



Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin

Mechorosty

výtah z přednášek prof. Petra Bureše, drobné úpravy P. Šmarda 2023



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Mechorosty

hlevíky



Hornworts

játrovky



Liverworts

mechy



Mosses

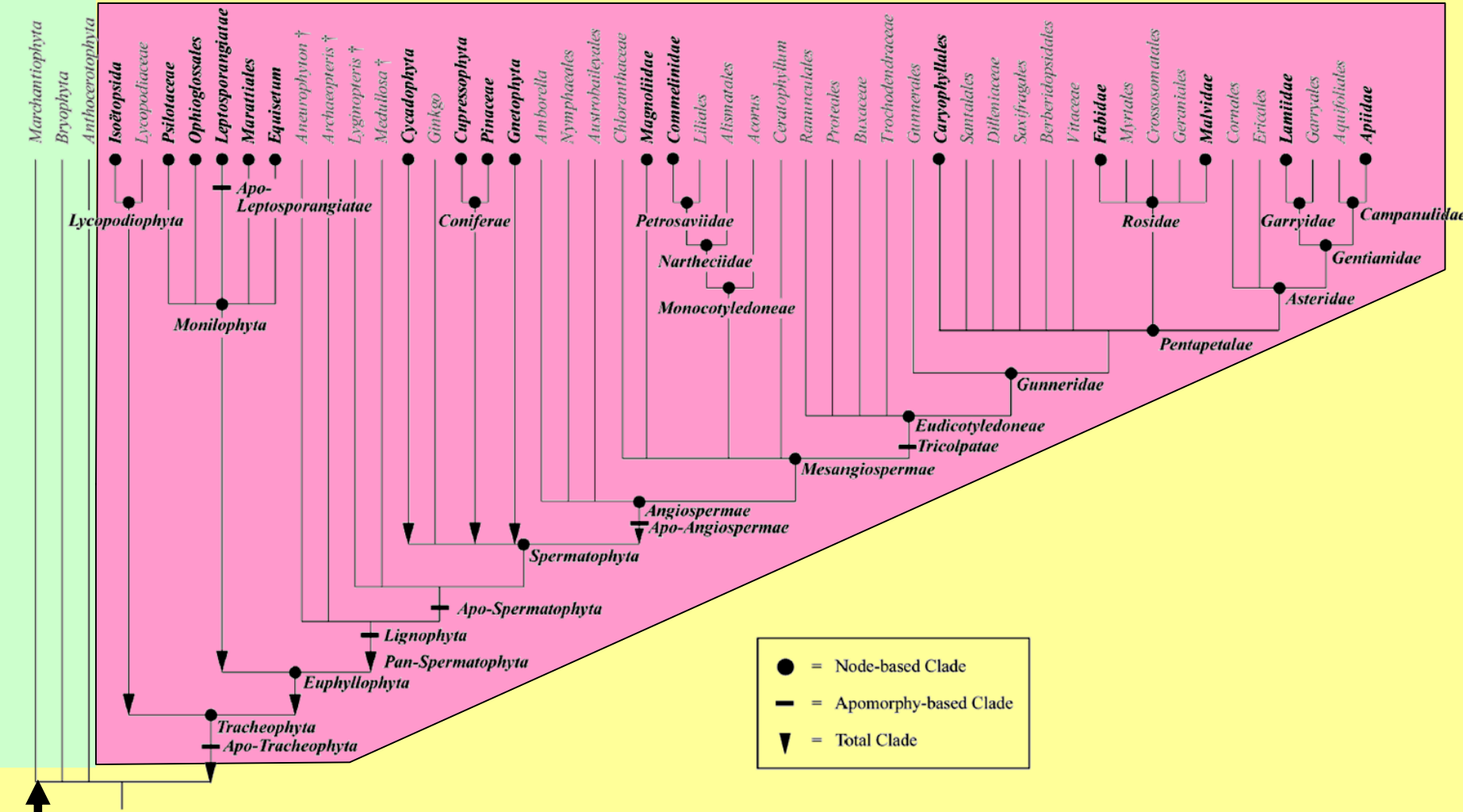
3 oddělení

játrovky (*Marchantiophyta*)

hlevíky (*Anthoceroophyta*)

mechy (*Bryophyta*)

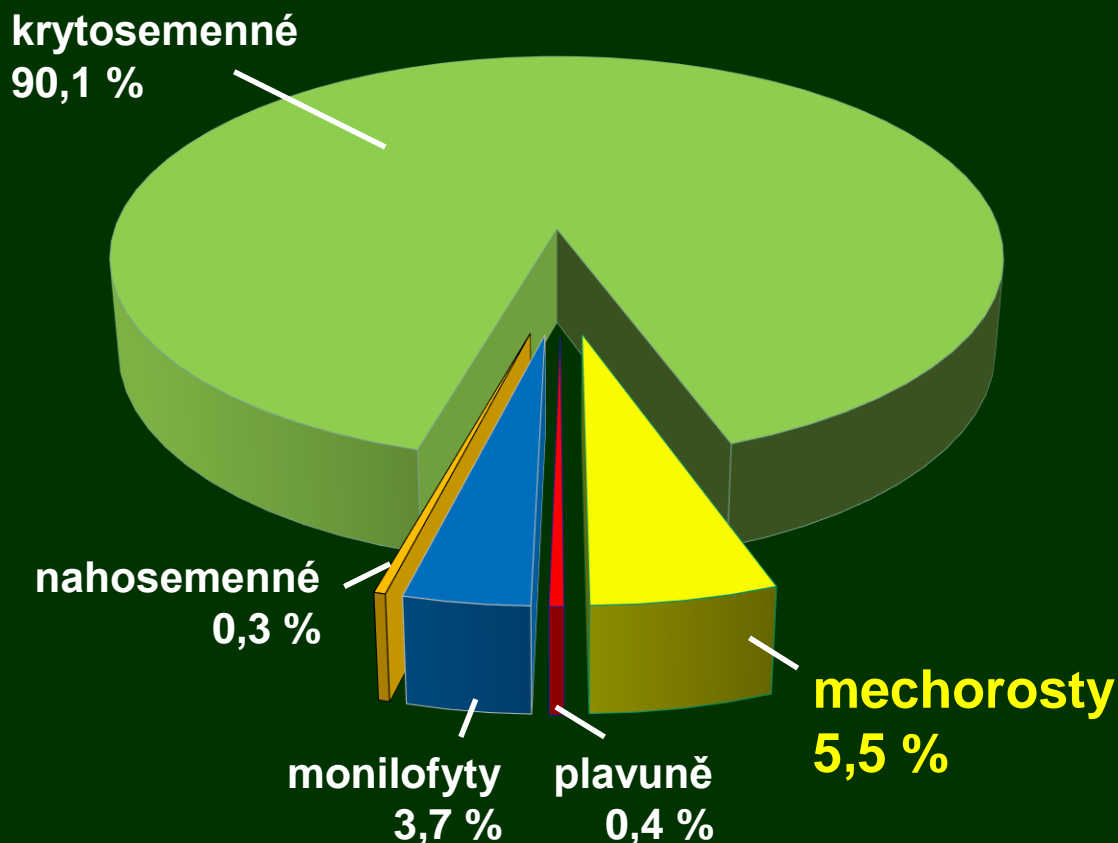
Tři samostatné větve v sesterské pozici ke zbytku vyšších rostlin



470 miliónů let

Druhová diverzita mechorostů – v kontextu ostatních linií vyšších rostlin = 16 240 druhů (~ 5,5 %)

Podíl mechorostů na druhové diverzitě vyšších rostlin

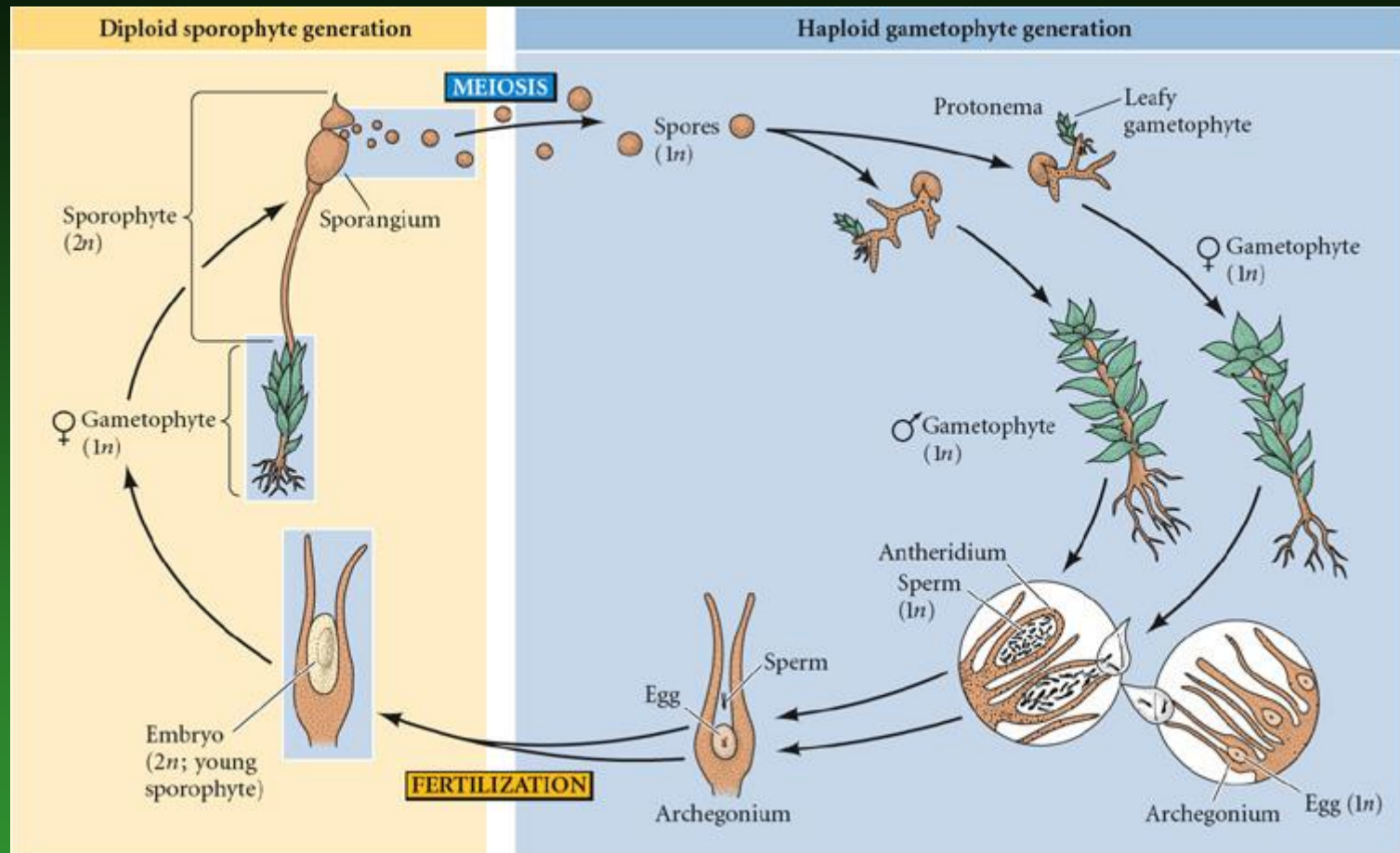


Počty popsáných druhů

mechorosty	16 240
plavuně	1 260
monilofyty	11 000
nahosemenné	1 020
krytosemenné	268 600



Rozmnožování heteromorfní - gametofyt převládá



–Gametofyt: zelený, existenčně samostatný, žije dlouhou dobu, diferencuje se z jediné terminální buňky, ne z meristému

–Přibližně 70 % játrovek, 60 % mechů a 40 % hlevíků je dvoudomých

Gametofyt mechorostů

několik mm až několik cm

max. ~50 cm – ploník; až 1 m JV-asijská *Dawsonia superba*



Lepidozia sp.



1
mm

Buxbaumia aphylla

Gametofyt mechorostů

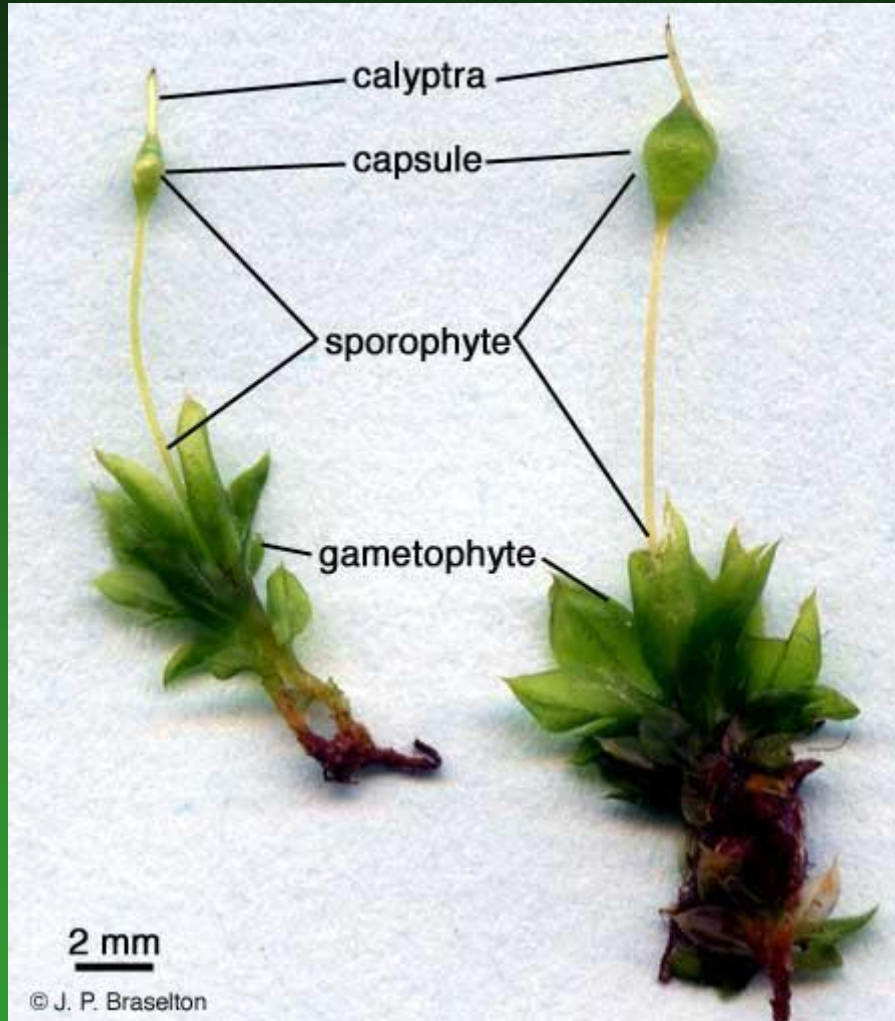


Anatomickou jednoduchost kompenzují pospolitým růstem, při němž se vzájemně podpírají a brání se vysychání

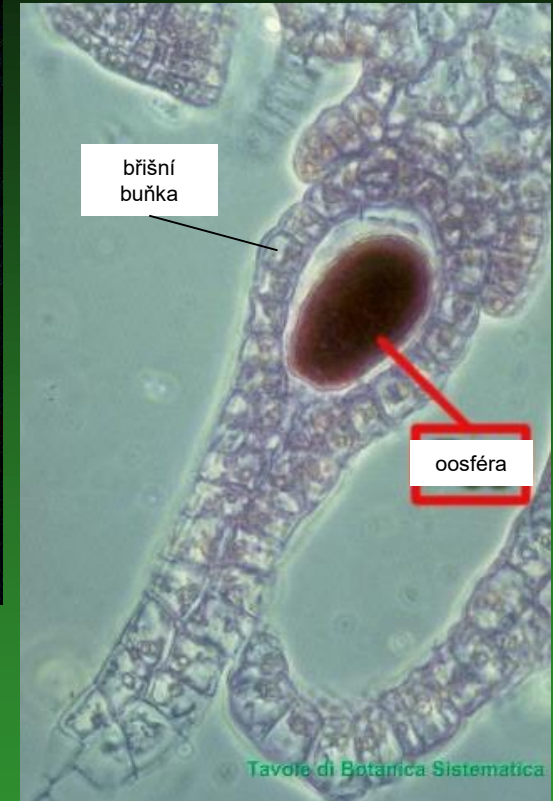
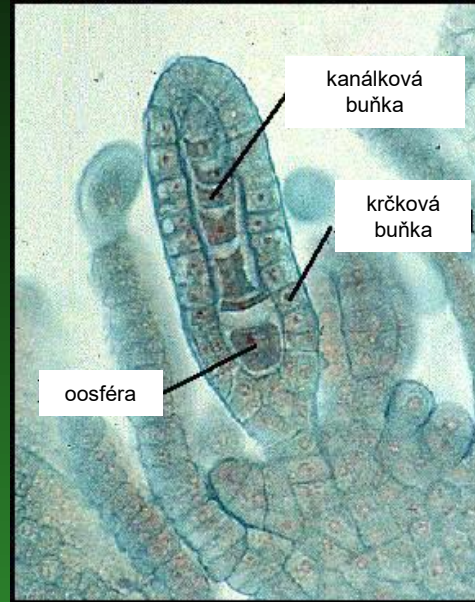
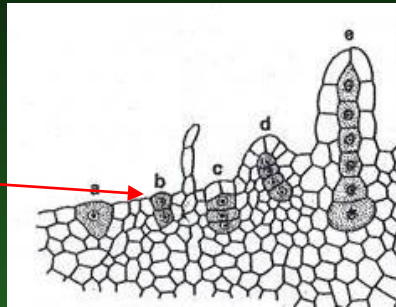
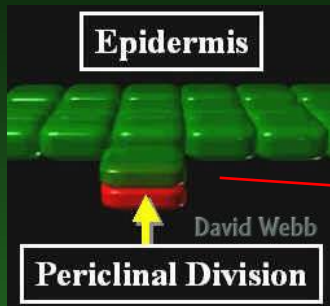
Sporofyt mechorostů

nevětvený s 1 sporangiem,

nezelený, výživou na gametofytu závislý – hotové fotosyntetické metabolity dostává transportním pletivem = placentou



Archegonia (zárodečníky) - vznikají z 1 iniciální pokožkové buňky periklinálním dělením (stejně jako u dalších rostlin)

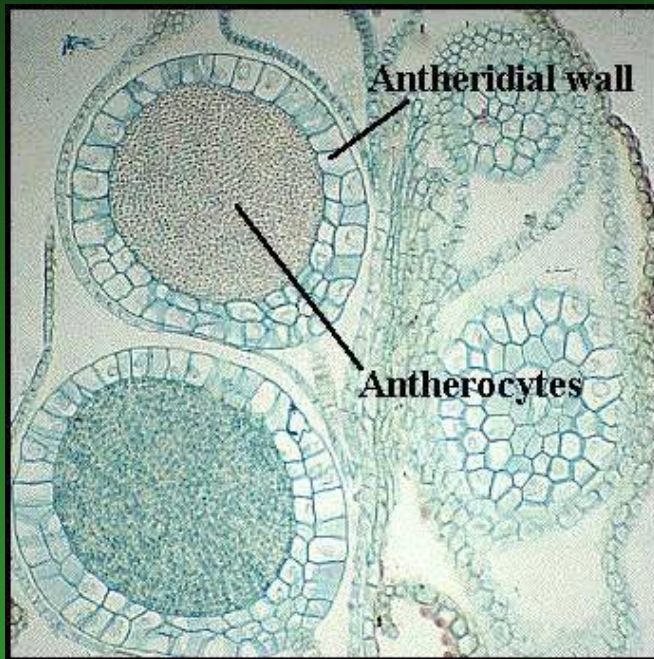


- lahvicovitého tvaru
- s 1 oosférou,
- jednovrstevný obal
- s buňkami
 - kanálkovými
 - krčkovými
 - břišními

Obal gametangií je terestrializací podmíněnou adaptací – mechorosty ji sdílejí s ostatními vyššími rostlinami, které mají archegonia stejné stavby

Antheridia (pelatky) – kulovitá nebo elipsoidní,

- stopkatá nebo ponořená
- tvoří mnoho **spermatozoidů**



Za deště či rosy buňky obalu antheridia zeslizovají – spermatozoidy vyplaveny ven

Pohyb spermatozoidů

- bičíky a rotací těla **v tenkém vodním filmu** vytvořeném deštěm nebo kondenzací vody na povrchu mechorostů
- k archegoniu lákány chemicky



*Bazzania
trilobata*

Mobilita omezená (několik cm), ulehčují to dešťové kapky nebo chvostoskoci (entomogamie jako u krytosemenných)

V životním cyklu mechorosty odkázány na vodu: vyhledávají proto vlhké prostředí



Mechorosty rostou na vlhké obnažené půdě



... v přízemním (mechovém) patru luční vegetace



... na vlhkých skalách



... v lesích, na pařezech a kmenech stromů



Splachnum





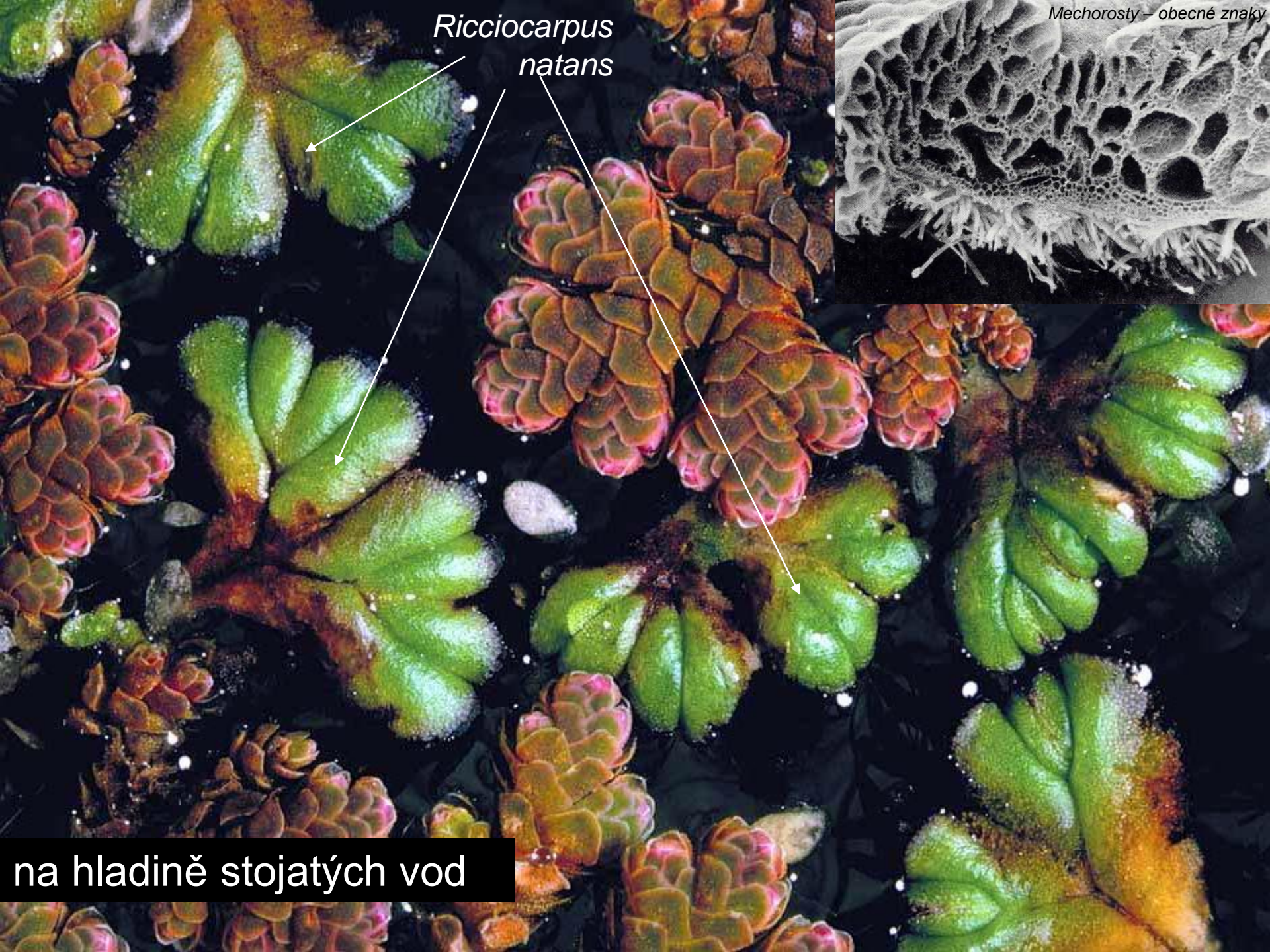
... na
prameništích a
podél potoků



... na rašelištiích



*Ricciocarpus
natans*



na hladině stojatých vod

pod hladinou stojatých vod – játrovka trhutka
plovoucí *Riccia fluitans*

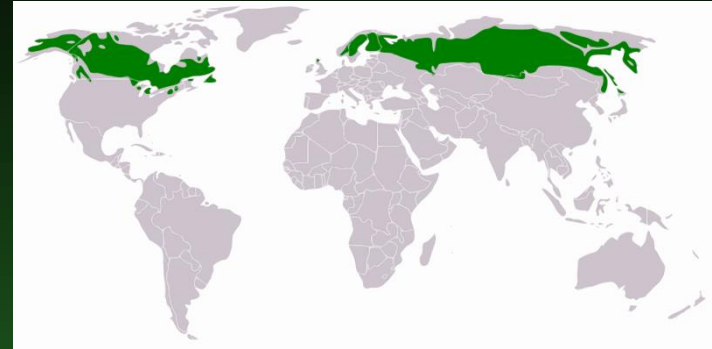


dokonce i v proudící vodě



mech pramenička *Fontinalis antipyretica*

Vazbou na chlad a vlhko
vymezují mechorosty
geograficky a výškově vegetaci
v jejíž skladbě dominují

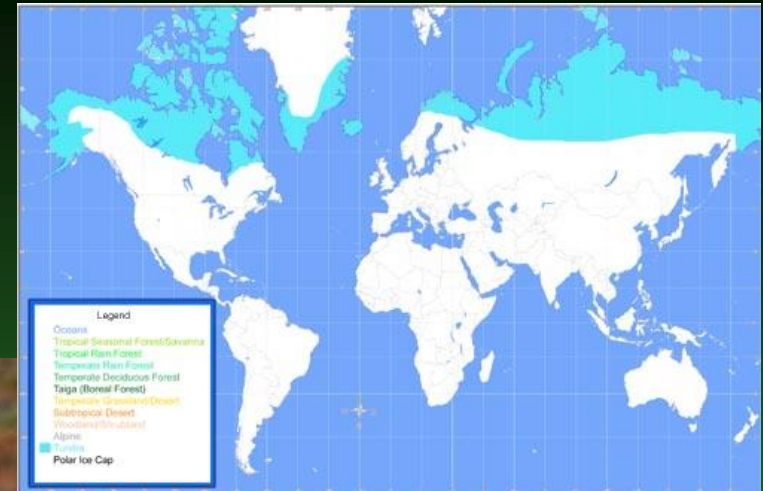


boreální pásmo –

taiga



Vazbou na chlad a vlhko
vymezují mechorosty
geograficky a výškově vegetaci
v jejíž skladbě dominují



arktická
klimatická zóna

tundra

Vazbou na chlad a vlhko
vymezují mechorosty
geograficky a výškově vegetaci
v jejíž skladbě dominují



Vegetace alpínského stupně

ve vysokohořích
nad horní hranicí
lesa připomínající
tundru

Poikilohydrie (nedotažená terestrializace ?)

Vazba mechorostů na vlhké prostředí je podmíněná neschopností regulovat vnitřní obsah vody pomocí průduchů / absencí kořenů

Obsah vody v gametofytech je tak víceméně řízen stavem prostředí

K vyschnutí i k obnovení metabolických funkcí po provlhčení dochází v řádu hodin (známo oživení i po 20 letech z herbáře)



Ostatní vyšší rostliny, pokud je u nich vyschnutí slučitelné se životem (u několika set druhů), vyžadují desítky hodin

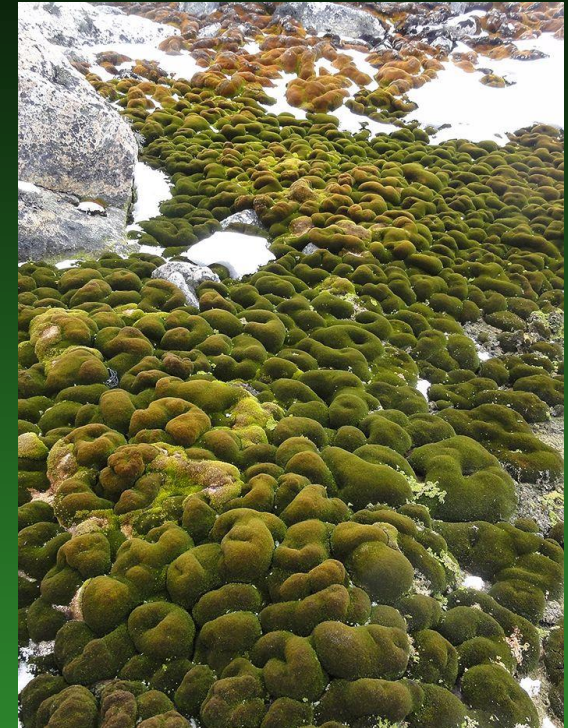
Evoluční neúspěch mechorostů? (v souboji s cévnatými rostlinami)

S rostoucí zeměpisnou šířkou se poměr druhové diverzity cévnatých rostlin ku druhové diverzitě mechorostů začíná obracet.

Přestože mechorosty makroevoluční boj s cévnatými rostlinami na mnoha stanovištích „prohrávají“, existují oblasti, kde je tomu právě naopak – např. Antarktida

Mechy dokážou přežít podmínky extrémních mrazů i extrémních světelných podmínek.

K povrchu přitisklá strategie poikilohydriků zde vítězí a cévnaté rostliny nejenže mechy nevytlačily, ale nakonec jim samy i jinde vytvořily řadu mikrostanovišť, které mechorosty ochotně kolonizovaly a úspěšně ovládly



Systematický přehled

hlevíky



Hornworts

játrovky



Liverworts

mechy



Mosses

3 oddělení

játrovky (*Marchantiophyta*)

hlevíky (*Anthocerothyta*)

mechy (*Bryophyta*)

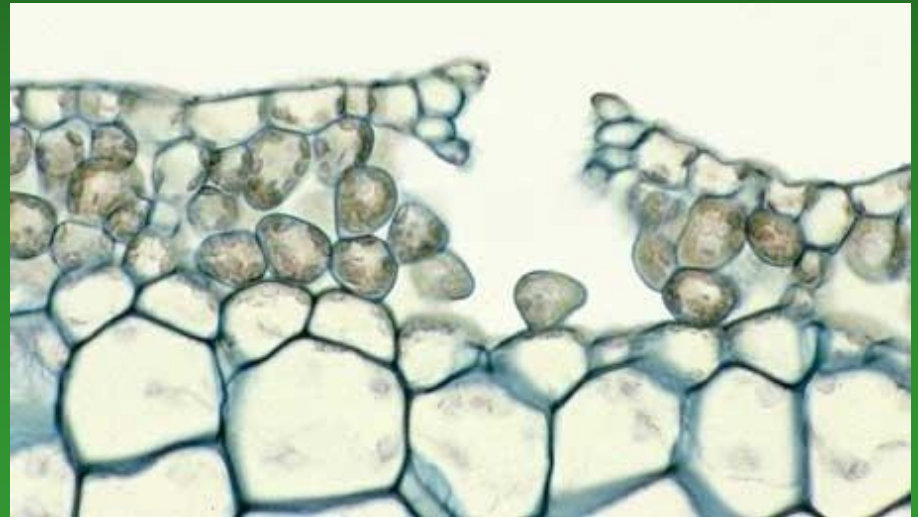
Oddělení *Marchantiophyta* (jätrovky)





Nemají regulovatelné průduchy na sporofytu jako mechy a hlevíky

Na gametofytu však mohou mít trvale otevřené otvory



Gametofyt **foliózní** nebo **frondózní**

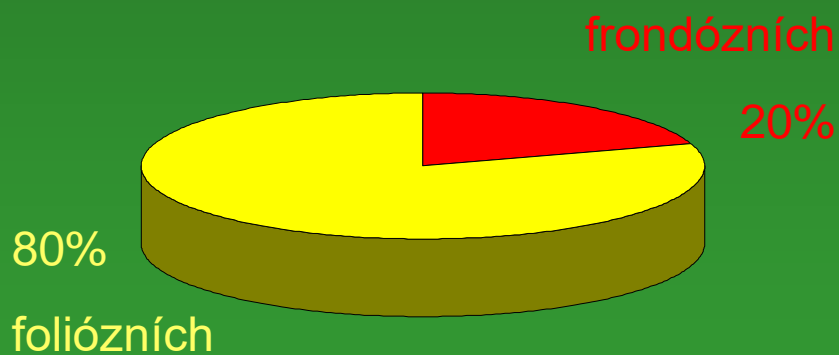


Bazzania



Conocephalum

Marchantia



Olejová tělíska – unikátní organely – obsahují éterické terpenoidní oleje
(na povrchu ohraničené lipoproteinovou membránou jako skutečné organely)

- vznikla z endoplazmatického retikula
- obrana proti herbivorům
- antimikrobiální účinky
- využití ve farmakologii

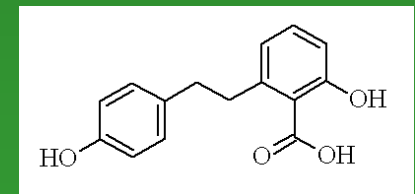


Calypogeia peruviana



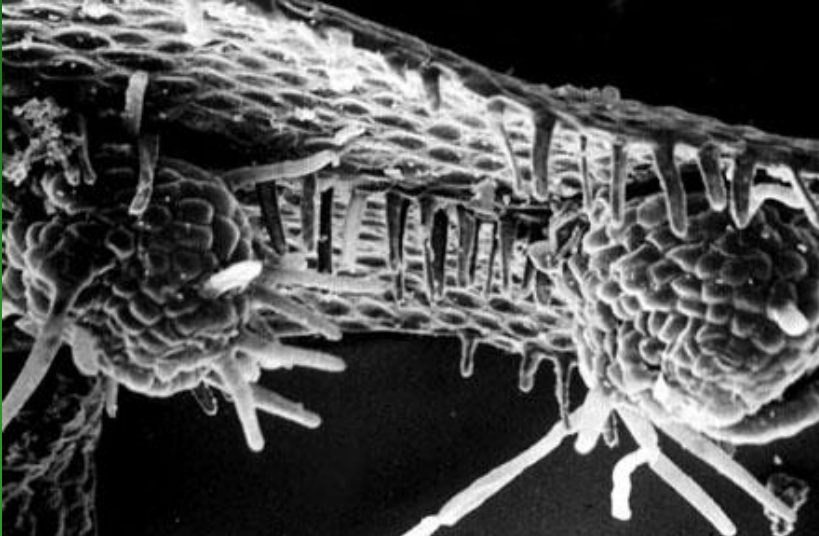
Lunulariová kyselina

– růstový regulátor (inhibitor) jatrovek

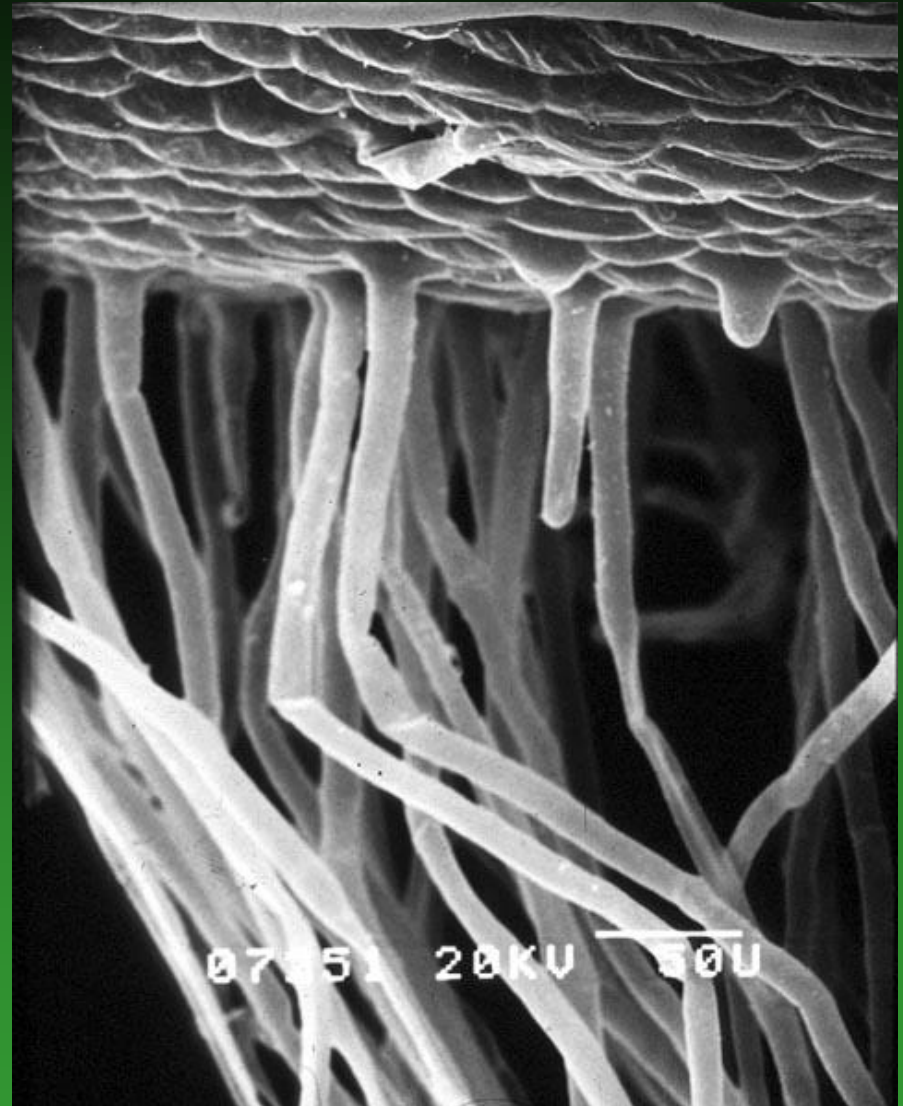


Rhizoidy

- **hyalinní, jednobuněčné**
(u mechů jsou vícebuněčné)
- na středním žebru laloků u frondózních,
- na lodyžce poblíž lístků u foliózních
- mohou mít mykorrhizu



Metzgeria

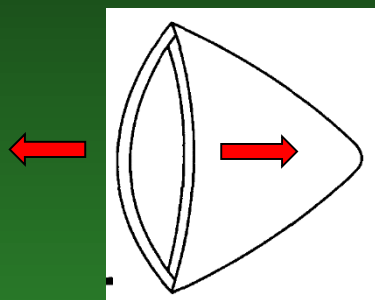


Terminální buňka gametofytu (ne meristém!)

u frondóznych
dvouboká

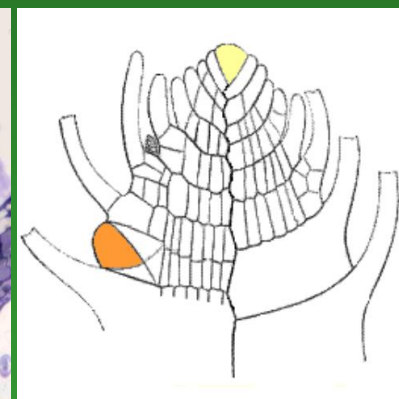
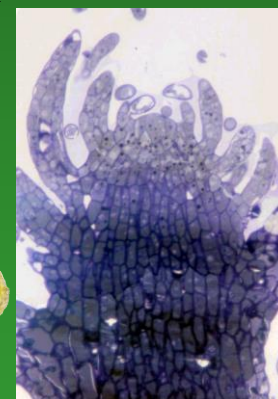
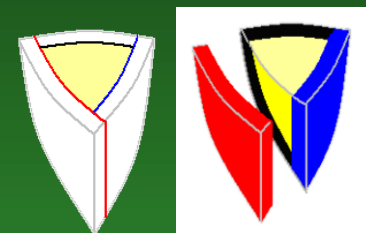
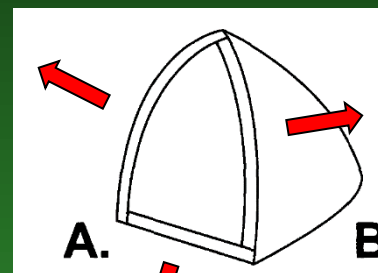
buňky odděluje do

do dvou směrů



u foliózných
trojboká (tetraedrická),

do tří směrů

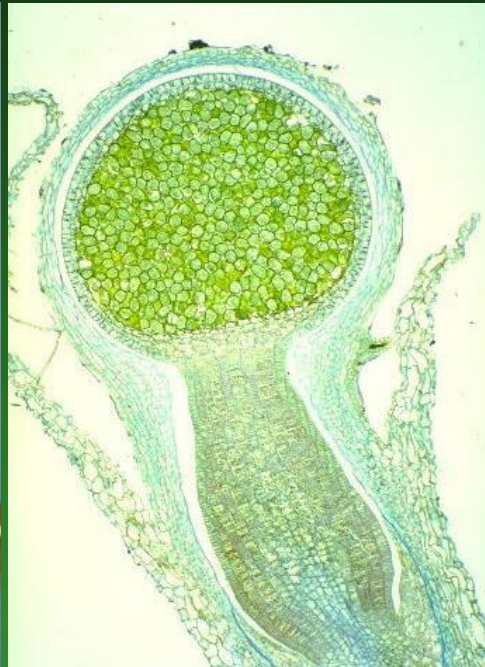
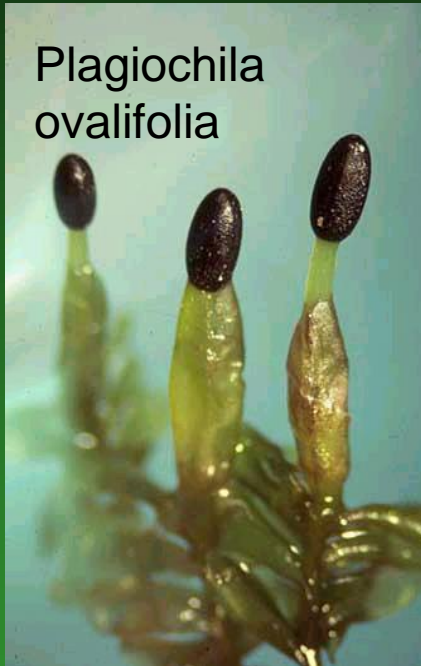


Tobolka (sporofyt)

kulovitá nebo
elipsoidní,
zpravidla tmavě
pigmentovaná

bez columelly
(vnitřního sloupku),

otvírá se obvykle čtyřmi chlopněmi či
nepravidelným rozrušením stěn.



Liverwort capsule (PELLIA) before and after dehiscence.
The brown fluff on the right is a mass of elaters.

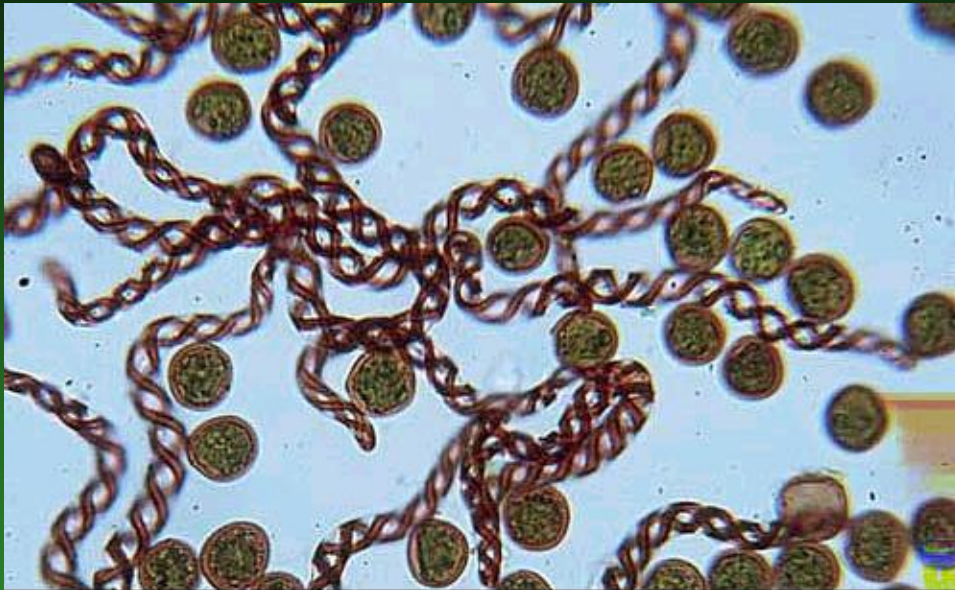


Celý sporofyt se vyvine v ochranném obalu archegonia (chráněný proti vyschnutí).

Když spóry dozrají - archegoniální obal praskne - buňky štětu se prudce prodlouží, aniž by se dělily. Po jednom až dvou dnech usychá.

Oproti mechům i hlevíkům žije sporofyt sporofyt jatrovek mnohem kratší dobu a je na gametofytu nejvíce závislý, nemá žádnou kutikulární ochranu ani vodivé systémy nebo průduchy.

V tobolkách kromě spor také **elaters** (mrštníky) = sterilní buňky se spirálovitě ztlustlou stěnou, jsou schopné prudkých rotačních hygroskopických pohybů vymršťujících spory ze sporangia.



Plagiochila ovalifolia

Na rozdíl od mechů, které podle počasí uvolňují pomocí peristomu spory z tobolek několik dní, vypráší tak játrovky celý obsah tobolek během několika minut.



Pellia epiphylla elaters po vyprášení výtrusnice

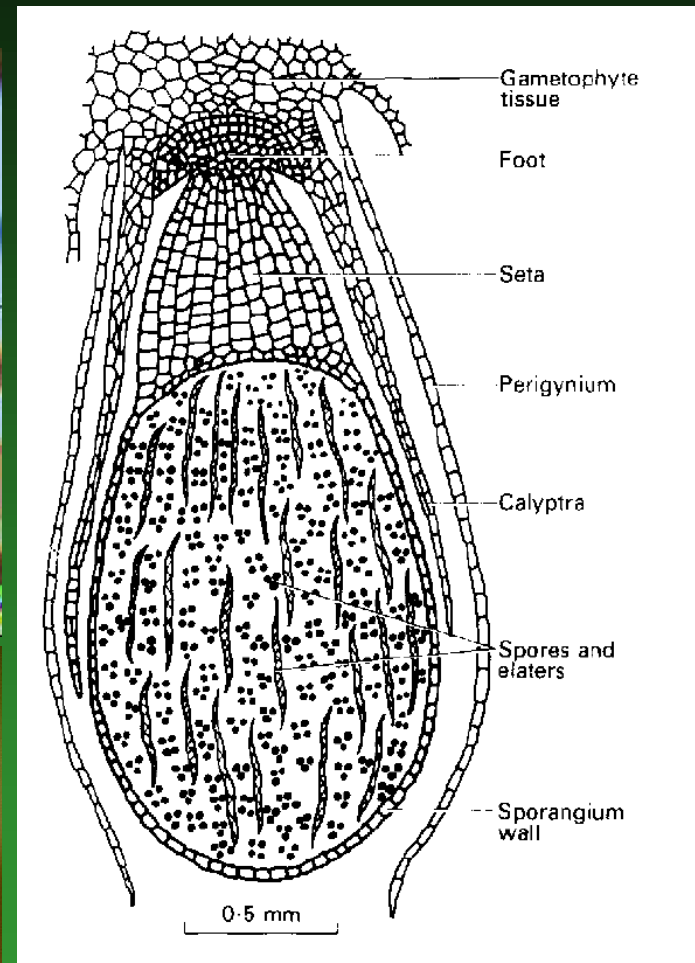
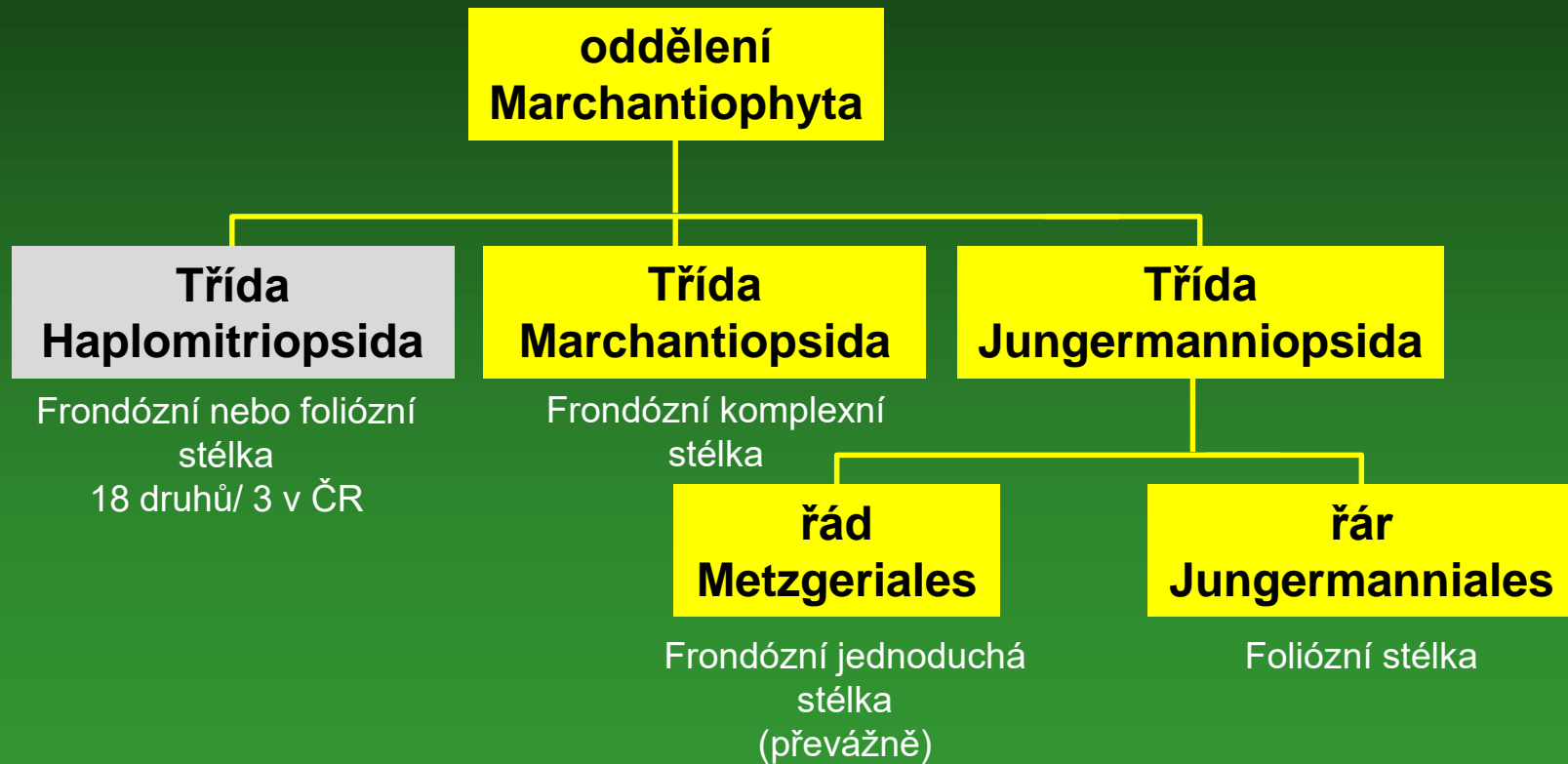


Figure 5.8 *Marchantia polymorpha*. Longitudinal section of sporophyte rupturing the calyptra. Note the parallel alignment of the elaters. (After Parihar. 1967. *Bryophyta*. Central Book Depot, Allahabad.)

Vnitřní klasifikace a zástupci játrovek.

ca 350 rodů / 5 000 druhů



2. tř. *Marchantiopsida* – gametofytní stélka frondózní s komplexní stavbou

Marchantia polymorpha – porostnice mnohotvárná – roste na obnažené půdě v lesích i na loukách, často i ve venkovních květináčích a ve sklenících.

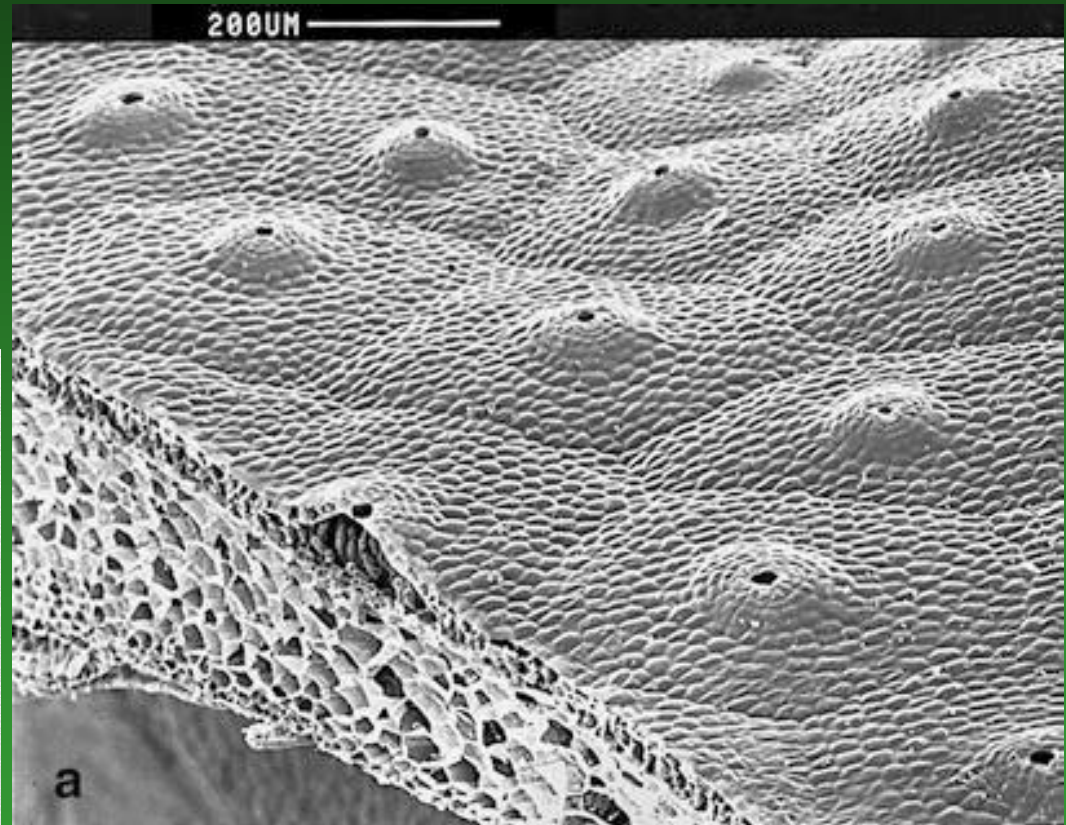
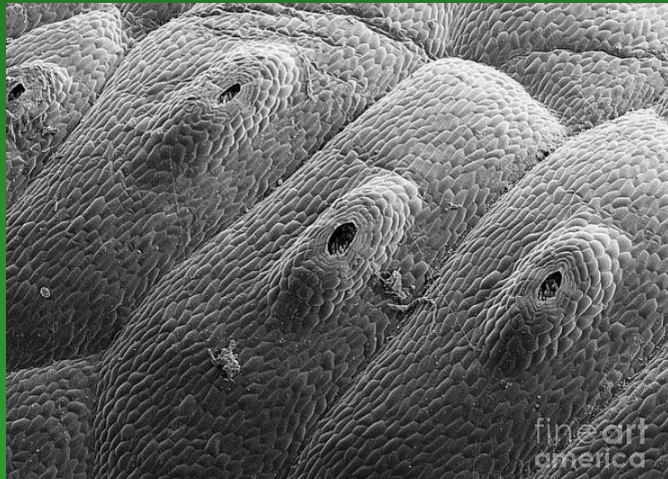
Nápadná zejména v plodném stavu s receptakuly.



gametangiofor

Frondózní stélka komplexní (na rozdíl od Jungermaniopsida)

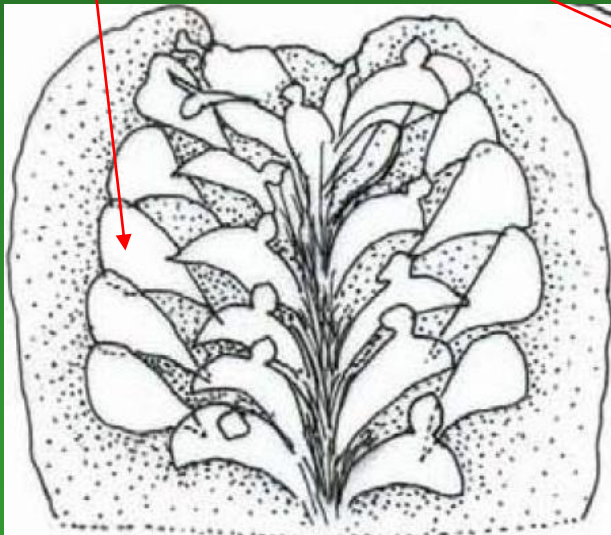
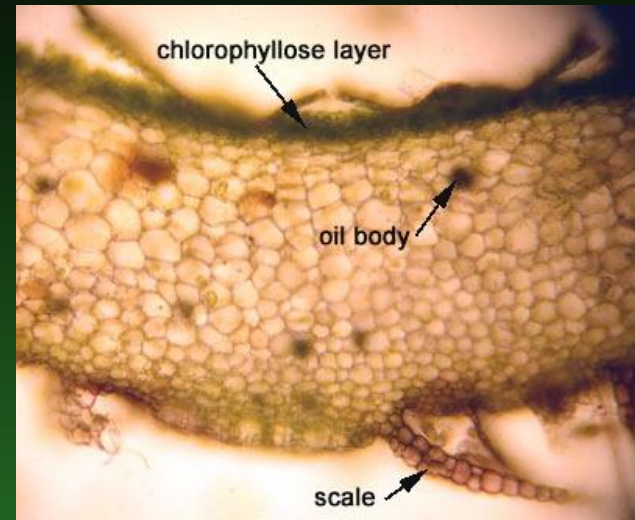
= diferencovaná na **kompartmenty** (vzduchové dutiny - jeví se na stélce jako políčka) kryté epidermis. Uprostřed „políček“ **dýchací otvor**



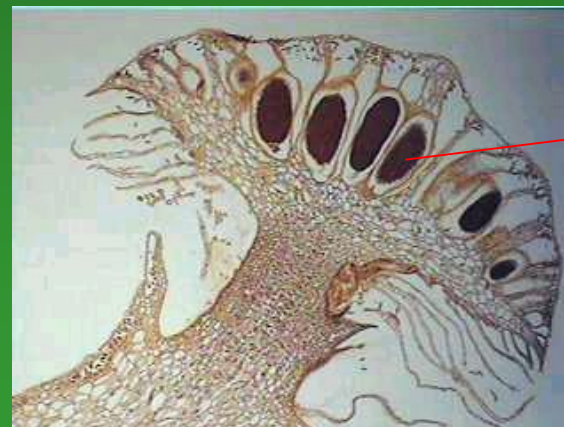
Pod vrstvou fotosyntetizujících filament – je **vícevrstevný parenchym** se zásobním škrobem

Některé buňky parenchymu obsahují **jednotlivá olejová tělíska**

Na spodní epidermis kromě jednobuněčných rhizoidů i příčné bezbarvé **mnohobuněčné šupiny**



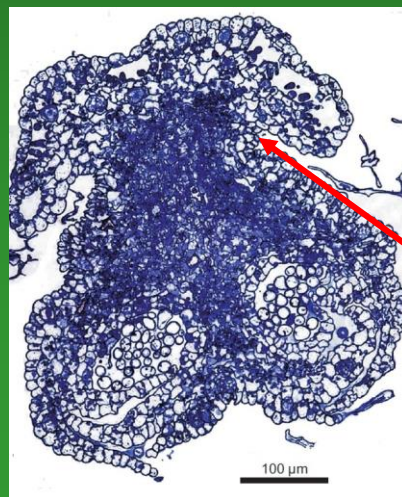
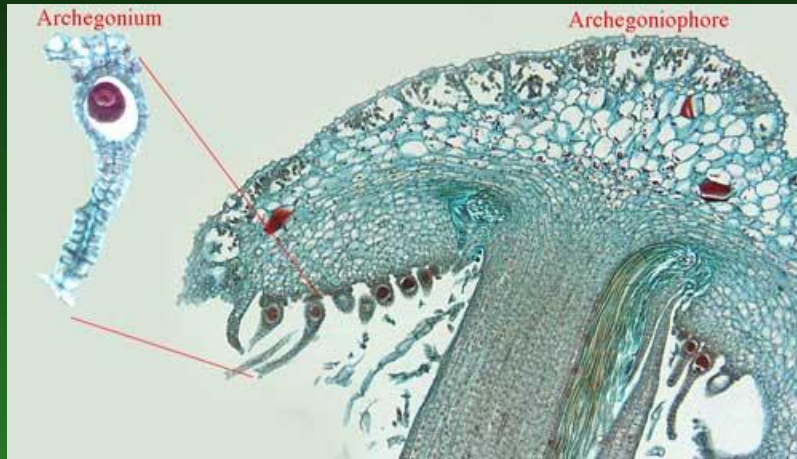
Antheridia ponořena na svrchní straně laločnatě miskovitých **antheridioforů** –
zadržujících kapku vody do níž se uvolní spermatozoidy a skápnou s ní na zem



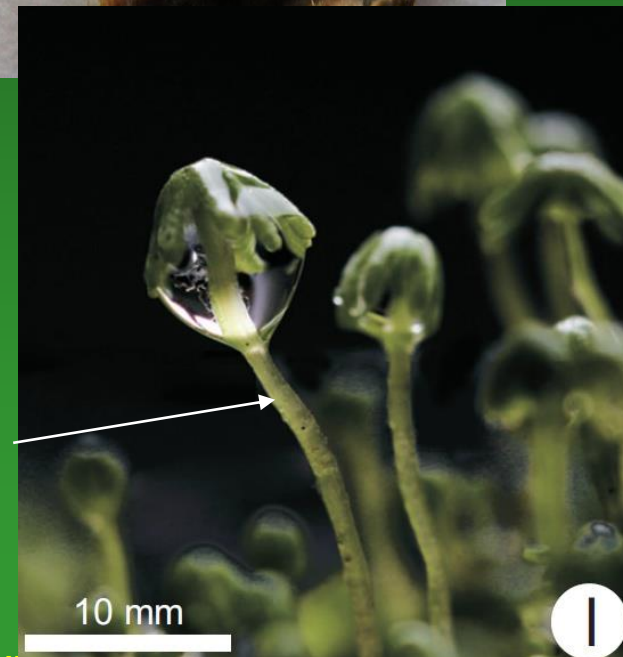
V jednom antheridiu vzniká
přes 200 000 spermatozoidů !

Antheridia plavuní a kapradin
tvoří pouze desítky až stovky
spermatozoidů

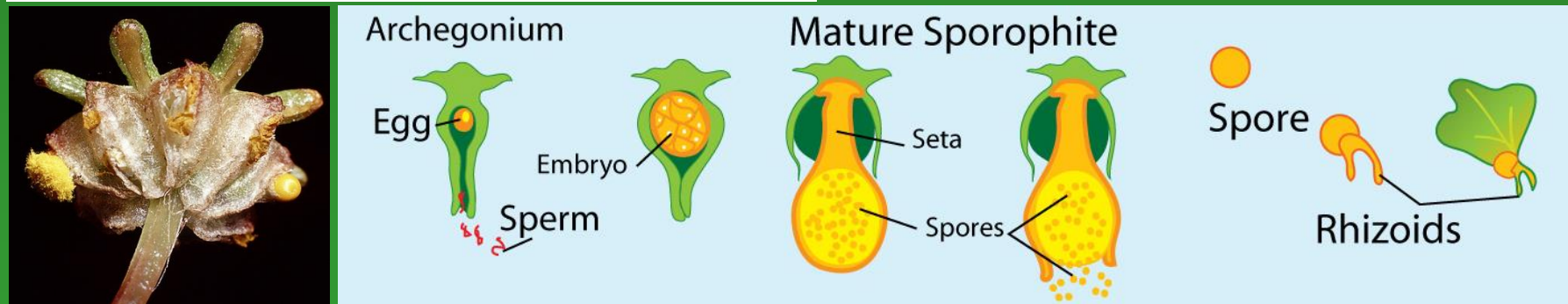
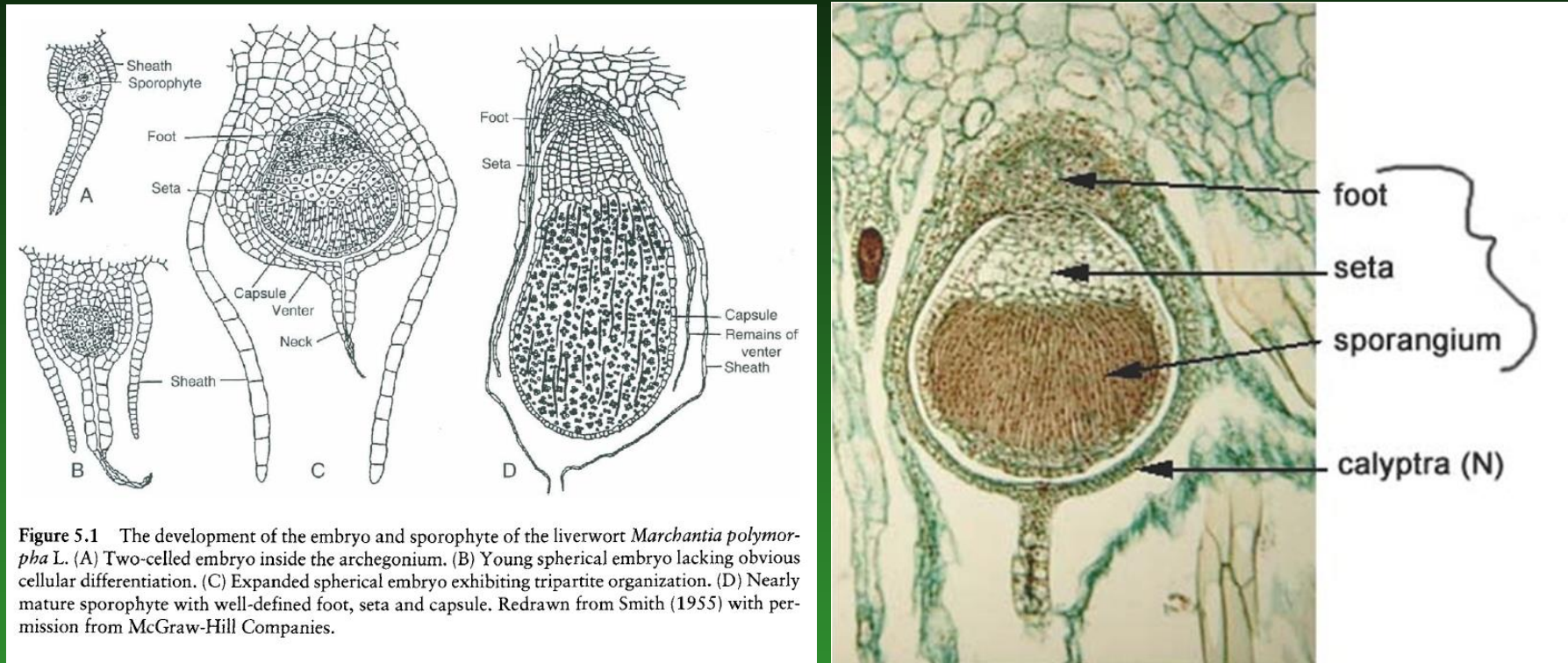
archegonia přisedlá na spodní straně „děštníkovitých“ receptakulí



žlábký



Sporofyt – drobný, štět krátký, dělení buněk sporofytu uvnitř obalu archegonia. Jak dozrají spóry, buňky štětu se zvětší. Na bázi transportní pletivo placenty, ale bez meristému (játrovky ho nemají nikdy)



K vegetativnímu rozmnožování u *Marchantia polymorpha* slouží pohárky s diskovitými rozmnožovacími tělísky (gemmae)



3. Třída *Jungermannniopsida* (dva řády)

– *Metzgeriales* (převážně frondózní)

– *Jungermannniales* (foliózní)



Metzgeria hamata



Jungermannia
evansii

Metzgeriales - gametofytní stélka frondózní jednovrstevná, seta vyvinutá,

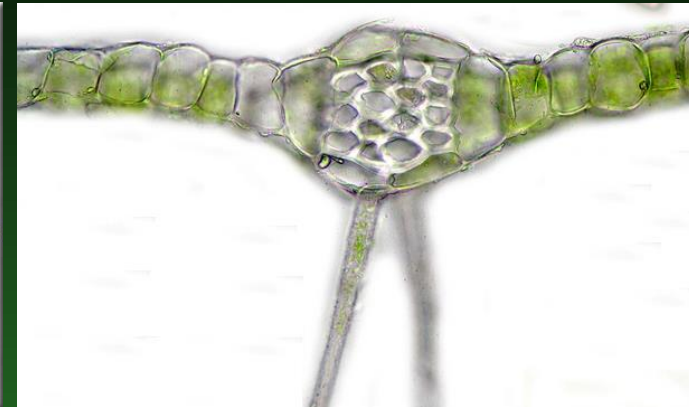


U nás např. kroknice vidličnatá (*Metzgeria furcata*) rostoucí na kůře stromů s pentlicovitou vidličnatě větvenou stélkou.



Metzgeriales

Stélku tvoří jedna vrstva stejnocenných buněk



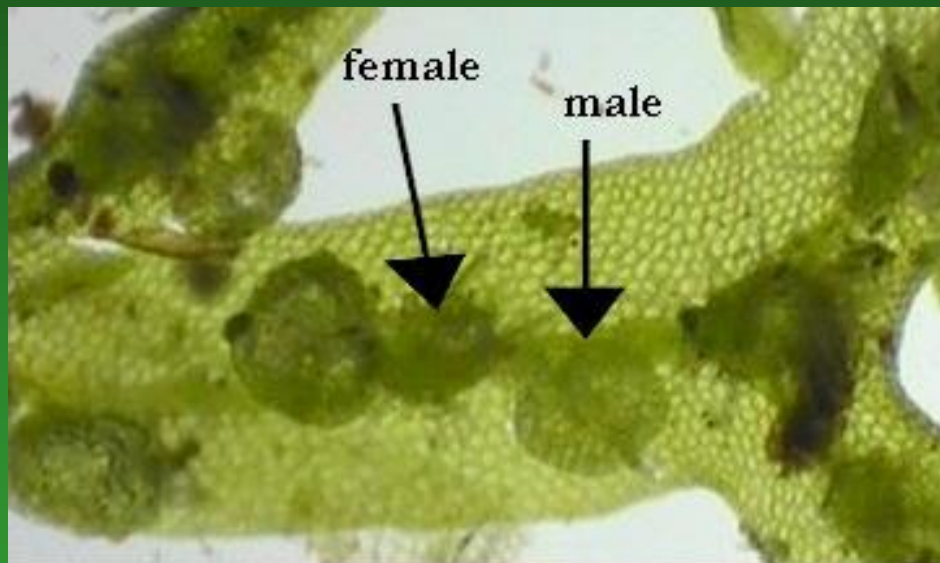
Protáhlé buňky plnící vodivou a mechanickou funkci tvoří **střední žebro**

Na žebro jednobuněčné hyalinní rhizoidy; někdy rhizoidy i na obvodových buňkách laloků stélky

Metzgeriales

Gametangia se zakládají při středním žebří v ochranných „masitých“ obalech.

Tobolka puká 4 chlopněmi



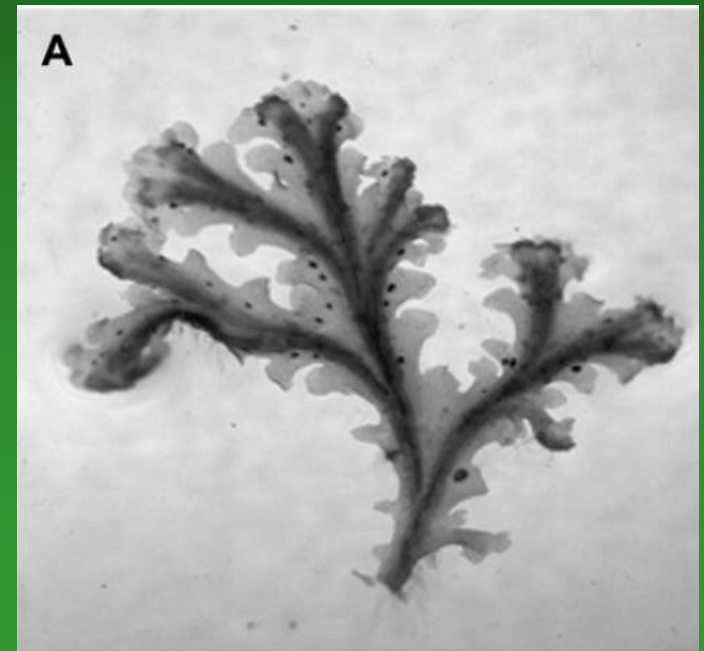
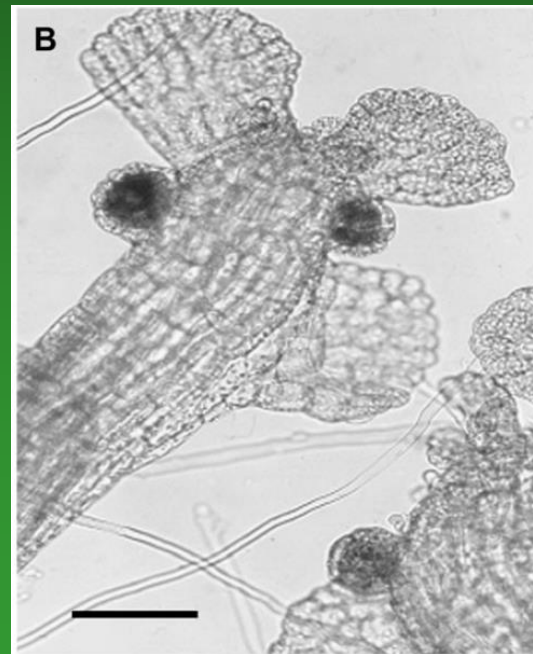
Metzgeriales

Endosymbióza sinic u játrovek!

podobně jako hlevíky, také některé játrovky si „ochočily“ sinice v slizových dutinkách a získávají od nich vzdušný dusík fixovaný do přijatelné podoby



jamuška drobná *Blasia pusilla*



Jungermanniales gametofytní stélka foliózní, terminála trojboká, fyloidy v řadách, ale ne ve spirále jako u mechů
známější je kaprad'ovka sleziníkovitá (*Plagiochila asplenioides*) – roste na humózních lesních půdách a trouchnivějících lesních stromech.

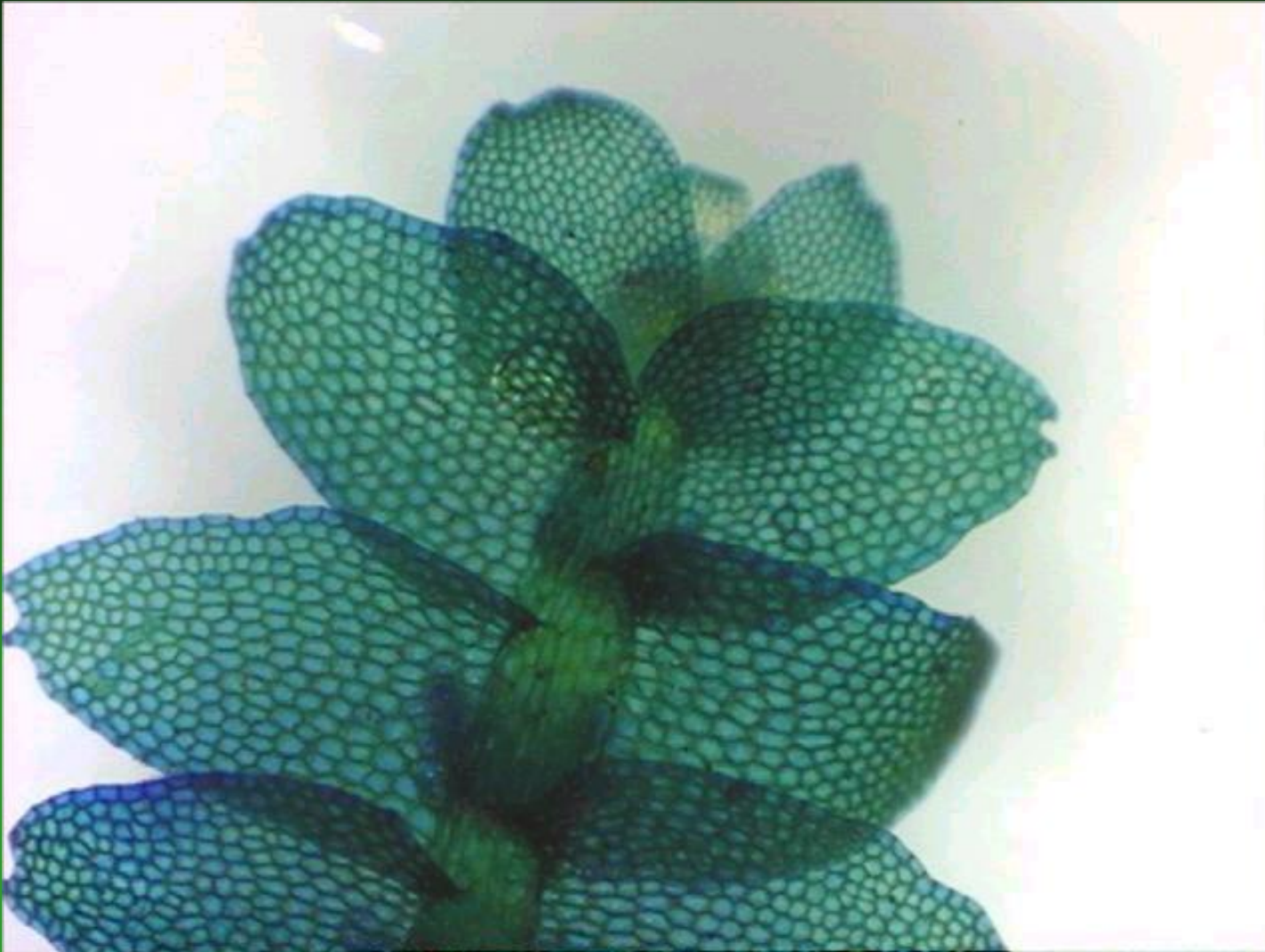


Z hlediska didaktického je ***Plagiochila asplenioides*** vhodným objektem pro demonstraci rozdílů mezi foliózní játrovkou a mechem např. mikroskopickým srovnáním s podobnými fyloidy u mechu měříku (*Mnium*).

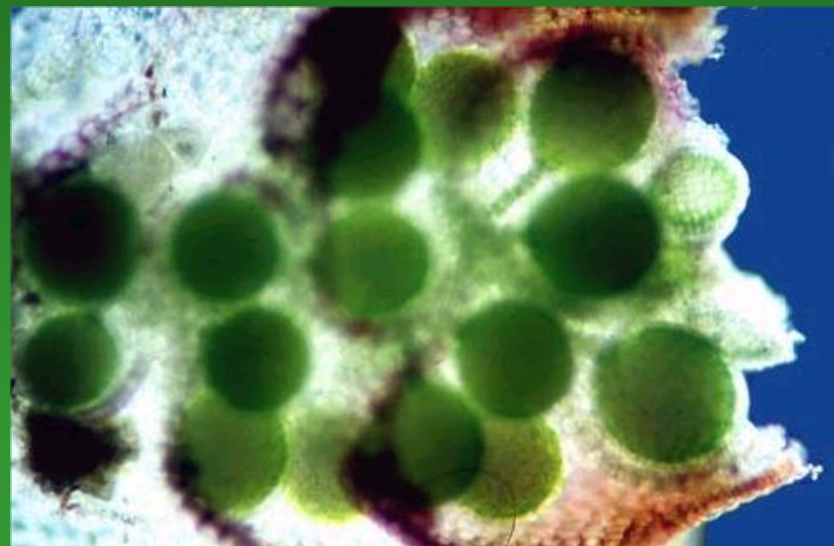
Fyloidy jsou sice **ve 3 řadách** - v jedné břišní a dvou bočních, břišní řada může být redukováná



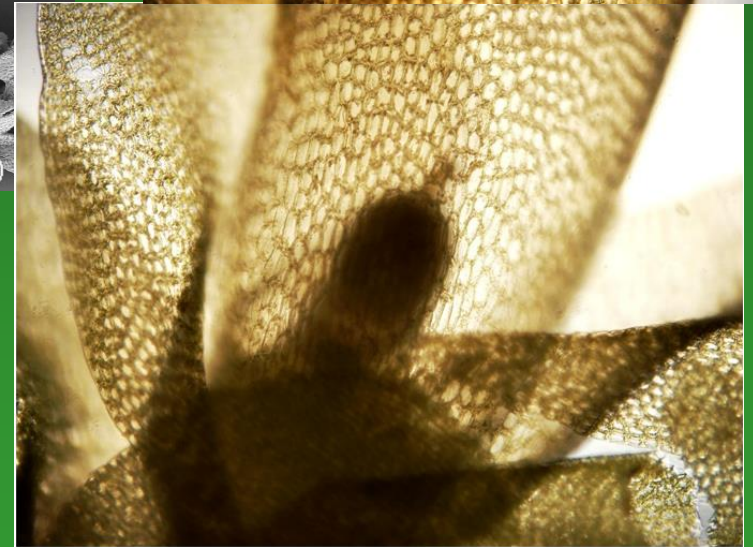
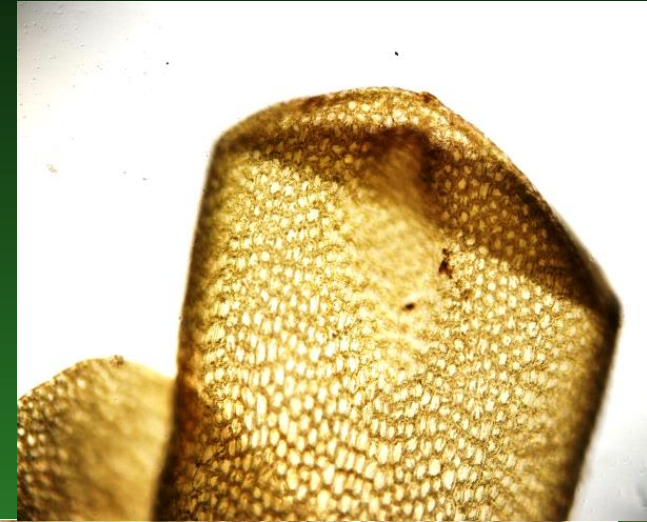
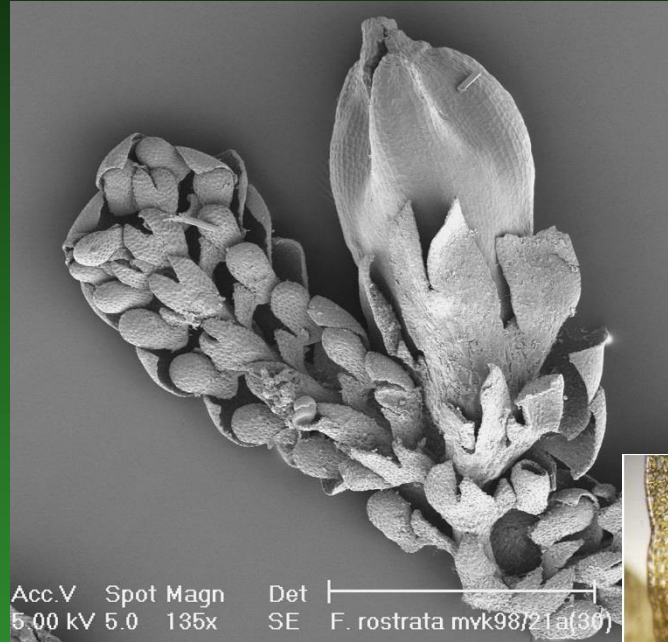
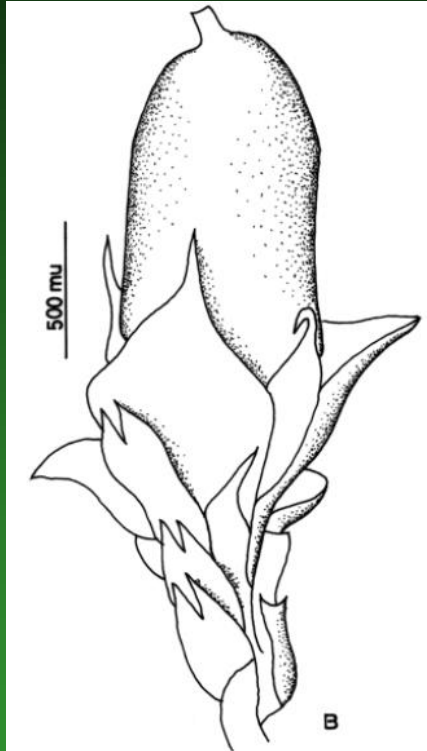
Fyloidy mají **všechny buňky stejnocenné**, bez náznaků vodivých či mechanických pletiv, která se vyskytují u mechů



**Antheridia – stopkatá,
ve shlucích v paždí fyloidů**



Archegonia - chráněná často vakovitým perianthem, vzniklým srůstem 2 terminálních lístků

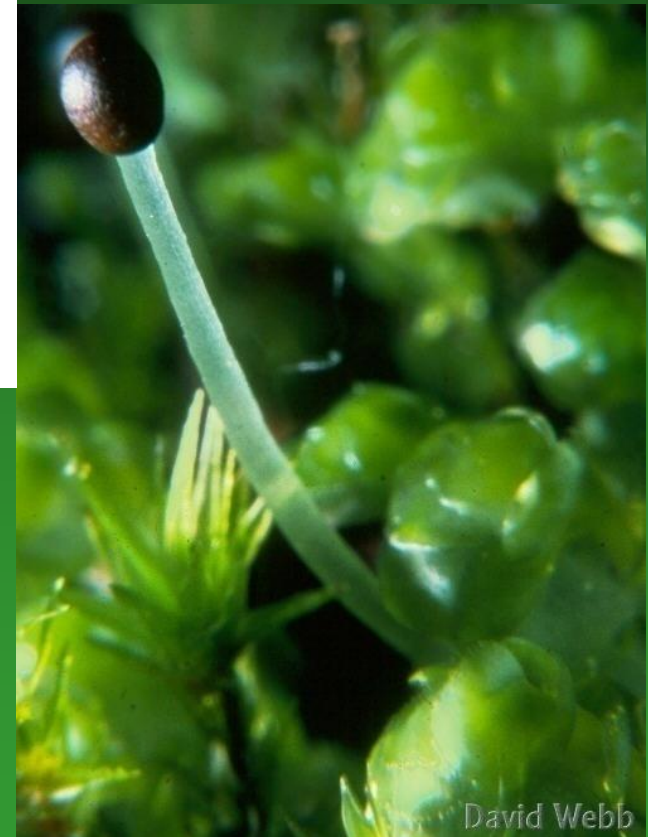
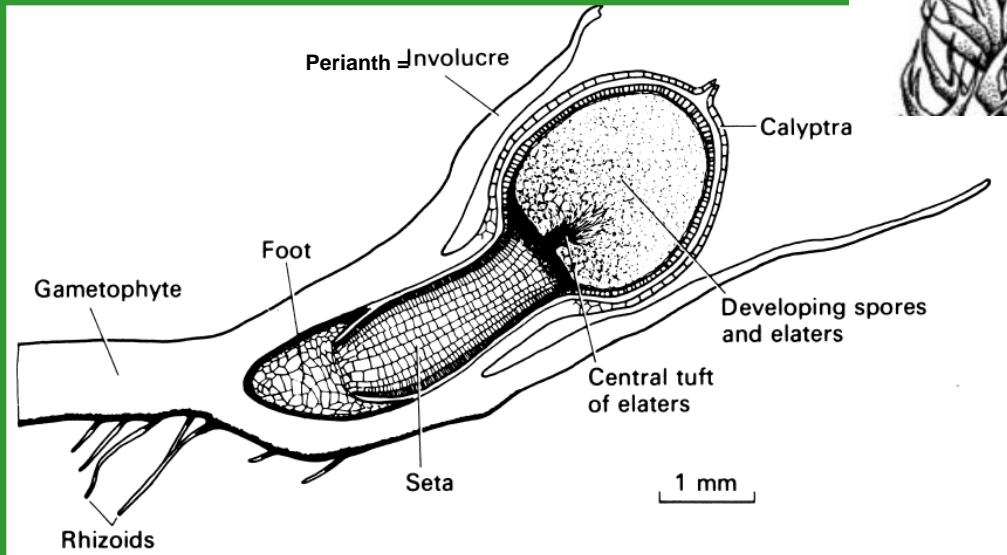
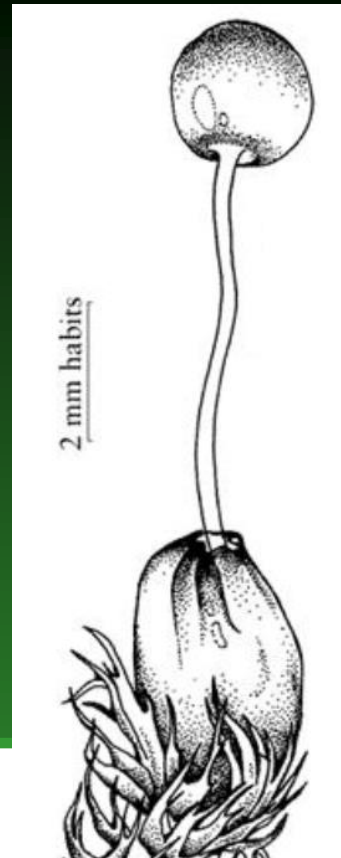


Štět bělavý - hyalinní tenkostěnné parenchymatické buňky

při dozrání tobolky velmi krátký, chráněný perianthem

po dozrání tobolky se jeho buňky 20× prodlužují

Tobolka – zpravidla 4 chlopně



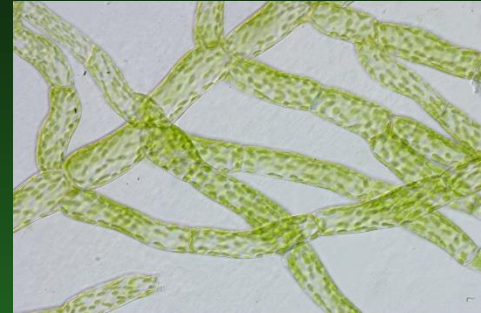
Oddělení *Bryophyta* (mechy)



Oddělení *Bryophyta* (mechy)

Gametofyt = v ontogenezi dvě fáze:

1. **protonema** (prvoklíček)



2. **gametofor** (gametofytní rostlinka) –
diferencovaný na:

2a. **kauloid** = lodyžka

2b. **fyloidy** = lístky

(2c.) **rhizoidy** = přichytná vlákna (někdy
chybí)

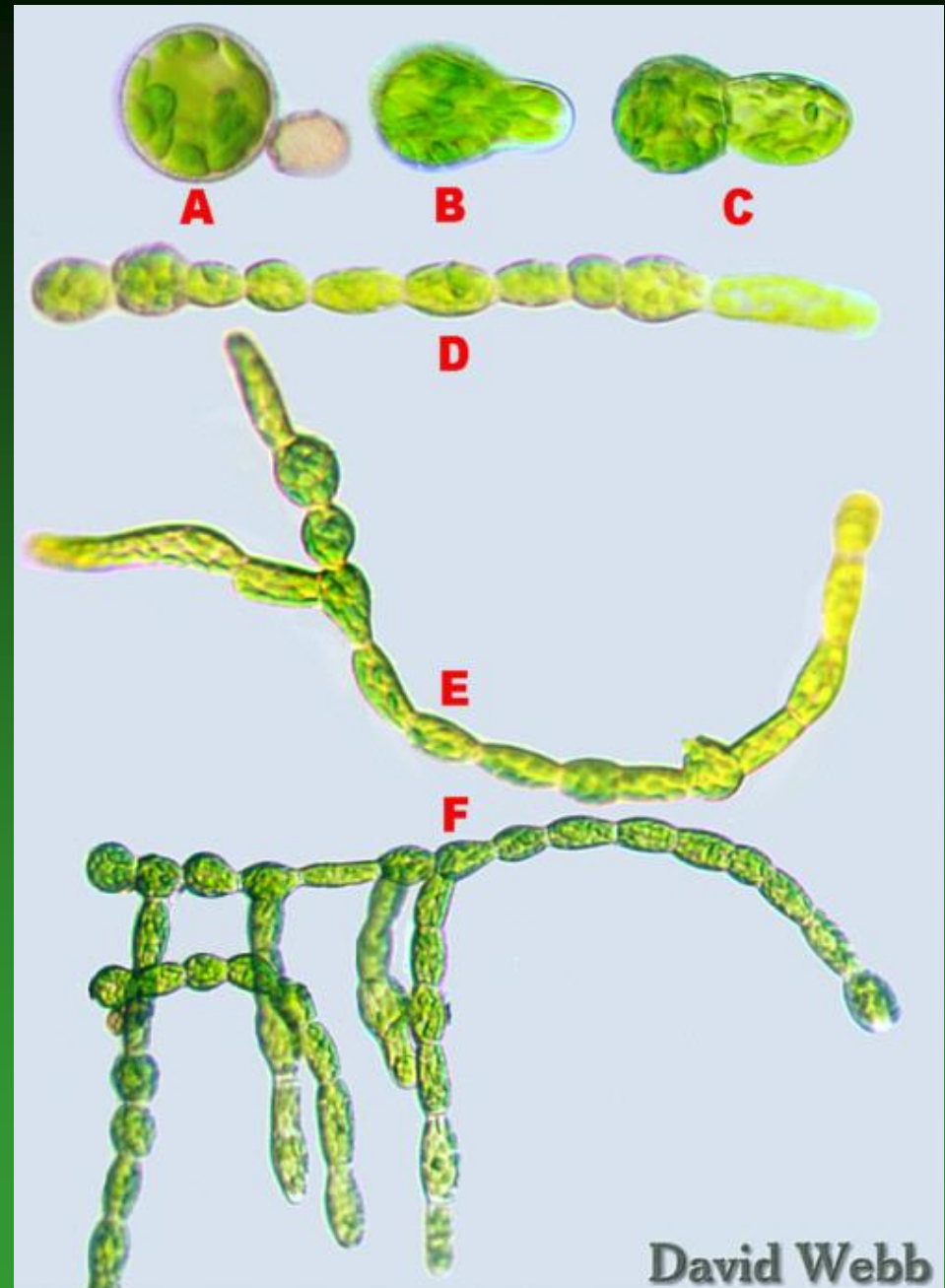


Protonema – obvykle vláknité (reminiscence řasových předků v ontogenezi)

Primárně – ze spóry



Sekundárně – z gametofytních rostlinek

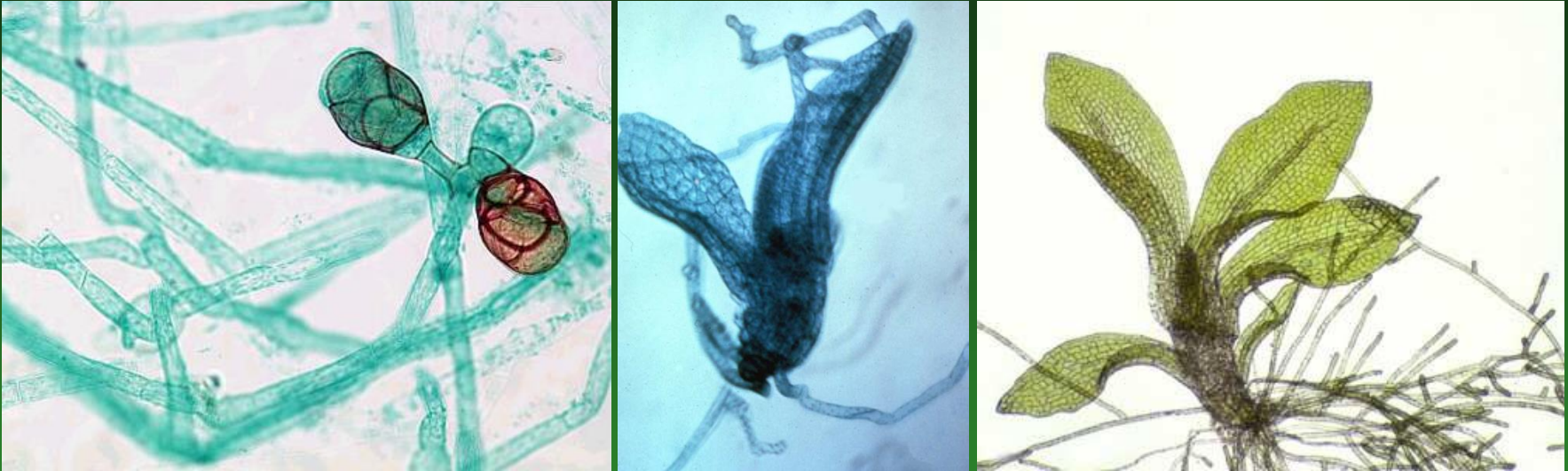


Protonema – makroskopicky může tvořit několik mm silné plstnaté, svěže nebo tmavě zelené, déle rostoucí povlaky na obnažené půdě lesních cest nebo lesních příkopů



Protonema – přeměna v gametofor

Na kaulonemálních filamentech vícebuněčné **hlízkovité pupeny** – z nich vyrůstají „dospělé gametofyty“ = gametofory = lodyžky s lístky a rhizoidy



Z jedné spory ne jediná rostlinka, ale celý trs prvoklíček = „mechové podhoubí“

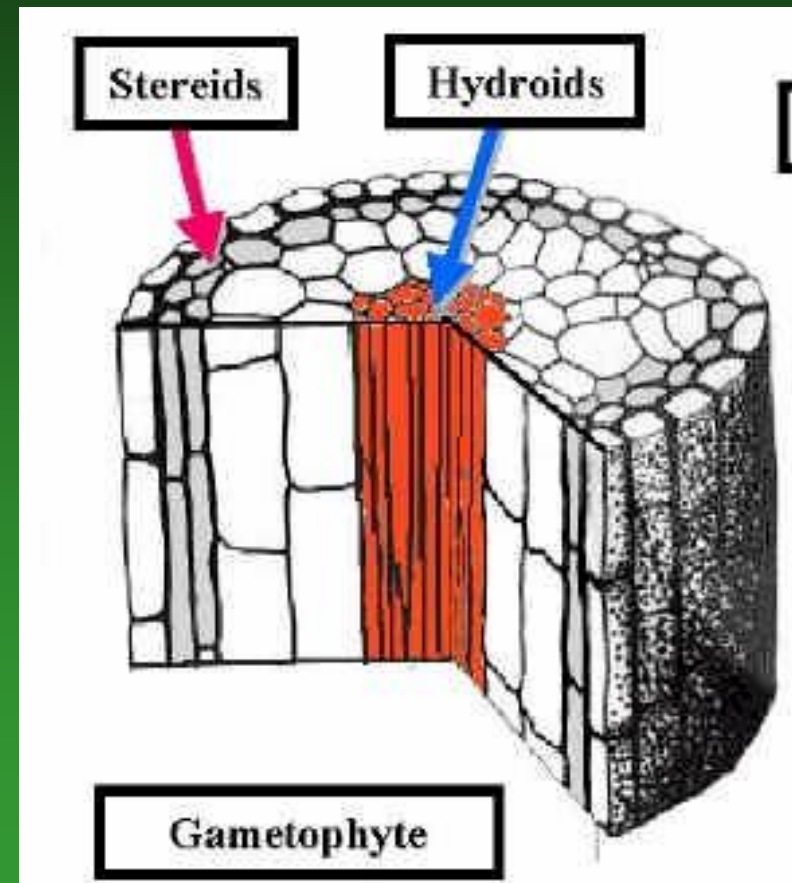
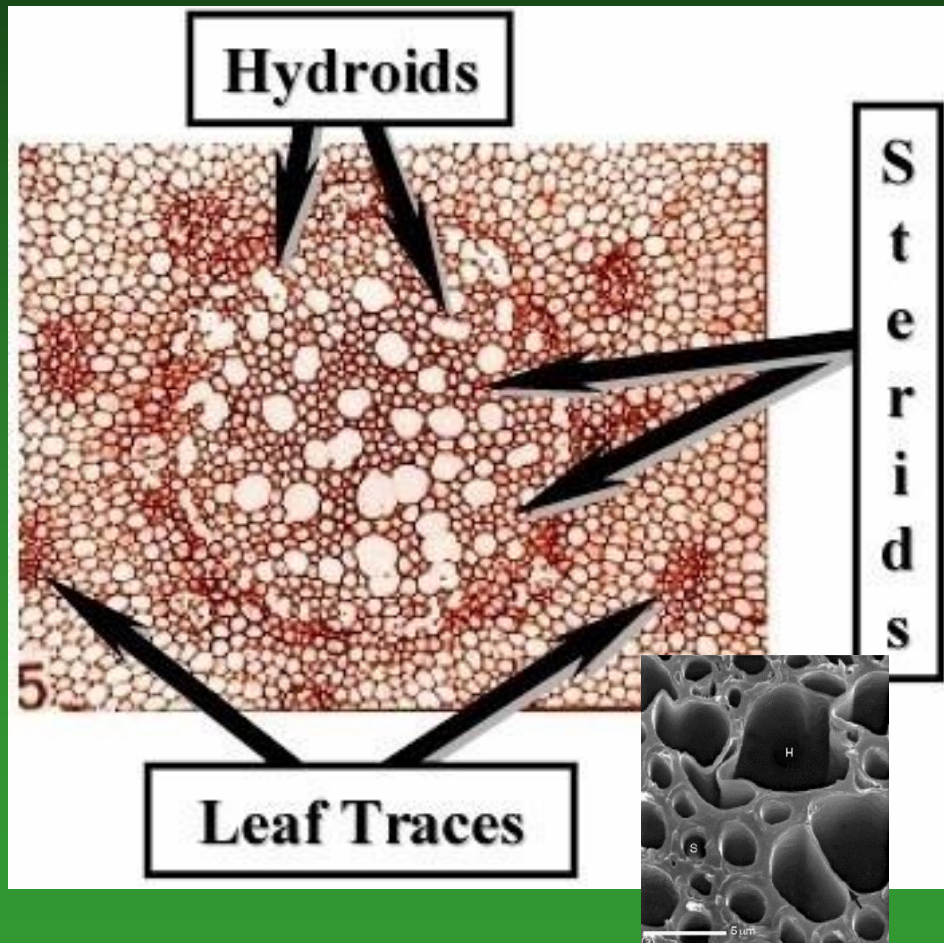


Kauloid – komplexní struktura

Vodivá centrální část - tenkostěnné protáhlé **hydroidy** bez protoplastu (jako tracheidy, ale nemají lignifikovanou stěnu) + zpevňující velmi tenké **stereidy**

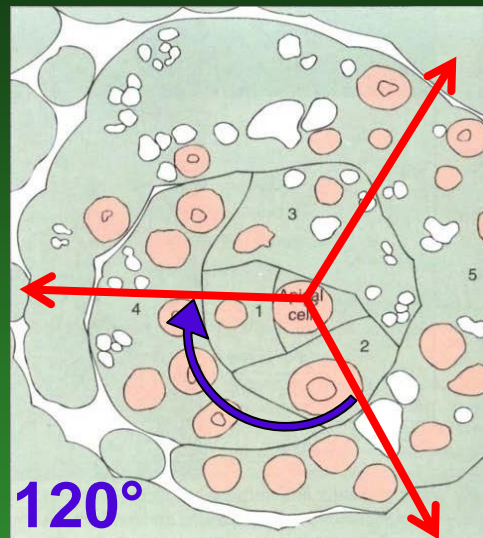
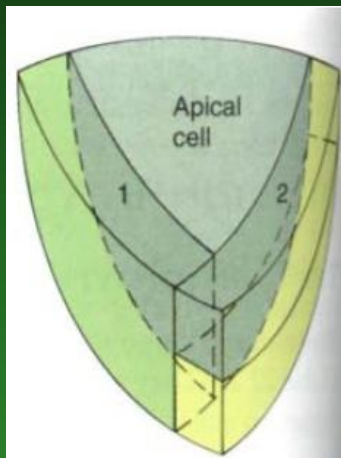
Parenchymatický kortex - jeho vnější vrstvu tvoří tenké protáhlé **stereidy**

Vnější část - jednovrstevná „**epidermis**“ silnostěnných buněk

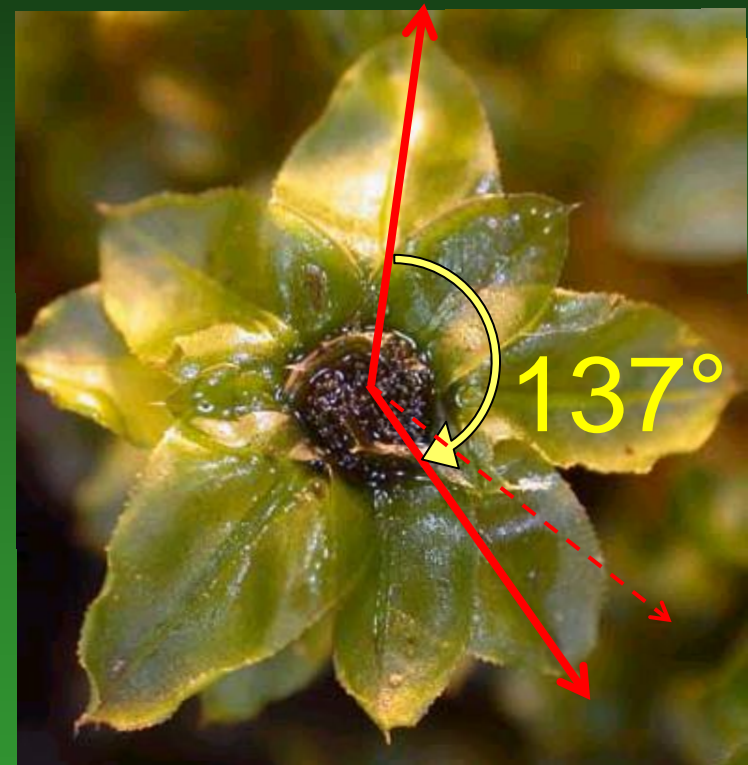


Kauloid – uspořádání fyloidů

Spirálové uspořádání je podmíněno tím, že tetraedrická terminála sice odděluje dceřinné buňky po 120° jako u jätrovek, ale během růstu lístů se její pozice pootočí o 17° na úhel 137° oproti předchozí lístkové inserci



Physcomitrium pyriforme



měřík *Mnium insigne*

Fyloidy – komplexní struktura

Plocha zpravidla jednovrstevná, ze stejnocenných (= izodiametrických) buněk

Střední žebro = protáhlé tenkostěnné **hydroidy** + protáhlé tlustostěnné **stereidy**

Okraj = někdy protáhlé tlustostěnné **stereidy**



Rhizomnium punctatum



Rhizomnium glabrescens



řez středním žebrem

Svrchní strana fyloidů často kryta tenkou kutikulou – spodní strana mechových fyloidů bez kutikuly má absorpční funkci

Rhizoidy – struktura

- **mnohobuněčné, větvené**
(na rozdíl od játrovek a hlevíků)
 - s šikmými mezibuněčnými přepážkami,
 - obvykle **hnědavé** nebo hyalinní
- „Rhizoidy = přežívající protonema na dospělci“



Figure 9. Microscopic view of rhizoids of the brook moss, *Fontinalis*, showing multicellular structure and diagonal crosswalls. Photo by Janice Glime.



Rhizoidy – funkce

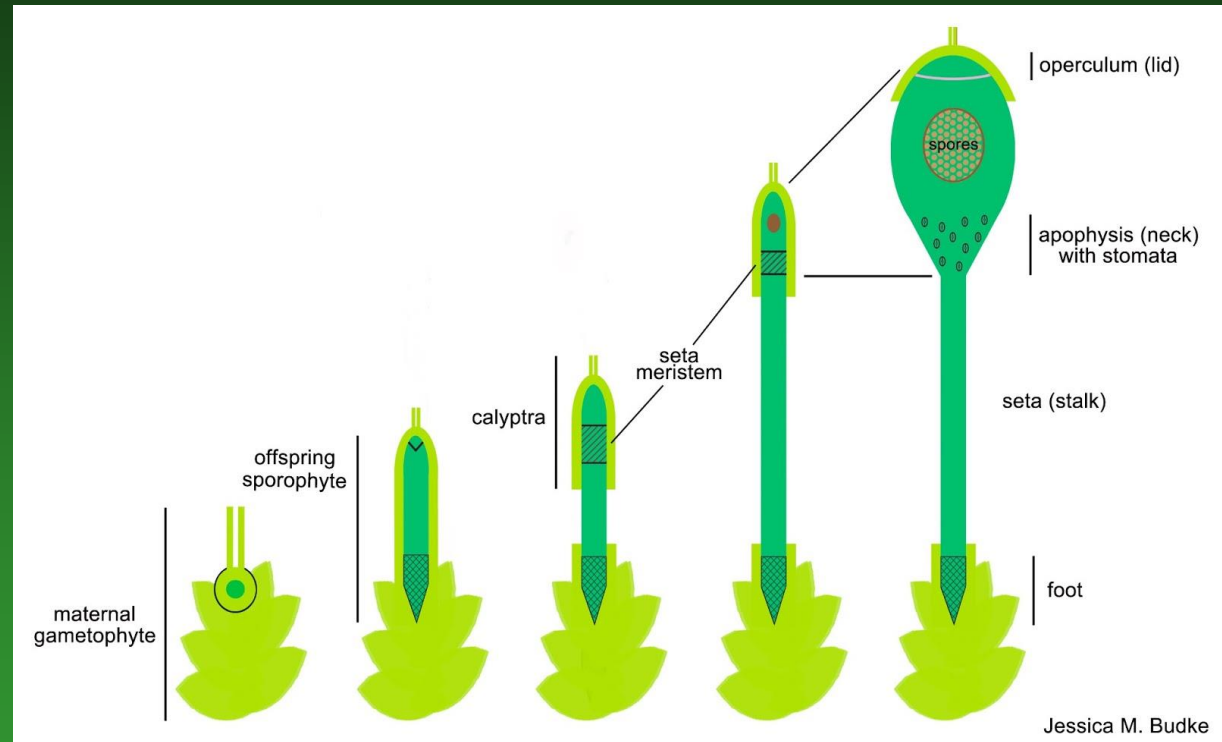
často na bázi kauloidu (někdy na něm mezi listy) – především fixace gametoforu k substrátu



Rhizoidy mechů přijímají podobně jako kořeny vodu + minerální látky; absorpci živin však víc než rhizoidy zajišťují mechům v svém povrchem fyloidy

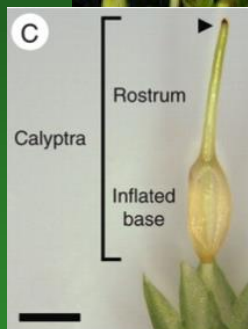
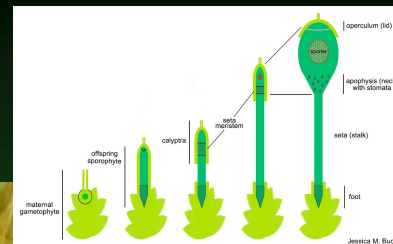
Ontogeneze sporofytu

1. ze zygoty v archegoniu začne růst štět (seta)
2. noha štětu ukotvena v gametofytu
3. štět roste dělením meristemu v subapikální části
4. rostoucí štět protrhne obal archegonia
5. zbytek archegonia = čepička (calyptra) dál chrání vrchol štětu
6. po dosažení potřebné délky se na vrcholu sety tvoří tobolka (*theca*, *capsula*, *sporangium*) s víčkem



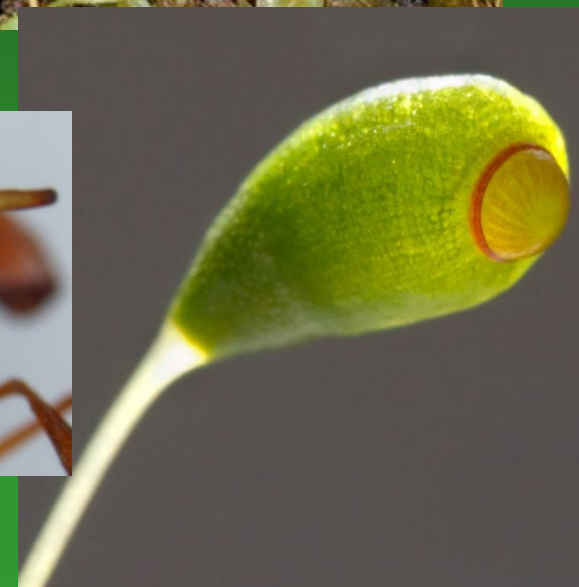
Ontogeneze sporofytu

Funaria hygrometrica



mladé sporofyty

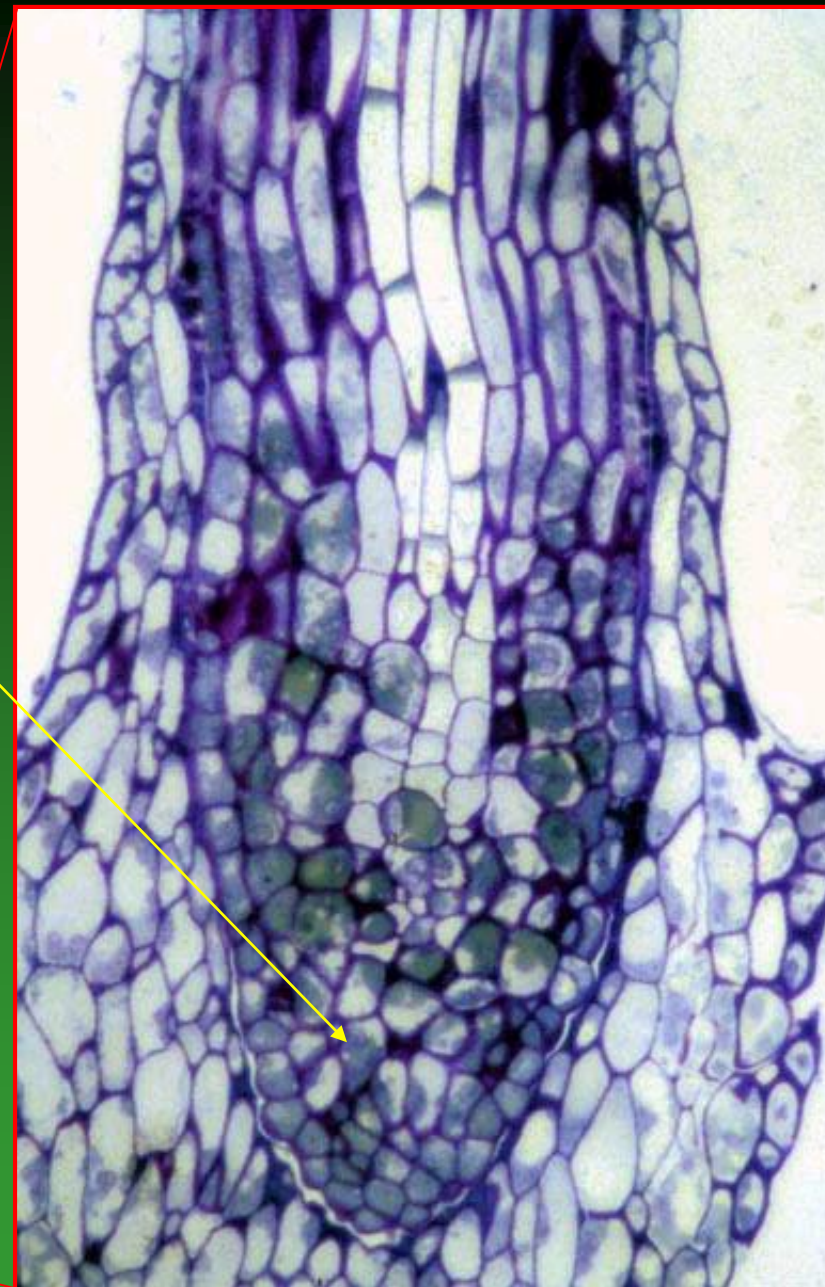
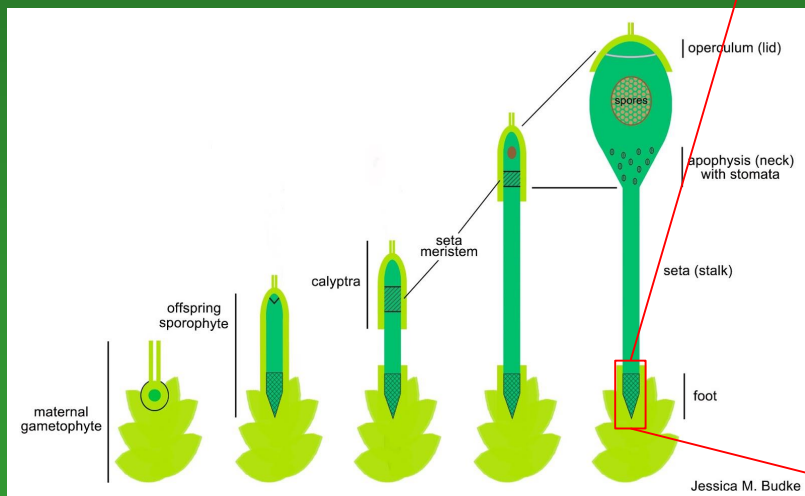
dospělé sporofyty



Transportní pletivo = placenta

na bázi štětu je noha (pes) s
transportním pletivem -
placentou

převádějící asimiláty
a vodu z gametofytu do
sporofytu



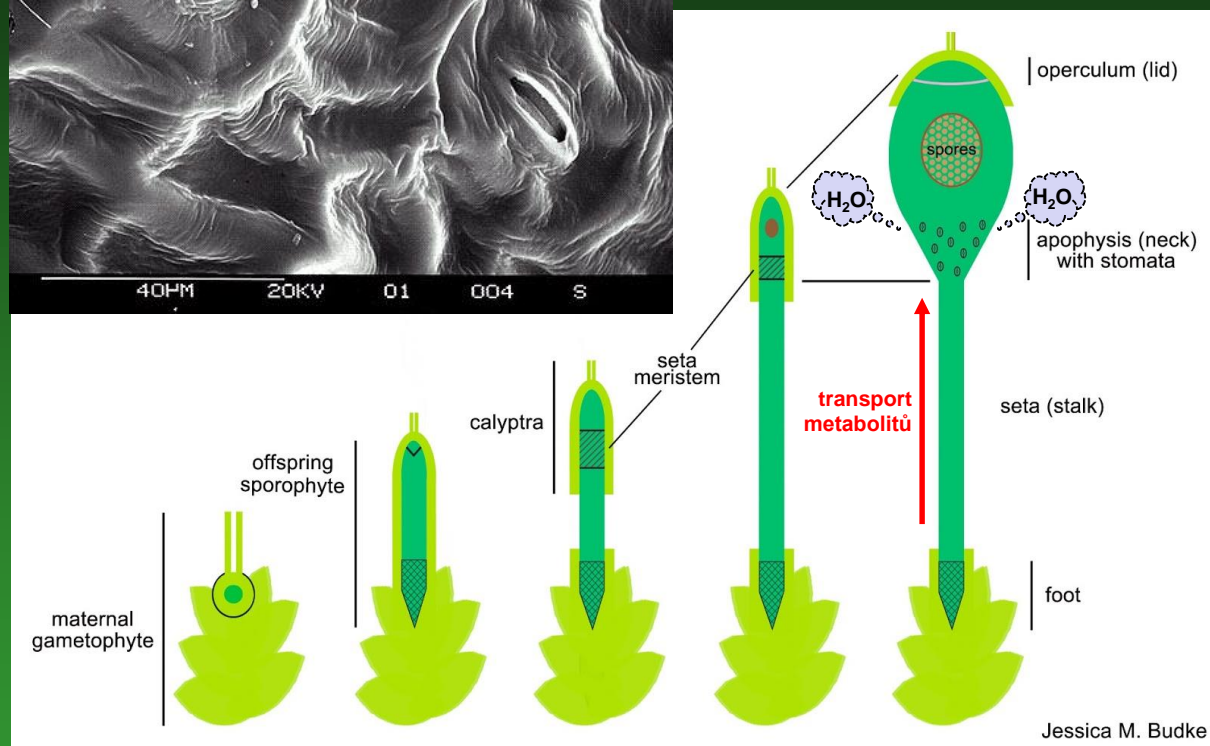
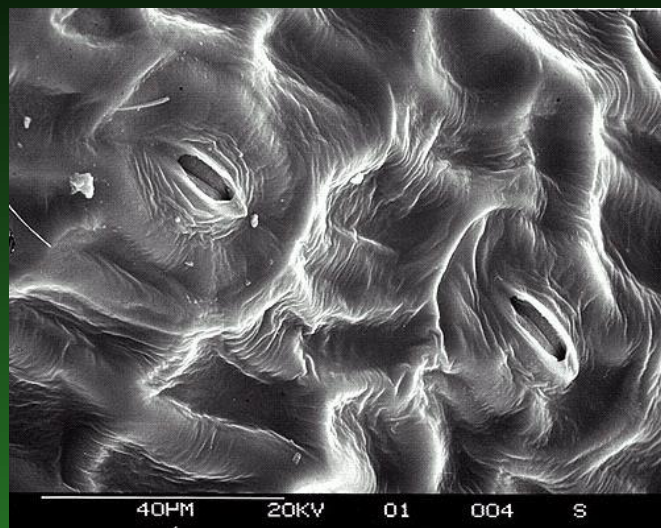
Epidermis sporofytu

často **pravé průduchy**

často kryta **kutikulou**

Otvíráním průduchů
„řídí“ sporofyt transport
metabolitů z gametofytu.

Kutikula a zavření
průduchů „pozdrží“
hydrataci oproti
vyschlému gametofytu



Tyto zprvu nevýznamné adaptační výhody, mohly v konečném důsledku vyústit v osamostatnění sporofytu !

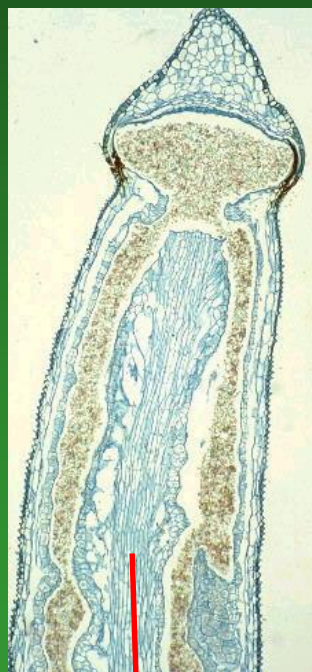
Stavba tobolky je složitější než u játrovek

uvnitř často **sloupek** (*columella*)

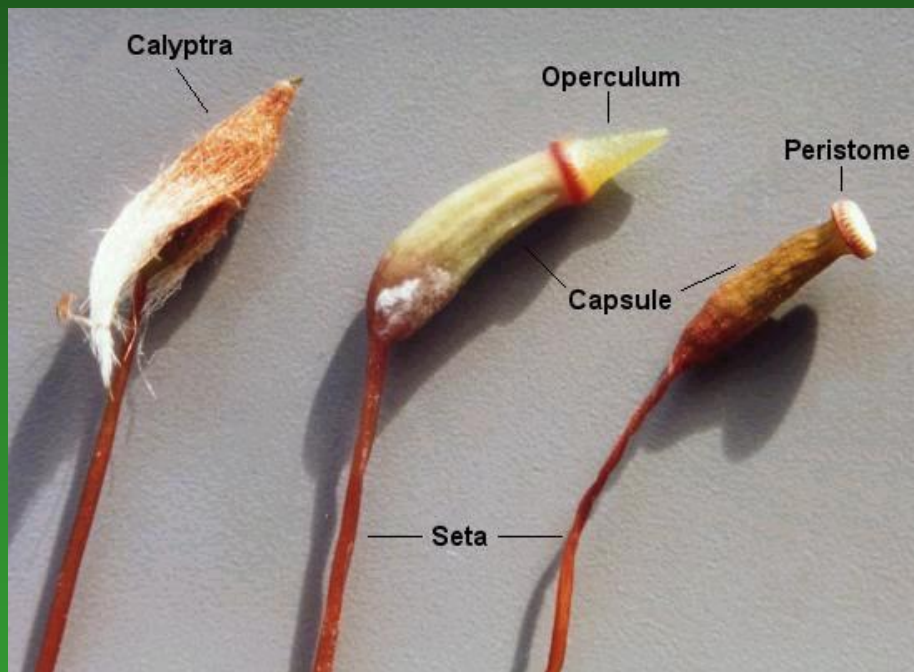
na něm **výtrusorodá vrstva** (*archesporium*) + **výtrusy** (*spora*e)

horní okraj tobolky tvoří **obústí** (*peristom*),

na něm je **víčko** (*operculum*), popř. i **čepička** (*calyptra* = přetvořený obal archegonia – je to ve skutečnosti gametofyt!)



columella

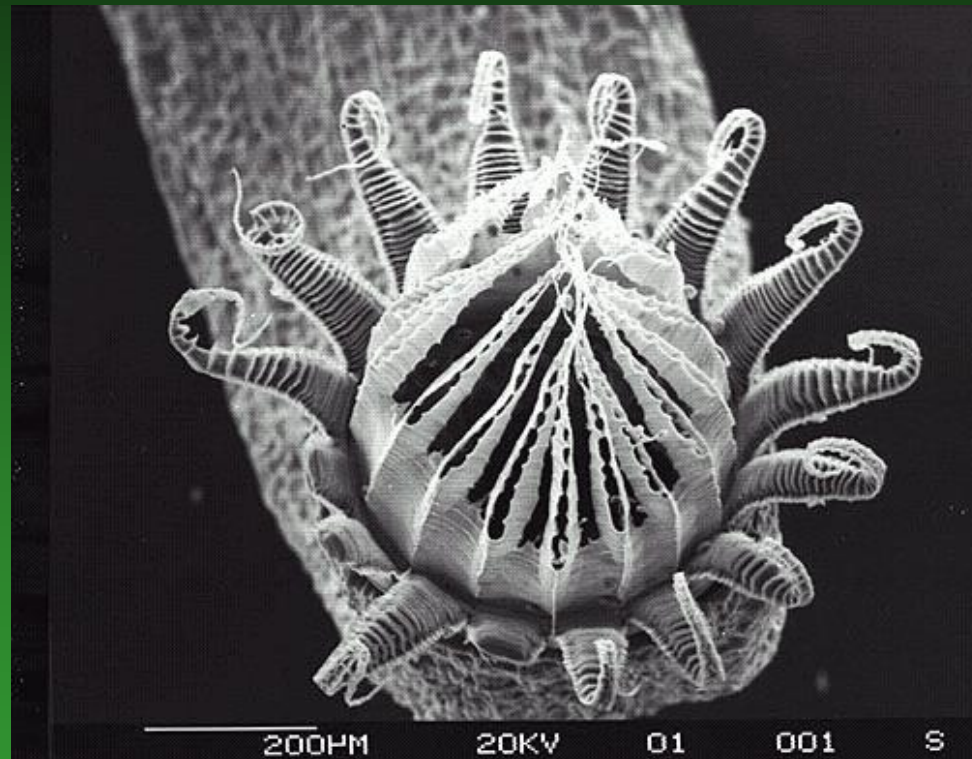
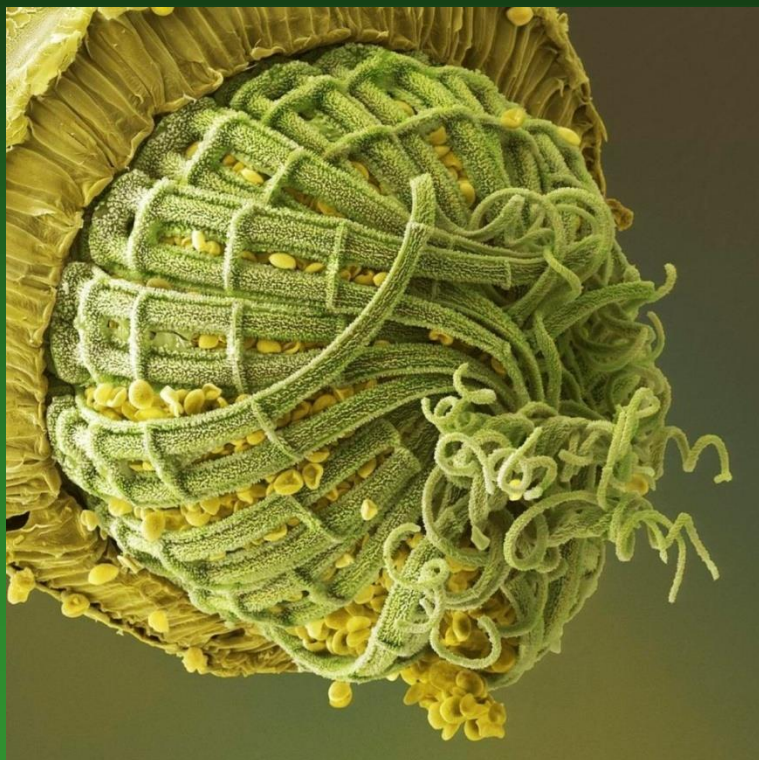


Stavba tobolky – funkce peristomu

Po odpadu víčka zuby peristomu hygroskopicky otvírají a zavírají ústí tobolky – dle počasí (vlhkosti vzduchu)

https://www.youtube.com/watch?v=jIJ9_EBoY-U

Eurhynchium praelongum - peristom

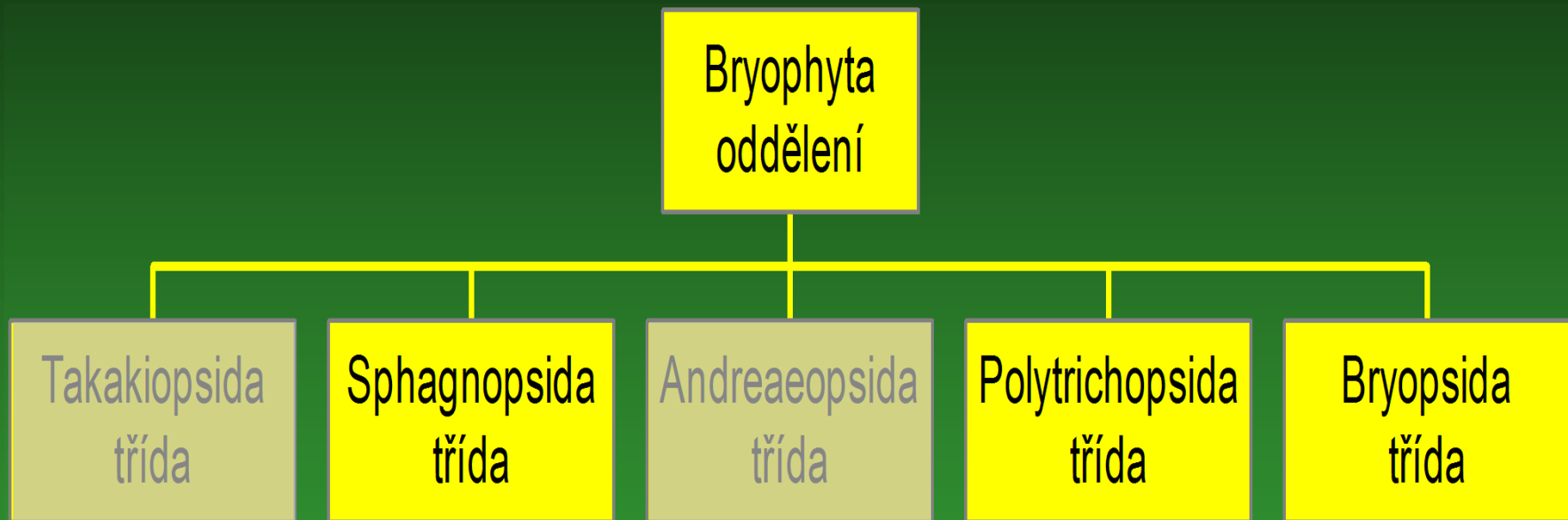


Tobolky mechů vytvoří výtrusy najednou, uvolňují je dlouho. Játrovky je taky tvoří najednou a uvolňují najednou pomocí elater. Hlevíky je tvoří postupně a uvolňují postupně se rozvírajícími chlopněmi a pseudoelaterami

Klasifikace mechů

680 rodů / zhruba 11 000 druhů

rozdělených do 5 tříd

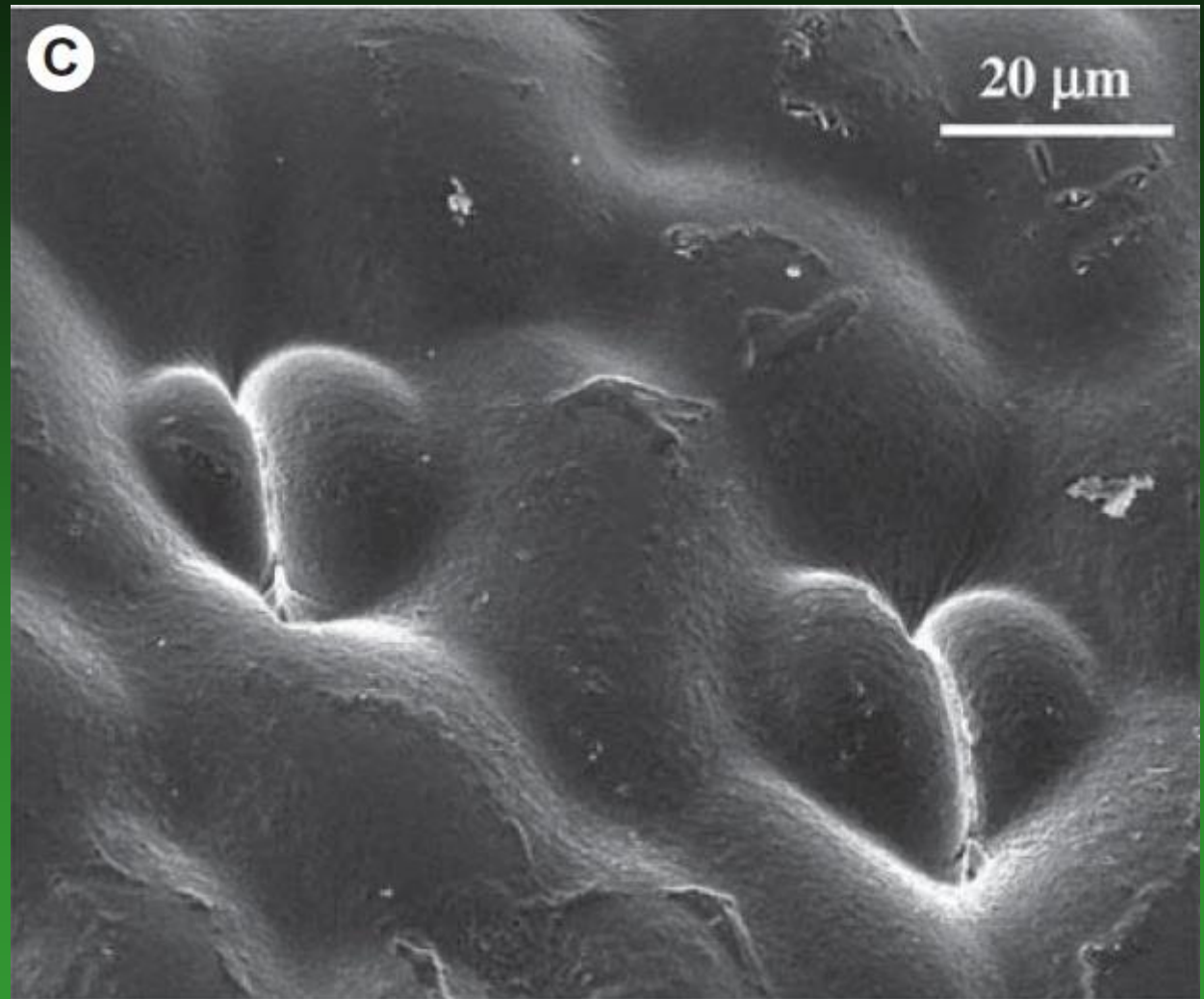


2. Třída *Sphagnopsida*

- rhizoidy jen na protonematu (nejsou potřeba protože gametofyt roste ve vlhkém prostředí)
- kauloid větvený
- hydroidy chybí
- bezžilné fyloidy tvořené **hyalocystami** a **chlorocystami**

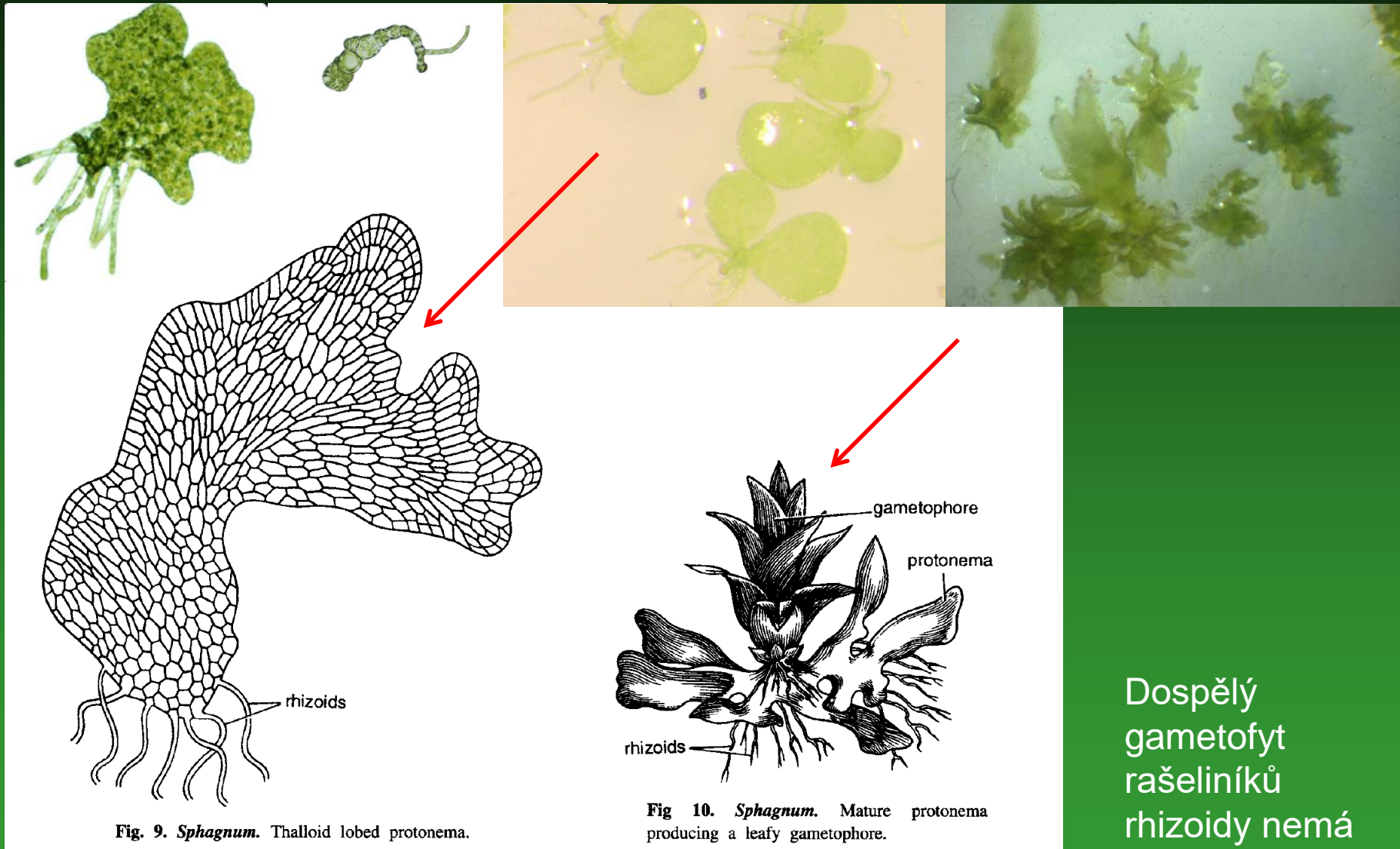


Průduchy – na tobolce zpravidla nefunkční



Nefunkční průduchy
na tobolce *Sphagnum*
fimbriatum

Protonema – jen zpočátku náznak vláknitosti, pak frondózní, má rhizoidy

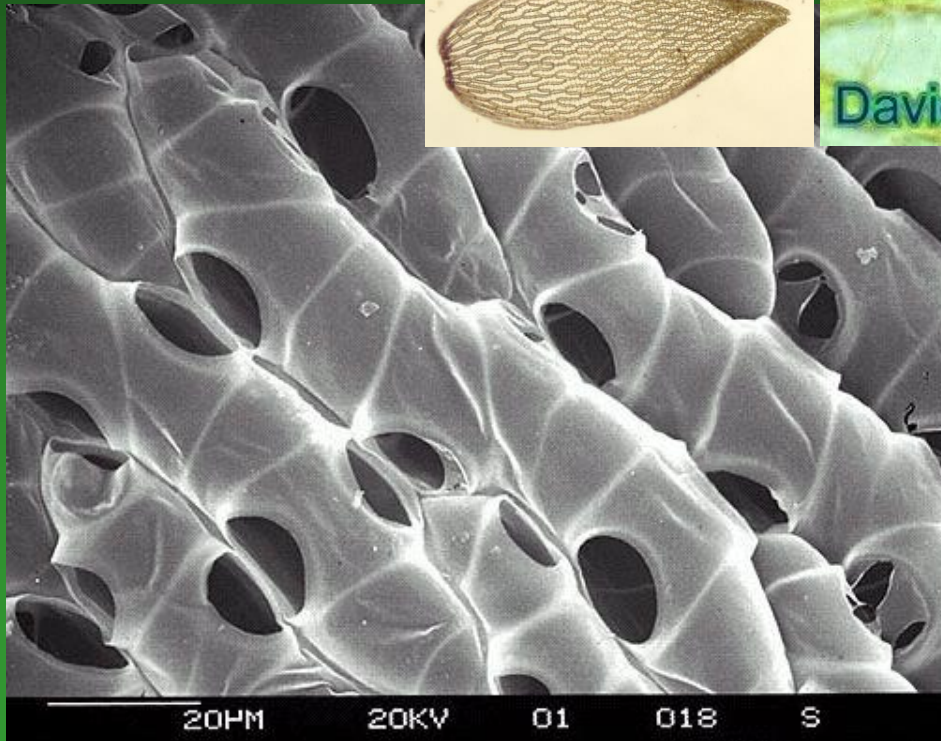
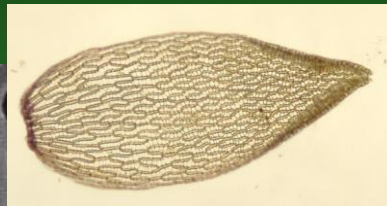
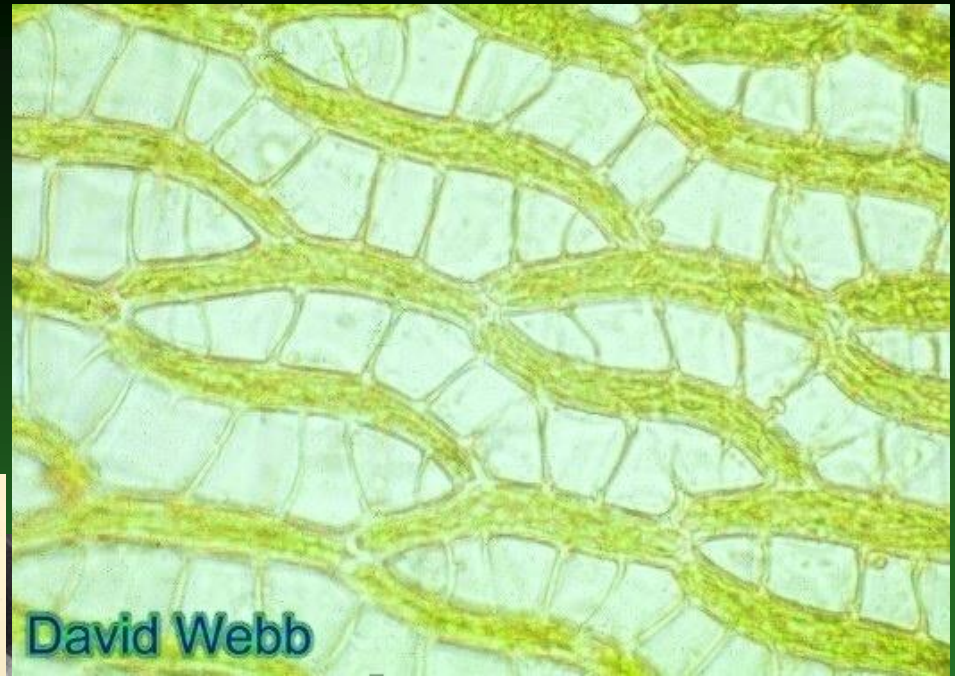


Dospělý gametofyt rašeliníků rhizoidy nemá

Fyloidy – dimorfní buňky

Hyalocysty – bezbarvé mrtvé buňky
= nádrže na vodu s otvory,
vyztužené lištami, aby při ztrátě
vody neztratily tvar

Chlorocysty = živé zelené
(asimilační) buňky



Celý systém funguje jako
sací pletivo.



Fyloidy – dimorfní buňky

Sací schopnost 1 : 20 + slabě dezinfekční účinky = vítaná přednost v dobách, kdy ještě neexistovaly dámské vložky a jiné komerčně vyráběné hygienické pomůcky

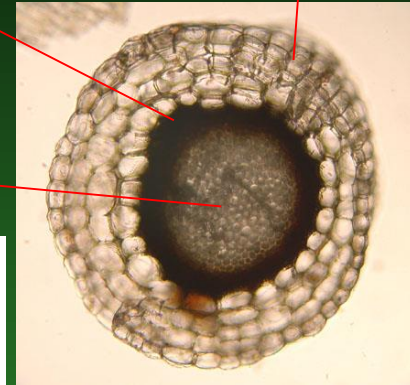


Kauloid – ochranný a absorbční kortex – velké mrtvé buňky – absorpce roztoků

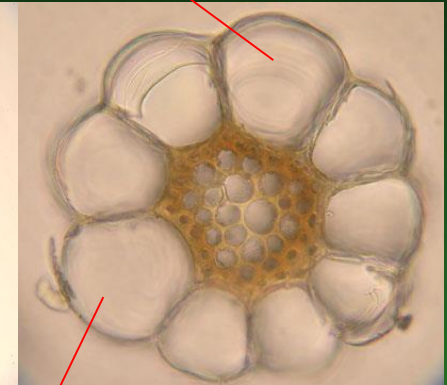
= nahrazují
chybějící
rhizoidy

– vnějšek dřene – živé tlustostěnné
prosenchymatické buňky
= výztuha lodyžky

– vnitřek dřene – živé tenkostěnné
parenchymatické zásobní buňky



vícevrstevný kortex
hlavní lodyžky



jednovrstevný kortex
bočních větví

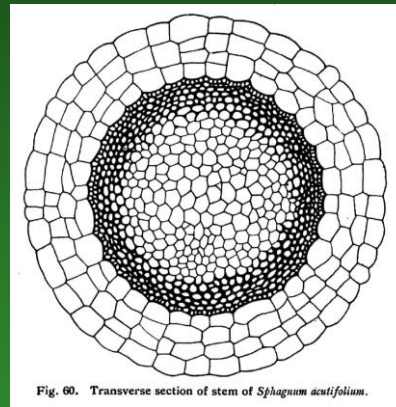
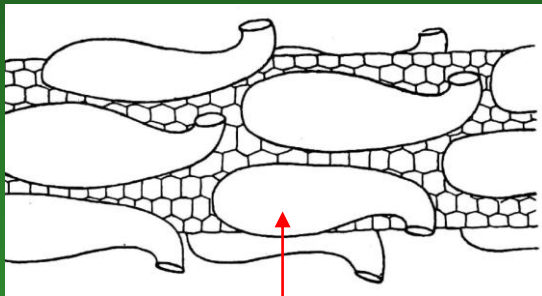
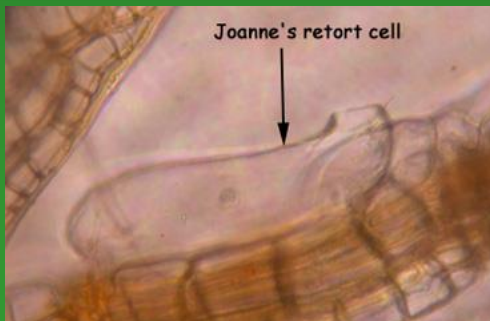


Fig. 60. Transverse section of stem of *Sphagnum acutifolium*.

nálevník *Habrotricha roeperi*
žijící endosymbioticky v
retortových buňkách rašeliníků



u některých druhů mají kortexové buňky tvar křivulí

Antheridia – kulovitá, stopkatá
vtroušená mezi lístky zkrácených
větvěk „hlavičky“

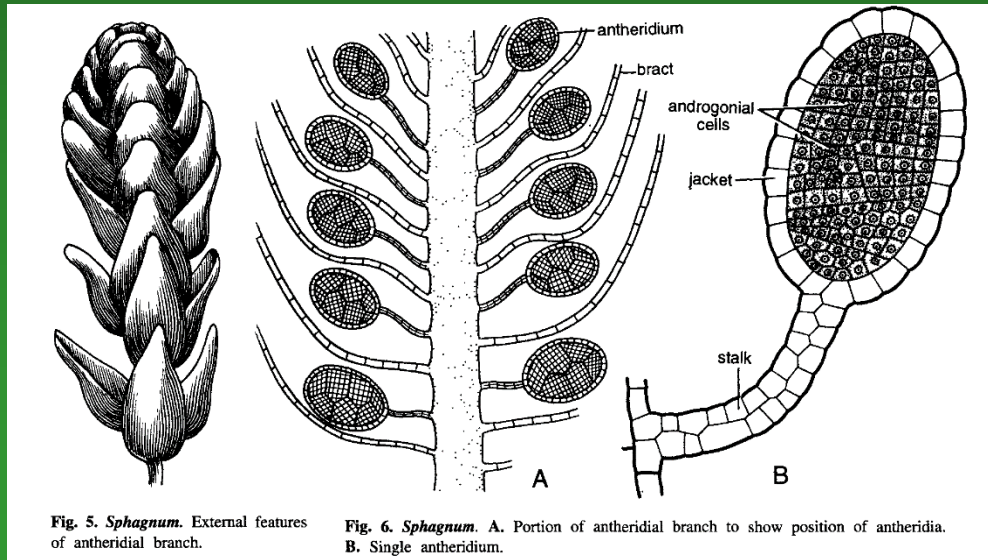
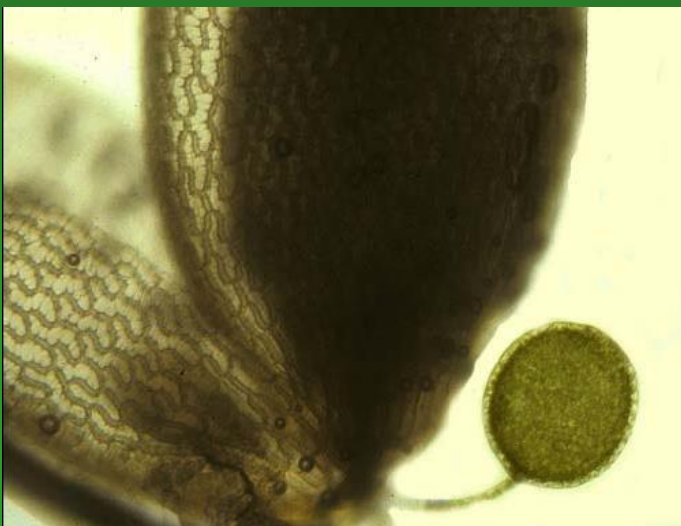


Fig. 5. *Sphagnum*. External features of antheridial branch.

Fig. 6. *Sphagnum*. A. Portion of antheridial branch to show position of antheridia. B. Single antheridium.

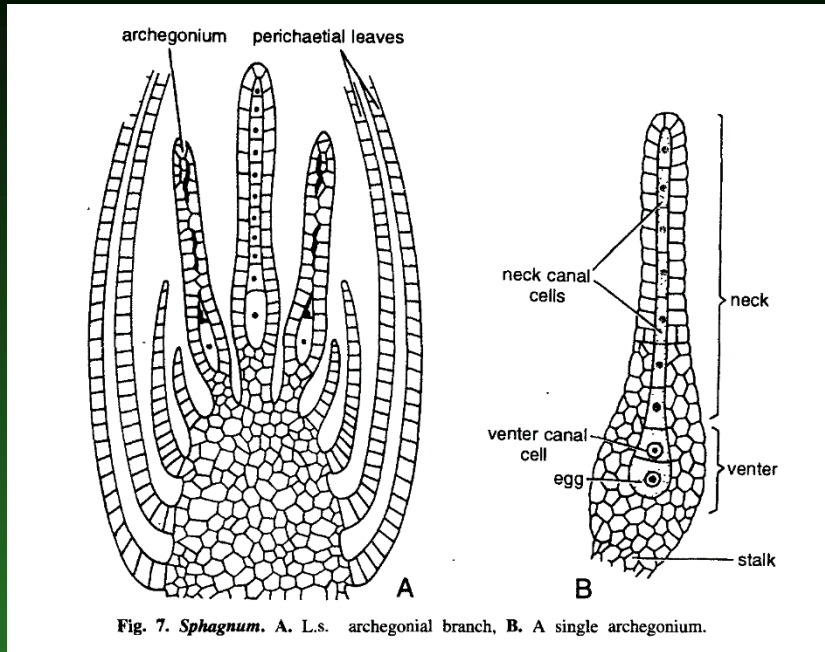


Fig. 7. *Sphagnum*. A. L.S. archegonial branch, B. A single archegonium.

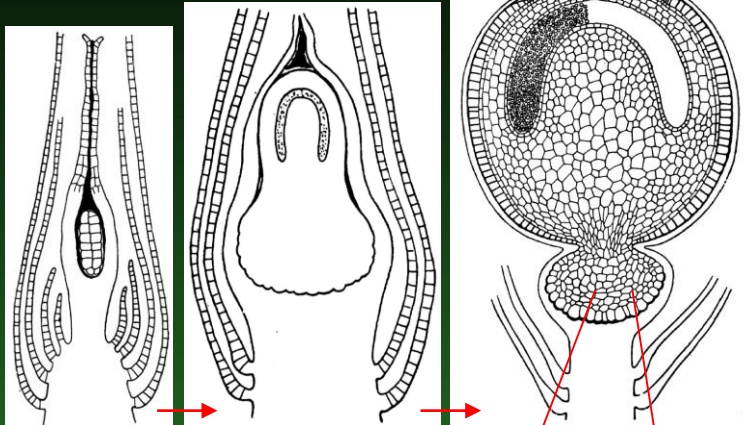


Archegonia

- na krátkých stopečkách na koncích větviček v „hlavičce“

Rašeliníky mohou být dvoudomé i jednodomé

Sporofyt

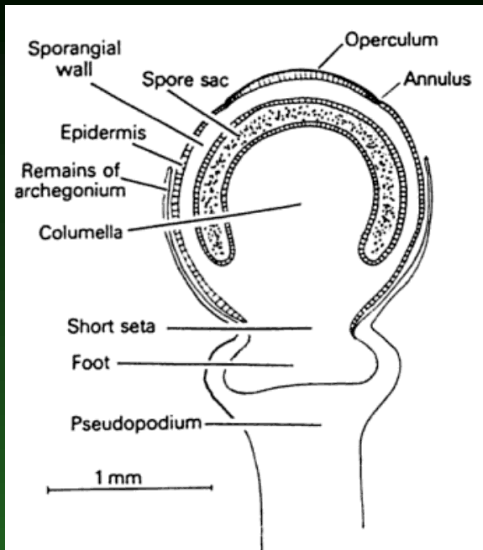


Štět – kratinký, schovaný v horní miskovité části pseudopodia

Pseudopodium = zelený výrůstek gametofytu nesoucí sporofyt

Tobolka - kulatá červenohnědá s víčkem jak rádiovka, nemá čepičku



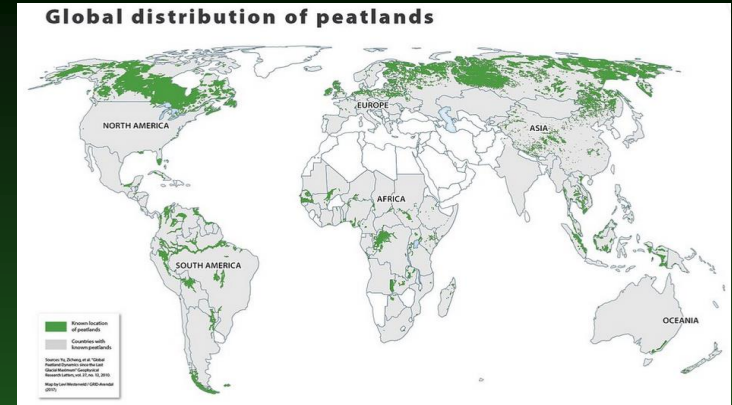


Uvolnění spór explozí

1. Sesycháním neúplného sloupku vzniká podtlak
2. Vzduch nasáván přes propustnou epidermis
3. Seschnutím epidermis ztrácí propustnost a plochu
4. Zmenšuje se objem a roste tlak v tobolce (0.4 až 0.6 MPa)
5. Překročení kritické hodnoty = odtržení (odstřelení) víčka = exploze slyšitelná i na vzdálenost několika metrů

Rod *Sphagnum* má zhruba 380 druhů

Rašeliniště vznikala v postglaciálu (stará max. 10-12 tisíc let)



Ulmifikace = rašelinění
rozklad za nepřítomnosti
vzduchu (v minulosti
pokračovala karbonizací
= uhelnatěním

Tmavá barva rašeliny =
vysoký obsah uhlíku (v
aerobních podmínkách
by unikl ve formě CO₂)

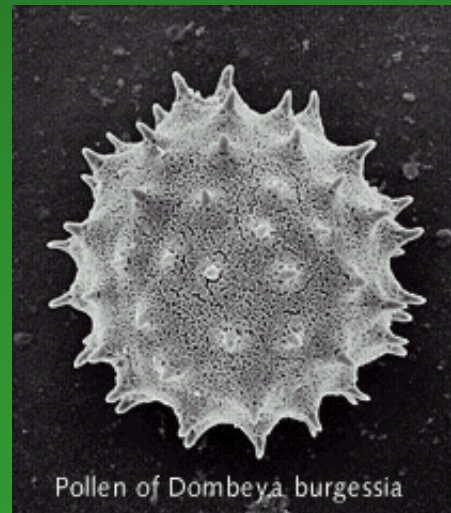
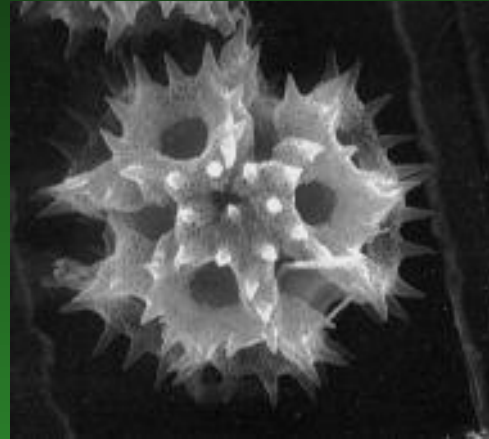
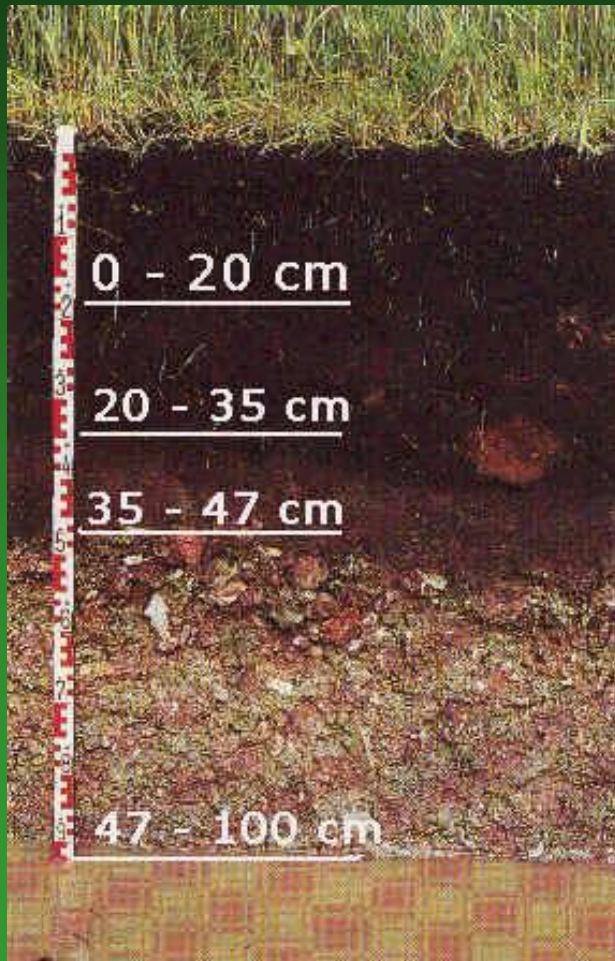
Porosty rašeliníků
pokrývají zhruba 1%
povrchu souše



V krajině mají rašeliniště hydrologický a klimatologický význam

Vrstva rašeliny až 10 m

Díky konzervačním účinkům (kyselé prostředí) uchovává pyl a makrozbytky rostlin



Pollen of *Dombeya burgessia*



Rašelina jako surovina

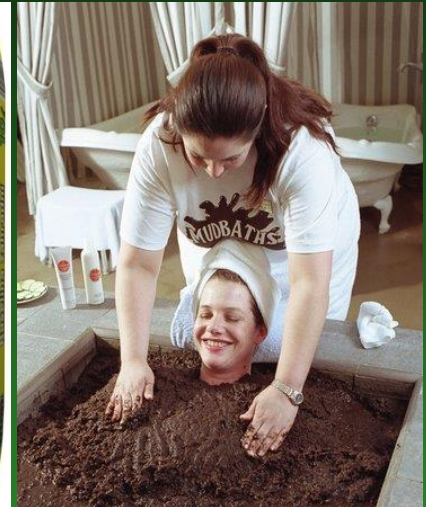
Minulost

- palivo (výhřevnost až 4000 kal/kg)

Dnes

- lázeňství (Třeboňsko, Lúčky-kúpele u Ružomberku)

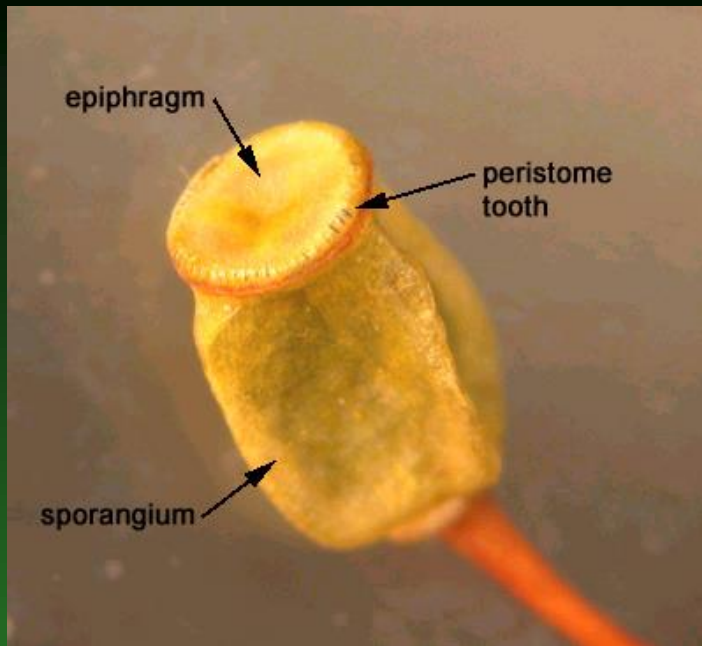
- zahradnický substrát



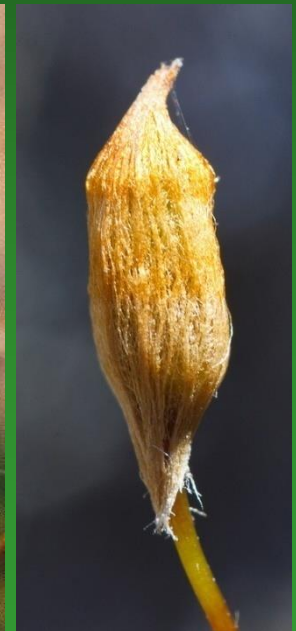
sušící se kusy vytěžené rašeliny = borky

4. Tř. *Polytrichopsida*,

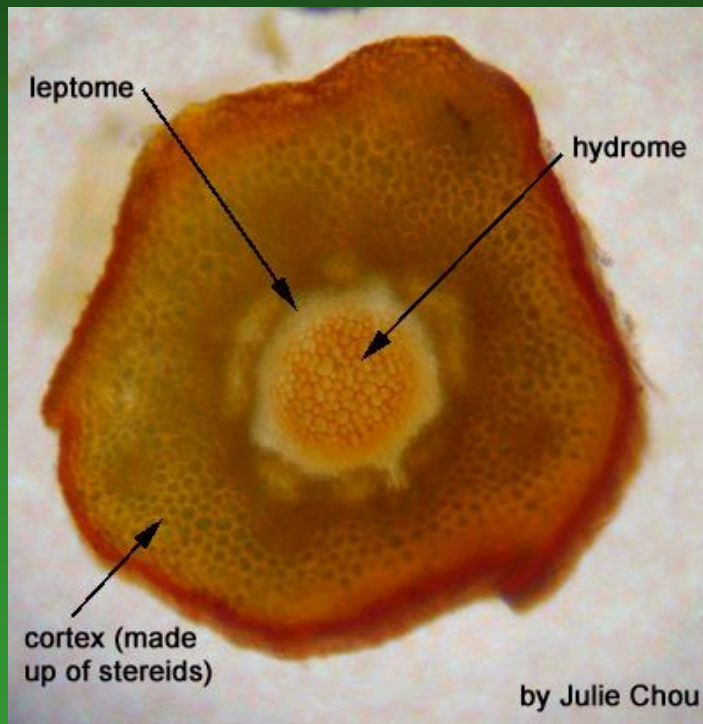
- fyloidy s žilkou
- velikostně největší mechy, až 1 m vysoké
- tobolka uzavřena blanitou epifragmou s otvory na obvodu
- čepička chlupatá
- sporofyt s funkčními průduchy



Mechy s „chabou konstrukcí“ nemohou s cévnatými rostlinami kompetovat o světlo ve vertikálním směru. I kdyby se vaskularizovaly a lignifikovaly a začly růst do výšek, vzdalovaly by se gametangii od vody, na které jsou při oplození závislé.



Kauloid



díky výšce mají
ploníky nejvíce
diferencovaná
„vodivá pletiva“

kromě hydroid ještě
leptoidy – mají
sítkovaná propojení, v
dospělosti ztrácejí
jádra, ale cytoplasmu
si zachovávají

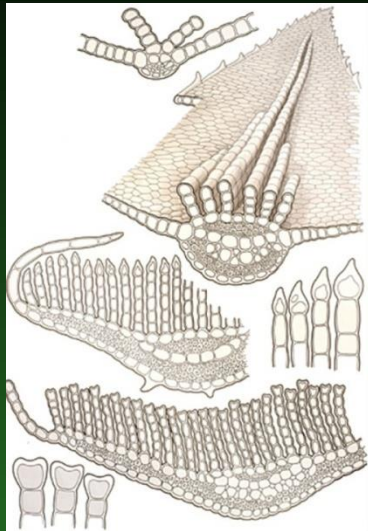
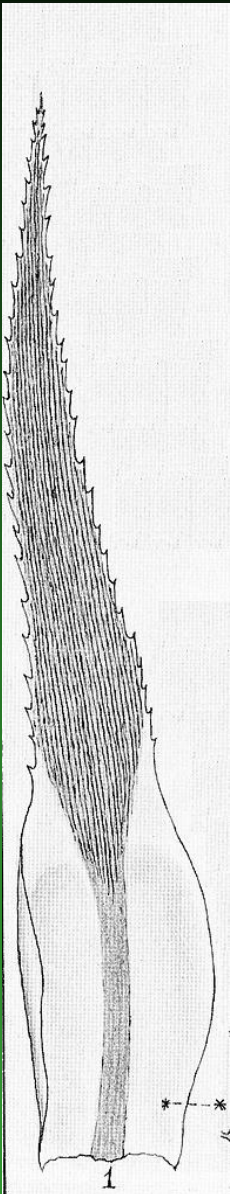
(několikanásobně rychlejší
transport oproti difúzi u ostatních
mechů zjišťován radioaktivně
značenými cukry – 32 cm/h)

„cévní svazek“
mechanicky vyztužen
stereidami

Hydroid



**Tracheid of
*Equisetum***

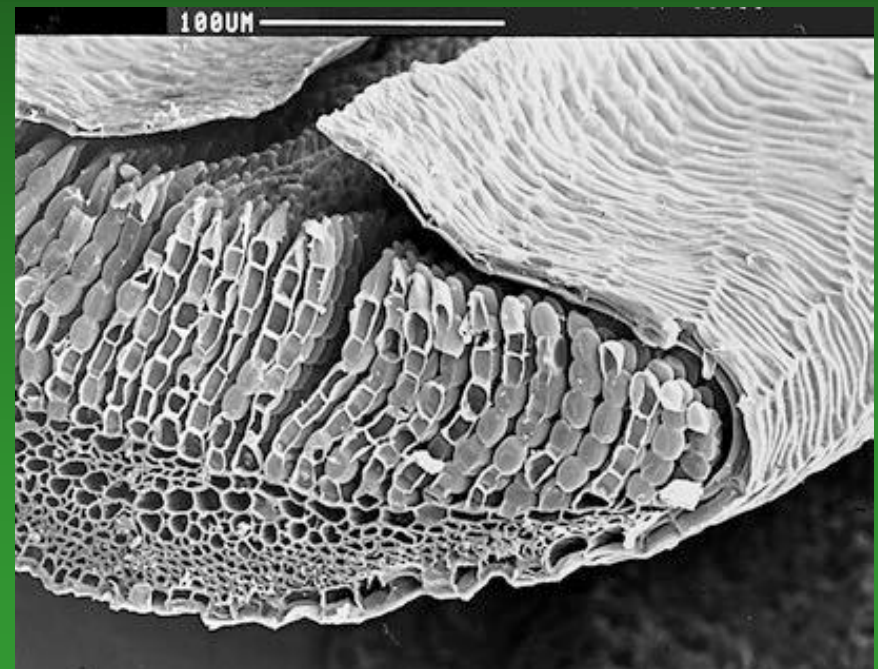


fyloidy ploníků

– mezi mechy nejsložitější stavba „pseudomezofylu“

Svrchní strana s podélnými lamelami (tvoří je buňky s mnoha chloroplasty)

Konduplikátní svinutí fyloidu reguluje transpiraci a tím fotosyntézu a pohyb roztoků ve vodivém systému

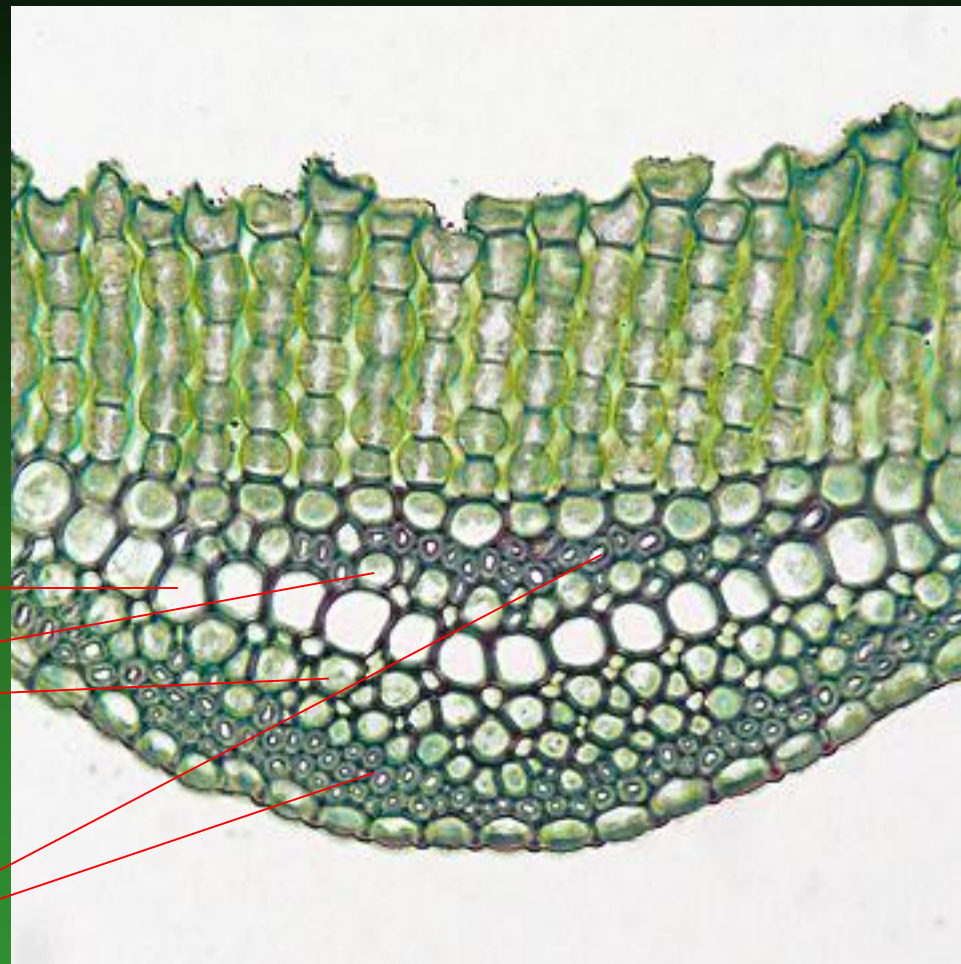


fyloidy ploníků

hydroidy

leptoidy

stereidy





Perigonia = jednopohlavné „květy“ ploníků

Perigonium = soubor rozšířených fyloidů a parafýz na vrcholu plodné lodyžky (samčí nebo samičí)

Antheridia – stopkatá mezi lístky a parafýzami samčího perigonia

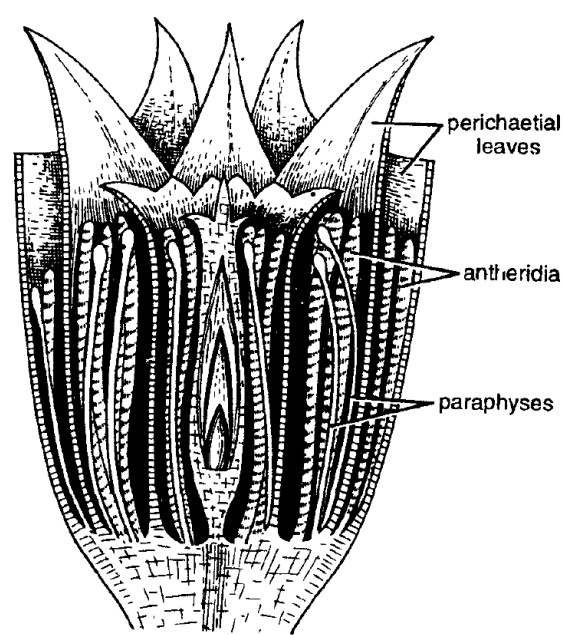


Fig. 5. *Polytrichum*. L.s. through antheridial head.

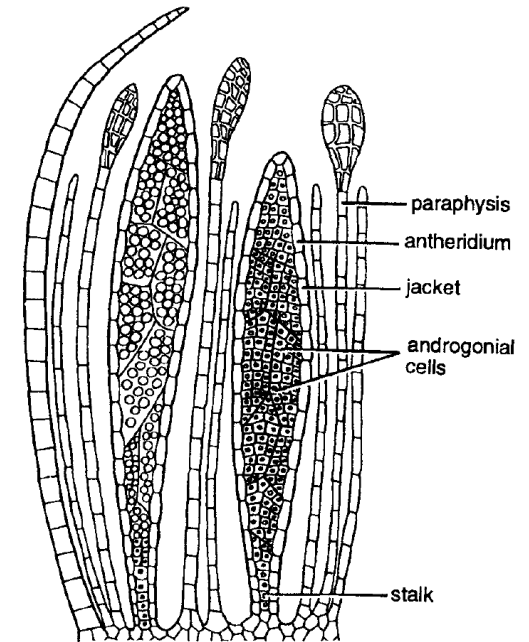


Fig. 6. *Polytrichum*. Antheridia and paraphyses.

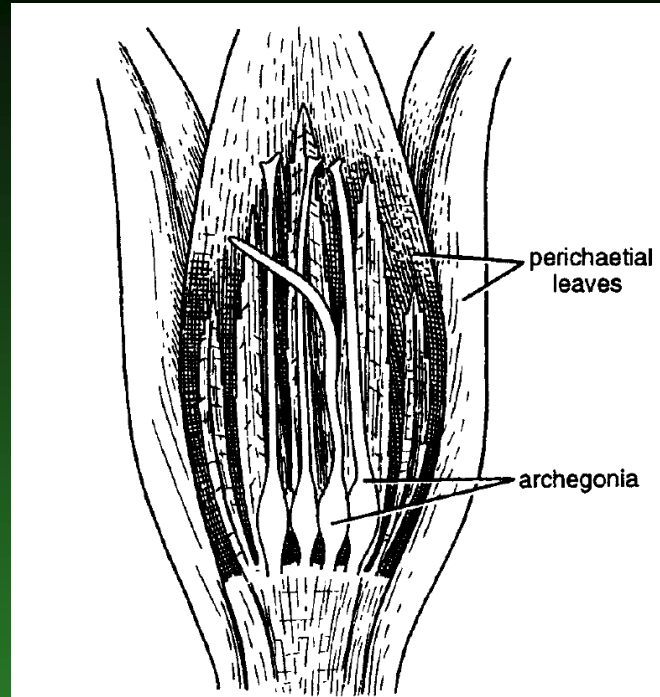
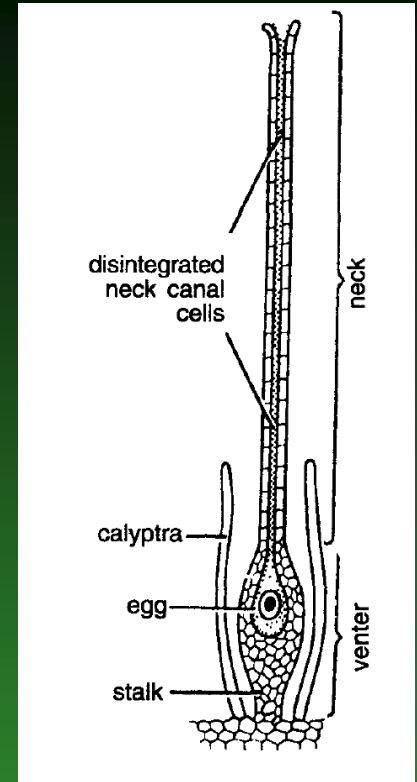


Fig. 7. *Polytrichum*. L.s. through archegonial head.



Archegonia - protáhlá, na krátkých stopkách, mezi lístky a parafýzami v samičích terminálních perigoniích

U nás v lesích a na degradovaných (odumřelých) rašeliništích najdeme několik zástupců rodu ploník (*Polytrichum*) – např. **ploník obecný** (*Polytrichum commune*).



Všichni zástupci tř. *Polytrichopsida* mají extrémně malé spory někdy jen 5–8 μm . U rodu *Dawsonia* je v jedné zralé tobolce až 65 miliónů výtrusů!



Dawsonia superba, New Zealand

5. Třída *Bryopsida* (nejbohatší ~ 10 000 druhů)

(4 podtřídy *Diphyscidae*, *Funariidae*, *Dicraniidae* a *Bryidae*)

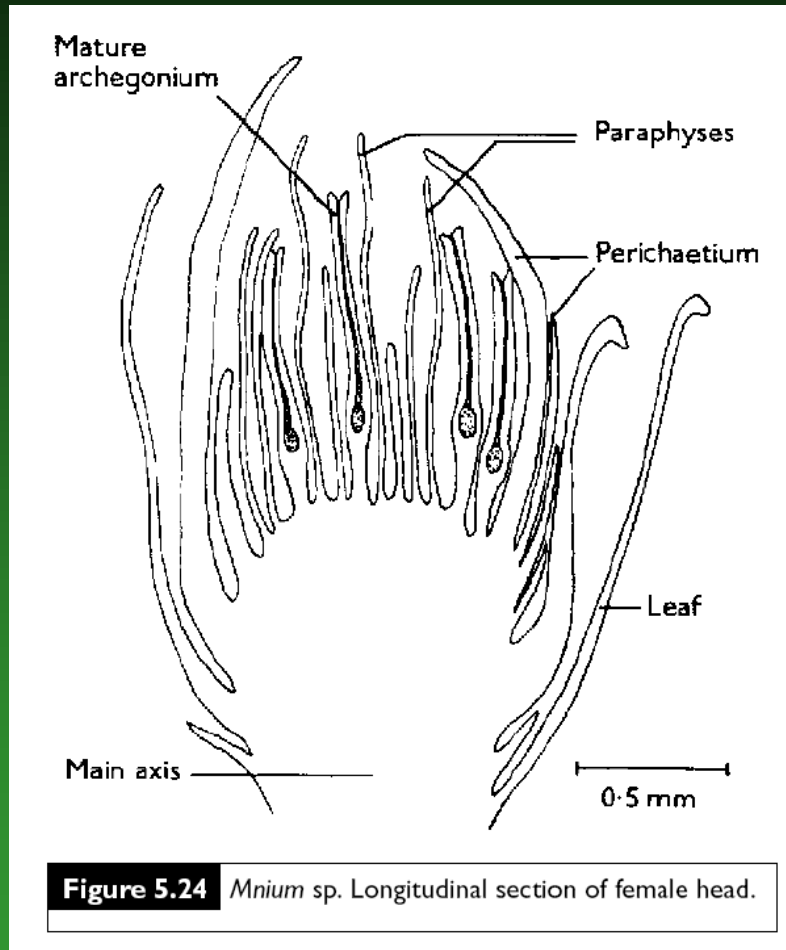
(i) pokročilá diferenciacce pletiv gametofytu, ale ne tolik jako u ploníků (většinou chybí leptoidy),

(ii) fyloidy obvykle se střední žilkou,

(iii) průduchy vyvinuty.

U nás mnoho zástupců.

Archegonia a antheridia v samčích nebo samičích perigoniích na vrcholu kauloidu nebo koncích větví.



Víc než polovina druhů dvoudomých; Dioecie = fylogeneticky původní stav u mechů

Breutelia elongata

Perigonia - na diskovitě rozšířeném vrcholu kauloidu



Rhizomnium glabrescens

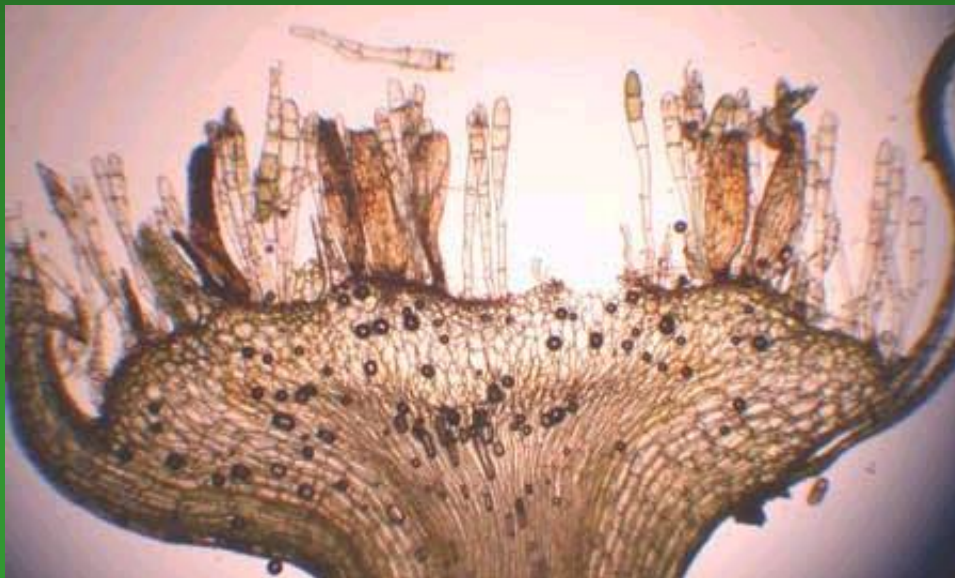


Figure 17. *Bryum capillare* males with antheridia in a splash platform. Photo by Dick Haaksma.

Antheridia obvykle stopkatá, protáhlého tvaru

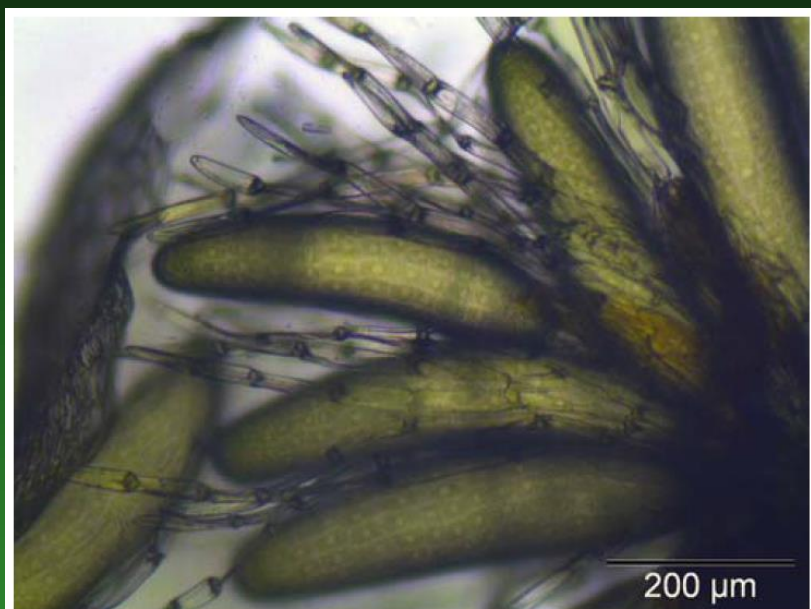


Figure 26. *Hypnum cupressiforme* perichaetial leaves, paraphyses, and antheridia. In this species, antheridia occur long the stem. Photo by Kristian Peters.



antheridia u rodu *Bryum*

Na chodnících, zdech, střeších, ale i holé půdě najdeme jemné stříbřitě světlezelené polštářky prutníku stříbrného (*Bryum argenteum*).



Bryum argenteum

Ve vlhké trávě a na pařezech je častý trávník Schreberův (*Pleurozium schreberi*), kauloidy mají po odrhnutí lístků nehtem charakteristické rezavě hnědé zbarvení.



Pleurozium schreberi

Na prameništích a v olšinách najdeme zástupce rodu měřík (*Mnium*) s průsvitnými světlezelenými fyloidy, jež jsou dobrým objektem pro demonstraci hydroid a stereid.

Mnium spinosum



Funaria hygrometrica



Drobné rostlinky zkrutku vláhojevného (*Funaria hygrometrica*) najdeme často na spáleništích v lesích (angl. proto nazýván Cinderella)

Fontinalis antipyretica

pramenička obecná - proudící voda (čisté řeky, potůčky, luční studánky). Vlnící se lodyžky až metrové délky. Pěstuje se v akváriích.



Sušené jemné gametofyty např. sourubky kadeřavé (*Neckera crispa*) či bělozubky ocáskovité (*Leucodon sciuroides*) byly využívány jako předchůdci toaletního papíru



Neckera crispa



Leucodon sciuroides



Od středověku až do 19. století byla výroba papíru drahou záležitostí. Nehledě ke značné tuhosti, drsnosti a nízké savosti dříve vyráběného ručního papíru.

drsná textura ručního papíru





Genetický model: *Physcomitrella patens*
celý genom 1C=510 Mbp byl
sekvenován jako první mezi mechy

Genomy mechorostů

- velmi malé – ve srovnání s ostatními vyššími rostlinami.
- malé i počty chromosomů 10-20, nejméně *Takakia* $n=4$

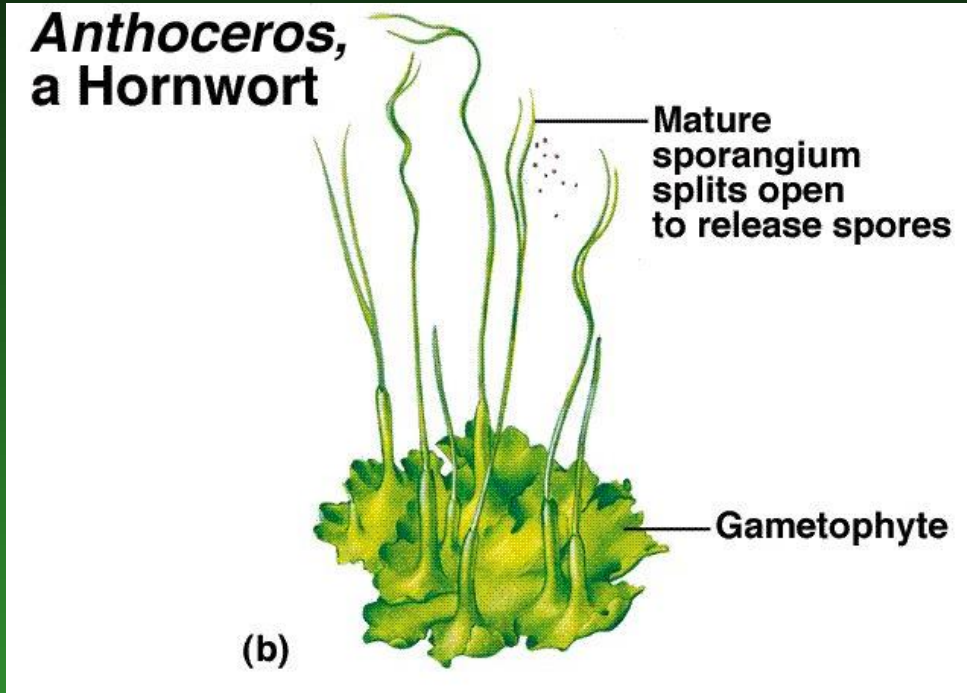
Polyploidie – oproti ostatním vyšším rostlinám vzácněji.

Přitom by tak dobře fixovala heterozygotitu tam, kde je riziko totální homozygotity následkem selfingu oboupohlavných gametofytů tak velké. Navíc by odstranila přímou selekci mutací v haploidním gametofytu – mohly by se pak uchovat „na horší časy“ nebo „na jiný genetický kontext“ jako v dominantním sporofytu cévnatých rostlin.

Vzácnost polyploidie a malé genomy mechorostů pramení z jádroplasmové korelace (= velké jádro se do malé buňky nevejde). Velké buňky by zřejmě konstrukčně neudržely pohromadě mechovou rostlinku, které chybí opora v cévních svazcích. Velké spermatozoidy by byly také pomalejší.



Oddělení *Anthoceroophyta* (hlevíky)



Hlevíky mají jak znaky pokročilé (interkalární meristém, průduchy), tak i primitivní, společné s řasami (pyrenoid, málo chloroplastů v buňkách).

Gametofytní **stélka** hlevíků je **frondózní** - dorzoventrální
- rozprostřená po podkladu

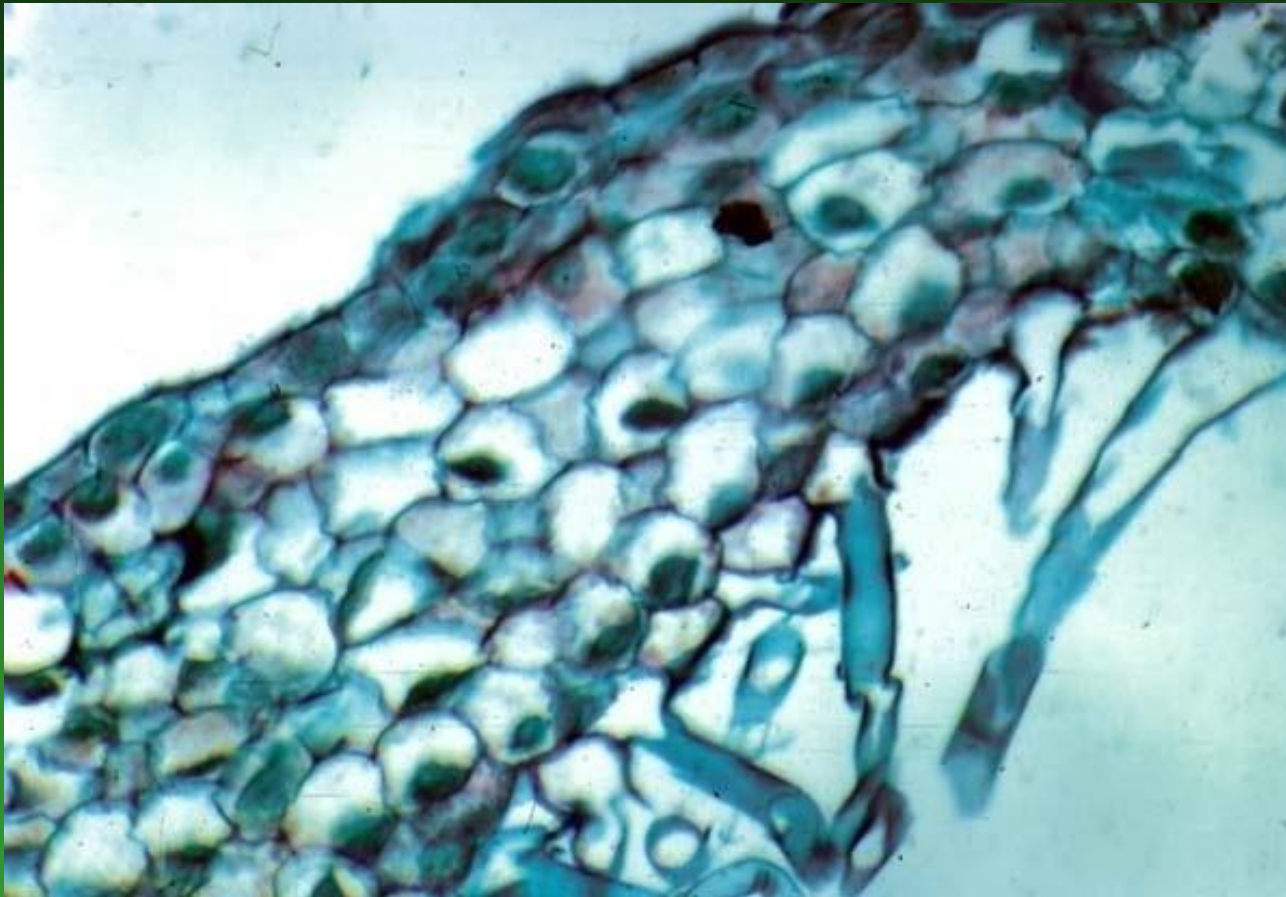


Phaeoceros carolinianus

Gametofyt hlevíků je **drobný** - zpravidla velikostí nepřesahuje několik málo centimetrů



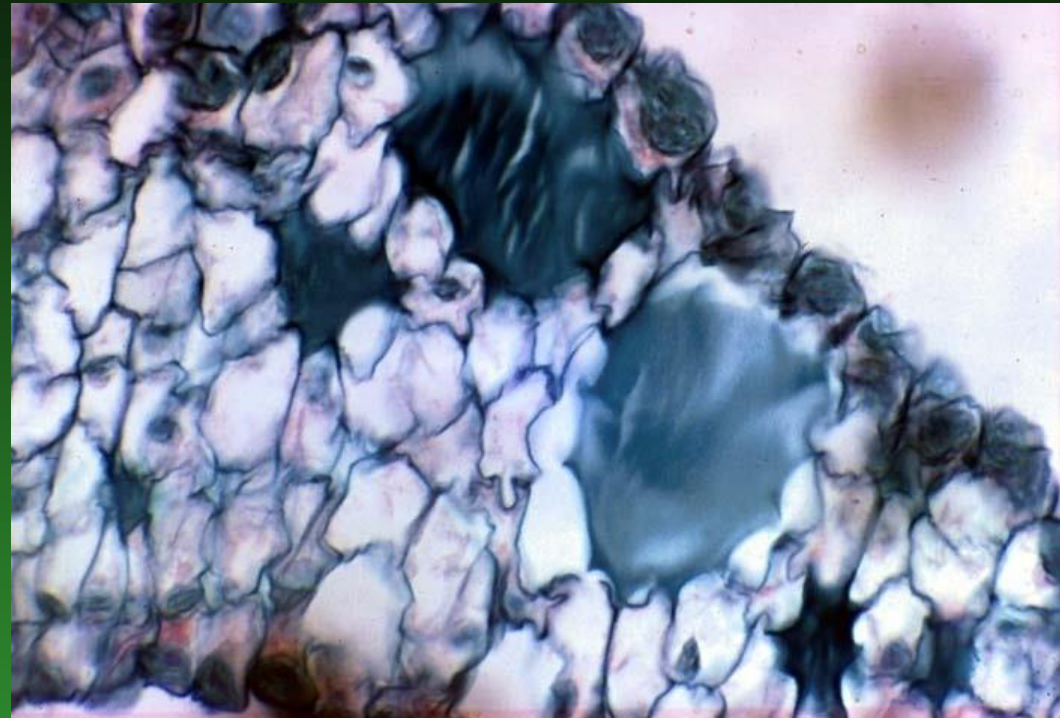
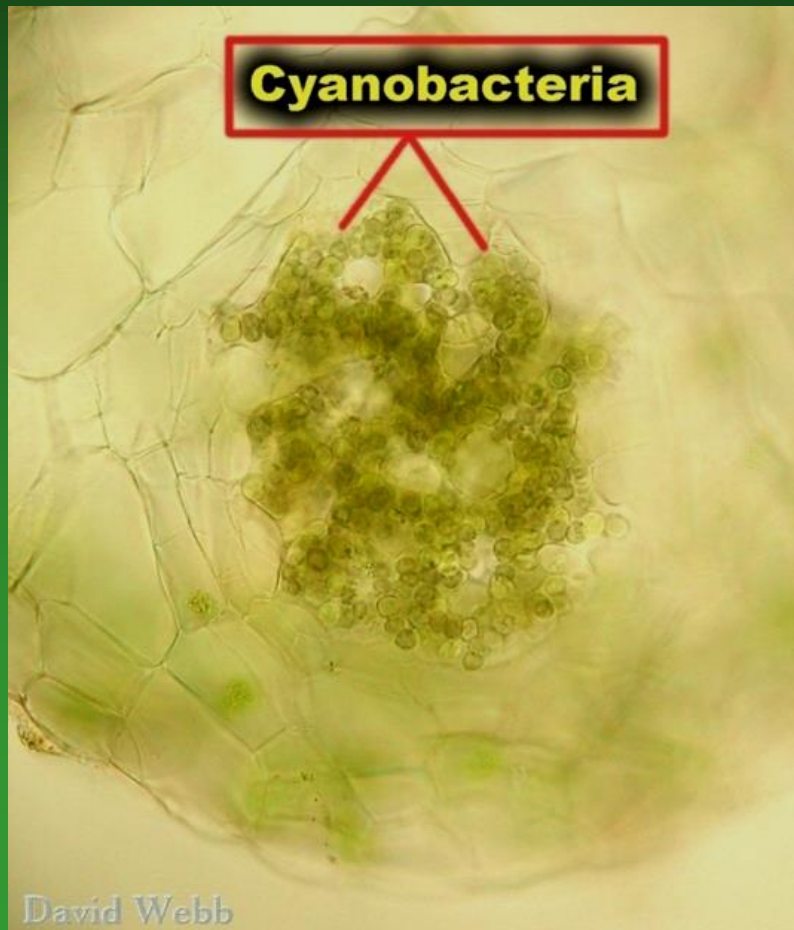
Rhizoidy hlevíků vznikají z povrchových buněk spodní strany stélky, (a stejně jako u játrovek) jsou **hyalinní**, **jednobuněčné** a mohou mít mykorrhizu



Phaeoceros carolinianus

Někdy **sliznaté dutinky** s koloniemi endosymbiotických sinic rodu *Nostoc* ve stélce

sliznaté dutinky u
Anthoceros punctatus



Sinice převádějí vzdušný dusík do amonné podoby, ta využívána hlevíky

Hlevíky produkují sliz obsahující sacharidy, které podporují růst sinic

Dendroceros crispatus

s černými komůrkami
obsahujícími kolonie sinic rodu
Nostoc

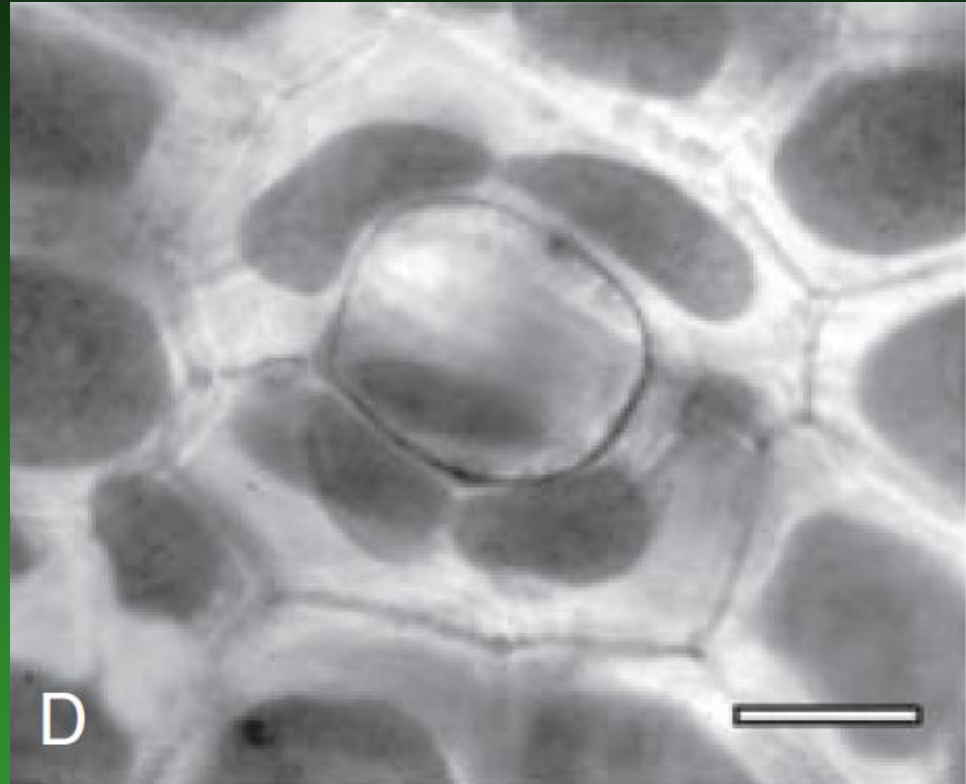


U *Dendroceros* a *Megaceros* ústí slizových dutinek tvoří **dvojice ledvinitých buněk** schopných tato ústí zavírat a otvírat

Megaceros aenigmaticus

= **homology průduchů**

mechorosty jinak na gametofytu žádné průduchy nemají!



V buňkách často jediný obrovský chloroplast spojený s pyrenoidem

Pyrenoid = bílkovinné tělísko, metabolicky aktivní, obsahující RUBISCO.

Řasy pyrenoidy vícekrát v evoluci ztratily. U hlevíků se vyvinuly patrně nezávisle *de novo*.



Figure 2. Hornwort cells showing single chloroplast, doughnut-shaped pyrenoid in center, and absence of oil bodies. Photo by Chris Lobban.

Hlevíky mohou mít vzácně i dva a zcela výjimečně až osm chloroplastů na buňku, zatímco játrovky a mechy jich mají vždy mnoho →

chloroplasty v
buňkách
lístku mechu
*Mnium
stellare*



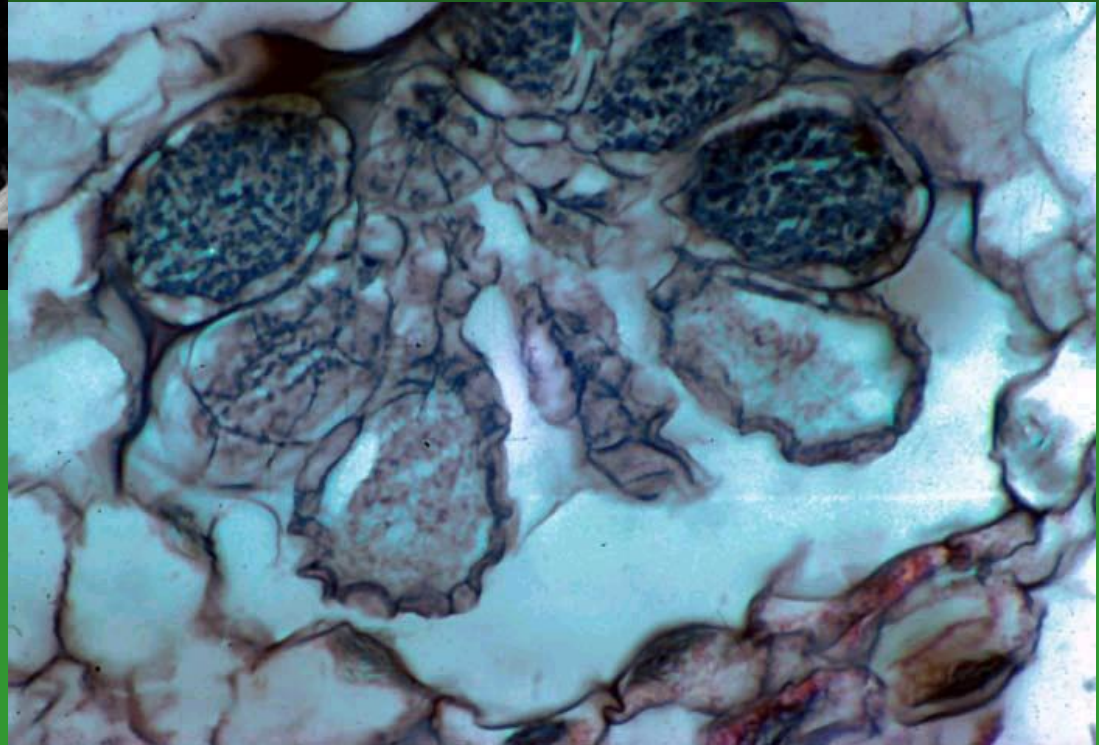
Archegonia zanořená na povrch
horní strany stélky ústí jen jejich
krčky

Anthoceros crispulus



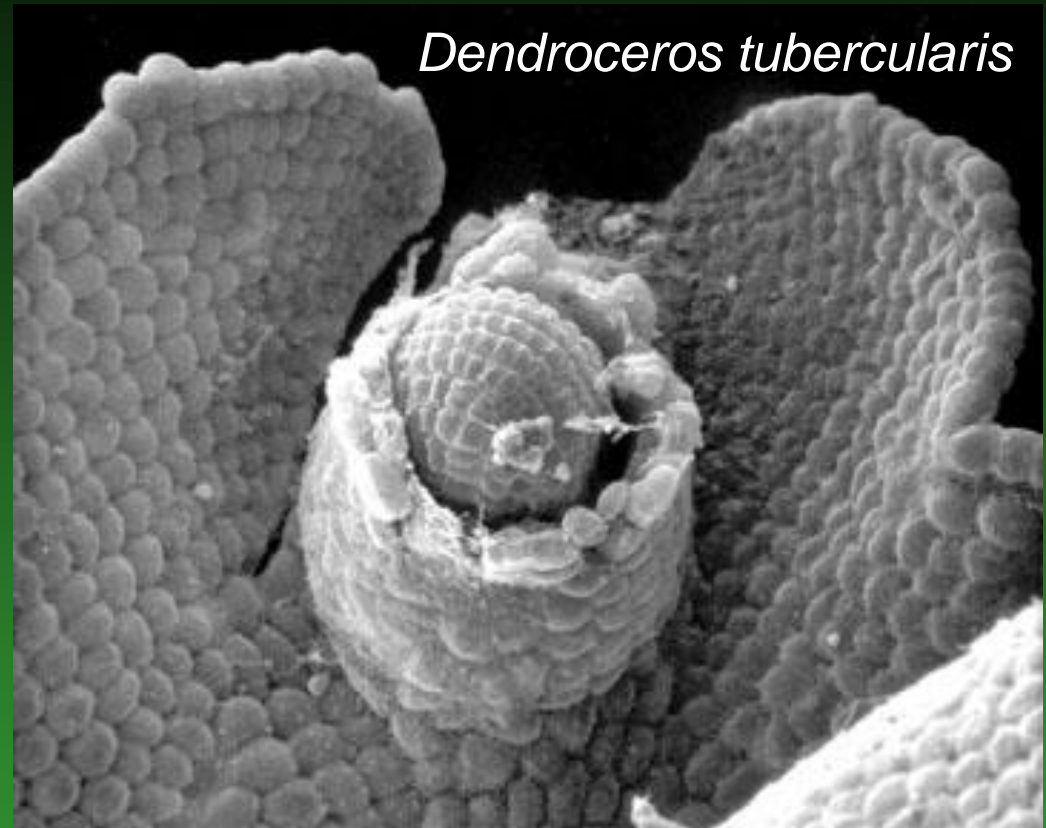
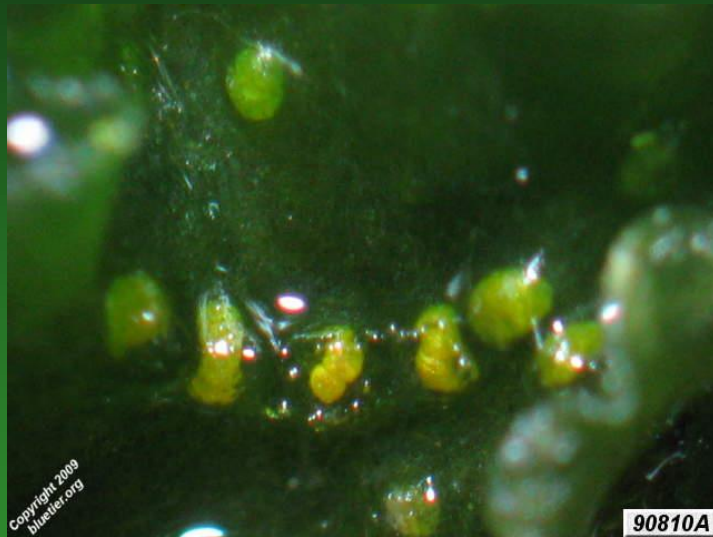
*Dendroceros
tubercularis*

někdy až po 25
ve shlucích

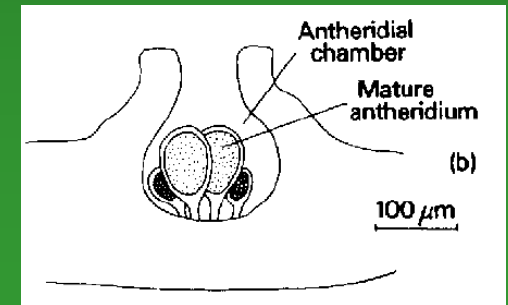


Antheridia — ve skupinkách v dutinkách uvnitř stélky,

Při dozrání antheridií praská stélka nad antheridiovou komůrkou, takže antheridia vyčnívají na povrch stélky



Chloroplasty buněk antheridiového obalu se při tom mění na oranžové nebo žluté chromoplasty



Sporofyt

hlevíků bez sety

Tobolka protáhlá,
v počátečních
fázích zelená.



Drobná, často jen o
málo delší než 1 cm



Noha sporofytu ukotvena v gametofytní stélce
chráněna **pochvou**, tvořenou pletivem gametofytní stélky



Válcovitá tobolka

střední sloupek (*columella*)

2 chlopně



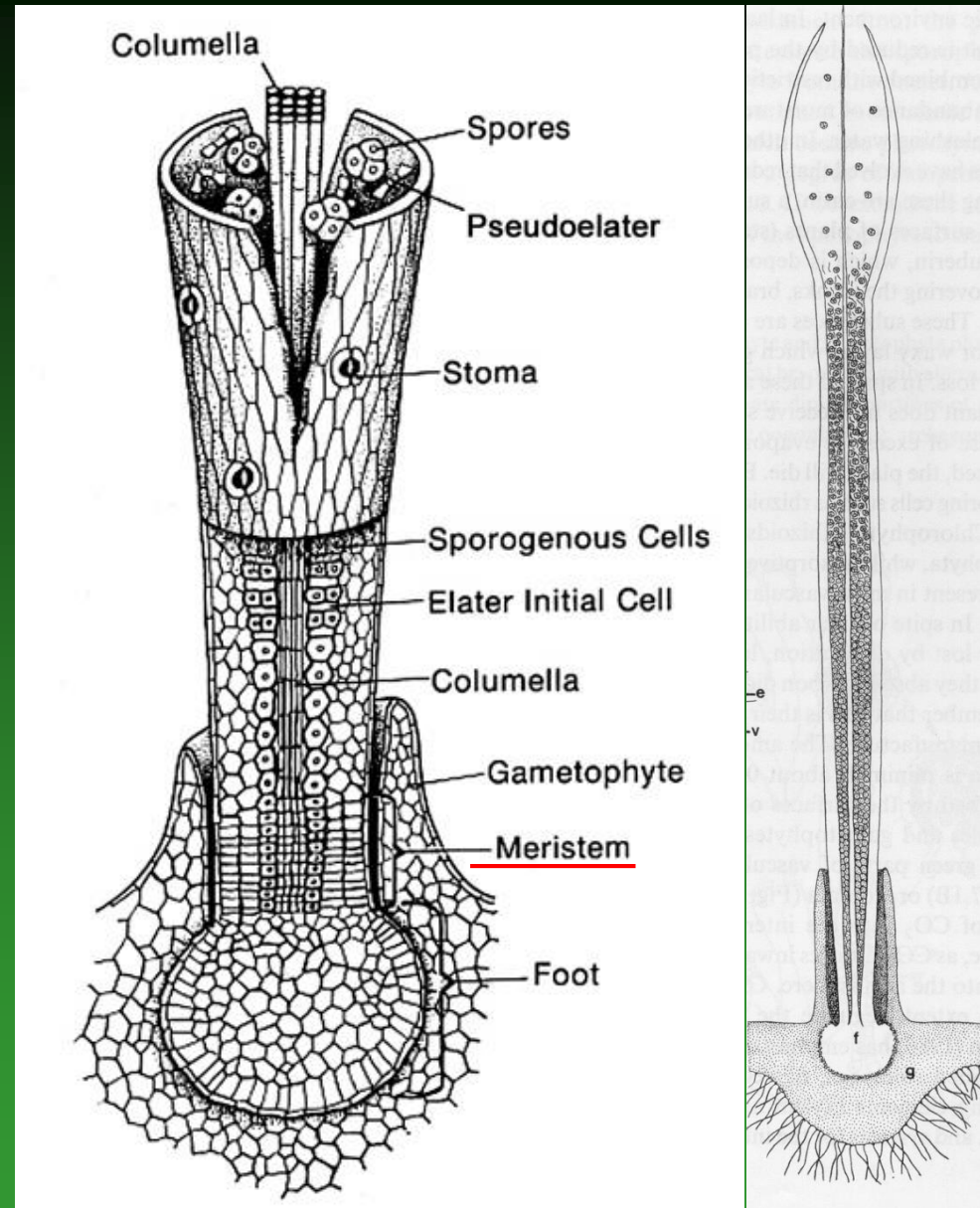
*Dendroceros
crispatus*

*Megaceros
flagellaris*

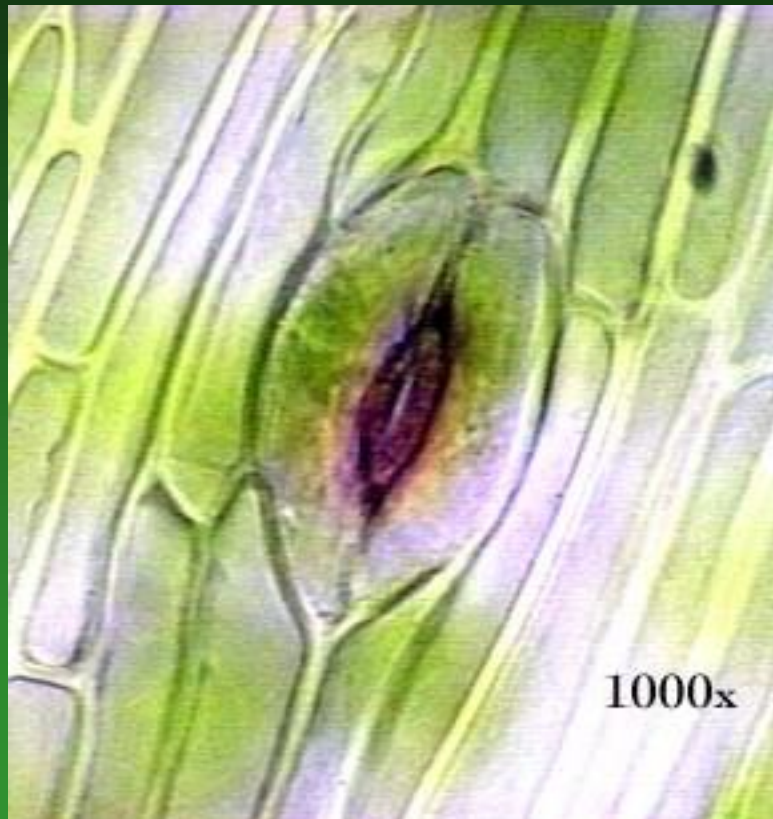
Na bázi tobolky **interkalární meristém** = kontinuální růst tobolky.

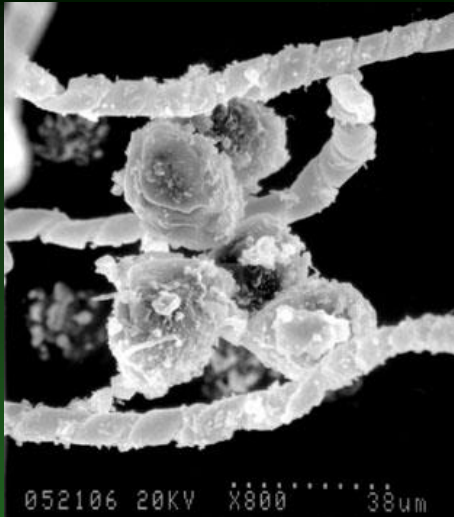
Zatímco v terminální části vypadávají zralé spory, v dolní teprve meiózou vznikají nové.

Spóry se z jedné tobolky šíří poměrně dlouhou dobu.



Epidermis tobolky hlevíků má často **pravé průduchy** a **kutikulu**





Pseudoelaterium *Megaceros flagellaris*

Z archesporia vedle spor také sterilní **spirálovité pseudoelaterium**, sloužící k vymršťování spor.

Hlevíky spory : pseudoelaterium = **1:1**

Játrovky spory : elaterium = 4:1 až 8:1

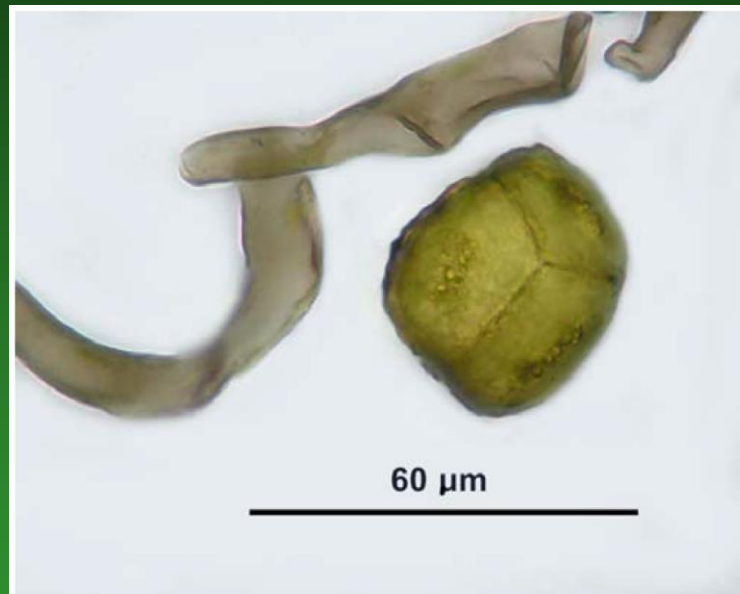


Figure 10. *Phaeoceros* spore and pseudoelaterium. Photo by David H. Wagner, scale modified by Janice Glime.

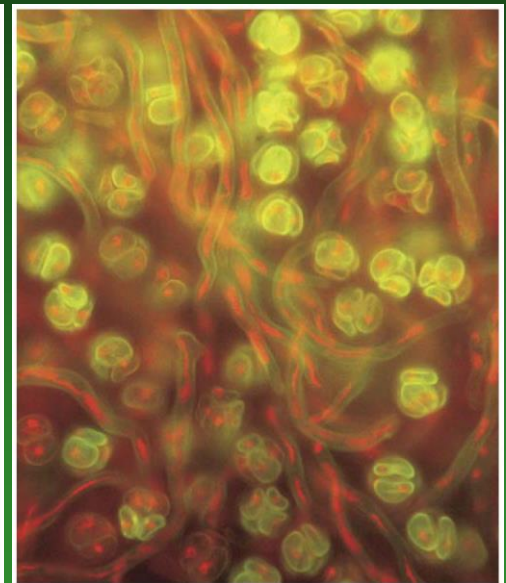


Figure 11. *Leiosporoceros dussii* spores and pseudoelateria using fluorescence microscopy. Note the absence of spiral thickenings in the elaters. Photo by Andrew Blackwell, and Juan Carlos Villarreal A., Southern Illinois University.

Kromě hlevíků a játrovek nemají podobné struktury žádné jiné výtrusné vyšší rostliny

Celkem hlevíky zahrnují zhruba 6 rodů/ 240 druhů.

vzácně na podzim na
obnažené půdě na
strništích **hlevík
tečkovaný**
(*Anthoceros
agrestis*); jméno
tečkovaný od černých
teček = kolonie
endosymbiotických
sinic v dutinách stélky.

