



# System a evoluce vyšších rostlin

## Krytosemenné: úvod

### Petr Bureš



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# *Magnoliophyta* (krytosemenné)

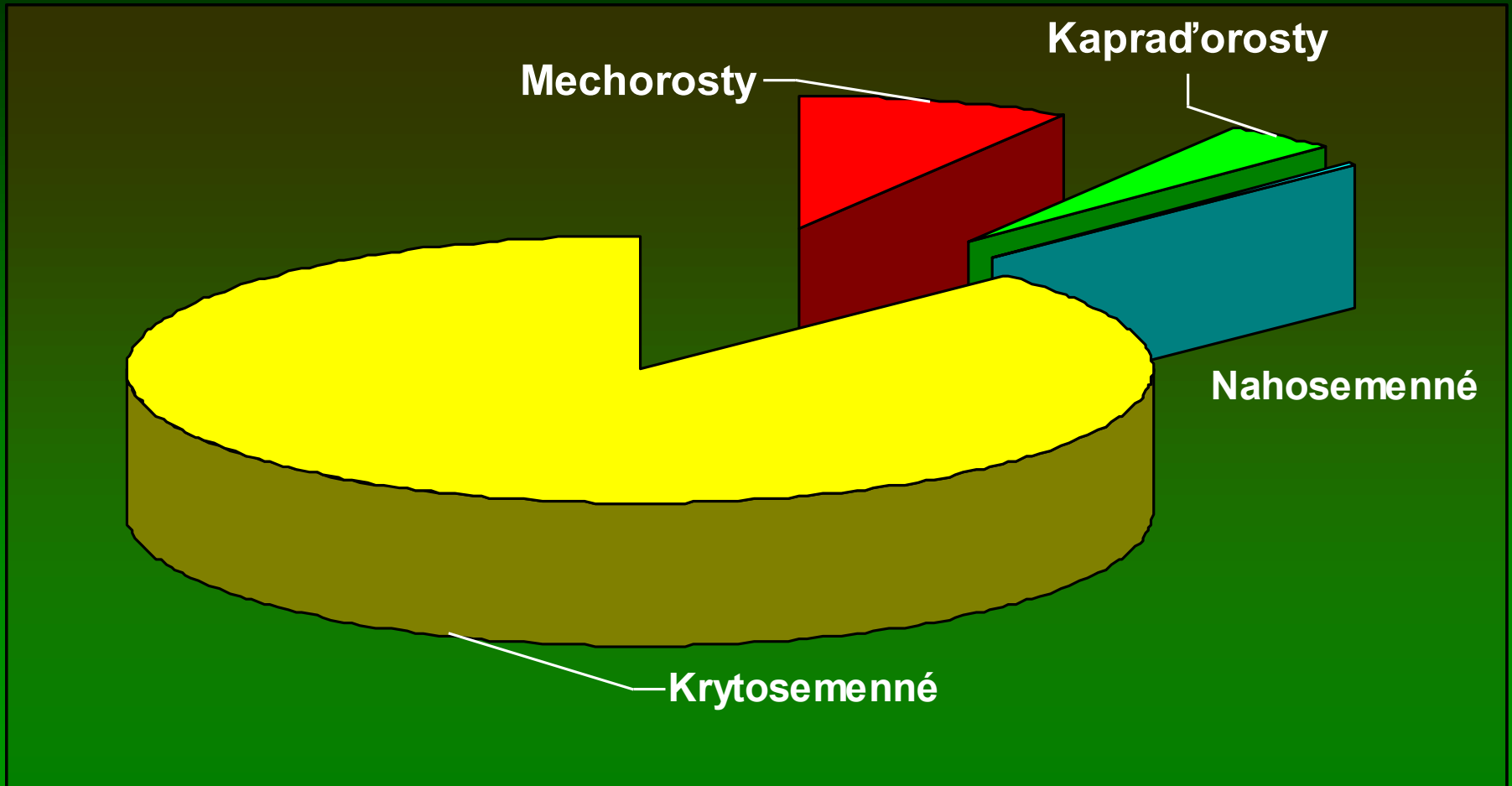


Fylogeneticky nejvíce odvozená a druhově dnes naprosto dominantní příbuzenská skupina vyšších rostlin



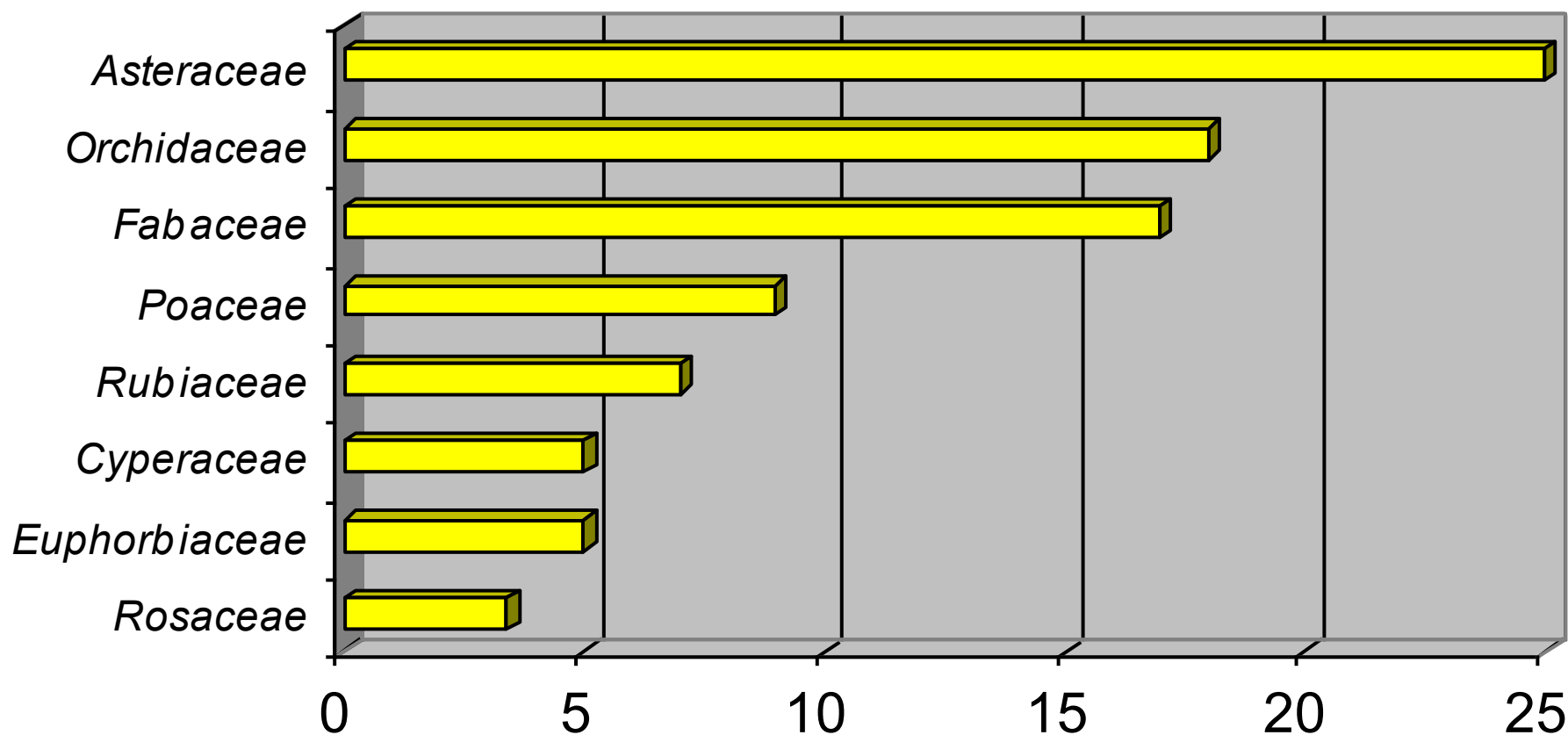
**Habitus:** byliny i dřeviny rozmanitého vzhledu a různých ekologických nároků

Srovnání počtu druhů krytosemenných s ostatními skupinami vyšších rostlin: mechorosty - 25 000, kaprad'orosty 10 000, nahosemenné 800, krytosemenné 250 000

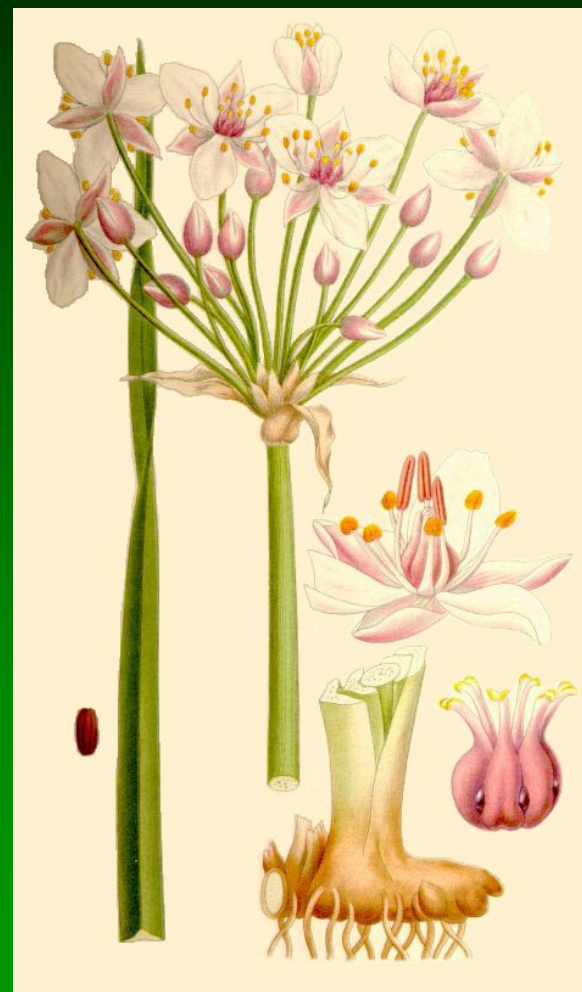




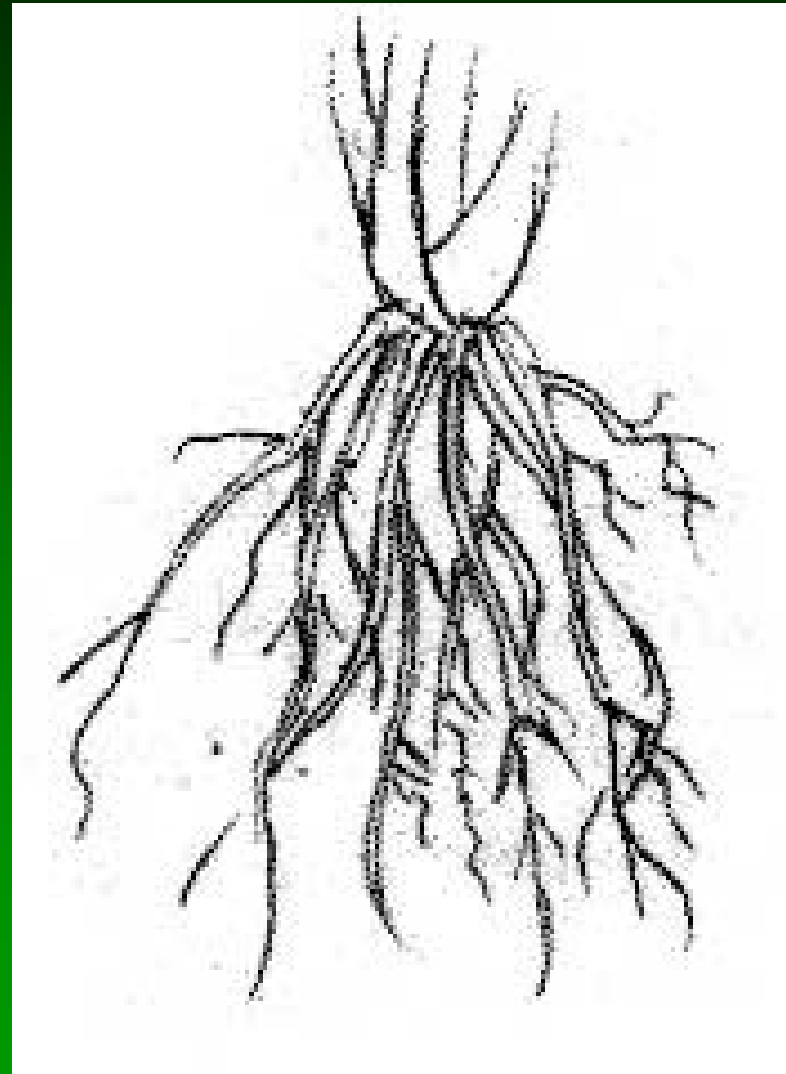
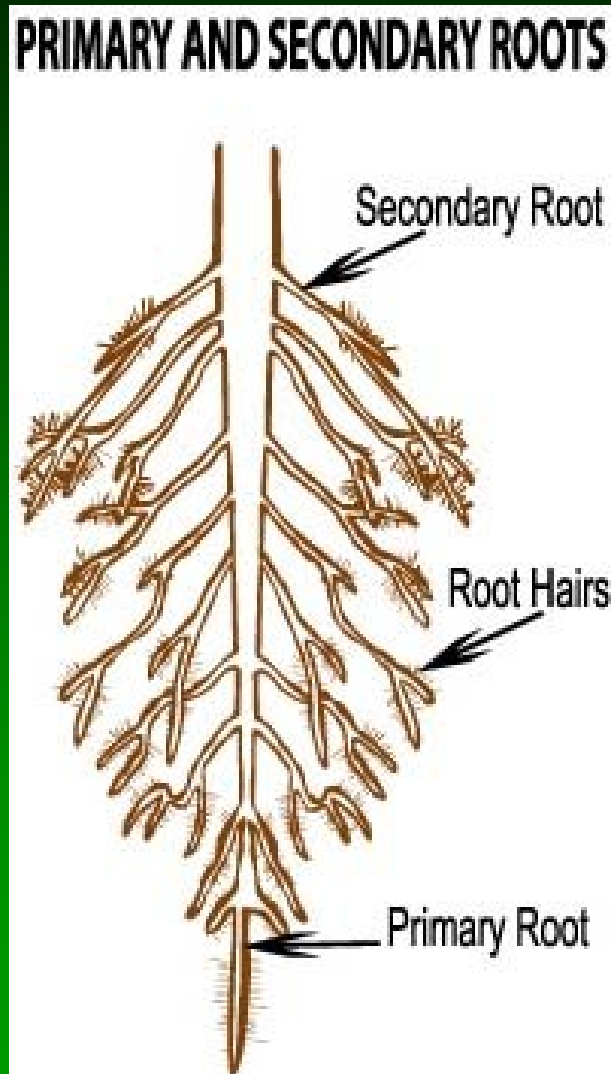
Osm druhově nejbohatších čeledí krytosemenných. Celá jedna desetina druhového bohatství krytosemenných pak připadá na jedinou čeleď - *Asteraceae*.



Opačným extrémem jsou čeledi zahrnující pouze jeden jediný druh - např. *Hippuridaceae*, *Butomaceae*



Hlavní (primární) kořen vytrvává nebo zaniká  
= allorhizie nebo homorhizie



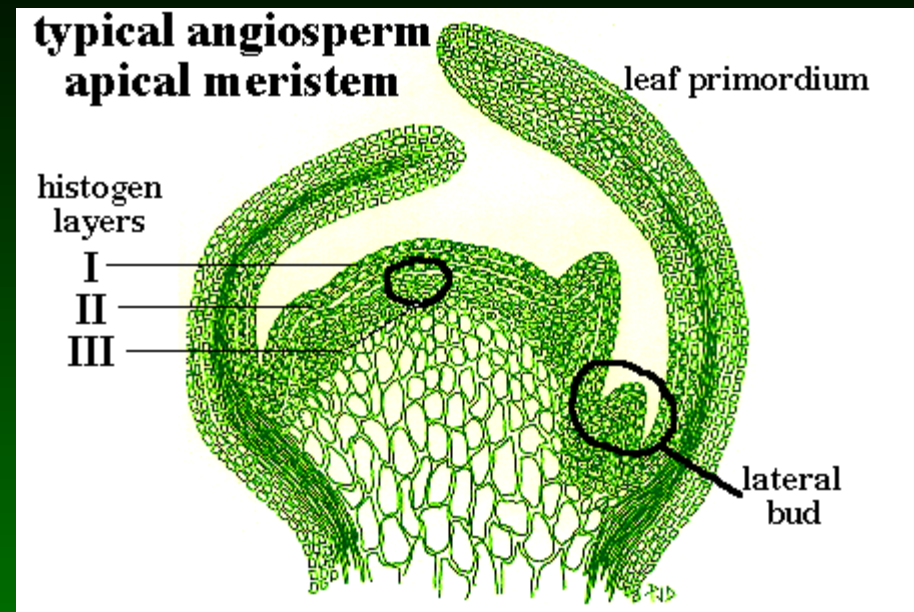
# Apikální meristém

- mnohobuněčný  
vícevrstevný

- diferencovaný na

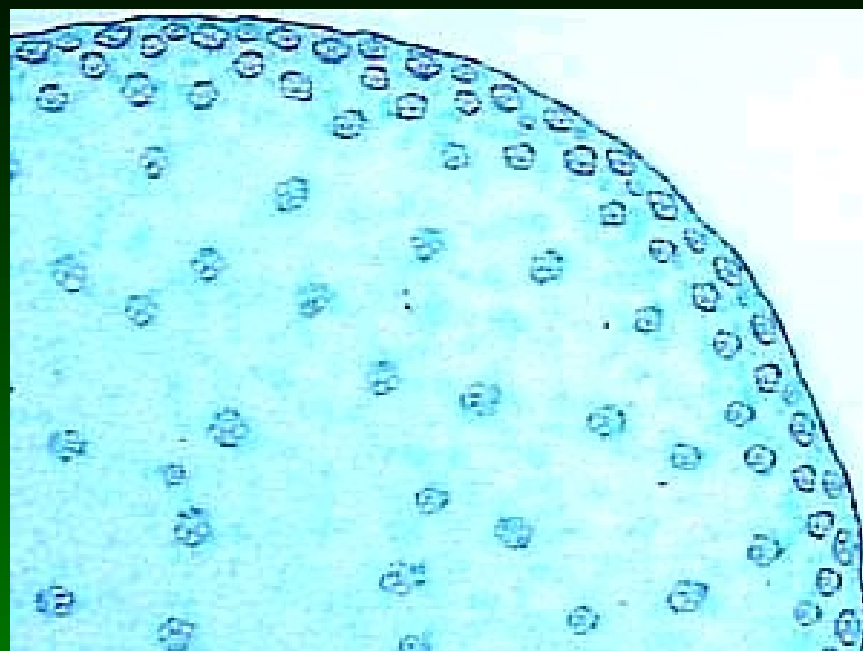
(i) jedno- až  
vícevrstevnou tuniku  
dělicí buňky ve směru  
kolmém na povrch

(ii) korpus dělicím buňky  
rovnoběžně s povrchem



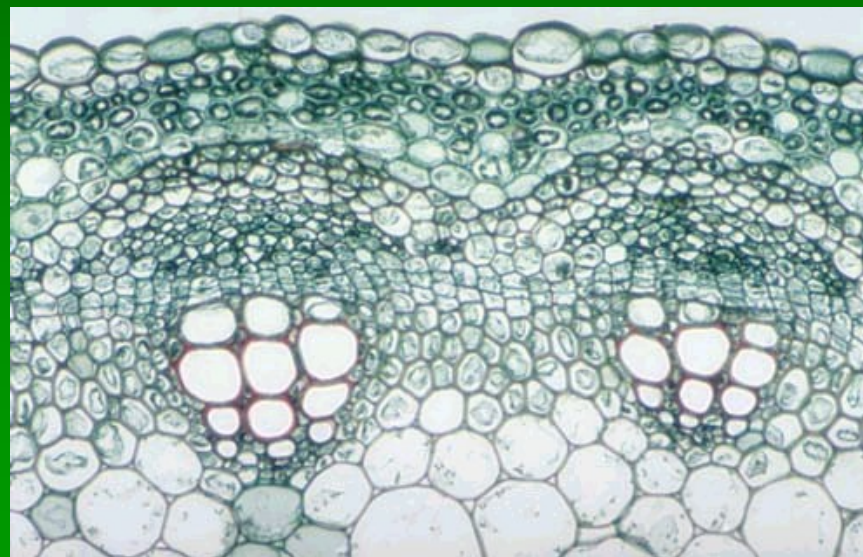
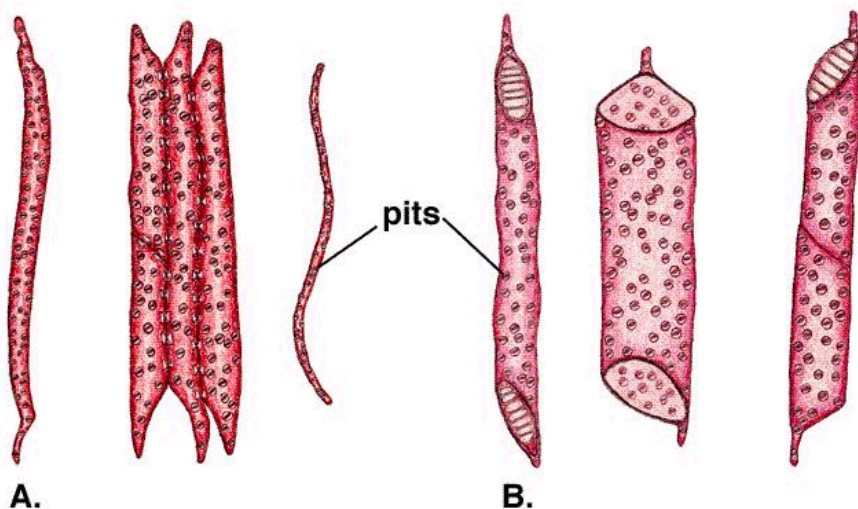


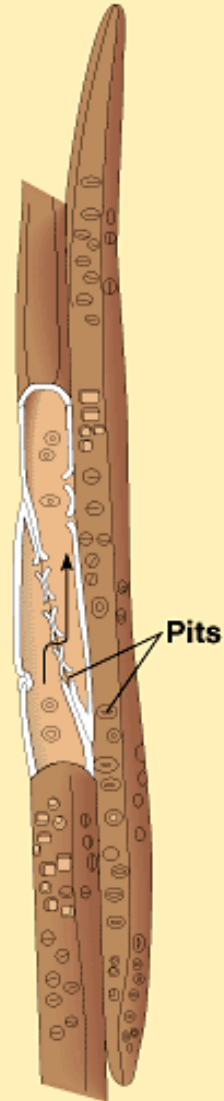
**Stonek** - druhotně tloustne  
nebo netloustne; cévní svazky  
eustélické nebo ataktostélické  
xylém heteroxylární (s trache-  
idami i trachejemi); pouze u  
primitivních typů homoxylární  
(jen s tracheidami)



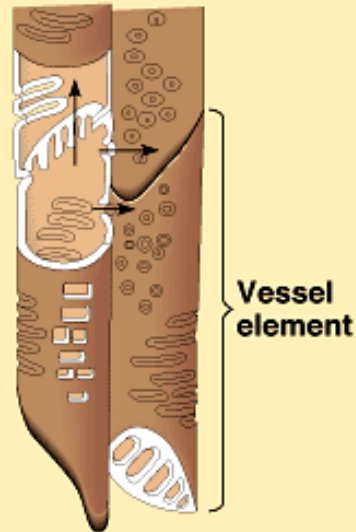
Kingeley R. Stern, Botany Visual Resource Library © 1997 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

## Water-conducting Cells of Xylem

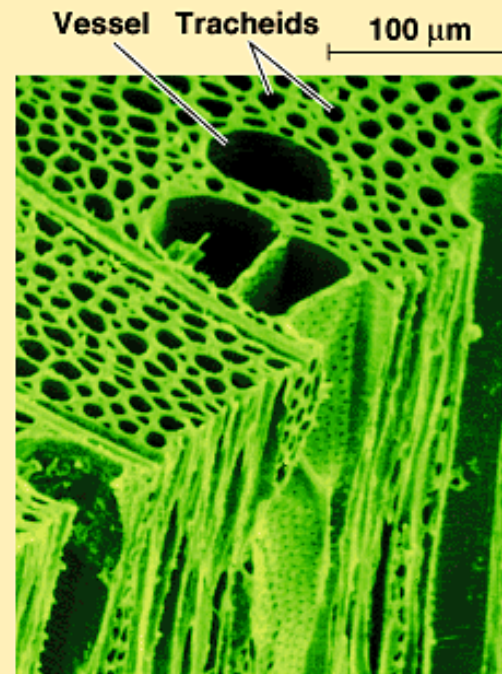




(a) Tracheids



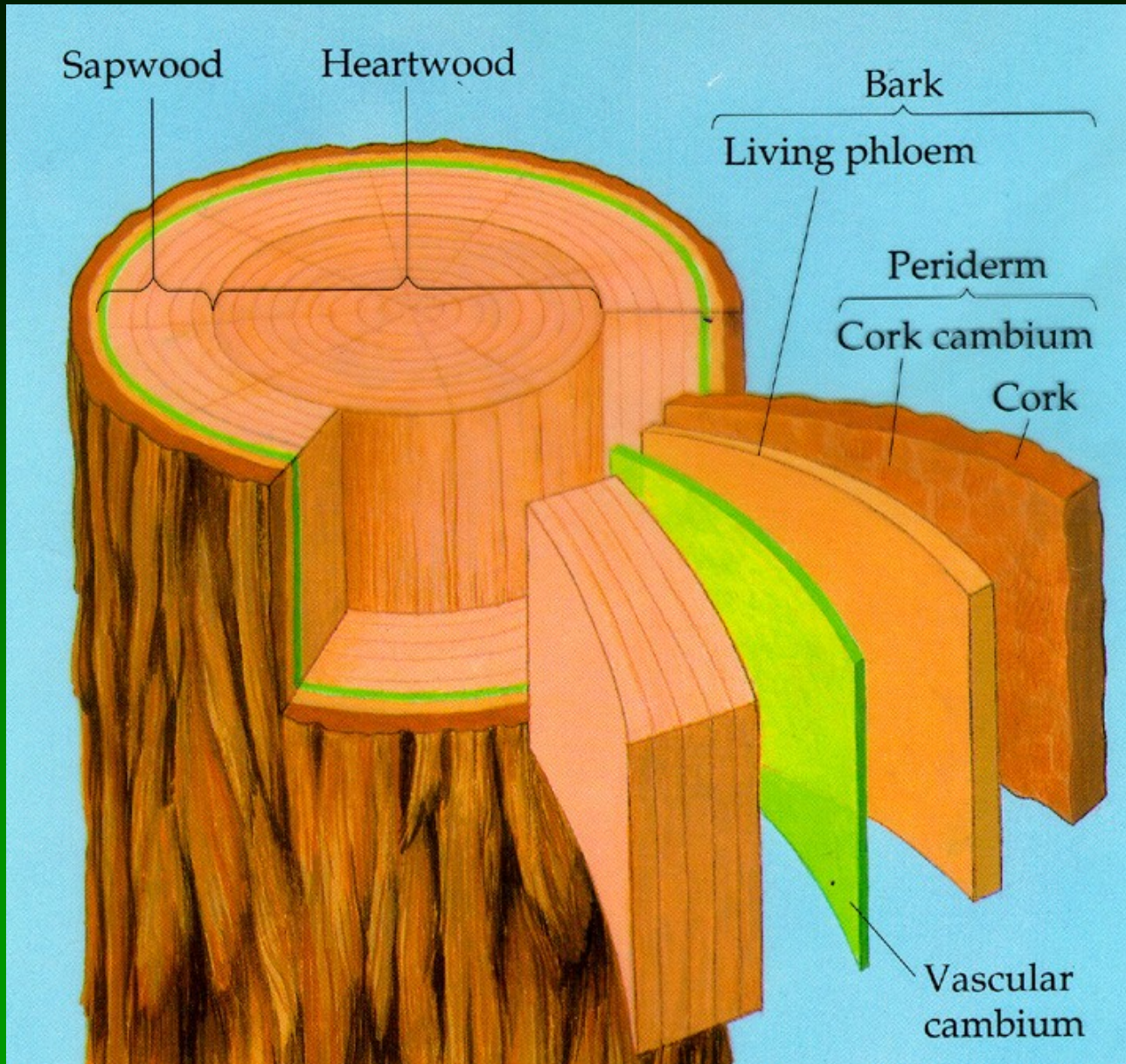
(b) Vessel elements with partially perforated end walls



(c) Tracheids and vessels (colorized SEM)

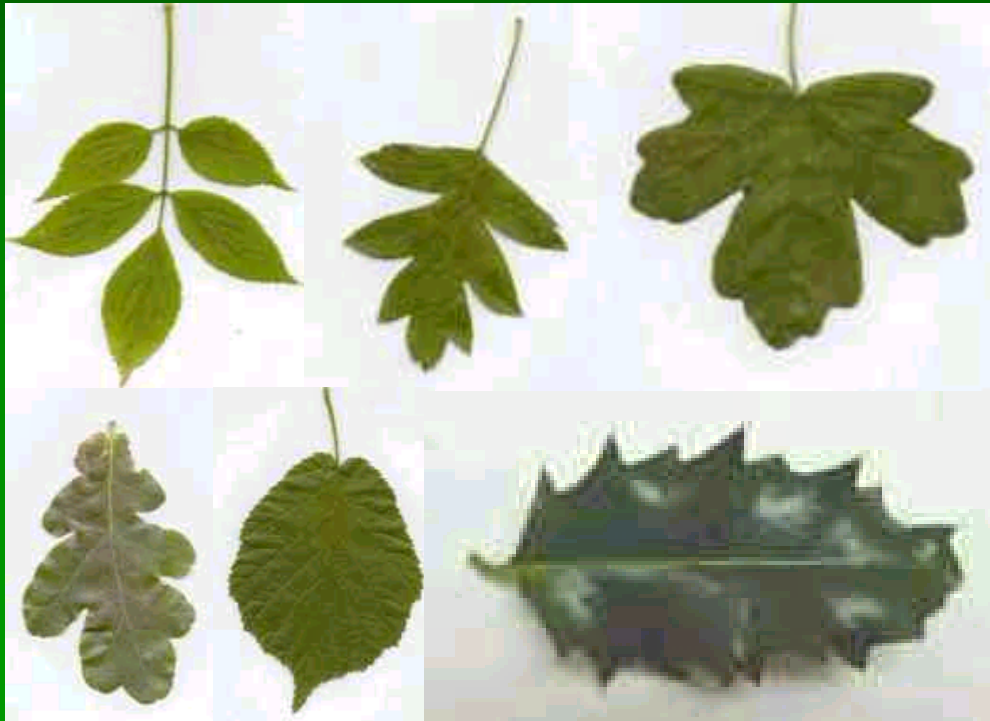
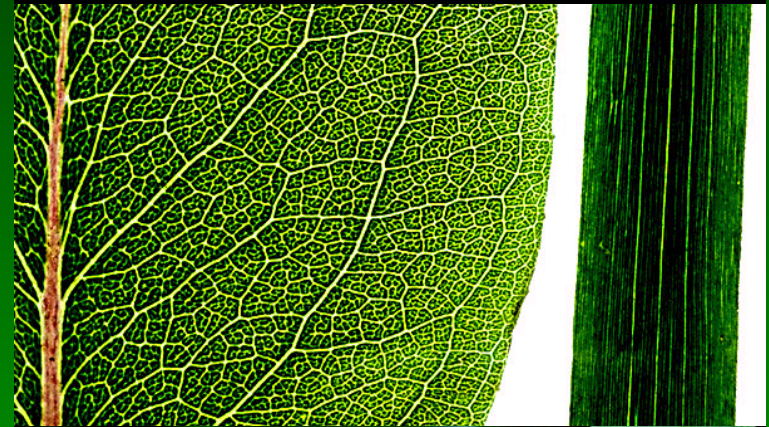


# U sekundárně tloustnoucích má kmen na průřezu letokruhy



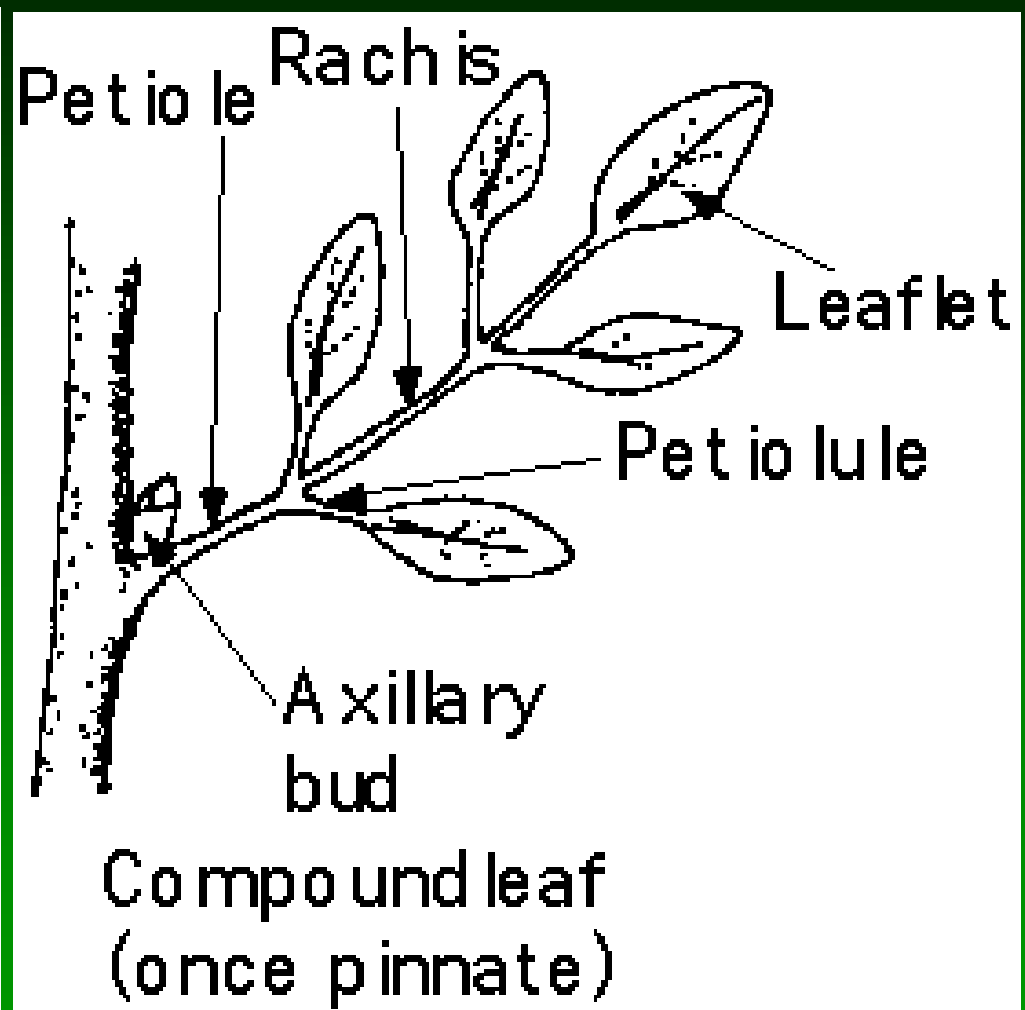
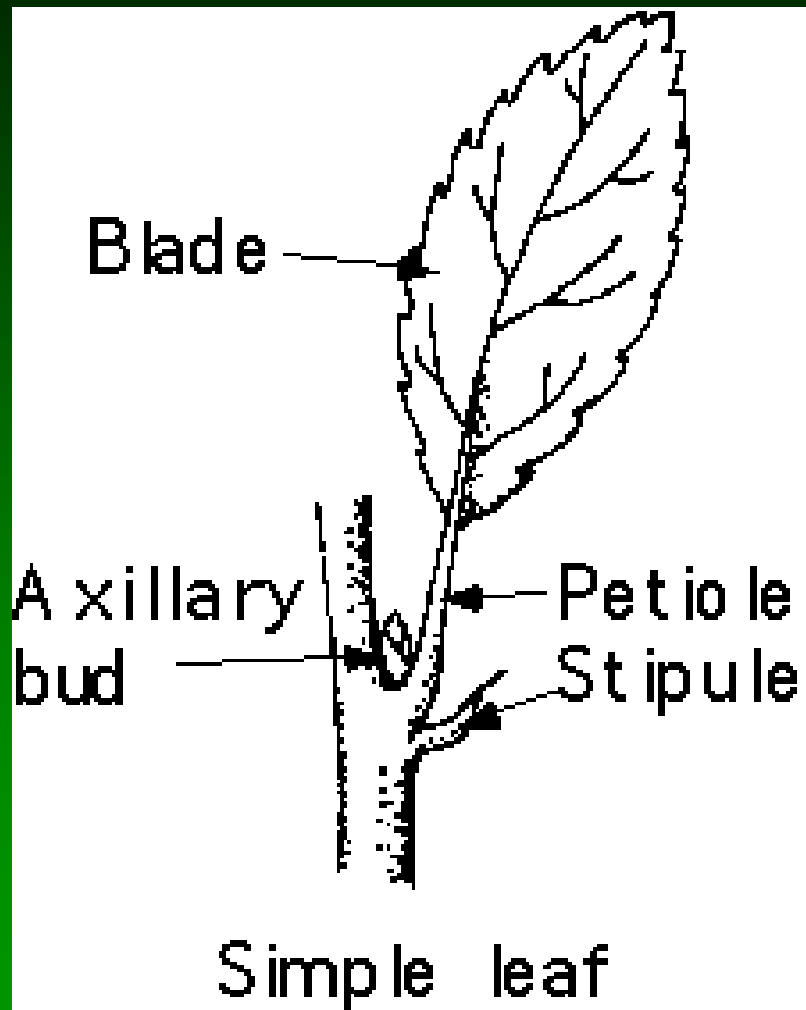


**Listy** megafylní, převážně  
lupenité  
velmi rozmanitého charakteru  
malé i velké  
opadavé i vytrvalé  
žilnatina dlanitá, zpeřená nebo  
rovnoběžná

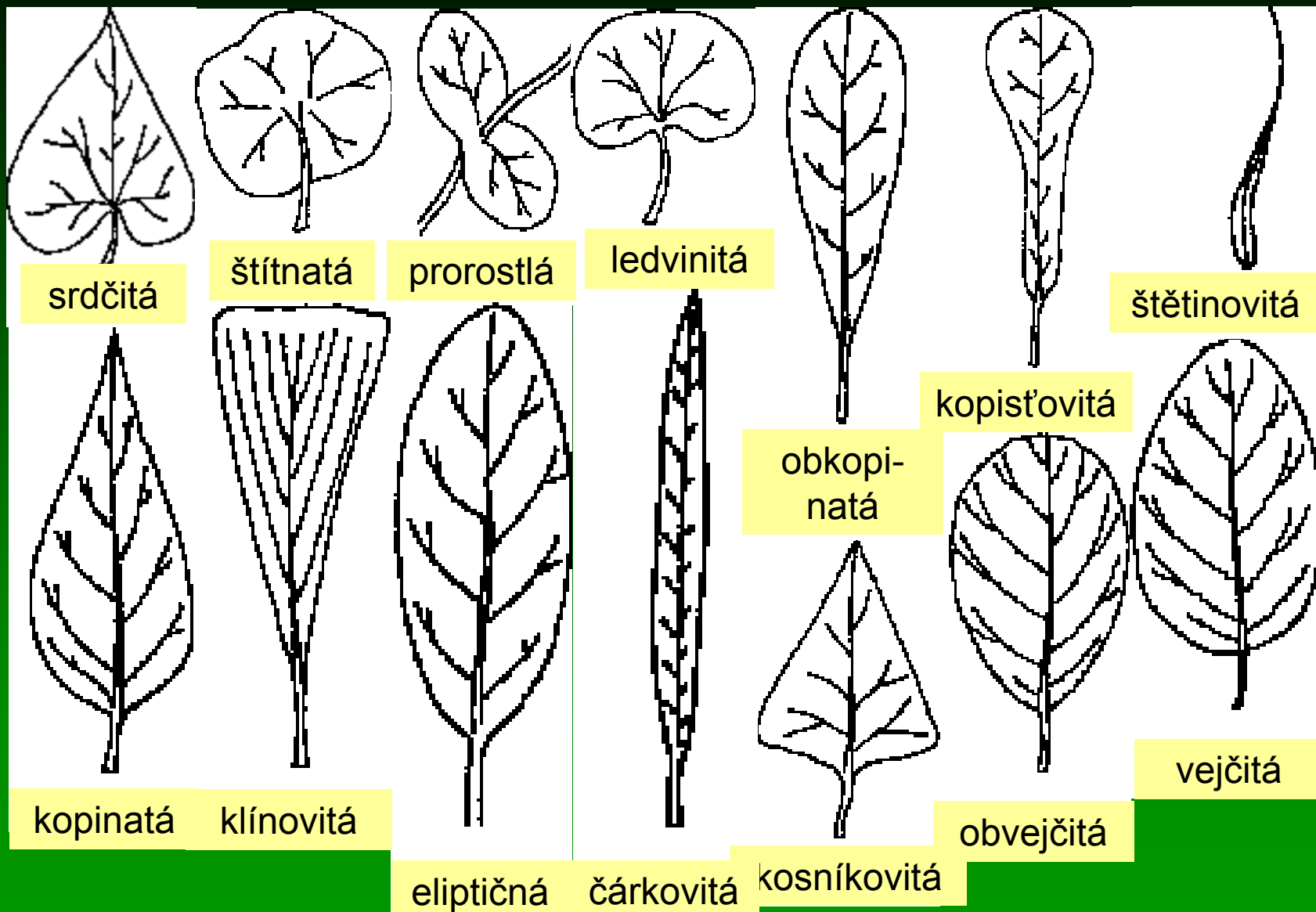




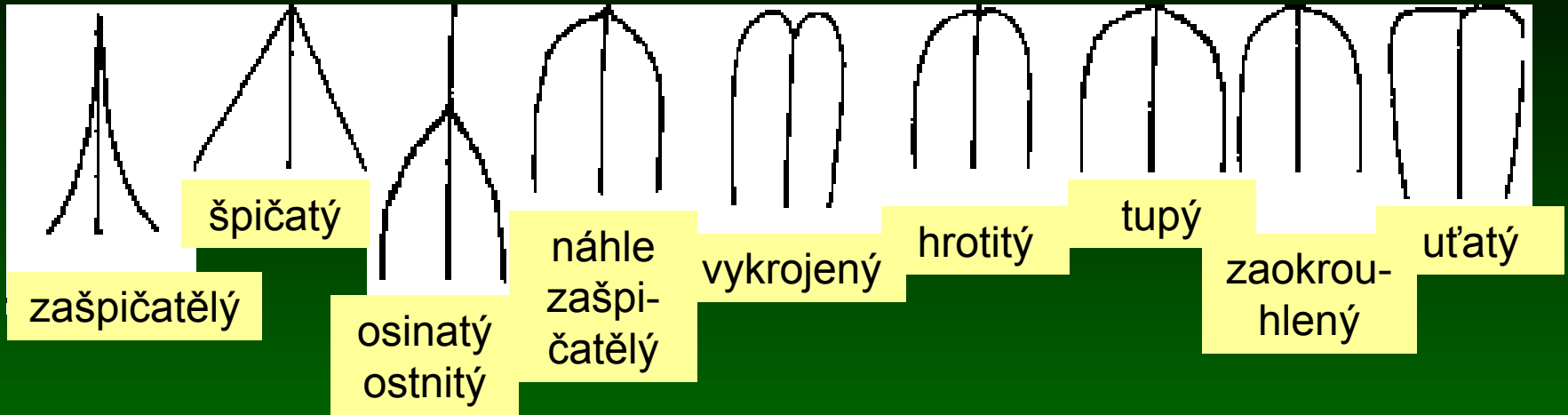
## Listy jednoduché nebo složené (z lístků)



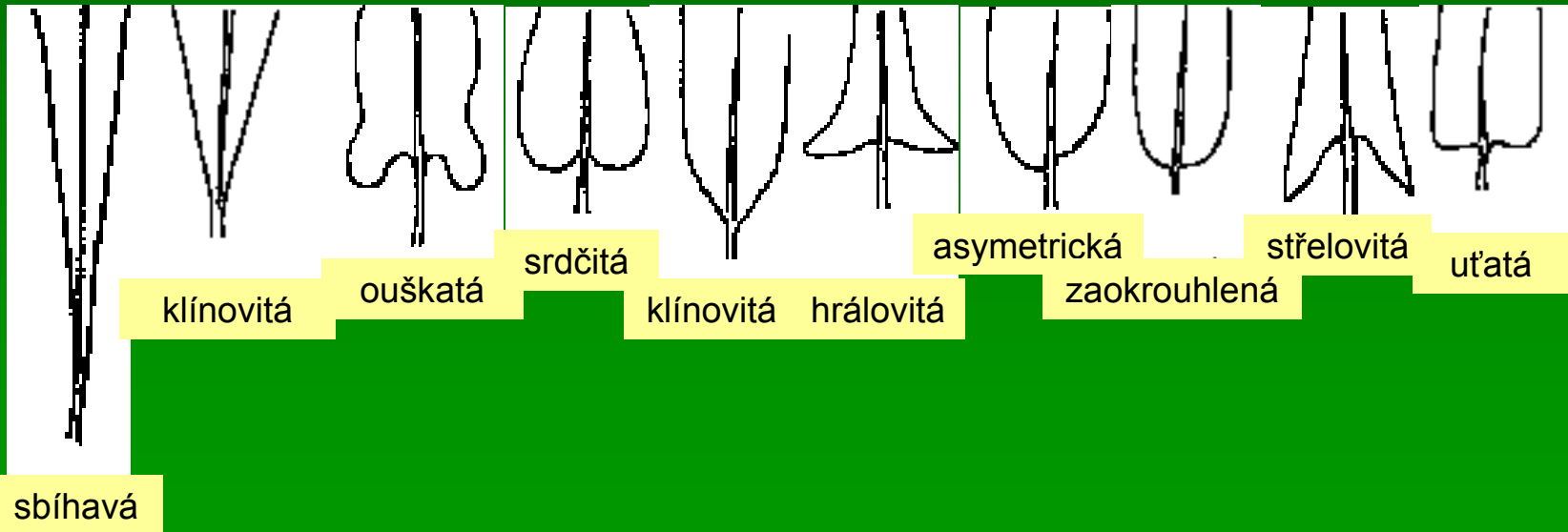
# Nejčastější tvary listové čepěle



# Tvary vrcholu listové čepele



# Tvary báze listové čepele



Listy podle  
charakteru okraje

celokrajný

chobotnatý

vykrajovaný

dvojitě zubatý

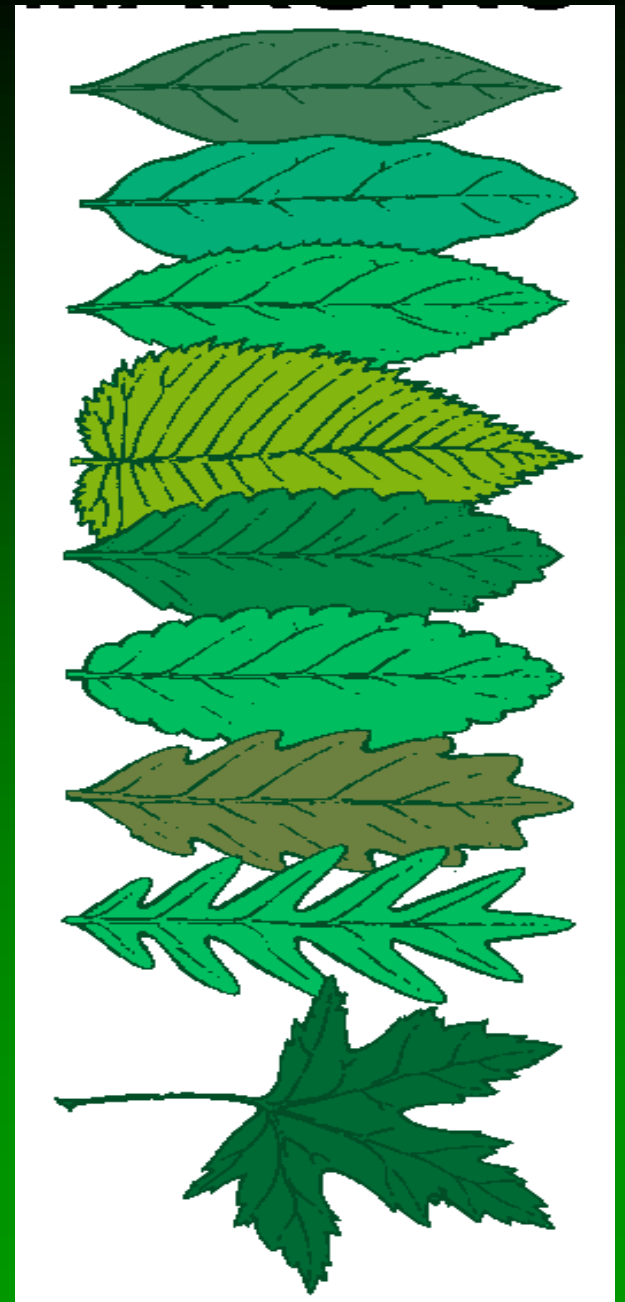
vroubkovaný

zubatý

peřenolaločný

peřenosečný

dlanitosečný

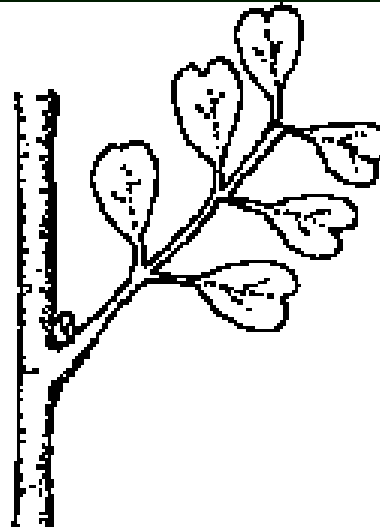




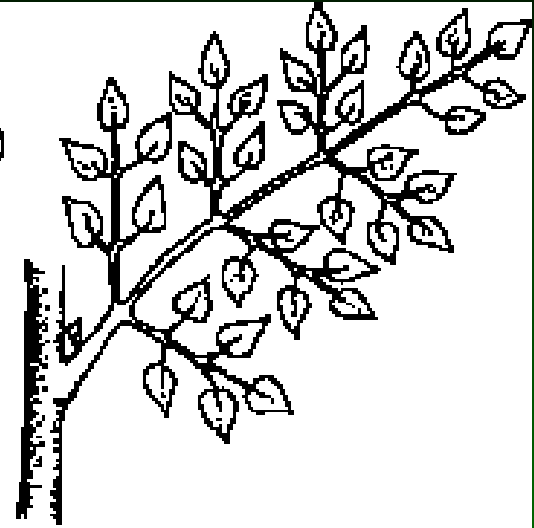
# Typy složených listů



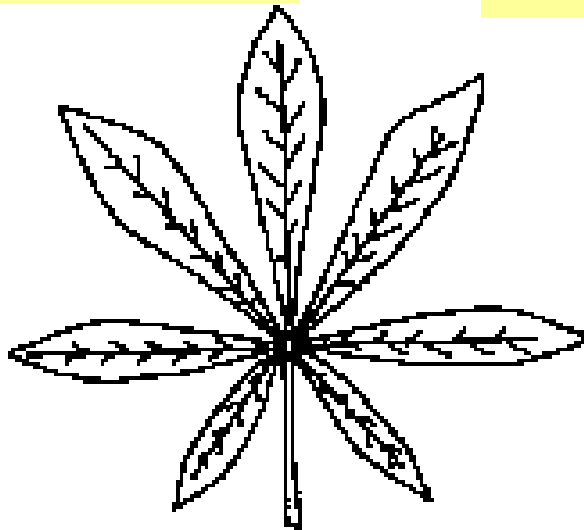
lichozpeřený



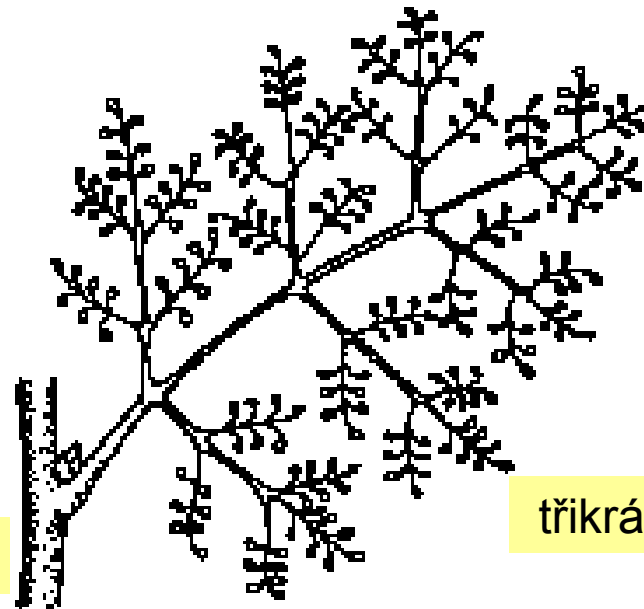
suzozpeřený



dvakrát zpeřený

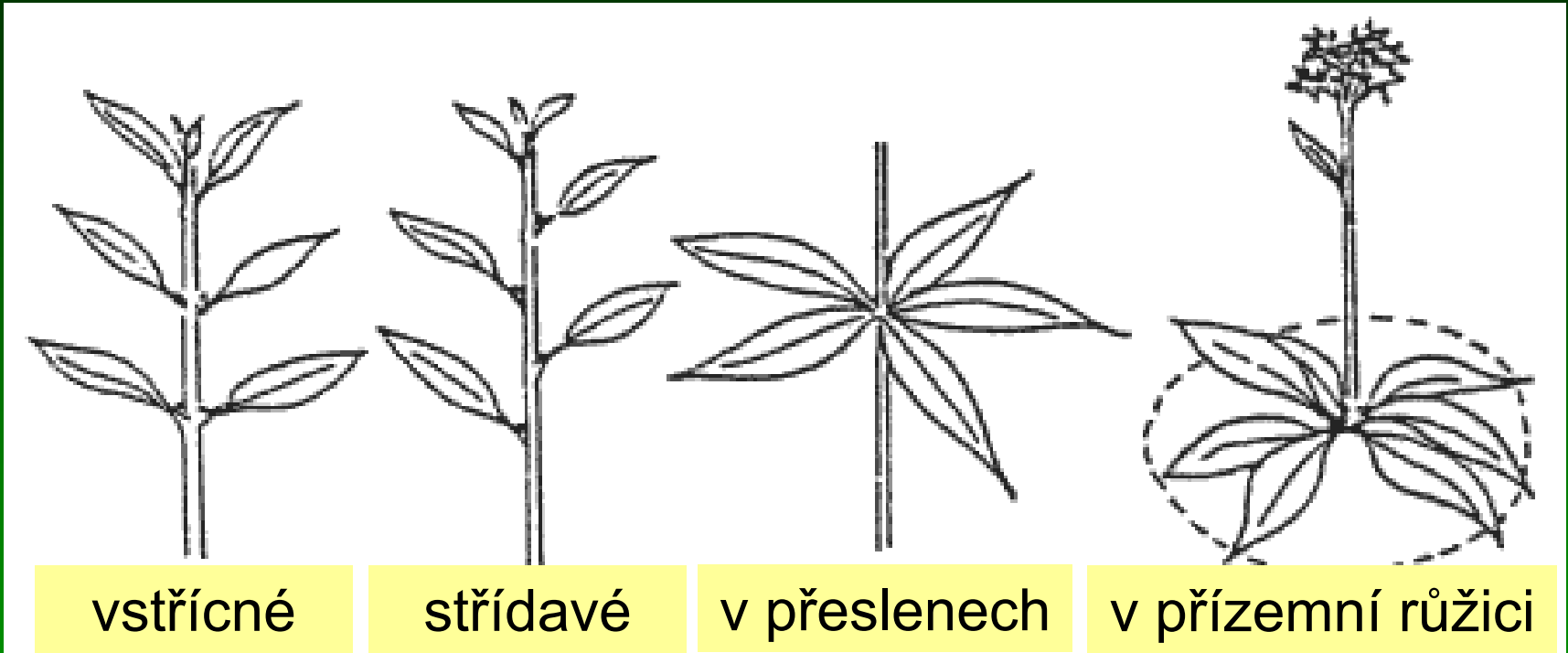


dlanitě složený (sedmičetný)



tříkrát zpeřený

# Postavení listů na stonku může být:

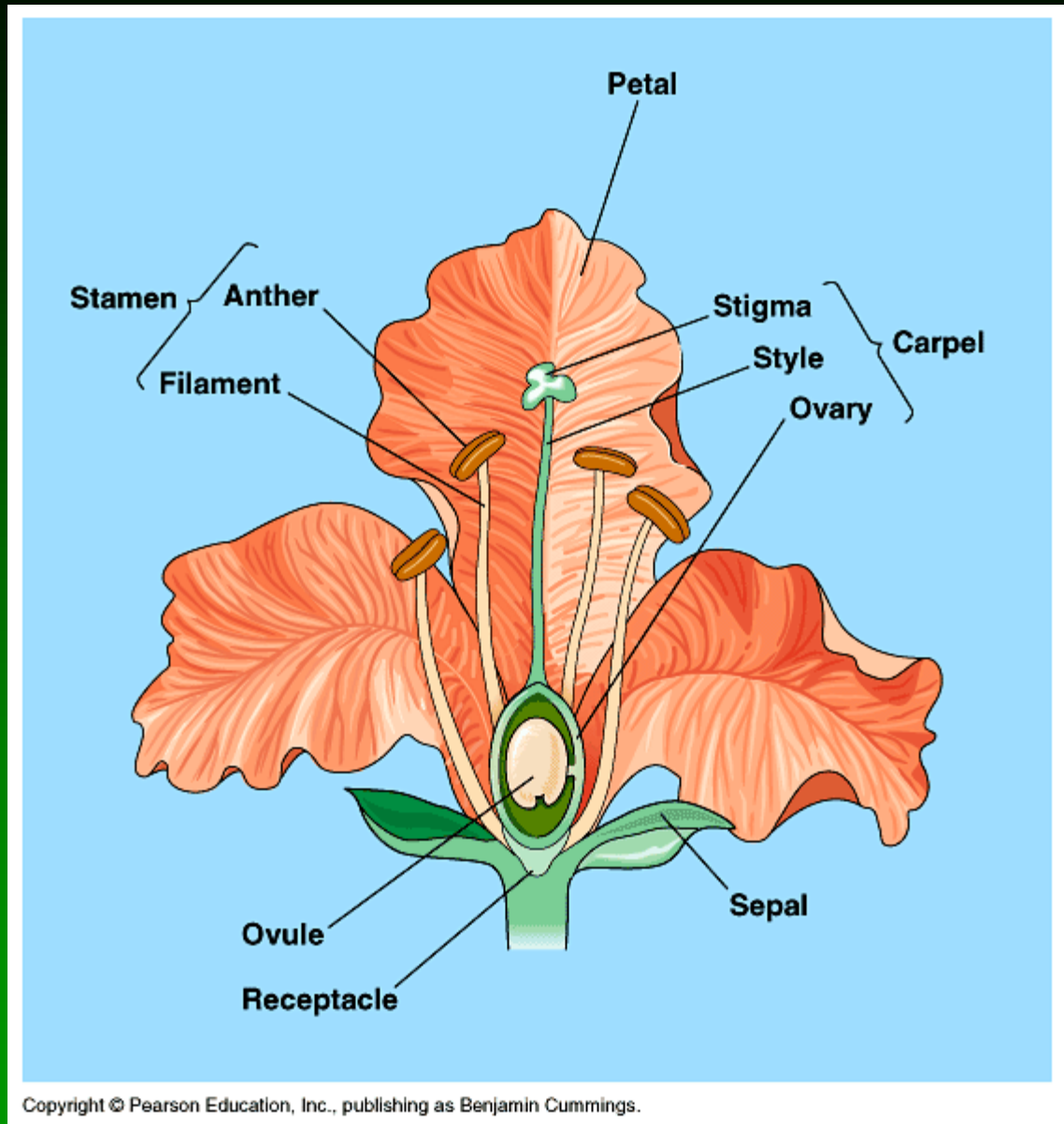


## Květ

pravý květ tj. komplex metamorfovaných listů složený z na krátké ose uspořádaných

- květních obalů,  
- tyčinek  
(mikrosporofylů)
- plodolistů  
(megasporofylů)

Tyto části jsou pak v různých ustálených či neustálených počtech

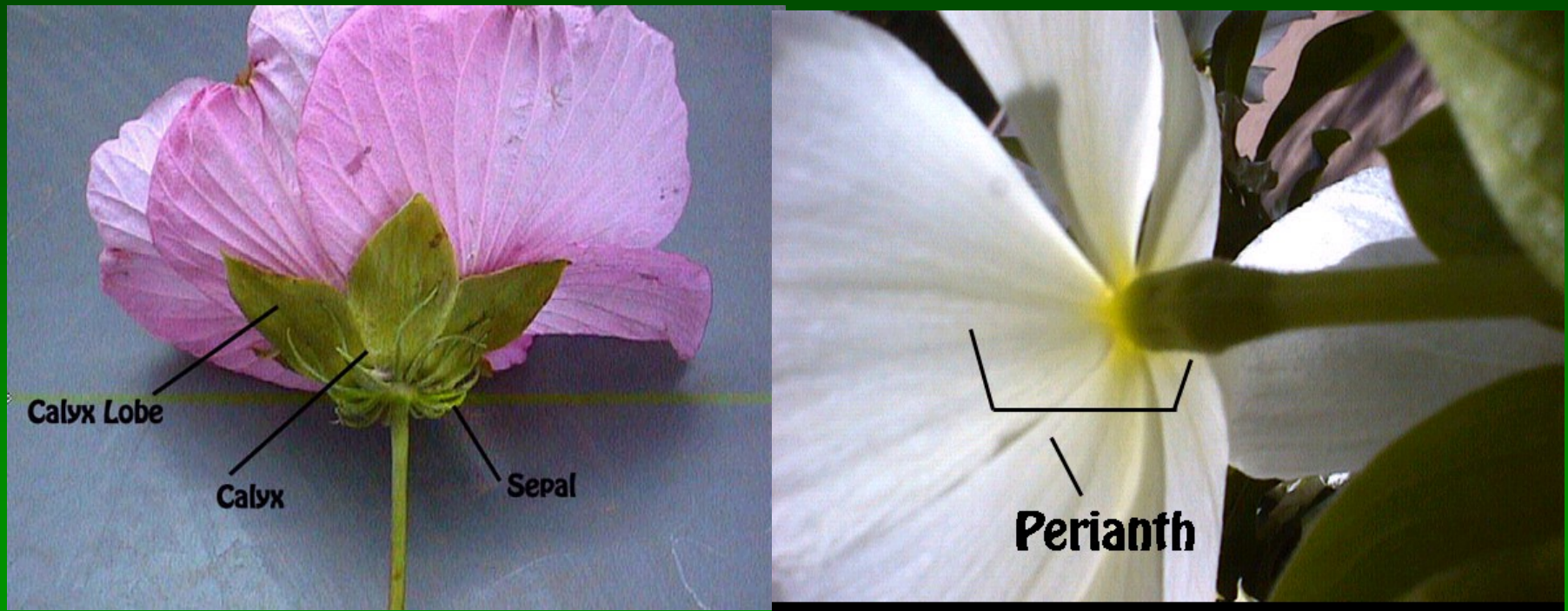


Podle počtu rovin souměrnosti rozlišujeme květy na **zygomorfní** - s jednou rovinou souměrnosti a **aktinomorfní** - s více než jednou rovinou souměrnosti





Květní obaly (perianth) jsou buď rozlišené na **kalich** a **korunu** (květy heterochlamydeické), nebo jsou tvořené nerozlišeným okvětím (květy homochlamydeické)



Volné lístky korunní (**petaly**) tvoří  
květy **choripetalní**,

volné lístky kališní  
(**sepaly**) tvoří  
květy **chorisepalní**,

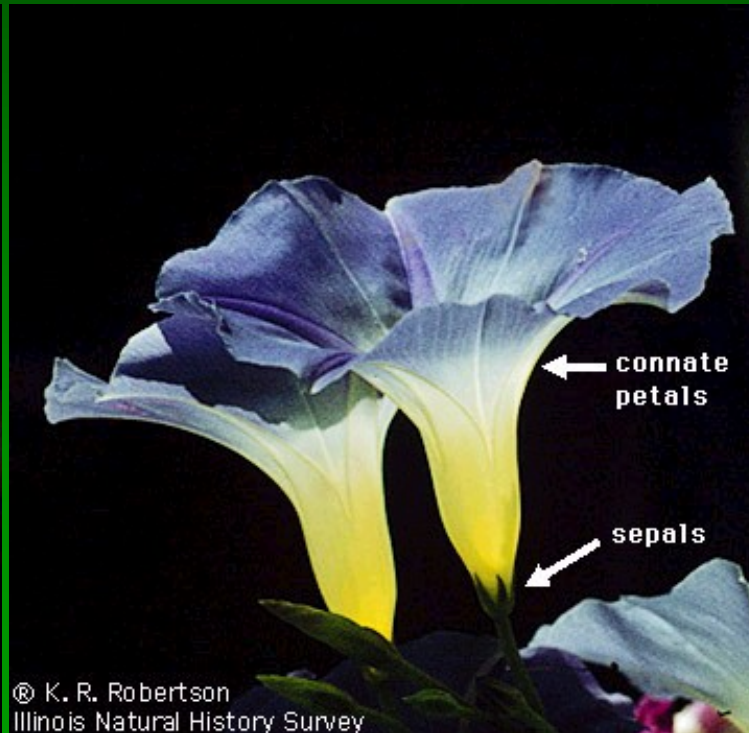


volné lístky okvětí (**tepaly**) tvoří  
květy **choritepalní**

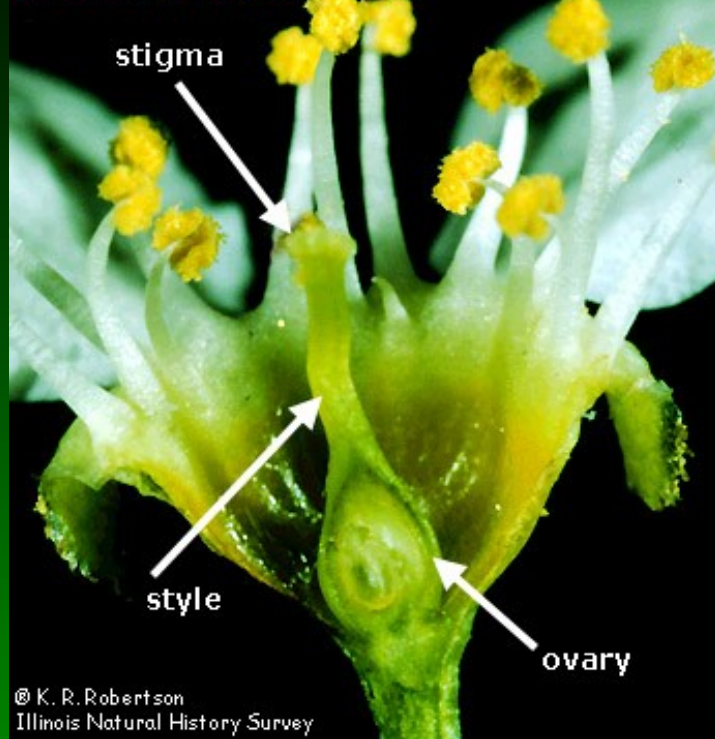


Lístky kališní (**sepaly**) mohou srůst = **květy synsepalní**,  
lístky korunní (**petaly**) mohou srůst = **květy sympetalní**,  
lístky okvětí (**tepaly**) mohou srůst = **květy syntepalní**

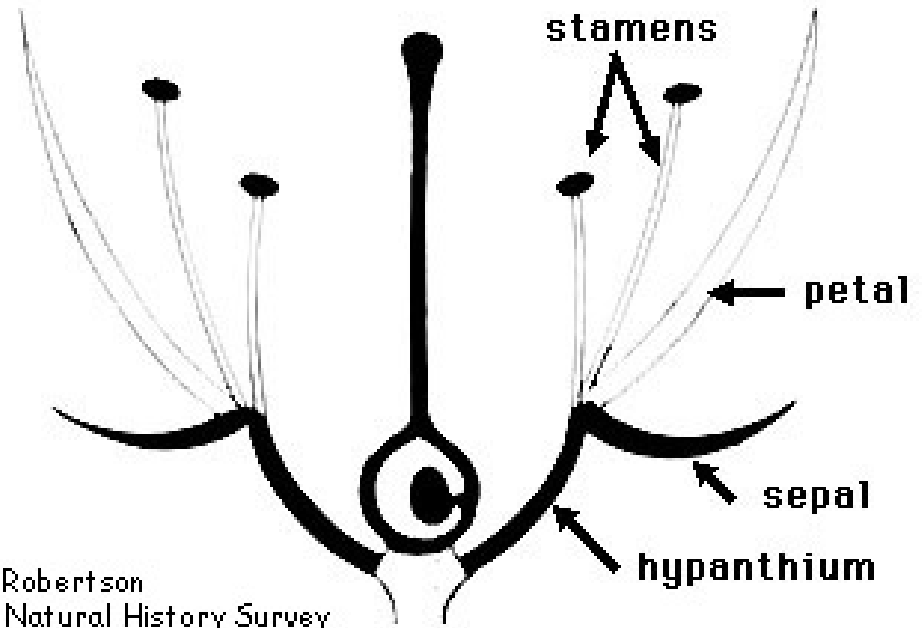
Srostlé části kalicha, koruny nebo okvětí se nazývají kališní,  
korunní nebo okvětní **trubka**, volné části se nazývají kališní,  
korunní nebo okvětní **cípy**



**Monocarpous gynoecium**

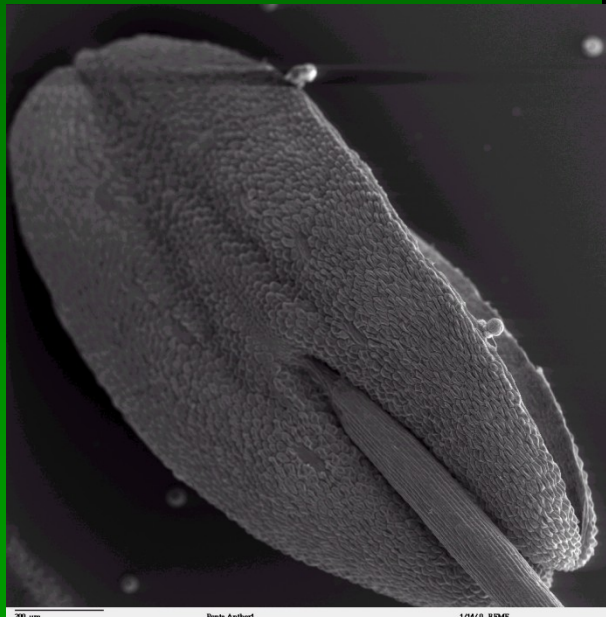
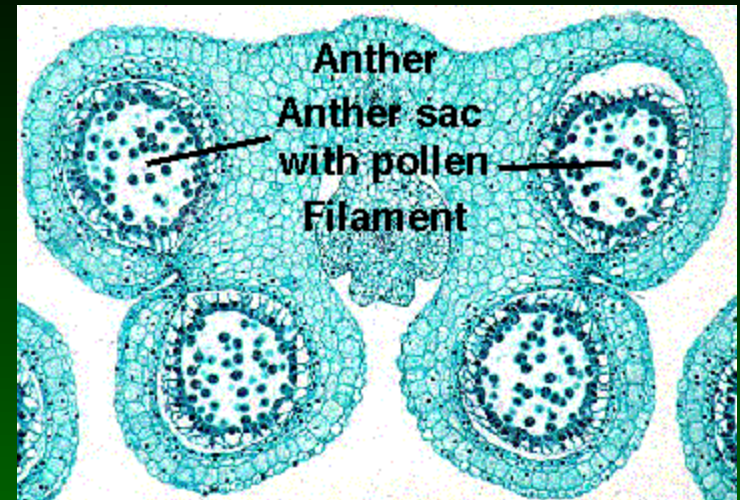


Někdy srůstají bazální části kalicha, koruny a tyčinek v hypanthium (= receptaculum)





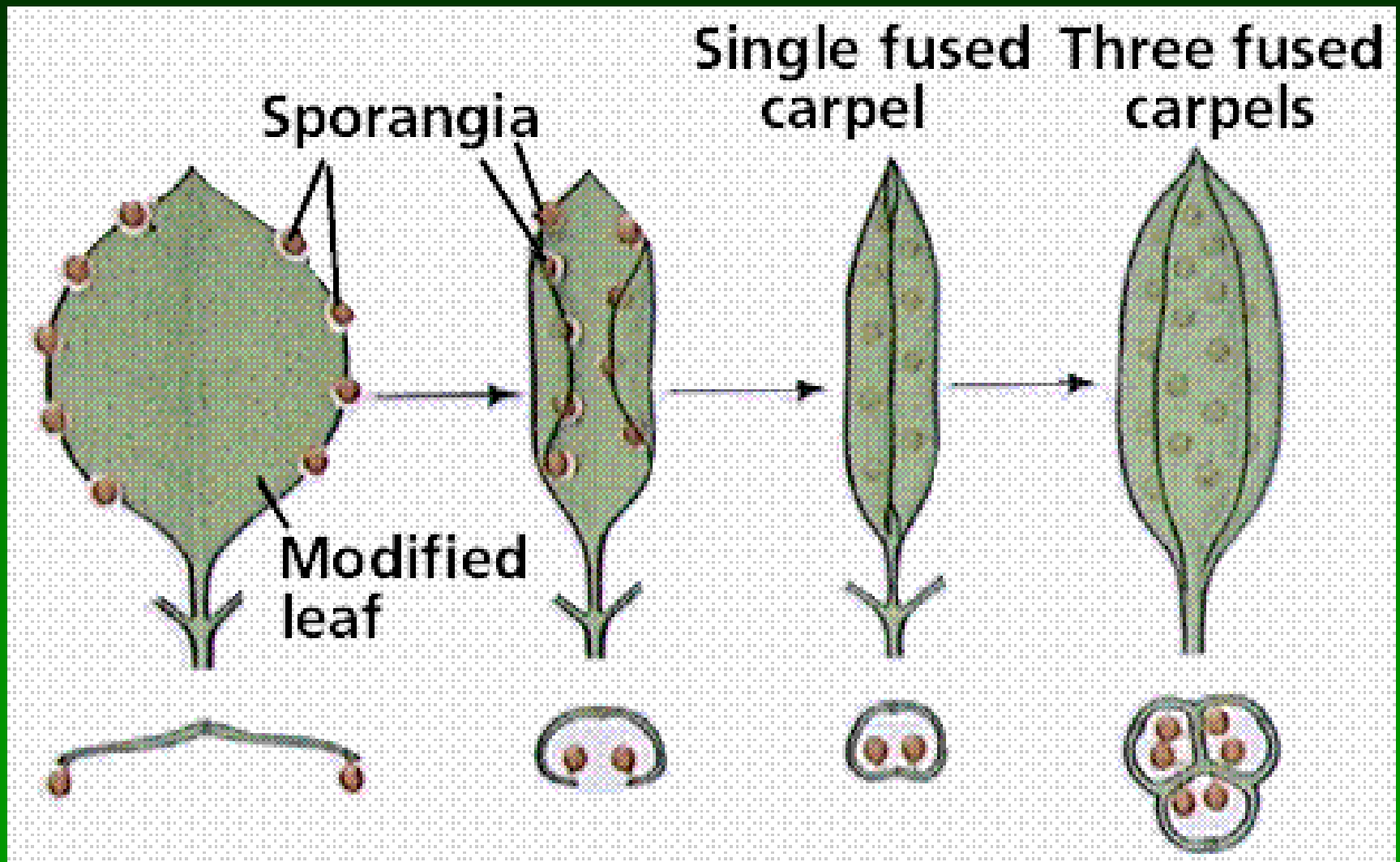
**Tyčinky** sestávají z nitky (filamentum), spojidla (connectivum) a obvykle 2 mikrosynangií (prašné váčky, též prašníky, anthera)



Někdy jsou mezi tyčinkami také nevyvinuté tyčinky bez prašníků = patyčinky (**staminodia**)



**Plodolisty konduplikátně (podélně) složené; plodolist krytosemenných vznikl z původně plochého plodolistu (megasporofyly)**





Plodolisty tvoří  
obvykle soubor -  
**pestík** (čes.  
gyneceum, angl.  
lat. gynoecium)

## Parietal placentation

Longitudinal Section

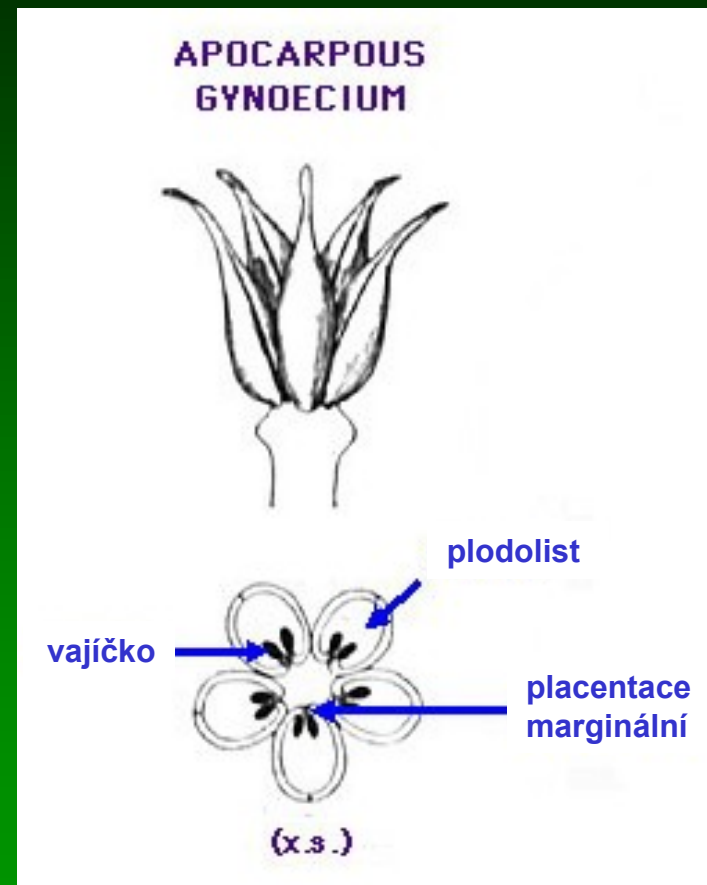
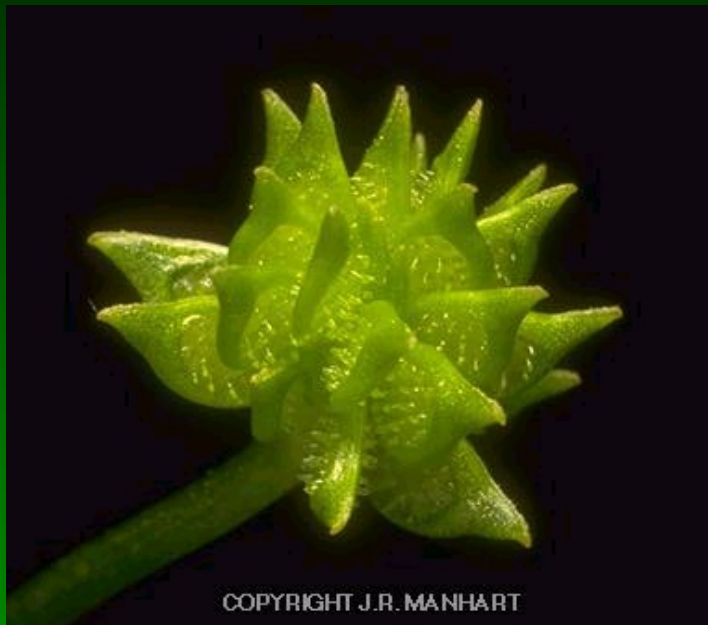
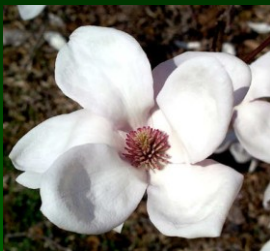


Cross Sections



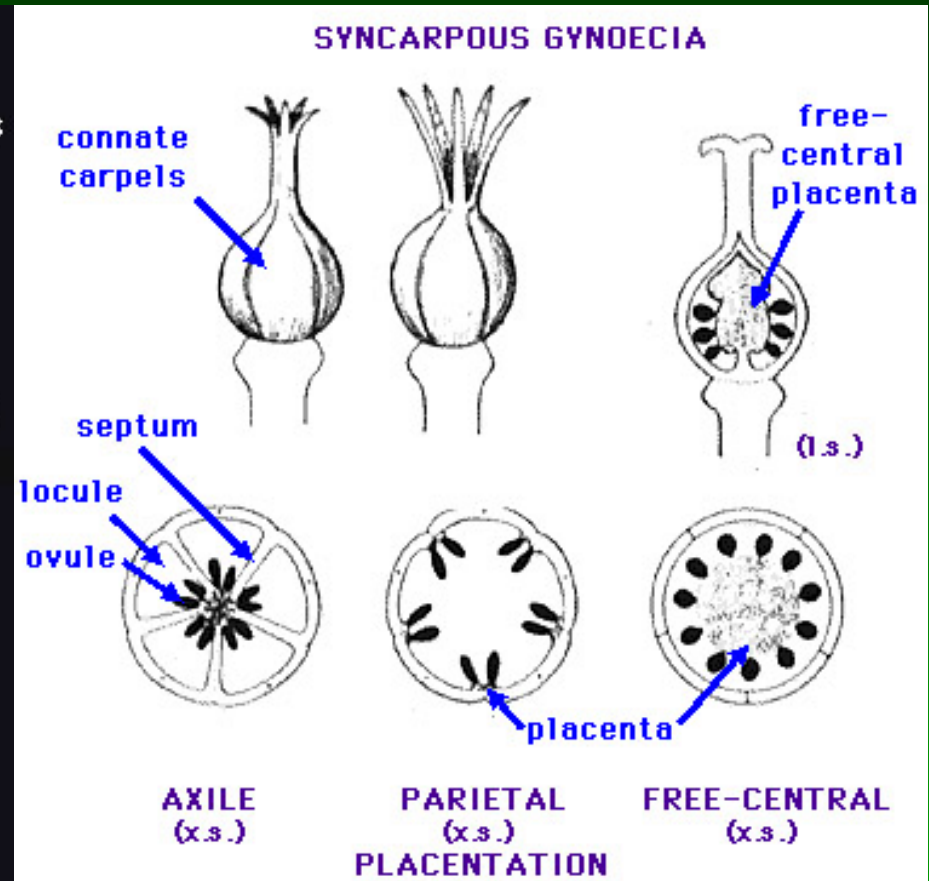
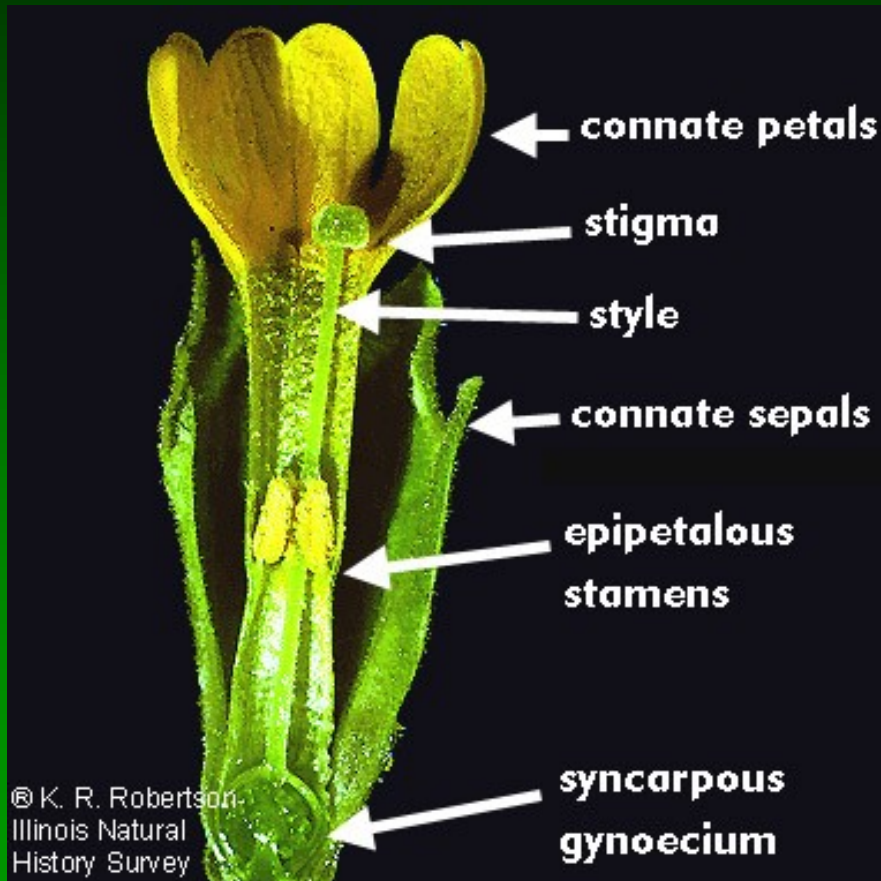
© K. R. Robertson  
Illinois Natural History Survey

# Plodolisty tvořící pestík jsou buď volné, vzájemně nesrostlé = apokarpní gyneceum

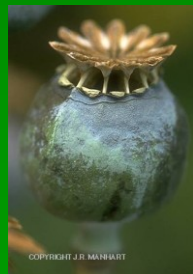
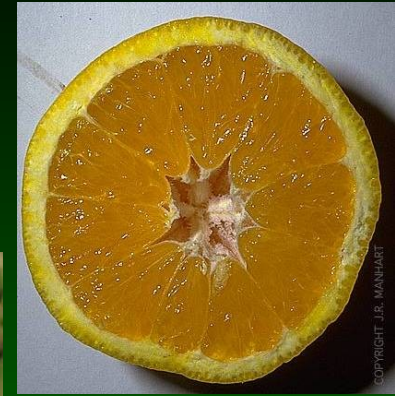
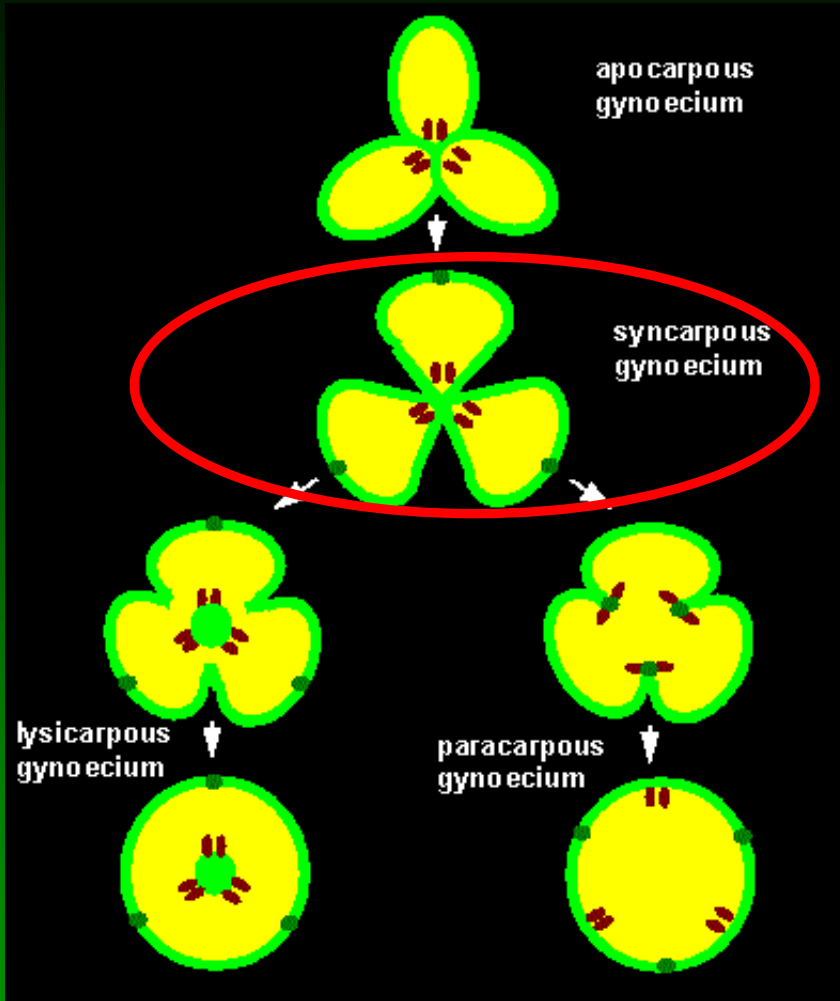




Jindy jsou plodolisty pestíku více či méně srostlé = **cénokarpní gyneceum**, podle polohy vajíček na plodolistech rozlišujeme typy **placentace**: **axilární**, **parietální** a **centrální**.

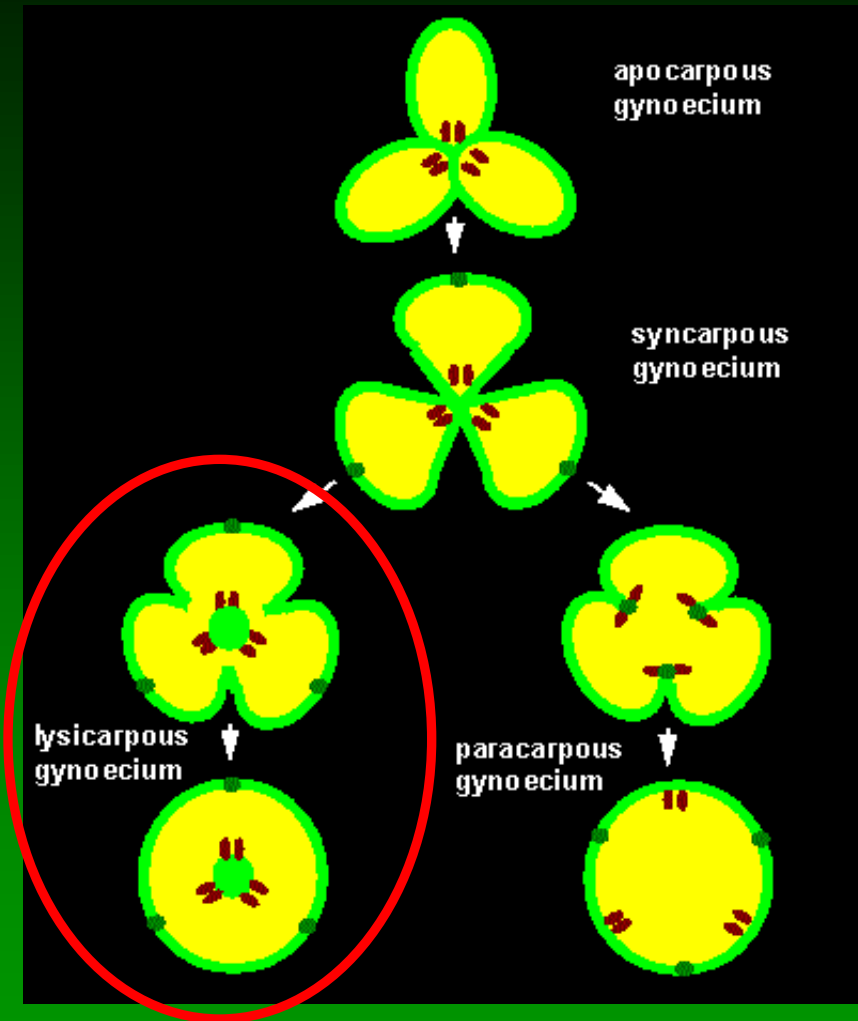


# Synkarpní gynoecium = axilární placentace





# Lysikarpní gynoecium = centrální nebo bazální placentace



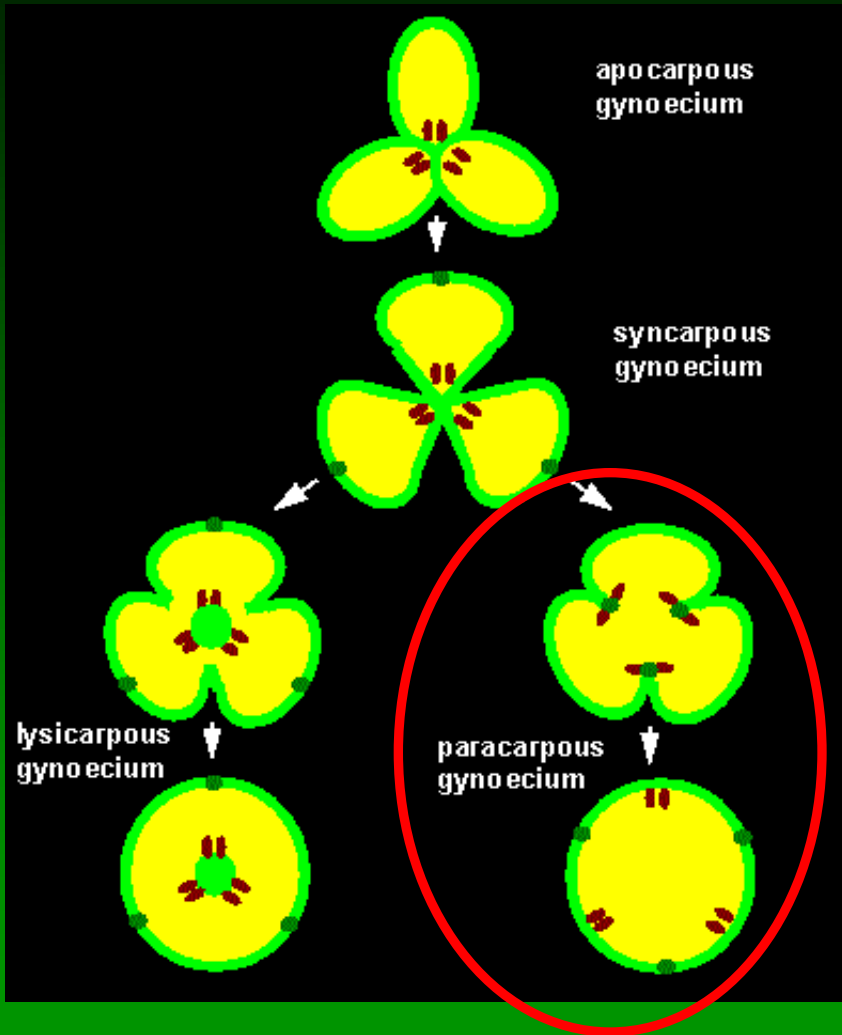
*Primulaceae*



*Caryophyllaceae*



# Parakarpní gynoecium = parietální placentace



*Chenopodiaceae*

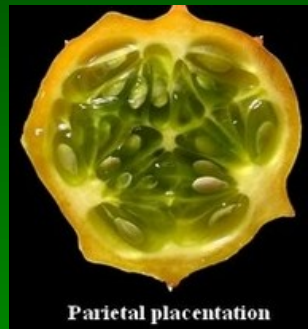


*Orchidaceae*

*Cactaceae*



*Cucurbitaceae*



*Orobanchaceae*



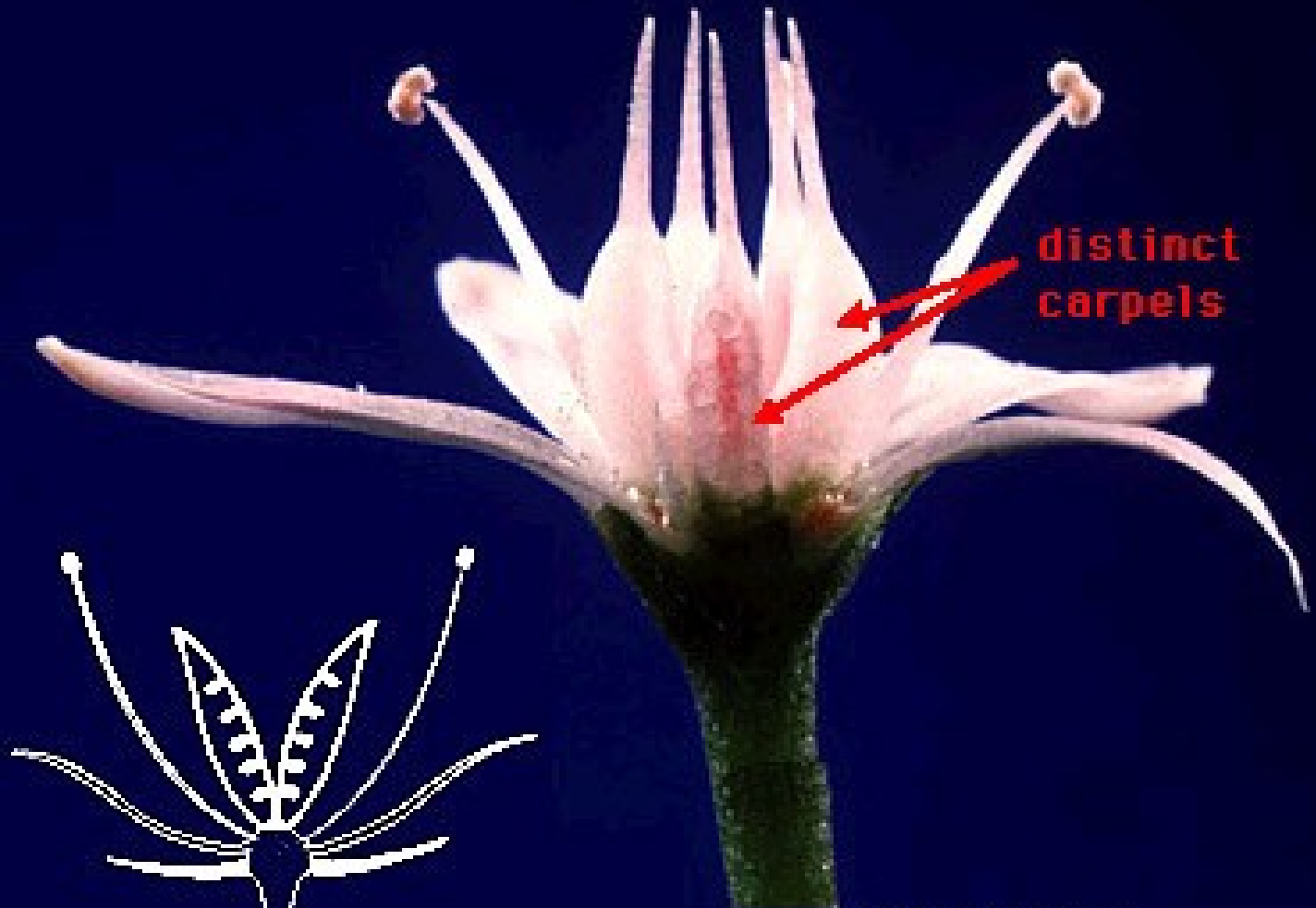
*Brassicaceae*



*Violaceae*

Volné plodolisty apokarpního gynecea mívají pačnělku (**stylodium**)

## Apocarpous gynoecium



@ K. R. Robertson  
Illinois Natural History Survey

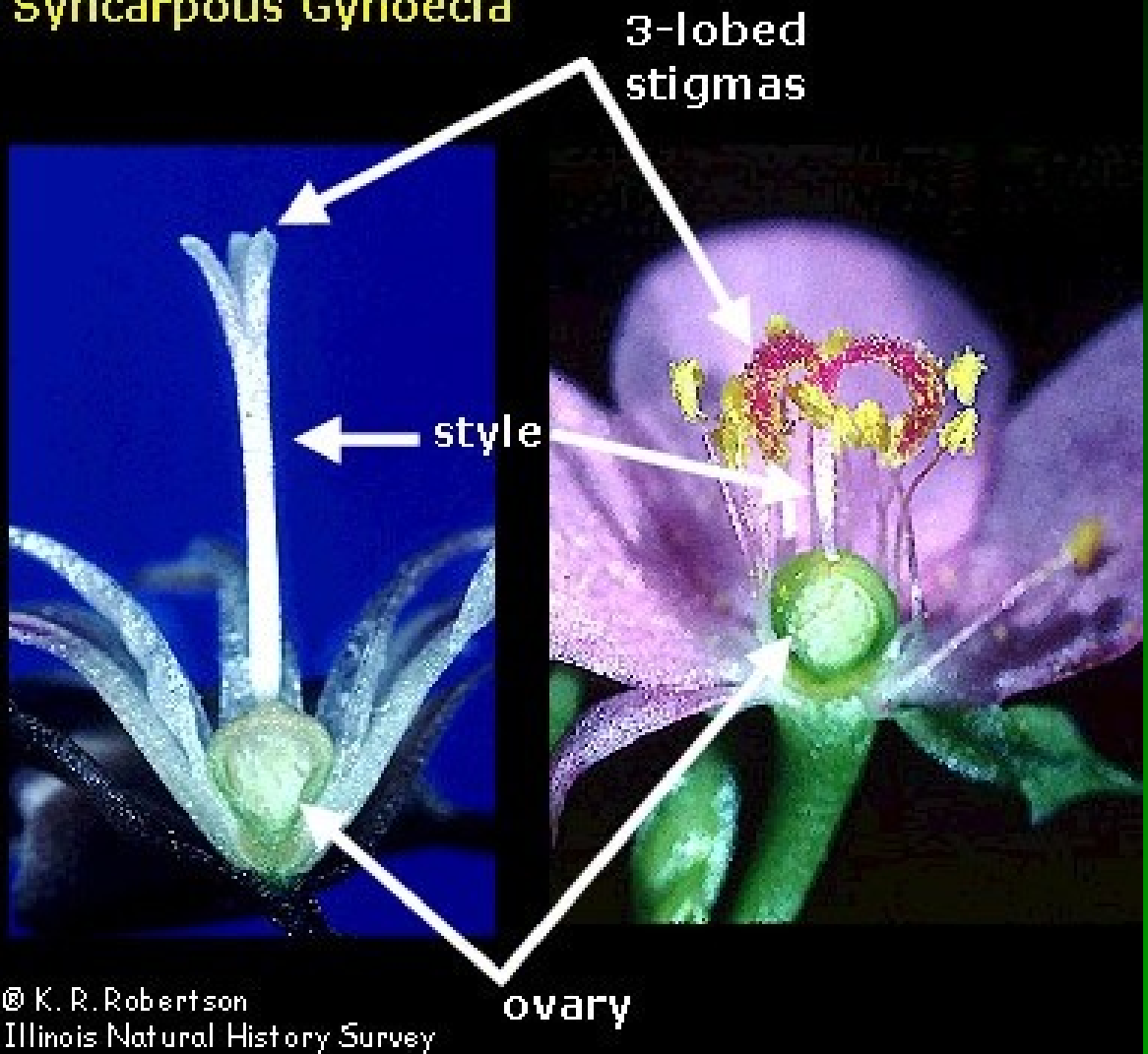


U cénokarpního gynecea jsou stylodia často srostlá v **čnělku** (stylus)

Čnělka bývá na vrcholu často rozšířená v **bliznu** (stigma)

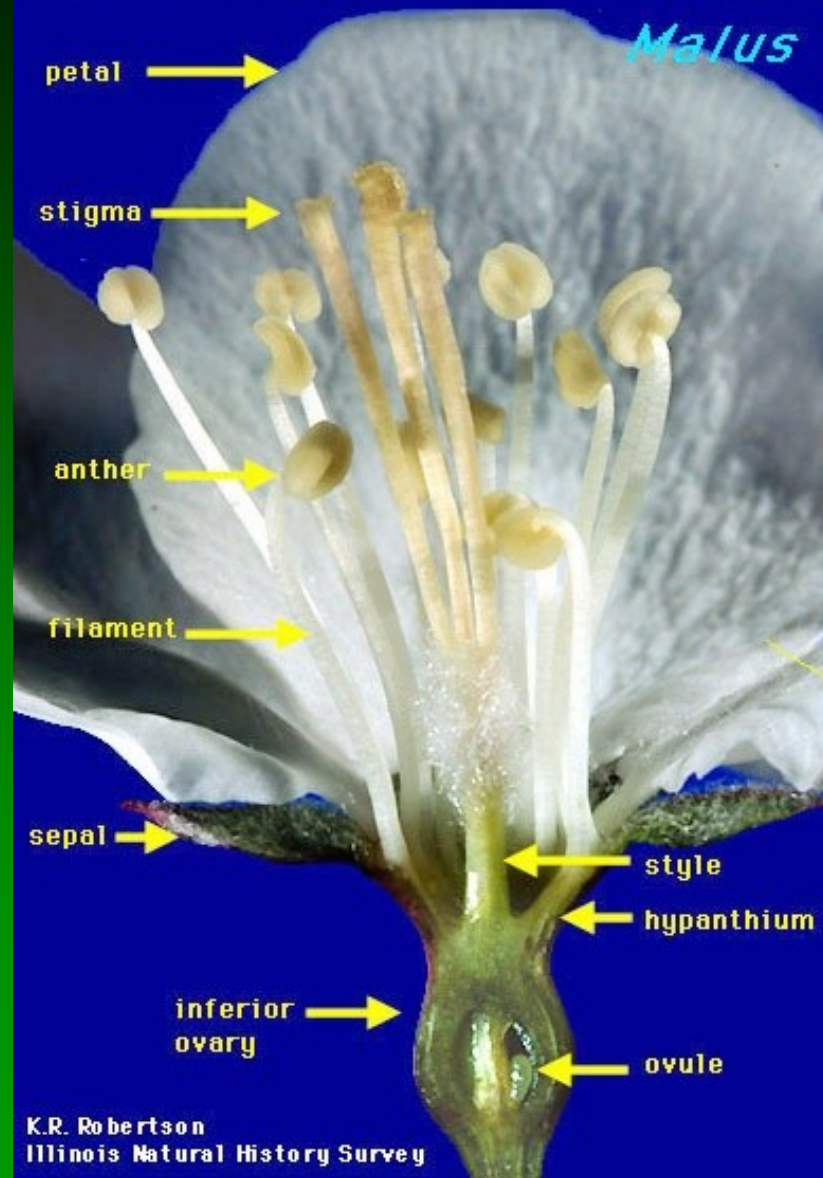
Vajíčka jsou uzavřena ve spodní části pestíku - v **semeníku** (ovarium)

Two Flowers With Syncarpous Gynoecia

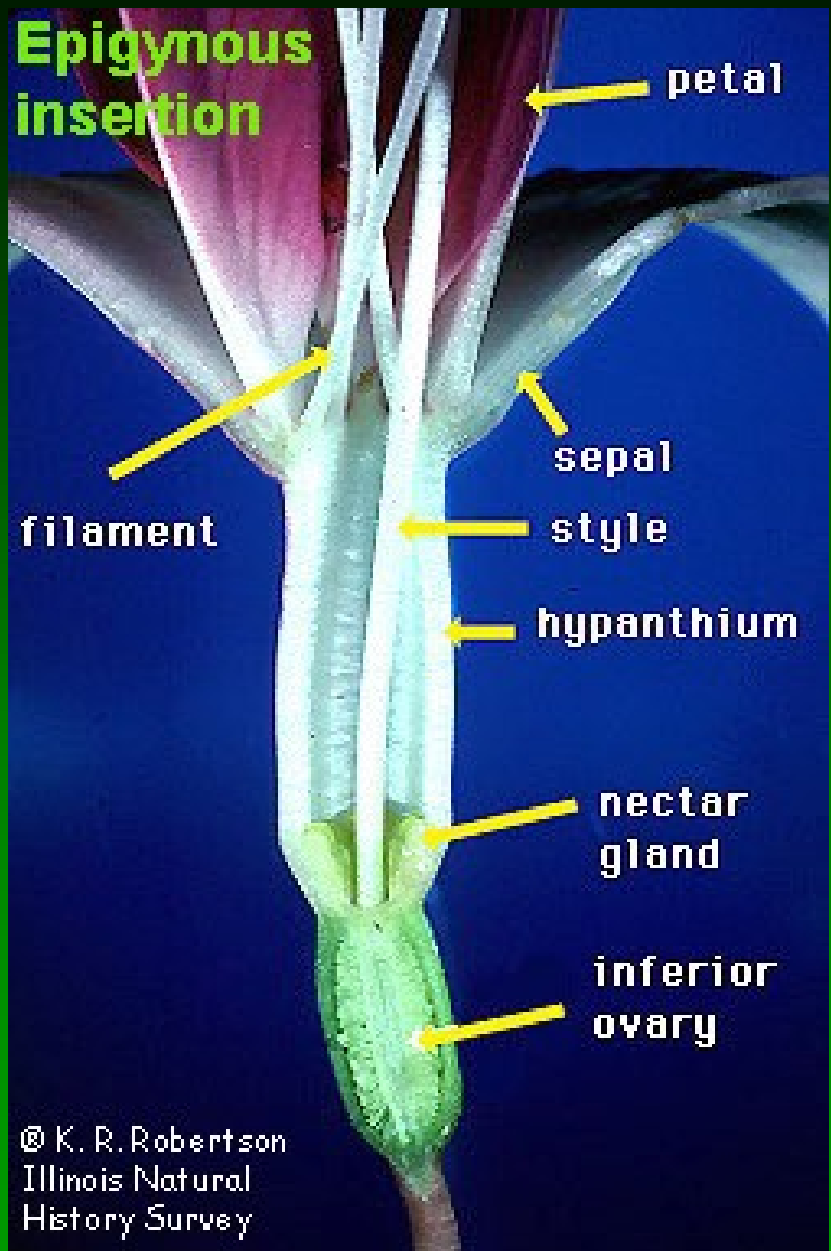


# Spodní semeník

Epigynous insertion

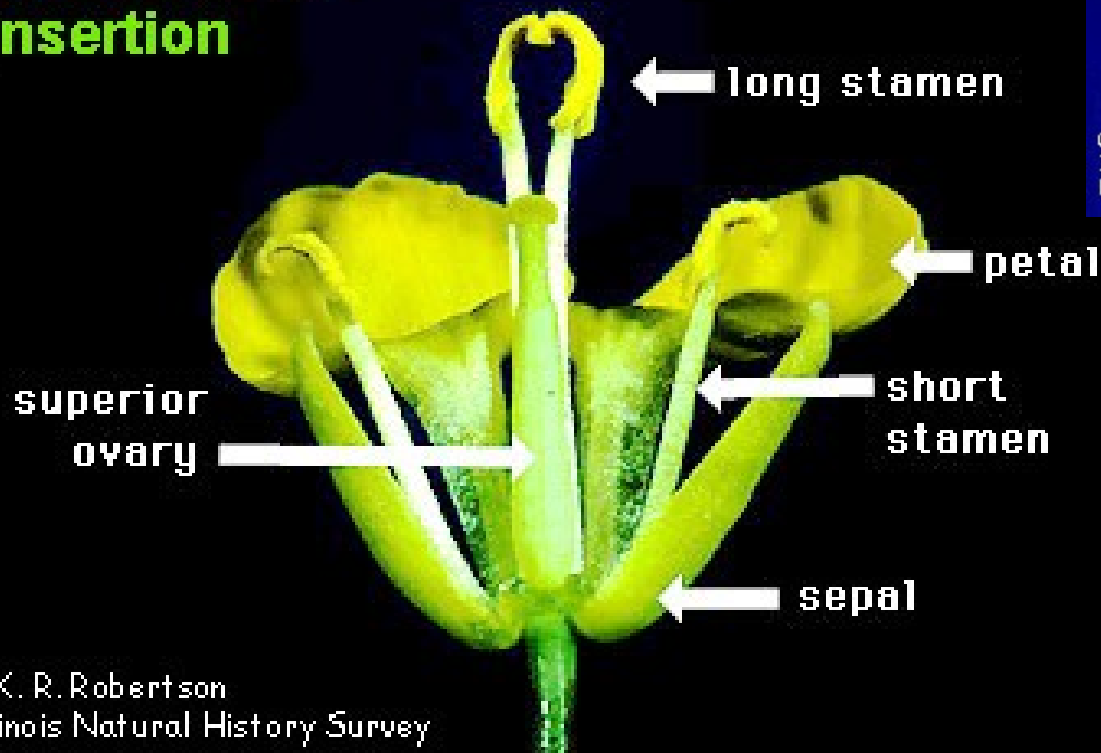


Epigynous insertion

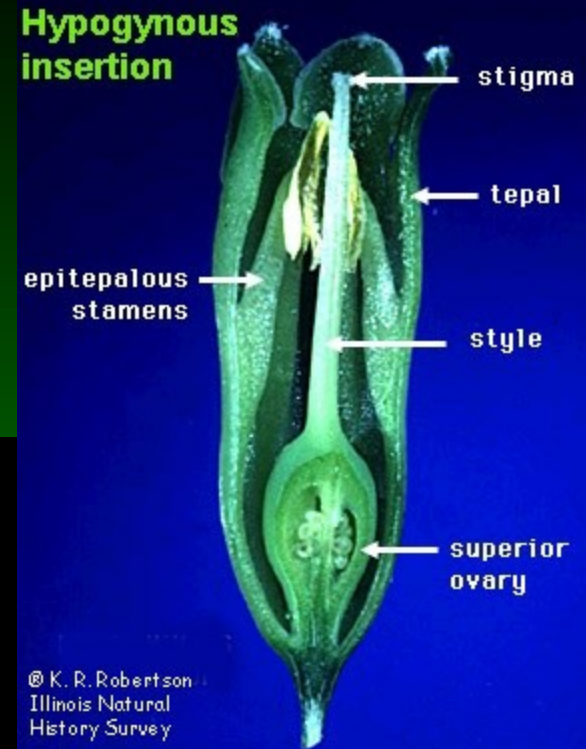


# Svrchní semeník

## Hypogynous insertion



## Hypogynous insertion





Květy mohou být buď jednoduché,  
nebo skládají květenství různých typů



# Jednotlivé květy - *Papaver*

*Papaver*

*Convolvulus*

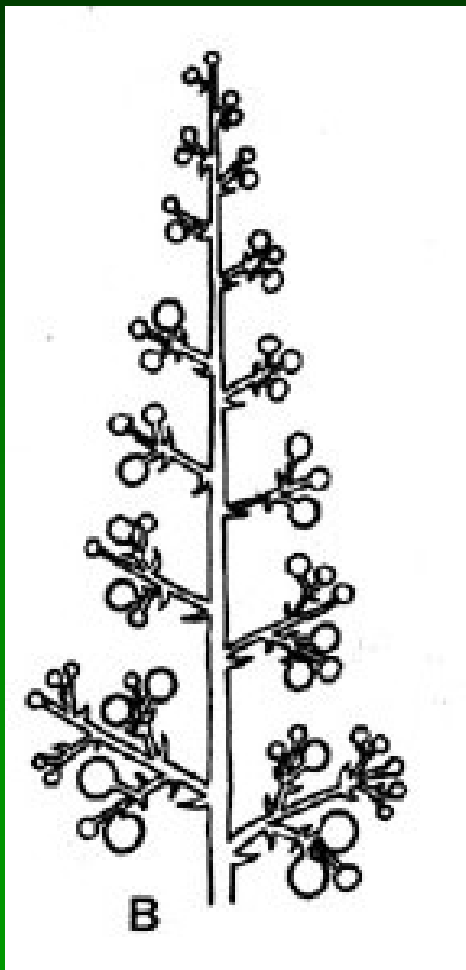




# Hroznovitá květenství

# lata

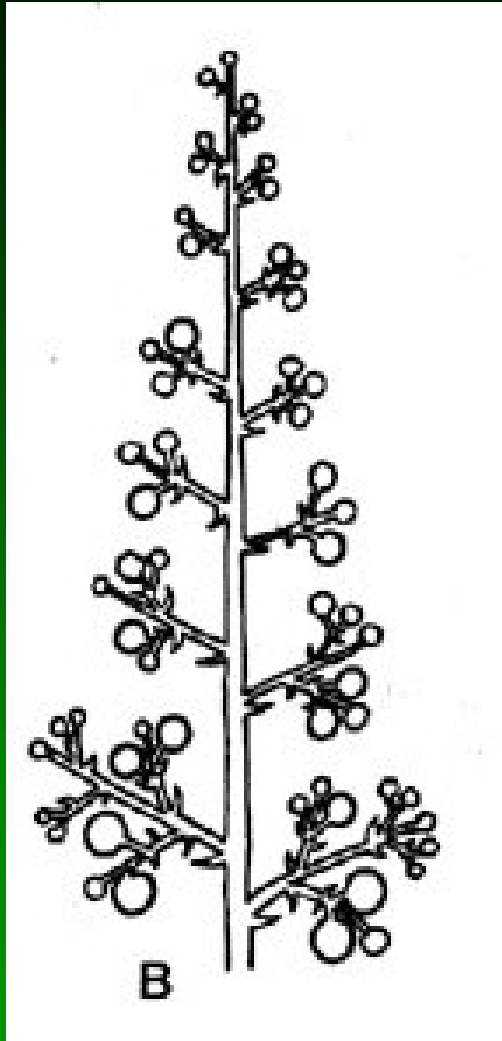
dlouhé hlavním větveno  
na něm ještě  
kratší rozvětvené postranní větve  
(*Vitis vinifera*, vinná réva).



Lata

šeřík (*Syringa*, *Oleaceae*)

javor (*Acer*)

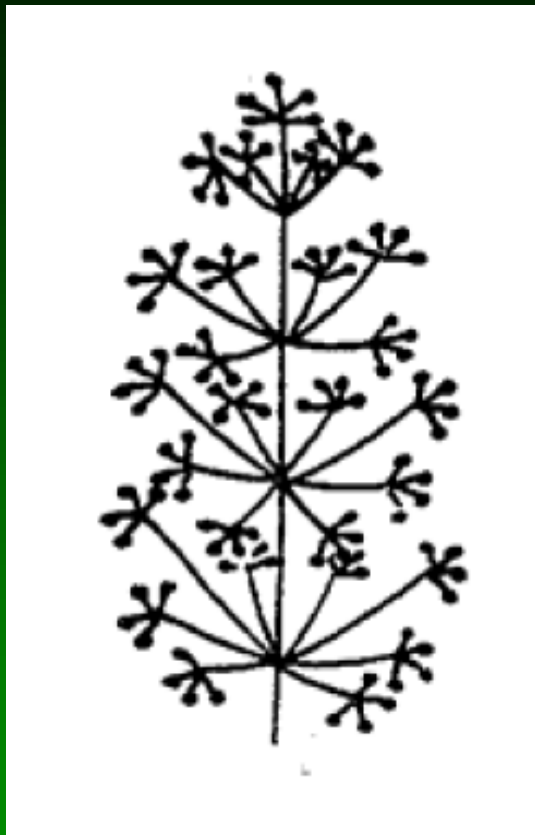


© K. R. Robertson  
Illinois Natural History Survey





Přeslenitá lata

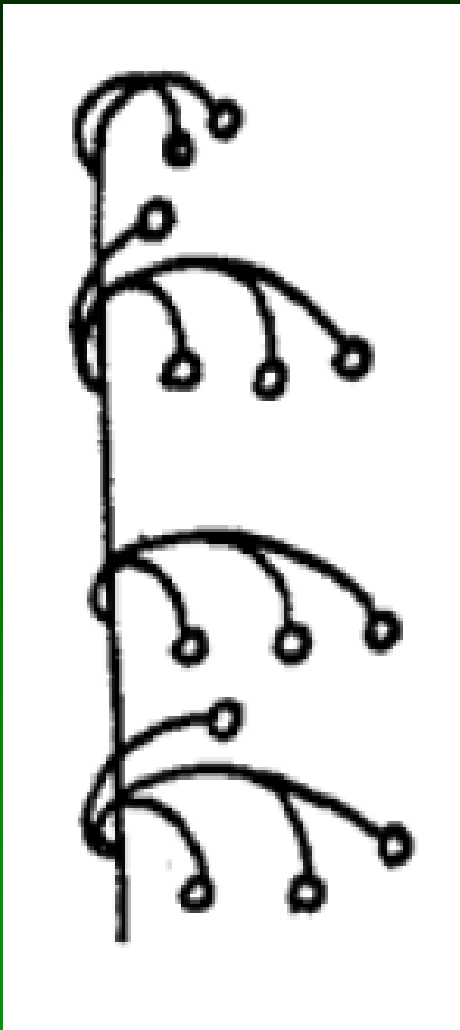


žabník (*Alisma*)





# Jednostranná lata



*Bromus*

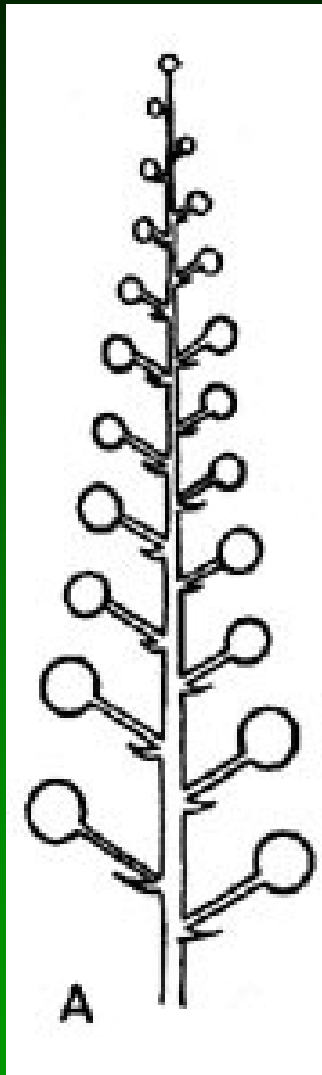


*Festuca*



*Melica uniflora*

hrozen



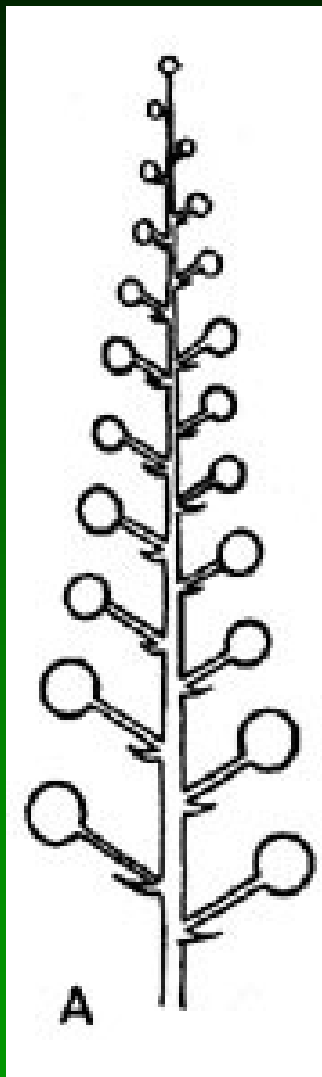
*Aconitum*



*Corydalis*



hrozen

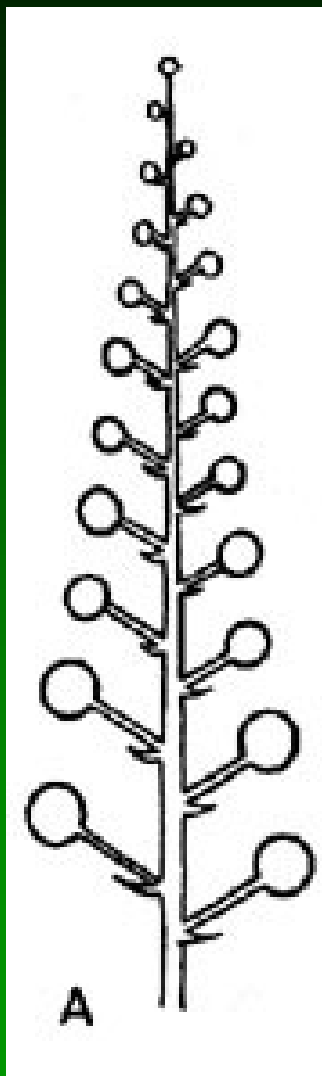


*Lupinus*



*Hyacinthus*

hrozen



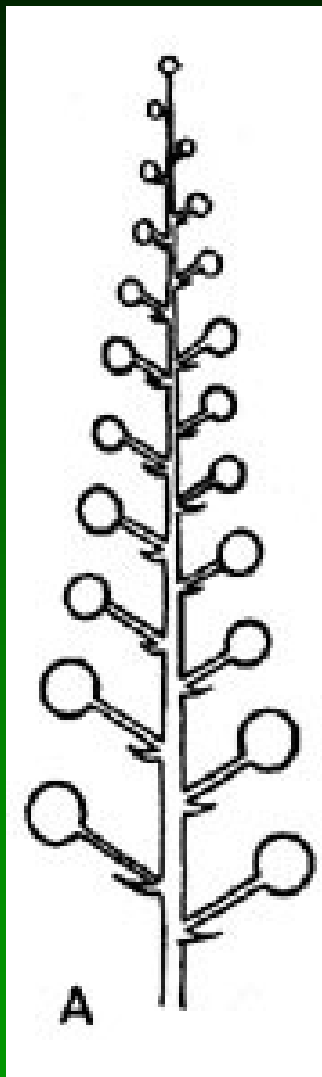
pstroček (*Maianthemum*, *Liliaceae*)



penízek (*Thlaspi*)



hrozen

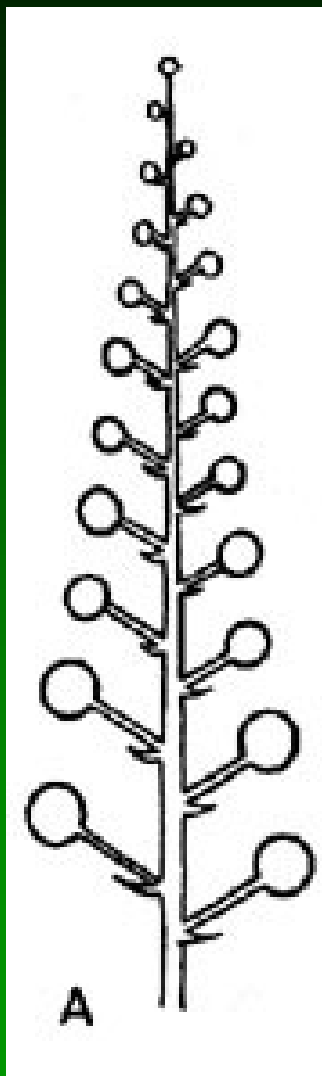


vrbovka (*Chamaenerion*,  
*Onagraceae*)



vachta (*Menyanthes*,  
*Menyanthaceae*)

# hrozen



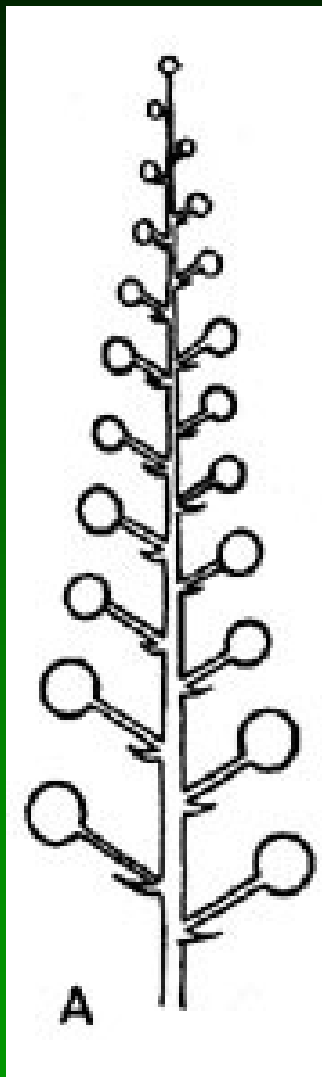
vřes (*Calluna*, *Ericaceae*)



rybíz (*Ribes*, *Grossulariaceae*)



hrozen



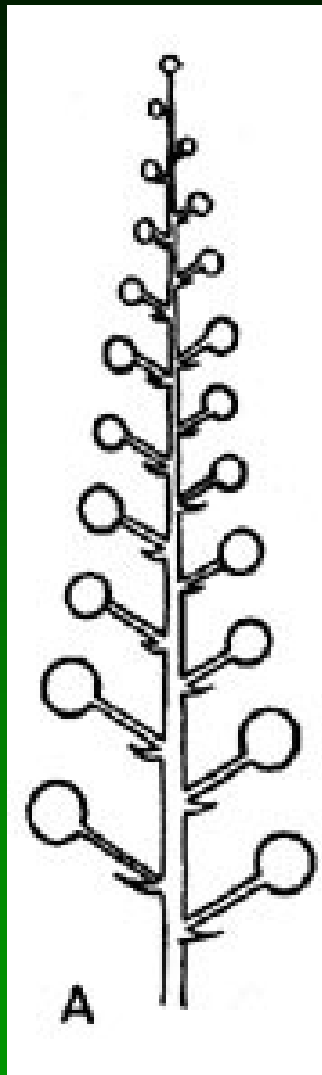
střemcha (*Padus racemosa*)



akát (*Robinia pseudacacia*)



hrozen



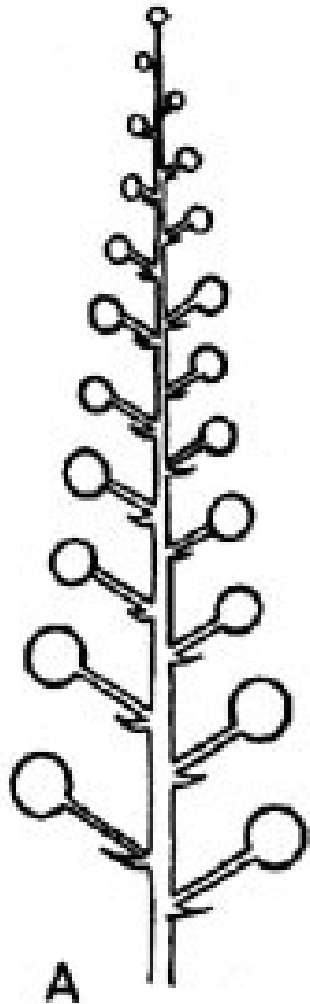
Inice květel (*Linaria vulgaris*)



rozrazil rezekvítek (*Veronica chamaedrys*) – úžlabní hrozny



hrozen



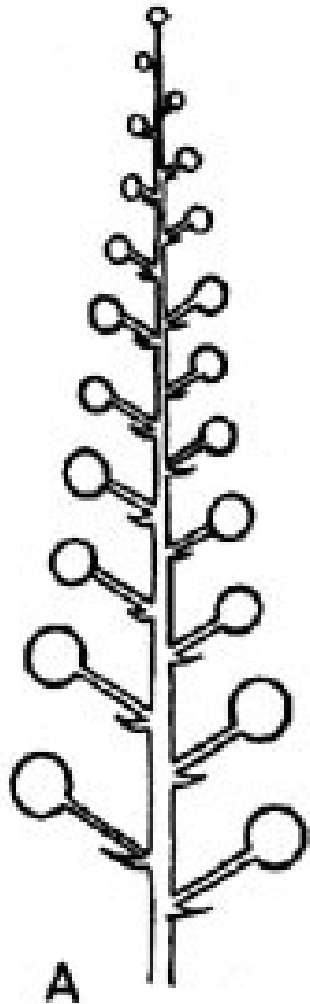
prstnatec (*Dactylorhiza majalis*)



modřenec (*Muscari*)



hrozen



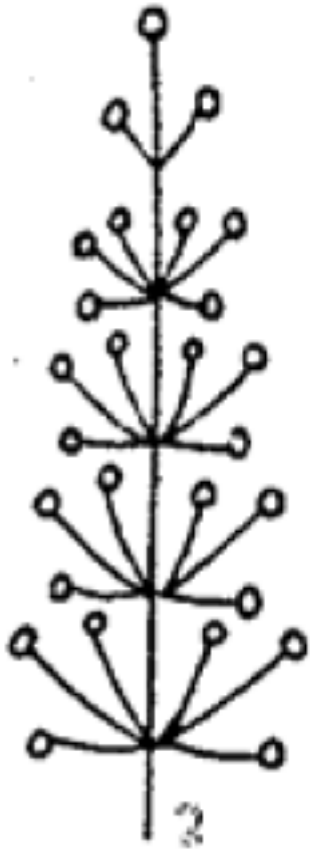
samorostlík klasnatý (*Actaea spicata*)



<http://botanika.wendys.cz>

dřišťál (*Berberis vulgaris*)

hrozen  
přeslenitý



*Hottonia palustris*, žebrotka  
bahenní



*Primula japonica*



jednostranný  
hrozen

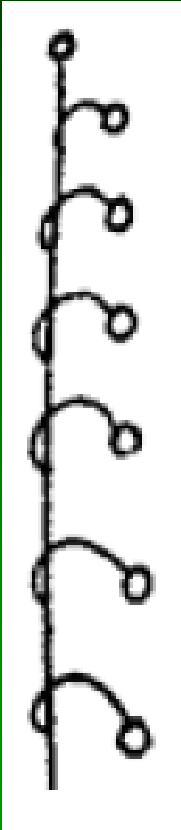
*hruštička*  
(*Ramischia*)



*Vicia*



*Digitalis*



*Convallaria*



*Campanula rapunculoides*

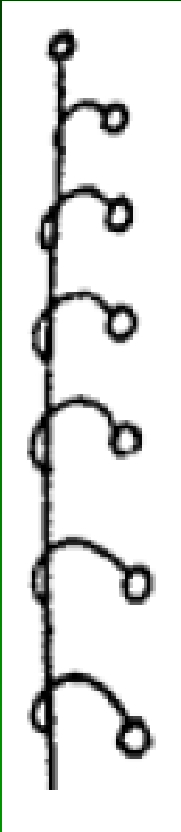


*Melica nutans*



jednostranný  
hrozen

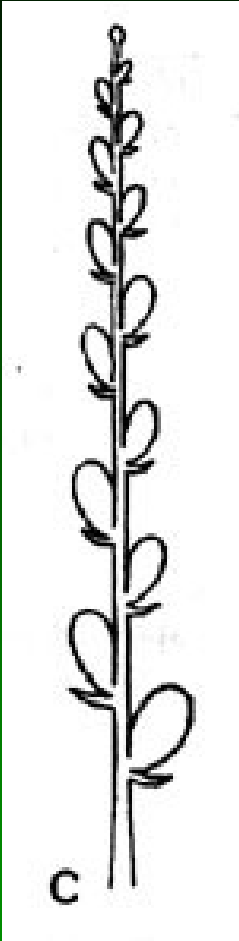
*Lathraea  
squamaria*



# Klas

rdest (*Potamogeton*)

jitrocel (*Plantago*)



ostřice (*Carex*)

krvavec  
(*Sanguisorba*)



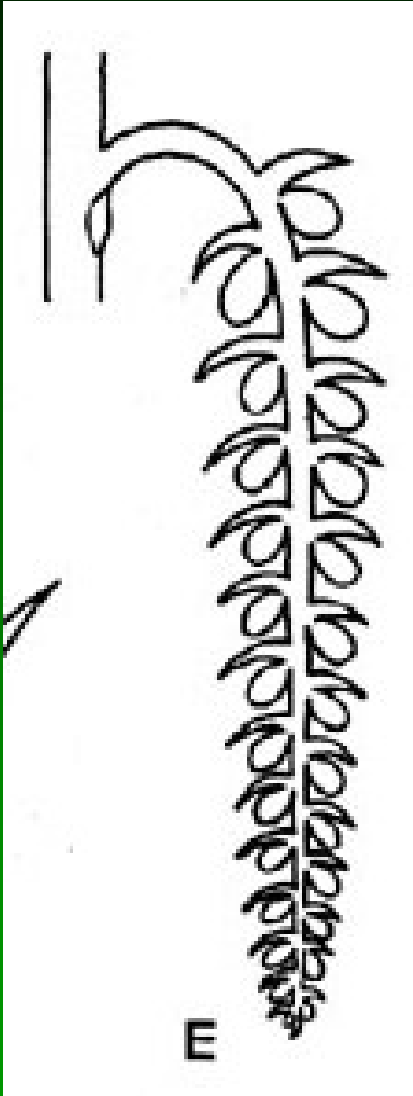
zvonečník (*Phyteuma*)



# Jehněda

*Populus tremula*

*Salix*



© - josef hlasek  
www.hlasek.com  
Carex sylvatica a609



*Piper nigrum*  
Piperaceae  
© G. D. Carr

*Carex sylvatica*

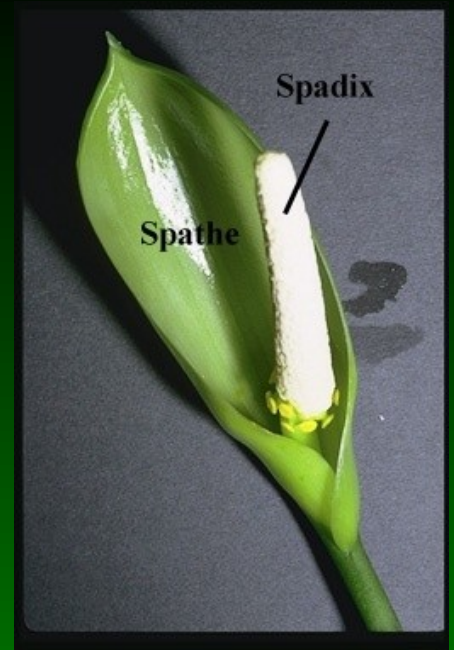
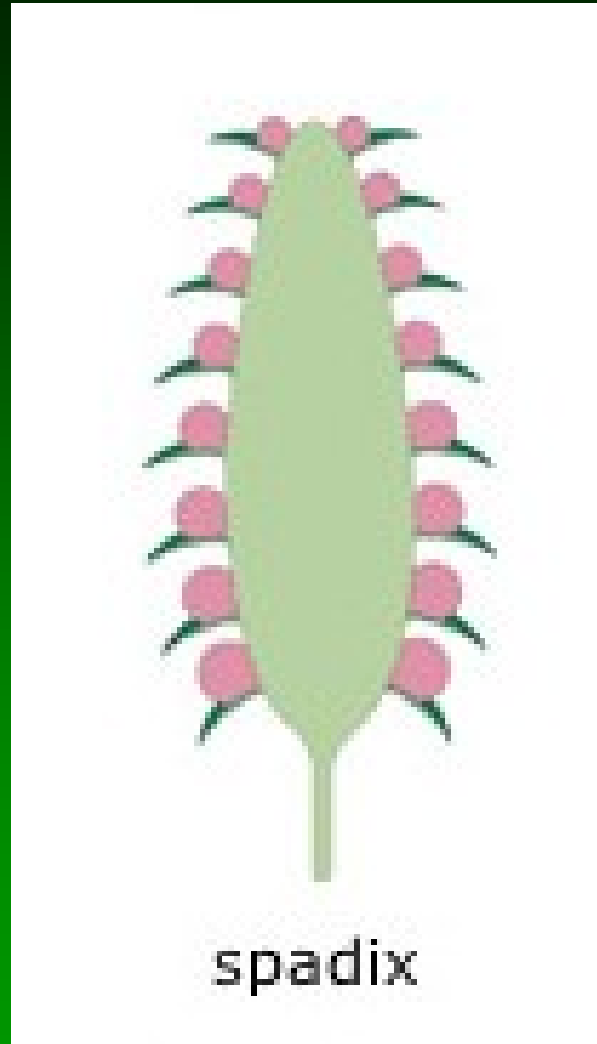
*Piper*



*Acorus*

*Araceae*

# Palice



*Zea*



*Typha*



# Jednostranný klas

*Melampyrum*



# Dvouřadý klas

*Bromelia*



*Cyperus*



# Klásek - *Poaceae*





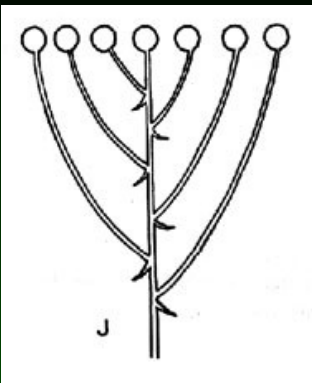
## Složený klas – klas z klásků (lichoklas)



*Blysmus*



*Lolium*



Chocholík

šťeničník (*Iberis*)



mahalebka  
(*Prunus  
mahaleb*)

snědek okoličnatý  
(*Ornithogalum  
umbellatum*)





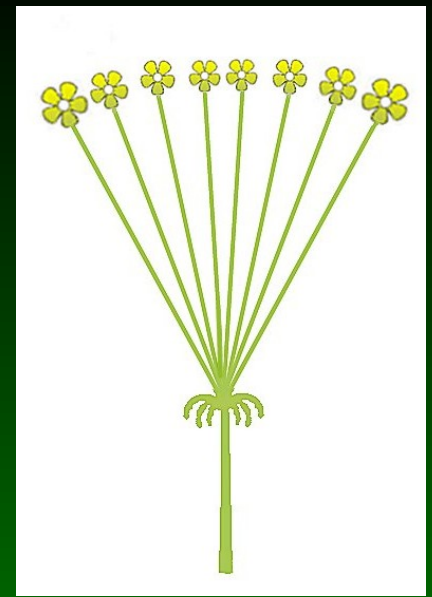


© 2000 Eleanor S. Saulys

štírovník  
(*Lotus*)

jarmanka  
(*Astrantia*)

(Jednoduchý)  
okolík



břečťan (*Hedera*)



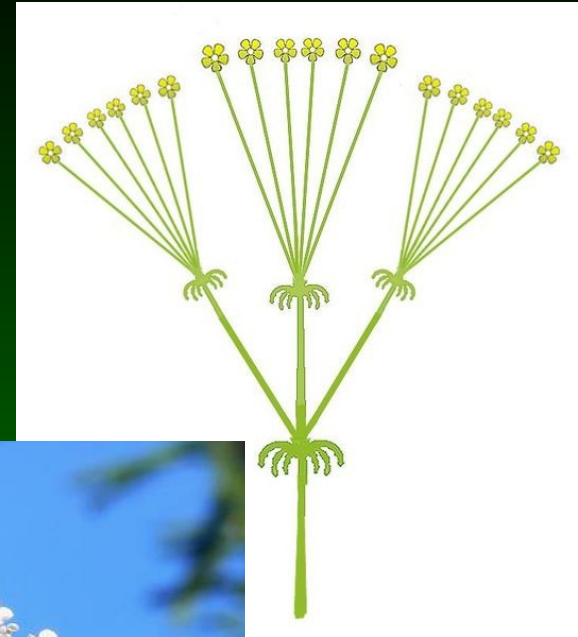


Složený okolík -  
*Apiaceae*



*Aegopodium  
podagraria*

*Daucus carota*



<http://botanika.wendys.cz>

# Hlávka



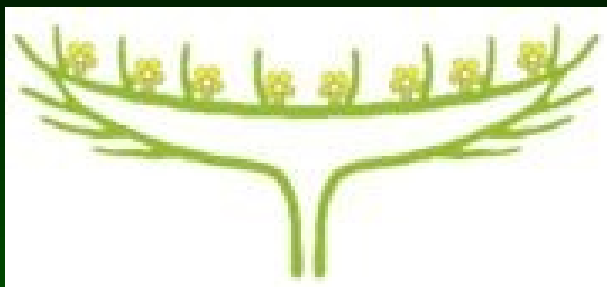
*Trifolium*



*Phyteuma orbiculare*

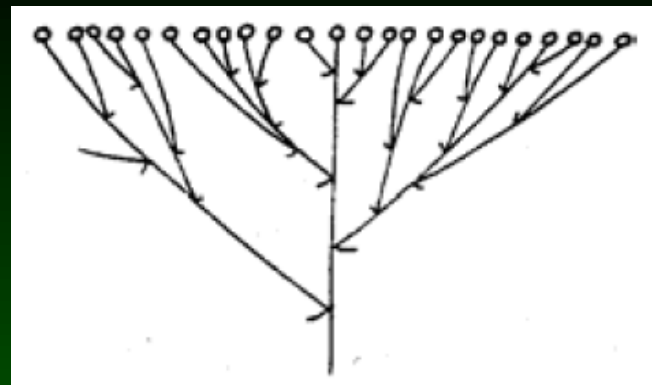


# Úbor - Asteraceae





# Chocholičnatá lata



© K. R. Robertson  
Illinois Natural History Survey


*Viburnum*



*Sambucus*



# Chocholičnatá lata

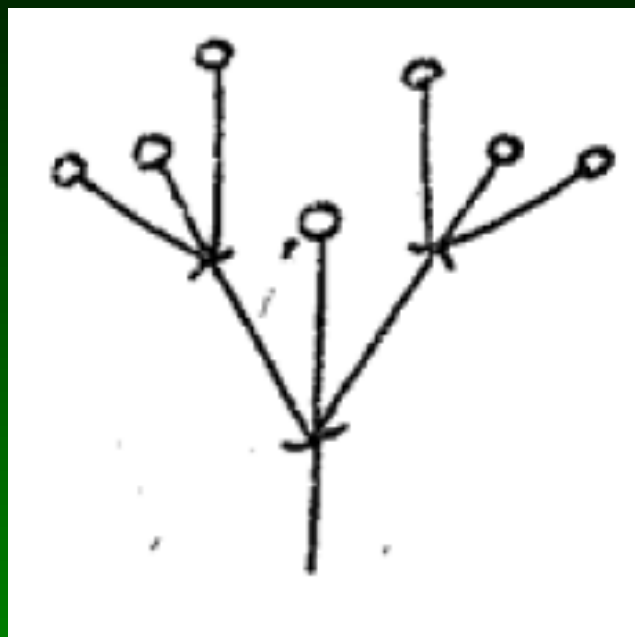
A close-up photograph of a Sorbus aucuparia flower cluster. The image shows a dense, rounded inflorescence of numerous small, white flowers with prominent, long, yellowish stamens. The background is dark and out of focus. In the bottom left corner, there is white text providing the species name and copyright information.

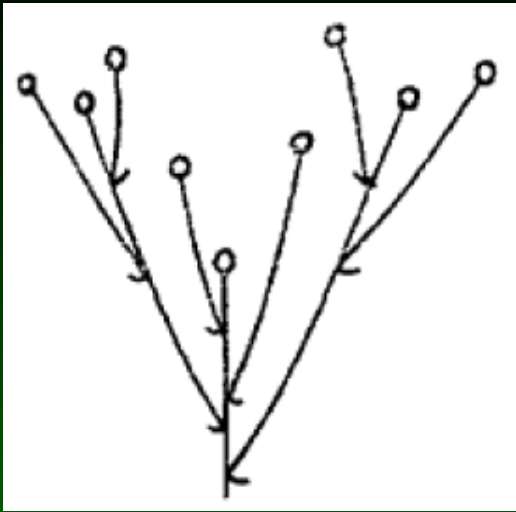
sorbus aucuparia  
© 2004 pictured by antonie van den bos  
for aycronto.com

# Vrcholičnatá květenství



## Vidlan - *Caryophyllaceae*





Kružel



*Luzula*



*Filipendula*



(C) A. Mrkvicka

*Schoenoplectus*



*Eriophorum*

Lichopřeslen bývá tvořen vidlany (nebo vijany)



*Rumex*

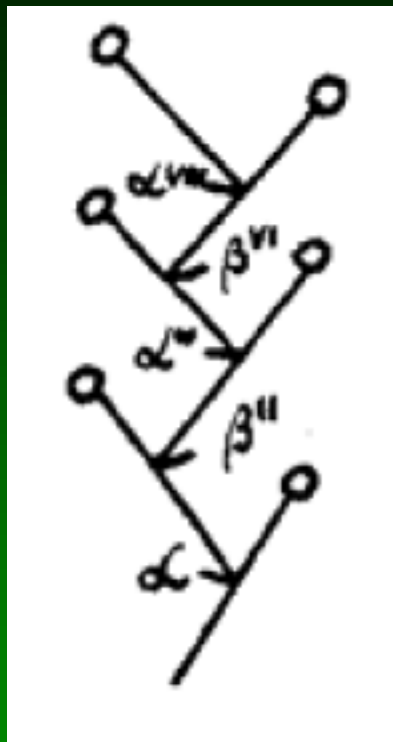


*Lamiaceae*

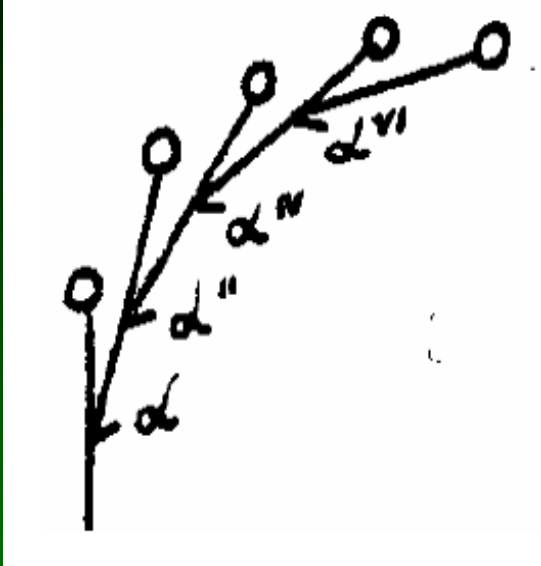




# Vějířek - *Iridaceae*



# Srpek – *Gladiolus*

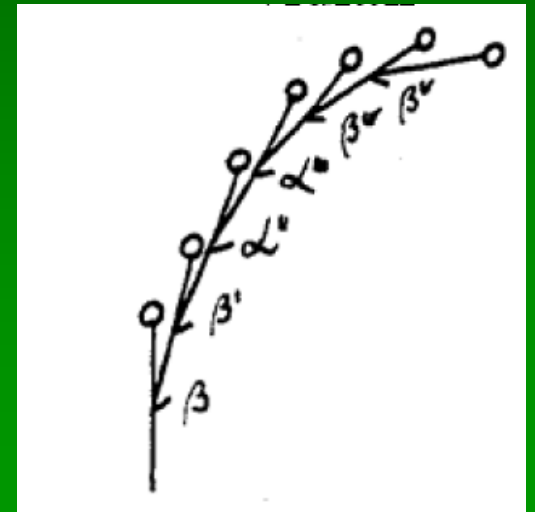


# Šroubel (o 90° a na jednu stranu)

šmel  
okoličnatý  
(*Butomus  
umbellatus*)



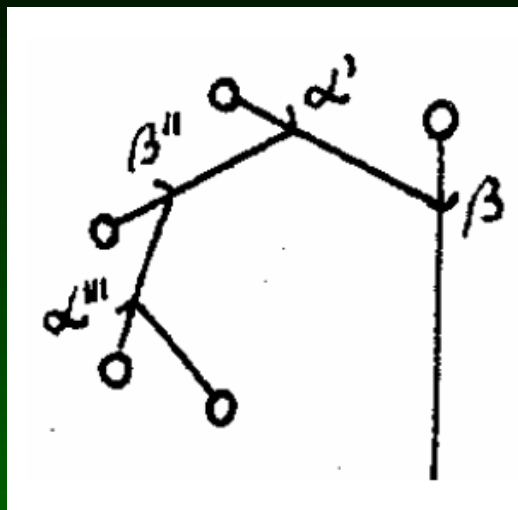
*Alliaceae*





Dvojvijn (o 90° a na různé strany)

- *Boraginaceae*



# Příklady složených květenství a jim podobných zhovadilostí

# Lata vijaňů



**jírovec (*Aesculus hippocastanum*)**



[www.naturfoto.cz](http://www.naturfoto.cz) © Jiri Bohdal



# Lata složená z klásků

třeslice (*Briza*)

lipnice (*Poa*)



jednostranný  
hrozen složený  
z klásků



*Melica nutans*

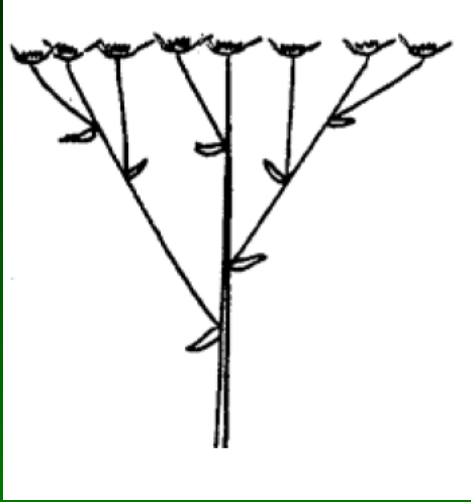


Chocholík až  
chocholičnatá  
lata úborů

*Achillea millefolium*



*Tanacetum vulgare*

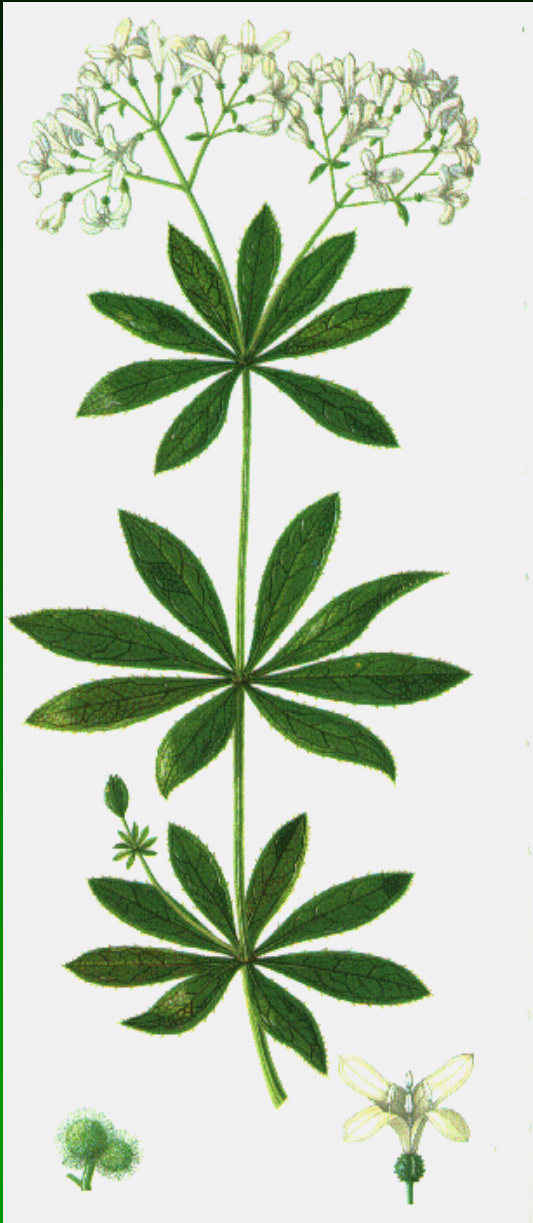


*Eupatorium cannabinum*

*Tanacetum parthenium*



# Chocholičnatá lata vidlanů



*Galium  
odoratum*

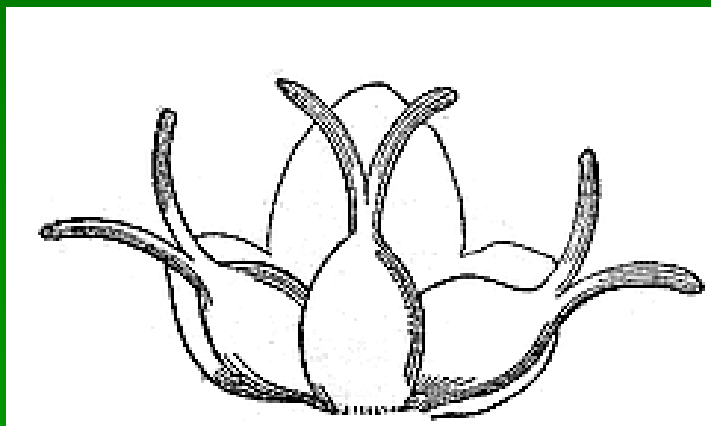
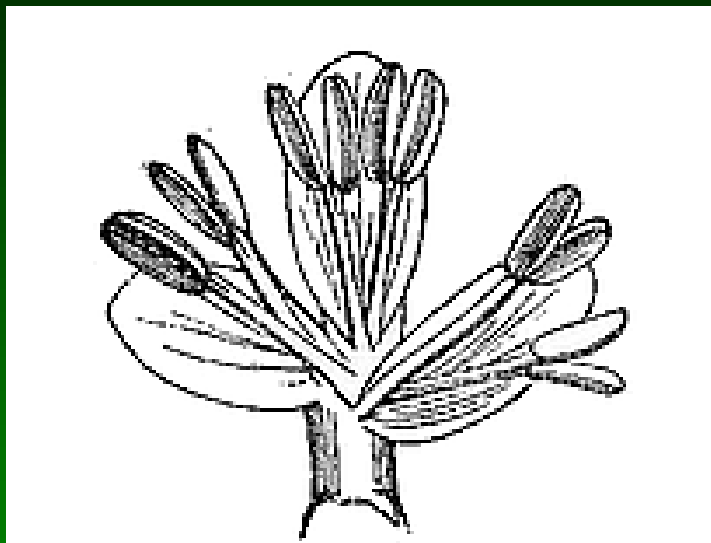
*Galium  
album*

Lata vidlanů



# Jehněda tvořená vidlany

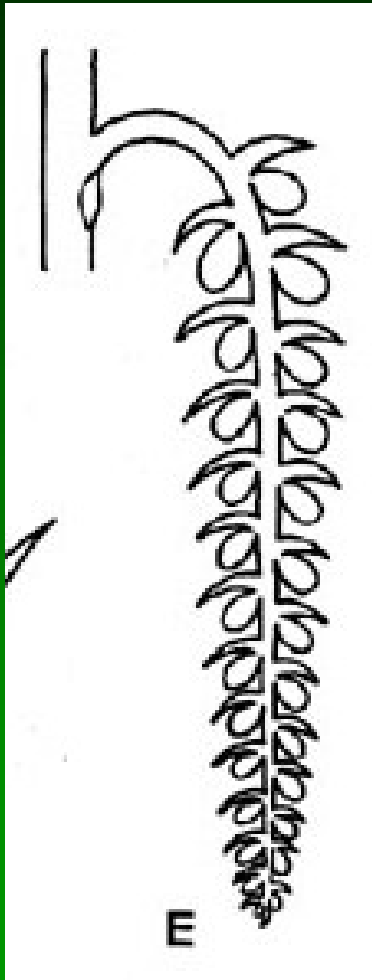
*Betula*



© K. R. Robertson  
Illinois Natural History Survey



Jehněda  
tvořená  
vidlany



(samčí květenství)



*Quercus*

*Juglans  
regia*



*Castanea  
sativa*



*Alnus*



# Hrozen až lata úborů

*Petasites*





# Strboul



*Succisa*



*Knautia*

*Dipsacaceae*

*Dipsacus*

hlávka tvořená  
vidlany



# Strboul jednokvětých úborů

*Echinops*





**Klubíčka:** Lichopřeslen, lichoklas nebo licholata mohou být tvořeny také staženými vidlany = klubíčky



*Urtica*



*Chenopodium*

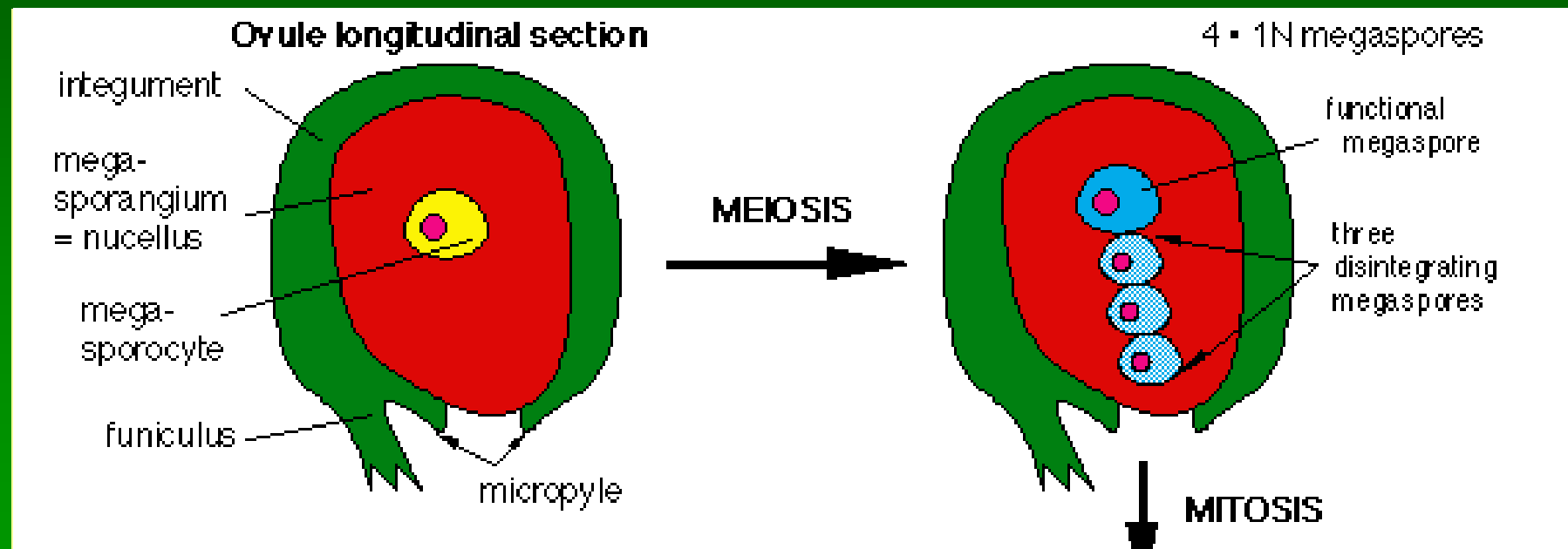
# Vajíčko

má 2 obaly (kupula + integument) nebo 1 obal (integument)

má klový otvor (mikropyle), nemá pylové komory

s placentou spojeno poutkem (funiculus)

primární živné pletivo (nucellus) homologické megasporangiu

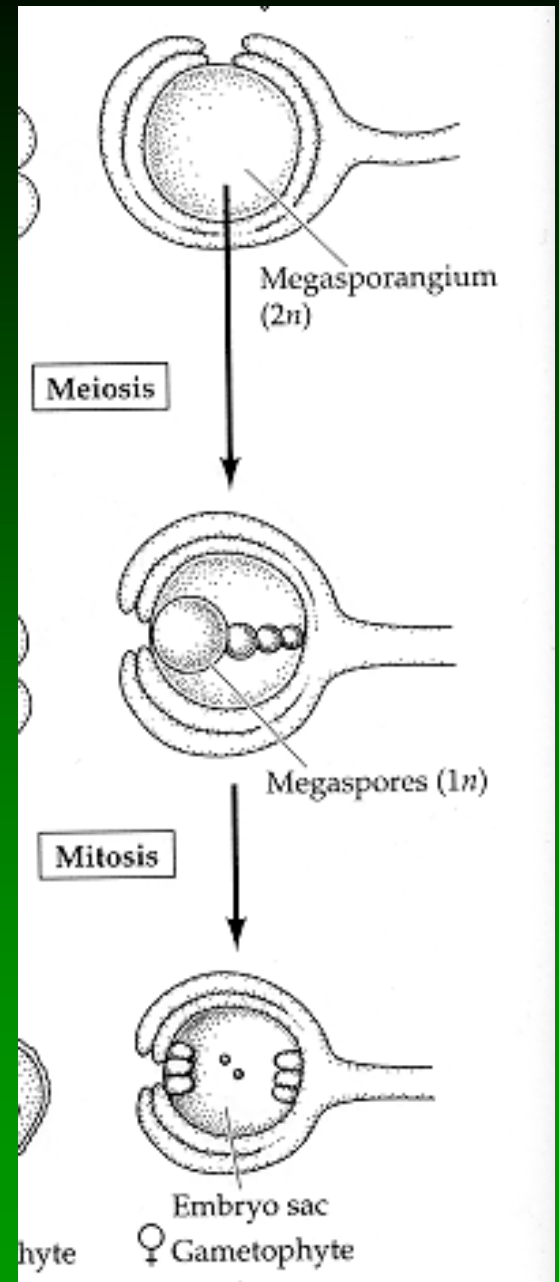


Jedna buňka nucellu se zveličuje a dává meiotickou tetrádogenézí vznik 4 buňkám

homologickým megaspóráám - 3 z nich odumírají

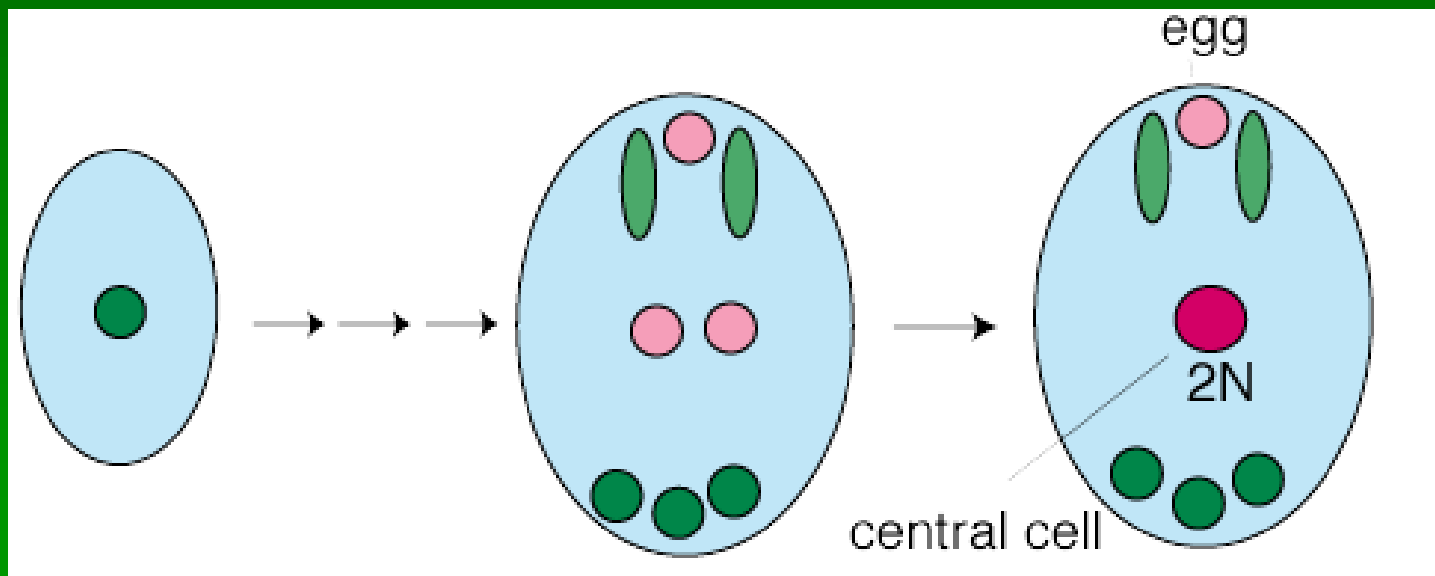
zbylá se 3x mitoticky dělí na 8jaderný zárodečný vak (sacculus embryonalis)

zárodečný vak je homologický megaprothaliu



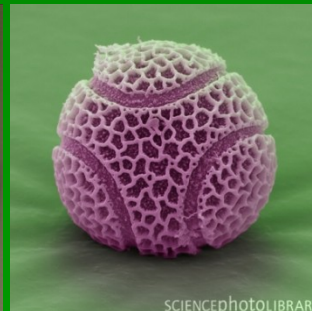
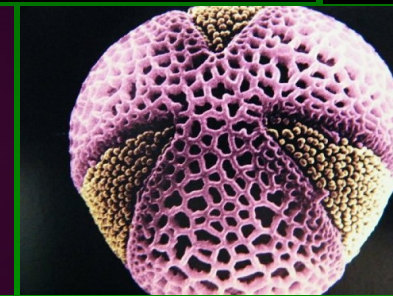
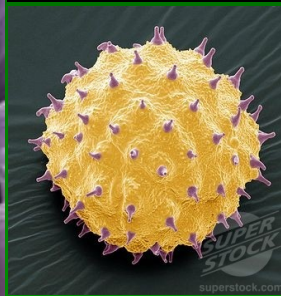
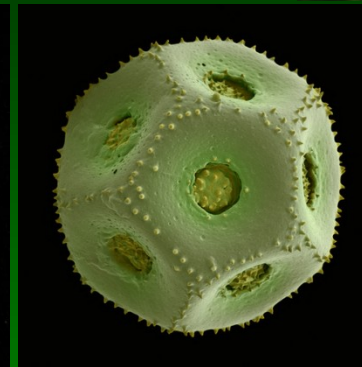
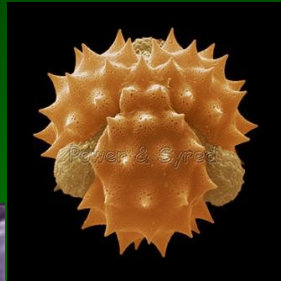
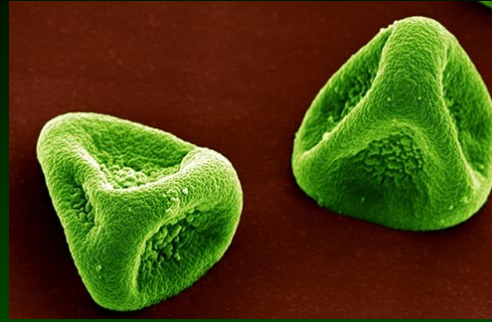


3 buňky se umístí na pólu poblíž mikropyle - spolu s částí cytoplazmy se obalí cytoplazmatickou membránou a vytvoří samostatné buňky, prostřední z nich se zvětčuje a vytváří buňku vaječnou - oosféru, boční tvoří podpůrné buňky - synergidy. Další 3 jádra se umístí při opačném pólu a osamostatňují se jako 3 buňky protistojné - antipody, zbývající 2 jádra se umístí uprostřed zárodečného vaku, splynou a dávají tak vznik diploidnímu, řidšěji triploidnímu, centrálnímu (polárnímu) jádru zárodečného vaku.



# Pyl a opylení (angl. pollination)

pylová zrna bez  
vzdušných  
vaků

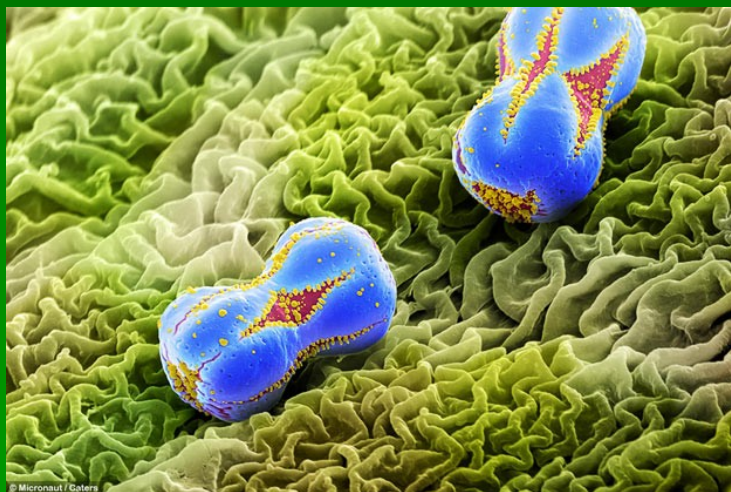




# Velikost pylu

6 – 150  $\mu\text{m}$

*Myosotis*



*Cucurbita*



*Myosotis*

SCIENCEPHOTOLIBRARY



Nejčastěji je pyl přenášen hmyzem = **entomogamie**



Často je pyl přenášen také větrem = **anemogamie**





# Vzácně je pyl přenášen ptáky = ornitogamie





Vzácně je u rostlin kvetoucích  
pod hladinou pyl přenášen  
vodou = **hydrogamie** (např.  
*Zostera*, *Elodea*, *Ceratophyllum*,  
nebo *Posidonia*)



# Opylování netopýry chiropterogamie je vzácné





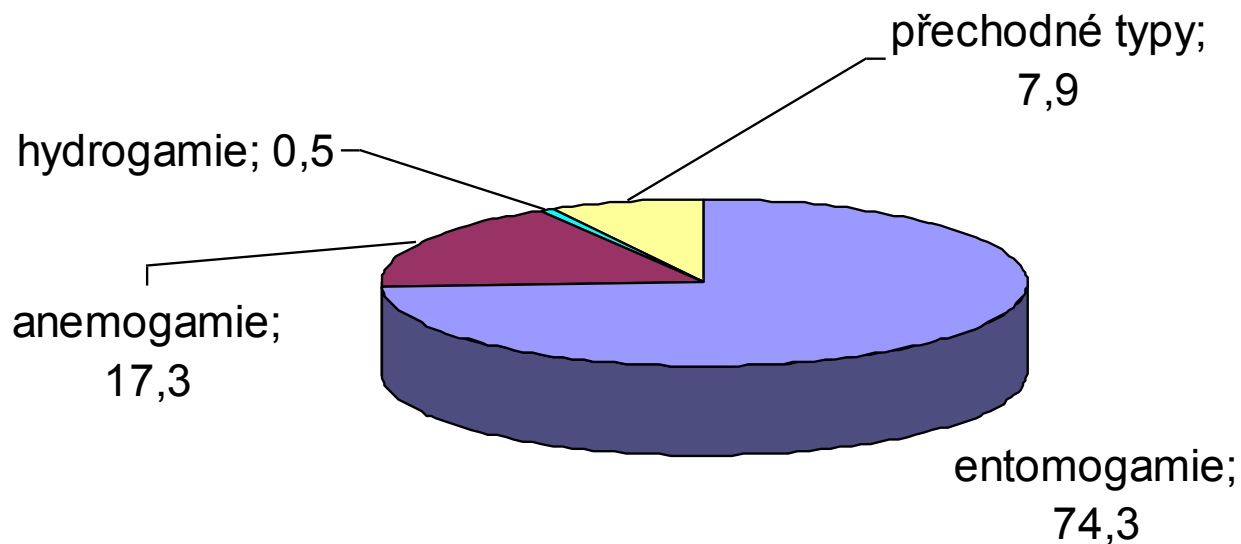
Někdy dochází k samoopylení v uzavřených květech, které se neotvírají = **kleistogamie** (např. u různých druhů violek - *Viola* či u hluchavky objímavé - *Lamium amplexicaule*)





Zastoupení jednotlivých typů opylení se velmi odlišuje podle geografických oblastí (v bývalém Československu zjistil prof. Daumann v r. 1972 následující poměrné zastoupení druhů patřících k jednotlivým typům:

entomogamie	74.3%
anemogamie	17.3%
hydrogamie	0.5 %
přechodný nebo blíže neurčený typ	7.9 %



Hmyz navštěvuje květy buď kvůli pylu (např. mák nebo růže) nebo kvůli nektaru (např. vikev nebo hluchavka)



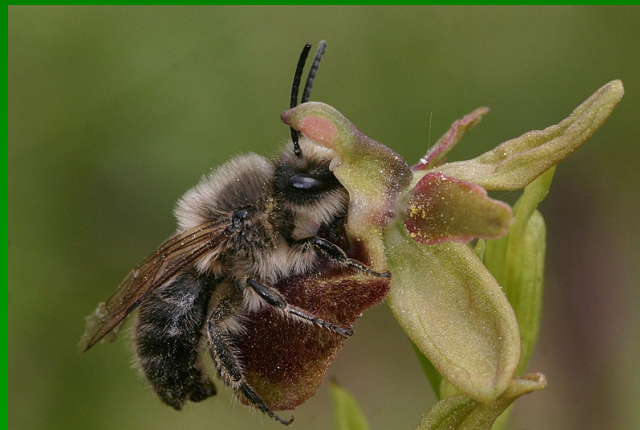
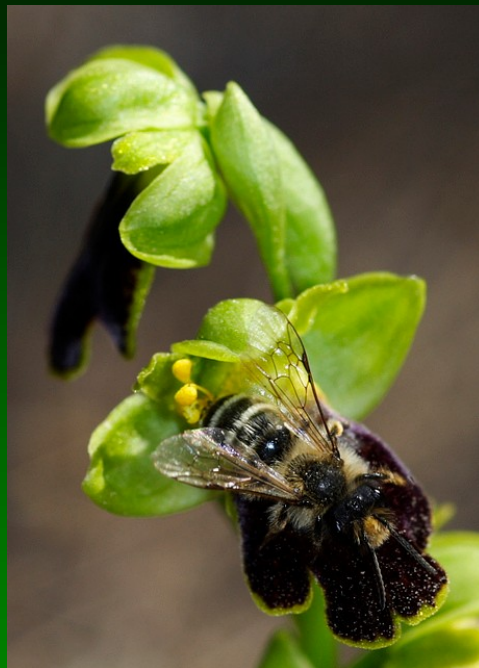
K navigaci hmyzu slouží barva květu popř. sametový nebo naopak lesklý povrch korunních lístků

a vůně -  
nektar ani pyl  
však vůni  
nevydávají -  
ta se vytváří  
buď korunními  
lístky nebo  
nitkami  
tyčinek.

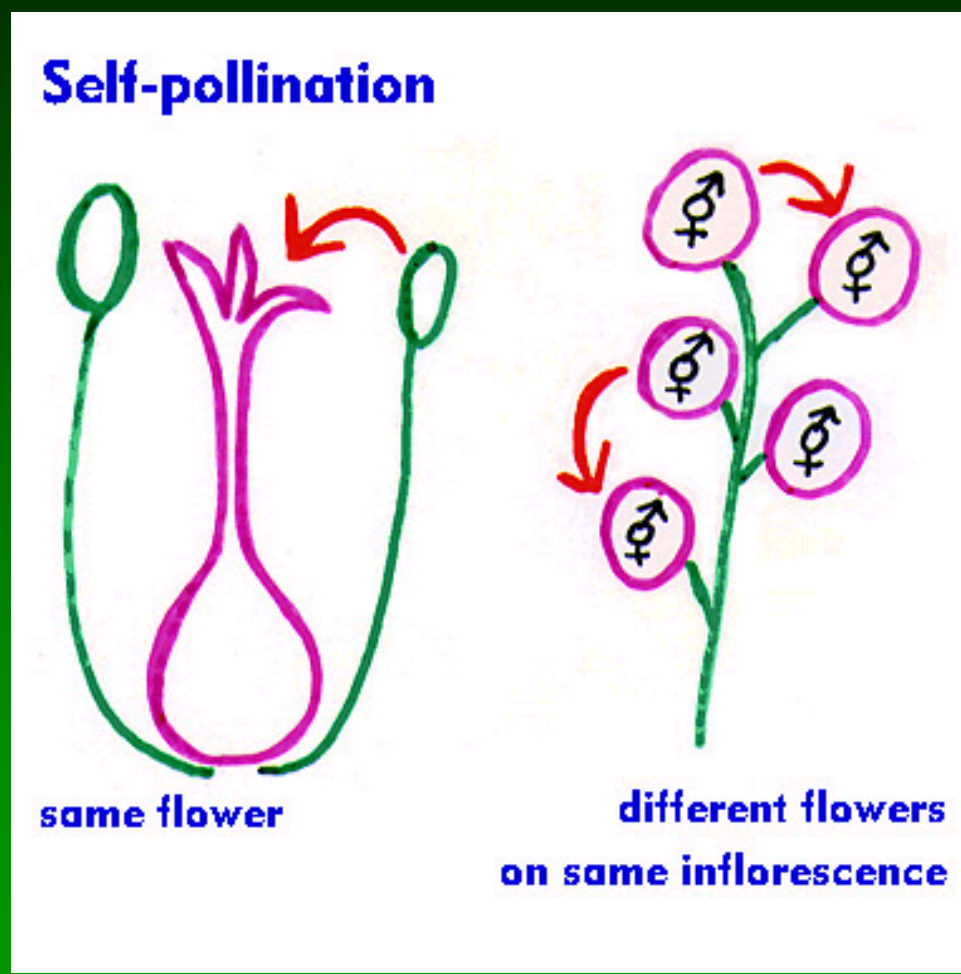
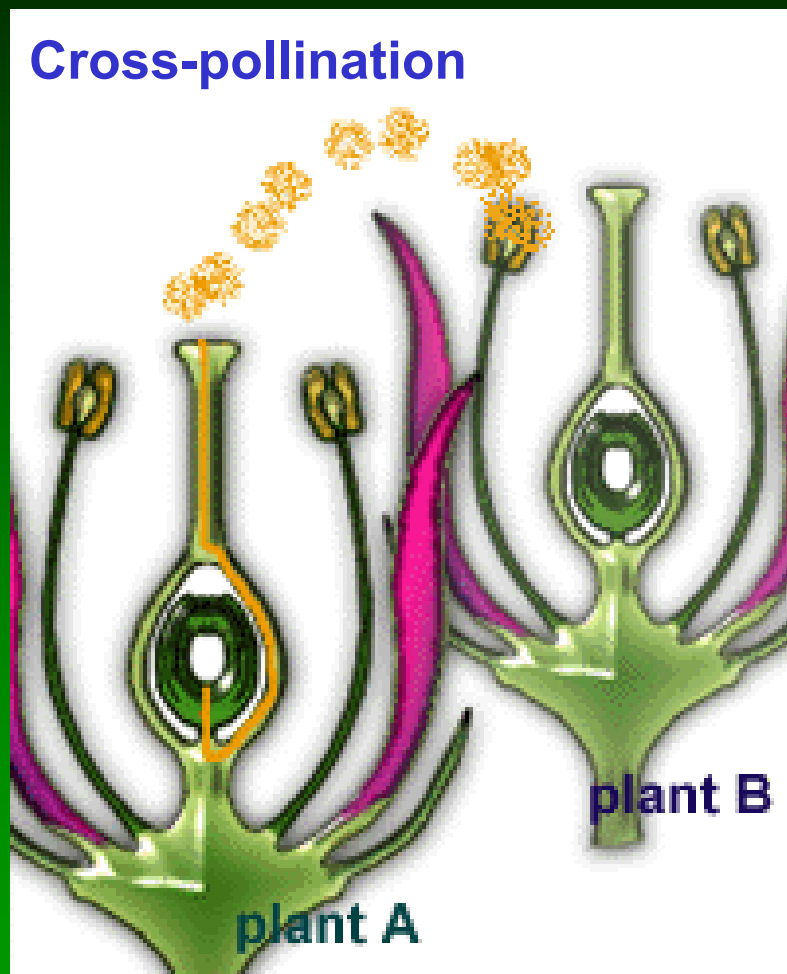




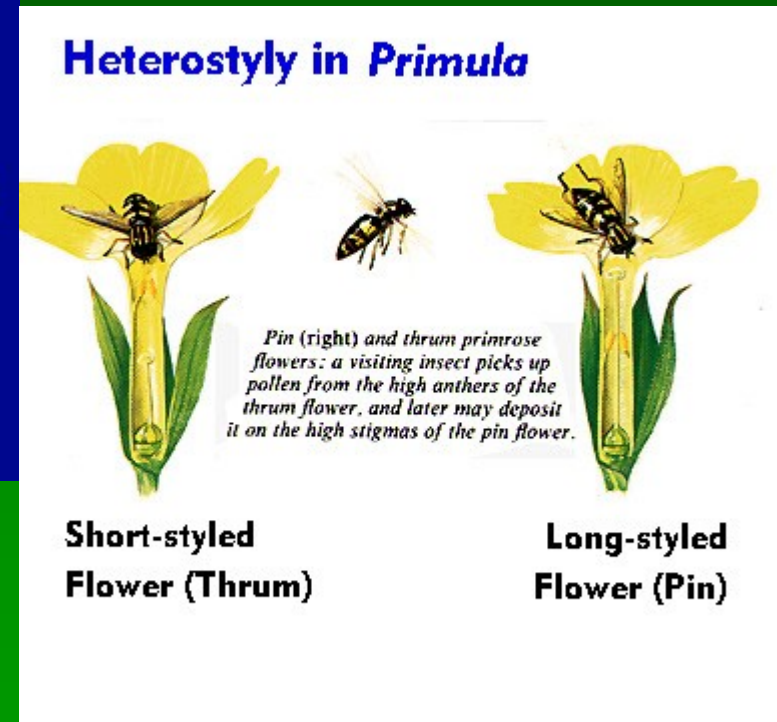
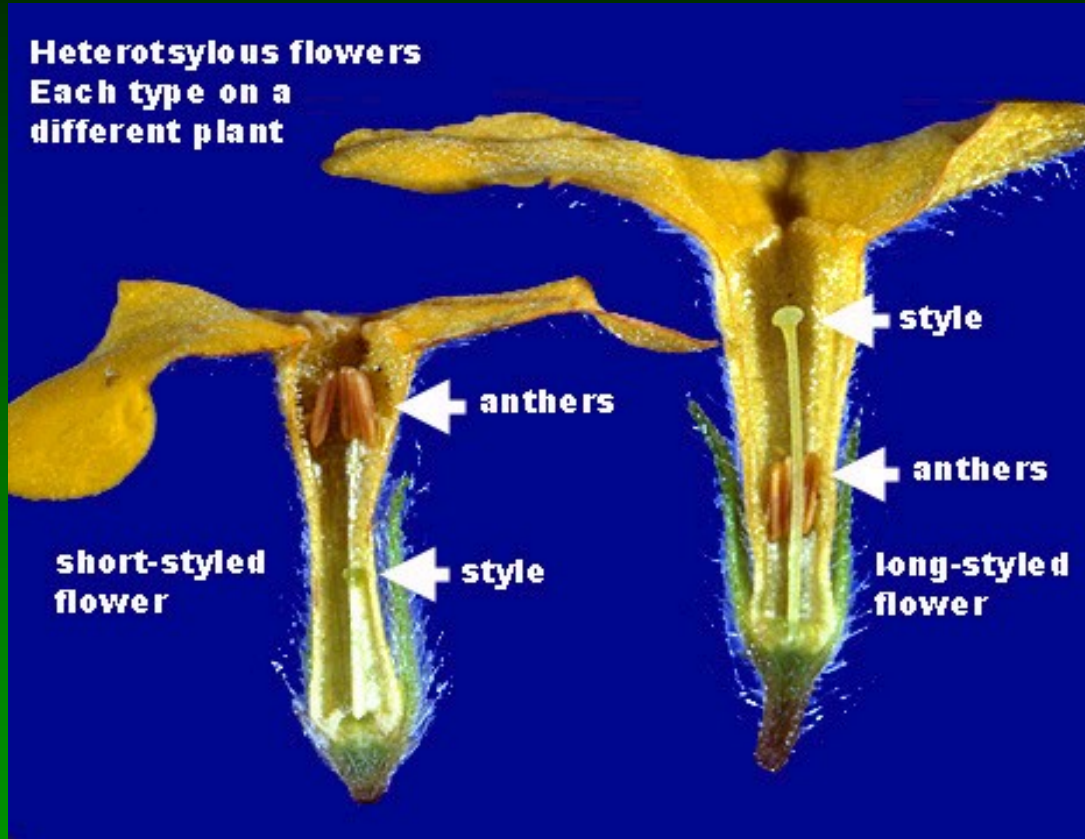
# Pseudokopulace – tořič (*Ophrys*, *Orchidaceae*)



Z hlediska rekombinace genů je výhodnější allogamie (cross pollination) oproti autogamii (self pollination)

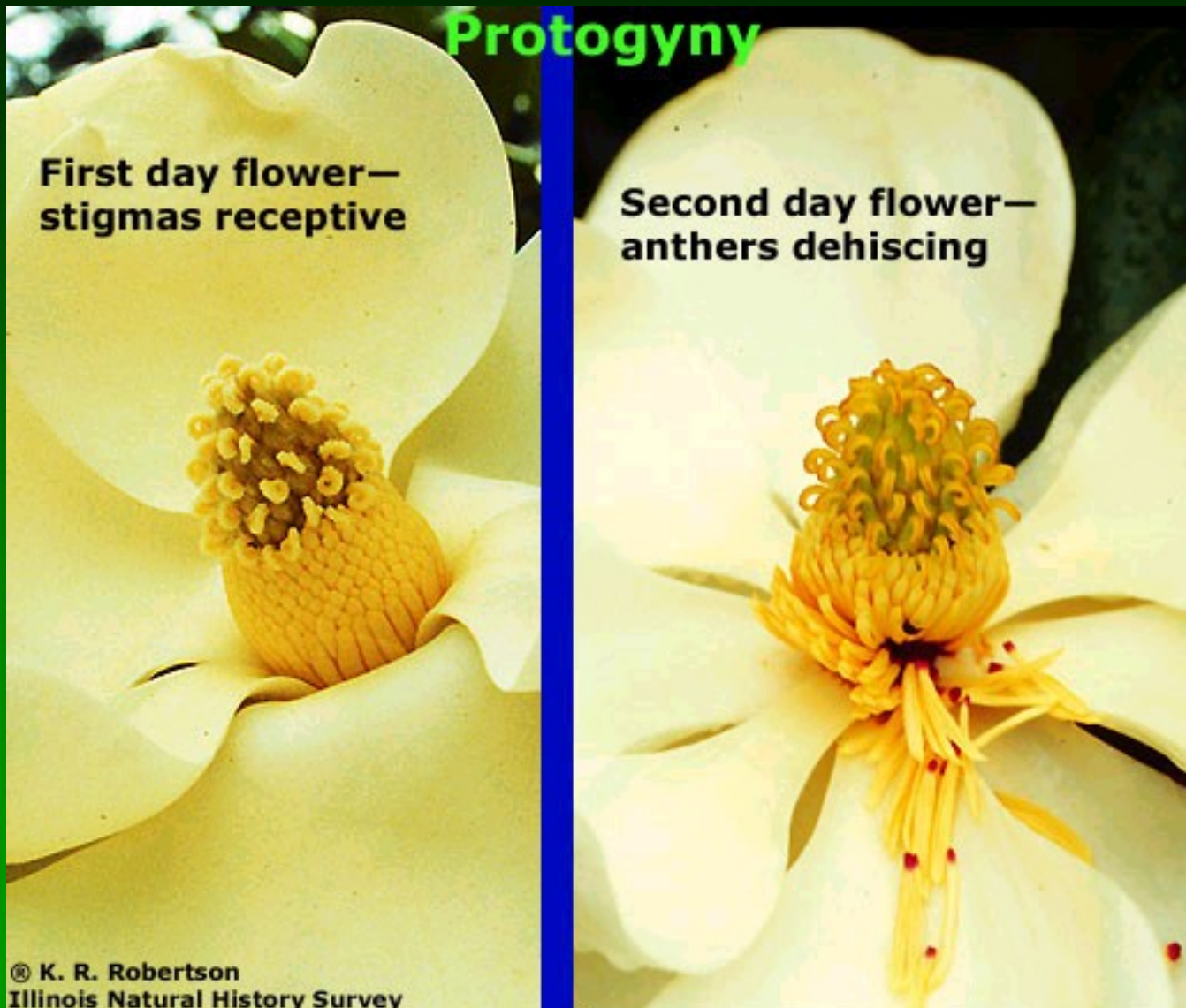


# Jedním ze způsobů jak se bránit autogamii vlastním pylem je heterostylie

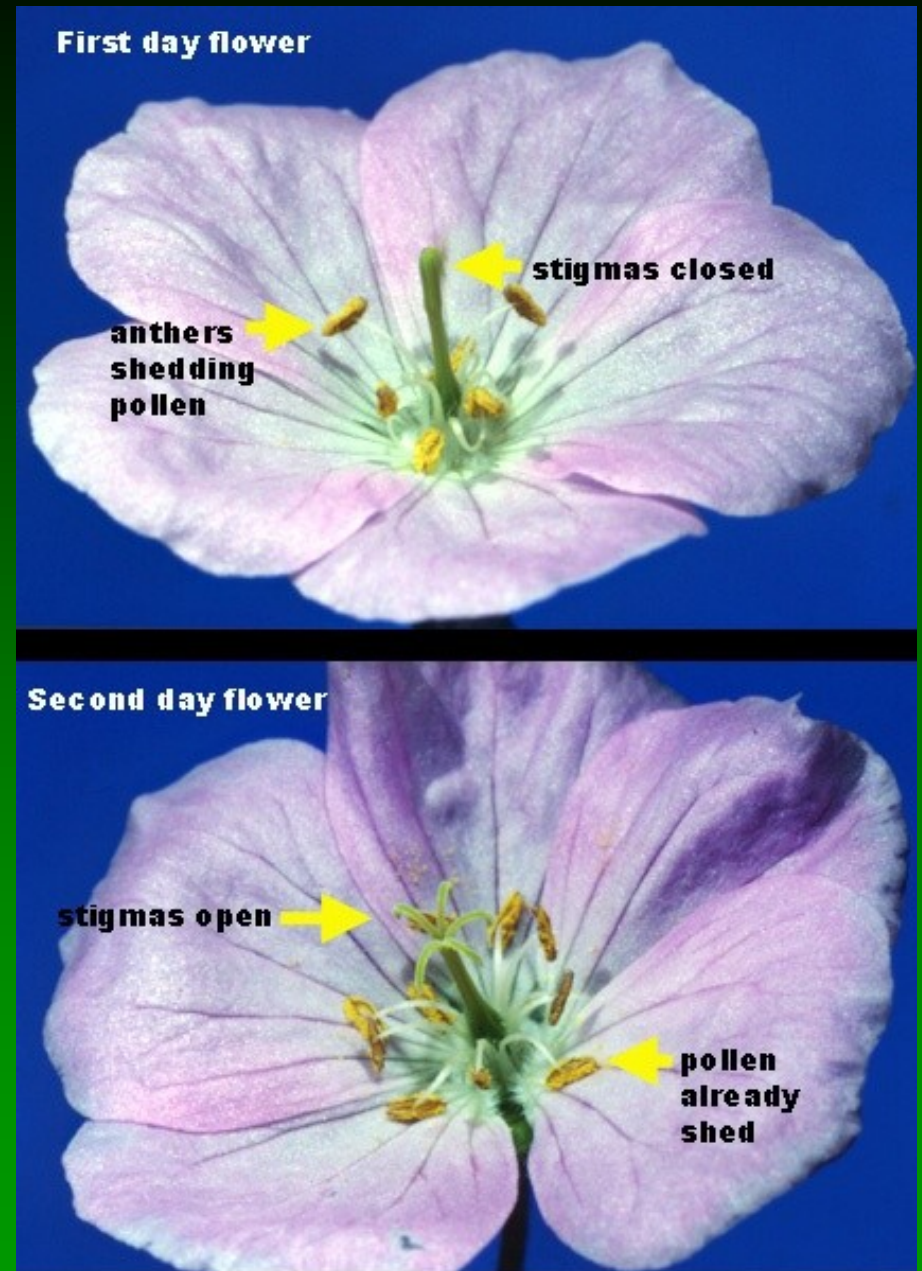




Dalším způsobem jak se bránit autogamii vlastním pylem je  
**protogynie**

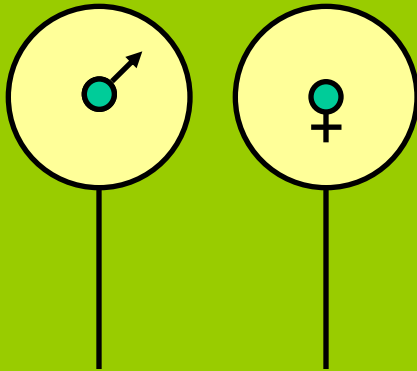


Analogickým způsobem  
může bránit bránit  
autogamii také  
**protandrie**

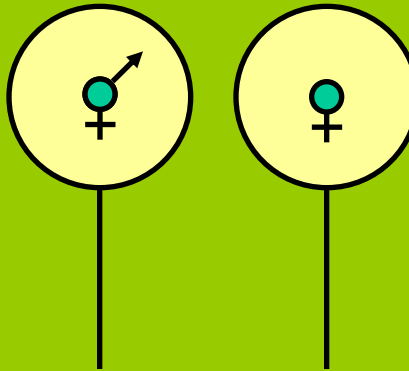


# Systemy s jednopohlavnými květy

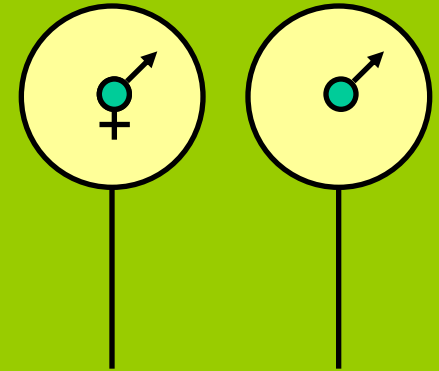
**dioecie**



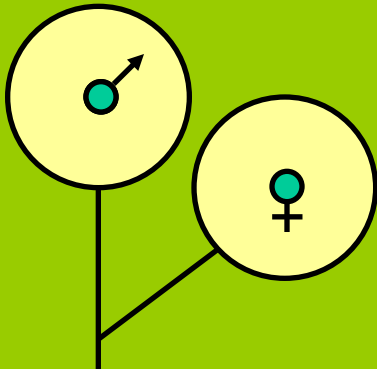
**gynodioecie**



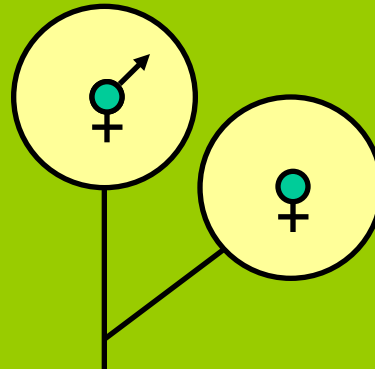
**androdioecie**



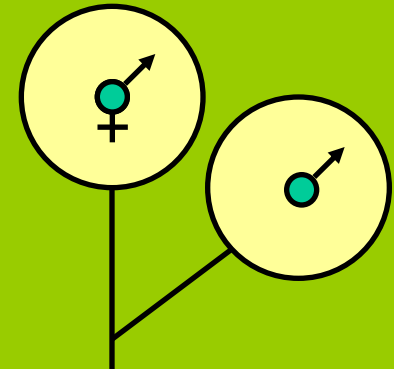
**monoecie**



**gynomonoecie**



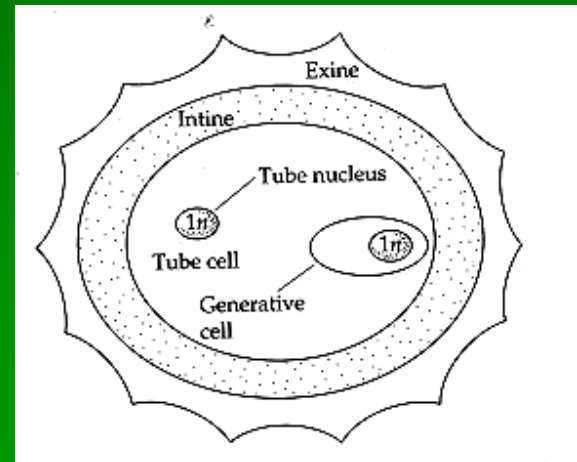
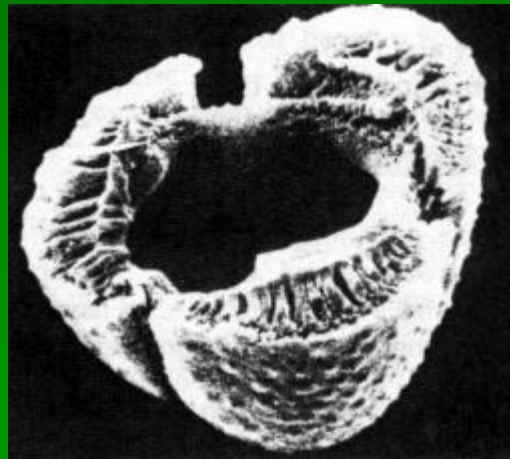
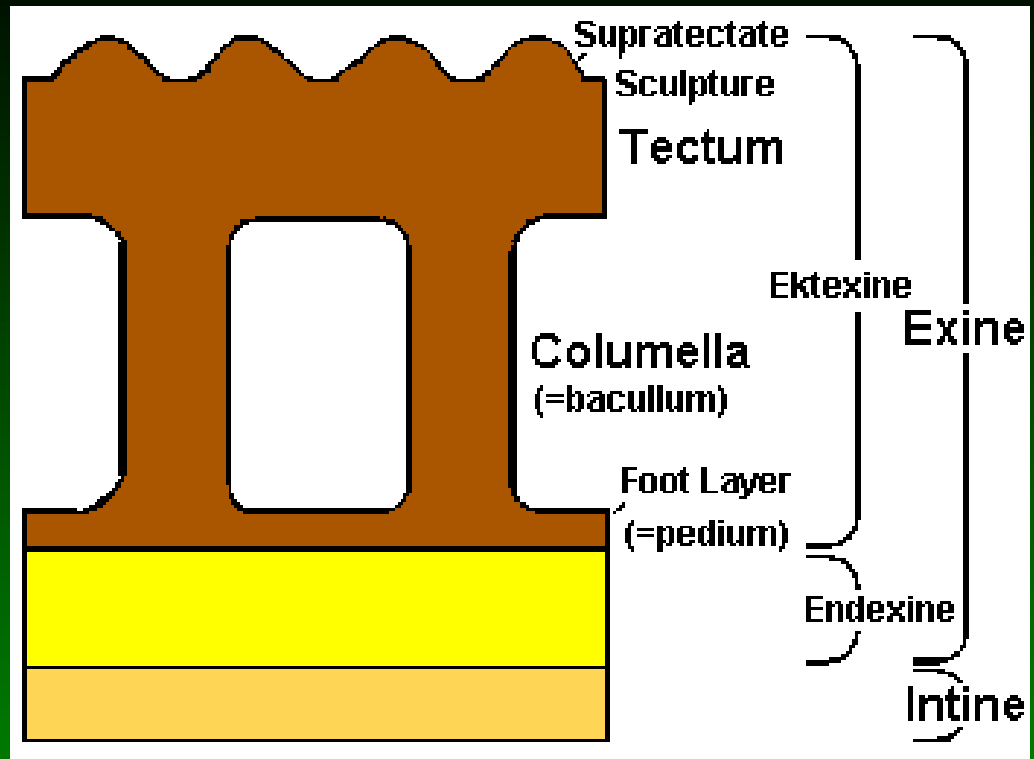
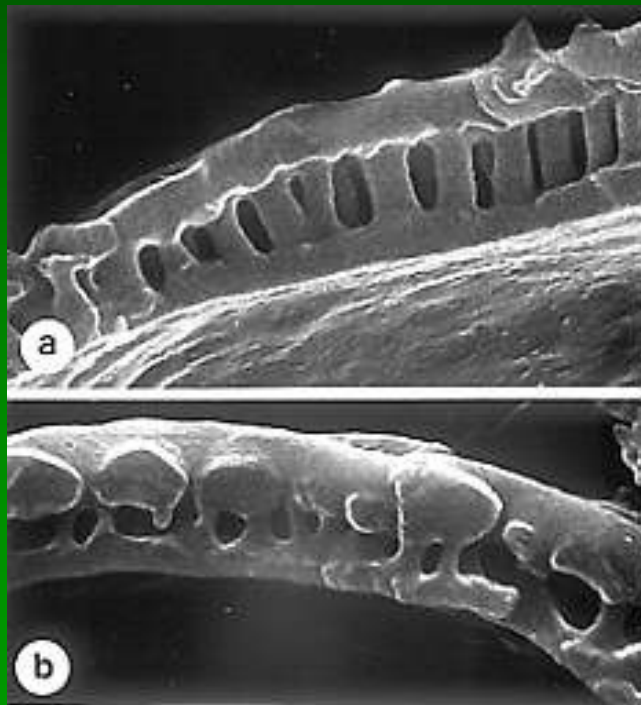
**andromonoecie**



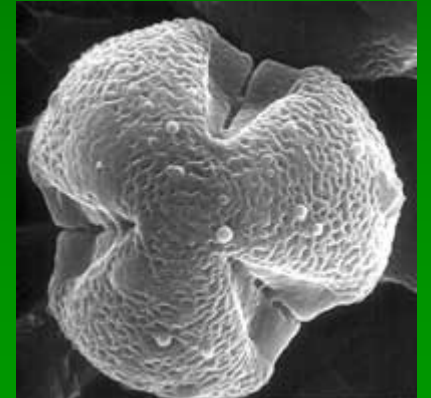
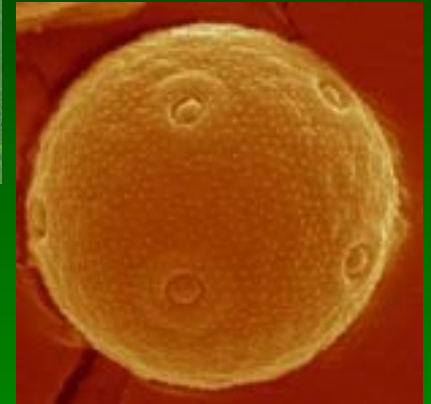
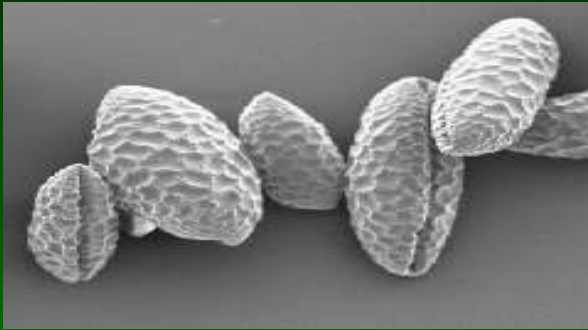


# Povrch pylu

Povrch pylového zrna tvoří dvouvrstevná blána: vnější – exina a vnitřní – intina

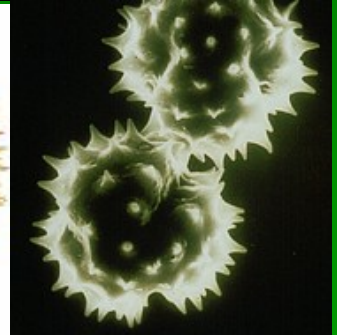
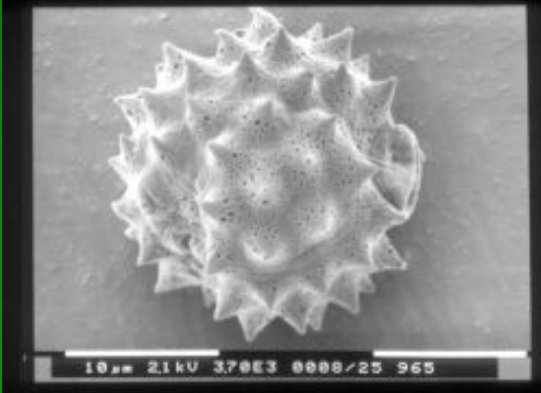
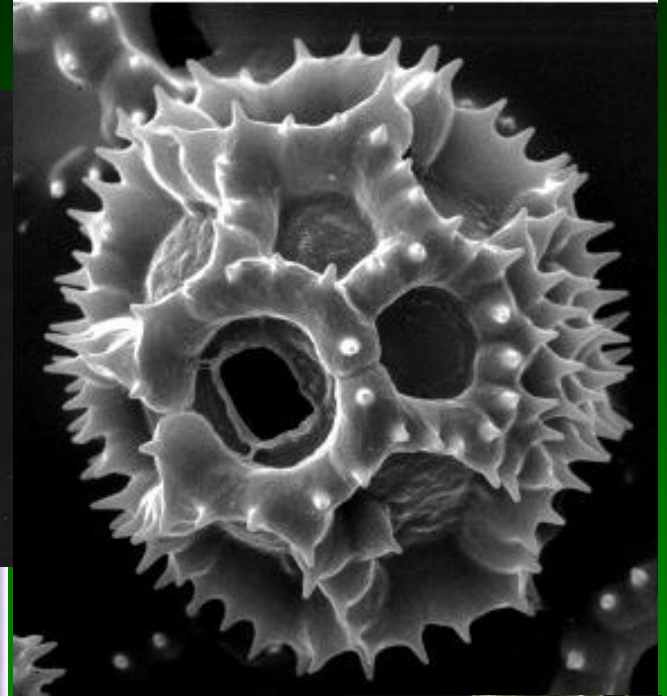
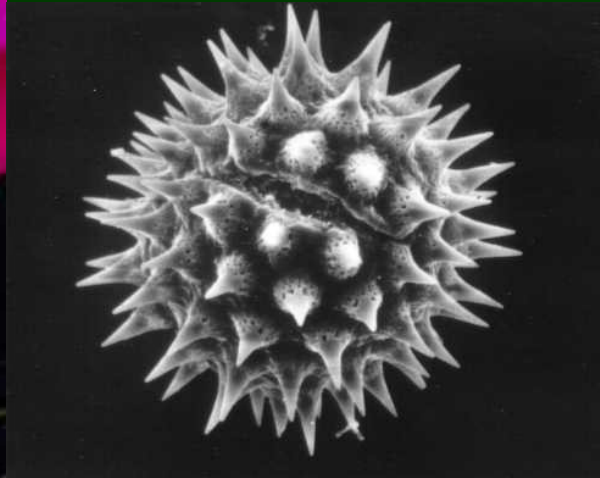


U anemogamních druhů bývá pyl hladký,  
u hydrogamních je bez zvláštních  
přizpůsobení



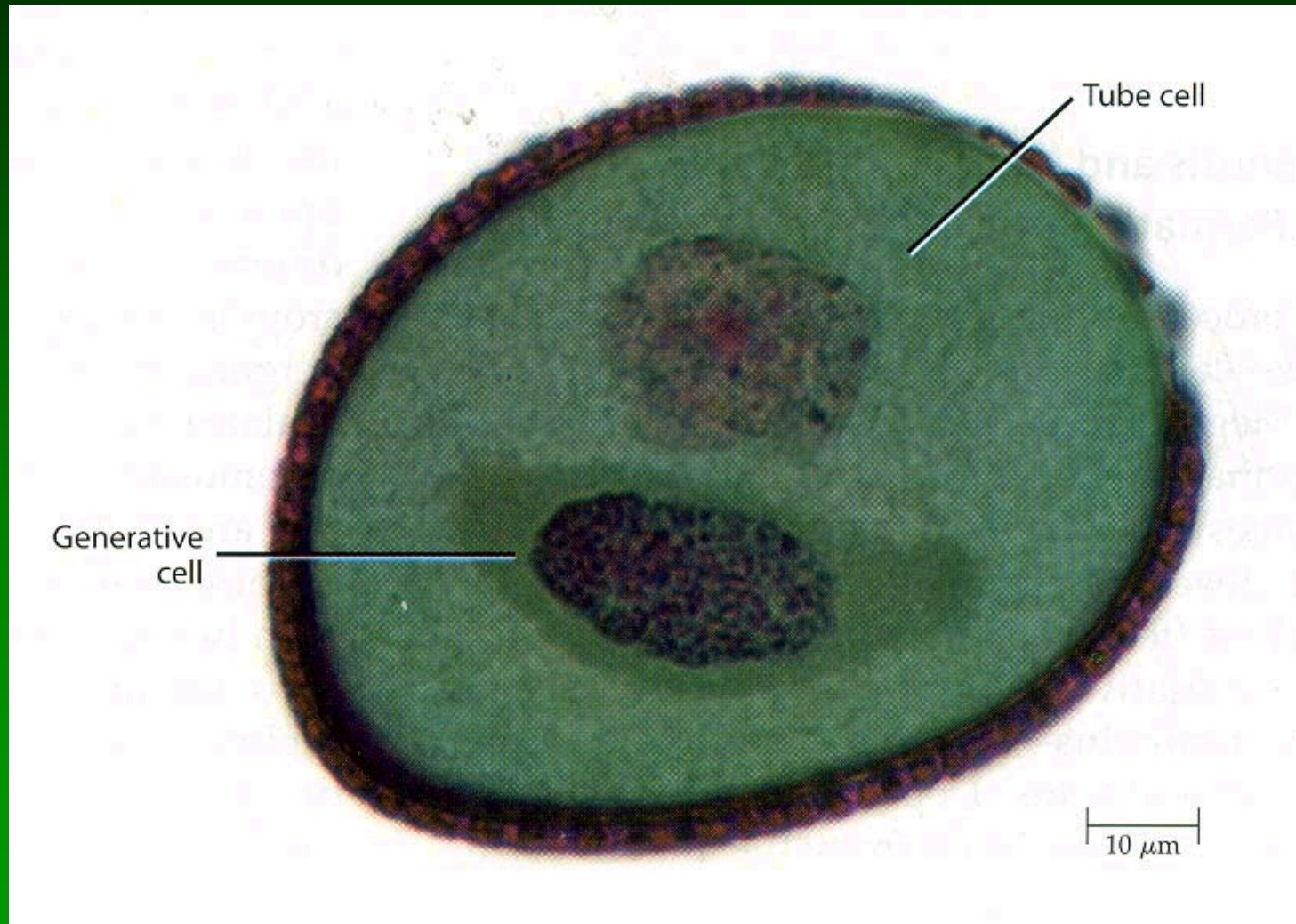


U entomogamních druhů je pyl často lepkaý, či s různými háčky, výrůstky nebo chloupky

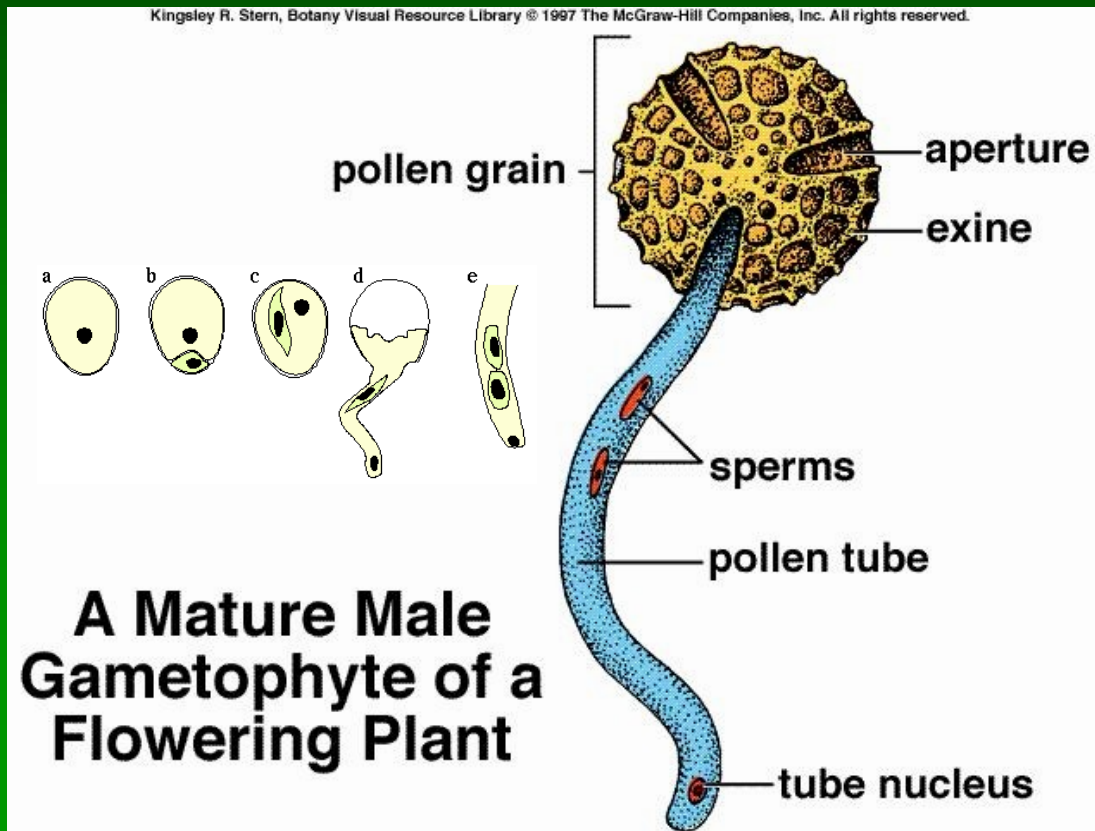




Jednobuněčné pylové zrno se při zrání dělí ve větší buňku vegetativní a menší generativní; v tomto dvoubuněčném stavu je přeneseno na bliznu;



na blizně vyklíčí v láčku která proroste do semeníku; na konci láčky je nesena buňka vegetativní a za ní generativní; generativní buňka se před oplozením vajíčka rozdělí ve 2 buňky spermatické (3 buňky láčky = 1 vegetativní + 2 spermatické jsou homologické mikroprothaliu)

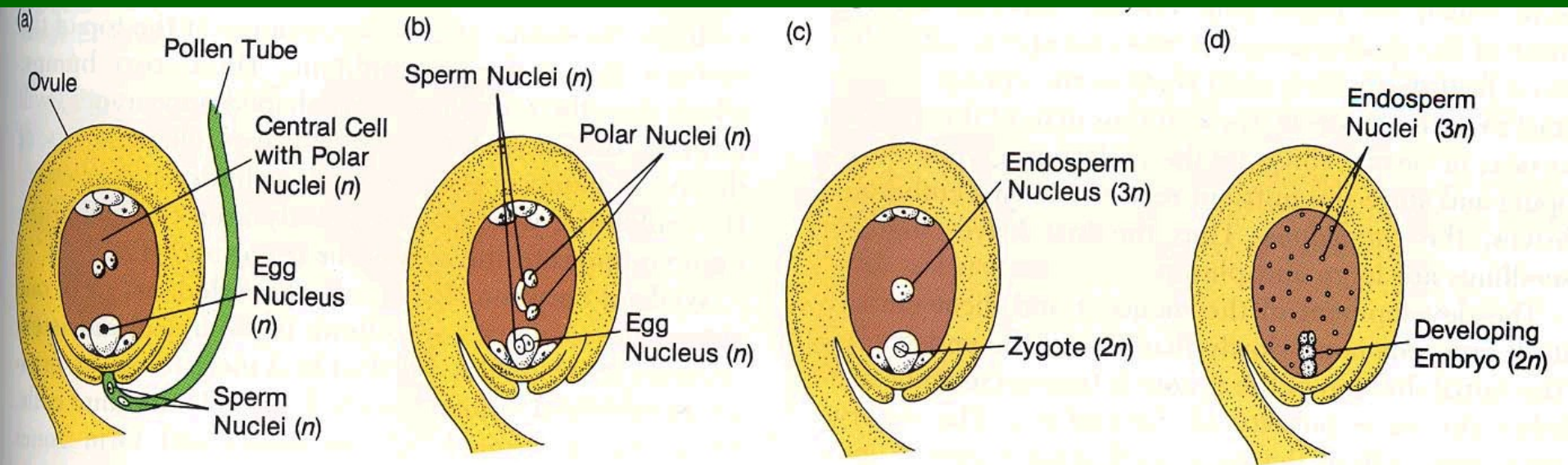




# Oplození (angl. fertilization) je dvojitá

1. **Syngamie** – haploidní jádro 1 spermatické buňky splyne s haploidním jádrem oosféry a vznikne zygota, z níž dělením vznikne embryo

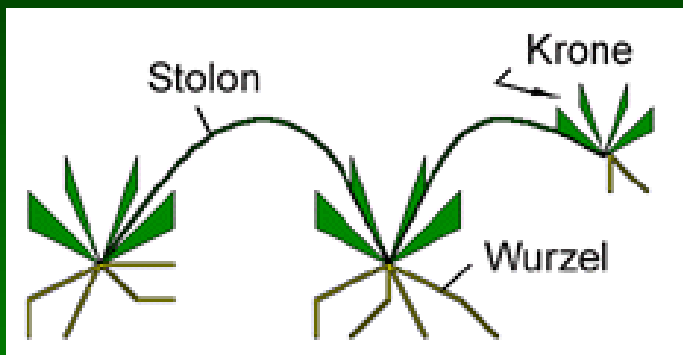
2. **Konfluace** – haploidní jádro druhé splyne s centrálním diploidním jádrem a vznikne endosperm







Generativní množení nemusí být převažujícím způsobem rozmnožování, naopak rozmnožování vegetativní může často převažovat.



Vzniku semen nemusí vždy předcházet syngamie, pak hovoříme o asexuálním rozmnožování pomocí semen - apomixii (angl. i lat. apomixis) čili agamospermii

nedochází pak ke genové rekombinaci  
apomixie je buď partenogenetického typu - tj. když se embryo diferencuje z oosféry - haplonti obvykle hynou, ale typy vzniklé **diplosporií** tj. diploidizací oosféry přežívají  
jiný typ apomixie je **apogamie**, kdy se embryo diferencuje z jiné buňky zárodečného vaku než z oosféry



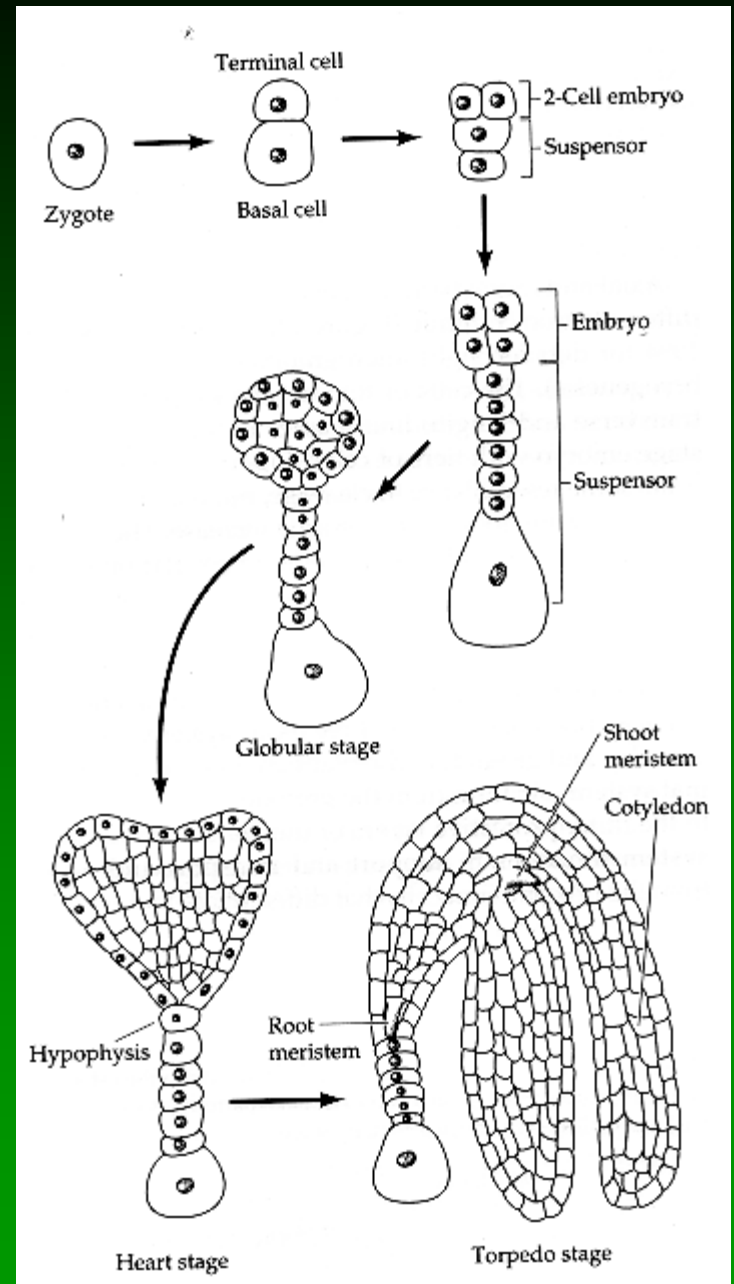
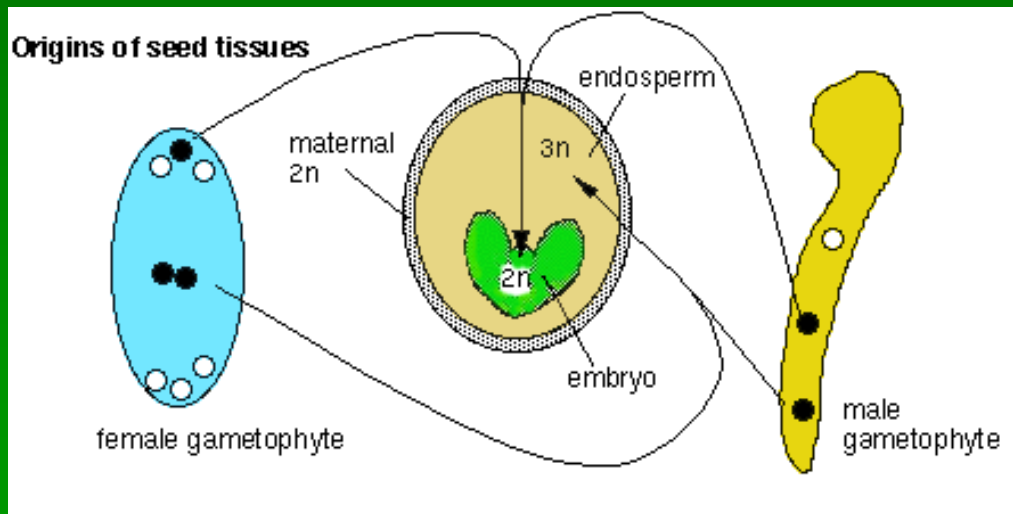


# Semeno

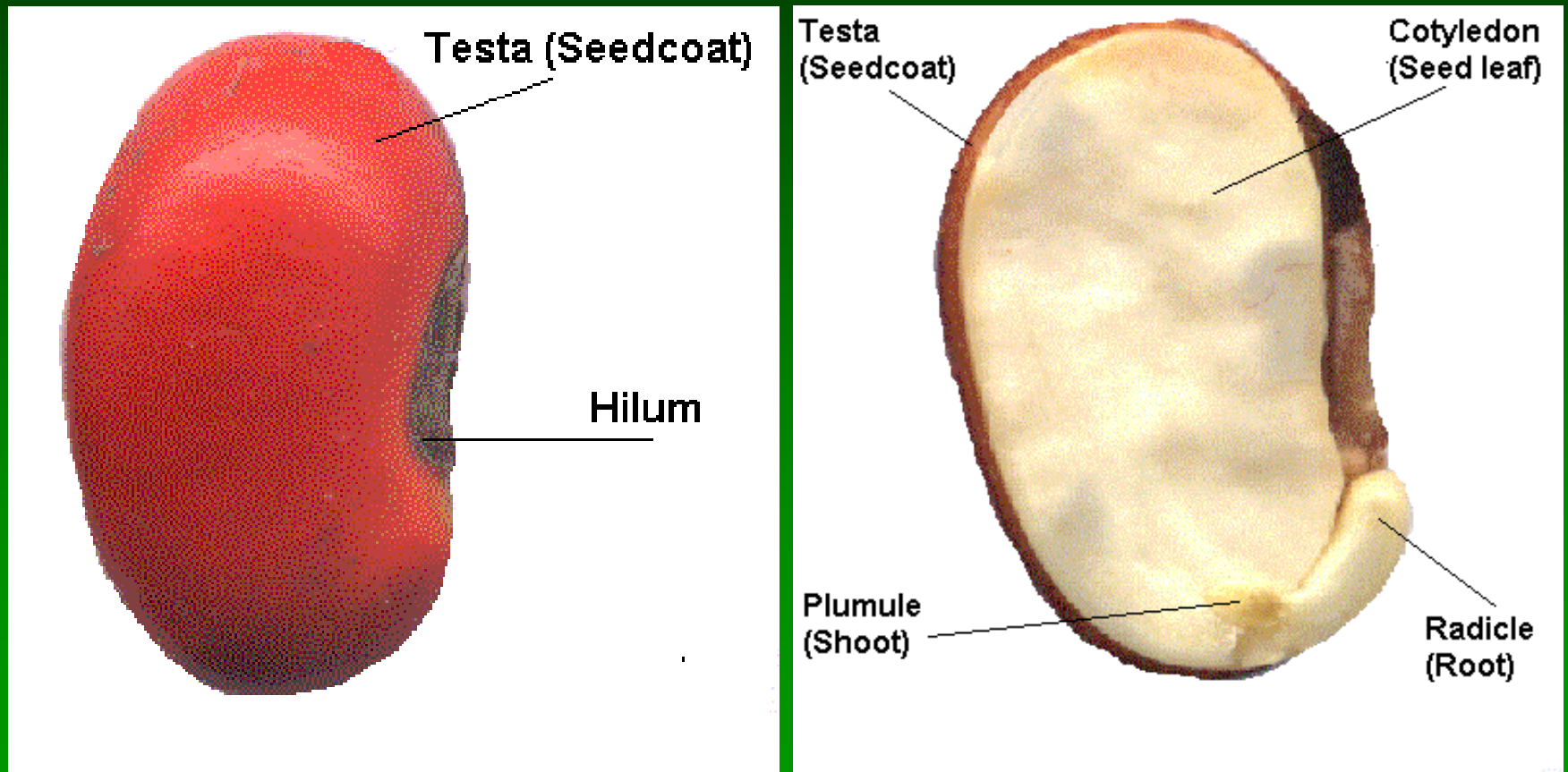
ze syngamií vzniklé zygoty se diferencuje dvou- nebo jednoděložné embryo

z konfluací vzniklého triploidního jádra se diferencuje vnitřní triploidní pletivo endosperm sloužící k výživě embrya, proto nazývané živné.

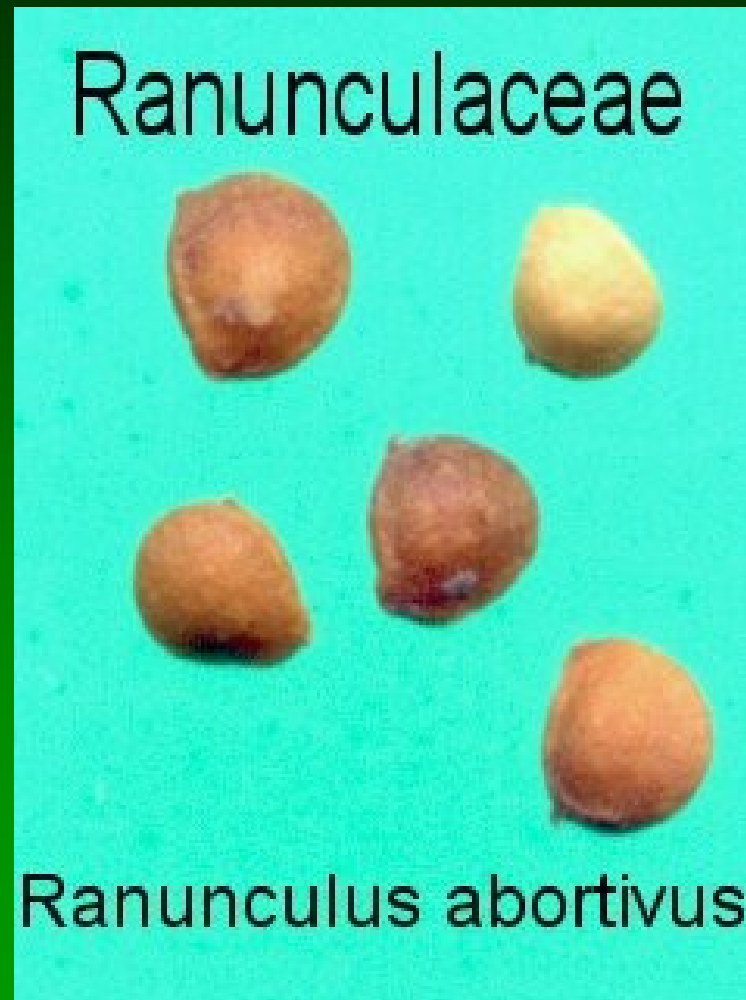
nucellus se mění ve vnější živné pletivo - perisperm



Povrch semene je obvykle kryt o semením (testa) embryo má vyvinut základ stonku (plumula) a základ kořene (radicula), v místě spojení vajíčka poutkem zůstává na semeni jizva (hilum).



**Plod** - vzniká diferenciací semeníku nebo celého gynecea. Jednoduchým typem suchého plodu je jednosemenná nažka. Může vznikat z apokarpních pestíků – např. u pryskyřníkovitých (*Ranunculaceae*)





Nažka může vzniknout i z cénokarpního gynecea – např.  
u šáchorovitých *Cyperaceae* (*Eleocharis obtusa*)



Z cénokarpního gynecea vzniká nažka také u hvězdnicovitých (*Asteraceae*, *Taraxacum*)



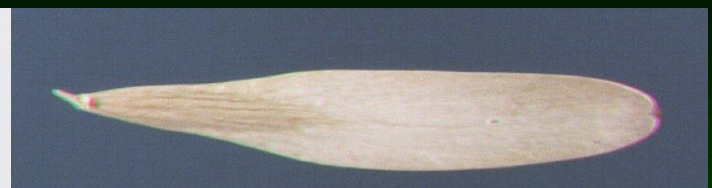
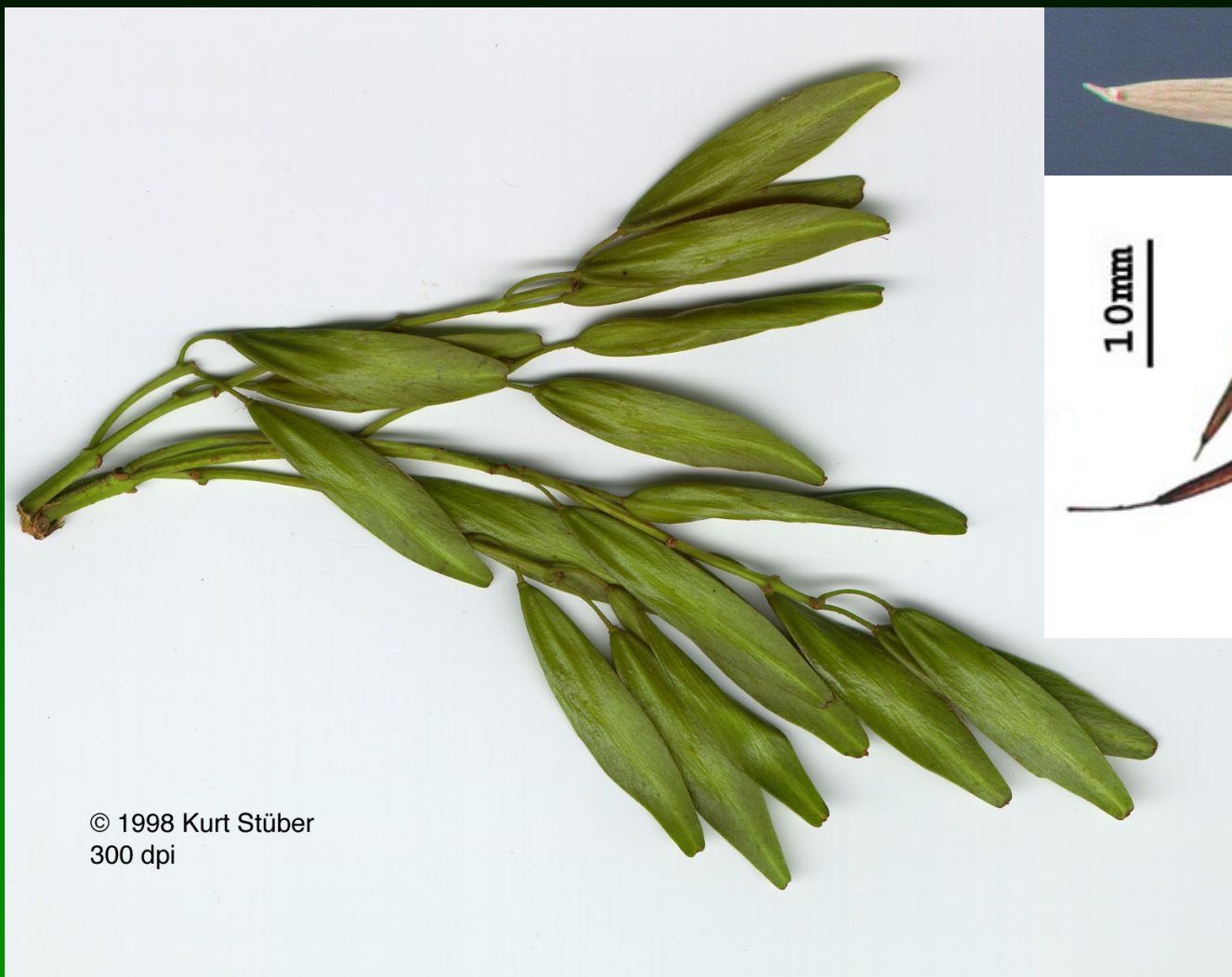
Nažka u slunečnice (*Helianthus*, *Asteraceae*) – pro nažky je typické, že oplodí a osemení k sobě sice těsně přiléhají, ale nesrůstají





Cénokarpní nažka u habru  
(*Carpinus*, *Betulaceae*), dubu -  
*Quercus*, *Fagaceae*,





© 1998 Kurt Stüber  
300 dpi

Okřídlené  
nažky u jasanu  
– *Fraxinus* sp.,  
*Oleaceae*



Suchým pukavým plodem je také měchýřek vynikající z apokarpního gynecea (ostrožka - *Delphinium*, *Ranunculaceae*)





Měchýřky v čeledi  
*Ranunculaceae*

blatouch  
*Caltha*



čemeřice  
*Helleborus*



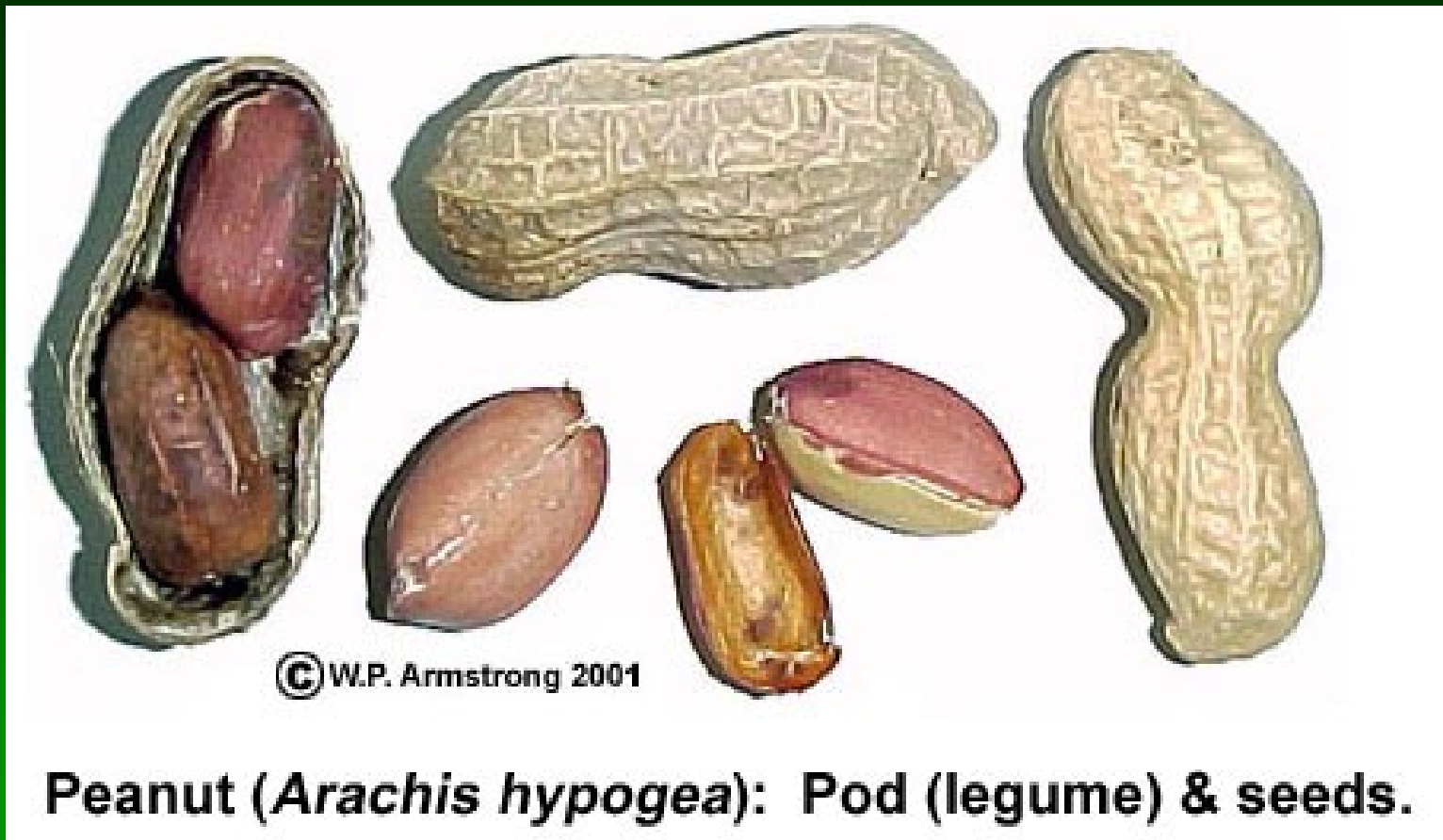
stračka (*Consolida*)  
počet plodolistů a tedy  
i měchýřků redukován  
na jediný v každém  
květu



Dalším typem suchého pukavého plodu vznikajícího z apokarpního gynecea je vícesemenný až jednosemenný lusk u čeledi bobovitých (*Fabaceae*), otvírající se dvěma chlopněmi



Lusk u podzemnice olejné je na hranici mezi luskem a  
dvousemennou nažkou





Jednoduchým suchým cénokarpním plodem je také oříšek  
(líška - *Corylus*, *Betulaceae*) – podobný nažce, ale semeno menší a  
proto v oříšku „hrká“



# Oříšky u lípy (*Tilia*, *Tiliaceae*)





Jednoduchým suchým cénokarpním plodem je také obilka, která se od nažky liší oplodím pevně srostlým s osemením (kukuřice - *Zea*, *Poaceae*)





Suchým pukavým plodem vznikajícím jen z  
cénokarpního gynecea je tobolka. Děrami se otvírá  
tobolka máku (*Papaver*, *Papaveraceae*)

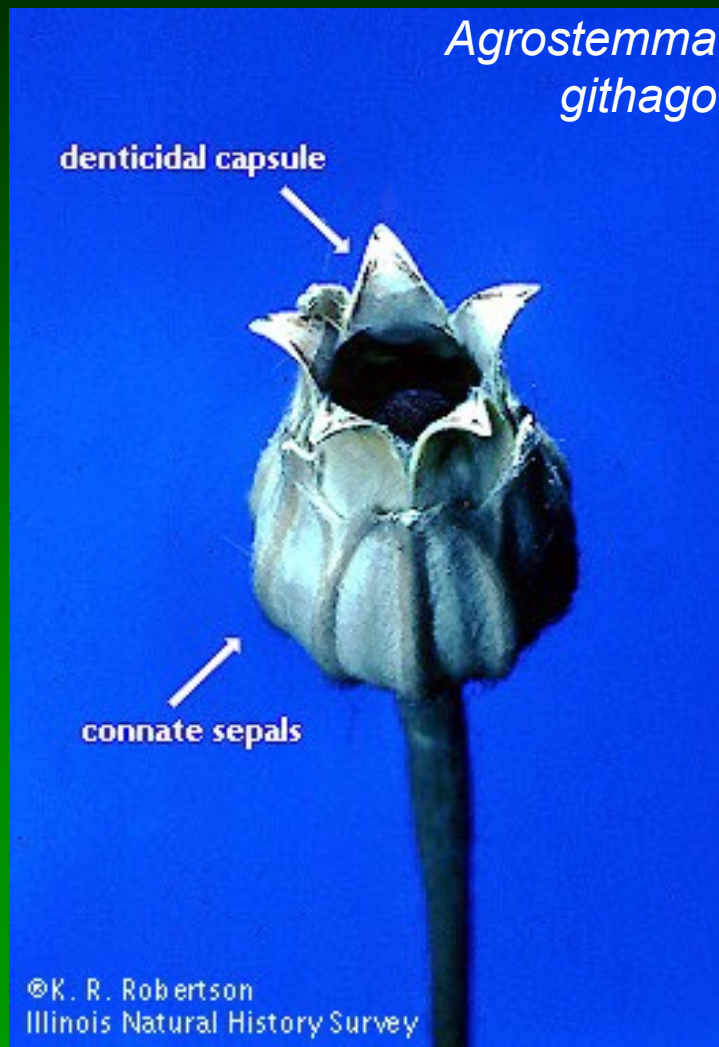


Trojpodzdré tobolky má  
kosatec – *Iris*, *Iridaceae*



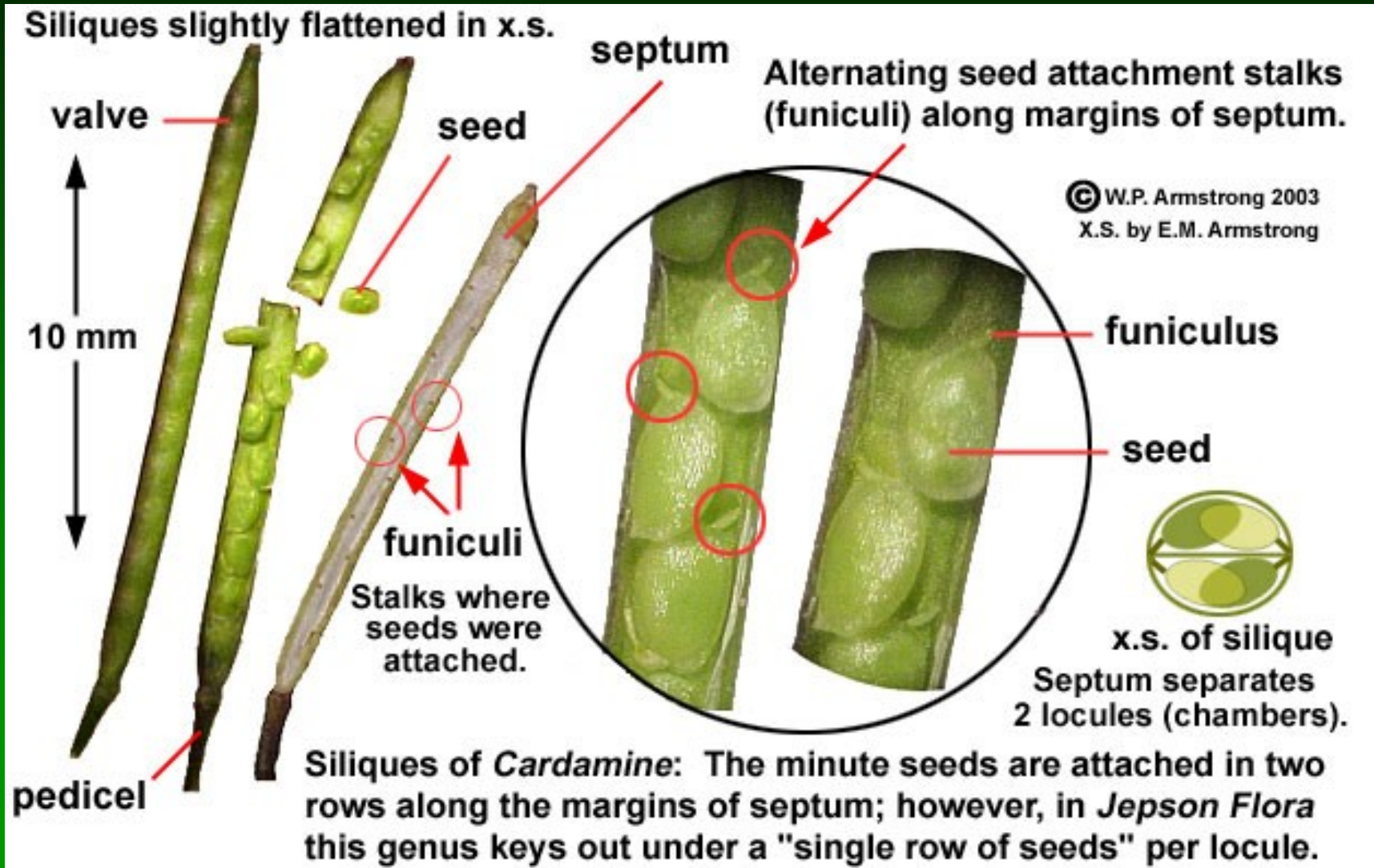


Tobolky otvírající se nejčastěji 5 nebo 10 zuby najdeme u čeledi hvozdíkovitých (*Caryophyllaceae*)

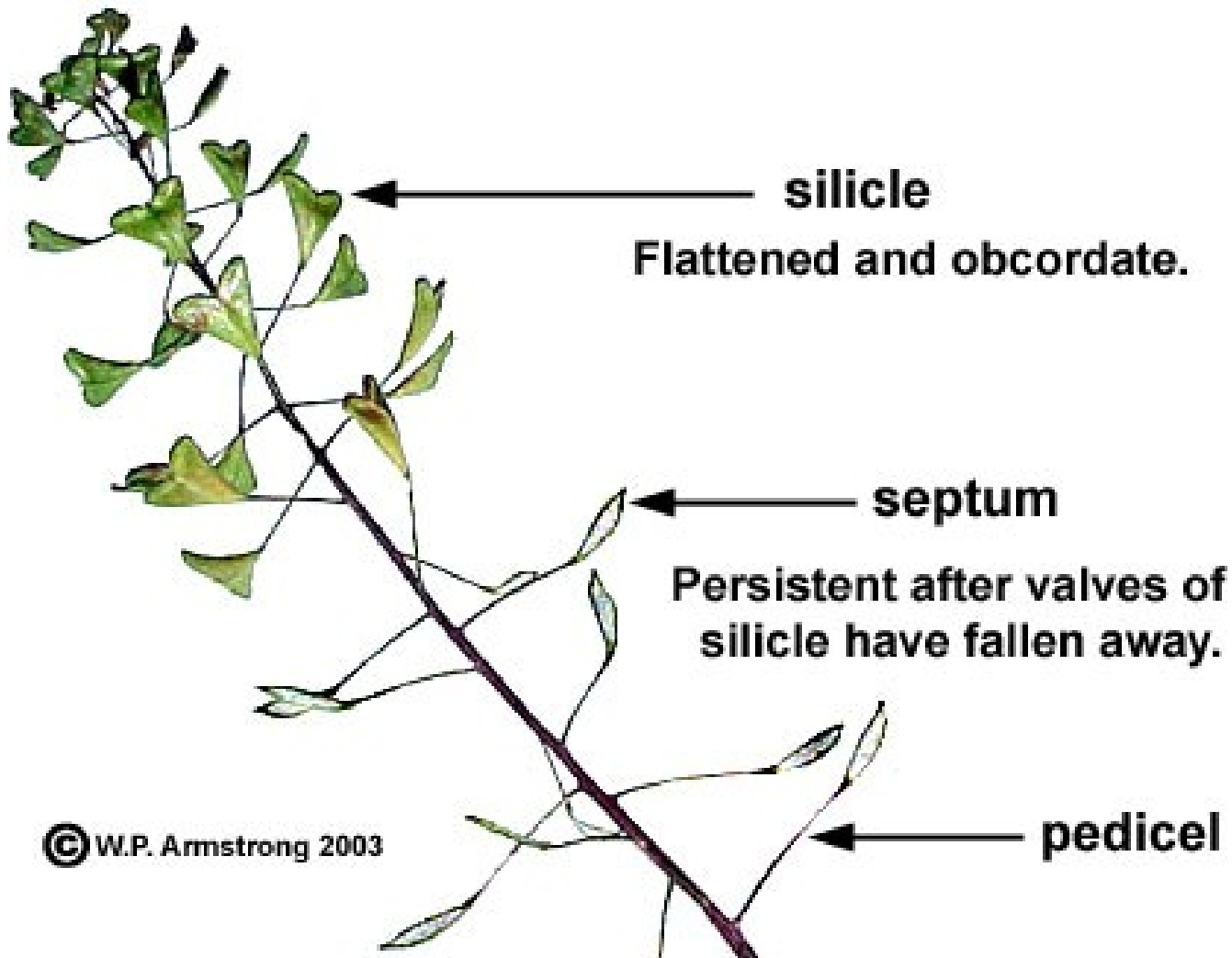




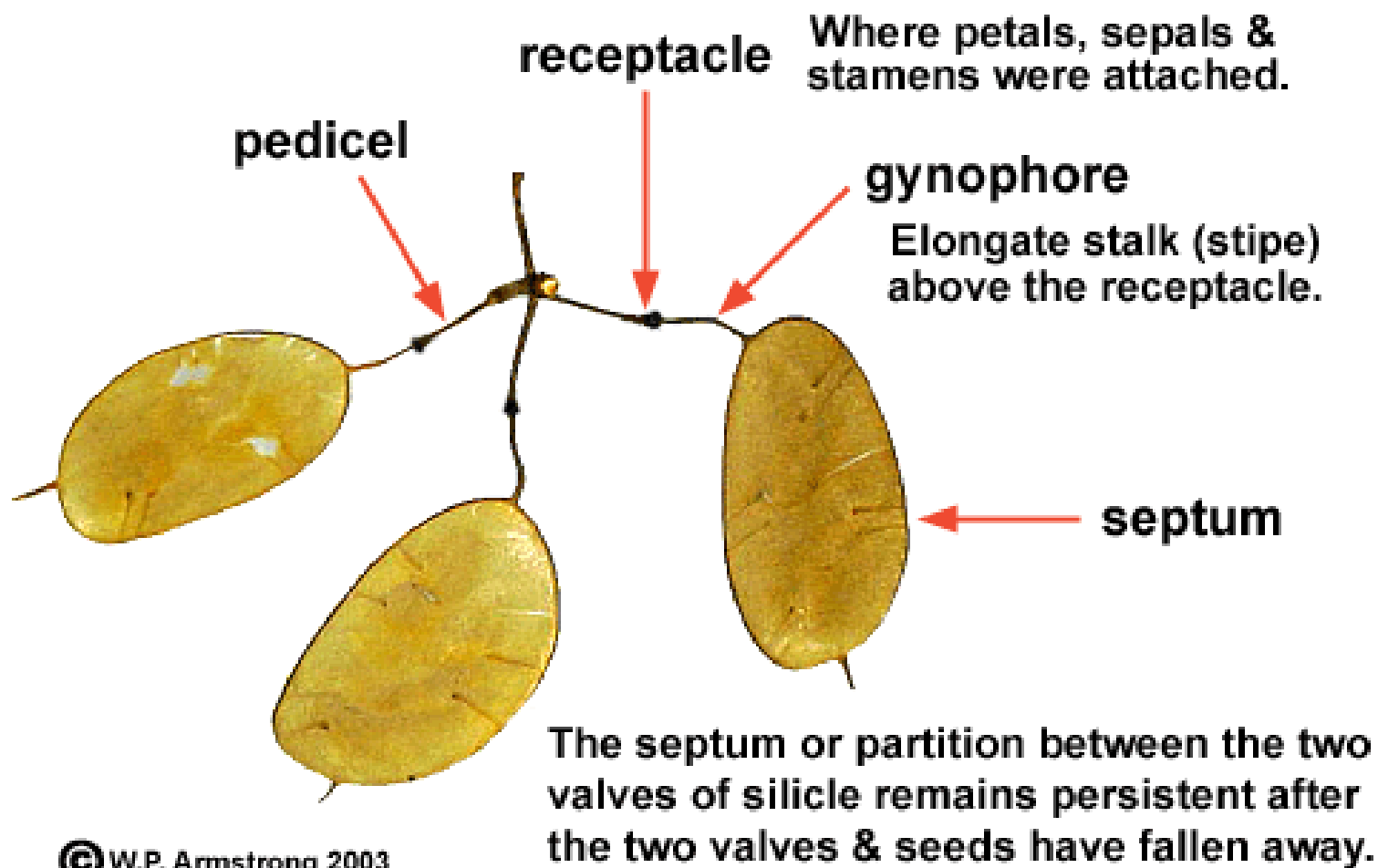
Také šešule brukvovitých (*Brassicaceae*) se dvěma chlopněmi a střední přepážkou je typem tobolky



Podobná šešuli je také šešulka – např. u kokošky  
(*Capsella bursa-pastoris*)



## Nebo u měsíčnice (*Lunaria annua*)





Zvláštní dužnatou tobolku má brslen (*Euonymus*, *Celastraceae*)



Zdužnatělé tobolky má také *Averroa carambola* (Oxalidaceae)





Trnitou tobolku vyplněnou  
semeny obalenými  
zdužnatělými míšky má  
durian (*Durio zibethinus*) z  
čeledi cejbovitých  
(*Bombacaceae*)





Dužnatým typem plodu je jedno- či vícesemenná bobule s rozlišenou vnější blanitou a vnitřní dužnatou částí. Vzácně může vznikat z apokarpního gynecea - např. u pryskyřníkovitých (*Ranunculaceae*, *Actaea*)



Mnohem častěji vzniká bobule s gynecea cénokarpního –  
např. u tykvovitých (*Cucurbitaceae*)

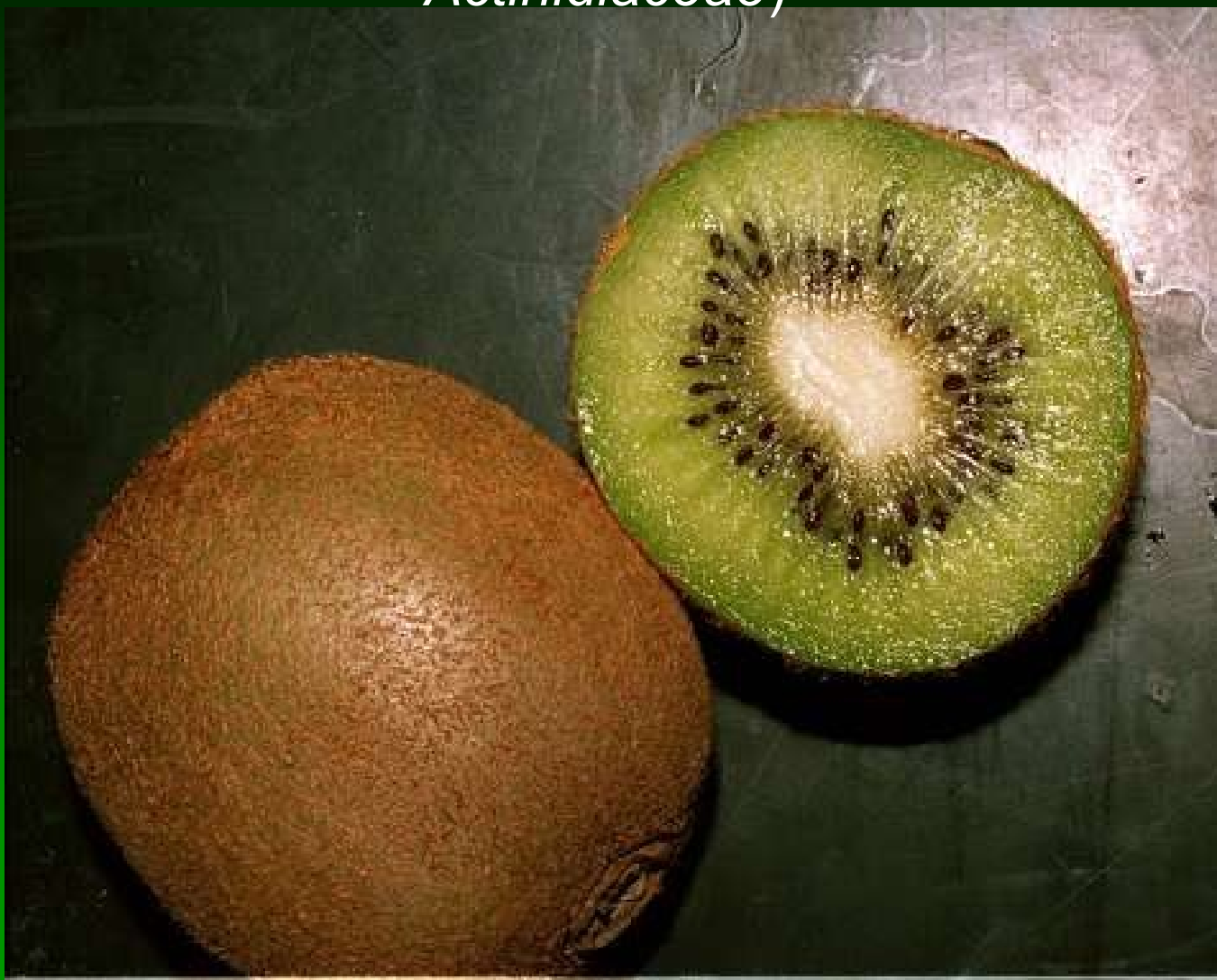


# různí zástupci čeledi tykvovitých - *Cucurbitaceae*





Bobule cénokarpního typu má také kiwi (*Actinidia*,  
*Actinidiaceae*)



# Nebo rajče (*Lycopersicon*) a další lilkovité (*Solanaceae*)



Nebo rybíz  
(*Ribes*) a další  
srstkovité  
(*Grossulariaceae*)





Nebo borůvka (*Vaccinium myrtillus*), brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*) a další brusnicovité (*Ericaceae*)



Zvláštním typem cénokarpní bobule je hesperidium citroníku (*Citrus*, *Rutaceae*) s oplodím rozlišeným na vnější barevné flavedo a vnitřní bílé albedo. Šťavnatá dužina je zbudelá pletivo vznikající dělením buněk vnitřní pokožky oplodí.





Více či méně vysýchavý typ bobule má paprika (*Capsicum*), která by mohla být považována i za zdužnatělou tobolku



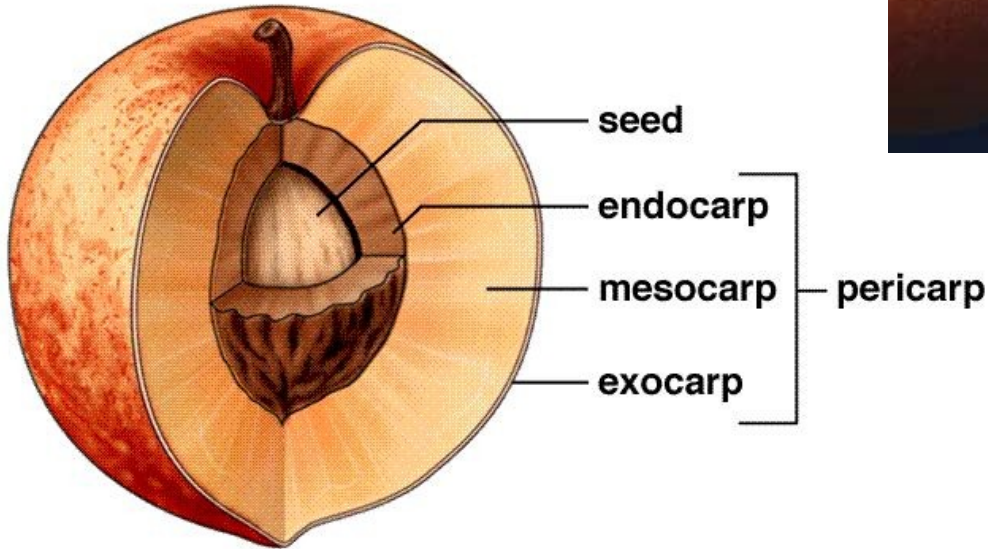


Dužnatým plodu je peckovice s trojvrstevným oplodím (blanitý exokarp, dužnatý mezokarp a sklerenchymatický endokarp) může vynikat z apokarpního gynecea



Kingsley R. Stern, Botany Visual Resource Library © 1997 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

## Regions of a Mature Fruit

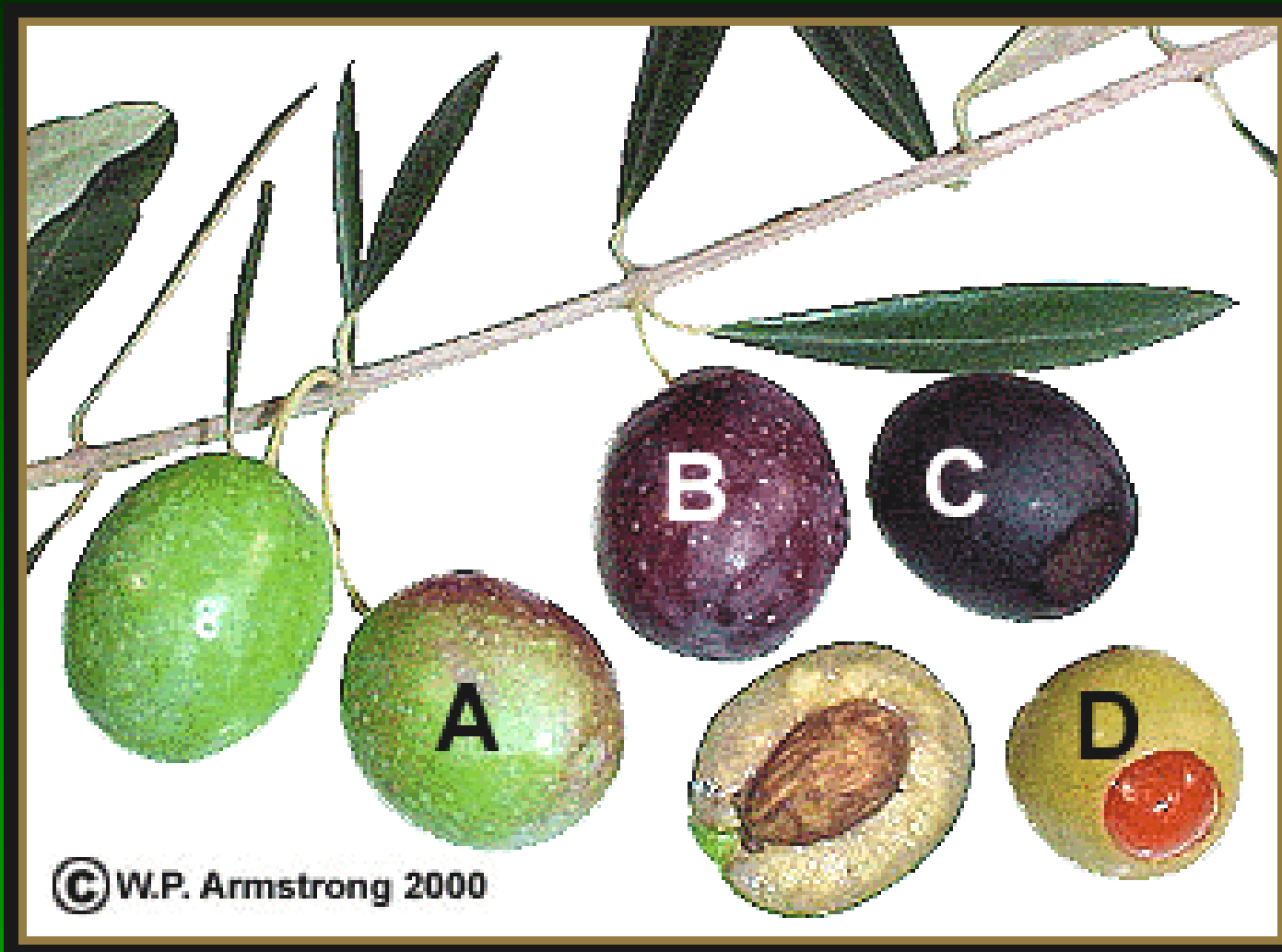


– např. u růžovitých (*Rosaceae* – meruňka – *Armeniaca*)

# Broskev, třešeň



Někdy vzniká peckovice z cénokarpního gynecea – např.  
u olivy (*Olea*, *Oleaceae*)





Některé suché cénokarpní plody se rozpadají podél plodolistů, pak se nazývají poltivé (schizokarpium) – jsou to např. tvrdky u brutnákovitých (*Boraginaceae*)



# Tvrdky u užanky (*Cynoglossum*, *Boraginaceae*)



Tvrdky jsou typické také pro hluchavkovité (*Lamiaceae*)

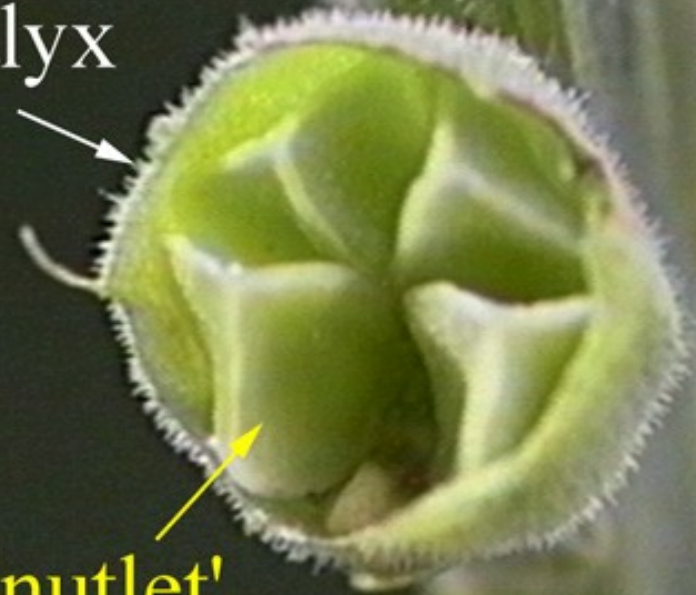
# Lamiaceae



*Dracocephalum parviflorum*

calyx

'nutlet'





Jiným typem suchého poltivého plodu, rozpadajícího se na plůdky (mericarpia) – jsou dvounažky u miříkovitých (*Apiaceae*)



Pložitým plodem jsou také okřídlené dvounažky u javoru  
(*Acer*, *Aceraceae*)





Poltivé plody rozpadající se v mnoho merikarpií má i sléz  
(*Malva*, *Malvaceae*)





Rozpadavé plody, které rozpadají jinak než podél plodolistů nazýváme lámavé – vznikají jen z cénokarpných gyneceí. Je to např. struk u ředkve (*Raphanus*, *Brassicaceae*)

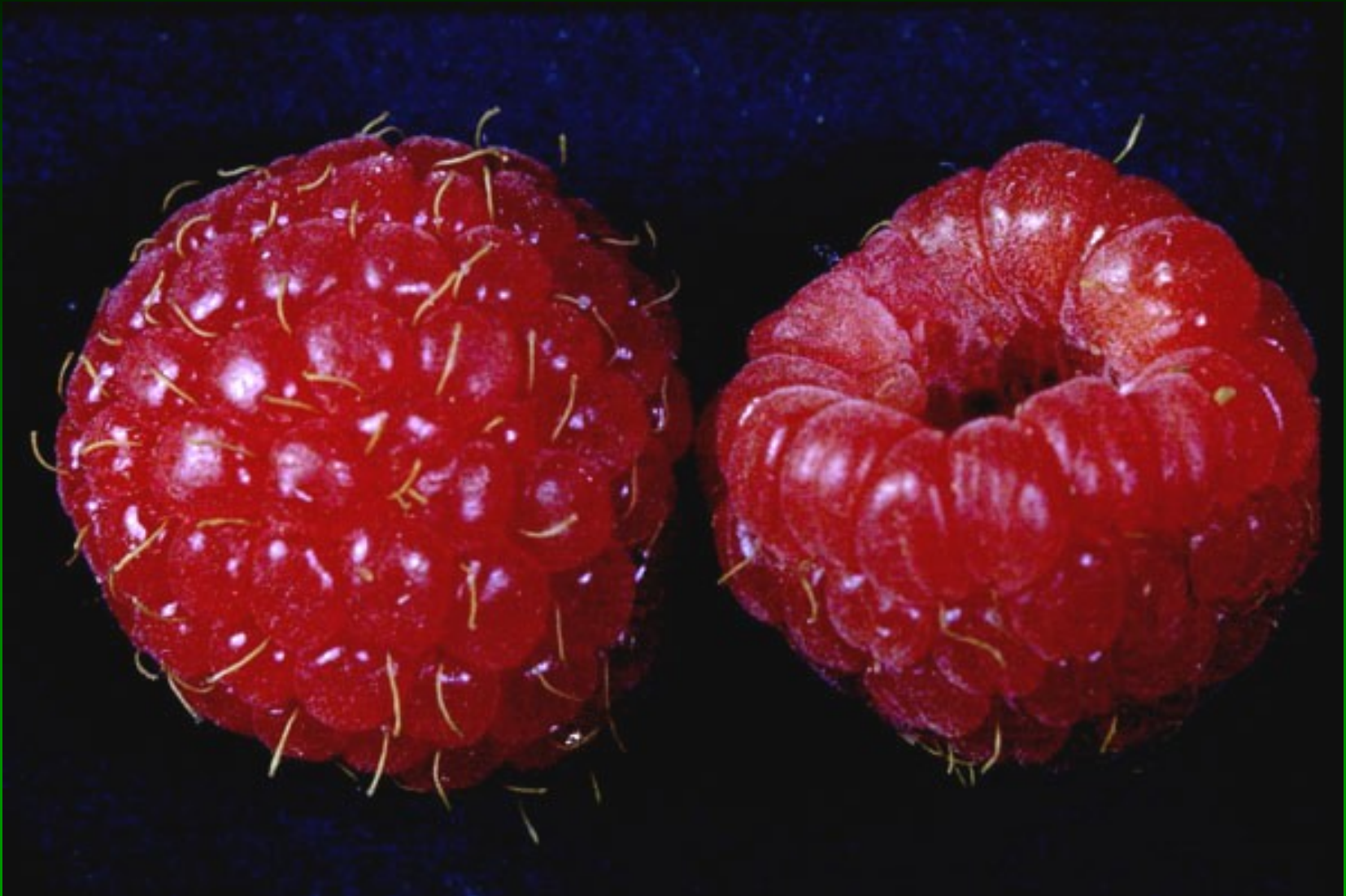




Souplodí je útvar vzniklý spojením apokarpních plodů obvykle květním lůžkem např. mnohoměchýřek u magnolie (*Magnolia*, *Magnoliaceae*)

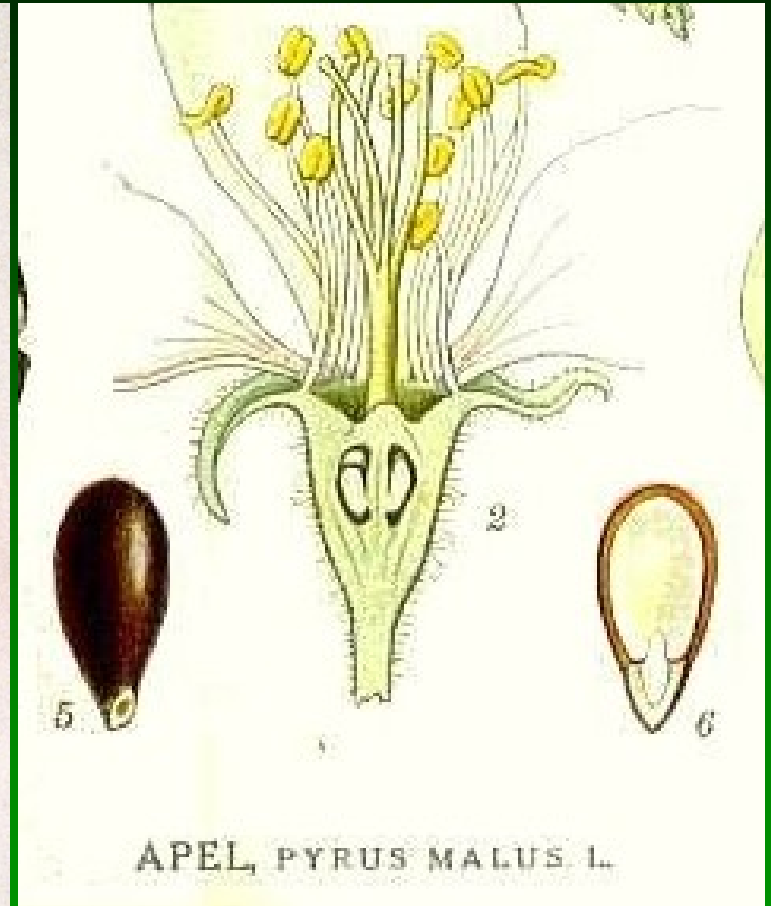
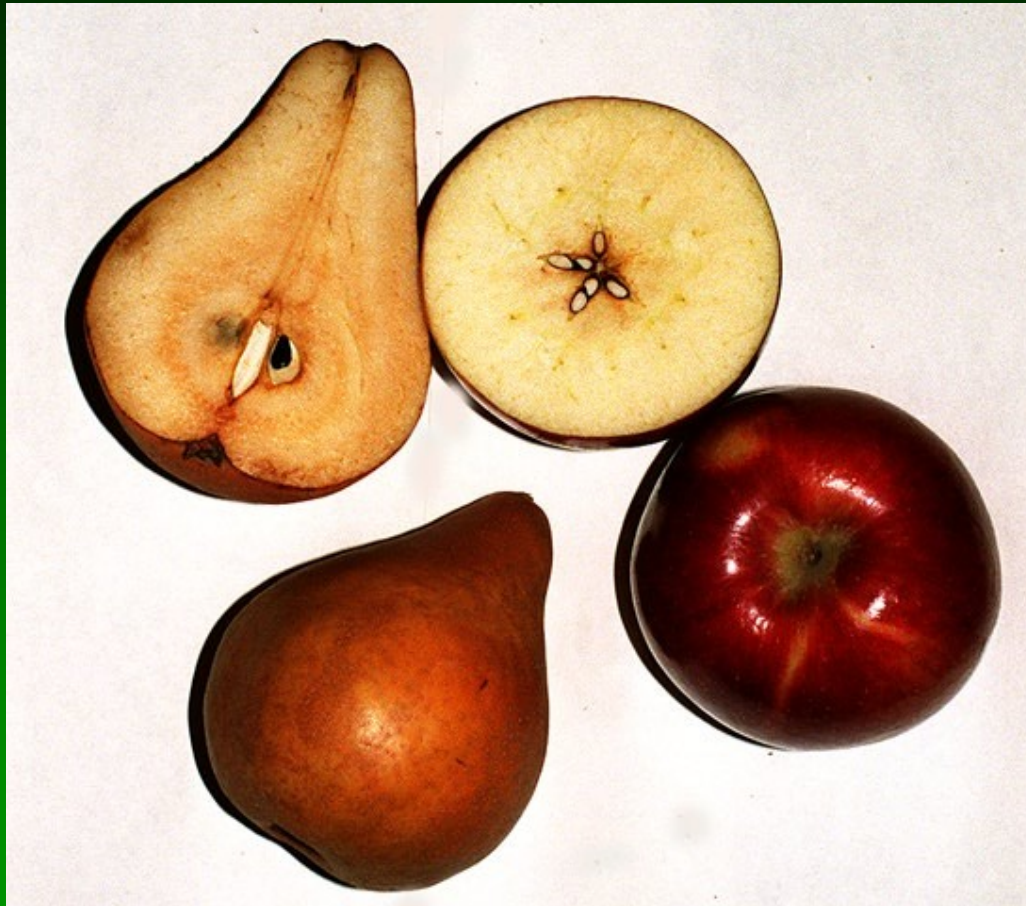


# Souplodí peckoviček tvoří malina (*Rubus*, *Rosaceae*)





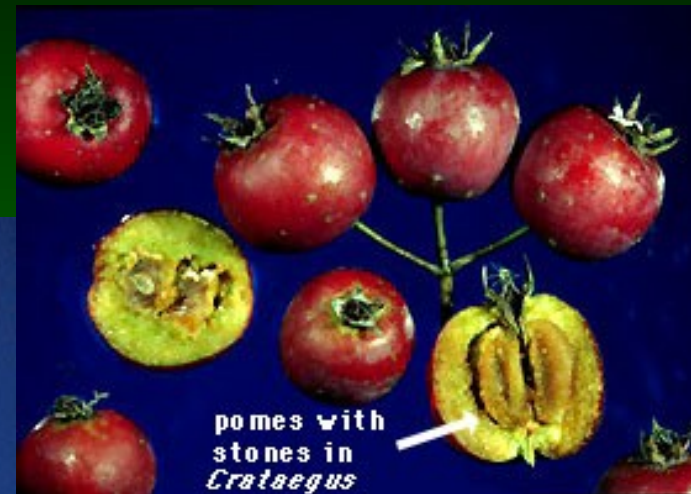
Zdužnatělá češule obalující souplodí nažek (jádřinec) dává vznik souplodí zvanému malvice



Také jeřabiny (*Sorbus*, *Rosaceae*) jsou drobnými malvicemi



# Malvice má také hloh (*Crataegus*)





Strukturou a vznikem jsou malvicím blízké šípky (*Rosa*, *Rosaceae*)



Souplodím nažek na zdužnatěném květním lůžku jsou také jahody (*Fragaria*, *Rosaceae*)





Plodenství je plod vyniklý přeměnou celého květenství –  
např. fík (*Ficus*, *Moraceae*)





Plodenstvími jsou také plody moruší (*Morus*, *Moraceae*)



Plodenstvím, vzniklým  
přeměnou celého květenství  
spolu s listy jako také  
ananas (*Ananas*,  
*Bromeliaceae*)



**Šíření semen, plodů a jiných diaspór – rozšiřování se děje  
buď vlastním aktivním přičiněním rostliny = autochorie – např. u  
netýkavky (*Impatiens*, *Balsaminaceae*) katapultováním semen**





Anemochorie u javoru, pampelišky, břízy a plaménku (*Clematis*), u  
katránu (*Crambe*) se větrem šíří celé rostliny jako stepní běžci





Hydrochorie – kostec žlutý (*Iris pseudacorus*), kokos (*Cocos nucifera*)





Endozoochorie při níž sehrála, stejně jako u entomogamie, úlohu koevoluce.





Pomocí háčků se plody či celá květenství zachycují v srsti zvířat a šíří se - epizoochorie

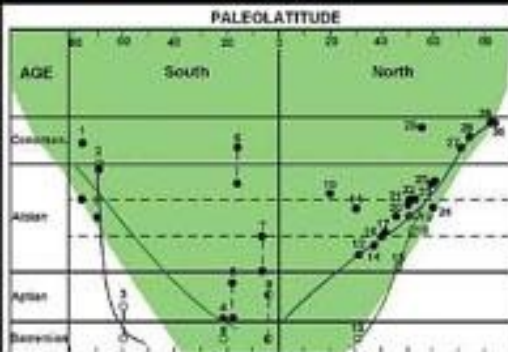




Masíčka na semenech (caruncula) či tuková tělíska na plodech (elaiosomy) jsou některých druhů adaptací na šíření mravenci – myrmekochorie



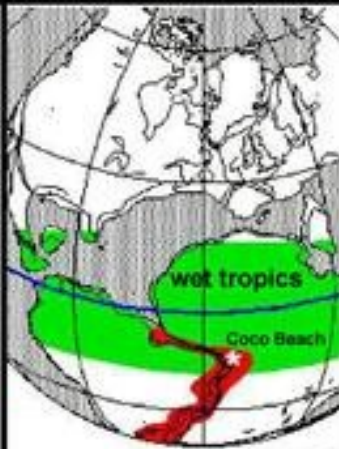




**CRETACEOUS RADIATION BEGINS IN WET TROPICS**

**Early Cretaceous**  
130 mya

Wet tropics return as global climate becomes more equable; Angiosperms appear in southern **rift basins** between South America and Africa.



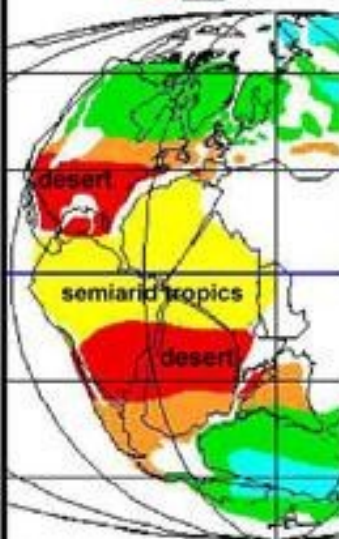
**AMELIORATION OF CLIMATE IN LATE JURASSIC**

**JURASSIC DESERTIFICATION OF TROPICS**

**ANGIOSPERMS SURVIVE IN ISOLATED REFUGIA (as *Amborella* does today)**

**Middle Jurassic**  
165 mya

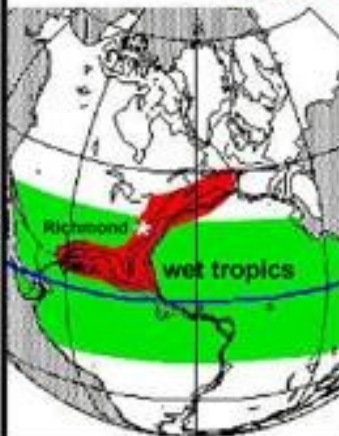
Wet tropics replaced by semiarid belt; surviving Angiosperms dispersed to higher latitudes (brown & green) - the Laurasian connection



**Mass Extinction at Triassic-Jurassic boundary**

**Late Triassic**  
230 mya

Wet tropics return after global climate becomes more equable following Permo-Triassic mass extinctions; first Angiosperms appear in northern **rift basins**.



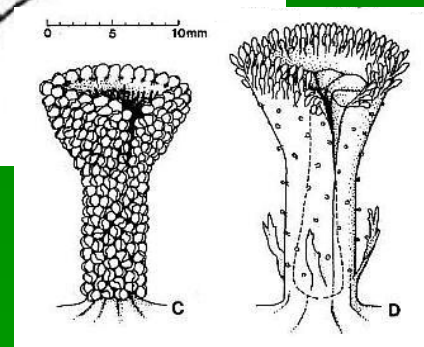
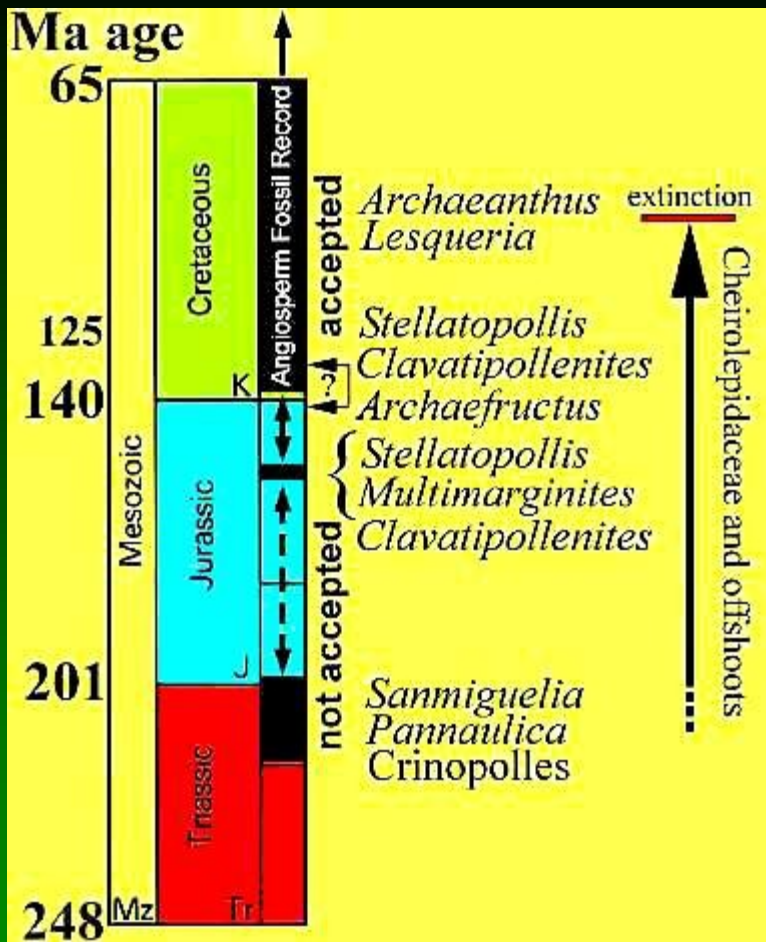
**INCREASING ARIDITY IN LOW LATITUDES**

**INITIAL ANGIOSPERM ORIGIN IN WET TROPICS (and/or wet Boreal realm)**

**EARLY TRIASSIC STEM ANGIOPHYTES**

1. hlavní skupiny krytosemenných (bazální, dvouděložné i jednoděložné) vznikly podle molekulárního datování již v triasu,
2. prošly úzkým hrdlem láhve jurského vymírání
3. v křídě diverzifikovalo ca 98 % dnešních čeledí





*Sanmiguelia*: rekonstrukce nejstarší fosílie krytosemených. Objevena 1956 ve vrstvách svrchního triasu v Coloradu u řeky San Miguel

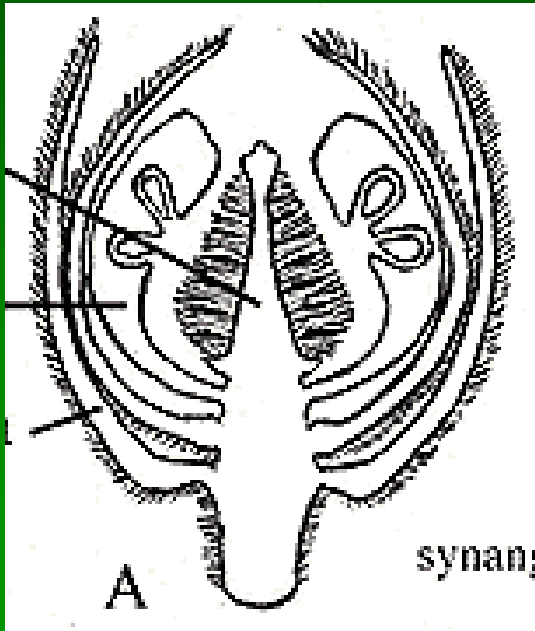
„Jednoděložné“ listy, jednopohlavné „gnetoidní“ květy s rudimenty opačného pohlaví v šiřticovitých „květenstvích“

**Evoluční původ krytosemenných** není zcela jasný, jejich ancestry je možno hledat mezi megafylními typy nahosemenných – *Cycadeoideopsida* nebo *Gnetophyta*

*Williamsonia*

*Magnolia*

*Lilium*

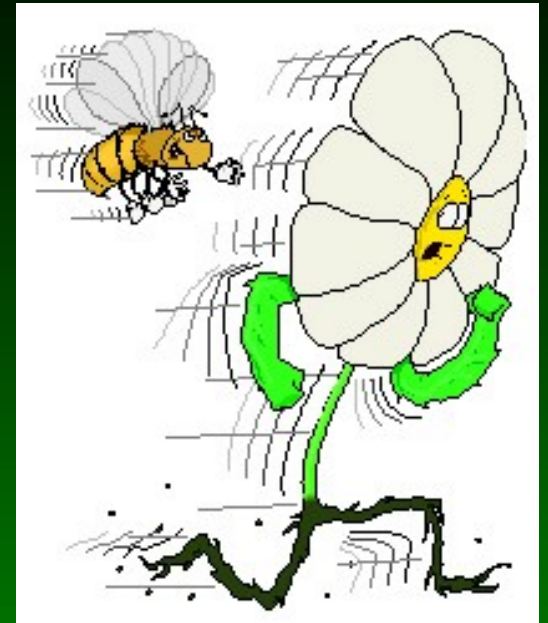


Celosvětovou křídovou expanzi krytosemenných podmínila:

- » velká rozmanitost tehdejších fyzicko-geografických podmínek
- » vysoká konkurenční schopnost v nejrůznějších biotopech (včetně vodních)
- » kratší životní cyklus než u nahosemenných skýtající možnost rychlejšího tempa evoluce v důsledku rekombinace
- » rozmanitost jejich životních forem (stromy, keře, polokeře, byliny, liány, epifyty, popř. poloparaziti, paraziti a saprofyty),
- » schopnost vytvářet složité vícevrstevné (vícepatrové) rostlinné formace a společenstva, a tedy úspěšně obsazovat a využívat i takové ekologické niky, které byly jejich rostlinným současníkům nedostupné



koevoluce krytosemenných a hmyzu  
vedla k morfologické diverzifikaci hlavně  
květních částí

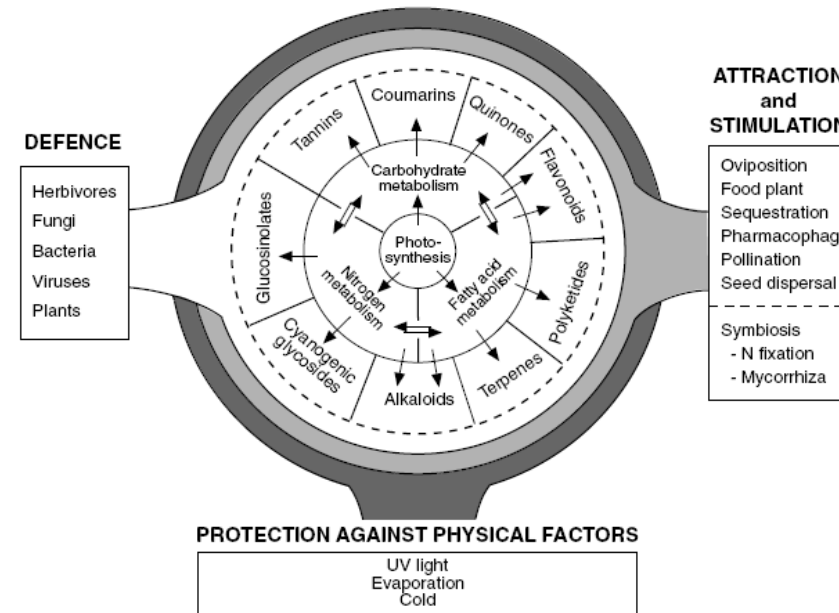




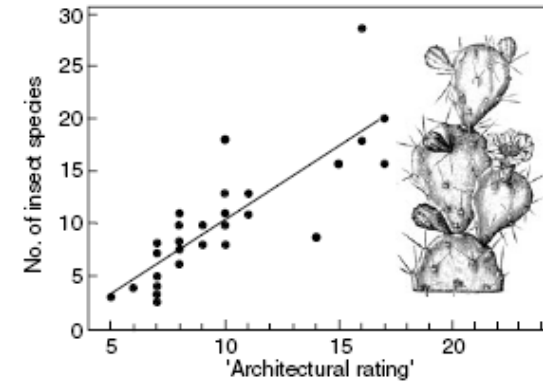
**Figure 4.6** When ruptured, trichomes on the leaves of a wild potato species, *Solanum berthaultii*, release a clear liquid exudate that, upon exposure to air, turns into a sticky viscous substance that acts as a natural glue for small insects. A peach aphid (*Myzus persicae*) is immobilized due to glue lumps on its feet. (Reproduced by courtesy of H.M. Smid, Wageningen University, The Netherlands.)

**Table 2.1** Numbers of herbivorous species in different insect orders (data from various sources)

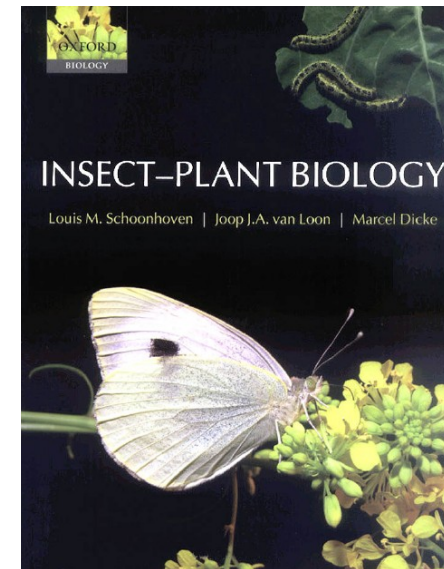
Insect order	Total no. of species	Herbivorous species	
		No.	%
Coleoptera	349 000	122 000	35
Lepidoptera	119 000	119 000	100
Diptera	119 000	35 700	30
Hymenoptera	95 000	10 500	11
Hemiptera	59 000	53 000	90
Orthoptera	20 000	19 900	100
Thysanoptera	5 000	4 500	90
Phasmida	2 000	2 000	100

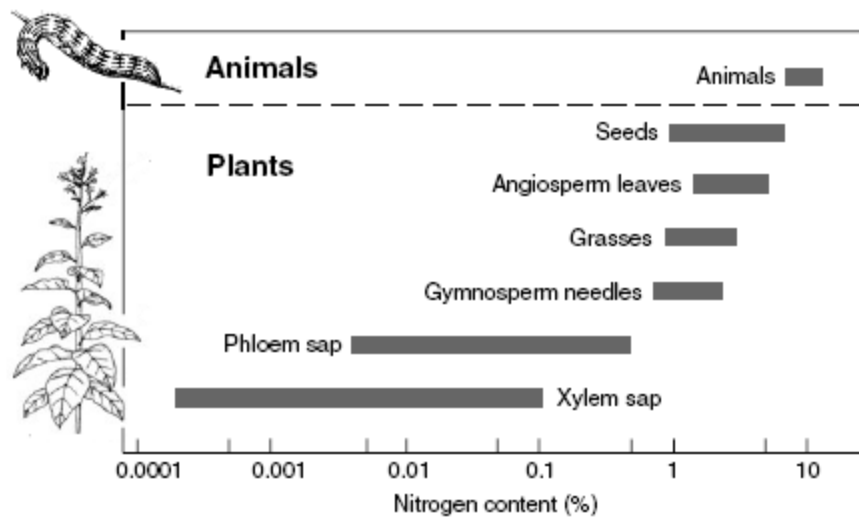


**Figure 4.31** Secondary plant substances derive from primary metabolites. They show a multitude of functions and are involved in many biotic and abiotic environmental factors. (Redrawn from Hartmann, 1996.)<sup>125</sup>

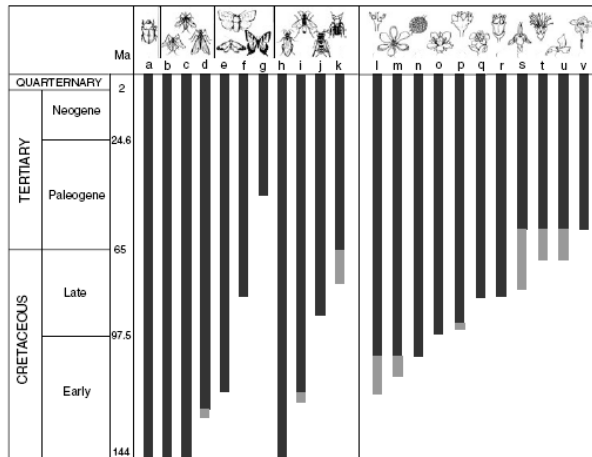


**Figure 3.16** The number of herbivorous insect species associated with 28 North and South American *Opuntia* species as a function of the plants' architecture. 'Architectural rating' is the sum of the following variables scored from 1 to 4: (1) height of mature plant; (2) mean number of cladodes; (3) cladode size (cm<sup>2</sup>); (4) development of woody stem; (5) cladode complexity (quality of cladode surface, and presence and density of spines). (From Moran, 1980.)<sup>67</sup>

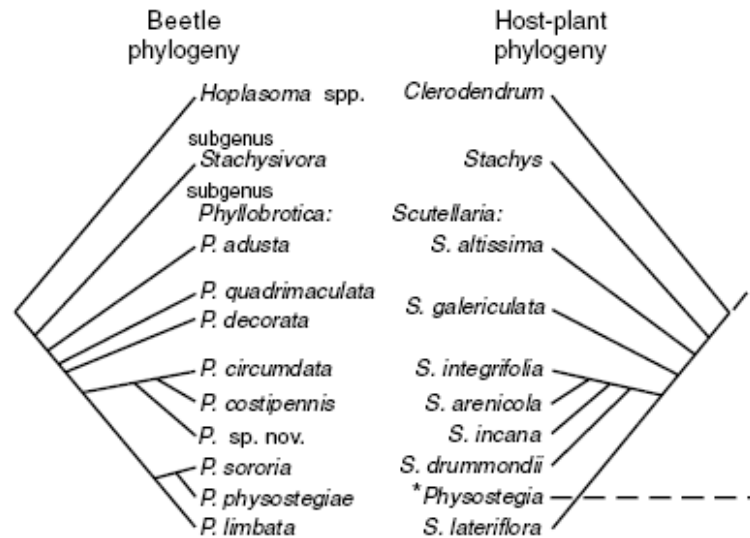




**Figure 5.2** Variations in nitrogen concentration (% dry weight) of different plant parts compared with that in animals. Xylem and phloem sap concentrations are expressed as nitrogen weight/volume. (From Mattson, 1980.)<sup>112</sup>



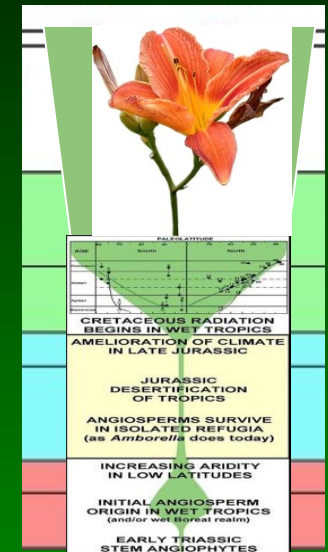
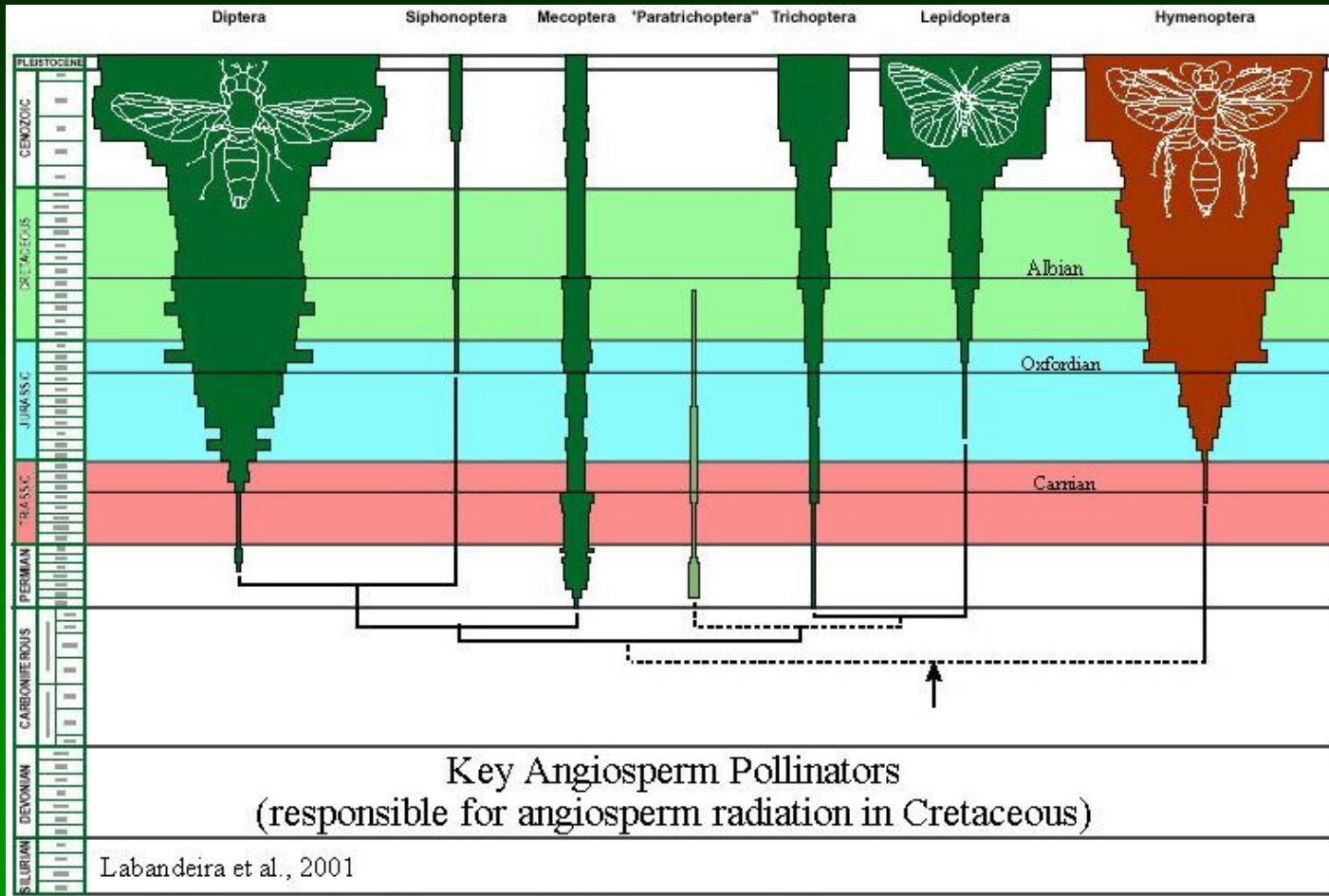
**Figure 12.19** Time of appearance on a geological time-scale of selected insect taxa germane to the evolution of insect pollination (a-k) compared with the appearance of major floral types (l-v). Black bars are based on direct fossil evidence; grey bars indicate probable range, inferred rather than based on direct fossil evidence. Ma, million years before present. Insects: (a) Coleoptera; (b-d) Diptera; (e) Tipulidae; (f) Mycophthorilidae; (g) Empididae; (h-k) Lepidoptera: (e) Micropterigidae; (f) Noctuidae; (g) Papilionidae; (h-k) Hymenoptera: (h) Symphyta, (i) Sphecidae, (j) Vespidae, (k) Apidae. Plants: (l) small simple flowers with few floral parts, (m) acyclic or hemicyclic flowers with numerous parts; (n) small monochlamydeous flowers; (o) cyclic, heterochlamydeous, and actinomorphic flowers; (p) epigynous and heterochlamydeous flowers; (q) sympetalous flowers; (r) epigynous and monochlamydeous flowers; (s) zygomorphic flowers; (t) brush-type flowers; (u) papilionid flowers; (v) deep funnel-shaped flowers. (Redrawn from Crepet and Friis, 1987;<sup>11</sup> Friis and Crepet, 1987;<sup>11</sup> and Grimaldi, 1996.<sup>44</sup>)



**Figure 11.13** Cladograms of the chrysomelid genus *Phyllobrotica* (with the sister genus *Hoplasoma*) and of its host plants. Each insect taxon is placed opposite its host. Beetle species with unknown hosts and plant species that are not hosts to the *Phyllobrotica* lineage have been excluded. (From Farrell and Mitter, 1990.)<sup>44</sup>



# Diverzifikace hlavních typů opylovačů a krytosemenných v geologickém čase



Analýza evolučního významu a charakteru fylogeneticky důležitých znaků opravňuje předpokládat, že pro nejpůvodnější krytosemenné mohly být typické následující vlastnosti a znaky:

- málo vyvinuté sekundární dřevo bez trachejí
- zpeřeně žilnaté, střídavé, jednoduché listy
- oboupohlavné, jednotlivé květy
- kuželovité květní lůžko s velkým neustáleným počtem spirálně uspořádaných a vzájemně nesrostlých okvětních lístků, tyčinek a pestíků
- vně zelené, uvnitř barevné tepaly
- široké, páskovité až lupenité nitky tyčinek
- velké a ploché plodolisty bez stylodií (s přisedlou bliznou) s mnoha crassinucelátními vajíčky



# Geografické rozšíření jsou rozšířeny na celém povrchu Země s výjimkou arktických a antarktických ledových pustin

