

Evoluční morfologie rostlin

Příběh stonku

evoluce, funkce, stavba, adaptace

Pavel Veselý

Funkce stonku

- nese asimilační orgány a květy
- v mládí fotosyntetizuje
- **rozvádí vodu s minerály a asimiláty**
- zásobní funkce
- metamorfózy

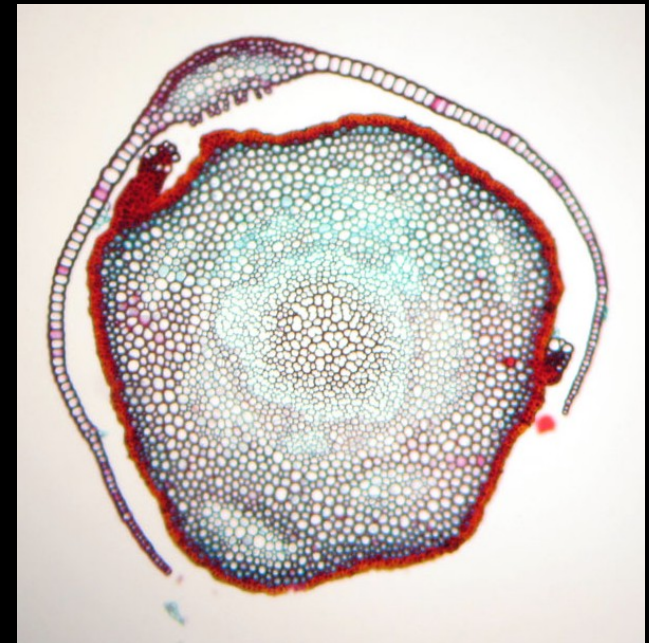
Evolve vodivé funkce

- Mechorosty:

- příjem vody a živin celým povrchem
(vodivá pletiva netřeba, nemají kutikulu, nebo jen tenkou)

- specializovaná pletiva –
hydroidy

- vodivé elementy podobné tracheidám,
ale bez sekundární BS z ligninu
 - jsou patrně homologní xylému
cévnatých rostlin – jsou regulovány
stejnou skupinou transkripčních faktorů



Polytrichum sp., řez rostlinkou

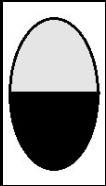
Evoluce vodivé funkce

- Cévnaté rostliny:
 - protracheofyty: *Aglaophyton*, *Horneophyton*
(vodivá pletiva ještě bez ligninu, tj. bez sekundární BS, ale morfologie podobná pokročilejším)
 - xylém s lignifikovanými tracheidami
 - homoxylické dřevo
 - Vznik cév – krytosemenné, liánovce (nezávisle)
 - heteroxylické dřevo

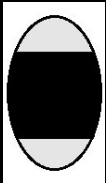
Cévní svazky

- úplné – obsahují část dřevní i lýkovou
- neúplné
 - dřevní – na koncích rozvětvené žilnatiny listů
 - lýkové – často v zásobních orgánech
- uzavřené – neobsahují kambium, druhotně netloustnou
- otevřené – obsahují kambium, druhotně mohou tloustnout

Cévní svazky úplné

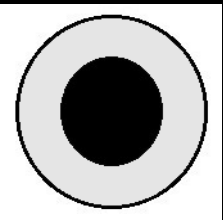


kolaterální — přesličky, nahosemenné, krytosemenné (arthrostélé, eustélé, ataktostélé), CS otevřené i uzavřené

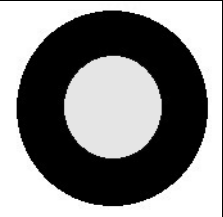


bikolaterální — *Cucurbitales*, *Solanales*, *Asclepiadaceae*, *Campanulaceae*, *Myrtaceae*, *Polygonaceae* (eustélé), CS otevřené, vznik z kolaterálního a neúplného lýkového CS

koncentrické



dřevostředný — u kapradin (protostélé, polystélé), odvozený typ u plavuní (plektostélé), CS uzavřené



lýkostředný — u jednoděložných v zásobních orgánech (oddenky, stonkové hlízy) nebo při atypickém tloušťnutí stonku jednoděložných rostlin, CS uzavřené



radiální — v kořenech nahosemenných a krytosemenných, ve stonku fosilních rostlin: *Asteroxylon* – Zosterophyllophyta recentně: *Psilotum* – Psilophyta (aktinostélé), CS otevřené i uzavřené

Cévní svazky typické



floém

xylém
(heteroxylický)

céva

tracheidy

Aristolochia durior, Aristolochiaceae

Cévní svazky typické

http://kfrserver.natur.cuni.cz/lide/zelen/U3V_fr/prezentace/dreviny.pdf



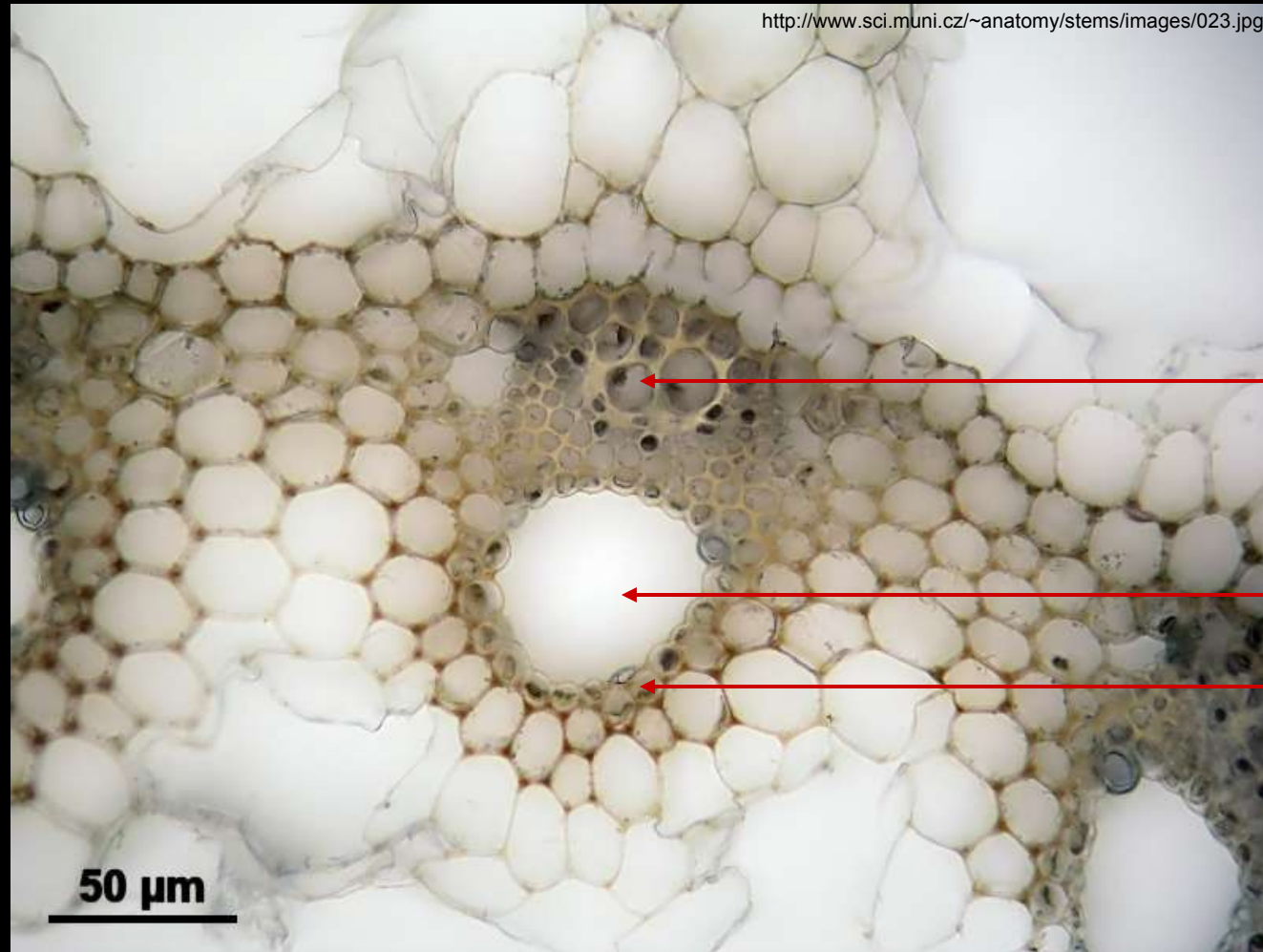
floém

xylém
(homoxylický)

tracheidy

Ginkgo biloba, Ginkgoaceae

Cévní svazky atypické



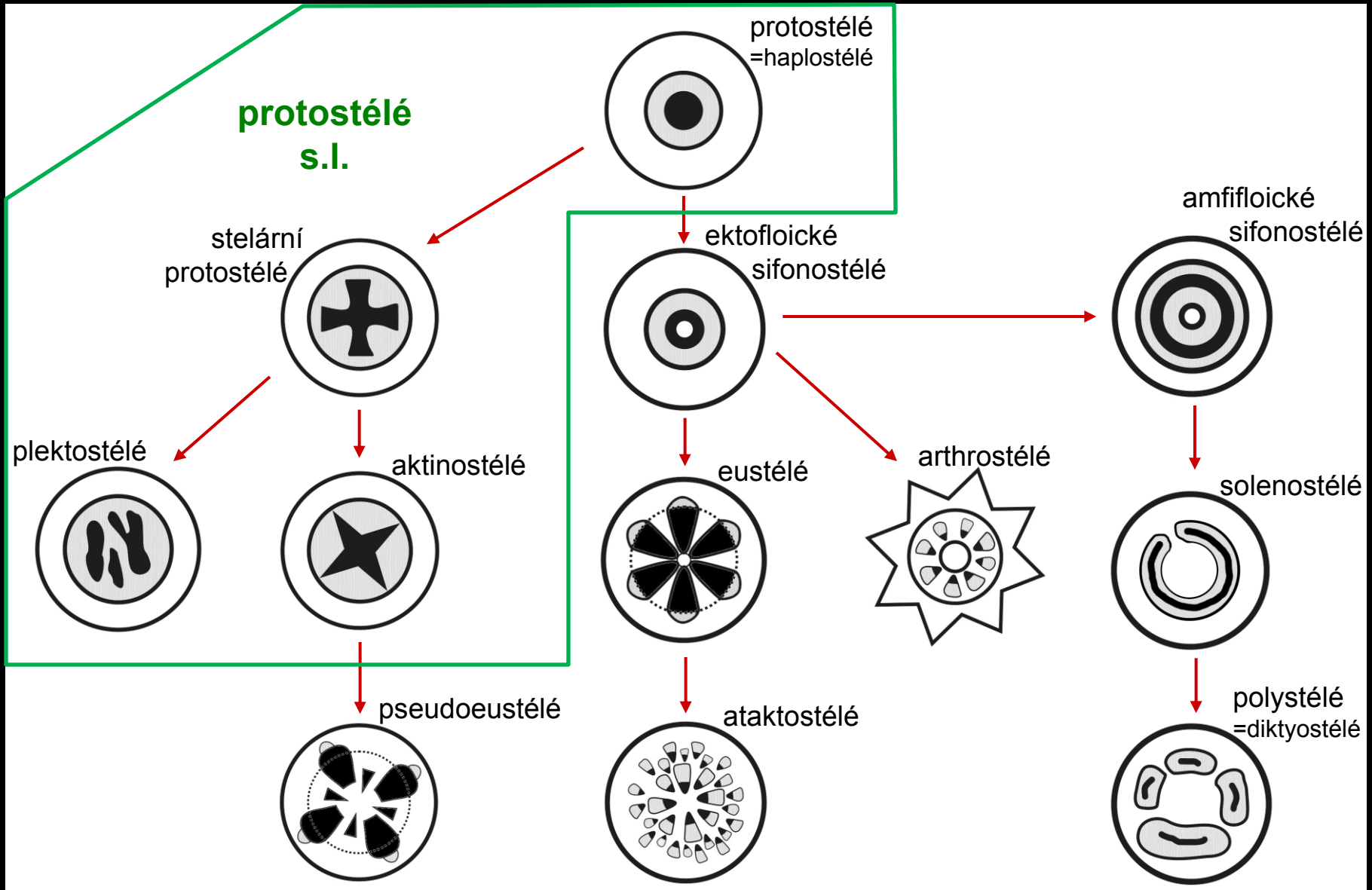
floém

lakuna

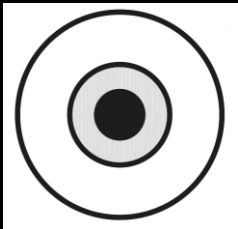
tracheidy

Equisetum arvense, Equisetophyta

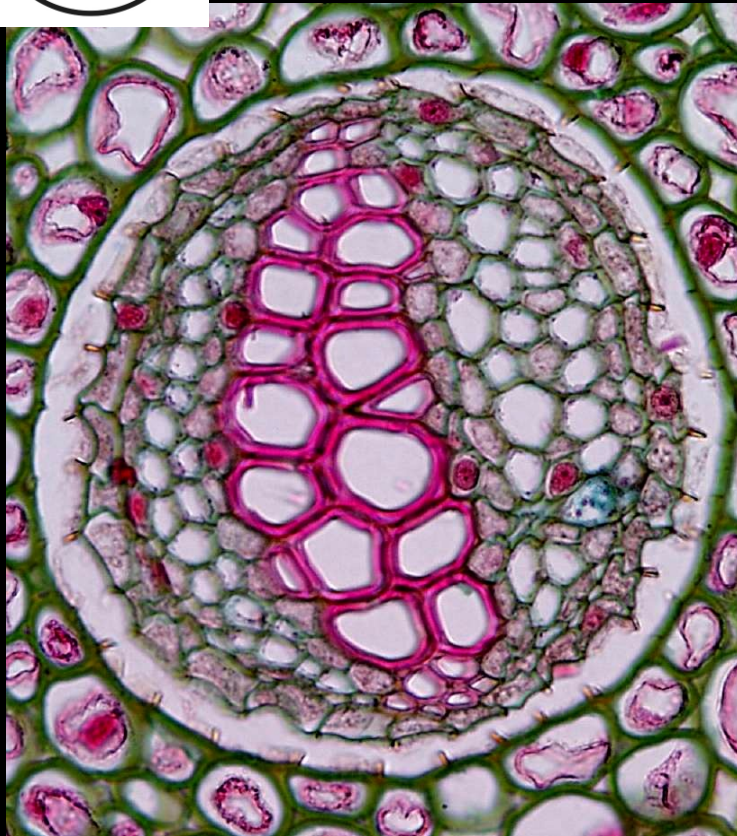
Typy stélé



Typy stélé



protostélé

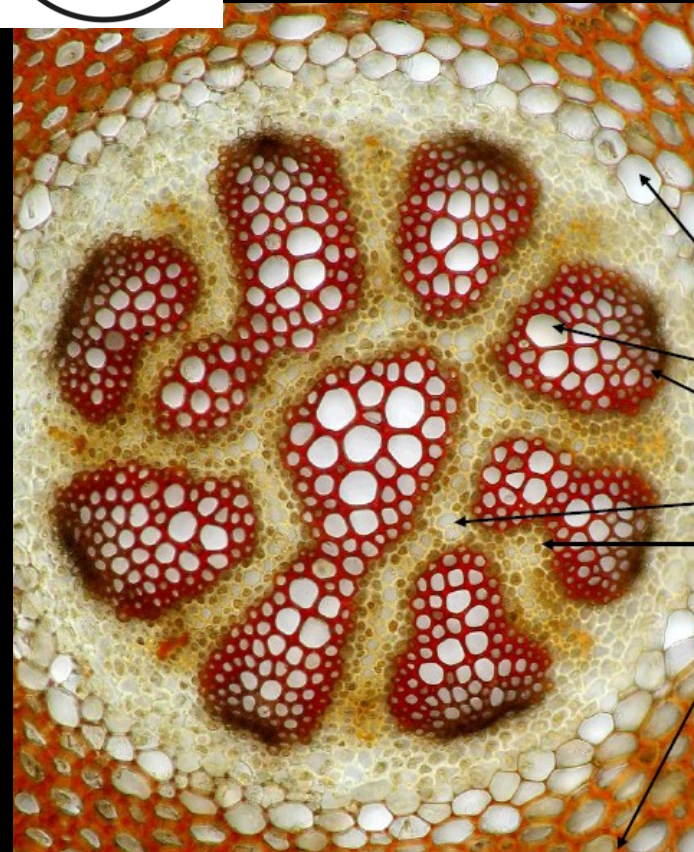


http://botanika.bf.jcu.cz/materials/morfologie/anatomie_stonek1.ppt

Pteridium aquilinum



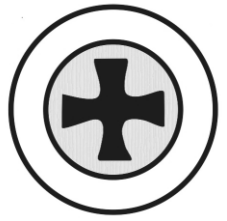
plektoleste



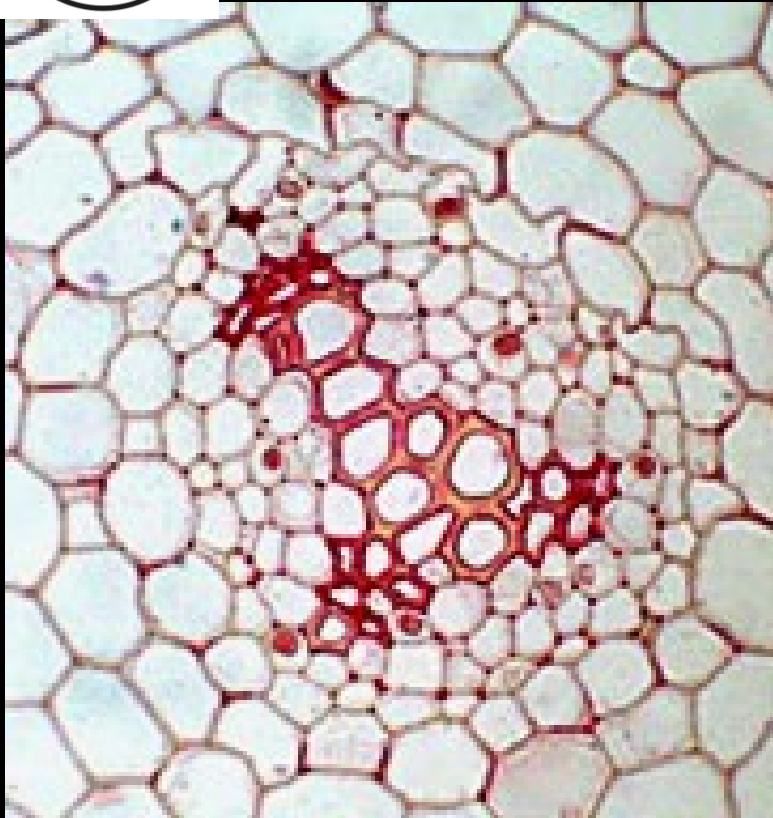
<http://botany.upol.cz/atlas/anatomie/>

Lycopodium clavatum

Typy stélé

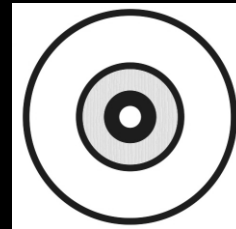


stelární protostélé

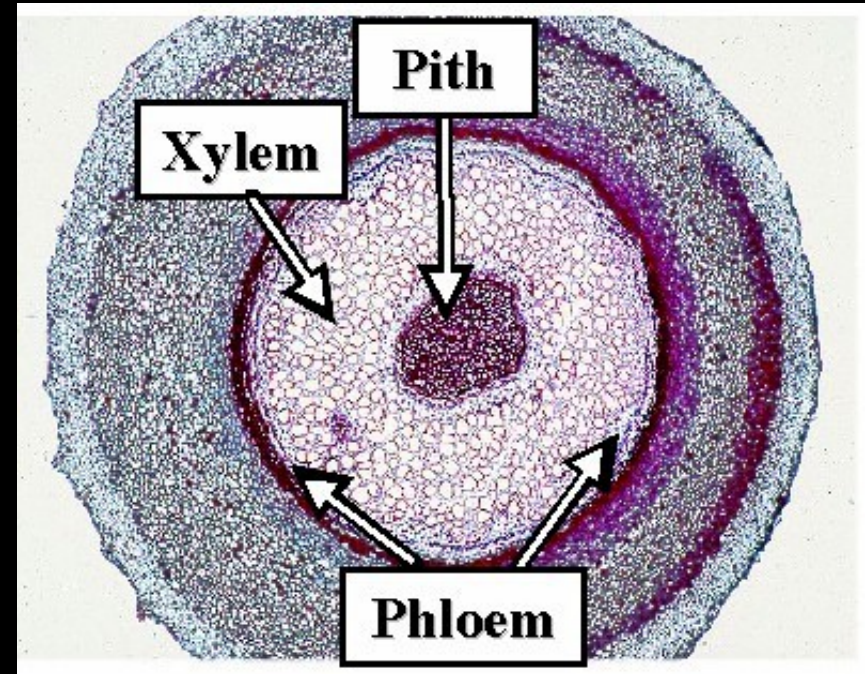


http://digicoll.library.wisc.edu/Science/data/images/GenBot/GroupDa25_28/reference/26-1.12r.jpg

Psilotum nudum



ektofloické sifonostélé



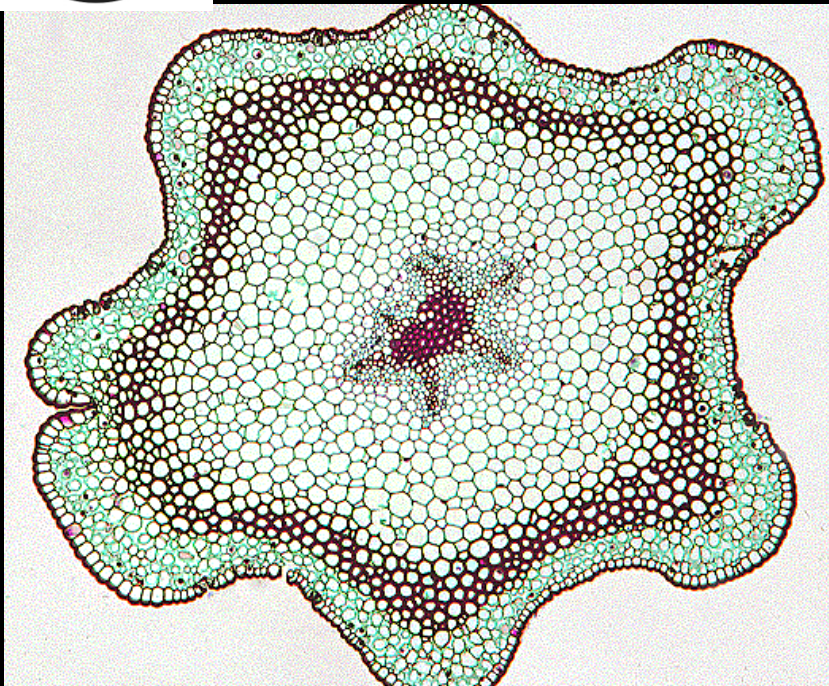
<http://www.botany.hawaii.edu/faculty/webb/bot201/rootstemstela/EctophloicSSLab.jpg>

Osmunda regalis

Typy stélé

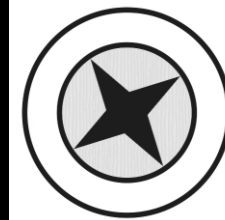


aktinostélé

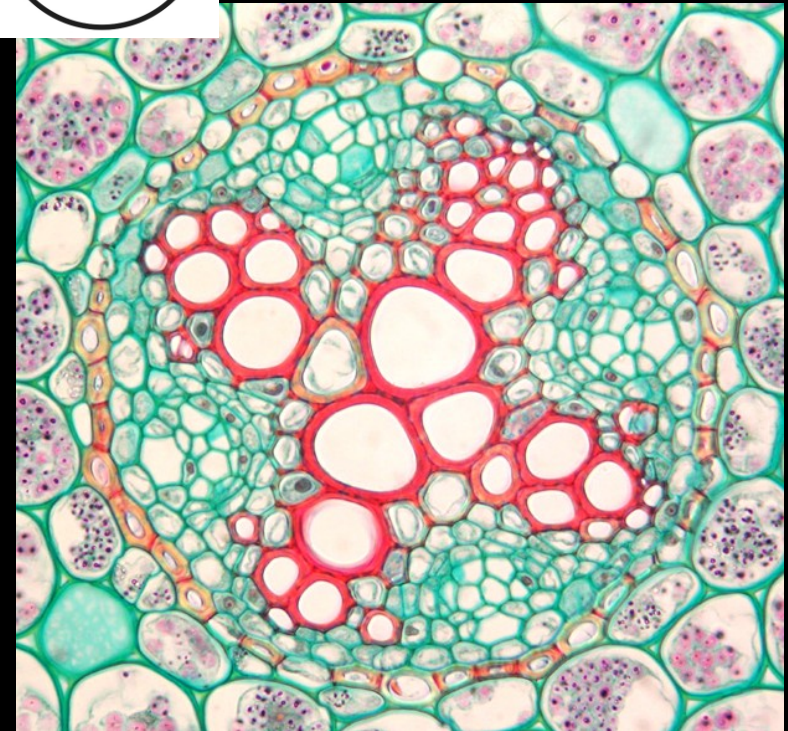


http://www.uri.edu/cels/bio/plant_anatomy/images/79.gif

Psilotum nudum



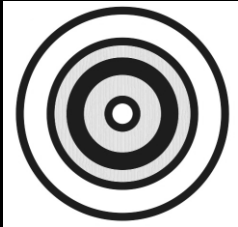
aktinostélé



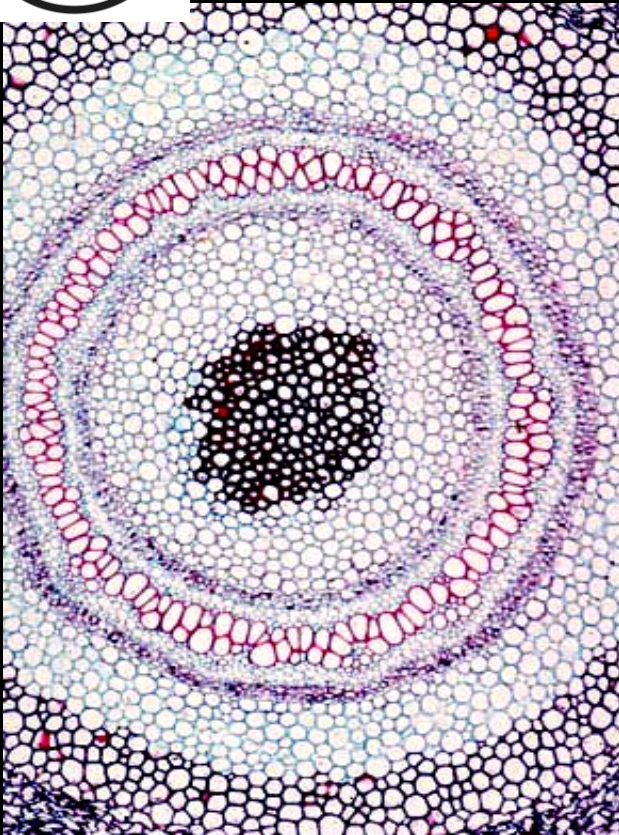
http://botanika.bf.jcu.cz/materials/morfologie/anatomie_stonek1.ppt

Ranunculus sp.

Typy stélé

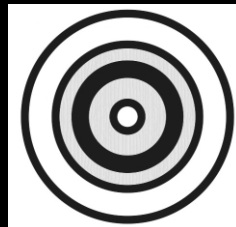


amfifloické
sifonostélé

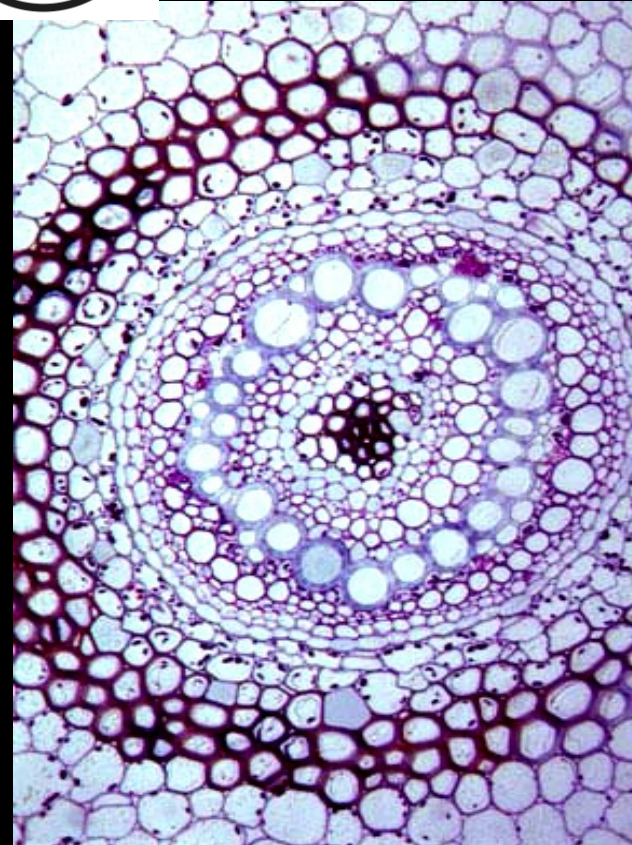


http://botanika.bf.jcu.cz/materials/morfologie/anatomie_stonek1.ppt

Adiantum sp.



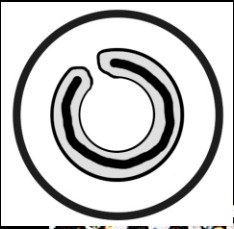
amfifloické
sifonostélé



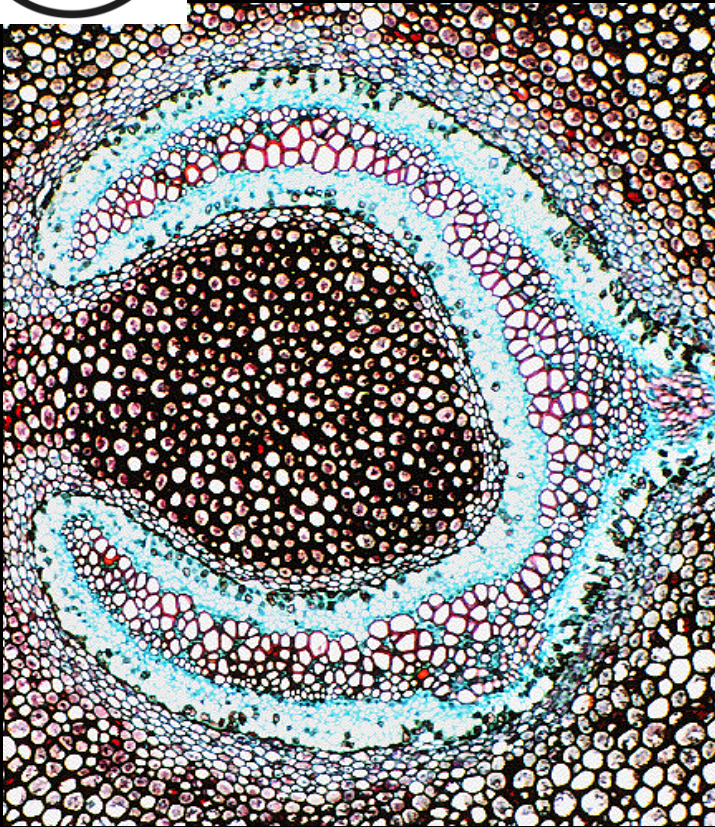
http://botanika.bf.jcu.cz/materials/morfologie/anatomie_stonek1.ppt

Marsilea quadrifolia

Typy stélé



solenostélé



http://botanika.bf.jcu.cz/materials/morfologie/anatomie_stonek1.ppt

Adiantum sp.



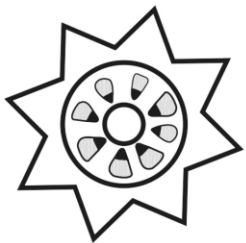
polystélé (=diktyostélé)



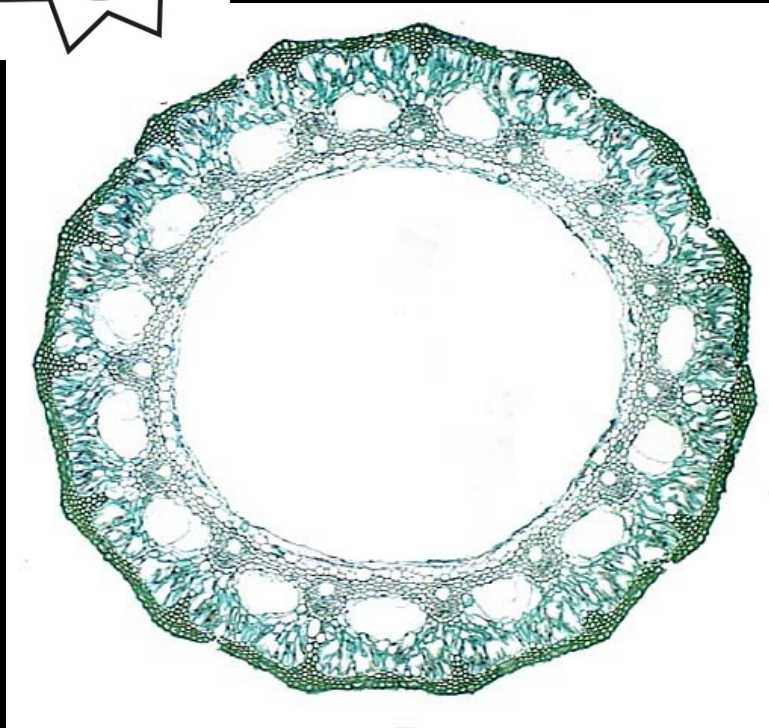
http://botanika.bf.jcu.cz/materials/morfologie/anatomie_stonek1.ppt

Polypodium vulgare

Typy stélé

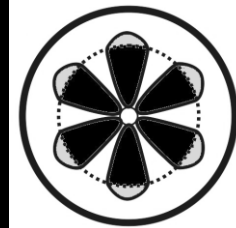


arthrostélé

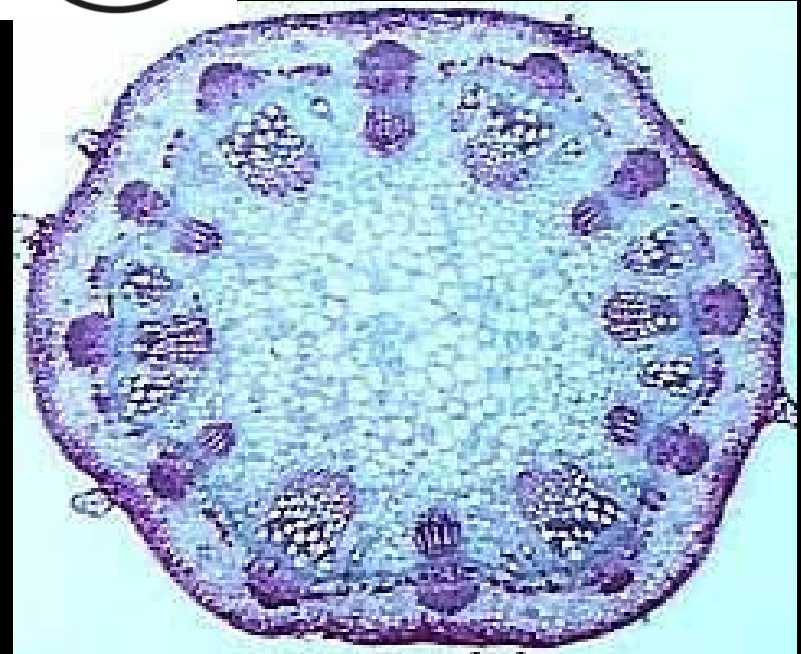


http://botit.botany.wisc.edu/images/130/Fern_Allies/Sphenophyta/Equisetum/Stem_Cross_Section_MC_.jpg

Equisetum sp.



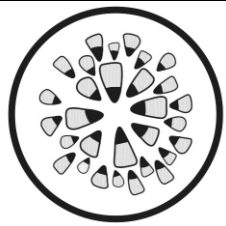
eustélé



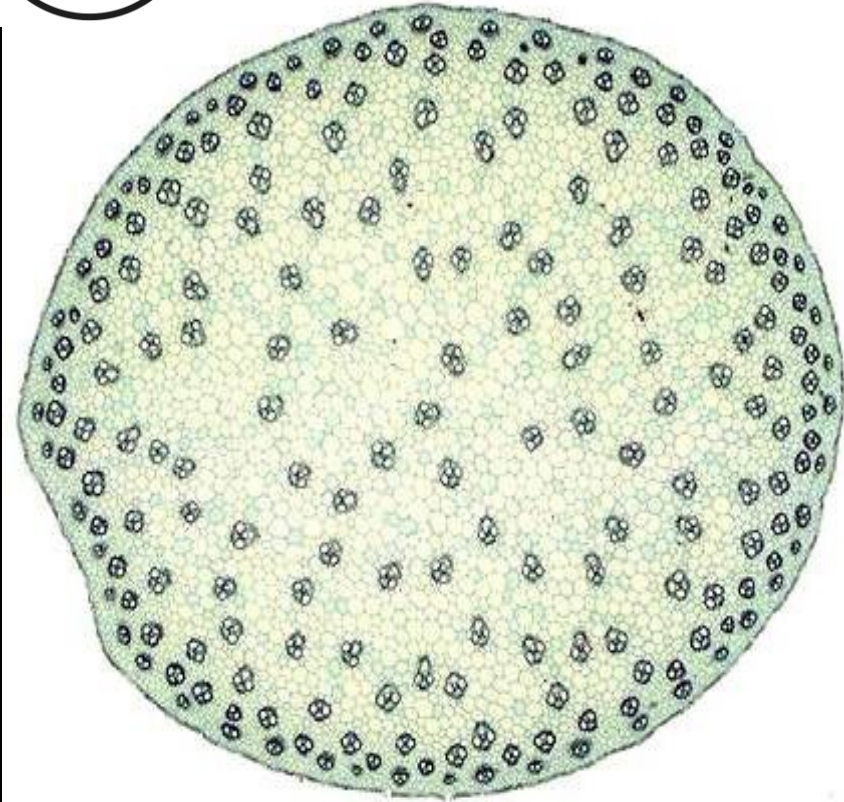
<http://www.ucmp.berkeley.edu/IB181/VPL/Ana/AnaP/Ana9l.jpeg>

Helianthus sp.

Typy stéle

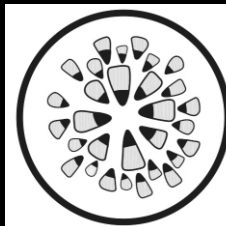


ataktostélé

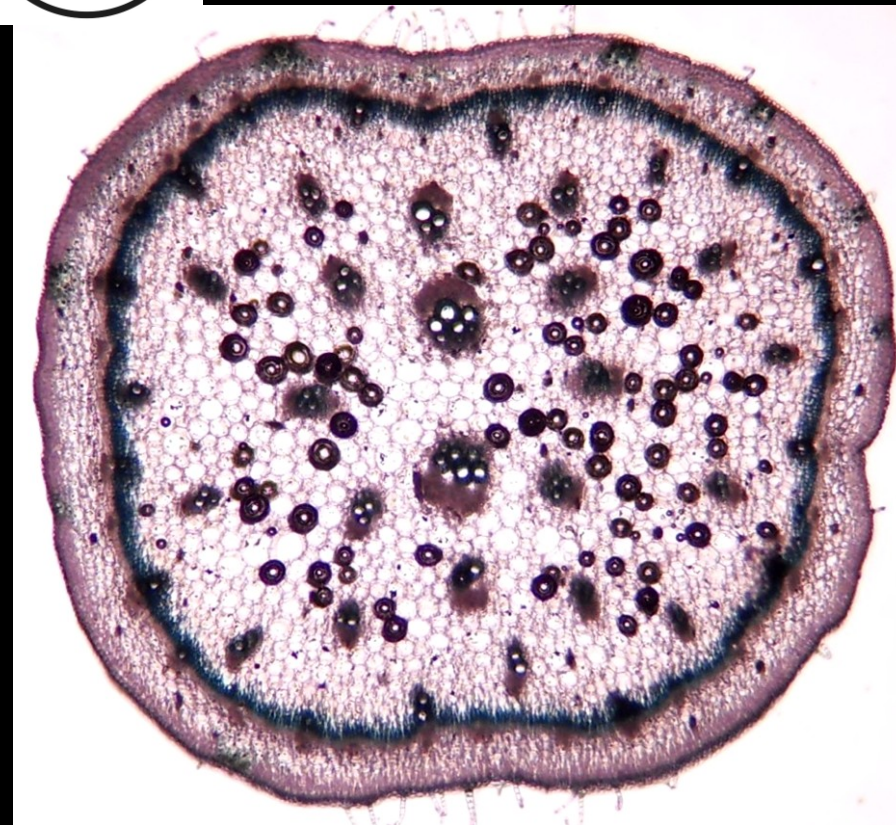


http://botanika.bf.jcu.cz/materials/morfologie/anatomie_stonek1.ppt

Zea mays



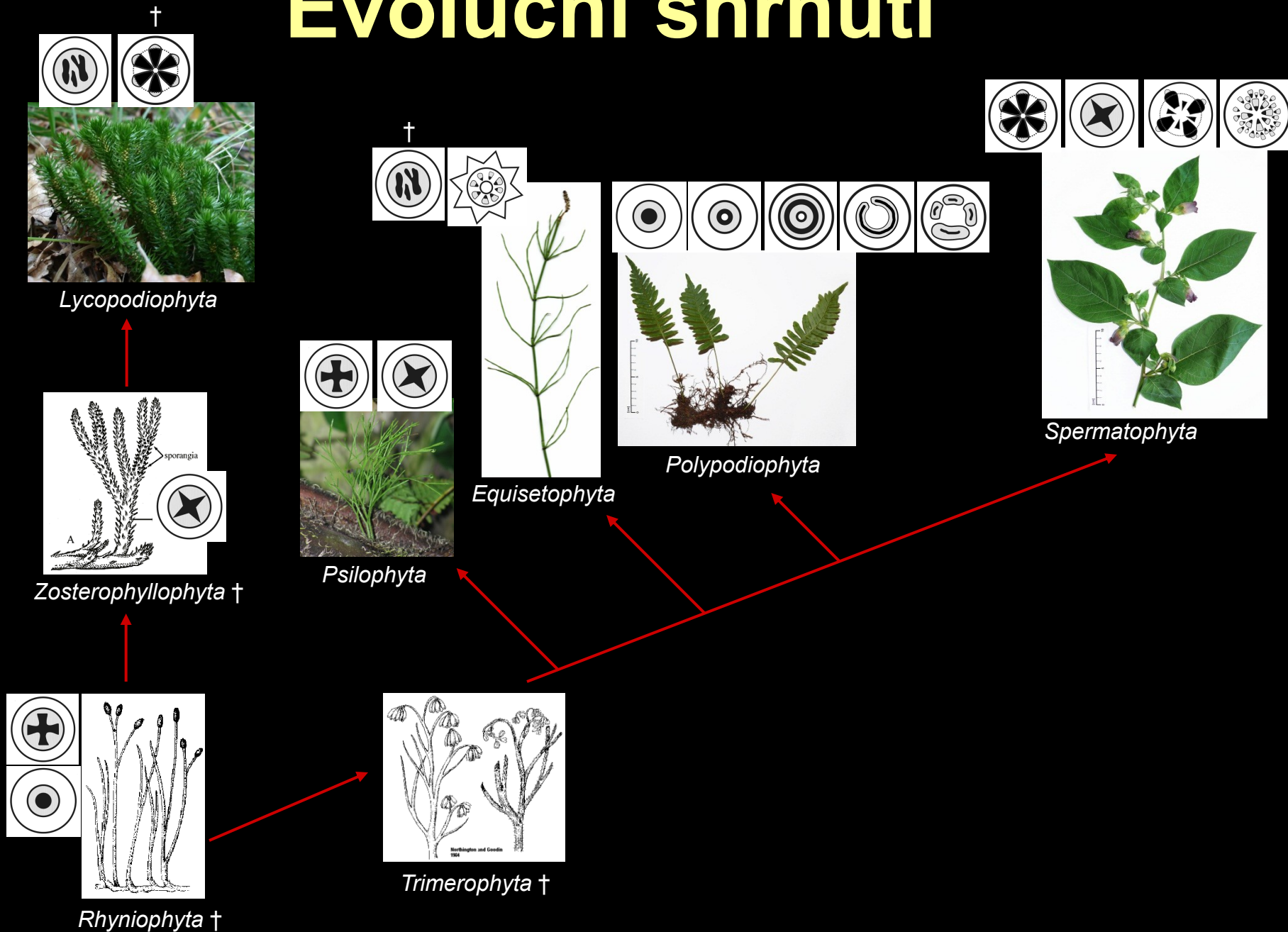
ataktostélé



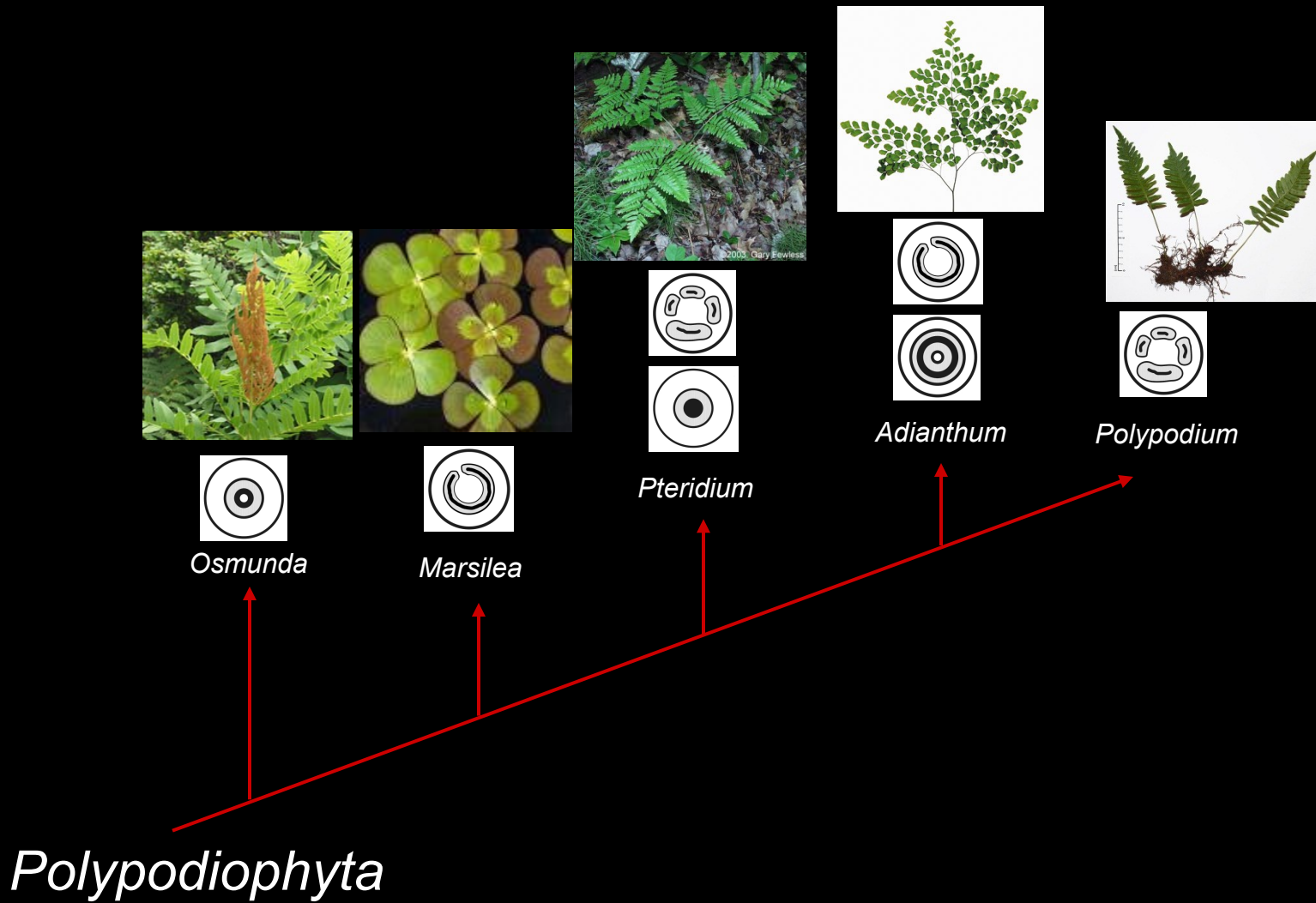
http://www.tramil.net/fototeca/images/Mirabilis_jalapa_TigeX40_IB.jpg

Mirabilis jalapa

Evoluční shrnutí



Evoluční shrnutí



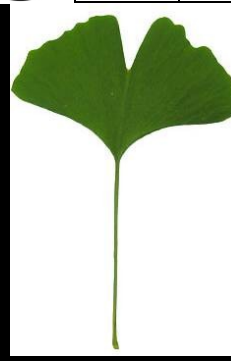
Evoluční shrnutí



Magnoliophyta
krytosemenné



Cycadophyta
cykasy



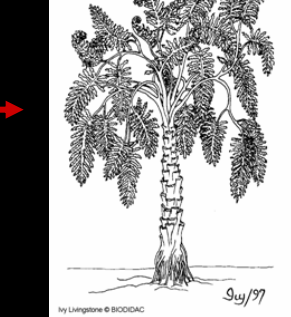
Ginkgophyta
jinany



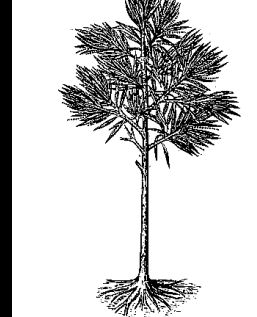
Gnetophyta
liánovce



Polypodiophyta
kapradiny



Pteridospermophyta
kaprad'osemenné †

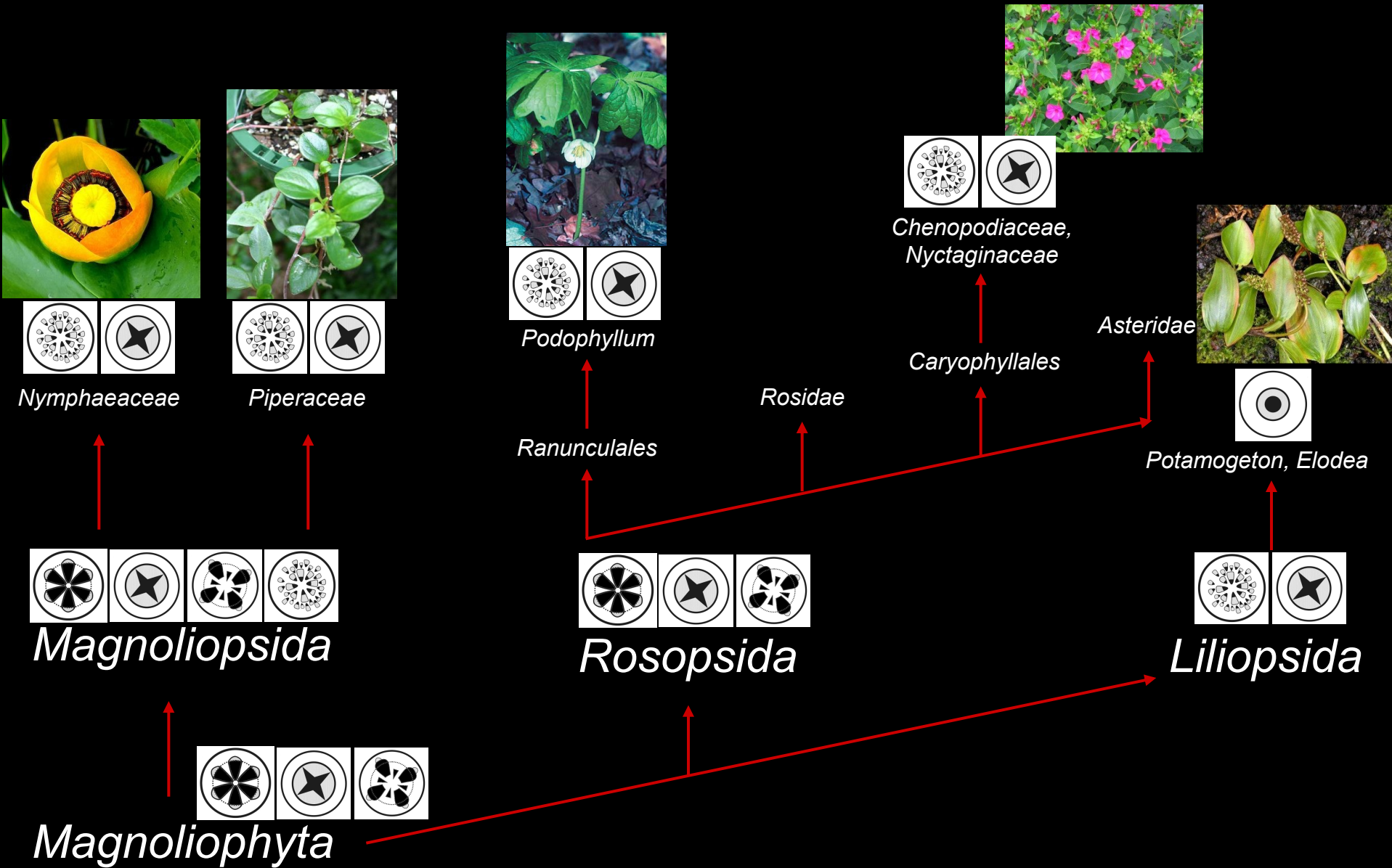


Cordaitophyta
kordaity †



Pinophyta
jehličnany

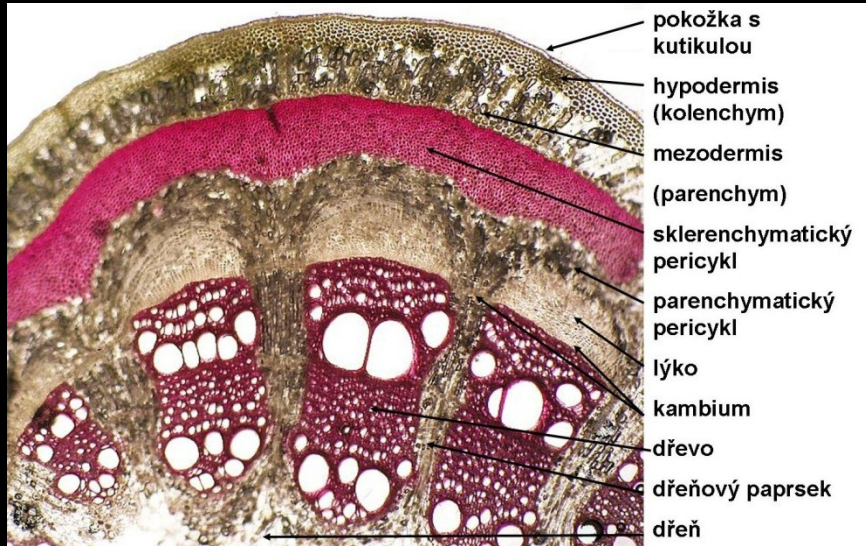
Evoluční shrnutí



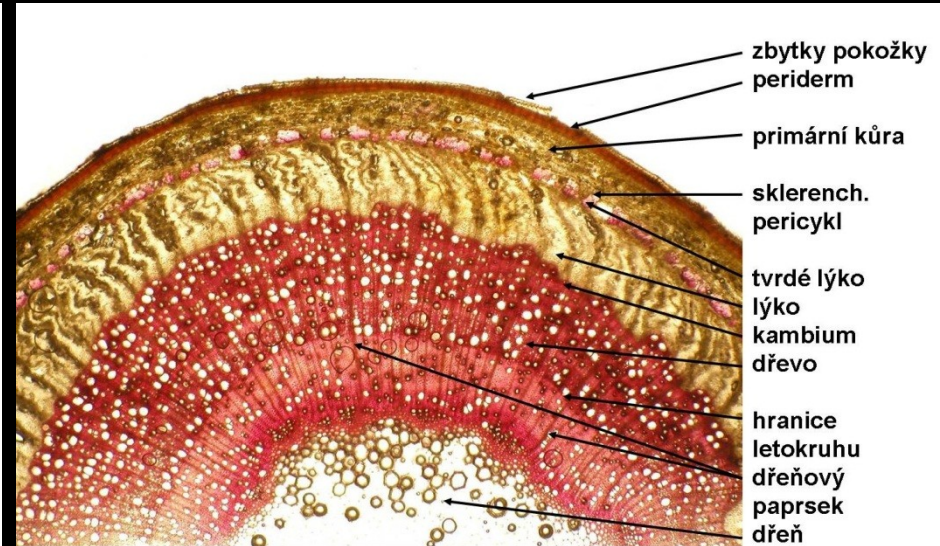
Tloustnutí stonku



Sekundární tloustnutí



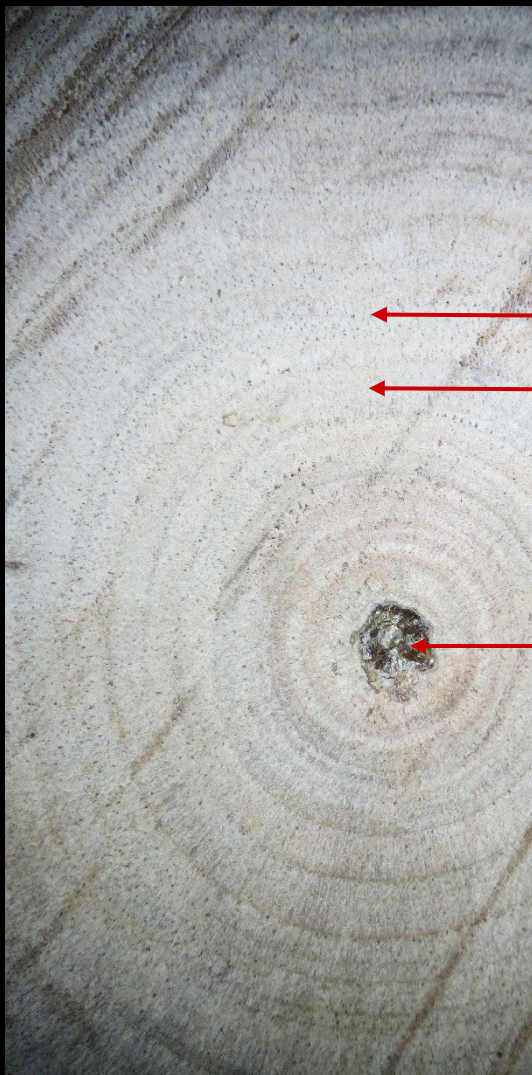
Aristolochia durior, dvouletý stoněk



Prunus domestica, dvouletá větvíčka

- Nahosemenné a dvouděložné rostliny, které mají eustélé, mohou tloustnout činností kambia (fascikulárního a interfascikulárního) a felogénu

Sekundární tloušťnutí



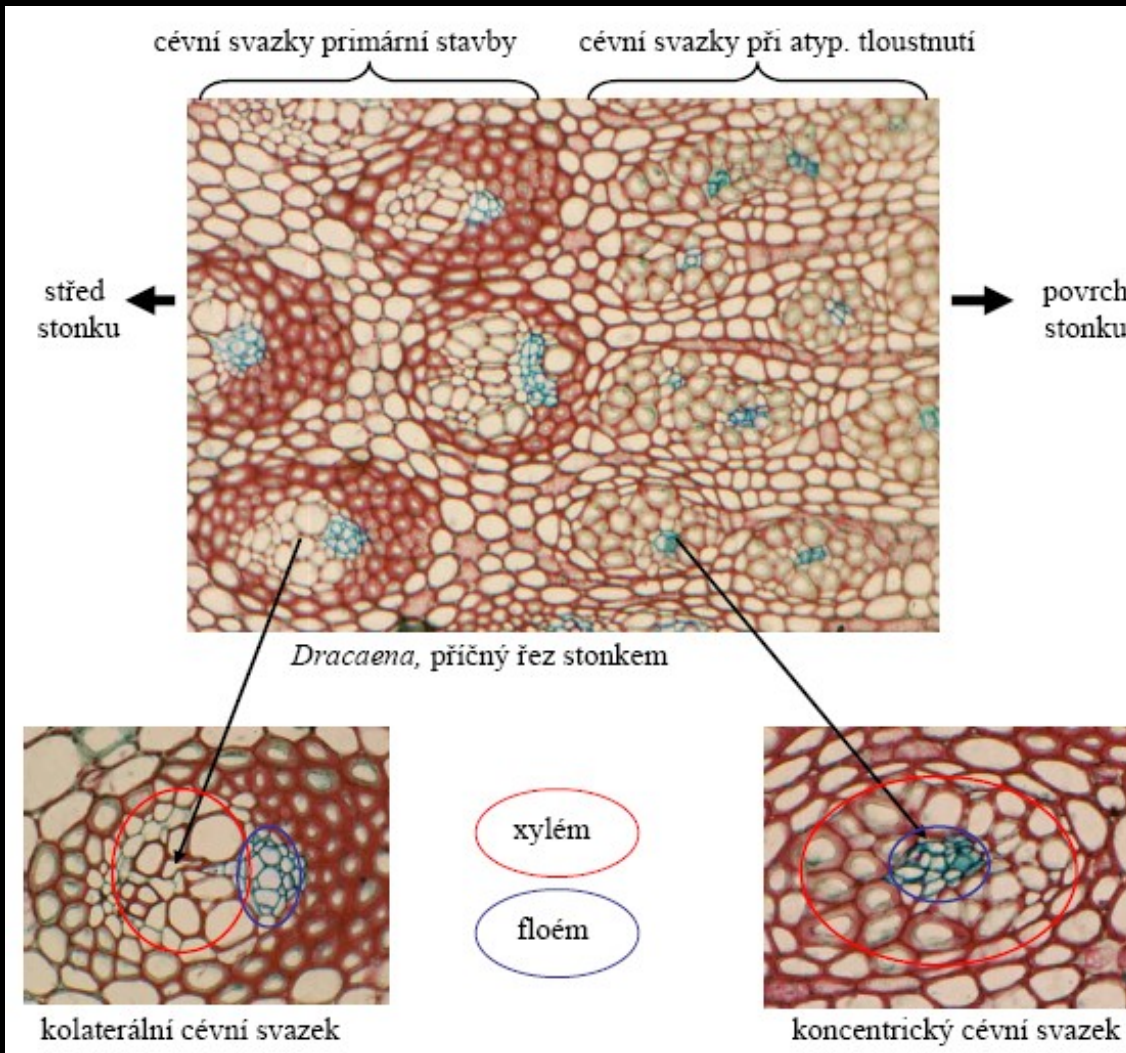
← xylém, letní přírůstek

← xylém, jarní přírůstek

← dřeň

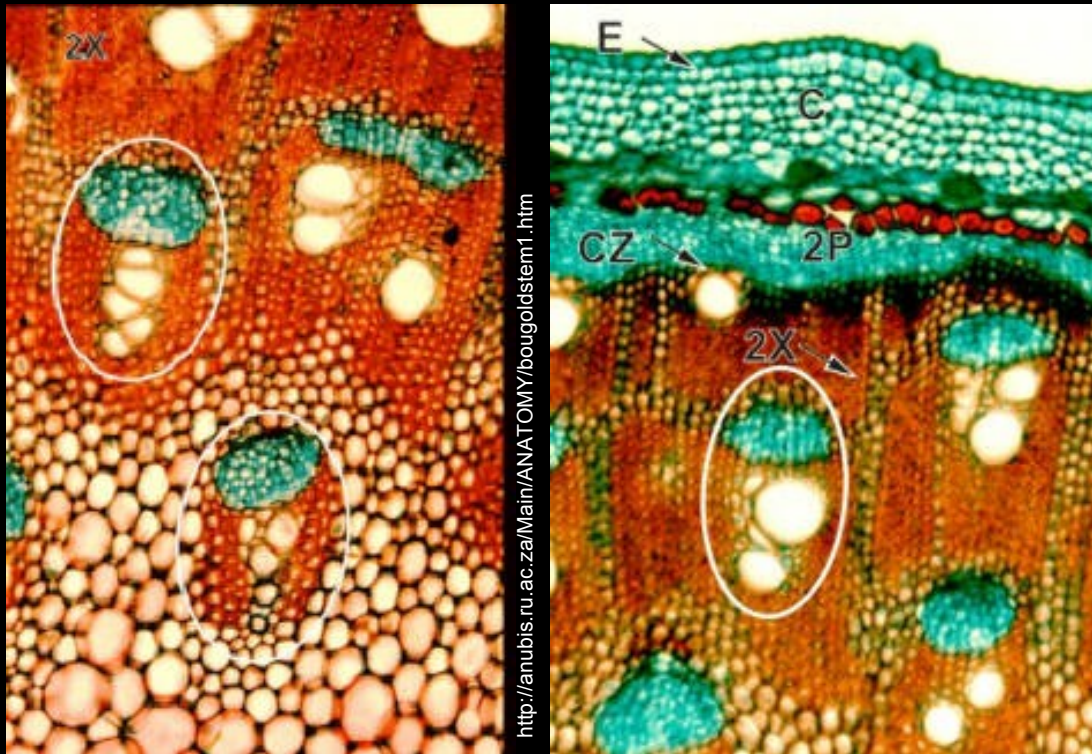
Juglans regia, řez kmenem

Dracénové tloustnutí



- primární stavba stonku jednoděložných je ataktostélé
- činností meristému na povrchu stéle se vytváří parenchym s novými CS
- nově založené CS jsou koncentrické, lýkostředné

Caryophyllidové tloustnutí



- podobně jako u jednoděložných se zakládají na okraji stéle další cévní svazky
- ty jsou však také kolaterální

Bougainvillea spectabilis
(Nyctaginaceae)

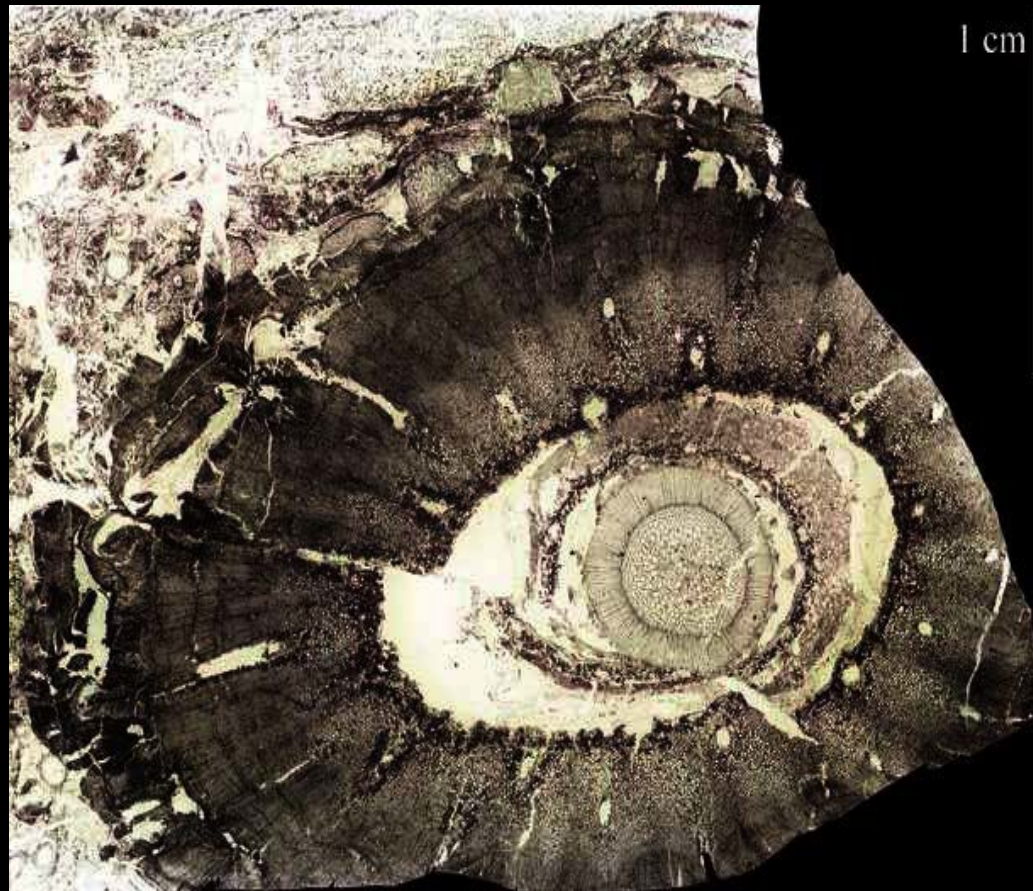
Řez kořenem řepy



Foto: Šárka Špáníková

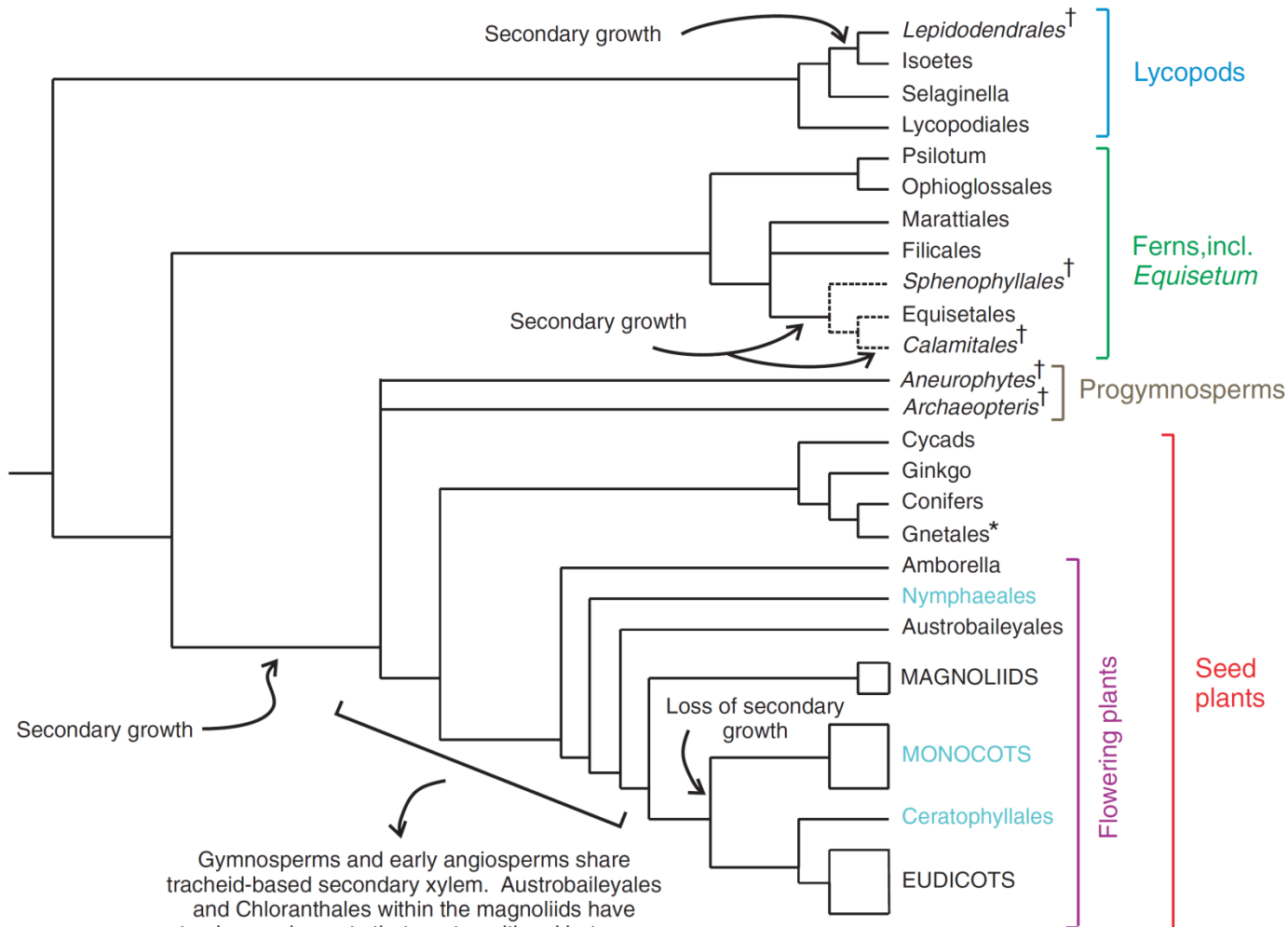
Beta vulgaris (Chenopodiaceae)

Tloustnutí lepidodendronu



- Krátkověké monokarpické „stromy“ (10–20 let)
- Duté kmeny
- Jednostranné kambium
- Produkce xylému dovnitř
- Pevnost dodával nepropustný vnější periderm
- Absence floému

Sek. tloustnutí v evoluci



Gymnosperms and early angiosperms share tracheid-based secondary xylem. Austrobaileyales and Chloranthales within the magnoliids have tracheary elements that are transitional between tracheids and vessels. *Gnetales represent an independent origin of vessels from tracheids.

† Extinct taxa
 Exclusively nonwoody seed plants

Parenchym ve dřevě

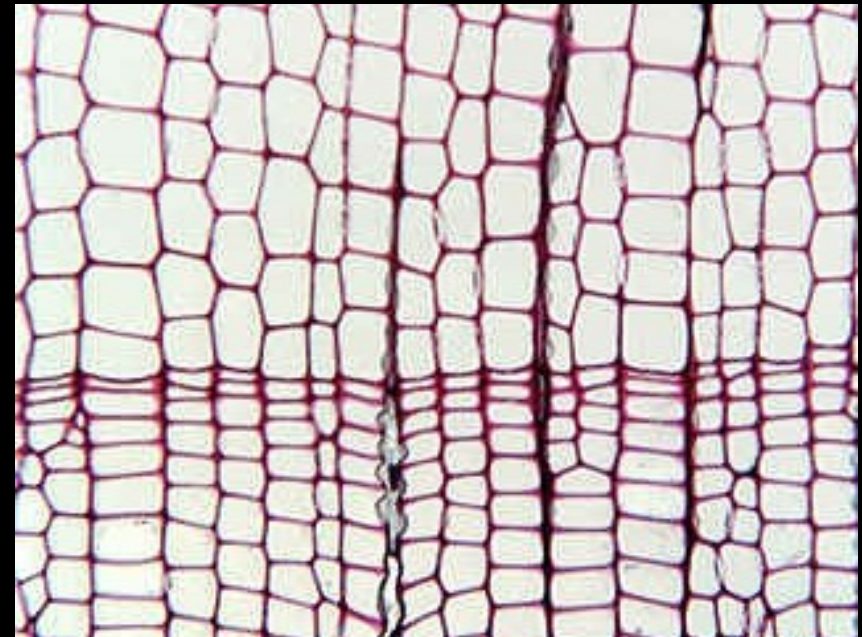
- Podle množství parenchymu v xylému (dřeňové paprsky)
- **Manoxylické dřevo** – četné paprsky parenchymu
 - dřevo řídké, malá pevnost/tuhost (např. neunese dlouhé větve)
 - obsahuje vyšší množství vody
 - nízká až žádná odolnost k mrazu
 - původní typ
 - cykasy, kaprad'osemenné, některé tropické dřeviny
- **Pyknoxylické dřevo** – parenchym jen omezeně
 - dřevo hustější, vyšší pevnost
 - k mrazu potenciálně odolné
 - odvozený typ, opakovaný vznik
 - dřeviny temperátní zóny, některé tropické

Parenchym ve dřevě

<http://www.sbs.utexas.edu/mauseth/weblab/webchap15wood/15.2-8.htm>



manoxylické
(*Zamia* sp.)



pyknoxylické
(*Pinophyta*)

dřevo

Uspořádání listů

- bývá důležitým taxonomickým znakem
- **nepravidelné** (*Lycopodium, Huperzia*)
- **střídavé** (*Rosaceae, Fabaceae, ...*)
- **vstřícné/křížmostojné**
(*Oleaceae, Lamiaceae, Acer, Euonymus, ...*)
- **přeslenité**
 - pravé (*Equisetum*)
 - zdánlivé (*Paris, Lilium, Anemone, ...*)
- **listová růžice** (*Bellis perennis, Rumex acetosella, ...*)

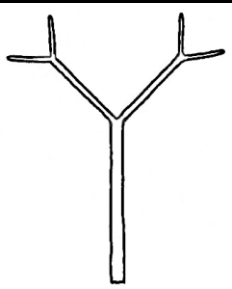
Uspořádání listů

- Uspořádání je určeno růstem meristému (větší meristém u vstřícných)
- Regulace několika genů (komplementarita a redundance)
- Experimentálně sledováno na mutantech kukuřice, huseníčku a tykve

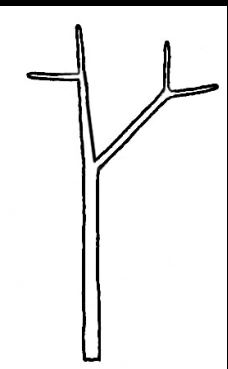


Větvení stonku

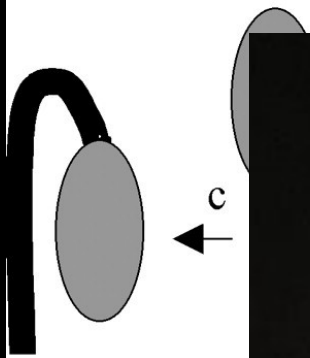
I. Bez vztahu k listu



dichotomické (vidličnaté) – původní typ větvení, stonek se dělí na 2 rovnocenné větve (*Rhyniophyta*, *Trimerophyta*, *Psilotum*, *Lycopodium*, *Azolla*)

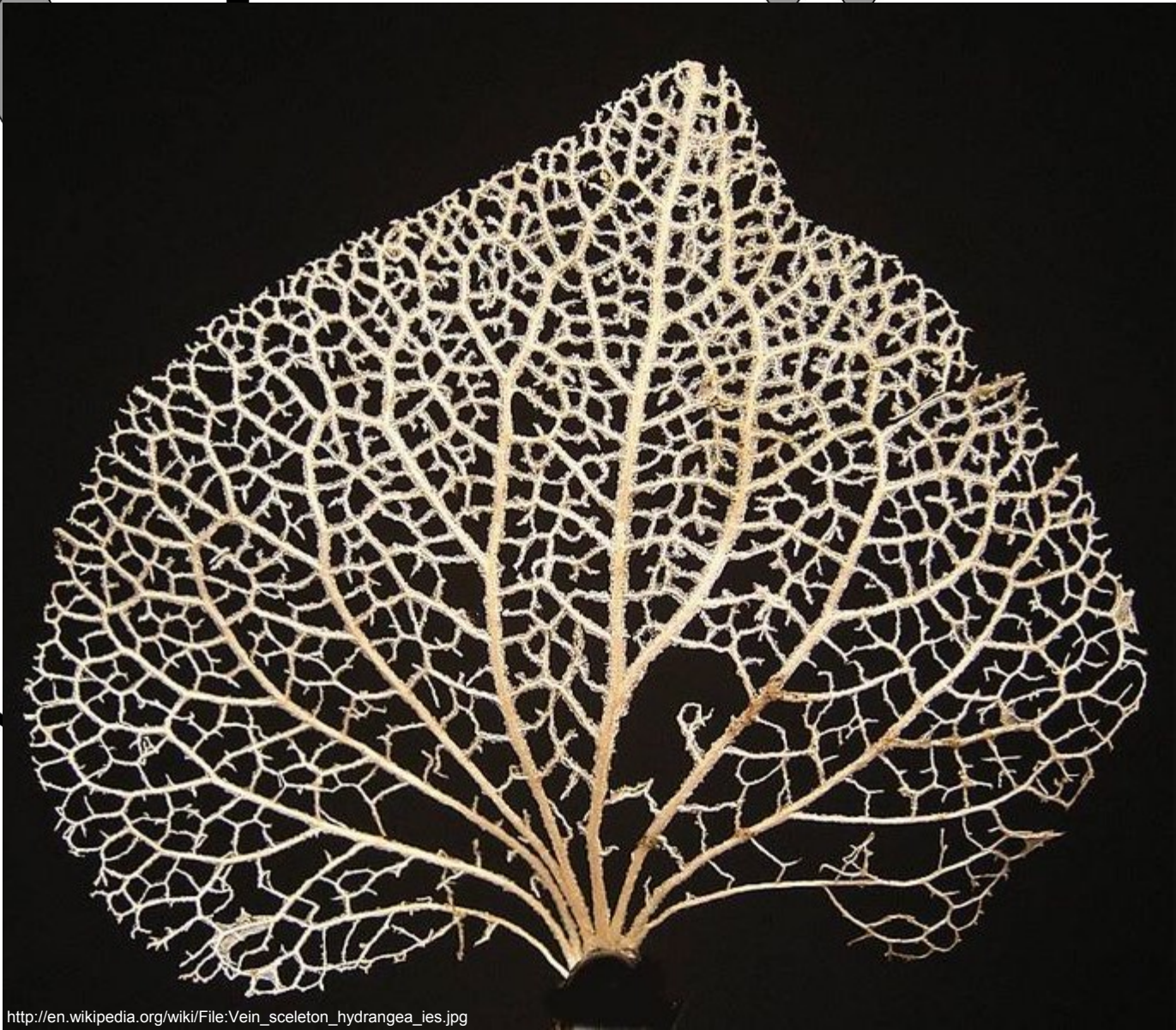


pseudomonopodiální – odvozené od vidličnatého, jedna z větví druhotně převáží (*Rhyniophyta*, některé *Trimerophyta*, *Lycopodiophyta*, *Psilotum*)

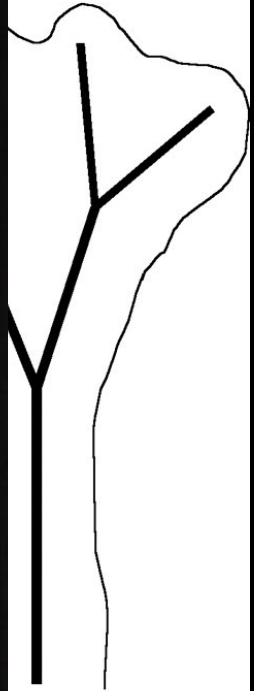


c

A

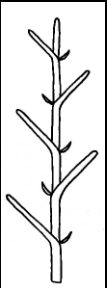


http://en.wikipedia.org/wiki/File:Vein_skeleton_hydrangea_ies.jpg



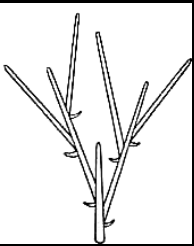
Větvení stonku

II. Se vztahem k listu (b)

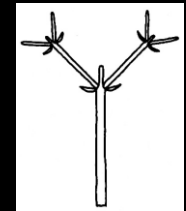


sympodiální (vrcholičnaté) – hlavní stonek uhýbá do strany či omezuje růst, boční větve ho přerůstají

– **monocházium** – vzniká jediná „boční“ větev, přerůstá hlavní stonek. Vzniklý útvar má často zalamovaný tvar cik-cak (*Tilia*, *Fagus*, ...)



– **dicházium** – vznikají dvě „boční“ větve, přerůstají hlavní stonek

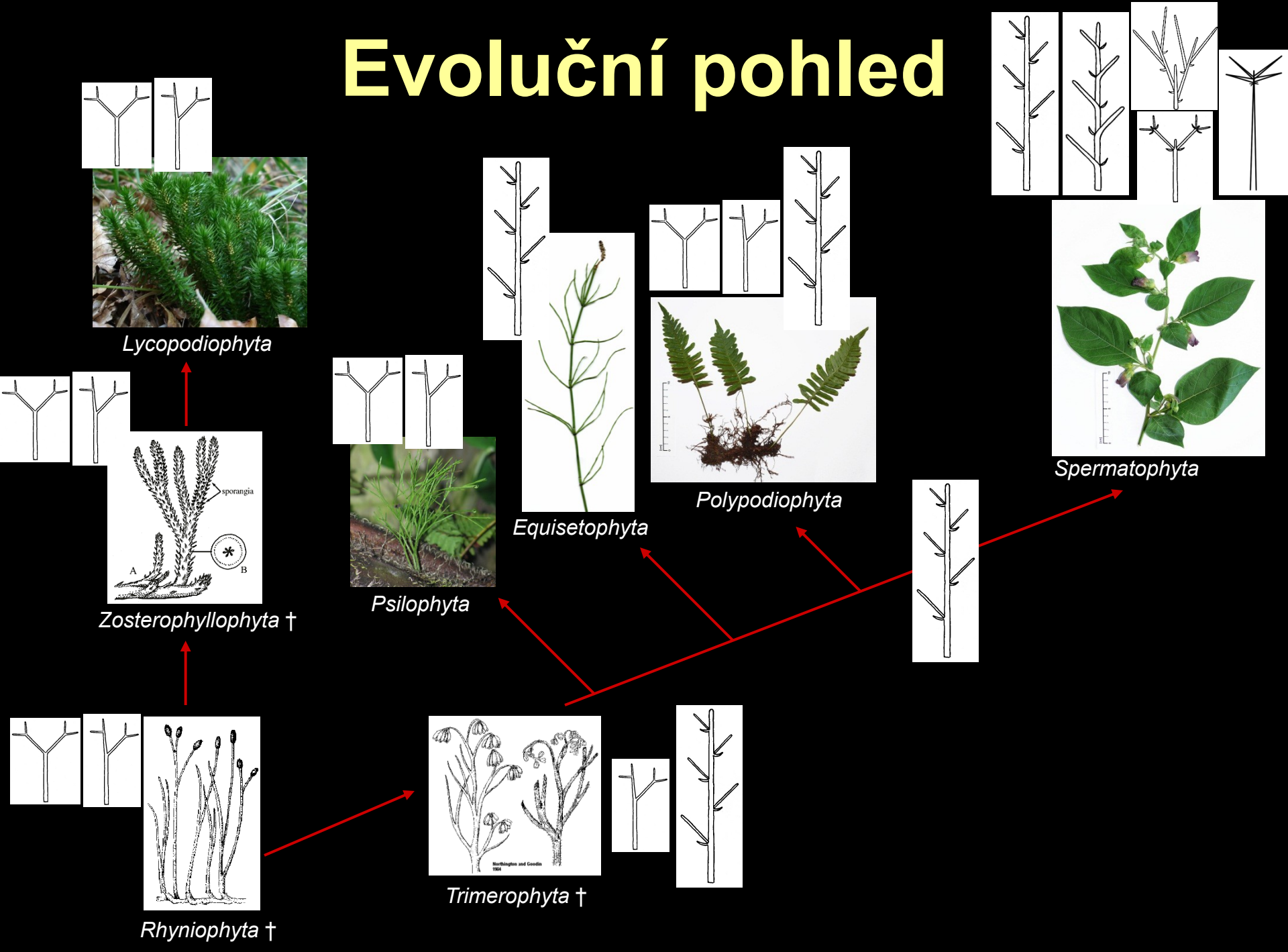


– **pseudodichotomie** – je dicházium, kde zaniká hlavní stonek, připomíná vidličnaté větvení (*Viscum*, *Syringa*)

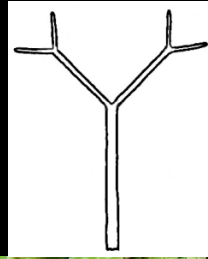
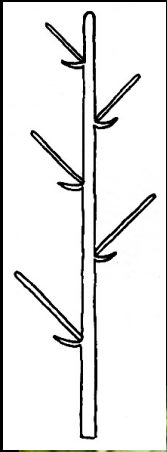


– **pleiocházium** – vzniká více větví, přerůstají hlavní stonek

Evoluční pohled



Evoluční pohled



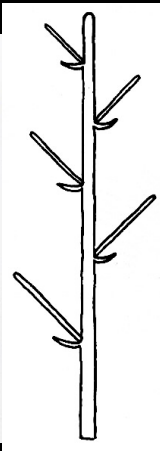
Osmunda



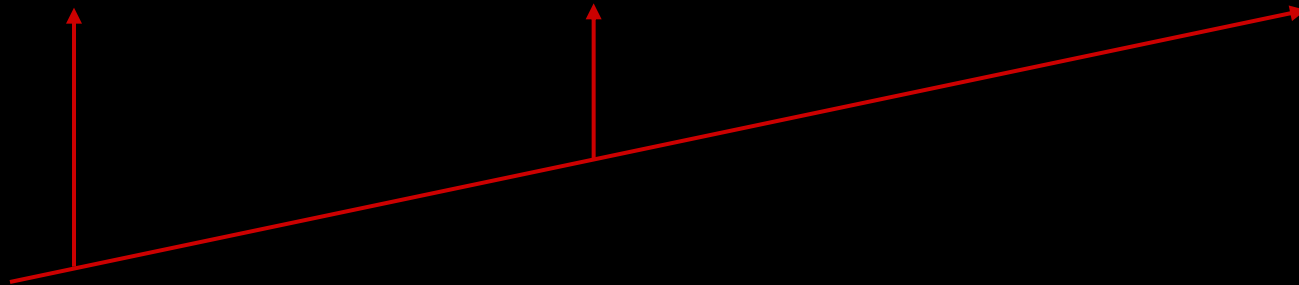
Azolla



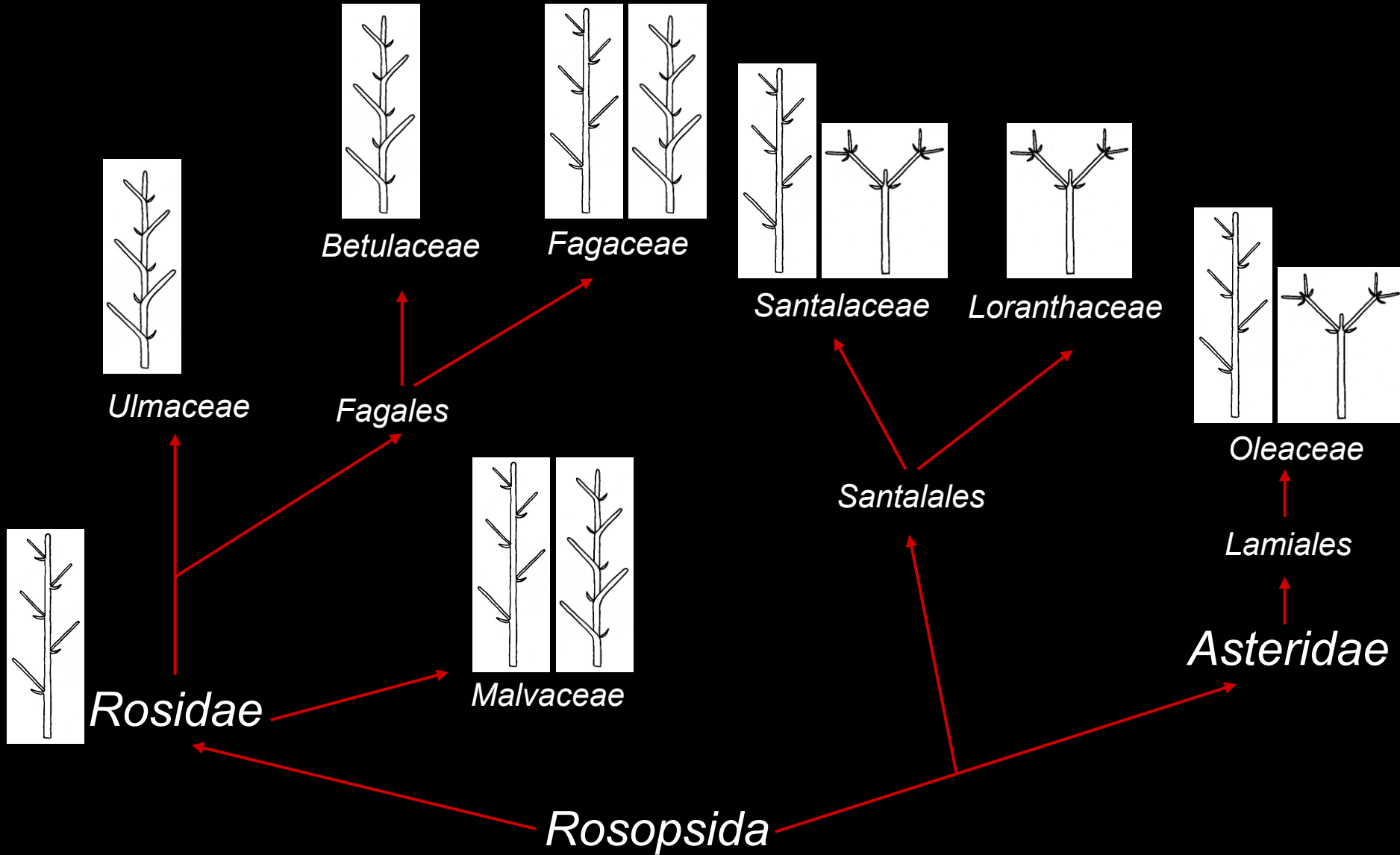
Polypodium



Polypodiophyta



Evoluční pohled



Metamorfózy stonku

- **Oddenek** – podzemní stonek, často pokryt šupinami, přezimuje, nefotosyntetizuje, ukládá zásobní látky (*Psilotum*, *Bellis sylvestris*, *Tussilago*, *Polygonatum*, *Iris*, *Elytrigia*)
- **Oddenková hlíza** – vzniká ztloustnutím oddenku, zásobní a rozmnožovací funkce (*Solanum tuberosum*)
- **Stonková hlíza** – vzniká ztloustnutím stonku, zásobní funkce (*Brassica oleracea* var. *caulorapa*)
- **Bazální hlíza** – vzniká ztloustnutím báze stonku, zásobní funkce (*Ranunculus bulbosus*, *Colchicum*, *Crocus*, *Iris*, *Araceae*)
- **Hypokotylová hlíza** – vzniká ztloustnutím hypokotylu, zásobní funkce (*Corydalis*, *Raphanus sativus*, *Beta*, *Cyclamen*)

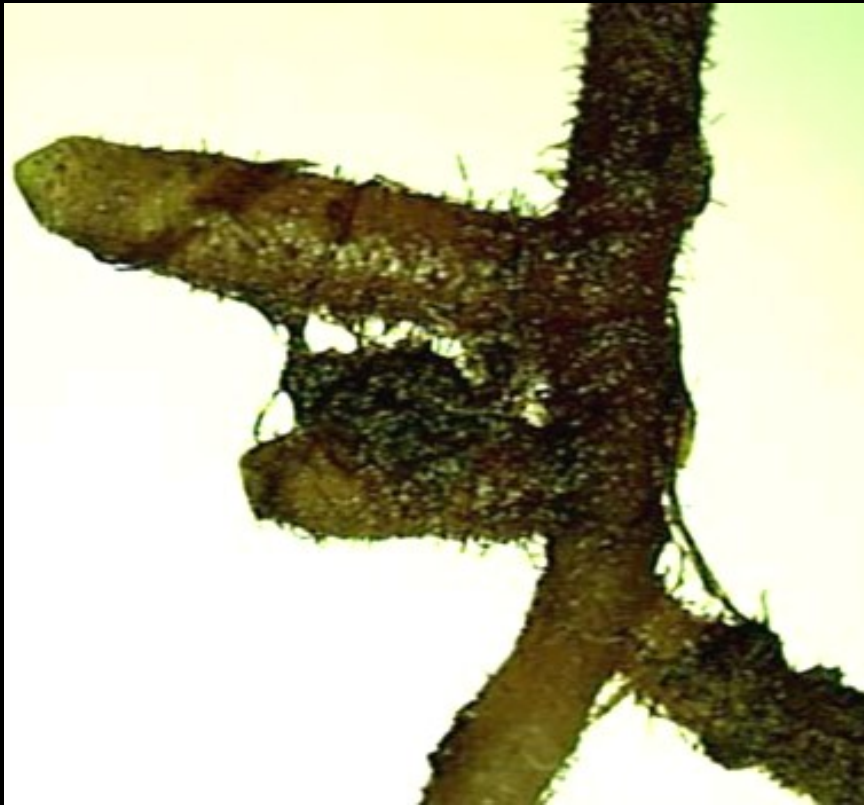
Metamorfózy stonku

- **Cibule** – smíšená metamorfóza stonku a listů, zásobní funkce (*Liliaceae*, *Asparagaceae*, *Amaryllidaceae*, *Oxalidaceae*)
- **Stonkové úponky** – přichycování stonku k opoře, nejčastěji liány (*Vitis*, *Passiflora*)
- **Ovíjivé stonky** – zajišťování opory rostliny, pravotočivé (*Humulus*), levotočivé (*Convolvulus*, *Phaseolus*)
- **Šlahouny** – nadzemní výběžky, vegetativní rozmnožování (*Fragaria*, *Ranunculus repens*, *Chlorophytum*)

Metamorfózy stonku

- **Stonkové trny (kolce)** – krátké větévky ostře zakončené, ochranná funkce (*Prunus spinosa*, *Crataegus*, *Gleditsia*)
- **Stonky sukulentů (chylokauly)** – zdužnatělé, zásobárna vody (*Cactaceae*, *Euphorbiaceae*, *Apocynaceae*, *Asteraceae*)
- **Fylokládia** – zploštělé stonky s asimilační funkcí (*Ruscus*, *Asparagus*, *Homalocladium*, ...)
- **Brachyblasty** – zkrácené větévky, vyrůstají z nich listy (*Ginkgophyta*, *Pinophyta*, *Malus*)

Metamorfózy stonku



http://botit.botany.wisc.edu/courses/img/Systematics/Phyla/Psilophyta/Psilotum_rhizome.jpg

Oddenek – *Psilotum nudum*
(*Psilophyta*)



<http://botany.cz/foto/solatuherb4.jpg>

Oddenková hlíza – *Solanum tuberosum*
(*Solanaceae*)

Metamorfózy stonku



<http://www.publicdomainpictures.net/pictures/4000/nahled/1-1244818989T5Zu.jpg>

Stonková hlíza – *Brassica oleracea* var. *caulorapa*
(*Brassicaceae*)



<http://www.srgc.org.uk/bulblog/log2007/080807/Colchicum%20bulbs.jpg>

Bazální hlíza – *Colchicum autumnale*
(*Colchicaceae*)

Metamorfózy stonku



http://www.hardycyclamens.com/images/hardy_cyclamen_corn-top-lg.jpg

Hypokotylová hlíza – *Cyclamen hederifolium*
(*Primulaceae*)



<http://www.sbs.utexas.edu/bio406d/images/pics/pas/Passiflora%20incarn%20tendrils.jpg>

Stonkové úponky – *Passiflora incarnata*
(*Passifloraceae*)

Metamorfózy stonku



http://www.hlasek.com/foto/calystegia_sepium_a3694.jpg

Ovívivé stonky – *Calystegia sepium*
(*Convolvulaceae*)



http://img5.rajce.idnes.cz/d0502/2/2398/2398186_29402b4c1f6a1f6a185d0492f14041d2/images/Pryskyrnik_plazivy_-_ranunculus_repens.jpg

Šlahouny – *Ranunculus repens*
(*Ranunculaceae*)

Metamorfózy stonku



<http://www.plant-identification.co.uk/images/rosaceae/prunus-spinosa-3.jpg>

Kolce – *Prunus spinosa*
(*Rosaceae*)



<http://www.srgc.org.uk/bulblog/log2005/030505/True%20bulb.jpg>

Cibule – *Narcissus* sp.
(*Amaryllidaceae*)

Metamorfózy stonku



http://windowsillcactus.com/wc_images/euphorbia_trigona.jpg

Chylokauly – *Euphorbia trigona*
(stonky sukulentů) (*Euphorbiaceae*)



Fylokládia – *Ruscus aculeatus*
(*Asparagaceae*)

Metamorfózy stonku



<http://botanika.bf.jcu.cz/morfologie/LarixBrachDet.jpg>

Brachyblasty – *Larix decidua*
(*Pinaceae*)