



Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin

Kaprad'orosty

výtah z přednášek prof. Petra Bureše, drobné úpravy P. Šmarda 2024



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Oddělení *Monilophyta*



nástupci Trimerofyt (megafylní linie ryniofytů)

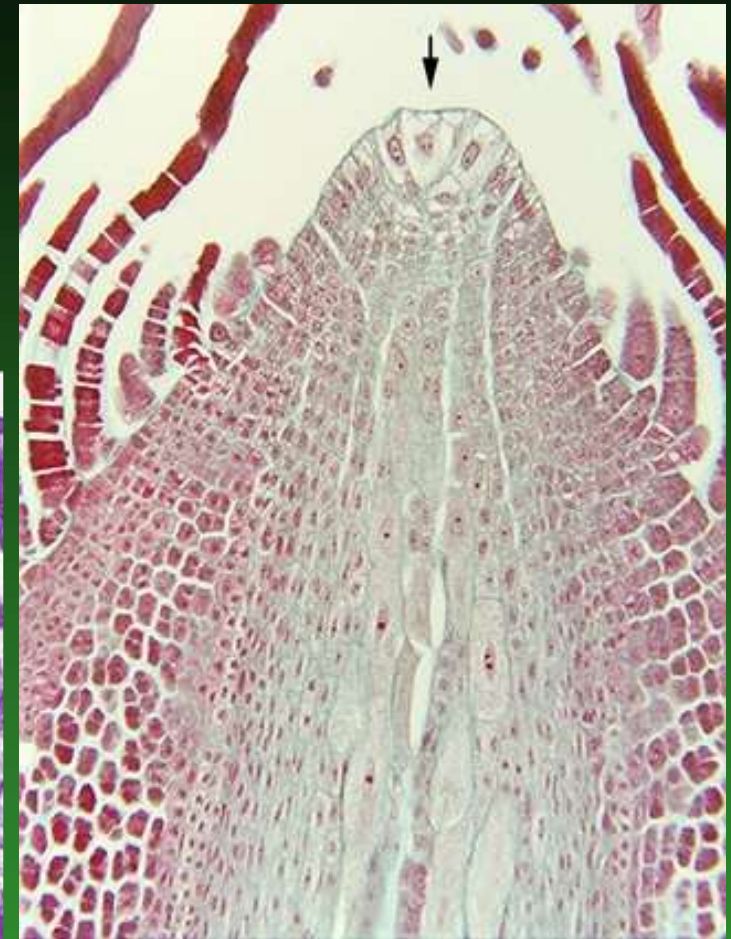
Vzrostlý vrchol prýtu tvoří jediná apikální buňka



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

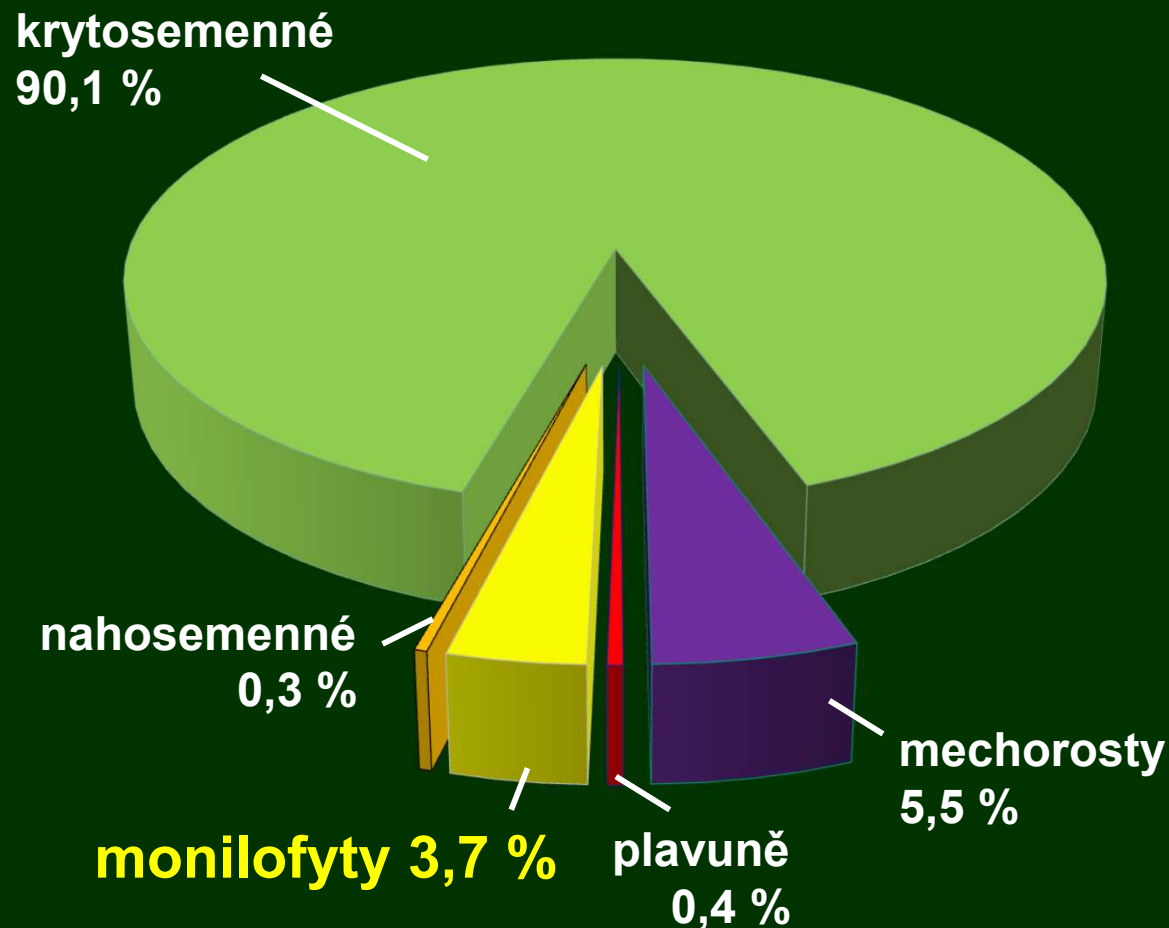
3. *Marattiopsida*

4. *Polypodiopsida* – kapradiny

5. *Pteridospermopsida* – kaprad'osemenné (vymřelé)

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
monilofyty	11 000
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 epilitické), bezkořenné, jen 2 rody: *Psilotum* (2 druhy) a *Tmesipteris* (10 druhů)

Psilotum nudum

(= *Psilotum triquetrum*)

- tropy a subtropy
- na skalách (= epiliticky)



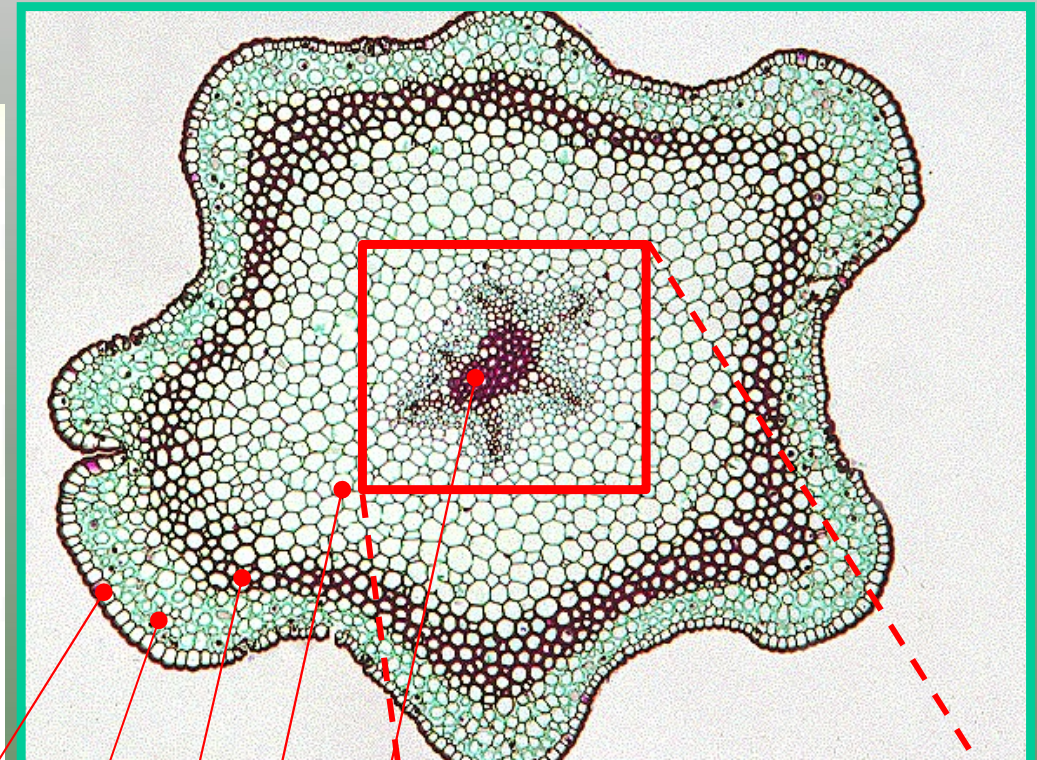
V Evropě nalezeno r. 1965 v J Španělsku, v provincii Cadiz

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

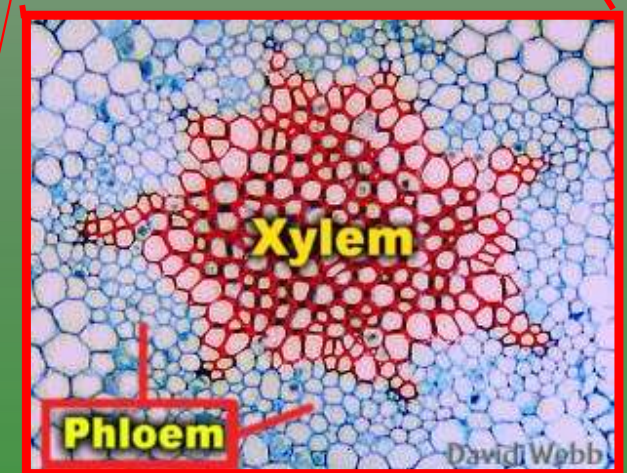


Psilotum nudum

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 (enafyly)
- střídavě postavené
- bez průduchů



Sporangia

eusporangiátní

izosporická

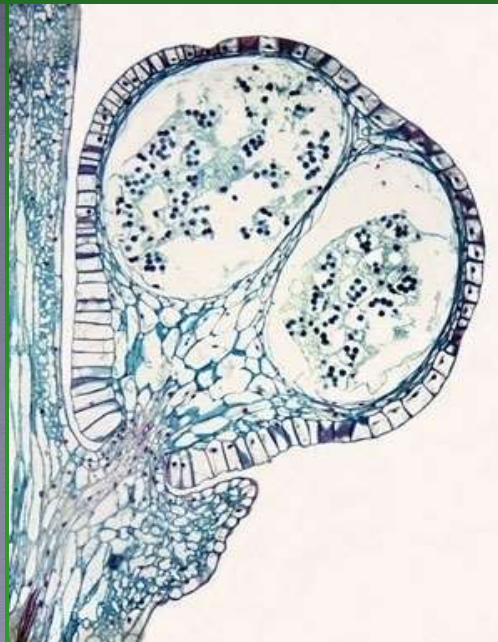
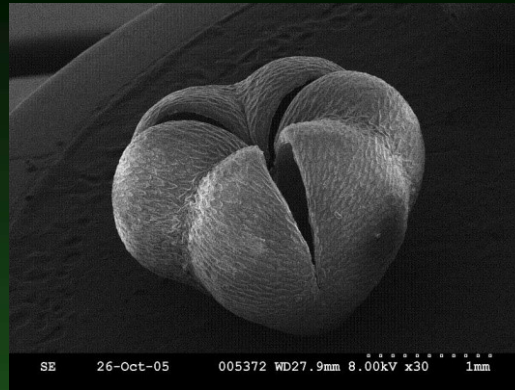
v paždí vidličnatých listů

po třech srostlá v

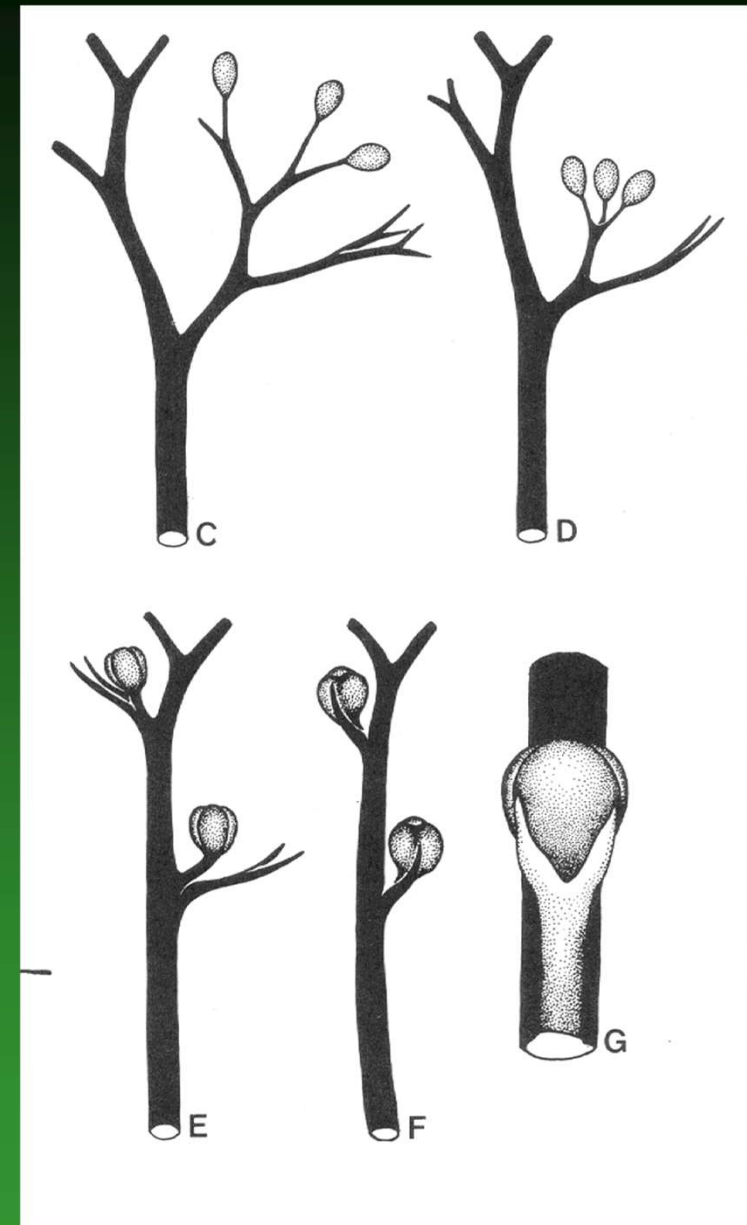
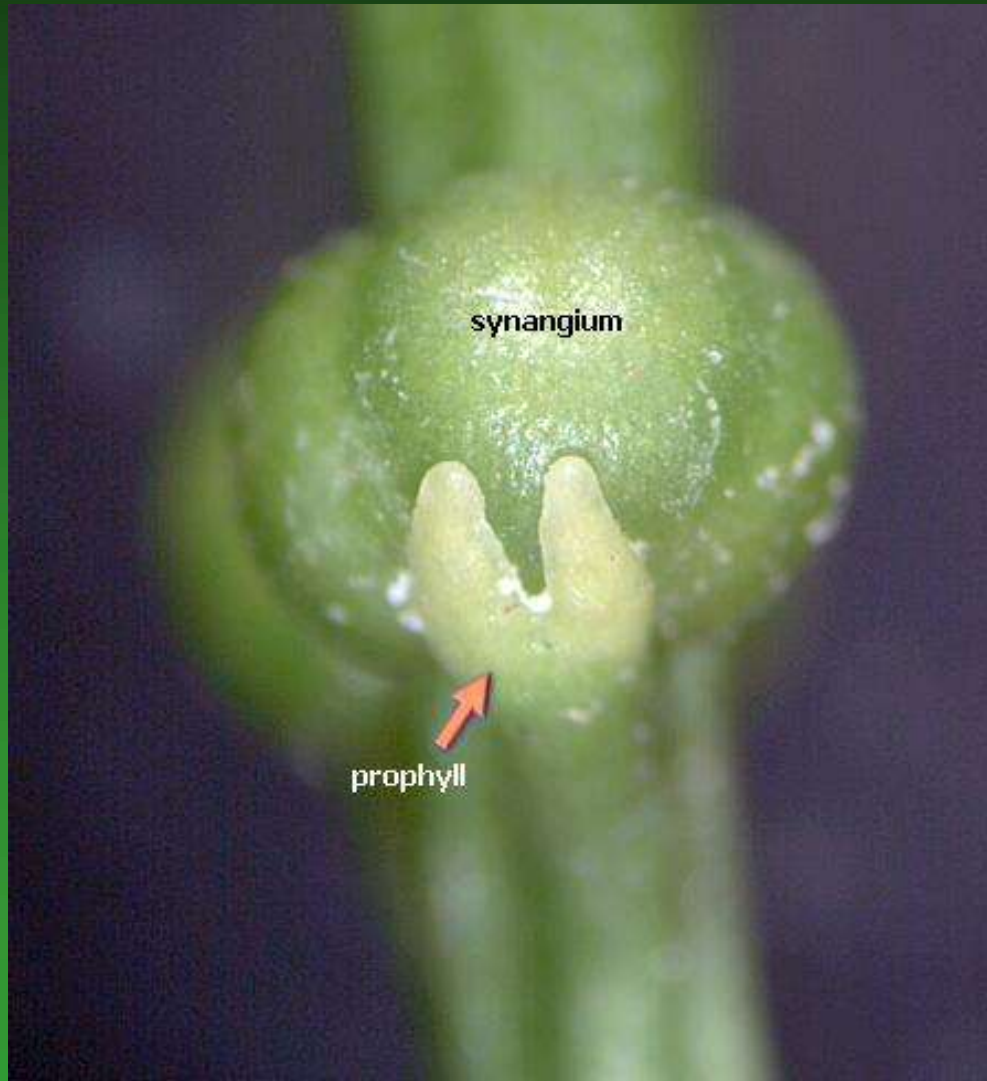
synangia

každé ze 3 pouzder má

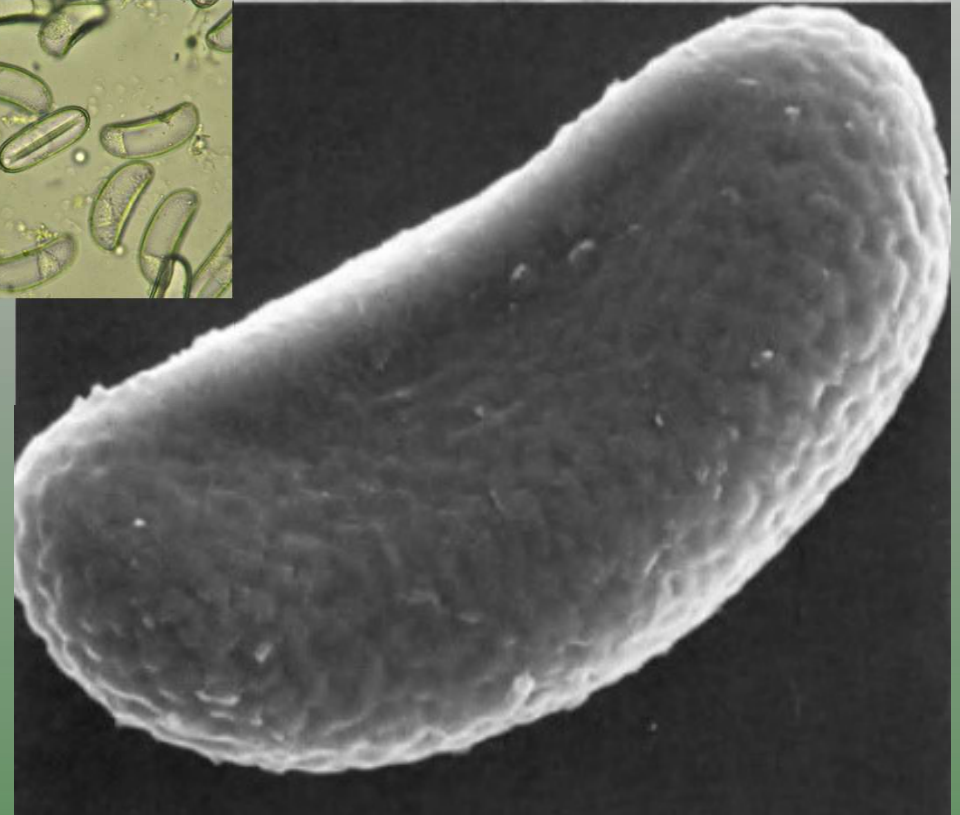
vlastní dehiscenci



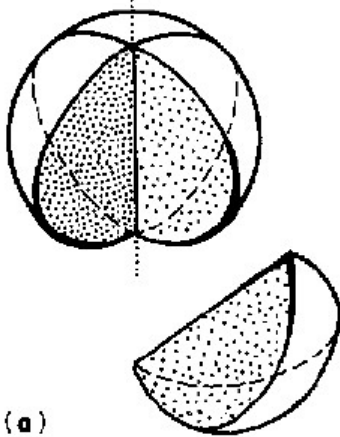
Hypotetická morfogeneze psilotofyt z trimerofyt podle telomové teorie



Spory
monoletní
fazolovitého tvaru
bez chlorofylu

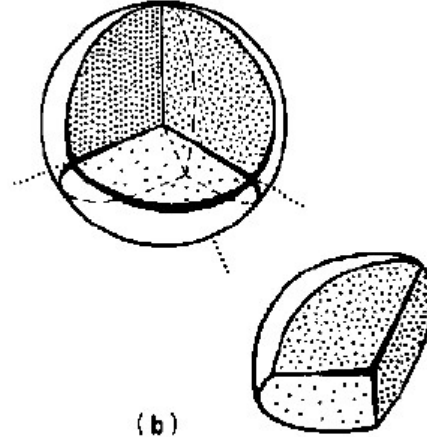


2 karyo-
2 cytokinéze



(a)

2 karyo-
1 cytokinéze



(b)

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

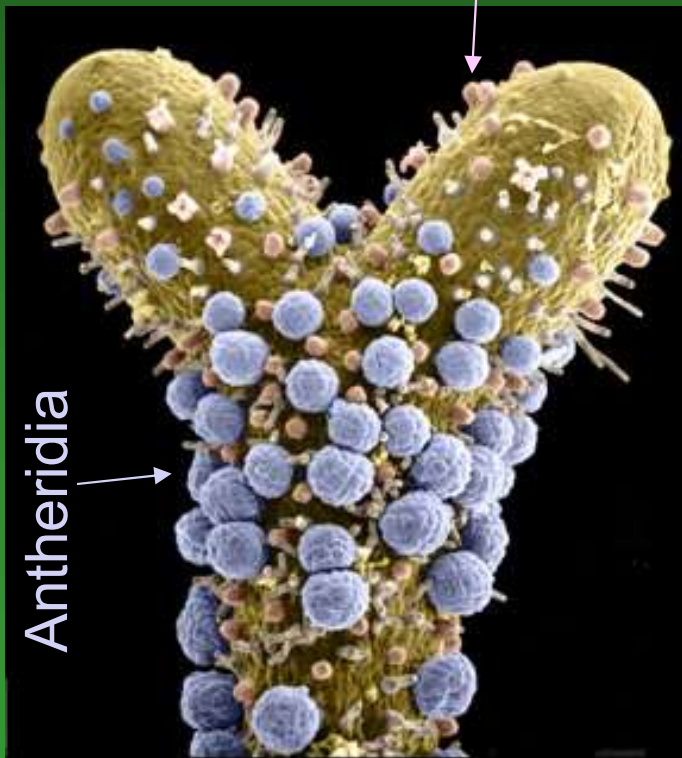
Vznikají také v tetradách, ale v jiném prostorovém uspořádání, než spóry triletní

Většina kapradin má spóry fazolovité, menší část triletní

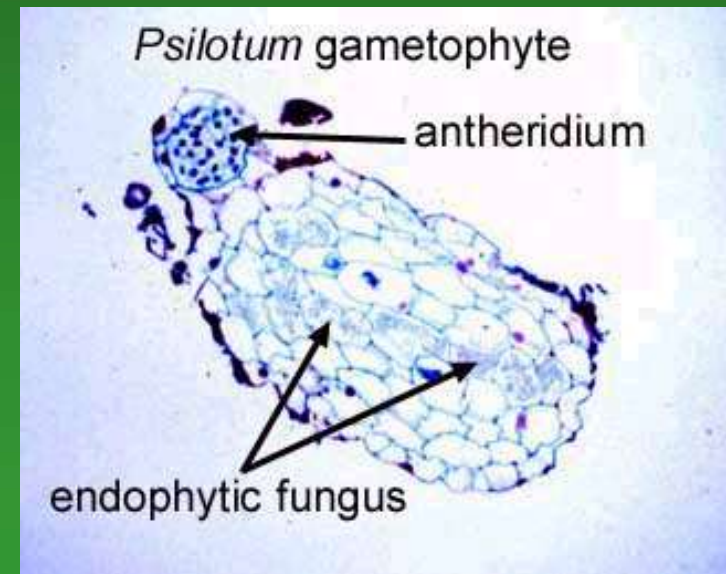
Gametofyt - podzemní,
nezelený, dlouhověký,
válcovitý nebo vidličnatý
2-10 cm,
s cévním svazkem



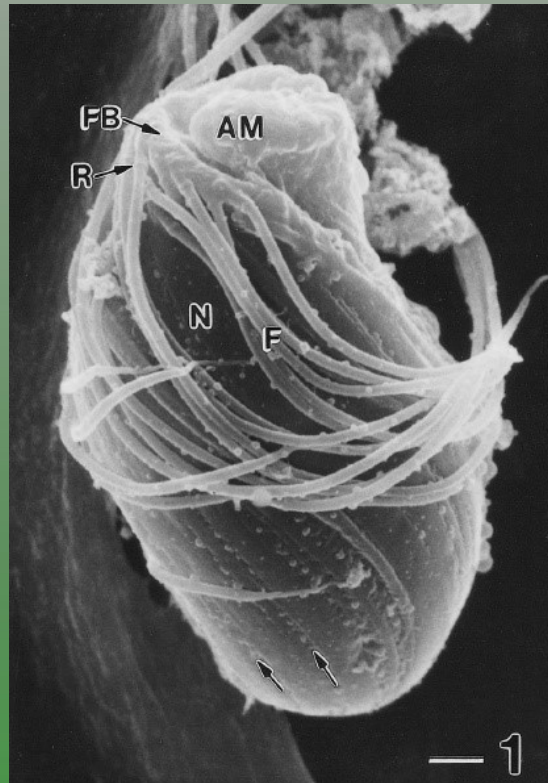
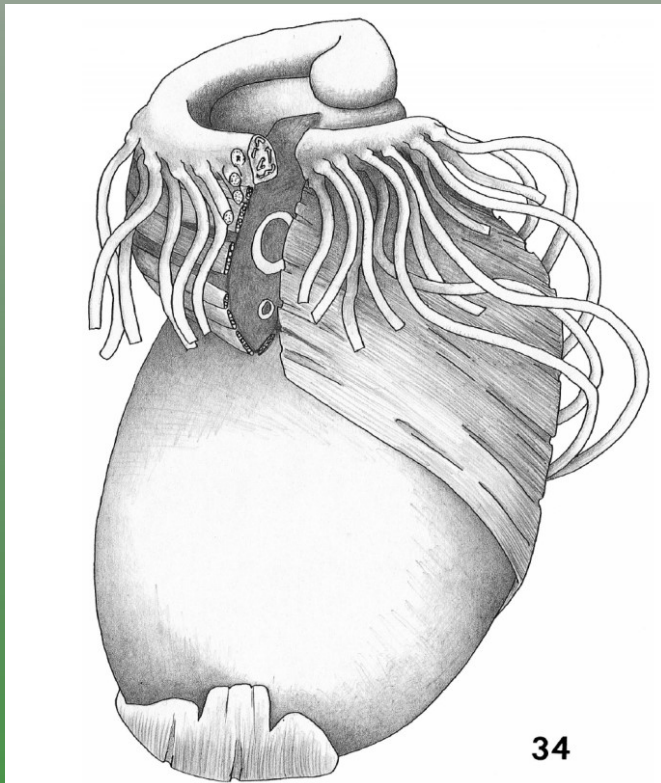
Archeogonia



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



Spermatozoidy – polyciliární (jako u šídlatek či přesliček) ~36 bičíků



Gametofyt *Psilotum* pěstovaný *in vitro*



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^{1*}, JAUME PELLICER^{1*}, MAARTEN J. M. CHRISTENHUSZ²,
HARALD SCHNEIDER^{3,4} and ILIA J. LEITCH^{1*}

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

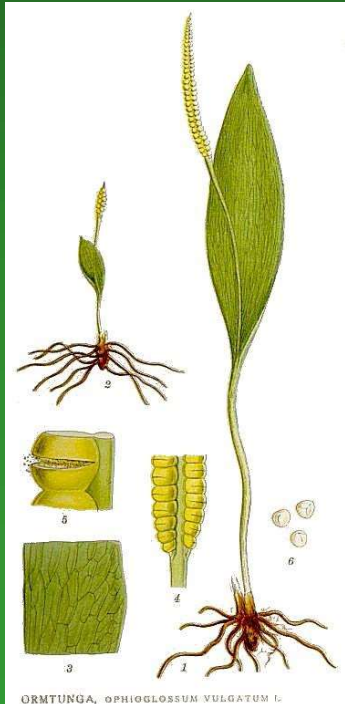


Rostou terestricky nebo epifytně



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

častá je shoda v členění sterilní čepele a sporoforu





Oddenek našich druhů
hlízovitý nebo krátce plazivý

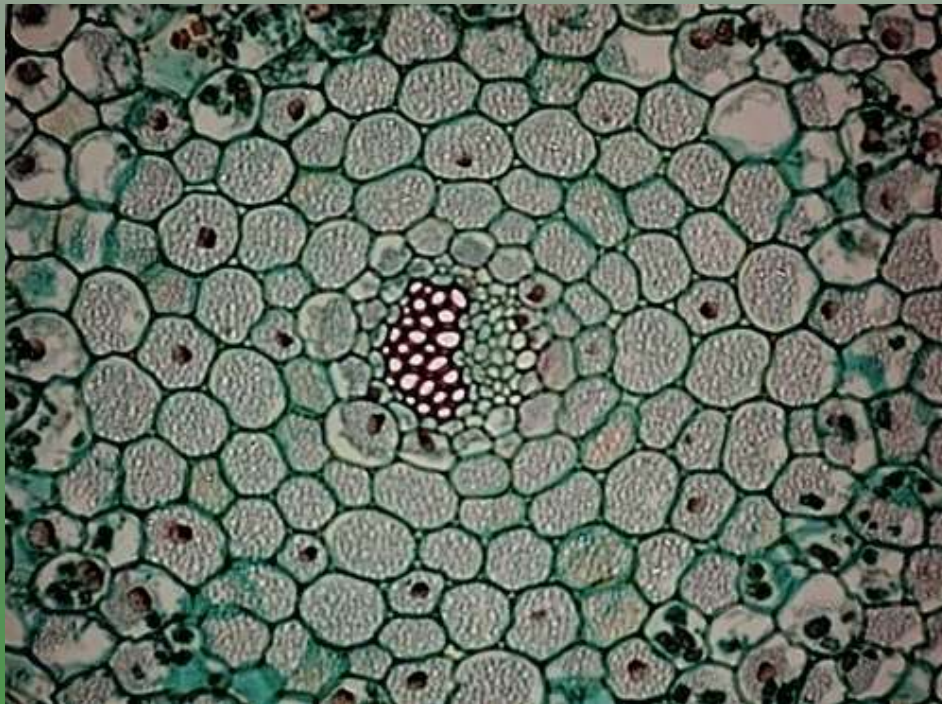
Kořeny

chudě vidličnatě větvené,
hladké bez rhizoidů

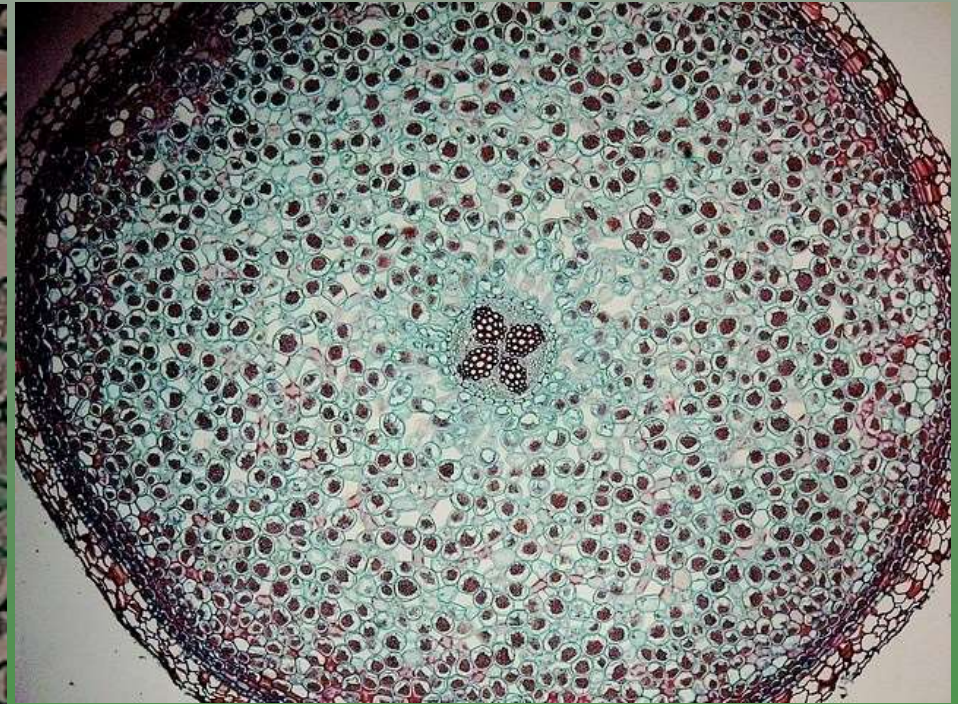


Mykorrhiza nahrazuje chybějící rhizoidy
(mykorrhizická vlákna = tmavé fialové tečky na snímcích)

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



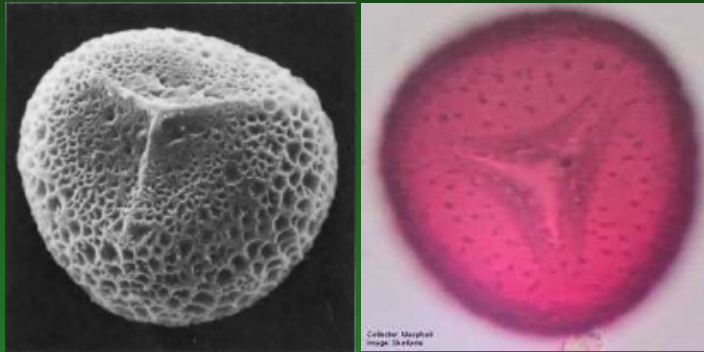
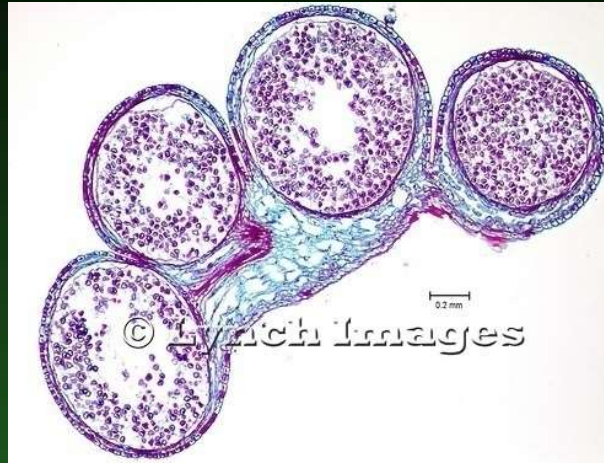
Ophioglossum - monoarchní cévní svazek



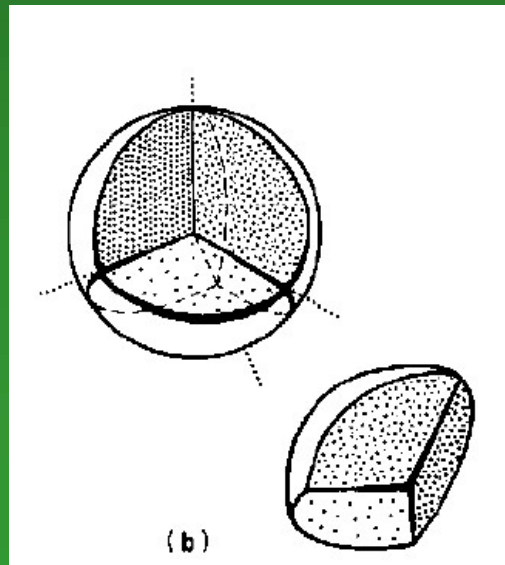
Botrychium - tetrarchní cévní svazek

Sporangia -
eusporangiátní, izosporická

Spóry - triletní, bez
chlorofylu



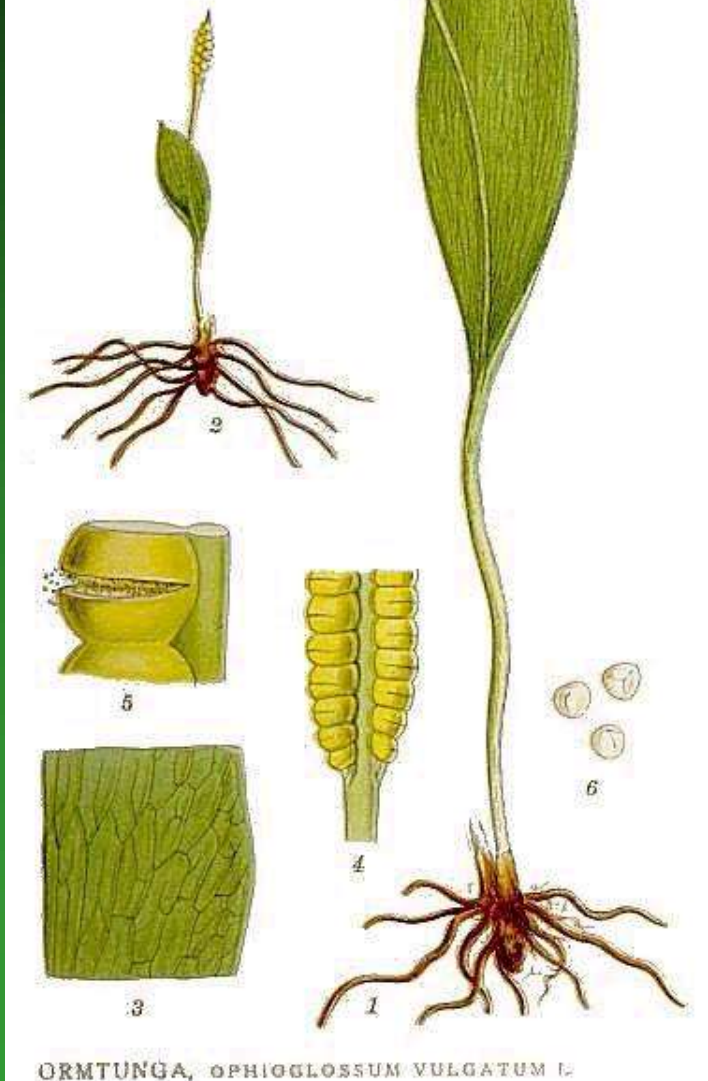
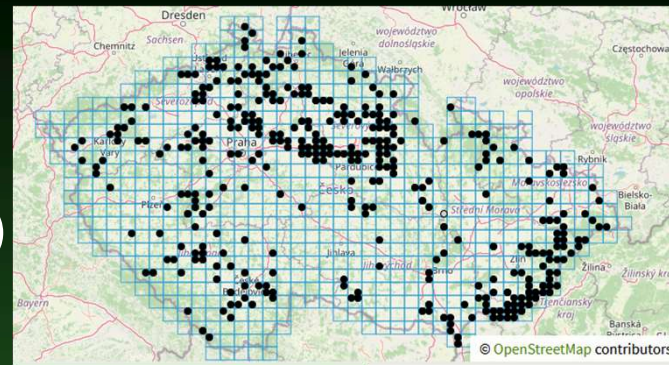
Meióza = 2 karyokinéze +1 cytokinéze



rod *Ophioglossum*,

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

Sterilní čepel celokrajná, často vejčité
kopinatá.



rod *Ophioglossum*,

Eusporangiátní sporangia ponořená do pletiva sporoforu ve 2 řadách.

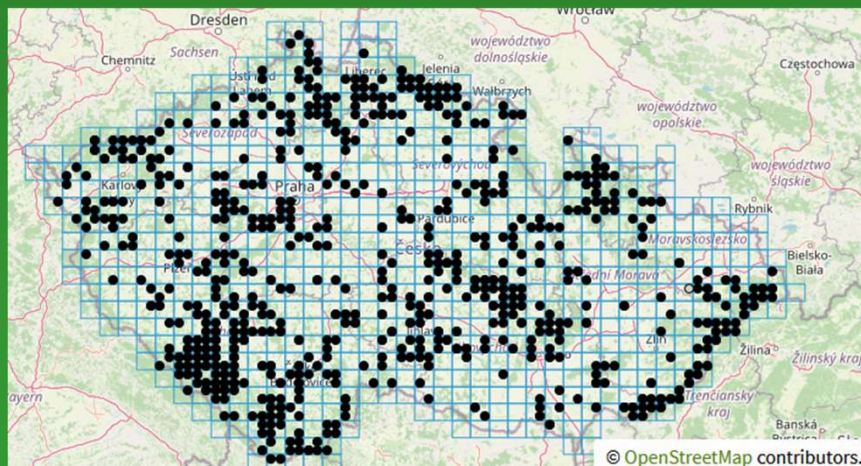


rod *Botrychium*

(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

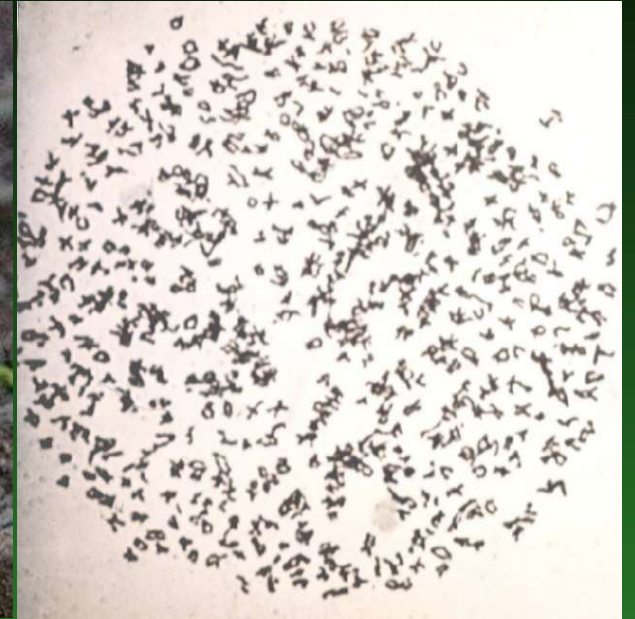
Sporofor s přisedlými
výtrusnicemi zpeřený.



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 *Zingeria biebersteiniana*, *Viola modesta*)

2. třída *Equisetopsida* (přesličky)

horsetails



Podzemní orgány – oddenek s kořeny

adventivní, vyrůstají na oddenku

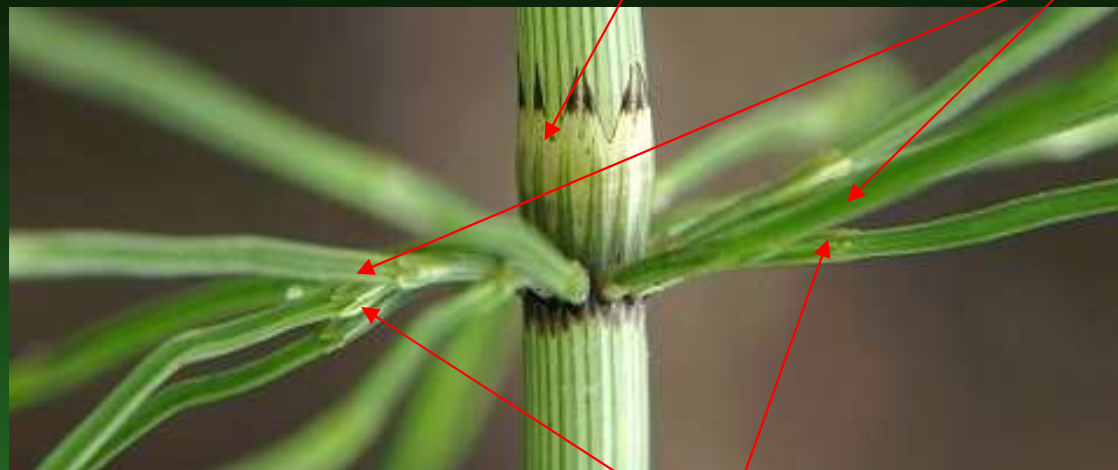


Listy – u recentních drobné a jednožilné



2014 © Peter M. Dziuk

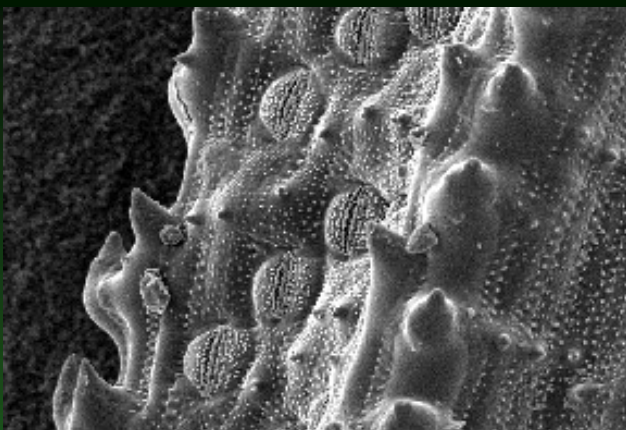
Bočně srůstají v zoubkovaný límeček nad přeslenem větví



Jsou i na bočních větvích

Vznikly redukcí vícežilných listů
fosilních přesliček

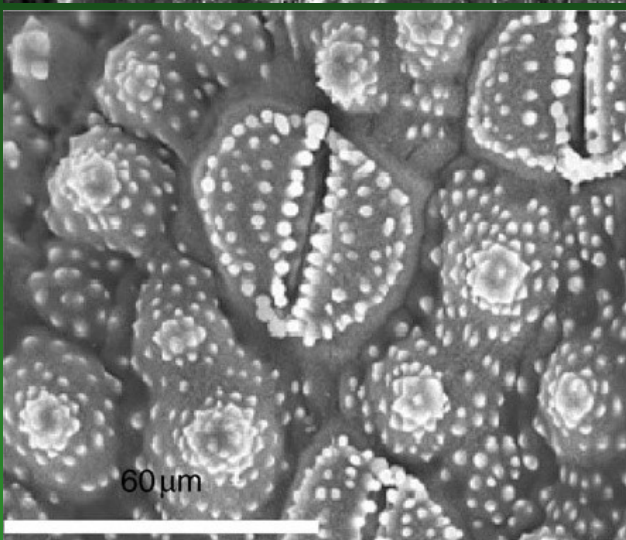




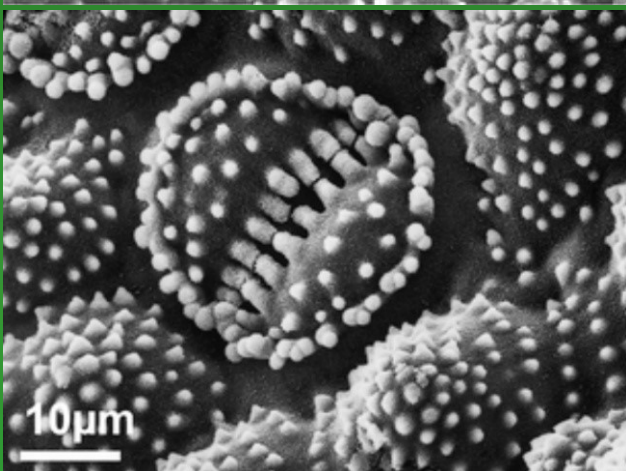
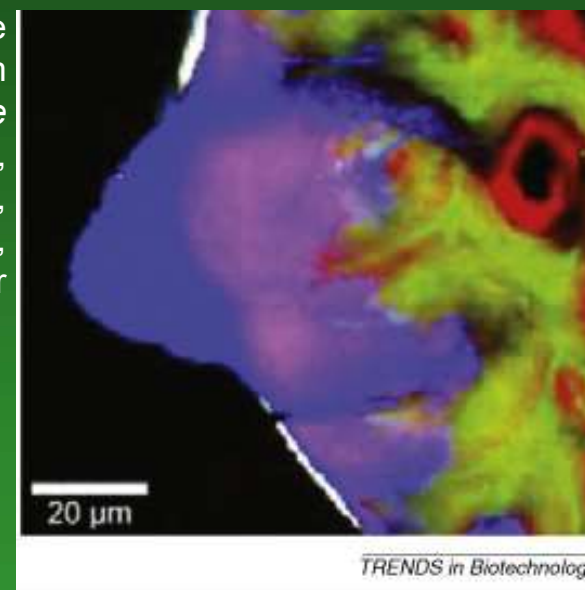
Epidermis - silně inkrustovaná SiO_2 .

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

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

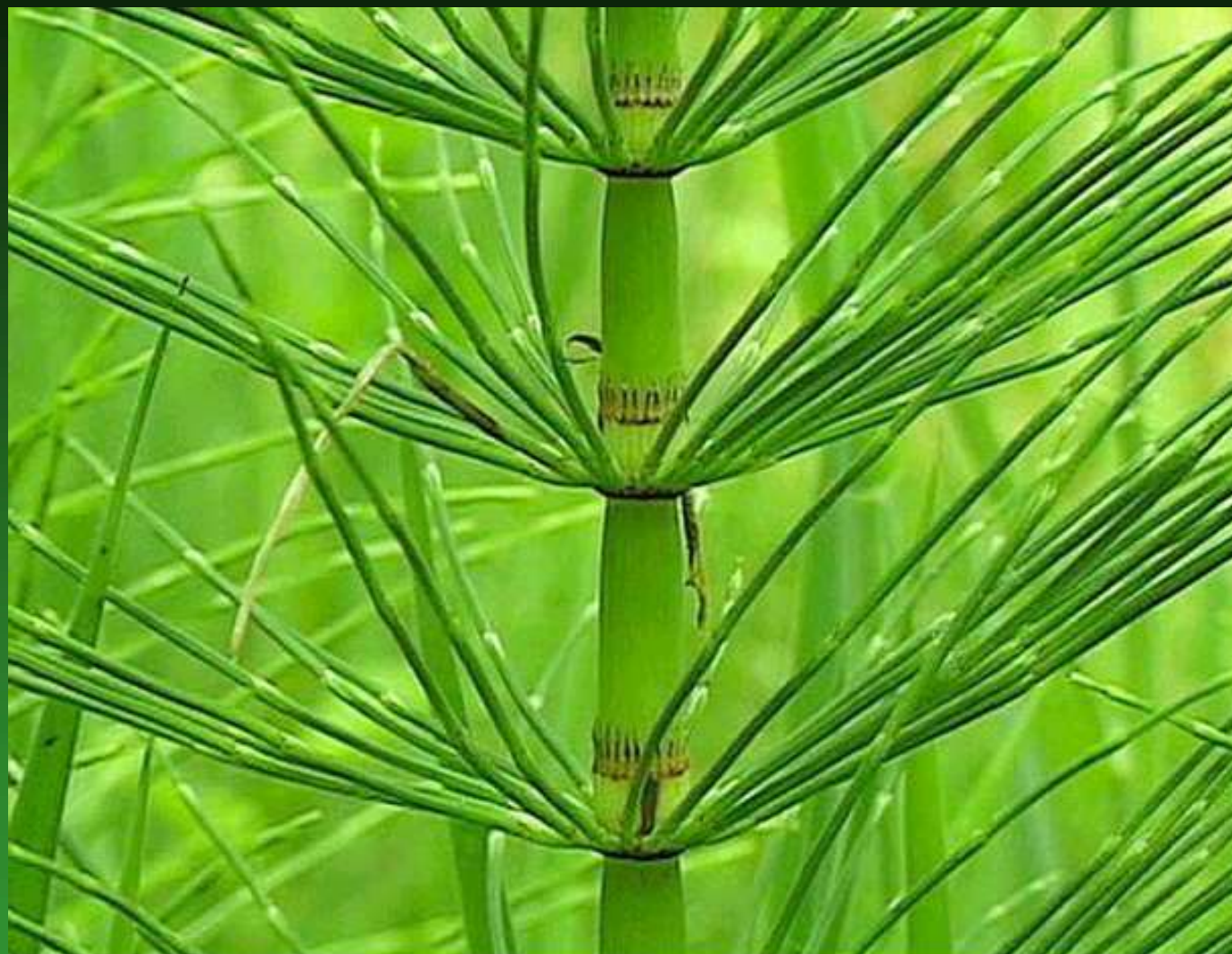


Konfokální Ramanova mikroskopie
příčný řez křemičtým tělískem
Equisetum hyemale
blue = silica,
green = pectin,
red = cellulose,
white = cuticular layer



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

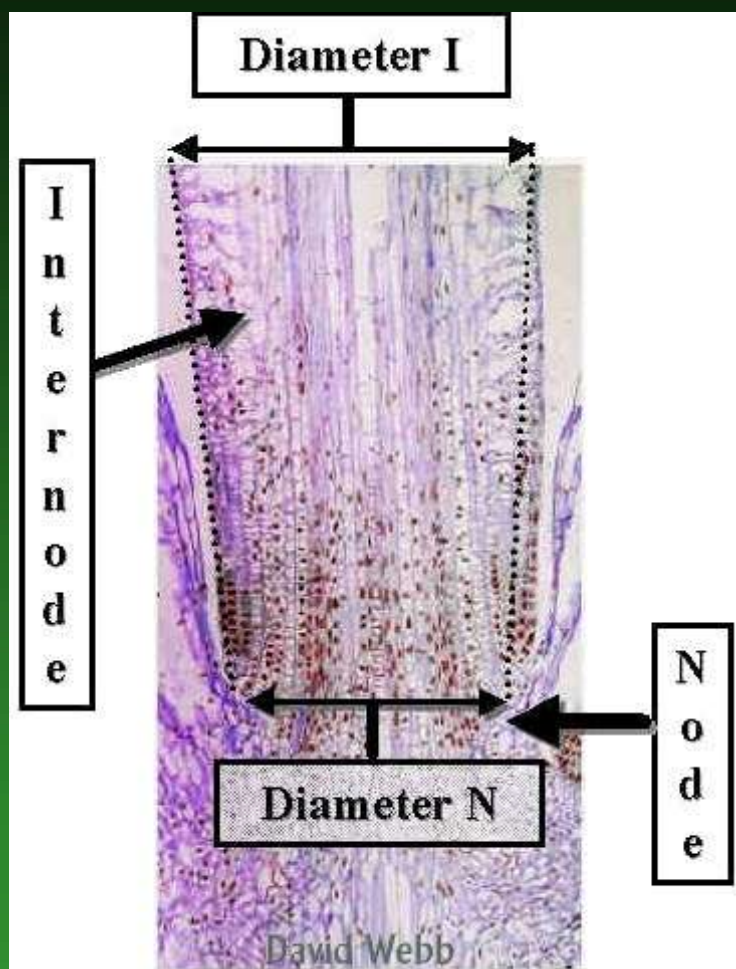
Stonek článkovaný, přeslenitě větvený, podélně rýhovaný



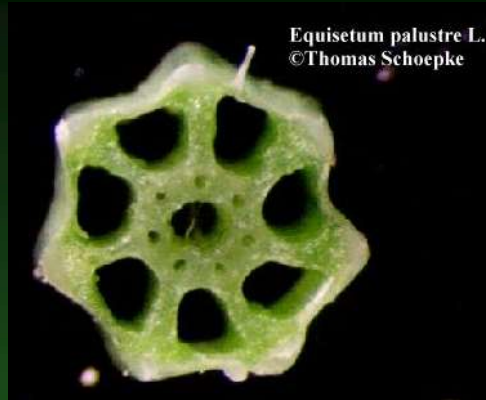
(C) 1999 Dr. Heather Poe. All Rights Reserved. P.O. Box 509, Redmond, WA. 98073
Digital photographs were either taken near Bear Creek or of species observed near Bear Creek.



V nodech interkalární meristém

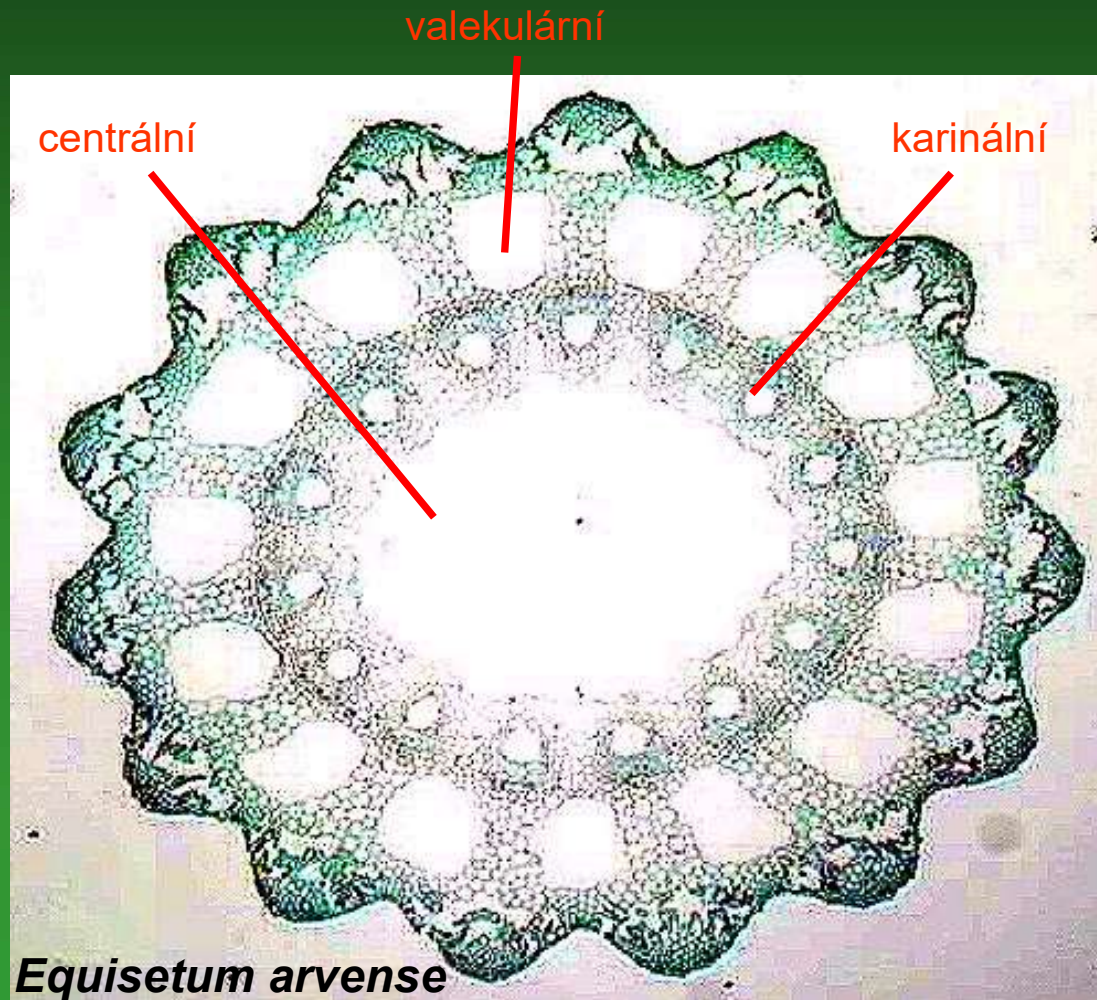


Zajišťující prodlužování stonku

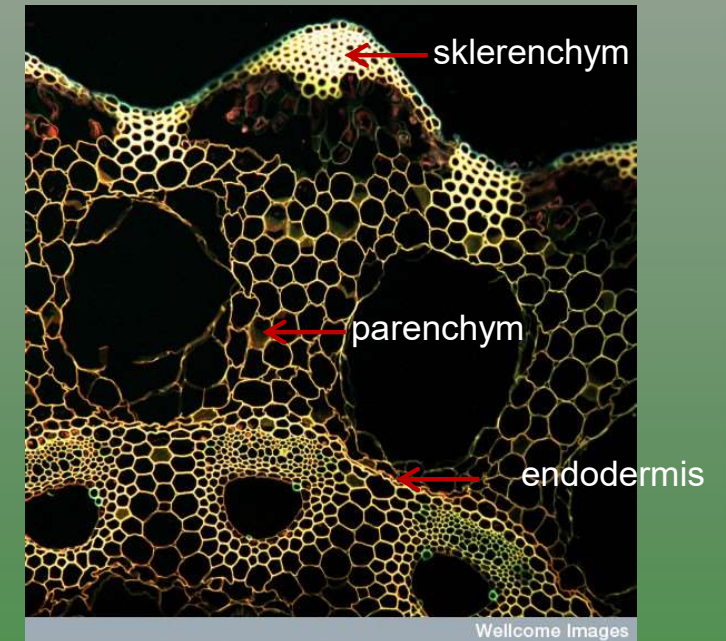
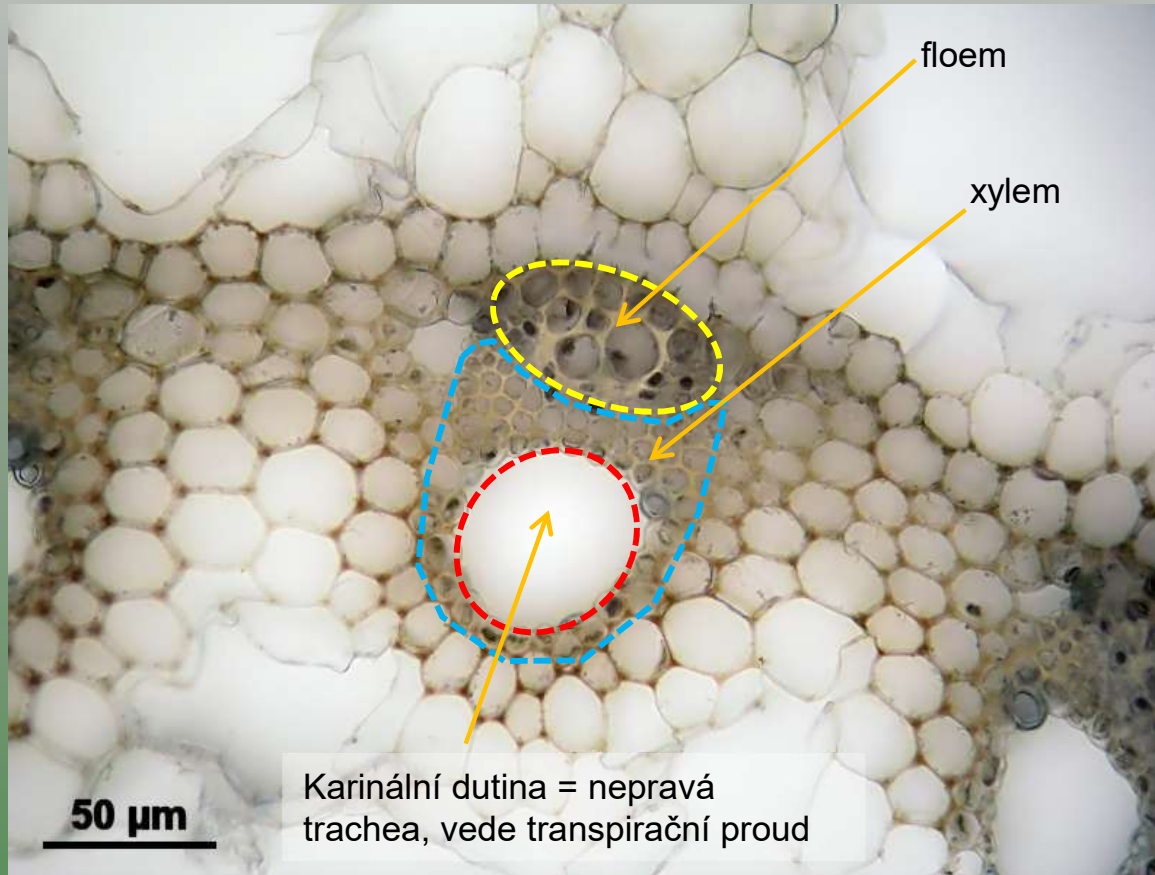


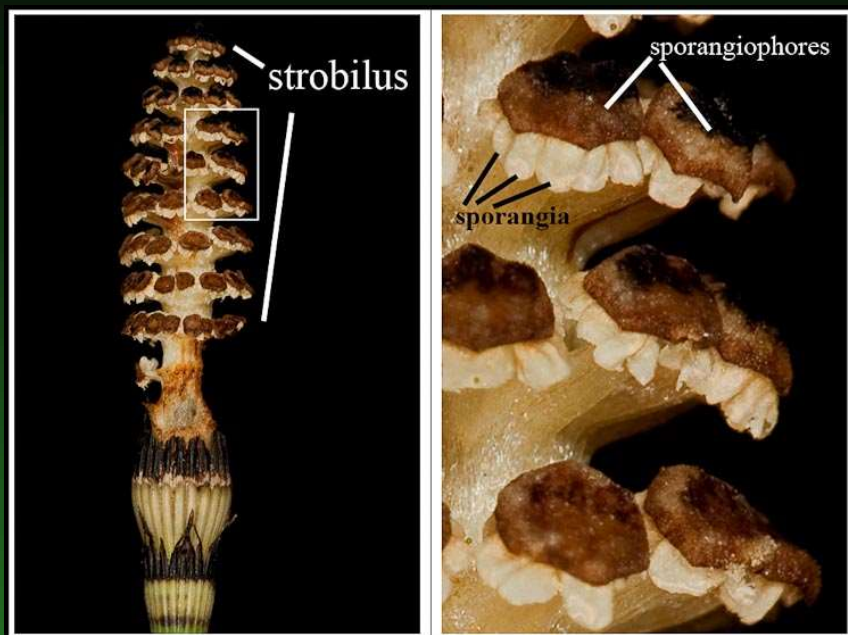
Rýhy (= vlekulae) se střídají s žebry (= carinae)

Uvnitř stonku 3 typy dutin zlepšujících konstrukční pevnost a rozvod CO₂



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



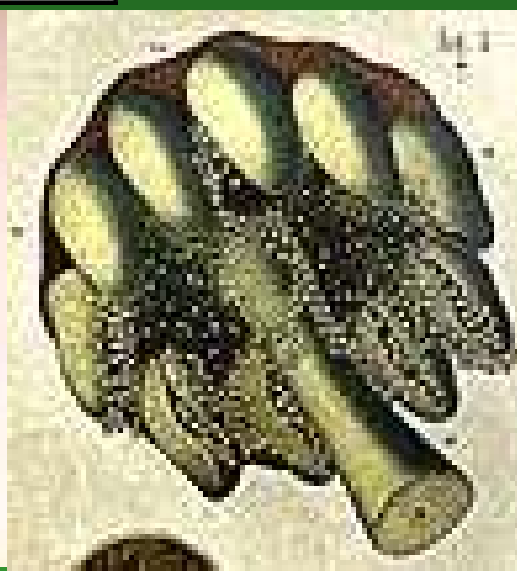
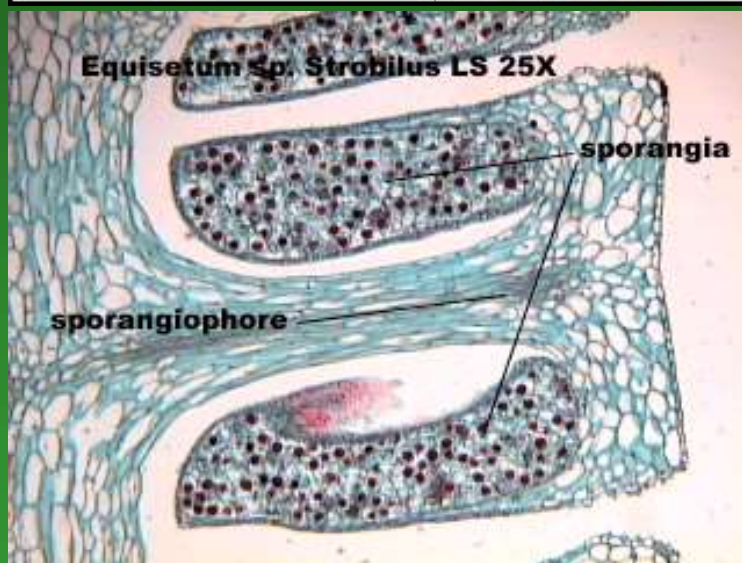


Sporangia

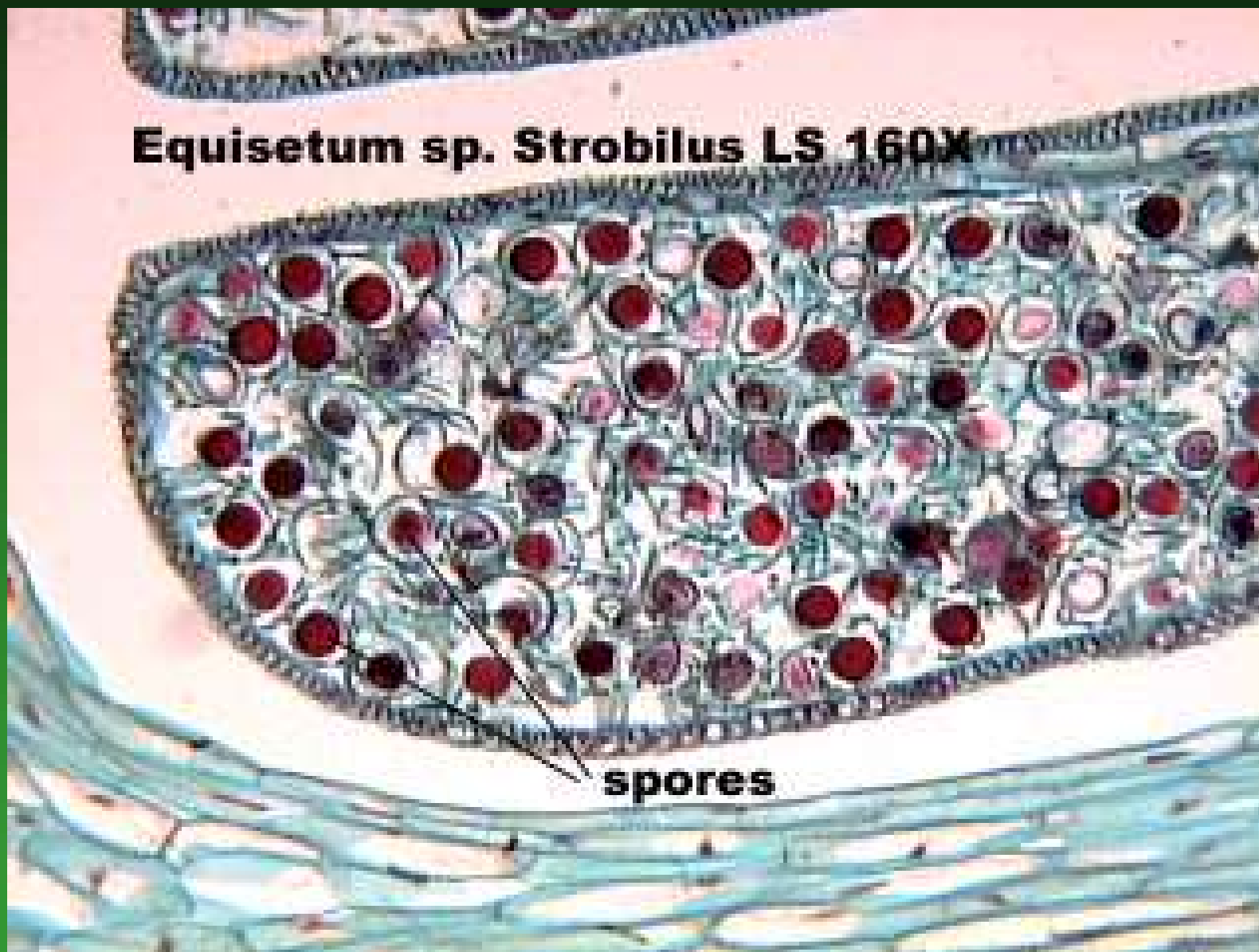
anatropní (= vrchol sporangia směřuje k bázi jeho zahnuté stopky nebo k bázi stopky sporofylu),

Sporofyl

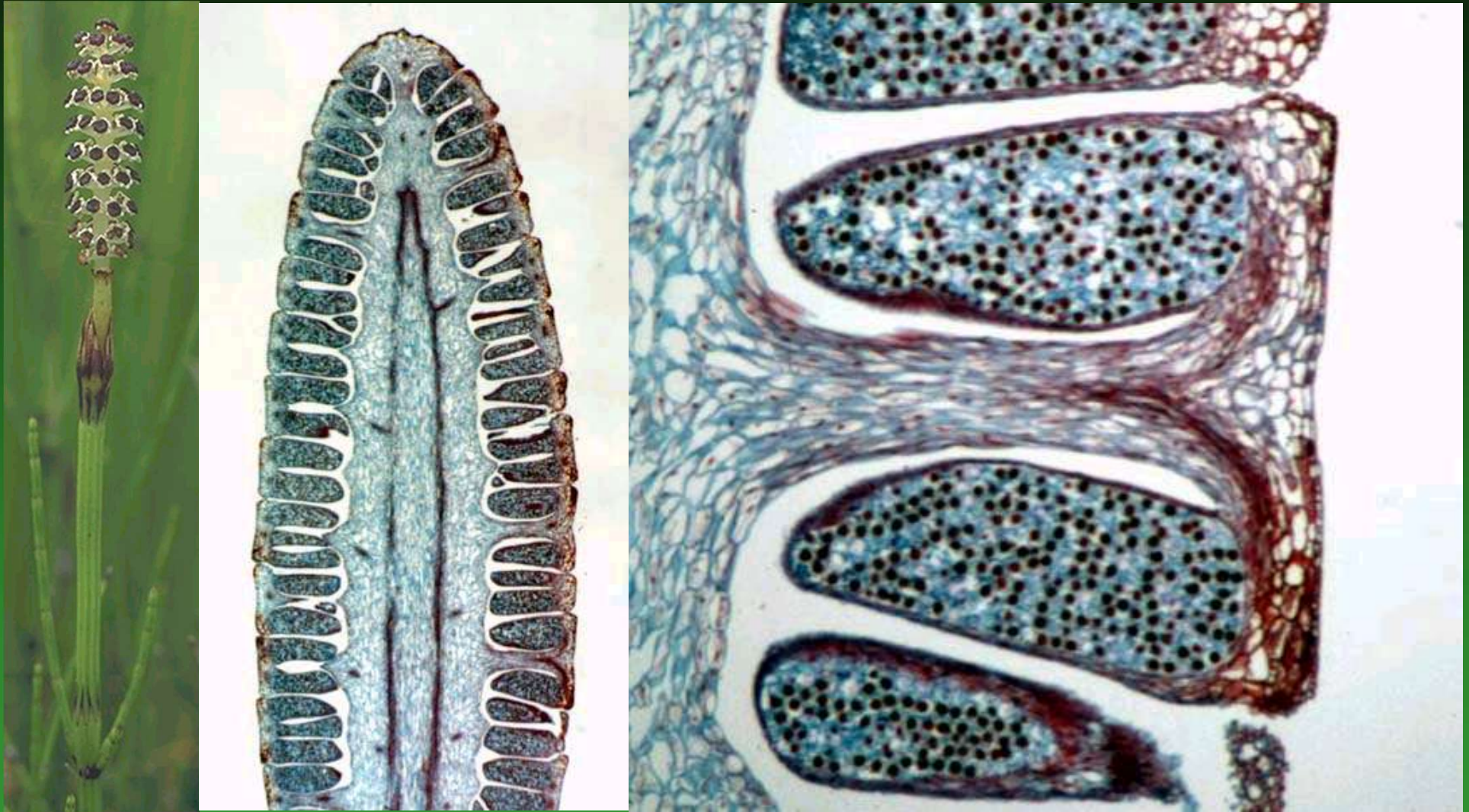
„deštníkového“ tvaru
- sporangiofor



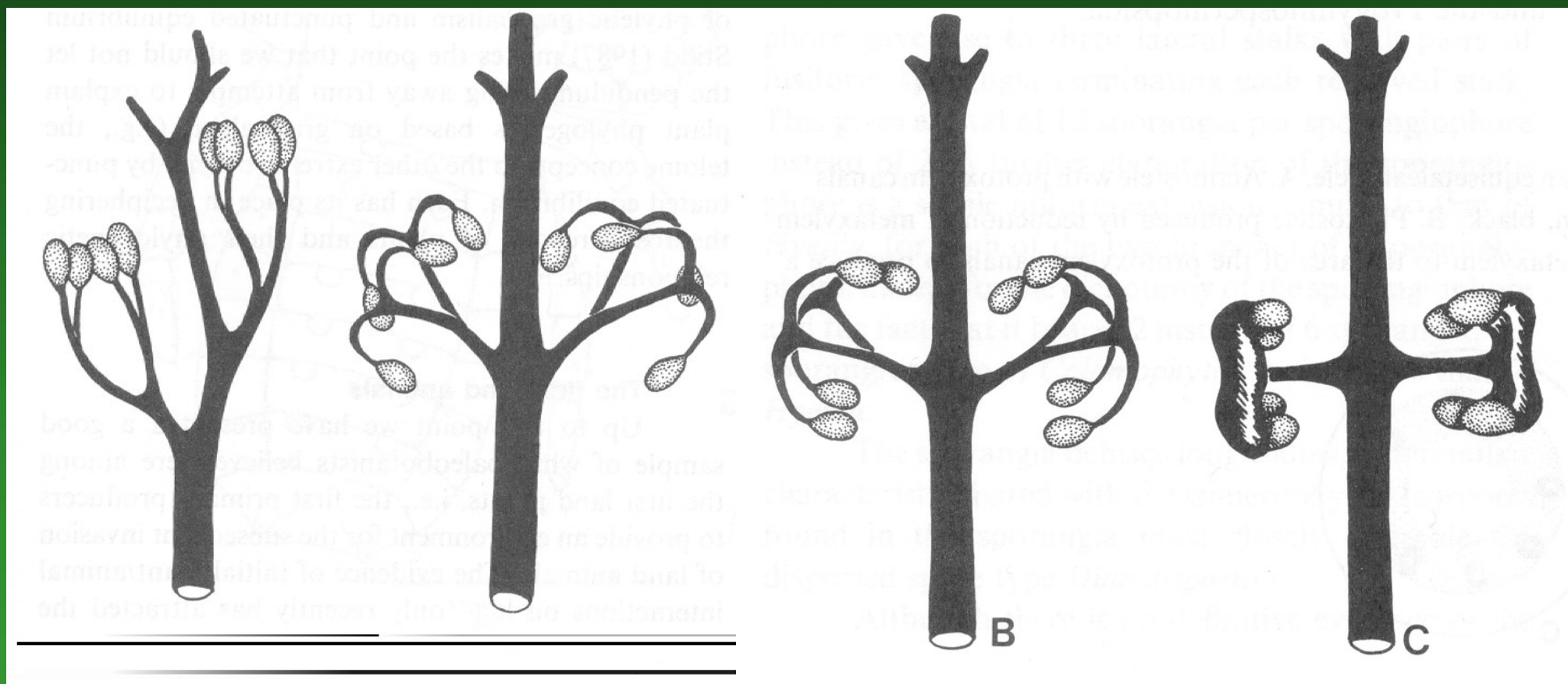
Spóry tvarově stejné, mohou tvořit jednopohlavná i oboupohlavná protalia



Sporofyly - v terminálních strobilech



Odvození tvary sporofylů přesliček od ryniofyt



Fosilní záznam

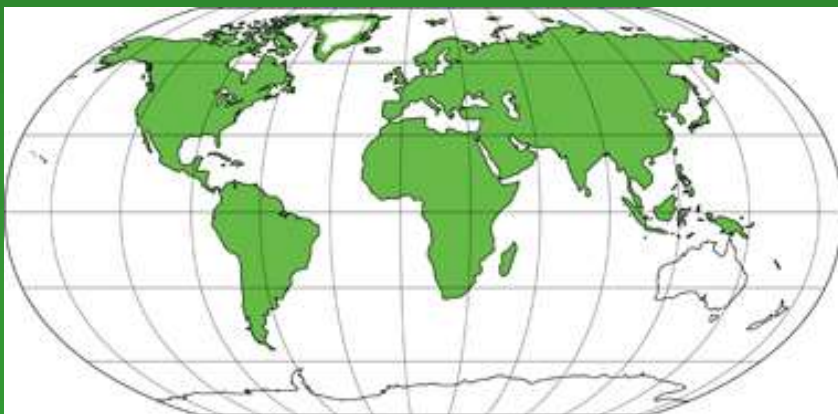
devon – vznik (400-360 mya)

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

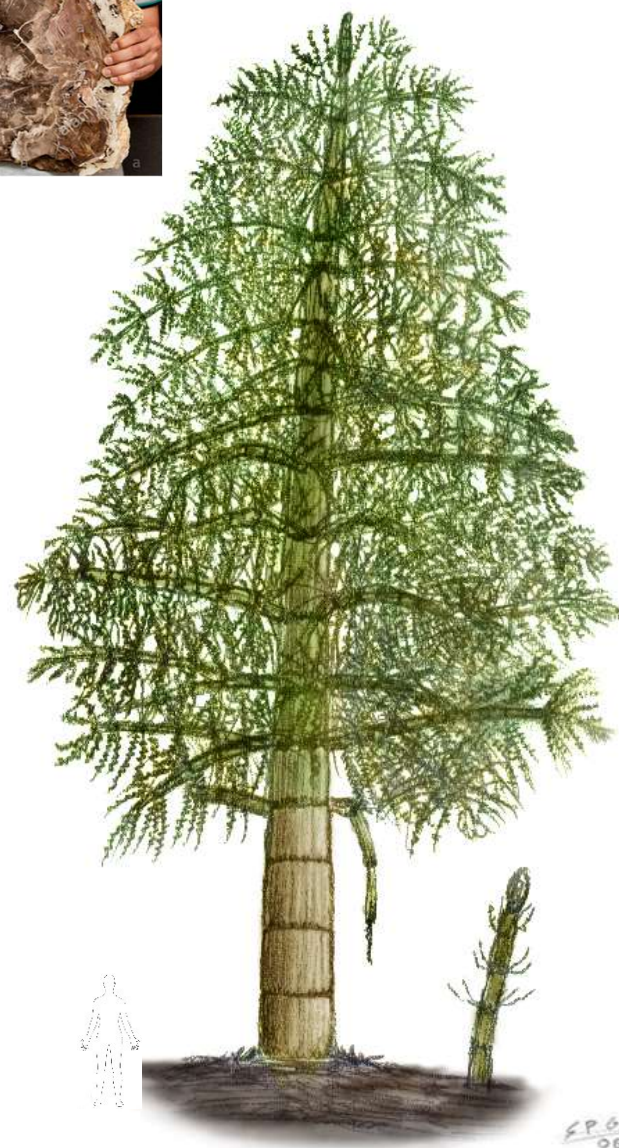
řád *Calamitales*

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

kmen krytý „kůrou“ (strukturou podobný
dnešním stromovým bambusům)

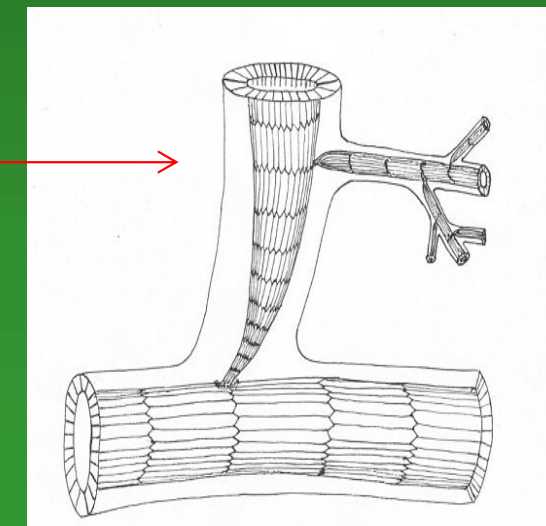
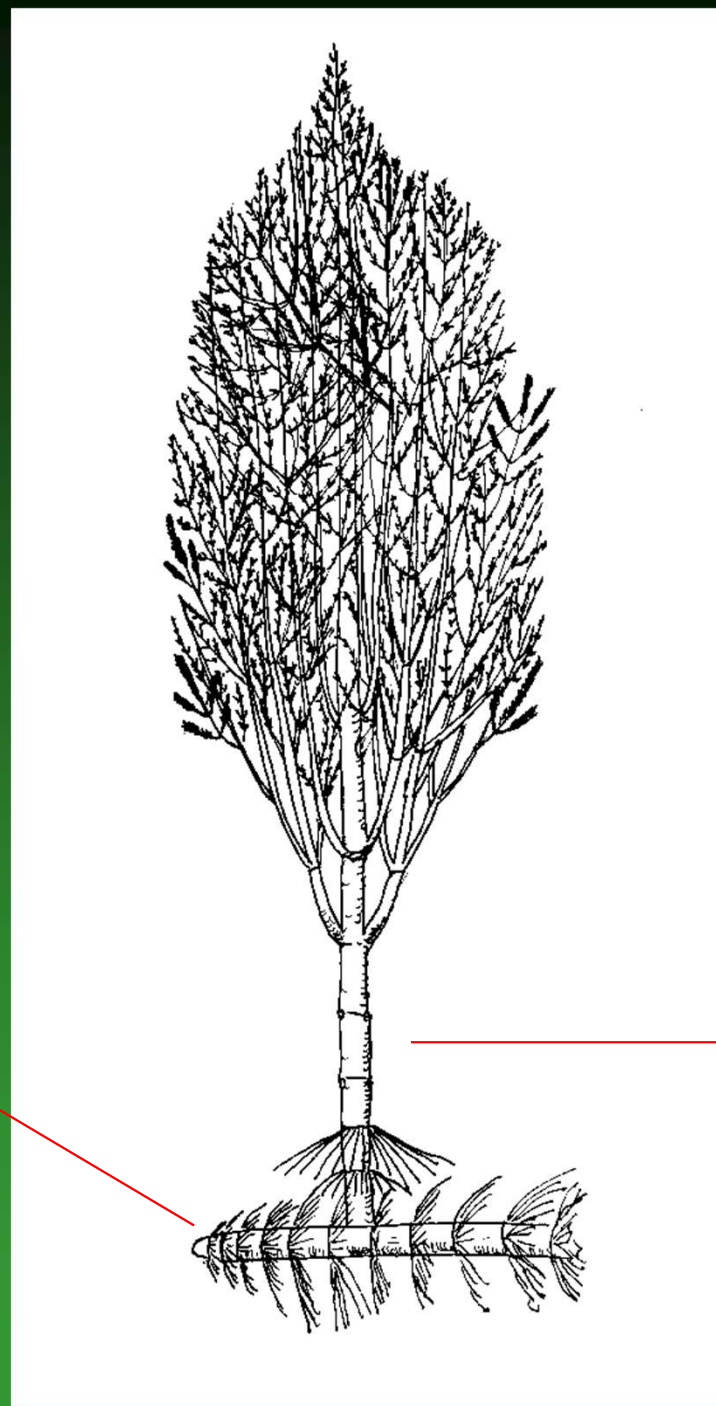


Calamites



řád *Calamitales*

pod zemí systém oddenků
= klonální stromy (lesy)



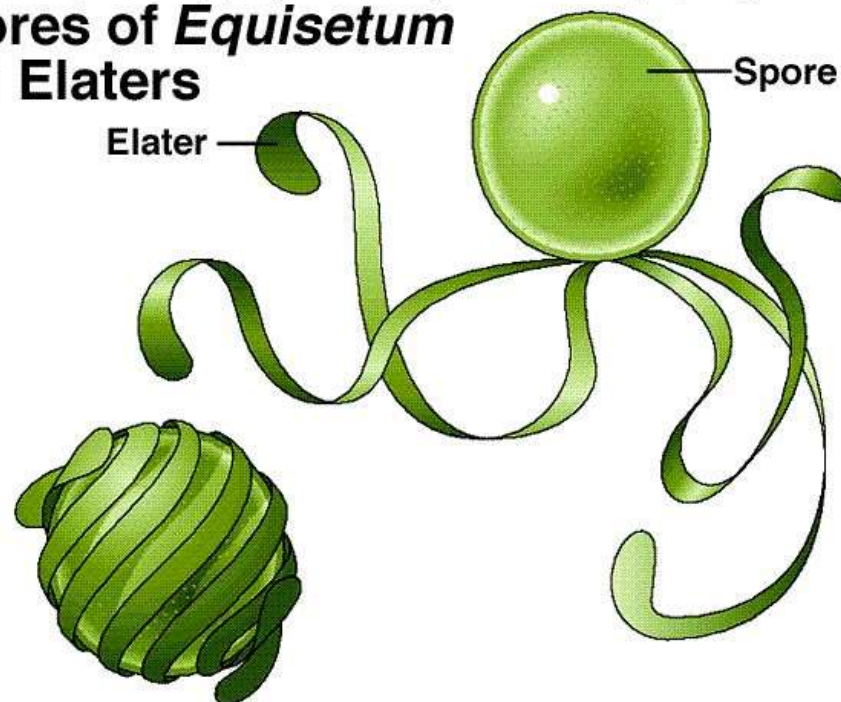
řád *Equisetales*

- 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 (prothallium) nadzemní, zelený, většinou jednopohlavný (pohlaví indukováno hormonálně)

prothalia přesliček



prothallium s antheridii



antheridium



prothallium s archegonií



archegonium



mladý sporofyt přesličky

Spermatozoidy polyciliální (50–80 bičíků)



Equisetum arvense - přeslička rolní

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



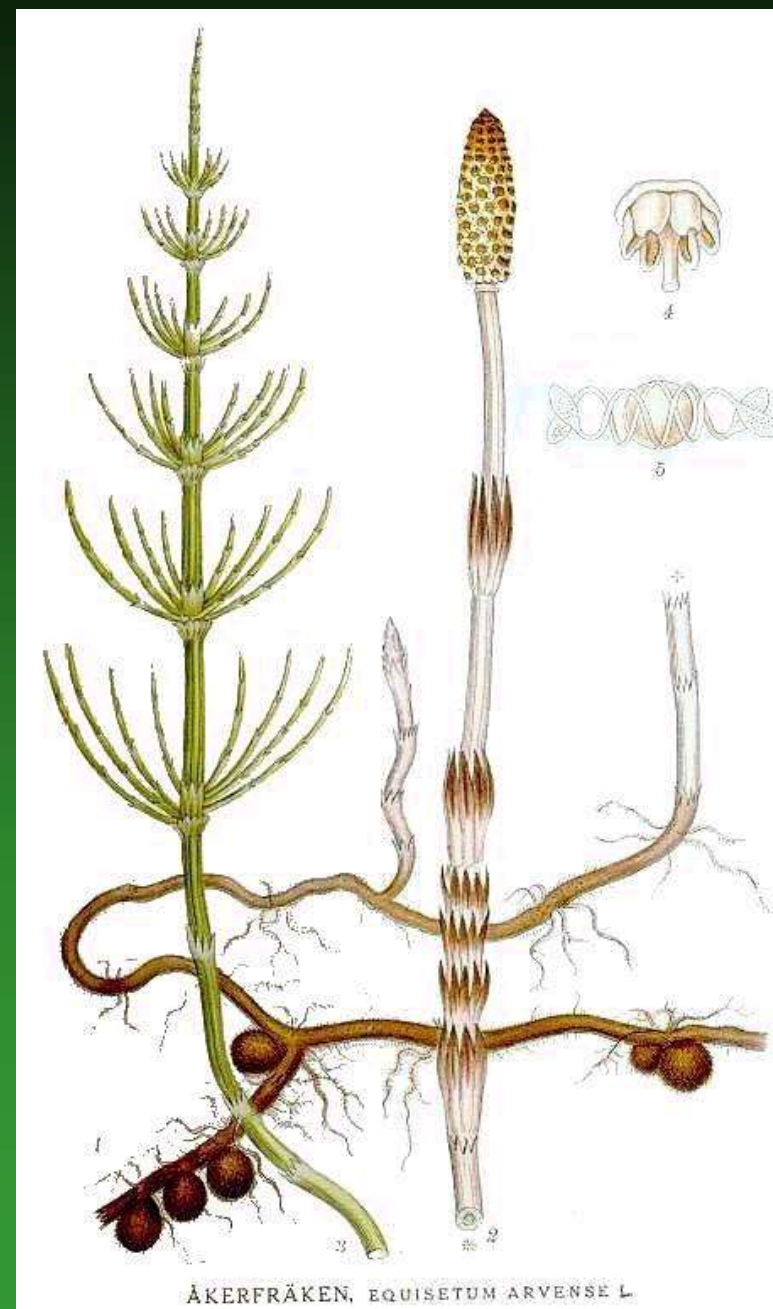
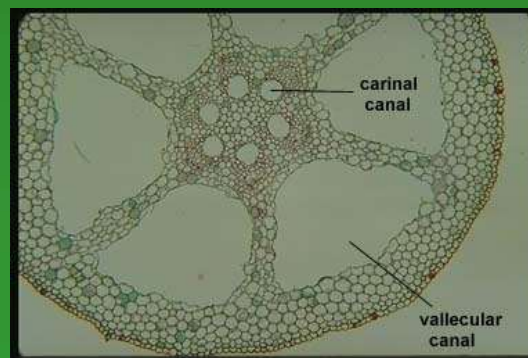
Foto: Arne Anderberg

Equisetum arvense - přeslička rolní

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



Řez oddenkem



Equisetum arvense - přeslička rolní

roste na loukách,
podél komunikací

i jako plevel na
polích

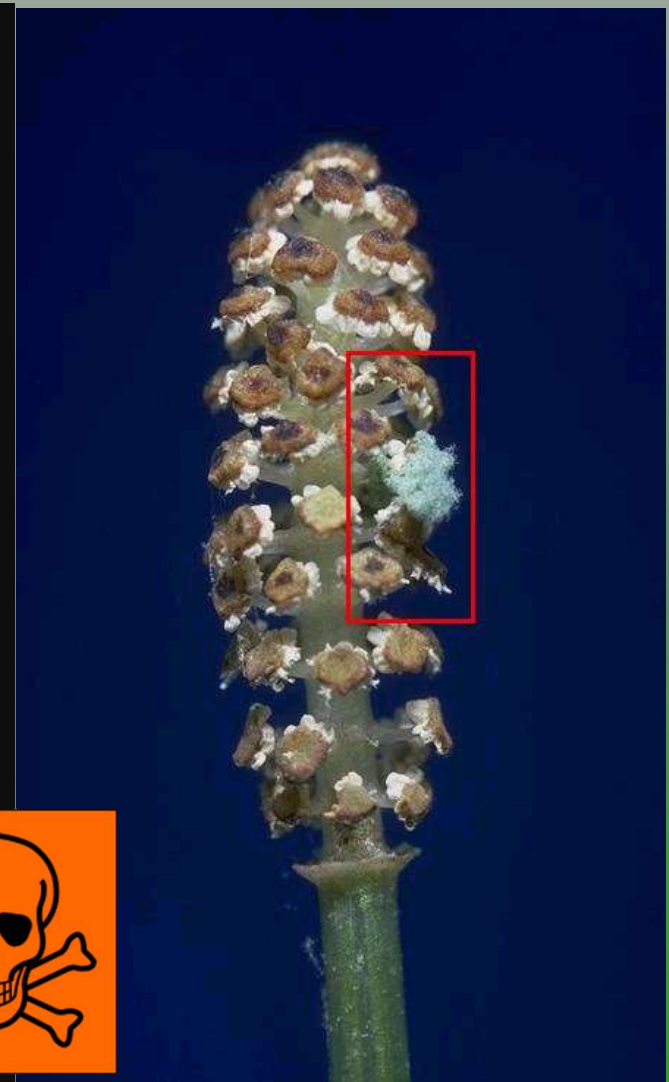
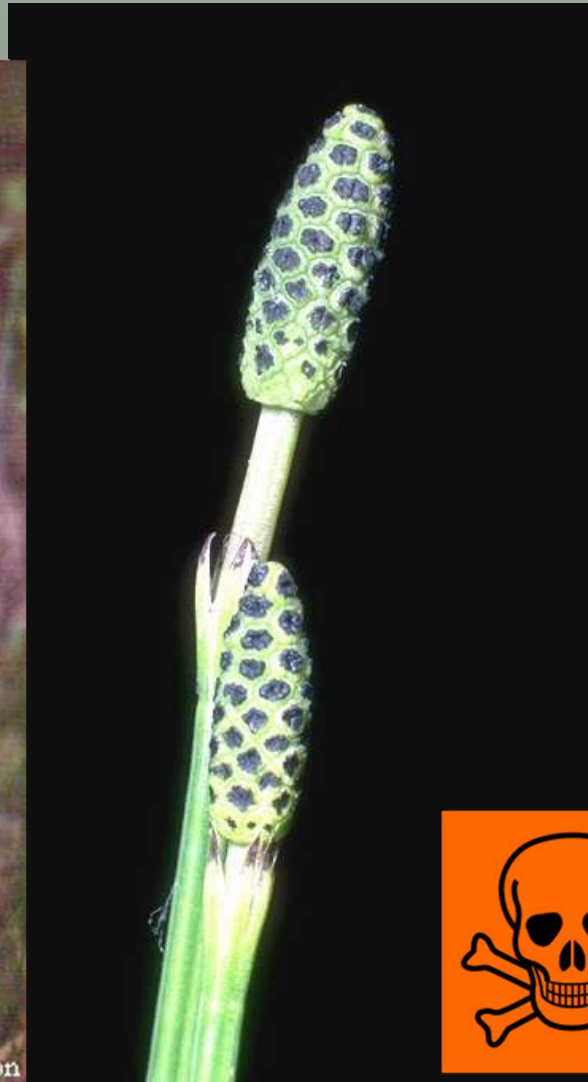
Letní lodyhy se
sbírají jako léčivka

Může indikovat
obsah zlata v půdě



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.

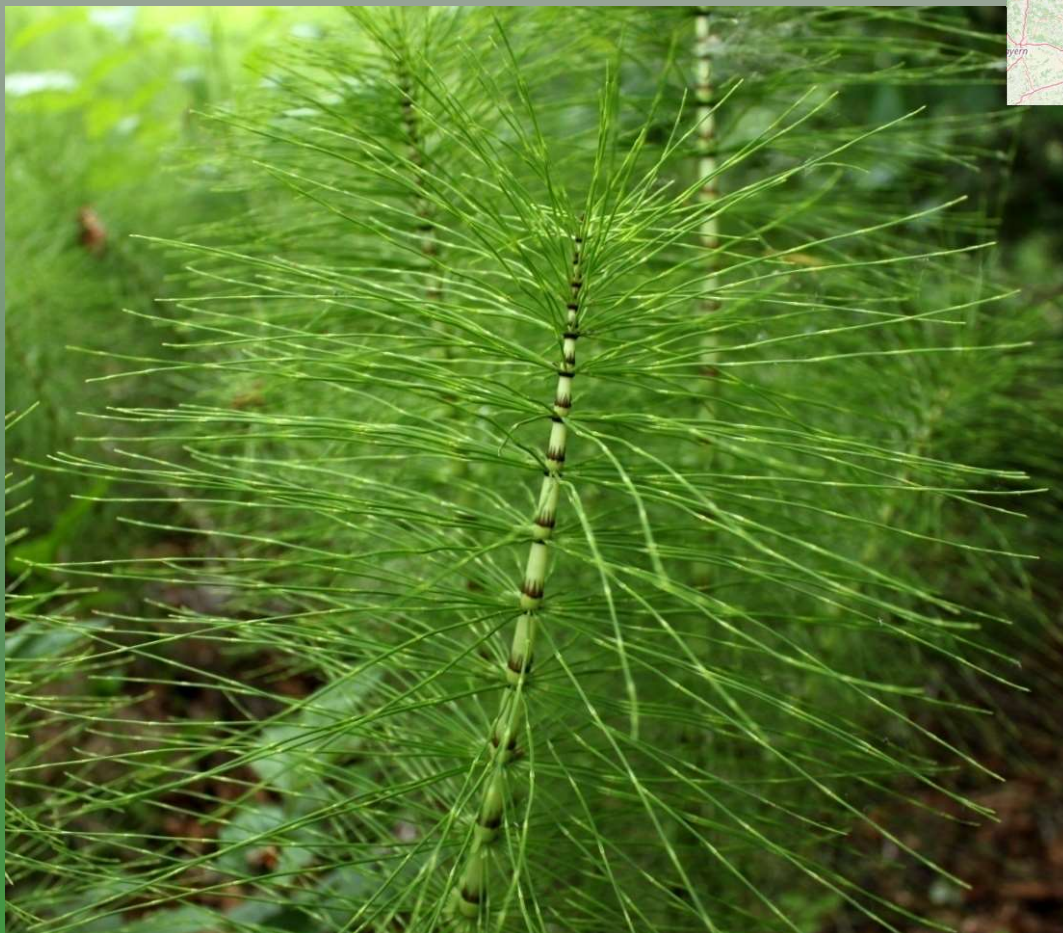
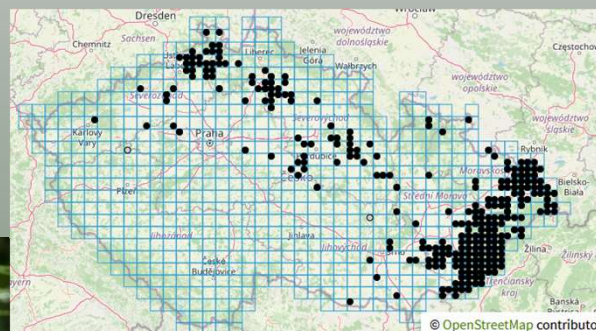


Největší zástupce současných přesliček najdeme v pralesích severním Chile – *Equisetum giganteum* – 5–13 m vysoká.





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

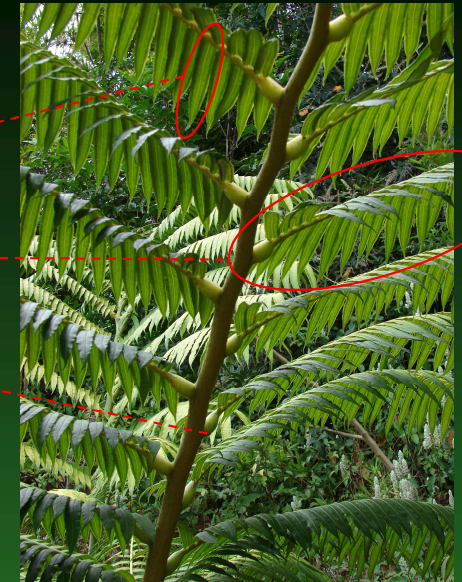
Příklad 2x zpeřeného listu

Úkrojek 2. řádu

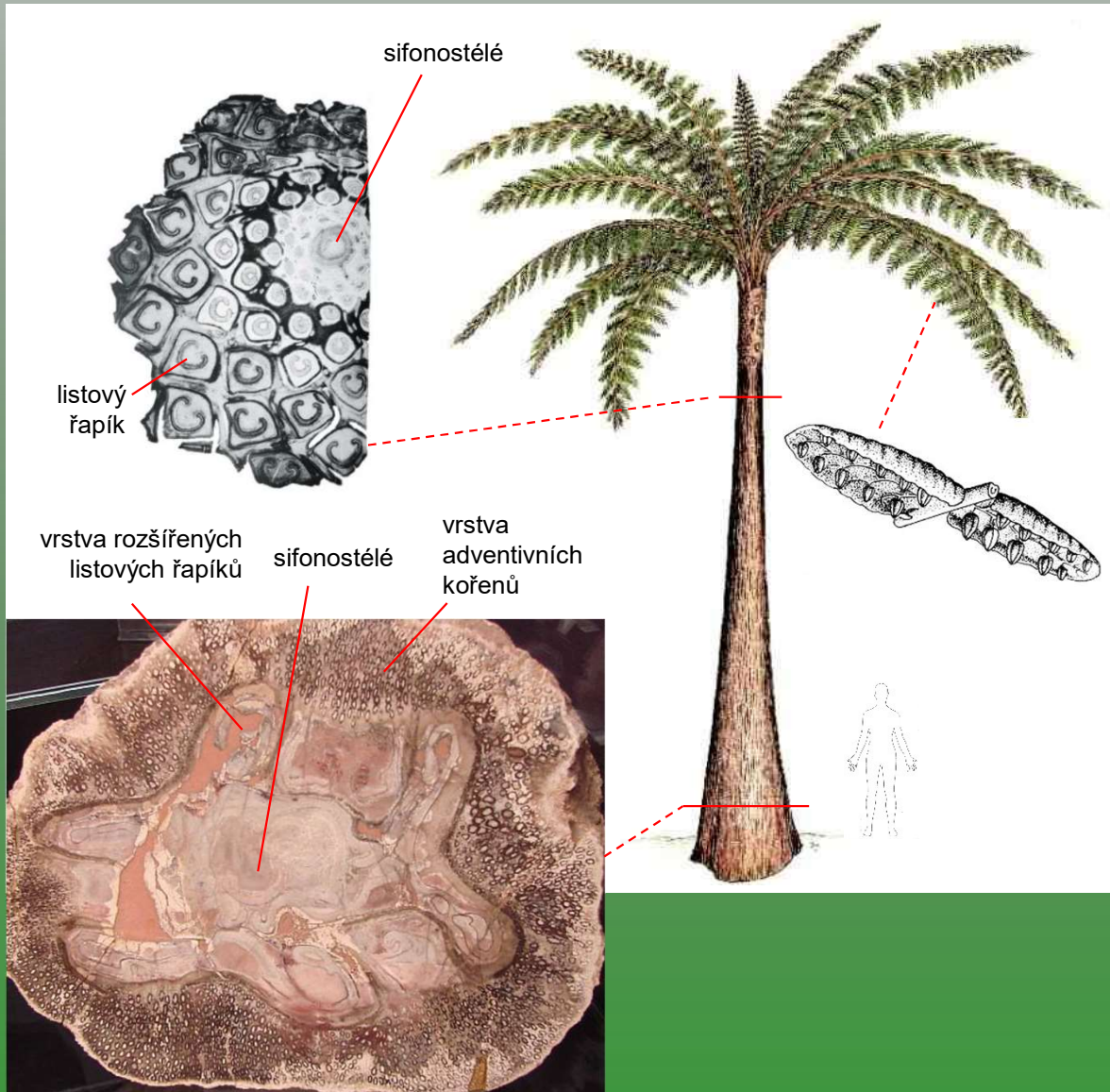
Úkrojek 1. řádu

vřeteno

řapík



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





**Mladé
listy**
circinálně
svinuté

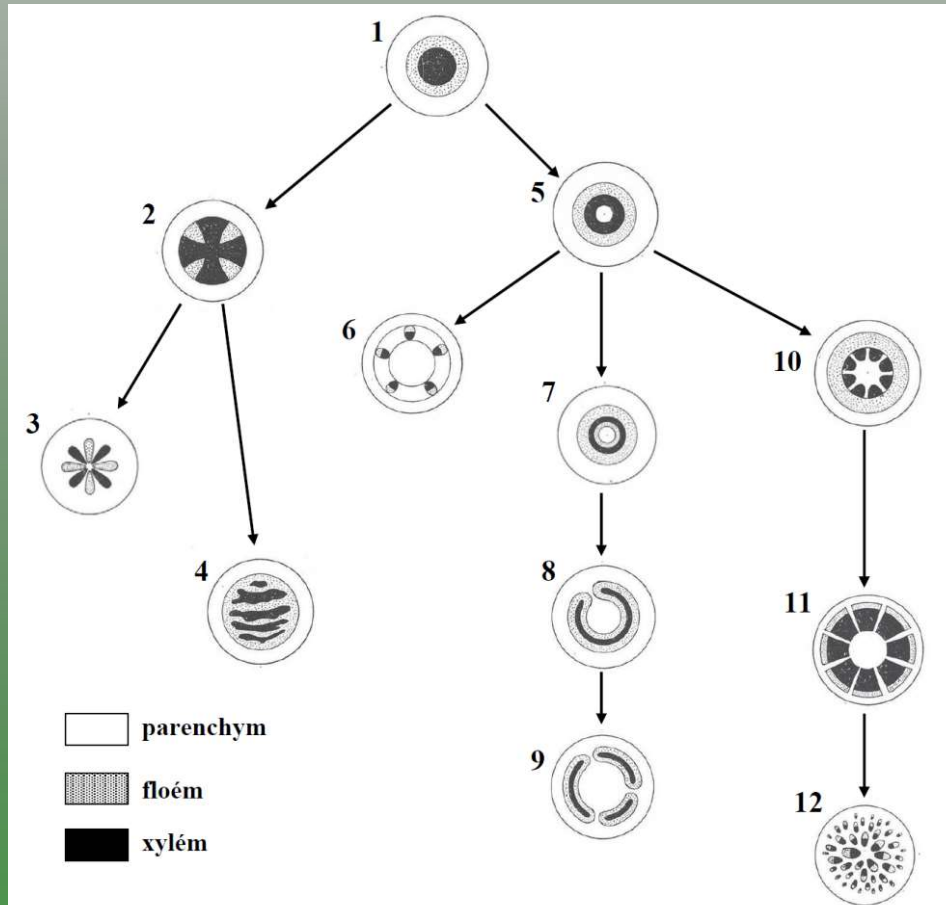
Řapíky – dlouhé, škrobnaté

– 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

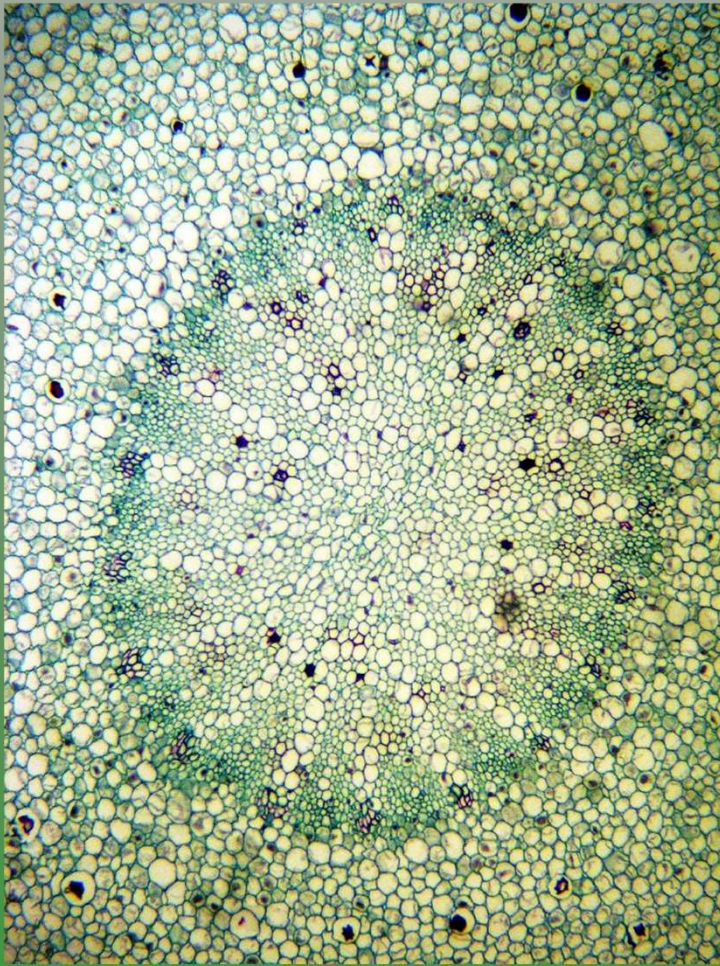


Základní typy stélé

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

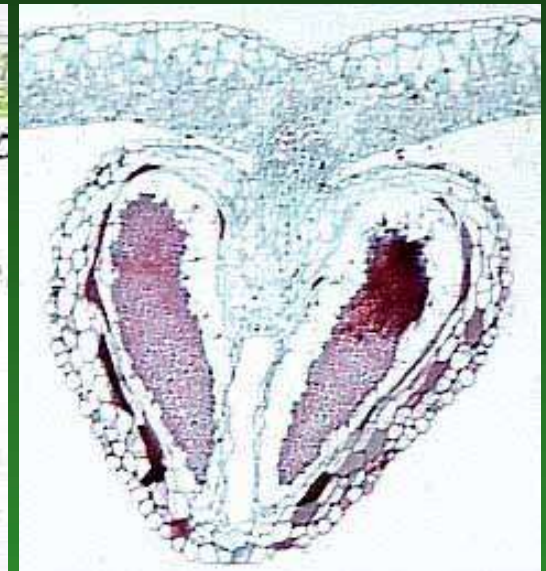
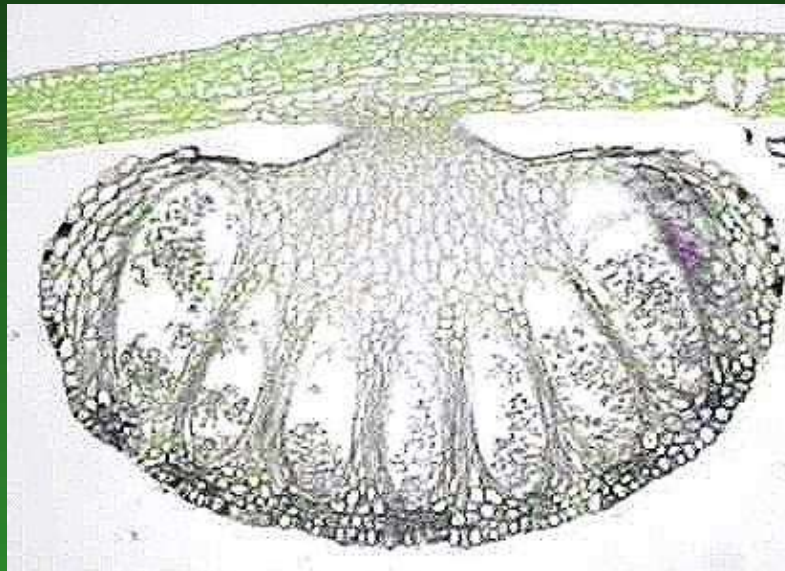


Kořeny - polyarchní vodivé elementy na příčném řezu kořenem – typický znak pro *Marattiopsida*



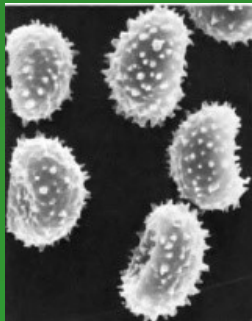


Sporangia na rubu listů,
eusporangiátní,
izosporická,

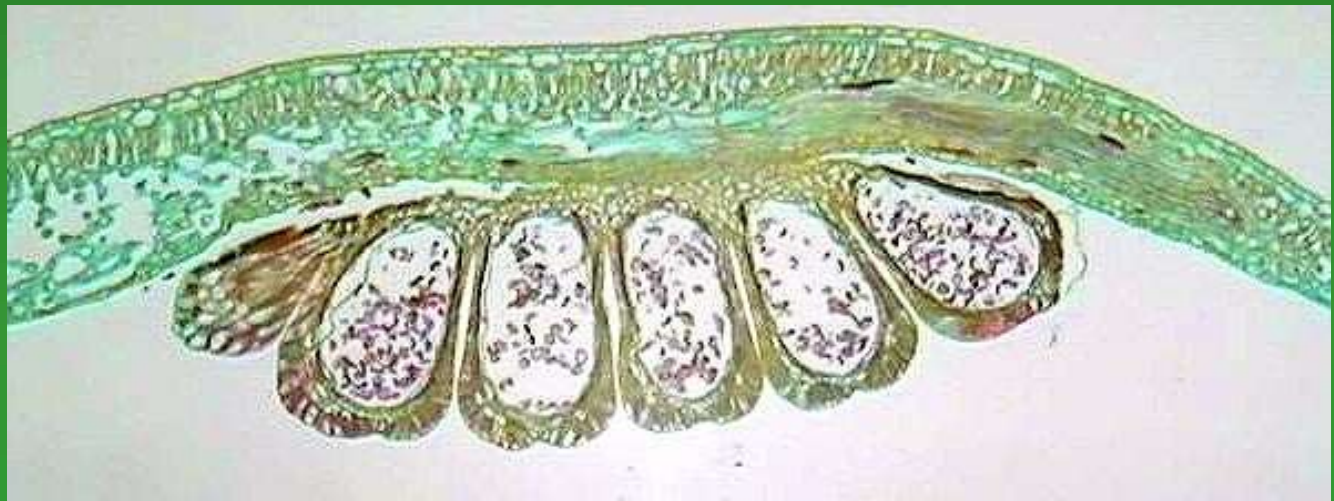


Srostlá v v elipsoidní
synangia *Marattia*

Nesrostlá, ale v
těsných shlucích
Angiopteris



Spóry
fazolovitě





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

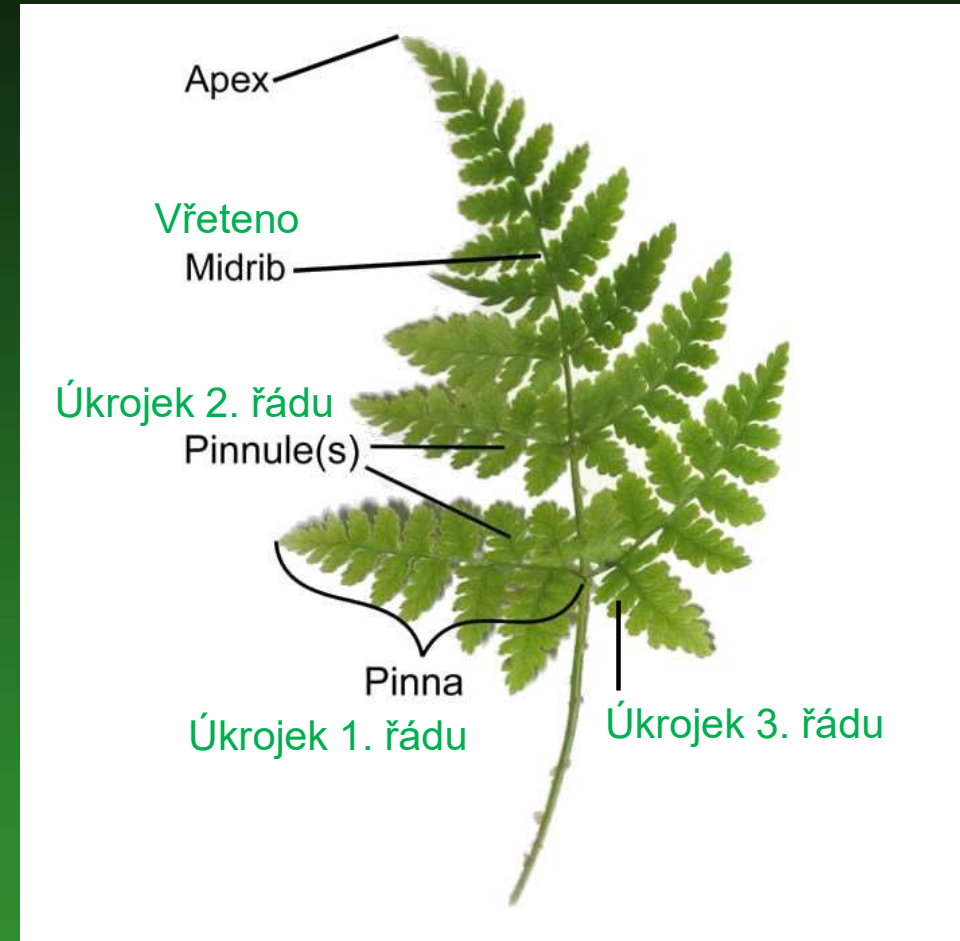
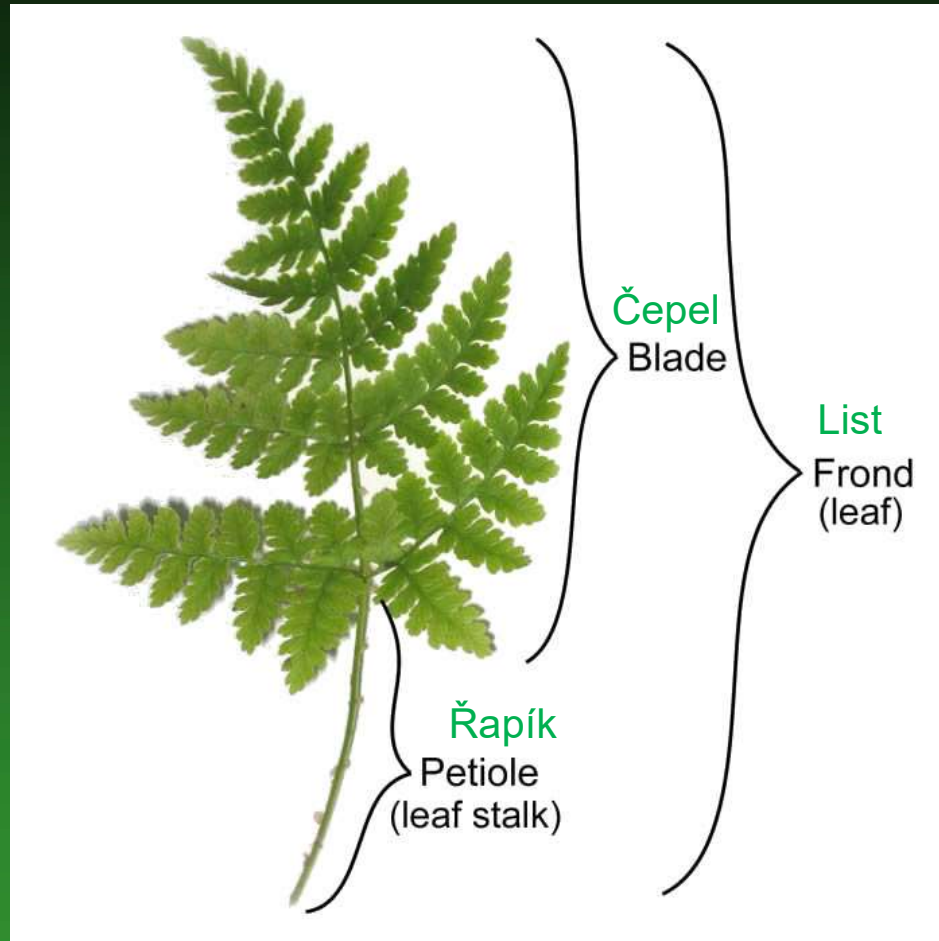


4. třída *Polypodiopsida* (vlastní kapradiny)



Izosporické terestrické leptosporangiátní 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

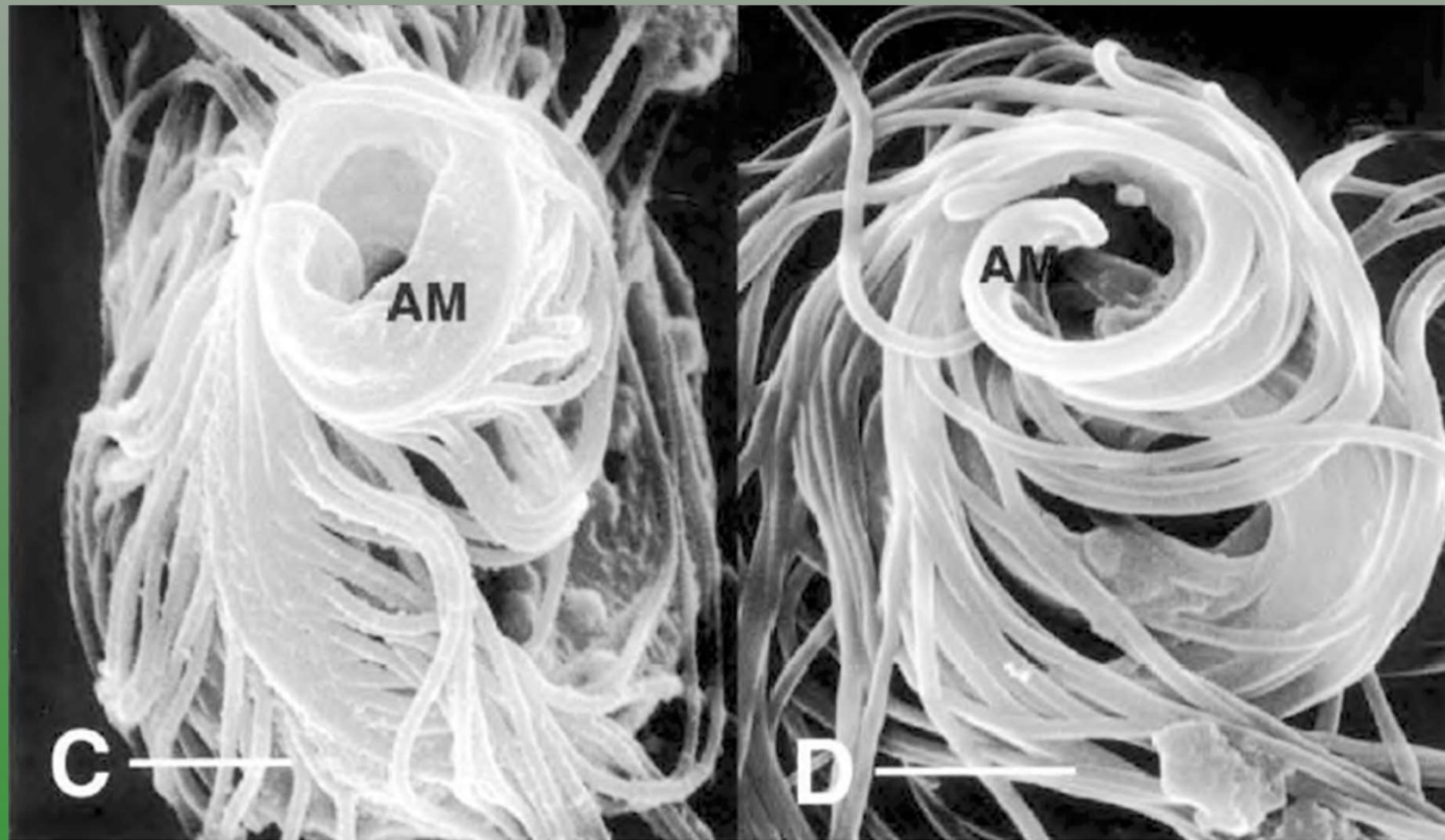


Osmunda cinnamomea



Asplenium trichomanes

spermatozoidy polyciliární s ca 80 bičíky



třída *Polypodiopsida*

má 2 řády:

Polypodiales

Salviniales

1. řád *Polypodiales*

recentní i fosilní,

listy většinou trofosporofylní, peřeně členěné

izosporické,

sporangia – tenkostěnná (leptosporangiální),
drobná, stopkatá

patří sem většina kapradin



Největší diverzita ve vlhkých tropech

Byliny terestrické
i epilitické



vzácněji dřeviny
až 25 m vysoké



nebo epifyty



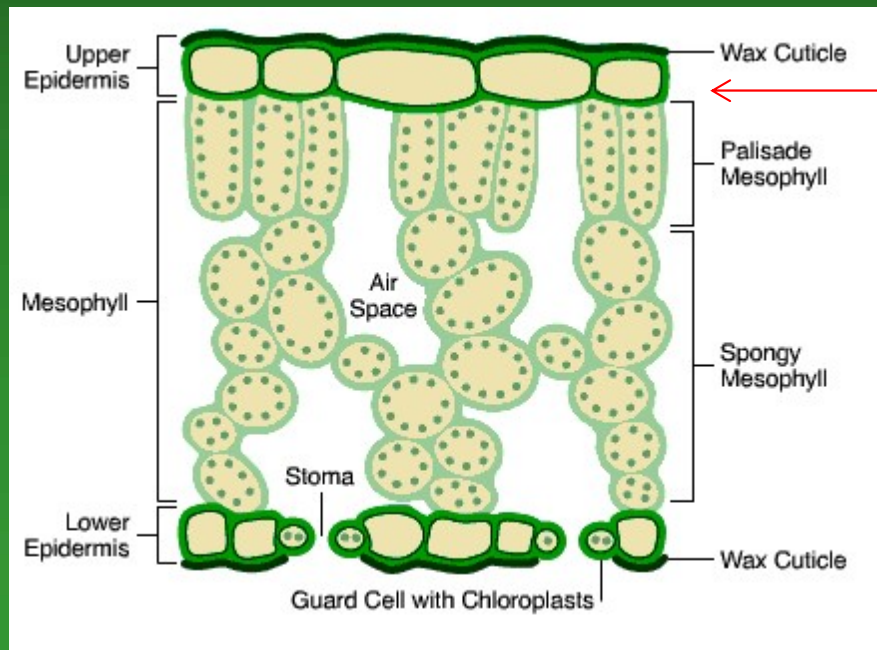
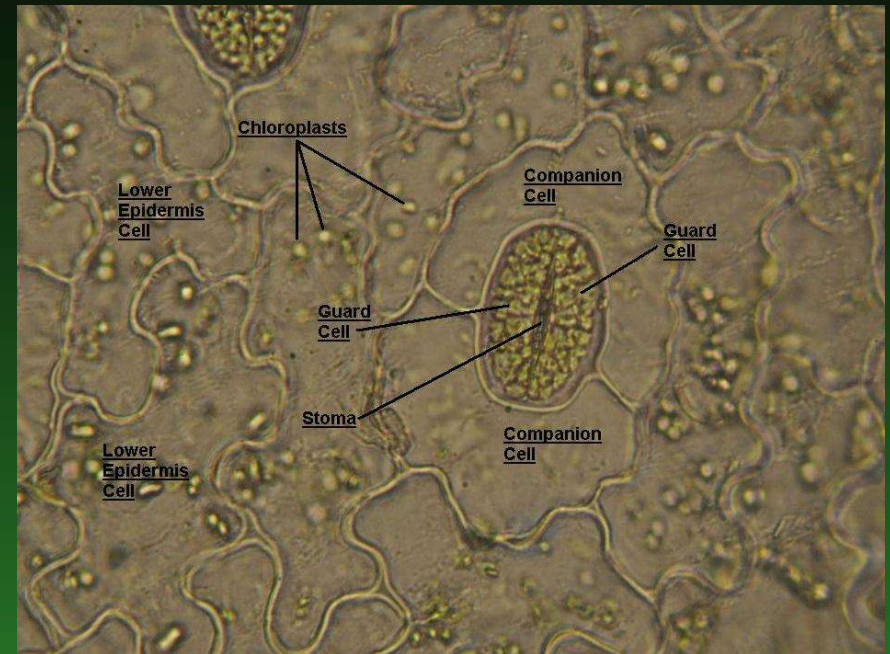
Většina druhů kapradin roste v lesním podrostu



Divergence v druhohorách a třetihorách

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

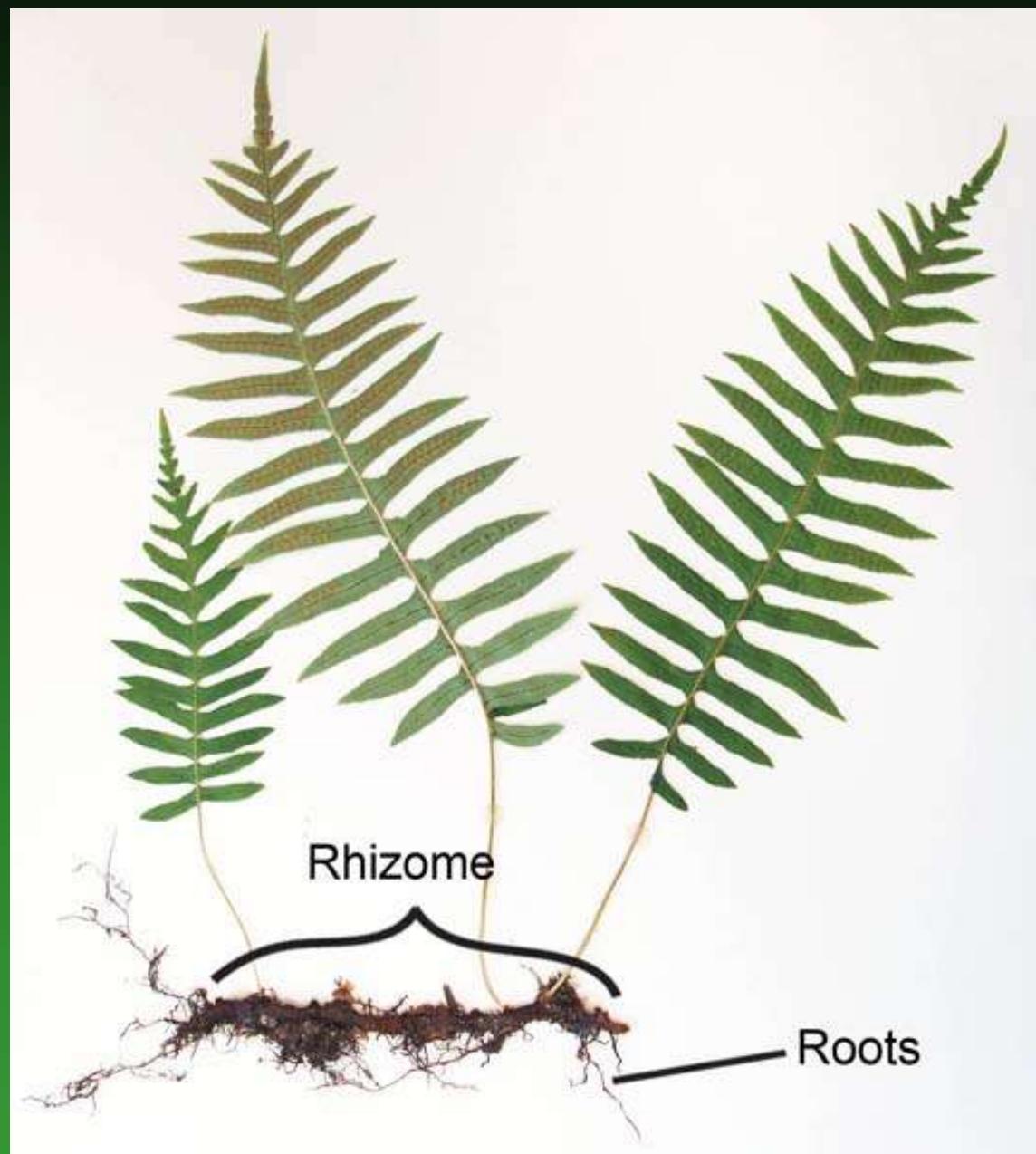
Listy – u stínomilných kapradin mohou mít chloroplasty i v epidermálních buňkách →



Krytosemenné rostliny mají v epidermis chloroplasty jen ve svěracích buňkách.

V epidermis ponořených listů mohou mít chloroplasty některé vodní rostliny

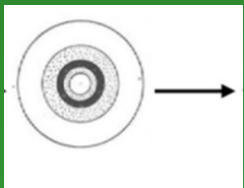
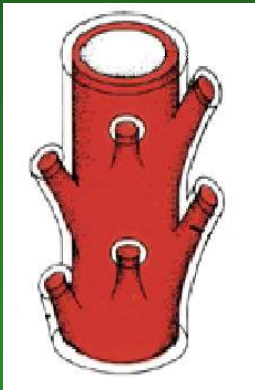
Stonek nečlánkový,
obvykle jen podzemní =
oddenek (rhizom)



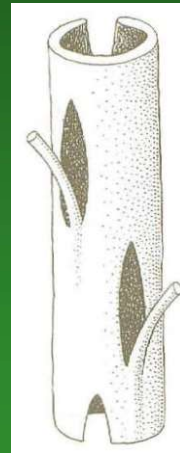
Vodivé elementy stonku (oddenku)

xylem - tracheidy

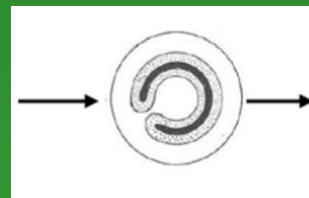
bez jizev



sifonostélé
(amfifloické)



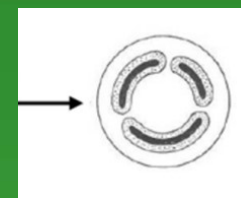
ojediné
podlouhlé
jizvy



solenostélé



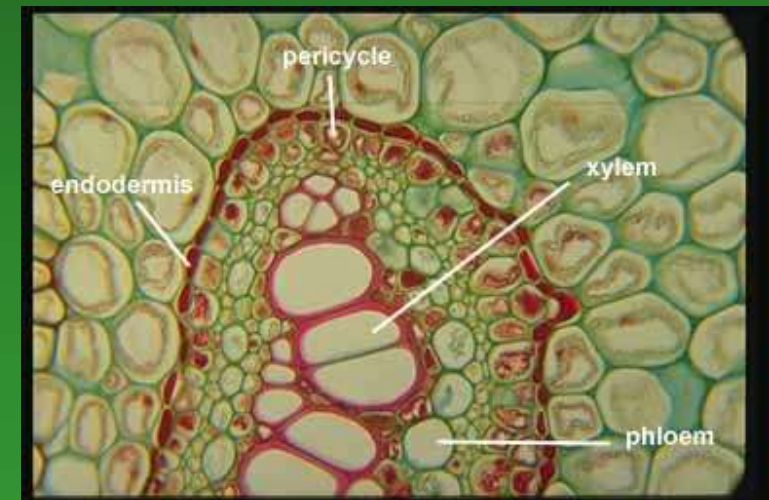
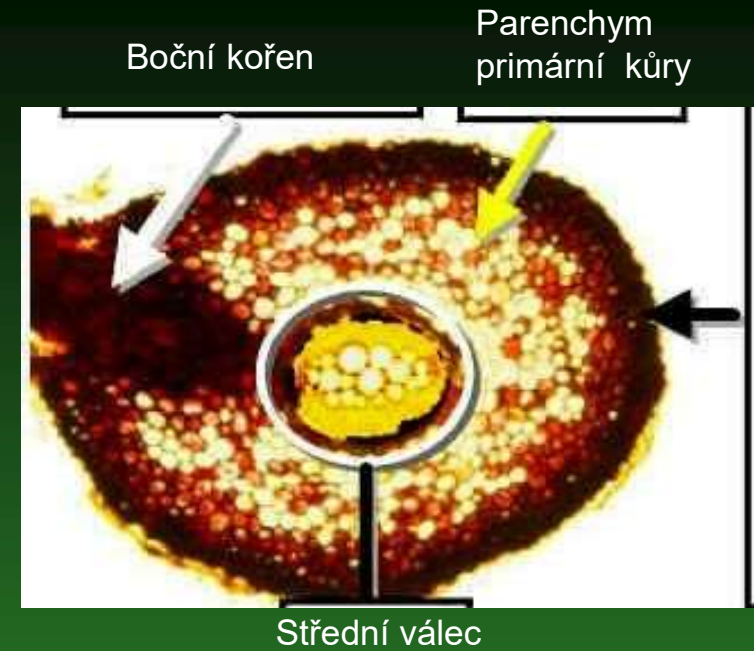
četné
paralelní
jizvy



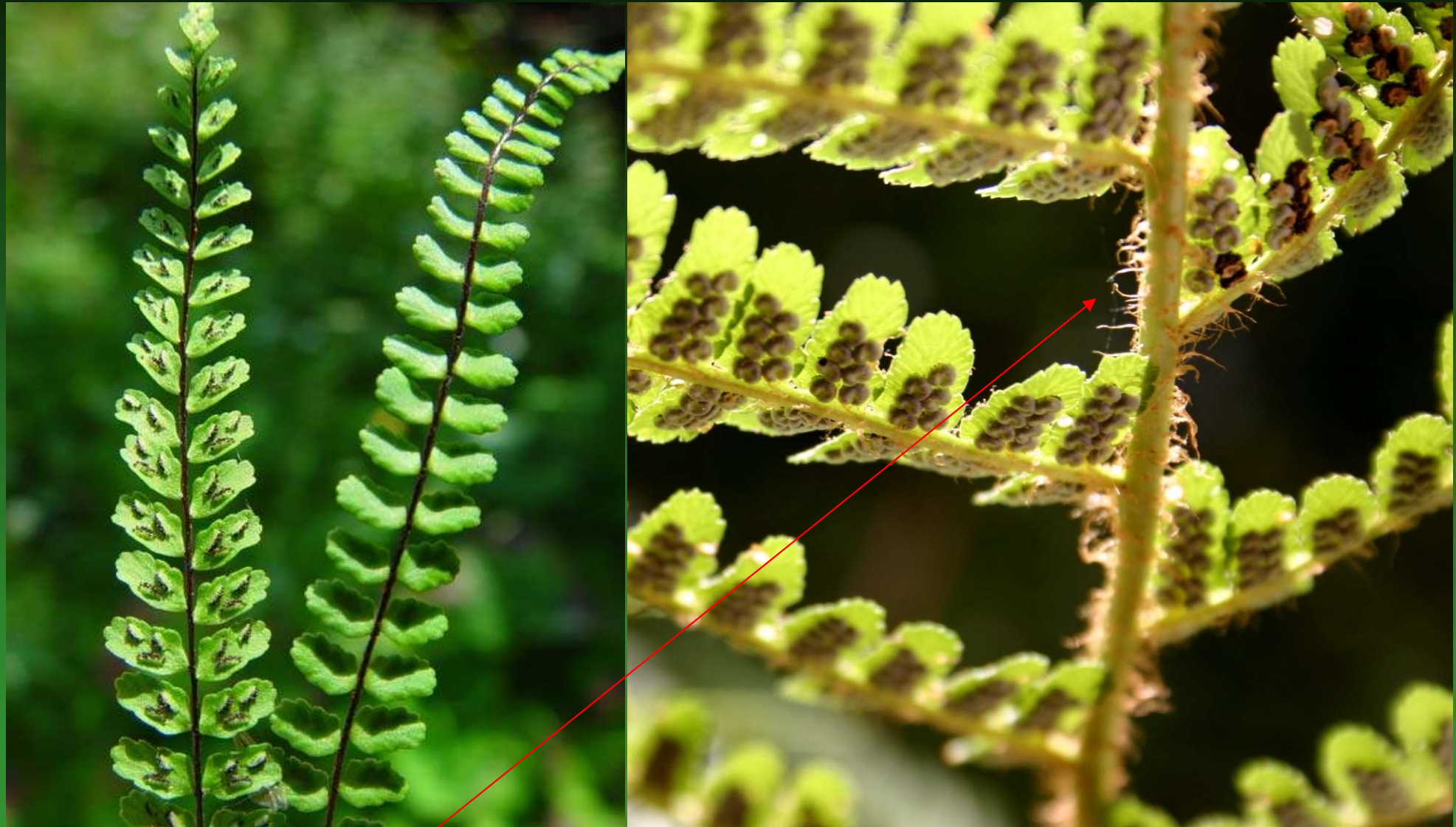
diktyostélé

Kořeny - vyrůstají na oddenku nebo na nadzemních stolonech

Vodivé elementy kořenů **aktinostélé**
monoarchní až polyarchní

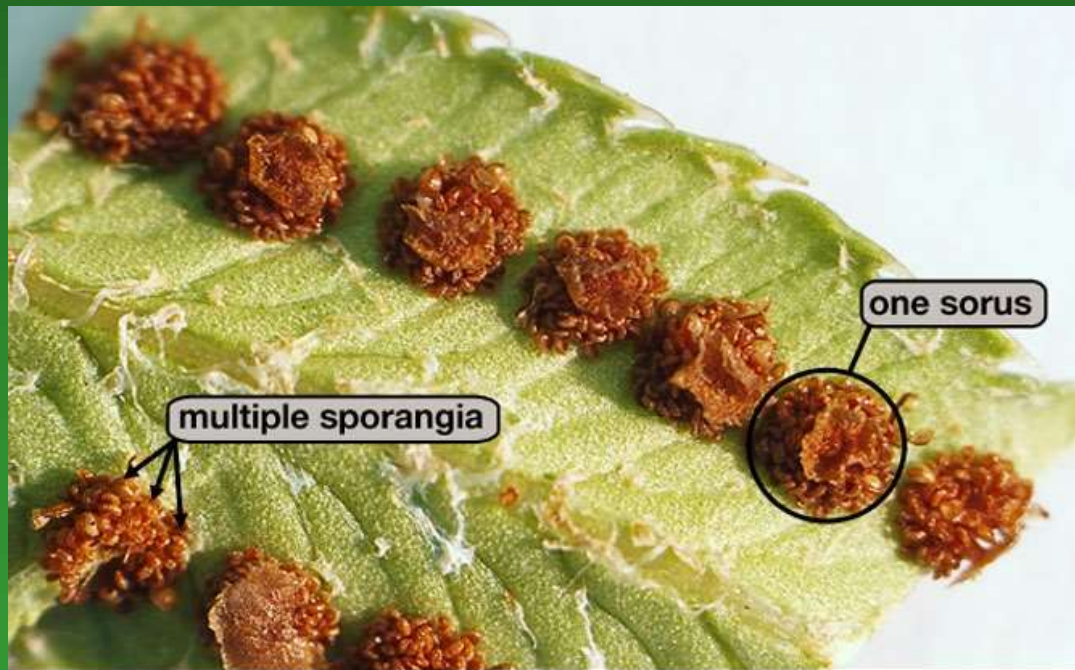


Sporangia na spodní straně listů, nikdy ne ve strobilech!



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

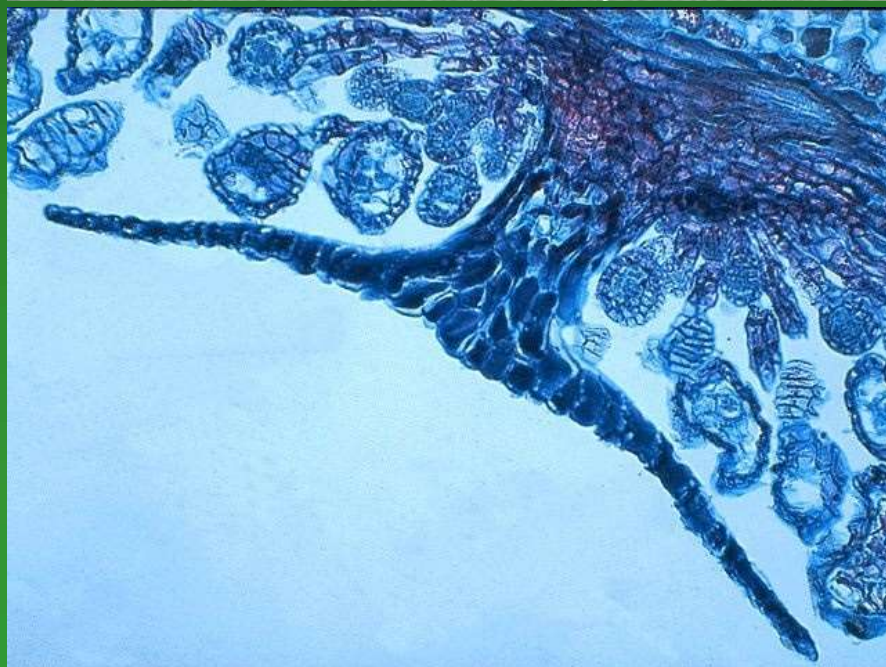
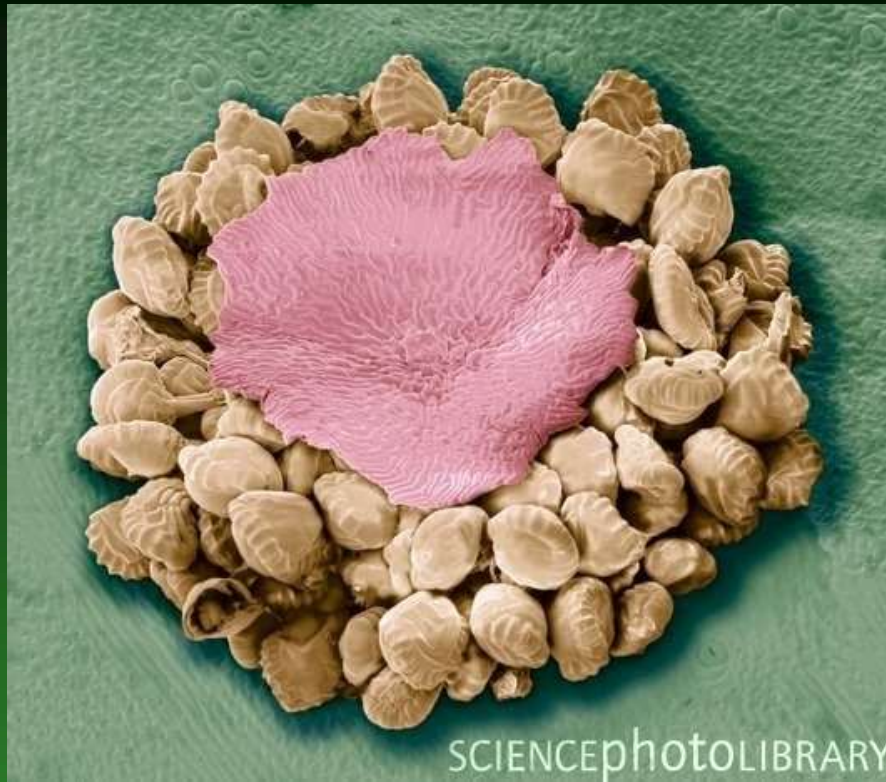
Sporangia ve shlucích - sorech; slévají-li se sory na větší ploše, mluvíme o coenosorech, volná (nikdy nesrostlá v synangia)



Fern sori on the underside of a frond

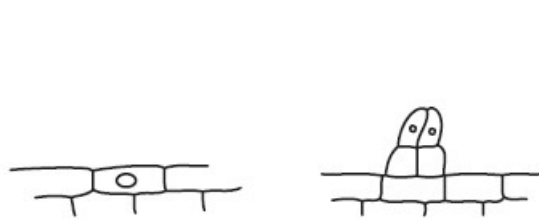


Sory někdy kryje ostěra
(= indusium)



Sporangia leptosporangiální = tentostěnná (1 vrstva buněk)
diferencují se vně pletiva (eusporangiální dovnitř pletiva)

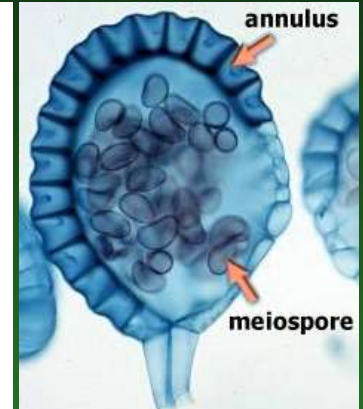
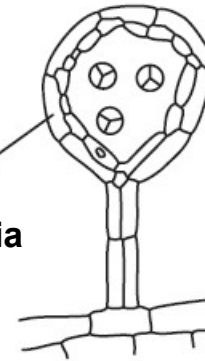
Vývoj leptosporangiální výtrusnice



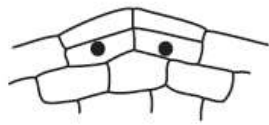
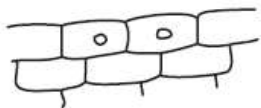
sporogenní
buňky



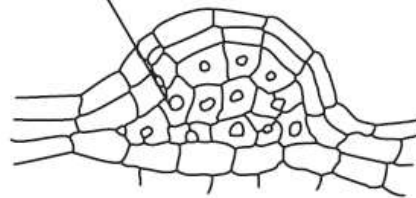
stěna
sporangia



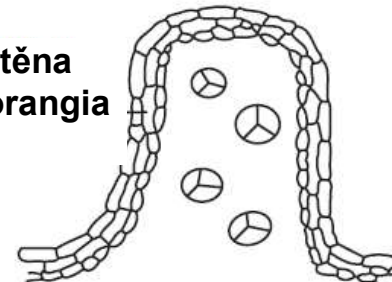
Vývoj eusporangiální výtrusnice



sporogenní buňky



stěna
sporangia



Ophioglossum

leptosporangiální sporangia většinou obsahují

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

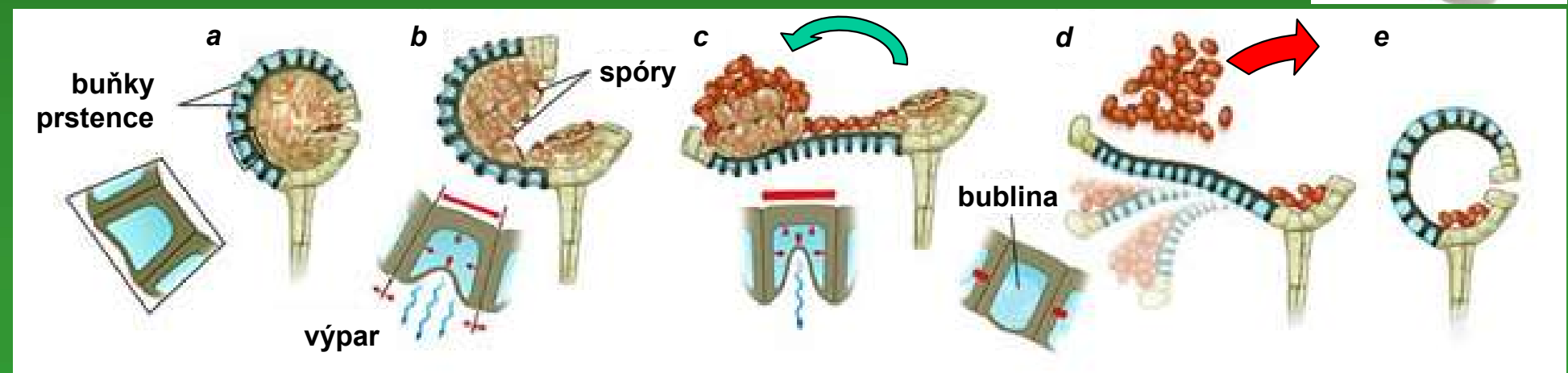
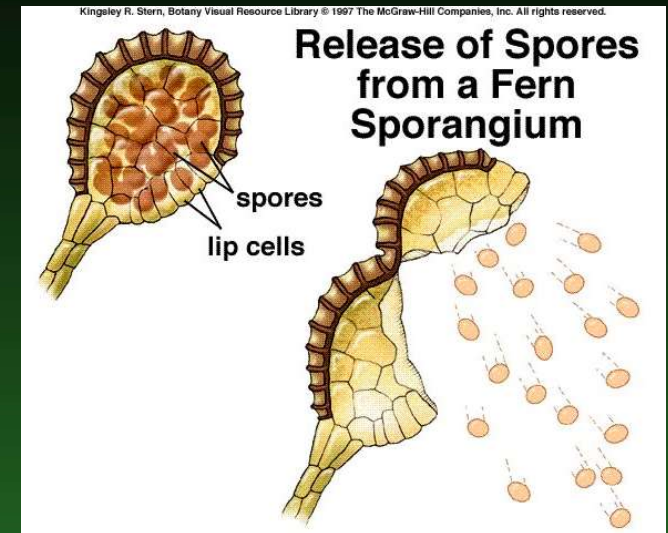
Prstenec (= annulus) je řada buněk na kýlu sporangia

1. Otvírá a zavírá sporangia
2. Katapultuje spory

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

V suchém počasí:

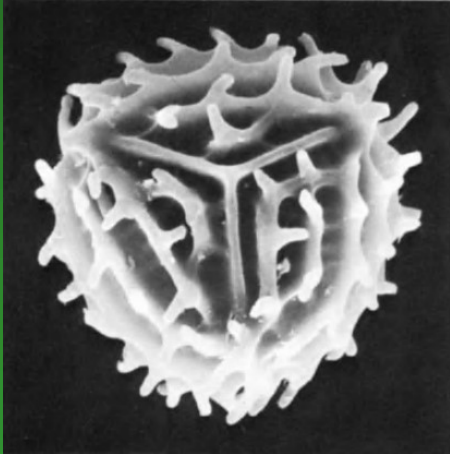
1. **Natahování katapultu**: vysycháním buňky prstence zmenšují objem – jejich vnější stěna se deformuje – prstenec se prohýbá – sporangium se pomalu otvírá – protitlak vnitřních stěn buněk annulu narůstá – katapult se natahuje (celé trvá několik sekund)
2. **Výstřel** = kavitační kolaps vyplní buňky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



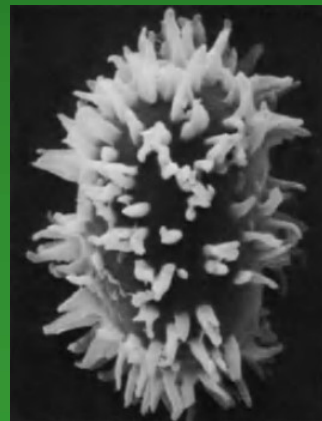
Spory nezelené, monoletní, fazolovitého tvaru, hladké, řidčeji triletí



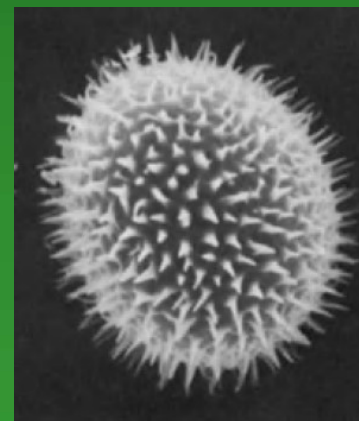
Někdy s háčkovitými útvary připomínajícími entomogamní pyl



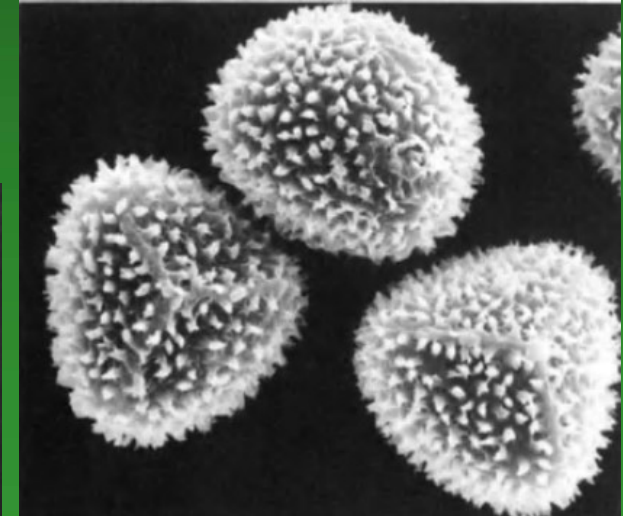
Anemia phylitidis



Blotiella lindeniana



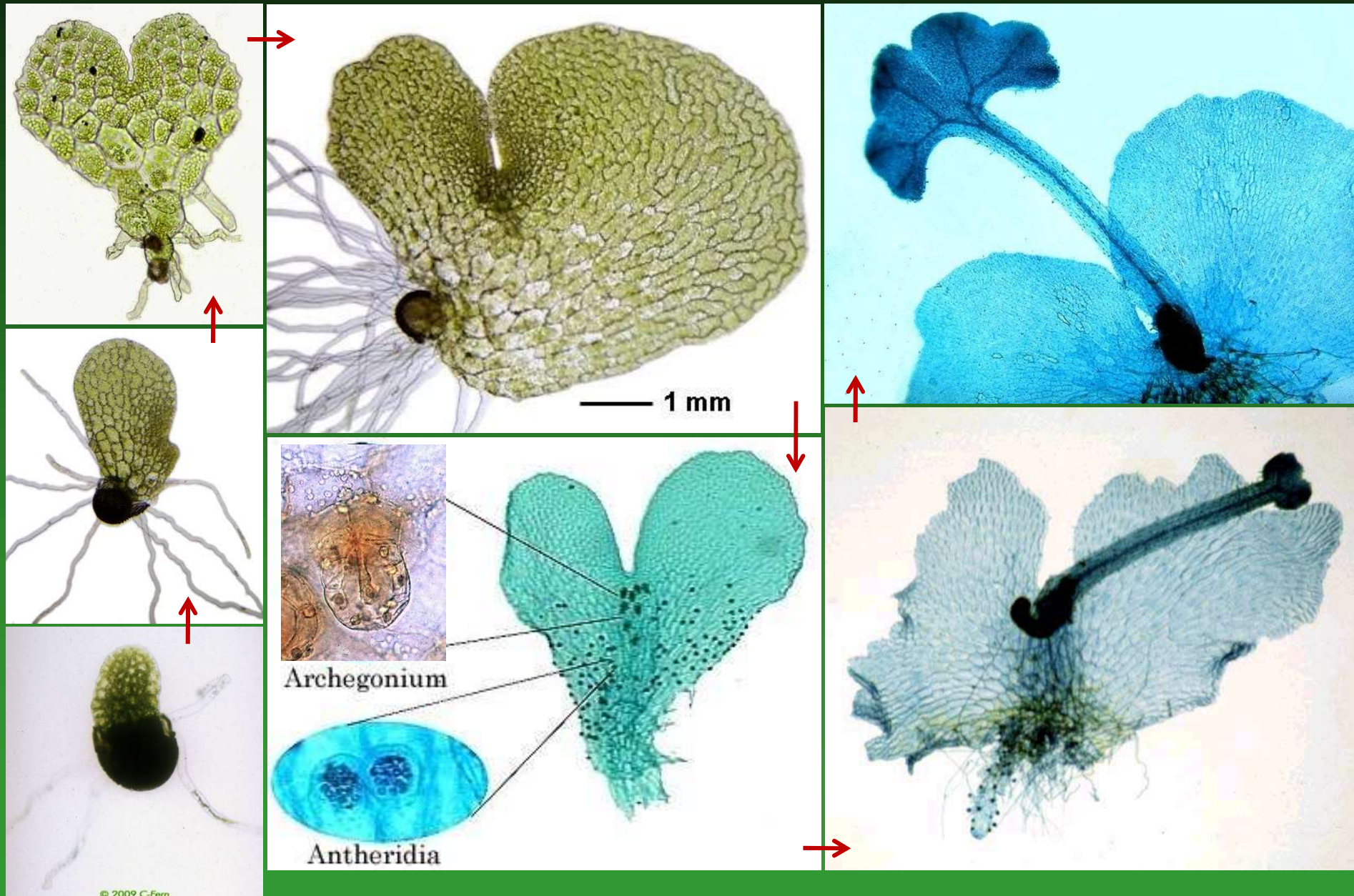
Ctenitis hirta



Hemionitis palmata

Výrůstky = šíření více spór pohromadě jako u přesliček

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



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

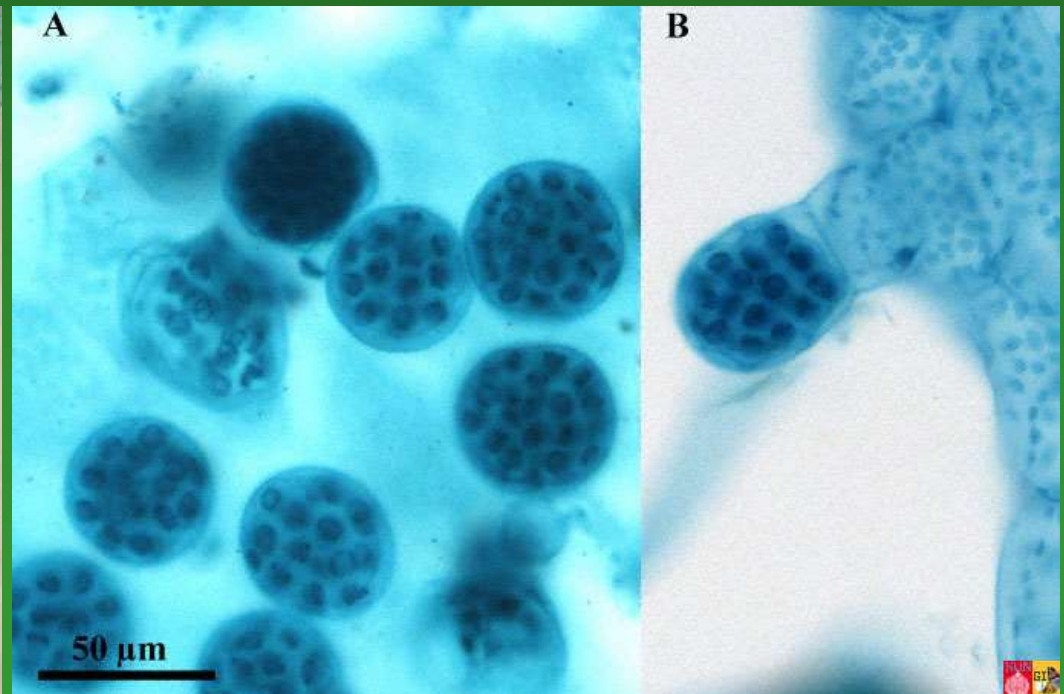
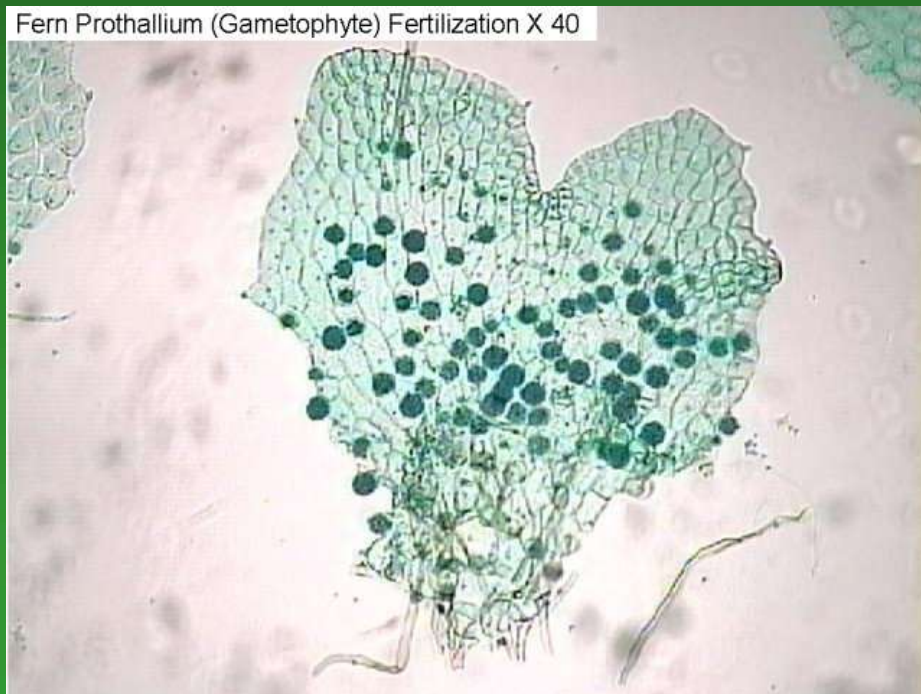


Prothalia – primárně oboupohlavná, druhotně často jedнопohlavná

Nejpokročilejší prothallium pomocí fytohormonů (antheridiogenů ze skupiny gibberelinů) – 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)

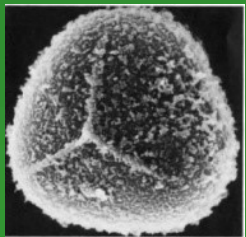
Důvod: gametofyt nepodstupuje při tvorbě gamet meiozi, nedochází k segregaci a všechny jím vytvořené gamety jsou geneticky identické



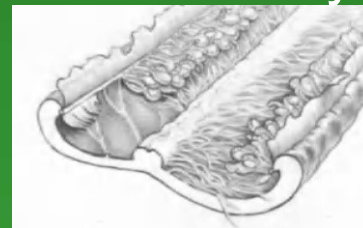
Pteridium aquilinum - hasivka orličí - naše největší kapradina (listy až 2.5 m dlouhé) světlejší stanoviště, celkově kosmopolitní rozšíření, jedovatá - kyanogenní sloučeniny.



Coenosory kryté podvinutým krajem listu a tenkým lištovitým indusiem



Spóry triletní



Dennstaedtiaceae (170 druhů hlavně tropy)

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



© Jardín Mandani ©

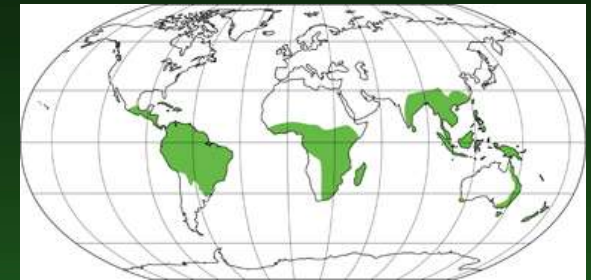


Nephrolepidaceae
– tropické epifyty

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 sorech krytá ostěrami (miskovitými, „tortilózními“, až „hlávkověloidními“)
- i zde klasická krátkověká srdčitá prothalia



Blechnum spicant - žebrovice různoolistá

- 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

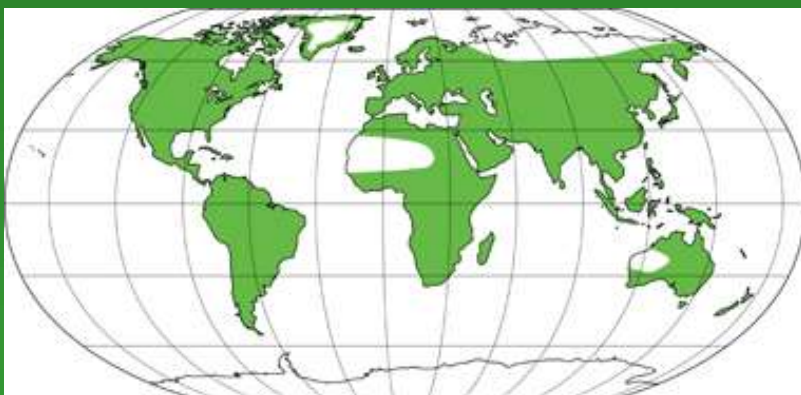


Athyriaceae - hlavně tropy, u nás jen papratka

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)

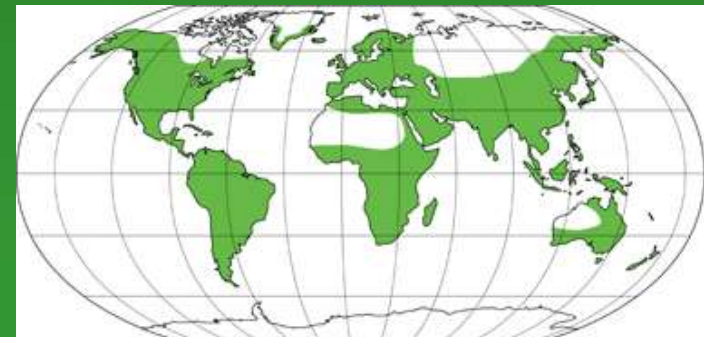


Onocleaceae – 5 druhů hlavně v mírném pásu sev. polokoule

Asplenium trichomanes
sleziník červený – na různých
skalních substrátech hojně



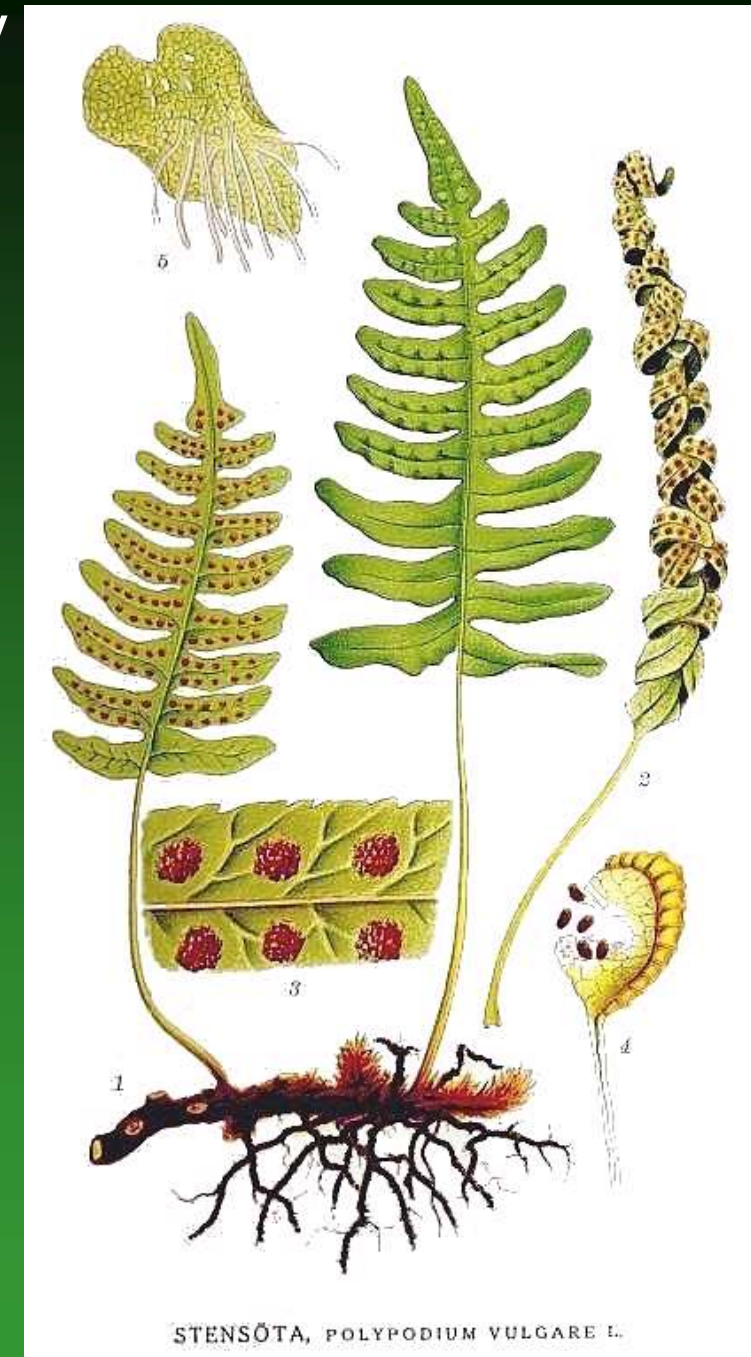
Aspleniaceae – 700
druhů



Polypodium vulgare - osladič obecný

na skalách hojně

okrouhlé sori
bez induzií
na jednoduchých
úkrojcích
ve 2 řadách



Polypodiaceae – 1200 druhů

2. řád *Salviniales*

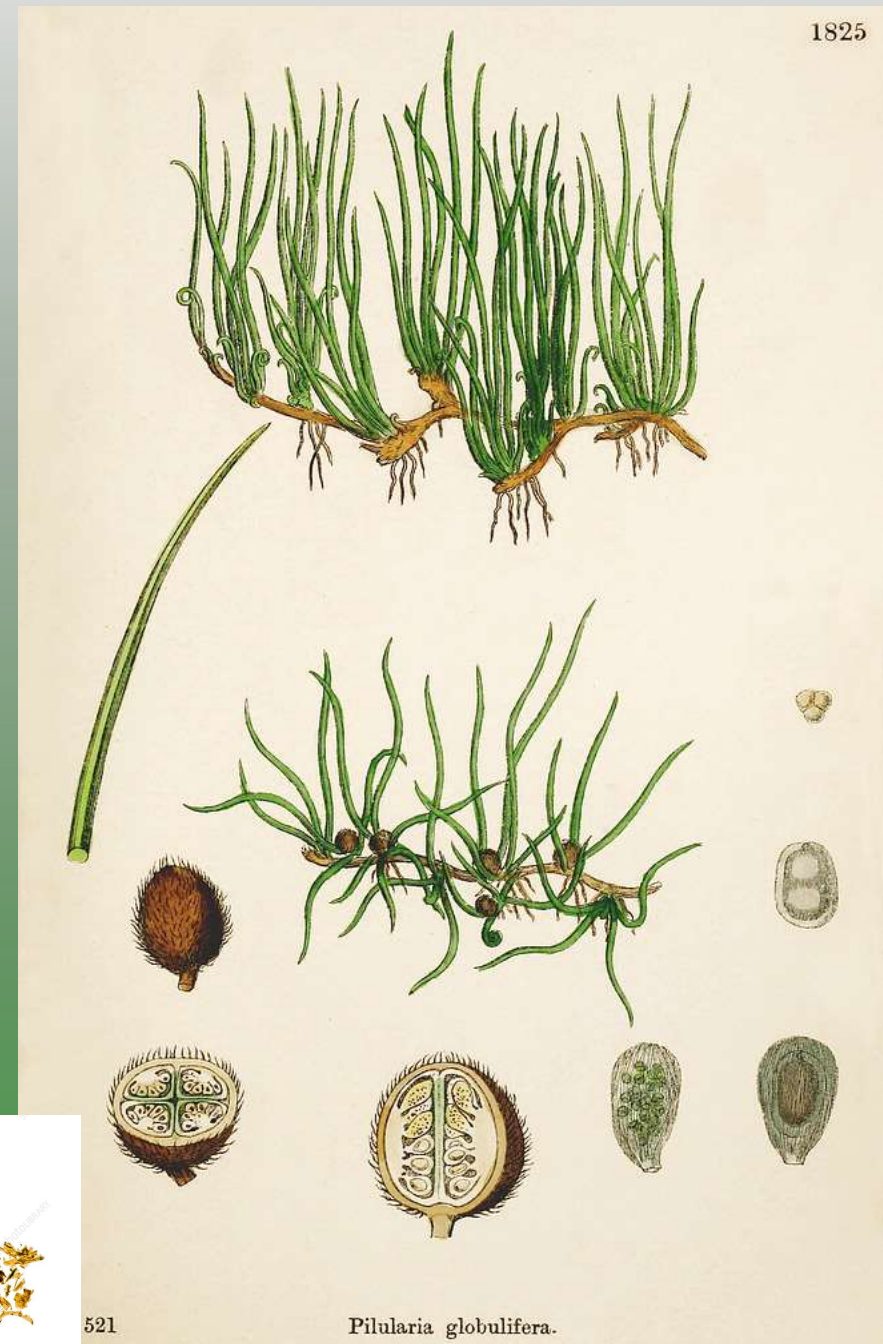
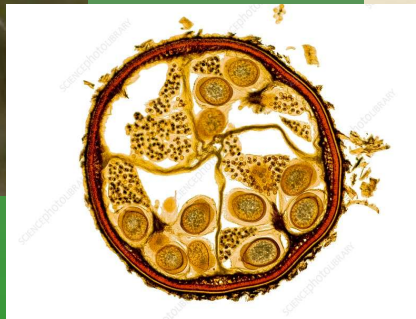


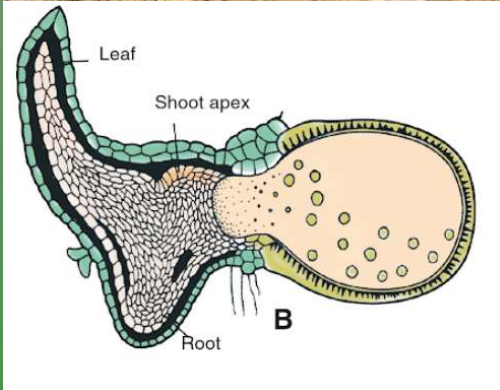
heterosporické leptosporangiátní vodní a bahenní kapradiny zahrnující 3 čeledi *Marsileaceae*, *Salviniaceae* a *Azollaceae*

- 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.





dospělé
megaprothallium
s mladým
sporofytem



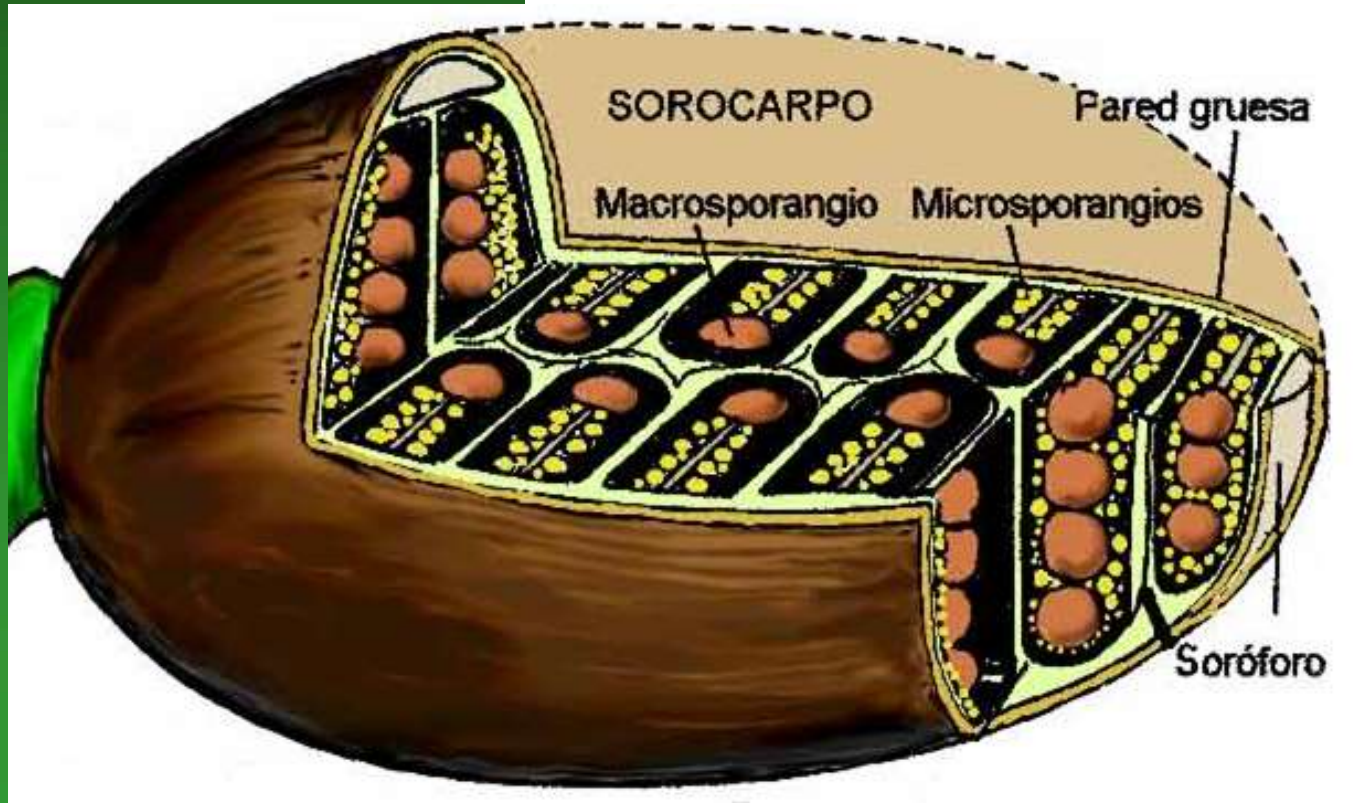
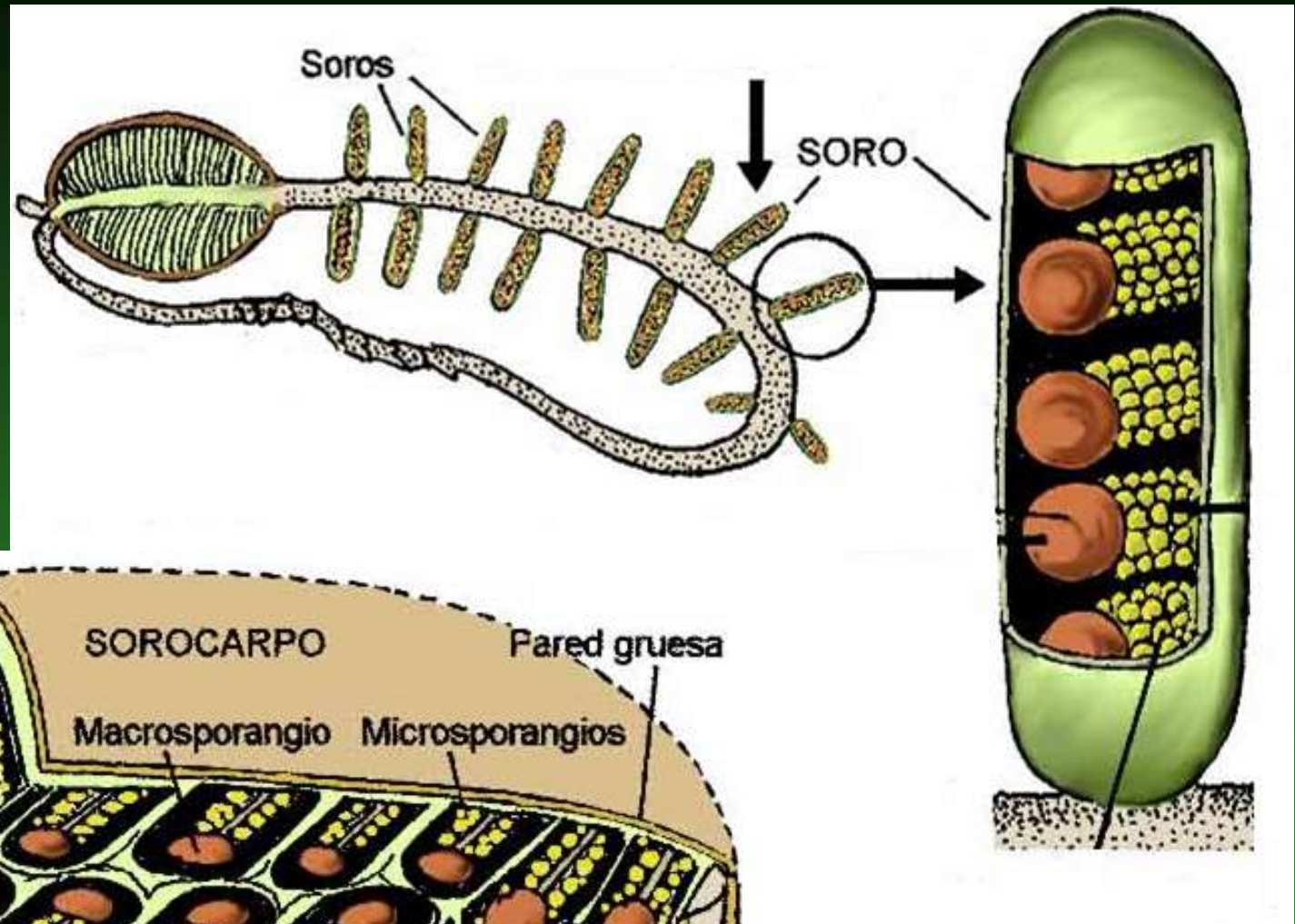
Dnes v u nás jediná lokalita – ryb.
Karhov u Studené v Jihlavských vrších
– objevena r. 2007

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

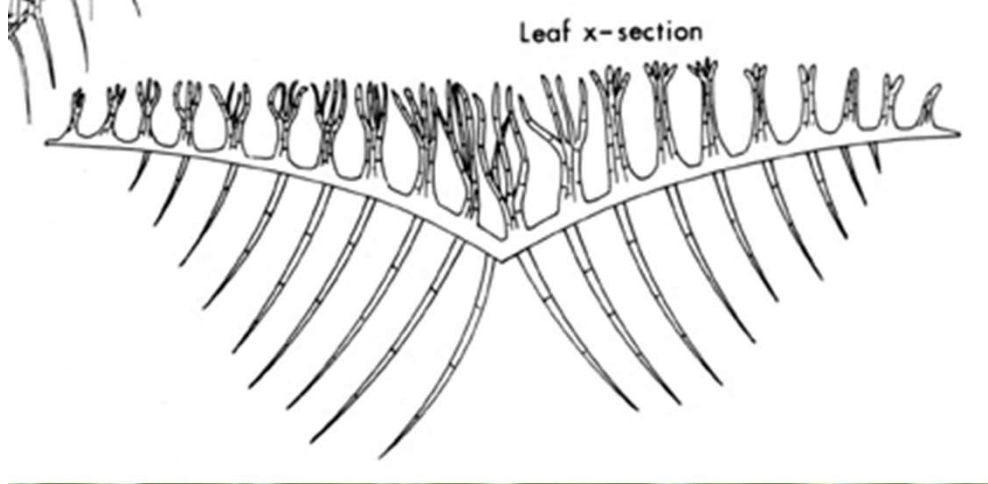
jednoletá rostlina s plovoucím stonkem,
listy v „trojčetných“ přeslenech - 2 listy
vegetativní, zbývající jeden je přeměněn
ve svazek dlouhých do vody visících
vláken, jež mají funkci kořenů,
vytvářejíce i vlášení

kořen = přeměněný list

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



Leaf x-section



Listy - kryty nesmáčovými trichomy, bez průduchů



Photo Credit: USDA, Scott Bauer

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

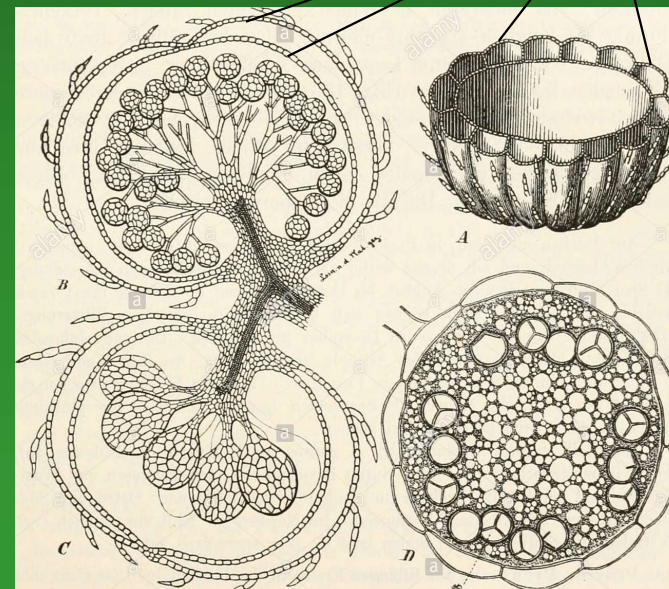
Megaspory – 75 μm
32 / megasporangium

Mikrospory – 20 μm
64 / mikrosporangium

sporokarp

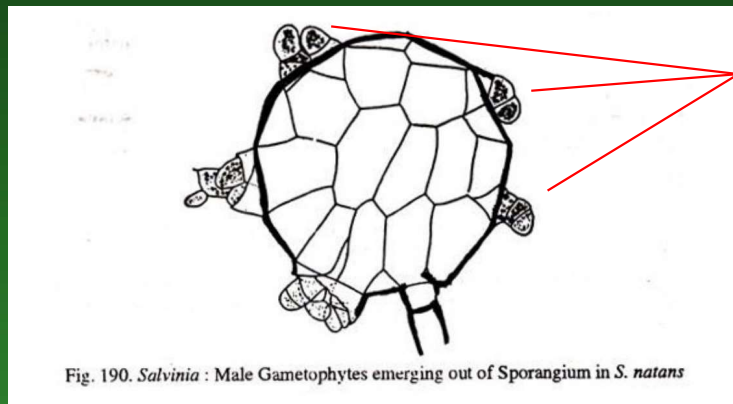


indusia



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

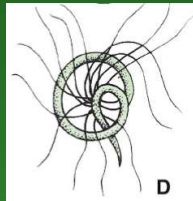


Fig. 190. *Salvinia* : Male Gametophytes emerging out of Sporangium in *S. natans*

mladé a starší megaprothaliium

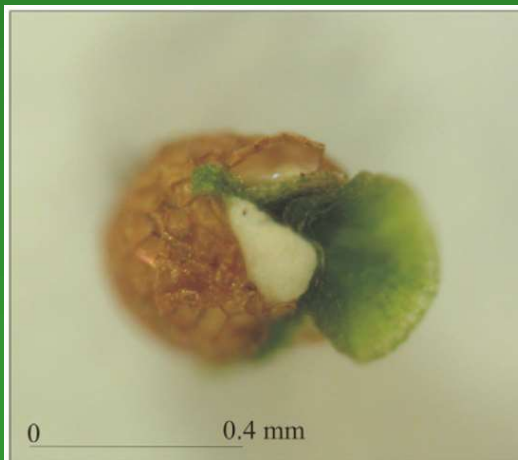


Fig. 2. Female gametophyte development stages: early (left) and late (right).

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

Agnieszka Gałka, Józef Szymeja*

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

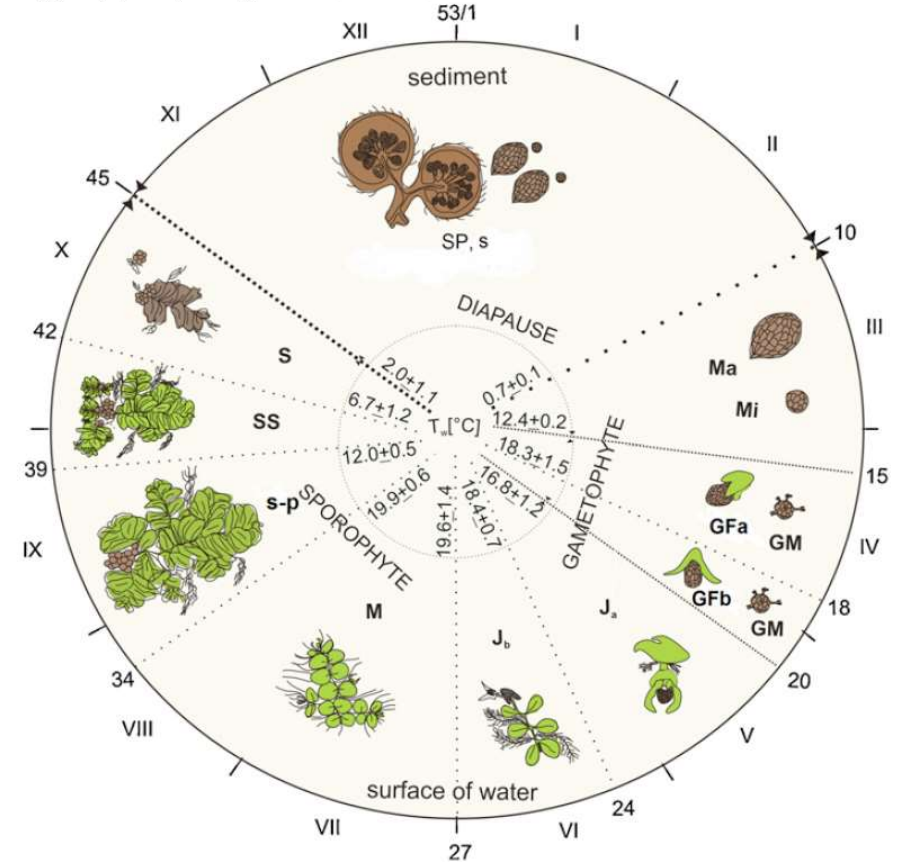


Fig. 3. Diagram of the *Salvinia natans* annual development cycle. Abbreviations: SP: sporocarp; s: spore, Ma: macrospore, Mi: microspore, GM: male gametophyte. Female gametophyte development stages: GF_a: early, GF_b: late. Sporophyte development stages: J: juvenile; J_a: early; J_b: late, M: mature; 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

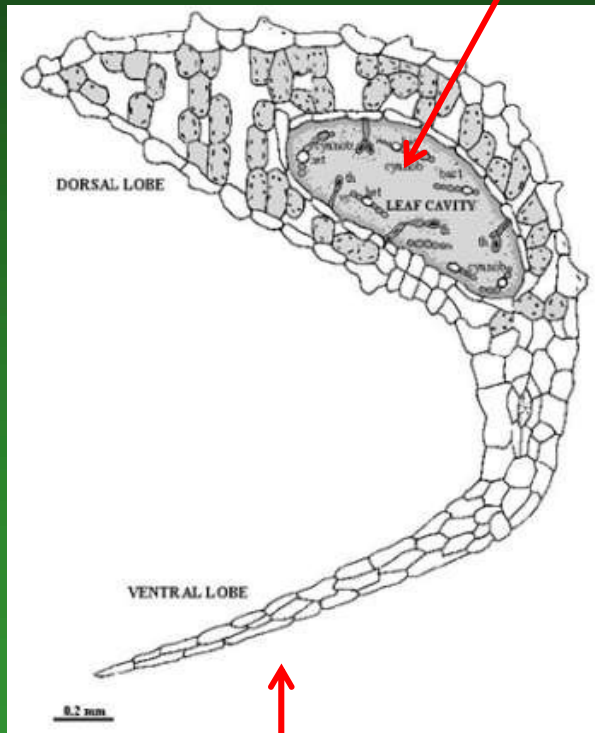
lodyha – vidličnatě větvená s drobnými hustými listy a adventivními kořeny



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

Azolla caroliniana

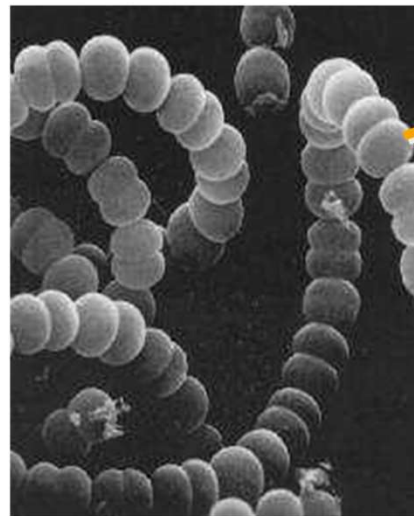
Sterilní listy – dvoulaločné – dorzální lalok bachratý vyplněný jednak aerenchymem a dále slizovou dutinkou, v ní žije endosymbiontní sinice *Anabaena azollae*



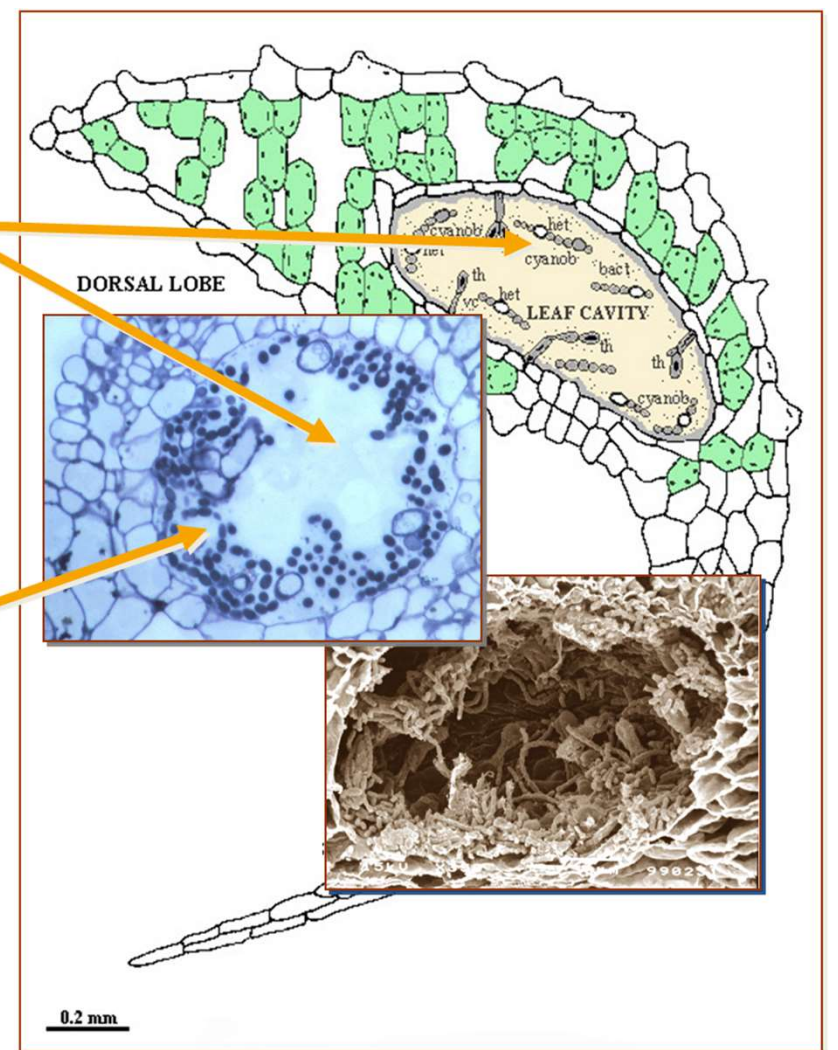
ventrální lalok plochý



***Azolla* leaf**



Anabaena



Semenné typy kapradin

5. třída *Pteridospermopsida* .

kaprad'osemenné

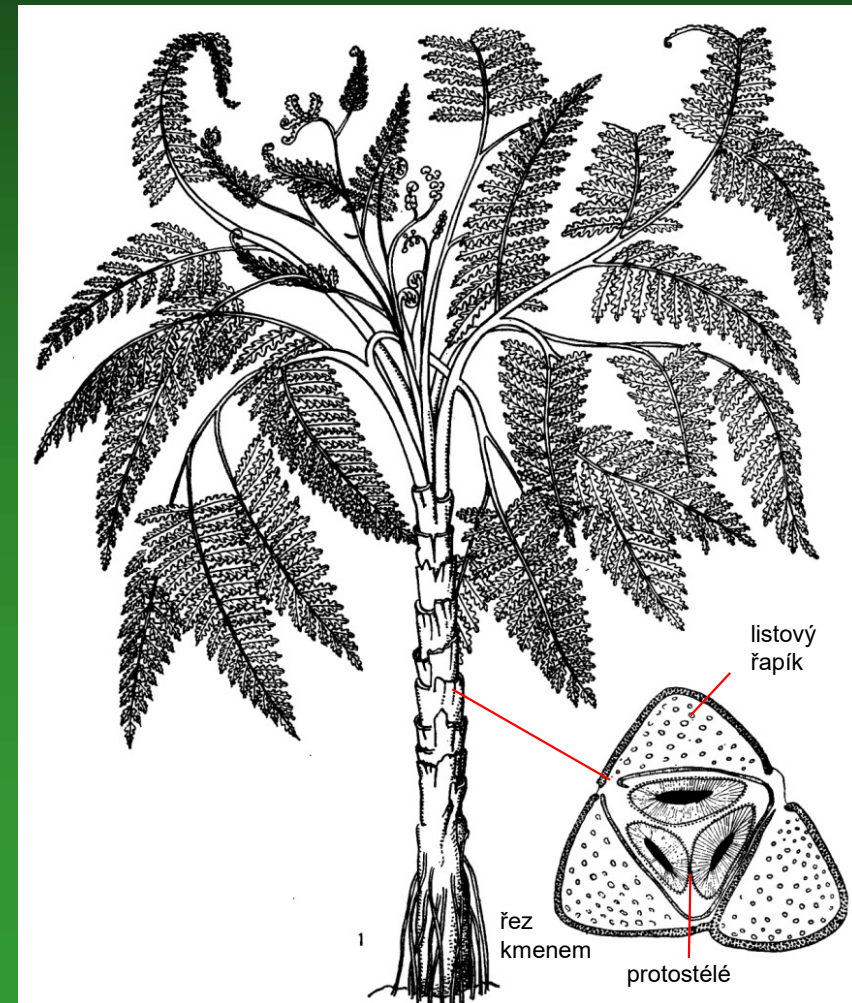
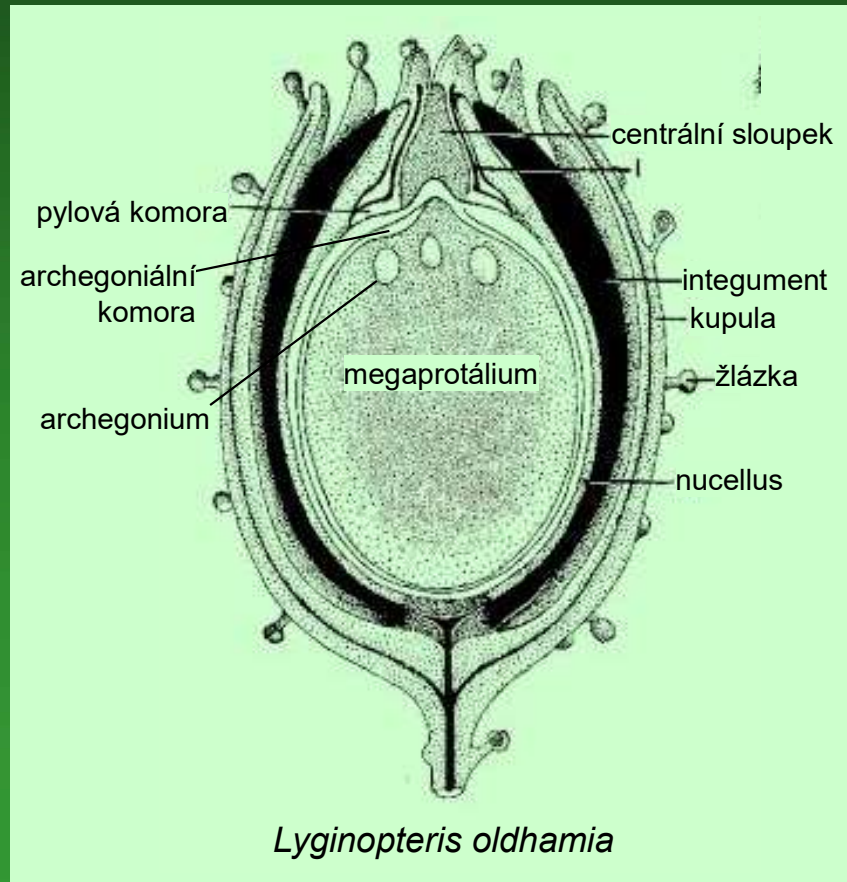


semenná linie karbonských až druhohorních kapradin

(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)



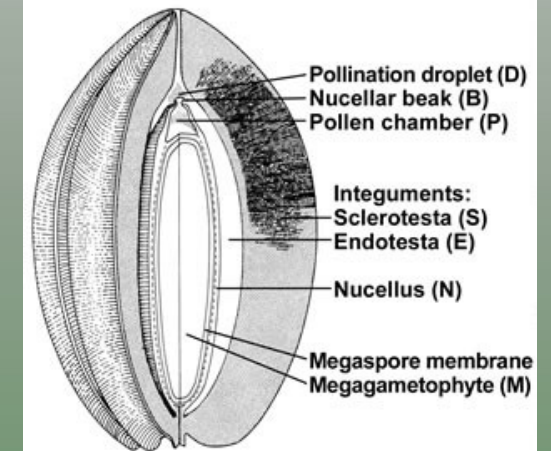
Megasporangia – ve skupinkách nebo jednotlivě na větvi listů

Semena - velká až 10 cm

Obal semen (testa):

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

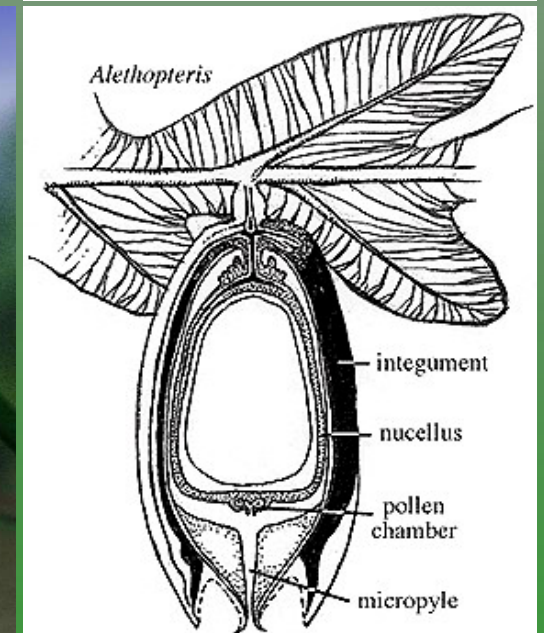
Polypterosperrum renaultii - seed fern ovules from the late Carboniferous of France



© Ciavatti 2002



© Ciavatti 2002



Mohly by být fylogenetickým předchůdcem cykasů



Cyathea



Medullosa

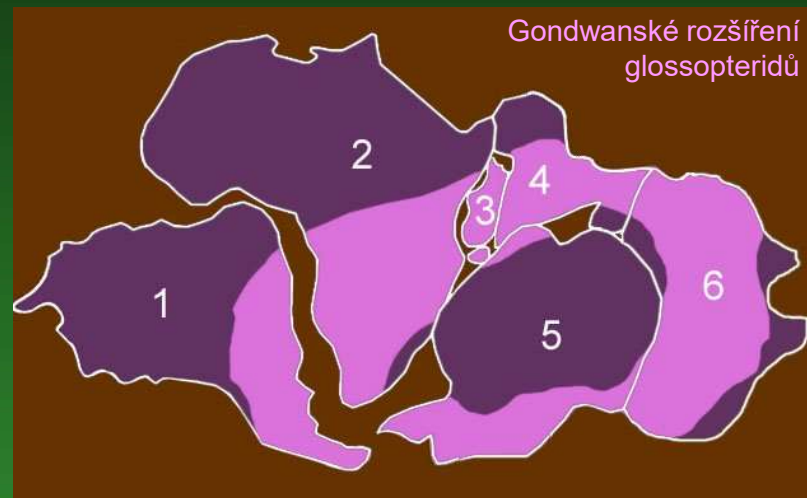


Encephalartos



řád *Glossopteridales*

- dominanty permské flóry na jižním – Gondwanském – superkontinentu



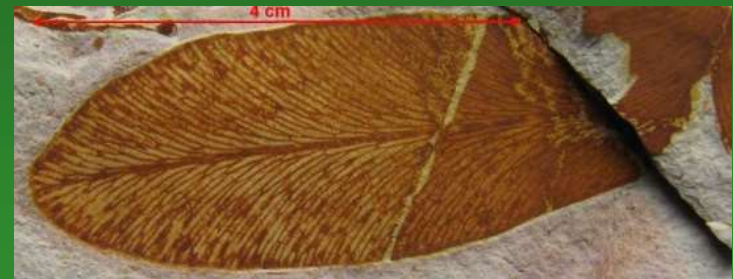
- opadavé stromy (i přes 30 m vys.) bažinatých stanovišť chladnějších středních a vyšších poloh
- podílejí se významně na permských uhelných depozitech
- kmeny s výraznými letokruhy



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 šiřticovitá 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 μ m. (Courtesy S. McLoughlin.)

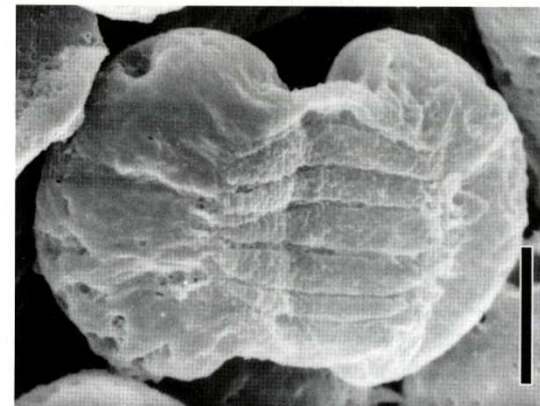


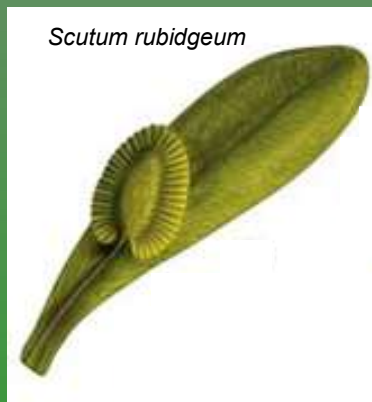
FIGURE 14.217 Pollen grain with proximal striations. Bar = 10 μ m. (Courtesy S. McLoughlin.)

řád *Glossopteridales*

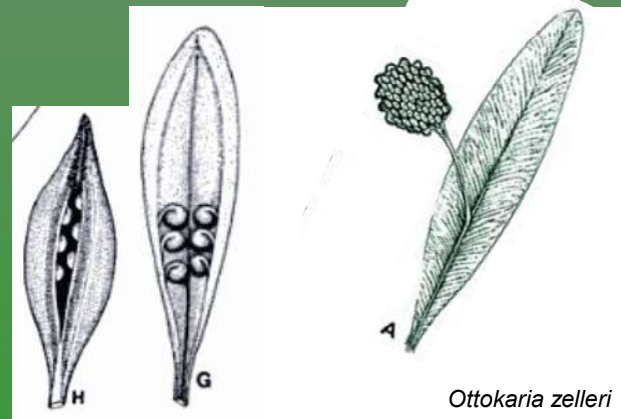
Megasporangia (vajíčka)

- často ve stopkatých megasynangiích
- stopka přirostlá zčásti k listové čepeli, jednotlivě, nebo dvouřadě ve skupinkách
- někdy jednotlivá anatropní, chráněná při vývinu konduplikátně svinutým listem

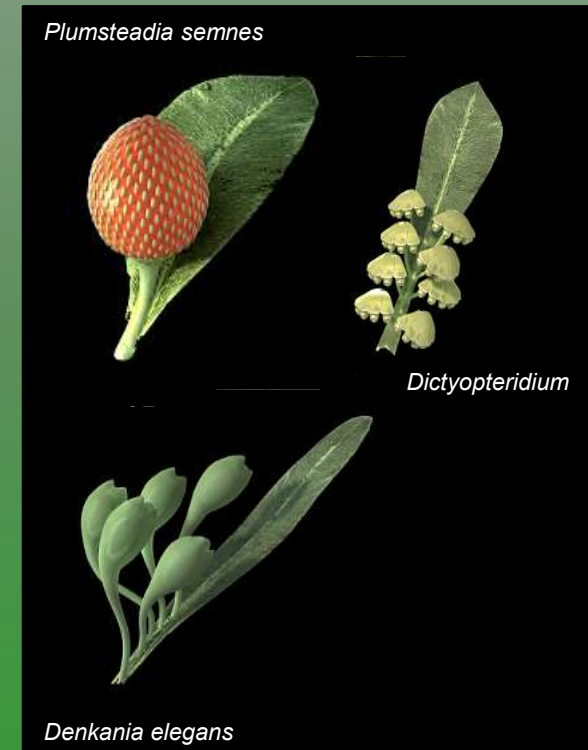
připomíná to plody lípy



Scutum rubidgeum



Ottokaria zelleri

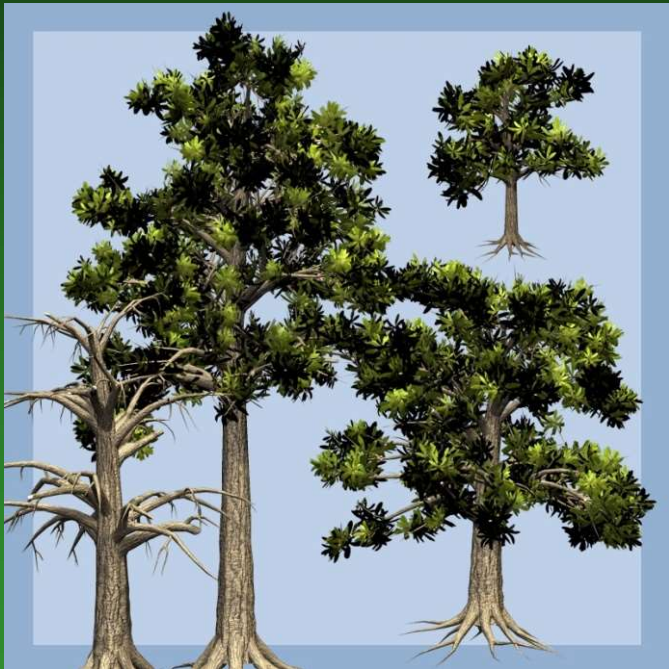


Plumsteadia semnes

Dictyopteridium

Denkania elegans

Mohly by být fylogenetickým předchůdcem kordaitů a jinanů



Glossopteris



Cordaites



Ginkgo

