



Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin

Kaprad'orosty

Petr Bureš



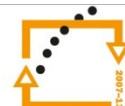
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Oddělení *Monilophyta*



psilotum nudum
Psilotaceae
© G. D. Carr



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



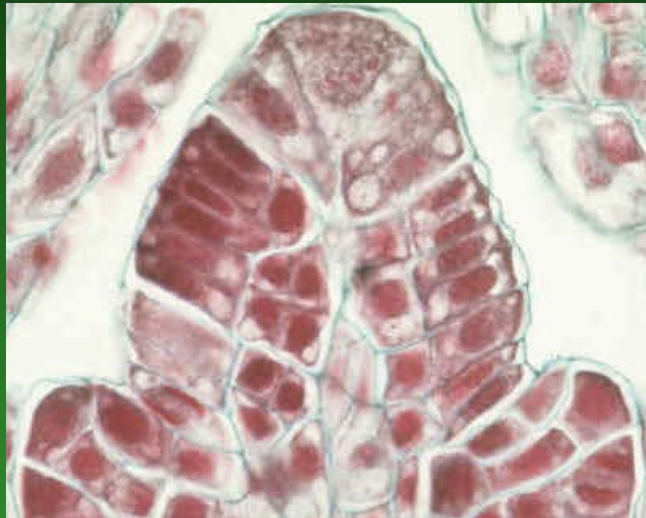
© Arnold
www.awi.ch



© Bruce G. Marcot



Vzrostlý vrchol prýtu tvoří jediná apikální buňka



Equisetum



Azola



Nephrolepis

Sporofyt - zelený v ontogenezi převládá



Gametofyt

volně (mimo sporofyt) žijící, buď

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



Oddělení *Monilophyta* = kaprad'orosty

má 5 tříd

1. *Psilotopsida* - prutníky

2. *Equisetopsida* - přesličky

3. *Marattiopsida*

4. *Polypodiopsida* – kapradiny

5. *Pteridospermopsida* – kaprad'osemenné

1. třída *Psilotopsida*



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

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 triquetrum

(= *Psilotum nudum*)

- tropy a subtropy

- na skalách (= epilitchky)



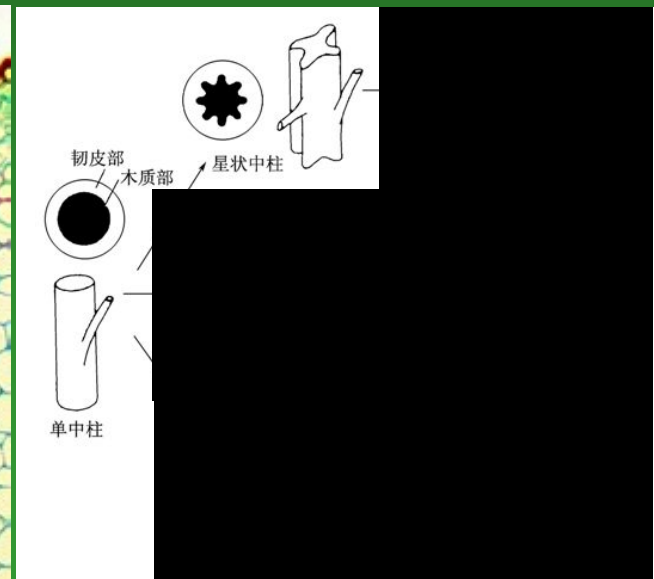
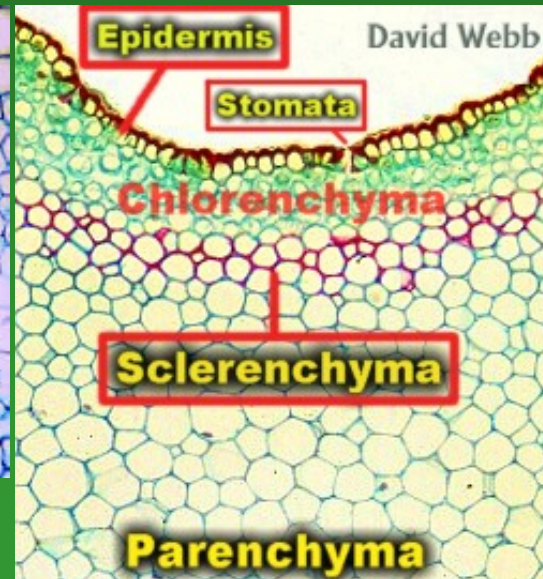
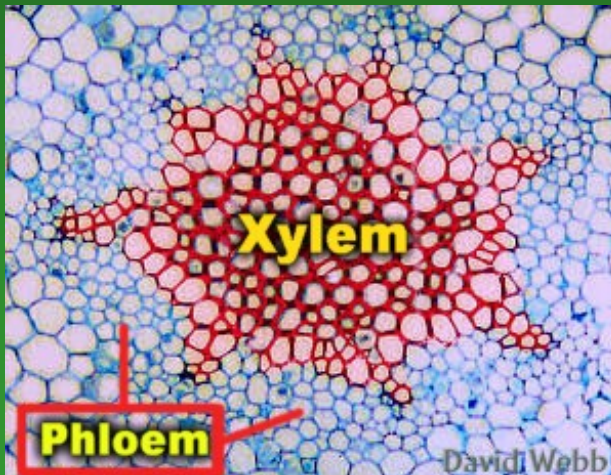
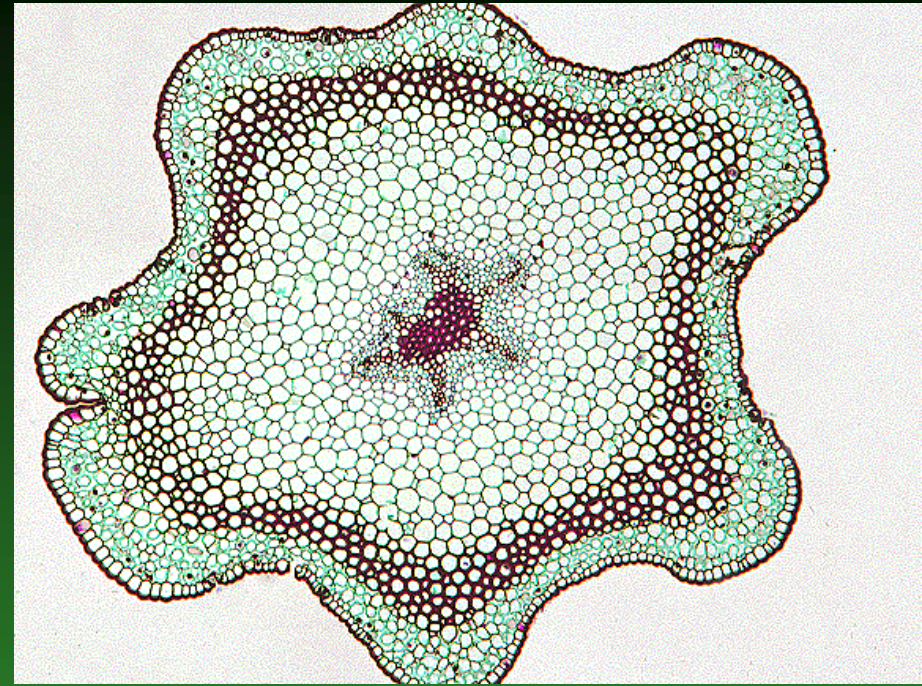
V Evropě nalezeno r. 1965 v J Španělsku, v provincii Cadiz

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

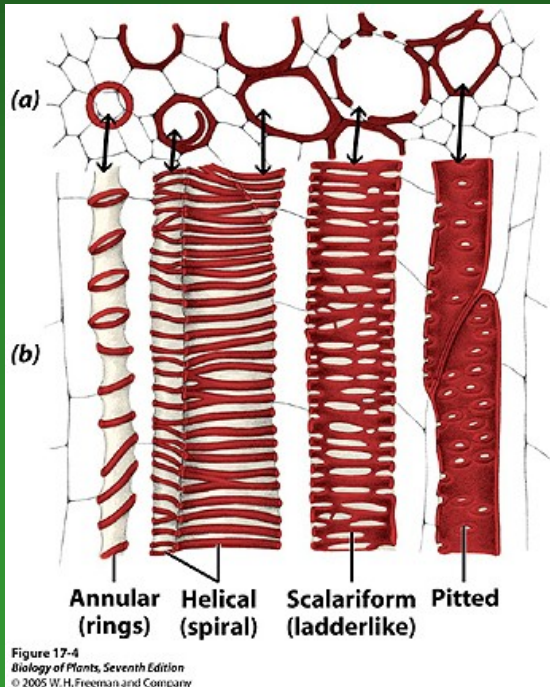


Vodivé elementy nadzemního stonku

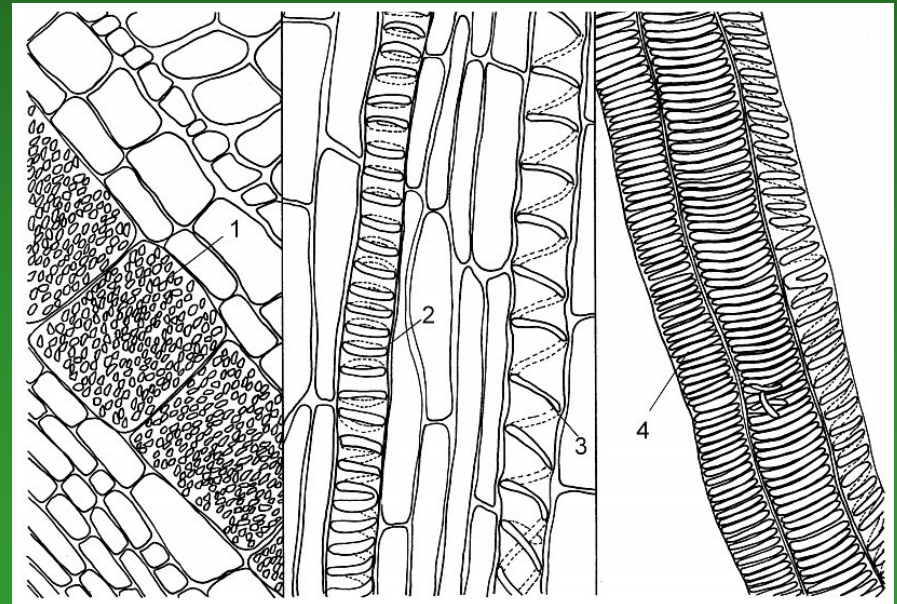
Pod epidermis stonku asimilující chlorenchym, uvnitř aktinostélé



Xylém – kruhovitě nebo šroubovitě nebo ztlustlé tracheidy



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





Listy - drobné
šupinovitě
vidličnatě
rozzvětvené
bezzilné
(enafyly)
střídavě
postavené

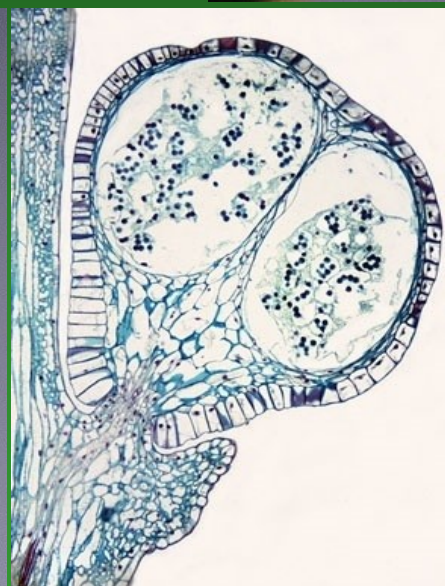
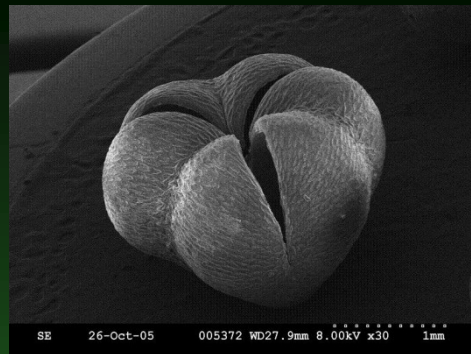


bez průduchů

Sporangia

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

každé ze 3 pouzder s
vlastní dehiscencí



Spory
monoletní
fazolovitého tvaru
bez chlorofylu

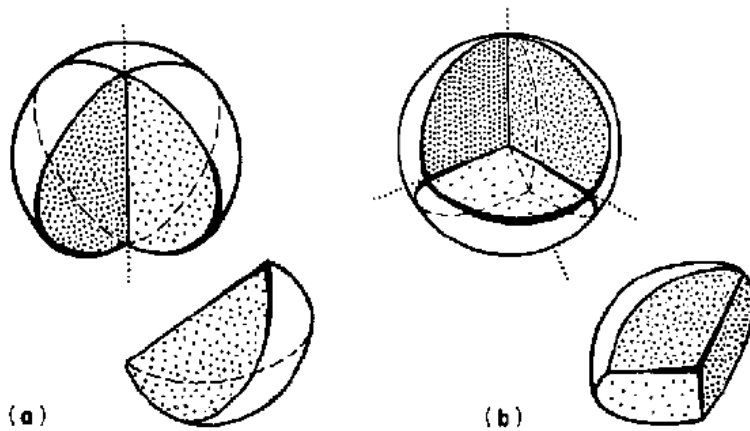
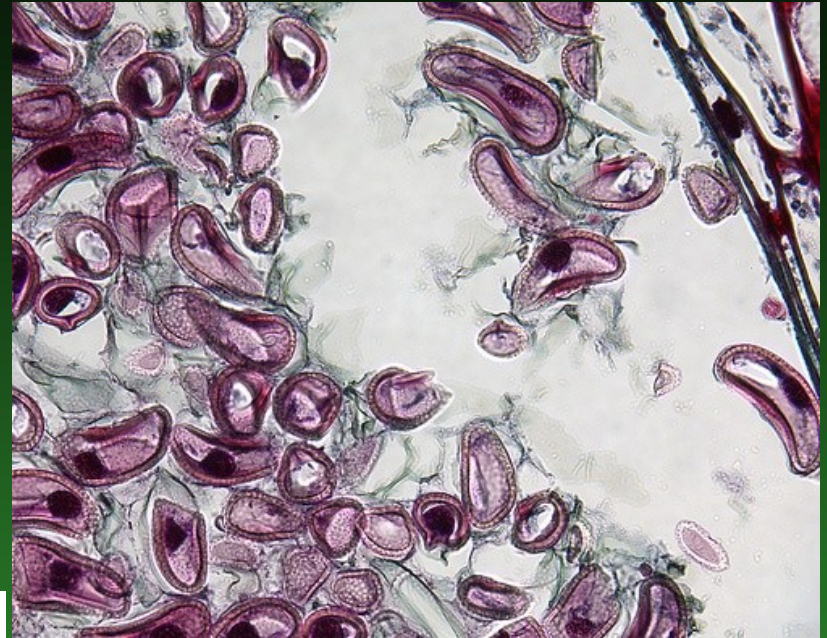
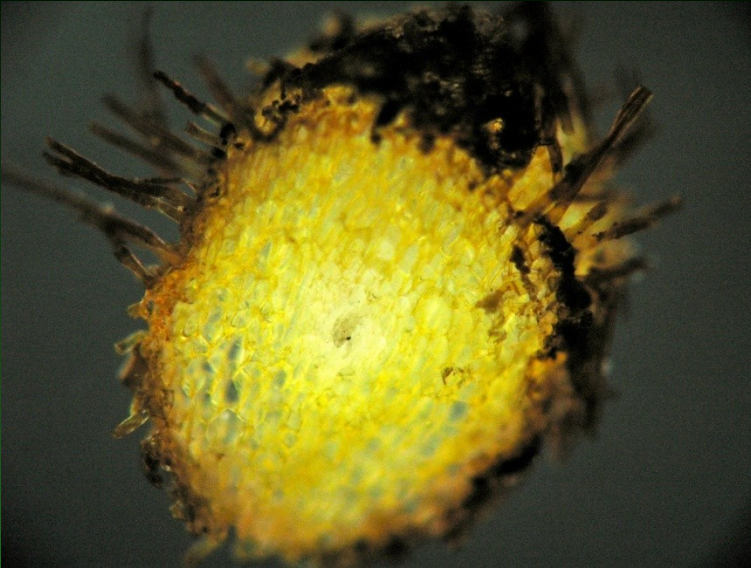


Figure 6.31 Diagrammatic representation of manner of formation of (a) monolete and (b) trilete spores.

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



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

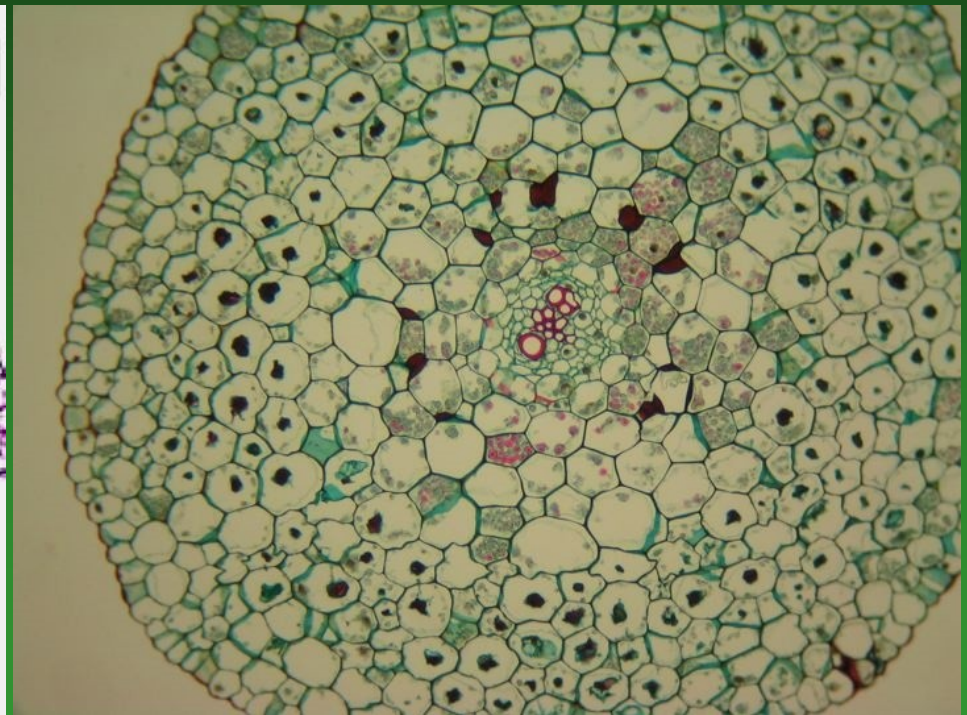
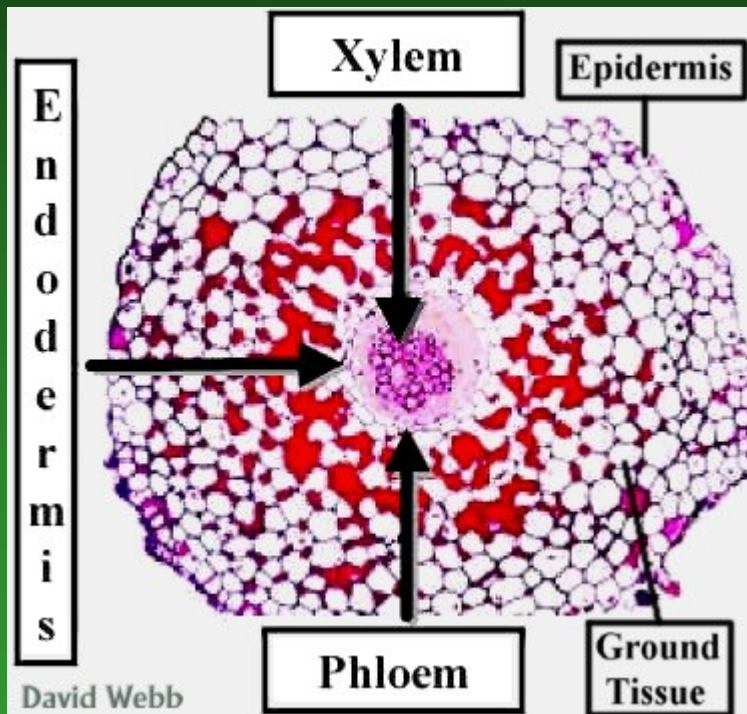
Ke ztrátě kořenů došlo druhotnou redukcí v důsledku epilitismu / epifytismu



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

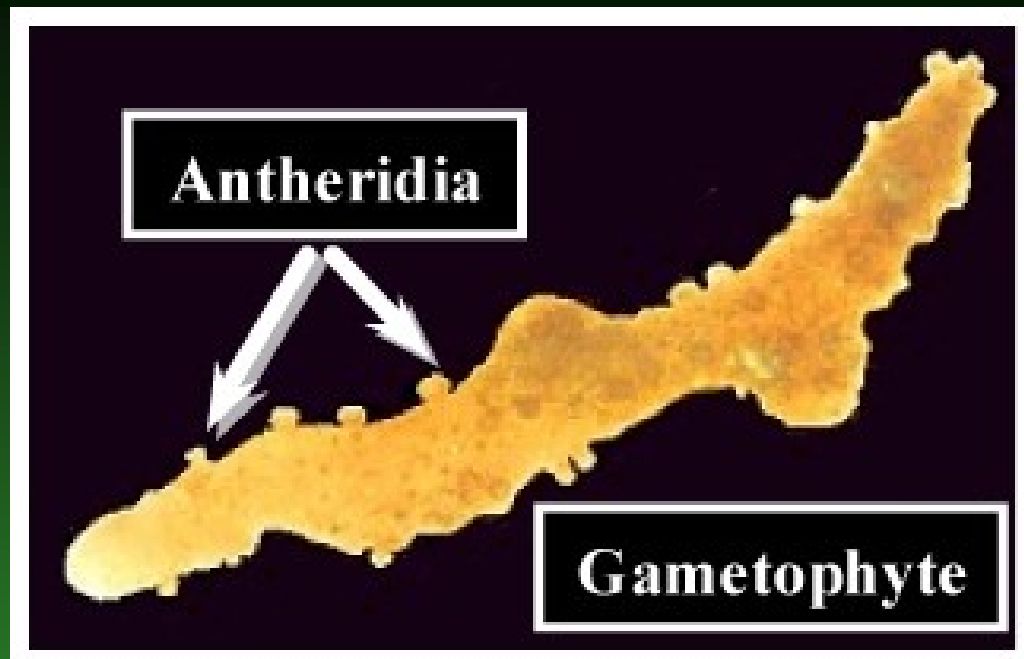
Rhizom

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

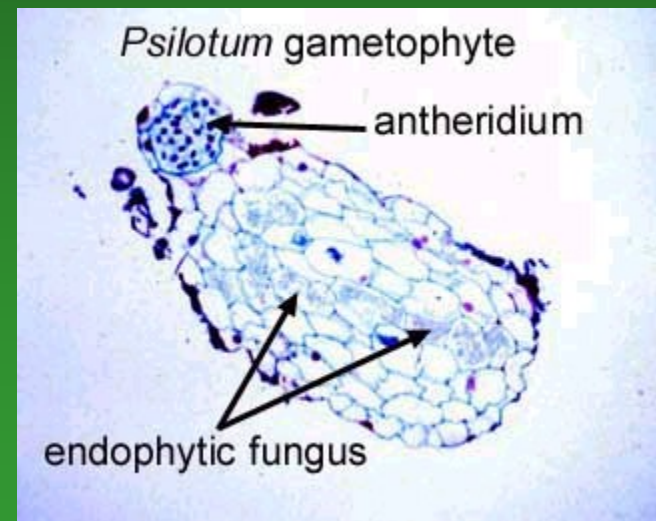


tmavé tečky = hyfy mykosymbionta

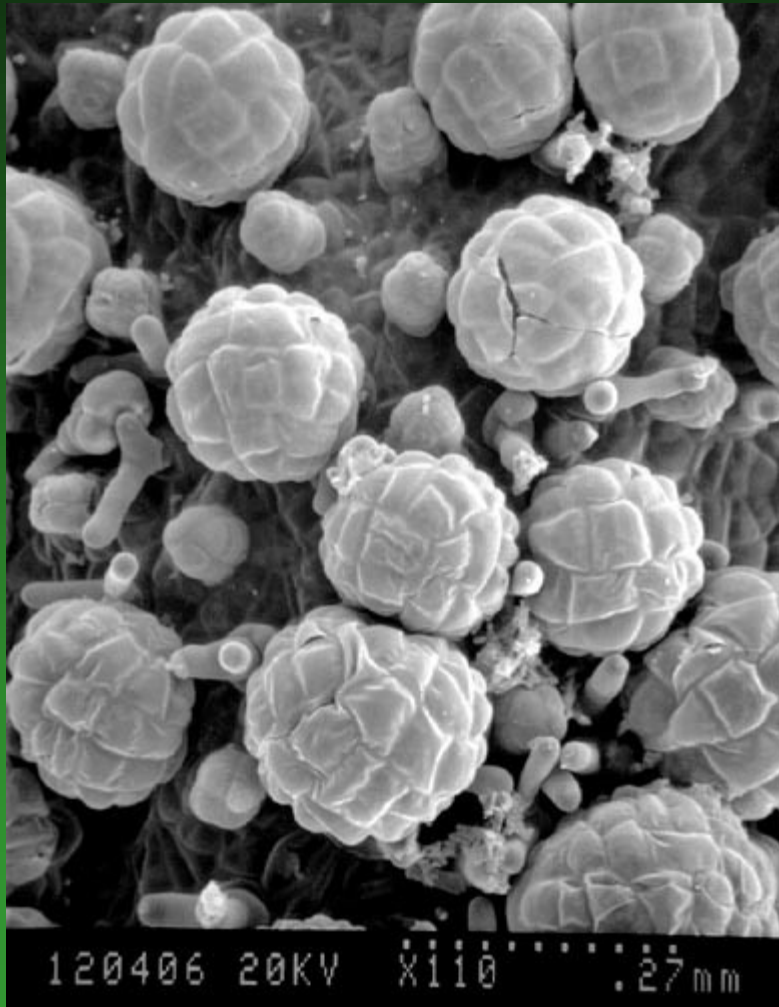
Gametofyt - podzemní,
nezelený, dlouhověký,
válcovitý nebo vidličnatý
2-10 cm,
s cévním svazkem



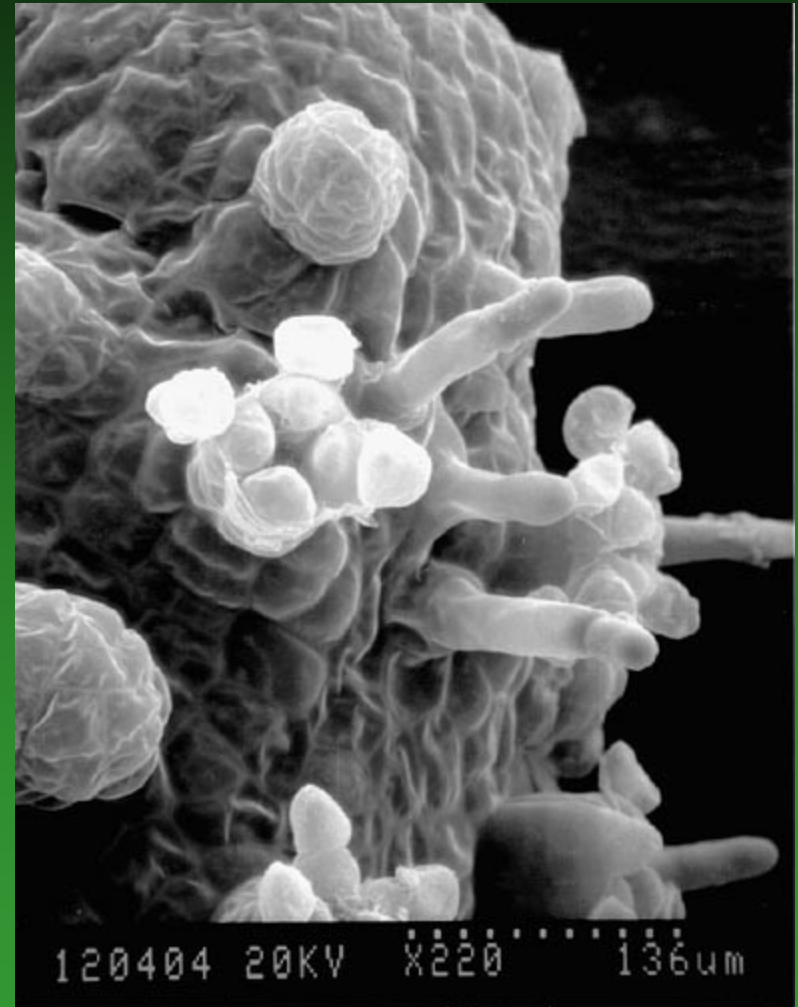
Má mykorrhizu,
roste na kmenech
stromových
kapradin, ve
štěrbínách skal
naplněných
humusem, či pod
zemí.



Antheridia - četná, na povrchu gametofytu nebo jen slabě ponořená



Archegonia - ponořená, s krčky (stylidium) vyčnívajícími



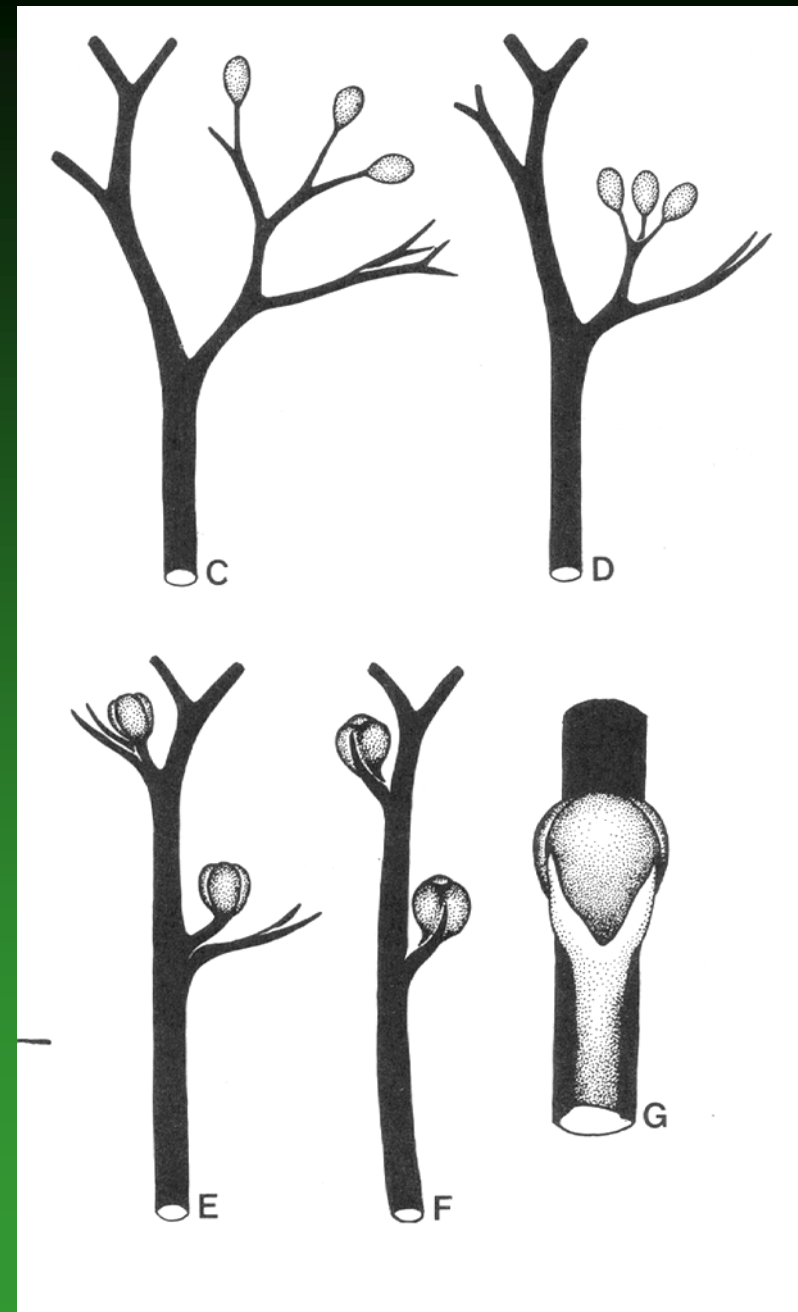
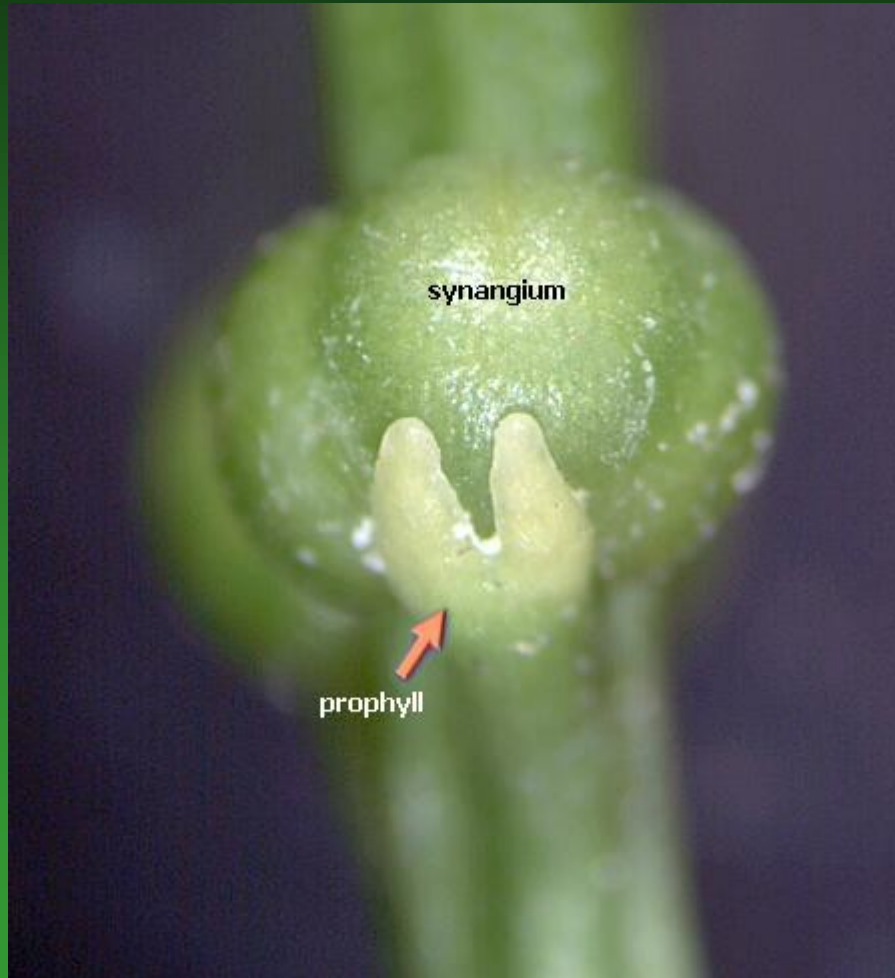
Spermatozoidy

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



Gametofyt *Psilotum* pěstovaný *in vitro*

Hypotetická morfogeneze psilotofyt z ryniofyt podle telomové teorie

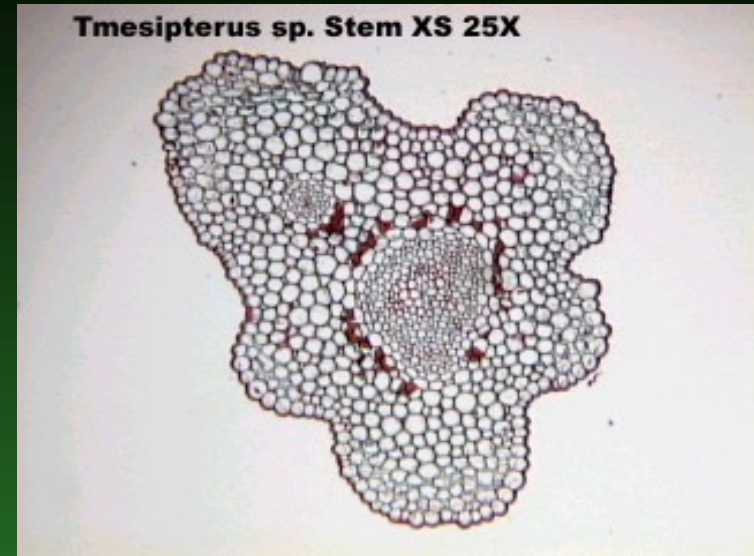


2. *Tmesipteris*

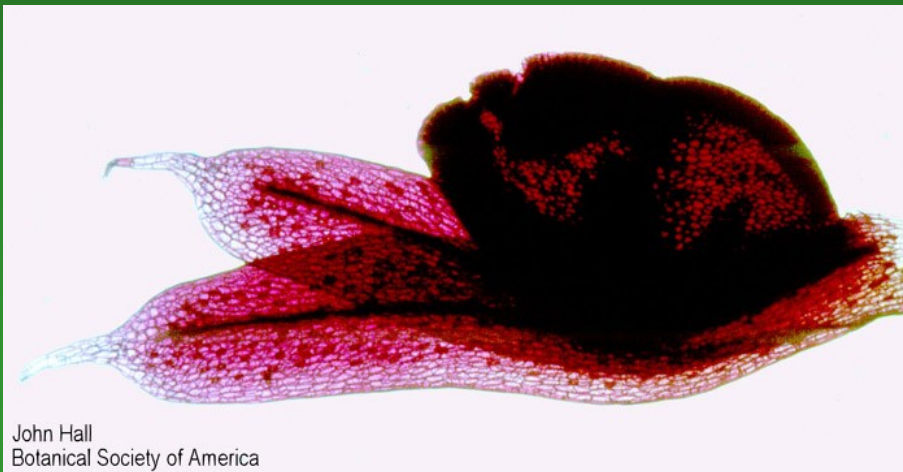
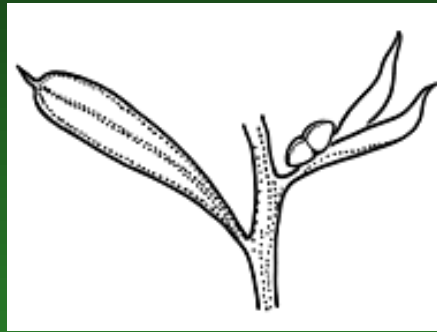
lodyhy jednoduché, nebo vzácně jednou
dichotomicky větvené

střední válec protostélé až polystélé

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

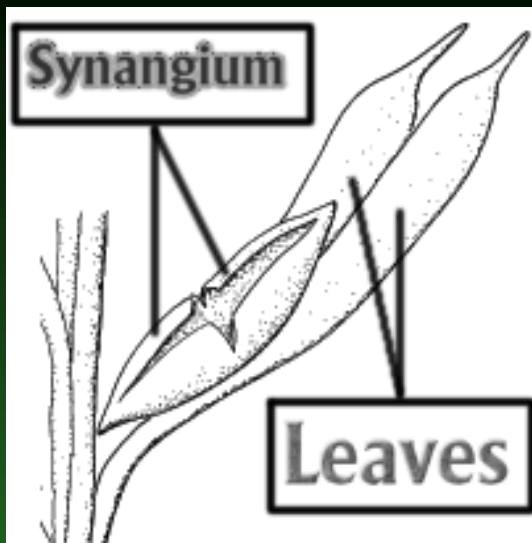


Listy - ploché dvojího typu: (i) kopinaté jednožilné trofofyly (ii) vidličnatě rozeklané sporofyly; listy *Tmesipteris* jsou možná jen zploštělé větve stonku
Mají průduchy,



John Hall
Botanical Society of America





Synangia - dvoupouzdrá na adaxiální straně sporofylů,



2. řád *Ophioglossales* moonworts



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

Příklady obdobné dvojtvárnosti listů u dalších, zcela nepříbuzných kapradin



Osmunda regalis



Foto: Sérgio Augusto de Loreto Bordignon

Anemia phyllitidis



Marsilea quadrifolia



Ophioglossum vulgatum

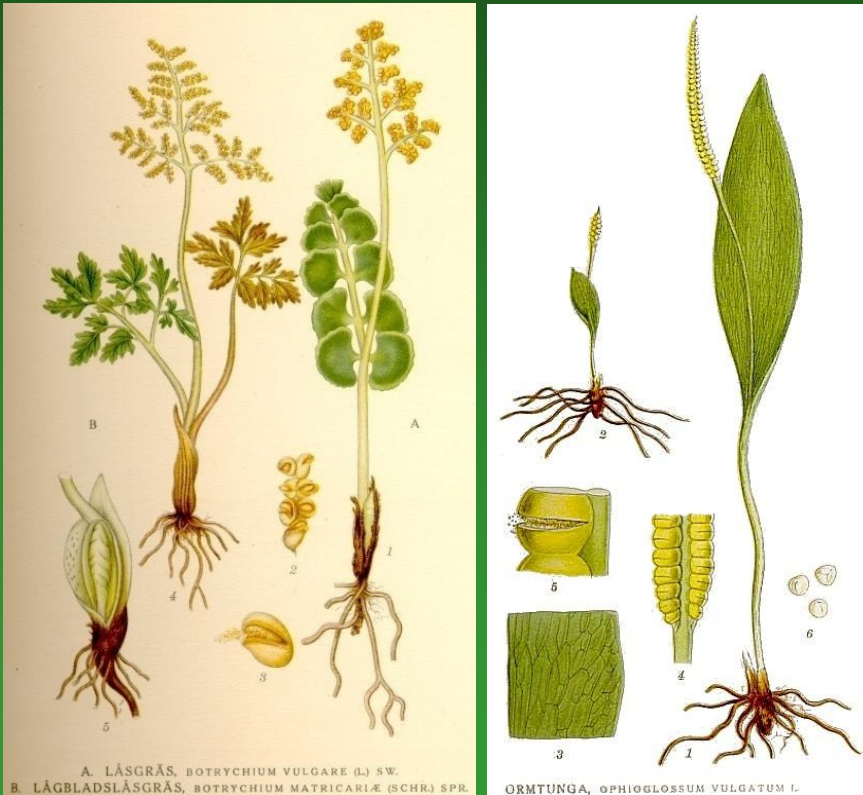
Od tropů po mírné pásmo



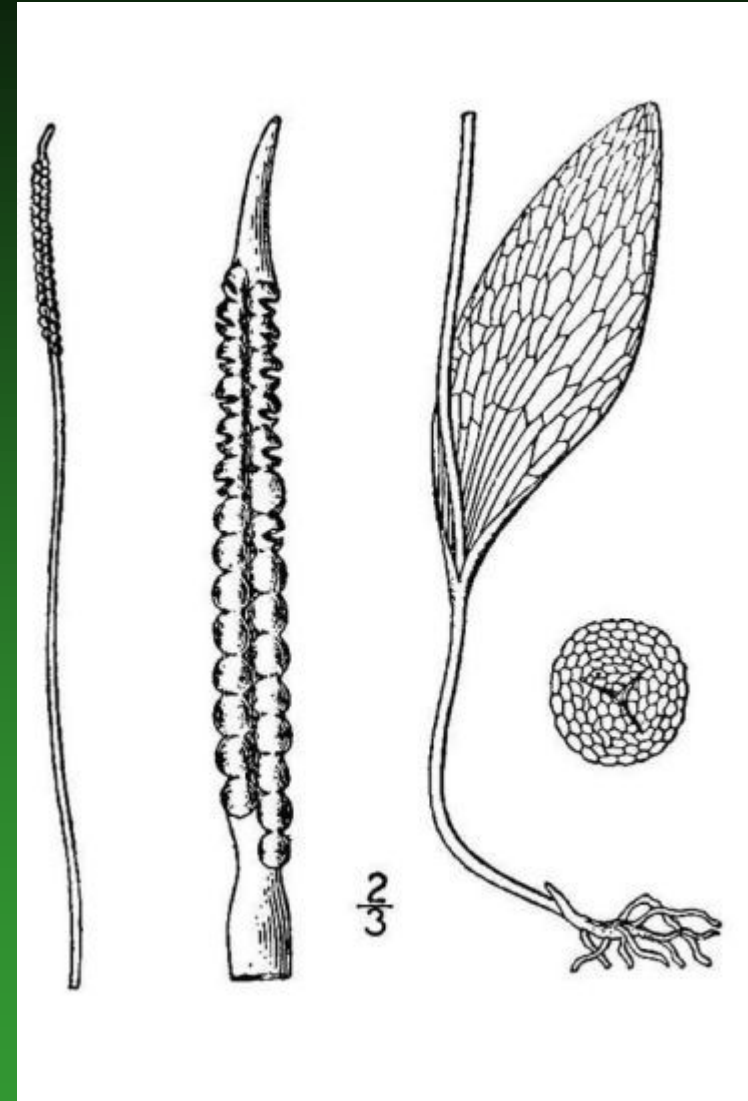
List u našich zástupců je jediný, u tropických jsou až 4.

Listy nejsou v mládí circinálně svinuté

častá je shoda v charakteru členění sterilní čepele a sporoforu



žilnatina čepele - vidličnatá až síťnatá



Rostou terestricky nebo epifytně





oddenek hlízovitý nebo
krátký plazivý

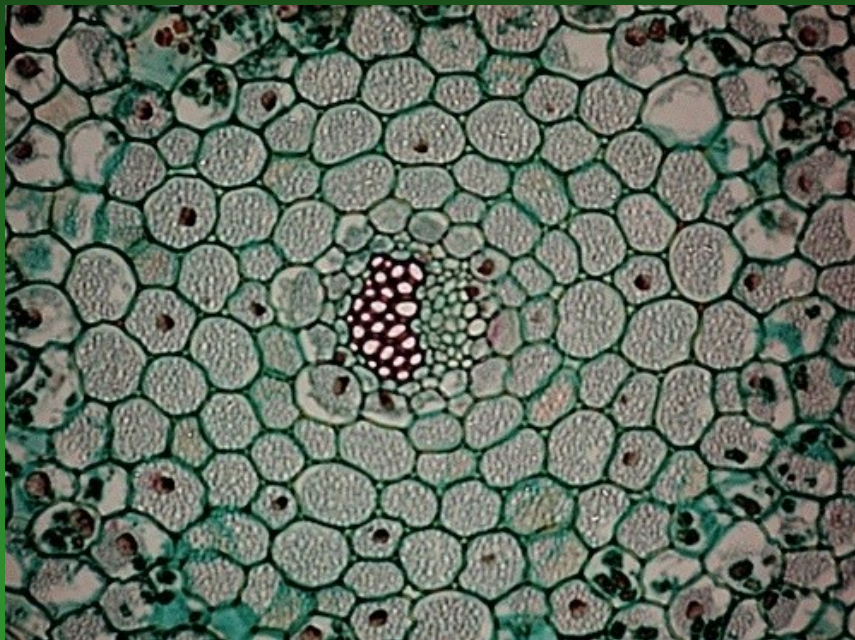
kořeny jen chudě vidličnatě
větvené

hladké bez rhizoidů

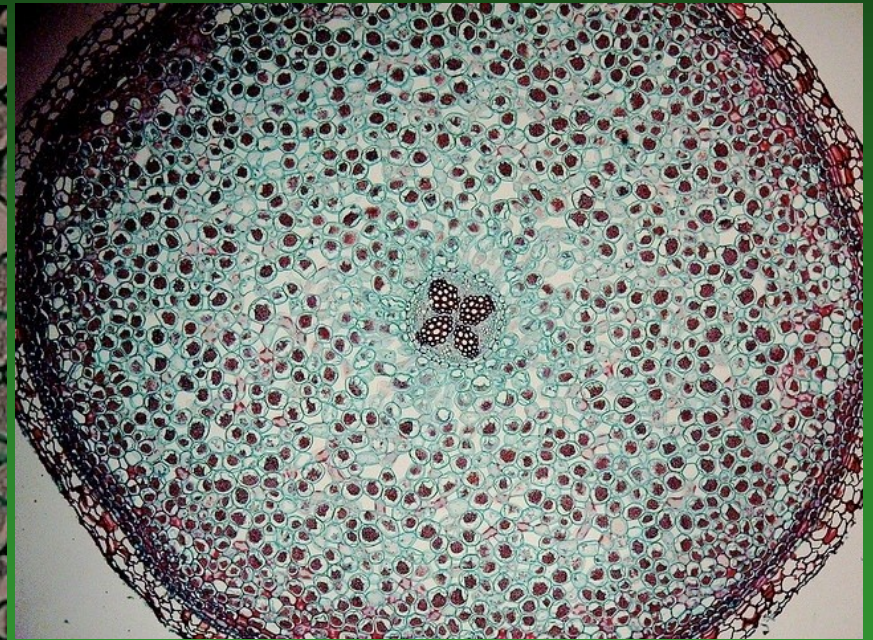


Kořenové vlášení nahrazuje mykorrhiza
(mykorrhizická vlákna = tmavé fialové tečky na snímcích)

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



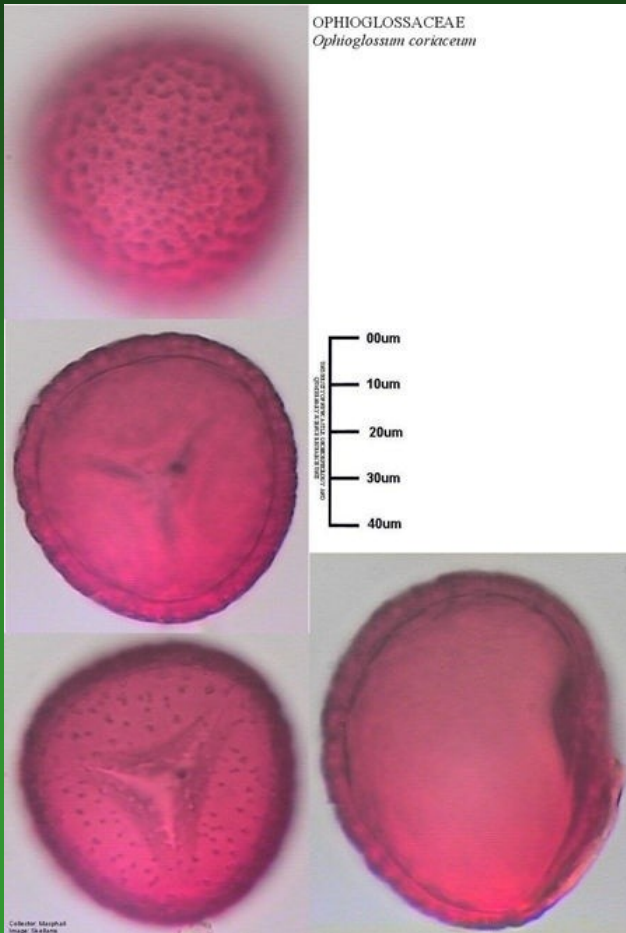
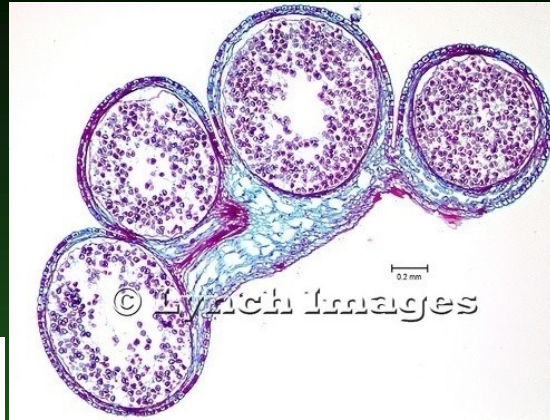
Ophioglossum - monoarchní cévní svazek

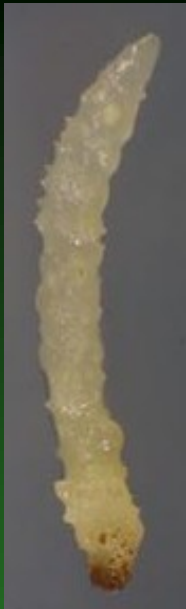


Botrychium - tetrarchní cévní svazek

Sporangia -
eusporangiátní, izosporická

Spóry - triletní, bez
chlorofylu





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

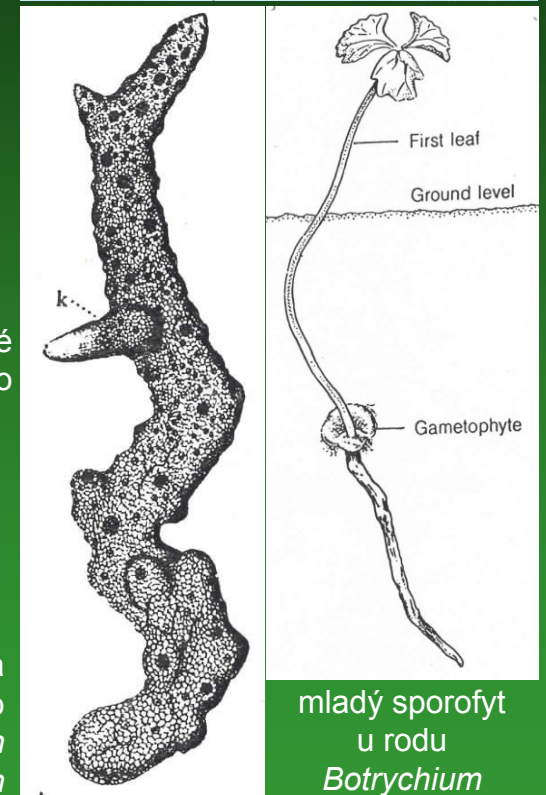
Gametangia ponořená do pletiva

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

gametofyt
Ophioglossum engelmannii



© Lynch Images

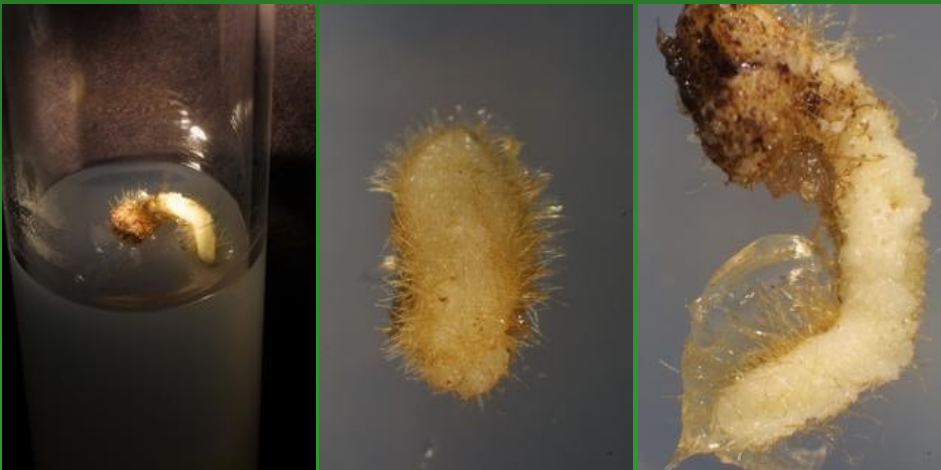


mladé embryo

gametofyt rodu
Botrychium
pěstovaný *in vitro*

gametofyt a embryo
Ophioglossum vulgatum

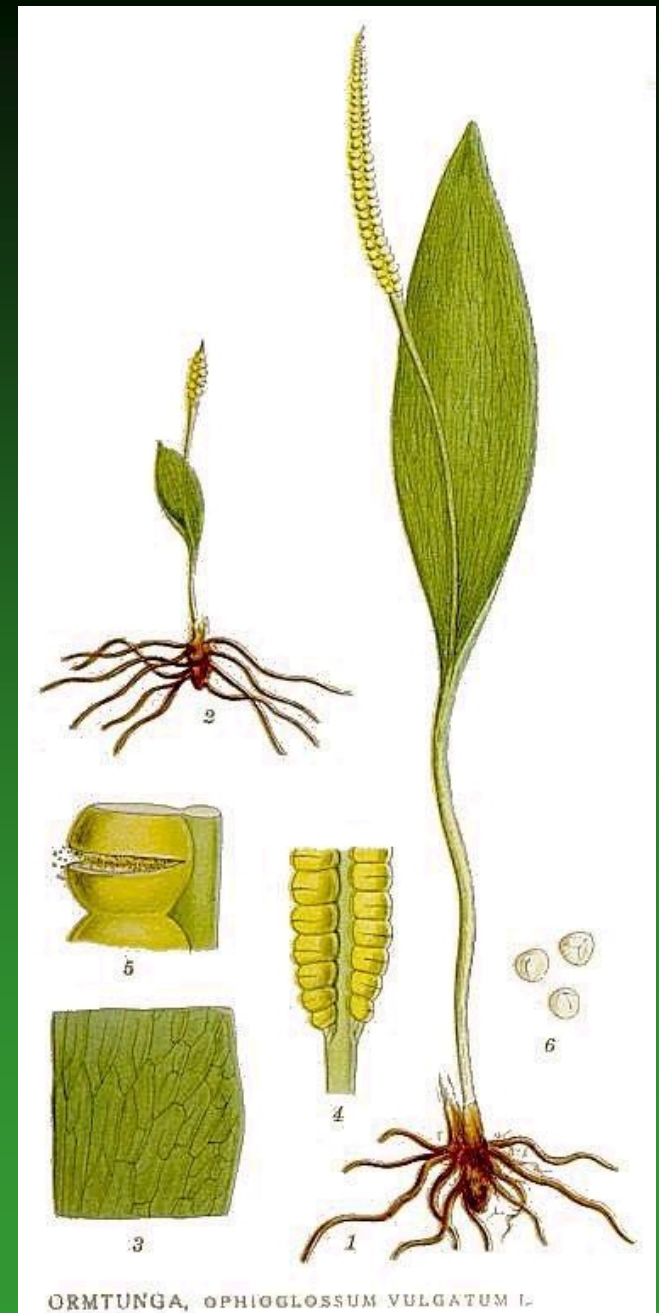
mladý sporofyt u rodu
Botrychium



rod *Ophioglossum*,

(50 převážně tropických druhů)
u nás jediný, velmi vzácný druh
Ophioglossum vulgatum

Sterilní čepel celokrajná, často vejčité
kopinatá.



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

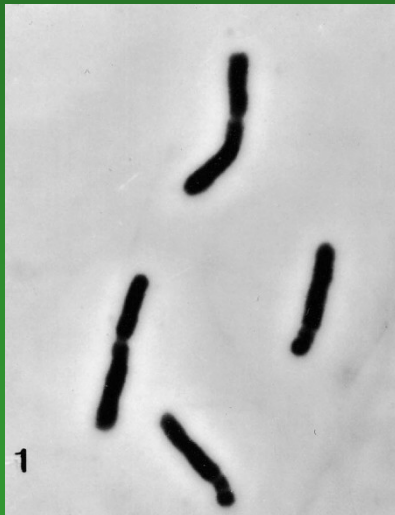
na ostrově Cheju při pobřeží Korejského
poloostrova



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)

horsetails



Fosilní záznam

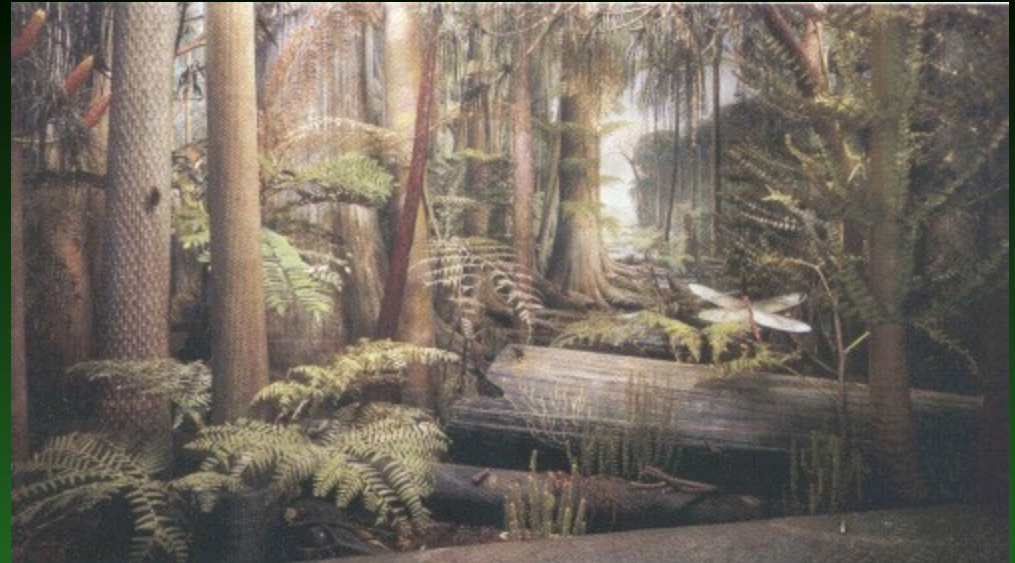
devon --- vznik

karbon --- největší rozmach
diverzity

perm --- ústup,

zrychluje se dál během
druhohor

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



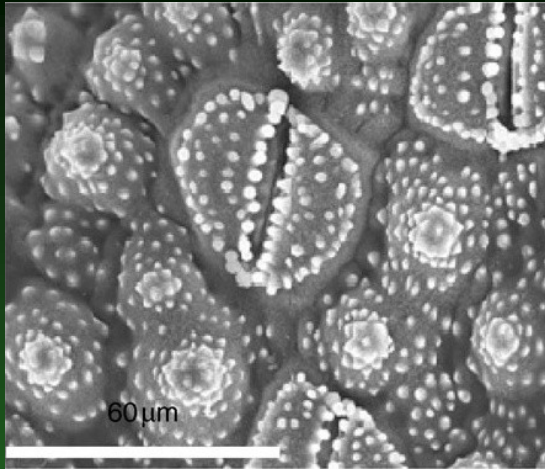
Kořeny

adventivní, vyrůstají na oddenku

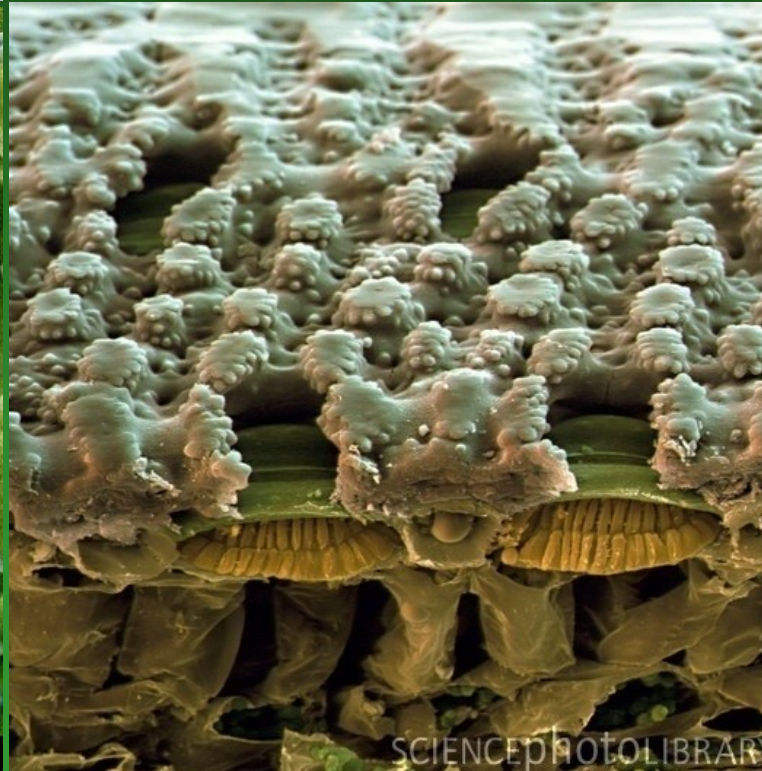


Listy - drobné, jednožilné (sfenopsidní mikrofyty), odvozené redukcí od megafylů *Trimerophyt*, bočně srůstají v zoubkovaný límeček nad přeslenem větví (i na bočních větvích!)

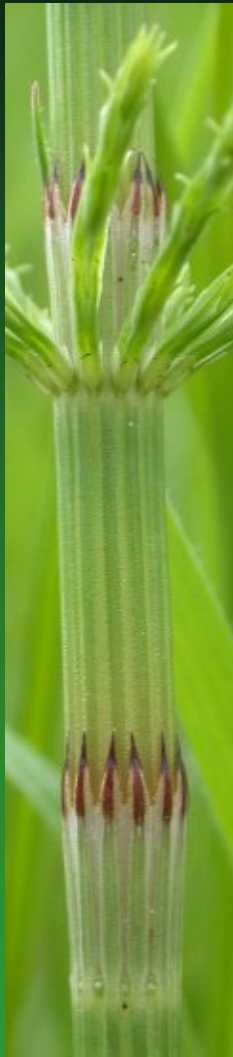




Epidermis - silně inkrustovaná SiO_2 . Hroty křemičitých tělísek vyčnívají nad epidermis, která je v důsledku toho drsná. (popel přesliček bohatý na křemičitá tělíška se užíval k čištění nádobí zejména cínového a k leštění kovů)

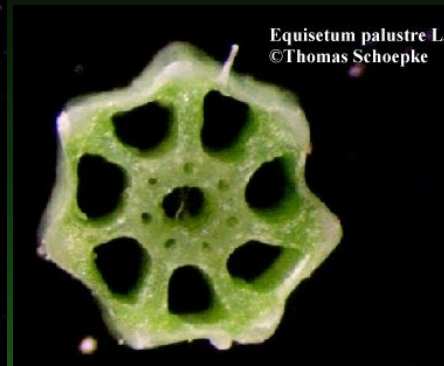


Stonek článkovaný, přeslenitě větvený, podélně rýhovaný

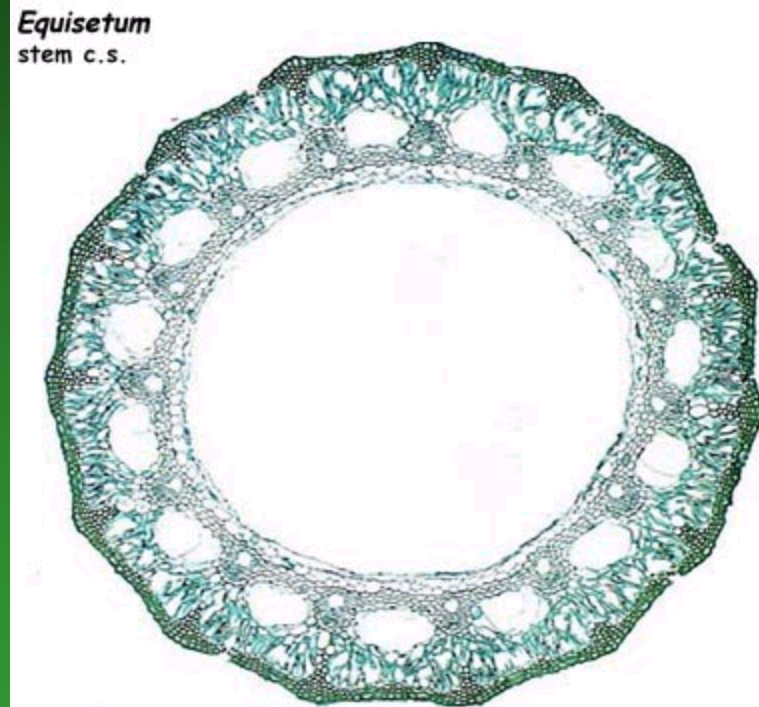


(C) 1999 Dr. Heather Poe. All Rights Reserved. P.O. Box 509, Redmond, WA. 98073
Digital photographs were either taken near Bear Creek or of species observed near Bear Creek.

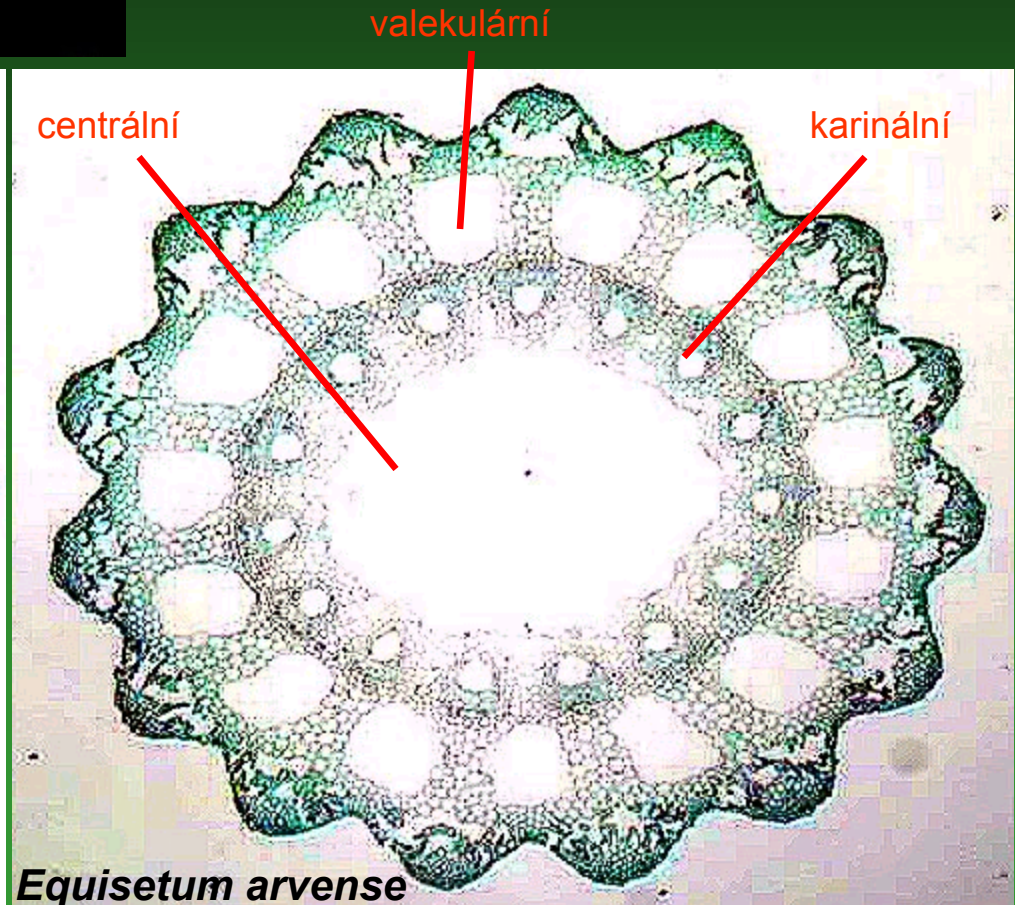




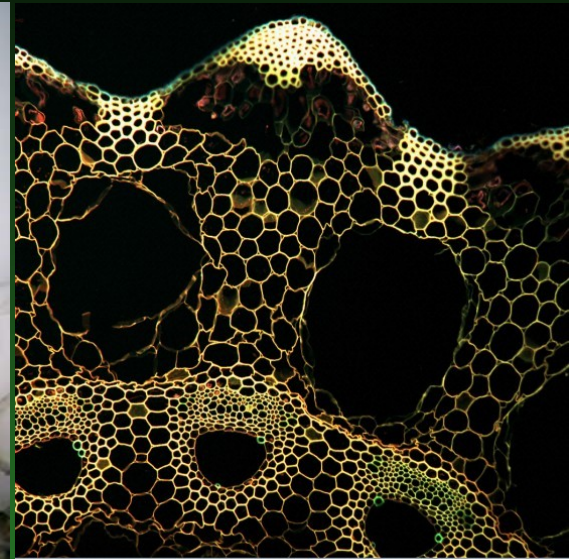
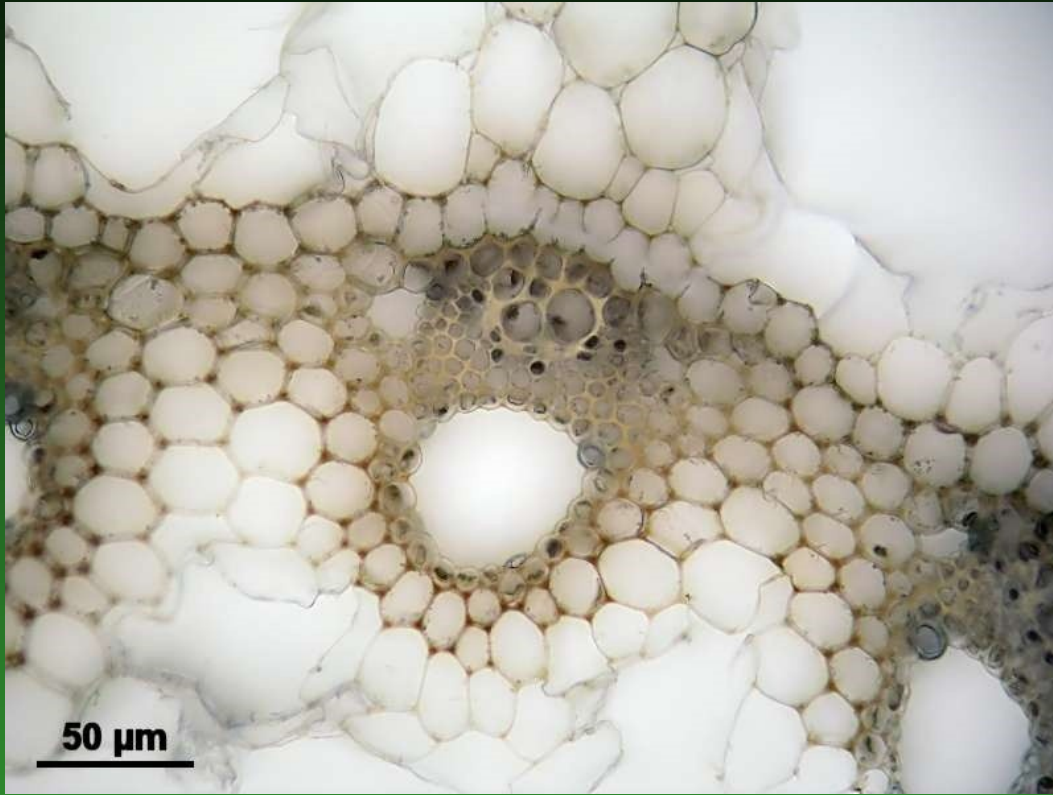
Rýhy (= valemulae) se střídají s žebry (= carinae), uvnitř stonku 3 typy dutin: (i) centrální (lysigenní), (ii) valemulárními a (iii) karinálními
Dutiny přerušené přepážkami v nodech



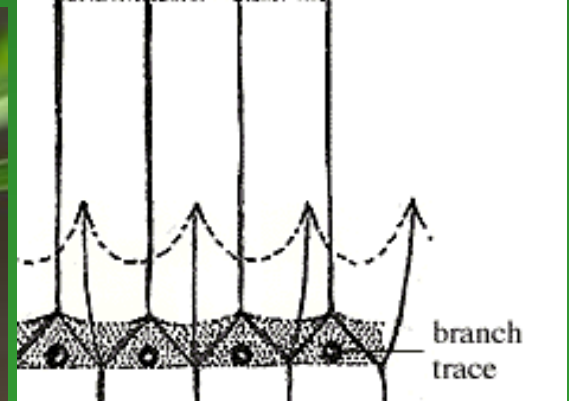
From Multimedia Toolkit for Educators in the Plant Sciences
Produced by Michael Clayton
Used with permission



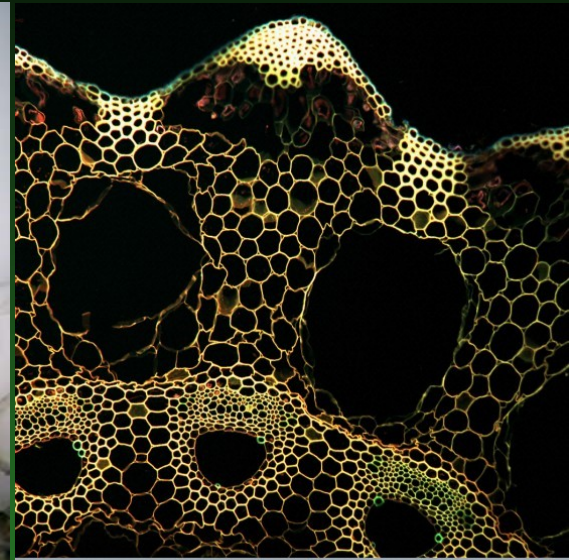
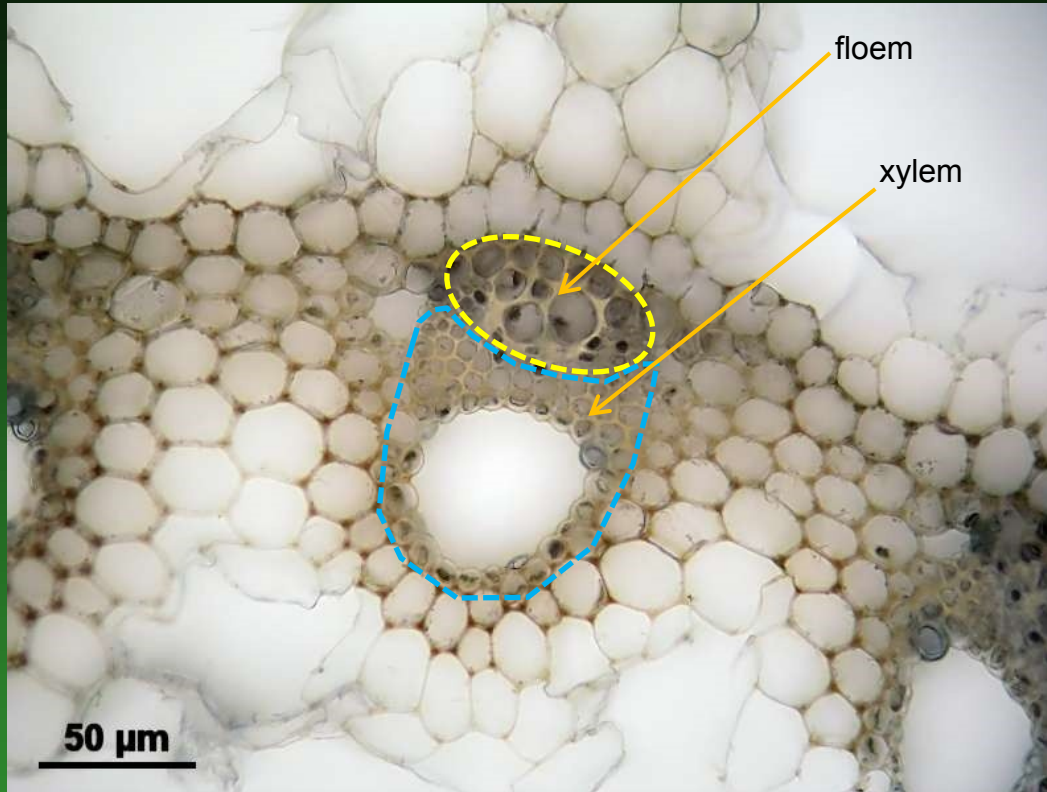
Vodivá pletiva – eustélé s primitivními trachejemi



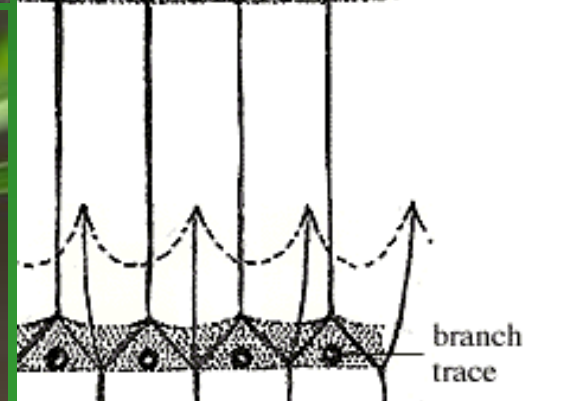
Wellcome Images



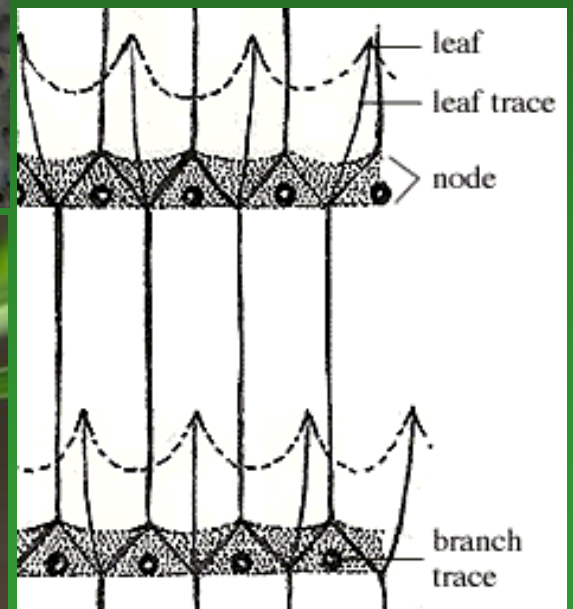
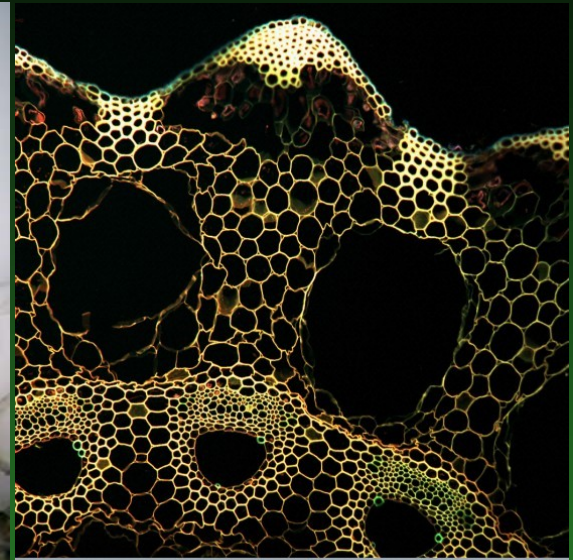
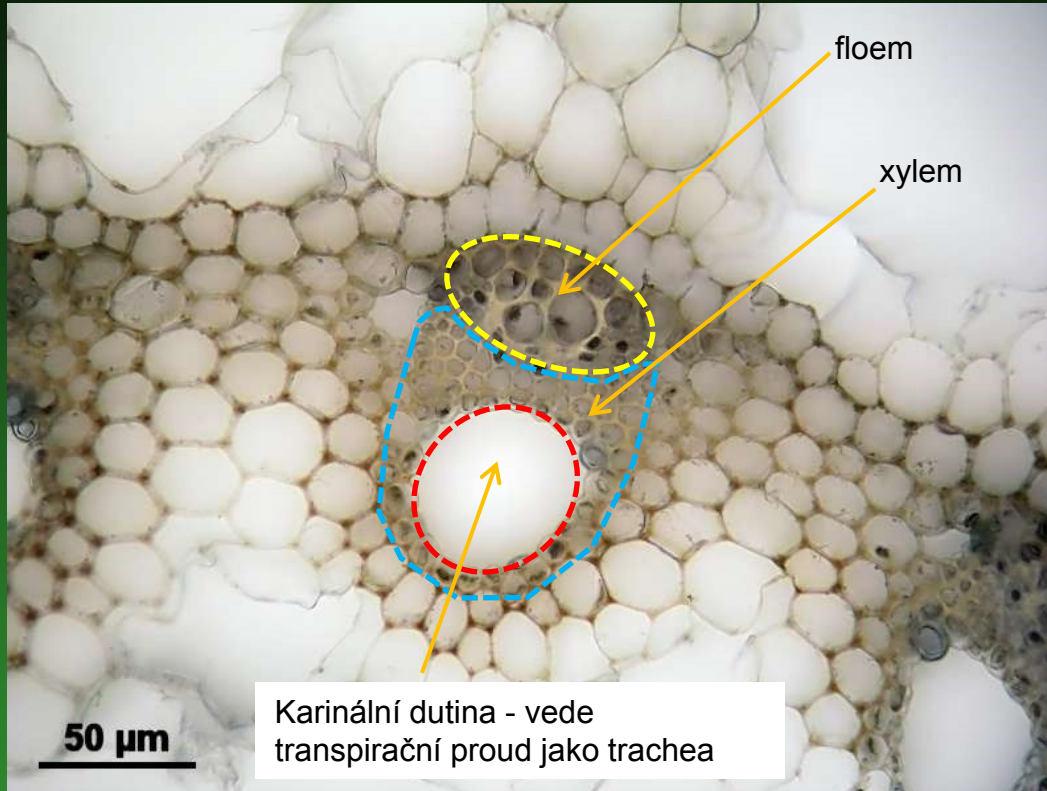
Vodivá pletiva – eustélé s primitivními trachejemi



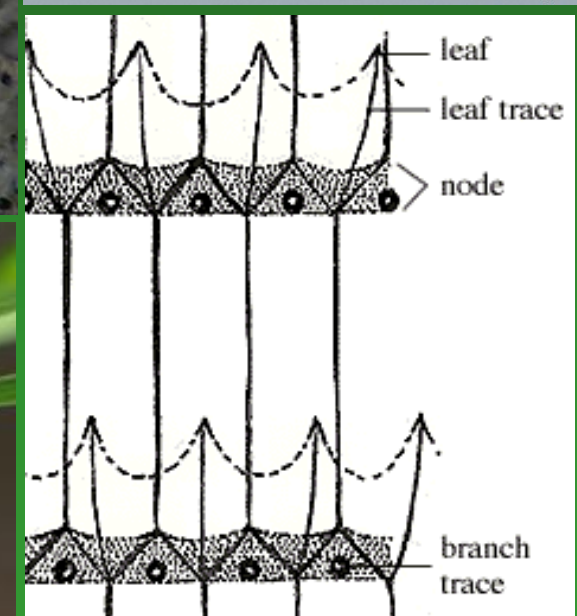
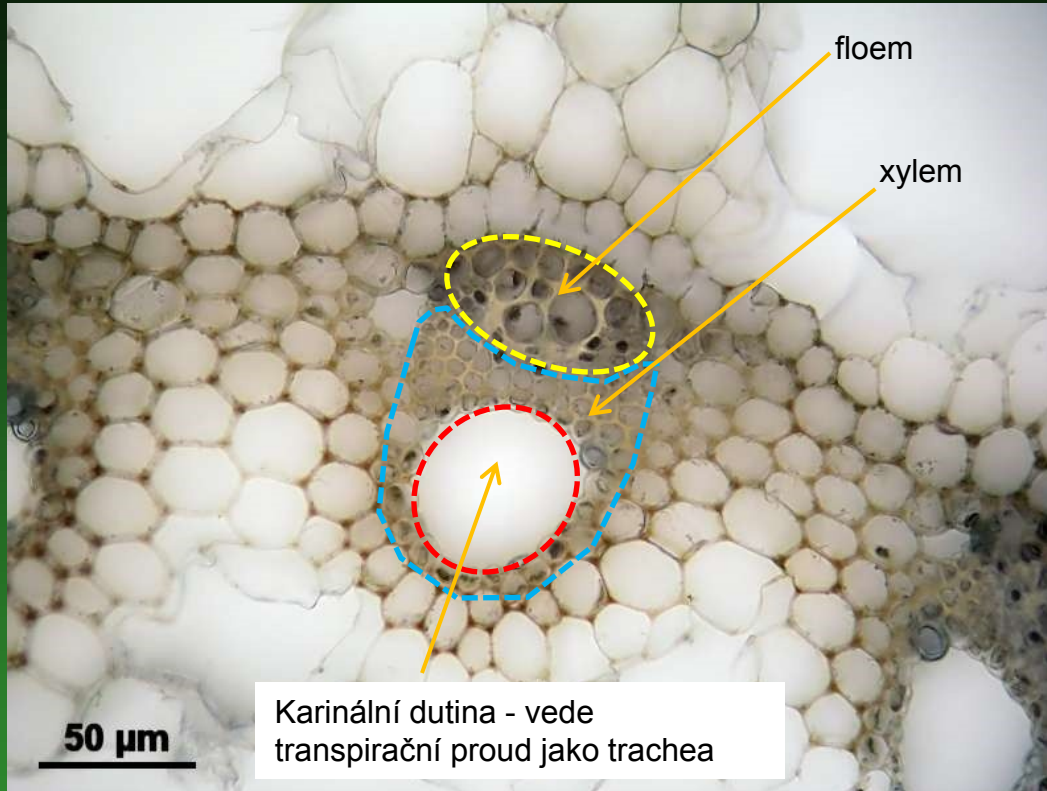
Wellcome Images



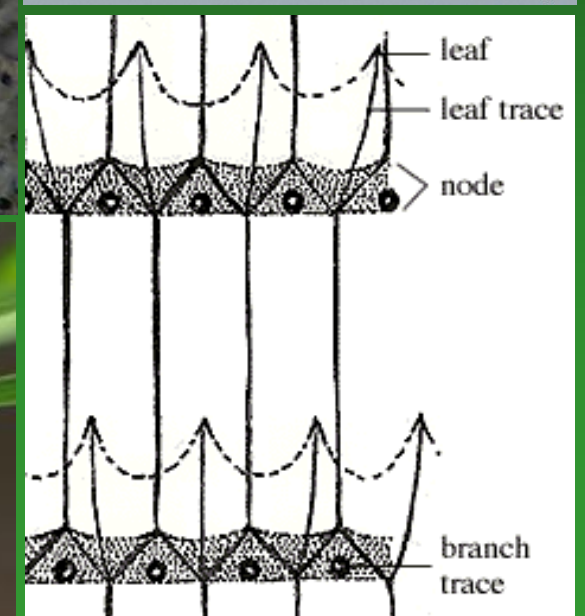
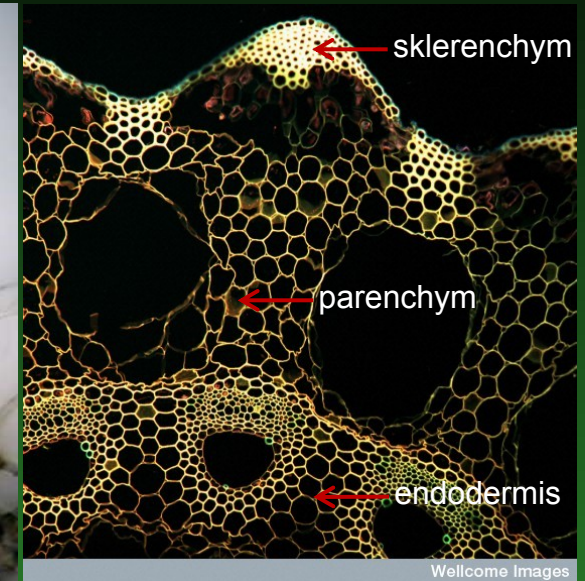
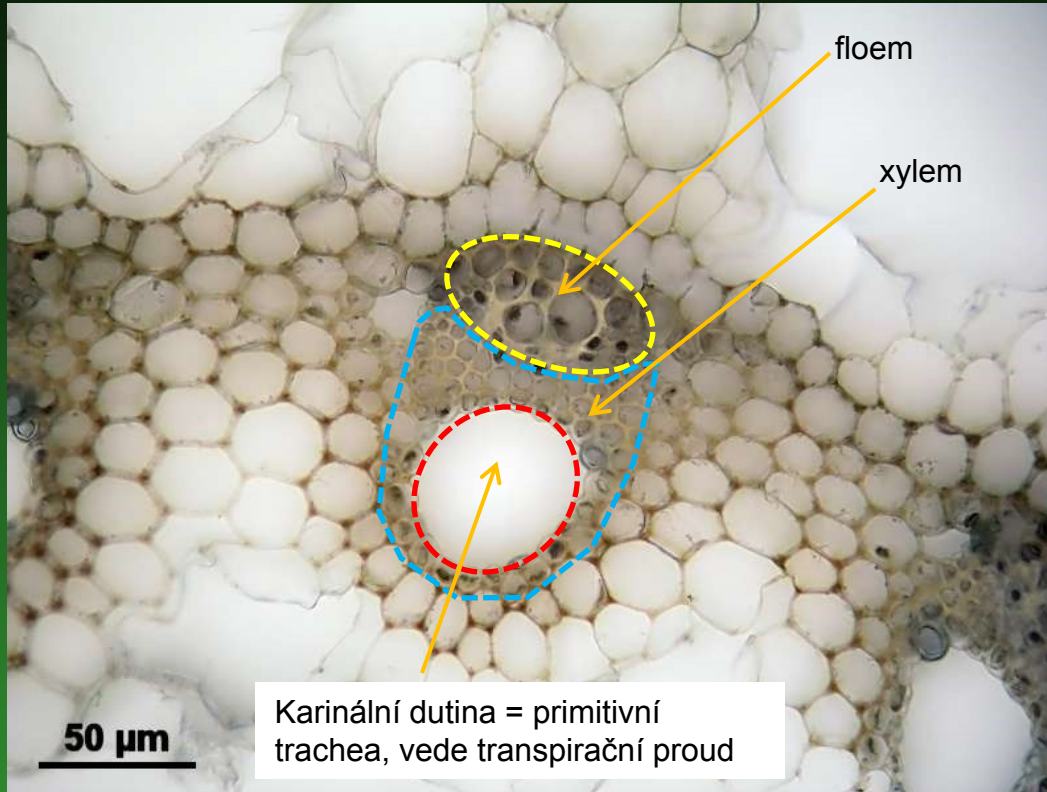
Vodivá pletiva – eustélé s primitivními trachejemi



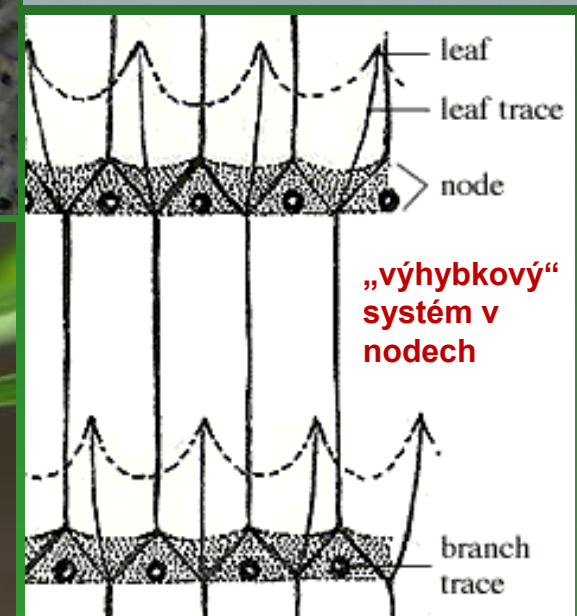
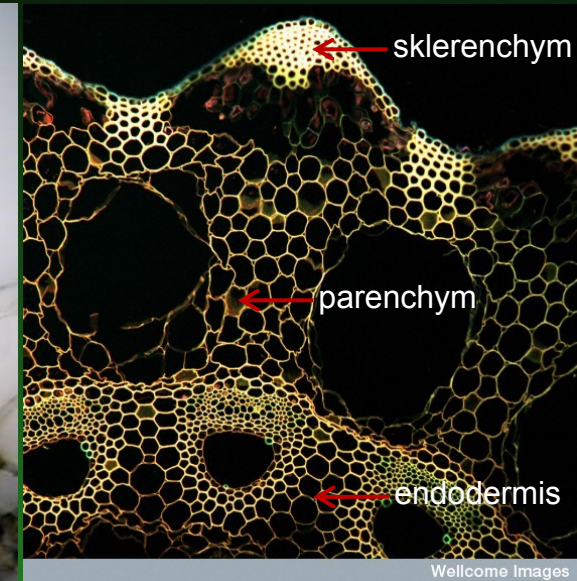
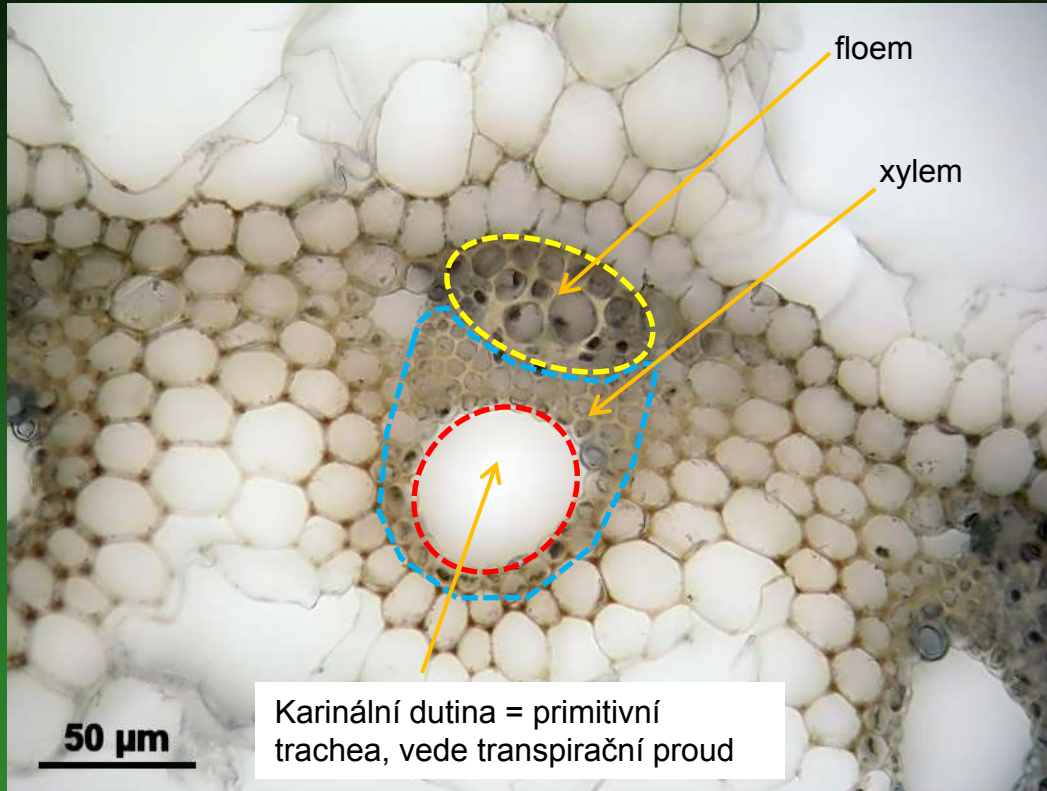
Vodivá pletiva – eustélé s primitivními trachejemi

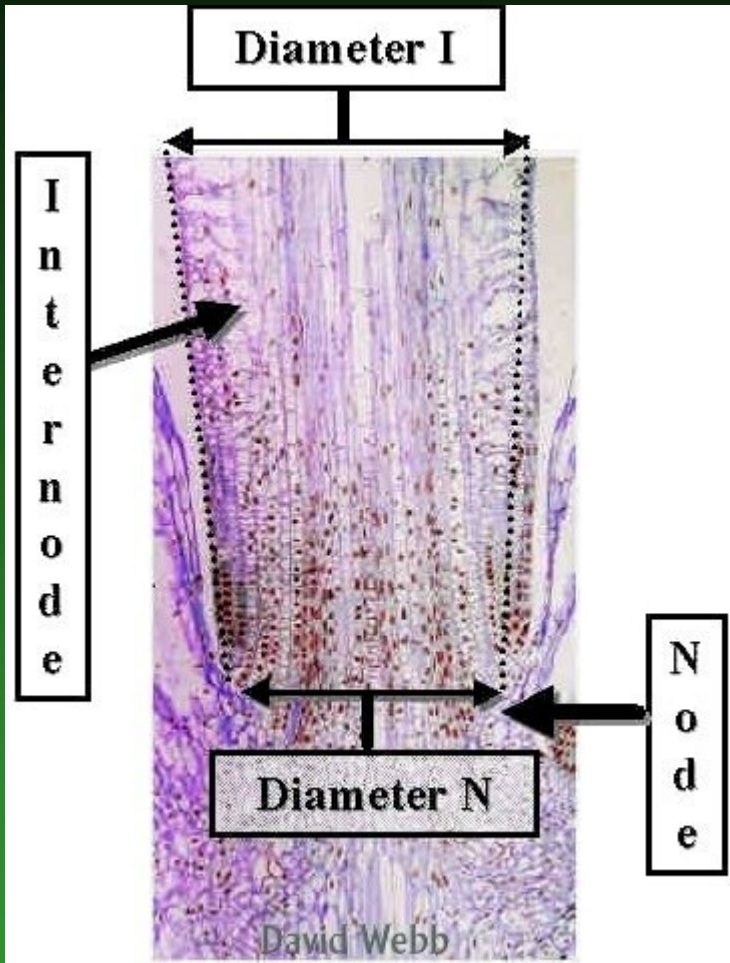


Vodivá pletiva – eustélé s primitivními trachejemi



Vodivá pletiva – eustélé s primitivními trachejemi





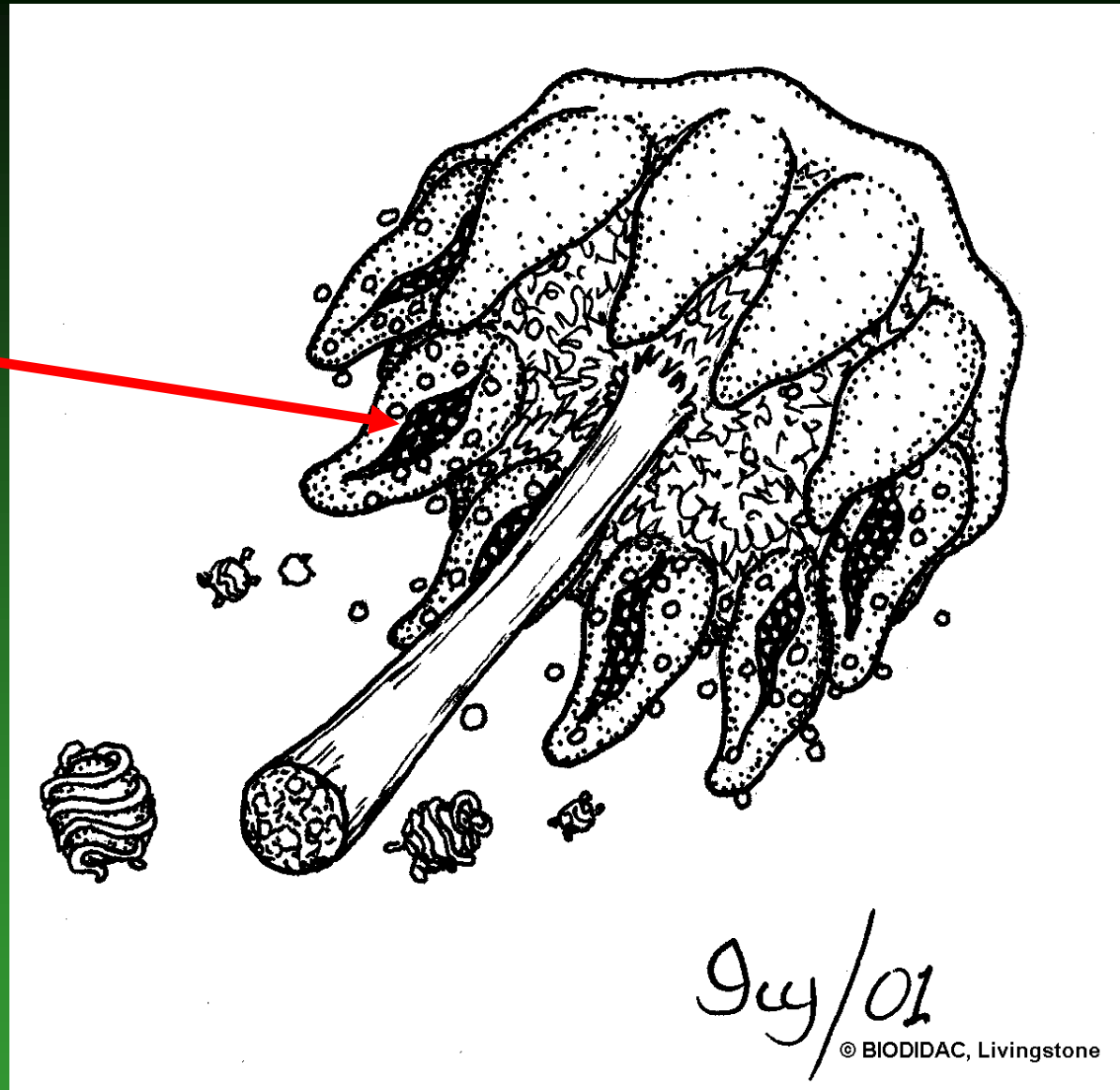
V nodech interkalární meristém

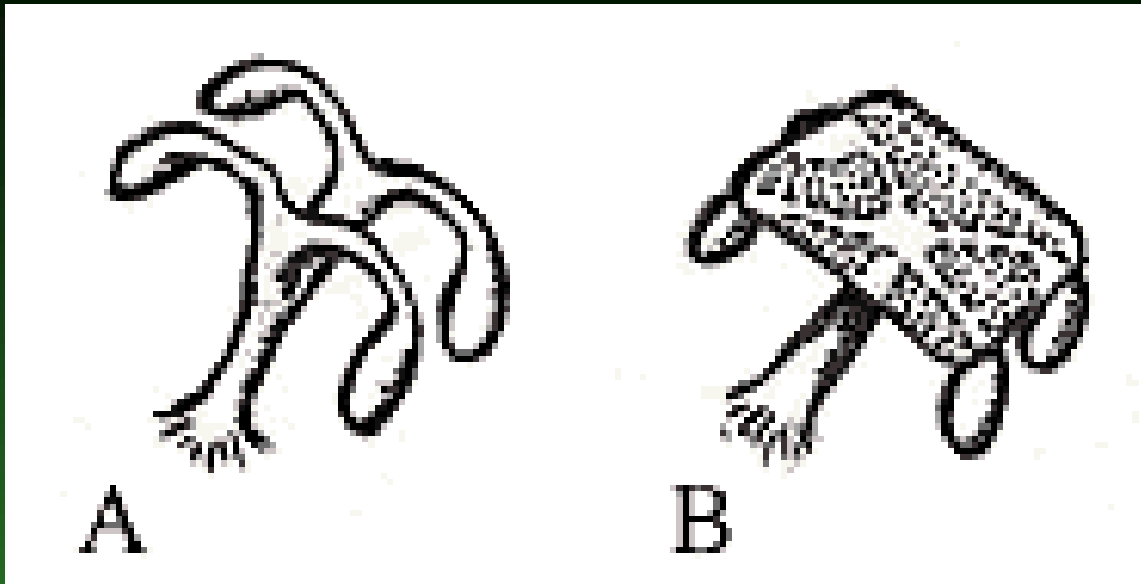


Zajišťující prodlužování stonku

Sporangia

eusporangiátní
elipsoidní, s
podélnou
dehiscencí



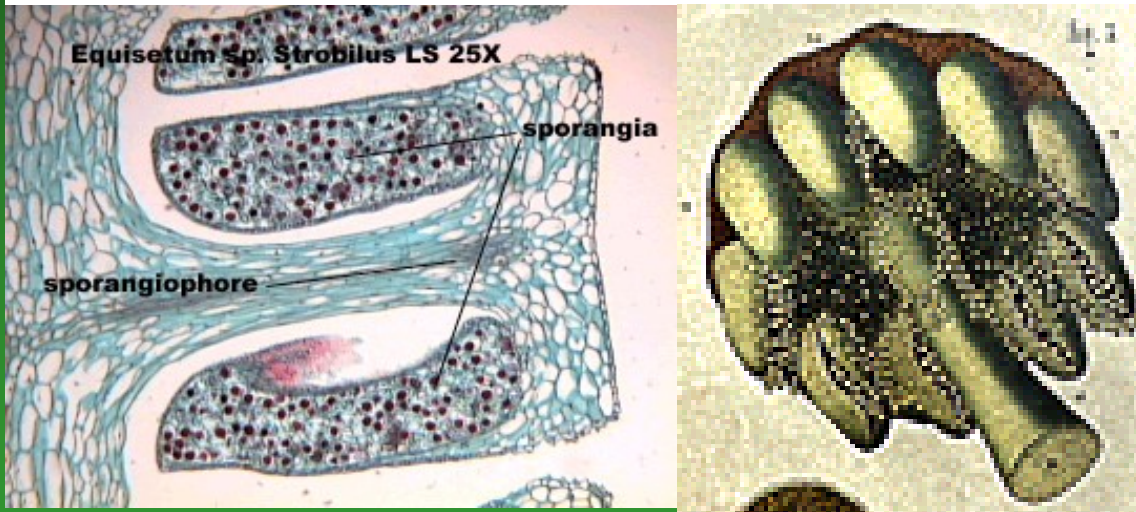


Sporangia

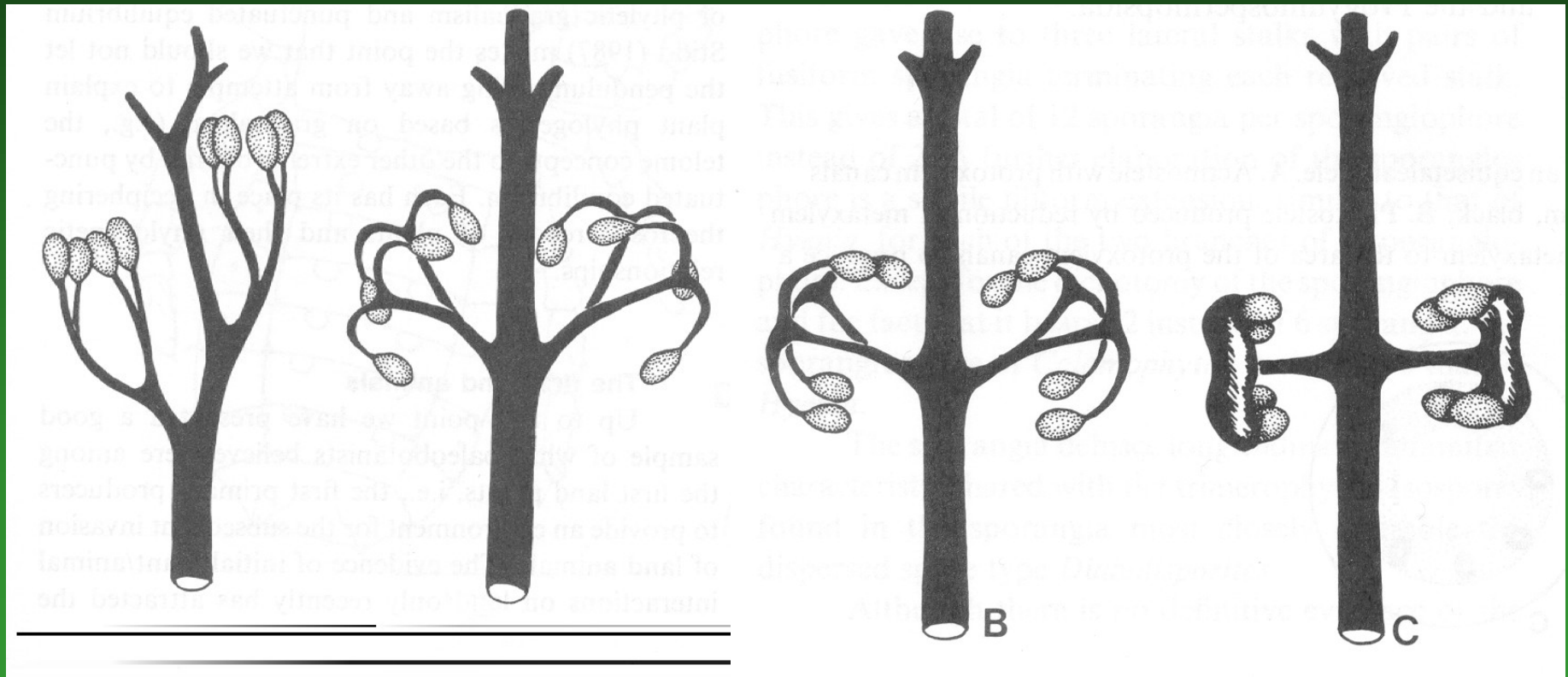
anatropní (= vrchol sporangia směřuje k bázi jeho zahnuté stopky nebo k bázi stopky sporofylu),

Sporofyl

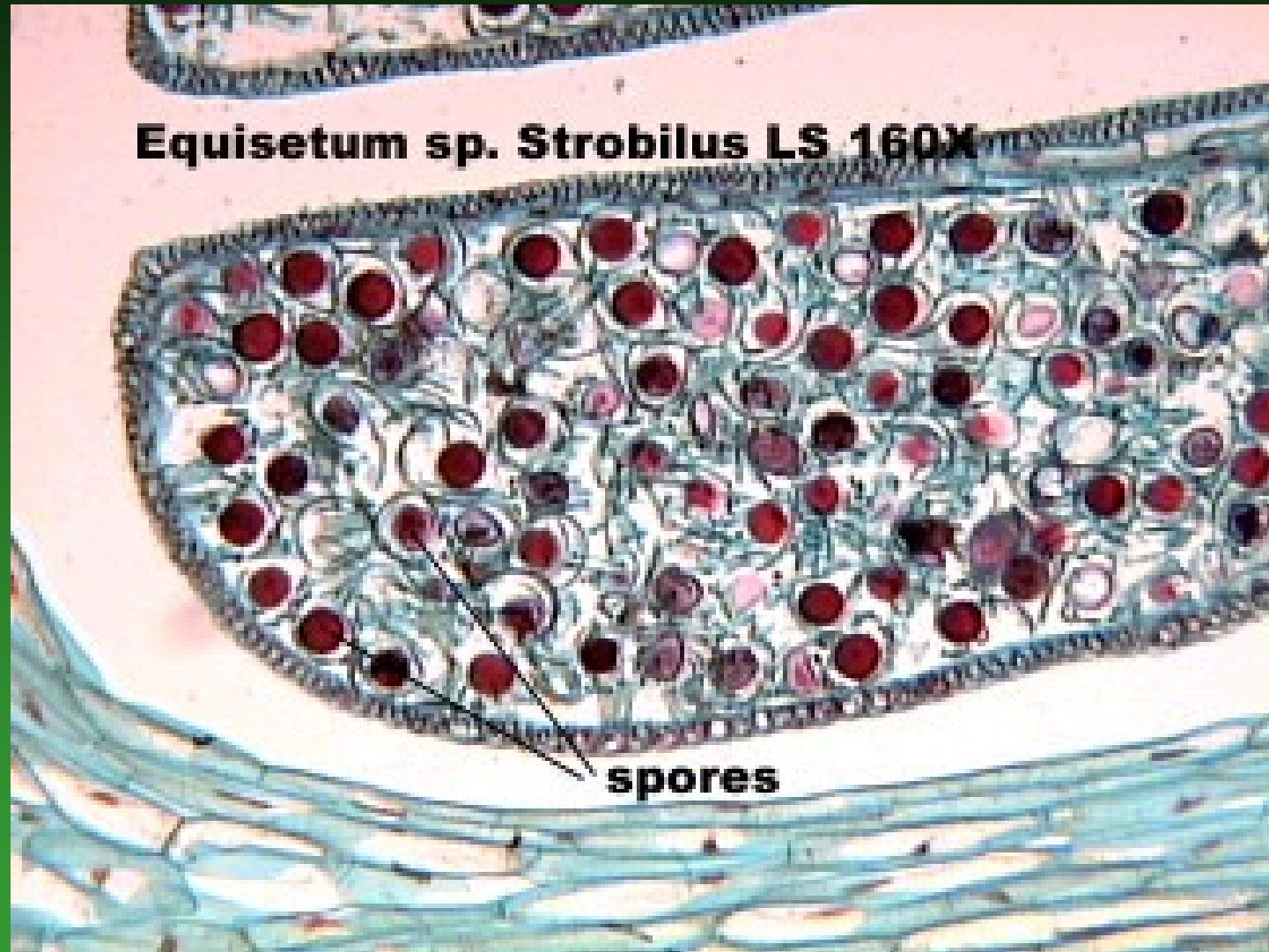
„deštníkového“ tvaru
- sporangiofor



Odvození tvary sporofylů přesliček od ryniofyt



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



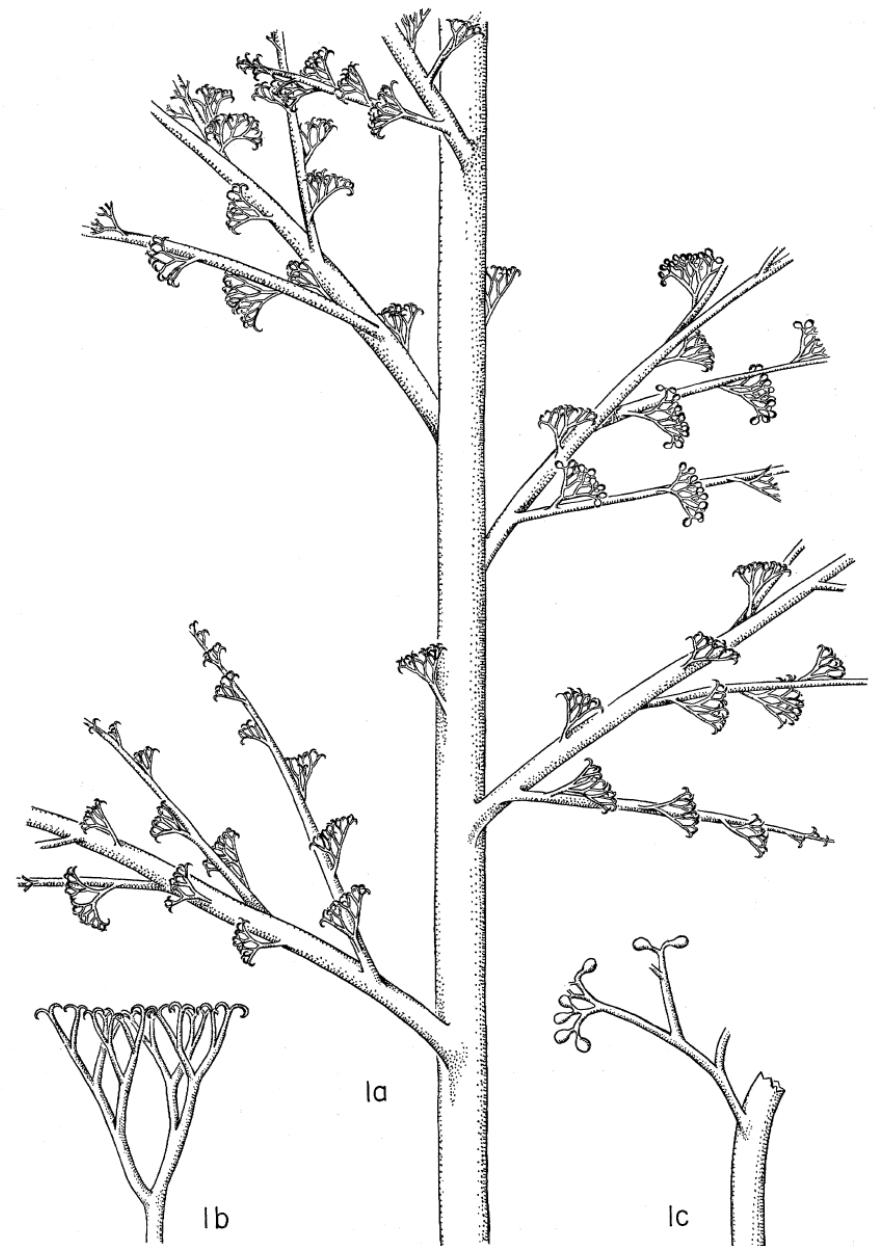
Sporofyly - v terminálních strobilech



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!

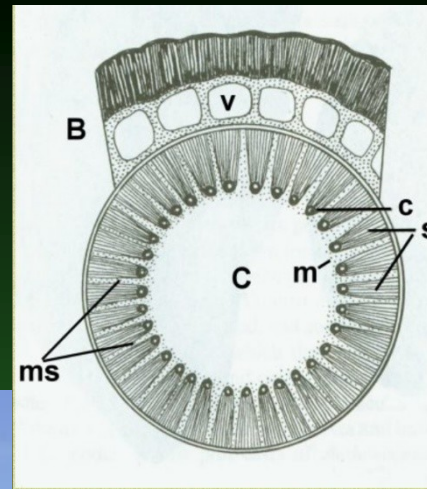
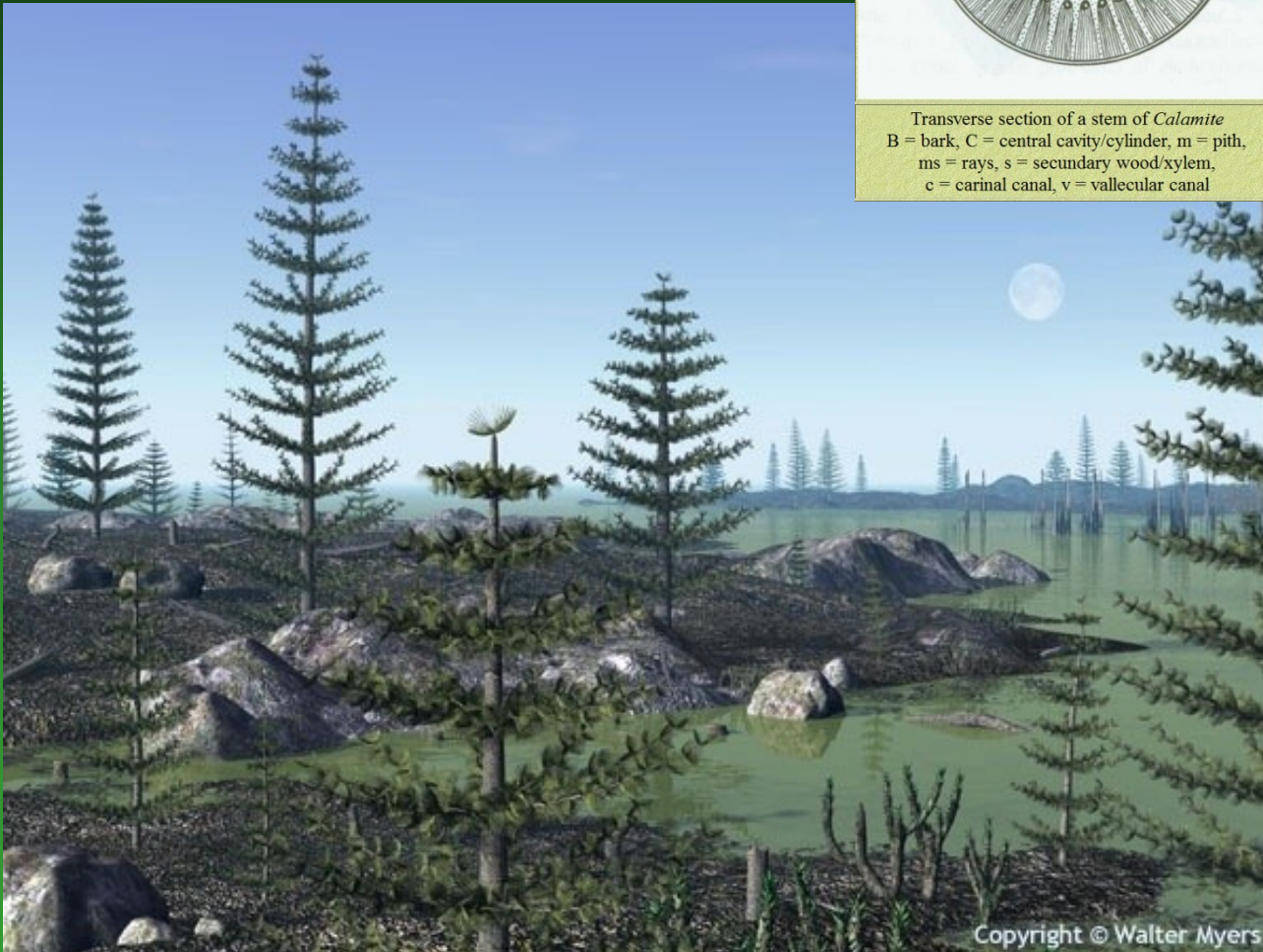


řád *Calamitales*

Stromy z karbonu a permu.

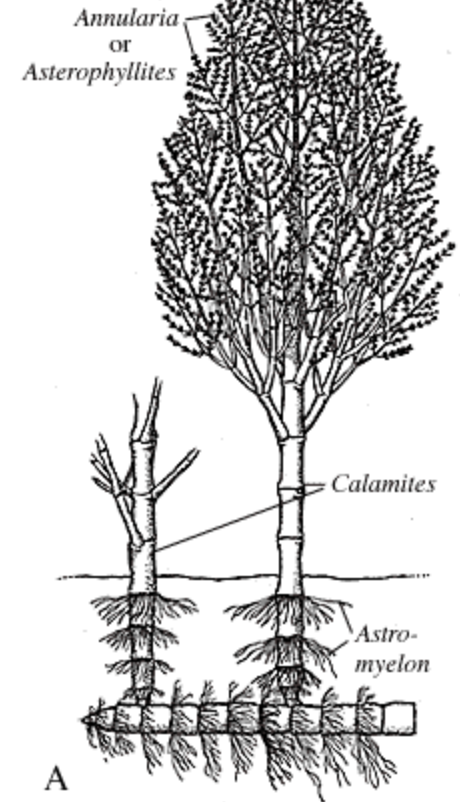
až 20 m vys., kmen u báze až 1 m

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 = vallicular canal

Calamites



řád *Calamitales*



Copyright © Walter Myers

470

AMERICAN JOURNAL OF BOTANY

[Vol. 50

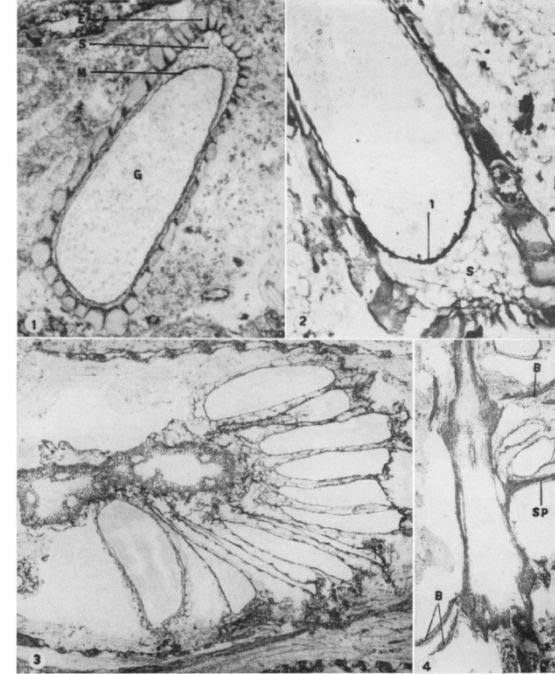


Fig. 1-4. *Calamocarpon insignis*.—Fig. 1. Longitudinal section of megasporangium. *E*—epidermis, *S*—sterile tissue, *M*—megaspore membrane, *G*—gametophyte. C. B. 1106 B(P4). X38.—Fig. 2. Distal portion of megasporangium. C. B. 5 A(P32). X72.—Fig. 3. Transverse section of megasporangiate cone. Twelve 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 *Calamocarpon insignis* se uvažuje o primitivní semennosti

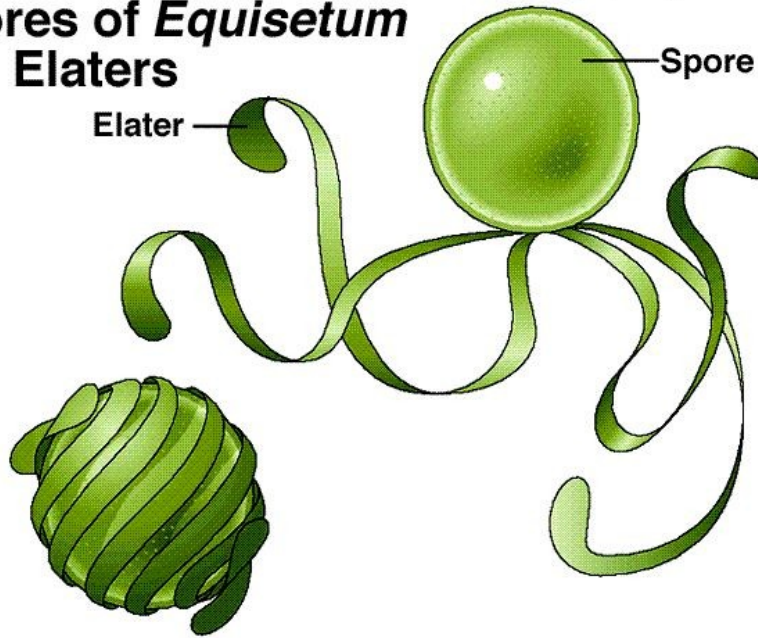
řád *Equisetales*

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



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)

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

Elatery konají hygroskopické pohyby
čímž vytvářejí shluky.

Větrem se šíří celé shluky

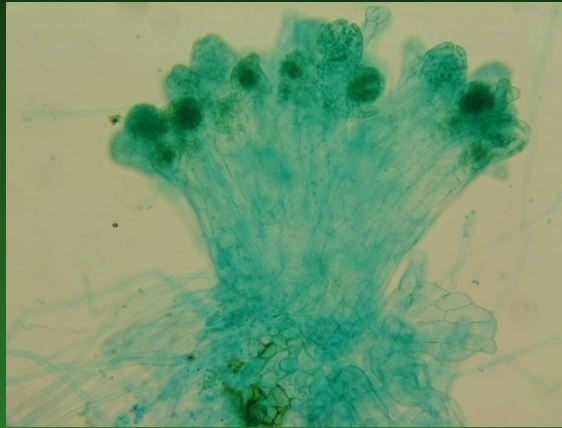


Gametofyt (prothalamium) nadzemní, zelený; samčí a samičí rostou díky shlukům tvořeným elaterami blízko sebe

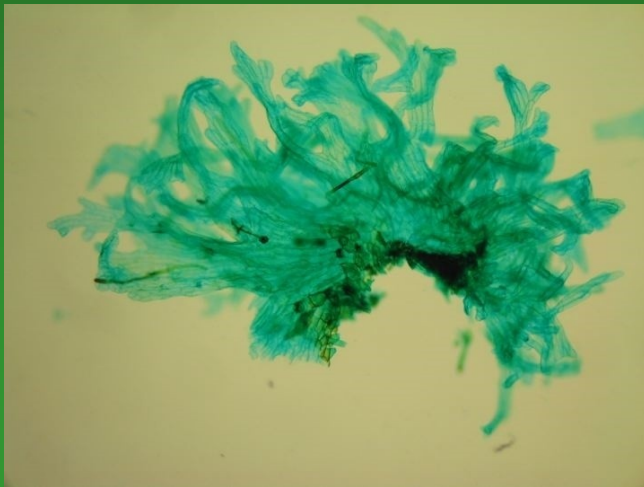
prothalia přesliček



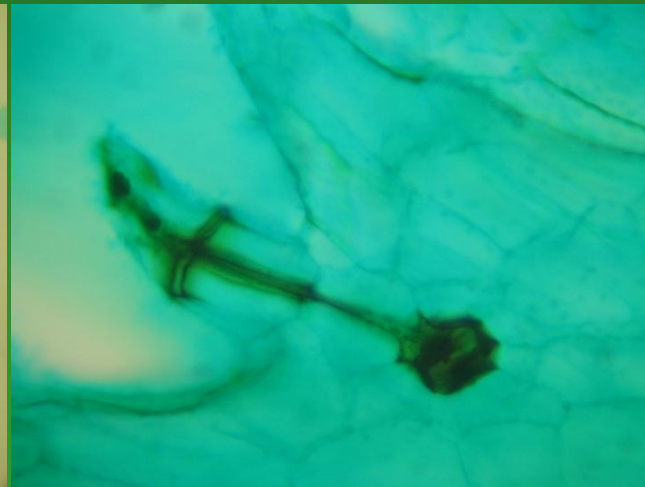
prothalamium s antheridii



antheridium



Prothalamium s archegonii

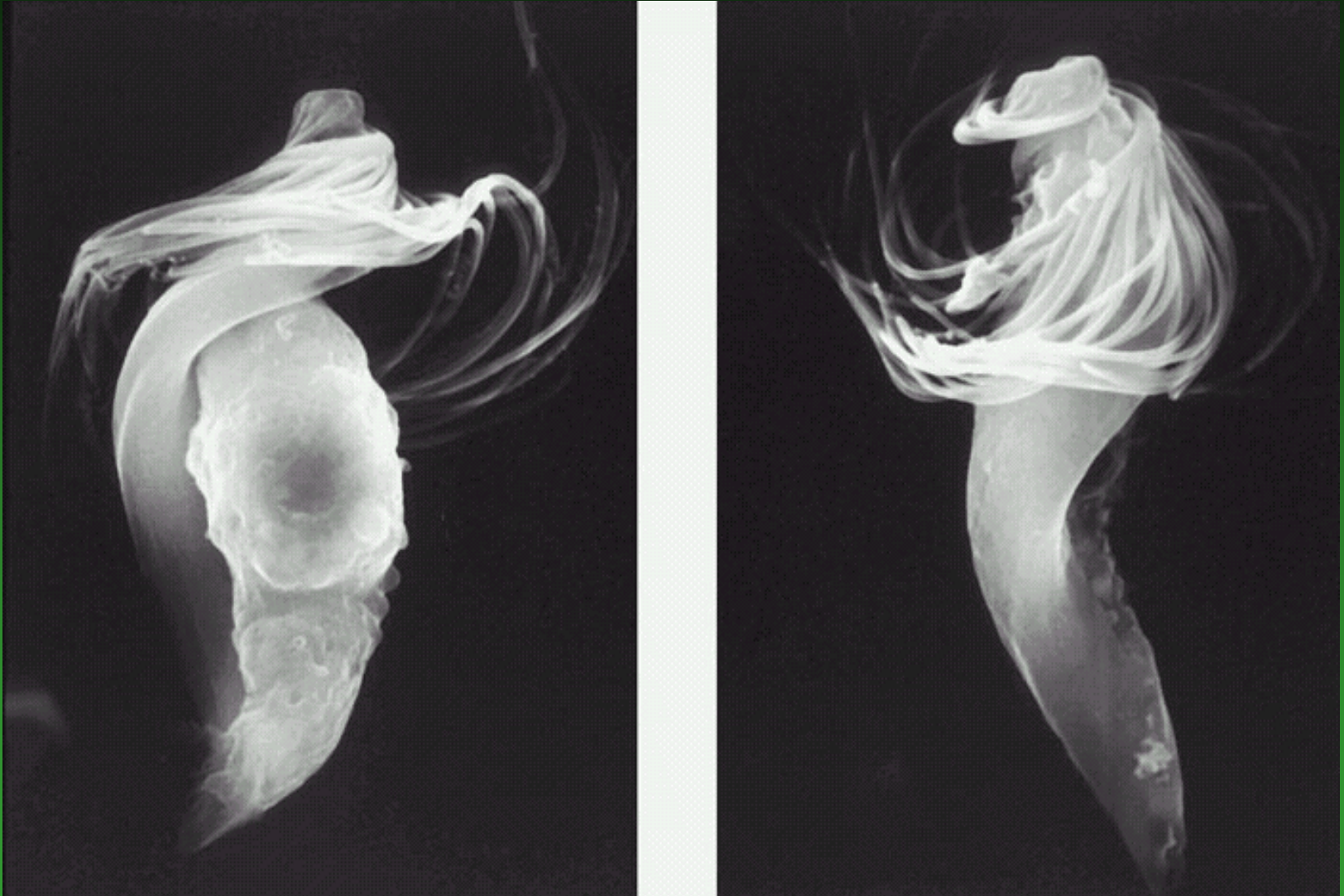


archegonium



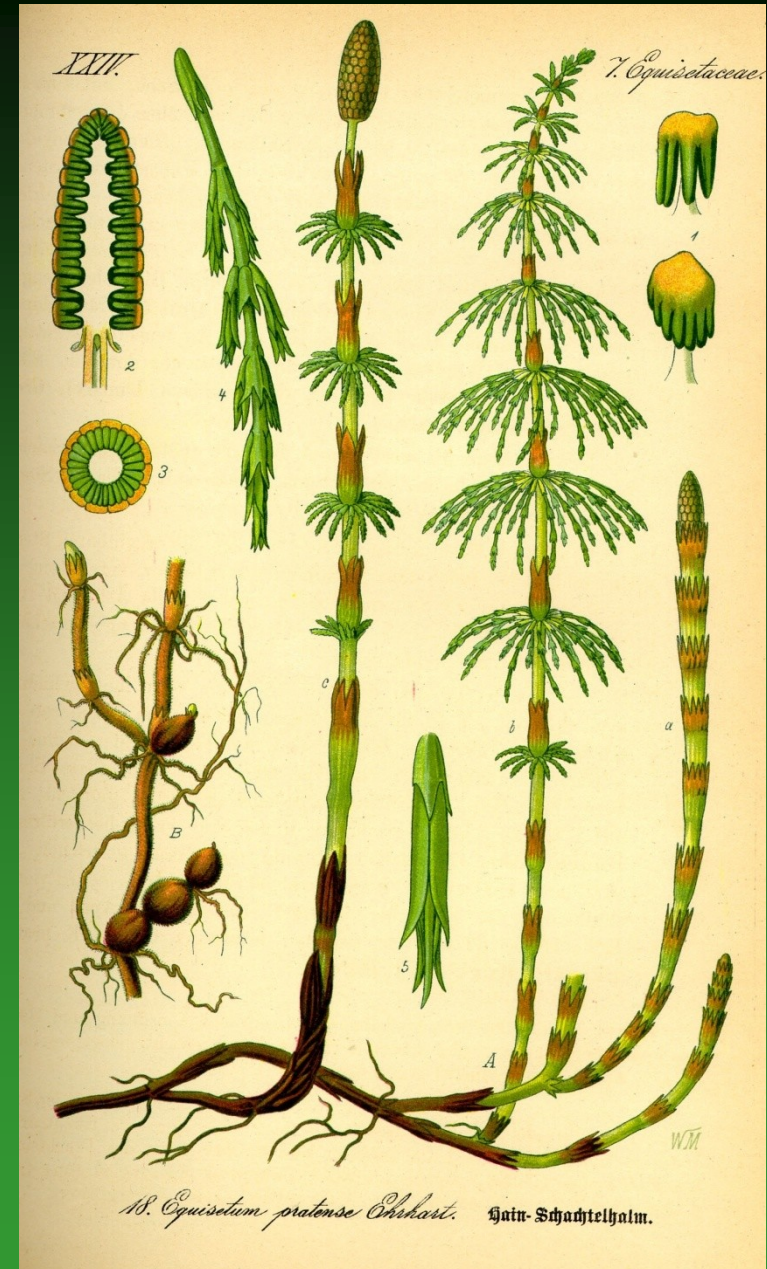
mladý sporofyt přesličky

Spermatozoidy polyciliátní



jediná čel. *Equisetaceae*

Recentní zástupci značně
uniformní v jediném rodu
Equisetum.



Equisetum arvense - přeslička rolní

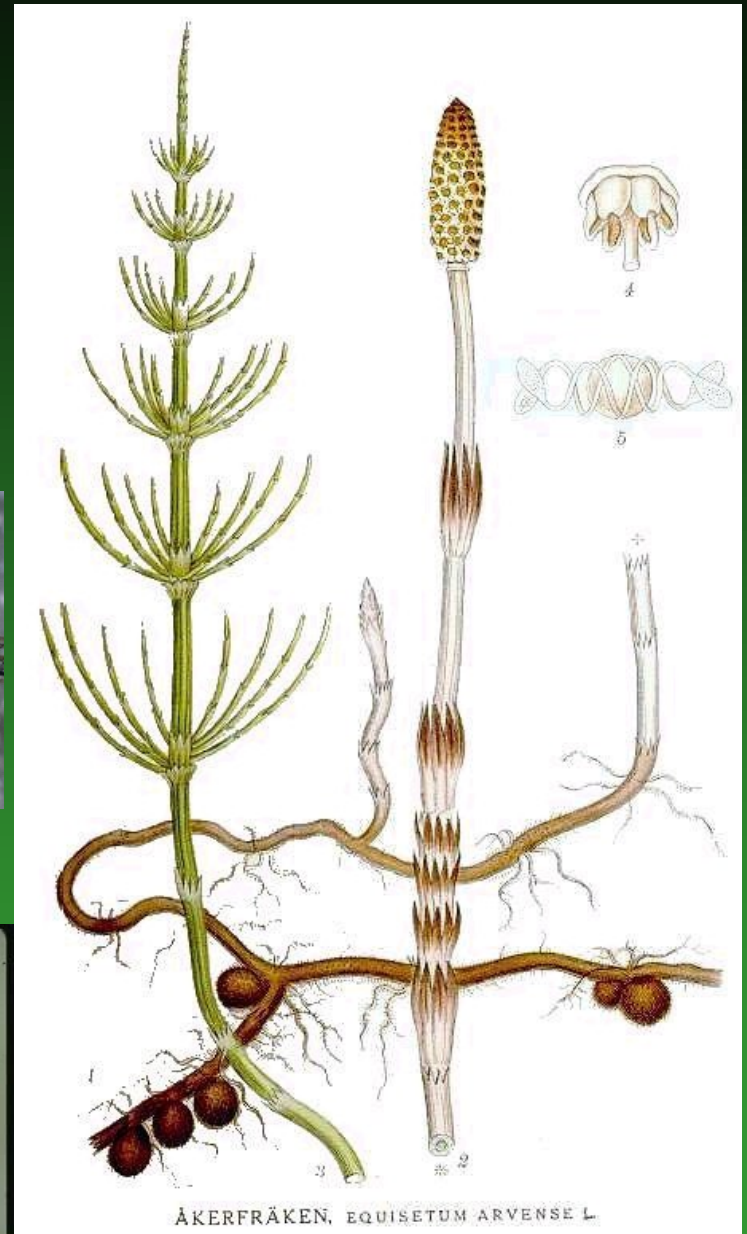
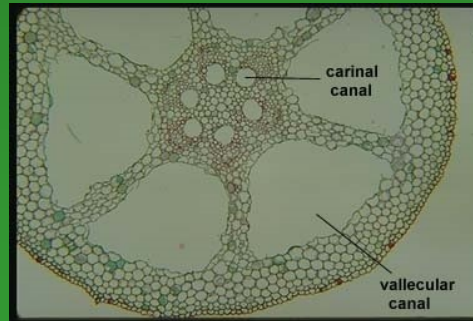
Z oddenku vyrůstá nejprve jarní nevětvená nezelená fertilní lodyha se sporofyly (ta po vyprášení uhynie) po té vyrazí z oddenku letní zelená sterilní lodyha.



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.

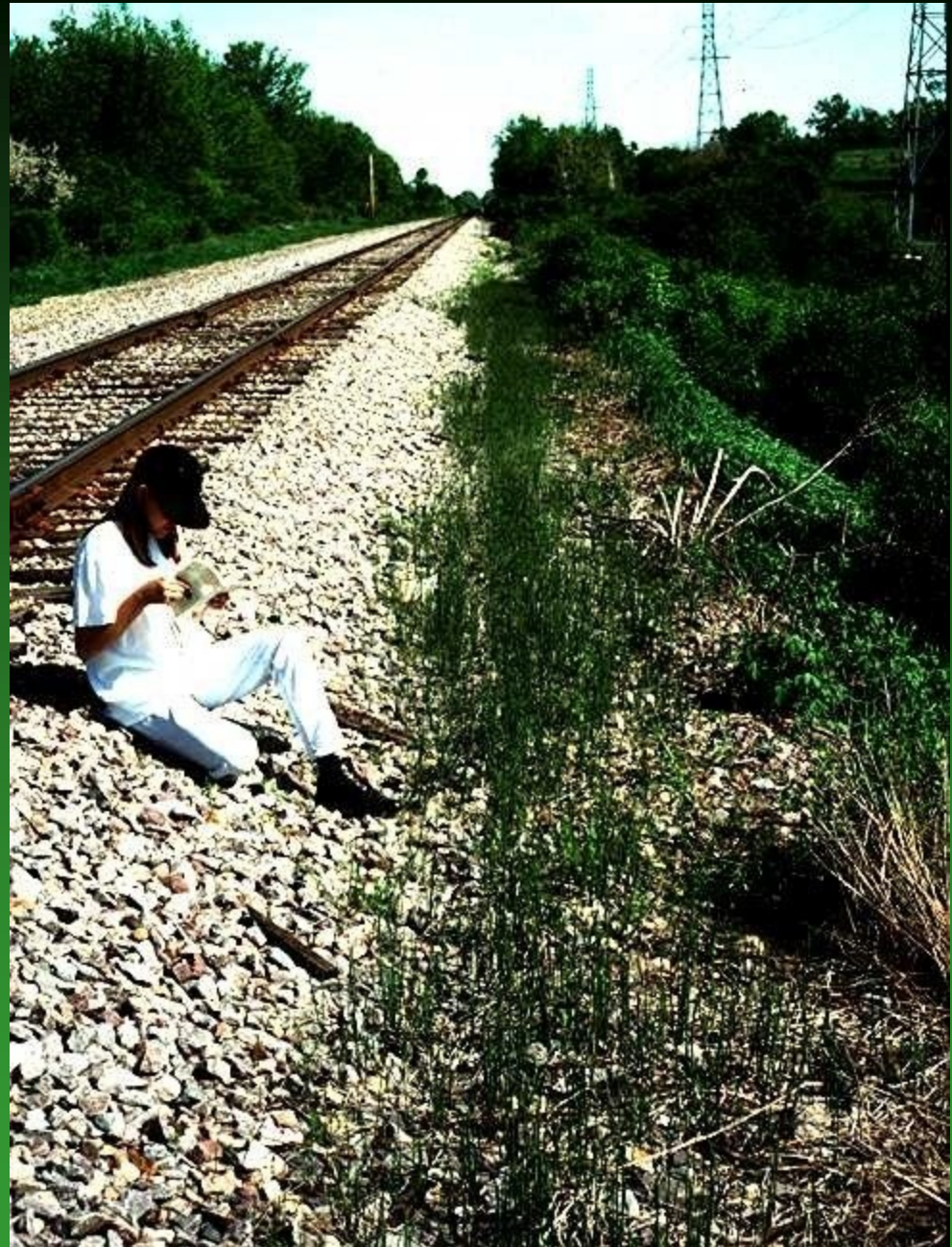


Řez oddenkem



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.



Rozdíl mezi přesličkou rolní a přesličkou bahenní

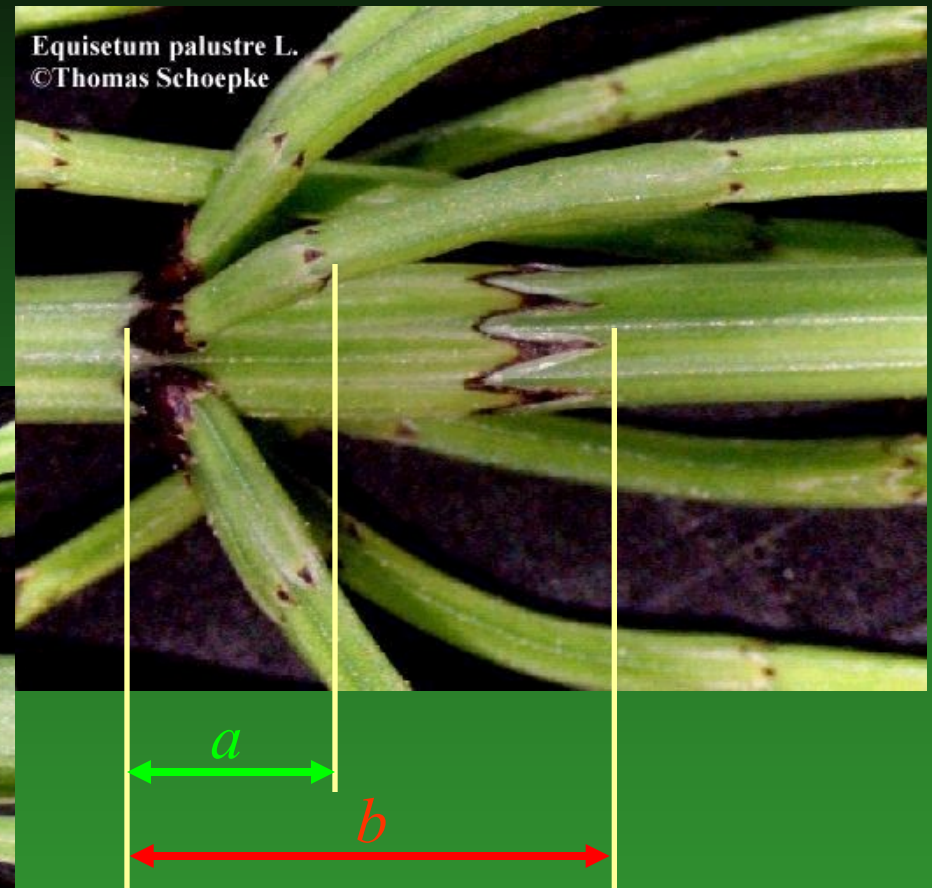


Equisetum arvense

$b < a$

Equisetum palustre

$a < b$



a = první článek větve

b = list hlavní lodyhy

Equisetum sylvaticum - přeslička lesní

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



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)

Kmen - kulovitý až soudkovitý

Listy

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





Řapíky – dlouhé, škrobnaté

– na bázi řapíku s nápadnými párovitými aflebií (palisty, mušlovitého nebo ouškovitého tvaru)

Řapík listu – polycyklické diktyostélé

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

Danaea media

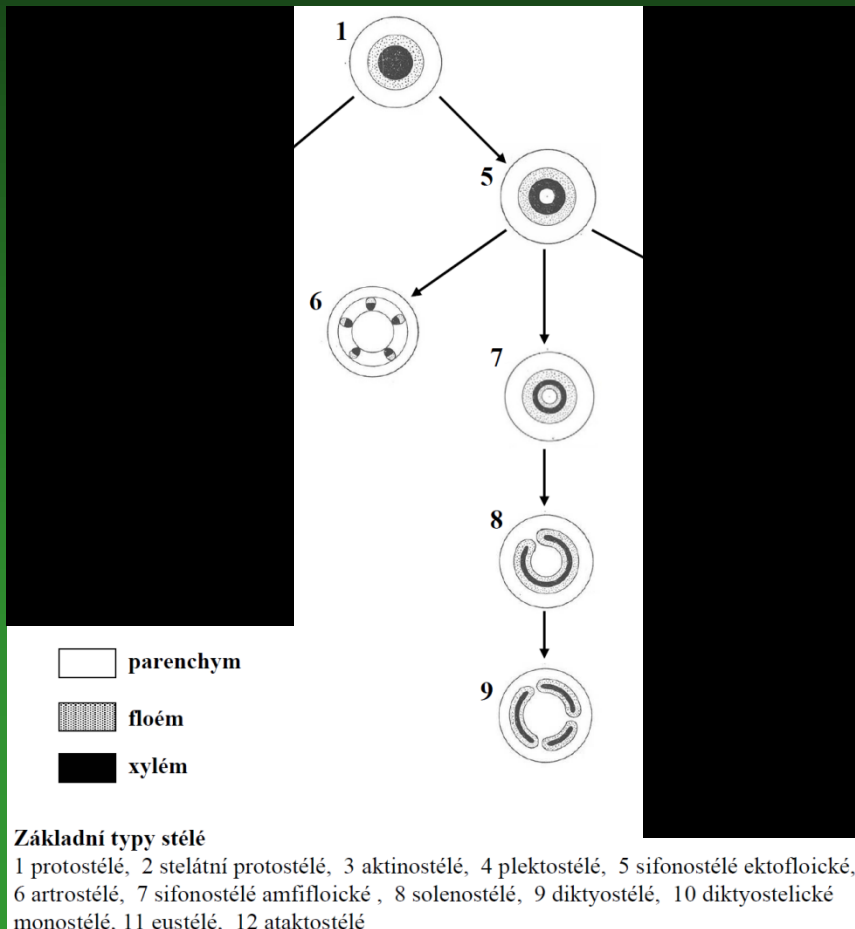


Marattia laevis



řapíky, kořeny a oddenky protkány sliznatými kanálky

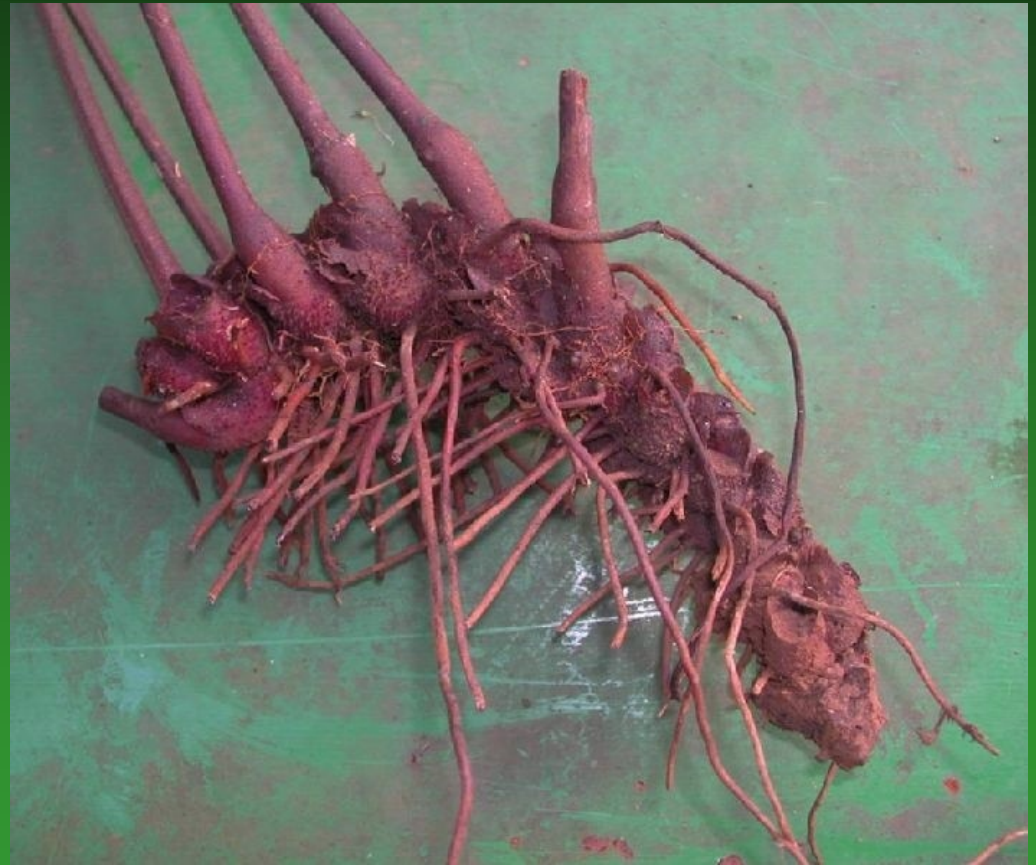
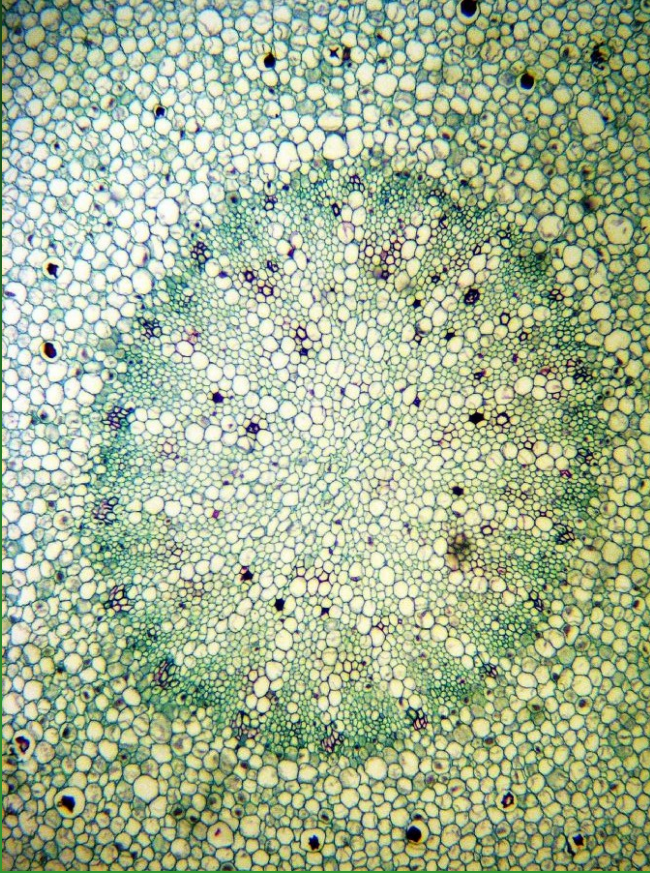
Danaea – parenchymatické pletivo oddenku má červené zbarvení oddenek má také diktyostélé





Zduřelé báze vrетен
vedlejších úkrojků
vyplněné zásobními
látkami
Angiopteris

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



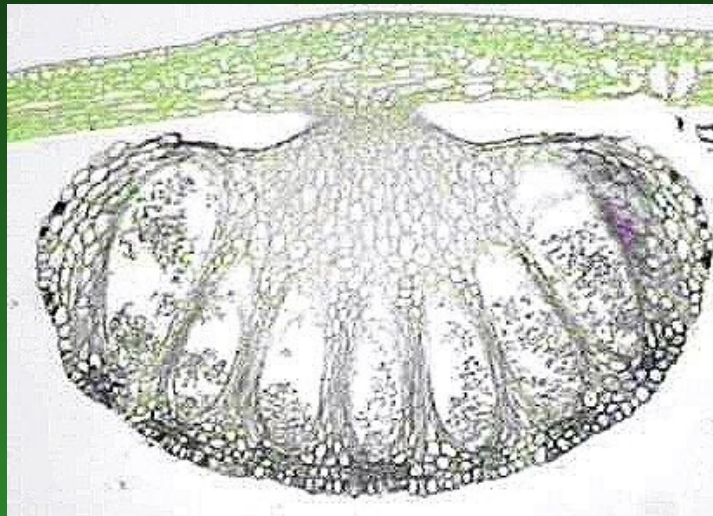


Sporangia na rubu listů,
eusporangiátní,
izosporická,



Srostlá v synangia
Marattia

Nesrostlá, ale v
těsných shlucích
Angiopteris



Gametofyt (prothalamium)
nadzemní, tvořený
více vrstvami buněk,
dlouhověký,
připomínající frondózní
jatrovky

Angiopteris evecta gametofyt s mladým
sporofytem



4. třída *Polypodiopsida* (kapradiny)

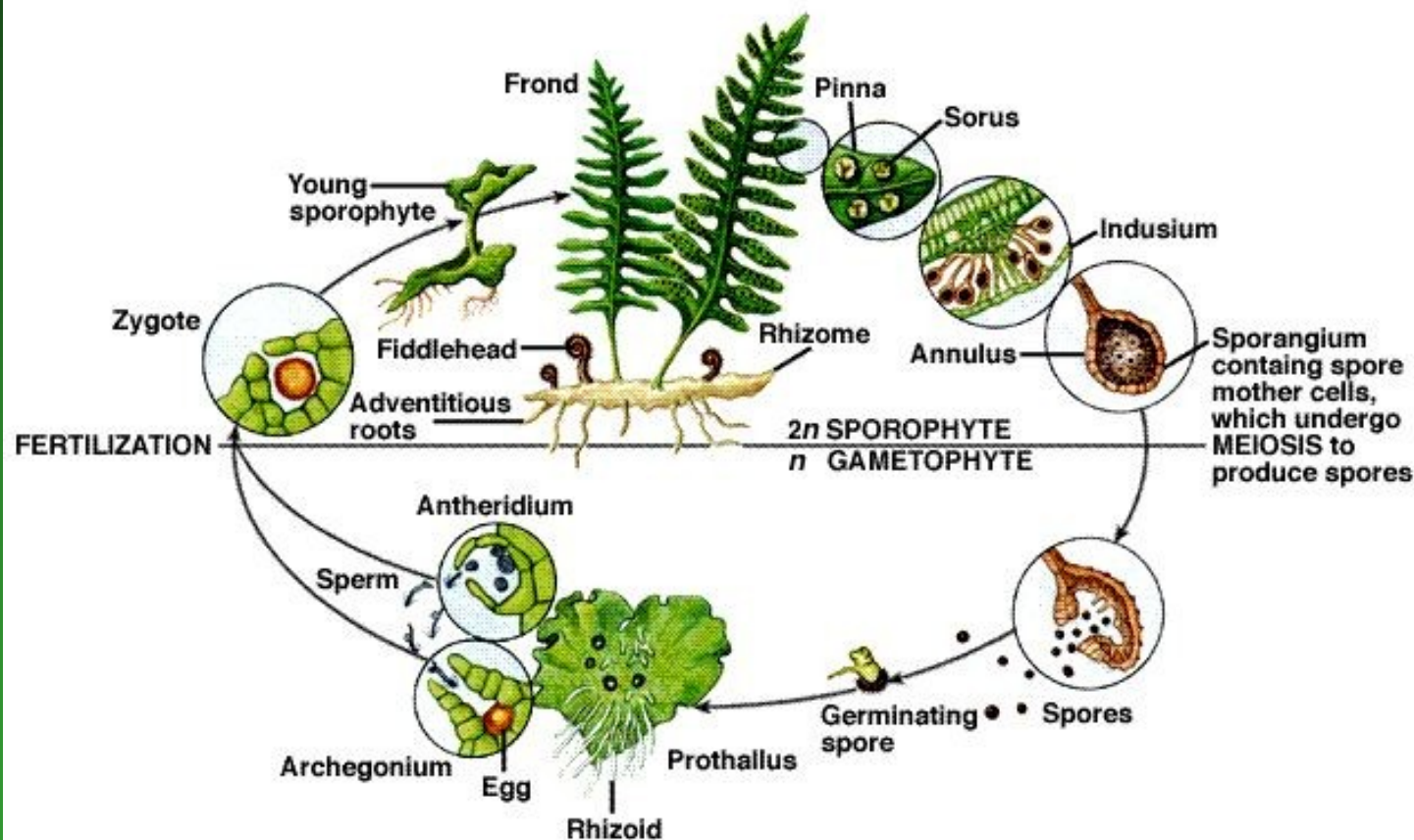


Izosporické terestrické leptosporangiátní kapradiny (9600 druhů)

heteromorfická 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

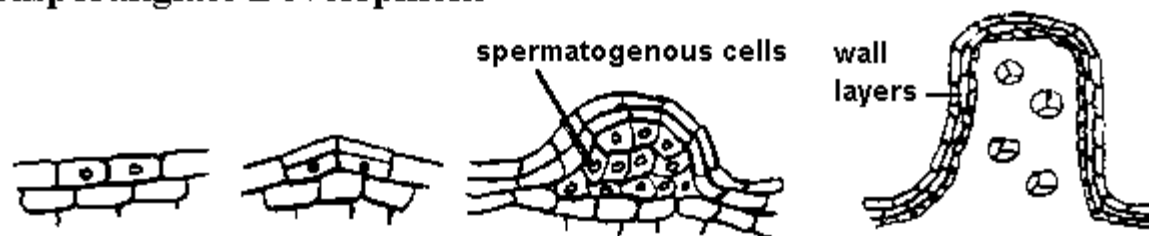


Asplenium trichomanes

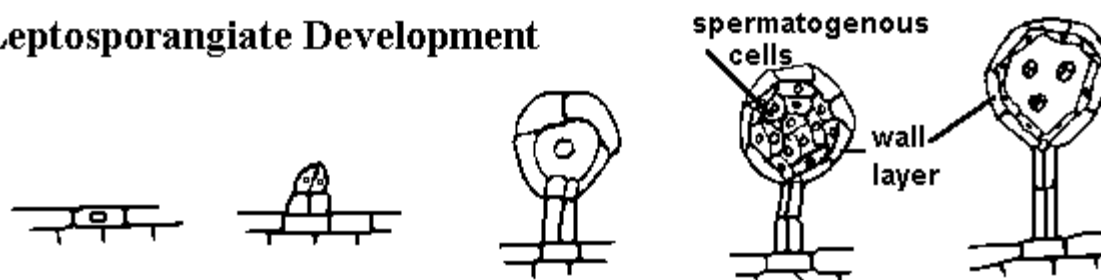
Sporangia
tentostěnná
leptosporangiátní

Na rozdíl od
eusporangiátních
se diferencují ven,
ne dovnitř

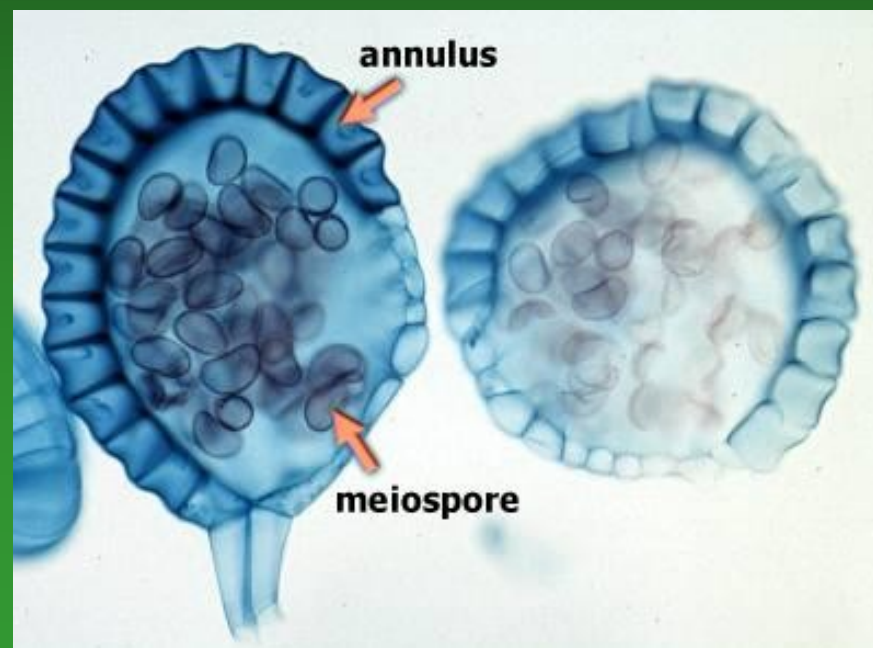
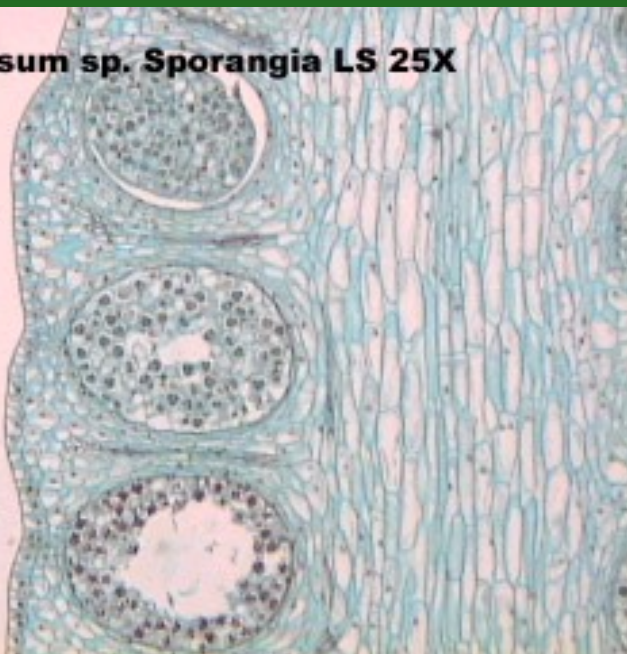
Eusporangiate Development



Leptosporangiate Development

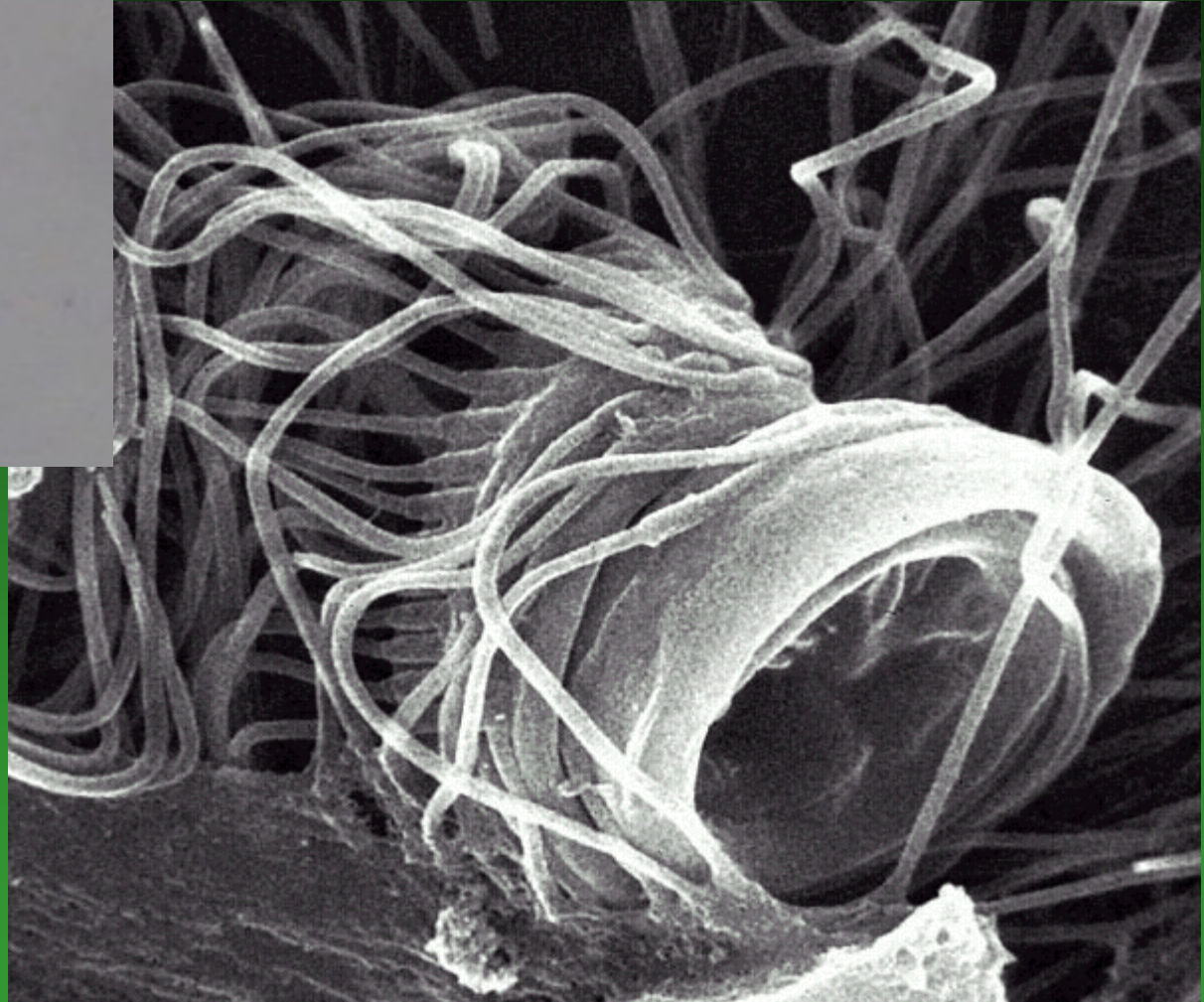
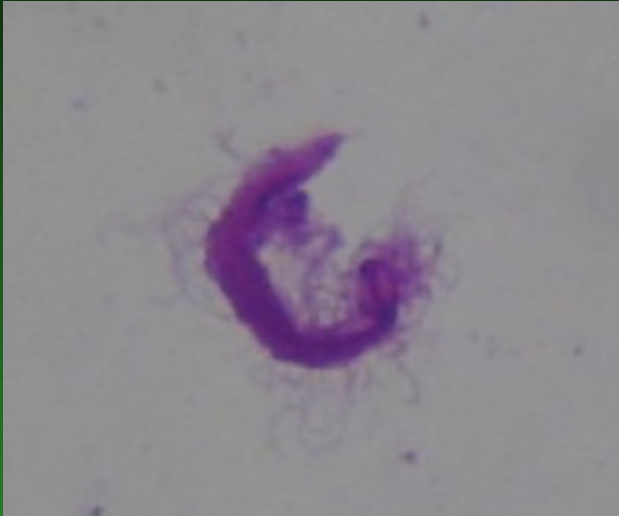


Ophioglossum sp. Sporangia LS 25X



spermatozoidy polyciliární

http://wn.com/release_of_sperm_in_fern



1. řád *Polypodiales*

recentní i fosilní, terestrické

listy většinou trofosporofylní, peřeně členěné

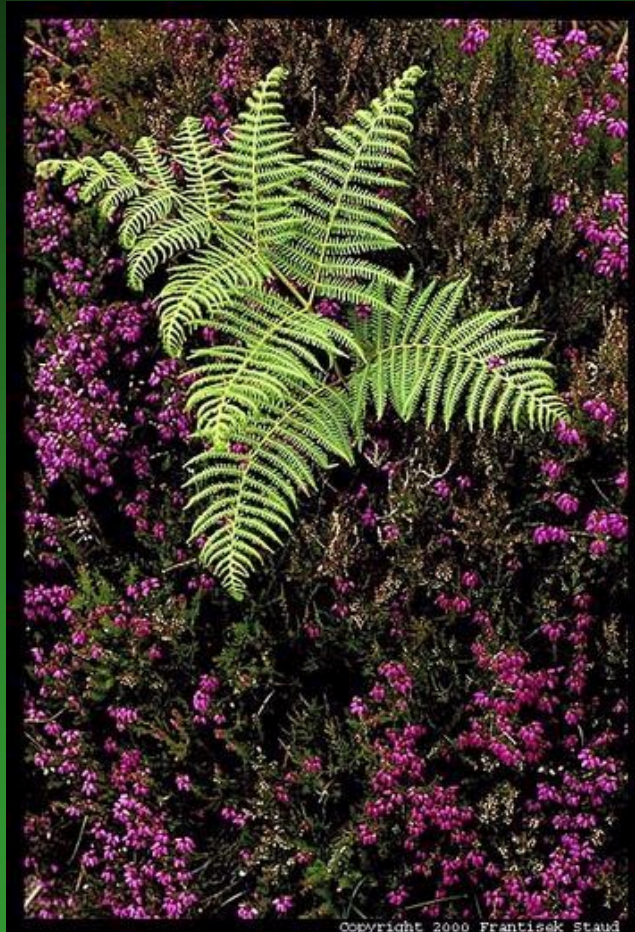
izosporické,

sporangia – tenkostěnná (leptosporangiální), drobná, stopkatá



Největší diverzita ve vlhkých tropech

Byliny terestrické
i epilitické



vzácněji dřeviny
až 25 m vysoké



nebo epifyty



Většina druhů kapradin jsou rostliny lesního podrostu



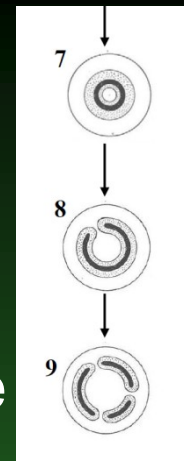
www.danheller.com

Stonek nečlánkový,
obvykle jen jako oddenek



Vodivé elementy stonku: sifonostélé,
 solenostélé
 diktyostélé

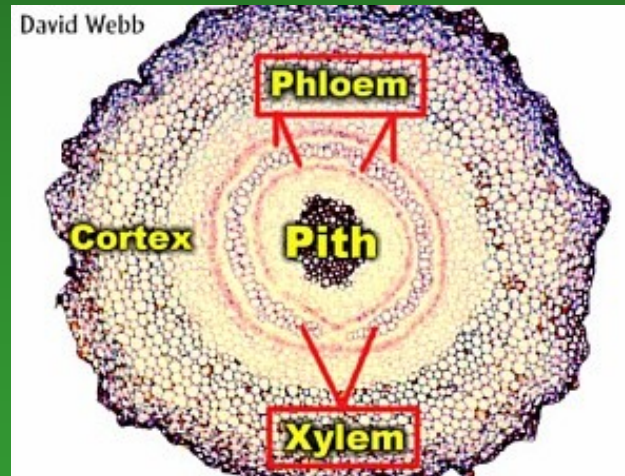
xylem - tracheidy



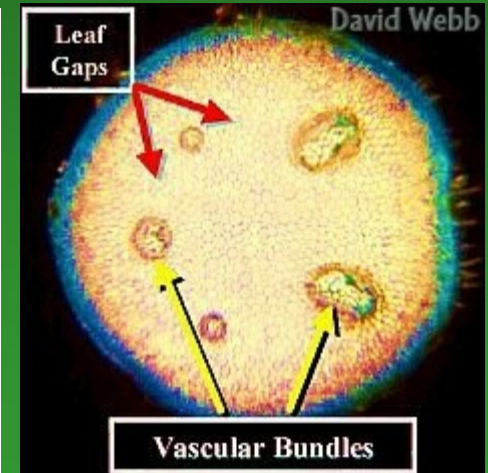
Osmunda : sifonostélé; stopy listové
 patrné jako samostatné svazky vně
 hlavního kruhu; tmavý obal je
 tvořen hustým porostem trichomů



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

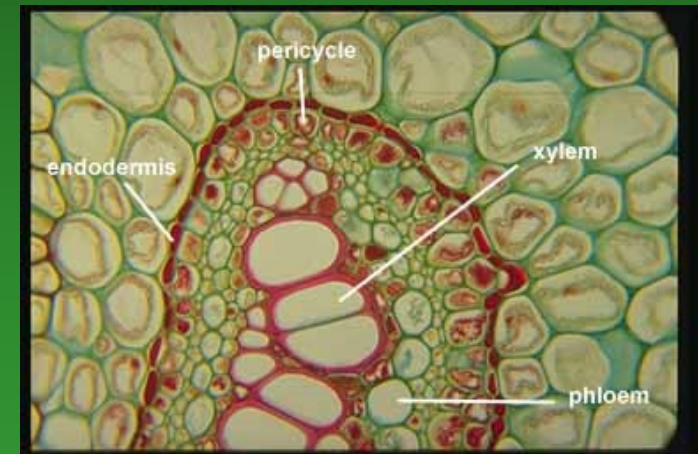
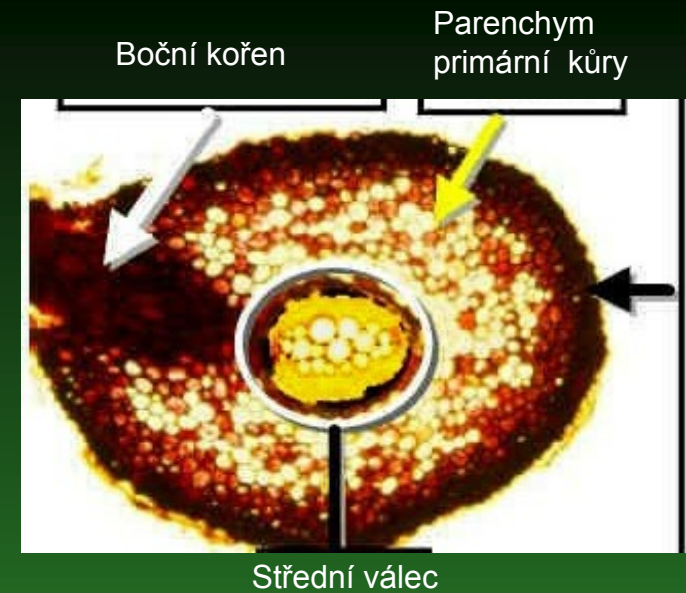


Polypodium: Mnoho
 samostatných sifonálních
 svazků = diktyostélé



Kořeny adventivní -
vyrůstají na oddenku nebo
na nadzemních stolonech

Vodivé elementy kořenů
monoarchní až polyarchní

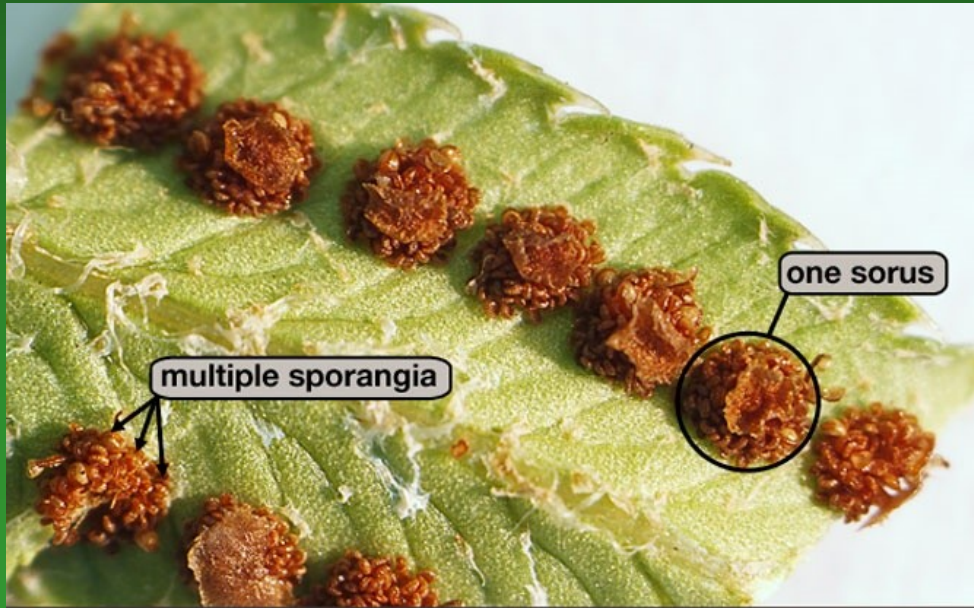
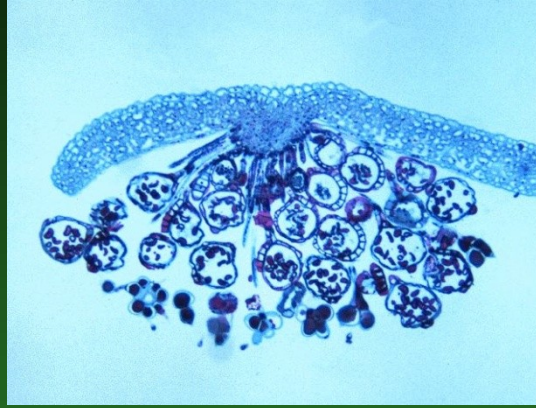


Sporangia na spodní straně listů, nikdy nejsou ve strobilech!



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

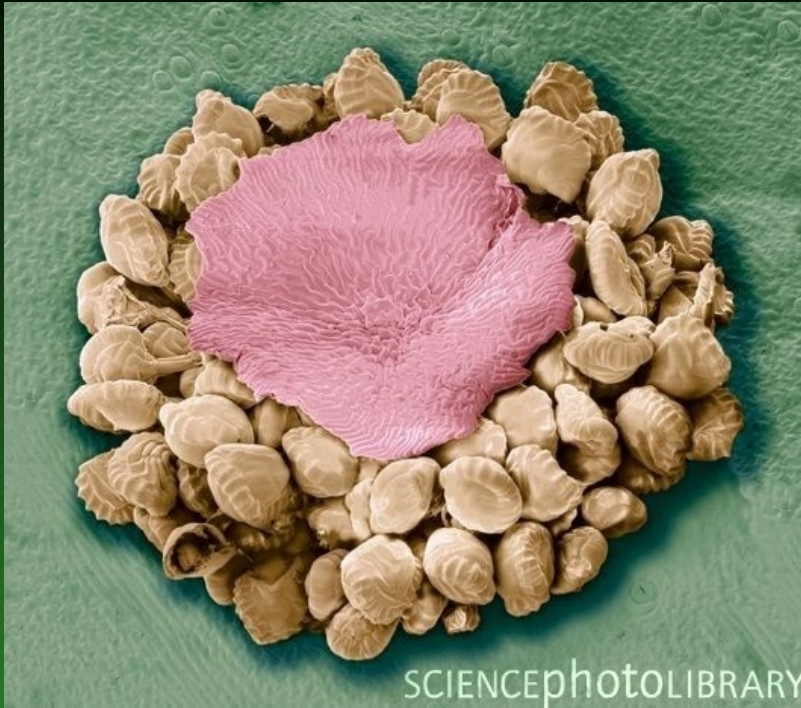
Sporangia ve shlucích sorech; slévají-li se sory na větší ploše, mluvíme o coenosorech, volná (nikdy nesrostlá v synangia)



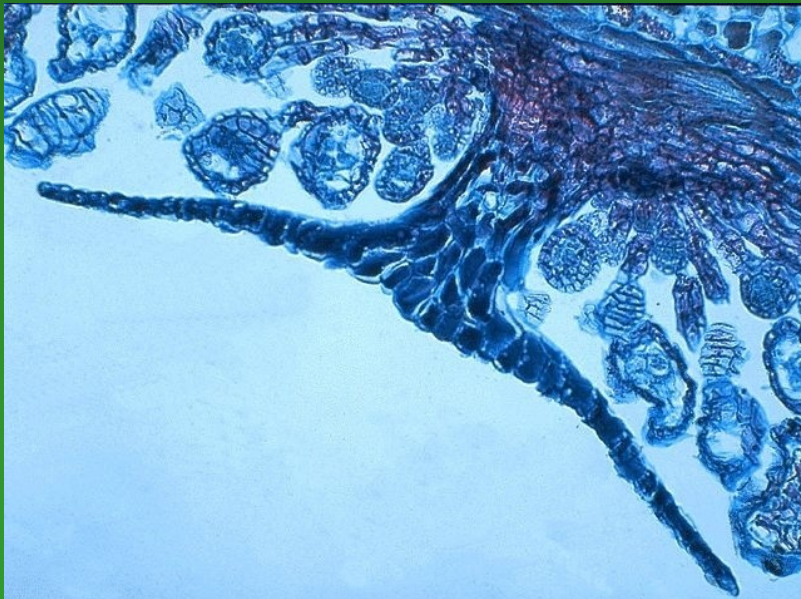
Fern sori on the underside of a frond



Sory někdy kryje ostěra
(= indusium)

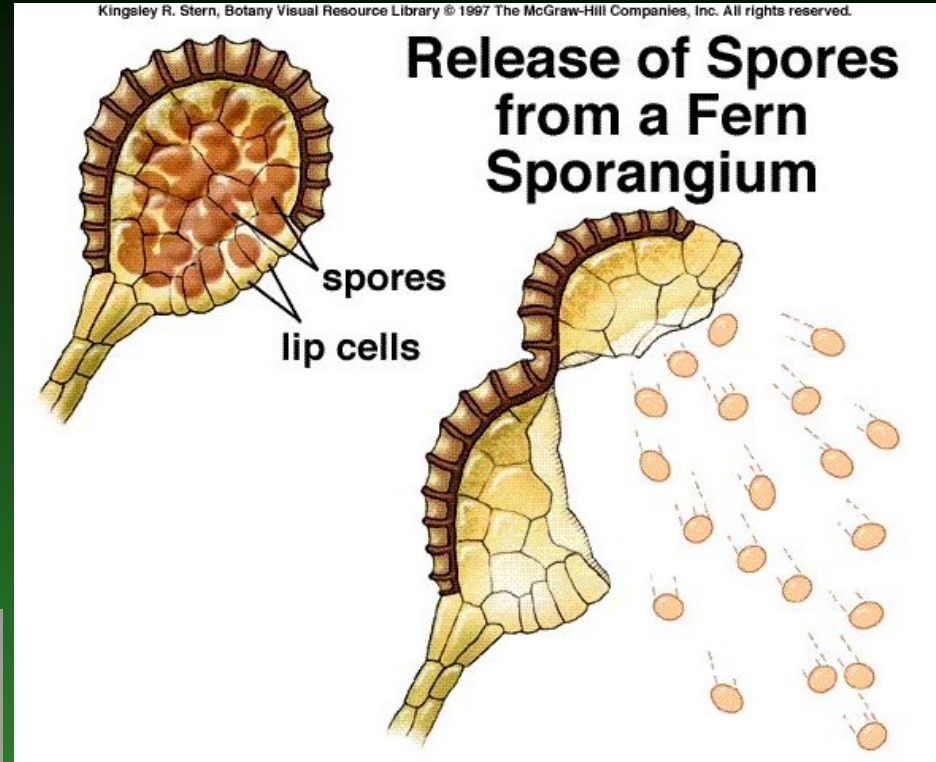


SCIENCEPHOTOLIBRARY

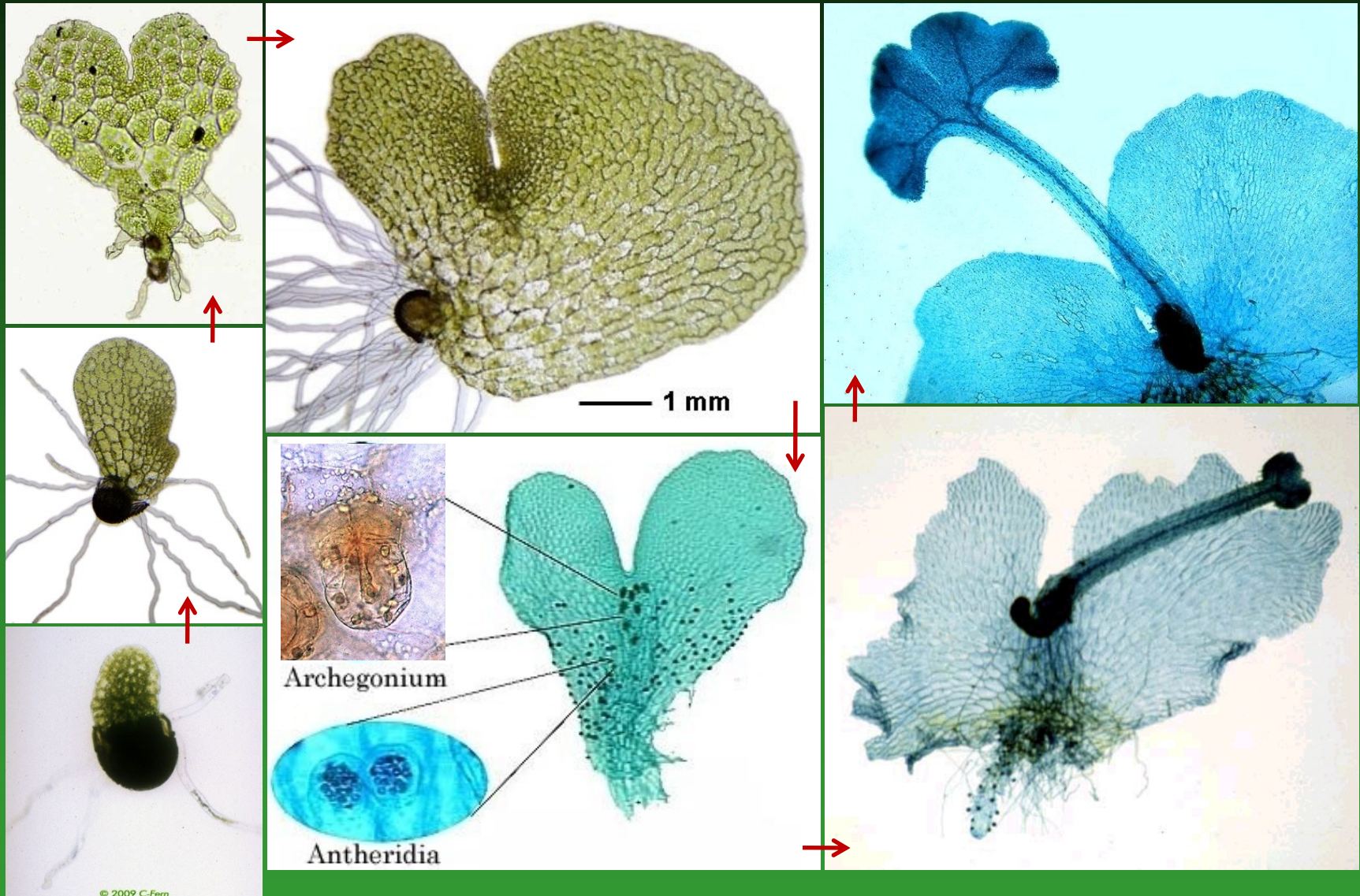


Prstenec (= annulus) je řada buněk se ztlustou vnitřní stěnou, která zavírá a otvírá sporangia

Spory nezelené, monoletní „fazolovitého“ tvaru

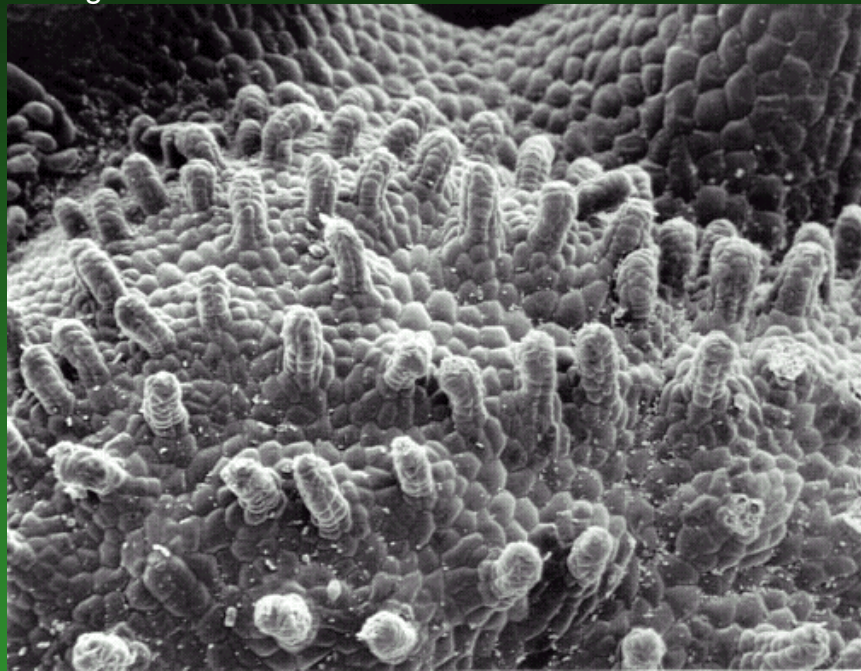


Gametofyt, (prothalamium) - nadzemní, zelený, obvykle srdčitého nebo ledvinitého tvaru, jednovrstevý na spodu s rhizoidy a gametangii, často krátkověký



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

archegonia



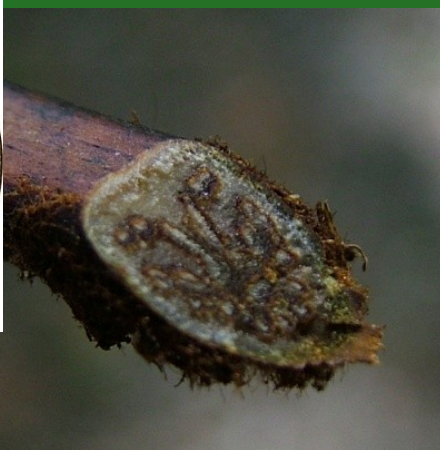
antheridia



SCIENCEPHOTOLIBRARY



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



Coenosory kryté podvinutým okrajem listu



Dennstaedtiaceae (170 druhů hlavně tropy)

Notholaena marantae -

podmrvka jižní zasahuje k nám
ze Středomoří lokalitou na
hadcových skalách u Mohelna.
(nedávno i v Čes. Krasu)
Rub listů hustě rezavě plevinatý



Pteridaceae (950 druhů
hlavně v tropech)

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



Lomariopsidaceae –
70 druhů hlavně tropy

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



- kmen nevětvený, štíhlý, pokrytý trichomy
- listy až 3 m dlouhé, vícenásobně zpeřené.
- sporangia v sořech krytá ostěrami



Blechnum spicant - žebrovice různolistá

- u nás horské lesy
- dimorfní listy (trofofily a trofosporofily)
- 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 kapradina našich lesů = *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 – 5 druhů hlavně v mírném pásu sev. polokoule

Na různých skalních substrátech
hojný *Asplenium trichomanes* -
sleziník červený



Aspleniaceae – 700
druhů

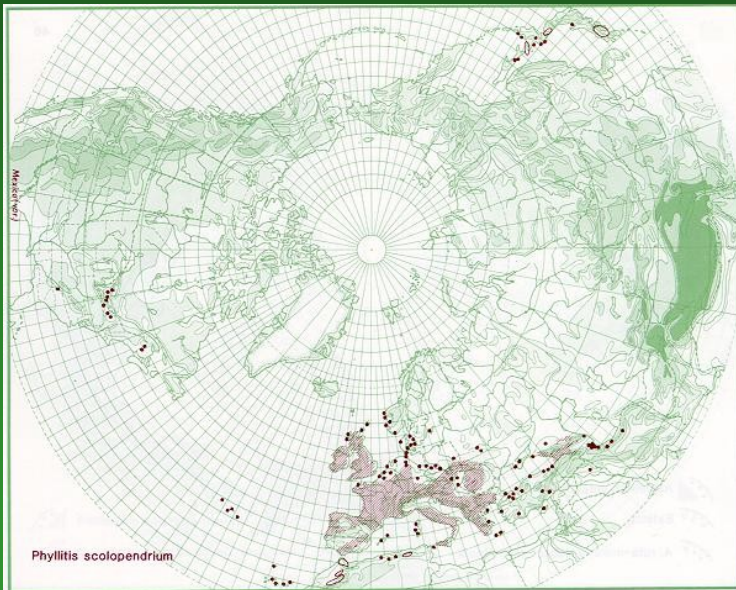


vápencové skály a zdi *Asplenium ruta-muraria* - slezinník routička zední



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



TRÄJON, DRYOPTERIS FILIX MAS (L.) SCHOTT.

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.



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

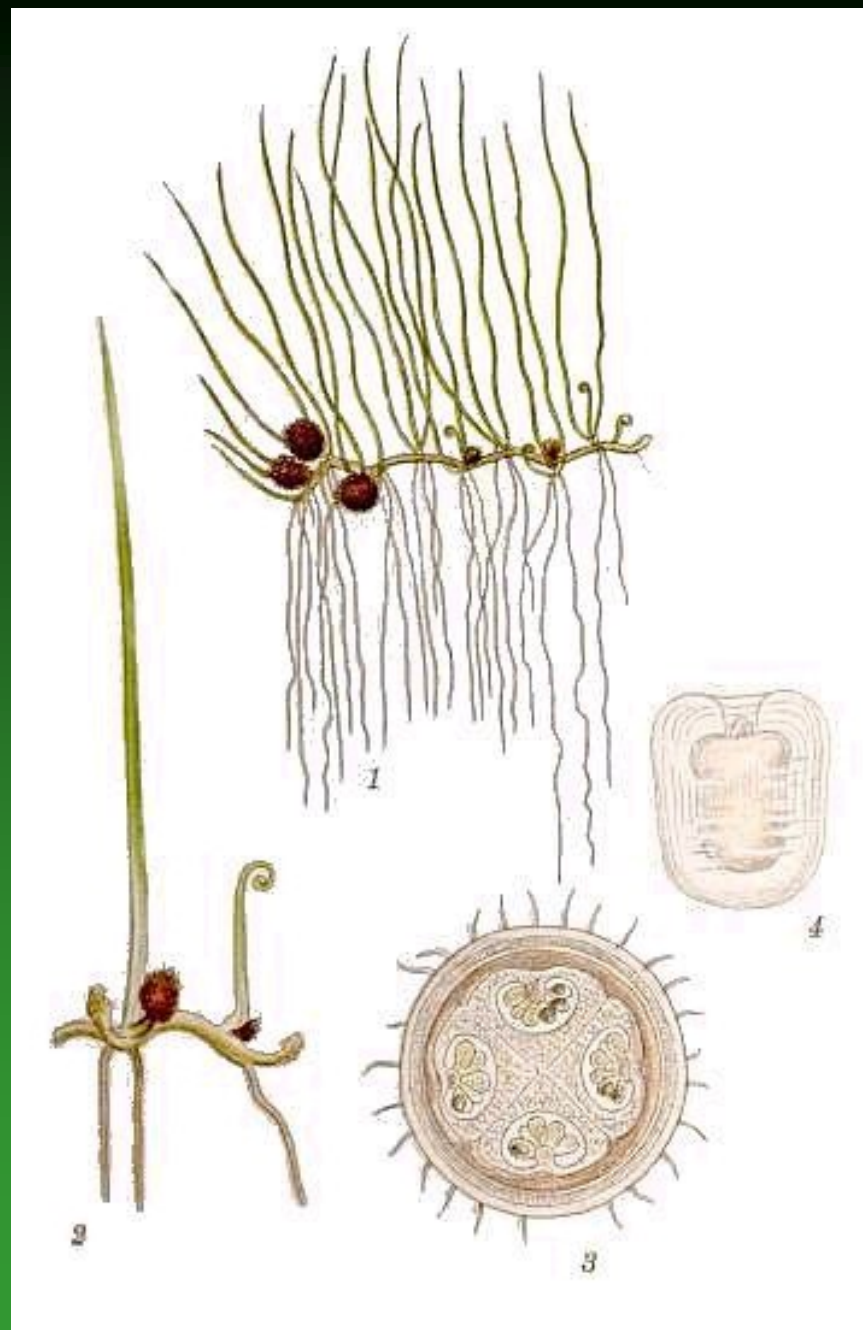
(75 druhů)

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





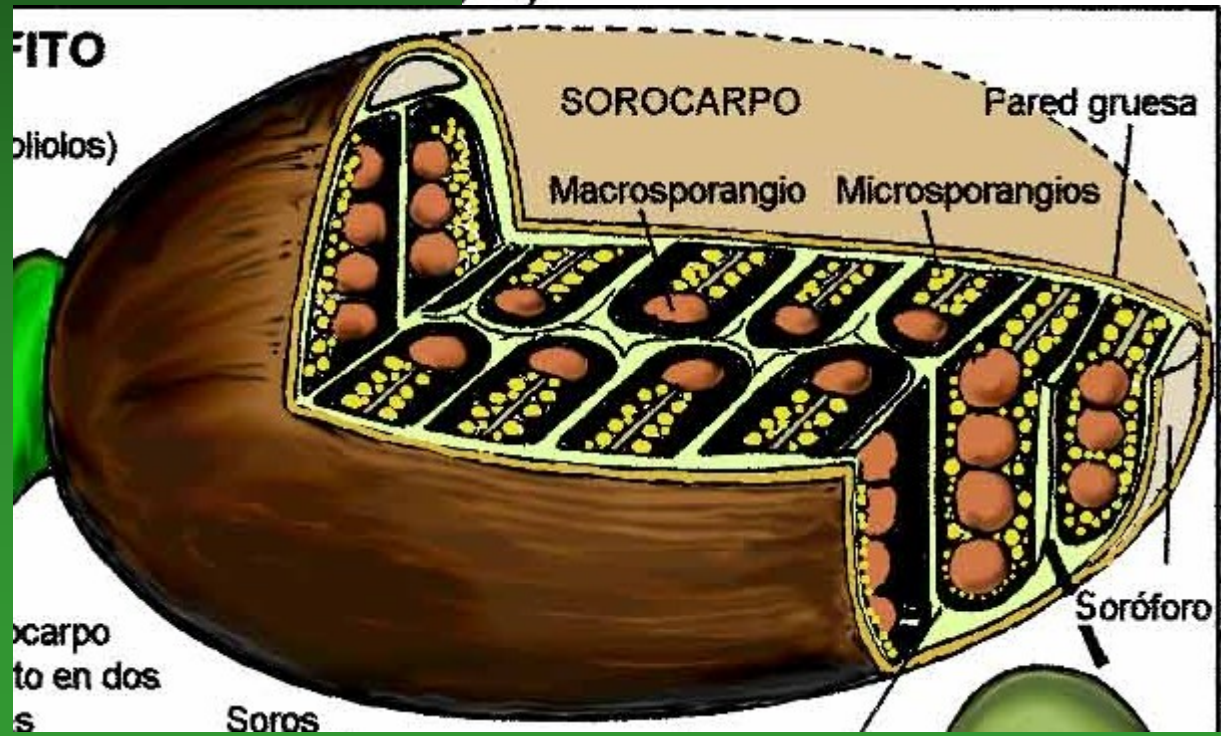
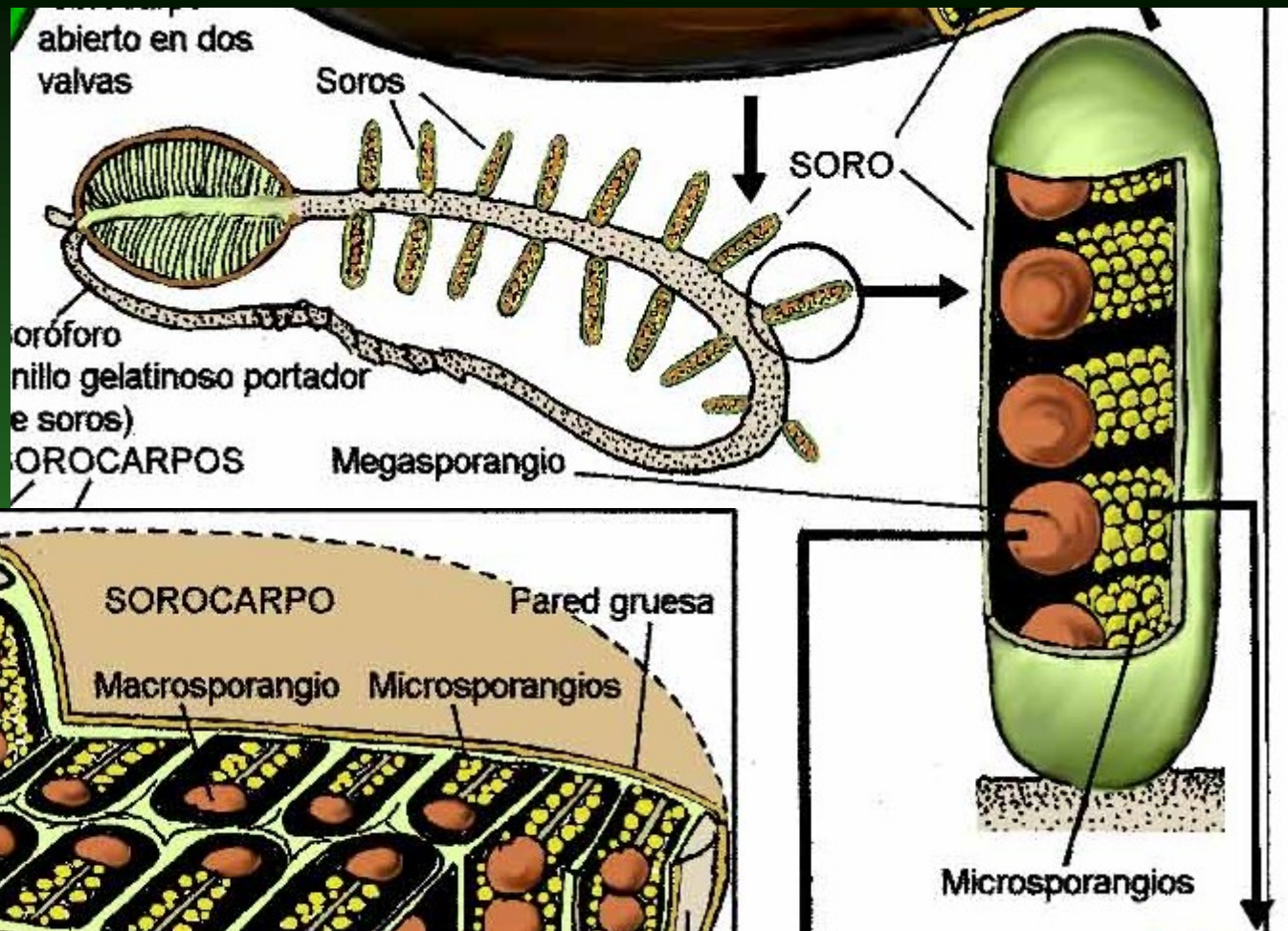
Marsilea quadrifolia - marsilka čtyřlistá

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

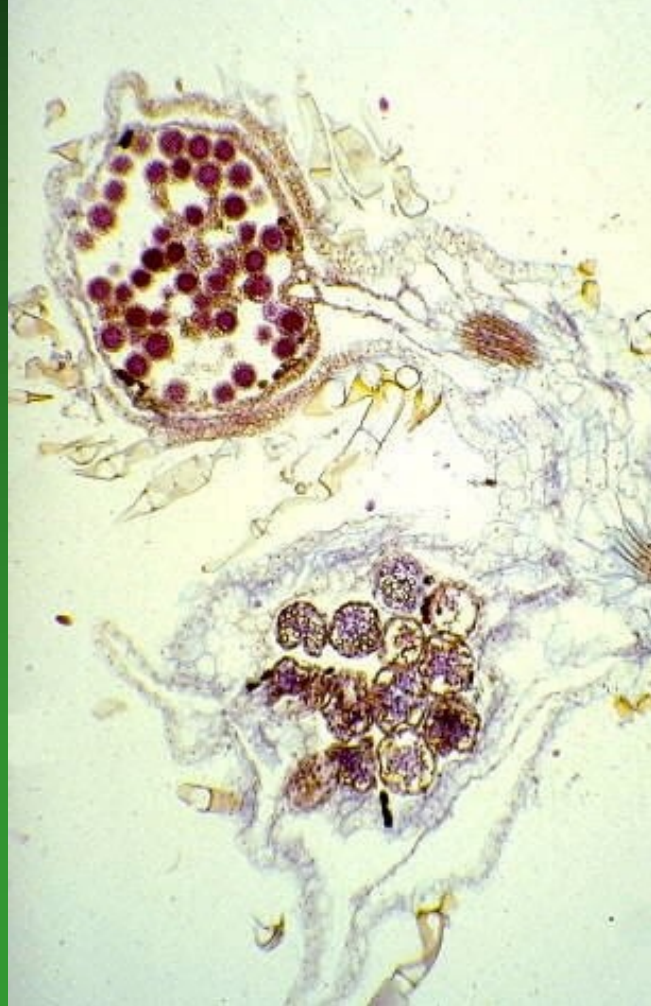
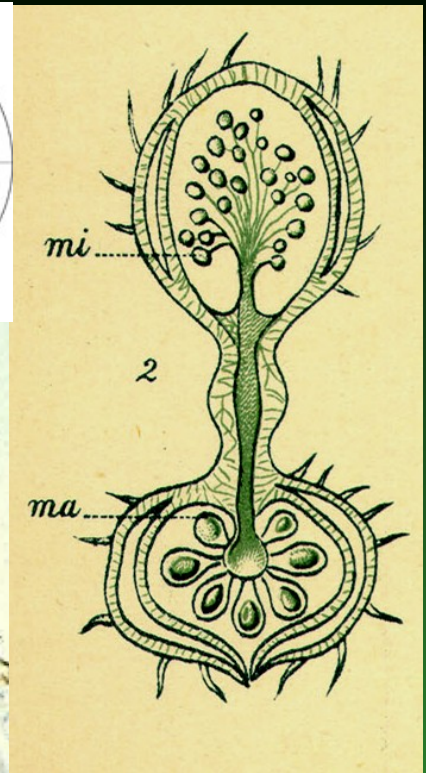
heterosporické

sporangia sdružená v sorech a ty

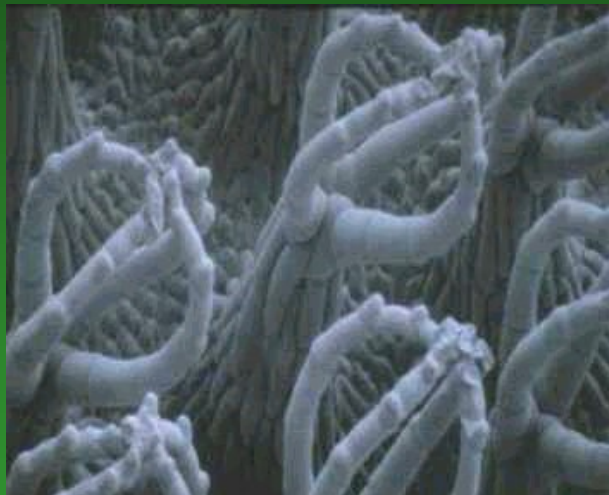
obalené ve sporokarpech

v jednom sporokarpu jen mikro

nebo jen mega sporangia



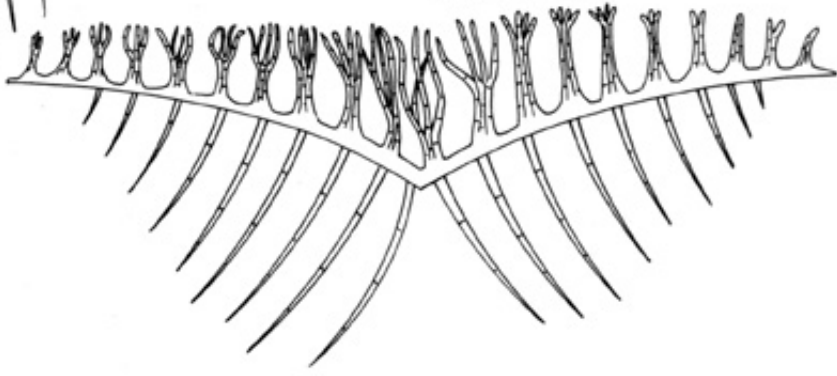
U nás jen ***Salvinia natans*** - nepukalka vzplývající
Vodní natantní jednoletá rostlina s přeslenitými listy na
vodorovném, jednoduchém nebo větveném rhizomu (3četné
přesleny - 2 listy zelené vegetativní (nesmáčivé díky
trichomům), zbývající jeden je přeměněn ve svazek dlouhých
do vody visících vláken,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



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



Leaf x-section



Polypodiopsida, Salviniales



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.

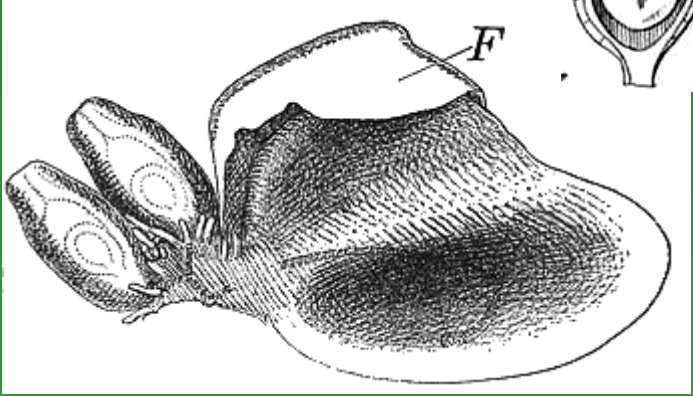
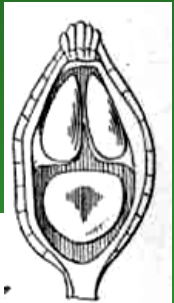


čel.
Azollaceae -
azolovité
(celosvětově
1/5)

Horní laloky bachraté s dutinkami vyplněnými vzduchem nadnášejí rostlinu.

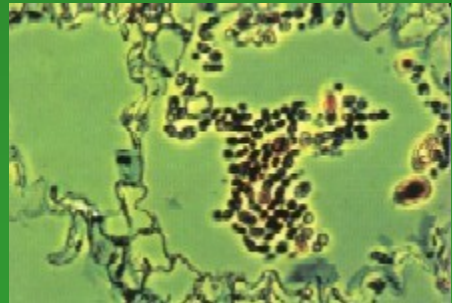


Mikrosporokarpy s mnoha stopkatými mikrosporangii s 64 mikrospórami

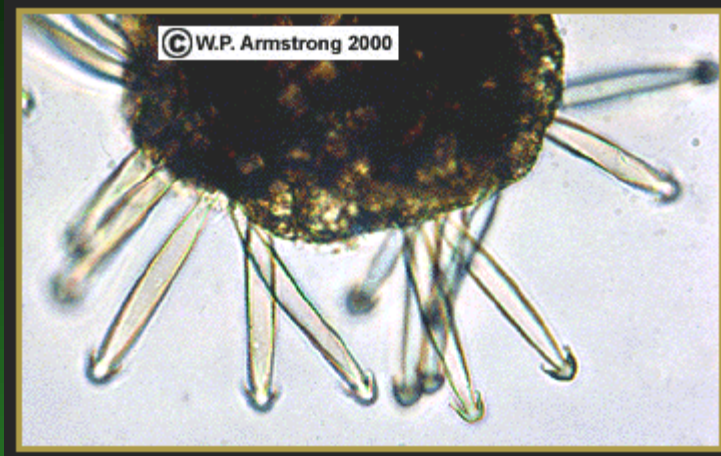


V dutinkách žije sinice *Anabaena azollae*

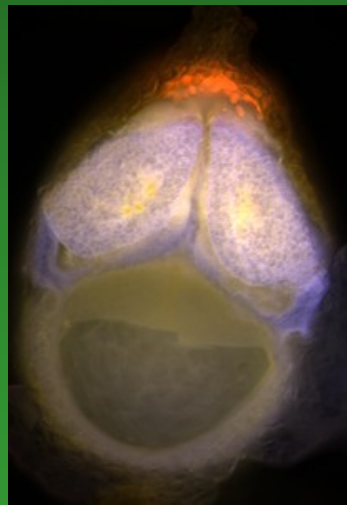
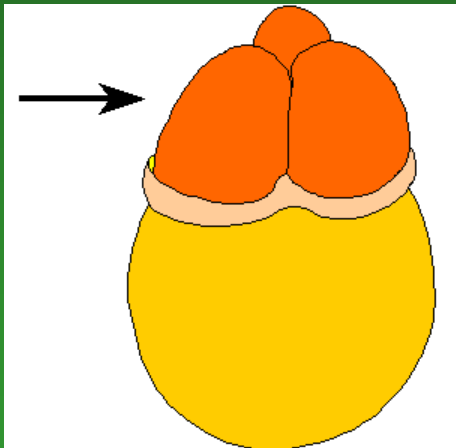
Dva megasporokarpy obsahující po jediném megasporangiu s jedinou megaspórou se 3 plovacími vaky



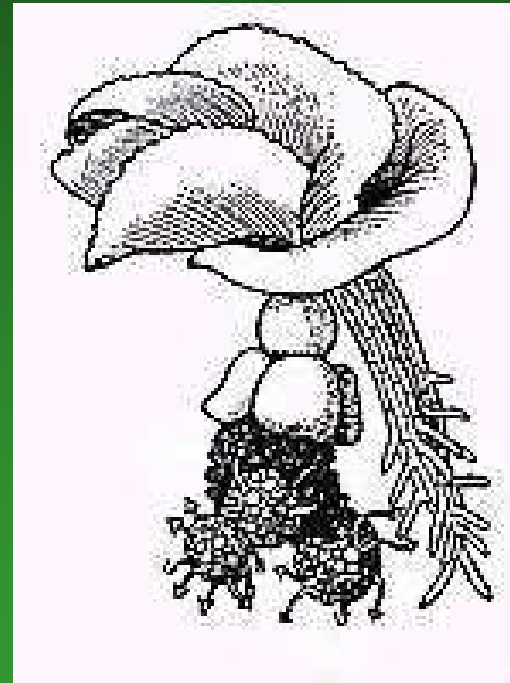
Massula = shluk mikrospór s háčky - glochidiemi, které se zachycují za chloupky na povrchu megaspóry



Massa = plovoucí megaspóra – plave díky vakům na hladině



Z jediného oplodněného archegonia se diferencuje nový sporofyt



Semenné typy kapradin

5. třída *Pteridospermopsida*

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

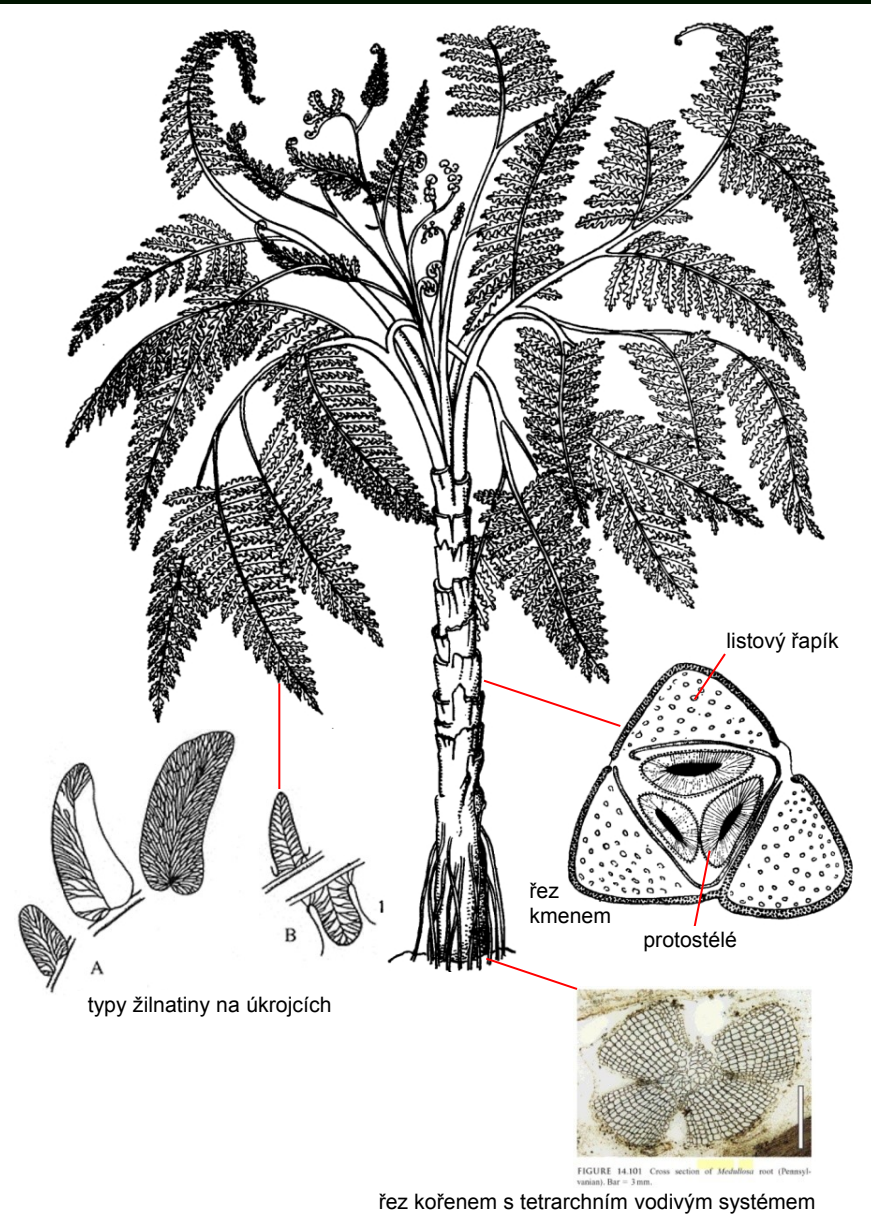


semenná linie karbonských až druhohorních kapradin

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

řád *Medullosales*

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



řád *Medullosales*

Mikrosporangia - srůstají do různých typů stopkatých mikrosynangií

- na listech mezi úkrojky, nebo celé úkrojky přeměněné v mikrosynangia

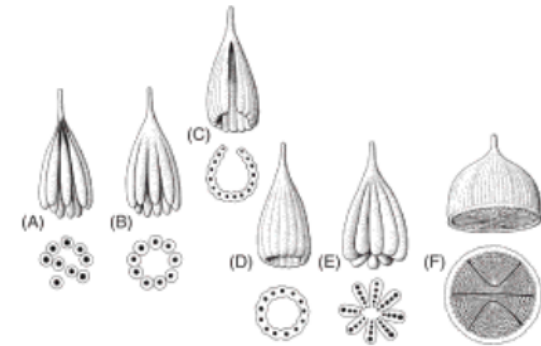
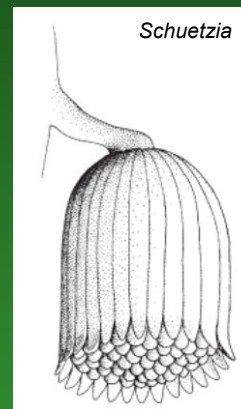
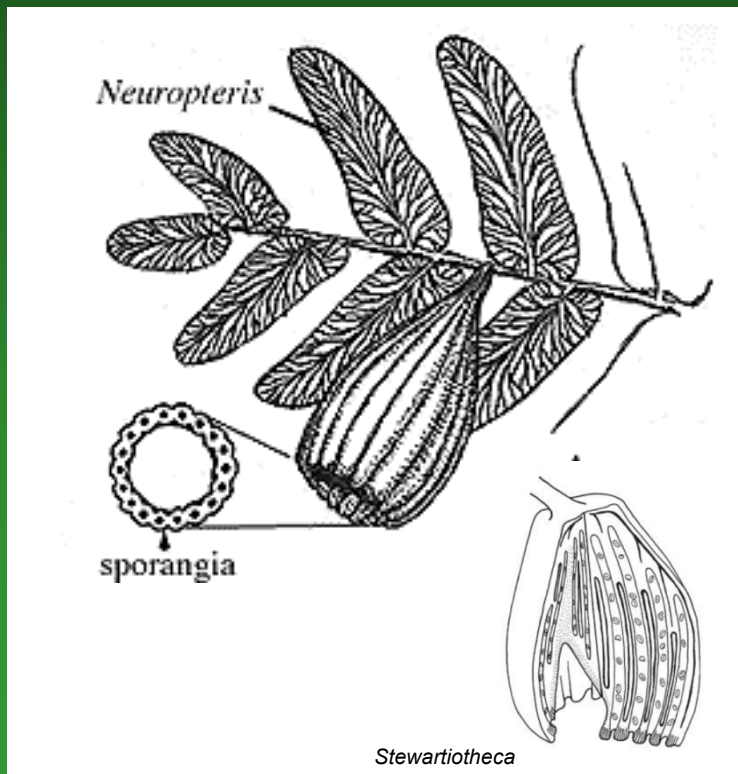


FIGURE 14.157 Suggested evolution among selected medullosan pollen organs. **A.** Cluster of terminal sporangia of a progymnosperm. **B.** Pollen sacs of the *Codonotheca*-type pollen organ. **C.** Incomplete fusion of pollen sacs to form a bilateral pollen organ like that of *Parasporotheca*. **D.**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



řád *Medullosales*

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

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

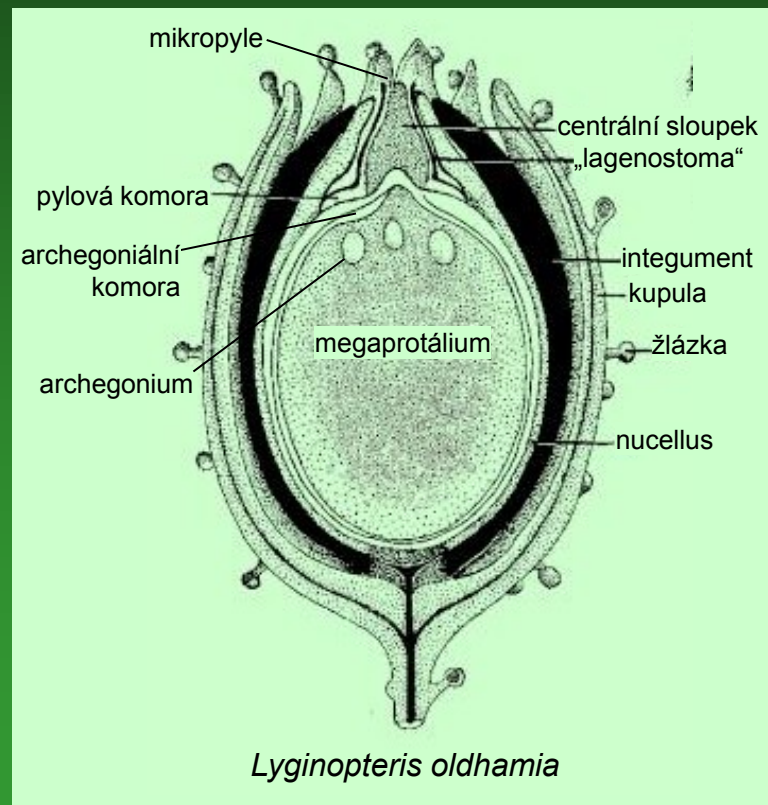
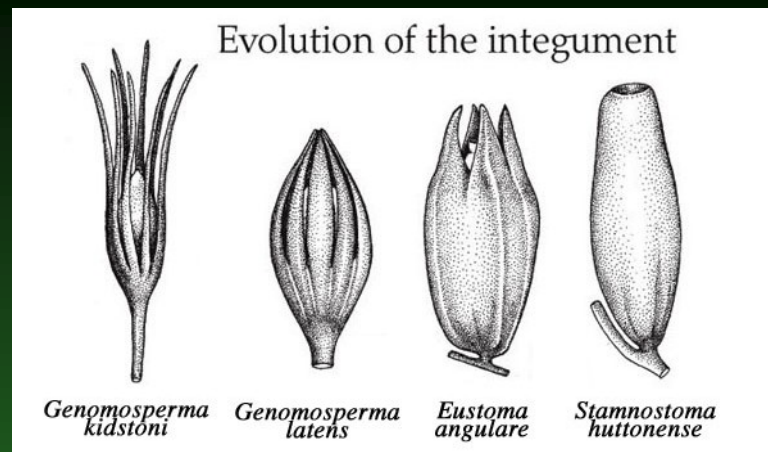
(2) integument = střední obal = vlastní stěna sporangia

(3) kupula (číška) = bočně srostlé telomy (? zesterilnělá paralelní sporangia), syntelomizace nemusí být úplná

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

Centrální sloupek – ozavře po opylení otvor klový

Žlázky na kupule – k lákání brouků – opylovačů?



řád *Medullosales*

Megasporangia – ve skupinkách nebo jednotlivě na větvi listů

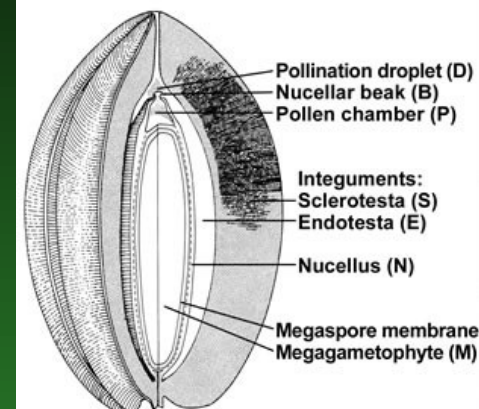
Semena - velká až 10 cm

Obal semen (testa):

(1) vnější dužnatá sarkotesta

(2) vnitřní dřevnatá sklerotesta

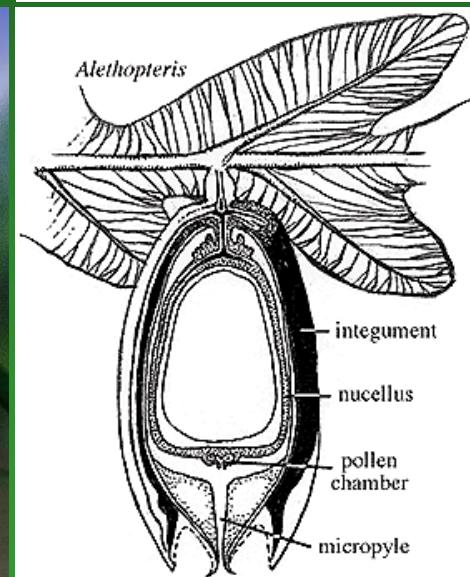
Polyptospermum reaultii - seed fern ovules from the late Carboniferous of France



© Ciavatti 2002



© Ciavatti 2002



Medullosa noei

keřovitěho až stromkovitého
vzrůstu, 3,5 m vysoká



Ivy Livingstone © BIODIDAC

Mohly by být fylogenetickým spojovacím článkem navazujícím na kapradiny a tvořícím předchůdce cykasů



Cyathea



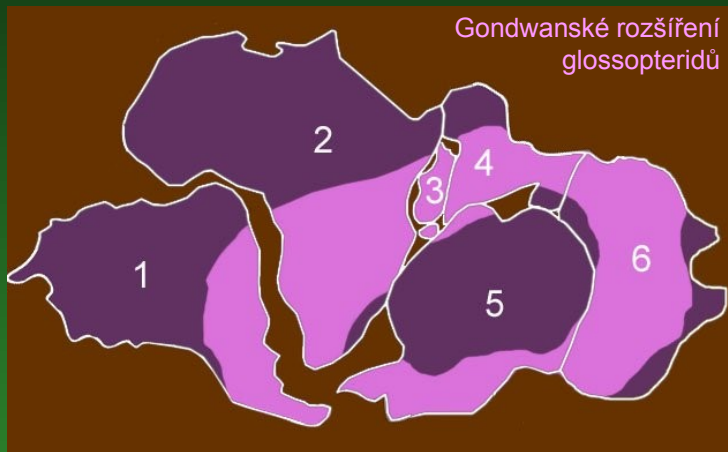
Medullosa



Encephalartos

řád *Glossopteridales*

- dominanty permské flóry na jižním – Gondwanském – superkontinentu



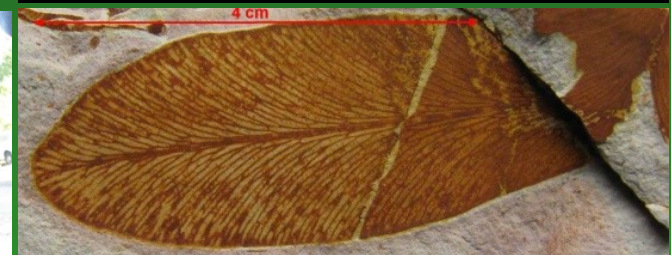
- opadavé stromy (i přes 30 m vys.) bažinatých stanovišť chladnějších středních a vyšších poloh
- podílejí se významně na permských uhelných depozitech
- kmeny s piknoxylickou stavbou s výraznými letokruhy
- kořeny s tri- až polyarchní vodivou soustavou



řád *Glossopteridales*

Listy

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



řez kmenem

řád *Glossopteridales*

Mikrosporangia

- ve shlucích srostlá v šišticovitá mikrosynangia,
- mikrosynangia dlouze stopkatá se stopkou zčásti přirostlou k listové čepeli, někdy synangia na listu v páru
- pyl s jedním nebo dvěma vzdušnými vaky, jako u jehličnanů



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

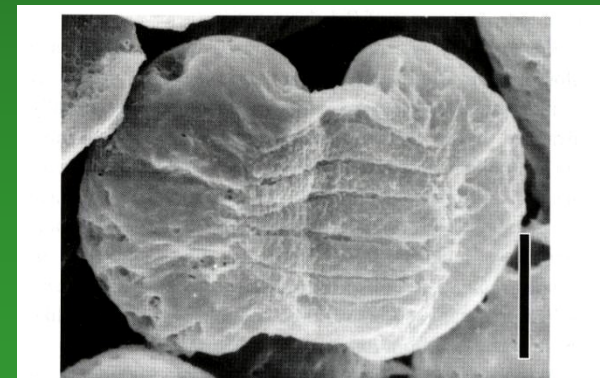
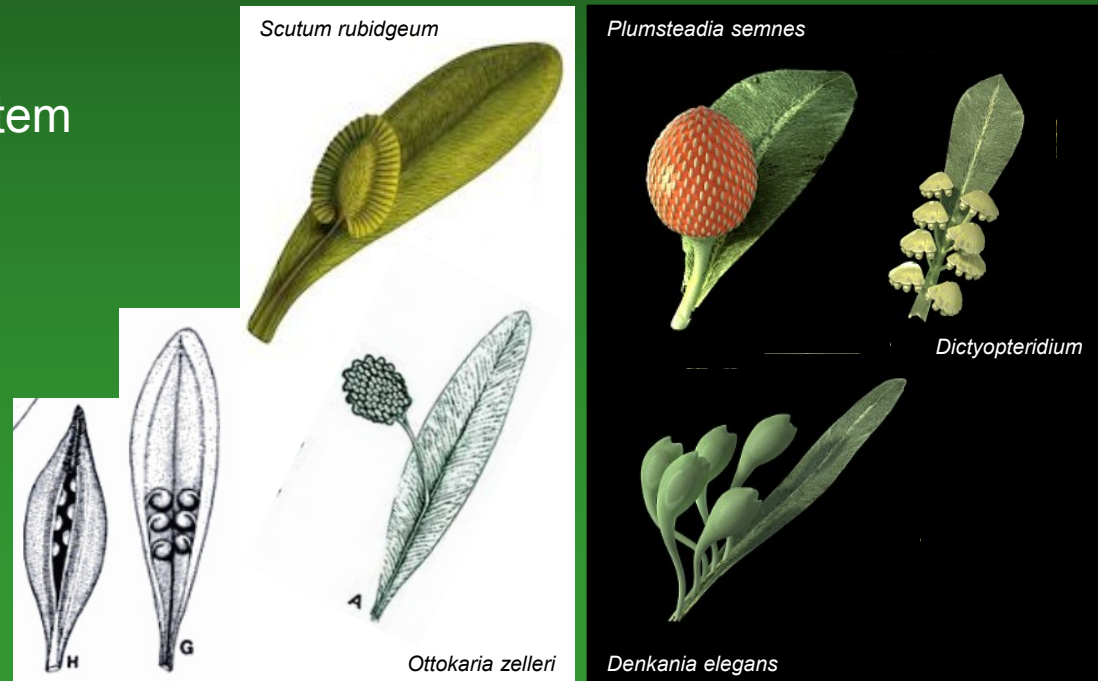


FIGURE 14.217 Pollen grain with proximal striations. Bar = 10 μ m. (Courtesy S. McLoughlin.)

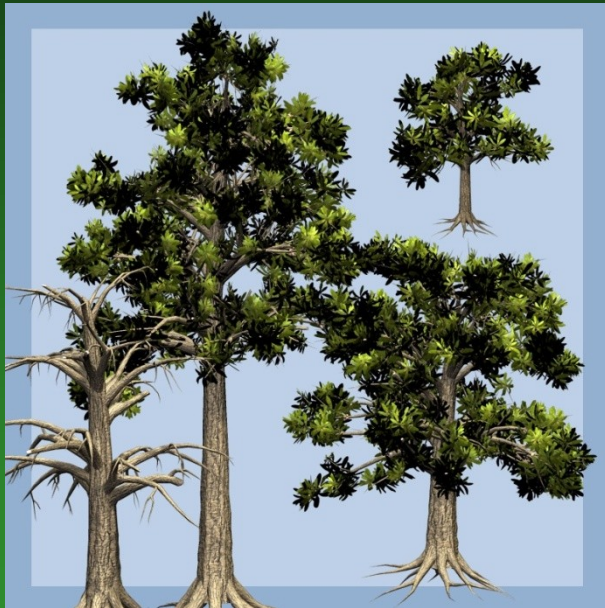
řád *Glossopteridales*

Megasporangia (vajíčka)

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



Mohly by být fylogenetickým výchozím článkem navazujícím na kapradiny a tvořícím předchůdce kordaitů a jinanů



Glossopteris



Cordaites



Ginkgo

