



# Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin

## Campanulidy

### Petr Bureš



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# Campanulidy

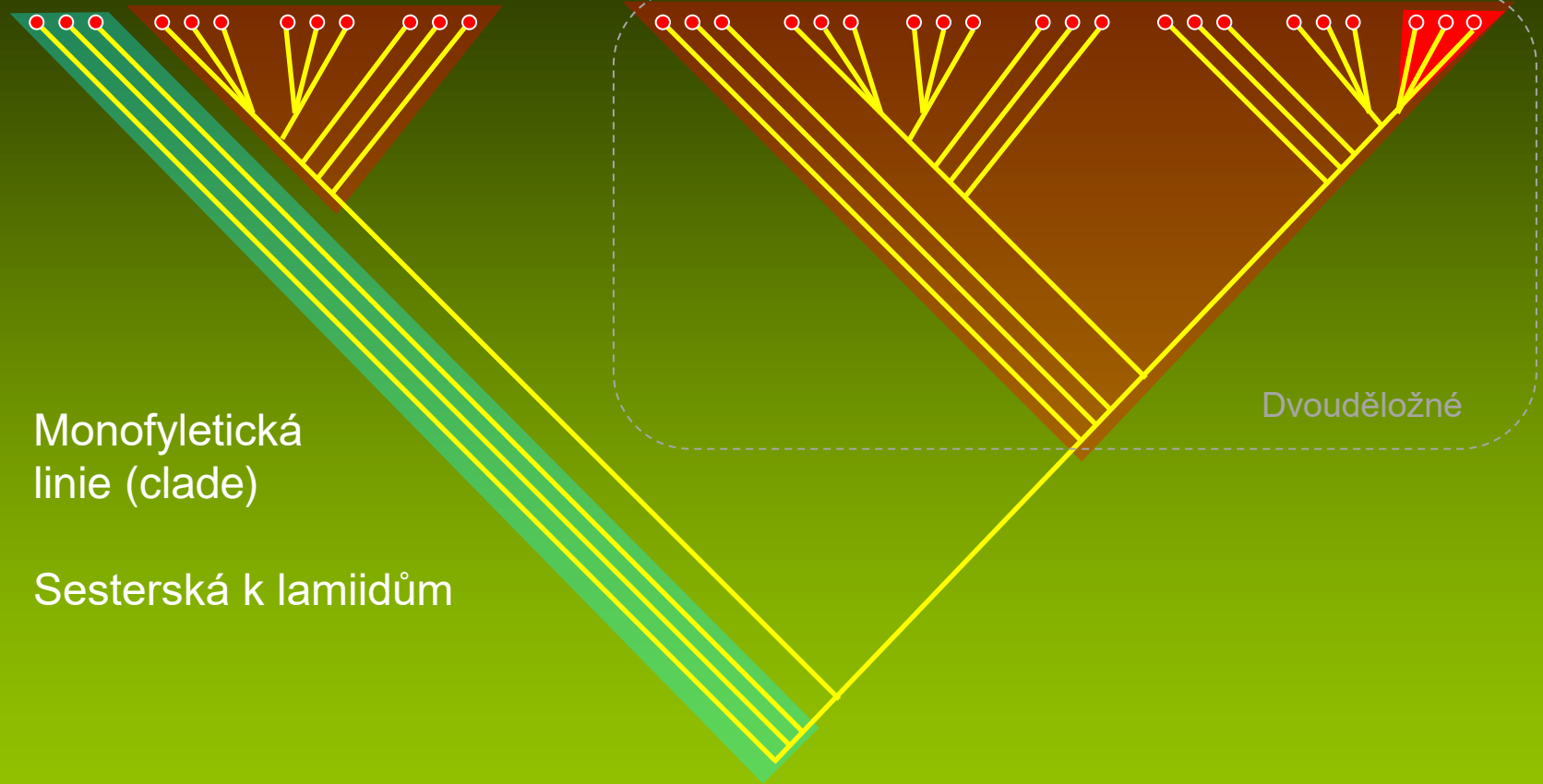
Bazální krytosemenné

Jednoděložné

Bazální dvouděložné

Rosidy

Bazální asteridy Lamiidy



Monofyletická linie (clade)

Sesterská k lamiidům

Dvouděložné

# Campanulidy

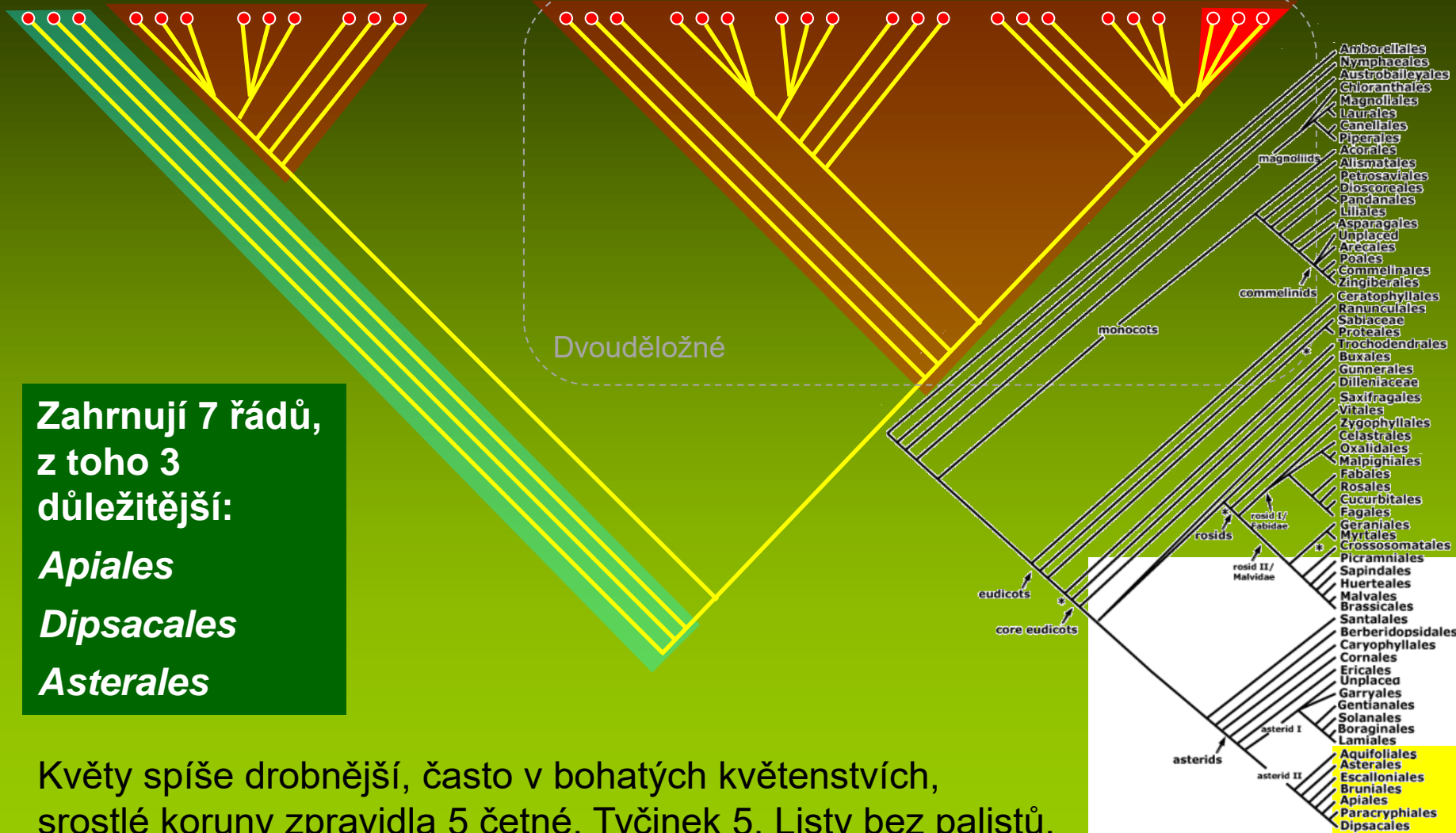
Bazální  
krytosemenné

Jednoděložné

Bazální  
dvouděložné

Rosidy

Bazální  
asteridy Lamiidy



Zahrnují 7 řádů,  
z toho 3  
důležitější:

*Apiales*

*Dipsacales*

*Asterales*

Květy spíše drobnější, často v bohatých květenstvích,  
srostlé koruny zpravidla 5 čtné. Tyčinek 5. Listy bez palistů,

# 1. řád *Apiales*

zahrnuje 7 čeledí z nichž důležitou jsou pouze:

- miříkovité (*Apiaceae*)

střídavé listy

okoličnatá květenství

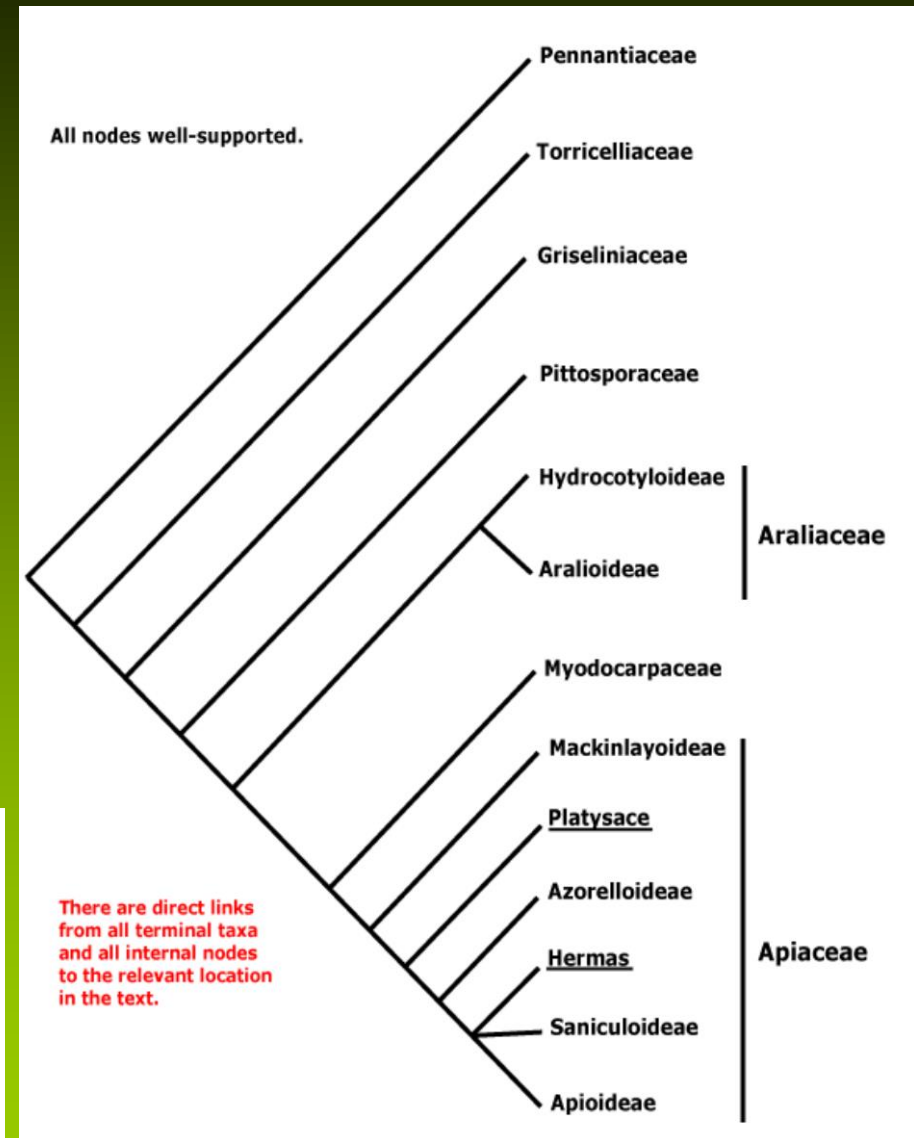
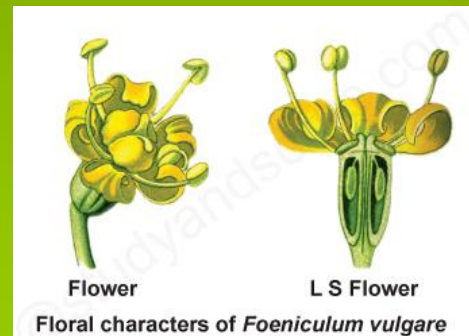
květy drobné

tyčinek zpravidla 5

kalichy redukované

G(2) spodní

1 vajíčko / karpel





# 1. řád *Apiales*

zahrnuje 7 čeledí z nichž důležitou je pouze:

- miříkovité (*Apiaceae*)

břečťan (*Hedera helix*) však patří do čeledi *Aralliaceae*,  
blízce příbuzné s čeledí miříkovitých (*Apiaceae*)



čel. miříkovité (*Apiaceae*)

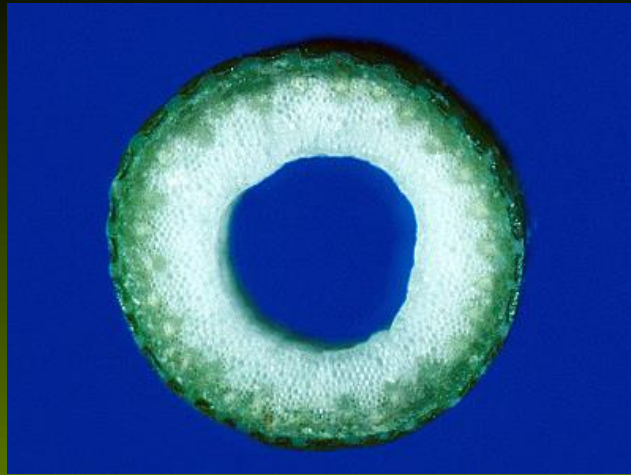
Byliny s žebnatými  
dutými stonky se  
složenými okolíky

430/3800 druhů, nejvíce v  
mírném pásmu severní  
polokoule; u nás 45/100.





stonek dutý, často  
žebernatý



UGA5272015





Listy často složené nebo bohatě dělené v úkrojky, střídavě postavené, bez palistů





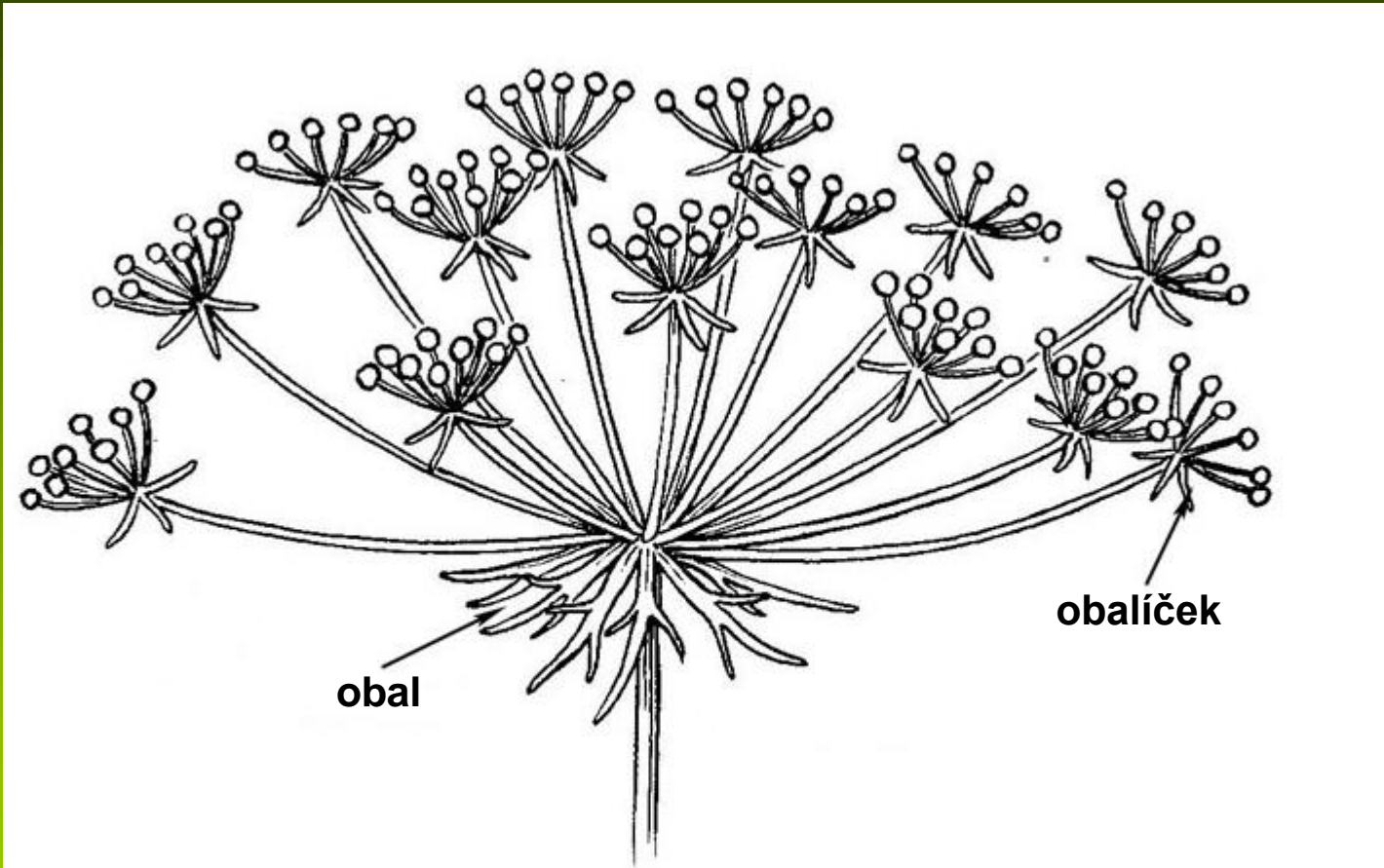
řapík listů, často s mohutnou nafouklou pochvou



Květy drobné, oboupohlavné,  
uspořádané v bohatých květenstvích:  
složených okolících  
(řidčeji jednoduchých okolících nebo  
strboulech)



Květy drobné, oboupohlavné,  
uspořádané v bohatých květenstvích:  
složených okolících  
(řidčeji jednoduchých okolících nebo  
strboulech)

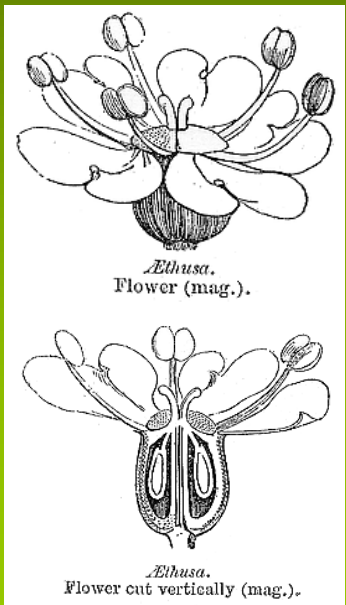
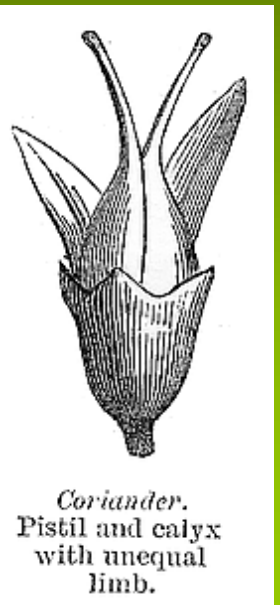
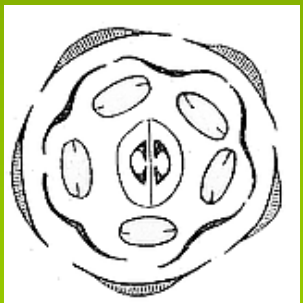
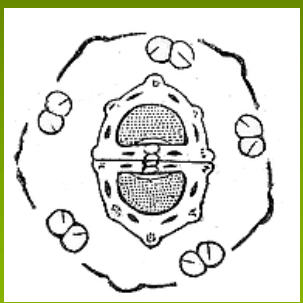


**složený okolík čel. *Apiaceae***



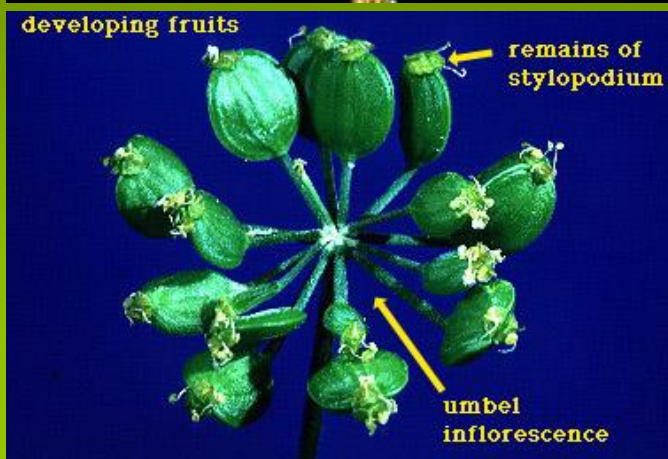
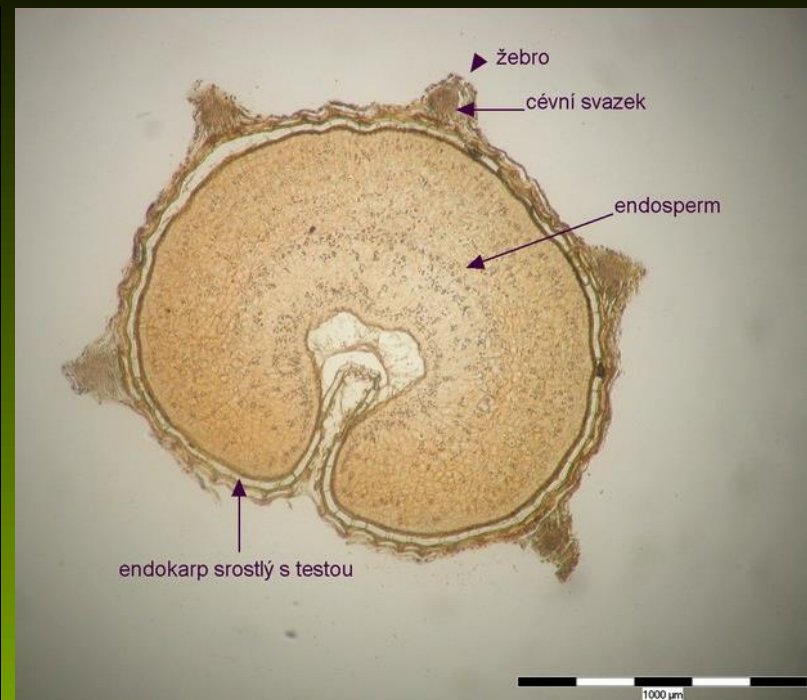
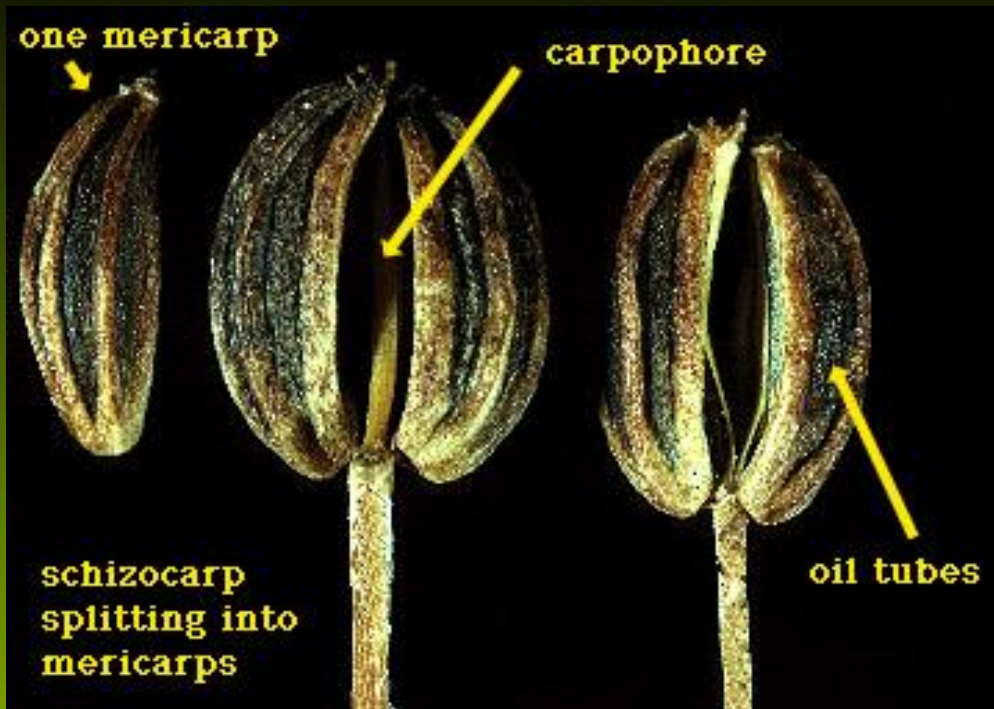


nektariový  
disk



K 5 redukovaný, může i chybět,  
C 5,  
G (2),  
semeník spodní,  
1 vajíčko / plodolist





Plod: poltivá dvounažka, merikarpia nesena na karpoforu



nektariový disk → stylopodium =  
zduřelá báze čnělky, vytrvává i za  
plodu



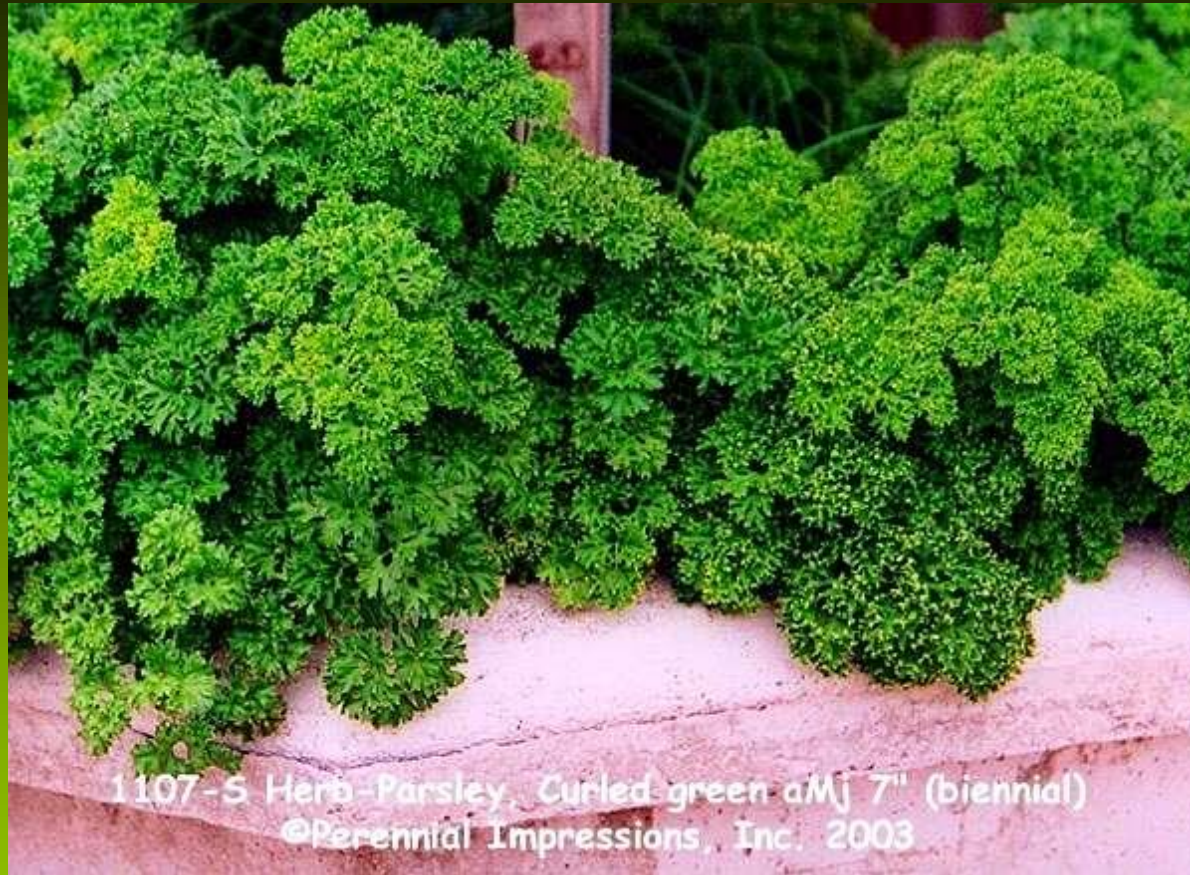


Jako užitkové kořenové nebo listové zeleniny se pěstují mrkev (*Daucus carota*),





petržel (*Petroselinum crispum*), původem z Přední Asie,





miřík celer (*Apium graveolens*) původem z Přední Asie až Indie





kopr (*Anethum graveolens*) –  
původem ze Středomoří





Koření poskytuje náš domácí kmín (*Carum carvi*),  
pensum





anýz (*Pimpinella anisum*) původem ze Středomoří a Přední Asie,



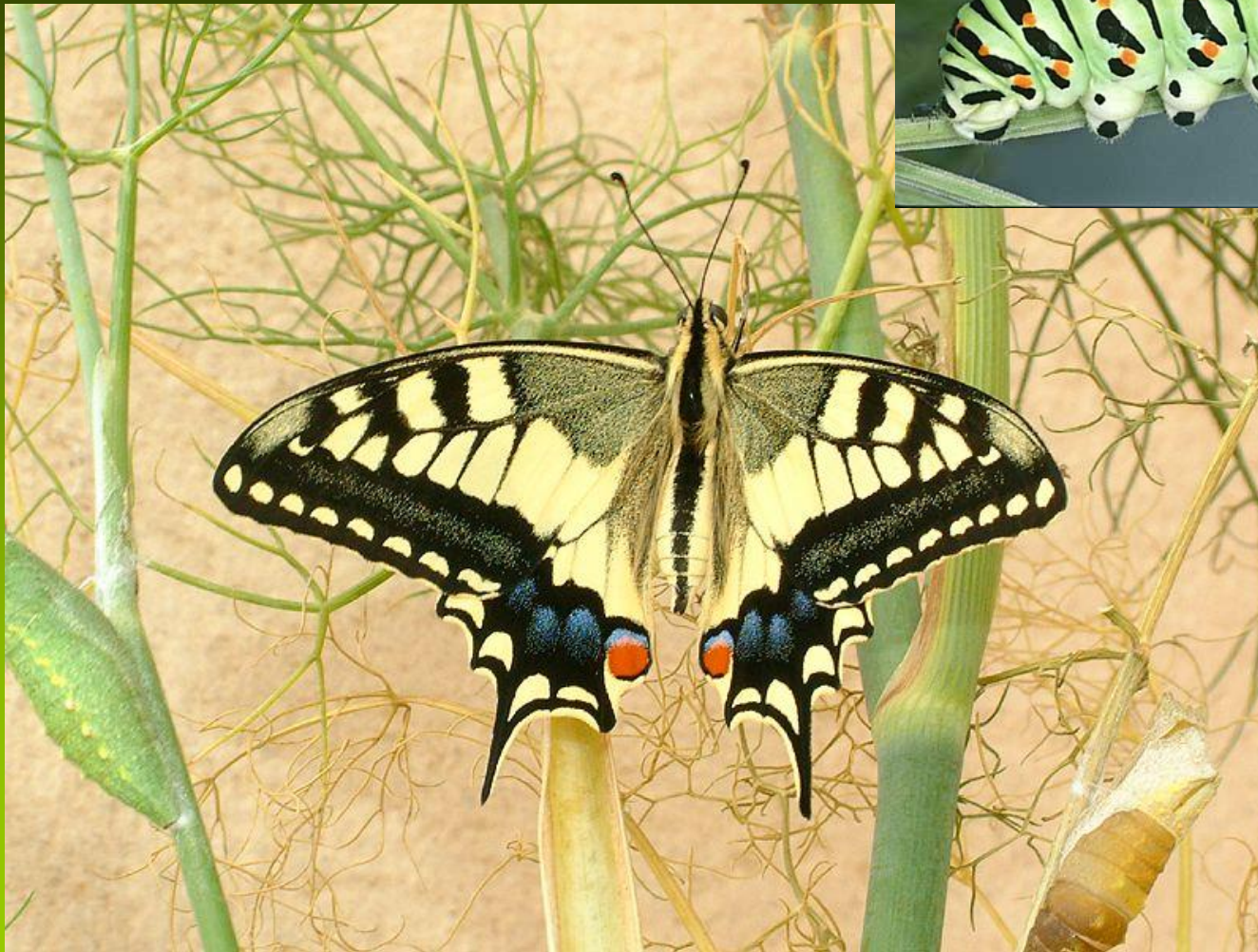


středomořský fenykl (*Foeniculum vulgare*).





otakárek fenyklový (*Papilio machaon*)



K hojným druhům u nás patří na loukách bedrník obecný (*Pimpinella saxifraga*),<sup>pensum</sup>





na vlhčích loukách a v olšínách pak krabilice chlupatá (*Chaerophyllum hirsutum*)





děhel lesní (*Angelica sylvestris*),  
pensum





podél cest jsou velmi častými druhy kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*),<sup>pensum</sup>





bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*)<sup>pensum</sup>





Krabilice zápašná (*Chaerophyllum aromaticum*)<sup>pensum</sup>





bolševník obecný (*Heracleum sphondylium*)

<http://botanika.wendys.cz>





pensum

máčka ladní (*Eryngium campestre*)



srpek obecný (*Falcaria vulgaris*)





pastinák setý (*Pastinaca sativa*)  
pensum





jarmanka větší (*Astrantia major*)<sup>pensum</sup>



žindava evropská (*Sanicula europaea*)





Ke známým jedovatým druhům patří bolehlav plamatý (*Conium maculatum*) a rozpuk jízlivý (*Cicuta virosa*)





# bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*)

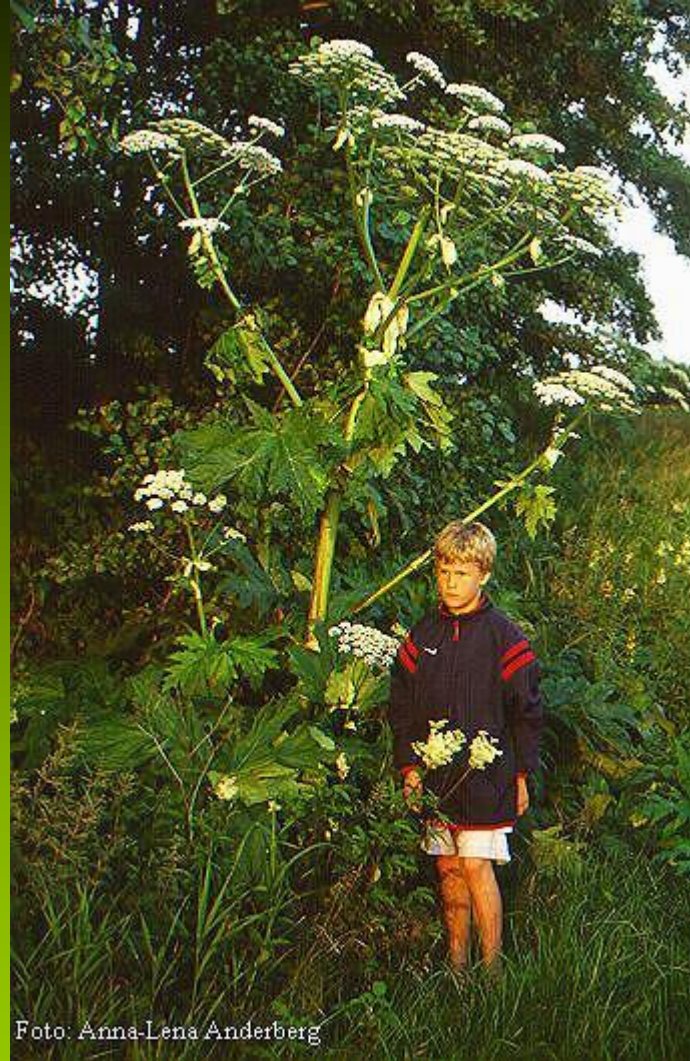


Foto: Anna-Lena Anderberg



## 2. řád *Dipsacales*

zahrnuje jen 2 čeledi:

- zimolezovité (*Caprifoliaceae*)
- pižmovkovité (*Adoxaceae*)

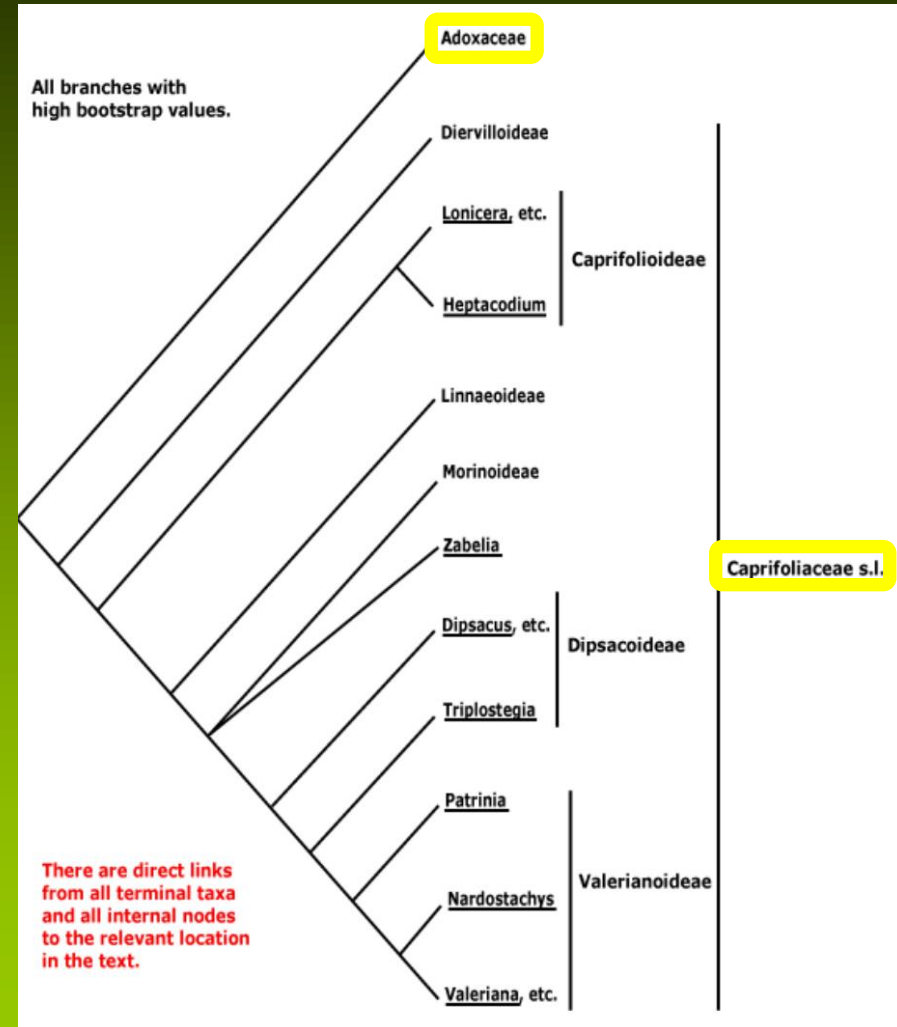
vedle molekulárních synapomorfii, patří k jejich typickým znakům:

vstříčné listy

vrcholičnatá květenství

tendence k zygomorfii květů

synsepalní, sympetalní květy





# Caprifoliaceae – zimolezovité

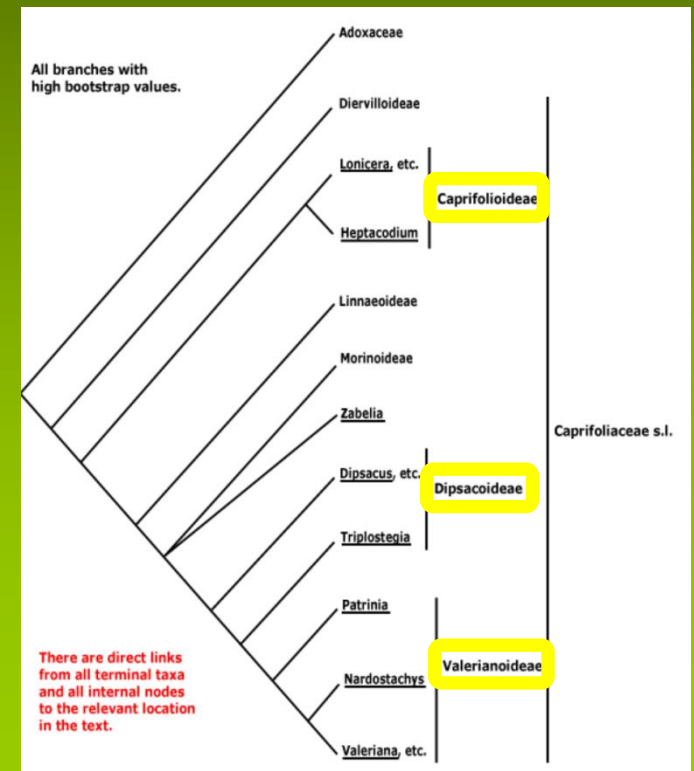
byliny, keře nebo liány  
 květy – **zygomorfní**  
 dlouze trubkovitá 5-cípá koruna  
 spodní semeník  
 nitky tyčinek zčásti přirostlé ke korunní trubce

3 podčeledi (dřívější čeledi):

- *Valerianoideae*
- *Dipsacoideae*
- *Caprifolioideae*



36/810 především mírné pásmo  
 severní polokoule, u nás 31 druhů





# Listy

vstřícné,  
jednoduché se  
zpeřenou  
žilnatinou nebo  
zpeřeně  
členěné,  
bez palistů



*Lonicera*



*Valeriana*



*Knautia*



*Dipsacus*

<http://botanika.wendys.cz>



# Valerianoideae

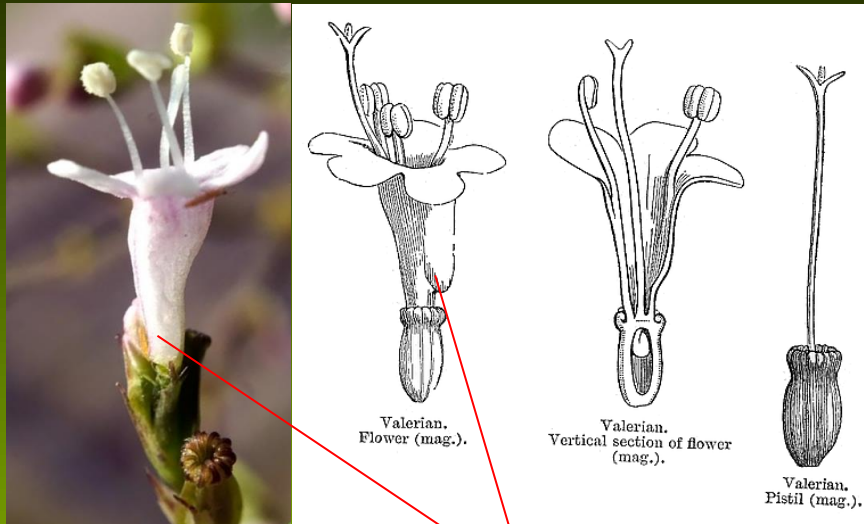
Byliny s často zpeřenými listy

Květy drobné (< 5 mm) v bohatších vrcholičnatých květenstvích

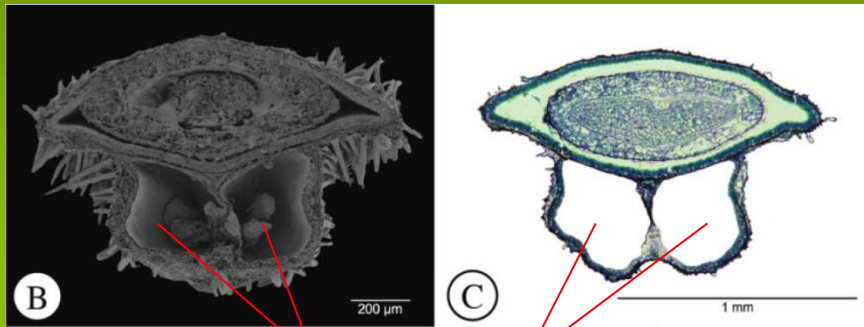
Korunní trubka s výduť

Tyčinky 3, nitky přirostlé ke koruně

G(3) – 1 vajíčko / karpel – jen jeden plodolist je plodný



výduť korunní trubky



prázdná pouzdra = sterilní plodolisty

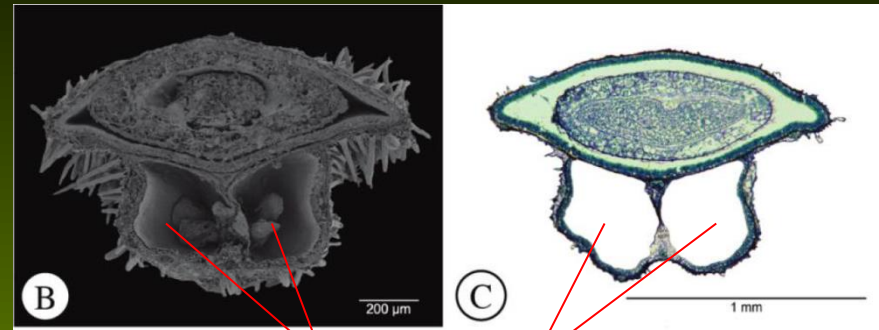




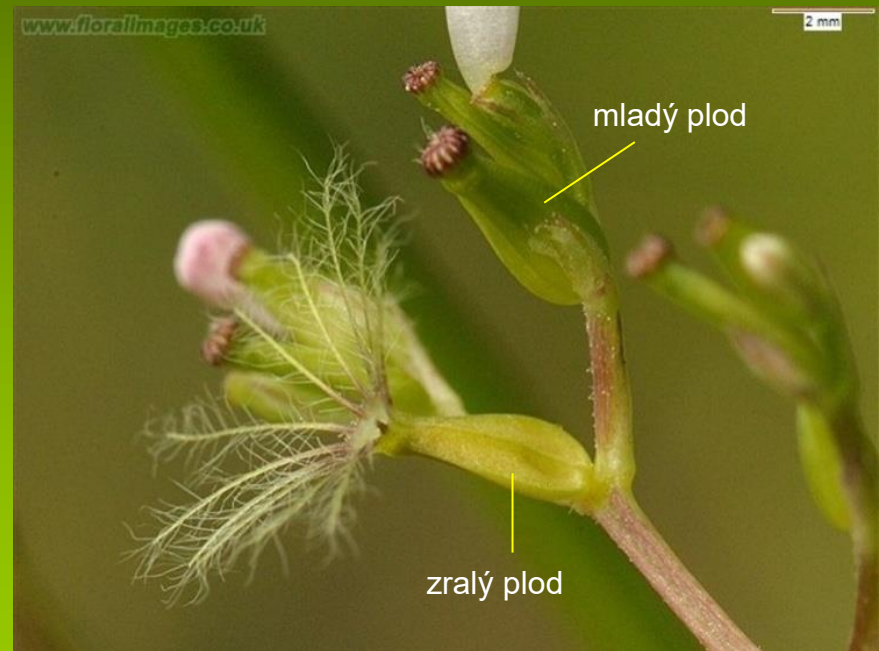
# Valerianoideae

Plod nažka = semeno + 2 prázdná pouzdra

Kalich za květu nenápadný se na zralém plodu se mění v chmýr



prázdná pouzdra = sterilní plodolisty





# Valerianoideae

K nejhojnějším patří kozlík lékařský (*Valeriana officinalis*), růžově kvetoucí.



# Caprifolioideae

Keře a liány. Listy jednoduché, celistvé

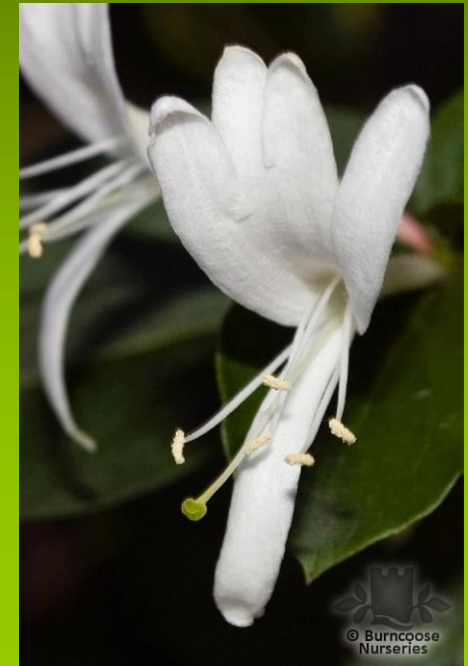
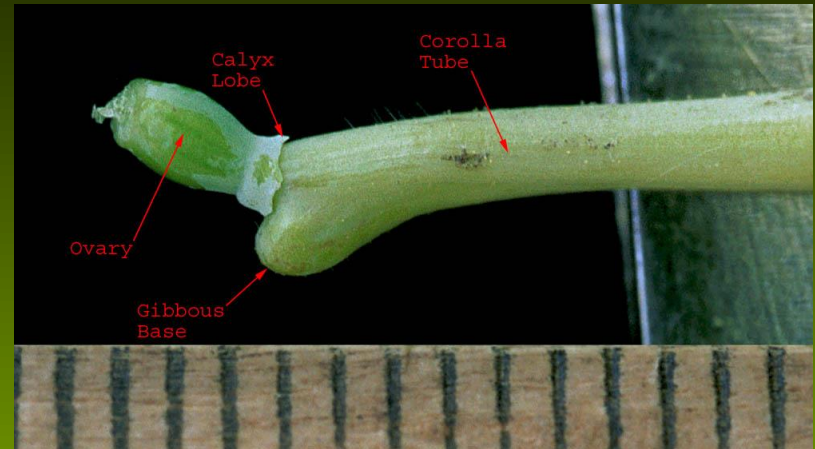
Květy středně velké (> 1 cm)

Kalich límečkatý, 5 krátkých cípů,

Koruna s drobnou výduť

A zpravidla 5;

G zpravidla (2)





# Caprifolioideae

Plody – bobule

(nemají sklerenchymatizovaný endokarp jako peckovice)

– někdy ve dvojicích srostlé

*Lonicera nigra*



*Lonicera xylosteum*



*Lonicera kamtschatica*



zimolez černý

– podrost listnatých lesů –

zimolez pýřitý



*Symphoricarpos rivularis*

zimolez kamčatský – pěstován jako „kanadské borůvky“

pámelník pořiční – někdy jako živý plot

# Caprifolioideae

živé ploty – zimolez tatarský – *Lonicera tatarica*



líána – zimolez kozí list – *Lonicera caprifolium*





# *Dipsacoideae* – byliny – drobné květy (< 5 mm) **ve strboulech,**

*Scabiosa ochroleuca*



*Knautia arvensis*



*Succisa pratensis*



Obvodové květy s **paprskující** tendencí,



A zpravidla 4

# Dipsacoideae

– **strboul** chráněn zákrovem, podobně jako úbor hvězdnicovitých



*Scabiosa ochroleuca*



*Knautia arvensis*



*Succisa pratensis*



Báze přisedlých vstříčných listů **miskovitě srůstají**



# Dipsacoideae – G(2) – fertilní jen jeden plodolist

– plod – **nažka chráněná nepravým kalichem**

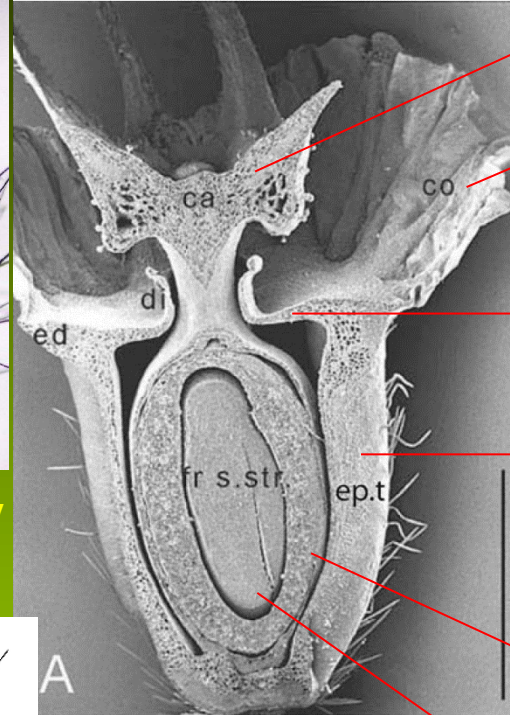
*Scabiosa* – souplodí nažek v široce límečkatých nepravých kališích. Skutečné kalichy = pětice černých štětinek.



© Dana Michalcová



kališní štětinky



kalich

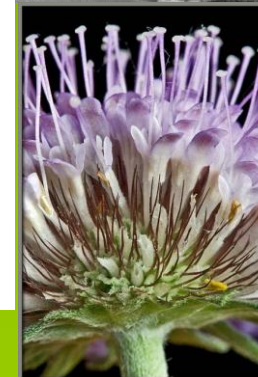
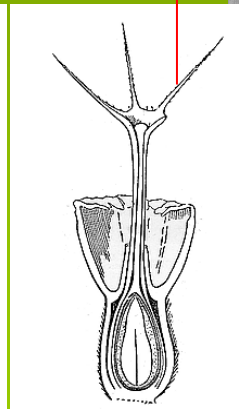
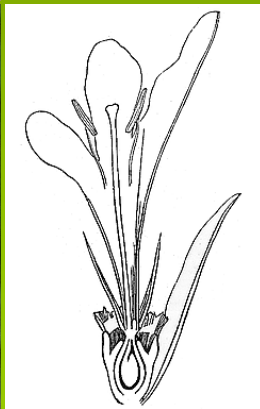
široký límeček  
nepravého  
kalicha

přepážka  
nepravého  
kalicha

nepravý kalich  
(= epicalyx)  
srostlé listeny  
chánící semeník  
a později plod

oploďí nažky  
+ osemení

semeno



blizna hlavatá

(= nemá laloky jako u Asteraceae  
nebo Campanulaceae)

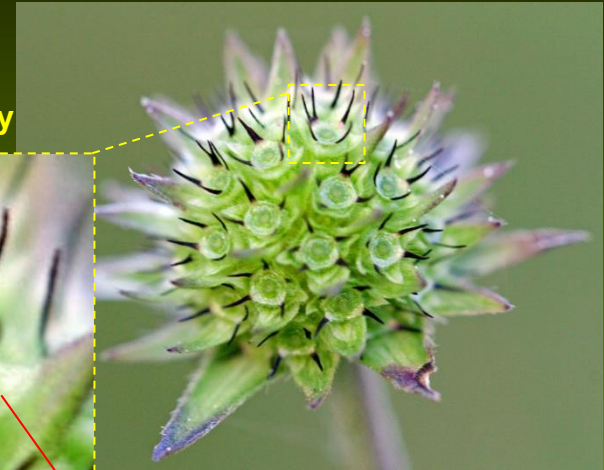
# Dipsacoideae – plod – **nažka chráněná nepravým kalichem**

*Knautia* – **elaiosomy** (myrmekochorie) – na bázi nepravého kalicha  
 (nepravý kalich = epicalyx = fúzované listeny chránící semeník / nažku)



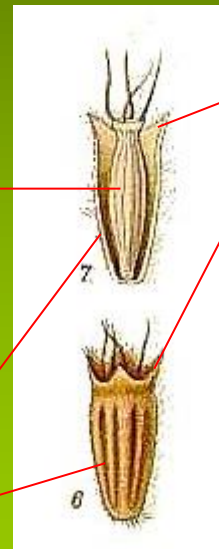
*Succisa*

**kališní štětinky**



**límeček** nepravého kalicha

**nažka**



**nepravý kalich**



© Dana Michalcová



Do suchých vazeb se často užívá štětka lesní (*Dipsacus silvestris*)

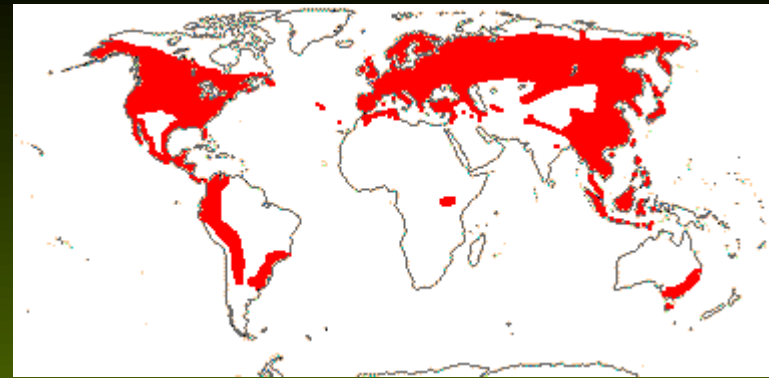




# Adoxaceae – pižmovkovité

zahrnující jak samotný druh *Adoxa moschatelina* původně monotypické čeledi *Adoxaceae*, tak rody *Viburnum* a *Sambucus* původní čeledi *Loniceraceae*

5/245 hlavně v temperátní zóně severní polokoule, u nás 6 druhů





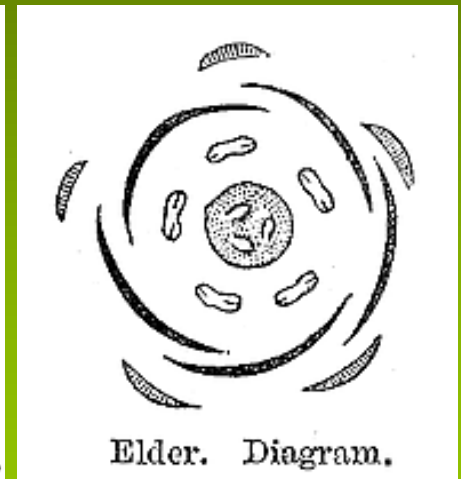
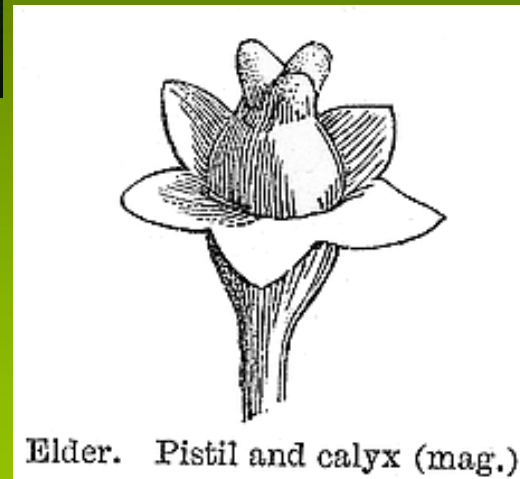
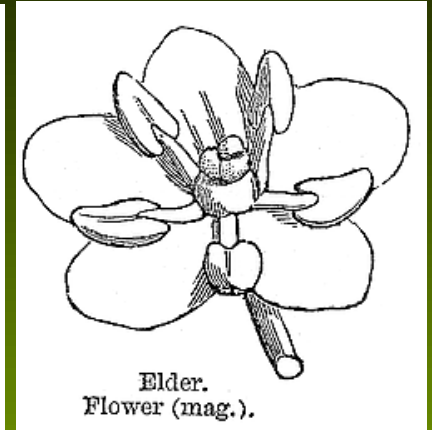
Zpravidla dřeviny se vstřícnými, jednoduchými nebo řidčeji složenými listy.



# Květy drobnější (< 5 mm) často aktinomorfní



Koruna kolovitá



synsepalní a sympetalní, nejčastěji 5četné  
Gyneceum srostlé ze 2-5 plodolistů  
Semeník spodní





Plod zpravidla **vícesemenná peckovice**  
(má sklerenchymatizovaný endokarp)

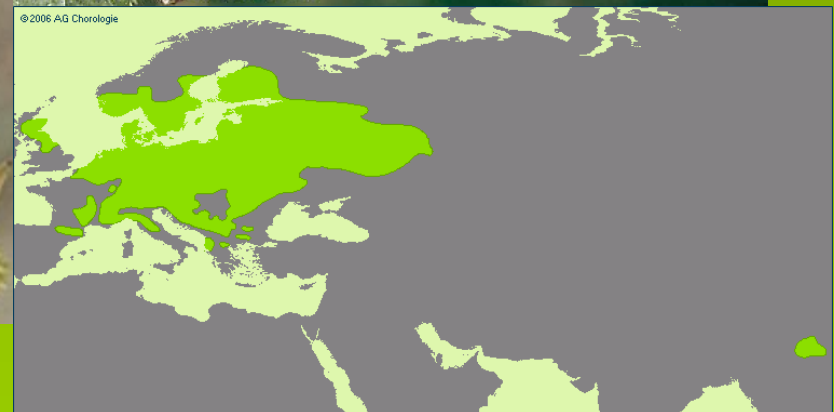
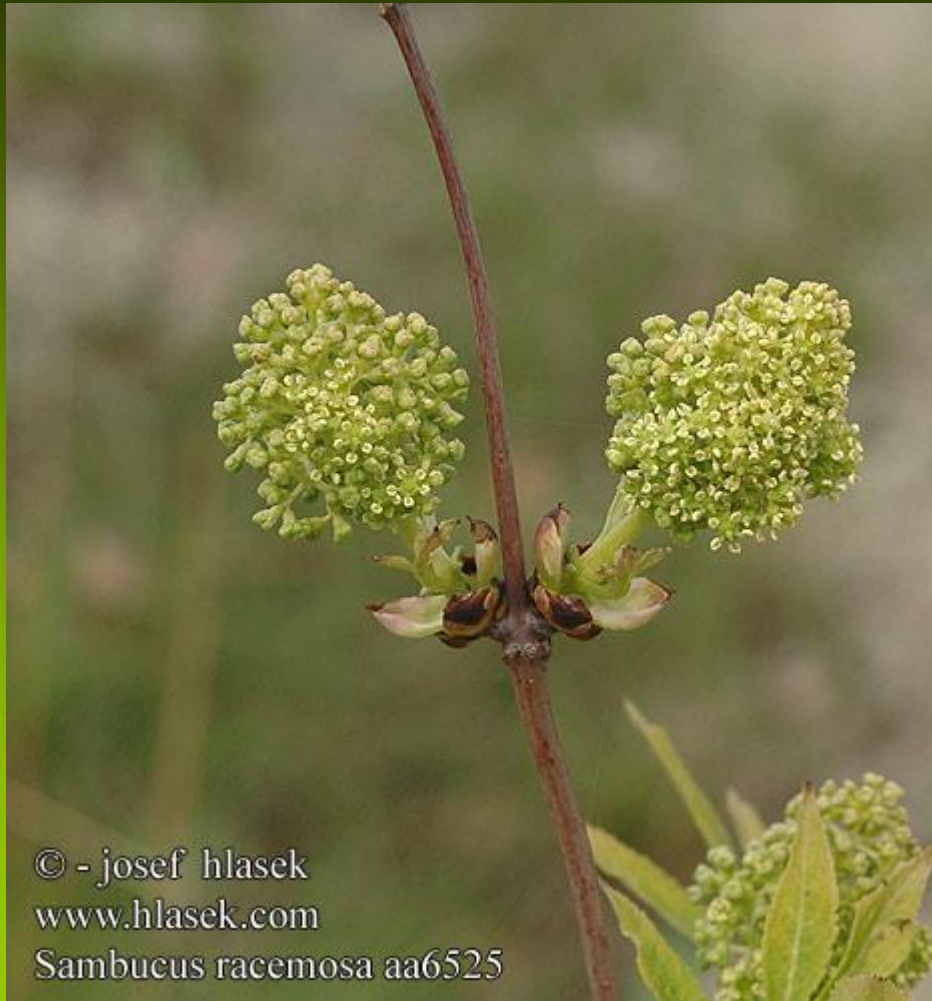


z hojnějších sem patří keře vesměs v podrostu lesů se vyskytující - bez černý (*Sambucus nigra*), s černými plody a bílou dužinou ve stonku,





bez hroznatý (*S. racemosa*), s plody červenými a dřeví stonku rezavě hnědou,



červené bobule má také kalina  
obecná (*Viburnum opulus*)

© 2006 AG Chorologie





# 3. řád *Asterales*

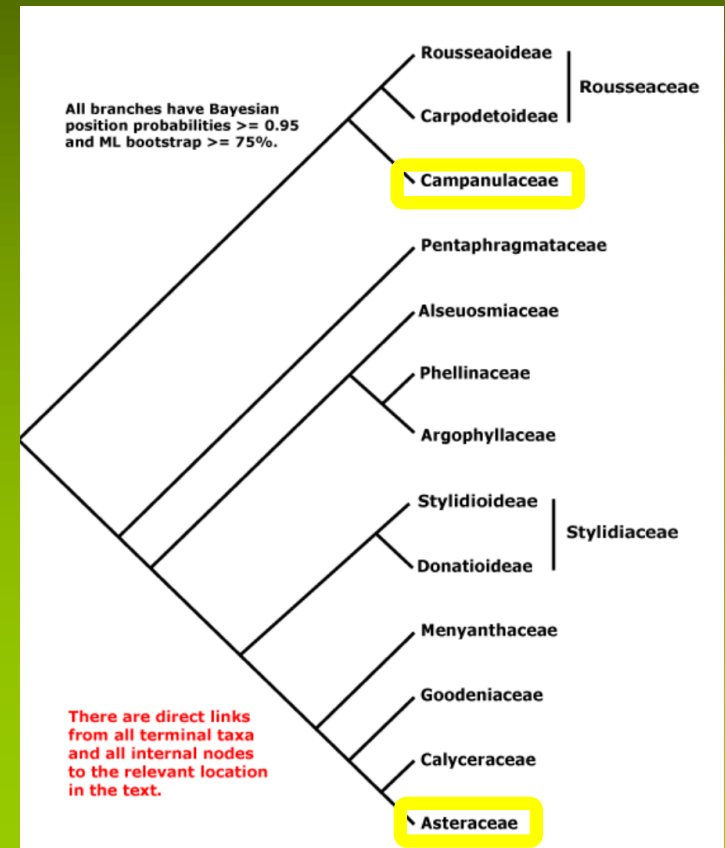
zahrnuje 11 čeledí, z nichž důležité jsou dvě:

- zvonkovité (*Campanulaceae*)
- hvězdnicovité (*Asteraceae*)

z „našich“ čeledí sem patří ještě vachtovité (*Menyanthaceae*)



vachta trojlistá pensum  
(*Menyanthes trifoliata*)

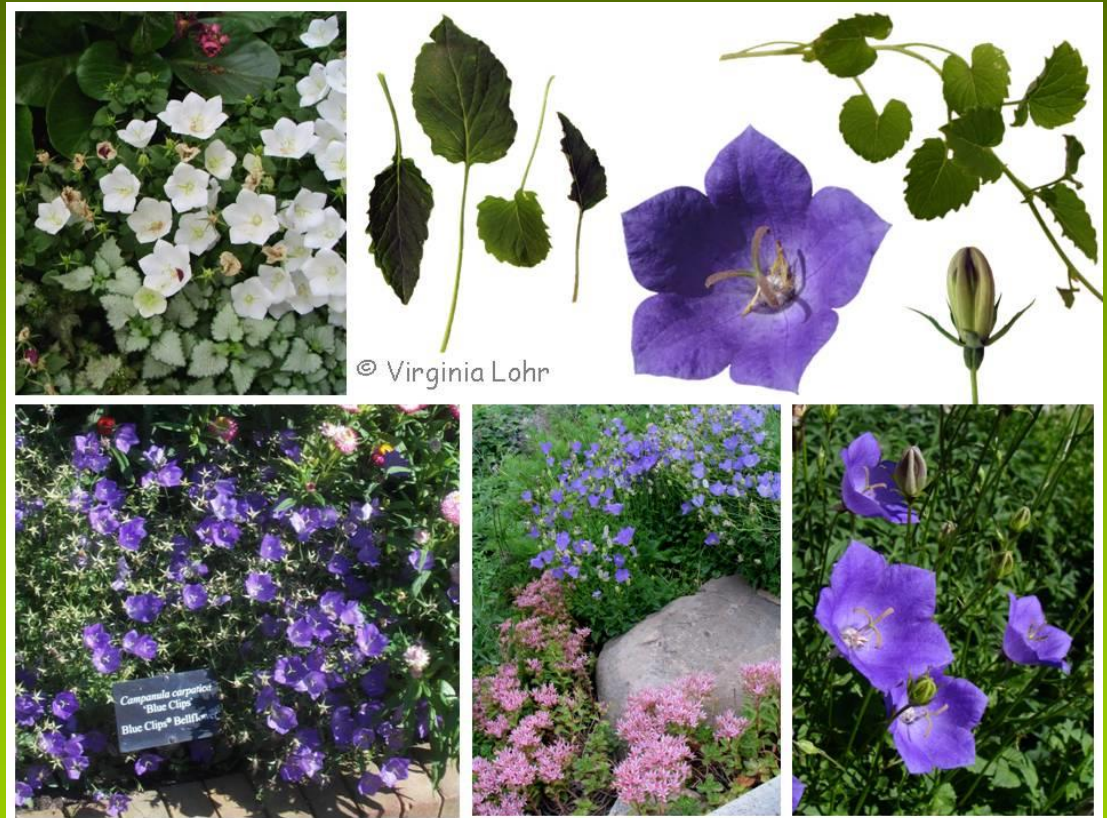


# Campanulaceae – zvonkovité

Byliny,

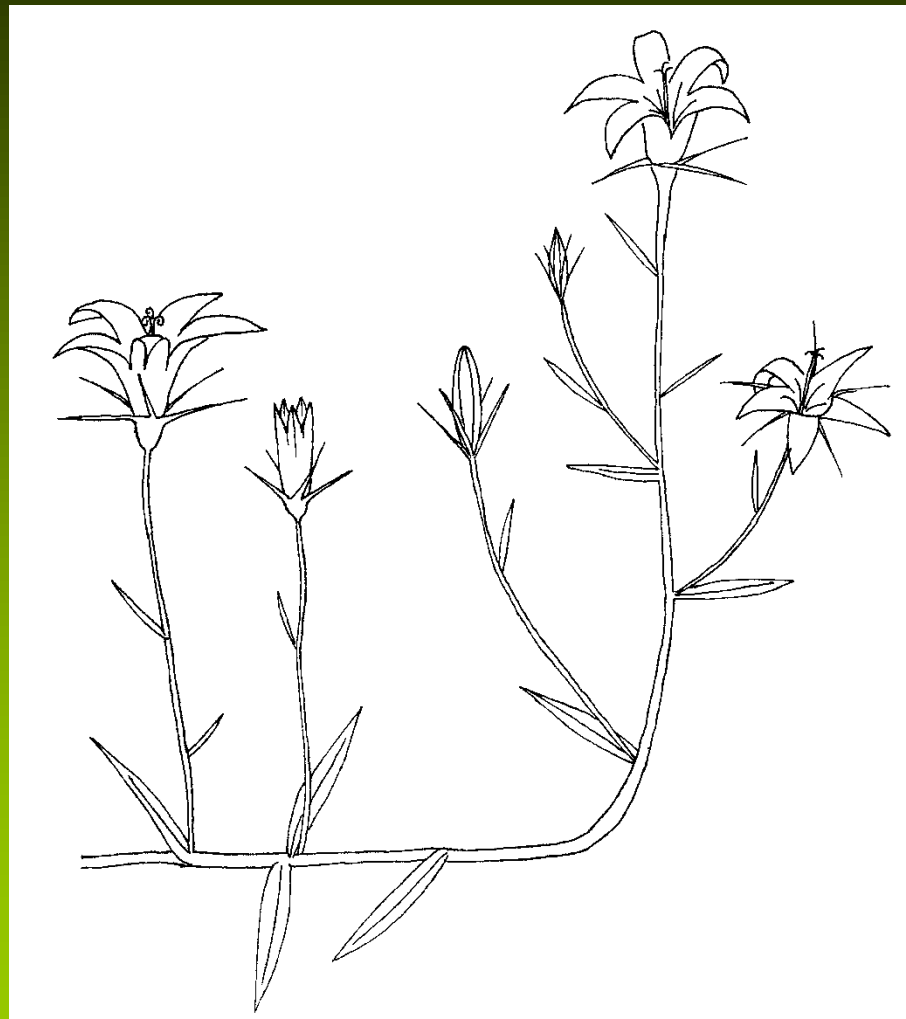
65/2200 především v mírném pásmu severní polokoule,

u nás 4/20.





listy jednoduché, střídavé



Květy oboupohlavné, aktinomorfní, u našich zástupců kalichy volné s 5 sepaly a koruny 5-cípé

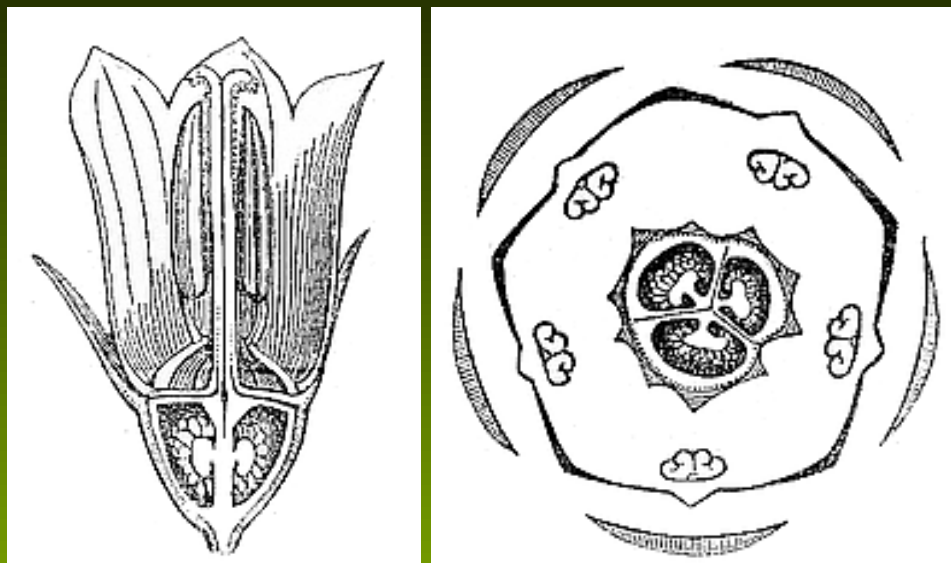




tendence ke zmenšování a sduřování do kompaktních květenství.

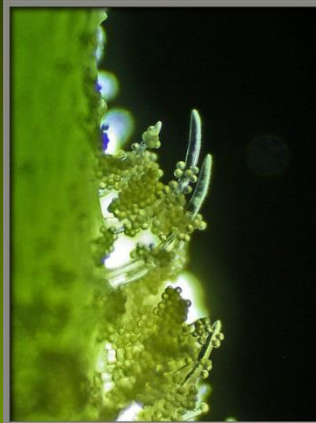
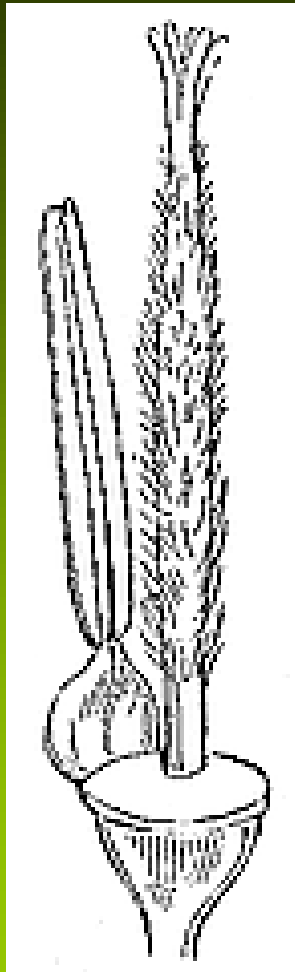
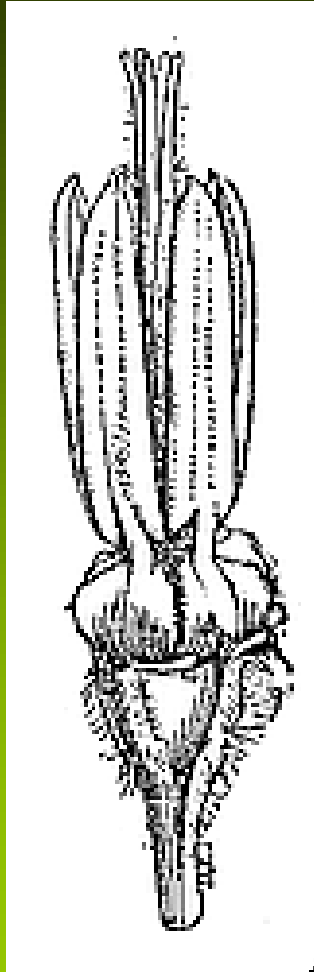


Tyčinky s volnými nitkami, u některých zástupců patrný laterální srůst prašníků.



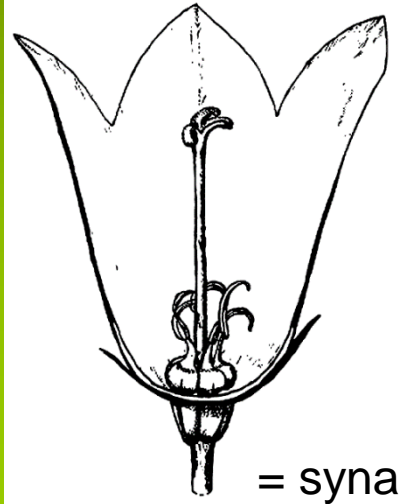
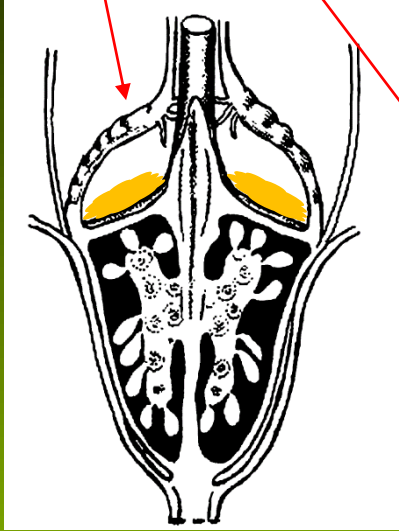


Prašníky introrsní = otvírají se směrem dovnitř,  
 pyl nabrán vymetacími kartáčkovitými chlupy na čnělce



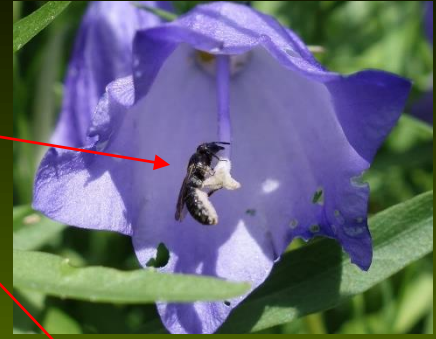
= synapomorfie, kterou sdílejí s Asteraceae

Disk na bázi čnělky produkuje nektar chráněn před deštěm rozšířenými bázemi tyčinek



= synapomorfie, kterou sdílí s Asteraceae

Opylovači sbírají pyl z čnělkového kartáčku, nebo se dobývají k nektaru



Pokud nedojde k přenosu cizího pylu na bliznu, bliznové laloky se ohnou zpět a naberou si z kartáčku pyl vlastní

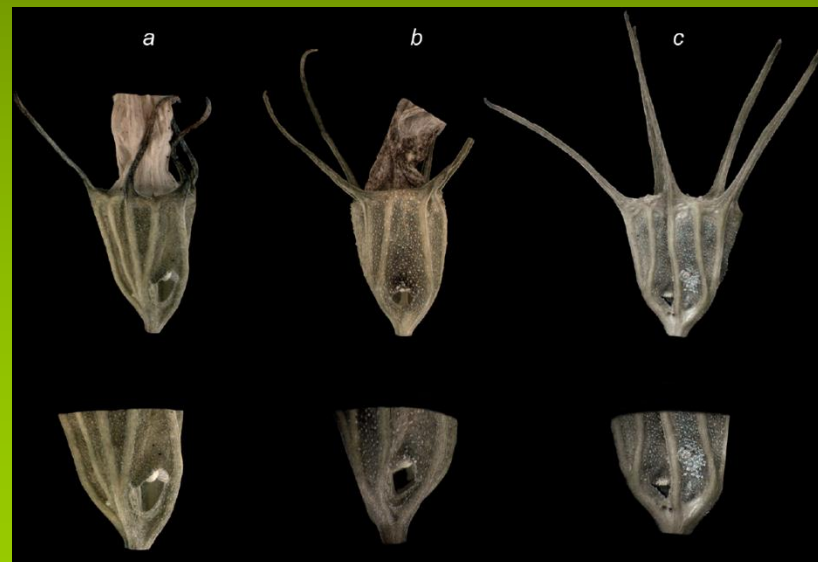
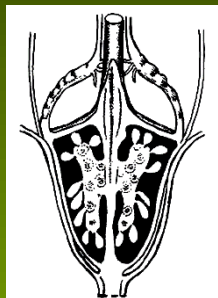




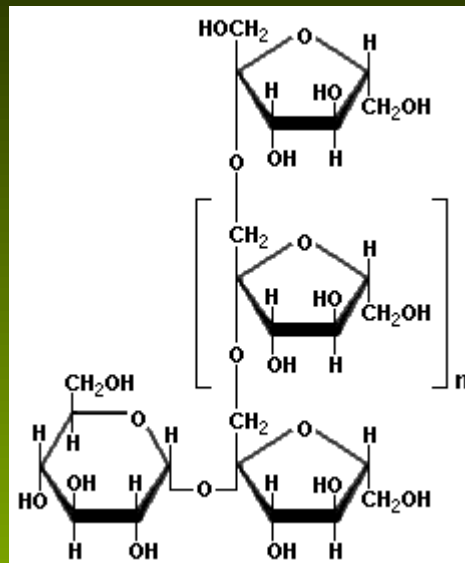
Cénokarpní gyneceum - tendence ke snižování počtu plodolistů z 5 až na 2 a současně přesun od svrchního k polospodnímu až spodnímu semeníku. Mladá semena ve spodním semeníku chráněna před sežráním hmyzem navštěvujícím květy.

Jednotlivá pouzdra semeníku nesou mnoho vajíček.

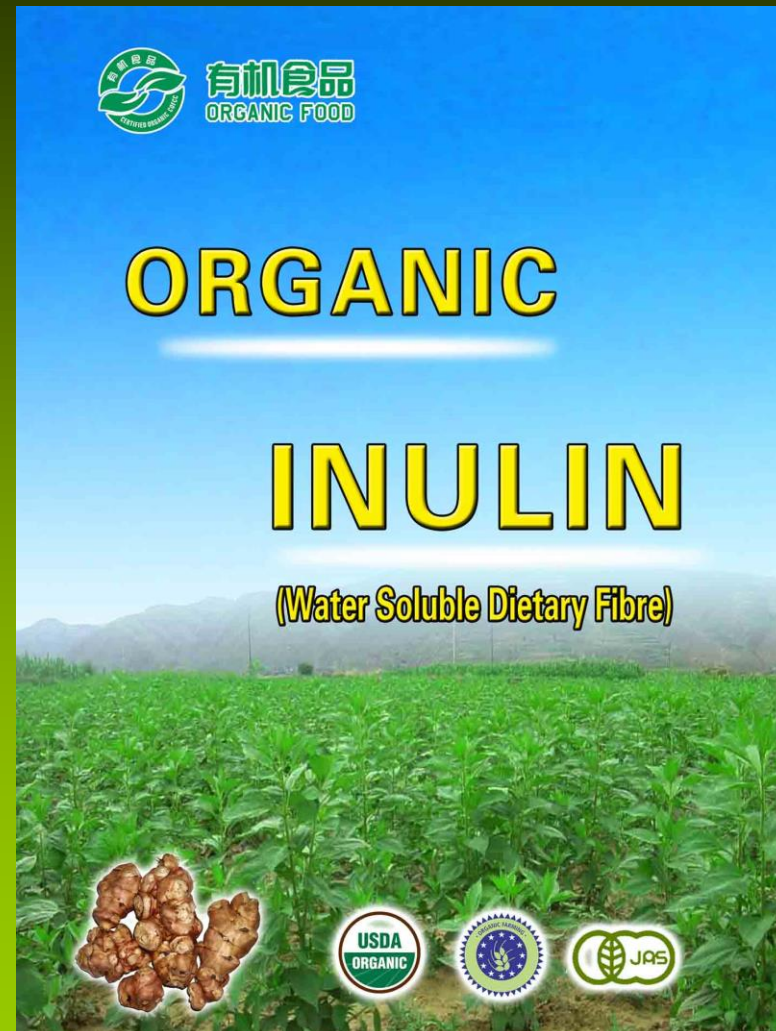
Plody **tobolky** – otvírají se otvory na vrcholu nebo na bázi



Podobně jako *Asteraceae* obsahují i *Campanulaceae* místo škrobu jako zásobní polysacharid **inulin**



Inulin patří fruktany = polymery fruktózy. Je to jemný bílý prášek, chuťově působí sladce. Neštěpí se však amylázou, takže lidský organismus ho neumí využít a ve střevě se chová jako rozpustná vláknina





Podobně jako některé *Asteraceae* mohou i *Campanulaceae* tvořit latex v idioblastech nacházejících se ve floemu – ochrana proti mšicím a jiným hmyzím herbivorům



K nejhojnějším patří na loukách zvonek okrouhlolistý (*Campanula rotundifolia*)



listy čárkovité, jen přizemní okrouhlé





zvonek rozkladitý (*Campanula patula*)





podél cest roste často zvonek řepkový  
(*Campanula rapunculoides*)

pensum





v listnatých lesích pak najdeme často zvonek kopřivolistý (*Campanula trachelium*)





persum

zvonek broskvolistý (*Campanula persicifolia*)



© www.flowersinsweden.com



zvonečník klasnatý  
(*Phyteuma spicatum*)

pensum



(C) A. Mrkvicka

# *Asteraceae* – hvězdnicovité

Počtem druhů největší čeleď  
kvetoucích rostlin, kosmopolitního  
rozšíření, 1620/ >25 000 druhů,

vznikly na jihu Ameriky, pak se šířily  
celým světem

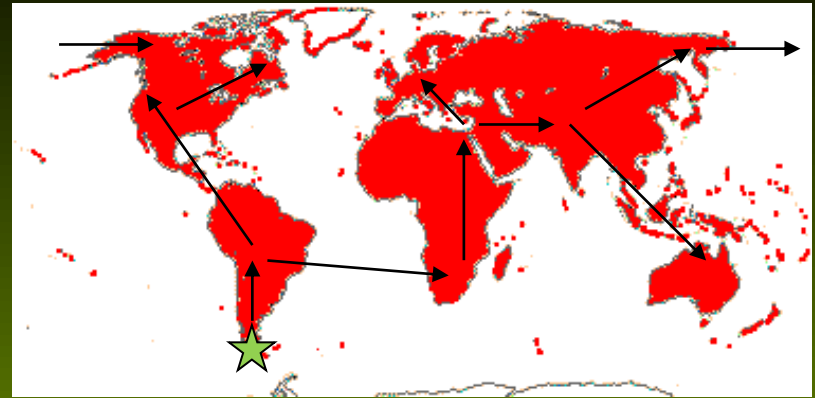
převážně byliny 125/580 (včetně  
mnoha apomiktů).

u nás zastoupeny 3 největší podčeledi  
(z celkových 13)

*Carduoideae*

*Asteroideae*

*Cichorioideae*





Zpravidla byliny. Listy střídavé, řidčeji vstřícné, zpravidla jednoduché, často členěné, bez palistů

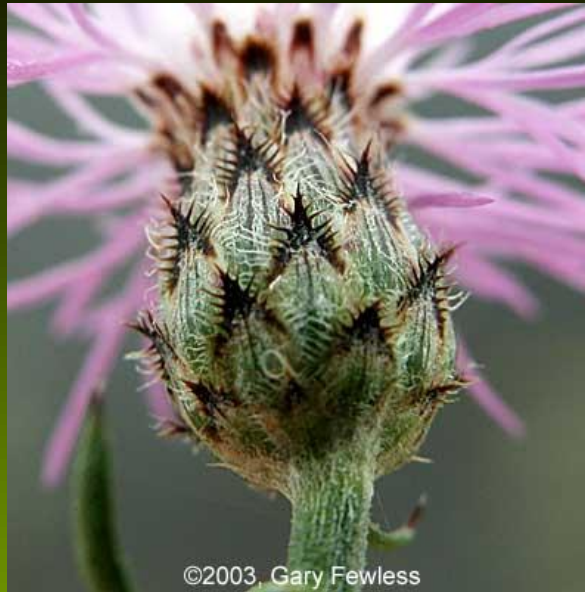


Květy drobné, uspořádané v úborech, napodobujících biologický květ, entomogamní. Květy v úborech zpravidla 2 typů, okrajové (paprsek) jazykovité, středové (terč) trubkovité, někdy terč chybí.



**Úbor = zefektivnění opylení a tvorby plodů / stvol + ochrana vyvíjejících se semeníků a plodů**



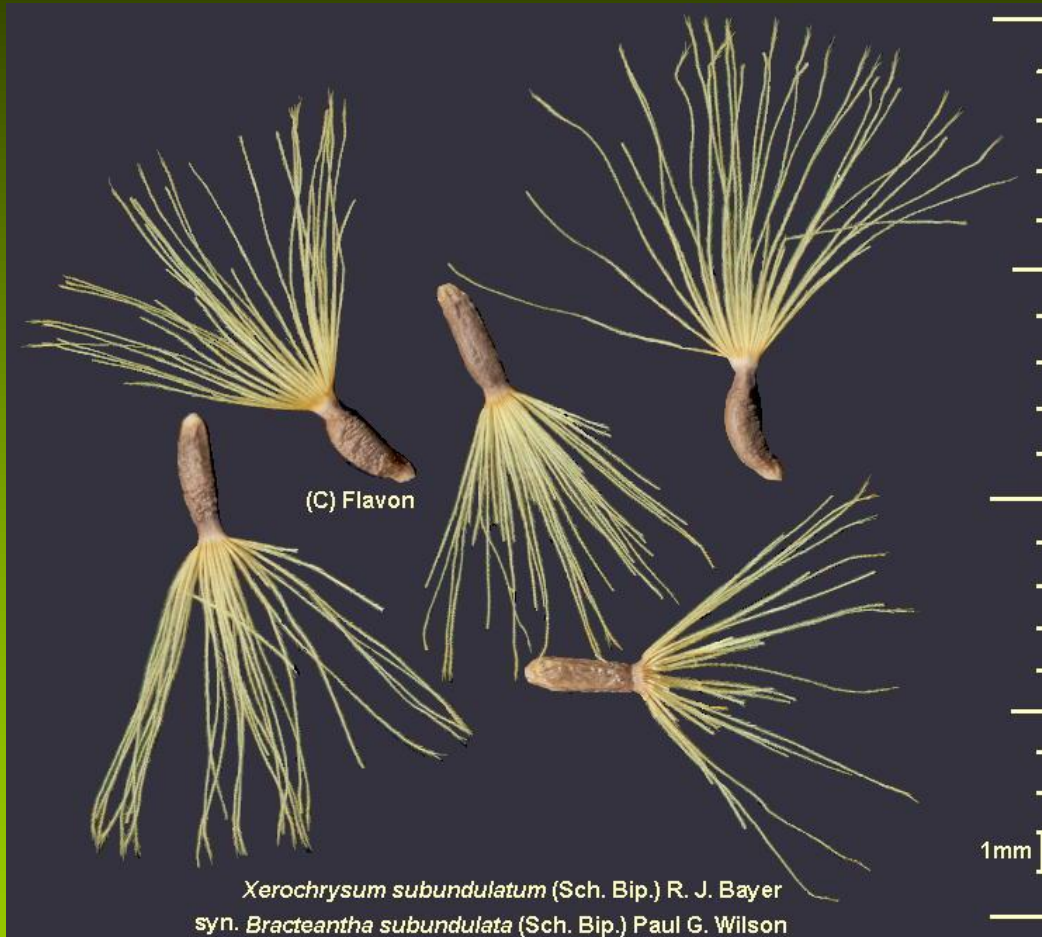


Vnější obal  
úboru tvořený  
listeny = zákrov

**Zákrov = efektivní ochrana vyvíjejících se semeníků a plodů**

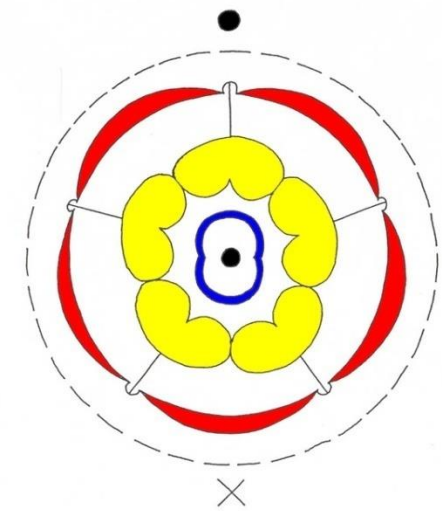
Jednotlivé květy jednopohlavné i oboupohlavné, v úboru různým způsobem kombinované.

Kalich přeměněn na chmýr nebo chybí.



Fam. Asteraceae (Compositae, Korbblütler)

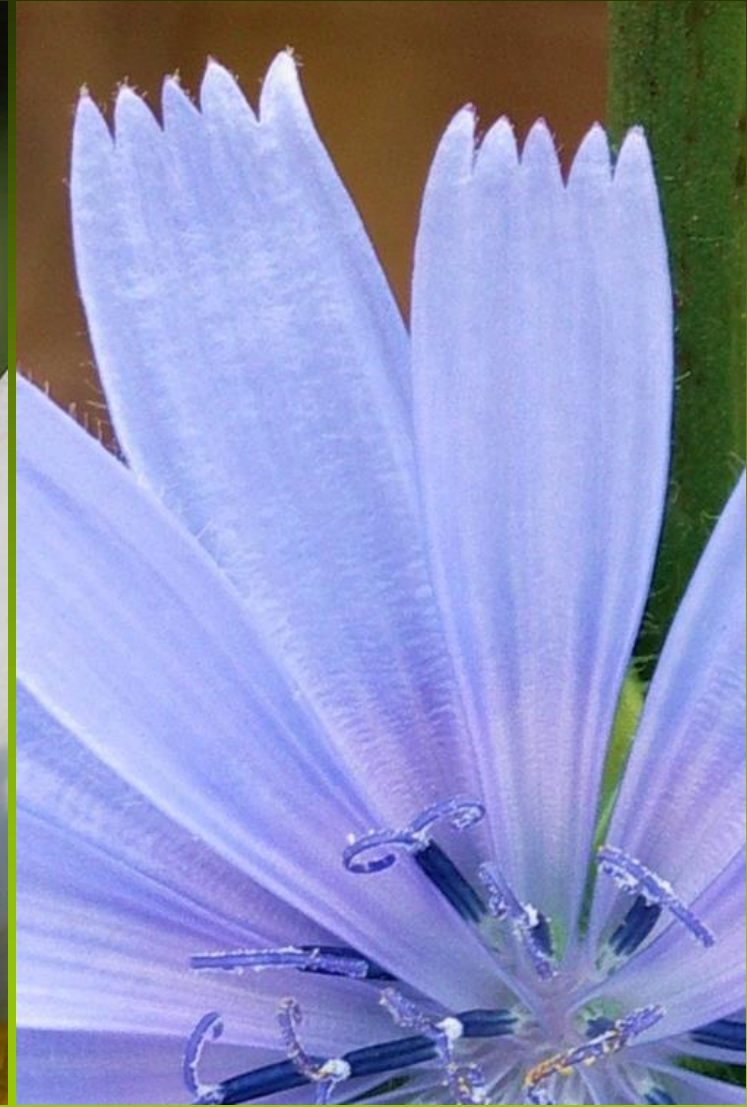
\* oder ↓  $K^{\text{Pappus}}$  (C (5) A (5)  $\overline{G(2)}$ )



**Chmýr = nástroj efektivního anemochorního šíření plodů**

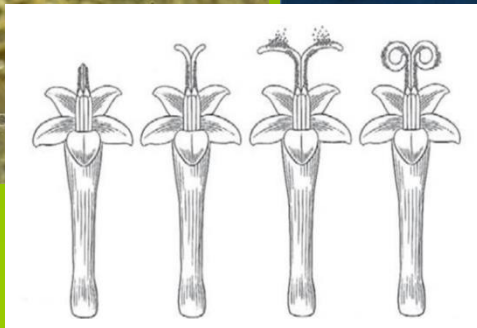


Jazykovité květy tvoří jazyk ze 3 nebo 5 původních lístků.



Trubkovité květy 5-cípé

Pestík srostlý ze 2 plodolistů, blizna 2laločná, semeník spodní s jediným vajíčkem.

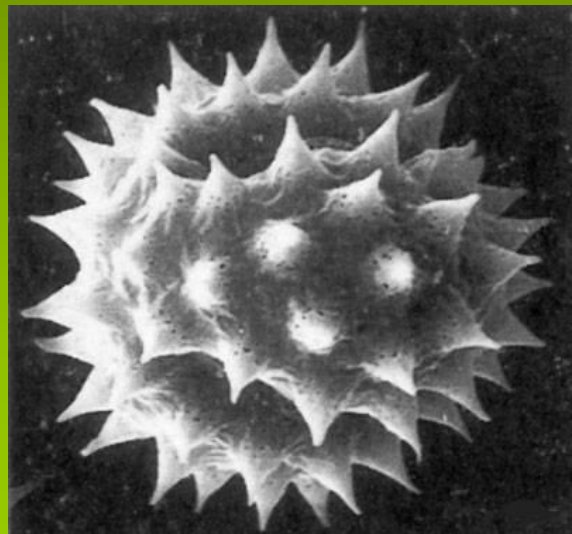
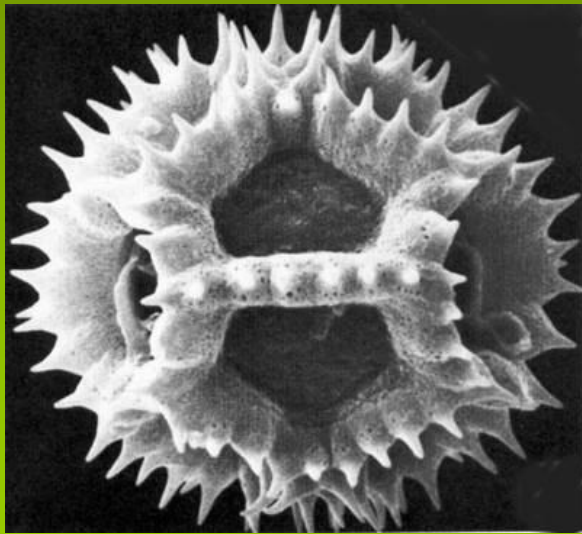
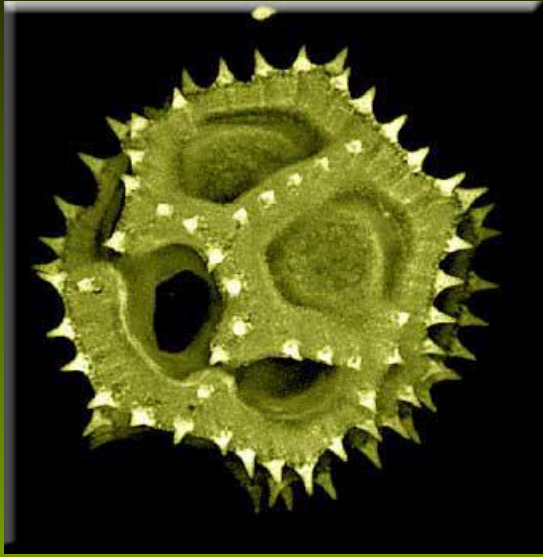




Tyčinek 5, bázemi přirostlé ke koruně,  
bočně srostlé v prašnicích.



# U hmyzosnubných druhů osténkatý pyl





plodem je nažka.



©2003, Gary Fewless



COPYRIGHT J.R. MANHART



0.5 mm

achenes (cypselae)  
 dark brown,  
 ca. 2 mm long,  
 5-ribbed  
 gland-dotted

*Mikania scandens* (L.) Willd.  
 climbing hempvine, achene  
 Kevin J. Lanclos  
 LSU Herbarium

# Letací aparát = chmýr

Není jen k pasivnímu plachtění za větru, ale i k „aktivnímu“ letu: vzduch projde paprsky chmýru tím vzniknou vzdušné víry a tím i podtlak nadnášející nažku => prodlouží se doba letu a tedy také dolet nažek



podobně létají třásnokřídlí

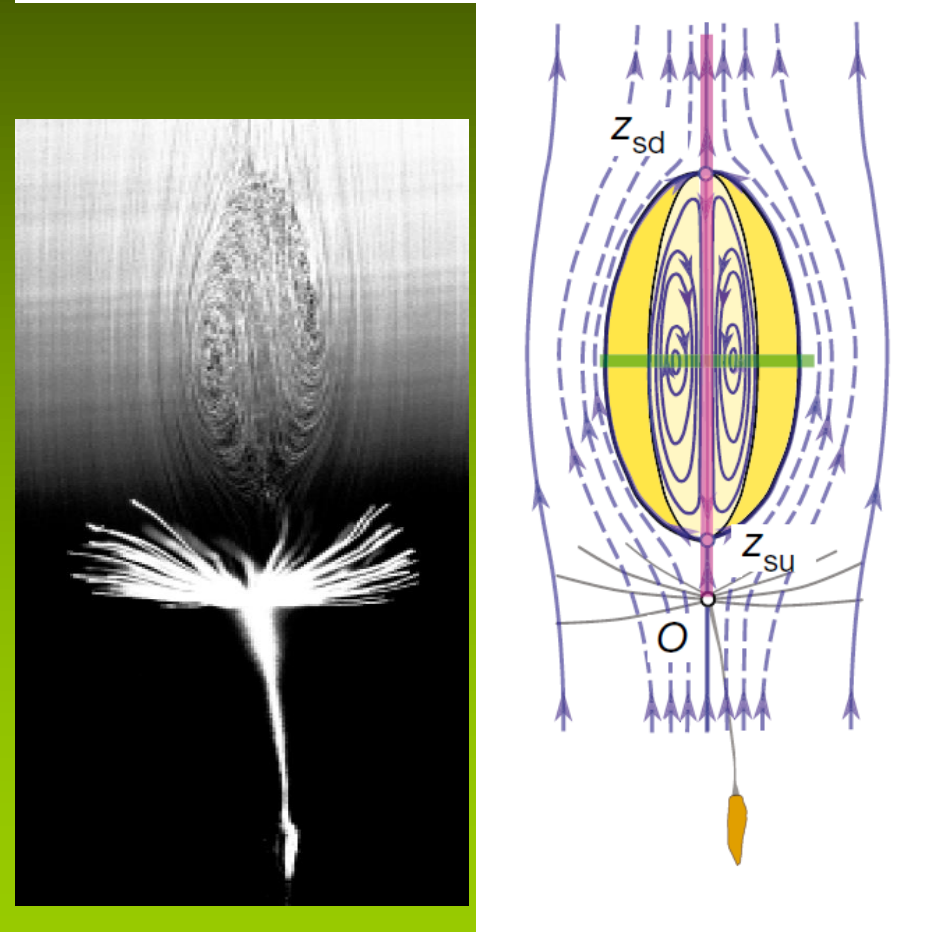
416 | NATURE | VOL 562 | 18 OCTOBER 2018

## LETTER

<https://doi.org/10.1038/s41586-018-0604-2>

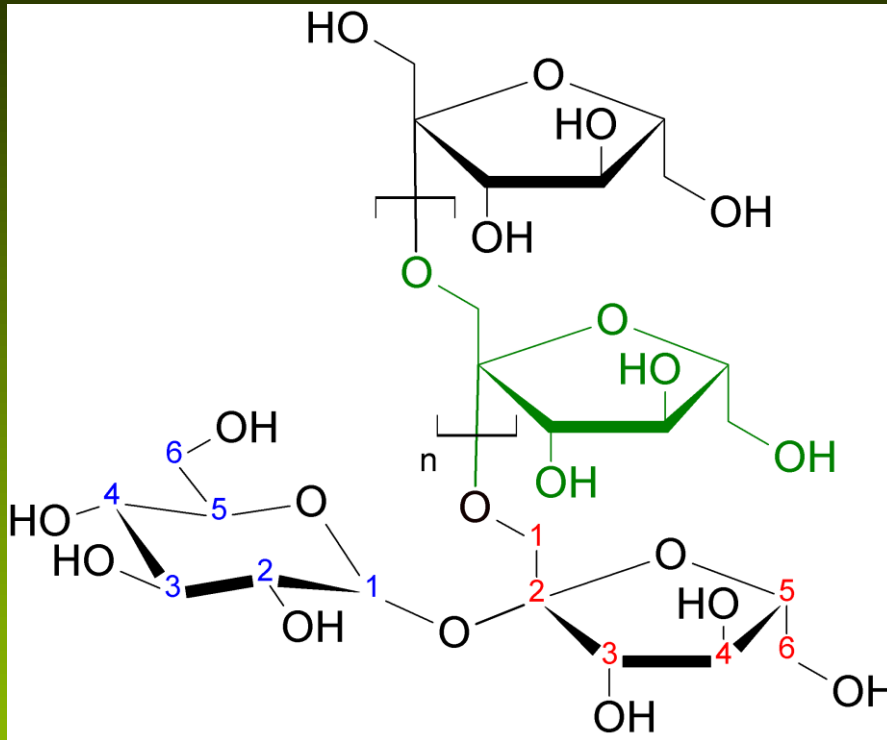
### A separated vortex ring underlies the flight of the dandelion

Cathal Cummins<sup>1,2,3</sup>, Madeleine Seale<sup>2,3,4</sup>, Alice Macente<sup>2,4,5</sup>, Daniele Certini<sup>1</sup>, Enrico Mastropaolo<sup>4</sup>, Ignazio Maria Viola<sup>1\*</sup> & Naomi Nakayama<sup>2,3,6\*</sup>





Jako zásobní látku obsahují inulin.



Sacharid, který u hvězdnicovitých a zvonkovitých nahrazuje škrob. Chutná sladce, ale neštěpí se amylázou, takže při trávení není využit a chová se jako rozpustná vláknina.

Podčeleď *Carduoideae*: často dvouleté pichlavé byliny. Pletiva bez mléčnic. Všechny květy v úboru trubkovité.

2 900 druhů  
hlavně v Západní a Střední Asii  
a ve Středomoří



©2005 Jeffrey Phippen





chrpa modrá (*Centaurea cyanus*)<sup>pensum</sup>.



chrpa čekánek (*Centaurea scabiosa*).





pensum

chrpa luční (*Centaurea jacea*).



<http://botanika.wendys.cz>



Obtížnými plevely jsou pcháč  
ošet (*Cirsium arvense*),  
pensum





pcháč obecný (*Cirsium vulgare*),





pcháč  
bahenní  
(*Cirsium  
palustre*),



©2008 Gary Fewless



©2004 Gary Fewless



pensum

pcháč zelinný (*Cirsium oleraceum*),





pcháč potoční (*Cirsium rivulare*),



*Cirsium rivulare* 'Atropurpureum', Sophie en mai 07



pcháč šedý (*Cirsium canum*),





bodlák (*Carduus*)

pcháč (*Cirsium*)





# bodlák kadeřavý (*Carduus crispus*)



(c) Anna Nowak-Dańda, [www.atlas-roslin.pl](http://www.atlas-roslin.pl)





bodlák obecný (*Carduus acanthoides*)





pensum

# lopuch plstnatý (*Arctium tomentosum*).



Photo copyright Henriette Kress  
<http://www.henriettesherbal.com>



pensum

pupava bezlodyžná (*Carlina acaulis*).





## Podčeleď *Asteroideae*

Pletiva bez mléčnic. V úboru trubkovité květy tvoří terč obklopený paprsky, tvořenými jazykovitými květy zakončenými 3 zoubky; někdy jen terč bez paprsků.

17 200 druhů  
kosmopolitní



Z užitkových druhů sem patří slunečnice roční (*Helianthus annuus*) původem ze Severní Ameriky,





Jako léčivka se sbírá heřmánek pravý (*Matricaria chamomilla*),





hnojiště

Na místech s vysokým obsahem  
nitrátů roste heřmánek terčovitý  
(*Matricaria discoidea*),

*pensum*





zlatobýl obecný (*Solidago virgaurea*)

a ze Severní Ameriky zavlečený zlatobýl  
kanadský (*Solidago canadensis*)





pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*), který patří mezi významné pylové alergeny pozdního léta a podzimu. Pelyňky opyluje vítr ne hmyz.









alpská protěž (*Leontopodium alpinum*) má několik úborů v sekundárním květenství napodobujícím úbor





Pro okrasu se pěstují nejčastěji druhy rodů astra (*Aster*), jiřina (*Dahlia*),





kamzičník (*Doronicum*), aksamitník = afrikán (*Tagetes*),





slaměnka (*Ammobium*), rudbékie  
(*Rudbeckia*)





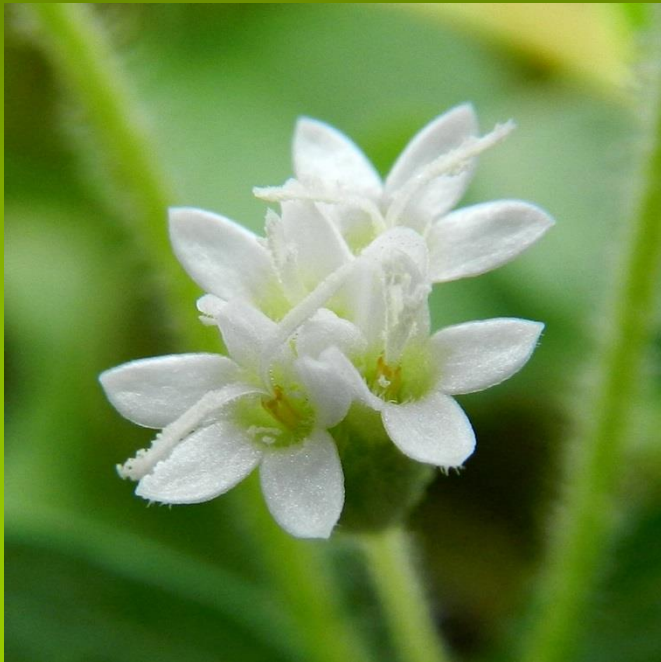
měsíček lékařský (*Callendula officinalis*) užívaný též jako léčivka v dermatologii; jako léčivka je dnes velmi rozšířená také třapatka (*Echinacea*)





stévie (*Stevia rebaudiana*): její sušené listy =  
stolní přírodní sladidlo

její úbory mají jen několik květů



plevelný druh je rmen rolní (*Anthemis arvensis*),<sup>pensum</sup>





plevelný druh je heřmánek nevonný (*Matricaria inodora*),



plevelné druhy zavlečené: pětour malokvětý (*Galinsoga parviflora*) a p. kopřivolistý (*G. urticaefolia*)





Na ruderálních místech a podél komunikací je hojný turan kanadský (*Erigeron canadensis*),



pensum

vřatič obecný (*Tanacetum vulgare*),





na březích vod najdeme dvouzubec  
trojdílný (*Bidens tripartita*)





Na loukách je častý řebříček obecný (*Achillea millefolium*),



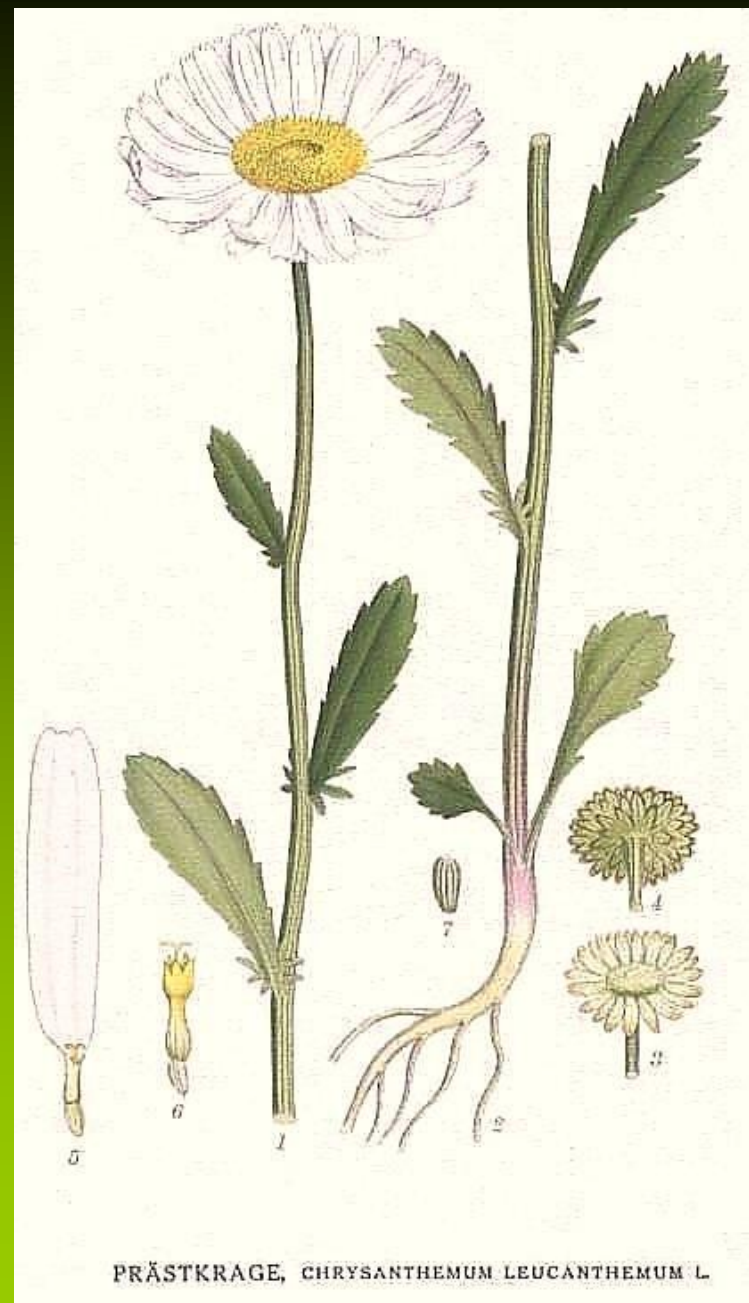


sedmikráska chudobka (*Bellis perennis*),  
pensum



© Libor Ekrt

kopretina bílá (*Chrysanthemum  
leucanthemum* pensum).





pensum

starček vejčitý = Fuchsův (*Senecio ovatus* = *S. fuchsii*)





Podčeleď  
*Cichorioideae*

Pletiva s  
mléčnicemi.

Všechny květy v  
úboru jazykovité,  
zakončené 5  
zoubky.

4000 druhů  
hlavně v Evropě  
ale i na jiných  
kontinentech,  
chybí v Austrálii.







užitkovým druhem je listová zelenina locika salátová (*Lactuca sativa*)





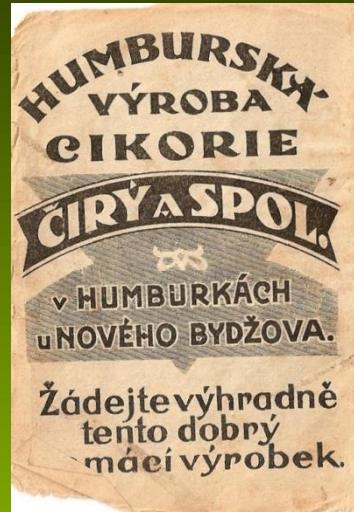
# Plevelným a ruderálním druhem je locika kompasová (*Lactuca serriola*)

pensum





jako užitková slouží čekanka obecná (*Cichorium  
intybus*) skýtající kávovou náhražku cikorku  
(křovitý kořen) nebo zeleninu čekankové puky





Na loukách je častá máchelka podzimní  
(*Leontodon autumnalis*)



nebo máchelka  
srstnatá (*Leontodon*  
*hispidus*),  
pensum





stejně jako druhy rodu pampeliška (*Taraxacum*).





pensum

pampeliška (*Taraxacum*).





pampeliška (*Taraxacum*).



Na polích jsou běžné druhy rodu mléč (*Sonchus*)



mléč rolní (*Sonchus arvensis*)

pensum



mléč zelinný (*Sonchus oleraceus*)



Na výslunných místech je  
častý jestřábník chlupáček  
(*Hieracium pilosella*)

pensum





pensum

jestřábník zední (*Hieracium murorum*) a jestřábník Lachenalův (*H. lachenalii*).





pensum

# škarda dvouletá (*Crepis biennis*)



<http://botanika.wendys.cz>





pensum

# Kozí brada východní (*Tragopogon orientalis*)



© Dana Michalcová



© Dana Michalcová



V lesích je častá mléčka zední (*Mycelis muralis*) *pensum*





Na ruderálních místech, podél cest najdeme často  
podběl obecný (*Tussilago farfara*) <sup>pensum</sup>

