



Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin

Bazální dvouděložné

Petr Bureš



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



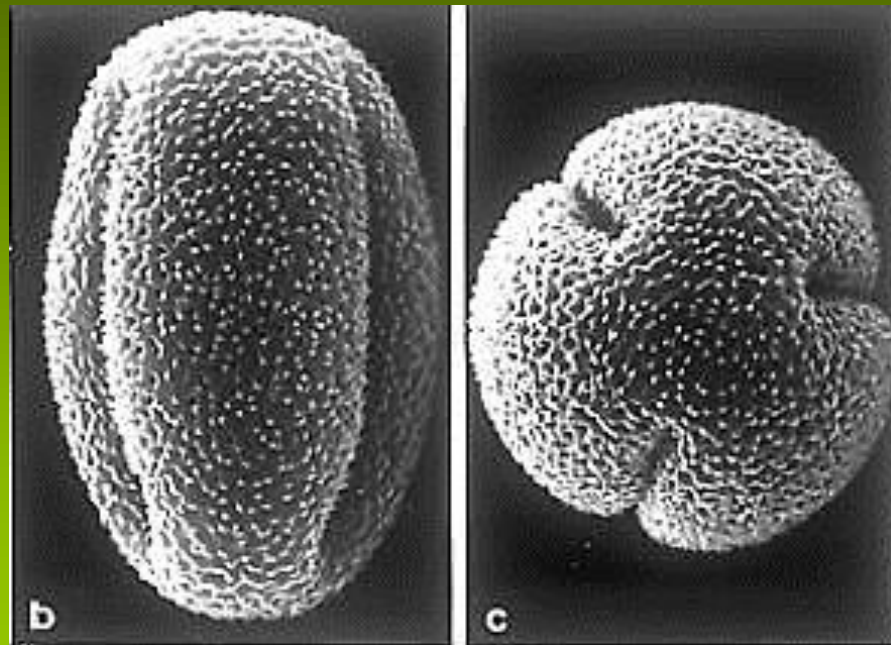
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Dvouděložné

Vývojová linie pravých dvouděložných se vyznačuje trikolpátním pylem (nebo z trikolpátního odvozeným)



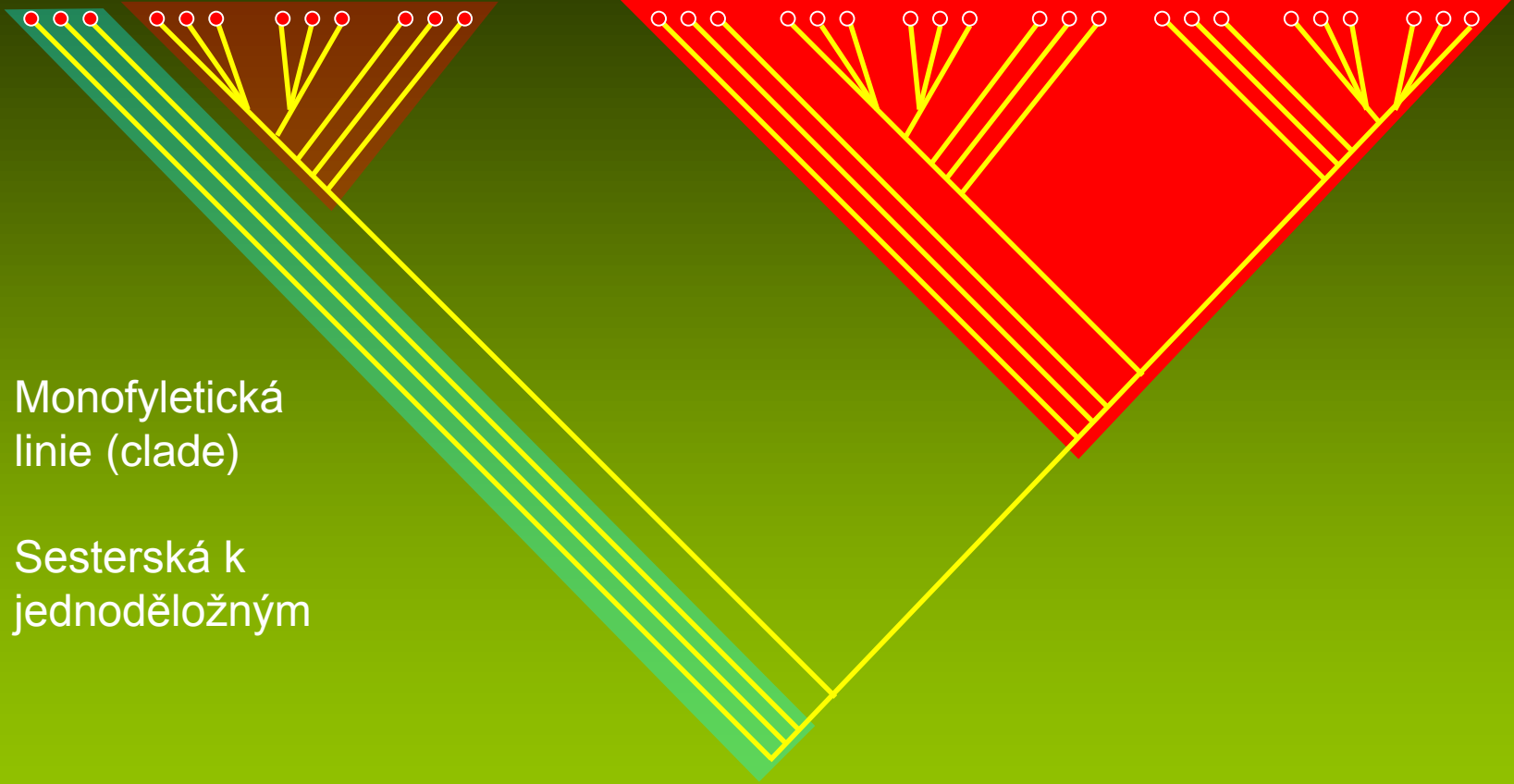
ca. 190 000 druhů = 75% krytosemenných

Dvouděložné



Bazální
krytosemenné

Jednoděložné



Monofyletická
linie (clade)

Sesterská k
jednoděložným

Bazální dvouděložné

Bazální
krytosemenné

Jednoděložné

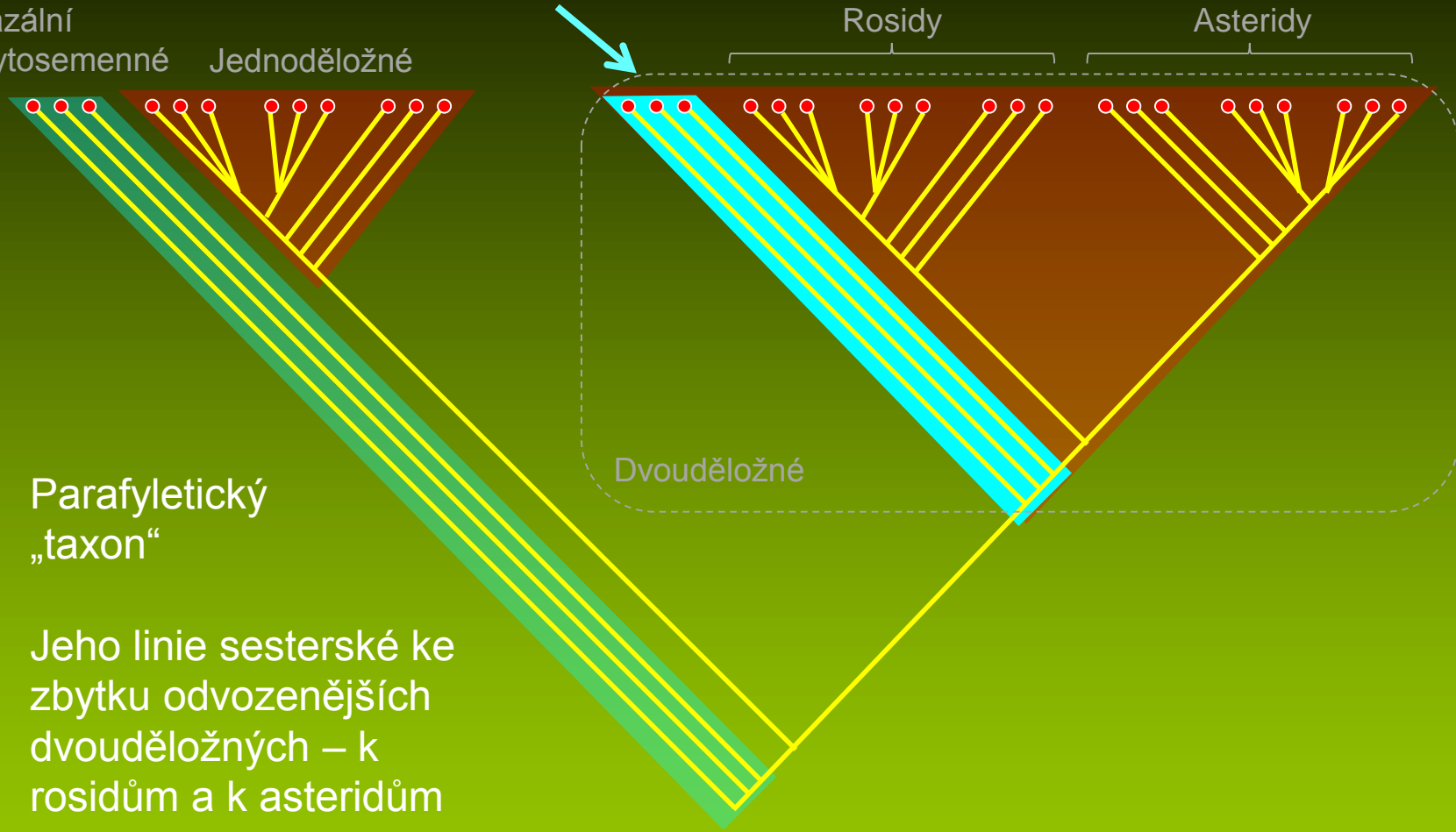
Rosidy

Asteridy

Dvouděložné

Parafyletický
„taxon“

Jeho linie sesterské ke
zbytku odvozenějších
dvouděložných – k
rosidům a k asteridům



Bazální dvouděložné

Bazální
krytosemenné

Jednoděložné

Rosidy

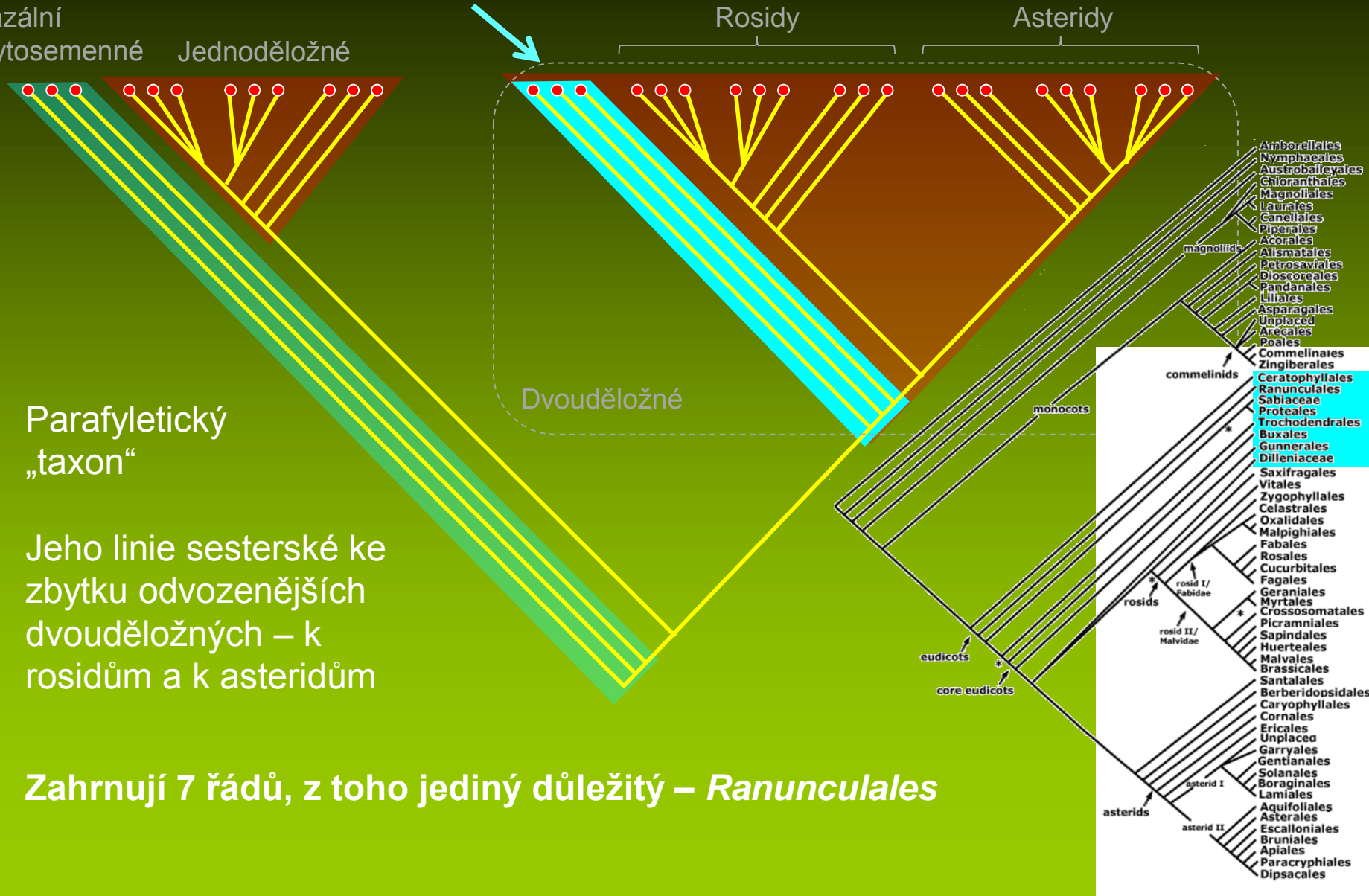
Asteridy

Dvouděložné

Parafyletický
„taxon“

Jeho linie sesterské ke
zbytku odvozenějších
dvouděložných – k
rosidům a k asteridům

Zahrnují 7 řádů, z toho jediný důležitý – *Ranunculales*



- Amborellales
- Nymphaeales
- Austrobaileyales
- Chloranthales
- Magnoliales
- Laurales
- Cannellales
- Piperales
- Acorales
- Allismatales
- Petrosaviales
- Dioscoreales
- Pandanales
- Liliales
- Asparagales
- Unplaced
- Arecales
- Poales
- Commelinales
- Zingiberales
- Ceratophyllales
- Ranunculales
- Sabiaceae
- Proteales
- Trochodendrales
- Buxales
- Gunnerales
- Dilleniaceae
- Saxifragales
- Vitales
- Zygophyllales
- Celastrales
- Oxalidales
- Malpighiales
- Fabales
- Rosales
- Cucurbitales
- Fagales
- Geraniales
- Myrtales
- Crossosomatales
- Picramniales
- Sapindales
- Huerteales
- Malvales
- Brassicales
- Santalales
- Berberidopsidales
- Caryophyllales
- Cornales
- Ericales
- Unplaced
- Garryales
- Gentianales
- Solanales
- Boraginales
- Lamiales
- Aquifoliales
- Asterales
- Escalloniales
- Bruniales
- Apiales
- Paracryphiales
- Dipsacales

Bazální dvouděložné – hlavní znaky

Květní obaly

- vyvinuté,
- často nerozlišené,
- volné,
- v počtu lístků často variabilní,
- zpravidla spirálně uspořádané

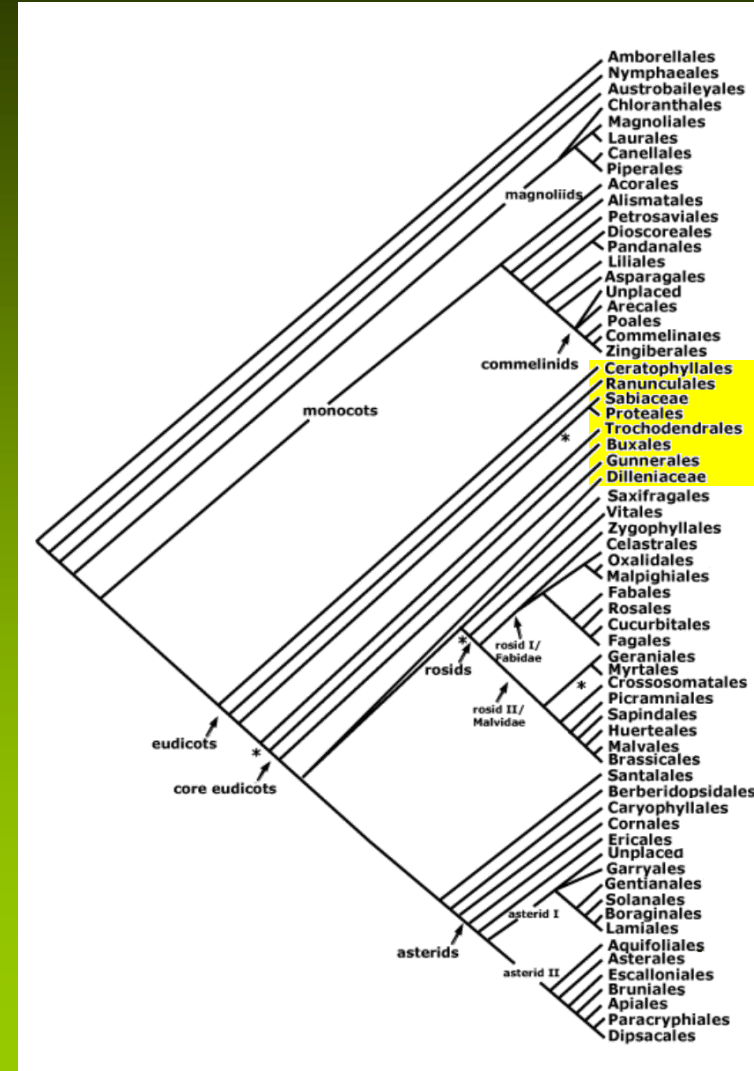
Podobně tyčinky a plodolisty

Gyneceum

- převážně apokarpní

Plodolisty

- často s přisedlou bliznou





1. řád *Ranunculales*

zahrnuje 7 čeledí, z toho 2 významné:

- pryskyřníkovité (*Ranunculaceae*)
- mákovité (*Papaveraceae*)

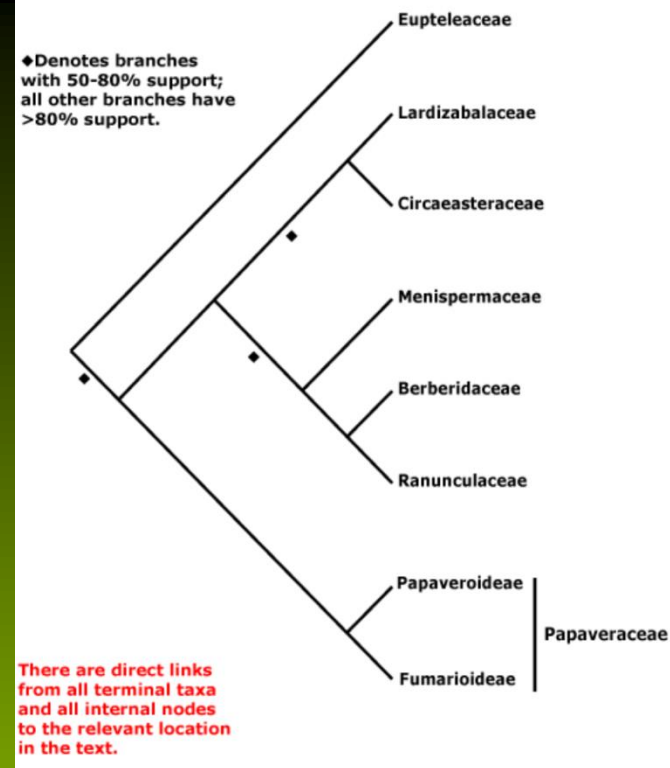
vyznačuje se

- převážně bylinným habitem,
- obsahem alkaloidů
- členěnými jednoduchými listy s často dlanitou žilnatinou popř. listy složenými, postavenými obvykle střídavě
- zpravidla oboupohlavními květy
- u primitivních ještě s nerozlišenými květními obaly

z našich čeledí jsem patří ještě dřišťálovité (*Berberidaceae*)



Berberis vulgaris - dřišťál obecný
pensum



pensum

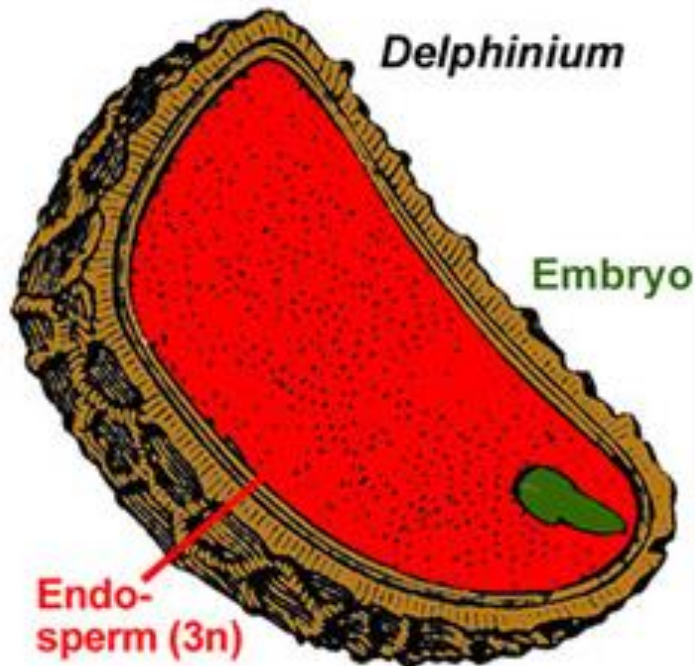
***Berberis vulgaris* - dřišťál obecný**

Berberis vulgaris L.
©Bernd Liebermann



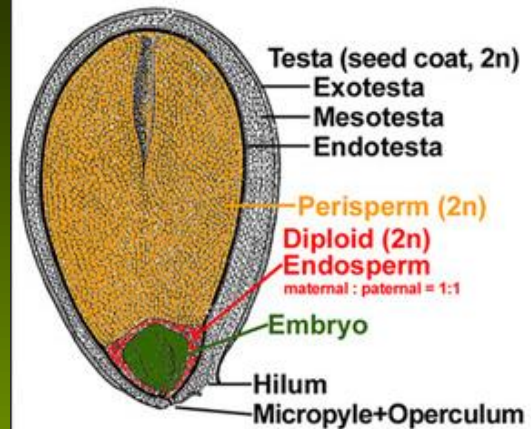
vajíčka často s malým embryem, silně vyvinutým endospermem, perisperm chybí (Embryo : semeno = 0,3–0,4)

(E) Angiosperms:
Basal Eudicots
Ranunculaceae

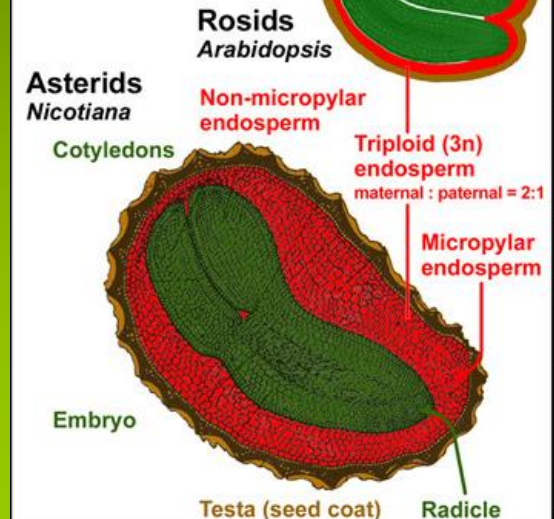


(D) Basal angiosperms:
Nymphaeaceae

Nuphar luteum



(F) Angiosperms:
Core Eudicots



Ranunculaceae - pryskyřníkovité

62/2500,
rozšíření kosmopolitní, těžištěm mírné pásmo
sev. polokoule; v ČR 65 druhů



převážně byliny, některé vodní, vzácně dřevnaté
líány

v pletivec alkaloidy
(skoro všichni
zástupci jedovatí)



Listy často bohatě členěné nebo složené, spirálně uspořádané, řapíkaté nebo přisedlé



*Anemone, Aconitum, Ranunculus,
Trollius*



Pulsatilla



Caltha, Ficaria



Clematis



Ranunculus



Actaea, Cimicifuga



*Aquilegia, Thalictrum,
Isopyrum*



Nigella, Adonis

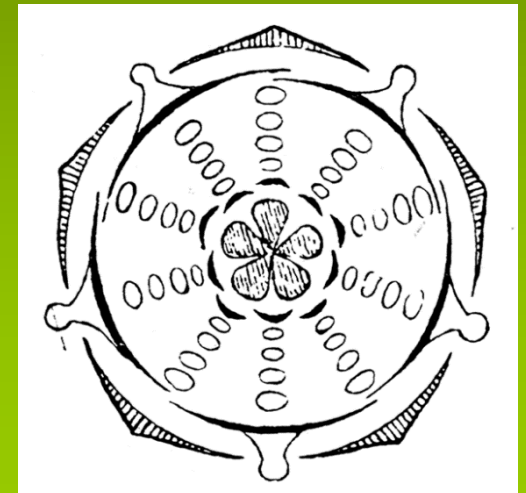
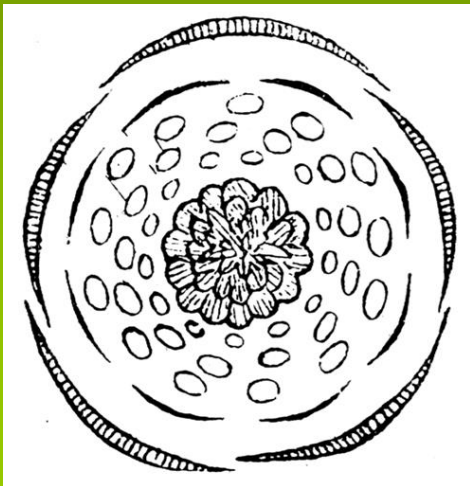
Pokud je čepel jednoduchá, má často dlanitou žilnatinu

květy oboupohlavné, jednotlivé nebo v hroznovitých květenstvích

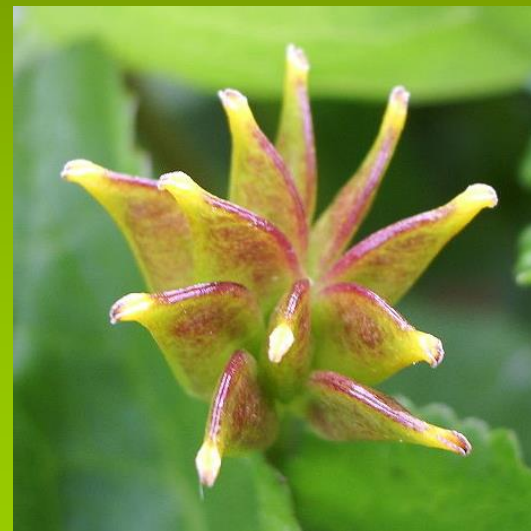
květní části většinou ve spirále (všechny cyklické jen u orlíčku), často ve větším neustáleném počtu

často s nerozlišeným okvětím (homochlamydeické květy):
blatouch (*Caltha*), sasanka (*Anemone*), jaterník (*Hepatica*),
čemeřice (*Helleborus*).

heterochlamydeické květy má např. pryskyřník (*Ranunculus*),
orsej (*Ficaria*) nebo lakušník (*Batrachium*)



gyneceum apokarpní
 plod: nažka nebo měchýřek, vzácně bobule, často v
 souplodí



Vzácně počet plodolistů
víceméně stabilní

Isopyrum - 2



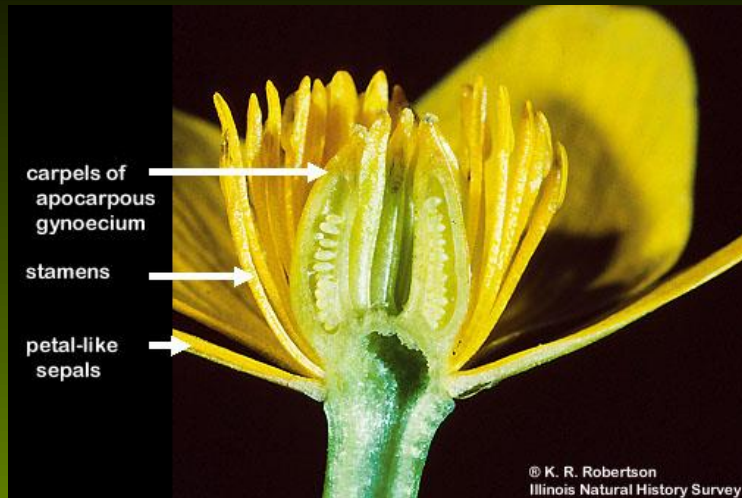
© Pavel Veselý

Consolida - 1



Aquilegia - 5



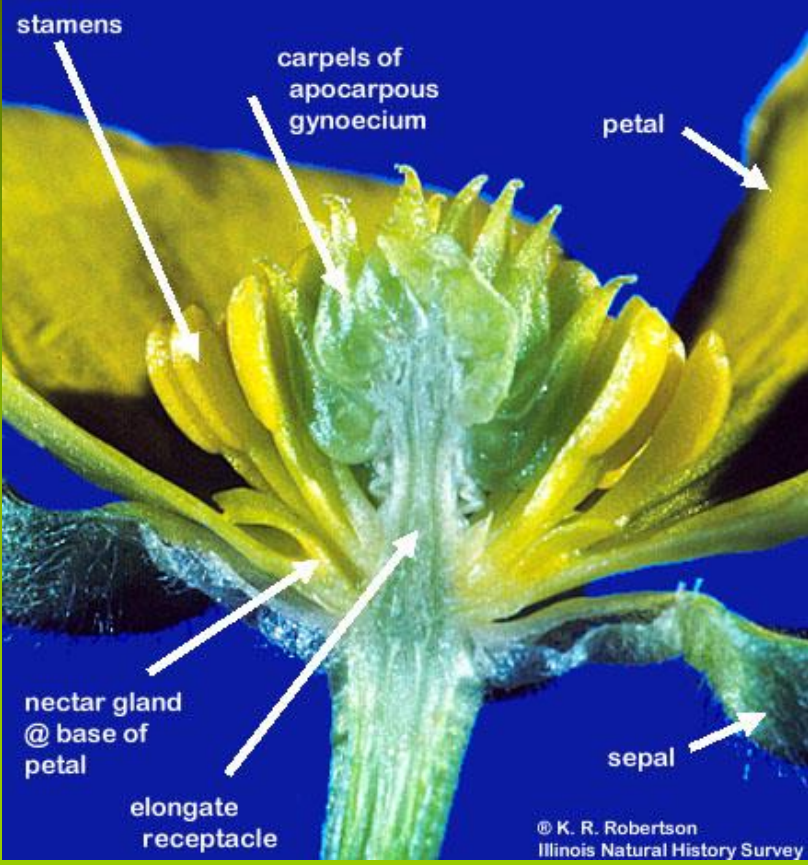


Placentace je marginální → měchýřek nebo bobule u *Actaea*
nebo bazální → nažka

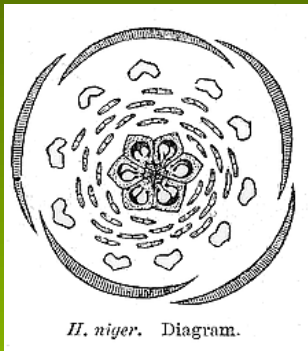
Ranunculus repens L.
© Thomas Schoepke



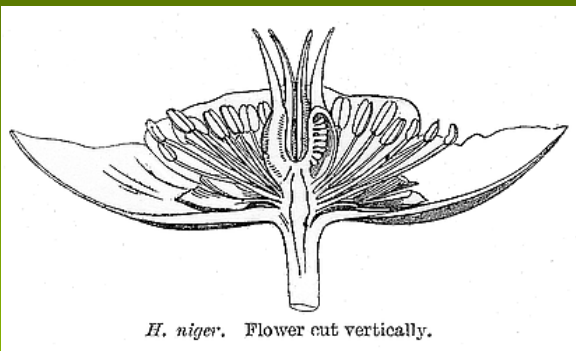
opýlení: entomogamie



Čemeřice černá (*Helleborus niger*) - u nás jen pěstovaná, původní v Alpách. Sušený, na prášek rozemletý kořen pronikavě voní a vzbuzuje kýchání - součást šňupavého tabáku. Kvete většinou již v únoru, což zvdalo příčinu řadě pověr - podle nichž její kořen zajišťoval tomu kdo jej u sebe nosil věčné mládí.



H. niger. Diagram.



H. niger. Flower cut vertically.



Orlíček obecný

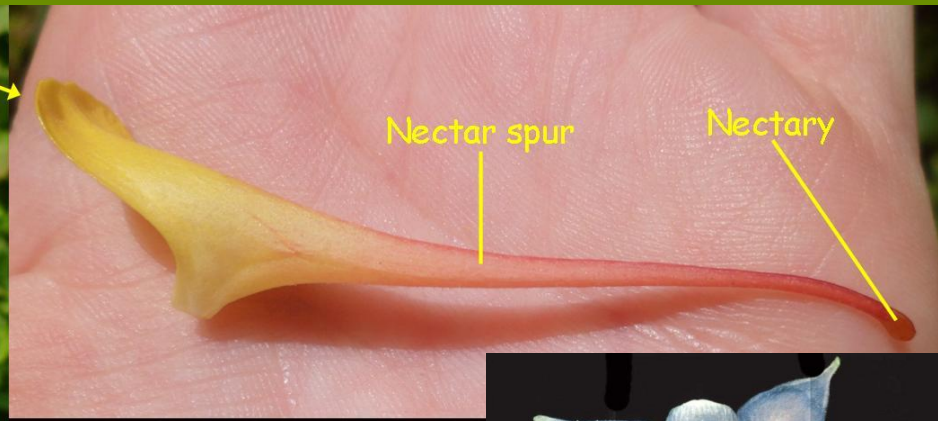
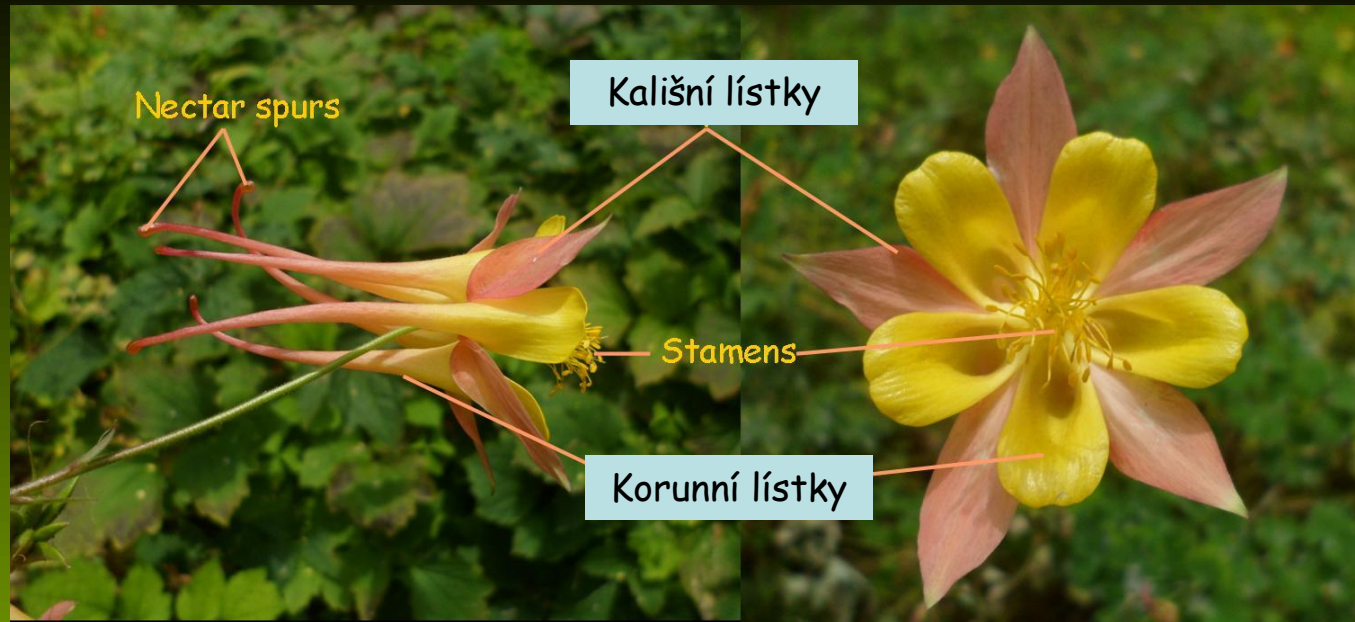
Aquilegia vulgaris

pensum

korunovitě modře nebo fialově zbarvený kalich,
ostruhaté nektariové korunní lístky,
pěstovaný i planý,
jedovaté glykosidy



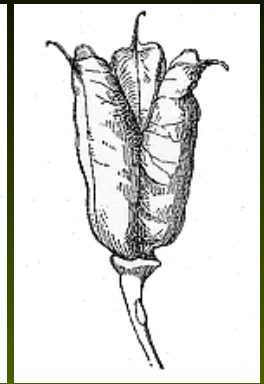
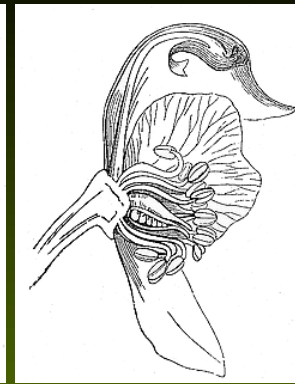
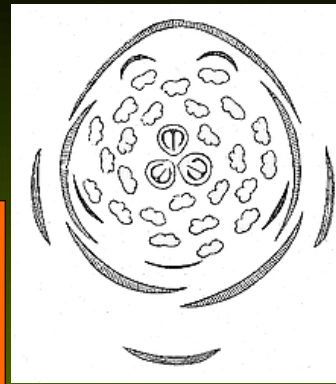
Květ orlíčku
(*Aquilegia sp.*),



Oměj pestrý (*Aconitum variegatum*)

Oměj vlčí (*Aconitum lycoctonum*)

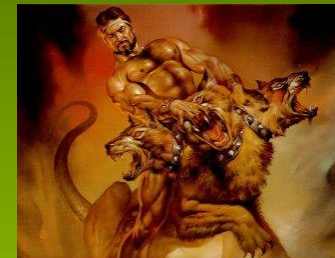
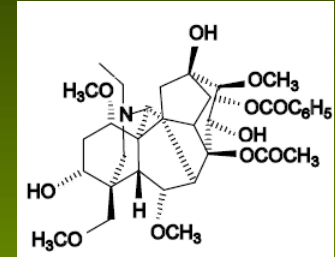
zygomorfní květy opylované čmeláky



Oměj vlčí mor (*Aconitum vulparia*) obsahuje stejně jako ostatní oměje prudce jedovaté alkaloidy - zejména akonitin, myoktonin, lykoktonin

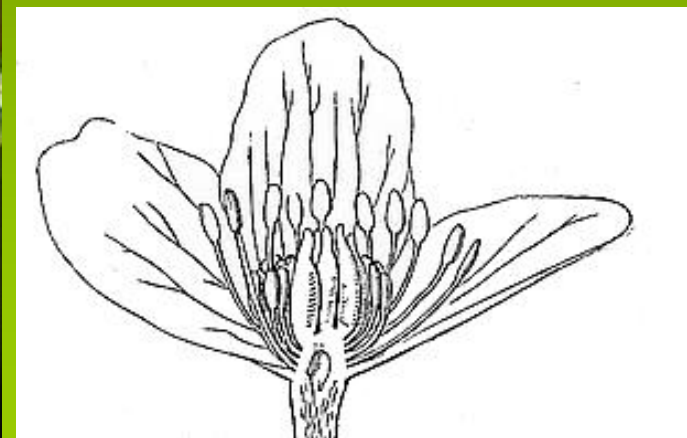
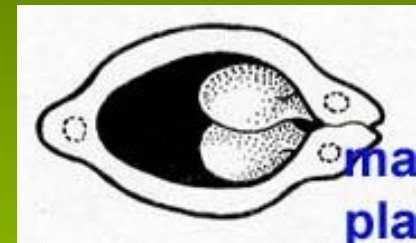
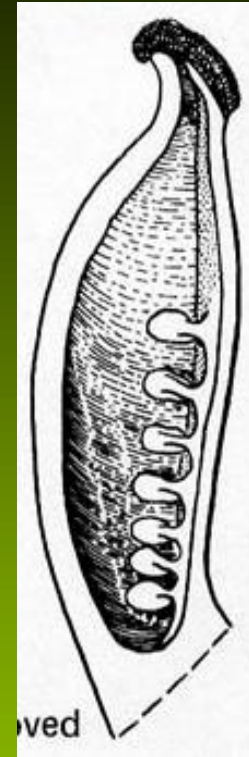
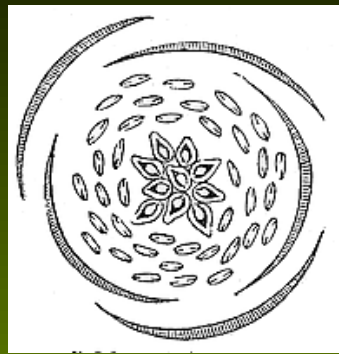
Podle řecké báje vyrostla tato rostlina z poslední jedovaté sliny, kterou v předsmrtné křeči vychrstl proti reku Herkulovi pes Cerberos. Staří Římané výtažek z kořene používali na výrobu otrávených návnad se syrového masa k usmrcení vlků a lišek. Starými Galy a Germány byly šťávou z omějů napouštěny hroty oštěpů určené k lovu vlků.

Akonitin patří mezi nejsilnější nervové jedy rostlinné - k otravě dospělého člověka stačí 3-4 mg. Působit může po požití, podkožním vstříknutí, ale dráždivě i přes pokožku, nejprve se dostavuje svědění, mravenčení, pálení, pak pocení, slinění, fibrilární záškuby kosterního svalstva, a nakonec ochrnutí jako při otravě jedem "kurare". Srdce upadne do fibrilárního chvění a nastává smrt. Všechny části rostliny obsahují alkaloidy v koncentraci (0,2-3%). Na usmrcení člověka by tak stačilo teoreticky 2 g kterékoli části rostliny, za určitých okolností však již 0,1 g svěží hmotnosti! Sušením se jedovatost neztrácí. Velmi nebezpečné jsou modré květy pěstovaných kříženců *A. x cammarum* přitahující svou pestrou barvou malé děti, k tomu aby z nich vysávaly nektar jak se to v některých krajích dělá se všivci či s jeteli. Postižený se dá zachránit včasným výplachem žaludku a udržením životních funkcí, pak je naděje na uzdravení vysoká.



pensum

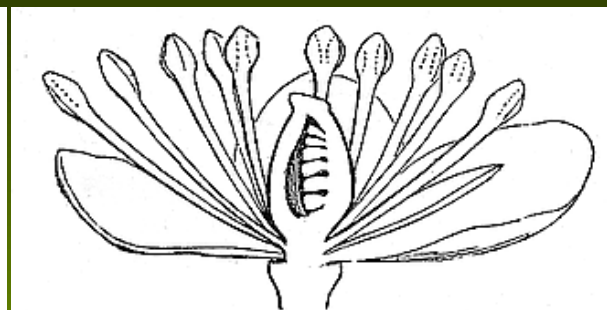
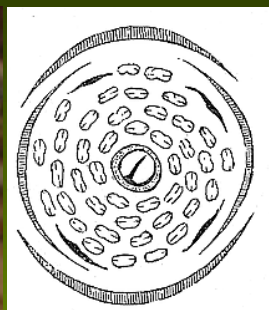
Blatouch bahenní (*Caltha palustris*) roste tam, kde na jaře stagnuje voda; není tak jedovatý jako ostatní příslušníci čeledi. Šťávou z listů se dřív přibarvovovalo máslo.



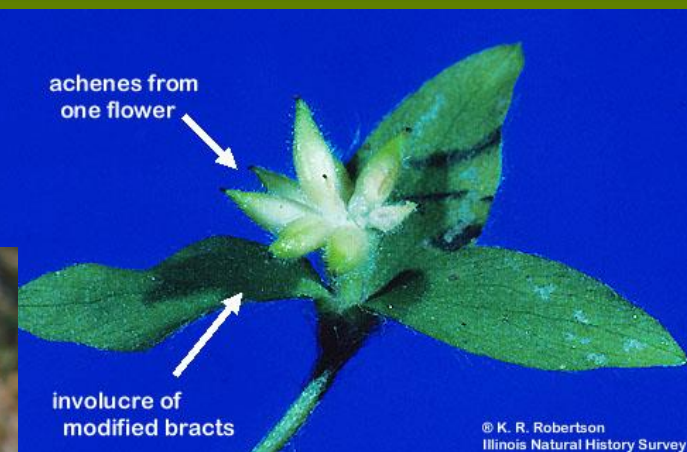
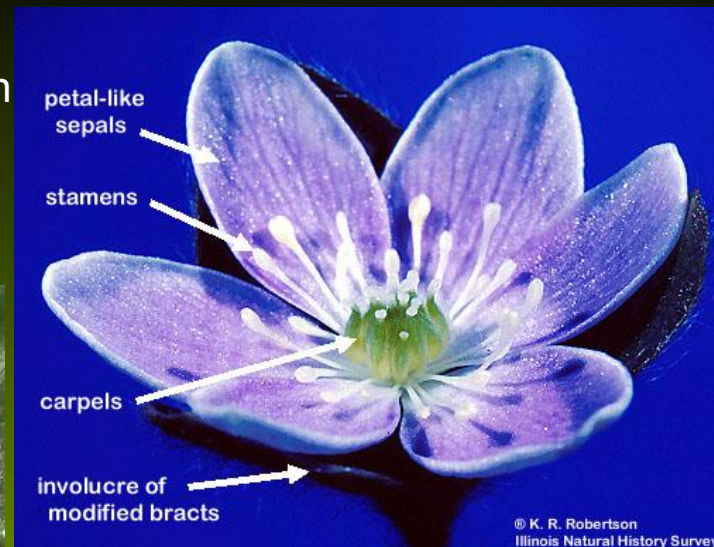
© Michal Hroneš



Samorostlík klasnatý (*Actaea spicata*) - hlavně v bukových lesích;
 lesklé černé bobule vzniklé z jediného plodolistu jsou stejně jako celá rostlina
 jedovaté (protoanemonin). Požití → zvracení a průjem, omámení až delirium.



Jaterník podléška (*Hepatica nobilis*), modře kvetoucí zjara hojně v listnatých lesích, ve vyšších polohách jen na bazických substrátech. Trojčetný přeslen listů pod květem napodobuje kalich. Chlupaté nažky mají na bázi elaiosom (zdužnatělé gynopodium) - myrmekochorie.

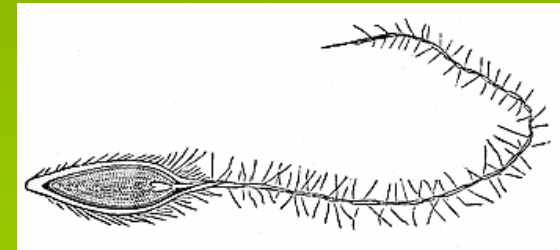


Koniklec luční (*Pulsatilla pratensis*) s tmavofialovými květy. Jméno od lat. "pulsare" bítí, tlouci (jejich květy ve větru připomínají komíhající se zvony)

pensum

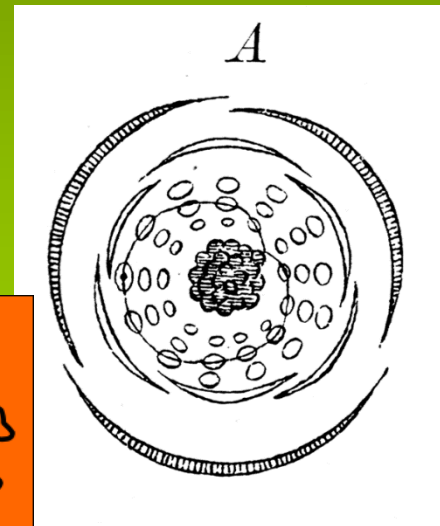
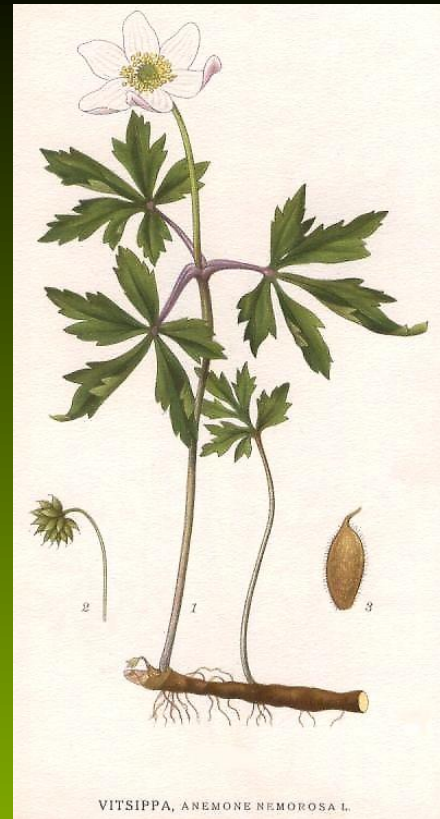
Koniklec velkokvětý (*Pulsatilla grandis*)

- světle modrofialové květy.

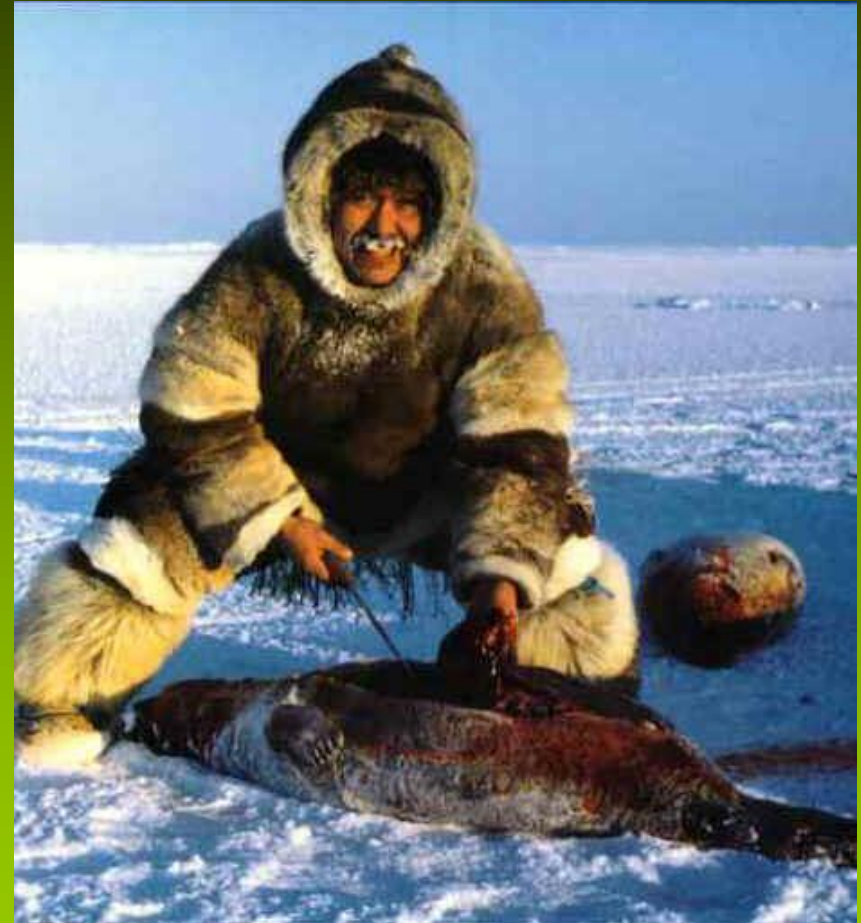




Sasanka hajní (*Anemone pensum nemorosa*) obsahuje jedovatý protoanemonin. Přiložení listů na pokožku vyvolává zánět a tvorbu puchýřů (simulace kožních chorob) v zemi oddenek – z něj vyrůstají jednotlivé listy kvetoucí lodyha nese přeslen tří listů



Sasanka pryskyřníkovitá (*Anemone ranunculoides*) šťávu z této sasanky užívali údajně kamčatští domorodci na hroty šípů k zabíjení tuleňů.



Orsej jarní pensum (*Ficaria verna*)

vystoupavá lodyha
jednoduché listy,
často na
zaplavovaných
místech



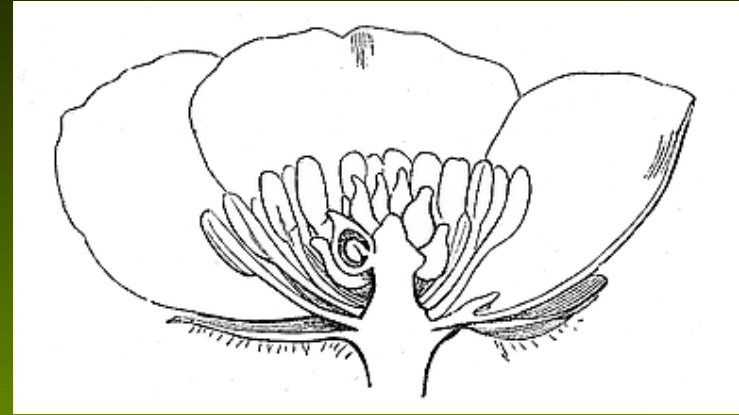
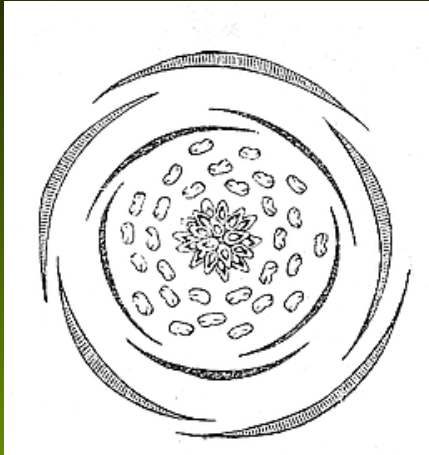
www.naturfoto.cz

© Jiří Bohdal



pensum

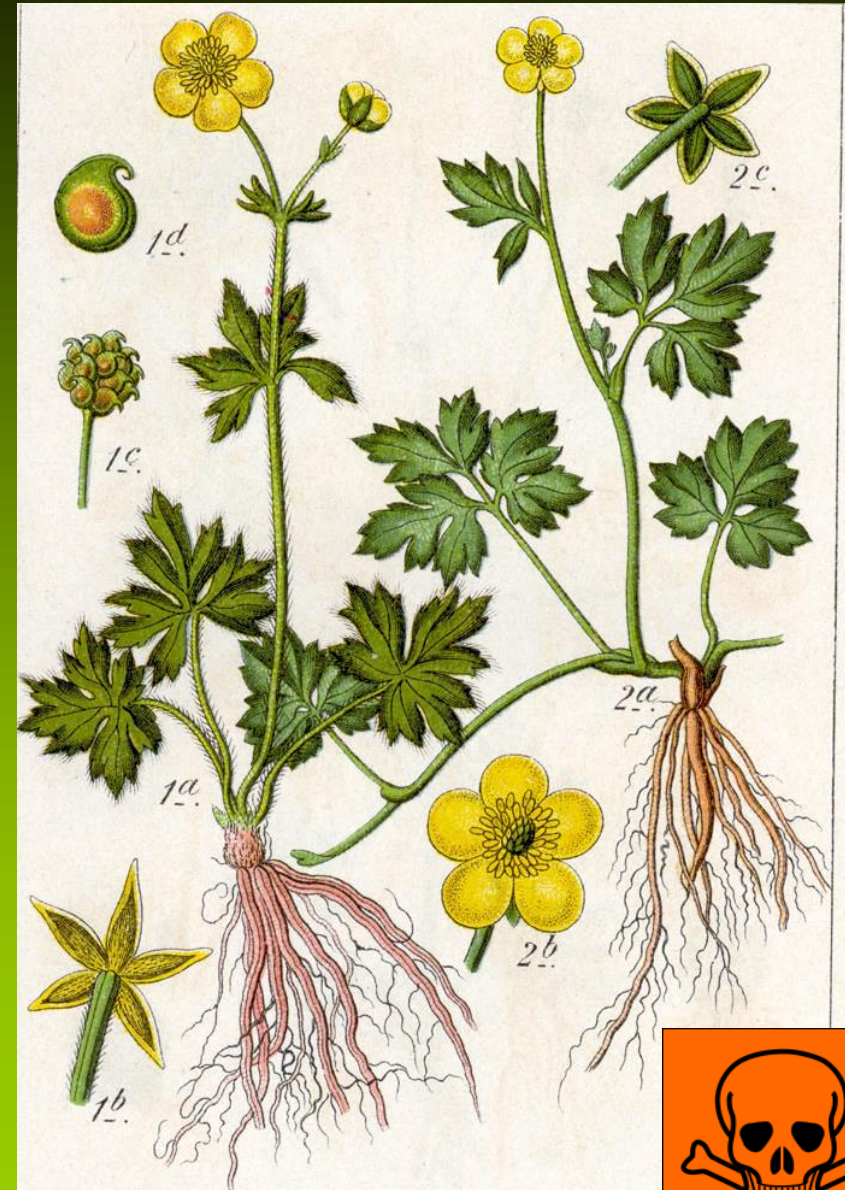
Pryskyřník prudký (*Ranunculus acris*). Pryskyřníky mají květy heterochlamydeické. Obsahují protoanemonin.



pensum
 Pryskeřník plazivý (*Ranunculus repens*)
 v nodech kořenující; roste podél cest



Copyright: Hörður Kristinsson 1999



pensum

Hlaváček jarní (*Adonis vernalis*)

teplé slunné stráně (ikona jihomoravských
ochranářských botaniků)



pensum

Zapalice žluťuchovitá (*Isopyrum thalictroides*)

teplé listnaté lesy, hlavně na Moravě

listy s blanitými palisty

homochlamydeické bílé květy

plody – dvojice měchýřků



Lakušník vodní (*Batrachium aquatile*).

Heterofylie = různolistost:
natantní listy ploché
fluitantní listy dělené v niťovité úkrojky



<http://botanika.wendys.cz>



(c) <http://www.prirodou.cz>

Nejstarší fosilní záznam *Ranunculaceae*: *Leefructus mirus*
(123 mil. let BP – spodní křída) – Čína



G Sun *et al.* *Nature* **471**, 625-628 (2011) doi:10.1038/nature09811

Papaveraceae – mákovité

– *Papaveroideae*

zpravidla byliny

listy dělené nebo složené, střídavé, bez palistů

v pletivech s mléčnicemi

obsahují alkaloidy



26/300

hlavně v mírném pásmu severní polokoule

u nás jen 4/13 včetně zavlečených a pěstovaných



květy aktinomorfní,
obvykle bisymetrické,
zpravidla jednotlivé

kalich obvykle 2, záhy
opadavý



<http://botanika.wendys.cz>

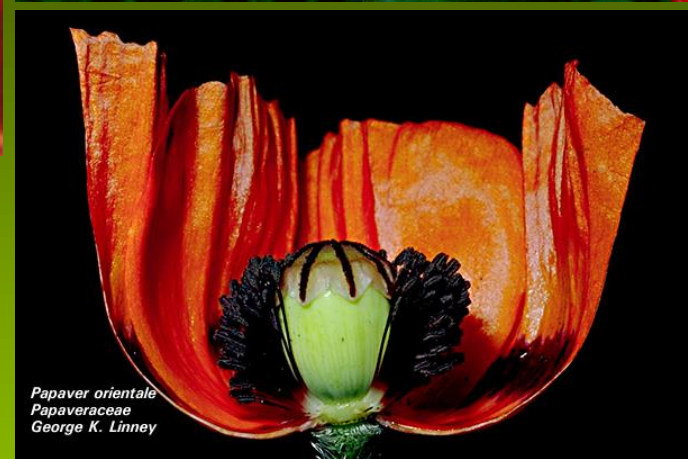
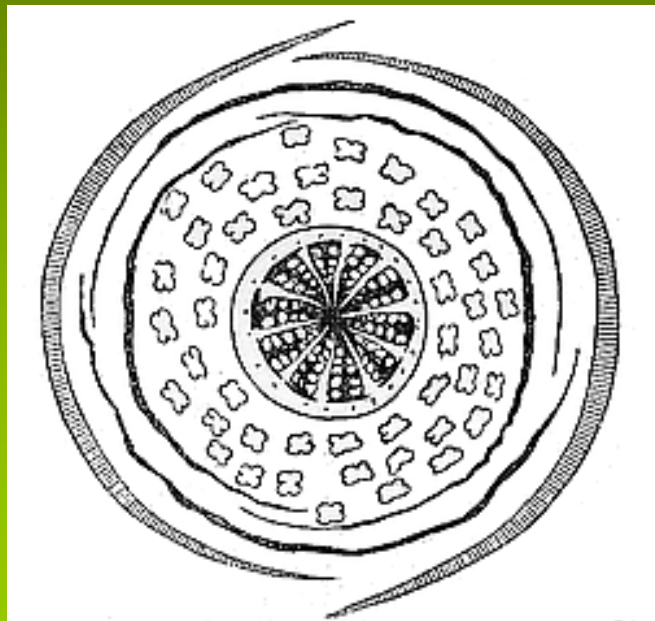
koruna většinou
2+2, bez ostruh

tyčinek obvykle
mnoho

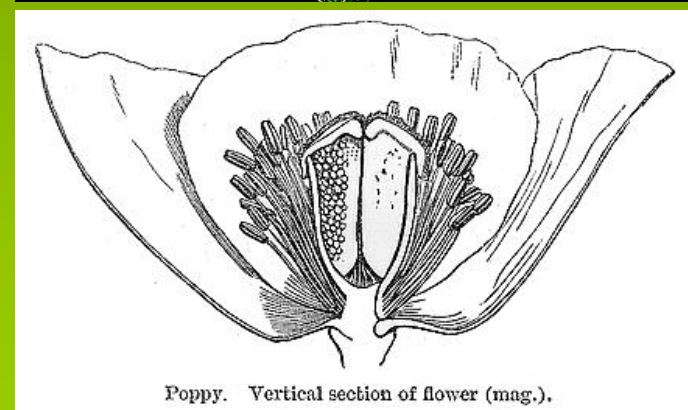
gyneceum
synkarpní z
mnoha až 2
plodolistů

semeník svrchní

blizna přisedlá
na semeníku



Papaver orientale
Papaveraceae
George K. Linney



Poppy. Vertical section of flower (mag.).

Mák setý (*Papaver somniferum*)
 Latinsky somniferus znamená
 snodárný. Alkaloidy jsou v celé rostlině
 kromě semen. Zralá tobolka -
 makovice - její vnitřek je nedokonale
 přehrádkován lamelami; otevírá se
 otvory mezi bliznovými paprsky.



Pěstuje se pro semena s
bohatým olejnatým
endospermem - mák



Opium z latexu z nezralých makovic.

Narkotické účinky máku znali již obyvatelé staré Mezopotámie.

Surové opium = $\frac{3}{4}$ latex + $\frac{1}{4}$ **alkaloidy**

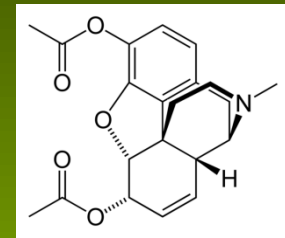
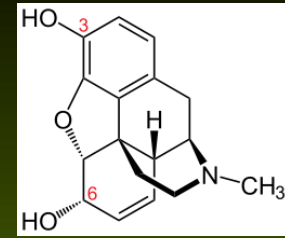
(gnoskopin, hydrokotarnin, kodamin, kodein, kryptopin, lanthopin, laudanin, laudanidin, laudanosin, mekonin, **morfin**, narkotin, narcein, oxydimorfin, oxynarkotin, papaveramin, papaverin, protopin, aporhein, rhoeadin, thebain, porfyroxin, xanthalin, neopin, narkotolin)

Morfin - tlumivé účinky na CNS, kodein podobné účinky působí hlavně na centrum kašle (antitussicum).

Acetylací morfinu → heroin (v těle metabolizuje zpět na morfin)

Smrtelná dávka opia je 2-4 g, čistého morfinu 0,25-0,5 g. To neplatí pro narkomany - u nich se práh smrtelnosti s návykem zvyšuje.

Akutní otrava se dostaví po 30-60 minutách, smrt nastává zástavou dechu.



pensum

Mák vlčí (*Papaver rhoeas*)

náš nejhojnější planý druh máku
archeofyt (= u nás rostlina nepůvodní, ale k
jejímu zavlečení k nám došlo dávno - před
objevením Ameriky)



pensum

Vlaštovičník větší (*Chelidonium majus*) -

ruderální stanoviště, obsahuje 10-12 různých alkaloidů (chelidonin, sanguinarin, chelerythrin a jeho deriváty, spartein).

Působí dráždivě až leptavě na pokožku a sliznice. Po požití omámení až narkoza, zvracení, krvavé průjmy a krvavá moč. Uvádí se případ, kdy na otravu dospělého stačilo 0,33 g výtažku z rostliny.





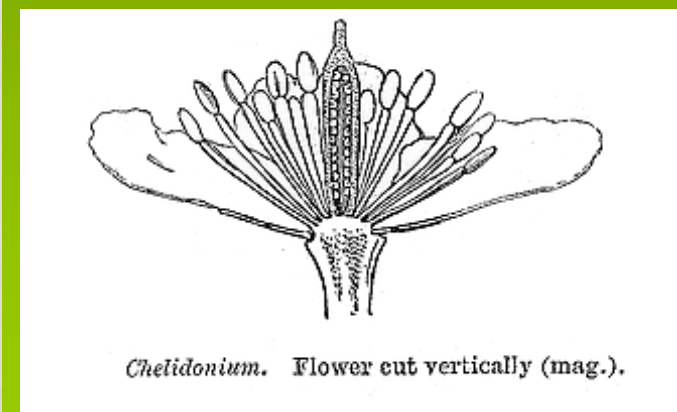
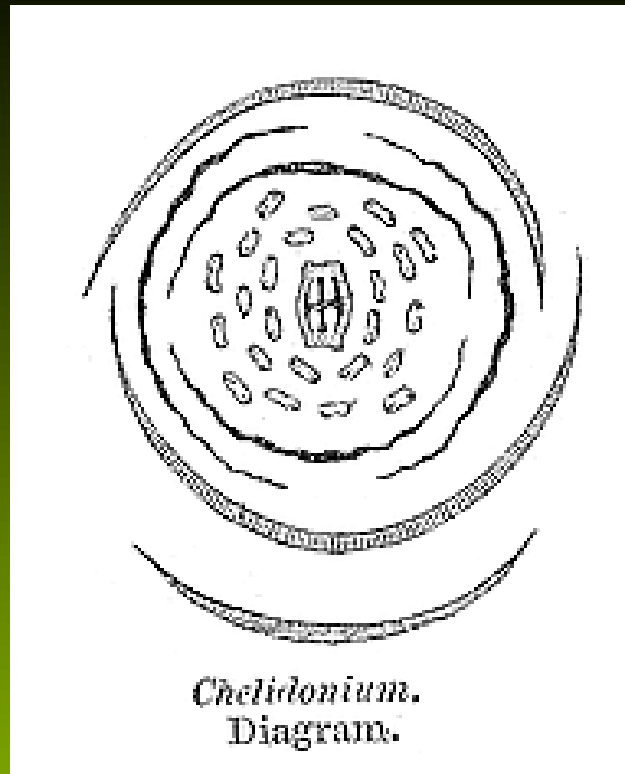
Chelidonium majus (glistnik jaskółcze ziele) <http://fotobabij.blogspot.com>



Chelidonium majus

semena mají
masíčko

rozšiřování
mravenci =
myrmekochorie



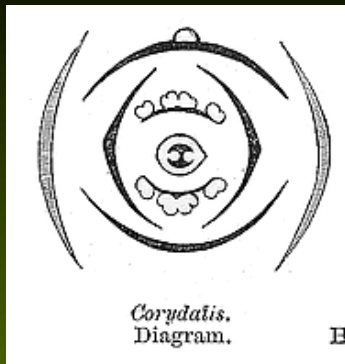
**Papaveraceae – Fumarioideae –
zemědýmové – byliny**

listy zpeřené až složené, střídavé,
bez palistů s květy v hroznech
v pletivech slizotvorné idioblasty s
alkaloidy

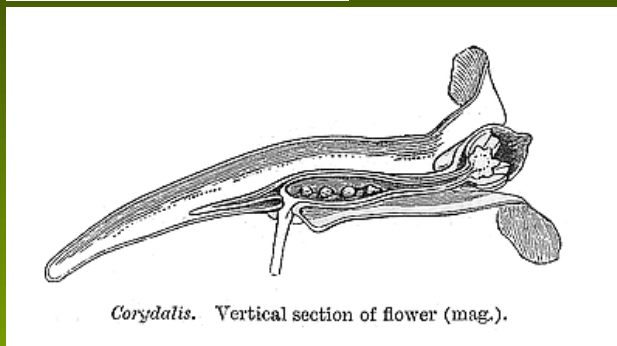
16/ca 400

u nás původní 2 rody – dymnivka a
zemědým s celkem 8 druhů,
dalších 6 druhů zavlečených nebo
okrasných
rozšíření těžiště leží v temperátní
klimatické zóně

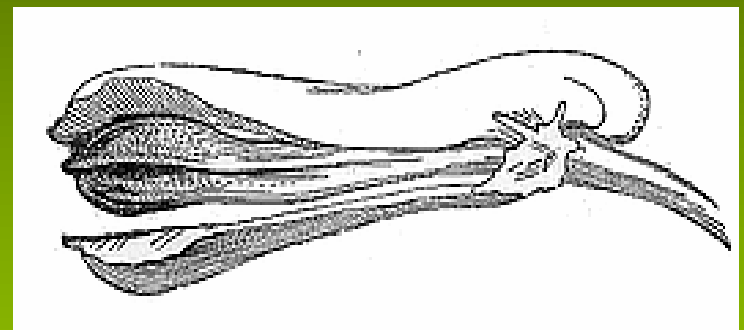




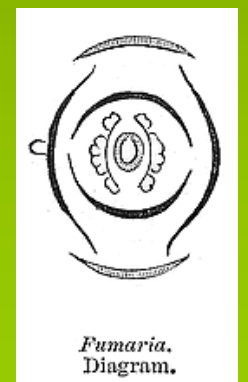
Květy zygomorfní až
bisymetrické
kalichy se 2 drobnými
sepaly, záhy
opadavými.



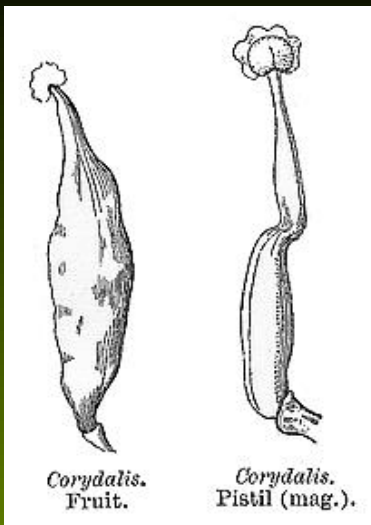
C 2+2, jeden
nebo oba vnější
petaly ostruhaté



Tyčinek 6: původně 2+2 - z nichž tyčinky
vnitřního kruhu se rozpoltily a tyto
"poloviny" (celkem 4) se přidaly vždy
každá z 1 боку k tyčinkám kruhu
vnějšího, čím vznikly 2 svazečky po 3



plod tobolka (dymnivka -
Corydalis)



nebo nažka
(zemědým -
Fumaria)

pensum

Dymnivka dutá (*Corydalis cava*) – jarní efemeroid, hojně v listnatých lesích.

V zemi má hypokotylní hlízu, z níž každoročně na jaře vyrůstá lodyha s listy a květy, která rychle prodělává svůj vývoj.



pensum

Dymnivka dutá (*Corydalis cava*) – jarní efemeroid, hojně v listnatých lesích.

Její ostruhaté květy jsou opylované čmeláky, ti někdy však aby se snadno dostali k nektaru prokusují ostruhy zvenku.



pensum

Dymnivka dutá (*Corydalis cava*) – jarní efemeroid, hojně v listnatých lesích.

Myrmekochorní - semena mají masíčko (caruncula).

Obsahuje řadu alkaloidů, z nich je účinný zejména bulbokapnin, vyvolávající po podkožní aplikaci u člověka i zvířat kataleptické strnulosti, při nichž si končetiny zachovávají svou polohu. Jedovaté jsou i hlízy.



Jako plevelné se často vyskytují jednoleté druhy rodu ^{pensum}zemědým (*Fumaria*). Také obsahuje řadu alkaloidů.



Jako okrasné se pěstují srdcovky - např. srdcovka nádherná (*Dicentra spectabilis*)



Nejstarší fosilní záznam *Papaveraceae*: *Potomacapnos apeleutheron* (112-125 mil. let BP – spodní křída, Aptian) – Virginia, USA



list recentní *Corydalis lutea*



Botany

American Journal of Botany 100(12): 000–000, 2013.

POTOMACAPNOS APELEUTHERON GEN. ET SP. NOV., A NEW EARLY
CRETACEOUS ANGIOSPERM FROM THE POTOMAC GROUP
AND ITS IMPLICATIONS FOR THE EVOLUTION OF EUDICOT
LEAF ARCHITECTURE¹

NATHAN A. JUD^{2,3,5} AND LEO J. HICKEY^{1,6}

Rosidy

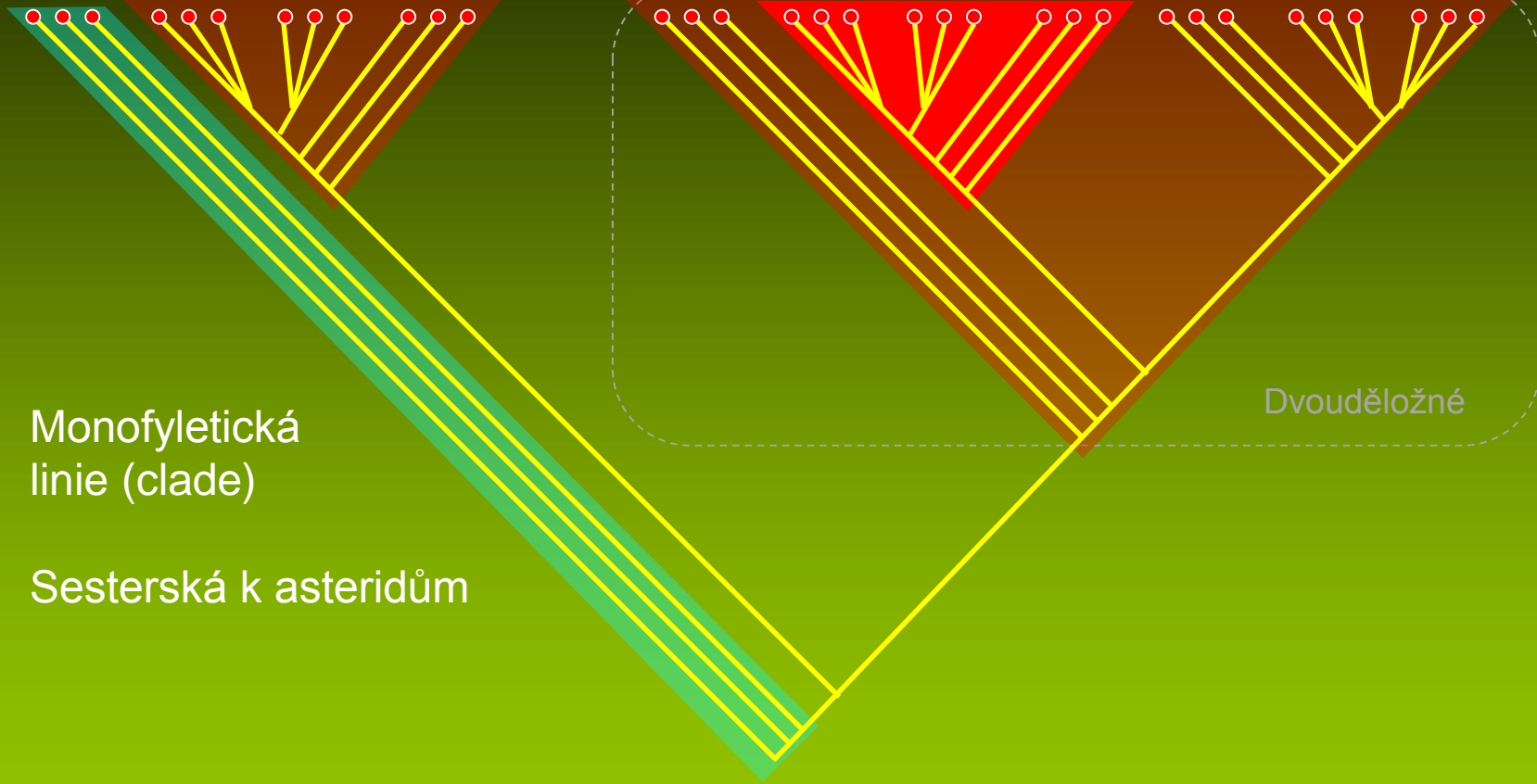


Bazální krytosemenné

Jednoděložné

Bazální dvouděložné

Asteridy



Monofyletická
linie (clade)

Sesterská k asteridům

Dvouděložné

Rosidy – zahrnují 18 řádů ve 3 liniích

Bazální
krytosemenné

Jednoděložné

Bazální
dvouděložné

Malvidy

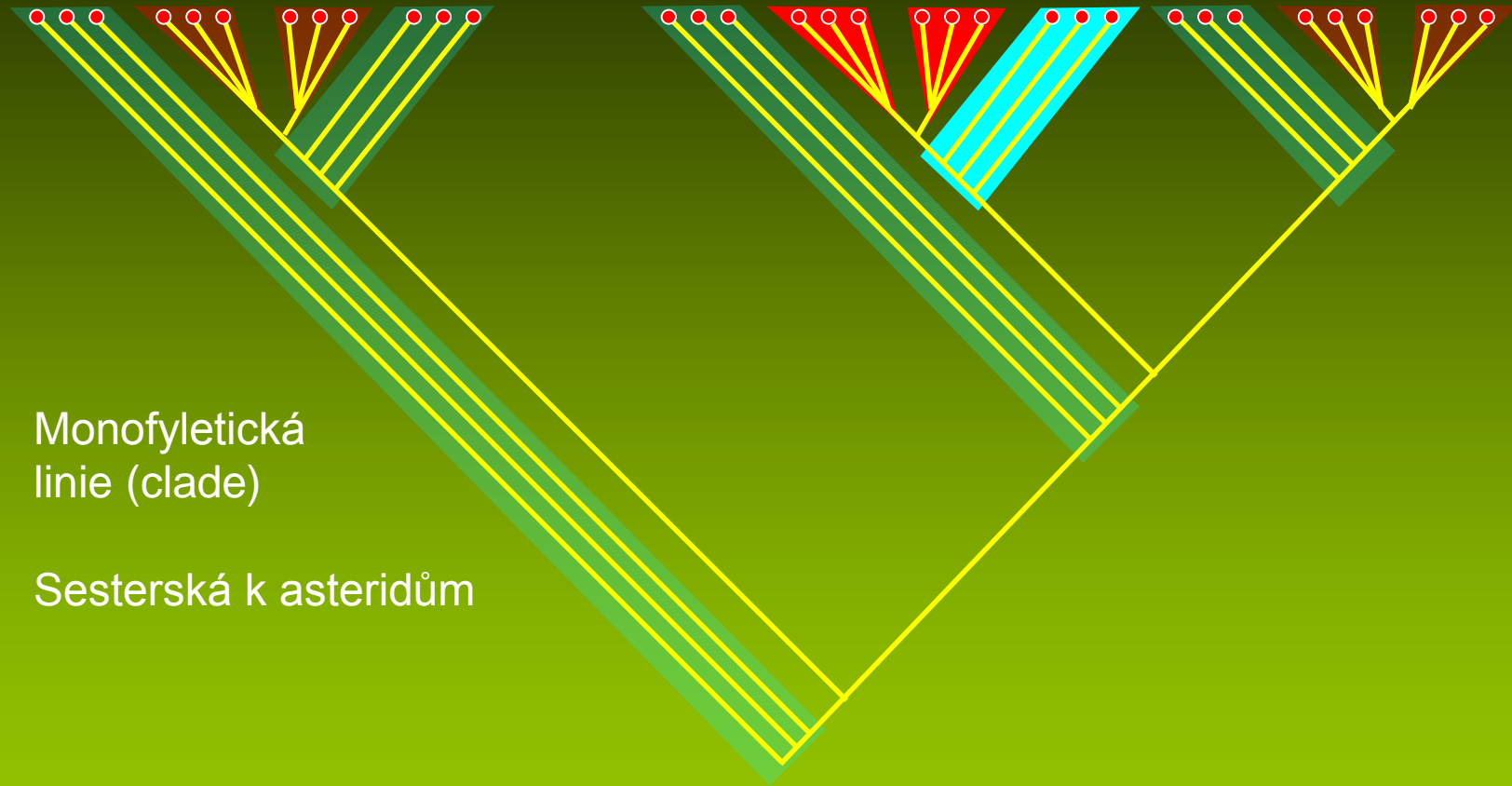
Fabidy

Bazální
rosidy

Asteridy

Monofyletická
linie (clade)

Sesterská k asteridům



Rosidy – zahrnují 18 řádů ve 3 liniích

Znaky rosidní linie

Vajíčka

- u bazálně postavených ještě krasinucelátní
- bitegmická

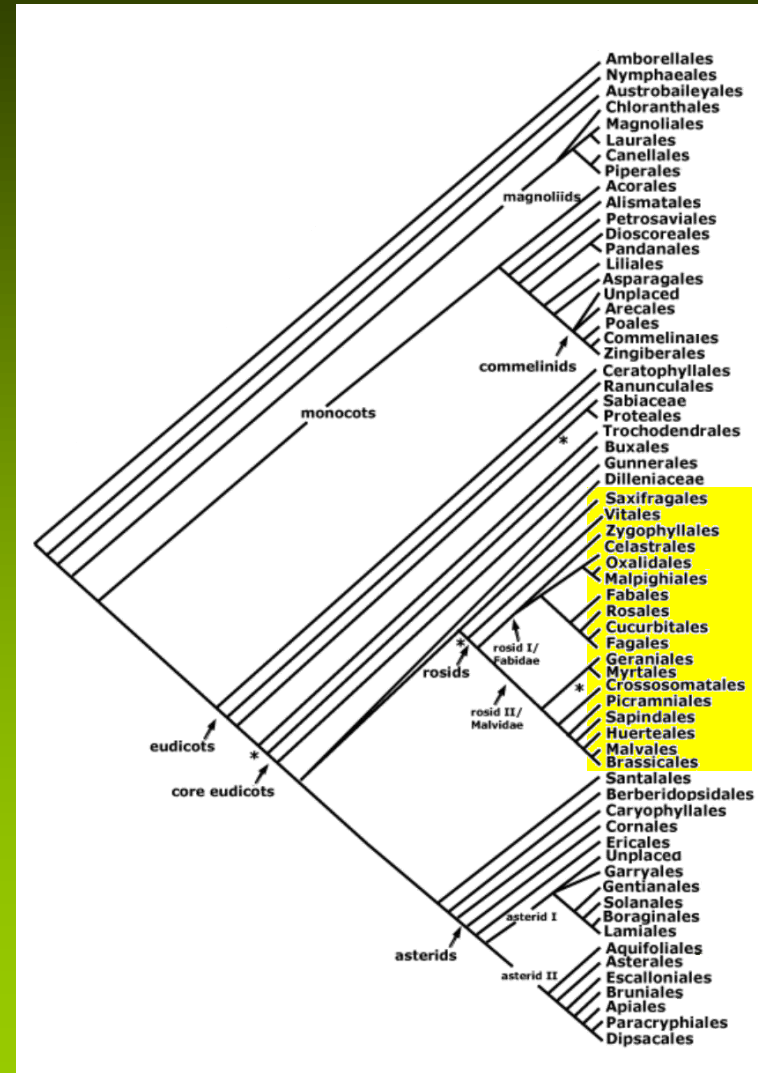
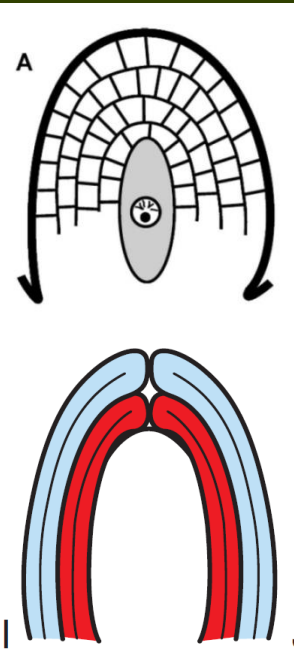
Květní obaly

- zpravidla volné
- často pětičetné

Tyčinky

- často ve více kruzích

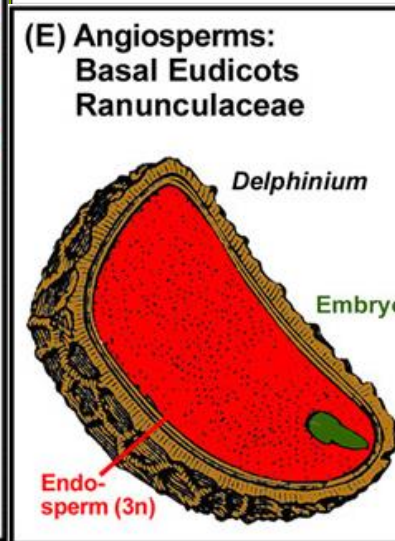
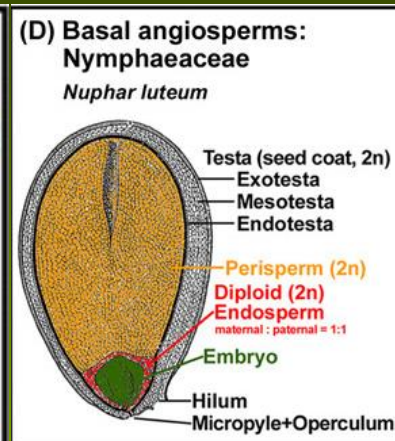
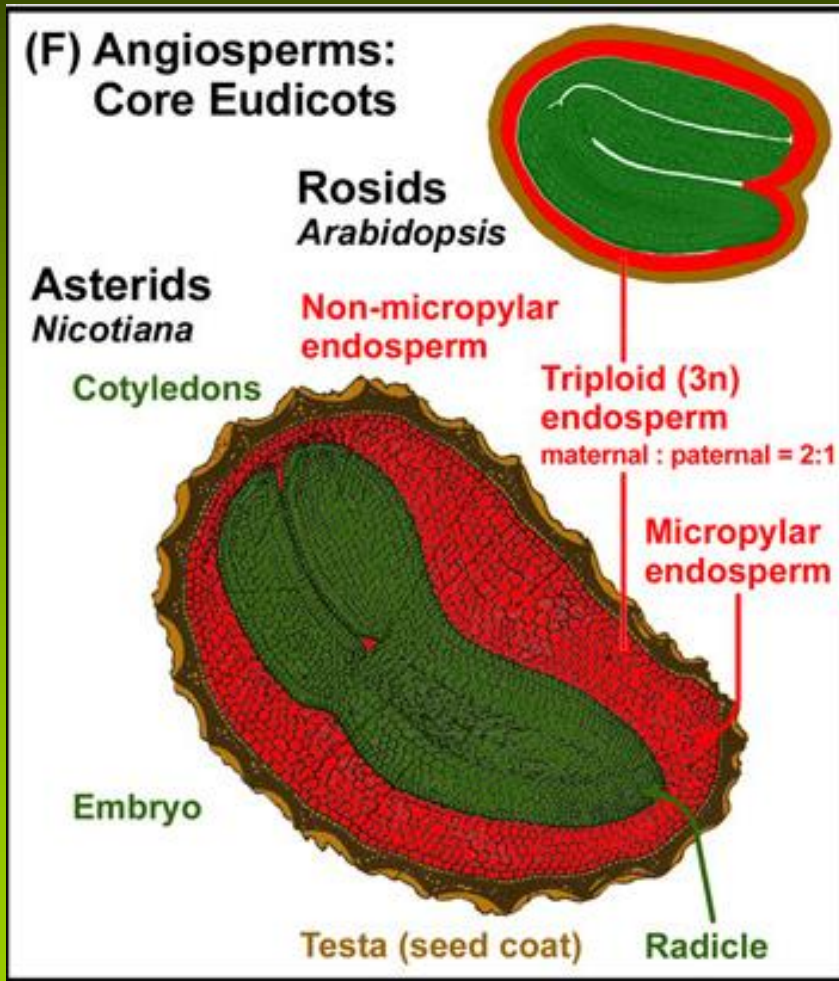
Častá tendence k dřevnatění (stromy nebo keře v čeledích často přítomny)



vajíčka: velké embryo,
velký endosperm,
žádný perisperm

Výjimka 1: Velké embryo + drobný endosperm:

Fabaceae, Fagaceae, Betulaceae, Lamiaceae, Convolvulaceae, Malvaceae, některé Brassicaceae (Capparis)



Výjimka 2. Drobné embryo + velký endosperm = *Apiaceae*

Výjimka 3 Miniaturizovaná semena = drobné embryo + drobný endosperm:

Crassulaceae, Ericaceae, Gentianaceae, Scrophulariaceae, Campanulaceae

Bazální rosidy

Bazální
krytosemenné

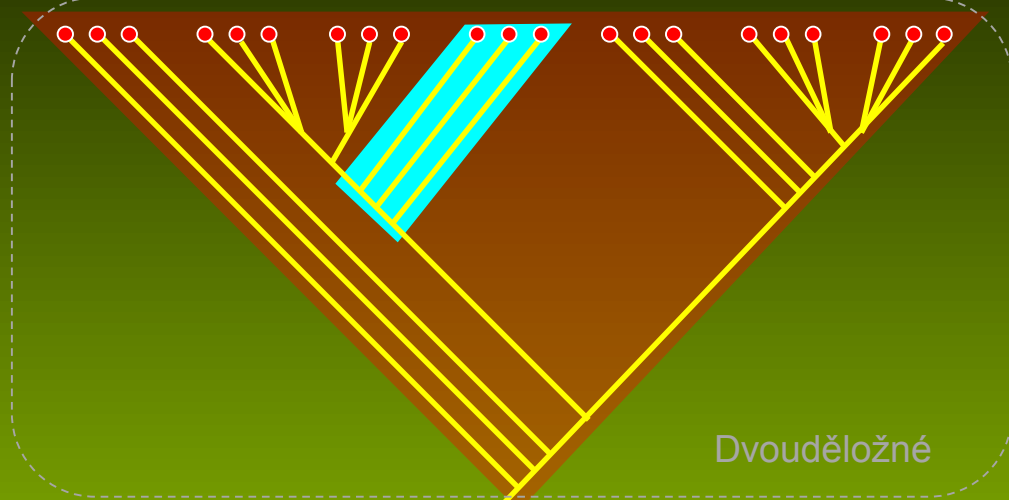
Jednoděložné

Bazální
dvouděložné

Fabidy

Malvidy

Asteridy



Parafyletický
„taxon“

Jeho linie sesterské ke
zbytku odvozenějších
rosidů – k fabidům a k
malvidům

Bazální rosidy

Bazální
krytosemenné

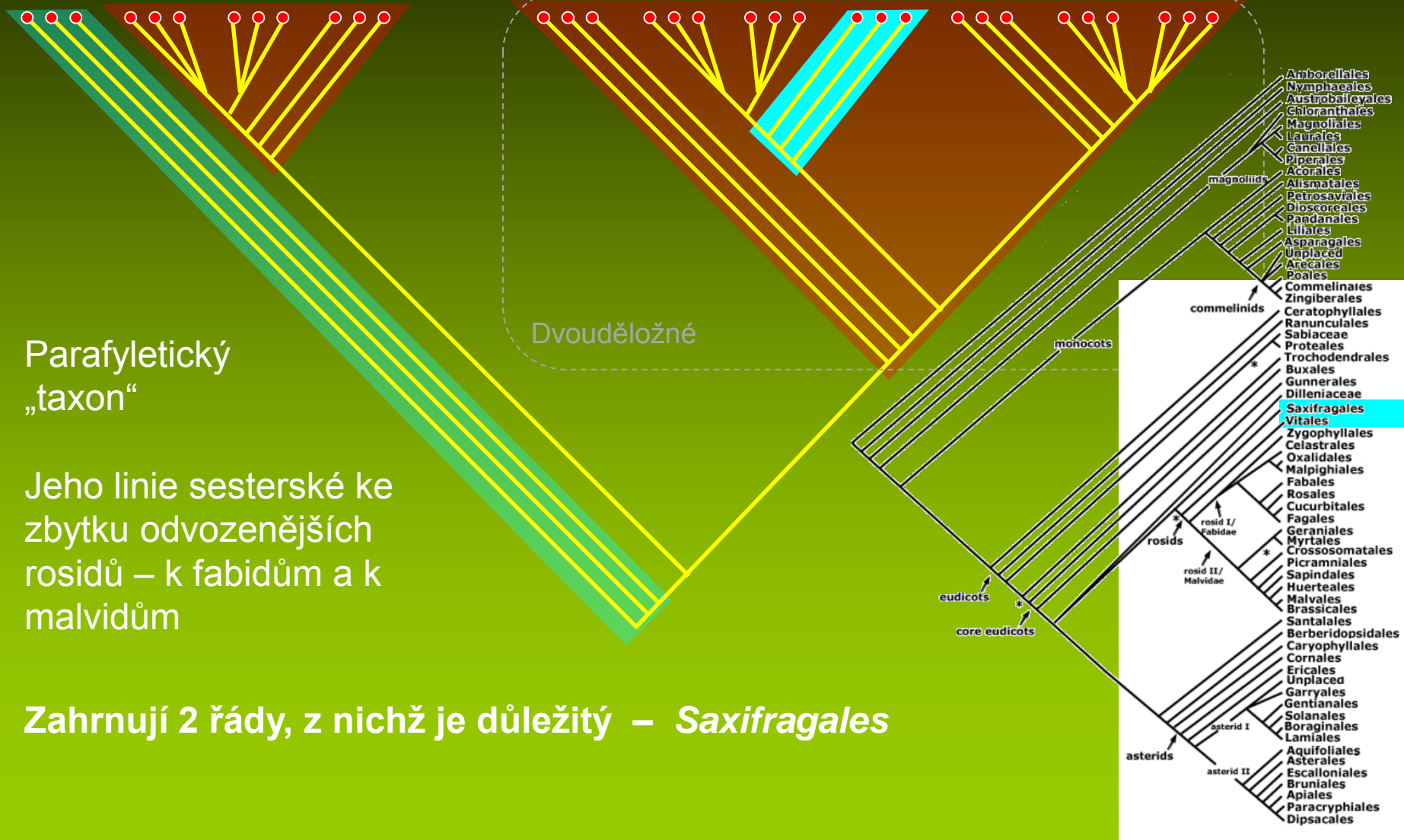
Jednoděložné

Bazální
dvouděložné

Fabidy

Malvidy

Asteridy



1. řád *Saxifragales*

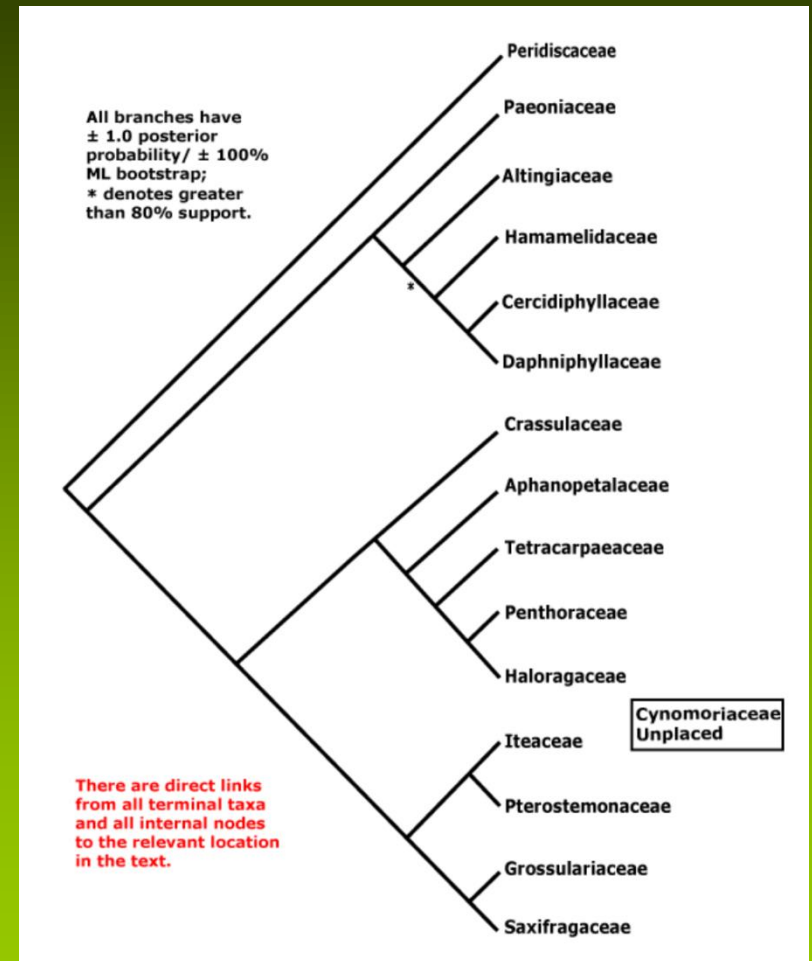
zahrnuje 16 čeledí, z toho významná zejména čeleď – tučnolisté (*Crassulaceae*)

blízký řádu *Rosales*

- miskovitým květním lůžkem – hypanthiem
- alespoň zčásti nesrostlými plodolisty pestíku

od *Rosales* se ale liší:

- menším počtem tyčinek
- měchýřkovitými plody
- listy bez palistů

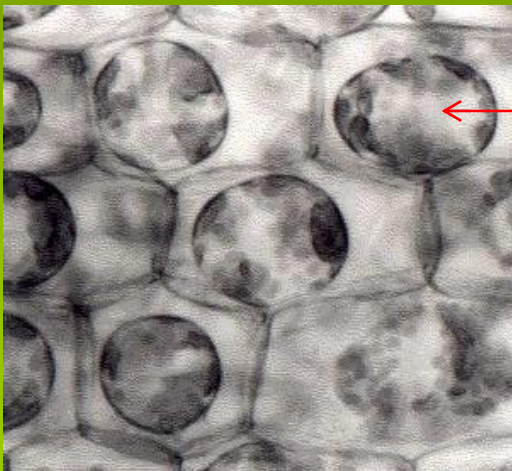


Crassulaceae – tlusticovitě

Sukulentní byliny.



40/1500, v mírném pásmu severní polokoule a v jižní Africe, u nás domácích 7/12 druhy, řada dalších často pěstována.



← centrální vakuola

CAM metabolismus – alternativa k C3 a C4

Spočívá v časovém oddělení fixace CO_2 od fáze syntézy uhlíkatých sloučenin.

V noci průduchy otevřené - atmosférický CO_2 fixován ve formě kys. jablečné ve velké centrální vakuole kde se sníží pH

Ve dne průduchy zavřené a dekarboxylací se z malátu uvolní CO_2 a je v chloroplastech Calvinovým cyklem zabudováván do uhlíkatých sloučenin; v centrální vakuole stoupá pH.

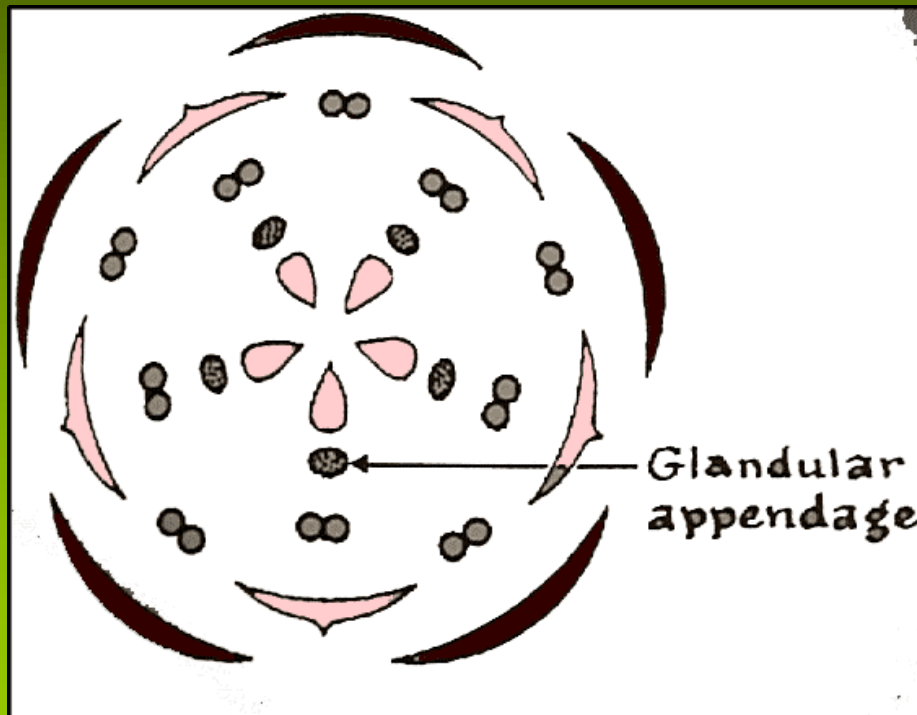
CAM mají také jiné sukulentní čeledi nebo jejich sukulentní zástupci: *Cactaceae*, *Aizoaceae*, *Euphorbiaceae*, z jednoděložných *Agavaceae*, *Bromeliaceae*.

Listy sukulentní, někdy vytvářející kompaktní růžice. Sukulence = adaptivní změna poměru povrch/objem.



Květy

heterochlamydeické,
většinou pentacyklické (tyčinky ve dvou kruzích),
3-20četné, nejčastěji K5, C5, A5+5 G5,
květní obaly zpravidla volné.



Sedum album

Sedum suaveolens

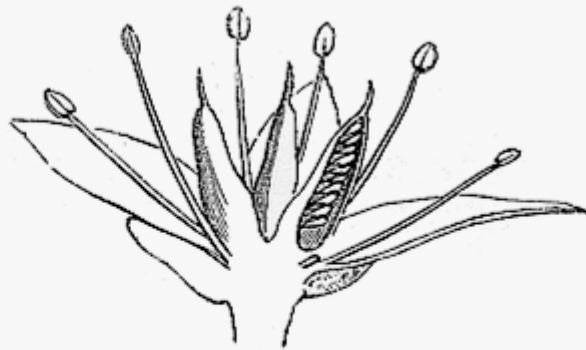
$2n = 80x = 640$!

Nejvyšší známý počet
chromosomů u kvetoucích
rostlin





Sedum.
Flower (mag.).



Sedum.
Flower cut vertically (mag.).

Gyneceum apokarpní.
Plody měchýřky.



Sedum.
Pistil (mag.).



netřesk zední (*Sempervivum tectorum*)



^{pensum}
rozchodník ostrý (*Sedum acre*)



^{pensum}
rozchodník šestiřadý
(*Sedum sexangulare* = *S. boloniense*)



rozchodník bílý (*Sedum album*)



^{pensum} rozchodník největší (*Sedum maximum*)



V naší flóře jsou z řádu *Saxifragales*
zastoupeny ještě:

lomikamenovité (*Saxifragaceae*)

- lomikámen (*Saxifraga*) a
- mokrýš (*Chrysosplenium*)

pensum

a srstkovité (*Grossulariaceae*)

- angrešt (*Ribes uva-crispa*)
- rybíz (*Ribes*).

pensum





Vedle řádu *Saxifragales* patří k bazálním rosidům také

řád: ***Vitales*** s 1 čeledí:

révovité – *Vitaceae*

– réva vinná (*Vitis vinifera*)

– loubinec (*Parthenocissus*) „přísavník“

loubinec pětilistý
(*Parthenocissus quinquefolia*)

loubinec popínavý
(*Parthenocissus inserta*)

loubinec trojlaločný
(*Parthenocissus tricuspidata*)

