



Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin

Bazální krytosemenné

Petr Bureš



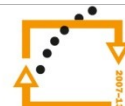
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

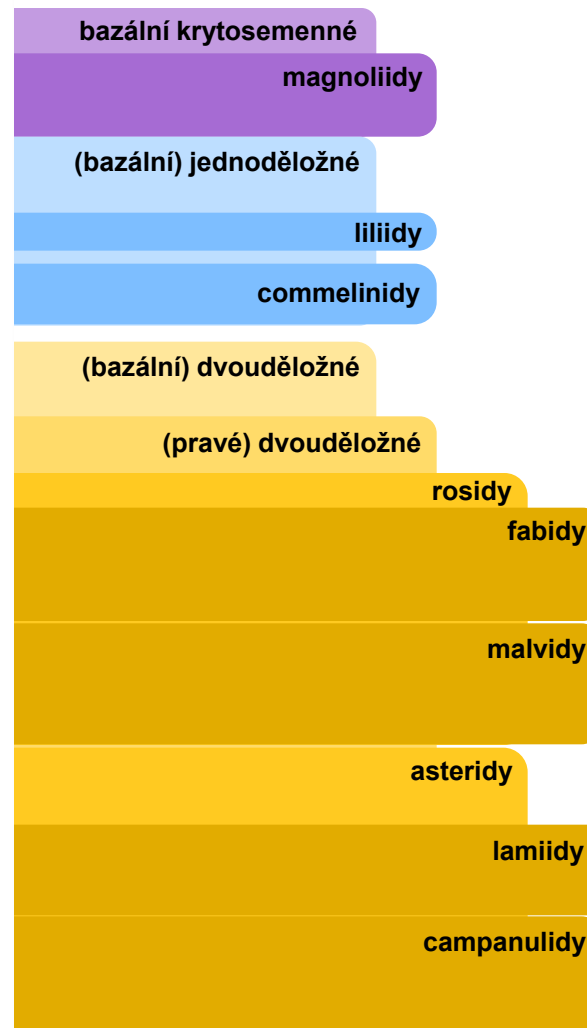


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Bazální krytosemenné rostliny



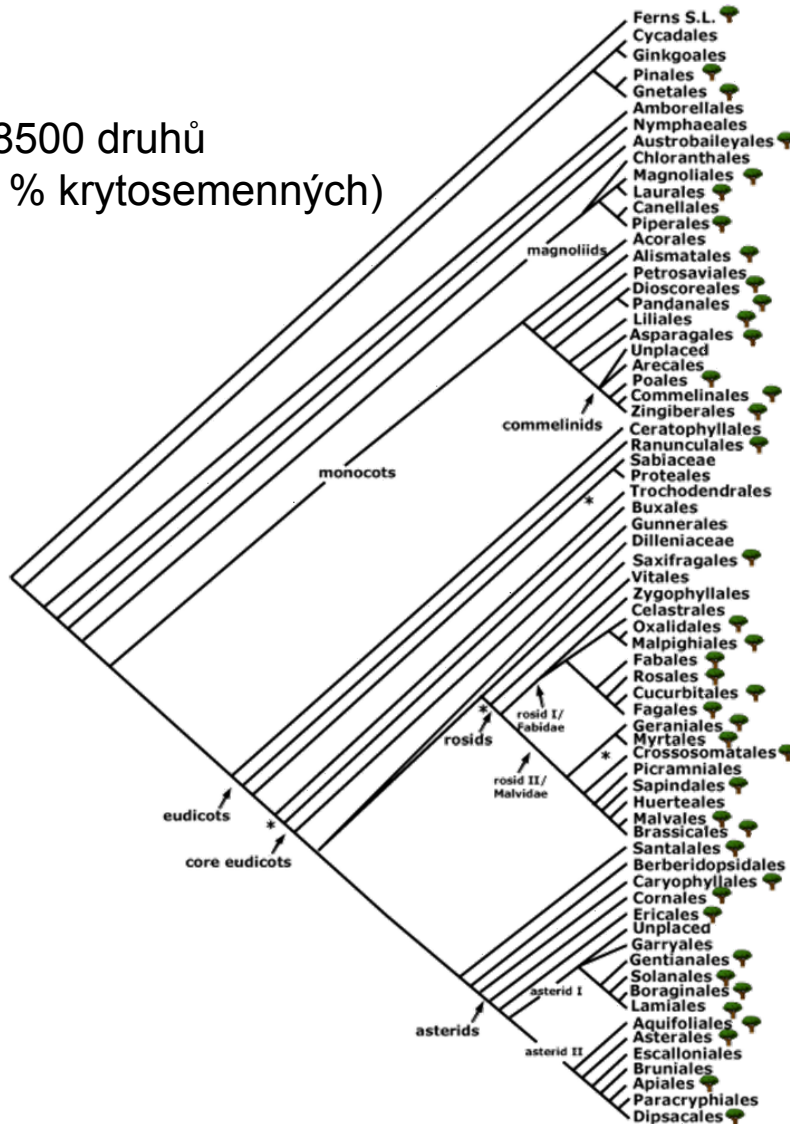
Bazální krytosemenné na fylogenetickém stromu



Bazální krytosemenné na fylogenetickém stromu

27 nejprimitivnějších čeledí původně řazených
k dvouděložným

ca. 8500 druhů
(= 3 % krytosemenných)



sesterské k dvouděložným
i k jednoděložným

bazální krytosemenné

magnoliidy

(bazální) jednoděložné

liliidy

commelinidy

(bazální) dvouděložné

(pravé) dvouděložné

rosidy

fabidy

malvidy

asteridy

lamiidy

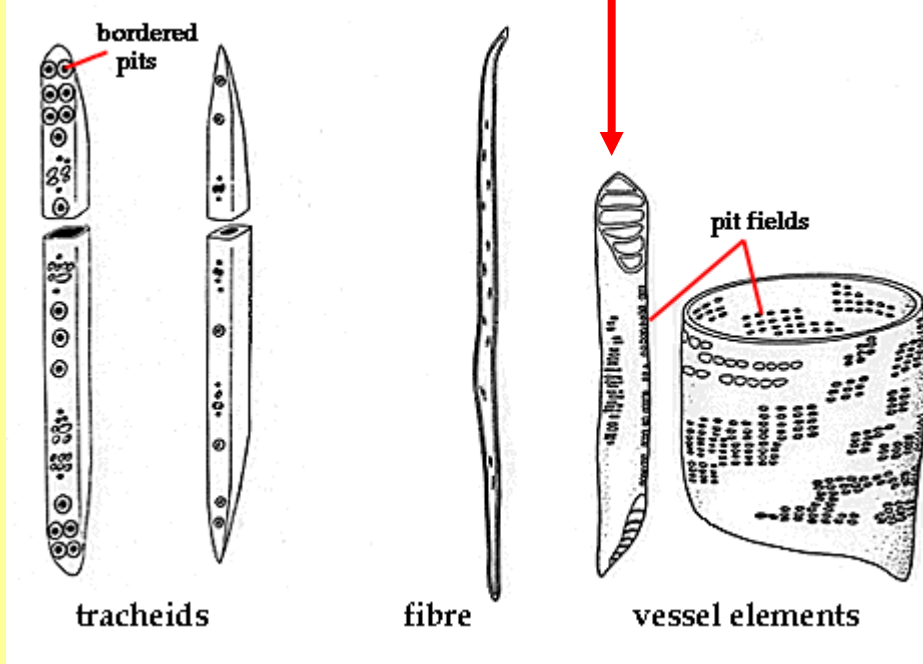
campanulidy



Magnoliopsida**Liliopsida****Rosopsida**

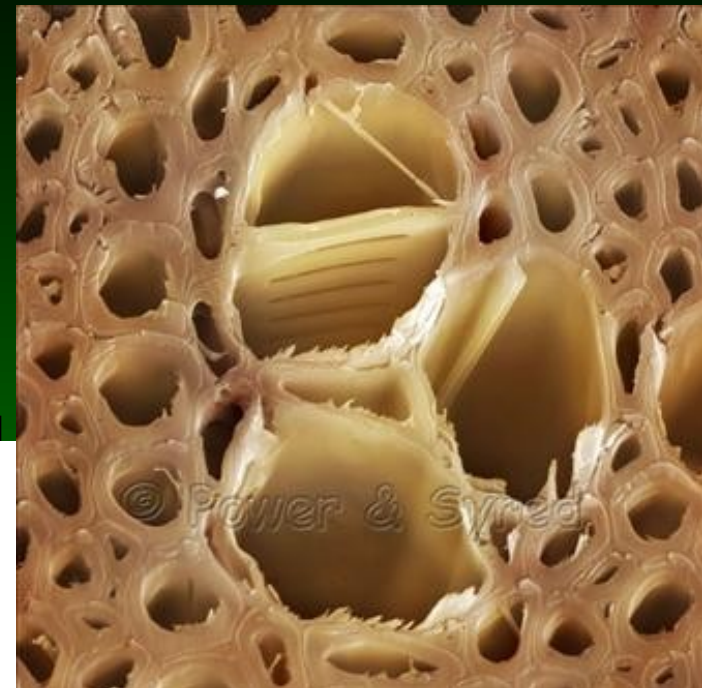
	<i>Bazální krytosemenné</i>	<i>Jednoděložné</i>	<i>Dvouděložné</i>
pyl	monokolpátní	monokolpátní	trikolpátní
okvěti	často nerozlišené	často nerozlišené	většinou rozlišené
čepel listů	jednoduchá, celistvá	jednoduchá, celistvá	jednoduchá i členěná
žilnatina listová	často jednoduše zpeřená	obloukovitě souběžná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

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



tracheidy

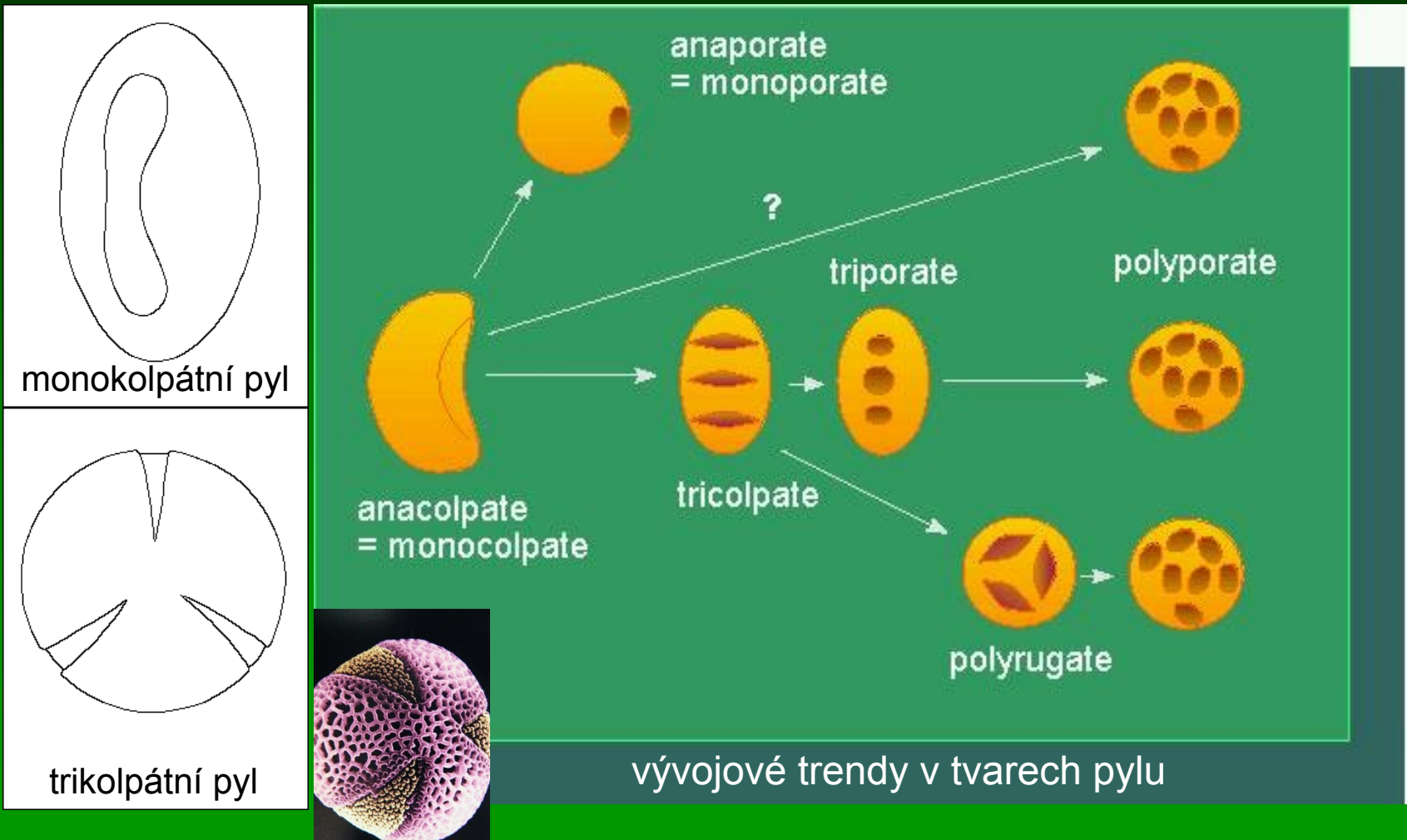
tracheje



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

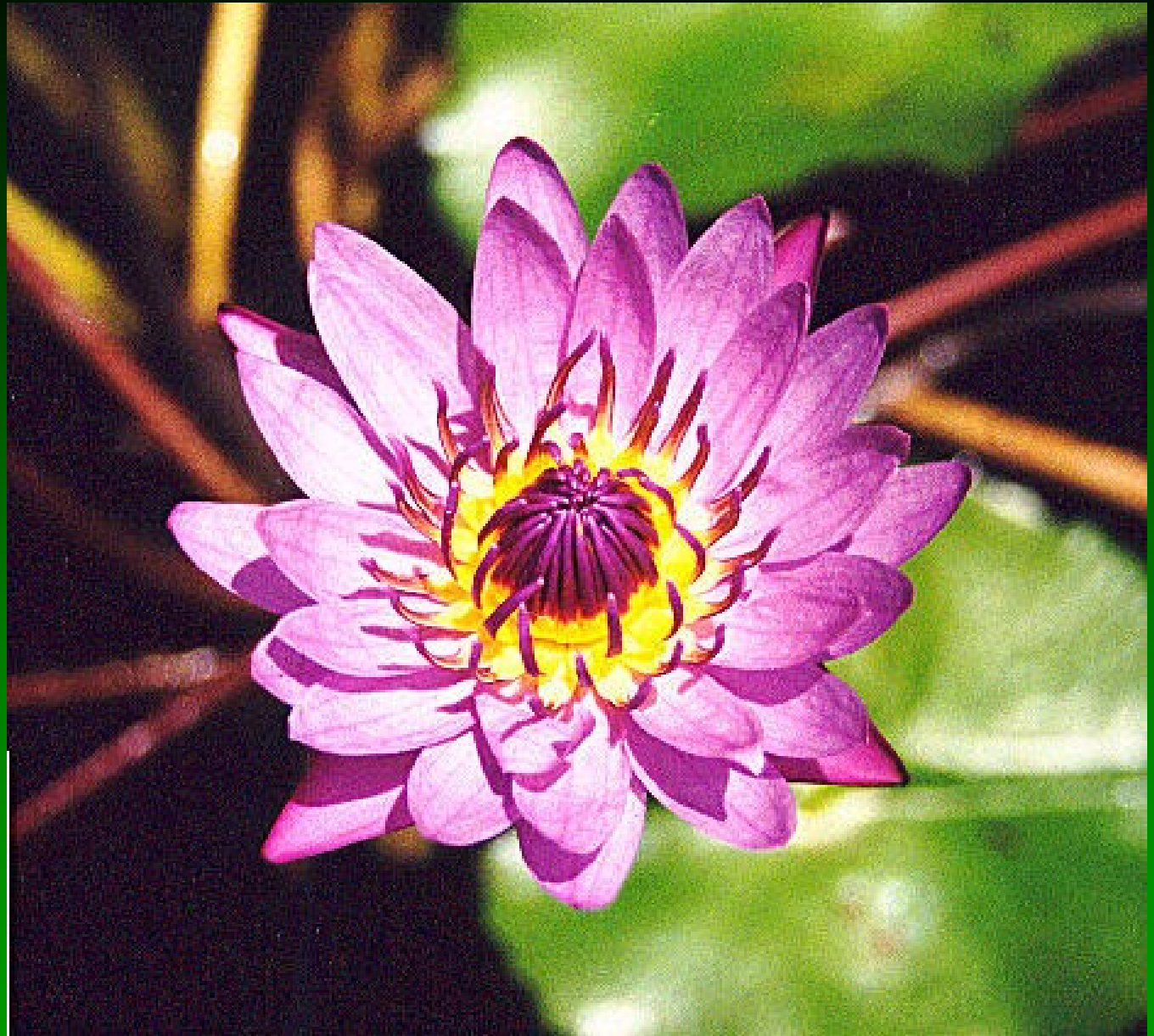


květní obaly spíše nerozlišené v naprosté většině volné,
pouze u nejdvozenějších typů setkáme s květy syntepalními
(*Aristolochiales*)



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

častá je
přítomnost
sterilních
tyčinek –
staminodií



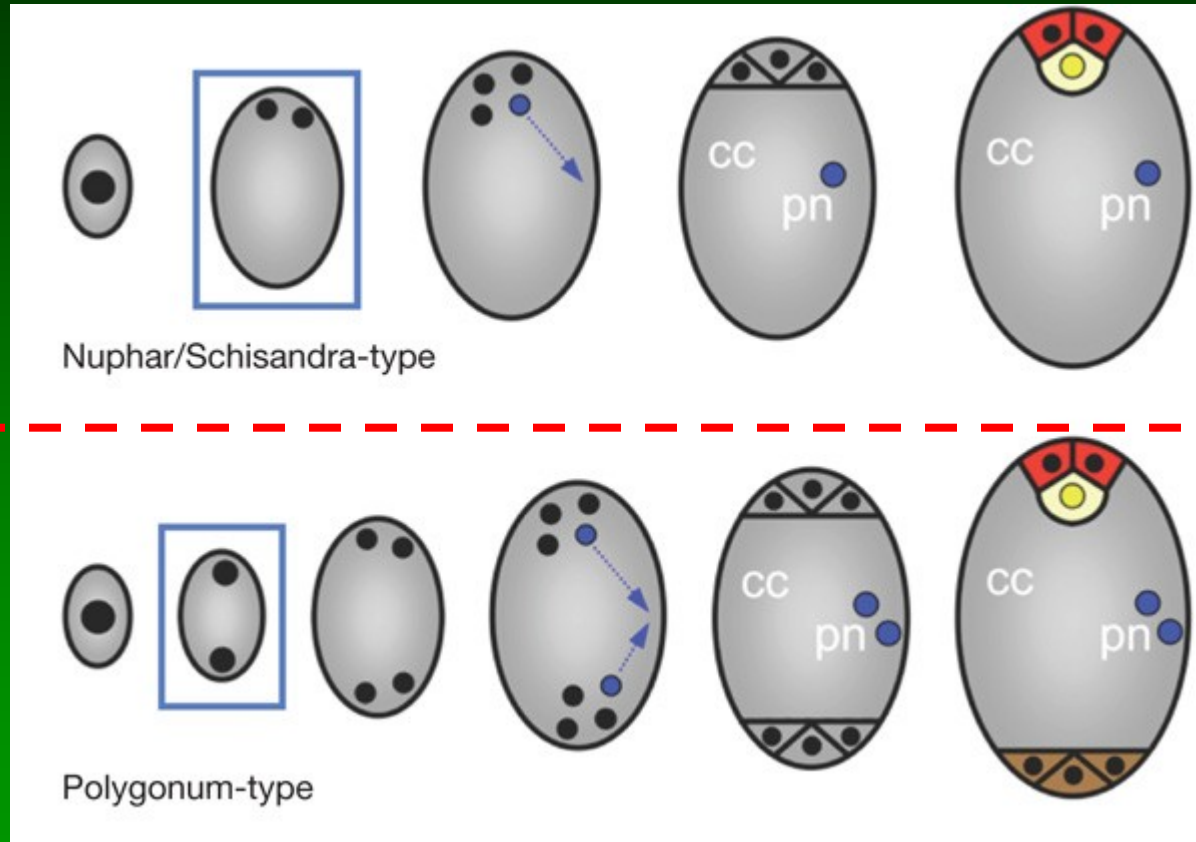
gyneceum většinou apokarpní, u pokročilejších s tendencí k cenokarpíi, plodolisty těch nejprimitivnějších nejsou zcela uzavřené, často se uzavírají až během ontogenetického vývoje a mohou být uzavřeny jen slepením hustého porostu

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

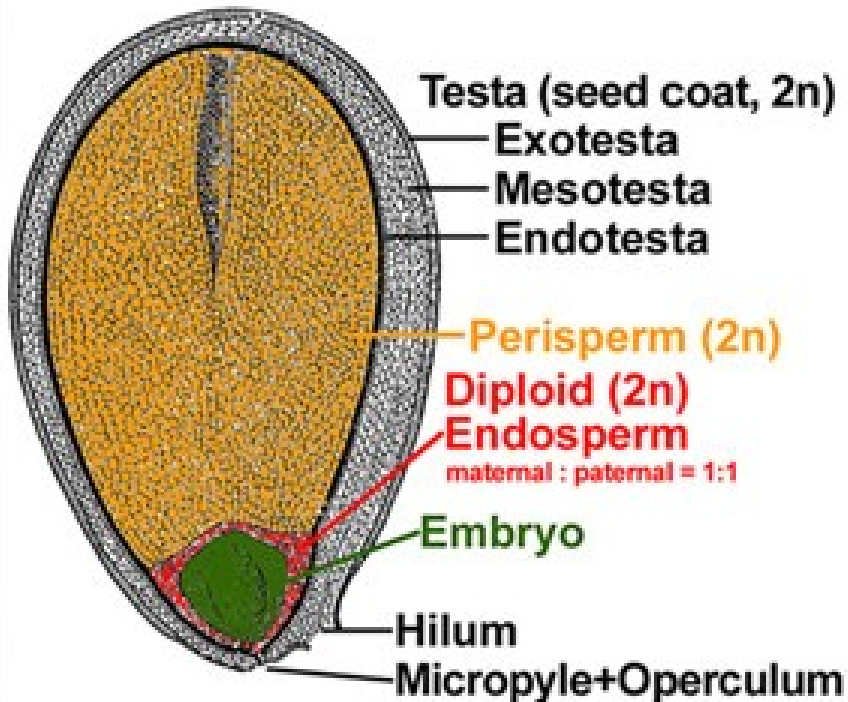


Nejběžnější typ osmijaderného zárodečného vaku (typ *Polygonum*)

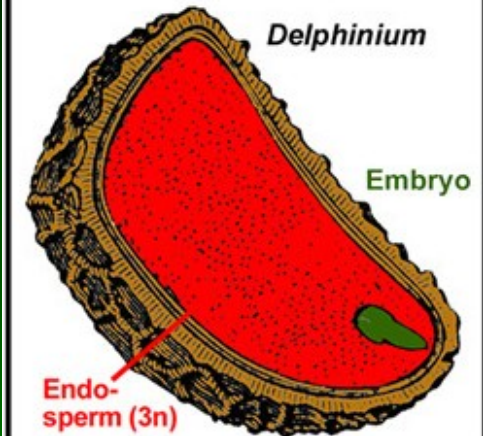
vajíčka často s malým embryem,
silně vyvinutým perispermem a silným
obalem (embryo : semeno = 0,05–0,1)

**(D) Basal angiosperms:
Nymphaeaceae**

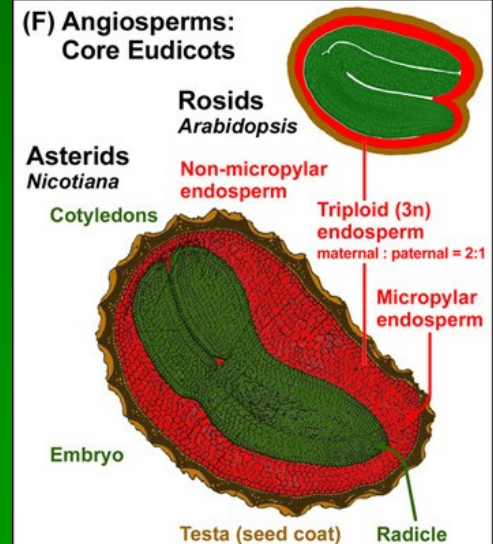
Nuphar luteum



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

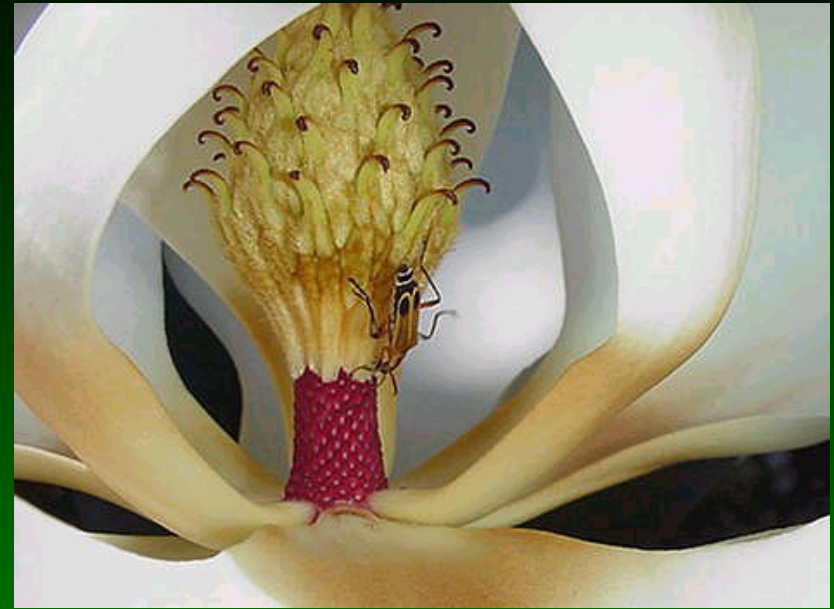


**(F) Angiosperms:
Core Eudicots**

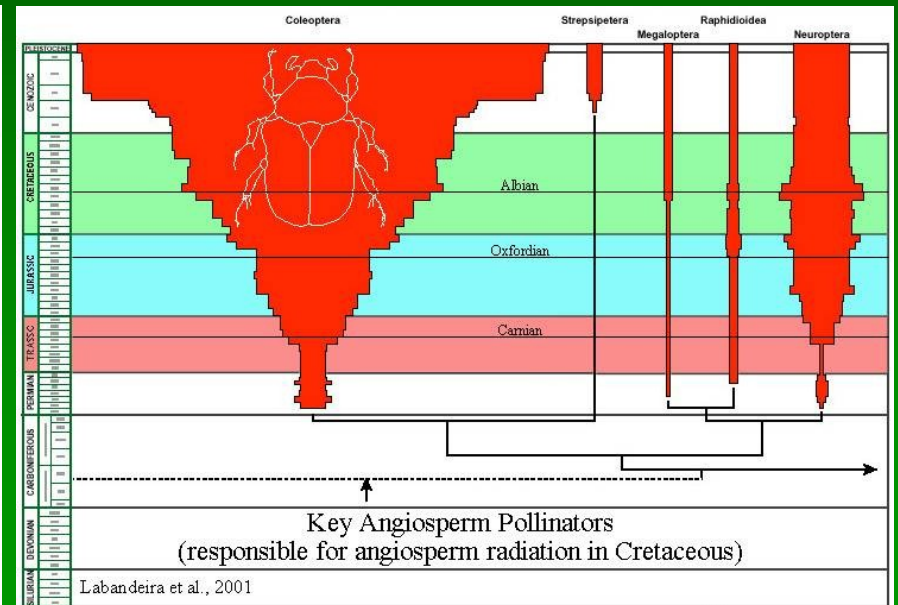
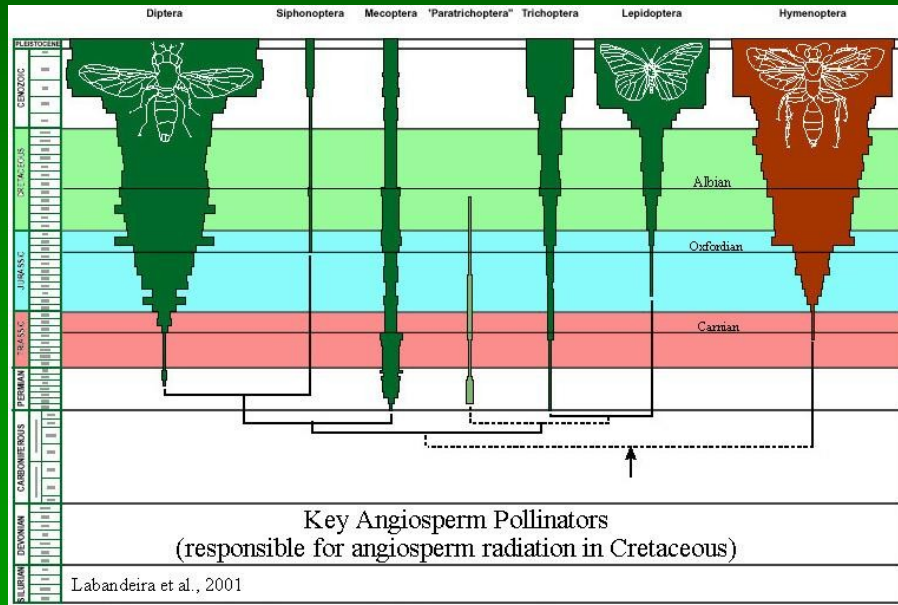


častým typem opylení je kantarogamie (opylení brouky) nebo jiná entomogamie

(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“

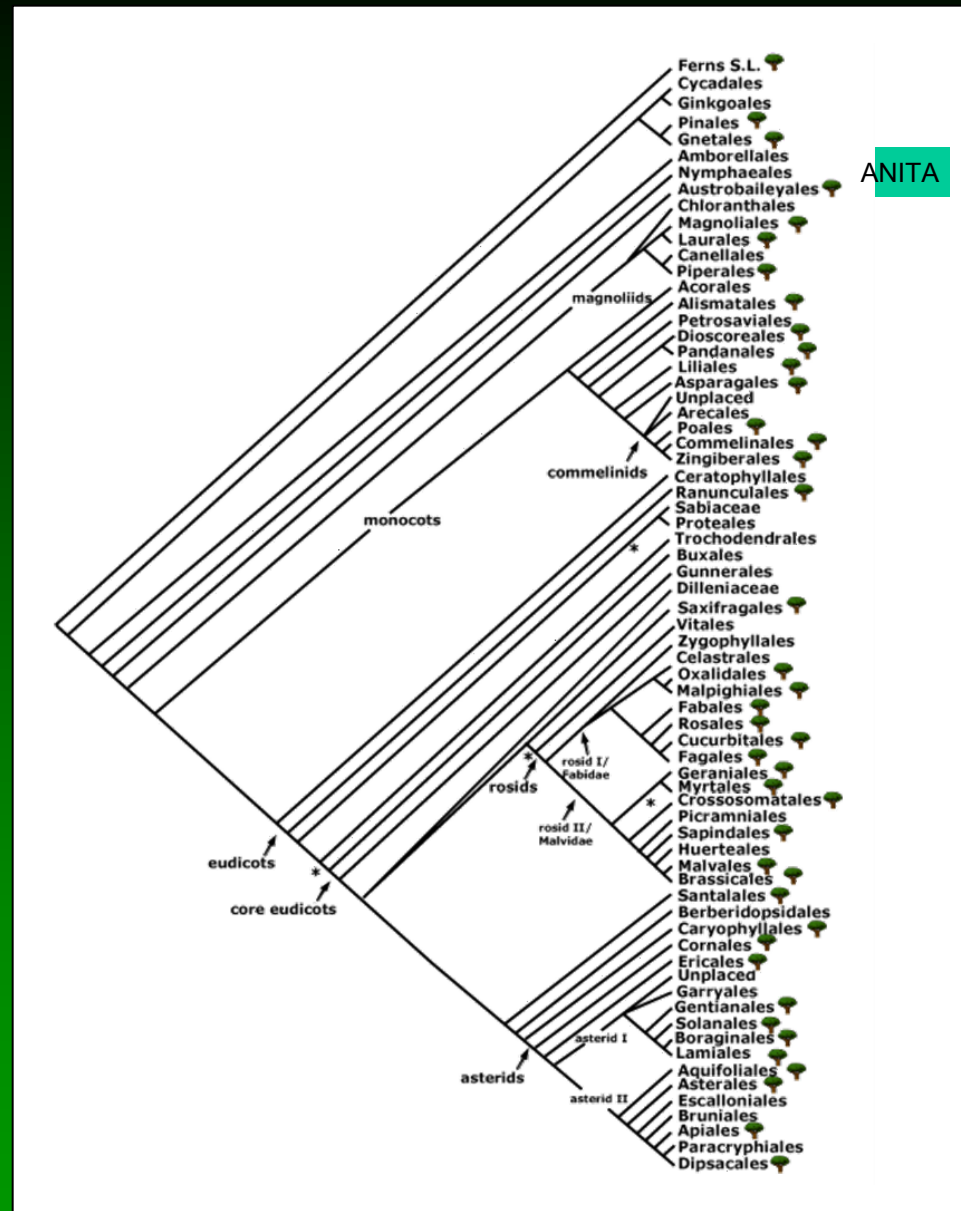
Amborellaceae,

Nymphaeaceae,

Ilicaceae (= Schisandraceae),

Trimeniaceae,

Austrobaileyaceae



**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.

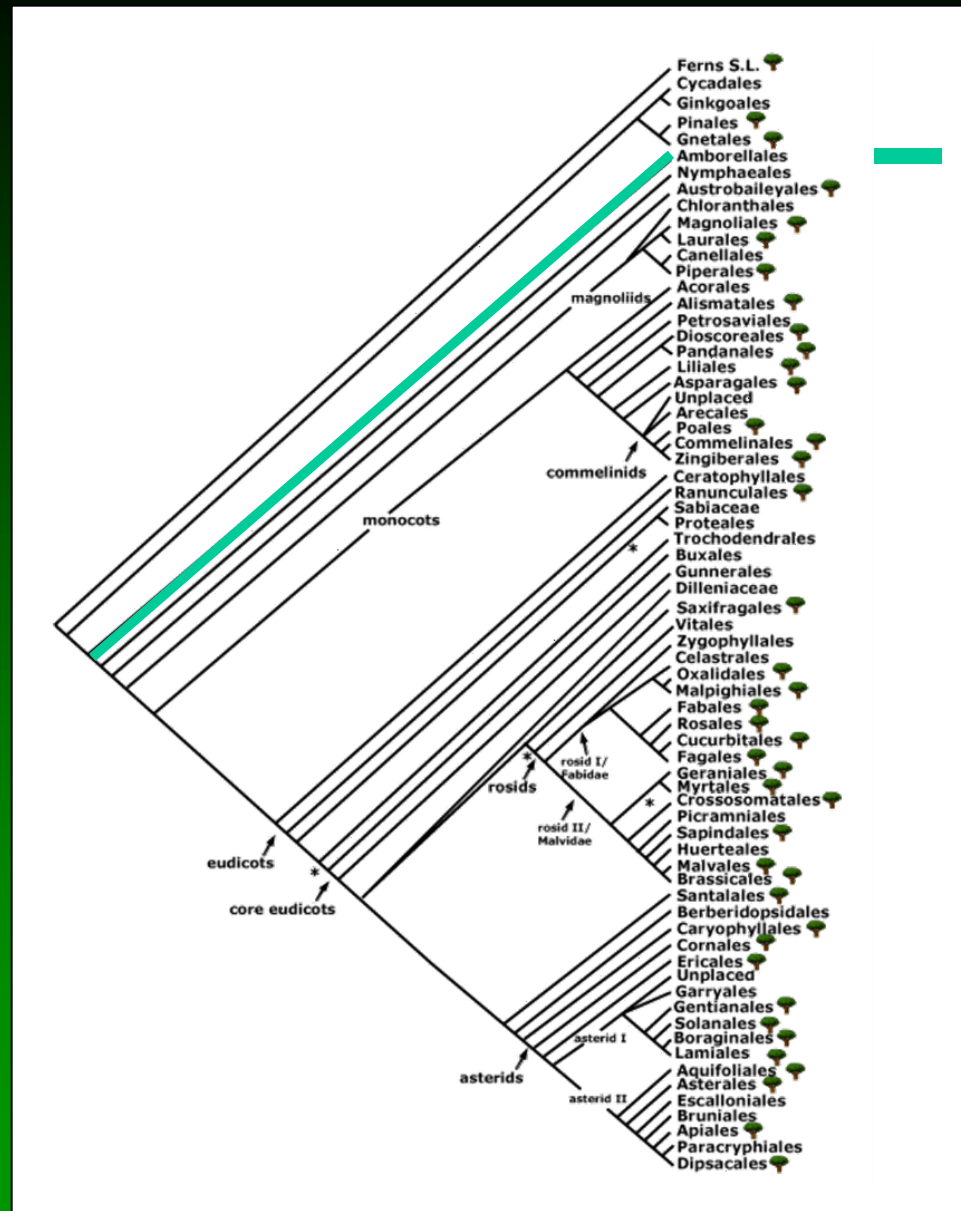


Growth habit of *Amborella trichopoda* Baill. from Mt. Aoupinie, Province Nord, New Caledonia



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

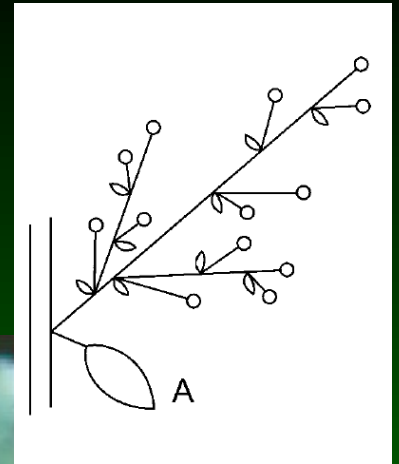
Xylem - nemá tracheje

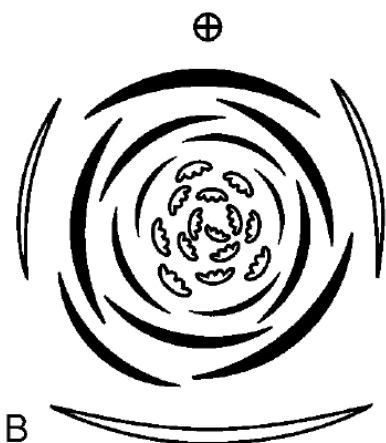


Květy

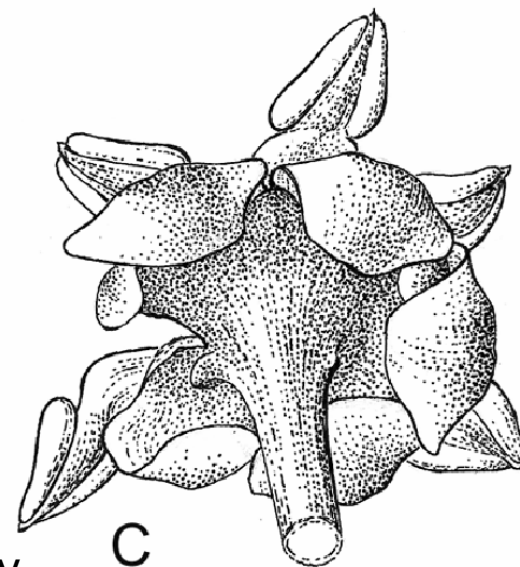
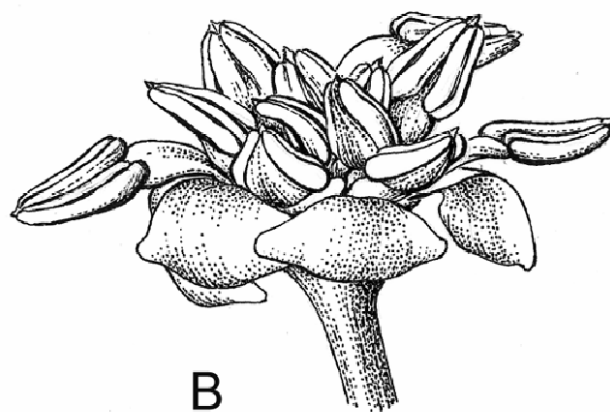
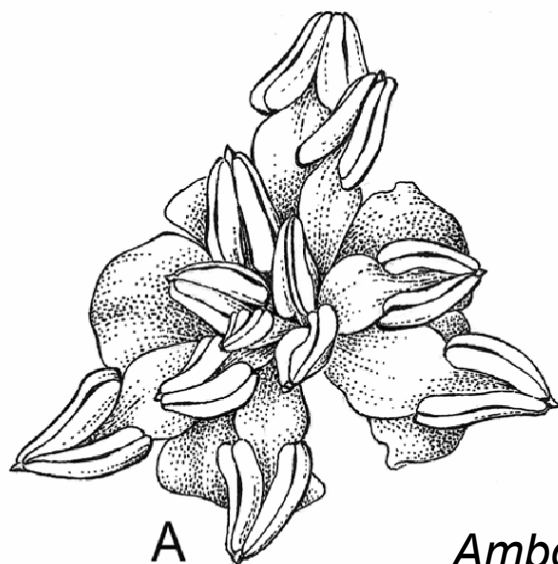
- jednopohlavné, drobné,
- v latách

Amborella trichopoda – samčí květenství

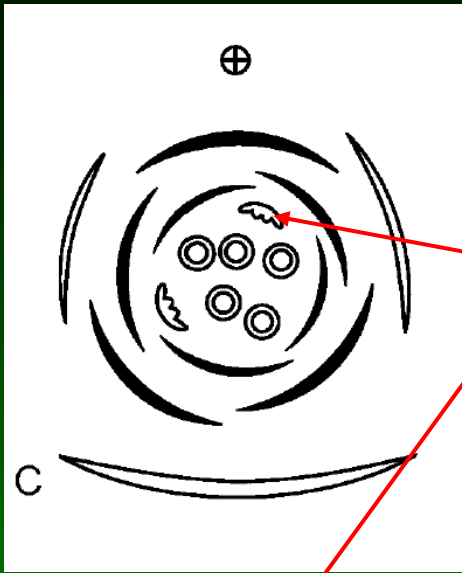




Samčí květy: několik okvětních lístků ve šroubovici
Tyčinek mnoho s plochými, lístkovitými, jednožilnými nitkami srostlými bázemi s okvětními lístky a široké konektivy.

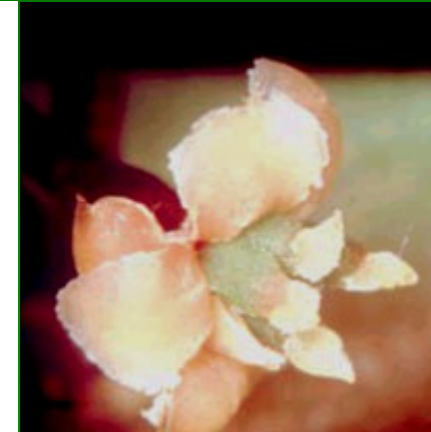
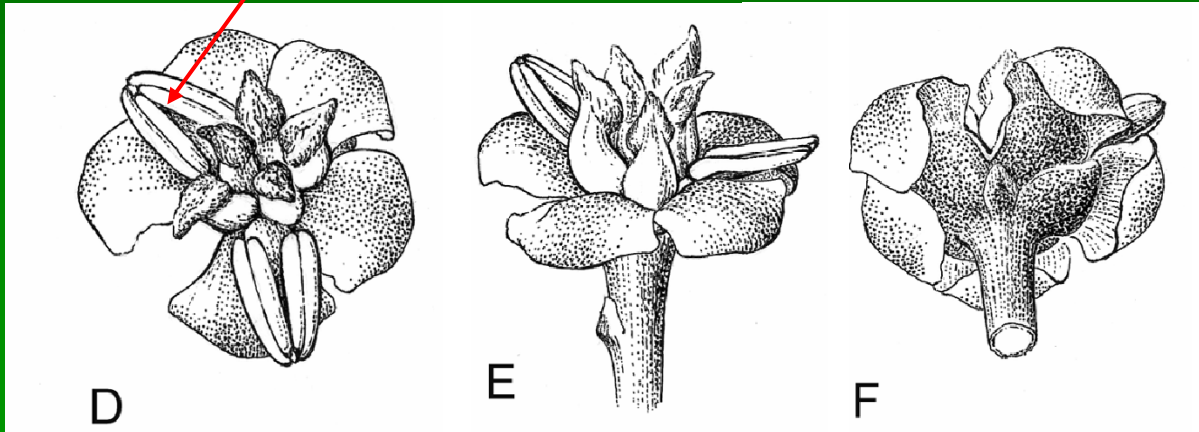
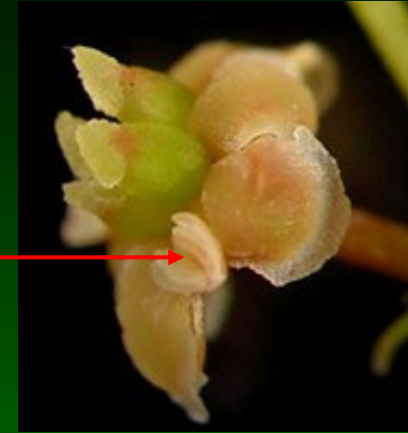


Amborella trichopoda – samčí květy



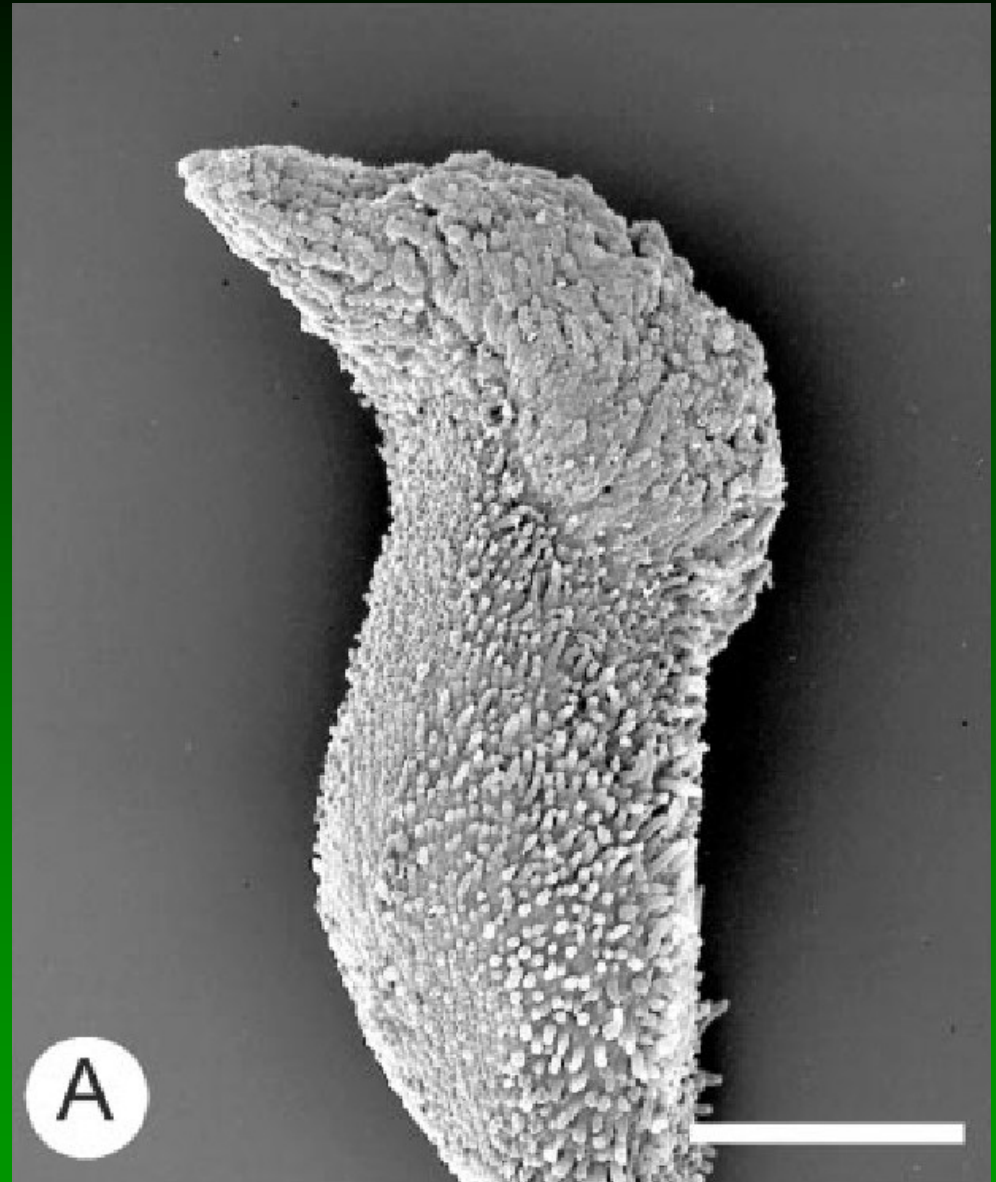
Samičí květy:
Okvětí 6–8 lístků ve
šroubovici

Staminodia
ukazují svojí přítomností
na původní
oboupohlavnost

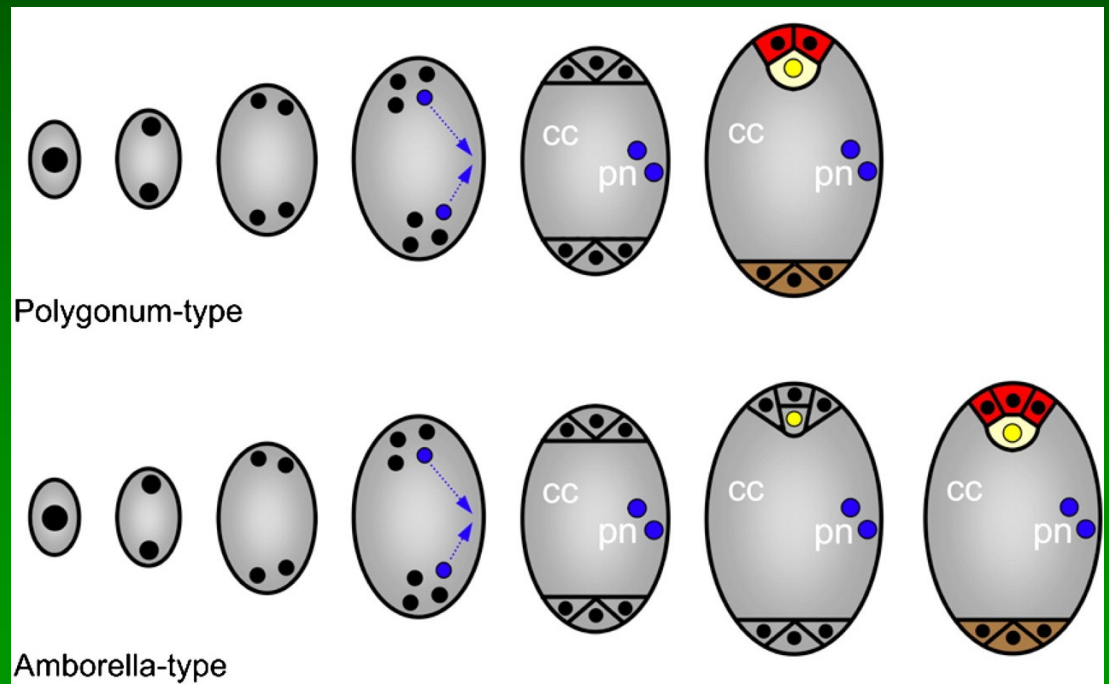


Gyneceum apokarpní,
plodolistů nejčastěji 5
nahore neuzavřených
**s mohutnými bliznovými
kartáčky.**

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



© P. P. Lowry II, 1997

B

Semena - s bohatým endospermem a nepatrným embryem



2. řád *Nymphaeales*

se 3 čeleděmi – významná je *Nymphaeaceae*, leknínovité



Vodní, ve dně kořenující rostliny

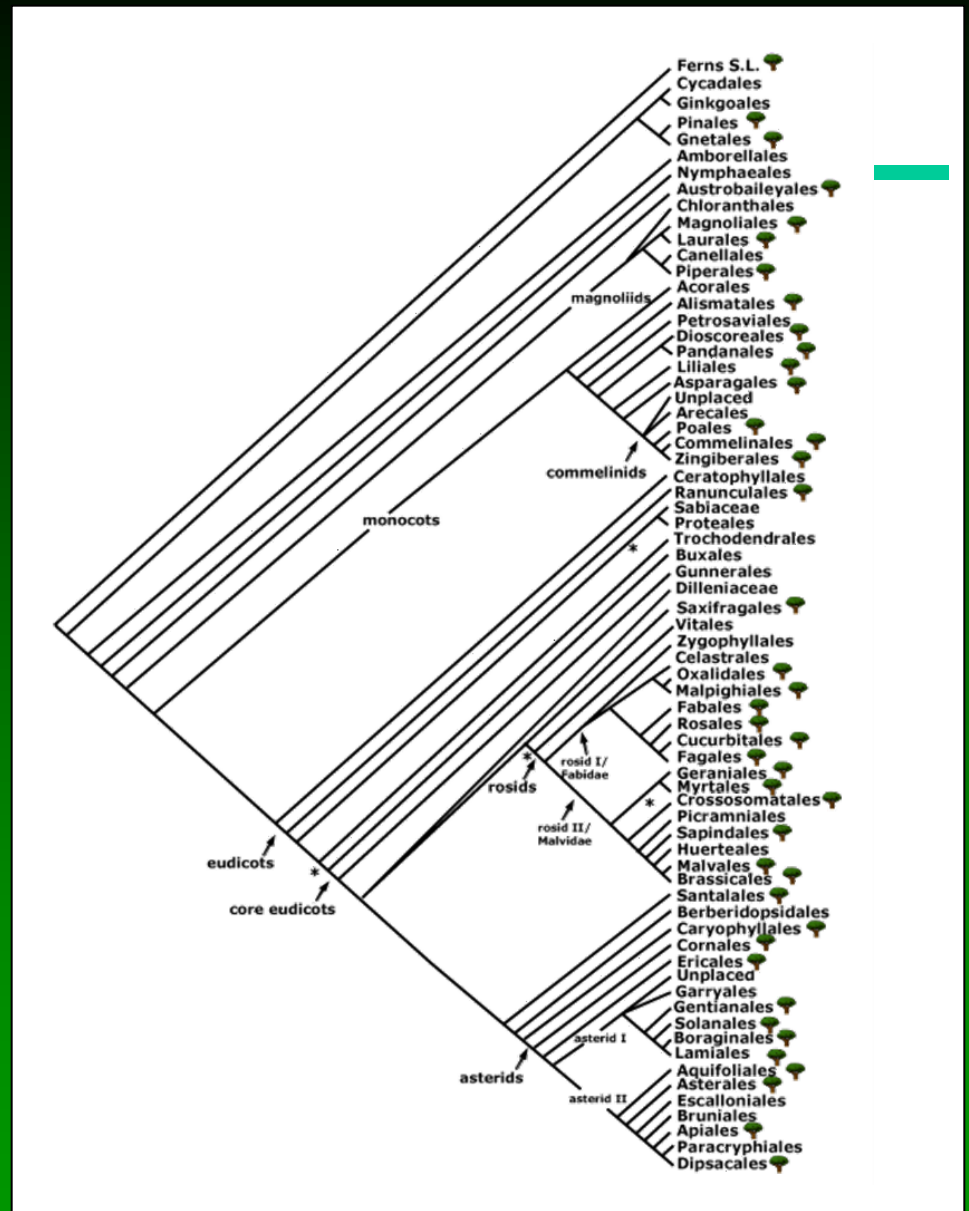
Nymphaeaceae

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

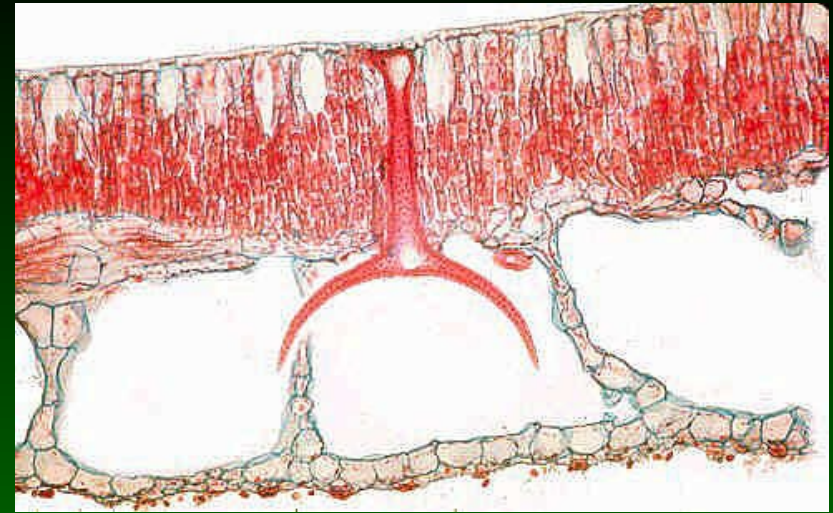


Ty byly učiněny až v roce 2002 (Kirkland et al.) ve vrstvách spodní jury na lokalitě St. George ve státě Utah v USA



Listy - celistvé,

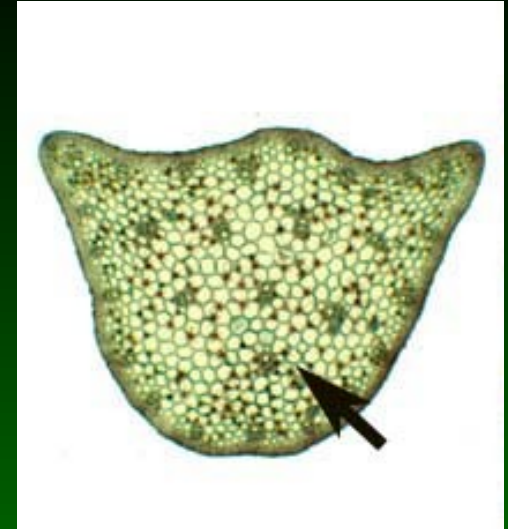
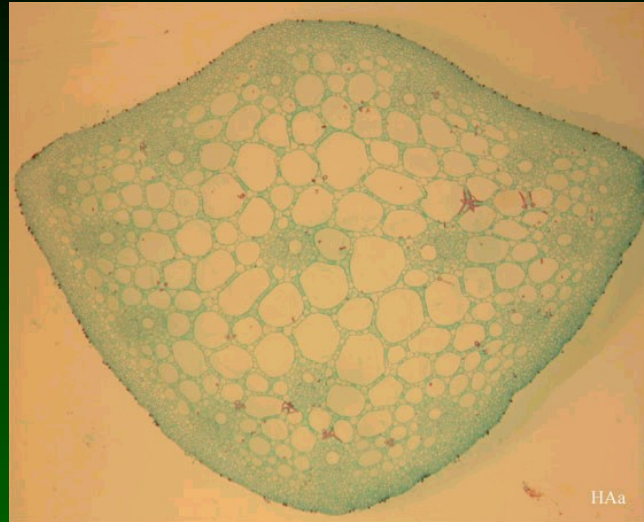
- zpravidla větší velikosti,
- dlouze řapíkaté,
- splývají na hladině,
- mají vzduchové dutiny



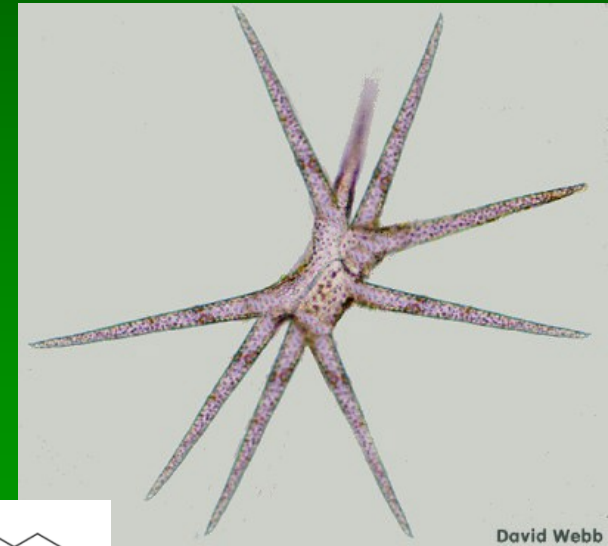
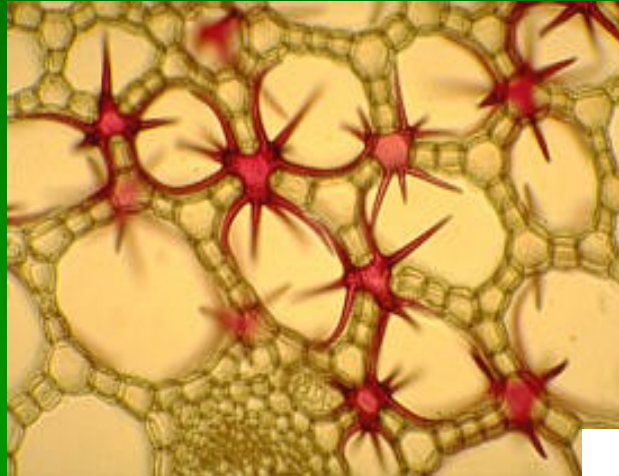
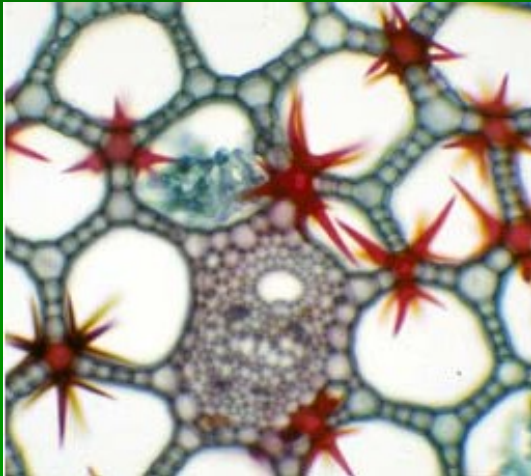
Stonek = tlustý oddenek v bahně



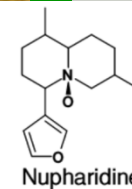
Řapíky listů mají
aerenchym
a
cévní svazky
ataktostélicky
rozmístěné,
xylem bez trachejí



V aerenchymu četné astrosklereidy – idioblasty vyplněné krystalickým šťavelanem vápenatým



V pletivech alkaloidy a článkované mléčnice



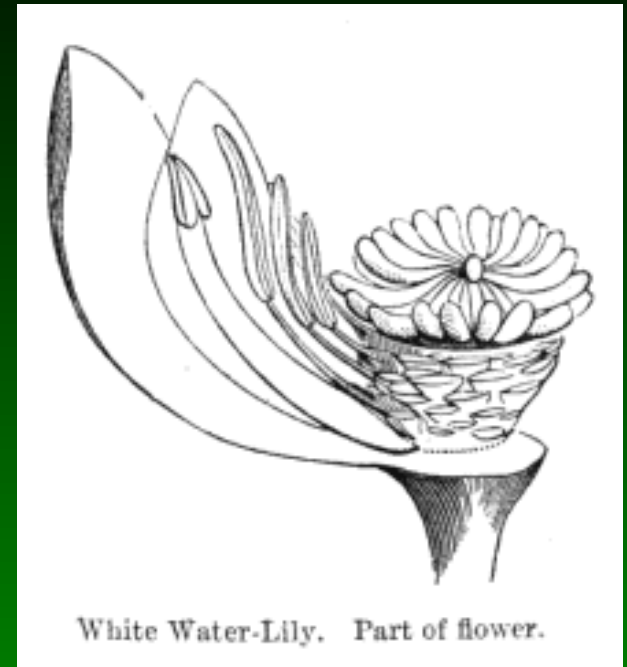
Květy velké, jednotlivé na dlouhých stopkách s aerenchymem
vyrůstajících přímo
z oddenku,
zpravidla
oboupohlavné,
spirocyklické,
aktinomorfní,
vonné, většinou
heterochlamydní

Obal květu:
4–6 sepalů
mnoho spirálně
uspořádaných
petalů



www.ulsamer.at

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



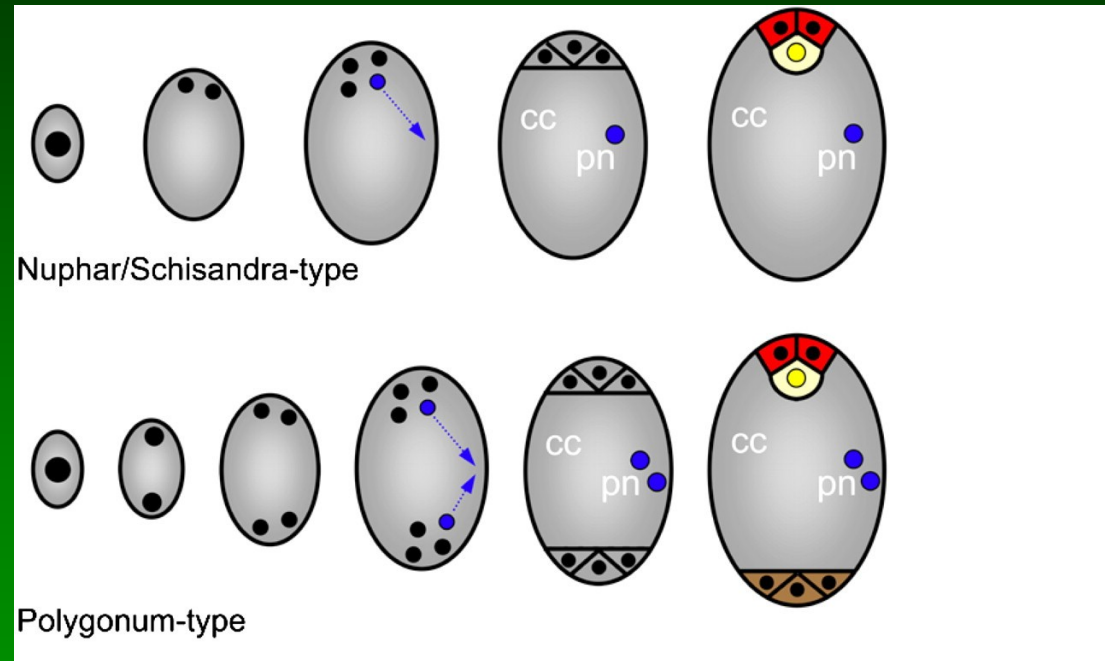
Plod měchýřek (v souplodí
mnohoměchýřek - multifolliculus)

Zárodečný vak

- 4 jaderný

Endosperm

- diploidní



Semena

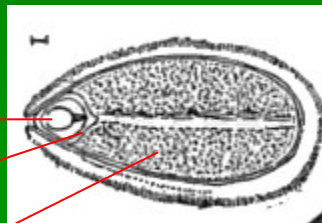
- s dominantním perispermem (= zbytek nucellu),
- s malým endospermem

Embryo

- drobné
- často s 1 dělohou



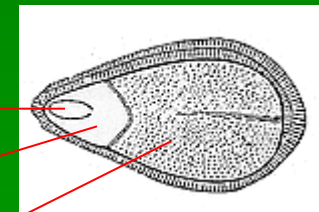
Nymphaea – semeno – příčný řez



embryo
endosperm
perisperm



Nuphar – semeno – příčný řez



embryo
endosperm
perisperm

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*



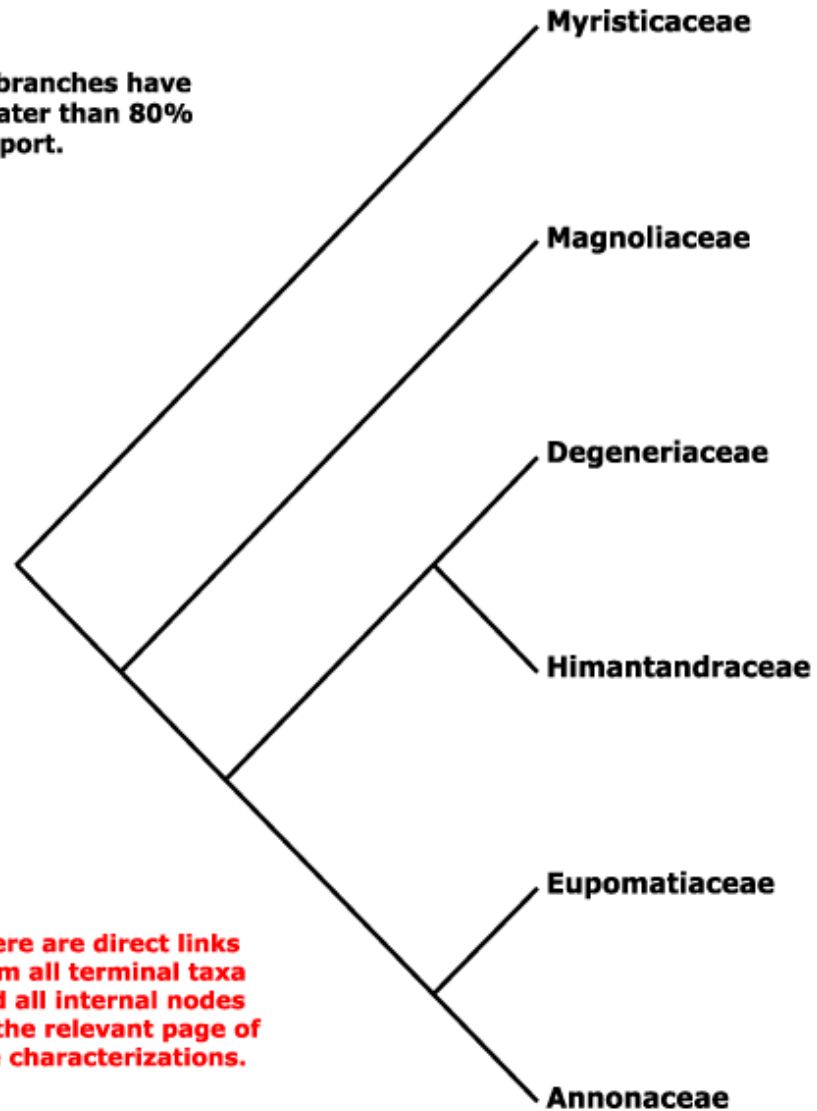
3. řád *Magnoliales* šácholánokvěté



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*

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.



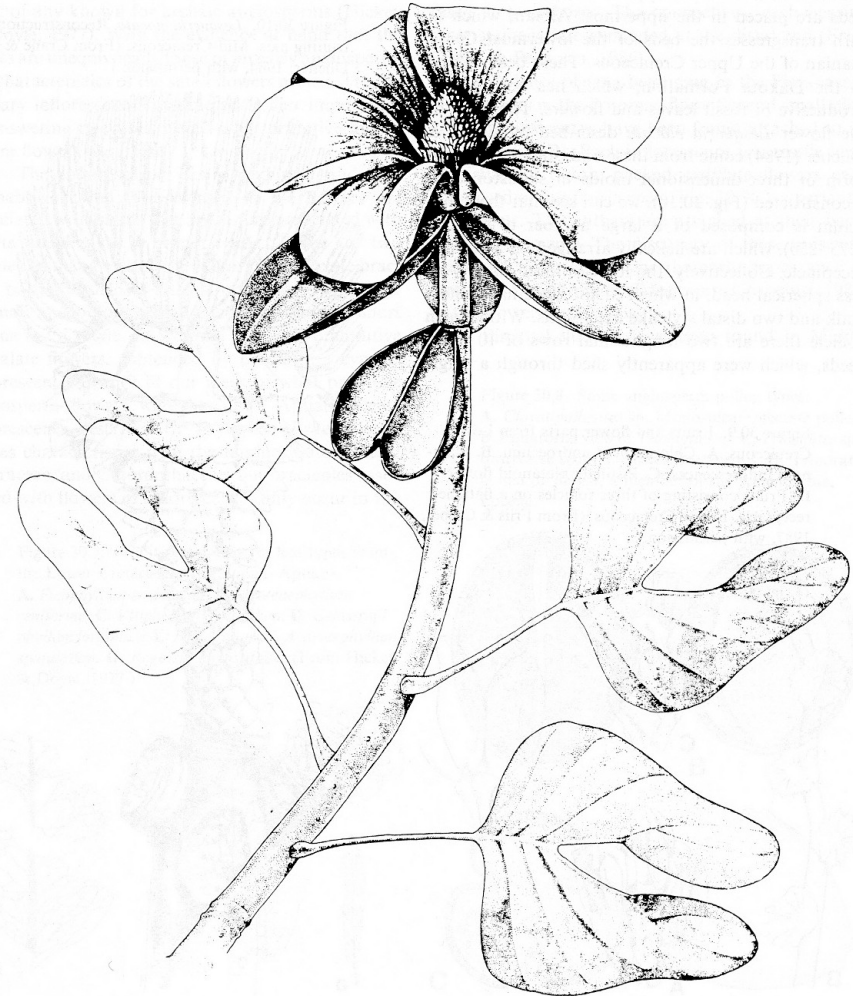


Listy střídavé, jednoduché, celistvé, řapíkaté, opatřené objímavými palisty (záhy opadavými).

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.)



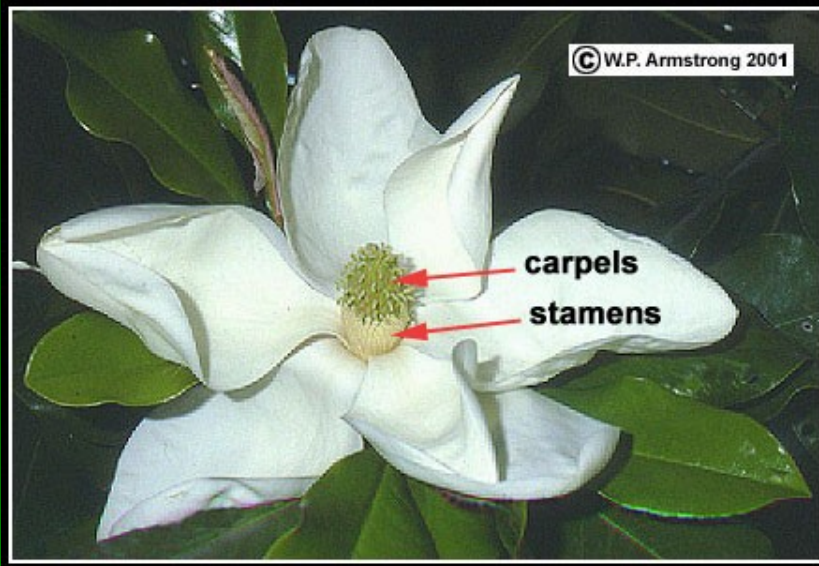
Archaeanthus linnenbergeri ze stř. křídly

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

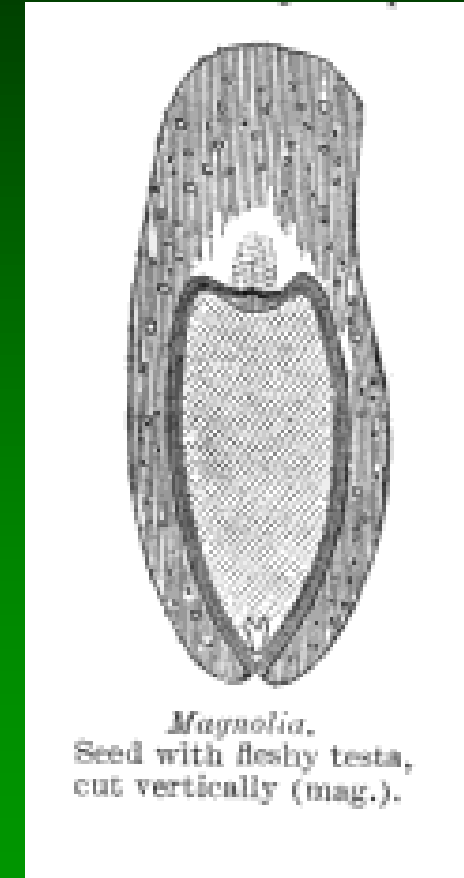
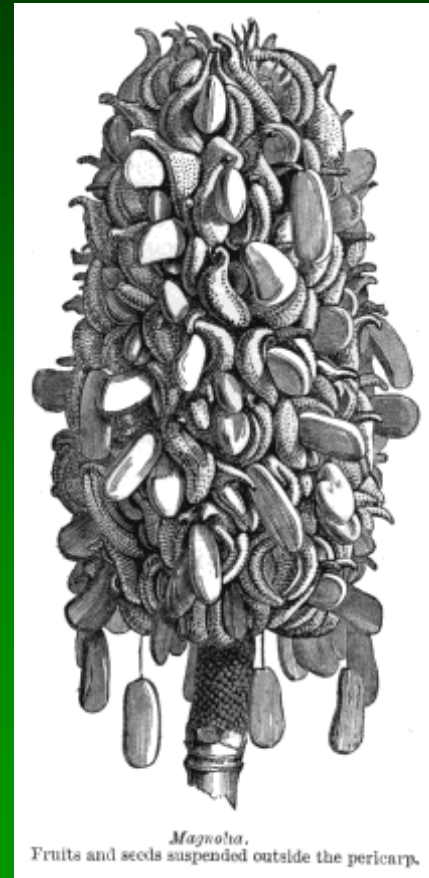


Opylení kantarogamie nebo jiná entomogamie



Karpely
Semena

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



Plody nejčastěji měchýřky
nebo nažky v šišticovitém
souplodí



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



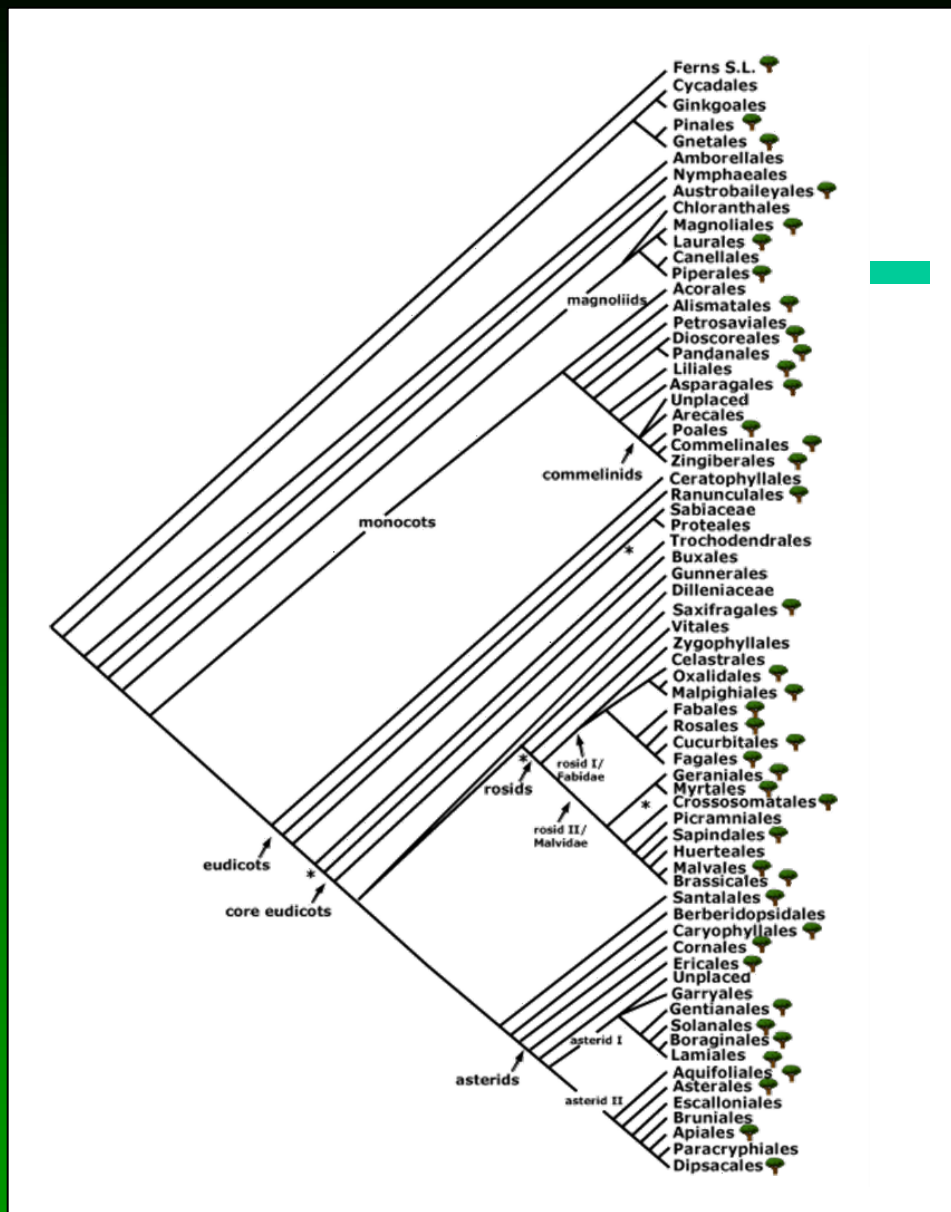
Řád *Piperales* – pepřovníkotvaré

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

Ze 4 čeledí jsou důležité

Piperaceae

Aristolochiaceae

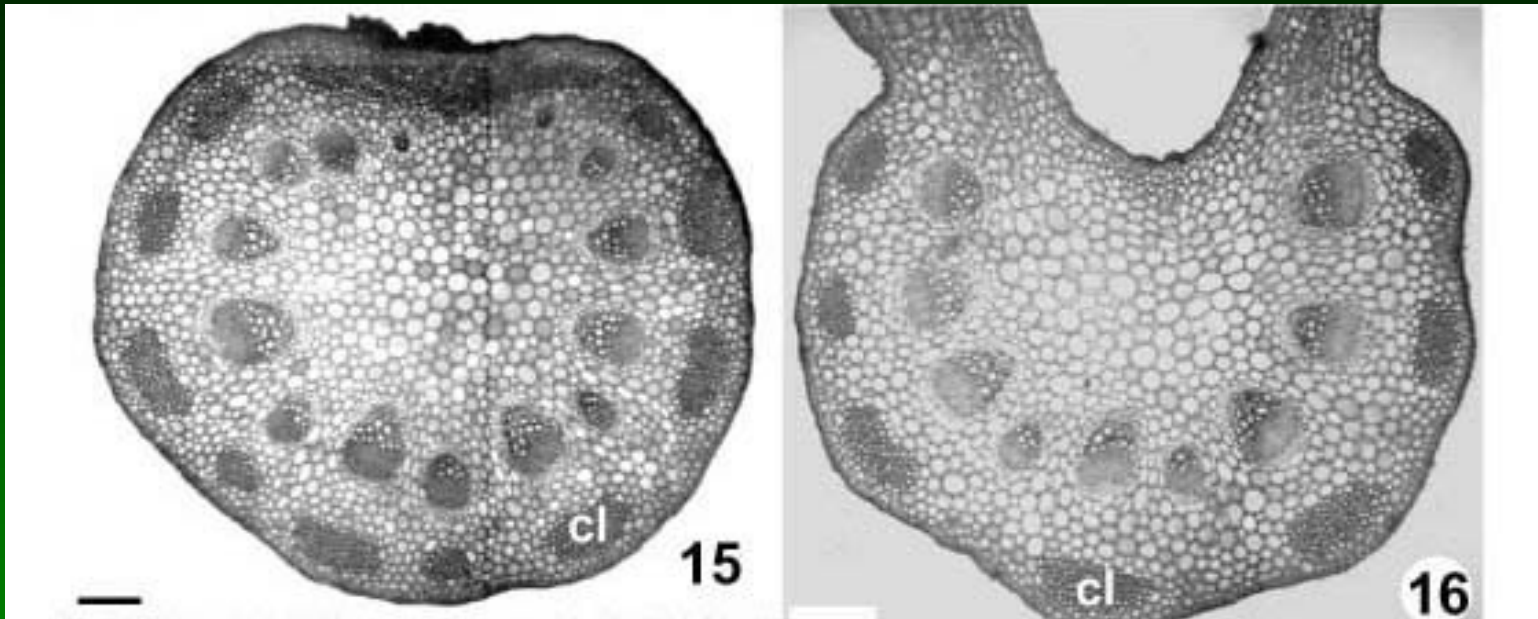


čel. *Piperaceae* – pepřovníkovité

5-8/3000, byliny, keře a liány

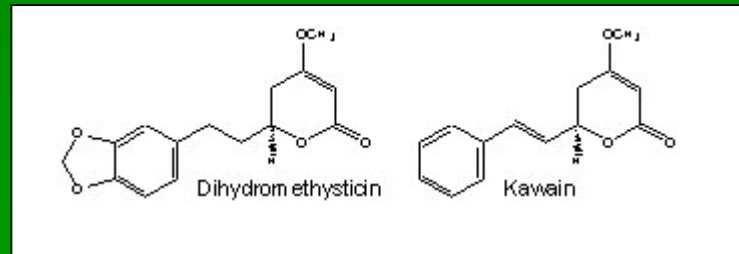


pantropické rozšíření,
zejména v oblastech deštných
pralesů

cévní svazky s náznaky rozptýlenosti – **ataktostélií**

tracheje
pletiva

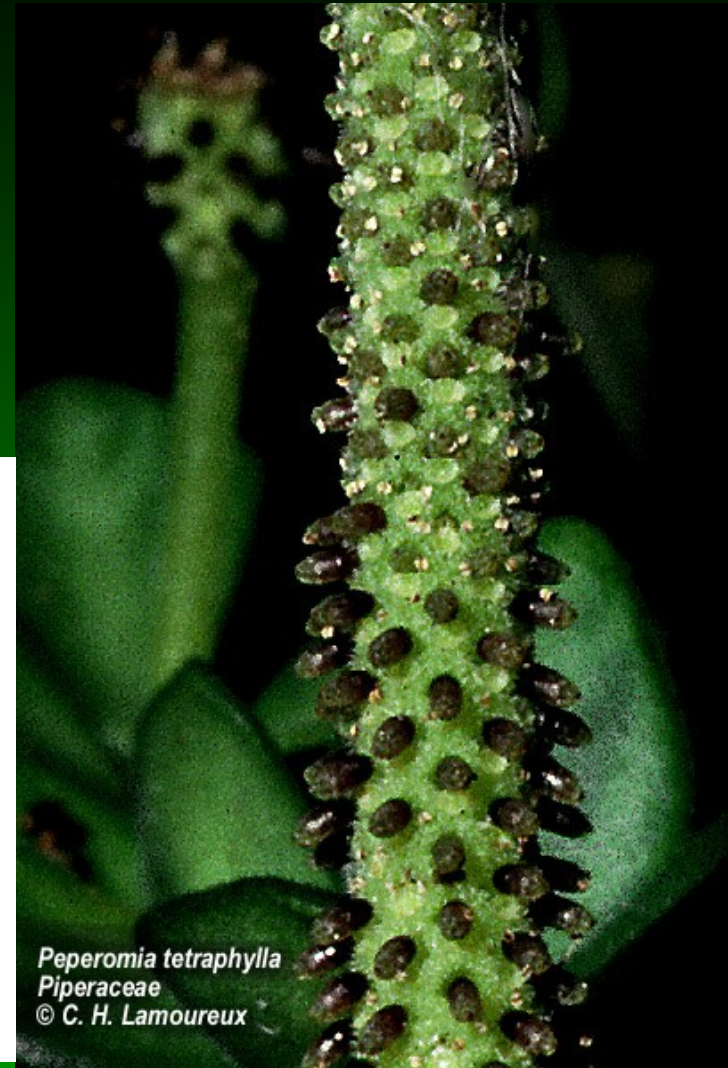
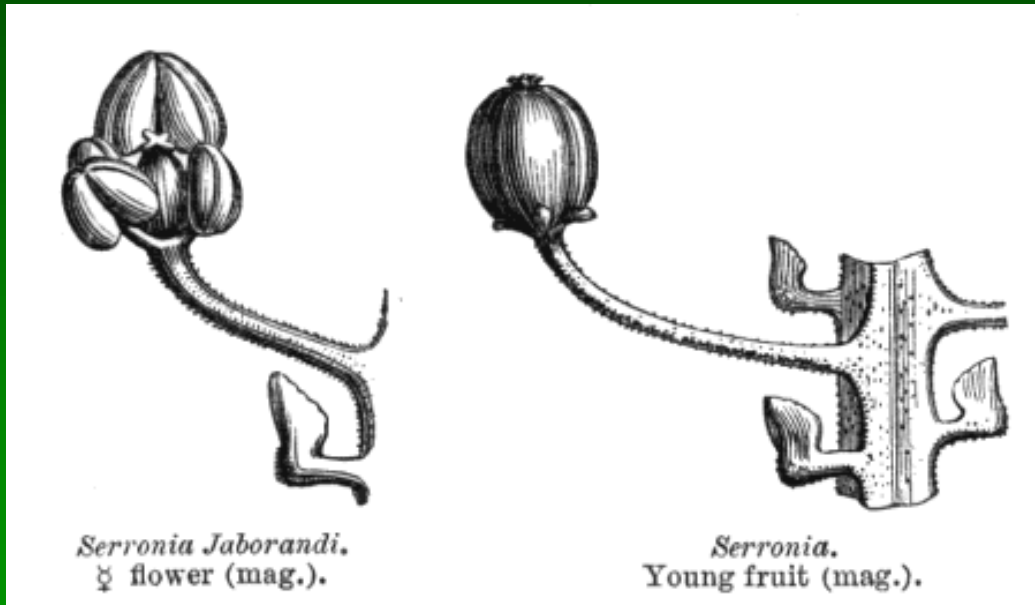
s jednoduchou i schodovitou perforací
prostoupená **buňkami s ostře palčivými silicemi**



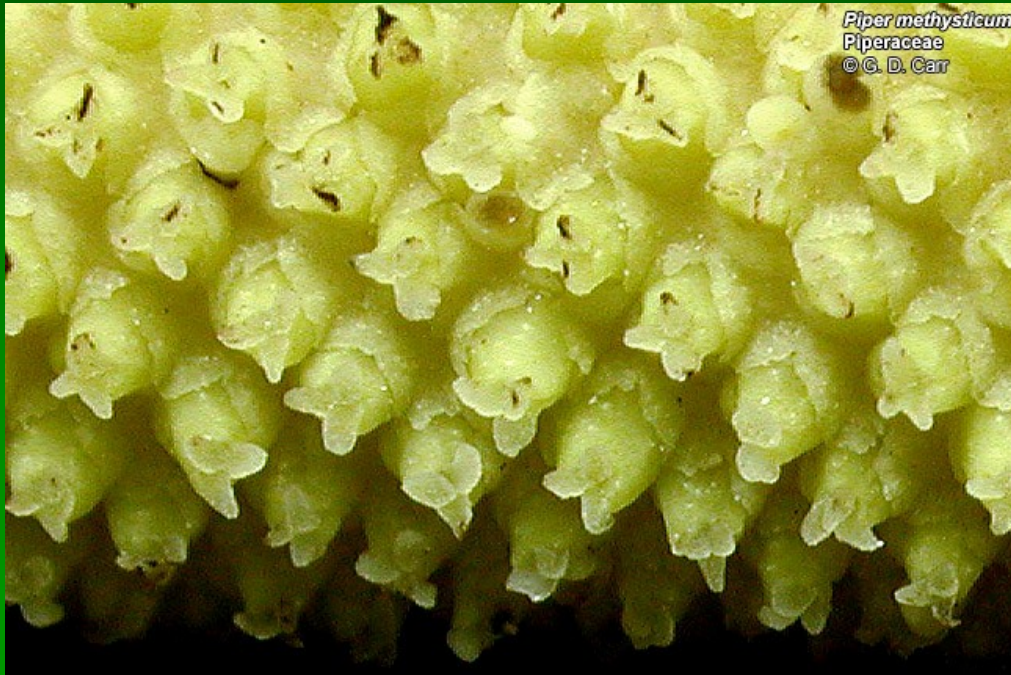
listy jednoduché, většinou střídavé, obvykle s palisty.

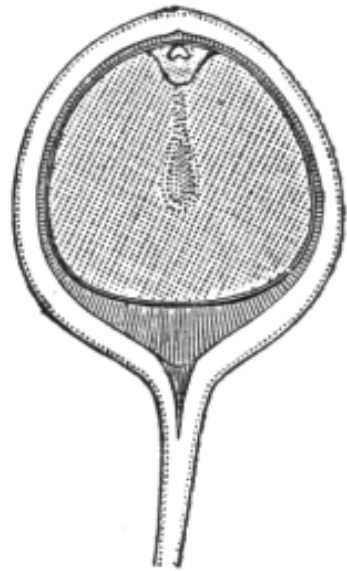


květy **drobné**,
většinou oboupohlavné, v hustých
klasech nebo hroznech,
v paždí listenů



- 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

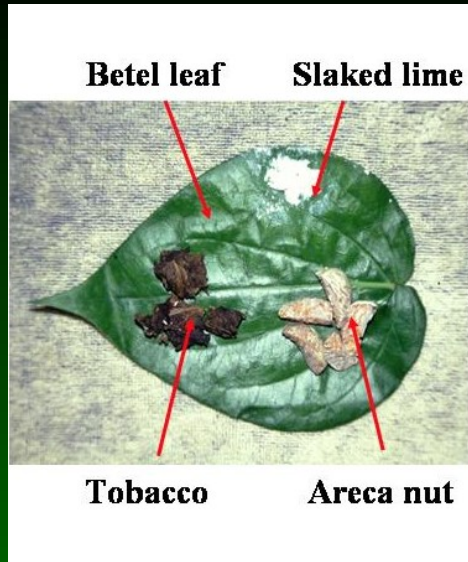
Piper nigrum
Piperaceae
G. K. Linney



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
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.

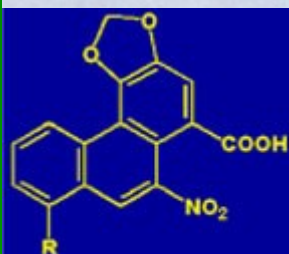
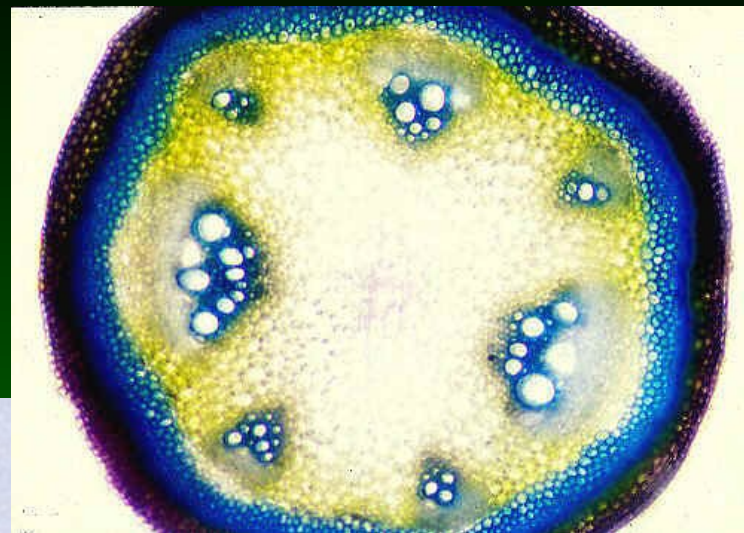
U nás zastoupeny oba druhově nejbohatší rody čeledi *Asarum* a *Aristolochia*.



dřevo heteroxylární;

tracheje s jednoduchou perforací

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

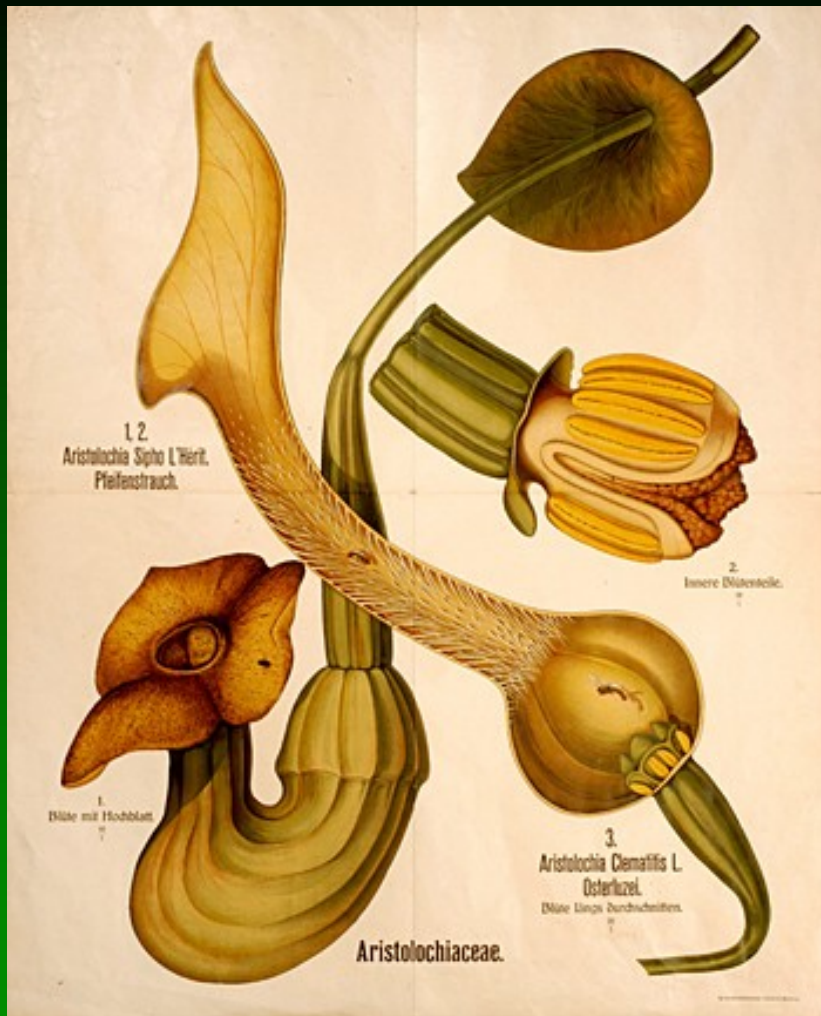


R-OCH₃ aristolochic acid I
R-H aristolochic acid II

listy

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

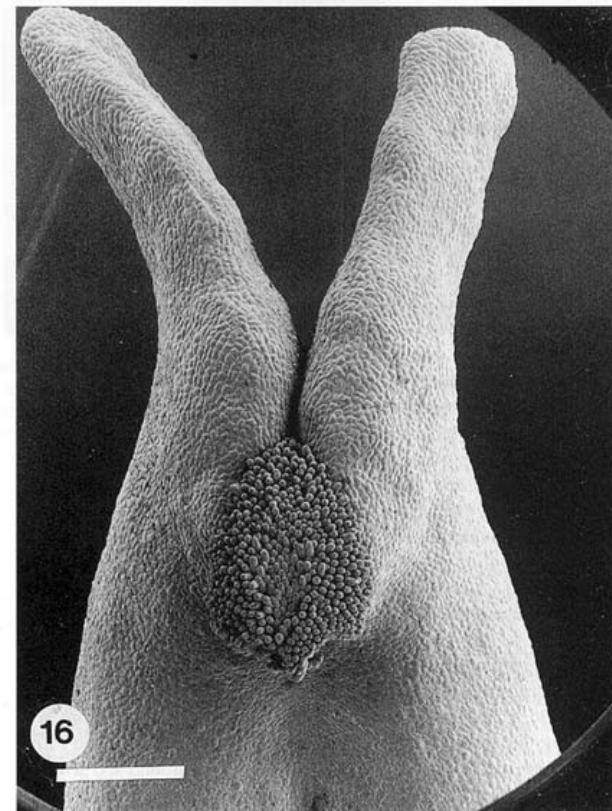
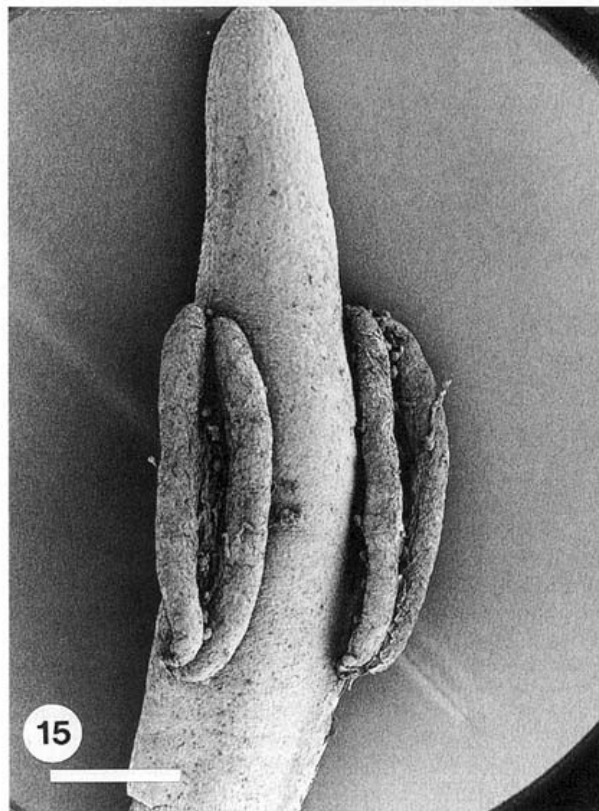
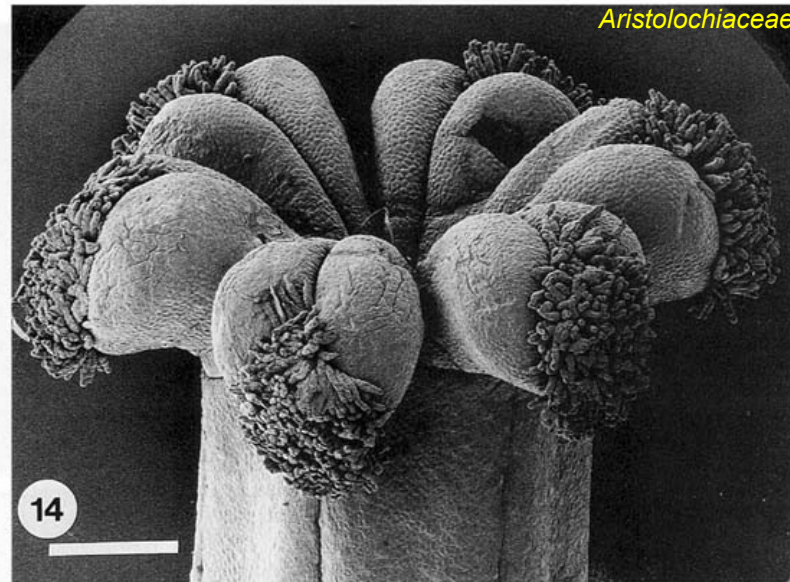
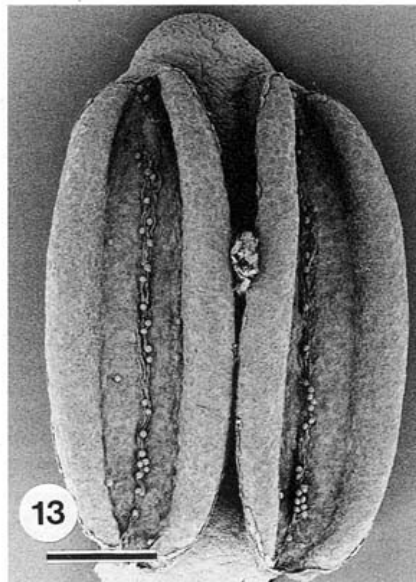




květy

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



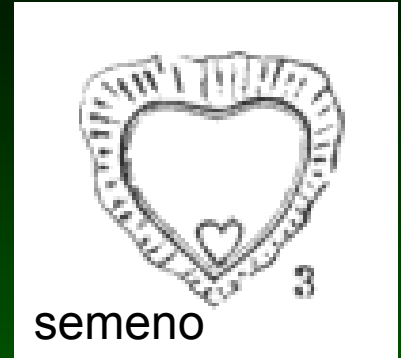
gyneceum
semeník

cénokarpní většinou ze 6 plodolistů, synkarpní
spodní





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

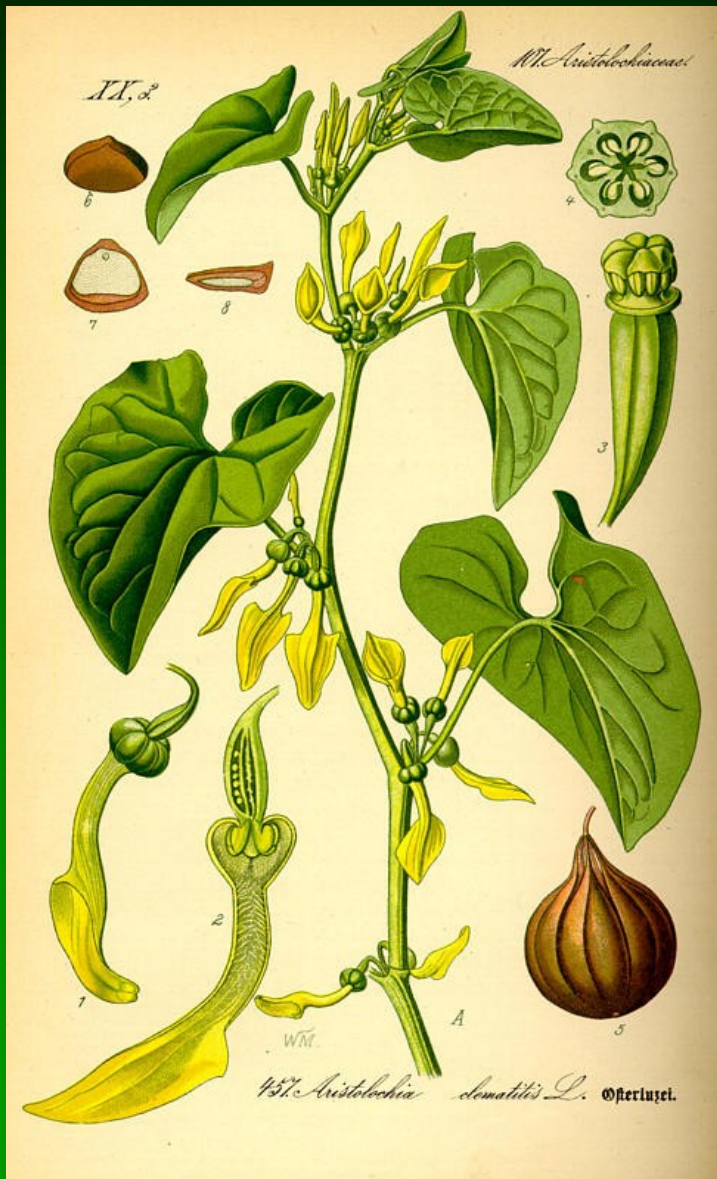


Aristolochia galeata

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*)

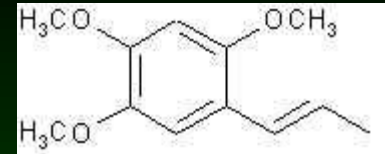
plazivý oddenek,
stálezelené kožovité ledvinité listy,
listnaté lesy a křoviny
kvete v březnu a dubnu.

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