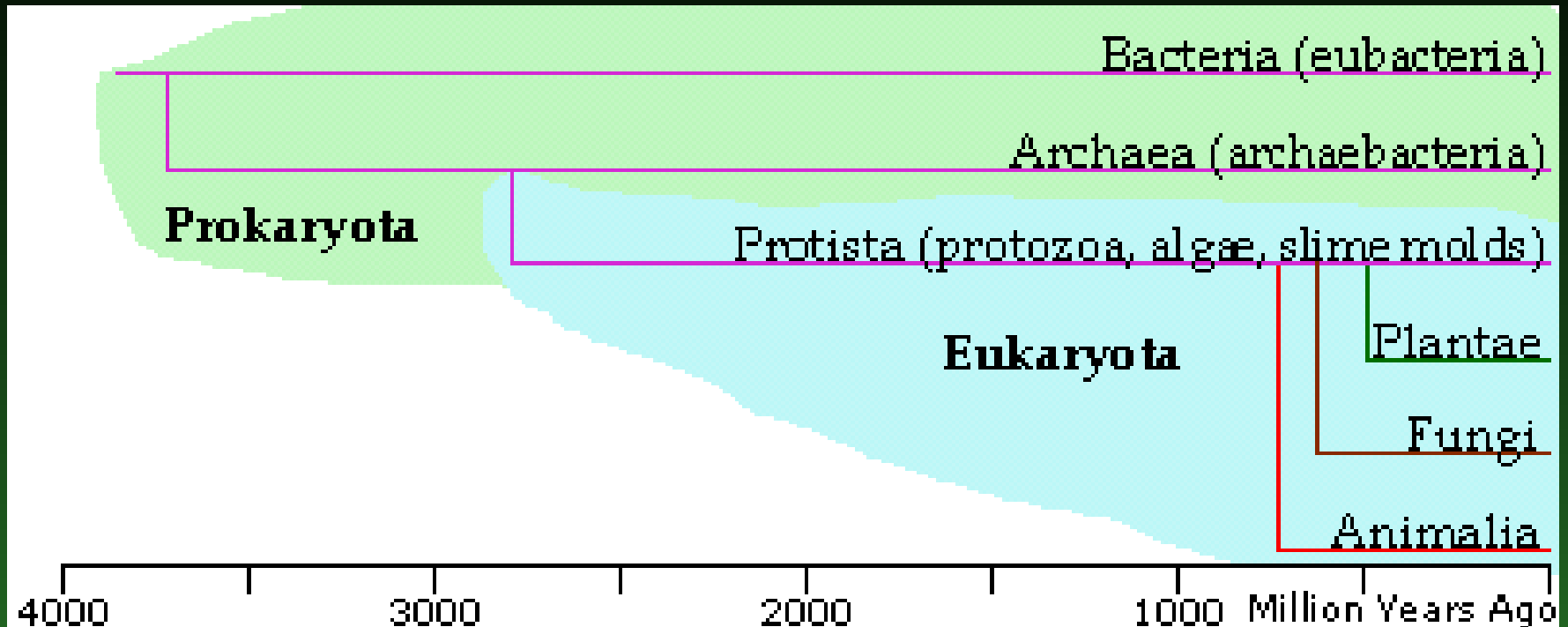


# Vznik a znaky vyšších rostlin

# Strom života



Vznik života - před necelými 4 miliardami

Vznik eukaryot - před necelými 3 miliardami

Odštěpení zvířat, hub a rostlin před 750-500 miliony let

Po živočiších jsou rostliny asi nejbohatší skupina  
- asi 290 tisíc druhů.

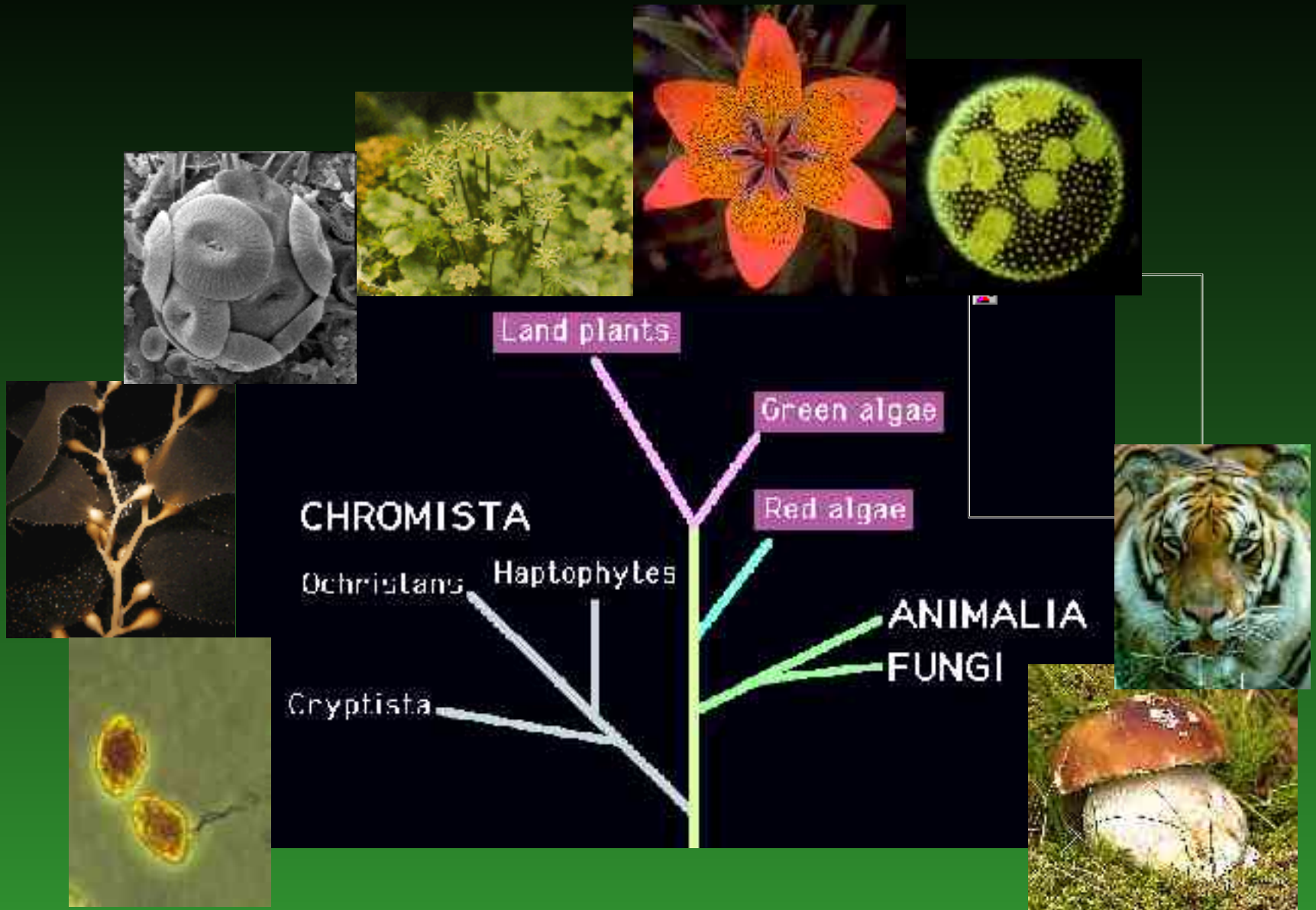
(živočichové - nelze odhadnout minimálně několik mil., řasy mají asi 100 tisíc, houby asi 80 tisíc druhů, prokaryota 5 tis.)

Oproti živočichům se však vyšší rostliny podílejí na celkové tvorbě biomasy v rámci biosféry mnohem významněji a tvoří kostru většiny ekosystémů zemského povrchu.

Význam pro heterotrofní organismy je nesmírný - svým podílem na zdrojích potravy býložravců a člověka dalších členů potravní pyramidy zaujímá tato skupina zcela výjimečné postavení.

Rovněž podíl vyšších rostlin na tvorbě atmosférického kyslíku je významný.

# Eukaryotní část stromu života



**Velikostní variabilita vyšších rostlin** sahá od mm (např. u na hladině plovoucích okřehků) až po desítky metrů (např. vysoké gigantické stromy).

Wolffia arrhiza





**V lidském životě a vývoji lidské civilizace hrají a hrály vyšší rostliny jednu ze základních rolí.**

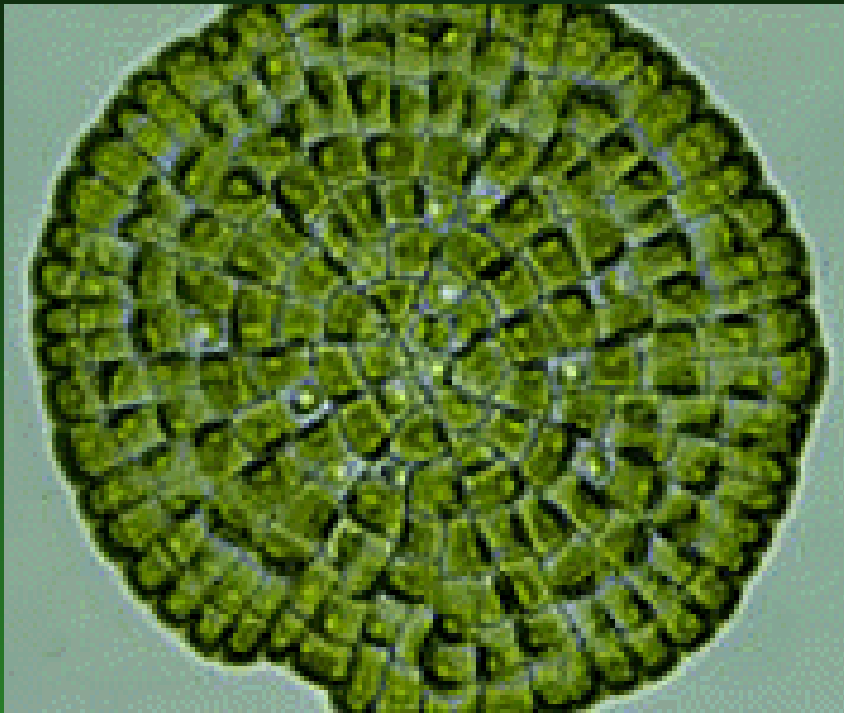


# Fylogenetický původ vyšších rostlin

Impulsem vzniku vyšších rostlin byl přechod z vody na souš. Vyšší rostliny se odštěpily od **zelených řas** (*Chlorophyta*). Zelené řasy jsou paleontologicky prokázány z kambria a předpokládá se, že byly již složkou pozdně prekambričské flóry. Zelené řasy se shodují s vyššími rostlinami ve 4 velmi důležitých znacích, které zpravidla chybí většině ostatních řas:

- **obsah a poměr barviv** chlorofylu a, b a karotenoidů.
- **typ polysacharidů** - celulóza a škrob
- **rodozměna** (heteromorfická např. *Ulothrix*, *Monostroma*, *Urospora*, *Stigeoclonium*, *Derbesia*, *Halicystis* a *Coleochaete*, izomorfická u *Ulva*, *Enteromorpha*, *Cladophora* nebo *Chaetomorpha*)
- **oogamie** = samičí gameta - oosféra je nepohyblivá, samčí je menší a pasivně nebo aktivně se k oosféře dostává.

„Předchůdci vyšších rostlin“ leží mezi řasami s rodozměnou heteromorfickou - v třídě *Charophyceae* resp. v jednom z jejích řádů *Coleochaetales*.



*Coleochaete*



*Chara*



V současnosti zahrnuje řád *Coleochaetales* zhruba 15 převážně sladkovodních druhů. K důkazům svědčícím ve prospěch „koleochétové“ hypotézy svědčí zejména:

- oogamie je jediným způsobem rozmnožování
- otevřená ortomitóza
- přítomnost fragmoplastu v cytokinezi
- rod *Coleochaete* je jediným reprezentantem zelených řas u něhož zygota přetrvává na mateřské rostlině a prodělává zde následná dělení vedoucí posléze meiozí ke vzniku spór
- morfologická podobnost ve stavbě stélky některých recentních koleochét (např. *Coleochaete orbicularis*) a frondózních játrovek
- sekvenční podobnost intronů některých genů recentních játrovek a parožnatek (incl. *Coleochaetales*)

# Kolonizace souše rostlinami a její morfologicko-fyziologické důsledky

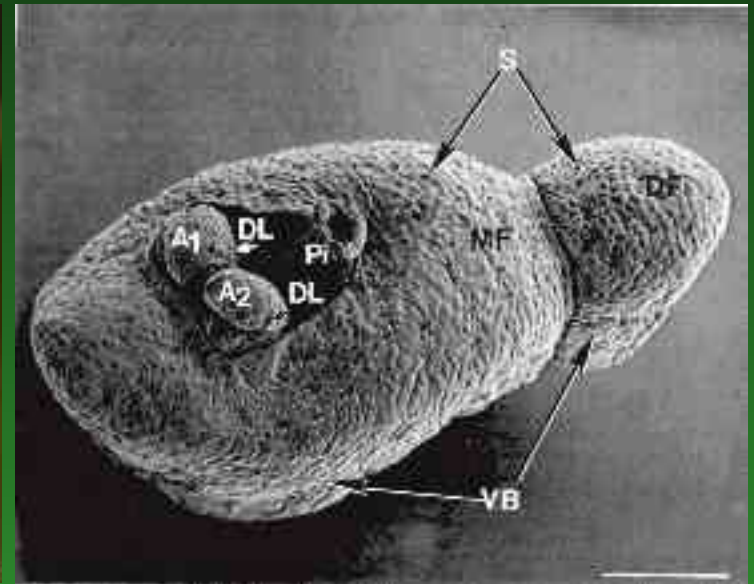
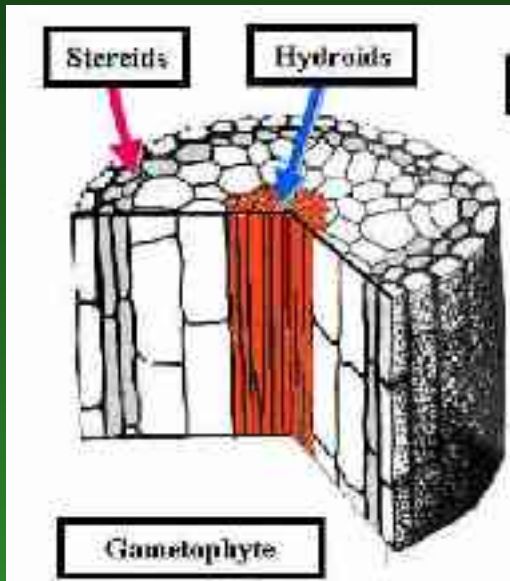
Rostliny na souš nepřečázely, nýbrž se tam, nikoli vlastní vinou, ocitaly. K přežívání docházelo na stanovištích s periodickým zaplavováním v pobřežních zónách.

Přechod na souš znamenal nezbytně:

- **nahrazení opory** zajišťované vodním prostředím bylo zajištěno pevnější stavbou těla (nutnost odolávat zemské přitažlivosti, větru, váze dešťové vody, sněhu, námrazy)
- **ochrana před vysycháním** způsobeným kontaktem rostliny se vzduchem (trvalé vedení vody z kořenů - tj. míst která jsou v relativně vlhkém prostředí, do míst vystavených extrémní transpiraci - listy; kutikula - objevuje se už u některých řas; dýchací aparát - průduchy)
- **nutnost transportu látek** přijímaných dále ve formě vodního roztoku, avšak většinou jen podzemními částmi diferencujícími se později v kořeny, do ostatních částí rostliny

# Vztah mezi velikostí, prostředím a vnitřní stavbou

U mechů platí čím větší sporofyt, tím dokonalejší vodivé elementy. Naopak trvalé zpětné přizpůsobení cévnatých rostlin životu ve vodě vede k redukci či ztrátě cévních svazků a některých orgánů. U okřehků (čeleď *Lemnaceae*, *Magnoliophyta*) tak došlo někdy k úplné ztrátě kořenů a cévních svazků u druhu *Wolffia* (1.5 mm), který je tvořen v nekvetoucím stavu polokulovitými tělísky téměř stejnotvarého pletiva.

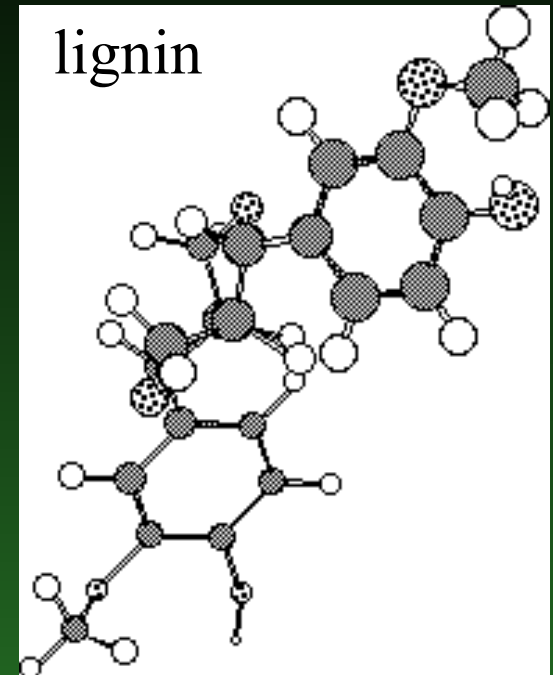


# Environmentální impulz terestrializace rostlin

Za environmentální impulz vedoucí k terestrializaci rostlin je pokládáno dosažení kritické hodnoty koncentrace atmosférického  $O_2$ .

Dosažením této koncentrace  $O_2$  se stala reálnou biosyntéza ligninu, jako základního prvku oporných a vodivých pletiv u rostlin

(Chapman D. J. 1985: Geological factors and biochemical aspects of the origin of land plants. - In: Tiffney B. H. [ed.] Geological factors and the evolution of plants. Yale Univ. Press, New Haven, Connecticut, pp 23-45.).

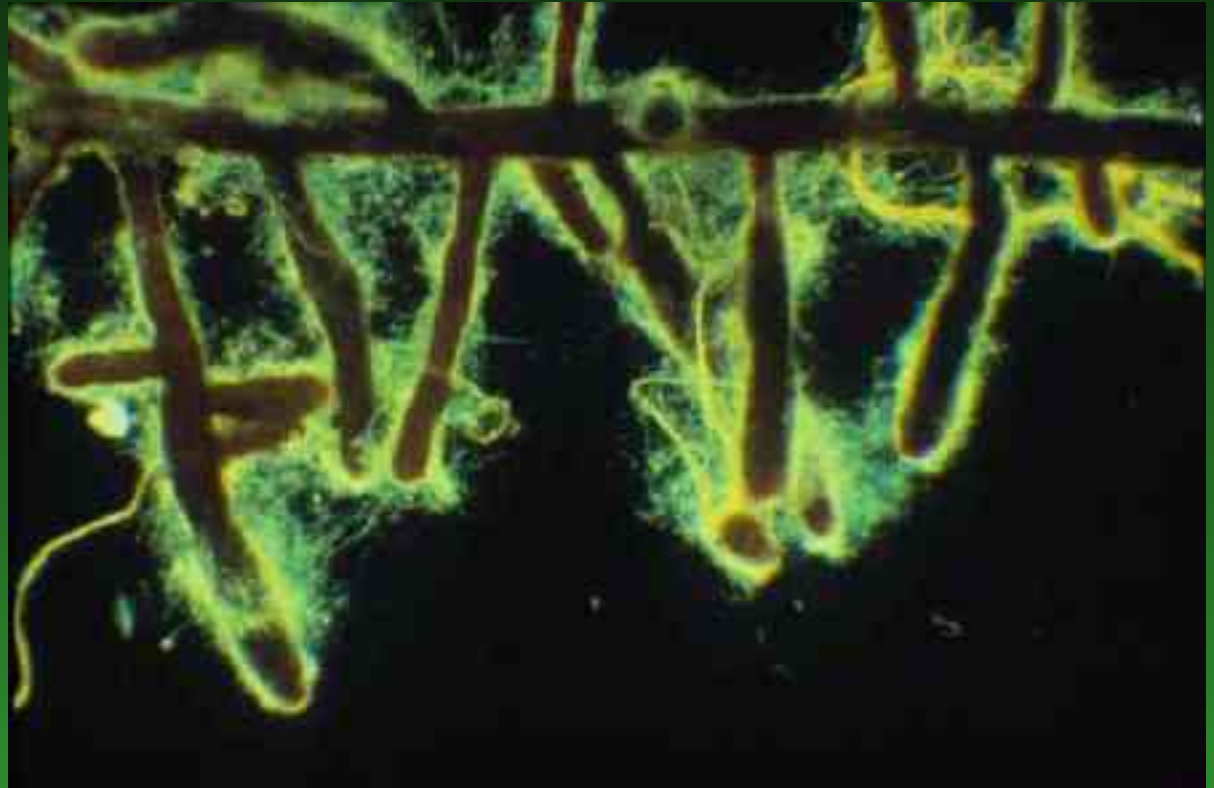




# Terrestrializace a mykorrhiza

V souvislosti s přechodem rostlin na souš je zajímavá hypotéza polských botaniků (Pirozynski K. A. et Malloch D. W.: The origin of land plants: a matter of mycotrophism. - Biosystems, 6(1975)/3: 153-164.),

kteří považují vznik suchozemských rostlin za důsledek symbiomyzy semiakvatických starobylých zelených řas a některých akvatických hub - snad oomycet.



# Fosilní doklady a stáří vyšších rostlin

**Nejstarší makrofosílie**  
vyšších rostlin *Cooksonia*  
rozhraní střední - svrchní silur  
zhruba **428 miliónů let**.  
*Cooksonia* patří do oddělení  
*Cooksoniophyta* skupiny  
ryniofyt.

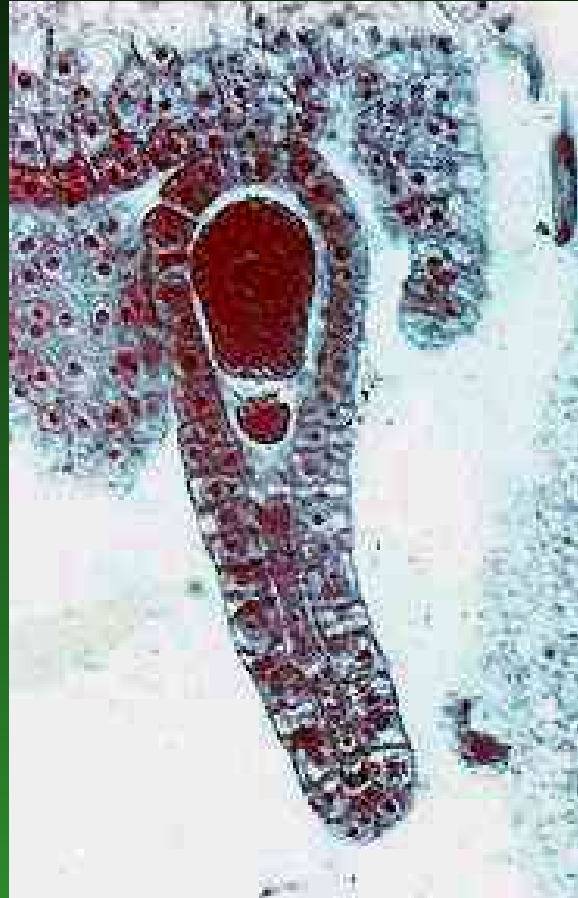
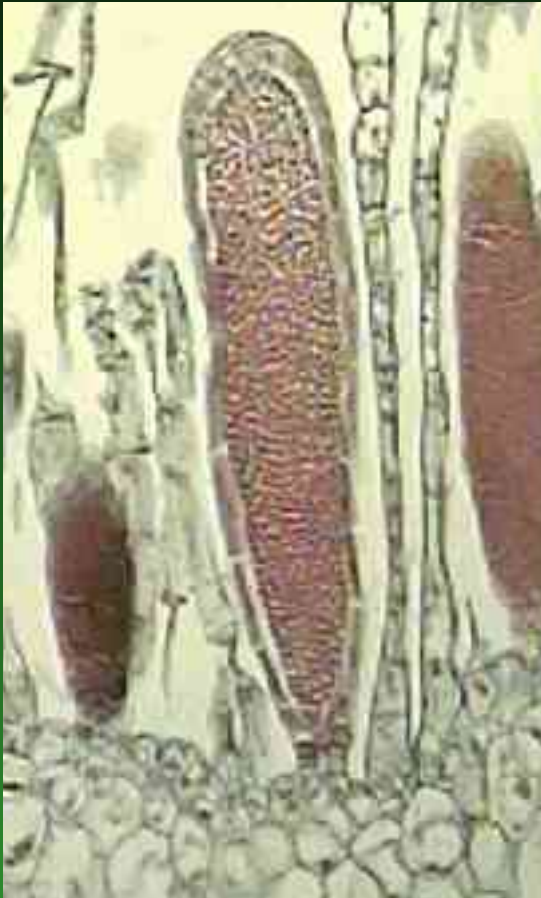


**Nejstarší mikro-**  
**fosílií vyšších rostlin**  
jsou tetrádní spóry z  
rozhraní spodní -  
svrchní ordovik, tedy  
staré zhruba **470**  
**miliónů let**.



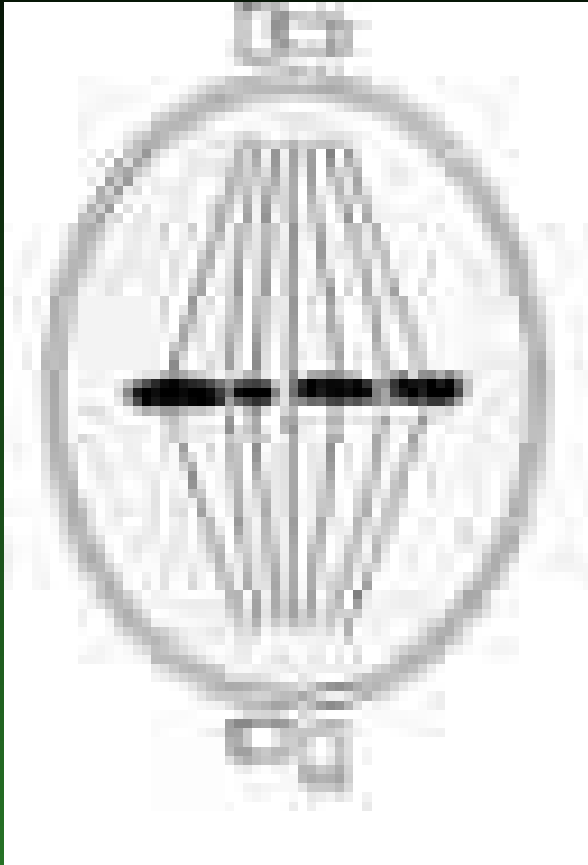
# Podstatné znaky vyšších rostlin

1. **Gametangia** obalená alespoň **jednou vrstvou buněk**, které se na tvorbě gamet ani na procesu oplození neúčastní;



2. **jednotná stavba archegonií** - břišní část, krček - stylidium, kanálek, 1 oosféra (k redukci této stavby došlo u krytosemenných)

### 3. Otevřená mitóza (vyskytuje se i u některých zelených řas)



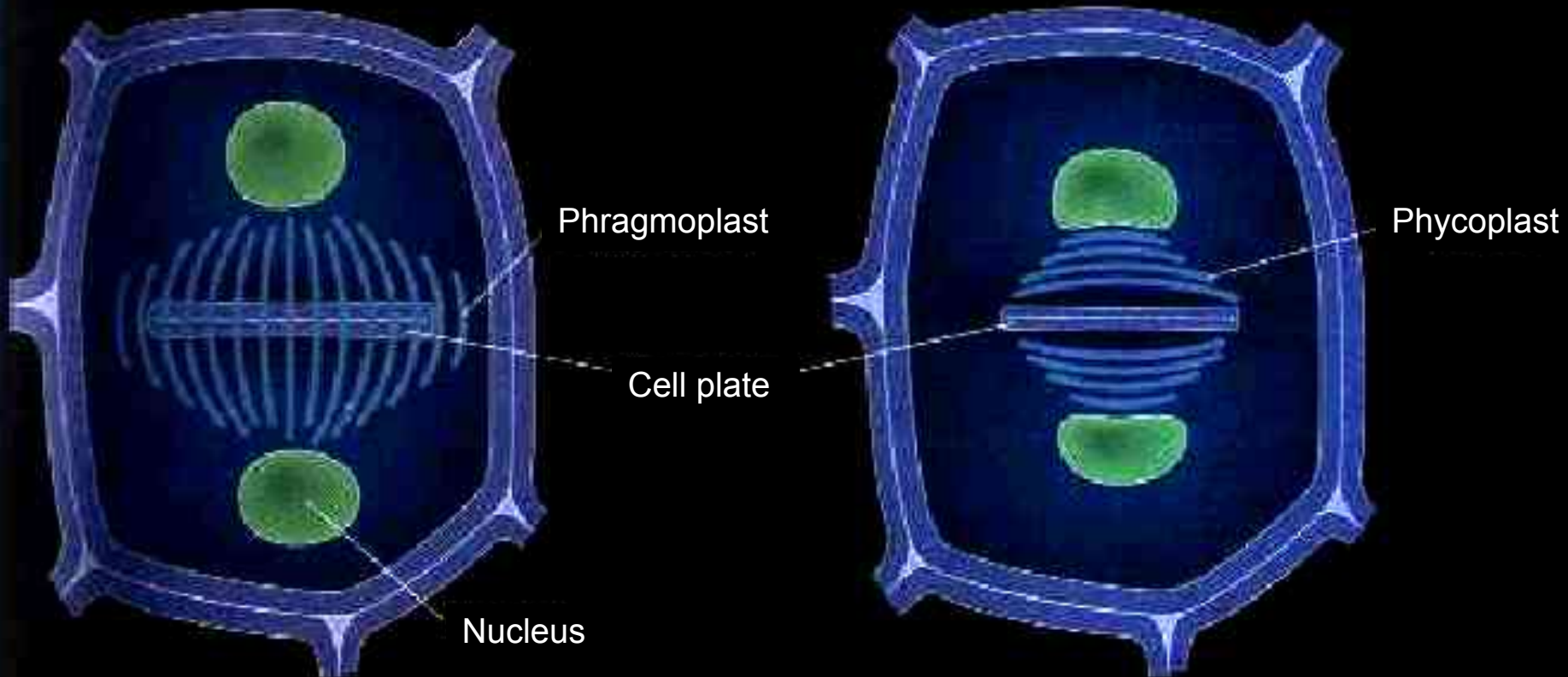
**Uzavřená mitóza:** jaderná membrána zůstává neporušená, (Ulvophyceae)



**Otevřená mitóza:** jaderná membrána se rozpouští na počátku mitózy (*Charophyceae* a vyšší rostliny)



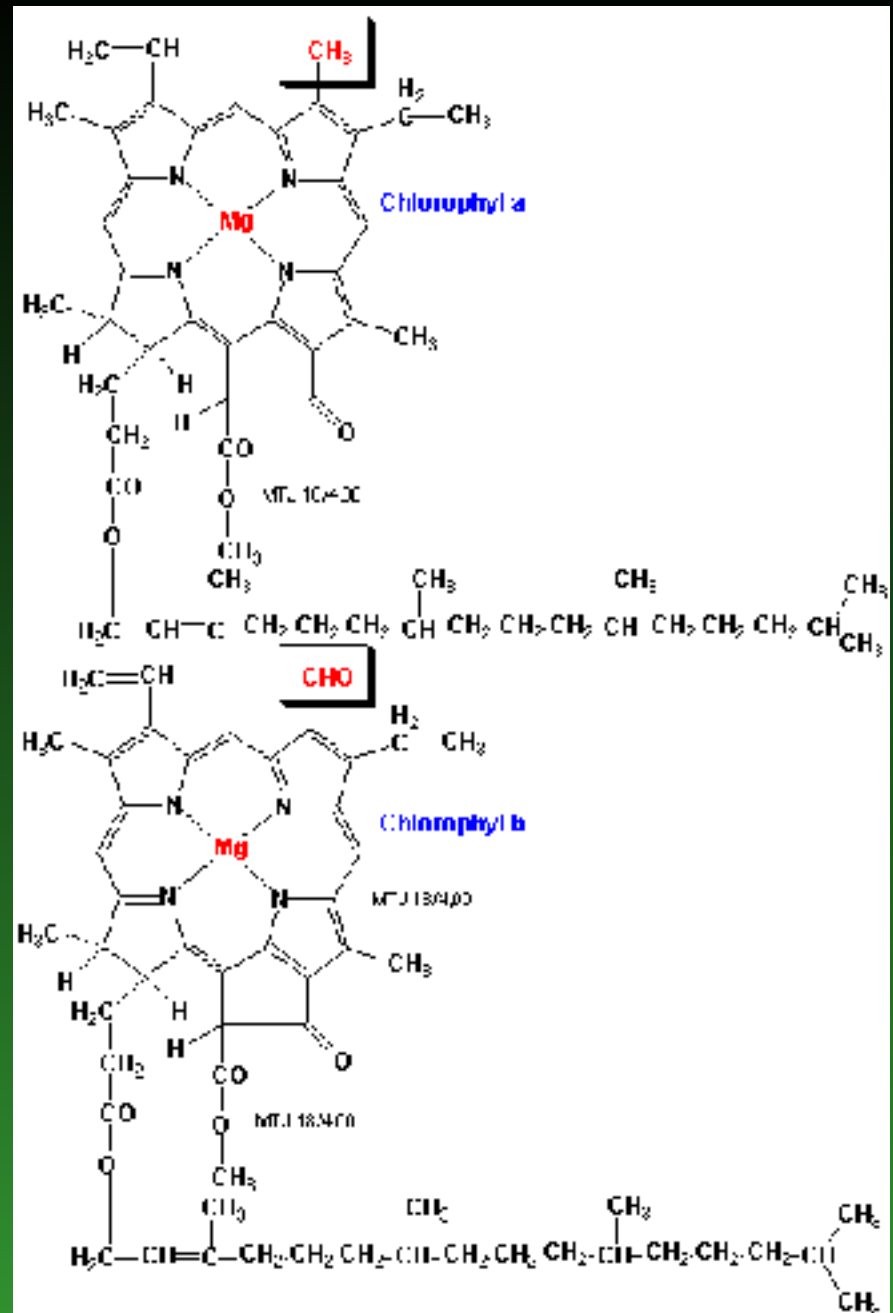
4. Během cytokinézy se tvoří **fragmoplast** (vyskytuje se i u některých zelených řas)



## 5. Mnohobuněčnost (vyskytuje se také u mnoha hub a řas)

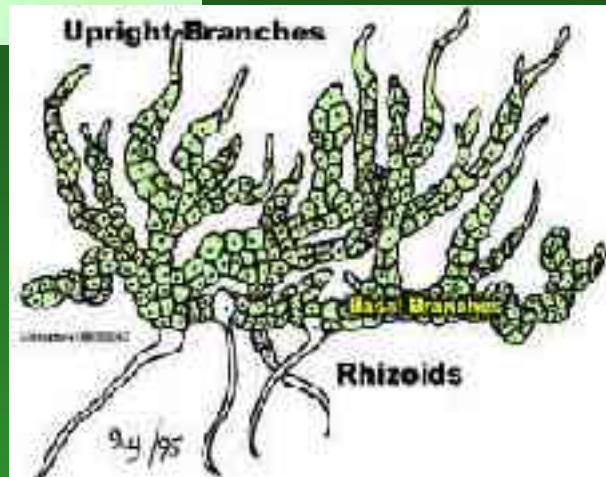
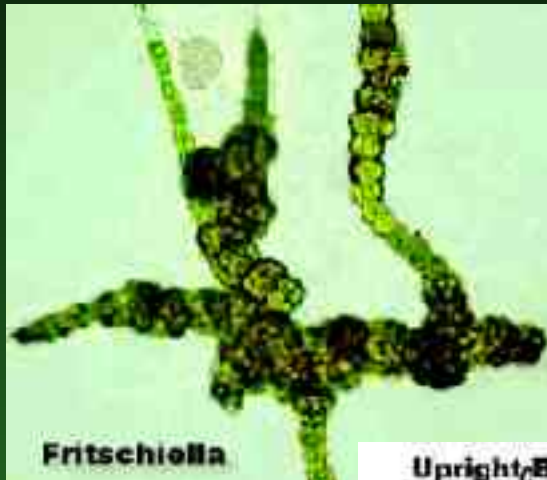


6. Obsah chlorofylu a,b  
a karotenoidů (výjimku  
tvoří nečetní paraziti, u  
nichž mohou tato barviva  
chybět)



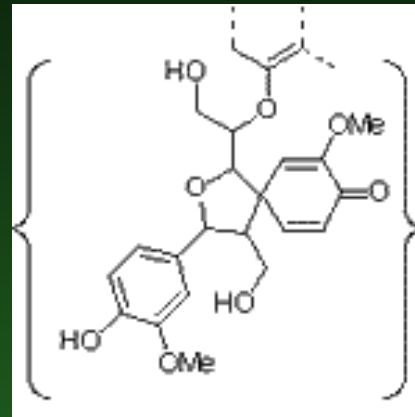
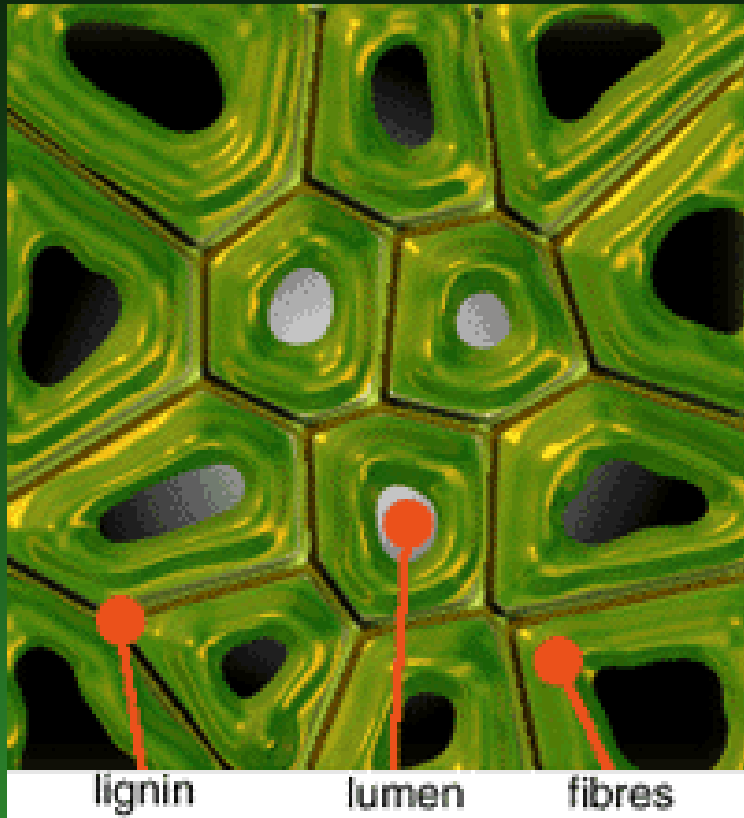


7. **Přizpůsobení převážně suchozemskému způsobu života** (výjimku tvoří rostliny druhotně přizpůsobené životu ve vodě, na druhé straně mnohé řasy nebo houby se suchozemskému životu rovněž přizpůsobily)

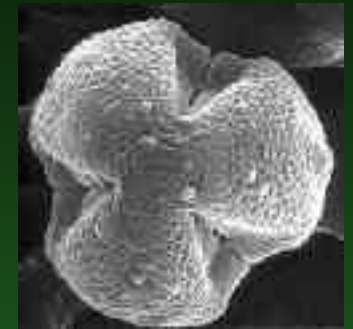




8. S terestrickou stavbou souvisejí i **biochemické látky** jako jsou lignin, suberin, kutin, sporopolenin, podílející se jak na buněčné stěně tak často i na struktuře oporných a ochranných pletiv (vyskytují se i u některých řas)



lignin

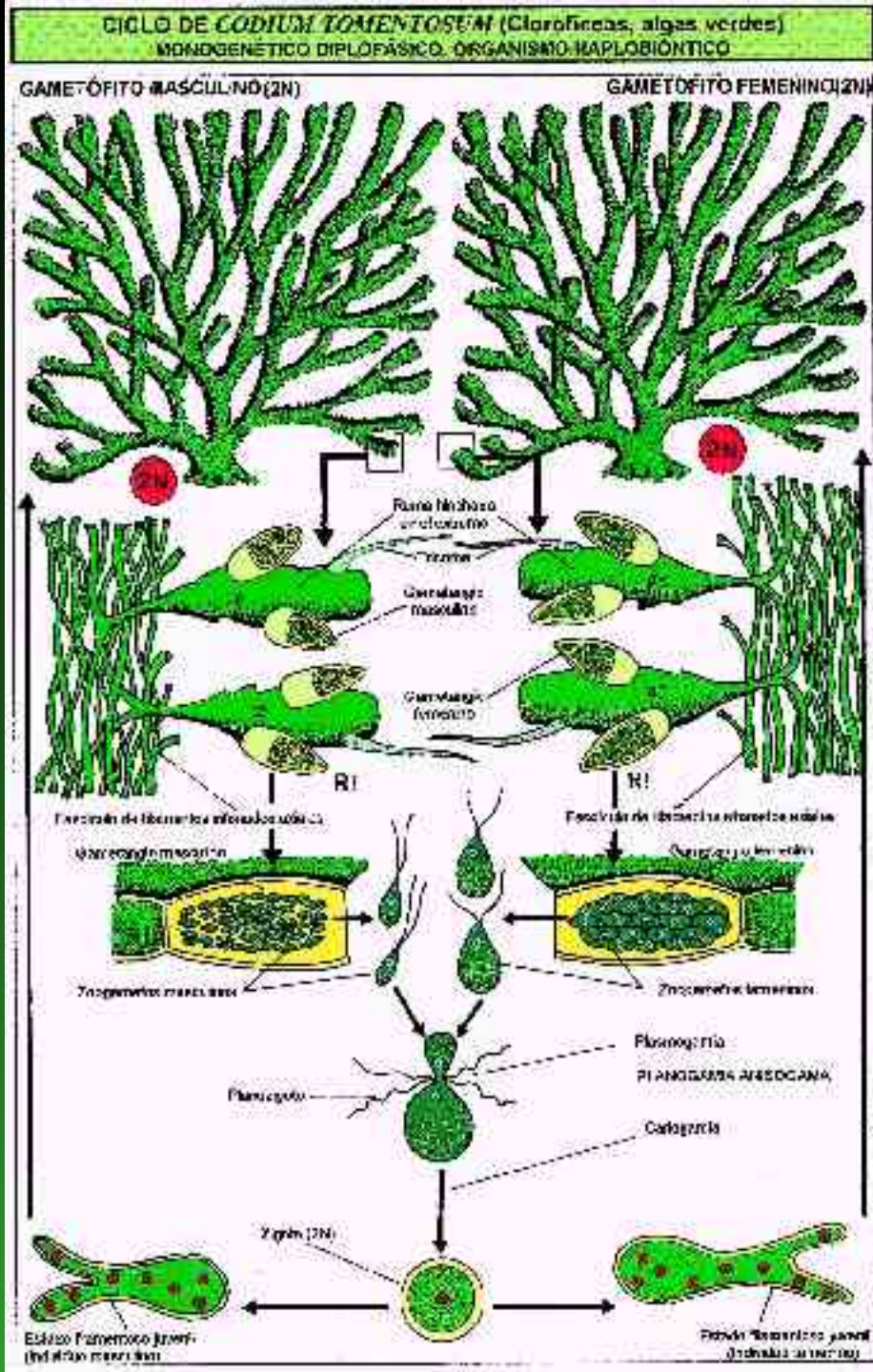


suberin

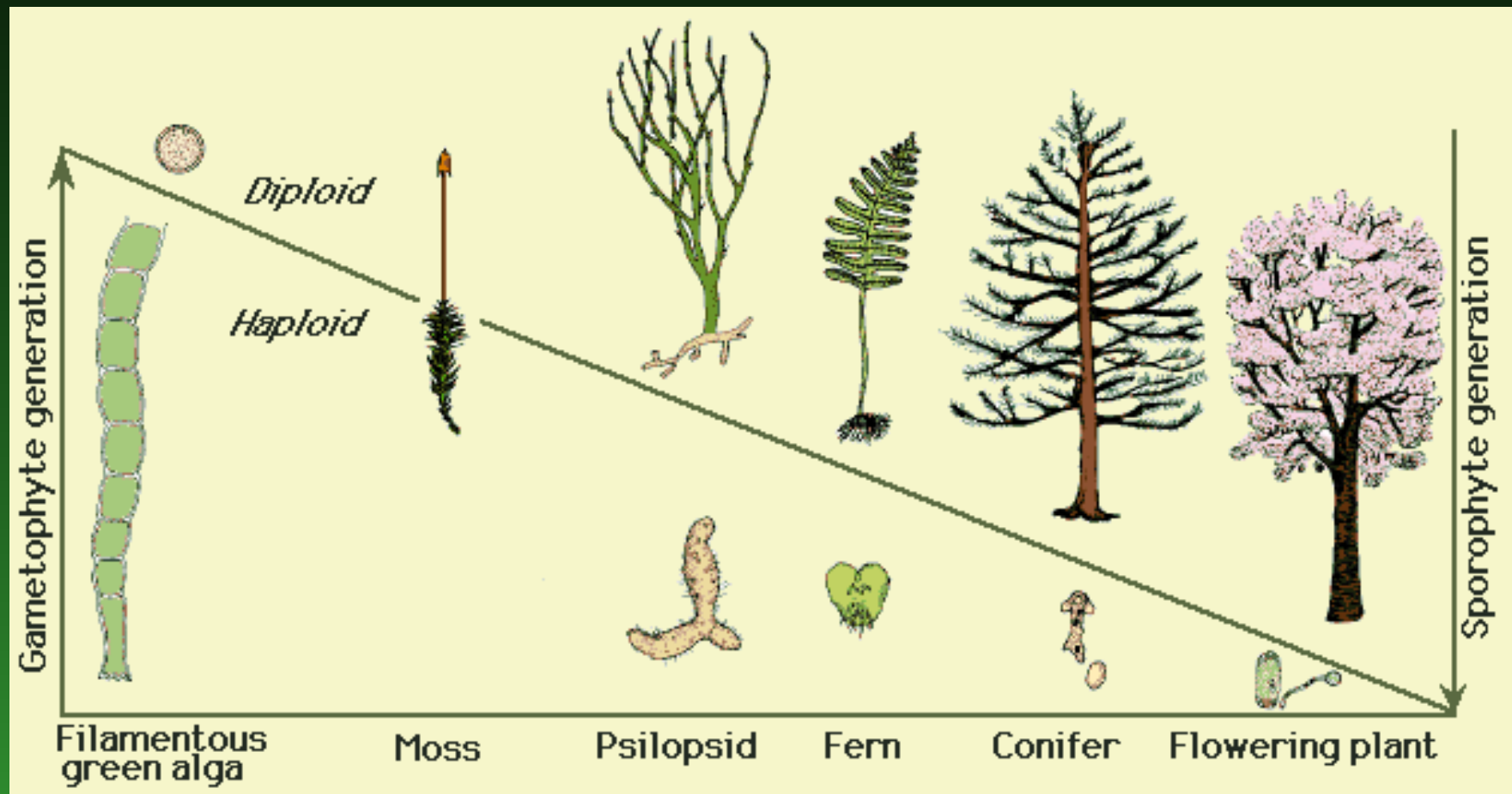


9. Po vzniku zygoty následuje vždy intenzivní dělení a diferenciace buněk, nikdy ne stadium zygosporického klidu, jako u pohlavně se množících nižších rostlin (výjimečně se s tímto jevem setkáváme u některých sifonálních zelených řas - např. *Codium tomentosum*

(Williams M. 1925: The cytology of the gametangia of *Codium tomentosum*. - Proc. Linn. Soc. New South Wales, 50: 98-111.)

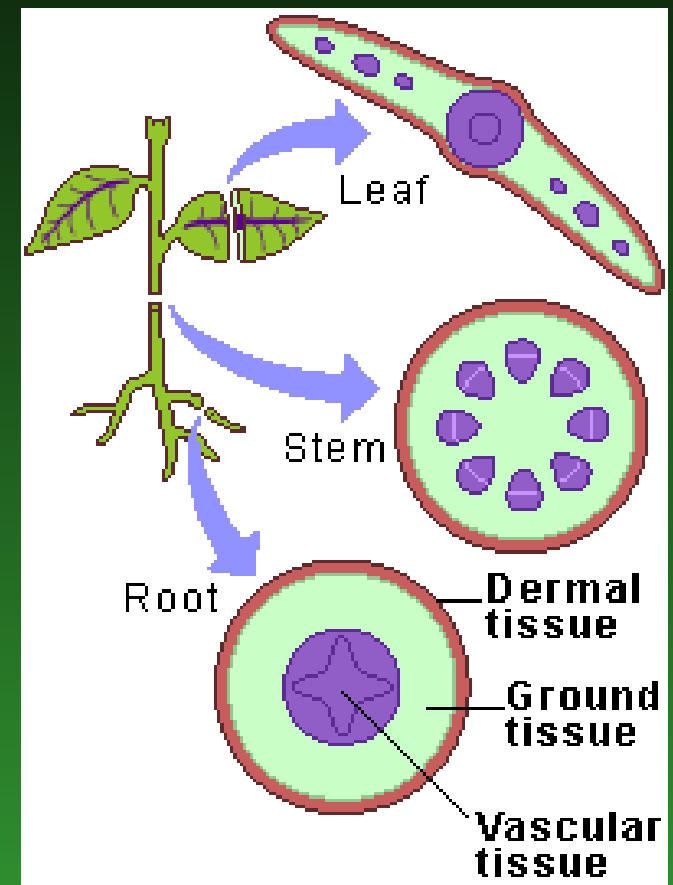
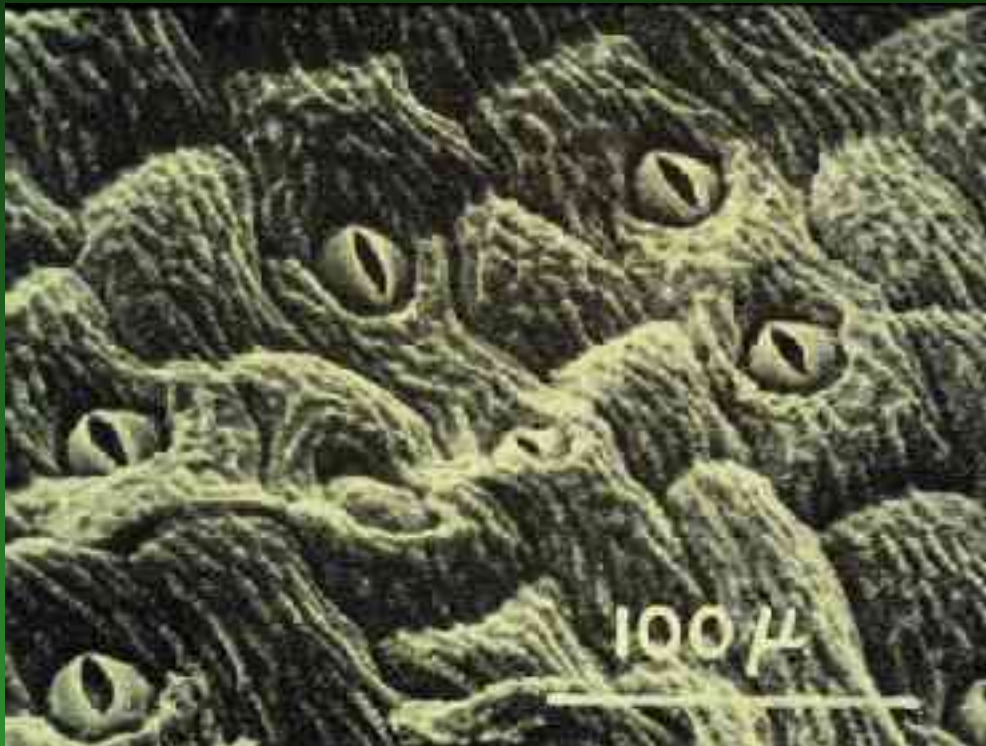


10. **Rodozměna** (metageneze), tj. v rámci ontogenetického vývoje zřetelné či víceméně zastřené střídání gametofytu a sporofytu (vyskytuje se i u některých zelených řas)





11. Pokud převládá v rodozměně sporofyt nad gametofytem, pak je obvyklé funkční a tvarové členění těla sporofytu na 3 základní orgány: **kořen, stonk, listy**, tvořené pravými pletivy - jejich tělo je na povrchu obvykle chráněno pokožkou, která má **průduchy** a je kryta kutikulou a uvnitř těla mají vodivá pletiva





# **Definice základních pojmů v životním cyklu vyšších rostlin**

## Spóra vers. semeno

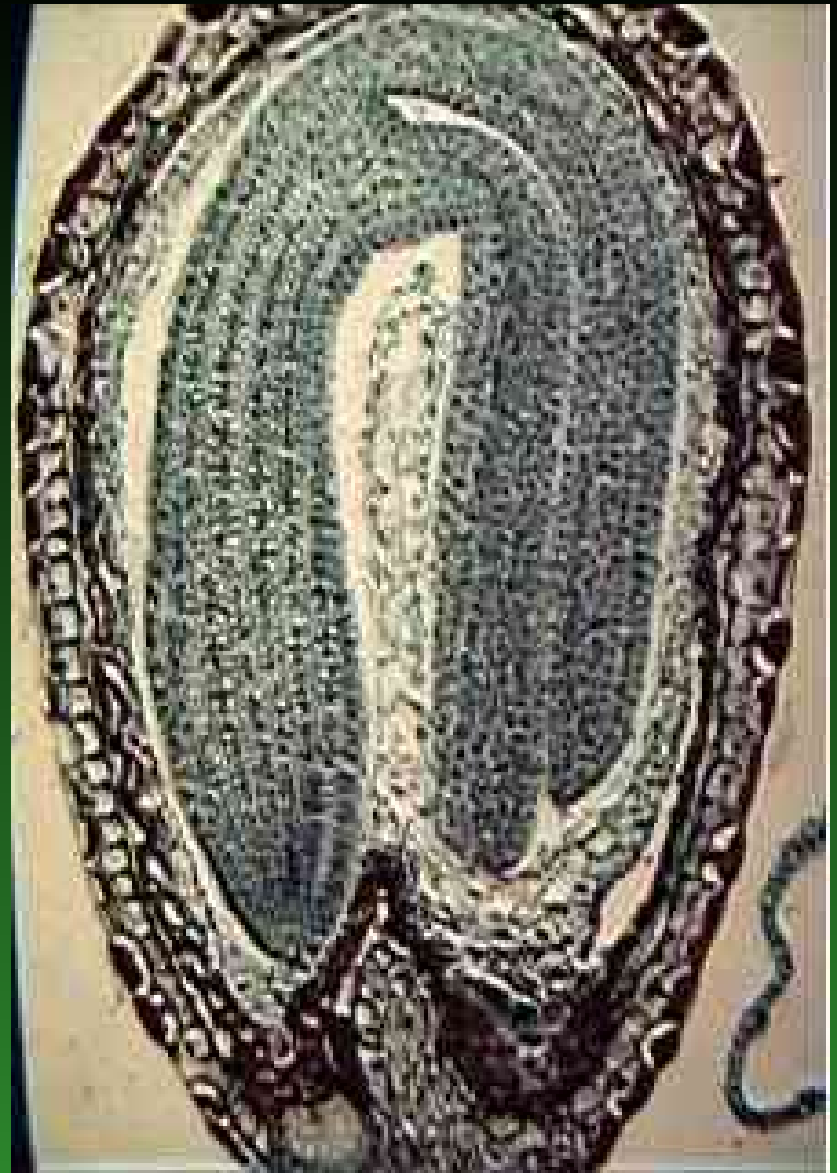
V obou případech jde větší či menší tělíska tvořící klidové stadium rostlin odolné proti působení nepříznivých faktorů, umožňující tak přežívání rostlin v nepříznivých obdobích sezóny a zároveň je efektivním prostředkem šíření rostlin v prostoru.



**Spóra čili výtrus** je jednobuněčné rozmnožovací tělíčko, vzniklé meiotickým dělením v zárodečné vrstvě sporangia. Výtrusnými vyššími rostlinami jsou mechorosty (Bryophyta) a kaprad'orosty (*Rhyniophyta*, *Psilotophyta*, *Lycopodiophyta*, *Equisetophyta*, *Polypodiophyta*).

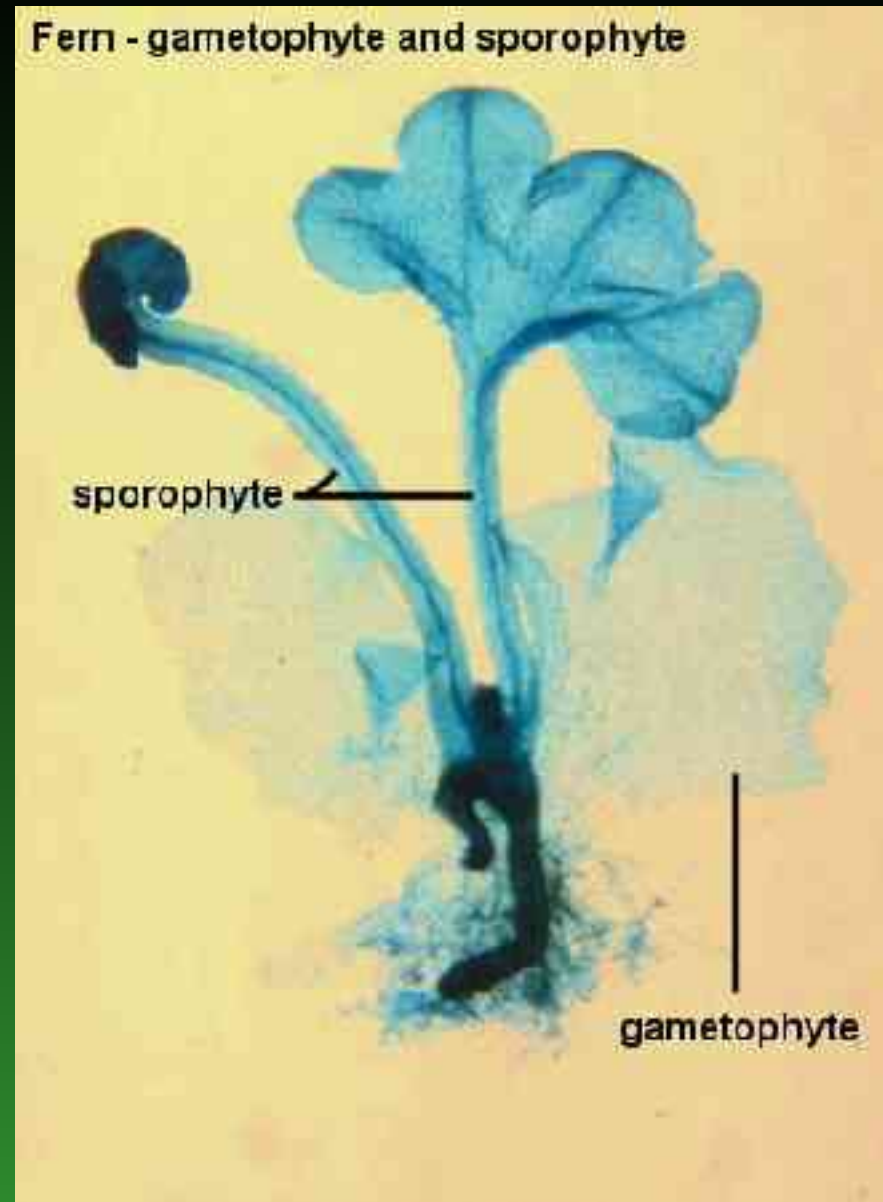


**Semeno** je mnohobuněčný rozmnožovací orgán, vzniklý z oplozeného vajíčka. Plně vyvinuté má na povrchu osemení (testa) uvnitř pak živná pletiva (perisperm popř. i endosperm) a zárodek (embryo). Semennými rostlinami jsou nahosemenné (*Progymnospermophyta*, *Pteridospermophyta*, *Cycadophyta*, *Cordaitophyta*, *Ginkgophyta*, *Pinophyta*, *Gnetophyta*) a krytosemenné (*Magnoliophyta*).



## Gametofyt vers. sporofyt

V obou případech jde o aktivní, růstová stadia rodozměny, jejichž finální funkcí je vytvoření gamet nebo spór.





# Gametofyt

pohlavní fáze (pohlavní generace, pohlavní stupeň)  
rodozměny,

tvoří mnohobuněčné pohlavní orgány (gametangia),  
rozlišené na samčí pelatky (antheridia) a samičí zárodečníky  
(archegonia).

V gametangiích vznikají pohlavní buňky (gamety); v  
archegoniích jediná vaječná buňka (oosféra); v antheridiích  
buď obrvené, aktivně pohyblivé spermatozoidy (vývojově  
primitivnější), nebo nepohyblivé spermatické buňky (vývojově  
odvozenější).

Jádra buněk gametofytu obsahují oproti nepohlavní fázi  
poloviční počet chromozómů, jsou haploidní ( $n$ ).

Proto se gametofyt označuje též jako haplofáze, popř.  
haplont.

# Sporofyt

nepohlavní fáze (nepohlavní generace, nepohlavní stupeň) rodozměny,

tvoří spory (u výtrusných vyšších rostlin) nebo vajíčka a pyl (u semenných vyšších rostlin).

Protože sporofyt vyrůstá ze zygoty, tj. buňky vzniklé splynutím haploidních jader gamet odlišného pohlaví, je fází diploidní ( $2n$ ), označovanou též diplofáze, popř. diplont.

Diploidní sporofyt však ve sporangiích (výtrusnicích) produkuje haploidní spóry, neboť jejich vznik je provázen redukčním dělením (meiosou).

## **Sporofyly vers. trofofyly**

Jsou to funkčně odlišené listy, zpravidla i rozdílného tvaru a barvy.

**Sporofyly** jsou listy, jejichž funkcí je nést nebo podpírat sporangia.

**Trofofyly** jsou listy tvarově a funkčně uzpůsobené k fotosyntéze.



## Izosporie vers. heterosporie

**izosporie** = spory tvarově a funkčně stejné.

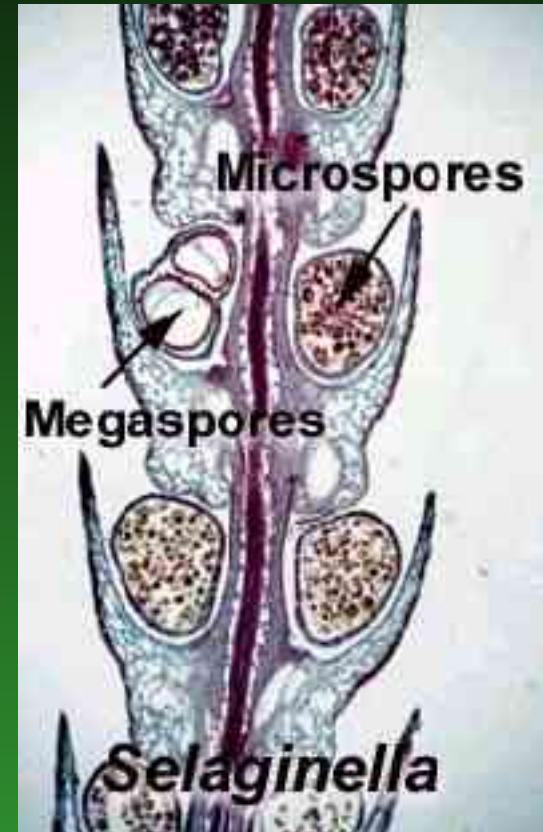
**heterosporie** = spory rozlišeny na mikro- a makrospory

Spory menší, samčí, mikrospory, vznikají v samčích sporangiích (mikrosporangiích).

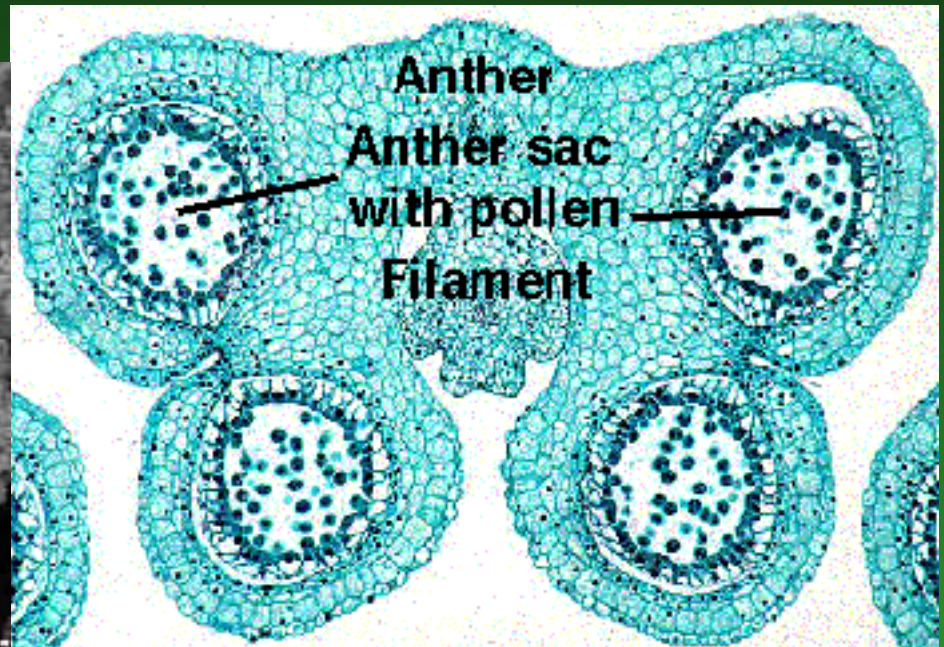
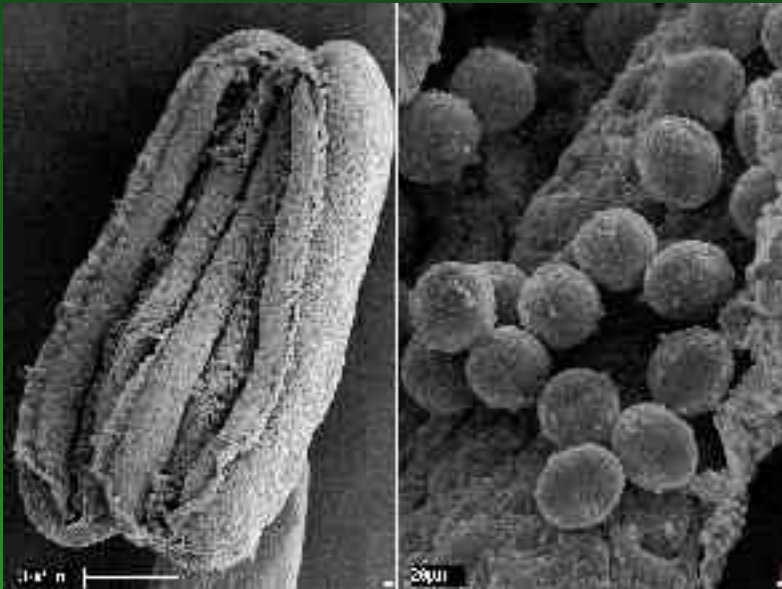
Spory větší, samičí, megaspory (makrospory), vznikají v samičích sporangiích (megasporangiích, makrosporangiích).

Izosporie je u vývojově primitivnějších vyšších rostlin, heterosporie u odvozenějších.

Poprvé se heterosporie objevuje u plavuní a postupně nabývá na významu, u semenných rostlin je pak jediným existujícím typem.



U vývojově odvozenějších vyšších rostlin - rostlin semenných  
- vedla heterosporie za současné dalekosáhlé redukce  
gametofytu a některých dalších procesů ke vzniku  
\*pylových zrn (homologů mikrospor),  
\*vytvářených v prašných pouzdrech (mikrosporangiích),  
\*na tyčinkách (homolog mikrosporofylů).  
\*Z pylového zrna klíčí láčka (homolog mikrogametofytu čili  
mikroprothalia)





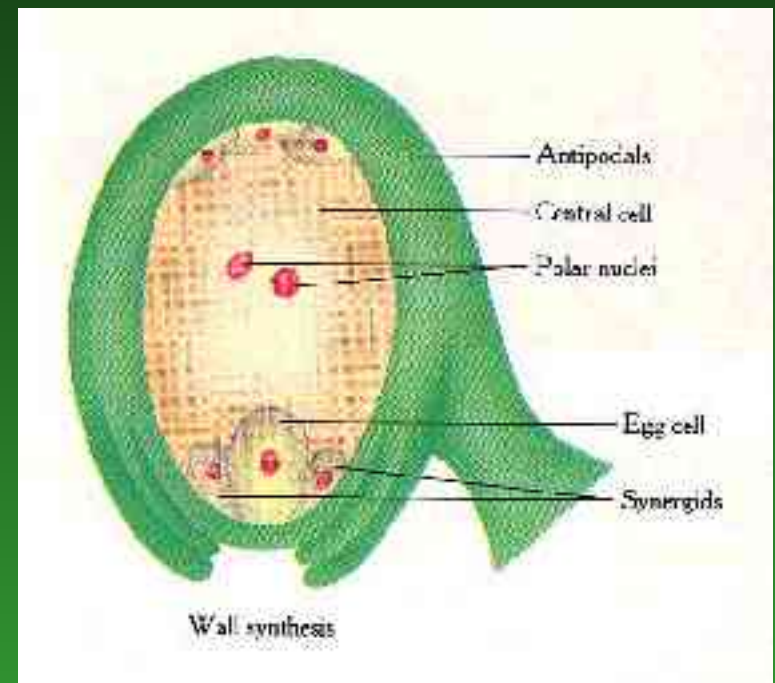
U samčích pohlavních orgánů vedly stejné procesy ke vzniku

\*iniciální buňky zárodečného vaku (homolog megaspóry).

\*Dělením a diferenciací vzniká z megaspóry zárodečný vak (homolog megagametofytu čili megaprothalia), tvořený oosférou synergidami, antipodami a centrálním jádrem.

\*Vývoj tohoto megaprothalia se děje uvnitř nucelu vajíčka (homolog megasporangia).

\*Vajíčko je upevněno na plodolistu (homolog megasporofylu) a zůstává buď volné (nekryté), nebo je plodolistem, popř. plodolisty (vytvářejícími pestík) uzavřeno (kryté).



## **Trendy evoluce vyšších rostlin**

Je nesporné, že určité znaky se objevily v geologickém čase dříve, jiné později.

**Generativní diaspory:** izosporie - heterosporie - semennost

**Sporangia:** eusporangiátní - leptosporangiátní

**Archegonia:** zmenšuje se počet krčkových buněk

**Samčí pohlavní buňky:** spermatozoidy bicilátní - spermatozoidy polyciliátní - bezbičíkaté spermatické buňky

**Xylém:** tracheidy - tracheje

**Střední válec:** protostélé - aktinostélé - plektostélé, nebo protostélé - sifonostélé ektofloické - sifonostélé amfifloické - polystélé či diktyoostélé, nebo protostélé - sifonostélé ektofloické - sifono-eustélé - eustélé - ataktostélé

**Habitus a vnitřní stavba:** stélka - cormus, nebo dřeviny - byliny