

# Botanika a základy mykologie

## IV. Monilophyta - Kaprad'orosty (kapradiny a přesličky)

Mgr. Martin Pusztai, Ph.D.

FP a CxI TUL, PŘF UK

kaprad'orosty (Monilophyta)

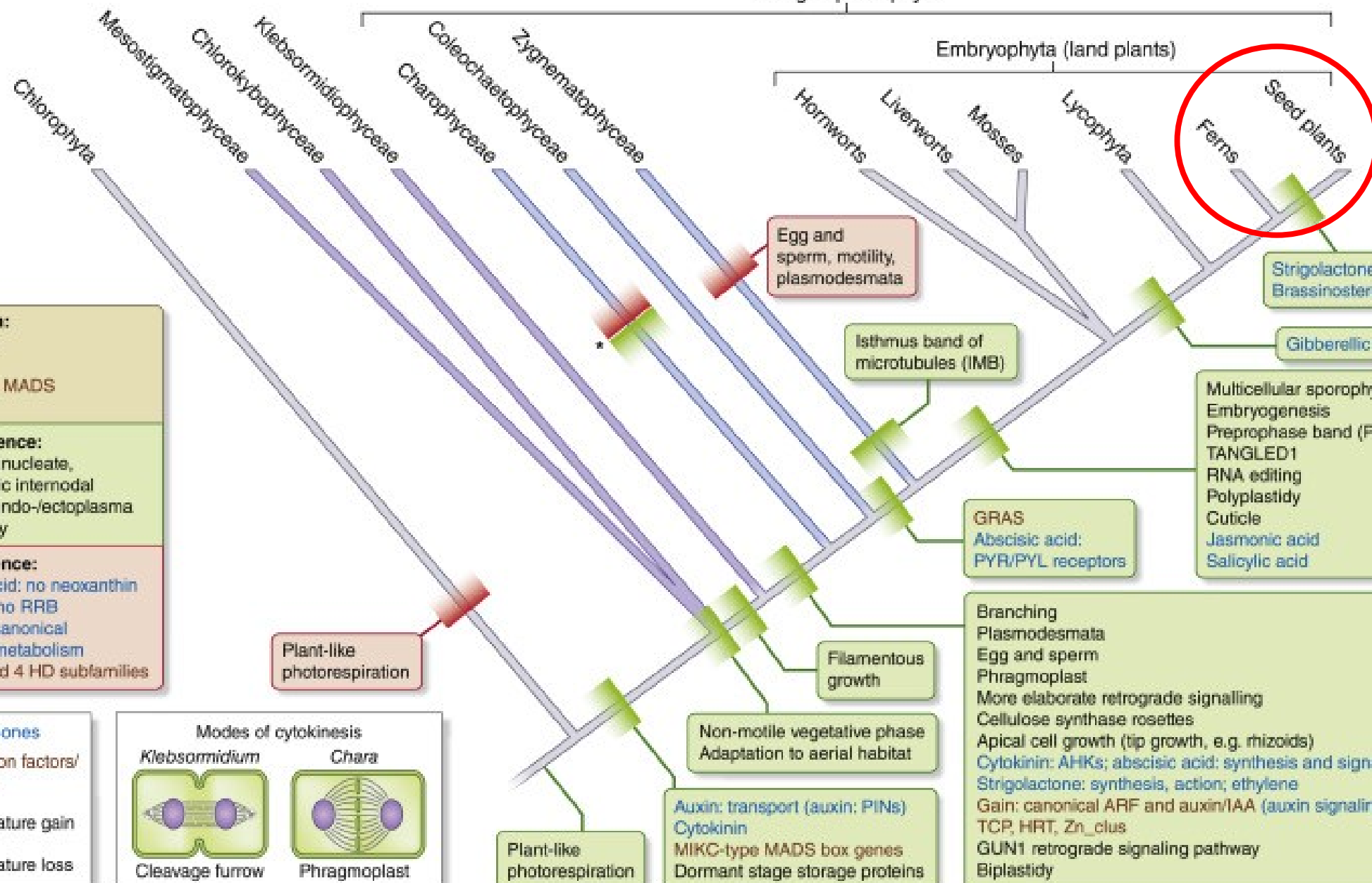


Chloroplastida (green plants)

Streptophyta

Phragmoplastophyta

Embryophyta (land plants)



**Expansion:**  
LysM RKs  
PINs  
MIKC-type MADS  
Trihelix

**Gain/presence:**  
Large multinucleate, polyplastidic internodal cells with endo-/ectoplasma  
Polyplastidy

**Loss/absence:**  
Abscisic acid: no neoxanthin  
Cytokinin: no RRB  
Auxin: no canonical synthesis/metabolism  
2 bHLH and 4 HD subfamilies

**Phytohormones**  
Transcription factors/regulators

Green box: Feature gain  
Red box: Feature loss

**Modes of cytokinesis**

*Klebsormidium*

Cleavage furrow

*Chara*

Phragmoplast

Plant-like photorespiration

Plant-like photorespiration

Auxin: transport (auxin: PINs)  
Cytokinin  
MIKC-type MADS box genes  
Dormant stage storage proteins

Non-motile vegetative phase  
Adaptation to aerial habitat

Filamentous growth

GRAS  
Abscisic acid: PYR/PYL receptors

Isthmus band of microtubules (IMB)

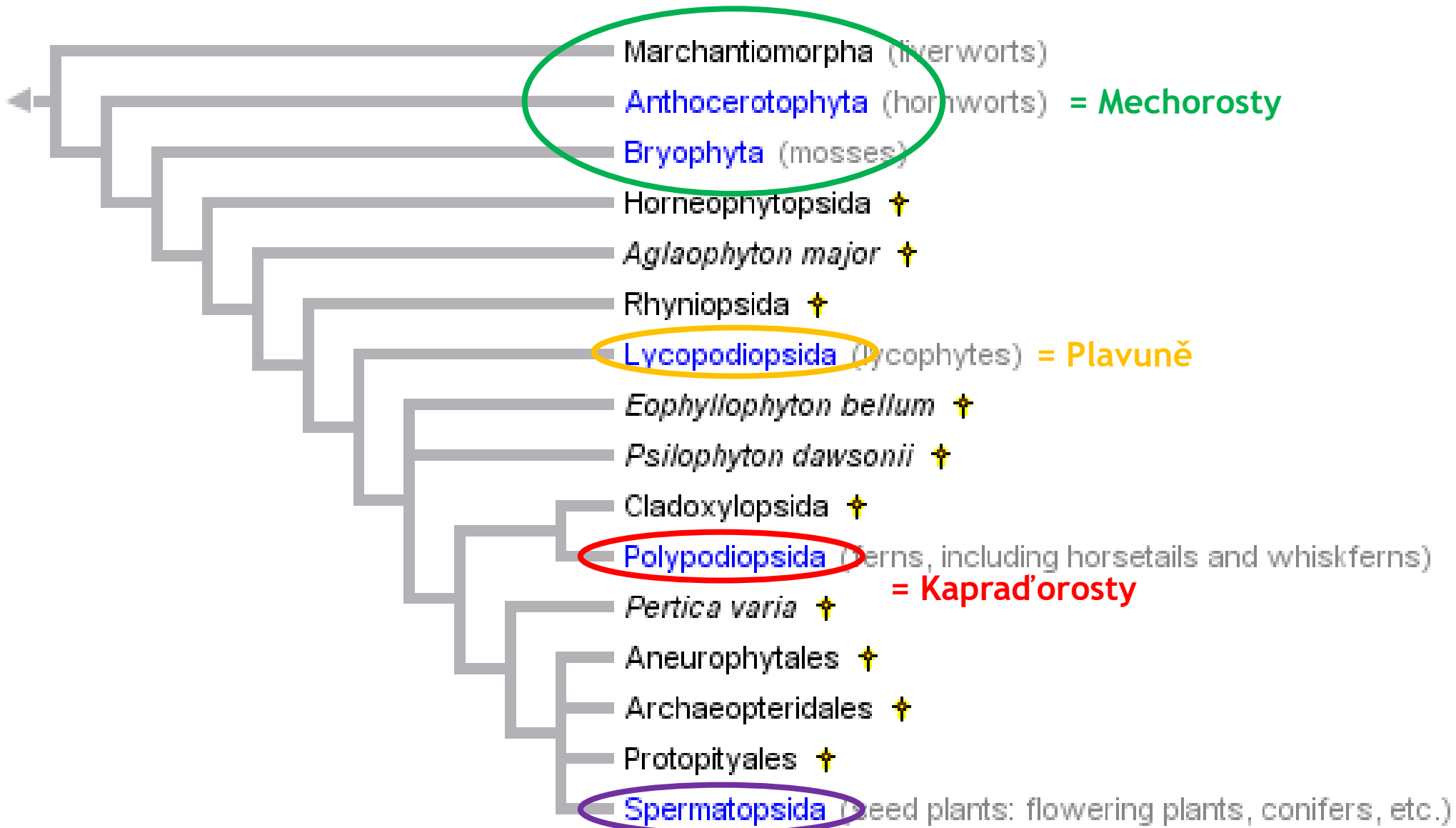
Egg and sperm, motility, plasmodesmata

Strigolactone:D14  
Brassinosteroid

Gibberellic acid

Multicellular sporophyte  
Embryogenesis  
Preprophase band (PPB), TANGLED1  
RNA editing  
Polyplastidy  
Cuticle  
Jasmonic acid  
Salicylic acid

Branching  
Plasmodesmata  
Egg and sperm  
Phragmoplast  
More elaborate retrograde signalling  
Cellulose synthase rosettes  
Apical cell growth (tip growth, e.g. rhizoids)  
Cytokinin: AHKs; abscisic acid: synthesis and signaling;  
Strigolactone: synthesis, action; ethylene  
Gain: canonical ARF and auxin/IAA (auxin signaling), TCP, HRT, Zn\_cis  
GUN1 retrograde signaling pathway  
Biplastidy

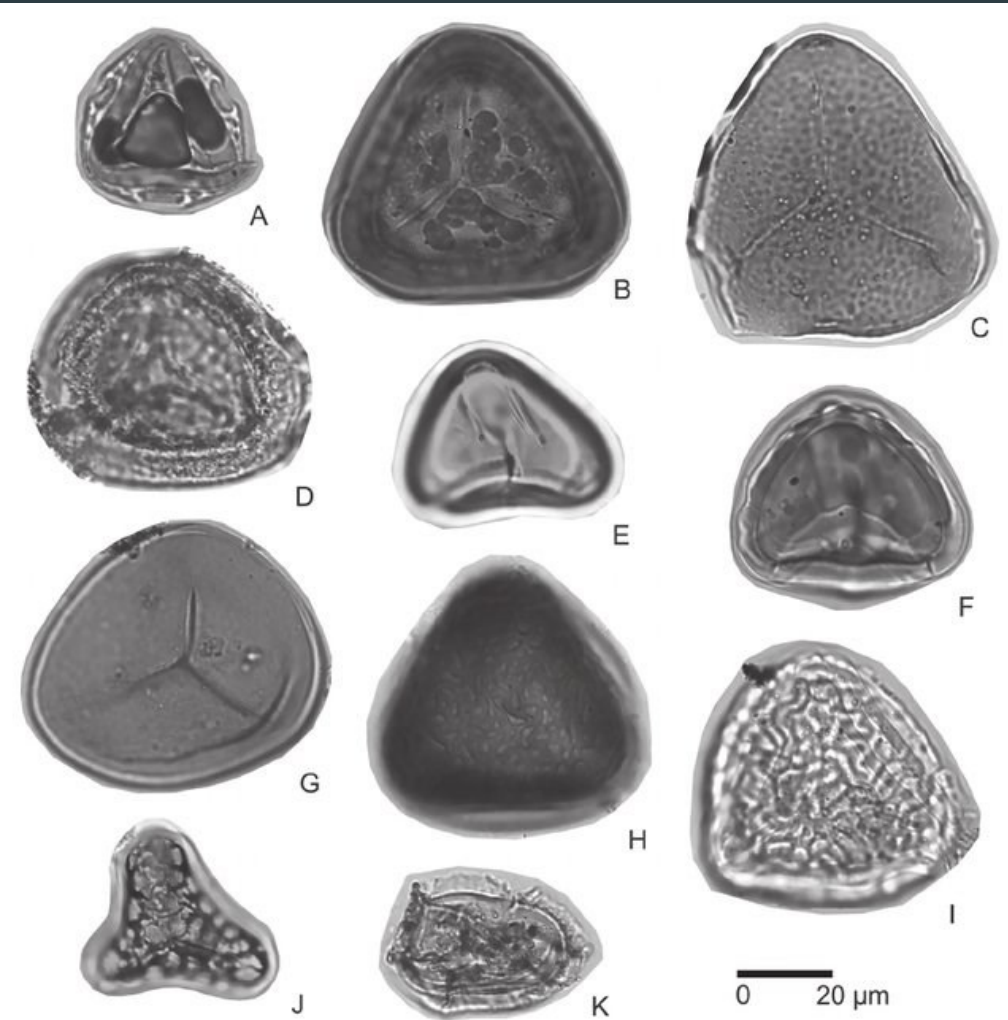


<https://youtu.be/00lSGbtDKdw?si=MBSyYyYBp-KixJ1->

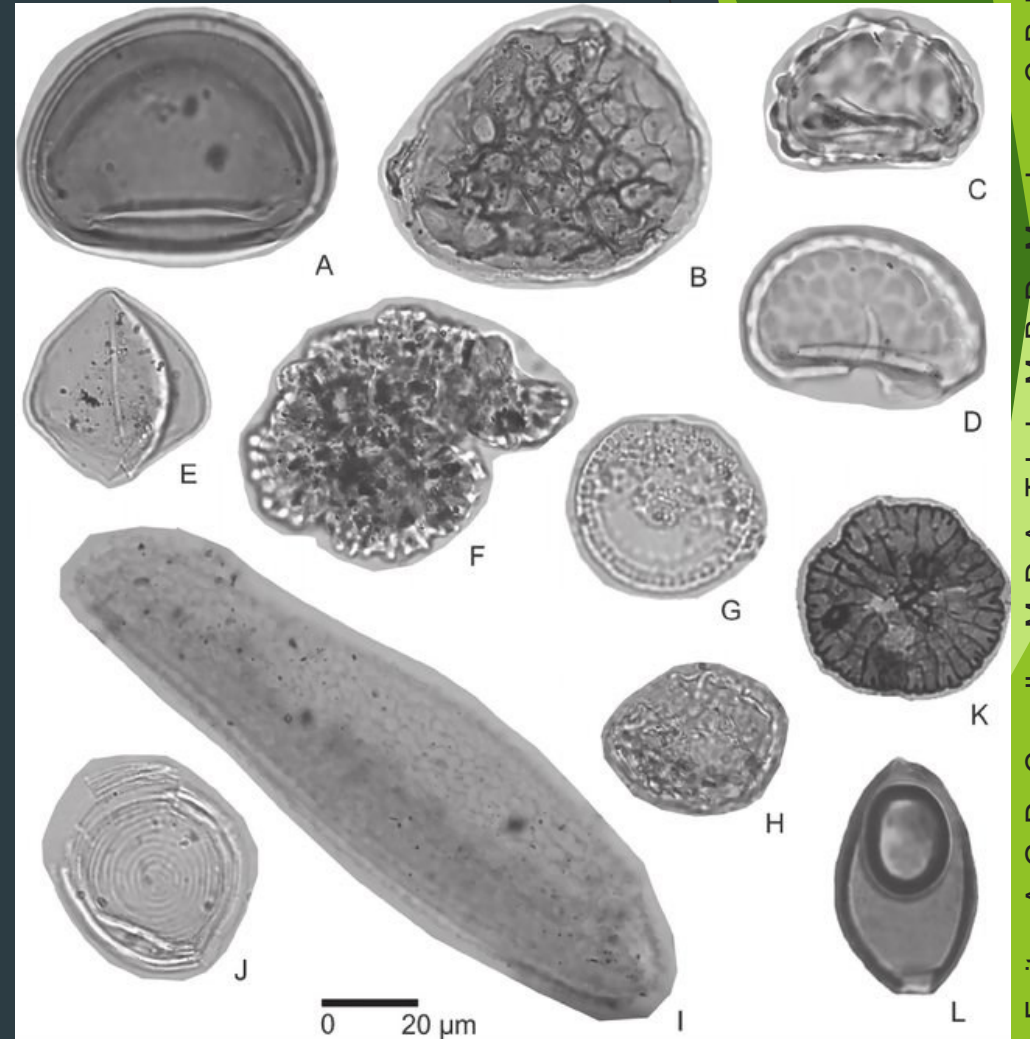
## kapradiny (Monilophyta)

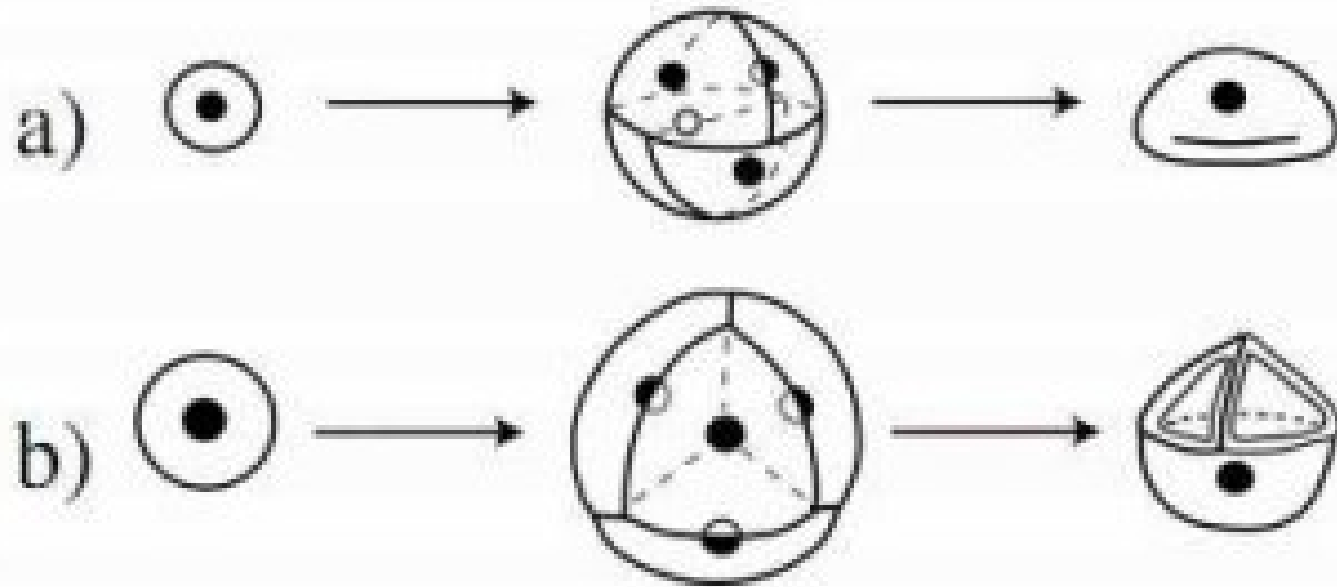
- ❖ výtrusné r. (spory triletní a monoletní)

## triletní spory



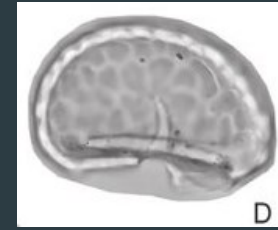
## monoletní spory





**Figure 8** The two basic shapes of fern spores, monoete (top) and triete (bottom), and how they form during meiosis. Left, spore mother cell. Middle, tetrad stage after meiosis (note the different orientations of the cell walls). Right, a single spore separated from the tetrad. The block dot in the center of each cell represents the nucleus. After Øllgaard and Tind (1993).

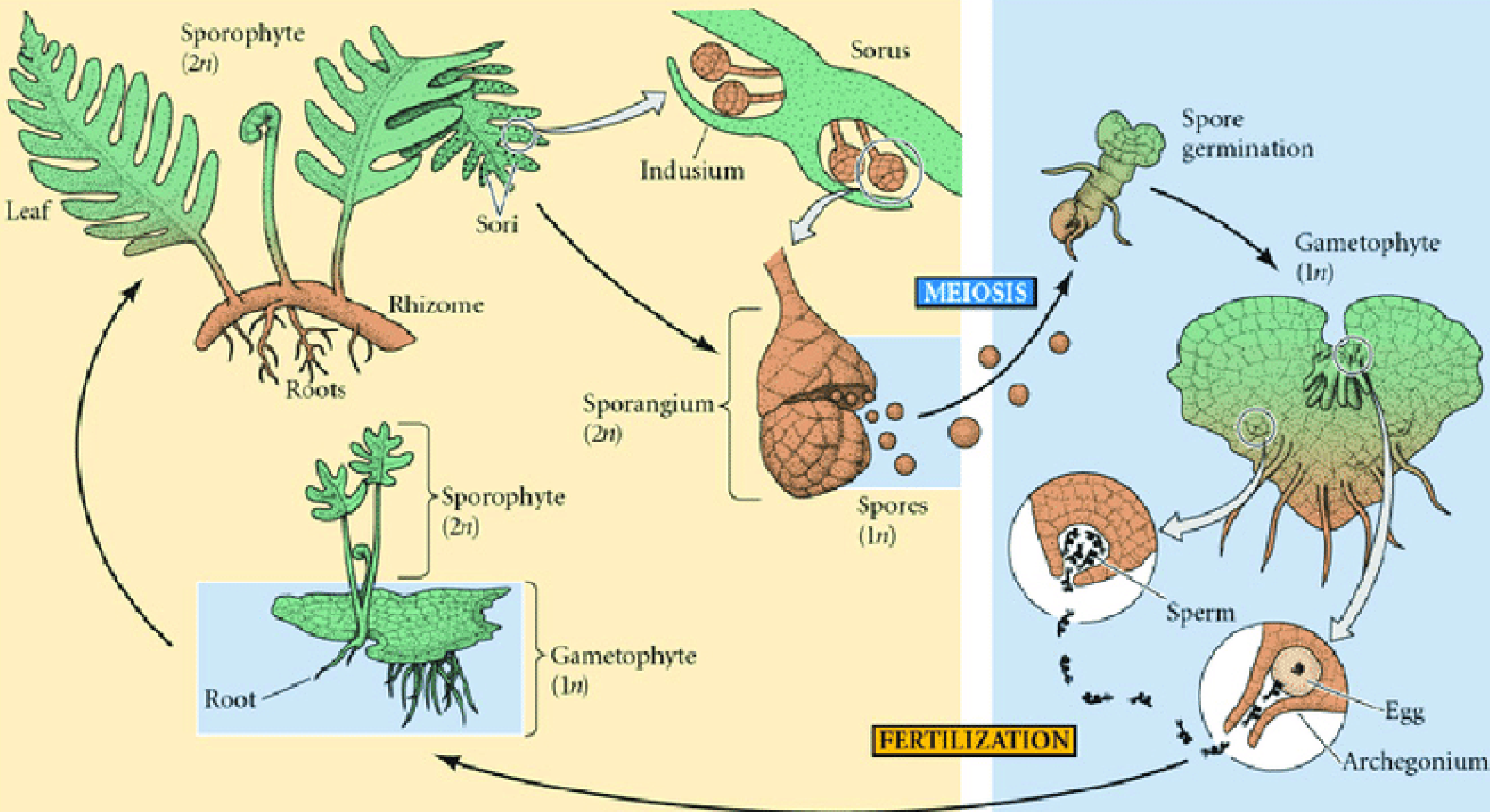
Moran (2004)



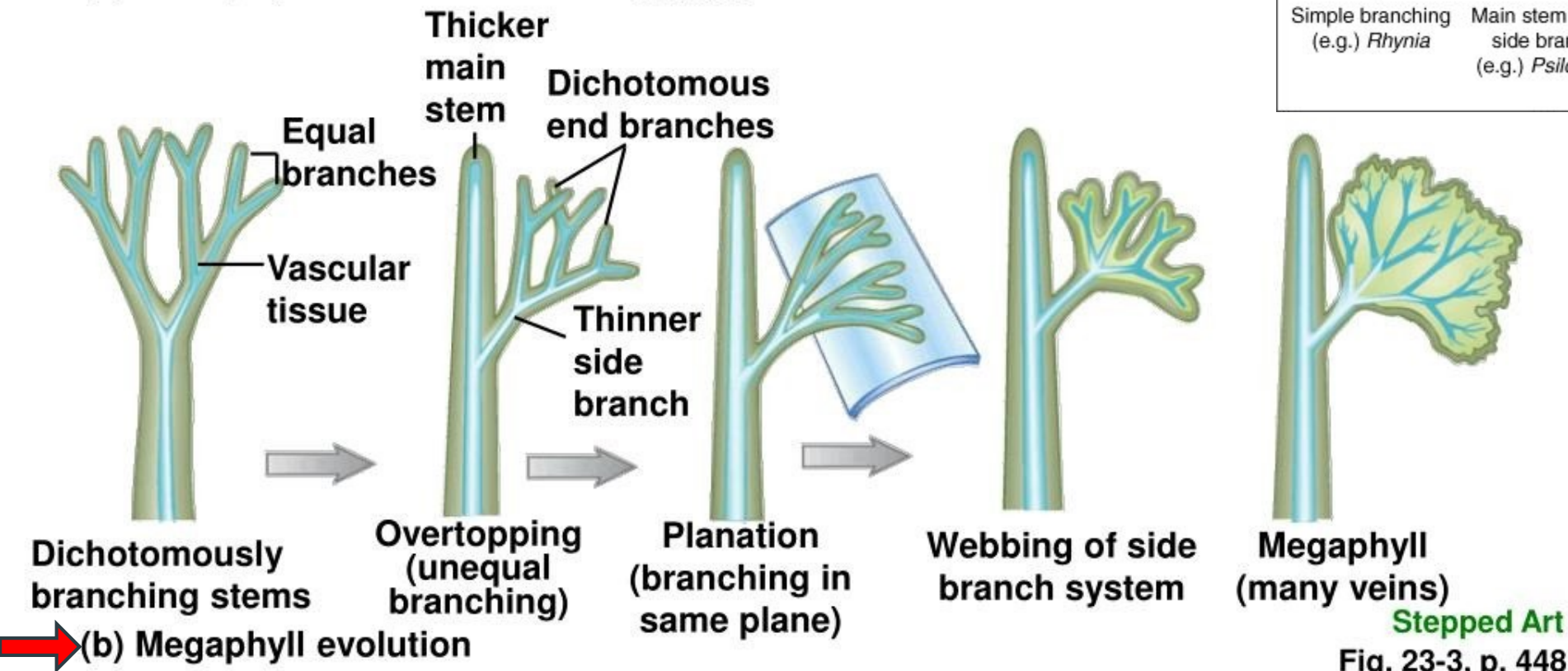
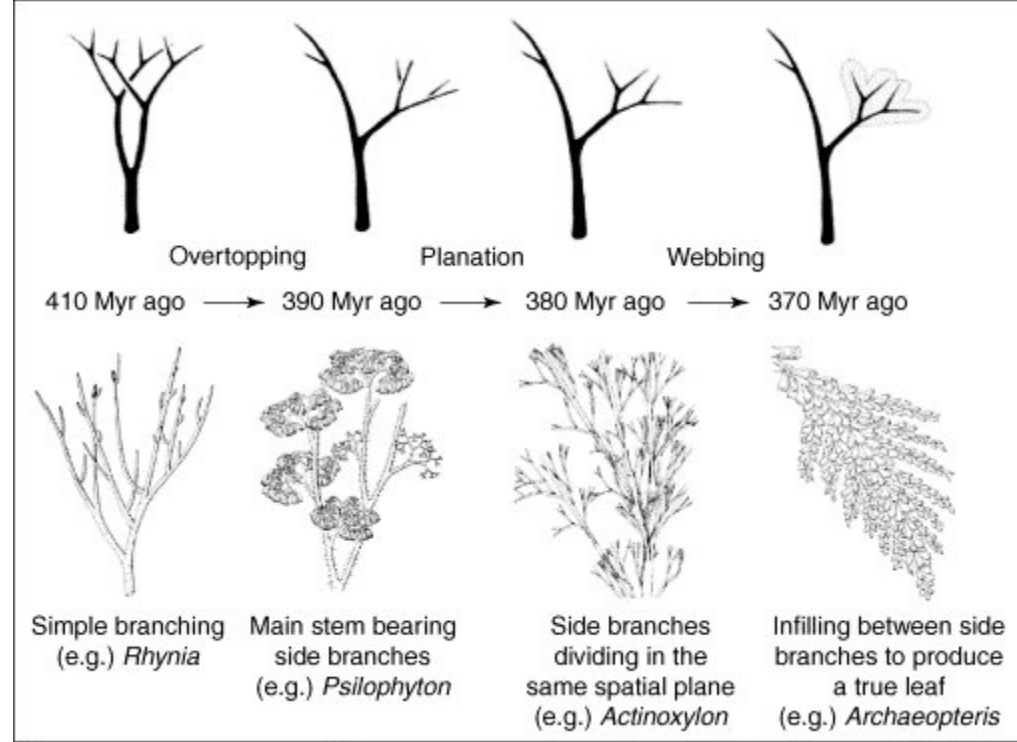
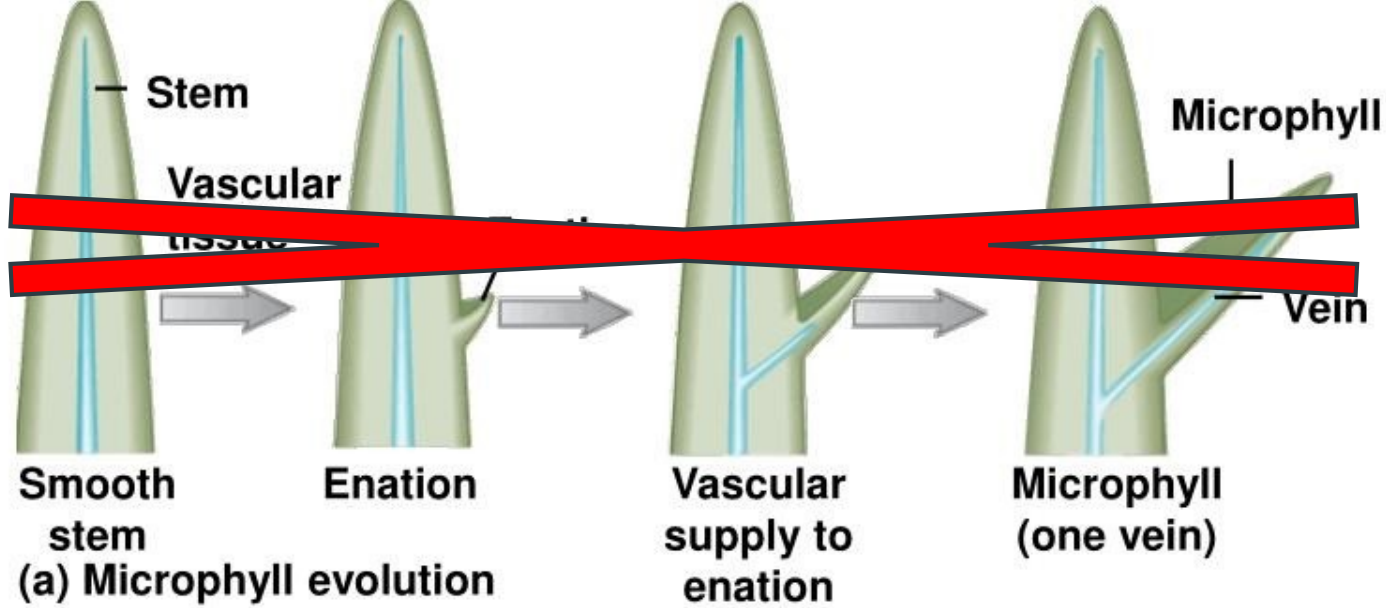


## Diploid sporophyte generation

## Haploid gametophyte generation

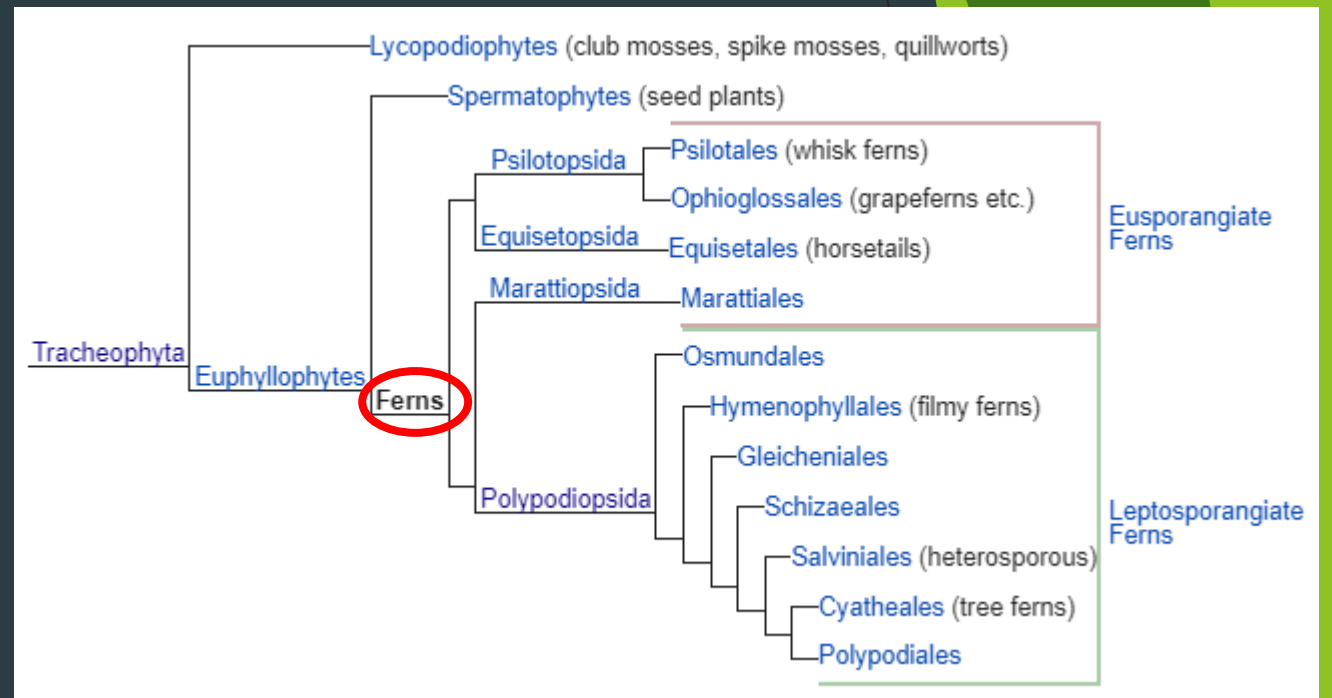


de Groot, G. A. (2012). The fate of a colonizer: successful but lonely? The establishment of inter- and intra-specific diversity in ferns by means of long-distance dispersal. Utrecht University.



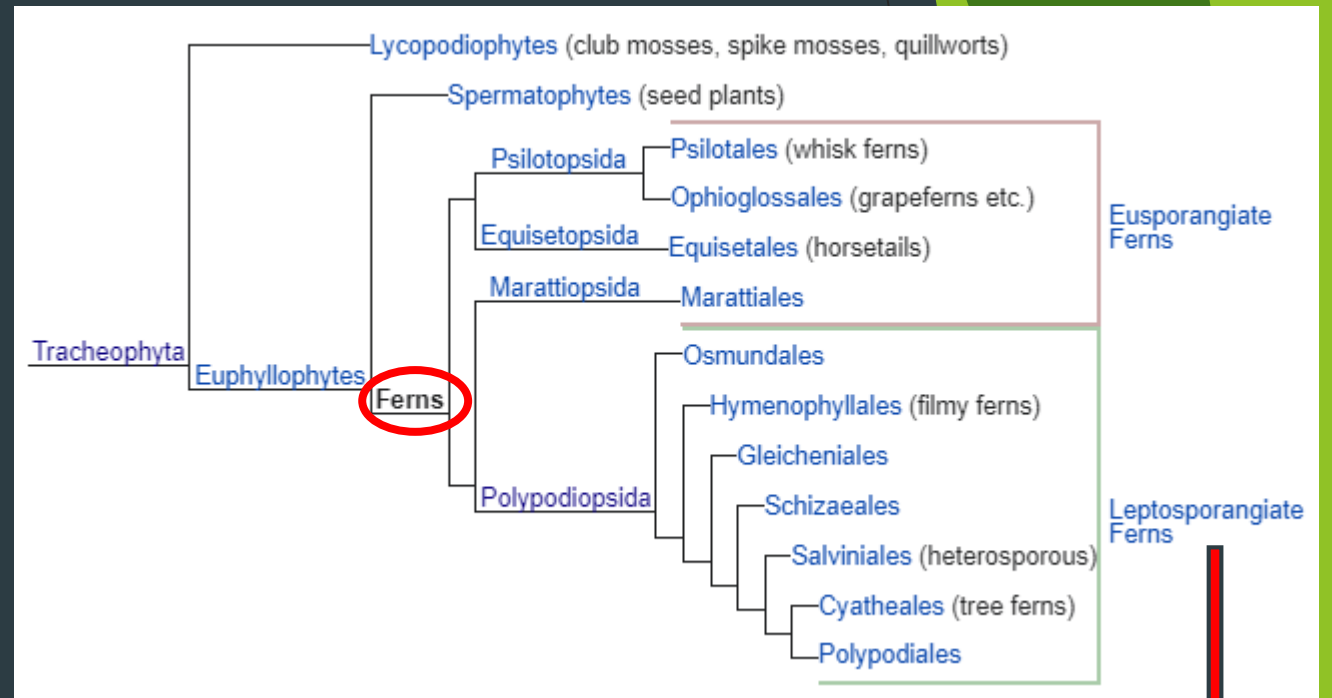
## kaprad'iny (Monilophyta)

- ❖ výtrusné r. (spory triletní a monoletní)
- ❖ nejstarší žijící r. s pravým listem (Euphyllophytina)
- ❖ aktuálně kapradiny s.l.
  - ❖ včetně přesliček (Equisetidae)



## kaprad'iny (Monilophyta)

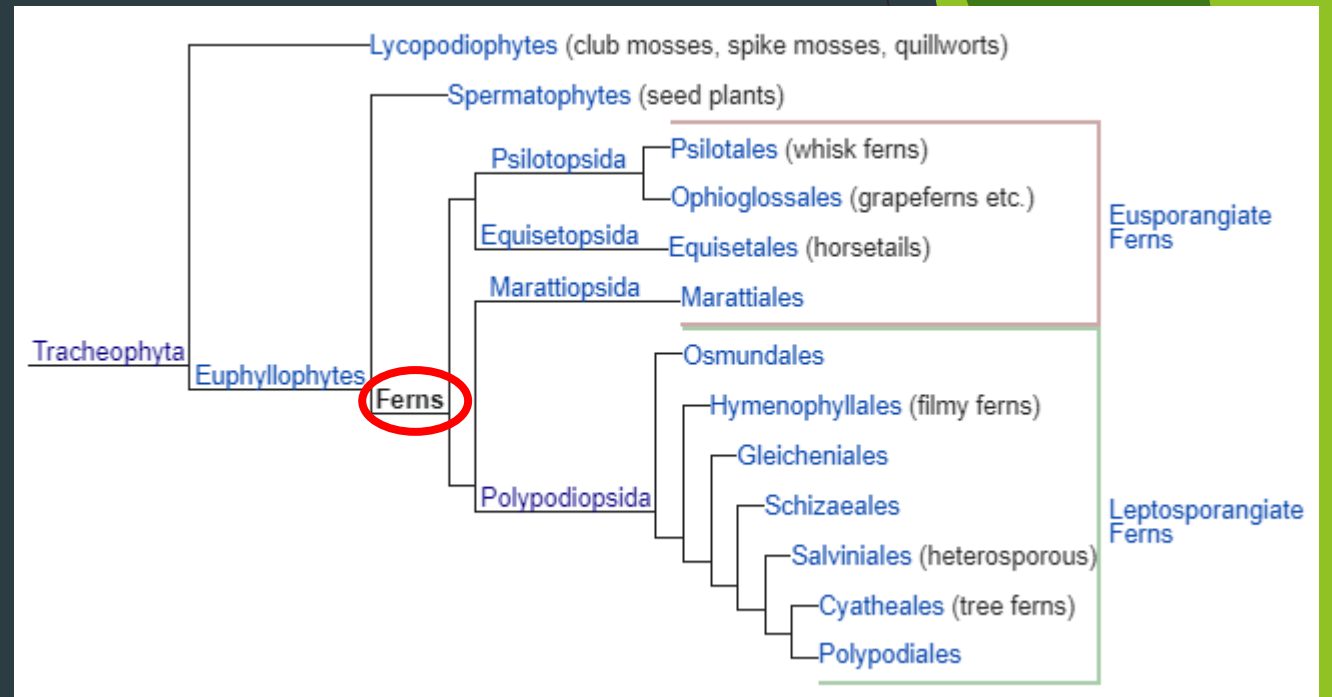
- ❖ výtrusné r. (spory triletní a monoletní)
- ❖ nejstarší žijící r. s pravým listem (Euphyllophytina)
- ❖ aktuálně kapradiny s.l.
  - ❖ včetně přesliček (Equisetidae)
- ❖ eusporangiátní x leptosporangiátní



sporangia z 1 buňky

## kaprad'iny (Monilophyta)

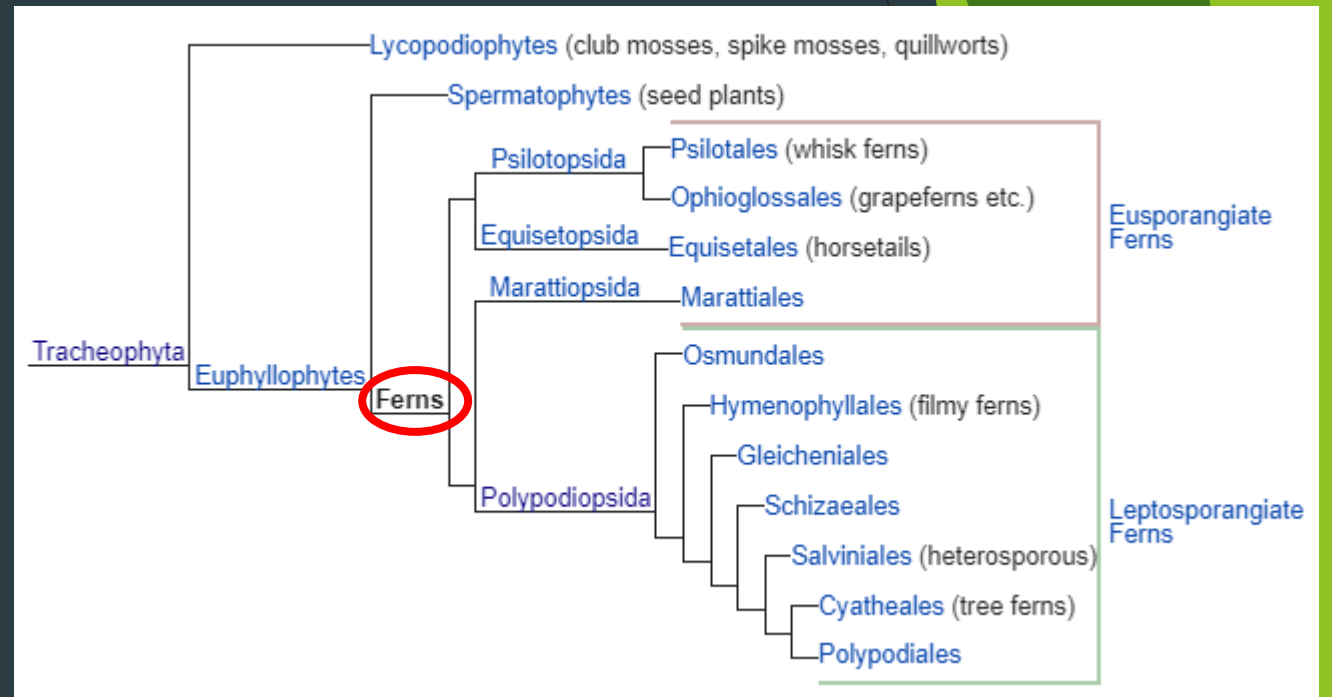
- ❖ výtrusné r. (spory triletní a monoletní)
- ❖ nejstarší žijící r. s pravým listem (Euphyllophytina)
- ❖ aktuálně kapradiny s.l.
  - ❖ včetně přesliček (Equisetidae)
- ❖ eusporangiátní x leptosporangiátní
- ❖ často stínomilné rostliny





## kaprad'iny (Monilophyta)

- ❖ výtrusné r. (spory triletní a monoletní)
- ❖ nejstarší žijící r. s pravým listem (Euphyllophytina)
- ❖ aktuálně kapradiny s.l.
  - ❖ včetně přesliček (Equisetidae)
- ❖ eusporangiátní x leptosporangiátní
- ❖ často stínomilné rostliny ... jako mechorosty

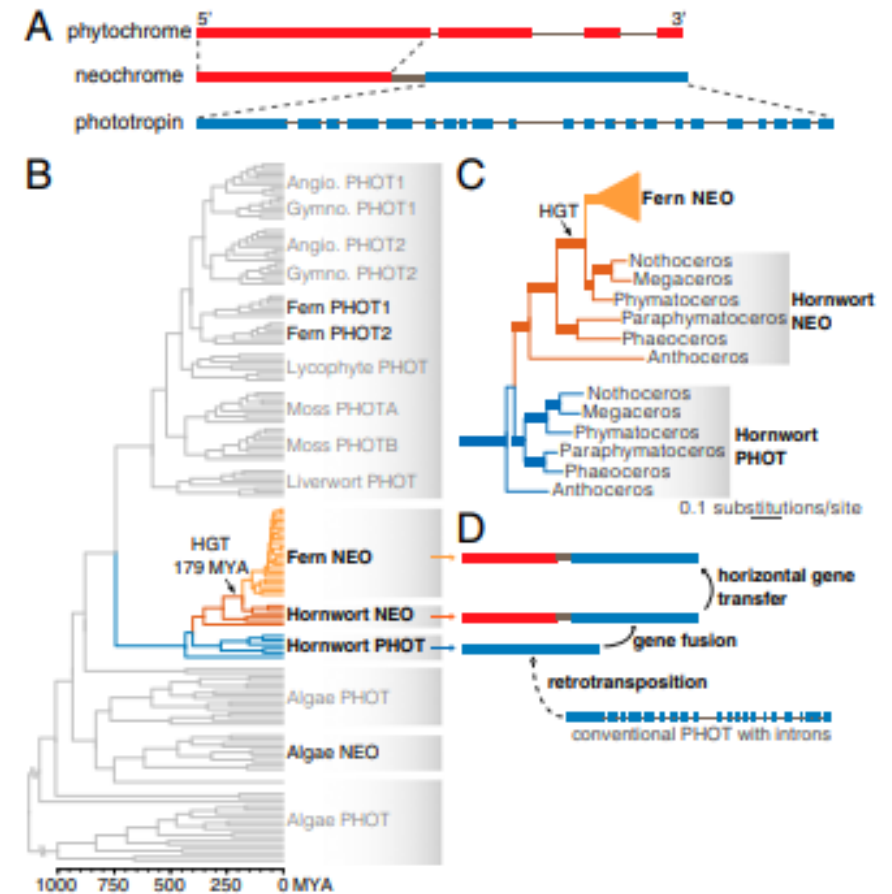


# Horizontal transfer of an adaptive chimeric photoreceptor from bryophytes to ferns

Fay-Wei Li<sup>a,1</sup>, Juan Carlos Villarreal<sup>b</sup>, Steven Kelly<sup>c</sup>, Carl J. Rothfels<sup>d</sup>, Michael Melkonian<sup>e</sup>, Eftychios Frangedakis<sup>c</sup>, Markus Ruhsam<sup>f</sup>, Erin M. Sigel<sup>a</sup>, Joshua P. Der<sup>a,h</sup>, Jarmila Pittermann<sup>i</sup>, Dylan O. Burge<sup>j</sup>, Lisa Pokorny<sup>k</sup>, Anders Larsson<sup>l</sup>, Tao Chen<sup>m</sup>, Stina Weststrand<sup>l</sup>, Philip Thomas<sup>f</sup>, Eric Carpenter<sup>n</sup>, Yong Zhang<sup>o</sup>, Zhijian Tian<sup>o</sup>, Li Chen<sup>o</sup>, Zhixiang Yan<sup>o</sup>, Ying Zhu<sup>o</sup>, Xiao Sun<sup>o</sup>, Jun Wang<sup>o</sup>, Dennis W. Stevenson<sup>p</sup>, Barbara J. Crandall-Stotler<sup>q</sup>, A. Jonathan Shaw<sup>a</sup>, Michael K. Deyholos<sup>n</sup>, Douglas E. Soltis<sup>r,s,t</sup>, Sean W. Graham<sup>u</sup>, Michael D. Windham<sup>a</sup>, Jane A. Langdale<sup>c</sup>, Gane Ka-Shu Wong<sup>n,o,v,1</sup>, Sarah Mathews<sup>w</sup>, and Kathleen M. Pryer<sup>a</sup>

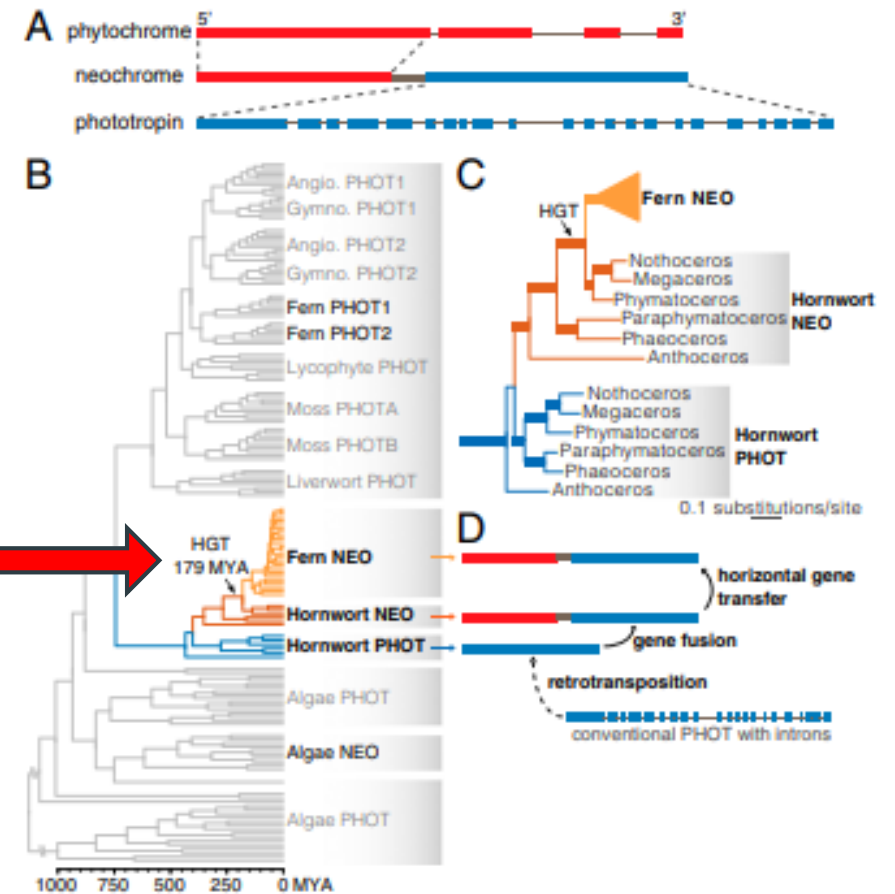
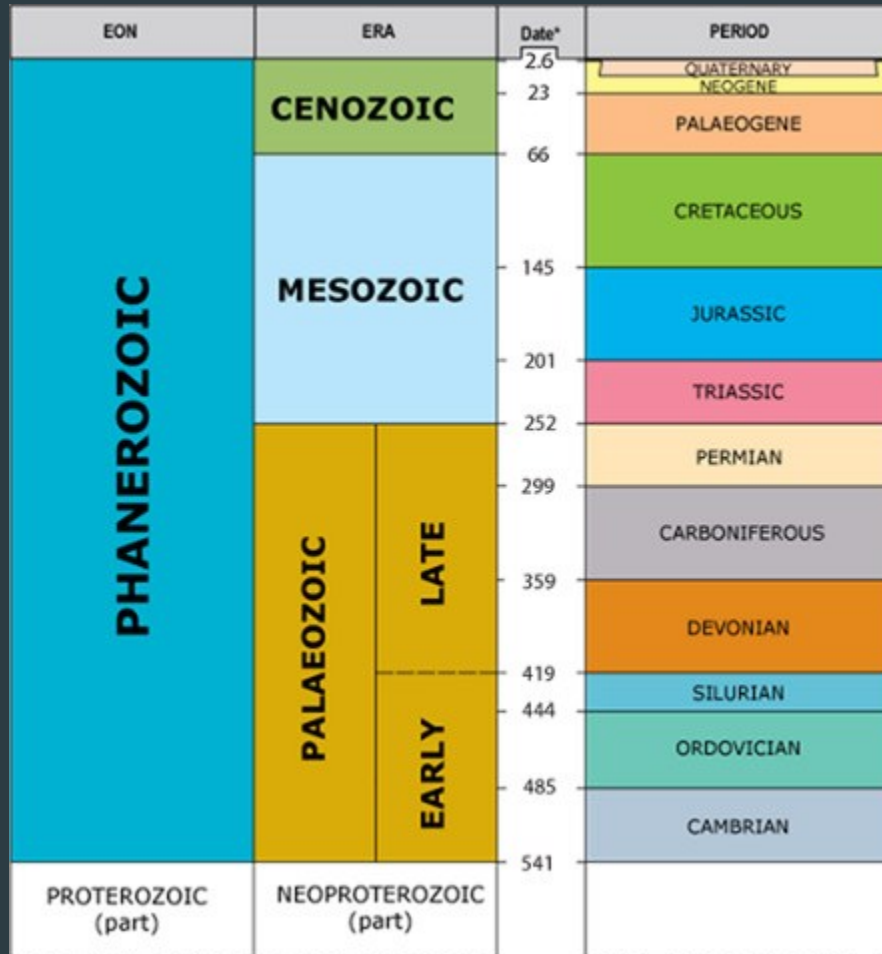
Li et al., 2014

Ferns are well known for their shade-dwelling habits. Their ability to thrive under low-light conditions has been linked to the evolution of a novel chimeric photoreceptor—neochrome—that fuses red-sensing phytochrome and blue-sensing phototropin modules into a single gene, thereby optimizing phototropic responses. Despite being implicated in facilitating the diversification of modern ferns, the origin of neochrome has remained a mystery. We present evidence for neochrome in hornworts (a bryophyte lineage) and demonstrate that ferns acquired neochrome from hornworts via horizontal gene transfer (HGT). Fern neochromes are nested within hornwort neochromes in our large-scale phylogenetic reconstructions of phototropin and phytochrome gene families. Divergence date estimates further support the HGT hypothesis, with fern and hornwort neochromes diverging 179 Mya, long after the split between the two plant lineages (at least 400 Mya). By analyzing the draft genome of the hornwort *Anthoceros punctatus*, we also discovered a previously unidentified phototropin gene that likely represents the ancestral lineage of the neochrome phototropin module. Thus, a neochrome originating in hornworts was transferred horizontally to ferns, where it may have played a significant role in the diversification of modern ferns.



**Fig. 1.** The origin of fern neochrome. (A) Neochrome is a chimeric photoreceptor in which the N terminus consists of a phytochrome sensory module fused to an almost complete phototropin sequence at the C terminus. Thick and thin lines represent exons and introns, respectively (length not to scale). (B) Dated phylogeny of phototropin and neochrome, showing neochrome HGT from hornworts to ferns (details are given in *SI Appendix*, Fig. S5). The blue, brown, and yellow branches represent hornwort phototropin, hornwort neochrome, and fern neochrome, respectively. (C) Portion of the phototropin phylogeny showing relationships of fern neochrome (Fern NEO), hornwort phototropin (Hornwort PHOT), and hornwort neochrome (Hornwort NEO), with highly supported branches thickened (details are shown in *SI Appendix*, Figs. S1 and S2). (D) A schematic depicting the origin of fern neochrome involving retrotransposition of a phototropin gene (and hence the loss of introns), its fusion with a phytochrome, and HGT from hornworts to ferns.

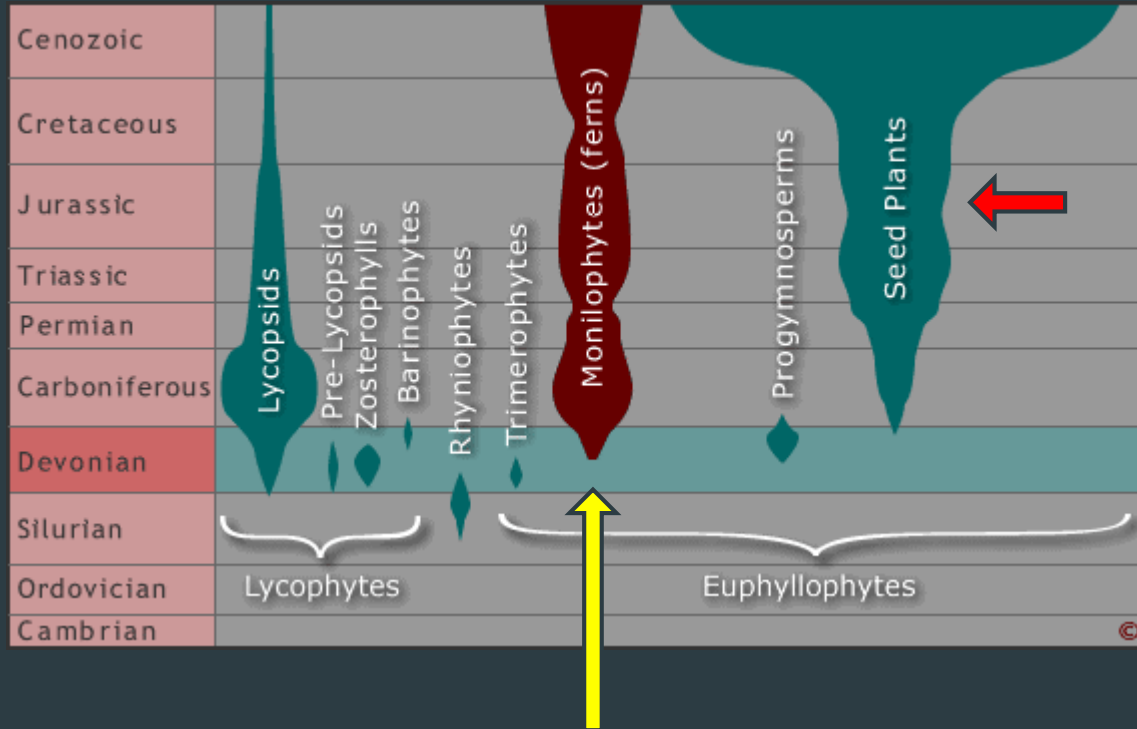




**Fig. 1.** The origin of fern neochrome. (A) Neochrome is a chimeric photo-receptor in which the N terminus consists of a phytochrome sensory module fused to an almost complete phototropin sequence at the C terminus. Thick and thin lines represent exons and introns, respectively (length not to scale). (B) Dated phylogeny of phototropin and neochrome, showing neochrome HGT from hornworts to ferns (details are given in *SI Appendix, Fig. S5*). The blue, brown, and yellow branches represent hornwort phototropin, hornwort neochrome, and fern neochrome, respectively. (C) Portion of the phototropin phylogeny showing relationships of fern neochrome (Fern NEO), hornwort phototropin (Hornwort PHOT), and hornwort neochrome (Hornwort NEO), with highly supported branches thickened (details are shown in *SI Appendix, Figs. S1 and S2*). (D) A schematic depicting the origin of fern neochrome involving retrotransposition of a phototropin gene (and hence the loss of introns), its fusion with a phytochrome, and HGT from hornworts to ferns.

## kaprad'orosty (Monilophyta)

❖ objevují se už v období svrchního devonu (před cca 390 mil. let)



## kaprad'orosty (Monilophyta)

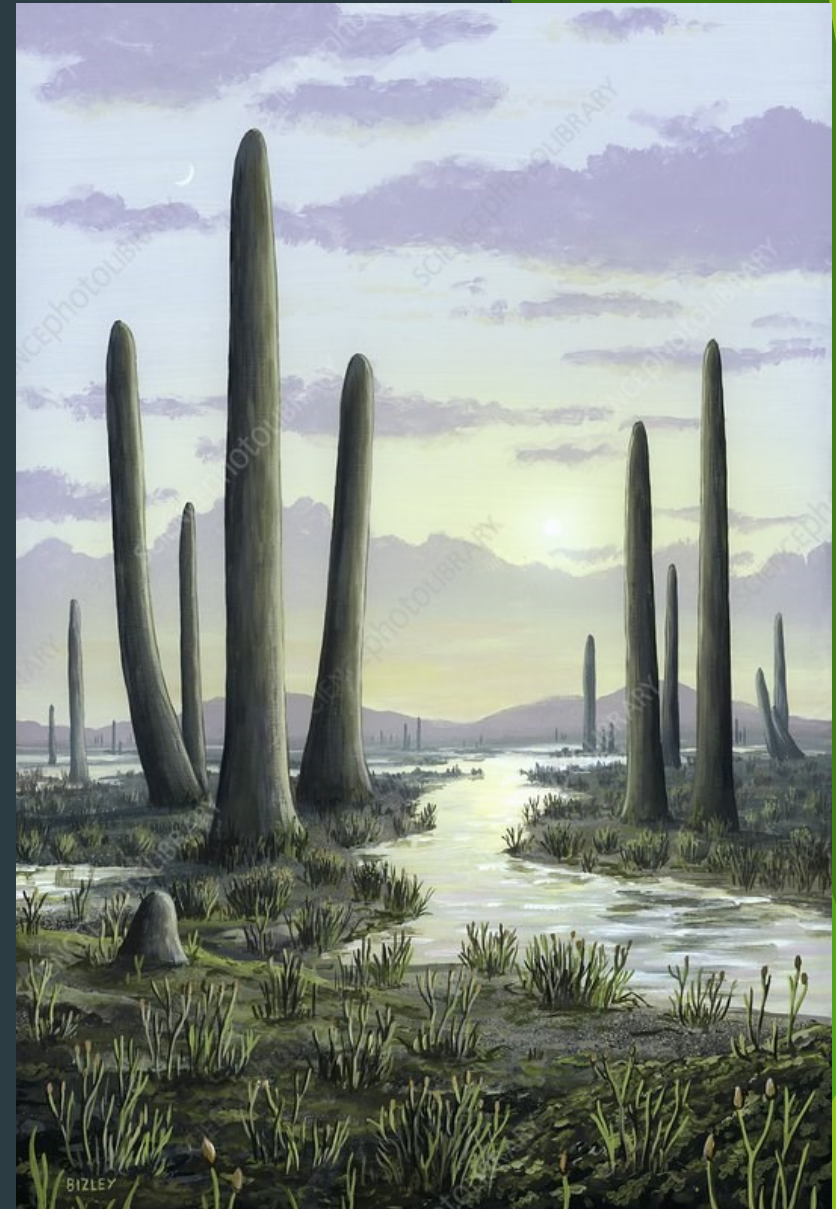
- ❖ objevují se už v období svrchního devonu (před cca 390 mil. let)
- ❖ <https://www.sciencephoto.com/media/1150925/view/devonian-wetland-forest-animation>



svrchní devon

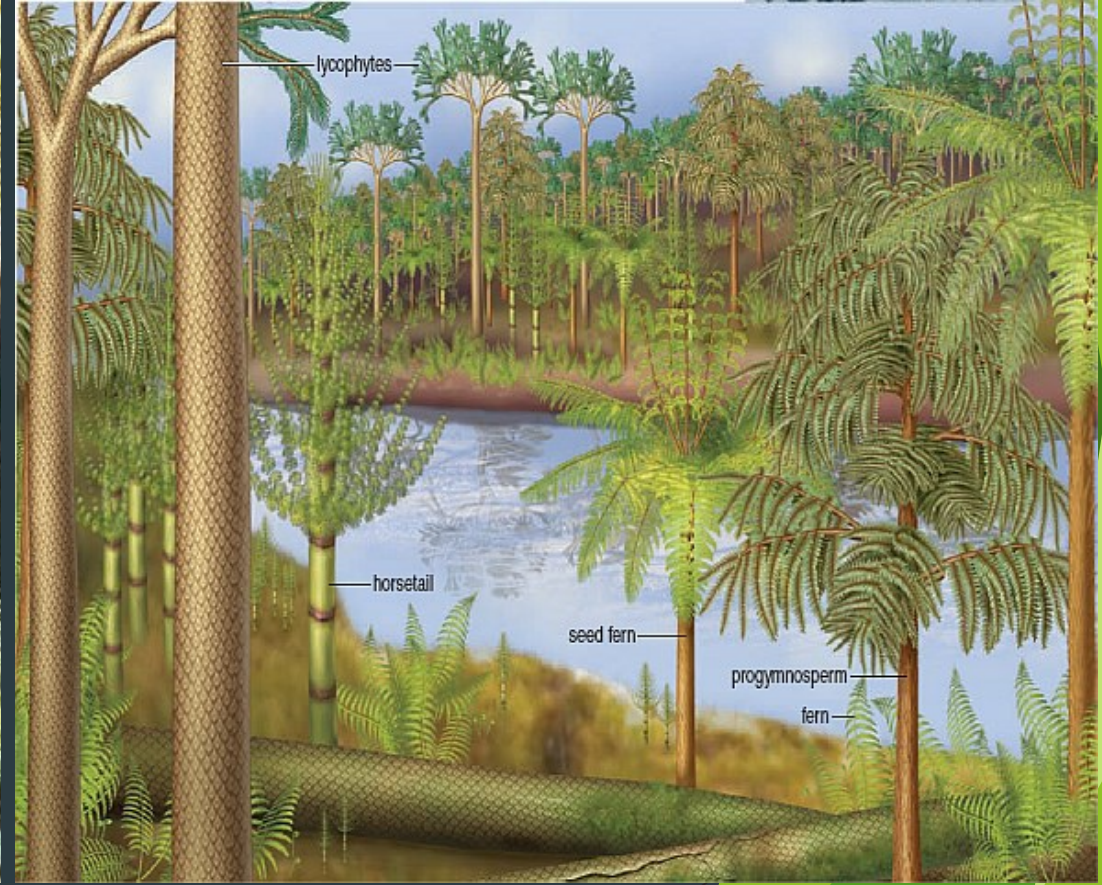


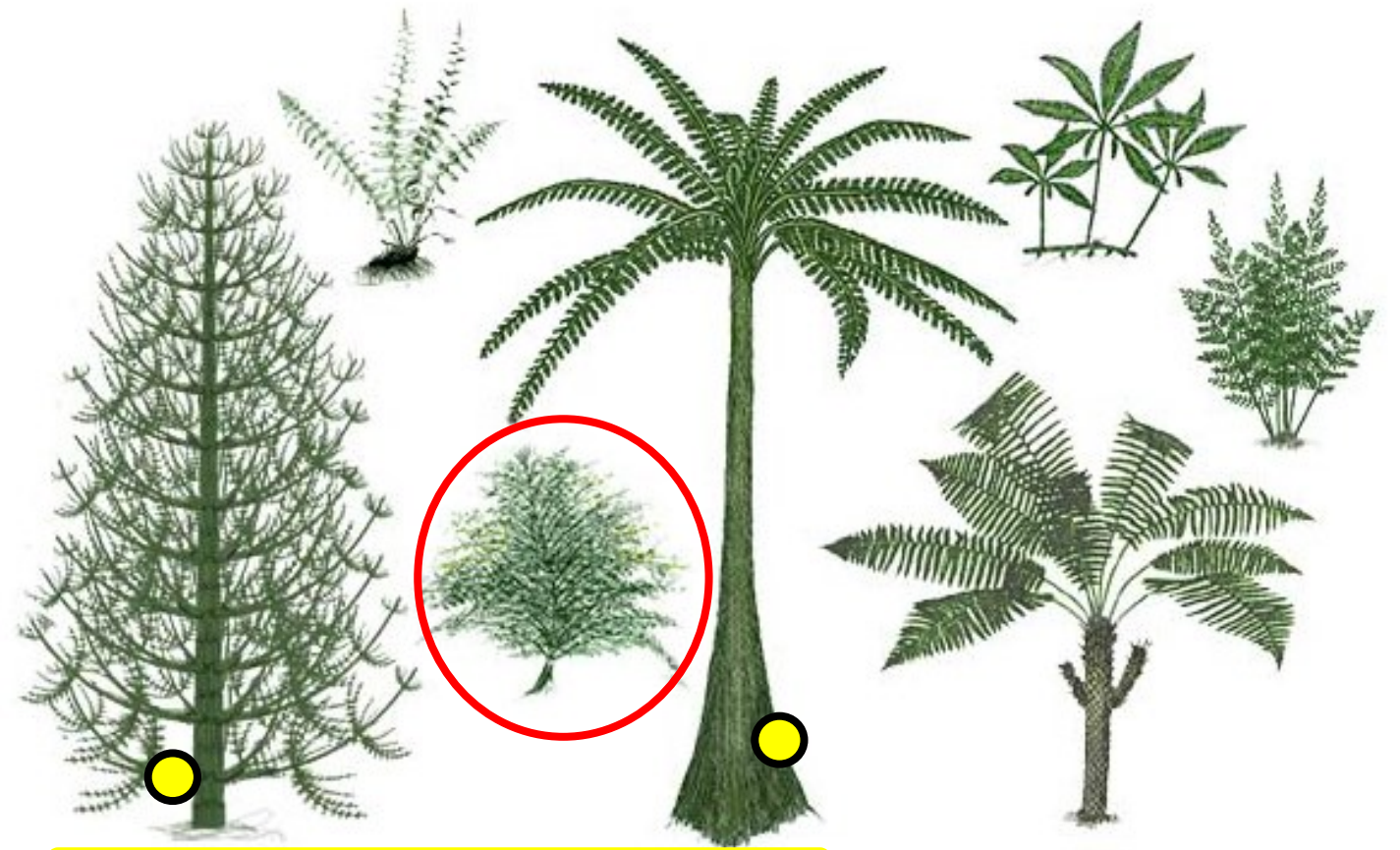
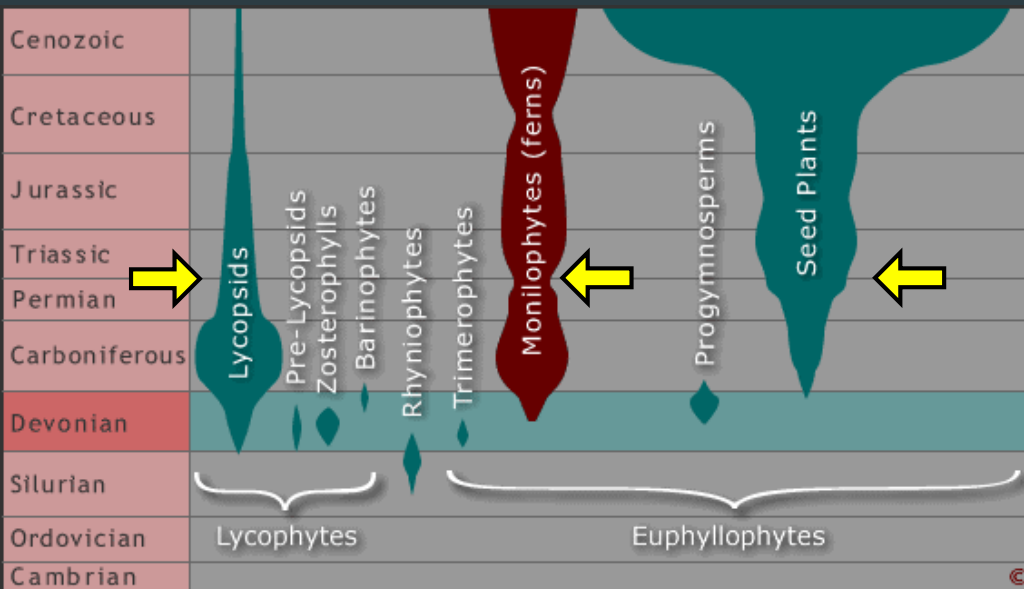
spodní devon



## kaprad'orosty (Monilophyta)

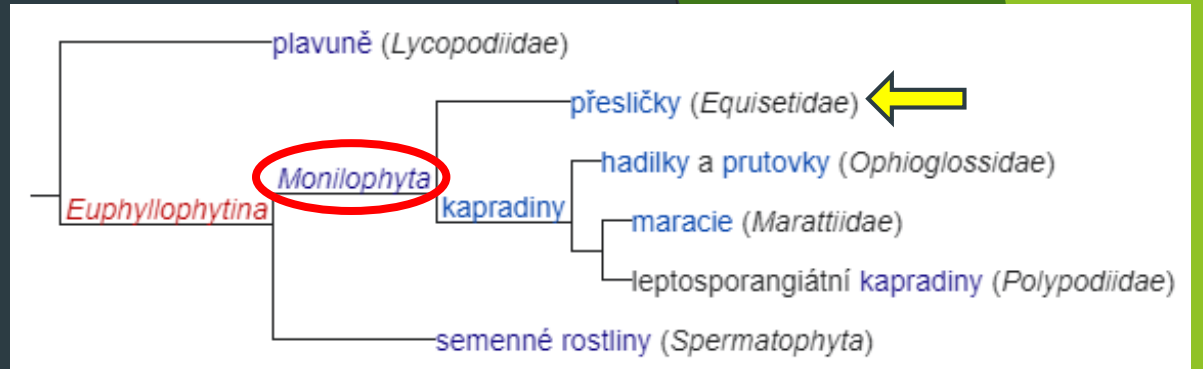
- ❖ výrazná složka permokarbonských pralesů (dnes = černé uhlí...)





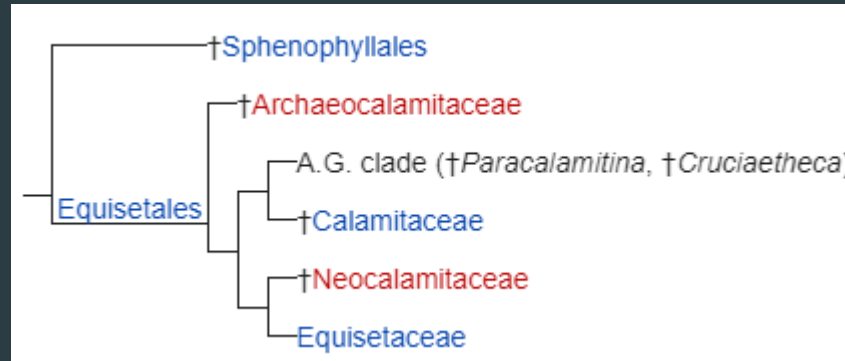
*Calamites/Annularia* (far left, Late Carboniferous), *Polystichum* (upper left, extant),  
*Phlebopteris* (upper right, Triassic), *Osmundia* (far right, extant), *Todites* (lower right,  
 Jurassic) *Psaronius* (center, Late Carboniferous), and *Rhacophyton* (lower left, Late  
 Devonian). ©

# přesličky (EQUISETIDAE)



## přesličky (EQUISETIDAE)

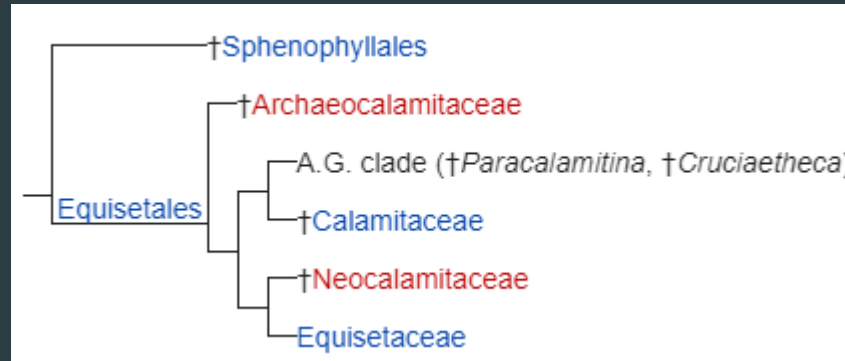
- ❖ většina diverzity = fosilní zástupci
- ❖ dnes monotypický řád/čeleď/rod
- ❖ *Equisetum* (přeslička)



wikipedia.org

## přesličky (EQUISETIDAE)

- ❖ většina diverzity = fosilní zástupci
- ❖ dnes monotypický řád/čeleď/rod
- ❖ *Equisetum* (přeslička)
  - ❖ 2 podrody
  - ❖ *Equisetum* a *Hippochaete* (cídivka)



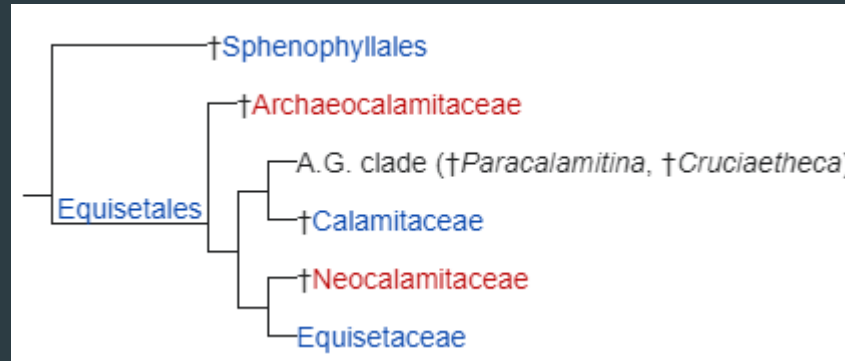
wikipedia.org





## přesličky (EQUISETIDAE)

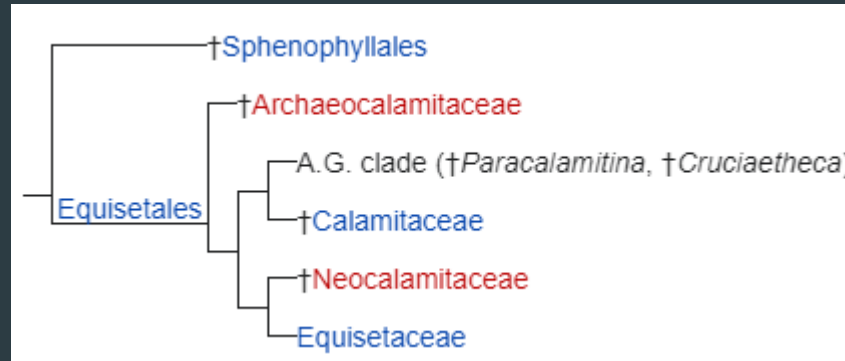
- ❖ většina diverzity = fosilní zástupci
- ❖ dnes monotypický řád/čeleď/rod
- ❖ *Equisetum* (přeslička)
  - ❖ 2 podrody
    - ❖ *Equisetum* a *Hippochaete* (cídivka)
  - ❖ celosvětově cca 20-35 druhů (dost hybridů)
  - ❖ velkou část diverzity lze tedy potkat i u nás! =)



wikipedia.org

## přesličky (EQUISETIDAE)

- ❖ většina diverzity = fosilní zástupci
- ❖ dnes monotypický řád/čeleď/rod
- ❖ *Equisetum* (přeslička)
  - ❖ 2 podrody
    - ❖ *Equisetum* a *Hippochaete* (cídivka)
  - ❖ cca 20-35 druhů (hybridů)
  - ❖ velkou část diverzity lze tedy potkat i u nás! =)
  - ❖ největší druhy známé z latinské Ameriky
    - ❖ *Equisetum myriochaetum* (až 8 m!)
    - ❖ *Equisetum giganteum* (až 5 m)



wikipedia.org

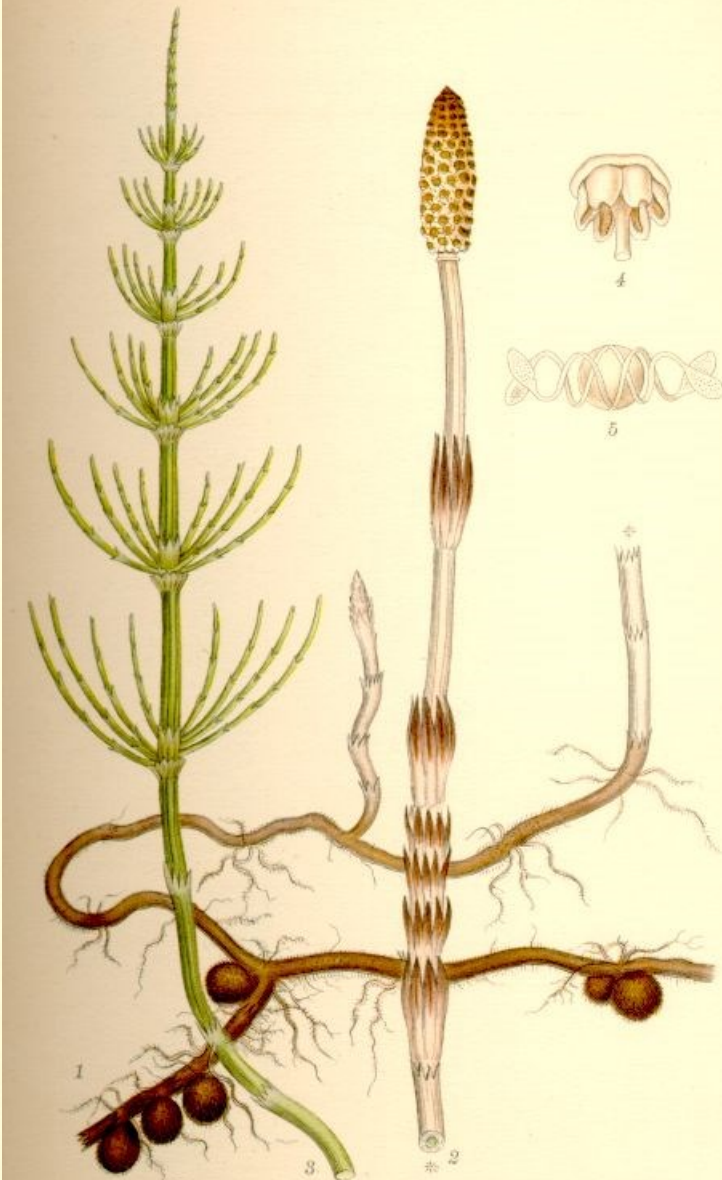


## přesličky (EQUISETIDAE)

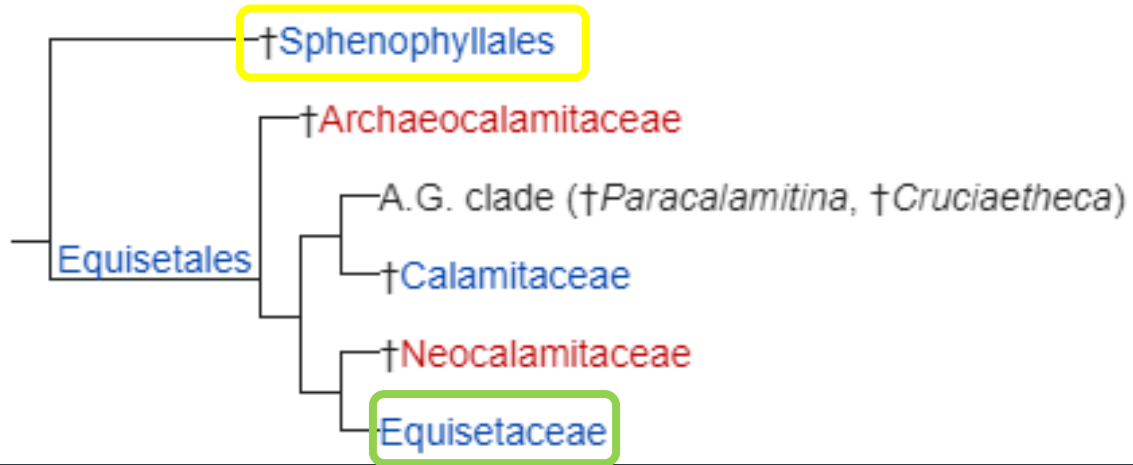
- ❖ většina diverzity = fosilní zástupci
- ❖ dnes monotypický řád/čeleď/rod
- ❖ *Equisetum* (přeslička)
  - ❖ 2 podrody
    - ❖ *Equisetum* a *Hippochaete* (cídivka)
  - ❖ cca 20-35 druhů (hybridů)
  - ❖ velkou část diverzity lze tedy potkat i u nás! =)
  - ❖ největší druhy známé z latinské Ameriky
    - ❖ *Equisetum myriochaetum* (až 8 m!)
    - ❖ *Equisetum giganteum* (až 5 m)
  - ❖ článkování + rýhování
  - ❖ dutý stonek
  - ❖ podzemní oddenek
  - ❖ sezónní dimorfismus
  - ❖ list ???



SKAVGRÄS, EQUISETUM HIEMALE L.

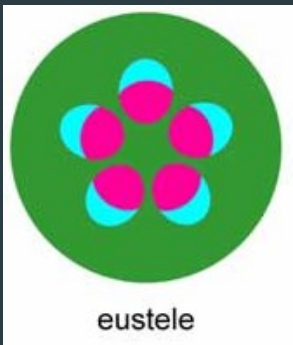


ÅKERFRÄKEN, EQUISETUM ARVENSE L.



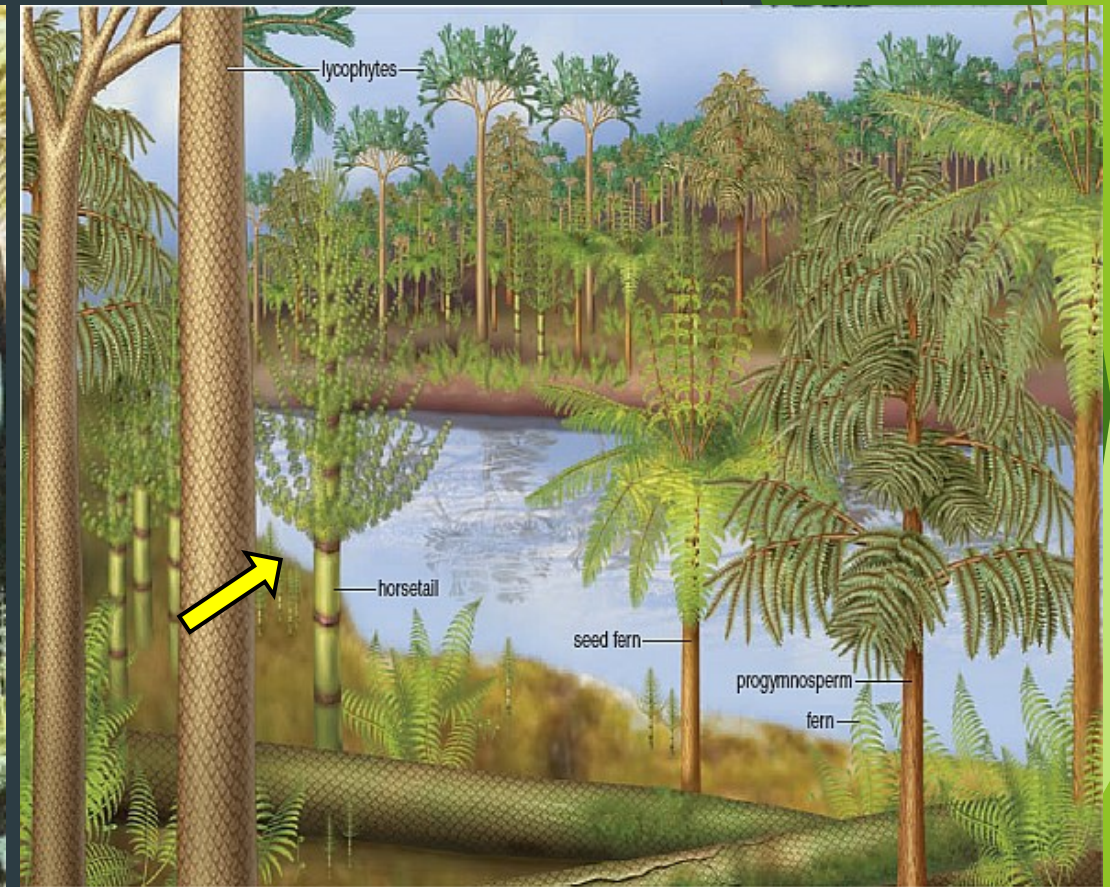
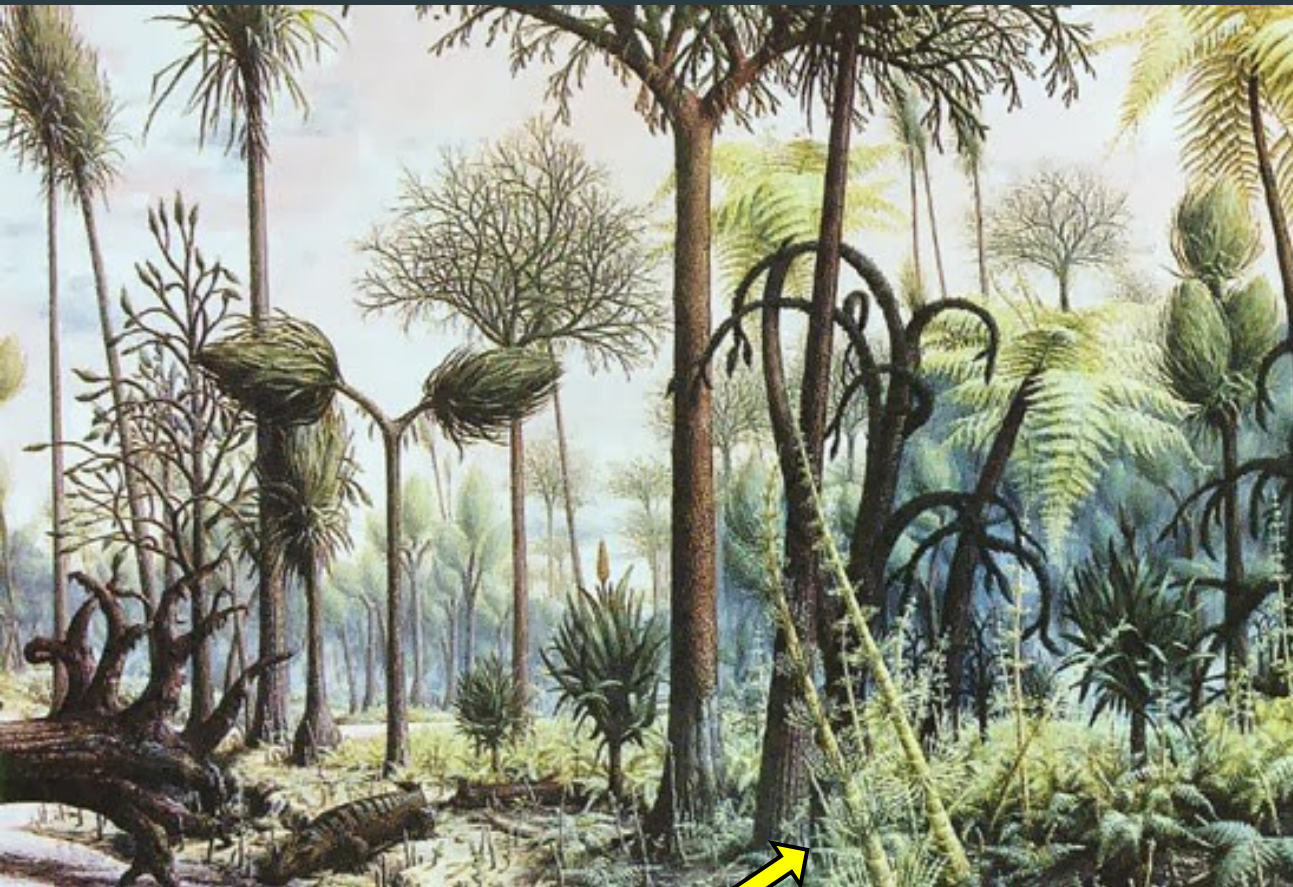
## Dnešní přesličky

- ❖ mají až sekundárně zjednodušený megafyl - viz bazální linie!
- ❖ ztratily schopnost druhotně tloustnout...



Sphenophyllum





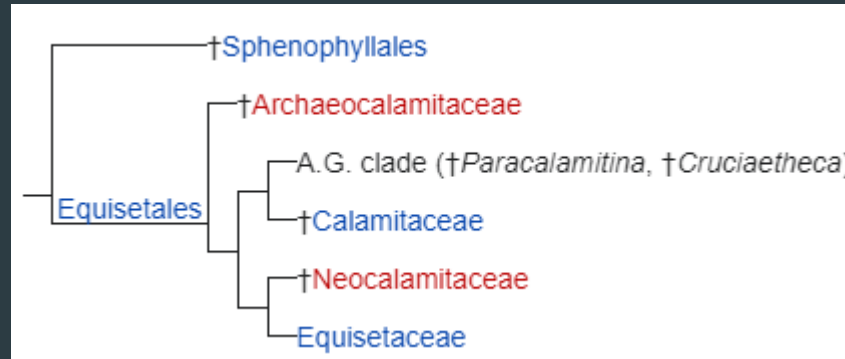
výška až 20 m...

## přesličky (EQUISETIDAE)

- ❖ většina diverzity = fosilní zástupci
- ❖ dnes monotypický řád/čeleď/rod

### ❖ *Equisetum* (přeslička)

- ❖ 2 podrody
  - ❖ *Equisetum* a *Hippochaete* (cídivka)
- ❖ cca 20-35 druhů (hybridů)
- ❖ velkou část diverzity lze tedy potkat i u nás! =)
- ❖ největší druhy známé z latinské Ameriky
  - ❖ *Equisetum myriochaetum* (až 8 m!)
  - ❖ *Equisetum giganteum* (až 5 m)
- ❖ článkování + rýhování, dutý stonek, podzemní oddenek, sezónní dimorfismus
- ❖ **diverzita v ČR - 9 druhů...**



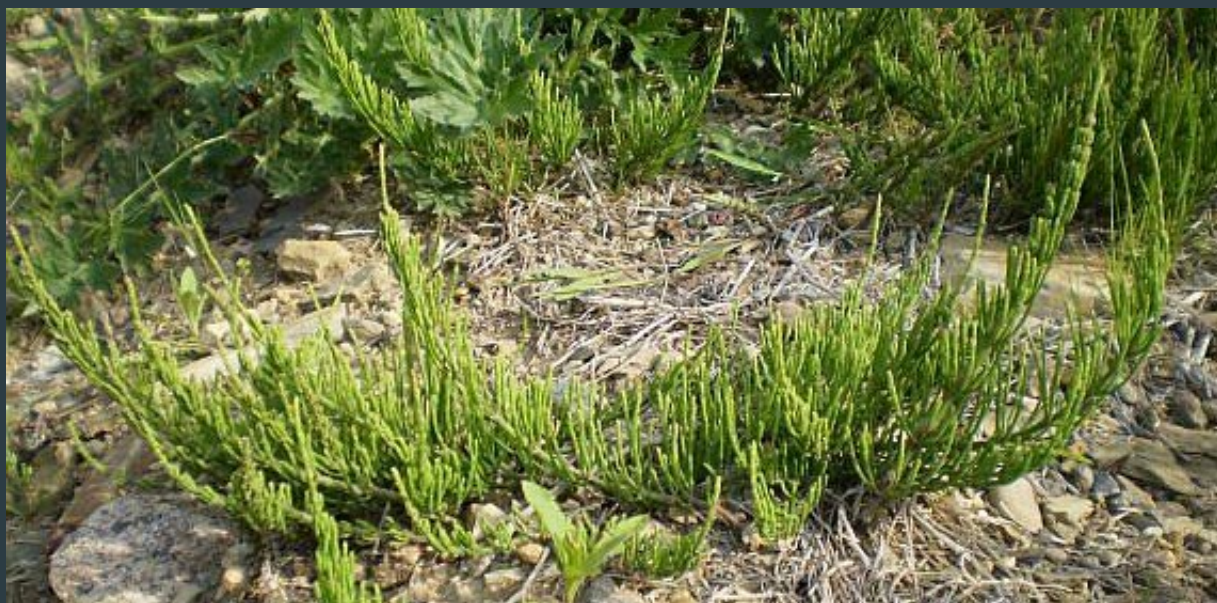
wikipedia.org

*Equisetum arvense* L. – přeslička rolní  
*Equisetum fluviatile* L. – přeslička poříční  
*Equisetum hyemale* L. – přeslička zimní  
*Equisetum palustre* L. – přeslička bahenní  
*Equisetum pratense* Ehrh. – přeslička luční  
*Equisetum ramosissimum* Desf. – přeslička větevnatá  
*Equisetum sylvaticum* L. – přeslička lesní  
*Equisetum telmateia* Ehrh. – přeslička největší  
*Equisetum variegatum* Weber et Mohr – přeslička různobarvá



© Josef Dohnal

**EQUISETUM ARVENSE**  
přeslička rolní





**EQUISETUM SYLVATICUM**  
přeslička lesní



**EQUISETUM PRATENSE**  
přeslička luční

C3





*EQUISETUM TELMATEIA*  
přeslička největší

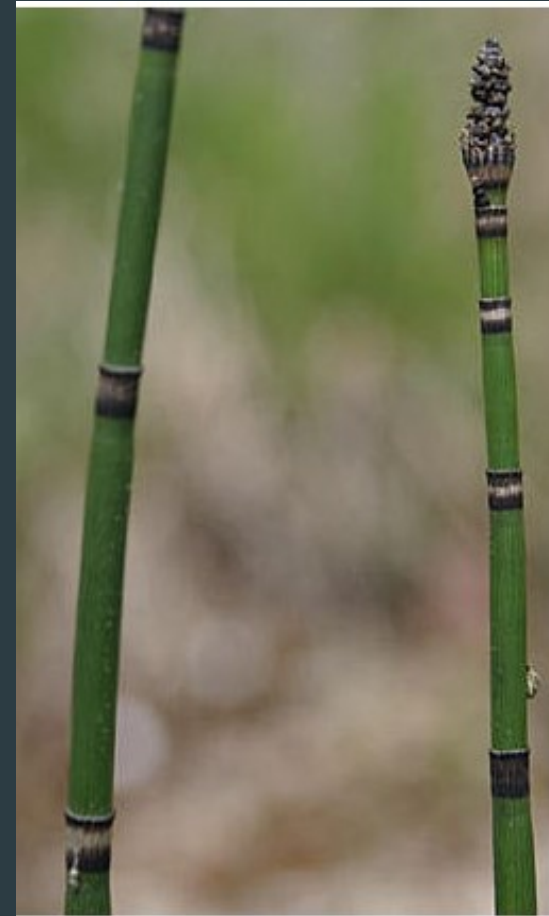
C4

*EQUISETUM PALUSTRE*  
přeslička bahenní





**EQUISETUM FLUVIATILE**  
přeslička poříční



**EQUISETUM HYEMALE**  
přeslička zimní

C2



**EQUISETUM RAMOSISSIMUM**  
přeslička větevnatá

C3



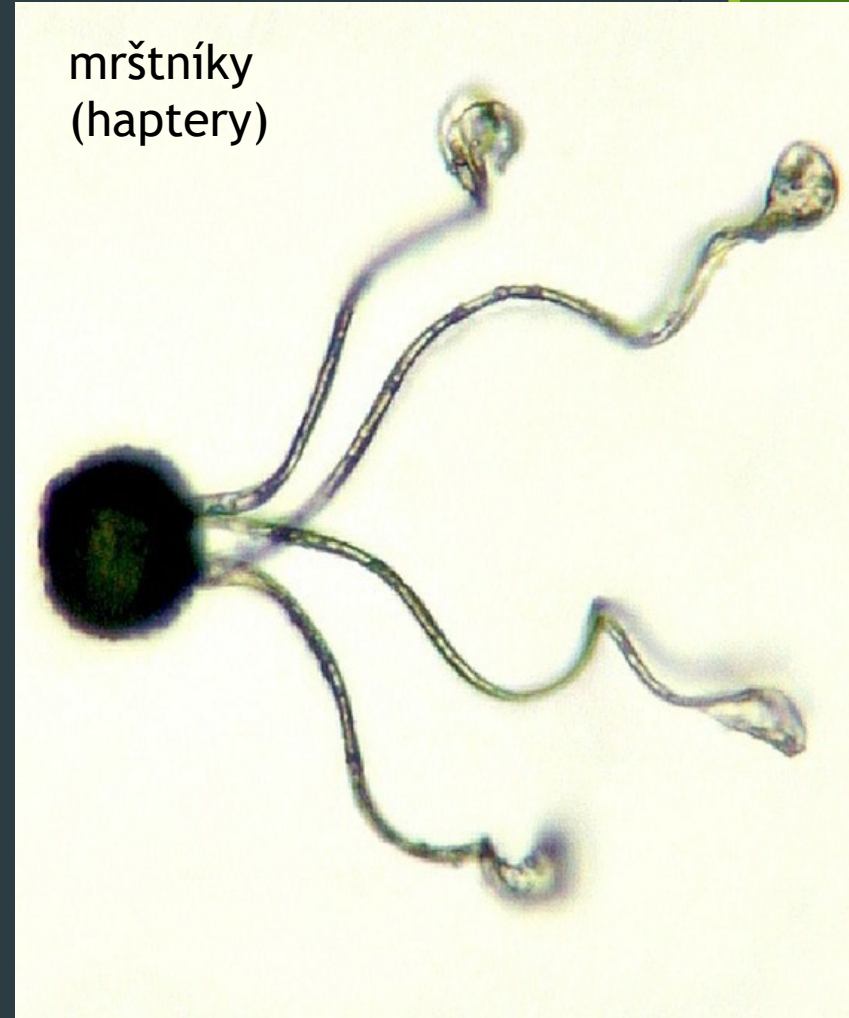
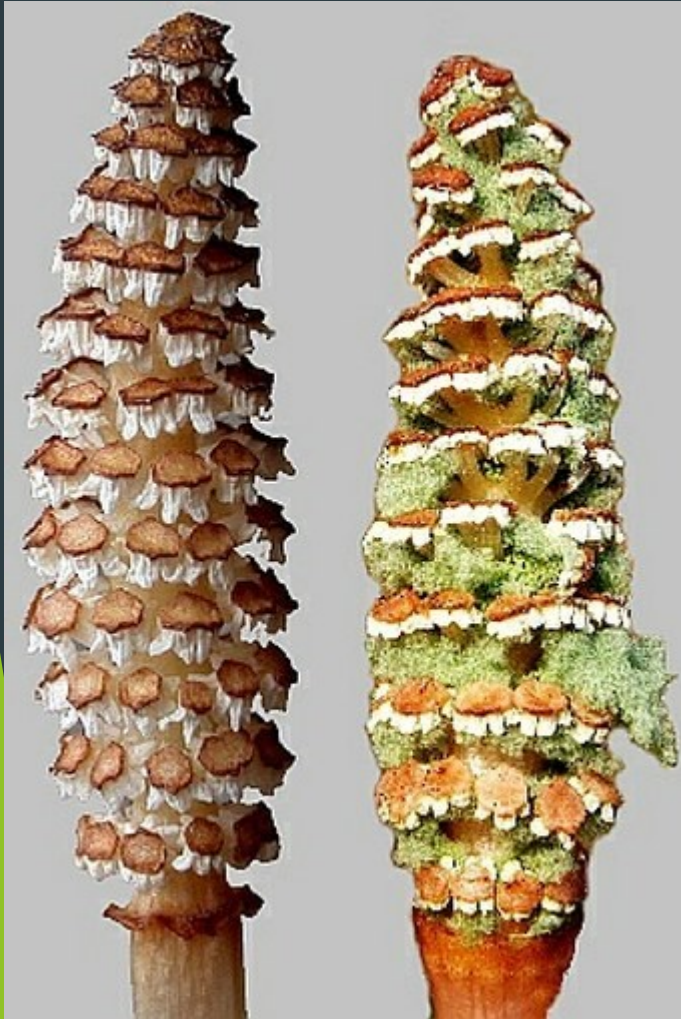
**EQUISETUM VARIEGATUM**  
přeslička různobarvá

C2

*E. fluviatile* a *E. ramosissimum* umí i větve...=)

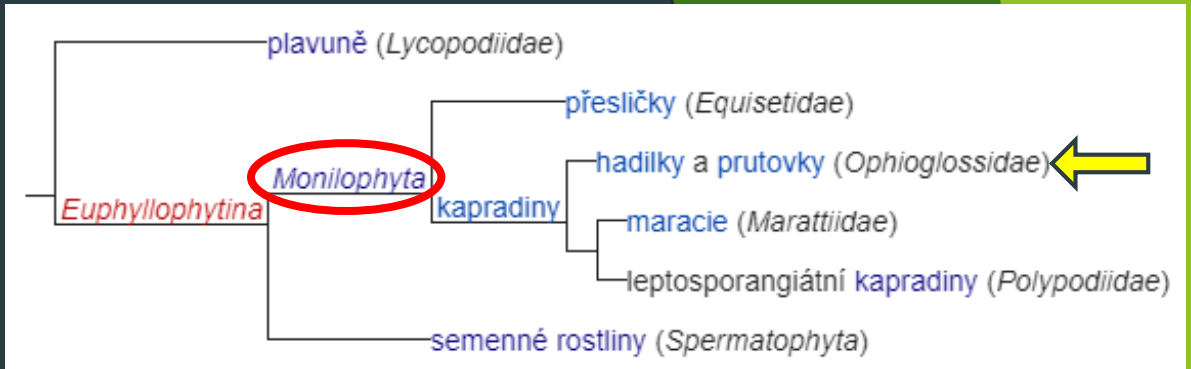
<https://youtu.be/RvC4pOb7MhE>

<https://www.osel.cz/7124-vytrusy-preslicek-chodi-tanci-a-skacou.html>



# hadilky a prutovky (Ophioglossidae)

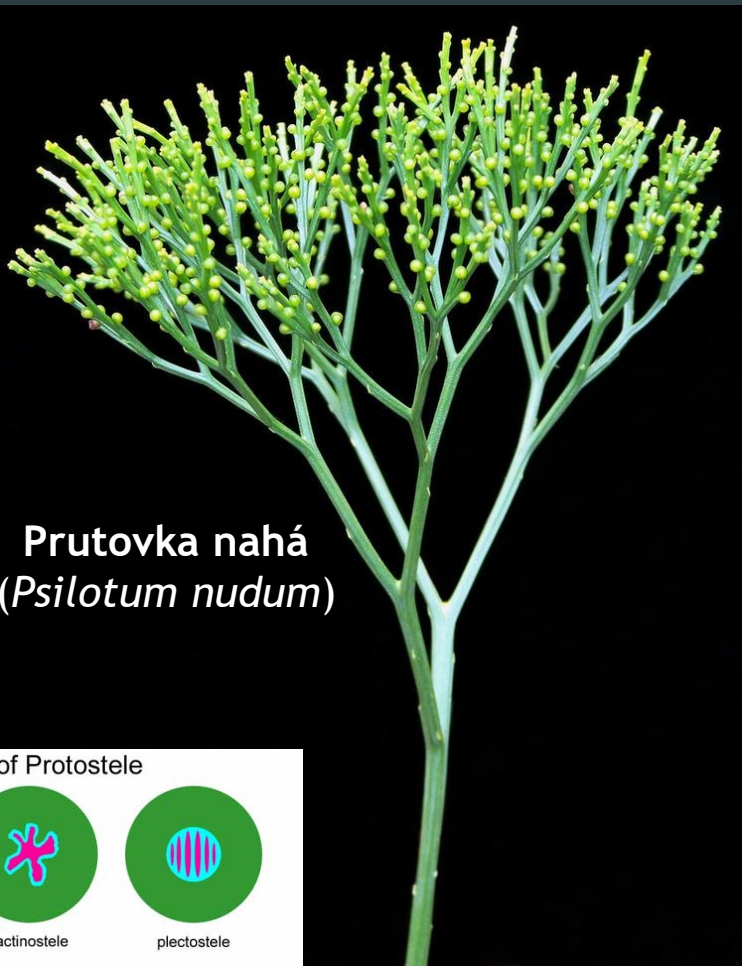
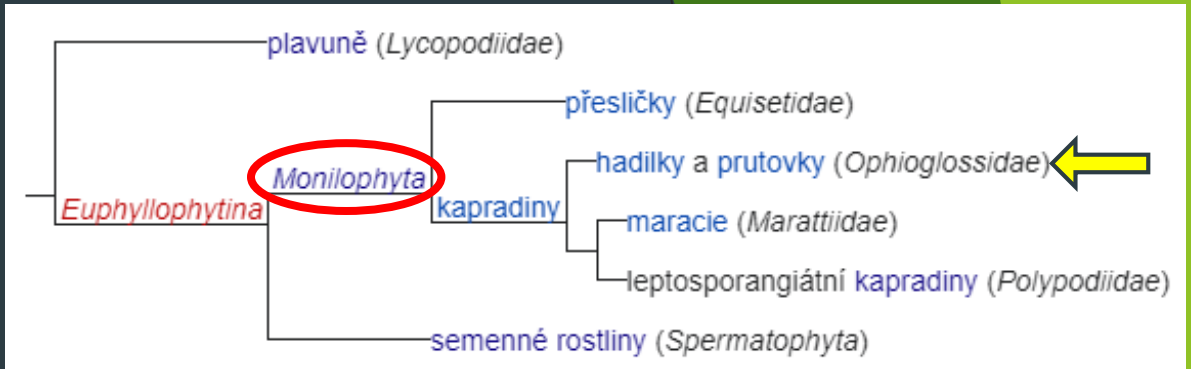
- ❖ Prutovkovité (Psilotaceae)
  - ❖ tropy/subtropy (2 rody)
  - ❖ nejbliže jižní Španělsko prutovka nahá (*Psilotum nudum*)



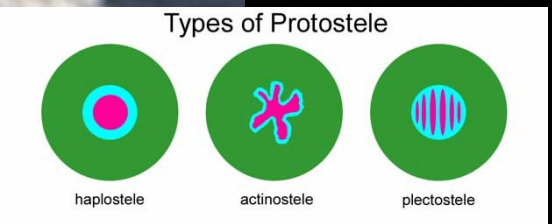
Prutovka nahá (*Psilotum nudum*)

# hadilky a prutovky (Ophioglossidae)

- ❖ Prutovkovité (Psilotaceae)
  - ❖ tropy/subtropy (2 rody)
  - ❖ nejbliže jižní Španělsko prutovka nahá (*Psilotum nudum*)
  - ❖ sekundárně zjednodušená stavba!
    - ❖ bez kořenů (jen rhizoidy), protostélé...
    - ❖ připomíná Rhyniové rostliny...

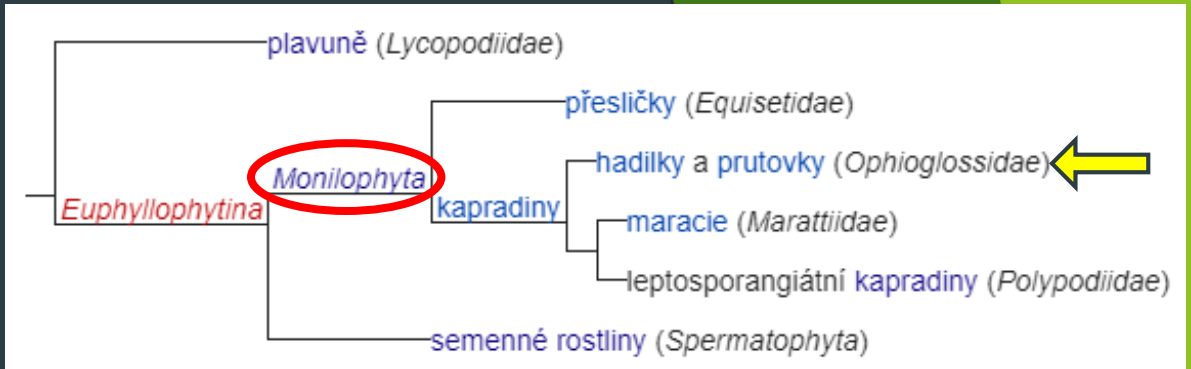


Prutovka nahá (*Psilotum nudum*)

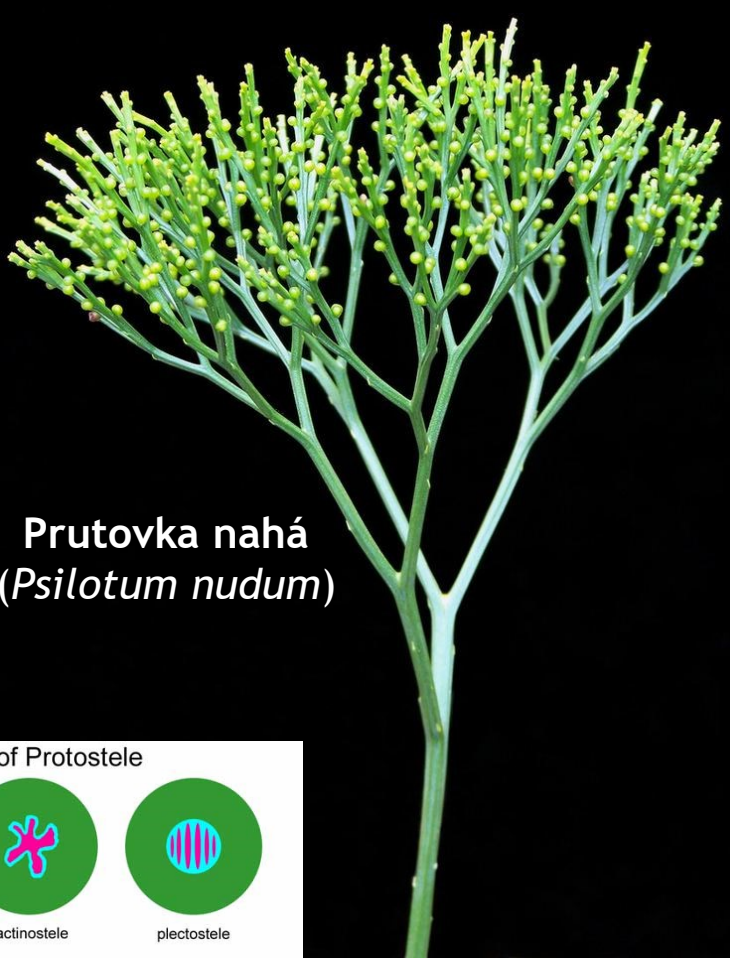


# hadilky a prutovky (Ophioglossidae)

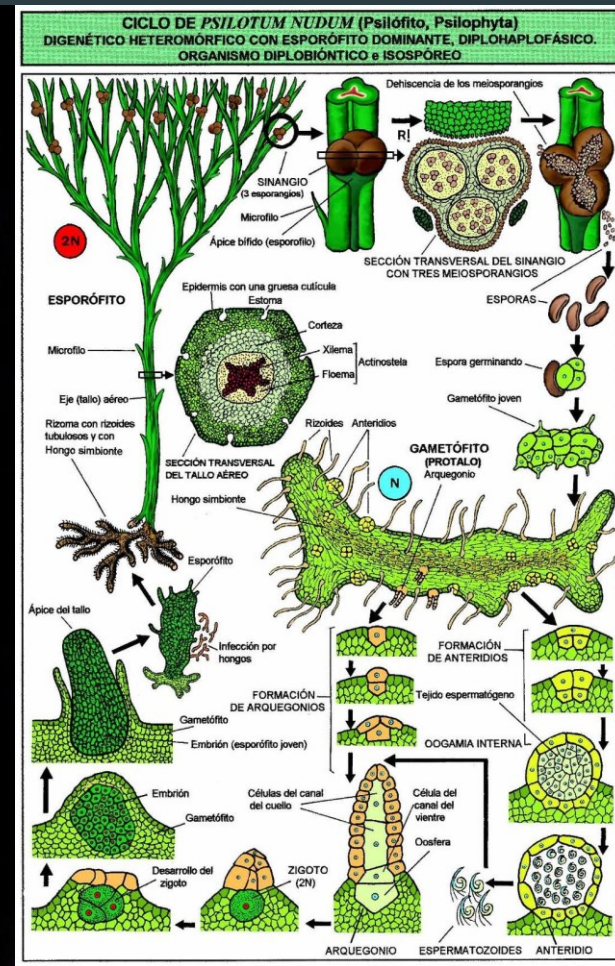
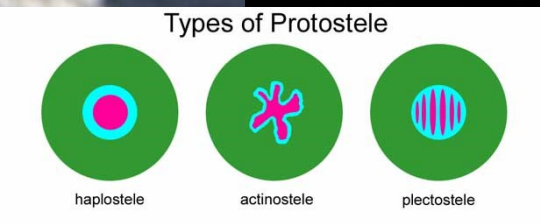
- ❖ Prutovkovité (Psilotaceae)
  - ❖ tropy/subtropy (2 rody)
  - ❖ nejbliže jižní Španělsko prutovka nahá (*Psilotum nudum*)
  - ❖ sekundárně zjednodušená stavba!
    - ❖ bez kořenů (jen rhizoidy), protostélé...
    - ❖ připomíná Rhyniové rostliny... x monoletní spory!



wikipedia.org



Prutovka nahá (*Psilotum nudum*)



monoletní spory !!!



<https://docplayer.cz/115528113-Evolucni-vztahy-kapadorostu-zosterophyllophyta.html>

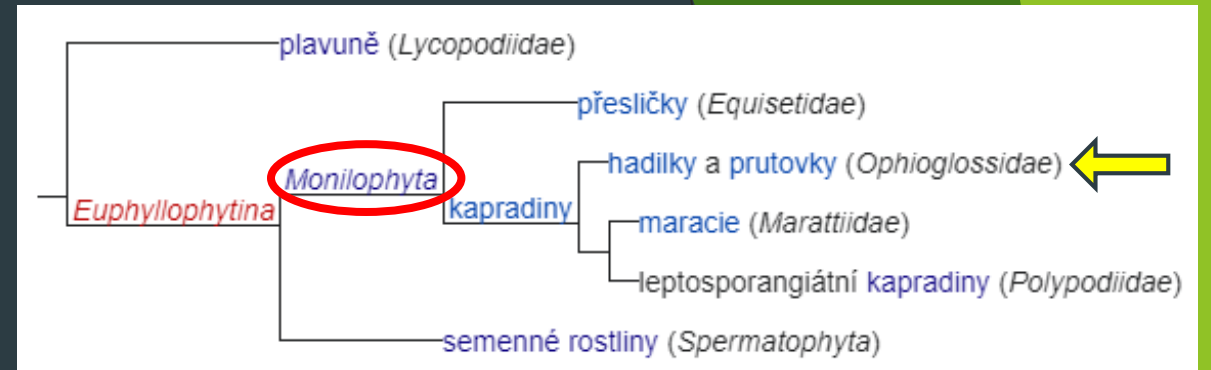
<https://alchetron.com>

wikipedia.org

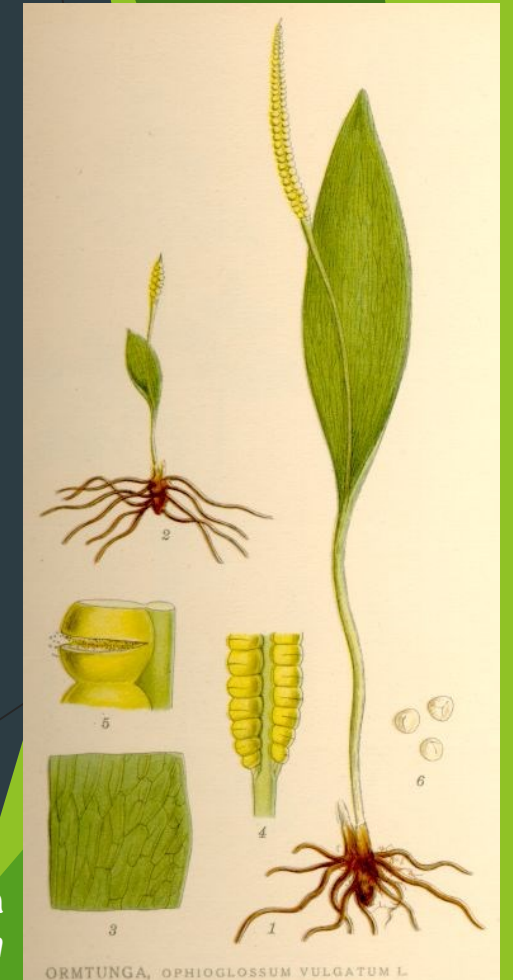
## hadilky a prutovky (Ophioglossidae)

### ❖ Hadilkovité (Ophioglossaceae)

- ❖ hl. tropy/substropy (10 rodů), ale nejen!
- ❖ v ČR 2 rody
  - ❖ hadilka obecná (*Ophioglossum vulgatum*)
  - ❖ vratička (*Botrychium*) - 3(4) druhy



vratička měsíční  
*Botrychium lunaria*

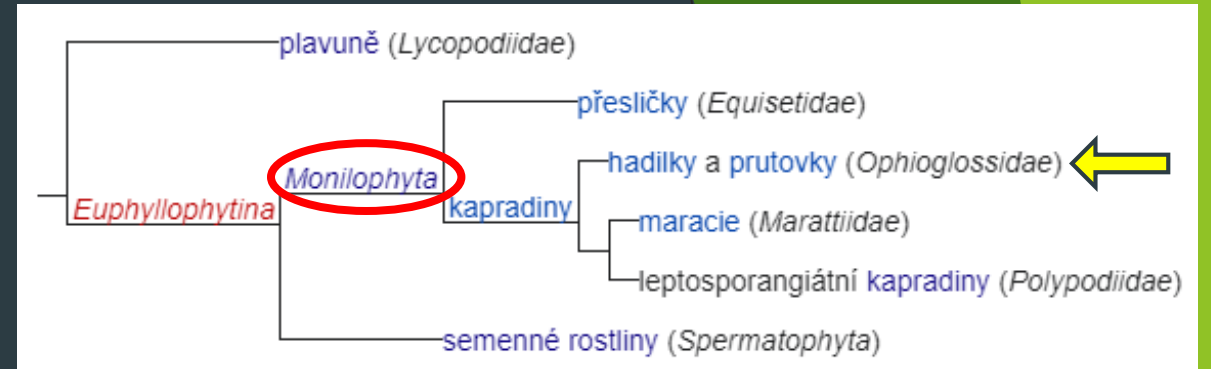


hadilka obecná  
*Ophioglossum vulgatum*

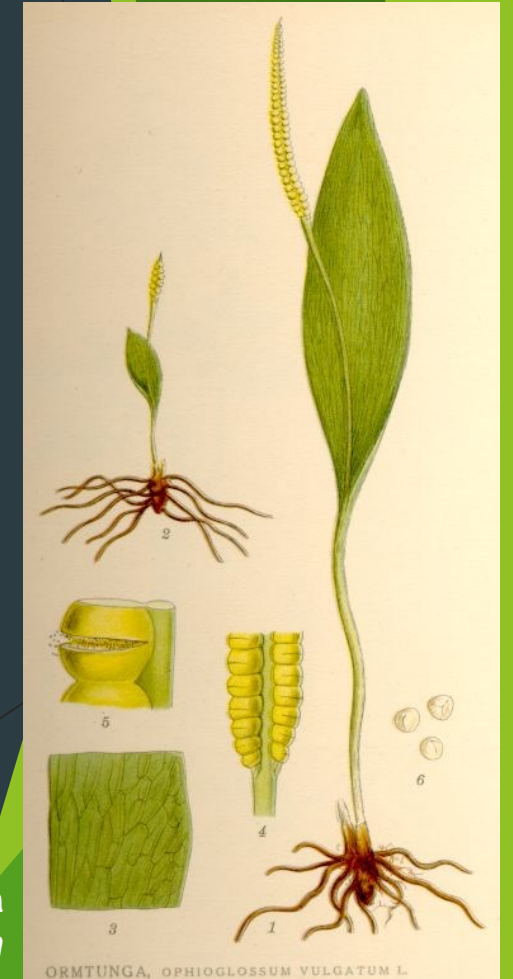
## hadilky a prutovky (Ophioglossidae)

### ❖ Hadilkovité (Ophioglossaceae)

- ❖ hl. tropy/substropy, ale nejen!
- ❖ v ČR 2 rody
  - ❖ hadilka obecná (*Ophioglossum vulgatum*)
  - ❖ vratička (*Botrychium*) - 3 druhy
- ❖ morfologie rostliny
  - ❖ podzemní stonek
  - ❖ místo kořenového vlášení - mykorhiza
  - ❖ nadzemní dvoudílný list (sterilní a fertilní část)



vratička měsíční  
*Botrychium lunaria*



hadilka obecná  
*Ophioglossum vulgatum*

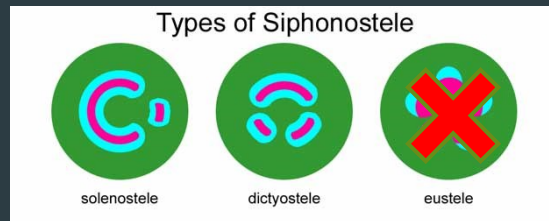


# hadilky a prutovky (Ophioglossidae)

## ❖ Hadilkovité (Ophioglossaceae)

- ❖ hl. tropy/substropy, ale nejen!
- ❖ v ČR 2 rody
  - ❖ hadilka obecná (*Ophioglossum vulgatum*)
  - ❖ vratička (*Botrychium*) - 3 druhy
- ❖ morfologie rostliny
  - ❖ podzemní stonek
  - ❖ místo kořenového vlášení - mykorhiza
  - ❖ nadzemní dvoudílný list (sterilní a fertilní část)

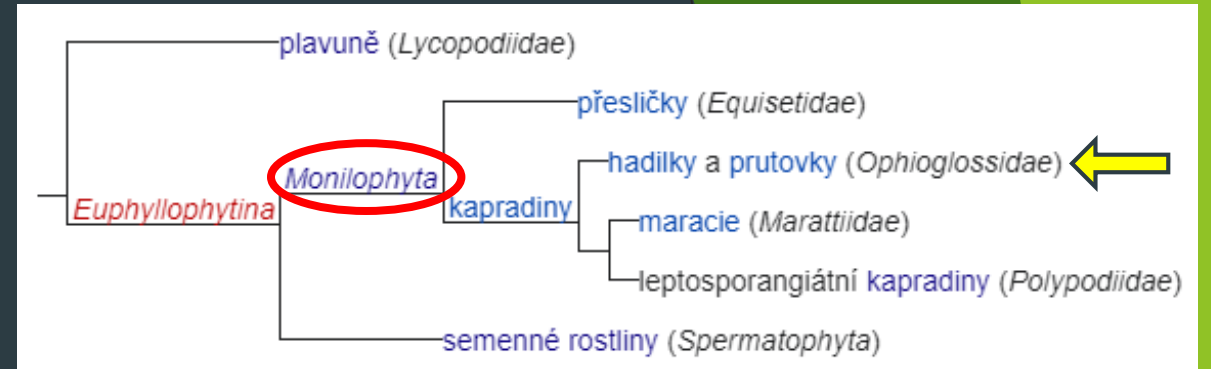
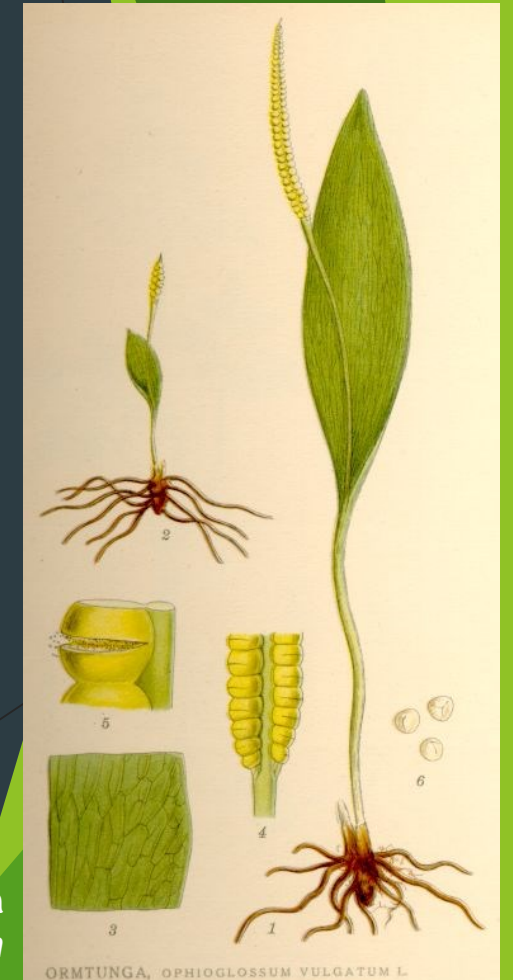
## ❖ anatomie



vratička měsíční  
*Botrychium lunaria*

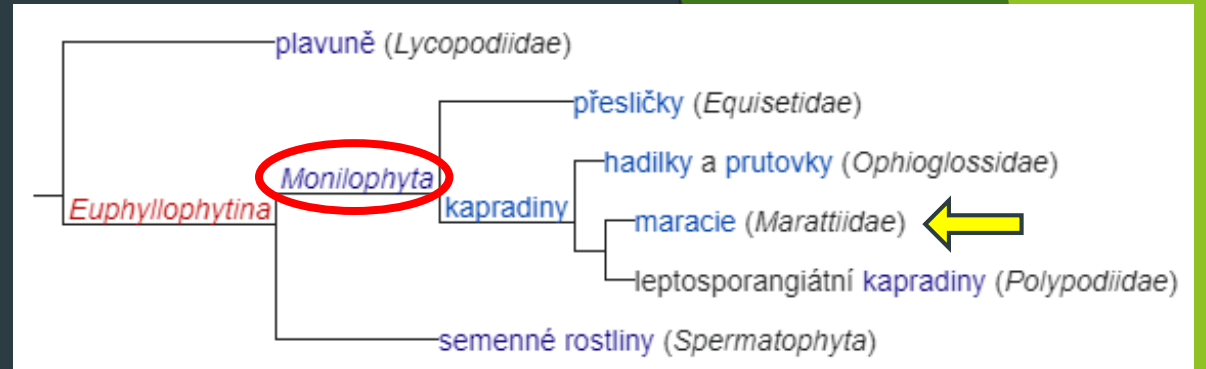


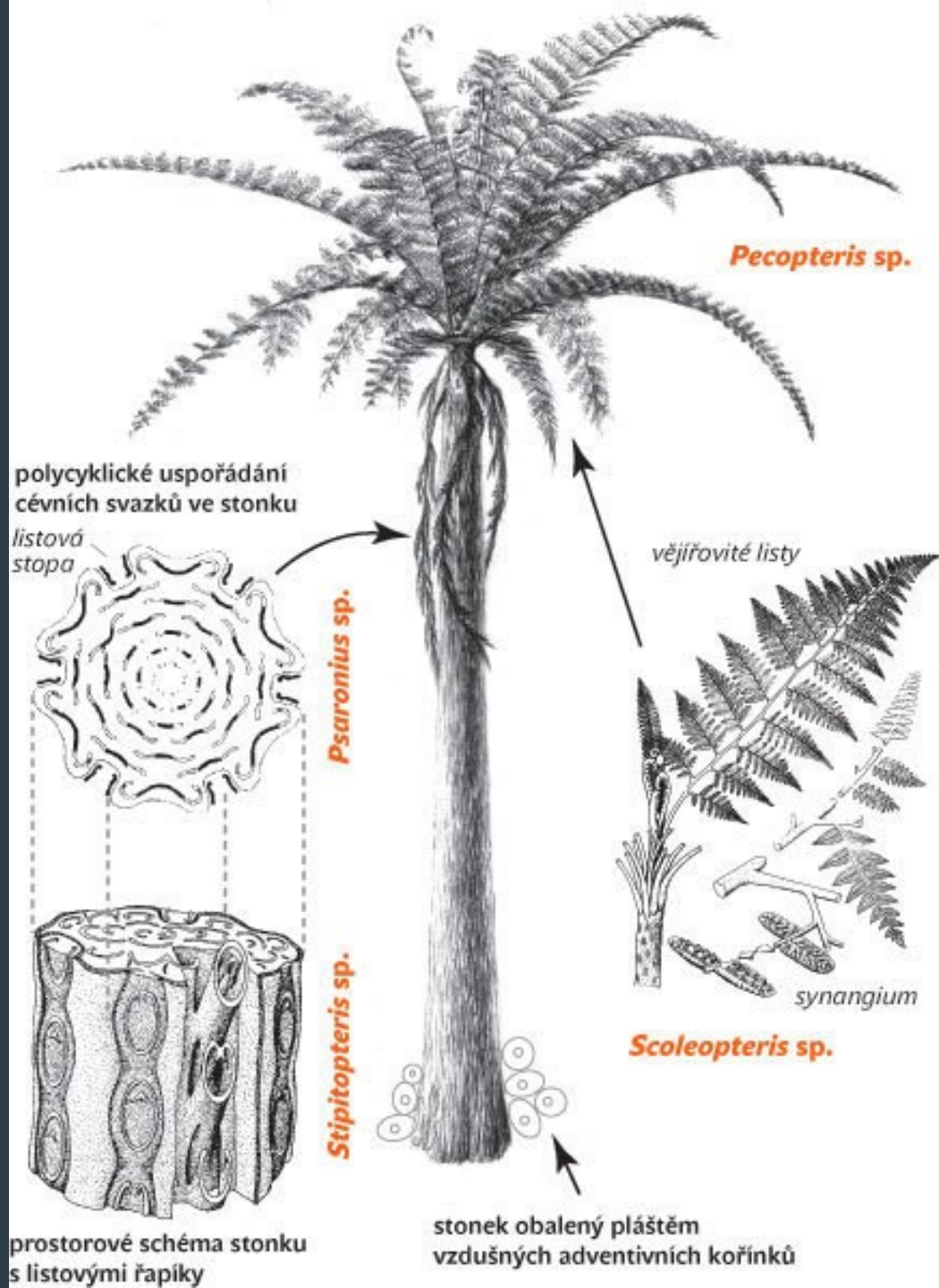
hadilka obecná  
*Ophioglossum vulgatum*



## maracie (Marattiidae)

- ❖ tropy a subtropy (6 rodů / 100+ druhů)
- ❖ ve fosilním záznamu od karbonu (stromová *Psaronius*)



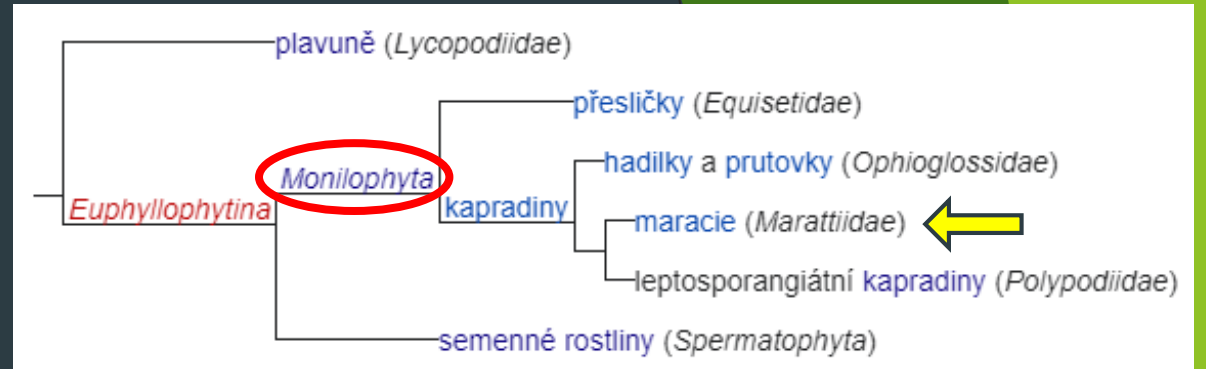


### *Psaronius sp.*

- ❖ stromová kapradina permokarbonských pralesů
- ❖ až 10 metrů
- ❖ známa i z nálezů z ČR

## maracie (Marattiidae)

- ❖ tropy a subtropy (6 rodů / 100+ druhů)
- ❖ ve fosilním záznamu od karbonu (stromová *Psaronius*)
- ❖ circinátní vernace = spirální rozvíjení listů

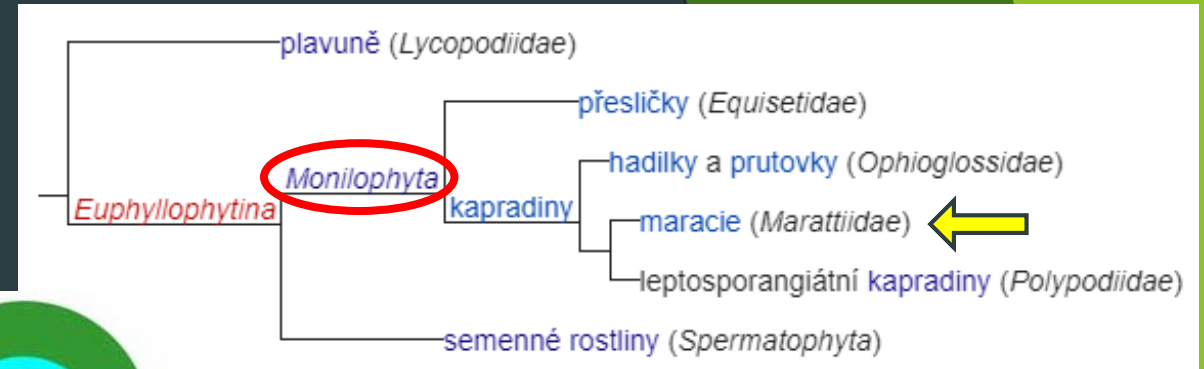




Kapradiny, circinální vernace

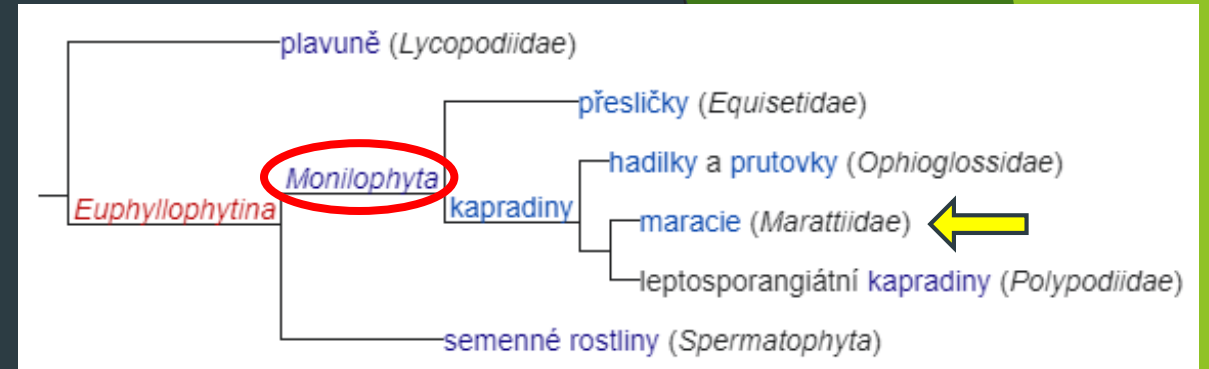
## maracie (Marattiidae)

- ❖ tropy a subtropy (6 rodů / 100+ druhů)
- ❖ ve fosilním záznamu od karbonu (stromová *Psaronius*)
- ❖ circinátní vernace = spirální rozvíjení listů
- ❖ cévní svazky - diktyostélé / polystélé



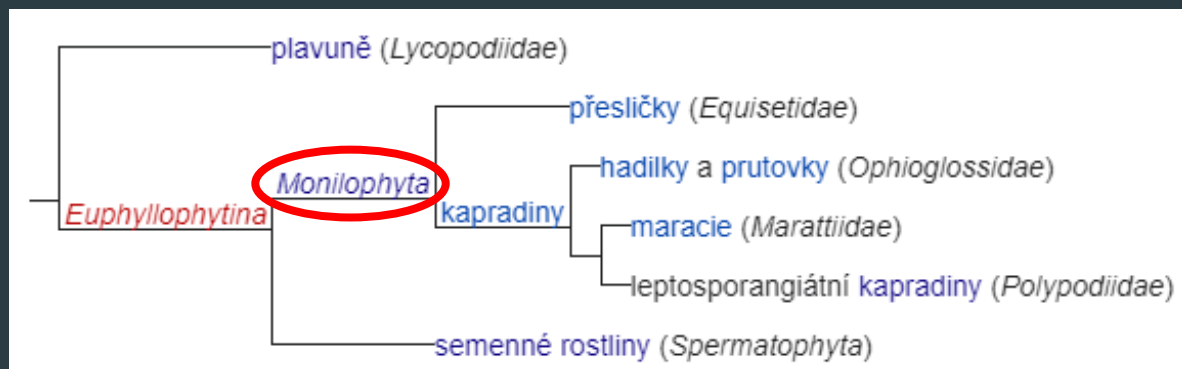
## maracie (Marattiidae)

- ❖ tropy a subtropy (6 rodů / 100+ druhů)
- ❖ ve fosilním záznamu od karbonu (stromová *Psaronius*)
- ❖ **circinátní vernace** = spirální rozvíjení listů
- ❖ cévní svazky - diktyostélé / polystélé
- ❖ slizové kanálky ve všech částech rostliny
- ❖ od drobných kapradin...  
...až po kapradiny s listy dlouhými 6(9) metrů!



<https://plantstomata.wordpress.com/2015/01/27/stomata-in-marattiales/>

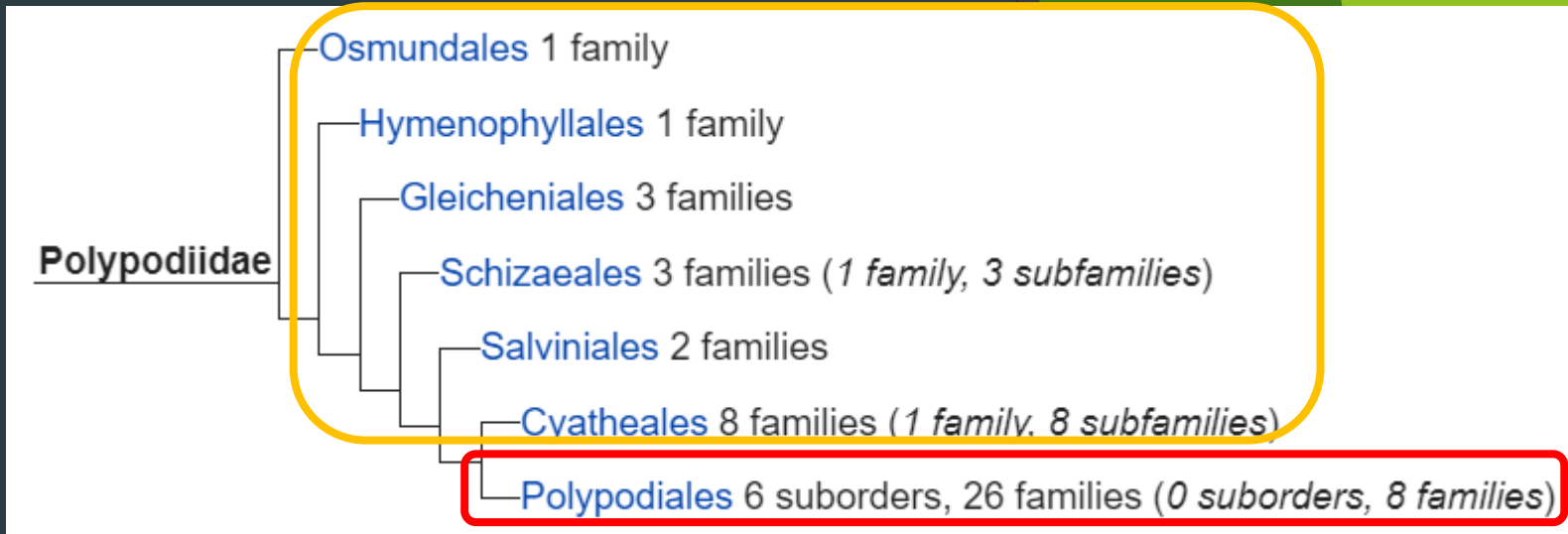
## leptosporangiátní kapradiny (Polypodiidae)





## leptosporangiátní kapradiny (Polypodiidae)

- ❖ aktuální systém - 7 řádů („1 + 6“)
- ❖ cca 9000 druhů!



## leptosporangiální kapradiny (Polypodiidae)

- ❖ aktuální systém - 7 řádů
- ❖ cca 9000 druhů!
- ❖ naprostá většina diverzity
  - ❖ Polypodiales
- ❖ char. znakem = pleviny
  - ❖ šupiny na řapících



❖ pleviny  
= šupiny na řapících

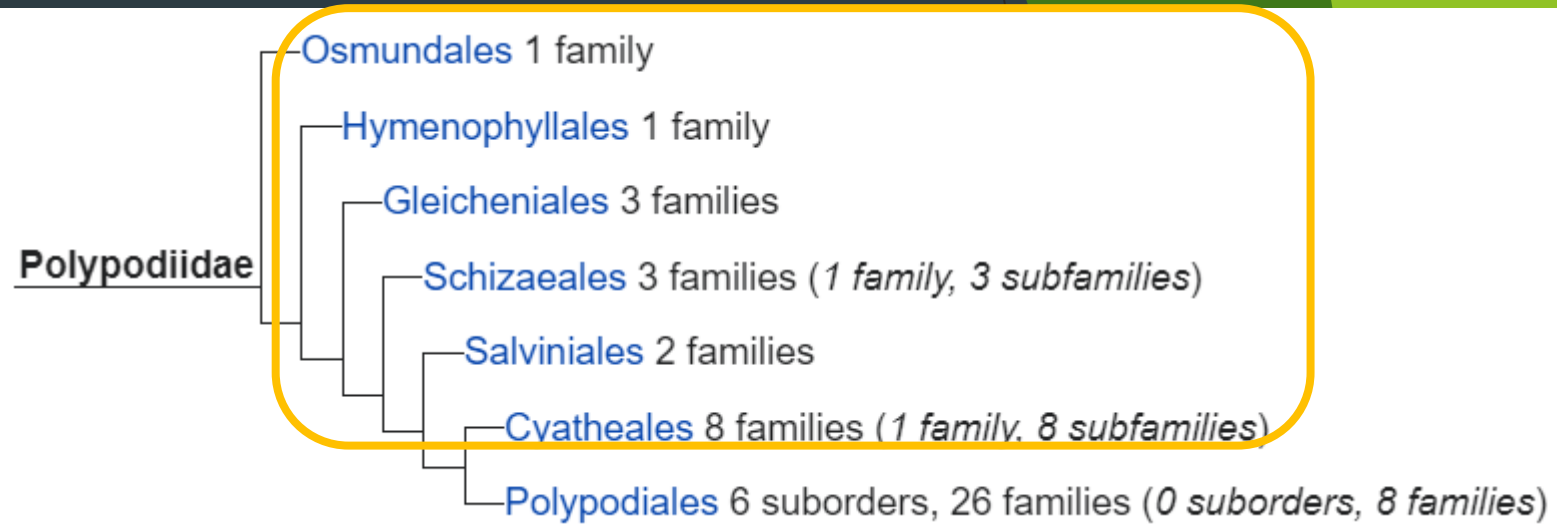
©Ondřej Horných



Kapradiny, circinální vernace

## leptosporangiátní kapradiny (Polypodiidae)

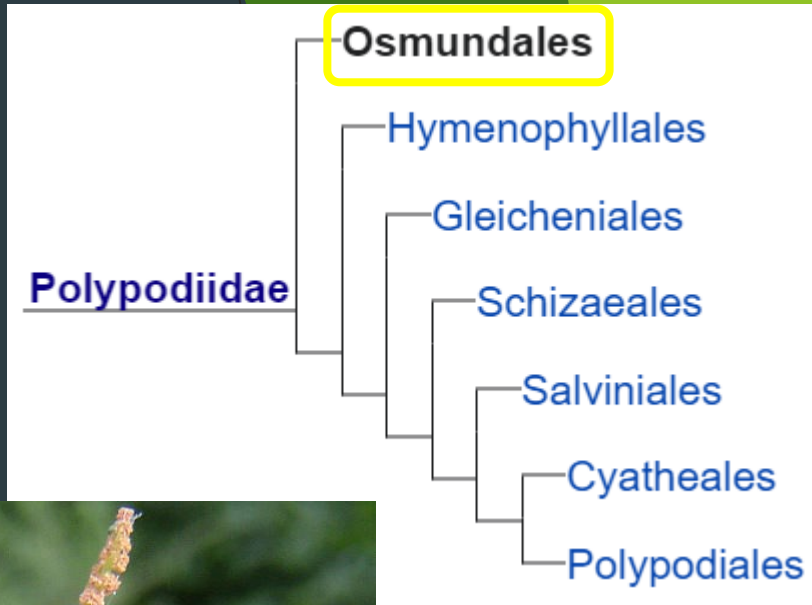
- ❖ bazální linie
- ❖ cca 20 % diverzity...



## leptosporangiální kapradiny (Polypodiidae)

### ❖ Podezřetvaré (Osmundales)

- ❖ „královské“ (velikost) či „kvetoucí“ (výrazná sporangia) kapradiny
- ❖ od svrchního permu
- ❖ lesní močály



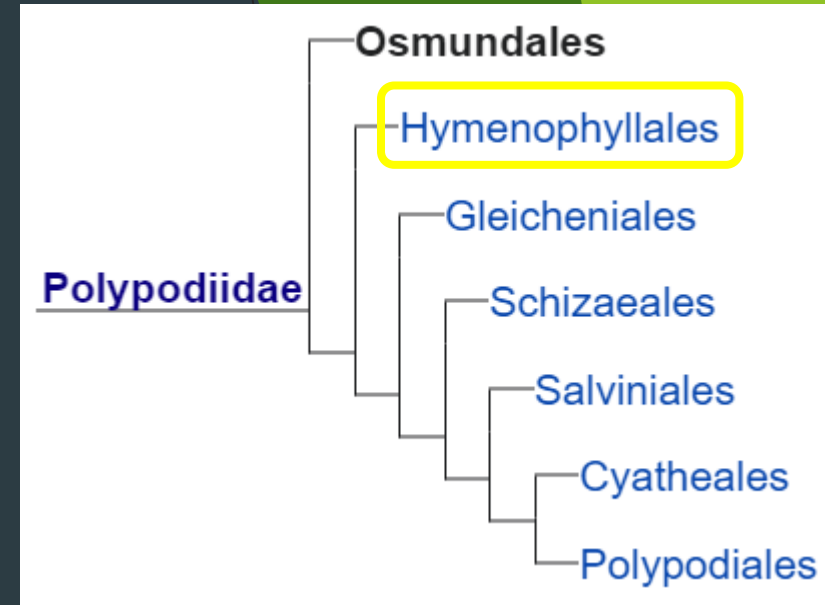
OSMUNDA REGALIS  
podezřeň královská

- ❖ jediný evropský zástupce
- ❖ z ČR historicky udávána

## leptosporangiální kapradiny (Polypodiidae)

### ❖ Blánatcotvaré (Hymenophyllales)

- ❖ drobné jemné kapradiny (jednotky, max desítky cm)
- ❖ protostélé, bez průduchů
- ❖ celosvětově - 2 rody (500+ druhů)
- ❖ v ČR - jen gametofyt - vláskatec tajemný (*Trichomanes speciosum*)
- ❖ v SRN (blízko hranic) - blánatec kentský (*Hymenophyllum tunbrigense*)



**vláskatec tajemný**  
(*Trichomanes speciosum*)

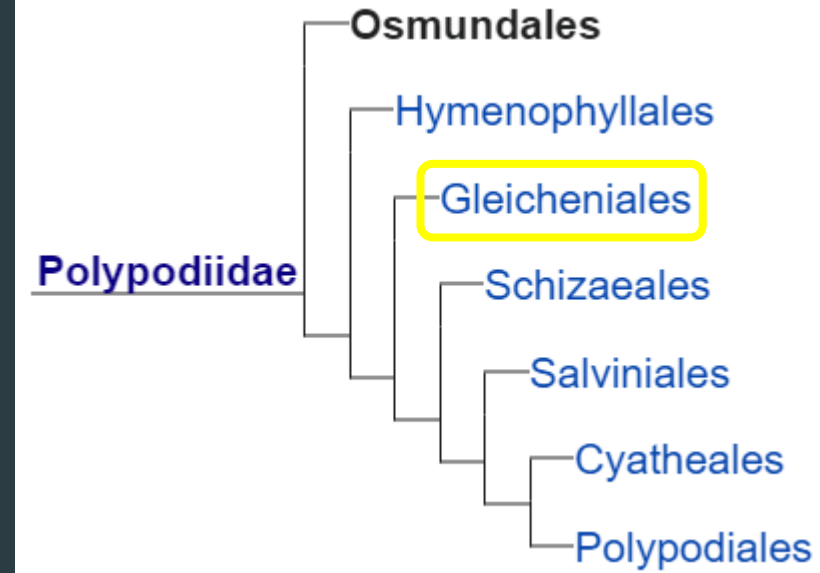


**blánatec kentský**  
(*Hymenophyllum tunbrigense*)

## leptosporangiální kapradiny (Polypodiidae)

### ❖ Gleicheniales

- ❖ pantropické rozšíření
- ❖ fosilní záznam od permu
- ❖ větší kapradiny (ale ne stromové) - listy až 10 m!
- ❖ typické vidličnaté až „ala palma“ větvení listů

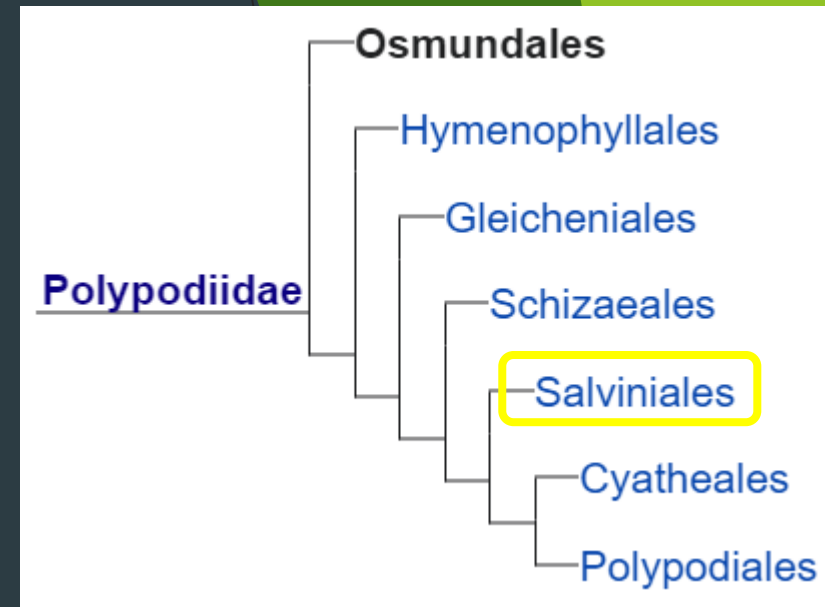




## leptosporangiální kapradiny (Polypodiidae)

### ❖ Nepukalkotvaré (Salviniales)

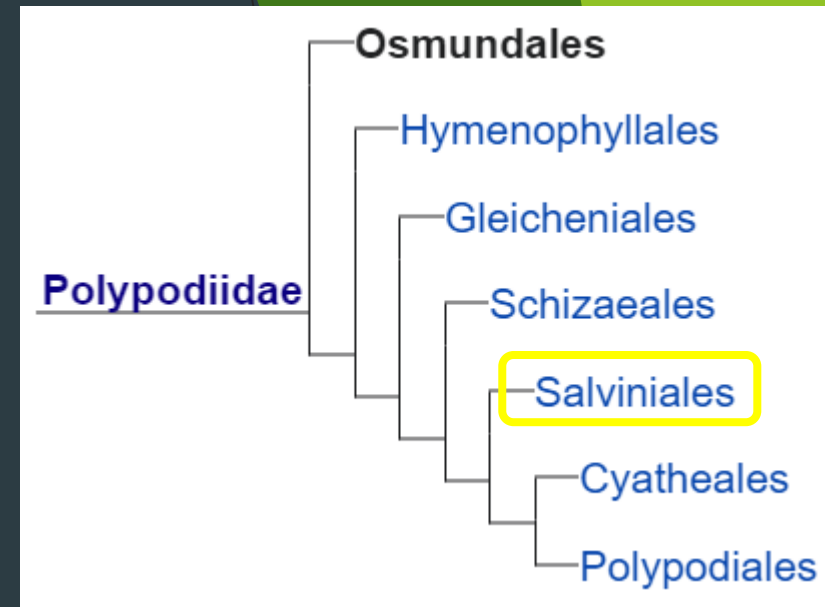
- ❖ specifická skupina „vodokapradin“ ("Hydropteridales")
- ❖ celosvětové rozšíření



## leptosporangiátní kapradiny (Polypodiidae)

### ❖ Nepukalkotvaré (Salviniales)

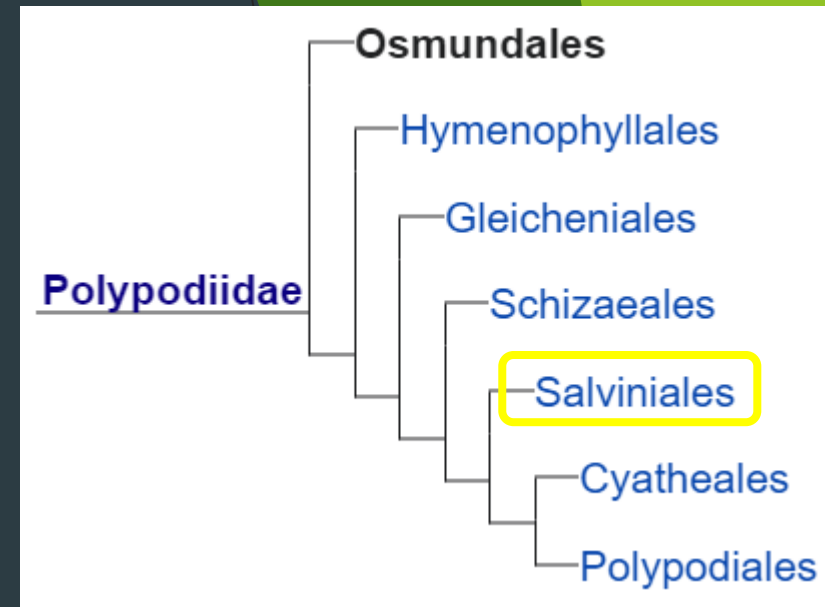
- ❖ specifická skupina „vodokapradin“ ("Hydropteridales")
- ❖ celosvětové rozšíření
- ❖ pro všechny plati
  - ❖ vodní/mokřadní
  - ❖ dimorfní listy (sterilní x fertilní)
  - ❖ heterosporické - 2 typy spor (a endosporických gametofytů)
    - ❖ mikrospory (♂) + megaspory (♀)



## leptosporangiální kapradiny (Polypodiidae)

### ❖ Nepukalkotvaré (Salviniales)

- ❖ specifická skupina „vodokapradin“ ("Hydropteridales")
- ❖ celosvětové rozšíření
- ❖ pro všechny platí
  - ❖ vodní
  - ❖ dimorfní listy (sterilní x fertilní)
  - ❖ heterosporické - 2 typy spor (a endosporických gametofytů)
    - ❖ mikrospory (♂) + megaspory (♀)
- ❖ v ČR původní
  - ❖ Nepukalka vzplývající (*Salvinia natans*) - Opavsko (eutrofní vody)
  - ❖ Míčovka kulkonosná (*Pilularia globulifera*) - Třeboňsko



Míčovka kulkonosná  
(*Pilularia globulifera*)

Nepukalka vzplývající  
(*Salvinia natans*)



Míčovka kulkonosná  
(*Pilularia globulifera*)

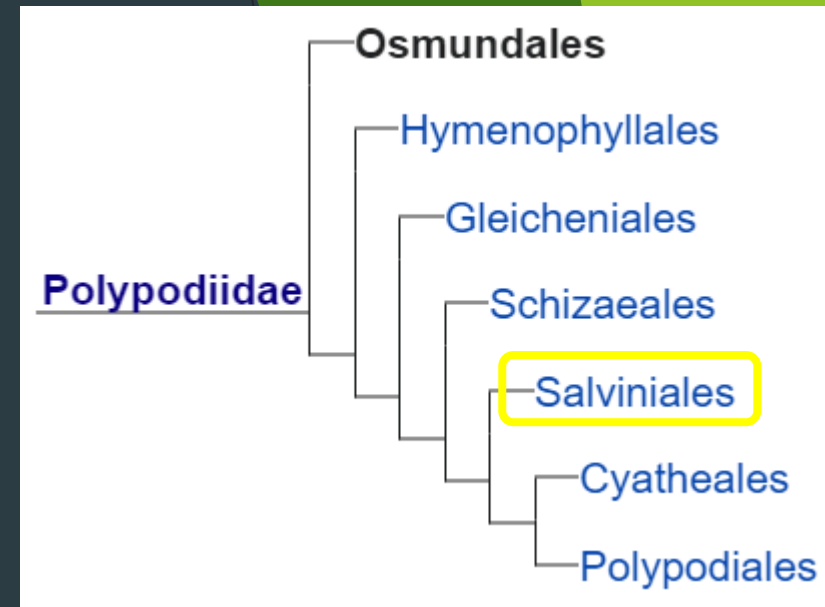
Nepukalka vzplývající  
(*Salvinia natans*)



## leptosporangiátní kapradiny (Polypodiidae)

### ❖ Nepukalkotvaré (Salviniales)

- ❖ specifická skupina „vodokapradin“ ("Hydropteridales")
- ❖ celosvětové rozšíření
- ❖ pro všechny platí
  - ❖ vodní
  - ❖ dimorfní listy (sterilní x fertilní)
  - ❖ heterosporické - 2 typy spor (a endosporických gametofytů)
    - ❖ mikrospory (♂) + megaspory (♀)
- ❖ v ČR původní
  - ❖ **Nepukalka vzplývající** (*Salvinia natans*) - Opavsko (eutrofní vody)
  - ❖ **Míčovka kulkonosná** (*Pilularia globulifera*) - Třeboňsko
- ❖ v ČR **nepůvodní**
  - ❖ **Azola americká** (*Azolla filiculoides*) - symbiotická sinice fix. vzdušný N<sub>2</sub> (oligotrofní vody)
  - ❖ **Marsilka čtyřlístá** (*Marsilea quadrifolia*) - u nás volně neroste, ale známá ze Slovenska





© Jan Lukavský  
garden-en.com

**Azola americká**  
(*Azolla filiculoides*)

**Marsilka čtyřlistá**  
(*Marsilea quadrifolia*)



## leptosporangiální kapradiny (Polypodiidae)

### ❖ Cyateotvaré (Cyatheales)

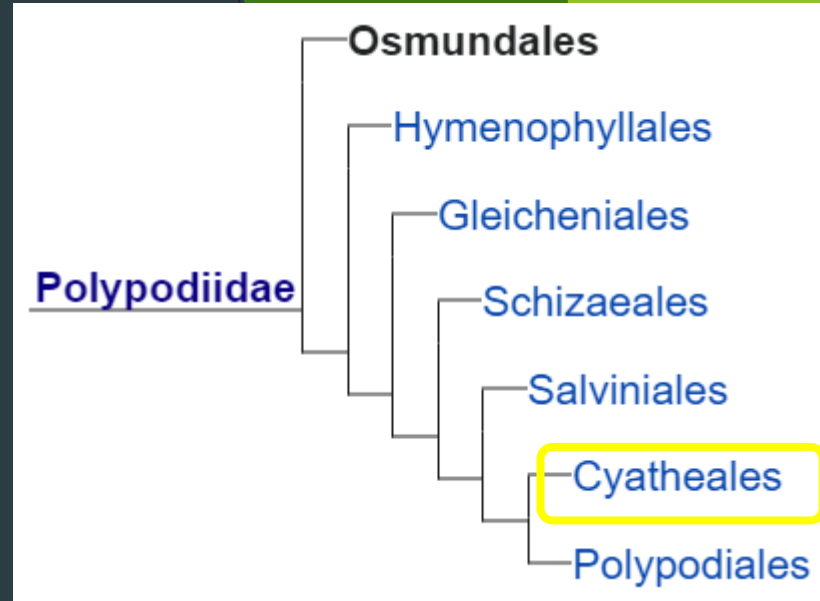
- ❖ stromovité kapradiny (až 25 m!)
  - ❖ neumí druhotně tloustnout
  - ❖ zpevnění díky sklerenchymu + řapíkům (podobně palmy...)
- ❖ doloženy od druhohor
- ❖ horské tropy jižní polokoule



*Cyathea*



*Dicksonia*



<https://alchetron.com/Cyatheales>  
[wikipedia.org](https://wikipedia.org)





### Tree fern (Cyatheaales)

Temporal range: Late Jurassic–Recent

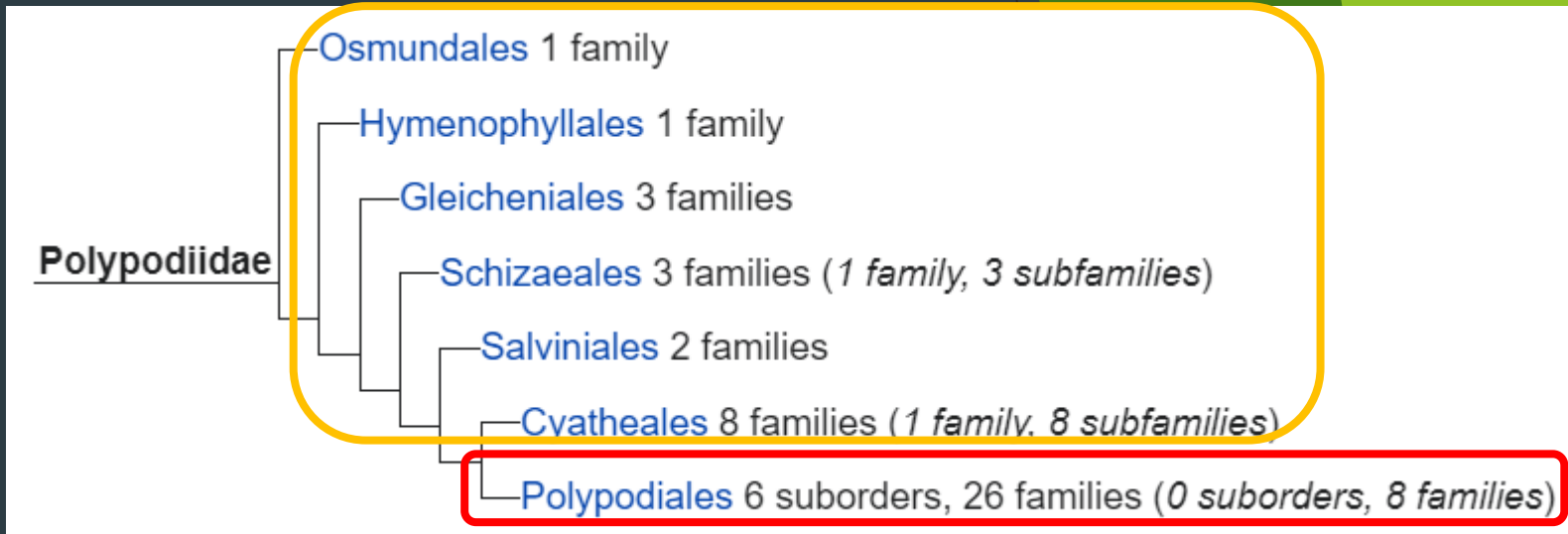
PreЄ Є S D C P T J K PgN



<https://youtu.be/NnOAYxyz32w?si=6gxz7-B8ikPMclVo>

## leptosporangiátní kapradiny (Polypodiidae)

### ❖ Osladičotvaré (Polypodiales)



## leptosporangiální kapradiny (Polypodiidae)

### ❖ Osladičotvaré (Polypodiales)

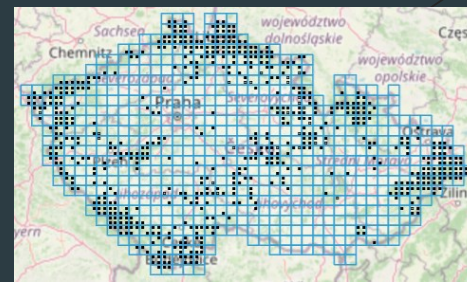
- ❖ v záznamu od křídy
- ❖ dominantní skupina kapradin od třetihor
- ❖ velká a různorodá skupina
- ❖ 80 % všech dnes žijících kapradin (celkem 26 čeledí!)
- ❖ po celém světě
  
- ❖ v ČR hojně zastoupená...



**hasivka orličí (1x)**  
*(Pteridium aquilinum)*



**žebrovice různolistá (1x)**  
*(Blechnum spicant)*



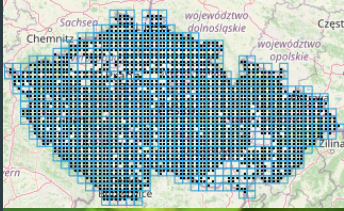


Kaprad' samec  
(*Dryopteris filix-mas*)



Papratka samiči (2x)  
(*Athyrium filix-femina*)





© Dana Michalcová

*Dryopteris filix-mas*  
kaprad' samec



© Dana Michalcová

*Oreopteris limbosperma*  
pérnatec horský



© Dana Michalcová



**Kaprad' samec**  
(*Dryopteris filix-mas*)

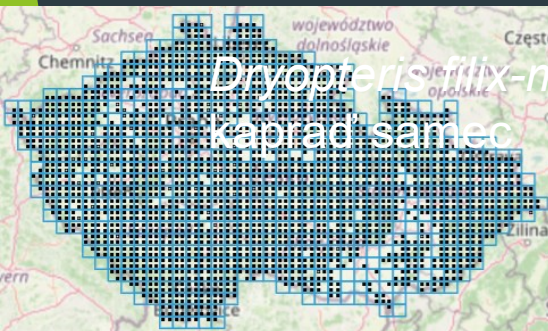


**Papratka samičí (2x)**  
(*Athyrium filix-femina*)

**Kaprad' osténkatá agg.**  
(*Dryopteris carthusiana*)



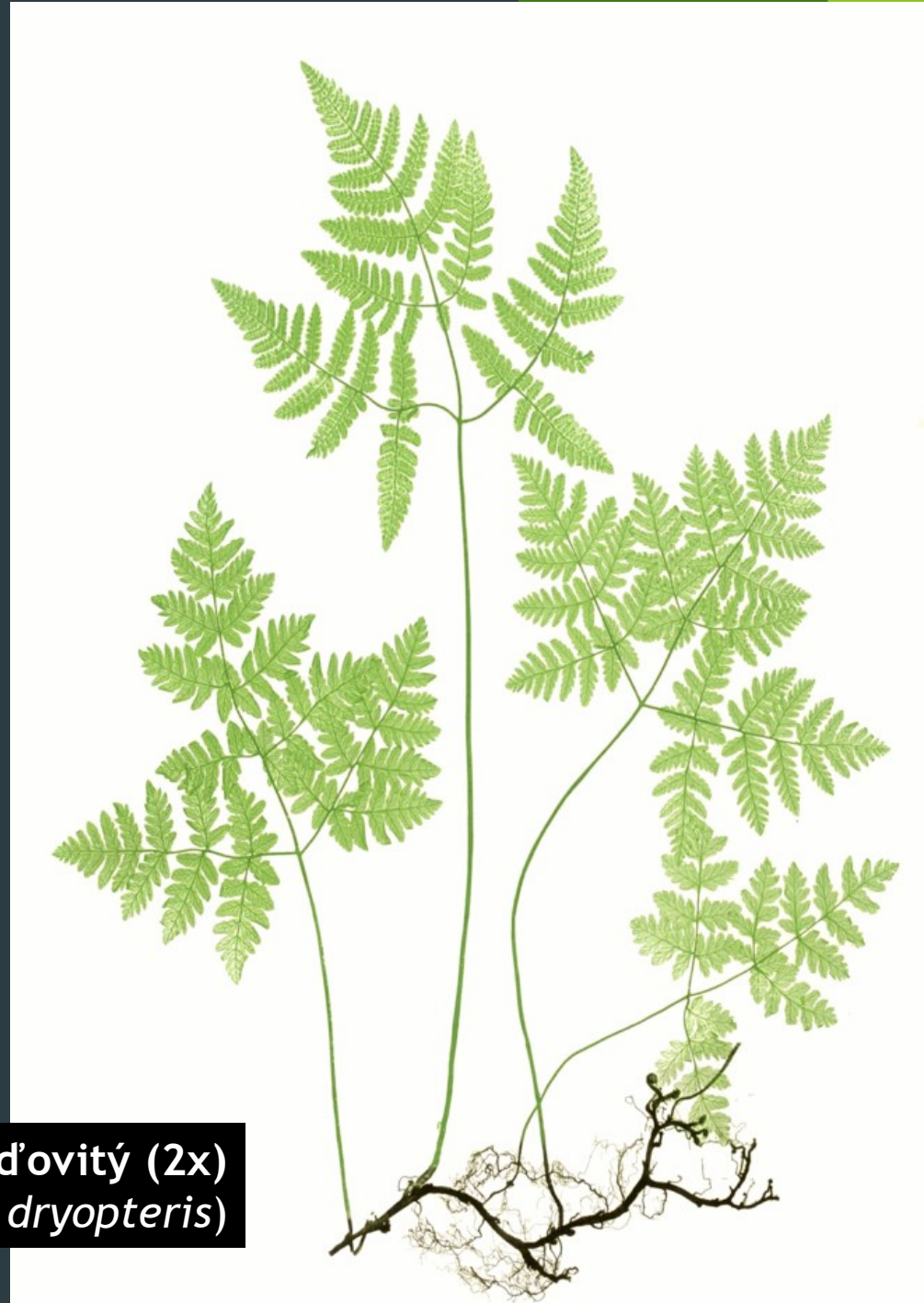
© Dana Michalcová







**bukovinec osladičovitý (1x)**  
(*Phegopteris connectilis*)



**Bukovník kaprad'ovitý (2x)**  
(*Gymnocarpium dryopteris*)



**Puchýřník křehký (2)**  
(*Cystopteris fragilis*)

**Osladič obecný (2x)**  
(*Polypodium vulgare*)



## Aspleniaceae Newm. ☹

- *Asplenium adiantum-nigrum* L. (S) (4x) (C1) (Ca) - sleziník netikovitý
- *Asplenium adulterinum* Milde (S) (4x) (C1) - sleziník nepravý
- *Asplenium ceterach* L. (S) (4x) (C1) (Ca) - kyvor lékařský
- *Asplenium cuneifolium* Viv. (S) (2x) (C2) - sleziník hadcový
- *Asplenium ruta-muraria* L. (S) (4x) (Ca) - sleziník routička
- *Asplenium scolopendrium* (L.) Newman (S) (2x) (C1) (Ca) - jelení jazyk celolistý
- *Asplenium septentrionale* (L.) Hoffm. (S) (4x) (Si) - sleziník severní
- *Asplenium trichomanes subsp. hastatum* (Christ) S. Jess (S) (4x) (C1) (Ca) - sleziník červený hrálovitý
- *Asplenium trichomanes subsp. pachyrachys* (Christ) Lovis & Reichst. (S) (4x) (C1) (Ca) - sleziník červený zakřivený
- *Asplenium trichomanes subsp. quadrivalens* D. E. Mey. (S) (4x) - sleziník červený tmavohnědý
- *Asplenium trichomanes subsp. trichomanes* L. (S) (2x) (Si) - sleziník červený pravý
- *Asplenium viride* Huds. (S) (2x) (C3) (Ca) - sleziník zelený
- Hybridi rodu *Asplenium* nejsou doplněni.



sleziník (*Asplenium*)





sleziník červený (*Asplenium trichomanes*)

a

kyvor lékařský (*Asplenium ceterach*)



Jelení jazyk celolistý  
(*Asplenium scolopendrium*,  
syn. *Phyllitis scolopendrium*)



HJORTTUNGA, PHYLLITI SCOLOPENDRIUM (L.) NEWM.



Sleziník severní (*Asplenium septentrionale*)



Sleziník routička (*Asplenium ruta-muraria*)



kapradiny - pokojovky =)

❖ Osladičotvaré (Polypodiales)



**ledviník**  
(*Nephrolepis*)

kapradiny - pokojovky =)

❖ Osladičotvaré (Polypodiales)



**ledviník**  
(*Nephrolepis*)



**netík**  
(*Adiantum*)

kapradiny - pokojovky =)

❖ Osladičotvaré (Polypodiales)



**ledviník**  
(*Nephrolepis*)



**Phlebodium**



**netík**  
(*Adiantum*)

<https://www.kaufland.cz> [wikipedia.org](https://wikipedia.org)

<https://living.iprima.cz>

<https://destst.zcjh.cz>



kapradiny - pokojovky =)

❖ Osladičotvaré (Polypodiales)



Platynerium  
bifurcatum  
POLYPODIACEA



ledviník  
(*Nephrolepis*)



*Phlebodium*



parožnatka  
(*Platynerium*)



netík  
(*Adiantum*)

❖ „Azolla event“

<https://youtu.be/Afz5KsAdVnM>

