



# Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin

## Kaprad'orosty

### Petr Bureš



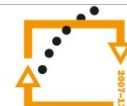
evropský  
sociální  
fond v ČR



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

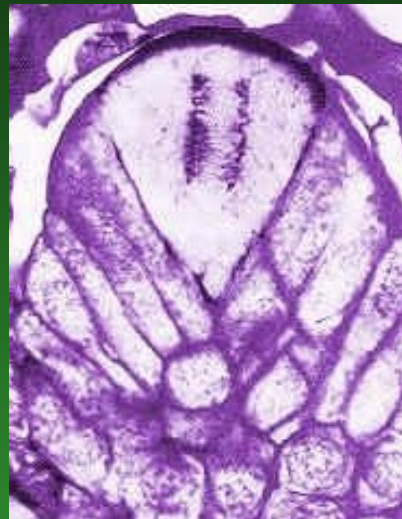




Vzrostný vrchol prýtu tvoří jediná apikální buňka



*Equisetum*



*Azola*



*Nephrolepis*



Gametofyt bud'

- (i) krátkověký, zelený nadzemní připomínající frondózní játrovky, nebo
- (ii) dlouhověký, nezelený, podzemní mykorrhiticky vyživovaný





oddělení Monilophyta = kaprad'orosty

4 třídy

Psilotopsida - prutníky

Equisetopsida - přesličky

Marattiopsida

Polypodiopsida - kapradiny

# 1. třída *Psilotopsida*



Zelené výtrusné vytrvalé byliny, menších rozměrů, s tendencí k vidličnatému větvení  
Mají veliké genomy 1C více než 35 pg



# 1. řád *Psilotales* (prutníky):



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

*Psilotum triquetrum* (= *Psilotum nudum*)  
epifyt (max. 1 m vysoký),  
rozšířený v tropech a  
subtropech.



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



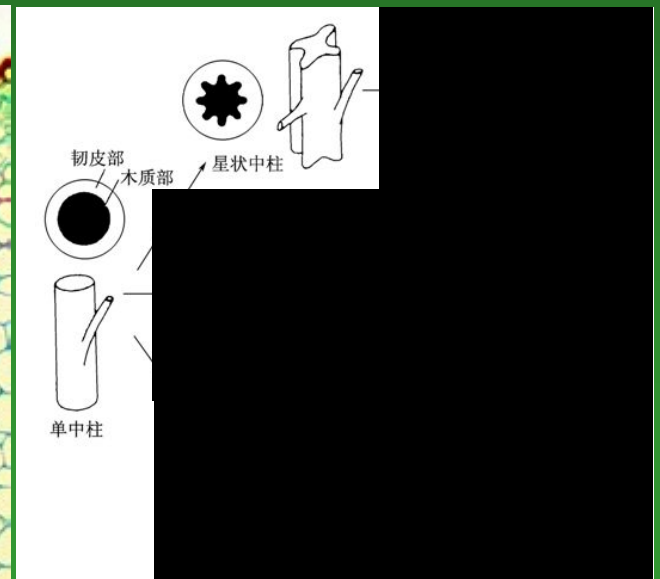
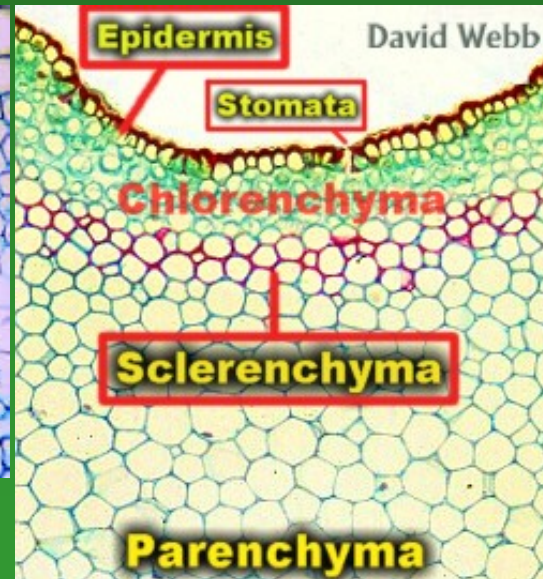
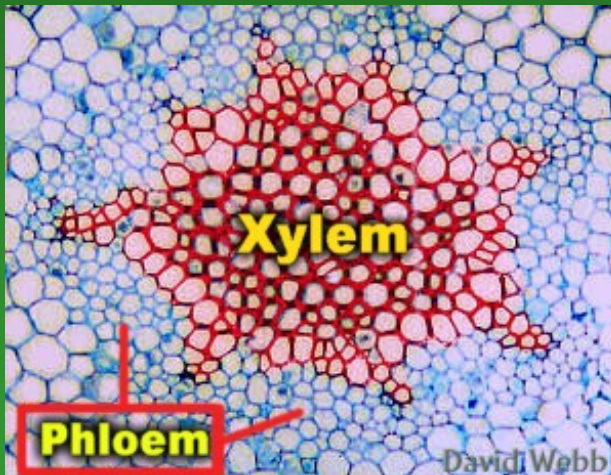
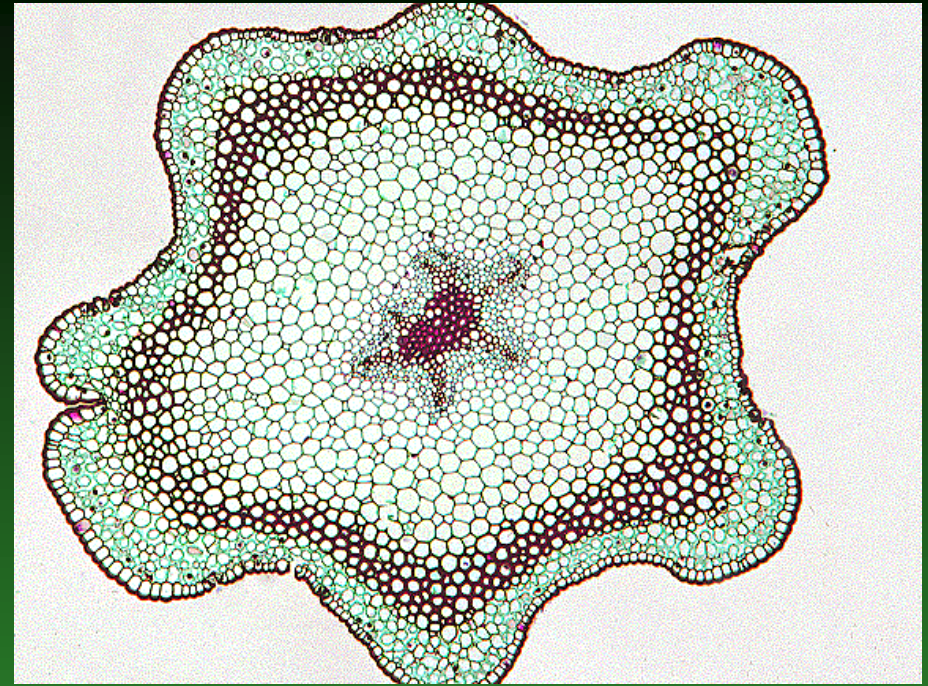


**Nadzemní stonek** - 20-30 cm (maximálně 1 m);  
zelený, dichotomicky větvený



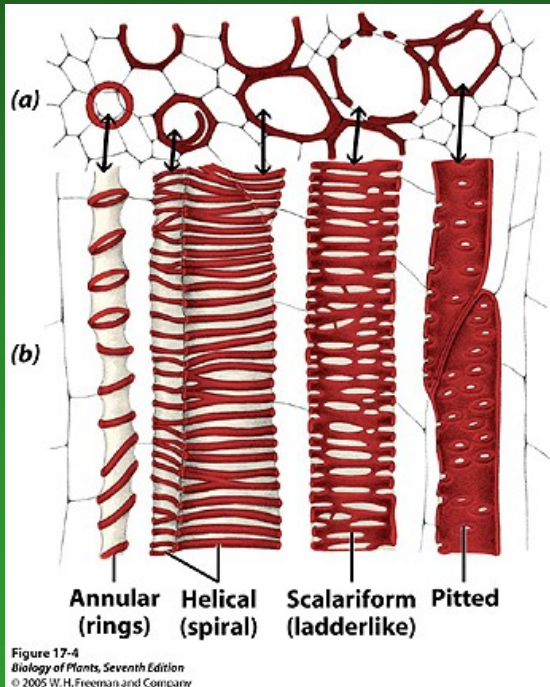
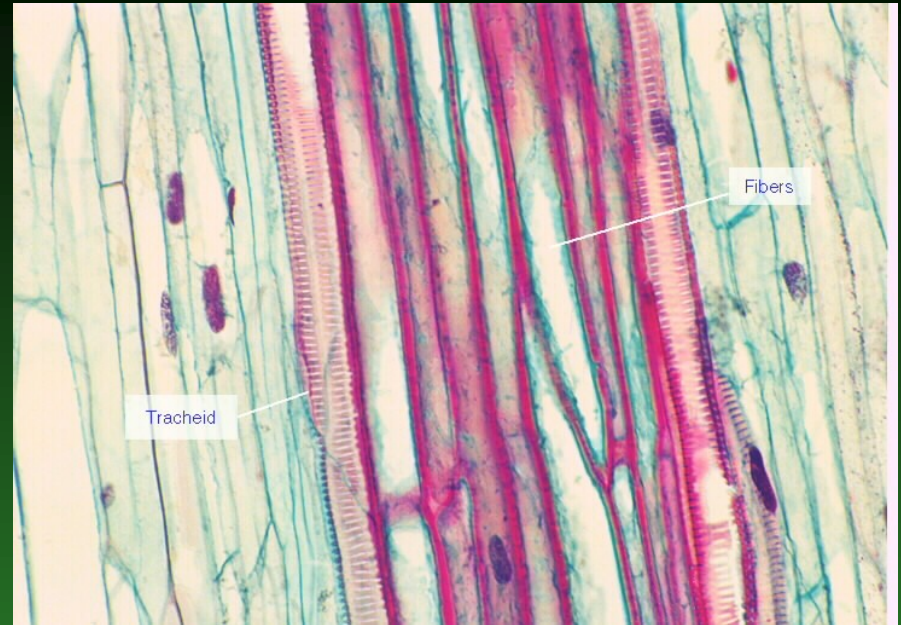
# Vodivé elementy nadzemního stonku

Pod epidermis stonku asimilující  
chlrenchym, uvnitř aktinostélé

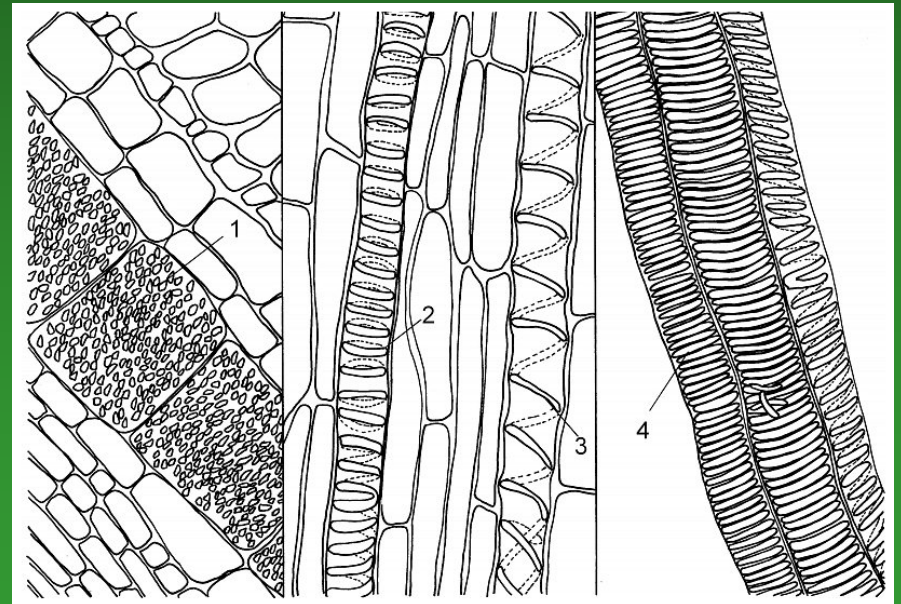




# Xylém – kruhovitě nebo šroubovitě nebo ztlustlé tracheidy



Typy tloustení stěn cév:  
1 – síťovité;  
2 – kruhovitě;  
3 – spirální;  
4 – schodovité





**Listy** - drobné  
šupinovitě  
vidličnatě  
rozzvětvené  
bezzilné  
(enafily)  
střídavě  
postavené



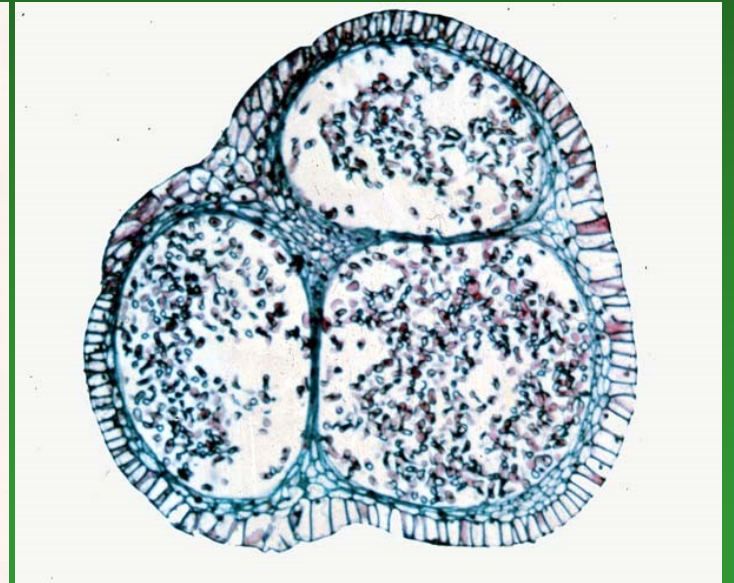
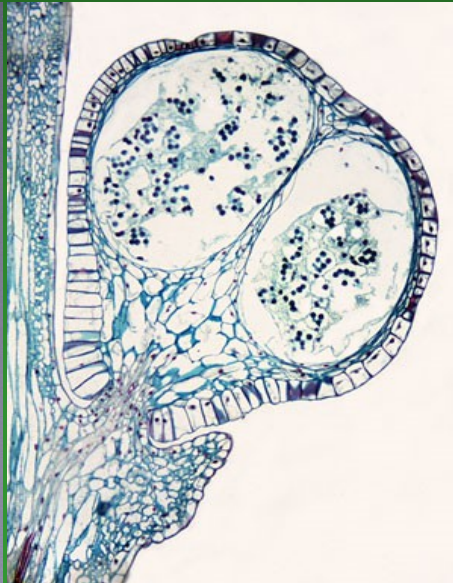
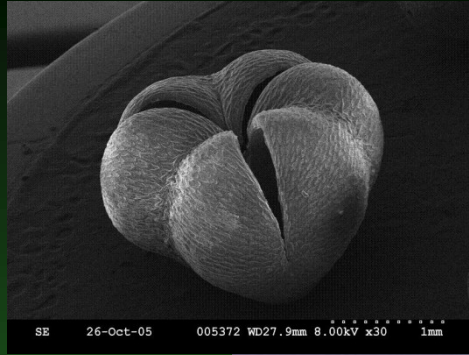
bez průduchů



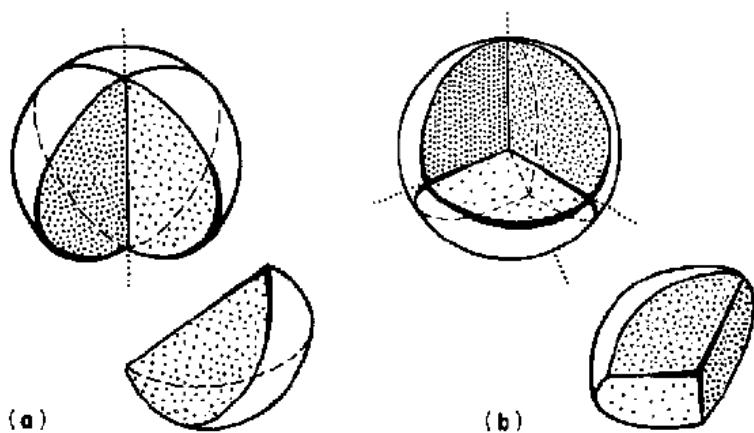
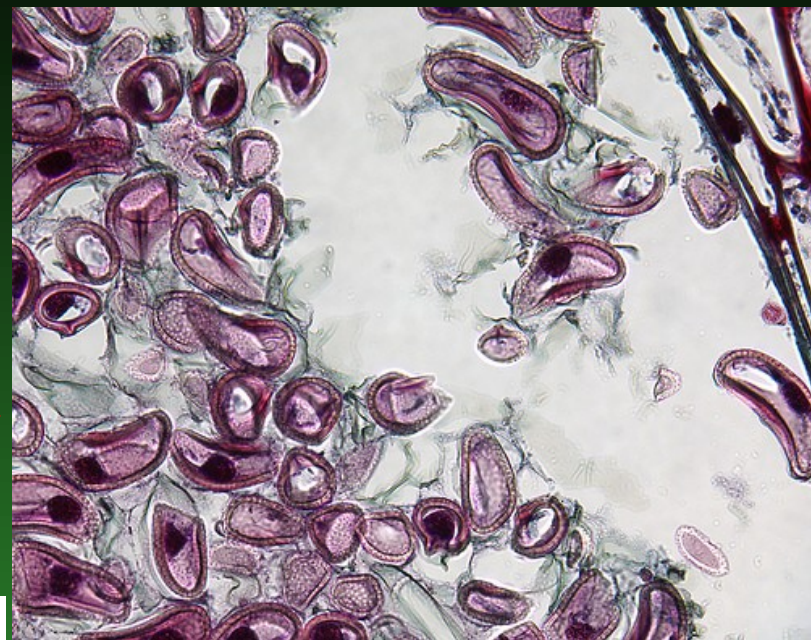
# Sporangia

eusporangiátní,  
izosporická,  
v paždí vidličnatých listů,  
po třech srostlá v  
synangia.

každé ze 3 pouzder s  
vlastní dehiscencí



Spory  
monoletní  
fazolovitého tvaru  
bez chlorofylu

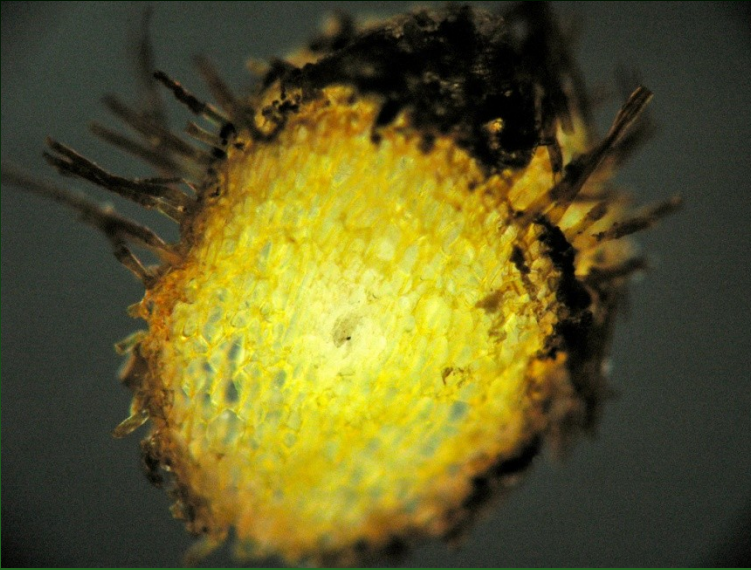


**Figure 6.31** Diagrammatic representation of manner of formation of (a) monolete and (b) trilete spores.

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



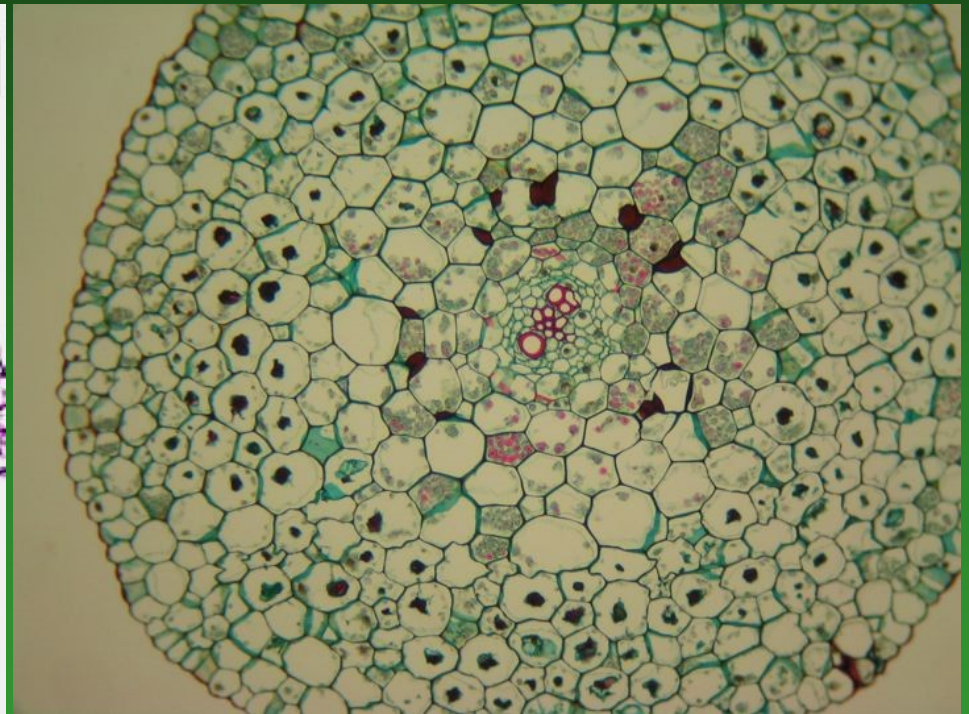
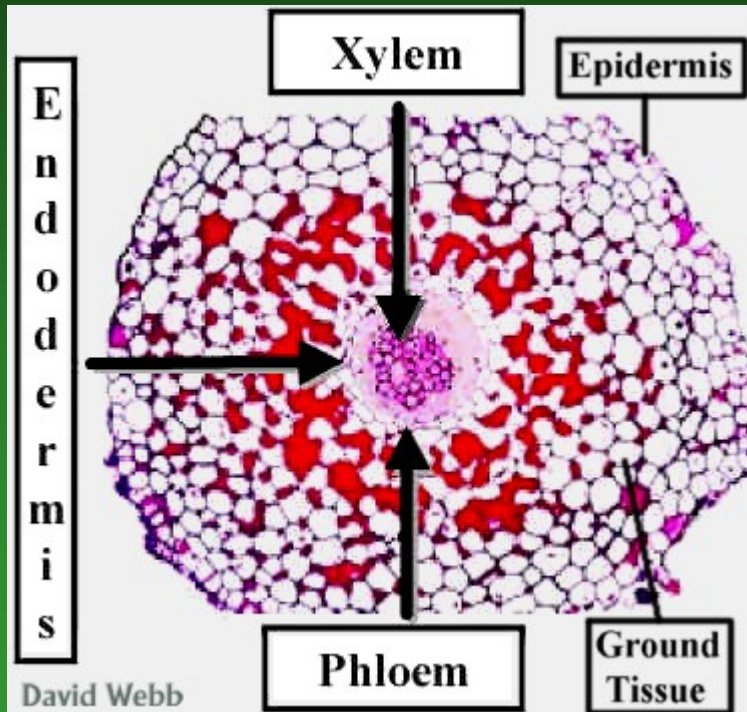
**Rhizom** (= podzemní stonek = oddenek) nahrazuje chybějící kořeny - nezelený, dichotomicky větvený, pokrytý rhizoidy a protkaný mykorrhizou



# Vodivé elementy a výživa rhizomu

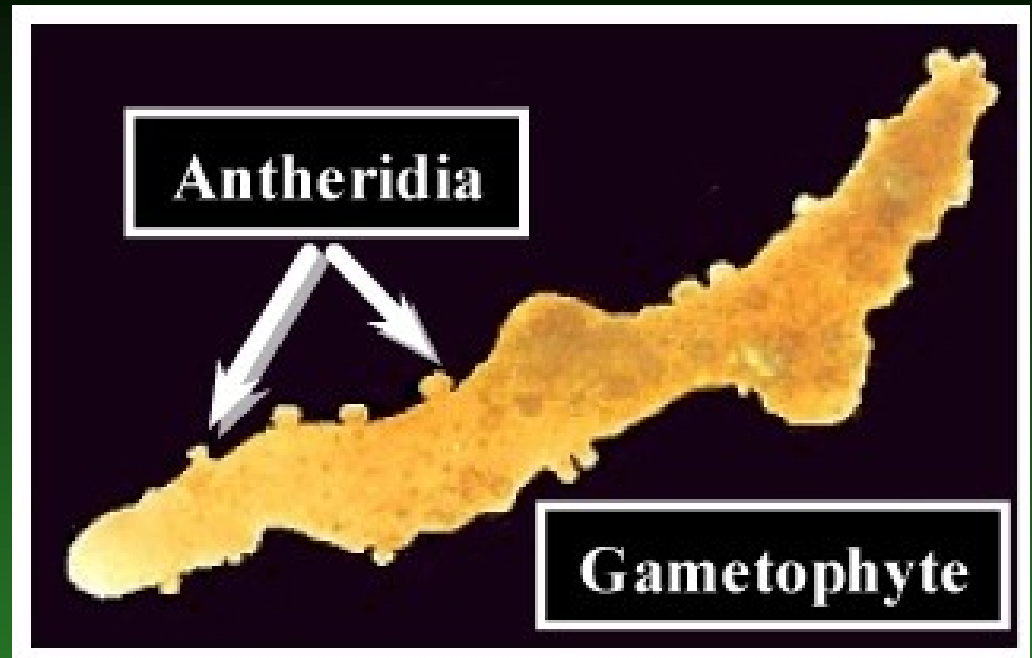
protostélé (později až aktinostélé)

mykotroficky vyživovaný (často i více let bez tvorby nadzemní zelené části); hyfy mykotrofního symbionta na snímku jako tmavé tečky

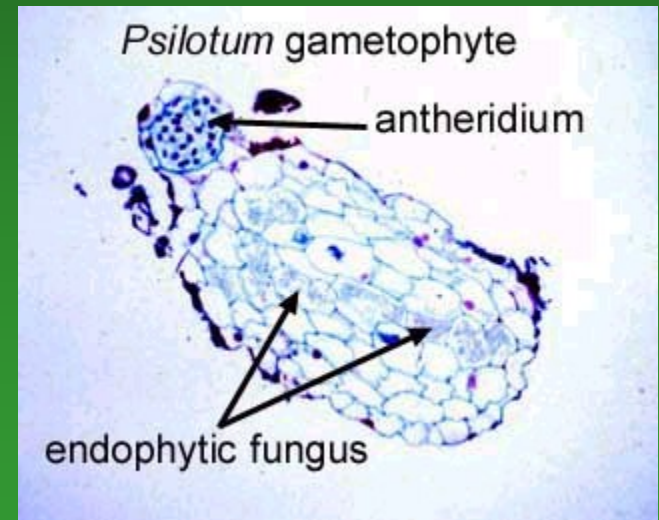




**Gametofyt** - podzemní,  
nezelený, dlouhověký,  
válcovitý nebo vidličnatý  
2-10 cm,  
s cévním svazkem



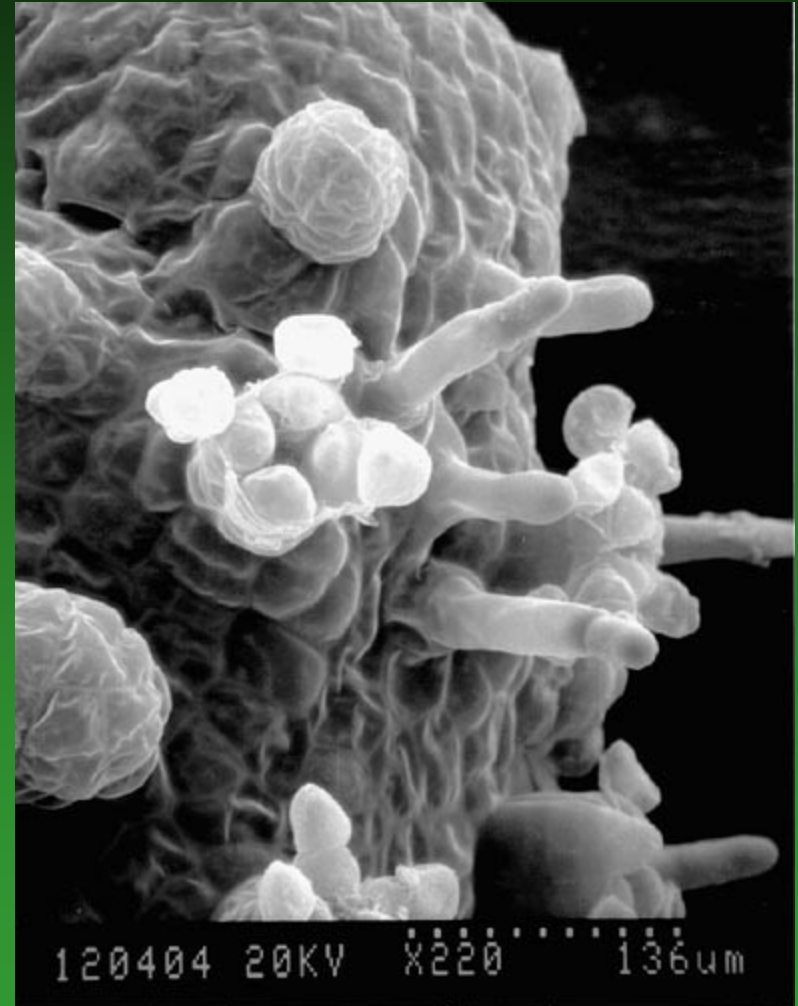
Má mykorrhizu,  
roste na kmenech  
stromových  
kapradin, ve  
štěrbínách skal  
naplněných  
humusem, či pod  
zemí.



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



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





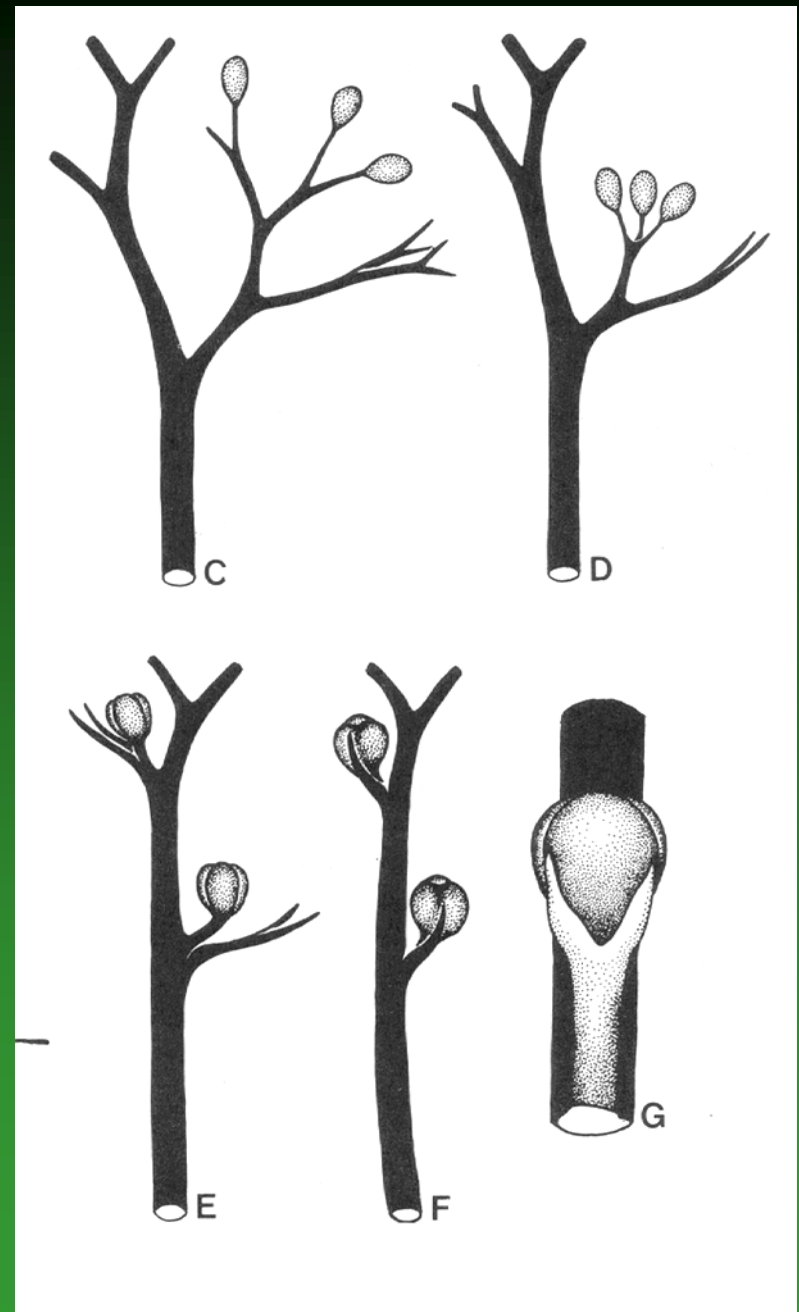
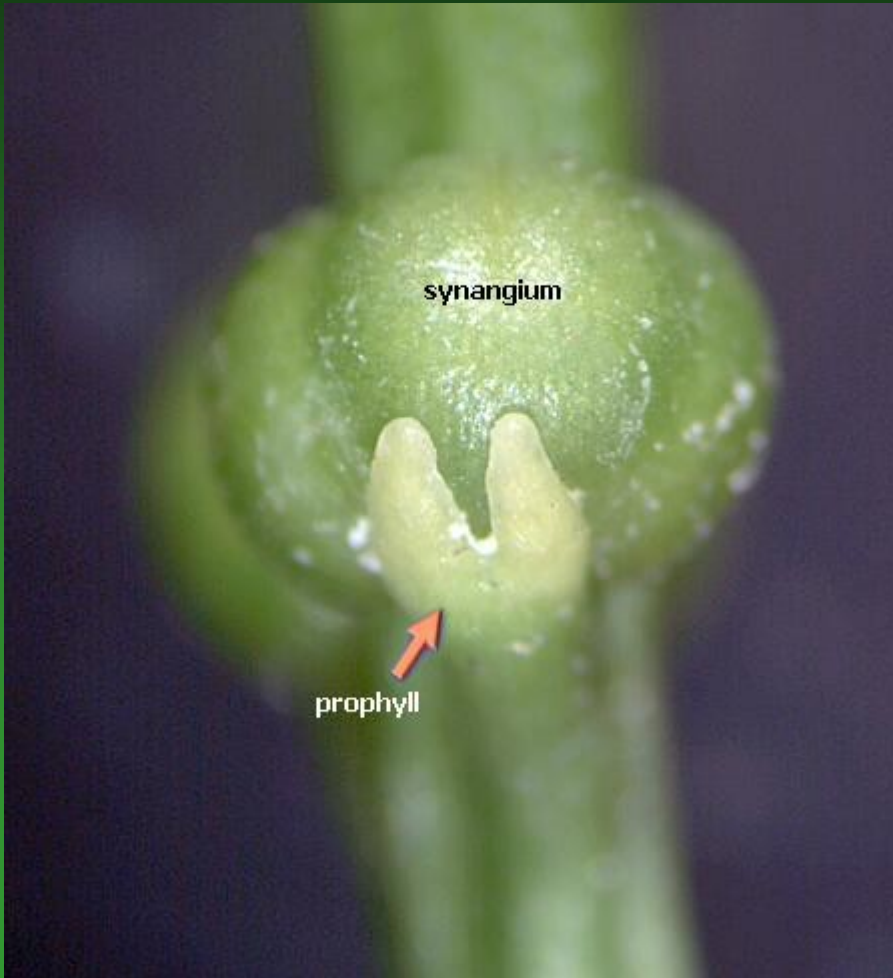
# Spermatozoidy

- polyciliátní (jako u šídlatek či přesliček)
- spirálně stočené (jako u přesliček)



Gametofyt *Psilotum* pěstovaný *in vitro*

Hypotetická morfogeneze  
psilotofyt z ryniofyt  
podle telomové teorie



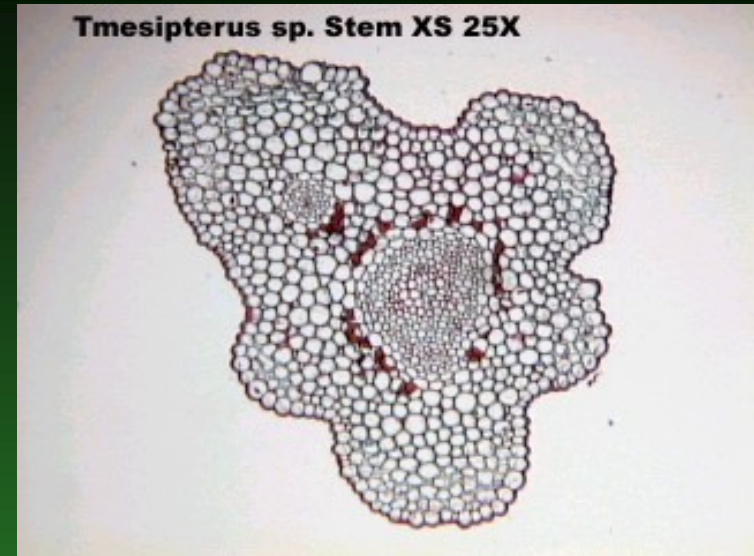


## 2. *Tmesipteris*

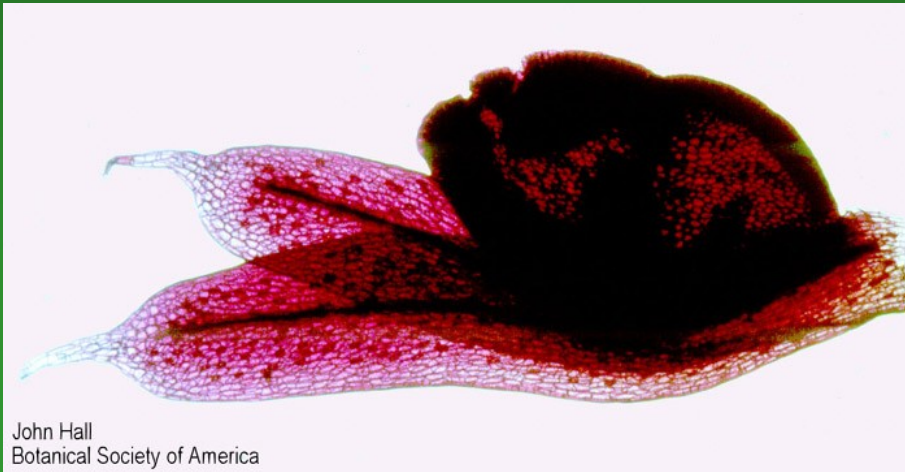
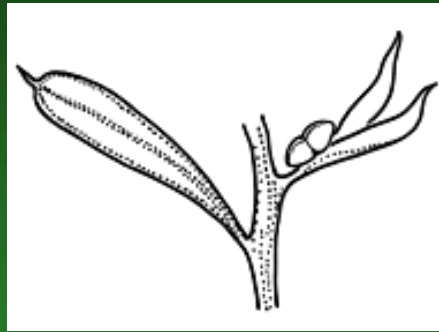
lodyhy jednoduché, nebo vzácně jednou  
dichotomicky větvené

střední válec protostélé až polystélé

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



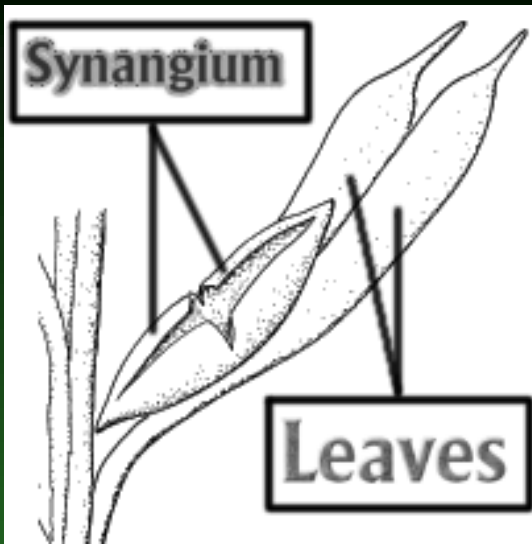
Listy - ploché dvojího typu: (i) kopinaté jednožilné trofofyly (ii) vidličnatě rozeklané sporofyly; listy *Tmesipteris* jsou možná jen zploštělé větve stonku  
Mají průduchy,



John Hall  
Botanical Society of America







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



## 2. řád *Ophioglossales*



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*

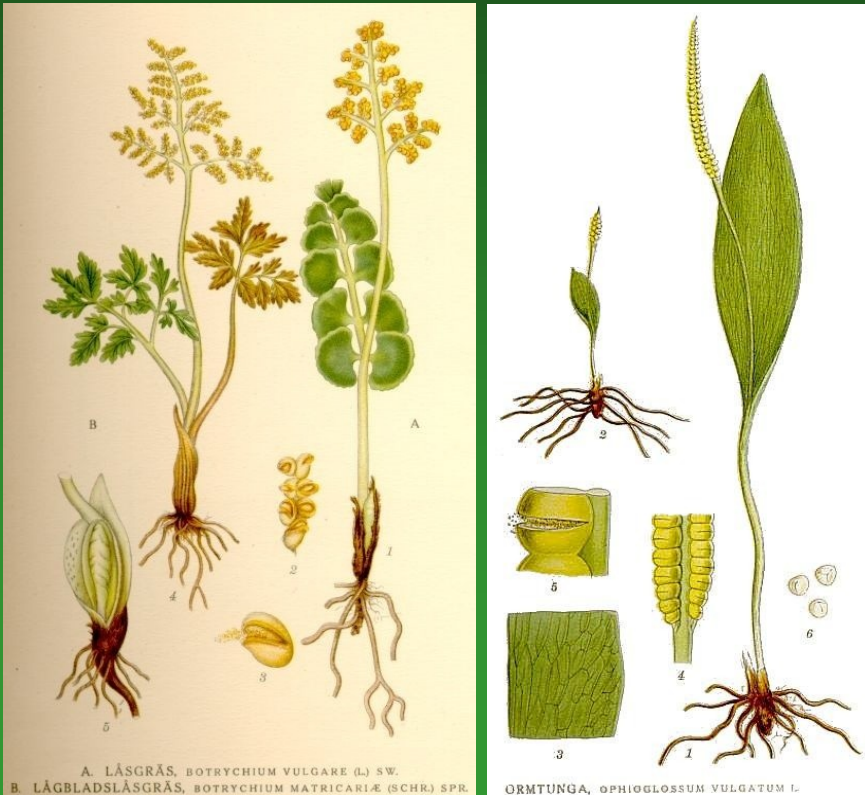


*Ophioglossum vulgatum*

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

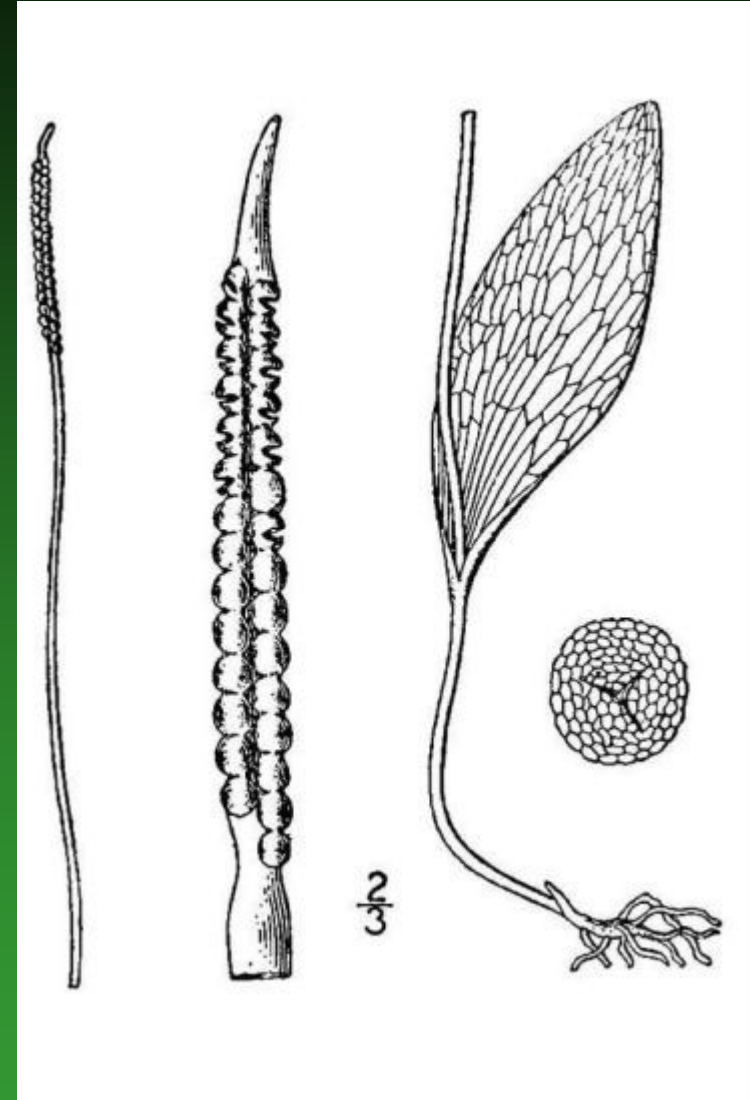
Listy nejsou v mládí circinálně svinuté

častá je shoda v charakteru členění sterilní čepele a sporoforu





# žilnatina čepele - vidličnatá až síťnatá



Rostou terestricky nebo epifytně



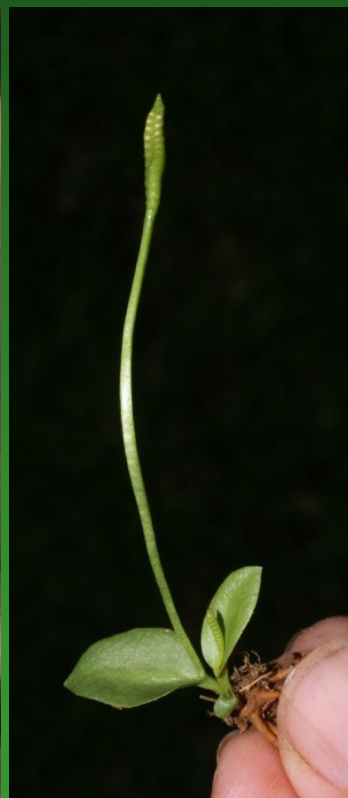




oddenek hlízovitý nebo  
krátký plazivý

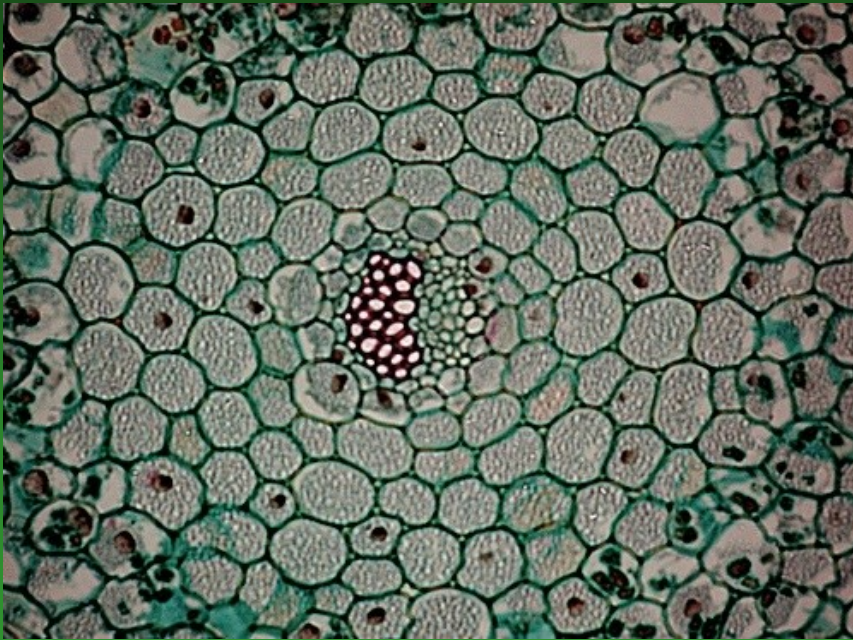
kořeny adventivní  
(vyrůstají z oddenku)

hladké bez rhizoidů

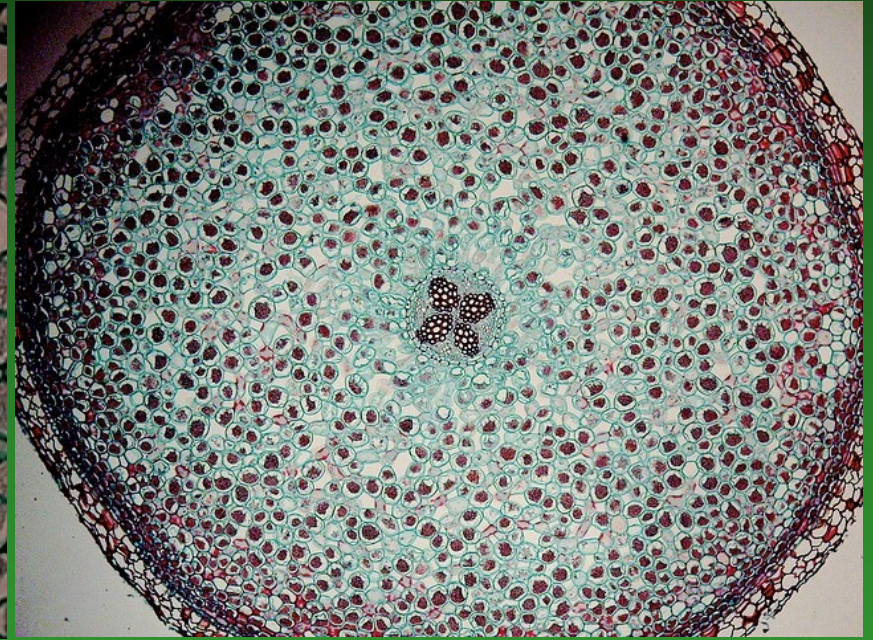


Kořenové vlášení nahrazuje mykorrhiza  
(mykorrhizická vlákna = tmavé fialové tečky na snímcích)

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



*Ophioglossum* - monoarchní cévní svazek

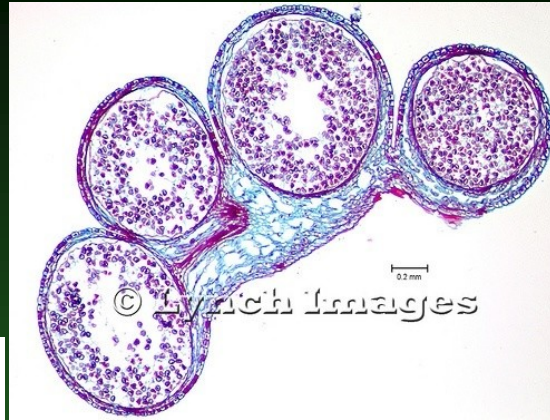
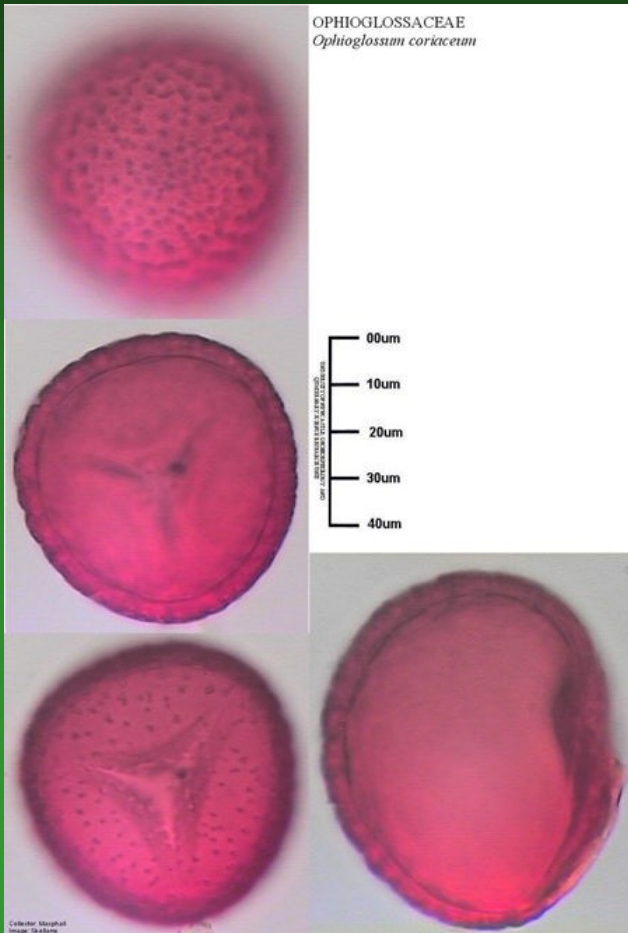


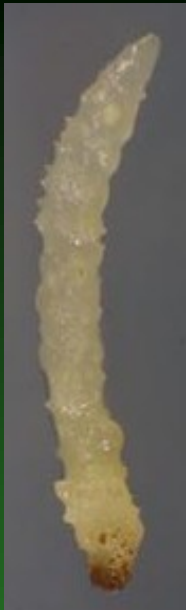
*Botrychium* - tetrarchní cévní svazek



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*



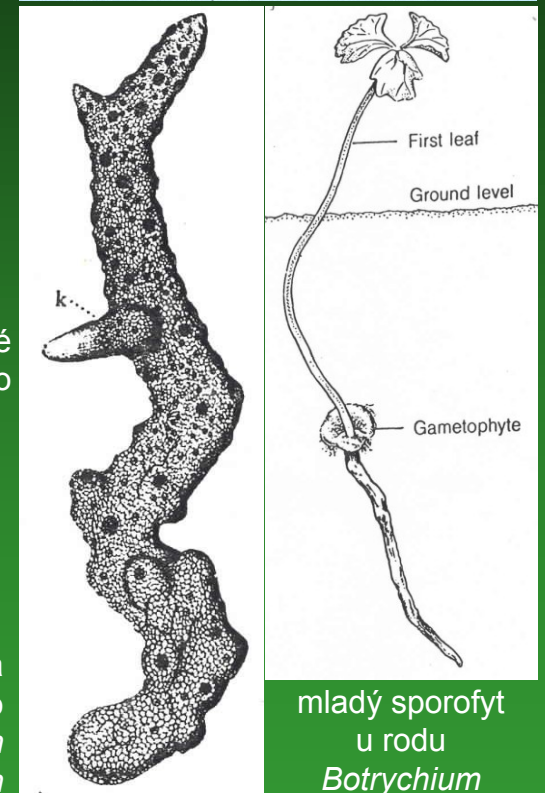
© Lynch Images



gametofyt rodu  
*Botrychium*  
pěstovaný *in vitro*

gametofyt a  
embryo  
*Ophioglossum vulgatum*

mladé  
embryo



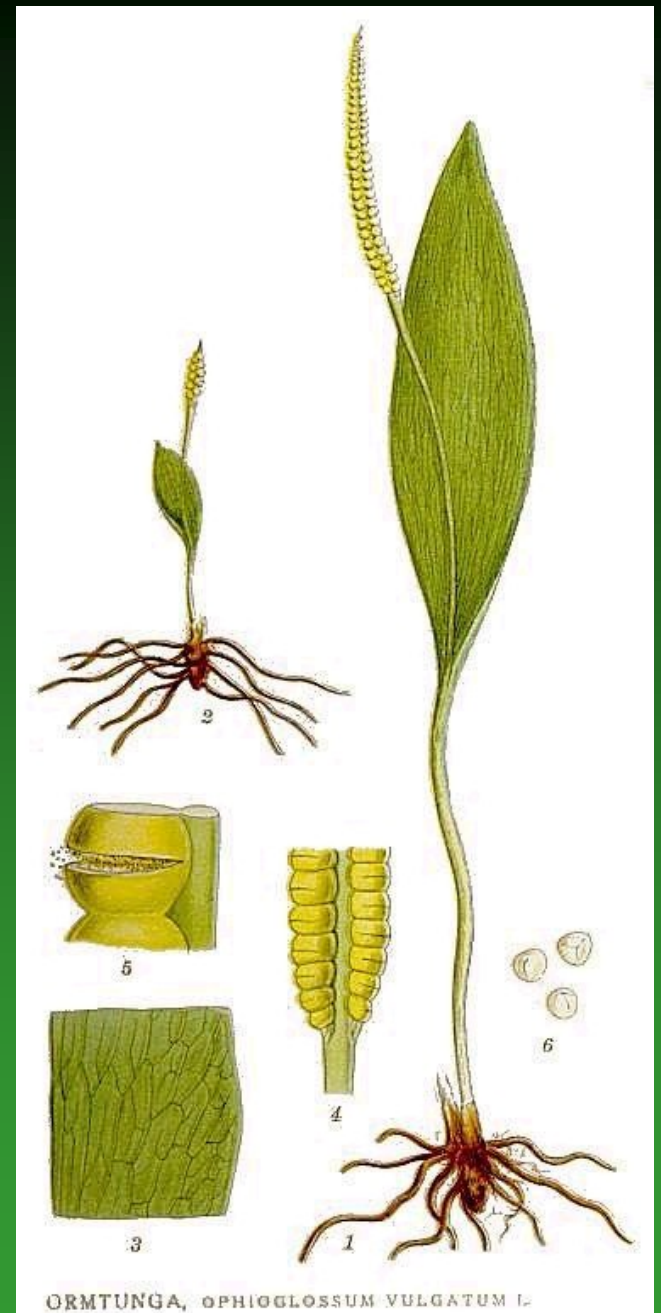
mladý sporofyt  
u rodu  
*Botrychium*



## rod *Ophioglossum*,

(50 převážně 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*

(40 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.

Podobná je

*Mankyua chejuense*

na ostrově Cheju při pobřeží Korejského  
poloostrova





# Rekordní počty chromosomů

*Ophioglossaceae* mají vysoké počty chromozómů –

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



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

## 2. třída *Equisetopsida* (přesličky)





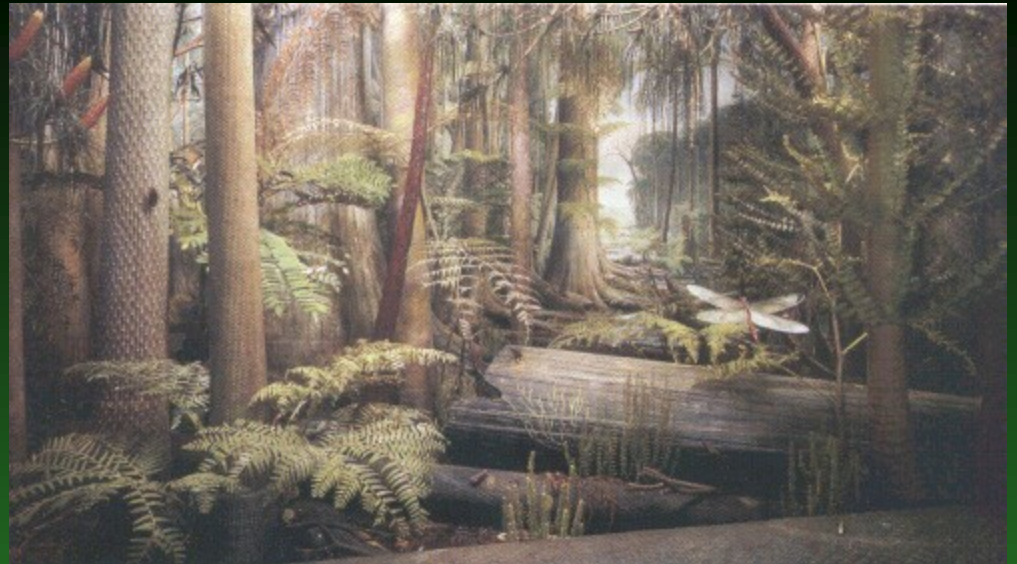
# Fosilní záznam

devon --- vznik

karbon --- největší rozmach  
diverzity

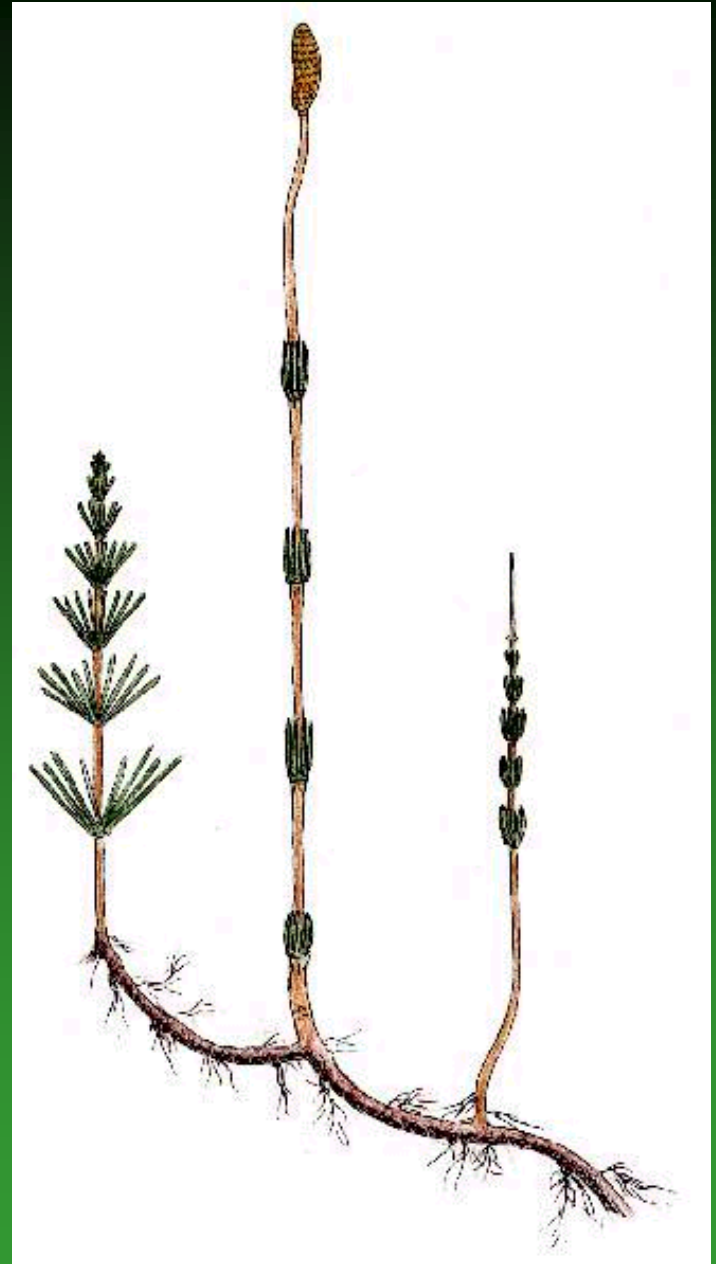
perm --- ústup,  
zrychluje se dál během  
druhohor

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



# Kořeny

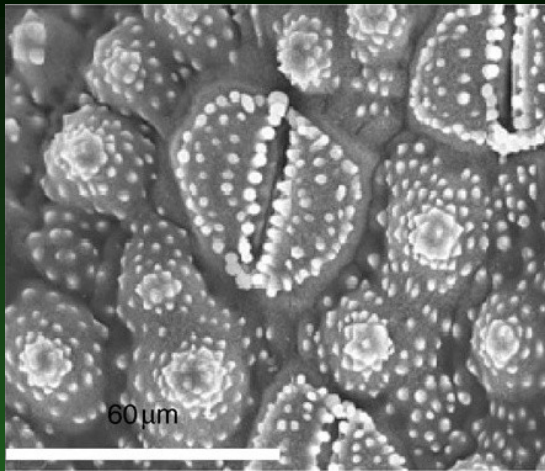
adventivní, vyrůstají na oddenku



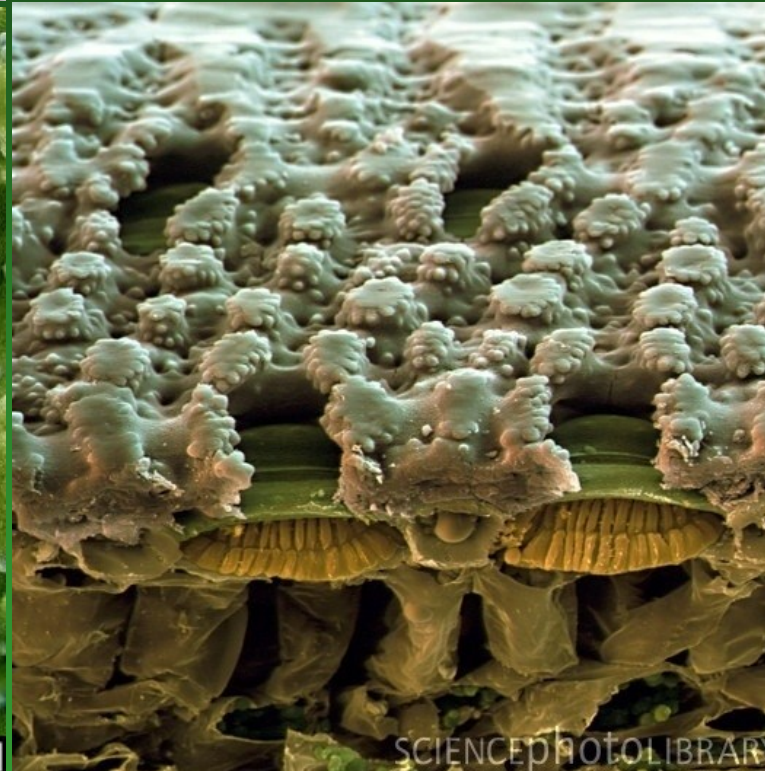


**Listy** - drobné, jednožilné (sfenopsidní mikrofyly), odvozené redukcí od megafylů *Trimerophyt*, bočně srůstají v zoubkovaný límeček nad přeslenem větví (i na bočních větvích!)





Epidermis - silně inkrustovaná  $\text{SiO}_2$ . Hroty křemičitých tělísek vyčnívají nad epidermis, která je v důsledku toho drsná. (popel přesliček bohatý na křemičitá tělíška se užíval k čištění nádobí zejména cínového a k leštění kovů)





# Stonek článkovaný, přeslenitě větvený, podélně rýhovaný



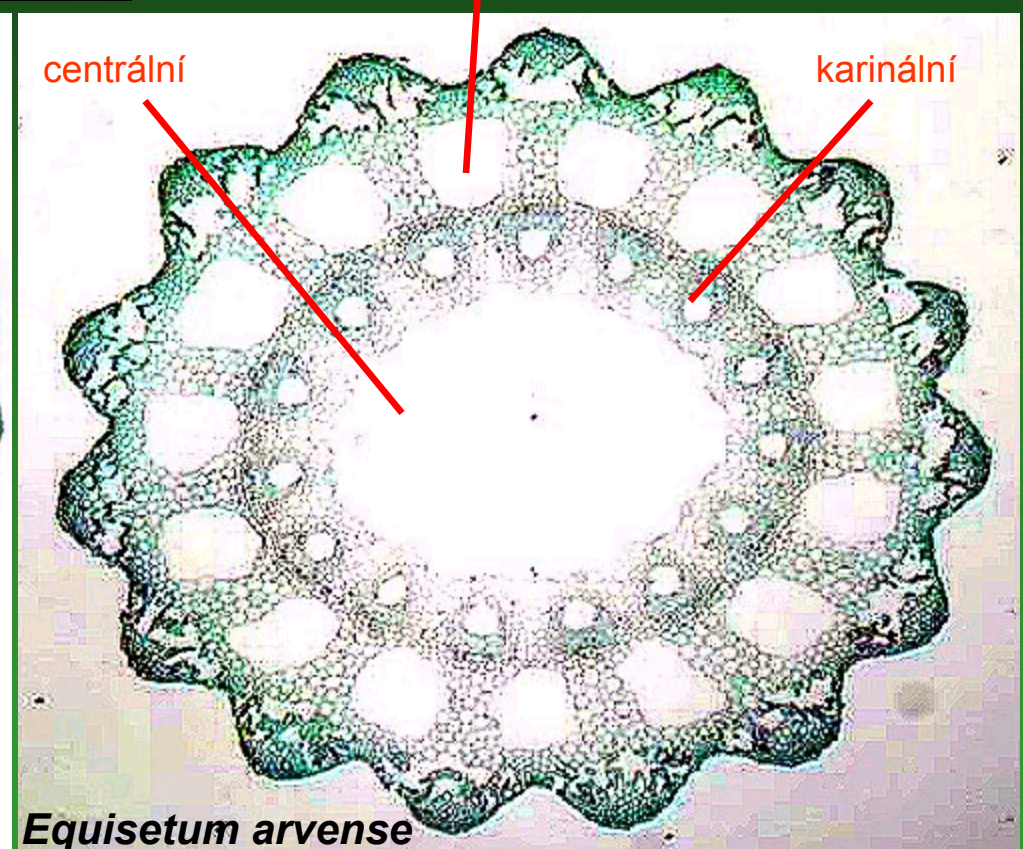
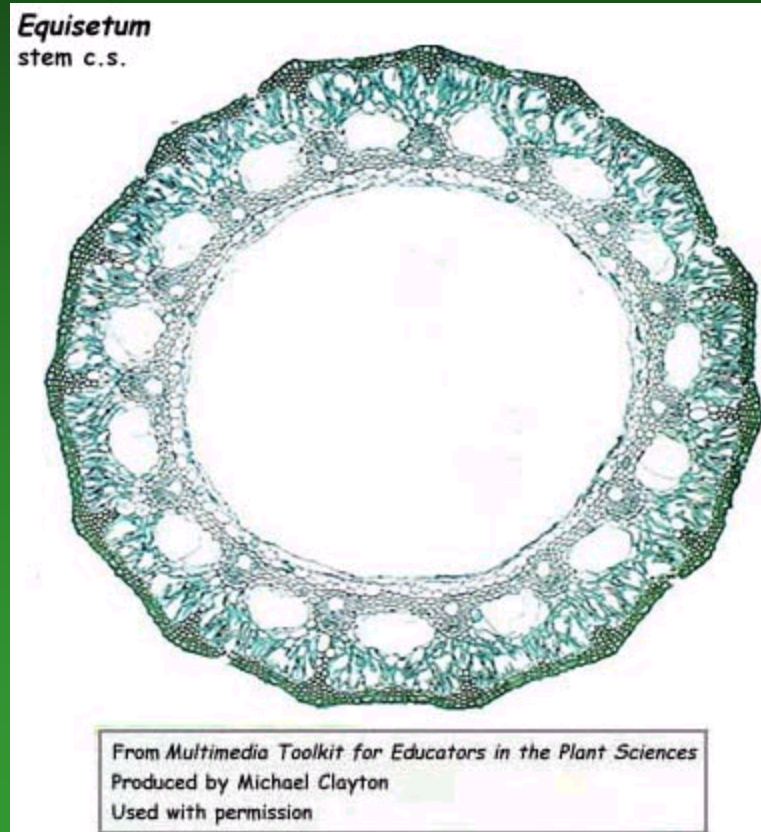
(C) 1999 Dr. Heather Poe. All Rights Reserved. P.O. Box 509, Redmond, WA. 98073  
Digital photographs were either taken near Bear Creek or of species observed near Bear Creek.





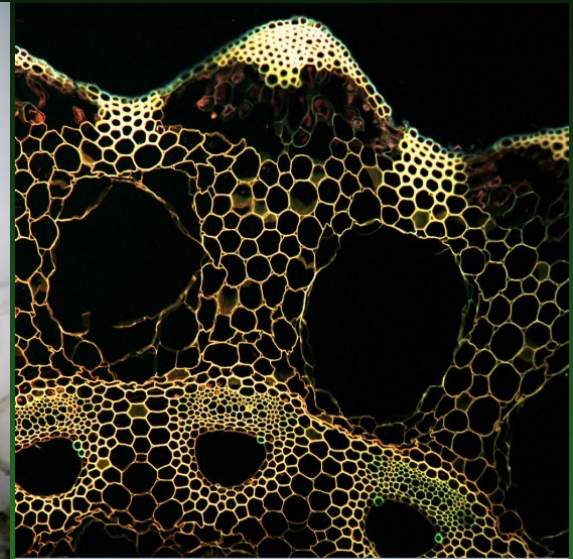
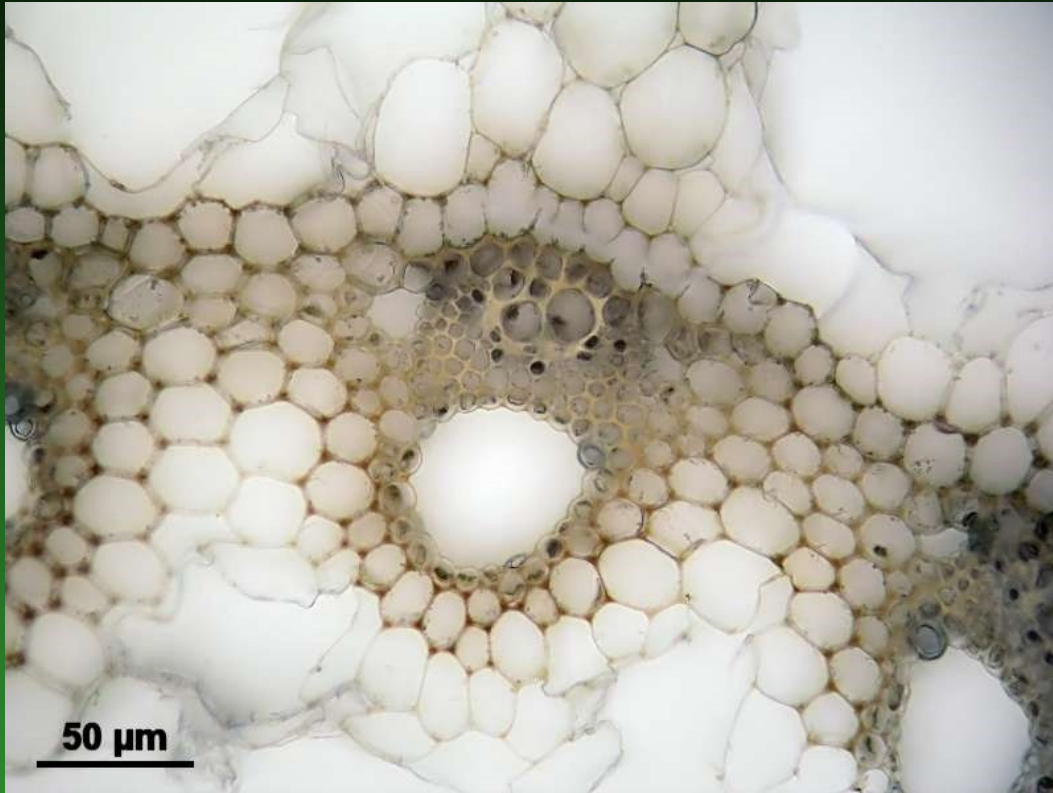


Rýhy (= valemulae) se střídají s žebry (= carinae), uvnitř stonku 3 typy dutin: (i) centrální (lysigenní), (ii) valemkulárními a (iii) karinálními  
Dutiny přerušené přepážkami v nodech

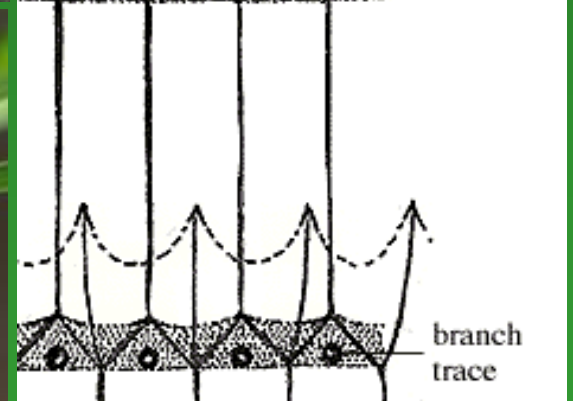




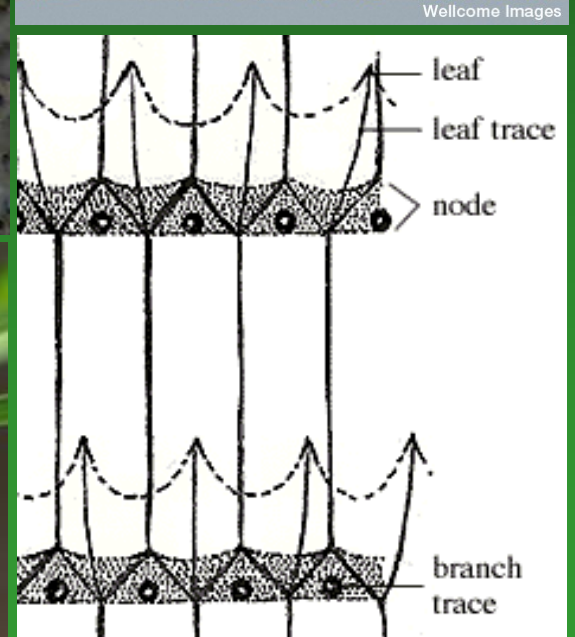
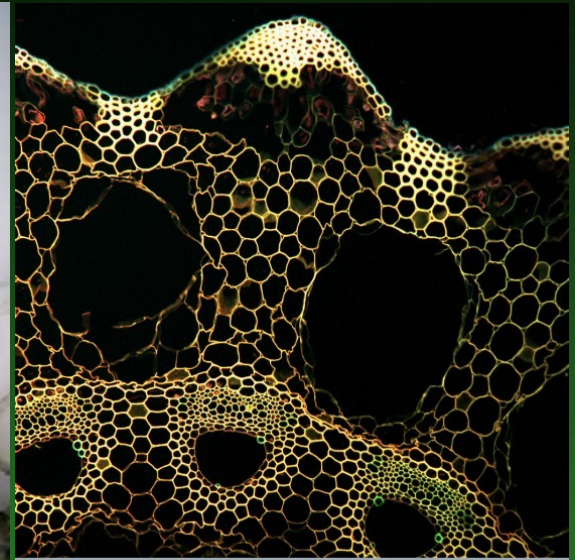
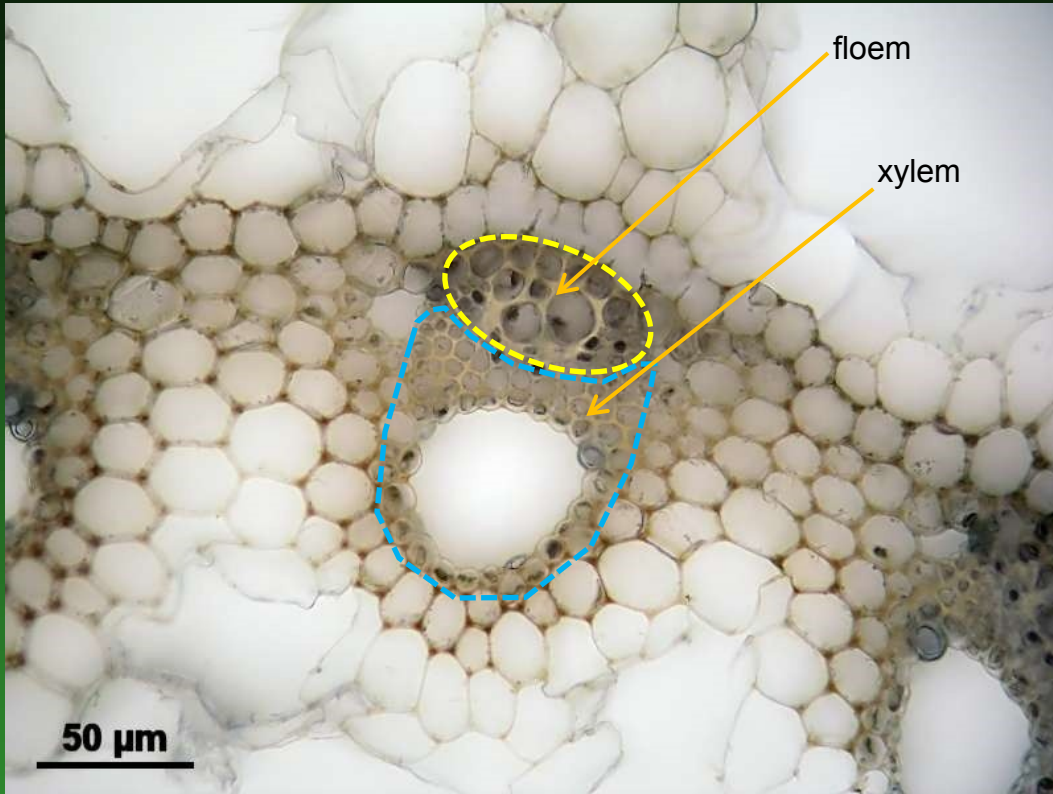
# Vodivá pletiva – eustélé s primitivními trachejemi



Wellcome Images

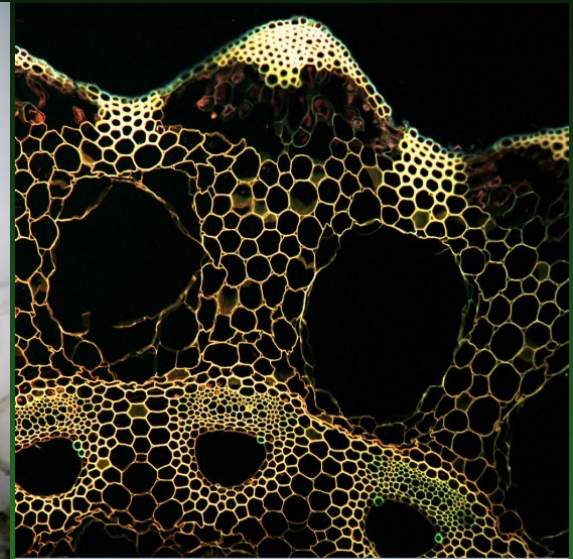
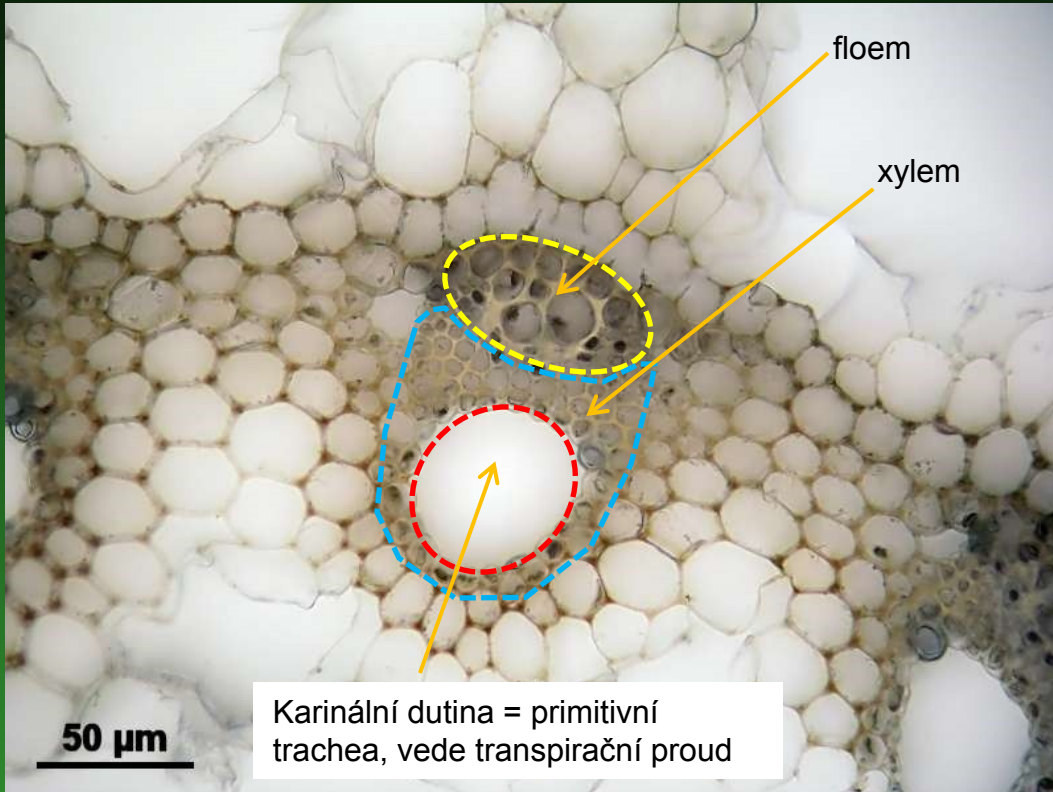


# Vodivá pletiva – eustélé s primitivními trachejemi

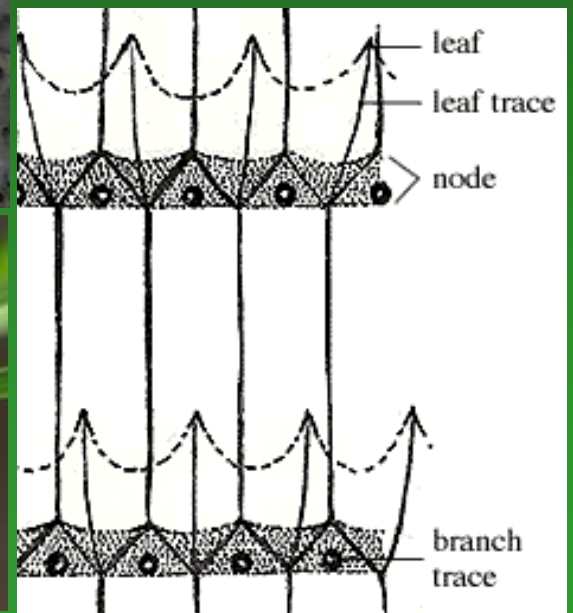




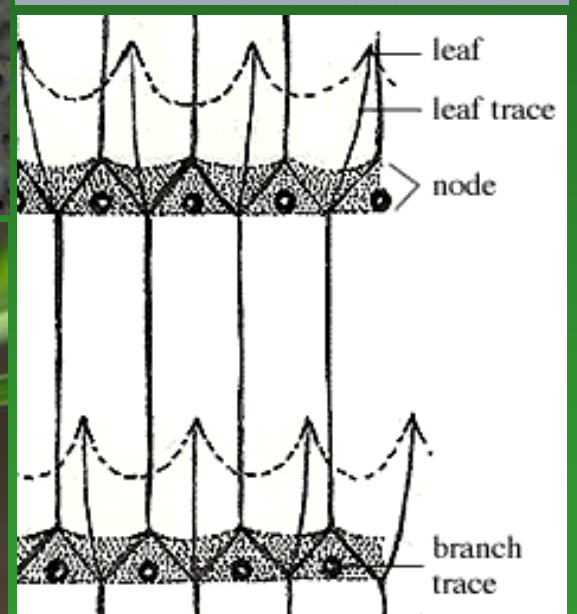
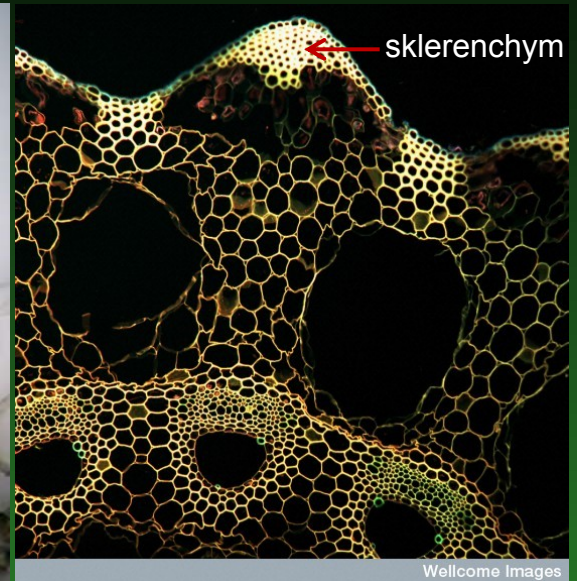
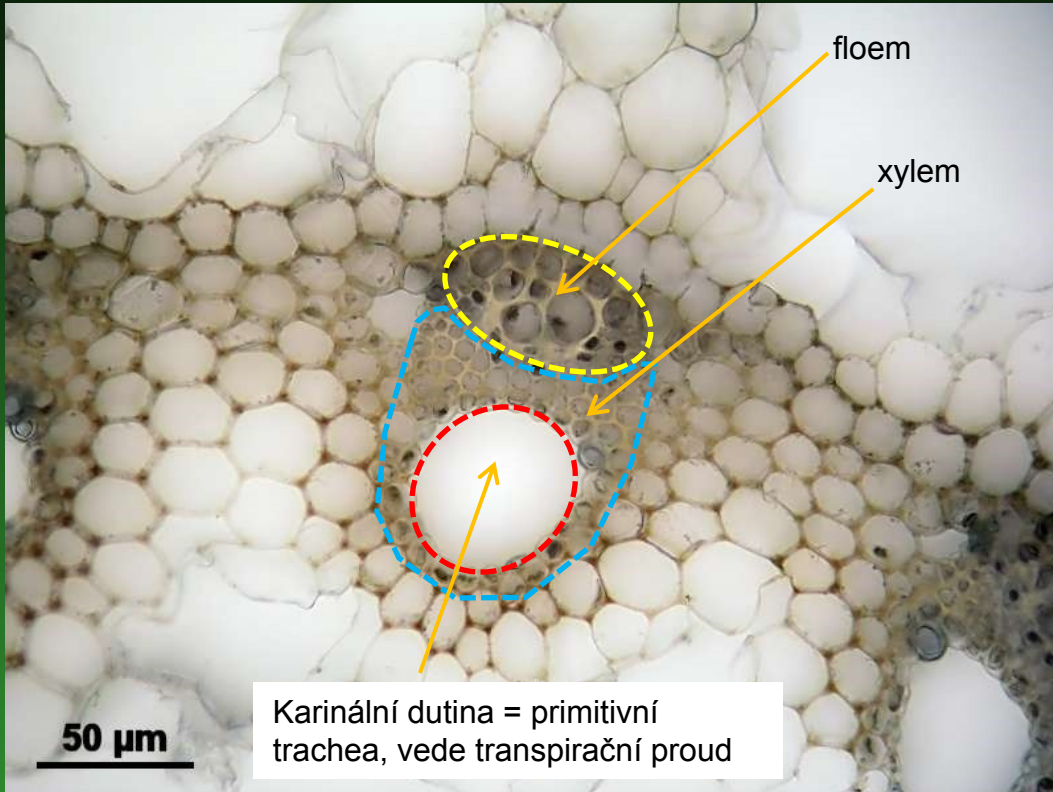
# Vodivá pletiva – eustélé s primitivními trachejemi



Wellcome Images

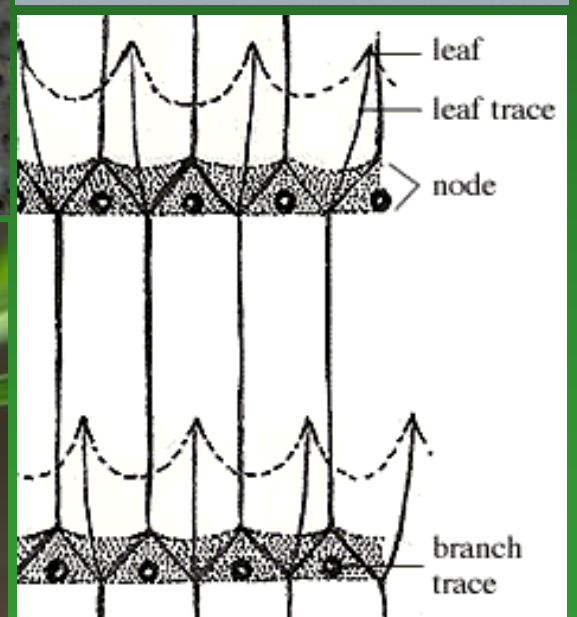
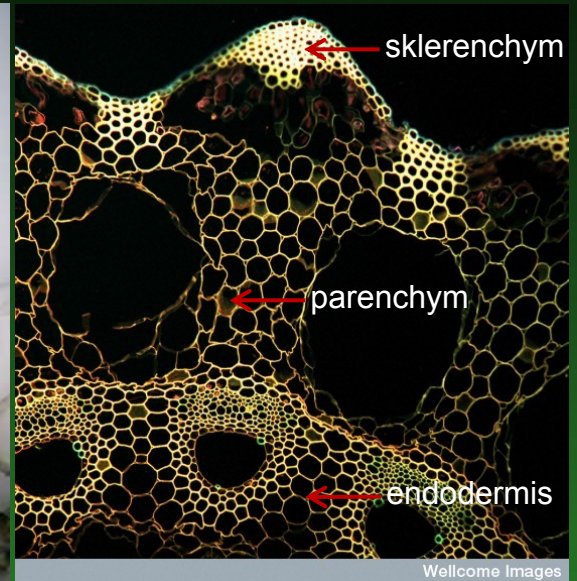
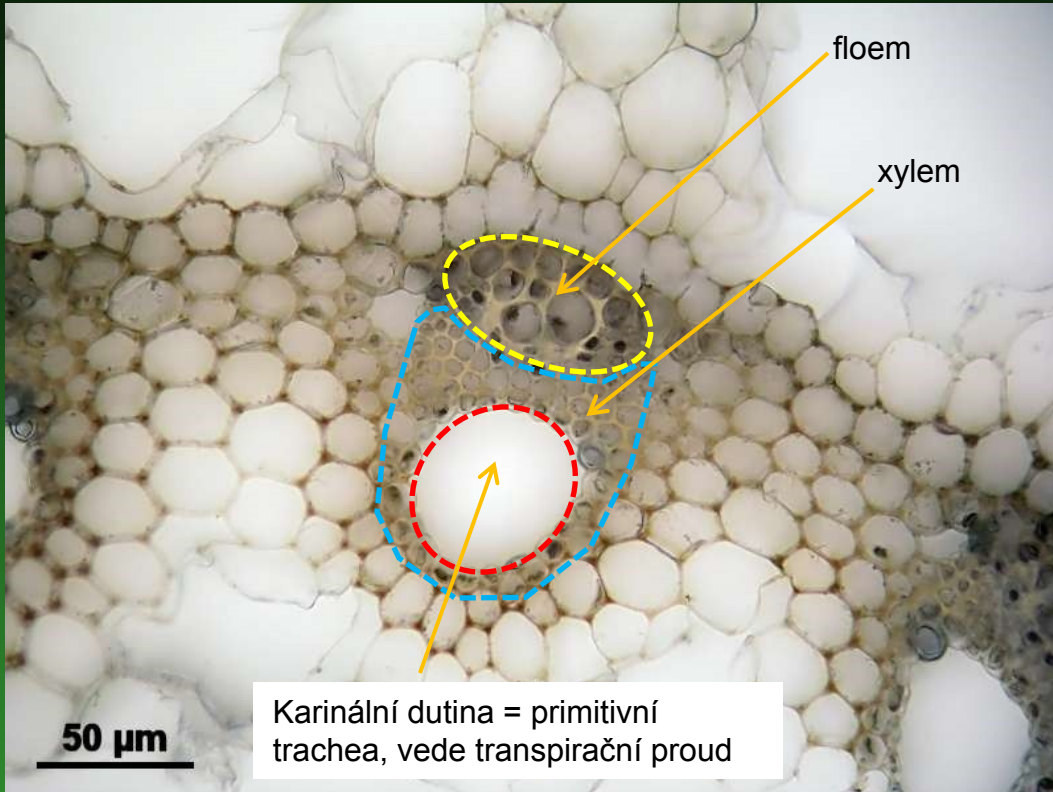


# Vodivá pletiva – eustélé s primitivními trachejemi

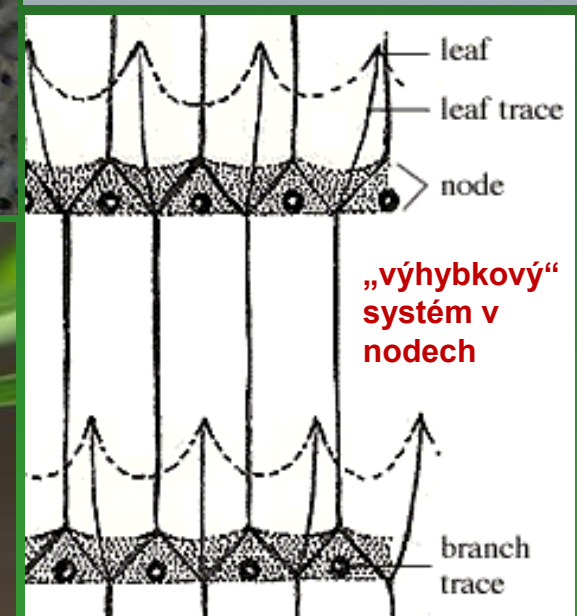
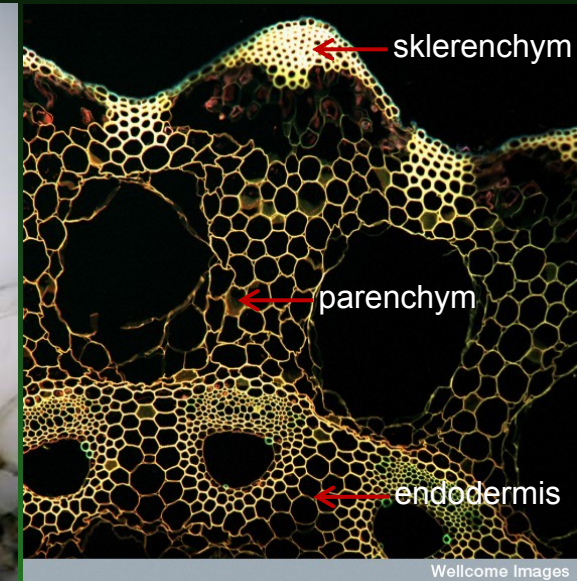
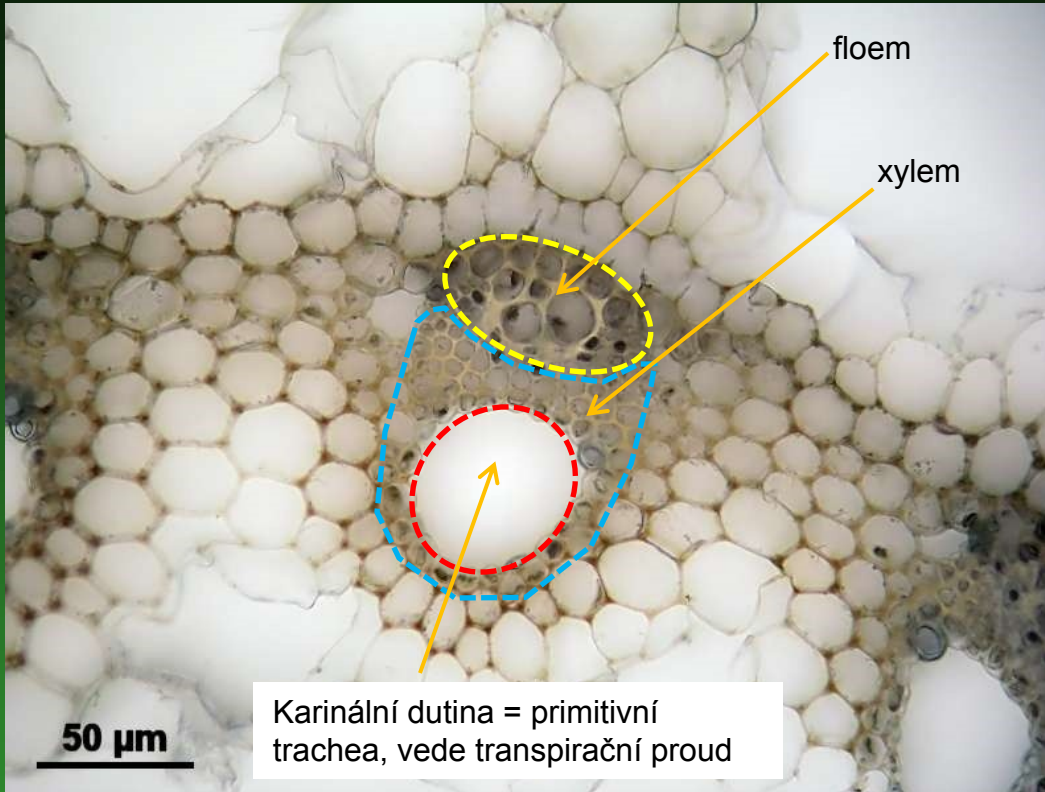




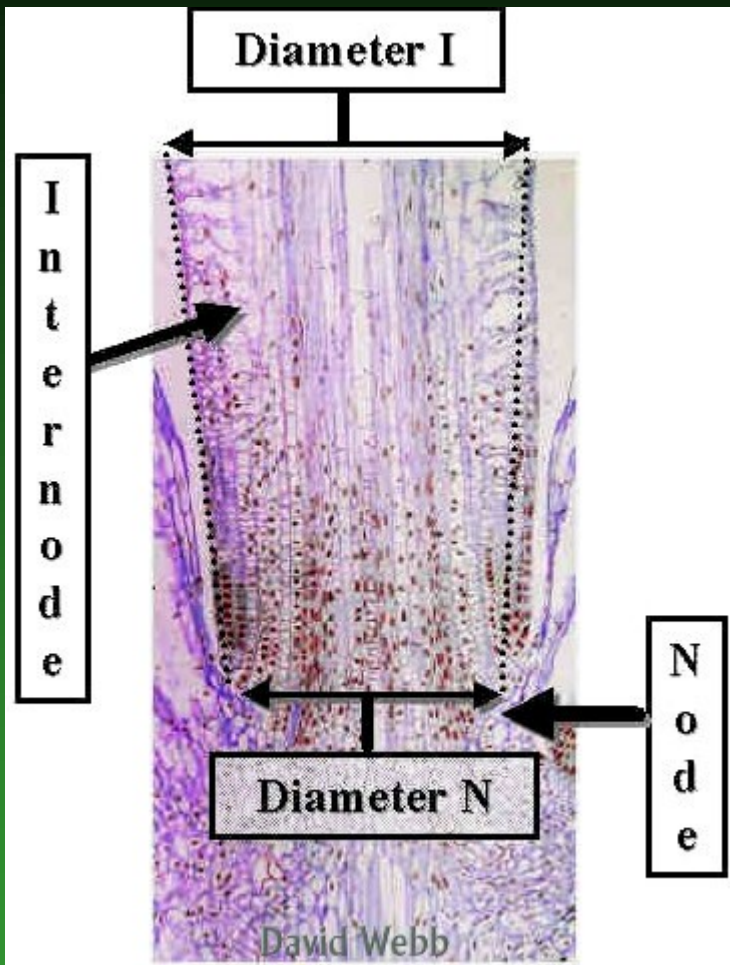
# Vodivá pletiva – eustélé s primitivními trachejemi



# Vodivá pletiva – eustélé s primitivními trachejemi







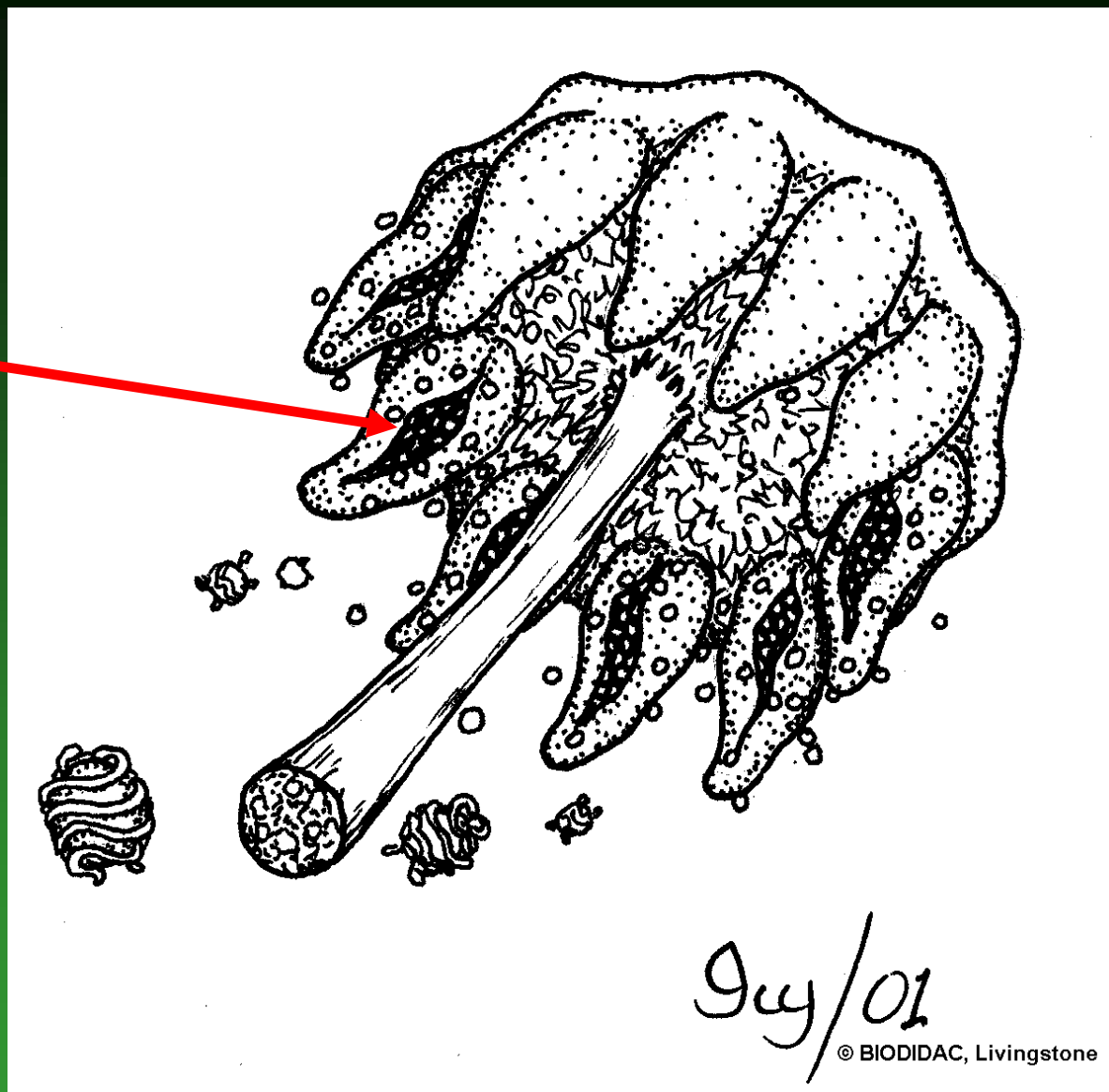
V nodech interkalární meristém



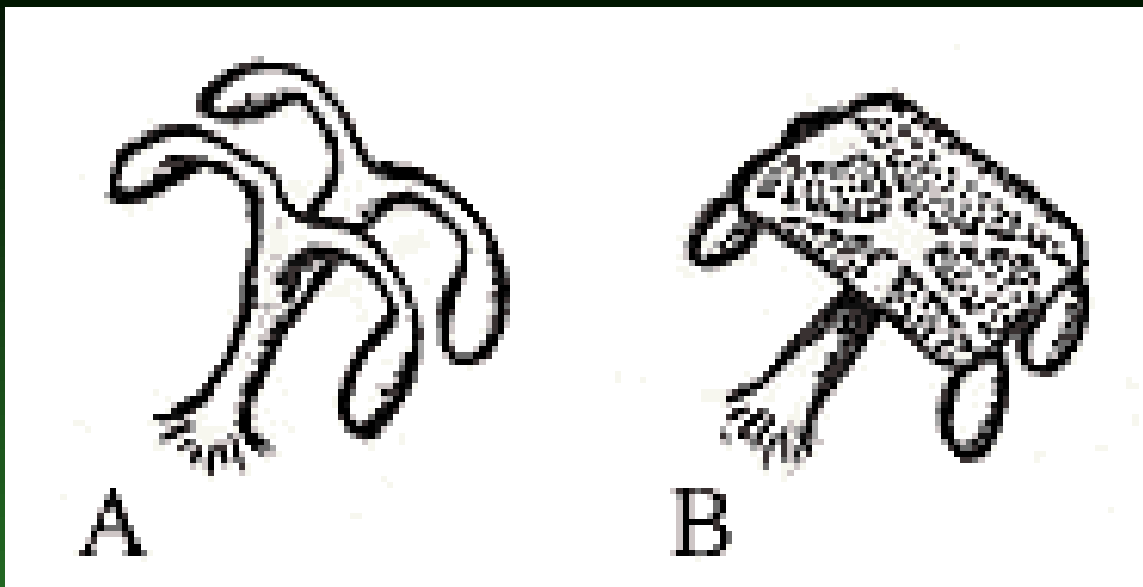
Zajišťující prodlužování stonku

# Sporangia

eusporangiální  
elipsoidní, s  
podélnou  
dehiscencí





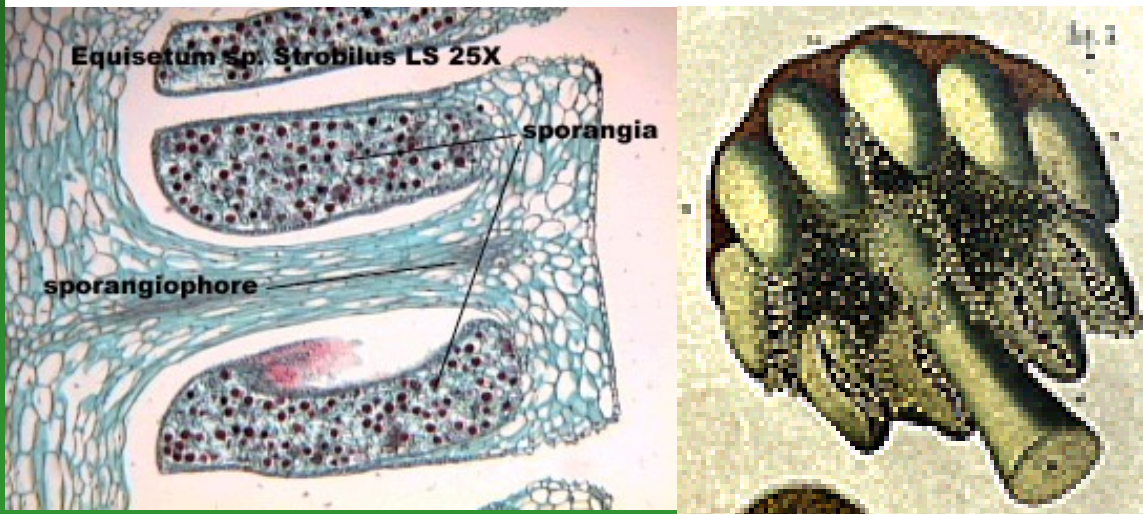


## Sporangia

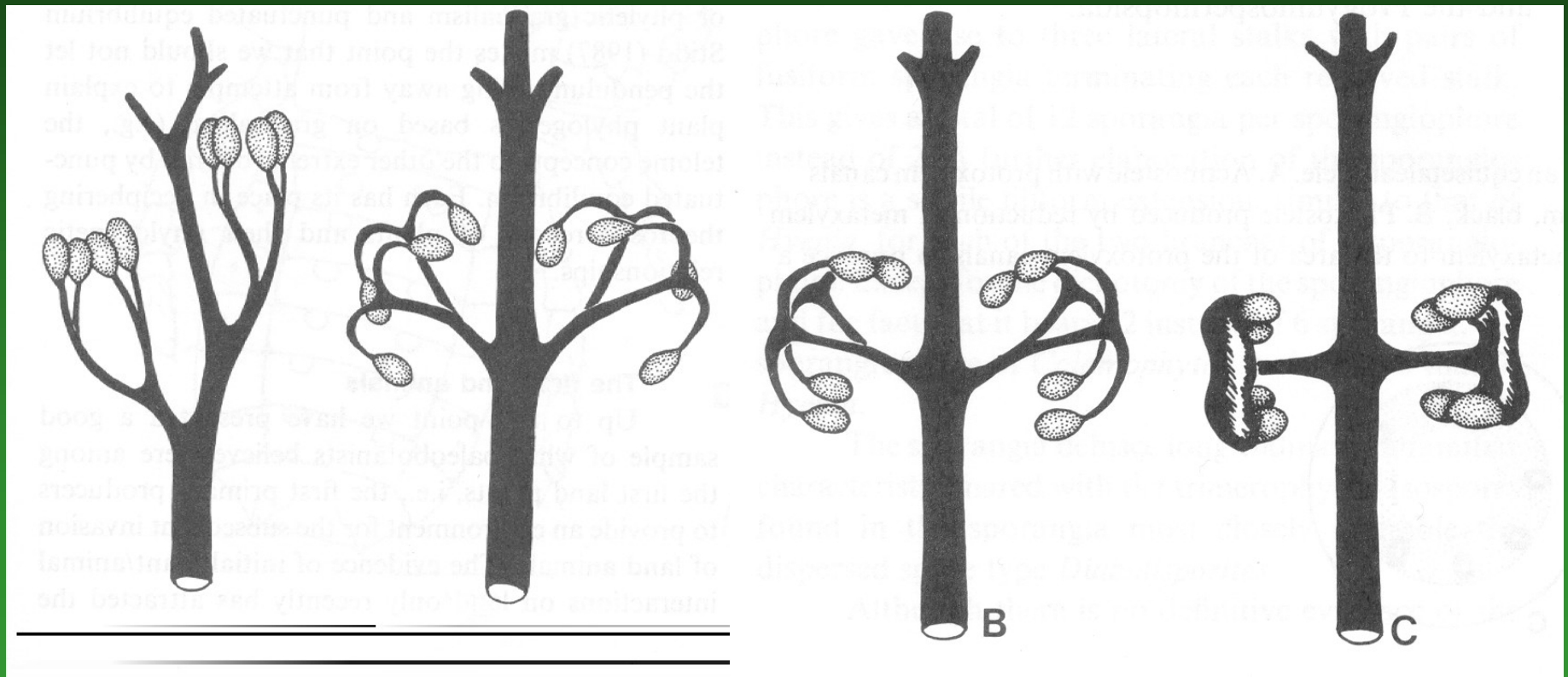
anatropní (= vrchol sporangia směřuje k bázi jeho zahnuté stopky nebo k bázi stopky sporofylu),

## Sporofyl

„deštníkového“ tvaru - sporangiofor

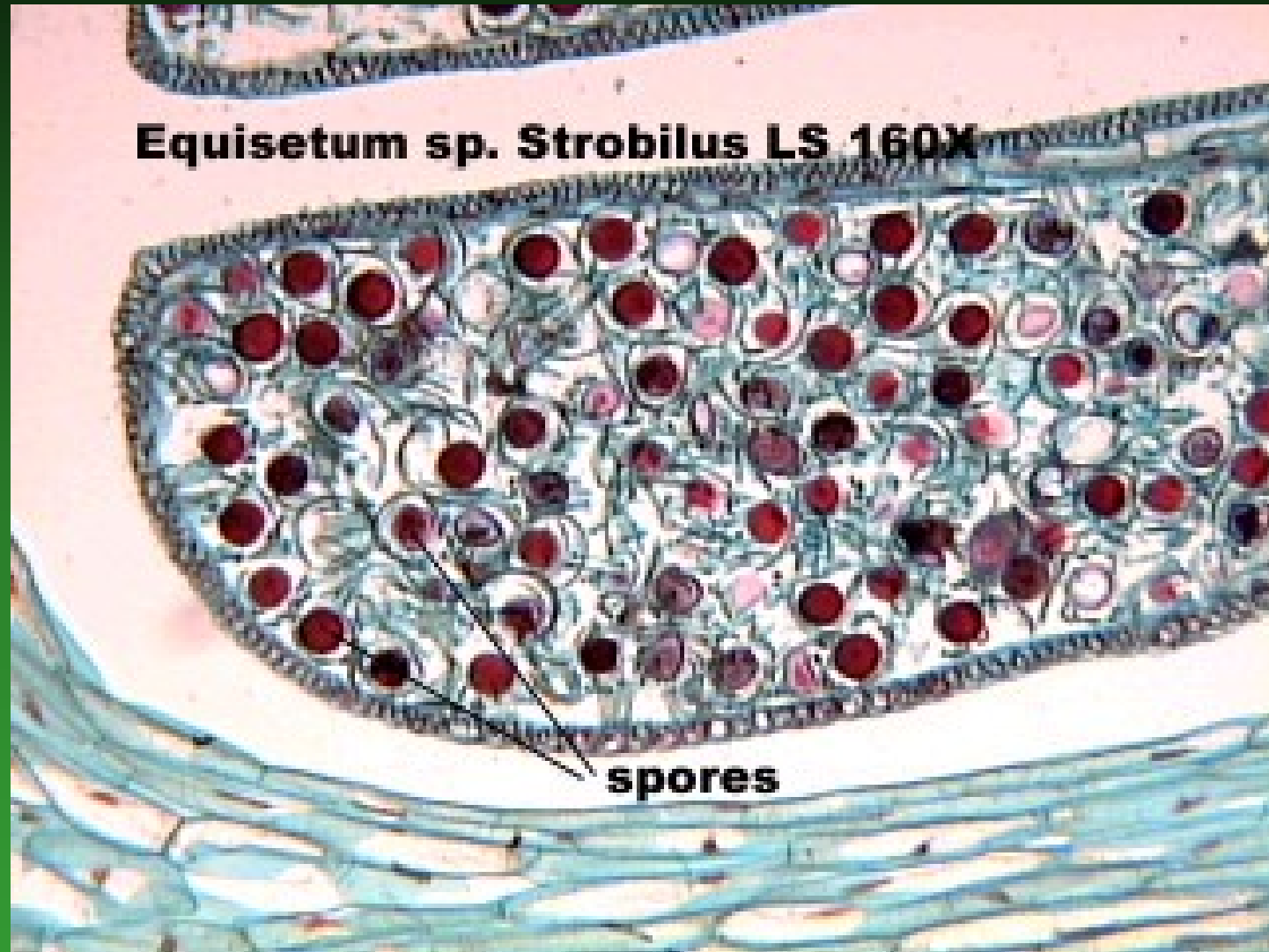


# Odvození tvary sporofylů přesliček od ryniofyt

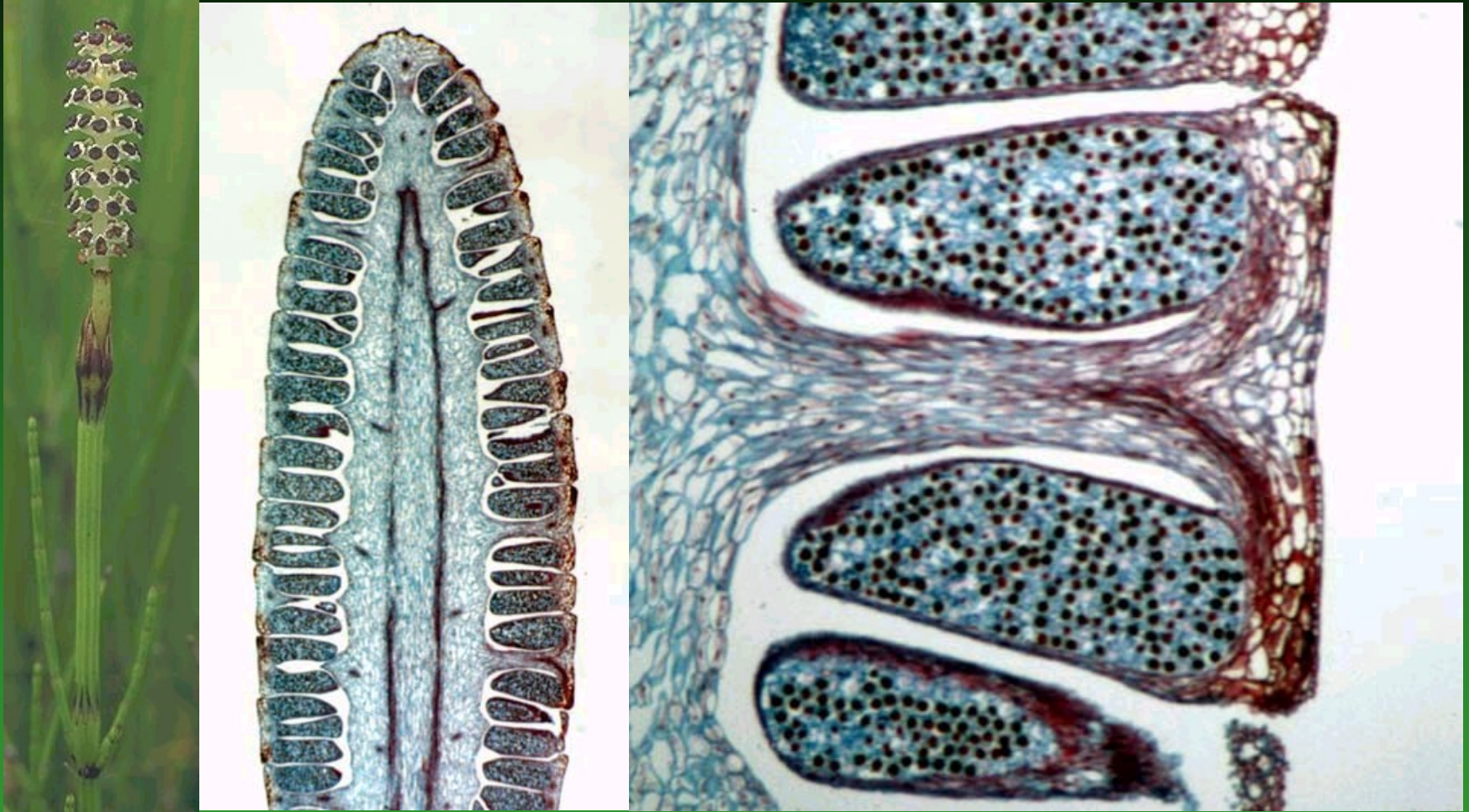




Spory homomorfní = tvarově stejné; mohou tvořit  
jednopohlavná i oboupohlavná protalia



# Sporofyly - v terminálních strobilech

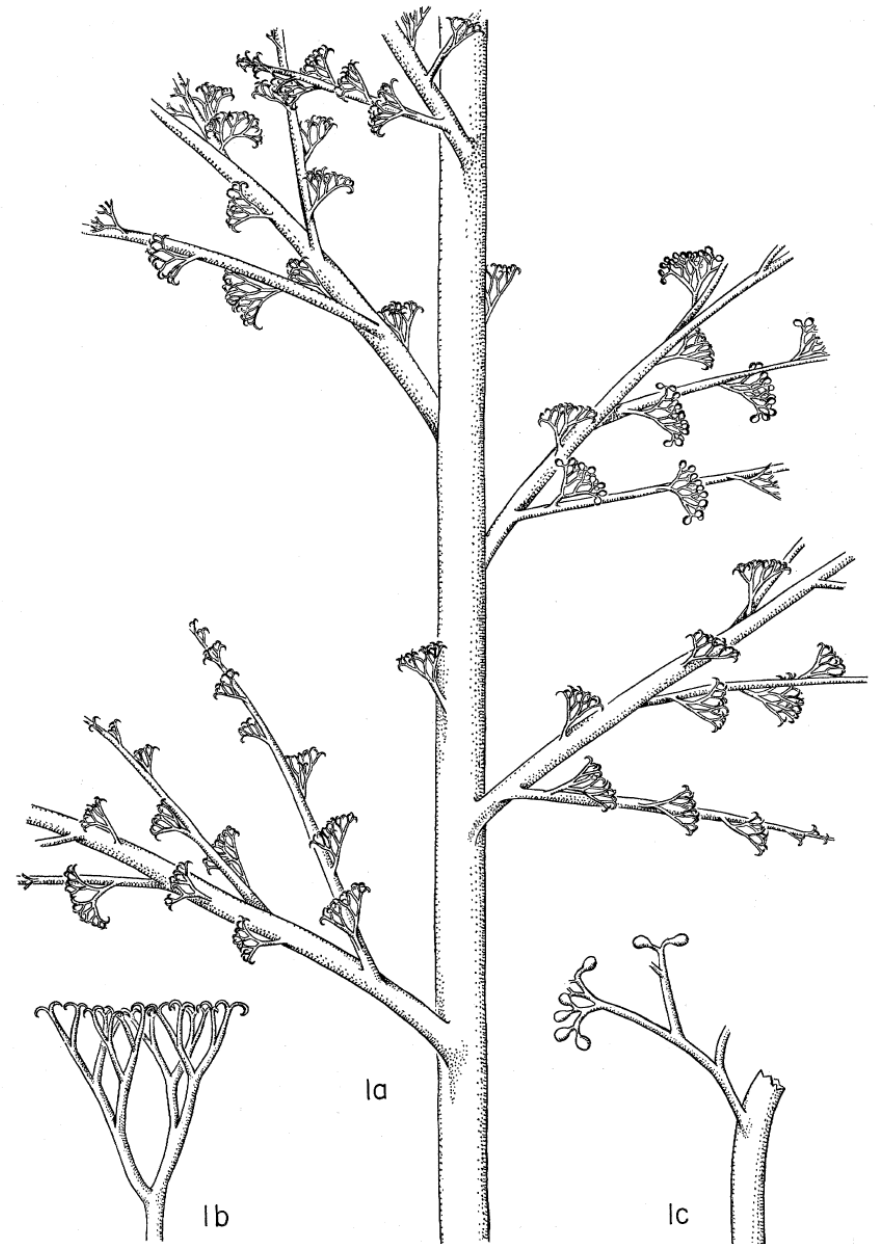




Spojovací článek mezi odd. *Trimerophyta* a přesličkami by mohl představovat rod *Ibyka* ze stř. devonu

*Ibyka amphikoma* byla vysoká kolem 50 cm

Měla anatropní sporangia!

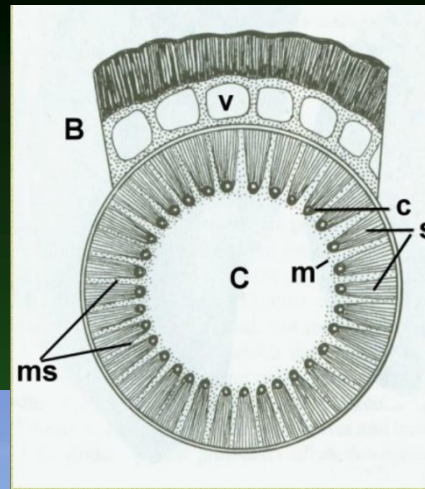
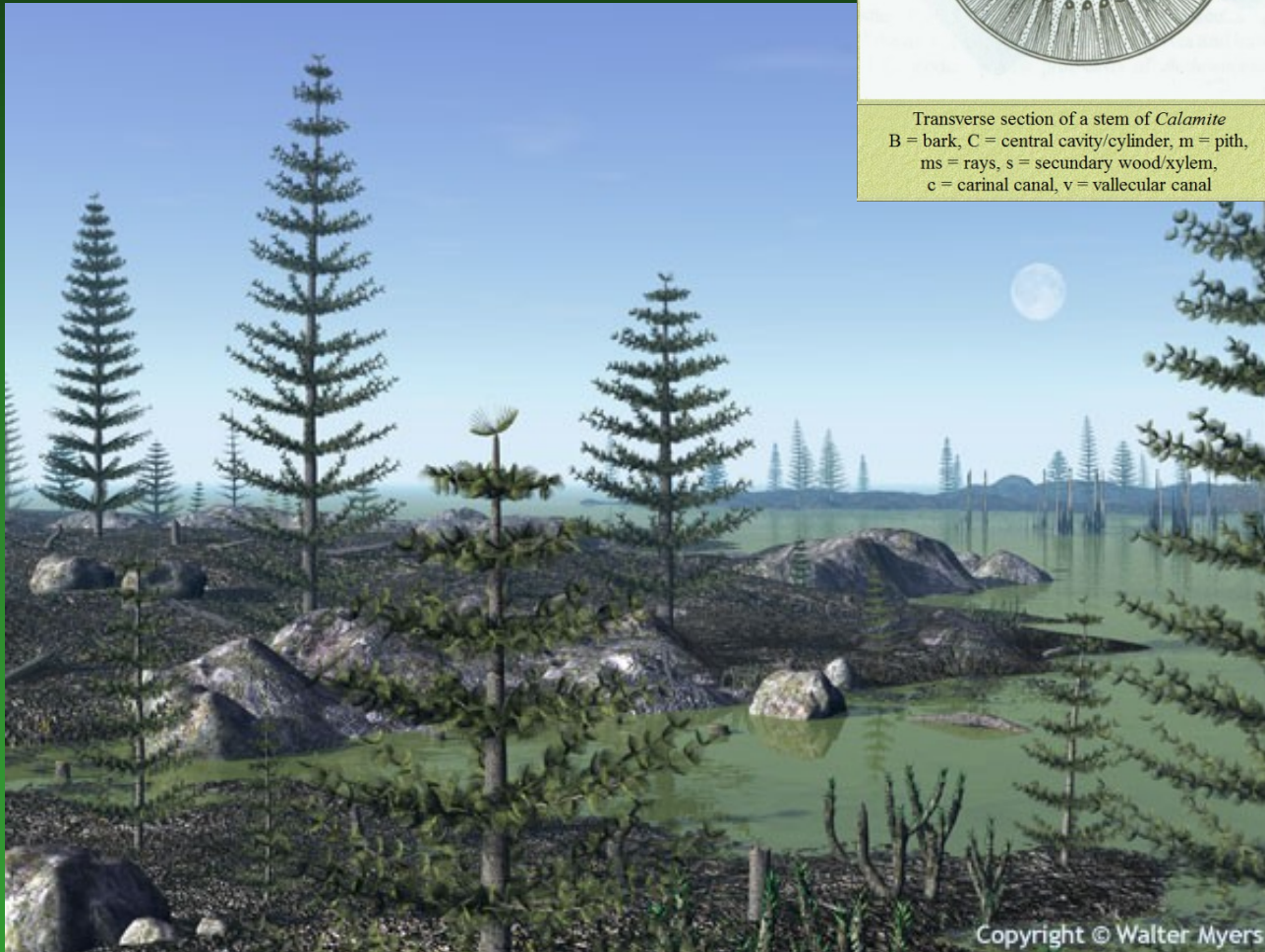


# řád *Calamitales*

Stromy z karbonu a permu.

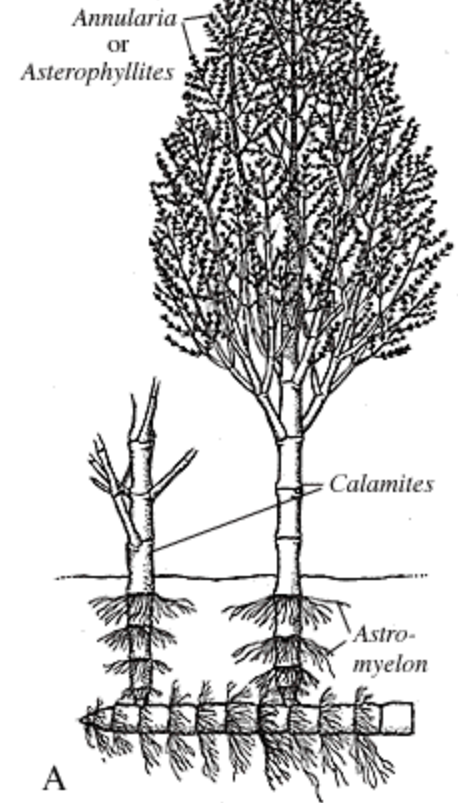
až 20 m vys., kmen u báze až 1 m

kmen krytý „kůrou“



Transverse section of a stem of *Calamite*  
B = bark, C = central cavity/cylinder, m = pith,  
ms = rays, s = secondary wood/xylem,  
c = carinal canal, v = vallecular canal

## *Calamites*



Copyright © Walter Myers



# řád *Calamitales*



Copyright © Walter Myers

470

AMERICAN JOURNAL OF BOTANY

[Vol. 50

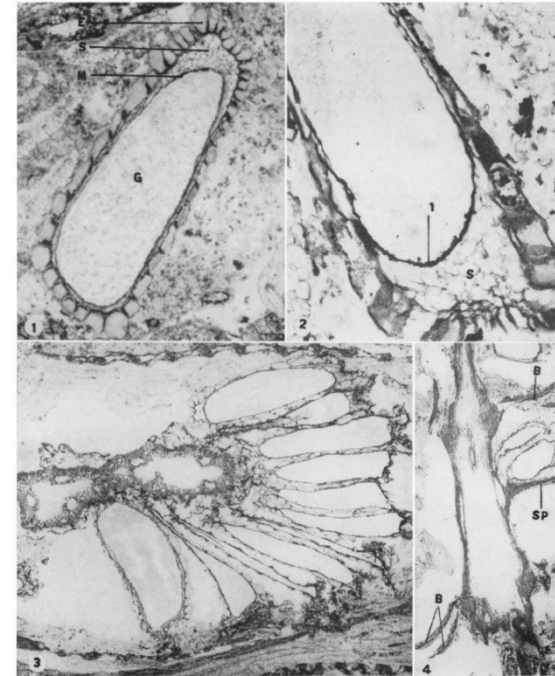


Fig. 1-4. *Calamocarpus insignis*.—Fig. 1. Longitudinal section of megasporangium. *E*—epidermis, *S*—sterile tissue, *M*—megaspore membrane, *G*—gametophyte. C. B. 1106 B(P4). X38.—Fig. 2. Distal portion of megasporangium. C. B. 5 A(P32). X72.—Fig. 3. Transverse section of megasporangiate cone. Twelve attached megasporangia are shown to right and below cone axis. C. B. 1126 A(P7). X20.—Fig. 4. Oblique-longitudinal section of megasporangiate cone. Fragments of megasporangia present on right of cone axis above sporangiphore. *B*—bract, *SP*—sporangiphore. C. B. 1126 B(P19). X5.

U heterosporického druhu *Calamocarpus insignis* se uvažuje o primitivní semennosti

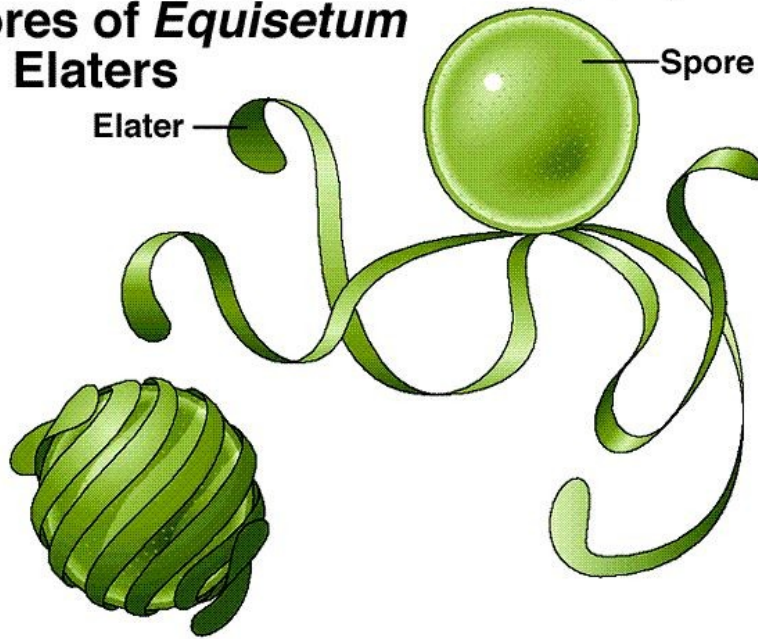
## řád *Equisetales*

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





## Spores of *Equisetum* and Elaters



**Spory** - kulovité,  
zelené (s chlorofylem)

s vnějším obalem tvořeným 4  
páskovitými vychlípeninami -  
(pseudo)elater, = haptery.

Elatery konají hygroskopické pohyby  
čímž vytvářejí shluky.

Větrem se šíří celé shluky

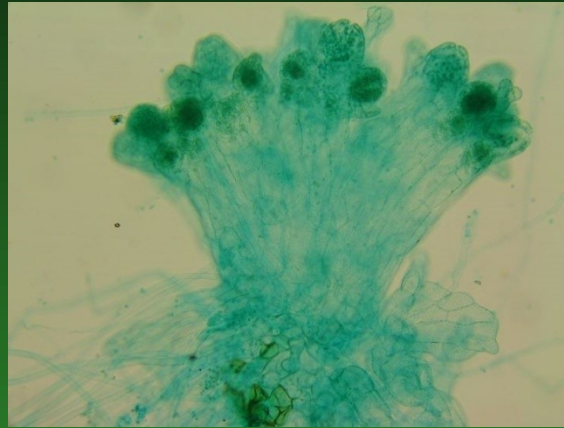


**Gametofyt** (prothalamium) nadzemní, zelený; samčí a samičí rostou díky shlukům tvořeným elaterami blízko sebe

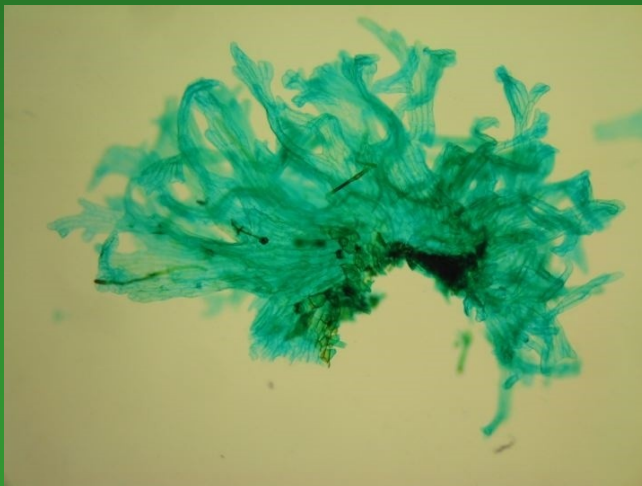
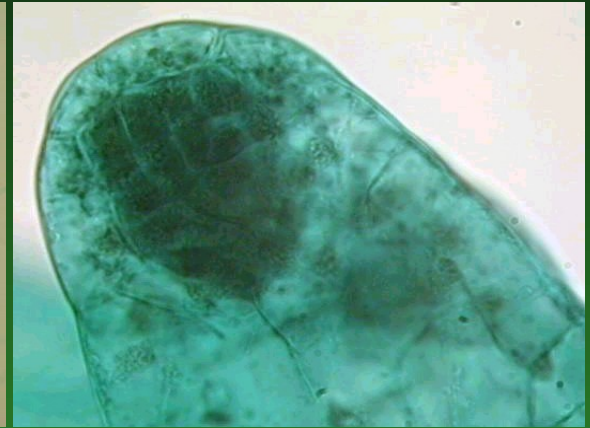
prothalia přesliček



prothalamium s antheridii



antheridium



Prothalamium s archegonii



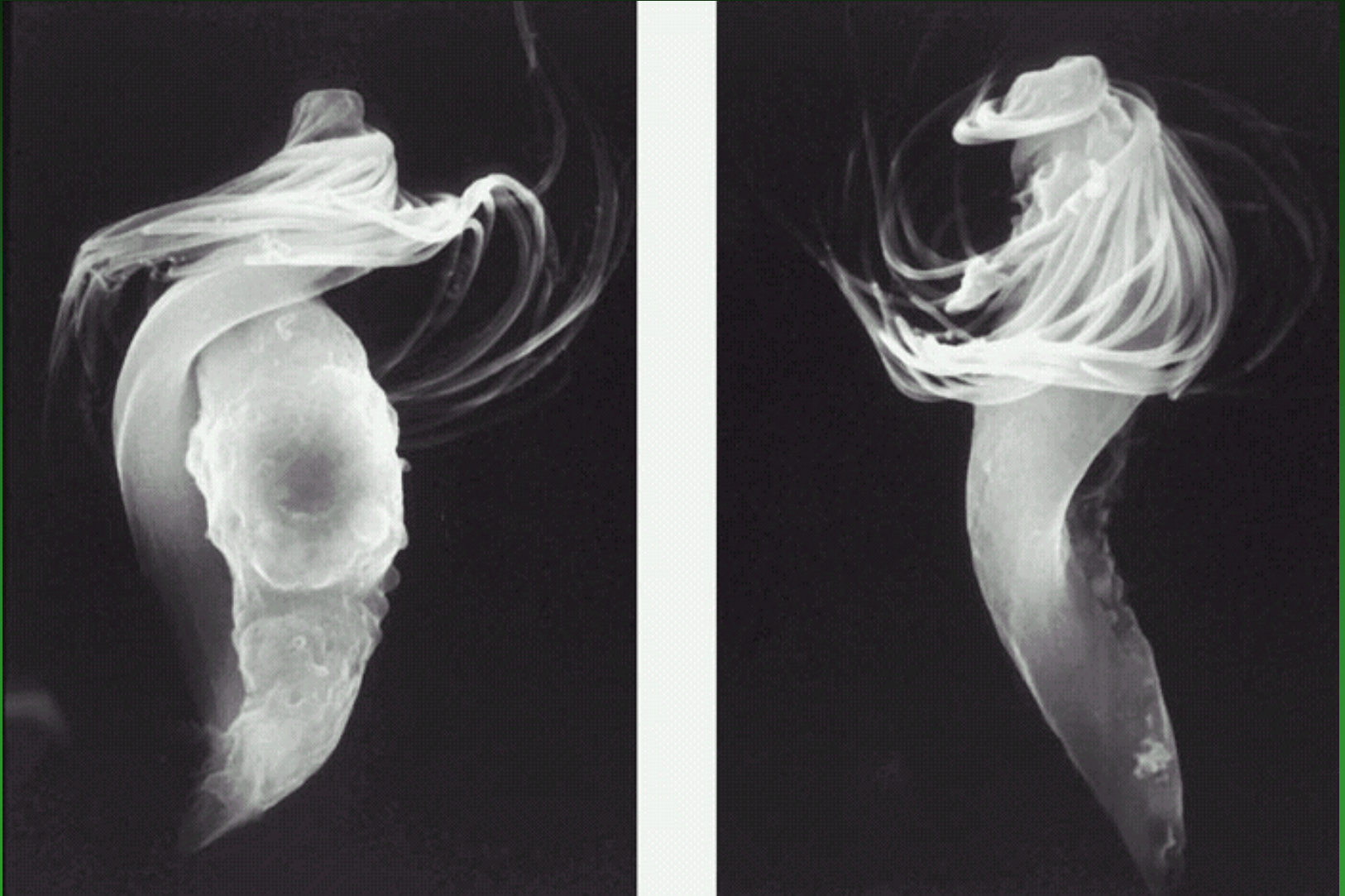
archegonium



mladý sporofyt přesličky

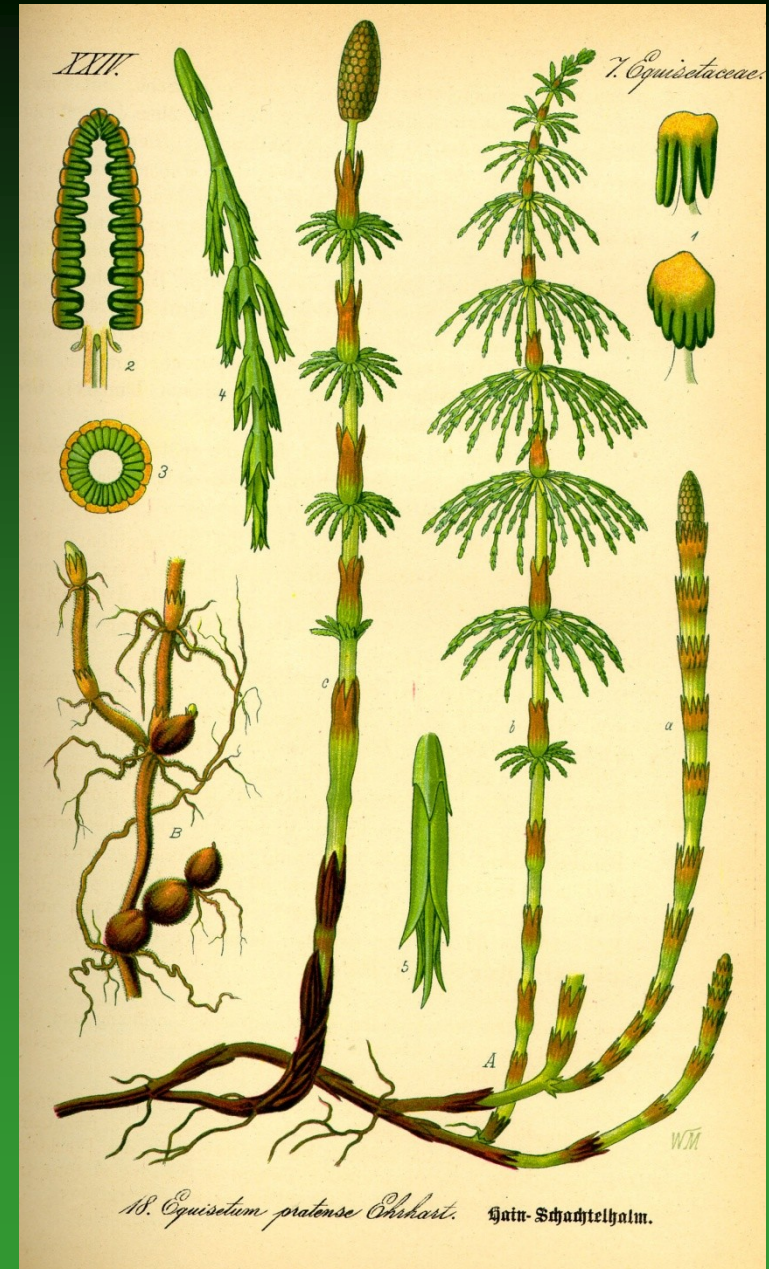


# Spermatozoidy polyciliární



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.



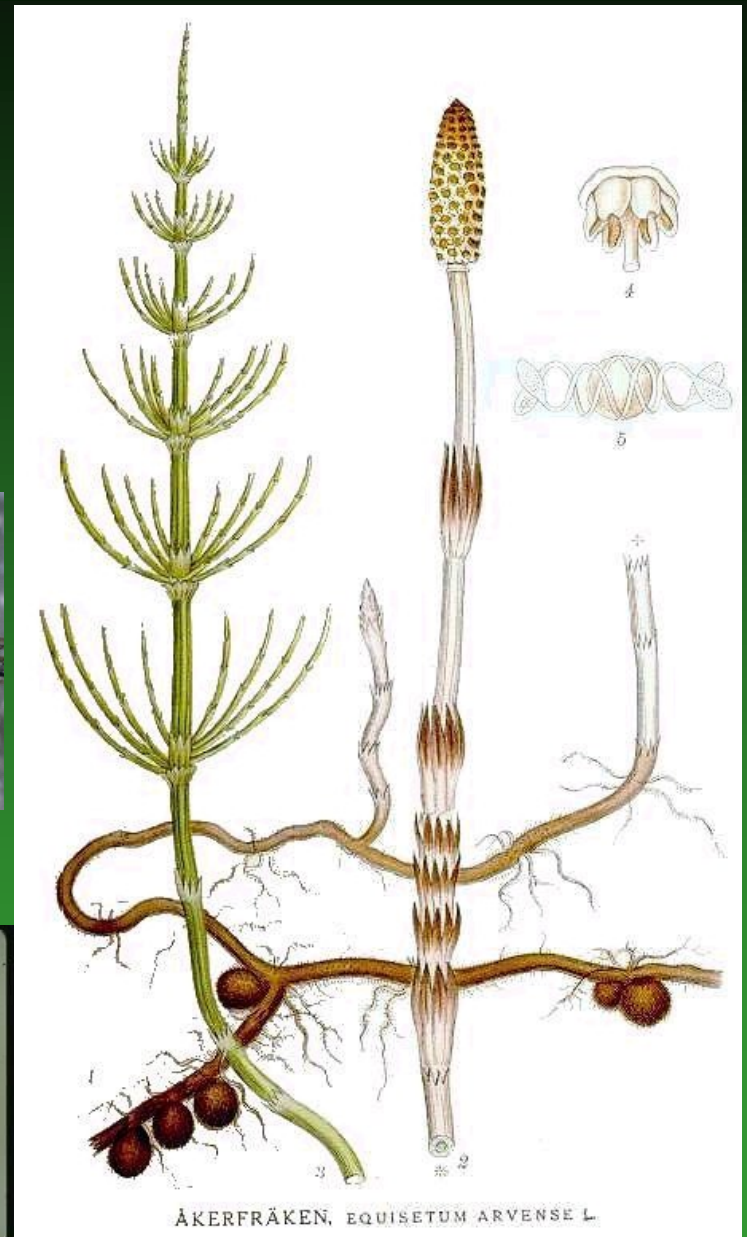
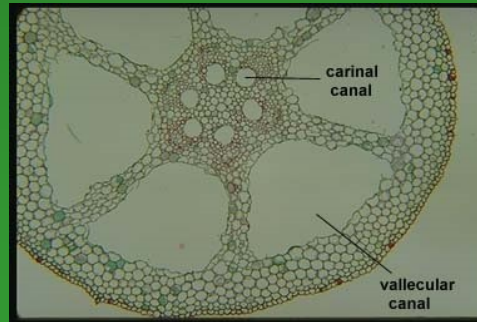
Foto: Arne Anderberg



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



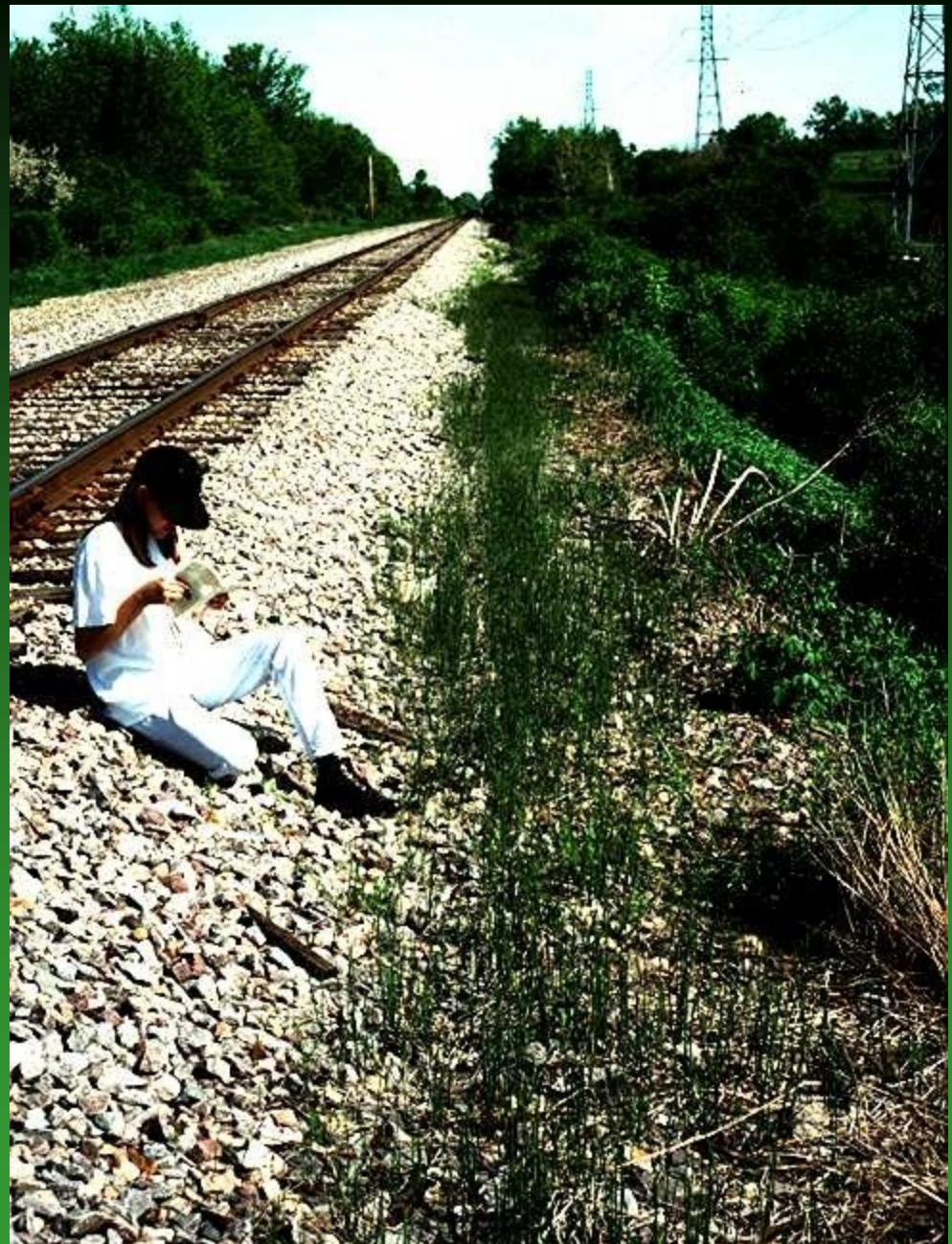
Řez oddenkem





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

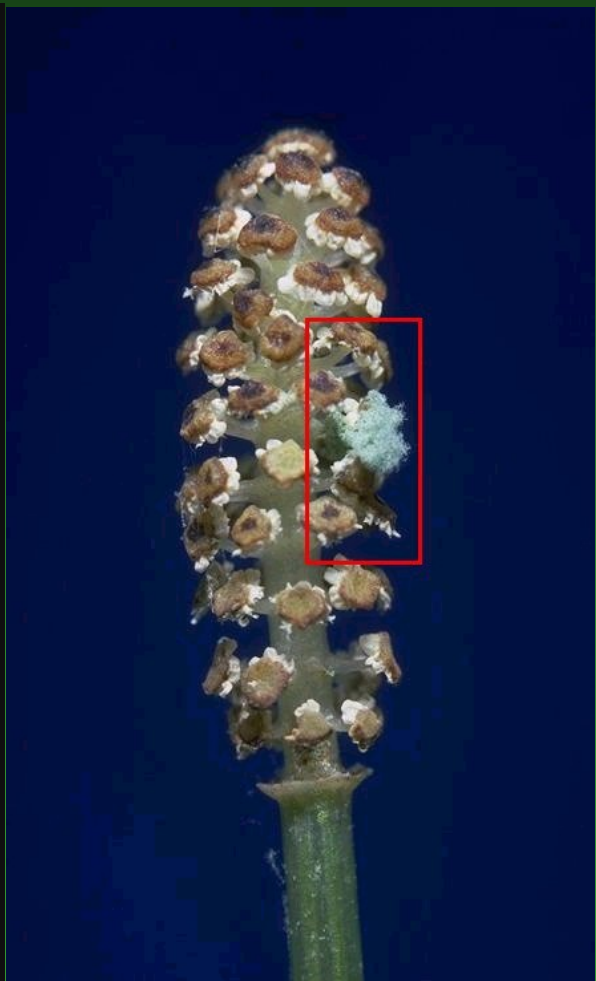
Letní lodyhy se  
sbírají jako léčivka.



*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.



Foto: Börje Wernersson





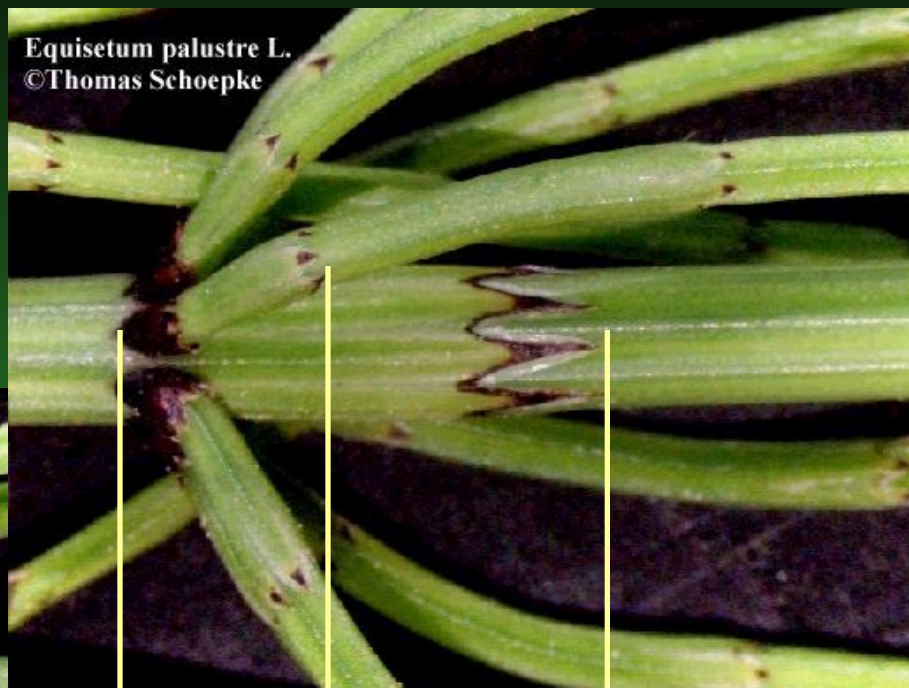
# Rozdíl mezi přesličkou rolní a přesličkou bahenní



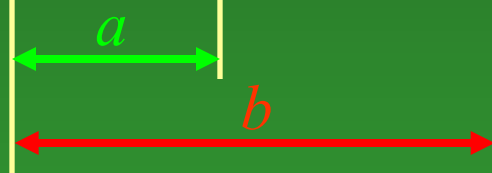
*Equisetum arvense* L.  
©Thomas Schoepke

*Equisetum arvense*  $b < a$

*Equisetum palustre*  $a < b$



*Equisetum palustre* L.  
©Thomas Schoepke



$a$  = 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.





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





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)





Listy s dlouhými škrobnatými řapíky, v chocholu na vrcholu oddenku či krátkého kmene,

na bázi řapíku nápadná párovitá aflebia (palisty, většinou mušlovitého nebo ouškovitého tvaru)



## ***Marattia***

recentní i fosilní dřeviny s nízkým většinou kulovitým kmenem

listy mnohonásobně zpeřené nebo dlanitě složené, vzácně i jednoduché, až 6 m dlouhé

asi 60 druhů pantropického rozšíření (v tropech Starého i Nového světa)





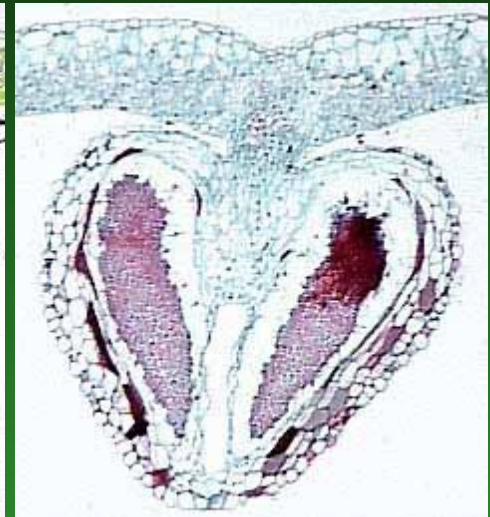
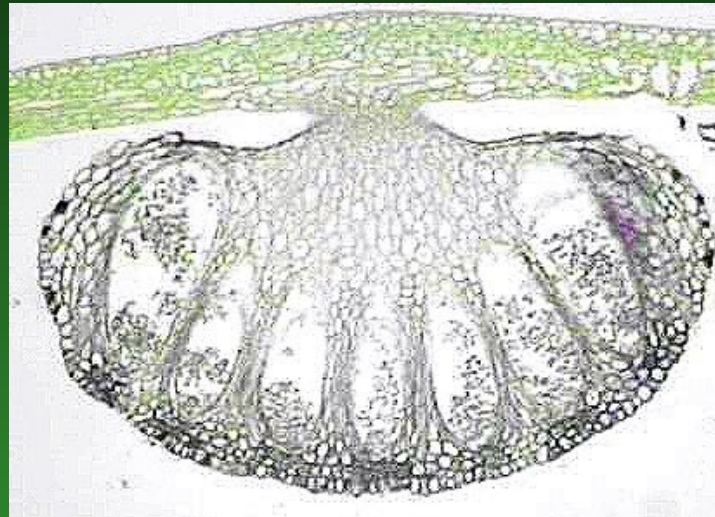


**Sporangia** na rubu listů,  
eusporangiátní,  
izosporická,



Srostlá v synangia  
*Marattia*

Nesrostlá, ale v  
těsných shlucích  
*Angiopteris*

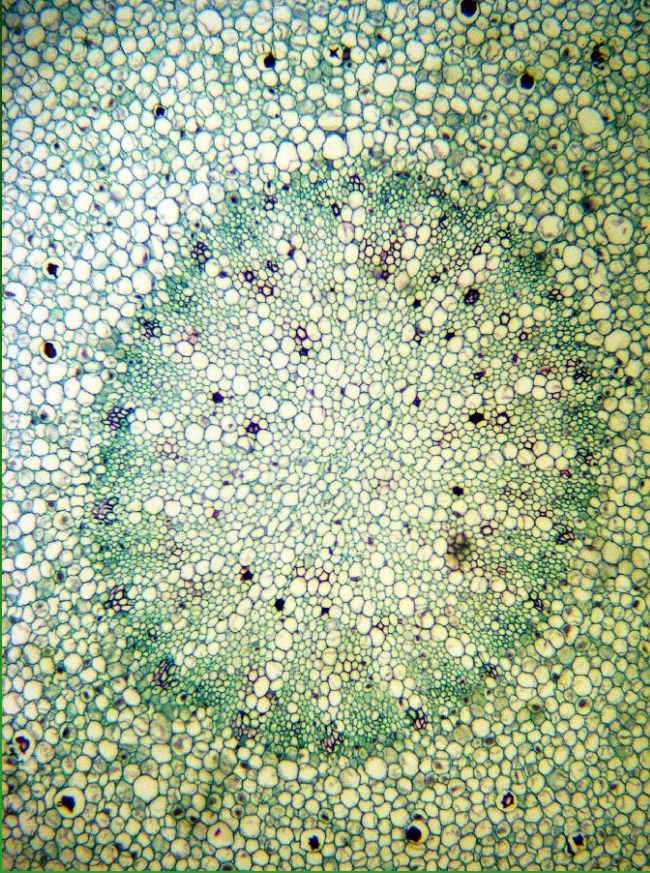






Zduřelé báze vřeten  
vedlejších úkrojků  
vyplněné zásobními  
látkami  
*Angiopteris*

Kořeny adventivní, vyrůstají na oddenku. Polyarchní vodivé elementy na příčném řezu kořenem – typický znak pro *Marattiopsida*





# Řapík listu – polycyklické diktyostélé

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

*Danaea media*

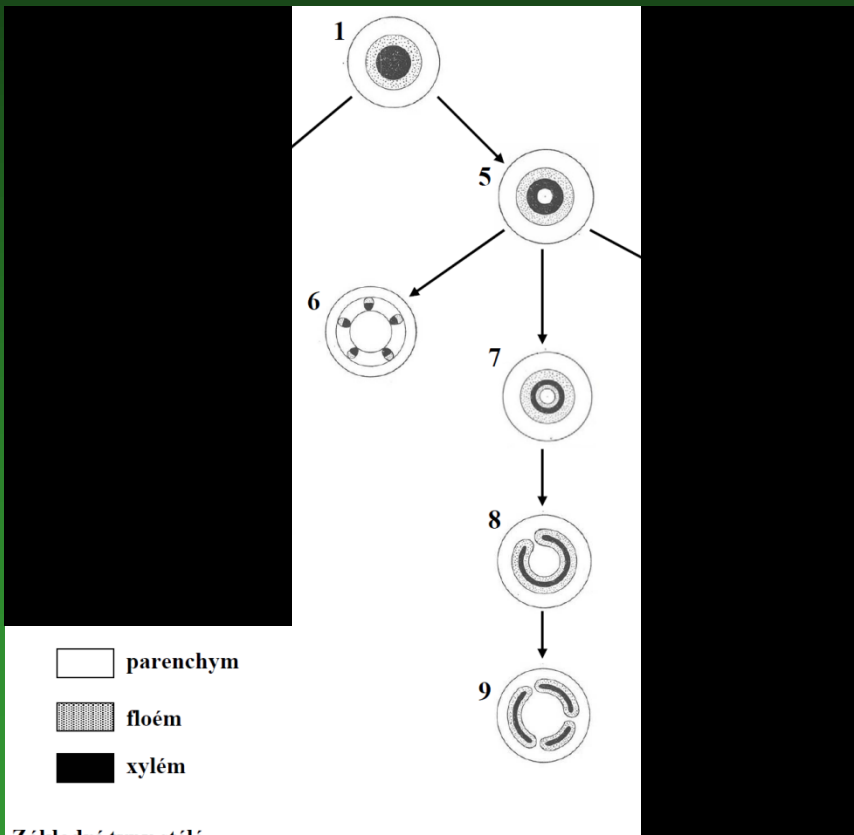


*Marattia laevis*



řapíky, kořeny a oddenky protkány sliznatými kanálky

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



**Základní typy stélé**

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





Gametofyt (prothallium)  
nadzemní,  
dlouhověký,  
připomínající frondózní  
jávrovky

*Angiopteris evecta* gametofyt s mladým  
sporofytem



# 4. třída *Polypodiopsida* (kapradiny)



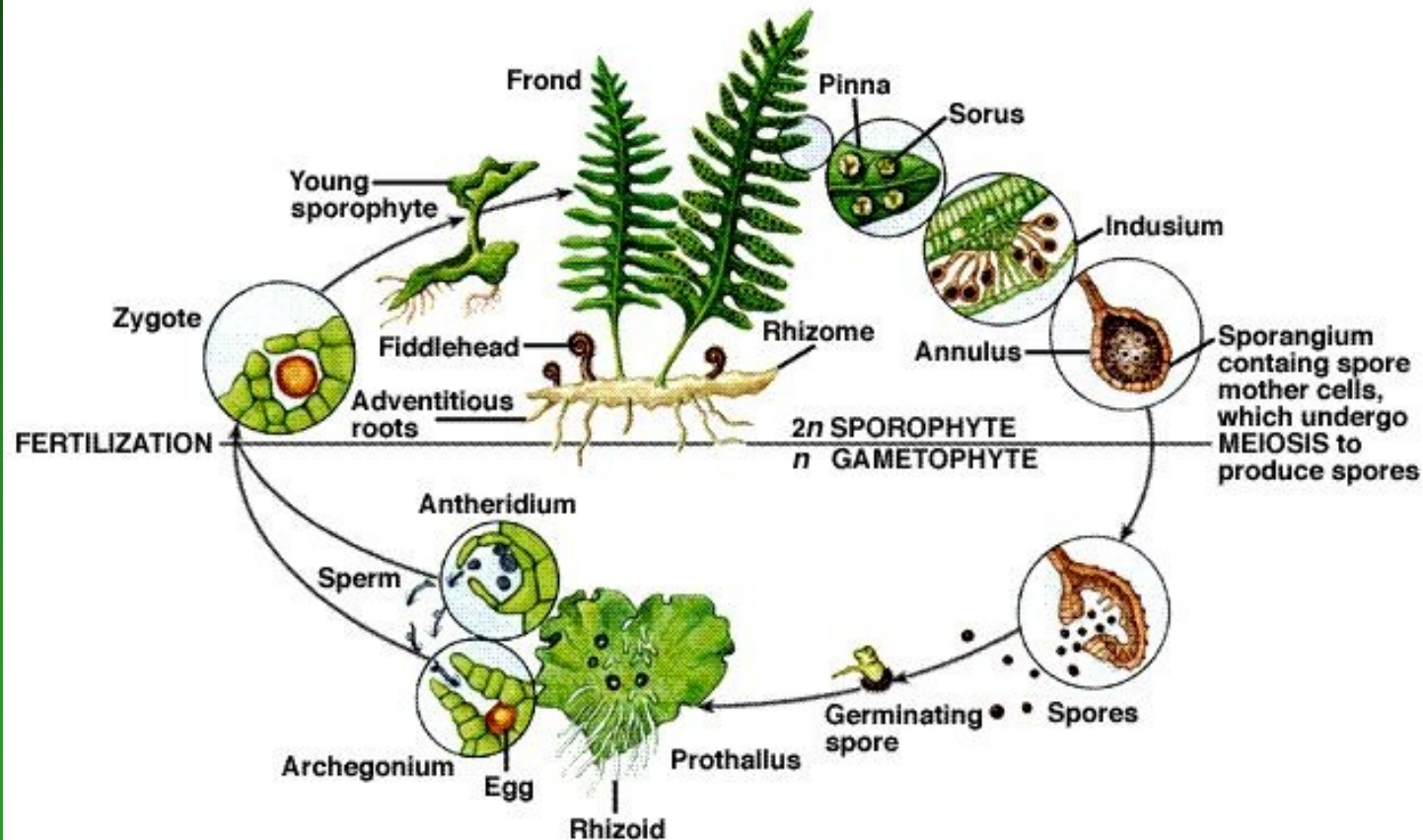
Izosporické terestrické leptosporangiátní kapradiny (9600 druhů)



heteromorfní rodozměna obdobná jako u plavuní a přesliček  
čili sporofyt zcela převládá nad gametofytním prothaliem

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

## Life Cycle of the Fern *Polypodium*



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*

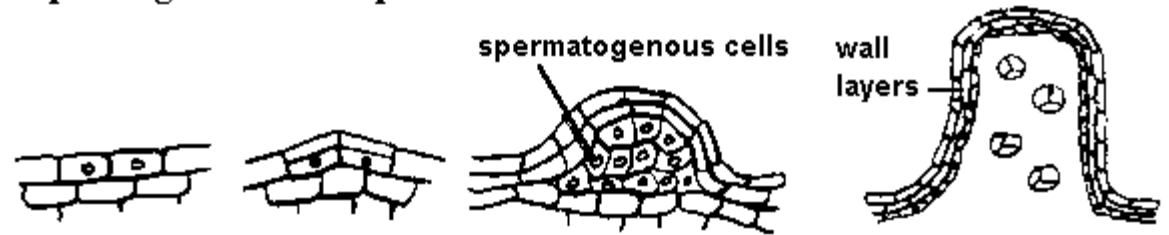


*Asplenium trichomanes*

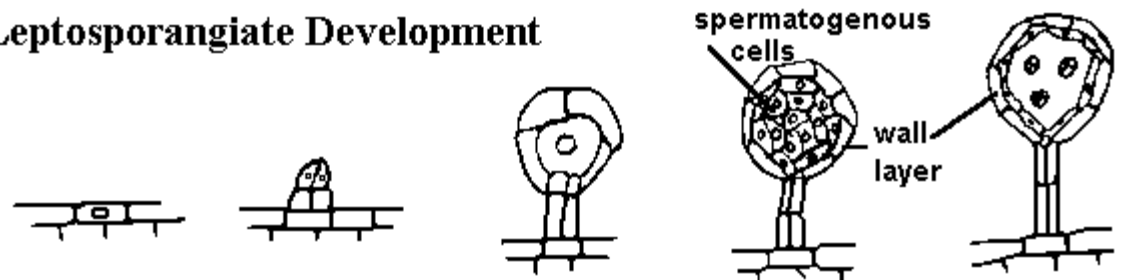
Sporangia  
tentostěnná  
leptosporangiátní

Na rozdíl od  
eusporangiátních  
se diferencují ven,  
ne dovnitř

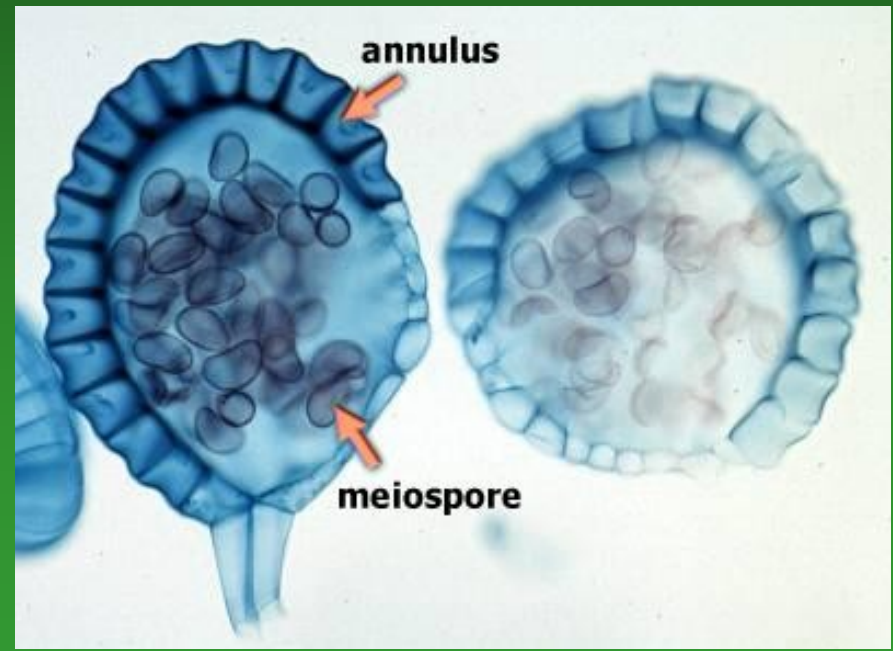
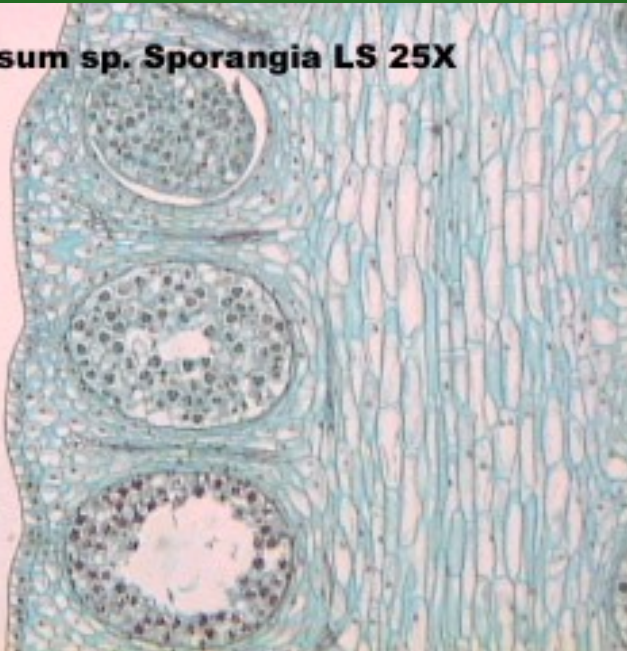
### Eusporangiate Development



### Leptosporangiate Development



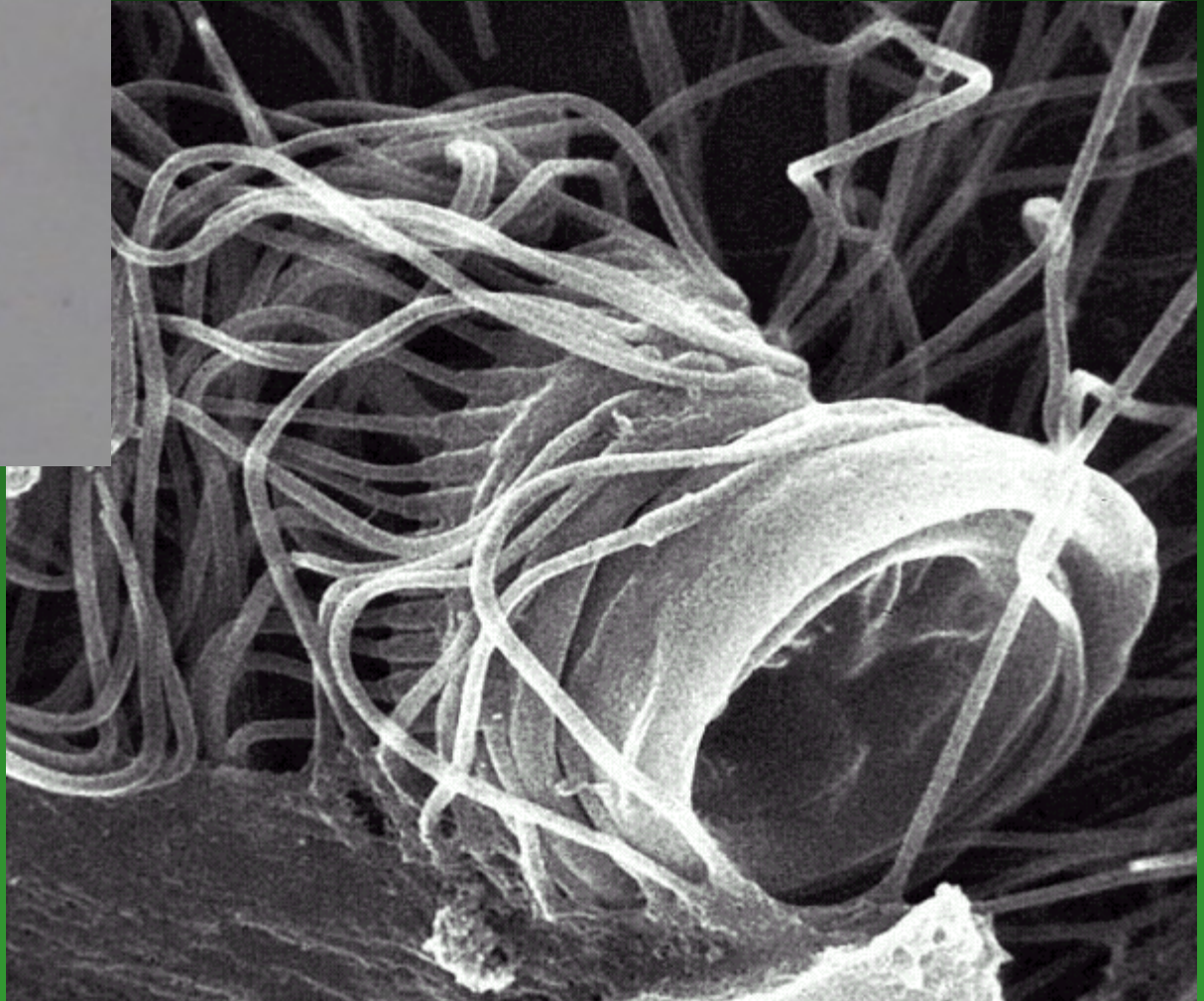
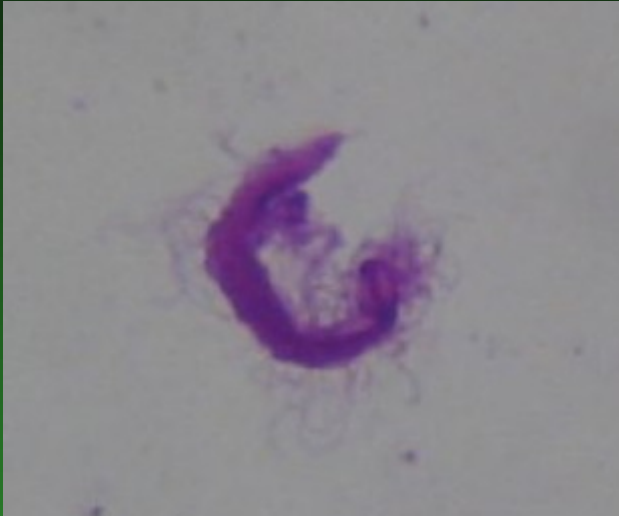
**Ophioglossum sp. Sporangia LS 25X**





# 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

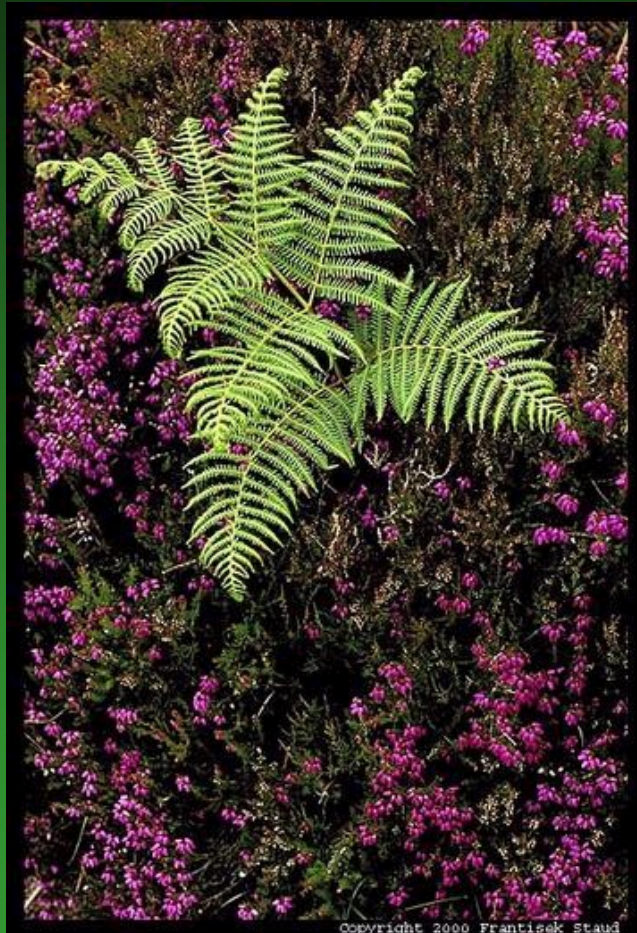
oddenky, řapíky popř. spodní strana listů s trichomy nebo šupinovitými blanitými plevinami (paleae) žlutavé, rezavé, hnědé až černé barvy

izosporické, sporangia volná (nikdy nesrůstají v synangia), zřetelně stopkatá, velmi vzácně i přisedlá,



# Největší diverzita ve vlhkých tropech

Byliny terestrické  
i epilitické



vzácněji dřeviny  
až 25 m vysoké



nebo epifyty



# Většina druhů kapradin jsou rostliny lesního podrostu



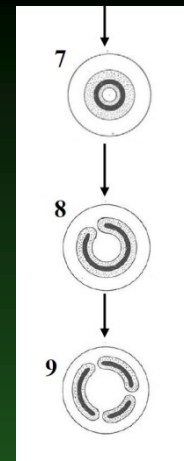
[www.danheller.com](http://www.danheller.com)



**Stonek** nečlánkový,  
obvykle jen jako oddenek



Vodivé elementy stonku: sifonostélé,  
solenostélé  
diktiostélé

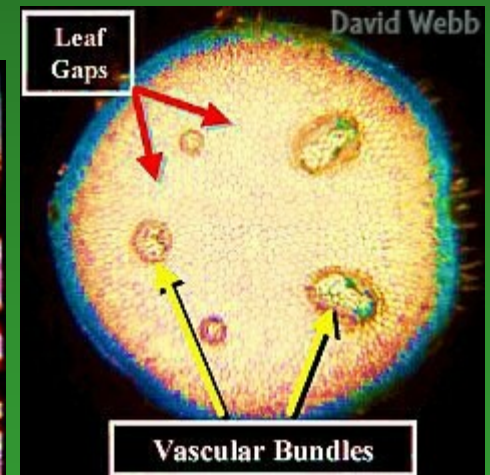
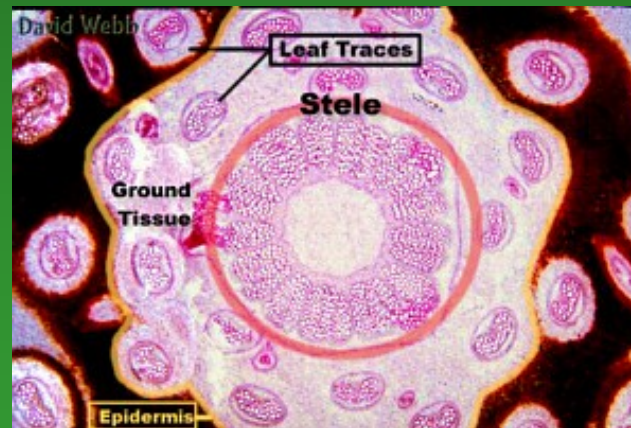
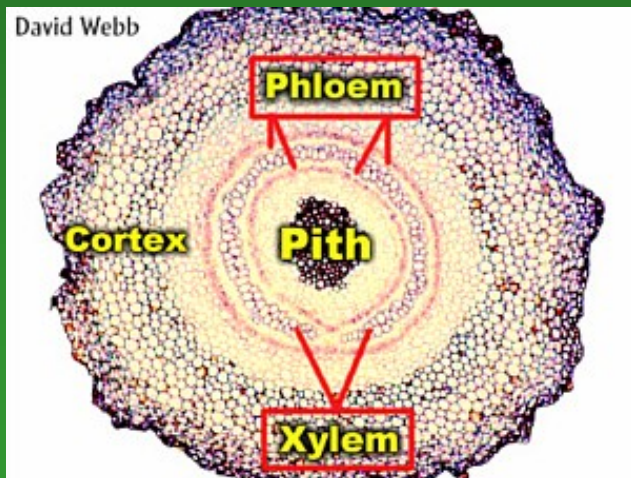


## xylem - tracheidy

*Dicksonia*: Sifonostélé; listové přerušení je patrné na pozici „6:00“; uprostřed dřev

*Osmunda* : sifonostélé; stopy listové patrné jako samostatné svazky vně hlavního kruhu; tmavý obal je tvořen hustým porostem trichomů

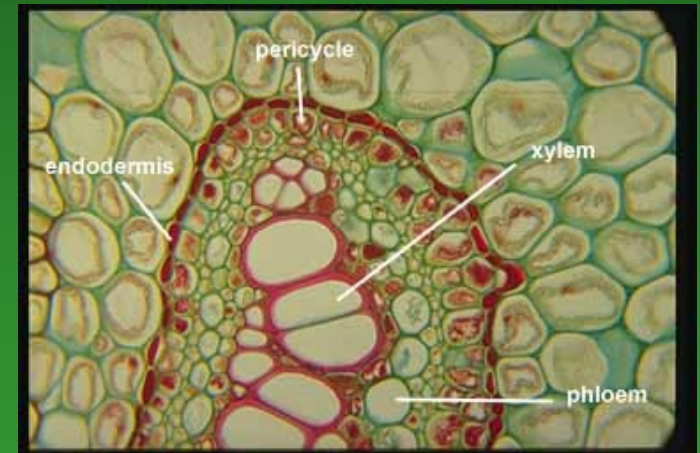
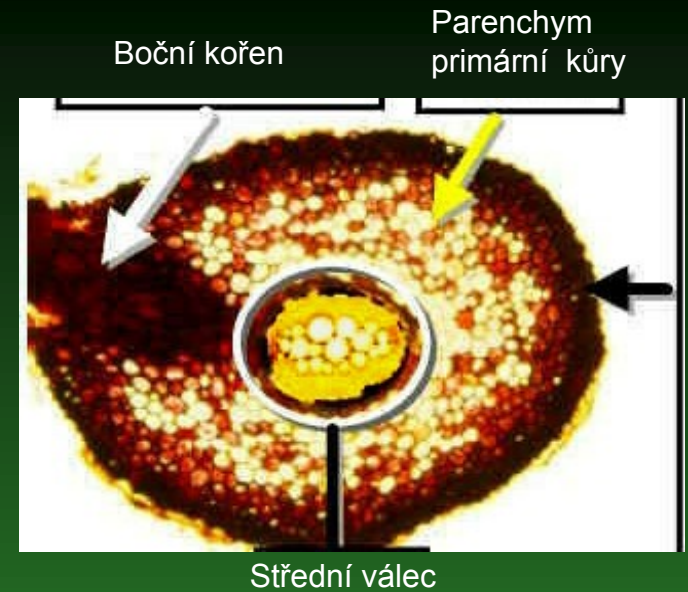
*Polypodium*: Mnoho samostatných sifonálních svazků = dictyostélé





Kořeny adventivní -  
vyrůstají na oddenku nebo  
na nadzemních stolonech

Vodivé elementy kořenů  
monoarchní až polyarchní

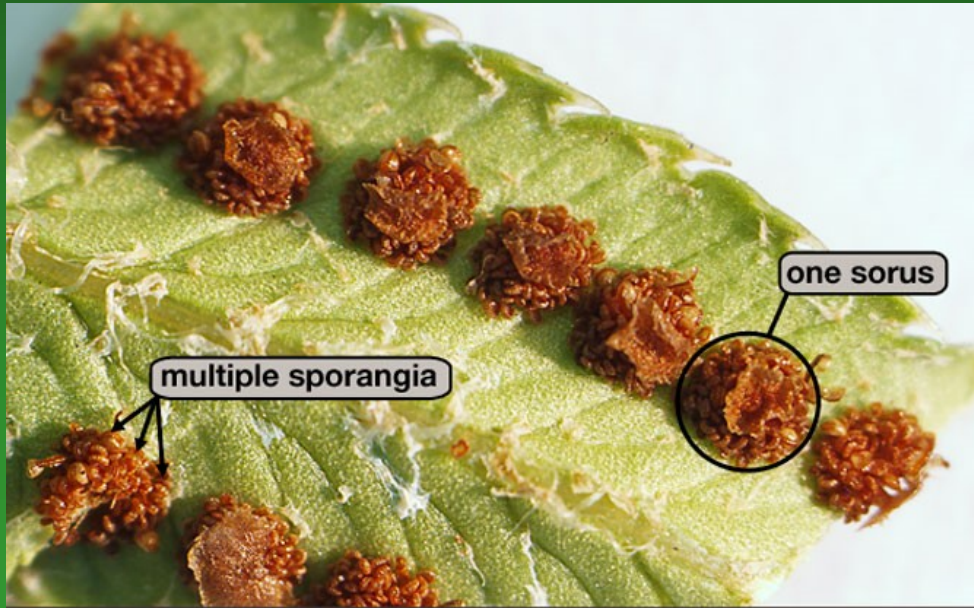
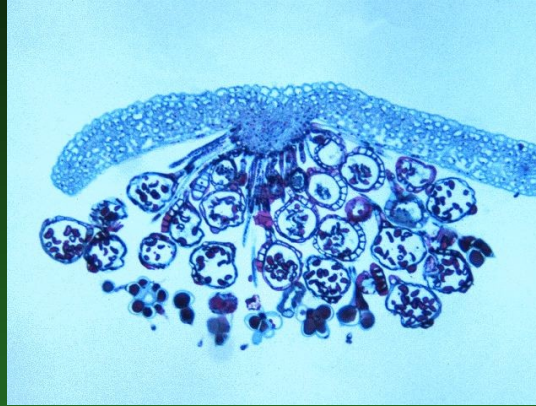


Sporangia na spodní straně listů, nikdy nejsou ve strobilech!





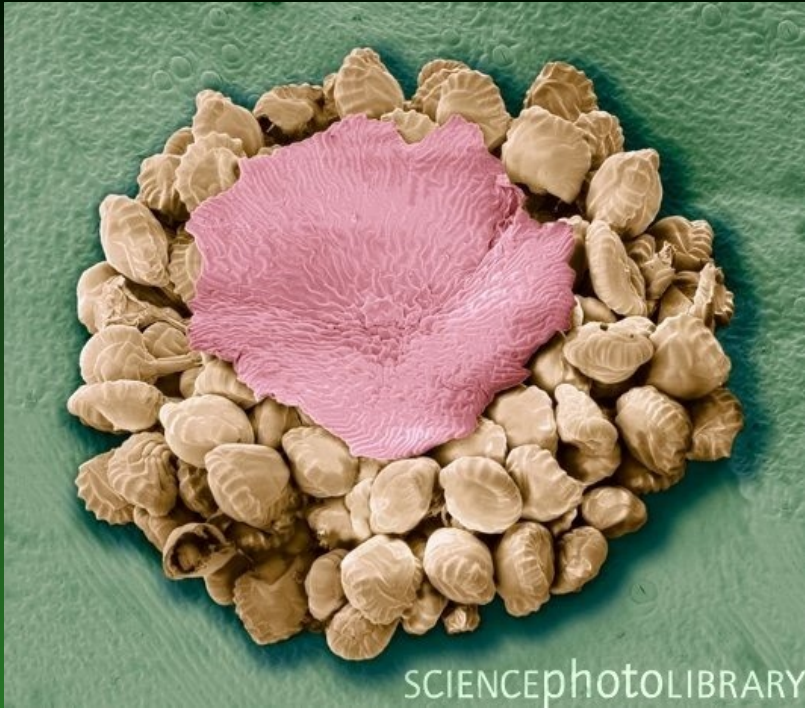
Sporangia ve shlucích sorech; slévají-li se sory na větší ploše, mluvíme o coenosorech



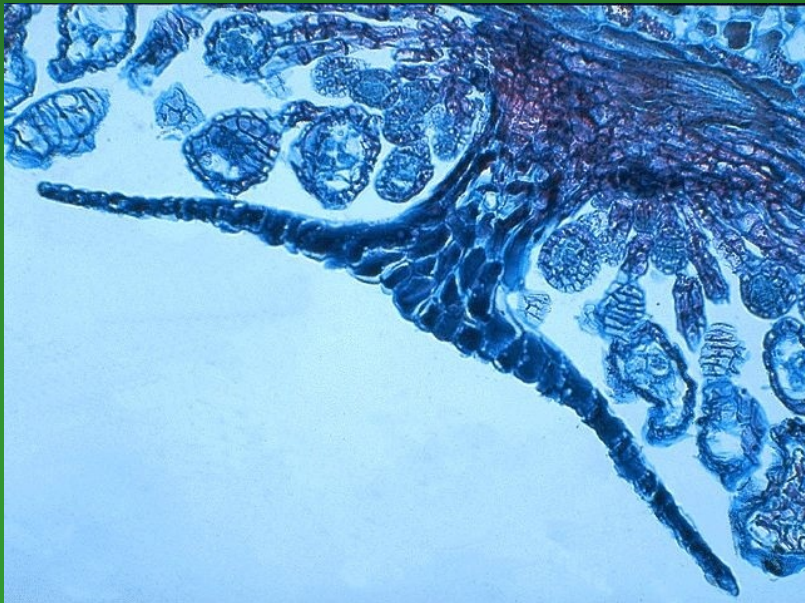
Fern sori on the underside of a frond







SCIENCEPHOTOLIBRARY

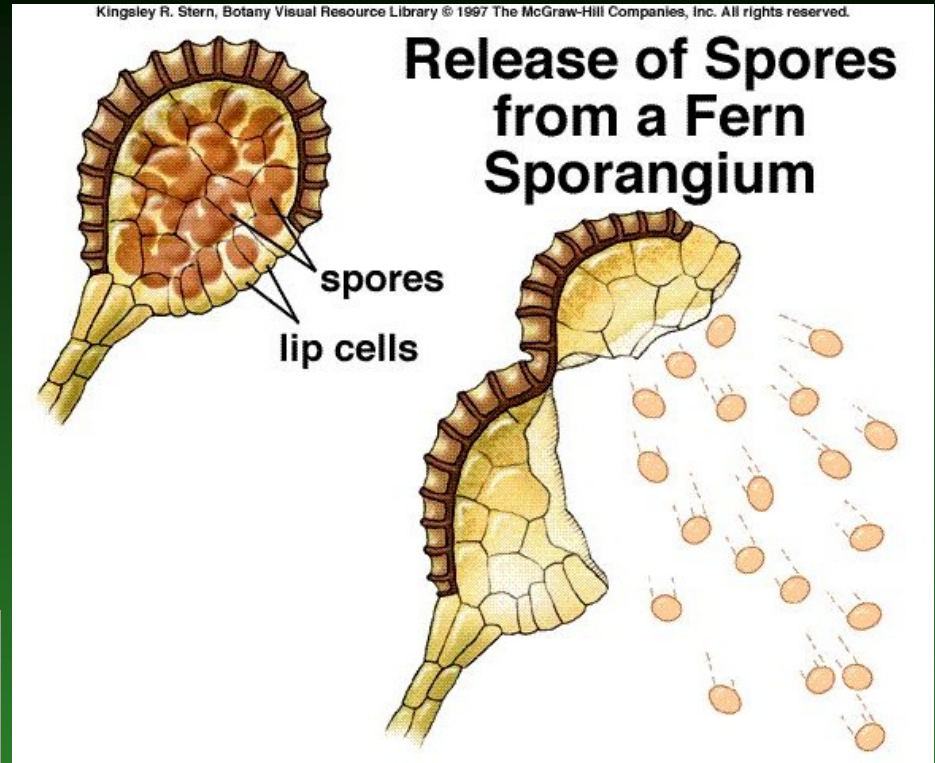


Sory někdy kryje ostěra  
(= indusium)

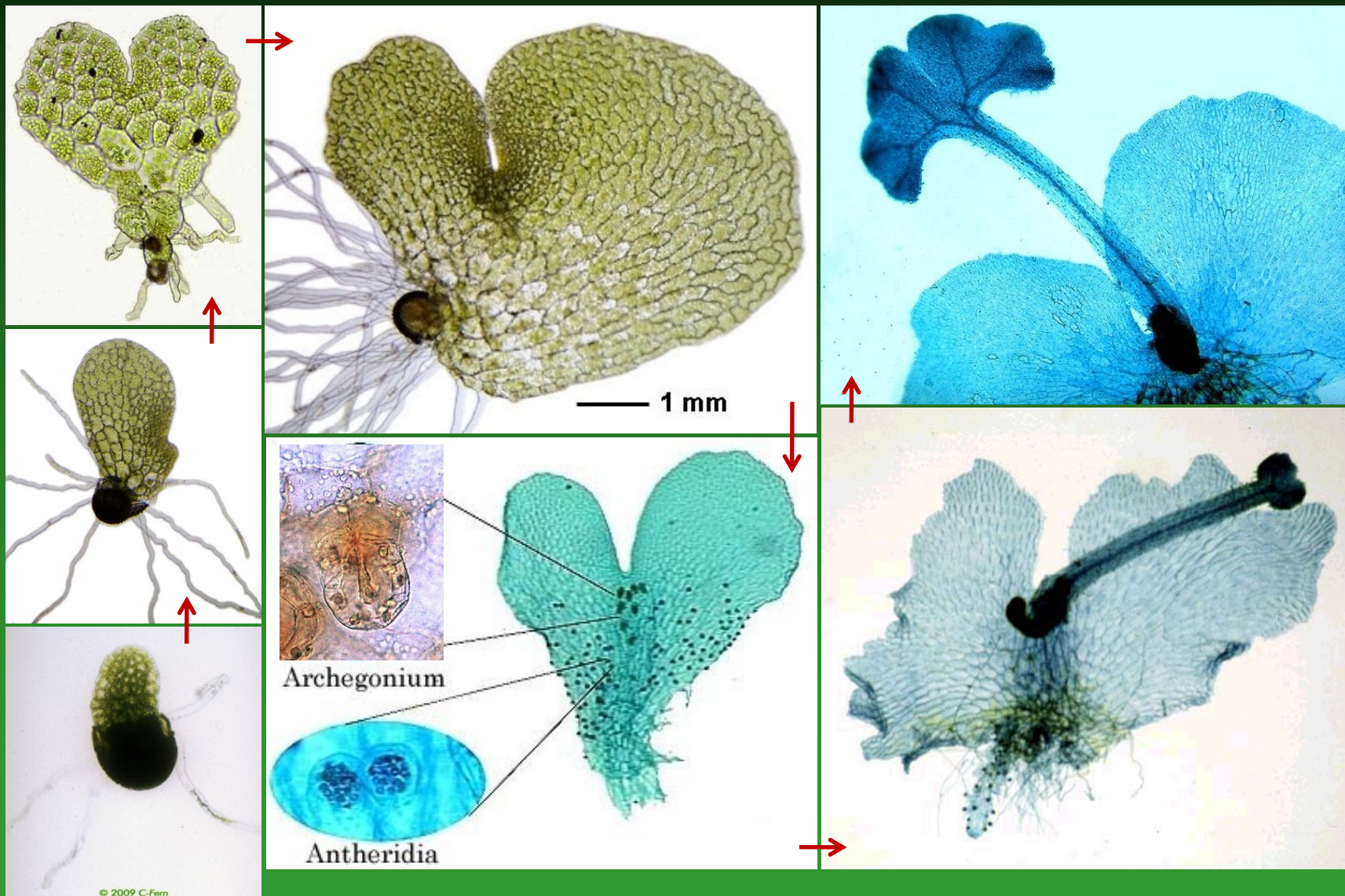


Prstenec (= annulus) je řada buněk se ztlustou vnitřní stěnou, která zavírá a otvírá sporangia

Spory nezelené, monoletní „fazolovitého“ tvaru



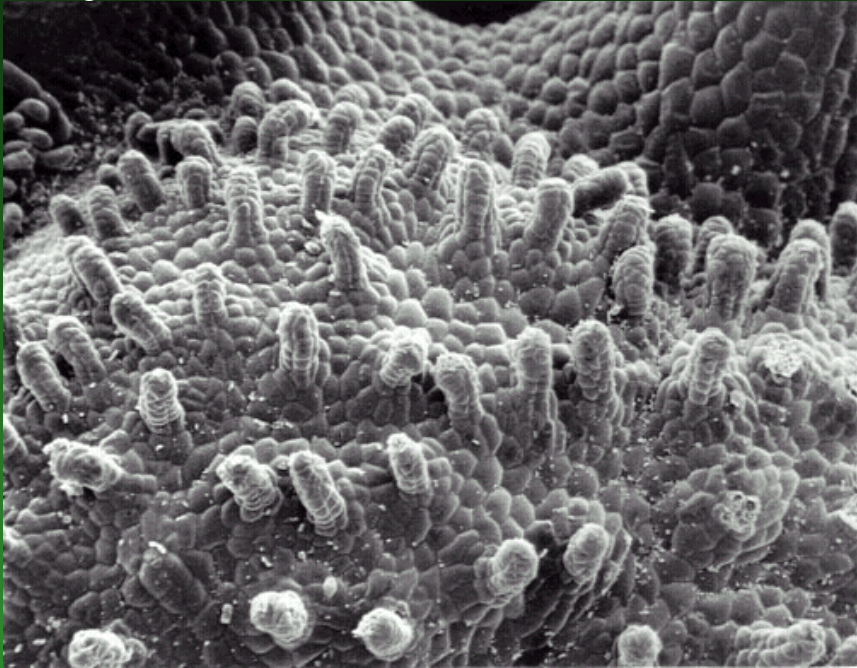
Gametofyt, (prothalamium) nadzemní, zelený, obvykle srdčitého nebo ledvinitého tvaru, na spodu s rhizoidy a gametangii, často krátkověký





Gametangia neponořená, nebo jen slabě ponořená do pletiva; spermatozoidy polyciliární (obvykle jich je v antheridiu 32)

archegonia



antheridia



SCIENCEPHOTOLIBRARY





***Pteridium aquilinum*** - hasivka orličí - naše největší kapradina (listy až 2.5 m dlouhé) u nás hojná na nejrůznějších spíše prosvětlených stanovištích, jinak má kosmopolitní rozšíření, jedovatá - kyanogenní sloučeniny.

sporangia v sorech  
kryta podvinutým  
okrajem listu



*Dennstaedtiaceae* (170 druhů hlavně v tropech)



## ***Notholaena marantae* -**

podmrvka jižní zasahuje k nám ze Středomoří jedinou nejsevernější lokalitou na hadcových skalách u Mohelna. (nedávno i v Čes. Krasu)



***Pteridaceae* (950 druhů  
hlavně v tropech)**



Nejčastěji u nás pěstovaná pokojová kapradina, dobře snášející i suchý vzduch panelových bytů je ***Nephrolepis exaltata***



*Lomariopsidaceae* –  
70 druhů hlavně tropy



Stromové až 20 m vysoké recentní kapradiny patří především k rodům *Dicksonia* (Dicksoniaceae - 30 druhů) a *Cyathea* (Cyatheaceae - 600 druhů)

Mají kmen nevětvený, štíhlý, pokrytý trichomy a často i kořeny.

Listy až 3 m dlouhé, vícenásobně zpeřené. Sporangia v sorech krytá ostěrami



U nás v horských lesích roste *Blechnum spicant* - žebrovice různolistá. Listy má rozlišené na trofofyly a trofosporofyly. Výtrusnice v coenosorech rovnoběžných s okrajem listových úkrojků

*Blechnaceae* – 200 druhů hlavně v tropech





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



*Thelypteridaceae* – 950  
druhů hlavně tropy

Nejhojnější kapradinou našich lesů je *Athyrium filix-femina* - papratka samičí. Má čárkovité sori kryté lištovitým indusiem



*Woodsiaceae* - 700  
druhů hlavně tropy



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



*Woodsiaceae*

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

*Woodsiaceae*





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



*Onocleaceae*

Na skalách na různých substrátech je hojný *Asplenium trichomanes* - sleziník červený



*Aspleniaceae* – 700 druhů



Na vápencích a zdech lze nalézt *Asplenium ruta-muraria* -  
slezinník routičku zední *Aspleniaceae*





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

*Aspleniaceae*





Hojnou kapradinou našich  
lesů je  
***Dryopteris filix-mas*** -  
kaprad' samec s ledvinitými  
indusii

*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 je však  
jedovatá - způsobuje těžké  
otravy - zvracení, křeče,  
žluté vidění, poruchy  
dechu, bezvědomí, smrt.  
Při vyléčení dochází často k  
trvalé slepotě v důsledku  
dlouhotrvajících křečí  
sítnicových cév.





známým je na skalách hojně se vyskytující *Polypodium vulgare* - osladič obecný



*Polypodiaceae* – 1200 druhů

Do čel. *Polypodiaceae* patří také tropické epifyty z rodu ***Platycterium*** - parožnatka se zajímavě heterofylními listy. Jsou s oblibou pěstovány ve sklenících a někdy i v bytech.





## 2. řád *Salviniales*



heterosporické leptosporangiátní kapradiny

# 1. čel. *Marsileaceae*

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 avšak hetrosporická  
anulus téměř chybí

sory zcela uzavřené přeměněnými listovými úkrojky ve  
sporokarpech oválného nebo kulovitého tvaru

v jednom sporokarpu jsou jak megasporangia tak i

mikrosporangia, vývoj prothalií probíhá uvnitř spór.

uvnitř sporokarpia tak přečkává rostlina nepříznivé podmínky



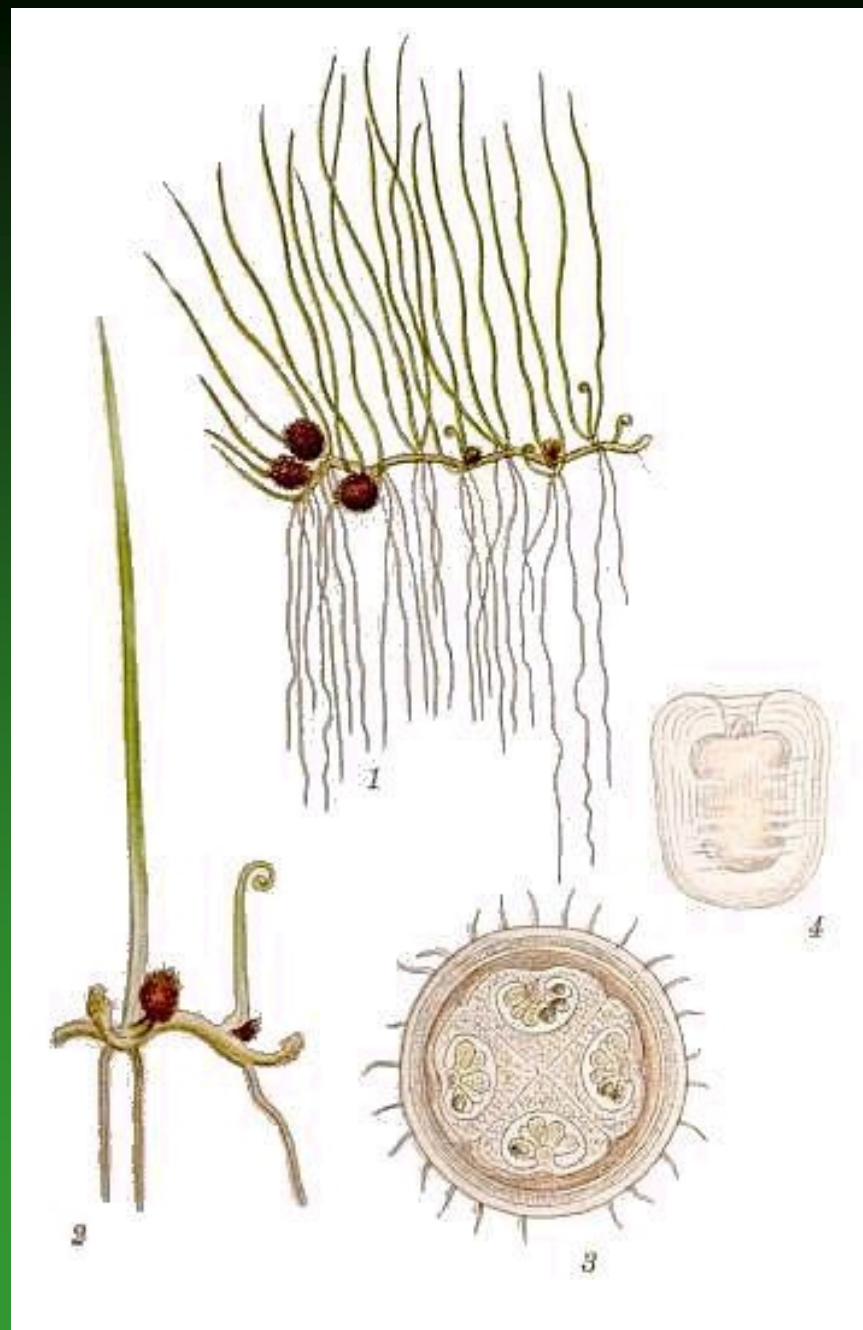
# Marsileaceae - marsilkovité (75 druhů)

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.



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







***Marsilea quadrifolia*** - marsilka  
čtyřlistá

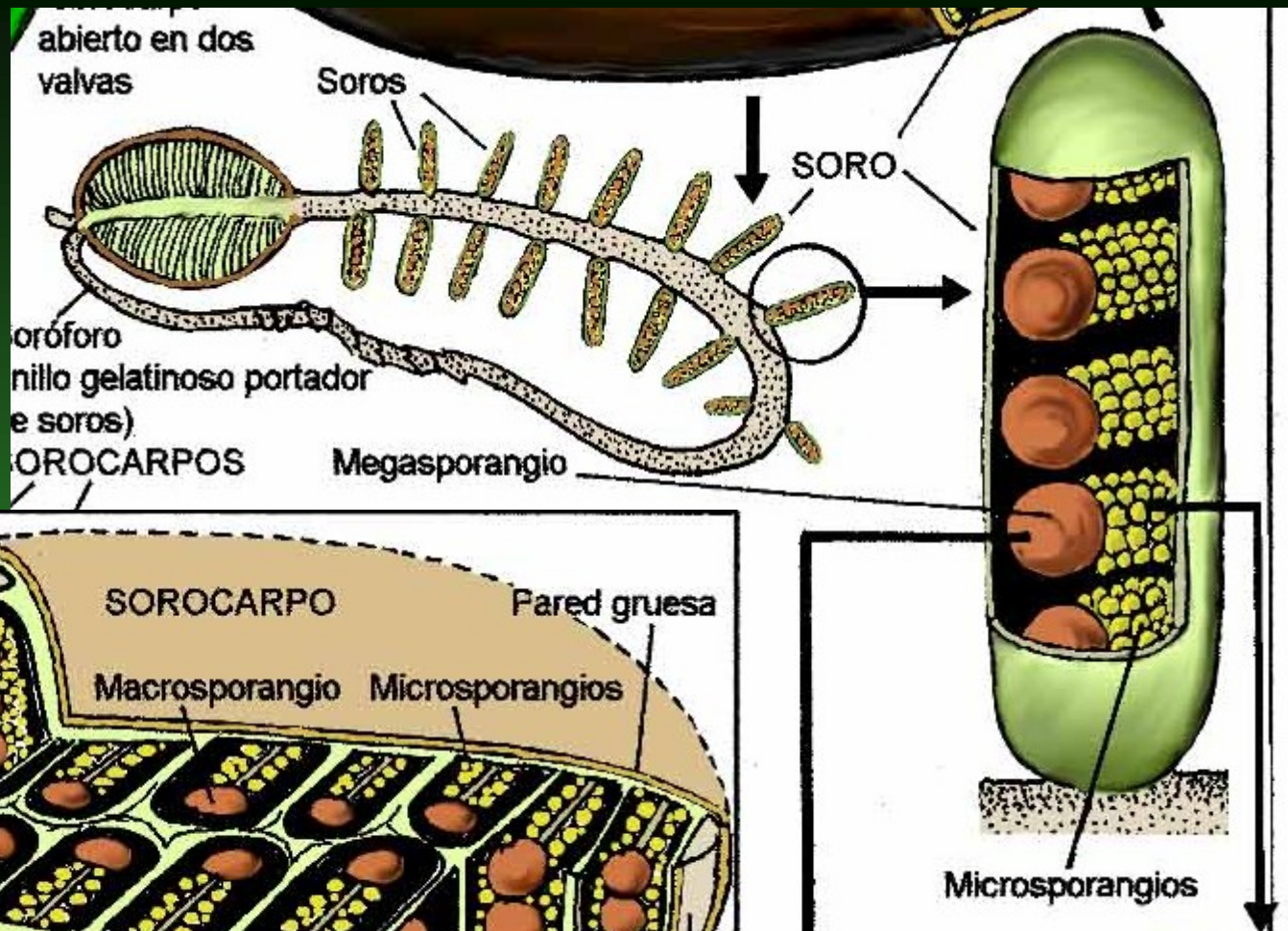
velmi vzácná bahenní rostlina s dlouze  
řapíkatými čtyřčetnými listy; na JV Slovensku





Otevřený sporokarp

marsilky se sory na šňůrce soroforu



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



## 2. čel. *Salviniaceae*

(16 druhů)

jednoleté na vodní hladině

plovoucí drobné byliny

listy kryty nesmáčivými trichomy,

bez průduchů

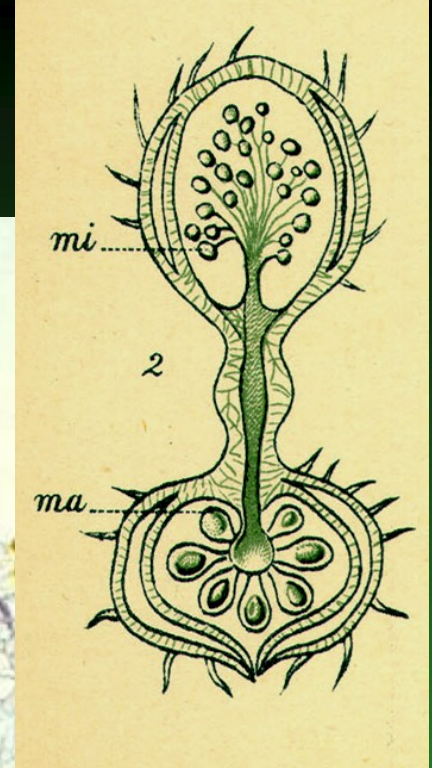
heterosporické

sporangia sdružená v sorech a ty

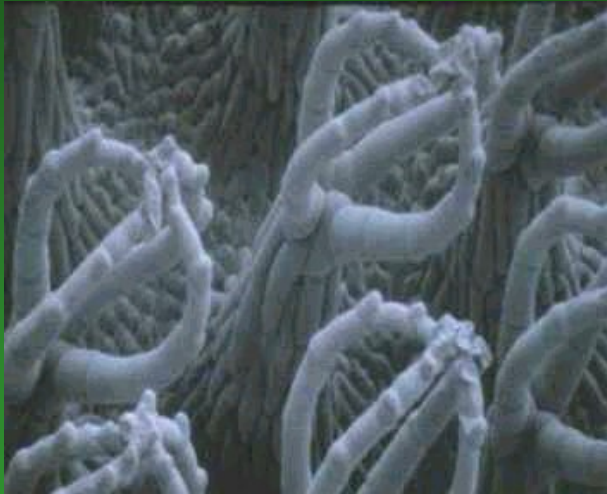
obalené ve sporokarpech

v jednom sporokarpu jen mikro

nebo jen mega sporangia



U nás jen ***Salvinia natans*** - nepukalka vzplývající  
Vodní natantní jednoletá rostlina s přeslenitými listy na  
vodorovném, jednoduchém nebo větveném rhizomu (3četné  
přesleny - 2 listy zelené vegetativní (nesmáčivé díky  
trichomům), zbývající jeden je přeměněn ve svazek dlouhých  
do vody visících vláken, jež mají funkci kořenů, vytvářejíce i  
vlášení - pozoruhodný případ, kde list přejímá funkci kořene

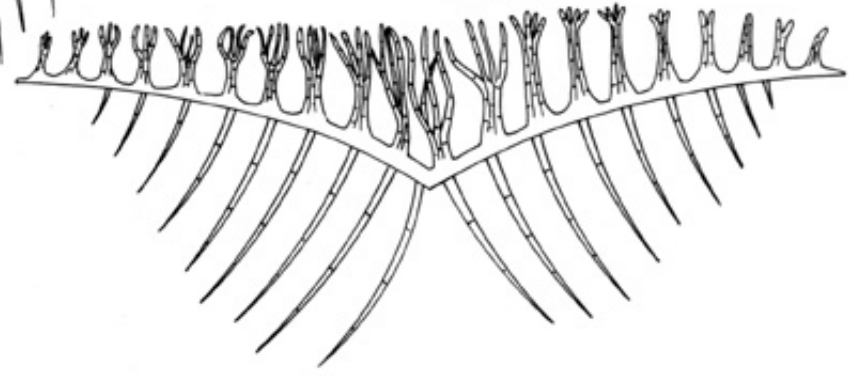


čel. ***Salviniaceae*** -  
nepukalkovité  
(celosvětově 1/25)





Leaf x-section



UGA0002133



Photo Credit: USDA, Scott Bauer





U nás jen zplanělá díky akvaristům, kteří ji pěstují ***Azolla caroliniana*** - azola americká. Jednoledá, bahenní až vodní vzplývavá rostlina s drobnými kořeny, vidličnatě větvenou lodyhou a 2laločnými listy.

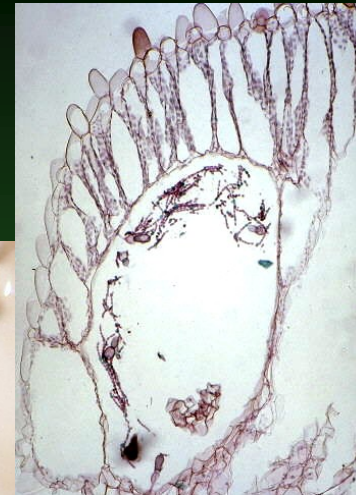


čel.  
***Azollaceae*** -  
azolovité  
(celosvětově  
1/5)

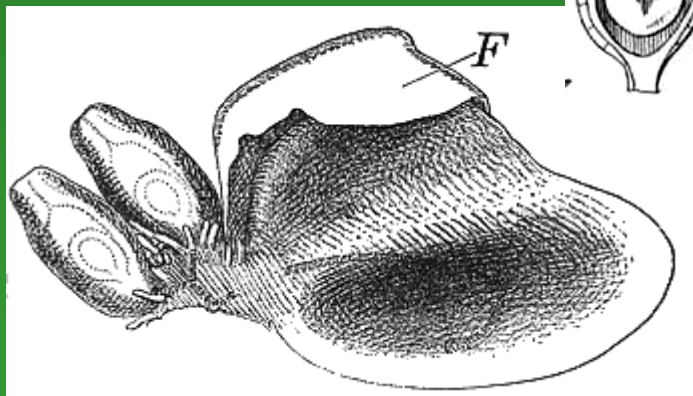
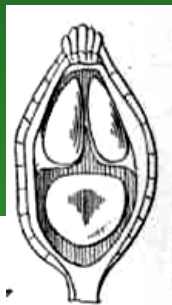




Horní laloky bachraté s dutinkami vyplněnými vzduchem nadnášejí rostlinu.

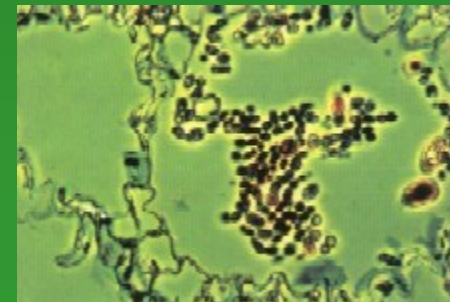


Mikrosporokarpy s mnoha stopkatými mikrosporangii s 64 mikrospórami

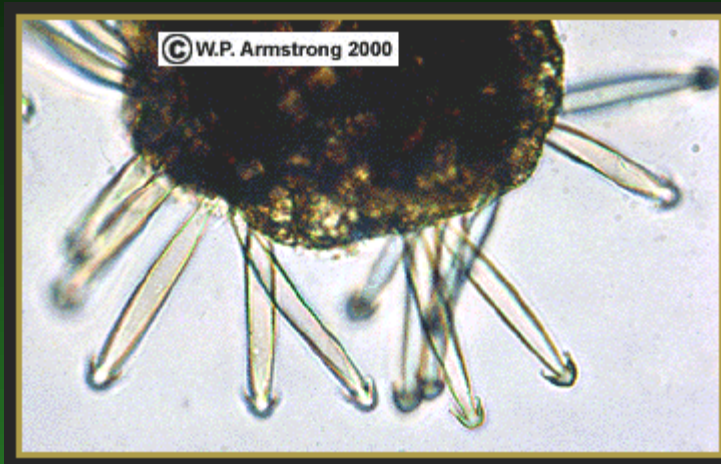


V dutinkách žije sinice *Anabaena azollae*

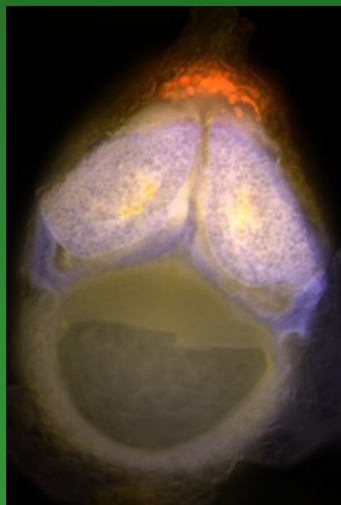
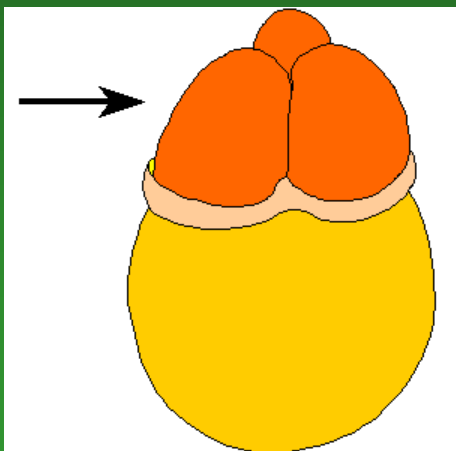
Dva megasporokarpy obsahující po jediném megasporangiu s jedinou megaspórou se 3 plovacími vaky



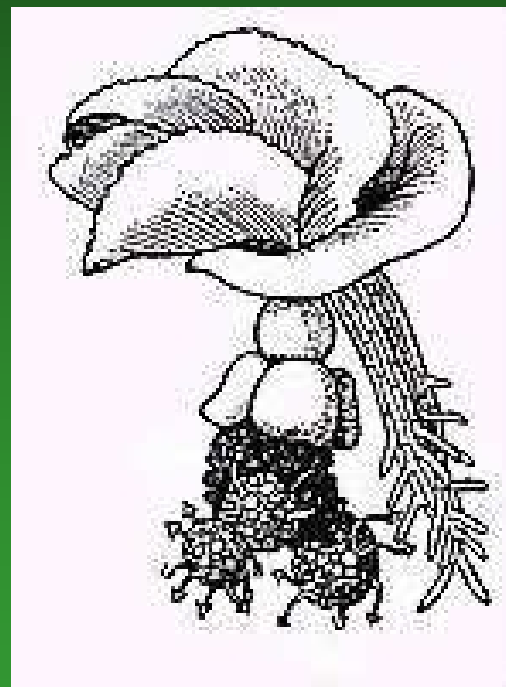
Massula = shluk mikrospór s háčky - glochidiemi, které se zachycují za chloupky na povrchu megaspóry



Massa = plovoucí megaspóra – plave díky vakům na hladině



Z jediného oplodněného archegonia se diferencuje nový sporofyt





**Semenné typy kapradin**  
**=**  
**přechody k nahosemenným**

# 5. třída *Pteridospermopsida*

(*Lyginodendrales*, *Cycadofilicales*) (kaprad'ohosemenné)





Karbon, perm

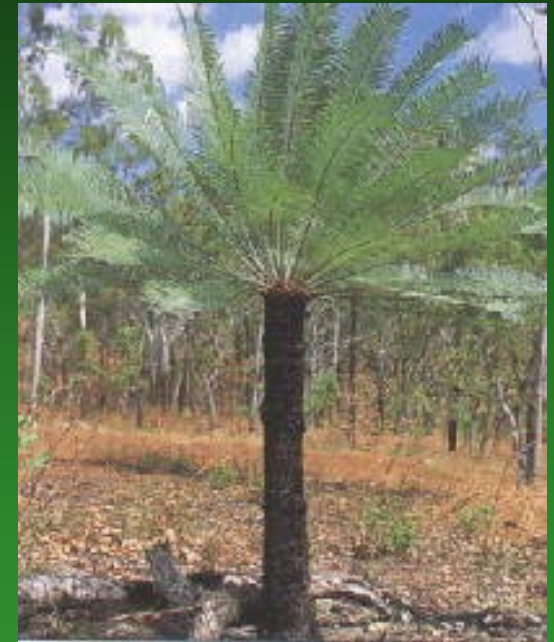
vzhled jako stromové kapradiny

„Kmen“ s polystélíckými  
vodivými elementy,  
monožstším parenchymu =  
manoxylické struktury,  
obalený listovými pochvami

Listy většinou vícenásobně  
zpeřené s vřetenem  
dichotomicky větveným

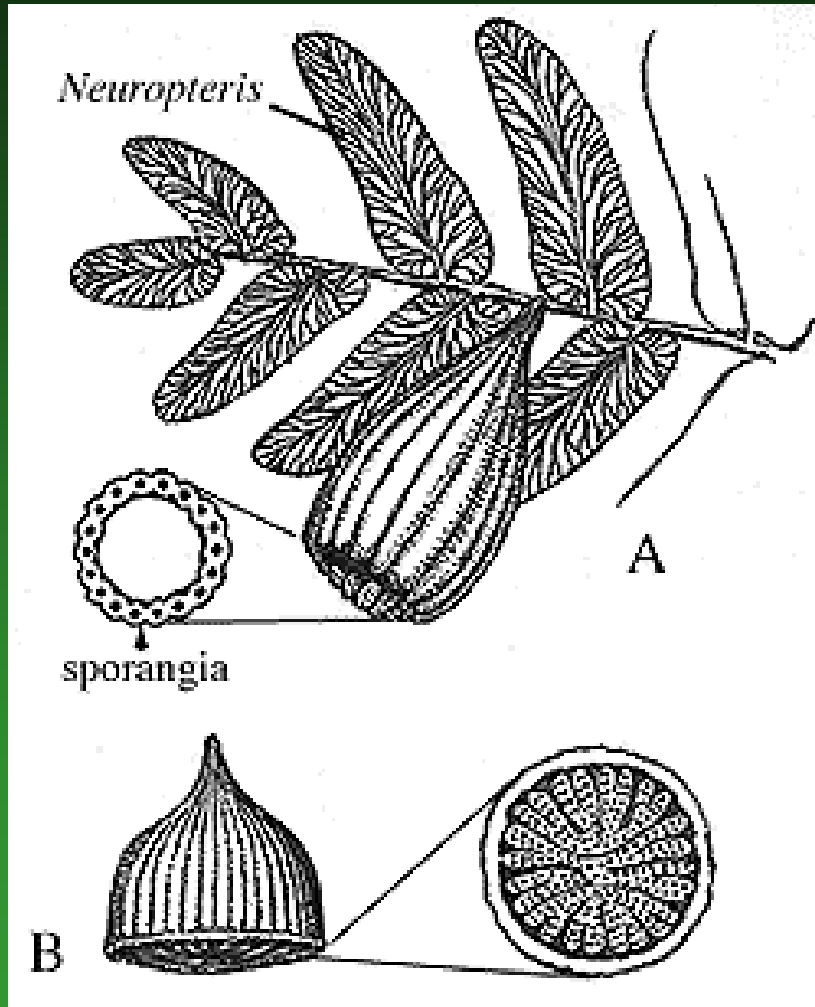


**Jsou fylogenetickým spojovacím článkem navazujícím na kapradiny a tvořícím předchůdce cykasů**

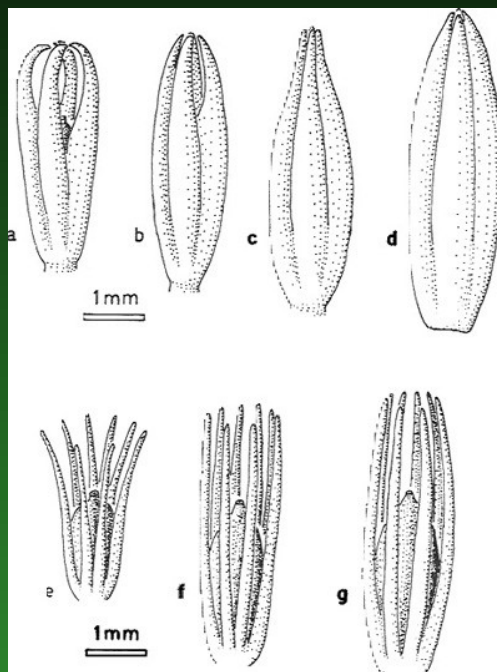
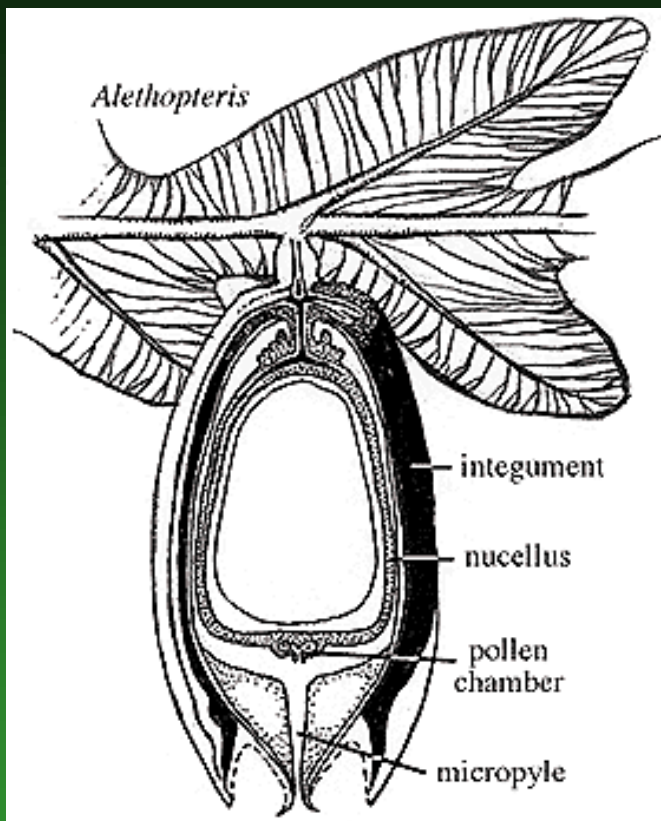




Mikrosporangia bočně srůstají v kruhovitě mikrosynangium se stopkou



Vajíčko: jediné centrální megasporangium s jedinou megaspórou  
obrostlo bočně srůstajícími telomy, tvořícími obal - integument



Otvírání a  
zavírání obalů  
vajíčka před a  
po opylení



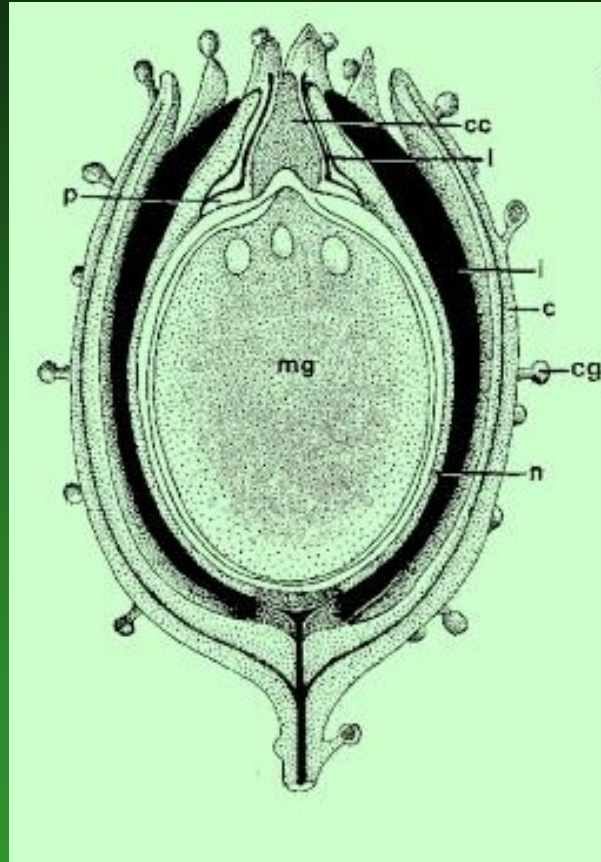
semeno se sarkotestou



megaprothalamium se vyvíjí uvnitř megasporangia  
archegonia ústí do pylové komory

centrální  
sloupek  
kuželovitého  
tvaru uzavře  
pylovou komoru

*Lyginopteris  
oldhamia*



Přenos mikrospór  
asi větrem

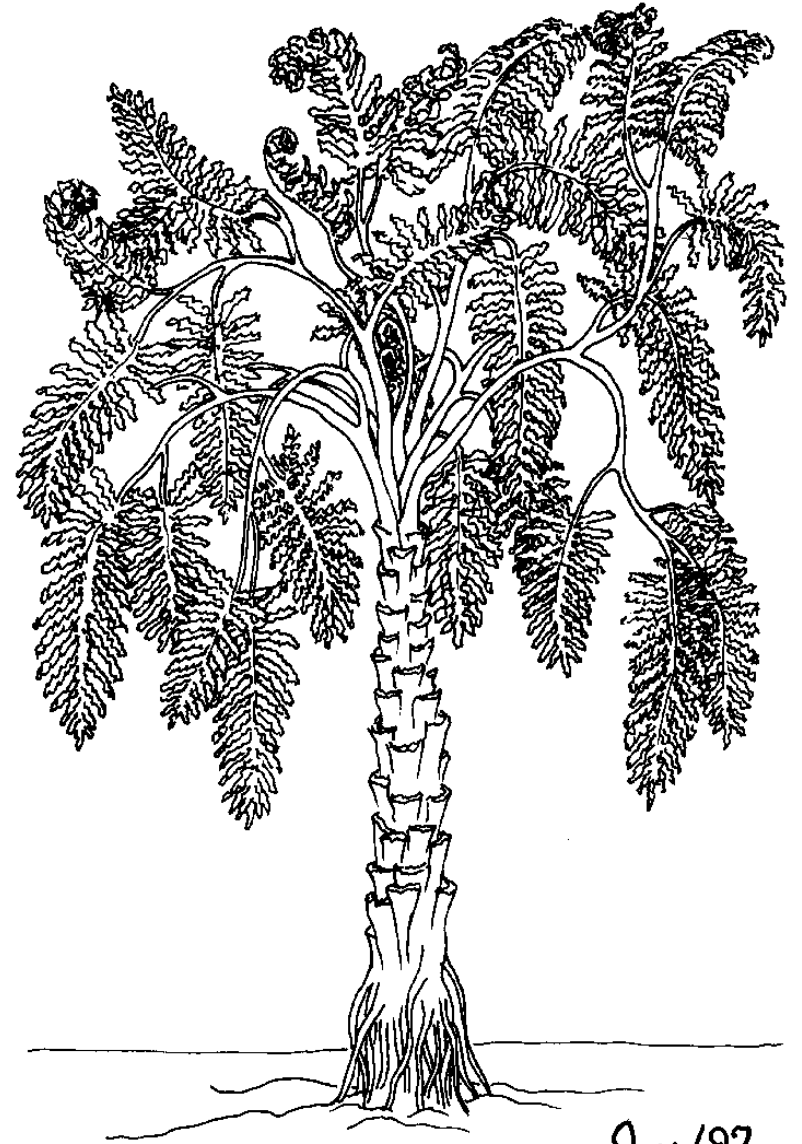
snad i brouky  
které mohly lákat  
žlázkami na kupule  
(číšce)



Fosilie karbonského brouka

# *Medullosa noei*

keřovitého až stromkovitého  
vzrůstu, 3,5 m vysoká



Ivy Livingstone © BIODIDAC