



# System a evoluce vyšších rostlin

## Bazální krytosemenné

### Petr Bureš



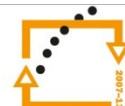
evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



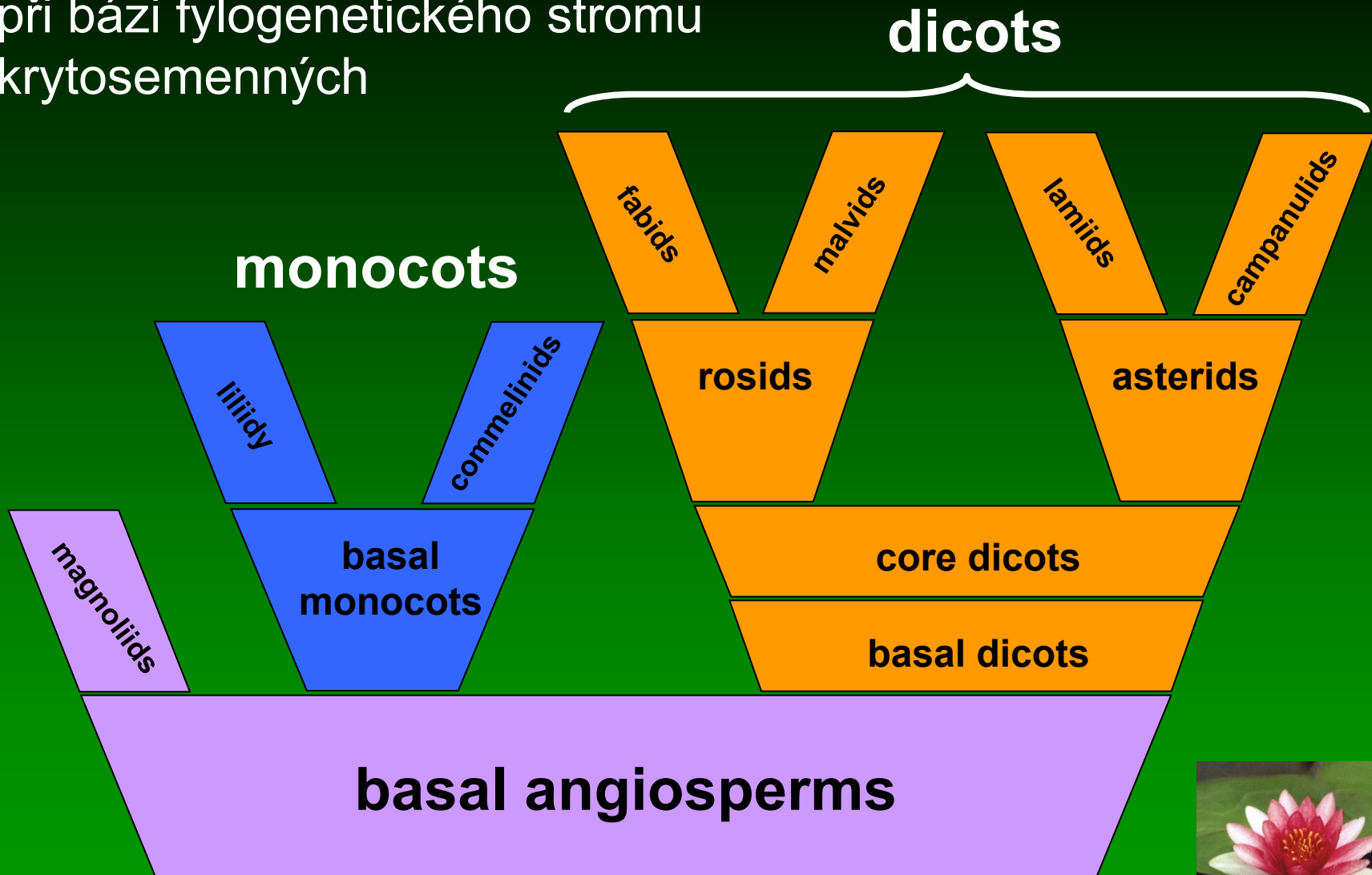
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Bazální krytosemenné rostliny

## 1. třída *Magnoliopsida*



27 nejprimitivnějších čeledí stojících  
při bázi fylogenetického stromu  
krytosemenných



ca. 8500 druhů (= 3 % krytosemenných)



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

	<b>Bazální krytosemenné</b>	<b>Jednoděložné</b>	<b>Dvouděložné</b>
<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



# Bazální krytosemenné na fylogenetickém stromu

Původně byly  
bazální  
krytosemenné  
řazeny k  
dvouděložným

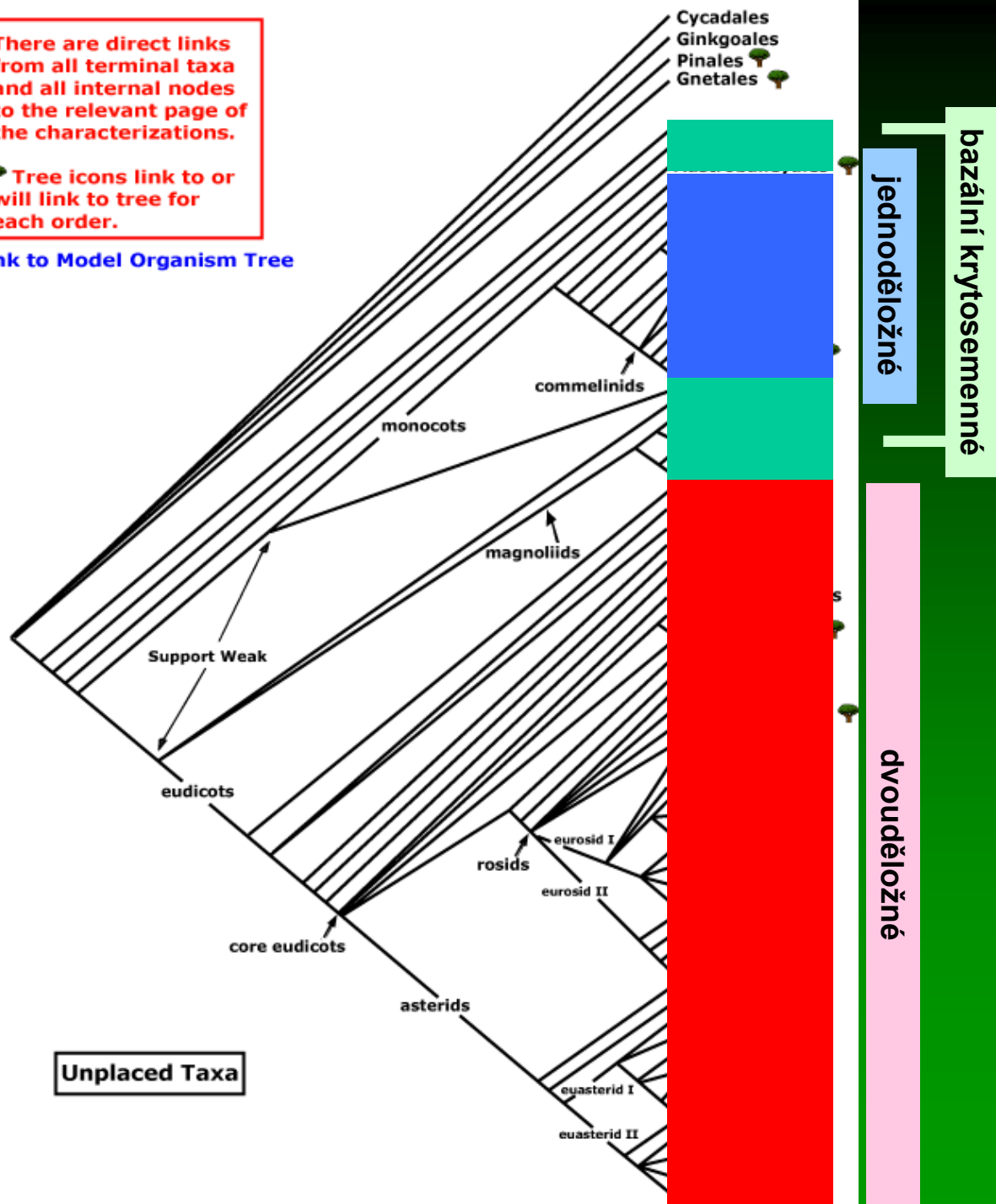
řády a čeledi  
bazálních  
krytosemenných jsou  
sesterské

k dvouděložným  
i k jednoděložným

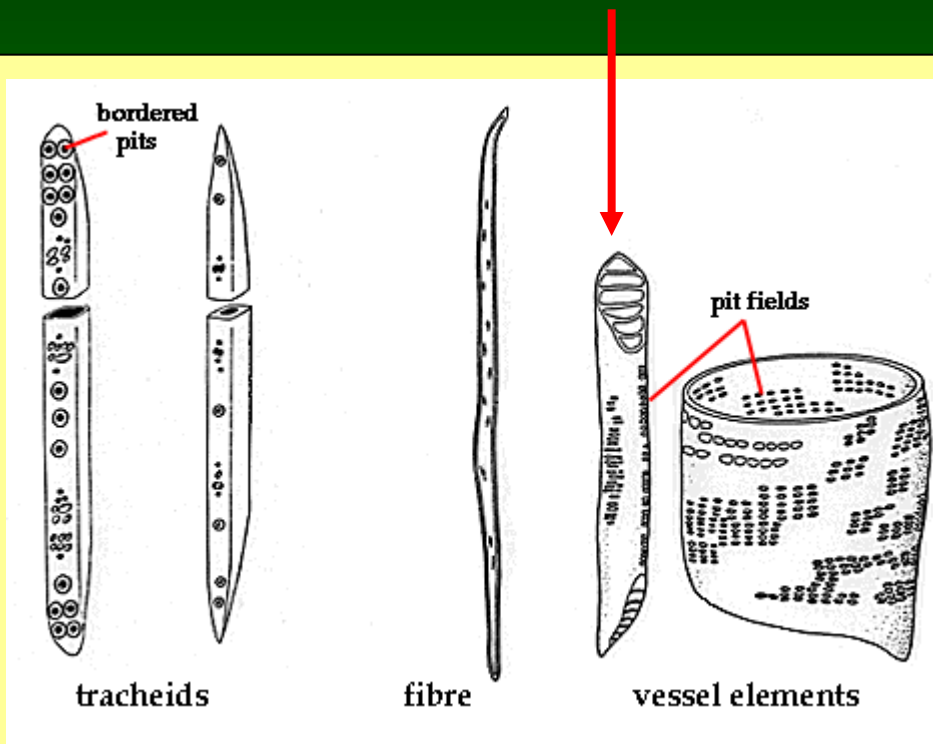
There are direct links  
from all terminal taxa  
and all internal nodes  
to the relevant page of  
the characterizations.

Tree icons link to or  
will link to tree for  
each order.

[Link to Model Organism Tree](#)



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



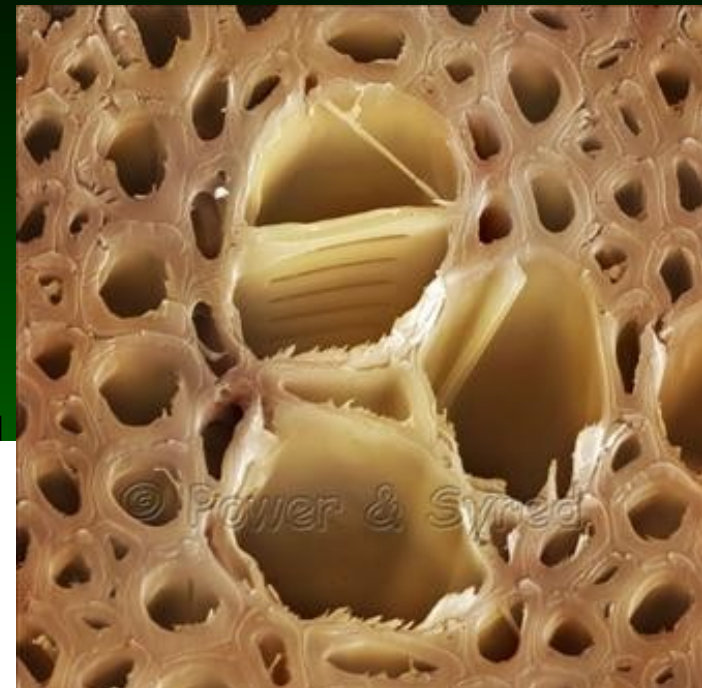
tracheids

fibre

vessel elements

tracheidy

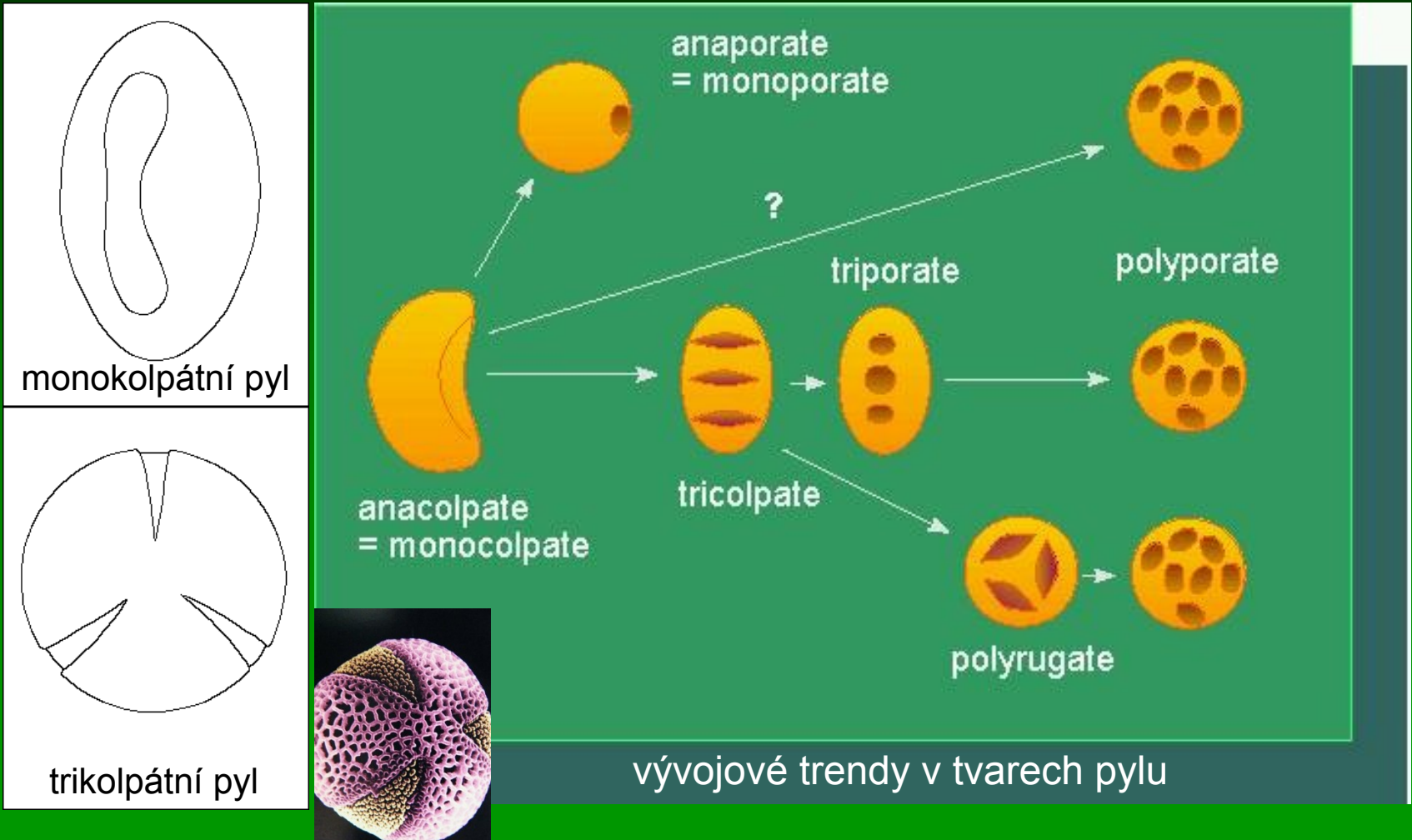
tracheje



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



# monokolpátní pyl – průduchy mají jedinou štěrbinu nebo otvor





květy  
velké  
i malé,



acyklické (spirálně utvářené) víceméně aktinomorfní

jen u nejodvozenějších (*Aristolochiaceae*)  
"zygomorfní

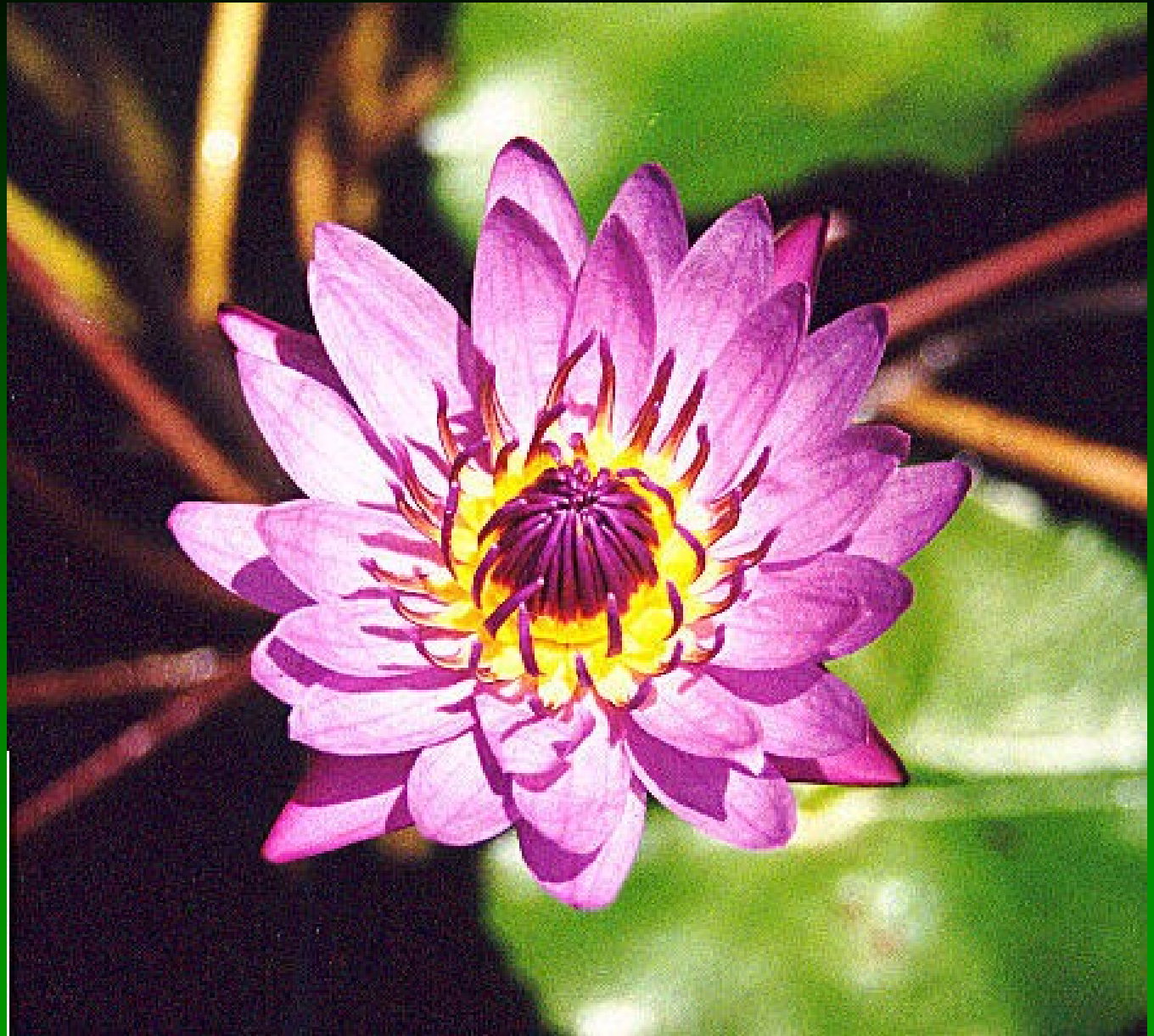


květní obaly spíše nerozlišené v naprosté většině volné,  
pouze u nejdvozenějších typů setkáme s květy syntepalními  
(*Aristolochiales*)



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

častá je  
přítomnost  
sterilních  
tyčinek –  
staminodií





gyneceum většinou apokarpní, u pokročilejších s tendencí k cenokarpíi, plodolisty těch nejprimitivnějších nejsou zcela uzavřené, často se uzavírají až během ontogenetického vývoje a mohou být uzavřeny jen slepením hustého porostu

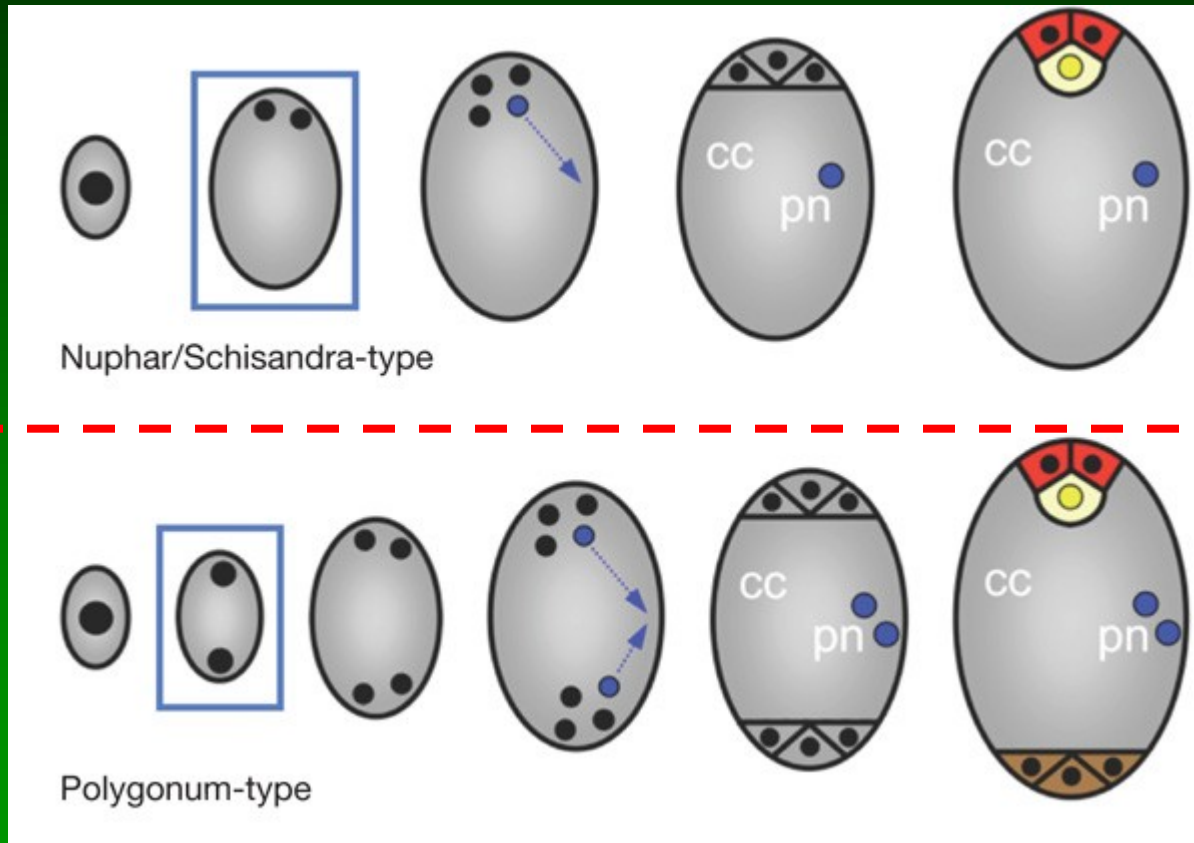
žláznatých  
trichomů  
lemujících  
okraje  
zpočátku  
pouze  
konduplikátně  
svinutých  
plodolistů





# Zárodečný vak má často jen 4 jádra

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

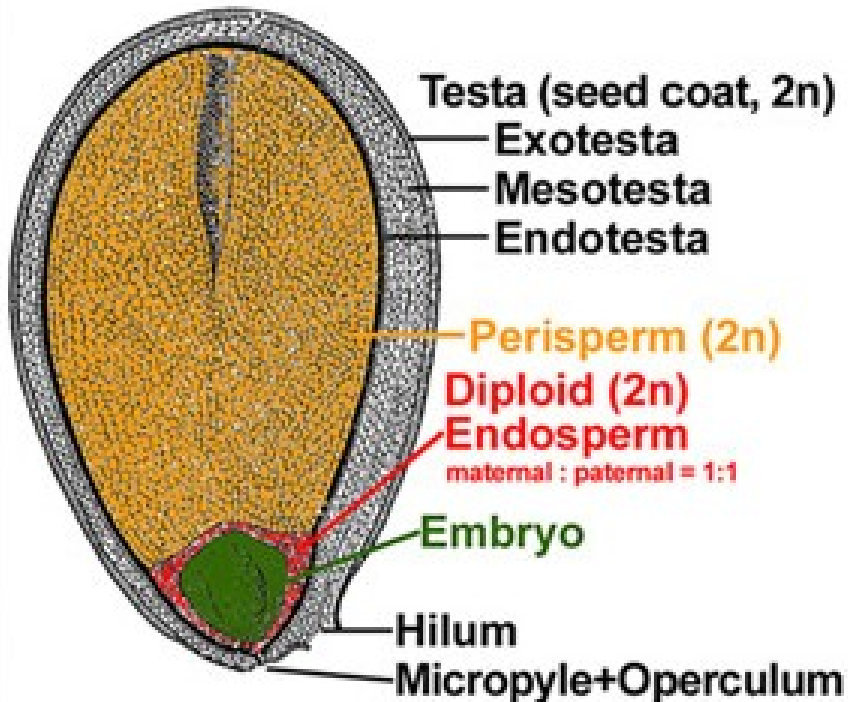


Nejběžnější typ osmijaderného zárodečného vaku (typ *Polygonum*)

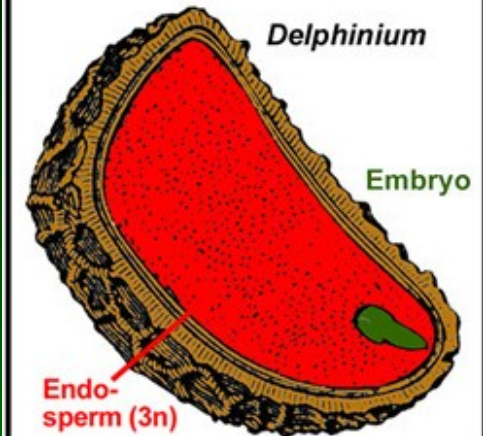
vajíčka často s malým embryem,  
silně vyvinutým perispermem a silným  
obalem (embryo : semeno = 0,05–0,1)

**(D) Basal angiosperms:  
Nymphaeaceae**

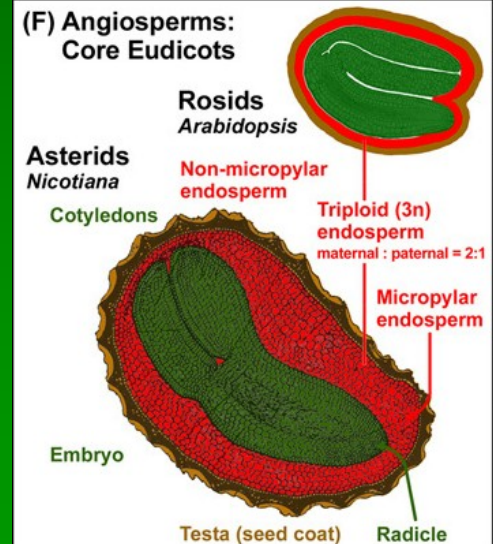
*Nuphar luteum*



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



**(F) Angiosperms:  
Core Eudicots**

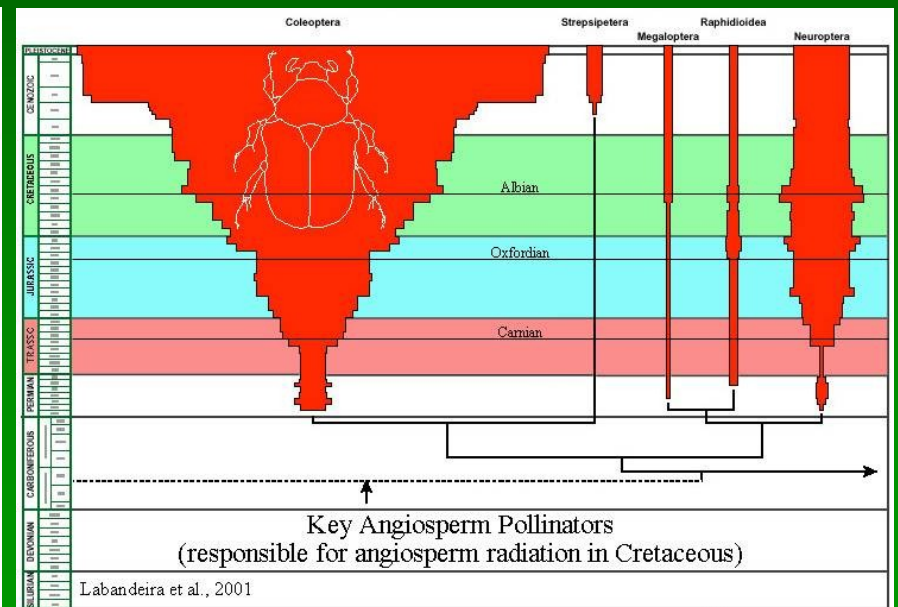
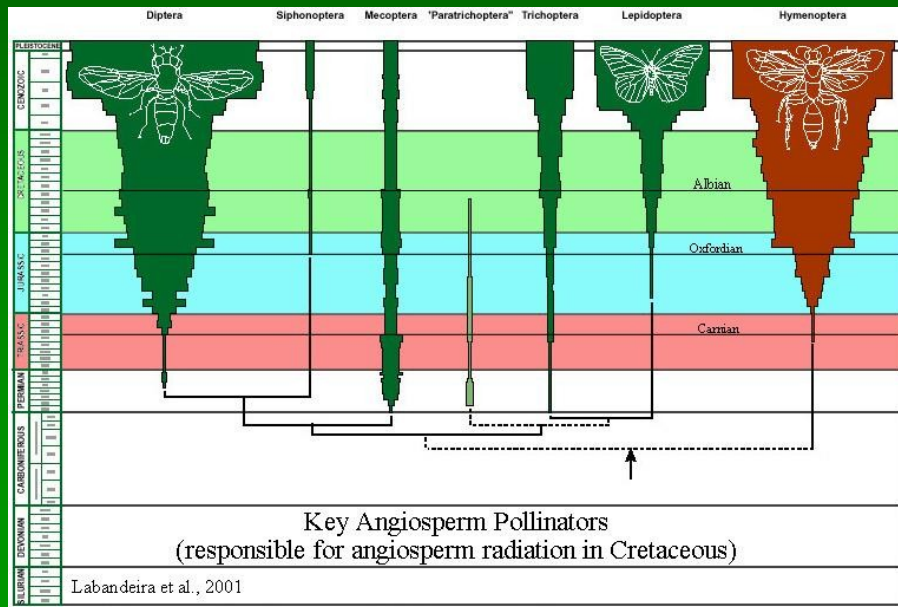


častým typem opylení je kantarogamie (opylení brouky) nebo jiná entomogamie

(brouci divergovali dříve než ostatní hlavní hmyzí opylovači)



trias jura křída



druhohory

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

k nim se někdy druží ještě  
*Ceratophyllaceae*

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

Tree icons link to or  
will link to tree for  
each order.

Link to Model Organism Tree





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



# *Amborellaceae* – amborelovité

Monotypická čeleď s jediným druhem *Amborella trichopoda*,



endemickým na **Nové Kaledonii**.

**Dvoudomý keř**  
6–8 m vysoký.



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

**vlhké stinné horské lesy**



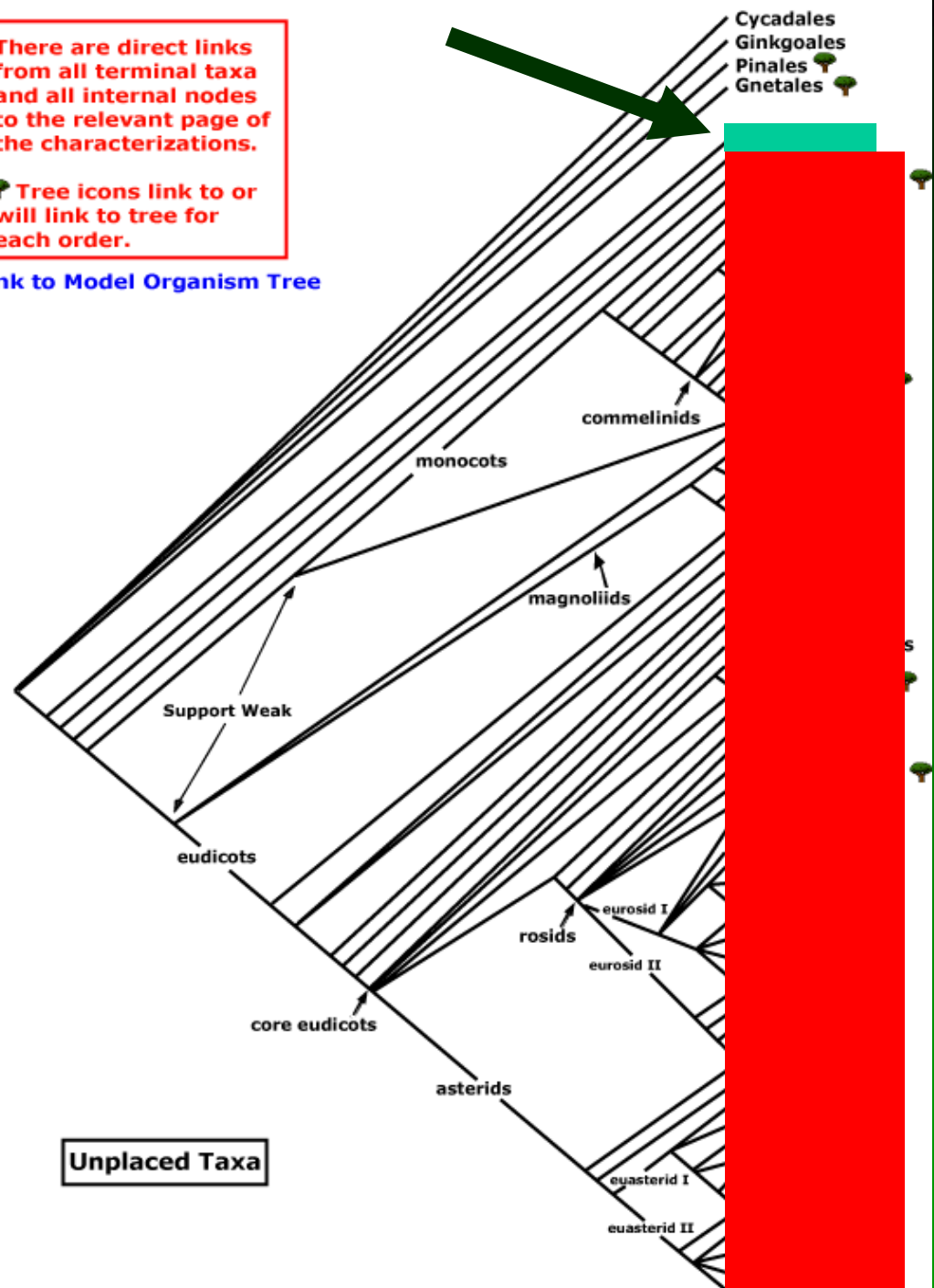
Official Publication of the Botanical Society of America, Inc.

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

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

Tree icons link to or will link to tree for each order.

Link to Model Organism Tree

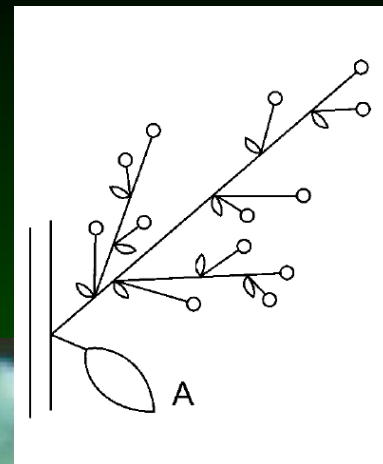


Unplaced Taxa

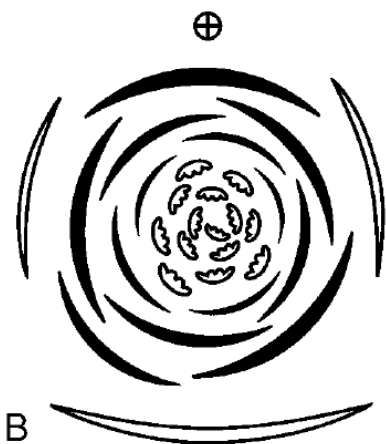


Květy  
jednopohlavné,  
drobné, v latách

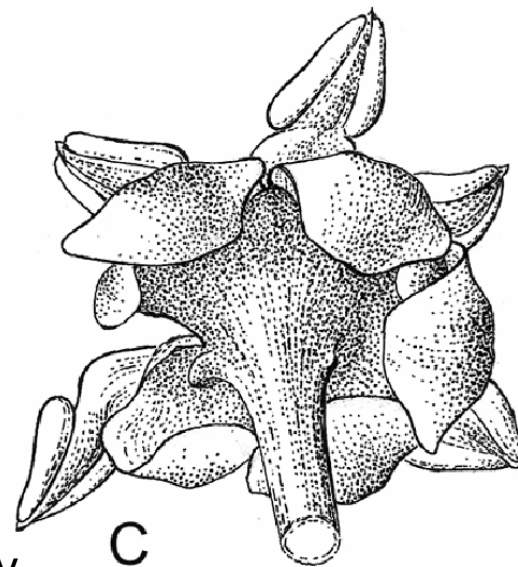
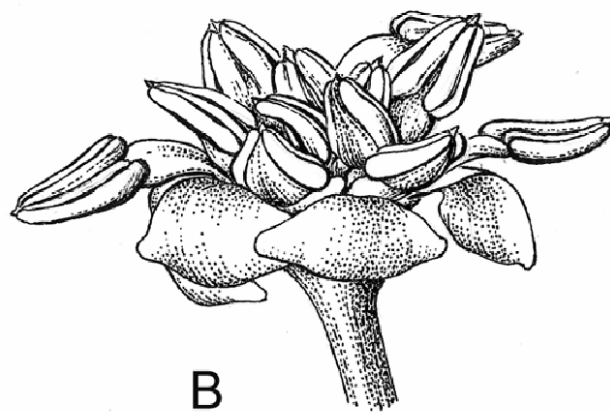
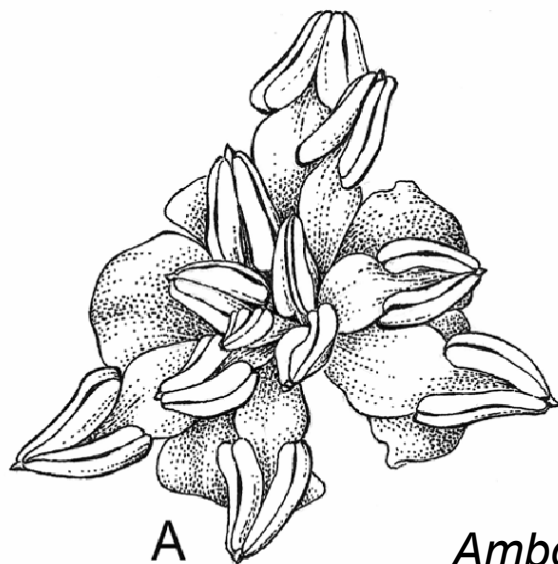
*Amborella trichopoda* – samčí květenství



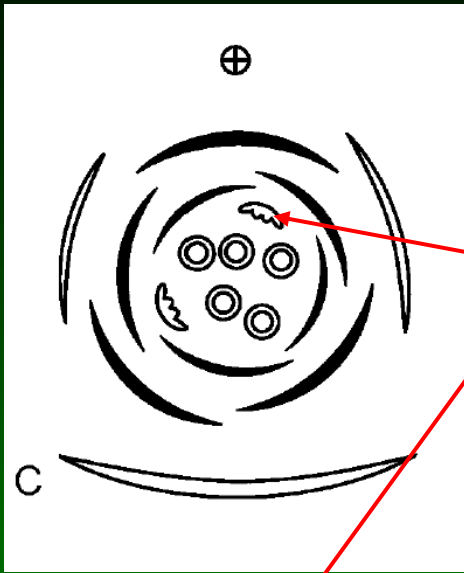




Samčí květy: několik okvětních lístků ve šroubovici  
 Tyčinek mnoho s plochými, lístkovitými, jednožilnými nitkami srostlými bázemi s okvětními lístky a široké konektivy.

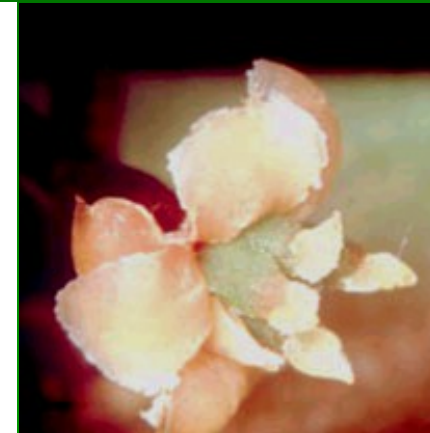
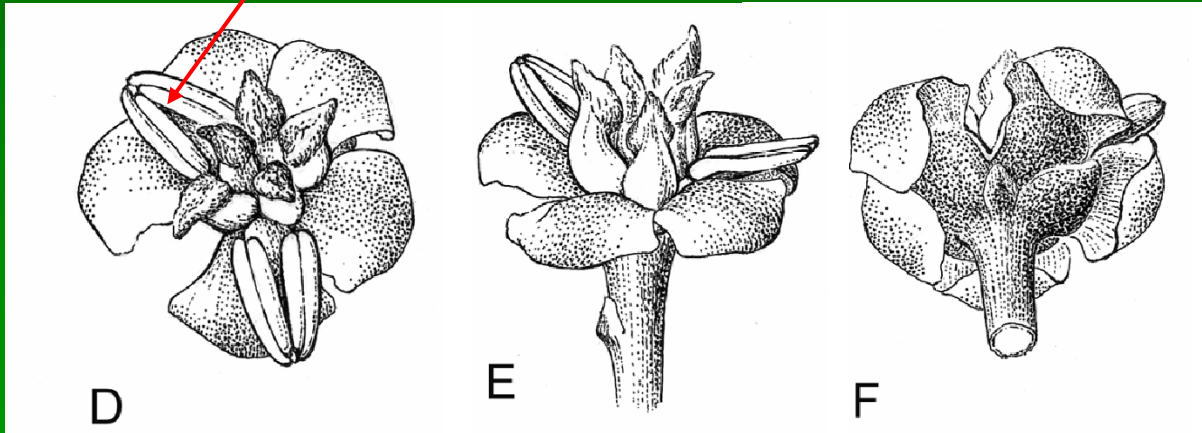


*Amborella trichopoda* – samčí květy



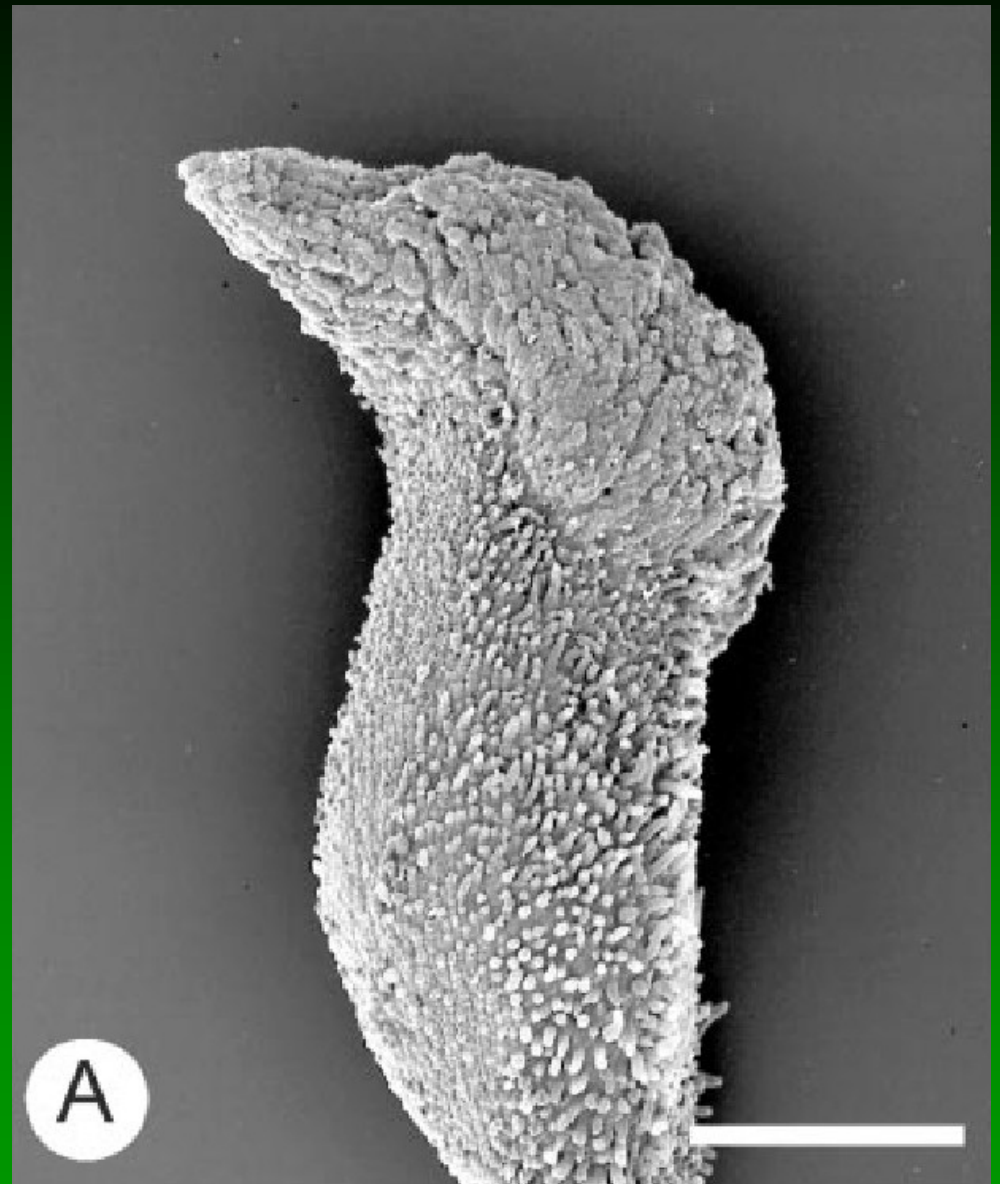
Samičí květy:  
Okvětí 6–8 lístků ve  
šroubovici

**Staminodia**  
ukazují svojí přítomností  
na původní  
oboupohlavnost

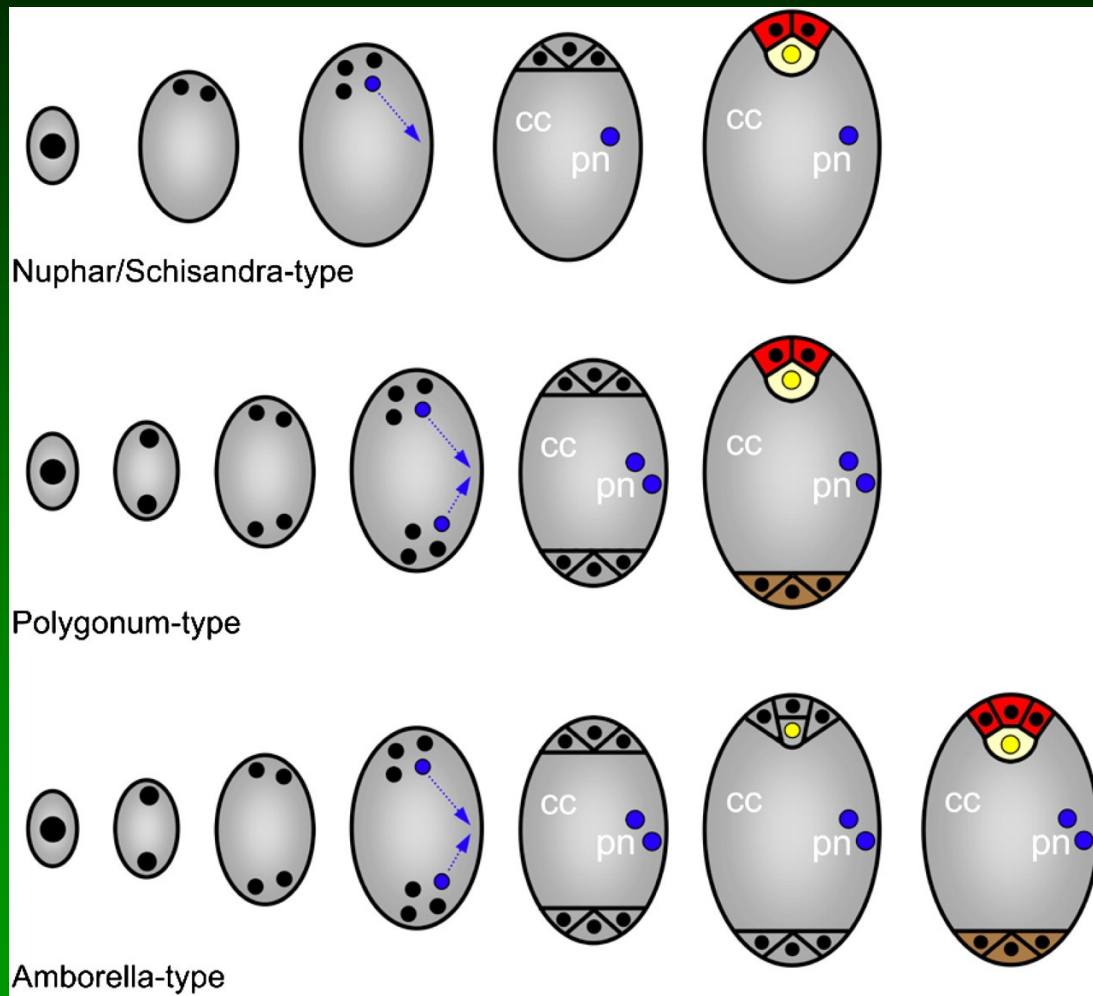


Gyneceum apokarpní,  
plodolistů nejčastěji 5  
nahore neuzavřených  
**s mohutnými bliznovými  
kartáčky.**

V každém plodolistu  
jedno dvouobalé  
anatropní vajíčko  
s tlustým nucellem.



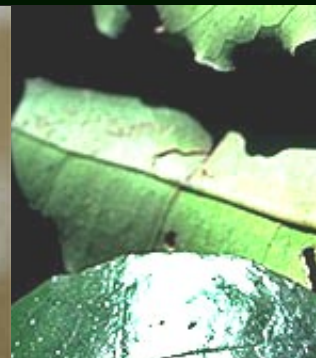
# Unikátní zárodečný vak má 9 buněk ! Liší se tím od zbývajících bazálních krytosemenných



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



Plod peckovice  
Semena  
s bohatým  
endospermem a  
nepatrným  
embryem.



B

© P. P. Lowry II, 1997

# řád *Nymphaeales*

s jedinou čeledí *Nymphaeaceae*, leknínovité



**Vodní, ve dně kořenující rostliny**

# Nymphaeaceae

4/48 po celém světě, s výjimkou  
nejjužnějších 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

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

Tree icons link to or  
will link to tree for  
each order.

Link to Model Organism Tree



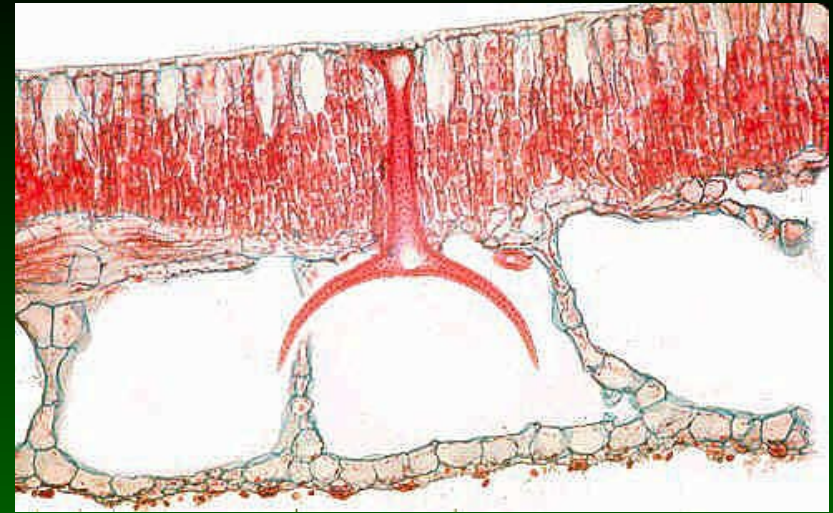


Ty byly učiněny až v roce 2002 (Kirkland et al.) ve vrstvách spodní jury na lokalitě St. George ve státě Utah v USA





Listy leknínovitých jsou celistvé, střední až větší velikosti, dlouze řapíkaté, splývají na hladině, mají vzduchové dutiny

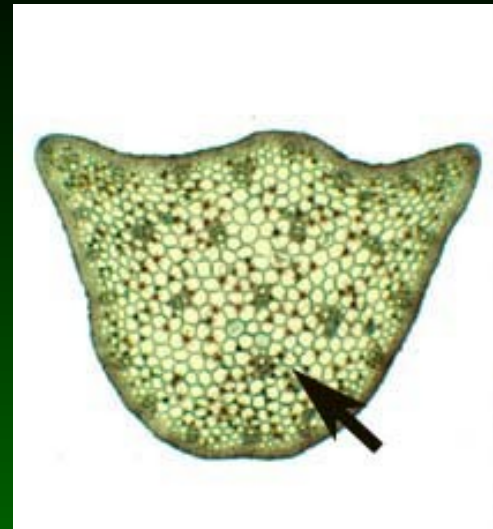
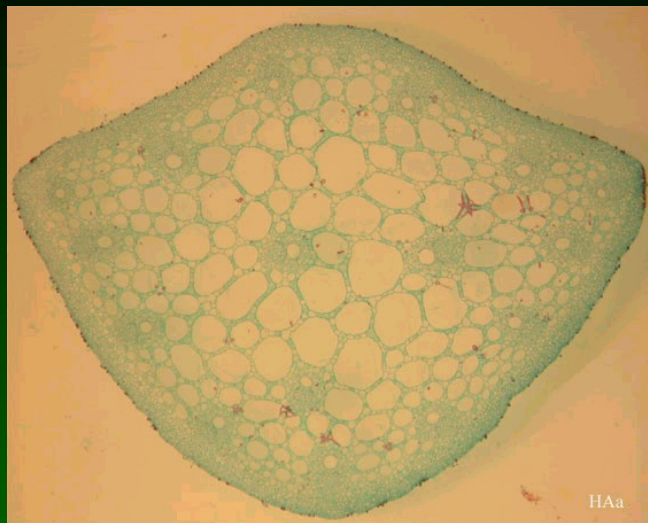


Stonek = tlustý oddenek v bahně

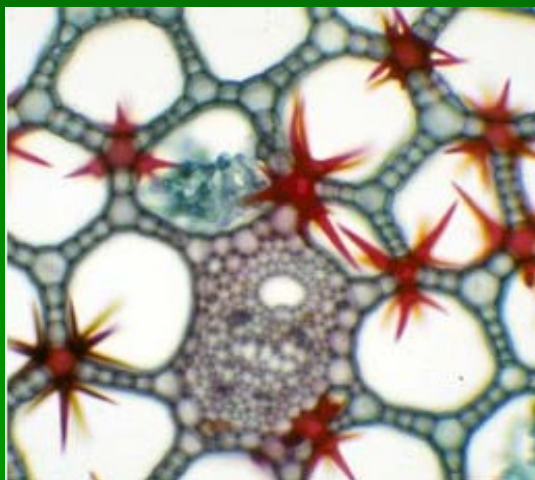




Řapíky listů mají  
aerenchym  
a  
cévní svazky  
ataktostélicky  
rozmístěné,  
xylem bez trachejí



V aerenchymu četné astrosklereidy – idioblasty vyplněné krystalickým  
šřavelanem vápenatým



V pletivech alkaloidy a mléčnice

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

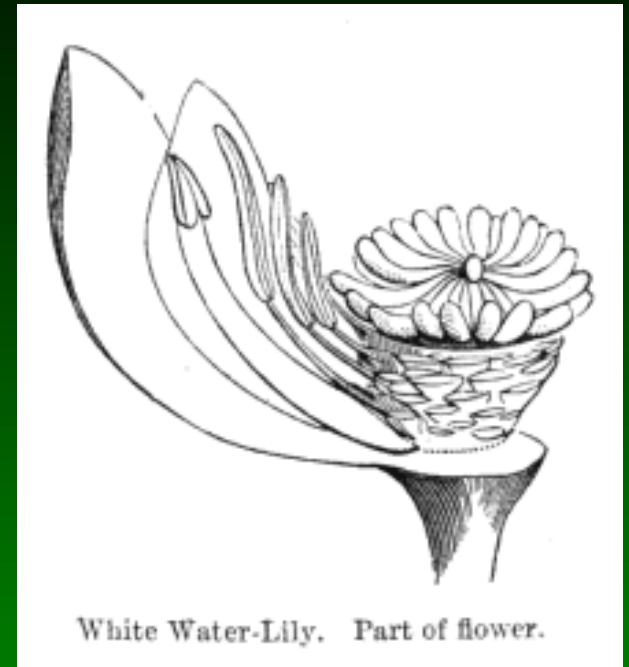
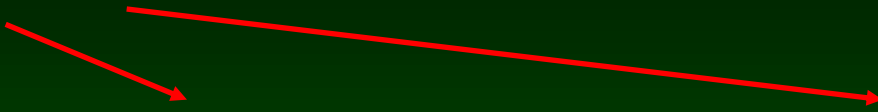
Okvětí:  
4–6 sepalů  
mnoho spirálně  
uspořádaných  
petalů



[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

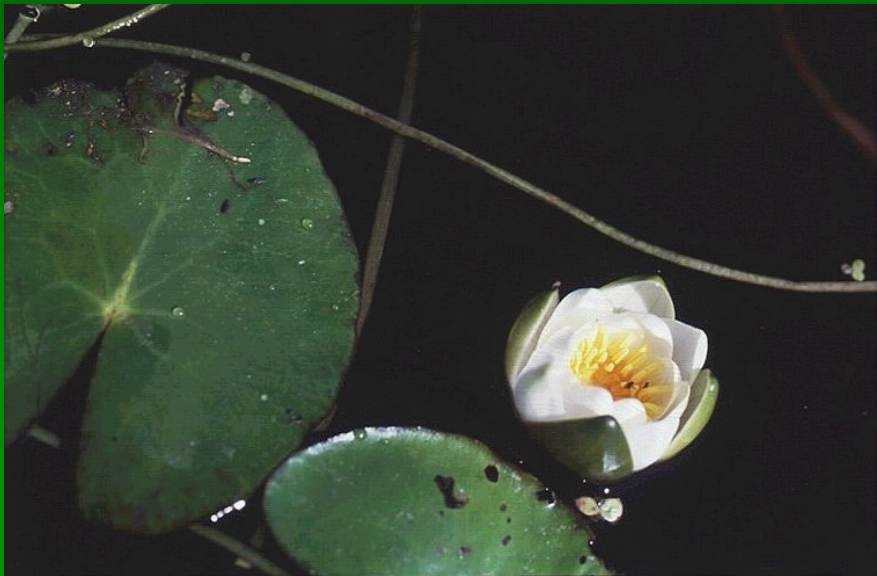


Plod měchýřek (v souplodí multifoliculus)  
Embryo často s 1 dělohou



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 porůčí Amazonky.





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

Tree icons link to or will link to tree for each order.

Link to Model Organism Tree



# Magnolioidní linie

Čtvrtá bazální větev krytosemenných

Má už složitější fylogenetickou strukturu, zahrnující 20 čeledí, patřících ke čtyřem řádům:

*(Canellales)*

*Laurales*

*Magnoliales*

*Piperales*



# řád *Magnoliales* šácholánokvěté



**dříve považované za nejprimitivnější větev krytosemenných**

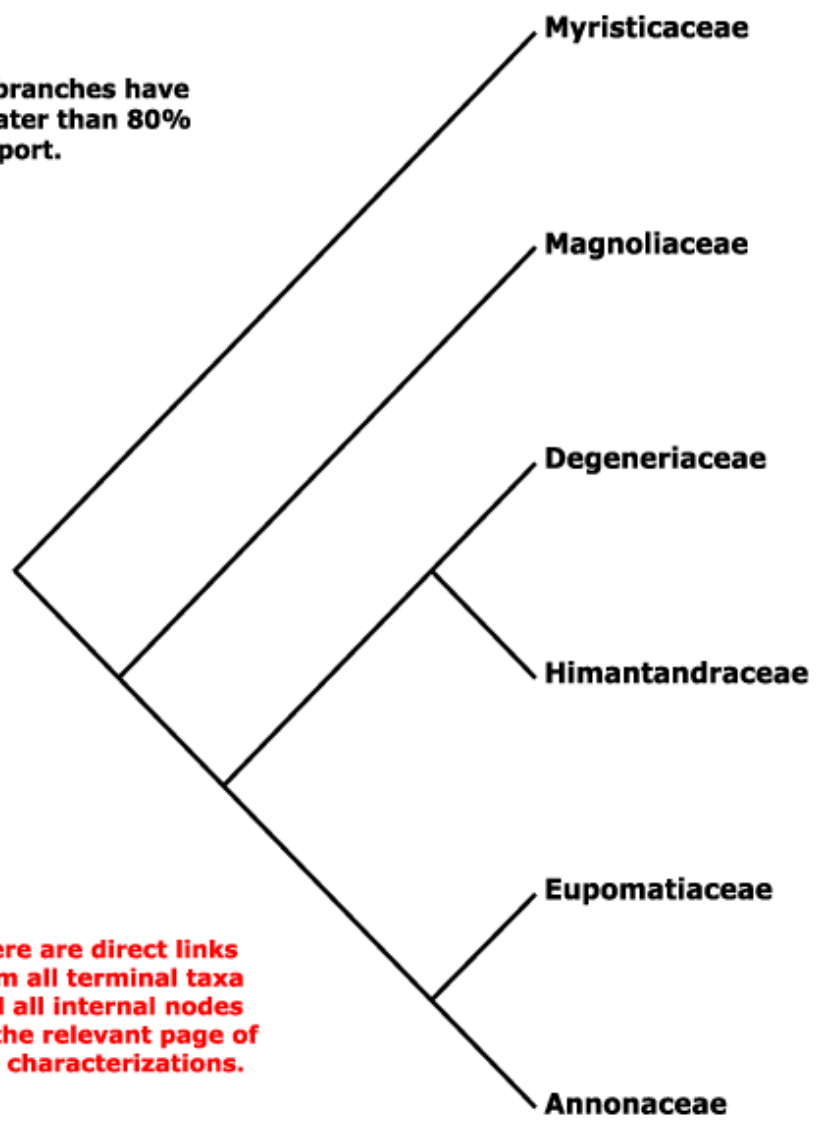
There are direct links from all terminal taxa and all internal nodes to the relevant page of the characterizations.

Link to Model Organism Tree



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.



Unplaced Taxa

Řád *Magnoliales* – šácholanotvaré dřeviny tropů a subtropů, nejdůležitější čeledi *Magnoliaceae*, *Annonaceae* a *Myristicaceae*



# čel. *Magnoliaceae* Juss. – šácholanovité 2/227



dřeviny vlhkých lesů  
tropů a subtropů Ameriky  
a JV Asie

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







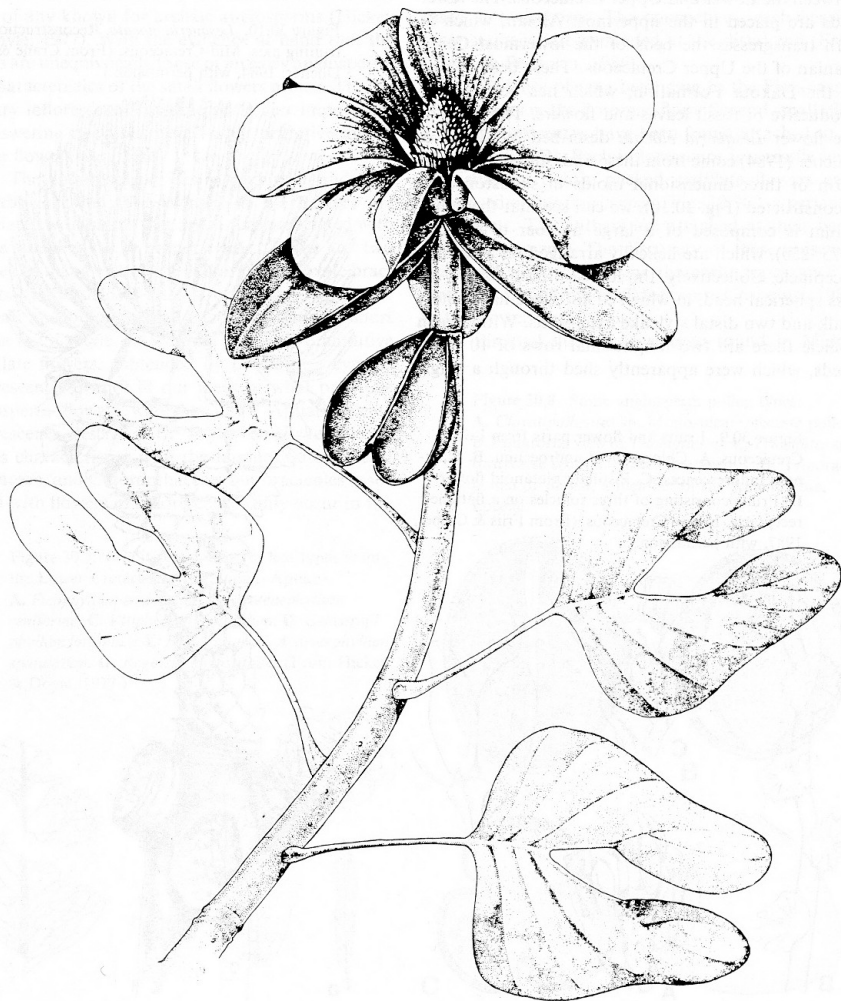
Listy střídavé, jednoduché, celistvé, řapíkaté, opatřené objímavými palisty (záhy opadavými).



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



Figure 30.11. *Archaeanthus linnenbergeri*. Reconstruction of leafy twig and flower. Mid-Cretaceous. (From Dilcher & Crane, 1985, with permission. Original artwork by Megan Rohn.)



*Archaeanthus linnenbergeri* ze stř. křídý

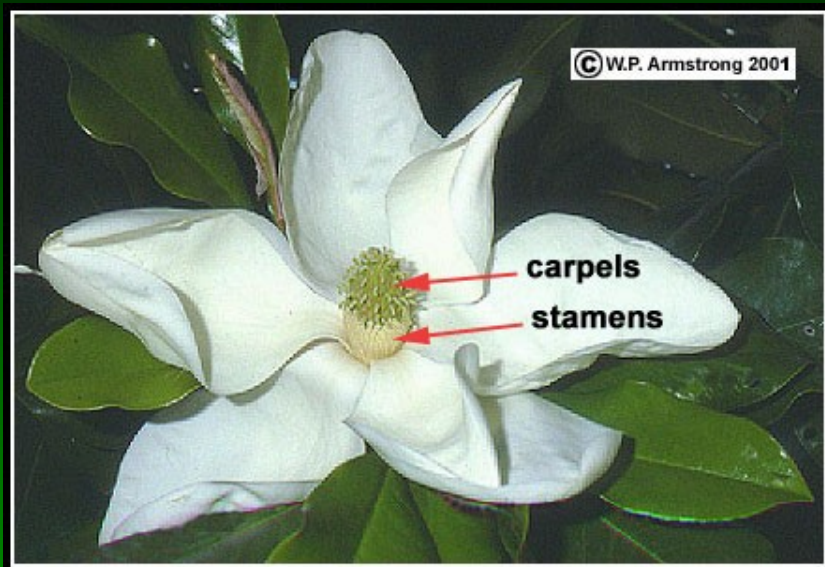
Dřevo má tracheje s primitivní schodovitou perforací.



*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

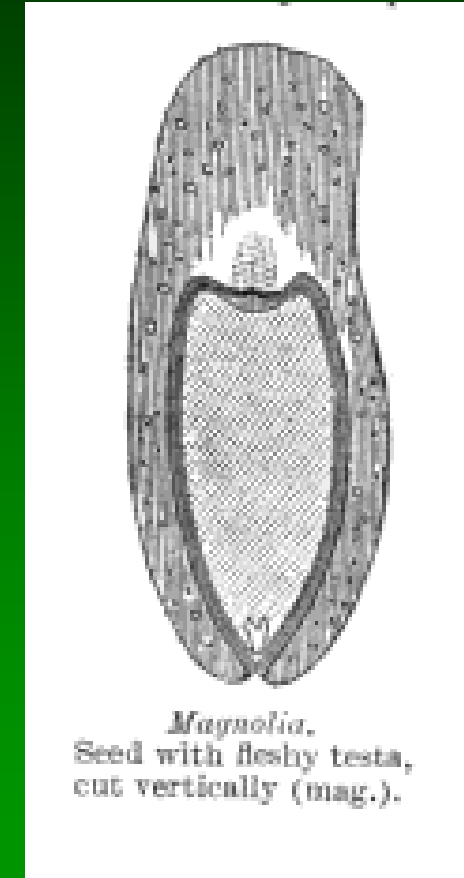
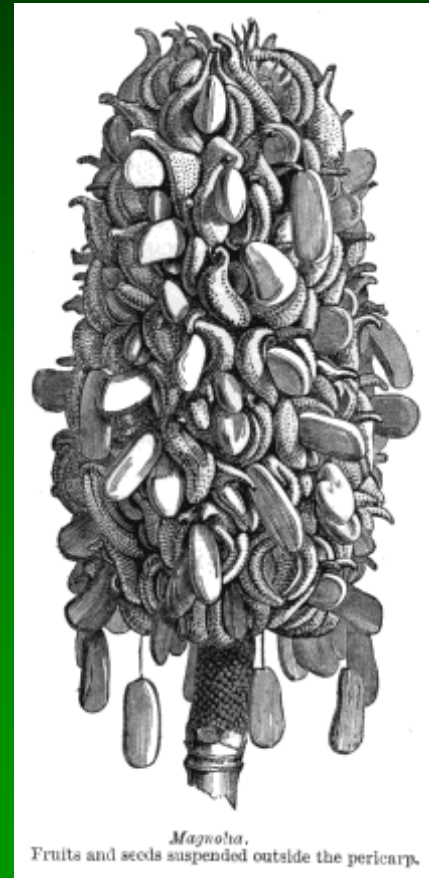


# Opylení kantarogamie nebo jiná entomogamie



Karpely  
Semena

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





Plody nejčastěji měchýřky  
nebo nažky v šišticovitém  
souplodí



© W.P. Armstrong 2001

Magnolia Seed "Cone"  
Jack Schaper  
© 2002 Floridata.com

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.



# řád *Piperales* pepřovníkovité



# Řád *Piperales* – pepřovníkotvaré

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

Nejdůležitějšími čeledi

*Piperaceae*

*Aristolochiaceae*

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

Tree icons link to or  
will link to tree for  
each order.

[Link to Model Organism Tree](#)

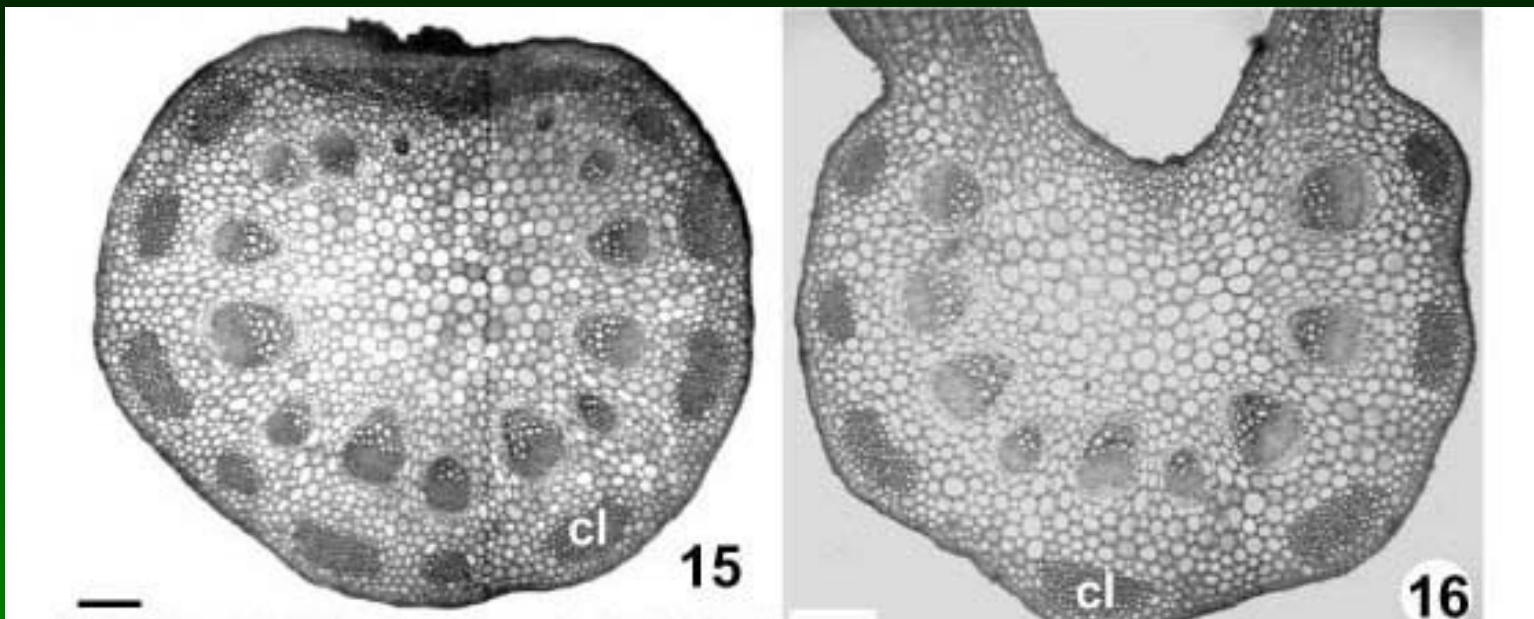




čel. *Piperaceae* – pepřovníkovité (incl. *Peperomiaceae*)  
5-8/3000, byliny, keře a liány pantropického rozšíření,  
s rozšířením zejména v tropických deštných pralesích.

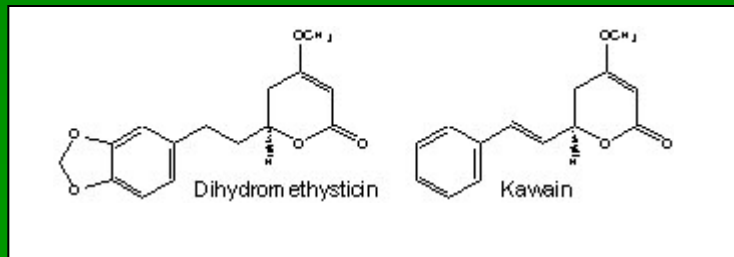


# cévní svazky s náznaky rozptýlenosti – **ataktostélií**



tracheje  
pletiva

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



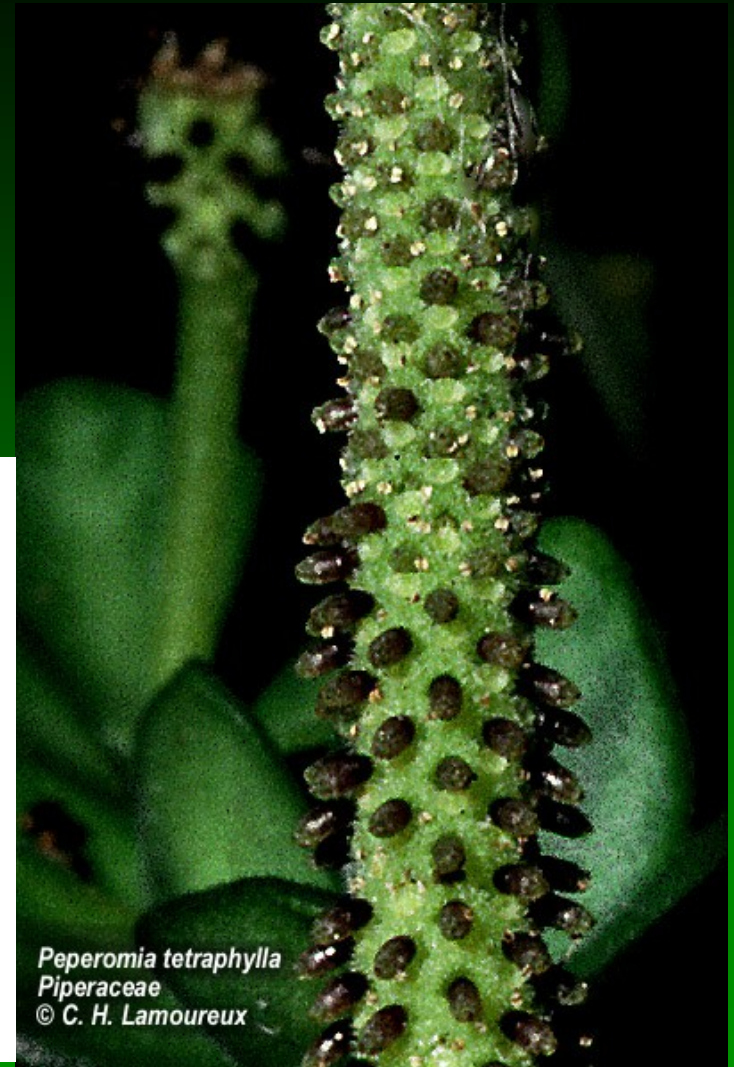
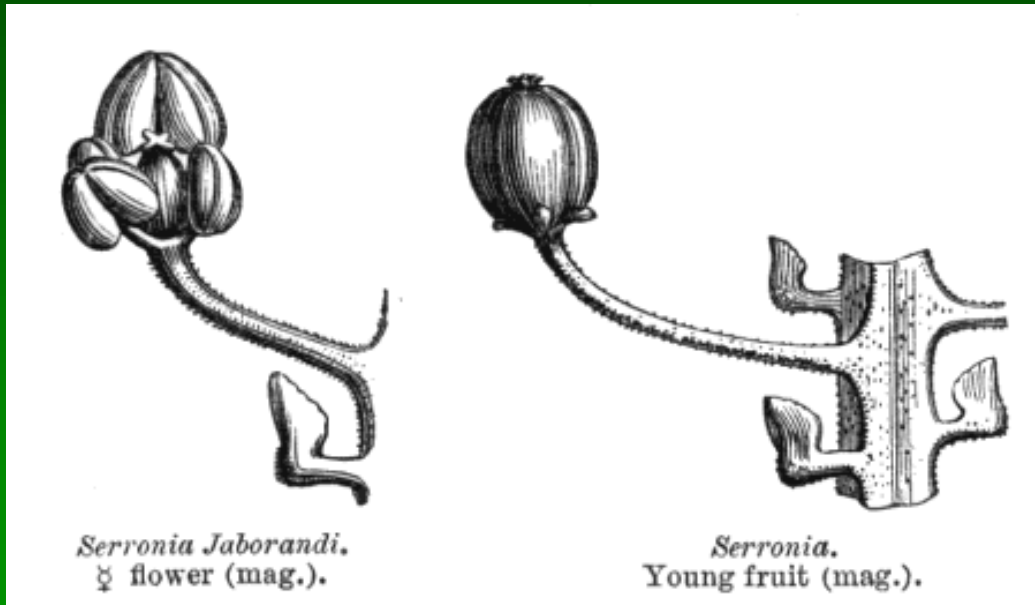
listy

jednoduché, většinou střídavé, obvykle s palisty.

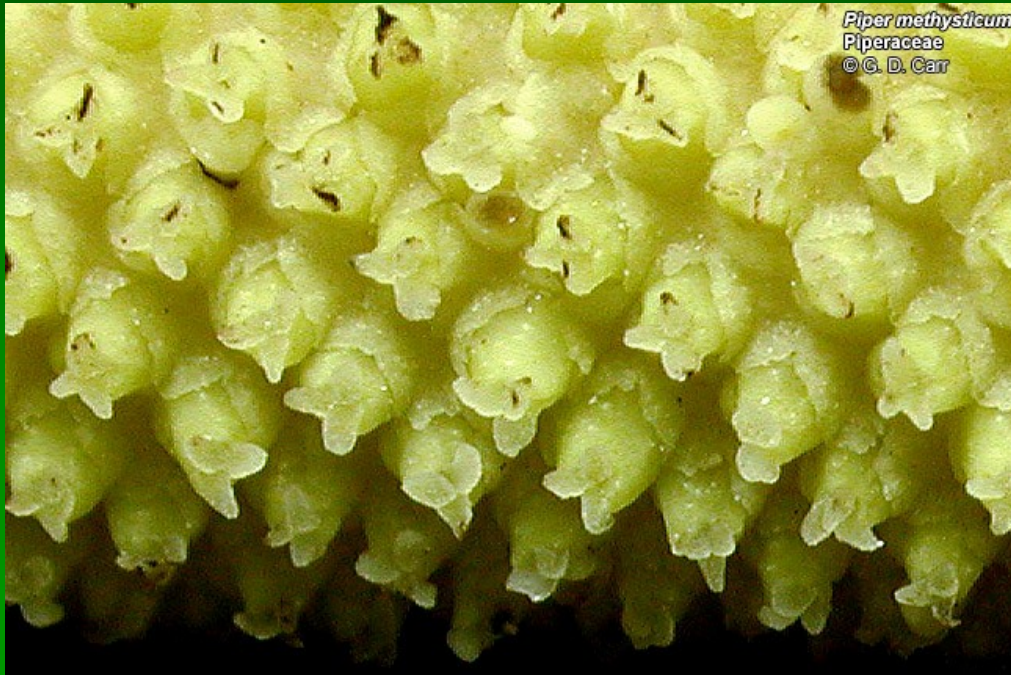




květy **drobné**,  
většinou **oboupohlavné**, v **hustých**  
**klasech** nebo **hroznech**,  
**v paždí listenů**

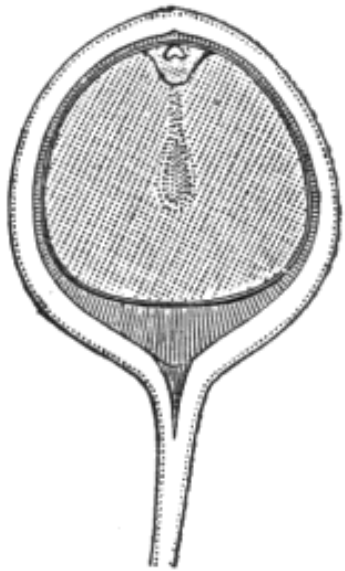


P chybí  
A obvykle 2 nebo 3+3  
G obvykle (3)

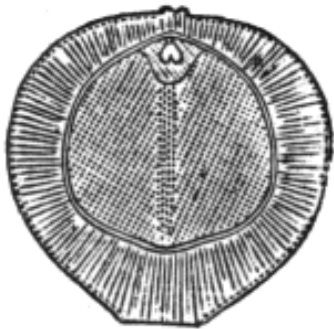




plod bobule,  
obvykle  
jednosemenná  
malé přímé  
embryo



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



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

*Piper nigrum*  
Piperaceae  
G. K. Linney

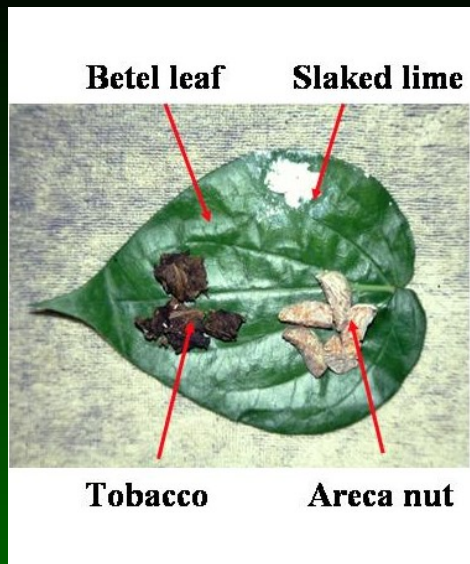




# Pepřovník černý (*Piper nigrum*) – liánovitý keř z JV Asie, černý a bílý pepř = sušené bobule se slupkou nebo bez



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  
druhy  
pepřovníků –  
např. *P.*  
*geniculatum*, *P.*  
*caudatum* aj.  
využívají indiáni  
při výrobě  
šípového jedu  
kurare.







*Peperomia argyreia*

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

*Peperomia obtusifolia*



## čel. *Aristolochiaceae* – podražcovité

4-7/480, 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*.

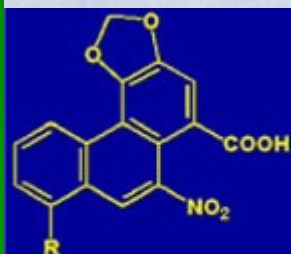
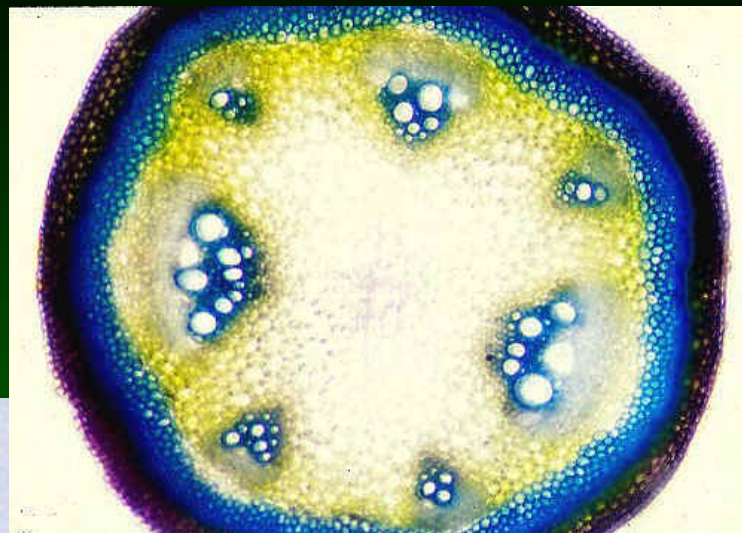




dřevo heteroxylární;

tracheje s jednoduchou perforací

pletiva se siličnými buňkami, s éterickými oleji, terpenoidy a alkaloidy



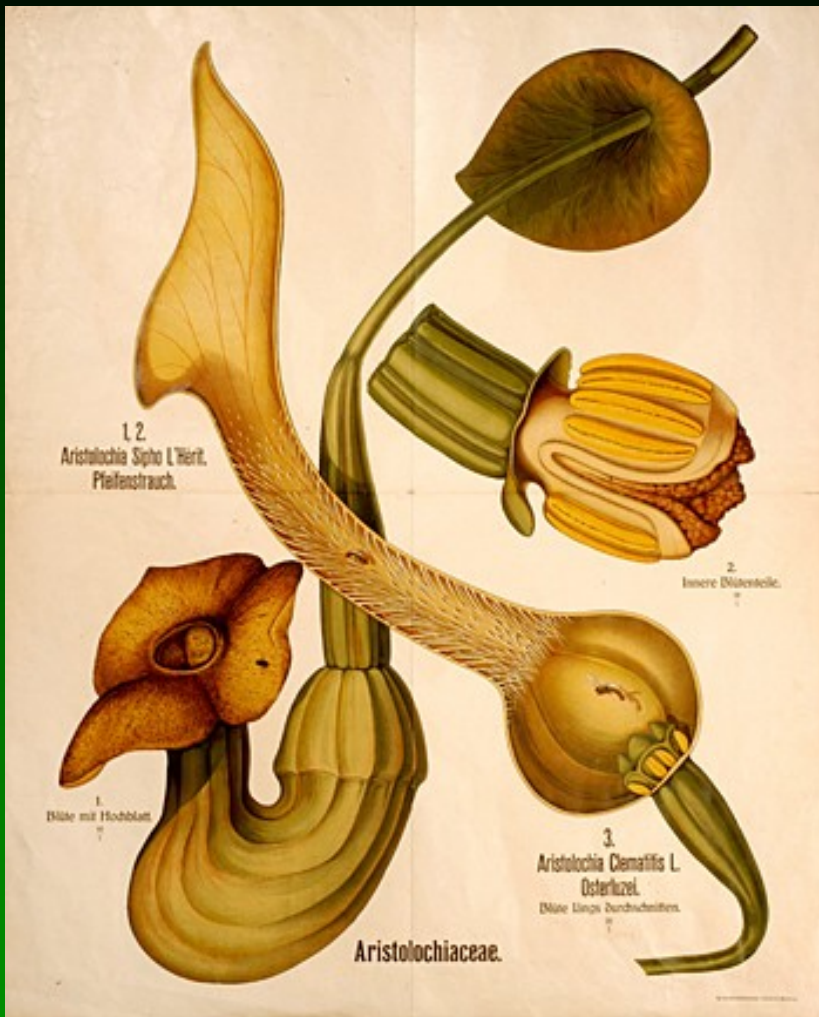
R-OCH<sub>3</sub> aristolochic acid I  
R-H aristolochic acid II



listy

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



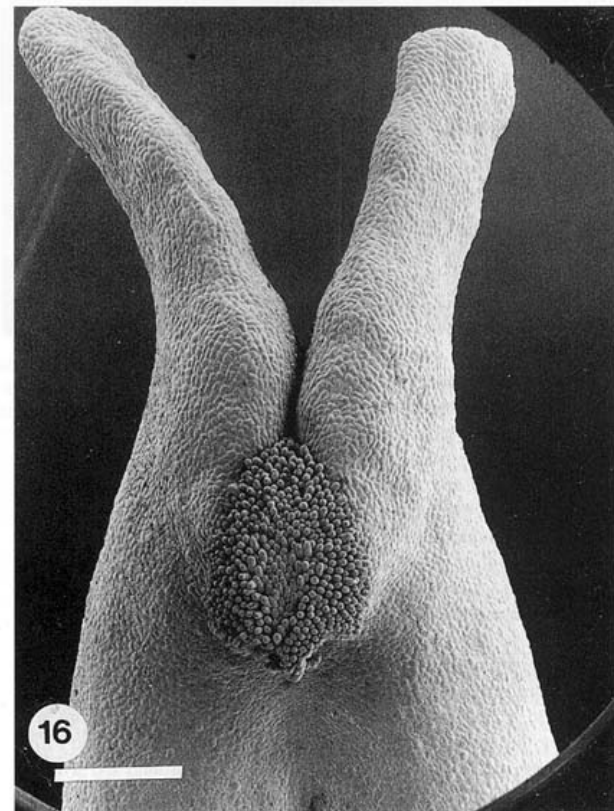
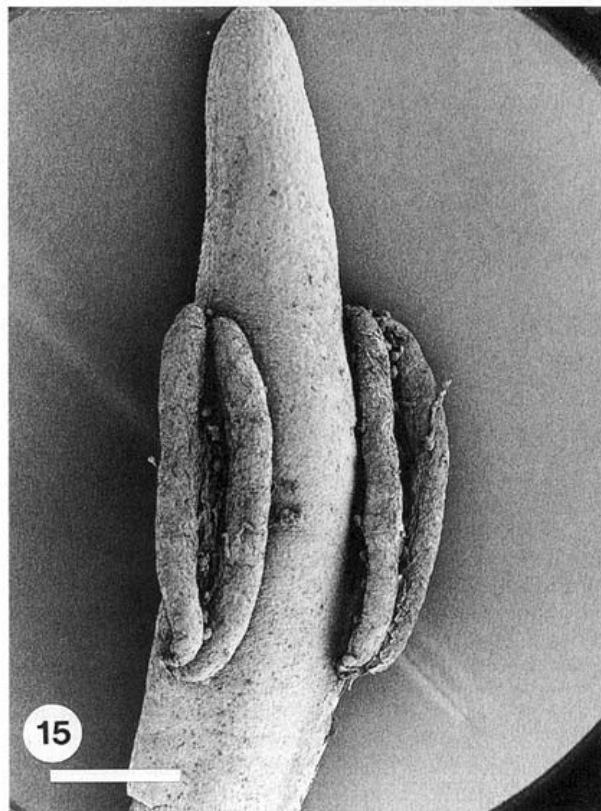
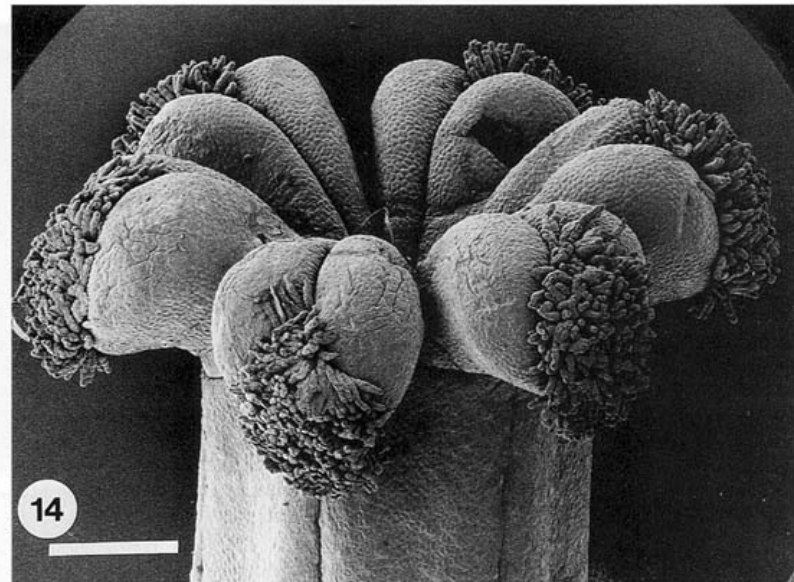
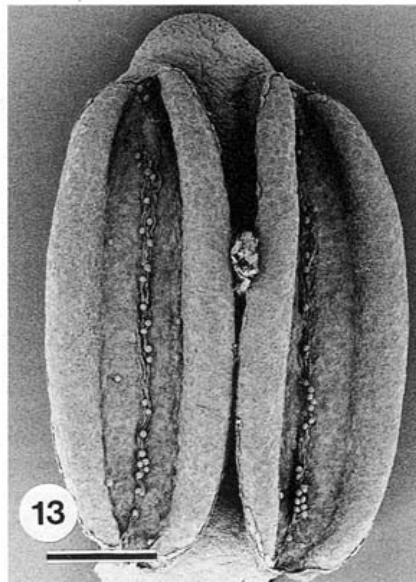


květy

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



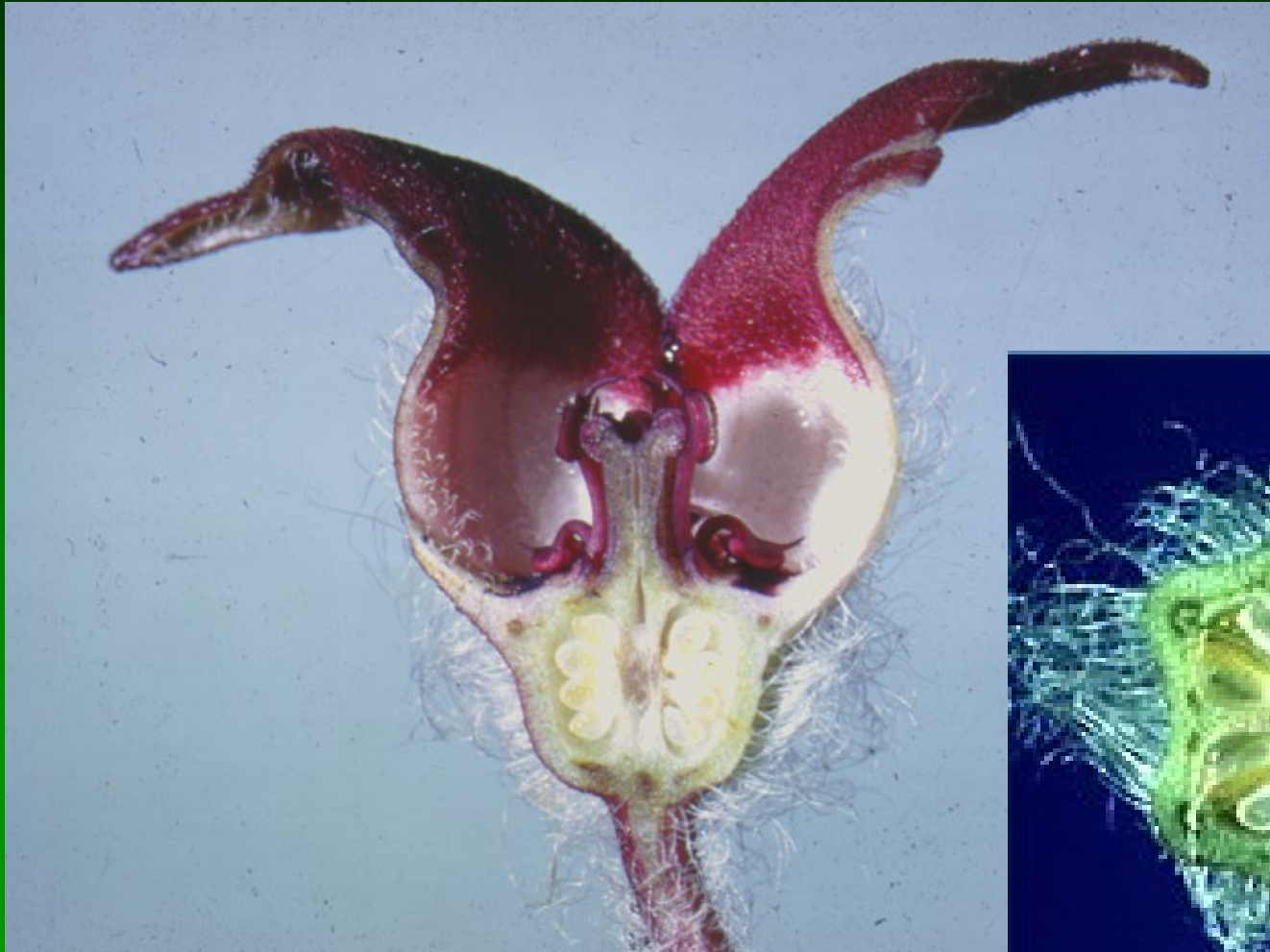
tyčinky často 6,  
někdy přirůstají  
k čnělce a tvoří  
sloupek =  
gynostemonium





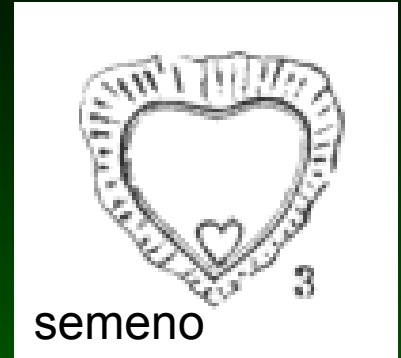
gyneceum  
semeník

cénokarpní většinou ze 6 plodolistů, synkarpní  
**spodní**





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



semeno



přehrádečná  
tobolka



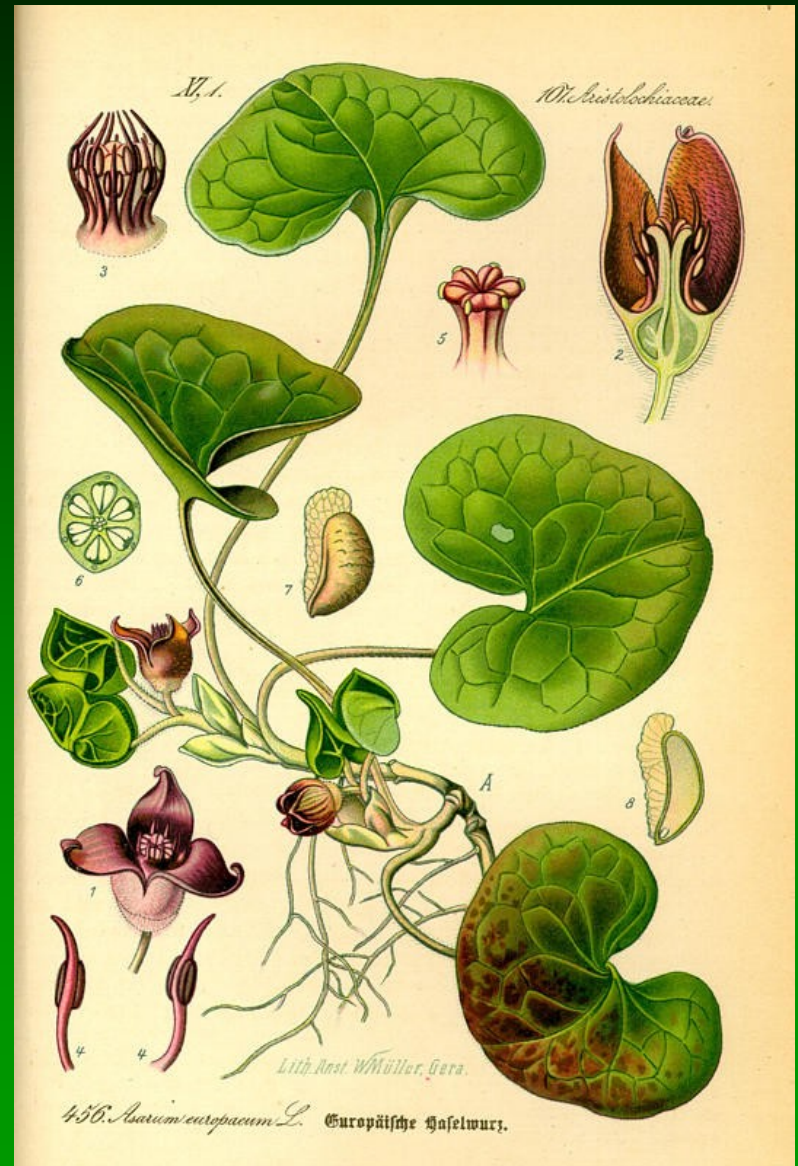
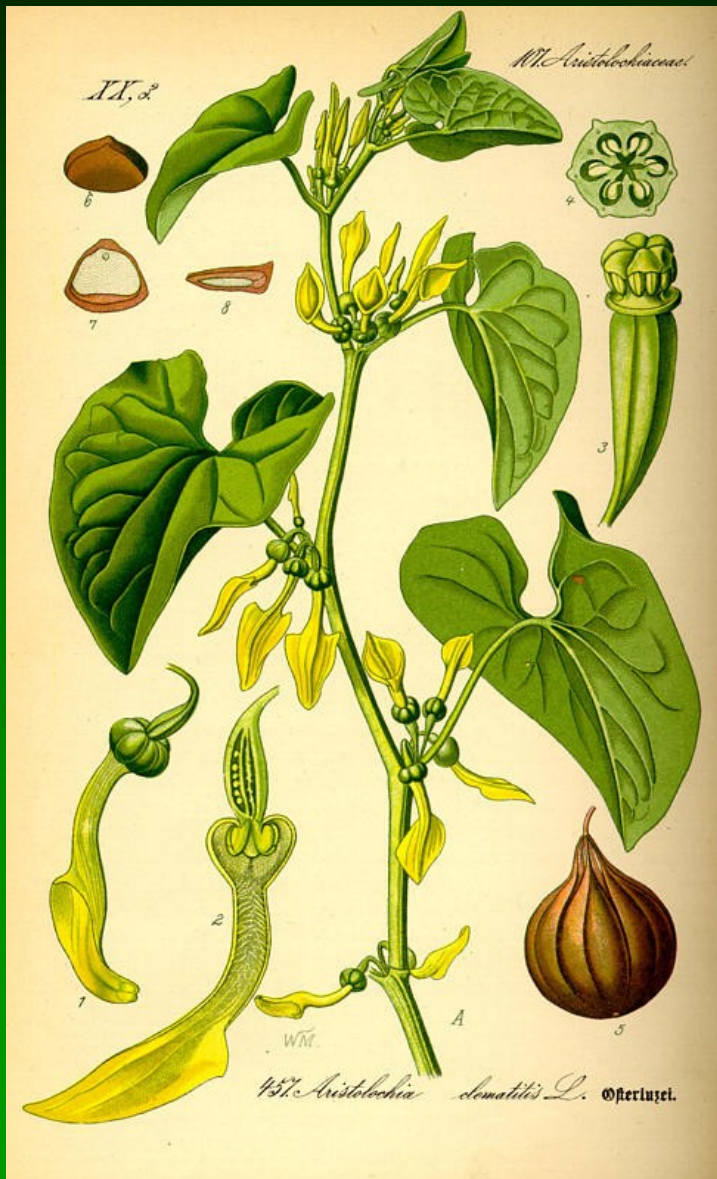
## *Aristolochia galeata*



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*)

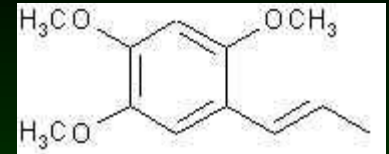
plazivý oddenek,  
stálezelené kožovité ledvinité listy,  
listnaté lesy a křoviny  
kvete v březnu a dubnu.

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. Je 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. Používal se v lidovém léčitelství a sušený a na prášek utlučený jako přísada do proslulého schneebergského šňupavého tabáku.



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



Drobná podlouhlá semena mají masíčko, které 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*