



# Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin

## Kaprad'orosty

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



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



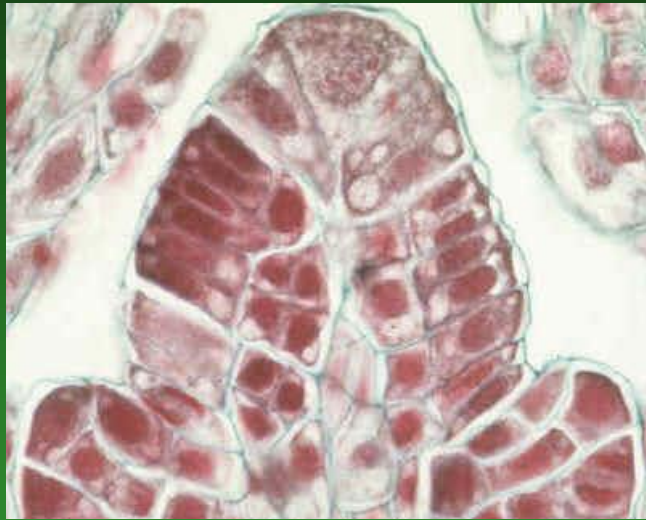
© Bruce G. Marcot



nástupci Trimerofyt (megafylní linie ryniofytů)



**Vzrostný 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



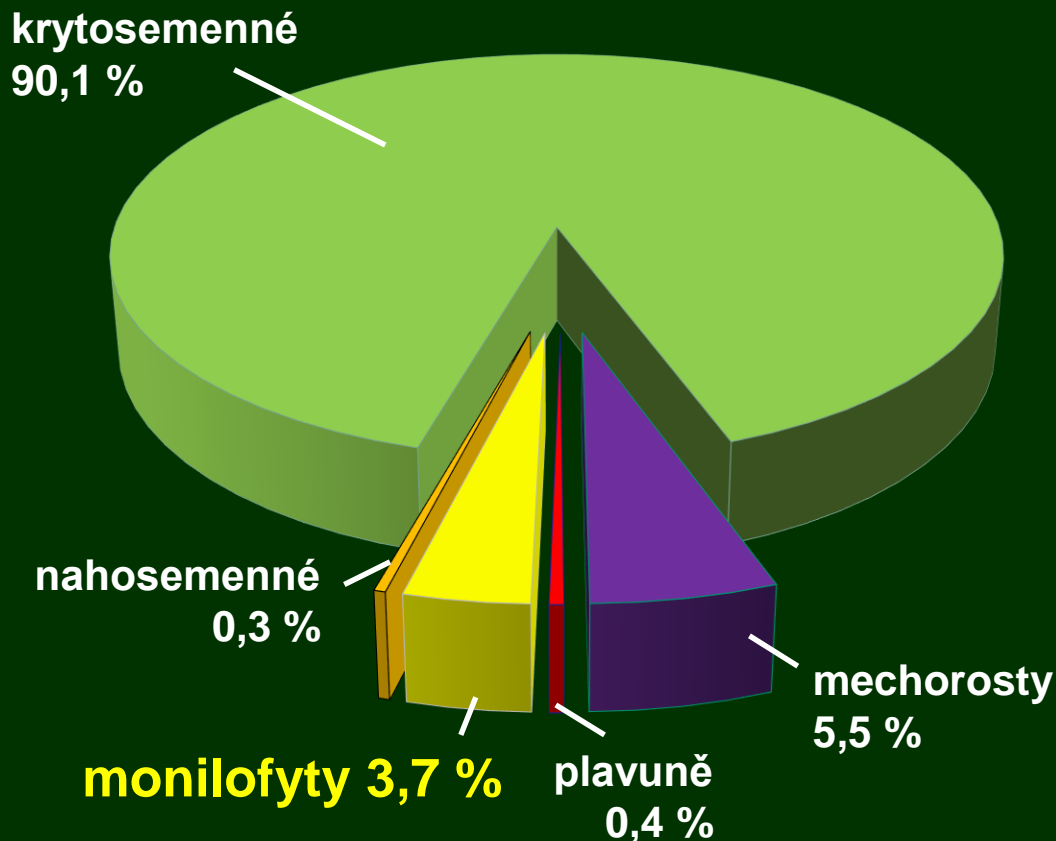
Oddělení *Monilophyta* = kaprad'orosty

má 5 tříd

1. *Psilotopsida* - prutníky
2. *Equisetopsida* - přesličky
3. *Marattiopsida*
4. *Polypodiopsida* – kapradiny
5. *Pteridospermopsida* – kaprad'osemenné (vymřelé)

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

## Podíl monilofytů na druhové diverzitě vyšších rostlin



## Počty popsanych 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 řády: *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 nudum*

(= *Psilotum triquetrum*)

- tropy a subtropy

- na skalách (= epiliticky)



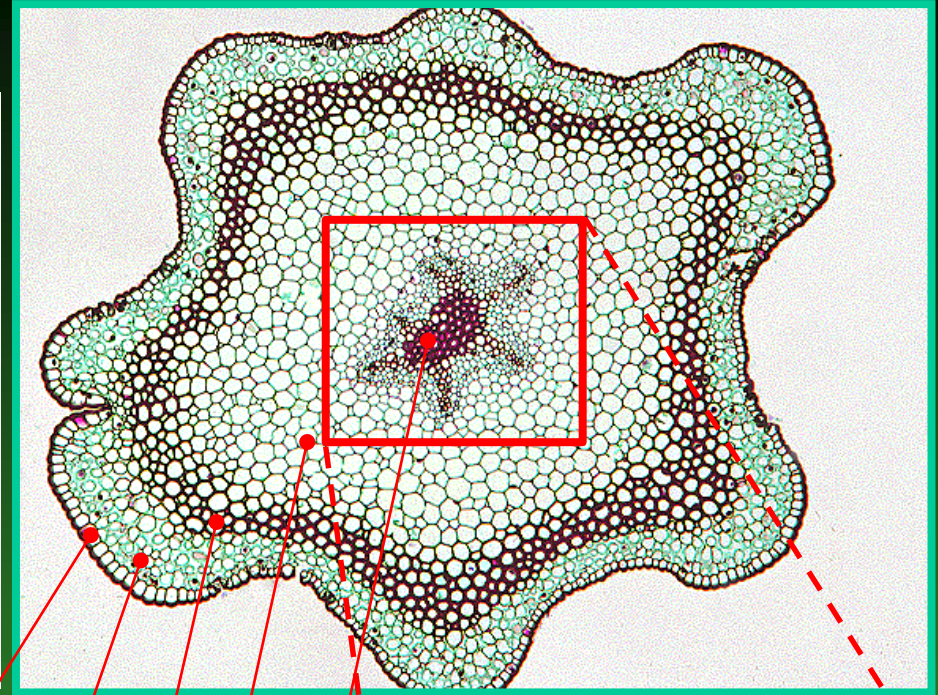
V Evropě nalezeno r. 1965 v J Španělsku, v provincii Cadiz

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





# Nadzemní stonek



- epidermis
- vnější { asimilující chlorenchym
- střední { zpevňující sklerenchym
- vnitřní { mohutná vrstva parenchymu
- kortex**
- 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 nebo vidličnatě rozvětvené
- bezžilné (enafily)
- střídavě postavené
- bez průduchů



# Sporangia

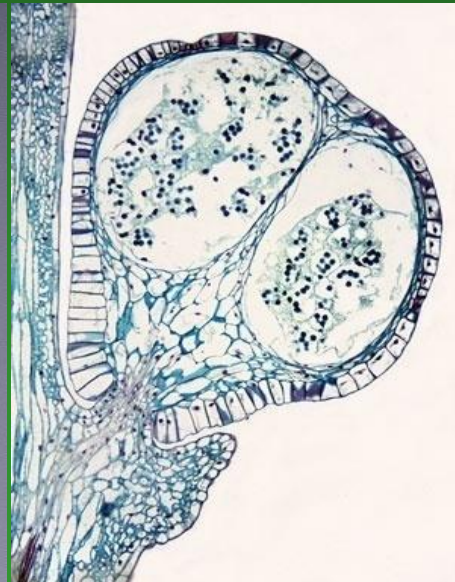
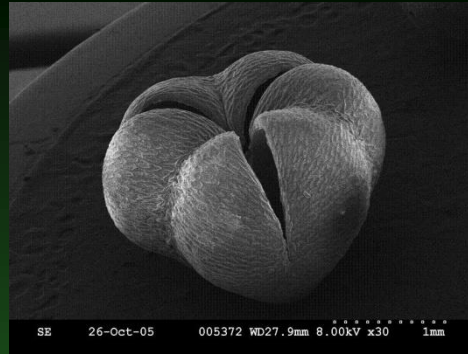
eusporangiátní

izosporická

v paždí vidličnatých listů

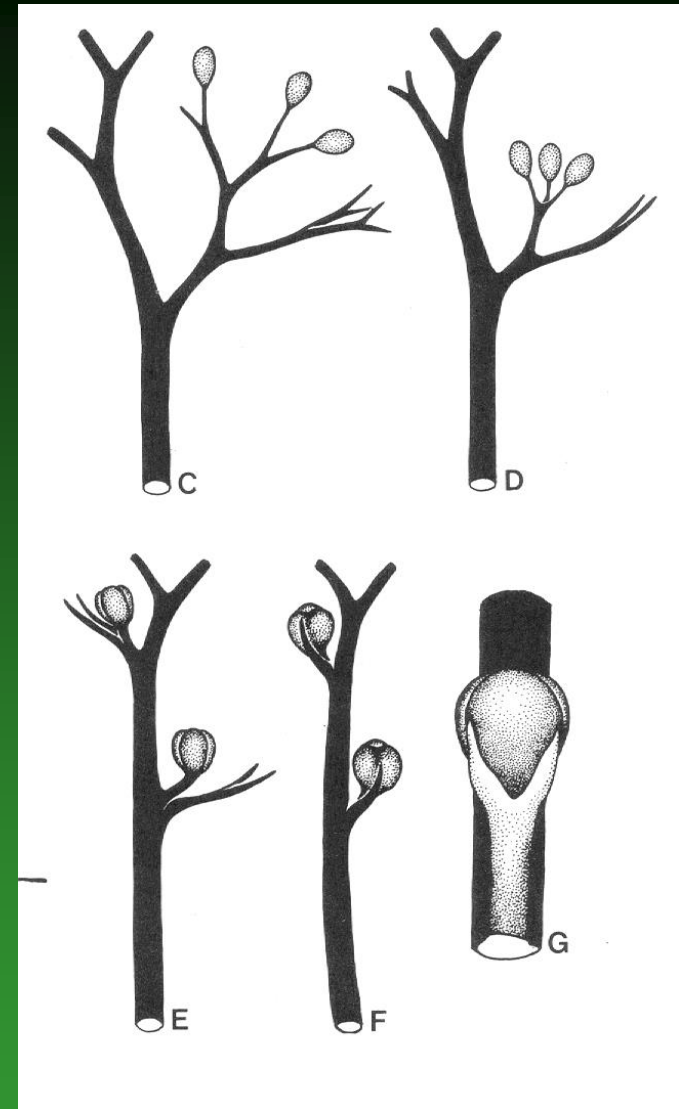
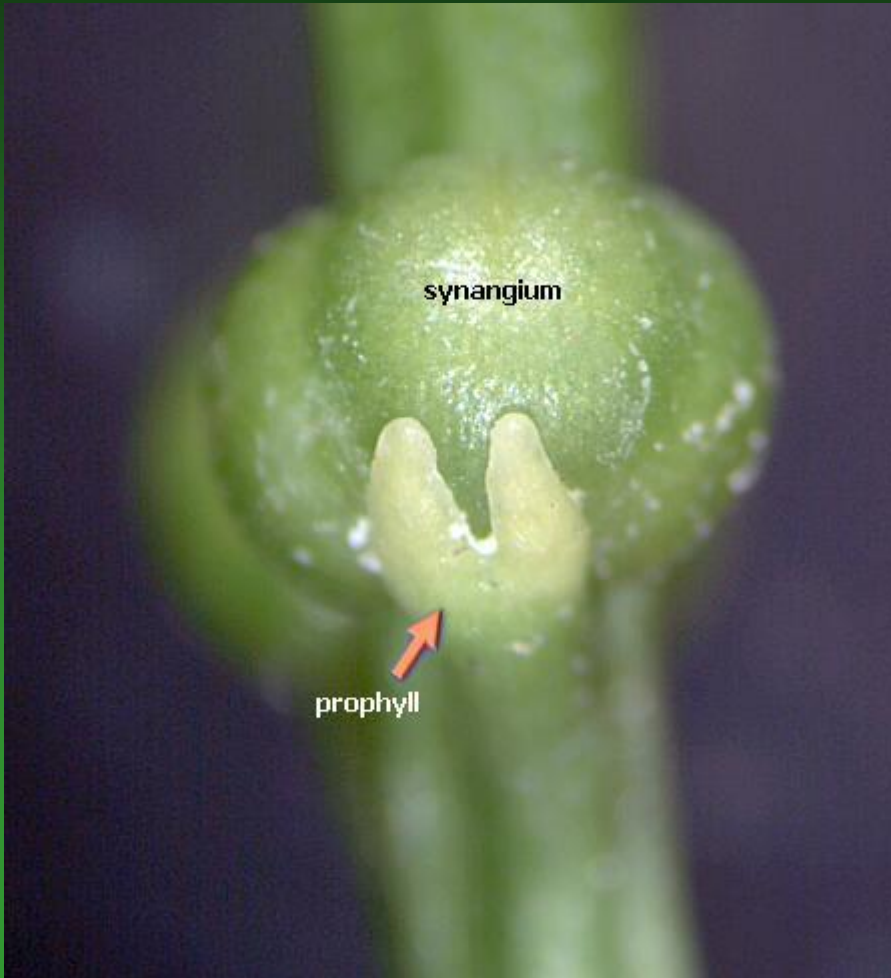
po třech srostlá v  
synangia

každé ze 3 pouzder má  
vlastní dehiscenci



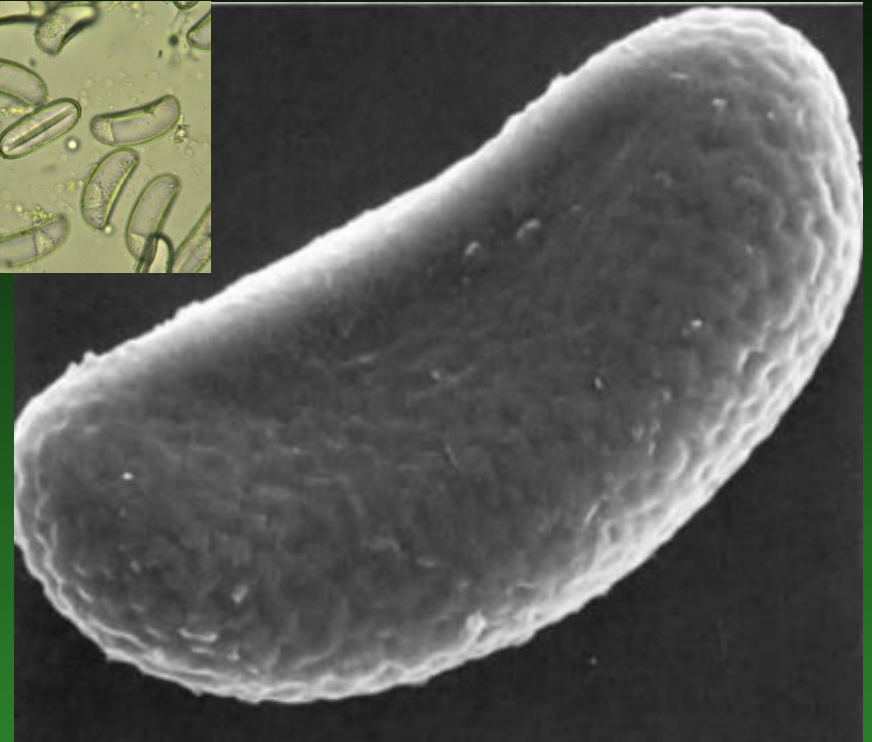


# Hypotetická morfogeneze psilotofyt z trimerofyt podle telomové teorie

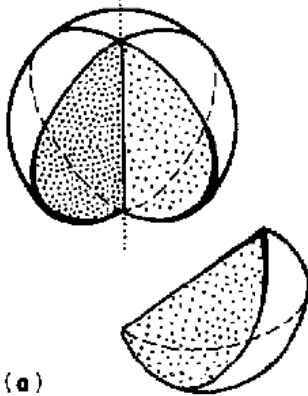




Spory  
monoletní  
fazolovitého tvaru  
bez chlorofylu

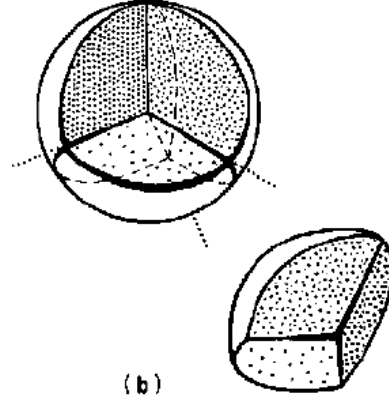


2 karyo-  
2 cytokinéze



(a)

2 karyo-  
1 cytokinéze



(b)

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

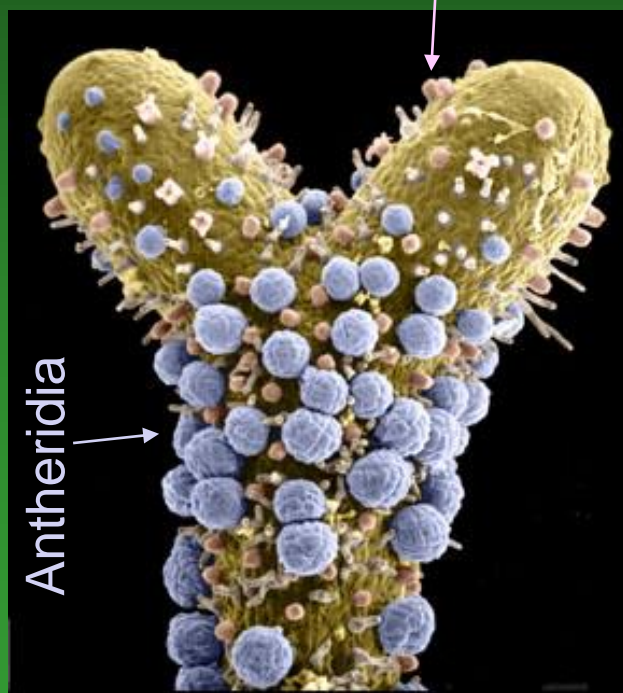
Vznikají také v tetrádách, ale v jiném prostorovém uspořádání, než spóry triletní

Většina kapradin má spóry fazolovité, menší část triletní

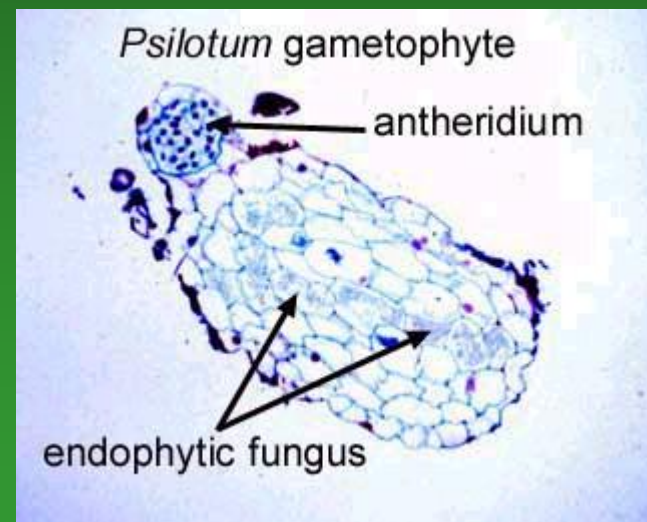
**Gametofyt** - podzemní,  
nezelený, dlouhověký,  
válcovitý nebo vidličnatý  
2-10 cm,  
s cévním svazkem



Archegonia



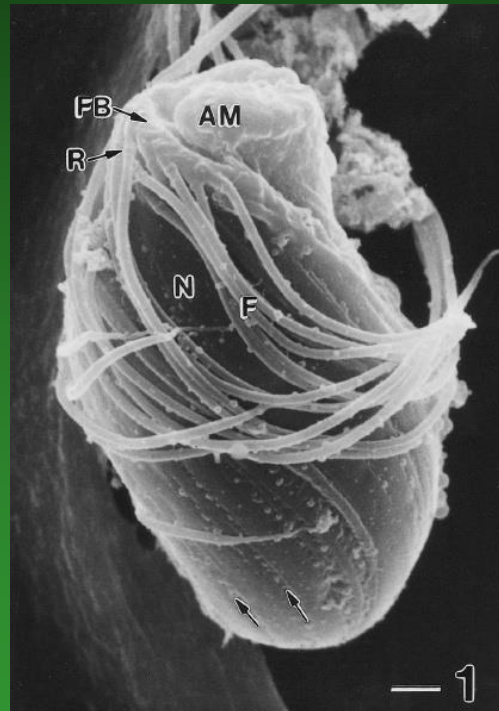
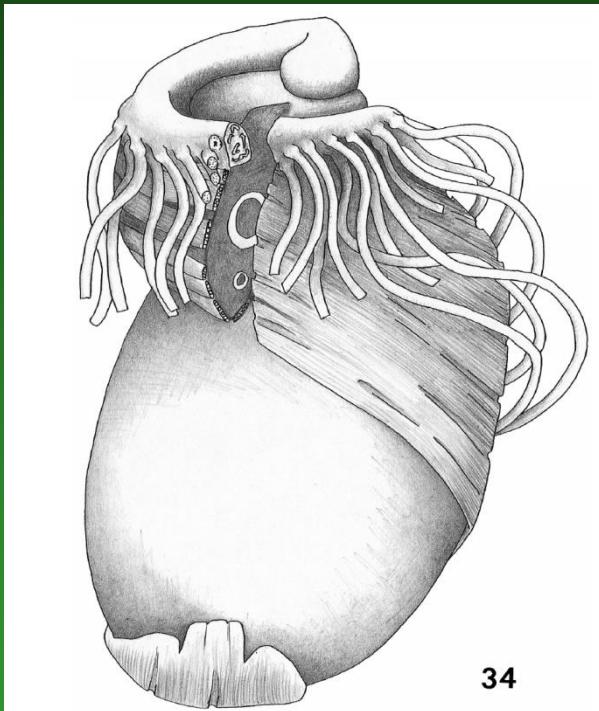
Má mykorrhizu,  
roste na kmenech  
stromových  
kapradin, ve  
štěrbínách skal  
naplněných  
humusem, či pod  
zemí.





# Spermatozoidy

– **polyciliární** (jako u šídlatek či přesliček) ~36 bičků



Gametofyt *Psilotum* pěstovaný  
*in vitro*



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*





## 2. řád *Ophioglossales* moonworts

Sporofor

Trofofor



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

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



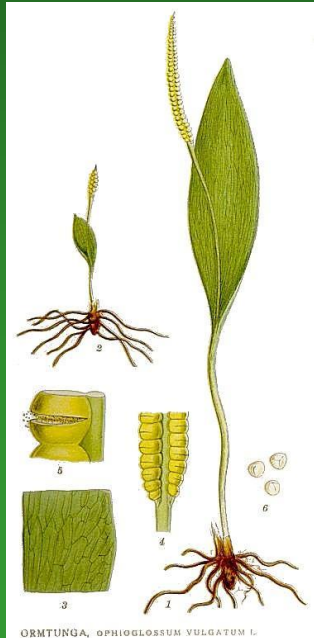


# Rostou terestricky nebo epifytně



**List** u našich druhů jediný (u tropických jsou až 4).

častá je shoda v členění sterilní čepele a sporoforu



*Ophioglossum  
nudicaule*  
Ophioglossaceae  
R. Hobdy



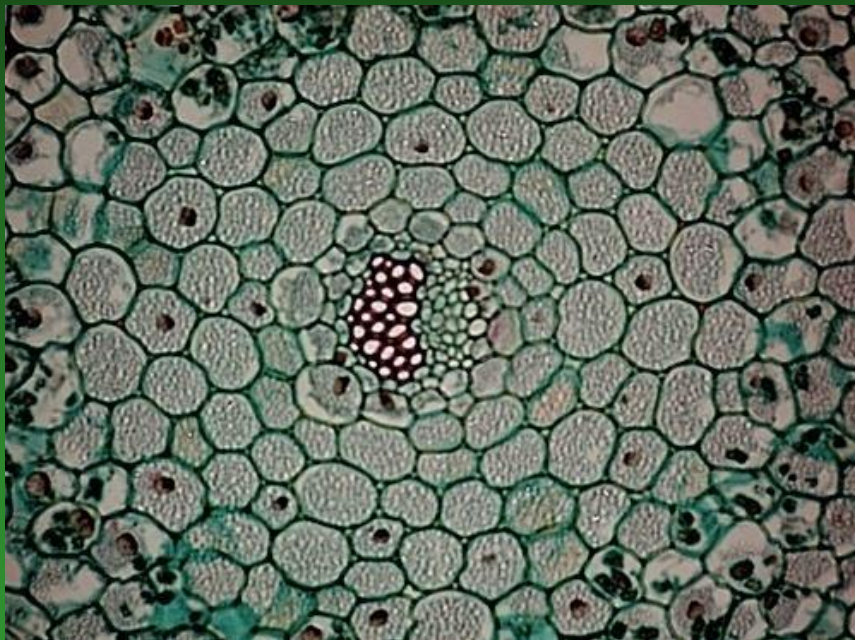
**Oddenek** našich druhů  
hlízovitý nebo krátce plazivý

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

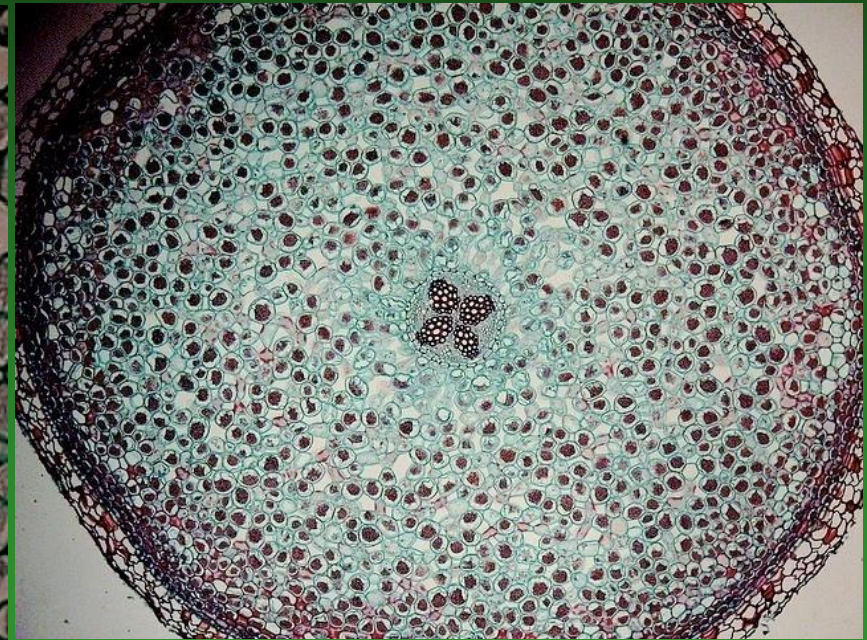


**Mykorrhiza** nahrazuje chybějící rhizoidy  
(mykorrhizická vlákna = tmavé fialové tečky na snímcích)

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



*Ophioglossum* - monoarchní cévní svazek



*Botrychium* - tetrarchní cévní svazek

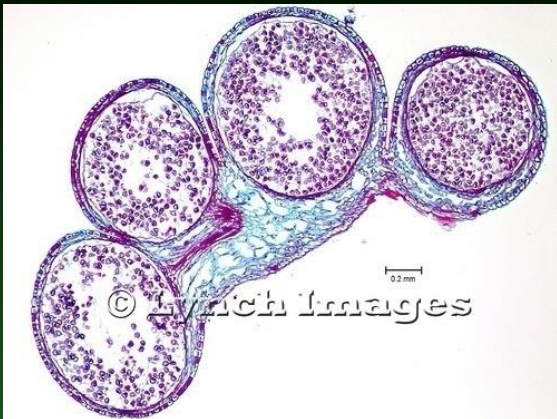


# Sporangia -

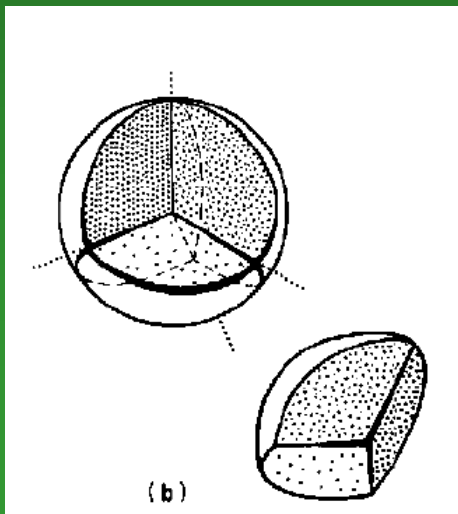
eusporangiátní, izosporická

# Spóry -

triletní, bez chlorofylu



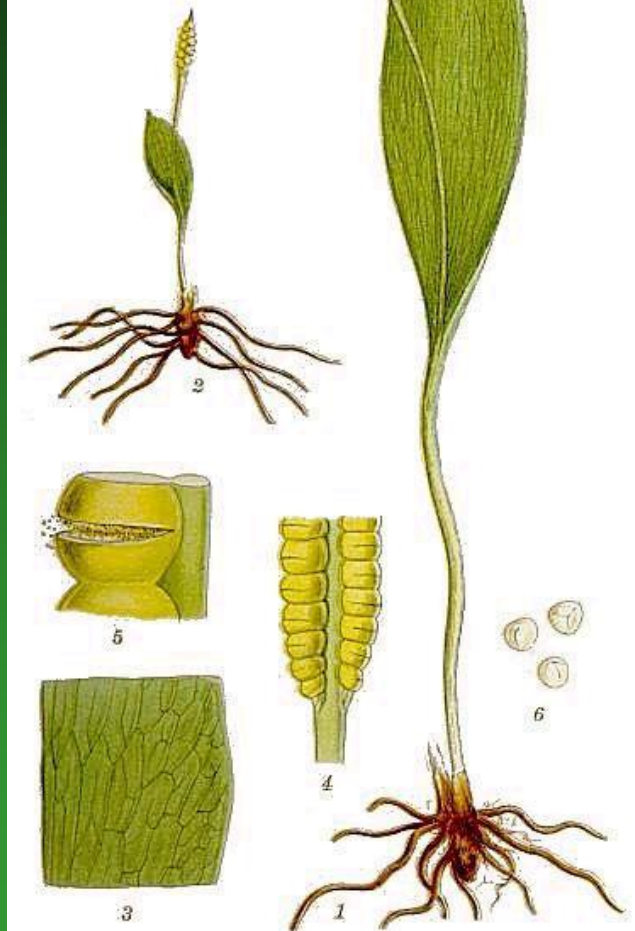
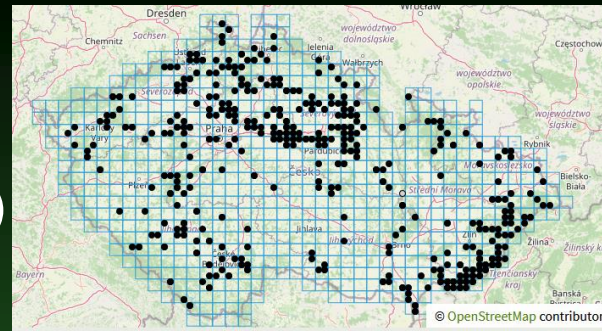
Meióza = 2 karyokinéze + 1 cytokinéze



# 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.



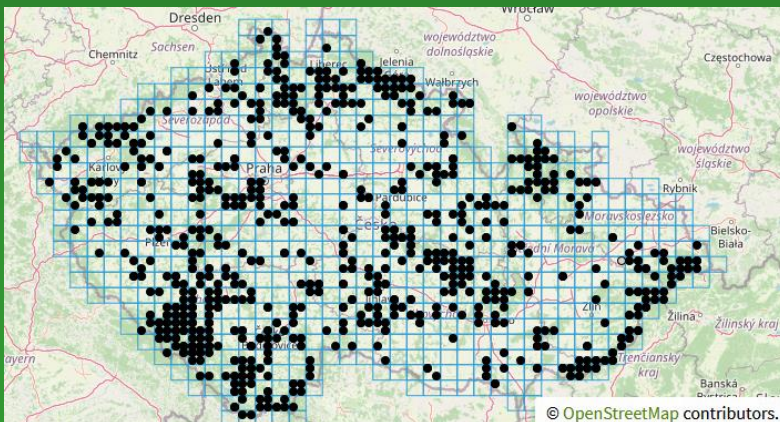


# rod *Botrychium*

(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.

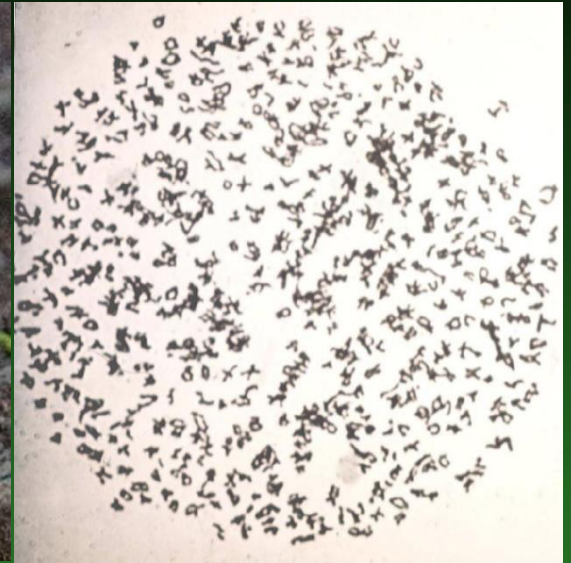




# Rekordní počty chromosomů

*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*, tráva *Zingiber biebersteiniana*, *Viola modesta* ....)

# 2. třída *Equisetopsida* (přesličky)

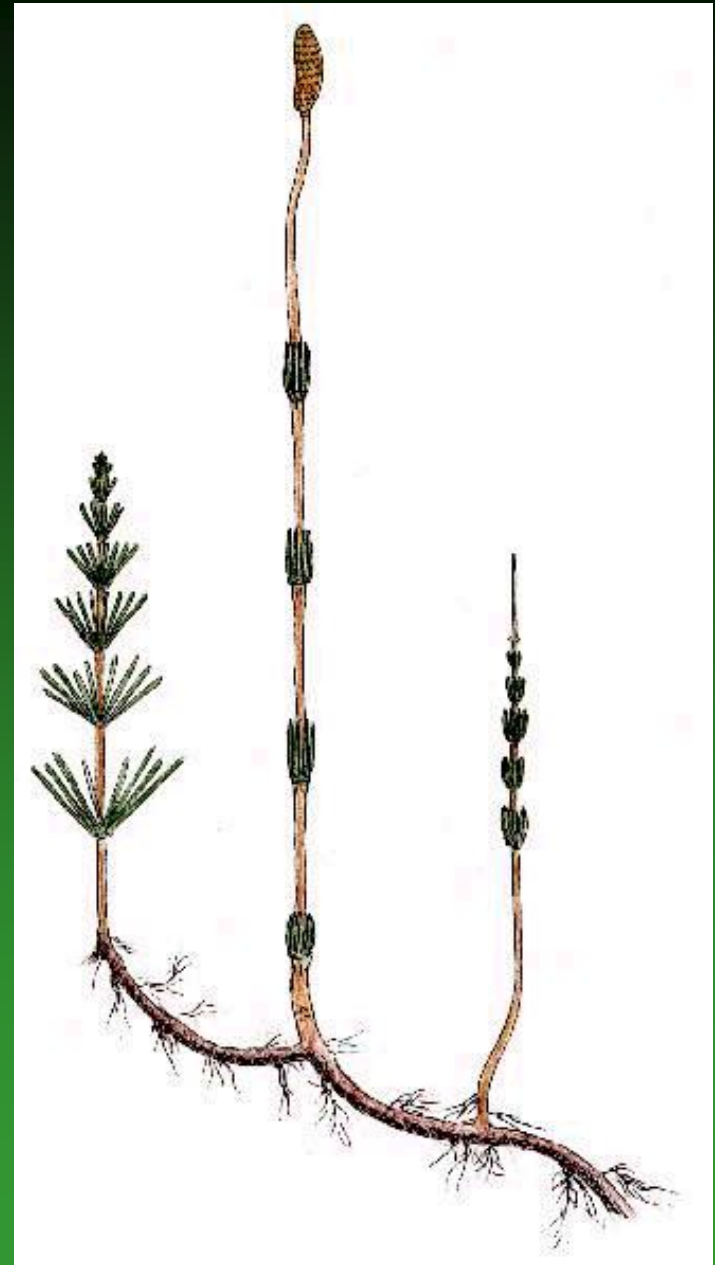
horsetails





# Podzemní orgány – oddenek s kořeny

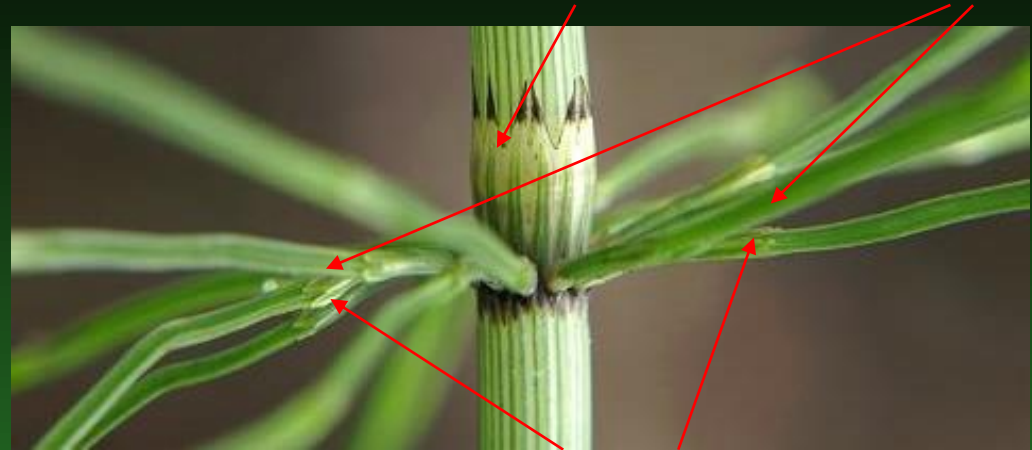
adventivní, vyrůstají na oddenku



**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

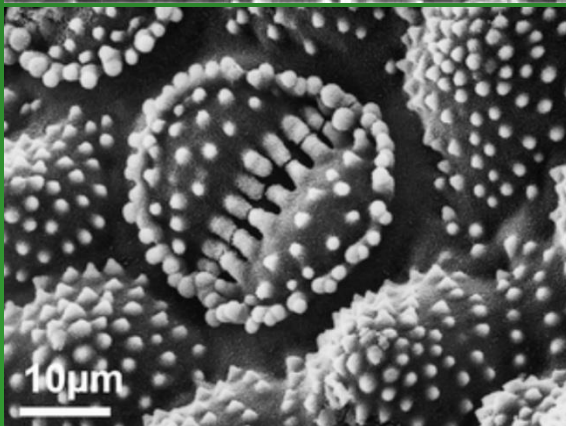
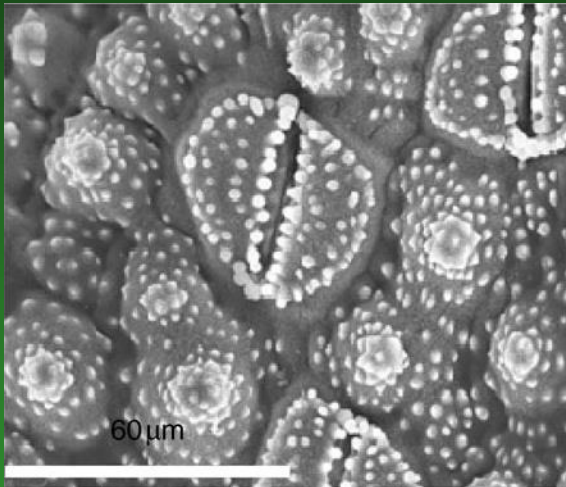
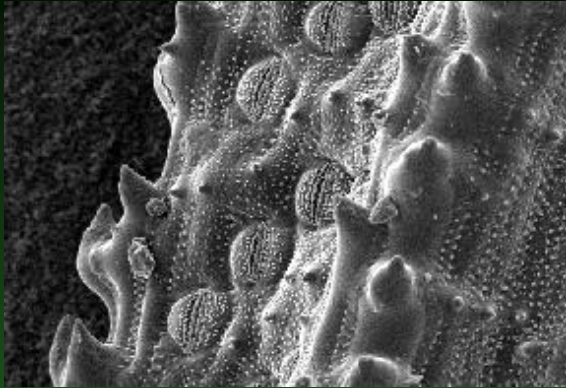




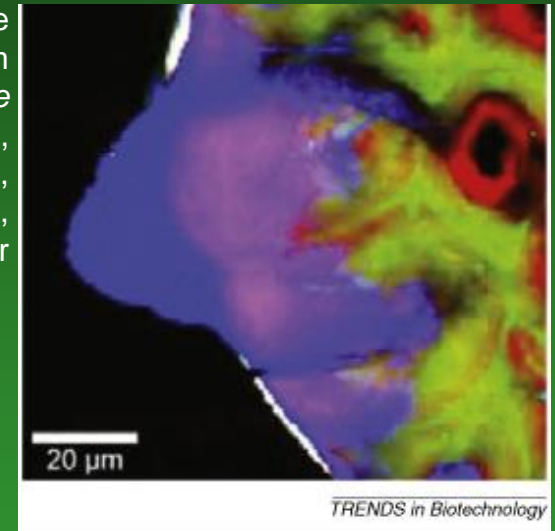
## Epidermis - silně inkrustovaná $\text{SiO}_2$ .

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

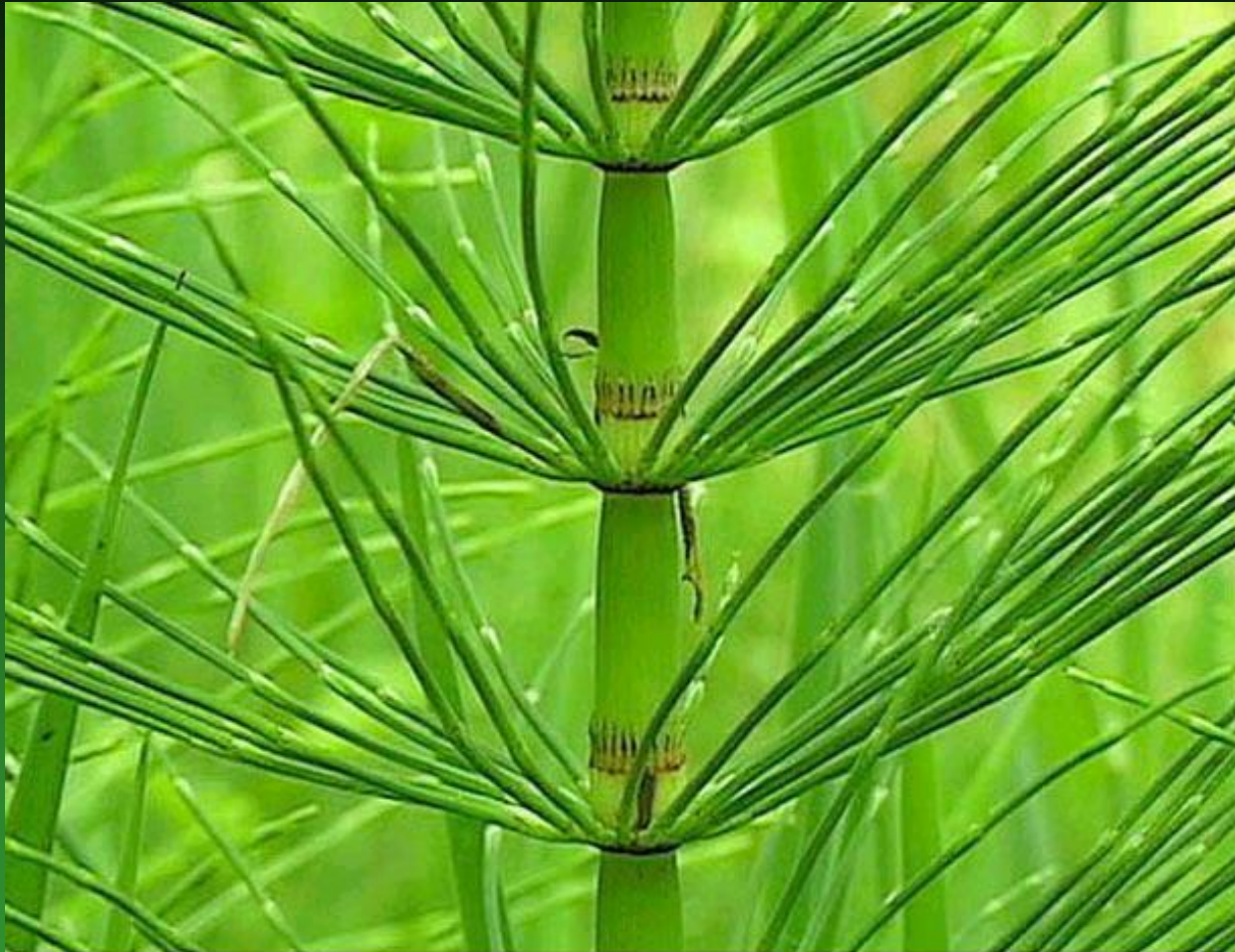


Konfokální Ramanova mikroskopie  
příčný řez křemičtým tělískem  
*Equisetum hyemale*  
blue = silica,  
green = pectin,  
red = cellulose,  
white = cuticular layer



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

# Stonek článkovaný, přeslenitě větvený, podélně rýhovaný

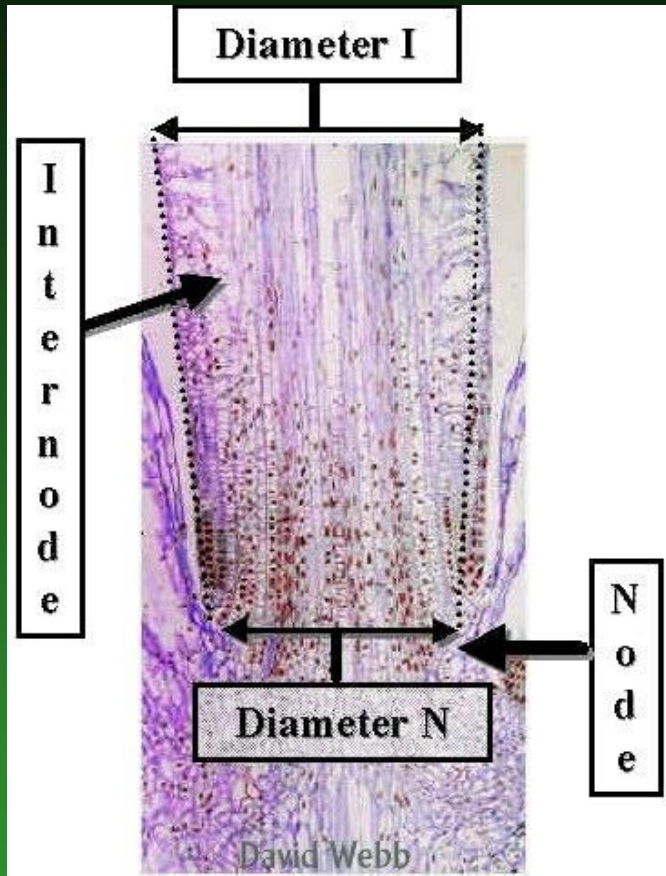


(C) 1999 Dr. Heather Poe. All Rights Reserved. P.O. Box 509, Redmond, WA. 98073  
Digital photographs were either taken near Bear Creek or of species observed near Bear Creek.

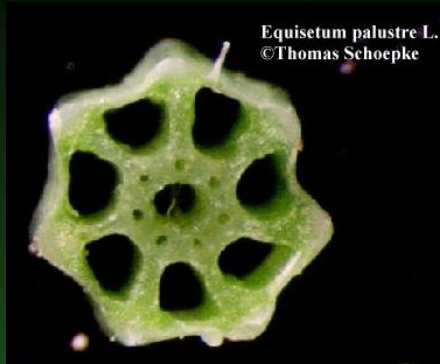




V nodech interkalární meristém

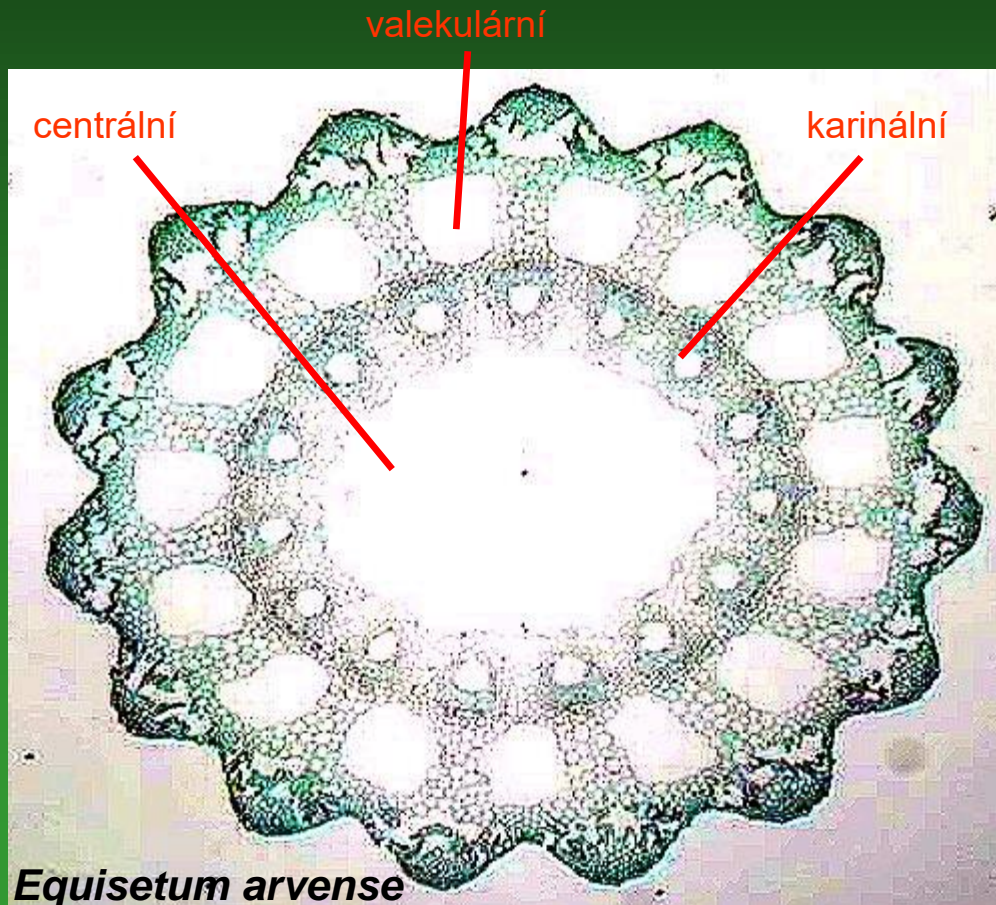


Zajišťující prodlužování stonku



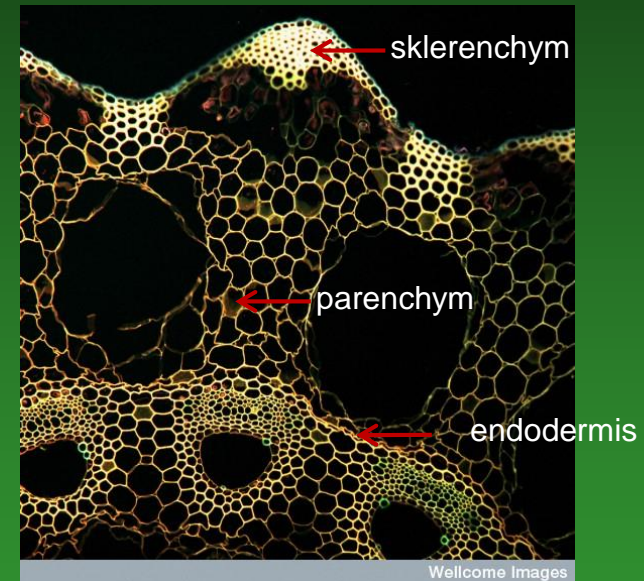
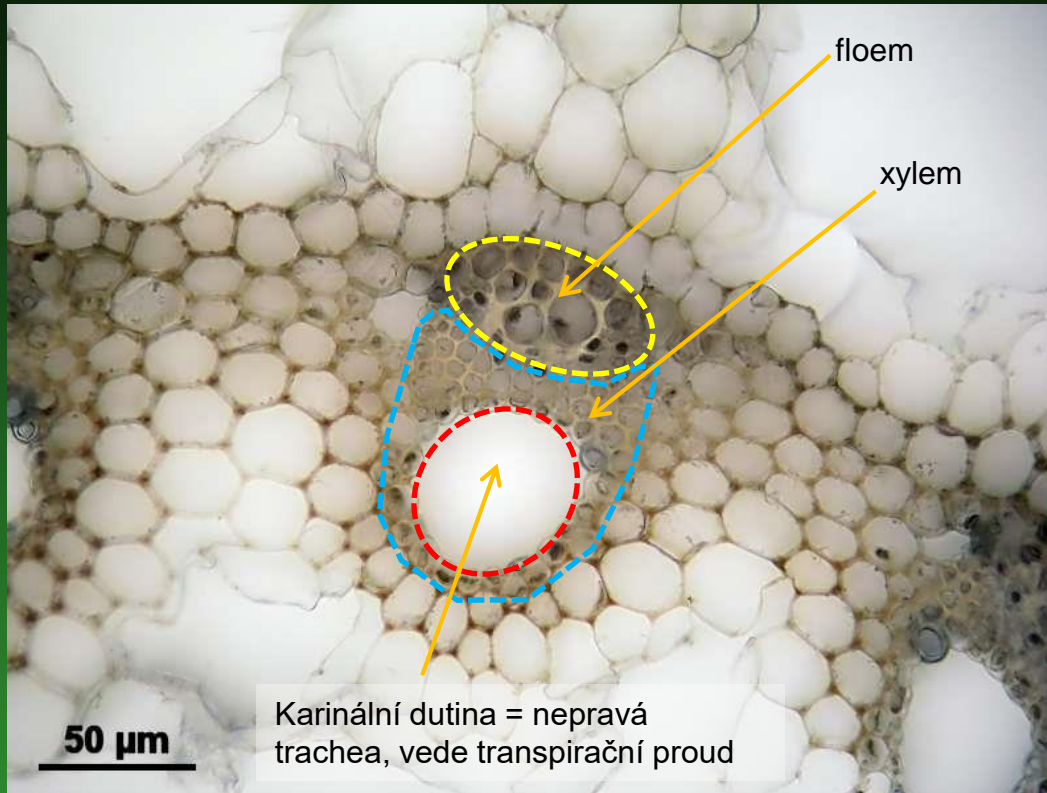
Rýhy (= valemulae) se střídají s žebry  
(= carinae)

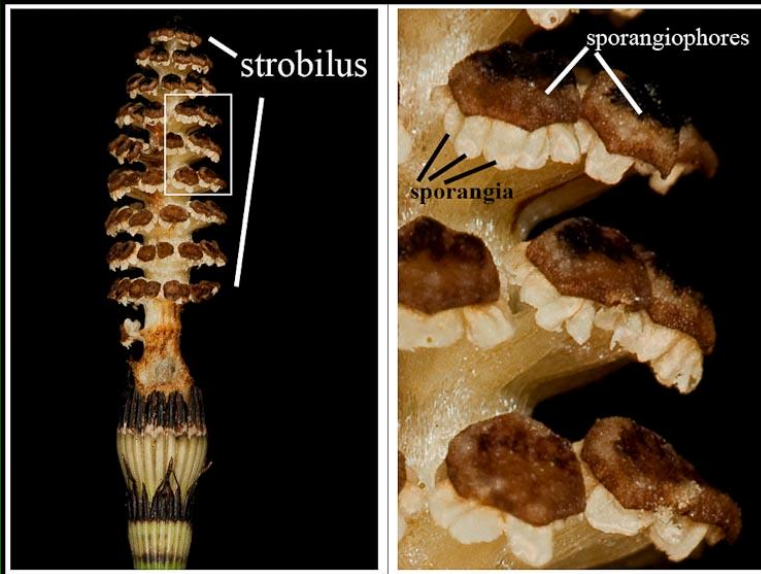
Uvnitř stonku 3 typy dutin zlepšujících  
konstrukční pevnost a rozvod CO<sub>2</sub>





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



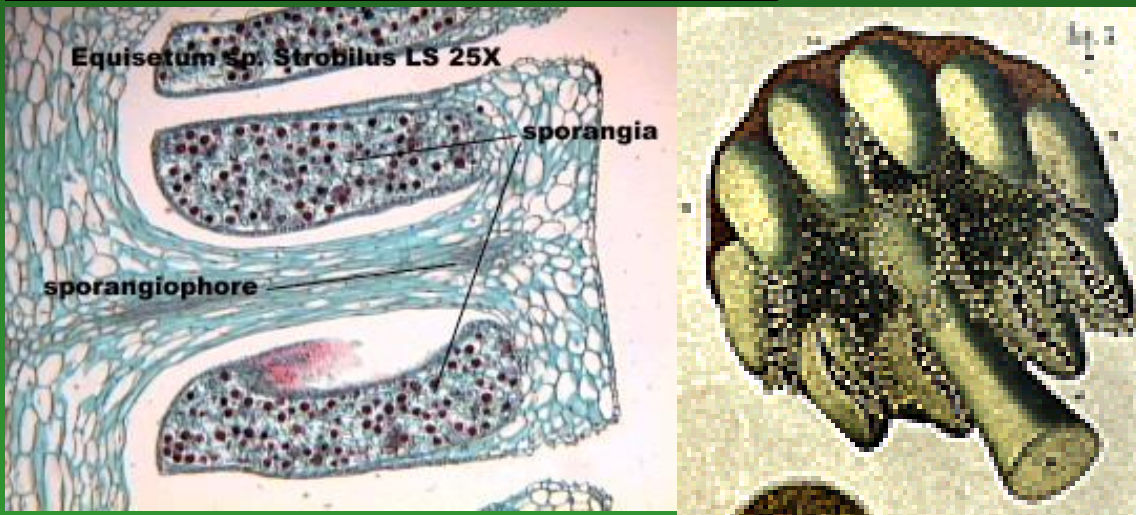


## Sporangia

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

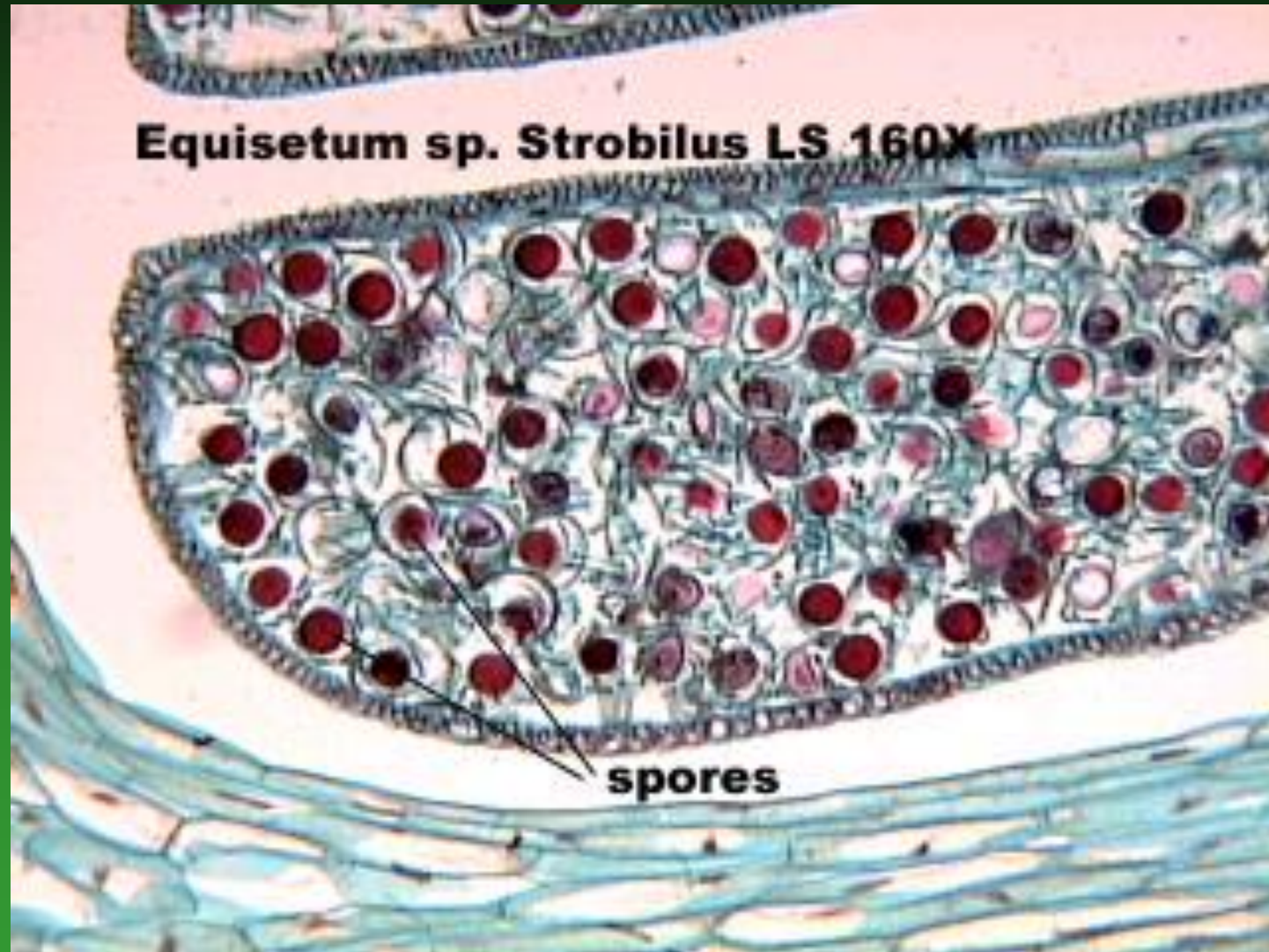
## Sporofyl

„deštníkového“ tvaru  
- sporangiofor

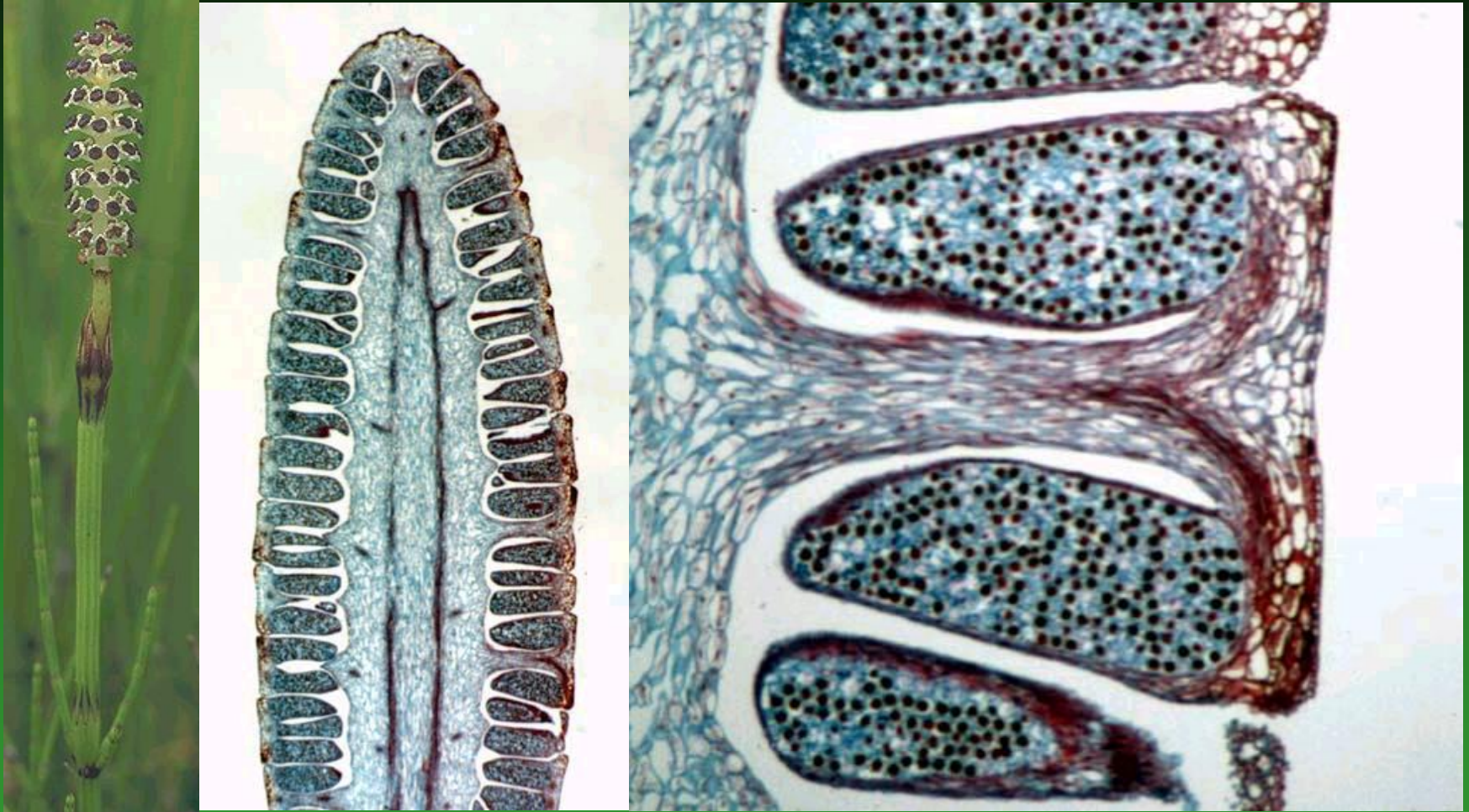




Spóry tvarově stejné, mohou tvořit jednopohlavná i oboupohlavná protalia

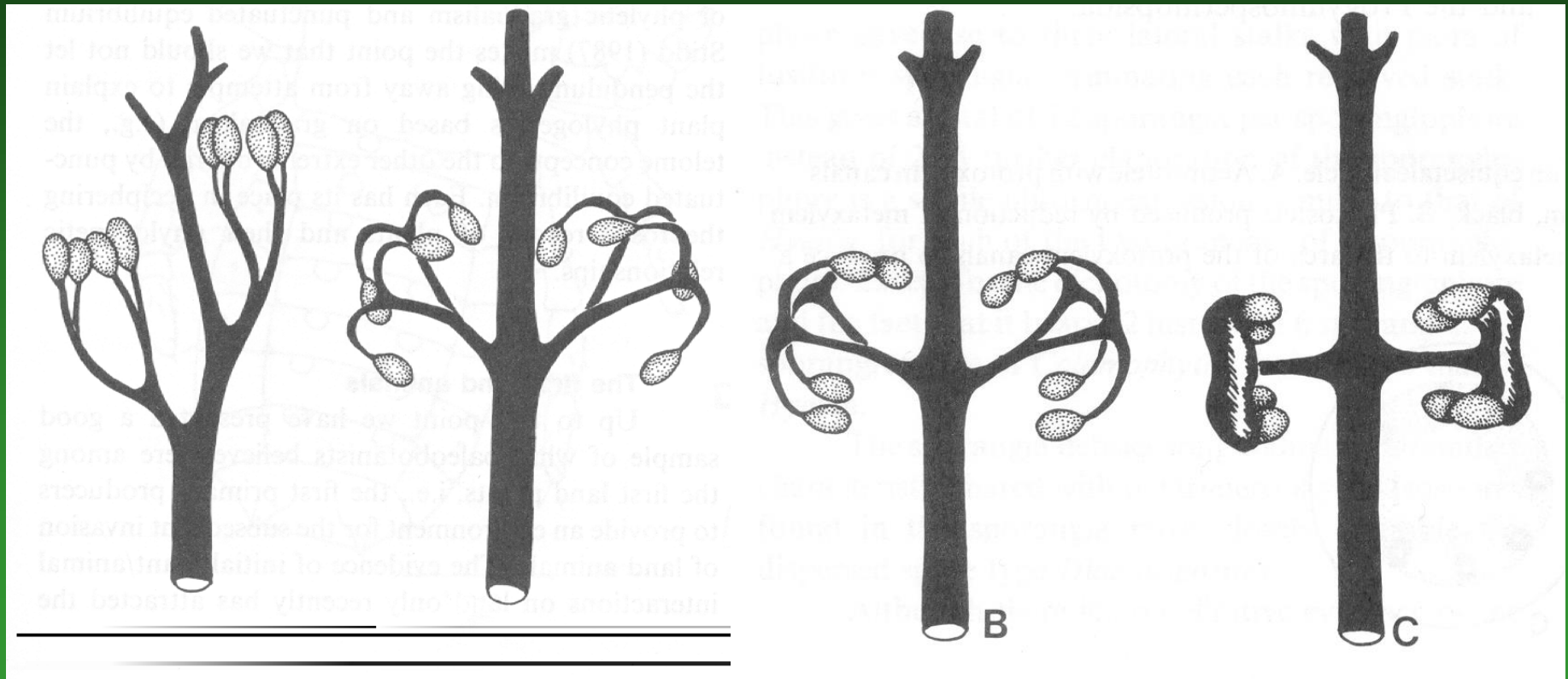


# Sporofyly - v terminálních strobilech





# Odvození tvary sporofylů přesliček od ryniofyt



# Fosilní záznam

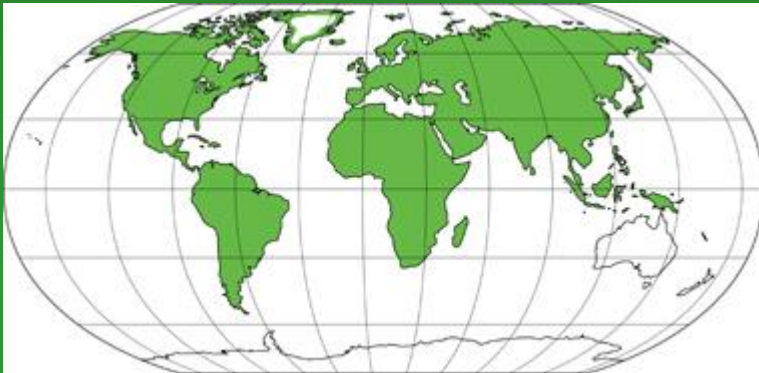
devon – vznik (400-360 mya)

karbon – největší rozmach  
diverzity (360-300 mya)

perm (sucho) – ústup (300-250  
mya)

zrychluje se dál během druhohor  
(250-65 mya)

recentně – 15 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“ (strukturou podobný  
dnešním stromovým bambusům)



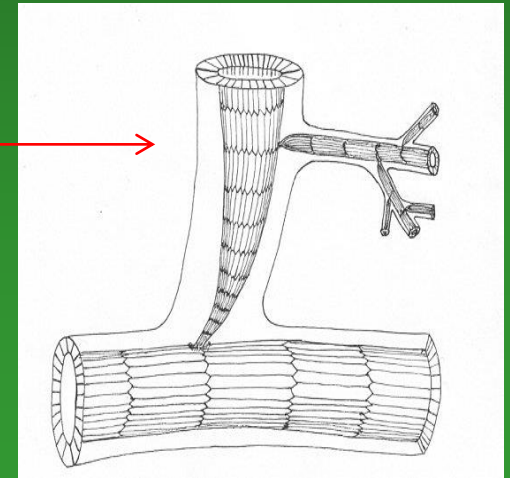
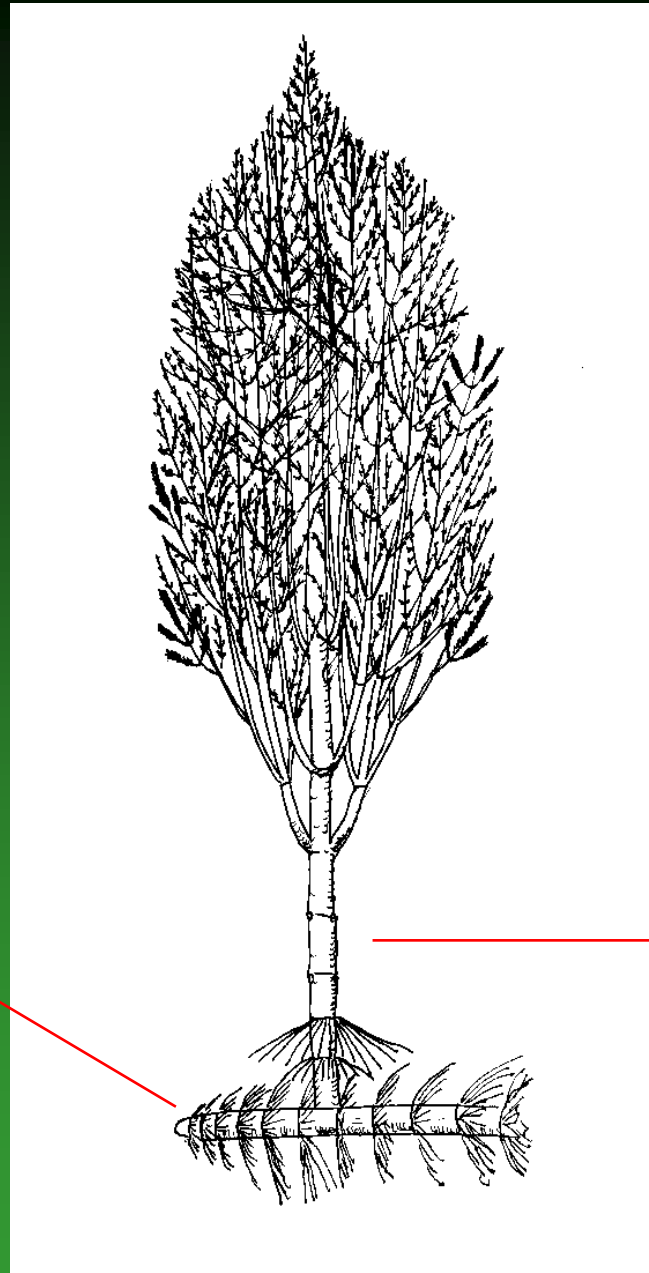
Calamites





# řád *Calamitales*

pod zemí systém oddenků  
= klonální stromy (lesy)



## řád *Equisetales*

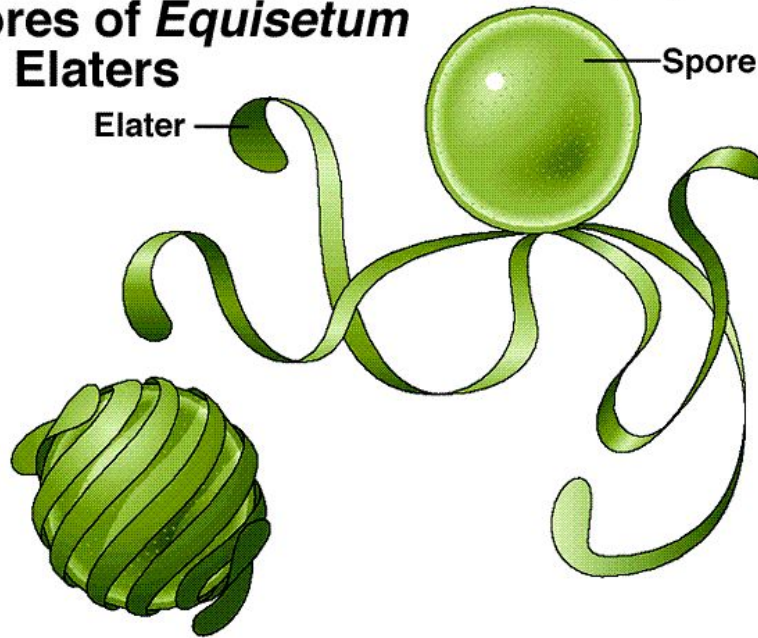
- recentně byliny několik dm až m vysoké, mají velmi uniformní stavbu těla
- jediný rod s cca 15 druhy





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

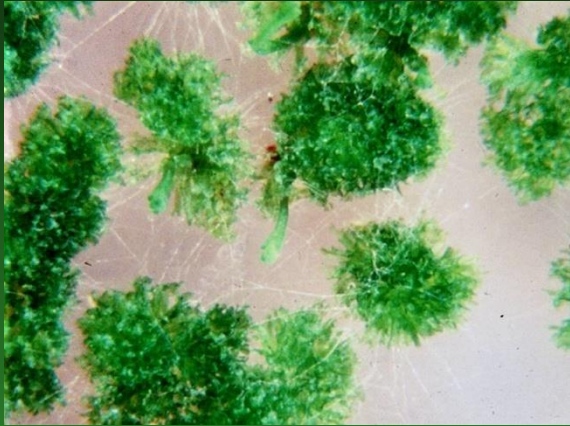
větrém se šíří celé shluky

živé ~1 týden

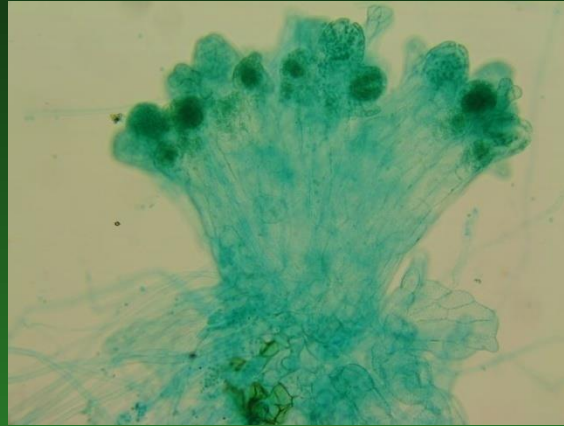


**Gametofyt** (prothalamium) nadzemní, zelený, většinou jednopohlavný (pohlaví indukováno hormonálně)

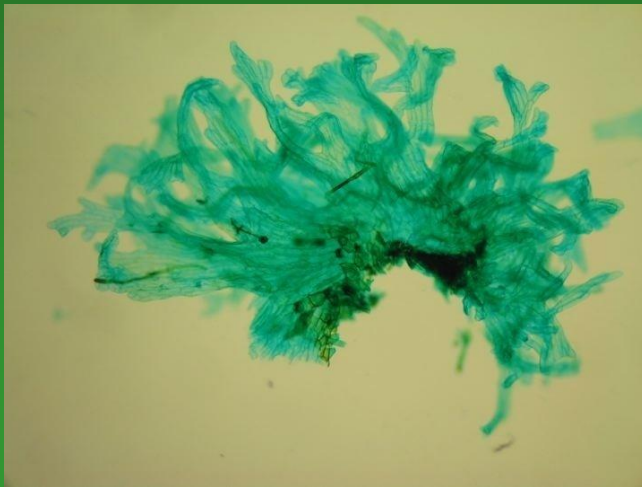
prothalia přesliček



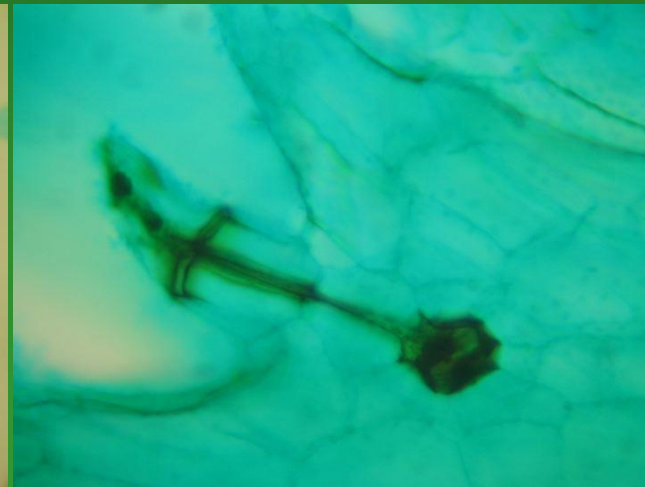
prothalamium s antheridii



antheridium



prothalamium s archegonii



archegonium



mladý sporofyt přesličky



# Spermatozoidy polyciliální (50–80 bičíků)



## *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: Ame Anderberg

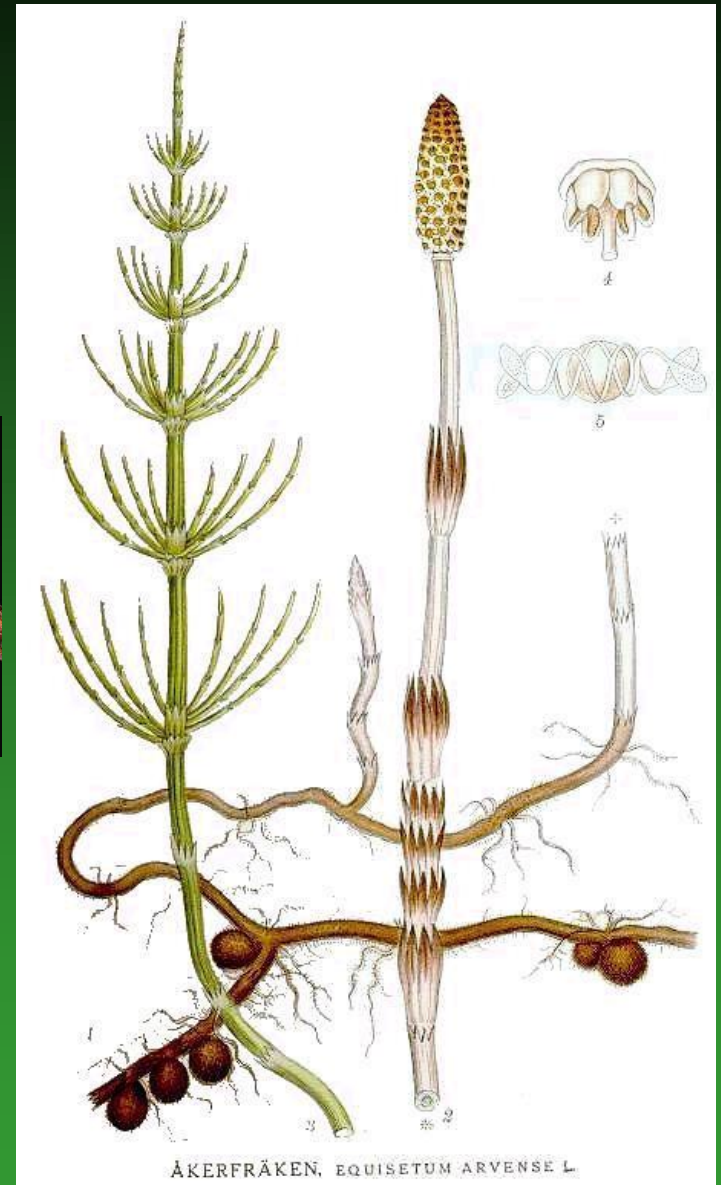
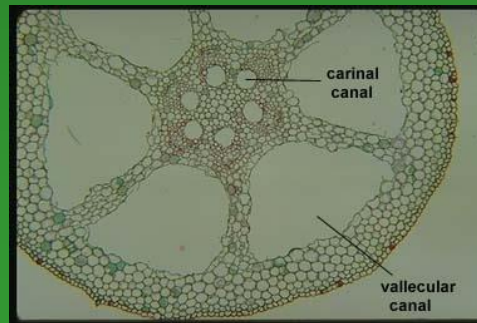


# *Equisetum arvense* - přeslička rolní

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



Řez oddenkem



# *Equisetum arvense* - 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.



## *Equisetum sylvaticum* - přeslička lesní

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.



Foto: Arne Anderberg



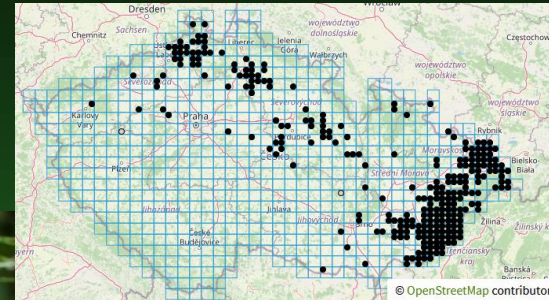
Největší zástupce současných přesliček najdeme v pralesích severním Chile – *Equisetum giganteum* – 5–13 m vysoká.







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





# 3. třída *Marattiopsida*



recentní i fosilní byliny i stromy s obrovskými listy  
(110 druhů v tropech celého Světa)



# Listy

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

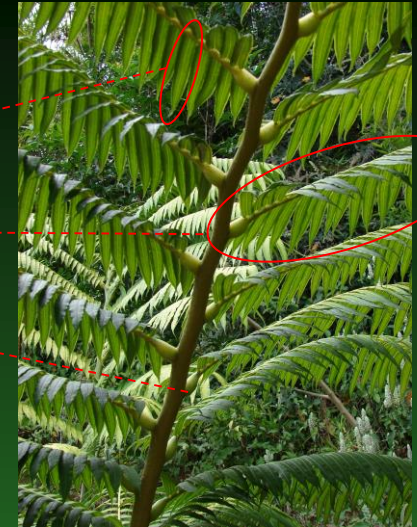
Příklad 2x zpeřeného listu

Úkrojek 2. řádu

Úkrojek 1. řádu

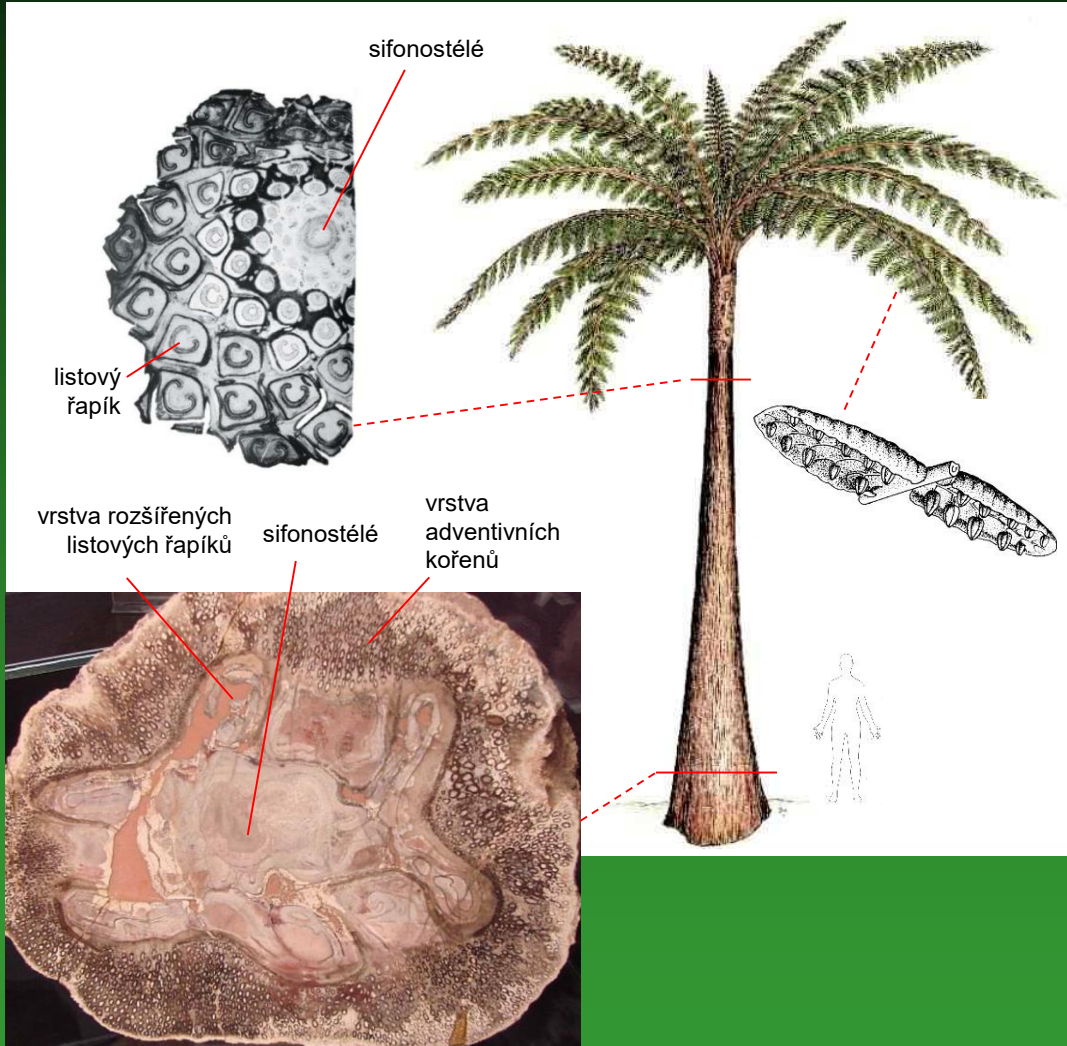
vřeteno

řapík





Karbonský *Psaronius* měl pseudokmen = svazek mohutných řapíků  
obrostlý adventivními kořeny







Mladé  
listy  
cincinálně  
svinuté

**Řapíky** – dlouhé, škrobnaté

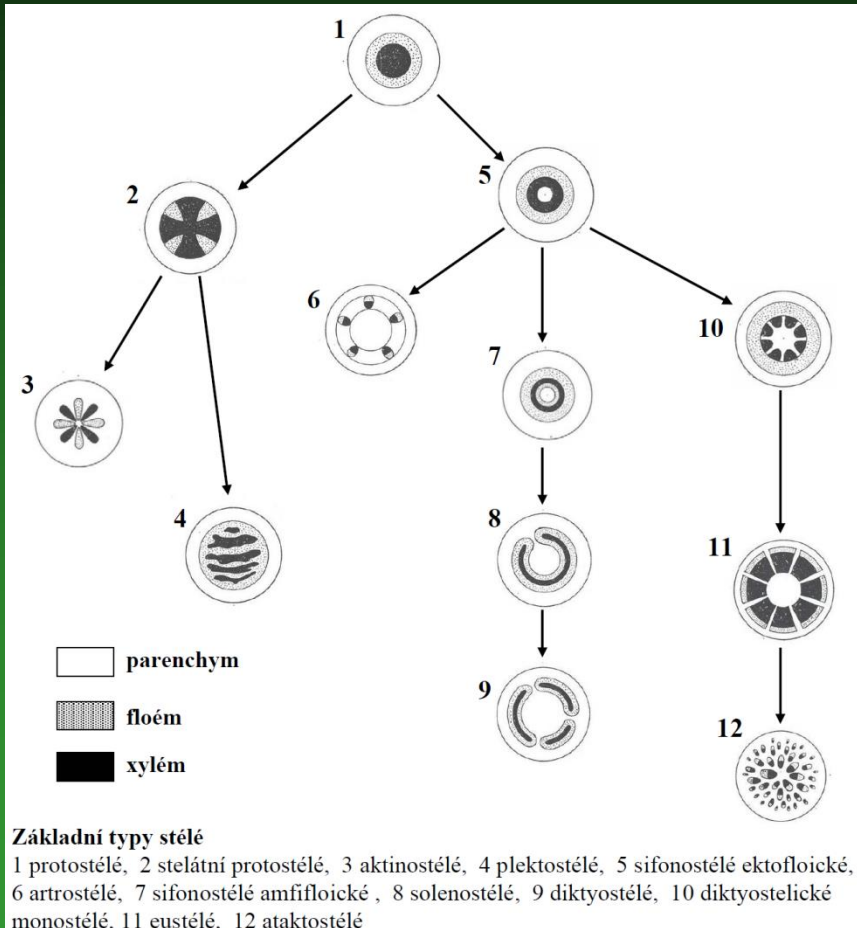
– na bázi řapíku nápadná párovitá **aflebia** (= palisty, mušlovitého nebo ouškovitého tvaru)



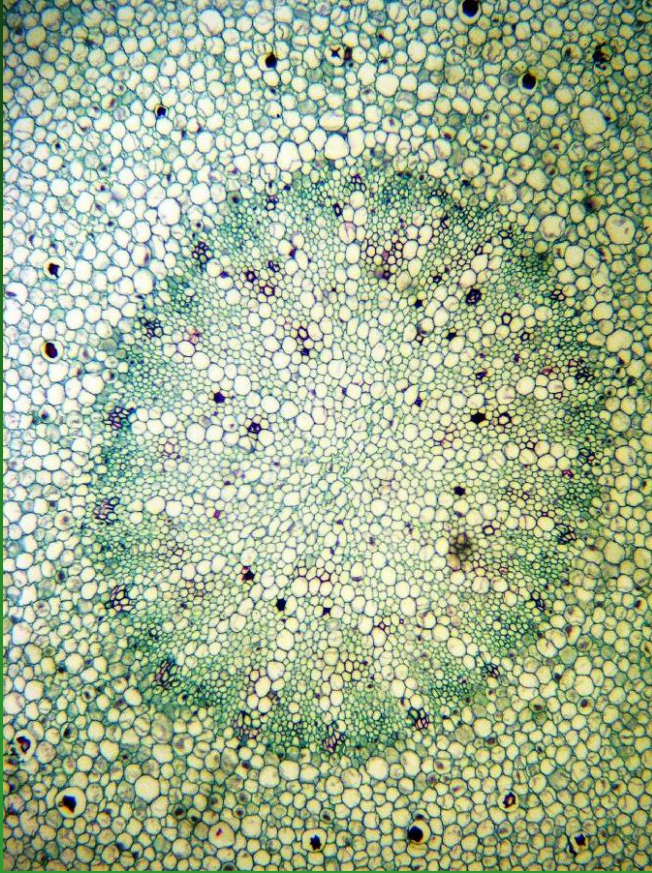
# Řapík listu – polycyklické diktyostélé

(diktyostélé = protostélícké elementy v 1 kruhu; více kruhů = polycyklické diktyostélé)

## *Marattia laevis*



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



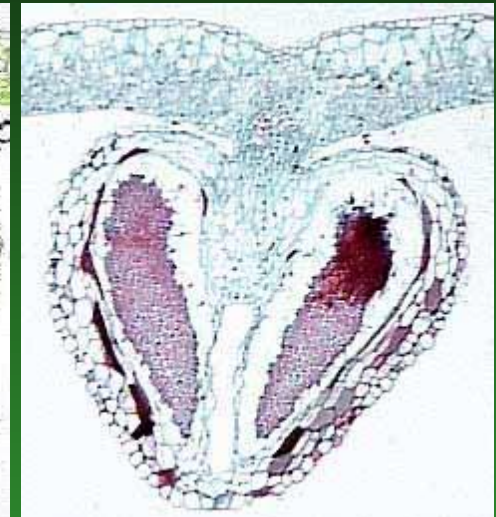
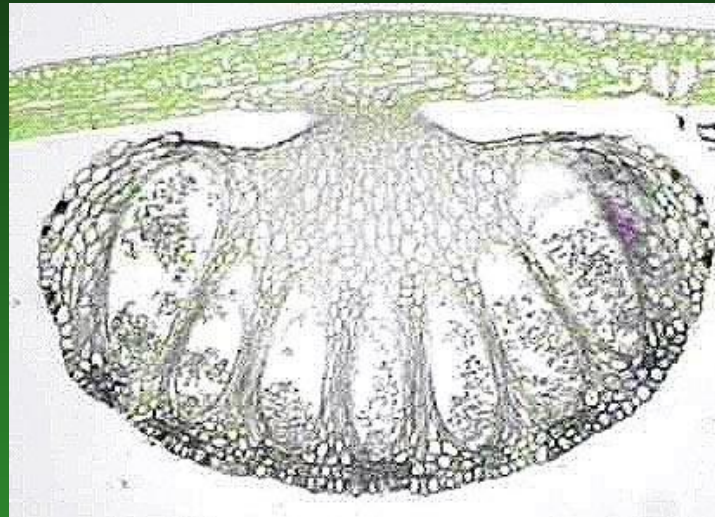




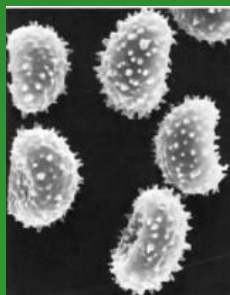
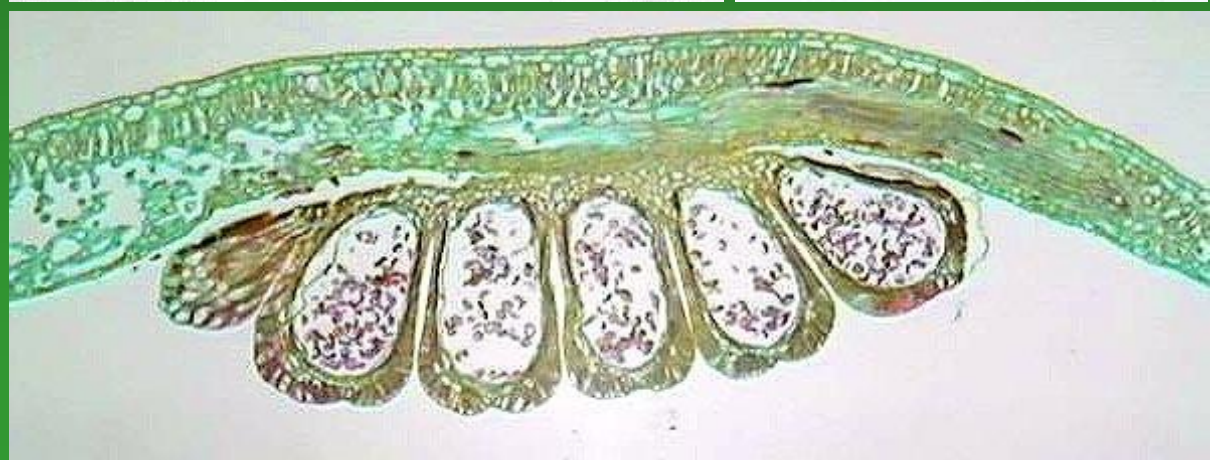
**Sporangia** na rubu listů,  
eusporangiátní,  
izosporická,



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



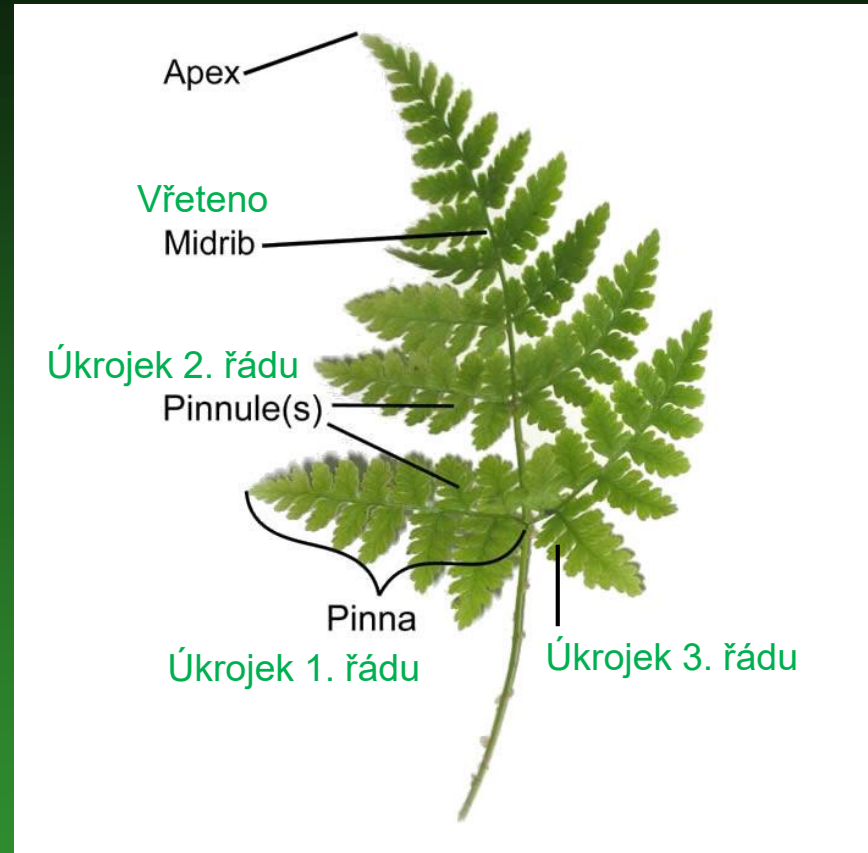
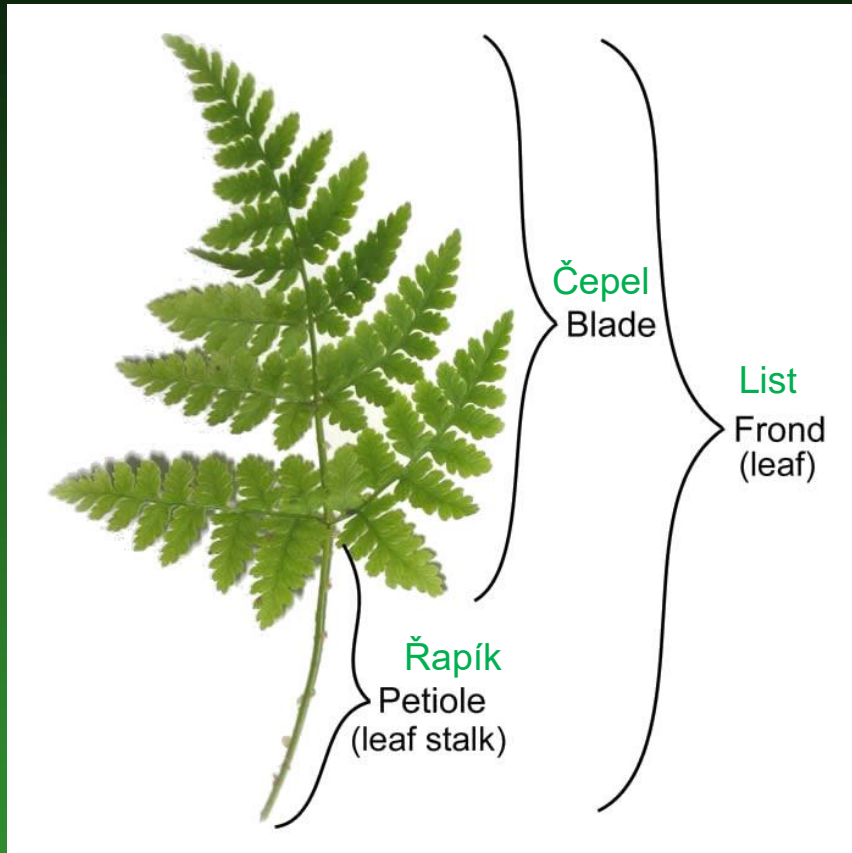


# 4. třída *Polypodiopsida* (vlastní kapradiny)



Izosporické terestrické leptosporangiální kapradiny (~10 500 druhů)

# listy megafylní, často složité stavby a inervace





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





někdy diferenciace  
listů na  
sporofyly a trofofyly

jindy se trofosporofyly od  
trofofylů neliší



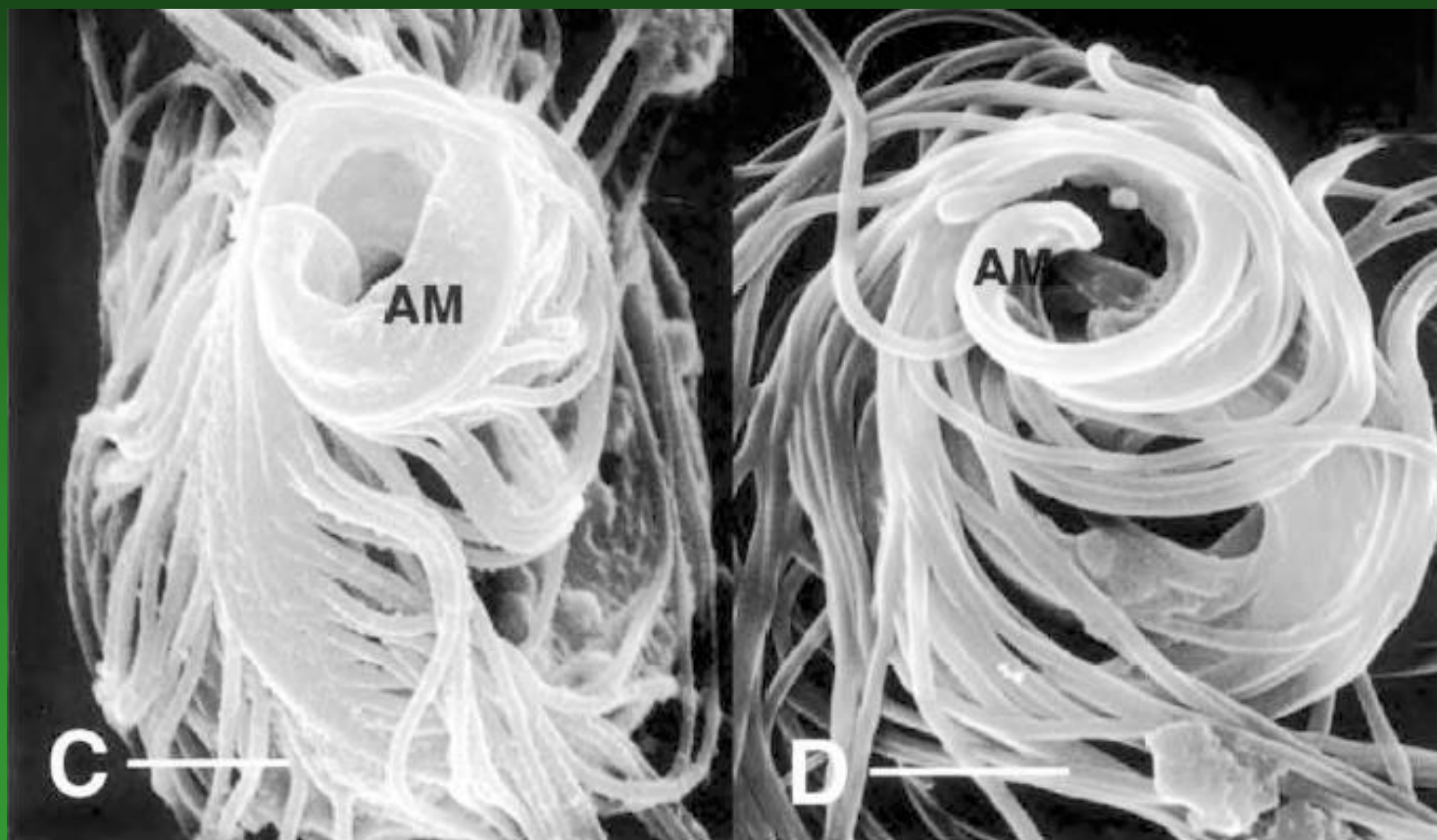
*Osmunda cinnamomea*



*Asplenium trichomanes*



# spermatozoidy polyciliátní s ca 80 bičíky



# třída *Polypodiopsida*

má 2 řády:

*Polypodiales*

*Salviniales*



# 1. řád *Polypodiales*

recentní i fosilní,

listy většinou trofosporofylní, peřeně členěné

izosporické,

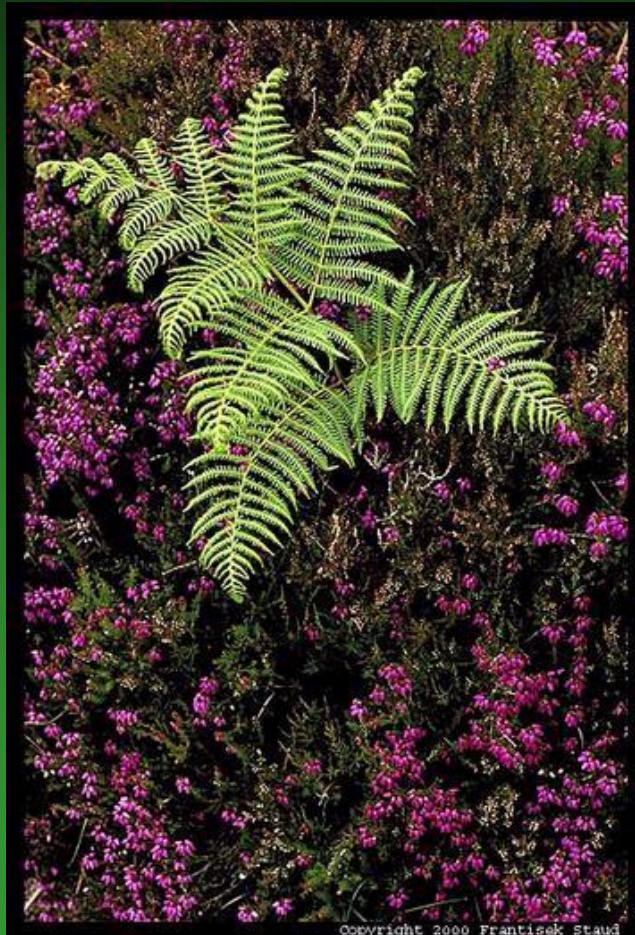
sporangia – tenkostěnná (leptosporangiální),  
drobná, stopkatá

patří sem většina kapradin



# Největší diverzita ve vlhkých tropech

Byliny terestrické  
i epilitické



vzácněji dřeviny  
až 25 m vysoké



nebo epifyty





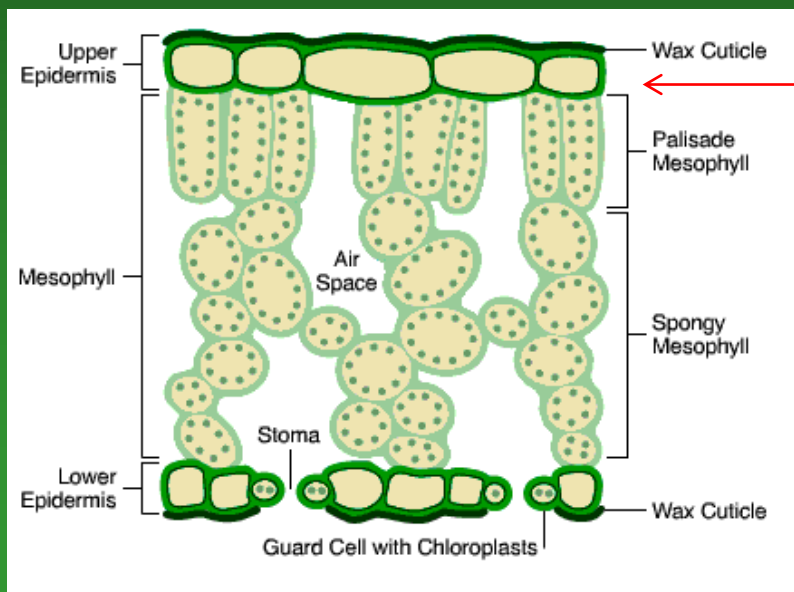
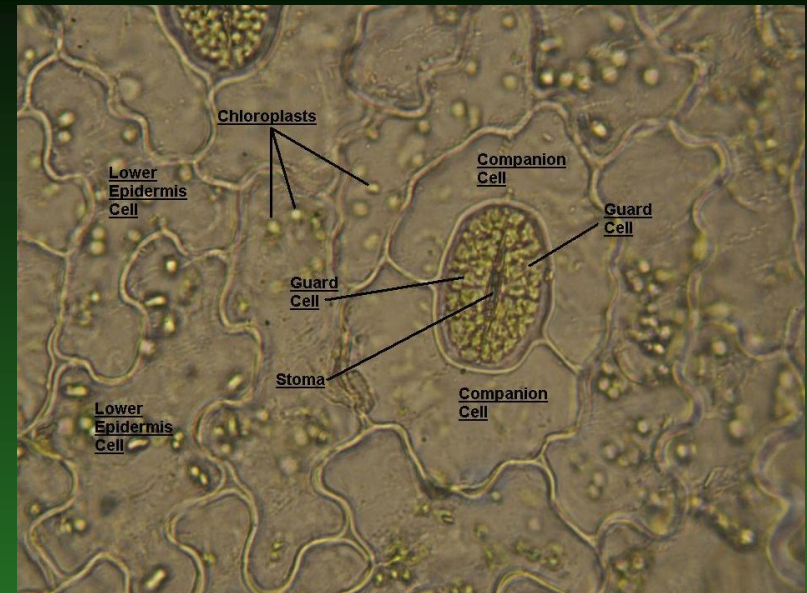
## Většina druhů kapradin roste v lesním podrostu



### 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 →

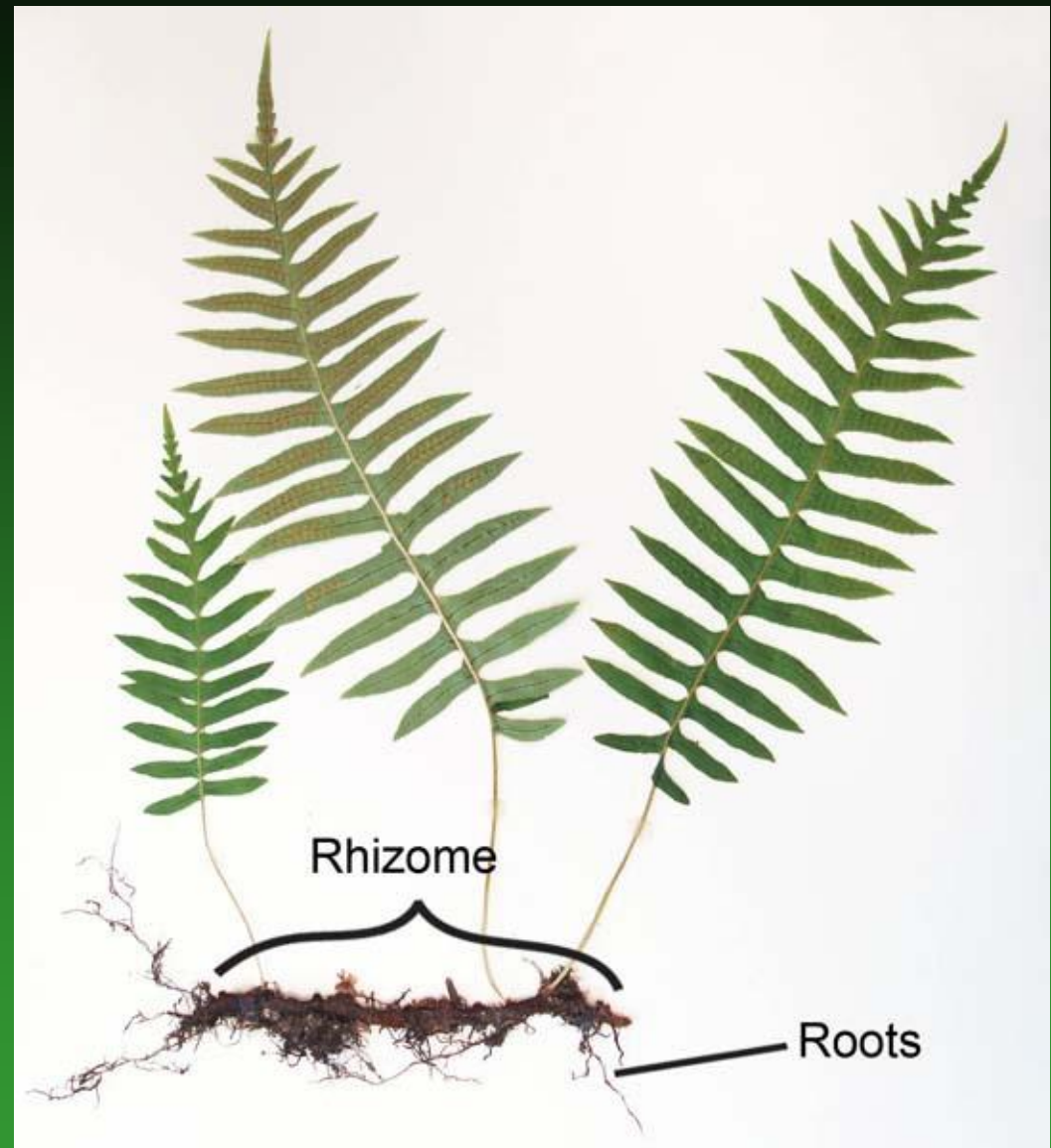


Krytosemenné rostliny mají v epidermis chloroplasty jen ve svěracích buňkách.

V epidermis ponořených listů mohou mít chloroplasty některé vodní rostliny



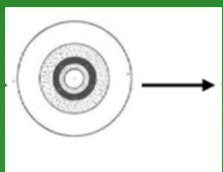
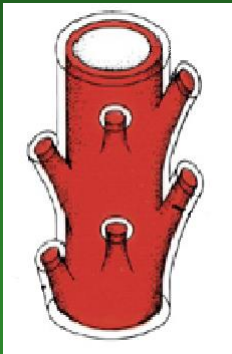
**Stonek** nečlánkový,  
obvykle jen podzemní =  
oddenek (rhizom)



# Vodivé elementy stonku (oddenku)

xylem - tracheidy

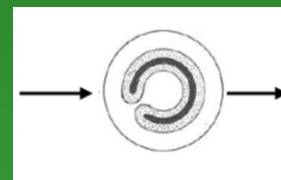
bez jizev



**sifonostélé**  
(amfifloické)



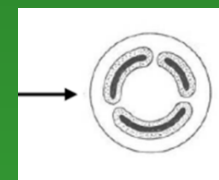
ojedinělé  
podlouhlé  
jizvy



**solenostélé**



četné  
paralelní  
jizvy

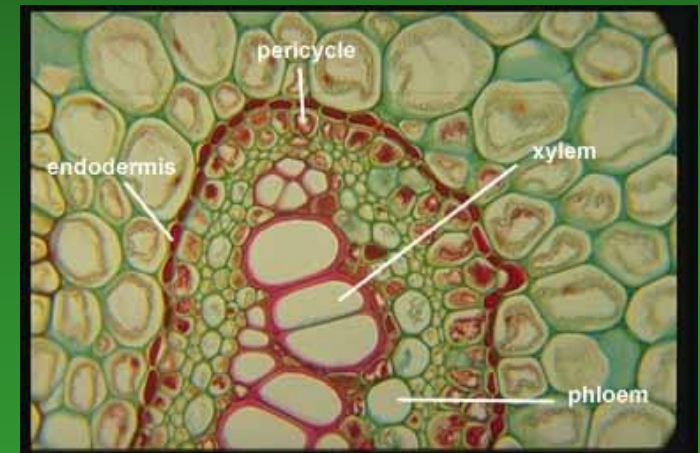
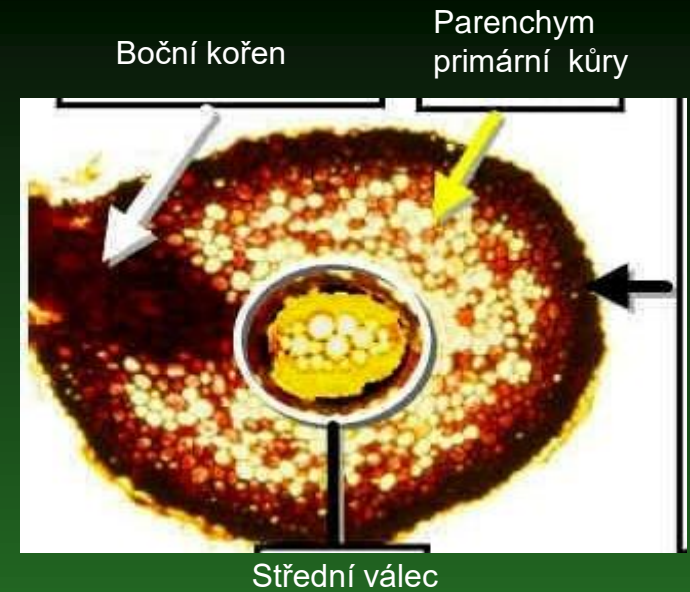


**diktyostélé**

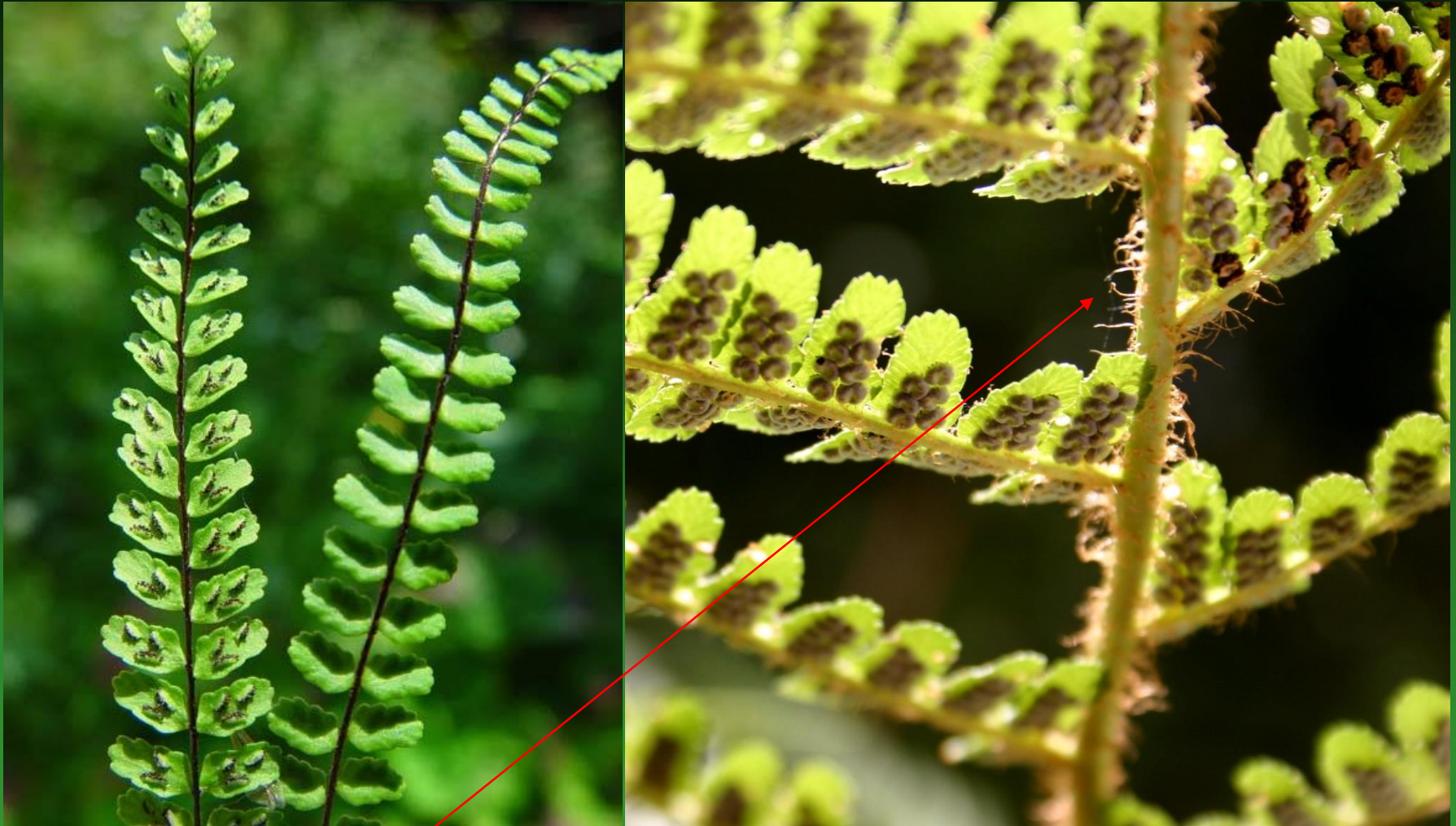


**Kořeny** - vyrůstají na oddenku nebo na nadzemních stolonech

Vodivé elementy kořenů **aktinostélé**  
monoarchní až polyarchní



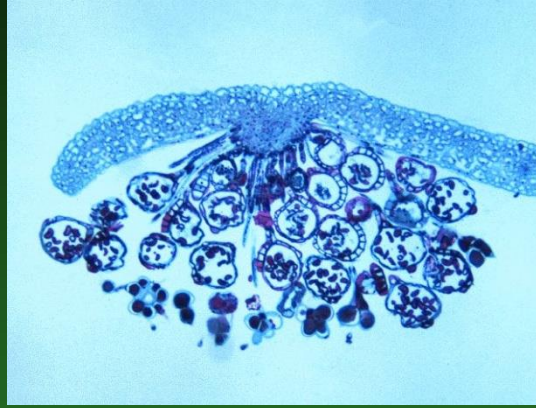
# Sporangia na spodní straně listů, nikdy ne ve strobilech!



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)

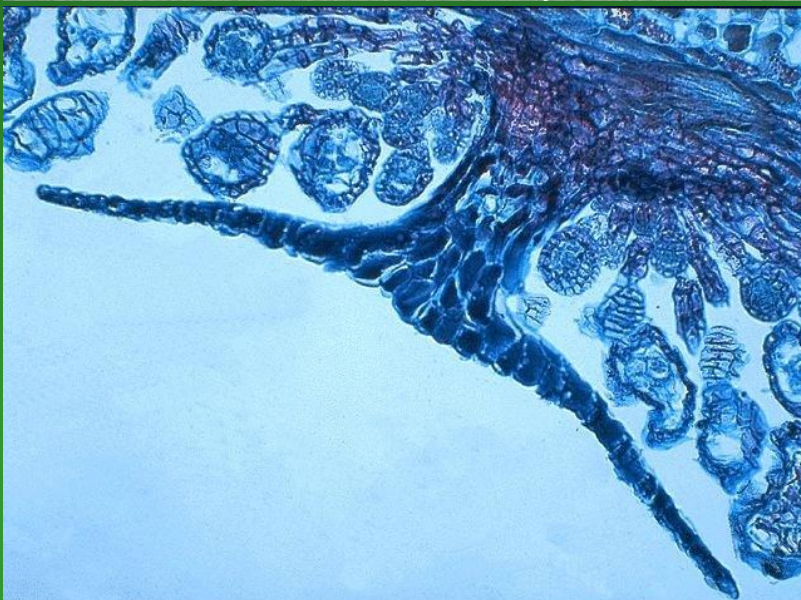
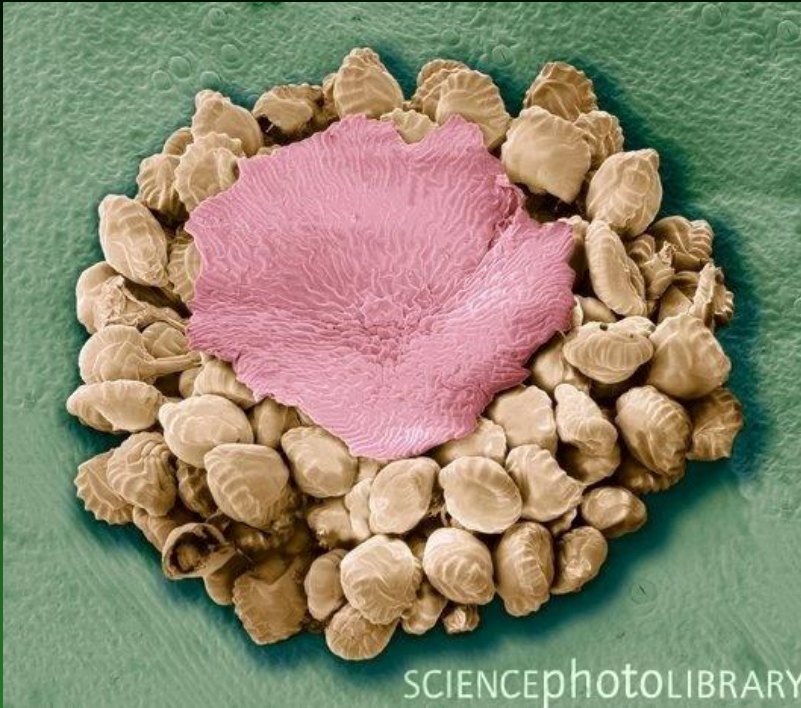


Fern sori on the underside of a frond





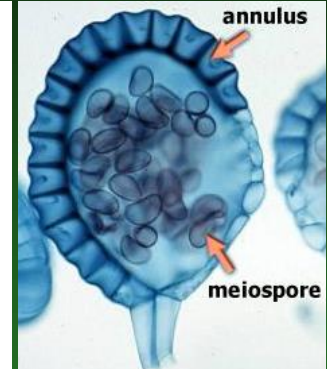
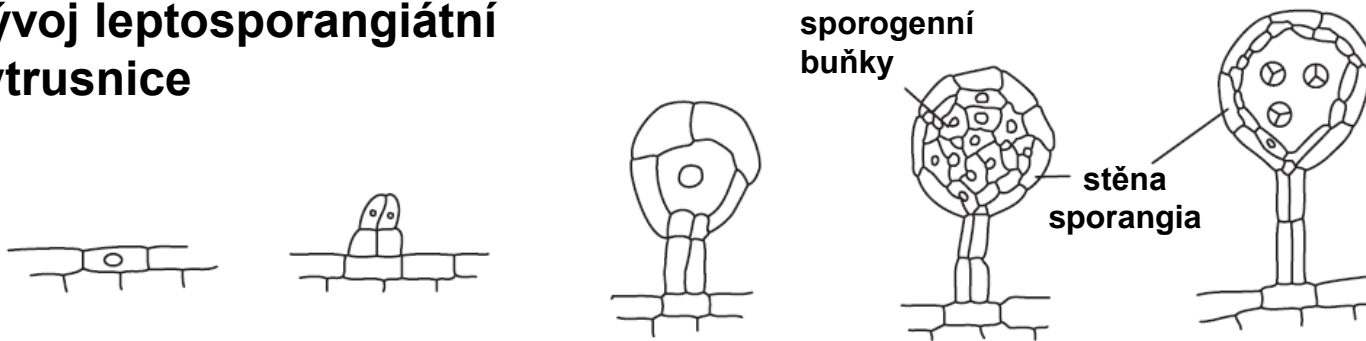
Sory někdy kryje ostěra  
(= indusium)



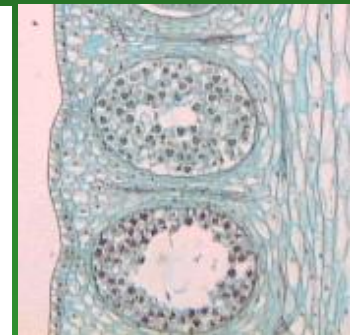
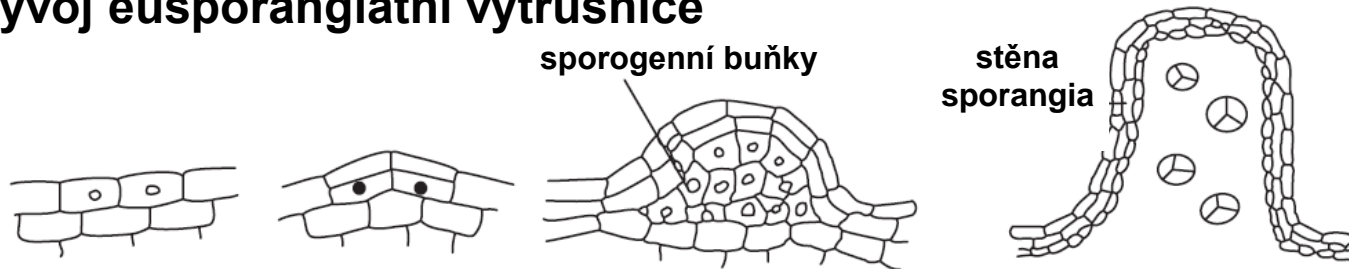


Sporangia **leptosporangiátní** = tentostěnná (1 vrstva buněk)  
diferencují se vně pletiva (**eusporangiátní** dovnitř pletiva)

### Vývoj leptosporangiátní výtrusnice



### Vývoj eusporangiátní výtrusnice



*Ophioglossum*

**leptosporangiátní** sporangia většinou obsahují

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

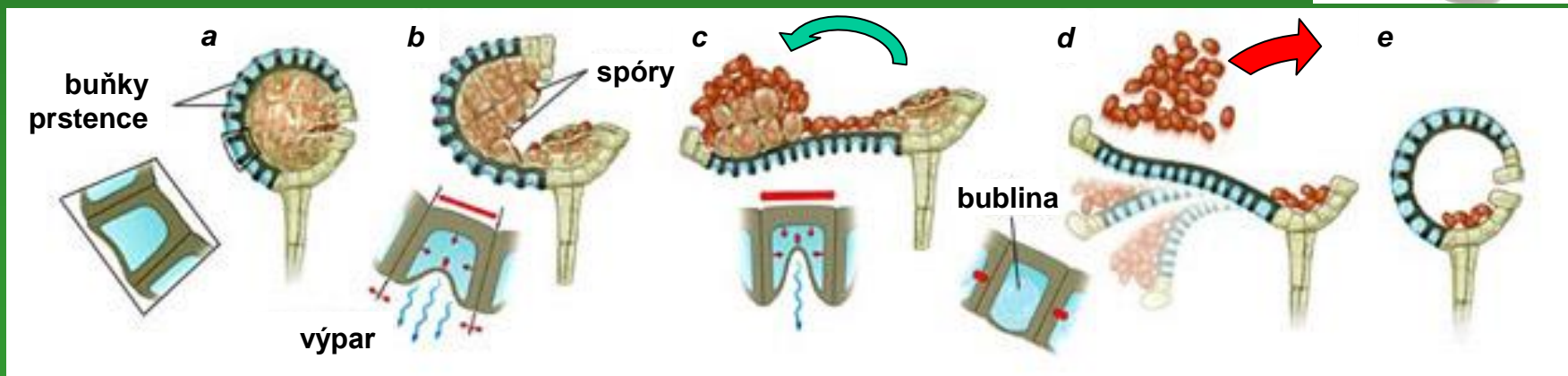
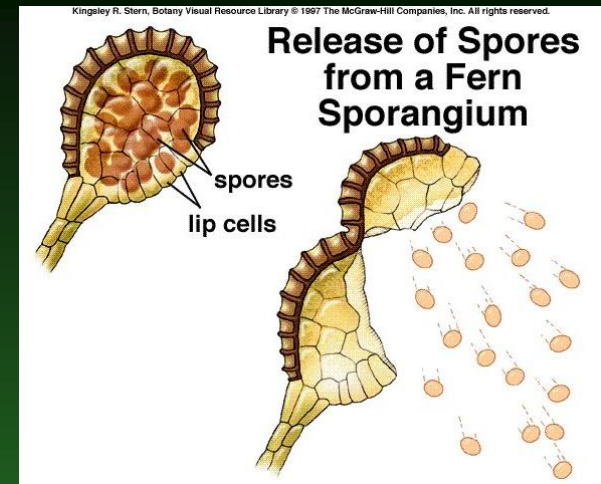
Prstenec (= annulus) je řada buněk na kýlu sporangia

1. Otvírá a zavírá sporangia
2. Katapultuje spory

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

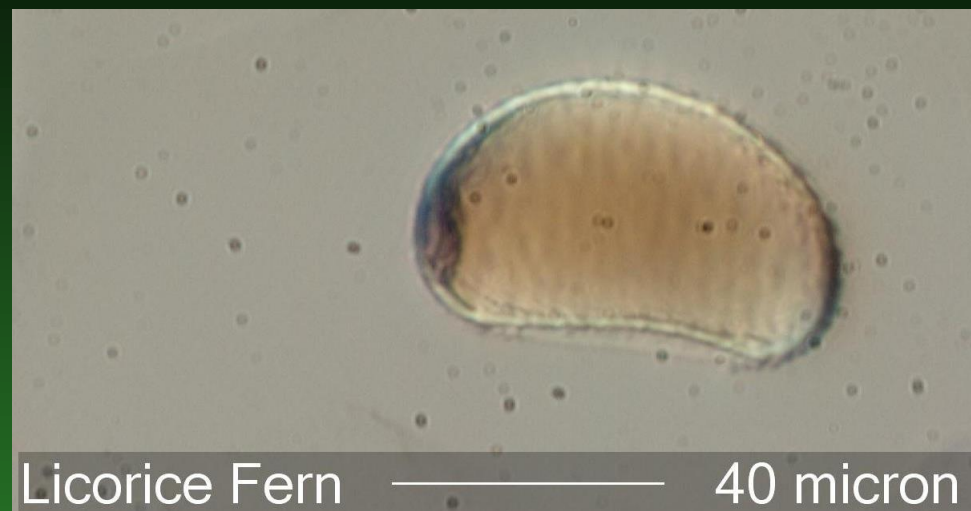
V suchém počasí:

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

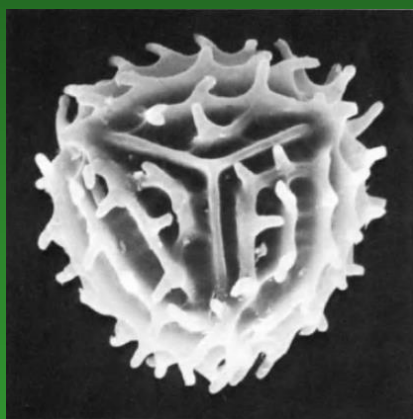




Spory nezelené, monoletní, fazolovitého tvaru, hladké, řidčeji tripletní



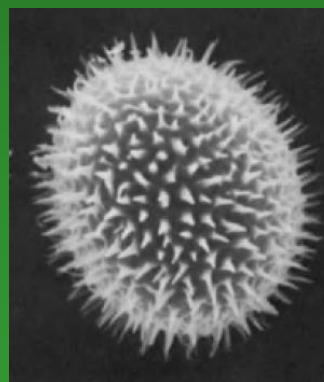
Někdy s háčkovitými útvary  
připomínajícími entomogamní pyl



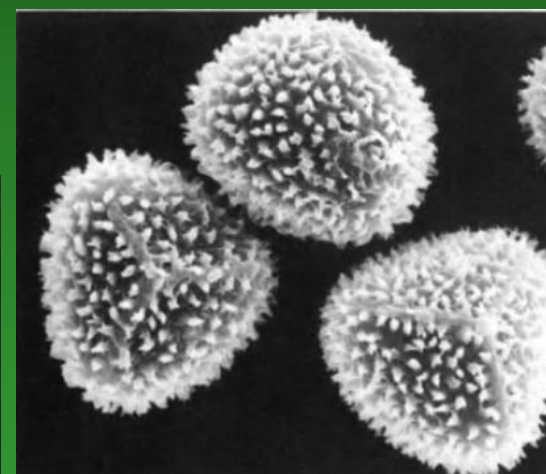
*Anemia phyllitidis*



*Blotiella lindeniana*



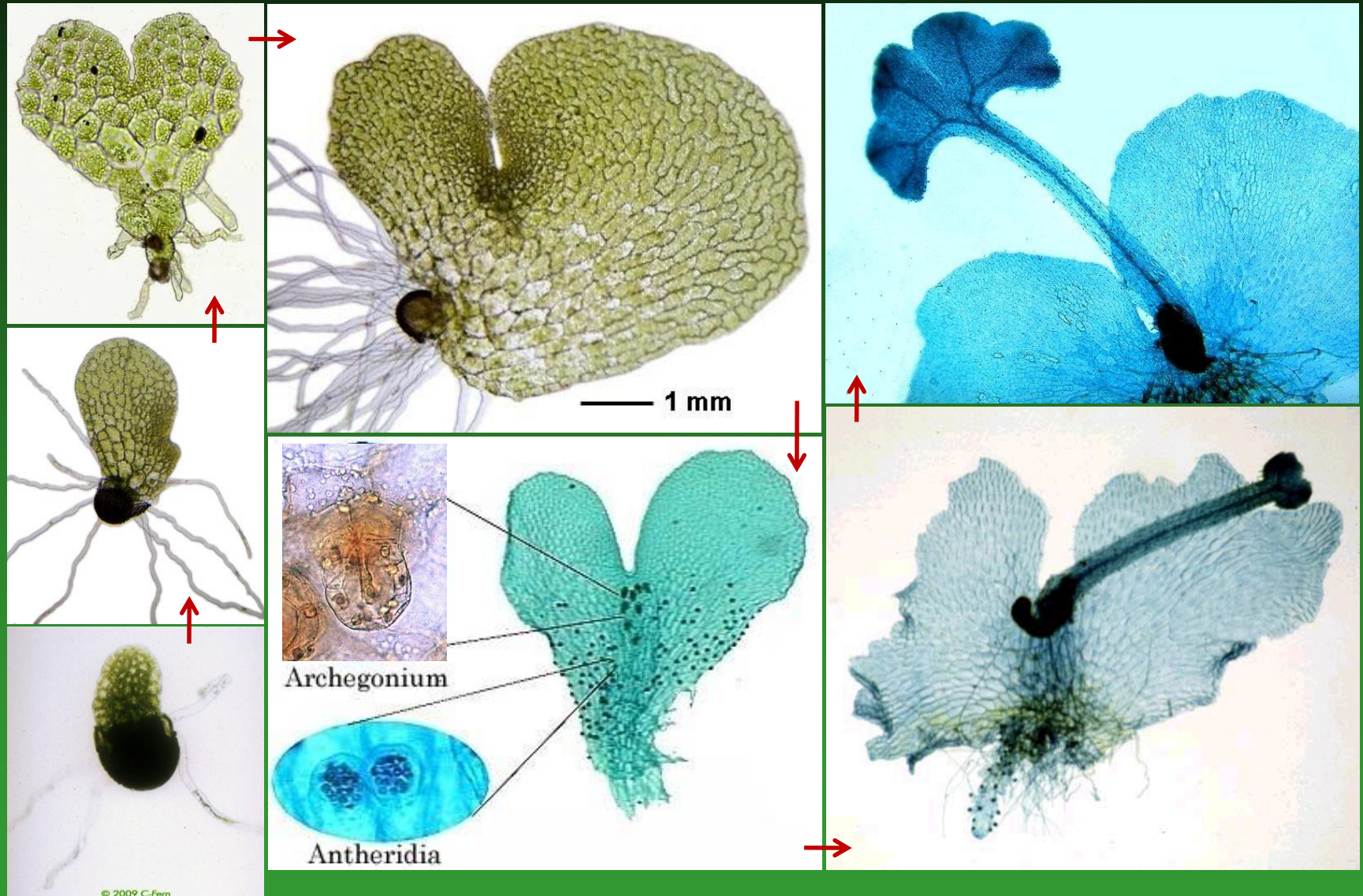
*Ctenitis hirta*



*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





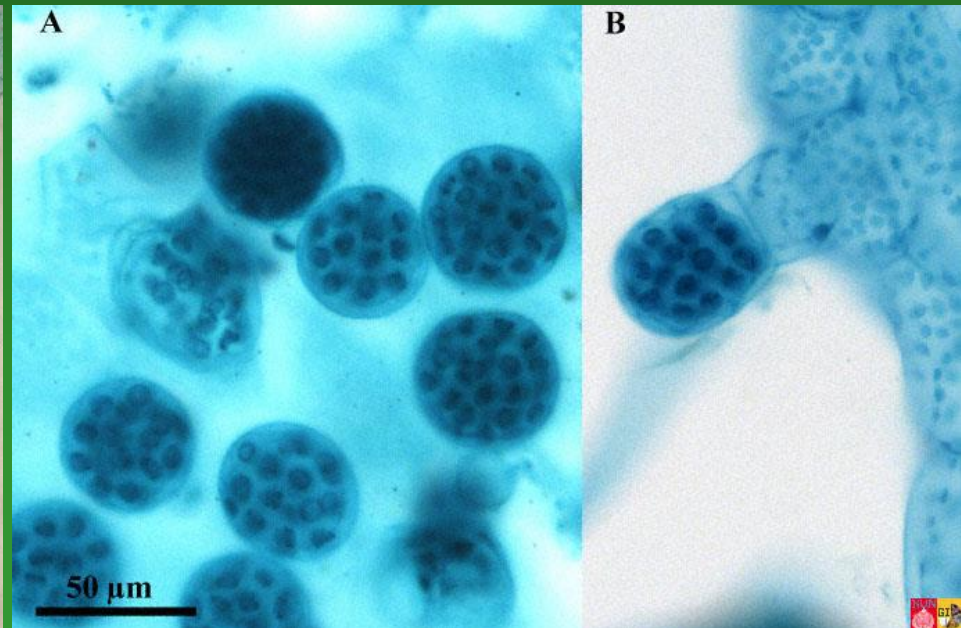
# Prothalia – primárně oboupohlavná, druhotně často jedнопohlavná

Nejpokročilejší prothallium pomocí fytohormonů (antheridiogenů ze skupiny giberelinů) – ovlivní ostatní tak 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 nepodstupuje při tvorbě gamet meiozi, nedochází k segregaci a všechny jím vytvořené gamety jsou geneticky identické

Fern Prothallium (Gametophyte) Fertilization X 40





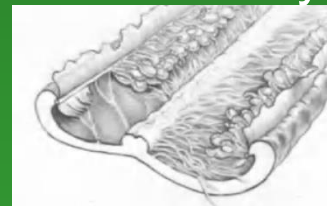
***Pteridium aquilinum*** - hasivka orličí - naše největší kapradina (listy až 2.5 m dlouhé) světlejší stanoviště, celkově kosmopolitní rozšíření, jedovatá - kyanogenní sloučeniny.



Coenosory kryté podvinutým krajem listu a tenkým lištovitým indusiem



Spóry triletí



*Dennstaedtiaceae* (170 druhů hlavně tropy)



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



© Jardiň Nandani ©



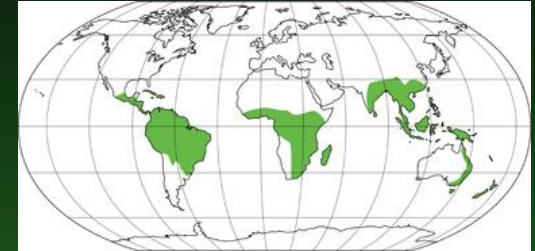
*Nephrolepidaceae*  
– tropické epifyty



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

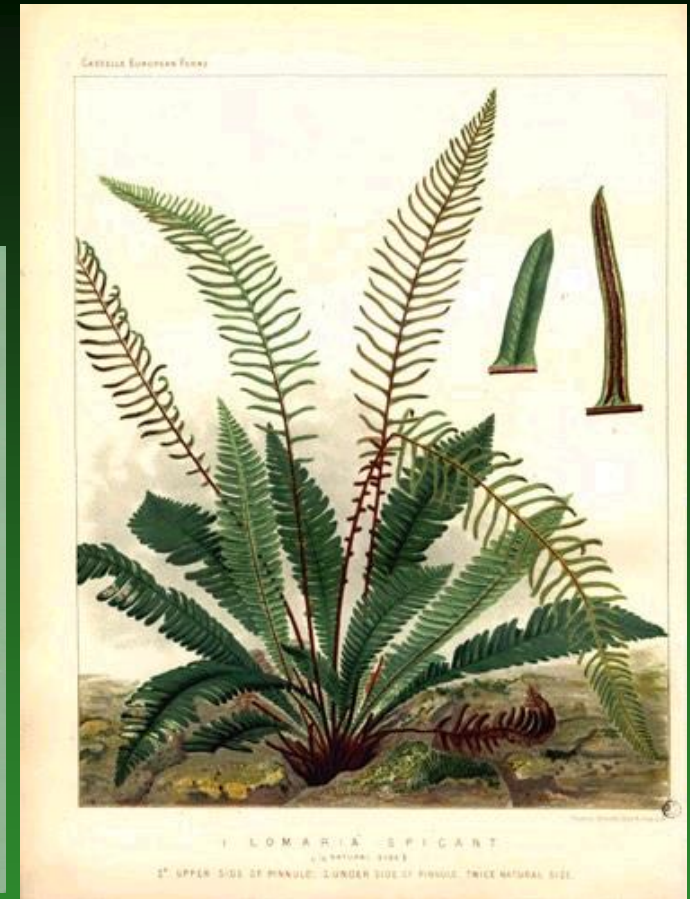


- kmen nevětvený, štíhlý, pokrytý trichomy
- listy až 3 m dlouhé, vícenásobně zpeřené.
- sporangia v sorech krytá ostěrami (miskovitými, „tortillózními“, až „hlávkozelíoidními“)
- i zde klasická krátkověká srdčitá prothalia



# *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





# *Athyrium filix-femina* - papratka samičí

Nejhojnější kapradina našich lesů. Čárkovité sori s lištovitým indusiem



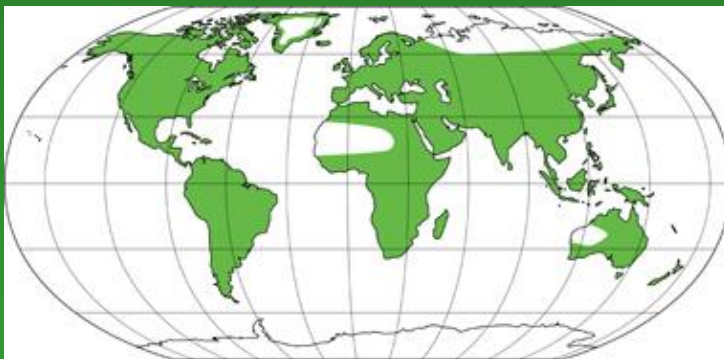
*Athyriaceae* - hlavně tropy, u nás jen papratka



# *Dryopteris filix-mas*

## 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





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***  
sleziník červený – na různých  
skalních substrátech hojně



*Aspleniaceae* – 700  
druhů

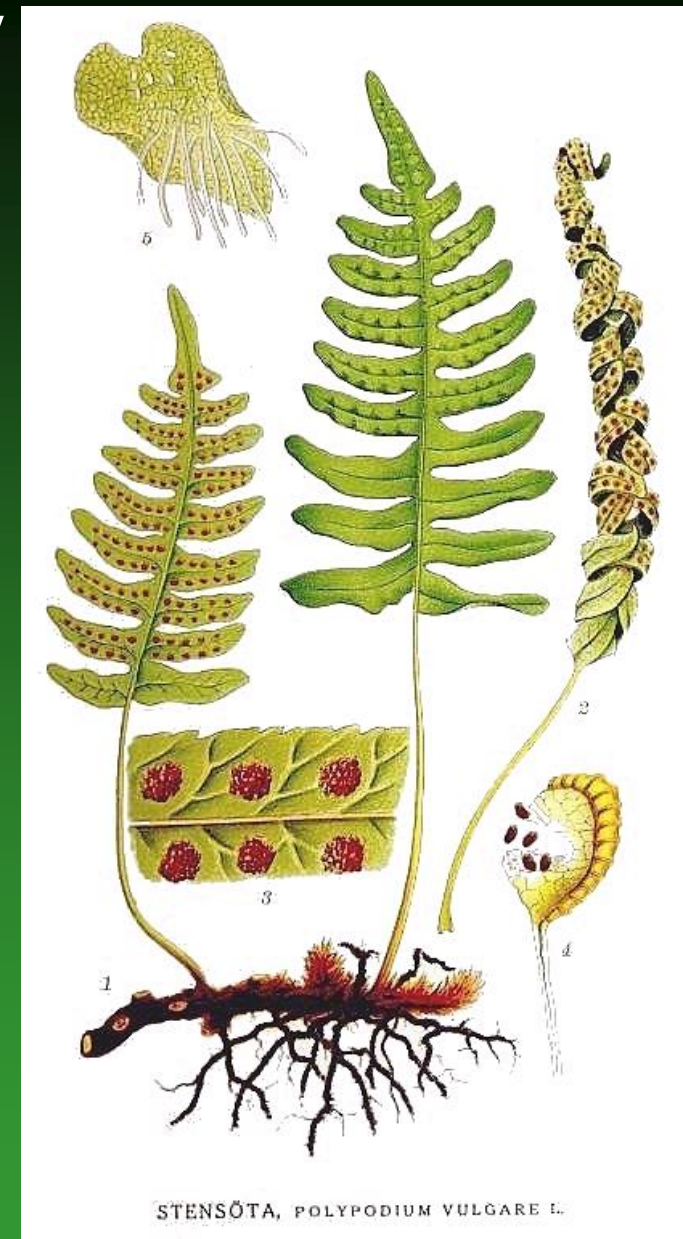




# *Polypodium vulgare* - osladič obecný

na skalách hojně

okrouhlé sori  
bez induzií  
na jednoduchých  
úkrojcích  
ve 2 řadách



STENSŌTA, POLYPODIUM VULGARE L.

*Polypodiaceae* – 1200 druhů



## 2. řád *Salviniales*



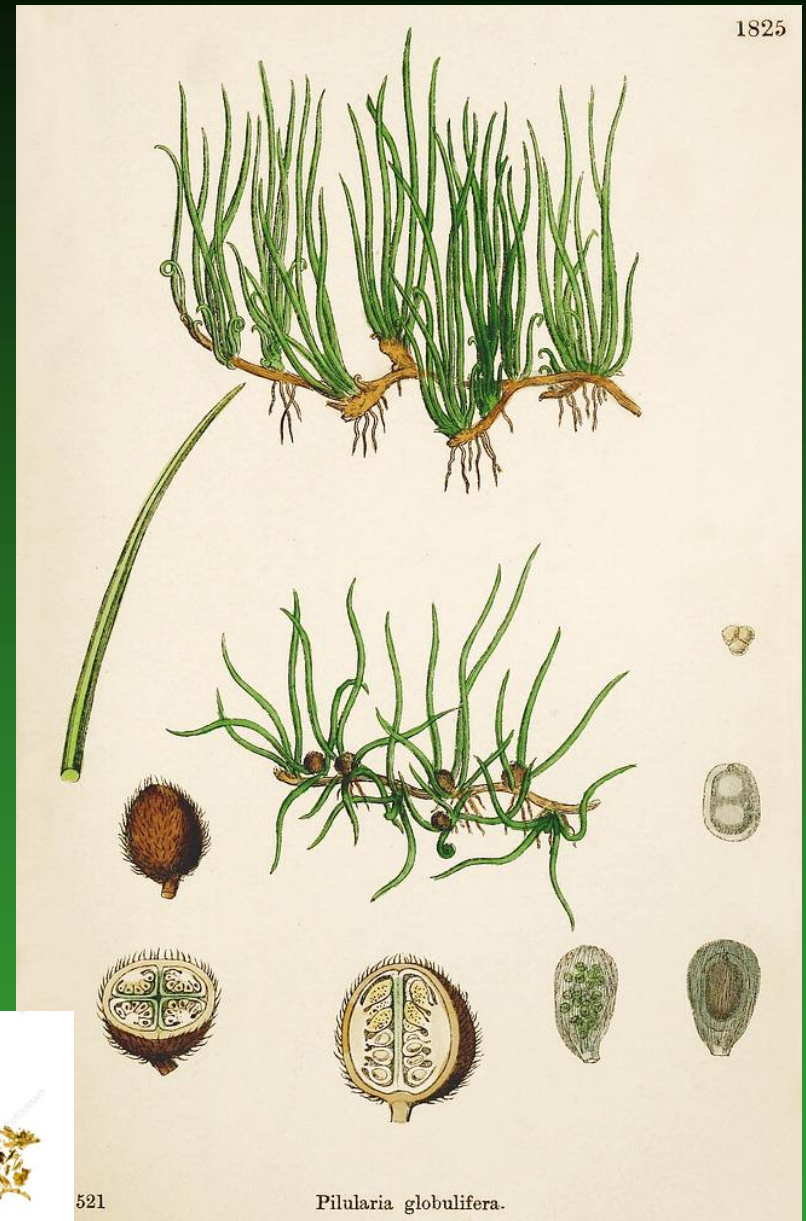
**heterosporické** leptosporangiátní vodní a bahenní kapradiny zahrnující 3 čeledi *Marsileaceae*, *Salviniaceae* a *Azollaceae*

- shluky sporangií sori – uzavřené v přeměněných listových úkrojcích –  
**ve sporokarpech** – oválného nebo kulovitého tvaru
- v jednom sporokarpu jsou mega- i mikrosporangia (čel. Marsilleaceae)  
nebo sporokarpy jen s jedním nebo druhým typem spór (čel.  
Salviniaceae, Azollaceae)
- prothalia se vyvíjejí uvnitř spór (podobně jako u šídlatek, které jsou také  
heterosporické)
- jako sporokarpium přečkává rostlina nepříznivé podmínky



# Marsileaceae - marsilkovité (75 druhů)

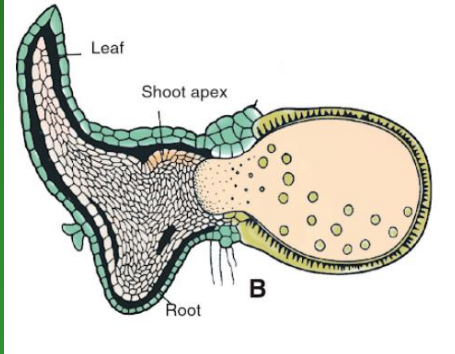
U nás jen velmi vzácně  
- *Pilularia globulifera* - míčovka kulkonosná  
s šídlovitými listy, kdysi vzácně na Třeboňsku.  
Na Slovensku vzácně tam, kde byla nebo jsou  
rýžová pole.







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



dospělé  
megaprothallium  
s mladým  
sporofytem

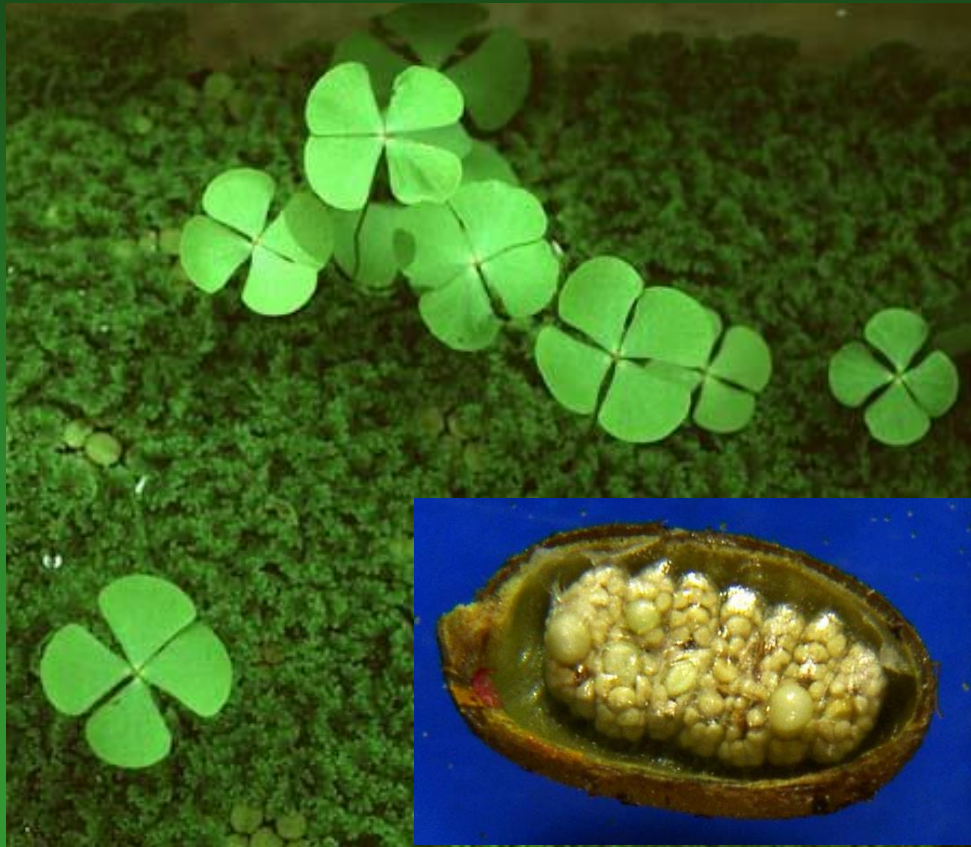


Dnes v u nás jediná lokalita – ryb.  
Karhov u Studené v Jihlavských vrších  
– objevena r. 2007



# *Marsilea quadrifolia* - marsilka čtyřlistá

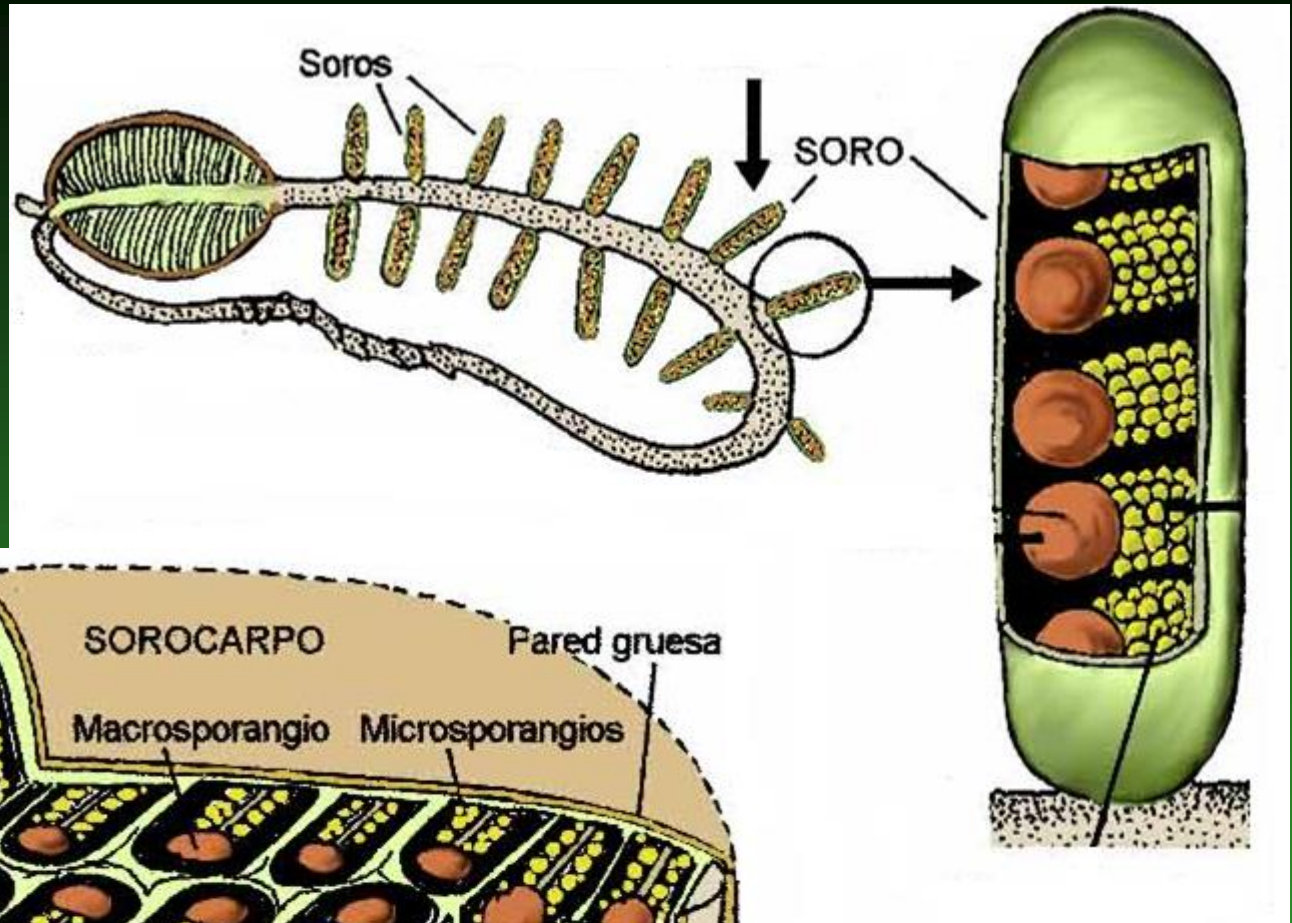
velmi vzácná bahenní rostlina s dlouze  
řapíkatými čtyřčetnými listy; na JV Slovensku





Otevřený sporokarp

marsilky se sory na sliznaté stopce soroforu



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



# U nás jen *Salvinia natans* - nepukalka vzplývající

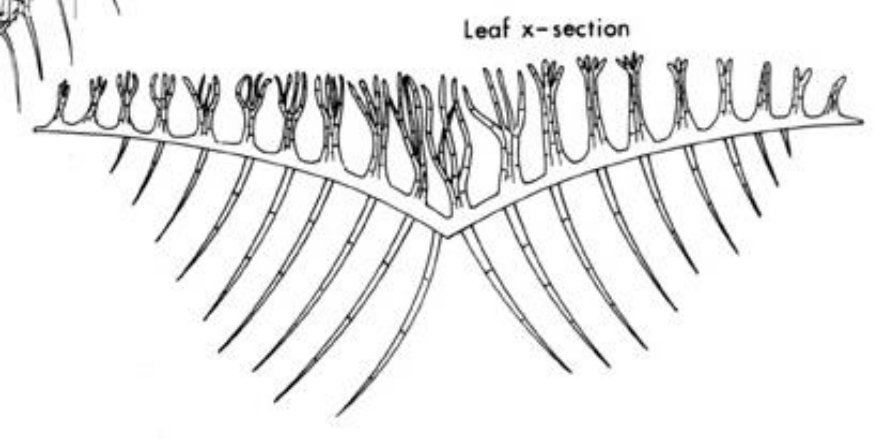
jednoletá rostlina s plovoucím stonkem,  
listy v „trojčetných“ přeslenech - 2 listy  
vegetativní, zbývající jeden je přeměněn  
ve svazek dlouhých do vody visících  
vláken, jež mají funkci kořenů,  
vytvářejíce i vlášení

kořen = přeměněný list

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







Listy - kryty nesmáčivými trichomy, bez průduchů



© Power & Syred 2013

Photo Credit: USDA, Scott Bauer



**Sporokarpy = sorofory** – členěné,  
indusia se vzduchovými dutinami uzavírají buď  
mega-, nebo mikrosory

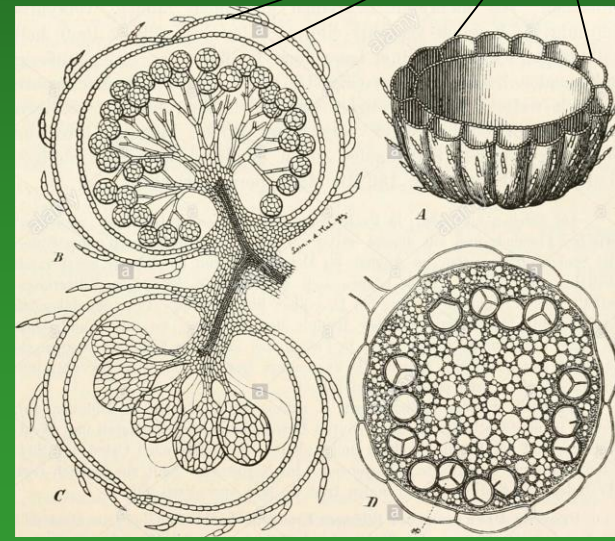
**Megaspory** – 75 µm  
32 / megasporangium

**Mikrospory** – 20 µm  
64 / mikrosporangium

sporokarp

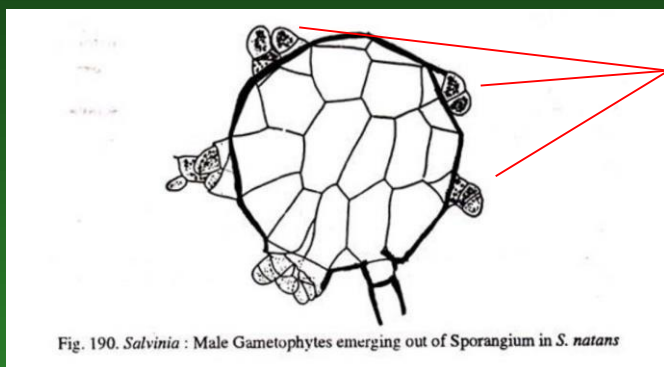


indusia



# Jednoletý životní cyklus

- na podzim odumírá,
- přes zimu spóry v detritu
- na jaře prothalia, oplození, mladý sporofyt
- vegetativní přes léto



mikroprothalia s antheridii vznikají na povrchu mikrosporangia

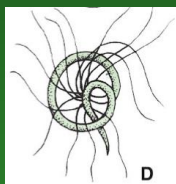


Fig. 190. *Salvinia*: Male Gametophytes emerging out of Sporangium in *S. natans*

mladé a starší megaprothaliium

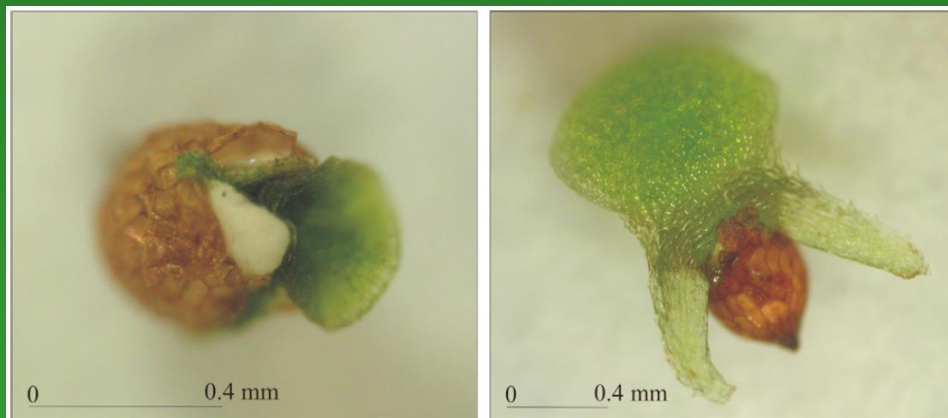


Fig. 2. Female gametophyte development stages: early (left) and late (right).



## 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

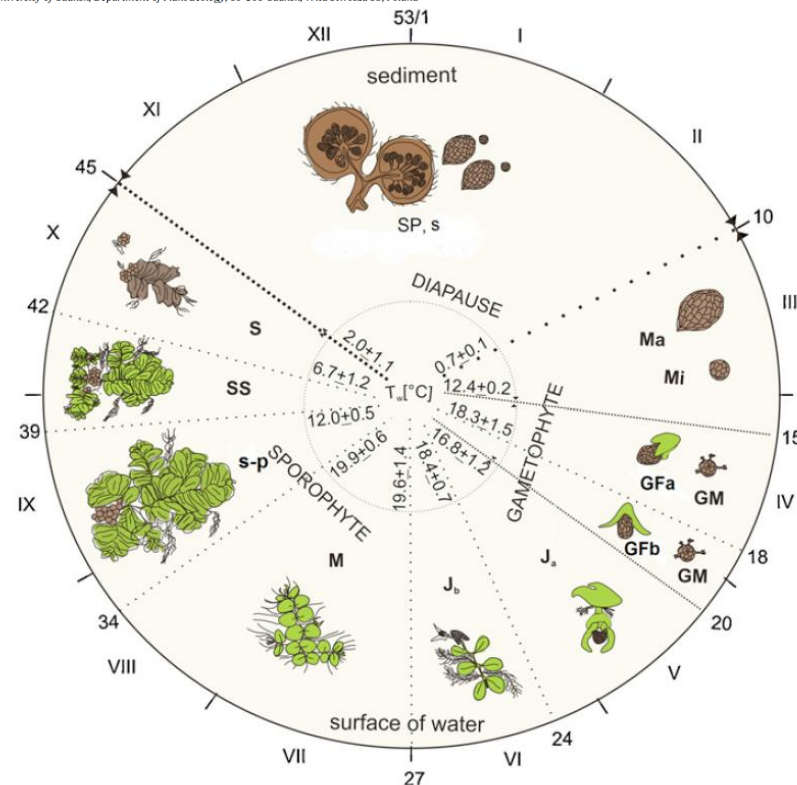


Fig. 3. Diagram of the *Salvinia natans* annual development cycle. Abbreviations: SP: sporocarp; s: spore, Ma: macrospore, Mi: microspore, GM: male gametophyte. Female gametophyte development stages: GF<sub>a</sub>: early, GF<sub>b</sub>: late. Sporophyte development stages: J: juvenile; J<sub>a</sub>: 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

jednoledá, bahenní až vodní vzplývavá rostlina

lodyha – vidličnatě větvená s drobnými hustými listy a adventivními kořeny



3. čel.

***Azollaceae*** -

azolovité

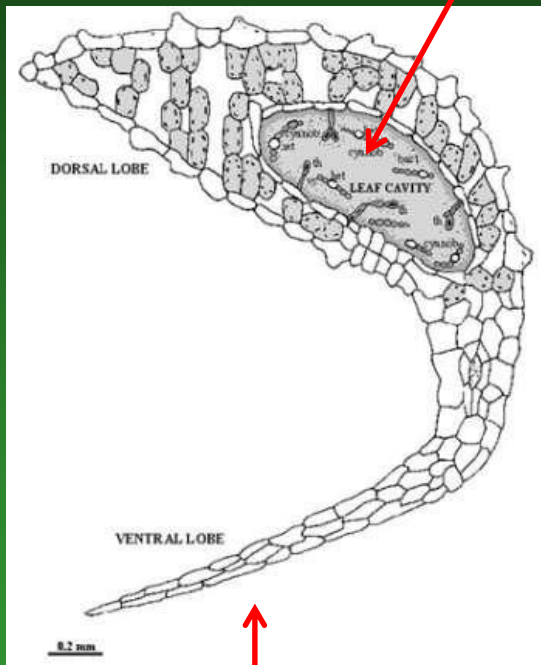
(celosvětově

1/5)

# Azolla caroliniana

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

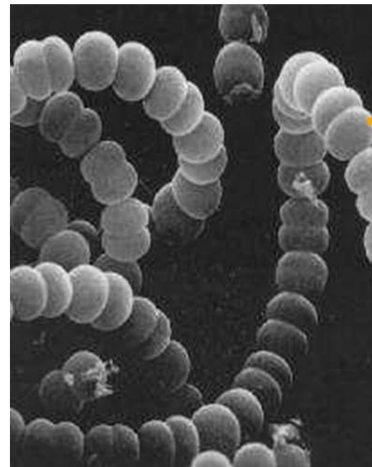
*Anabaena azollae*



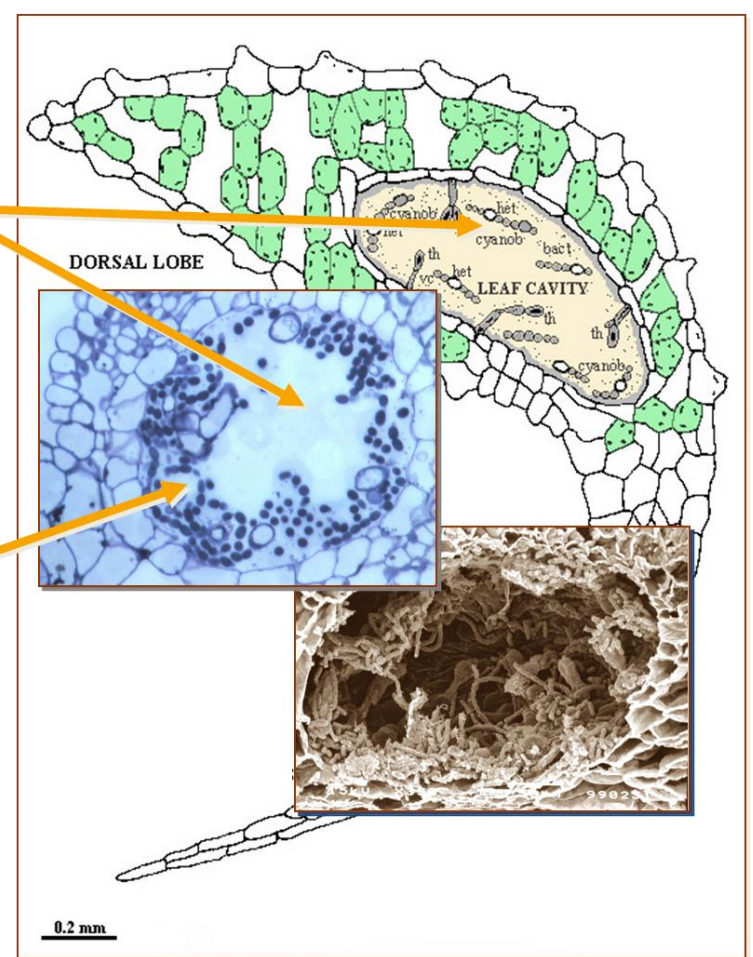
ventrální lalok plochý



**Azolla leaf**



**Anabaena**





# Semenné typy kapradin

# 5. třída *Pteridospermopsida* - kaprad'osemenné



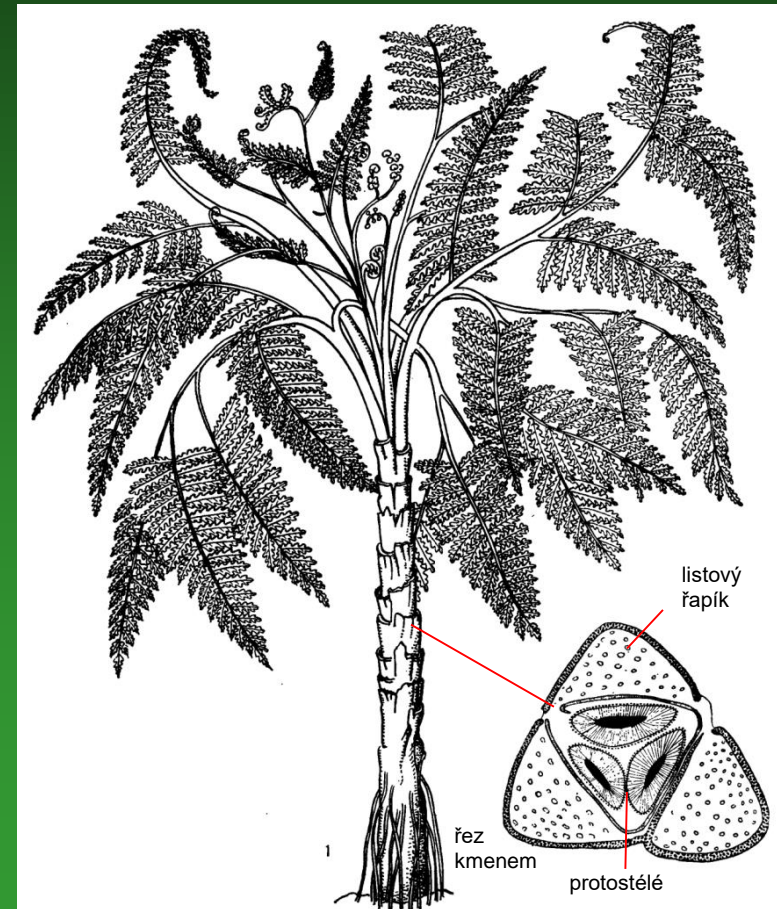
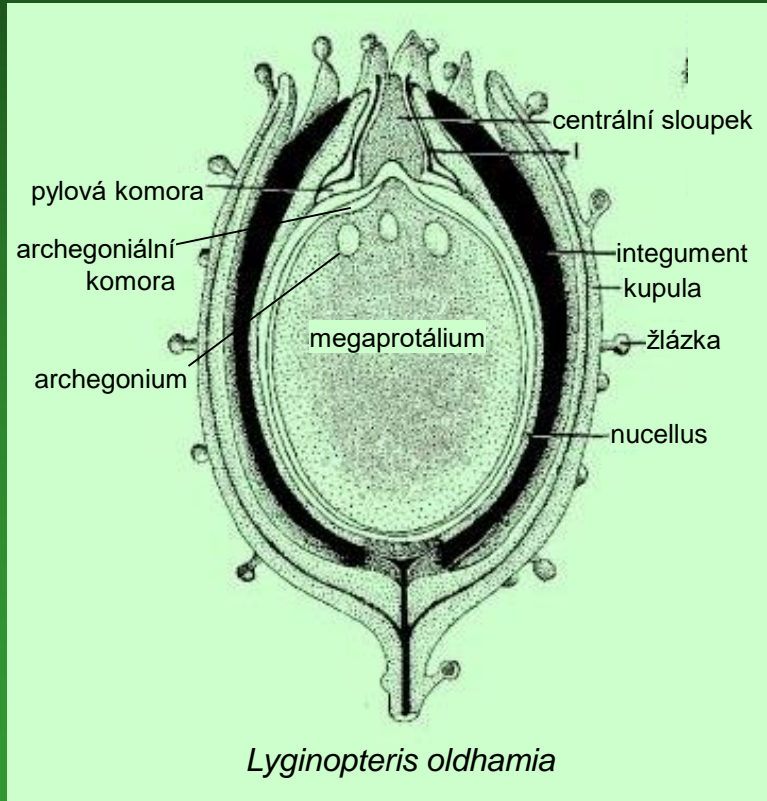
semenná linie karbonských až druhohorních kapradin

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



# řád *Medullosales* - svrchní karbon–perm (360–250 mya)

- vzhled stromových kapradin
- megasporangia s jedinou megaspórou v „trojobalu“
- mají **mikropyle** = otvor klový (mikropyle) – protáhlé v trubičkovité kutikulou tvořené lagenostoma – na něm polinační kapka k zachycení mikrospór (pylu)



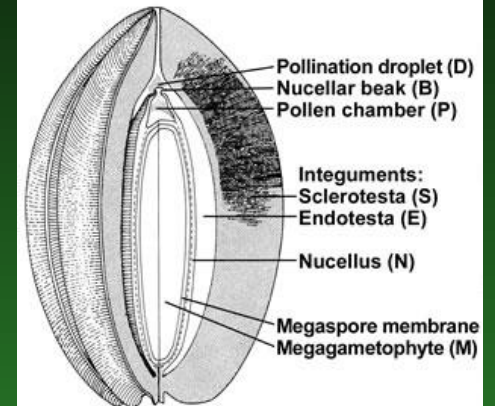
**Megasporangia** – ve skupinkách nebo jednotlivě na vršení listů

**Semena** - velká až 10 cm

**Obal semen (testa):**

- (1) vnější dužnatá sarkotesta
- (2) vnitřní dřevnatá sklerotesta

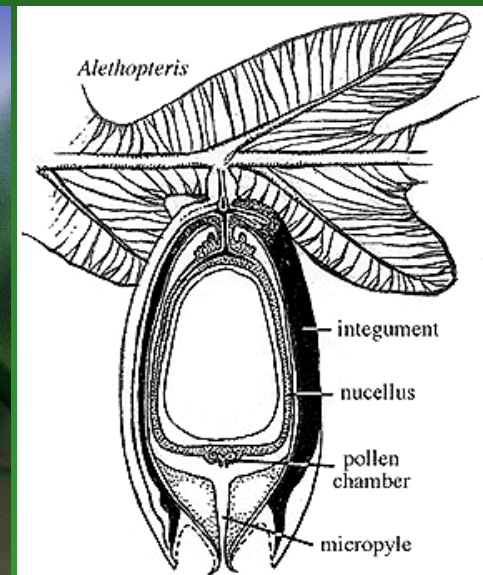
*Polypterosperrum renaultii* - seed fern ovules from the late Carboniferous of France



© Ciavatti 2002



© Ciavatti 2002





# Mohly by být fylogenetickým předchůdcem cykasů



*Cyathea*



*Medullosa*

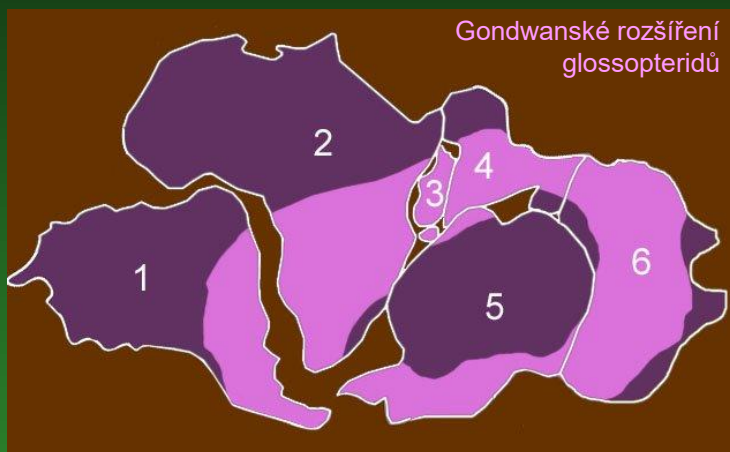


*Encephalartos*



## 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 výraznými letokruhy

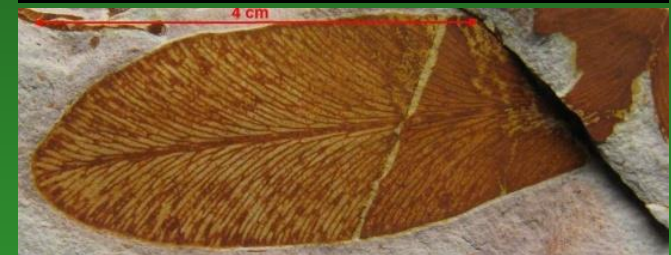




# řád *Glossopteridales*

## Listy

- jednoduché, celistvé, kolem 10 cm dlouhé, nepodobné kapradinám
- obkopinaté až podlouhle eliptické, připomínající jazyk (odsud jméno)
- 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
- 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.)

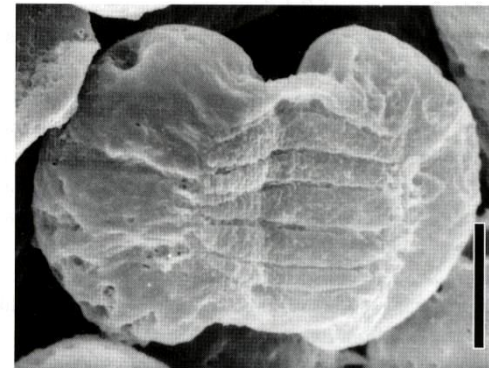


FIGURE 14.217 Pollen grain with proximal striations. Bar = 10 $\mu$ m. (Courtesy S. McLoughlin.)

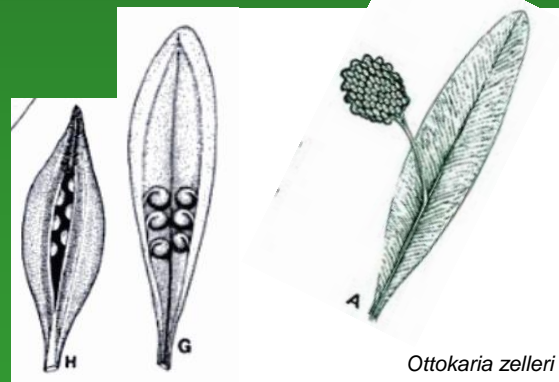
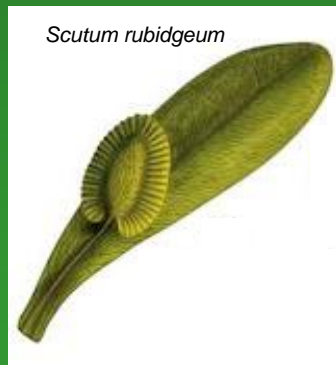


# řád *Glossopteridales*

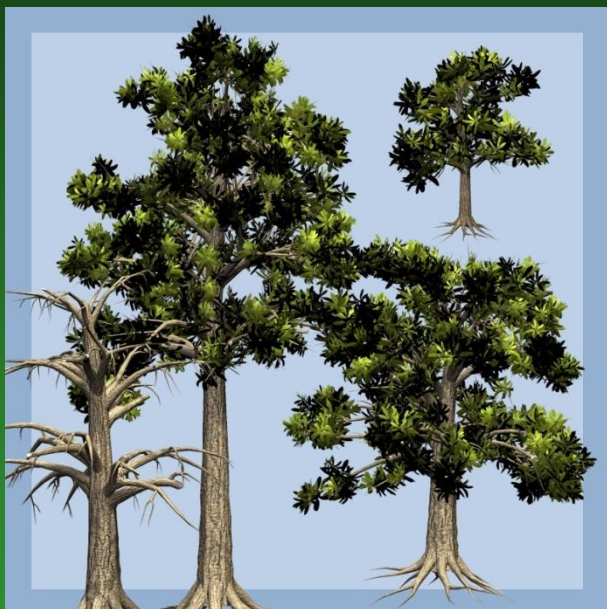
## Megasporangia (vajíčka)

- často ve stopkatých megasynangiích
- stopka přirostlá zčásti k listové čepeli, jednotlivě, nebo dvouřadě 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*

