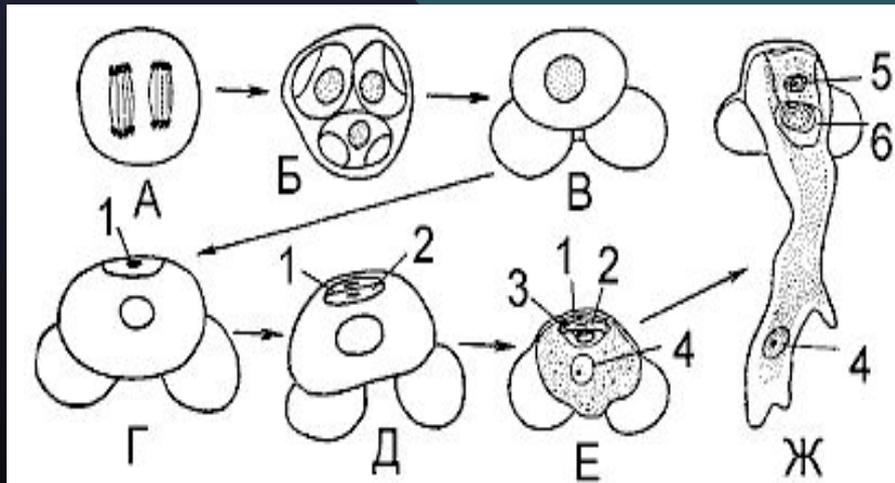
- **Сосна обыкновенная - *Pinus sylvestris*.**
- дерево до 50 м высотой, хвоинок по 2 в пучке, корневая система стержневая.
- Светолюбива.
- В коре, древесине, листьях имеются схизогенные смоляные ходы, содержащие эфирные масла, смолы, бальзамы.



- Однодомное растение.
- Микроспорофиллы собраны в мужских шишках, сидящих у основания молодых ветвей. Шишка имеет ось, на которой снизу доверху по окружности сидят микроспорофиллы.
- На нижней стороне каждый имеет 2 микроспорангия, в которых из развиваются микроспоры.



- Микроспора прорастает еще в микроспорангии. При делении ее ядра образуется одна антеридиальная клетка и одна вегетативная проталлиальная.
- Вегетативная клетка отмирает, а антеридиальная образует базальную и сперматогенную (генеративную) клетку, дающую два спермия.
- После образования этих двух клеток микроспорангий вскрывается и пыльца разносится ветром. Каждое пыльцевое зерно имеет две оболочки: внутреннюю тонкую - интину и наружную, грубую и прочную - экзину. Характерной особенностью микроспор хвойных являются так называемые **воздушные мешки**, повышающие аэродинамические качества пыльцы, которая распространяется ветром.

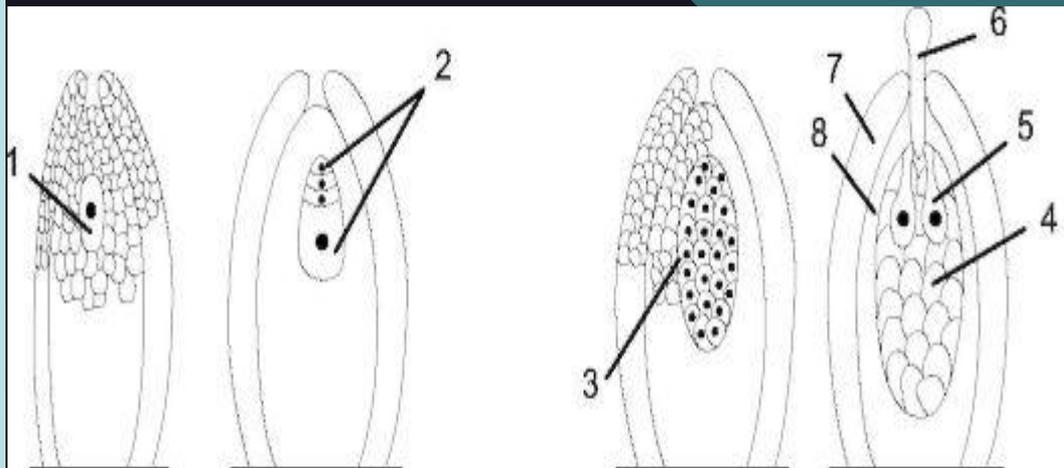


А – деление археспориальной клетки; Б – тетрада микроспор; В – микроспора; Г-Е – образование мужского гаметофита (пыльцы); Ж – прорастание пыльцы: 1-2 – проталлиальные клетки, 3 – антеридиальная клетка, 4 – вегетативная клетка, 5 – клетка-ножка, 6 – спермагенная клетка.

- Женские шишки возникают на верхушках молодых побегов.
- На оси шишки расположены два рода чешуй: наружные бесплодные, называемые кроющими чешуями, и внутренние семенные, на нижней стороне которых в основании расположены две семязачатки (мегаспорангии).
- Кроющая чешуя это стерилизованный мегаспорофилл.

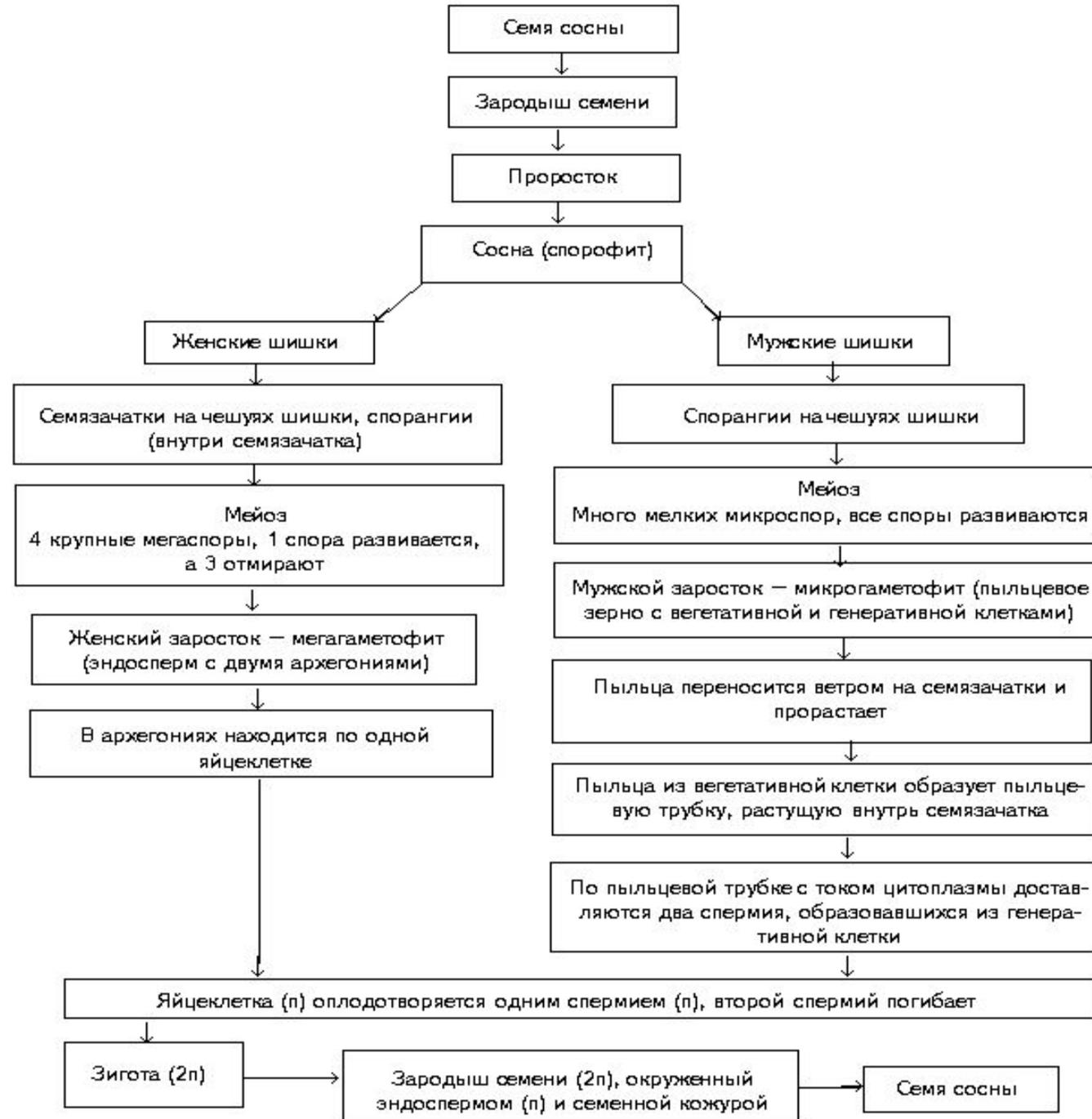


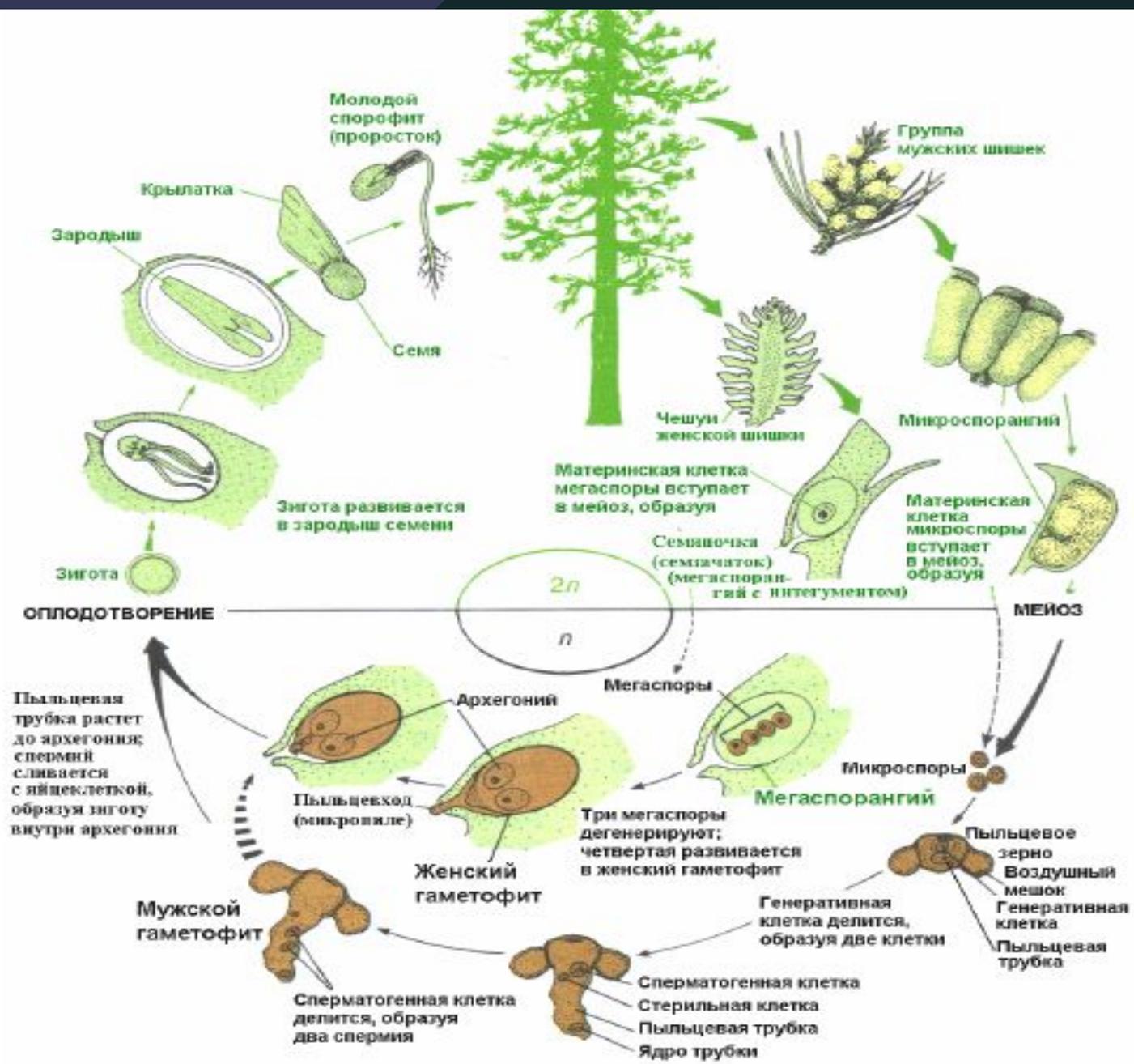
- Семяпочка состоит из нуцеллуса и покровов (интегументов).
- На верхушке семяпочки находится пылцевход - микропиле.
- Обычно одна из клеток нуцеллуса становится материнской клеткой мегаспор.
- Она делится мейозом на 4 мегаспоры, 3 верхние дегенерируют, одна сохраняется.
- Прорастая, мегаспора дает женский многоклеточный гаметофит-эндосперм (только материнского происхождения).
- На стороне эндосперма, обращенной к пылцевходу, образуются два архегония, в каждом образуются одна крупная яйцеклетка и 2-4 маленькие шейковые клетки.



1 - археспориальная клетка;
 2 - тетрада мегаспор; 3 -
 деление мегаспоры; 4 -
 женский гаметофит
 (эндосперм), развившийся
 из мегаспоры;
 5 - архегонии; 6 -
 пылцевая трубка; 7 -
 интегумент; 8 - нуцеллус

- Попав через пыльцевход на покровы семяпочки, пыльца долгое время (год) остается в состоянии покоя, прилипая к ним.
- Через год прорастает.
- Антеридиальная делится на 2: генеративную и базальную.
- Базальная клетка образует пыльцевую трубку, которая внедряется в нуцеллус и растет в его ткани.
- Базальная попадает в трубку и предоставляет среду для продвижения генеративной (сперматогенной), которая дает два спермия (не сперматозоида). Пыльцевая трубка доносит их до архегониев, лопаются и один спермий проникает к яйцеклетке и оплодотворяет ее.
- Зигота делится, образуя зародыш, который развивается за счет первичного эндосперма.
- У сосны между опылением и оплодотворением проходит 12-14 месяцев. Созревание семян происходит в конце 2 года.
- Женская шишка разрастается, из красной становится зеленой, чешуи во время оплодотворения и развития семени плотно примыкают друг к другу. Зрелая шишка становится бурой, чешуи раскрываются и семена высыпаются.
- Половой процесс хвойных не зависит от водной среды.





• ЗНАЧЕНИЕ

- Официальным лекарственным растением является сосна обыкновенная (*P. sylvestris*), от которой получают:
- почки (входят в состав мочегонных и противокашлевых сборов),
- хвою (из нее получают сосновый экстракт, эфирное масло, концентрат витамина С),
- эфирное масло, скипидар (в составе мазей и других смесей при ревматизме, простуде),
- смолу (для изготовления пластырей),
- деготь (входит в состав мазей от кожных заболеваний), древесный уголь
- **Ели европейской шишки** – как противовоспалительное, бактериостатическое при заболеваниях верхних дыхательных путей.
- **Пихты сибирской побеги (лапки)** содержат эфирное масло, применяемое как противовоспалительное ЛРС

- **пихты сибирской** побеги-антимикробное, отвлекающее, сырьевой источник получения камфоры.
- Древесина сосны и ели - строительный материал,
- Для получения бумаги;
- кора лиственницы - 10% дубильных веществ;
- кедровые орешки - 50% жирного масла;
- хвоя сосны - витамин С;
- эфирные масла, смолы и бальзамы - скипидар, канифоль, древесный уксус, с лекарственной целью.

• **Порядок Кипарисовые – Cupressales.**

- Деревья и кустарники; листья мутовчатые или супротивные, чешуйчатые или игловидные.
- Род можжевельник – *Juniperus* sp. (М. обыкновенный, красный, сибирский, казачий и др.).

• *Juniperus communis*

- Чешуи женской шишки мясистые, срастаются, образуя шишкостробилы, включенные в качестве лекарственного растительного сырья в ГФ РБ рекомендуемые как диуретическое, дезинфицирующее средство.
- Род кипарис: кипарис вечнозеленый (для зеленого строительства).



- **Класс Гнетовые – Gnetales.**
- Однодомные или двудомные растения. Семяпочка одна, с 1-2 покровами, вытянутыми на концах в трубку, имеющую некоторое сходство со столбиком у пестичных растений. Похожие на околоцветник покровы вокруг стробилов
- Вторичная древесина имеет сосуды; нет лестничных трахеид;
- смоляные ходы отсутствуют;
- листья супротивные;
- зародыши двудольные.
- Эти признаки придают особое положение классу.

- Включают порядки:
- порядок **Эфедровые - Ephedrales**.
- **Ephedra equisetina** – эфедра хвощевая. Небольшой кустарничек до 40 см высоты, похожий на хвощ, распространен в Европейской и Азиатской части.
- Зеленый ребристый членистый стебель несет незаметные чешуйчатые супротивные листья. Двудомные.
- Стробилы похожи на соцветия "колоски".
- Семяпочка заключена в особый покров, который после оплодотворения разрастается и напоминает сочный околоплодник (типа костянки).
- Побеги содержат алкалоид эфедрин (2-3%). Применяют при лечении сердечно-сосудистых заболеваний, заболеваний нервной системы, бронхиальной астмы и т.д.
- Др.представители: эфедра двухколосковая (*E. distachya*).



Астраханцева О.А. Магия биологии



Порядок Вельвичиевые - Welwitschiales.

- Порядок представлен единственным семейством вельвичиевые (Welwitschiaceae), одним родом вельвичия (Welwitschia) и одним видом вельвичия удивительная (*W. mirabilis*). Она произрастает в каменистых пустынях Юго-Восточной Африки, главным образом в пустыне Намиб, и отлично приспособлена к условиям пустынного климата.

- Это дерево-карлик. Оно имеет длинный корень и короткий и толстый стебель. В верхней части от стебля отходят два супротивных лентовидных листа длиной до 2-3 м, лежащих на земле. Почти единственным источником влаги для вельвичии является густой туман, поэтому ее листья имеют многочисленные устьица с обеих сторон.

- Вельвичия - растение двудомное. Микро- и мегастробилы возникают непосредственно над основаниями листьев. У вельвичии формируется несколько яйцеклеток, из которых только одна оплодотворяется, в результате чего образуется семя.



• **Порядок гнетовые Gnetales**

- включает единственное семейство гнетовые
- с единственным родом гнетум (Gnetum). К нему относится около 30 видов.
- Крупные древесные лианы, деревья и кустарники, обитающие во влажных тропических лесах Южной Америки, Африки и Южной Азии.
- Листья крупные, цельные, кожистые, с короткими черешками, напоминают листья некоторых покрытосеменных. Двудомные растения. Каждый мегастробил состоит из одного семязачатка и двух покровов. При созревании семян внешний покров становится сочным и ярко окрашенным, а внутренний - твердым каменистым.
- Представители
- Гнетум гнемон (Gnetum gnemon).
- Gnetum ula



Женские и мужские стробилы Gnetum gnemon

Эволюционное значение голосеменных .

- Голосеменные - крупный шаг в эволюции растительного мира. Появляется ряд признаков, позволивших голосеменным занять значительное место в растительном покрове:
- наличие семяпочки, семян,
- дифференциация на органы;
- преобладает спорофит (редукция гаметофита);
- половой процесс не связан с водой.

СПАСИБО

ЗА

ВНИМАНИЕ!

