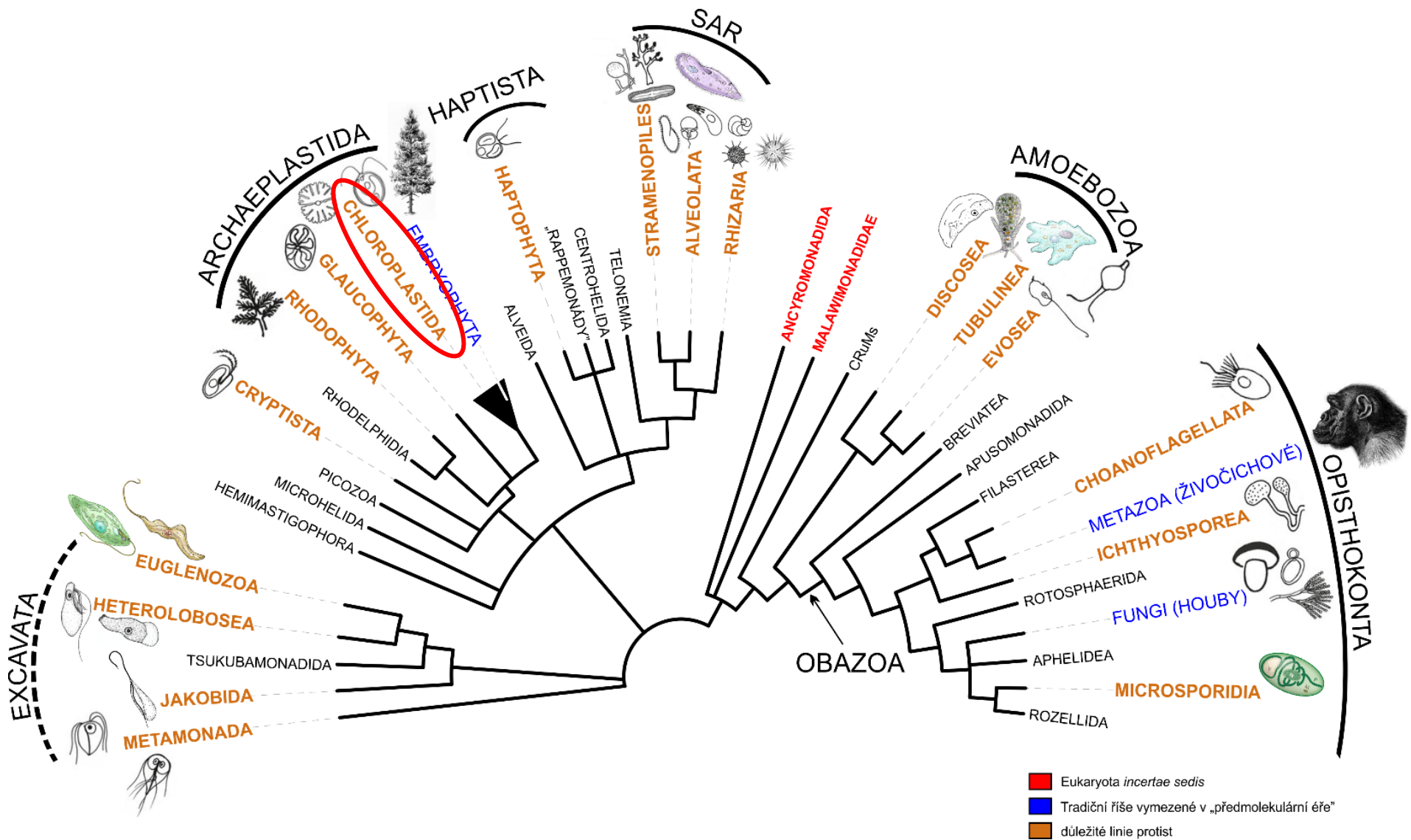
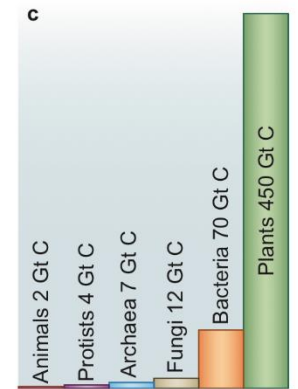
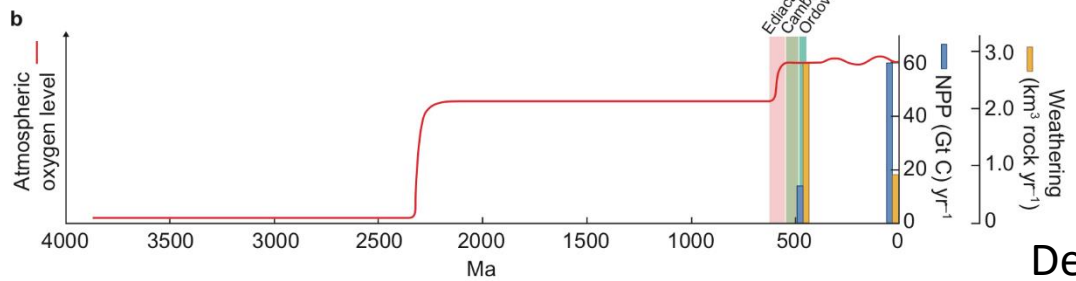
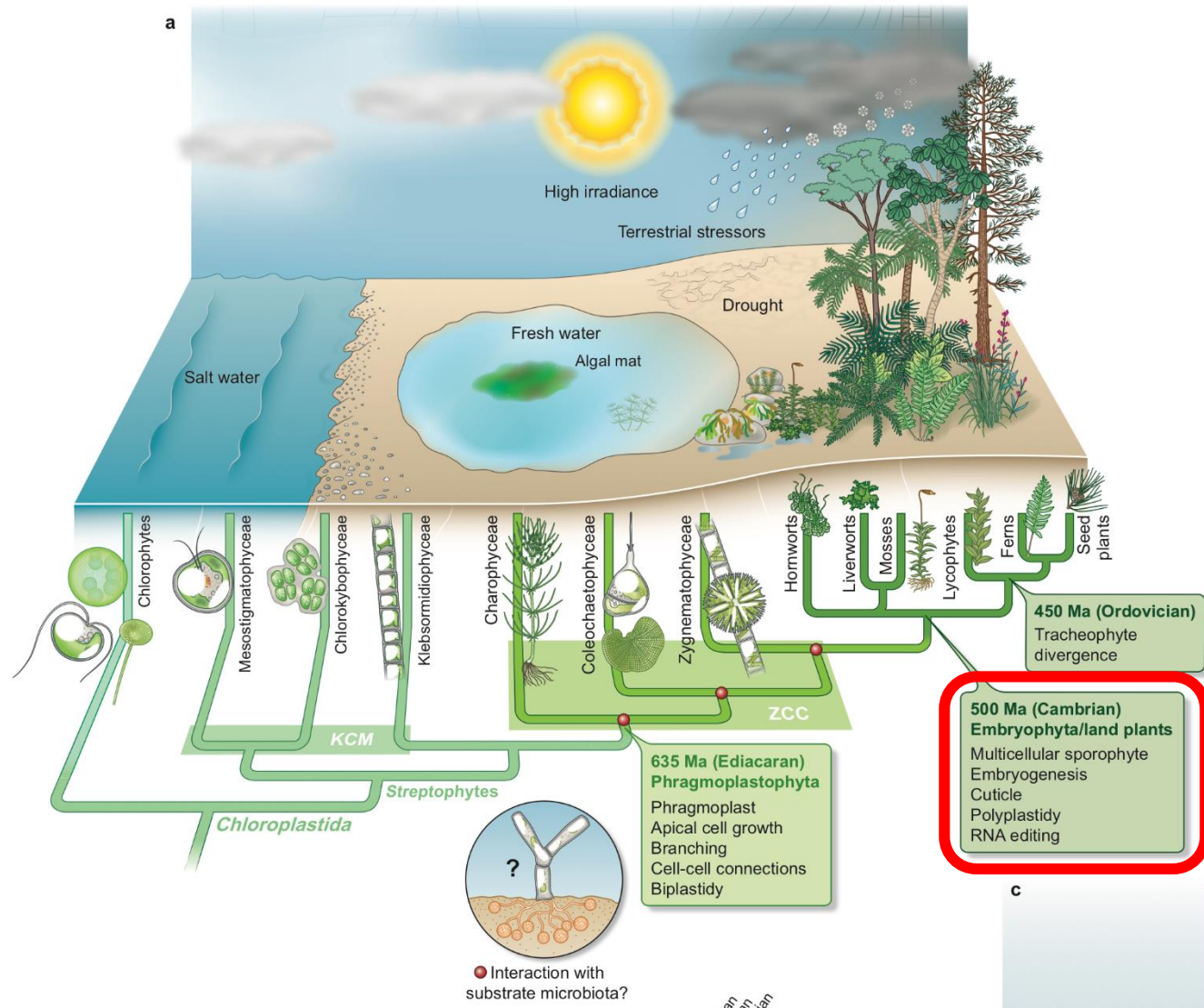


Botanika bezcévných rostlin a protistologie

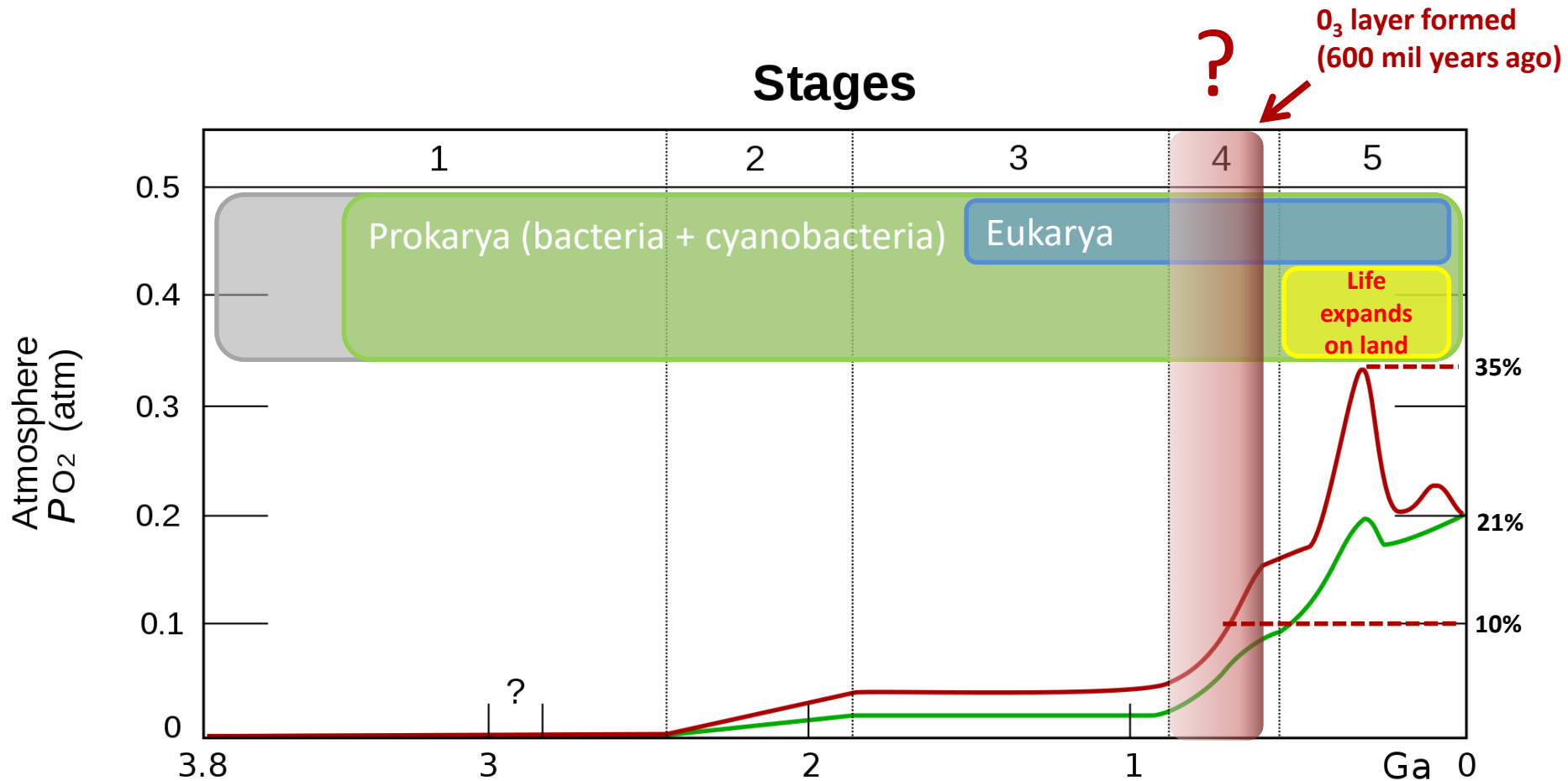
Mechorosty 1. přednáška

2024





De Vries and Archibald (2017)



O_2 build-up in the Earth's atmosphere. Red and green lines represent the range of the estimates while time is measured in billions of years ago (Ga). **Stage 1 (3.85–2.45 Ga):** Practically no O_2 in the atmosphere. **Stage 2 (2.45–1.85 Ga):** O_2 produced, but absorbed in oceans and seabed rock. **Stage 3 (1.85–0.85 Ga):** O_2 starts to gas out of the oceans, but is absorbed by land surfaces and formation of ozone layer. **Stages 4 and 5 (0.85 Ga–present):** O_2 sinks filled, the gas accumulates.^[1]

Co všechno potřebovaly rostliny k přechodu na souš?

What adaptations or structural features (of plants) were necessary for the land colonisation to be successful?

- **Main stresses:**

- Drought
- Temperature
- Gravity

Water regime + temperature adaptations:

→ cuticle, stomata and later in the evolution roots and the conductive tissues (xylem, phloem; bryophytes are small so capillary action is usually enough)

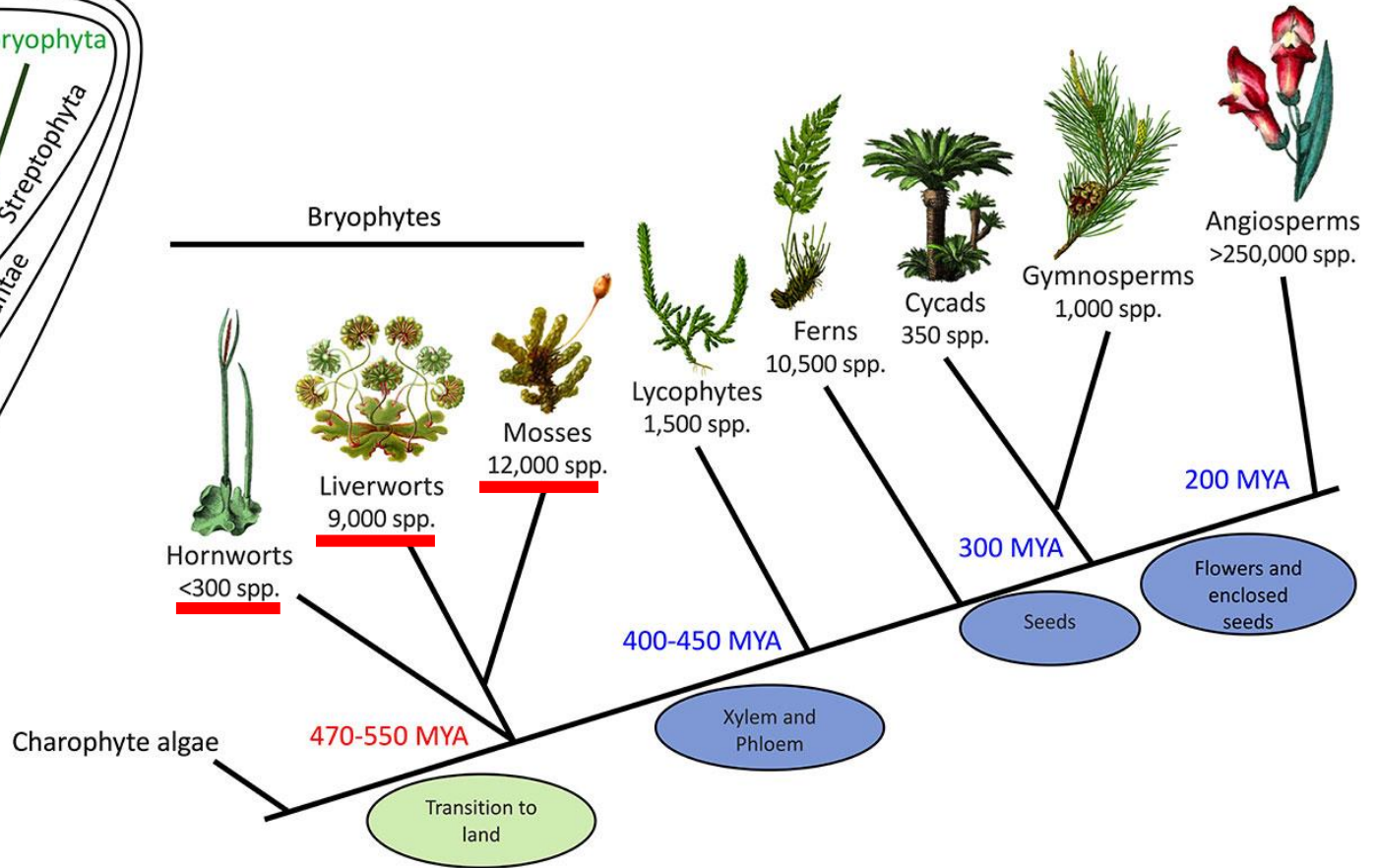
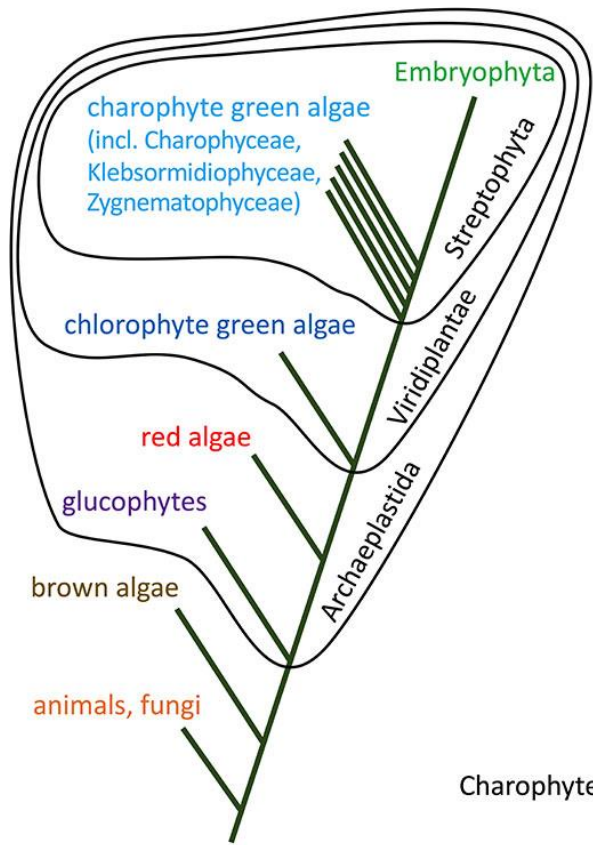
→ changes in reproduction - protective packaging for gametes and embryos (attached to mother plant; nutrition provided)

Attachment + support

→ specialized supporting tissues (lignin and cellulose)

→ 3D body plan - differentiated the body structure to phylloids, cauloid and rhizoids (leaves, stem and roots)

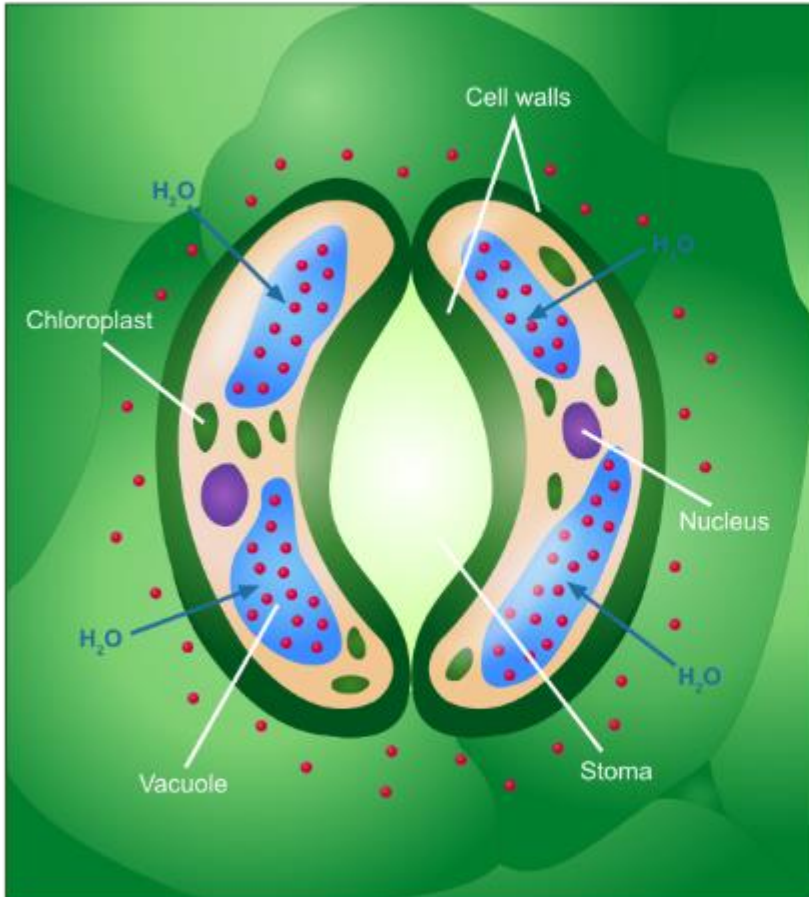
Shift in the life cycle from predominately gametophytic to one that is sporophytic - different system of DNA repair in bryophytes



STOMATA EVOLUTION

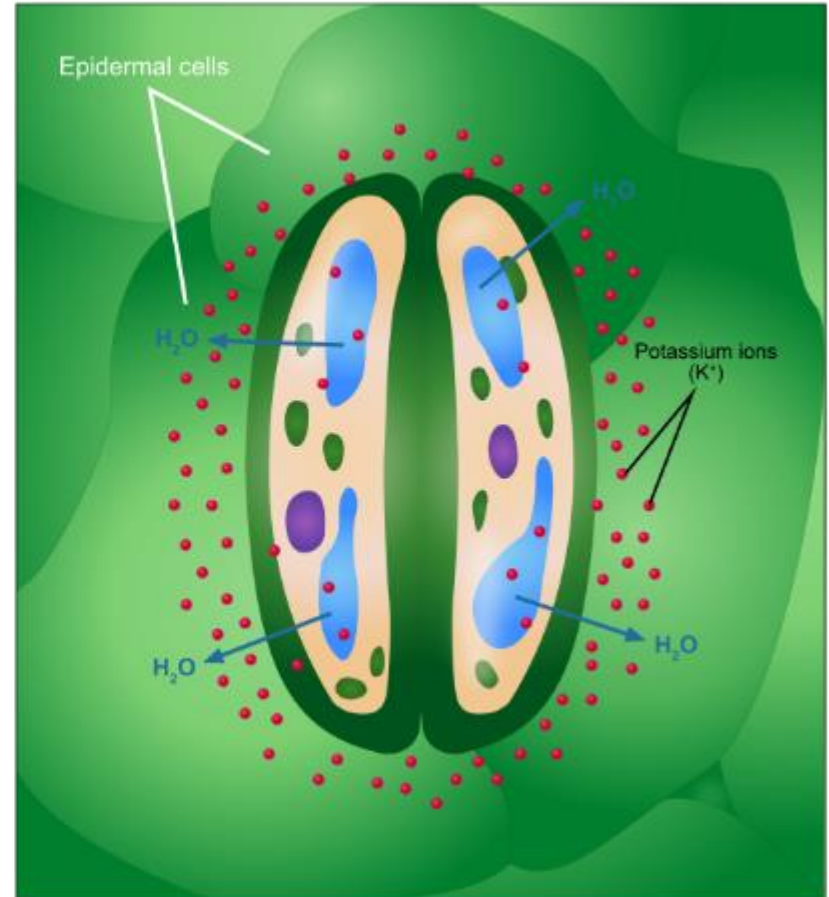
- stomata enable the entry of carbon dioxide and the exit of water vapour → allowing plants to exist in more arid and variable conditions

Guard cells (swollen)

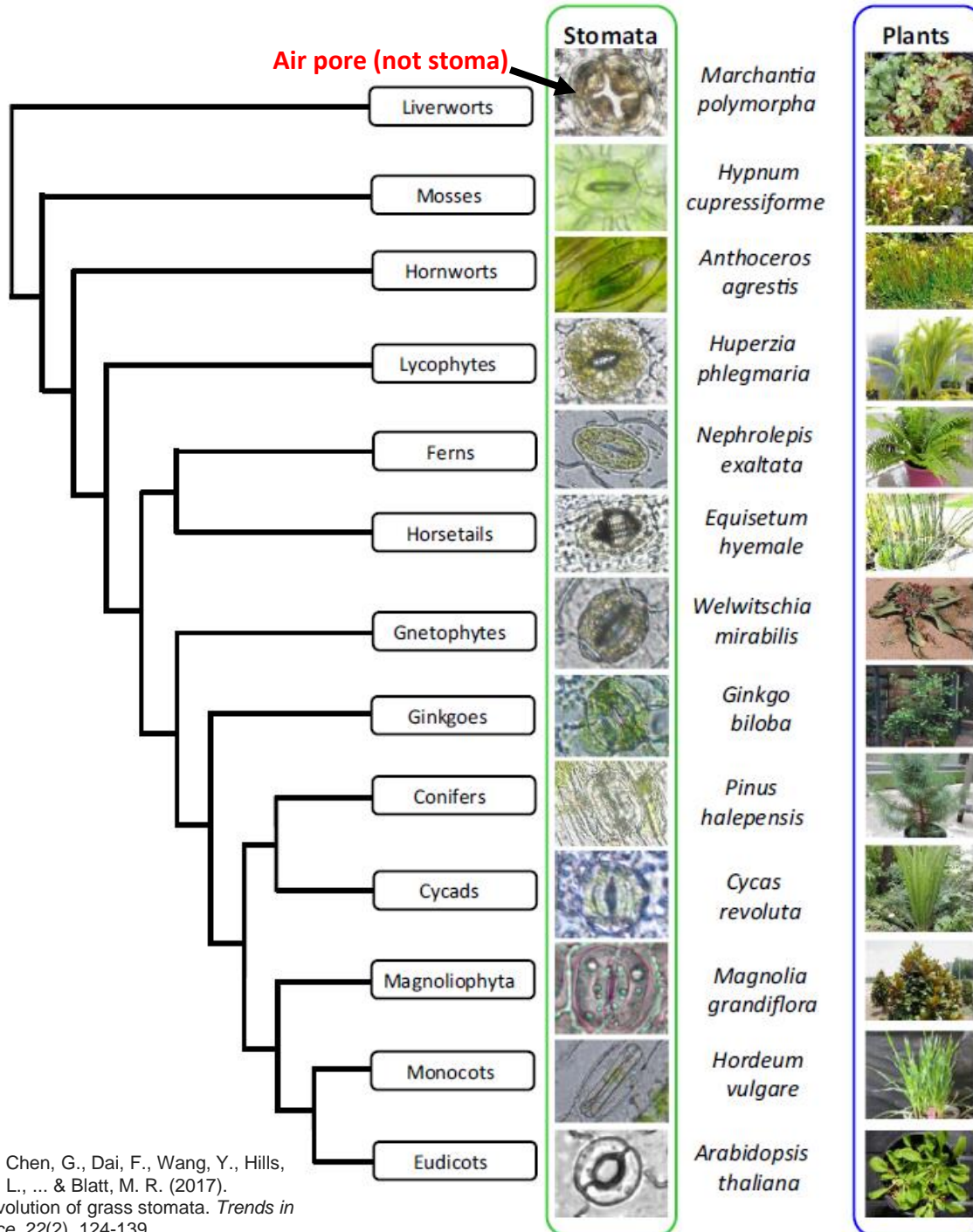


Stoma opening

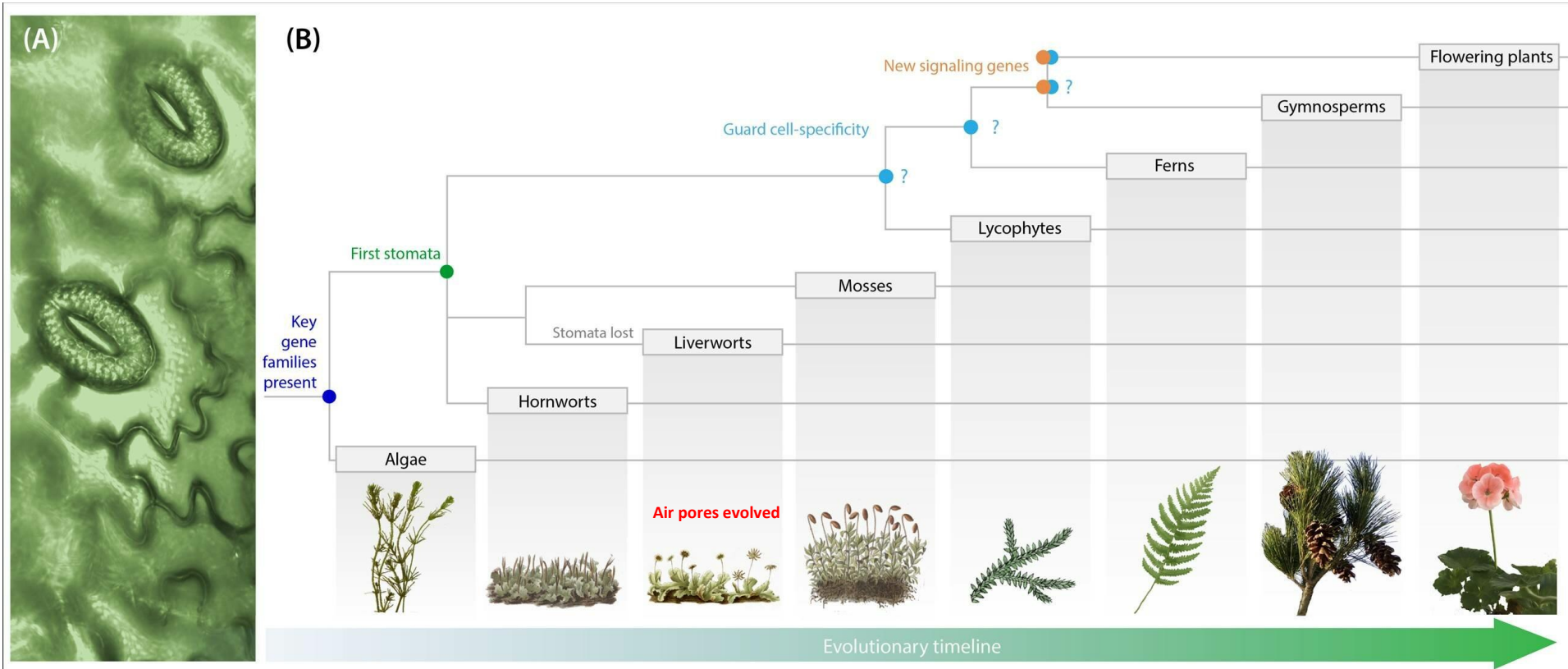
Guard cells (shrunken)



Stoma closing



Chen, Z. H., Chen, G., Dai, F., Wang, Y., Hills, A., Ruan, Y. L., ... & Blatt, M. R. (2017). Molecular evolution of grass stomata. *Trends in Plant Science*, 22(2), 124-139.

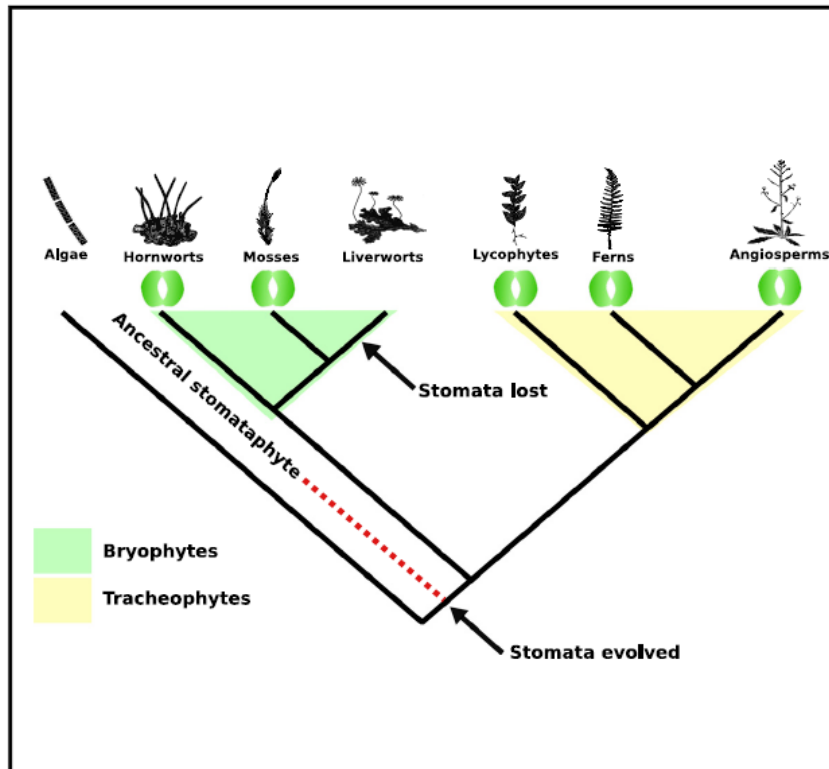


Harris, B. J., Harrison, C. J., Hetherington, A. M., & Williams, T. A. (2020). Phylogenomic evidence for the monophyly of bryophytes and the reductive evolution of stomata. *Current Biology*, 30(11), 2001-2012.

Current Biology

Phylogenomic Evidence for the Monophyly of Bryophytes and the Reductive Evolution of Stomata

Graphical Abstract



Authors

Brogan J. Harris, C. Jill Harrison,
Alistair M. Hetherington,
Tom A. Williams

Correspondence

tom.a.williams@bristol.ac.uk

In Brief

Harris et al. provide phylogenomic support for the monophyly of bryophytes and show that many of the genes that pattern and operate stomata in modern tracheophytes, such as *Arabidopsis*, were already present in the common ancestor of land plants. The analyses indicate that the simple stomata of modern bryophytes are a result of reductive evolution.

- a set of genes that are implicated in stomatal development (14 genes) and function (18 genes) identified – study of their orthologs and paralogs

Kde v systému se nacházíme?

Eukaryota

říše: *Archaeplastida (Plantae)*

podříše: *Chloroplastida (Viridiplantae)*

vývojová linie *Streptophyta*

Bryophyta - mechorosty

Marchantiophyta - játrovky

Bryophyta - mechy

Anthocerotophyta - hlevíky

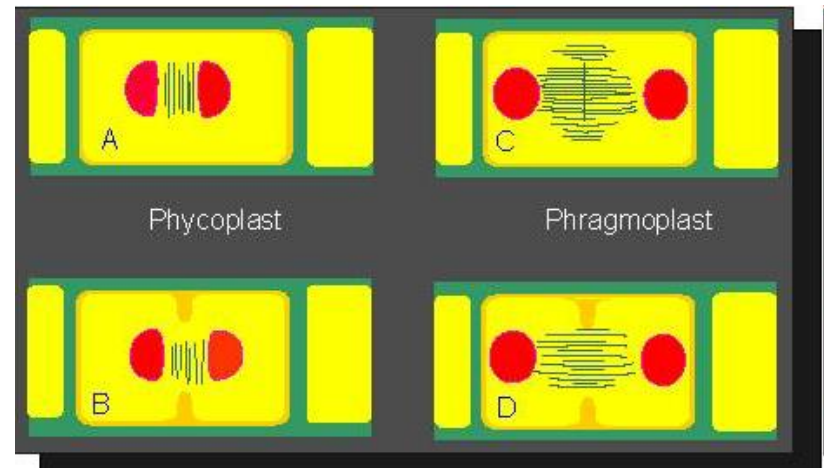
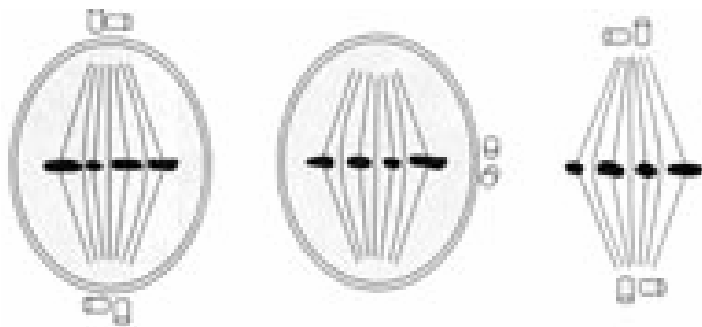
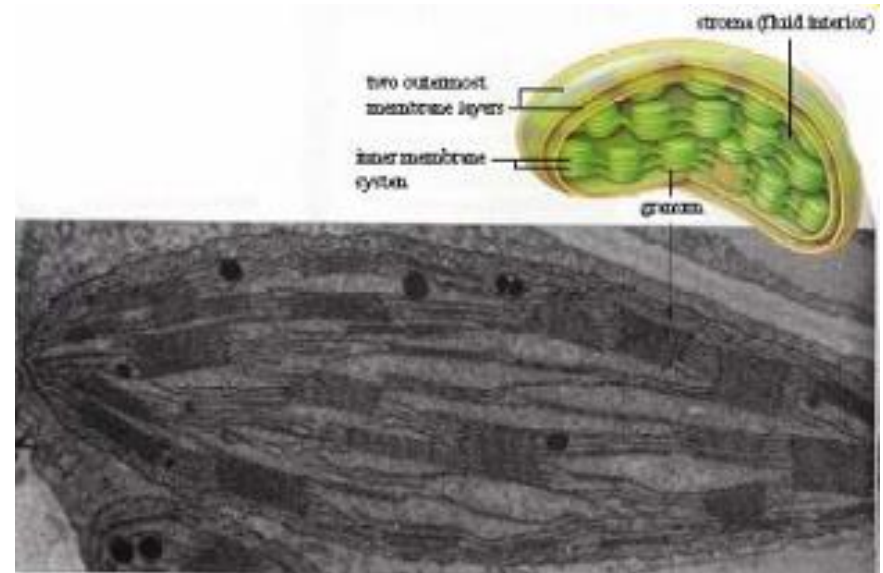
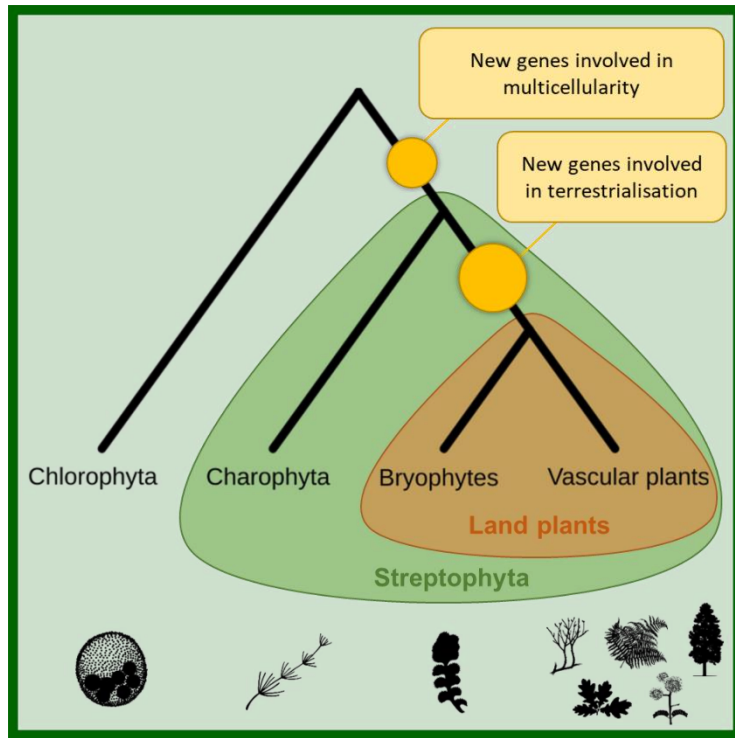


Mechorosty

- heterogenní monofyletická skupina rostlin
- tři samostatná oddělení – *Marchantiophyta*, *Anthocerotophyta* a *Bryophyta*
- jedny z nejstarších suchozemských rostlin (ordovik, spodní silur), první fosilie ze svrchního devonu, 390-360 mil. let staré

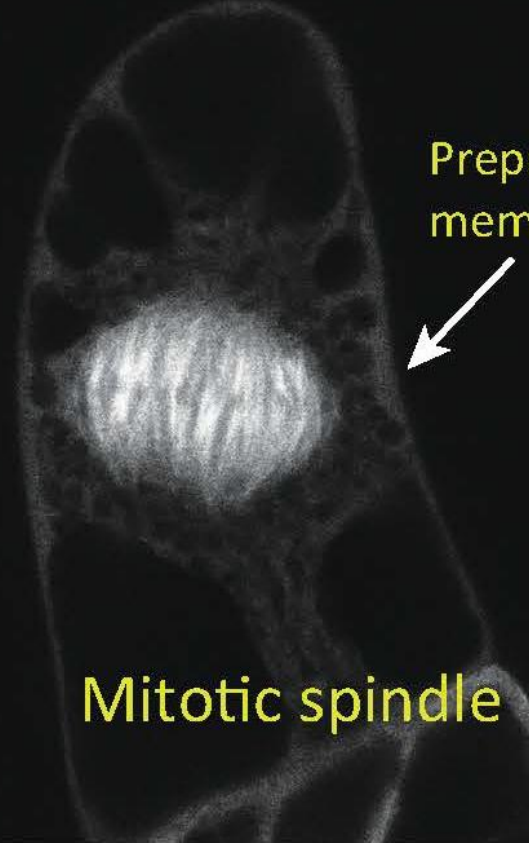
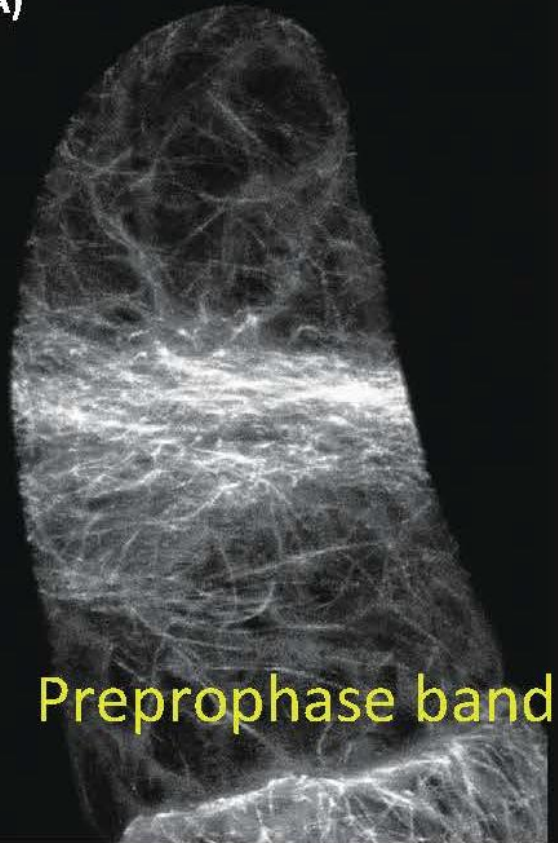


dvě vývojové linie - *Chlorophytae* a *Streptophytae*



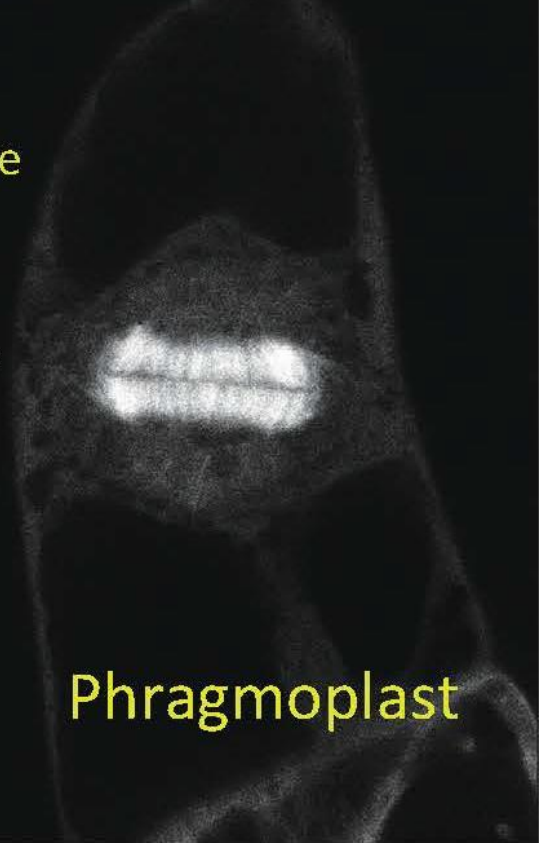
Streptophyta

(A)



Preprophase
memory

Two white arrows originate from the text 'Preprophase memory' and point towards the mitotic spindle and phragmoplast panels, indicating a transition or relationship between these stages.



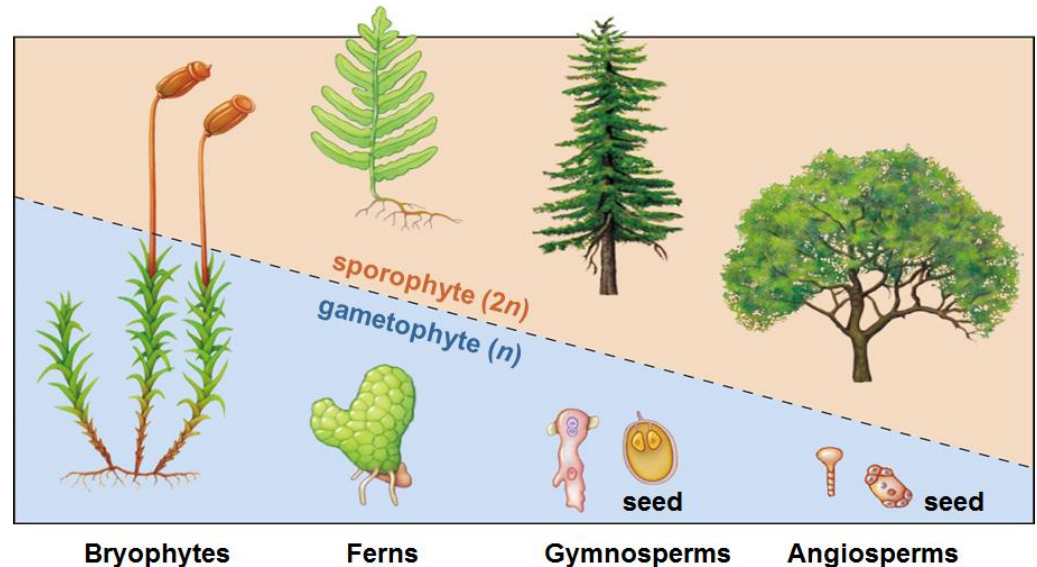
Mechorosty

Znaky sdílené se všemi zelenými rostlinami

- kombinace fotosyntetických barviv, stavba chloroplastu
- asimilačním produktem je škrob
- ultrastruktura bazálního aparátu bičíků (hvězdovitá struktura) u pohyblivých buněk

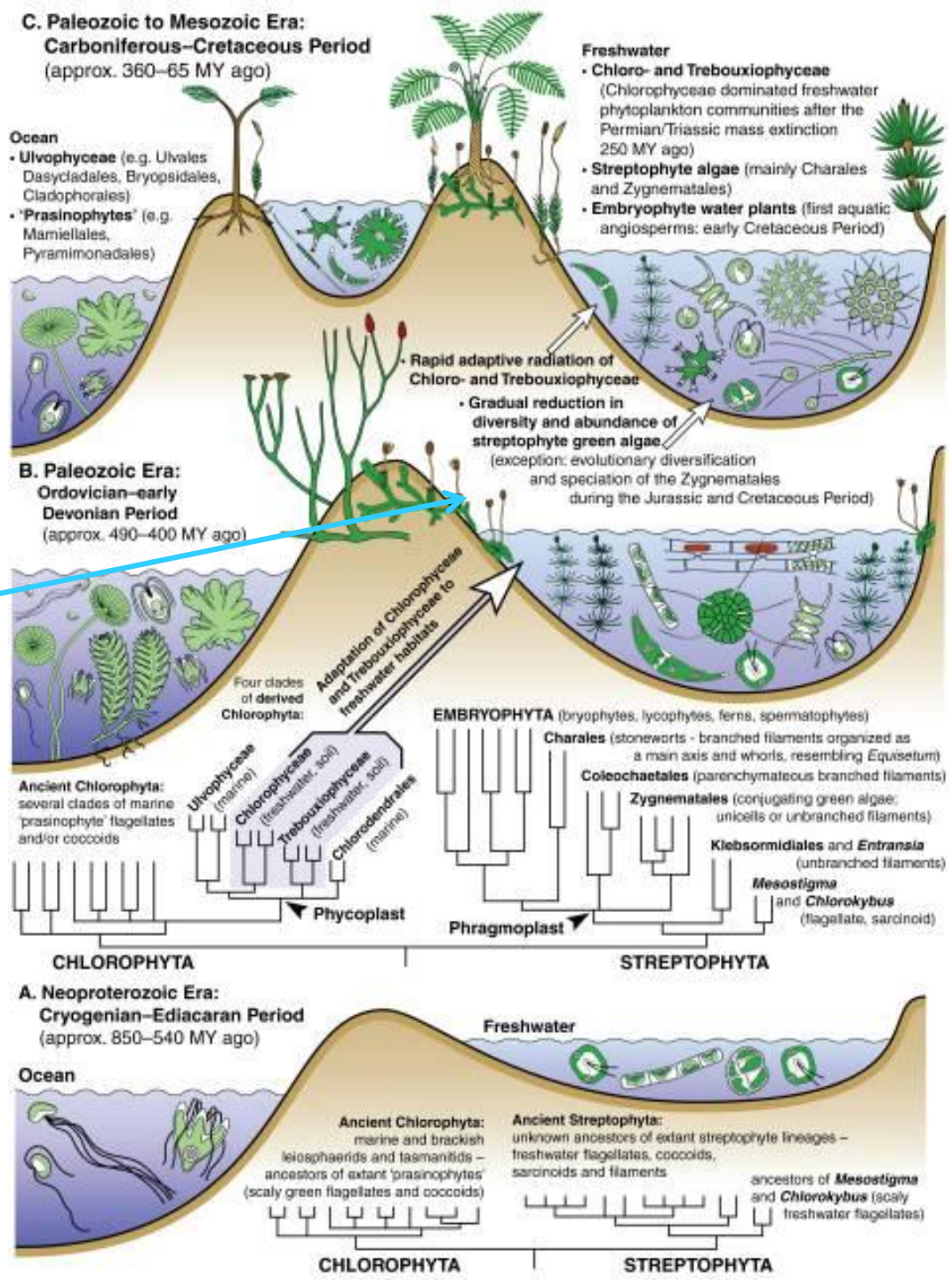
Znaky sdílené se *Streptophyty*

- fragmoplast - mikrotubuly vřeténka kolmo ke tvořící se buněčné stěně
- chloroplasty mají thylakoidy uspořádané v grana
- otevřená mitóza



Vývoj Chlorophytae a Streptophytae

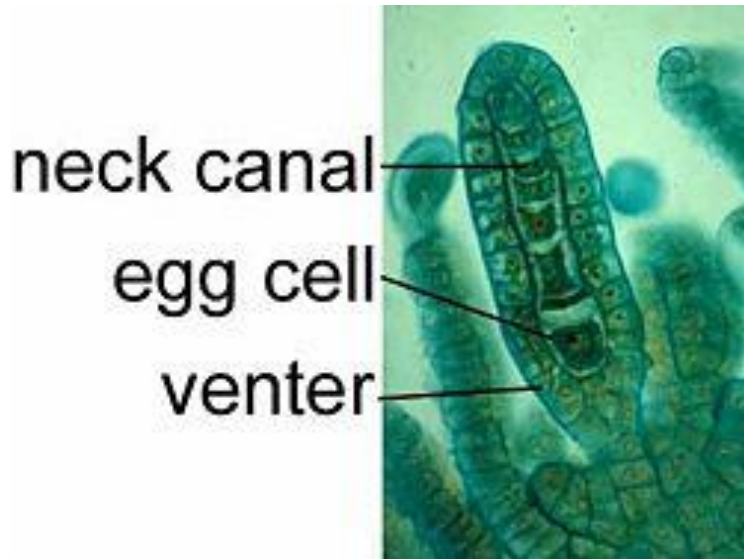
Mechorosty



Becker B., Marin, B. (2009):
Streptophyte algae and the origin of
embryophytes. Ann Bot. 2009 103: 999-1004.

Hlavní znaky charakterizující příslušnost k vyšším rostlinám (suchozemským, *Embryophyta*)

- tvorba embrya vyživovaného z mateřské rostliny
- mnohobuněčná gametangia s vícevrstevnými sterilními obaly
- tvorba kutikuly (pouze tobolka)

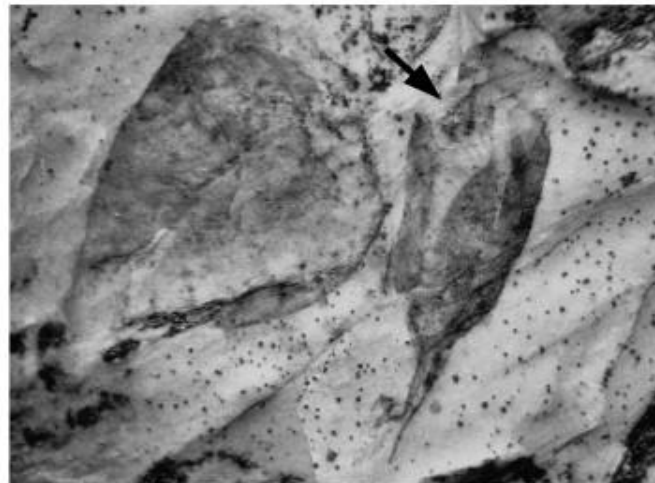
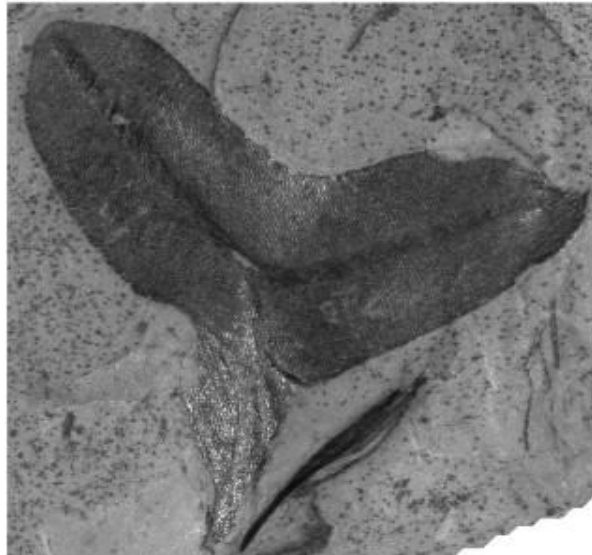
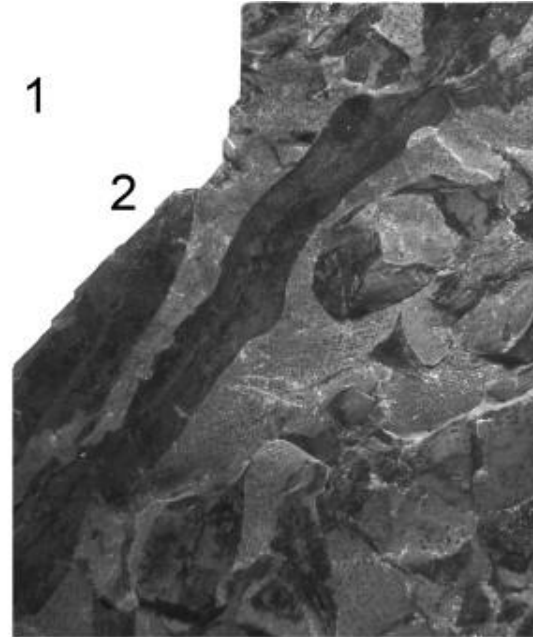
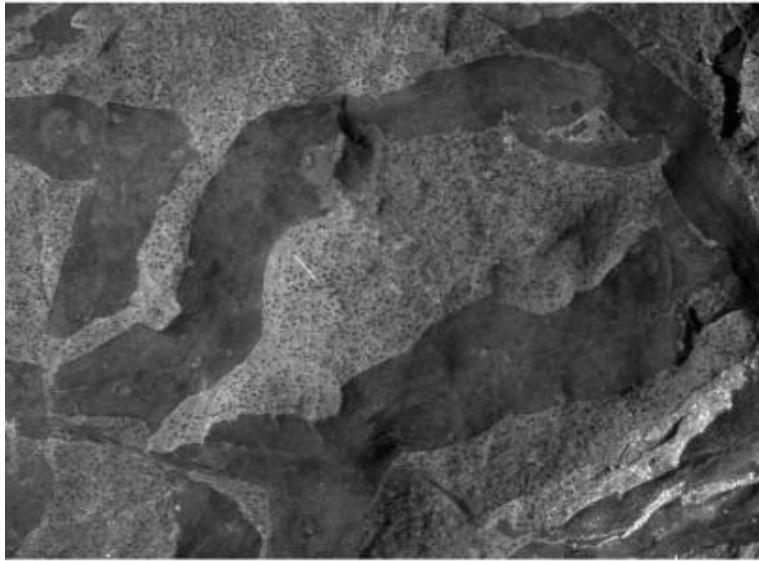


Hlavní odlišnosti mechorostů od ostatních vyšších rostlin

- charakteristický životní cyklus; převaha **gametofytu**
- krátkověkost sporofytu, závislost na gametofytu
- gametofyt: protonema a gametofor (prvoklíček a mechová rostlinka)



Earth's oldest liverworts - *Metzgeriothallus sharonae* sp. nov. from the Middle Devonian (Givetian) of eastern New York, USA



Hernick, L. V., Landing, E. & Bartowski, K. E. Earth's oldest liverworts—*Metzgeriothallus sharonae* sp. nov. from the Middle Devonian (Givetian) of eastern New York, USA. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 148, 154–162 (2008).

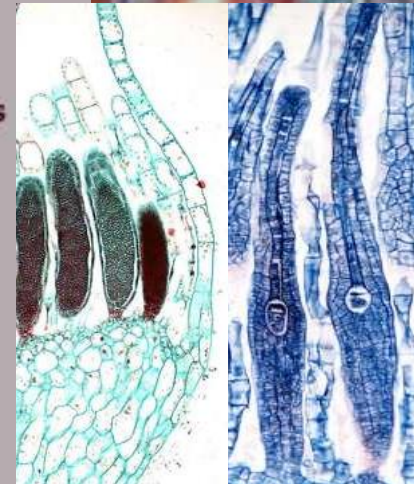
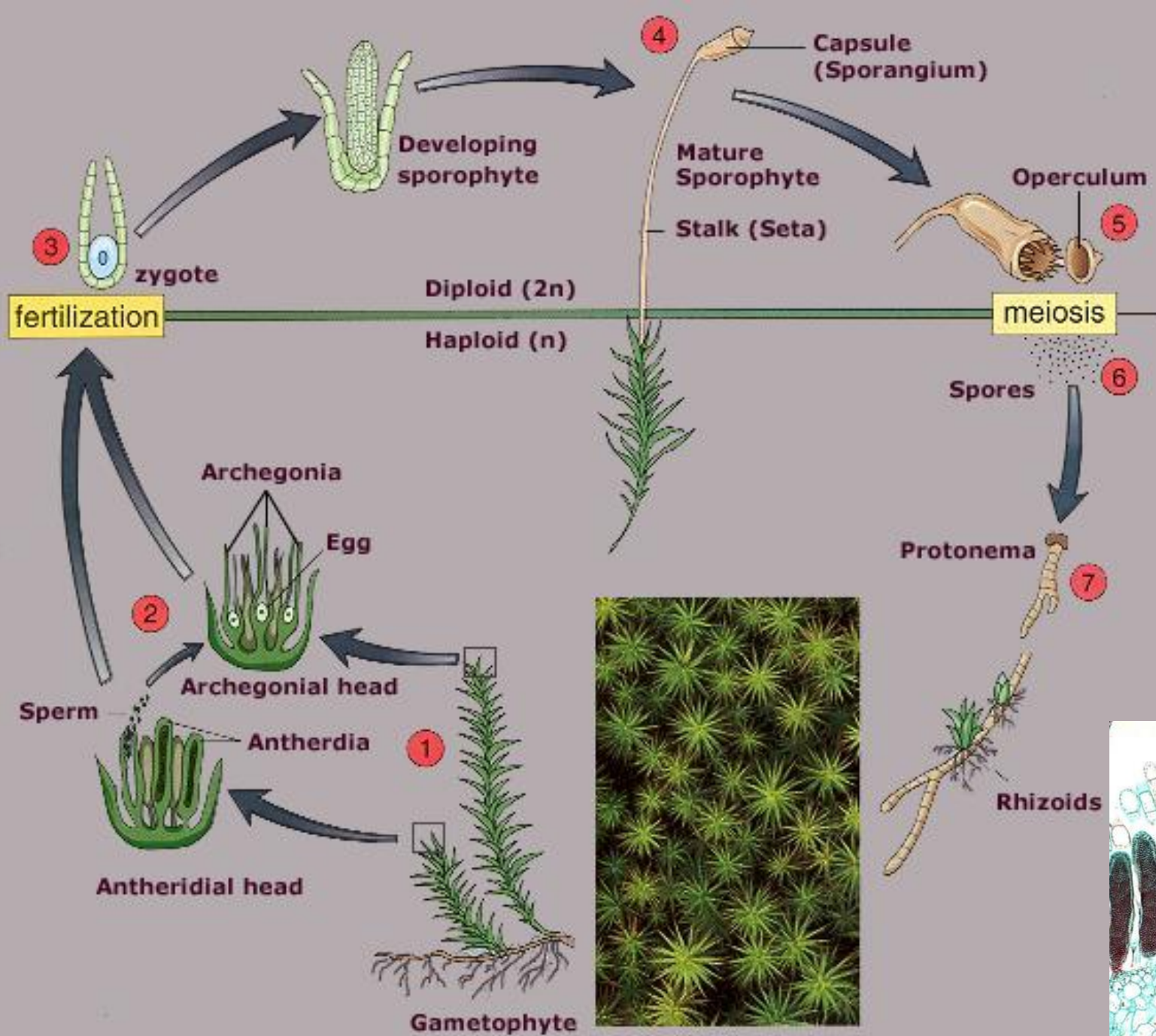
Kolik existuje mechorostů?

Celosvětově 16-20 tisíc druhů (120-150 druhů hlevíků, 6-8 tis. druhů játrovek, 10-12 tisíc druhů mechů)

Evropa cca 1750 druhů (8 druhů hlevíků, 450 druhů játrovek, 1300 druhů mechů)

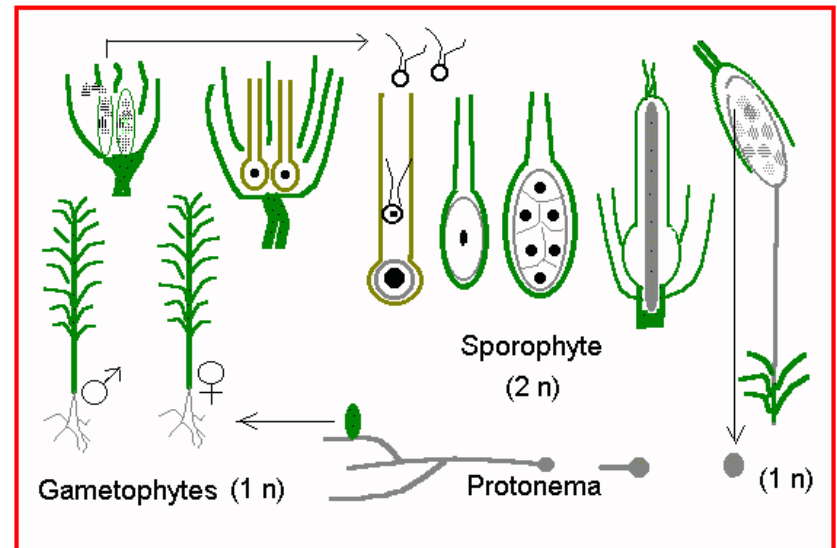
ČR 859 druhů (4 druhy hlevíků, 207 játrovek, 648 druhů mechů)





Životní cyklus mechorostů

- heteromorfická rodozměna
- **gametofyt** – haploidní, fotoautotrofní;
- meiospora → protonema → gametofor → gametangia
(♀ archegonia, ♂ antheridia) → vaječná buňka, spermatozoid
- **sporofyt** – diploidní, závislý na G;
- ze zygoty noha, štět, tobolka
- **oplození** pouze ve vodním prostředí
- jednodomé i dvoudomé druhy



Oddělení:

Anthocerotophyta - hlevíky

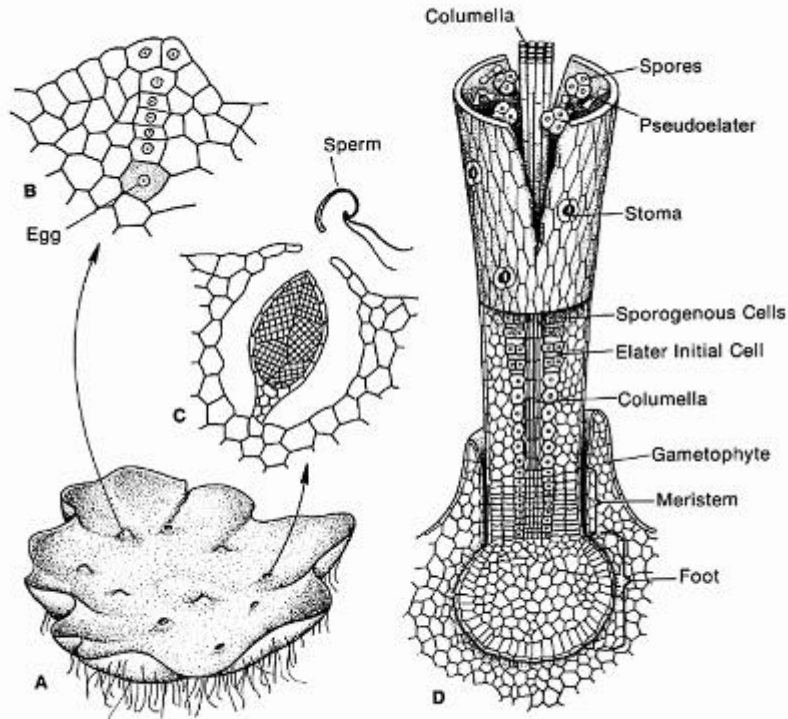


Figure 12-17 Diagrammatic rendering of structures of *Anthoceros*, the hornwort.
A, Gametophyte plant. B, Archegonium. C, Antheridium. D, Sporophyte plant.

Norstog & Long 1976



Phaeoceros carolinianus

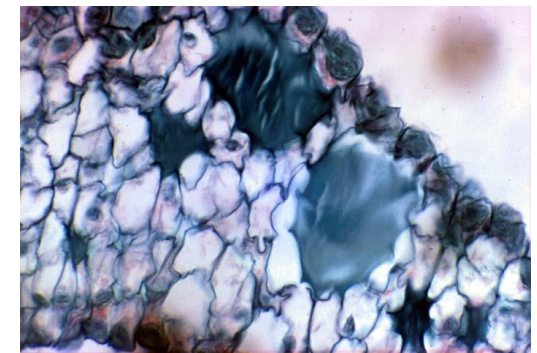
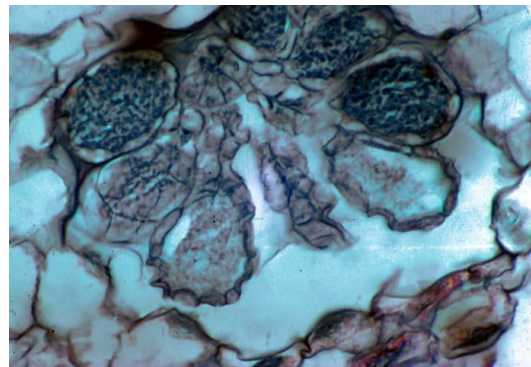
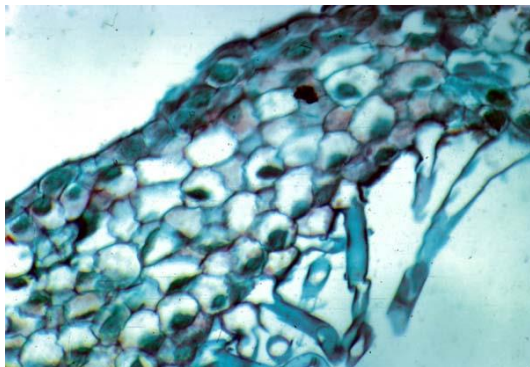


Dendroceros

Gametofyt

- **stélka** lupenitá, růžicovitá, tenkostěnné buňky jednoho typu, spodní strana slizové dutinky (*Nostoc*)
- **spory** po čtyřech (tetrády)
- **rhizoidy**

Dendroceros crispatus



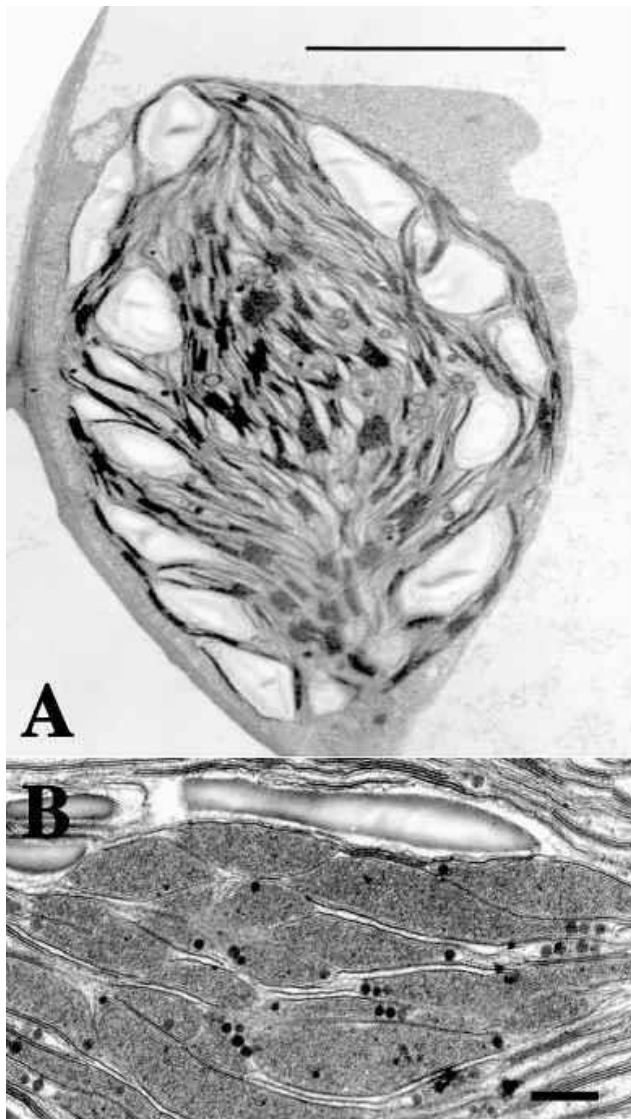
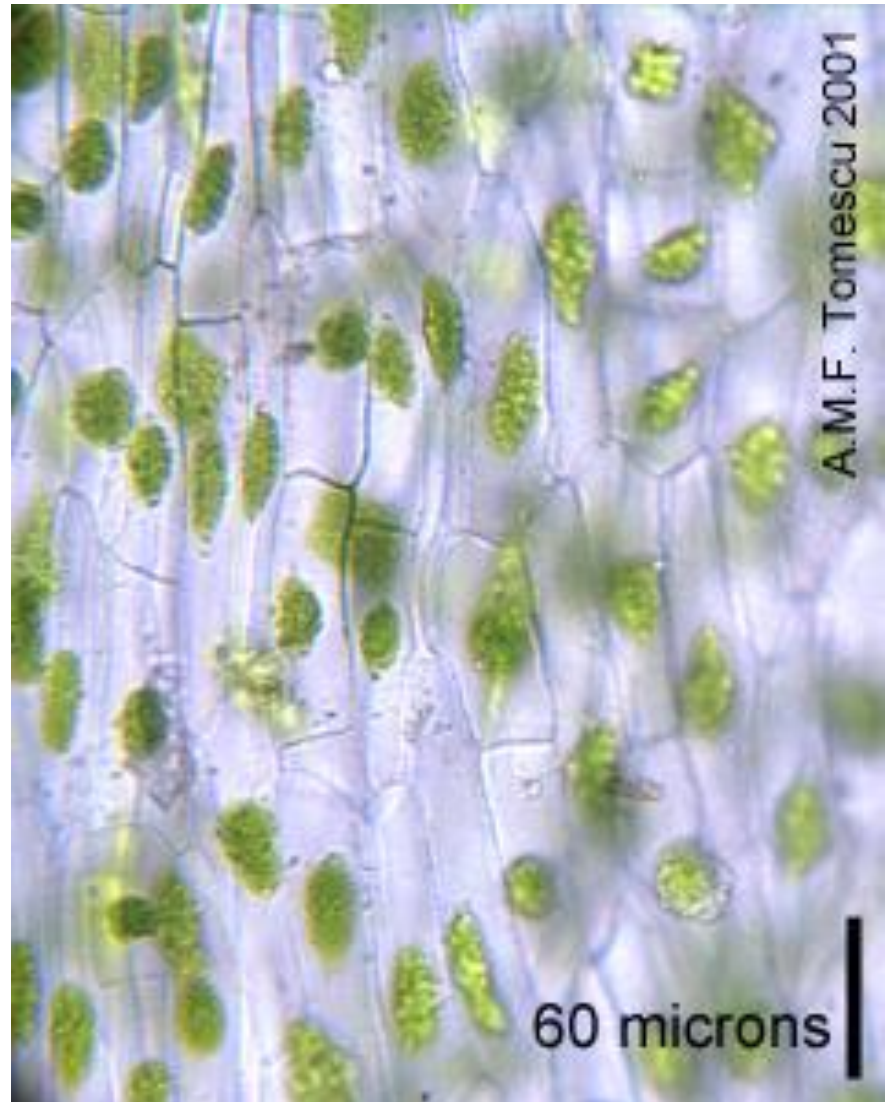


Fig. 3. Transmission electron micrographs of chloroplasts in hornworts. **A.** *Leiosporoceros dussii* (Steph.) Hässel. Chloroplast in the assimilative layer of the sporophytes showing peripheral starch and centralized grana. **B.** *Folioceros fuciformis* Baradw. Central pyrenoid with lens-shaped subunits separated by narrow grana and surrounded by starch grains. Bar = 0.5 μ m. Shaw & Renzaglia 2004



Phaeoceros laevis; A.M.F. Tomescu, Ohio Univ.

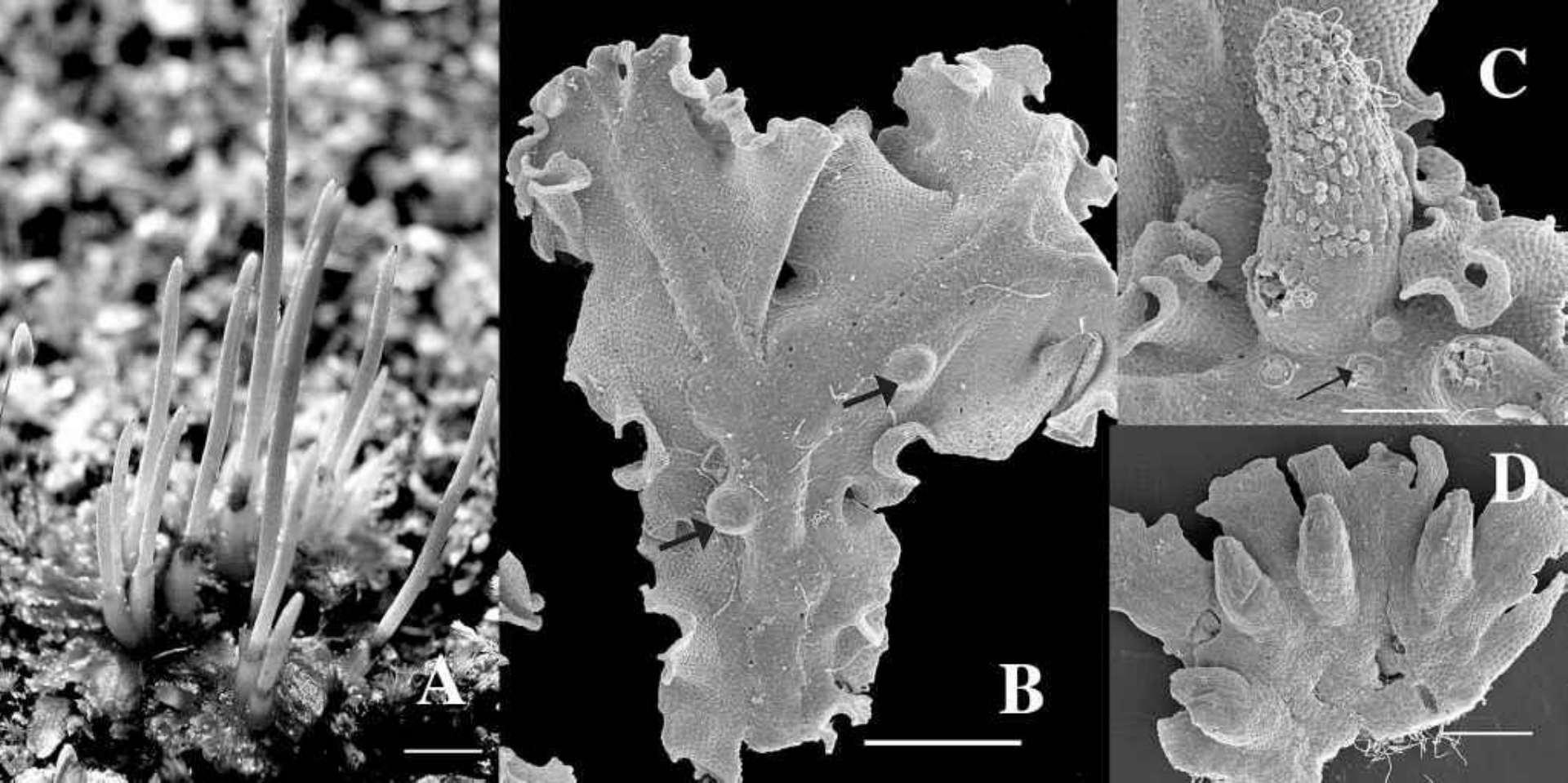
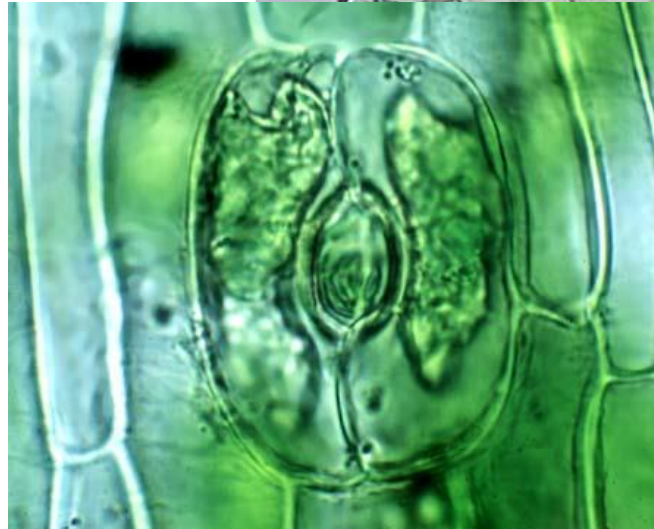
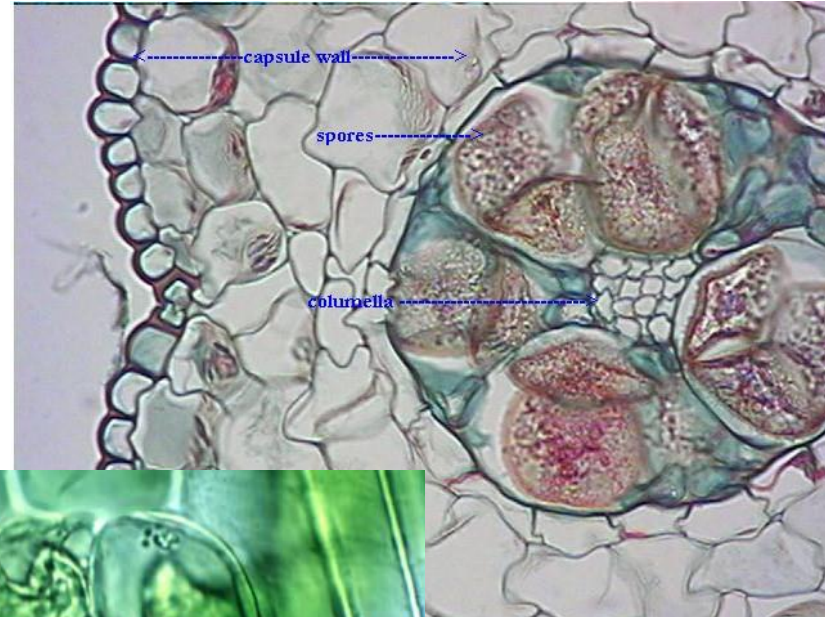
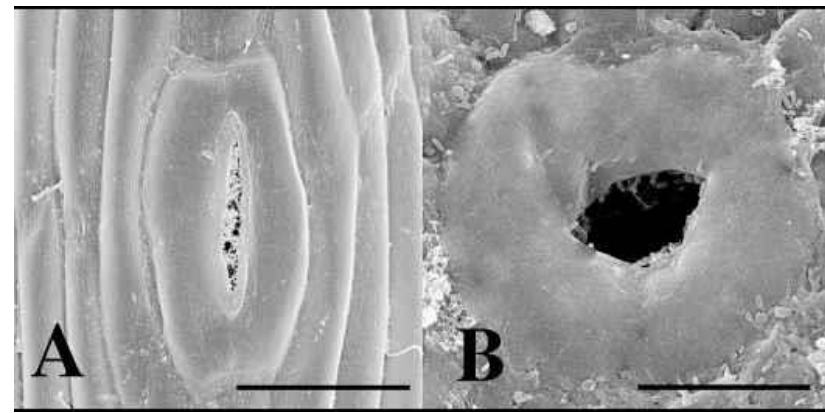


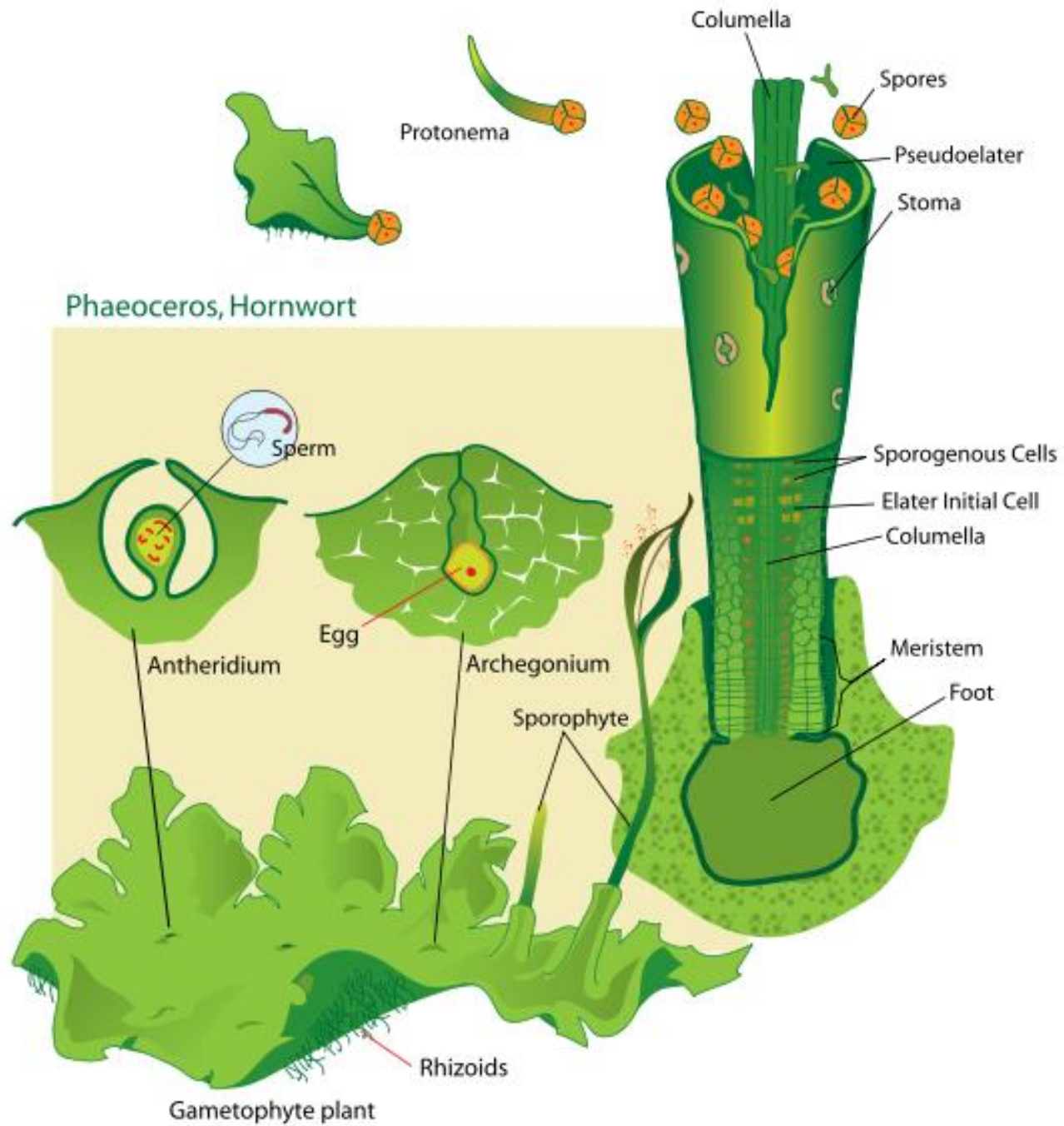
Fig. 2. Diversity in growth forms among hornworts. **A.** Photograph of *Anthoceros punctatus* L. Small orbicular gametophyte with both immature and almost ripe sporophytes, growing on soil. Image provided by Christine Cargill. **B** and **C** Scanning electron micrographs (SEM) of gametophyte of *Dendroceros crispatus* (Hook.) Nees. **B.** Ventral surface showing monostromatic wings and thickened midrib with bulging *Nostoc* colonies (arrow). Note the numerous small pores (mucilage clefts) along either side of the midrib. **C.** Dorsal surface showing sunken archegonia (arrow) on the midrib and developing sporophytes enclosed within gametophytic involucre. **D.** SEM of *Notothylas orbicularis* (Schwein.) Sull. Small orbicular gametophytes growing on bare soil; note the numerous small, horizontally oriented sporophytes enclosed in involucre. Bar = 0.2 mm, except in A, bar = 3 mm. Shaw & Renzaglia 2004

Sporofyt

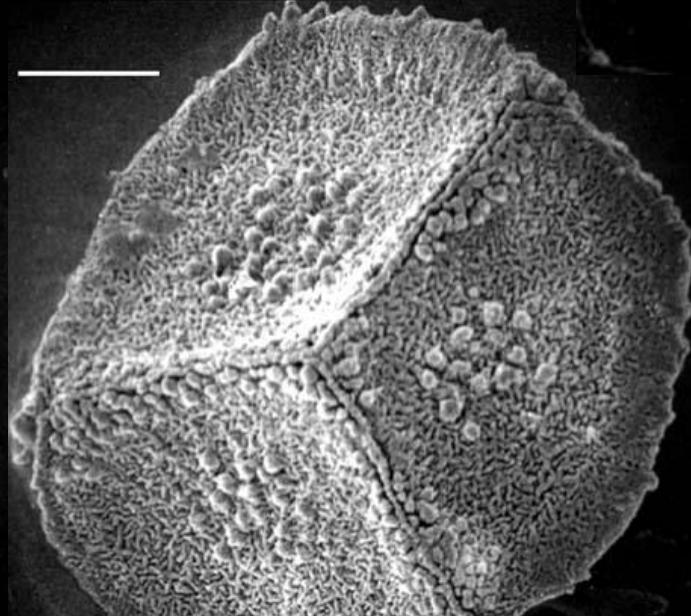
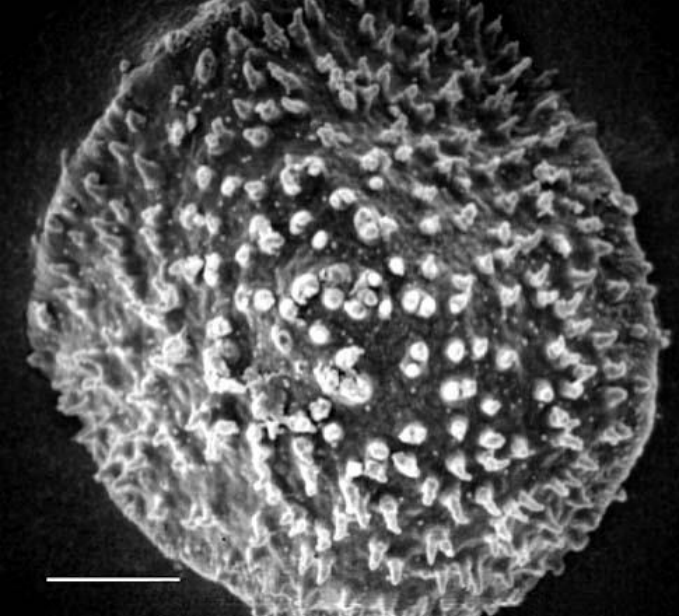
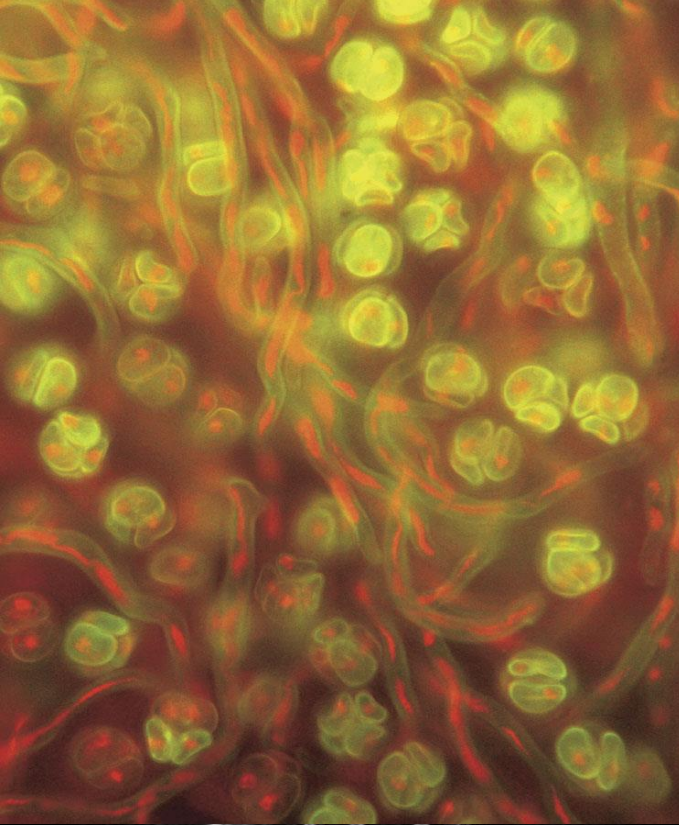
- hlízovitá **noha** - haustoria
- **tobolka** – trubicová, neukončený růst, dozrává postupně, rozpadá se ve 2 chlopně
- stěna vícevrstevná s průduchy, sterilní sloupek kolumela



Shaw & Renzaglia
2004



Hlevíky spory



Phaeoceros carolinianus,
proximální a distální povrch
spor mírka = 10 μm .; tetrády
s pseudoelaterý;
[http://www.science.siu.edu/lan
dplants/anthocerochyta.html](http://www.science.siu.edu/lanplants/anthocerochyta.html)

Leiosporoceros dussii, tetrády
spor s pseudoelaterý
tetrády. Christine Cargill

oddělení: Anthocerotophyta

třída: Anthocerotopsida

Anthoceros agrestis – hlevík polní



Jednoletá rostlina, vyskytuje se na holé půdě na úhorech a strništích, sporofyty s černými sporama je možné vidět na podzim.



Anthoceros agrestis – hlevík polní



Dendroceros - epifytické druhy



Dendroceros (foto J. Fehrer)



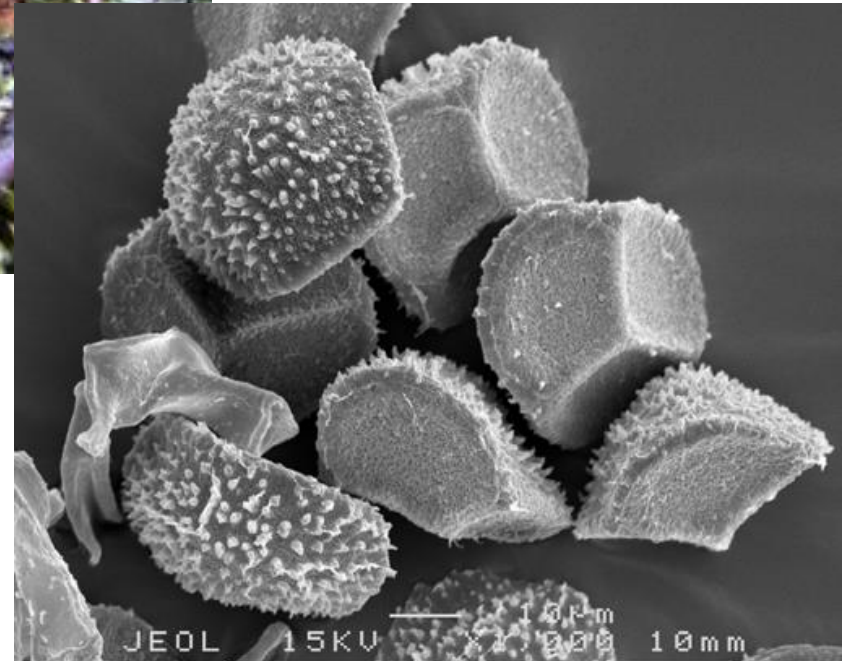
Folioceros fucifomis



Photo by: Zhang Li

Phaeoceros carolinianus (Australie)

<http://wiki.trin.org.au/Bryophytes/HornwortHome>

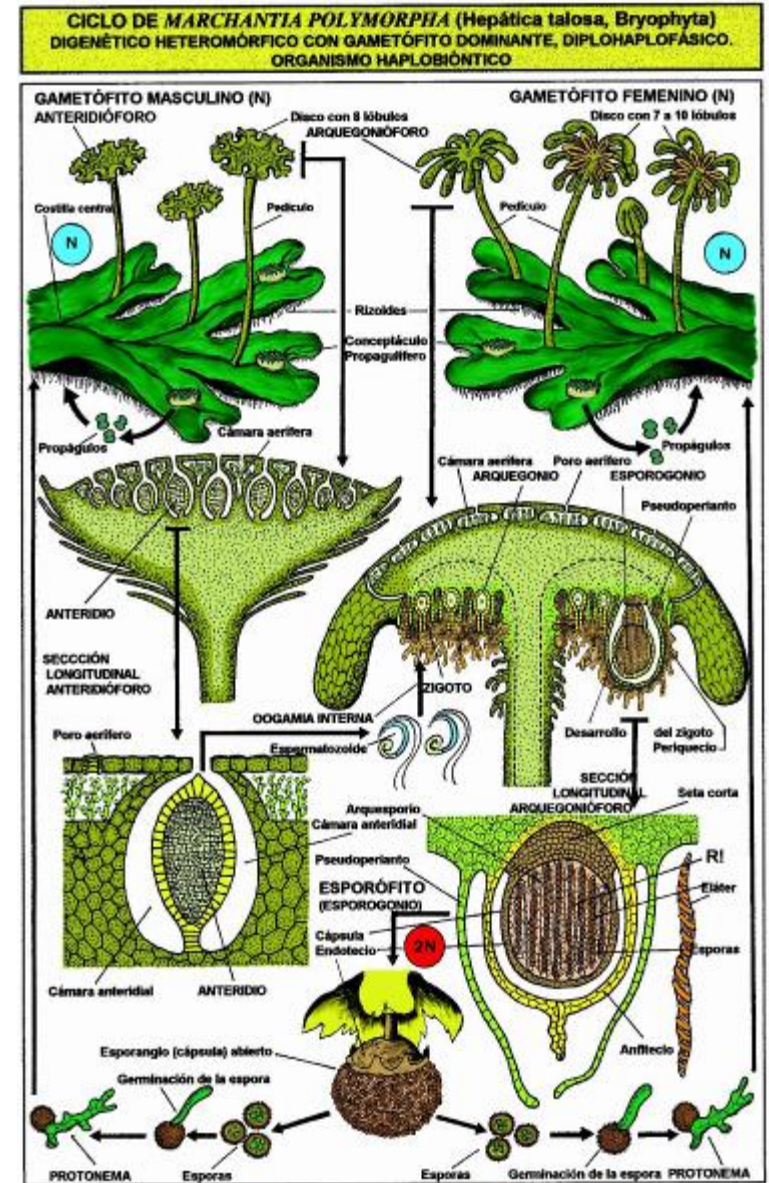


Phaeoceros laevis (Španělsko)

© Belén Amaranter
<http://www.biodiversityvirtual.org>



Oddělení: *Marchantiophyta - játrovky*



frondózní a foliózní stélky

Játrovky - Marchantiophyta

- heterogenní skupina
- foliózní x frondózní (listnaté x lupenité)
- různé biotopy, velká diverzita v tropických oblastech



Moerckia blyttii



Lophozia lycopodioides

příklady listnatých jätrovek



Bazzania stolonifera



Chiloscypus coadunatus



Plagiochila asplenioides



Trichocolea tomentella

příklady lupenitých jätrovek



Conocephalum



Metzgeria



Riccia

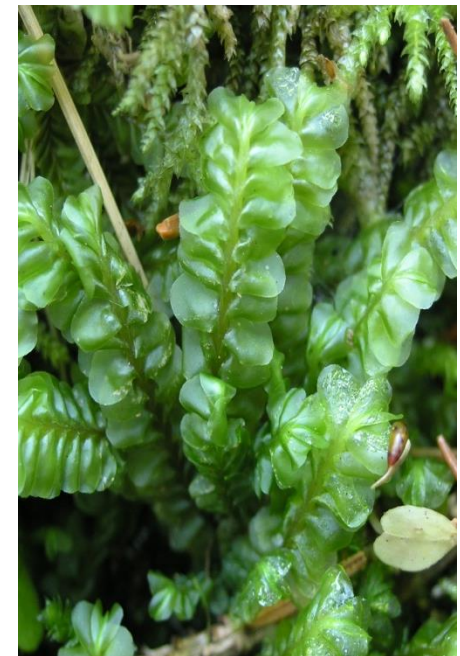
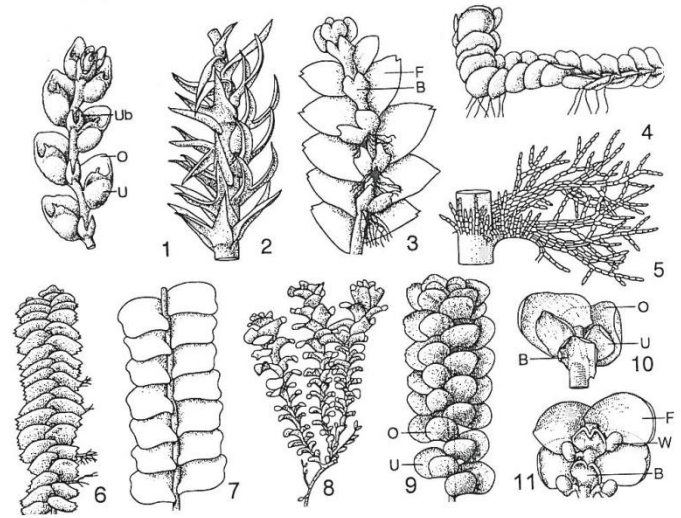


Foto: Vladimír Pelikán

Riccia fluitans (zvětšeno)

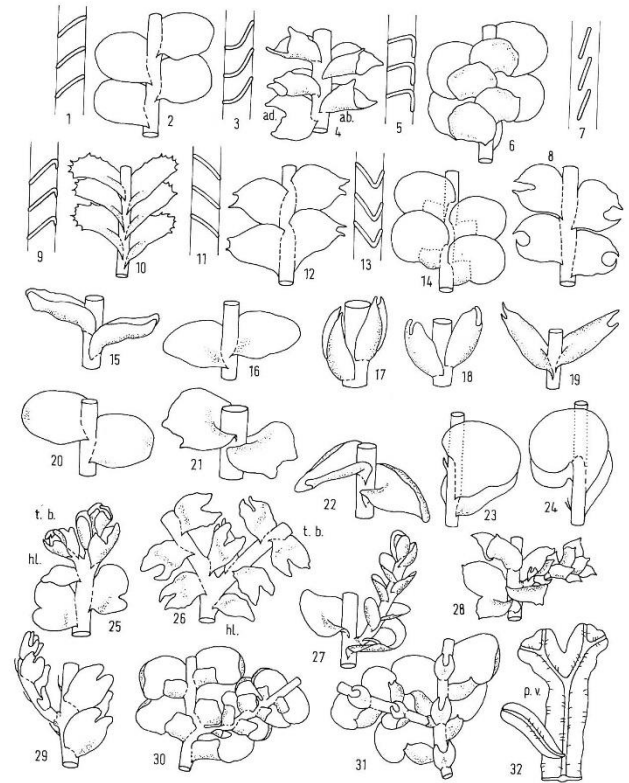
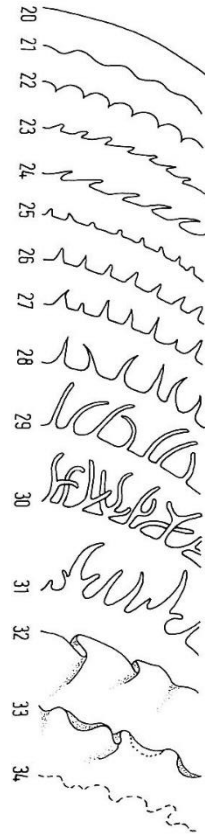
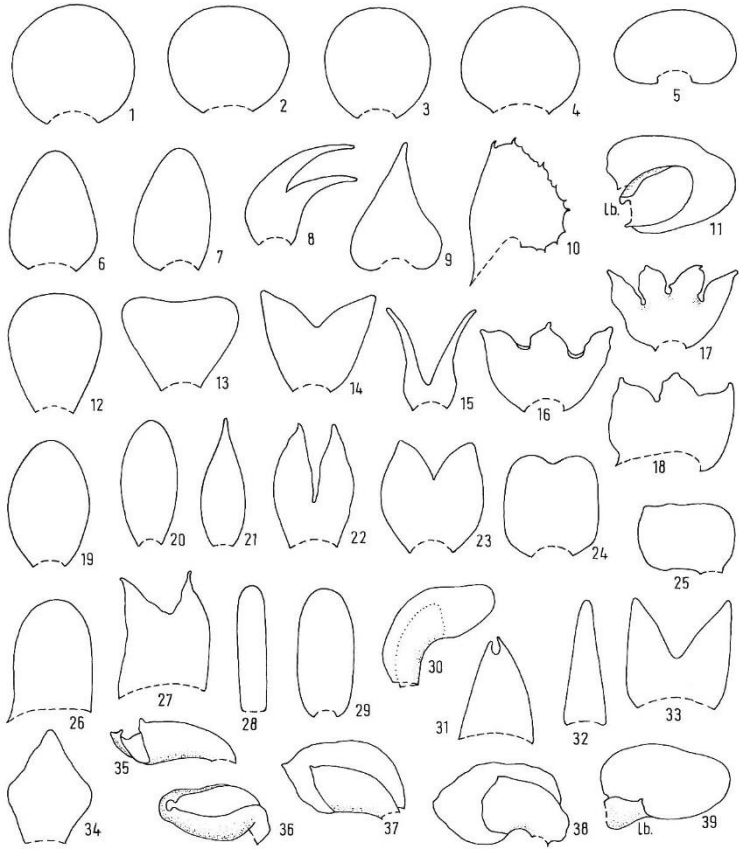
Gametofyt - listnaté játrovky

- **lodyžka** – poléhavá nebo vzpřímená, různě větvená, průřez kruhový či oválný, různé typy buněk, pokryta kutikulou, vodivá pletiva nejsou,
- dvojí větvení: interkalární (boční) větvení, terminální (vrcholové) větvení
- **lístky** – jedna vrstva buněk většinou jednoho typu, různé morfologické modifikace (laloky, zuby, dřípění)
- amfigastrie – spodní řada listů, může chybět

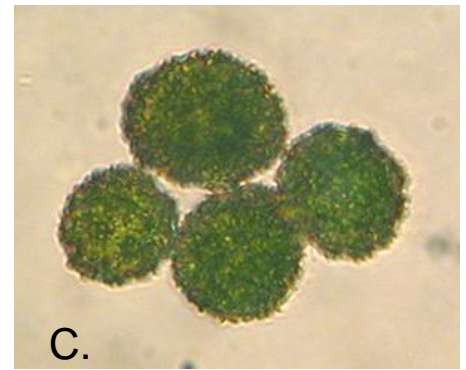


Plagiochila asplenioides

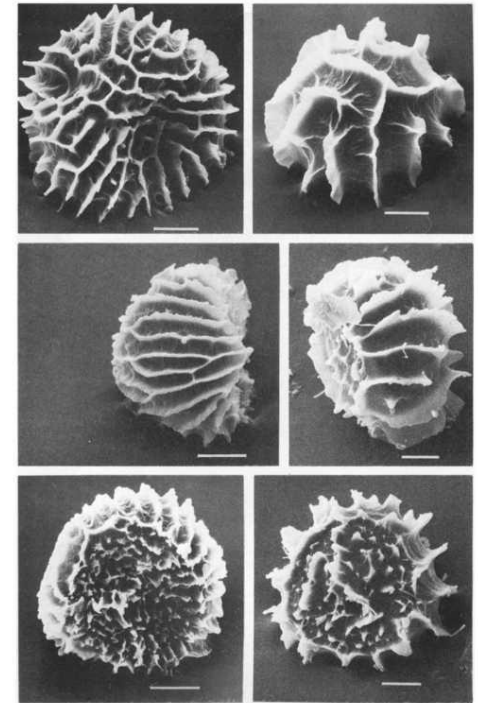
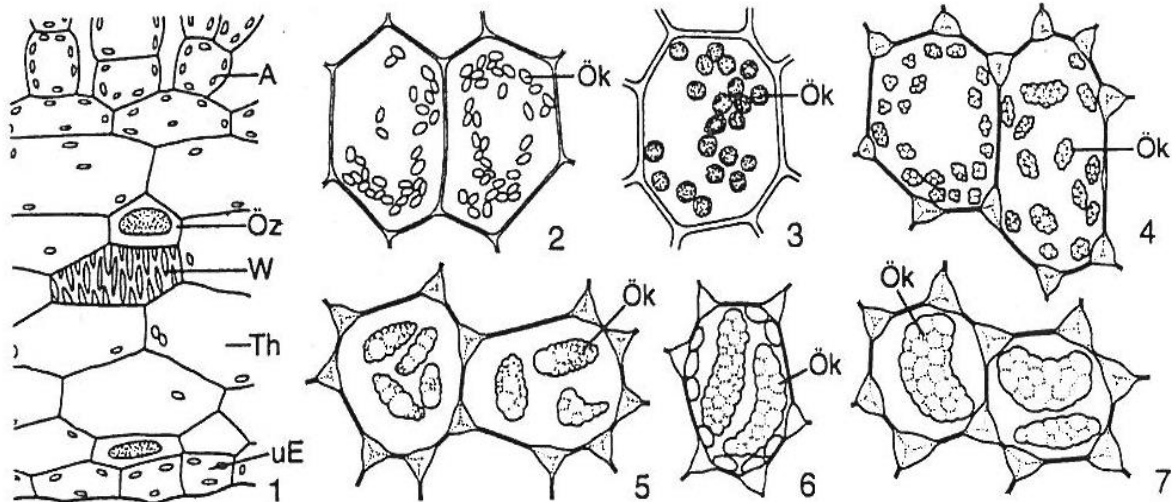
lístky játrovek



- **buňky** – většinou šestiboké, vyplněné siličnými tělísky
- **siličná tělíska** – produkty metabolismu (terpenoidy, vznik z ER), taxonomický znak, mění se dle stavu buňky, pomíjivé, v herbáři se nezachovávají
- **rhizoidy** – jednobuněčné
- **spory** – jednobuněčné, kulovité
- **protonema** – malé, pomíjivé

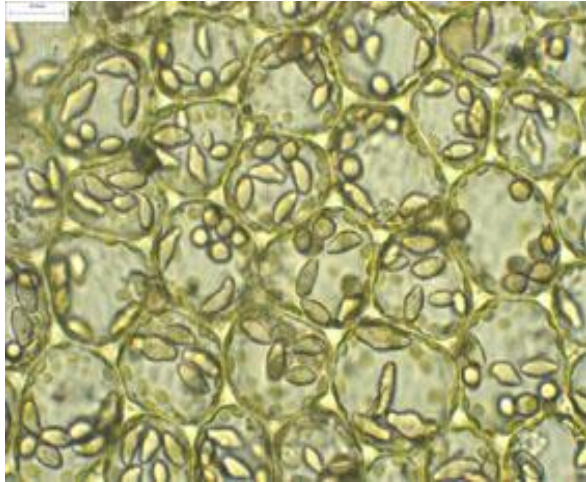


C.
Lobban

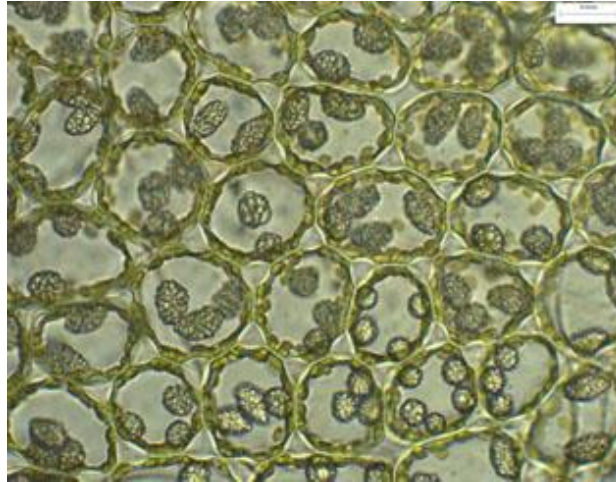


D.H. Hopcroft and
R. Bennett.

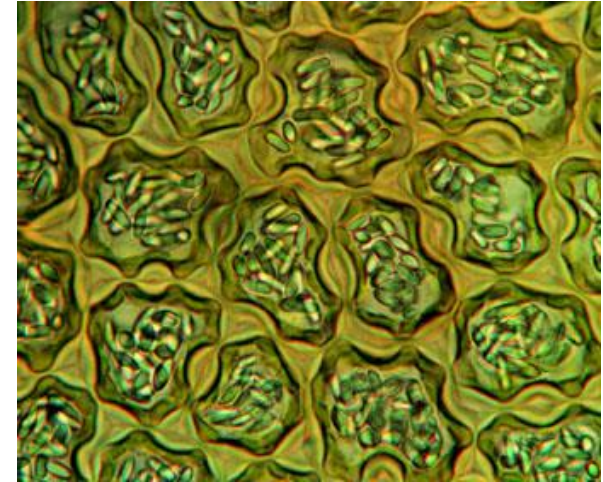
Buňky a siličná tělíska jätrovek



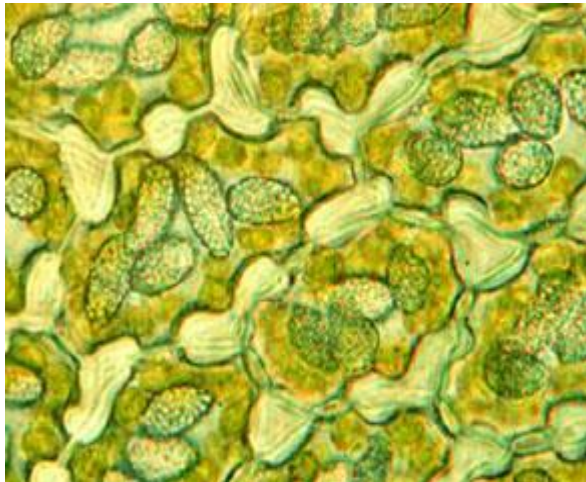
Jungermannia



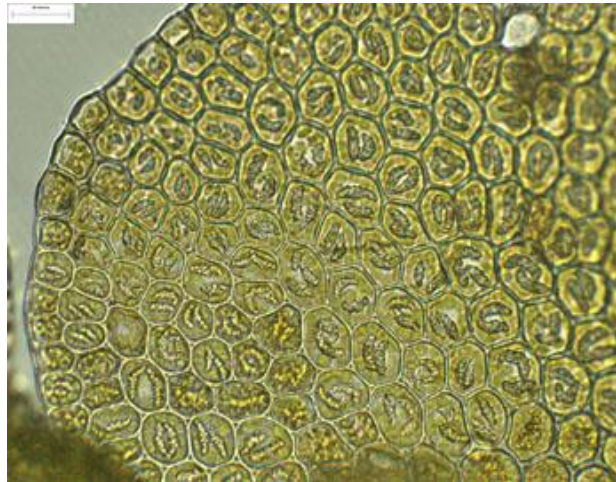
Nardia lescurii



Jubulopsis novae-zelandiae



Frullania squarrosula



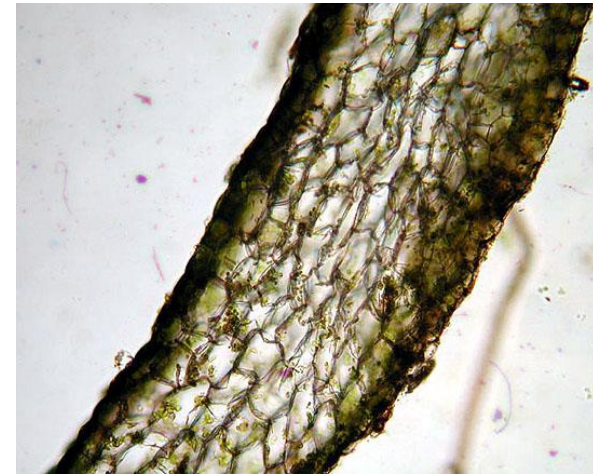
Rectolejeunea maxonii



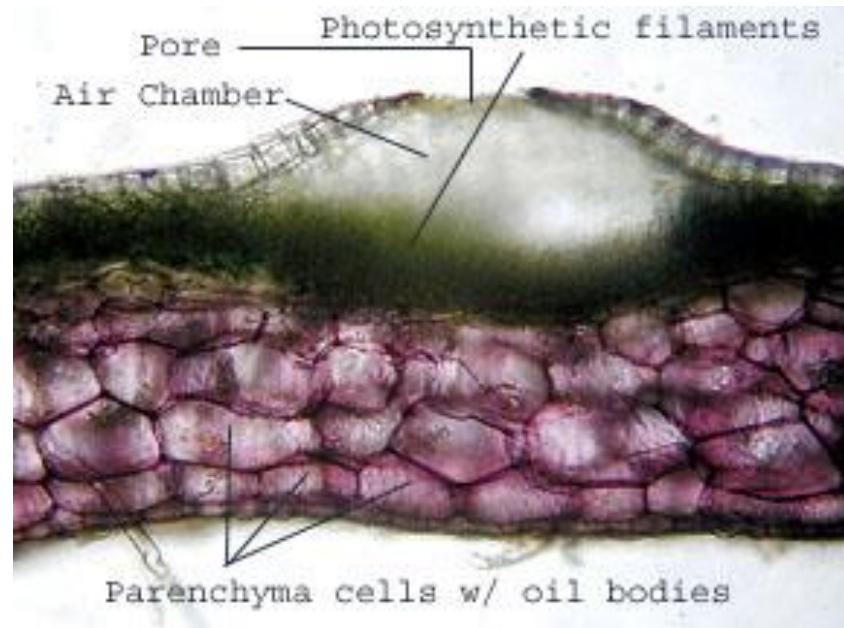
Lophocolea bicuspidata

Gametofyt - lupenate játrovky

- **stélka** celá ze stejného typu buněk nebo vícevrstevná s diferenciací, uvnitř svazky vodivého pletiva, rhizoidy, spodní strana dutinky s *Nostoc*
- **rhizoidy**
- **dýchací komůrky** – ústí dýchacími póry,
- siličná tělíčka méně častá



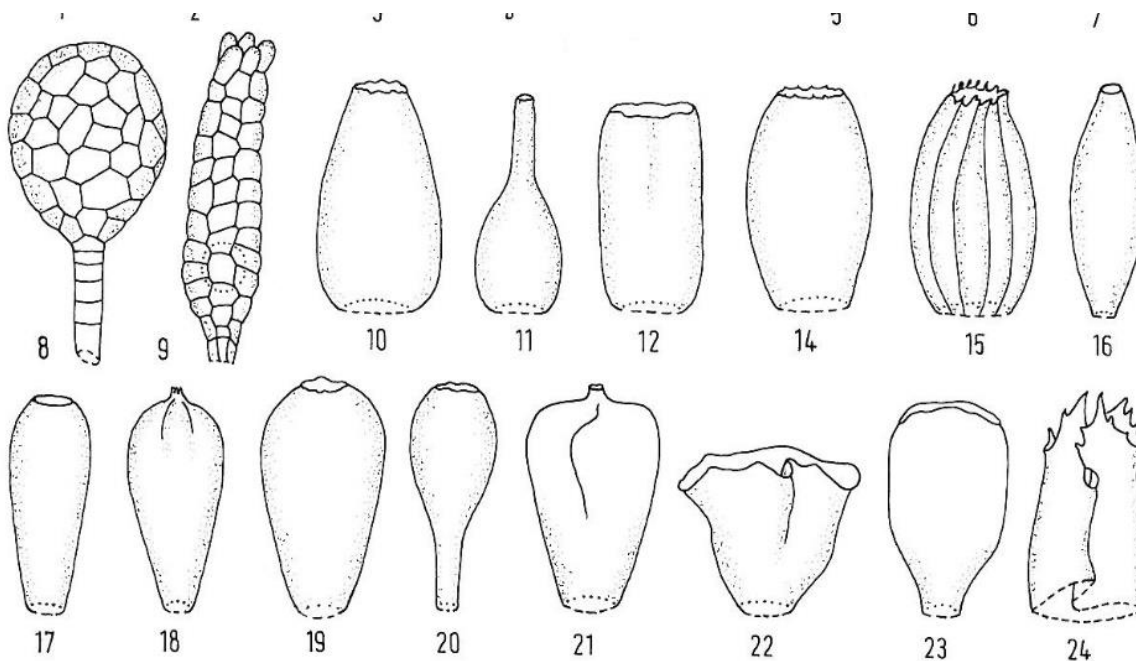
Pellia neesiana



Conocephalum conicum

Gametangia - listnaté játrovky

- **antheridia** ♂ – různý tvar, velikost, počet, stopka, leží v paždí obalných lístků
- spermatozoidy – 2 bičíky
- **archegonia** ♀ – schované v obalných lístcích –
- **kalyptra** (čepička) – chrání mladý sporofyt



Gametangia - lupenaté játrovky

- na povrchu stélky, neuspořádané či seskupené
- **archegonia** ♀
- primitivní – na povrchu stélky, většinou jednotlivě
- odvozené – ve skupinkách, na terčících – receptakulech



Marchantia polymorpha



- **antheridia** ♂ – v kupkách, bradavkách, samostatné větvičky, na terčících – receptakulech



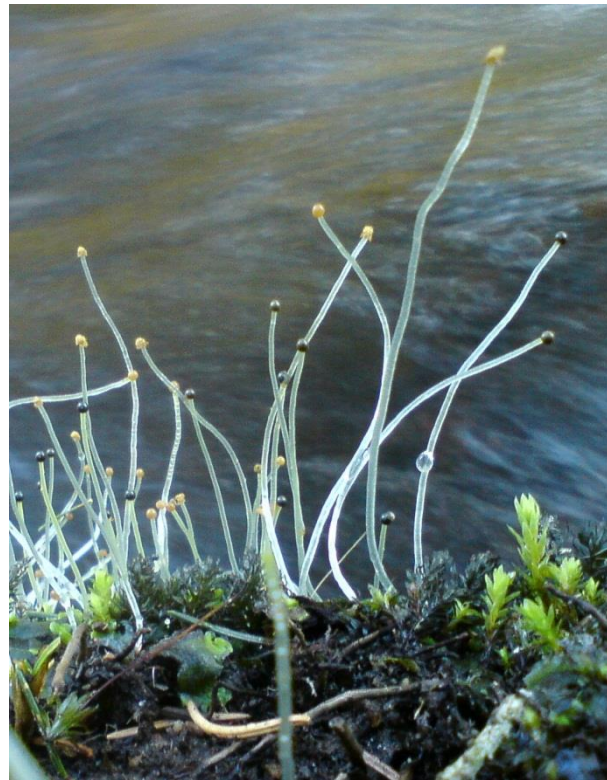
Symphyogyna brasiliensis



Marchantia polymorpha

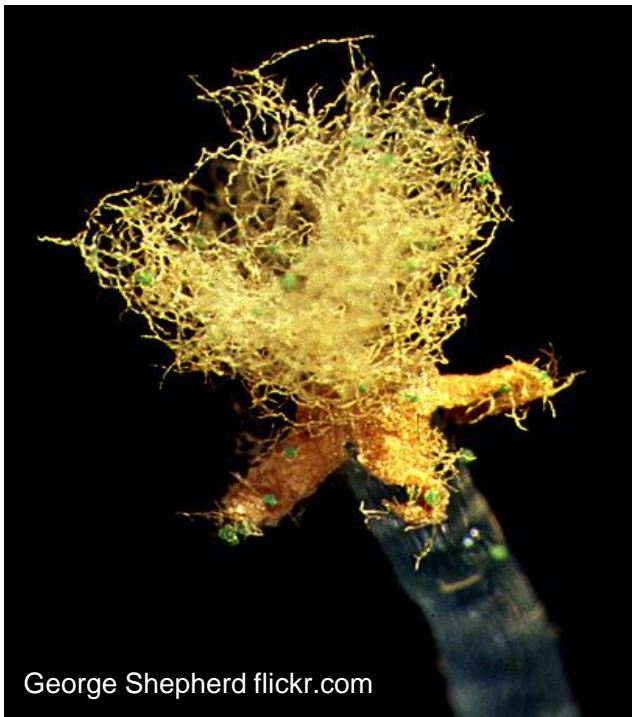


Sporofyt



- efemerní
- tobolka, zralá tobolka, pak vynesení nahoru
- **noha**
- **štět** – různě dlouhý, nemá výztuhy, hyalinní,
- **tobolka** – kulovitá, nejčastěji puká 4 chlopněmi, kolumela chybí
- **spory, elatery** (mrštníky) – sterilní buňky se stěnami ztlustlými do šroubovice





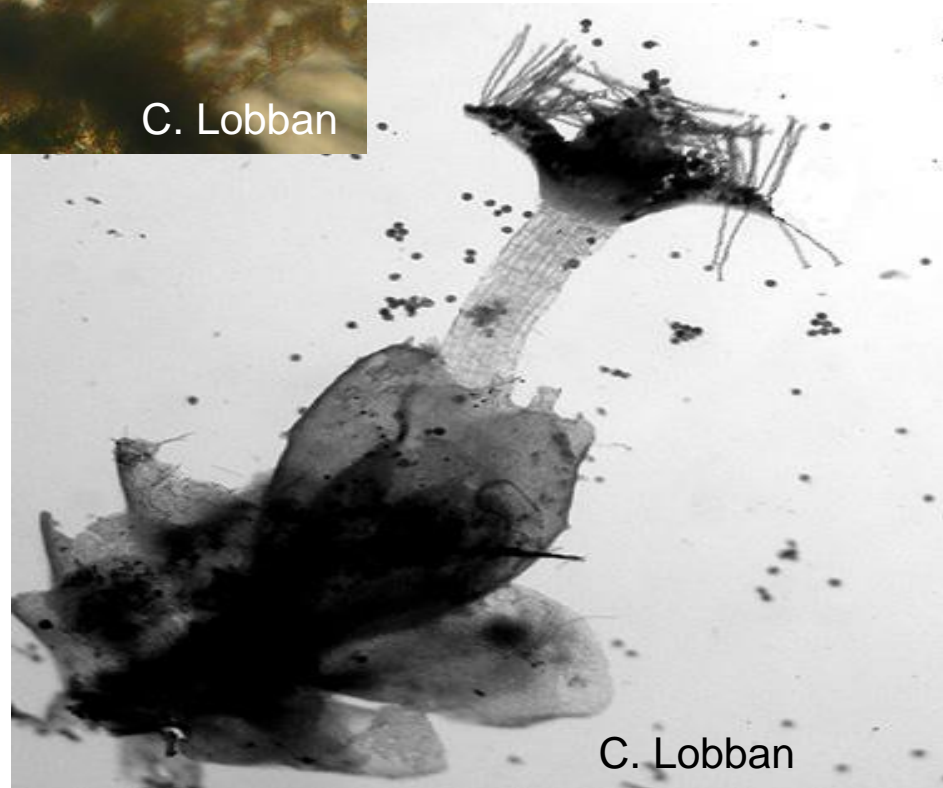
George Shepherd flickr.com



C. Lobban



George Shepherd flickr.com



C. Lobban



Pellia epiphylla, NPR Zemská brána, Orlické hory

Vegetativní rozmnožování

- **Gemmy (gemy)**
- rozmnožovací větvičky
- fragmentace

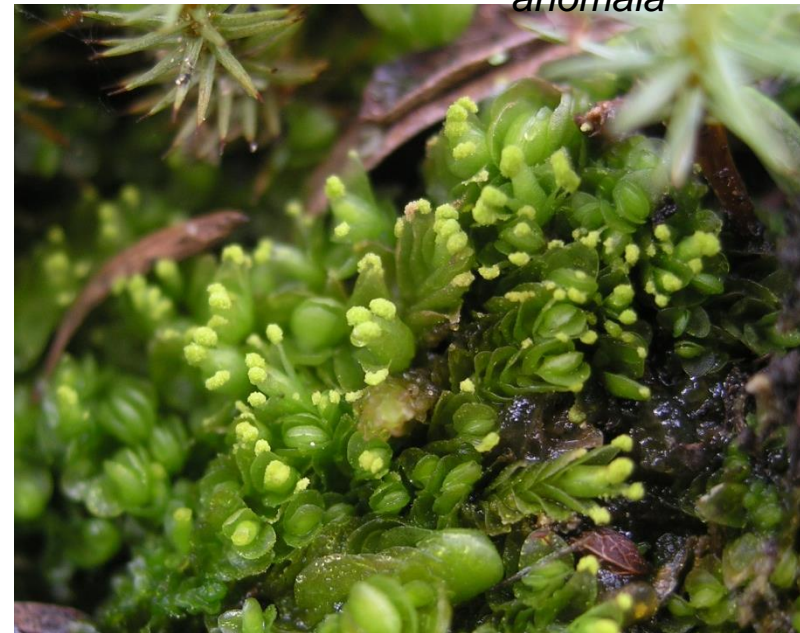
Marchantia polymorpha



Metzgeria furcata



*Mylia
anomala*



Marchantia - gemmy



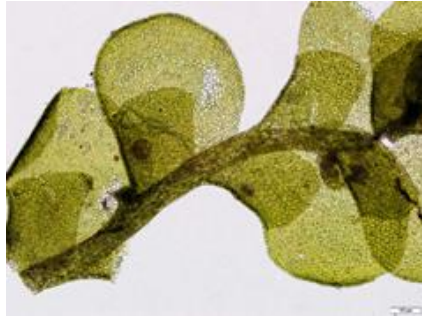
www.anbg.gov.au



www.biology.iastate.edu

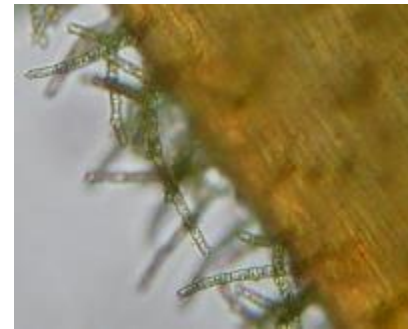
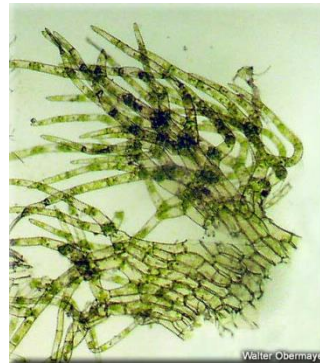
Hospodaření s vodou

- poikilohydrické organismy
- Nemají „pravé“ cévní svazky → příjem a výdej celým povrchem



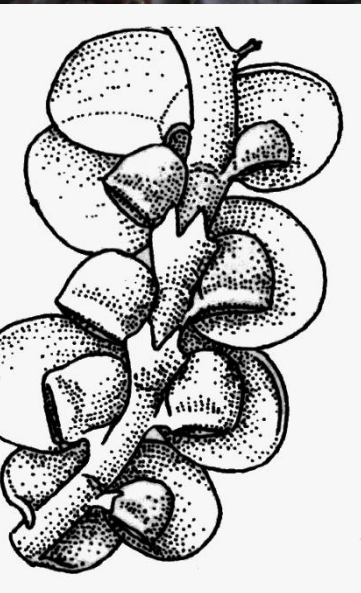
Radula complanata – spodní lalok fyloidu k zadržení vody

Frullania dilatata – konvičkovitý spodní lalok



Trichocolea tomentella – brvitě rozdřípený fyloid, parafylie na lodyžce

Frullania dilatata



Stanoviště jätrovek



terikolní –
Marchantia,
Conocephallum →

Stanoviště játrovek



epifytické - *Frullania*

Stanoviště jätrovek



epilitické - *Scapania*

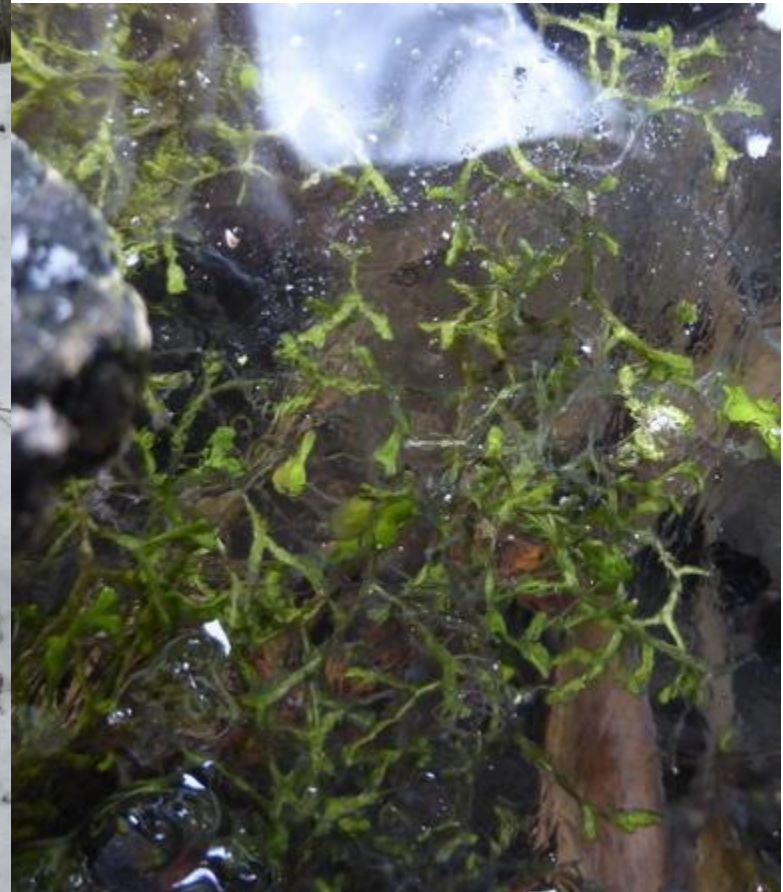
Stanoviště jätrovek



epixylické – *Lophozia*, *Lepidozia*

Stanoviště játrovek

vodní - *Riccia*



Stanoviště játrovek



epifylní – *Frullania*, *Ephemeropsis*

Stanoviště jätrovek



jeskynní - *Jubula*

Má zvláštní vakuoly umožňují koncentraci světla a využití i menšího světla.
Vyloženě v jeskyních ve tmě nežije.

Využití jätrovek

- Medicína a antibiotika** - *Marchantia polymorpha* - záněty jater (Čína)
- *Riccia* sp. – potlačení kožních chorob (Himálaj)
 - *Conocephalum*, *Marchantia* – v kombinaci s rostlinným olejem na kousnutí, spáleniny, otevřené rány (Čína)
 - *Herbertus* – použití místo filtru při kouření (Himálaj)
 - jätrovky (obecně) = látky potlačující růst bakterií (antibiotické účinky)



Herbertus aduncus

