



# Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin

## Kaprad'orosty

### Petr Bureš



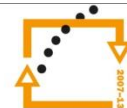
evropský  
sociální  
fond v ČR



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



**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

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

Oddělení *Monilophyta* = kaprad'orosty

má 5 tříd

1. *Psilotopsida* - prutníky

2. *Equisetopsida* - přesličky

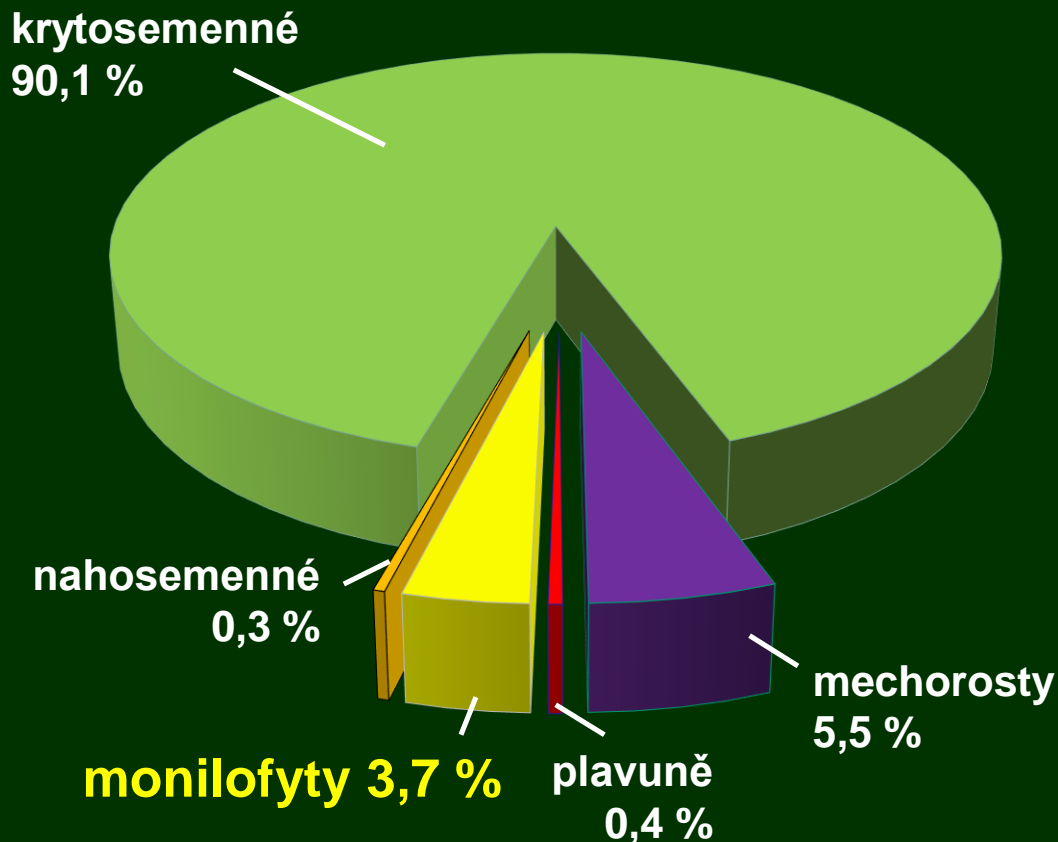
3. *Marattiopsida*

4. *Polypodiopsida* – kapradiny

5. *Pteridospermopsida* – kaprad'osemenné

# Druhová diverzita monilofytů – v kontextu ostatních linií vyšších rostlin = 11 000 druhů (~ 3,7 %)

## Podíl monilofytů na druhové diverzitě vyšších rostlin



## Počty popsáných druhů

mechorosty	16 240
plavuně	1 260
<b>monilofyty</b>	<b>11 000</b>
nahosemenné	1 020
krytosemenné	268 600

# 1. třída *Psilotopsida*



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

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

2 řady: *Psilotales* a *Ophioglossales*

# 1. řád *Psilotales* (prutníky)

whisk ferns



Zelené, suchozemské (epifytické nebo epilittické), bezkořenné, jen 2 rody: *Psilotum* (2 druhy) a *Tmesipteris* (10 druhů)

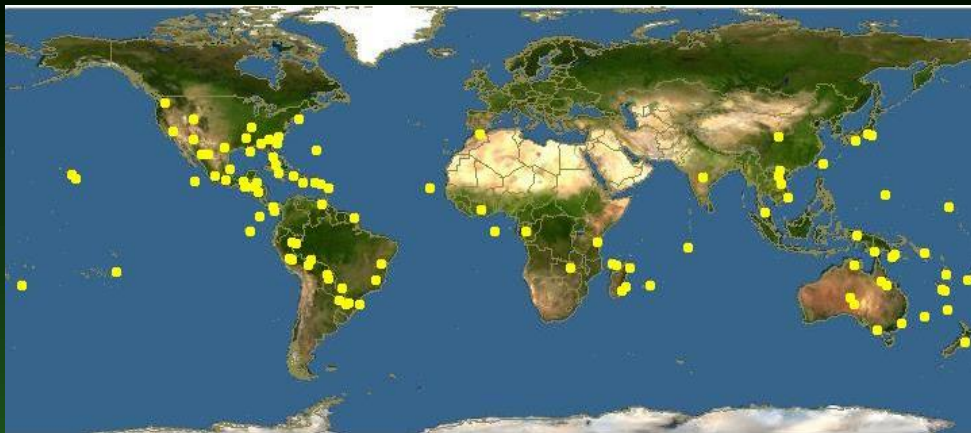


# *Psilotum triquetrum*

(= *Psilotum nudum*)

- tropy a subtropy

- na skalách (= epiliticky)



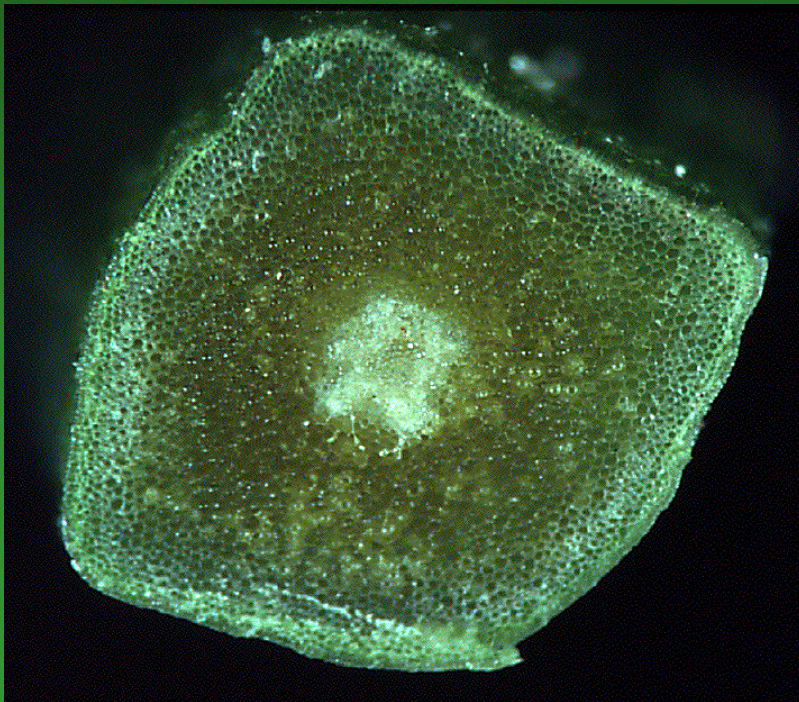
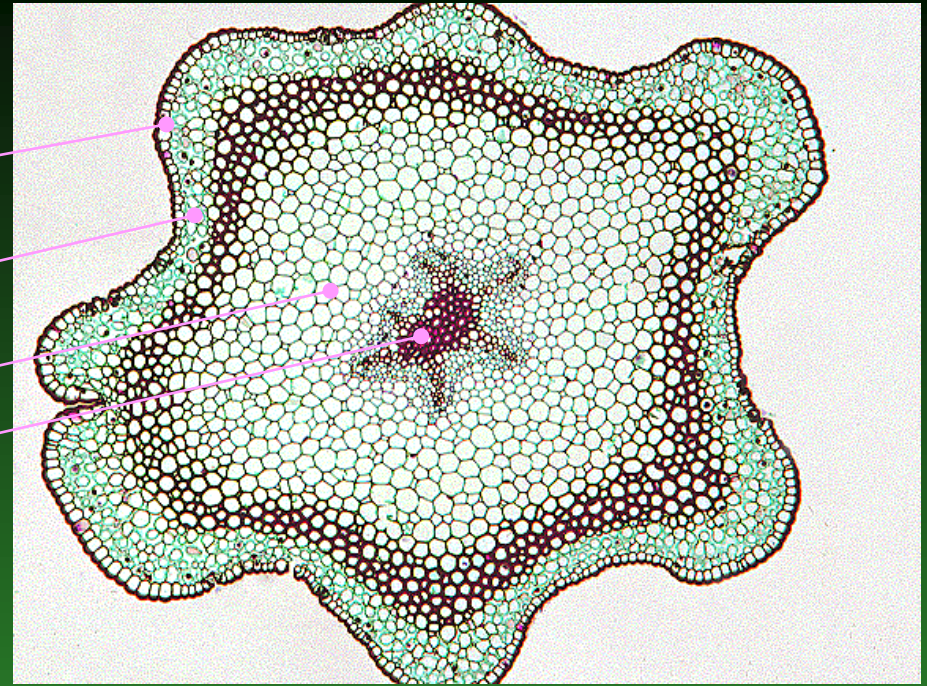
V Evropě nalezeno r. 1965 v J Španělsku, v provincii Cadiz

**Nadzemní stonek** - 20-30 cm (maximálně 1 m);  
zelený, pravidelně dichotomicky větvený



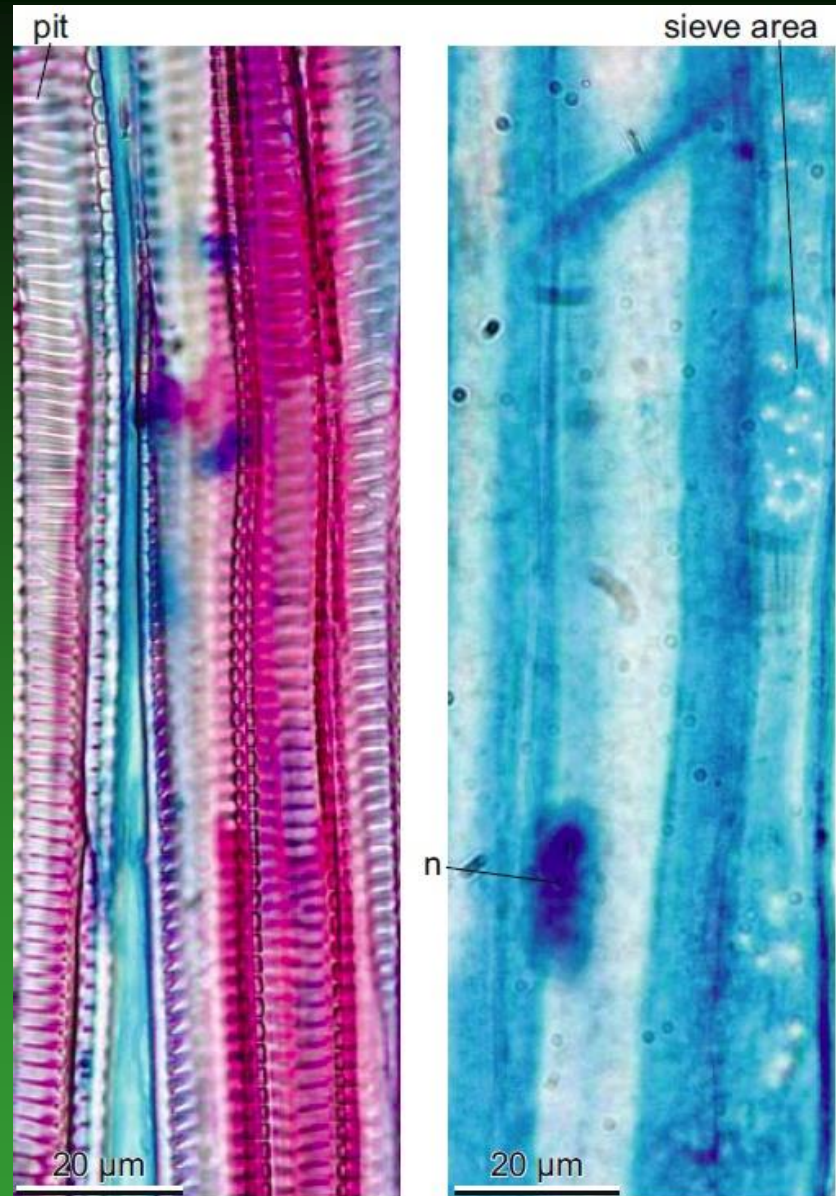
# Vodivé elementy nadzemního stonku

- epidermis
- asimilující chlorenchym,
- mohutná vrstva parenchymu
- endarchní aktinostélé



**Xylém** – kruhovitě nebo šroubovitě nebo ztlustlé tracheidy (tenčí a delší než tracheje)

**Floém** – sítkové buňky (tenčí a delší než sítkovice; s šikmými „sítky“)





## Listy

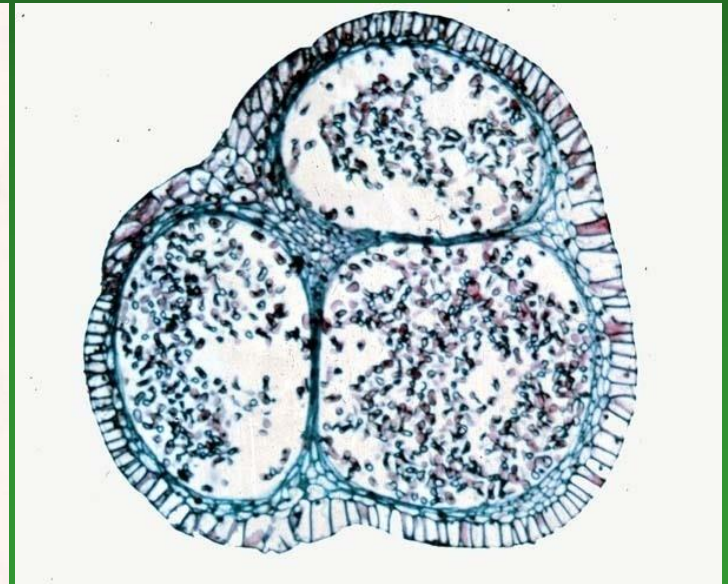
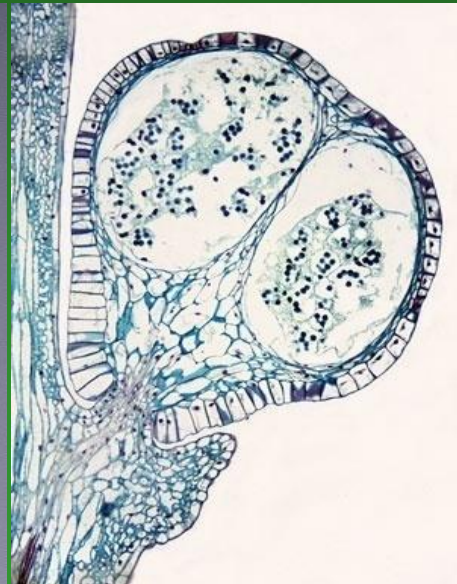
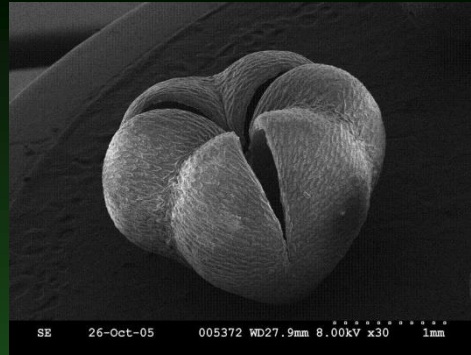
- drobné
- šupinovitě
- vidličnatě rozvětvené
- bezžilné (enafyly)
- střídavě postavené



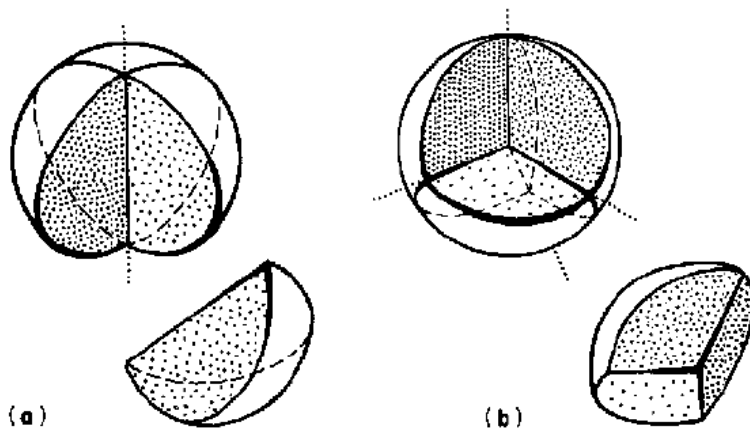
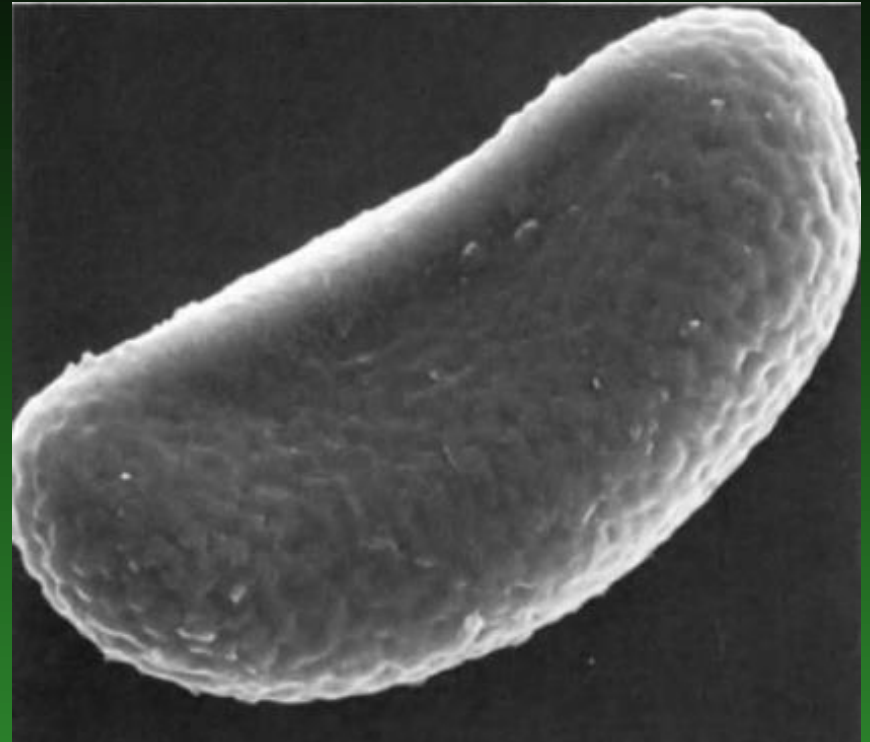
bez průduchů

# Sporangia

eusporangiátní,  
izosporická,  
v paždí vidličnatých listů,  
po třech srostlá v  
synangia.  
každé ze 3 pouzder s  
vlastní dehiscencí



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

Většina kapradin má spóry fazolovité, menší část triletní

**Rhizom** (= podzemní stonek = oddenek)  
nahrazuje chybějící kořeny - nezelený,  
nepravidelně větvený, pokrytý rhizoidy  
a protkaný mykorrhizou

Ke ztrátě kořenů došlo druhotnou  
redukcí v důsledku epilitismu /  
epifytismu

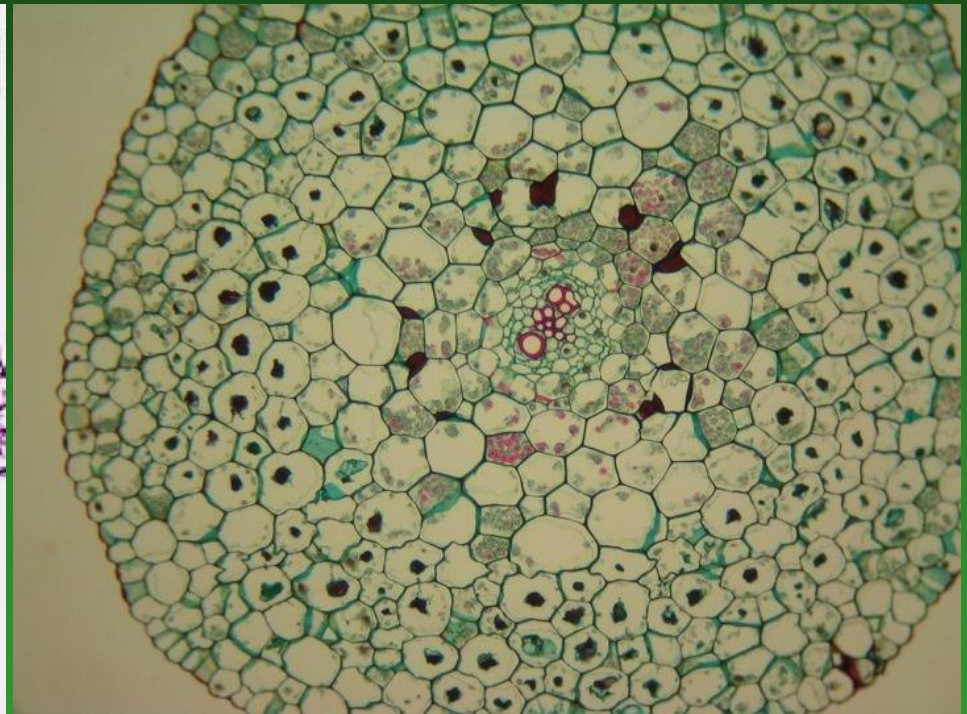
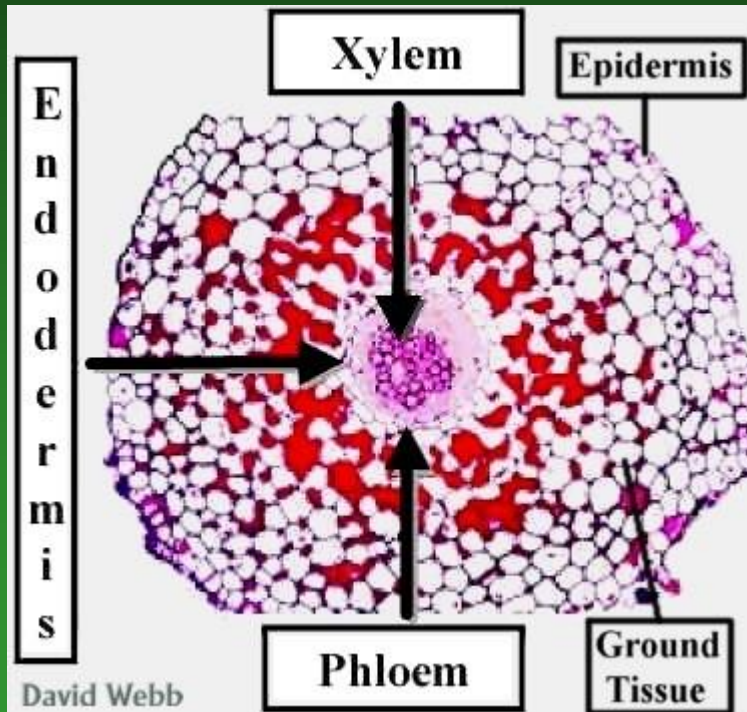


Absence kořenů není archaický znak spojující psilotofyty s rymiofyty, jak se dříve předpokládalo, podobně ztratily kořeny i některé další epilitické kapradiny



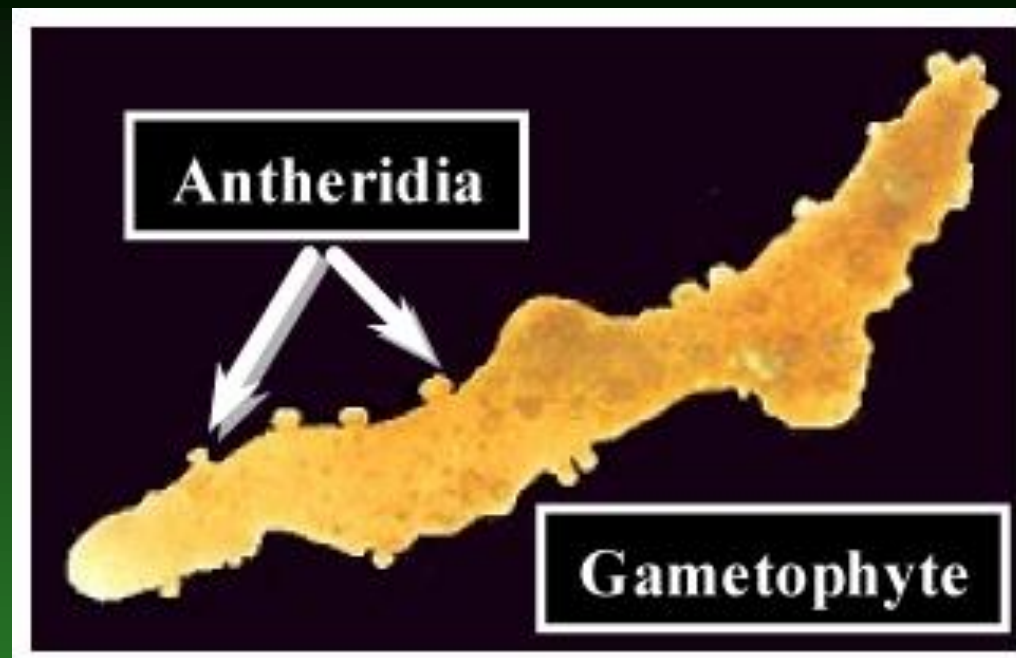
# Rhizom

- vodivé elementy protostélé (později až aktinostélé)
- výživa mykotroficky (často i víc let bez tvorby nadzemní zelené části)

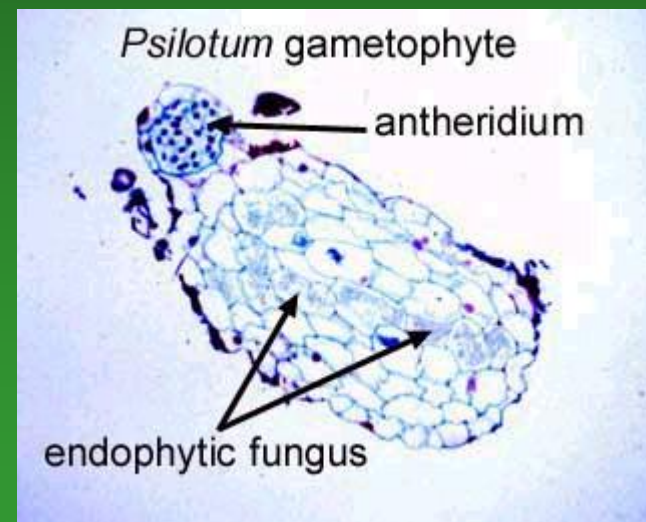


tmavé tečky = hyfy mykosymbionta

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



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



# Gametofyt – na povrchu kutikula (u obou rodů čel. *Psilotaceae*)

American Fern Journal 100(1):27–31 (2010)

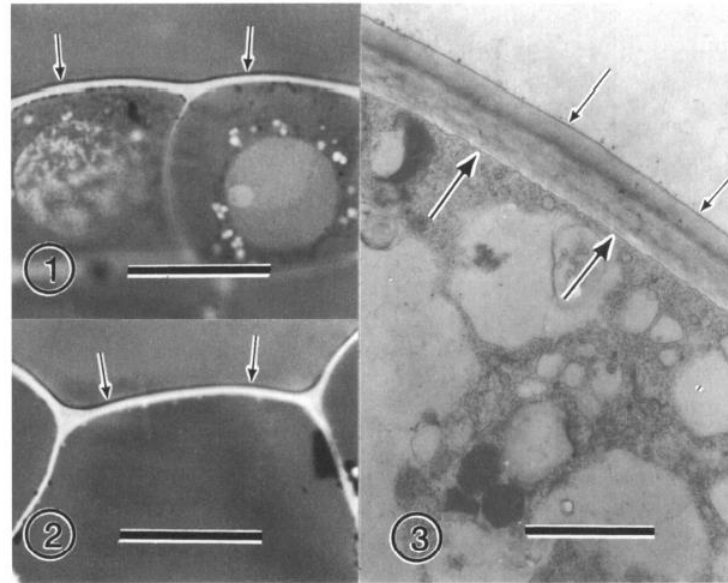
## The Cuticle on Gametophytes of *Tmesipteris sigmatifolia*

DEAN P. WHITTIER

Department of Biological Sciences, Box 1634, Vanderbilt University, Nashville, TN 37235-1634

WHITTIER: THE CUTICLE OF *TMESIPTERIS SIGMATIFOLIA* GAMETOPHYTES

29

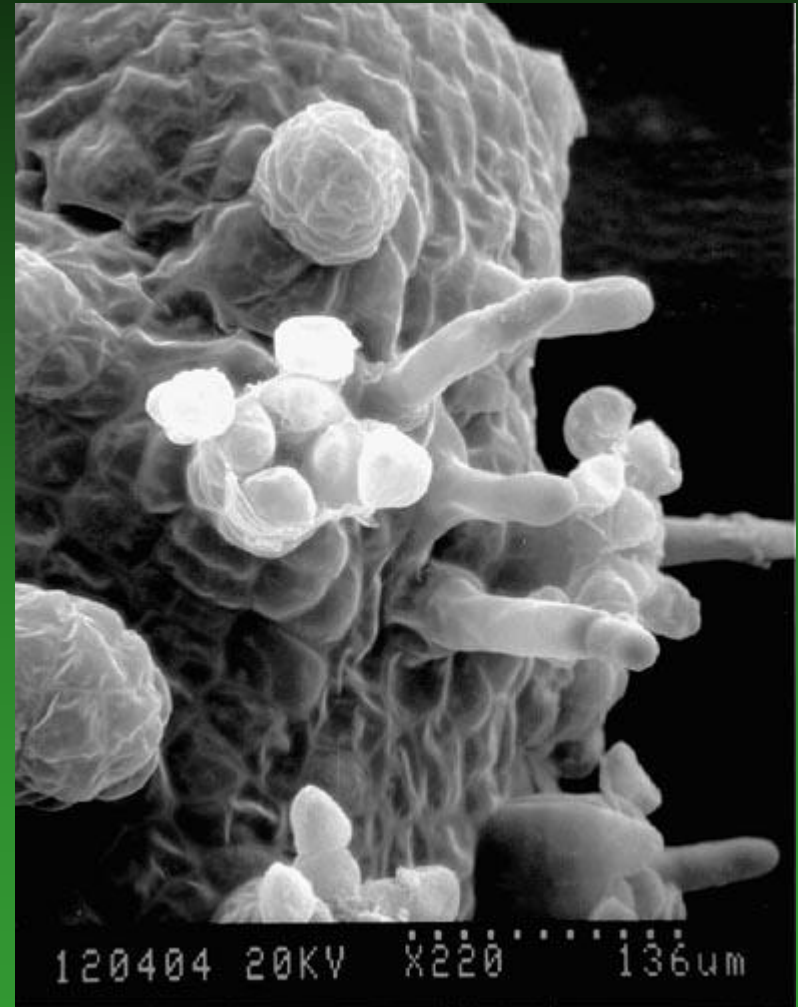


Figs. 1–3. Light and electron microscopy of the surface of *Tmesipteris* gametophytes. **1.** Sudan Black B staining of the gametophyte surface (arrows) and small lipid droplets in the cells. The polysaccharide portion of the surface wall and starch grains in the cells are unstained and white. **2.** Sudan black B staining of the gametophyte surface (arrows) and the unstained portion of the surface wall. **3.** The two-layered gametophyte surface, as demonstrated with electron microscopy, having an outer electron-lucent layer (small arrows) and an inner polysaccharide layer (large arrows). Scale bars in Figs. 1–2 = 30  $\mu\text{m}$  and Fig. 3 = 2  $\mu\text{m}$ .

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

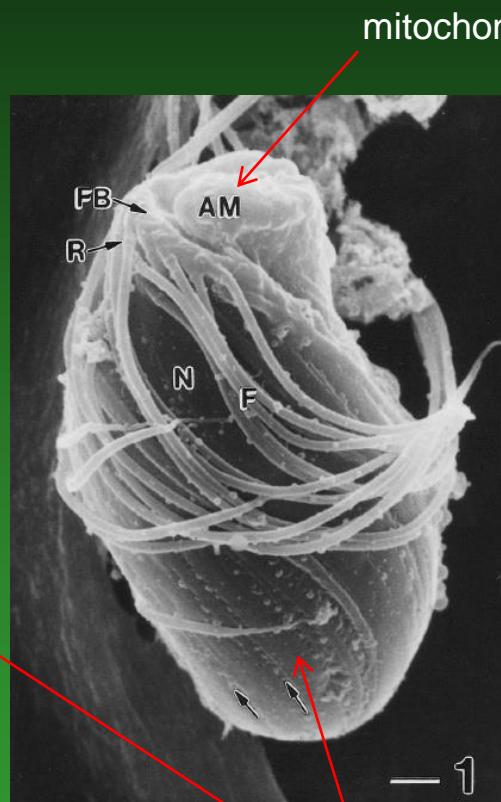
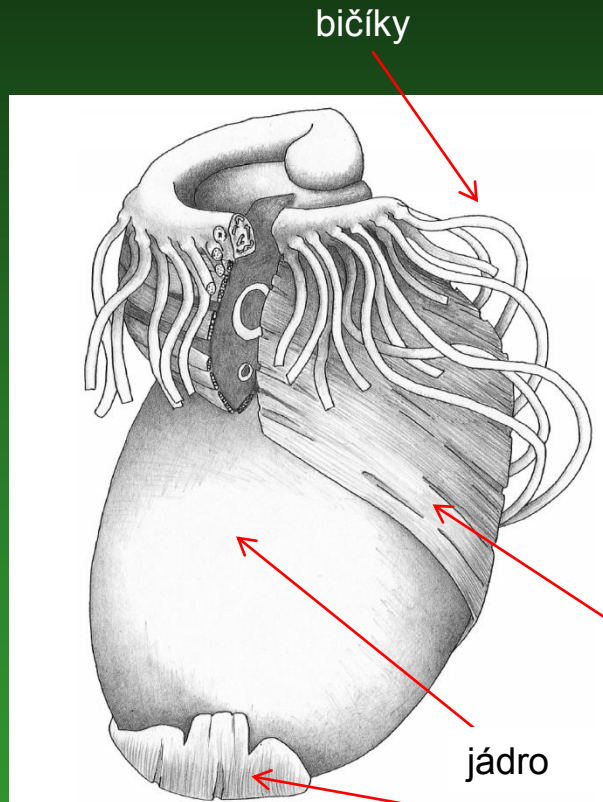


**Archegonia** - ponořená, s krčky (stylidium) vyčnívajícími



# Spermatozoidy

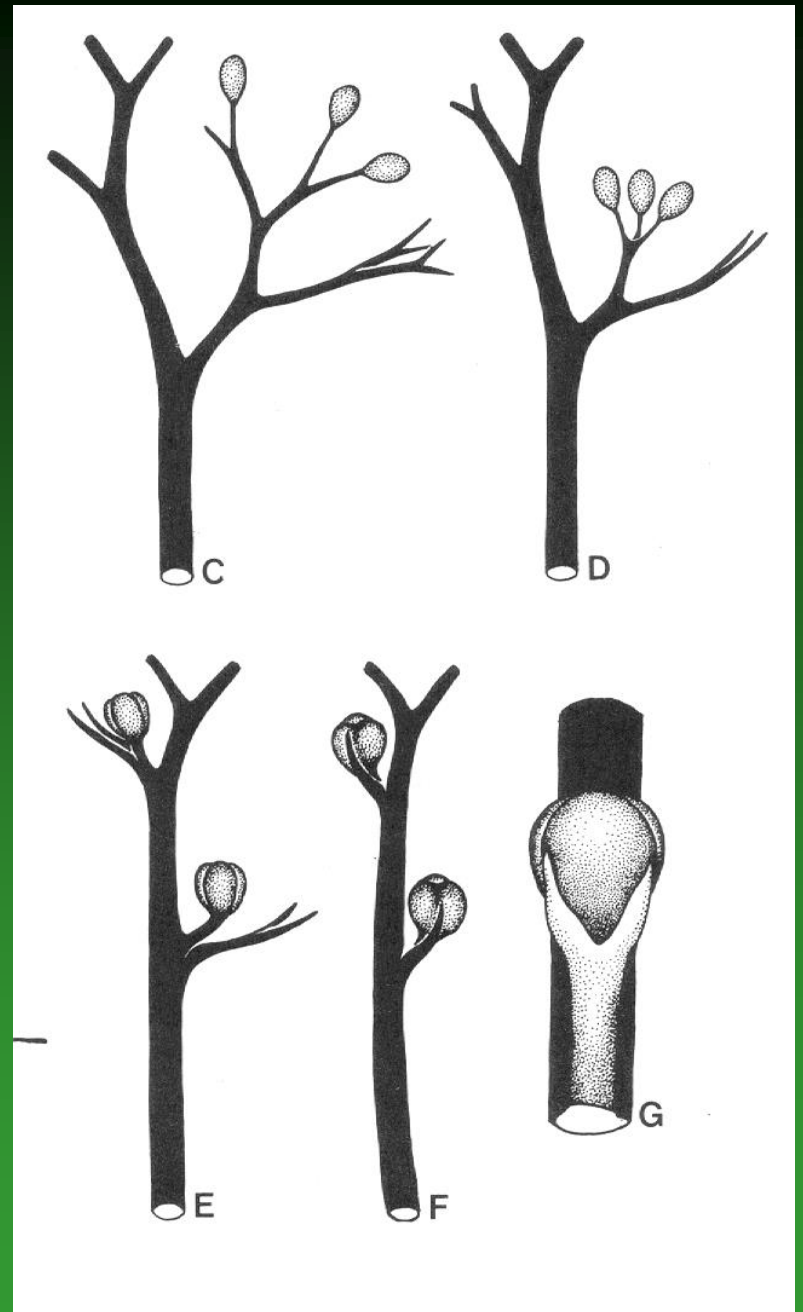
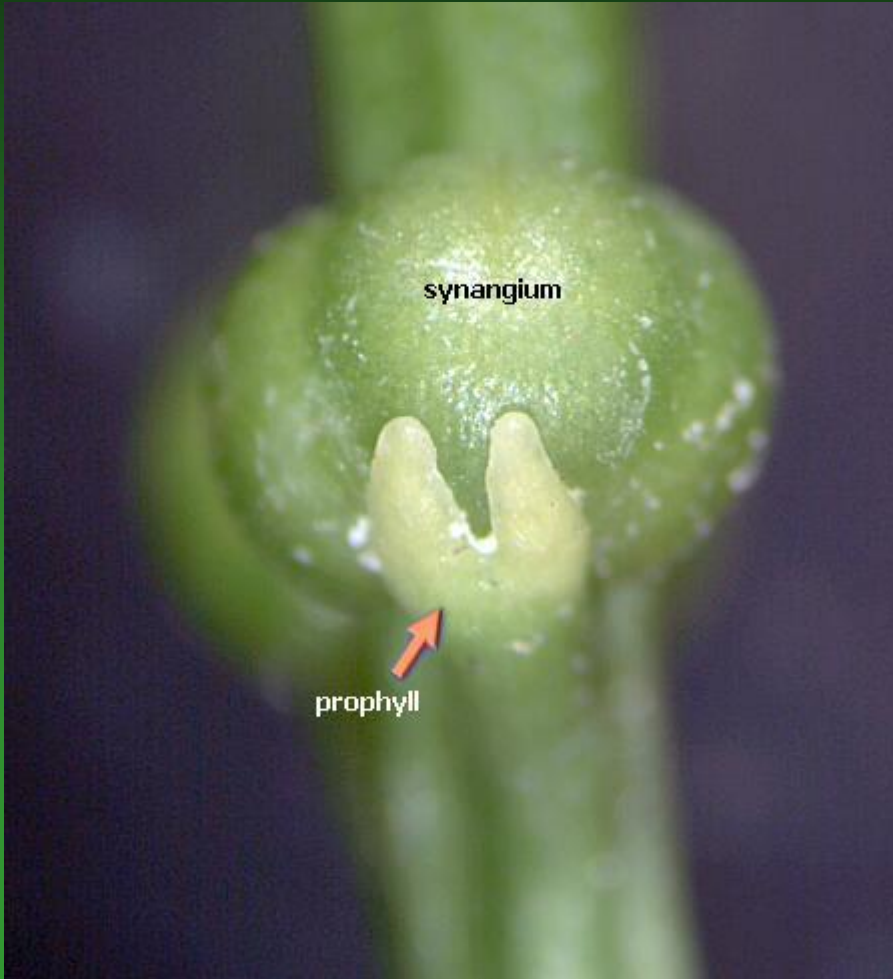
- **polyciliární** (jako u šídlatek či přesliček) ~36 bičků
- **spirálně stočené** (jako u přesliček) – 2 závit



Gametofyt *Psilotum* pěstovaný *in vitro*

mikrotubulární výztuha

# Hypotetická morfogeneze psilotofyt z ryniofyt podle telomové teorie

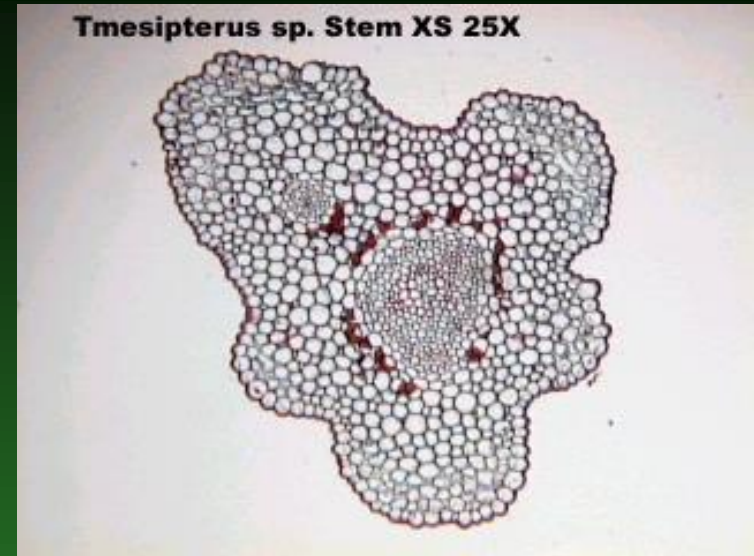


## 2. *Tmesipteris*

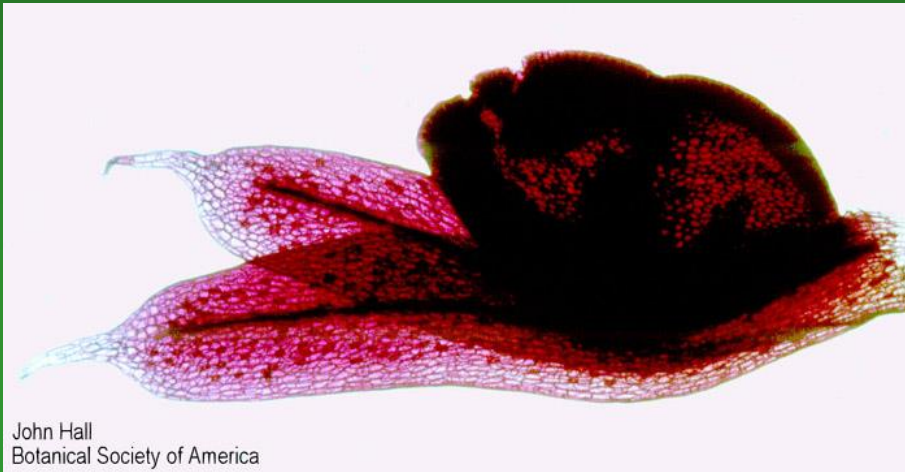
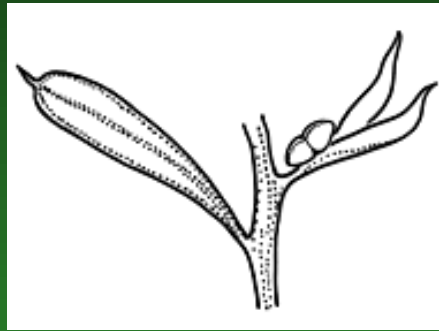
lodyhy jednoduché, nebo vzácně jednou dichotomicky větvené

střední válec protostélé až polystélé

*Tmesipteris tannensis*, až 4 dm dlouhý epifyt v Austrálii a Indo-malajské oblasti.



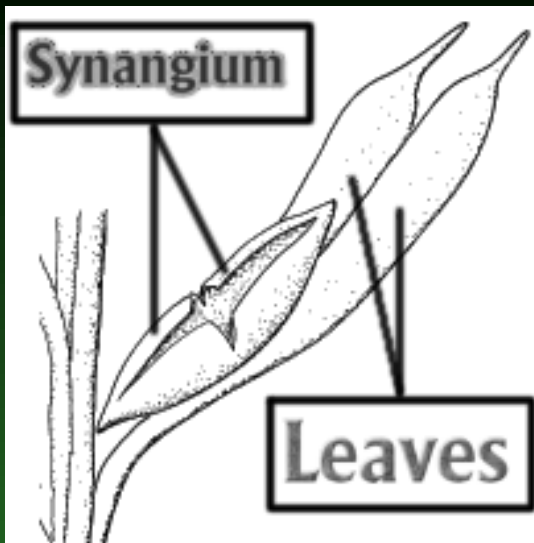
Listy - ploché dvojího typu: (i) kopinaté jednožilné trofofyly (ii) vidličnatě rozeklané sporofyly; listy *Tmesipteris* jsou možná jen zploštělé větve stonku  
Mají průduchy



John Hall  
Botanical Society of America







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





## *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>

## 2. řád *Ophioglossales* moonworts



Drobného vzrůstu nadzemní část (list) rozdělená na plochou sterilní čepel (trofofor) a fertilní sporofor hustě posetý sporangii

# Příklady obdobné dvojtvárnosti listů u dalších, zcela nepříbuzných kapradin



*Osmunda regalis*



Foto: Sérgio Augusto de Loreto Bordignon

*Anemia phyllitidis*



*Marsilea quadrifolia*



*Ophioglossum vulgatum*

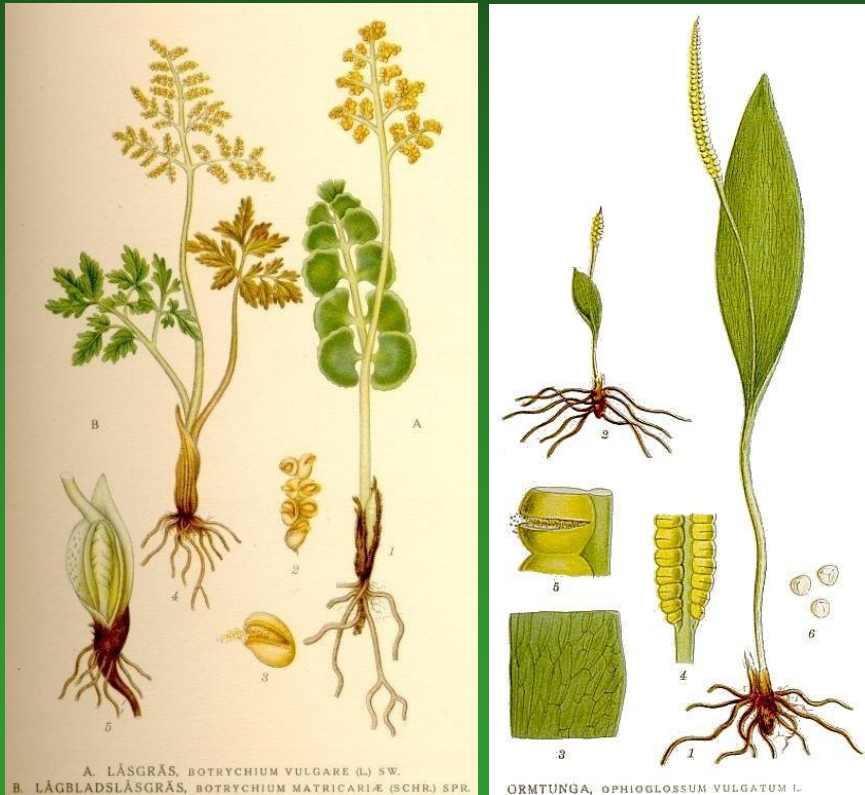
## Ophioglossaceae 4/90 – od tropů po mírné pásmo



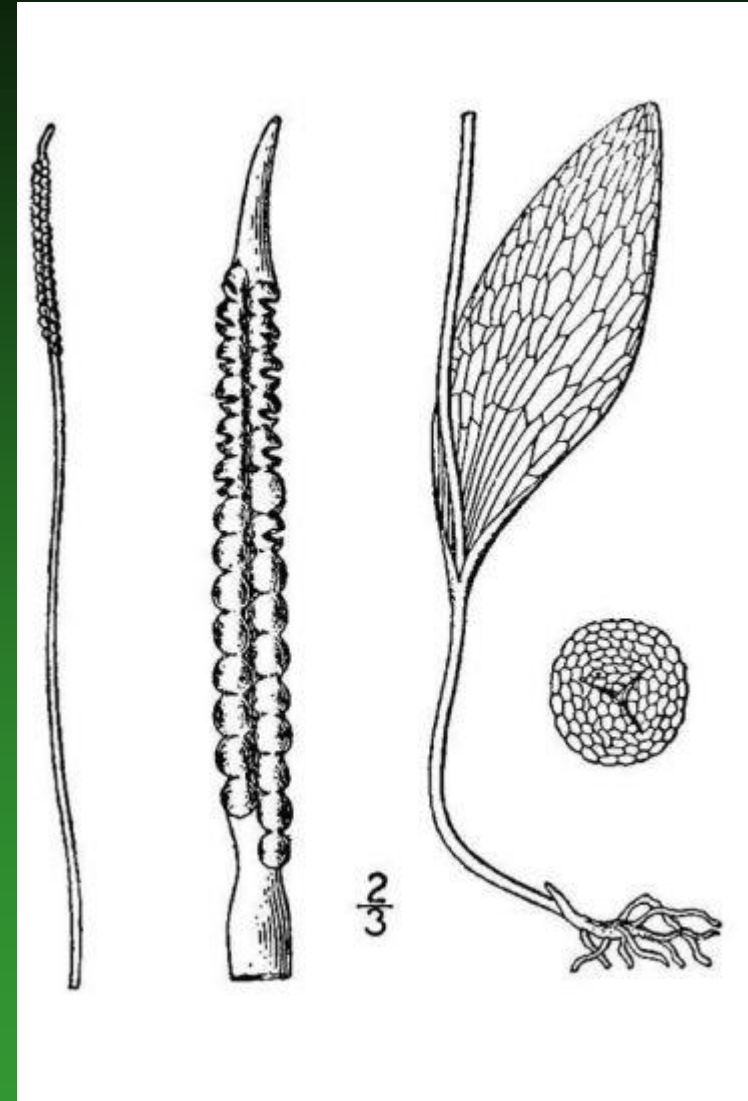
List u našich zástupců je jediný, u tropických jsou až 4.

Listy nejsou v mládí circinálně svinuté

častá je shoda v charakteru členění sterilní čepele a sporoforu



# žilnatina čepele - vidličnatá až síťnatá



# Rostou terestricky nebo epifytně





oddenek hlízovitý nebo  
krátký plazivý

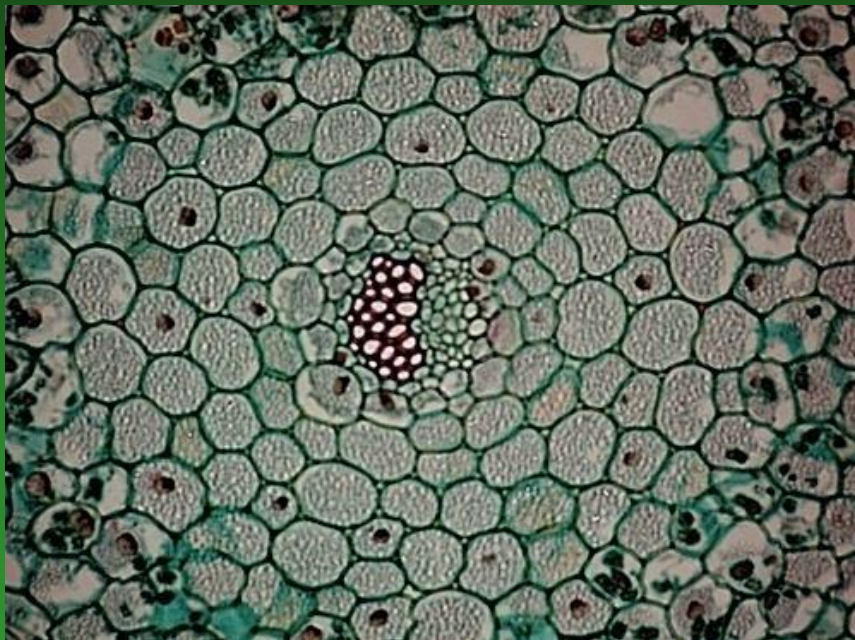
kořeny jen chudě vidličnatě  
větvené

hladké bez rhizoidů

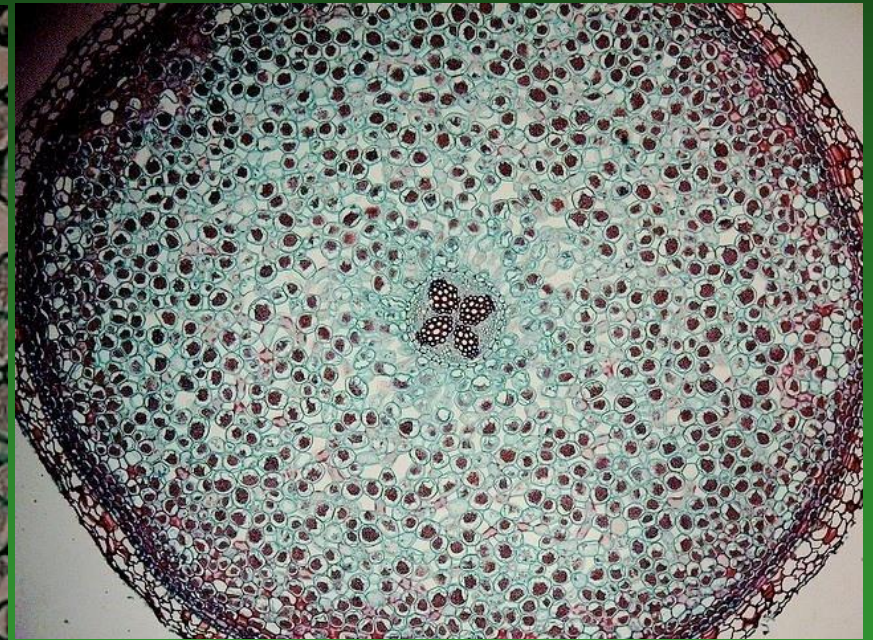


Kořenové vlášení nahrazuje mykorrhiza  
(mykorrhizická vlákna = tmavé fialové tečky na snímcích)

Cévní svazek v kořeni aktinostélé – monoarchní  
(*Ophioglossum*) nebo tetrarchní (*Botrychium*)



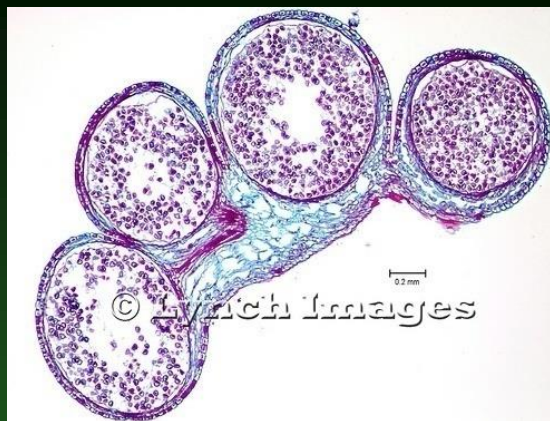
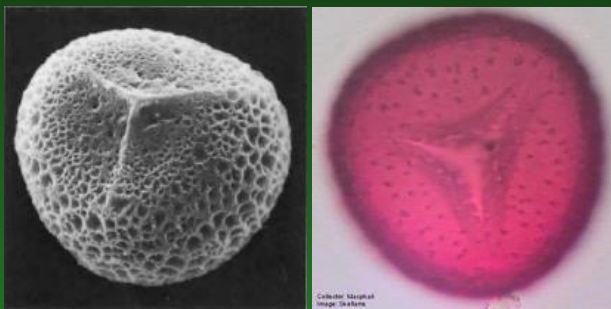
*Ophioglossum* - monoarchní cévní svazek

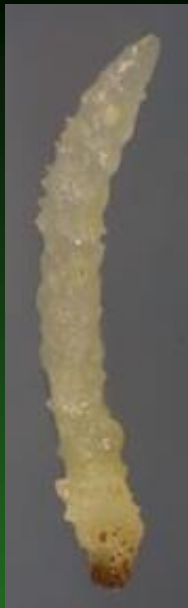


*Botrychium* - tetrarchní cévní svazek

Sporangia -  
eusporangiátní, izosporická

Spóry - triletní, bez  
chlorofylu





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

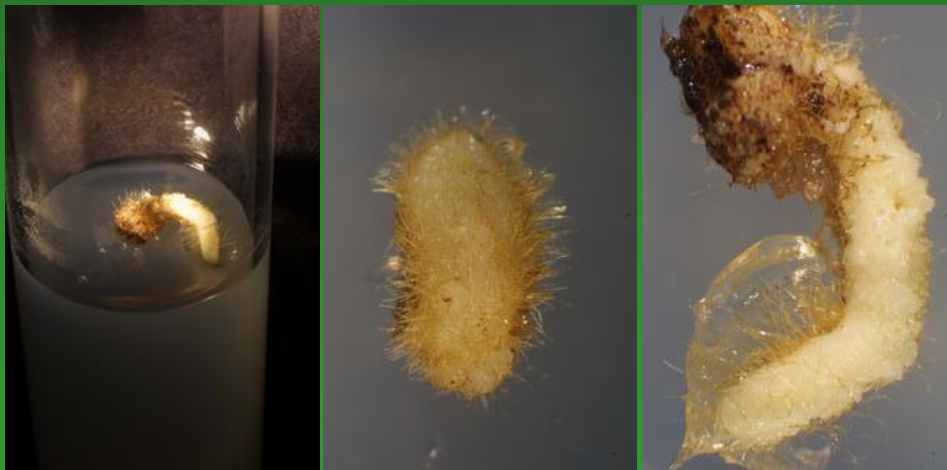
Gametangia ponořená do pletiva

Embryo může několik let žít v gametofytu, ten tak vyživuje sporofytní mladou rostlinku

gametofyt  
*Ophioglossum engelmannii*



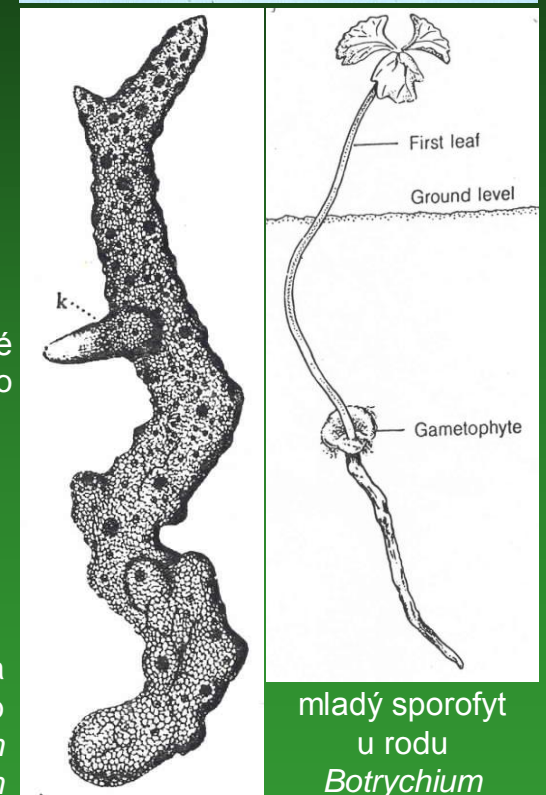
© Lynch Images



gametofyt rodu  
*Botrychium*  
pěstovaný *in vitro*

gametofyt a  
embryo  
*Ophioglossum vulgatum*

mladé  
embryo

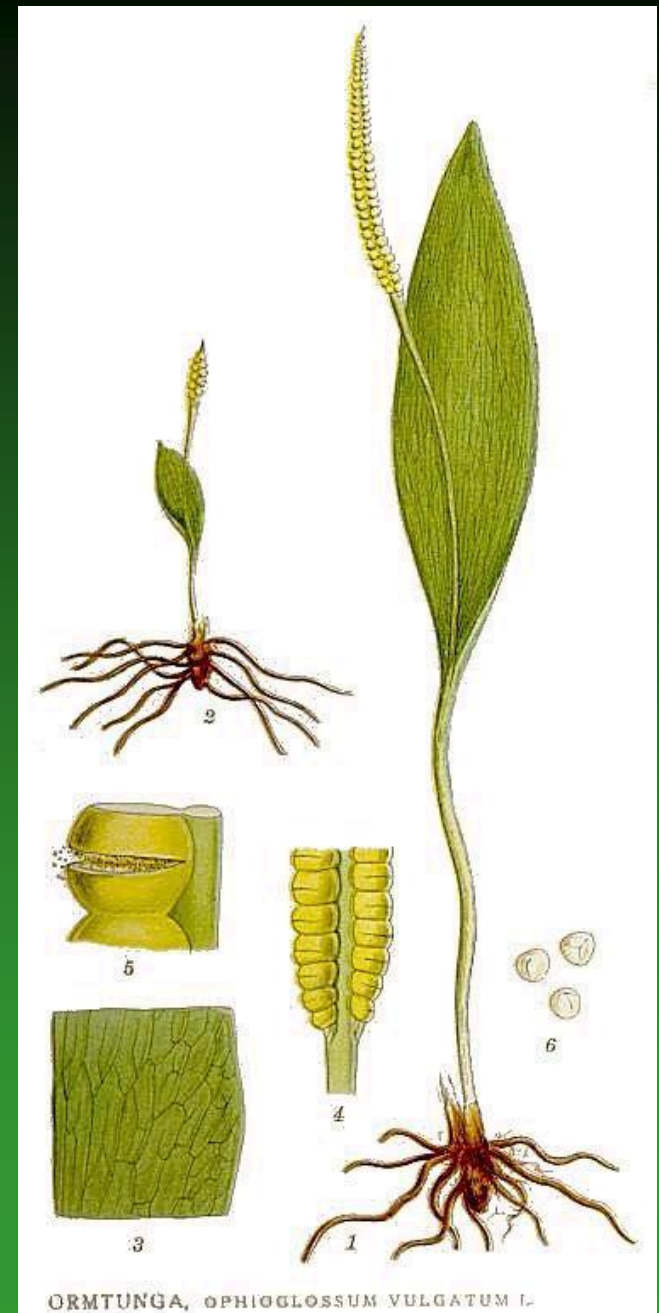


mladý sporofyt  
u rodu  
*Botrychium*

## rod *Ophioglossum*,

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

Sterilní čepel celokrajná, často vejčité  
kopinatá.



## 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  
zeylandicum*

Polynézie a Indomalajská oblast.

Dlanitě dělené čepele

Sporangia ve spirále.

Sporangia pukají podélnou štěrbinou.

Domorodci konzumován spařený  
jako chřest.

Bratři Preslové mu proto říkali  
hlízelka sladká. (monotypický rod)

Podobná je

*Mankyua chejuense*

na ostrově Cheju při pobřeží Korejského  
poloostrova





# Rekordní počty chromosomů

*Ophioglossaceae* mají vysoké počty chromosomů –

*Ophioglossum reticulatum* má dosud největší zjištěný počet chromosomů na světě  
 $2n = \text{ca } 1260$



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

# 2. třída *Equisetopsida* (přesličky)

horsetails



# Podzemní orgány – kořeny a oddenek

adventivní, vyrůstají na oddenku



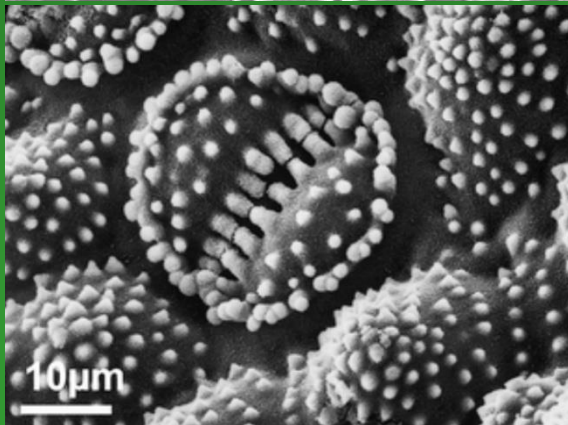
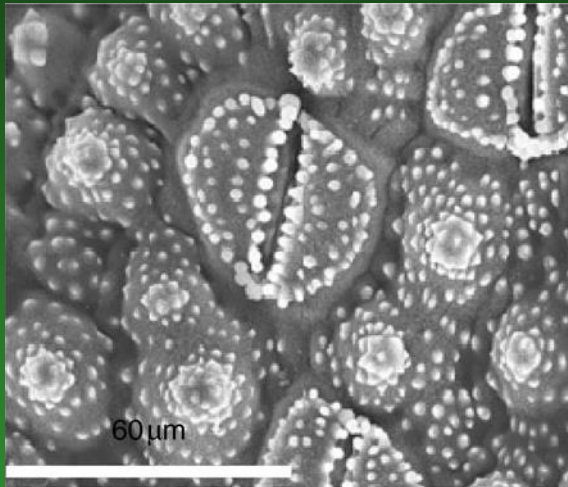
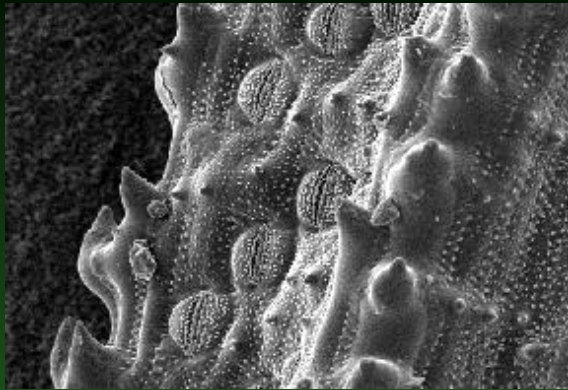
**Listy** - drobné, jednožilné (sfenopsidní mikrofyly), odvozené redukcí od megafylů *Trimerophyt*, bočně srůstají v zoubkovaný límeček nad přeslenem větví (i na bočních větvích!)



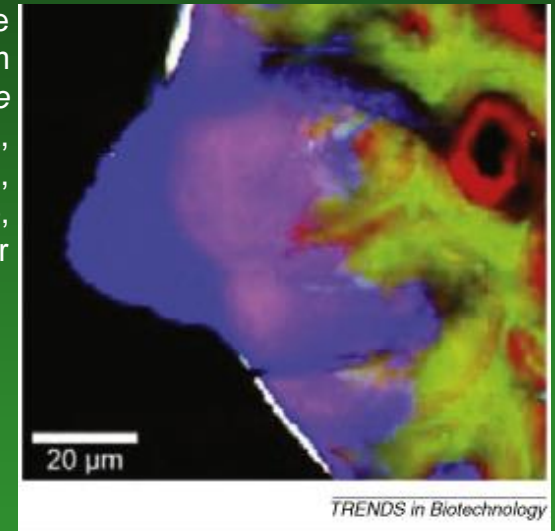
## Epidermis - silně inkrustovaná $\text{SiO}_2$ .

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

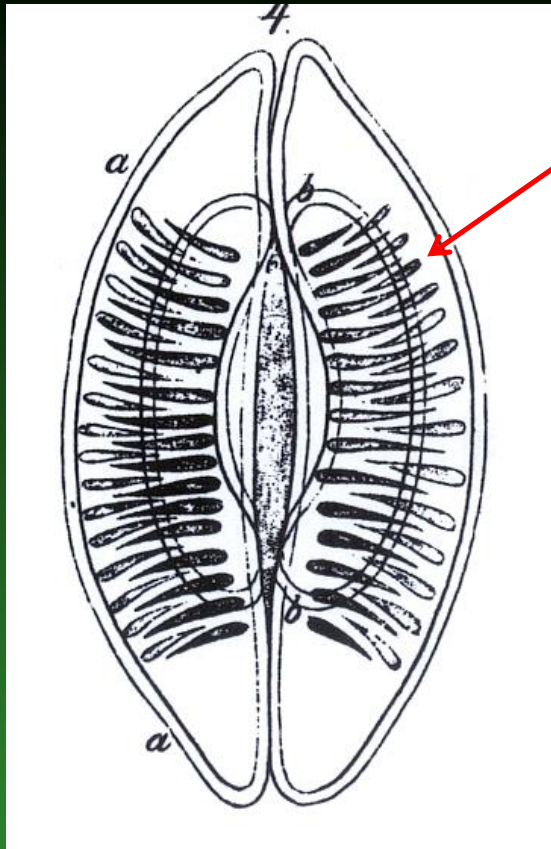
Popelem přesliček bohatým na křemičitá tělíska se čistilo nádobí a leštily se kovové předměty



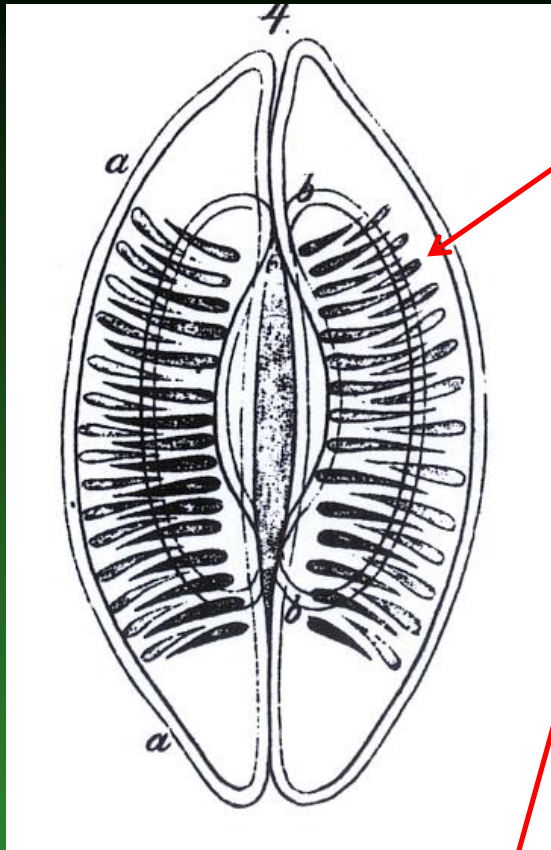
Konfokální Ramanova mikroskopie  
příčný řez křemičtým tělískem  
*Equisetum hyemale*  
blue = silica,  
green = pectin,  
red = cellulose,  
white = cuticular layer



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



Průduchy unikátní stavby  
subsidiární buňky na tangenciální straně  
s 7–24 žebry



Průduchy unikátní stavby

subsidiární buňky na tangenciální straně  
s 7–24 žebry

svěrací buňky pod

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

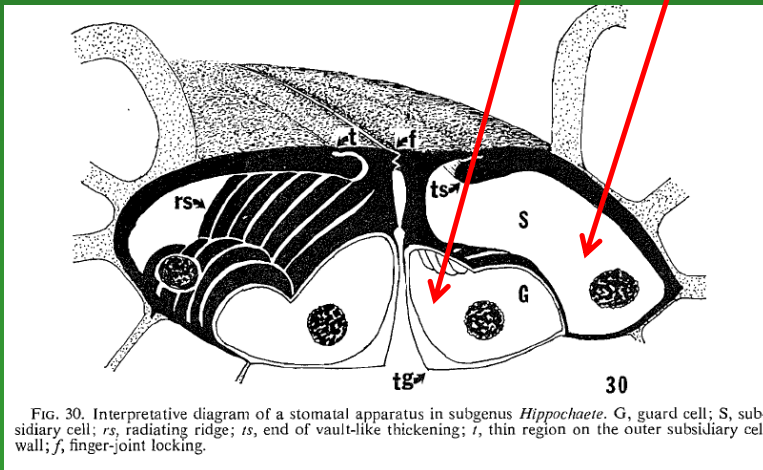


FIG. 30. Interpretative diagram of a stomatal apparatus in subgenus *Hippochaete*. G, guard cell; S, subsidiary cell; rs, radiating ridge; ts, end of vault-like thickening; t, thin region on the outer subsidiary cell wall; f, finger-joint locking.

Průduchy unikátní stavby  
 subsidiární buňky na tangenciální straně  
 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

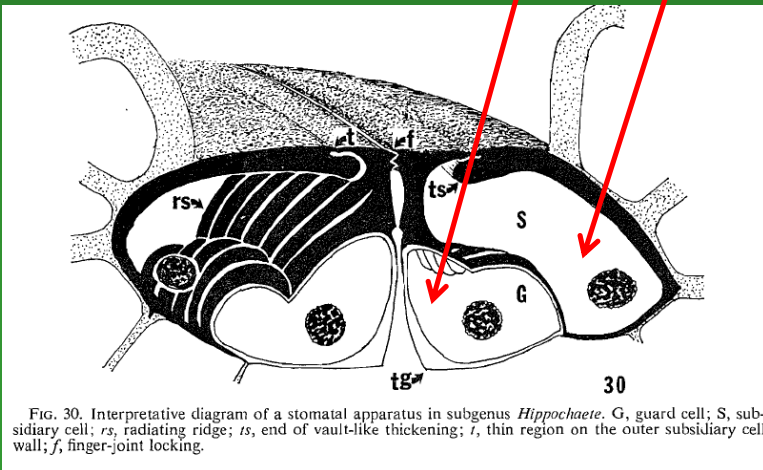
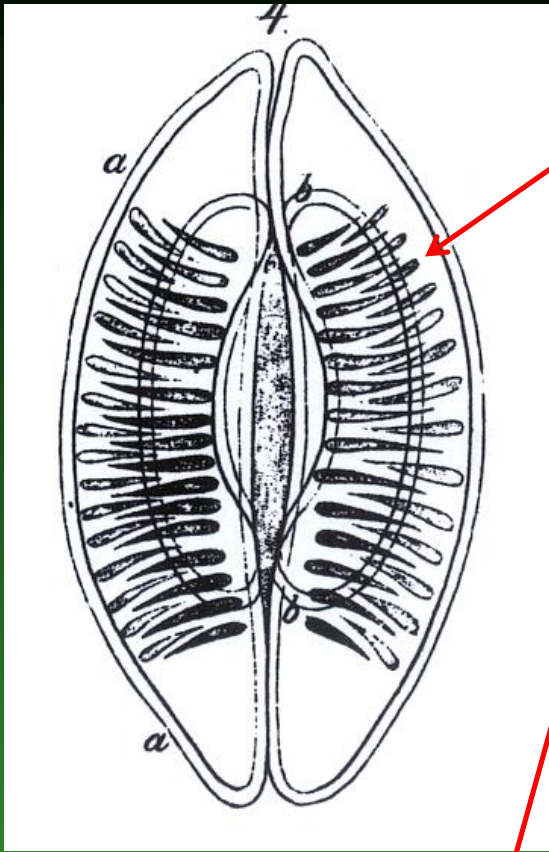
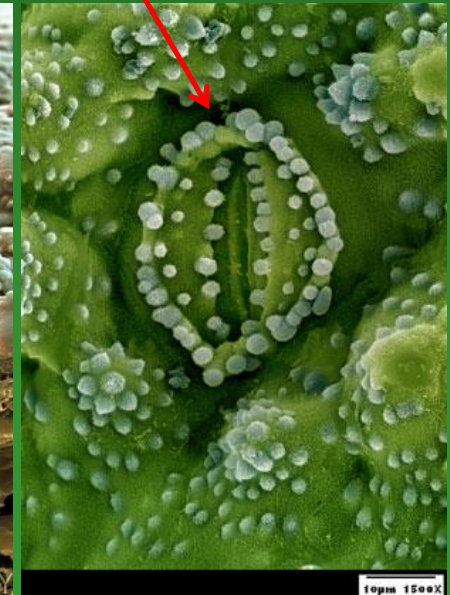
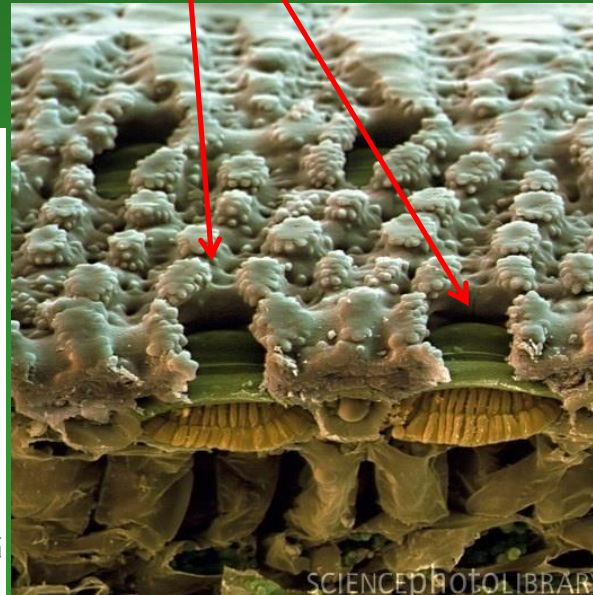
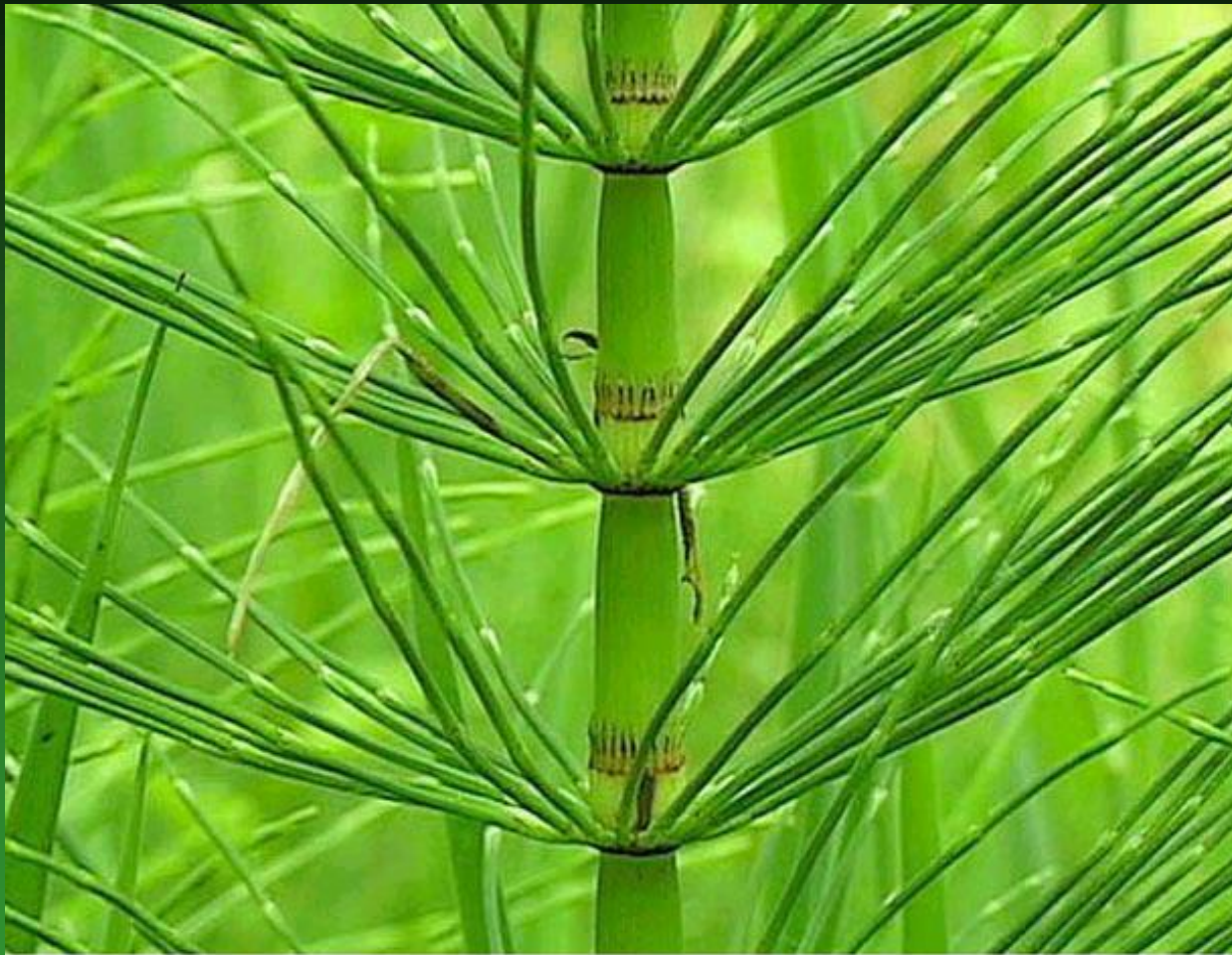


FIG. 30. Interpretative diagram of a stomatal apparatus in subgenus *Hipochaete*. G, guard cell; S, subsidiary cell; rs, radiating ridge; ts, end of vault-like thickening; t, thin region on the outer subsidiary cell wall; f, finger-joint locking.





# Stonek článkovaný, přeslenitě větvený, podélně rýhovaný

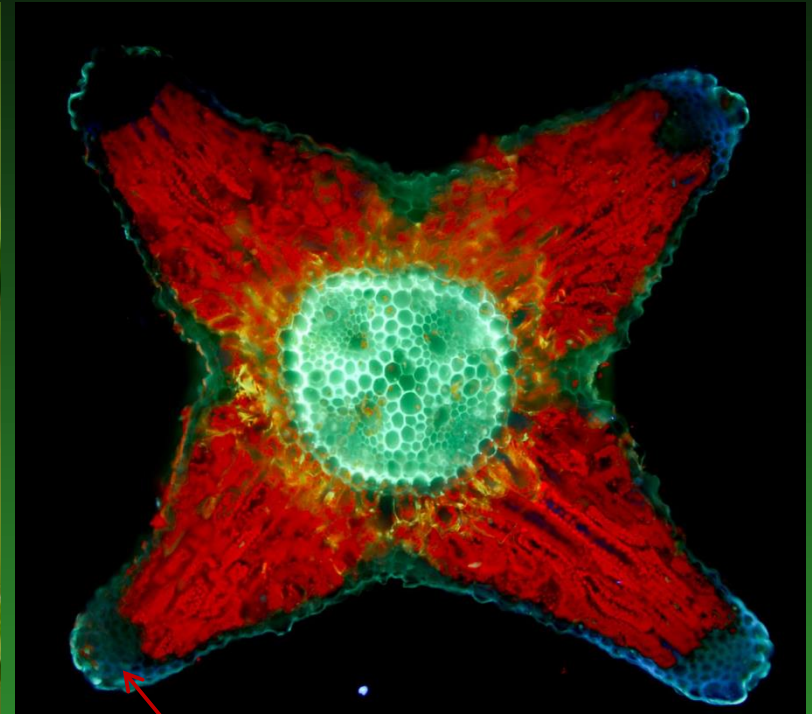


(C) 1999 Dr. Heather Poe. All Rights Reserved. P.O. Box 509, Redmond, WA. 98073  
Digital photographs were either taken near Bear Creek or of species observed near Bear Creek.

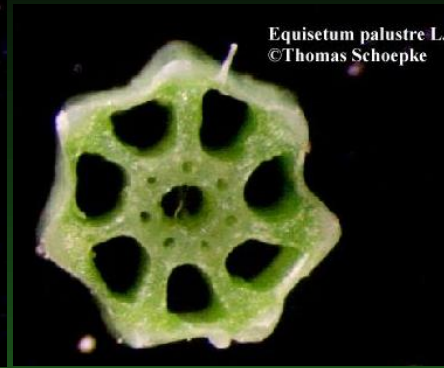
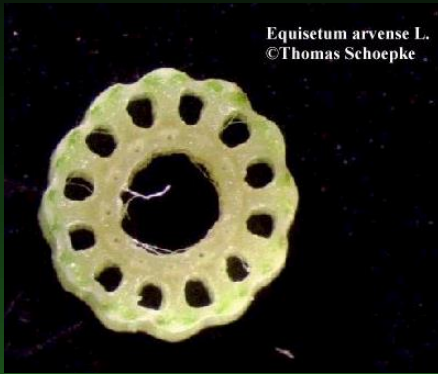


Boční větve vyrůstají mezi listy, zatímco u semenných rostlin v paždí listů

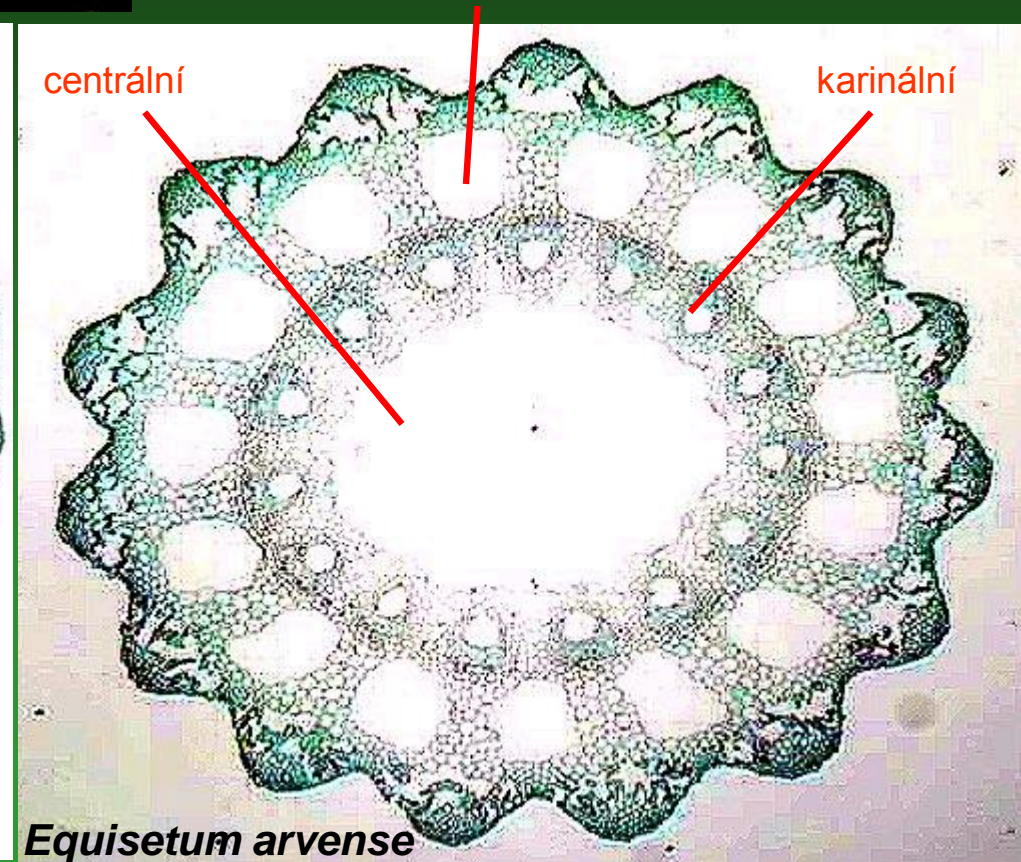
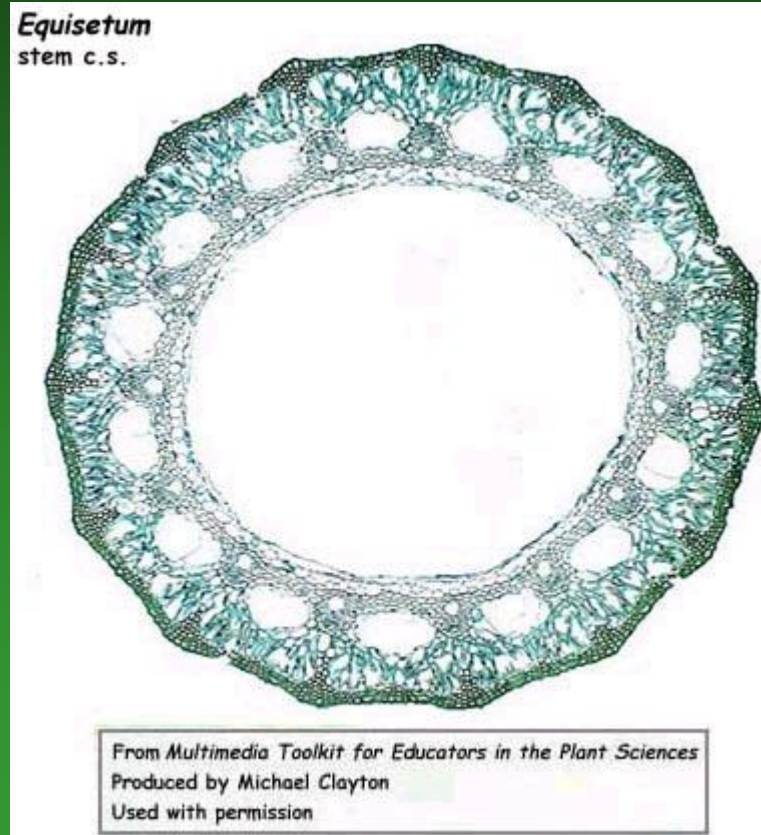
# Boční větve již méně žeber (4 u *Equisetum arvense*)



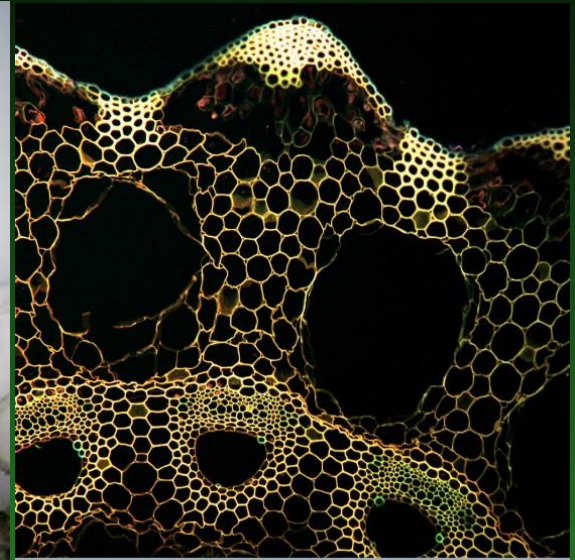
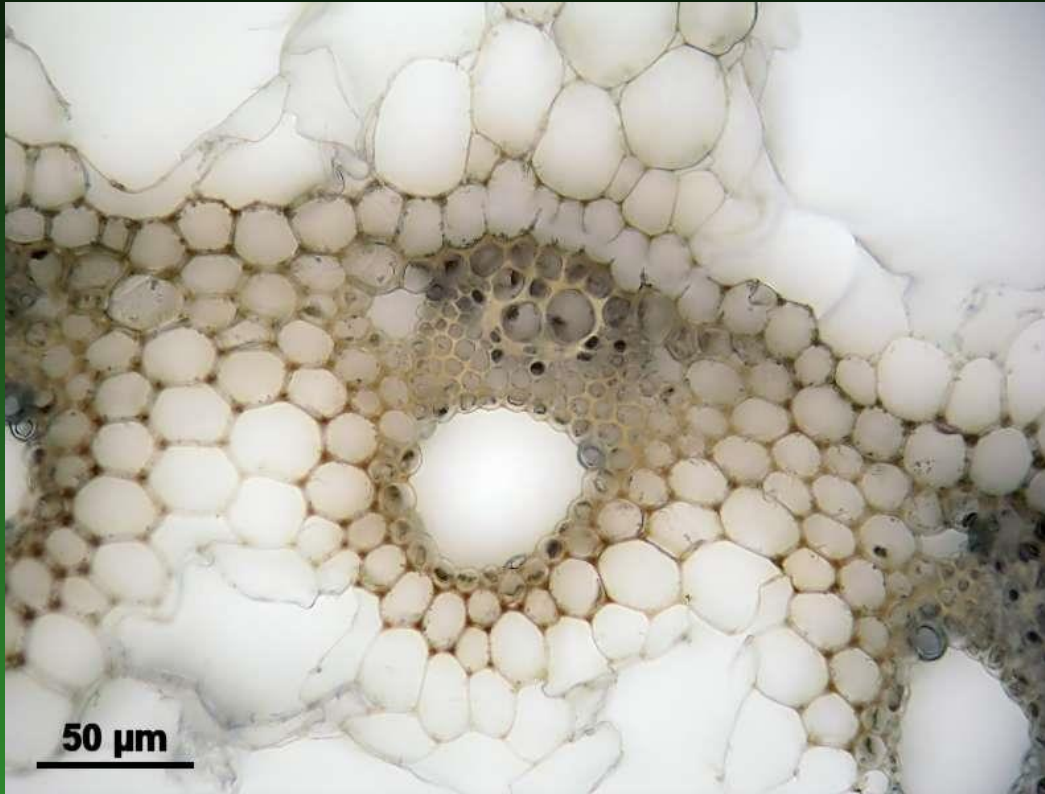
sklerenchym



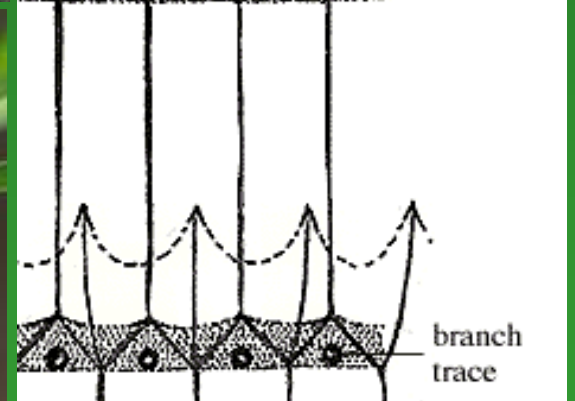
Rýhy (= valemulae) se střídají s žebry (= carinae), uvnitř stonku 3 typy dutin: (i) centrální (lysigenní), (ii) valemulárními a (iii) karinálními  
Dutiny přerušené přepážkami v nodech



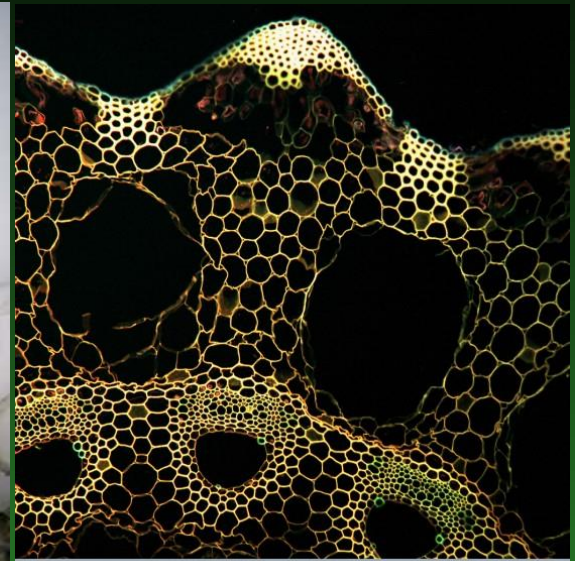
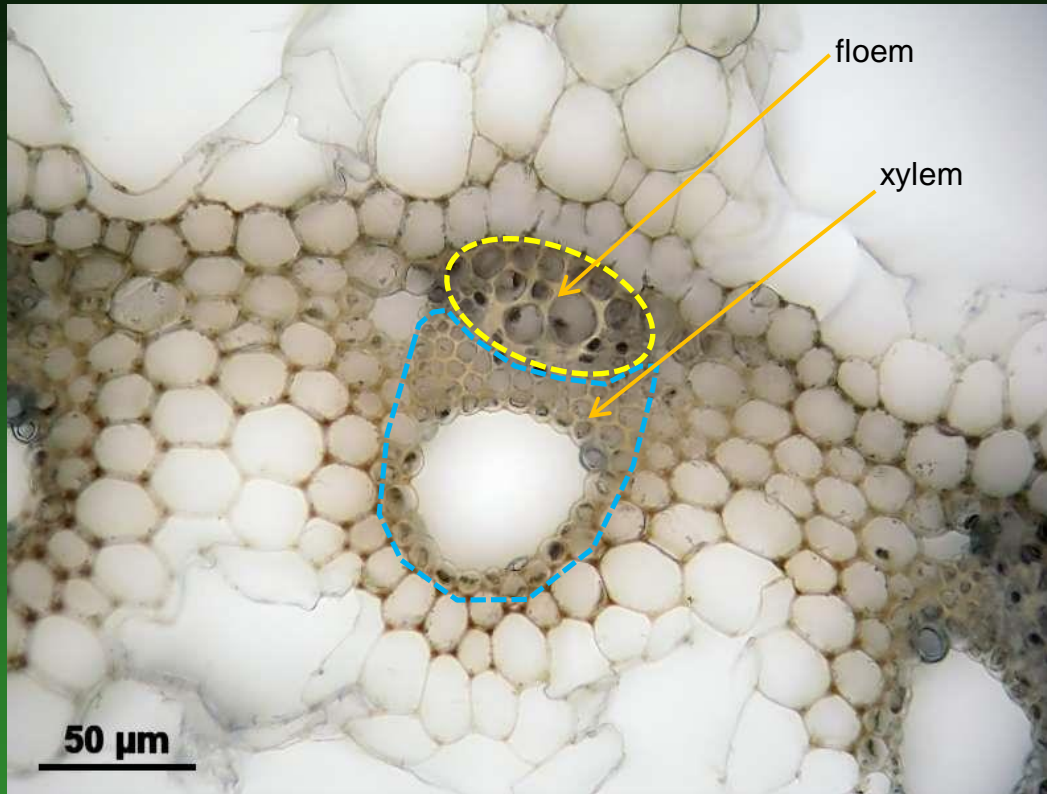
# Vodivá pletiva – arthrostélé s „trachejemi“ (= dutinami karinálními)



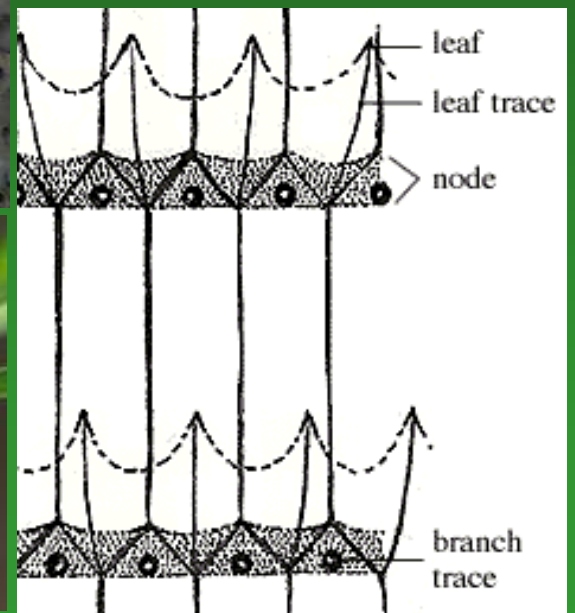
Wellcome Images



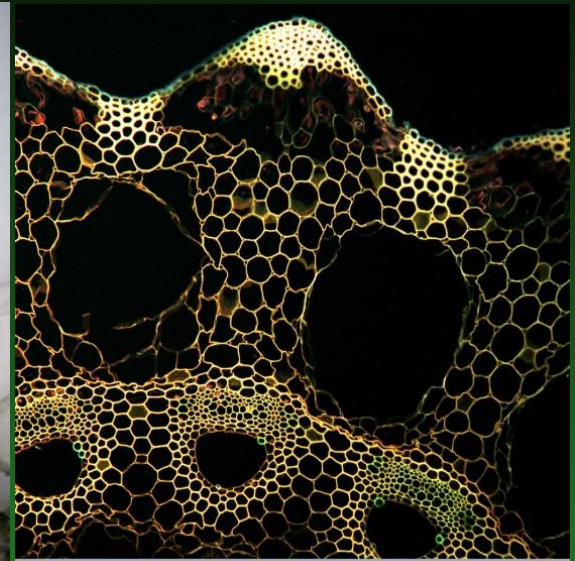
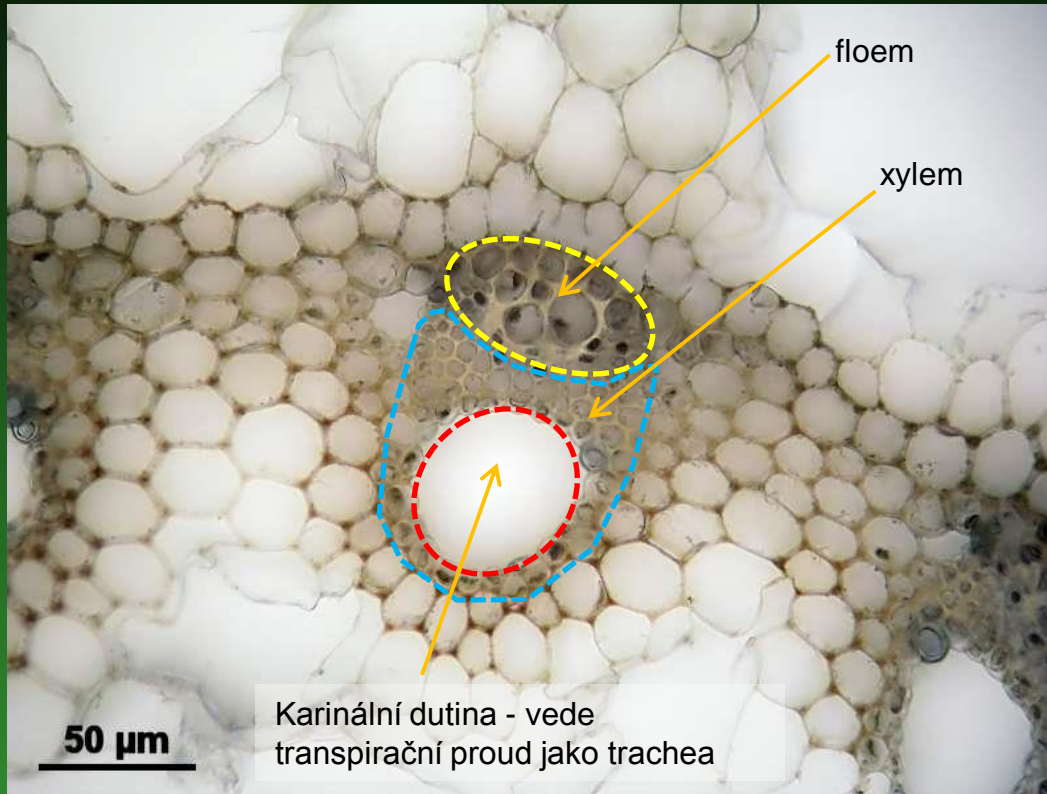
# Vodivá pletiva – arthrostélé s „trachejemi“ (= dutinami karinálními)



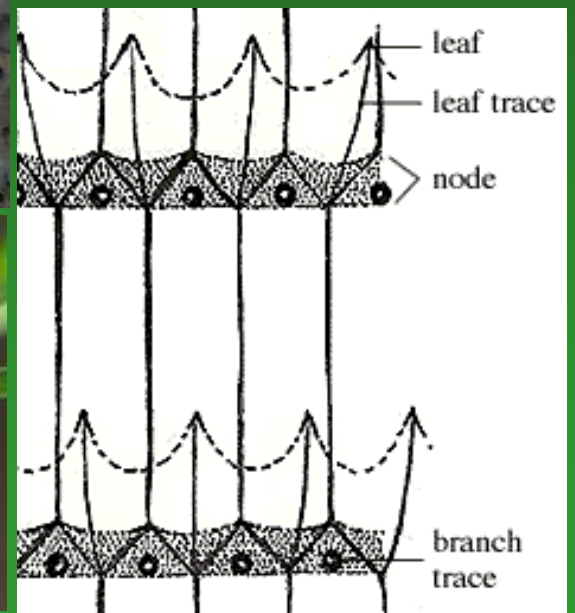
Wellcome Images



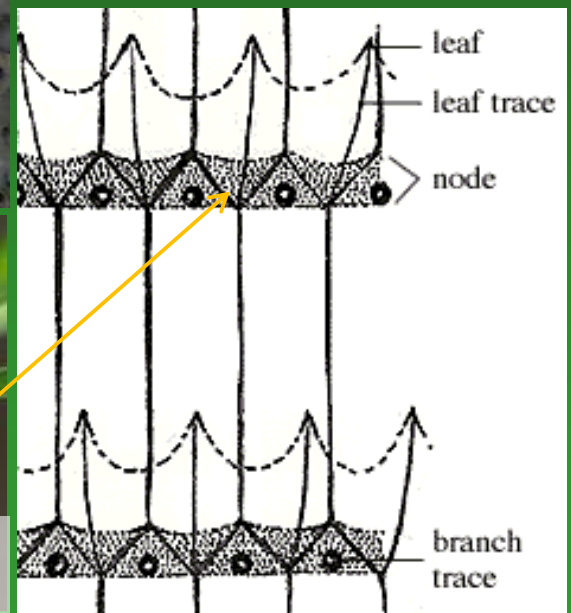
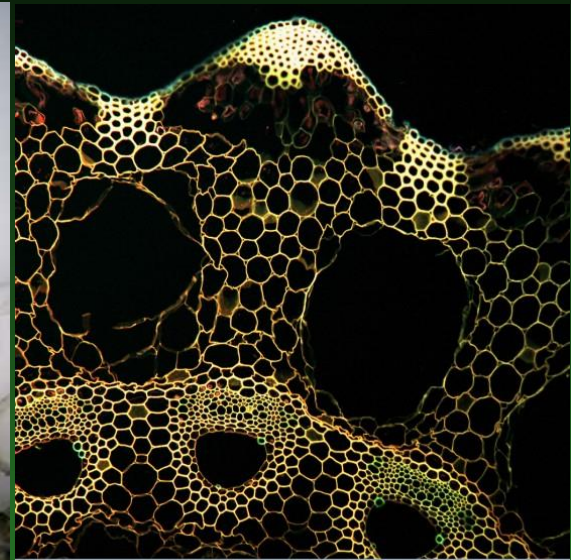
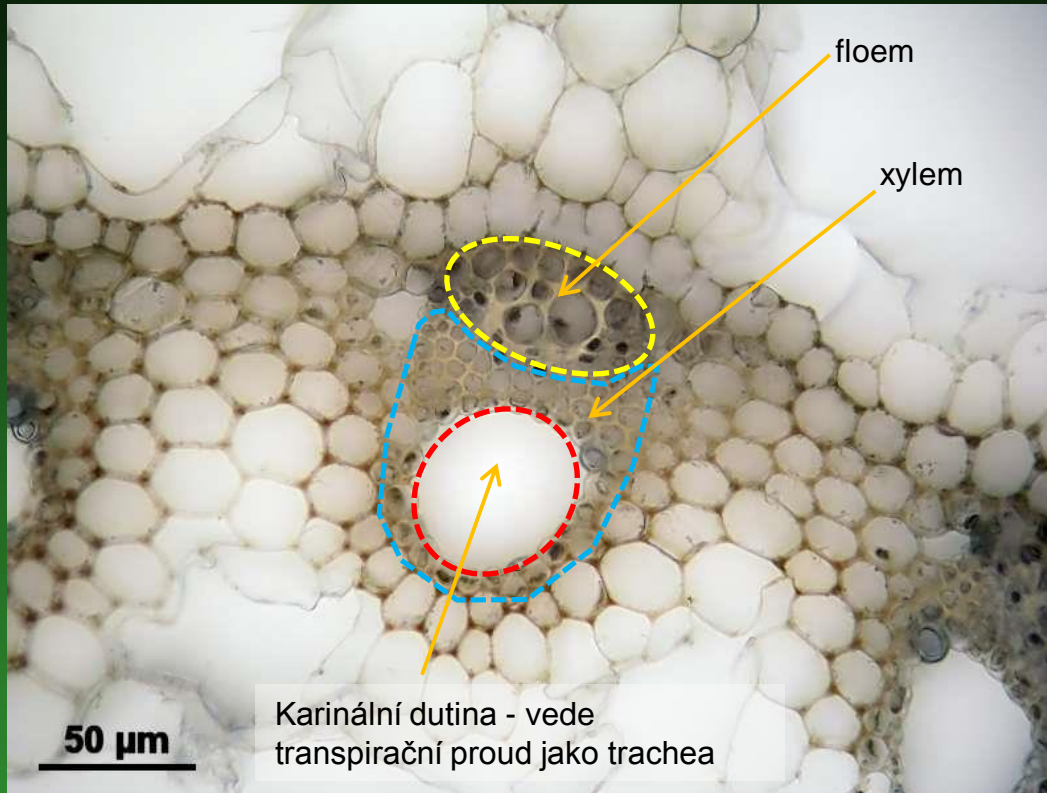
# Vodivá pletiva – arthrostélé s „trachejemi“ (= dutinami karinálními)



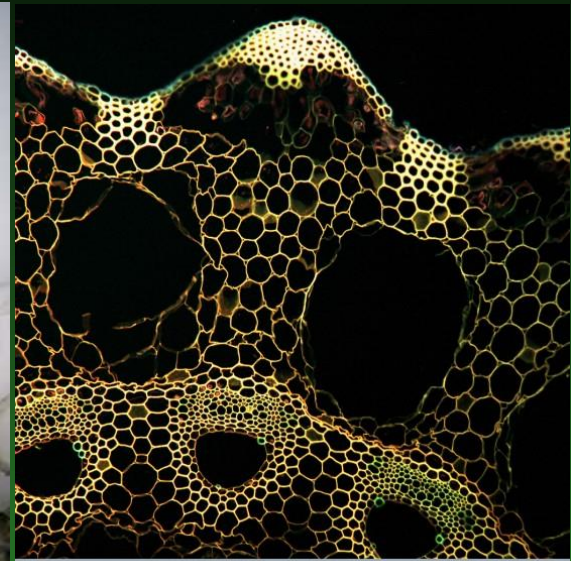
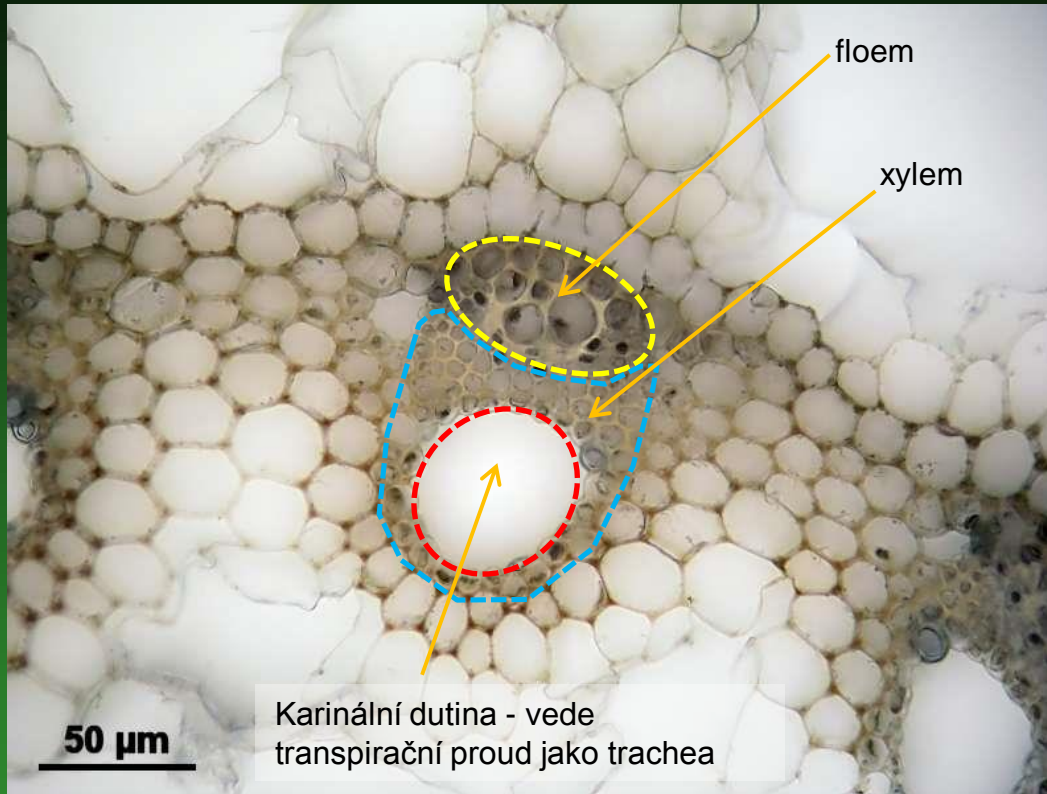
Wellcome Images



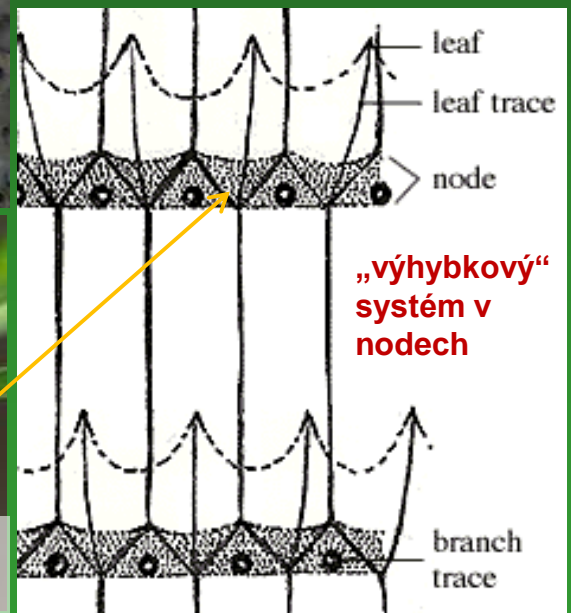
# Vodivá pletiva – arthrostélé s „trachejemi“ (= dutinami karinálními)



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

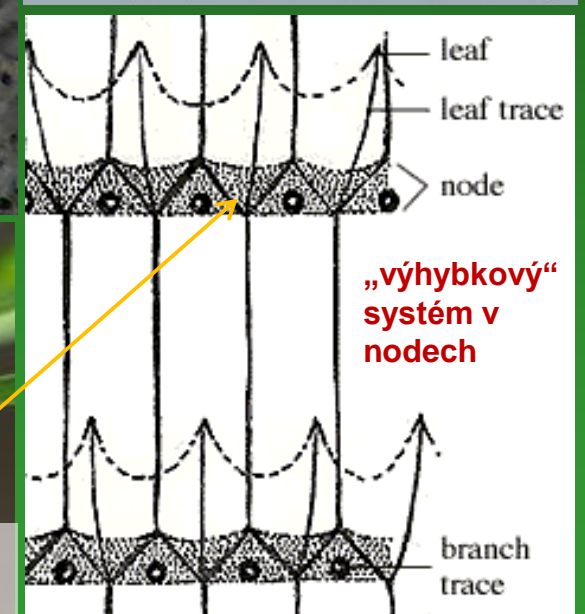
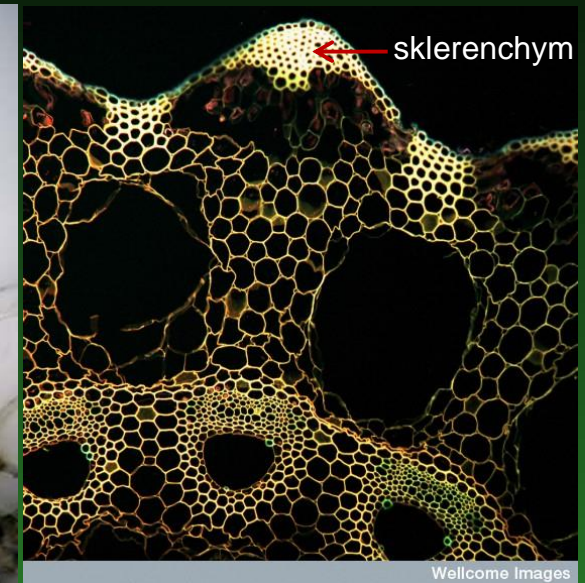
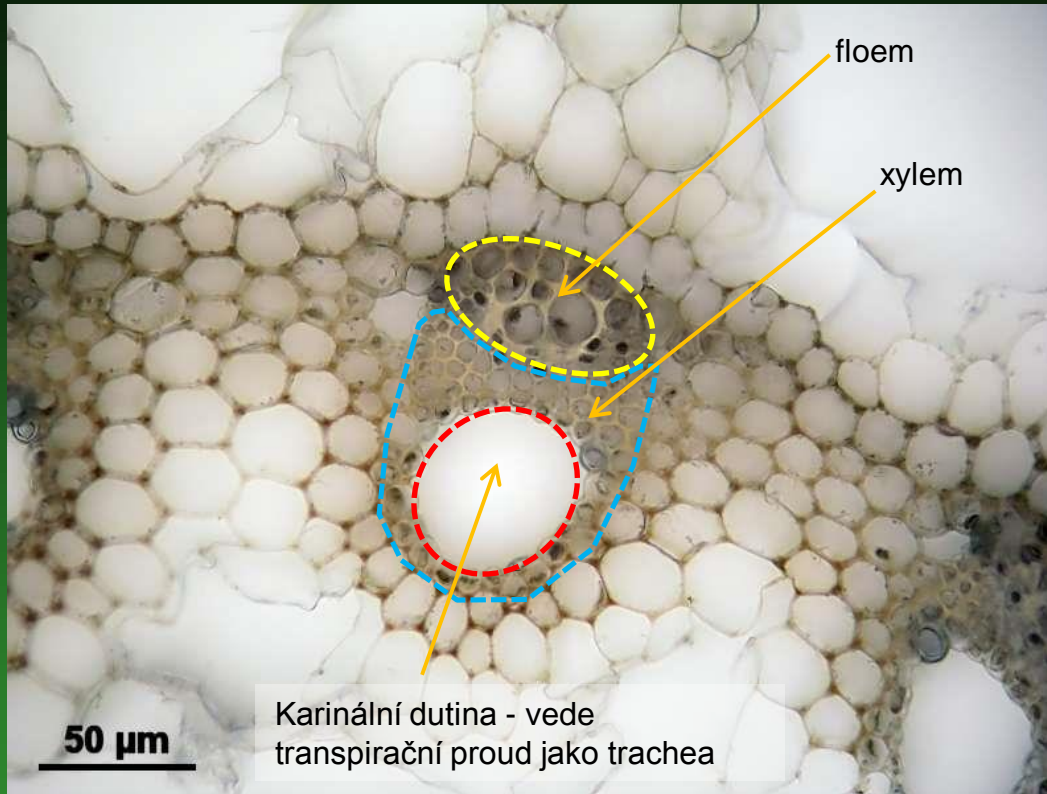


Wellcome Images

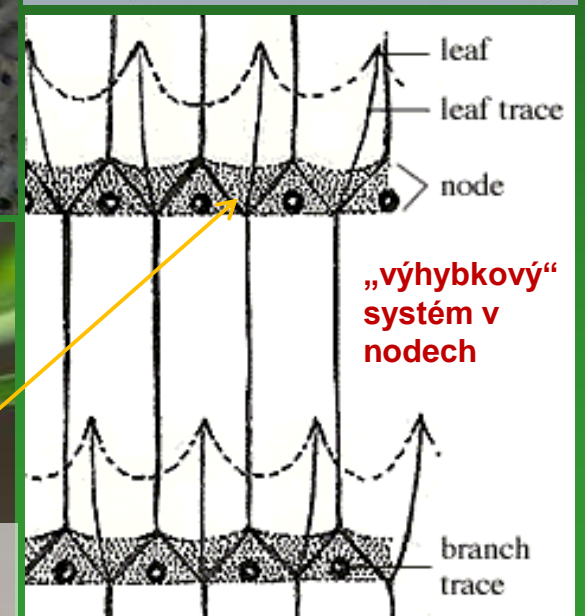
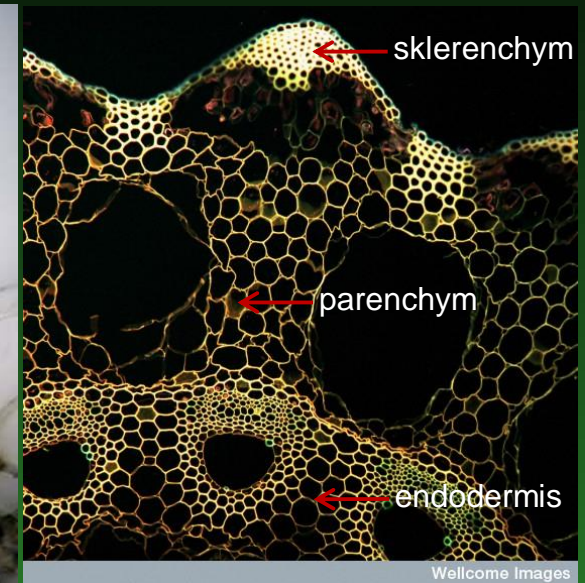
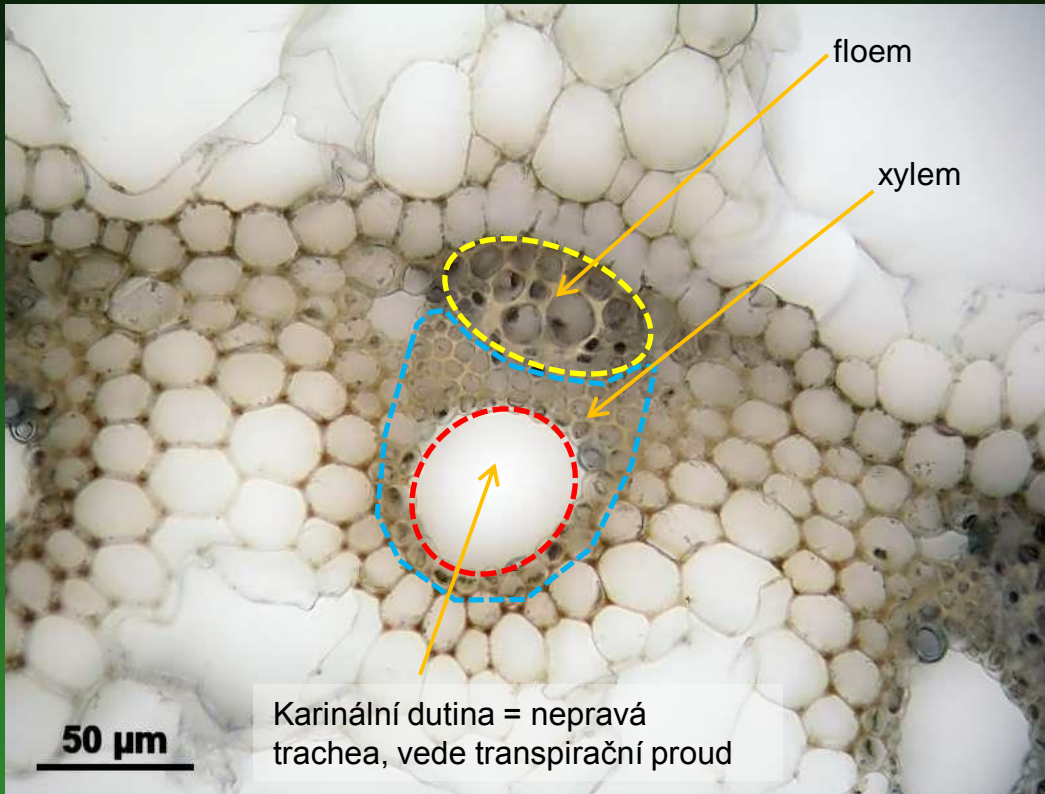


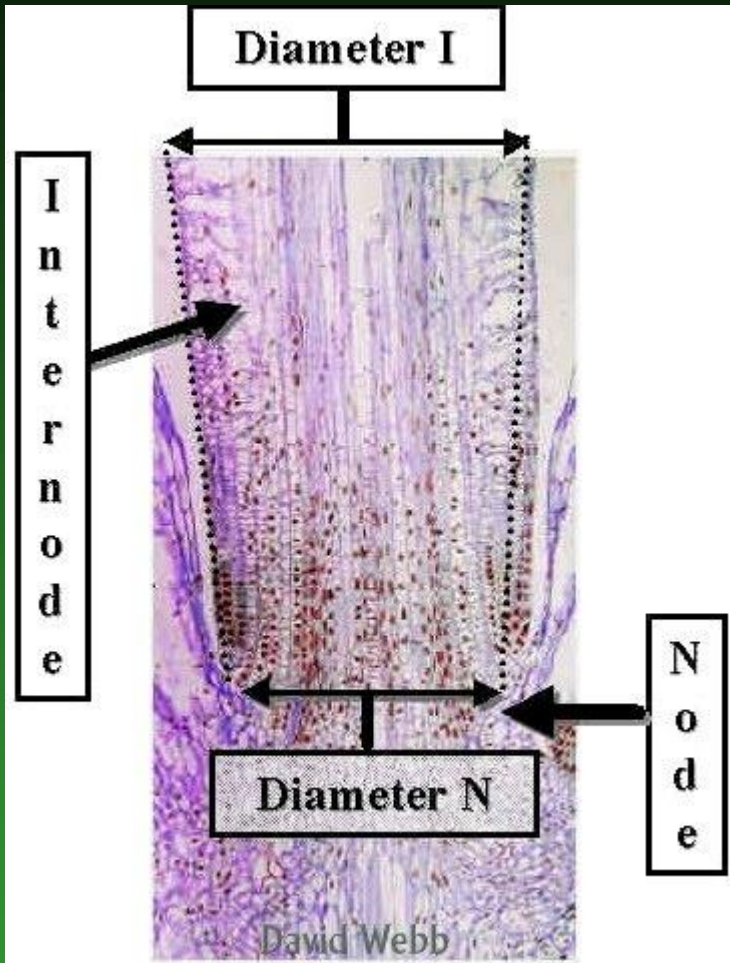


# Vodivá pletiva – arthrostélé s „trachejemi“ (= dutinami karinálními)



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





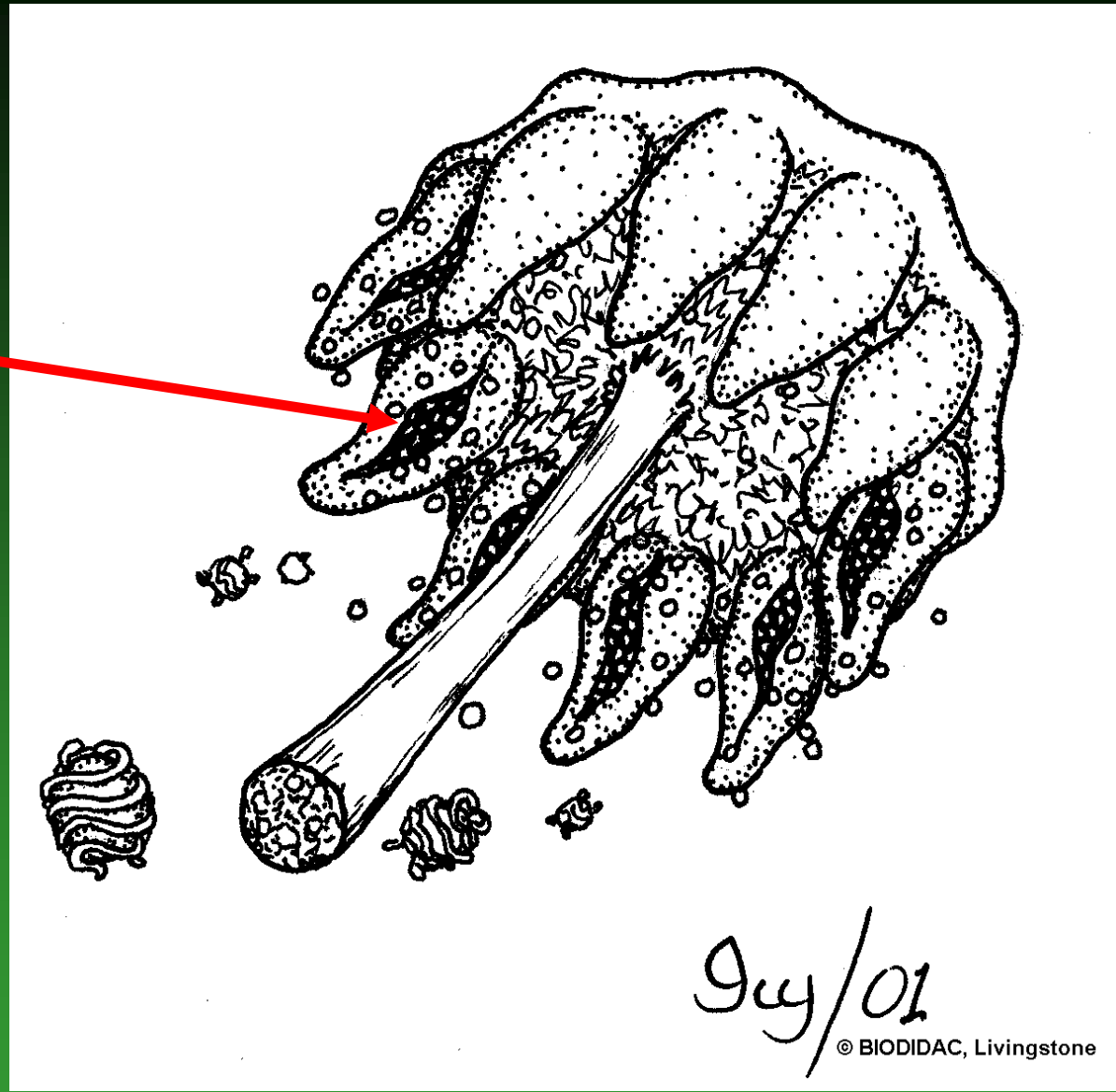
V nodech interkalární meristém

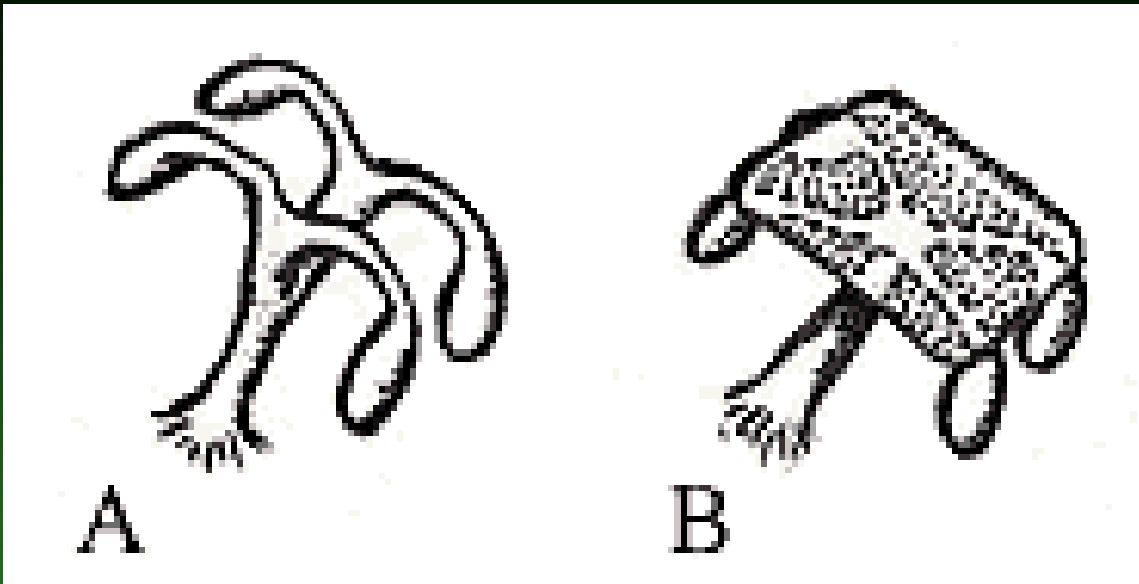


Zajišťující prodlužování stonku

# Sporangia

eusporangiátní  
elipsoidní, s  
podélnou  
dehiscencí



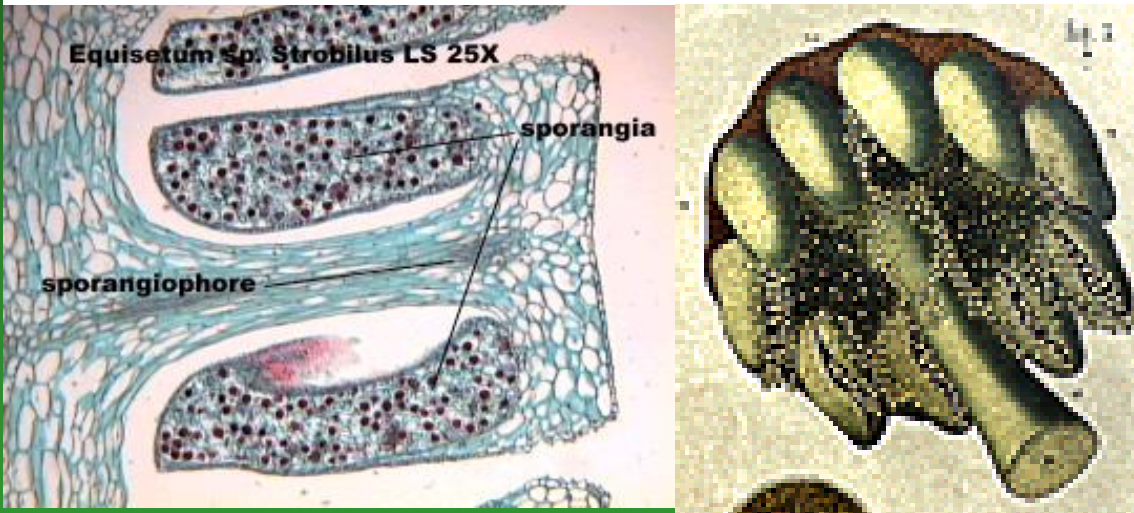


## Sporangia

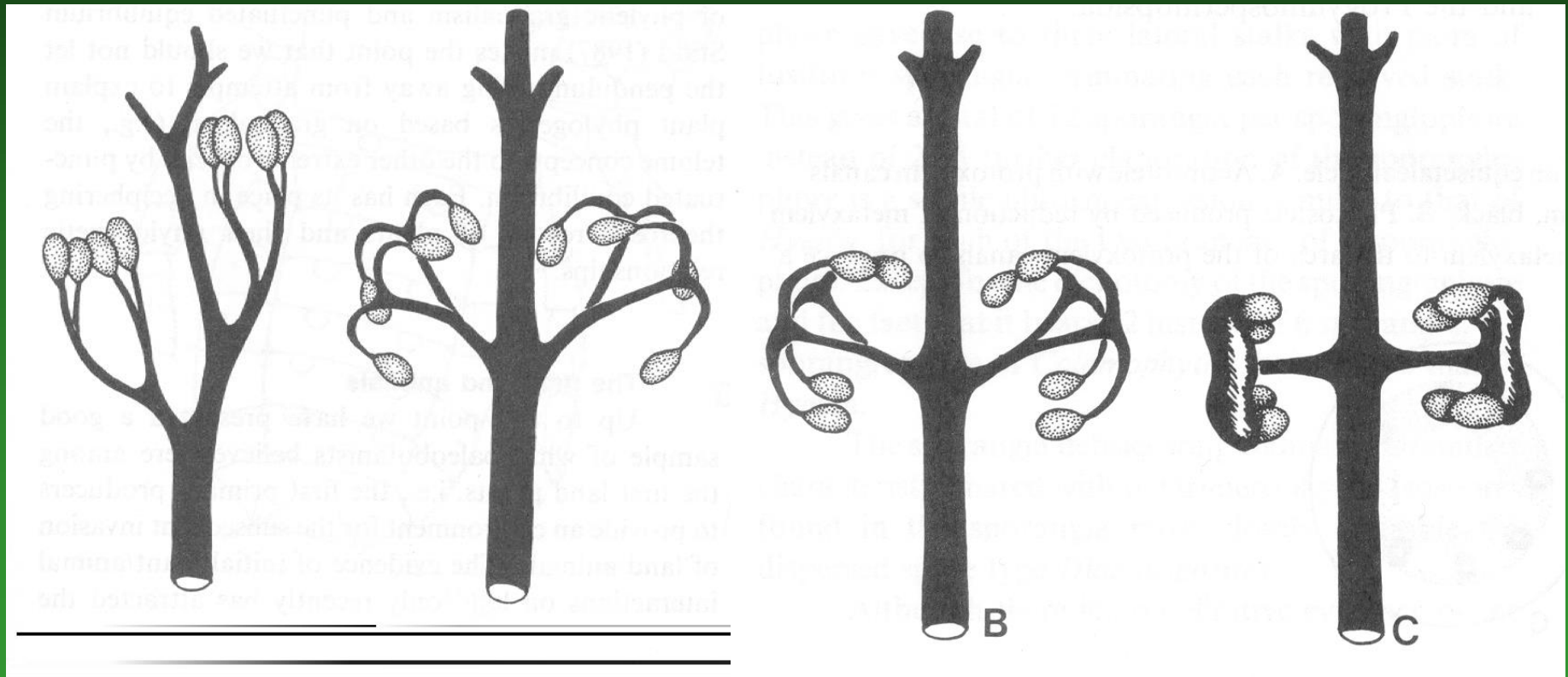
anatropní (= vrchol sporangia směřuje k bázi jeho zahnuté stopky nebo k bázi stopky sporofylu),

## Sporofyl

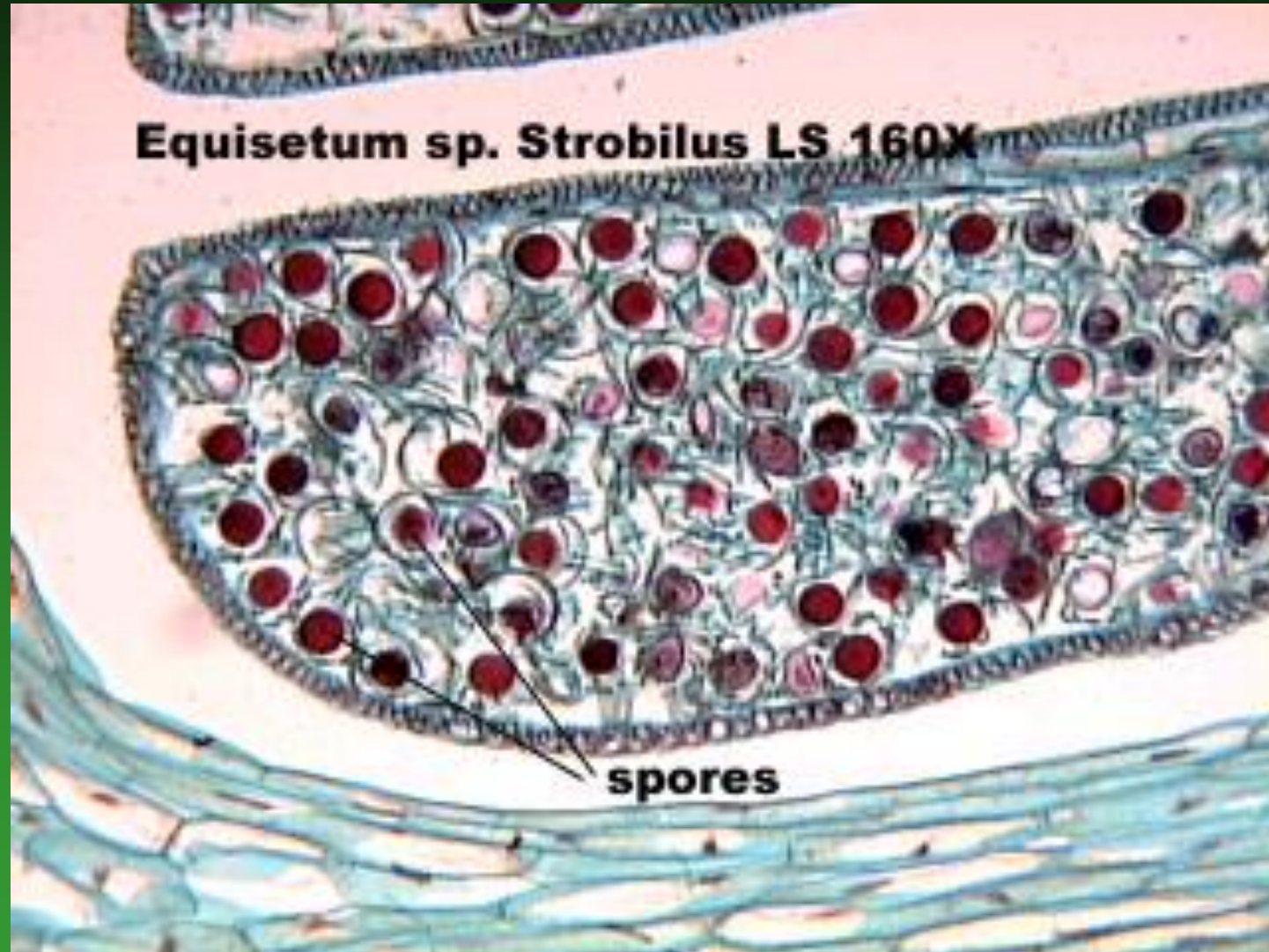
„deštníkového“ tvaru  
- sporangiofor



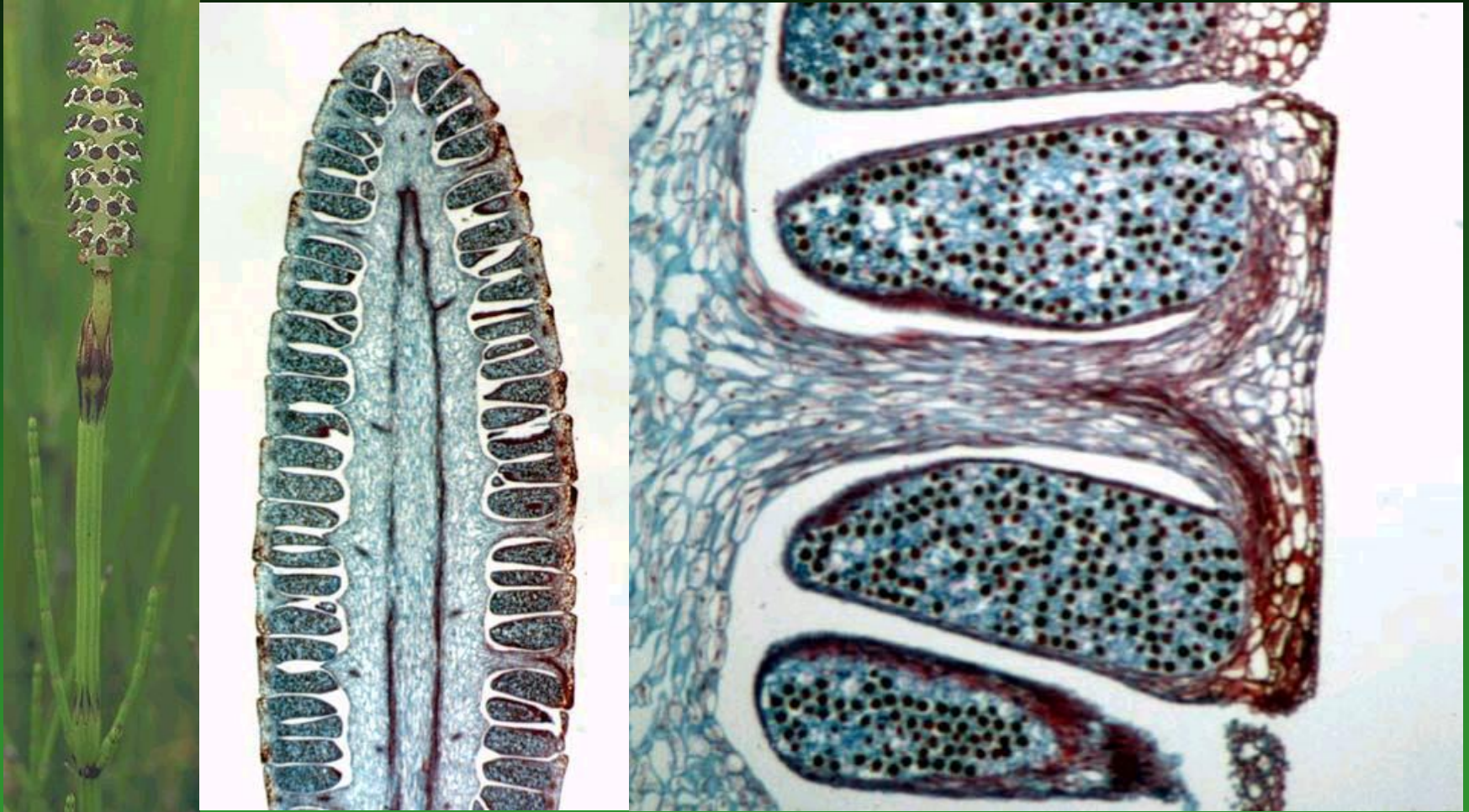
# Odvození tvary sporofylů přesliček od ryniofyt



Spory homomorfní = tvarově stejné; mohou tvořit  
jednopohlavná i oboupohlavná protalia



# Sporofyly - v terminálních strobilech





# Fosilní záznam

devon --- vznik

karbon --- největší rozmach  
diverzity

perm --- ústup,

zrychluje se dál během  
druhohor

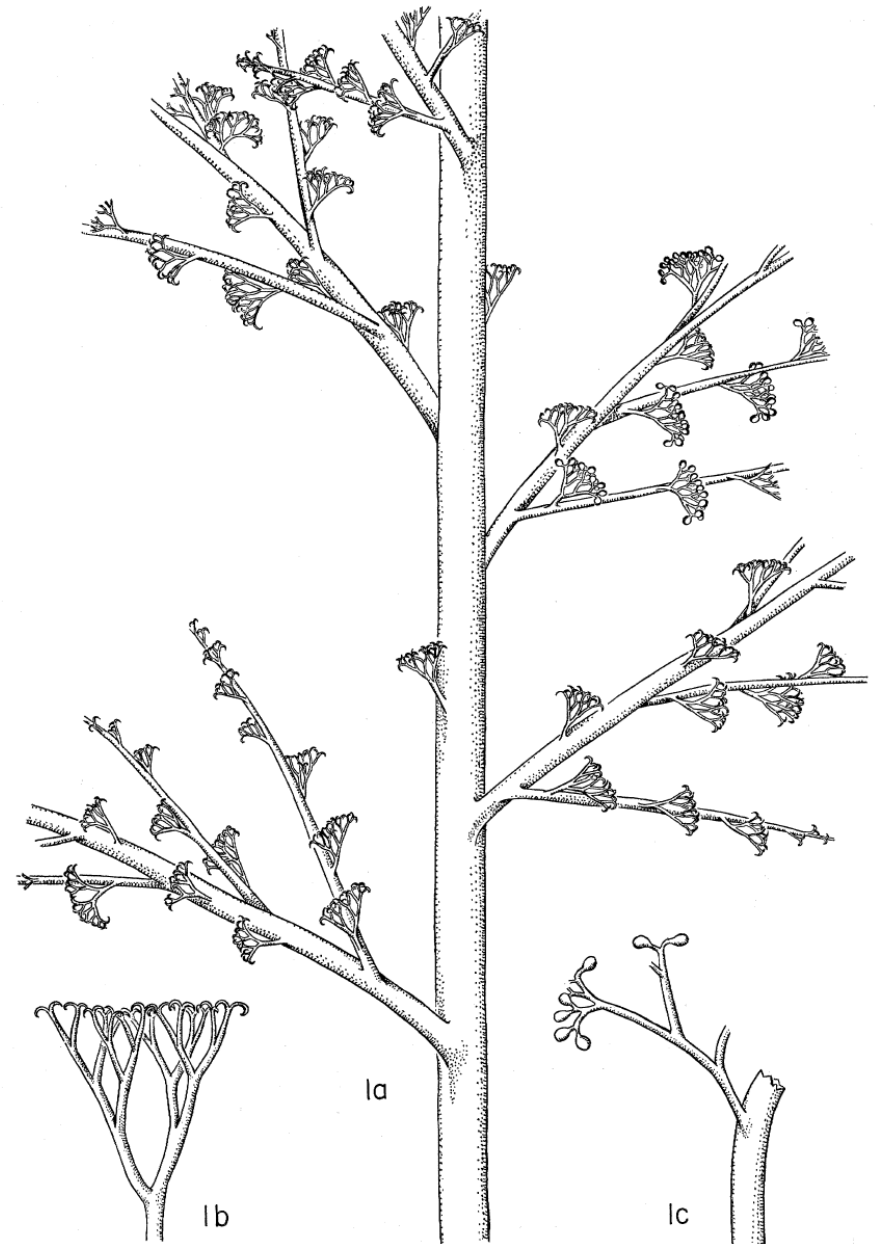
recentně --- 15 druhů v  
jediném, kosmopolitně  
rozšířeném rodu *Equisetum*



Spojovací článek mezi odd. *Trimerophyta* a přesličkami by mohl představovat rod *Ibyka* ze stř. devonu

*Ibyka amphikoma* byla vysoká kolem 50 cm

Měla anatropní sporangia!



# 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*

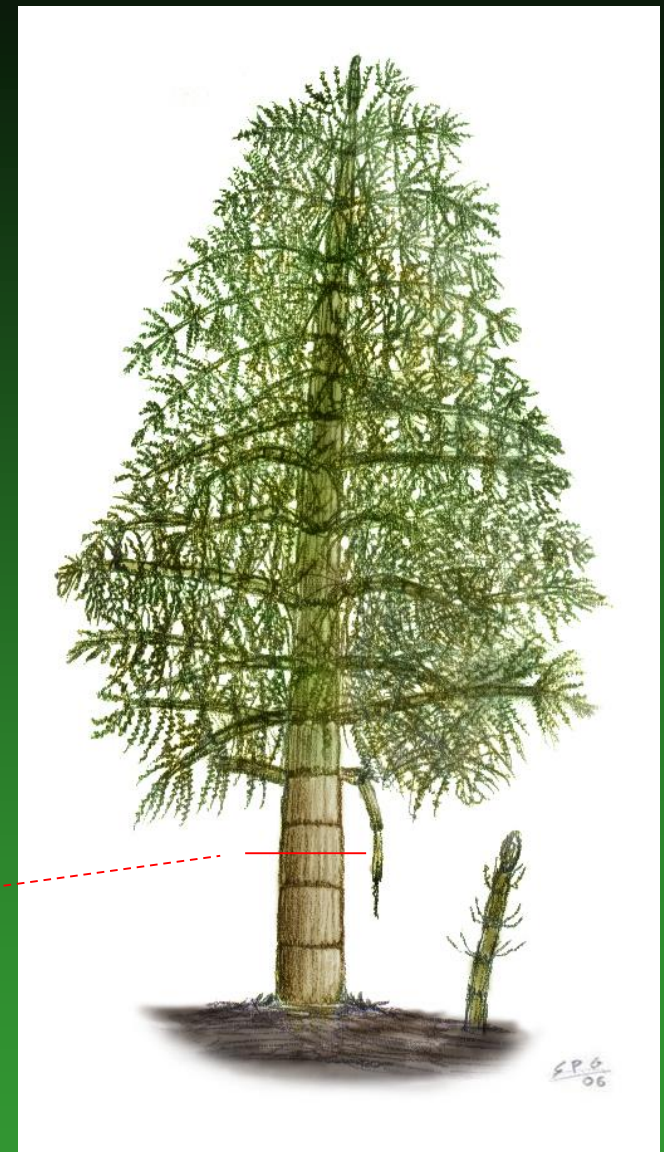
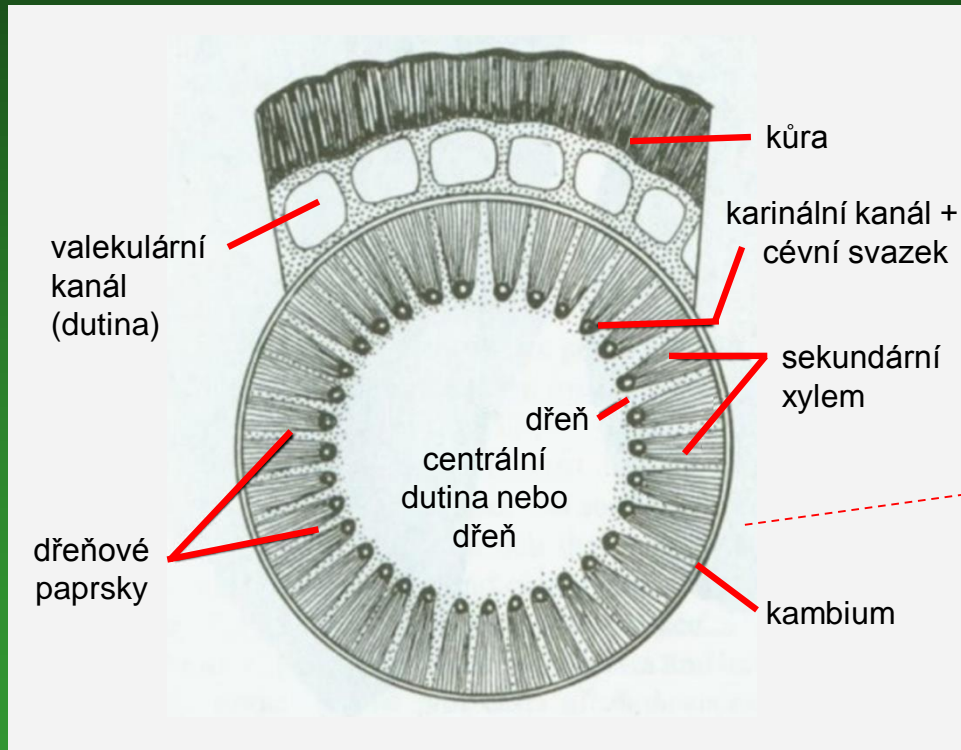


# řád *Calamitales*

opora = sklerenchymatizovaná kůra

kambium – unifaciální – jen xylem dostředivě

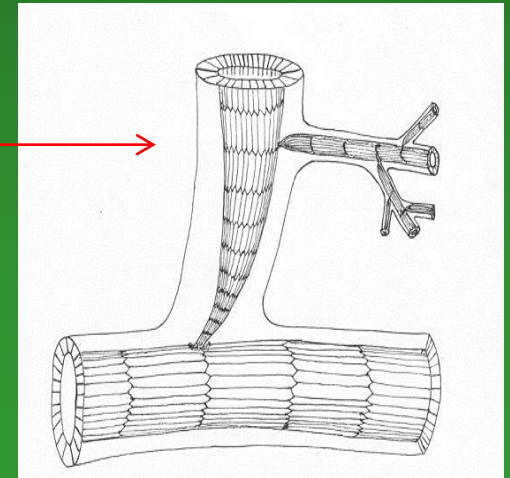
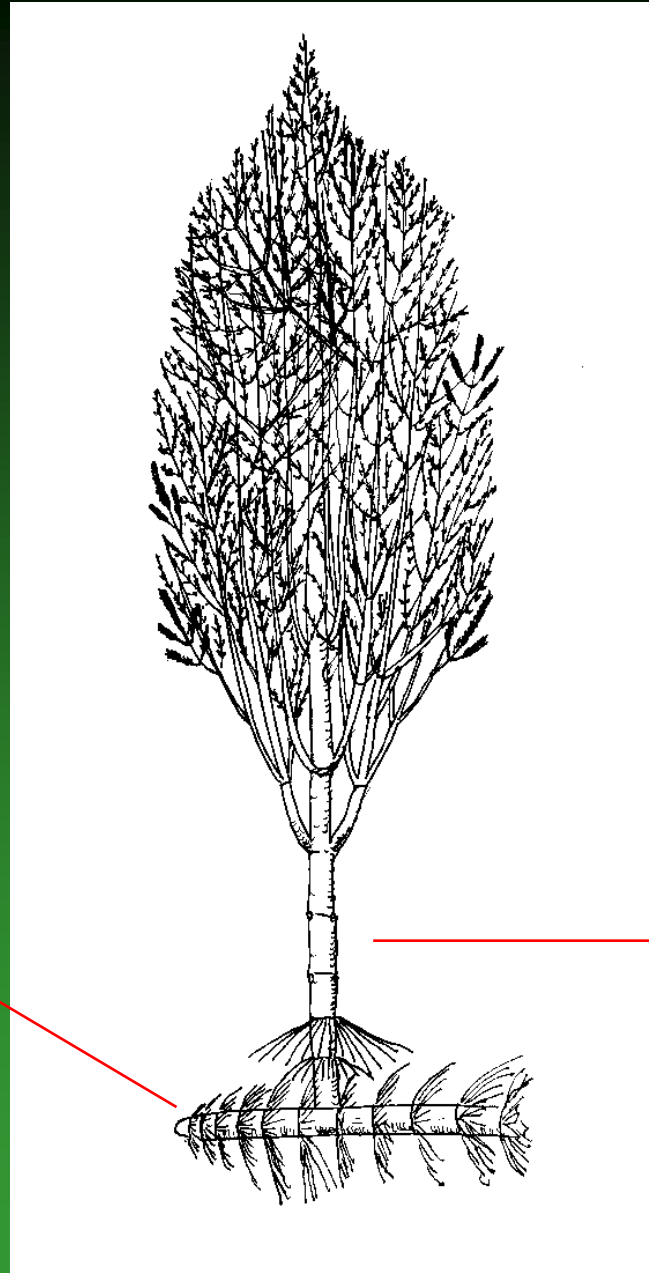
dutiny – rozvod vzduchu obohaceného o CO<sub>2</sub>  
získaný ze substrátu k fotosyntéze ve větvích



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

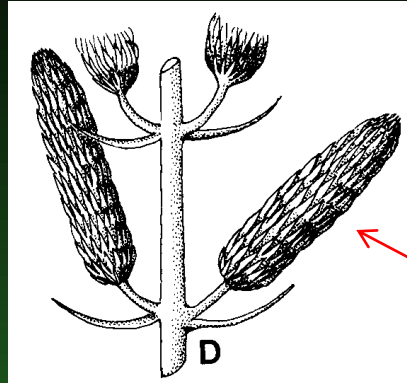
# řád *Calamitales*

pod zemí systém oddenků  
= klonální stromy (lesy)

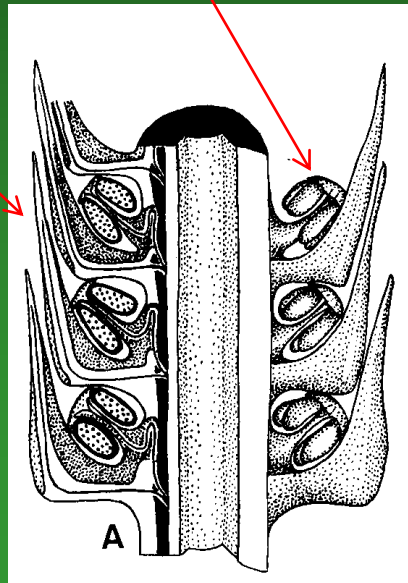


# řád *Calamitales*

výtrusné strobily  
na konci některých  
bočních větví



= přesleny anatropních sporangioforů  
+ přesleny listů

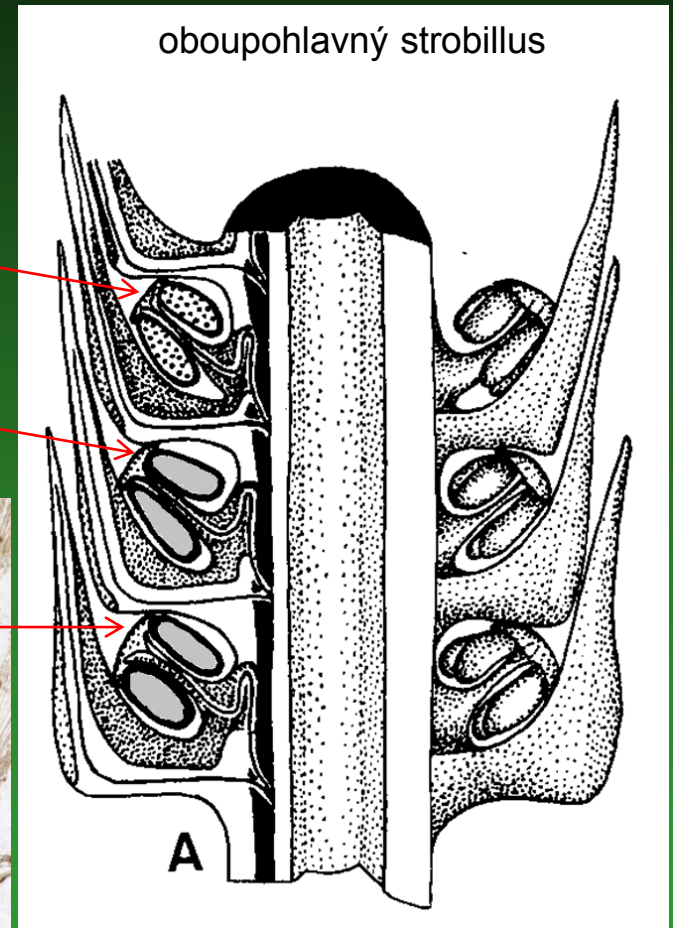
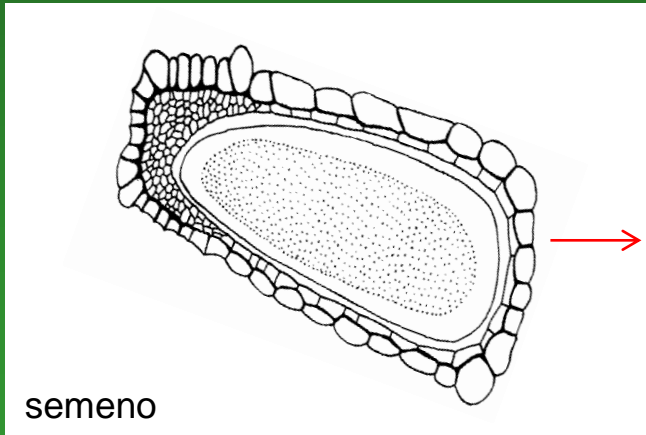


izosporické,  
některé druhy i  
heterosporické

## Calamites



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





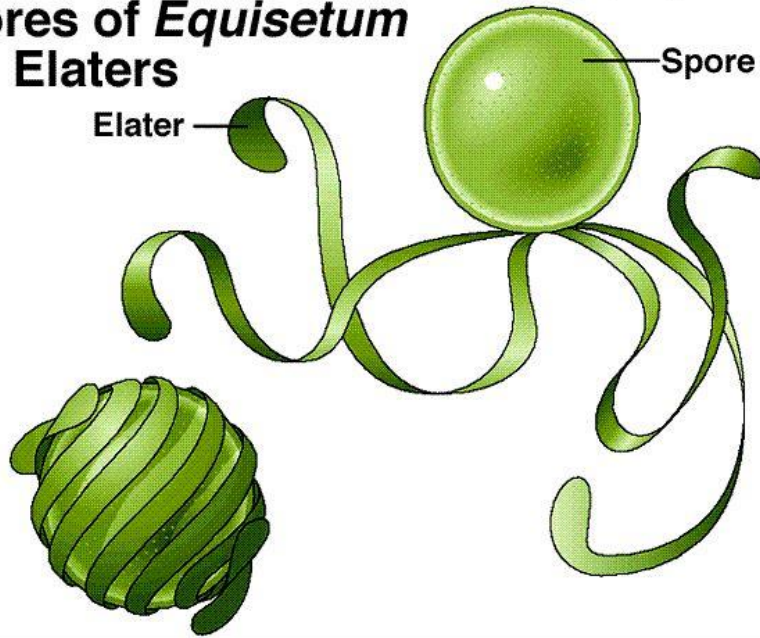
## řád *Equisetales*

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



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*



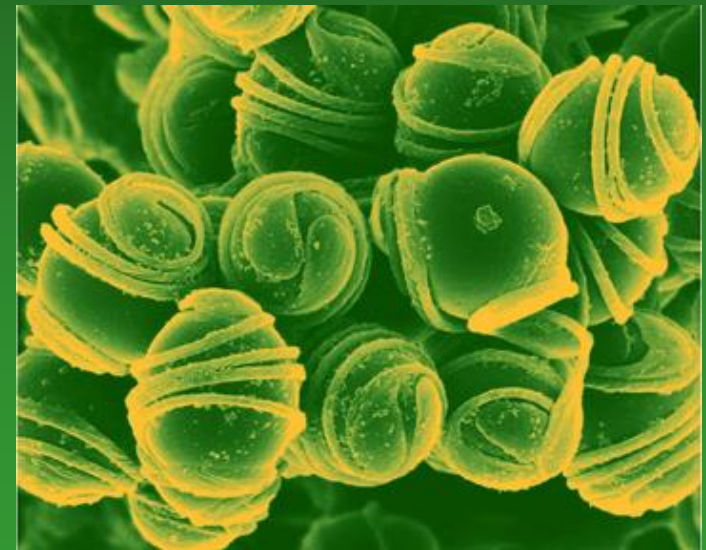
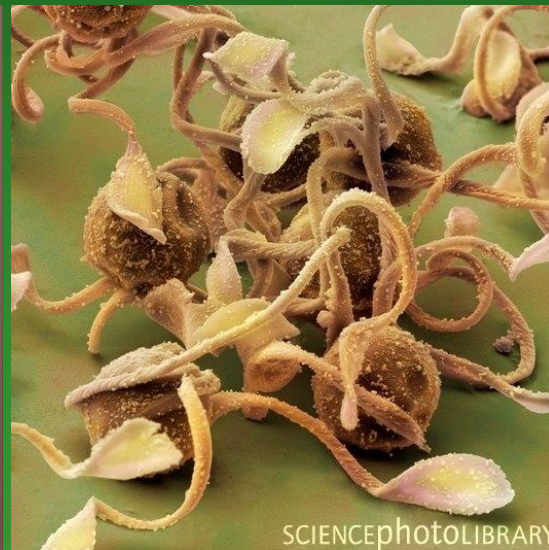
**Spory** - kulovité,

zelené (s chlorofylem) – klíčí na světle  
vnější obal tvoří 4 páskovité vychlípeniny  
- (pseudo)elater, = haptery

haptery se hygroskopicky pohybují = tím  
vytvářejí shluky

větrem 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



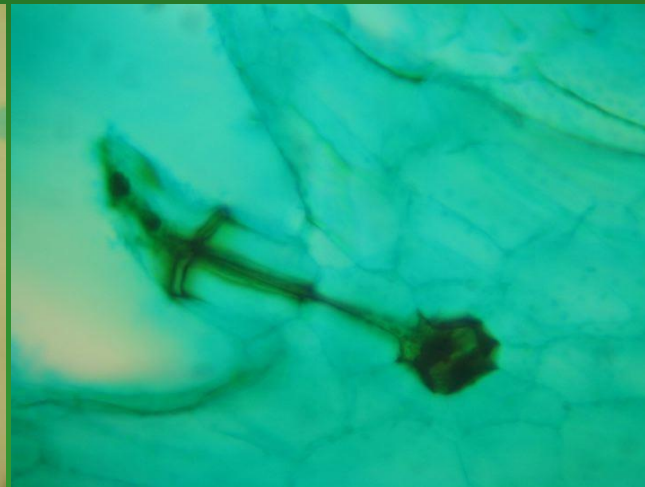
prothalamium s antheridii



antheridium



prothalamium s archegonií

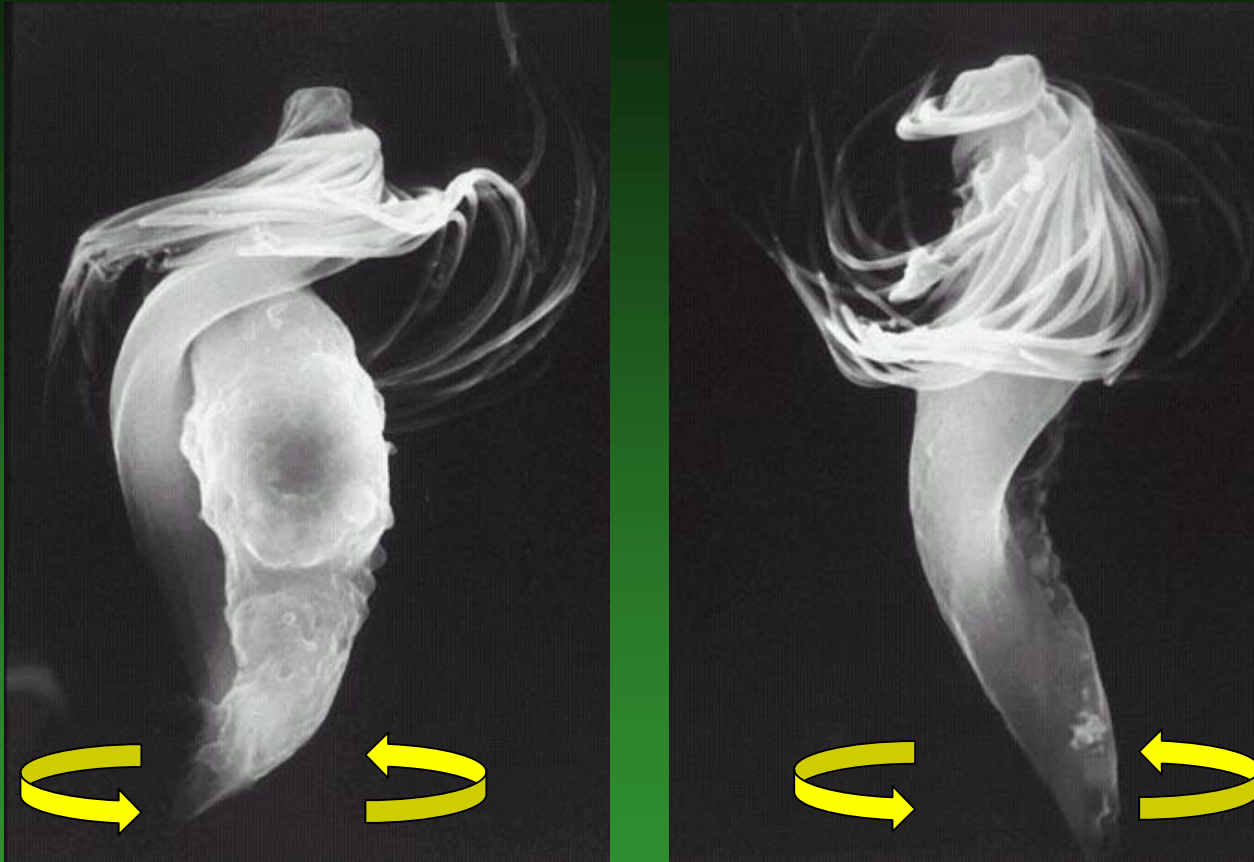


archegonium



mladý sporofyt přesličky

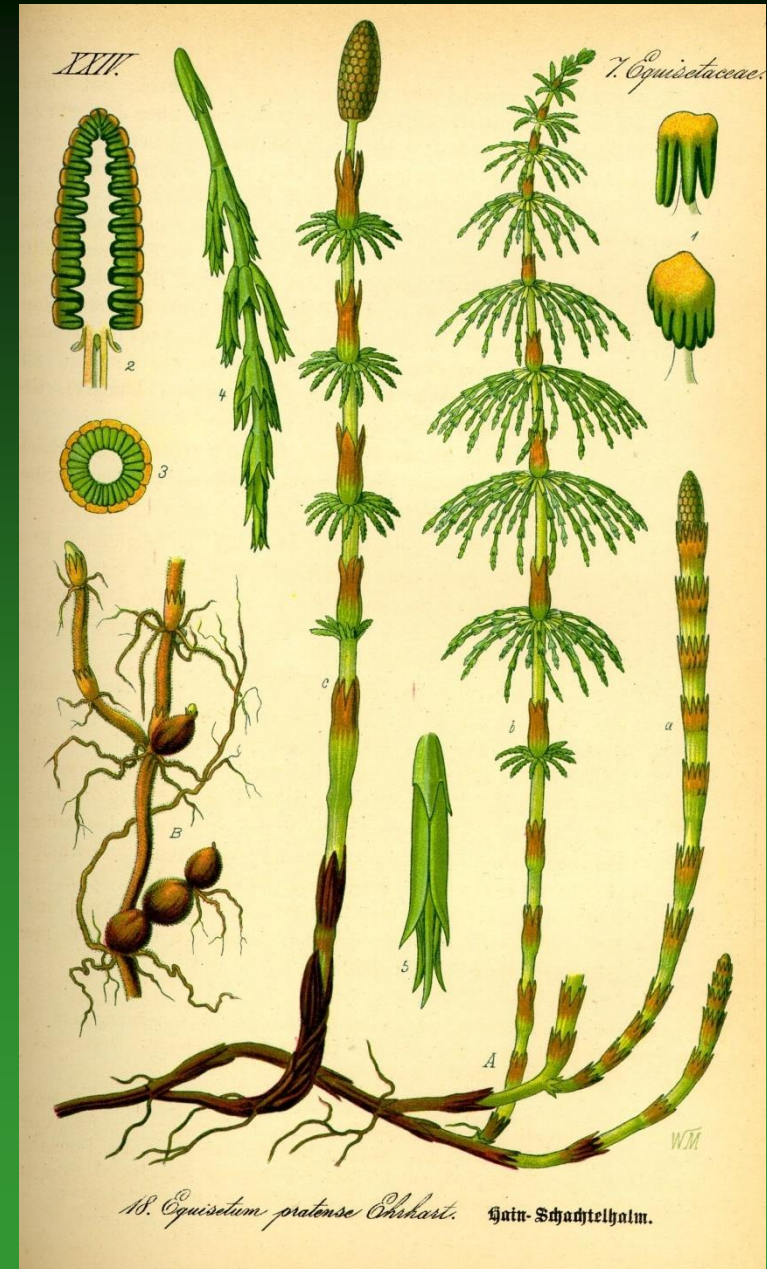
## Spermatozoidy polyciliární (50–80 bičíků)



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*

Recentní zástupci značně  
uniformní v jediném rodu  
*Equisetum*.



# *Equisetum arvense* - přeslička rolní

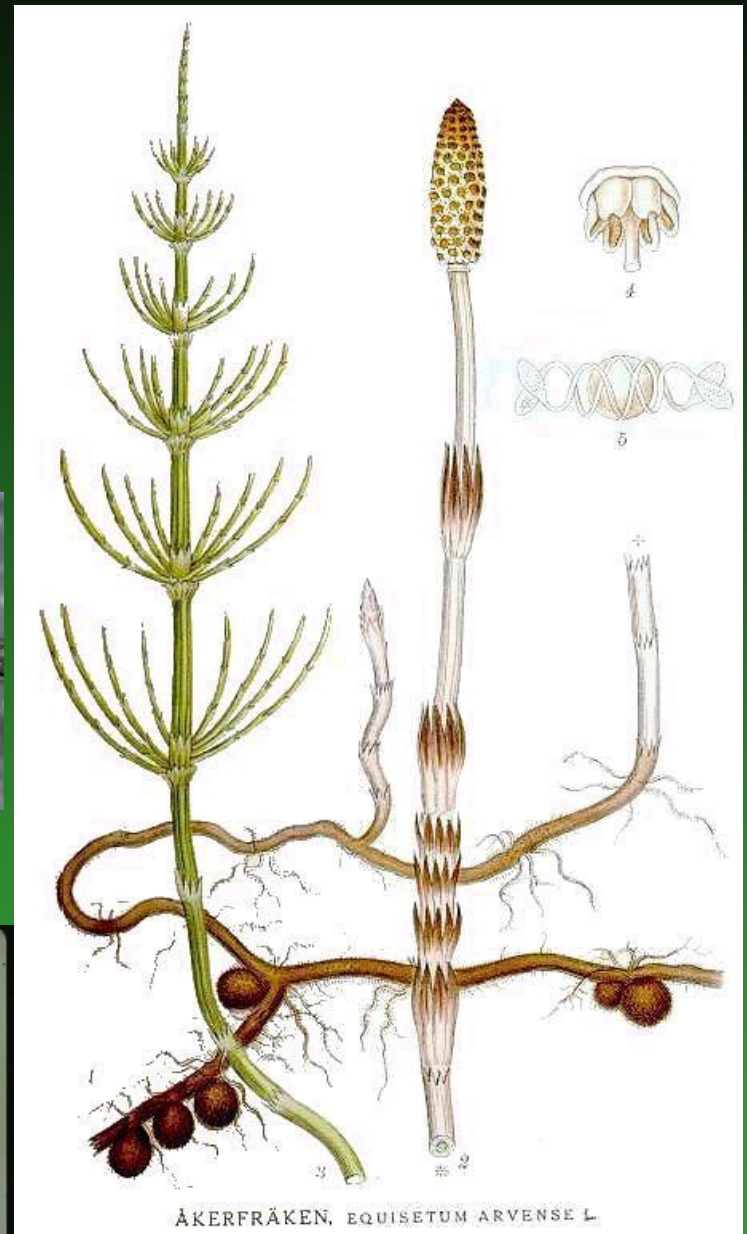
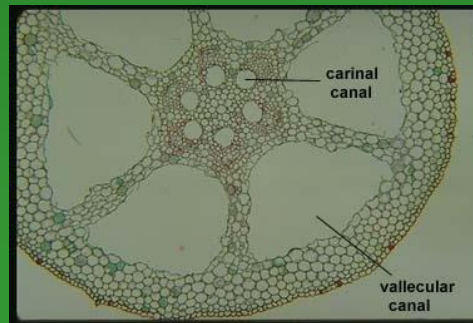
Z oddenku vyrůstá nejprve jarní nevětvená nezelená fertilní lodyha se sporofyly (ta po vyprášení uhyne) po té vyrazí z oddenku letní zelená sterilní lodyha.



Oddenek přesličky rolní akumuluje zásobní látky, nutné pro heterotrofni výživu jarních lodyh, formou ztlustělých bočních článků. Tyto zásobní hlízky jsou někdy vyrývány a požívány prasaty.

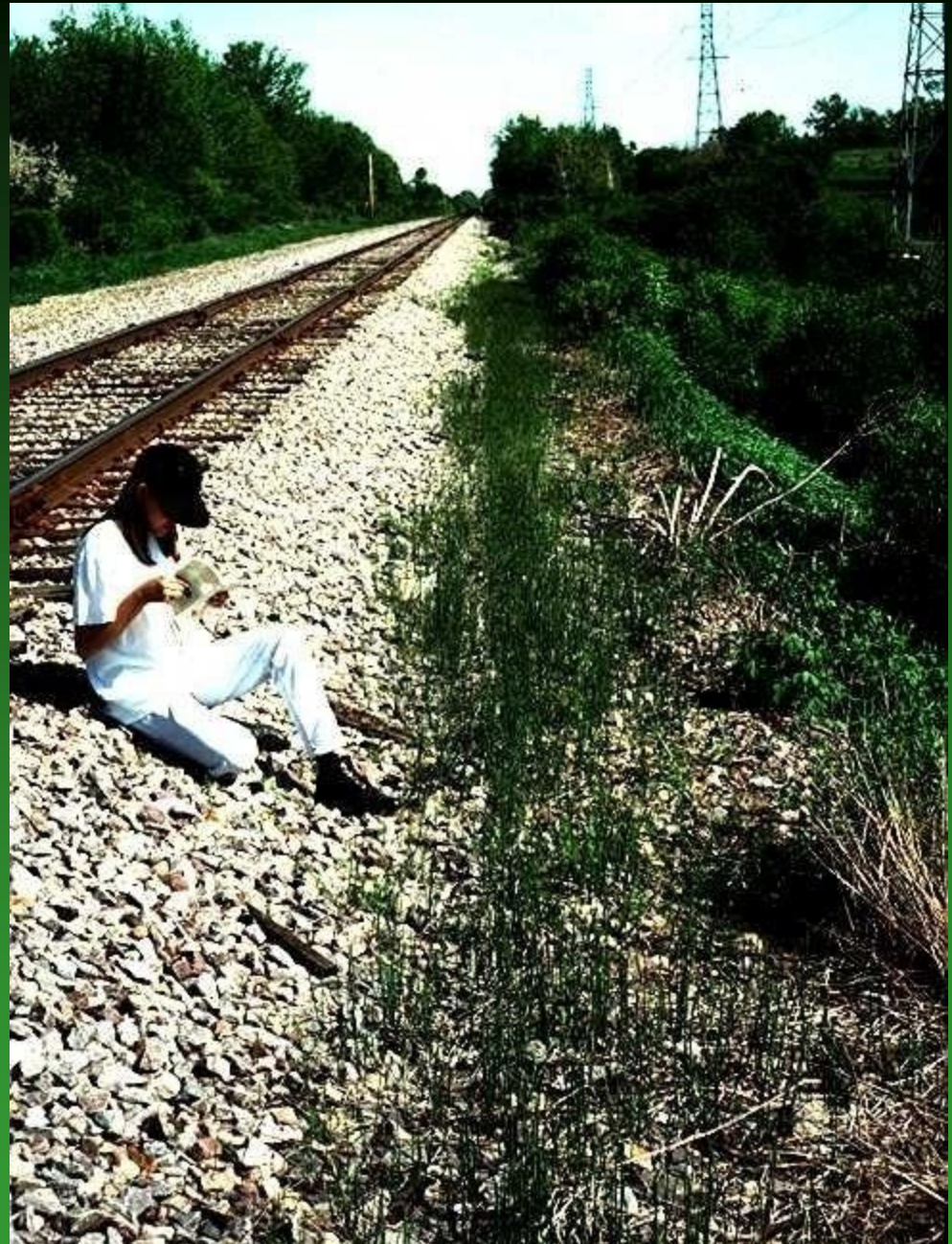


Řez oddenkem



Přeslička rolní  
roste na loukách,  
podél komunikací i  
jako plevel na  
polích.

Letní lodyhy se  
sbírají jako léčivka.





# *Equisetum palustre* – přeslička bahenní

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

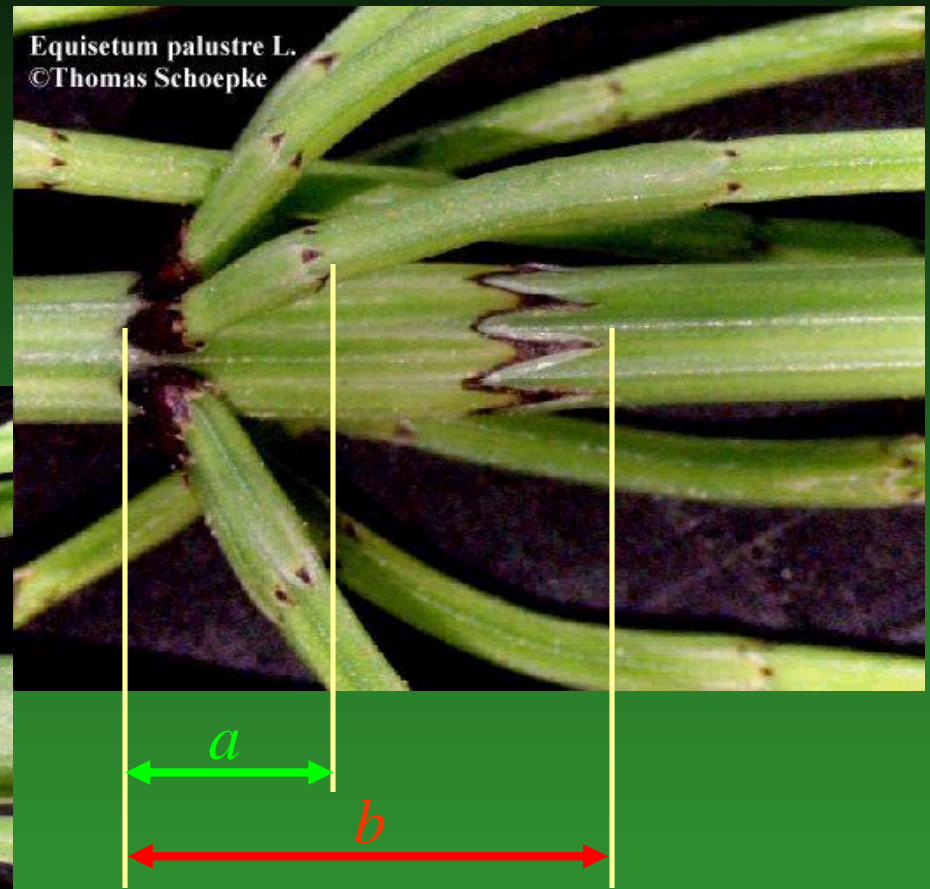


*Equisetum arvense*

$b < a$

*Equisetum palustre*

$a < b$



$a =$  první článek větve

$b =$  list hlavní lodyhy

## *Equisetum sylvaticum* - přeslička lesní

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



Foto: Arne Anderberg

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



***Equisetum fluviatile*** – 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  
(150 druhů v tropech)

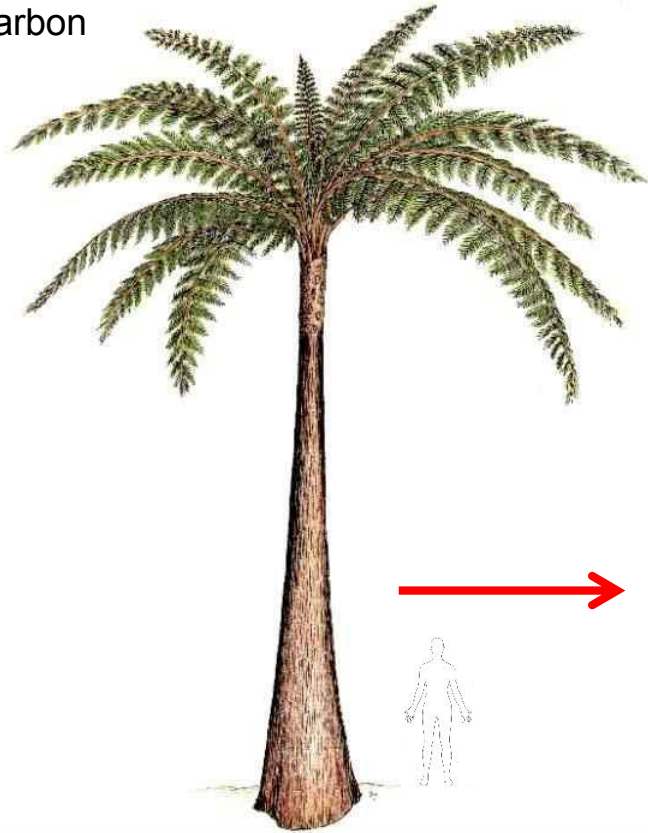
# Kmen - kulovitý až soudkovitý





**Kmen** - kulovitý až soudkovitý  
– ? vznikl reducí z fosilních  
stromových marattií

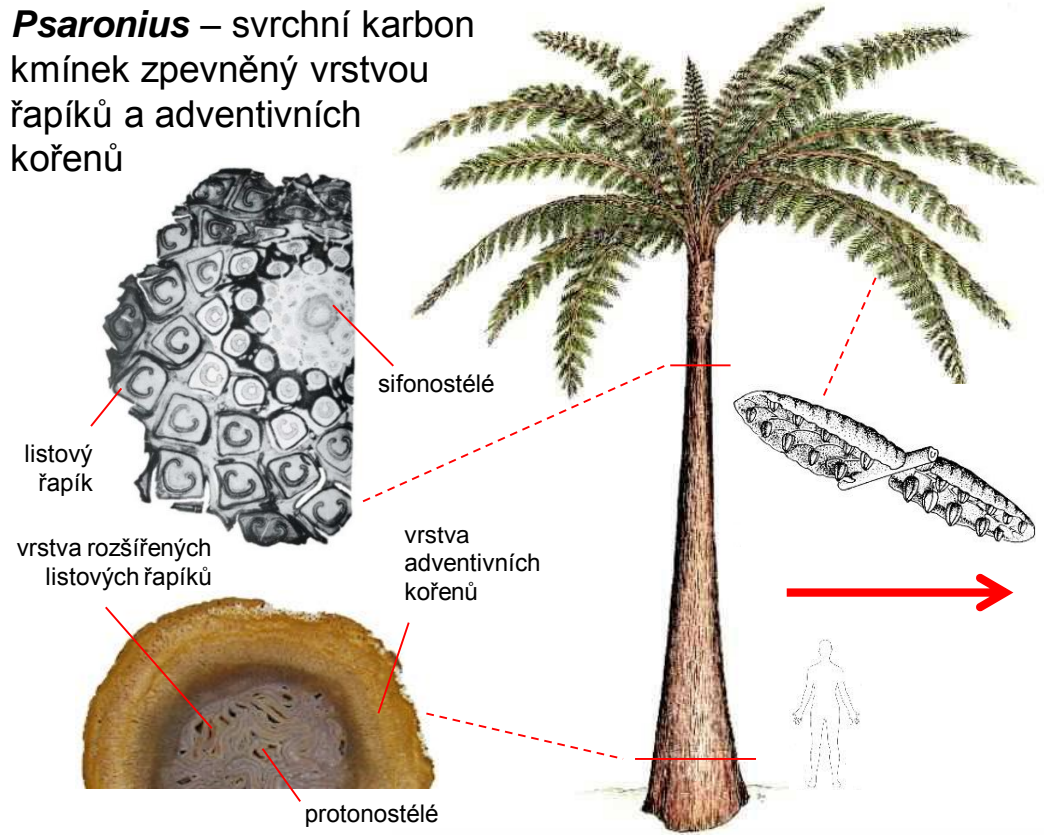
*Psaronius* – svrchní karbon



# Kmen - kulovitý až soudkovitý

– ? vznikl reducí z fosilních stromových marattií

**Psaronius** – svrchní karbon  
kmínek zpevněný vrstvou  
řapíků a adventivních  
kořenů



# Listy

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





**Řapíky** – dlouhé, škrbnaté

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

# Řapík listu – polycyklické diktyostélé

(diktyostélé = mnoho protostélických elementů v jednom kruhu – zde je kruhů více)

*Danaea media*

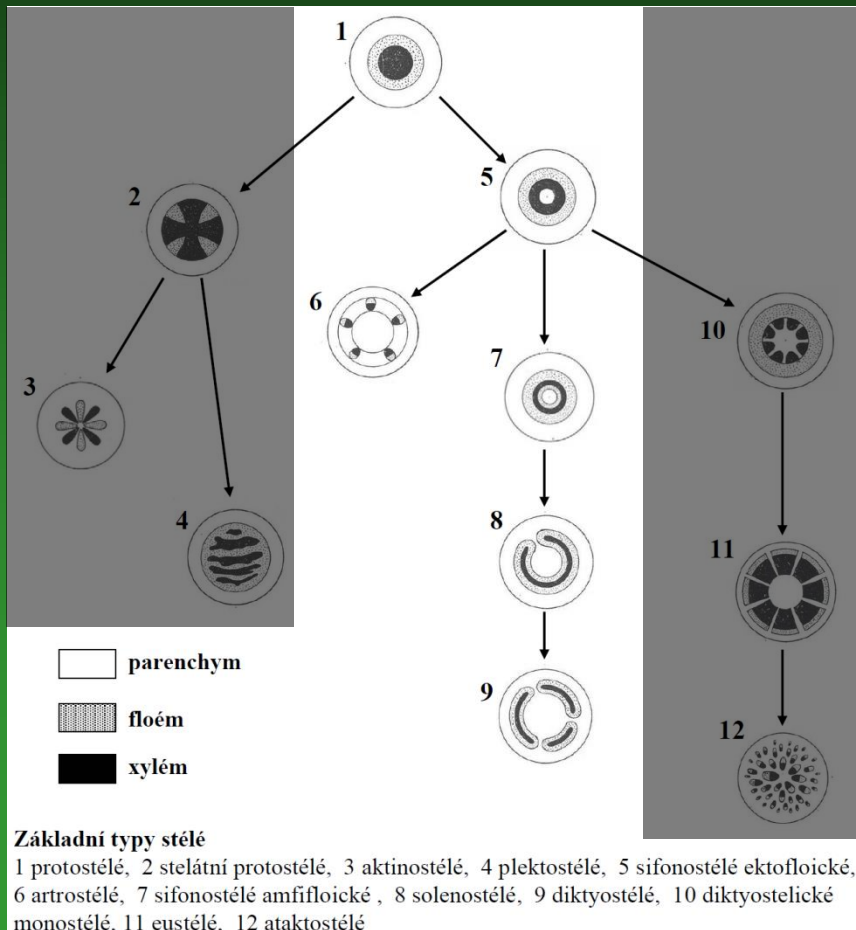


*Marattia laevis*



řapíky, kořeny a oddenky protkány sliznatými kanálky

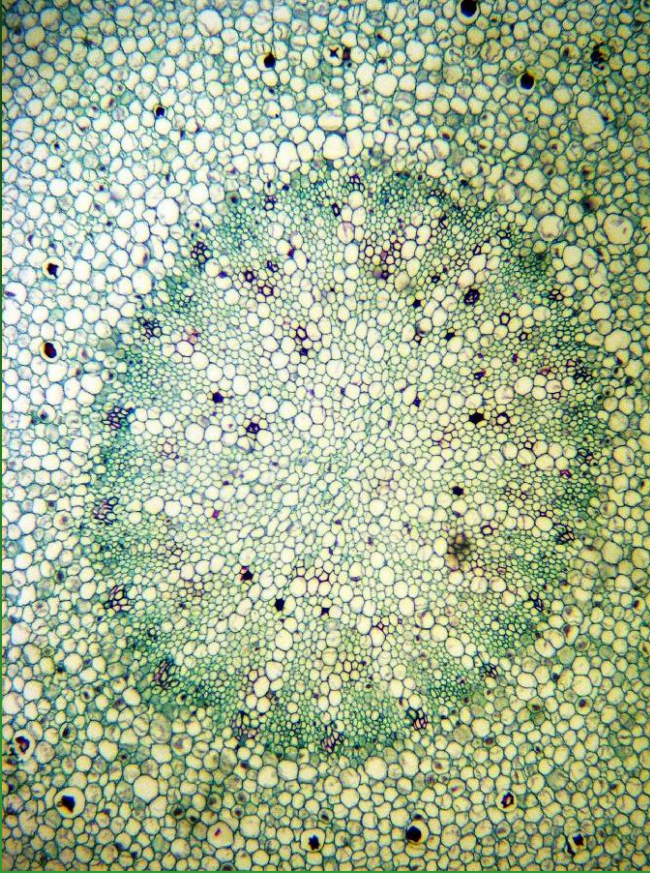
*Danaea* – parenchymatické pletivo oddenku má červené zbarvení oddenek má také diktyostélé





Zduřelé báze vrетен  
vedlejších úkrojků  
vyplněné zásobními  
látkami  
*Angiopteris*

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



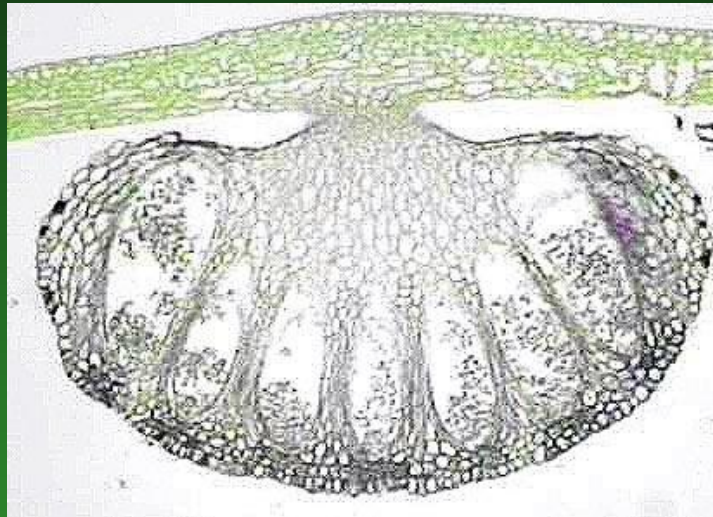




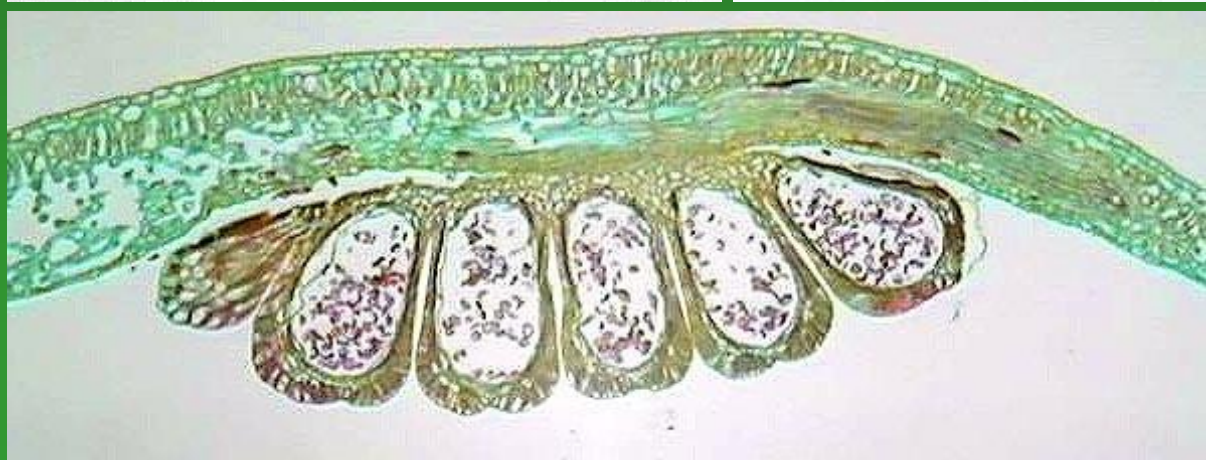
**Sporangia** na rubu listů,  
eusporangiátní,  
izosporická,



Srostlá v 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



# 4. třída *Polypodiopsida* (vlastní kapradiny)



Izosporické terestrické leptosporangiální kapradiny (~10 700 druhů)

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



někdy diferenciaci listů na sporofyly a trofify;  
jindy se trofosporofyly od trofifylů neliší



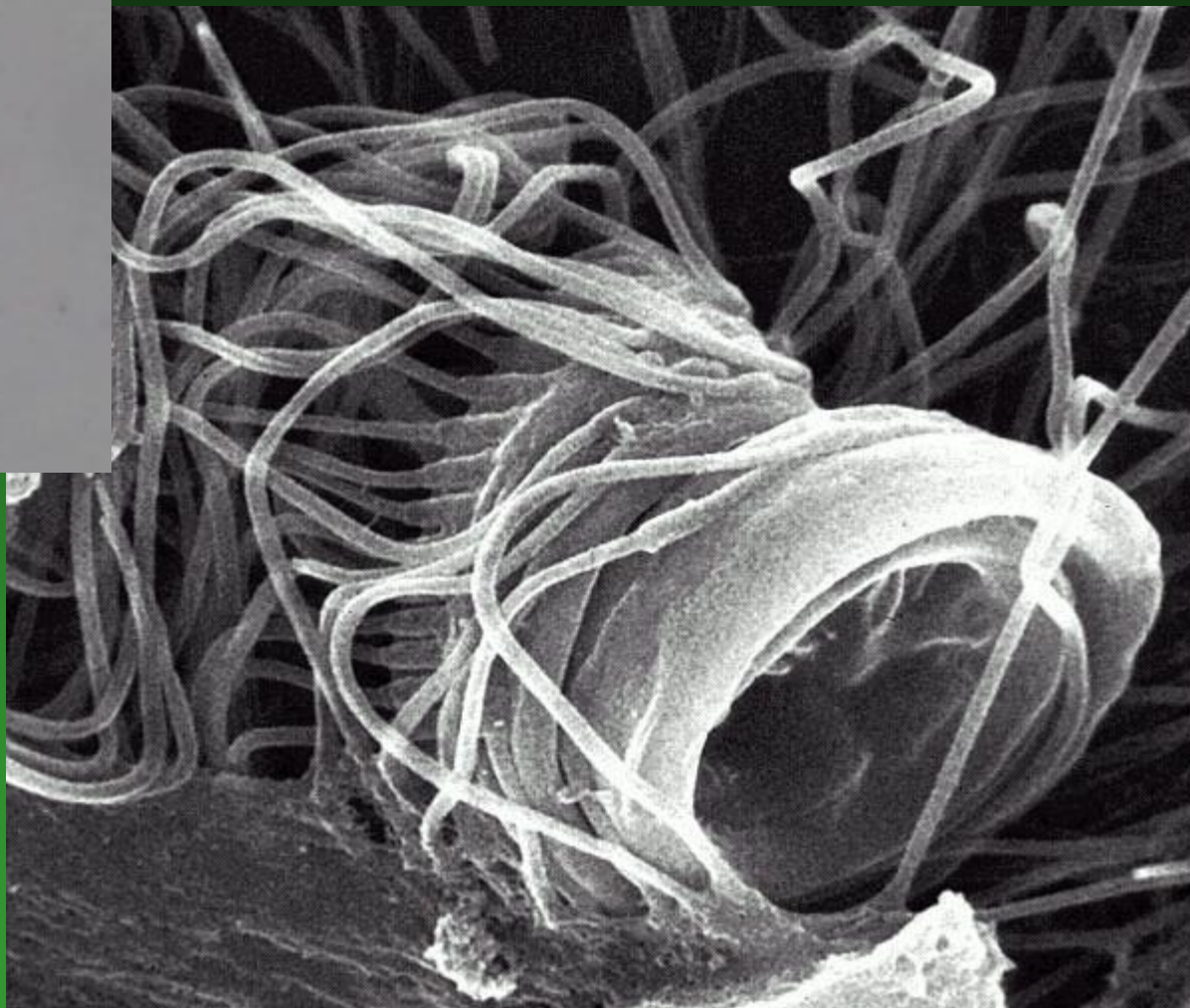
*Osmunda cinnamomea*



*Asplenium trichomanes*

# spermatozoidy polyciliární

[http://wn.com/release\\_of\\_sperm\\_in\\_fern](http://wn.com/release_of_sperm_in_fern)



# 1. řád *Polypodiales*

recentní i fosilní, terestrické

listy většinou trofosporofylní, peřeně členěné

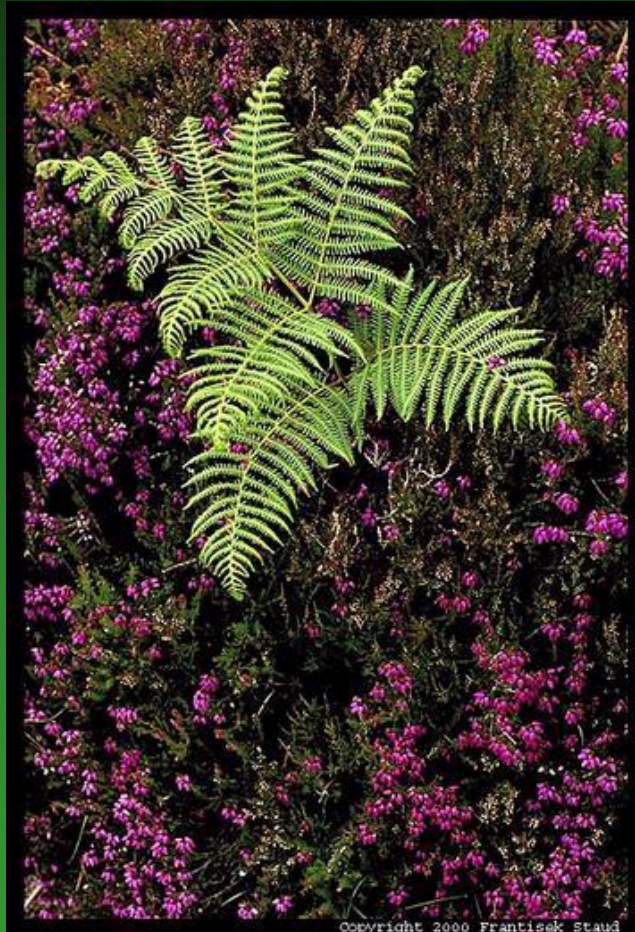
izosporické,

sporangia – tenkostěnná (leptosporangiální), drobná, stopkatá



# Největší diverzita ve vlhkých tropech

Byliny terestrické  
i epilitické



vzácněji dřeviny  
až 25 m vysoké



nebo epifyty





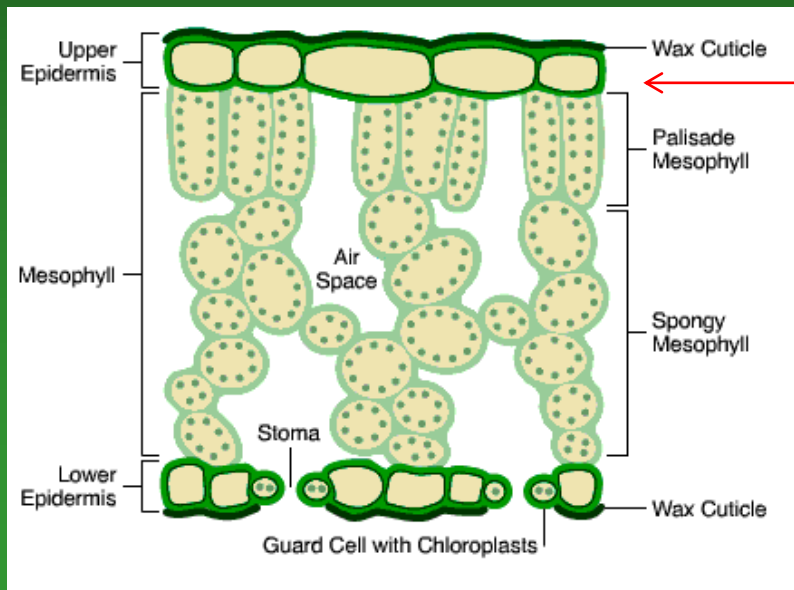
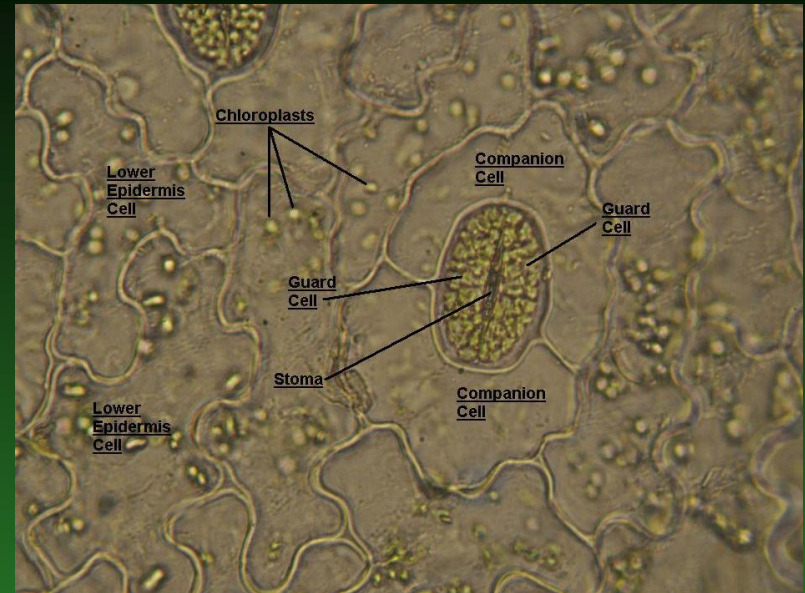
# Většina druhů kapradin jsou rostliny lesního podrostu



## 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 být 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

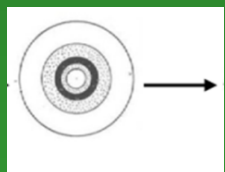
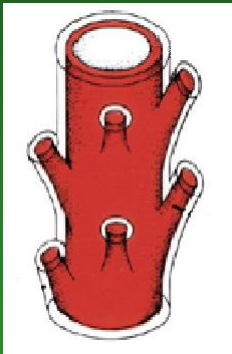
**Stonek** nečláňkovaný,  
obvykle jen jako oddenek



# Vodivé elementy stonku (oddenku)

xylem - tracheidy

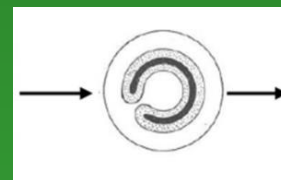
bez jizev



sifonostélé  
(amfifloické)



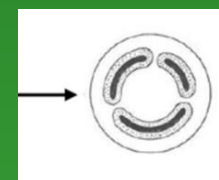
ojedinělé  
podlouhlé  
jizvy



solenostélé



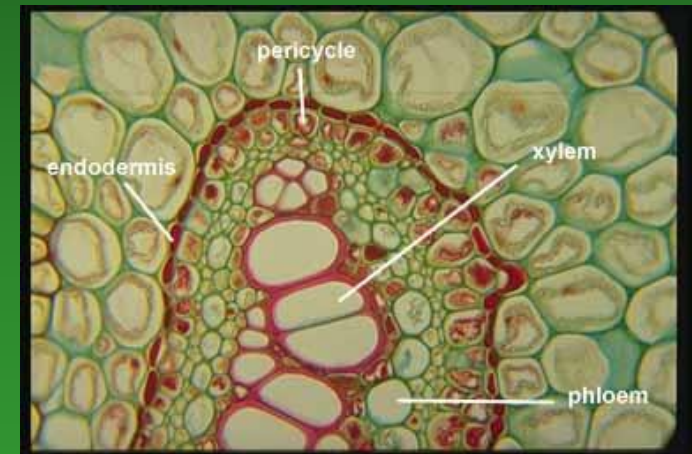
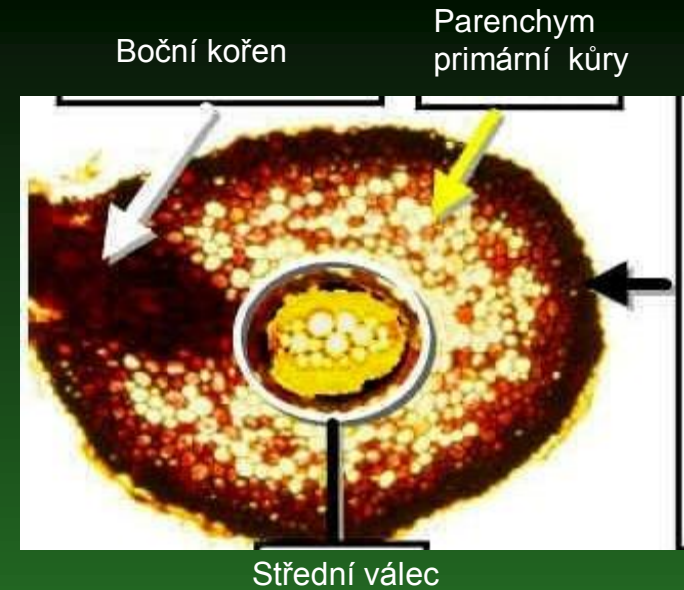
četné  
paralelní  
jizvy



diktyostélé

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

Vodivé elementy kořenů monoarchní až polyarchní

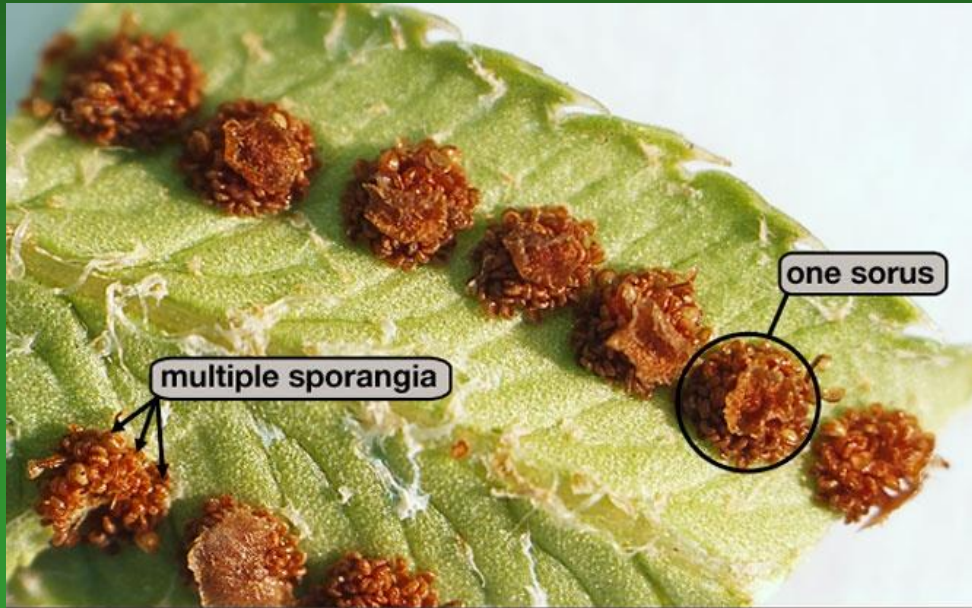
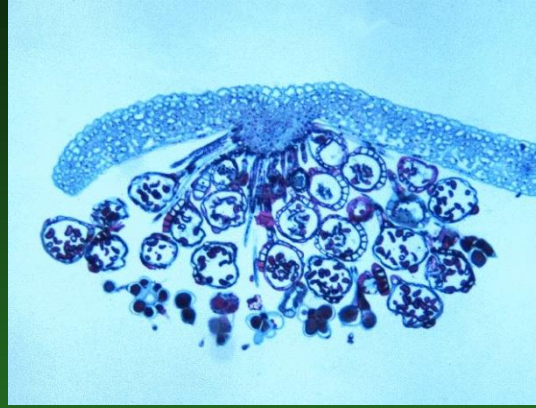


# Sporangia na spodní straně listů, nikdy ne ve strobilech!



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

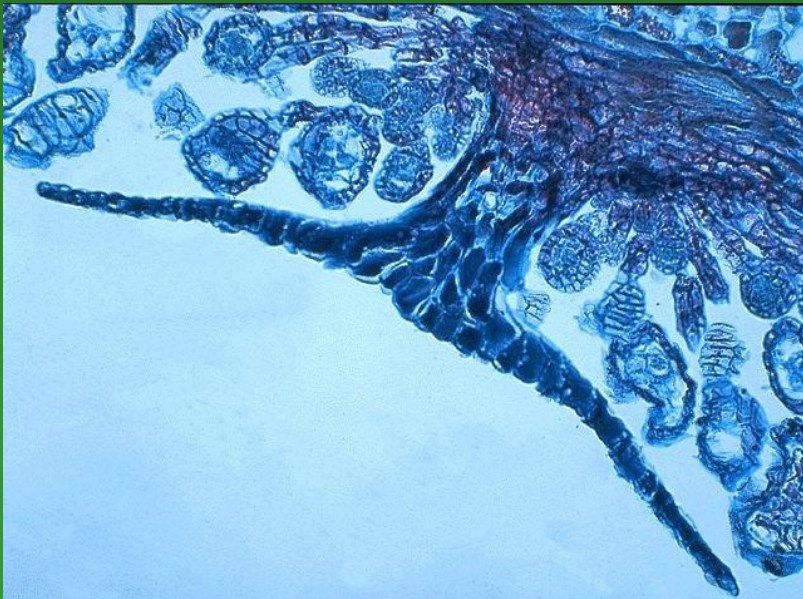
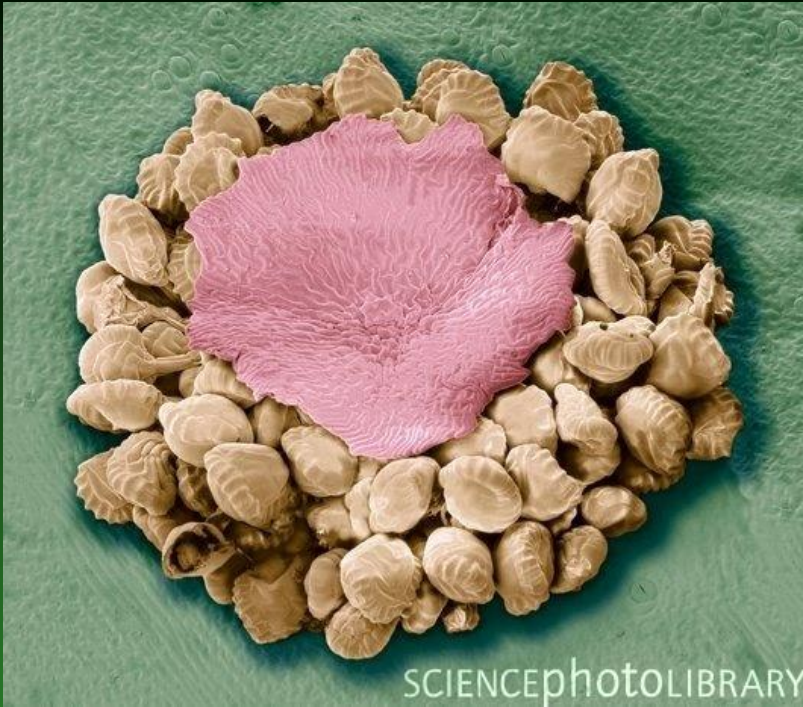
Sporangia ve shlucích sorech; slévají-li se sory na větší ploše, mluvíme o coenosorech, volná (nikdy nesrostlá v synangia)



Fern sori on the underside of a frond



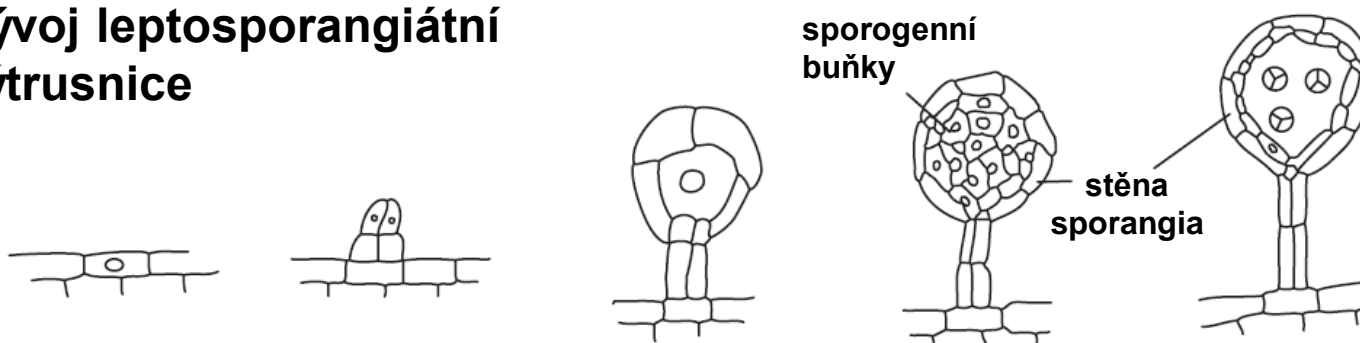
Sory někdy kryje ostěra  
(= indusium)



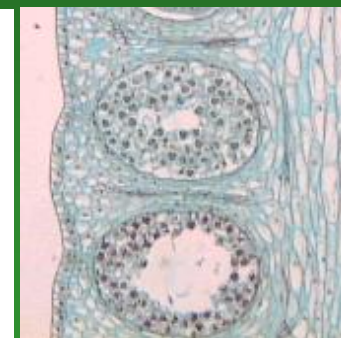
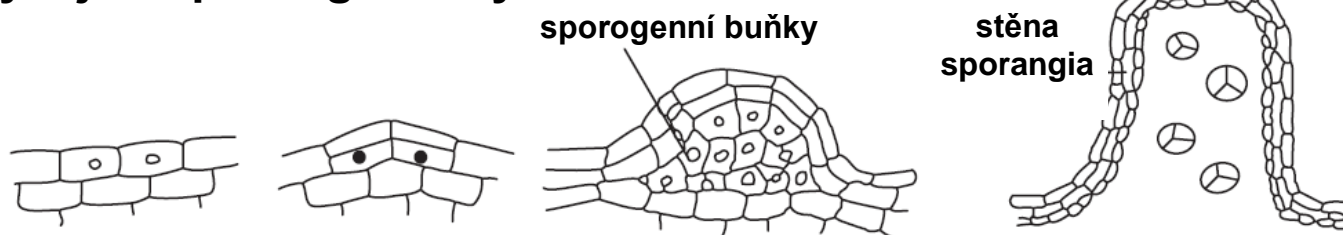


Sporangia leptosporangiální = tentostěnná  
na rozdíl od eusporangiálních se diferencují ven, ne dovnitř

### Vývoj leptosporangiální výtrusnice



### Vývoj eusporangiální výtrusnice



*Ophioglossum*

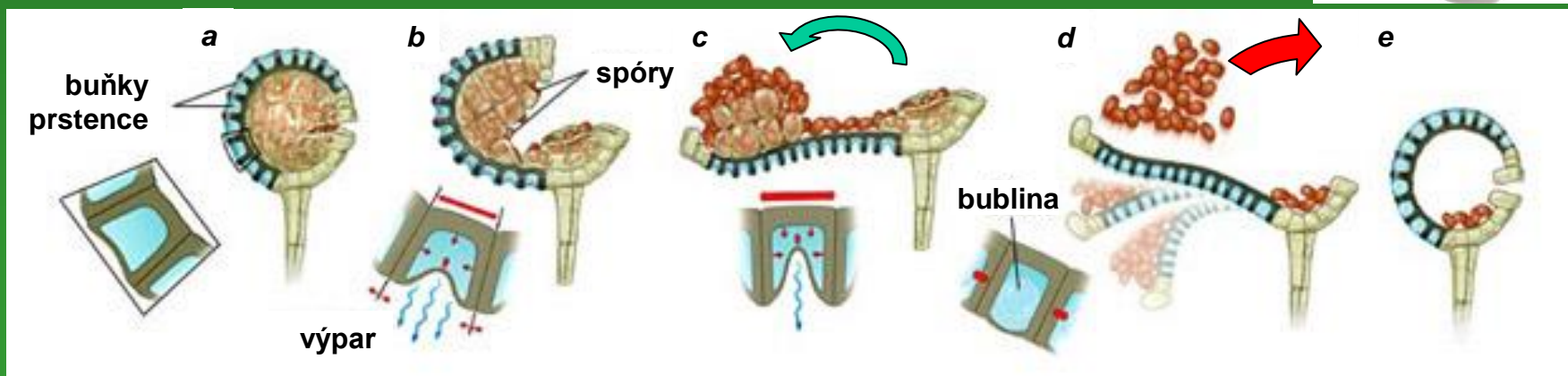
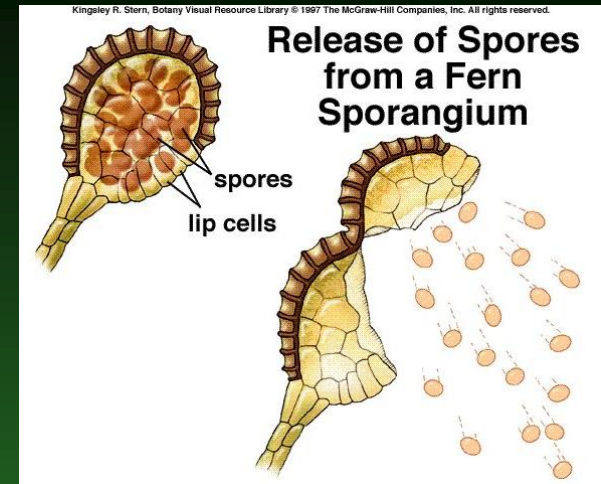
Prstenec (= annulus) je řada buněk na kýlu sporangia

1. Otvírá a zavírá sporangia
2. Katapultuje spory

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

V suchém počasí:

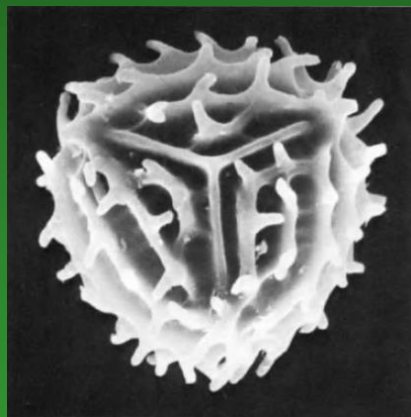
1. **Natahování katapultu**: vysycháním buňky prstence zmenšují objem – jejich vnější stěna se deformuje – prstenec se prohýbá – sporangium se pomalu otvírá – protitlak vnitřních stěn buněk annulu narůstá – katapult se natahuje (celé trvá několik sekund)
2. **Výstřel** = kavitační kolaps vyplní buňky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



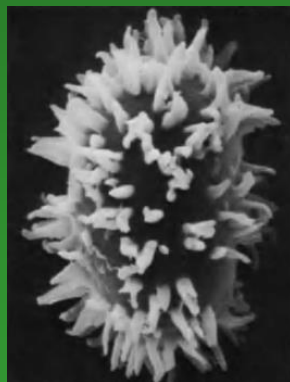
Spory nezelené, monoletní, fazolovitého tvaru, hladké, řidčeji tripletní



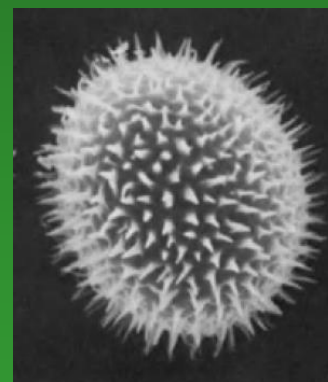
Někdy s háčkovitými útvary  
připomínajícími entomogamní pyl



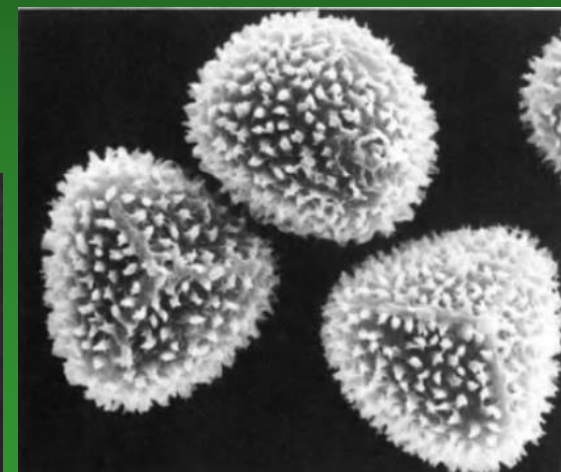
*Anemia phyllitidis*



*Blotiella lindeniana*



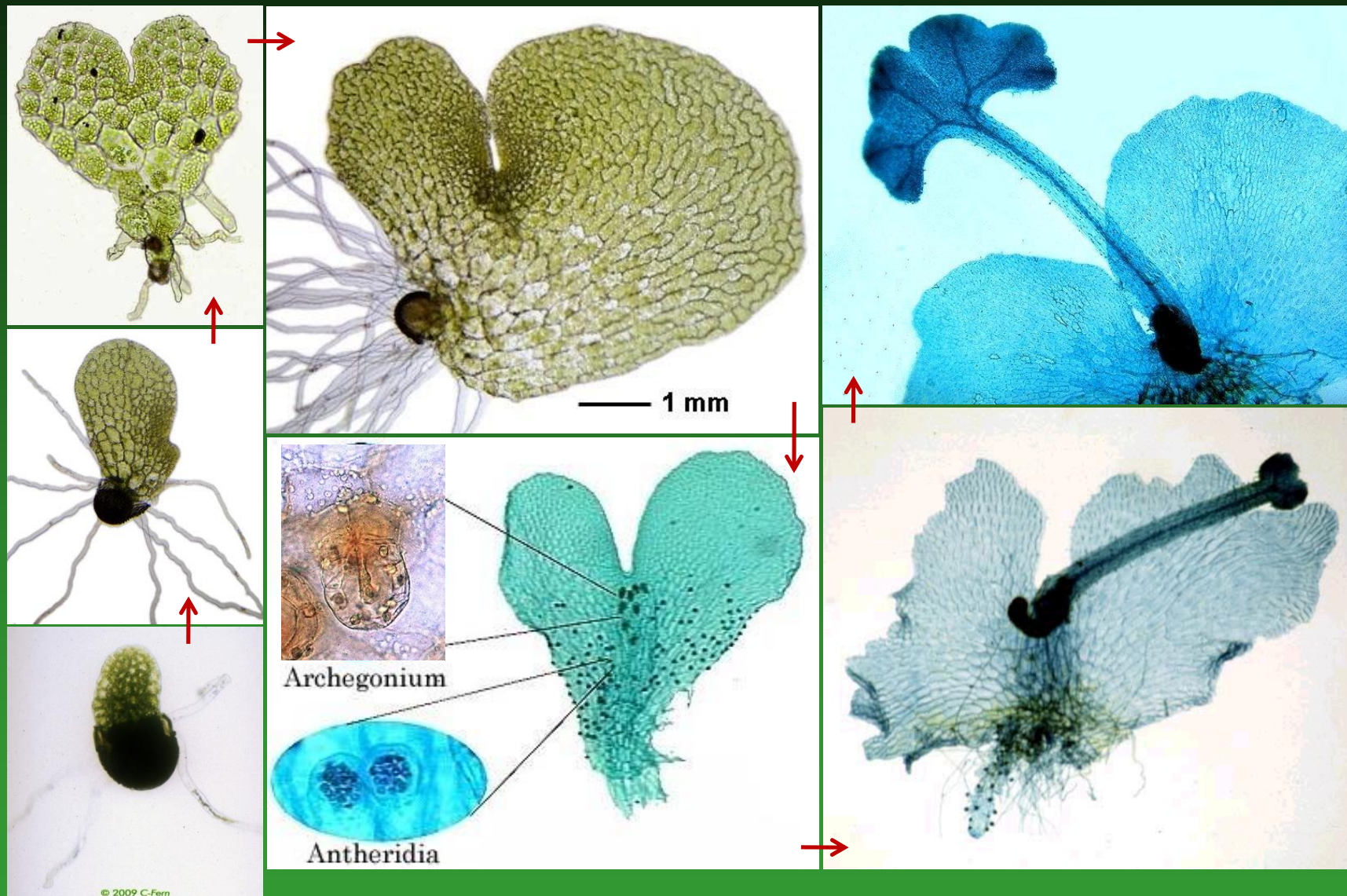
*Ctenitis hirta*



*Hemionitis palmata*

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

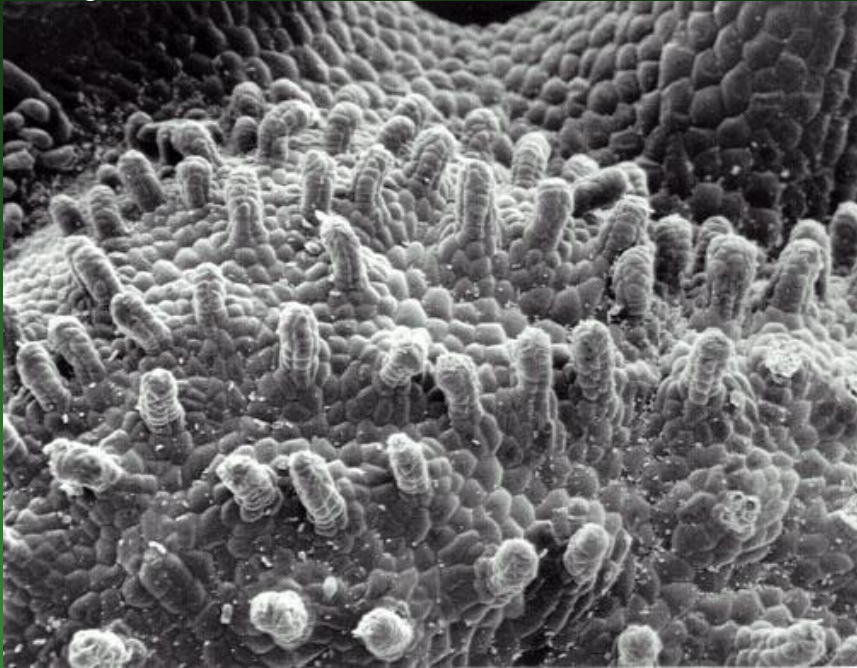


# Gametofyt (prothalamium) – vlhká půda a skály, často pospolitě, či mezi mechem

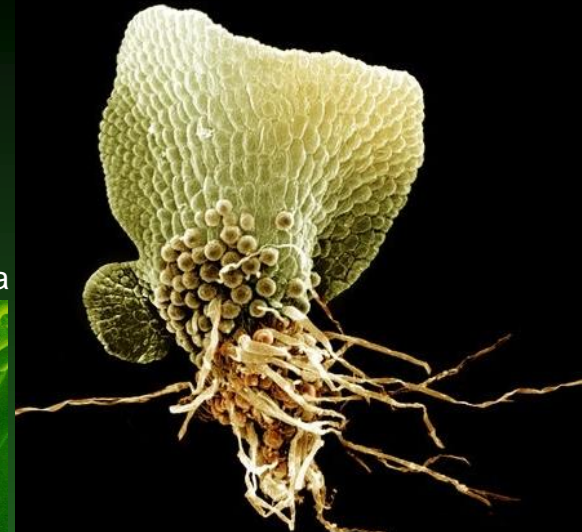


**Gametangia** – neponořená (antheridia), nebo slabě ponořená (archegonia) do pletiva báze; spermatozoidy polyciliární (často po 32 v antheridiu)

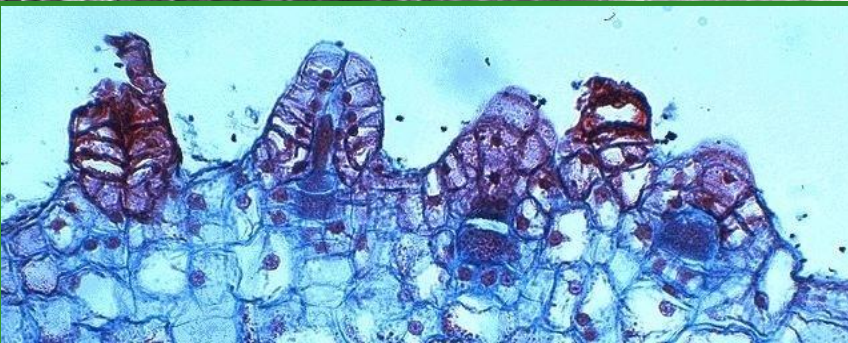
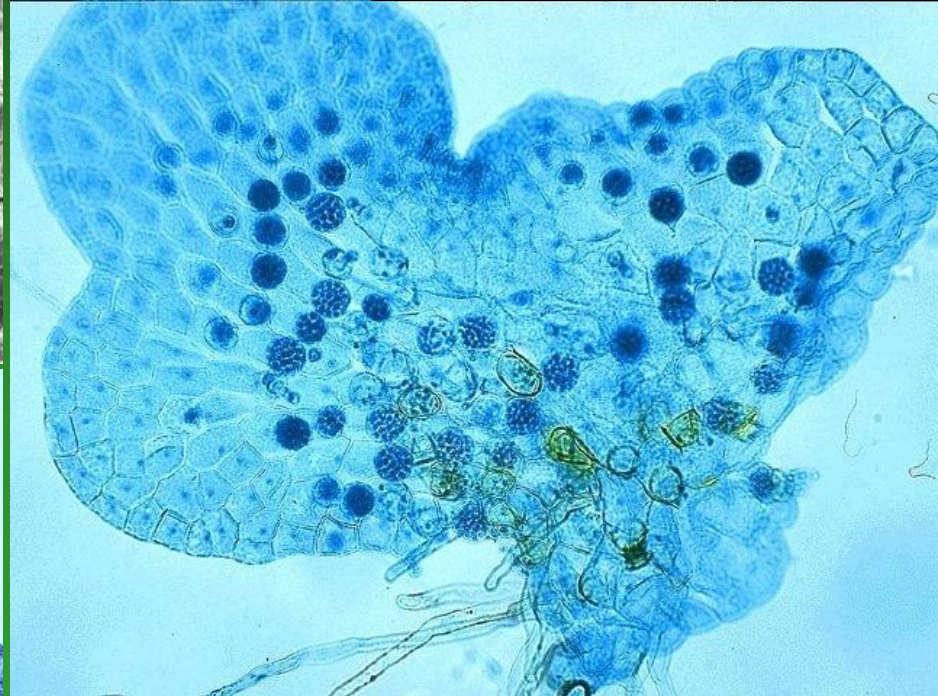
archegonia



antheridia



SCIENCEPHOTOLIBRARY

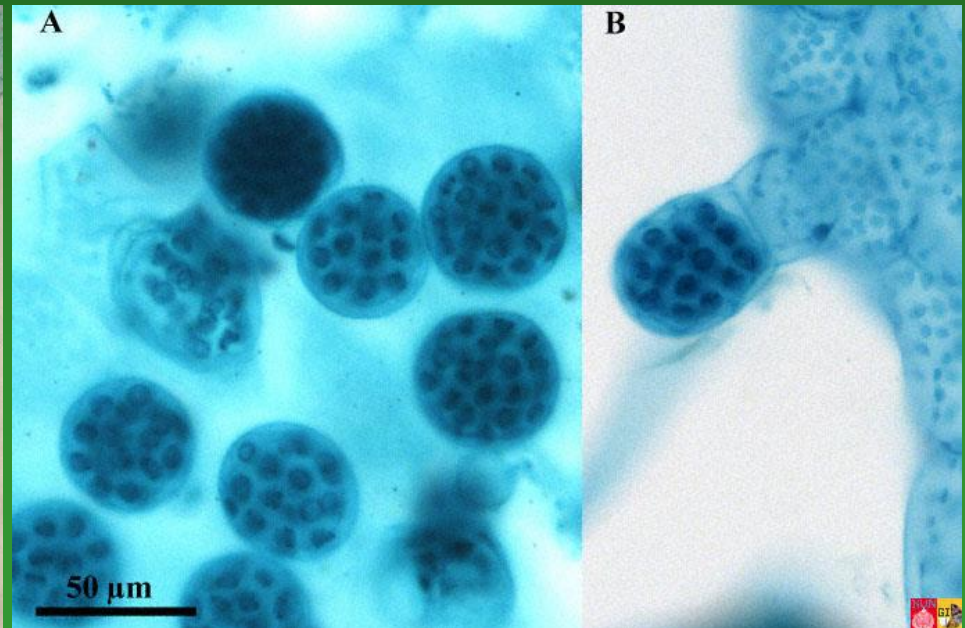
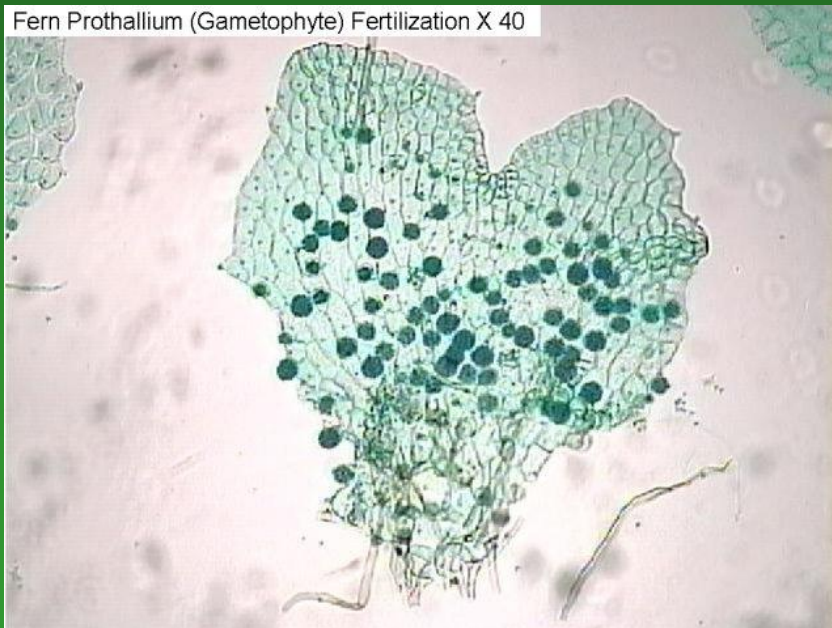


# Prothalia – primárně oboupohlavná, druhotně často jedнопohlavná

Komunikace prothalií pomocí fytohormonů (antheridiogenů ze skupiny giberelinů)  
– vzniká jen jeden typ pohlavních orgánů ve skupině prothalií

= 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)

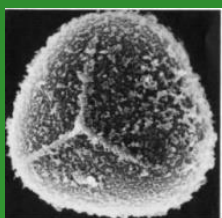
Důvod: gametofyt nepodstupuje při tvorbě gamet meiozi, nedochází k segregaci a všechny jím vytvořené gamety jsou geneticky identické



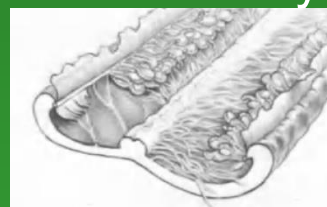
***Pteridium aquilinum*** - hasivka orličí - naše největší kapradina (listy až 2.5 m dlouhé) světlejší stanoviště, celkově kosmopolitní rozšíření, jedovatá - kyanogenní sloučeniny.



Coenosory kryté podvinutým krajem listu a tenkým lištovitým indusiem



Spóry triletní

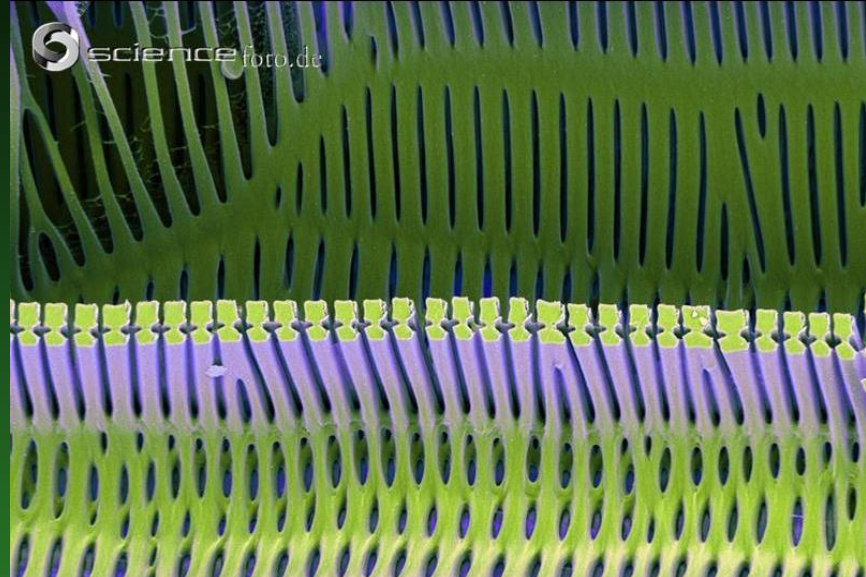


*Dennstaedtiaceae* (170 druhů hlavně tropy)

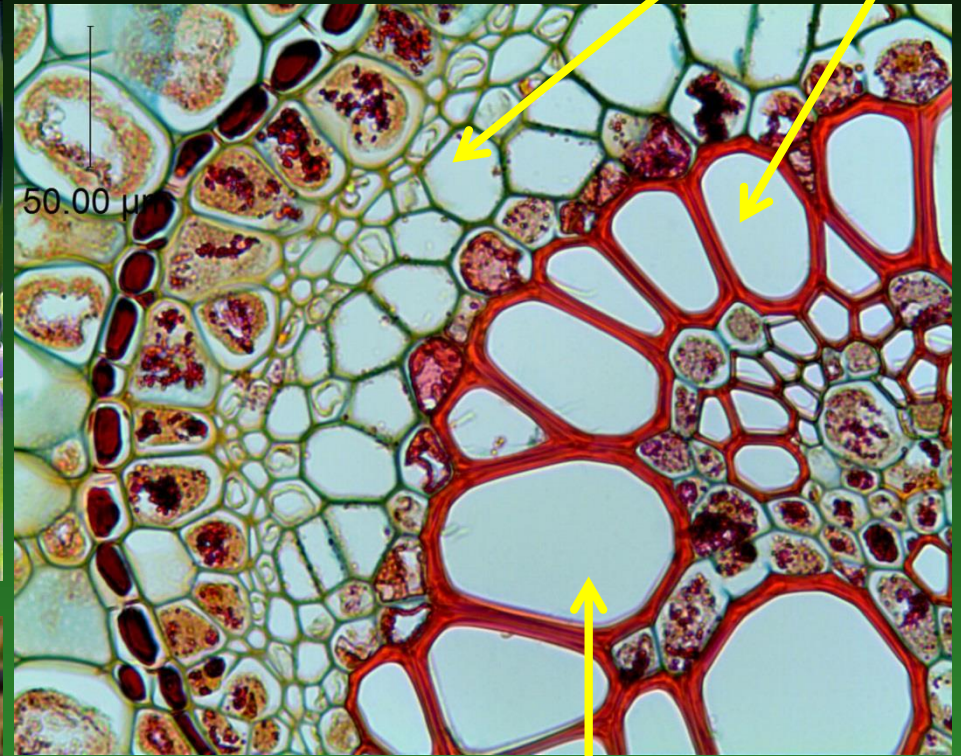


# *Pteridium aquilinum* – vyvinuly se u ní tracheje !

floem xylem



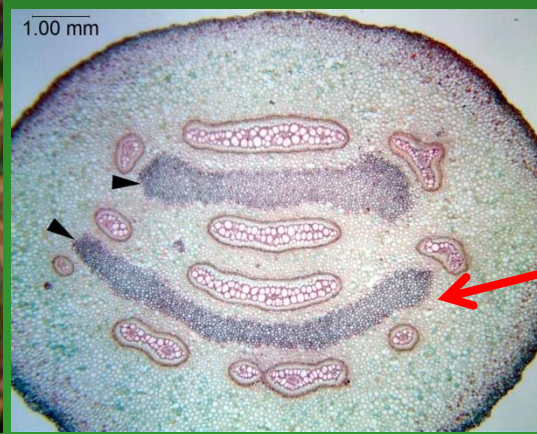
(c) G. Wanner, Ludwig Maximilian University, Munich, Germany



© 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

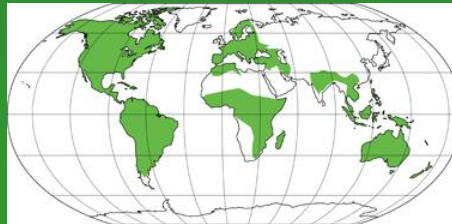
***Notholaena*** (*Paraceterach*)

***marantae*** - podmrška jižní zasahuje k nám ze Středomoří lokalitou na hadcových skalách u Mohelna. (nedávno i v Čes. Krasu)

Rub listů hustě rezavě plevinatý



Hadcová step u Mohelna



***Pteridaceae***  
(950 druhů 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.



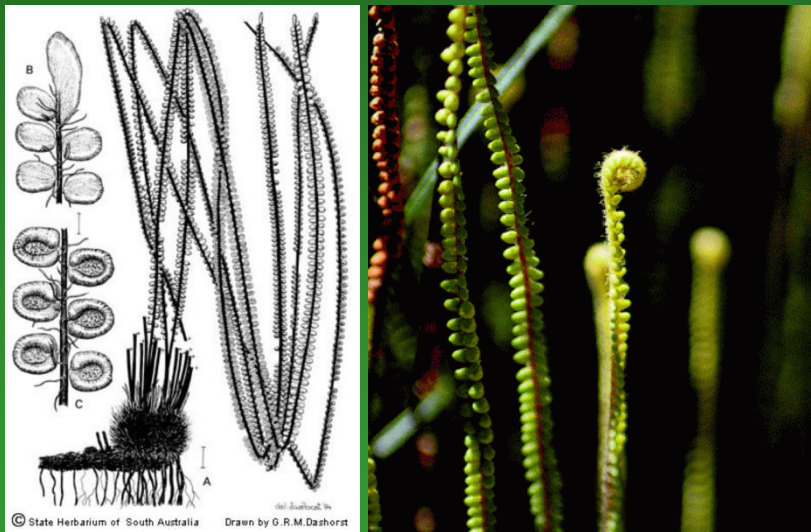
Do stejné čeledi *Pteridaceae* patří také australská  
***Platyzoma microphyllum***

! **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

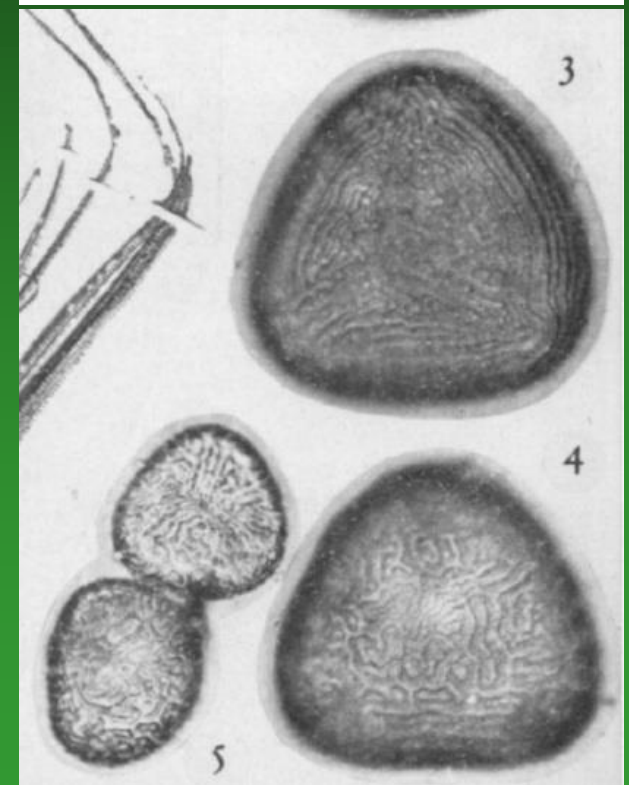


Amer. Jour. Bot. 51(9): 939-942. 1964.

PLATYZOMA—A QUEENSLAND FERN WITH INCIPIENT HETEROSPORY!

ALICE F. TRYON

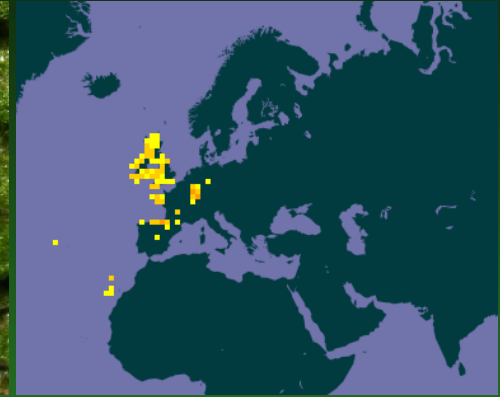
Gray Herbarium, Harvard University, Cambridge, Massachusetts



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



gametofyt připomíná vláknité protonema mechrostů



čel. *Hymenophyllaceae*

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



© Jardín Mandani ©



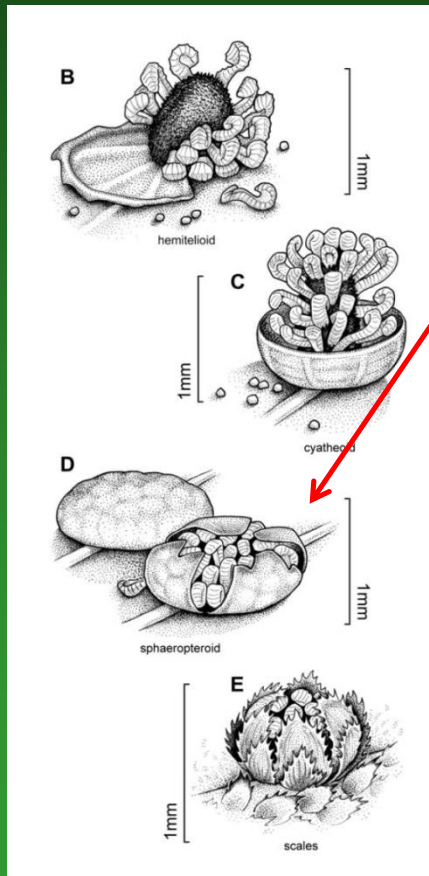
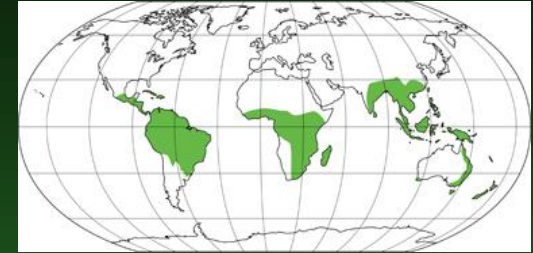
*Nephrolepidaceae*  
– tropické epifyty



Recentní stromové kapradiny (až 20 m vys.) patří k rodům ***Dicksonia*** (Dicksoniaceae - 30 druhů) a ***Cyathea*** (Cyatheaceae - 600 druhů)



- kmen nevětvený, štíhlý, pokrytý trichomy
- listy až 3 m dlouhé, vícenásobně zpeřené.
- sporangia v sořech krytá ostěrami (miskovitými, „tortilózními“, až „hlávkozelíoidními“)
- i zde klasická krátkověká srdčitá prothalia



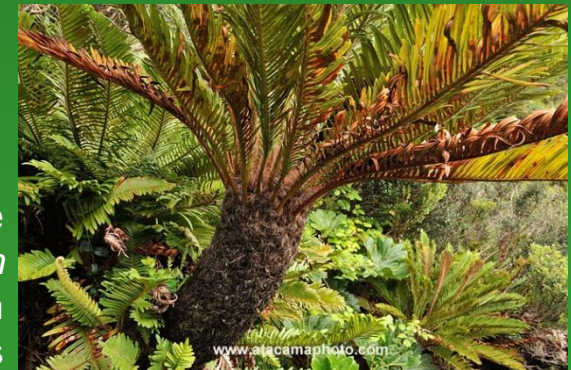
# *Blechnum spicant* - žebrovice různolistá

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



*Blechnaceae* –  
200 druhů  
hlavně tropy

stromové  
*Blechnum cycadifolium*  
na ostrově Juan  
Fernandes





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



*Thelypteridaceae* – 950 druhů  
hlavně tropy

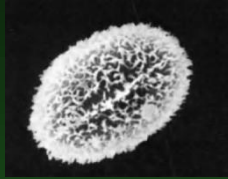
# *Athyrium filix-femina* - papratka samičí

Nejhojnější kapradina našich lesů. Čárkovité sori s lištovitým indusiem



*Athyriaceae* - hlavně tropy, u nás jen papratka

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



*Cystopteridaceae* - u nás 2 rody, oválné sori na žilkách s malým šupinovitým induziem nebo bez



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

*Cystopteridaceae*



Pěstovaný *Matteucia struthiopteris* - pérovník pštrosí s listy výrazně rozlišenými na trofofyly a sporofyly (Preslové mu říkali peropušník)



*Onocleaceae* – 5 druhů hlavně v mírném pásu sev. polokoule

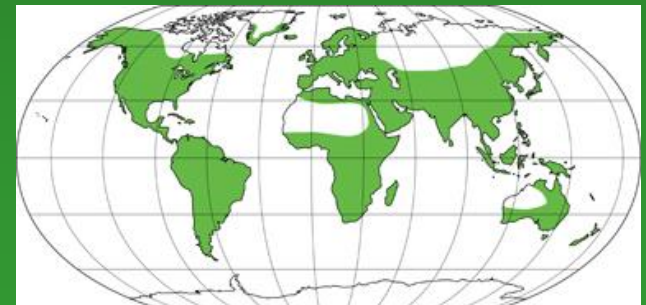
# *Asplenium trichomanes*

pensum

sleziník červený – na různých  
skalních substrátech hojně



*Aspleniaceae* – 700  
druhů

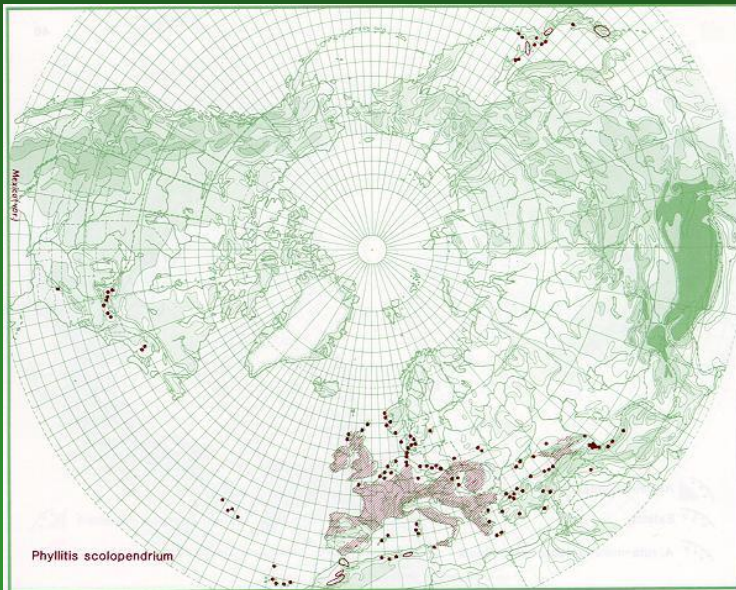


*Asplenium ruta-muraria* - sleziník routička zední –  
vápencové skály a zdi



*Aspleniaceae*

Velmi vzácný je u nás  
***Phyllitis scolopendrium*** -  
 jelení jazyk celolistý (vzácně  
 např. v Mor. Krasu) s  
 celistvými listy a čárkovitými  
 coenosory



*Aspleniaceae*





# *Dryopteris filix-mas*

pensum

## kaprad' samec

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



*Dryopteridaceae* – 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

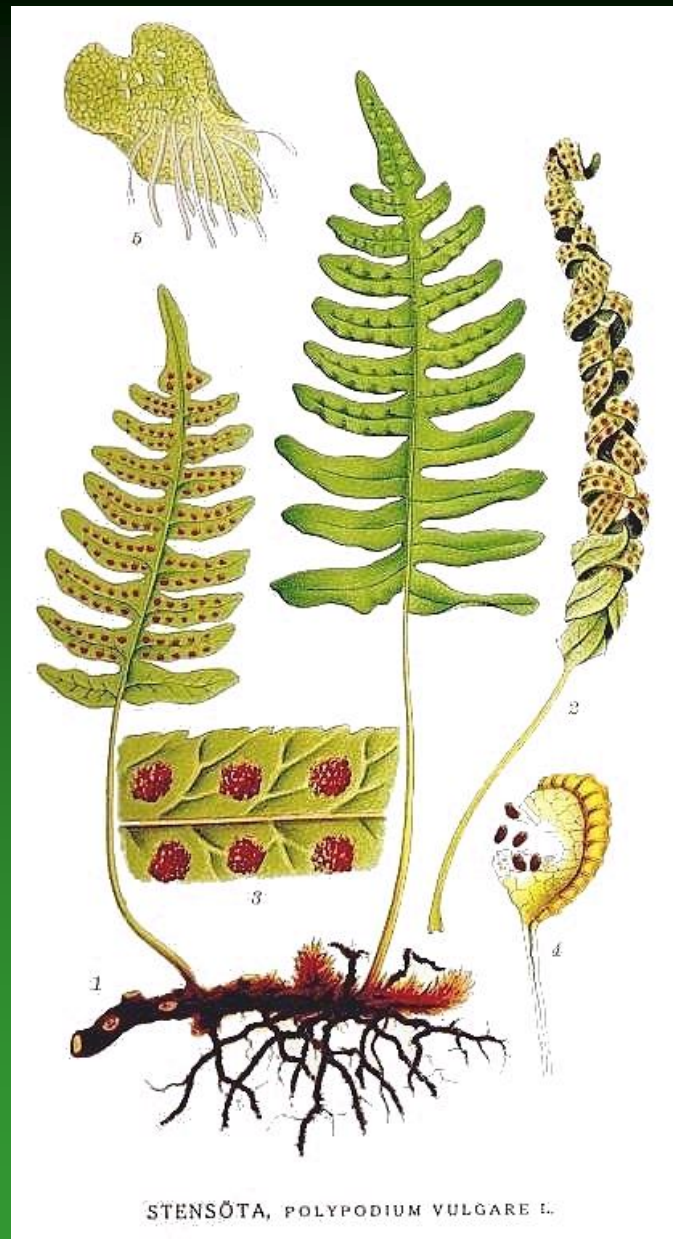


***Polypodium vulgare*** - osladič obecný  
 na skalách hojně

okrouhlé sori  
 bez induzií  
 na jednoduchých  
 úkrojcích  
 ve 2 řadách



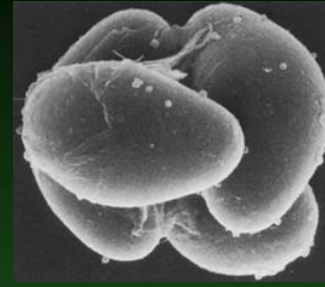
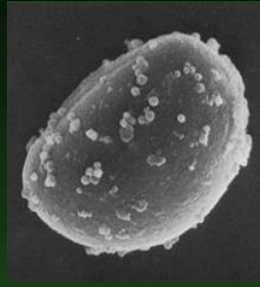
*Polypodiaceae* – 1200 druhů



Do čel. *Polypodiaceae* patří také tropické epifyty z rodu *Platynerium* - 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

## 2. řád *Salviniales*



heterosporické leptosporangiátní kapradiny

## ***Marsileaceae* – marsilkovité**

bahenní a vodní v půdě **kořenující** byliny

horizontální plazivý oddenek

listy - šídlovité

- nebo s plochou čepelí - 2 nebo 4 četné s dlouhým řapíkem

sporangia – leptosporangiátní ale **hetrosporická**

shluky sporangií sori – uzavřené v přeměněných listových úkrojcích – **ve**  
**sporokarpech** – oválného nebo kulovitého tvaru

v jednom sporokarpu mega- i mikrosporangia,

prothalia se vyvíjejí uvnitř spór

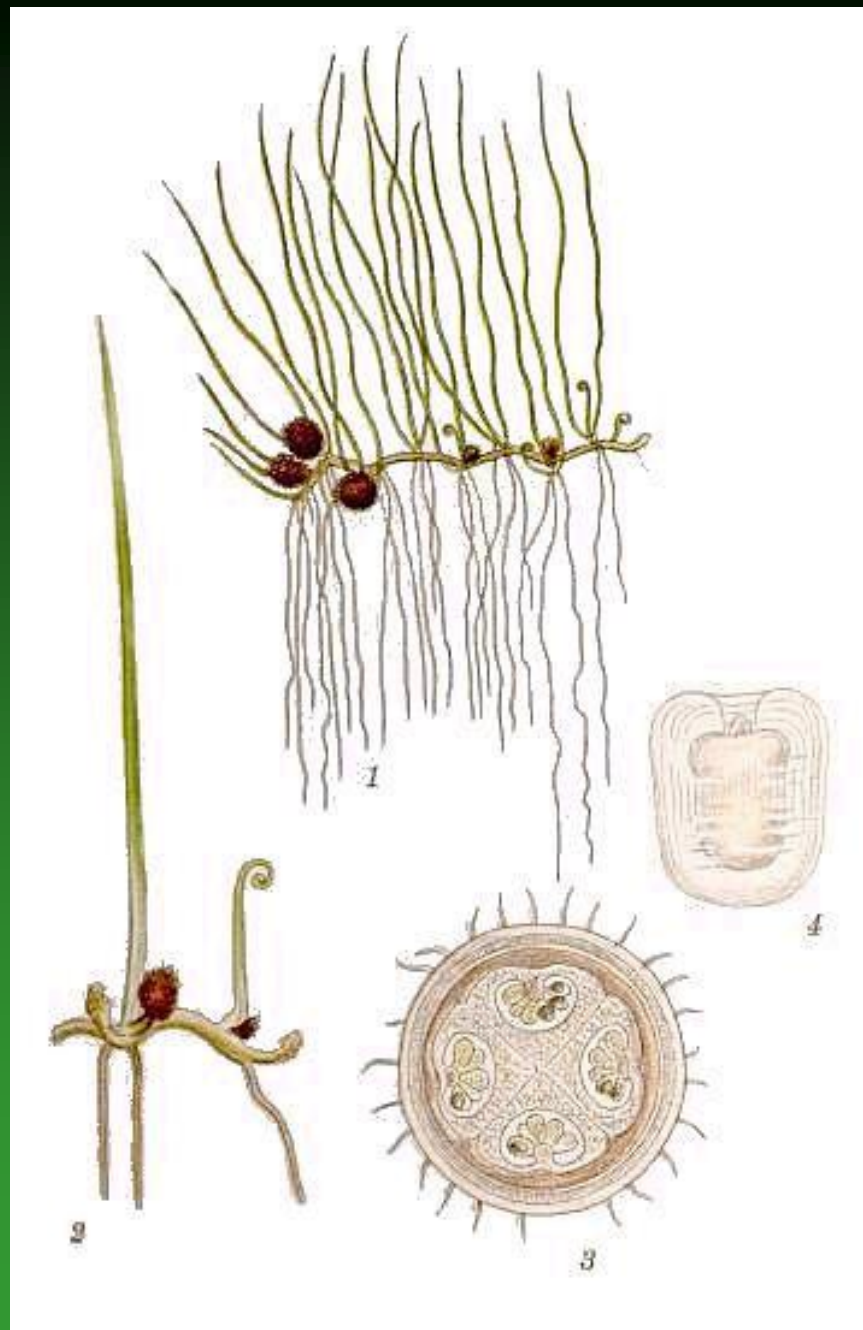
jako sporokarpium přečkává rostlina nepříznivé podmínky





# Marsileaceae - marsilkovité (75 druhů)

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.





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



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

# *Marsilea quadrifolia* - marsilka

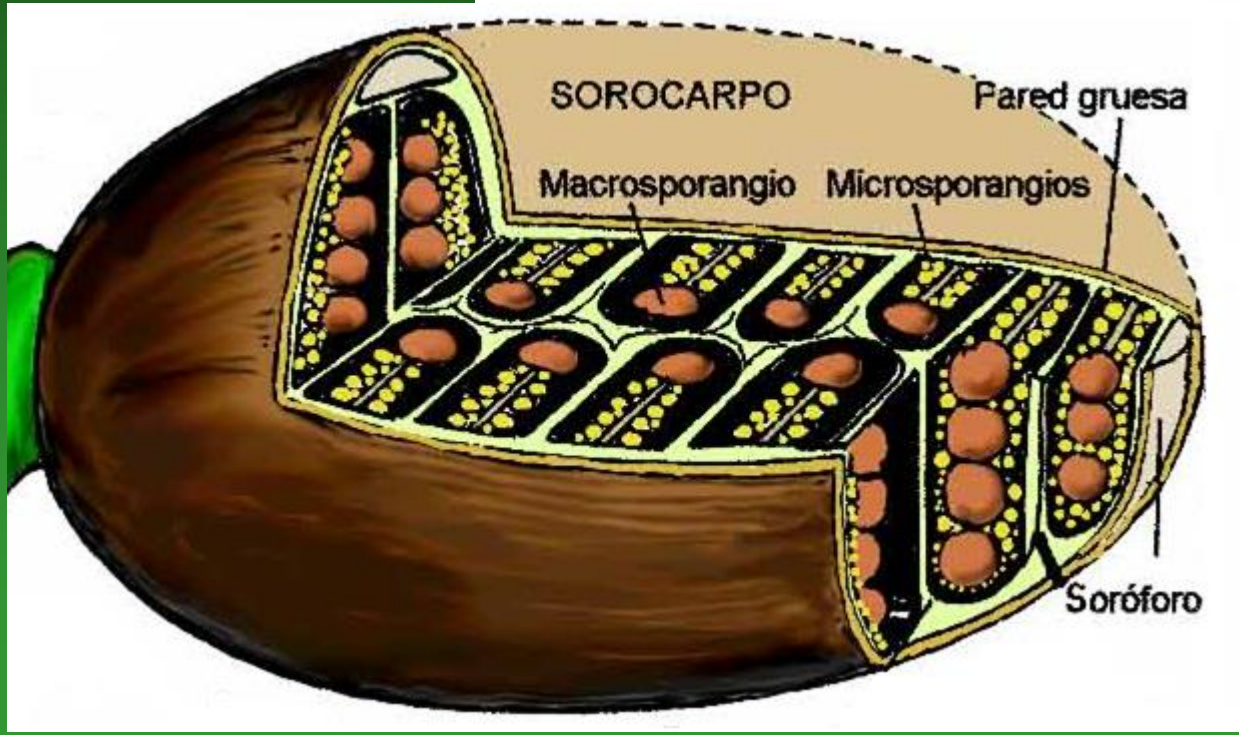
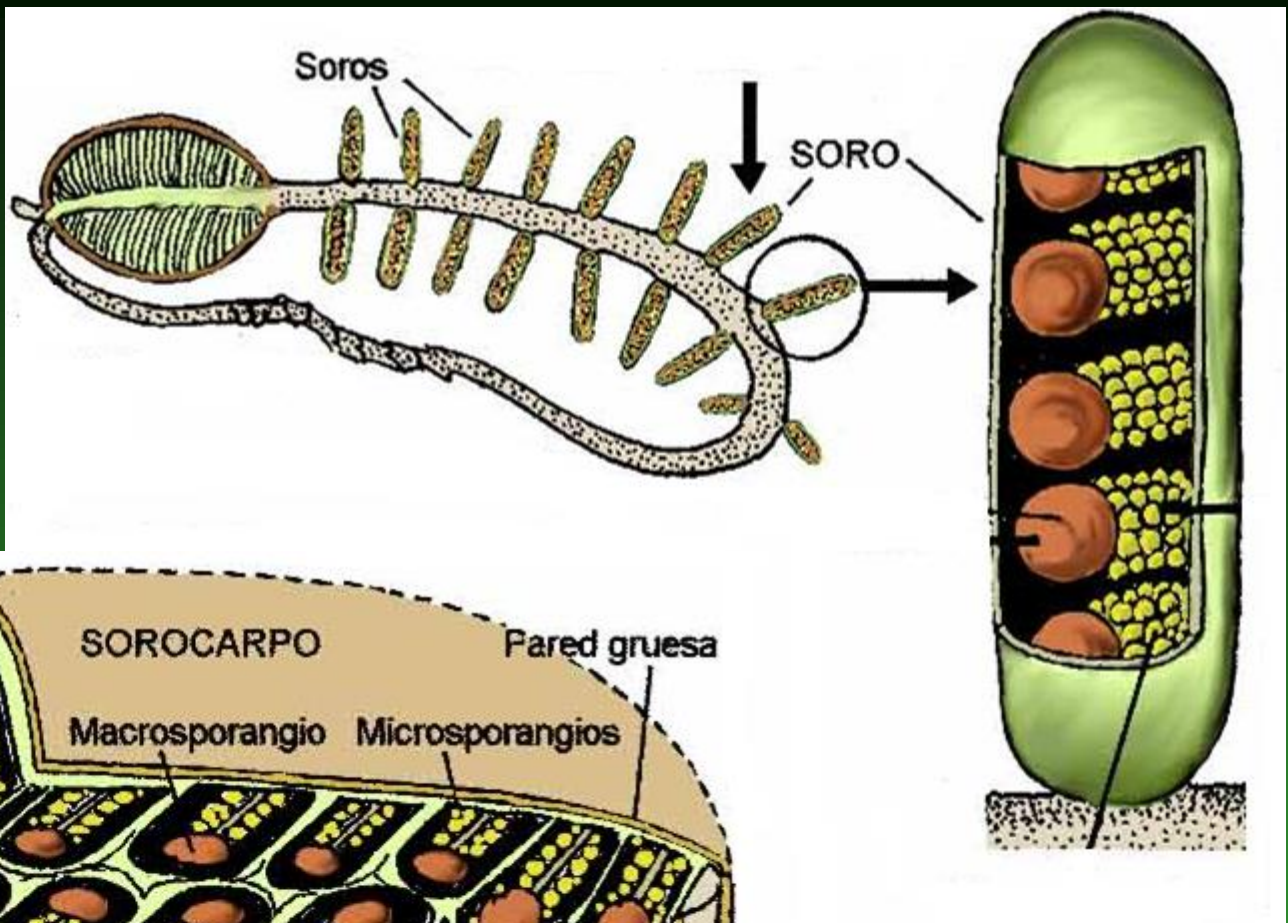
čtyřlistá

velmi vzácná bahenní rostlina s dlouze řapíkatými čtyřčetnými listy; na JV Slovensku



Otevřený sporokarp

marsilky se sory na sliznaté stopce soroforu



zapouzdřené sory nesou megasporangia s jedinou megaspórou a mikrosporangia s 64 spórami

# Salviniaceae – nepukalkovité

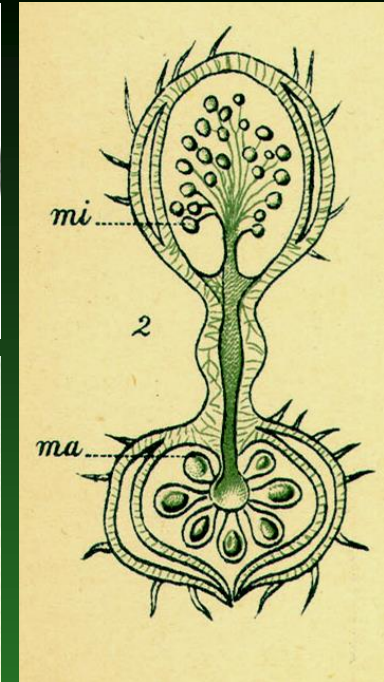
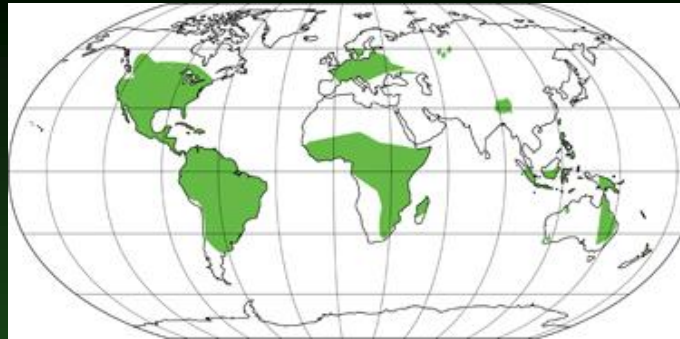
(16 druhů)

jednoleté, na hladině plovoucí

heterosporické

sporangia v sorech uvnitř  
jednopohlavných sporokarpů

(= v jednom sporokarpu buď jen  
mikro- nebo jen megasporangia)



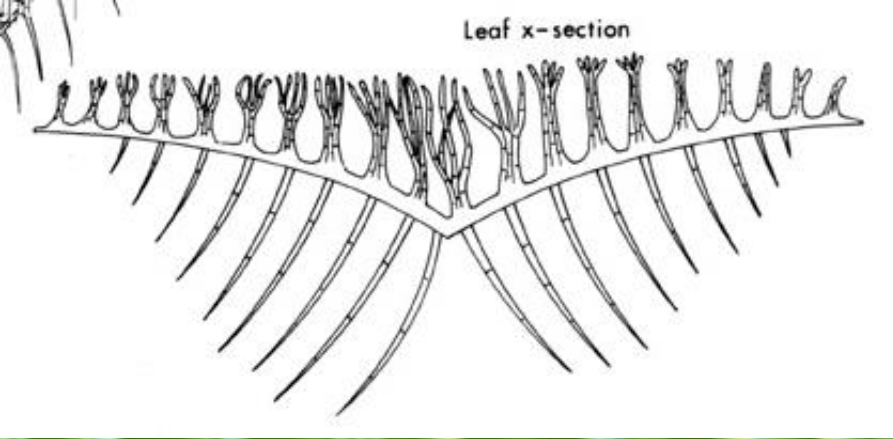
## U nás jen *Salvinia natans* - nepukalka vzplývající

jednoletá rostlina s plovoucím stonkem,  
listy v „trojčetných“ přeslenech - 2 listy  
vegetativní, zbývající jeden je přeměněn  
ve svazek dlouhých do vody visících  
vláken, jež mají funkci kořenů,  
vytvářejíce i vlášení

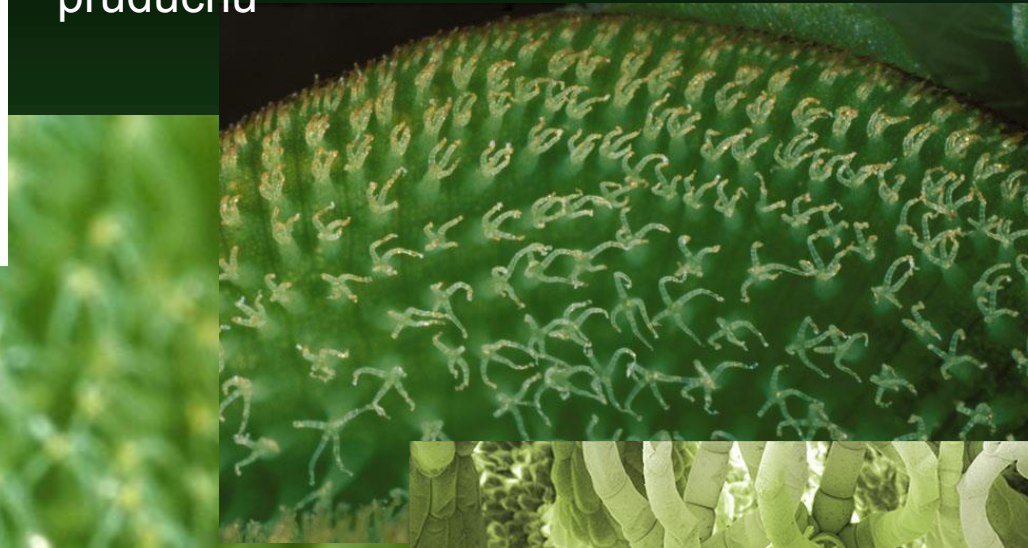
kořen = přeměněný list

čel. *Salviniaceae* -  
nepukalkovité  
(celosvětově 1/25)





Listy - kryty nesmáčivými trichomy, bez průduchů



***Azolla caroliniana*** – azola americká – pěstovaná akvaristy a zplaňující

jednoledá, bahenní až vodní vzplývavá rostlina

lodyha – vidličnatě větvená s drobnými hustými listy a adventivními kořeny

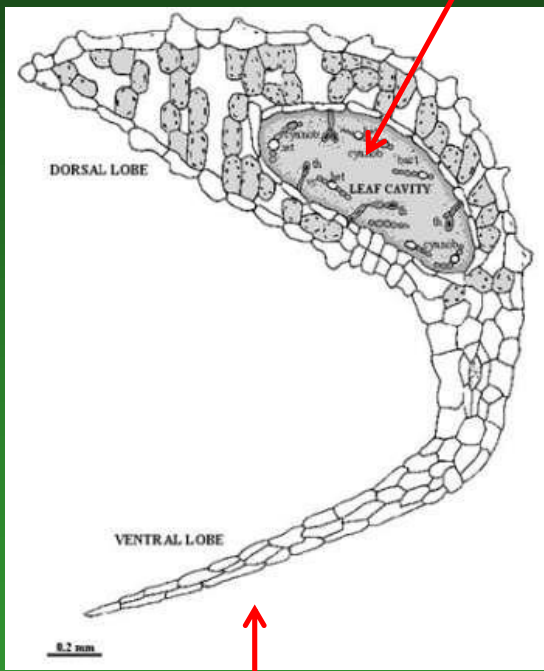


3. čel.  
***Azollaceae*** -  
azolovité  
(celosvětově  
1/5)

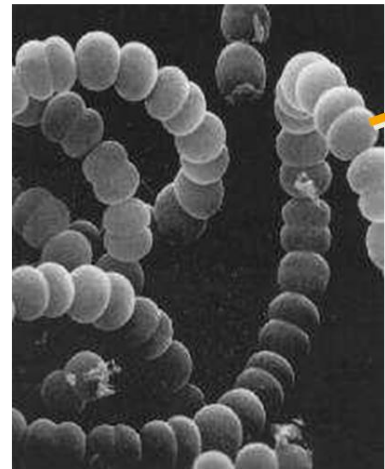


# Azolla caroliniana

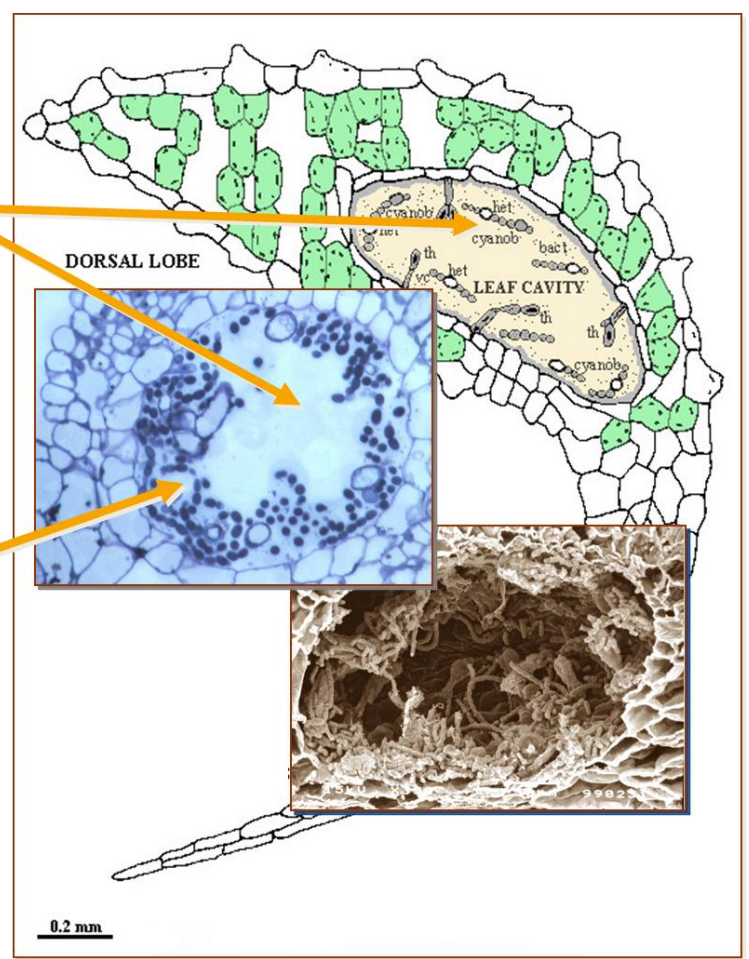
**Sterilní listy** – dvoulaločné – dorzální lalok bachratý vyplněný jednak aerenchymem a dále slizovou dutinkou, v ní žije endosymbiontní sinice *Anabaena azollae*



**Azolla leaf**



**Anabaena**



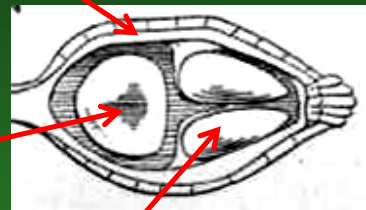
ventrální lalok plochý

# Azolla caroliniana – sporokarpy – na bázi listových laloků



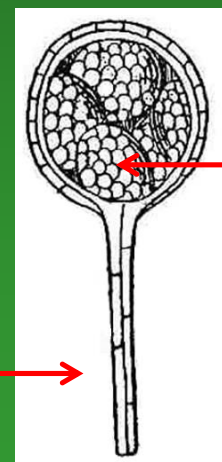
## Megasporokarp

(menší – 0,5 mm)  
obsahuje jediné  
megasporangium  
s jedinou  
megaspórou  
se 3 vzdušnými vaky



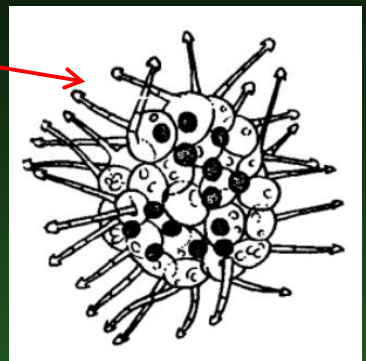
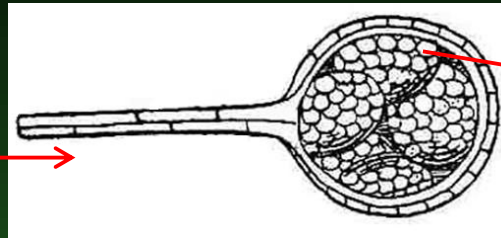
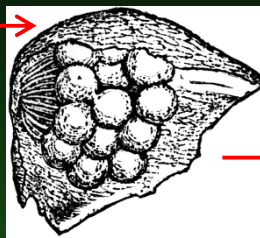
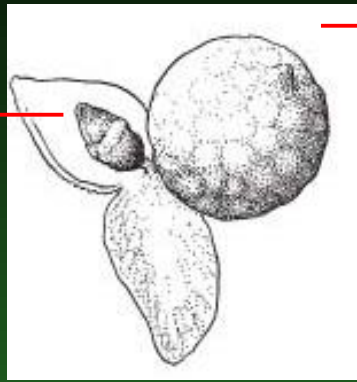
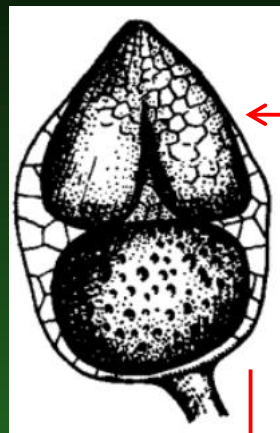
## Mikrosporokarp

(větší – 2 mm)  
s mnoha  
stopkatými mikrosporangii  
každé s 64 mikrospórami

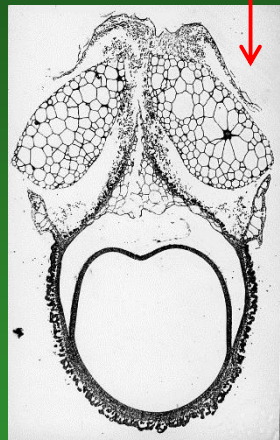


mikrospóry  
ve shlucích  
=massulách

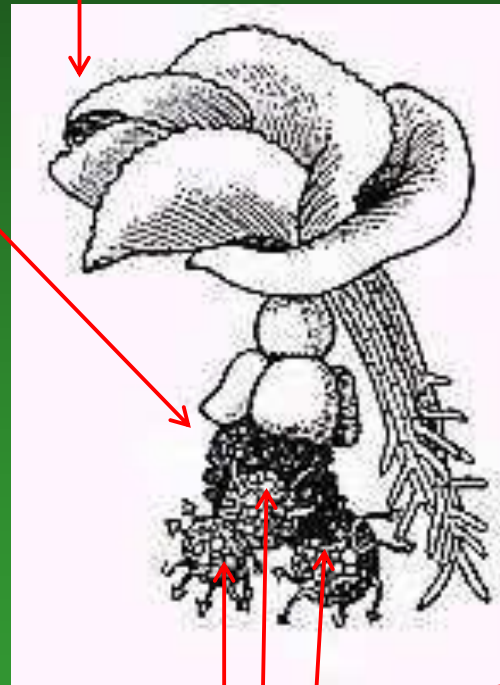
# Azolla caroliniana – massy a massuly



sporofyt vzniká z jediného oplodněného archegonia



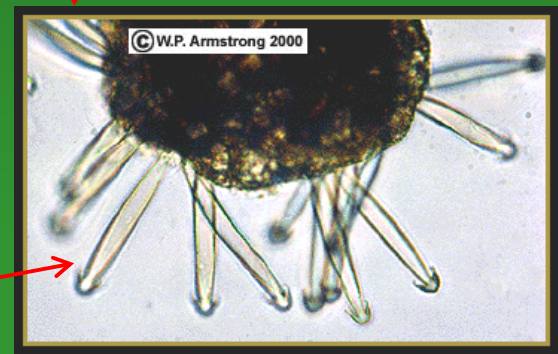
Massa = megaprotalium plovoucí za pomoci vzdušných vaků



Massula = shluk mikroprotálií s háčky - glochidiemi, které se zachycují za chloupky na povrchu megaspóry



massuly



# Semenné typy kapradin

# 5. třída *Pteridospermopsida*

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

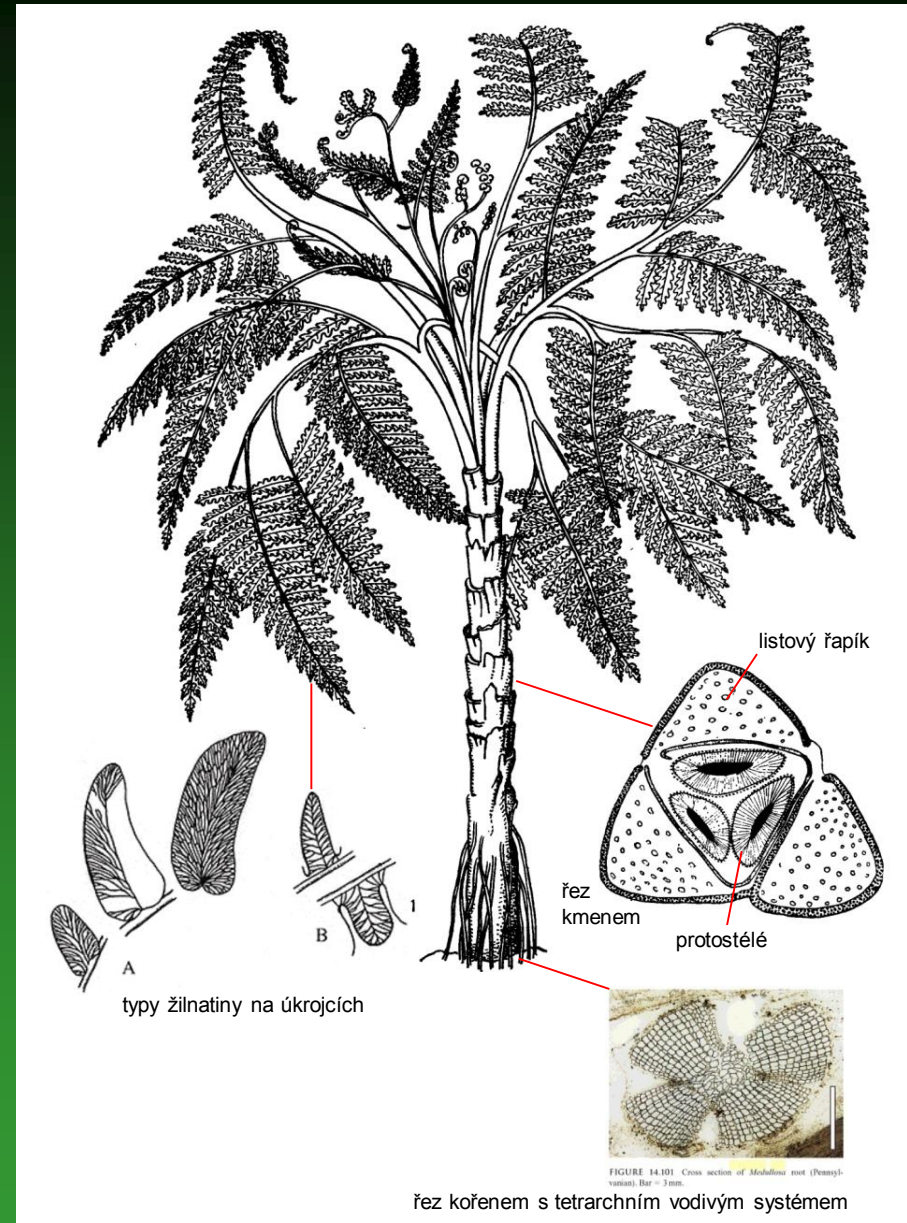


semenná linie karbonských až druhohorních kapradin

(k semenným rostlinám je v podobném vztahu jako *Zosterophyllopsida* k plavuním)

# řád *Medullosales*

- svrchní karbon–perm (360–250 mya)
- vzhled stromových kapradin
- „kmen“ - více protostélických vodivých svazků, obklopených parenchymem (manoxylická struktura – rostly v teplejších oblastech), obalený listovými pochvami
- každý ze svazků má vlastní vaskulární bifaciální kambium produkující dovnitř xylem a vně floem
- listy většinou vícenásobně zpeřené s větvením dichotomicky větveným
- žilnatina úkrojků síťnatá nebo s 1 nevětvenou hlavní žilkou a vidličnatě větvenými paralelními žilkami vedlejšími
- kořeny adventivní zpravidla s tri- až tetrarchními vodivými elementy



# řád *Medullosales*

**Mikrosporangia** - srůstají do stopkatých „baňkovitých“ mikrosynangií (vyrůstají z větene mezi úkrojky)

- nebo celé úkrojky přeměněné v mikrosynangia

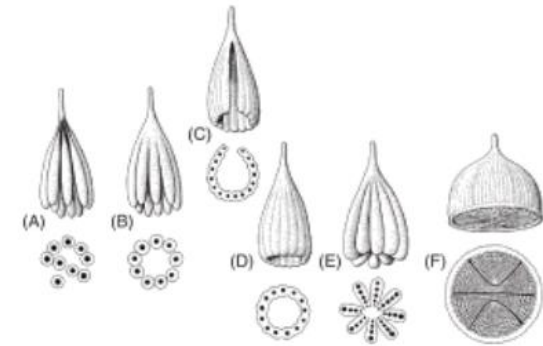
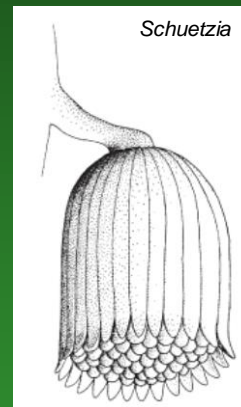
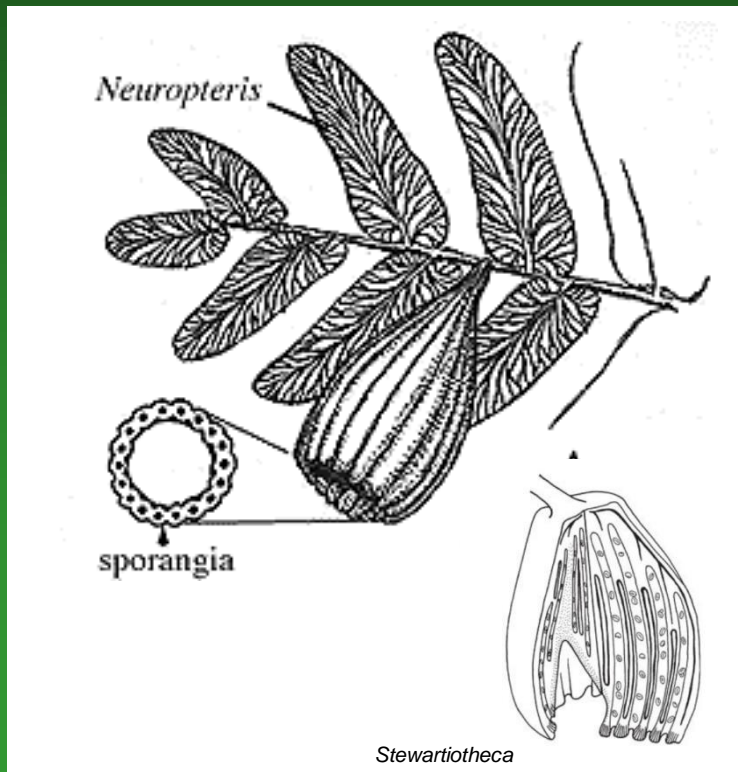
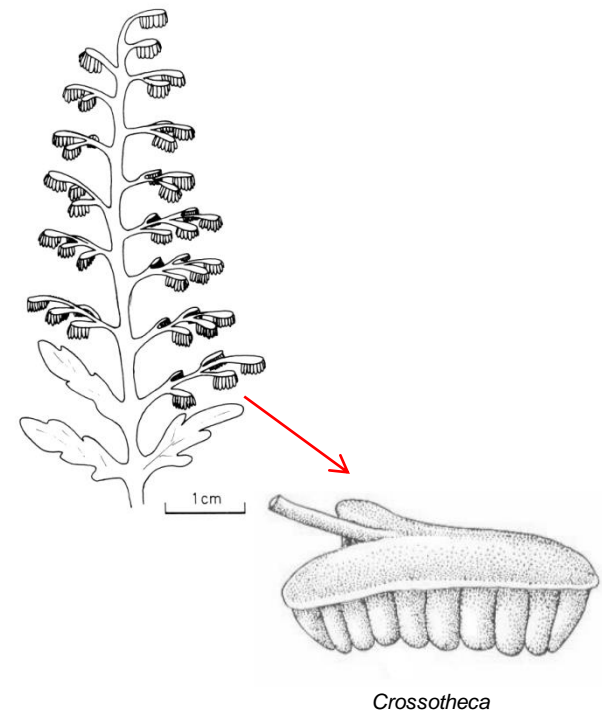


FIGURE 14.157 Suggested evolution among selected medullosan pollen organs. A. Cluster of terminal sporangia of a progymnosperm. B. Pollen sacs of the *Codonotheca*-type pollen organ. C. Incomplete fusion of pollen sacs to form a bilateral pollen organ like that of *Parasporotheca*. D. Fused ring of pollen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



# řád *Medullosales*

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

(1) nucellus = vnitřní obal = původní výplň sporangia, než z něj meiozou vznikla megaspóra

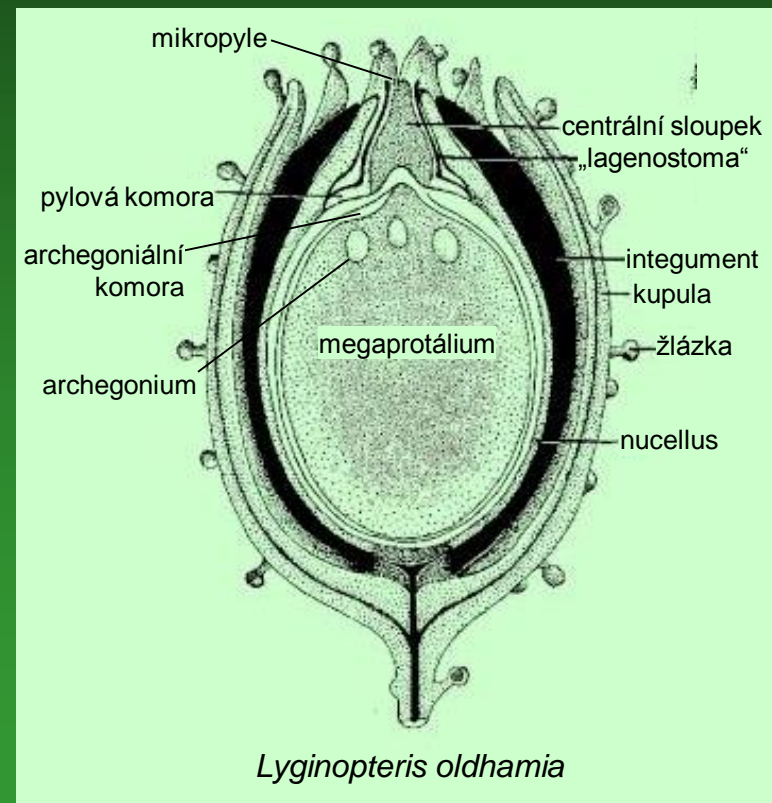
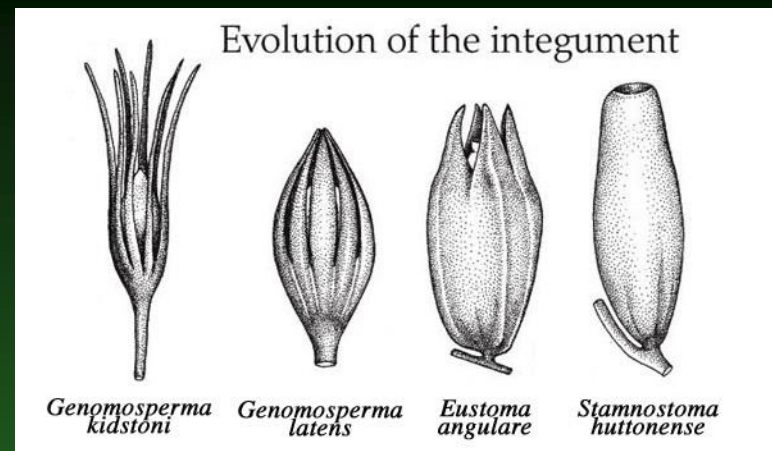
(2) integument = střední obal = vlastní stěna sporangia

(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

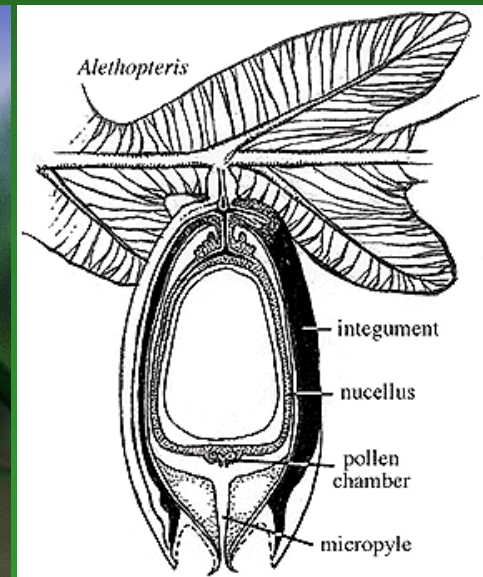
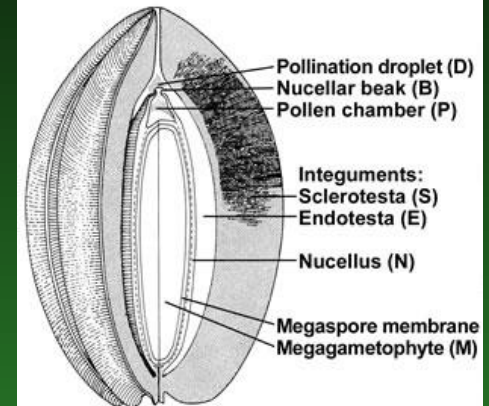
**Semena** - velká až 10 cm

**Obal semen (testa):**

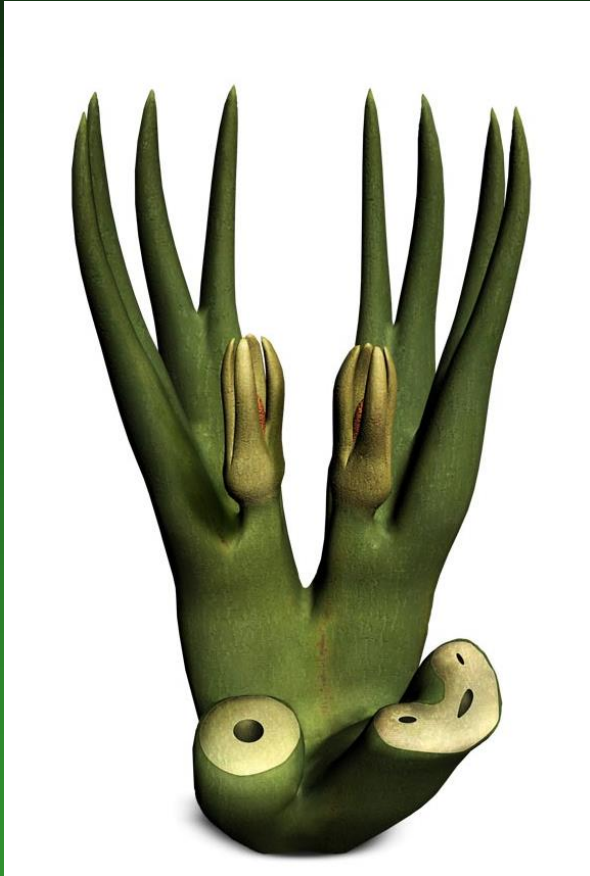
(1) vnější dužnatá sarkotesta

(2) vnitřní dřevnatá sklerotesta

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



*Medullosa noei*  
keřovitěho až stromkovitého  
vzřůstu, 3,5 m vysoká



*Elkinsia polymorpha*

ještě starší! svrchní devon (> 380 mya)  
zařazení nejasné



Ivy Livingstone © BIODIDAC

# Mohly by být fylogenetickým předchůdcem cykasů



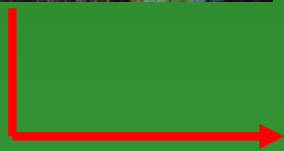
Cyathea



Medullosa

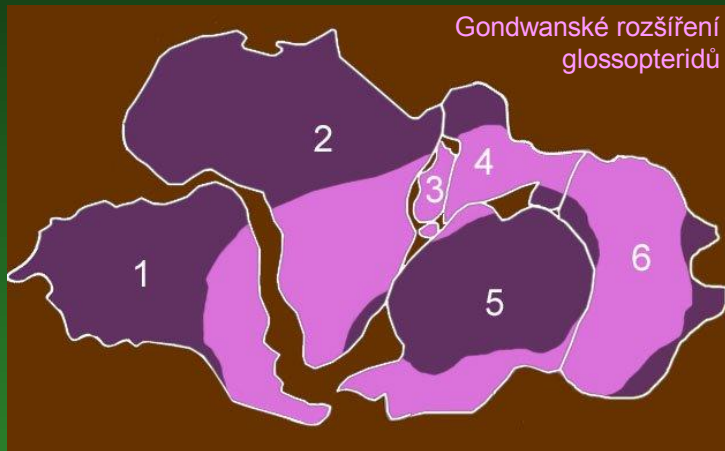


Encephalartos



# řád *Glossopteridales*

- dominanty permské flóry na jižním – Gondwanském – superkontinentu



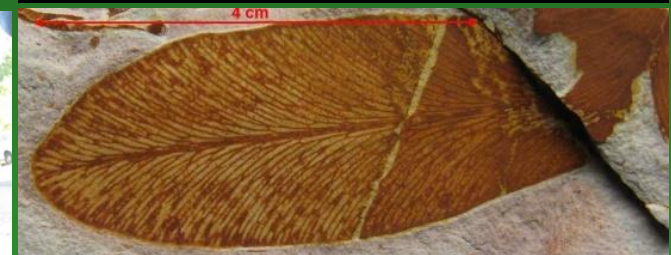
- opadavé stromy (i přes 30 m vys.) bažinatých stanovišť chladnějších středních a vyšších poloh
- podílejí se významně na permských uhelných depozitech
- kmeny s pyknoxylickou stavbou s výraznými letokruhy
- kořeny s tri- až polyarchní vodivou soustavou



# řád *Glossopteridales*

## Listy

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



řez kmenem

# řád *Glossopteridales*

## Mikrosporangia

- ve shlucích srostlá v šišticovitá mikrosynangia,
- mikrosynangia dlouze stopkatá se stopkou zčásti přirostlou k listové čepeli, někdy synangia na listu v páru
- 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.)

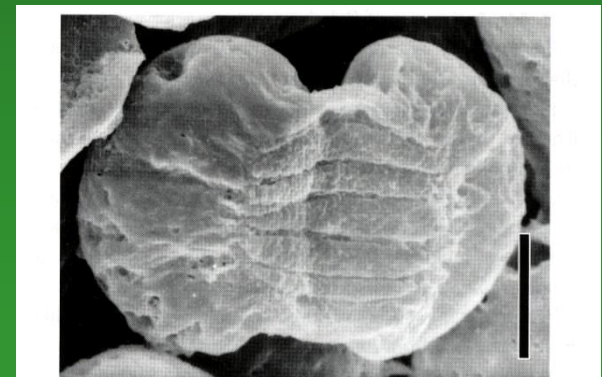


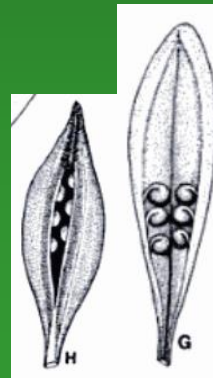
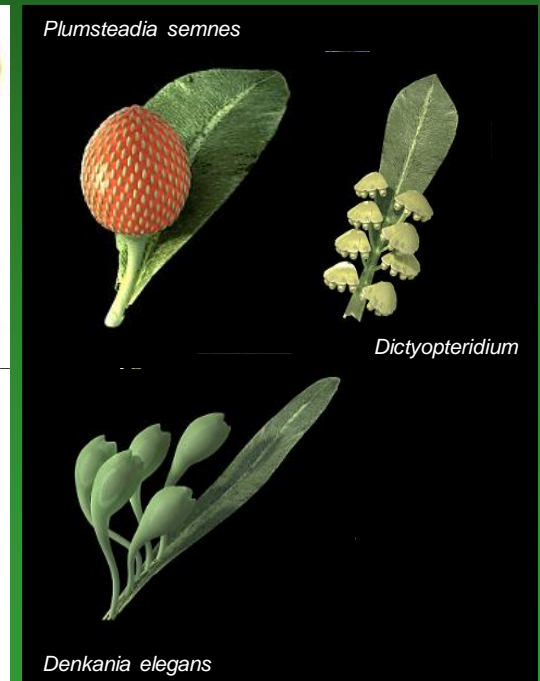
FIGURE 14.217 Pollen grain with proximal striations. Bar = 10 $\mu$ m. (Courtesy S. McLoughlin.)

# řád *Glossopteridales*

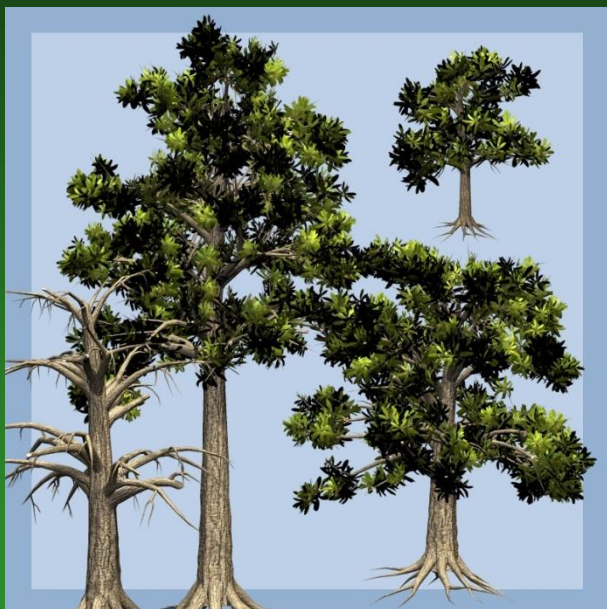
## Megasporangia (vajíčka)

- větší jednotlivě nebo častěji drobnější ve shlucích srostlá v stopkatá megasynangia, popř. i ponořená v čepeli listu
- stopka přirostlá zčásti k listové čepeli, jednotlivě, dvouřadě nebo ve skupinkách
- někdy jednotlivá anatropní, chráněná při vývinu konduplikátně svinutým listem

připomíná to plody lípy



# Mohly by být fylogenetickým předchůdcem kordaitů a jinanů



*Glossopteris*



*Cordaites*



*Ginkgo*

