



# Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin

## Kaprad'orosty

### Petr Bureš



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Oddělení *Monilophyta*



*psilotum nudum*  
Psilotaceae  
© G. D. Carr



*Botrychium lunaria* (L.) SW  
©Thomas Schoepke  
www.plant-pictures.com



© Arnold  
www.awi.ch

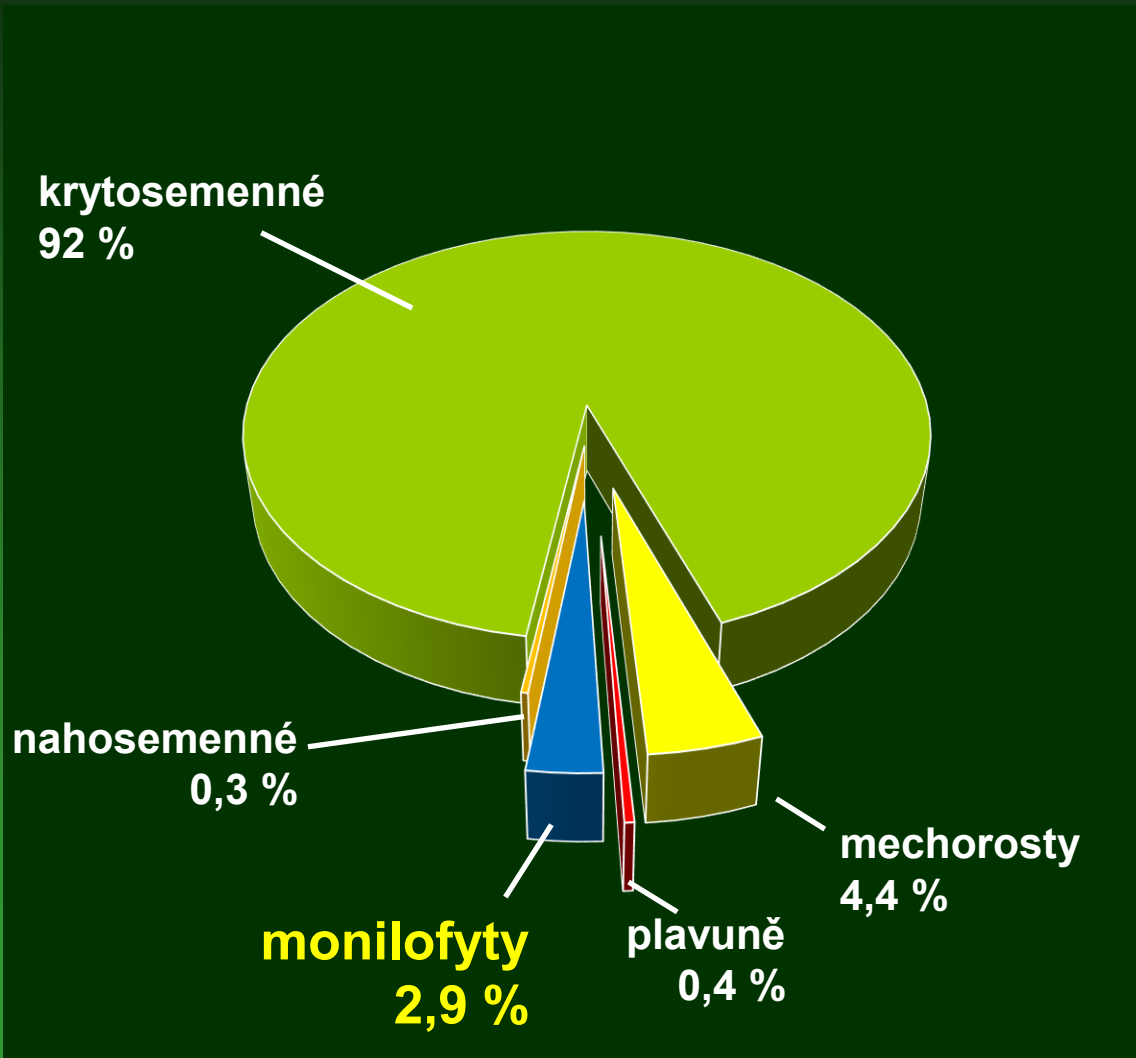


© Bruce G. Marcot



<https://www.youtube.com/watch?v=83KnbZvAzEY>

# Druhová diverzita monilofytů – v kontextu ostatních linií vyšších rostlin = 10 600 druhů (~ 2,9 %)



## Počty popsanych druhů

mechorosty	16 240
plavuně	1 340
<b>monilofyty</b>	<b>10 600</b>
nahosemenné	1 020
krytosemenné	337 000

**Vzrostlý vrchol prýtu tvoří jediná apikální buňka**



*Equisetum*



*Azola*



*Nephrolepis*

**Sporofyt - zelený v ontogenezi převládá**

**Gametofyt** - žije volně, mimo sporofyt; podporuje vznikající sporofyt.



Je buď:

**krátkověký**, zelený, nadzemní, bilaterálně souměrný (připomínající frondózní játrovky), nebo

**Gametofyt** - žije volně, mimo sporofyt; podporuje vznikající sporofyt.



Je buď:

**krátkověký**, zelený, nadzemní, bilaterálně souměrný (připomínající frondózní játrovky), nebo

**dlouhověký**, nezelený, podzemní, radiálně souměrný, mykorrhiticky vyživovaný

Oddělení *Monilophyta* = kaprad'orosty

má 5 tříd

1. *Psilotopsida* - prutníky

2. *Equisetopsida* - přesličky

3. *Marattiopsida*

4. *Polypodiopsida* – kapradiny

5. *Pteridospermopsida* – kaprad'osemenné

# 1. třída *Psilotopsida*



Zelené výtrusné vytrvalé byliny, menších rozměrů, s tendencí k vidličnatému větvení stonků a listů

Mají obří genomy (jádra somatických buněk váží víc než 70 pg)

2 řády: *Psilotales* a *Ophioglossales*



# 1. řád *Psilotales* (prutníky)

whisk ferns



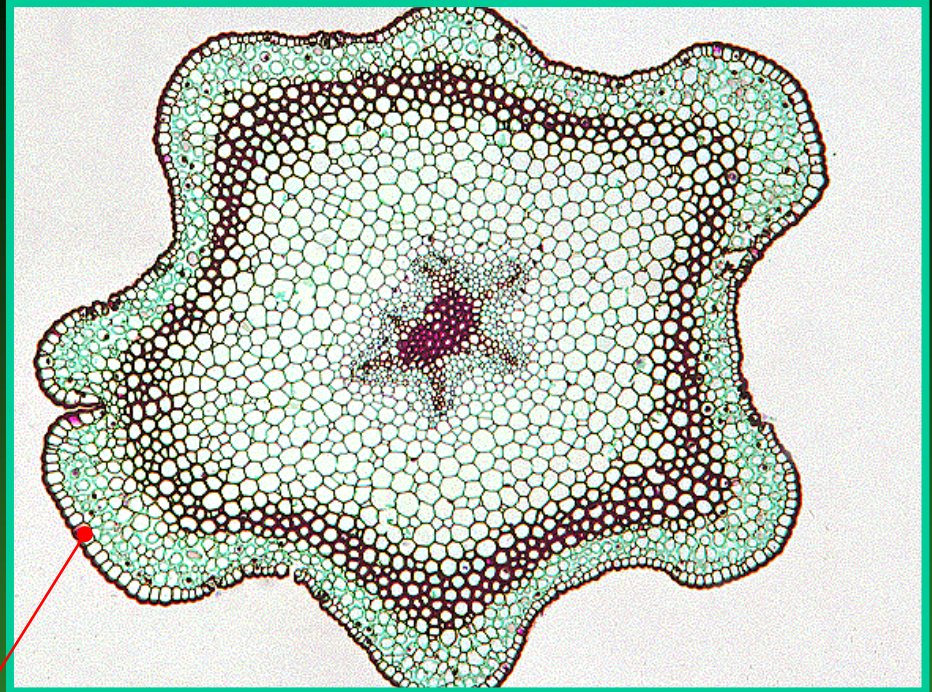
Zelené, suchozemské (epifytické nebo epilittické), bezkořenné, jen 2 rody: *Psilotum* (2 druhy) a *Tmesipteris* (16 druhů)  
Synangia na vidličnatých „listech“ nebo v jejich paždích.

# *Psilotum*

**Nadzemní stonek** - 20-30 cm (maxmálně 1 m);  
zelený, **dichotomicky větvený**, s drobnými listy a sporangii

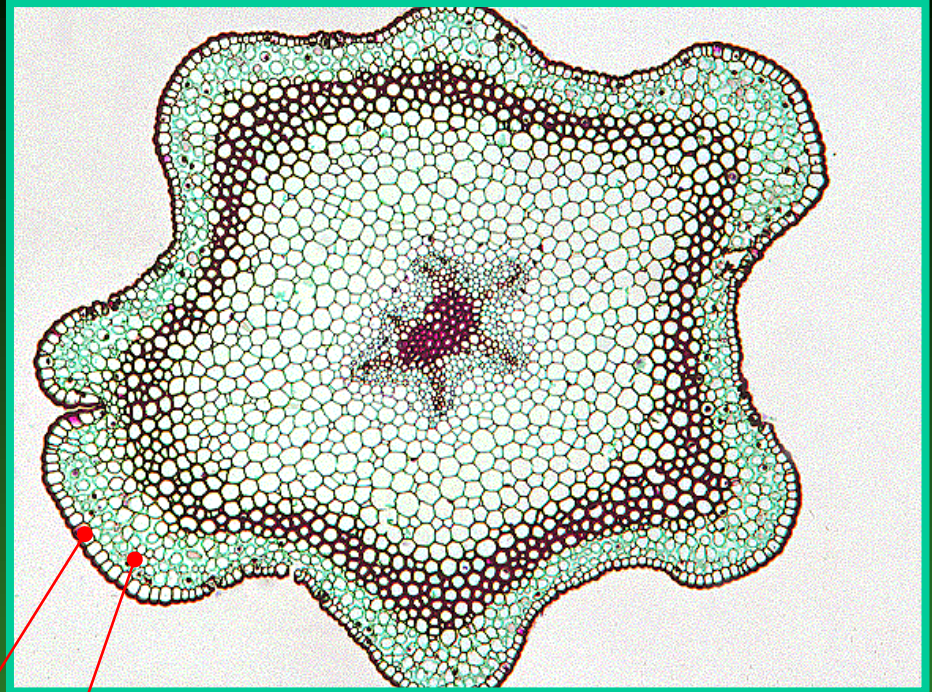


# Nadzemní stonek



epidermis

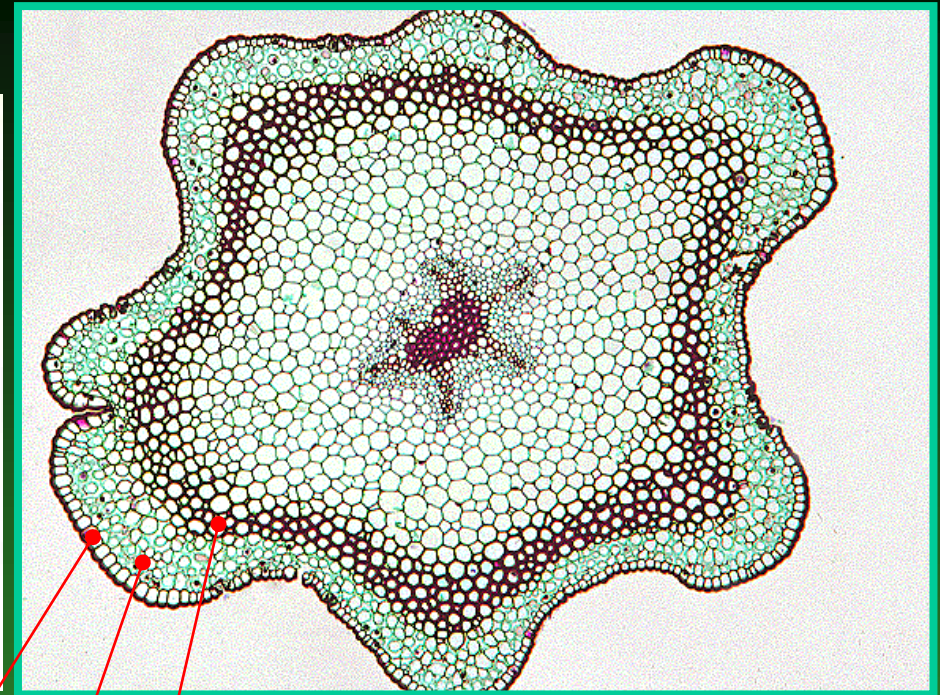
# Nadzemní stonek



epidermis

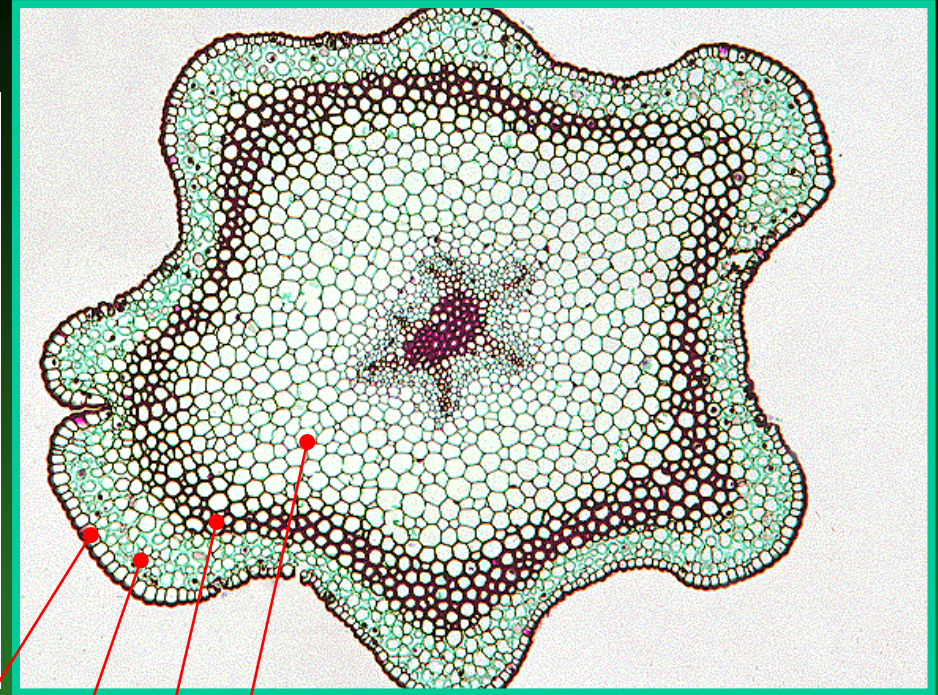
asimilující chlorenchym

# Nadzemní stonek



epidermis  
asimilující chlorenchym  
zpevňující sklerenchym

# Nadzemní stonek



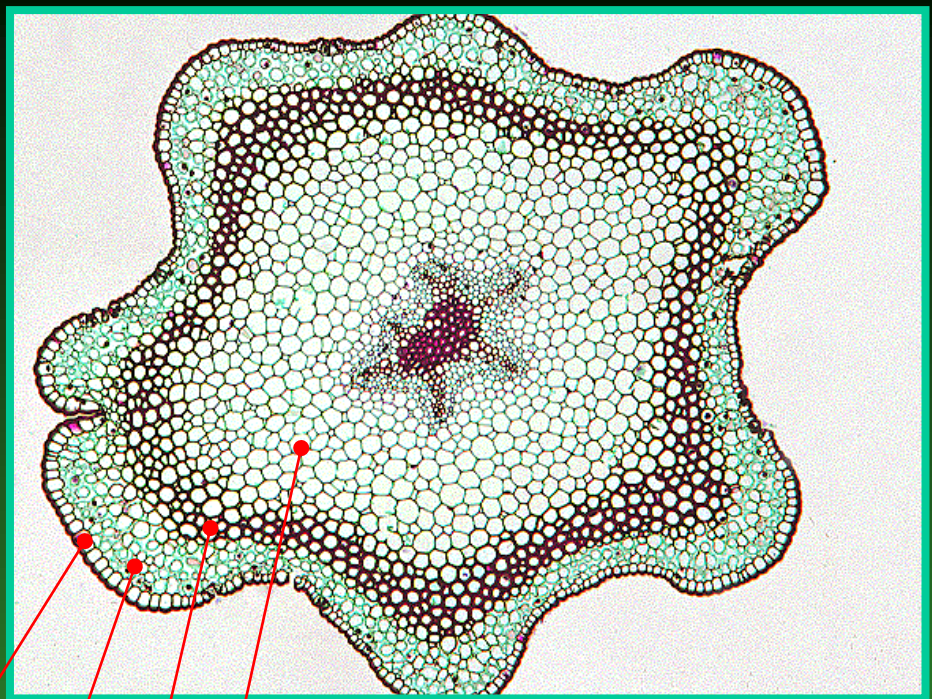
epidermis

asimilující chlorenchym

zpevňující sklerenchym

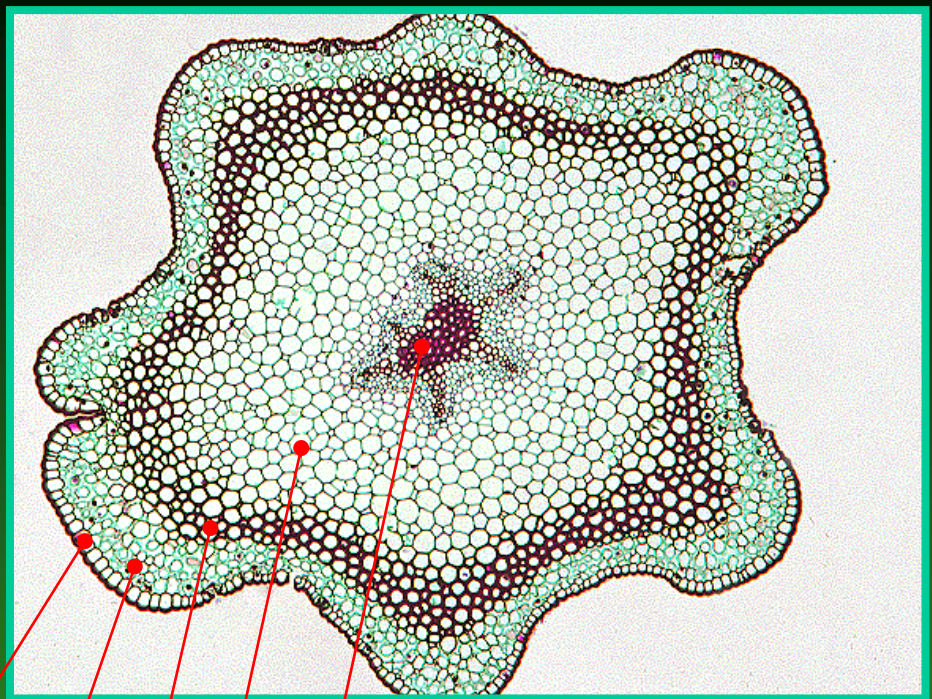
mohutná vrstva parenchymu

# Nadzemní stonek



- epidermis
  - vnější { asimilující chlorenchym
  - střední { zpevňující sklerenchym
  - vnitřní { mohutná vrstva parenchymu
- kortex**

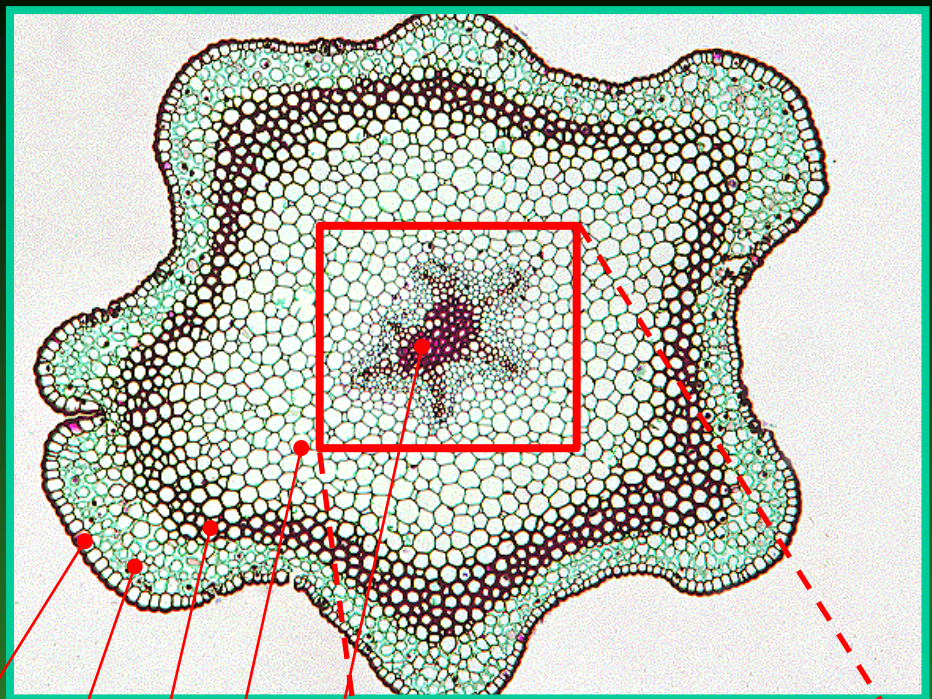
# Nadzemní stonek



- epidermis
- vnější { asimilující chlorenchym
- střední { zpevňující sklerenchym
- vnitřní { mohutná vrstva parenchymu
- kortex**
- endarchní **aktinostélé**



# Nadzemní stonek



- epidermis
- vnější { asimilující chlorenchym
- střední { zpevňující sklerenchym
- vnitřní { mohutná vrstva parenchymu
- kortex { endarchní **aktinostélé**



## Podzemní stonek = rhizom (oddenek)



**nahrazuje chybějící kořen**

nemá chlorenchym

nemá sklerenchym

nemá listy

**má rhizoidy**

**má mykorrhizu**



**K druhotné ztrátě kořenů došlo v důsledku epilitismu / epifytismu**



## Listy

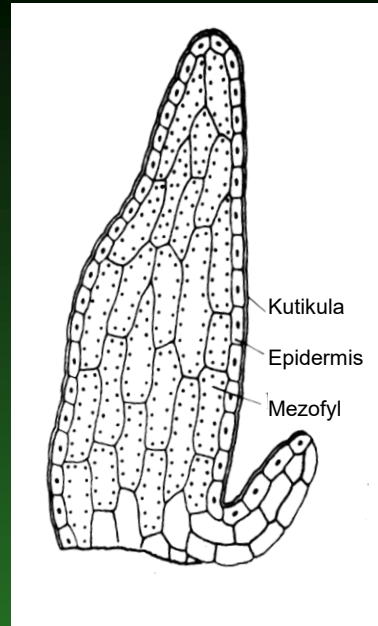
- drobné
- jednoduché



## Listy

- drobné
- jednoduché nebo vidličnatě rozvětvené

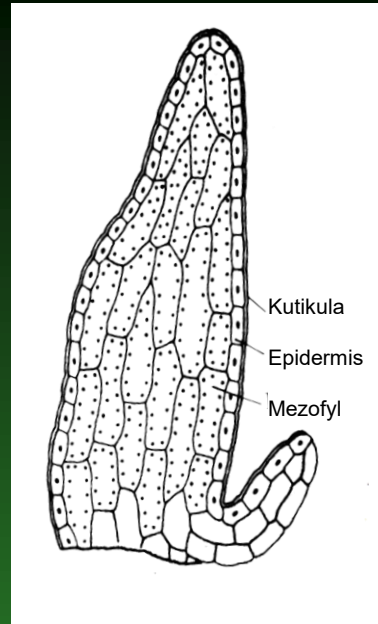




## Listy

- drobné
- jednoduché nebo vidličnatě rozvětvené
- **bezžilné (enafily)**





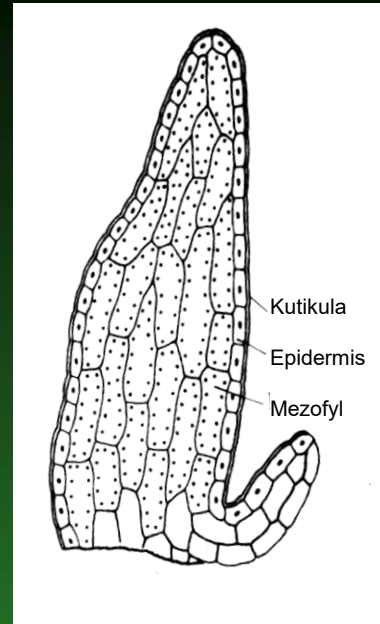
## Listy

- drobné
- jednoduché nebo vidličnatě rozvětvené
- **bezžilné (enafyly)**
- střídavě postavené
- **bez průduchů**

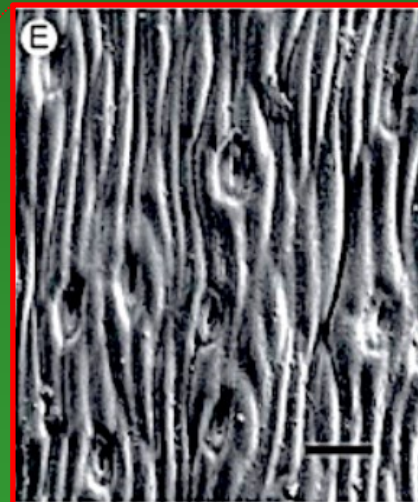


## Listy

- drobné
- jednoduché nebo vidličnatě rozvětvené
- **bezžilné (enafily)**
- střídavě postavené
- **bez průduchů**

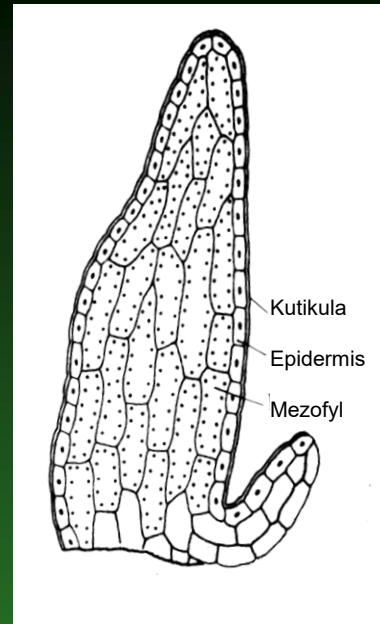


**průduchy na asimilujícím stonku**

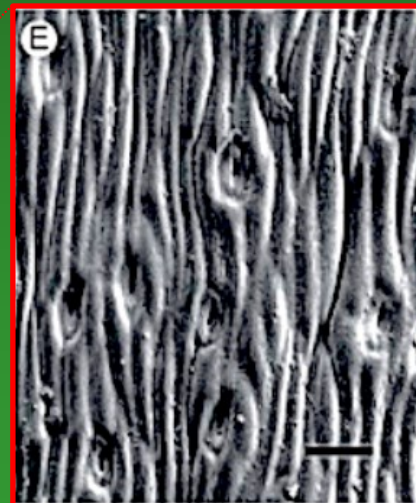


## Listy

- drobné
- jednoduché nebo vidličnatě rozvětvené
- **bezžilné (enafily)**
- střídavě postavené
- **bez průduchů**



průduchy na asimilujícím stonku



Vyvinuly se redukcí,  
ne z enafylů protracheofyt

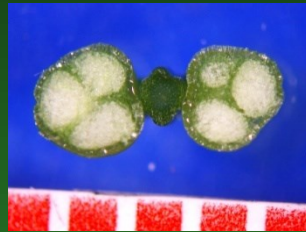


# Sporangia

eusporangiátní

izosporická

po třech srostlá v  
synangia



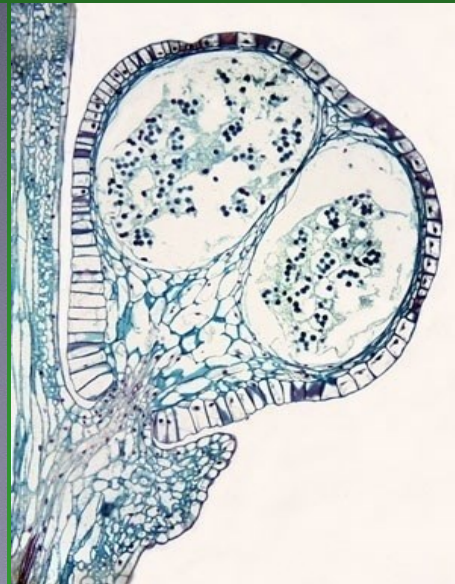
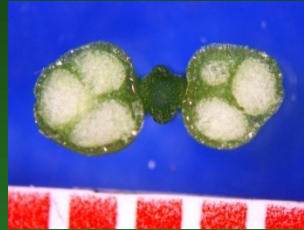
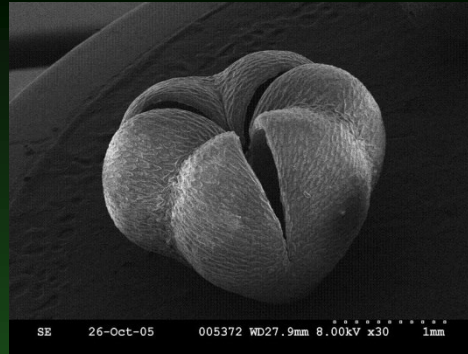
# Sporangia

eusporangiátní

izosporická

po třech srostlá v  
synangia

každé ze 3 pouzder má  
vlastní dehiscenci



# Sporangia

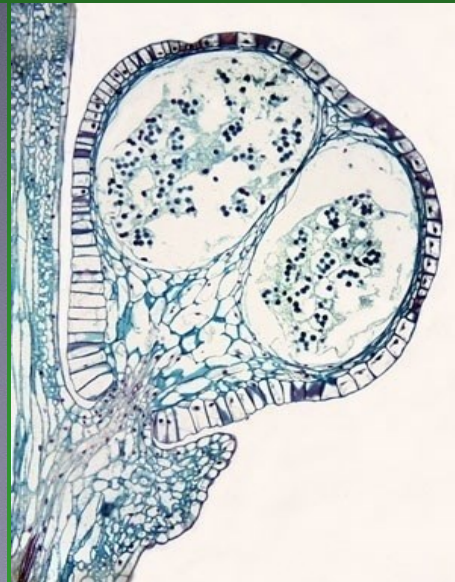
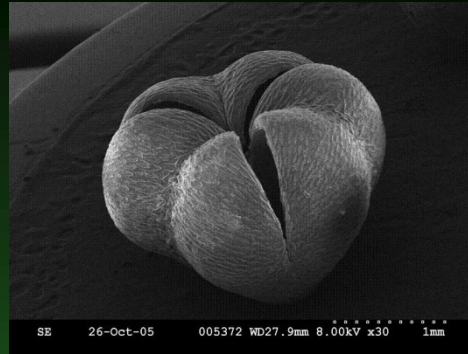
eusporangiátní

izosporická

po třech srostlá v  
synangia

každé ze 3 pouzder má  
vlastní dehiscenci

v paždí vidličnatých  
listů

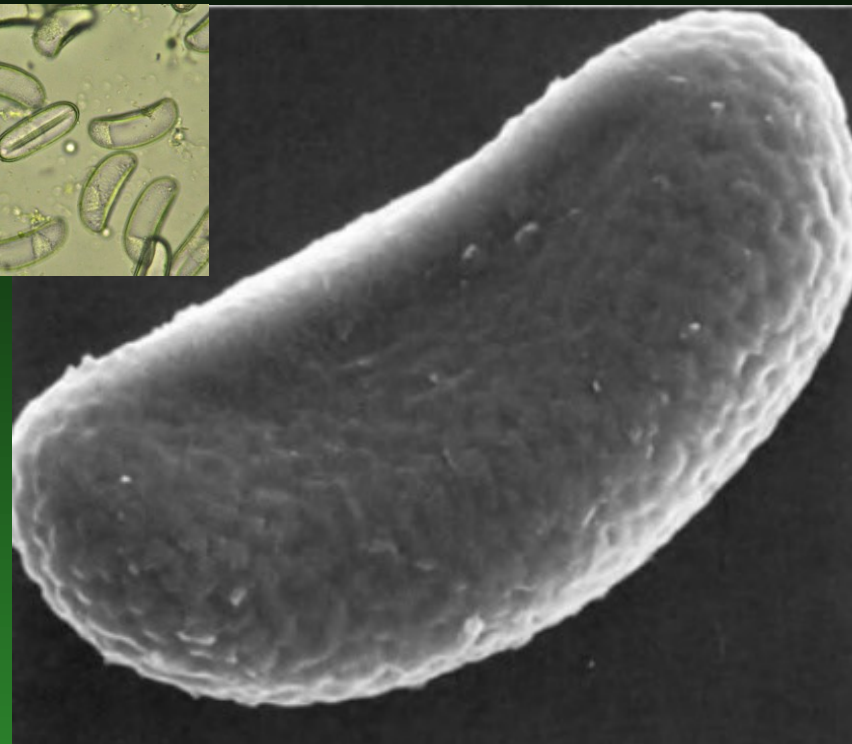


# Spory

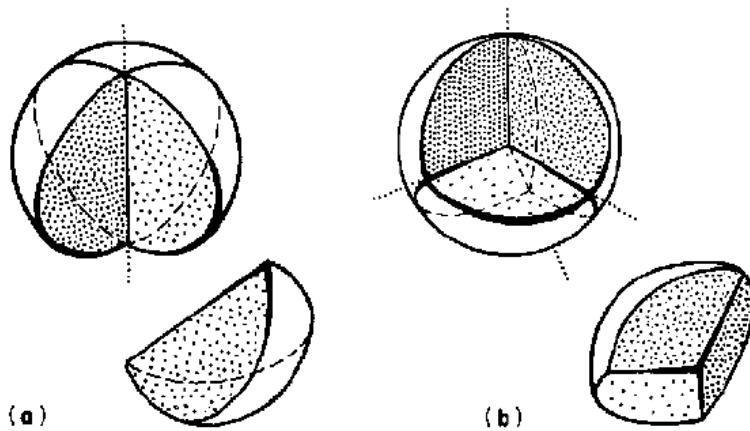
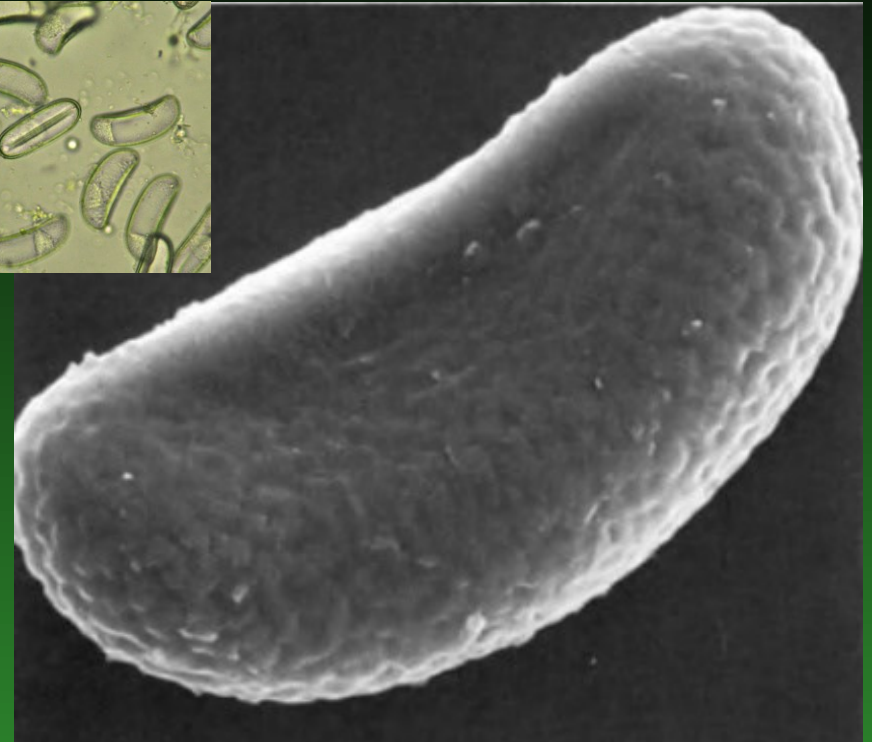
**monoletní**

fazolovitého tvaru

bez chlorofylu



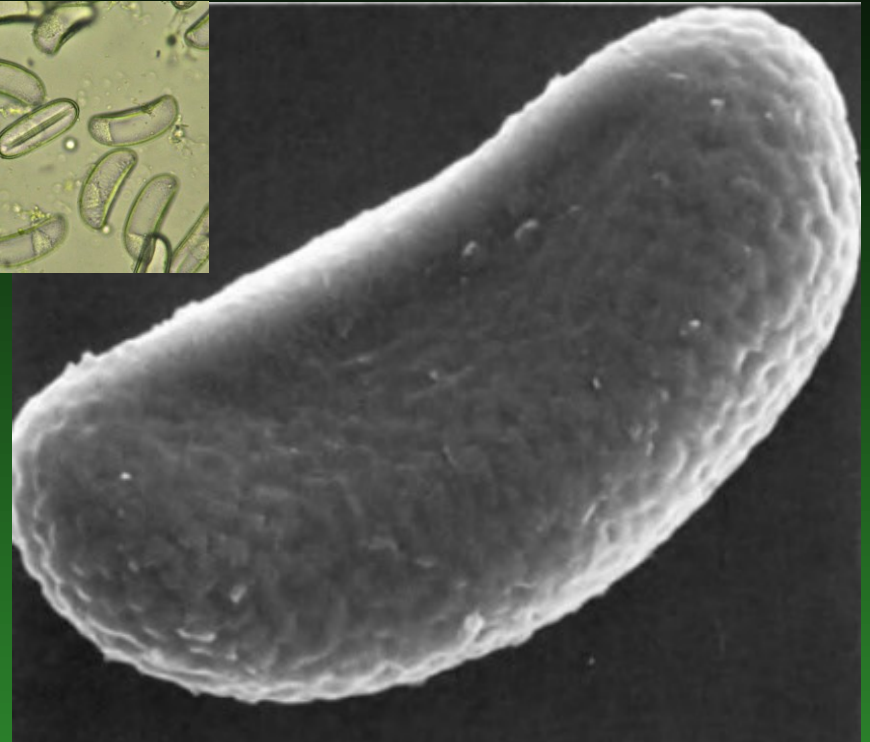
**Spory**  
**monoletní**  
fazolovitého tvaru  
bez chlorofylu



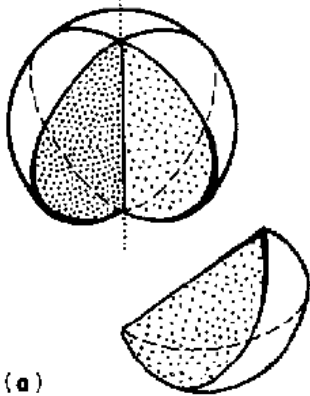
**Figure 6.31** Diagrammatic representation of manner of formation of (a) monolete and (b) trilete spores.

Vznikají také v tetrádách, ale v jiném prostorovém uspořádání, než spóry triletní

**Spory**  
**monoletní**  
 fazolovitého tvaru  
 bez chlorofylu

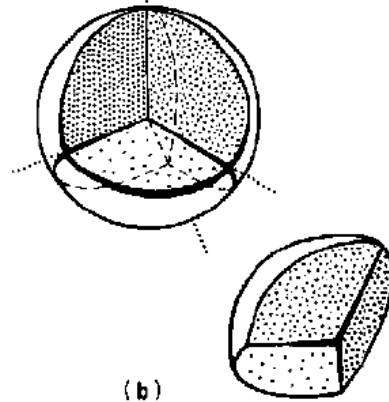


2 karyo-  
2 cytokinéze



(a)

2 karyo-  
1 cytokinéze

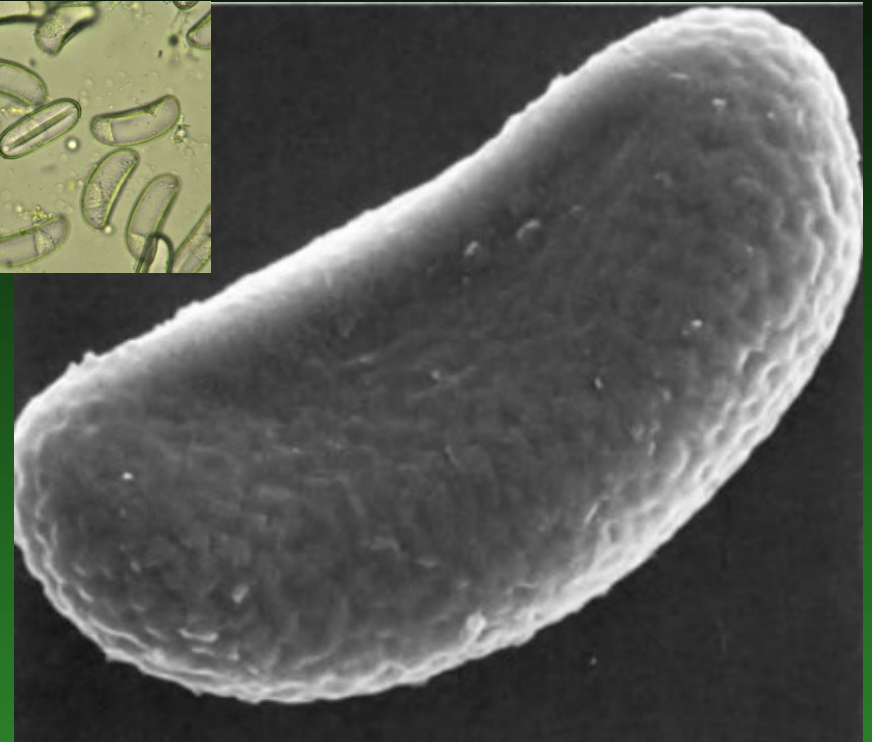


(b)

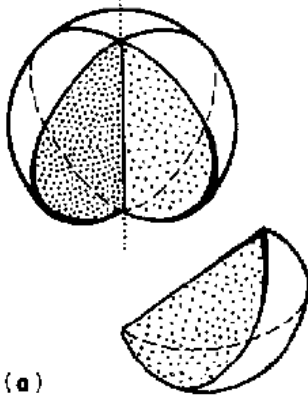
**Figure 6.31** Diagrammatic representation of manner of formation of (a) monolete and (b) trilete spores.

Vznikají také v tetrádách, ale v jiném prostorovém uspořádání, než spóry triletní

**Spory**  
**monoletní**  
 fazolovitého tvaru  
 bez chlorofylu

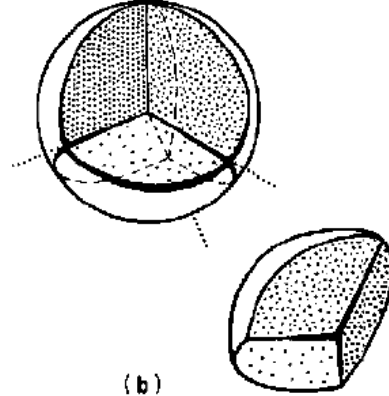


2 karyo-  
 2 cytokinéze



(a)

2 karyo-  
 1 cytokinéze



(b)

**Figure 6.31** Diagrammatic representation of manner of formation of (a) monolete and (b) trilete spores.

Vznikají také v tetrádách, ale v jiném prostorovém uspořádání, než spóry triletní

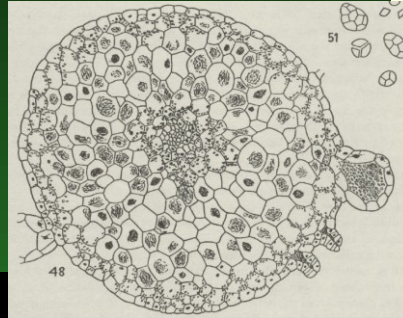
**Většina kapradin má spóry fazolovité, menší část triletní**

**Gametofyt - podzemní,**  
nezelený, **dlouhověký,**  
válcovitý nebo vidličnatý  
2-10 cm,

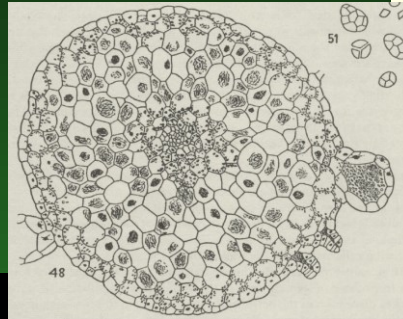




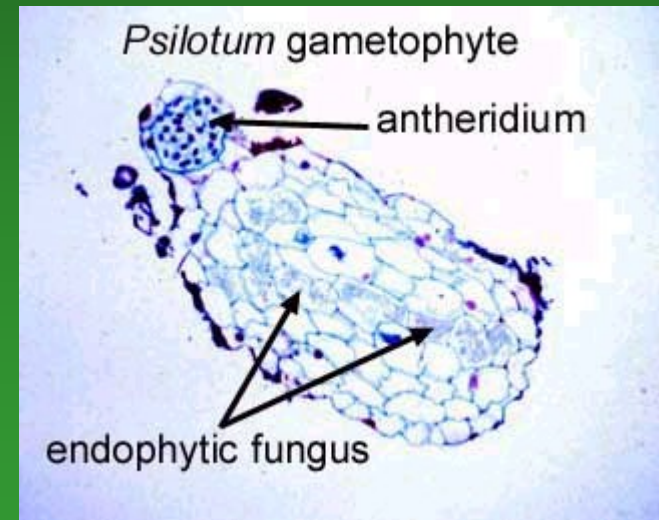
**Gametofyt - podzemní,**  
nezelený, **dlouhověký,**  
válcovitý nebo vidličnatý  
2-10 cm,  
**s cévním svazkem**



**Gametofyt - podzemní,**  
 nezelený, **dlouhověký,**  
 válcovitý nebo vidličnatý  
 2-10 cm,  
**s cévním svazkem**



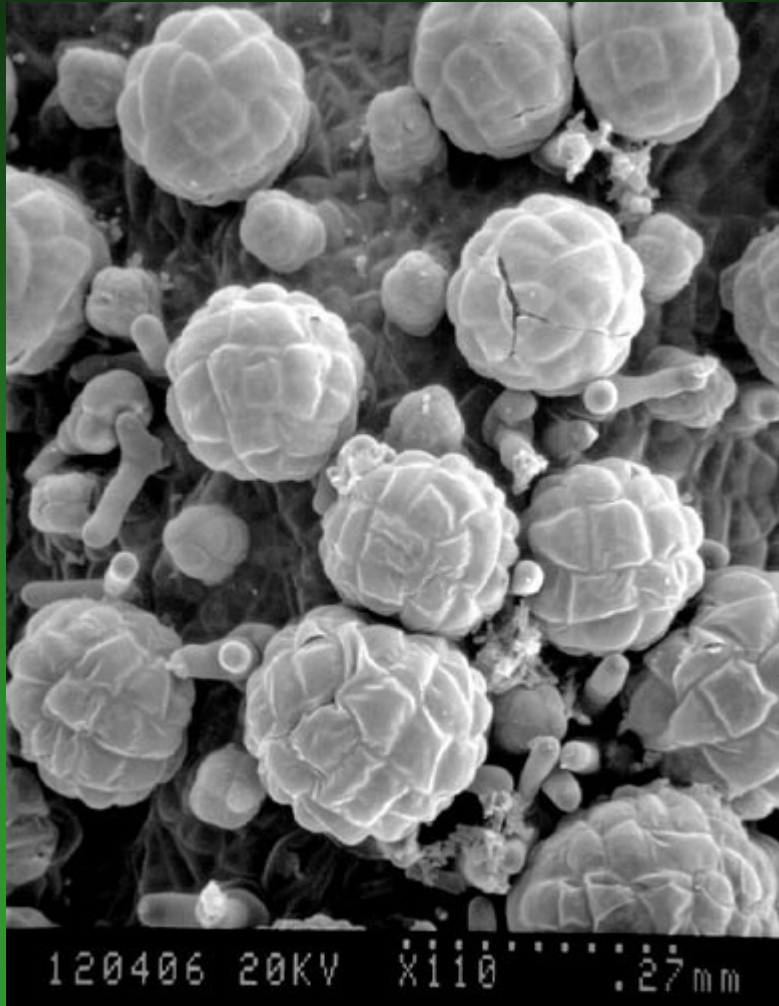
**Má mykorrhizu,**  
 roste na kmenech  
 stromových  
 kapradin, ve  
 štěrbinách skal  
 naplněných  
 humusem, či pod  
 zemí.



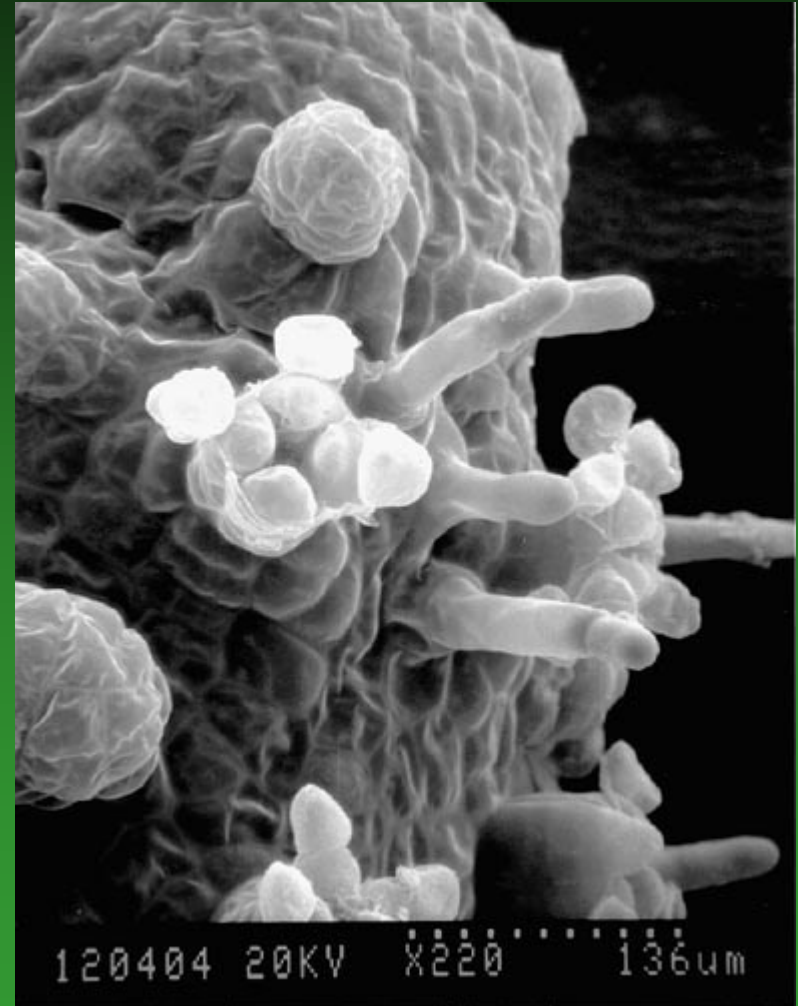
**Antheridia** - na povrchu gametofytu nebo jen slabě ponořená



**Antheridia** - na povrchu gametofytu nebo jen slabě ponořená

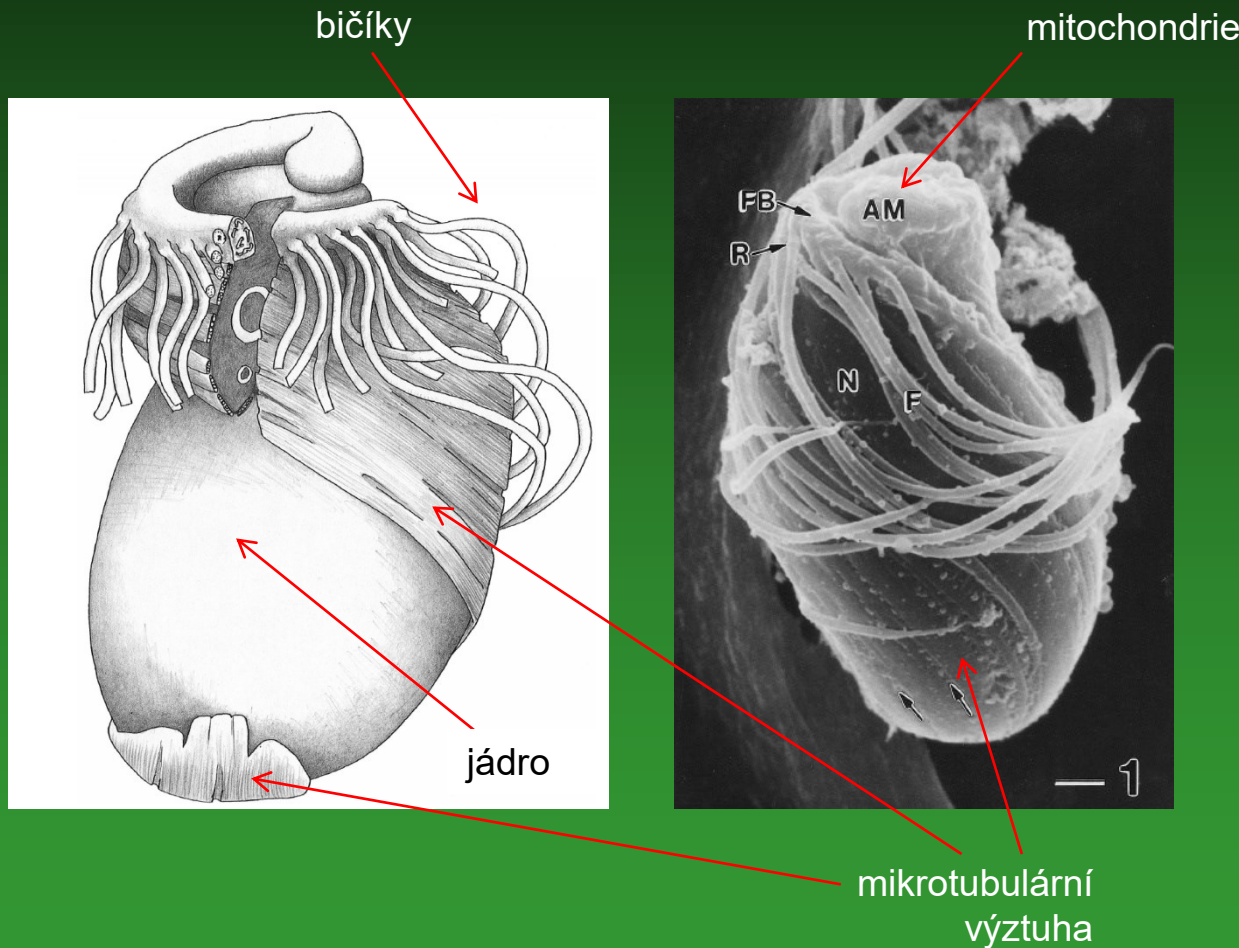


**Archegonia** - ponořená, s krčky (stylidium) vyčnívajícími



# Spermatozoidy

- **polyciliární** (jako u šídlatek či přesliček) ~36 bičíků
- **spirálně stočené** (jako u přesliček) – 2 závit



# *Psilotum nudum*

(= *Psilotum triquetrum*)

- **tropy a subtropy**

- na skalách (= epiliticky)



V Evropě nalezeno r. 1965 v J Španělsku, v provincii Cadiz



## *Psilotum nudum*

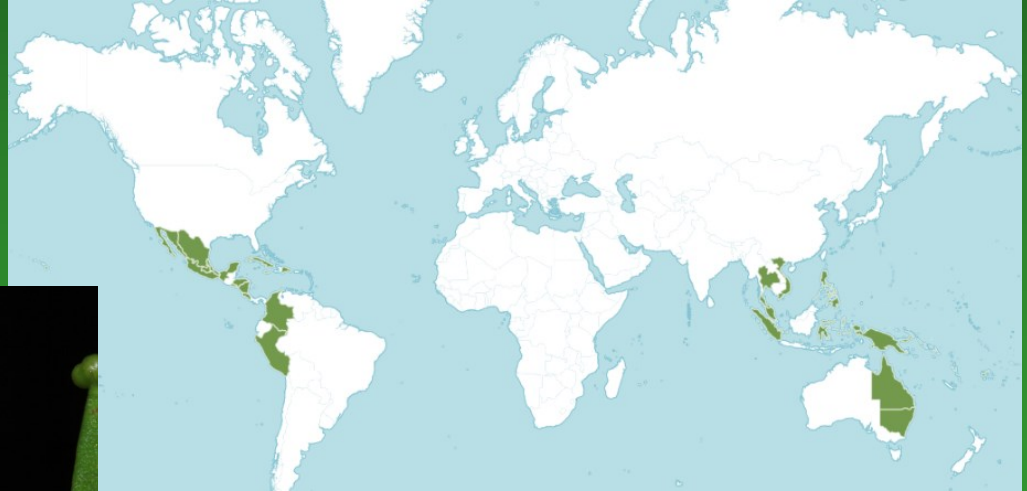
(= *Psilotum triquetrum*)

- **tropy a subtropy**

- na skalách (= epiliticky)



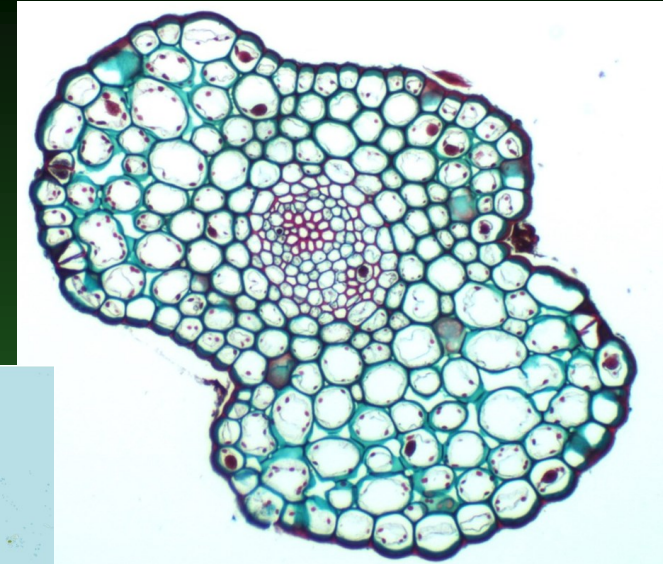
## *Psilotum complanatum*



## 2. *Tmesipteris*

**lodyhy jednoduché**, nebo vzácně i  
dichotomicky větvené  
střední válec stonku/ oddenku - protostélé  
až ektofloické sifonostélé  
až 40 cm dlouhé **epifyty**  
16 druhů

**Austrálie a Indonézie**





## Listy - ploché



Listy - ploché  
- s průduchy



- Listy - ploché
- s průduchy
- se střední žilkou



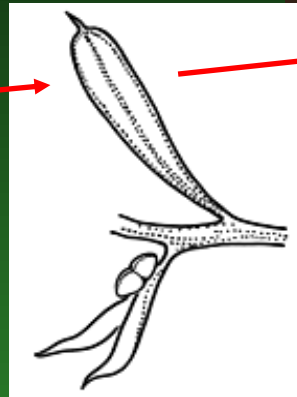
## Listy - ploché

- s průduchy
- se střední žilkou



- dvojího typu:

kopinaté trofofyly



# Listy - ploché

- s průduchy
- se střední žilkou

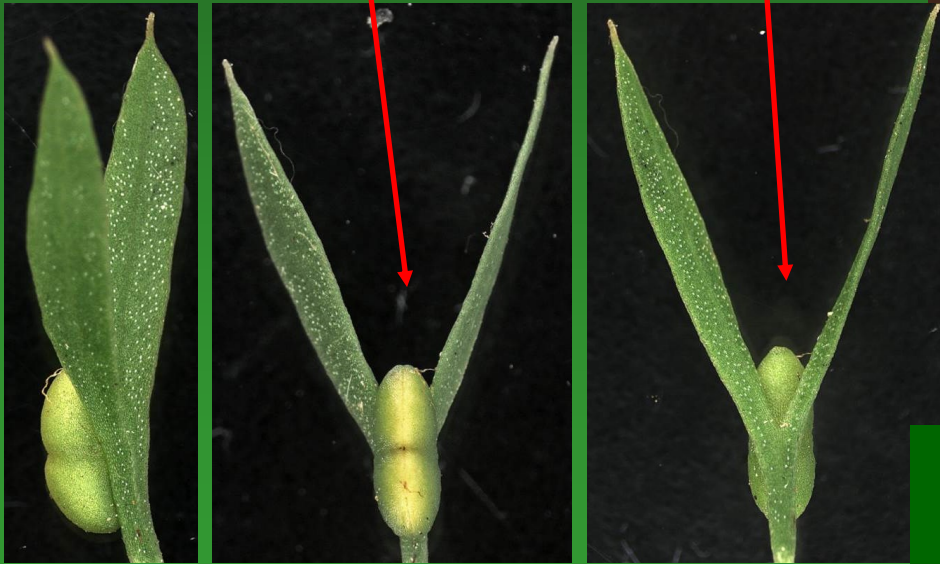
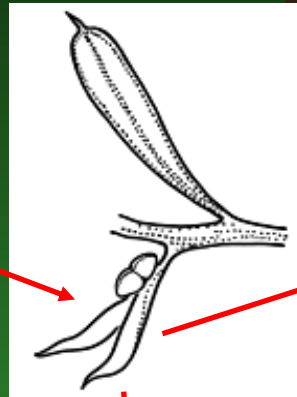


- dvojího typu:

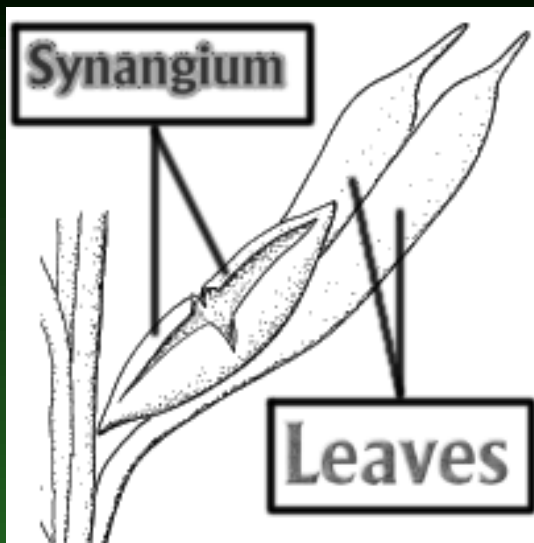
kopinaté trofofyly

vidličnaté sporofyly

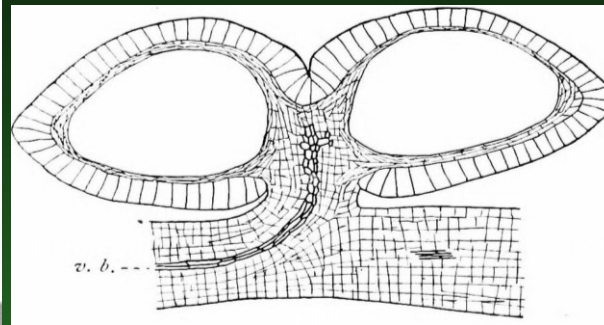
se sporangiem



Listy *Tmesipteris* někdy považovány za zploštělé stonky



**Synangia** - dvoupouzdrá na adaxiální straně sporofylů,





Botanical Journal of the Linnean Society, 2017, 183, 509–514. With 2 figures.

**Genomic gigantism in the whisk-fern family (Psilotaceae): *Tmesipteris obliqua* challenges record holder *Paris japonica***

ORIANE HIDALGO<sup>1</sup>, JAUME PELLICER<sup>1</sup>, MAARTEN J. M. CHRISTENHUSZ<sup>2</sup>, HARALD SCHNEIDER<sup>3,4</sup> and ILIA J. LEITCH<sup>1\*</sup>

# *Tmesipteris obliqua* –

endemit vých. Austrálie

**největší genom mezi kapradinami  
2C=301,22 pg**

druhý největší mezi rostlinami  
(mnohobuněčnými eukaryoty)

největší 2C = 304,46 pg  
má *Paris japonica*





# *Tmesipteris obliqua* –

endemit vých. Austrálie

největší genom mezi kapradinami  
 $2C=301,22$  pg

druhý největší mezi rostlinami  
(mnohobuněčnými eukaryoty)

největší  $2C = 304,46$  pg  
má *Paris japonica*

Botanical Journal of the Linnean Society, 2017, 183, 509–514. With 2 figures.

**Genomic gigantism in the whisk-fern family  
(Psilotaceae): *Tmesipteris obliqua* challenges record  
holder *Paris japonica***

ORIANE HIDALGO<sup>1</sup>, JAUME PELLICER<sup>1</sup>, MAARTEN J. M. CHRISTENHUSZ<sup>2</sup>,  
HARALD SCHNEIDER<sup>3,4</sup> and ILIA J. LEITCH<sup>1\*</sup>



Nepublikovaný údaj (I.J. Leitch in litt.) *Tmesipteris  
oblanceolata* z Nové Kaledonie má 328 pg !!!!!!!!!!!!!



## 2. řád *Ophioglossales* moonworts



Drobného vzrůstu nadzemní části (~ listy) dichotomicky rozdělené na:  
plochou sterilní (poněkud masitou) čepel (trofofor)  
a fertlní sporofor hustě posetý sporangii. Pod zemí oddenek.

# *Ophioglossaceae* 4/90 – od tropů po mírné pásmo

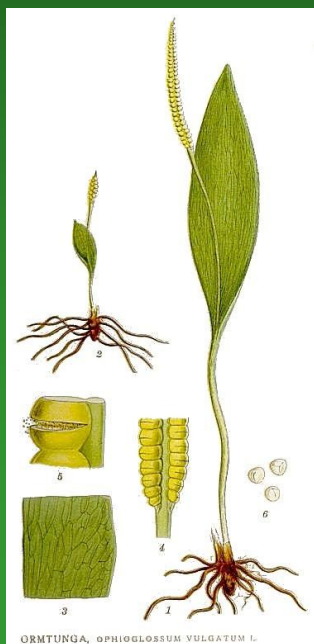


# Rostou terestricky nebo epifytně

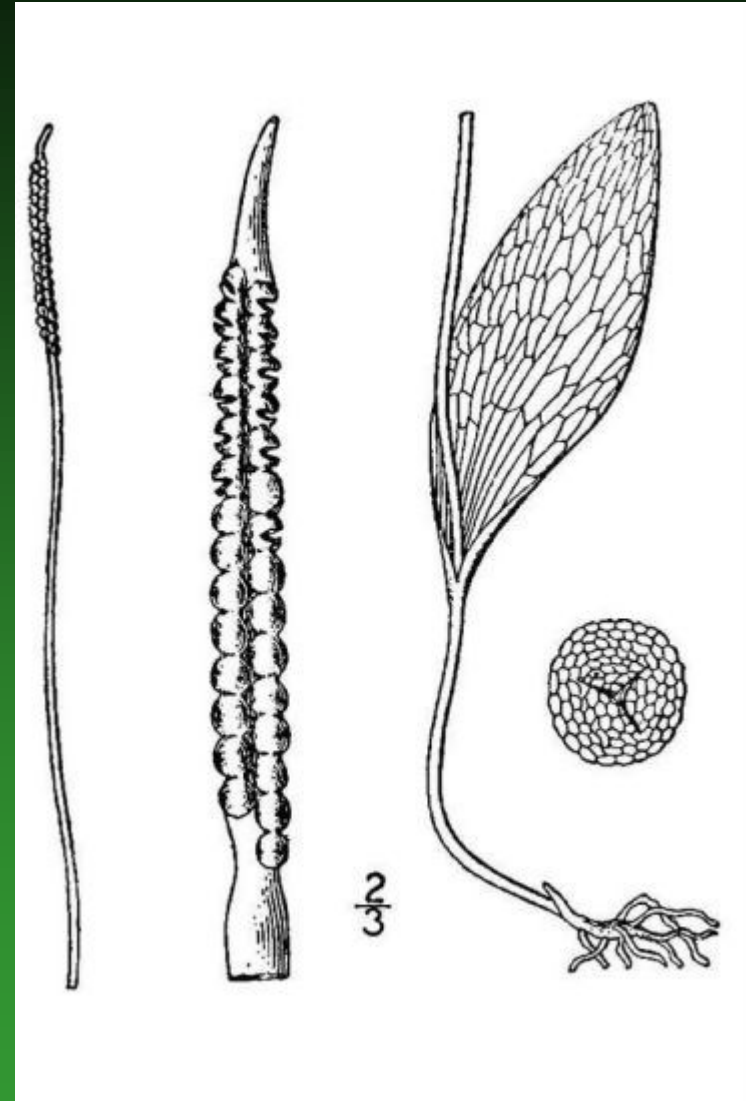
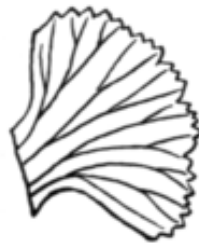


**List** u našich druhů jediný, u tropických jsou až 4.

častá je shoda v členění sterilní čepele a sporoforu



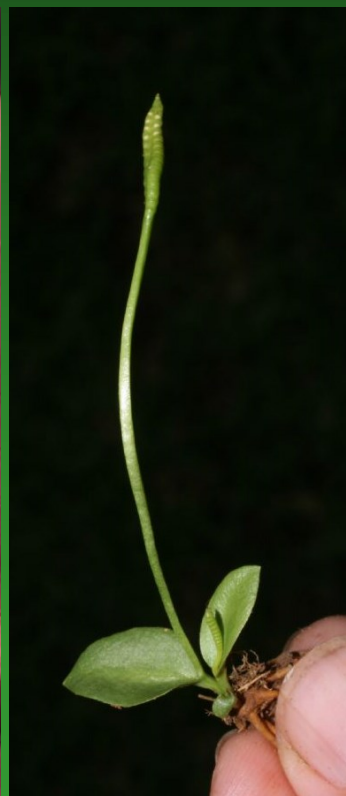
# žilnatina čepele u našich druhů - vidličnatá až síťnatá





**Oddenek** našich druhů  
hlízovitý nebo krátce plazivý

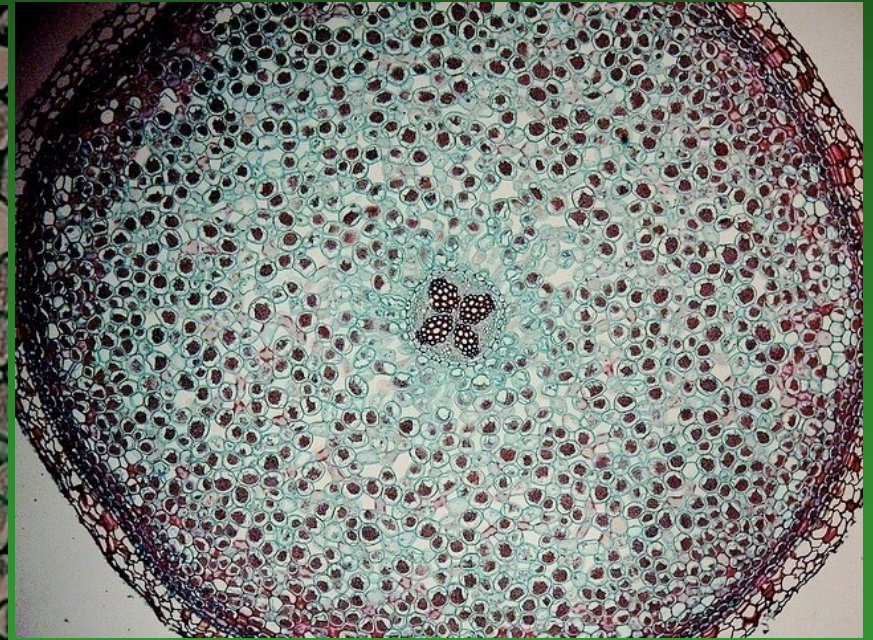
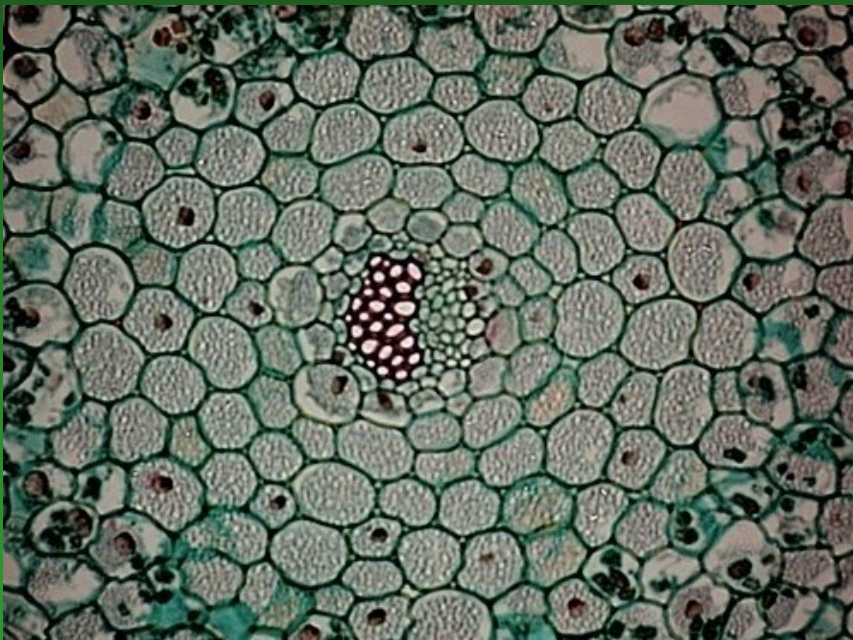
**Kořeny**  
chudě vidličnatě větvené,  
hladké bez rhizoidů



**Mykorrhiza** nahrazuje chybějící rhizoidy  
(mykorrhizická vlákna = tmavé fialové tečky na snímcích)

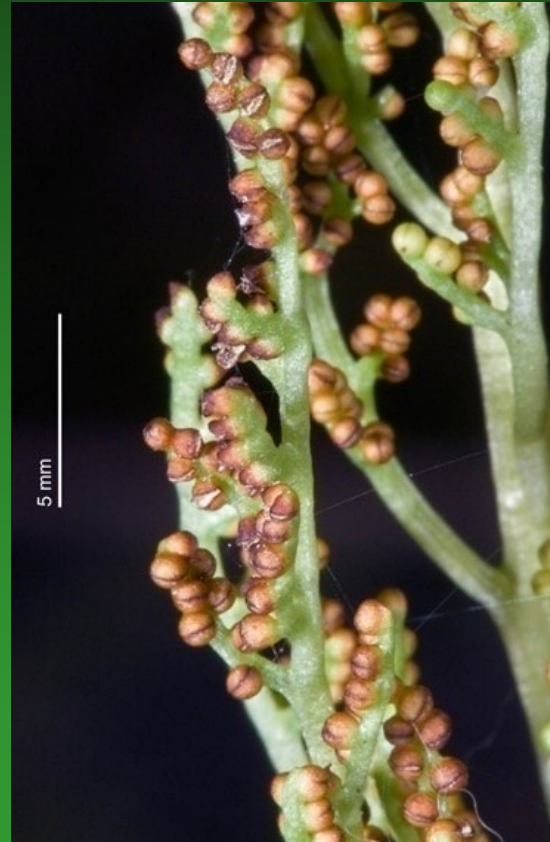
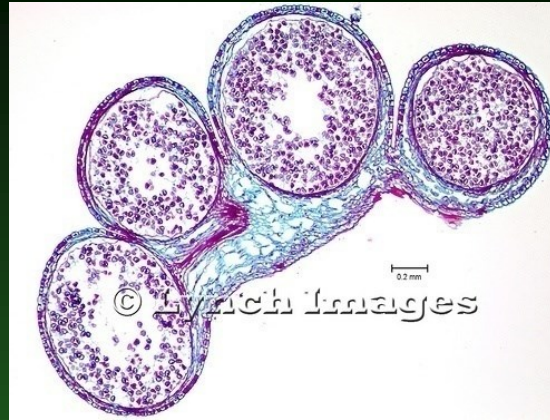
Cévní svazek **v kořeni** (exarchní) **aktinostélé**

– monoarchní (*Ophioglossum*) nebo tetrarchní (*Botrychium*)

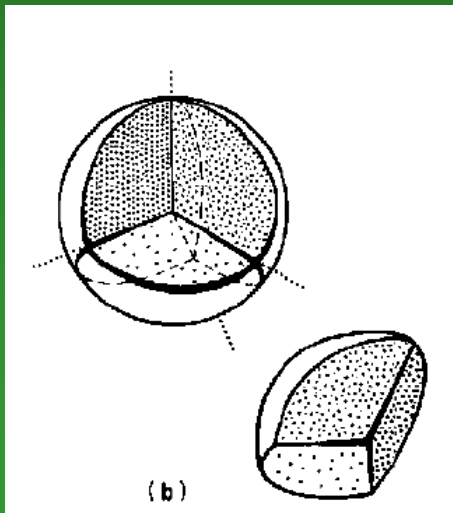


**Sporangia** - kulovitá  
eusporangiátní, izosporická

**Spóry** - triletní, bez  
chlorofylu



Meióza = 2 karyokinéze + 1 cytokinéze





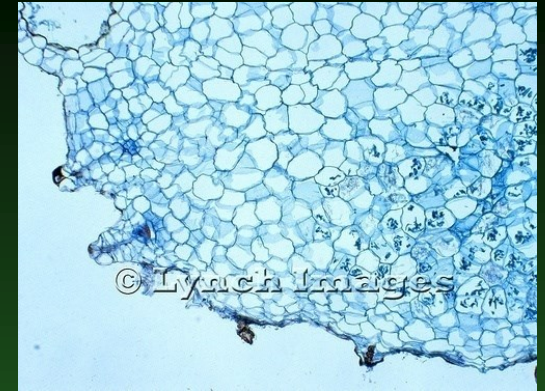


**Gametofyt** (= prothalamium), nezelený, podzemní, mykotrofně vyživovaný dlouhověký, (až 10 let, než vzniknou gametangia) kulovitý, válcovitý nebo vidličnatě větvený až 6 cm dlouhý

Gametangia ponořená do pletiva

Embryo může několik let žít v gametofytu, ten tak vyživuje mladý sporofyt

gametofyt  
*Ophioglossum engelmannii*



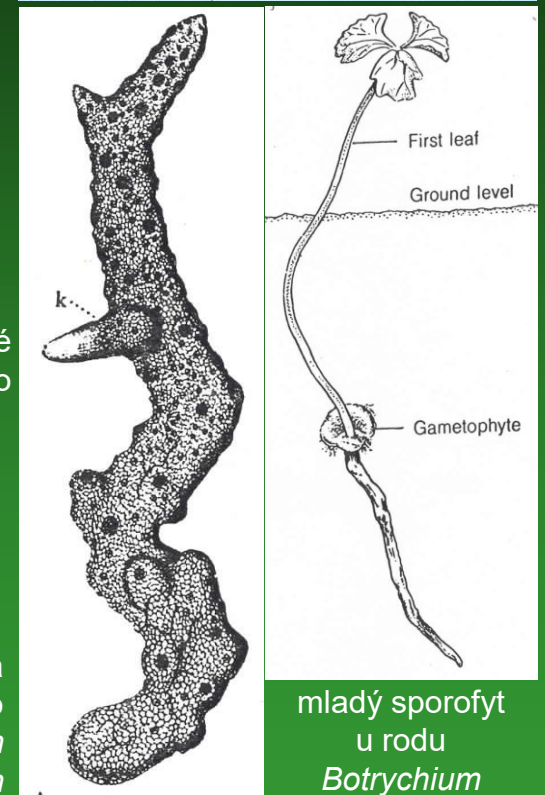
© Lynch Images



gametofyt rodu  
*Botrychium*  
pěstovaný *in vitro*

gametofyt a  
embryo  
*Ophioglossum vulgatum*

mladé  
embryo

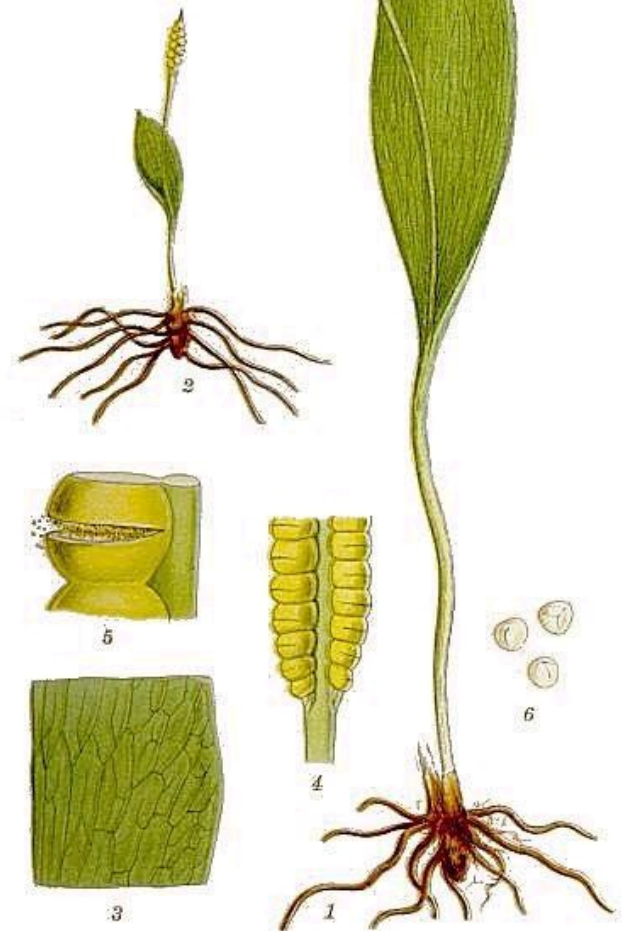
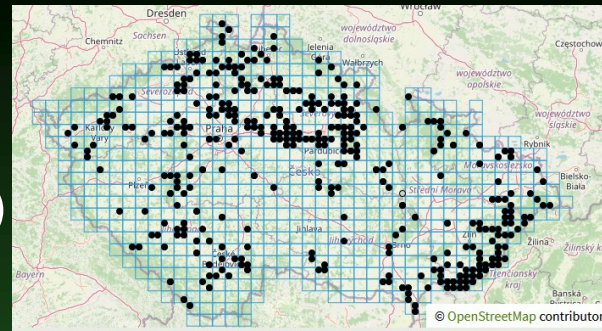


mladý sporofyt  
u rodu  
*Botrychium*

# rod *Ophioglossum*,

(ca 30 většinou tropických druhů)  
u nás jediný, velmi vzácný druh  
*Ophioglossum vulgatum*

Sterilní čepel celokrajná, často vejčité  
kopinatá.



ORMTUNGA, OPHIOGLOSSUM VULGATUM L.

## rod *Ophioglossum*,

Eusporangiátní sporangia ponořená do pletiva sporoforu ve 2 řadách.

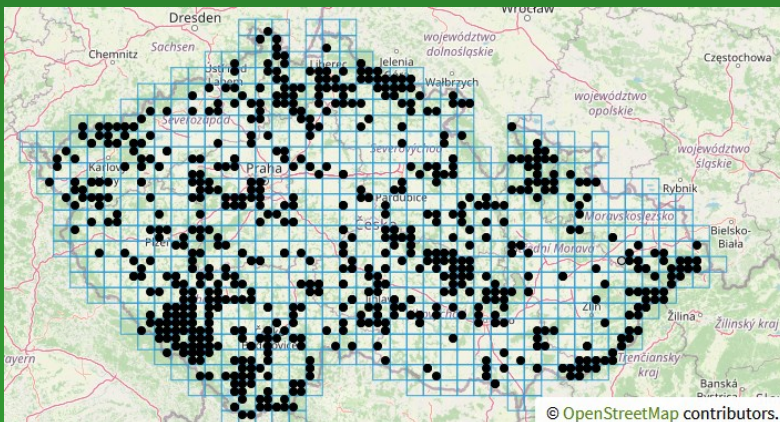


# rod *Botrychium*

(ca 50 druhů po celém světě)  
u nás vzácně 4 druhy relativně  
nejhojněji *Botrychium lunaria*  
sporangia pukají příčnou  
štěrbinou

Sterilní čepel laločnatá, s  
vidličnatou žilnatinou

Sporofor s přisedlými  
výtrusnicemi zpeřený.





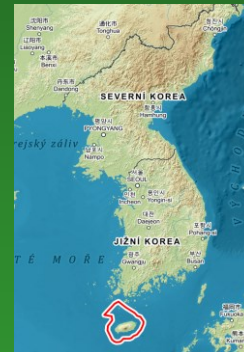
*Helminthostachys  
zeylandica*

Polynézie a Indomalajská oblast.

Dlanitě dělené čepele s výraznou střední žilkou

Sporangia ve spirále.

Domorodci jedí mladé spařené listy chřest  
Bratři Preslové mu proto říkali hlízelka sladká.  
(monotypický rod)



Podobná je *Mankyua chejuense*  
na sopečném ostrově Cheju při pobřeží  
Korejského poloostrova

# Rekordní počty chromosomů

*Ophioglossaceae* mají vysoké počty chromosomů –

*Ophioglossum reticulatum* má dosud největší zjištěný počet chromosomů na světě  
 $2n = \text{ca } 1440$



(nejmenší počty - 4 dosahují americký *Haplopappus gracilis* z čeledi *Asteraceae* a tráva *Zingiber biebersteiniana*)

# 2. třída *Equisetopsida* (přesličky)

horsetails



# Podzemní orgány – oddenek s kořeny

adventivní, vyrůstají na oddenku

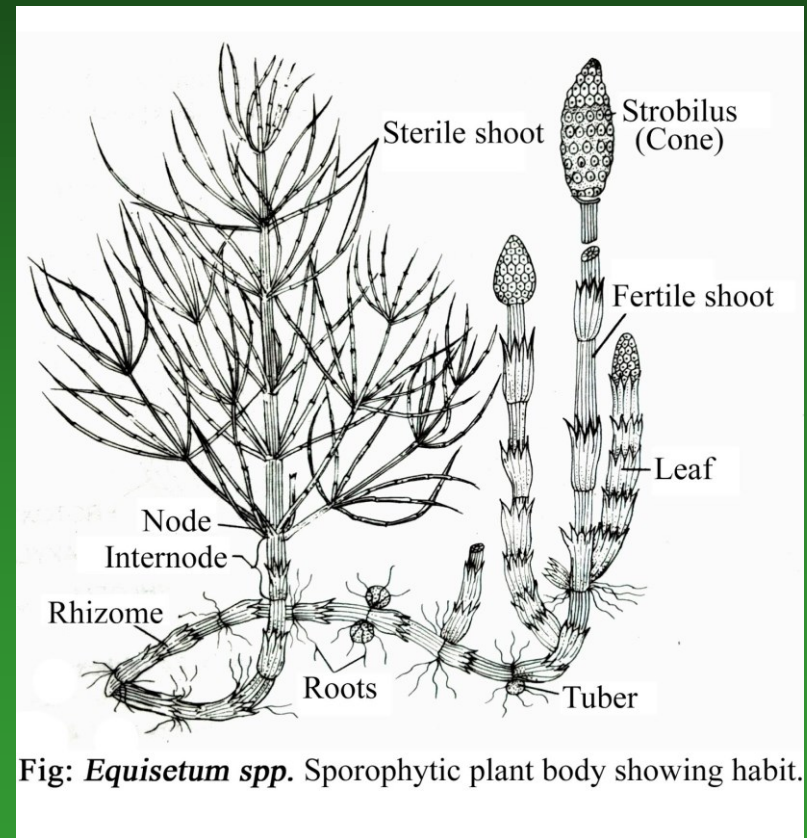


Fig: *Equisetum* spp. Sporophytic plant body showing habit.



# Listy – u recentních drobné a jednožilné



**Listy** – u recentních  
drobné a jednožilné



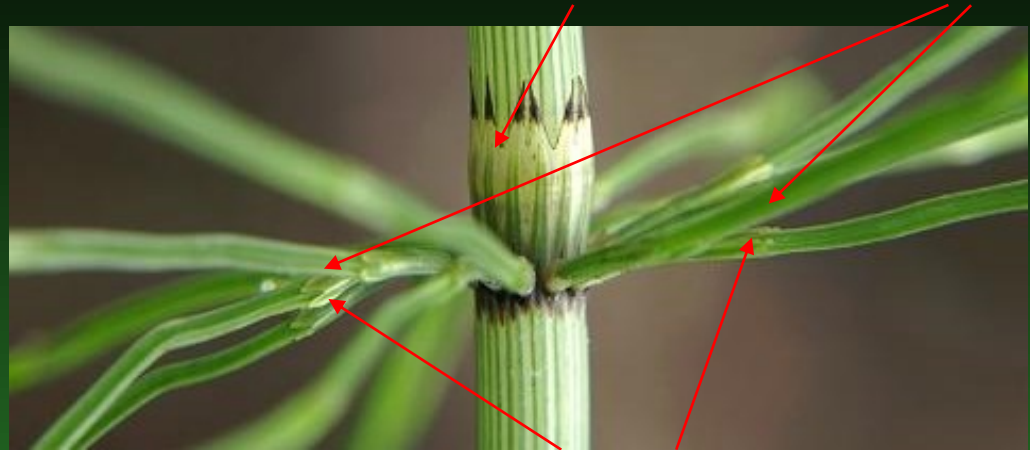
Bočně srůstají v zoubkovaný límeček nad přeslenem větví



**Listy** – u recentních  
drobné a jednožilné



Bočně srůstají v zoubkovaný límeček nad přeslenem větví

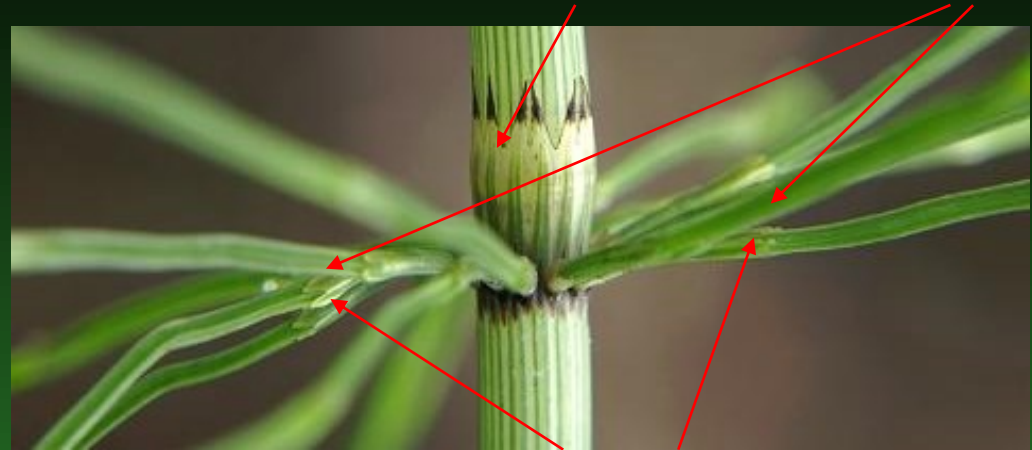


Jsou i na bočních větvích

**Listy** – u recentních  
drobné a jednožilné



Bočně srůstají v zoubkovaný límeček nad přeslenem větví



Jsou i na bočních větvích

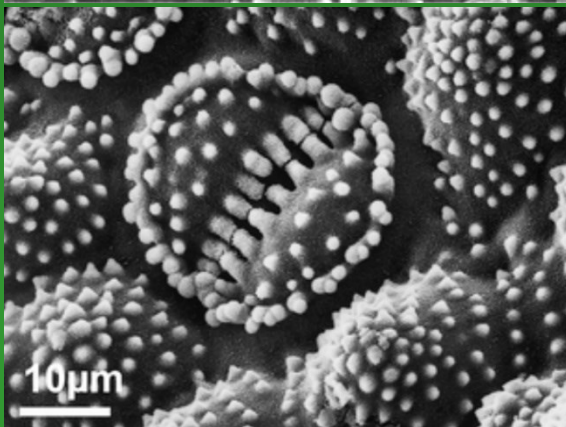
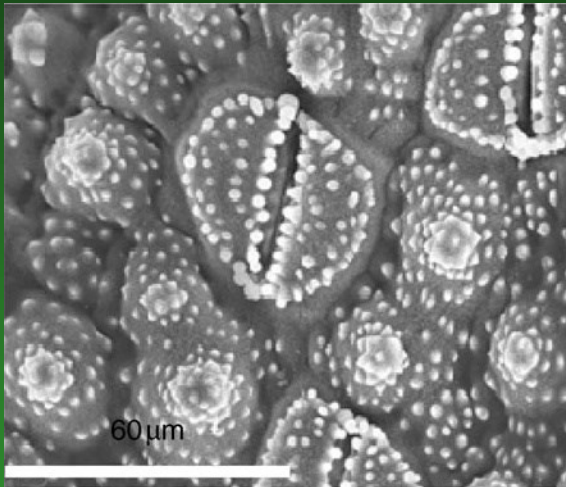
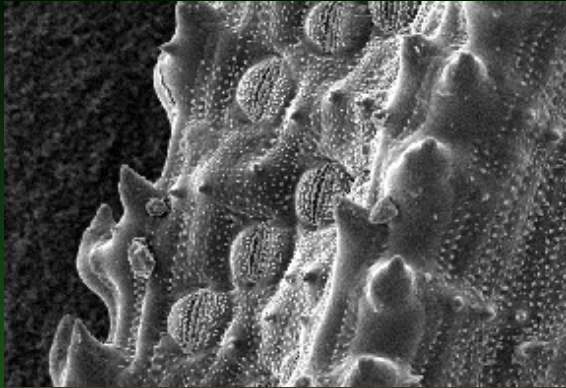
Vznikly redukcí vícežilných listů  
fosilních přesliček



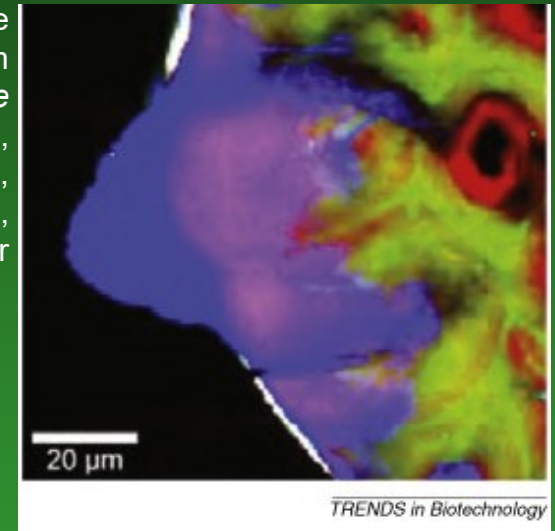
## Epidermis - silně inkrustovaná $\text{SiO}_2$ .

Hroty křemičitých tělísek vyčnívají nad epidermis, která je proto drsná = ochrana proti herbivorům

Popelem přesliček bohatým na křemičitá tělíska se čistilo nádobí a leštily se kovové předměty

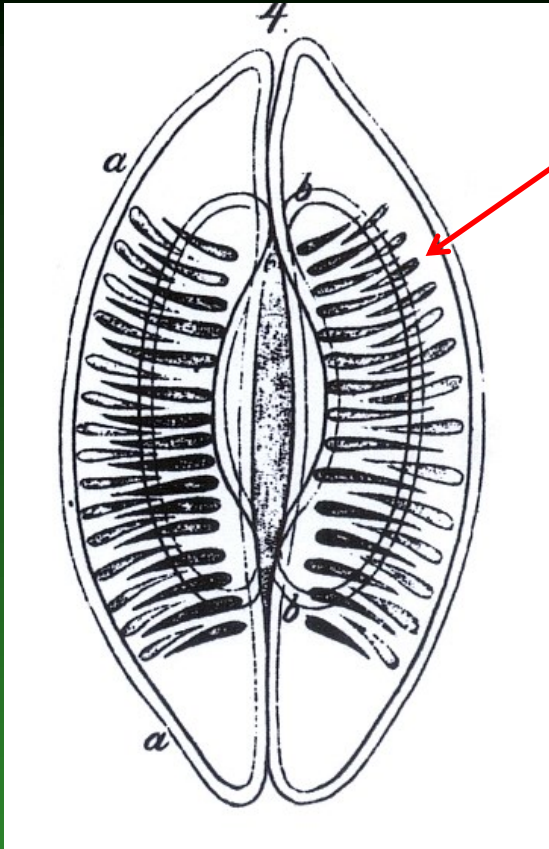


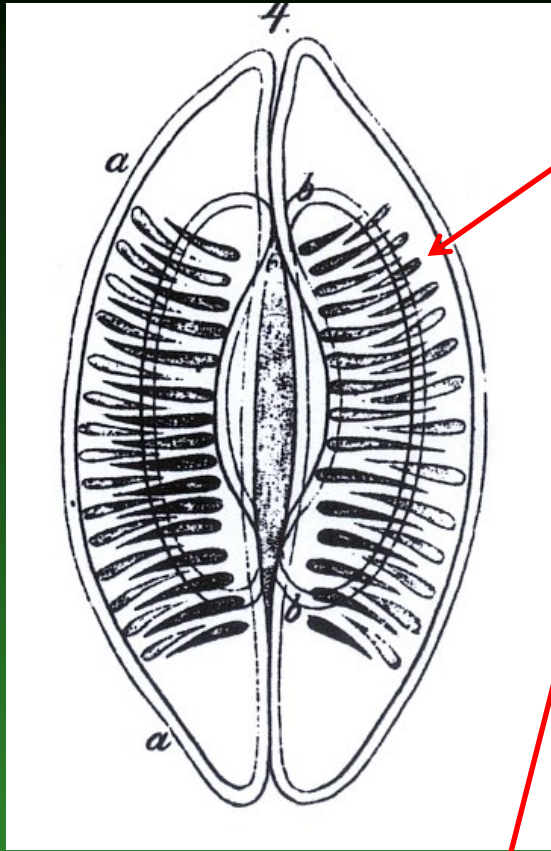
Konfokální Ramanova mikroskopie  
příčný řez křemičtým tělískem  
*Equisetum hyemale*  
blue = silica,  
green = pectin,  
red = cellulose,  
white = cuticular layer



Přesličky = jediné rostliny, pro které je křemík nezbytnou, nikoli jen prospěšnou, živinou

**Průduchy unikátní stavby  
subsidiární buňky s 7–24 žebry**





**Průduchy** unikátní stavby  
 subsidiární buňky s 7–24 žebry  
 svěrací buňky pod  
 subsidiárními buňkami – u jiných rostlin jsou  
 obojí v jedné rovině součástí povrchu epidermis

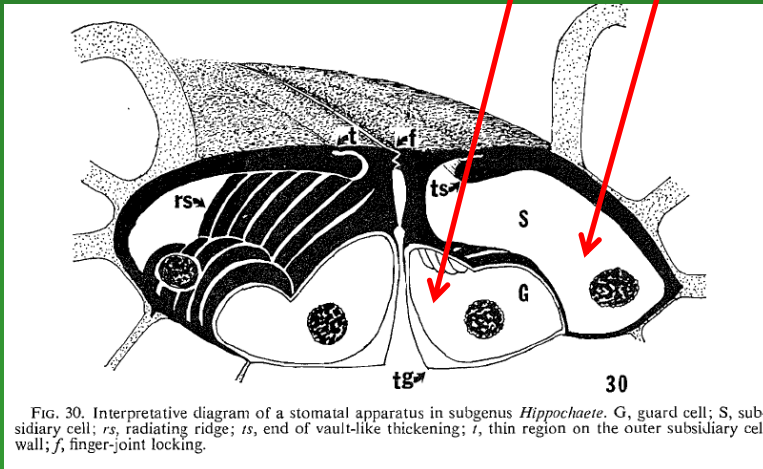


FIG. 30. Interpretative diagram of a stomatal apparatus in subgenus *Hippochaete*. G, guard cell; S, subsidiary cell; rs, radiating ridge; ts, end of vault-like thickening; t, thin region on the outer subsidiary cell wall; f, finger-joint locking.

**Průduchy unikátní stavby**  
 subsidiární buňky s 7–24 žebry  
 svěrací buňky pod

subsidiárními buňkami – u jiných rostlin jsou  
 obojí v jedné rovině součástí povrchu epidermis

Druhy podrodu *Hipochaete* mají průduchy  
 zanořené,

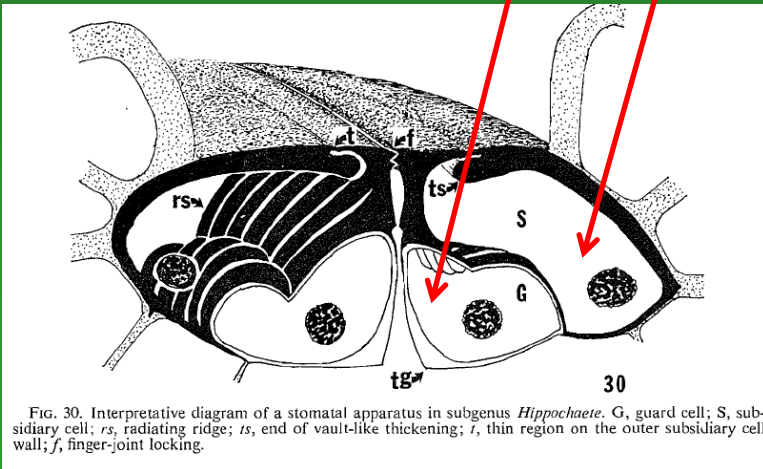
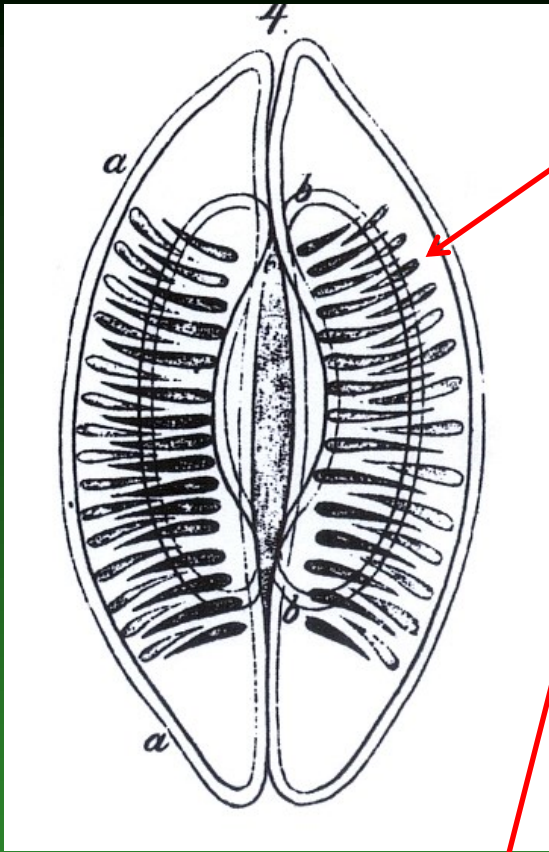
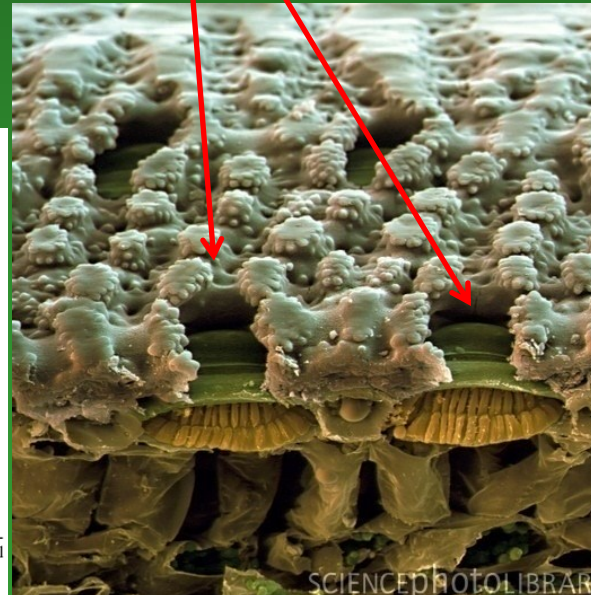


FIG. 30. Interpretative diagram of a stomatal apparatus in subgenus *Hipochaete*. G, guard cell; S, subsidiary cell; rs, radiating ridge; ts, end of vault-like thickening; t, thin region on the outer subsidiary cell wall; f, finger-joint locking.





**Průduchy unikátní stavby**  
 subsidiární buňky s 7–24 žebry  
 svěrací buňky pod

**subsidiárními buňkami** – u jiných rostlin jsou  
 obojí v jedné rovině součástí povrchu epidermis

Druhy podrodu *Hipochaete* mají průduchy  
 zanořené, druhy typového podrodu (*Equisetum*  
 subgen. *Equisetum*) nikoli

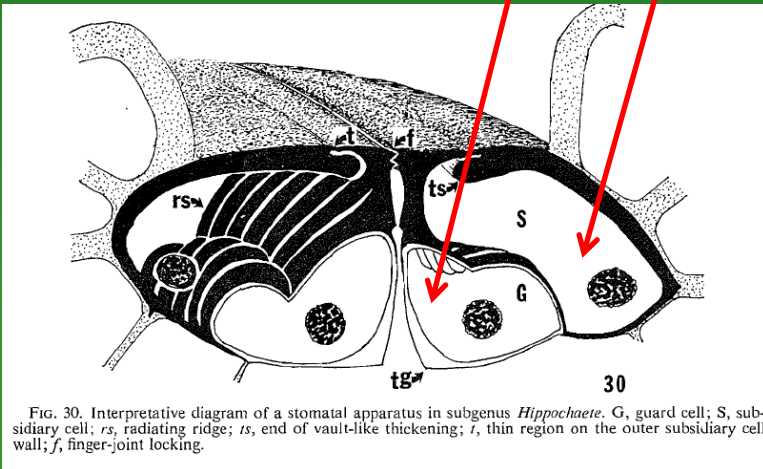
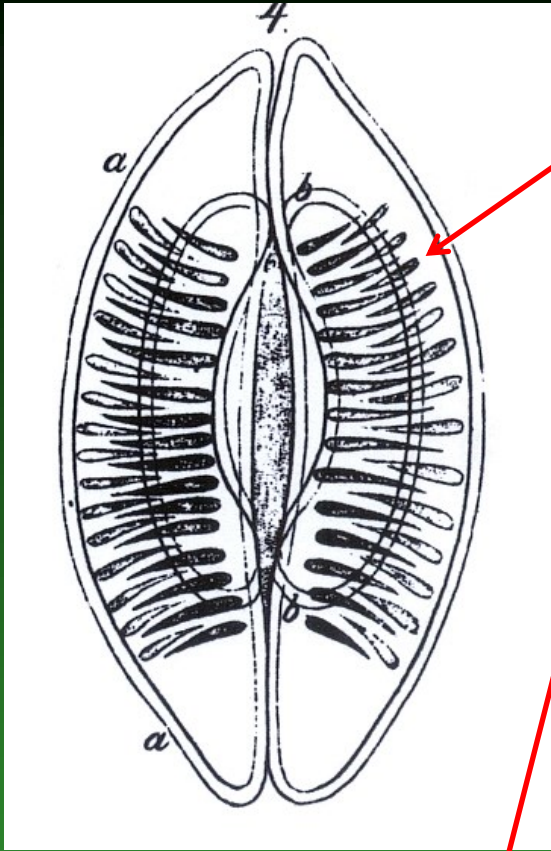
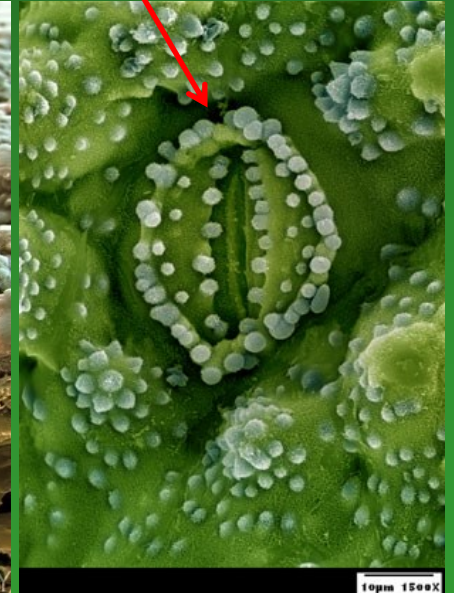
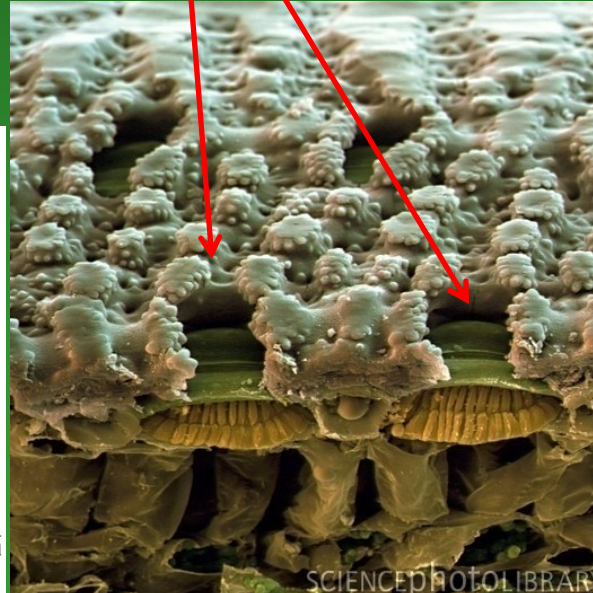


FIG. 30. Interpretative diagram of a stomatal apparatus in subgenus *Hipochaete*. G, guard cell; S, subsidiary cell; rs, radiating ridge; ts, end of vault-like thickening; t, thin region on the outer subsidiary cell wall; f, finger-joint locking.



# Stonek článkovaný, přeslenitě větvený, podélně rýhovaný

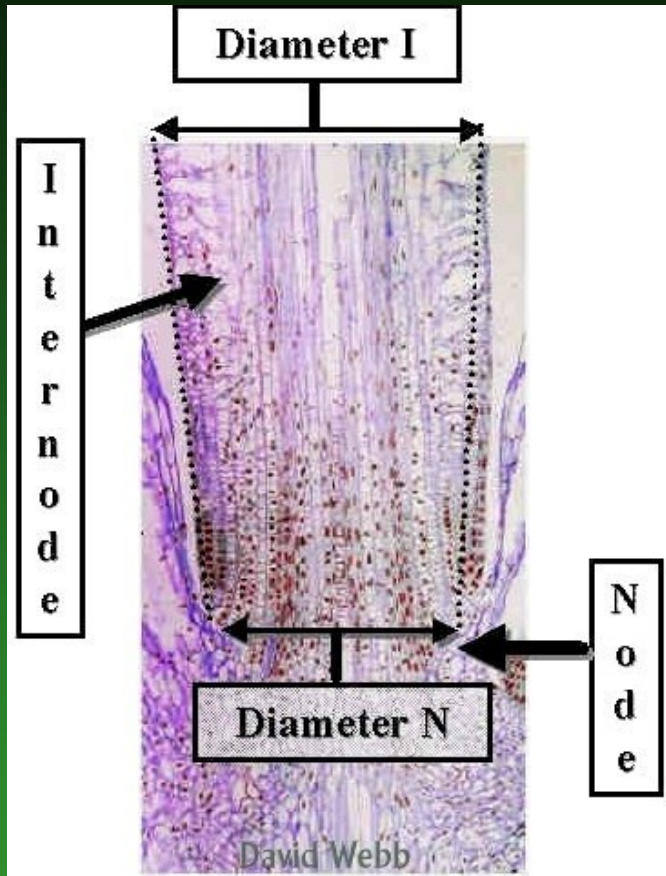


(C) 1999 Dr. Heather Poe. All Rights Reserved. P.O. Box 509, Redmond, WA. 98073  
Digital photographs were either taken near Bear Creek or of species observed near Bear Creek.



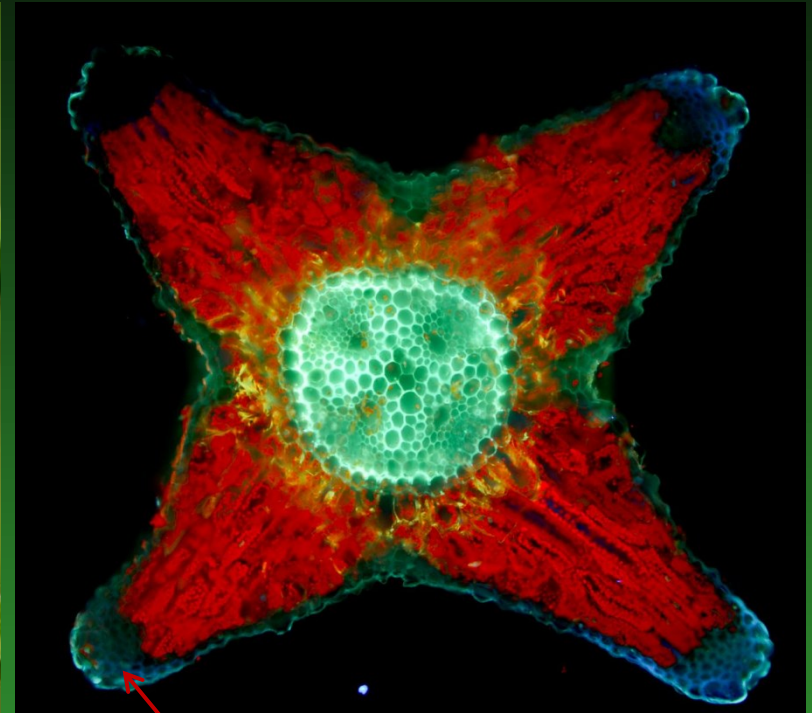
Boční větve vyrůstají mezi listy, zatímco u semenných rostlin v paždí listů

V nodech interkalární meristém

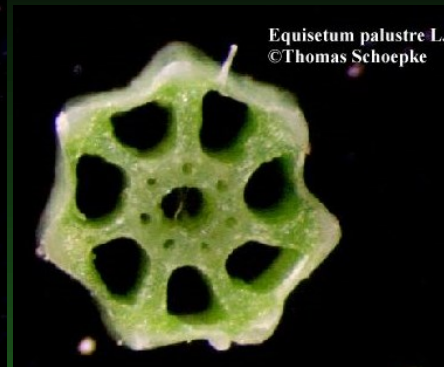


Zajišťující prodlužování stonku

# Boční větve méně žeber než hlavní stonek (u *Equisetum arvense* 4 žebra)

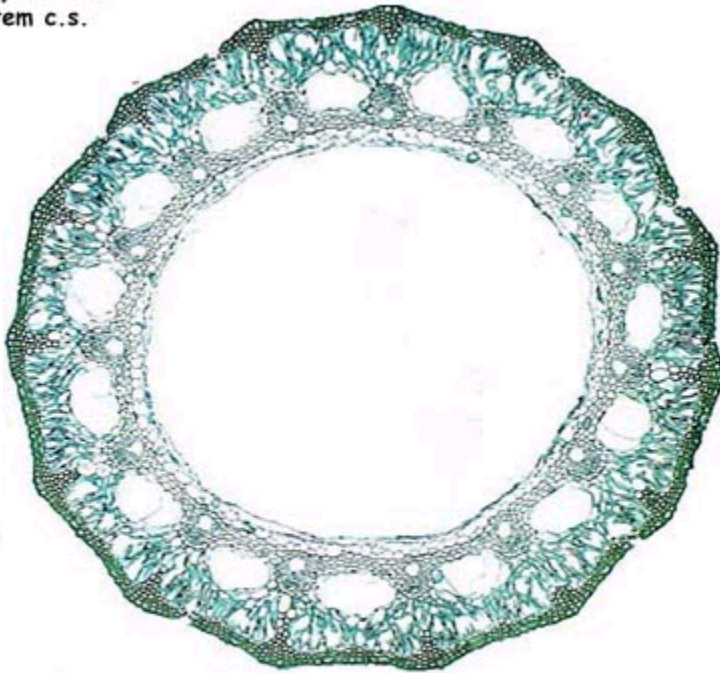


sklerenchym



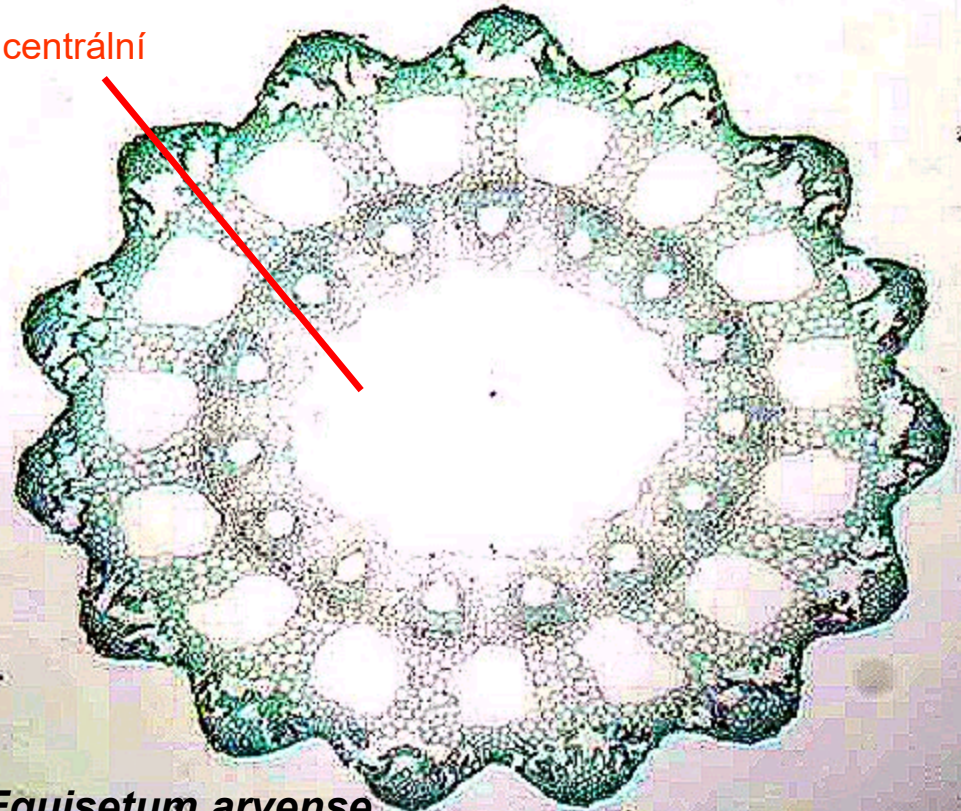
Rýhy (= valemulae) se střídají s žebry (= carinae), uvnitř stonku 3 typy dutin: (i) centrální (lysigenní)

*Equisetum*  
stem c.s.

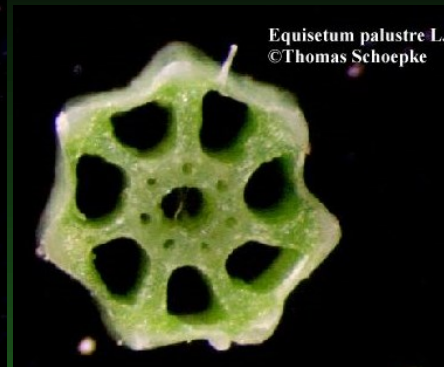


From Multimedia Toolkit for Educators in the Plant Sciences  
Produced by Michael Clayton  
Used with permission

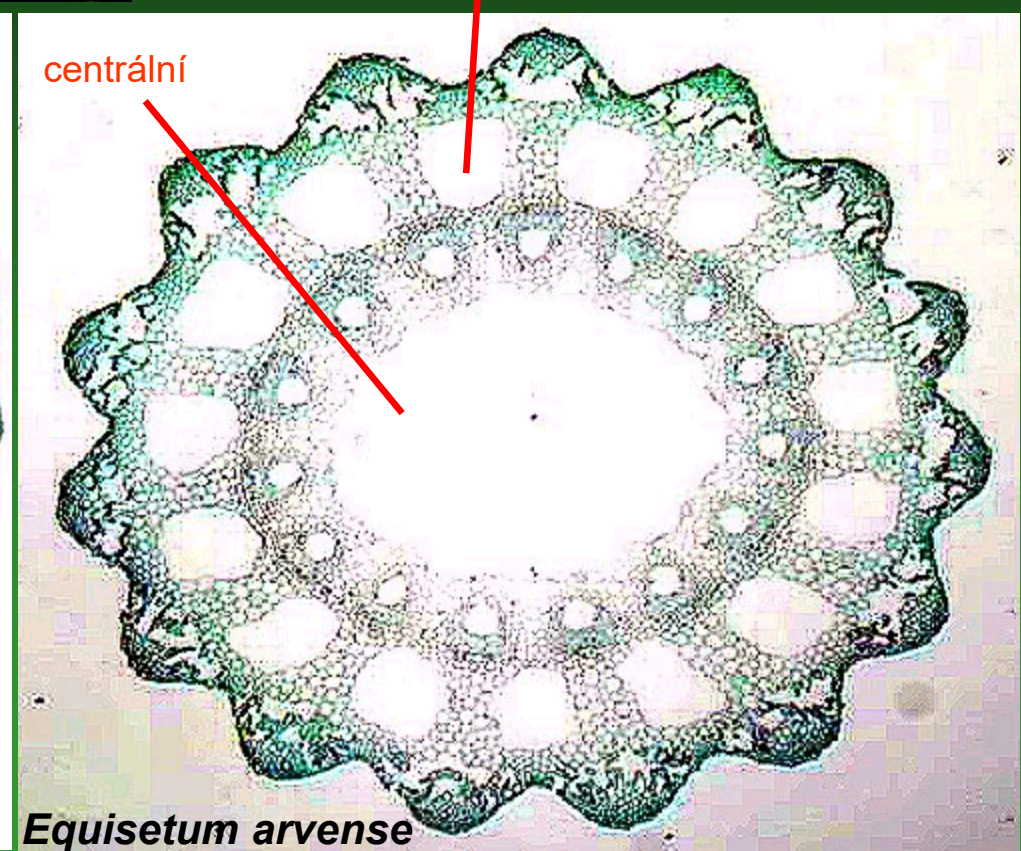
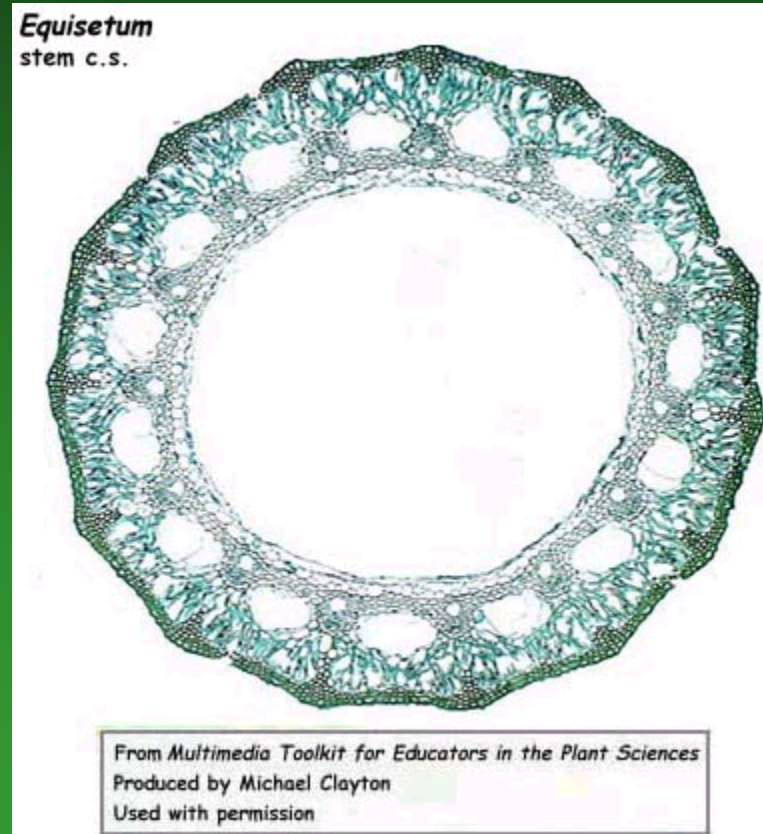
centrální

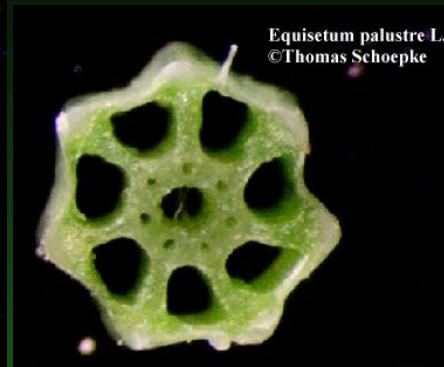


*Equisetum arvense*

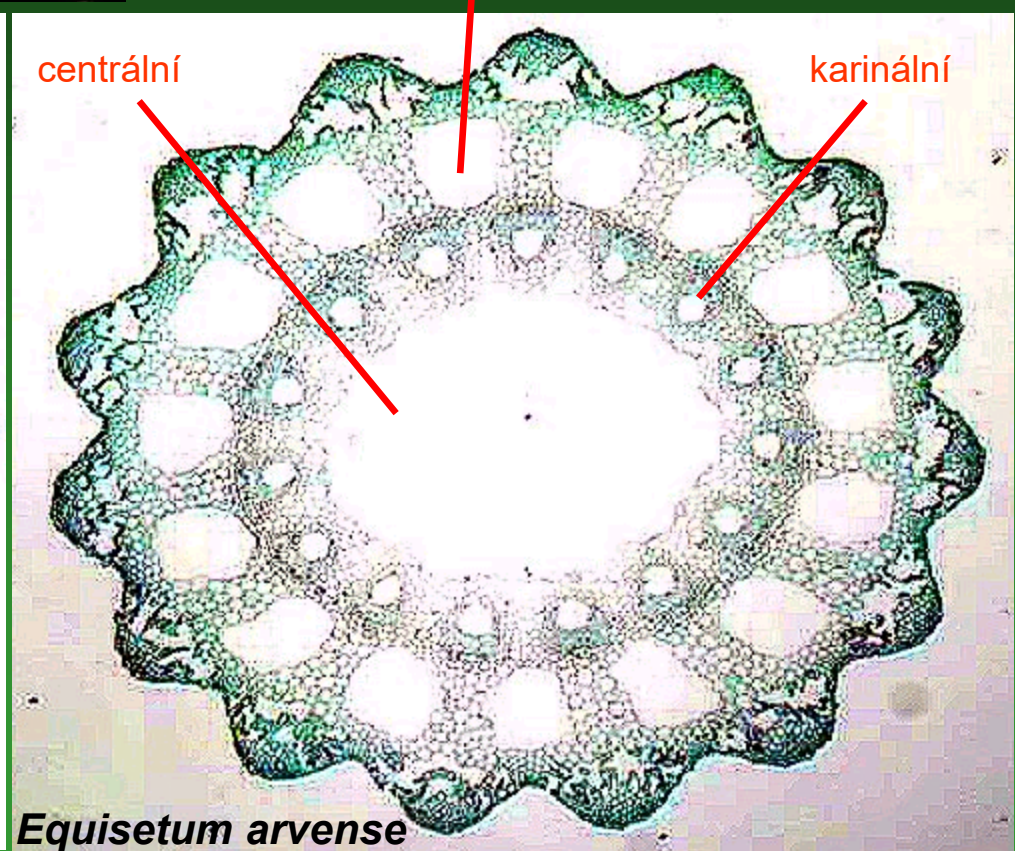
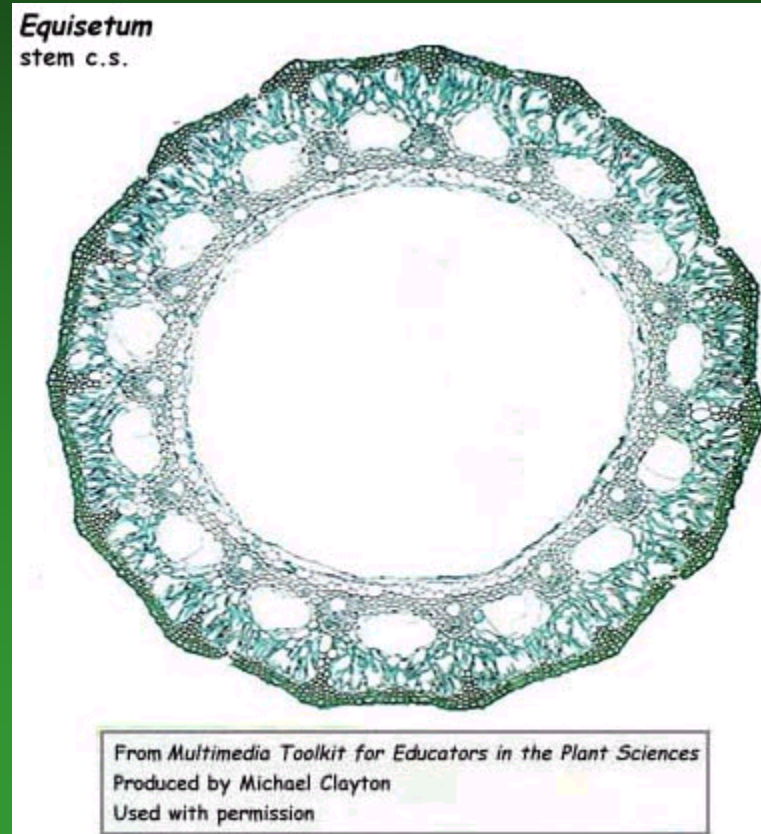


Rýhy (= valemkulae) se střídají s žebry (= carinae), uvnitř stonku 3 typy dutin: (i) centrální (lysigenní), (ii) valemkulárními





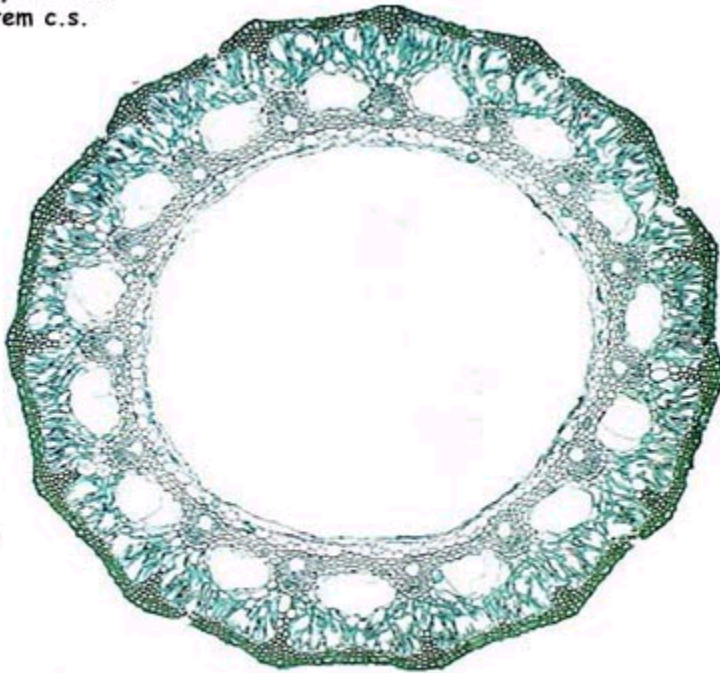
Rýhy (= valemulae) se střídají s žebry (= carinae), uvnitř stonku 3 typy dutin: (i) centrální (lysigenní), (ii) valemulárními a (iii) karinálními  
Dutiny přerušené přepážkami v nodech



Konstrukční pevnost, rozvod CO<sub>2</sub>

Rýhy (= valemulae) se střídají s žebry (= carinae), uvnitř stonku 3 typy dutin: (i) centrální (lysigenní), (ii) valemulárními a (iii) karinálními  
Dutiny přerušené přepážkami v nodech

*Equisetum*  
stem c.s.

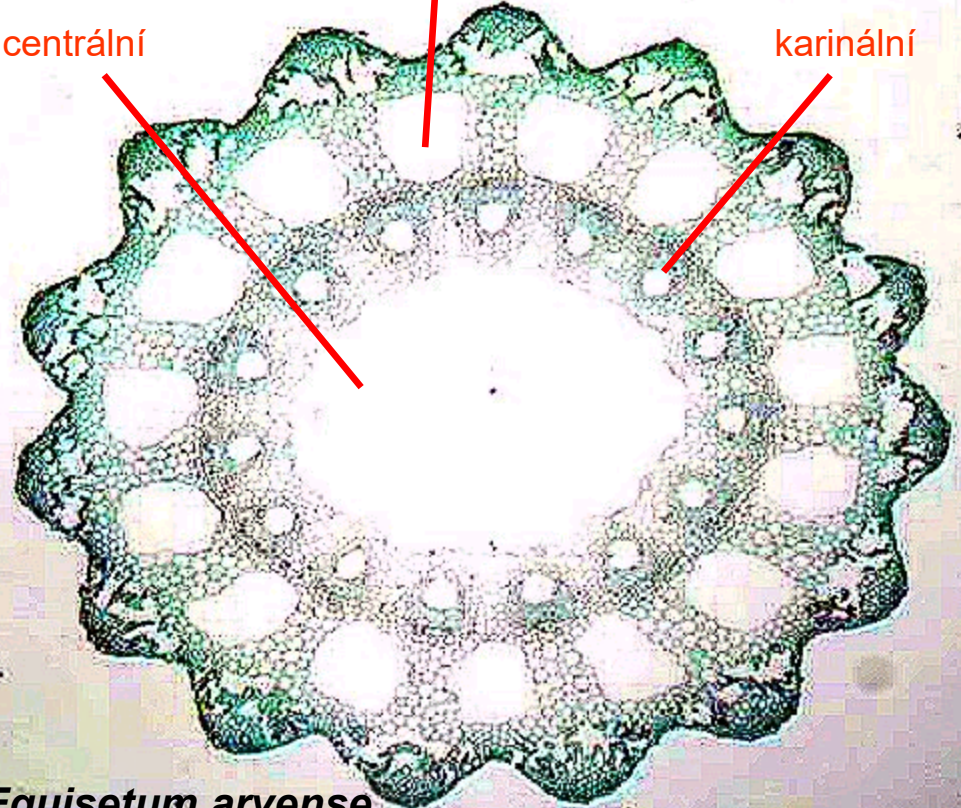


From Multimedia Toolkit for Educators in the Plant Sciences  
Produced by Michael Clayton  
Used with permission

centrální

valemulární

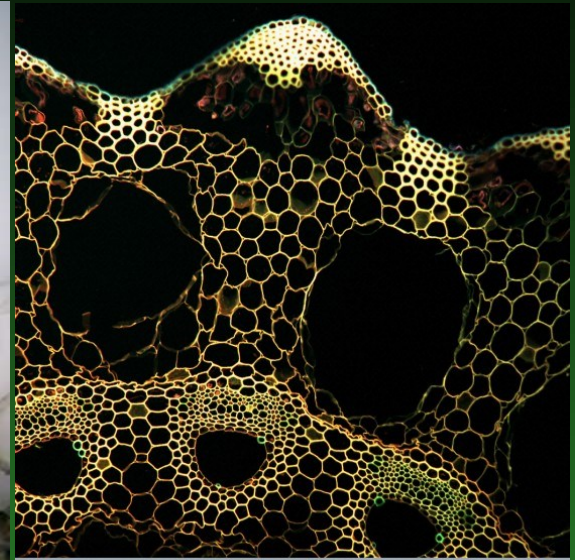
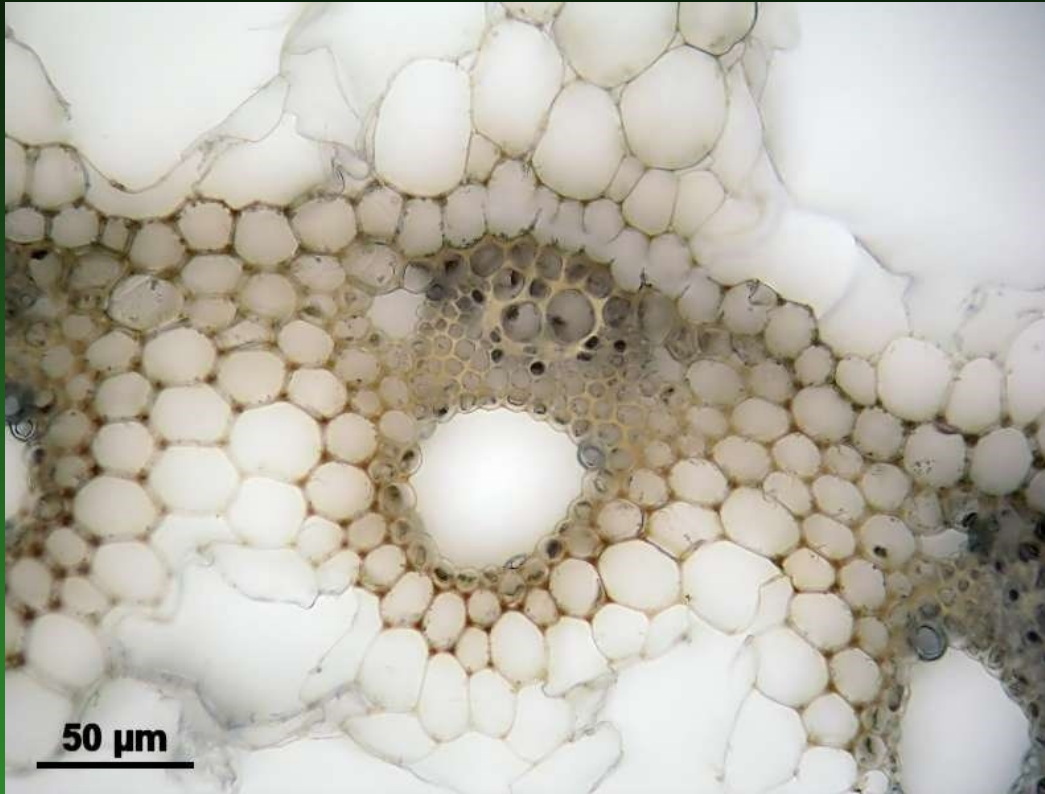
karinální



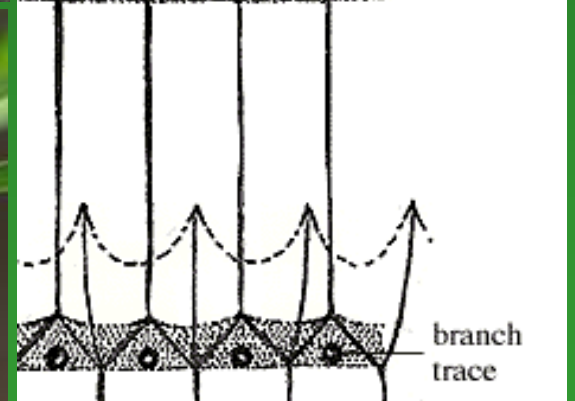
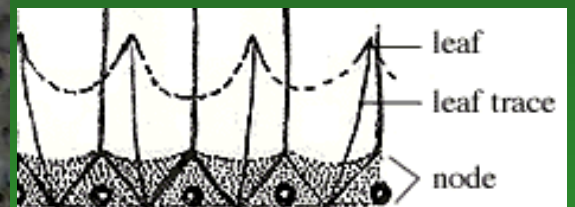
*Equisetum arvense*



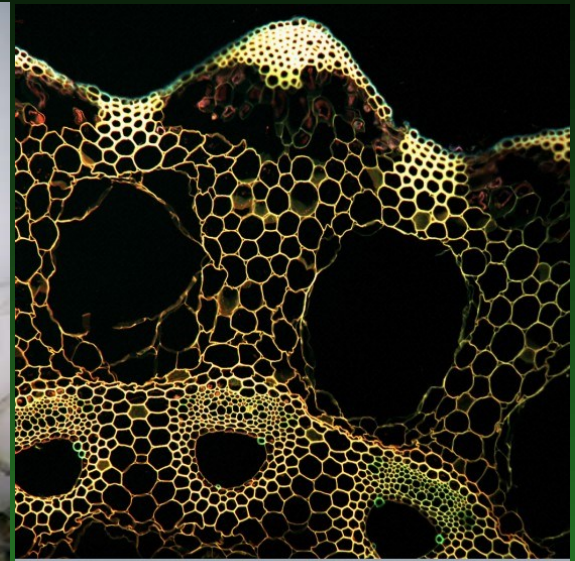
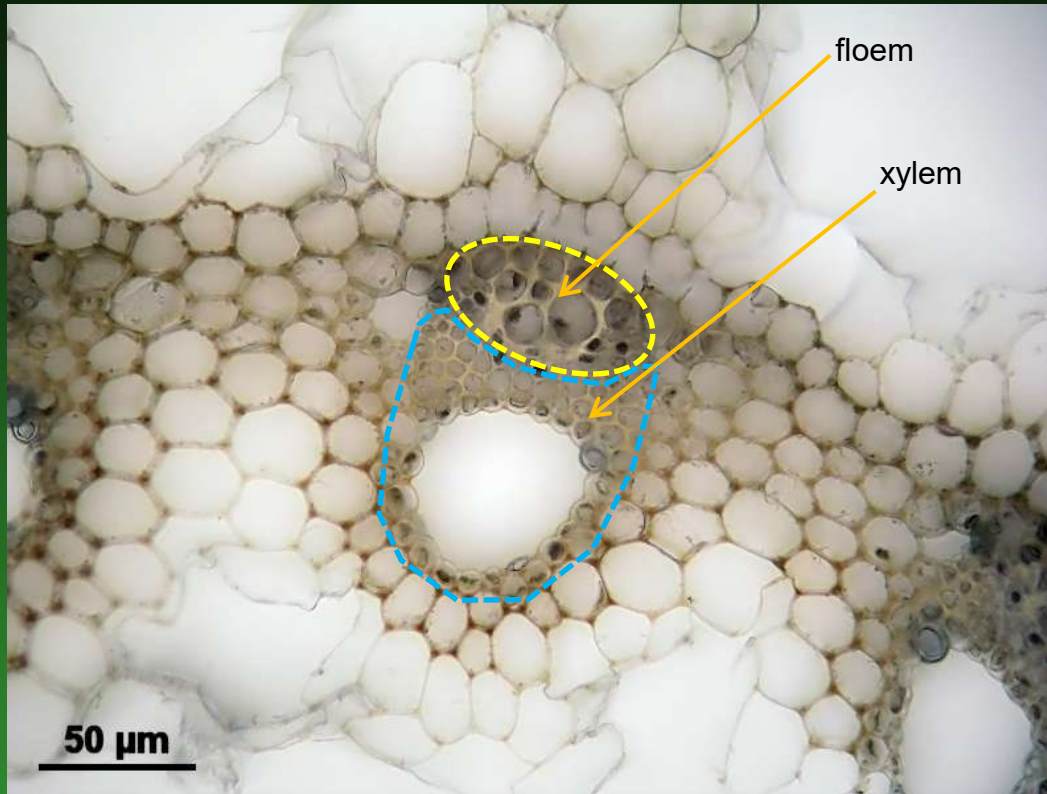
# Vodivá pletiva – arthrostélé s „trachejemi“ (= dutinami karinálními)



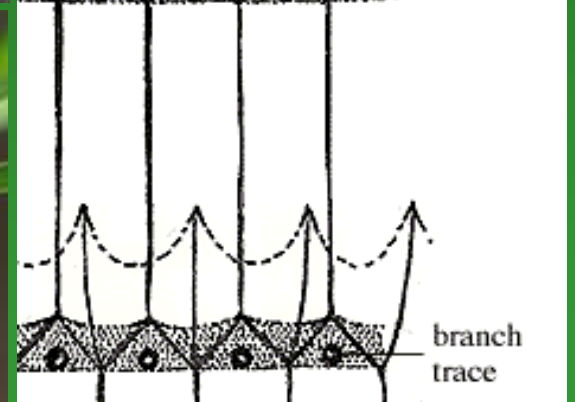
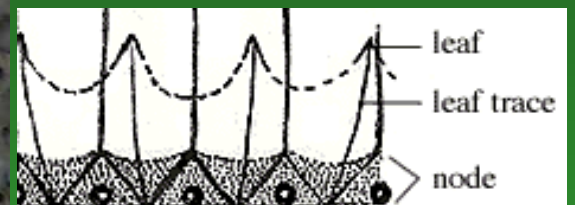
Wellcome Images



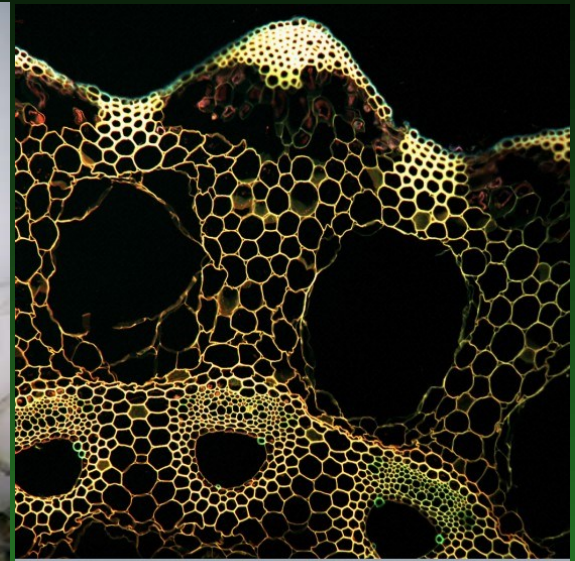
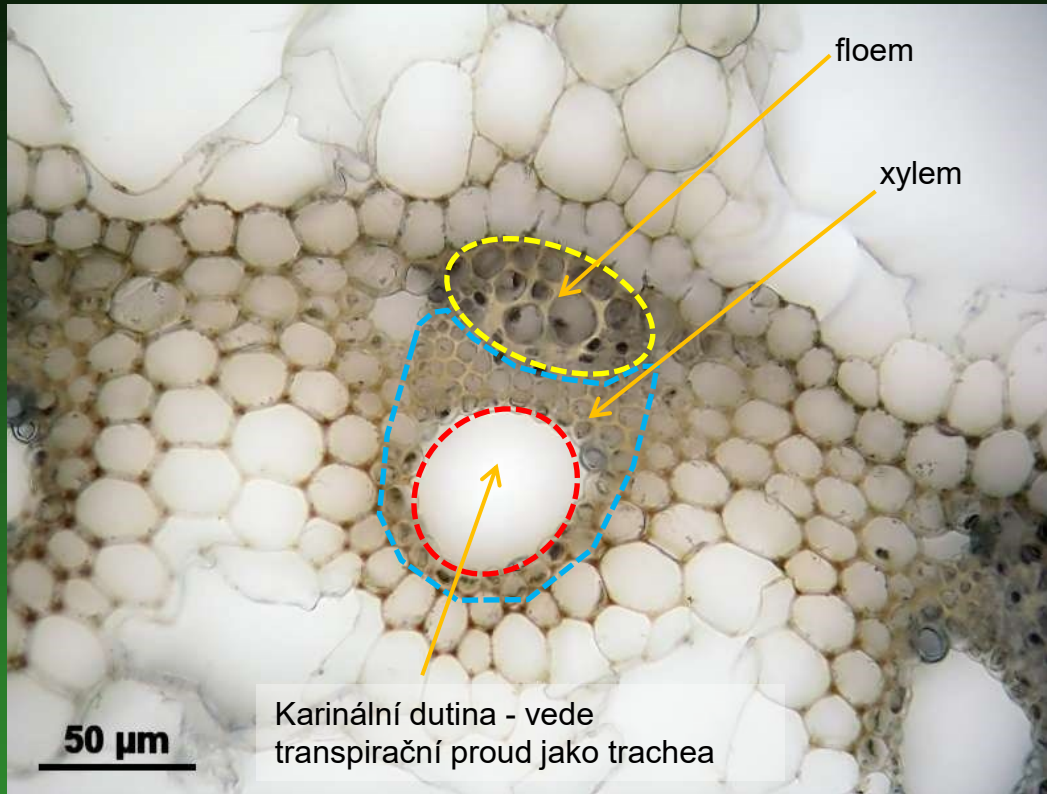
# Vodivá pletiva – arthrostélé s „trachejemi“ (= dutinami karinálními)



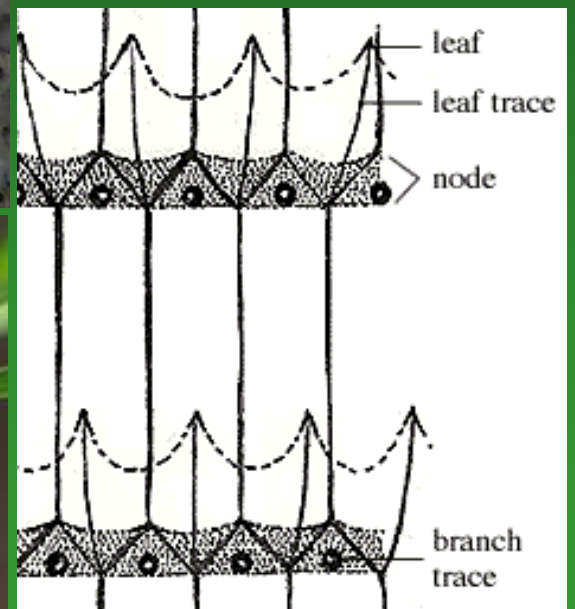
Wellcome Images



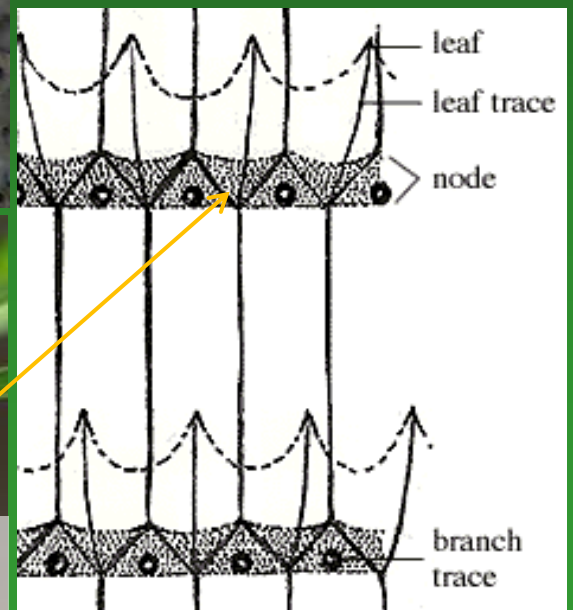
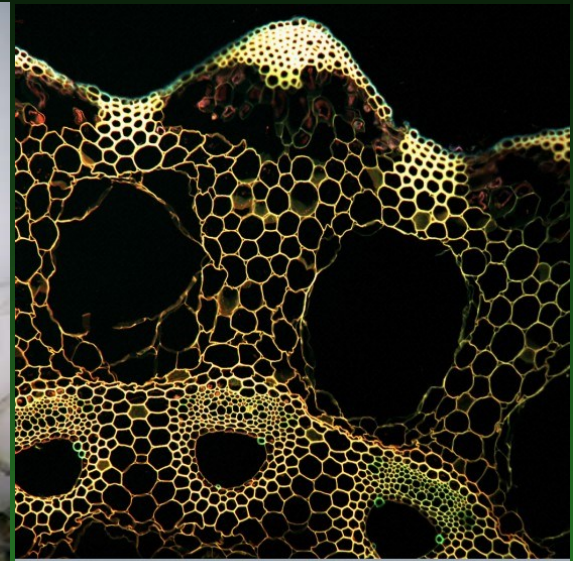
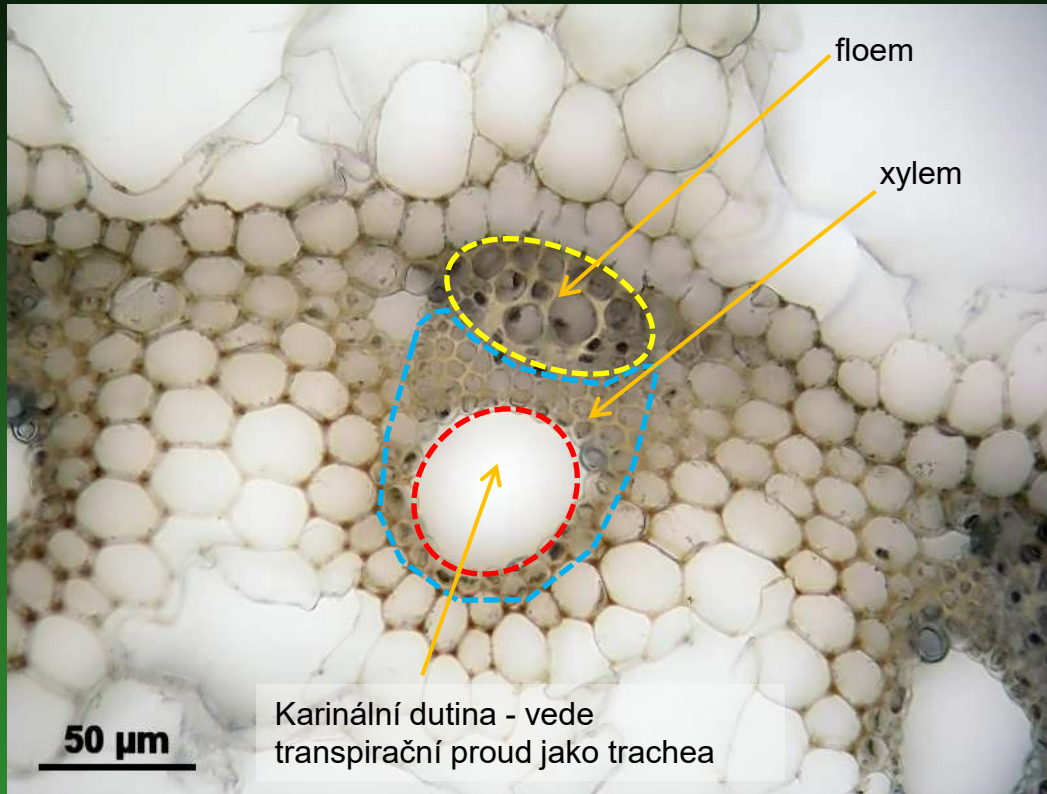
# Vodivá pletiva – arthrostélé s „trachejemi“ (= dutinami karinálními)



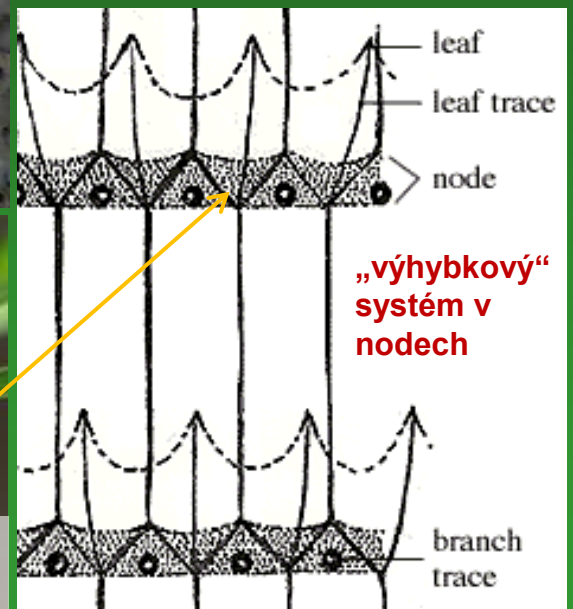
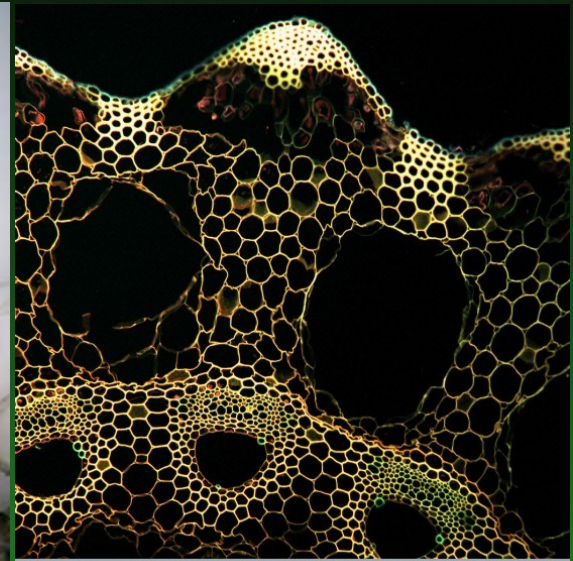
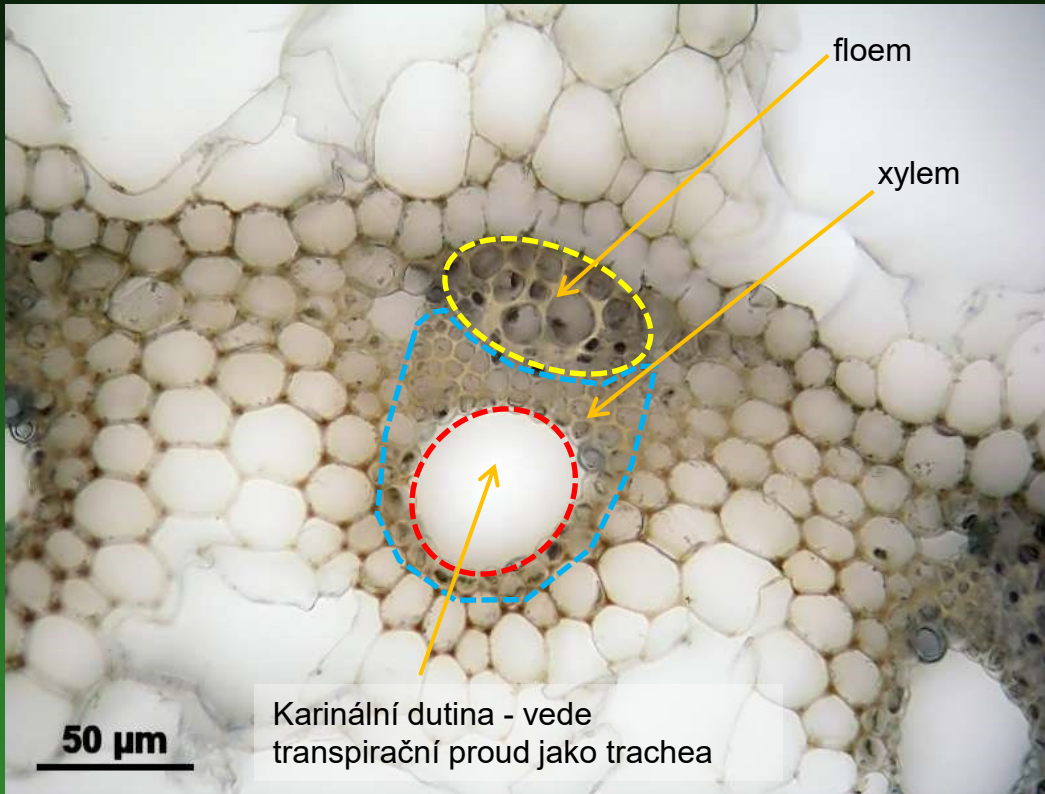
Wellcome Images



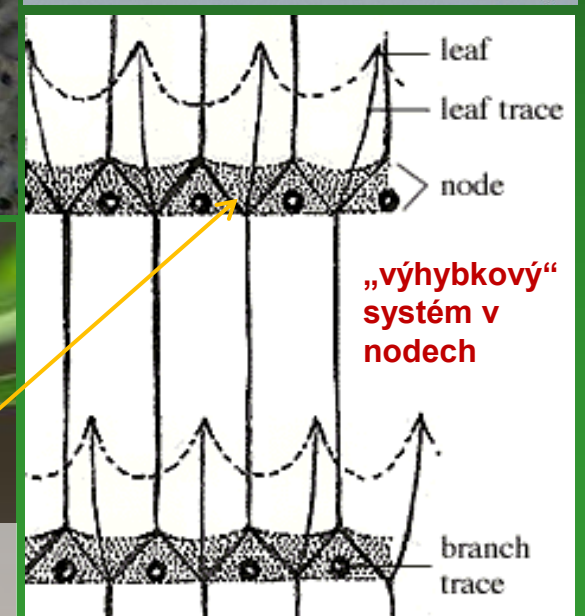
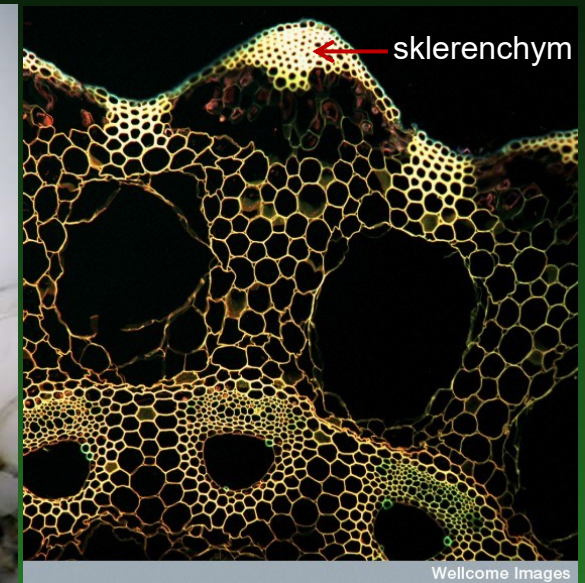
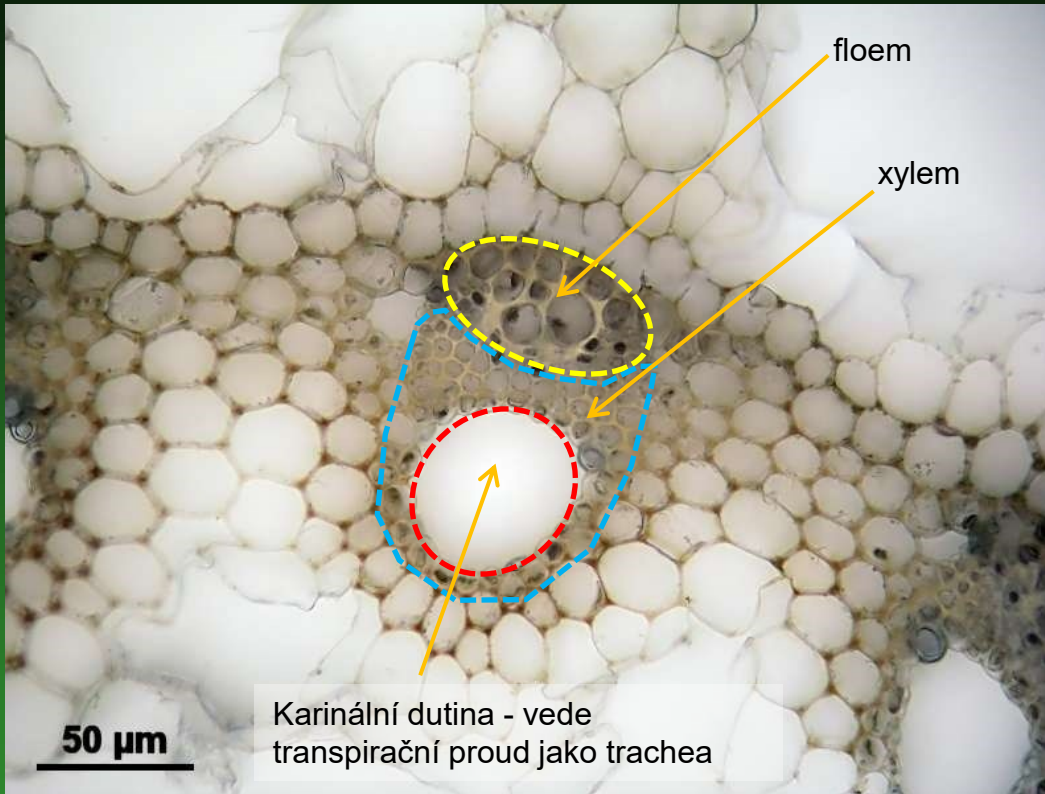
# Vodivá pletiva – arthrostélé s „trachejemi“ (= dutinami karinálními)



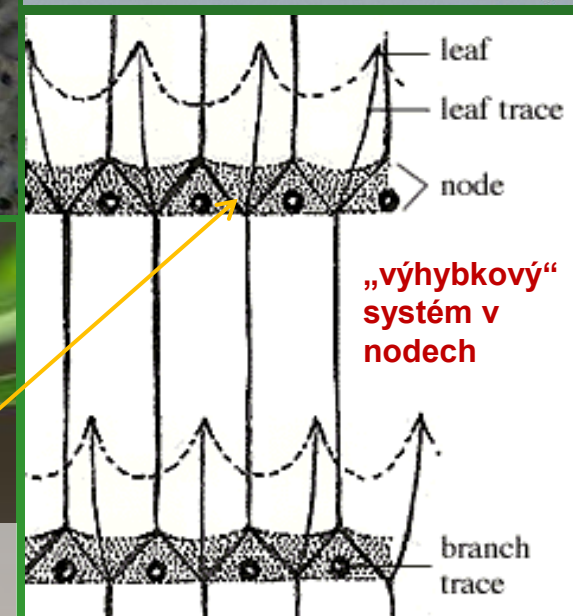
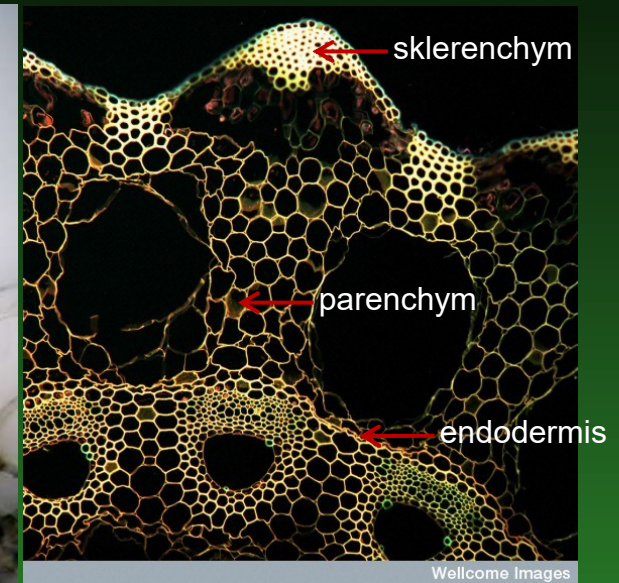
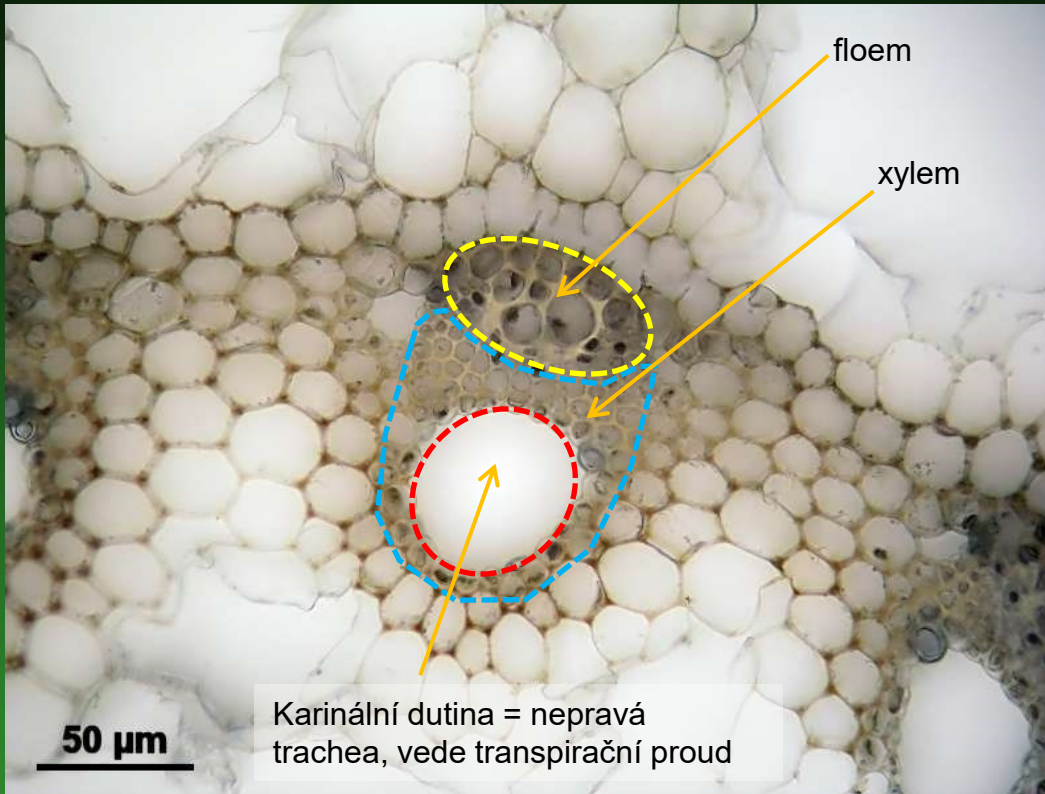
# Vodivá pletiva – arthrostélé s „trachejemi“ (= dutinami karinálními)



# Vodivá pletiva – arthrostélé s „trachejemi“ (= dutinami karinálními)

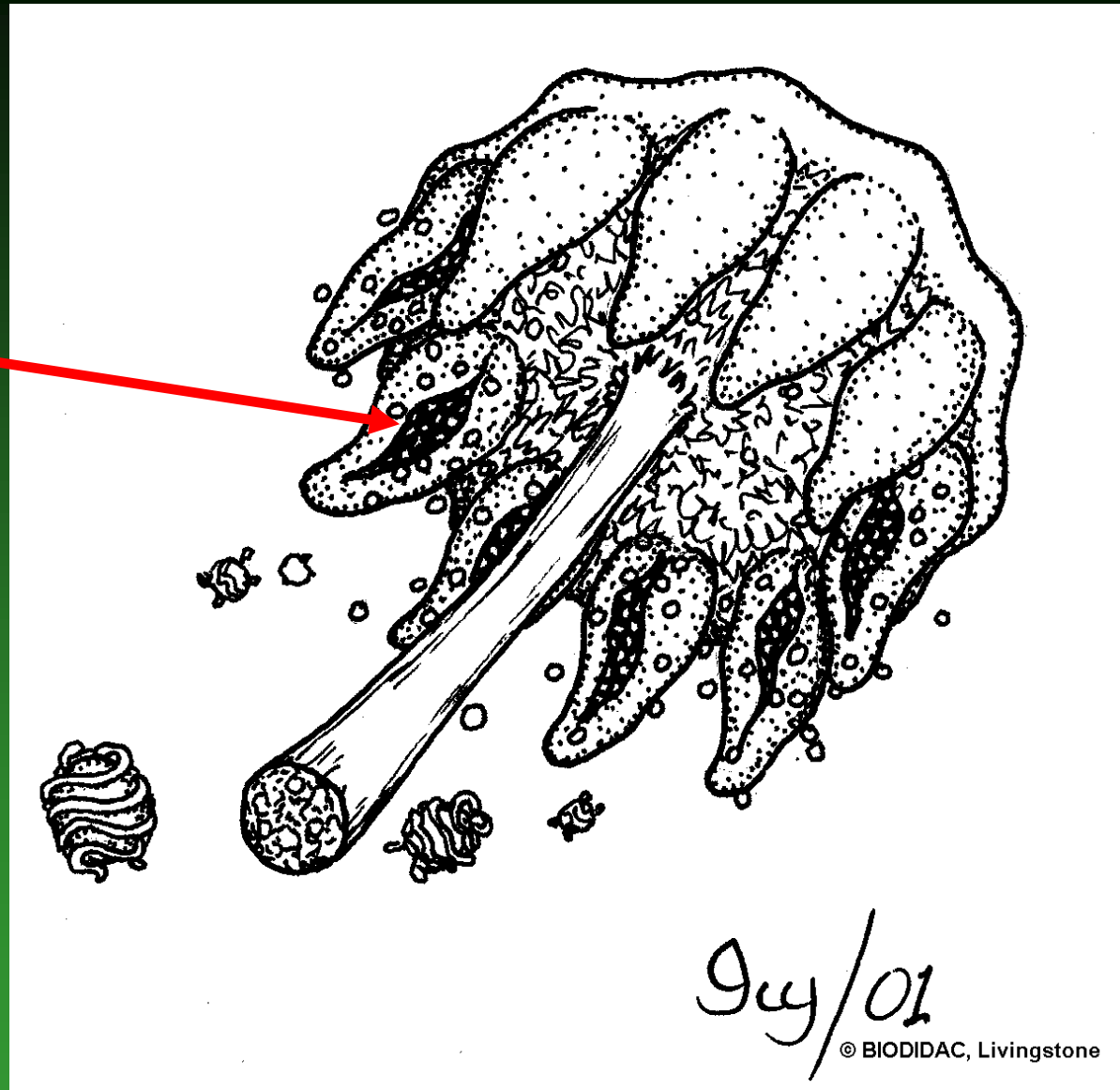


# Vodivá pletiva – arthrostélé s „trachejemi“ (= dutinami karinálními)

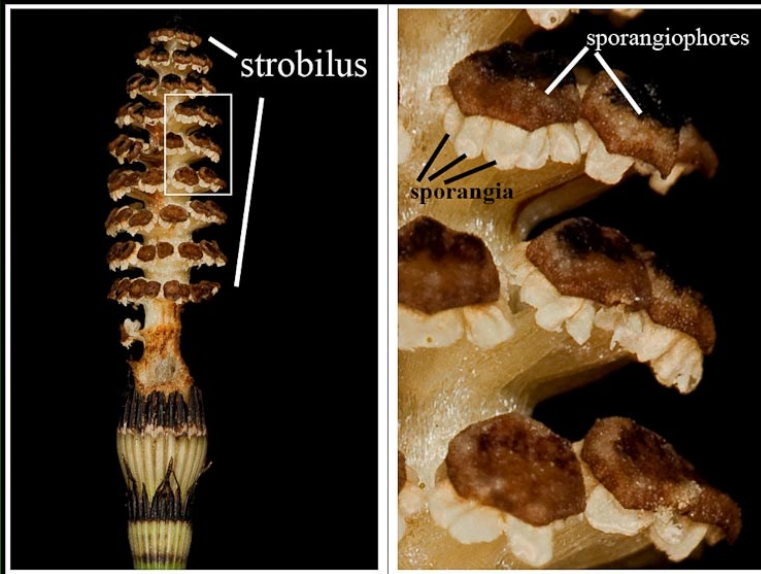


# Sporangia

eusporangiátní  
elipsoidní, s  
podélnou  
dehiscencí





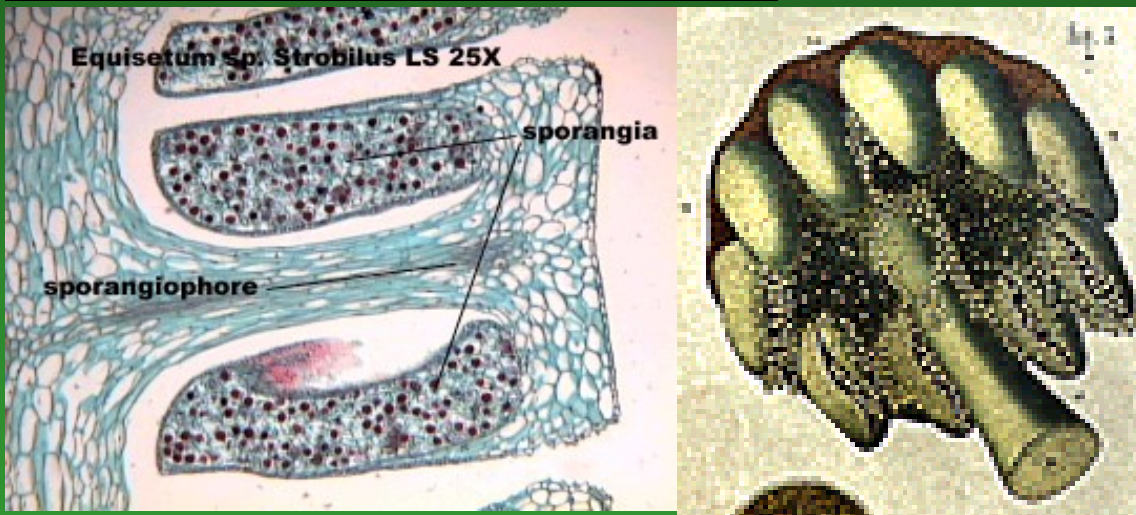


## Sporangia

anatropní (= vrchol sporangia směřuje k bázi jeho zahnuté stopky nebo k bázi stopky sporofylu),

## Sporofyl

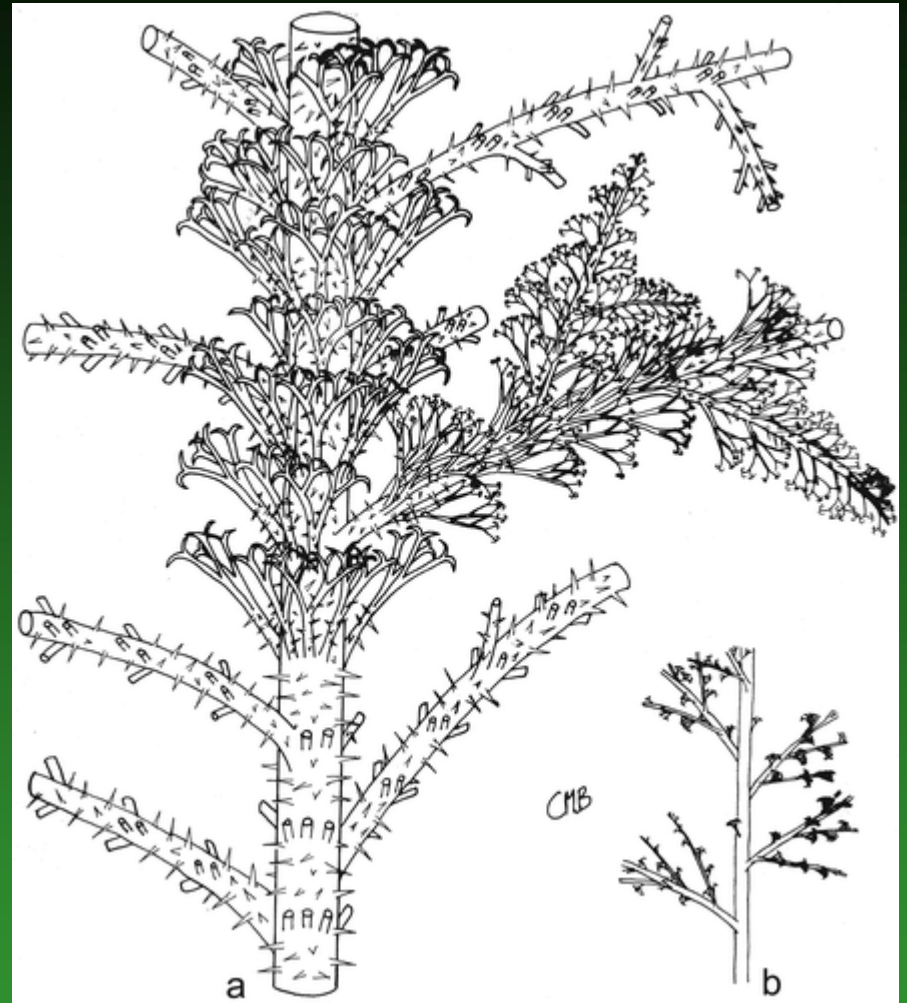
„deštníkového“ tvaru - sporangiofor



Spojovací článek mezi odd. *Trimerophyta* a přesličkami by mohl představovat rod *Ibyka* ze stř. devonu (ca 390 mya)

*Ibyka amphikoma* byla vysoká kolem 50 cm

Měla anatropní sporangia!



# Fosilní záznam

devon --- vznik (400-360 mya)



# Fosilní záznam

devon --- vznik (400-360 mya)

karbon --- největší rozmach  
diverzity (360-300 mya)

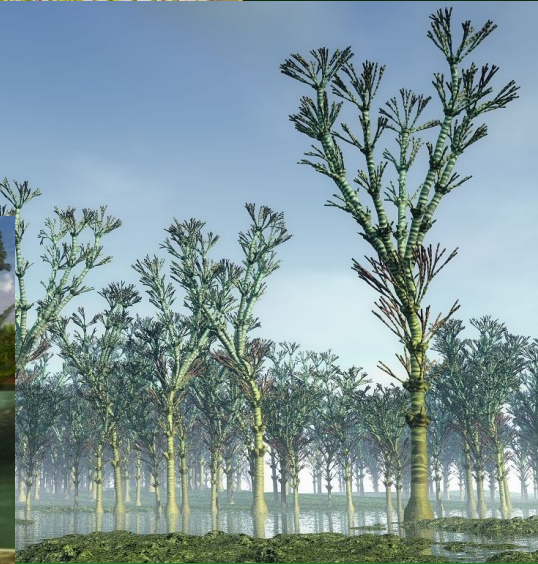


# Fosilní záznam

devon --- vznik (400-360 mya)

karbon --- největší rozmach  
diverzity (360-300 mya)

perm --- ústup (300-250 mya)



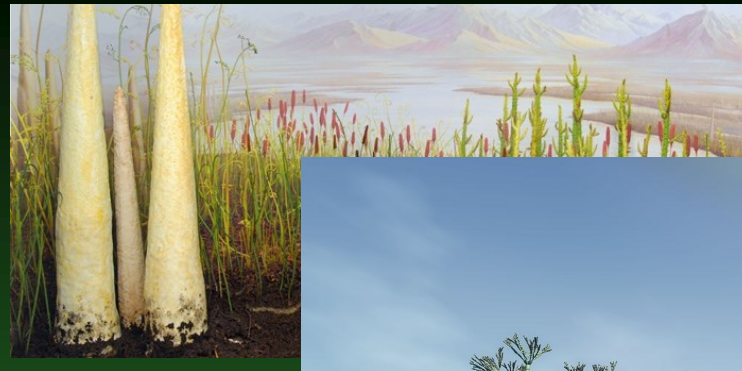
# Fosilní záznam

devon --- vznik (400-360 mya)

karbon --- největší rozmach  
diverzity (360-300 mya)

perm --- ústup (300-250 mya)

zrychluje se dál během  
druhohor (250-65 mya)



# Fosilní záznam

devon --- vznik (400-360 mya)

karbon --- největší rozmach  
diverzity (360-300 mya)

perm --- ústup (300-250 mya)

zrychluje se dál během  
druhohor (250-65 mya)

recentně --- 18 druhů v  
jediném, kosmopolitně  
rozšířeném rodu *Equisetum*



# třída *Equisetopsida* (přesličky)

má v naší přednášce dva řády:

1. Calamitales
2. Equisetales



# řád *Calamitales*

Stromovité přesličky z karbonu až permu  
až 20 m vys., kmen u báze až 1 m

kmen krytý „kůrou“



*Calamites*



# řád *Calamitales*

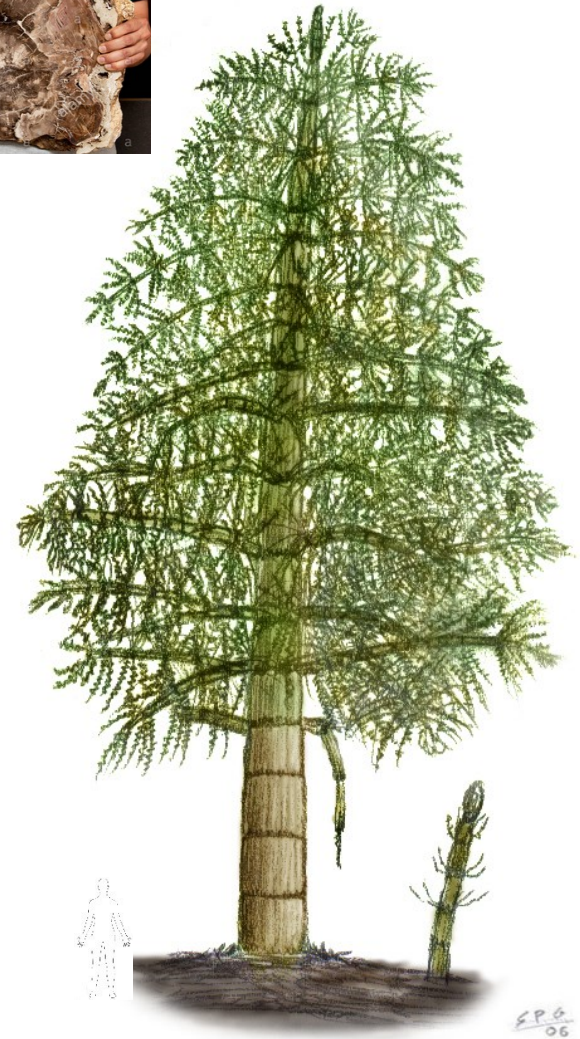
Stromovité přesličky z karbonu až permu  
až 20 m vys., kmen u báze až 1 m

kmen krytý „kůrou“

Kmen strukturou podobný dnešním  
gigantickým bambusům



*Calamites*



# řád *Calamitales*

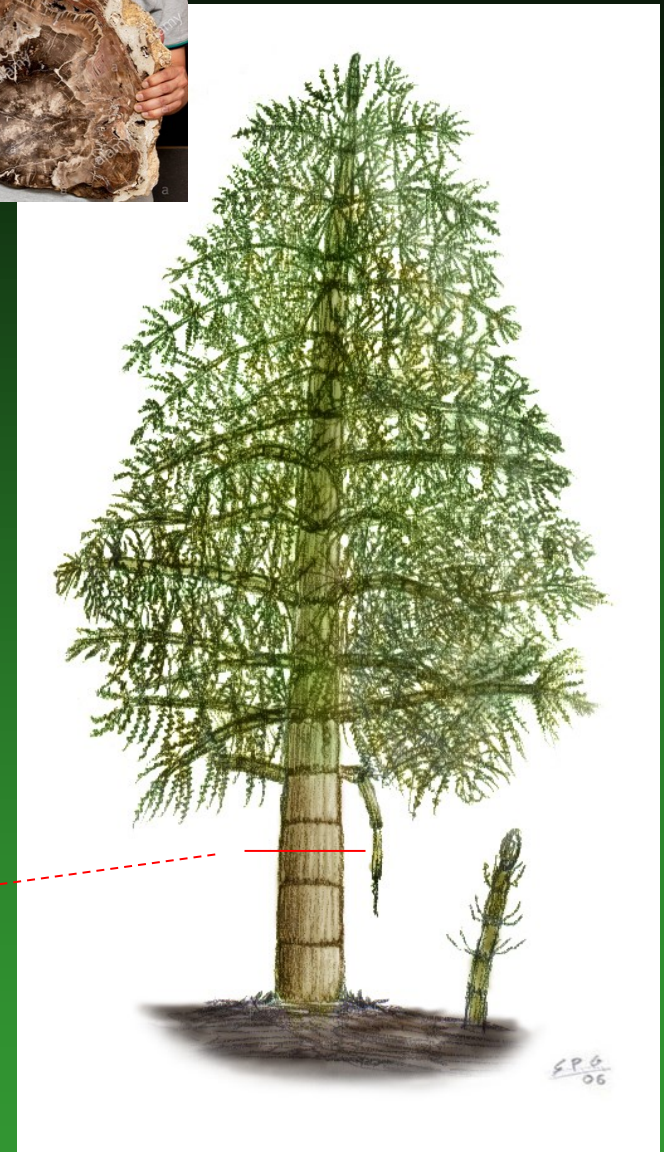
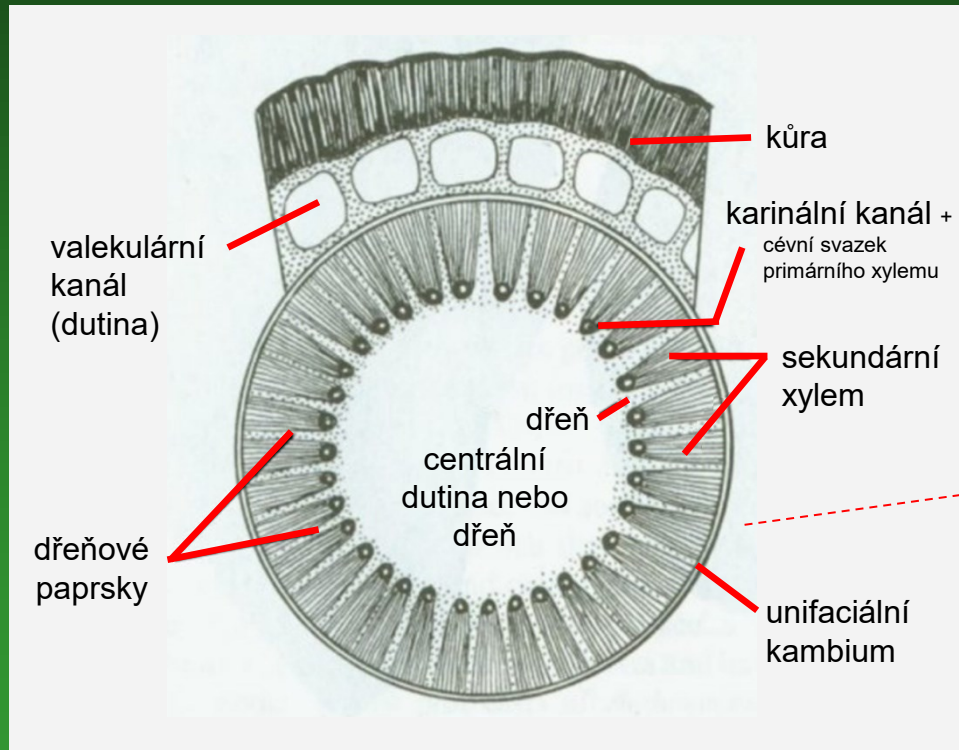
opora = sklerenchymatizovaná kůra

kambium – unifaciální – jen xylem dostředivě

dutiny – rozvod vzduchu obohaceného o CO<sub>2</sub>  
získaný ze substrátu k fotosyntéze ve větvích



*Calamites*



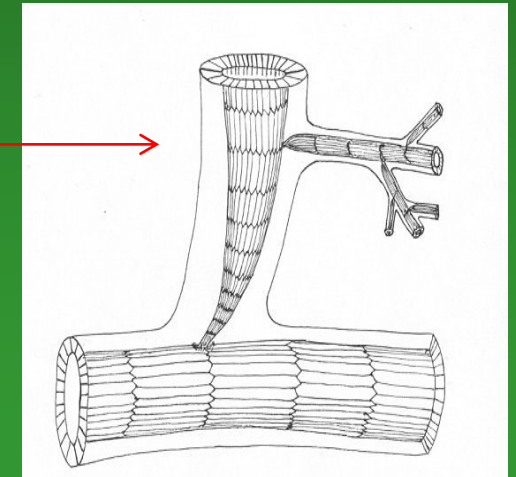
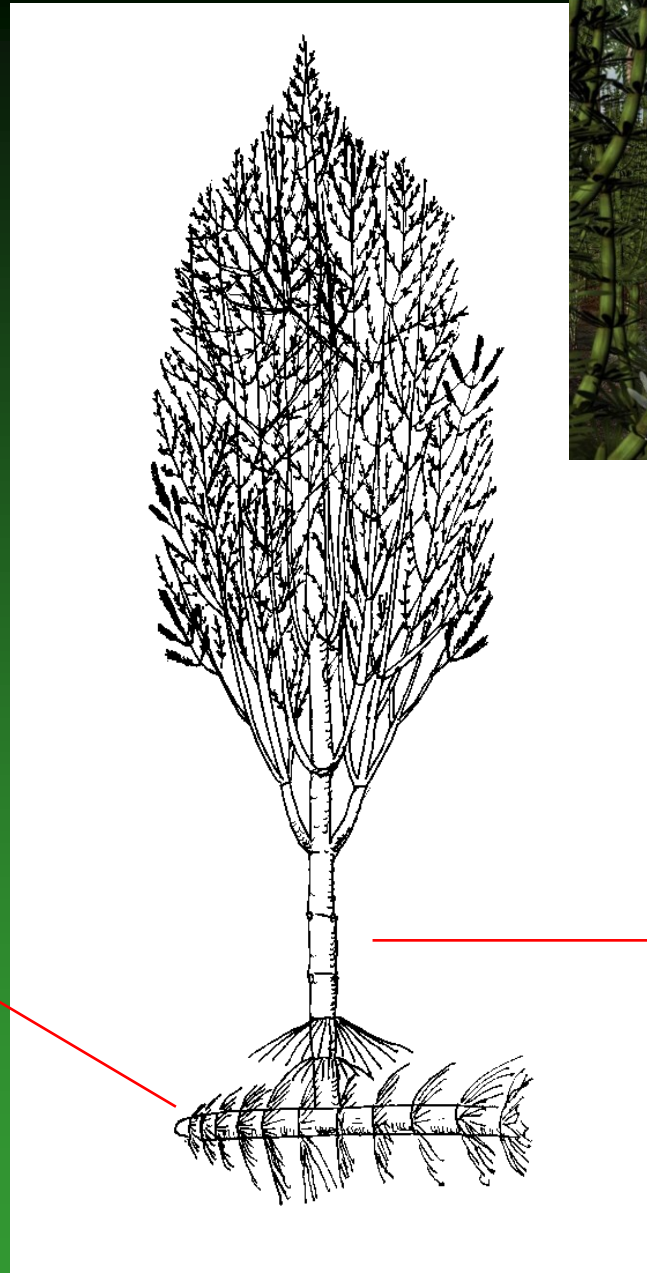
**Nezávislá evoluce struktury podobné lepidodendronům = konvergentní vývoj**

# řád *Calamitales*

pod zemí systém oddenků  
= klonální stromy (lesy)

- bažinaté lesy širokých  
říčních údolí

- mělké břehy jezer

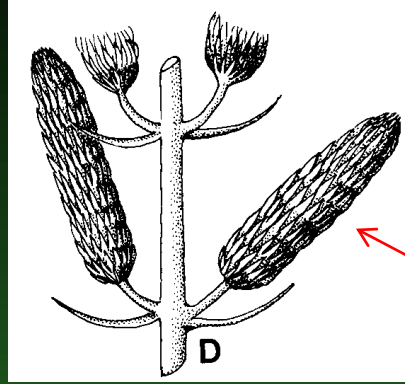


# řád *Calamitales*

výtrusné strobily

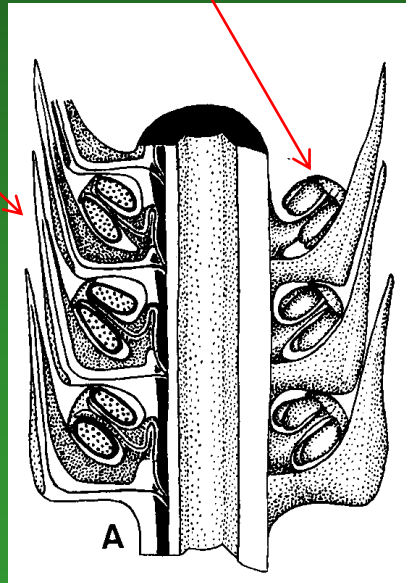
na konci některých

bočních větví



= přesleny anatropních sporangioforů

+ přesleny sporofylů



izosporické,

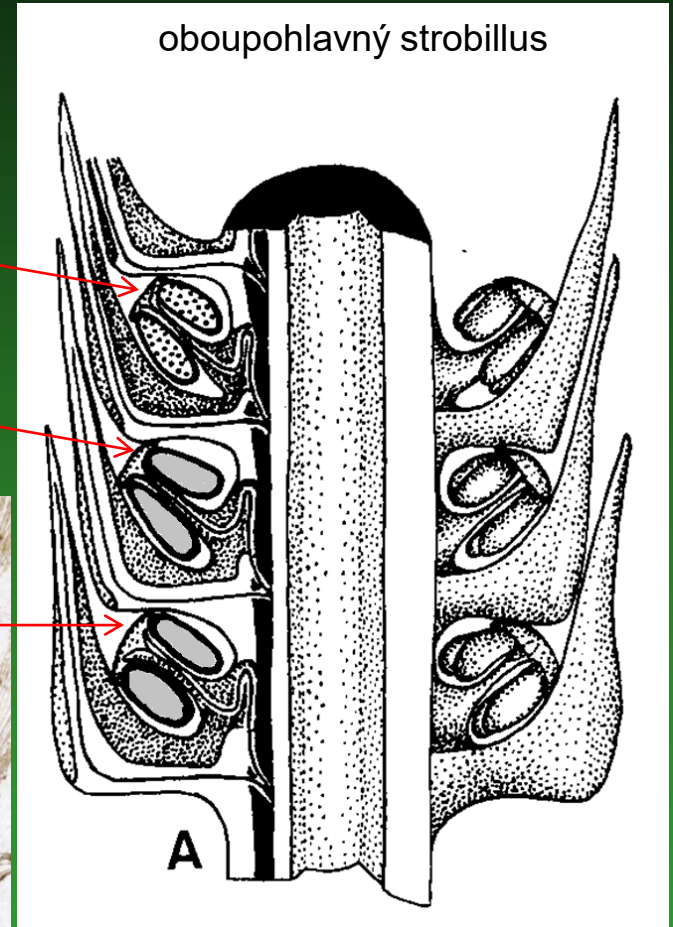
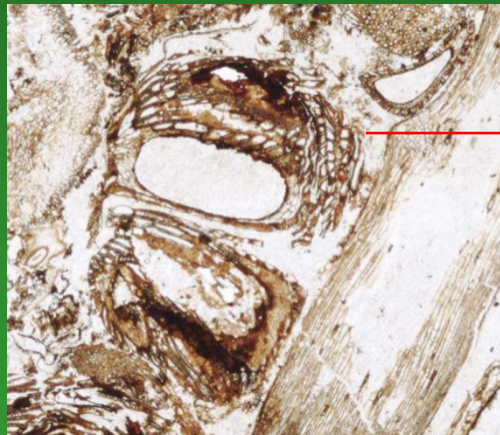
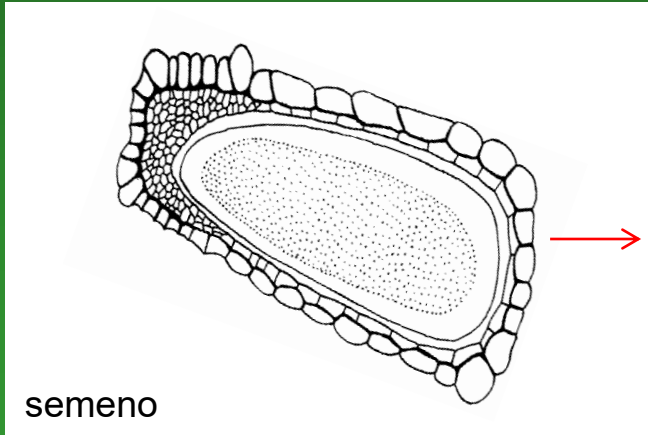
některé druhy i

heterosporické

## Calamites



# řád *Calamitales* – *Calamocarpon insignis* – v megasporangiích jediná megaspóra! = „semenná“ přeslička



mikrosporangium

megasporangium

oboupolný strobilus

A

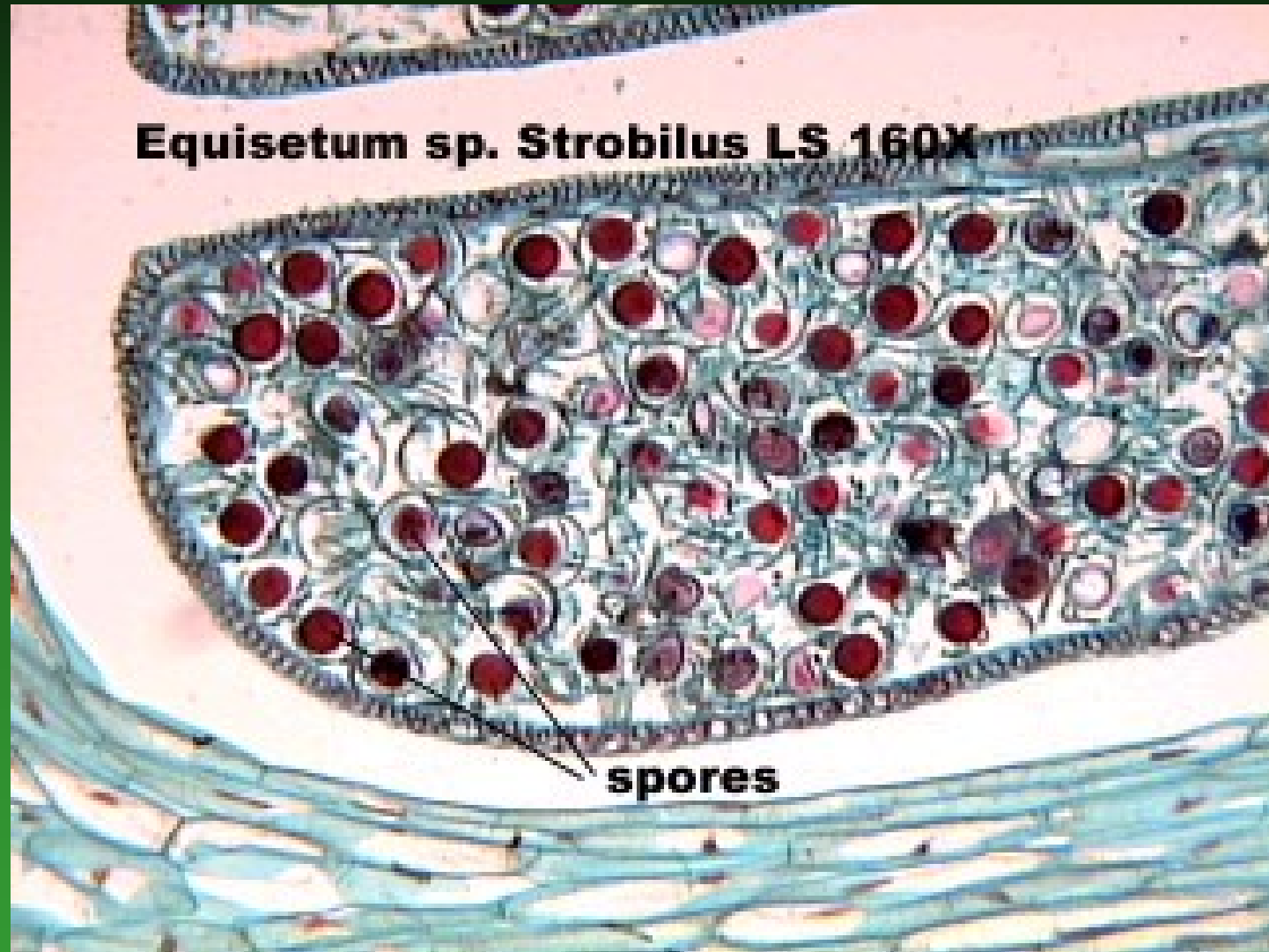
semeno

## řád *Equisetales*

recentně byliny několik dm až m vysoké,  
velmi uniformní stavba  
jméno od slov *Equus*=kůň a *seta*=štetina, žíně

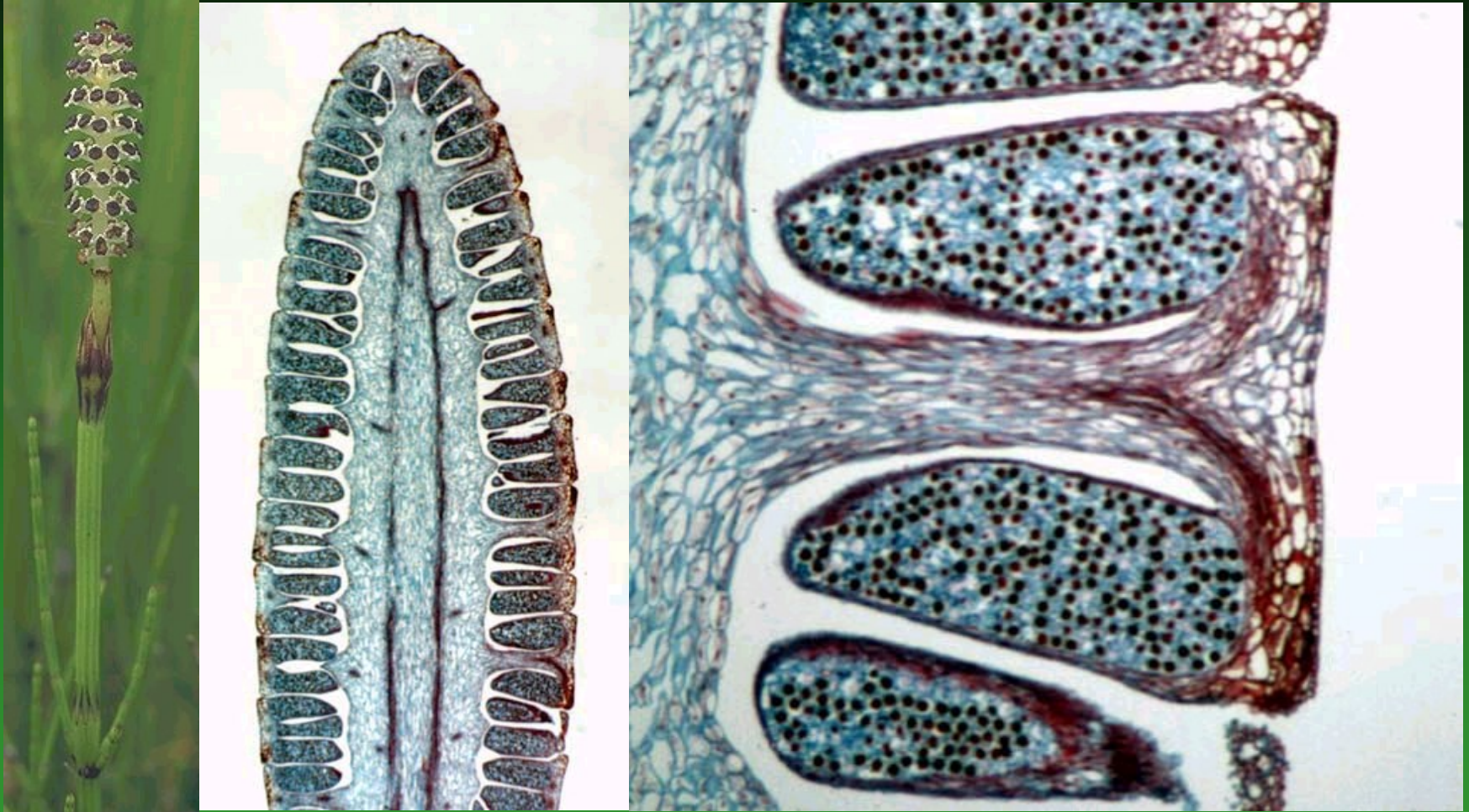


Izosporické = spory tvarově stejné



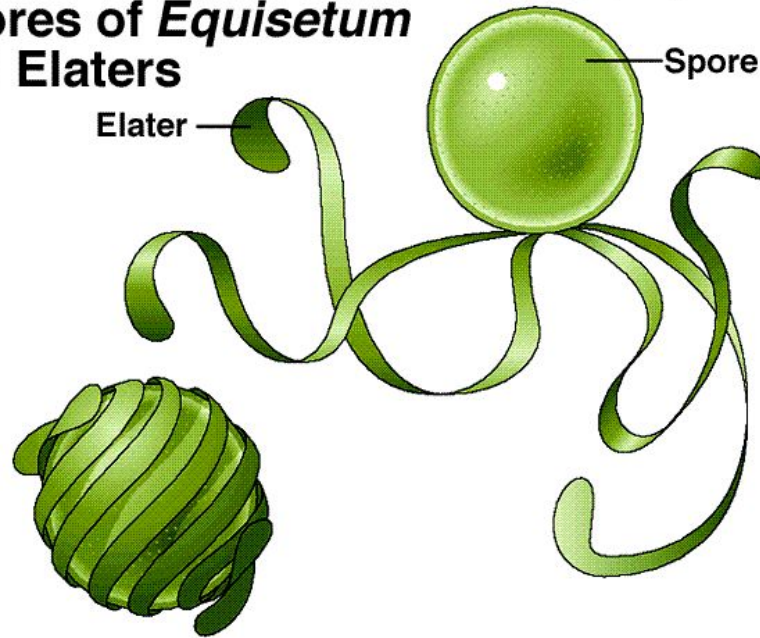


# Sporofyly - v terminálních strobilech



Randy Moore, Dennis Clark, and Darrell Vodopich, Botany Visual Resource Library © 1998 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

## Spores of *Equisetum* and *Elaters*



**Spory** - kulovité,

zelené (s chlorofylem) – klíčí na světle

vnější obal tvoří 4 páskovité vychlípeniny  
- (pseudo)elater, = haptery

haptery se hygroskopicky pohybují = tím  
vytvářejí shluky

větrém se šíří celé shluky

živé ~1 týden

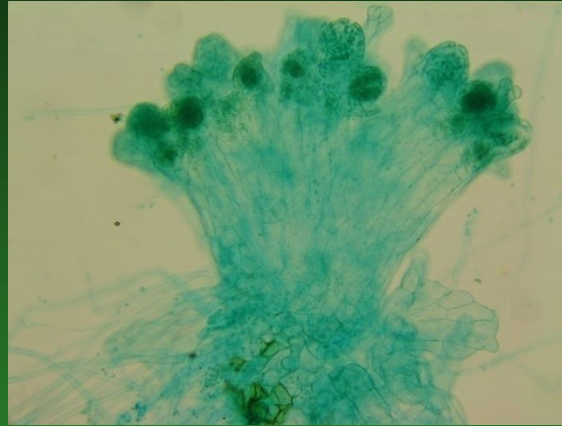


**Gametofyt** (prothalamium) nadzemní, zelený – **samčí + samičí** (díky hapterovým shlukům blízko sebe). Někdy prothalia **samčí + protogynicky oboupohlavná** (hlavně podrod *Hippochaete*)

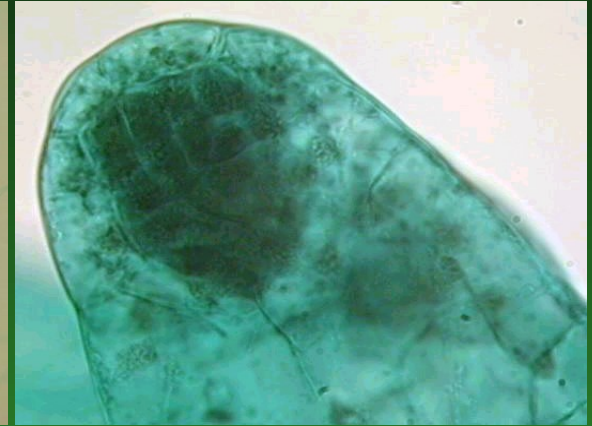
prothalia přesliček



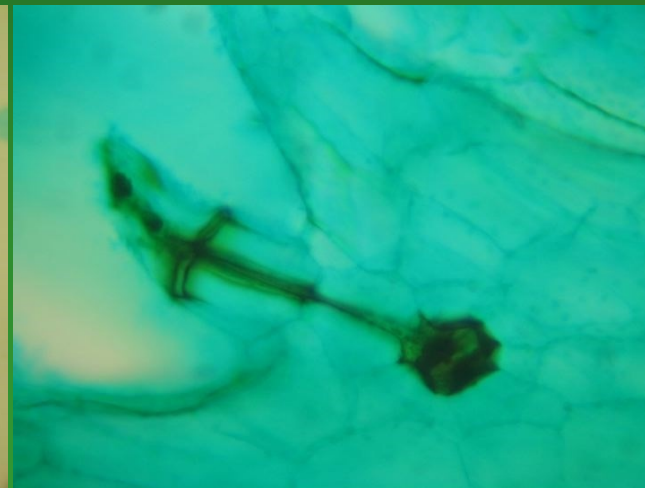
prothalamium s antheridii



antheridium



prothalamium s archegonii

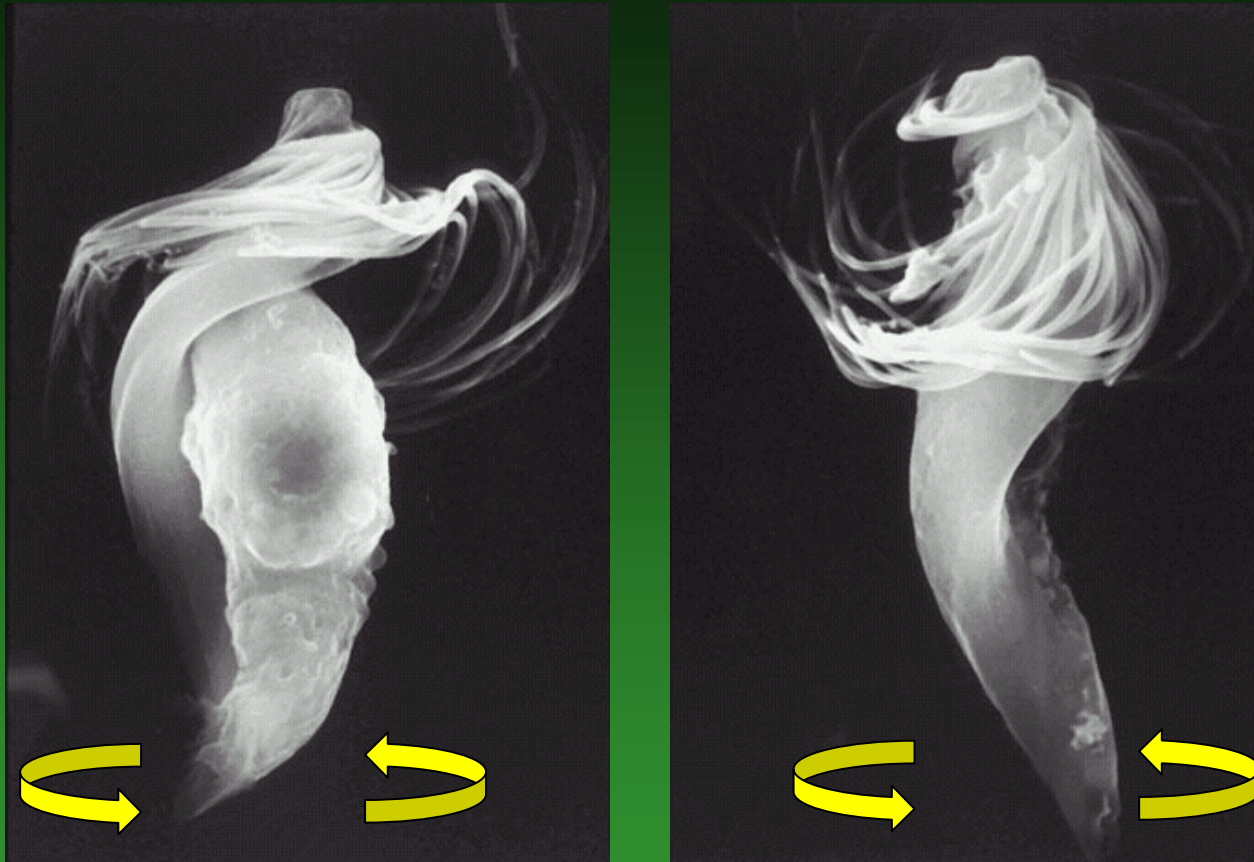


archegonium



mladý sporofyt přesličky

## Spermatozoidy polyciliární (50–80 bičíků)



šroubovitý tvar (2,5–3,5 závitů), velké jádro zabírá pevnou horní část buňky; při pohybu rotují kolem podélné osy pomocí bičíků a vlnící se spodní části

jediná čel. *Equisetaceae*

18 recentních druhů v jediném  
rodu *Equisetum*

V ČR je 9 druhů původních.



# *Equisetum arvense* - přeslička rolní

Z oddenku vyrůstá nejprve jarní nevětvená nezelená fertilní lodyha se sporofyly (ta po vyprášení uhyne) po té vyrazí z oddenku letní zelená sterilní lodyha.



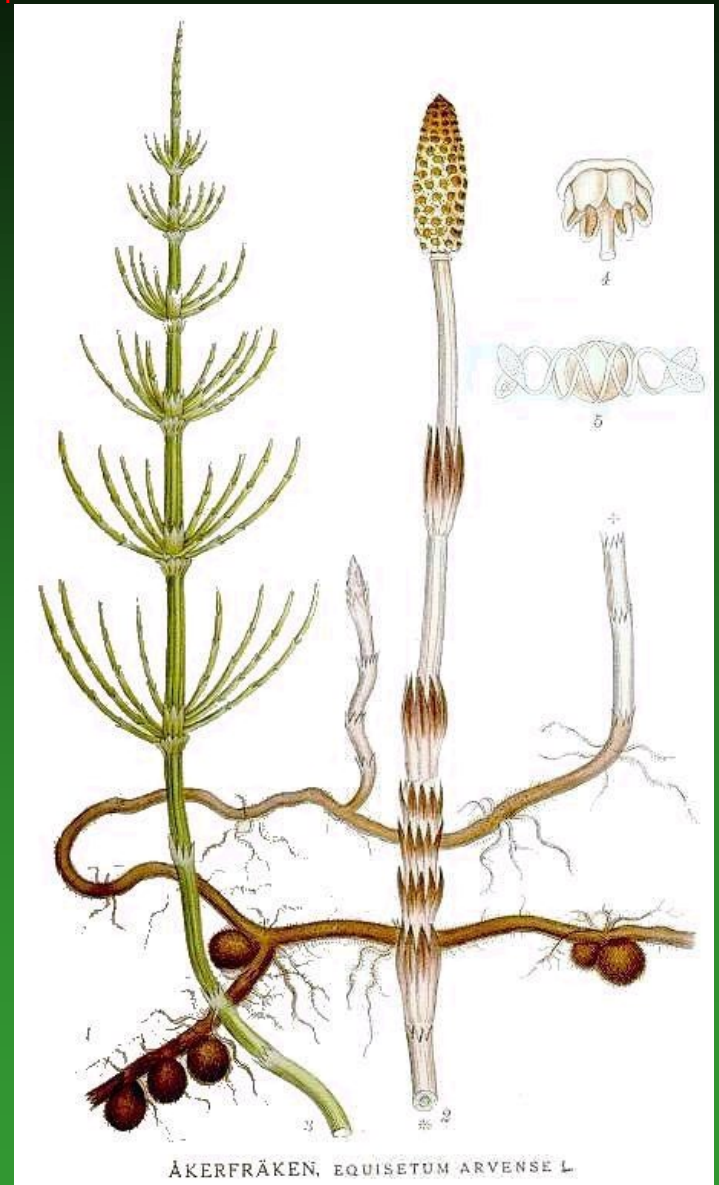
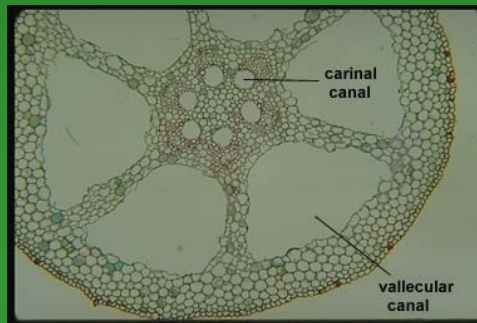
Foto: Arne Anderberg

# *Equisetum arvense* - přeslička rolní pensum!

oddenek akumuluje ve ztluštěných bočních  
článcích zásobní látky pro heterotrofní  
výživu jarních lodyh; tyto hlízky někdy  
vyrývány a požívány prasaty



Řez oddenkem



# *Equisetum arvense* - přeslička rolní pensum!

roste na loukách,  
podél komunikací

i jako plevel na  
polích

Letní lodyhy se  
sbírají jako léčivka





# *Equisetum palustre* – přeslička bahenní

pensum!

Po dozrání výtrusnic jarní lodyha neodumírá, ale zezelená a stává se letním asimilačním typem. Obsahuje jedovatý piperidinový alkaloid palustrin, jehož účinek se neruší sušením. Roste na vlhčích loukách.



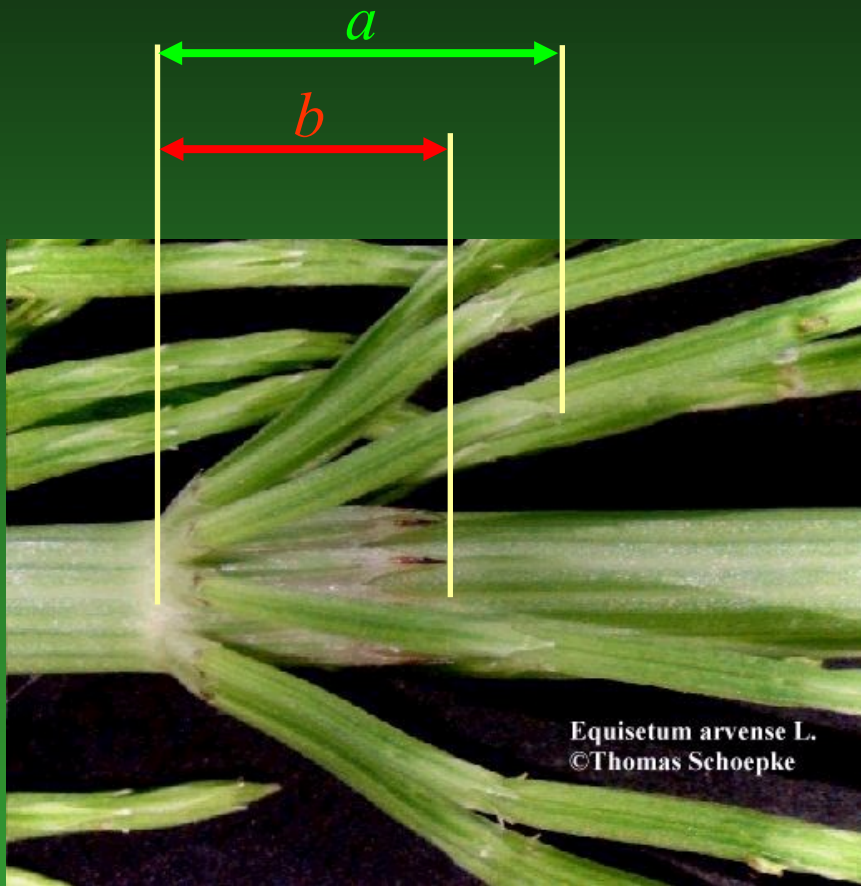
# Rozdíl mezi přesličkou rolní a přesličkou bahenní



*Equisetum arvense*

$a$  = první článek větve

# Rozdíl mezi přesličkou rolní a přesličkou bahenní



*Equisetum arvense*

$$b < a$$

**a = první článek větve**

**b = list hlavní lodyhy**

# Rozdíl mezi přesličkou rolní a přesličkou bahenní

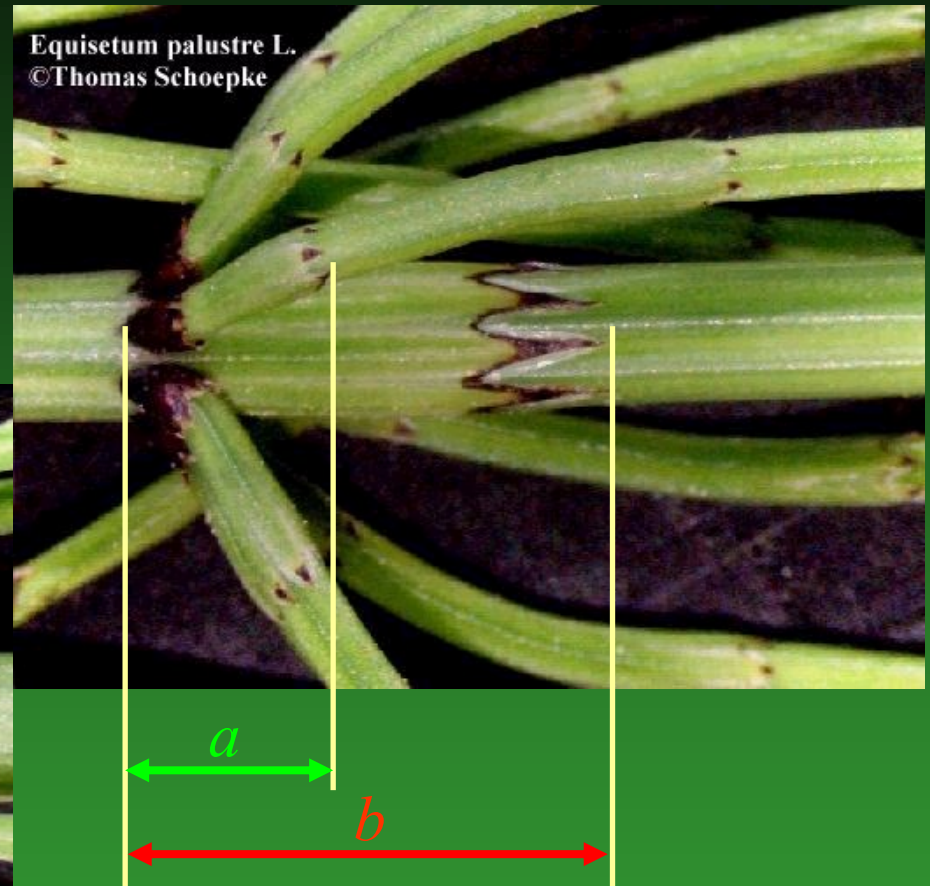


*Equisetum arvense*

$b < a$

*Equisetum palustre*

$a < b$



$a$  = první článek větve

$b$  = list hlavní lodyhy

# *Equisetum sylvaticum* - přeslička lesní pensum!

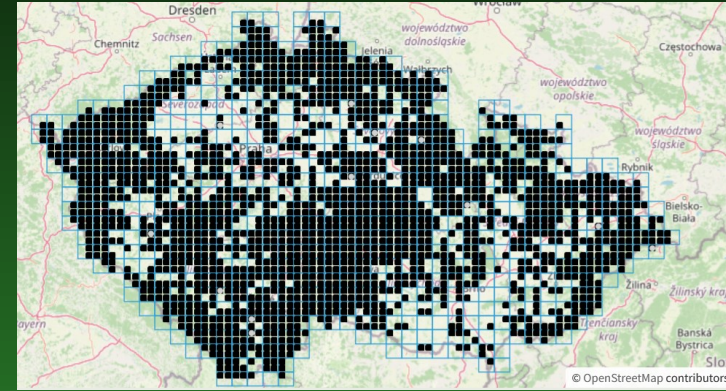
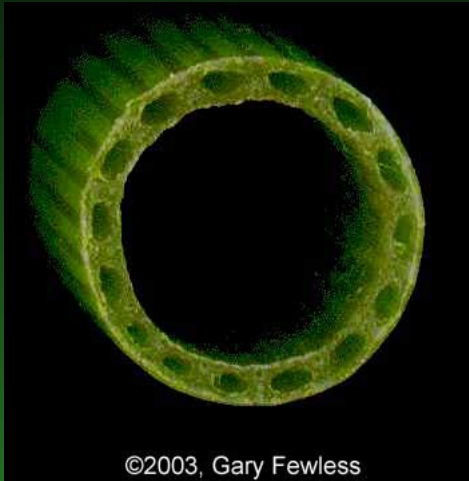
Také u ní po dozrání výtrusnic jarní lodyha neodumírá, ale mění se na zelenou letní. Na rozdíl od přesličky bahenní má boční větve tenčí a vícenásobně větvené. Roste ve světlejších a vlhčích jehličnatých lesích a na jejich okrajích.



Největší zástupce současných přesliček najdeme v pralesích severním Chile – *Equisetum giganteum* – 5–13 m vysoká.

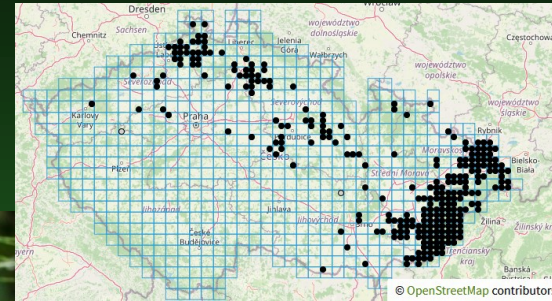


***Equisetum fluviatile*** – přeslička říční  
 vlhčí místa, břehy stojatých vod, příkopy,  
 velká centrální dutina,  
 stonek téměř hladký,



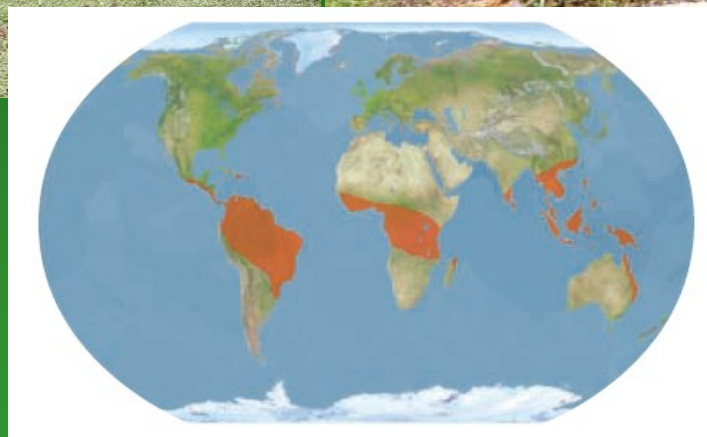


U nás je největším druhem až 2 m vysoká  
*Equisetum telmateia*





# 3. třída *Marattiopsida*



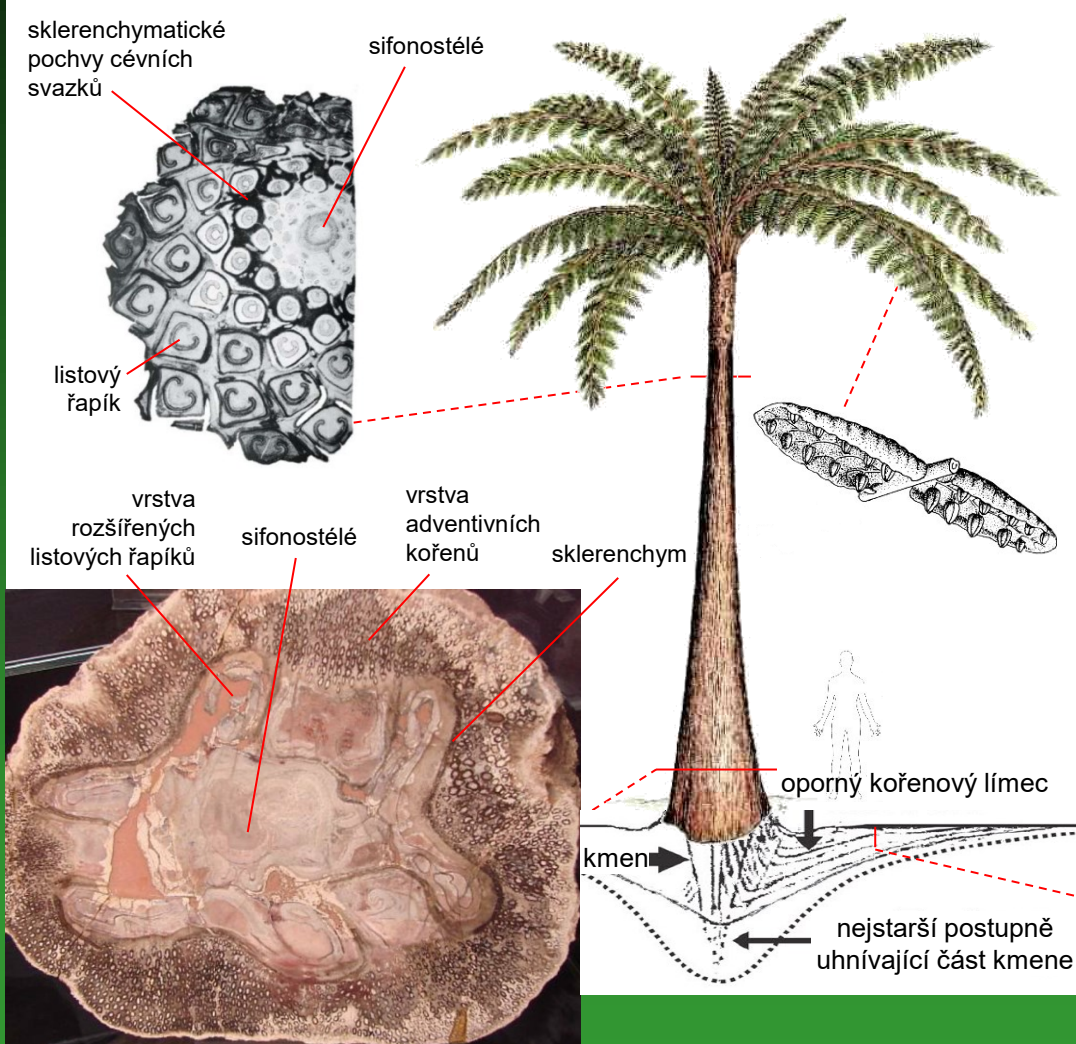
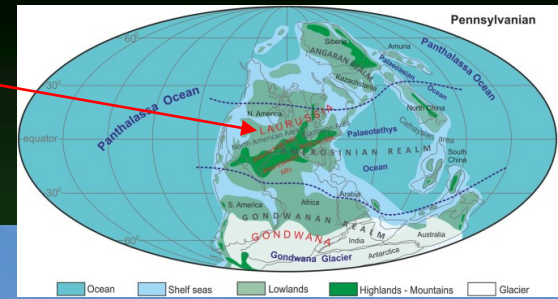
recentní i fosilní byliny i stromy s obrovskými listy a slizovými kanálky (6/135 v tropech celého Světa)

# Stonek = kmen - kulovitý až soudkovovitý



# Psaronius – karbonské bažinaté nížinné lesy

pseudokmen = svazek mohutných řapíků obrostlý adventivními kořeny – na bázi tvořících oporný systém



Radiální svazek cévní = aktinostélé

# Listy

- vícekrát zpeřené nebo dlanitě složené, vzácně i jednoduché,
- až 6 m dlouhé
- ve spirále na vrcholu kmene



# Listy

- vícekrát zpeřené nebo dlanitě složené, vzácně i jednoduché,
- až 6 m dlouhé
- ve spirále na vrcholu kmene

Příklad 2x zpeřeného listu



# Listy

- vícekrát zpeřené nebo dlanitě složené, vzácně i jednoduché,
- až 6 m dlouhé
- ve spirále na vrcholu kmene

Příklad 2x zpeřeného listu

Úkrojek 2. řádu



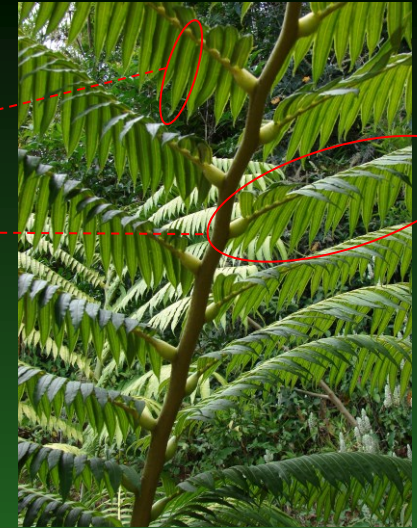
# Listy

- vícekrát zpeřené nebo dlanitě složené, vzácně i jednoduché,
- až 6 m dlouhé
- ve spirále na vrcholu kmene

Příklad 2x zpeřeného listu

Úkrojek 2. řádu

Úkrojek 1. řádu



# Listy

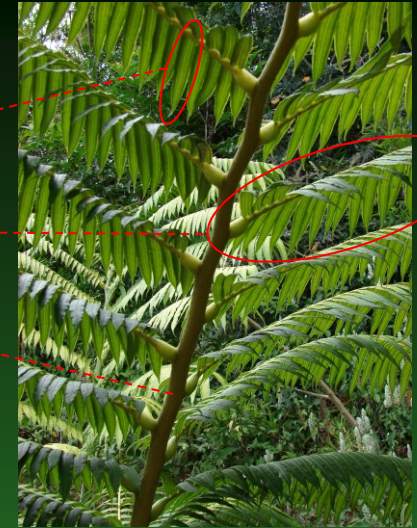
- vícekrát zpeřené nebo dlanitě složené, vzácně i jednoduché,
- až 6 m dlouhé
- ve spirále na vrcholu kmene

Příklad 2x zpeřeného listu

Úkrojek 2. řádu

Úkrojek 1. řádu

vřeteno





# Listy

- vícekrát zpeřené nebo dlanitě složené, vzácně i jednoduché,
- až 6 m dlouhé
- ve spirále na vrcholu kmene

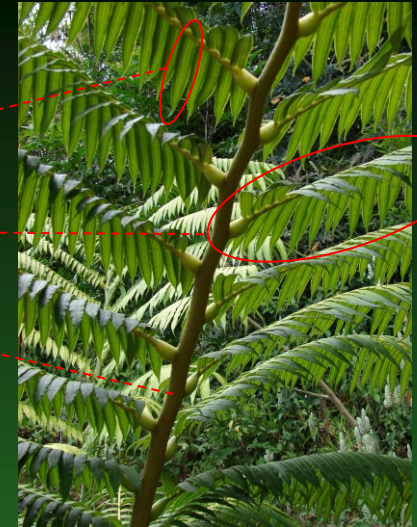
Příklad 2x zpeřeného listu

Úkrojek 2. řádu

Úkrojek 1. řádu

vřeteno

řapík





**Mladé  
listy  
circinálně  
svinuté**



Mladé  
listy  
cincinálně  
svinuté

**Řapíky** – dlouhé, škrobnaté

– na bázi řapíku nápadná párovitá **aflebia** (= palisty, mušlovitého nebo ouškovitého tvaru)

# Řapík listu – polycyklické diktyostélé

diktyostélé = protostélické elementy v 1 (nebo více) kruzích = (poly)cyklické diktyostélé

*Danaea media*

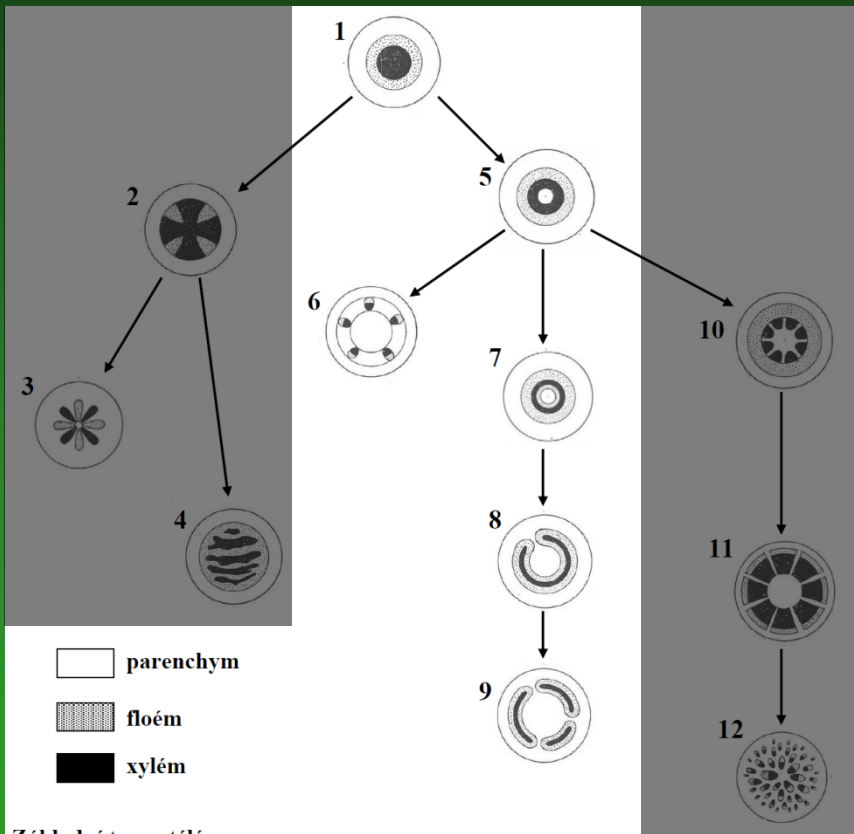


*Marattia laevis*



řapíky, kořeny a oddenky protkány sliznatými kanálky

*Danaea* – parenchymatické pletivo masitého oddenku má červené zbarvení oddenek má také diktyostélé (? Ochrana proti patogenům nebo herbivorům, Polynézané používají k barvení vařené rýže)



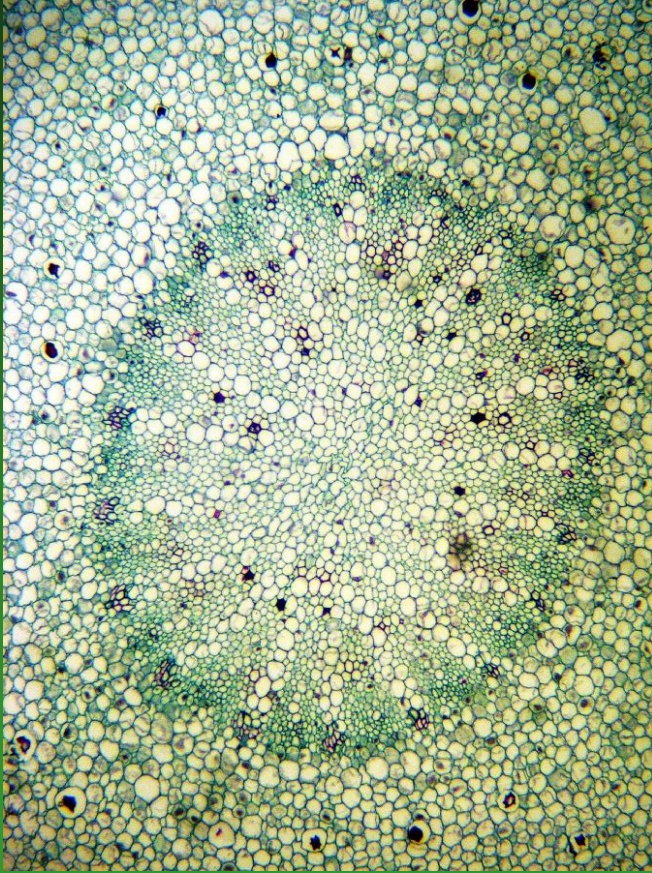
#### Základní typy stélé

1 protostélé, 2 stelární protostélé, 3 aktinostélé, 4 plektostélé, 5 sifonostélé ektofloické, 6 artrostélé, 7 sifonostélé amfloické, 8 solenostélé, 9 diktyostélé, 10 diktyostelické monostélé, 11 eustélé, 12 ataktostélé



Zduřelé báze vrетен  
vedlejších úkrojků  
vyplněné parenchymem  
se zásobními látkami  
*Angiopteris*

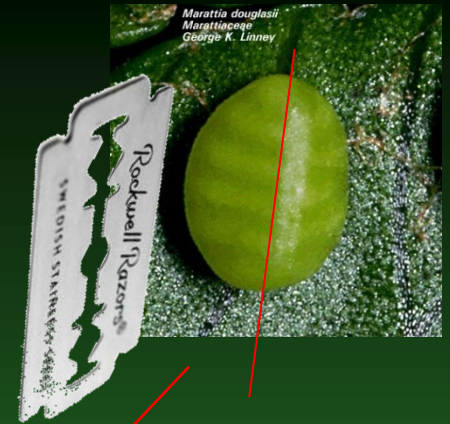
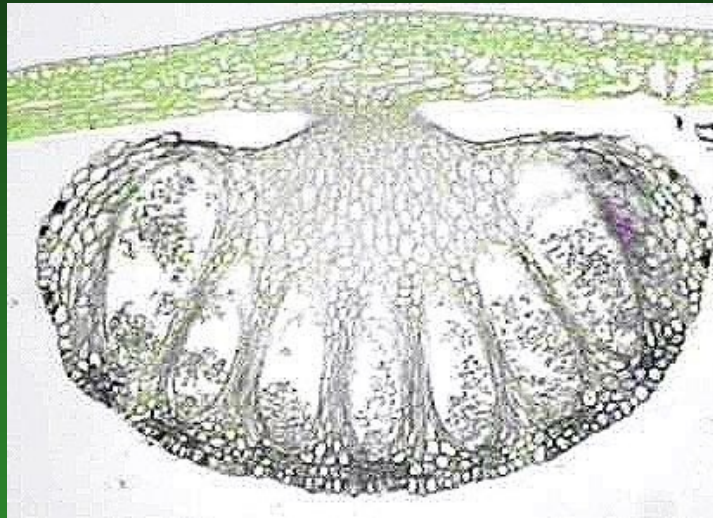
Kořeny - polyarchní vodivé elementy na příčném řezu kořenem – typický znak pro *Marattiopsida*





**Sporangia** na rubu listů,  
eusporangiátní,  
izosporická,

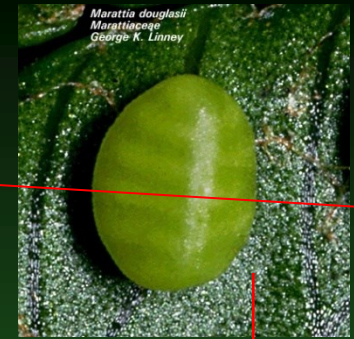
Srostlá v elipsoidní  
synangia *Marattia*



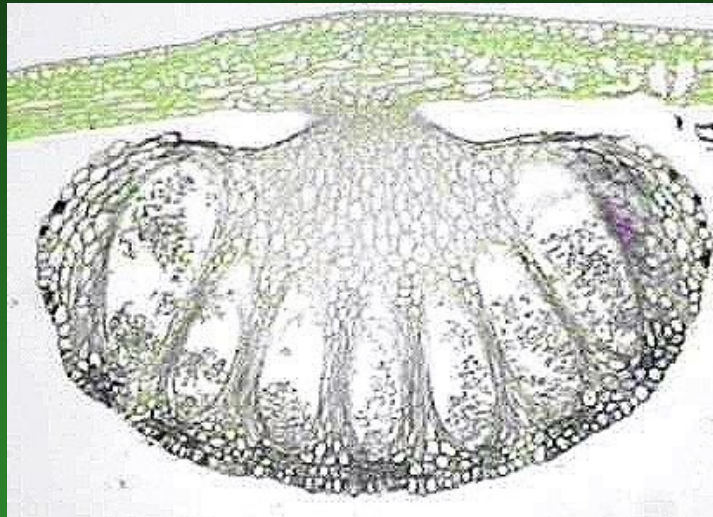




**Sporangia** na rubu listů,  
eusporangiátní,  
izosporická,

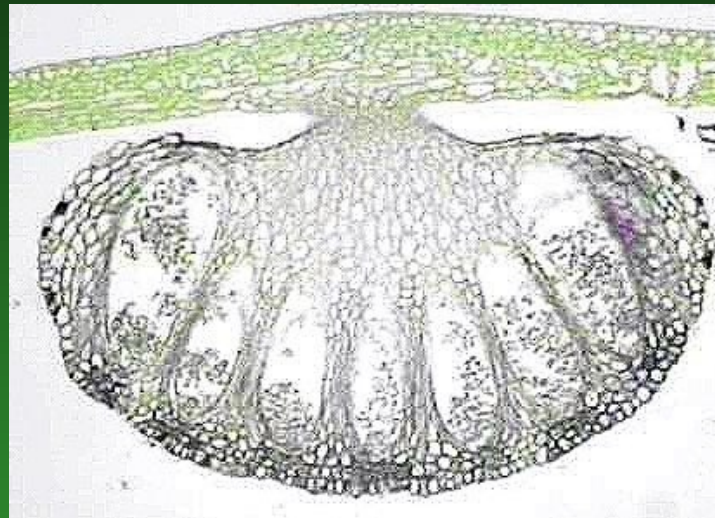


Srostlá v elipsoidní  
synangia *Marattia*



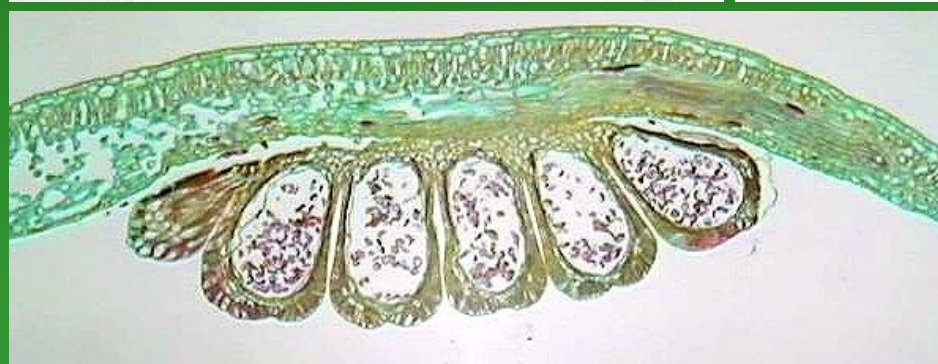


**Sporangia** na rubu listů,  
eusporangiátní,  
izosporická,



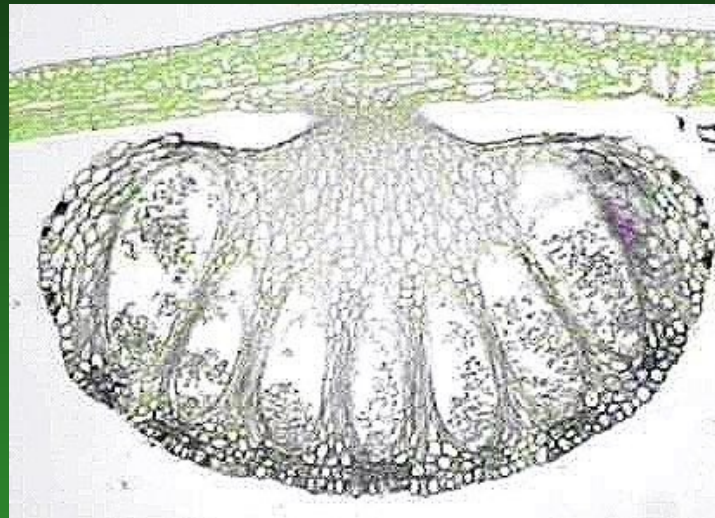
Srostlá v elipsoidní  
synangia *Marattia*

Nesrostlá, ale v  
těsných shlucích  
*Angiopteris*



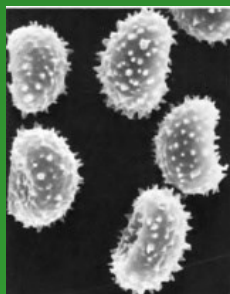


**Sporangia** na rubu listů,  
eusporangiátní,  
izosporická,



Srostlá v elipsoidní  
synangia *Marattia*

Nesrostlá, ale v  
těsných shlucích  
*Angiopteris*



Spóry  
fazolovité



**Gametofyt** (prothallium)  
nadzemní, z více vrstev buněk,  
dlouhověký, připomínající  
frondózní játrovky  
oboupohlavný



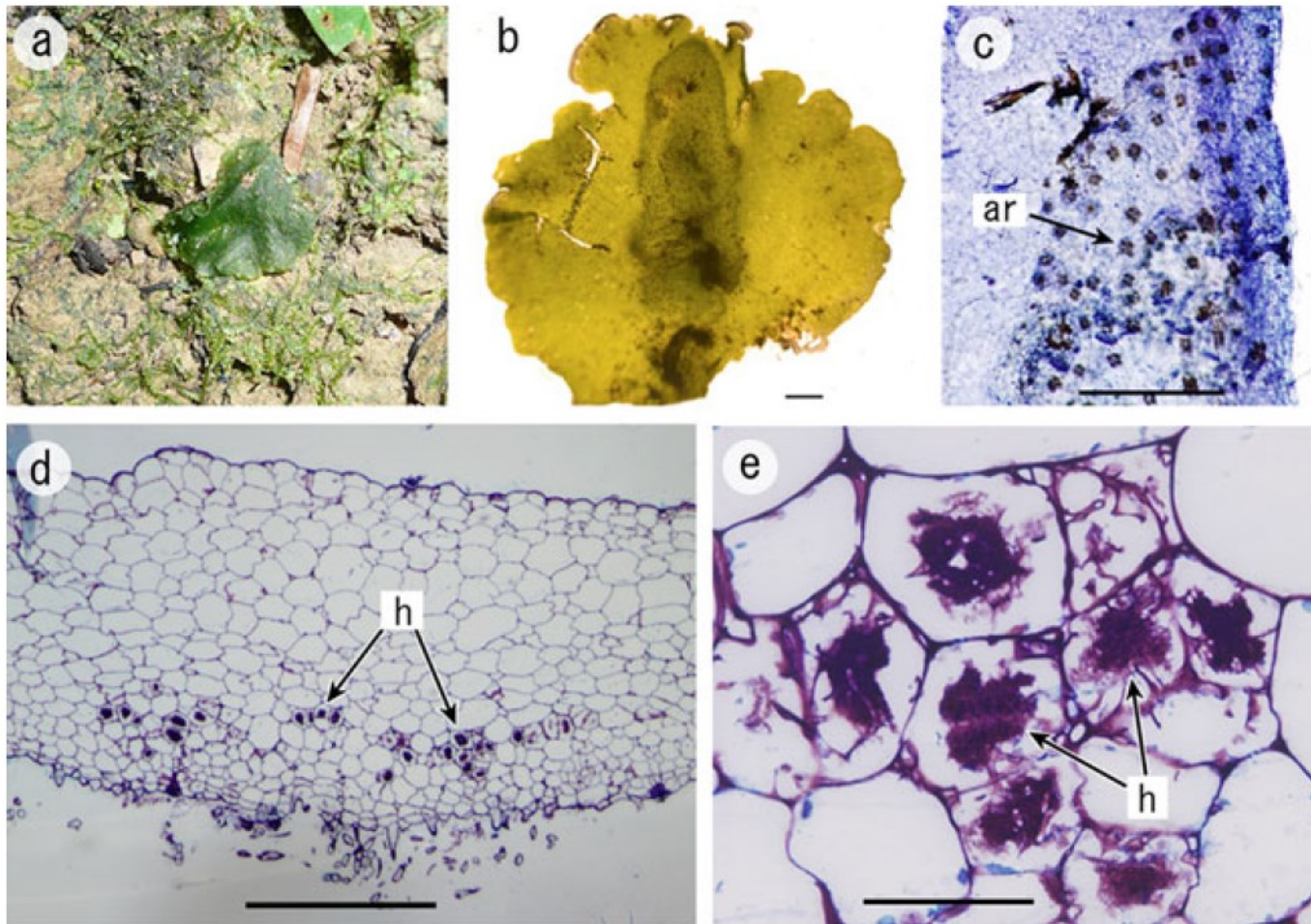
*Archangiopteris* –  
otevřené ústí krčku  
v pletivu  
zanořeného  
archegonia

*Angiopteris evecta* gametofyt s mladým  
sporofytem



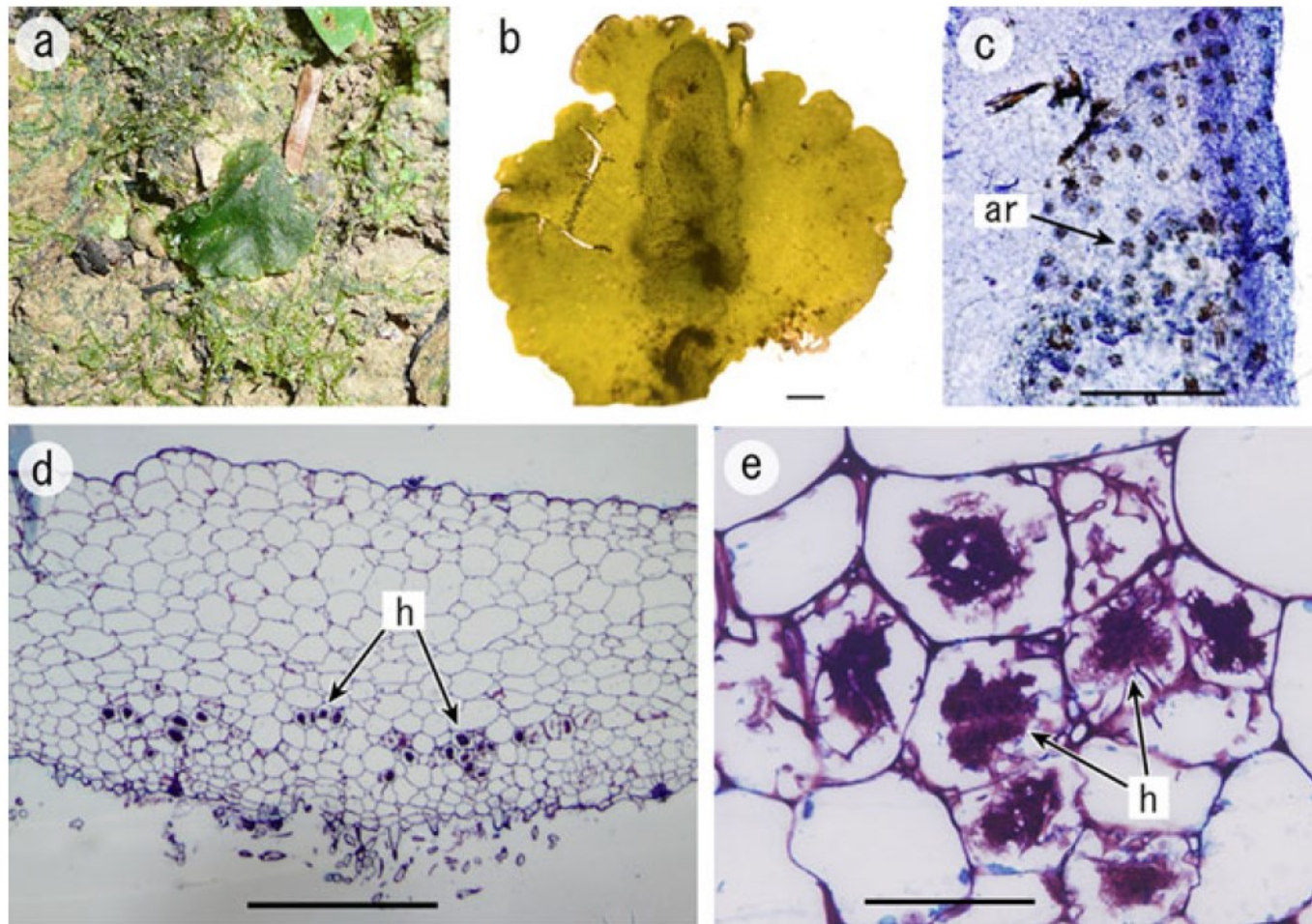
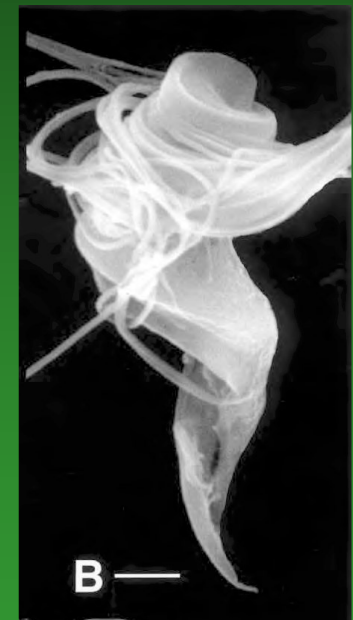
**Arbuscular mycorrhiza formation in cordate gametophytes of two ferns, *Angiopteris lygodiiifolia* and *Osmunda japonica***Yuki Ogura-Tsujita · Aki Sakoda · Atsushi Ebihara ·  
Tomohisa Yukawa · Ryoko Imaichi**Gametofyt (prothalamium)**

má taky mykorrhizu, ačkoli je zelené !

*Angiopteris lygodiiifolia* –  
arbuskulární mykorrhiza  
v gametofytu!

**Arbuscular mycorrhiza formation in cordate gametophytes of two ferns, *Angiopteris lygodiiifolia* and *Osmunda japonica***Yuki Ogura-Tsujita · Aki Sakoda · Atsushi Ebihara ·  
Tomohisa Yukawa · Ryoko Imaichi**Gametofyt (prothalamium)**

má taky mykorrhizu, ačkoli je zelené !

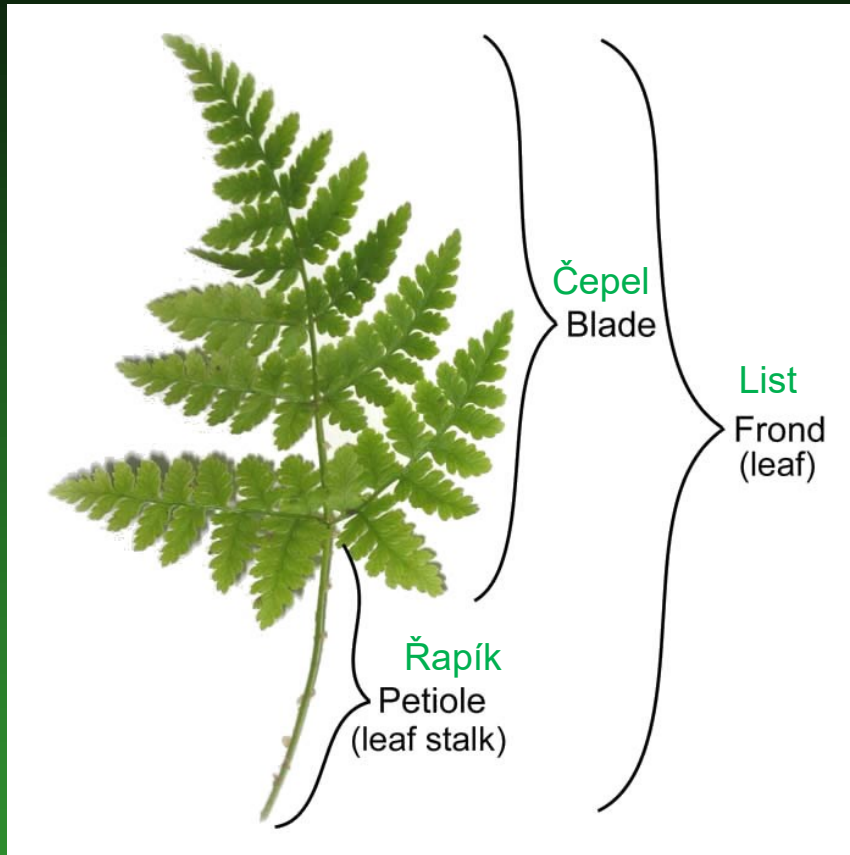
*Angiopteris lygodiiifolia* –  
arbuskulární mykorrhiza  
v gametofytu!Polyciliální  
spermatozoidy  
„nebozezovitého“ tvaru  
jako u přesliček s 50–80  
bičíky

# 4. třída *Polypodiopsida* (vlastní kapradiny)



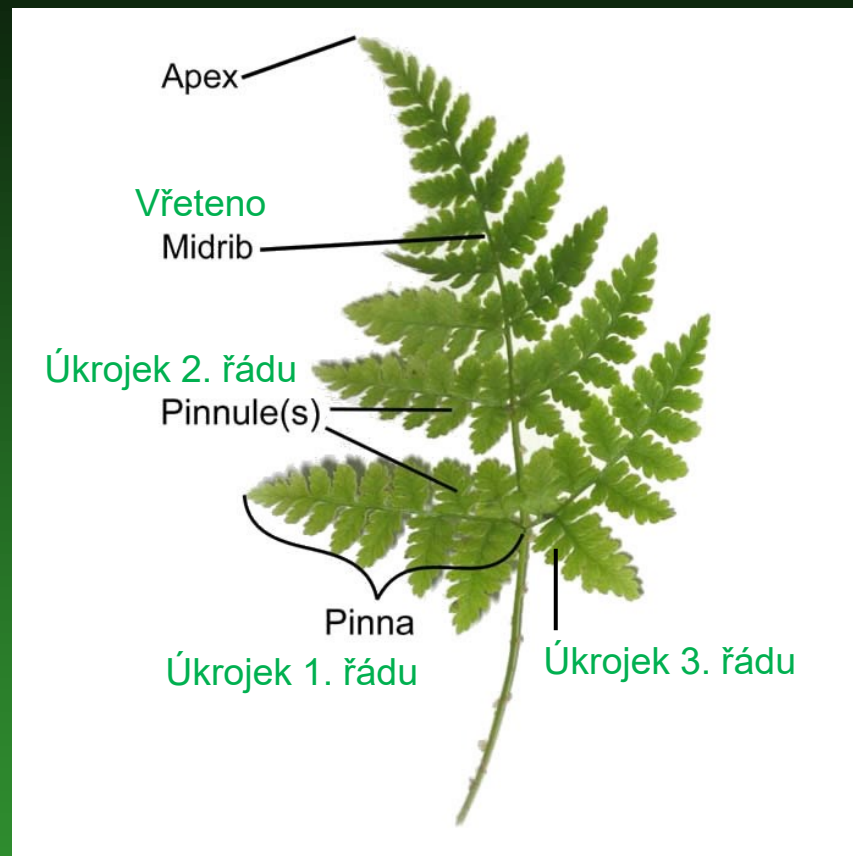
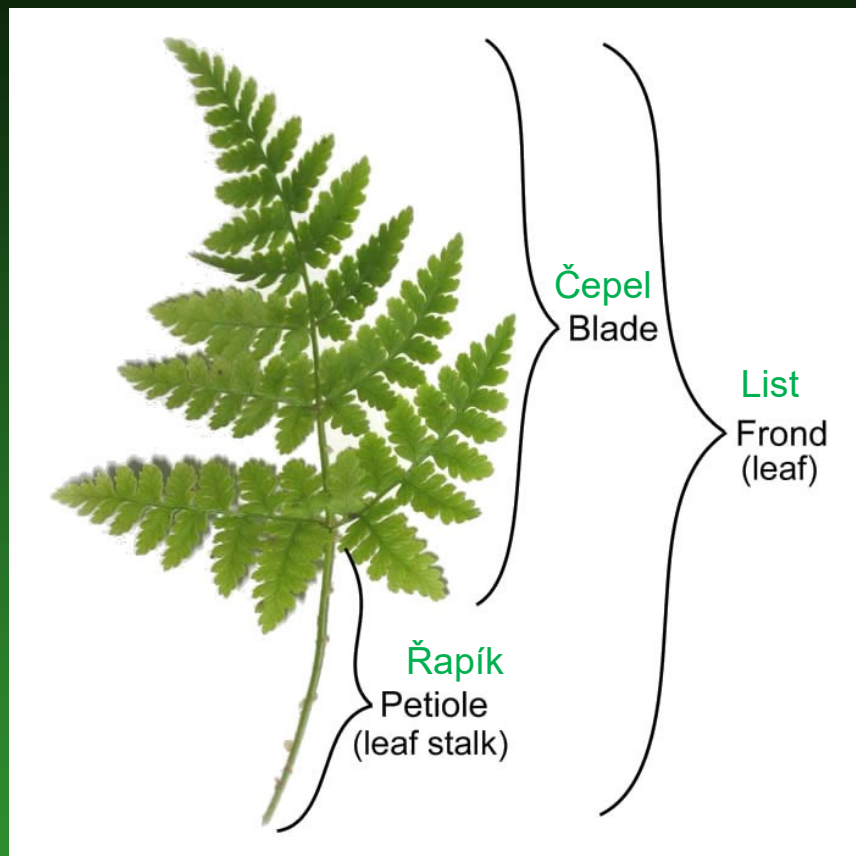
Izosporické terestrické leptosporangiální kapradiny (~10 500 druhů)

# listy megafylní, často složité stavby a inervace





# listy megafylní, často složité stavby a inervace



listy megafylní, často složité stavby a inervace, v mládí  
circinálně svinuté



někdy diferenciace  
listů na  
sporofyly a trofofyly

jindy se trofosporofyly od  
trofofylů neliší

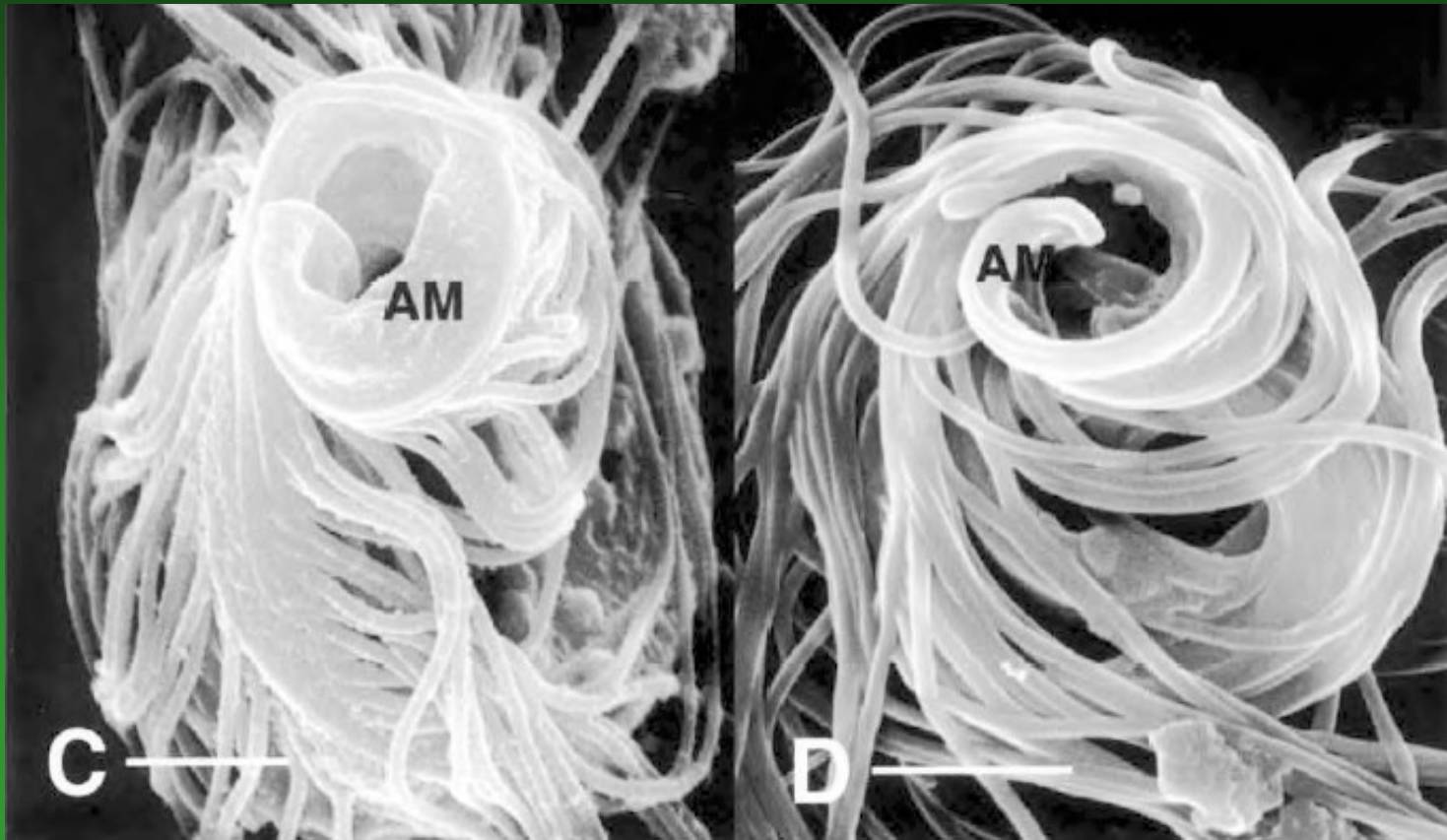


*Osmunda cinnamomea*



*Asplenium trichomanes*

spermatozoidy polyciliární – protáhlé tenké s více spirálními závity s ca 80 bičíky



# třída *Polypodiopsida*

má 2 řády:

*Polypodiales*

*Salviniales*

# 1. řád *Polypodiales*

recentní i fosilní,

listy většinou trofosporofylní, peřeně členěné

izosporické,

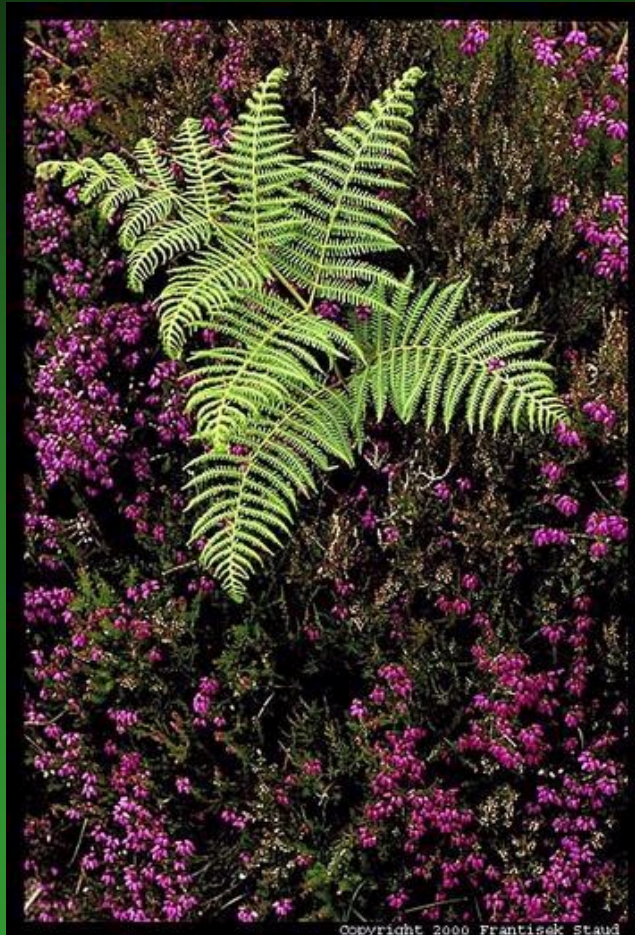
sporangia – tenkostěnná (leptosporangiální),  
drobná, stopkatá

patří sem většina kapradin



# Největší diverzita ve vlhkých tropech

Byliny terestrické  
i epilitické



vzácněji dřeviny  
až 25 m vysoké



nebo epifyty



## Většina druhů kapradin roste v lesním podrostu

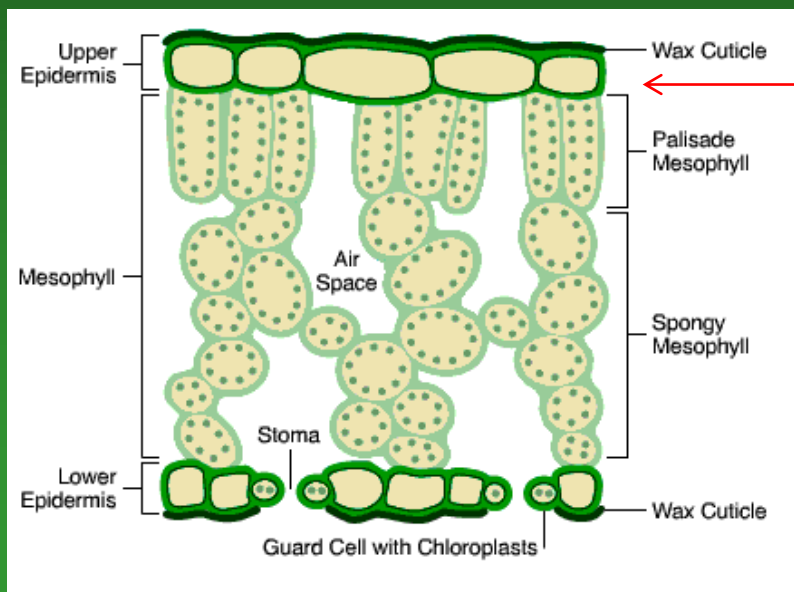
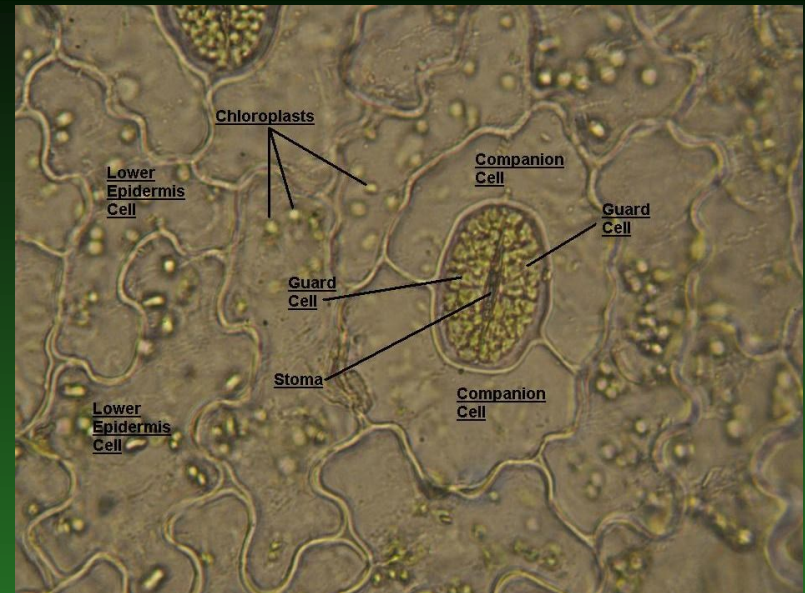


### Divergence v druhohorách a třetihorách

Nebyly „vytlačeny“ krytosemennými, jak se někdy uvádí. Naopak patrovitá struktura lesů semenných rostlin zřejmě vytvořila nové niky a tedy prostor k divergenci leptosporangiátních kapradin



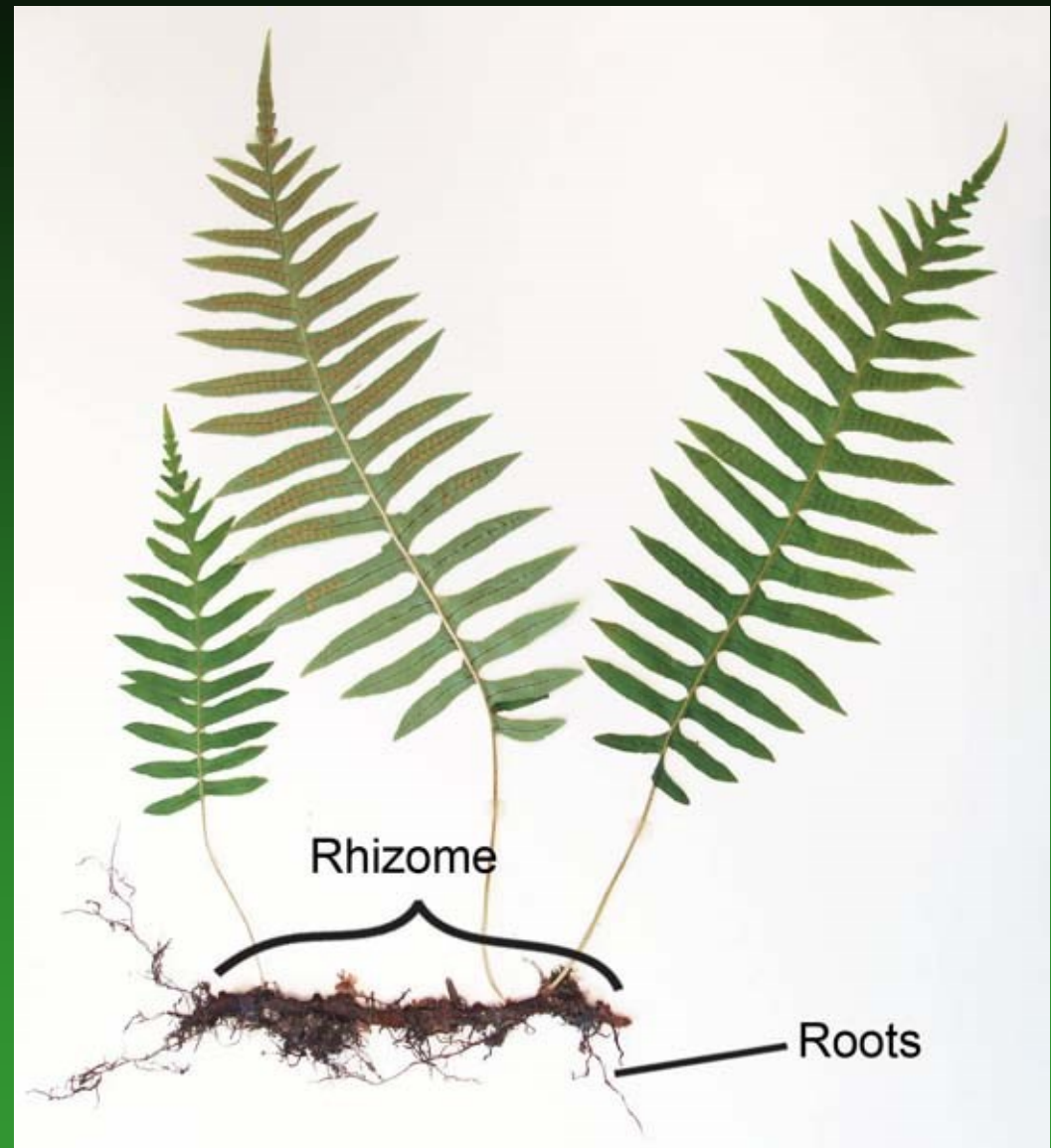
**Listy** – u stínomilných kapradin mohou mít chloroplasty i v epidermálních buňkách →



Krytosemenné rostliny mají v epidermis chloroplasty jen ve svěracích buňkách.

V epidermis ponořených listů mohou mít chloroplasty některé vodní rostliny

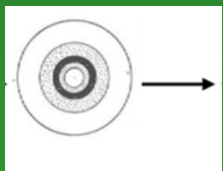
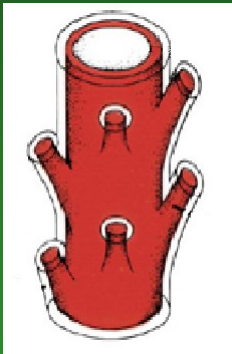
**Stonek** nečlánkový,  
obvykle jen podzemní =  
oddenek (rhizom)



# Vodivé elementy stonku (oddenku)

xylem - tracheidy

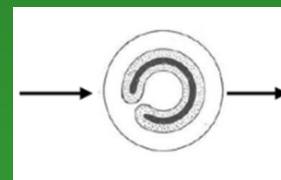
bez jizev



**sifonostélé**  
(amfifloické)



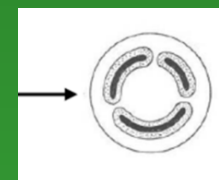
ojediné  
podlouhlé  
jizvy



**solenostélé**



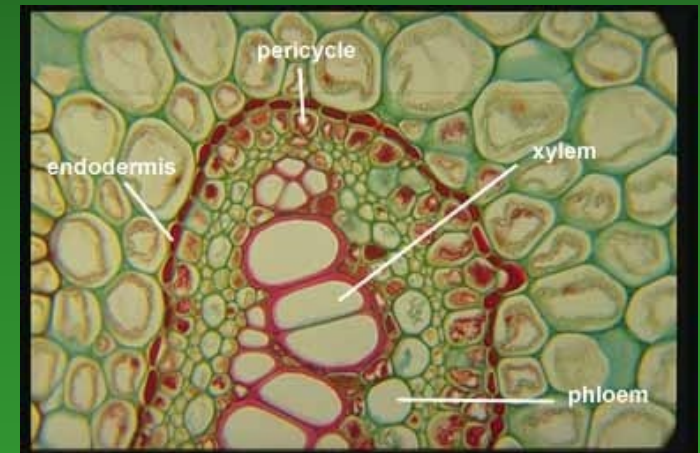
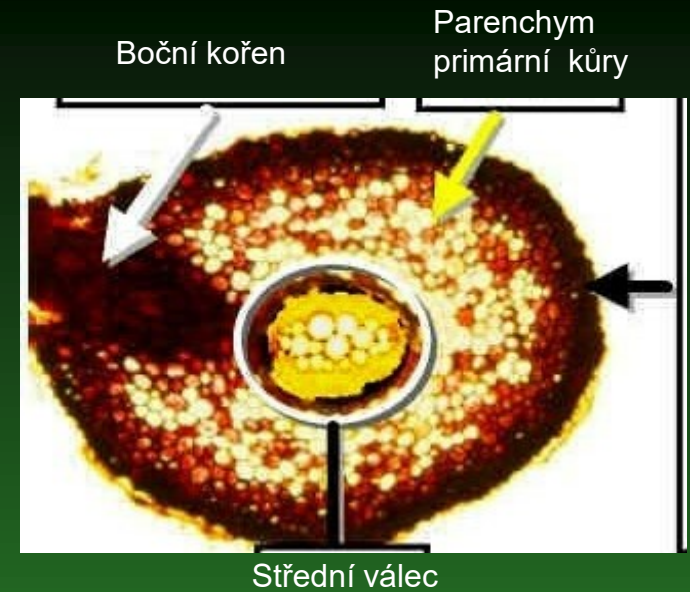
četné  
paralelní  
jizvy



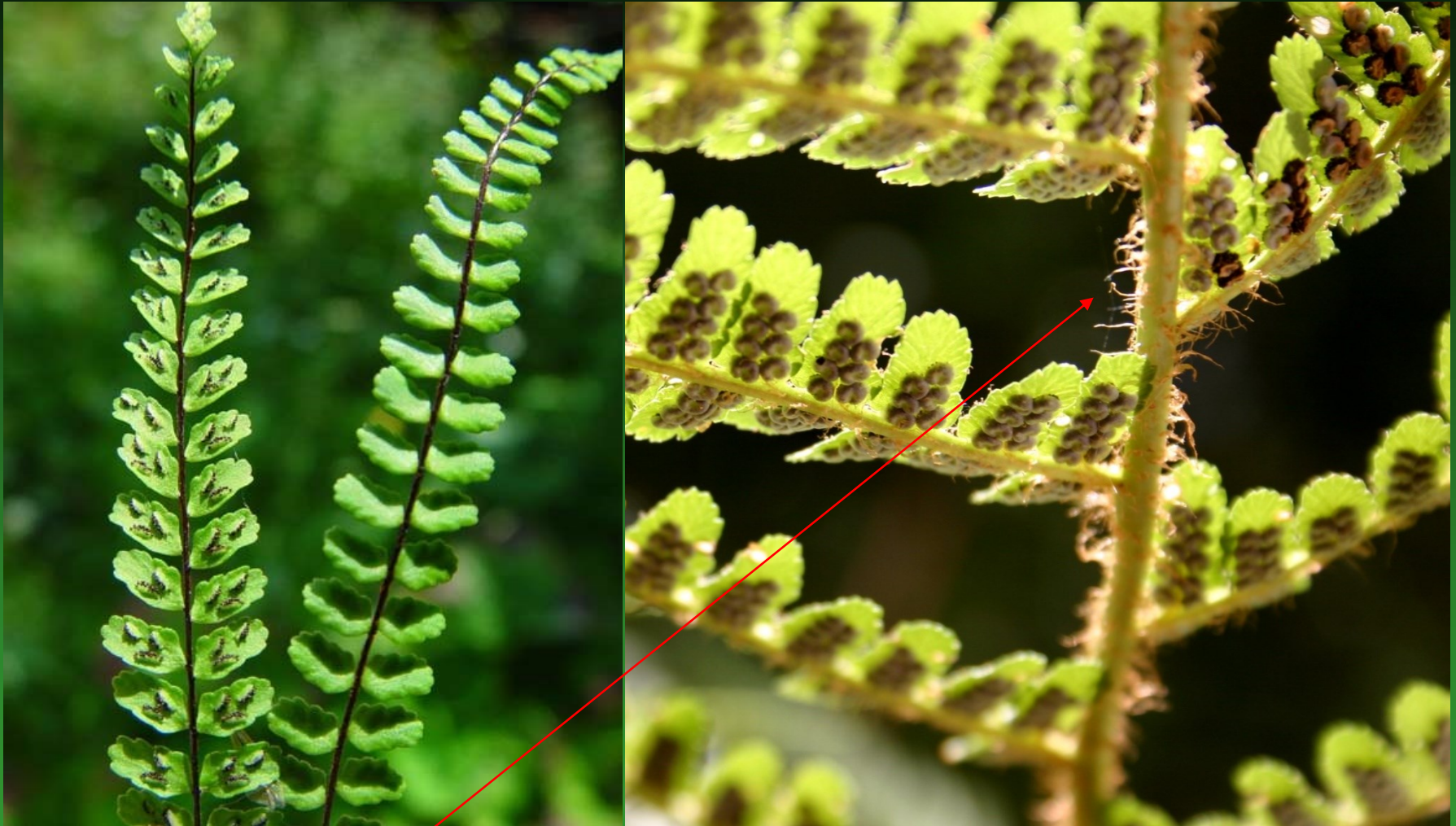
**diktyostélé**

**Kořeny** - vyrůstají na oddenku nebo na nadzemních stolonech

Vodivé elementy kořenů **aktinostélé**  
monoarchní až polyarchní

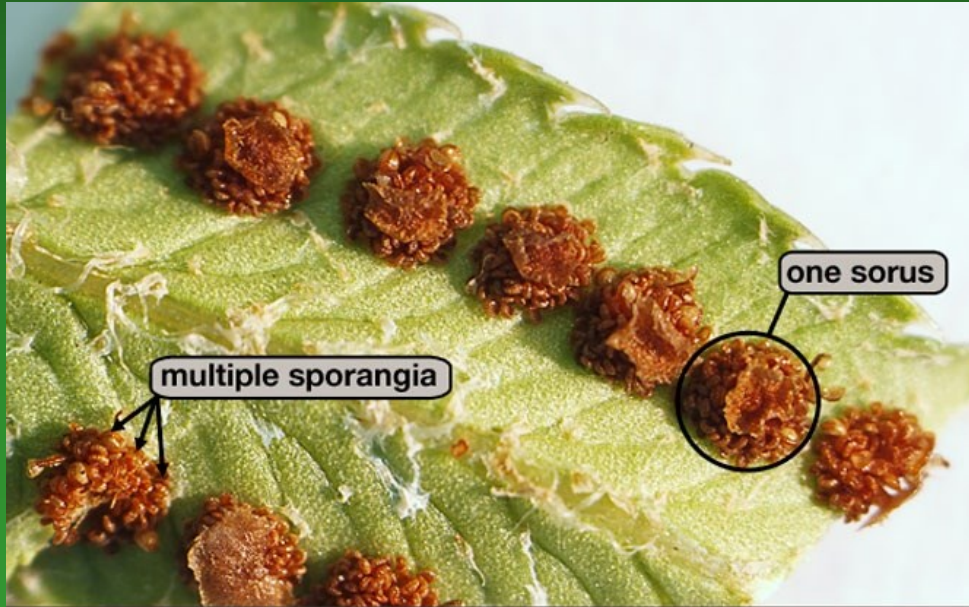
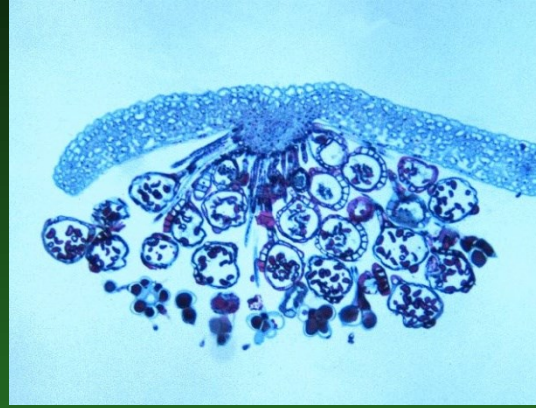


# Sporangia na spodní straně listů, nikdy ne ve strobilech!



Pleviny (paleae) = šupinovitě blanité trichomy žlutavé, rezavé, hnědé až černé barvy

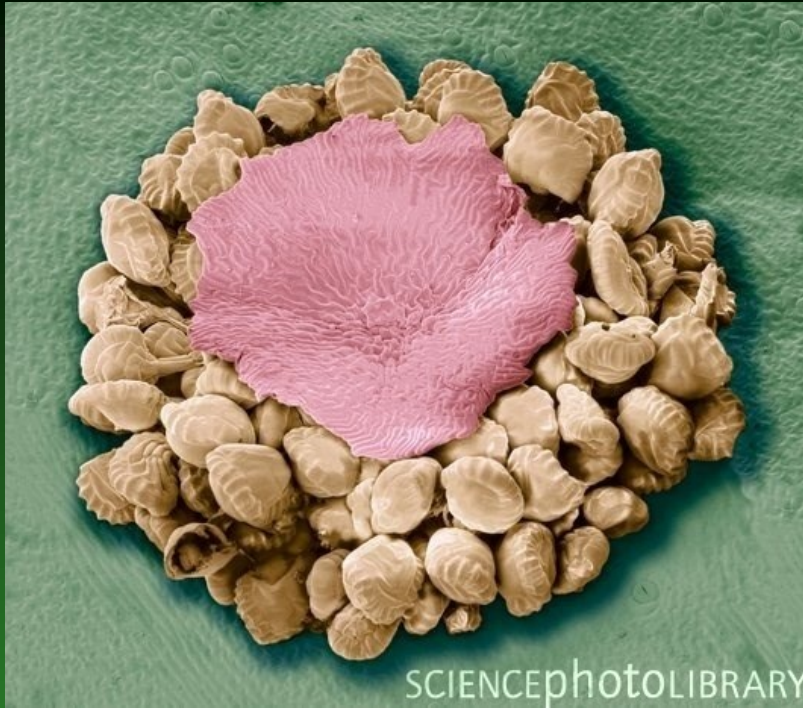
**Sporangia** ve shlucích - sorech; slévají-li se sory na větší ploše, mluvíme o coenosorech, volná (nikdy nesrostlá v synangia)



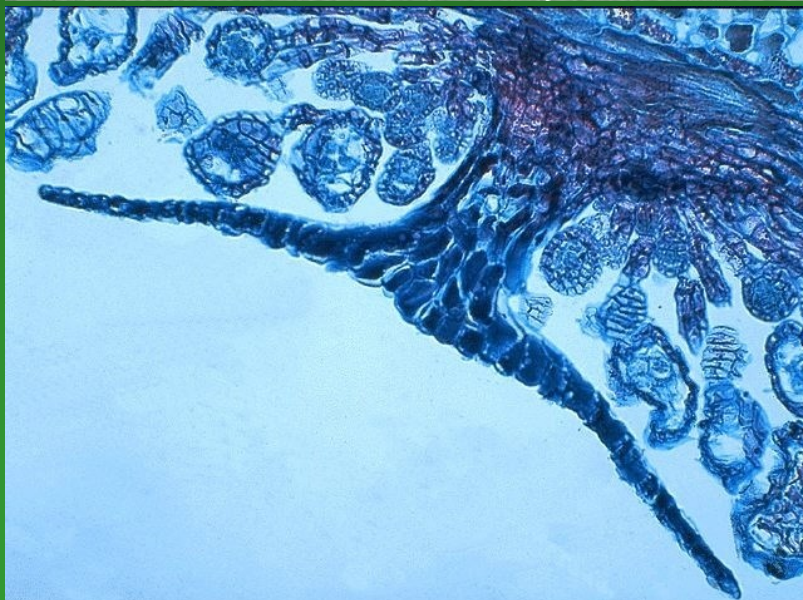
Fern sori on the underside of a frond



Sory někdy kryje ostěra  
(= indusium)

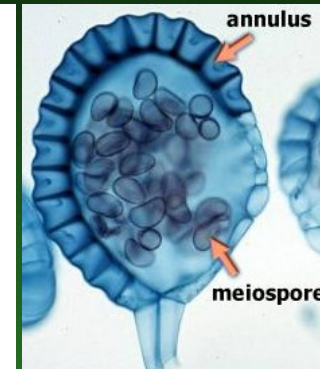
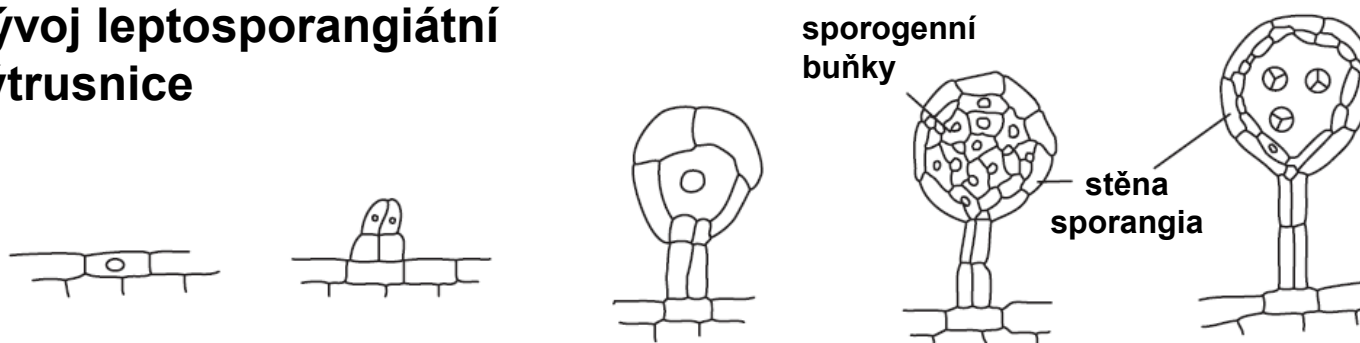


SCIENCEPHOTOLIBRARY

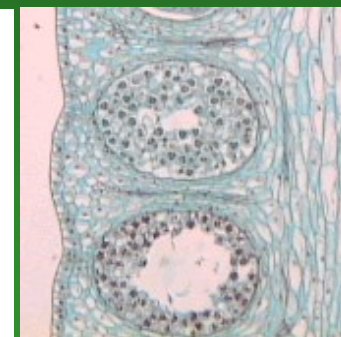
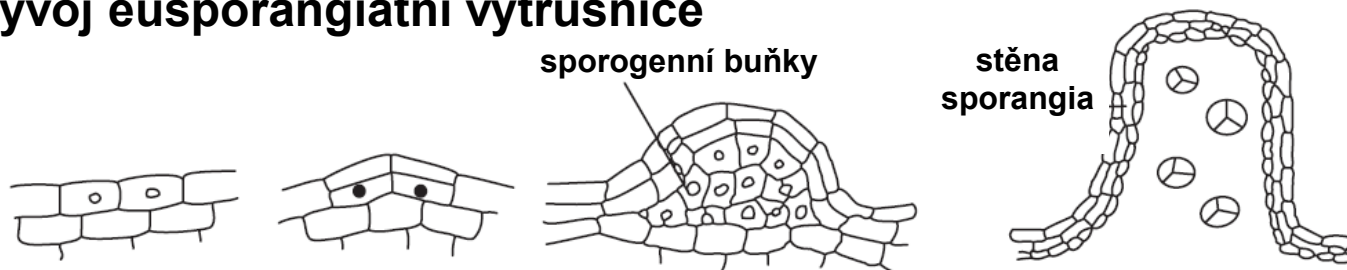


Sporangia **leptosporangiátní** = tentostěnná (1 vrstva buněk)  
diferencují se vně pletiva (**eusporangiátní** dovnitř pletiva)

### Vývoj leptosporangiátní výtrusnice



### Vývoj eusporangiátní výtrusnice



*Ophioglossum*

**leptosporangiátní** sporangia většinou obsahují

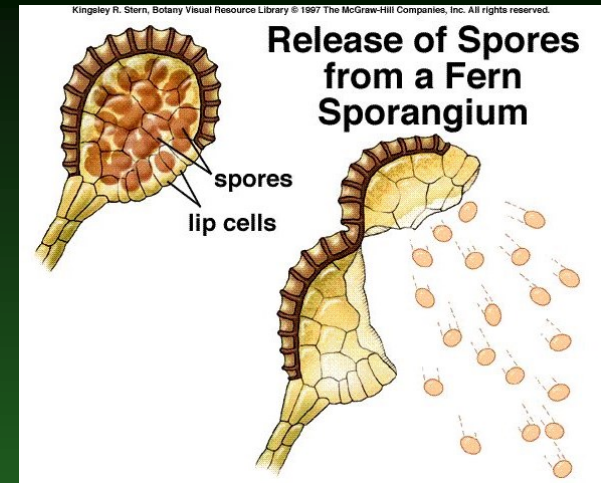
64 spór = 4x mitóza + 1 meióza (nebo méně)



Prstenec (= annulus) je řada buněk na kýlu sporangia

1. Otvírá a zavírá sporangia
2. Katapultuje spory

**Prstencové buňky** mají ztlustou vnitřní stěnu a stěnu se sousední prstencovou buňkou



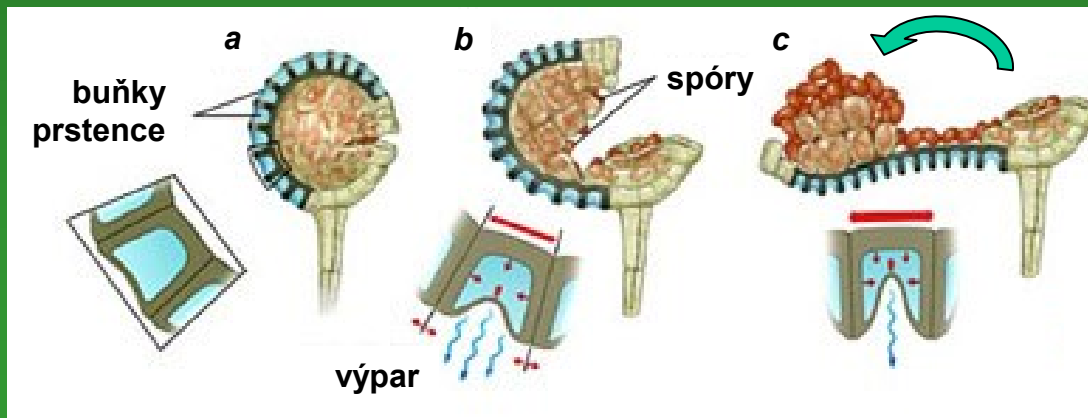
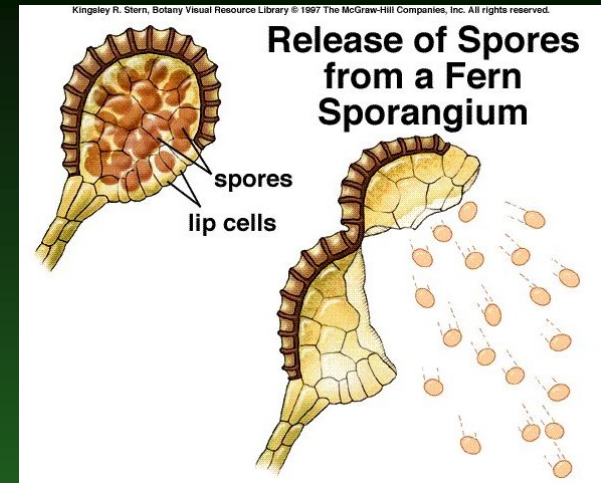
Prstenec (= annulus) je řada buněk na kýlu sporangia

1. Otvírá a zavírá sporangia
2. Katapultuje spory

Prstencové buňky mají ztlustou vnitřní stěnu a stěnu se sousední prstencovou buňkou

V suchém počasí:

1. Natahování katapultu: vysycháním buňky prstence zmenšují objem – jejich vnější stěna se deformuje – prstenec se prohýbá – sporangium se pomalu otvírá – protitlak vnitřních stěn buněk annulu narůstá – katapult se natahuje (celé trvá několik sekund)



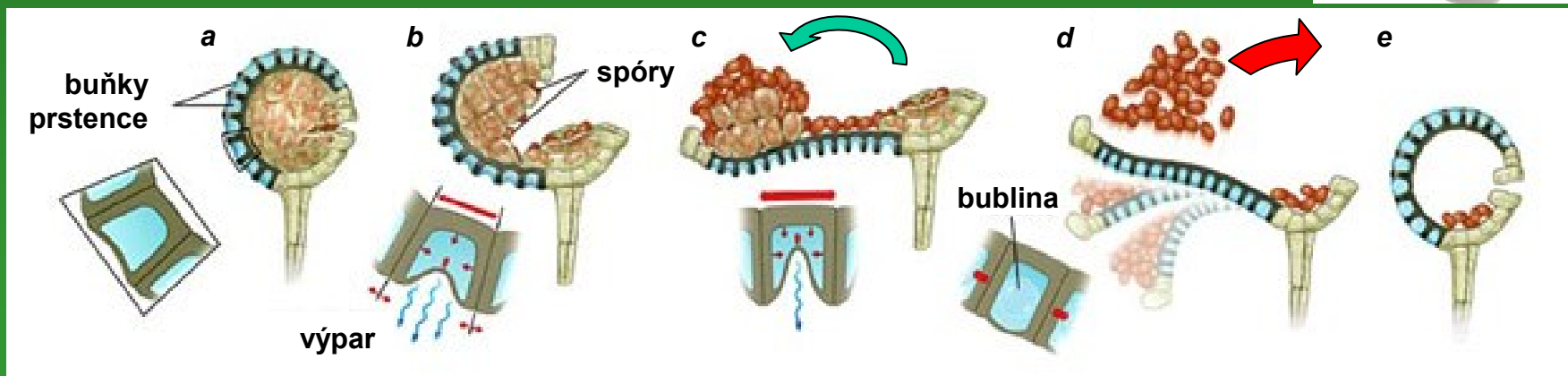
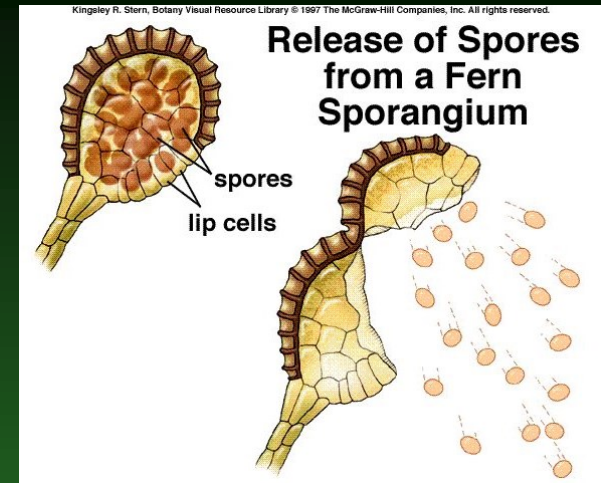
Prstenec (= annulus) je řada buněk na kýlu sporangia

1. Otvírá a zavírá sporangia
2. Katapultuje spory

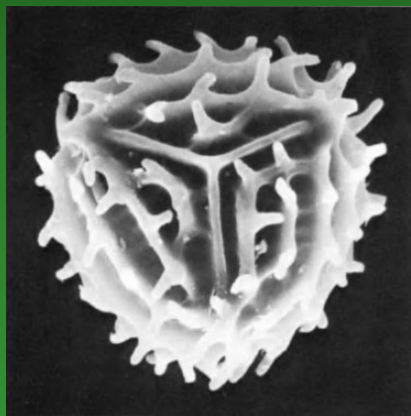
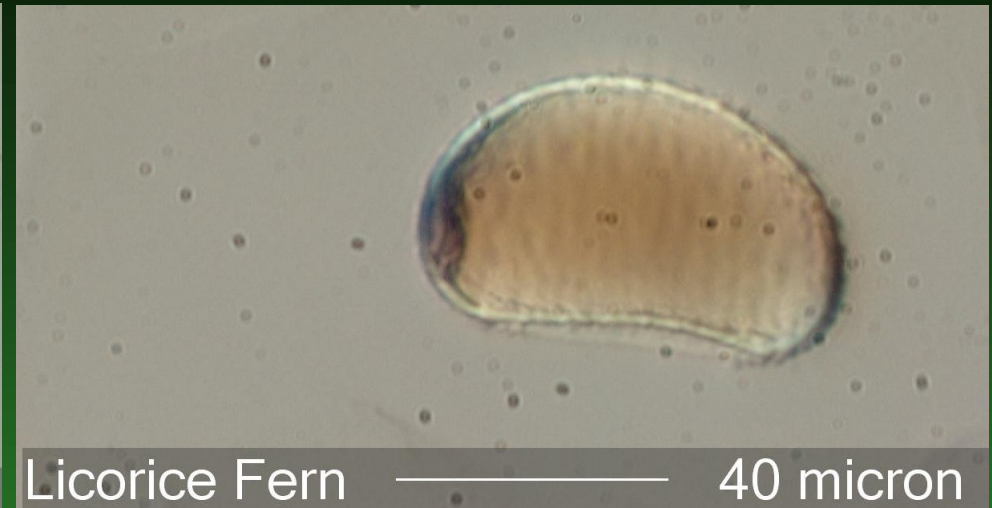
Prstencové buňky mají ztlustou vnitřní stěnu a stěnu se sousední prstencovou buňkou

V suchém počasí:

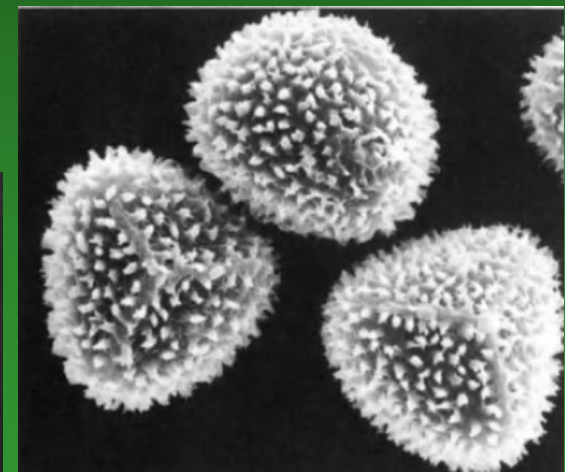
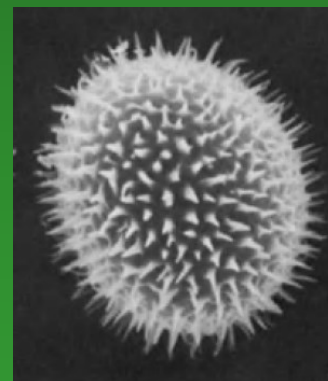
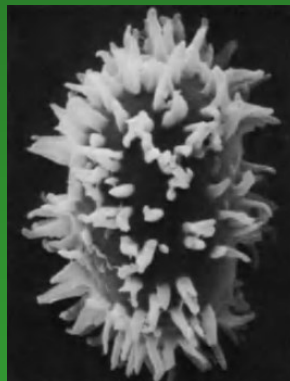
1. **Natahování katapultu**: vysycháním buňky prstence zmenšují objem – jejich vnější stěna se deformuje – prstenec se prohýbá – sporangium se pomalu otvírá – protitlak vnitřních stěn buněk annulu narůstá – katapult se natahuje (celé trvá několik sekund)
2. **Výstřel** = kavitační kolaps vyplní buňky vzduchem – buňky dostanou původní tvar a tak vrátí prstenec prudce do původní polohy – spory jsou během okamžiku katapultovány (rychlostí ca 10 m/s) – sporangium se zavře



Spory nezelené, monoletní, fazolovitého tvaru, hladké, řidčeji triletní

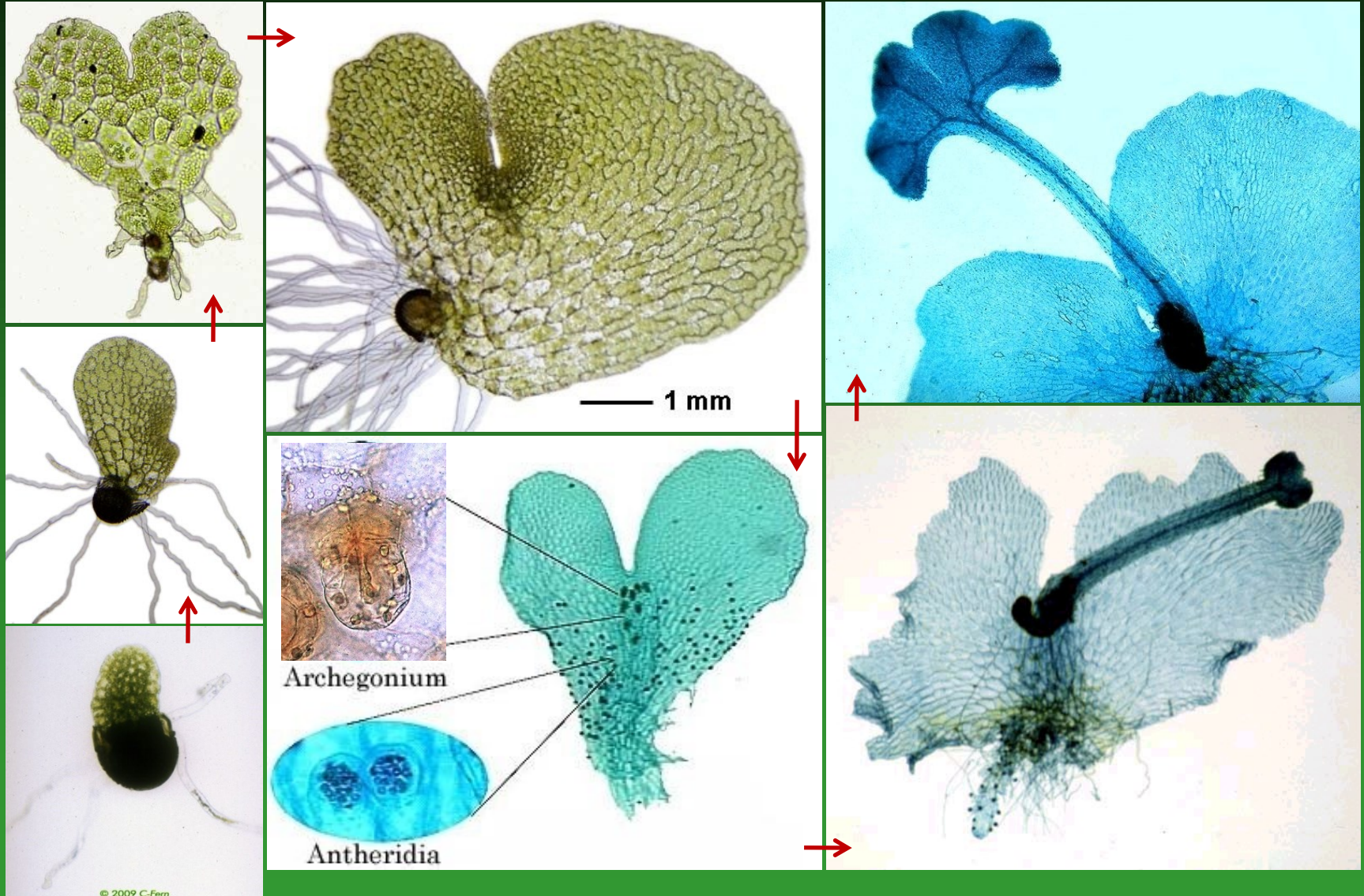


Někdy s háčkovitými útvary připomínajícími entomogamní pyl



Výrůstky = šíření více spór pohromadě jako u přesliček

**Gametofyt** (prothalamium) – nadzemní, zelený, obvykle srdčitého tvaru, jednovrstevvý, na bázi vícevrstevný s rhizoidy a gametangii, často krátkověký

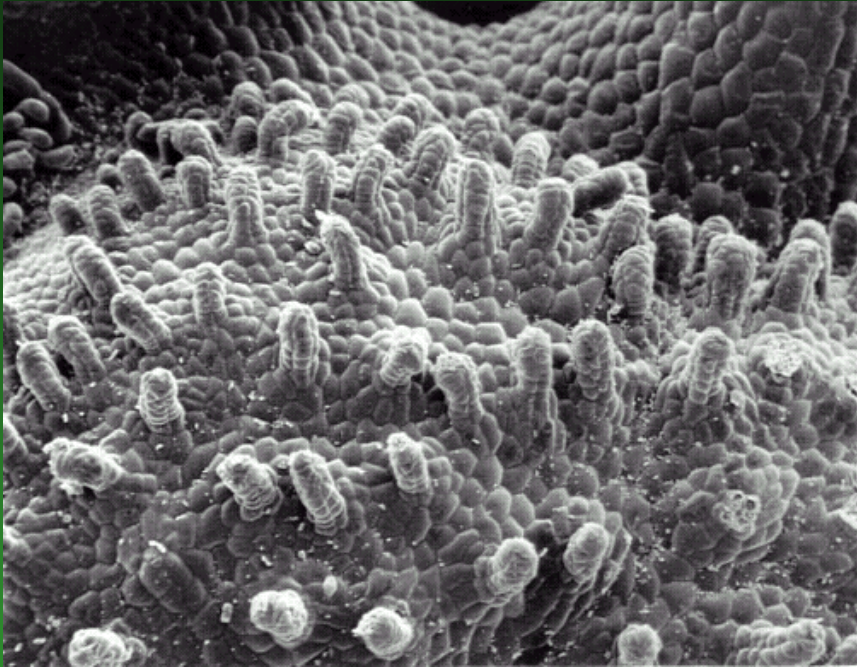


# Gametofyt (prothalamium) – vlhká půda a skály, často pospolitě, či mezi mechem

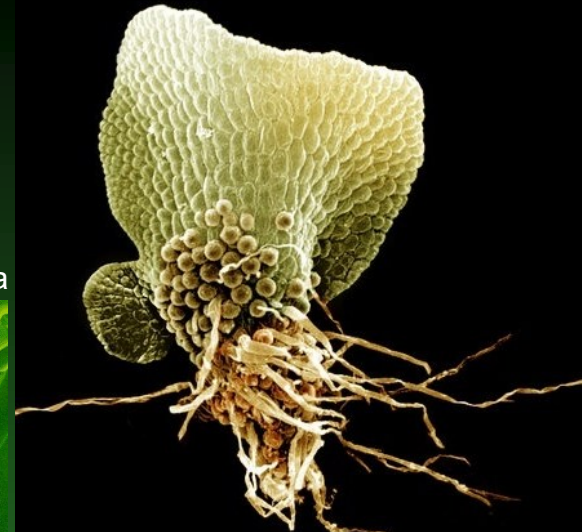


**Gametangia** – neponořená (antheridia), nebo slabě ponořená (archegonia) do pletiva báze; spermatozoidy polyciliární (často po 32 v antheridiu)

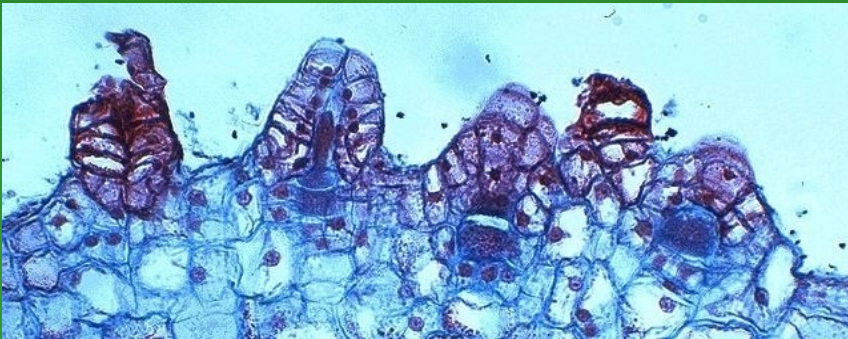
archegonia



antheridia



SCIENCEPHOTOLIBRARY



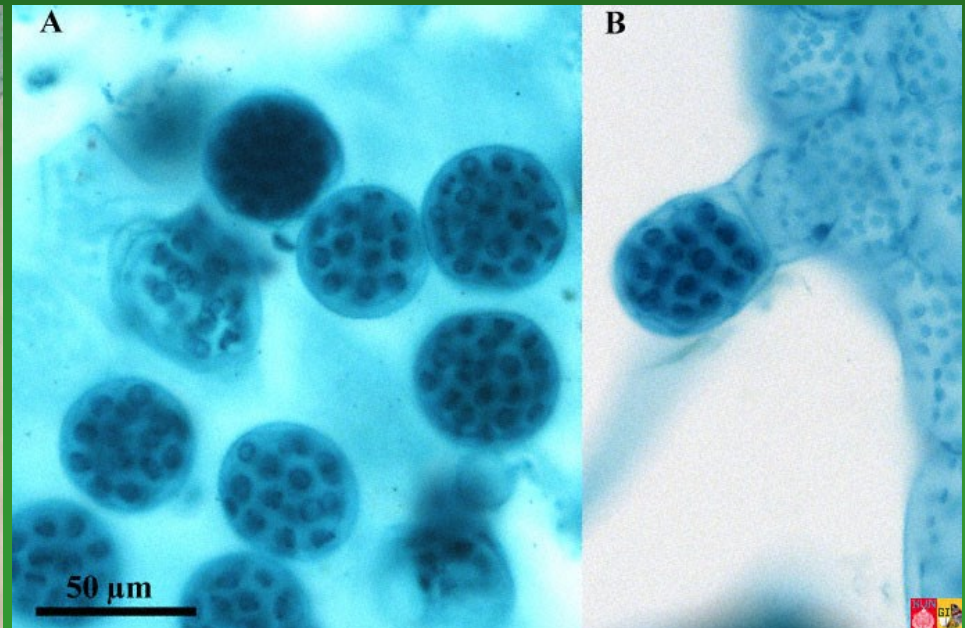
# Prothalia – primárně oboupohlavná, druhotně často jedнопohlavná

Nejstarší prothallium pomocí fytohormonů (antheridiogenů ze skupiny giberelinů) – ovlivní ostatní kolem něj, aby tvořila jen antheridia

= prevence inbrední deprese, která by při samooplození v rámci jednoho gametofytu byla daleko razantnější, než při samooplození u krytosemenných. (Jiný typ prevence = protandrie = antheridia dřív dozrají)

Důvod: gametofyt netvoří gamety meiózou, ale mitózou = nedochází tak k náhodné segregaci a všechny jím vytvořené gamety jsou geneticky identické

Fern Prothallium (Gametophyte) Fertilization X 40





## Klasifikace:

Druhy významné z hlediska této přednášky patří ke 4 čeledím:

Dennstaedtiaceae,

Pteridaceae,

Aspleniaceae,

Polypodiaceae.

Zajímavé druhy najdeme také v čeledích:

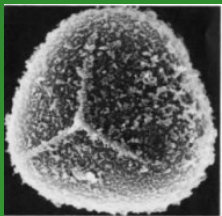
Cyatheaaceae a

Hymenophyllaceae

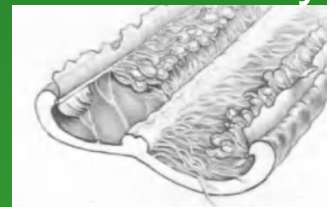
***Pteridium aquilinum*** - hasivka orličí - naše největší kapradina (listy až 2.5 m dlouhé) světlejší stanoviště, celkově kosmopolitní rozšíření, jedovatá - kyanogenní sloučeniny.



Coenosory kryté podvinutým krajem listu a tenkým lištovitým indusiem



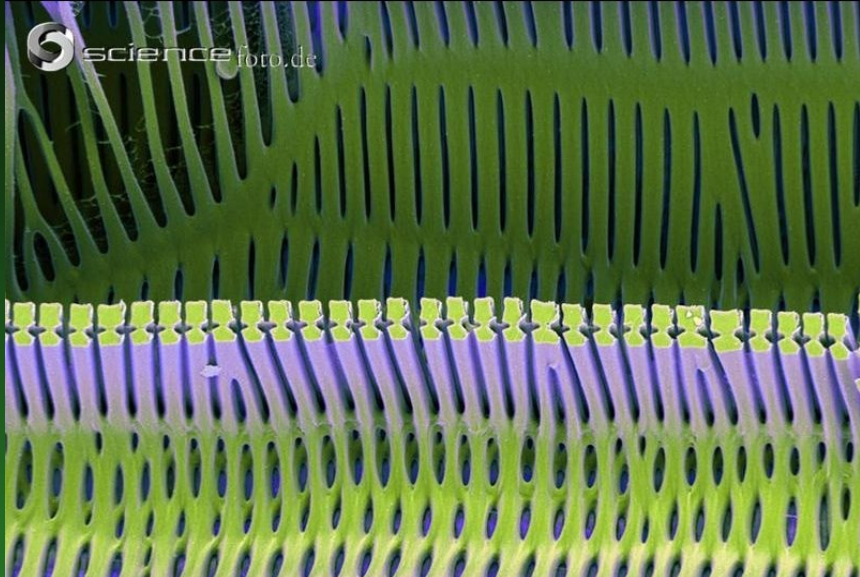
Spóry triletní



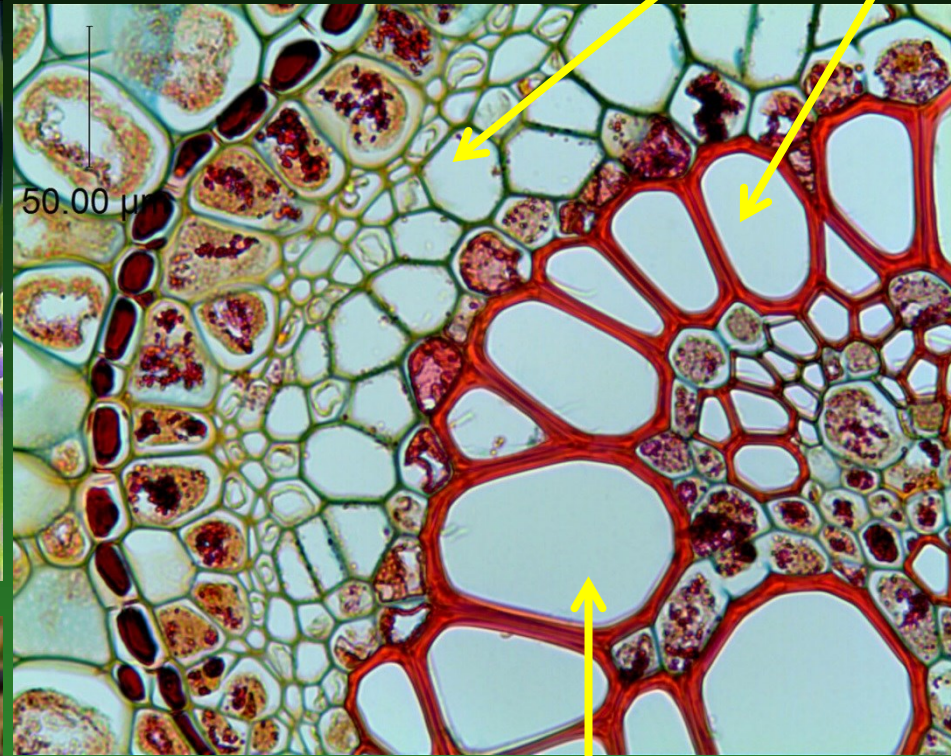
*Dennstaedtiaceae* (hlavně tropy)

# *Pteridium aquilinum* – vyvinuly se u ní tracheje !

floem xylem



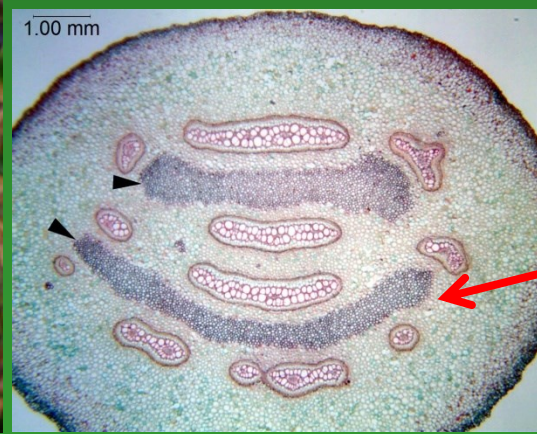
(c) G. Wanner, Ludwig Maximilian University, Munich, Germany



© 2012 by Mihai Costea



© T. Abe Lloyd



© 2012 by Mihai Costea

Tracheje na příčném řezu oddenkem *Pteridium aquilinum*

sklerenchymatické fibrily

terminální a boční perforace se liší jen málo



***Hemionitis* (Notholaena) *marantae*** -

podmrška jižní zasahuje k nám ze Středomoří na hadcových skalách u Mohelna a v Čes. Krasu. Kožovité přezimující listy, na rubu hustě rezavě plevinaté.



Hadcová step u Mohelna



***Pteridaceae***  
(hlavně tropy)



Do stejné čeledi *Pteridaceae* patří také

## *Anogramma leptophylla*

– hojný v subtropích a mírném pásmu, např. ve Středozeří – „**mechorostový**“ **životní cyklus**

**sporofyt** - žije krátce, obvykle 1 sezónu

**samičí gametofyt** - má hlízkku a žije několik let !

z hlízkky žije částečně i mladý sporofyt !



*Ann. Bot. Fennici* 48: 465–472 ISSN 0003-3847 (print) ISSN 1797-2442 (online)  
Helsinki 30 December 2011 © Finnish Zoological and Botanical Publishing Board 2011

Gametophyte features in a peculiar annual fern,  
*Anogramma leptophylla*

Emilia Pangua\*, Isabel Pérez-Ruzafa & Santiago Pajarón



Fig. 1. Photograph of an *Anogramma leptophylla* prothallium with a well developed tubercle. Bar = 1 mm.



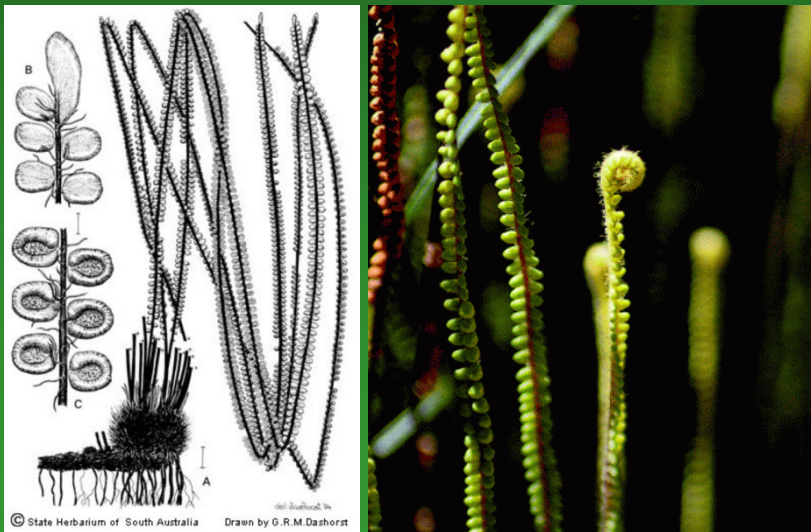
Do stejné čeledi *Pteridaceae* patří také australská  
***Platyzoma microphyllum***

pseudo**heterosporická** leptosporangiátní kaprad'

2 velikosti spór:

velké (175  $\mu\text{m}$  – 16 / sporangium) → samčí prothalia

malé (85  $\mu\text{m}$  – 32 / sporangium) → protogynická  
hermafroditní prothalia

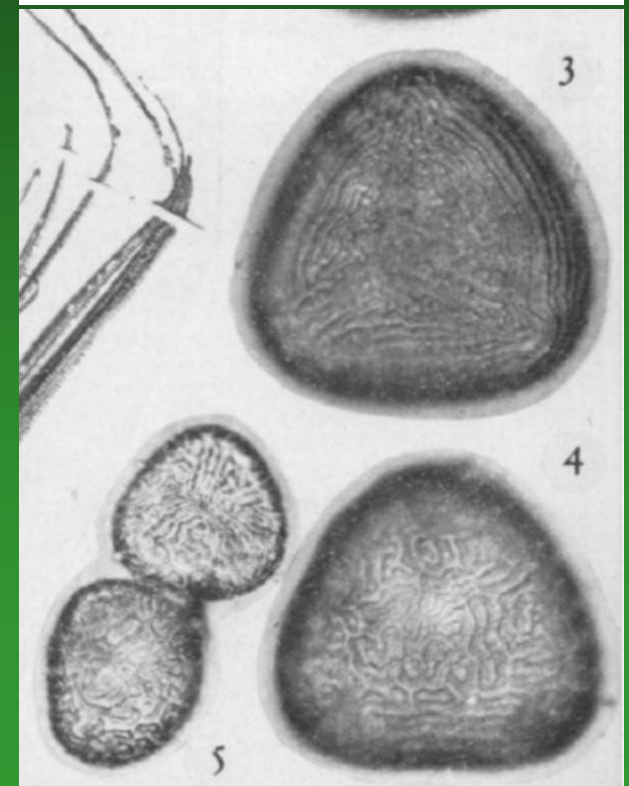


Amer. Jour. Bot. 51(9): 939-942. 1964.

PLATYZOMA—A QUEENSLAND FERN WITH INCIPIENT HETEROSPORY!

ALICE F. TRYON

Gray Herbarium, Harvard University, Cambridge, Massachusetts



# *Asplenium trichomanes*

pensum

sleziník červený – na různých  
skalních substrátech hojně



*Aspleniaceae* – 700  
druhů



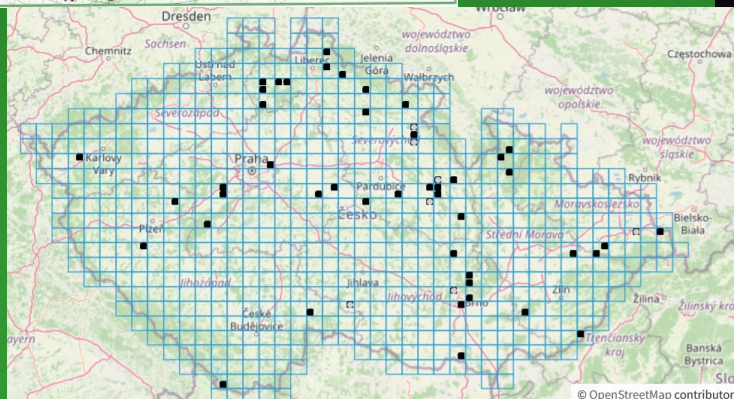
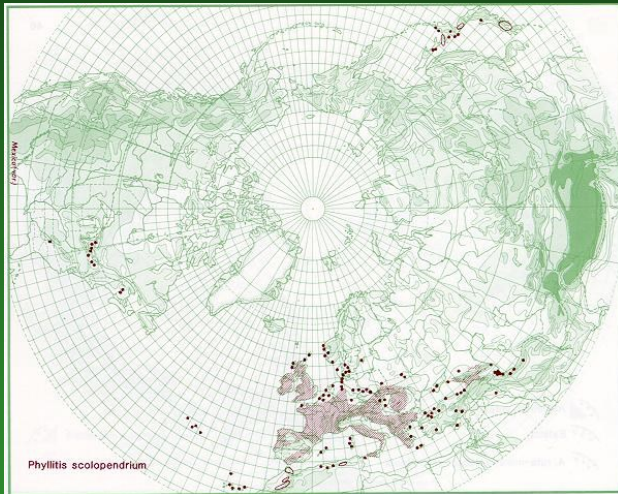
*Asplenium pensum* *ruta-muraria* - sleziník routička zední –  
vápencové skály a zdi



*Aspleniaceae*



Velmi vzácný je u nás  
***Phyllitis scolopendrium*** -  
 jelení jazyk celolistý (vzácně  
 např. v Mor. Krasu) celistvé  
 listy, čárkovité coenosory



*Aspleniaceae*

***Phegopteris connectilis*** -  
bukovinec osladičovitý roste u  
nás často v bukových lesích



*Aspleniaceae* – 950 druhů  
hlavně tropy

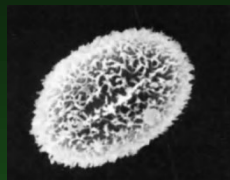


*Gymnocarpium dryopteris*  
bukovník kaprad'ovitý častý v  
bukových lesích  
Induzium chybí

*Aspleniaceae*



# *Cystopteris fragilis* - puchýřník křehký častý na skalách a zdech



*Aspleniaceae*

# *Athyrium filix-femina* - papratka samičí

pensum  
Nejhojnější kapradina našich lesů. Čárkovité sori s lištovitým indusiem



*Aspleniaceae*

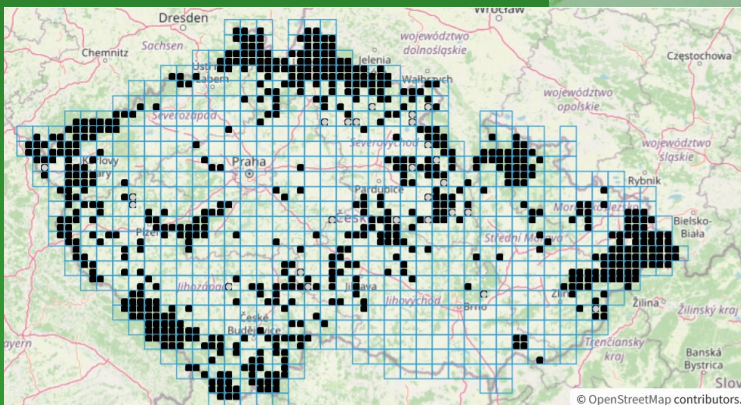
Pěstovaný *Matteuccia* (*Onoclea*) *struthiopteris* - pérovník pštroší s listy výrazně rozlišenými na trofofyly a sporofyly (Preslové mu říkali peropušník)



*Aspleniaceae*

# *Blechnum spicant* - žebrovice různolistá

- u nás horské lesy
- dimorfní listy (trofofyly a trofosporofyly)
- výtrusnice v coenosorech podél žilky úkrojků



## Aspleniaceae

stromové  
*Blechnum cycadifolium*  
na ostrově Juan  
Fernandes



***Polypodium vulgare*** - osladič obecnýpensum  
na skalách hojněokrouhlé sori  
bez induzií  
na jednoduchých  
úkrojcích  
ve 2 řadách*Polypodiaceae* – 1200 druhů



# *Dryopteris filix-mas*

pensum

## kaprad' samec

- hojná v lesích
- ledvinitá indusia = znak rodu *Dryopteris*



**Polypodiaceae – 1700 druhů**



# Kaprad' samec v minulosti léčivka

(Proti střevním hlístům a tasemnicím,  
příp. jako prostředek na zahánění  
d'ábla, později v peřinách jako  
odpuzovač blech)

Celá rostlina jedovatá - těžké otravy -  
zvracení, křeče, žluté vidění, poruchy  
dechu, bezvědomí, smrt.

Při vyléčení často trvalá slepota =  
důsledek dlouhotrvajících křečí  
sítnicových cév



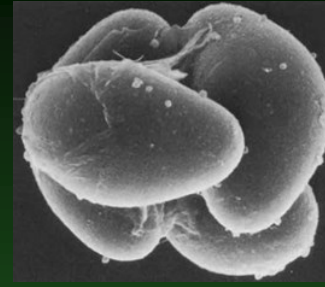
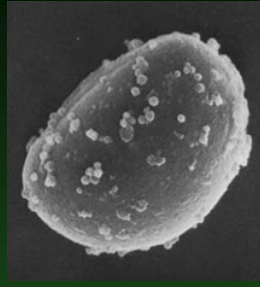
*Dryopteris carthusiana*  
pensum  
kaprad' osténkatá



Do čel. *Polypodiaceae* patří také tropické epifyty z rodu *Platycerium* - parožnatka se zajímavě heterofylními listy. Pěstovány ve sklenicích a někdy i v bytech.



Do čel. *Polypodiaceae* patří i tropické epifyty z rodu *Lecanopteris* rostoucí v Indonézii. Jejich oddenky jsou duté a poskytují místo pro kolonie mravenců, kteří konzumují a rozšiřují jejich tukem bohaté lepivé spóry



© Andreas Wistuba

***Nephrolepis exaltata*** - nejčastěji u nás pěstovaná pokojová kapradina, dobře snáší suchý vzduch panelových bytů. Původně epifyt tropických oblastí. Okrouhlá induzia.



© Jardín Mandani ©



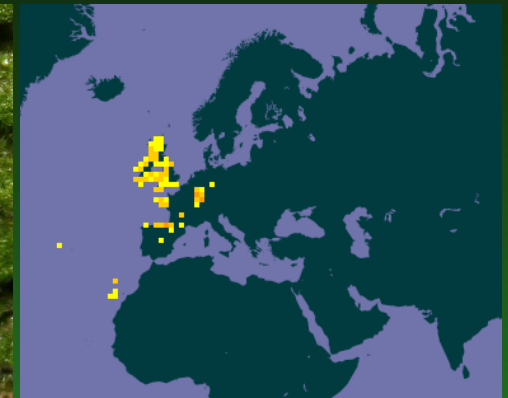
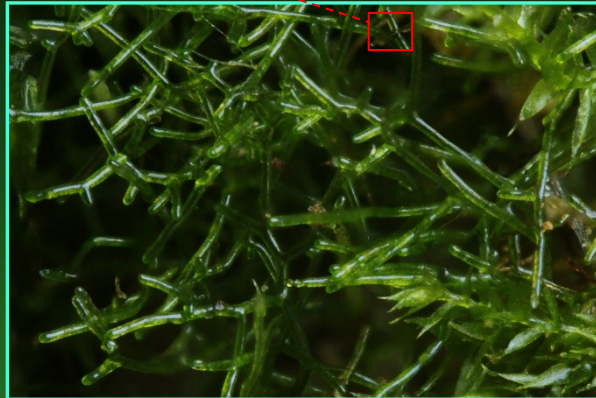
*Polypodiaceae*



# *Trichomanes speciosum* – atlantský druh – u nás jen vlhké pískovcové skály Česko-saského Švýcarska – **vláknité gametofyty**. Sporofytní listy **jednovrstevné bez průduchů**.



gametofyt připomíná vláknité protonema mechorostů



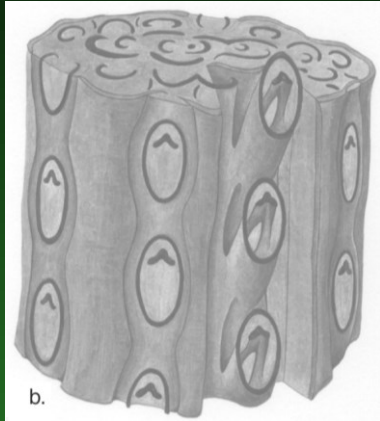
Sorus na stopce = pokračování listové žilky

má 2 chlopně

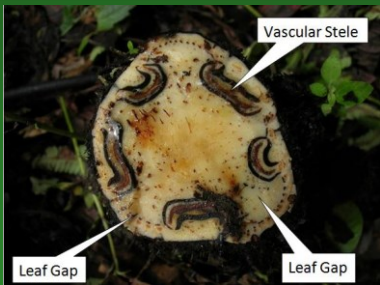


čel. *Hymenophyllaceae* 2/650

Recentní tropické stromové kapradiny (až 20 m vys.) patří k rodům *Dicksonia* a *Cyathea* (Cyatheaceae - 630 druhů)

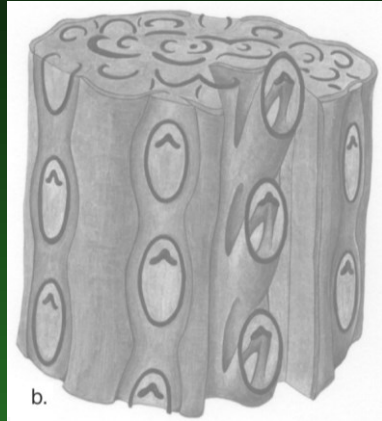


- kmen nevětvený, štíhlý se spirálou jizev po odpadlých listech, případně zpevněný sítí adventivních kořenů a zbytků řapíků
- diktyostélické segmenty vyztuženy sklerenchymatickou pochvou

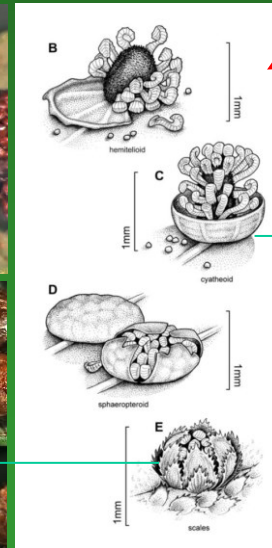
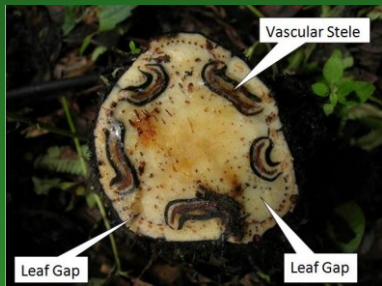




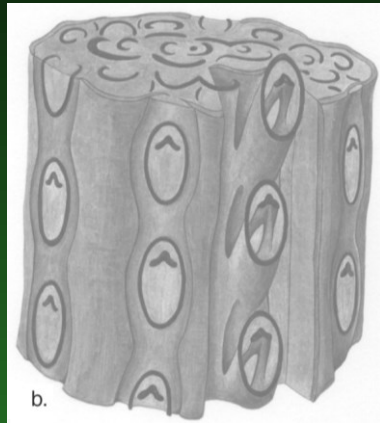
Recentní tropické stromové kapradiny (až 20 m vys.) patří k rodům *Dicksonia* a *Cyathea* (Cyatheaceae - 630 druhů)



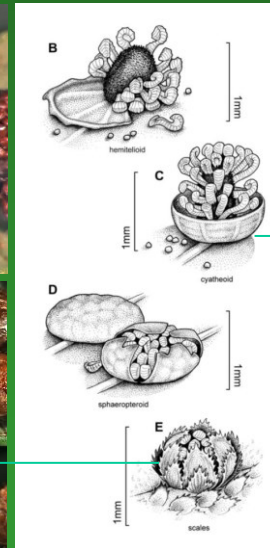
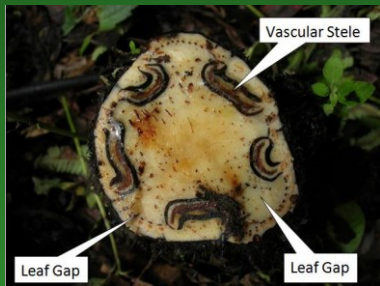
- kmen nevětvený, štíhlý se spirálou jizev po odpadlých listech, případně zpevněný sítí adventivních kořenů a zbytků řapíků
- diktyostélické segmenty vyztužené sklerenchymatickou pochvou
- listy v terminálním chocholu až 3 m dlouhé, vícenásobně zpeřené
- sporangia v sorech krytá „otvíratelnými“ **ostěrami**



Recentní tropické stromové kapradiny (až 20 m vys.) patří k rodům *Dicksonia* a *Cyathea* (Cyatheaceae - 630 druhů)

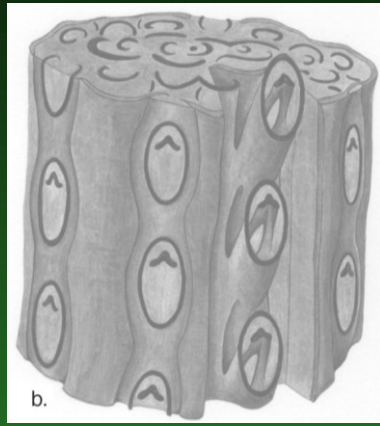


- kmen nevětvený, štíhlý se spirálou jizev po odpadlých listech, případně zpevněný sítí adventivních kořenů a zbytků řapíků
- diktyostélické segmenty vyztuženy sklerenchymatickou pochvou
- listy v terminálním chocholu až 3 m dlouhé, vícenásobně zpeřené
- sporangia v sorech krytá „otvíratelnými“ ostěrami
- krátkověká zelená **srdčitá prothalia**

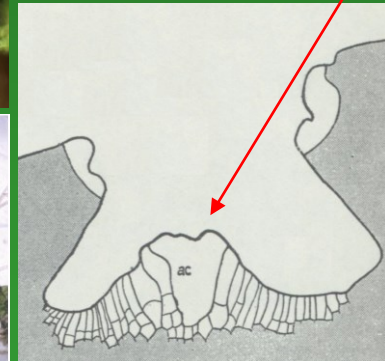
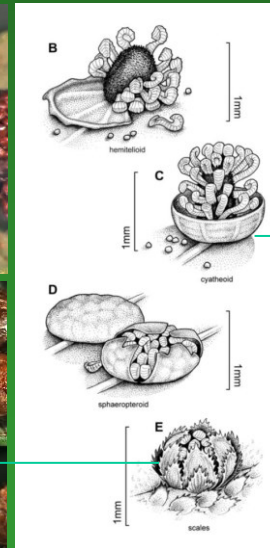
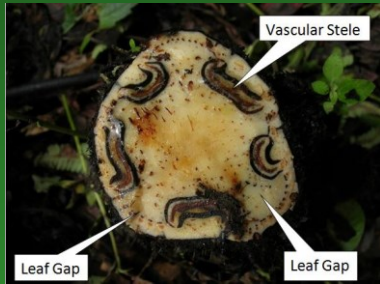


*Cyathea australis*

Recentní tropické stromové kapradiny (až 20 m vys.) patří k rodům *Dicksonia* a *Cyathea* (Cyatheaceae - 630 druhů)



- kmen nevětvený, štíhlý se spirálou jizev po odpadlých listech, případně zpevněný sítí adventivních kořenů a zbytků řapíků
- diktyostélické segmenty vyztuženy sklerenchymatickou pochvou
- listy v terminálním chocholu až 3 m dlouhé, vícenásobně zpeřené
- sporangia v sorech krytá „otvíratelnými“ ostěrami
- krátkověká zelená srdčitá prothalia
- jediná **terminální buňka** (ne meristém)



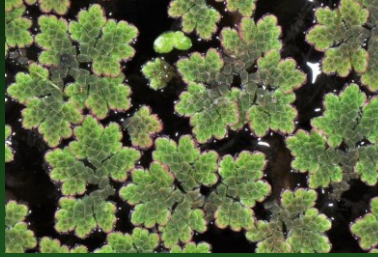
*Cyathea australis*

## 2. řád *Salviniales*



1. Bahenní nebo vodní s drobnými listy a tenkými oddenky/stonky

## 2. řád *Salviniales*

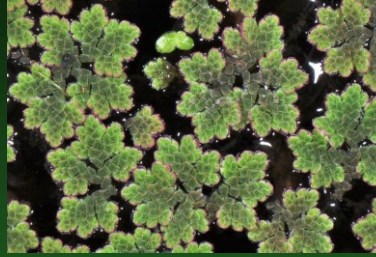


1. Bahenní nebo vodní s drobnými listy a tenkými oddenky/stonky



2. Sporangia uzavřena ve sporokarpech

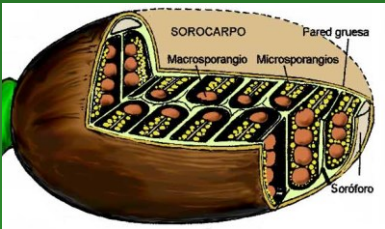
# 2. řád *Salviniales*



1. Bahenní nebo vodní s drobnými listy a tenkými oddenky/stonky

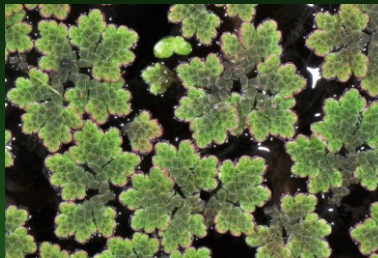


2. Sporangia uzavřena ve sporokarpech



3. Heterosporické (ale leptosporangiátní)

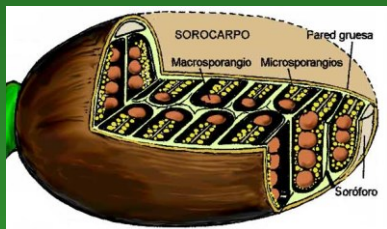
# 2. řád *Salviniales*



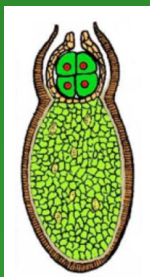
1. Bahenní nebo vodní s drobnými listy a tenkými oddenky/stonky



2. Sporangia uzavřena ve sporokarpech



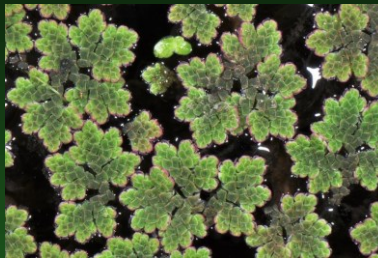
3. Heterosporické (ale leptosporangiátní)



4. Prothalia se vyvíjejí uvnitř spor

Zahrnují 2 čeledi *Marsileaceae* a *Salviniaceae*

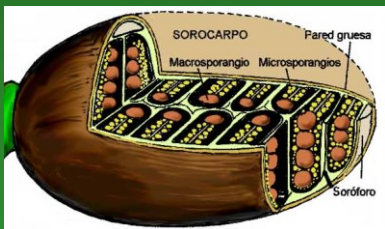
# 2. řád *Salviniales*



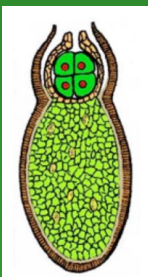
1. Bahenní nebo vodní s drobnými listy a tenkými oddenky/stonky



2. Sporangia uzavřena ve sporokarpech



3. Heterosporické (ale leptosporangiátní)



4. Prothalia se vyvíjejí uvnitř spor

5. Spory triletní



Zahrnují 2 čeledi *Marsileaceae* a *Salviniaceae*



# **Marsileaceae – marsilkovité**

(3 rody / 56 druhů)

1. Vytrvalé v bahně **kořenující** byliny s

plazivým oddenkem

2. Listy na oddenku – buď šídlovité nebo

– dlouze řepíkaté s plochou čepelí – 2 nebo 4 četné

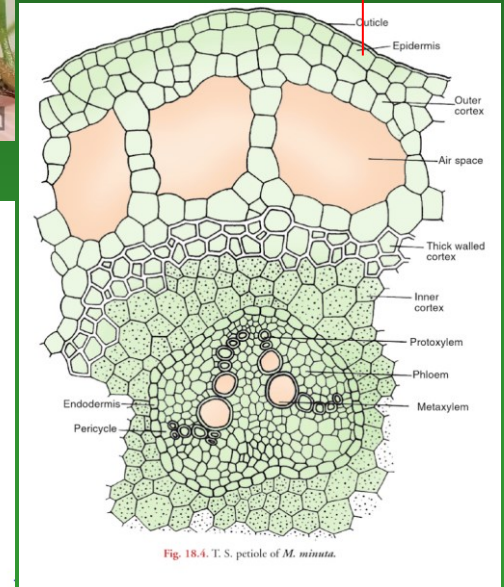
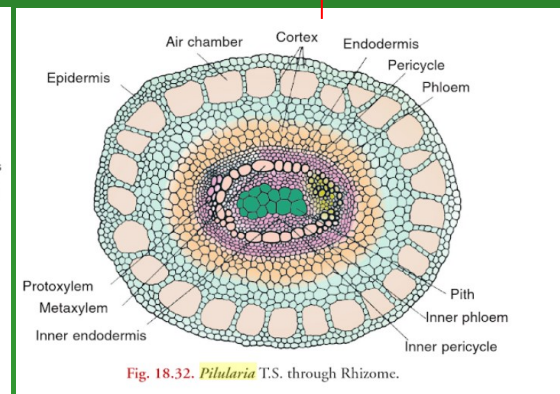
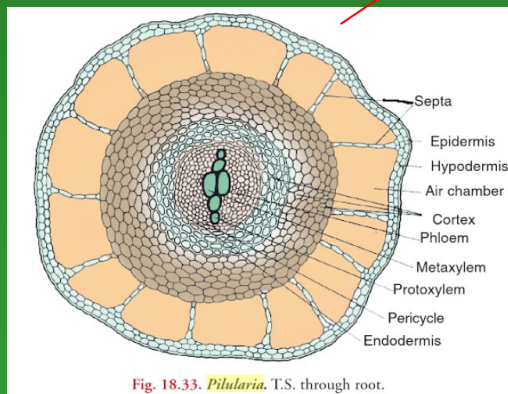
3. V jednom sporokarpu – mega- i mikrosporangia,

4. Jako sporokarpy přečkávají nepříznivé podmínky



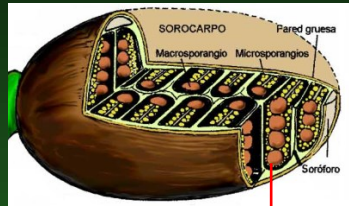
# Marsileaceae – marsilkovité

1. Vytrvalé v bahně **kořenující** byliny s plazivým oddenkem
2. Listy na oddenku – buď šídlovité nebo dlouze řapíkaté  
dvou- nebo čtyřčetné
3. Kořeny, stonky i řapíky s provětrávacími dutinami

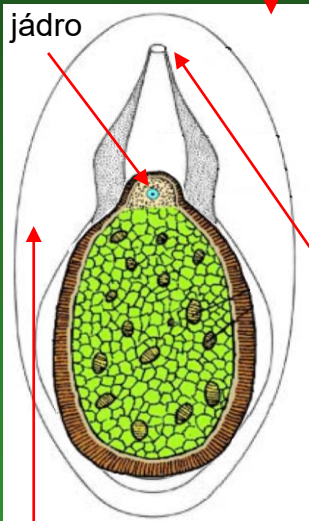


# Marsileaceae – marsilkovité

Oplození – **rychle** na hladině při zaplavení vodou; spory mají **ochranný slizový obal**



Megaspora



otvor ve sliznatém obalu, kterým jsou vtahovány spermatozoidy při vzplývání megaspory na hladině

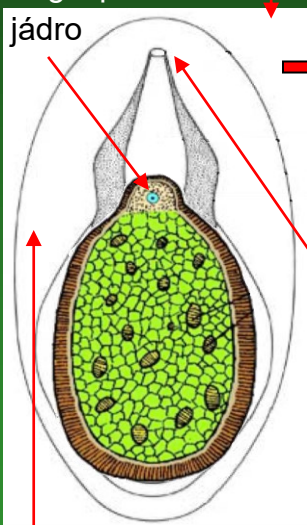
slizový gelatinózní obal megaspory

# Marsileaceae – marsilkovité

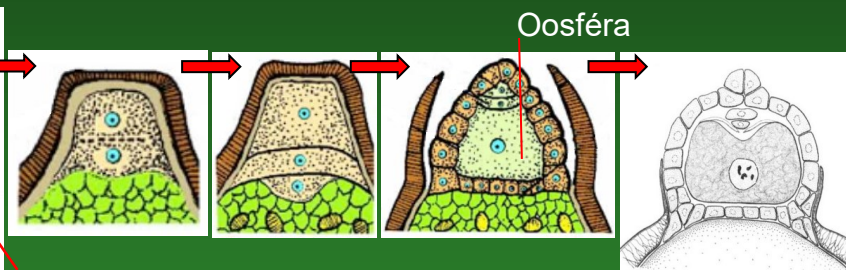
Oplození – **rychle** na hladině při zaplavení vodou; spory mají **ochranný slizový obal**



Megaspora



slizový gelatinózní obal megaspory



otvor ve sliznatém obalu, kterým jsou vtahovány spermatozoidy při vzplývání megaspory na hladině

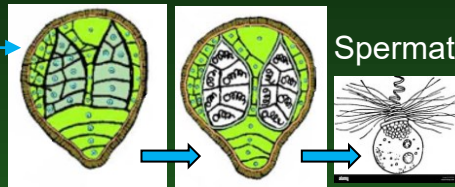
Archegonium

# Marsileaceae – marsilkovité

Oplození – **rychle** na hladině při zaplavení vodou; spory mají **ochranný slizový obal**

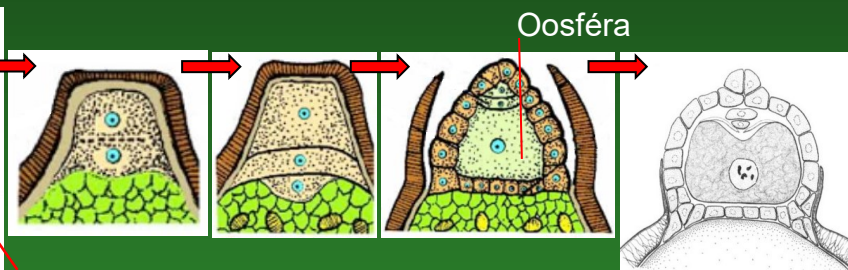
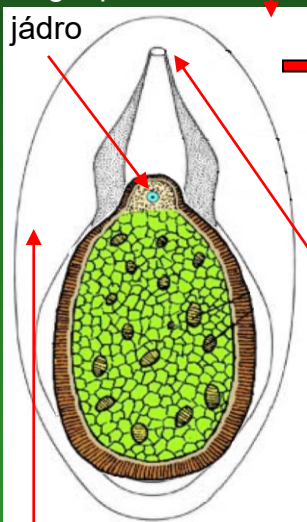


Mikrospora Antheridia



Spermatozoid

Megaspora



Archegonium

otvor ve sliznatém obalu, kterým jsou vtahovány spermatozoidy při vzplývání megaspory na hladině

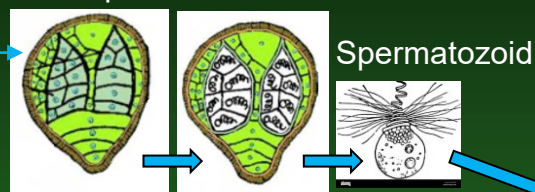
slizový gelatinózní obal megaspory

# Marsileaceae – marsilkovité

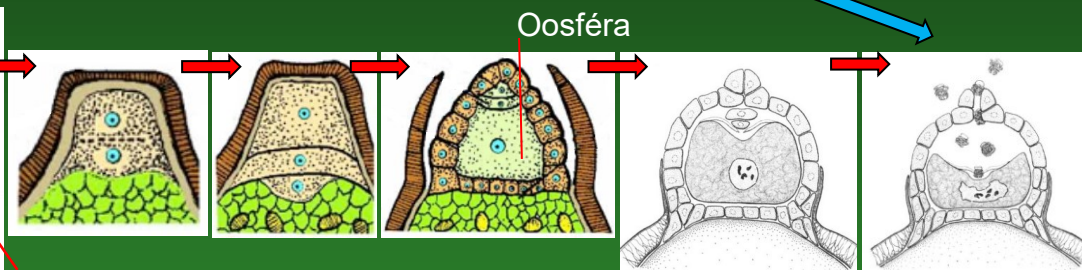
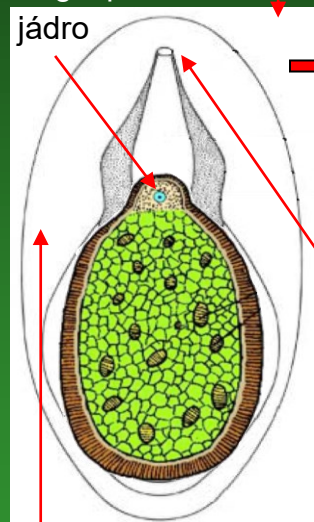
Oplození – **rychle** na hladině při zaplavení vodou; spory mají **ochranný slizový obal**



Mikrospora Antheridia



Megaspora



otvor ve sliznatém obalu, kterým jsou vtahovány spermatozoidy při vzplývání megaspory na hladině

Archegonium

Oplození

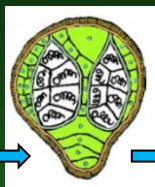
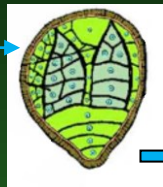
slizový gelatinózní obal megaspory

# Marsileaceae – marsilkovité

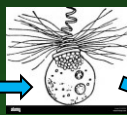
Oplození – **rychle** na hladině při zaplavení vodou; spory mají **ochranný slizový obal**



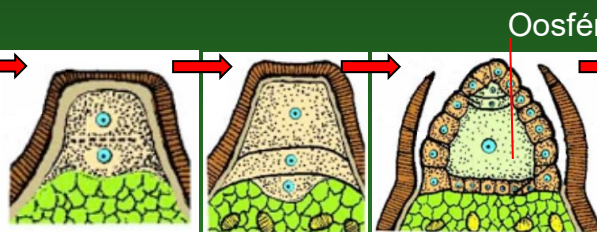
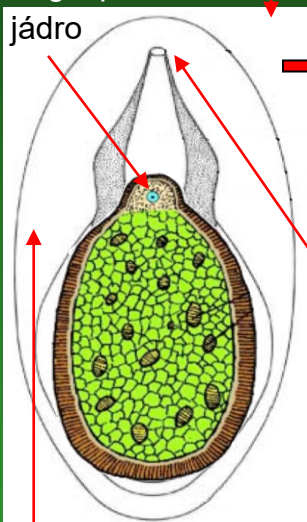
Mikrospora Antheridia



Spermatozoid

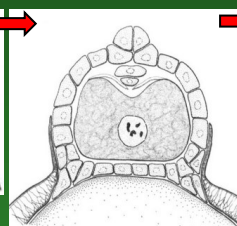


Megaspora

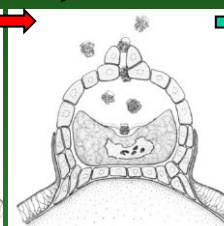


otvor ve sliznatém obalu, kterým jsou vtahovány spermatozoidy při vzplývání megaspory na hladině

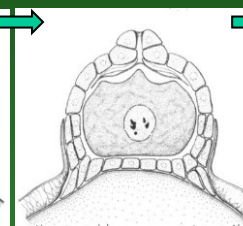
Oosféra



Archegonium

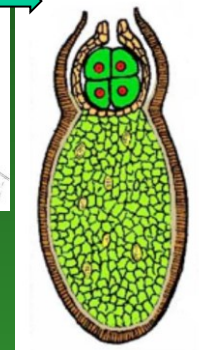


Oplození



Zygota

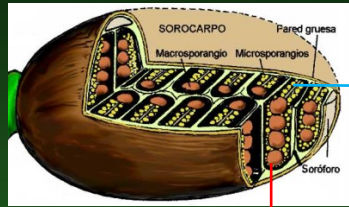
Mladé embryo



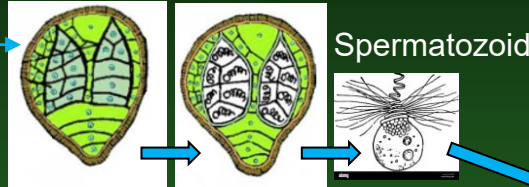
slizový gelatinózní obal megaspory

# Marsileaceae – marsilkovité

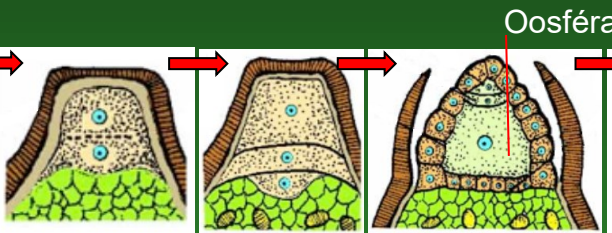
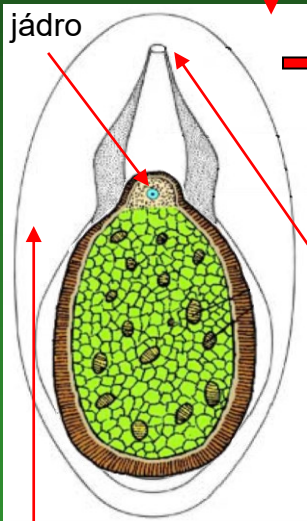
Oplození – **rychle** na hladině při zaplavení vodou; spory mají **ochranný slizový obal**



Mikrospora Antheridia

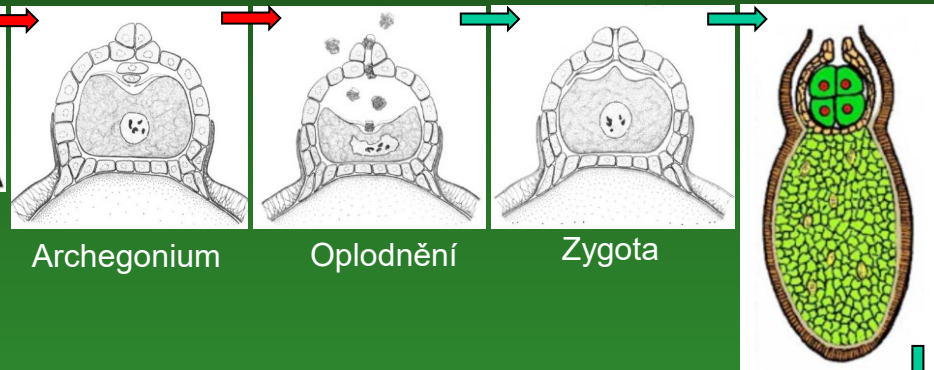


Megaspora



Oosféra

otvor ve sliznatém obalu, kterým jsou vtahovány spermatozoidy při vzplývání megaspory na hladině



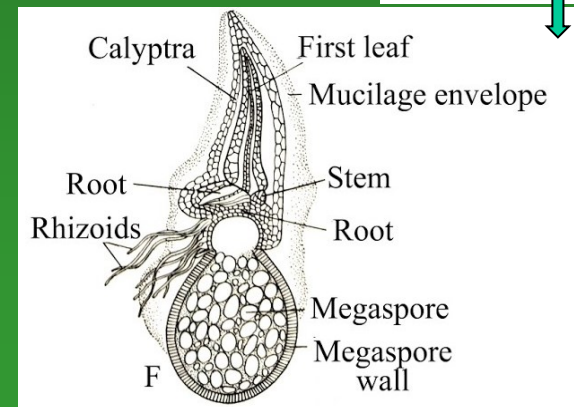
Archegonium

Oplození

Zygota

Mladé embryo

Zárodek s prvním listem se potopí a zakoření

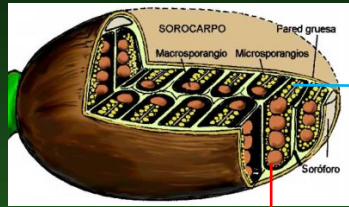


slizový gelatinózní obal megaspory

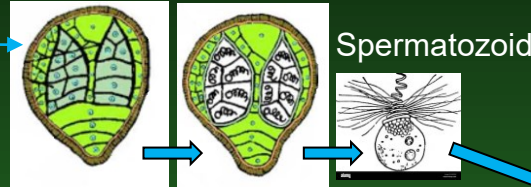


# Marsileaceae – marsilkovité

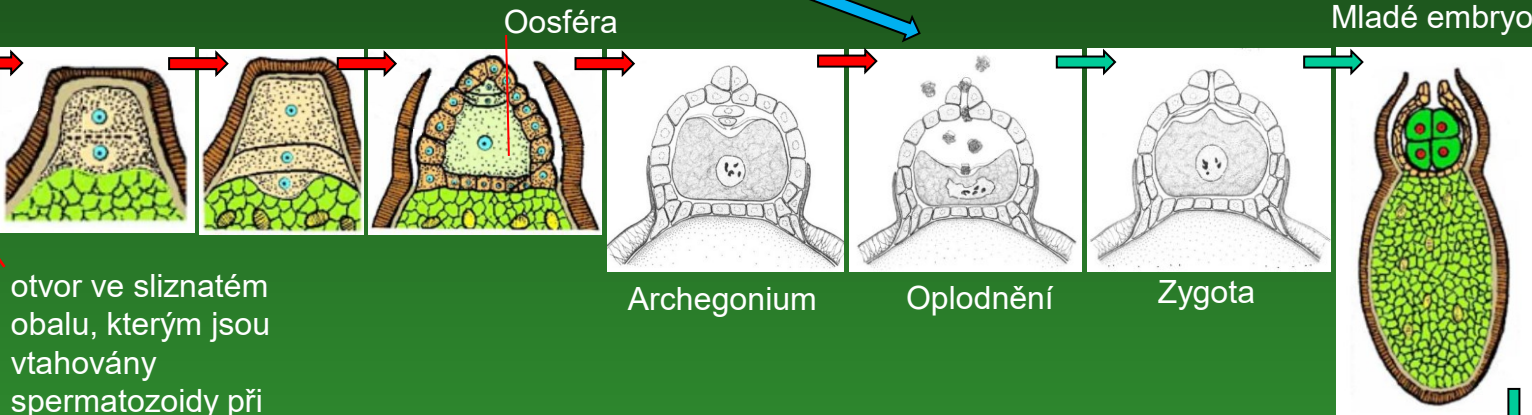
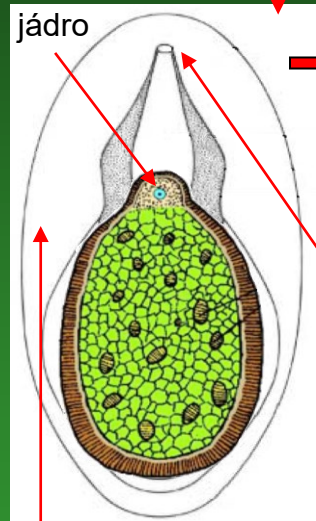
Oplození – **rychle** na hladině při zaplavení vodou; spory mají **ochranný slizový obal**



Mikrospora Antheridia

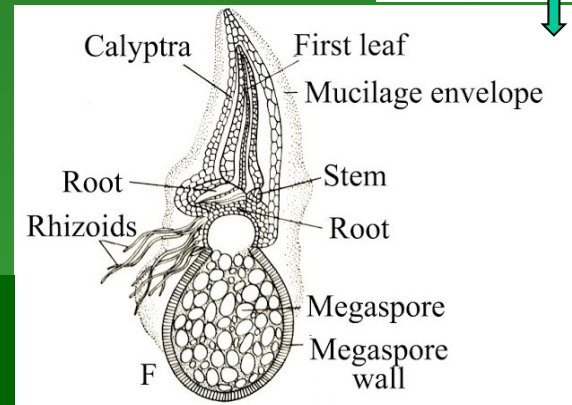


Megaspora



otvor ve sliznatém obalu, kterým jsou vtahovány spermatozoidy při vzplývání megaspory na hladině

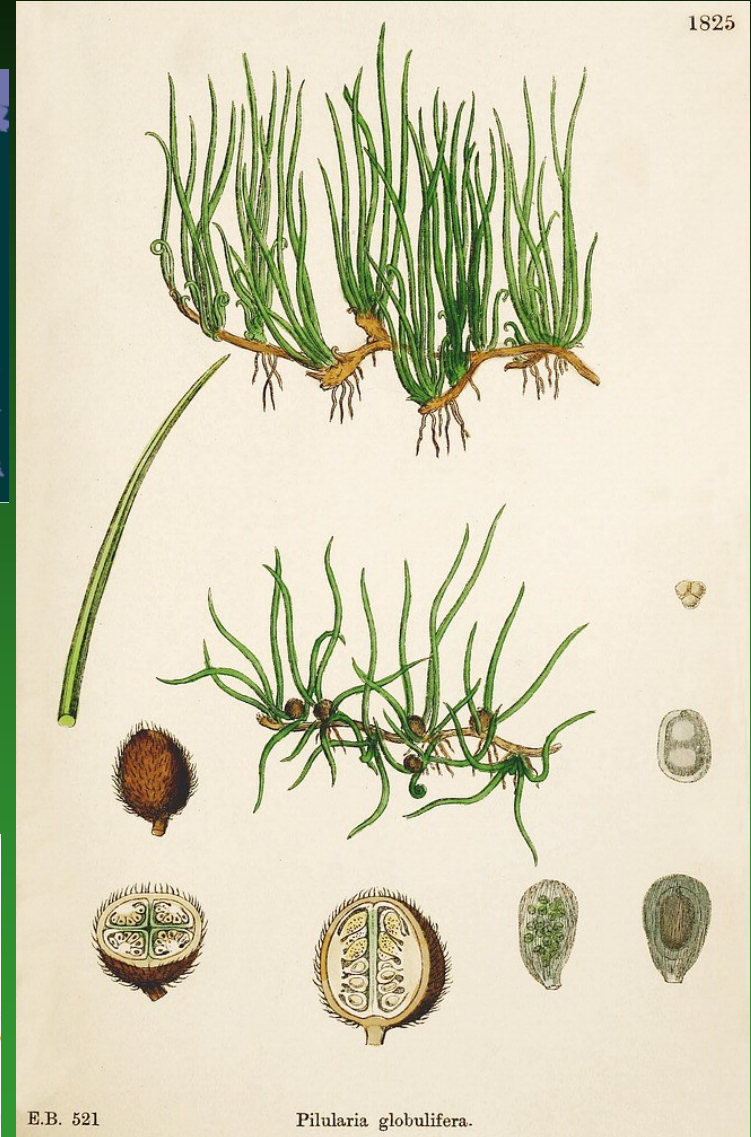
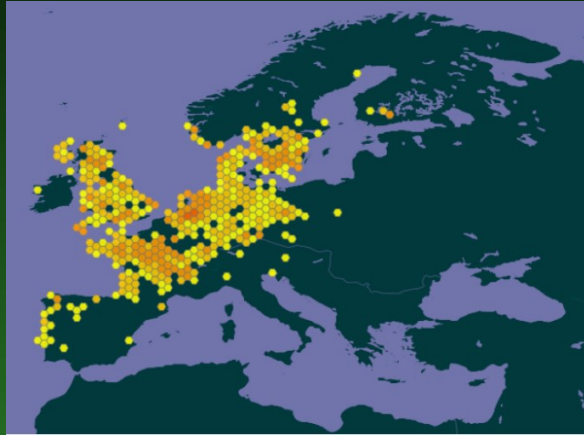
Zárodek s prvním listem se potopí a zakoření



Od uvolnění spor ze sporokarpu po vznik prvního listu uplyne ca 48 hodin

# Marsileaceae – marsilkovité zástupci

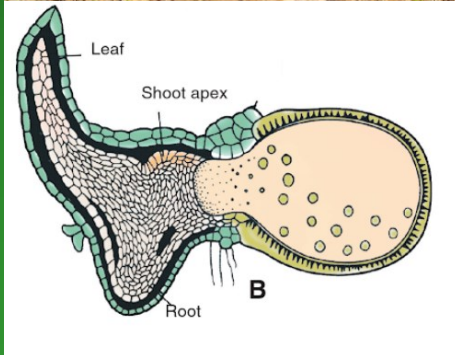
U nás jen velmi vzácně *Pilularia globulifera* - míčovka kulkonosná s šídlovitými listy, kdysi vzácně na Třeboňsku. Na Slovensku vzácně tam, kde byla nebo jsou rýžová pole.



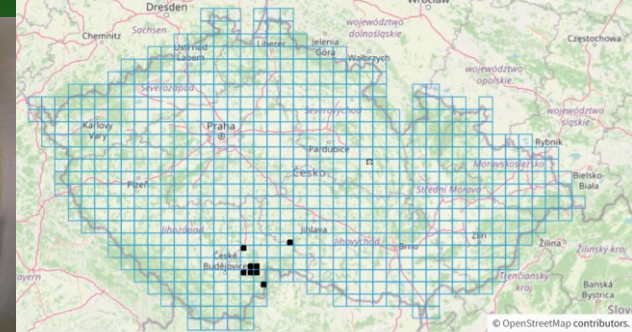
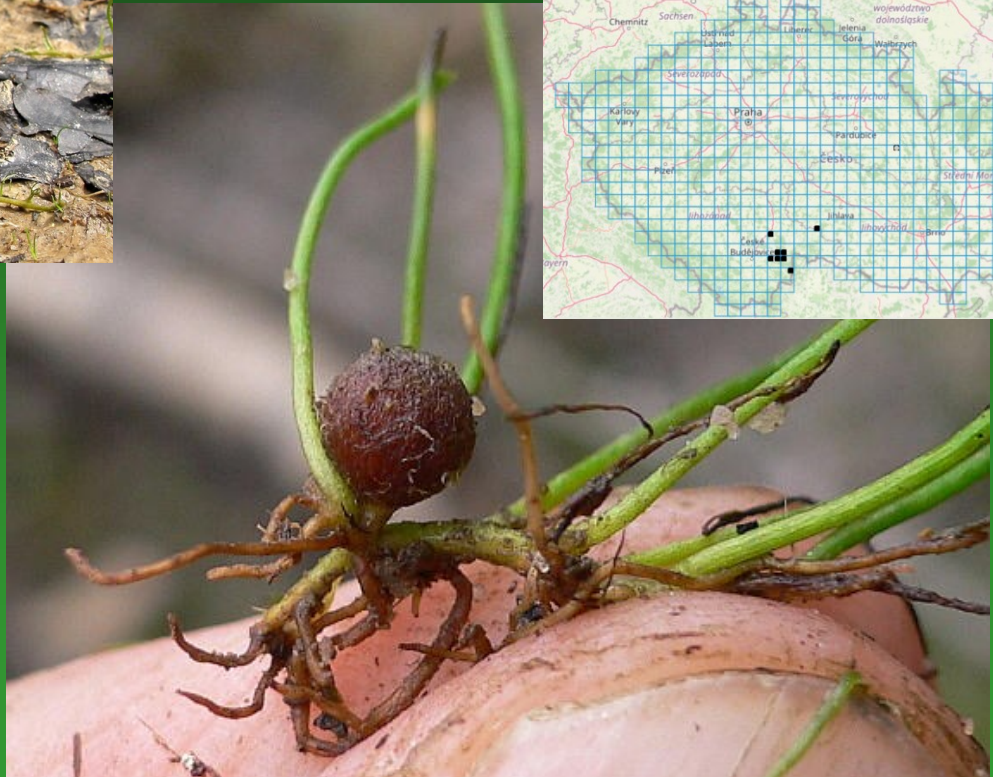
# Marsileaceae – marsilkovité zástupci



© - josef hlasek  
www.hlasek.com  
Ptilularia globulifera aj0699



dospělé megaprothallium s mladým sporofytem



Dnes v u nás jediná lokalita – ryb. Karhov u Studené v Jihlavských vrších – objevena r. 2007

# Marsileaceae – marsilkovité zástupci

*Marsilea quadrifolia* - marsilka čtyřlístá  
dlouze řapíkaté čtyřčetné listy;  
na JV Slovensku,  
v ČR jen zplanělá (akvaristé)



©Carolina Biological Supply Company



# Salviniaceae – nepukalkovité

(2 rody / 18 druhů)

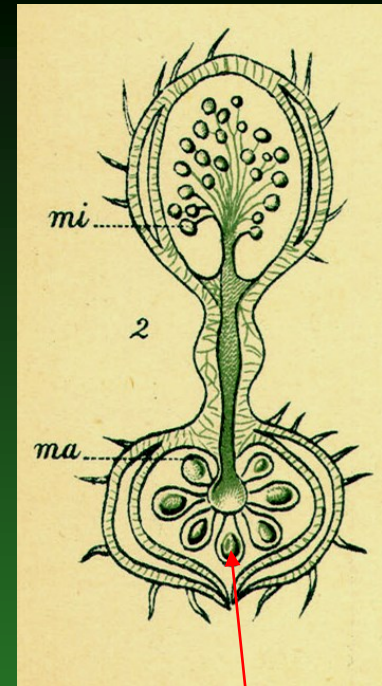
1. Jednoleté
2. Na hladině plovoucí
3. V jednom sporokarpu (= soru)  
bud' - pouze mikrosporangia nebo  
- pouze megasporangia
4. Na konci sezóny odumírají,  
zralé sporokarpy/spory se  
potápí, spory klíčí na jaře.



Mikrosporokarp (microsorus)



Megasporokarp  
(macrosorus)

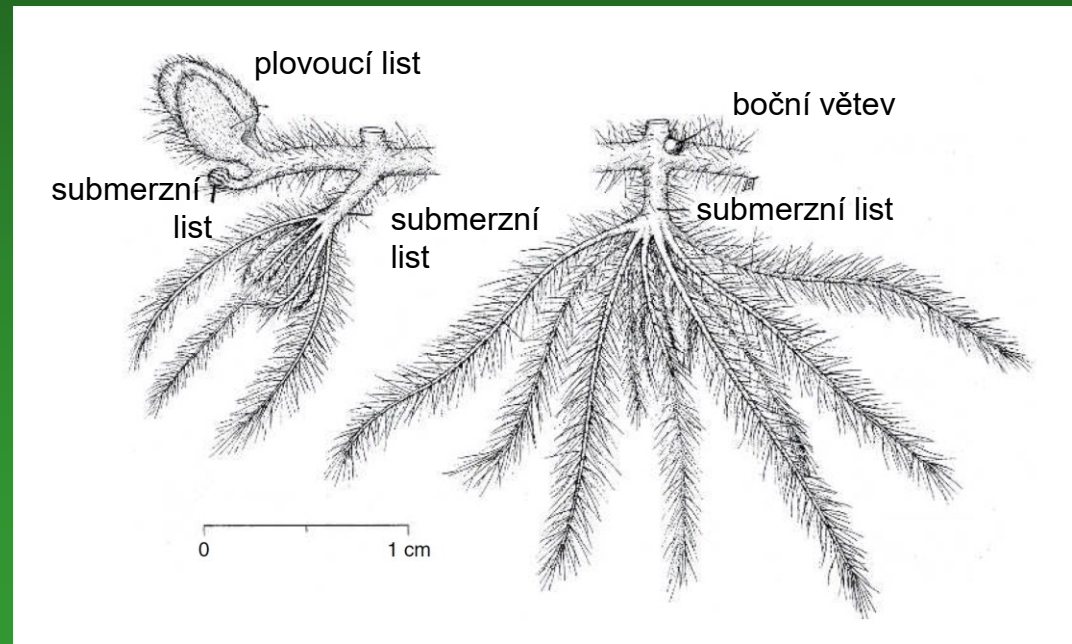
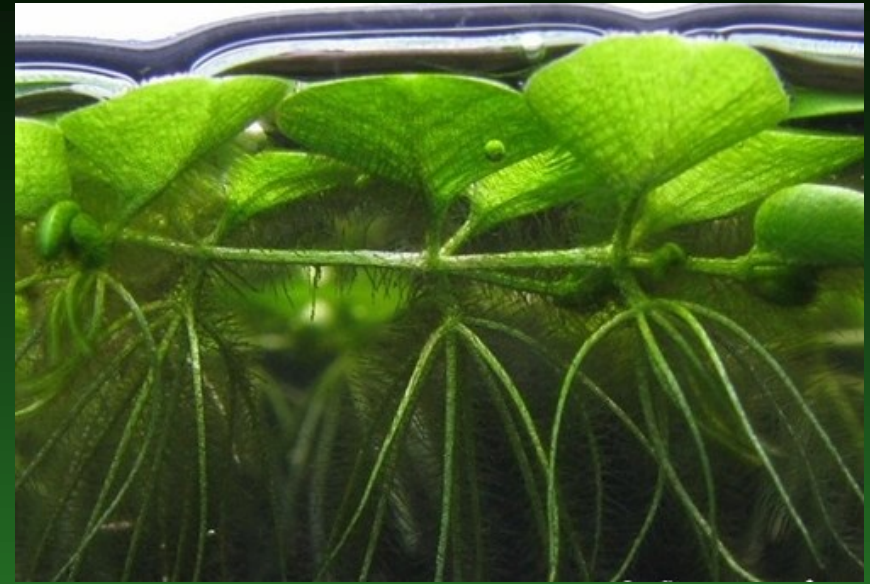


V megasporangiu  
dozrává jediná z  
64 megaspor

5. Listy přisedlé  
nebo krátce  
řapíkaté

# U nás jen *Salvinia natans* - nepukalka vzplývající

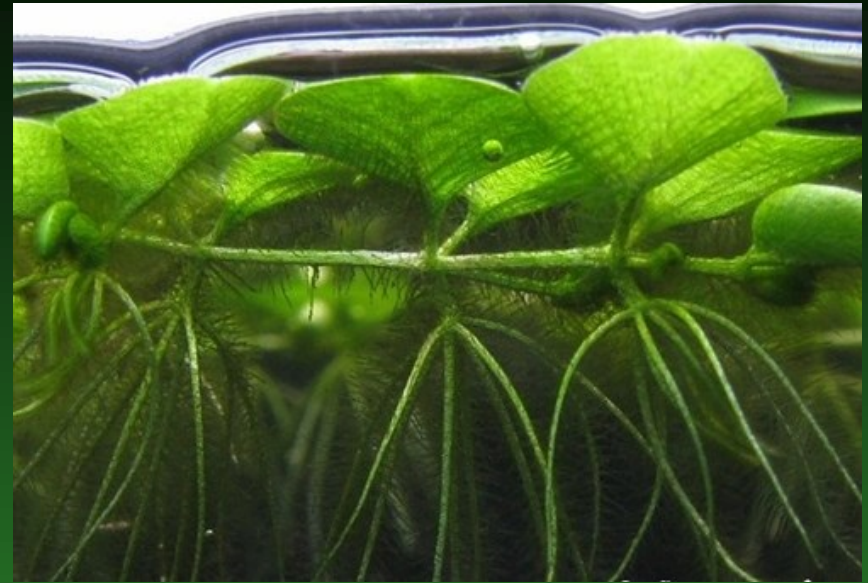
Plovoucí stonek je bezkořenný,  
s listy v „trojčetných“ přeslenech:  
2 listy vegetativní, zbývající členěný v  
jemné úkrojky připomínající kořeny



## U nás jen *Salvinia natans* - nepukalka vzplývající

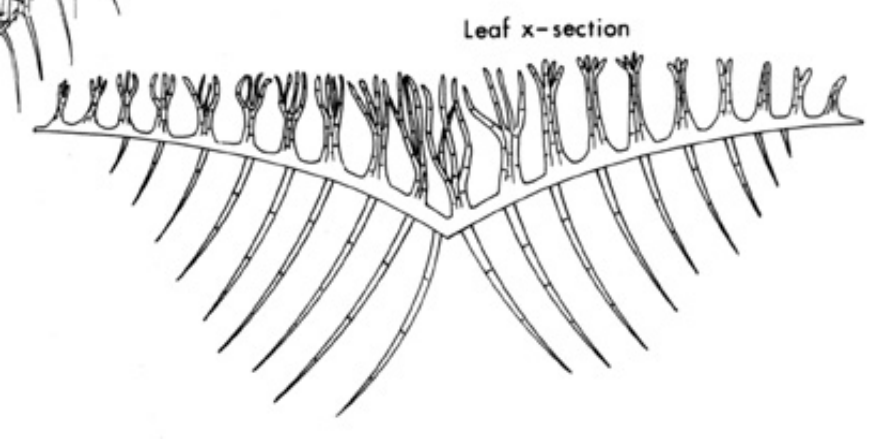
Plovoucí stonek je bezkořenný,  
s listy v „trojčetných“ přeslenech:  
2 listy vegetativní, zbývající členěný v  
jemné úkrojky připomínající kořeny

Submezní list může tvořit dvouřadě  
vyrůstající sori (sporokarpy)



# Salvinia natans

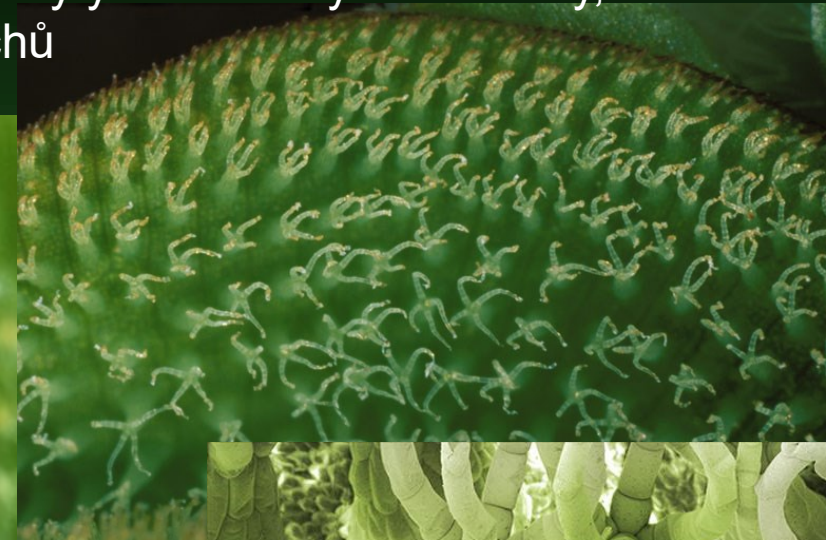
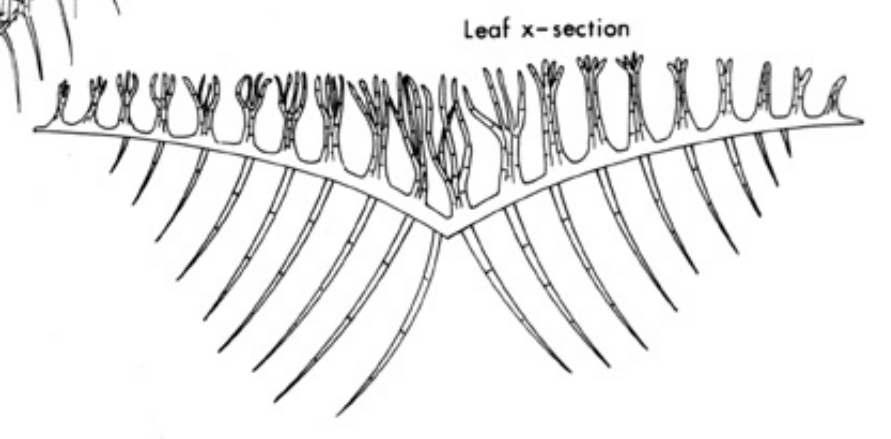
Listy - kryty nesmáčovými trichomy, bez průduchů





# Salvinia natans

Listy - kryty nesmáčovými trichomy, bez průduchů



Nepukalku žerou larvy nosatce  
*Cyrtobagous salviniae*

Photo Credit: USDA, Scott Bauer

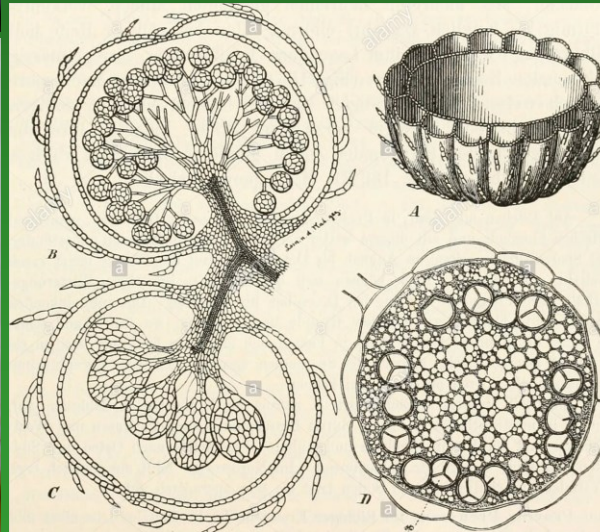
# Salvinia natans

Sporokarpy - v obalech vzduchové dutiny



**Megaspory** – 75  $\mu\text{m}$   
32 / megasporangium

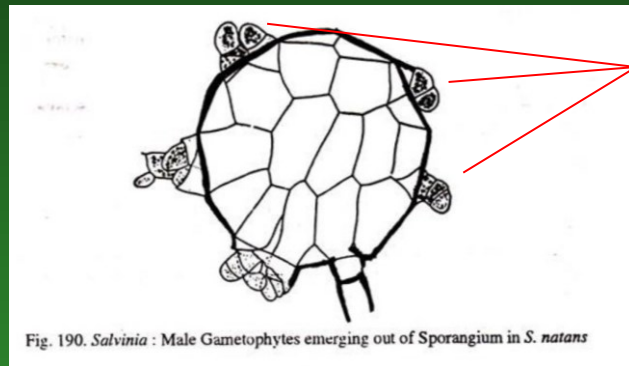
**Mikrospory** – 20  $\mu\text{m}$   
64 / mikrosporangium



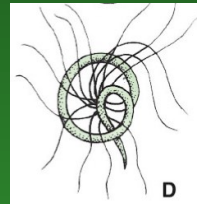
# Salvinia natans

## životní cyklus

léto – sporofyt(=lodyhy+listy+kořeny) vegetuje  
 podzim – sporofyt odumírá → sporokarpy se potápějí  
 zima – sporokarpy se rozpadají → spory v detritu  
 jaro – klíčí spory → prothalia se vynořují → oplození



mikroprothalia s antheridii vznikají na povrchu mikrosporangia



mladé a starší megaprothallium

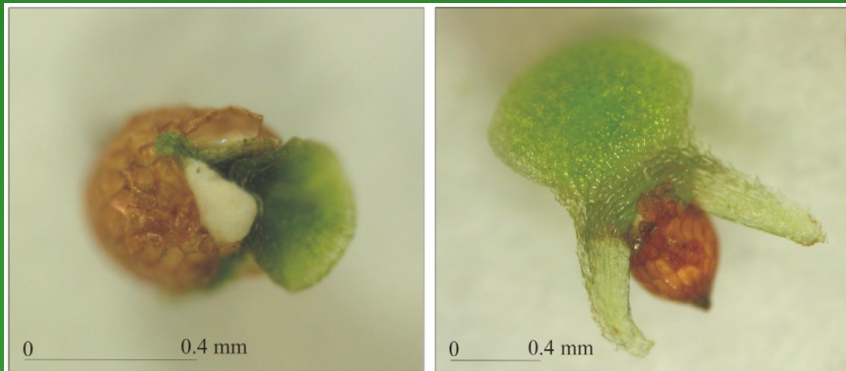


Fig. 2. Female gametophyte development stages: early (left) and late (right).



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Limnologia

journal homepage: www.elsevier.com/locate/limno



Phenology of the aquatic fern *Salvinia natans* (L.) All. in the Vistula Delta in the context of climate warming

Agnieszka Gałka, Józef Szmeja\*

University of Gdańsk, Department of Plant Ecology, 80-308 Gdańsk, Wita Stwosza 59, Poland

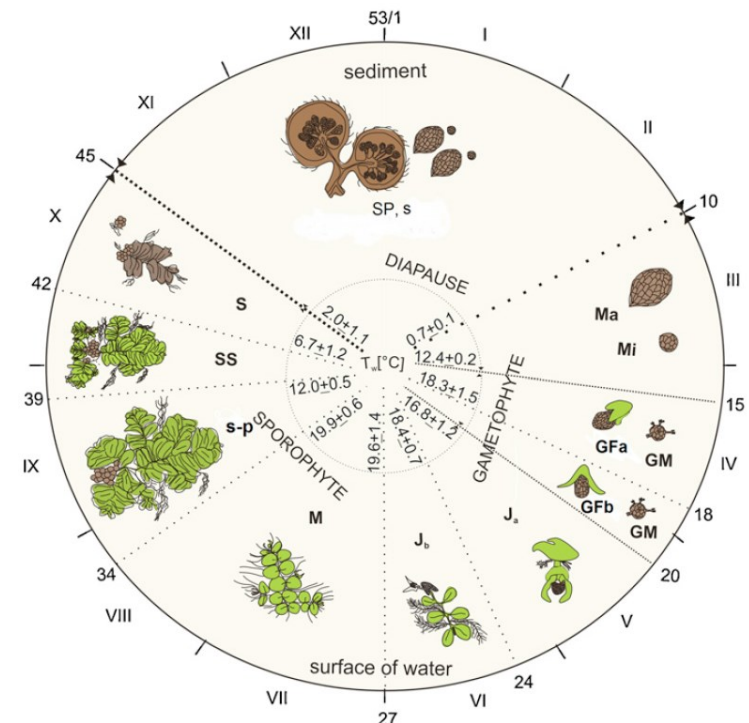


Fig. 3. Diagram of the *Salvinia natans* annual development cycle. Abbreviations: SP: sporocarp; s: spore, Ma: macrospore, Mi: microspore, GM: male gametophyte. Female gametophyte development stages: GF<sub>a</sub>: early, GF<sub>b</sub>: late. Sporophyte development stages: J: juvenile; J<sub>a</sub>: early; J<sub>b</sub>: late, M: mature; s-p: spore-producing; SS: subsenile; S: senile. Roman numerals indicate consecutive months, and Arabic numerals on the circumference of the circle indicate the week of the year.

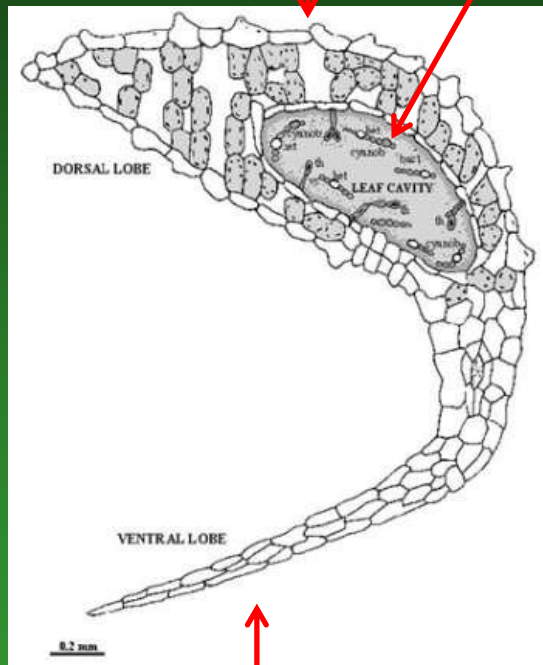
***Azolla caroliniana*** – azola americká – pěstovaná akvaristy a zplaňující bahenní až vodní vzplývavá rostlina

lodyha – vidličnatě větvená (uvnitř protostélé) s drobnými střídavě postavenými listy a nevětvenými adventivními kořeny (3–4 cm dl.)



# *Azolla caroliniana* – léto – přisedlé listy s endosymbionty

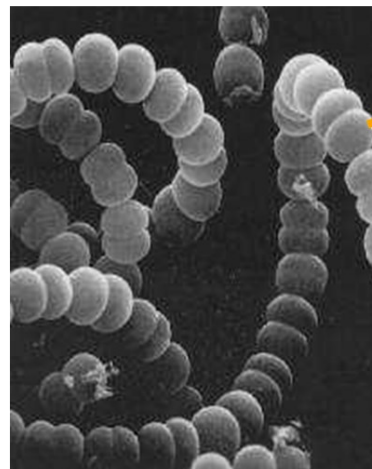
Dorzální listový lalok bachratý vyplněný aerenchymem a **slizovou dutinkou**, obsahující trichomy + sinice *Anabaena azollae* + nefotosyntetické bakterie – je nad vodou



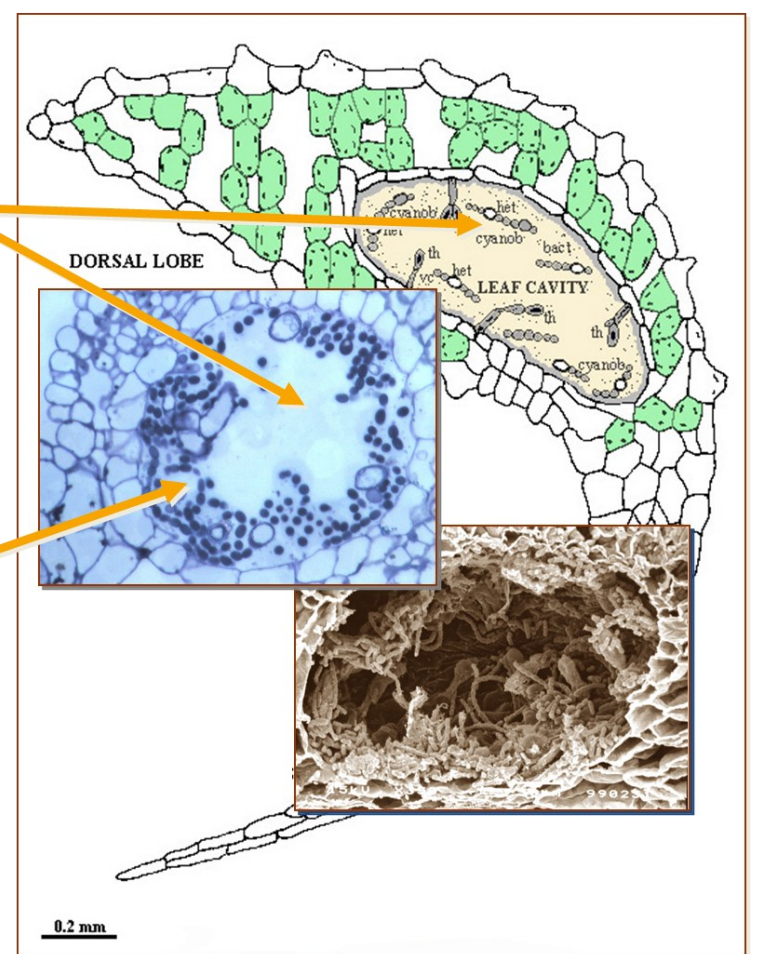
ventrální lalok plochý – je ponořený



*Azolla* leaf



*Anabaena*



# *Azolla caroliniana* – podzim – sporokarpy – na bázi listových laloků



Megasporokarp

Mikrosporokarp

1 mm

Na podzim rostliny odumírají, zralé sporokarpy klesají ke dnu, kde přečkají zimu

# *Azolla caroliniana* – podzim – sporokarpy – na bázi listových laloků



Megasporokarp

Mikrosporokarp

1 mm

Na jaře: vývoj prothalií uvnitř obalu spor a oplození

# *Azolla caroliniana* – podzim – sporokarpy – na bázi listových laloků

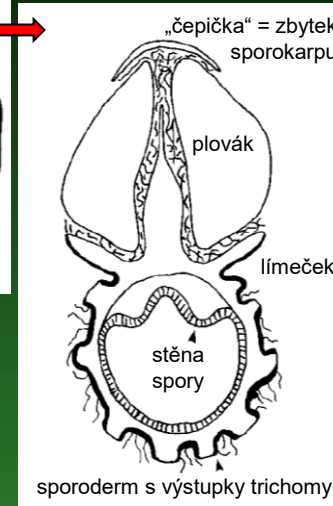


## Megasporokarp

jediné megasporangium



se třemi  
vzdušnými  
vaky =  
plováky



s jednou megaspórou  
(zbývajících 31  
abortovalo)

Na jaře: vývoj prothalií uvnitř obalu spor a oplození

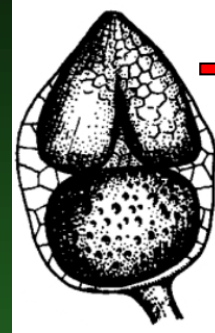


# *Azolla caroliniana* – podzim – sporokarpy – na bázi listových laloků

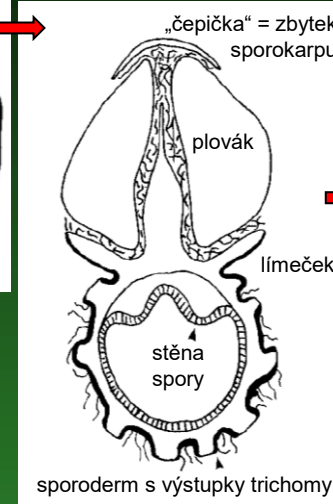


## Megaspোরokarp

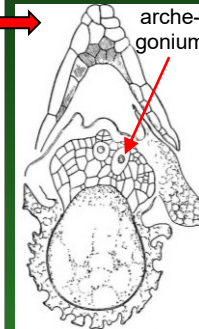
jediné megasporangium



se třemi  
vzdušnými  
vaky =  
plováky



s jednou megaspórou  
(zbývajících 31  
abortovalo)



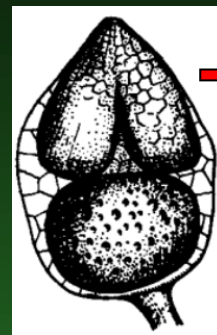
Na jaře: vývoj prothalií uvnitř obalu spor a oplození

# Azolla caroliniana – podzim – sporokarpy – na bázi listových laloků

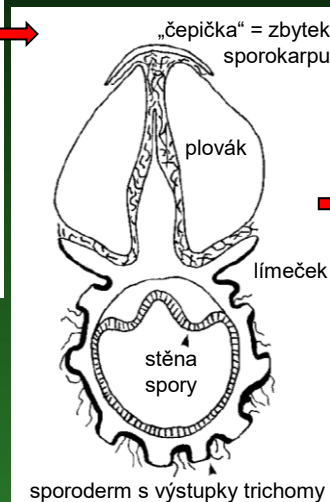


## Megasporokarp

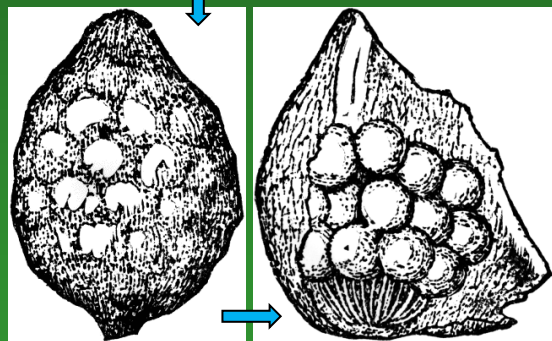
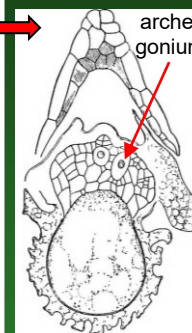
jediné megasporangium



se třemi vzdušnými vaky = plováky



s jedinou megaspórou (zbývajících 31 abortovalo)



Mnoho (až 60) stopkatých mikrosporangií

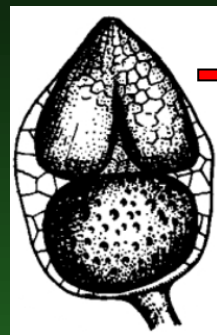
Na jaře: vývoj prothalií uvnitř obalu spor a oplození

# Azolla caroliniana – podzim – sporokarpy – na bázi listových laloků

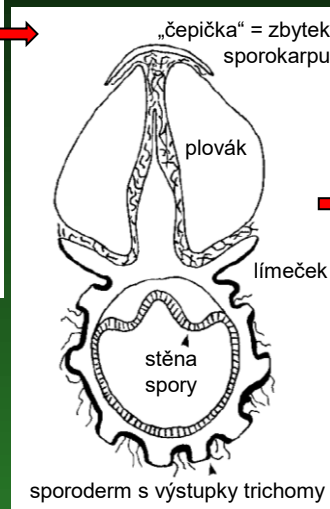


## Megasporokarp

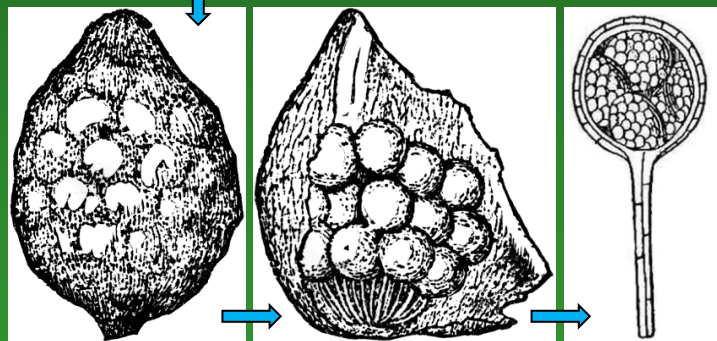
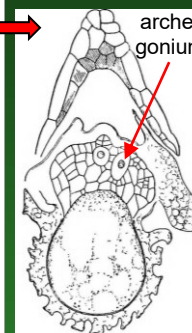
jediné megasporangium



se třemi vzdušnými vaky = plováky



s jedinou megaspórou (zbývajících 31 abortovalo)



Mnoho (až 60) stopkatých mikrosporangí

každé s 64 mikrosporami, sdruženými do 5-6 massul

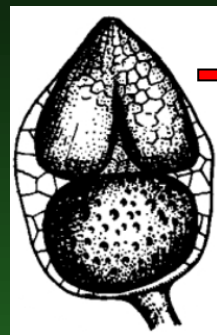
### Na jaře: vývoj prothalií uvnitř obalu spor a oplození

# Azolla caroliniana – podzim – sporokarpy – na bázi listových laloků

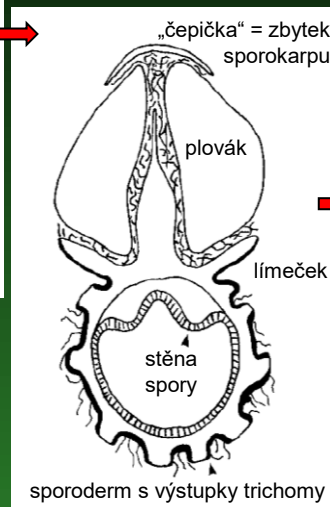


## Megasporokarp

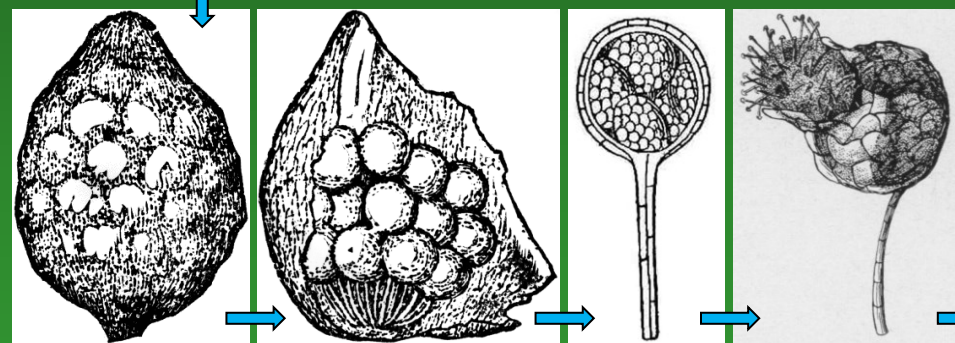
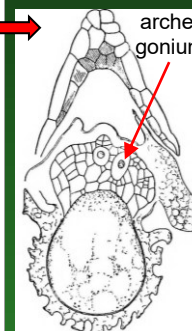
jediné megasporangium



se třemi vzdušnými vaky = plováky

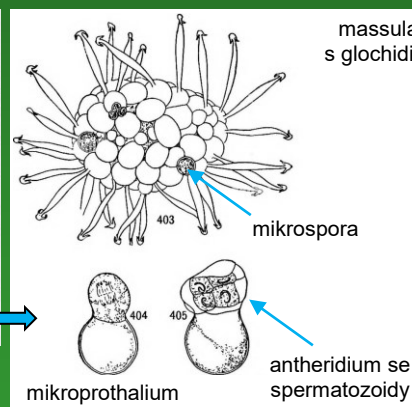


s jedinou megaspórou (zbývajících 31 abortovalo)



Mnoho (až 60) stopkatých mikrosporangií

každé s 64 mikrosporami, sruženými do 5-6 massul



mikrospory / mikroprothalia slepeny slizem do shluků = massuly

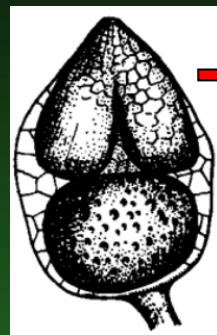
**Na jaře: vývoj prothalií uvnitř obalu spor a oplození**

# Azolla caroliniana – podzim – sporokarpy – na bázi listových laloků

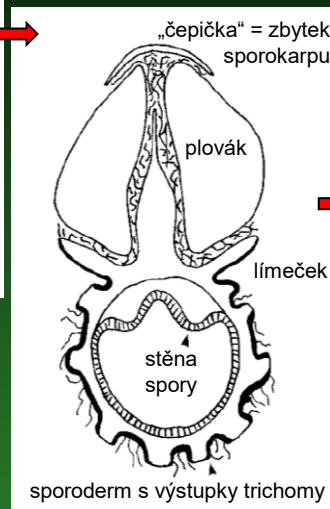


## Megasporokarp

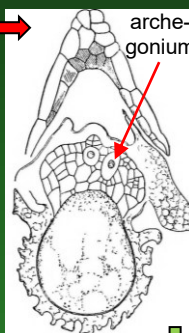
jediné megasporangium



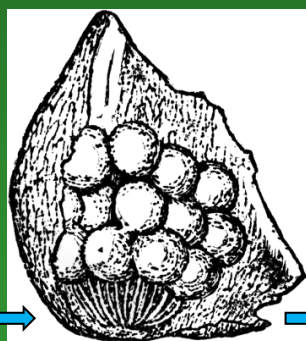
se třemi vzdušnými vaky = plováky



s jedinou megaspórou (zbývajících 31 abortovalo)



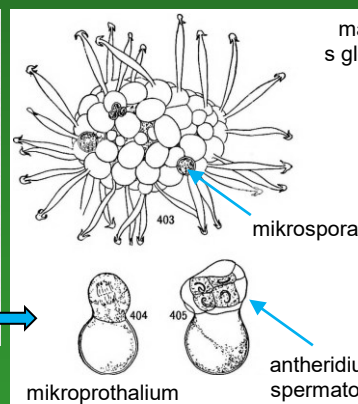
Mnoho (až 60) stopkatých mikrosporangií



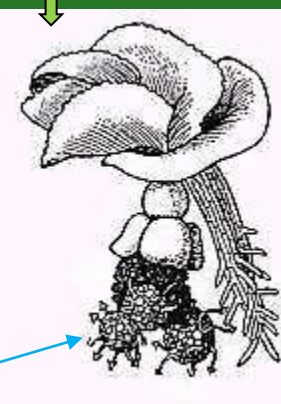
každé s 64 mikrosporami, sdruženými do 5-6 massul



mikrospory / mikroprothalia slepeny slizem do shluků = massuly



zachycené massuly



Mladý sporofyt

**Na jaře: vývoj prothalií uvnitř obalu spor a oplození**

# Semenné typy kapradin

Nižší stromové kapradiny schopné sekundárního tloustnutí

# 5. třída *Pteridospermopsida*

(*Lyginodendrales*, *Cycadofilicales*) - kaprad'osemenné



semenná linie karbonských až druhohorních kapradin  
druhotně tloustnoucích

k (na)semenným rostlinám jsou patrně v podobném vztahu jako *Zosterophyllopsida* k plavuním

# řád *Medullosales*

- svrchní karbon–perm (360–250 mya)
- liány až nižší stromové kapradiny (do 7 m vys.), druhotně tloušťnící





# řád *Medullosales*

- svrchní karbon–perm (360–250 mya)
- liány až nižší stromové kapradiny (do 7 m vys.), druhotně tloušťnací

## Listy

- několik m dlouhé, v terminálním chocholu, vícenásobně zpeřené, s větvením dichotomicky větveným

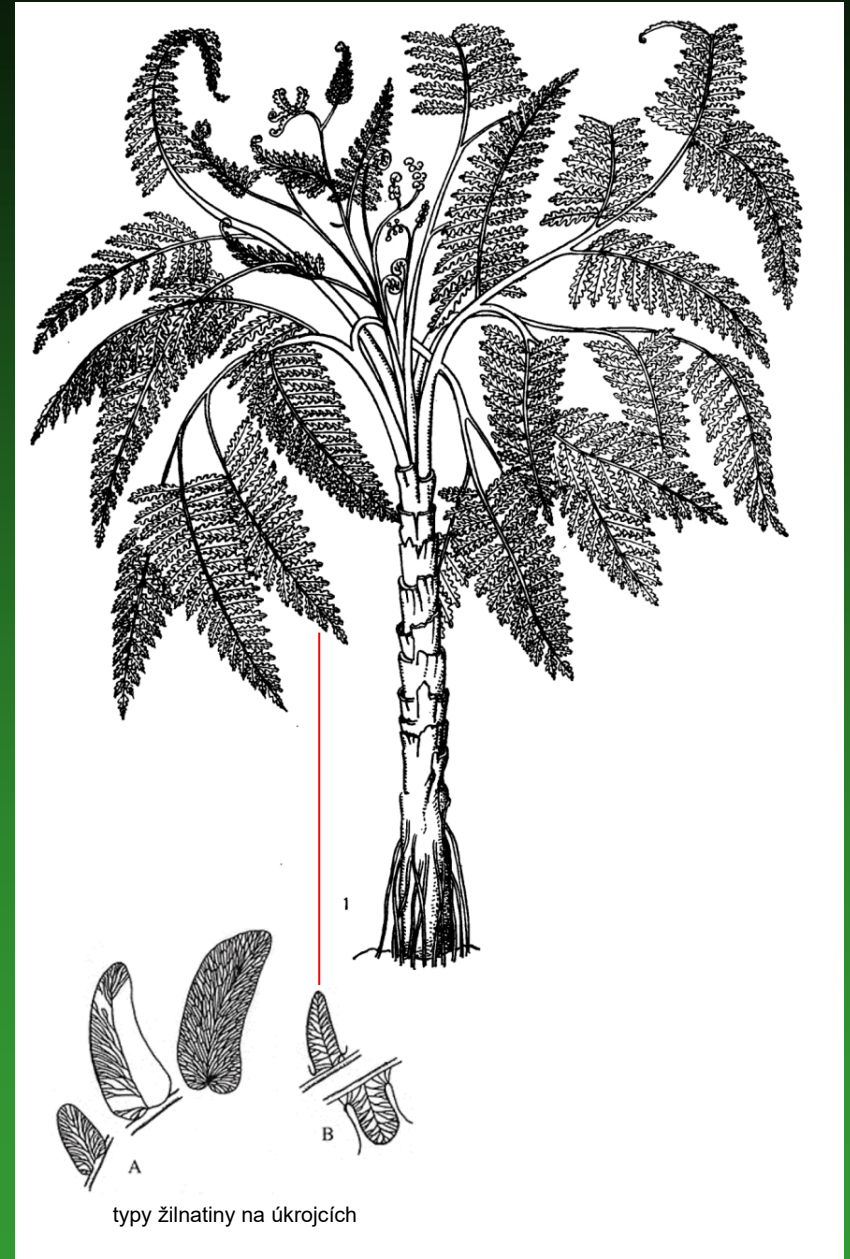


# řád *Medullosales*

- svrchní karbon–perm (360–250 mya)
- liány až nižší stromové kapradiny (do 7 m vys.), druhotně tloušťnící

## Listy

- několik m dlouhé, v terminálním chocholu, vícenásobně zpeřené, s větvenem dichotomicky větveným
- žilnatina úkrojků síťnatá nebo s 1 hlavní žilkou a vidličnatě větvenými paralelními žilkami vedlejšími



# řád *Medullosales*

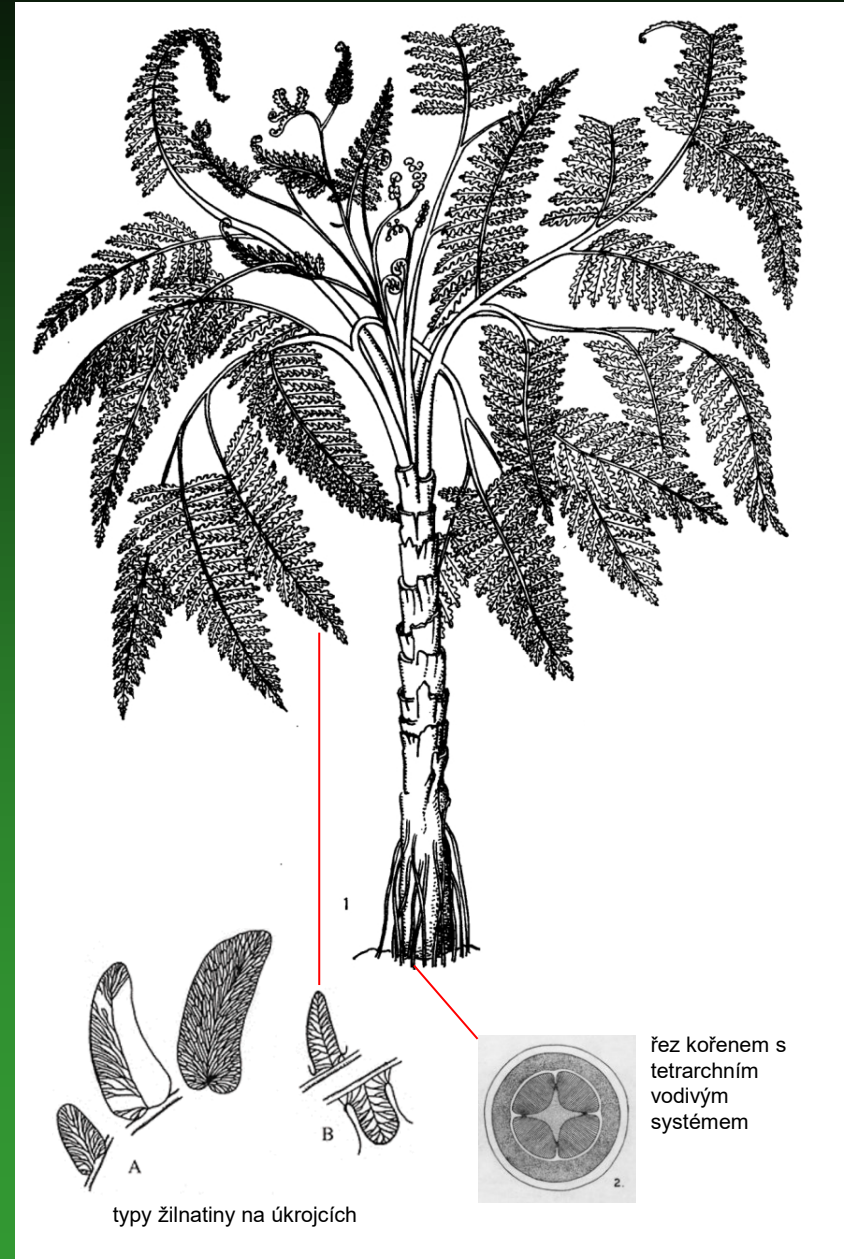
- svrchní karbon–perm (360–250 mya)
- liány až nižší stromové kapradiny (do 7 m vys.), druhotně tloušťnící

## Listy

- několik m dlouhé, v terminálním chocholu, vícenásobně zpeřené, s větvenem dichotomicky větveným
- žilnatina úkrojků síťnatá nebo s 1 hlavní žilkou a vidličnatě větvenými paralelními žilkami vedlejšími

## Kořeny

- s tri- až pentarchními vodivými elementy

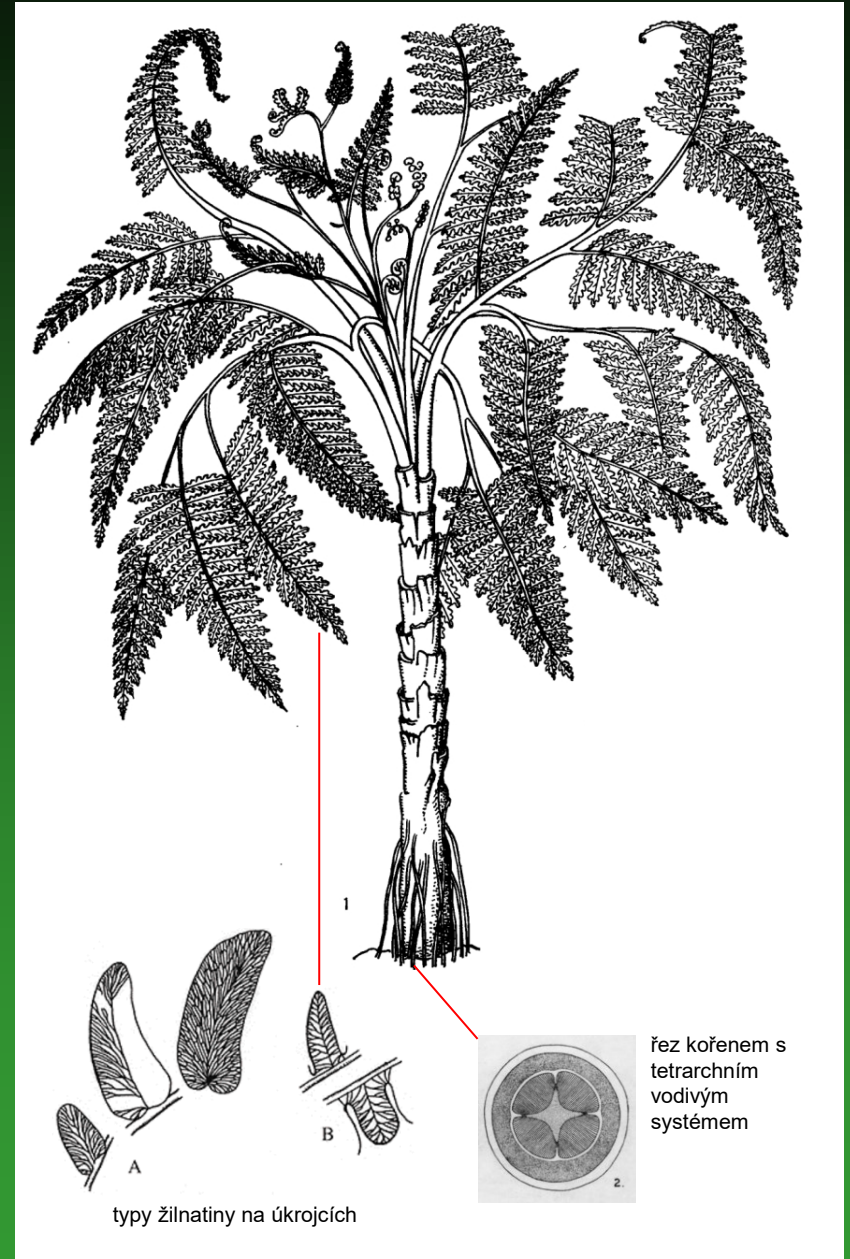


# řád *Medullosales*

- svrchní karbon–perm (360–250 mya)
- liány až nižší stromové kapradiny (do 7 m vys.), druhotně tloušťnouce

## „Kmen“

- tenčí (do 10 cm tloušťky, zcela výjimečně 50 cm)

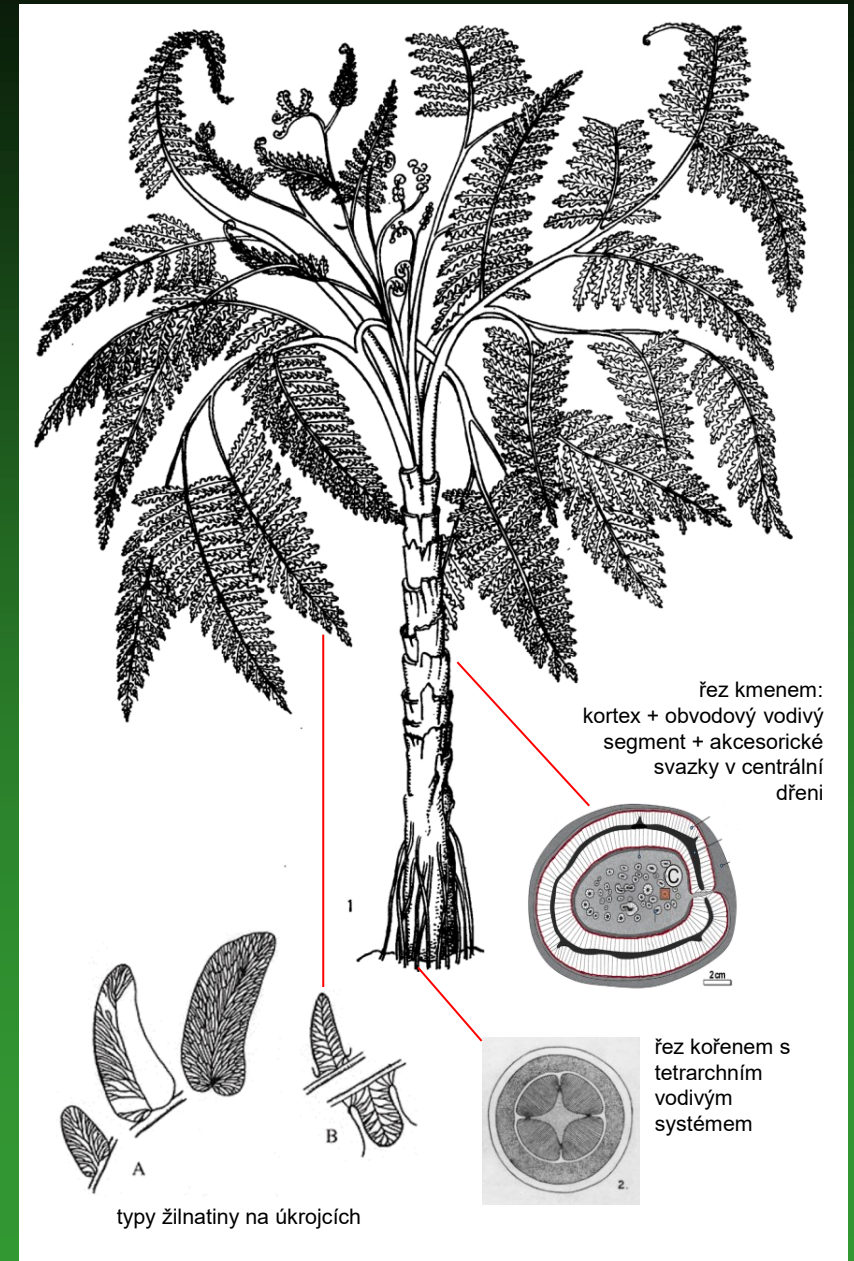


# řád *Medullosales*

- svrchní karbon–perm (360–250 mya)
- liány až nižší stromové kapradiny (do 7 m vys.), druhotně tloušťkující

## „Kmen“

- tenčí (do 10 cm tloušťky, zcela výjimečně 50 cm)
- v centrální parenchymové dřeni několik až mnoho protostélických svazků = manoxylická struktura = rostly v teplejších oblastech

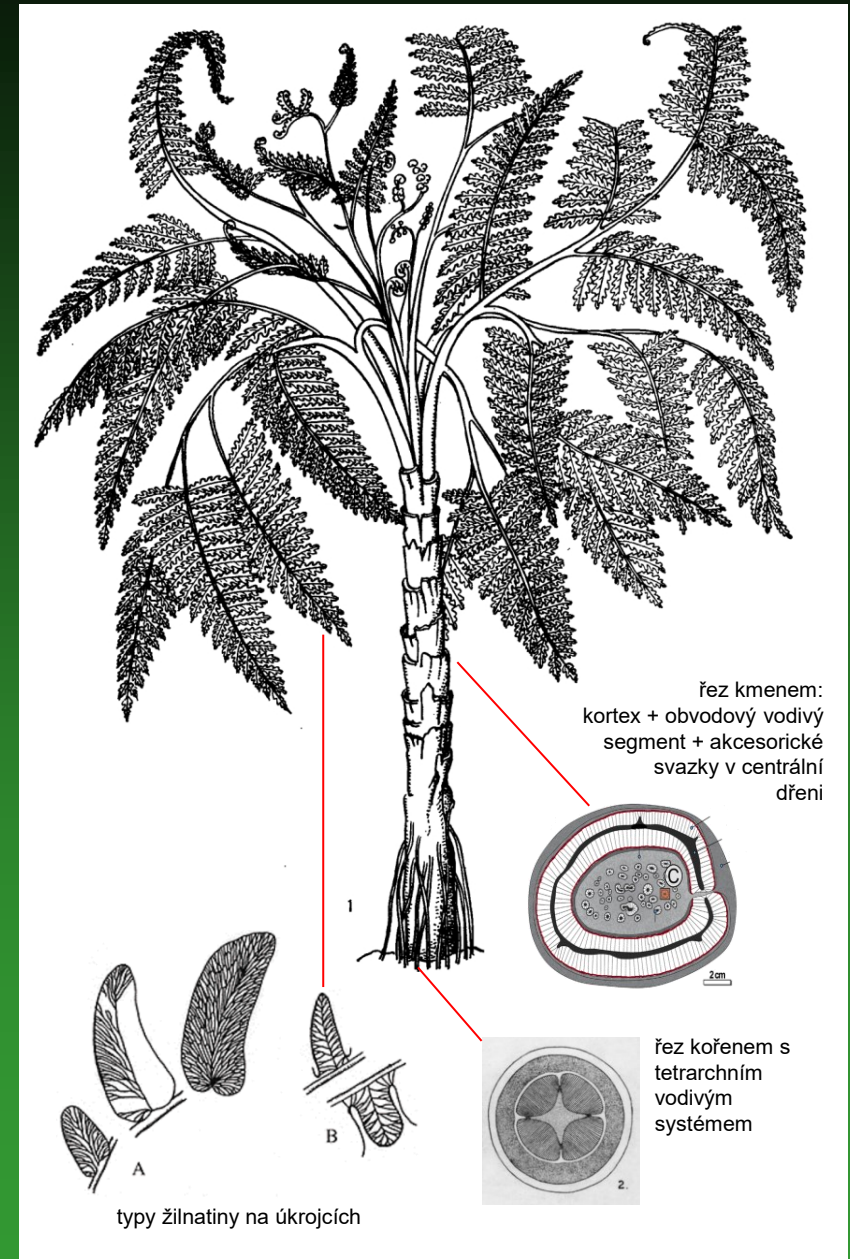


# řád *Medullosales*

- svrchní karbon–perm (360–250 mya)
- liány až nižší stromové kapradiny (do 7 m vys.), druhotně tloustnoucí

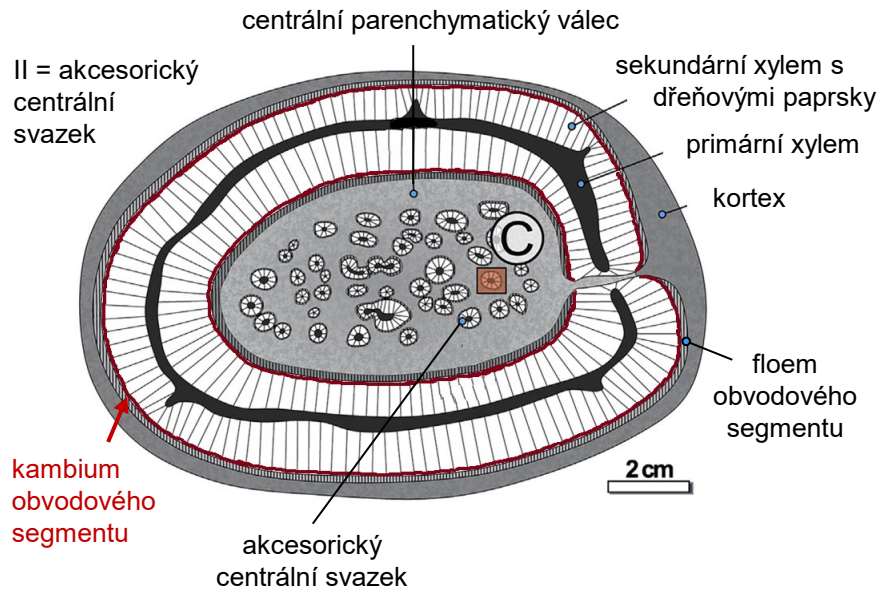
## „Kmen“

- tenčí (do 10 cm tloušťky, zcela výjimečně 50 cm)
- v centrální parenchymové dřeni několik až mnoho protostélických svazků = manoxylická struktura = rostly v teplejších oblastech
- po obvodu vodivý segment (amfifloické sifonostélé) se sklerenchymatickým kortexem na povrchu, zakrytém (vyztuženém) případně ještě pochvami listových řapíků a v dolní části také adventivními kořeny

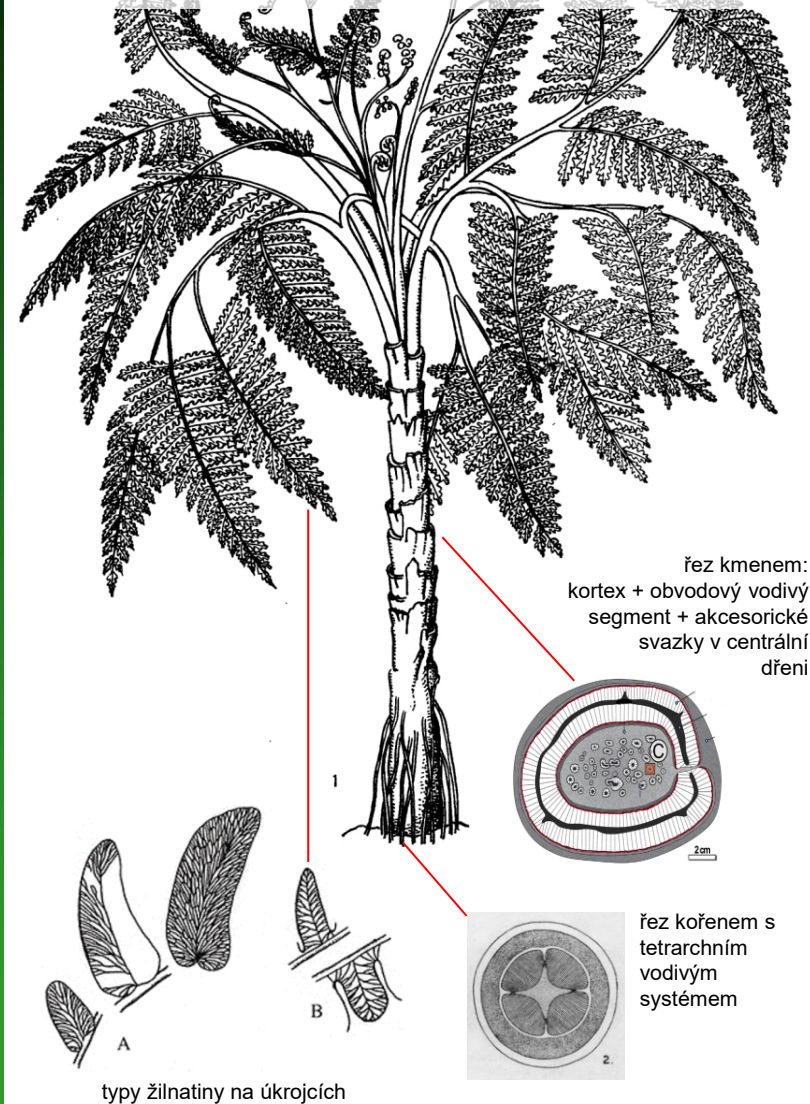


# řád *Medullosales* – bifaciální kambium a druhotné tloušťnutí

## Průřez kmenem se sekundárně tloušťnoucím obvodovým vodivým segmentem

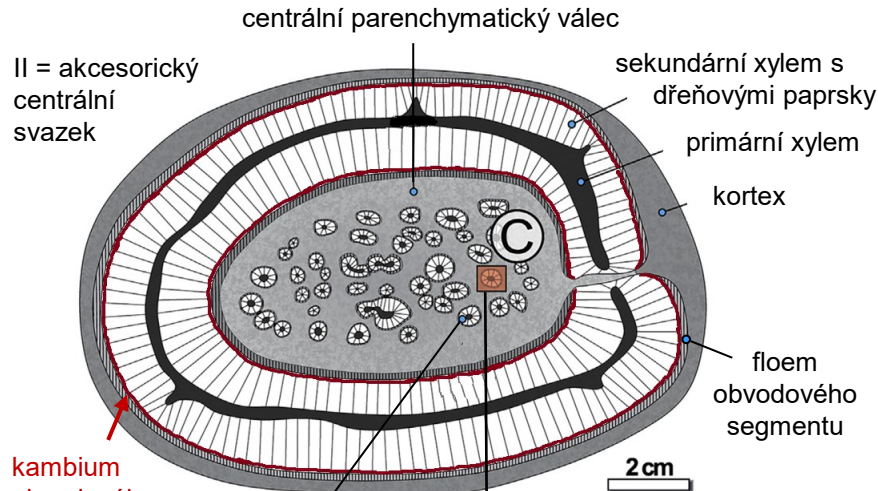


- na obvodu solenostélé, s bifaciálním kambiem (dovnitř xylem / vně floem)



# řád *Medullosales* – bifaciální kambium a druhotné tloušťnutí

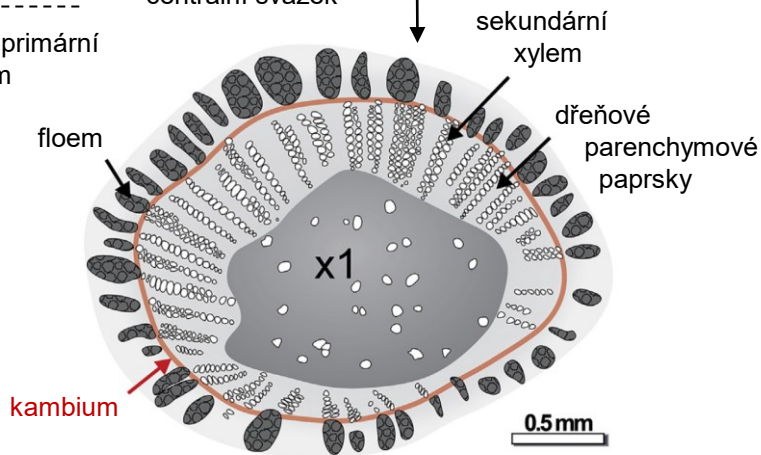
## Průřez kmenem se sekundárně tloušťnoucím obvodovým vodivým segmentem



kambium obvodového segmentu

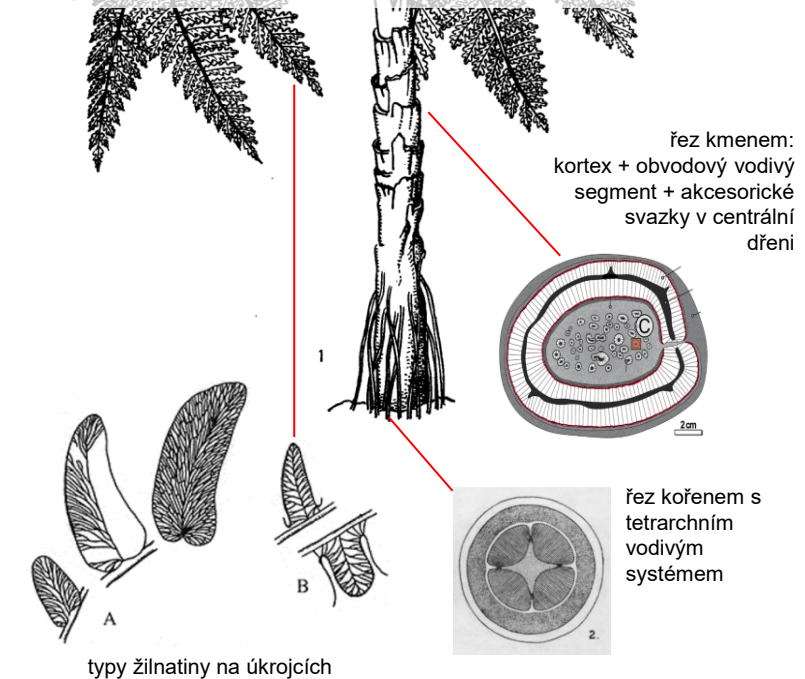
akcesorický centrální svazek

x1 = primární xylem



Detail akcesorického centrálního svazku s vlastním kambium

- na obvodu solenostélé, s bifaciálním kambiem (dovnitř xylem / vně floem)
- každý z akcesorických svazků v centrální dřeni má také bifaciální kambium, jakoby kmínek vznikl fúzí několika samostatných stonků
- druhotným tloušťnutím se tak liší od recentních stromových kapradin, které kambium na svazcích nemají



řez kmenem:  
kortex + obvodový vodivý segment + akcesorické svazky v centrální dřeni

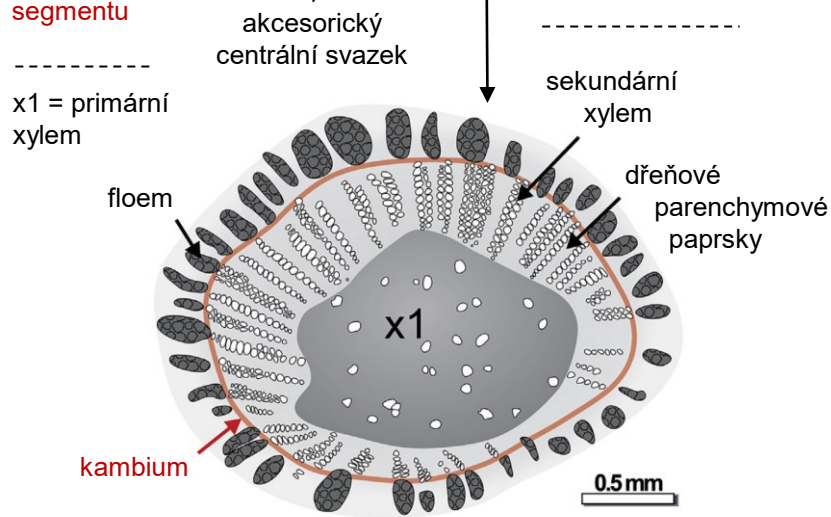
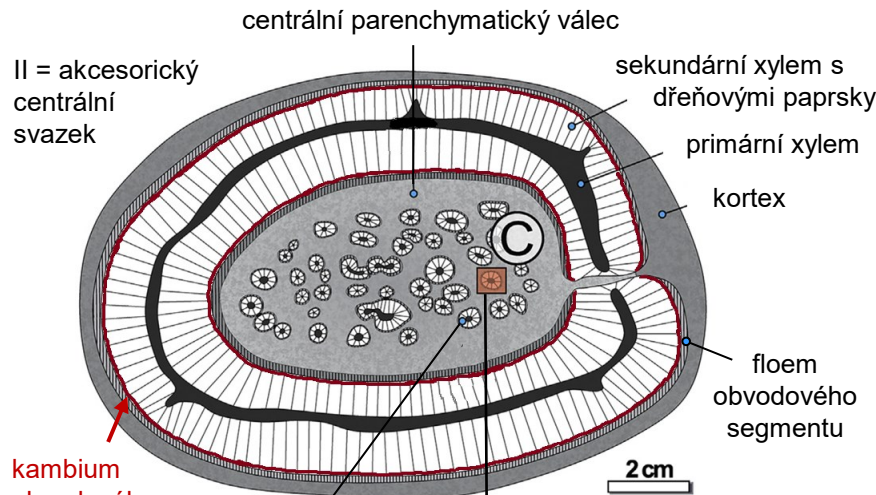
řez kořenem s tetraarchním vodivým systémem

typy žilnatiny na úkrojcích

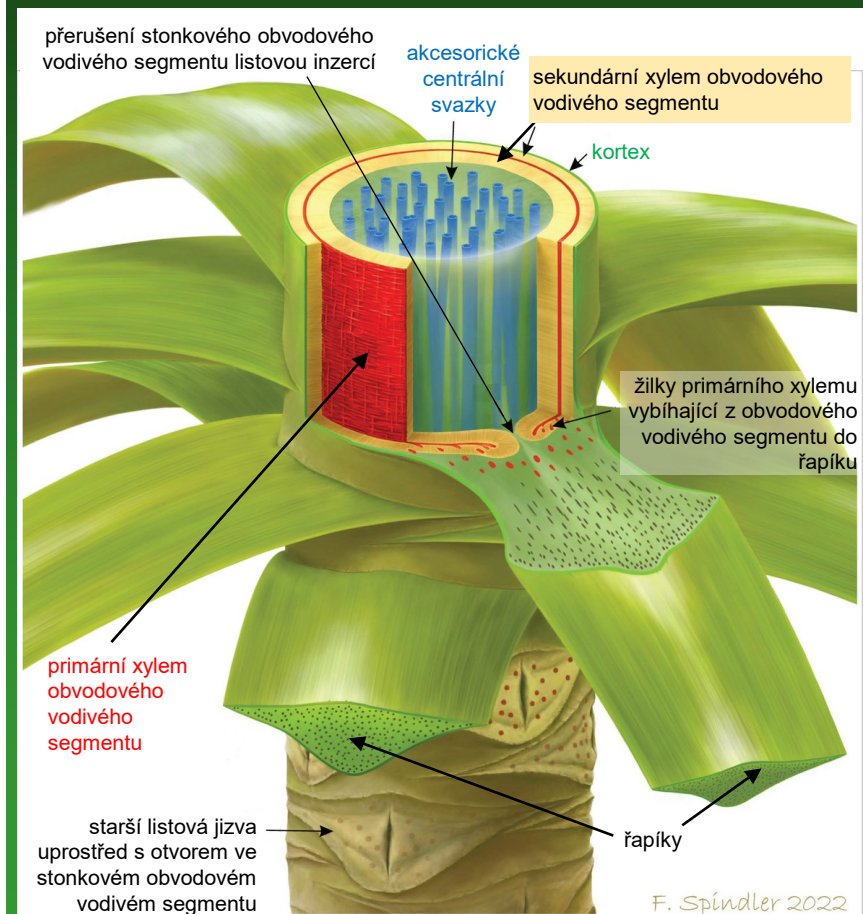


# řád *Medullosales* – bifaciální kambium a druhotné tloušťnutí

Průřez kmenem se sekundárně tloušťnoucím  
obvodovým vodivým segmentem

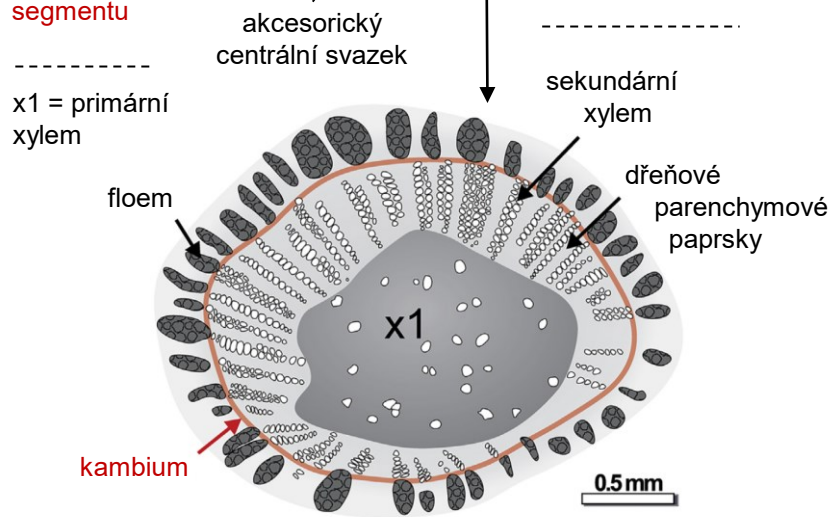
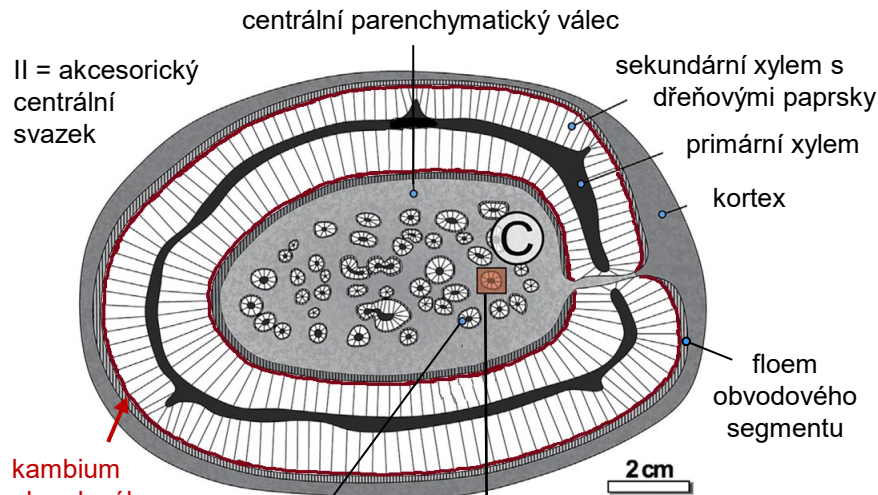


Detail akcesorického centrálního svazku  
s vlastním kambium



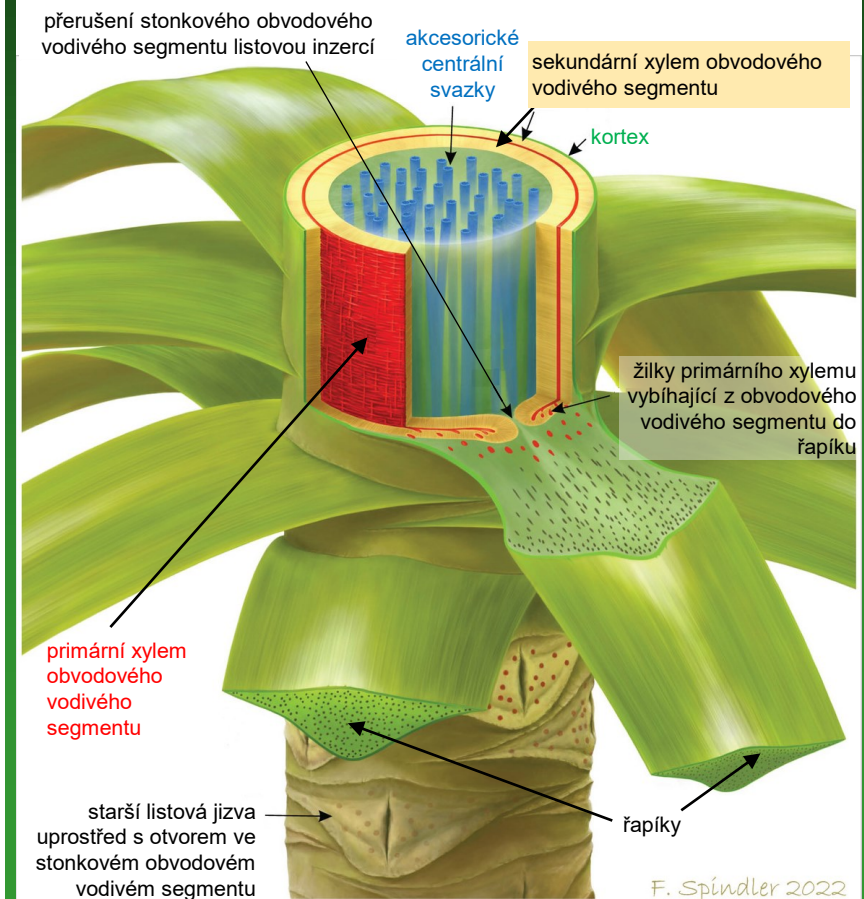
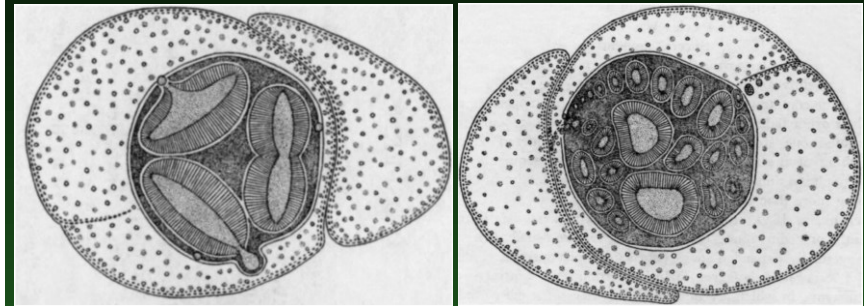
# řád *Medullosales* – bifaciální kambium a druhotné tloušťnutí

Průřez kmenem se sekundárně tloušťnoucím obvodovým vodivým segmentem



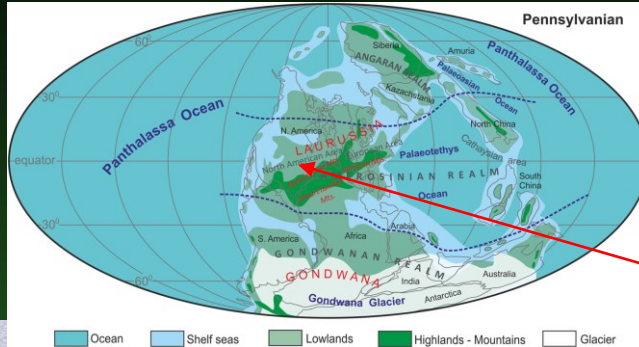
Detail akcesorického centrálního svazku s vlastním kambiem

líánovité druhy obvodový segment patrně neměly

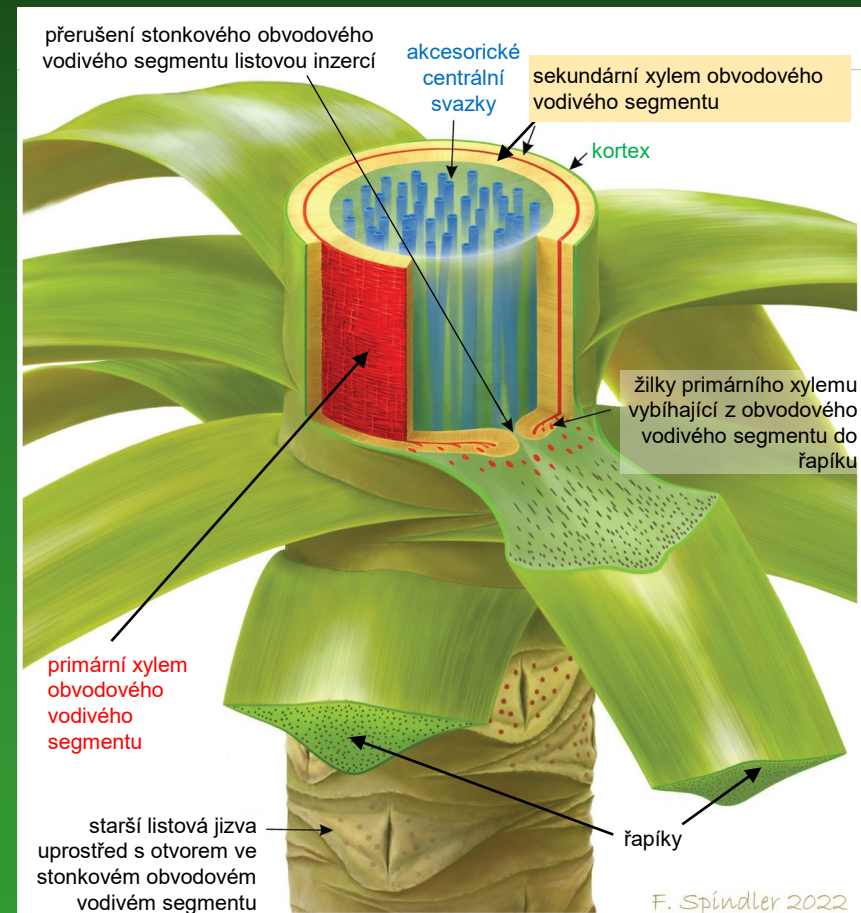




# řád *Medullosales* – bifaciální kambium a druhotné tloušťnutí



- **Xylem** s nezvykle vysokou hydraulickou konduktivitou s tracheidami s průsvitem až 100–250  $\mu\text{m}$ .
- Rostly v tropických nížinných bažinách



# řád *Medullosales*

**Mikrosporangia** - srůstají v „baňkovitá“  
mikrosynangia

- na větvi listu mezi úkrojky

- nebo celé úkrojky přeměněné v mikrosynangia

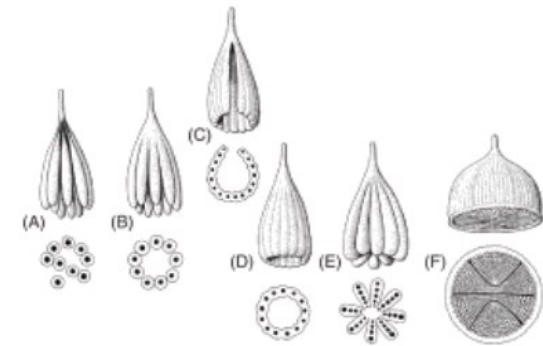
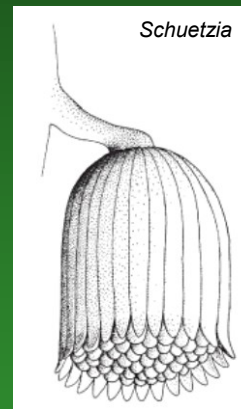
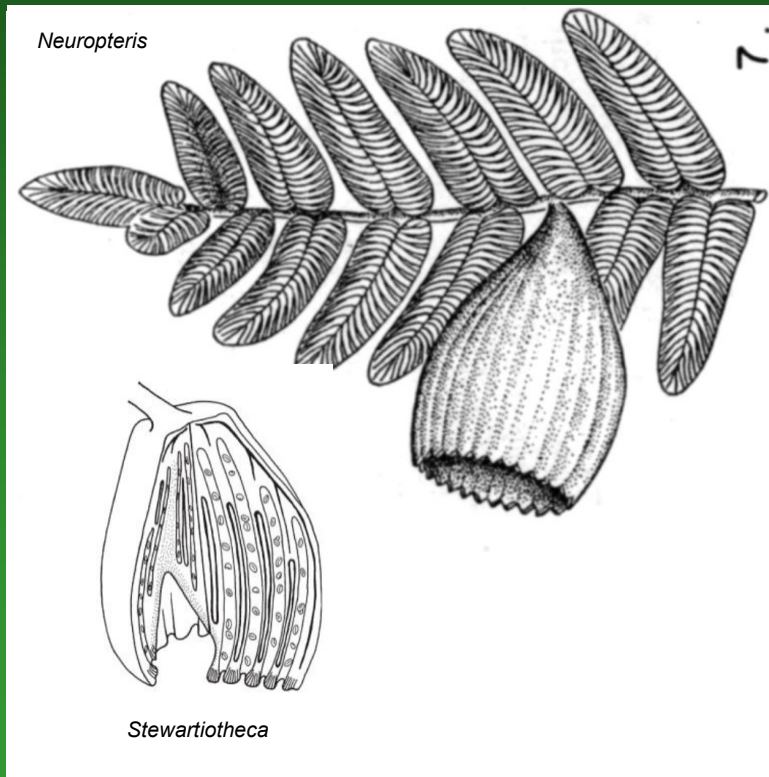
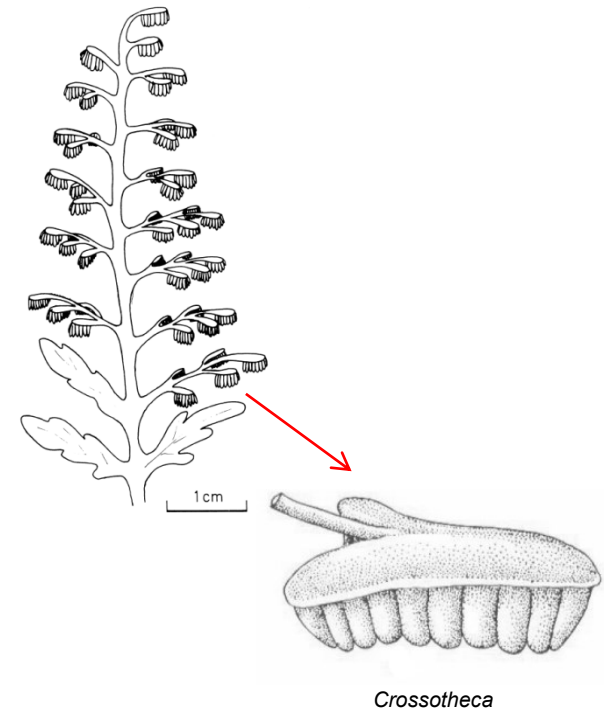


FIGURE 14.157 Suggested evolution among selected medullosan pollen organs. A. Cluster of terminal sporangia of a progymnosperm. B. Pollen sacs of the *Codonotheca*-type pollen organ. C. Incomplete fusion of pollen sacs to form a bilateral pollen organ like that of *Parasporotheca*. D. Fused ring of pollen sacs like that of *Halletheca*. E. Pollen organ showing plication like that of *Sulltheca*. F. Compound pollen organ like that of *Bernaultia*. (From T. Taylor, 1988b.)



# řád *Medullosales*

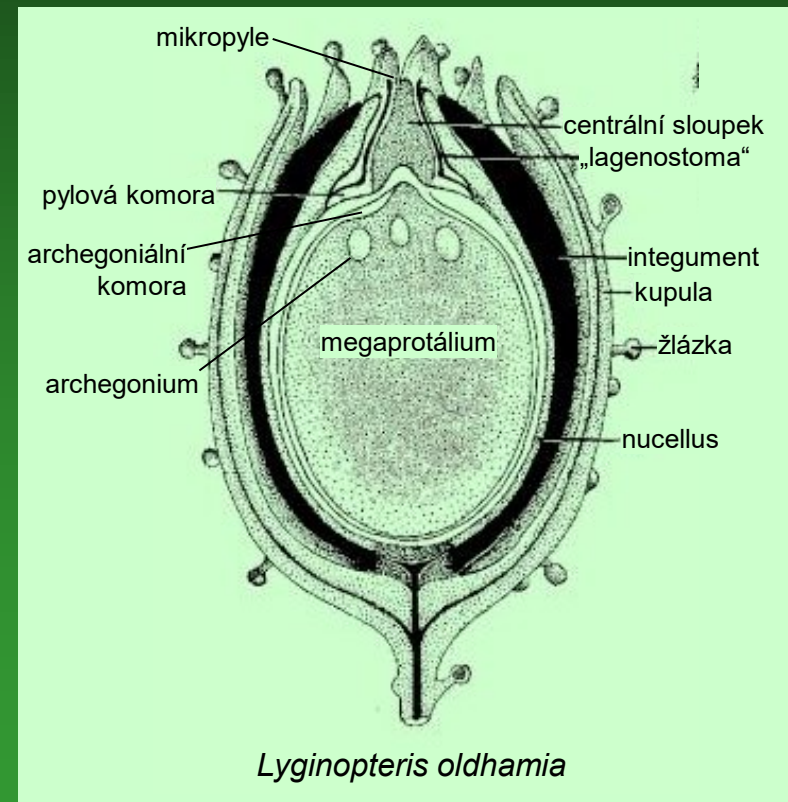
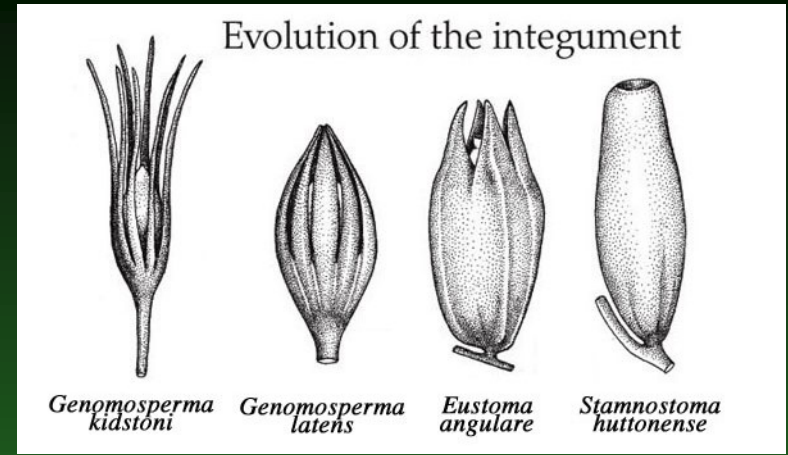
**Megasporangia** s jedinou megaspórou  
= vajíčka v „trojobalu“:

- (1) nucellus = vnitřní obal = původní pletivo sporangia, než z něj meiozou vznikla megaspóra
- (2) integument = střední obal = vlastní stěna sporangia
- (3) kupula (číška) = bočně srostlé telomy (? zesterilnělá paralelní sporangia), syntelomizace nemusí být úplná

Mikropyle = otvor klový (mikropyle) – protáhlé v trubičkovité !kutikulou tvořené lagenostoma – na něm polinační kapka k zachycení mikrospór (pylu)

Centrální sloupek – ozavře po opylení otvor klový

Žlázky na kupule – k lákání brouků – opylovačů?



# řád *Medullosales*

**Megasporangia** – ve skupinkách nebo jednotlivě na větvi listů

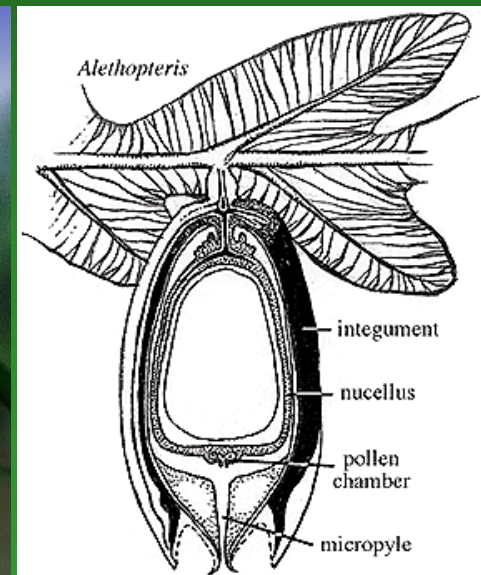
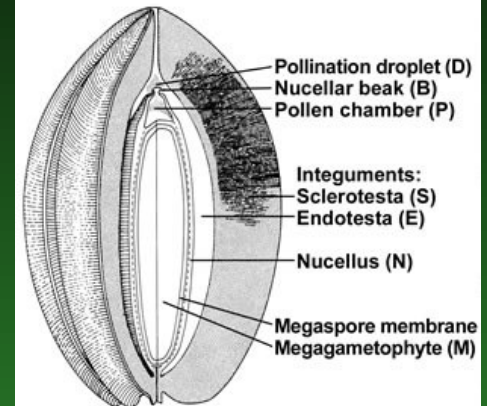
**Semena** - velká až 10 cm

**Obal semen (testa):**

(1) vnější dužnatá sarkotesta

(2) vnitřní dřevnatá sklerotesta

*Polypterosperrum renaultii* - seed fern ovules from the late Carboniferous of France



*Medullosa noei*  
keřovitého až stromkovitého  
vzrůstu, 3,5 m vysoká



Ivy Livingstone © BIODIDAC



# Mohly by být fylogenetickým předchůdcem cykasů



*Cyathea*



*Medullosa*



*Encephalartos*



# řád *Glossopteridales*

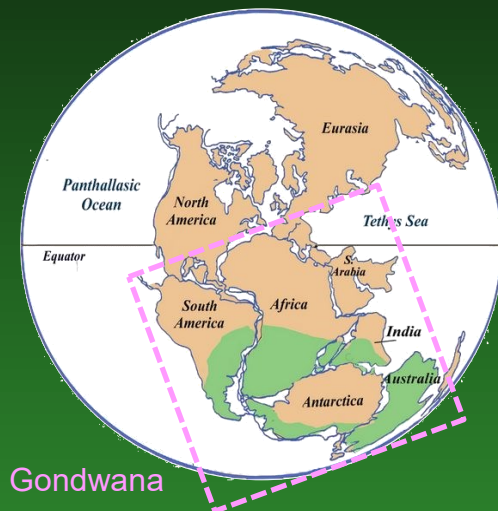


- opadavé druhotně tloustnoucí stromy (i přes 30 m vys.) chladnějších středních a vyšších poloh (sezonalita)
- kmeny s kompaktní (pyknoxylickou) stavbou s výraznými letokruhy
- podílejí se významně na permských uhelných depozitech
- kořeny s tri- až polyarchní vodivou soustavou



# řád *Glossopteridales*

- dominanty permské flóry na jižní části Gondwanském superkontinentu



Mohly růst i na sezonně vysýchavých bažinách



**Fig. 6 Reconstruction of a middle Permian lakeshore palaeoenvironment.** This reconstruction is based on new fossil information from the Onder Karoo Lagerstätte and regional occurrences of the vertebrates of the *Eodicynodon* Assemblage Zone in the southern Karoo Basin. The landscape is of a standing

## communications

### biology

(2022)5:1154 | <https://doi.org/10.1038/s42003-022-04132-y> |

#### ARTICLE

<https://doi.org/10.1038/s42003-022-04132-y> OPEN



South African Lagerstätte reveals middle Permian Gondwanan lakeshore ecosystem in exquisite detail

Rosemary Prevec<sup>1,2,3</sup>, André Nel<sup>3</sup>, Michael O. Day<sup>4,5</sup>, Robert A. Muir<sup>6,7</sup>, Aviwe Matiwane<sup>1,2</sup>, Abigail P. Kirkaldy<sup>1,8,9</sup>, Sydney Moyo<sup>1,8,10</sup>, Arnold Staniczek<sup>11</sup>, Bárbara Cariglino<sup>12</sup>, Zolile Maseko<sup>1,2</sup>, Nokuthula Kom<sup>1</sup>, Bruce S. Rubidge<sup>4</sup>, Romain Garrouste<sup>3</sup>, Alexandra Holland<sup>8,9</sup> & Helen M. Barber-James<sup>8,9,13</sup>

# řád *Glossopteridales*

## Listy

- jednoduché, celistvé
- obkopinaté až podlouhle eliptické, připomínající jazyk (odsud jméno)
- obvykle kolem 10 cm dlouhé,
- spirálovitě na větvích

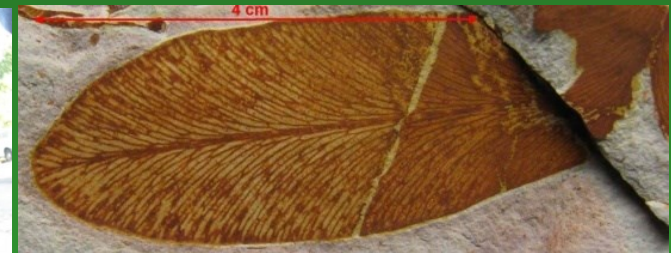


řez kmenem

# řád *Glossopteridales*

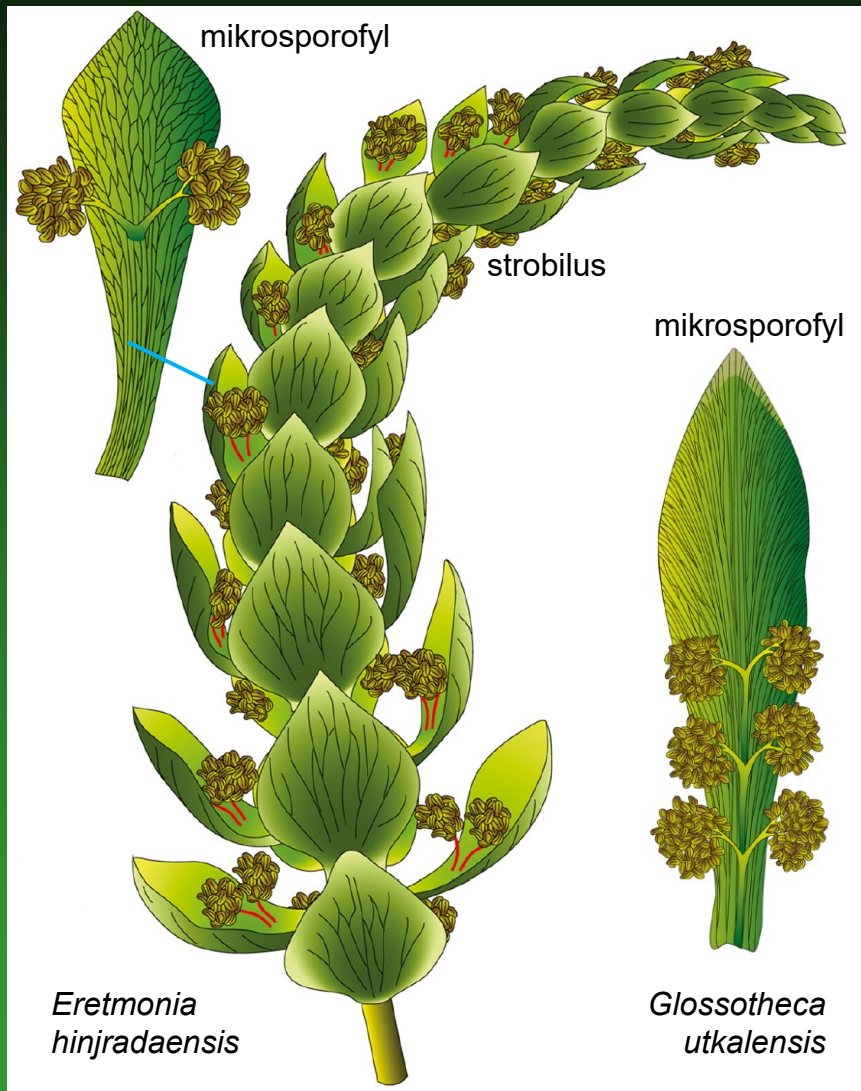
## Listy

- jednoduché, celistvé
- obkopinaté až podlouhle eliptické, připomínající jazyk (odsud jméno)
- obvykle kolem 10 cm dlouhé,
- spirálovitě na větvích
- s výraznou hlavní žilkou a síťnatě větvenými tenkými bočními žilkami
- na podzim opadavé



řez kmenem

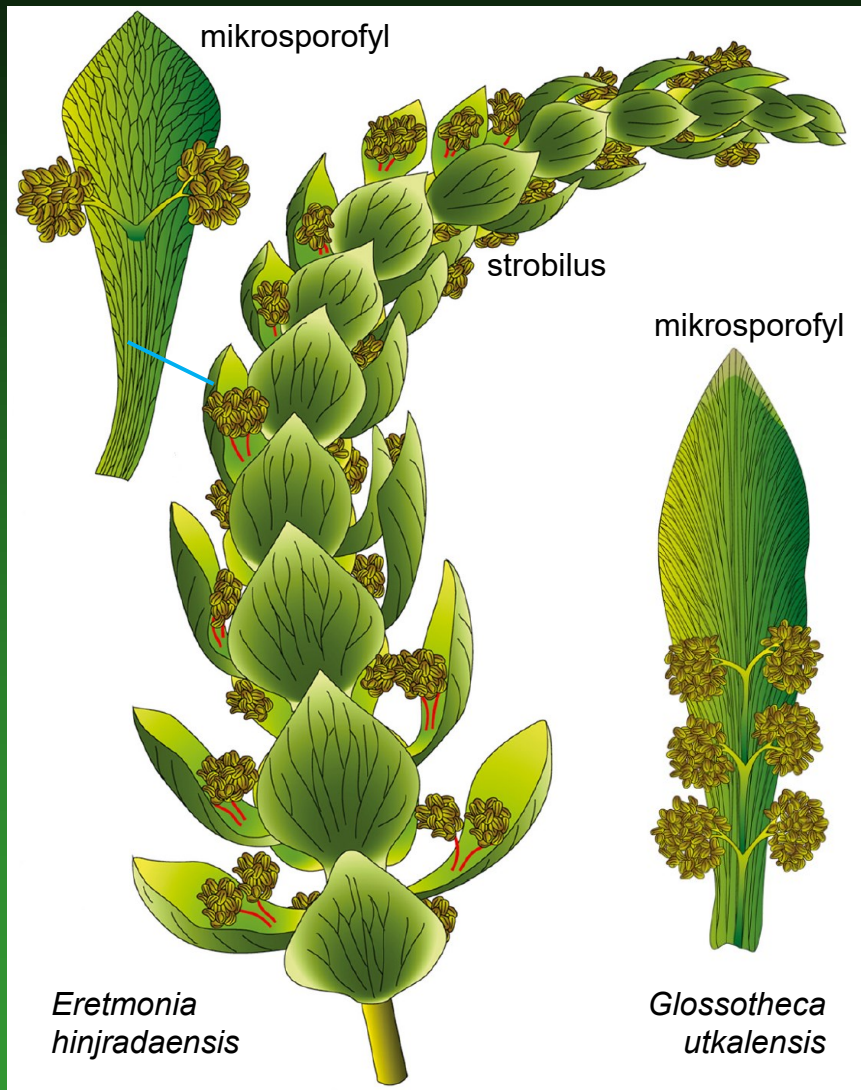
# řád *Glossopteridales*



## Mikrosporangia

- ve shlucích na dlouhých, často vidličnatě větvených, stopkách vetknutých do čepelí mikrosporofylů
- mikrosporofyly se často sdružují do šiřticovitých útvarů

# řád *Glossopteridales*



## Mikrosporangia

- ve shlucích na dlouhých, často vidličnatě větvených, stopkách vetknutých do čepele mikrosporofylů
- mikrosporofyly se často sdružují do šiřticovitých útvarů
- pyl s jedním nebo dvěma vzdušnými vaky (jako u jehličnanů)

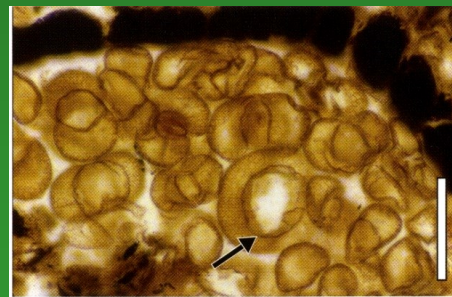


FIGURE 14.218 Monosaccate (arrow) and bisaccate pollen grains in a glossopterid pollen sac. Bar = 50  $\mu$ m. (Courtesy S. McLoughlin.)

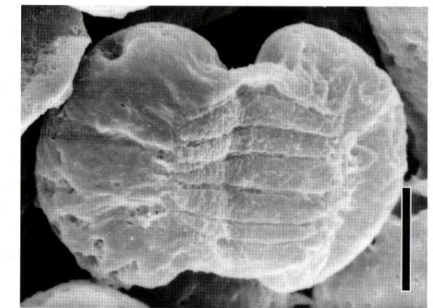
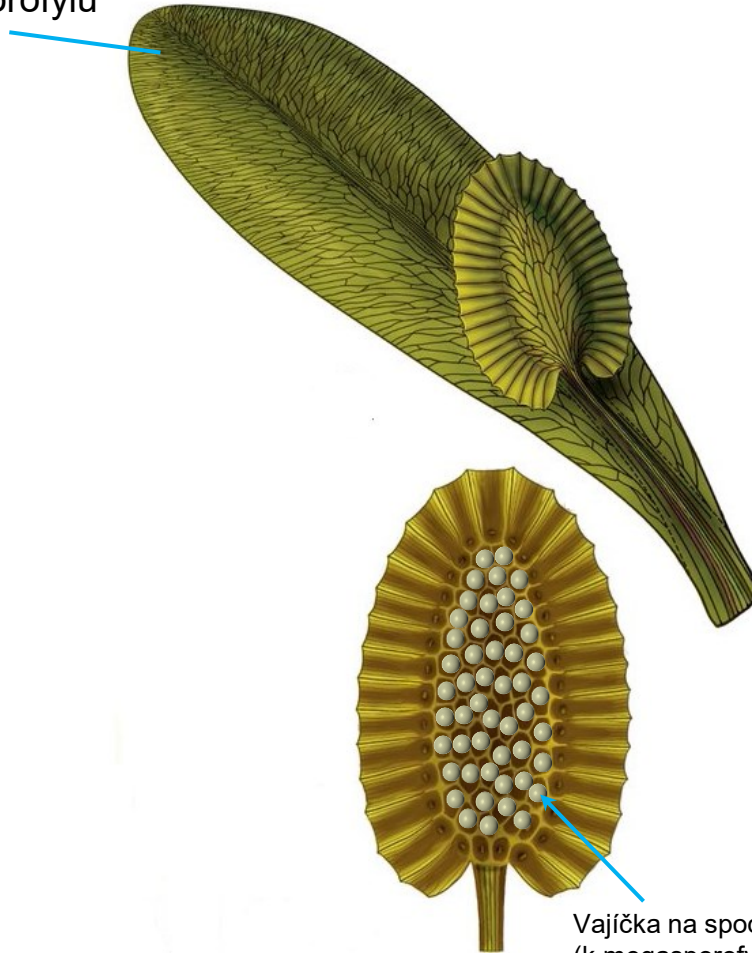


FIGURE 14.217 Pollen grain with proximal striations. Bar = 10  $\mu$ m. (Courtesy S. McLoughlin.)

# řád *Glossopteridales*

**Megasporangia (vajíčka)** – drobná, nahloučená na sporoforu, jehož stopka je vetknuta do megasporofylu

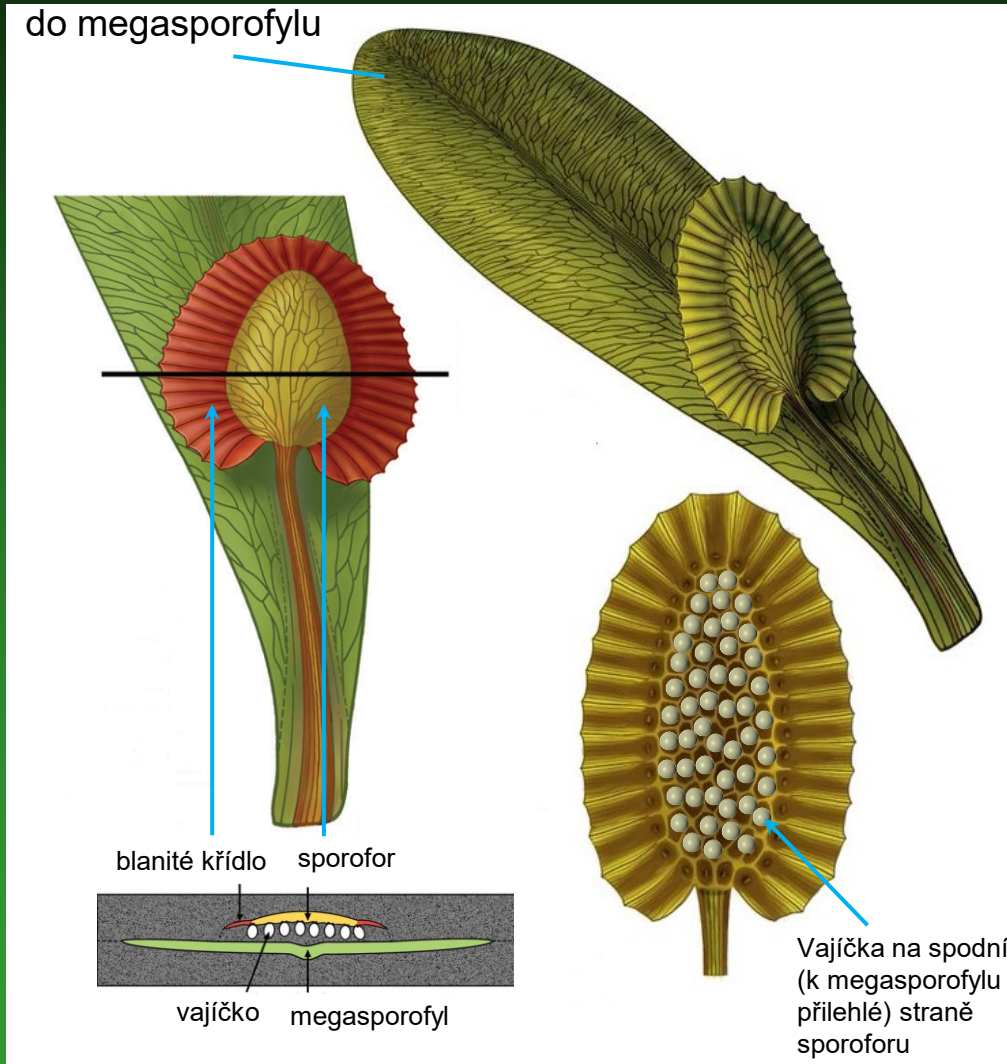


Vajíčka na spodní  
(k megasporofylu  
přilehlé) straně  
sporoforu



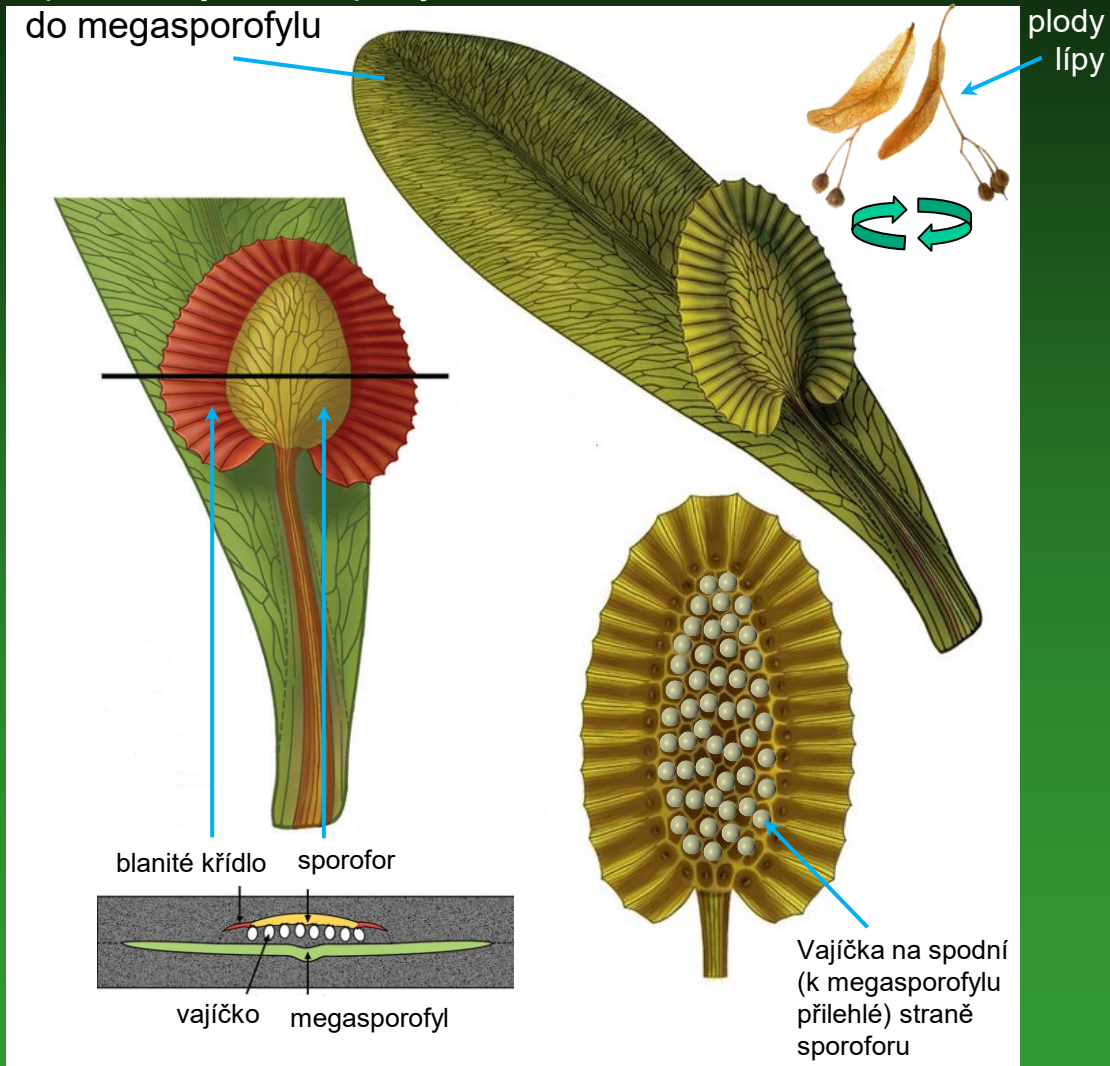
# řád *Glossopteridales*

**Megasporangia (vajíčka)** – drobná, nahloučená na sporoforu, jehož stopka je vetknuta do megasporofylu



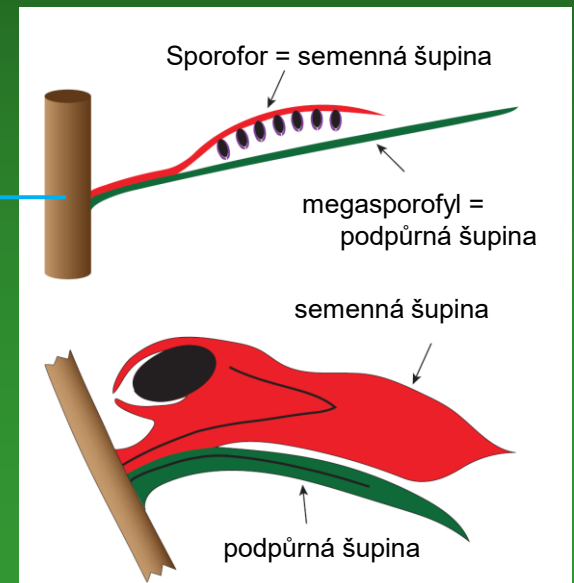
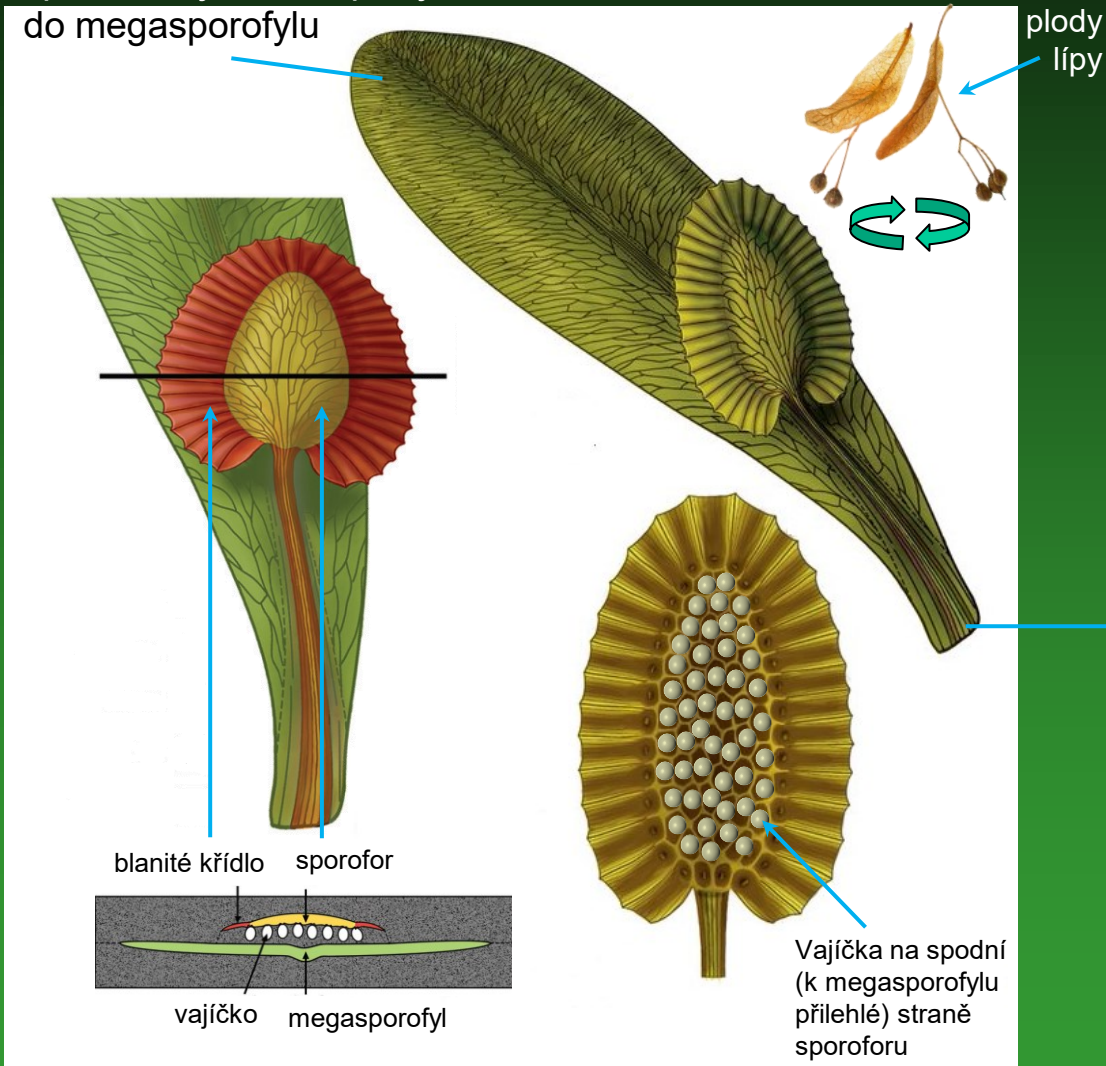
# řád *Glossopteridales*

**Megasporangia (vajíčka)** – drobná, nahlučená na sporoforu, jehož stopka je vetknuta do megasporofylu  
 Snad se šířily jako anemochorní do megasporofylu



# řád *Glossopteridales*

**Megasporangia (vajíčka)** – drobná, nahlučená na sporoforu, jehož stopka je vetknuta do megasporofylu  
 Snad se šířily jako anemochorní do megasporofylu

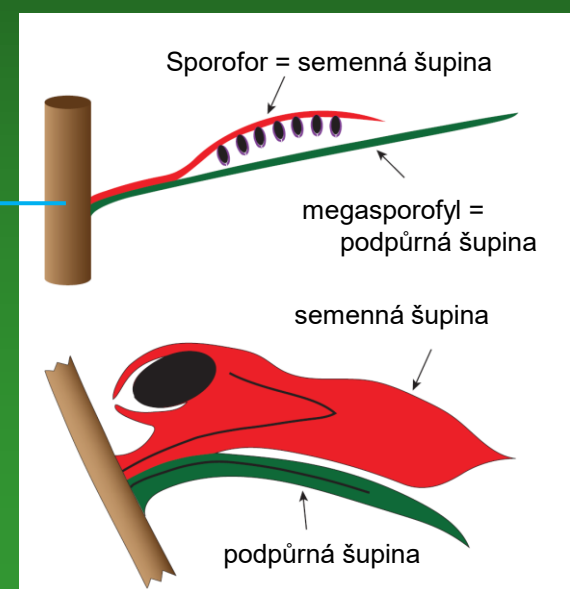
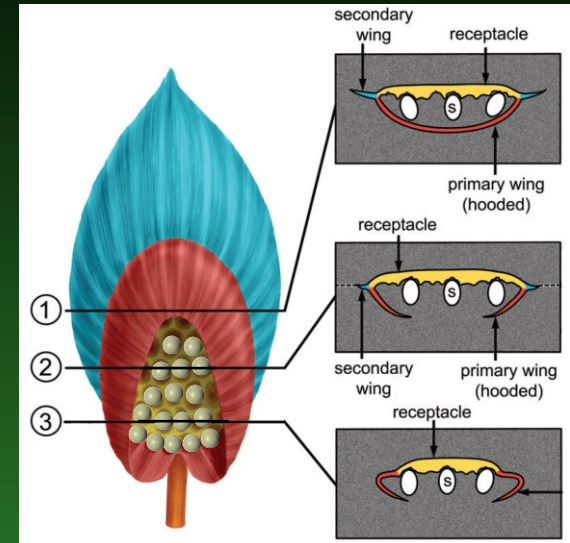
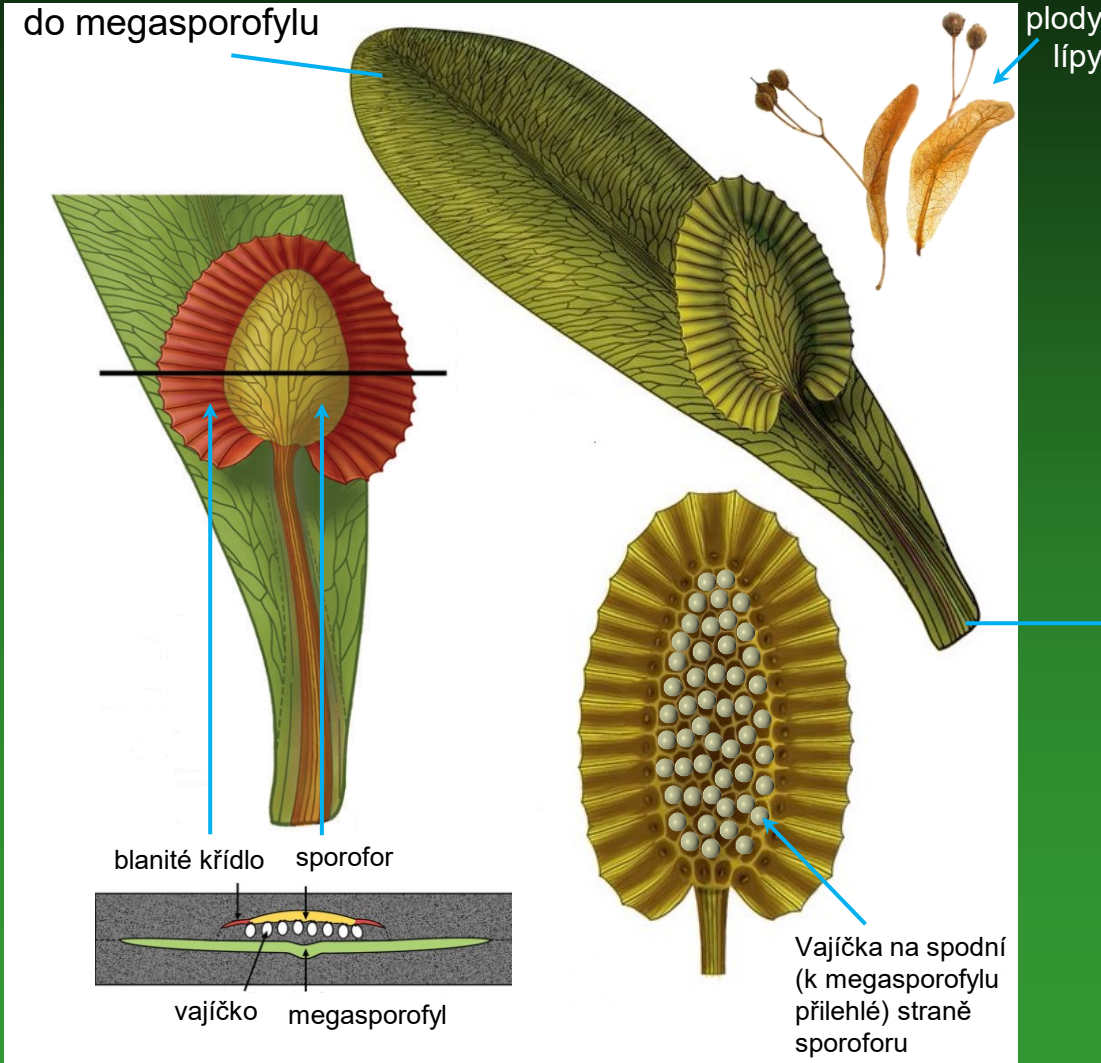


Homologie se semennou a podpůrnou šupinou jehličnanů ?

# řád *Glossopteridales*

Některé glossopteridy mají dokonce něco jako „konduplikátní plodolisty“ (krytosemenných)

**Megasporangia (vajíčka)** – drobná, nahlučená na sporoforu, jehož stopka je vetknuta do megasporofylu  
 Snad se šířily jako anemochorní plody lípy

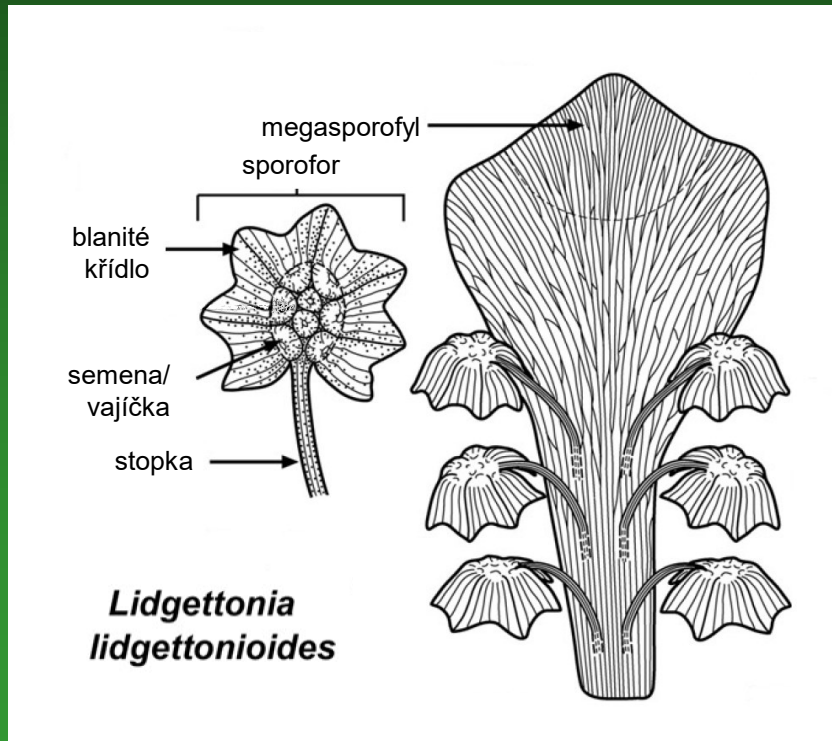


Homologie se semennou a podpůrnou šupinou jehličnanů ?

# řád *Glossopteridales*

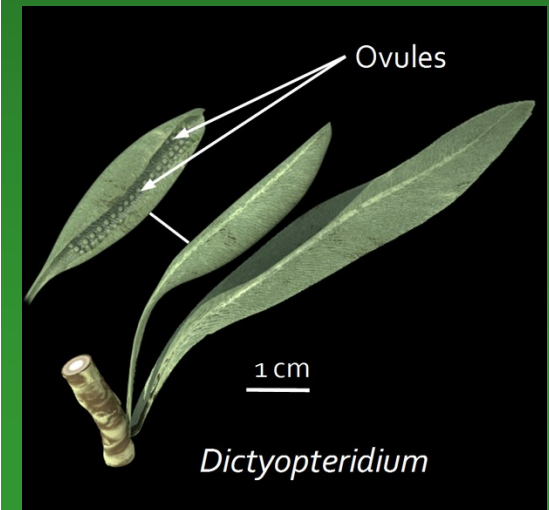
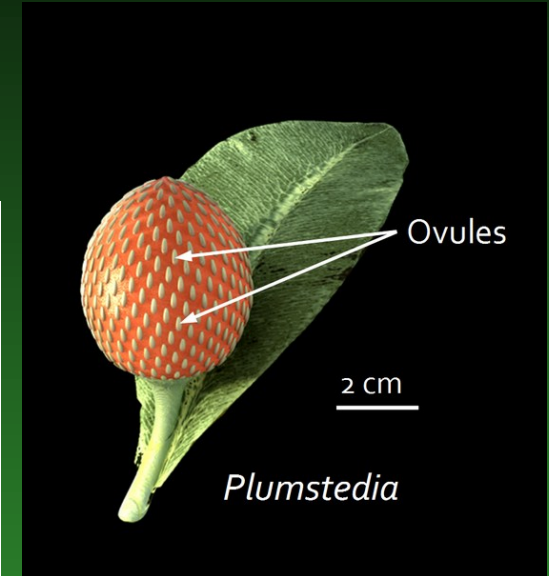
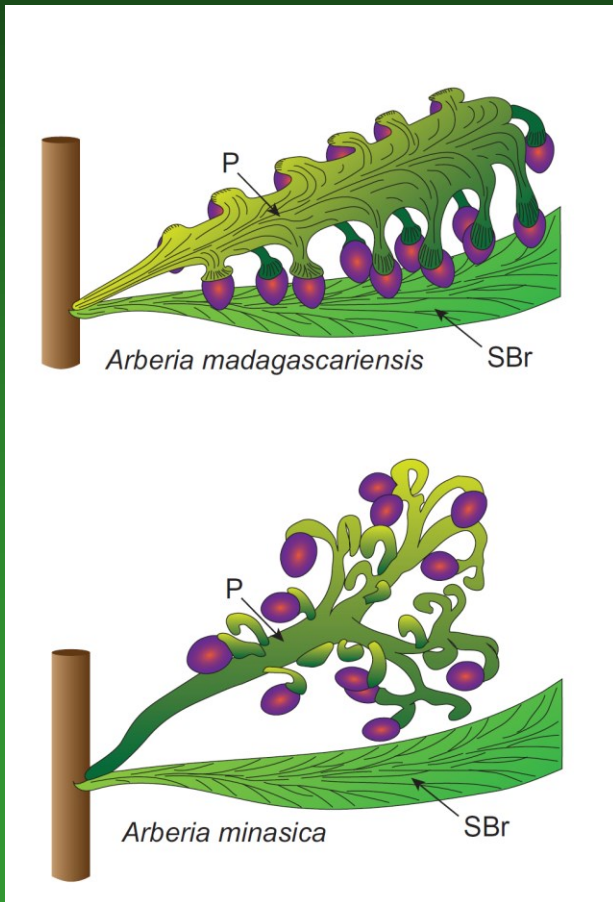
## Megasporangia (vajíčka)

- také megasporofyty mají tendenci vytvářet megastrobily



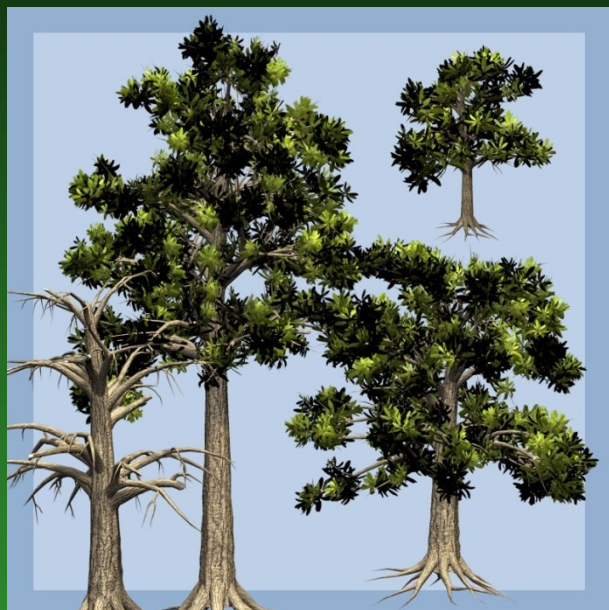
# řád *Glossopteridales* Megasporangia (vajíčka)

- tvarová variabilita megasporoforů je velká



# řád *Glossopteridales*

Mohly by být fylogenetickým předchůdcem kordaitů a jinanů



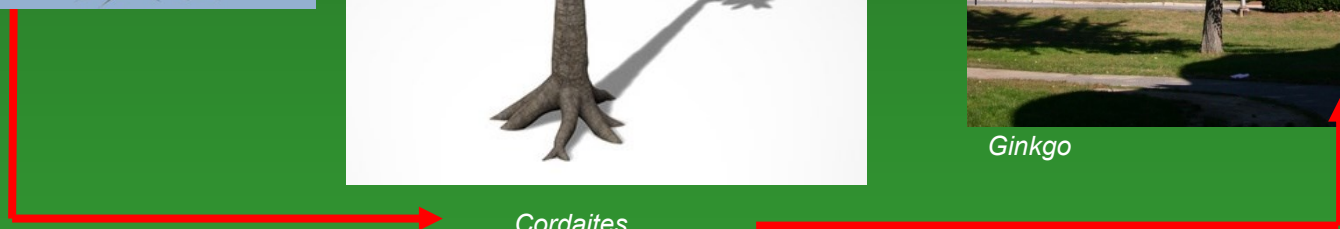
*Glossopteris*



*Cordaites*



*Ginkgo*



**Evoluce semennosti vedla přes stromové formy**