



# Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin

## Vyšší rostliny: vznik a hlavní znaky

### Petr Bureš



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Vyšší rostliny: „laickýma očima“

# Co k nim patří?

„land plants“ = suchozemské rostliny

## mechorosty



hřivíky  
jatrovky  
mechy

## kaprad'orosty



plavuně



nahosemenné



## krytosemenné





# Jak jsou velké?

## Velikostní variabilita vyšších rostlin

od mm (na hladině plovoucí *Wolffia* příbuzná okřešků)  
po desítky metrů (gigantické jehličnany čel. *Taxodiaceae*).

*General Sherman* největší sekvojový strom (*Sequoiadendron giganteum*) roste v Sequoia National Park v Kalifornii.  
v = 83,8 m, průměr kmene = 7,7 m, objem = ca 1487 m<sup>3</sup>, věk = 2300 – 2700 let.

*Wolffia columbiana* (Araceae)



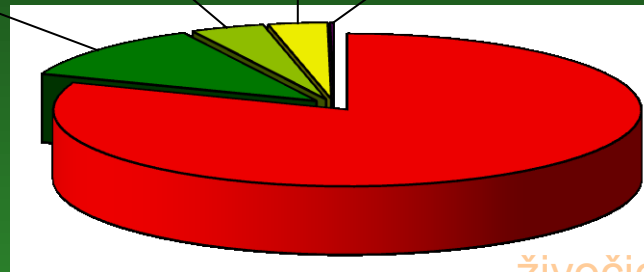


# Kolik jich je ?

Druhová diverzita vyšších rostlin: po živočišných nejbohatší  
- asi 290 tisíc druhů.

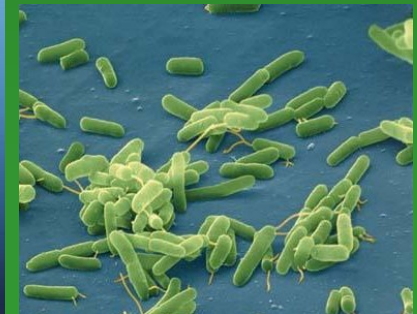
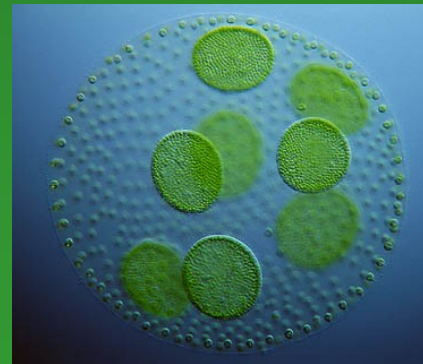
řasy, 100000      houby, 80000      Prokaryota; 5000

vyšší rostliny;  
360000



živočišné,  
200000

**velmi  
hrubé  
odhady,  
omezené  
úrovni  
poznání !**



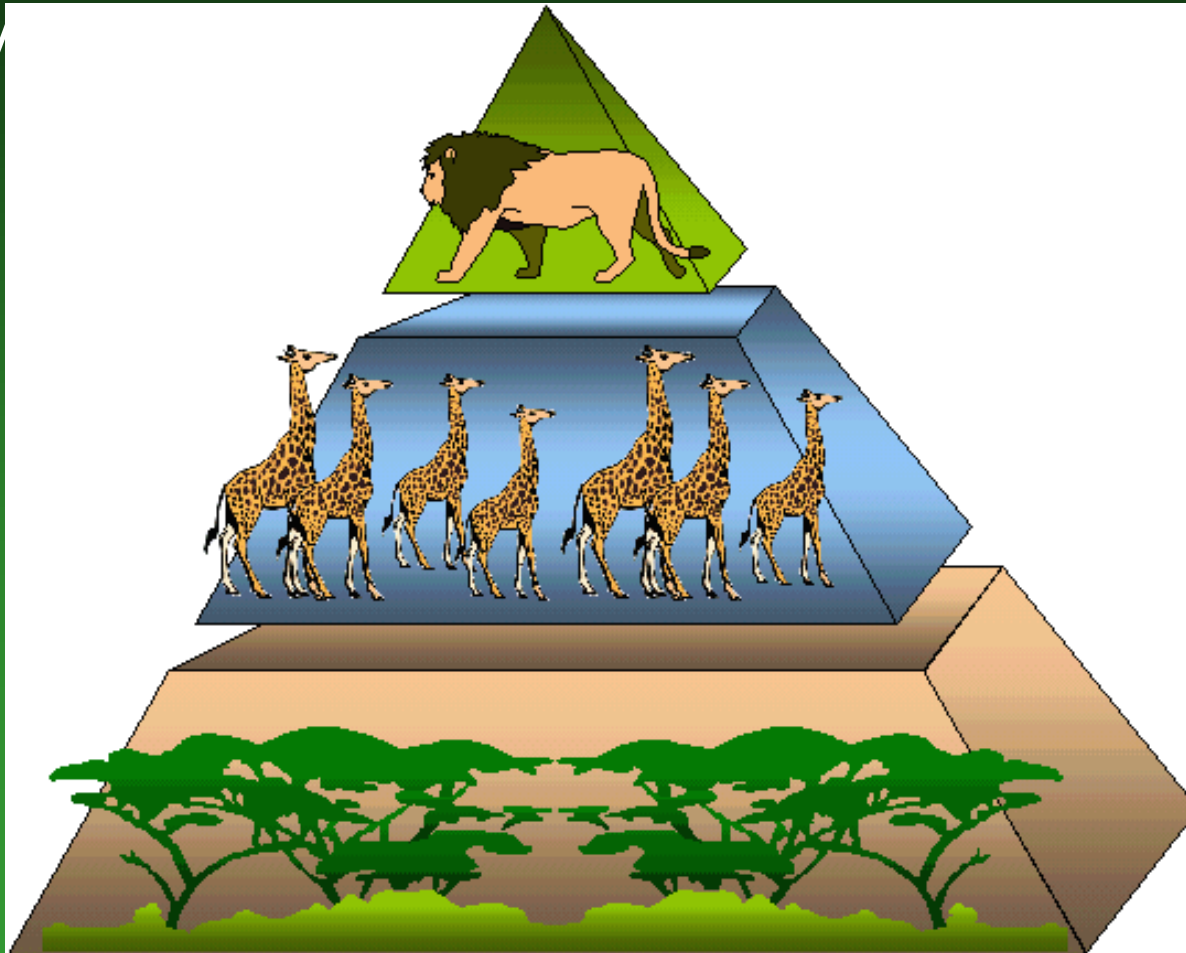
# Vztah k ostatním živým organizmům

Hmotnostní podíl na biomase: oproti živočichům mnohem vyšší. Vyšší rostliny tvoří kostru většiny ekosystémů zemského povrchu.



# Vztah k ostatním živým organizmům

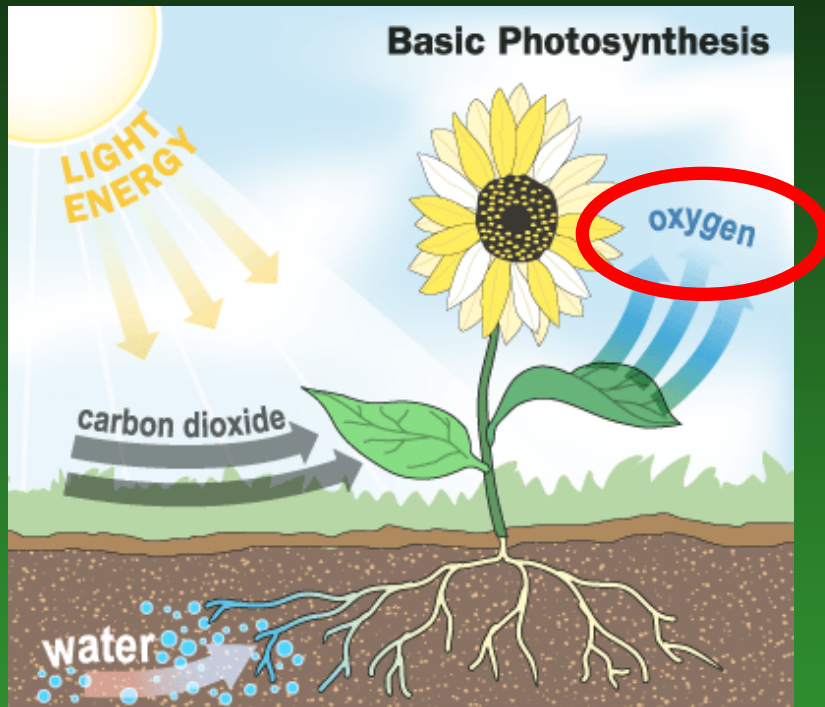
Základna potravní pyramidy. Vyšší rostliny tvoří zdroje potravy býložravců, člověka a dalších členů potravní pyramidy





# Vztah k ostatním živým organizmům

Podíl vyšších rostlin na **tvorbě kyslíku** v atmosféře je zásadní.



Na druhé straně vzrůst podílu kyslíku v atmosféře, vlivem řas a sinic, byl limitujícím faktorem terestrializace a tedy i vzniku vyšších rostlin a diverzifikace terestrických živočichů, především obojživelníků, plazů, savců a hmyzu.

# Význam pro člověka

Vyšší rostliny měly klíčovou roli ve vývoji lidské civilizace.



# **Vyšší rostliny: fylogenetické postavení**



# Rostliny ve stromu života

Strom života má tři imperia

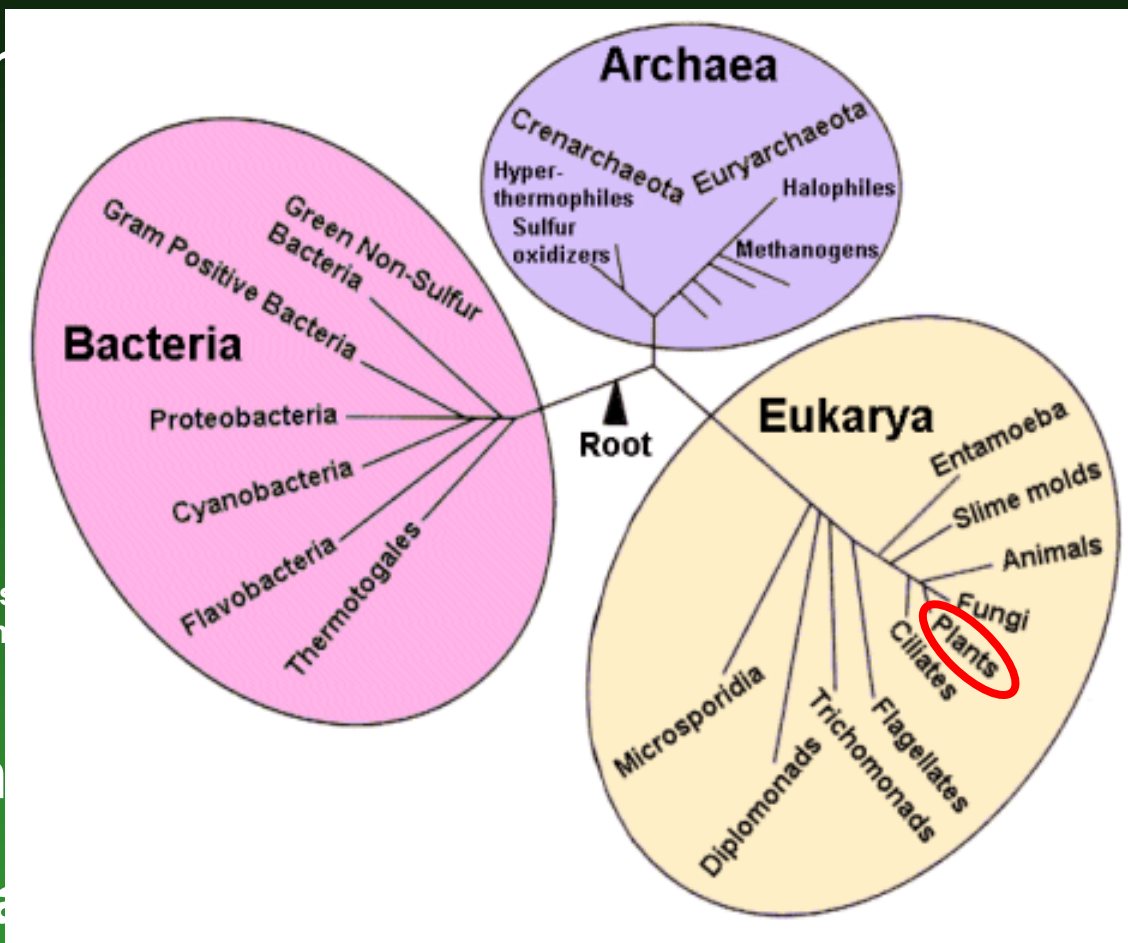
1. *Bacteria*

2. *Archaea*

3. *Eukarya*

Membránami ohraničené organely:  
mitochondrie, Golgiho aparát,  
endoplazmatické retikulum a jádro s chromosomy  
nuleoproteinovými strukturami organizujícím  
během mitózy

Rostliny (vč. vyšších  
patří do imperia *Eukarya*

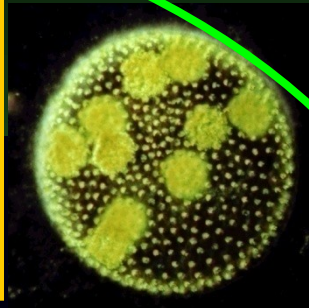
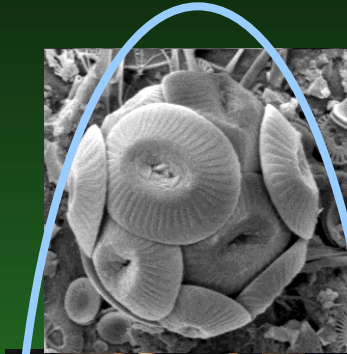
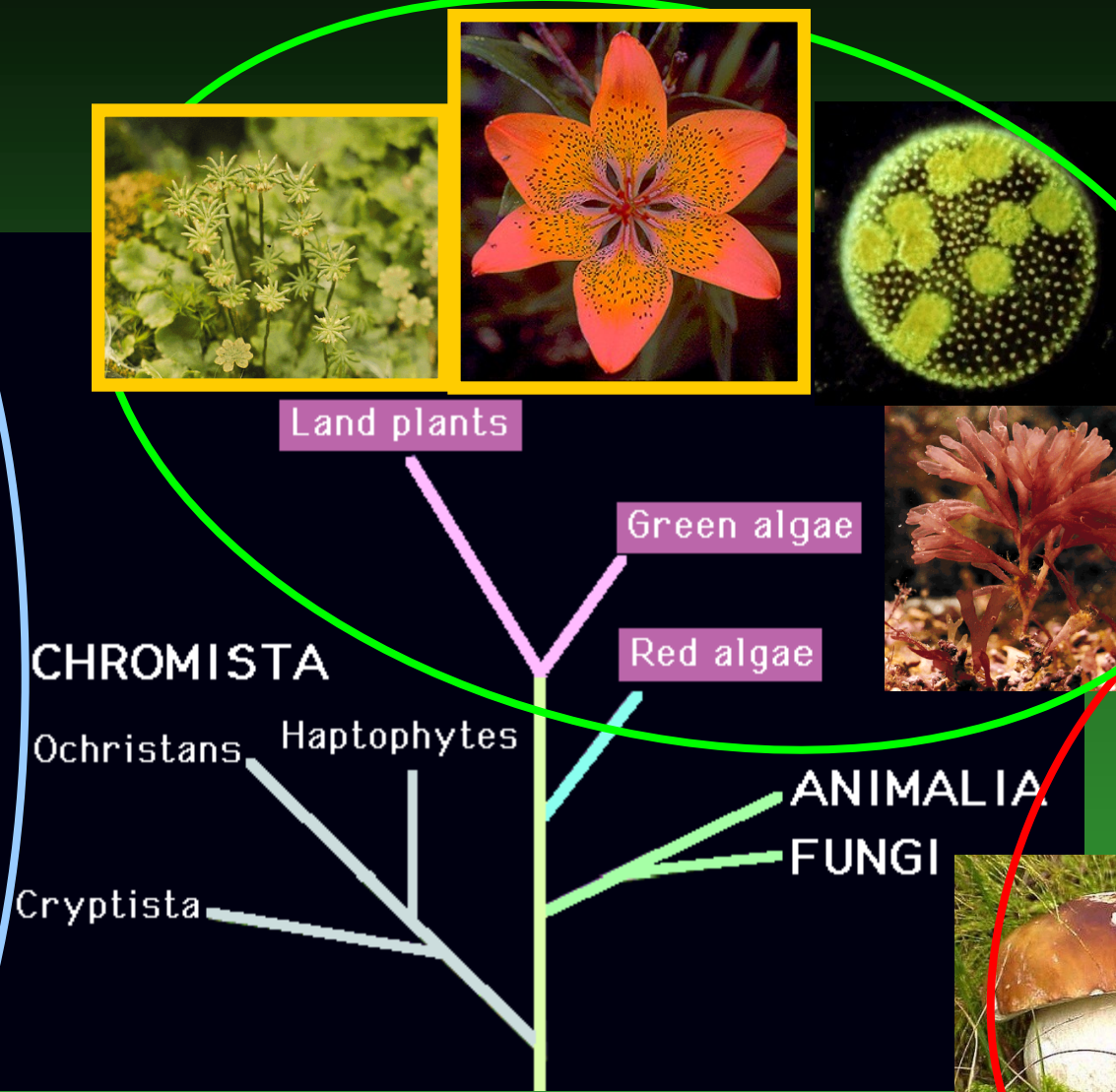


Spolu se zelenými řasami, ruduchami a glaukofyty patří vyšší rostliny do říše *Plantae*

# Imperium *Eukarya*, eukaryotní část stromu života, zahrnuje šest říší

## Říše *Chromista*

## Říše *Plantae*



Další 3 říše: *Amoebozoa*, *Rhizaria*, *Excavata*

Říše *Opistoconta*

houby, živočichové

skrytěnky, zlativky, hnědé řasy, rozsivky, ...

# Kdy vznikly rostliny?

Prvním krokem k terestrializaci byla první velká kyslíková katastrofa, která před 2,4 mld. let vedla k dramatické změně atmosféry z reduktivního do oxydativního stavu. Byl to důsledek expanze sinic.





# Kdy vznikly rostliny?



Gigantické „jednobuněčné“ řasy poprvé možná již před 2,1 mld. let ve starším proterozoiku

Science 10 July 1992:  
Vol. 257 no. 5067 pp. 232-235  
DOI: 10.1126/science.1631544

[< Prev](#) | [Table of Contents](#) | [Next >](#)

**Megascopic eukaryotic algae from the 2.1-billion-year-old neogaunee iron-formation, Michigan**

TM Han and B Runnegar



*Grypania* = nejstarší fosílie řas ?

Recentní gigantické „jednobuněčné“ zelené řasy *Acetabularia* a *Caulerpa*



# Kdy vznikly rostliny?

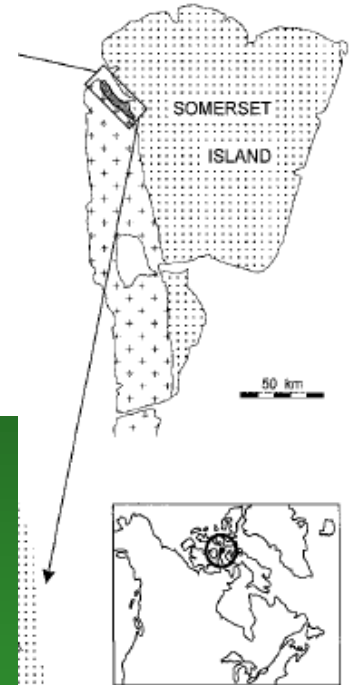
Multicelularita v rámci říše Plantae poprvé před 1,2 mld. let

*Paleobiology*, 26(3), 2000, pp. 386–404

*Bangiomorpha pubescens* n. gen., n. sp.: implications for the evolution of sex, multicellularity, and the Mesoproterozoic/Neoproterozoic radiation of eukaryotes

Nicholas J. Butterfield

**Abstract.**—Multicellular filaments from the ca. 1200-Ma Hunting Formation (Somerset Island, arctic Canada) are identified as bangiacean red algae on the basis of diagnostic cell-division patterns. As



stř.  
proterozoikum

Recentní *Bangia*  
(*Rhodophyta*)

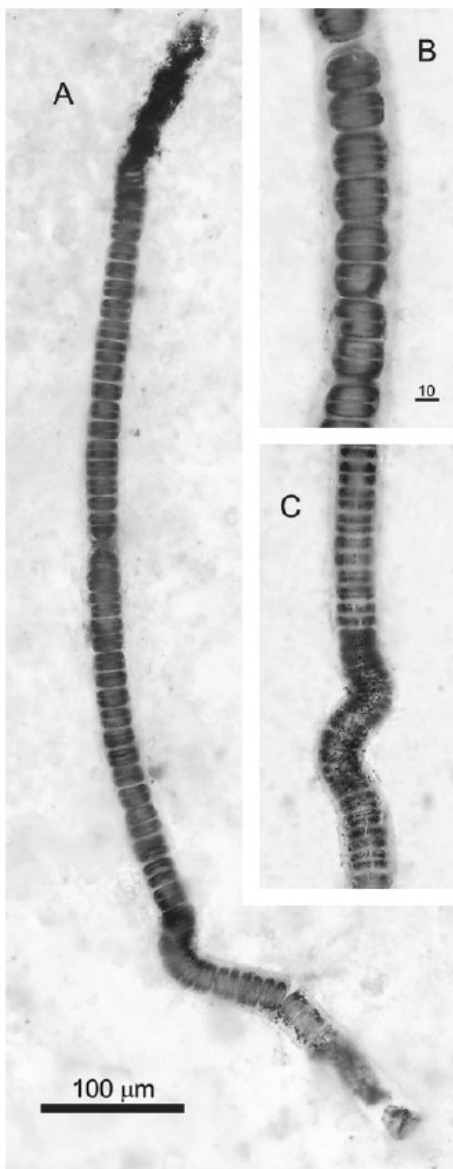


FIGURE 3. *Bangiomorpha pubescens* n. gen., n. sp. Thin-section identification and England Finder coordinates appear in parentheses. A, HUPC 63000 (HUST-1P, M-32). B, HUPC 62995 (HUST-1Q, O-45), paratype; note the hierarchically paired cells reflecting diffuse transverse intercalary cell division. C, HUPC 63001 (HUST-1Q, P-25); note the multiserial portions of the filament, unaccompanied by filament expansion; scale as for A.



# Fylogenetický vztah k ostatním rostlinám

říše *Plantae* (*Archaeplastida*)

podříše *Biliphytobionta*

oddělení *Glaucophyta*  
oddělení *Rhodophyta*



Sesterská  
k zeleným  
rostlinám

podříše *Viridaeplantae* - zelené rostliny

vývojová linie: *Chlorophytae* - zelené řasy



vývojová linie: *Streptophytae*

vývojová větev *Charophytae* - parožnatky



vývojová větev *Bryophytae* - mechorosty



vývojová větev *Cormophytae* - cévnaté rostliny



Vyšší rostliny zahrnují dvě vývojové větve v podříši *Viridaeplantae*



# Fylogenetický vztah k ostatním rostlinám

říše *Plantae* (*Archaeplastida*)

podříše *Biliphytobionta*

**podříše *Viridaeplantae* (=Chlorobionta) - zelené rostliny**

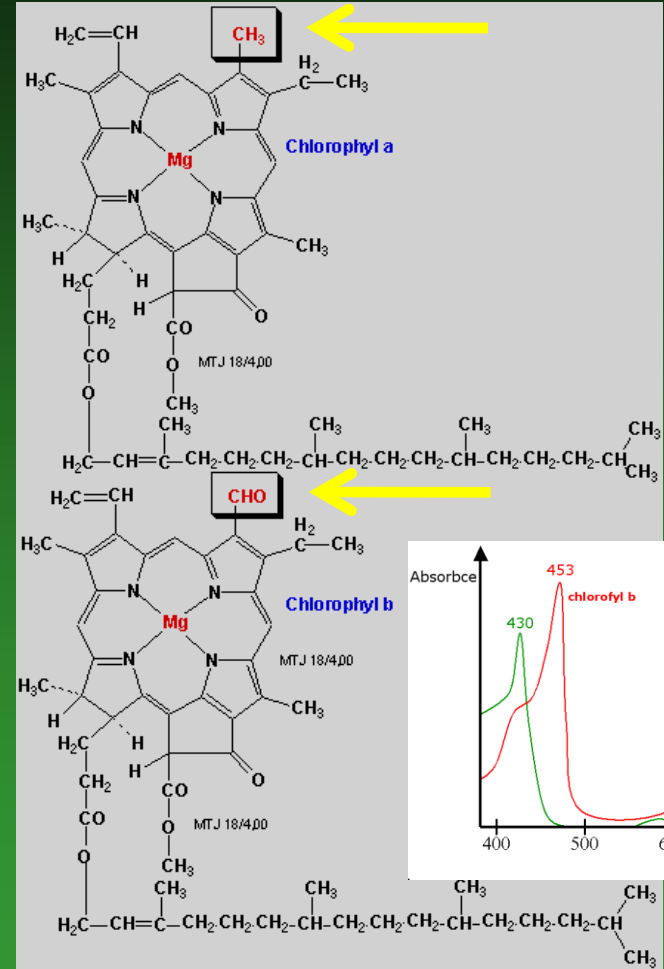
**zelené řasy + parožnatky + vyšší rostliny**

**hlavní znaky: (1) stavba chloroplastu,  
(2) zásobní a stavební polysacharidy,  
(3) rodozměna**

Vyšší rostliny zahrnují dvě vývojové větve v podříši *Viridaeplantae*

# podříše *Viridaeplantae*

Vedle chlorofylu a navíc také (1) chlorofyl b (nikoli c, d nebo jen a)



Výjimku tvoří nečetní paraziti, u nichž mohou tato barviva chybět

# podříše *Viridaeplantae*

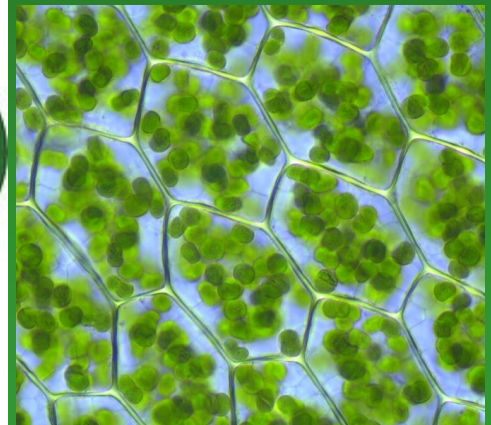
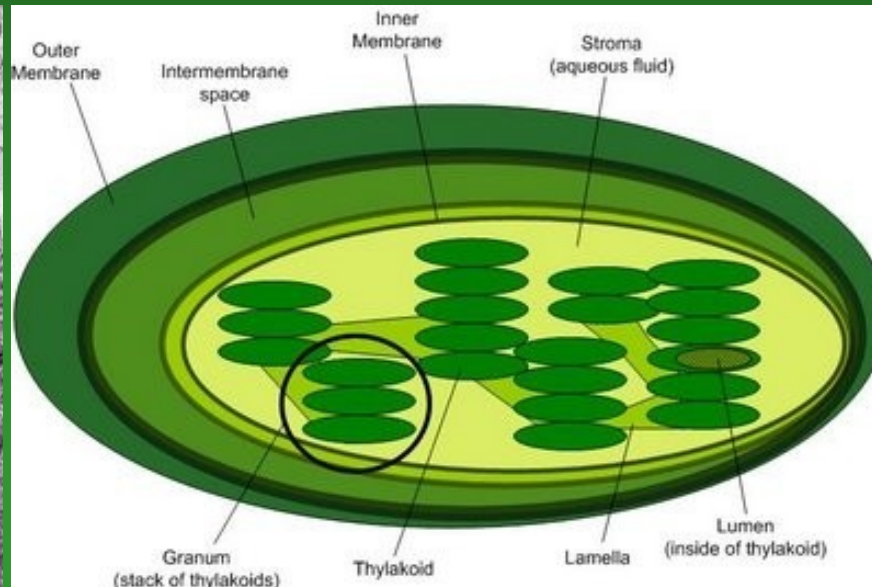
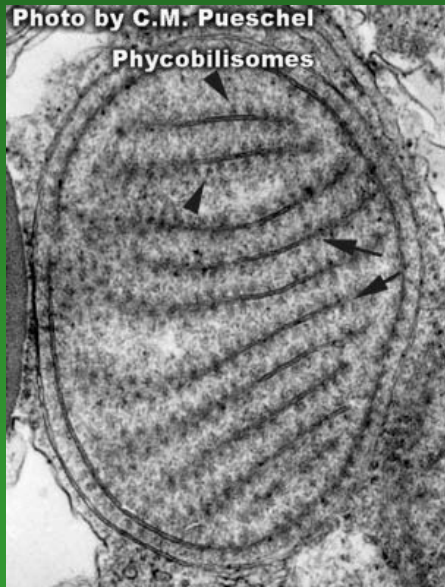
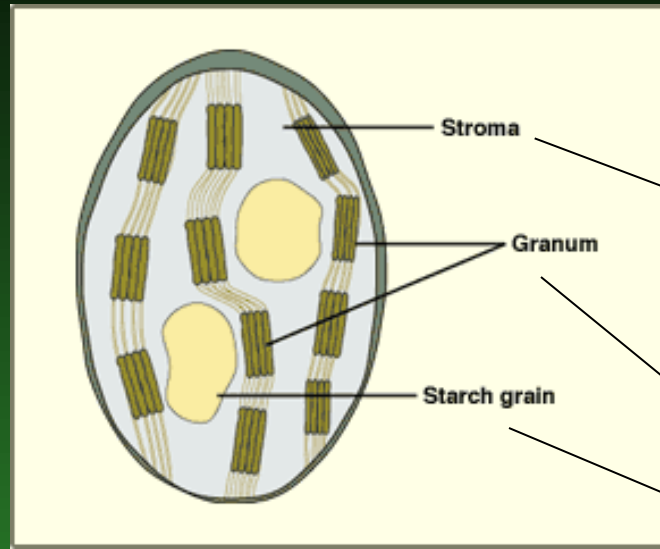
Chloroplasty obsahují

(2) škrobová zrna,

(3) tylakoidy vytvářející lamely a grana (10–100/chloroplast)

(4) NEmají fykobilizomy

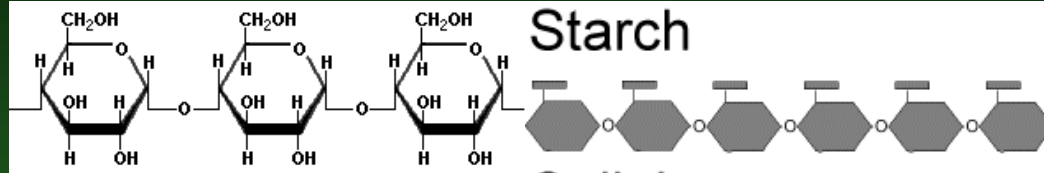
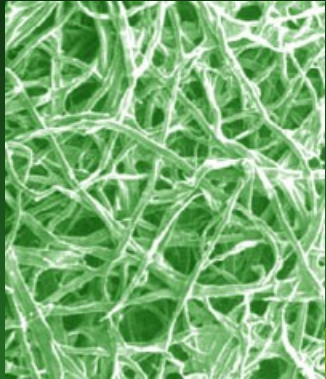
(= kulovité bílkoviny na povrchu tylakoidů u ruduch, glaukofytů, popř. sinic)



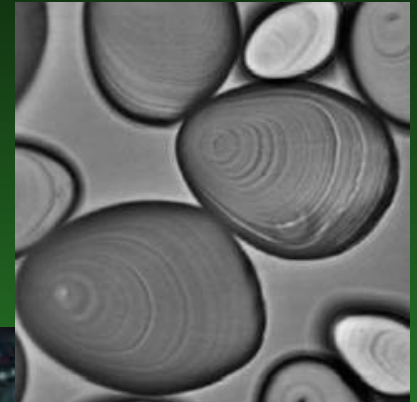
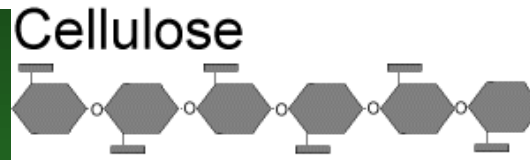


# podříše *Viridaeplantae*

**Polysacharidy:** (5) celulóza – tvořící mikrofibrilární strukturu (tl. 3 nm) buněčné stěny a (6) škrob – hlavní zásobní polysacharid



U škrobu glukóзовé jednotky spojeny vazbou v alfa 1,4 pozici u celulózy pak v beta 1,4 pozici



J. Orepüller

**Celulózní exoskelet buňky = preadaptace na mnohobuněčnost a terrestrializaci !!!**

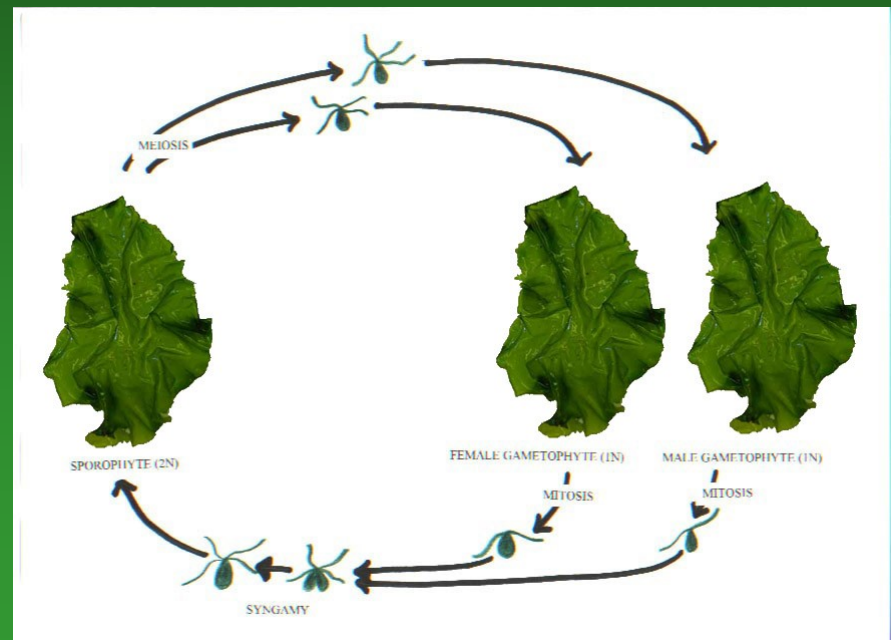
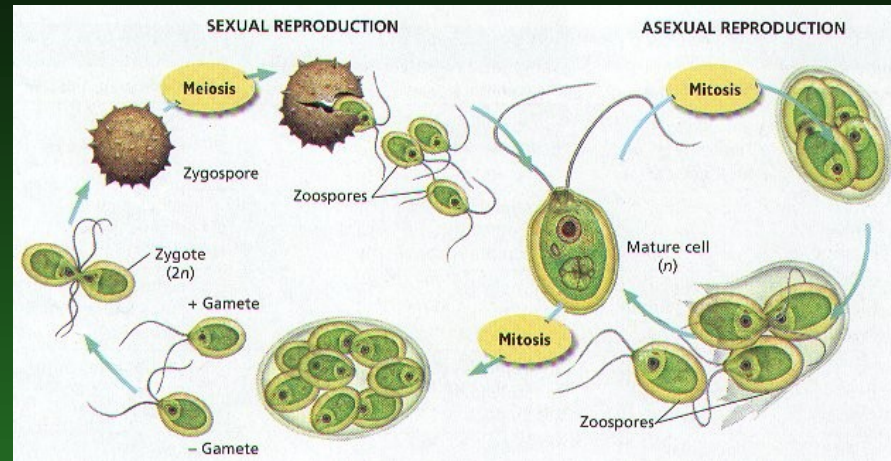
# podříše *Viridaeplantae*

## (7) Mají rodozměnu

gamety - stejnocenné  
- různé velikosti

- volné
- oosféra chráněna v archegoniu (ve streptophytní linii)

zygota - vytvoří zygospóru s následnou meiozou,  
- vytvoří diploidní sporofyt

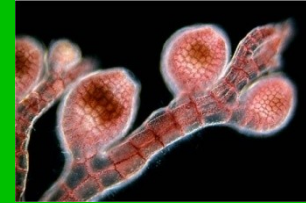


# Fylogenetický vztah k ostatním rostlinám

říše *Plantae* (*Archaeplastida*)

podříše *Biliphytobionta*

oddělení *Glaucophyta*  
oddělení *Rhodophyta*



podříše *Viridaeplantae* - zelené rostliny

vývojová linie: Chlorophytae - zelené řasy



vývojová linie: *Streptophytae*

parožnatky + vyšší rostliny

specifický průběh (1) mitózy, (2) cytokinéze i (3) rodozměny

(4) plasmodesmy

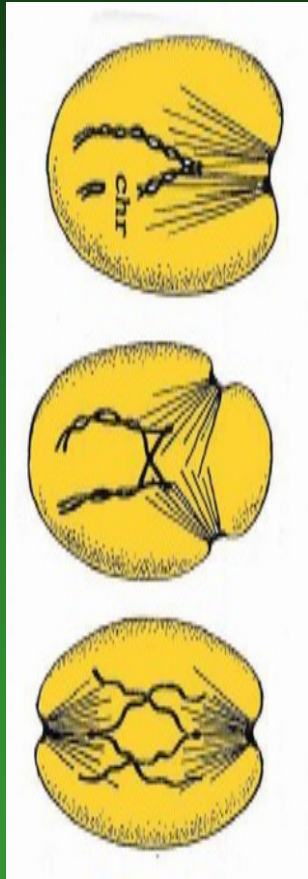
Vyšší rostliny zahrnují dvě vývojové linie v podříši *Viridaeplantae*



# vývojová linie: *Streptophytae*

## (1) Otevřená mitóza

uzavřená  
pleuromitóza

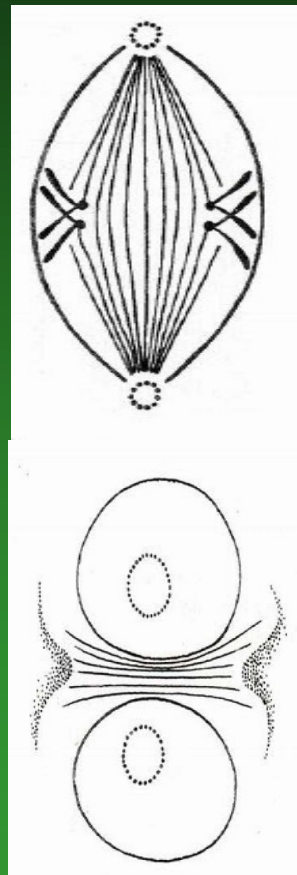


*Prasinophyceae,*  
*Ulvophyceae,*

jaderná  
membrána  
zůstává  
při mitóze  
zachovaná



částečně otevřená  
ortomitóza



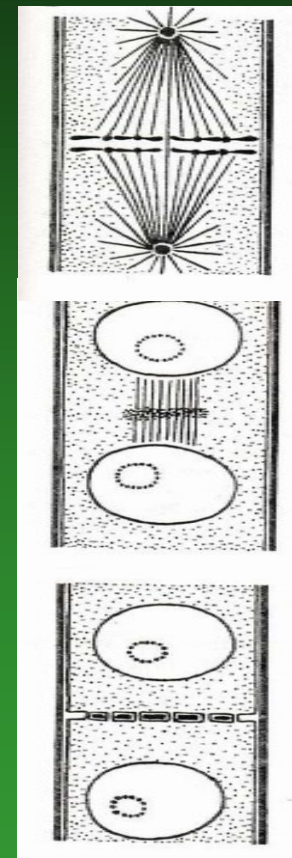
*Chlorophyta*

polární  
okénka s  
centriolami

fykoplast



otevřená  
ortomitóza



*Streptophytae*

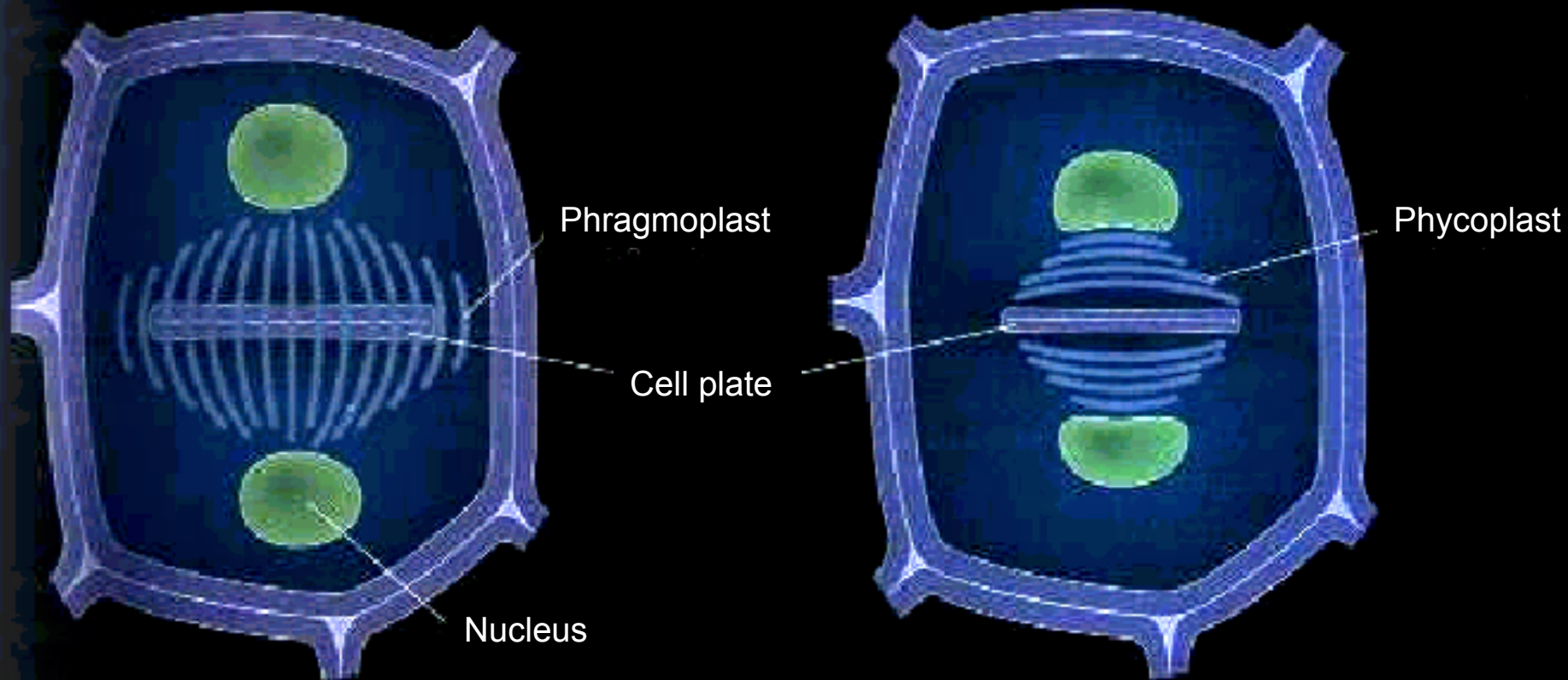
jaderná  
membrána  
se rozpouští  
na počátku  
mitózy

fragmoplast

buněčná  
destička

# vývojová linie: *Streptophytae*

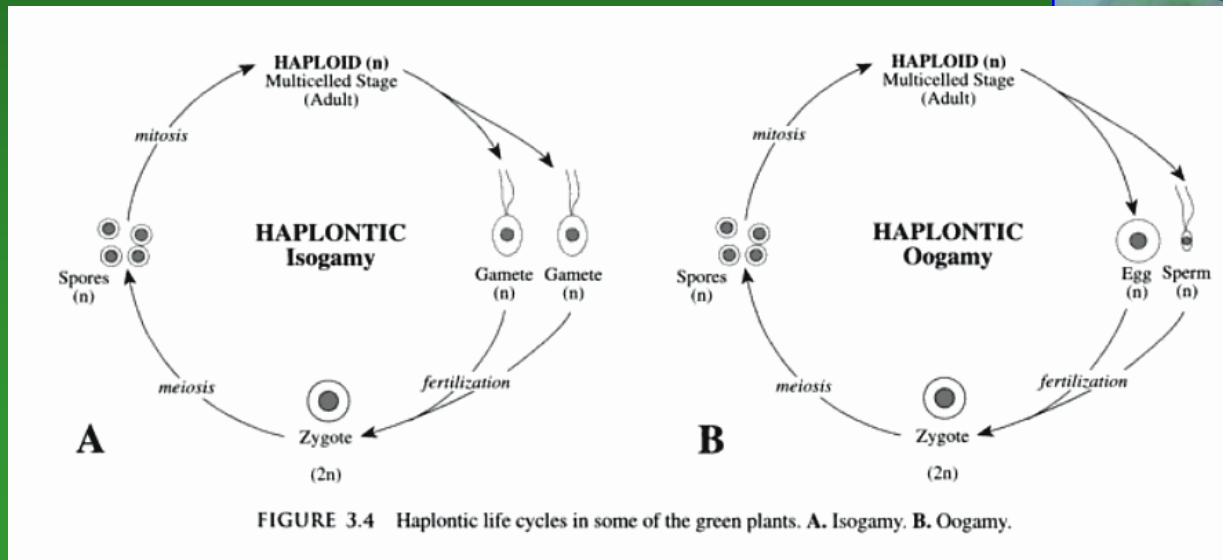
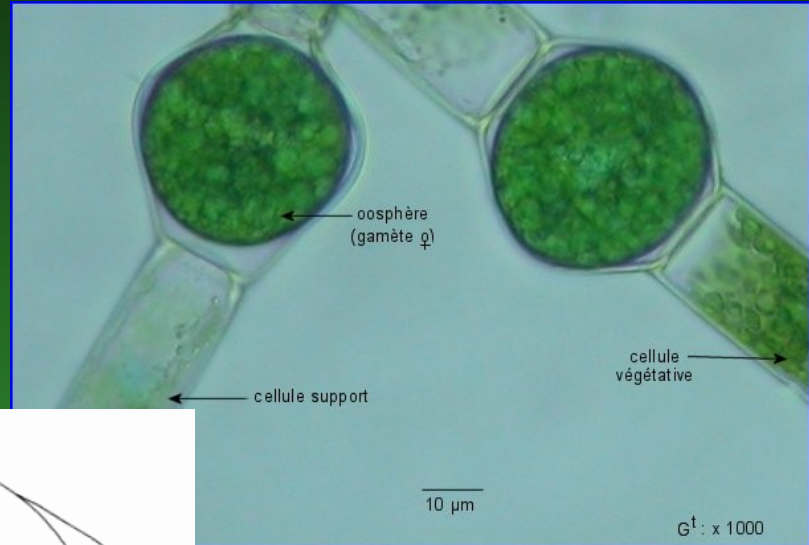
Během cytokinézy se tvoří (2) fragmoplast



**Fykoplast a fragmoplast** = odlišně orientované mikrotubulární systémy, při cytokiněze se podílejí na vzniku buněčné stěny fykoplast - mikrotubuly kolmo na spojnici dceřinných jader; fragmoplast - mikrotubuly souběžně se spojnici dceřinných jader

# vývojová linie: *Streptophytae*

(3) Oogamie = samičí gameta - oosféra je nepohyblivá, samčí je menší a pasivně nebo aktivně se k oosféře dostává.



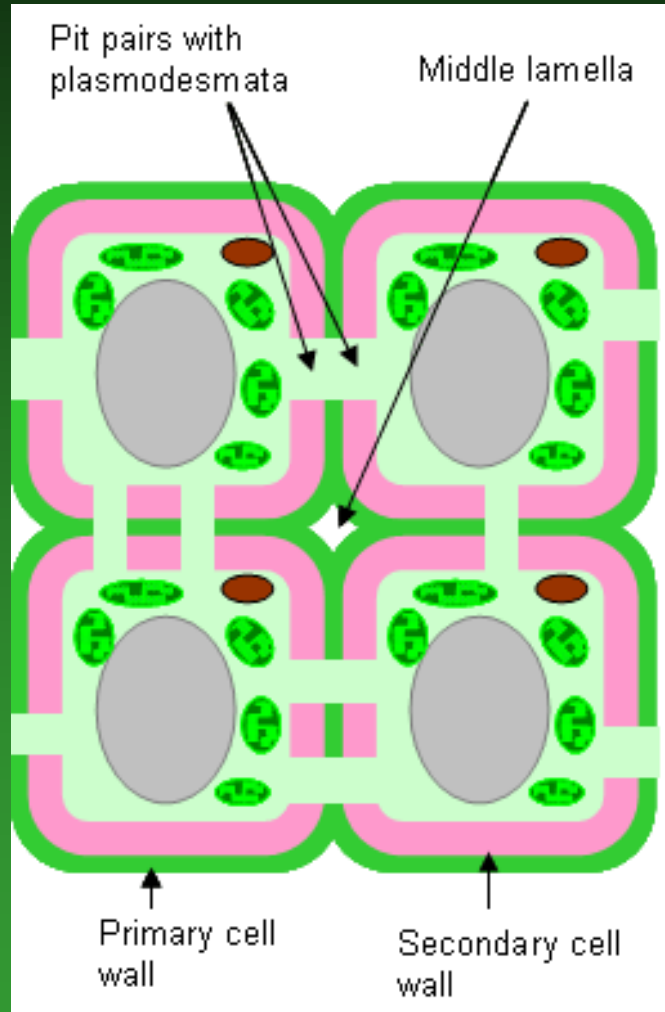
Oogamie se nezávisle vyvinula i v jiných skupinách řas nebo u živočichů



# vývojová linie: *Streptophytae*

## (4) plasmodesmata

Nejde jen o pasivní otvory. Průchod látek jimi je aktivně regulován. Prochází jimi také endoplazmatické retikulum. Průduchy je nemají.



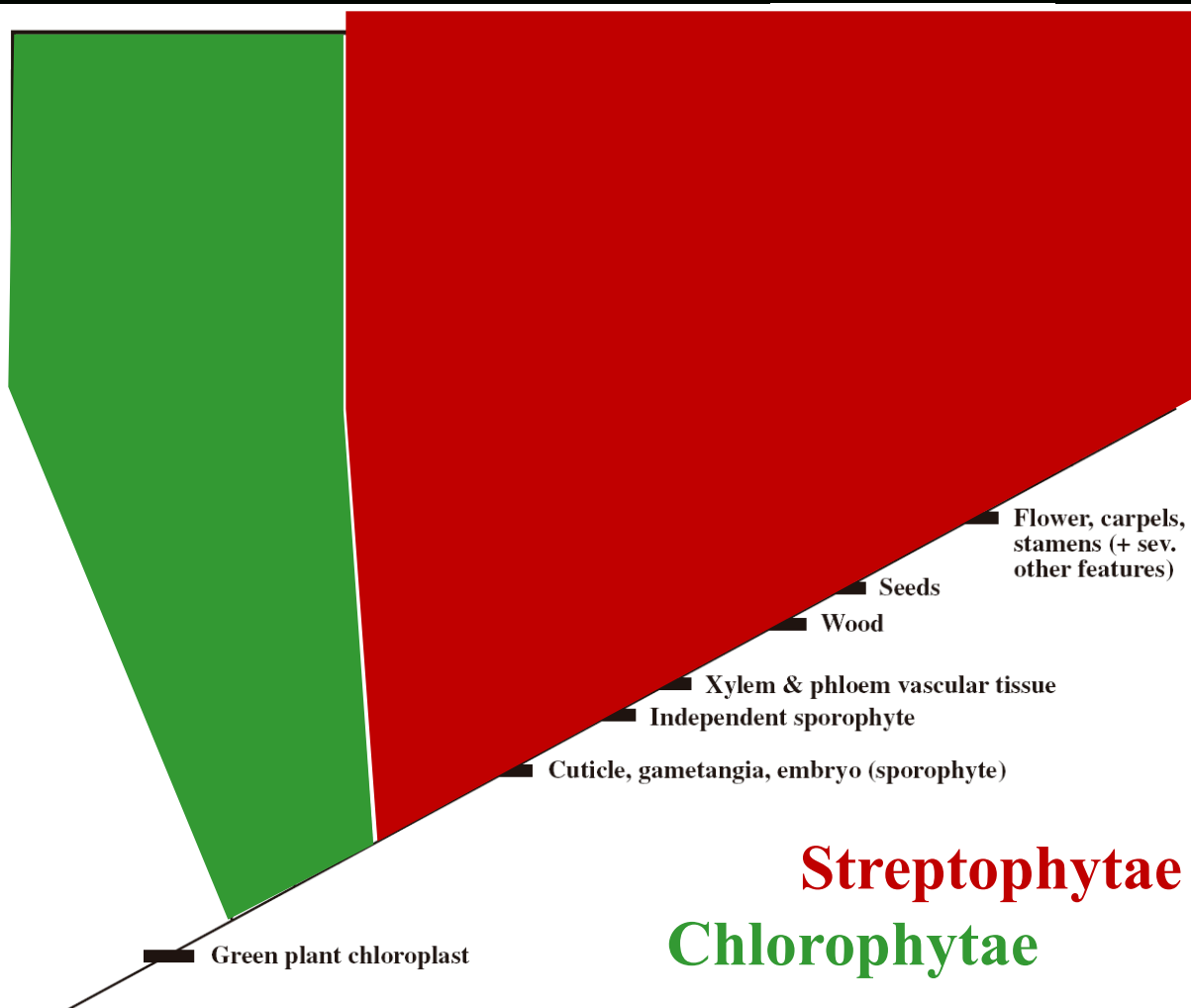
# vývojová linie: *Streptophytae*

## (4) gravitropní růst



# Chlorophytae

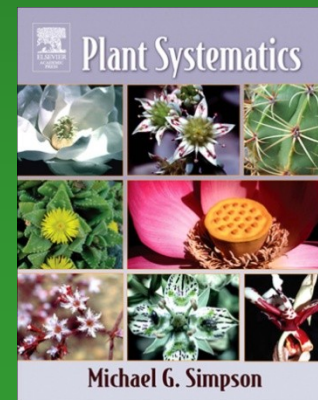
- jednobuněčné řasy
- řasy tvořící pohyblivé i nepohyblivé kolonie,
- vláknité řasy
- řasy se složitými stélkami
  
- ve slaných i sladkých vodách, popř. na vlhkých stanovištích i na souši



**Streptophytae**  
**Chlorophytae**

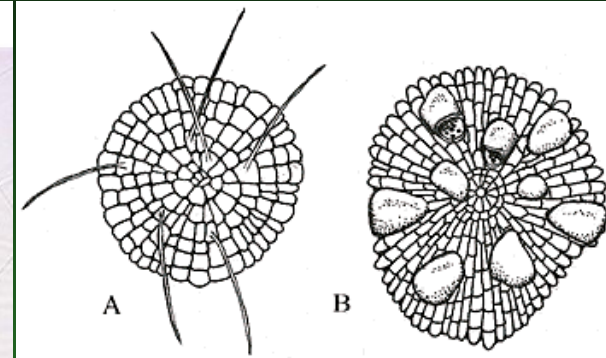
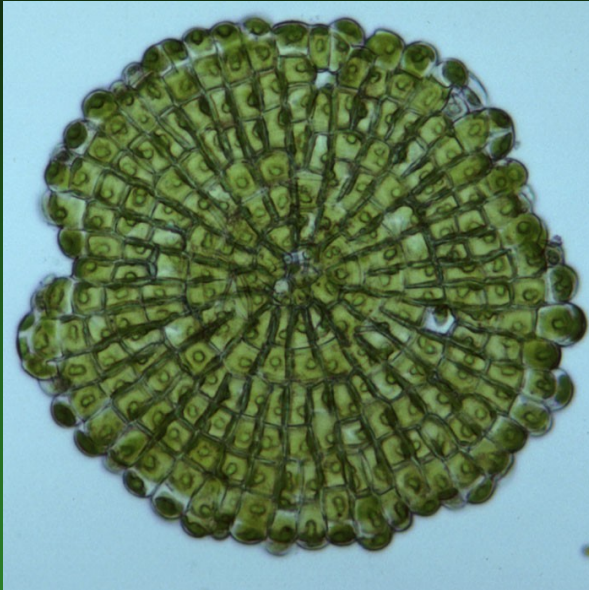
FIGURE 1.3 Simplified cladogram (evolutionary tree) of the green plants, illustrating major extant groups and evolutionary events (or apomorphies, hash marks). \*Embryophytes are treated as plants in this book.

**Chlorophytae je parafyletická skupina**  
**Streptophytae je monofyletická skupina**





# Sesterská skupina vyšších rostlin = *Coleochaetales* = řád třídy *Charophyceae*



Recentní *Coleochaete* a silurská *Parka*



*Coleochaete*



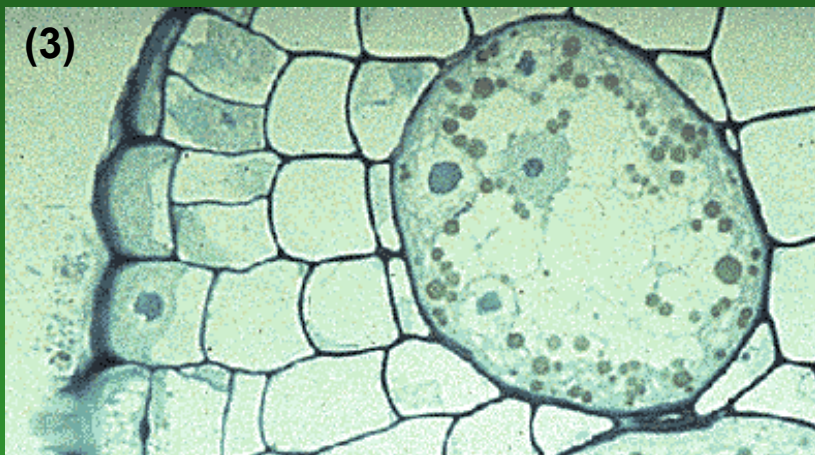
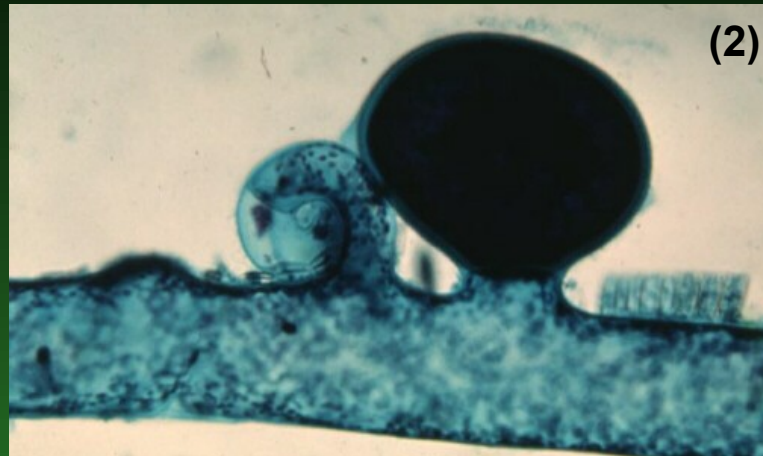
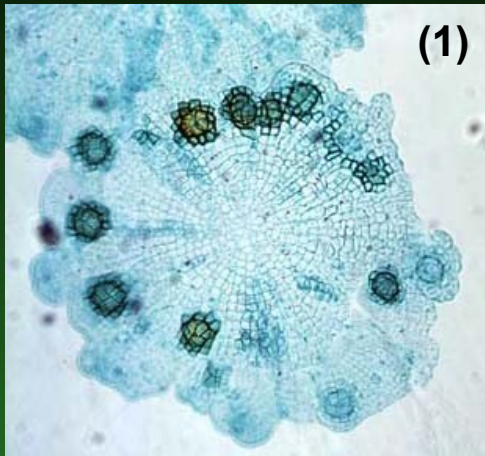
játrovka *Riccia*



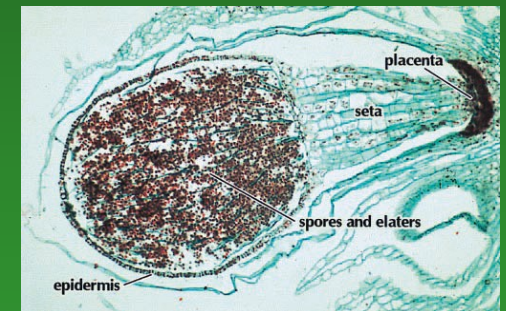
*Coleochaete* - ploché terčikové přisedlé stélky. Z vegetativních buněk trčí chlup s pomalu rotujícím chloroplastem uvnitř (jedna otočka za dvě minuty).



# Sesterská skupina = *Coleochaetales*



sporofyt játrovky  
*Marchantia polymorpha*



Dvoubičíkaté spermatozoidy z antheridií zachyceny v zúžené části lahvicovitého oogonia – (1) haploidní stélka *Coleochaete* s oogonii. Zvětšená zygota obalena buňkami sporofytu přezimuje jako sporokarp (2); na jaře se rozdělí na 16-32 zoospor (3) a ty vyrostou do nových stélek. Připomíná to poněkud redukovaný sporofyt v životní cyklu jätrovek (vpravo dole).

# Sesterská skupina = *Coleochaetales*

V současnosti řád *Coleochaetales*

ca 15 druhů rostoucích hlavně na povrchu sladkovodních rostlin.

O blízkosti k vyšším rostlinám svědčí zejména:

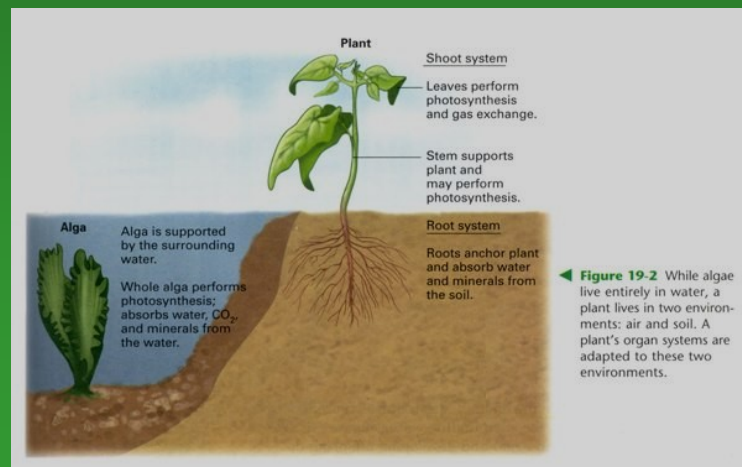
1. Jen u *Coleochaete* v rámci *Charophyt* zůstává zygota na mateřské rostlině (ve sporokarpu) a prodělává zde následný vývoj až po vznik spór podobně jako sporofyt mechorostů
2. Morfologická podobnost ve stavbě stélky, např. u *Coleochaete orbicularis*, a stélky frondózních jätrovek
3. Sekvenční podobnost molekulárních evolučních markerů *Coleochaete* a jätrovek





vznik vyšších rostlin =  
terrestrializace =  
= rostliny se adaptovaly na  
souš

Rostliny na souš nepřecházely, nýbrž se tam, nikoli vlastní vinou, ocitaly. K přežívání docházelo na stanovištích s periodickým zaplavováním v pobřežních zónách sladkých vod – zřejmě v deltách řek



Před vyššími rostlinami kolonizovaly souš sinice a aerofytické zelené řasy a také lišejníky.

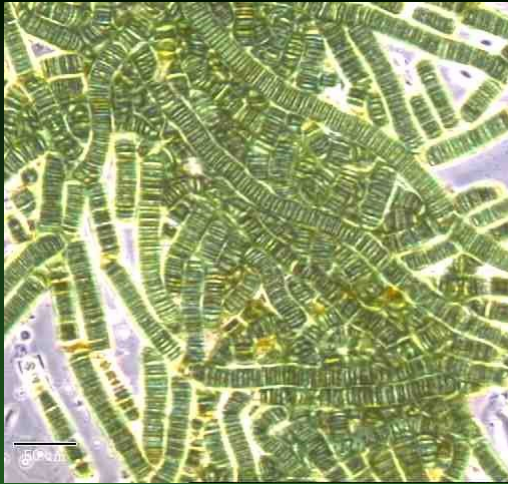
# Vyšší rostliny:

## Podmínky terestrializace

(podmínky kolonizace souše rostlinami)



Copyright © Walter Myers

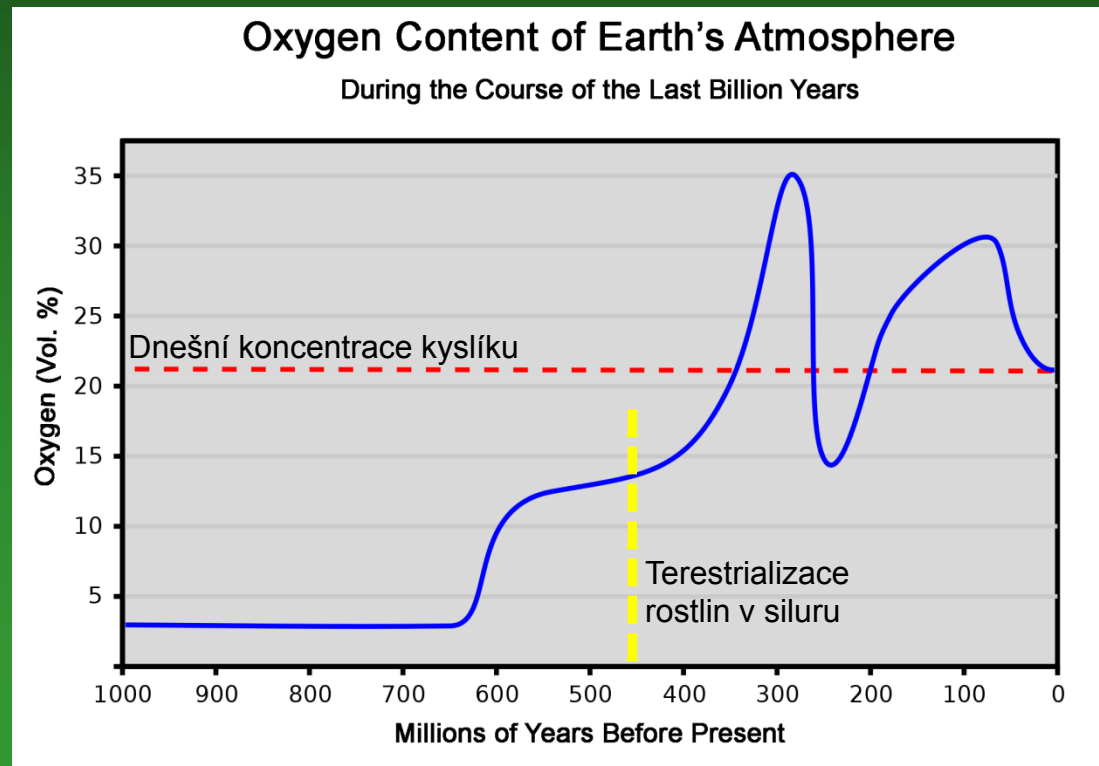
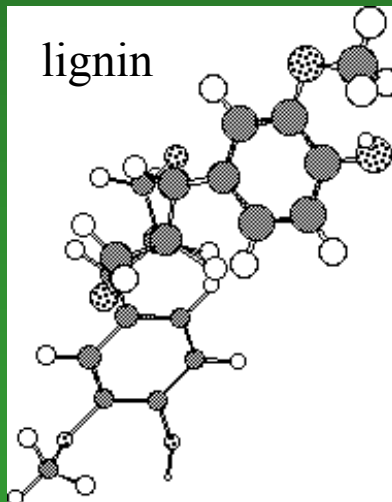


# Podmínky terestrializace

## (1) Dosažení vyšší koncentrace atmosférického O<sub>2</sub>

Umožnilo to biosyntézu ligninu – základního prvku oporných a vodivých pletiv rostlin

Kyslík vytvořily fotosyntézou sinice

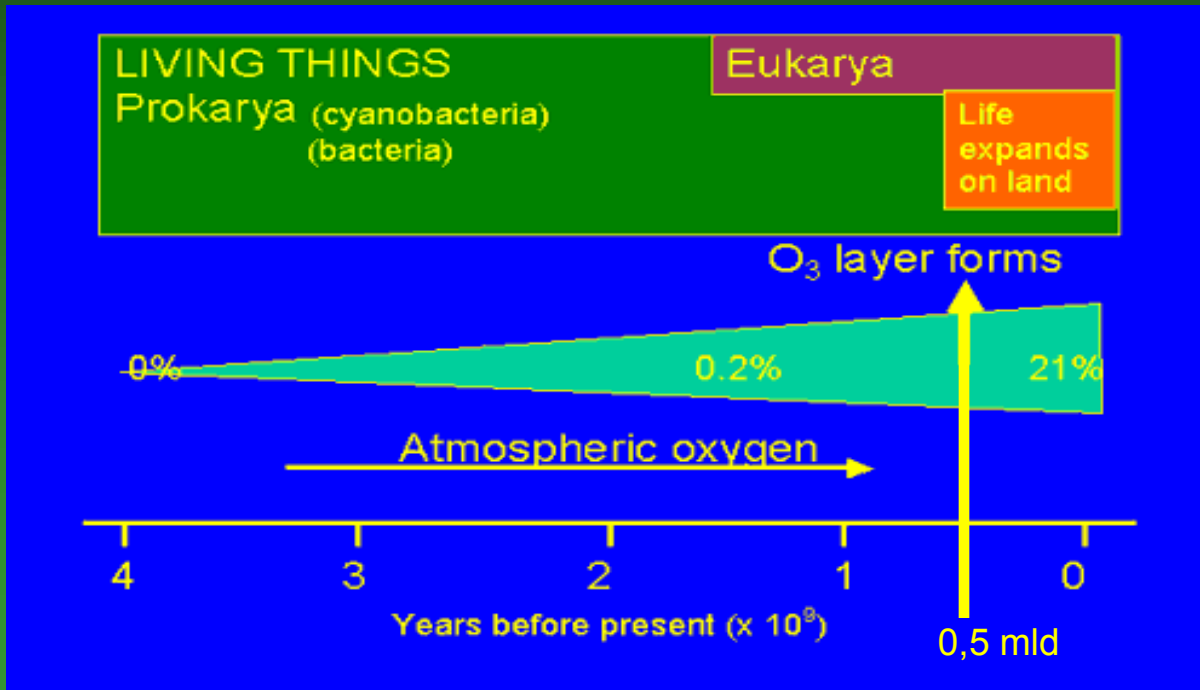
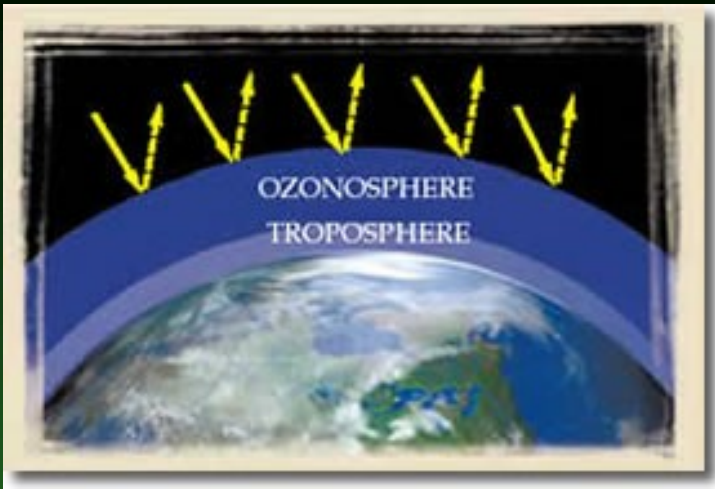




# Podmínky terestrializace

## (2) vytvoření ozónové vrstvy jako ochrany před ultrafialovým zářením

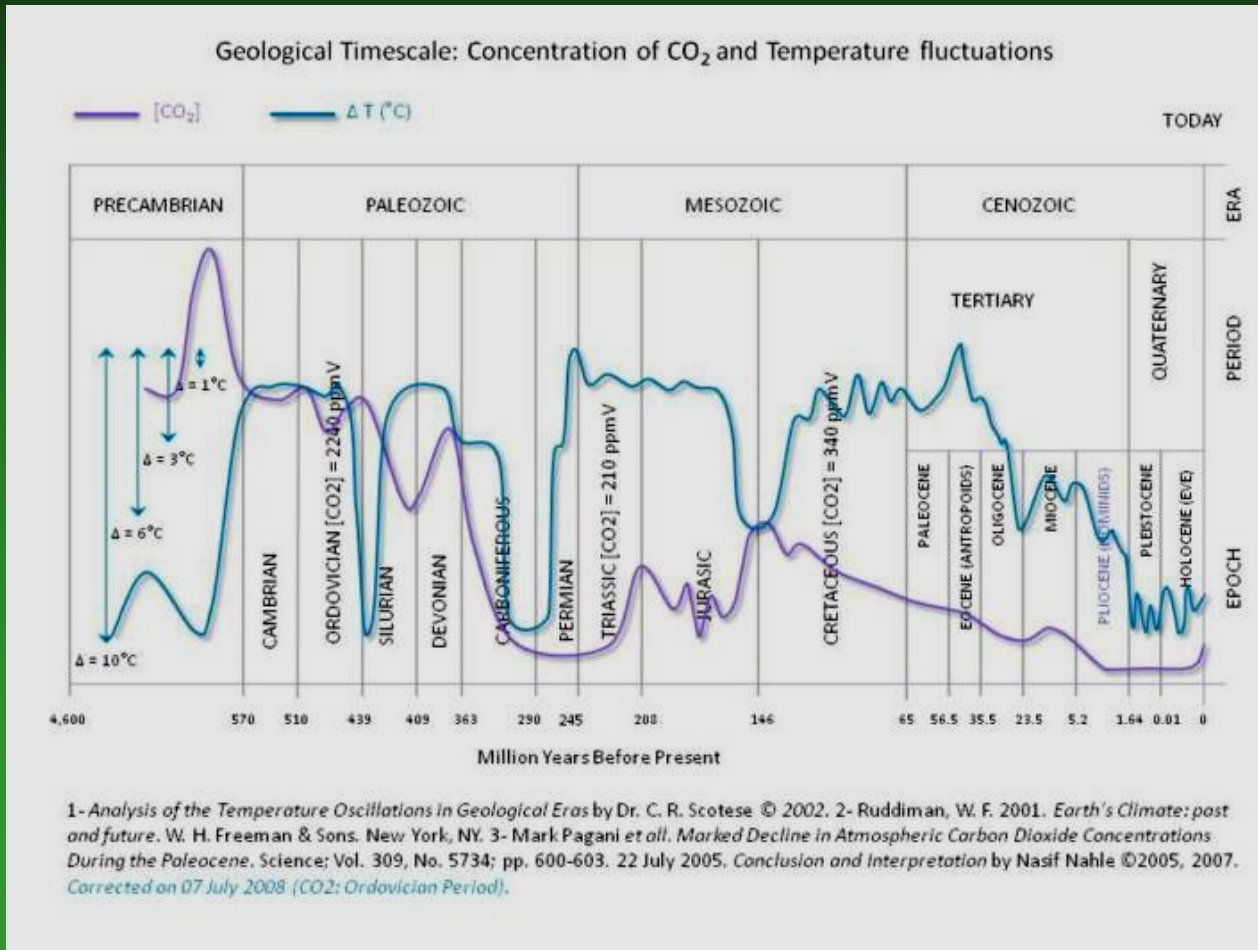
Ozón vznikl z  $O_2$  elektrickými výboji v atmosféře při bouřích



# Podmínky terestrializace

(3) Růst koncentrace atmosférického CO<sub>2</sub>  
=> vznik půd činností mikroorganismů

V kambriu až siluru bylo CO<sub>2</sub> 18x víc než dnes !



- (i) Větší fotosyntéza = víc biomasy = víc živin po jejím rozkladu
- (ii) Kyselejší déšť = intenzivnější oxidace hornin
- (iii) Experimentálně prokázán vztah mezi aktivitou půdních organismů a vyšším CO<sub>2</sub>, při jejich vyšší aktivitě – víc vody do půdy

# Podmínky terestrializace

## (4) Vlhké klima

vysoká koncentrace atmosférického CO<sub>2</sub> podmiňovala teplé klima; avšak na J pólu byl tehdy kontinent Gondwana



V okolí jižního polárního ledovce bylo mezi vlhkým a horkým pobřežím a chladným vnitrozemím Gondwany zřejmě monzunové klima

Dostatek srážek podporoval půdotvorbu a poskytoval vlhkost = ideální klima pro terestrializaci

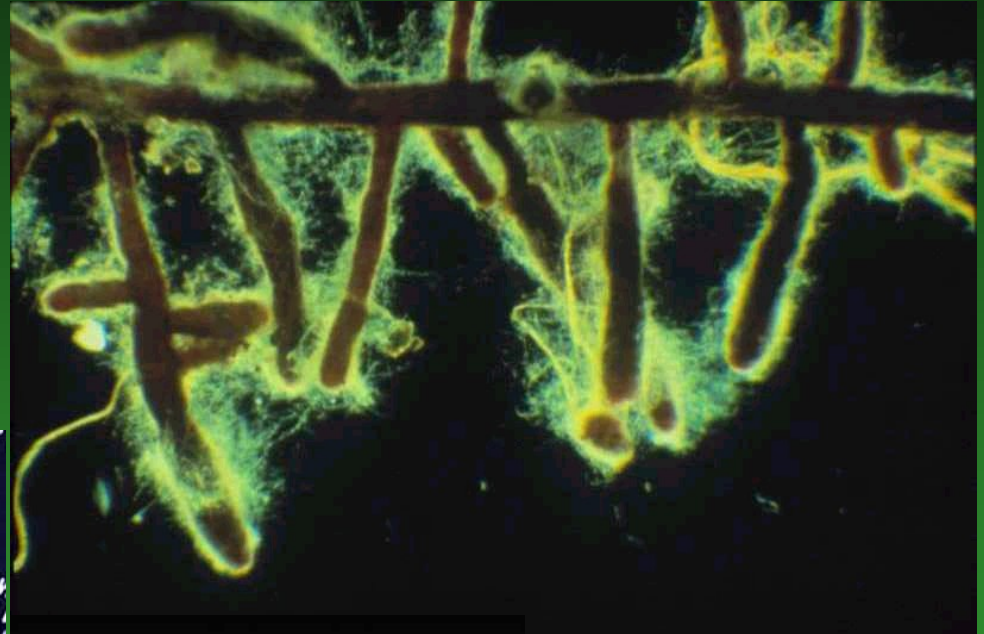


# Podmínky terestrializace

## (5) Mykorrhiza ???

symbióza zelených řas a některých akvatických hub, snad oomycet mohla spustit terestrializaci (houba pomáhá rostlině k živinám na souši)

Taky lichenická forma symbiózy mohla přispět k půdotvorbě a tím také k terestrializaci



Fosilie permských lišejníků



Recentní lišejník

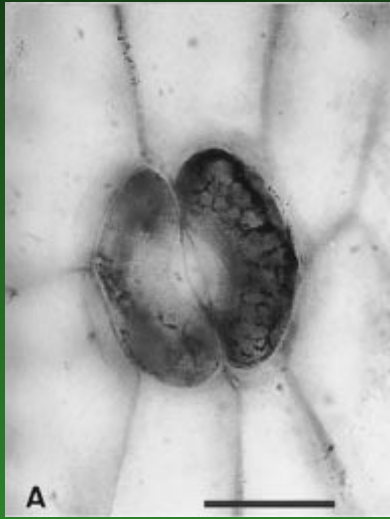
První lišejníky již v permu před 400 mil. lety

# Podmínky terrestrializace

## (6) polyploidie / genomová expanze ???

Aglaophyton

Horneophyton



50 μm

Crassula



Umožnil vysoký obsah CO<sub>2</sub> tolerovat velké průduchy jinak nevýhodné a tím velikost buněk poskytla prostor pro výraznou polyploidizaci nebo aktivitu retrotranspozonů ???

# Kdy došlo k terestrializaci ?

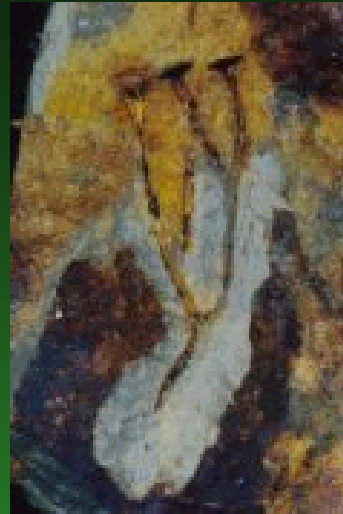


# Kdy došlo k terestrializaci ?

Nejstarší makrofosílie vyšších  
rostlin – ryniofytní rostlina

*Cooksonia* –  
rozhraní střední - svrchní silur:

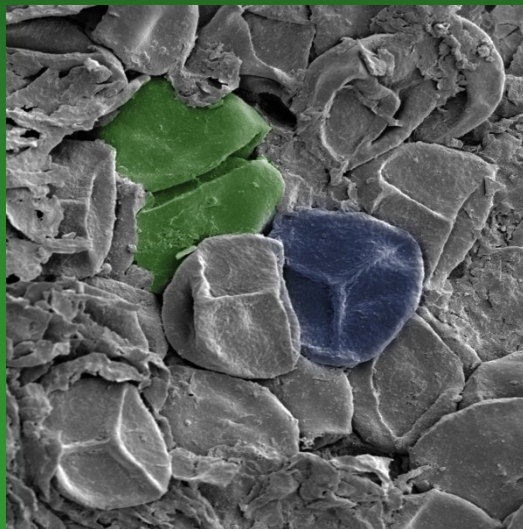
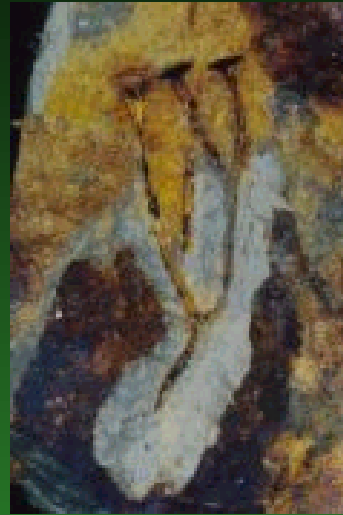
**428 miliónů let**



# Kdy došlo k terestrializaci ?

**Nejstarší makrofosílie** vyšších rostlin – ryniofytní rostlina *Cooksonia* – rozhraní střední - svrchní silur:

**428 miliónů let**



**Nejstarší mikrofosílie** vyšších rostlin = tetrádní spóry z rozhraní spodní - svrchní ordovik:

**470 miliónů let**



A late Silurian sporangium. **Green:** A spore tetrad. **Blue:** A spore bearing a trilete mark – the Y-shaped scar. The spores are about 30-35  $\mu\text{m}$  across

# Kolonizace souše rostlinami

aneb

1. Co rostliny přechodem na souš získaly?
2. Jak se vyrovnaly s tím, co oproti vodním prostředí ztratily?



# Co rostliny přechodem na souš získaly?

(1) přístup ke světlu

(2) přístup k efektivnímu využití CO<sub>2</sub>

(3) větší diverzitu prostředí a opylovačů (ale i herbivorů a parazitů)

# Co rostliny přechodem na souš ztratily?

(1) Ztratily oporu zajišťovanou vodním prostředím; tím byly vystaveny vlivům gravitace, větru, váze dešťové vody, sněhu, námraze ...





# Co rostliny přechodem na souš ztratily?

(2) Byly vystaveny vysychání



(3) Nemohly přijímat živiny celým povrchem těla



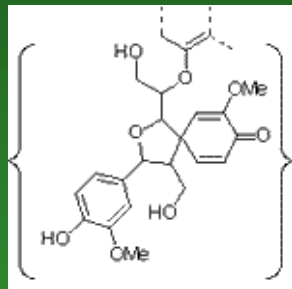
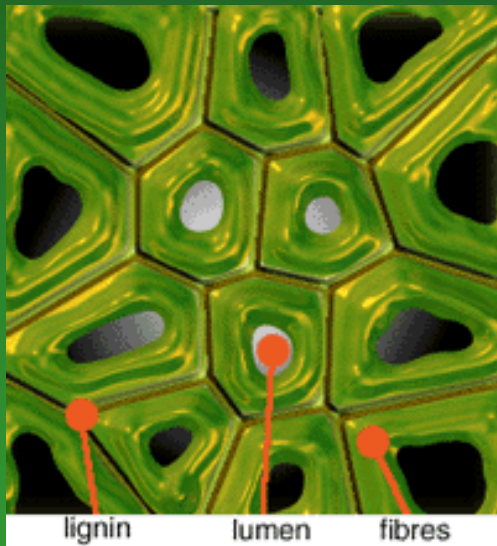


# Jak se rostliny s podmínkami souše vyrovnaly?

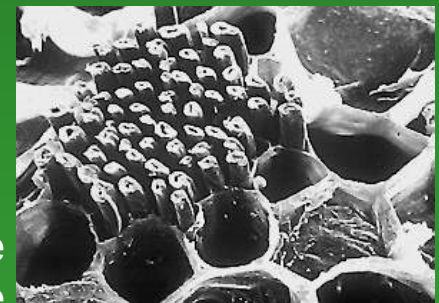
(1) Odolnost proti gravitaci, větru, sněhu, námraze, býložravci

## Zvýšení konstrukční pevnosti

(1a) **lignin** a jeho depozice v buněčných stěnách = tvorba oporných a ochranných struktur



Strukturní jednotka ligninu



Sklerenchymatické provazce v listu bromélie

Tyto tvoří podstatně jak stěnu živých buněk, tak „kostru“ odumřelých pletiv

# Jak se rostliny s podmínkami souše vyrovnaly?

(1) Odolnost proti gravitaci, větru, sněhu, námraze,

(1b) fixace rostliny pomocí kořene, oddenku či úponků.



# Jak se rostliny s podmínkami souše vyrovnaly

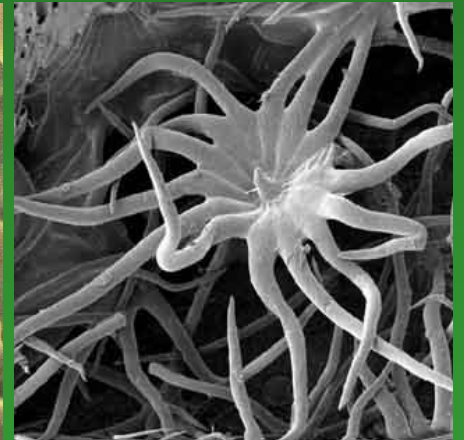
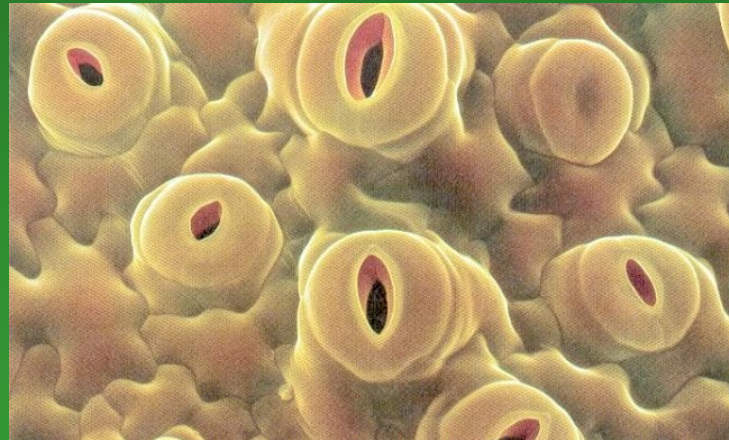
(2) ochrana před vysycháním způsobeným kontaktem rostliny se vzduchem.

Zajišťují ji:

(2a) kutikula (voskové biopolymery) a její deriváty (voskové šupiny)

(2b) regulovatelný dýchací aparát průduchy  $\text{CO}_2 / \text{O}_2$

(2c) ochranné oděnění - trichomy



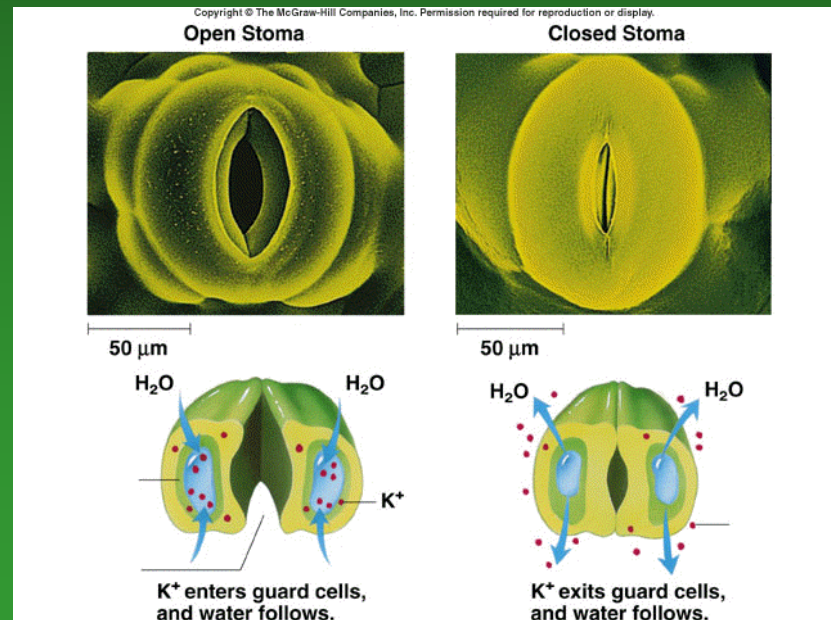


# Jak se rostliny s podmínkami souše vyrovnaly

## (2) ochrana před vysycháním

## Průduchy:

nekomunikují s okolními buňkami přes plasmodesmy,  
mají chloroplasty, zbytek pokožky nezelený  
otvírání a zavírání pomocí turgoru  
mechanismem protonové pumpy  $K^+$  iontů

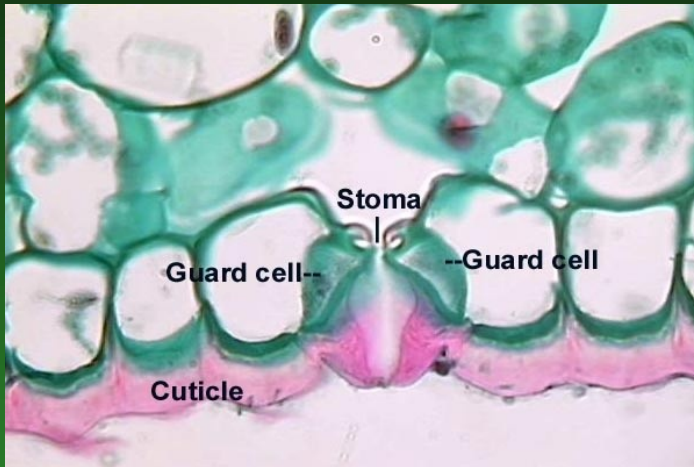


# Jak se rostliny s podmínkami souše vyrovnaly

## (2) ochrana před vysycháním

### Kutikula

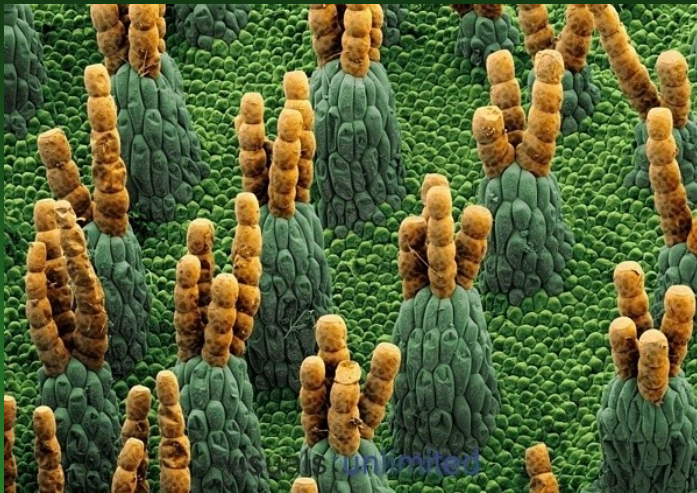
tenká vosková blanka bránící výparu z pokožkových buněk.  
jsou v ní otvory nad průduchovou štěrbinou.



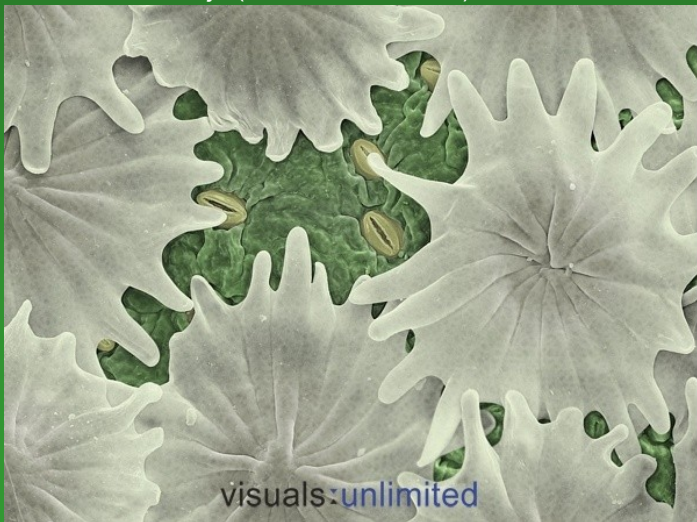


# Jak se rostliny s podmínkami souše vyrovnaly

(2) ochrana před vysycháním **Trichomy** vytvářející vyšší vrstvu nepohyblivého vzduchu „boundary layer“ nad průduchy = adaptace snižující výpar



Povrch listu šalvěje (*Salvia*, *Lamiaceae*)



Povrch listu olivy (*Olea*, *Oleaceae*)



Povrch listu epifytické rostliny *Tillandsia* (*Bromeliaceae*)



# Kutikula a průduchy jedle, dubu, opuncie, brukve a přesličky





# Jak se rostliny s podmínkami souše vyrovnaly

## (2) ochrana před vysycháním

Gametangií chrání proti suchu:

(2d) obal z alespoň **jedné vrstvy buněk**, které se na tvorbě gamet ani na procesu oplození neúčastní – obal gametangií je homologický s epidermis;



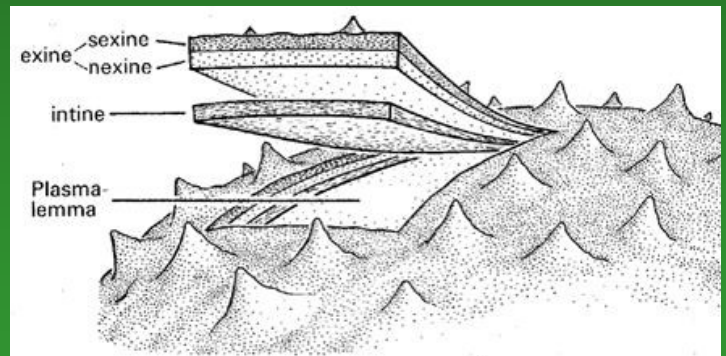
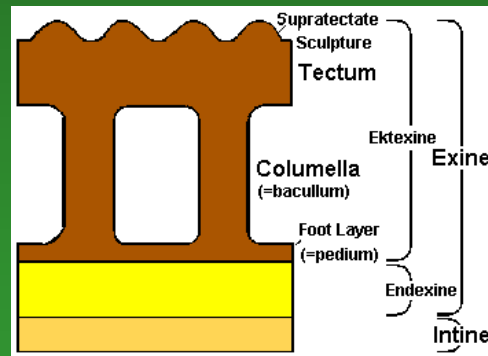
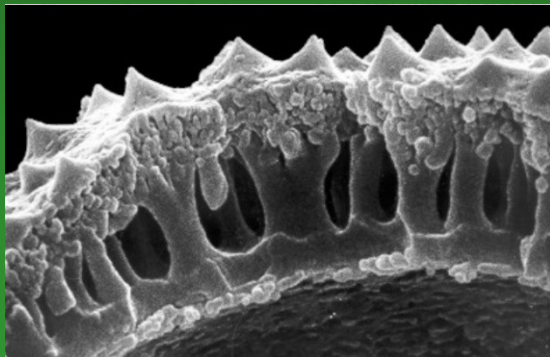
# Jak se rostliny s podmínkami souše vyrovnaly

## (2) ochrana před vysycháním

proti suchu **rezistentní spóry / pyl** s dvouvrstevnou stěnou

rezistentní vnější stěna – exina u pylu / exospor u spór –  
impregnovaná sporopolleninem

vnitřní sěna – intina u pylu / endospor u spór – celulóza +  
hemicelulóza + kalóza



U řas je sporopollenin vzácně např. u rodů *Phycopeltis* nebo *Chlorella*



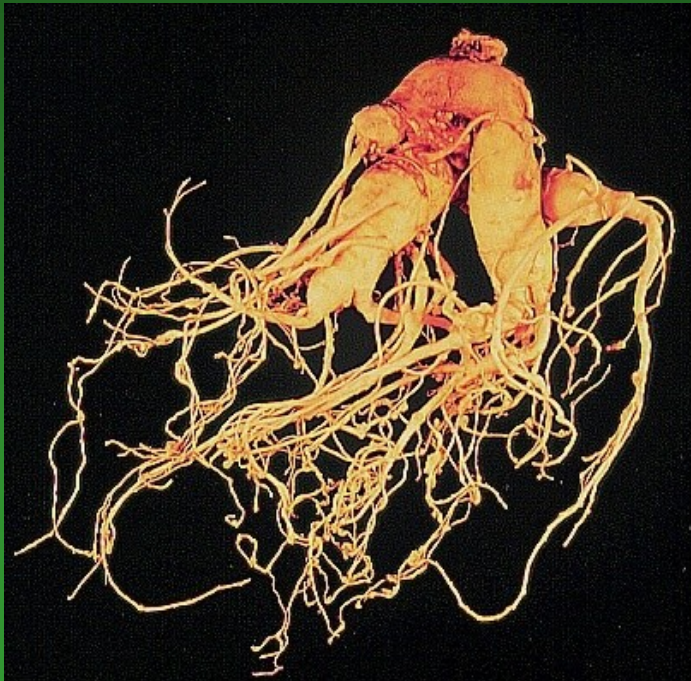
# Jak se rostliny s podmínkami souše vyrovnaly

(3) nutnost transportu látek přijímaných dále ve formě vodního roztoku z půdy

zajišťují

(3a) kořeny a kořenové vlášení (nemají kutikulu) popř. rhizoidy

(3b) vodivá pletiva



xylem - tracheida      intercelulára      xylem - trachea



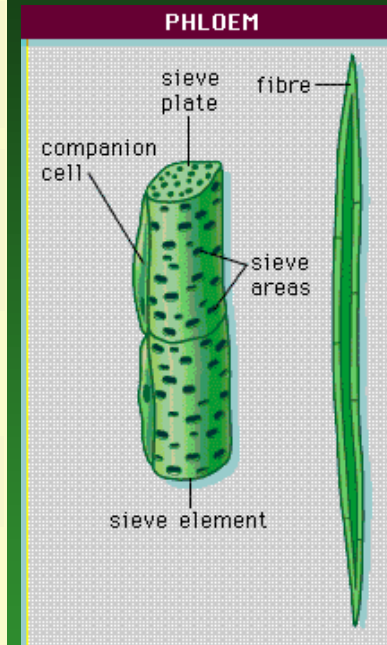
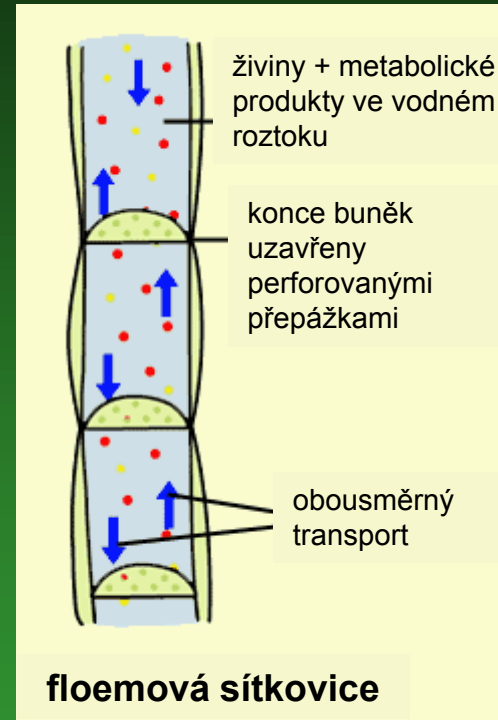
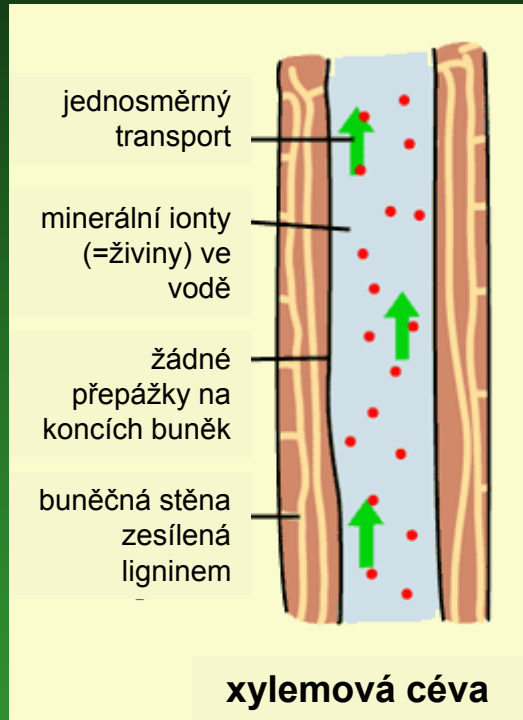
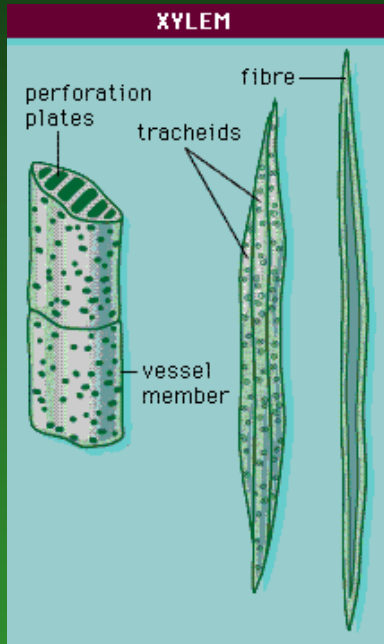
sklerenchym

floem

# Části cévních svazků:

## dřevní

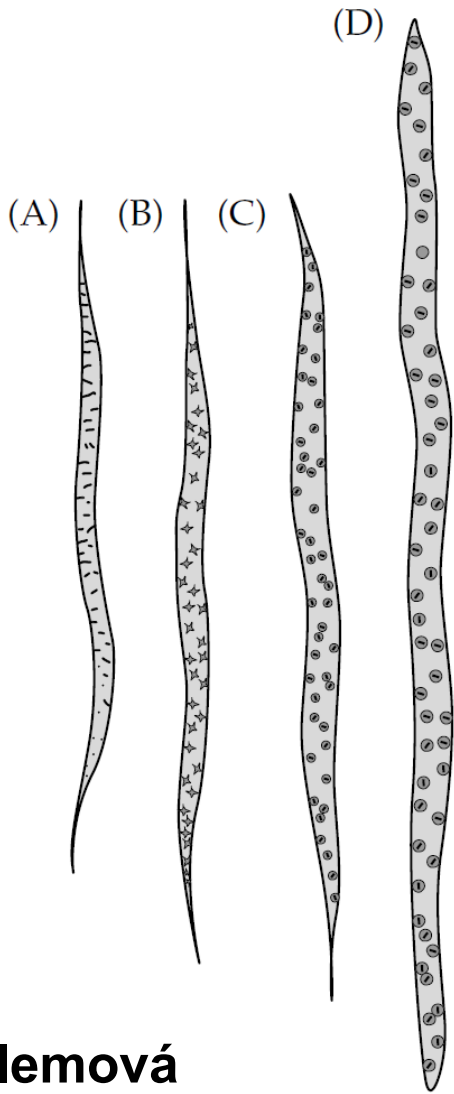
## lýková



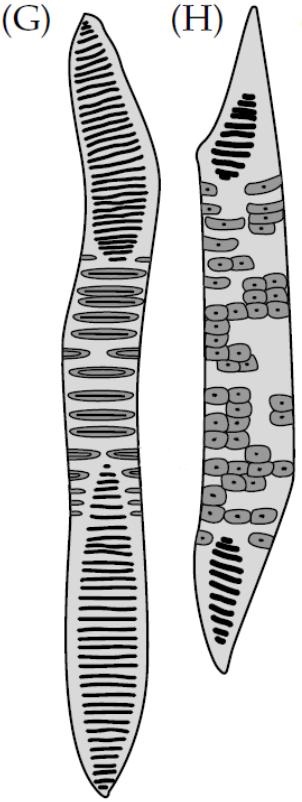
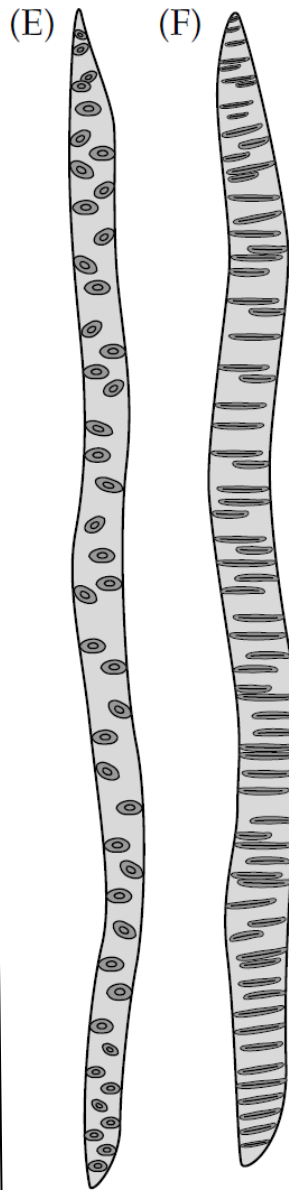
## xylem

## floem

**Xylemová  
sklerenchymatická  
vlákna**

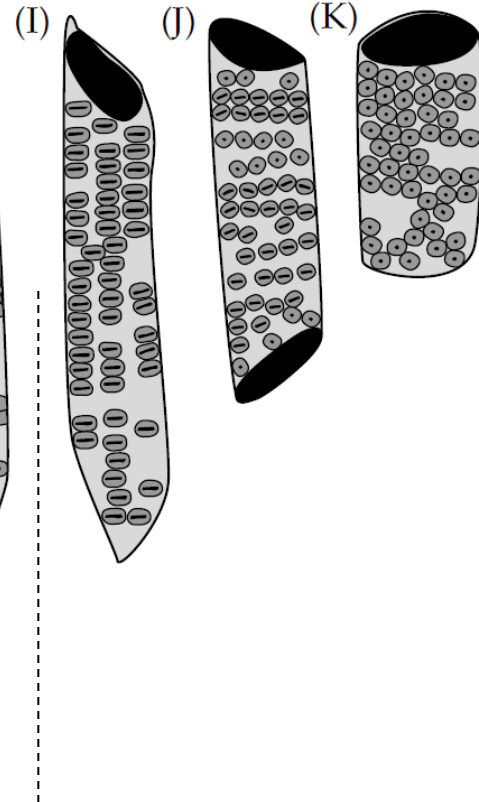


## Tracheidy



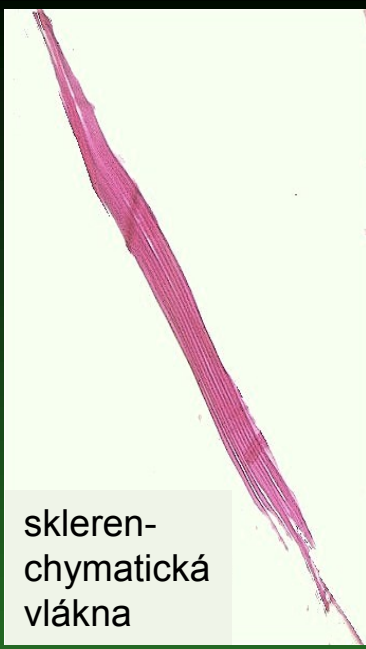
**schodovitě  
perforované**

## Tracheje



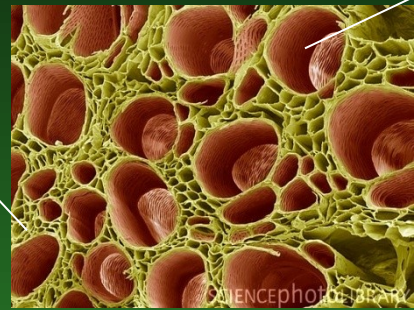
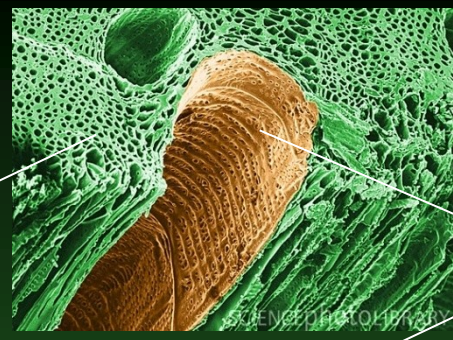
**široké s  
jednoduchou  
perforací**



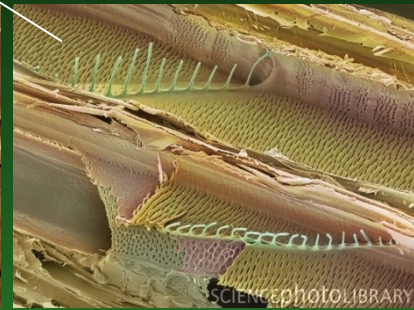
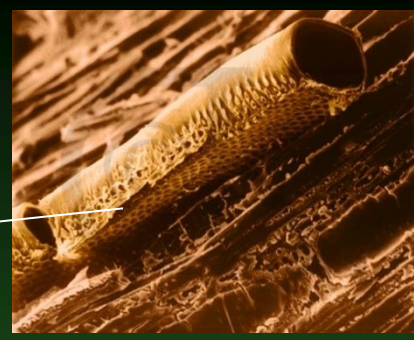


sklerenchymatická vlákna

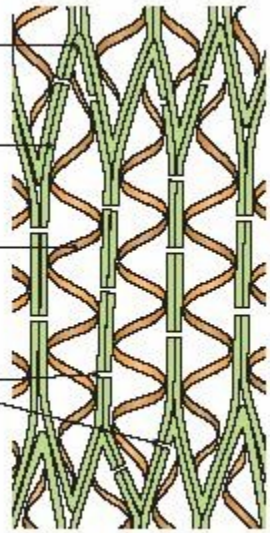
tracheidy



tracheje

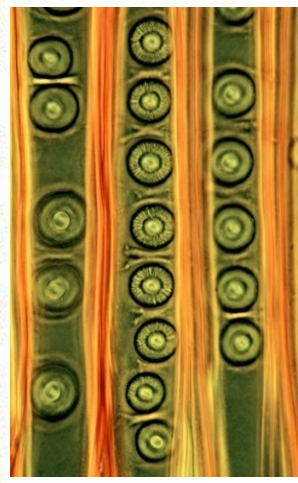


- zúžený uzavřený konec
- buněčná stěna
- spirální ligninové výztuhy
- otvory

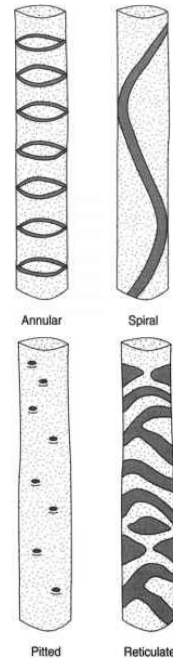


Tracheidy

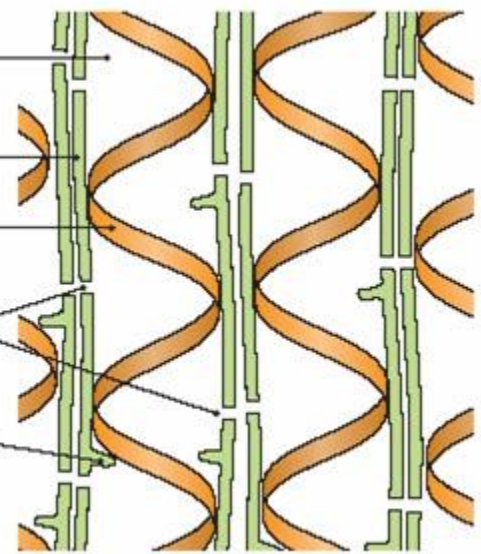
různé typy ligninových výztuh



tracheidy s dvůrkatými otvory u borovice



- prázdná dutina
- buněčná stěna
- spirální ligninové výztuhy
- otvory
- zbytky buněčných stěn před jejich rozrušením

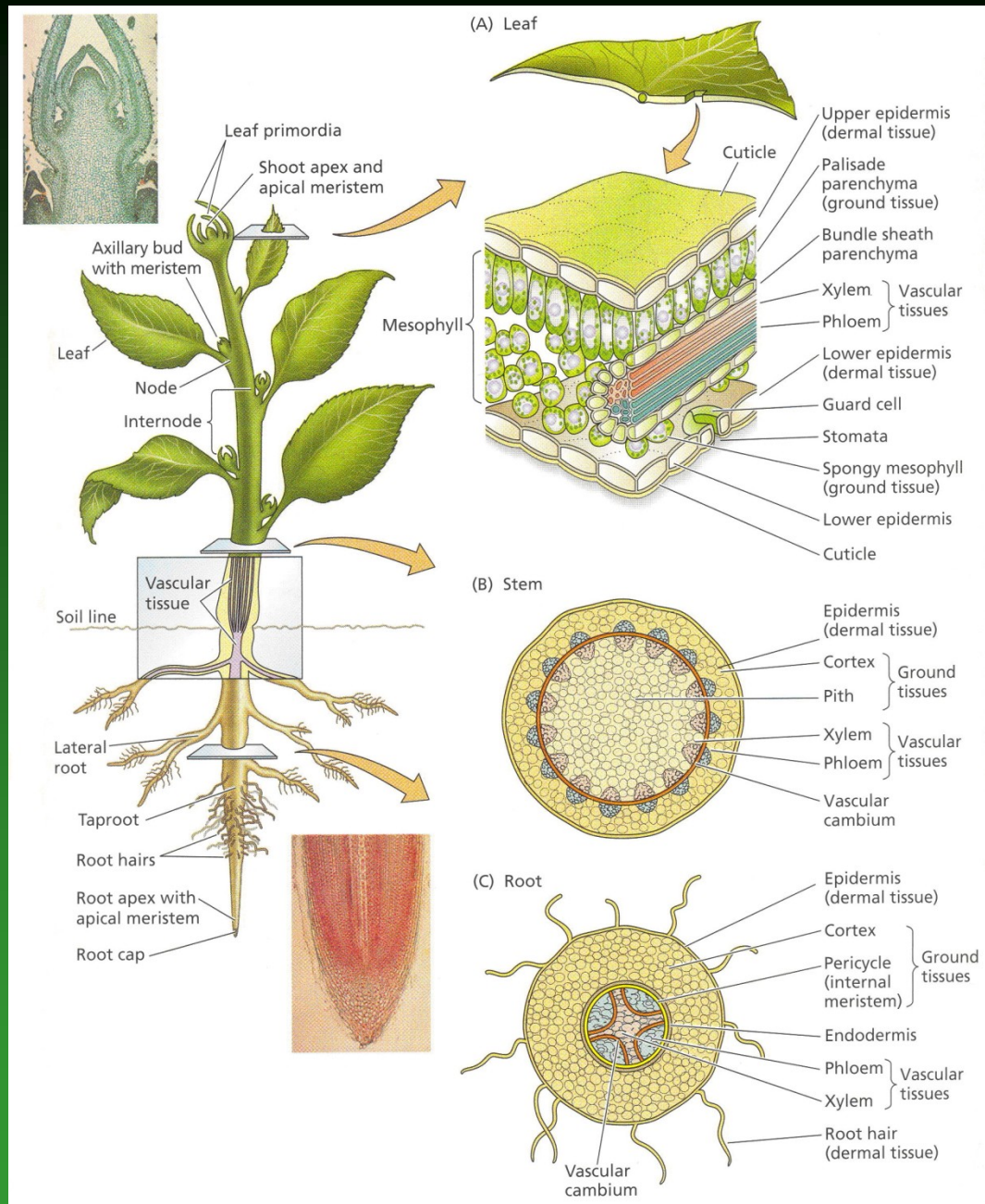


Tracheje

Terrestrializace vedla k evoluci složitějších pletiv a orgánů, tvořících tělo (cormus) cévnatých rostlin se 3 základními orgány:

1. kořen,
2. stonek,
3. listy,

Vyšší rostliny jsou proto někdy nazývány *Cormophyta*





# Vztah mezi velikostí a vnitřní stavbou (popř. prostředím)

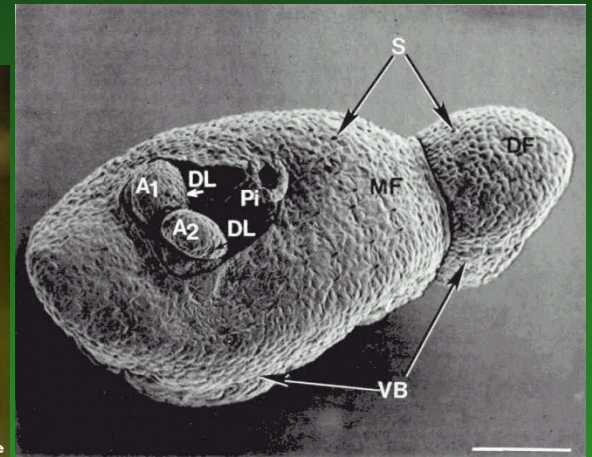
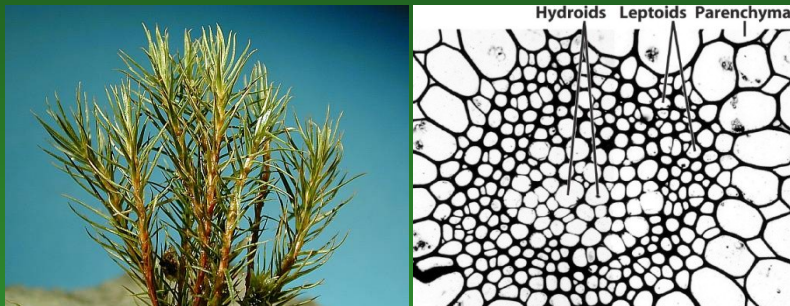
## bezcévné rostliny

versus

## cévnaté rostliny

Vzrůstem drobné mechy ve vlhkém prostředí „nepotřebují“ složitější anatomii. Avšak čím jsou větší, tím je jejich jinak jednoduchá anatomická stavba složitější.

Plavuně, kapradorosty a semenné rostliny při svých větších rozměrech složitější vnitřní stavbu potřebují. Ve vodním prostředí však mohou velikost zmenšit a jejich vnitřní stavba se může zjednodušit.



U největších bezcévných rostlin ploníků (čeled' *Polytrichaceae*) se vyvinuly téměř dokonalé cévní svazky s „xylemovou“ částí, tvořenou hydroidami a „floemovou“ částí, tvořenou leptoidami.

U nejmenších cévnatých rostlin okřehků (čeled' *Araceae*) umožnilo vodní prostředí jejich zmenšení, redukci počtu kořenů; nejmenší z nich *Wolffia microscopica* je tvořen v nekvetoucím stavu polokulovitými 1,5 mm bezkořennými tělísky téměř stecenného pletiva bez cévních svazků.



# Rodozměna

**Gametofyt = haploidní a pohlavní fáze rodozměny**

Finální produkt = pohlavní buňky (gamety), vznikající v pohlavních orgánech (gametangiích):

v archeconiích      1 vaječná buňka (oosféra)

v antheridiích      mnoho obrvených spermatozoidů nebo nepohyblivé spermatické buňky

2. Jádra buněk gametofytu mají proti sporofytu poloviční obsah DNA v jádře, jsou haploidní ( $n$ ).

# Rodozměna

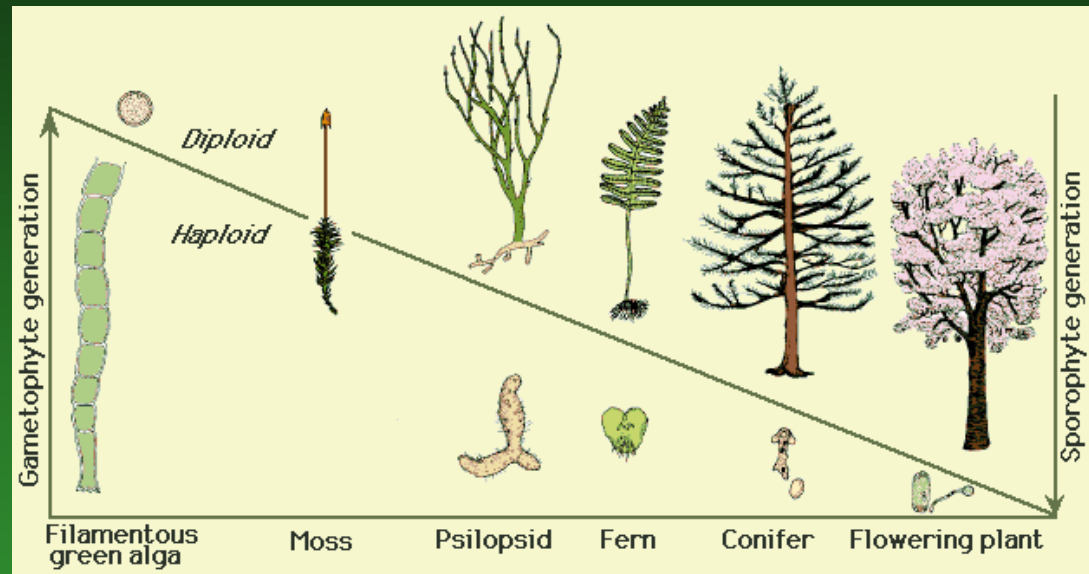
**Sporofyt = diploidní a nepohlavní rodozměny**

1. Finálním produktem spory (u výtrusných vyšších rostlin) nebo vajíčka a pyl (u semenných vyšších rostlin).
2. Protože sporofyt vyrůstá ze zygoty, tj. buňky vzniklé splynutím haploidních gamet odlišného pohlaví, je fází diploidní ( $2n$ ), má oproti gametofytu dvojnásobný obsah jaderné DNA.

Diploidní sporofyt ve sporangiích (výtrusnicích) produkuje haploidní spóry, jejichž vznik je provázen redukčním dělením (meiosou), čímž se ve finále úroveň vrací zpět k haploidnímu stavu a kruh rodozměny se uzavírá.

# Rodozměna

Podíl sporofytu v rodozměně u odvozenějších linií roste, zatímco podíl gametofytu klesá



I nejvíce redukovaný gametofyt u krytosemenných rostlin je tvořen více buňkami!

Dnes všeobecně akceptovaná antithetická (interpolační) teorie = ancestor vyšších rostlin po vzniku diploidní zygoty podstoupil meiozu. Dříve se myslelo, ancestor vyšších rostlin měl sporofyt a gametofyt rvnozně v životním cyklu zastoupený (= teorie homothetická, čili transformační) – jejím zastáncem byl i tvůrce telomové teorie Walter Zimmermann a u nás se podle ní učilo ještě před 20 lety.



## Spóra vers. semeno

Obojí jsou to větší či menší tělíska tvořící klidové stadium rostlin, umožňující přežívání rostlin v nepříznivých obdobích sezóny a zároveň jsou efektivním prostředkem šíření rostlin v prostoru.



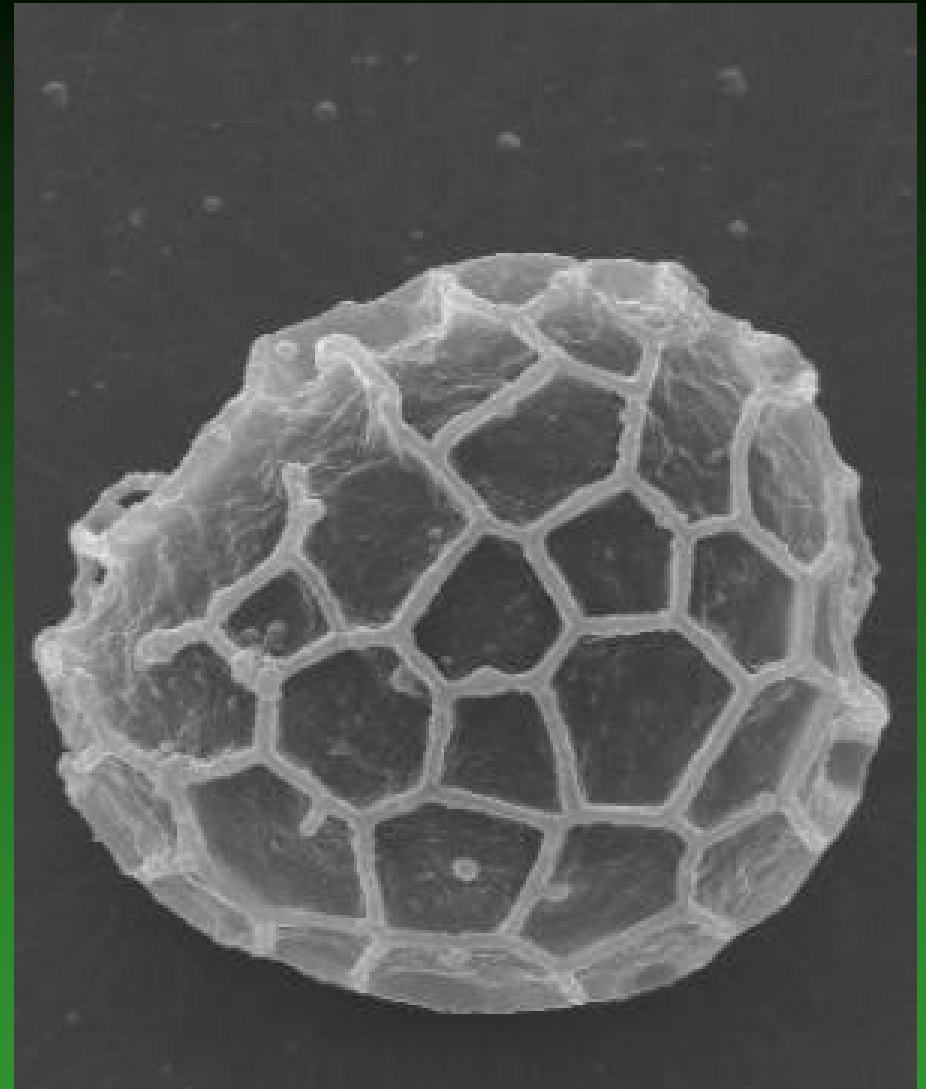
# Spóra čili výtrus

jednobuněčné rozmnožovací tělísko

vzniklé meiotickým dělením v zárodečné vrstvě sporangia

Recentními výtrusnými vyššími rostlinami jsou

1. mechorosty *Marchantiophyta*  
*Bryophyta*  
*Anthoceroophyta*
2. plavuně *Lycopodiophyta*
3. kaprad'orosty *Monilophyta*



spóra *Lycopodium clavatum*

Spóry vyšších rostlin jsou uzpůsobeny k šíření vzduchem = mají povrch impregnován sporopoleninem (tím se liší od spór řas).

# Semeno

mnohobuněčný rozmnožovací orgán

vzniklý z oplozeného vajíčka

na povrchu má osemení (testa)

uvnitř má živná pletiva (perisperm popř. endosperm) a zárodek (embryo).

Recentními semennými rostlinami jsou

4. nahosemenné a

5. krytosemenné.

