



# Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin

## Bazální krytosemenné

### Petr Bureš



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

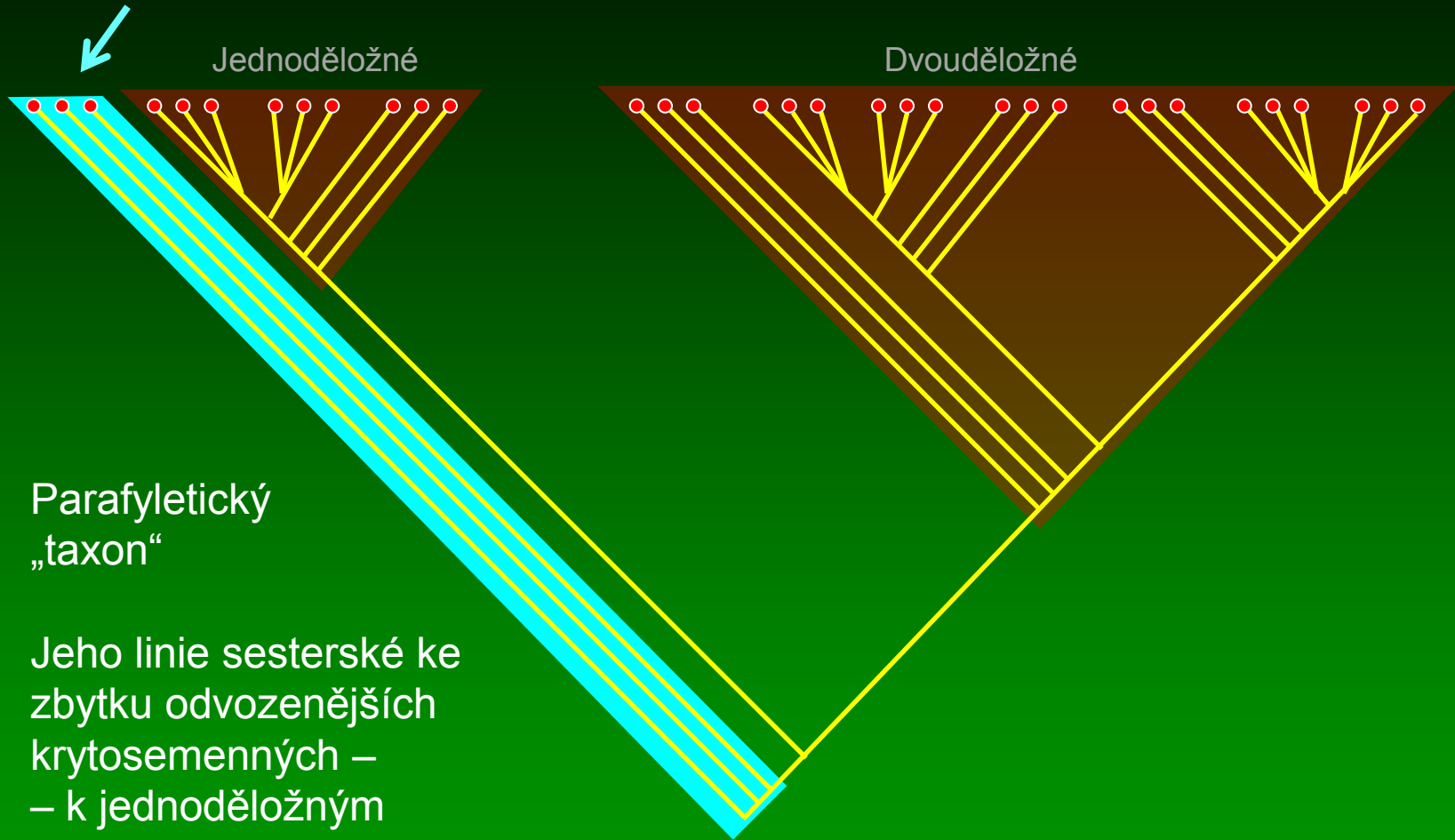


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Bazální krytosemenné rostliny



# Bazální krytosemenné

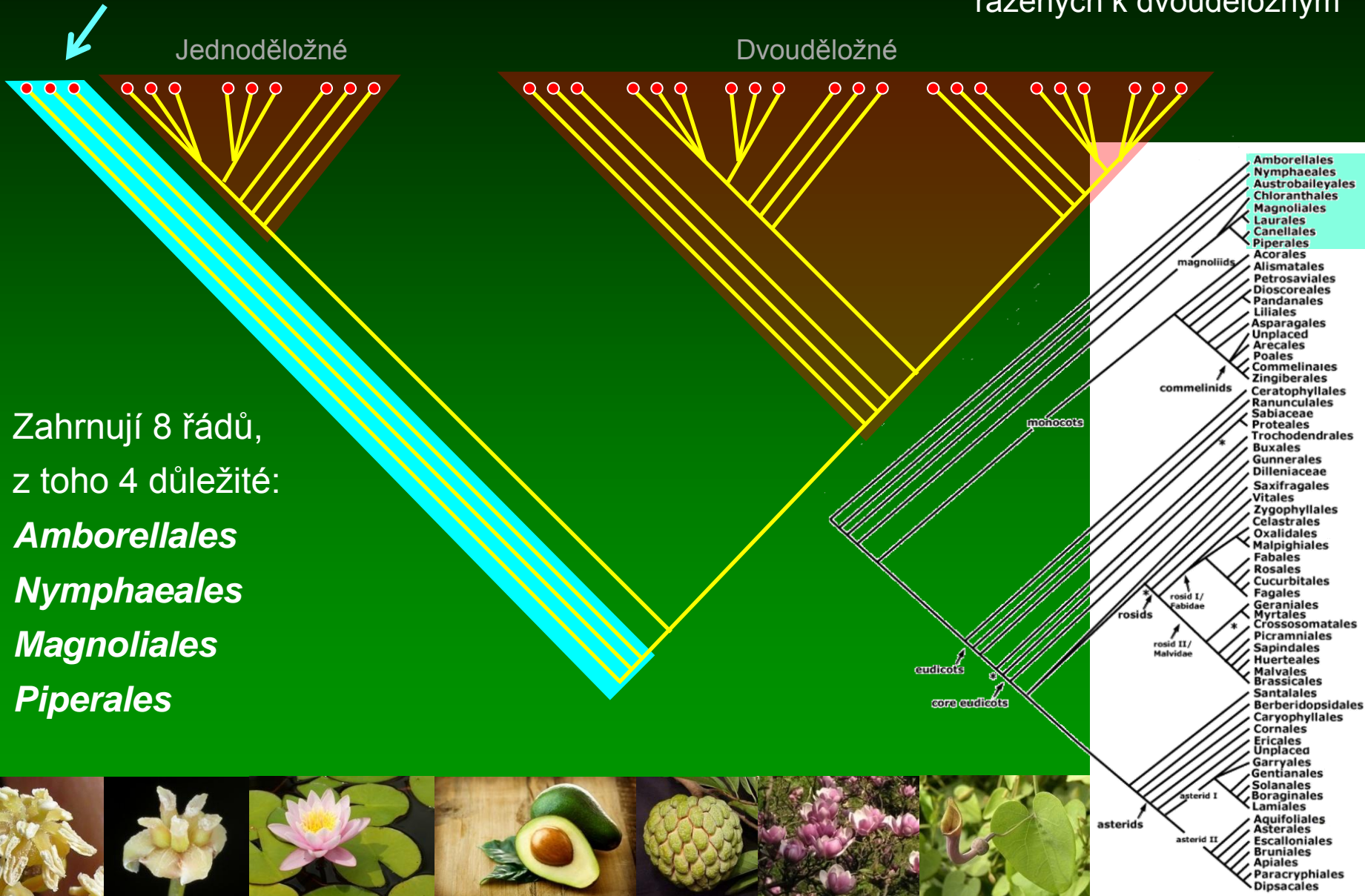


Parafyletický  
„taxon“

Jeho linie sesterské ke  
zbytku odvozenějších  
krytosemenných –  
– k jednoděložným  
– i k dvouděložným

# Bazální krytosemenné

27 nejprimitivnějších čeledí původně řazených k dvouděložným

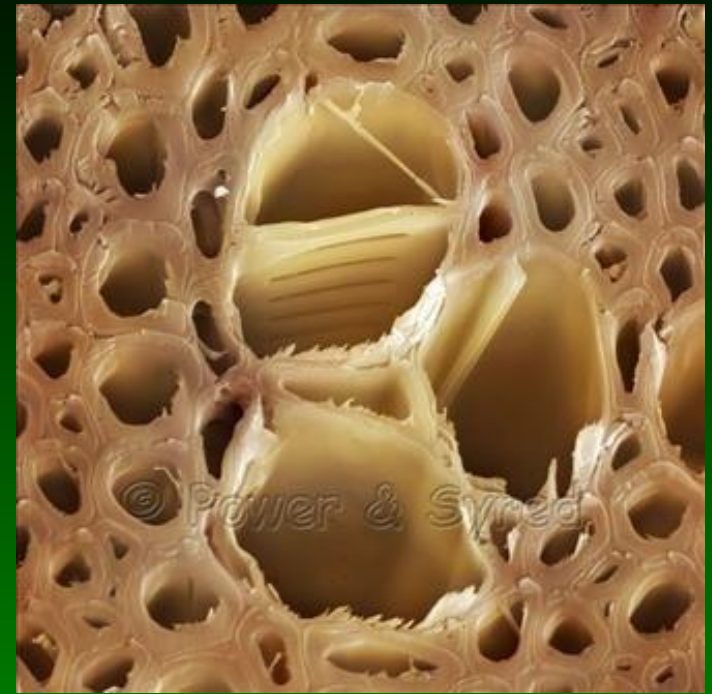
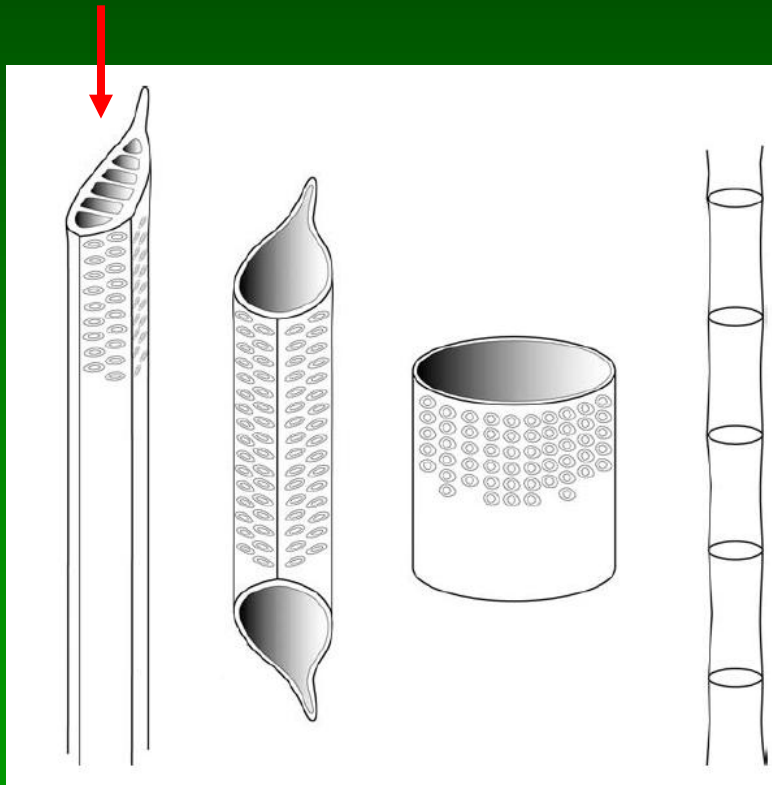




**Magnoliopsida****Liliopsida****Rosopsida**

	<i>Bazální krytosemenné</i>	<i>Jednoděložné</i>	<i>Dvouděložné</i>
<b>pyl</b>	monokolpátní	monokolpátní	trikolpátní
<b>okvěti</b>	často nerozlišené	často nerozlišené	většinou rozlišené
<b>čepel listů</b>	jednoduchá, celistvá	jednoduchá, celistvá	jednoduchá i členěná
<b>žilnatina listová</b>	často jednoduše zpeřená	obloukovitě souběžná nebo rovnoběžná	dlanitá nebo složitě zpeřená
<b>dělohy</b>	2 (vzácně 1)	1	2
<b>stonkové cévní svazky</b>	eustélé, vzácně ataktostélé	ataktostélé	eustélé
<b>řapík listů</b>	ano	často bez	ano
<b>hlavní kořen</b>	vytrvává	zaniká, nahrazen adventivními	vytrvává
<b>habitus</b>	většinou dřeviny	většinou byliny	byliny i dřeviny
<b>četnost květů</b>	polymerické nebo trimerické	trimerické	tetra- a pentamerické
<b>xylem</b>	homo i heteroxylární	většinou heteroxylární	heteroxylární
<b>perforace trachejí</b>	schodovitá	jednoduchá	jednoduchá
<b>souměrnost květů</b>	většinou aktinomorfni	aktinomorfni i zygomorfni	aktinomorfni i zygomorfni
<b>květy</b>	acyklické nebo spirocyklické	cyklické	cyklické
<b>rozšíření</b>	tropy	různé	různé

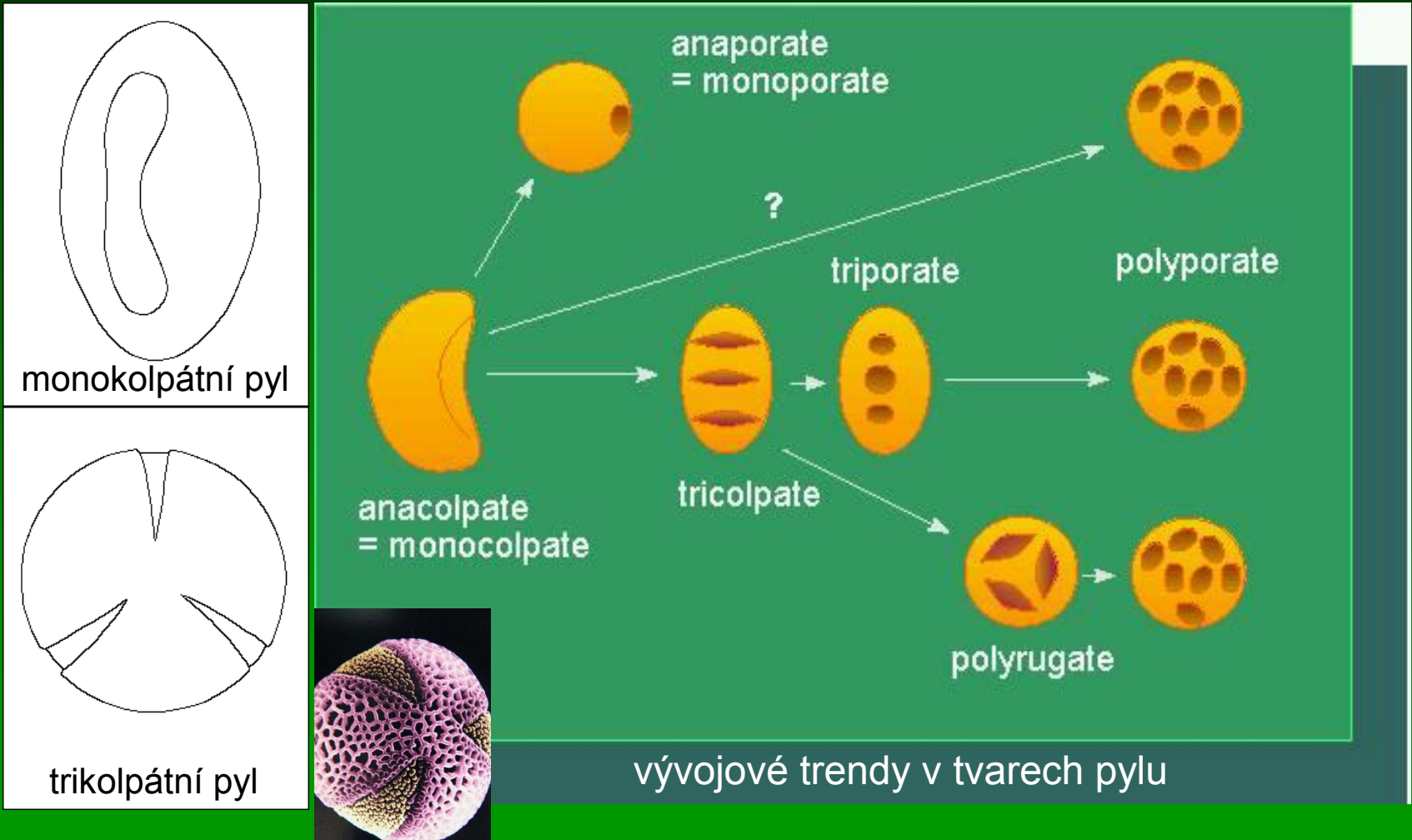
primitivnější zástupci - xylem bez trachejí  
(*Amborellaceae*, *Magnoliaceae* a  
*Nymphaeaceae*, vzácněji *Lauraceae* a  
*Piperaceae*);  
pokud mají tracheje, tak s primitivní  
terminální **schodovitou perforací**



listy většinou jednoduché celistvé; střídavě postavené, pouze u *Magnoliaceae* s palisty jinak bez nich



# monokolpátní pyl – průduchy mají jedinou štěrbinu nebo otvor





## květní části

- neustálený větší počet,
  - většinou ve spirále
  - nesrostlé
- obaly nerozlišené



Jen nejodvozenější (*Aristolochiales*)  
srostlé a zygomorfní  
s ustáleným počtem  
s obaly rozlišenými



někdy  
přechody  
mezi květními  
částmi –  
nejčastěji  
mezi petaly a  
tyčinkami,

častá je  
přítomnost  
sterilních  
tyčinek –  
staminodií

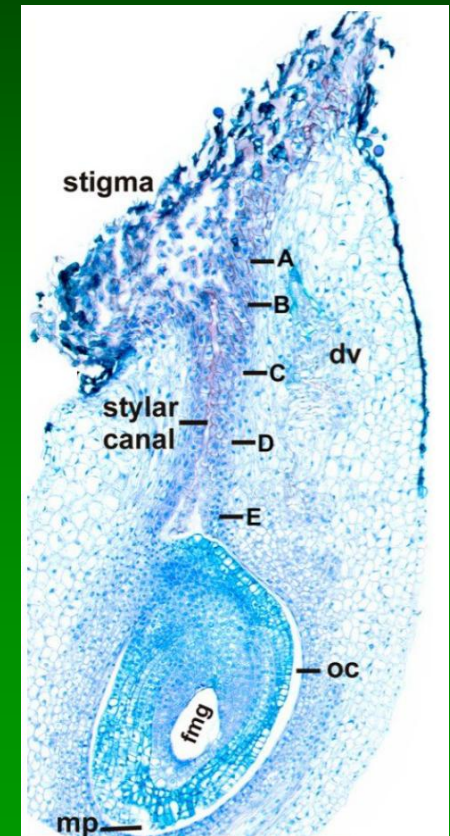




**Gyneceum** - u původních apokarpní, u pokročilejších cénokarpní,

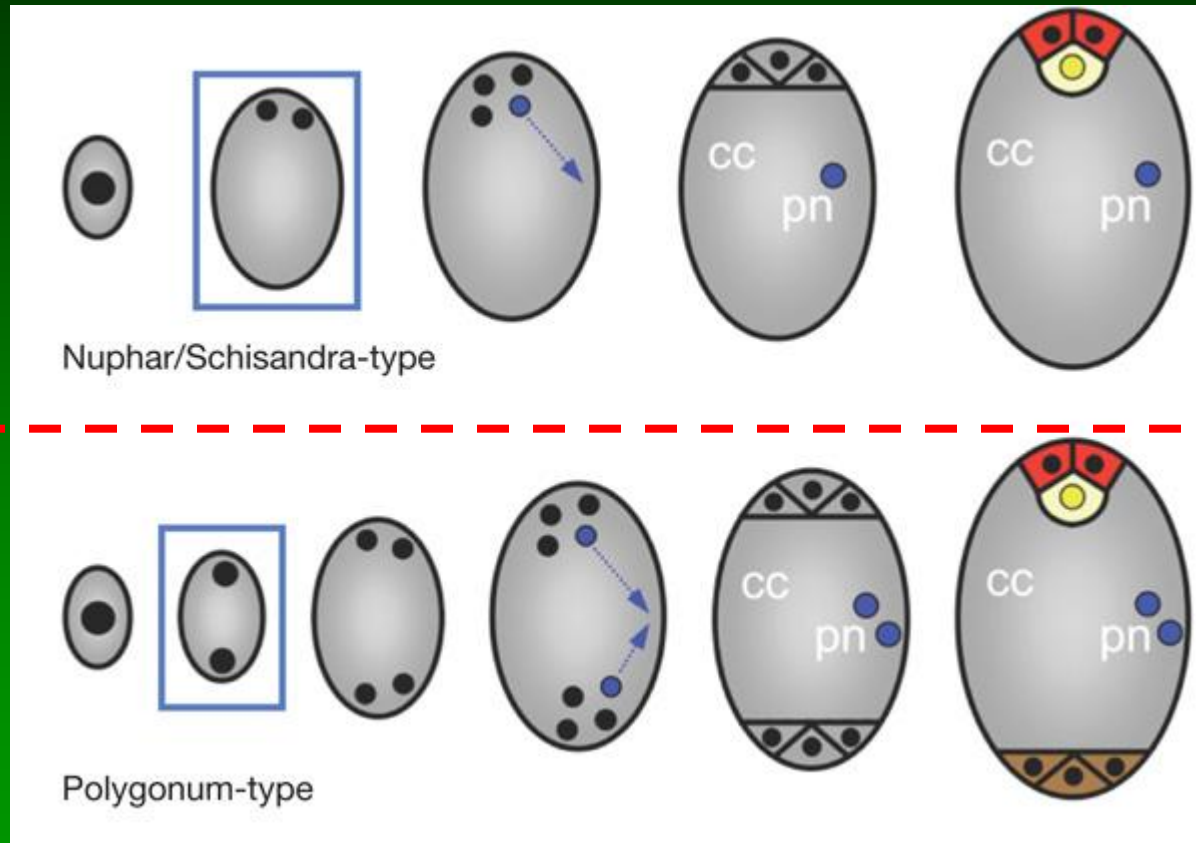
plodolisty se uzavírají až během ontogeneze

nejprimitivnější konce zralých plodolistů uzavřeny jen slepením hustého porostu žláznatých trichomů lemujících okraje zpočátku pouze konduplikátně svinutých plodolistů



# Zárodečný vak má často jen 4 jádra

Čtyřjaderný zárodečný vak typu *Nuphar/Schizandra* typický pro bazální krytosemenné

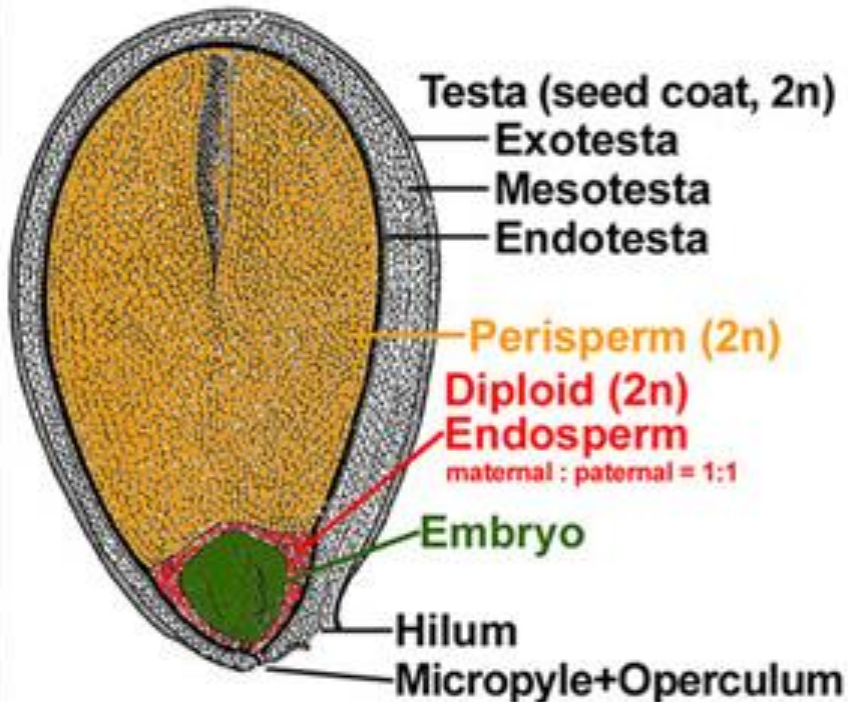


Nejběžnější typ osmijaderného zárodečného vaku (typ *Polygonum*)

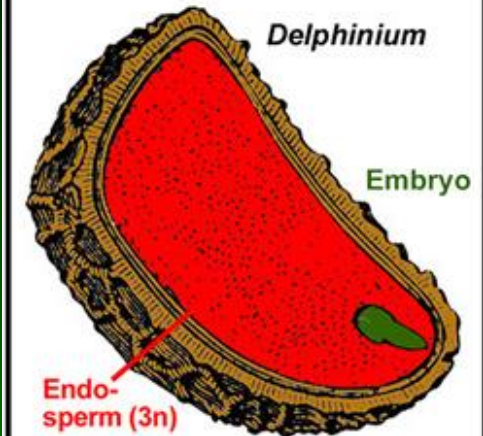
vajíčka často s malým embryem,  
silně vyvinutým perispermem a silným  
obalem (embryo : semeno = 0,05–0,1)

**(D) Basal angiosperms:  
Nymphaeaceae**

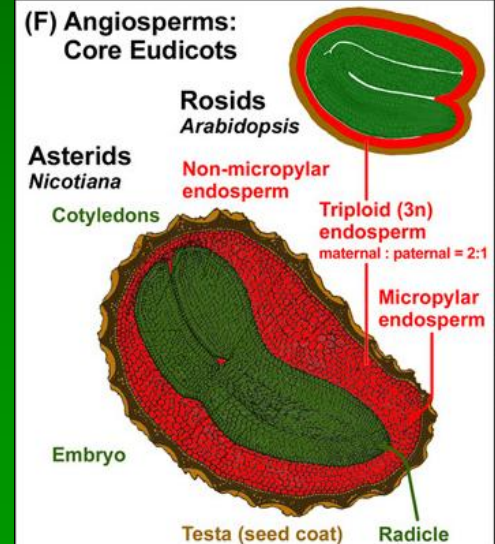
*Nuphar luteum*



**(E) Angiosperms:  
Basal Eudicots  
Ranunculaceae**

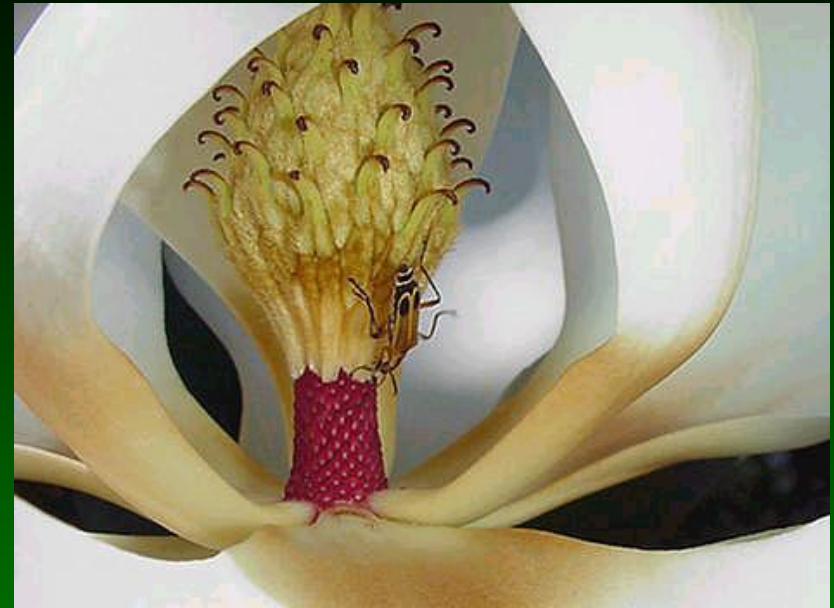


**(F) Angiosperms:  
Core Eudicots**

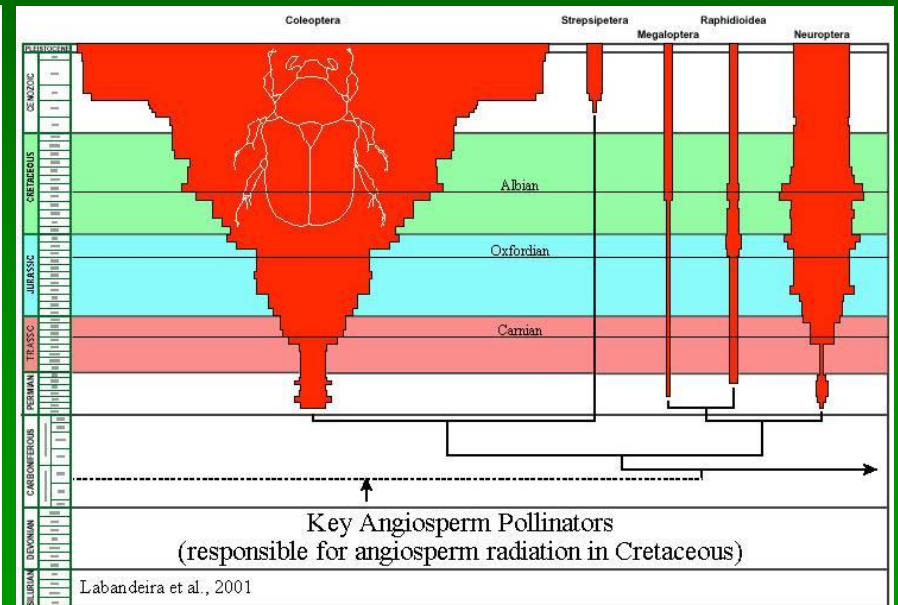
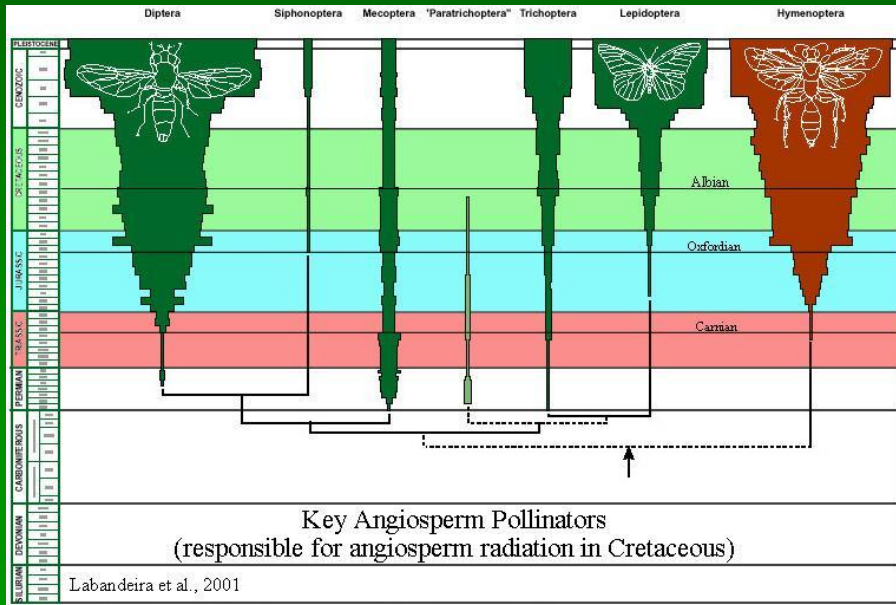


častým typem opylení je kantarogamie (opylení brouky) nebo jiná entomogamie

(brouci divergovali dříve než ostatní hlavní hmyzí opylovači)



trias jura křída



druhohory



# s entomogamním opylením úzce souvisí **termogenní květy**

- jsou schopné metabolicky se ohřívat nebo udržovat optimální teplotu a uvolňovat tak látky lákající hmyz

- mimo bazální krytosemenné mají tuto schopnost cykasy a vzácně je i v krytosemenných čeledích *Nelumbonaceae* (bazální dvouděložné) *Cyclanthaceae*, *Araceae* a *Arecaceae* (jednoděložné).



3 nejbazálnější větve  
krytosemenných tvoří řády:

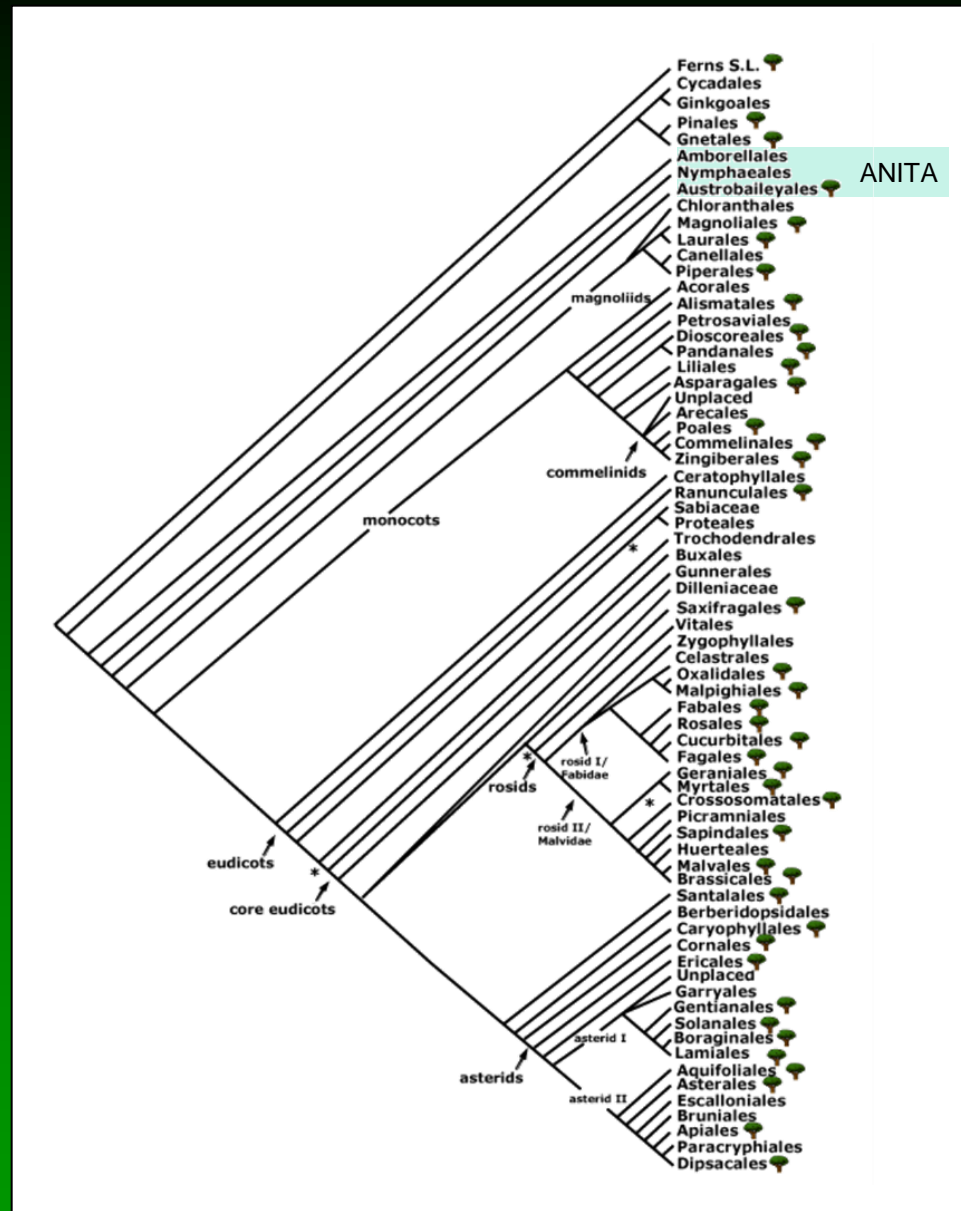
1. *Amborellales*

2. *Nymphaeales*

3. *Austrobaileyales*

celkem k nim patří jen  
pět čeledí označovaných  
„ANITA“

**A**mborellaceae,  
**N**ymphaeaceae,  
**I**licaceae (= Schisandraceae),  
**T**rimeniaceae,  
**A**ustrobaileyaceae





**1. řád *Amborellales*  
s jedinou čeledí  
*Amborellaceae* – amborelovité**



# *Amborellaceae* – amborelovité

Monotypická čeleď s jediným  
druhem *Amborella*  
*trichopoda*,

vlhké stinné horské lesy



endemickým  
na **Nové**  
**Kaledonii**.

**Dvoudomý keř**  
6–8 m vysoký.

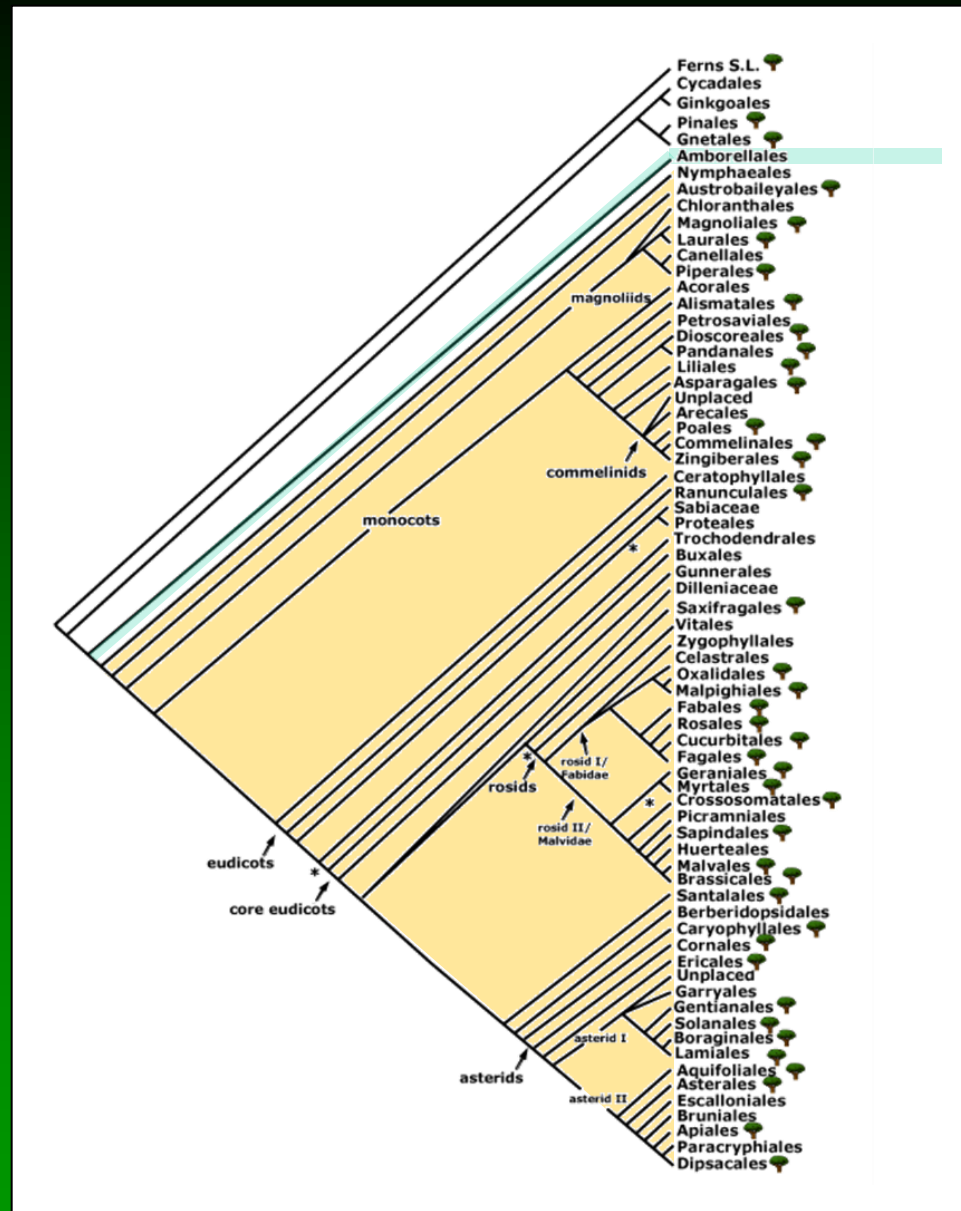


Growth habit of *Amborella trichopoda* Baill. from Mt. Aoupinie, Province Nord, New Caledonia



Official Publication of the Botanical Society of America, Inc.

Prastarý, sesterský taxon všech ostatních krytosemenných. Oddělil se před ca 228 miliony let v triasu (podle molekulárních hodin)





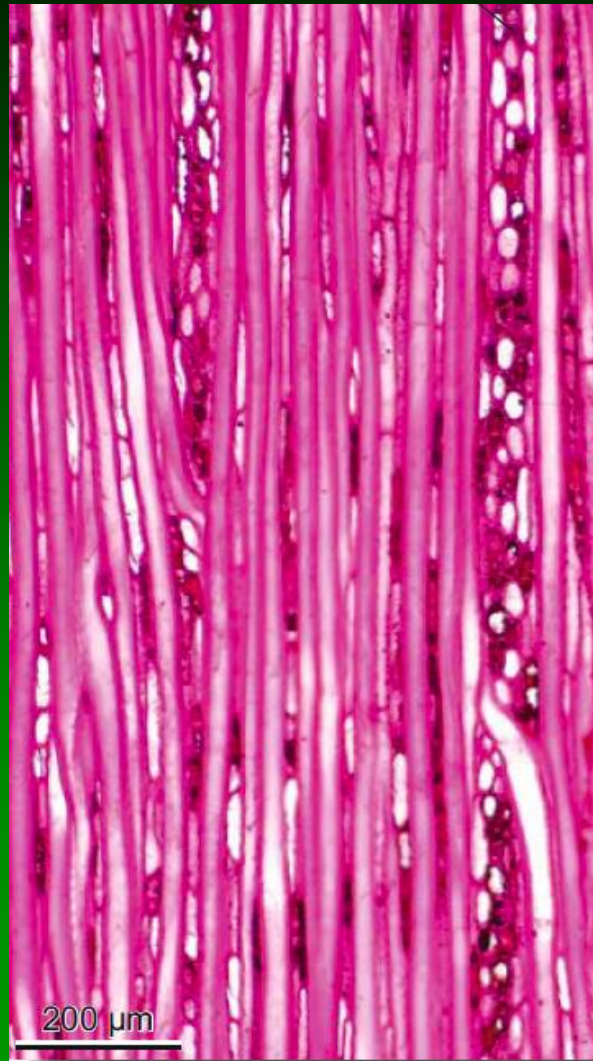
- Listy**
- jednoduché, kožovité
  - s celistvým, zvlňeným až laločnatým okrajem
  - střídavé, bez palistů
  - se zpeřenou žilnatinou



# Xylem



bez trachejí



dřeňové paprsky multiseriální



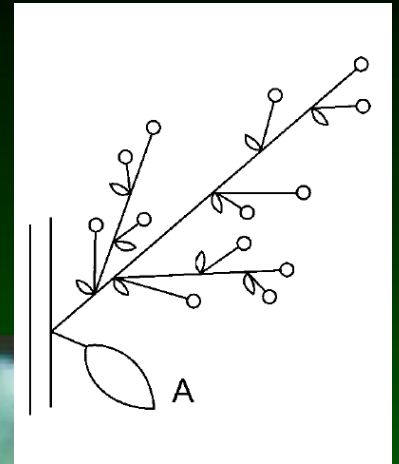
dvůrkaté dvojtečky s torusem  
jako u nahosemenných



# Květy

- jednopohlavné, drobné,
- v latách

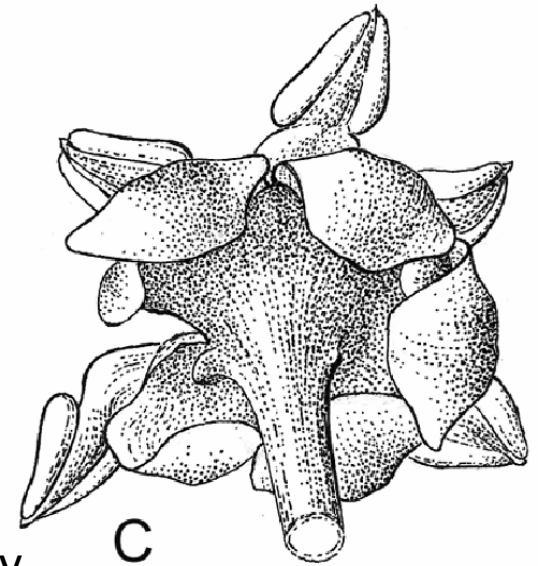
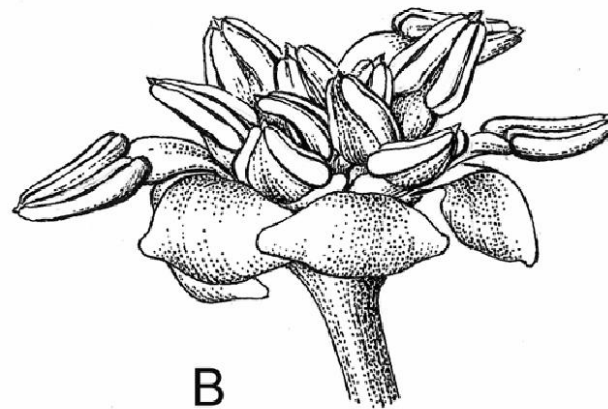
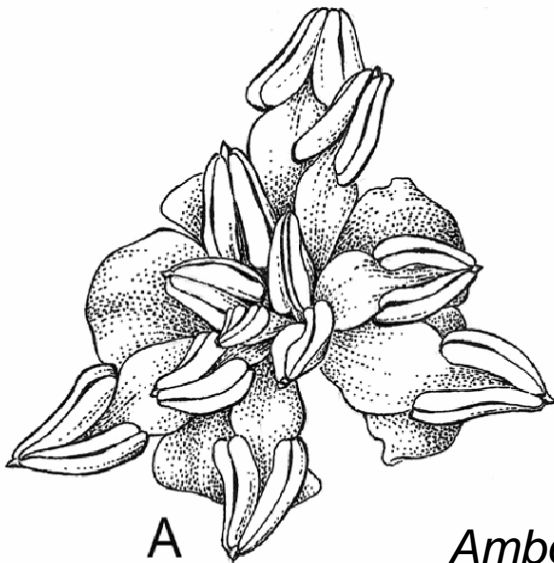
*Amborella trichopoda* – samčí květenství



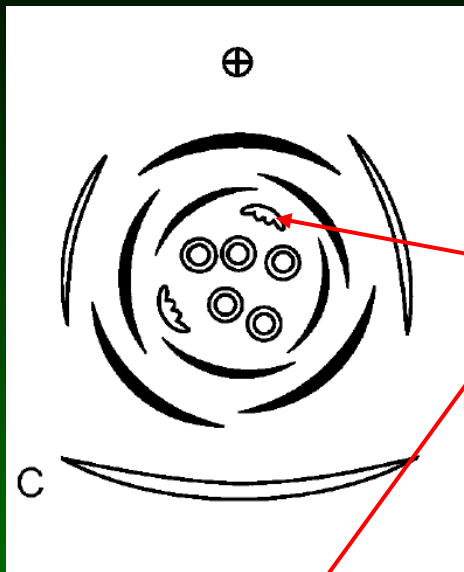




**Samčí květ** – několik okvětních lístků ve šroubovici Tyčinek mnoho s plochými, lístkovitými, jednožilnými nitkami srostlými bázemi s okvětními lístky a široké konektivy.



*Amborella trichopoda* – samčí květy



## Samičí květ

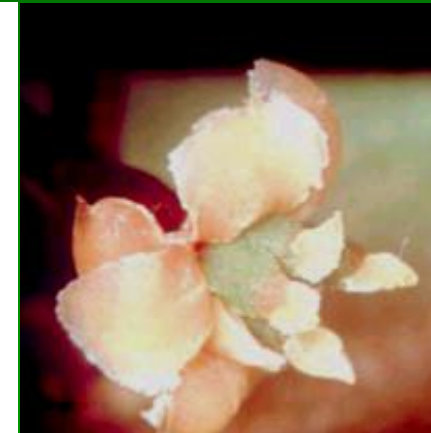
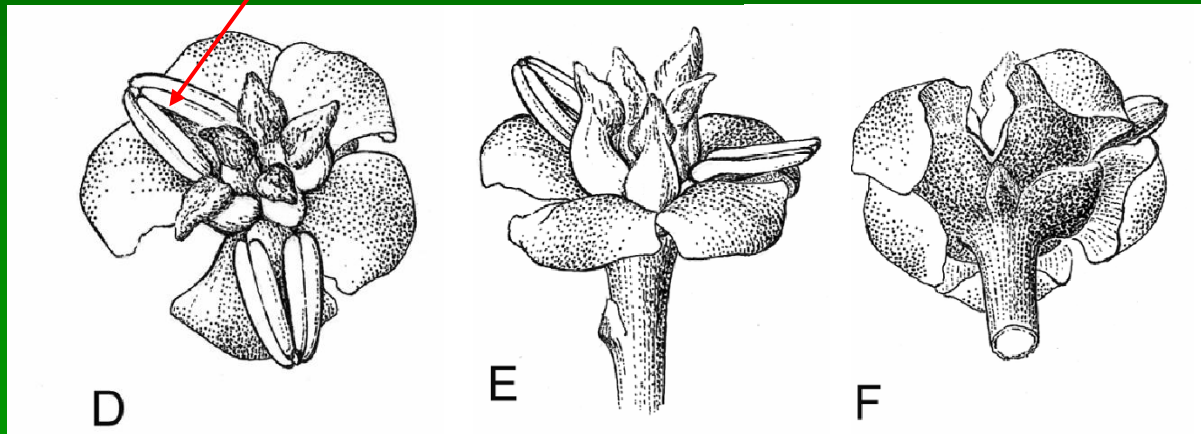
Okvětí 6–8 lístků ve  
šroubovici

**Staminodia**

ukazují svojí přítomností  
na původní  
oboupohlavnost

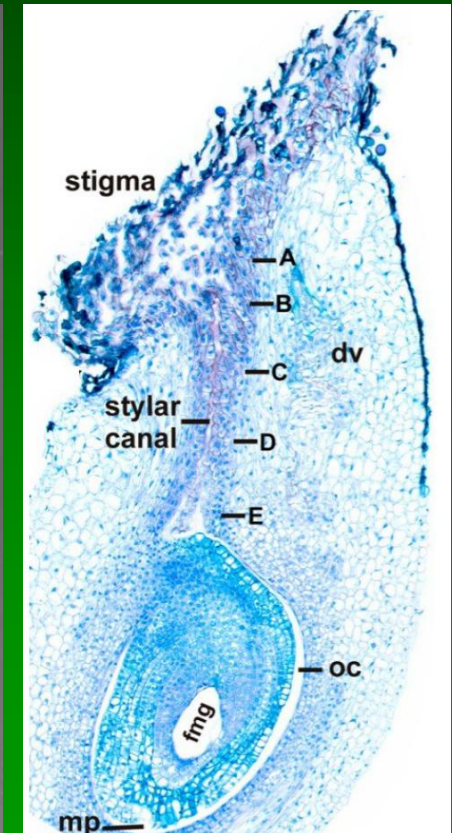
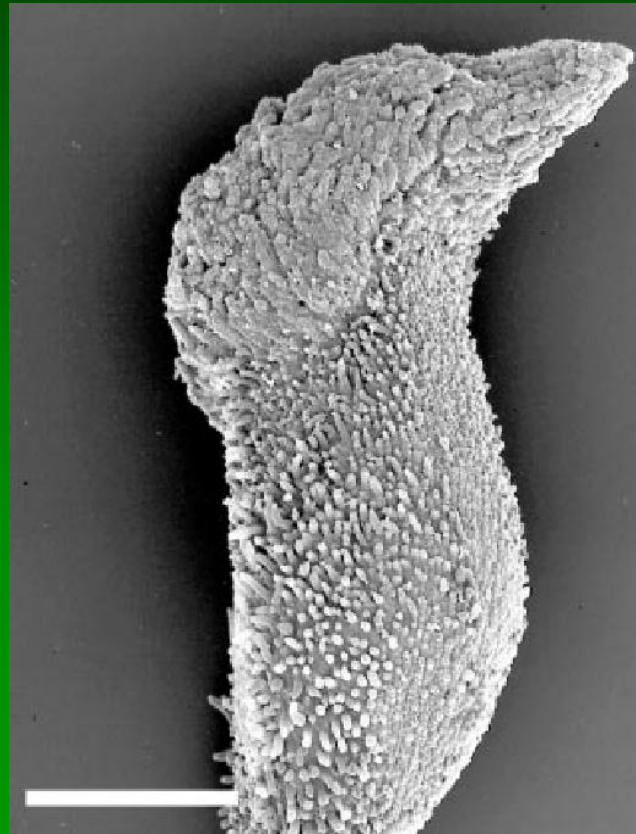
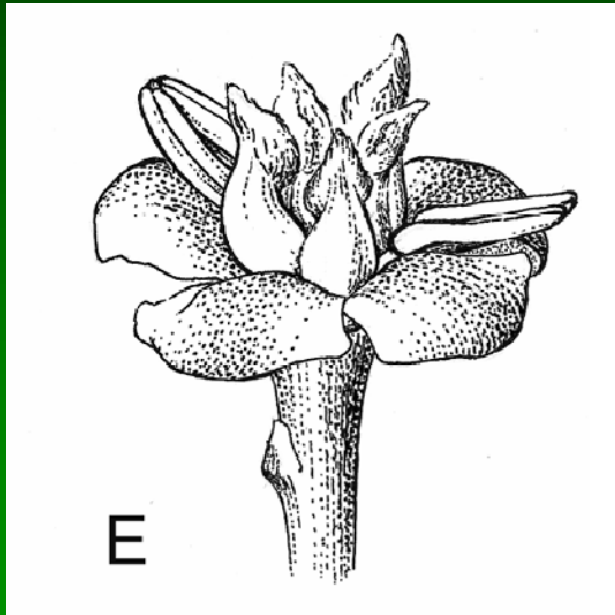


Gyneceum apokarpní, plodolistů nejčastěji 5

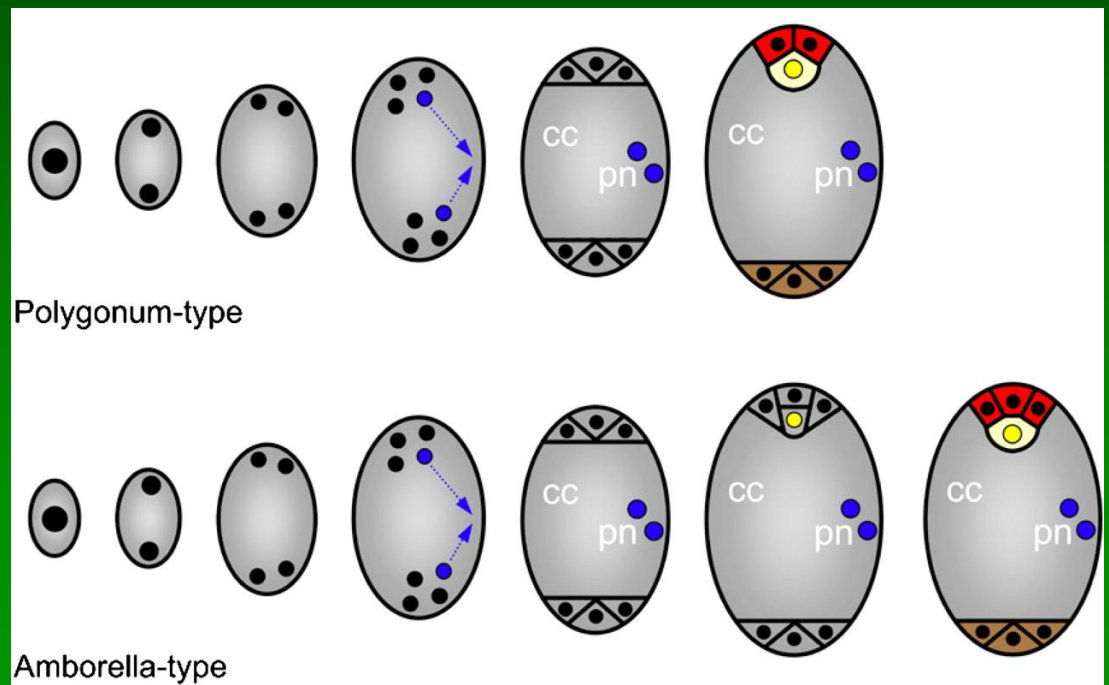


# Plodolist

- neuzavřený
- s čnělkovým kanálem
- s mohutným bliznovým kartáčkem
- s jedním dvouobalým anatropním vajíčkem s tlustým nucellem



# Unikátní zárodečný vak má 9 buněk ! Liší se tím od zbývajících bazálních krytosemenných



Od nejběžnějšího *Polygonum* typu se liší tím, že má o jednu synergidu víc



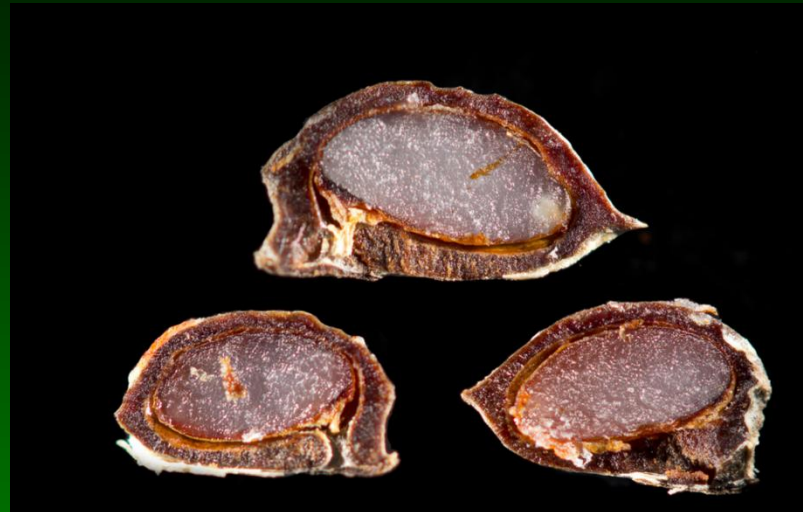
# Plod peckovice



B

© P. P. Lowry II, 1997

**Semena** - s bohatým endospermem a nepatrným embryem





## 2. řád *Nymphaeales*

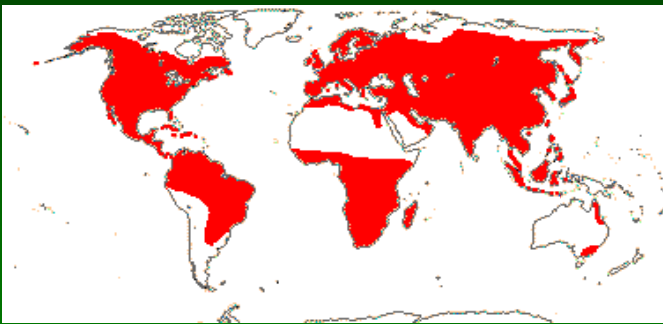
se 3 čeleděmi – významná je *Nymphaeaceae*, leknínovité



**Vodní, ve dně kořenující rostliny**

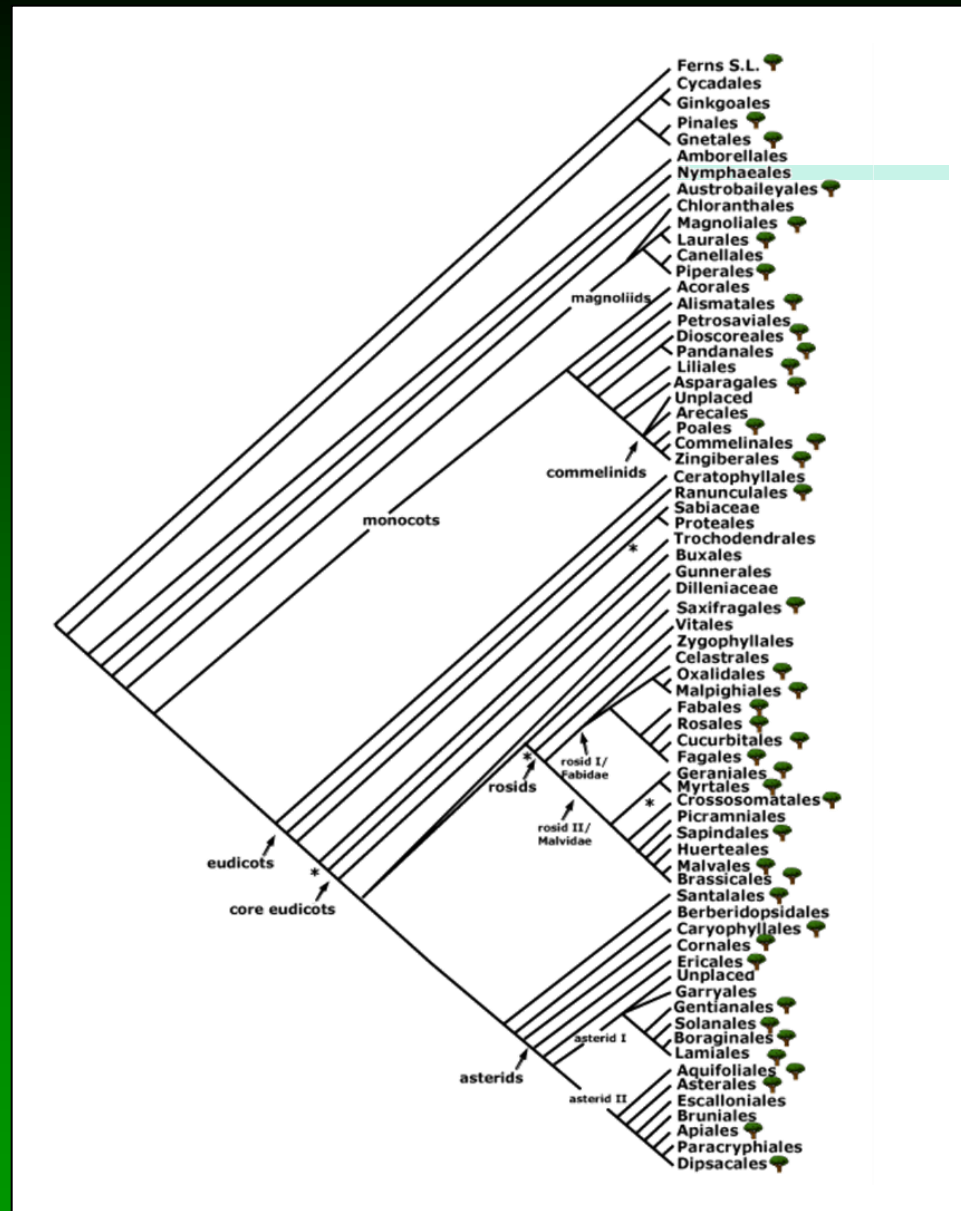
# Nymphaeaceae – leknínovité

4/48 po celém světě, s výjimkou  
nejsušších a nejchladnějších  
oblastí



Leknínovité jsou sesterskou linií  
ke všem kvetoucím rostlinám  
kromě amborely, podle  
molekulárních hodin se oddělily  
před ca. 210 miliony let v triasu.

Dlouho u nich neexistovaly  
fosilní důkazy starší než z křídý



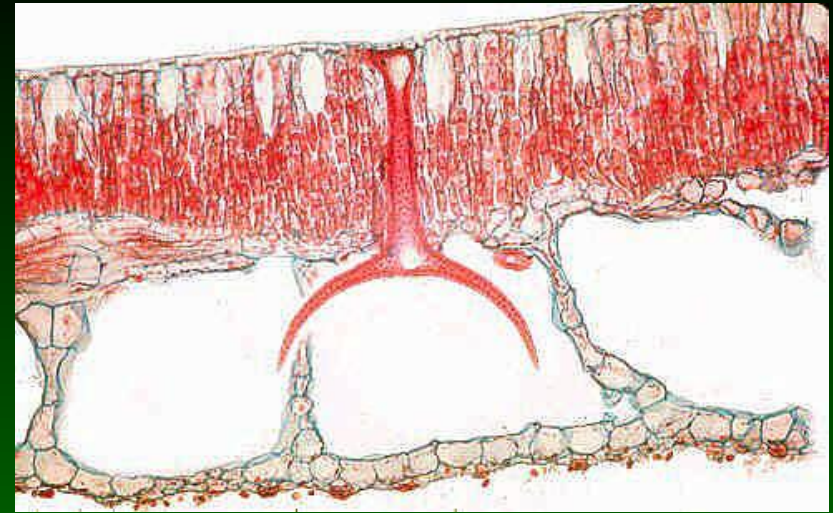
Ty byly učiněny až v roce 2002 (Kirkland et al.) ve vrstvách spodní jury na lokalitě St. George ve státě Utah v USA





## Listy - celistvé,

- zpravidla větší velikosti,
- extrémně dlouze řapíkaté,
- splývají na hladině,
- mají vzduchové dutiny

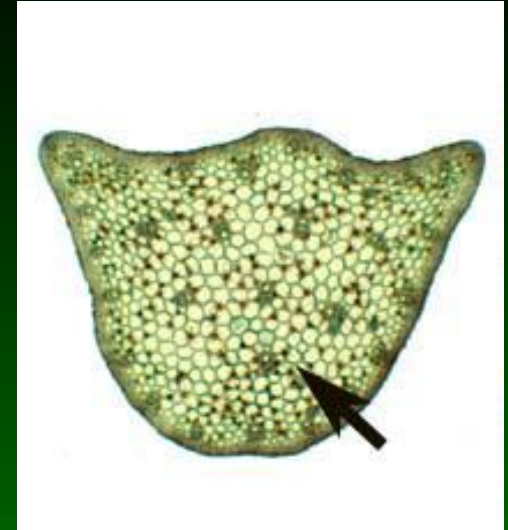
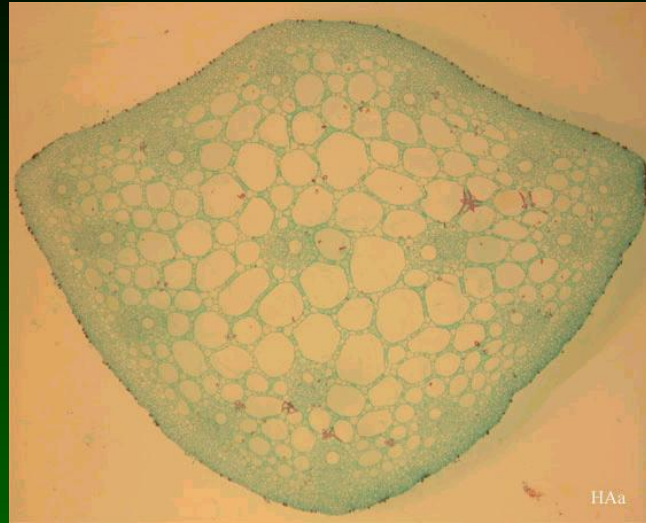


Stonek = tlustý oddenek v bahně

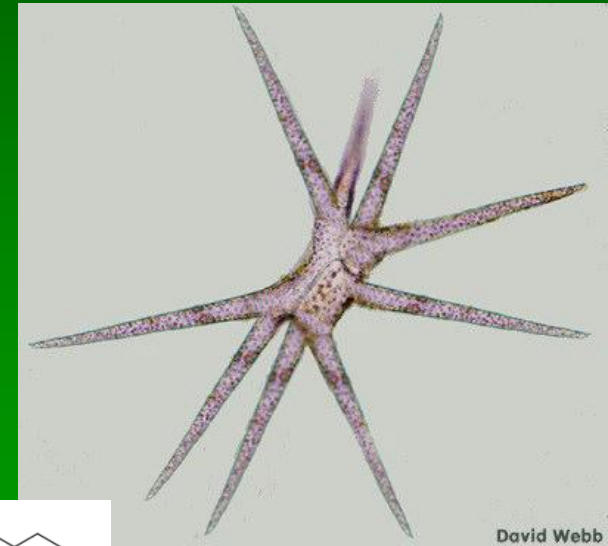
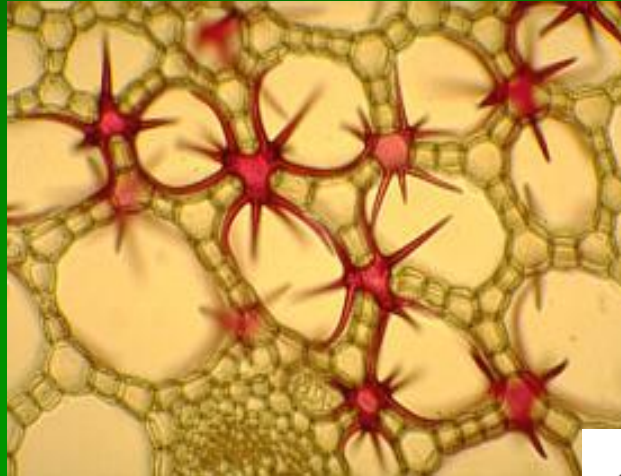
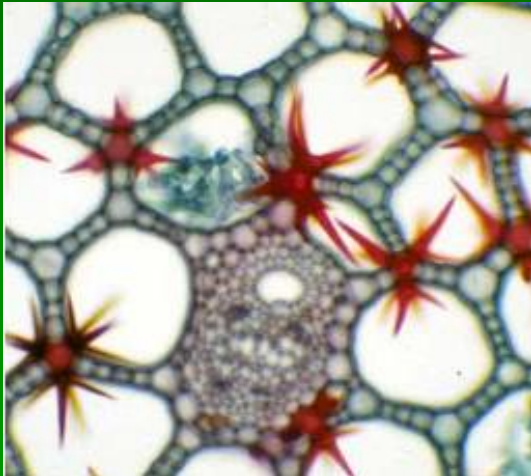




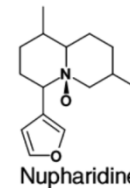
Řapíky listů mají  
aerenchym  
a  
cévní svazky  
ataktostélicky  
rozmístěné,  
xylem bez trachejí



V aerenchymu četné astrosklereidy – idioblasty vyplněné krystalickým šřavelanem vápenatým



V pletivech alkaloidy a článkované mléčnice





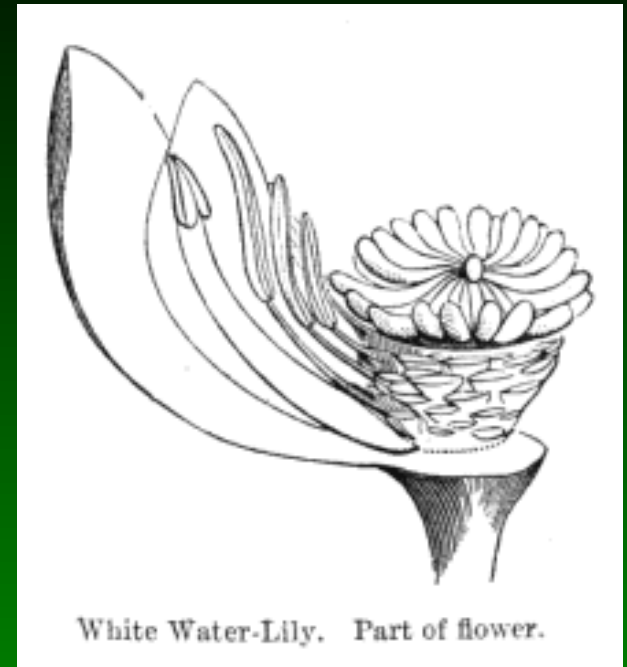
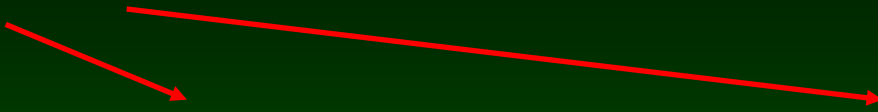
Květy velké, jednotlivé na dlouhých stopkách s aerenchymem  
vyrůstajících přímo  
z oddenku,  
zpravidla  
oboupohlavné,  
spirocyklické,  
aktinomorfní,  
vonné, většinou  
heterochlamydní

Obal květu:  
4–6 sepalů  
mnoho spirálně  
uspořádaných  
petalů



[www.ulsamer.at](http://www.ulsamer.at)

Tyčinky mnoho (40–80), spirálně uspořádaných;  
přechody mezi petaly a tyčinkami,





Pestík polymerní (5–35), apokarpní, jednotlivé plodolisty s mnoha (10–100) vajíčky s laminární placentací. Plodolisty často obrostlé květním lůžkem a pestík se proto jeví jako cénokarpní (pseudocoenokarpní)  
Opylení hmyzem



*Nymphaea* sp.  
Nymphaeaceae  
© G. D. Carr



Plod měchýřek (v souplodí  
mnohoměchýřek - multifolliculus)

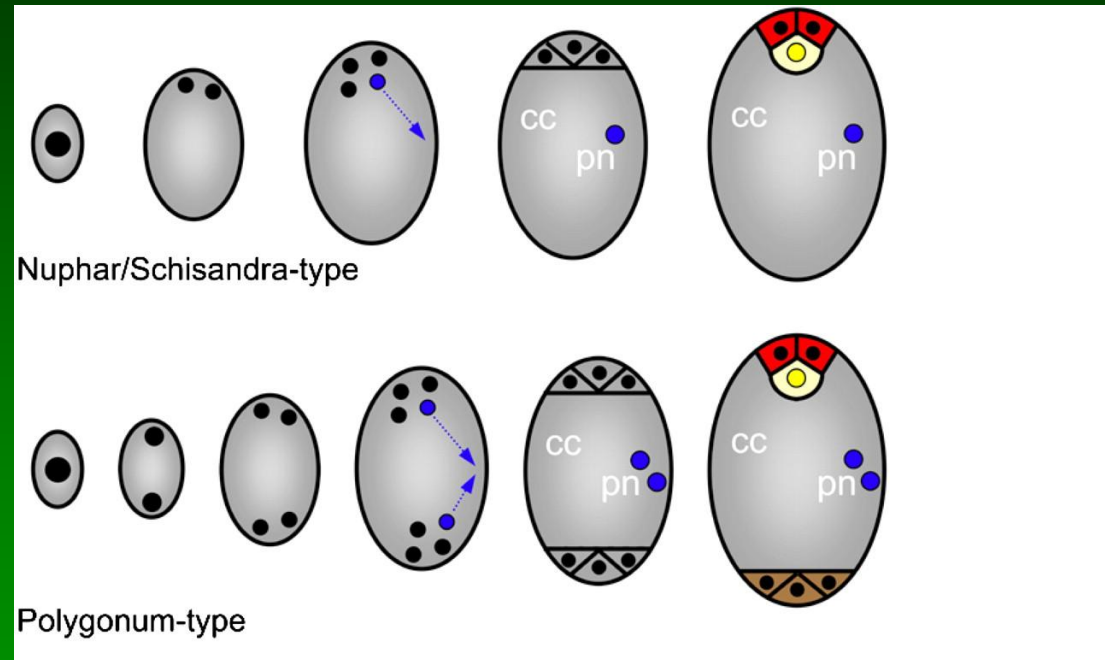


Zárodečný vak

- 4 jaderný

Endosperm

- diploidní



## Semena

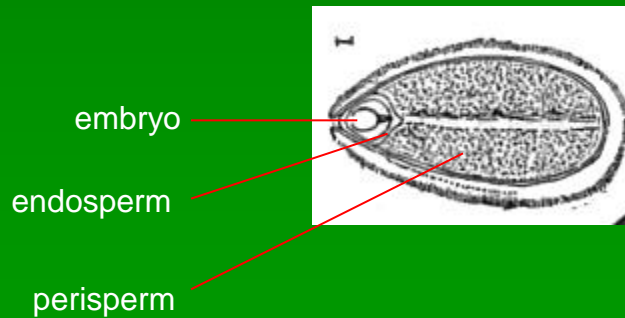
- s dominantním perispermem (= zbytek nucellu),
- s malým endospermem

## Embryo

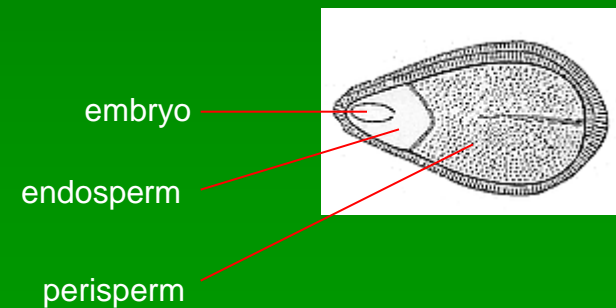
- drobné
- často s 1 děložou



*Nymphaea* – semeno – příčný řez

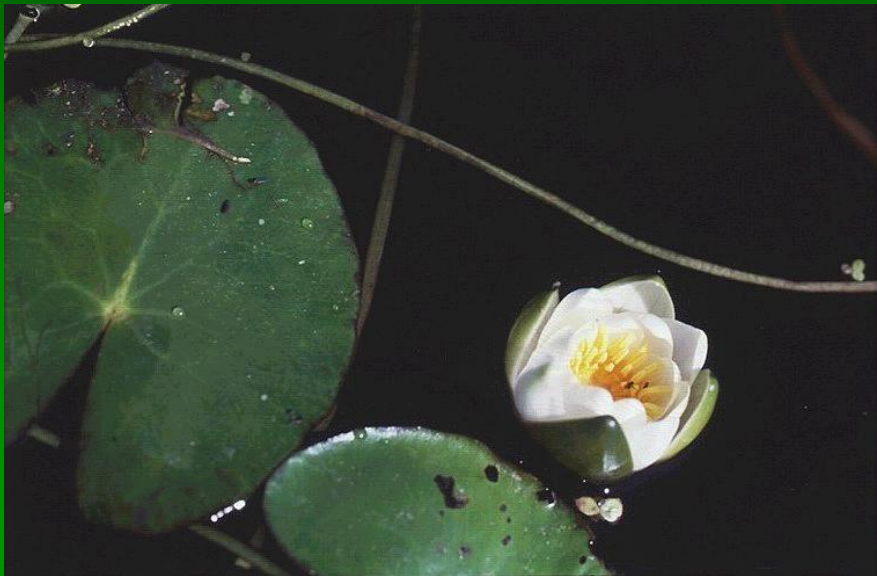


*Nuphar* – semeno – příčný řez



V ČR rostou ve stojatých vodách 4 druhy.

Rod leknín má květy heterochlamydeické, semena s míškem.  
Leknín bělostný (*Nymphaea candida*) – vzácný a ohrožený  
původní druh, leknín bílý (*N. alba*) – často vysazovaný  
v různých barevných formách květu.





Rod stulík má nerozlišený, korunovitě žlutě zbarvený perianth, šupinovitá nektarodárná staminodia a semena bez míšku. Stulík žlutý (*Nuphar luteum*) – vzácný a ohrožený druh,



*Nuphar polysepalum*  
Nymphaeaceae  
© G. D. Carr

*Nuphar polysepalum*  
Nymphaeaceae  
© G. D. Carr



stulík malý (*Nuphar pumila*) – vzácně roste v jižních Čechách a na jihozápadní Moravě.

Dužnatý plod stulíku se zachovalým bliznovým terčem  
(pseudocénokarpní - spojený květním lůžkem)





V jižní Americe *Victoria cruziana* nebo *V. amazonica* (= *V. regia*).

Ohromné listy, které díky pevnosti a mohutně vyvinutému aerenchymu unesou na vodě i malé dítě.

Viktorii královskou objevil náš botanik a cestovatel Tadeáš Haenke v r. 1801 v Mamoré v poříčí Amazonky.



COPYRIGHT J.R. MANHART



COPYRIGHT J.R. MANHART





# Magnolioidní linie

„Čtvrtá bazální“ větev krytosemenných

Má už složitější fylogenetickou strukturu, zahrnující 20 čeledí, patřících k pěti řádům:

- (1) *Canellales*,
- (2) *Chloranthales*,
- (3) *Laurales*
- (4) *Magnoliales*
- (5) *Piperales*



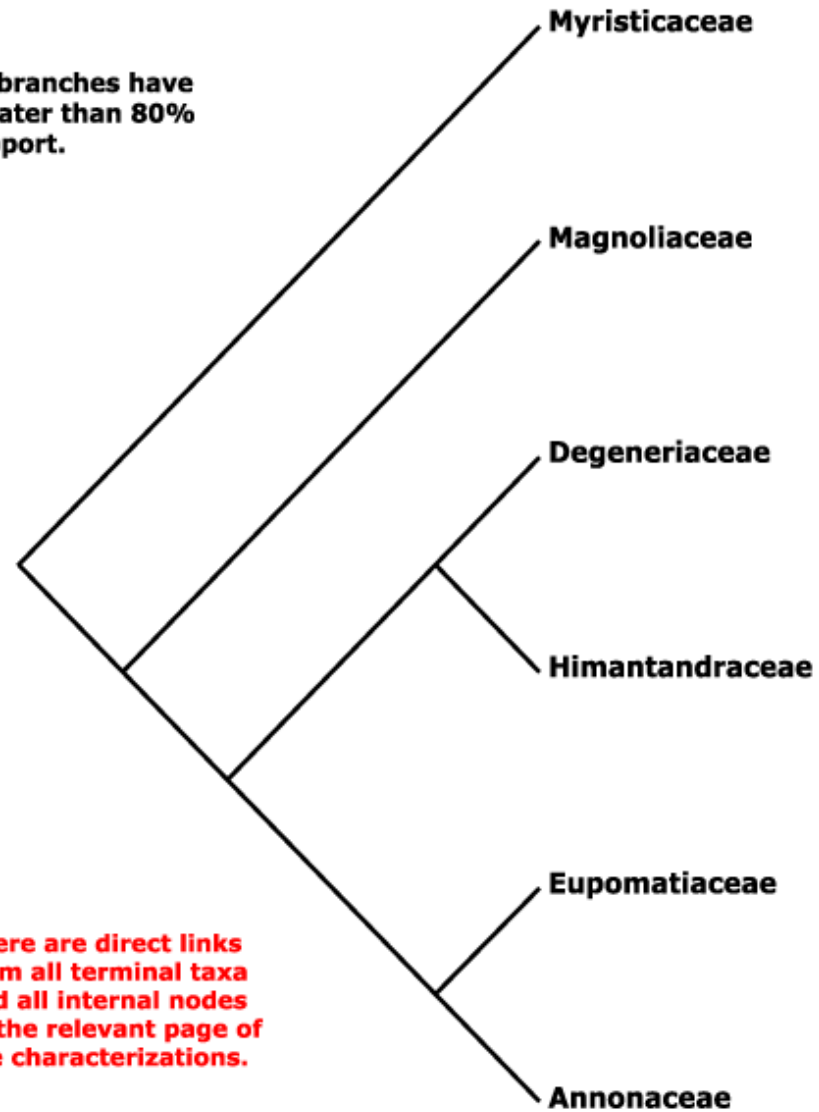
# 3. řád *Magnoliales* šácholánokvěté



**dříve považované za nejprimitivnější větev krytosemenných**



All branches have greater than 80% support.



There are direct links from all terminal taxa and all internal nodes to the relevant page of the characterizations.

Řád *Magnoliales* – šácholanotvaré dřeviny tropů a subtropů, nejdůležitější je čeleď *Magnoliaceae*



# Magnoliaceae – šácholanovité 2/227



dřeviny vlhkých lesů  
tropů a subtropů Ameriky  
a JV Asie

České jméno šácholán pochází od tvaru  
soplodí připomínající šišku = šách.







Listy střídavé, jednoduché, celistvé, řapíkaté, opatřené objímavými palisty (záhy opadavými).

Tvar listů může být vzácně čtyřlaločný (*Liriodendron*), u fosliních i dvoulaločný.



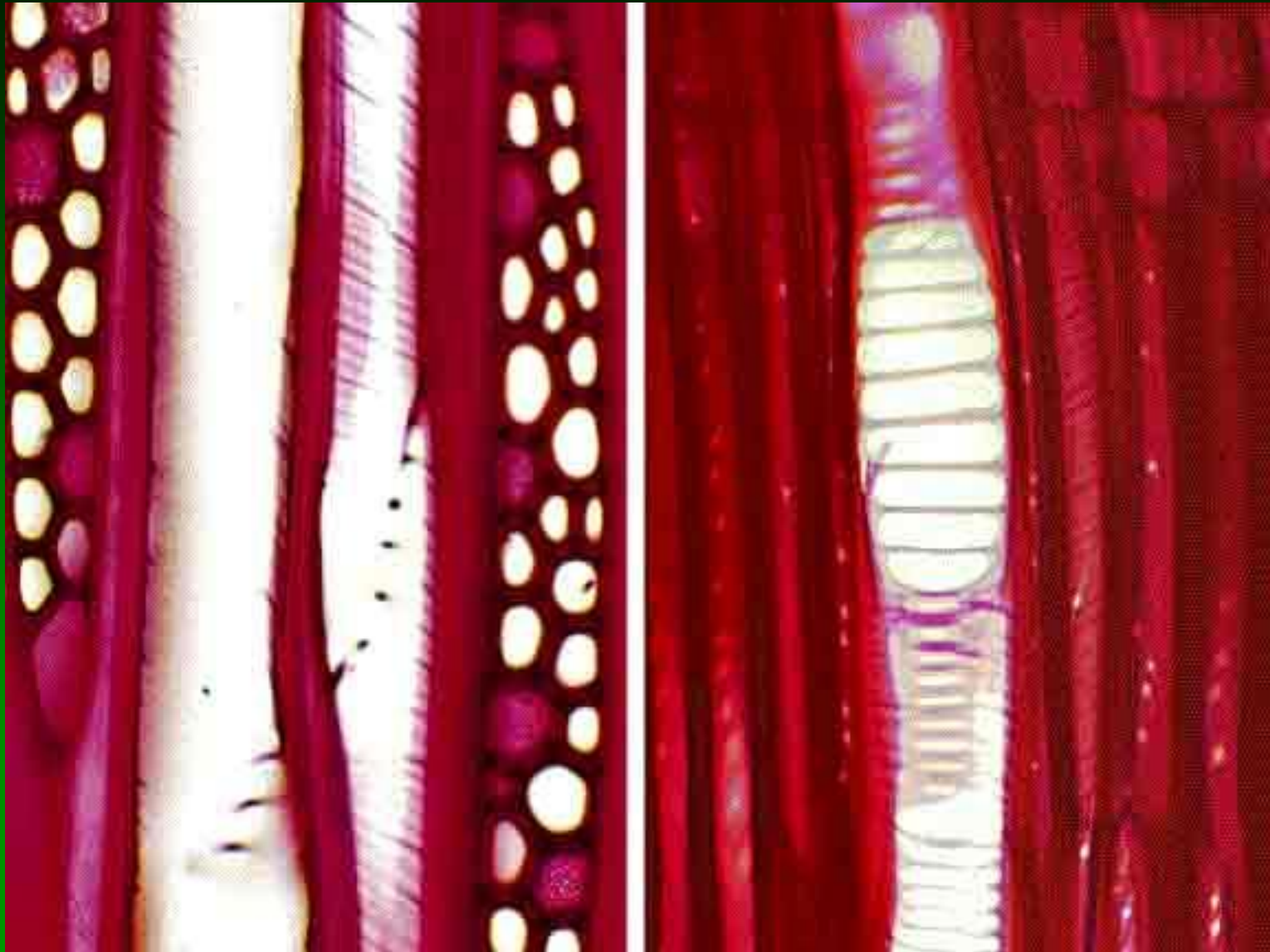
souplodí  
měchýřků

*Archaeanthus  
linnenbergeri* ze  
stř. křídy



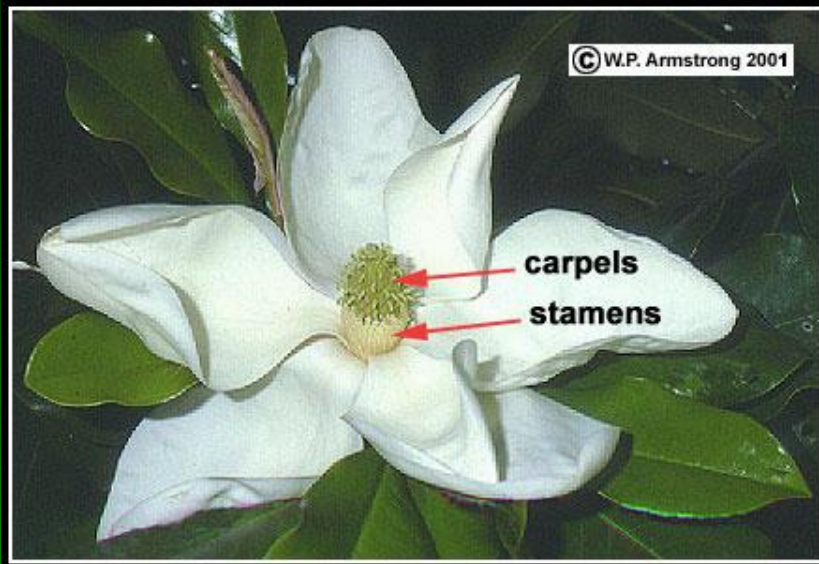


Dřevo má tracheje s primitivní schodovitou perforací.



*Liriodendron tulipifera*, podélný řez tracheou

Květy velké, jednotlivé, homochlamydní, většinou oboupohlavné, polymerické, acyklické nebo spirocyklické





Tyčinky

četné, spirálně uspořádané, hypogynické s páskovitými nitkami





Gyneceum apokarpní  
z mnoha plodolistů (často  
s difúzní bliznou) spirálně  
uspořádaných



# Vyklenuté květní lůžko



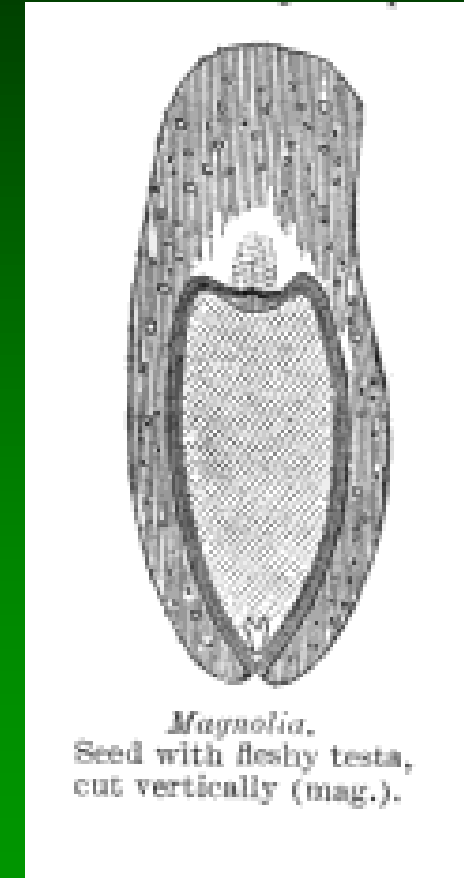
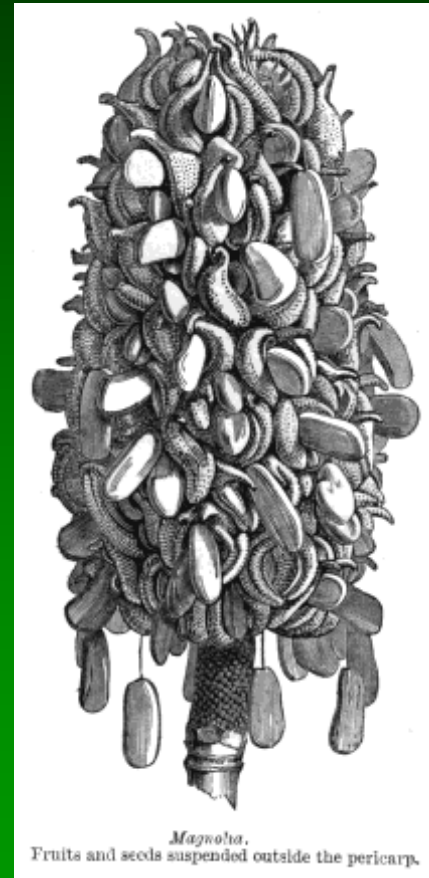
# Opylení kantarogamie nebo jiná entomogamie





Karpely  
Semena

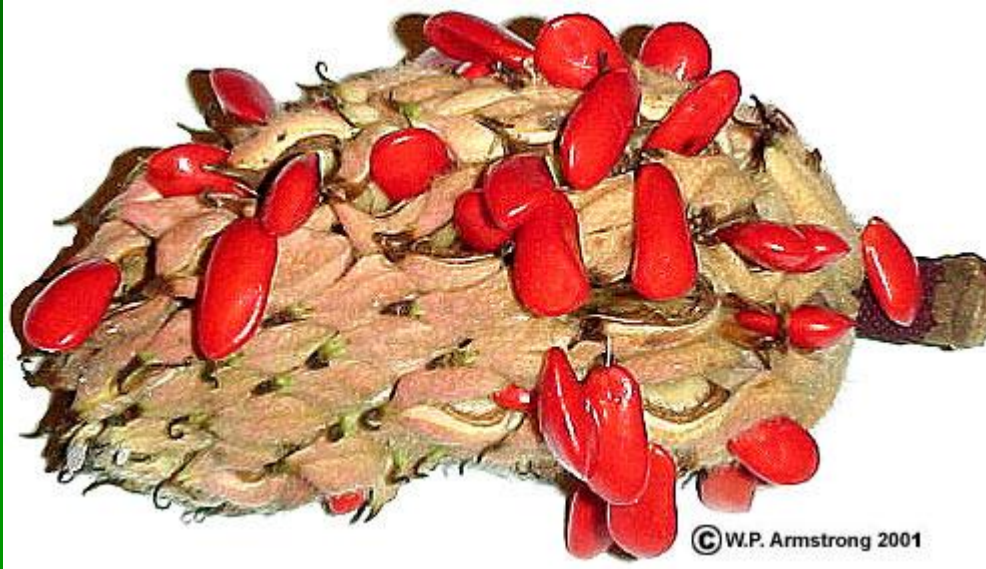
nesou dvě nebo více vajíček.  
s bohatým endospermem a malým embryem.



Plody nejčastěji měchýřky  
nebo nažky v šišticovitém  
souplodí



*Magnolia grandiflora*





Nejbohatší rod *Magnolia* - 80–120 druhů, klimaticky nejotužilejší – zasahují až po sever Japonska, u nás rostly v třetihorách,





okrasné východoasijská *Magnolia liliiflora* (šácholan vejčitý)  
nebo severoamerická *Magnolia grandiflora* (šácholan  
velkokvětý) popř. hybridní *M. soulangeana*.



*Magnolia  
liliiflora*



*Magnolia  
soulangeana*

Rod *Liriodendron* má jen dva druhy: *Liriodendron chinense* domácí v Číně a *L. tulipifera* domácí v USA.



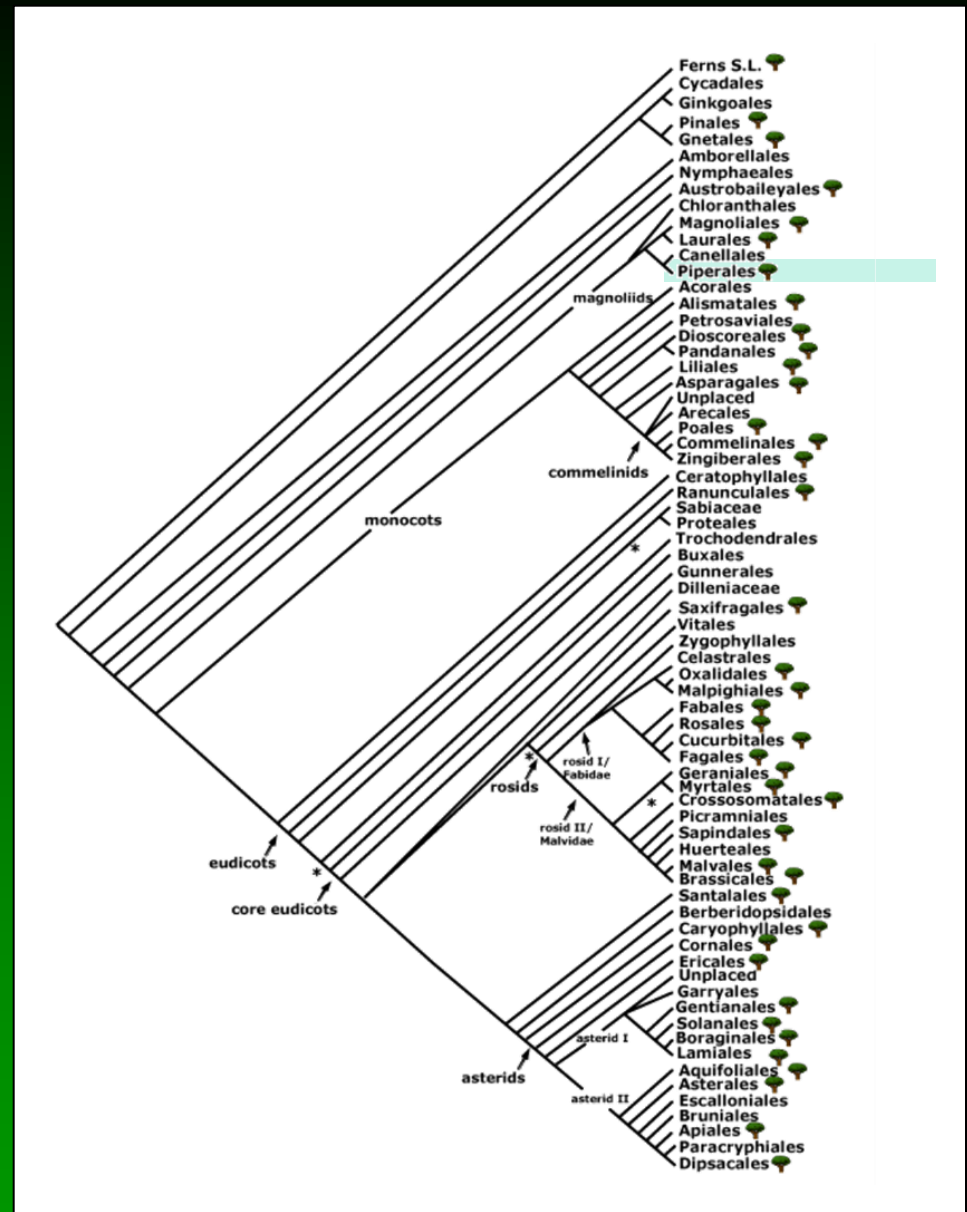
# 4. řád *Piperales* pepřovníkovité





# 4. Řád *Piperales*

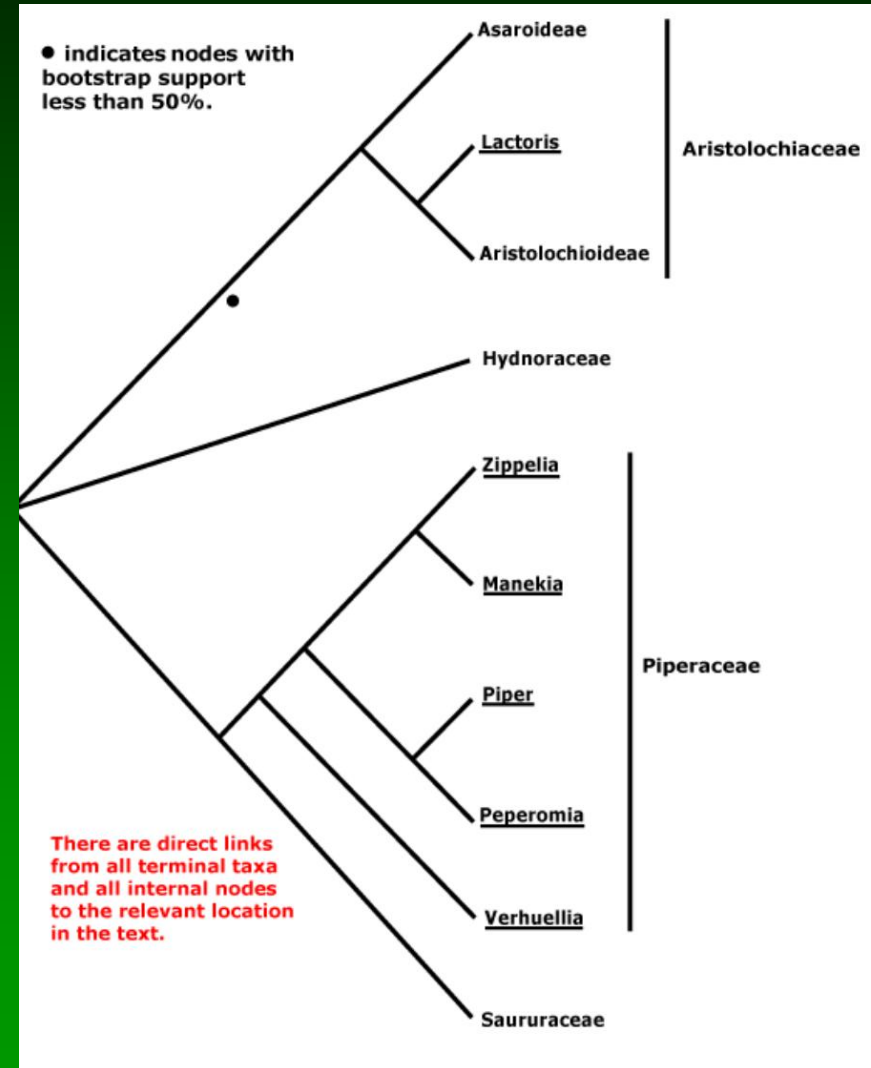
dřeviny, liány nebo byliny  
převážně tropického a  
subtropického rozšíření,  
častěji zejména na jižní  
polokouli.



# 4. Řád *Piperales* – ze 4 čeledí jsou důležité:

*Piperaceae*

*Aristolochiaceae*



# *Piperaceae* – pepřovníkovité

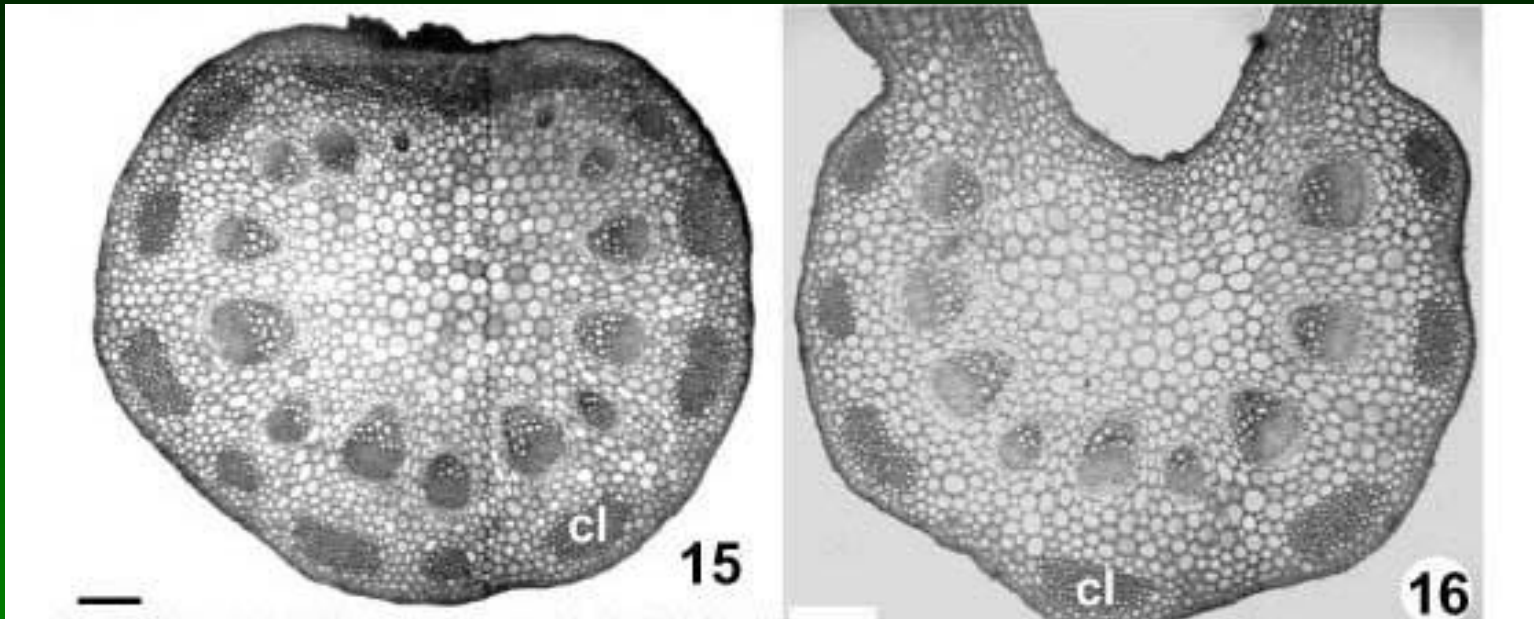
5-8/3000, byliny, keře a liány



pantropické rozšíření,  
zejména v oblastech deštných  
pralesů

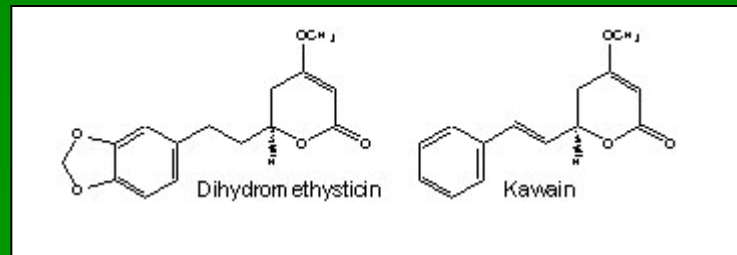


# cévní svazky s náznaky rozptýlenosti – **ataktostélií**



tracheje  
pletiva

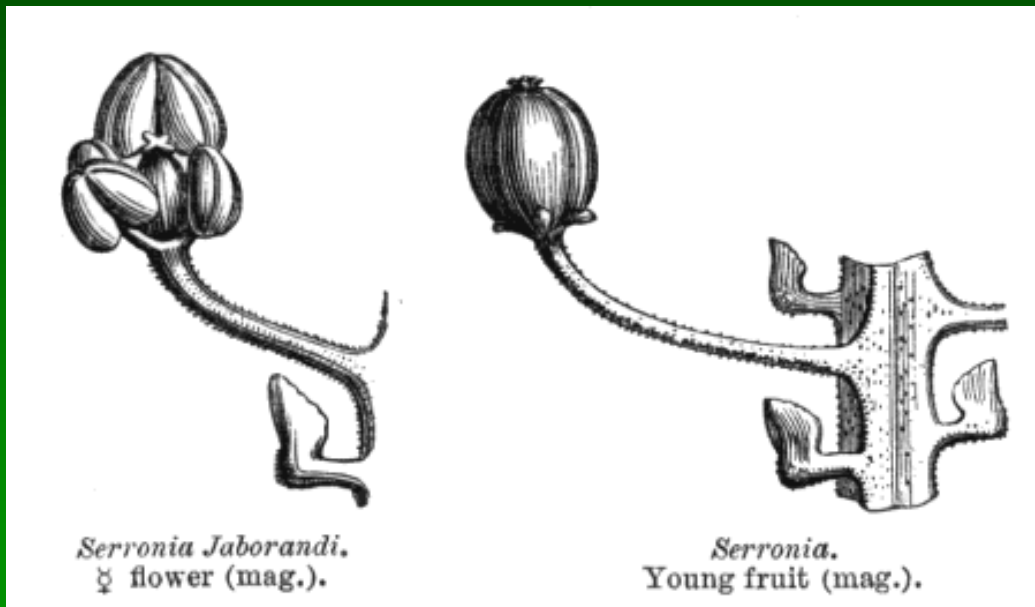
s jednoduchou i schodovitou perforací  
prostoupená **buňkami s ostře palčivými silicemi**



listy jednoduché, většinou střídavé, obvykle s palisty.



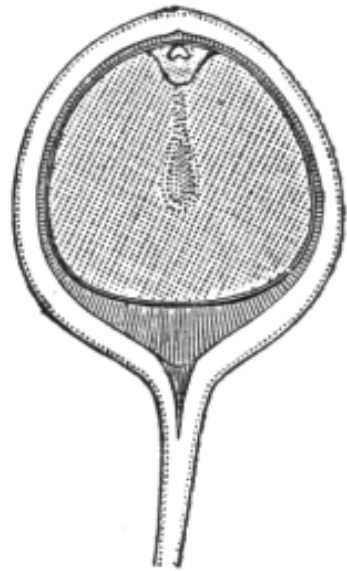
květy **drobné**,  
většinou **oboupohlavné**, v **hustých**  
**klasech** nebo **hroznech**,  
**v paždí listenů**





P chybí  
A obvykle 2 nebo 3+3  
G obvykle (3)





*Piper Cubeba.*  
Vertical section of fruit  
(mag.).



*Piper nigrum.*  
Fruit cut vertically (mag.).

plod bobule,  
obvykle  
jednosemenná  
malé přímé  
embryo

*Piper nigrum*  
Piperaceae  
G. K. Linney



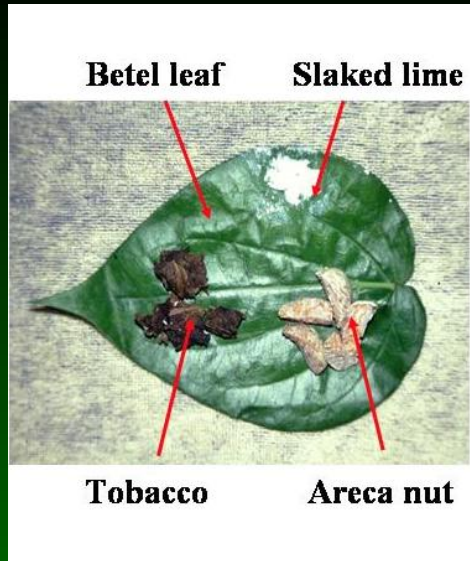


Pepřovník černý (*Piper nigrum*) – liánovitý keř z JV Asie, černý a bílý pepř = sušené bobule se slupkou nebo bez



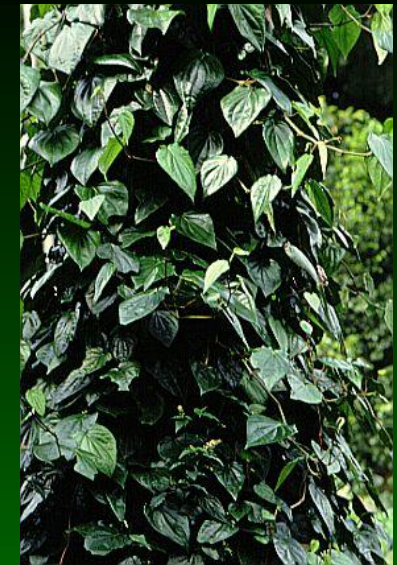
Válcovité jehnědy až 15 cm dlouhé.





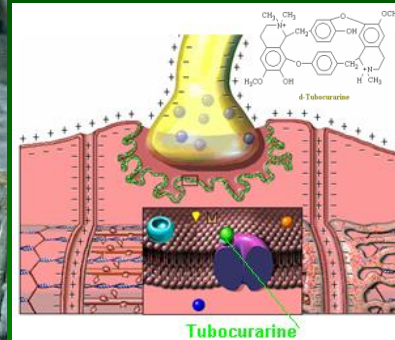
## Pepřovník betelový (*Piper betle*)

Malajci žvýkán s arekovými semeny a vápnem vypáleným z ulit měkkýšů. Stimulans při fyzické práci; tvoří červené sliny, jsou vyplivovány, takže místa žvýkání bývají dobře patrná. Zuby od betelu černají.





# Jihoamerické pepřovníky – např. *Piper geniculatum*, *P. caudatum* aj. využívány indiány k výrobě šípového nervového jedu **kurare**



Links Curare-Bambusröhre, mit Bastfäden verschürt, im Original etwa 25 cm lang. In der Mitte Curare-Calebasse; rechts kleines Curare-Töpfchen, das mittels gekreuzter Bastbänder und Schnur an einem Pfeilköcher befestigt war.



*Phyllobates terribilis*







*Peperomia argyreia*

Druhy rodu pepřinec (*Peperomia*) se pěstují v domácnostech pro listy (bez palistů) s okrasnou kresbou,

*Peperomia obtusifolia*





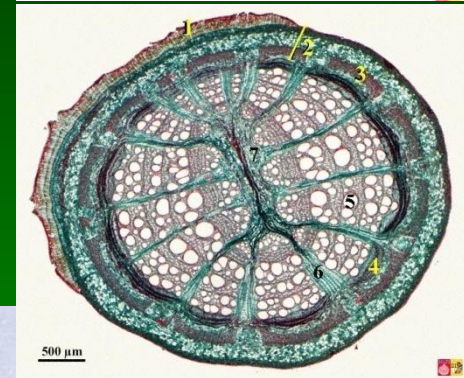
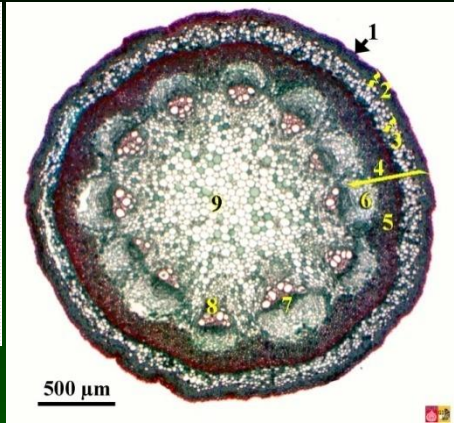
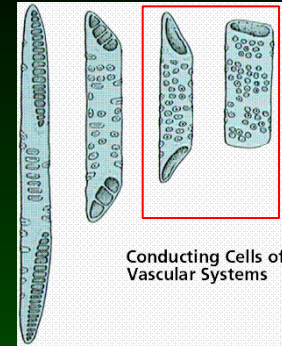
## ***Aristolochiaceae* – podražcovité**

9/490, nejodvozenější čeleď v rámci bazálních krytosemenných (především symetrií květů, srůsty květních částí a žilnatinou listů), kromě dřevin a lián často i **vytrvalé byliny** vyskytující se od tropů a subtropů celého světa až po temperátní zónu.

U nás zastoupeny oba druhově nejbohatší rody čeledi *Asarum* a *Aristolochia*.



dřevo heteroxylární;  
 tracheje s **jednoduchou** perforací  
 pletiva se siličnými buňkami,  
 s éterickými oleji, terpenoidy a alkaloidy  
 široké mezisvazkové kambium tvoří široké parenchymatické  
 paprsky mezi xylemem spojující trvale centrální dřev s  
 primární kůrou – tato struktura dodává zdřevnatělému  
 liánovitému stonku elasticitu



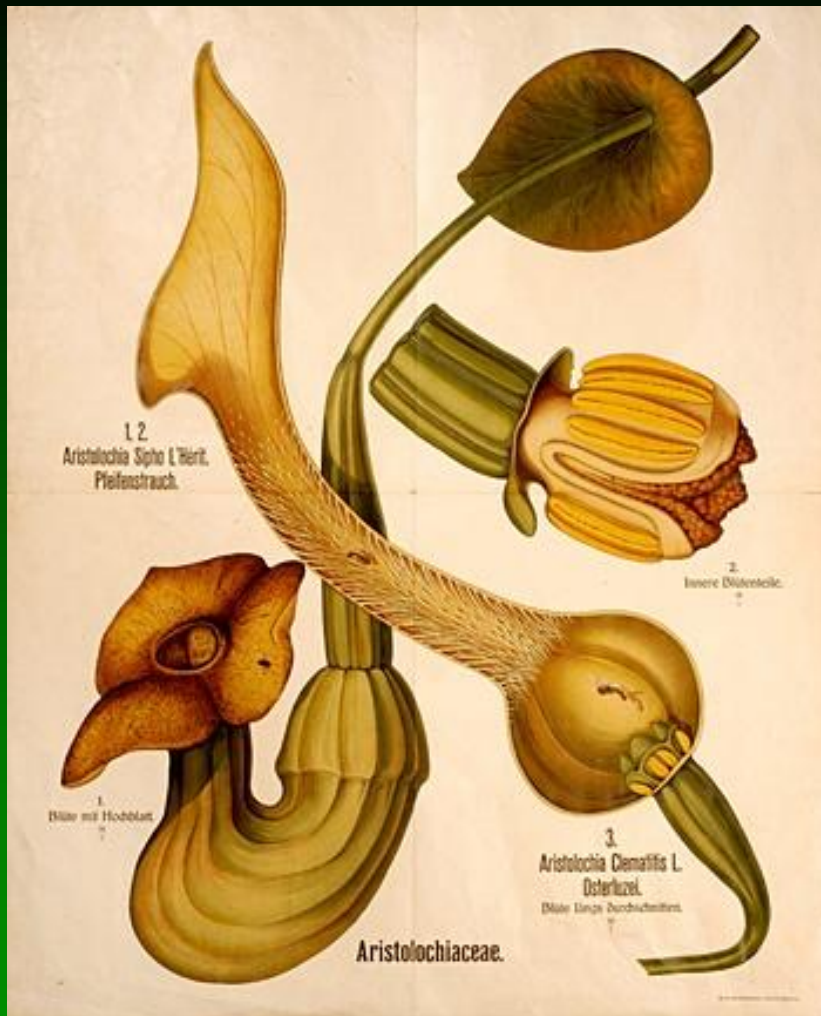


listy

zpravidla jednoduché, střídavé, řapíkaté, bez palistů, mají **dlanitou žilnatinu** a často srdčitou bázi čepele.



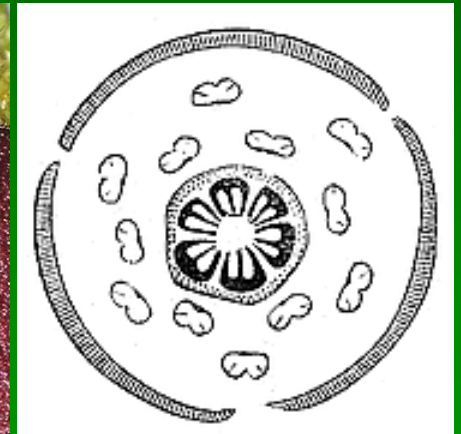
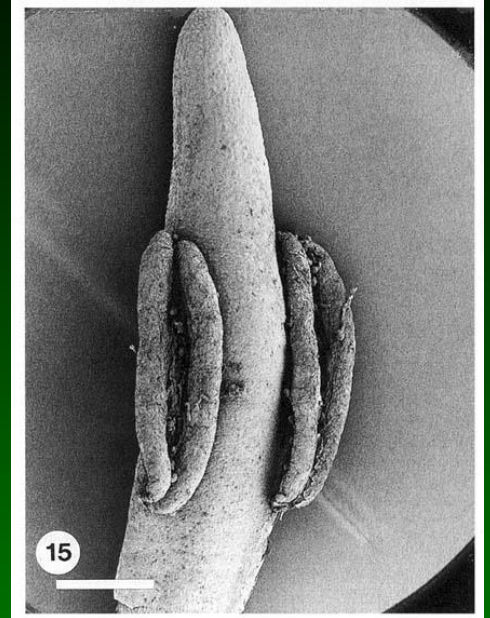
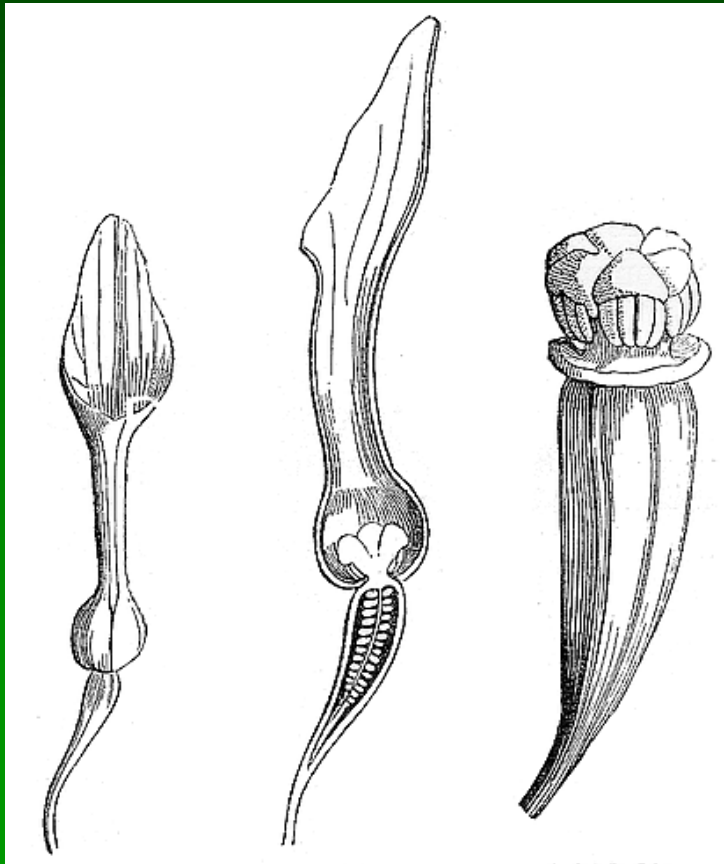




květy

homochlamydní, oboupohlavné, **cyklické**, **trojčetné**, **syntepalní**, aktinomorfni nebo **zygomorfni**, srostlé v esovitou trubku, často jednotlivé

*Aristolochia* **6 tyčinek**  
 přirostlých k čnělce  
 tvořících sloupek =  
 gynostemium

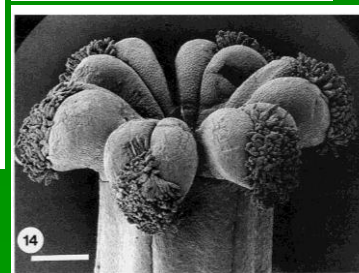
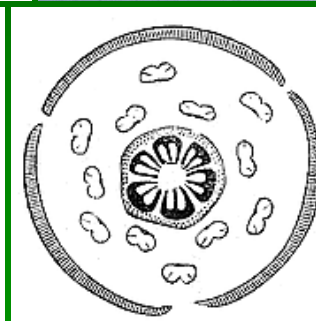
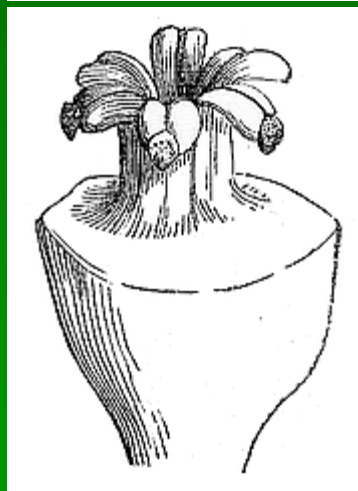
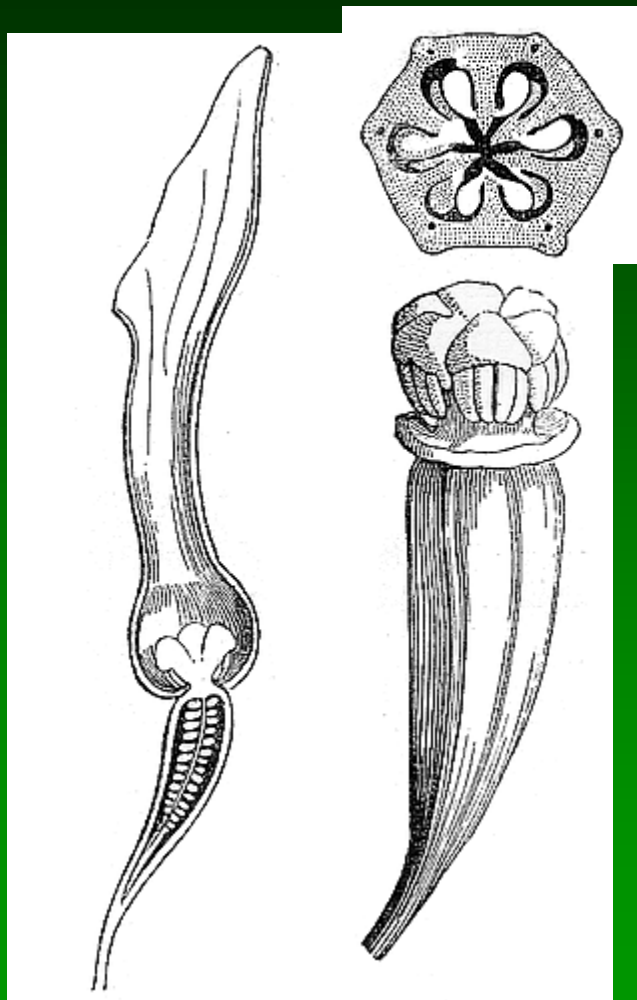


*Asarum* **6+6 tyčinek** volných s  
 mohutným konektivem



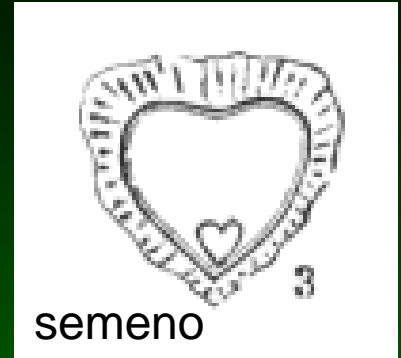
gynoceum  
semeník  
placentace

cénokarpní většinou ze 6 plodolistů, synkarpní  
**spodní**  
axilární,      vajíček mnoho





plod většinou přehrádečná tobolka  
semeno s bohatým olejnatým  
endospermem a drobným  
embryem.

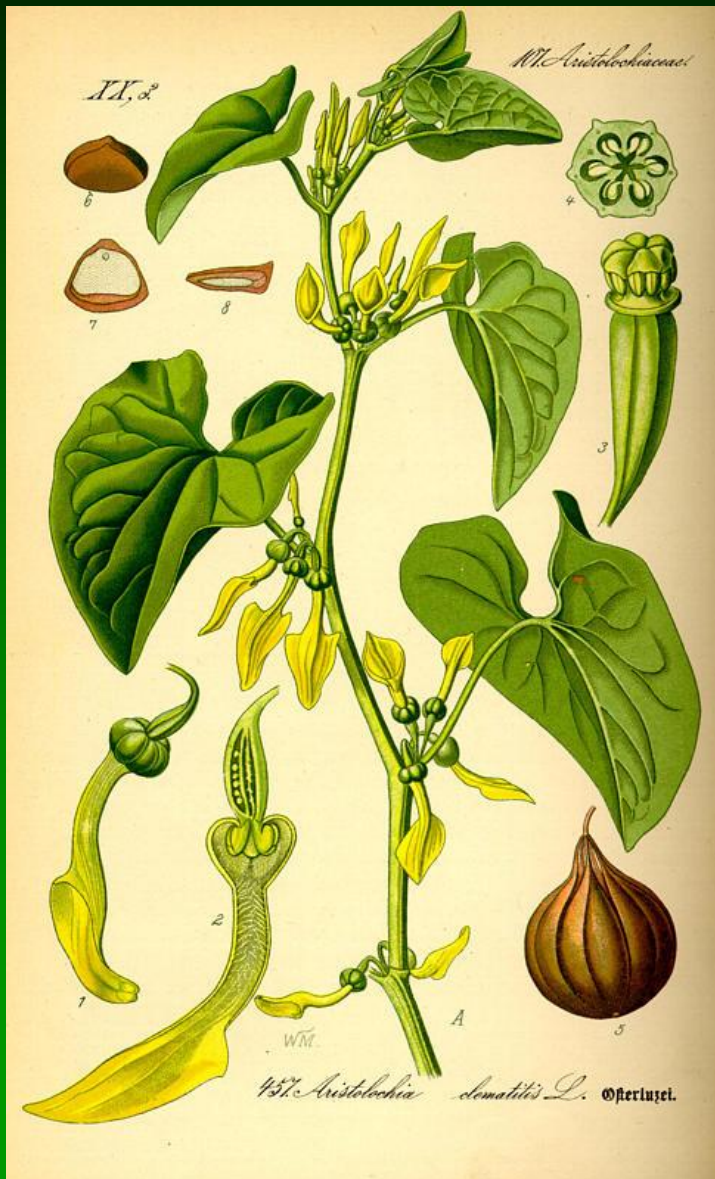


## *Aristolochia galeata*

Květy se liší u rodů:

*Aristolochia*: P(3) A6, G(6) spodní

*Asarum*: P(3+3) A6+6, G(6) spodní





## Kopytník evropský (*Asarum europaeum*)

plazivý oddenek,  
stálezelené kožovité ledvinité listy,  
listnaté lesy a křoviny  
kvete v březnu a dubnu.

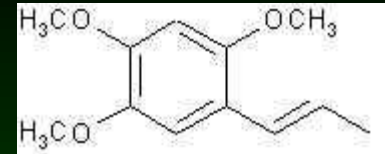
České jméno od tvaru listové  
čepele, připomínající koňské  
kopyto.

Vědecké jméno *Asarum* má různé  
etymologické výklady (řec. asaron =  
bez větví, řec. asé = hnus, ošklivost,  
řec. aséros = koberec atd.).





Rozemnuté listy voní kafrem. **Jedovatý**, ale využíváný jako léčivka. Pepřovou až kafrovou chuť a zápach způsobuje silice tvořená z 30–35% jedovatým **asaronem**, ten působí místně dráždivě, po vstřebání ochrnuje cévy a CNS.



Po požití zvracení a silný průjem, podráždění ledvin, slabost, rozšíření zorniček, posléze smrt v kolapsu.

Sušený a na prášek utlučený - přísada do šňupavého tabáku.



Nenápadné přizemní květy často skryté pod spadaným listím slouží jako úkryt hmyzu nebo někdy i slimáků – kteří mohou přenášet pyl – **moluskogamie**.



slimák !



Podlouhlá semena mají  
olejnaté masíčko,

Masíčko je potravou pro  
mravence, kteří semena  
přenášejí a rostlinu tak  
rozšiřují – **myrmekochorie**.





Mnohé druhy podražců se pěstují pro bizarní tvary a zbarvení okvětí; u brazilské *A. gigantea* dosahují květy až 30 cm v průměru. Jako léčivky se užívají evropský *Aristolochia clematitis* a severoamerický *A. serpentaria*, používaný dříve taky jako prostředek proti uštknutí chřestýšem.



*Aristolochia fimbriata*



*Aristolochia gigantea*



*Aristolochia littoralis*  
Aristolochiaceae  
G. K. Linney



*ristolochia littoralis*  
ristolochiaceae  
G. D. Carr





*Aristolochia elegans*



Dutchman's Pipe Vine  
(*Aristolochia elegans*)  
Jack Scheper  
© 2002 FloridaData.com





*Aristolochia grandiflora*



*Aristolochia tricaudata*



*Aristolochia arborea*