

# **Evoluční morfologie rostlin**

## **Příběh listů**

**bezlisté byliny, vznik listů, jiné asimilační orgány,  
metamorfózy**

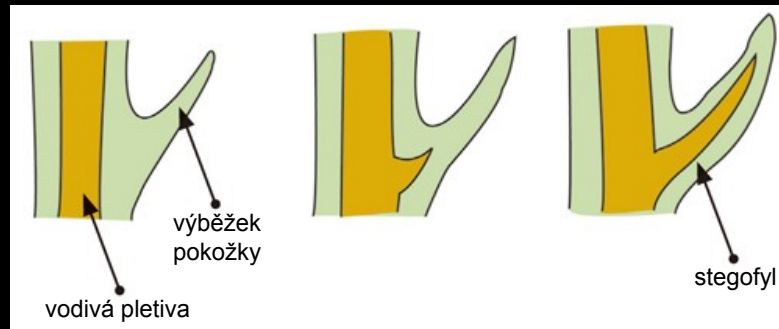
**Pavel Veselý**

# Funkce listů

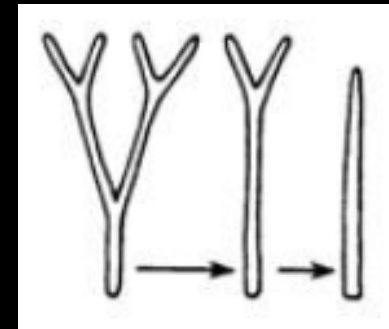
- Zvětšují povrch rostliny  
(zachytí více záření)
- Zajišťují fotosyntézu
- regulace transpirace  
(efektivní využívání vody, ochlazování)
- nejběžnější asimilační orgány

# Vznik listů

- Silur/Devon: rostliny původně bezlisté
- Mechorosty: bezlisté, plochá stélka, později s **fyloidy**
- Mikrofylní listy – svázány s typem protostélé (s.l.)
  - **enafyly** (fyloidy): vychlípeniny epidermis stonku, bez cévního svazku
  - **stegofyly**: jednožilné drobné listy s cévním svazkem  
(listy fosilních plavuní dosahovaly až 1 m délky)



Vznik vychlípáním pokožky



alternativní vznik redukcí větví

# Listy – mikrofyly



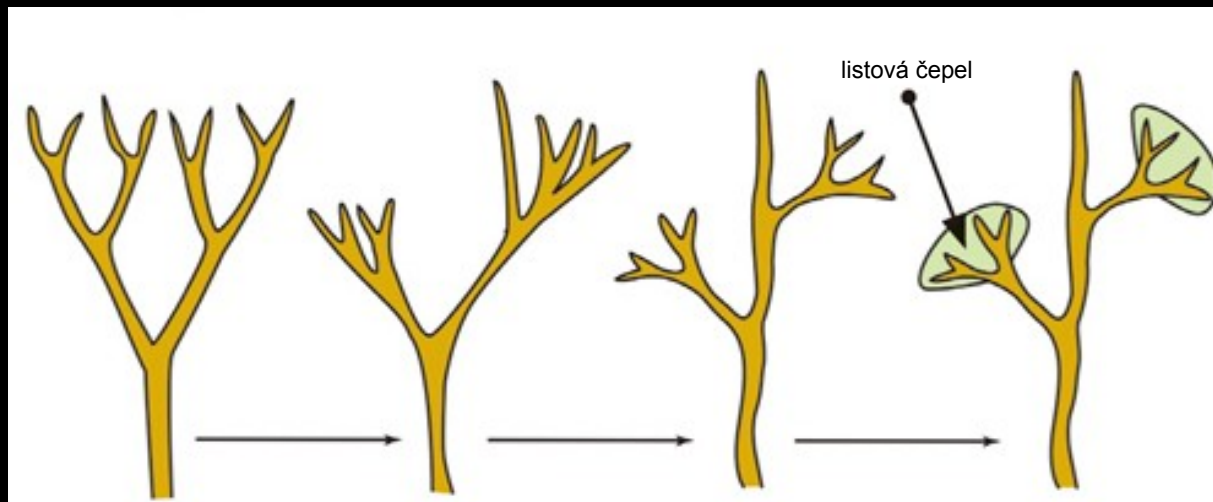
*Psilotum nudum*



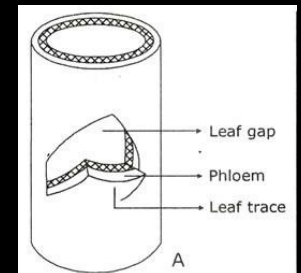
*Selaginella martensii*

# Vznik listů

- **Megafylní listy** kapradin a semenných rostlin vznikají podle telomové teorie (planace bočních větví, kladodifikace a syntelomizace), možná 2x nezávisle z nedif. bočních větví

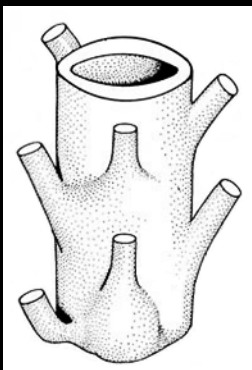


- Megafyly (stejně jako boční větve) zanechávají ve stéle mezeru (uni-, tri-, multilakunární typ)
- Listová mezera je vyplněna dřevem (není to dutina)



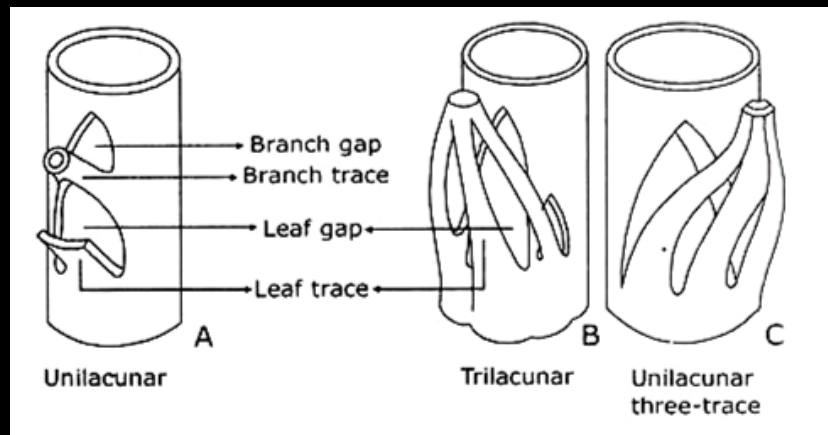
# Listové mezery

## Mikrofylní linie

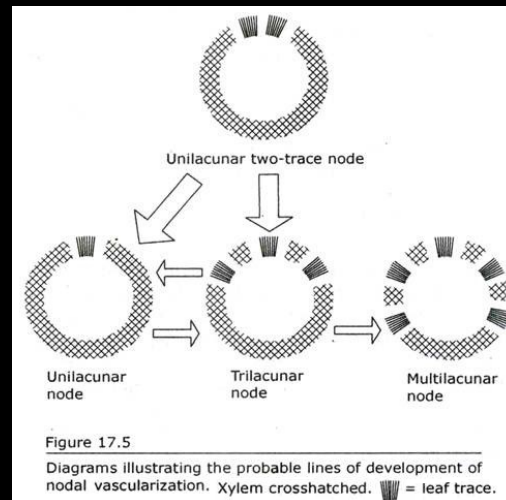


Listové mezery nejsou přítomny, větvení též bez mezer

## Megafylní linie



Listové a větevní mezery



Evoluce lakunárních typů

# Listové mezery a stélé

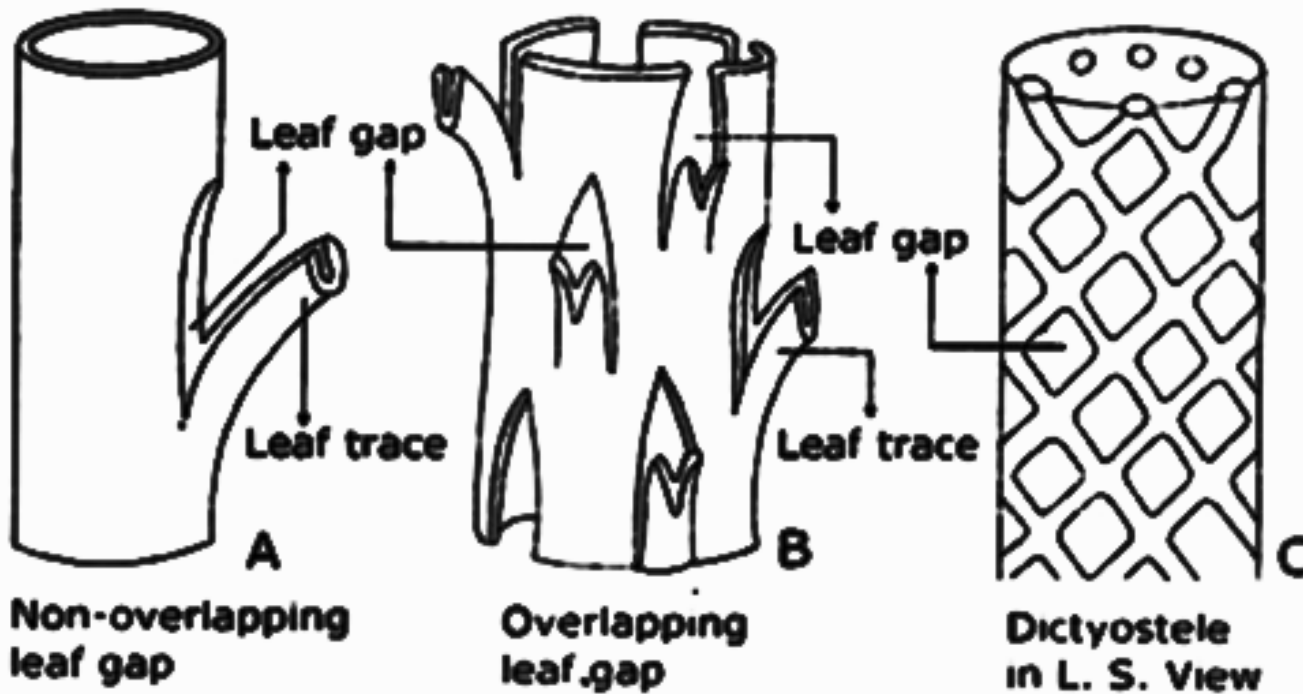


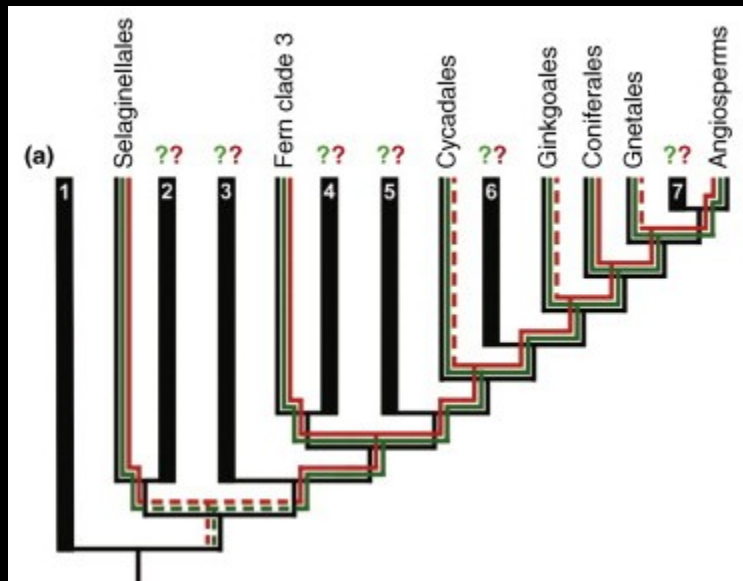
Figure 17.1

Diagrammatic illustration in three dimensional view of vascular cylinder at node with leaf gap (A & B) and dictyostele (C). A & B are redrawn after Sporne

tyostélé)

Listy nařídko: solenostélé, listy nahusto: polystélé

# Genetické pozadí



- Tvorba listů všech typů (včetně apikálních meristémů) jsou kontrolovány stejnou skupinou genů



# Charakteristika listů

- obvykle mají ukončený růst
- vs.
- listy s neukončeným růstem  
(zachovalý meristém na bázi či vrcholu)
- Jednoduché vs. složené

# Listy – megafyly



*Pteris cretica*



*Equisetum giganteum*



*Picea abies*



*Cycas revoluta*



# Listy – megafyly



*Quercus pubescens*

[http://www.tree-guide.com/images/styles/600x450-copy\\_/public/common-ash-leaf1.jpg?itok=DiVjOM-h](http://www.tree-guide.com/images/styles/600x450-copy_/public/common-ash-leaf1.jpg?itok=DiVjOM-h)



*Fraxinus excelsior*



*Welwitschia  
mirabilis*

<http://www.biolib.cz/IMG/GAL/18227.jpg>



*Carex  
pilosa*

# Listy složené a jednoduché

- tvar listů je u rostlin druhově specifický
- u jednoho druhu obvykle jen jednoduché nebo složené listy, jen vzácně oba typy, někdy přechody
- tvar okraje listu až složenost je způsobena nestejnou činností marginálního meristému listu

# Listy složené a jednoduché

- z hlediska efektivity fotosyntézy se neliší
- patrně adaptace na konkrétní podmínky, i mezi příbuznými druhy nacházíme oba typy
- složené listy mají větší podíl povrchu k objemu – možná rychlejší výměna plynů
- složené listy by mohly být odolnější k herbivorii díky vhodnějšímu uspořádání žilnatiny (to se však nepotvrdilo (Warman & Moles 2011))

# Listy složené a jednoduché



*Cytisus procumbens*  
Fabaceae



*Cytisus nigricans*  
Fabaceae

# Listy složené a jednoduché

## *Solanum*



*S. dulcamara*

*S. nigrum*

*S. sodomaeum*

*S. lycopersicum*

# Heterofylie

- Příklad, kdy na jedné rostlině se vyskytují tvarově odlišné typy listů
- Vodní rostliny: akvatické / terestrické listy
- Suchozemské: např. *Hedera*, *Symphoricarpos*, *Populus*, *Morus*, *Smyrnum*, *Blechnum*



# Heterofylie

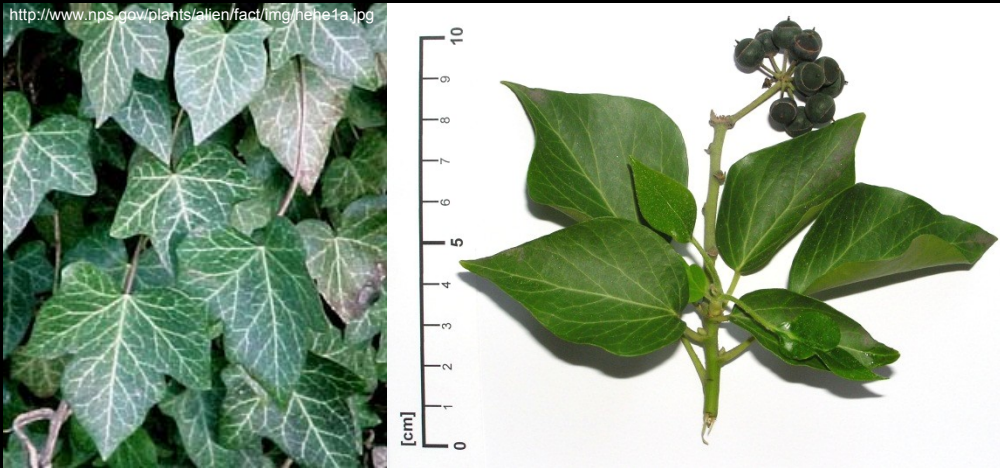


<http://flora.upol.cz/kvetena/info/6647-Batrachium-peltatum.html>

*Batrachium peltatum*  
Ranunculaceae

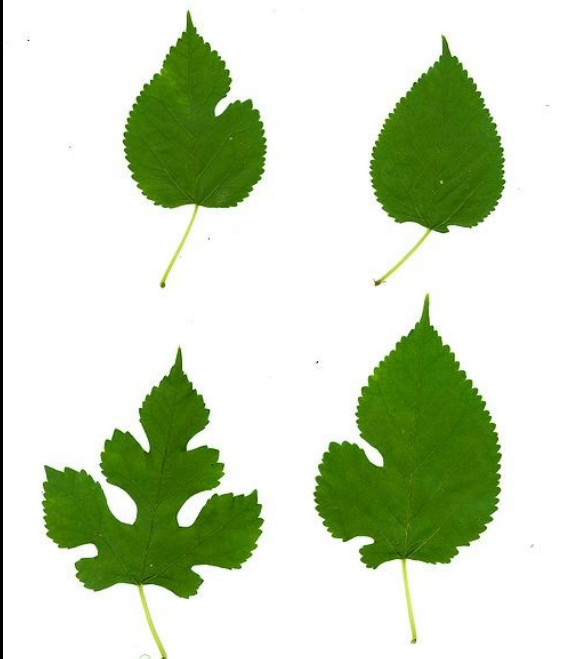
# Heterofylie

<http://www.nps.gov/plants/altern/fact/img/hehe1a.jpg>



*Hedera helix*  
Araliaceae

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b5/Morus\\_alba-leaves.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b5/Morus_alba-leaves.jpg)



*Morus alba*  
Moraceae



*Smyrniium perfoliatum*  
Apiaceae

# Nefotosyntetické metamorfózy listů

- např.:
  - kornoutovité listy (*Platycerium*)
  - úponky (*Fabaceae*)
  - rhizophyly (*Salvinia*)
  - pasti masožravých rostlin
  - trny (*Asparagus*, *Rosa*)
  - sklápěcí listy (*Mimosa*)

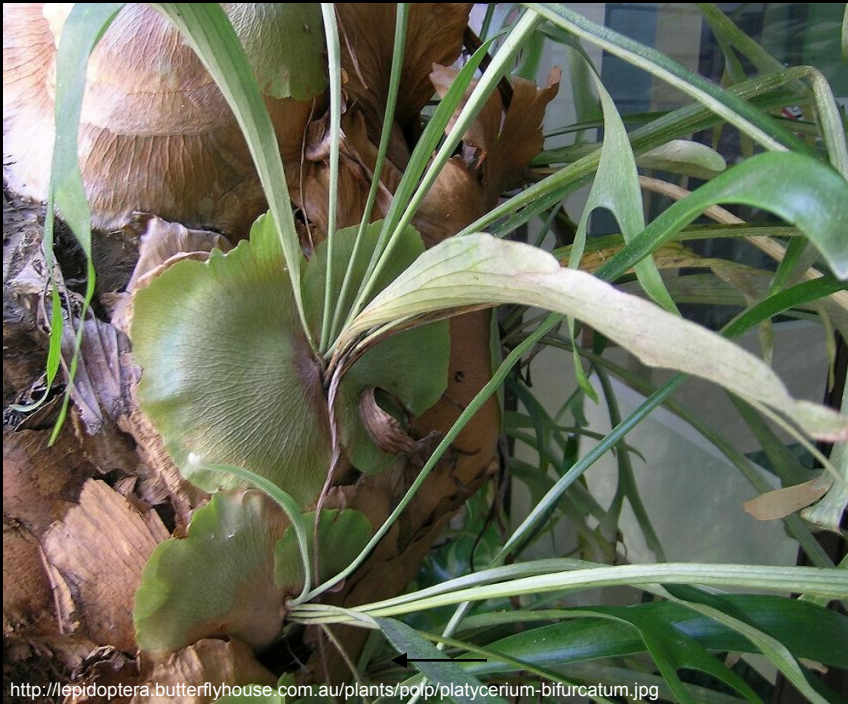
# Metamorfózy listů



*Salvinia natans*



<http://www.washjeff.edu/greenhouse/snatans/salvinia3.jpg>



<http://lepidoptera.butterflyhouse.com.au/plants/po/p/platycerium-bifurcatum.jpg>

*Platycerium bifurcatum*

# Metamorfózy listů

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Lathyrus\\_odoratus\\_4\\_ies.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/03/Lathyrus_odoratus_4_ies.jpg)



*Lathyrus odoratus*



*Asparagus falcatus*

*Dionaea muscipula*



<http://www.duke.edu/~jspippen/plants/dionaea-muscipula060426-0798hlyshltr.jpg>

# Asimilace stonkem

- v mládí každý stonek fotosyntetizuje



<https://media.novinky.cz/235/222354-original1-yd75k.jpg>

*Vitis vinifera*



<https://o00o.cz/obrazky/HP/KM/OPG-olank.jpg>

*Tilia platyphyllos*

- u některých rostlin se fotosyntéza probíhá téměř výhradně ve stonku: *Psilotum*, *Cactaceae*, *Euphorbia*, ...

# Asimilace stonkem



*Psilotum nudum*

Psilophyta



[http://3.bp.blogspot.com/\\_eaKbvIcIK10/SKgUtrBe9cl/AAAAAAAAACcM/EbbPHmeW4tg/s400/cissus+quadrangularis+close+\(own\).jpg](http://3.bp.blogspot.com/_eaKbvIcIK10/SKgUtrBe9cl/AAAAAAAAACcM/EbbPHmeW4tg/s400/cissus+quadrangularis+close+(own).jpg)

*Cissus quadrangularis*

Vitaceae



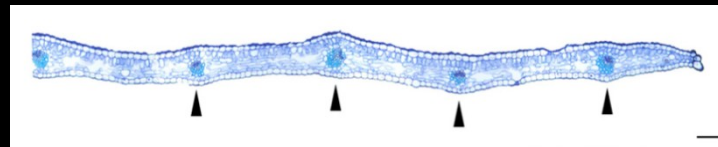
<http://weightlossexerciseplan.com/images/opuntia.jpg>

*Opuntia ficus-indica*

Cactaceae

# Fylokládia

- zploštělé fotosyntetizující stonky podobné listům
- mohou být drobná (*Asparagus officinalis*)  
i naopak poměrně velká (*Ruscus hypoglossum*,  
*Homalocladium platycladum*, *Carmichaelia williamsii*, *Phyllocladus*)
- Ve fylokládiích se exprimují některé geny typické pro vývoj listů, jejich exprese je řízena stejně jako u listů.
- Někdy rozlišena adaxiální a abaxiální strana (anatomie pak je něco mezi listem a stonkem)





# Fylokládia



[http://131.230.176.4/imgs/psor/Fabaceae\\_Carmichaelia\\_williamsii\\_21784.html](http://131.230.176.4/imgs/psor/Fabaceae_Carmichaelia_williamsii_21784.html)

*Carmichaelia williamsii*

Fabaceae



<http://zimmerpflanzen.ws/wp-content/uploads/2008/03/bandstrauch-homalocladium-2.jpg>



*Homalocladium  
platycladum*

Polygonaceae

# Fylokládia



<http://www.zimbabweflora.co.zw/speciesdata/images/11/114770-2.jpg>

*Asparagus falcatus*

Asparagaceae



[http://turankaradeniz.com/wp-content/uploads/tavsan\\_kirazi\\_ruscus\\_hypoglossum.jpg](http://turankaradeniz.com/wp-content/uploads/tavsan_kirazi_ruscus_hypoglossum.jpg)

*Ruscus hypoglossum*

Asparagaceae

# Fylokládia



[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Tanekaha\\_Kahuroa.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Tanekaha_Kahuroa.jpg)

*Phyllocladus trichomanoides*

Podocarpaceae



<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Phyllocladus1769.jpg>

*Phyllocladus alpinus*

Podocarpaceae

# Palisty

- párové výrůstky v místě přisedání listu na stonek, vznikají z listové báze
- Někdy zcela **nahrazují listy** (*Lathyrus aphaca*, + některé odrůdy hrachu)
- Mohou být **zmnoženy** (*Rubiaceae*), případně **srůstat**
- Často chrání pupen (*Magnolia*, *Carpinus*, *Polygonaceae*)
- Metamorfózy v **botku** (*Polygonaceae*), v **trny** (*Robinia*, *Acacia*, *Euphorbia*, *Smilax*), **úponky** (*Smilax*), či **opadávat** (*Prunoideae*, *Quercus*, *Moraceae*, ...)

# Palisty



*Lathyrus aphaca*, Fabaceae



*Galium odoratum*

Rubiaceae

*Smilax rotundifolia*

Smilacaceae



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/be/Smilax\\_rotundifolia\\_3.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/be/Smilax_rotundifolia_3.JPG)

# Palisty



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/80/E\\_pteroneura\\_les.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/80/E_pteroneura_les.jpg)

*Euphorbia pteroneura*  
Euphorbiaceae



*Persicaria  
lapathifolia*  
Polygonaceae



*Carpinus betulus*  
Betulaceae

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e5/Carpinus\\_betulus\\_les.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e5/Carpinus_betulus_les.jpg)

# Palisty



*Robinia pseudacacia*

Fabaceae



*Smilax goyazana*

Smilacaceae

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e6/Flickr\\_-\\_Jo%C3%A3o\\_de\\_Deus\\_Medeiros\\_-\\_Smilax\\_goyazana.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e6/Flickr_-_Jo%C3%A3o_de_Deus_Medeiros_-_Smilax_goyazana.jpg)



*Euphorbia spectabilis*

Euphorbiaceae

[https://en.wikipedia.org/wiki/Stipule#/media/File:Monadenium\\_spectabile\\_ies.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Stipule#/media/File:Monadenium_spectabile_ies.jpg)

# Fylodia

- rozšířené a zploštělé řapíky s funkcí čepele
- Nejčastěji u čeledi *Fabaceae*
  - *Lathyrus nissolia*, *L. ochrus*
  - *Acacia* spp.
- Některé masožravé rostliny
  - *Nepenthes* spp., *Dionaea muscipula*



# Fylodia



*Lathyrus nissolia*



*Lathyrus ochrus*

# Fylodia



*Acacia* sp.

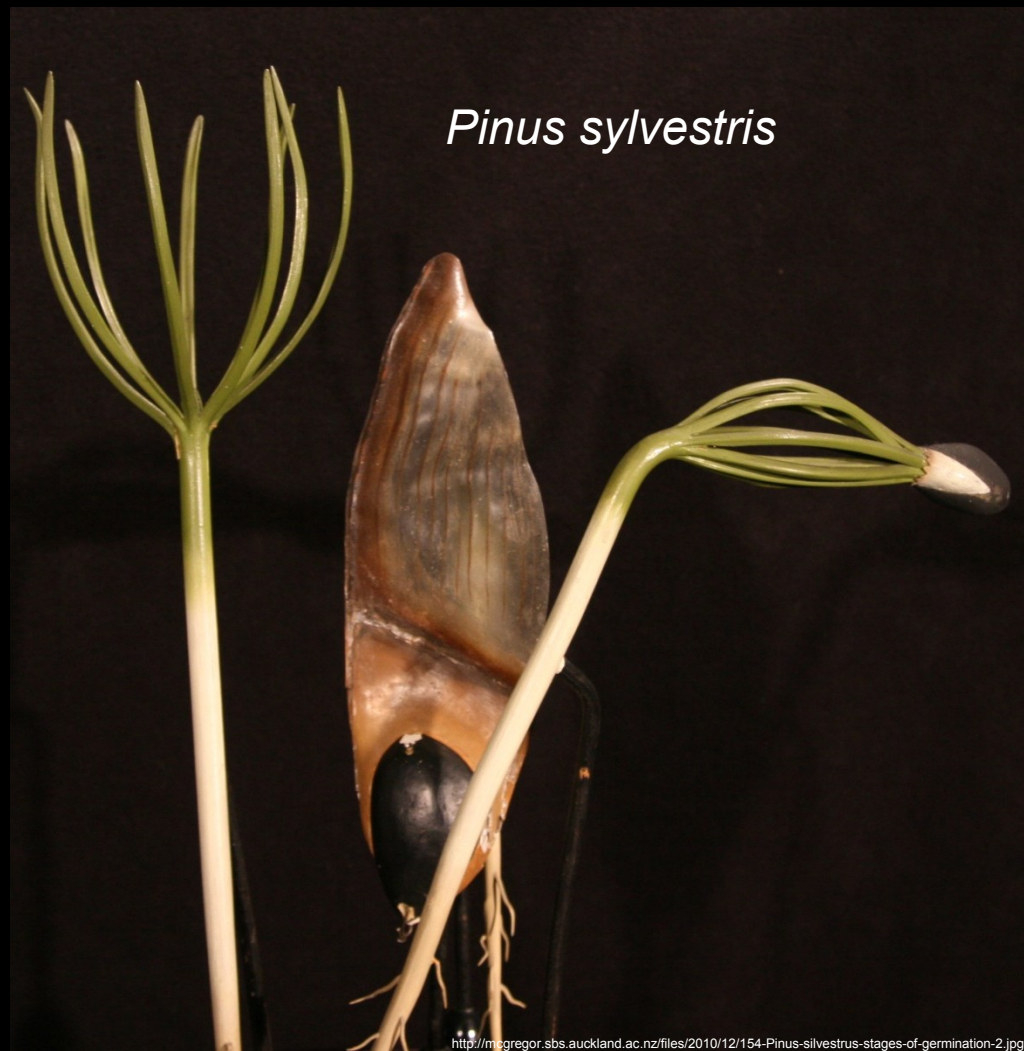


*Acacia purpureapetala*

# Děložní lístky

- první listy u semenných rostlin (listový „původ“)
- funkce zásobní a asimilační
- krátká životnost, často odlišný tvar od pozdějších listů
- Počty:
  - nahosemenné: dva (*Gnetophyta*) až mnoho
  - *Magnoliopsida*: jeden až dva
  - *Rosopsida*: obvykle dva
  - *Liliopsida*: obvykle jeden (*Orchidaceae* 0)

# Děložní lístky



*Fagus sylvatica*

# Děložní lístky



*Hyacinthoideae*  
*Asparagaceae*



*Cyclamen persicum*  
*Primulaceae*

# Asimilační kořeny



- U epifitických orchidejí
- Kořeny vystavené světlu jsou zploštělé a zelené
- Můžou zcela nahradit listy

*Taeniophyllum montanum*  
(Orchidaceae)

# Jak se to pozná?

- z listu běžně nevyrůstá květ či plod
- obvykle odlišná struktura na příčném řezu
- zvýrazníme cévní svazky:
  - roztok 1% floroglucinolu v alkoholu (barví lignin), přikápneme 10–15% HCl, cca 5 min barvíme
  - Pozorujeme v UV světle fluorescenci ligninu