



# Fylogeneze a diverzita 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

# *Angiospermae* (krytosemenné)



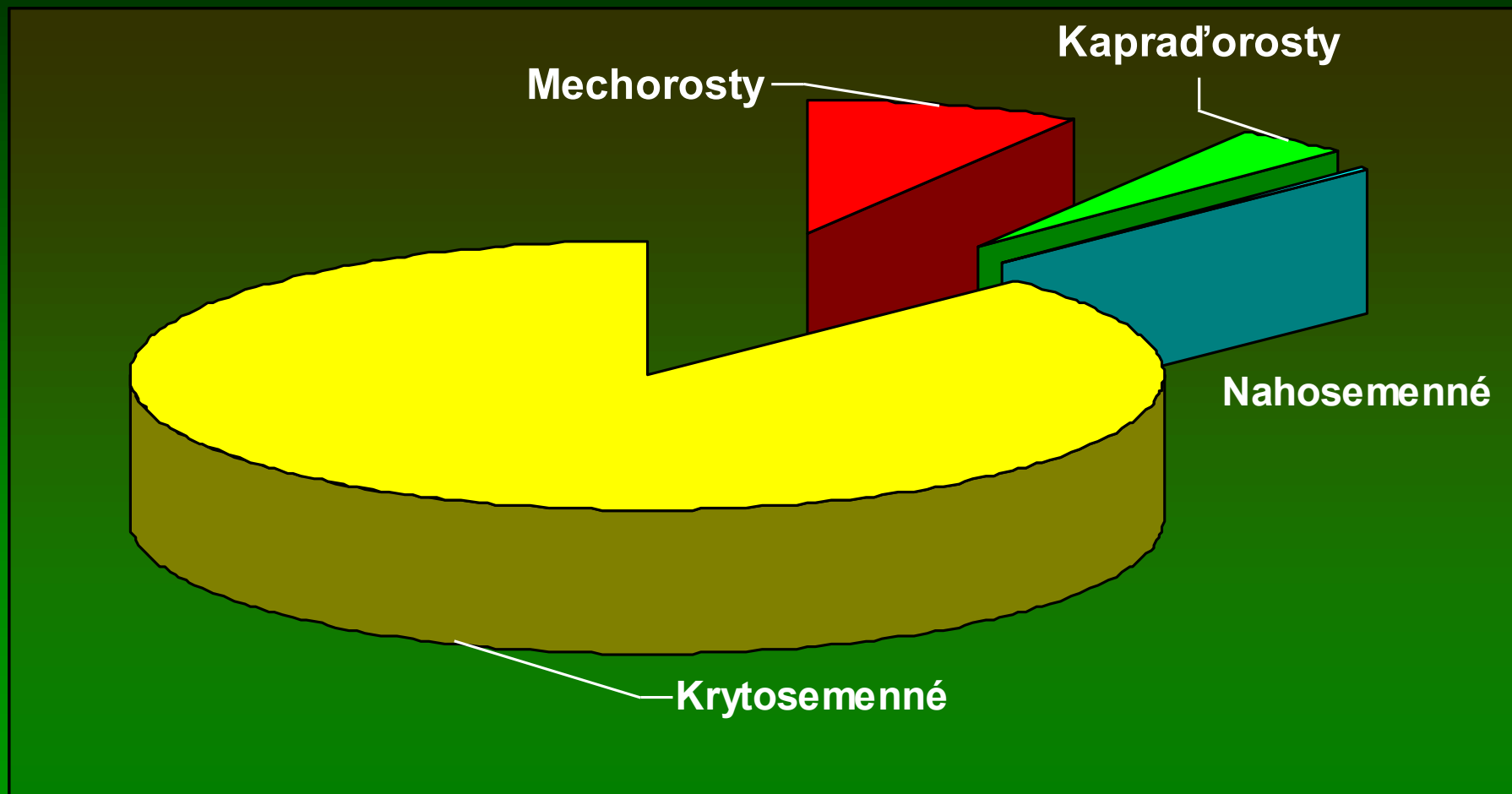
Fylogeneticky nejvíce odvozená a druhově dnes naprosto dominantní příbuzenská skupina vyšších rostlin



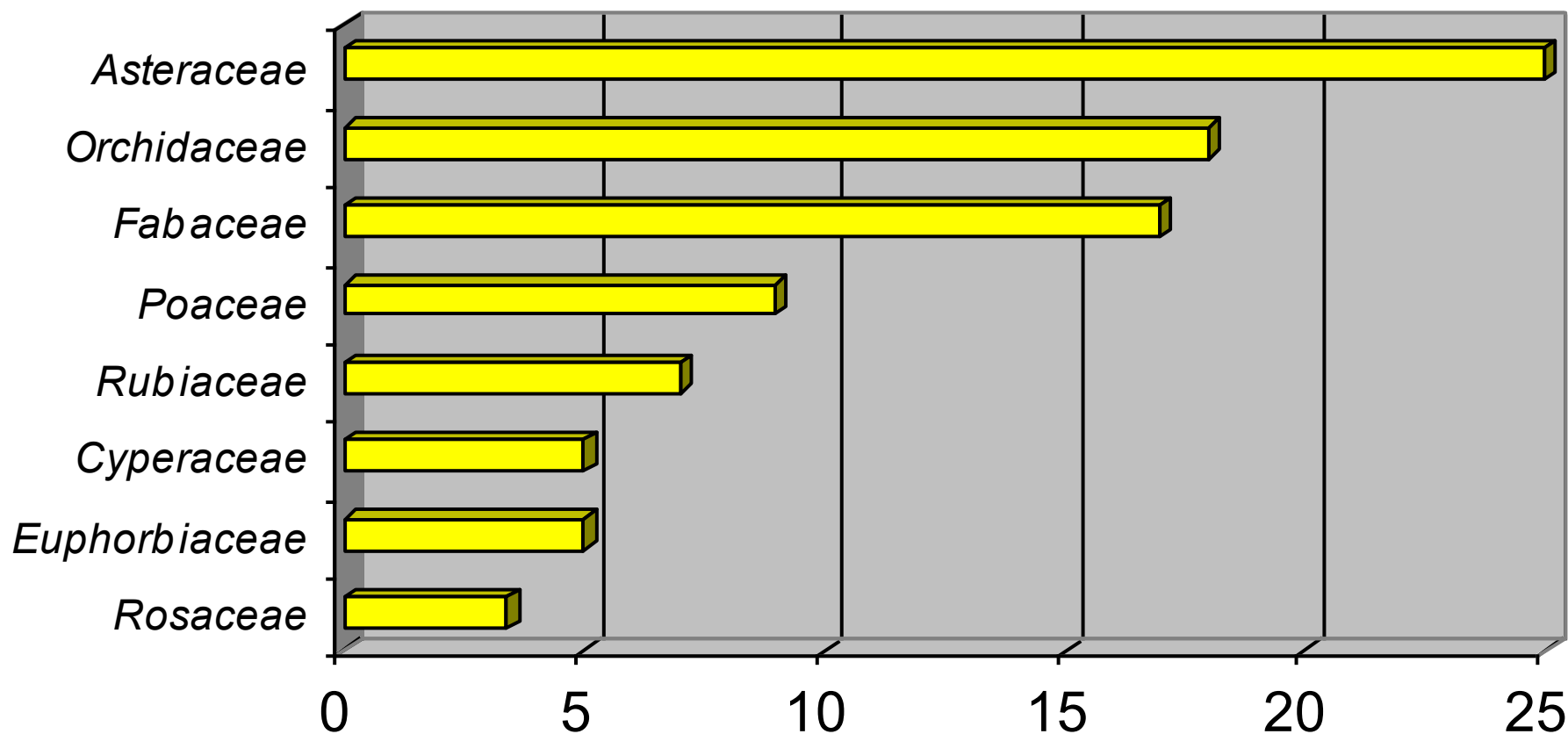
**Habitus:** byliny i dřeviny rozmanitého vzhledu a různých ekologických nároků

Petr Bureš: Prezentace přednášky Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin - úvod ke krytosemenným

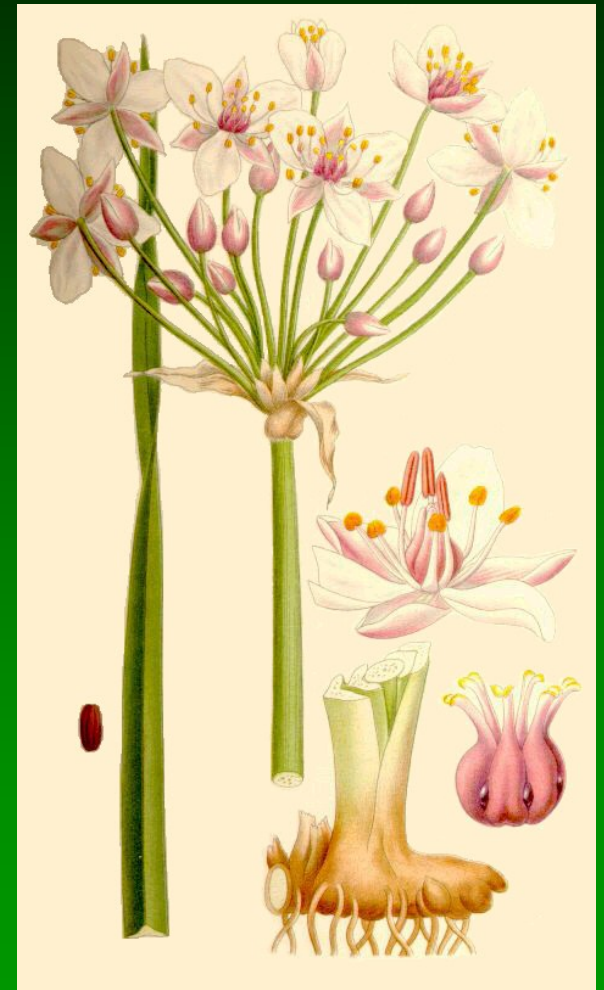
Srovnání počtu druhů krytosemenných s ostatními skupinami vyšších rostlin: mechorosty - 25 000, kaprad'orosty 10 000, nahosemenné 800, krytosemenné 250 000 - 360 000



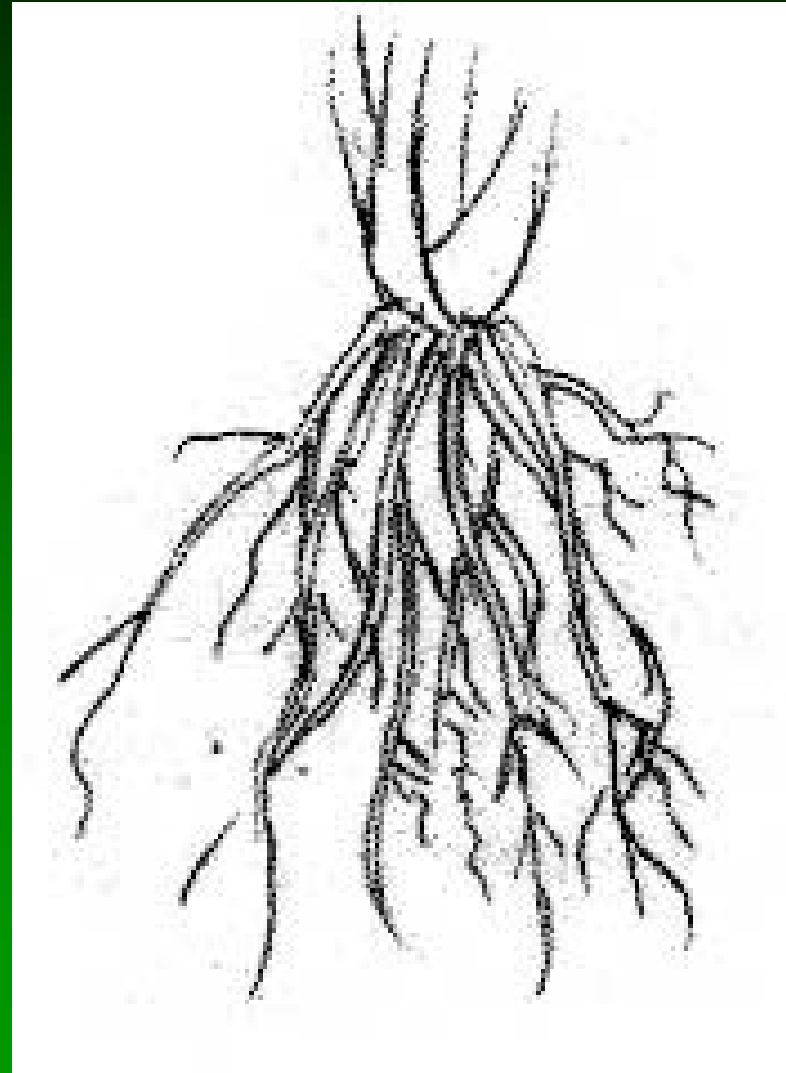
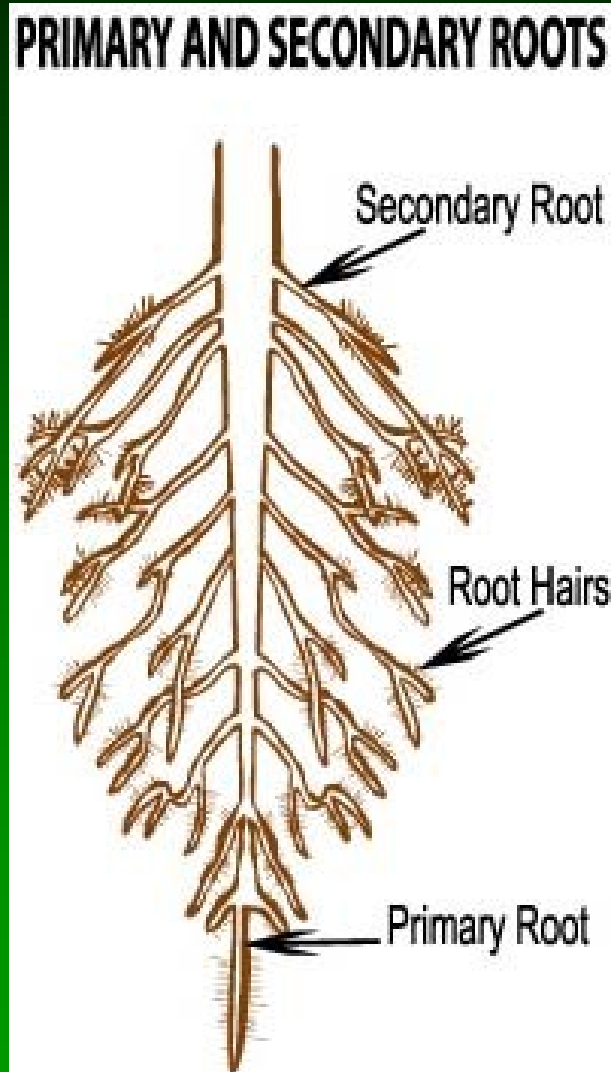
Osm druhově nejbohatších čeledí krytosemenných. Celá jedna desetina druhového bohatství krytosemenných pak připadá na jedinou čeleď - *Asteraceae*.



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



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



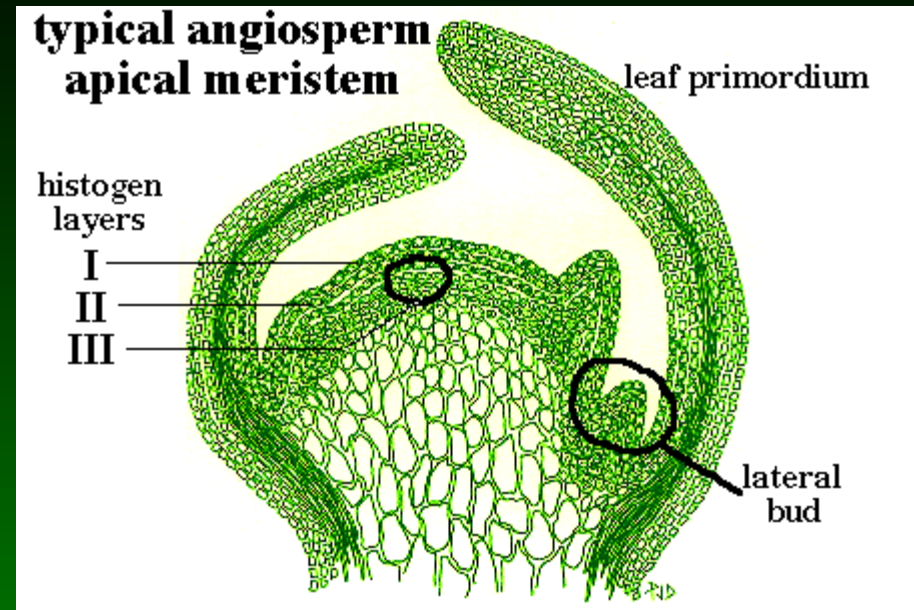
# Apikální meristém

- mnohobuněčný  
vícevrstevný

- diferencovaný na

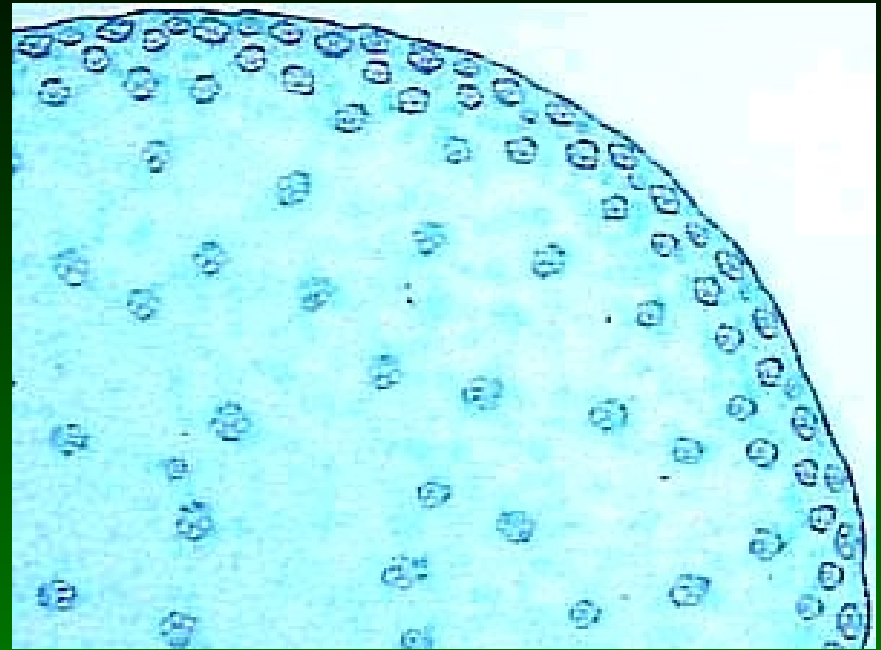
(i) jedno- až  
vícevrstevnou tuniku  
dělicí buňky ve směru  
kolmém na povrch

(ii) korpus dělicím buňky  
rovnoběžně s povrchem



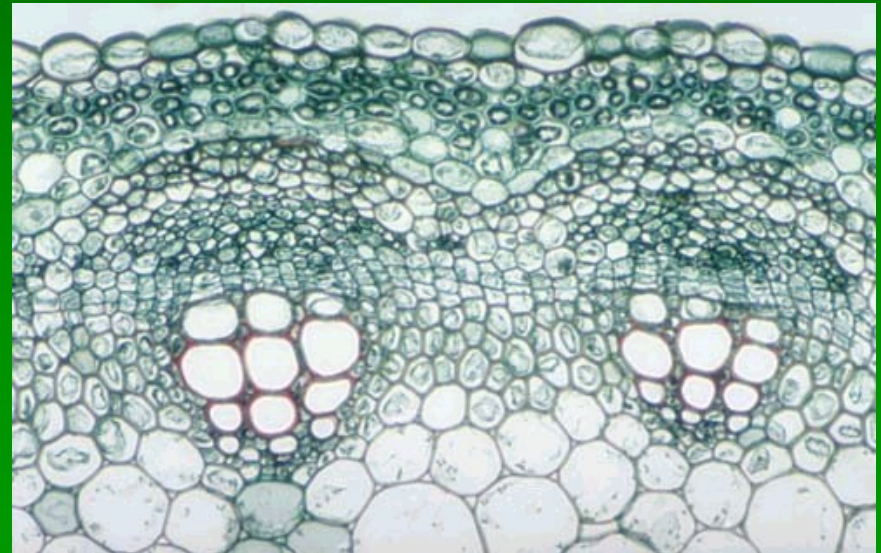
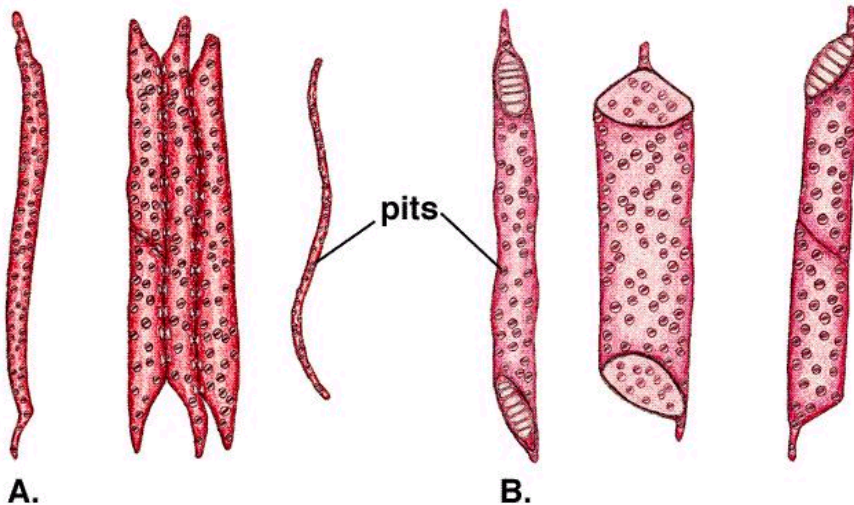


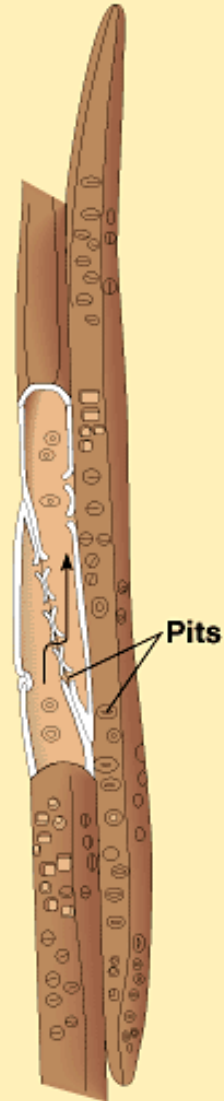
**Stonek** - druhotně tloušťne  
nebo netloušťne; cévní svazky  
eustélické nebo ataktostélické  
xylém heteroxylární (s trache-  
idami i trachejemi); pouze u  
primitivních typů homoxylární  
(jen s tracheidami)



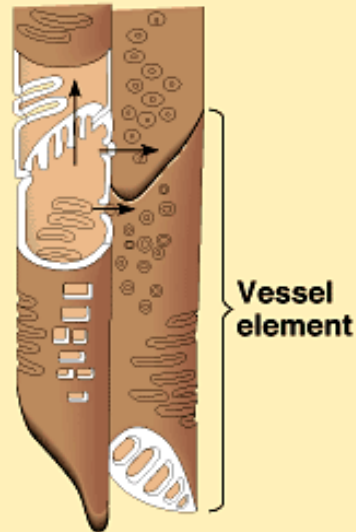
Kingeley R. Stern, Botany Visual Resource Library © 1997 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

## Water-conducting Cells of Xylem

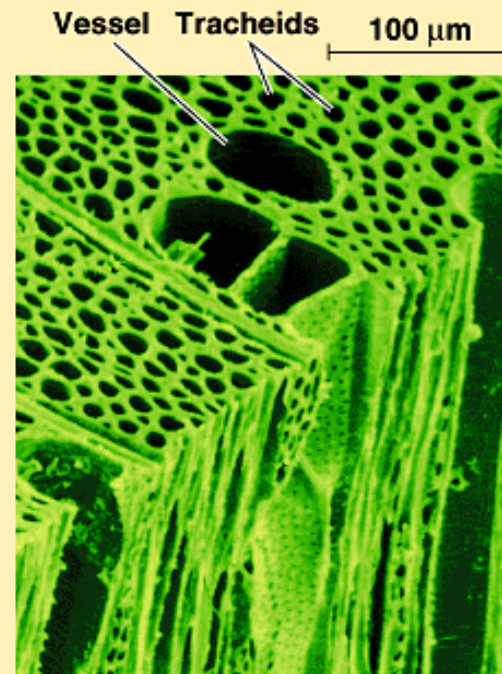




(a) Tracheids

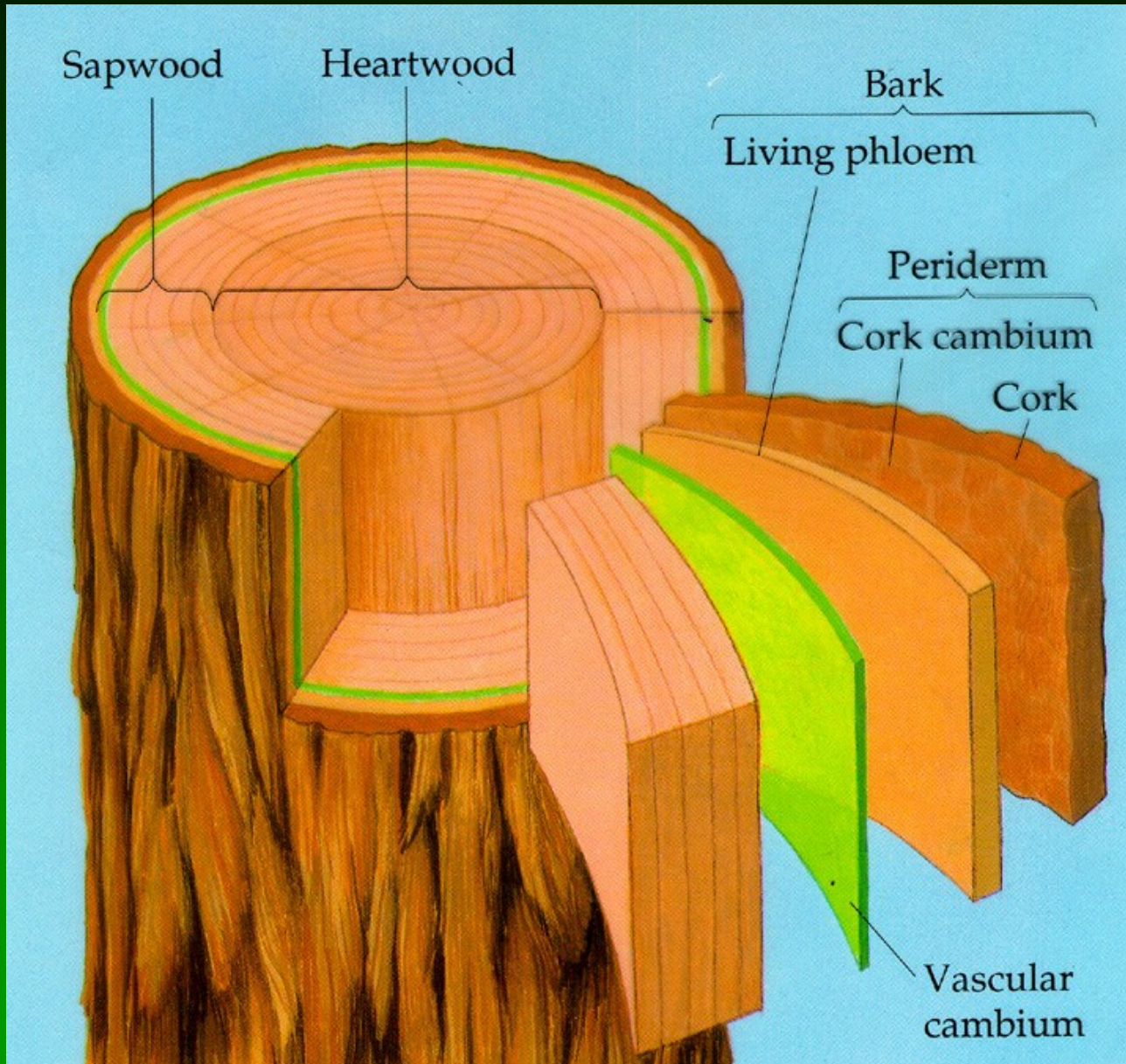


(b) Vessel elements with partially perforated end walls

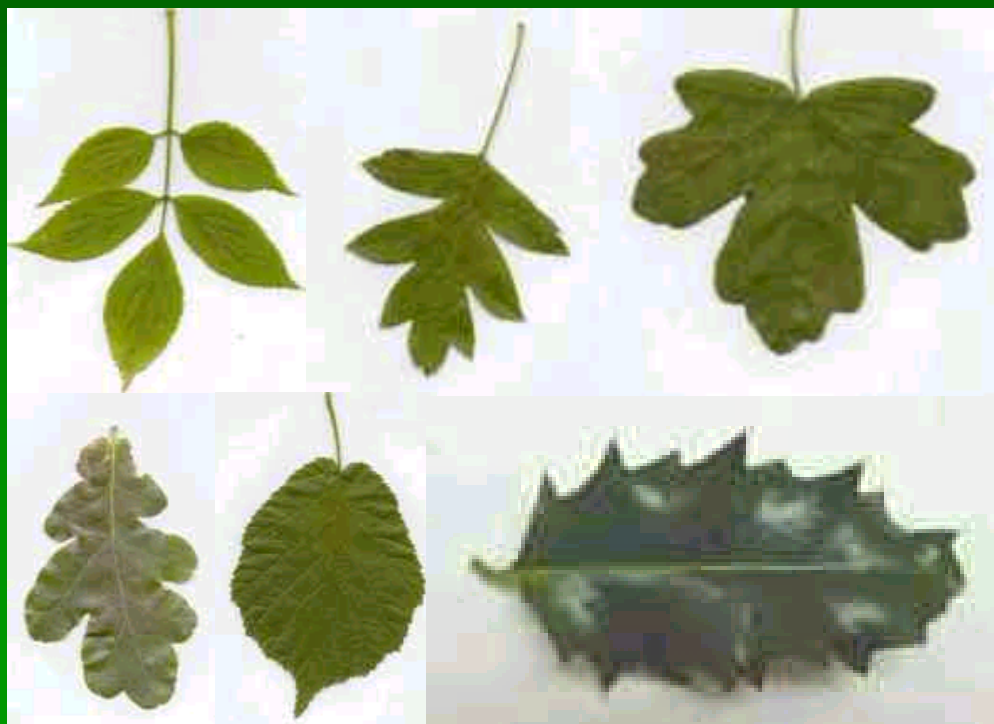


(c) Tracheids and vessels (colorized SEM)

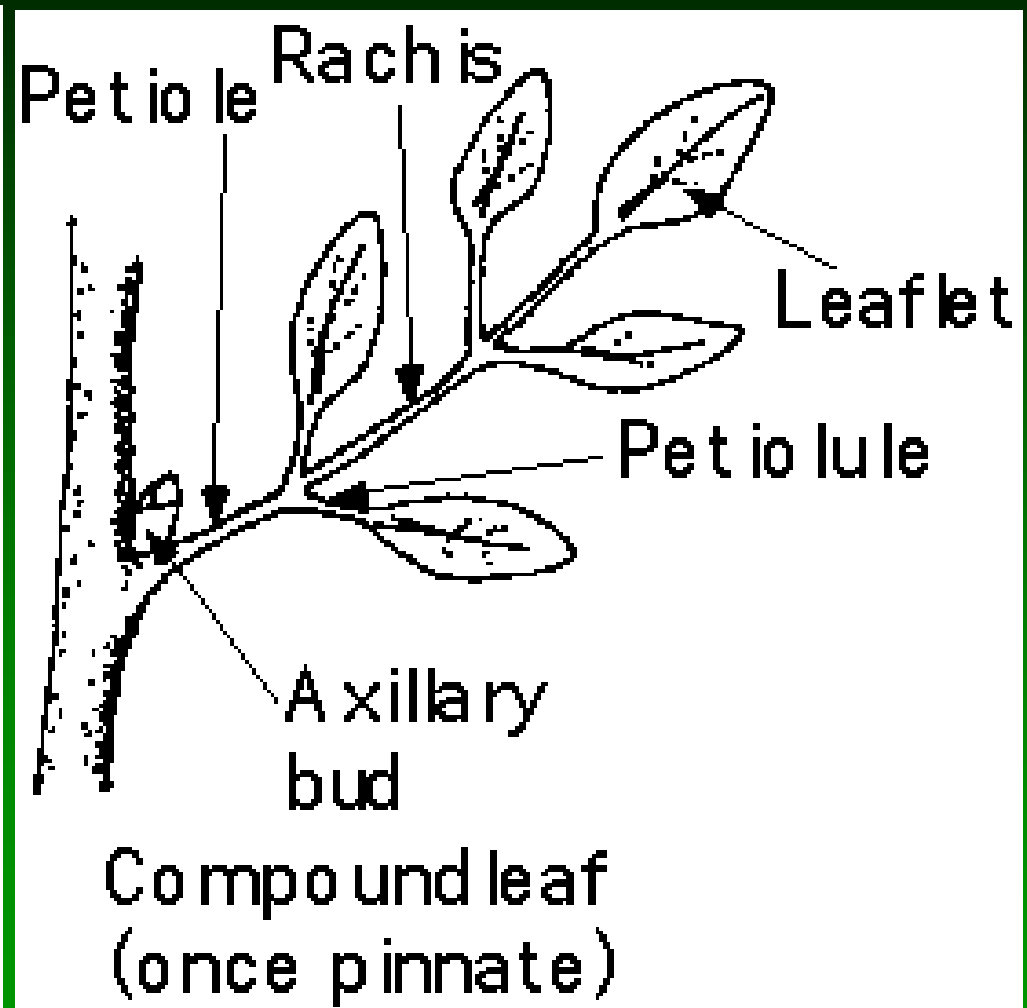
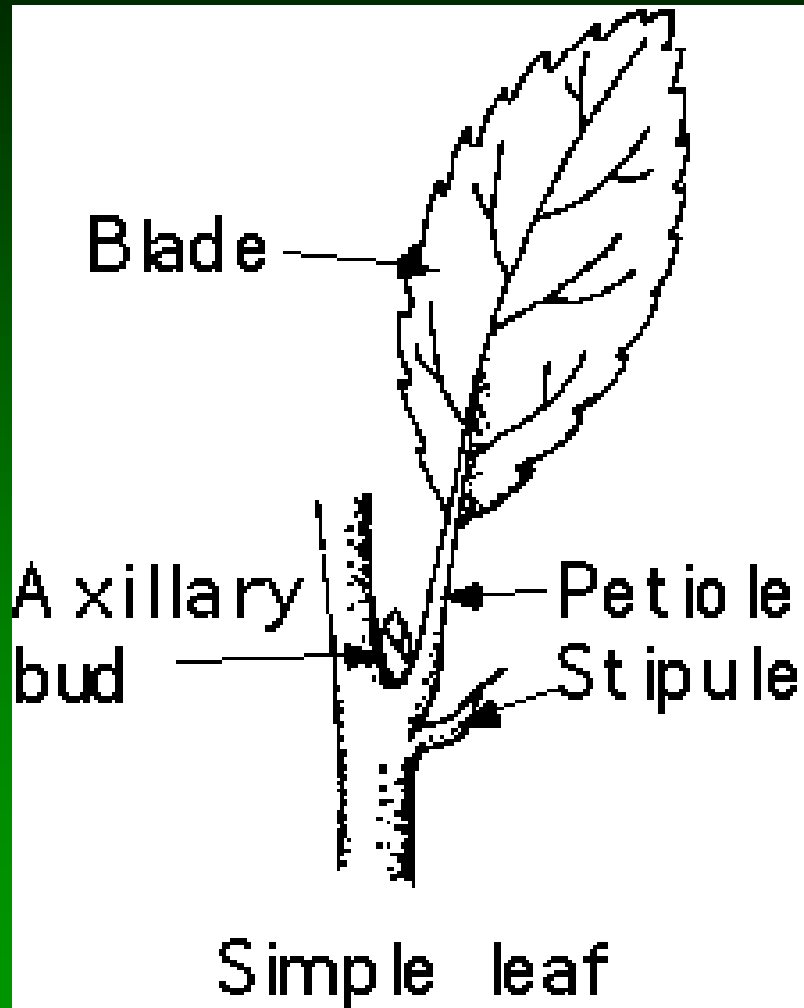
# U sekundárně tloustnoucích má kmen na průřezu letokruhy



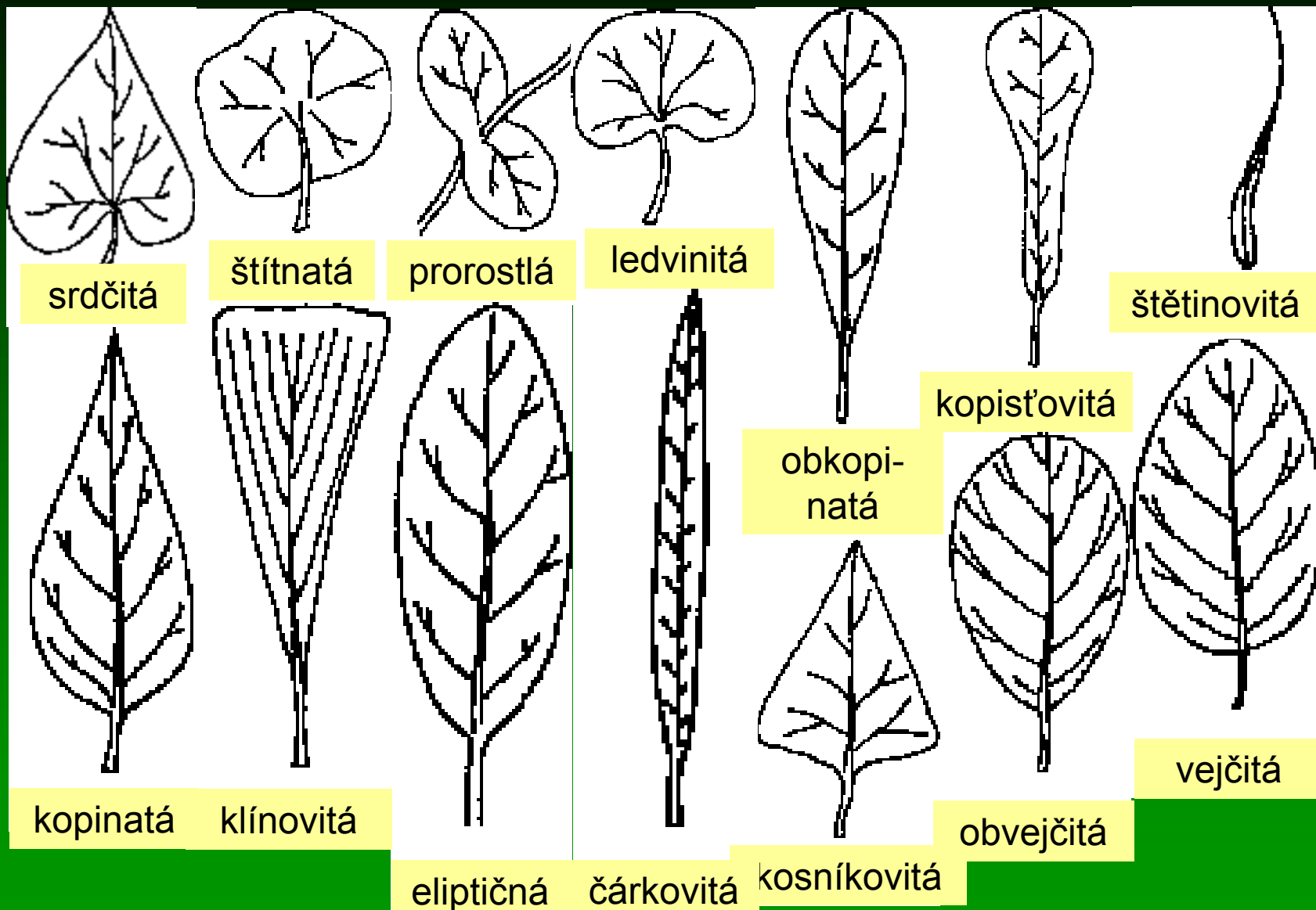
**Listy** megafylní, převážně lupenité  
velmi rozmanitého charakteru  
malé i velké  
opadavé i vytrvalé  
žilnatina dlanitá, zpeřená nebo rovnoběžná



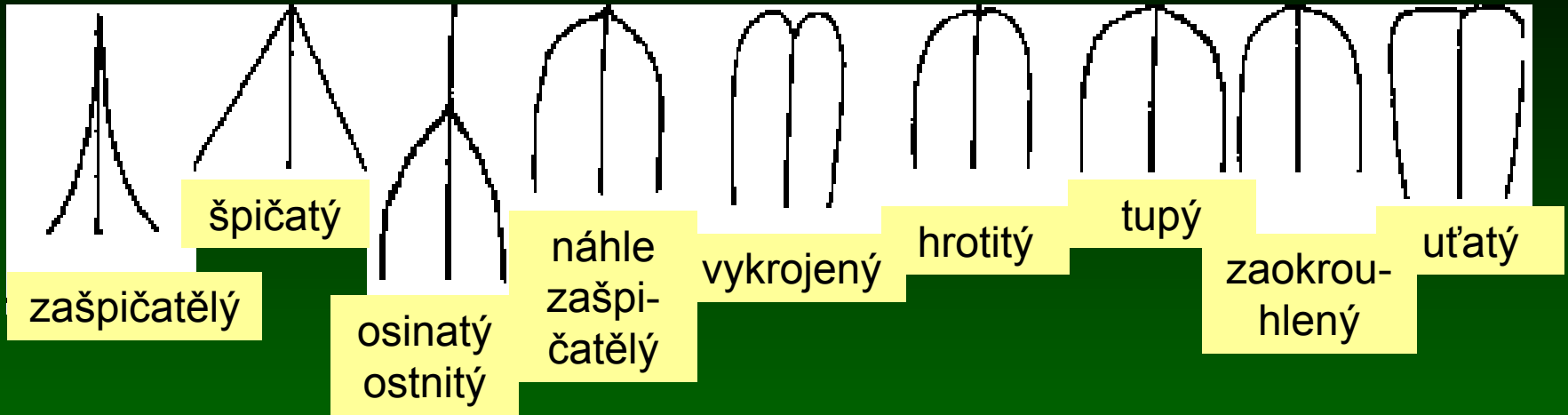
# Listy jednoduché nebo složené (z lístků)



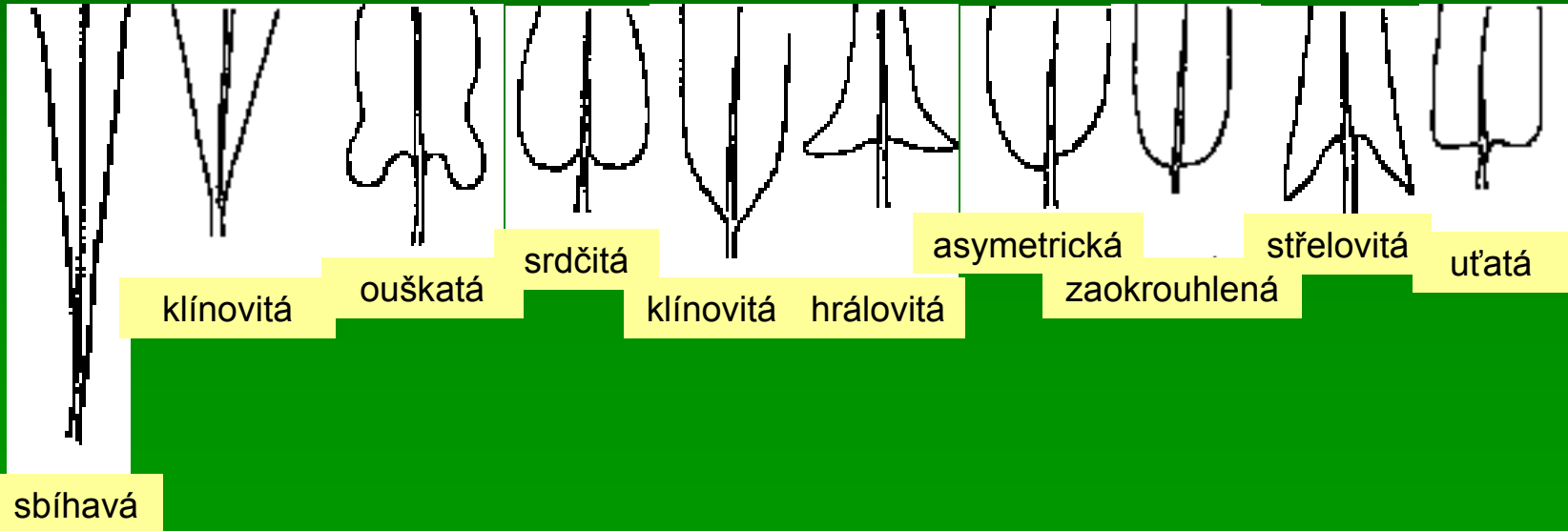
# Nejčastější tvary listové čepelě



# Tvary vrcholu listové čepele



# Tvary báze listové čepele



Listy podle  
charakteru okraje

celokrajný

chobotnatý

vykrajovaný

dvojitě zubatý

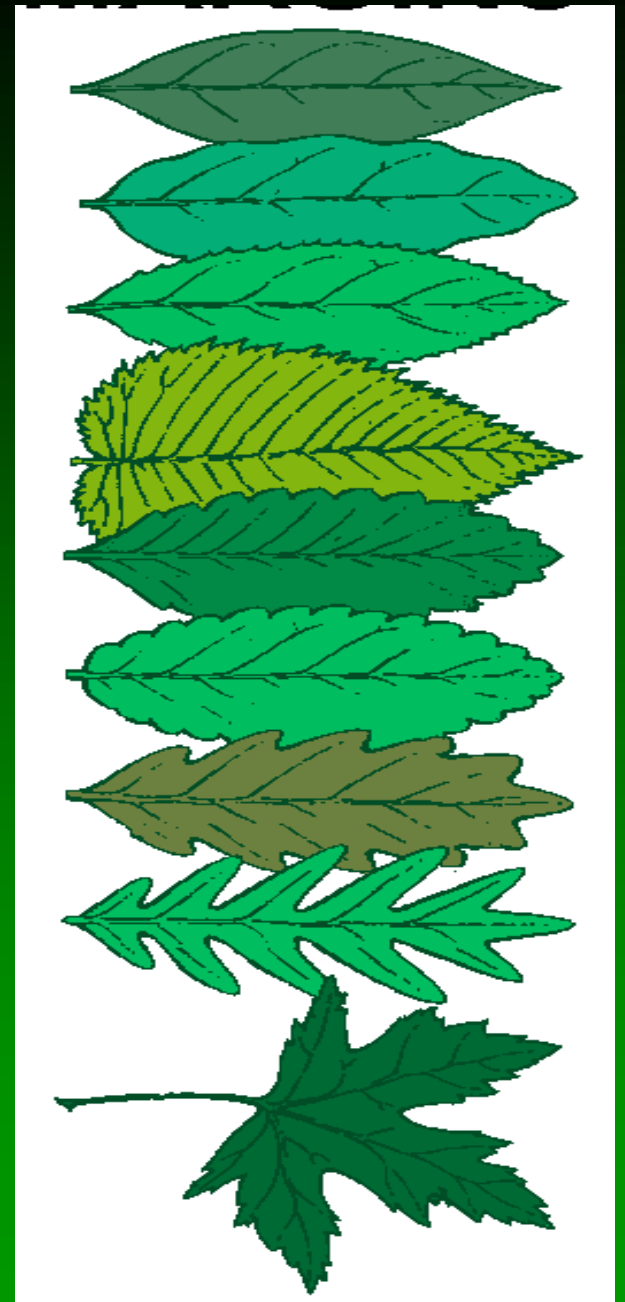
vroubkovaný

zubatý

peřenolaločný

peřenosečný

dlanitosečný

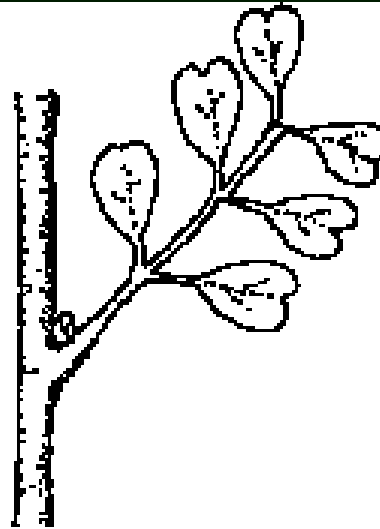




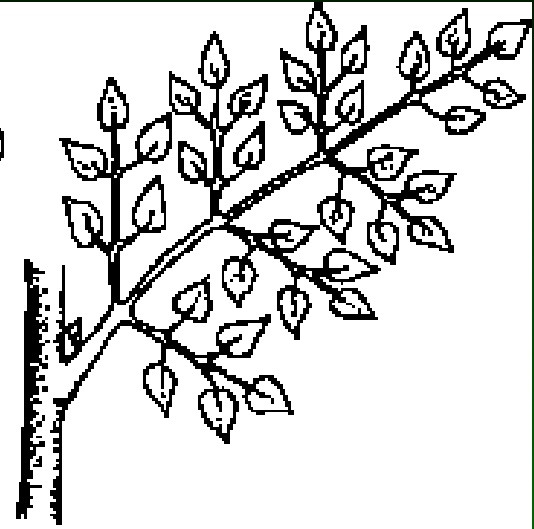
# Typy složených listů



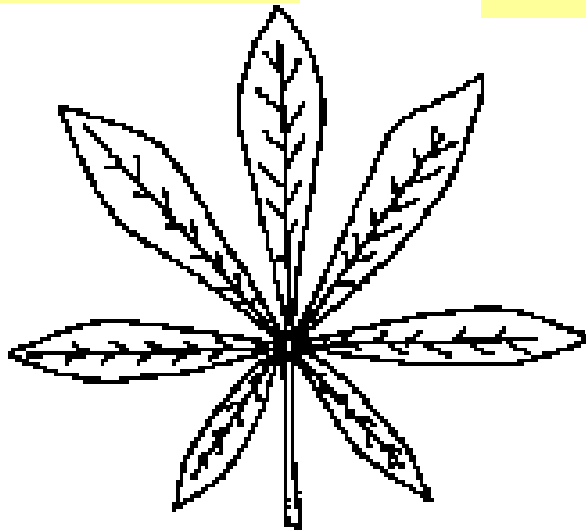
lichozpeřený



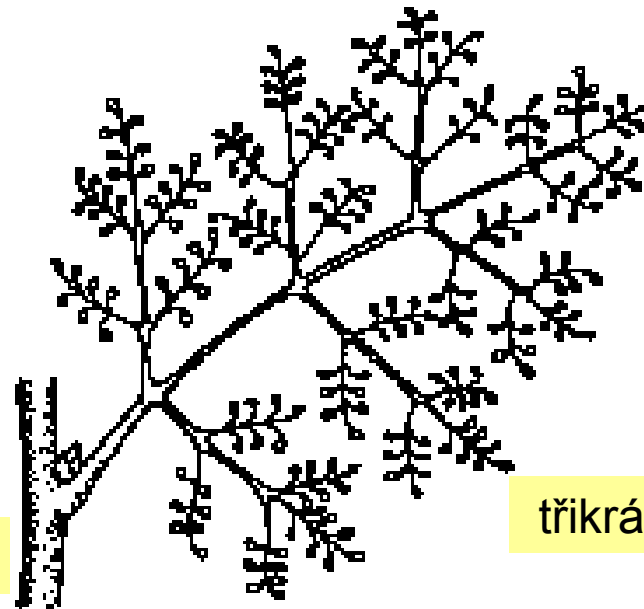
sudozpeřený



dvakrát zpeřený

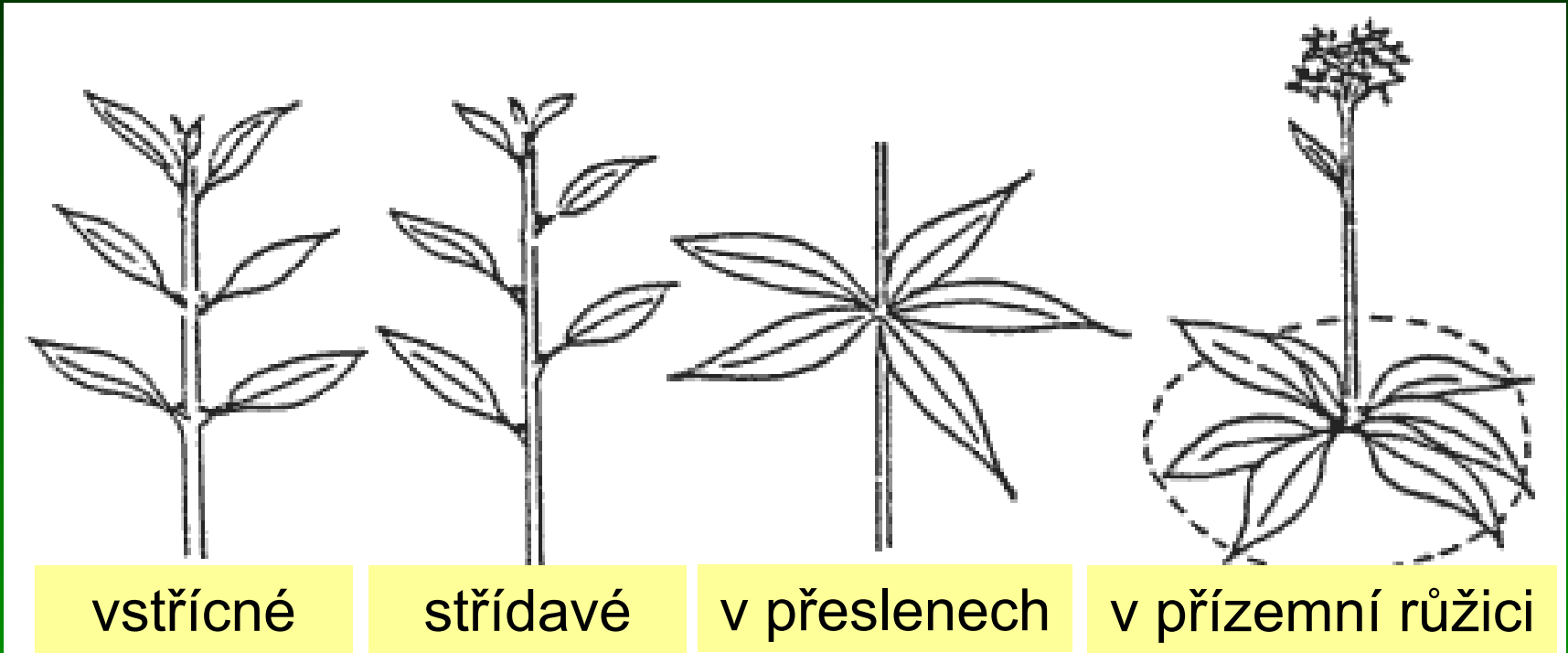


dlanitě složený (sedmičetný)



tříkrát zpeřený

# Postavení listů na stonku může být:



# Palisty = párovité útvary vyrůstající v místě přisedání listu na stonek



Někdy srůstají s listovým řapíkem  
(*Rosa*)



(*Trifolium*)



V čeledi *Polygonaceae* palisty srůstají v  
blanitý nálevkovitý útvar – botku



Někdy se přeměňují v trny  
(*Robinia pseudacacia*)



Pomnožené, zveličené a  
tvarově listy připomínající  
(*Galium molugo*)



Někdy stavbou složitější  
než samotné listy  
(*Viola arvensis*)



Mohou přebírat asimilační funkci, když se  
listy změní v úponky  
(*Lathyrus aphaca*)



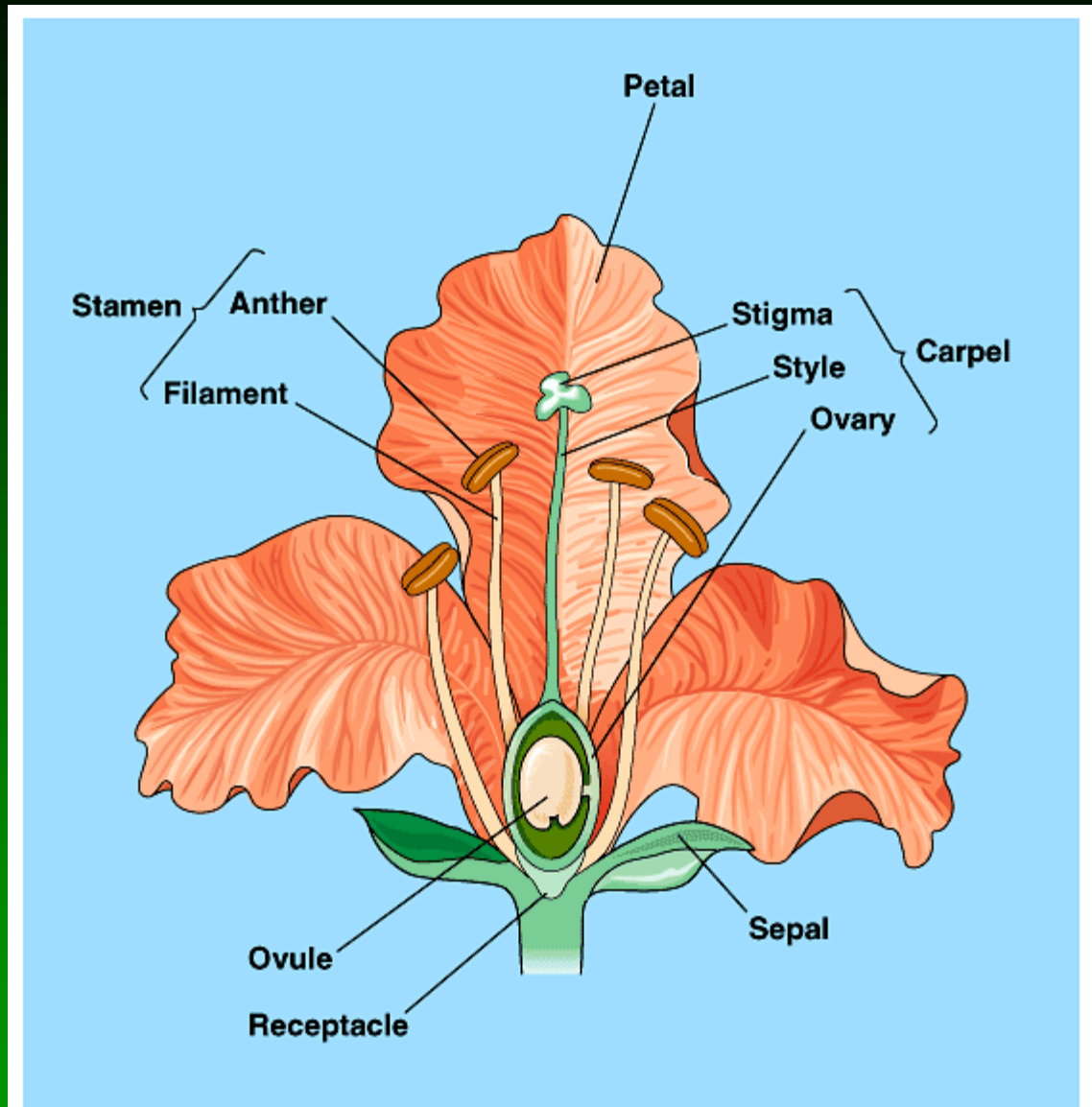
Často chrání vyvíjející se listy  
(*Ficus elastica*)

## 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

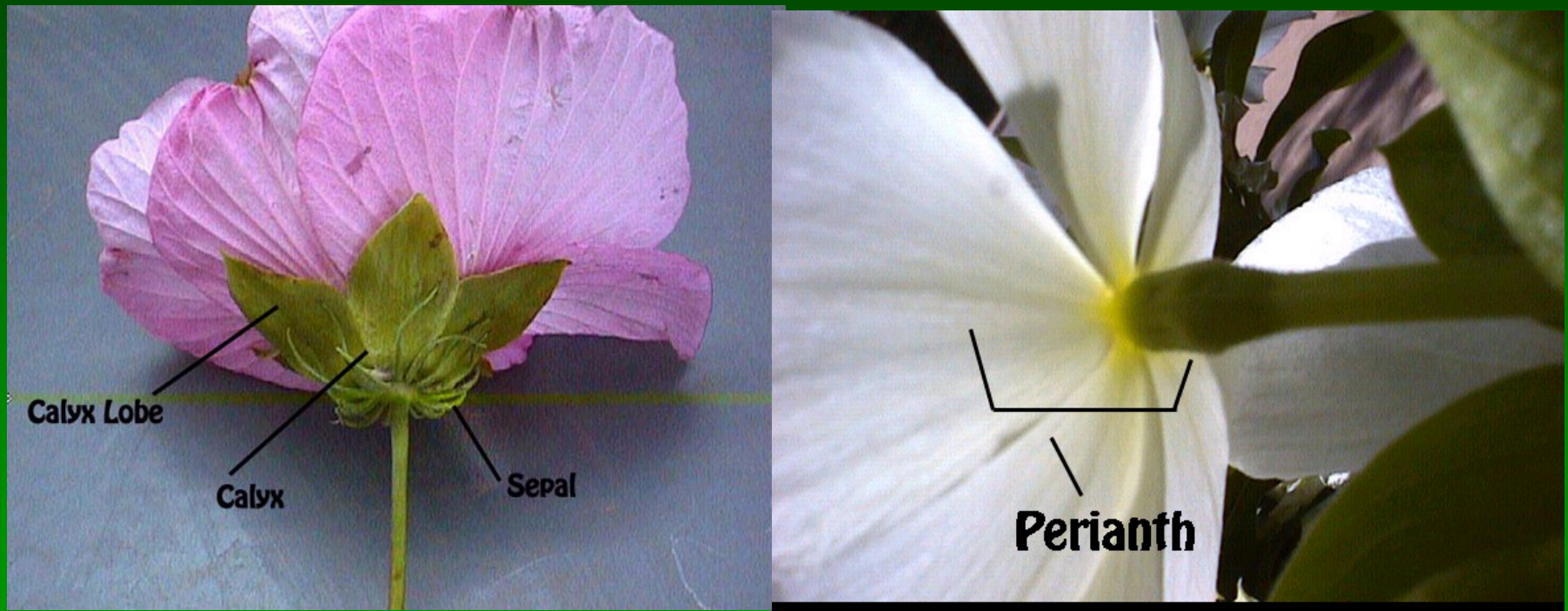


Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

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**

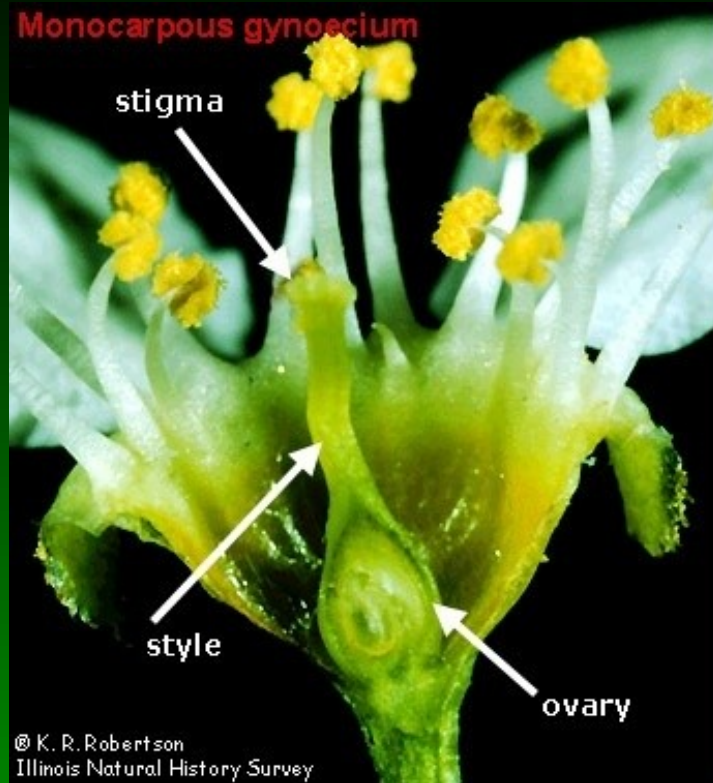
Lístky kališní (**sepaly**) mohou srůst = **květy synsepalní**,  
lístky korunní (**petaly**) mohou srůst = **květy sympetalní**,  
lístky okvětí (**tepaly**) mohou srůst = **květy syntepalní**

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

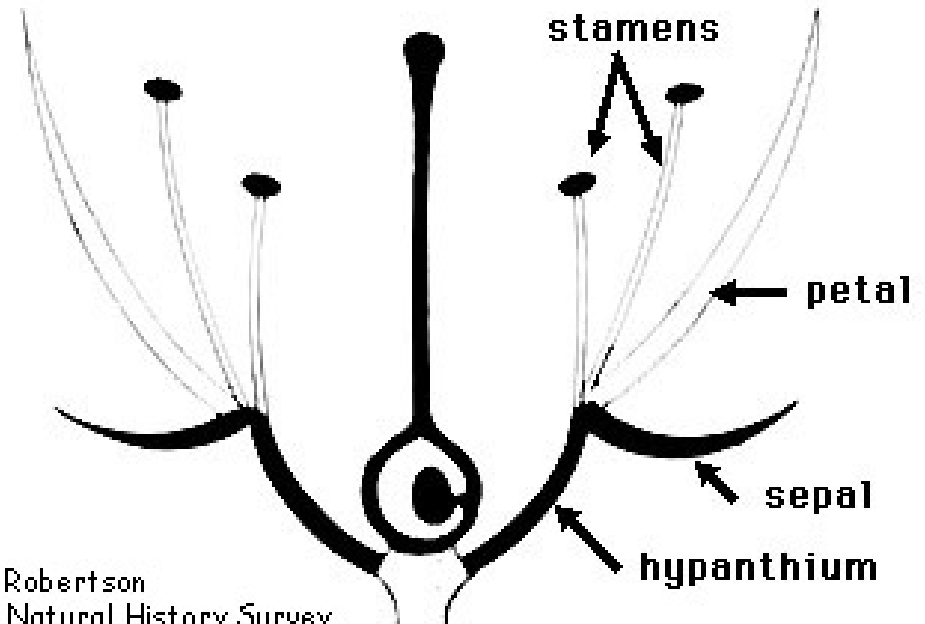




**Monocarpous gynoecium**

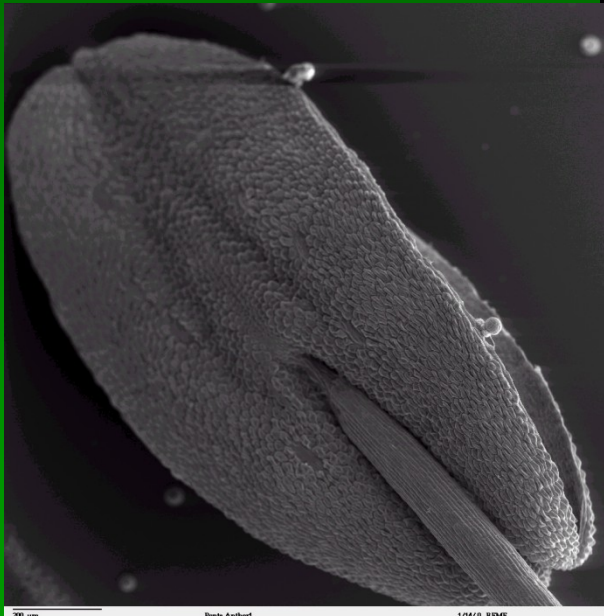
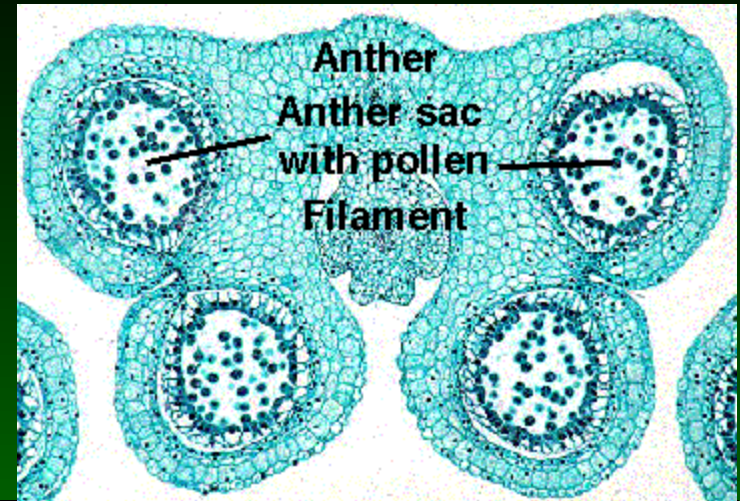


Někdy srůstají bazální části kalicha, koruny a tyčinek v hypanthium (= češule)



## Tyčinku tvoří:

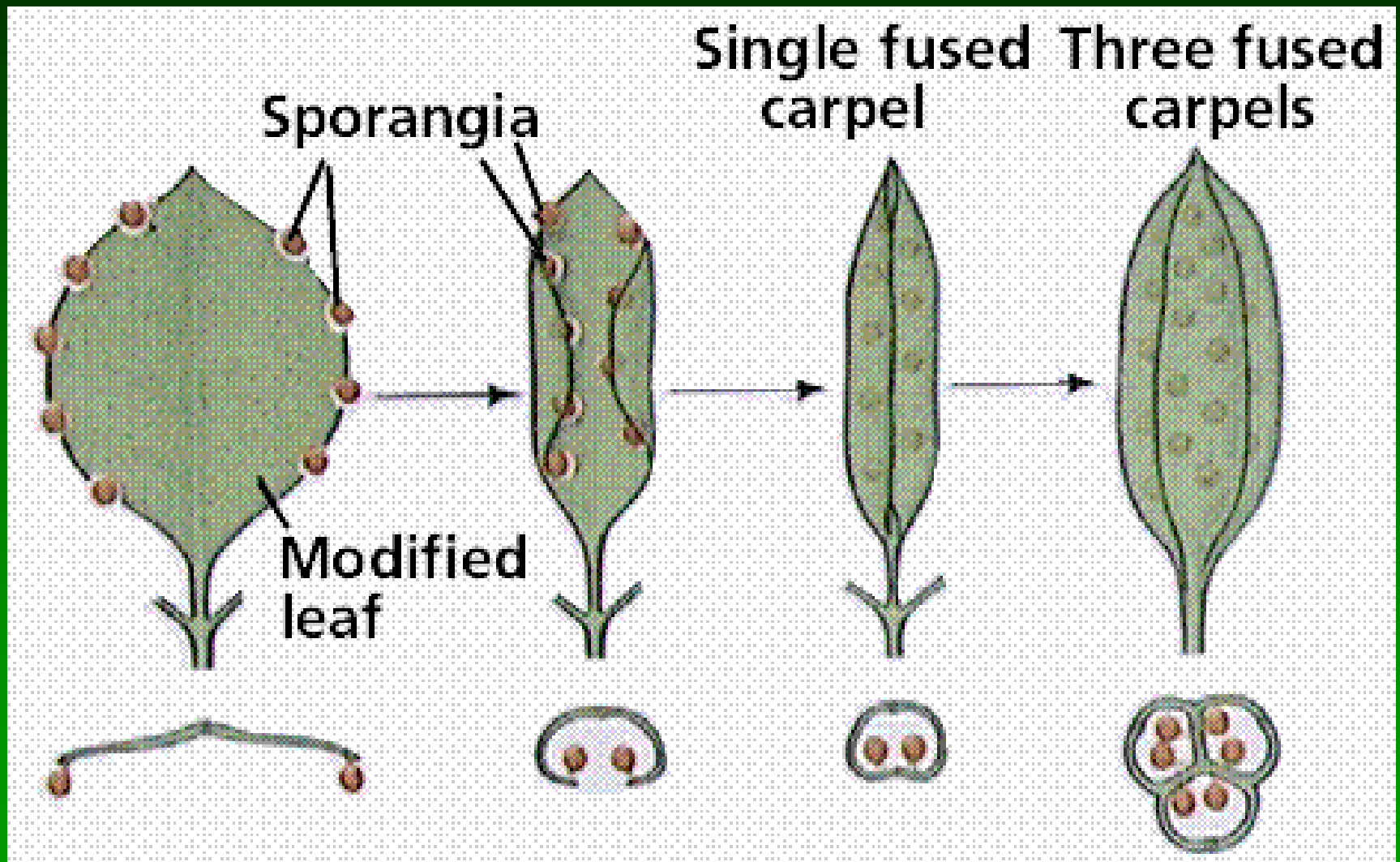
- **nitka** (filamentum),
- **spojidlo** (connectivum = pokračování nitky spojující prašníky)
- **prašníky** (antheae  $\approx$  mikrosynangia) obvykle dva, každý zpravidla se dvěma prašnými pouzdry



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

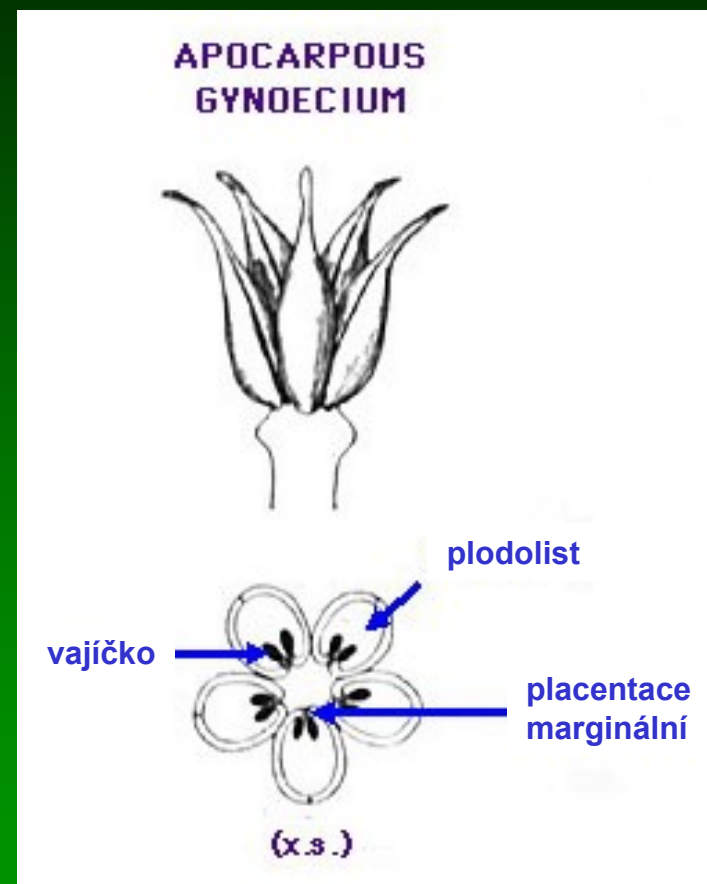
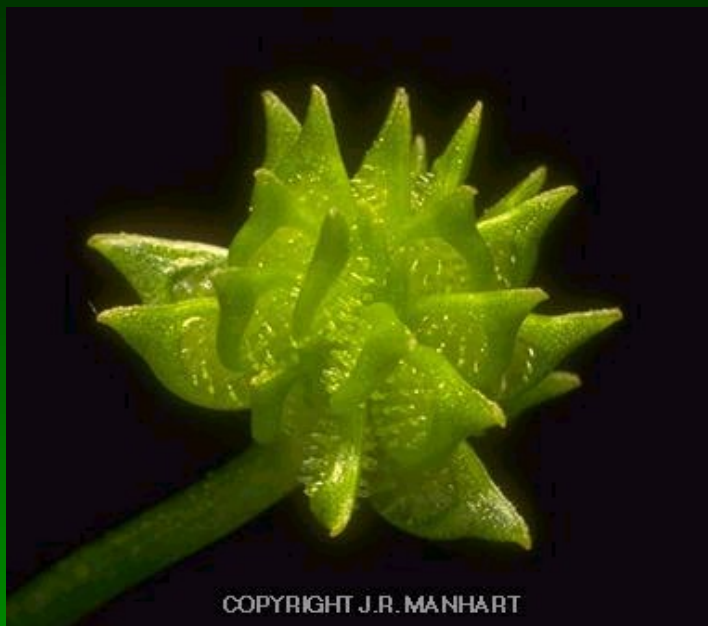
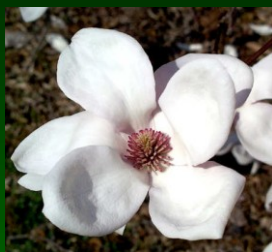


Cross Sections

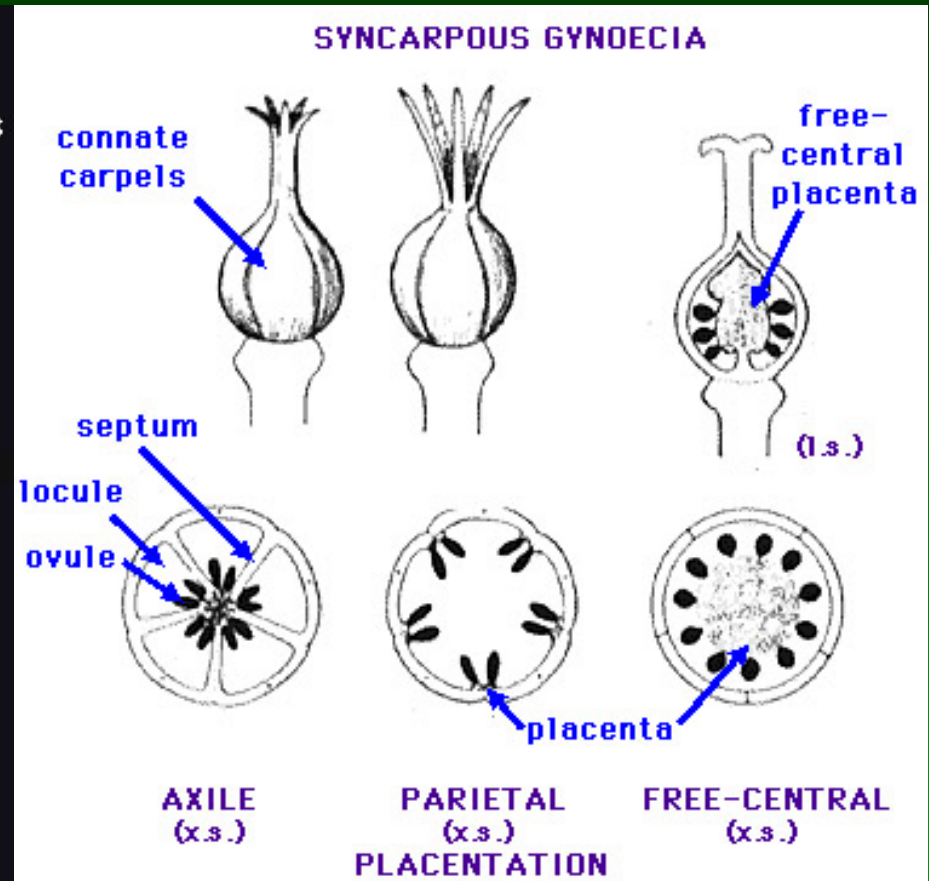
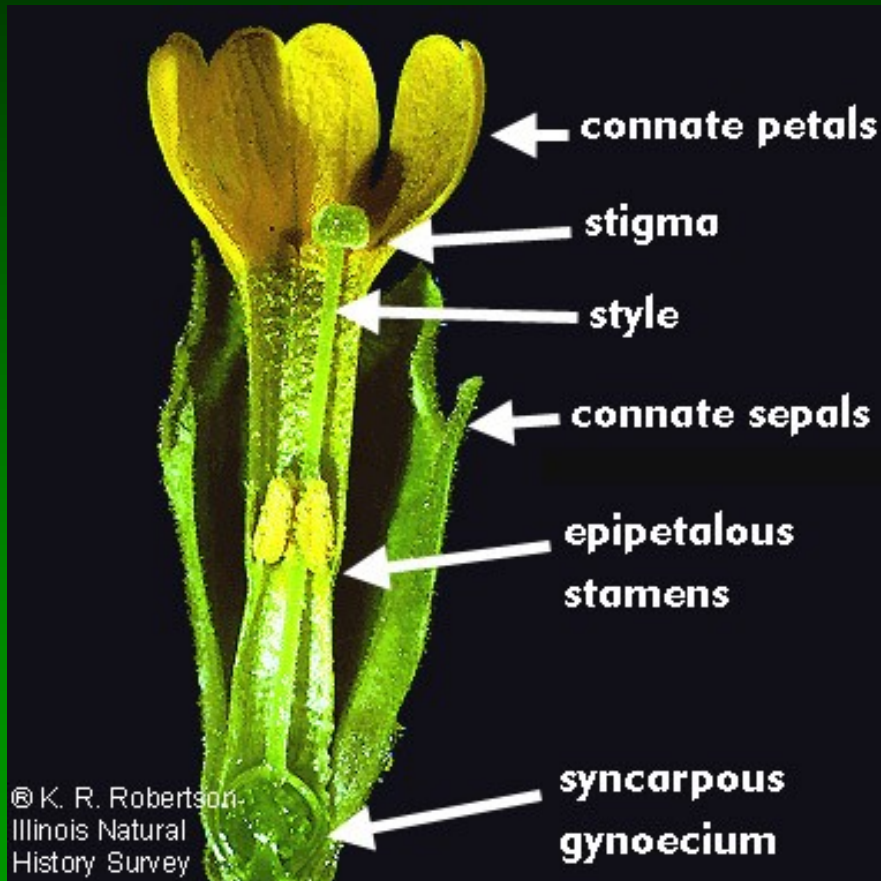


© K. R. Robertson  
Illinois Natural History Survey

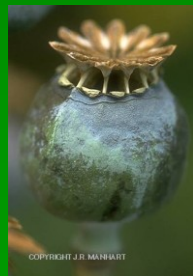
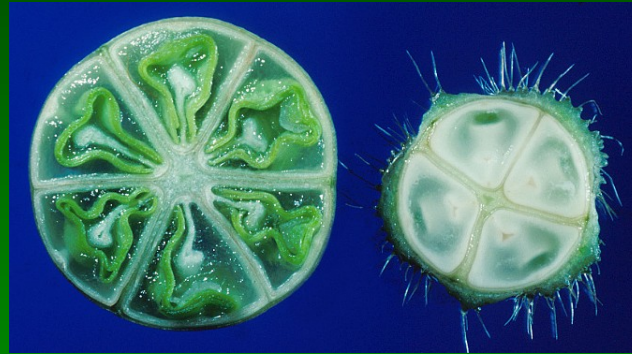
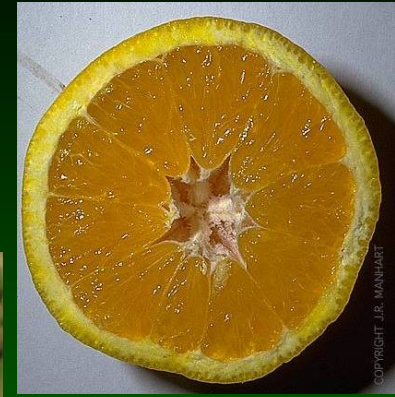
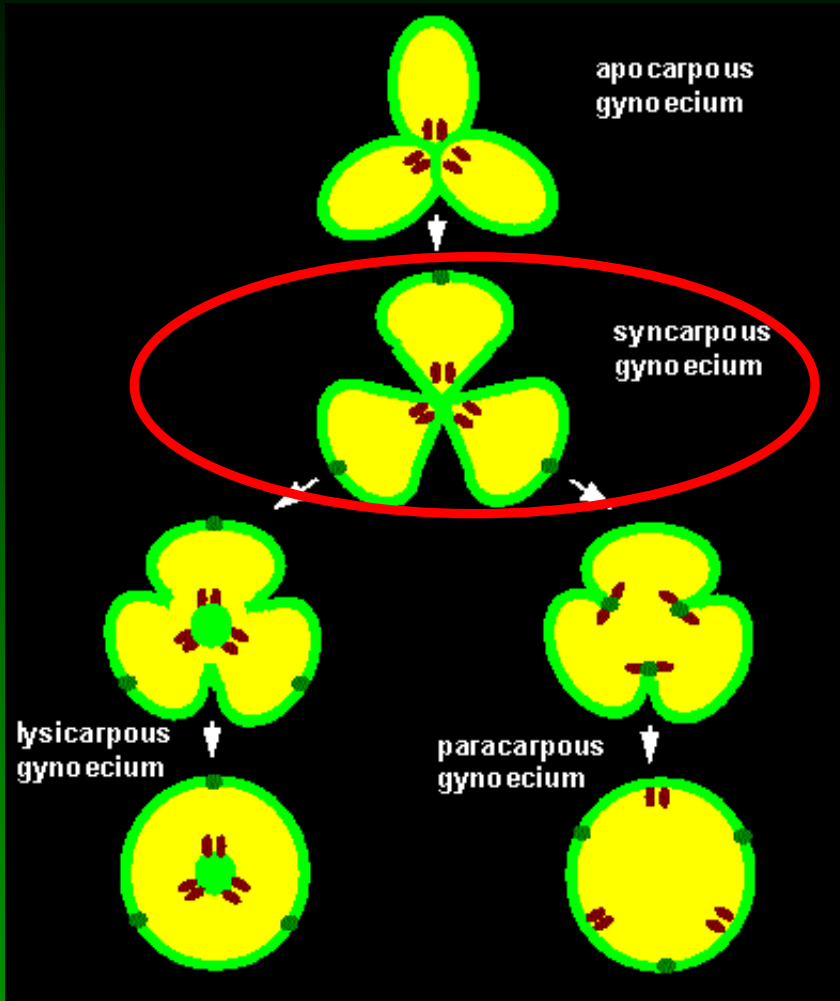
# Plodolisty tvořící pestík jsou buď volné, vzájemně nesrostlé = apokarpní gyneceum



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

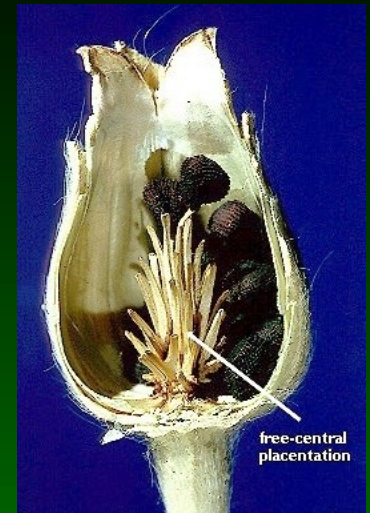
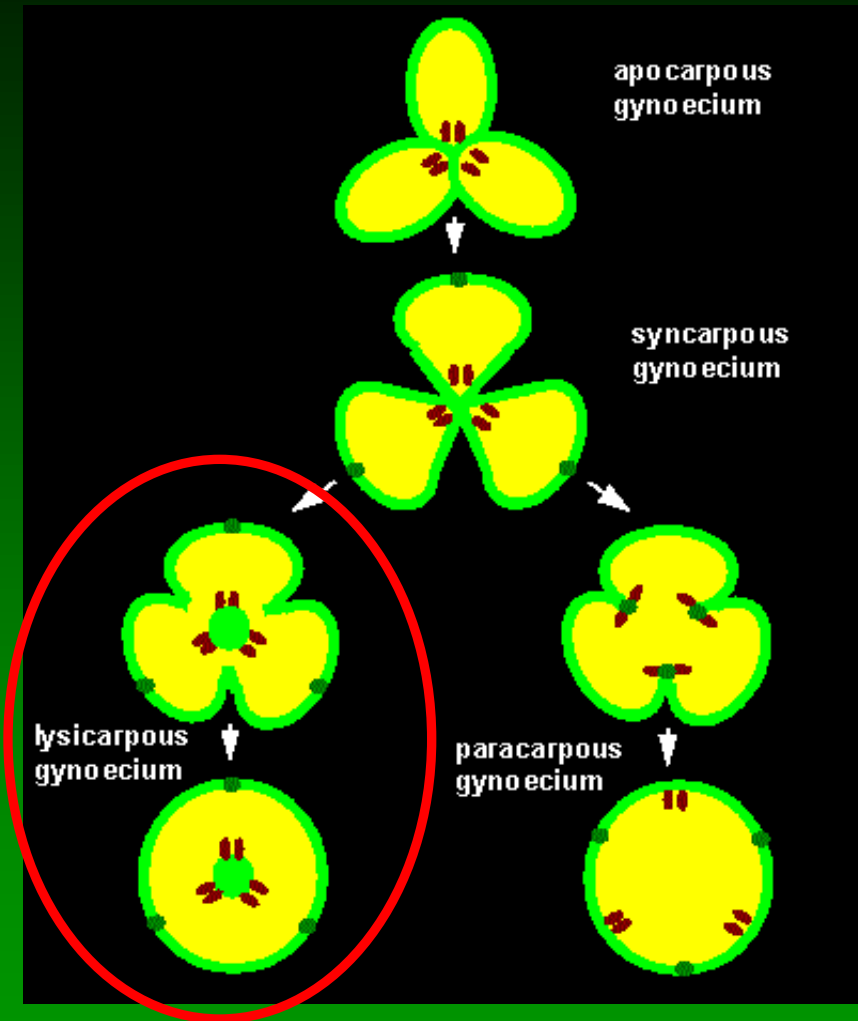


# Synkarpní gynoecium = axilární placentace





# Lysikarpní gyneceum = centrální nebo bazální placentace



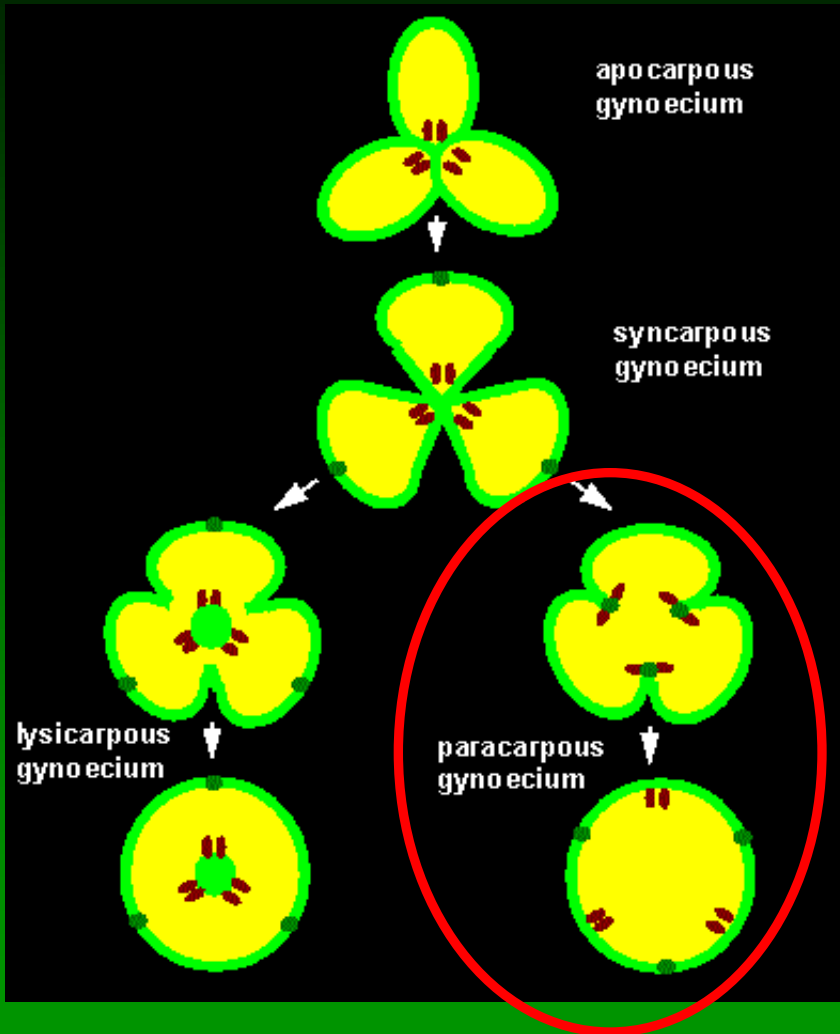
*Primulaceae*



*Caryophyllaceae*



# Parakarpní gynoecium = parietální placentace



*Orchidaceae*

*Cactaceae*



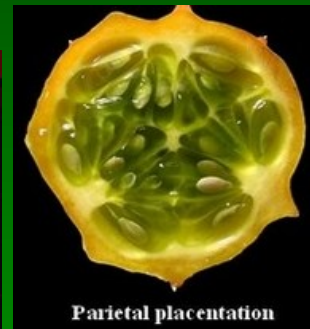
*Chenopodiaceae*



*Cucurbitaceae*



*Orobanchaceae*



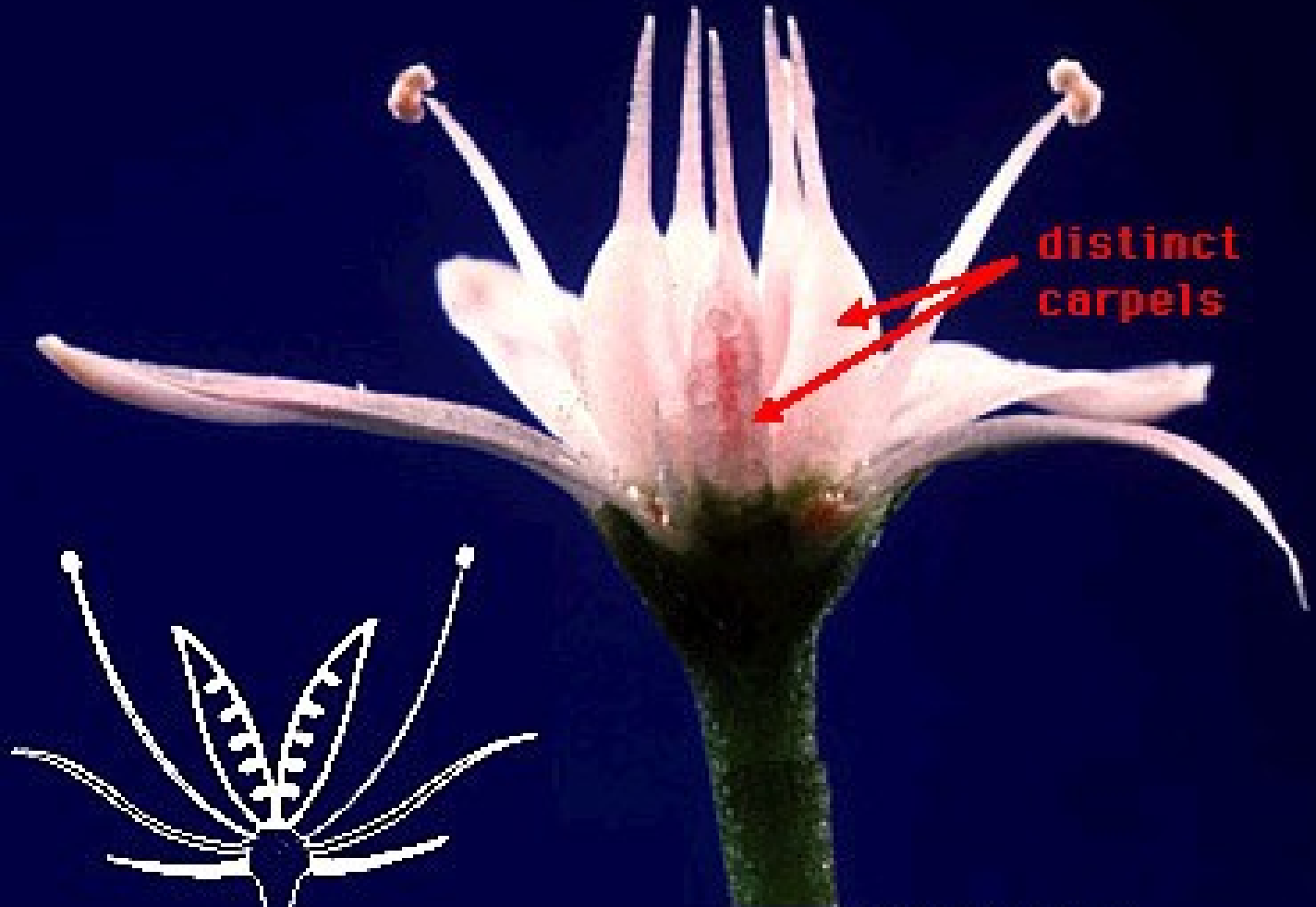
*Brassicaceae*



*Violaceae*

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

## Apocarpous gynoecium



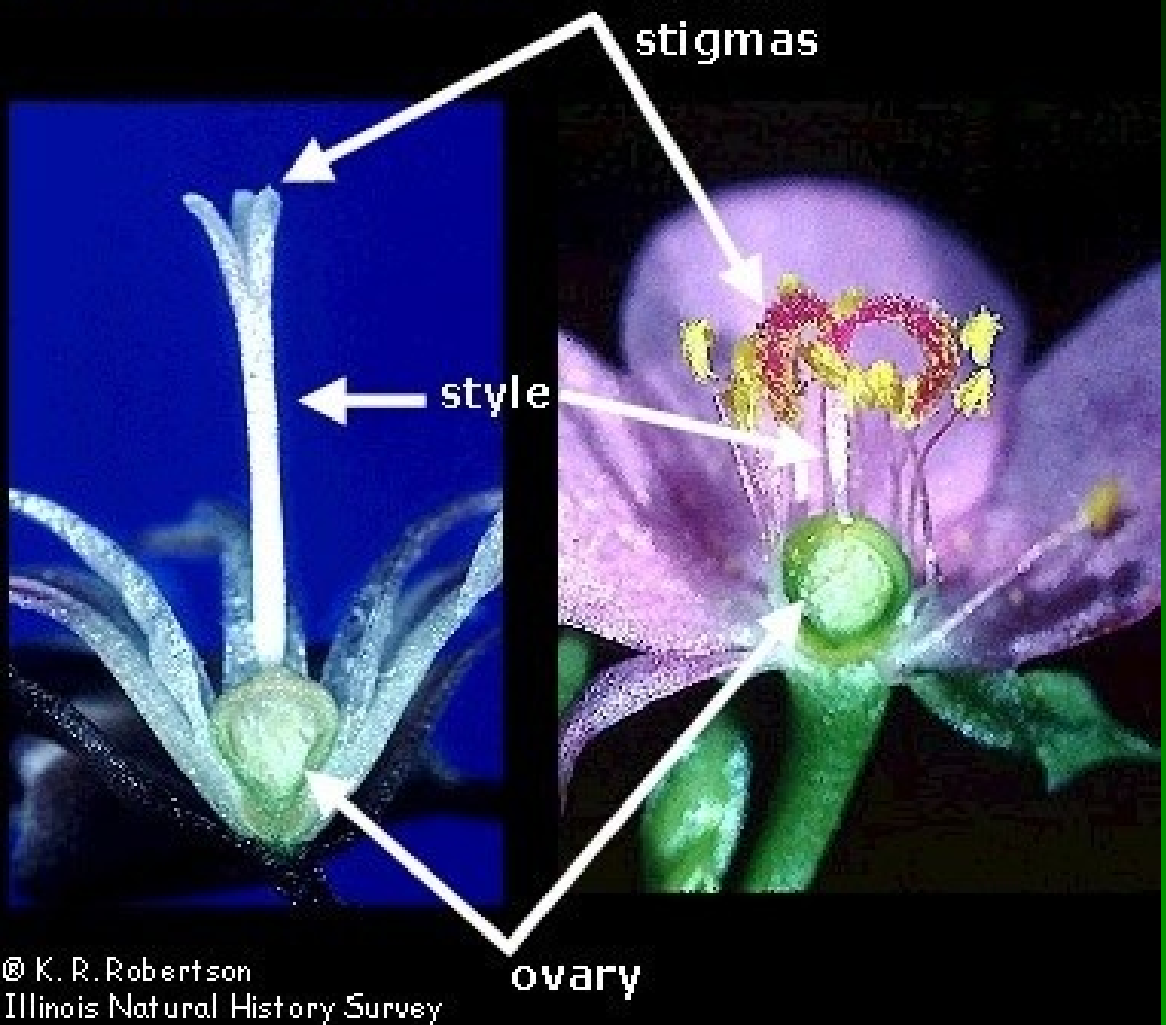
@ K. R. Robertson  
Illinois Natural History Survey

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

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

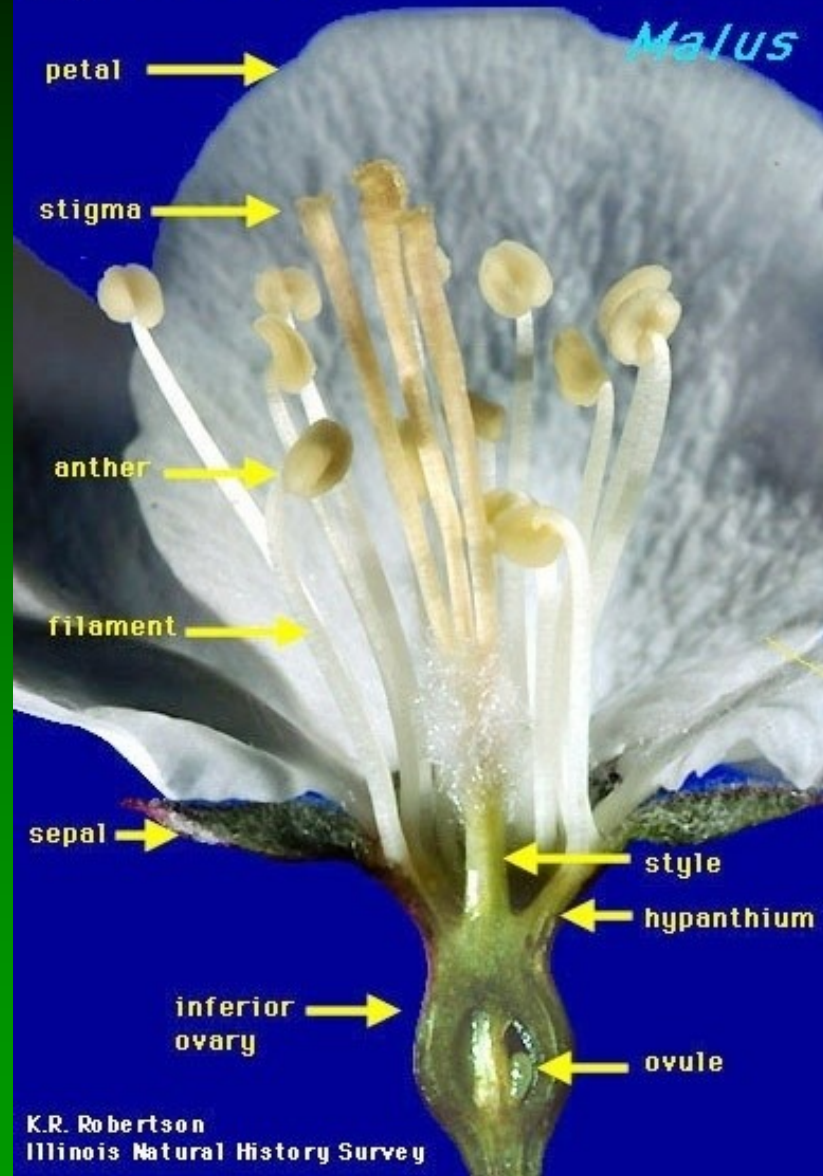
Vajíčka jsou uzavřena ve spodní části pestíku - v **semeníku** (ovarium)

Two Flowers With Syncarpous Gynoecia

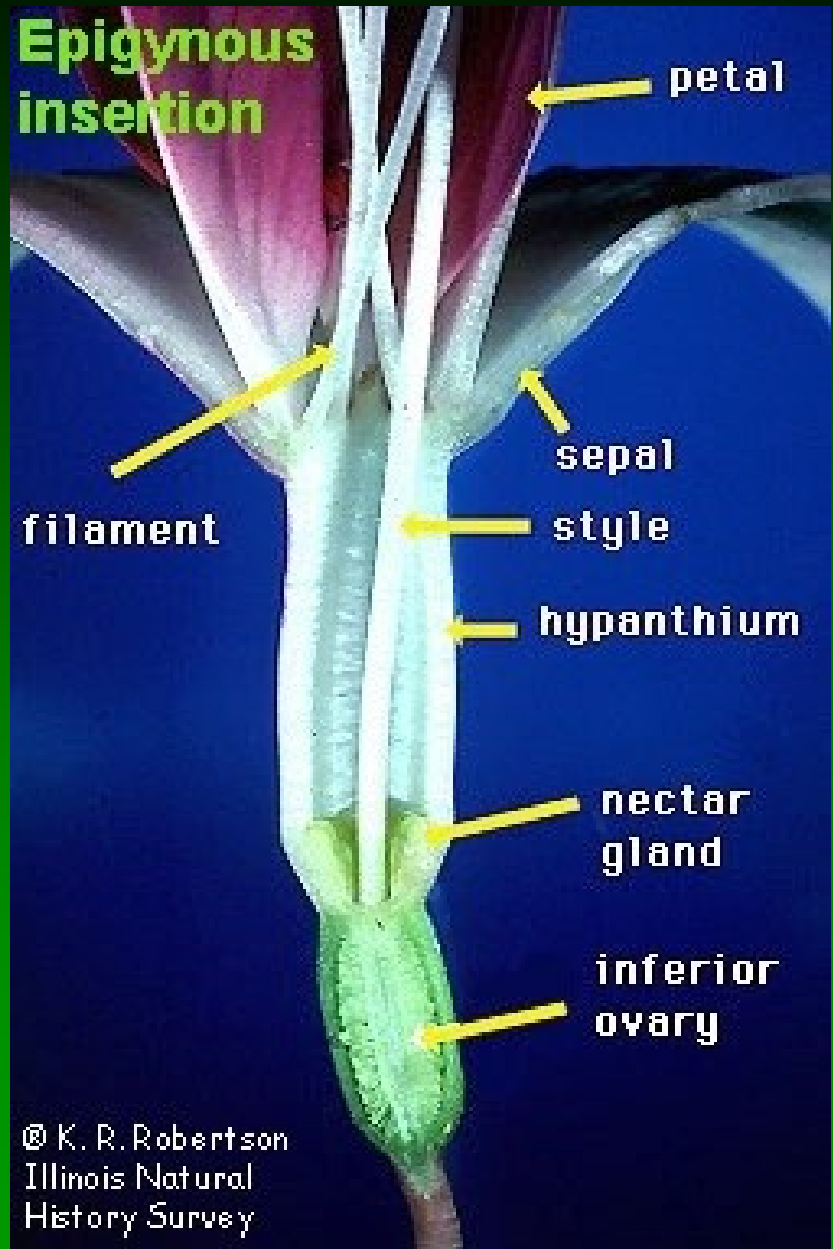


# Spodní semeník

Epigynous insertion

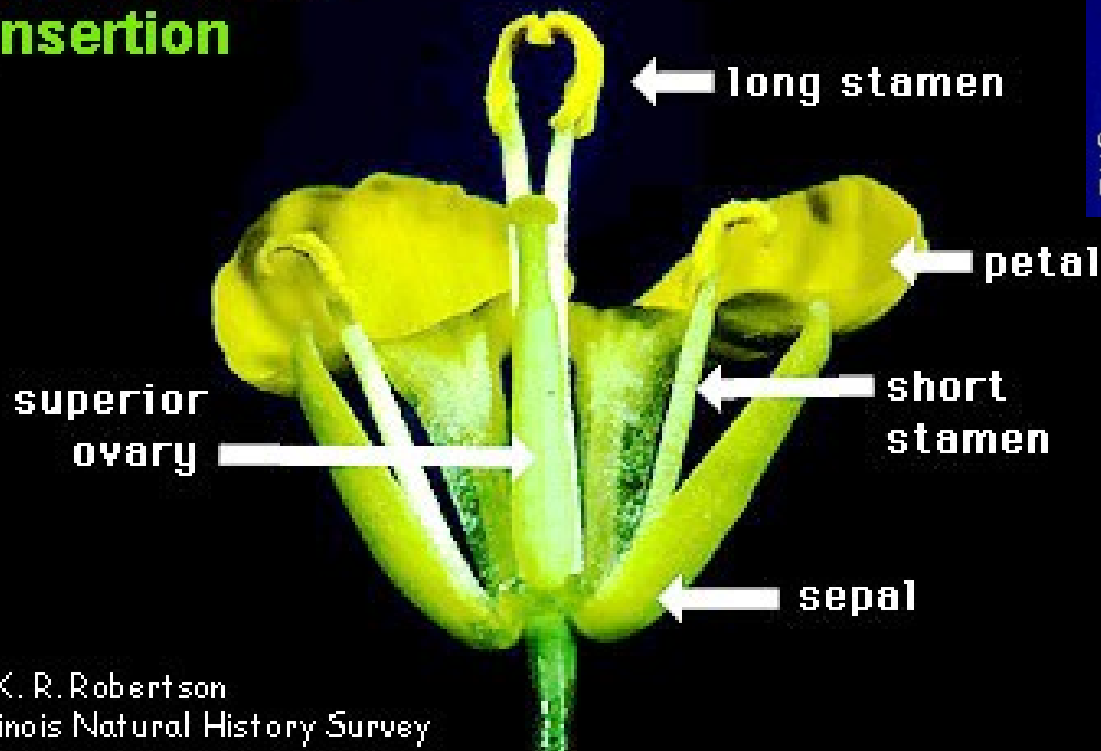


Epigynous insertion

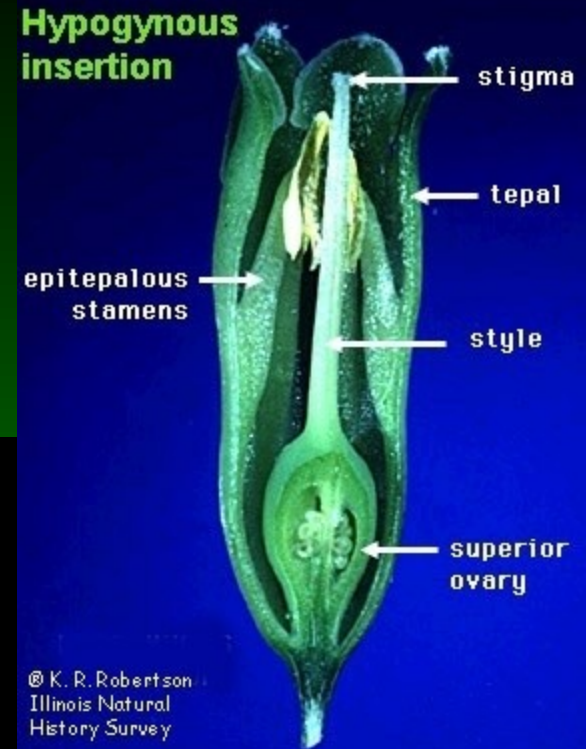


# Svrchní semeník

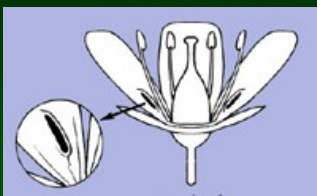
## Hypogynous insertion



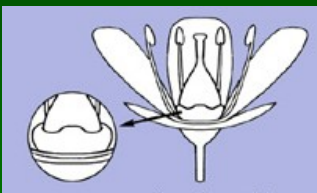
## Hypogynous insertion



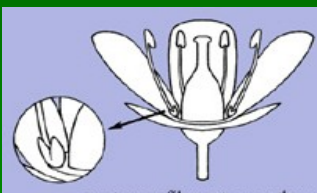
K lákání opylovačů mohou být v květu nektaria = medníky  
= plošky, papily nebo trichomy tvořené tenkostěnnými buňkami bez kutikuly  
produkujícími (na principu difúze) nektar = tekutinu s vysokým obsahem cukru.



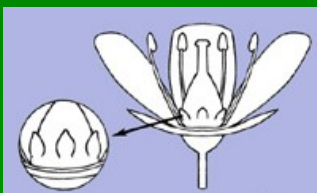
1. **perigoniální** - na květních obalech (*Alcea*, *Pelargonium*,  
*Ranunculus*)



2. **torální** - na květním lůžku (*Citrus*, *Prunus*, *Robinia*, *Prunus*,  
*Campanulaceae*)



3. **staminální** - na nitkách (*Colchicum*, *Dianthus*, *Viola*)



4. **ovariální** - na semeníku (*Gentiana*, *Iridaceae*, *Liliaceae*,  
*Musaceae*)

5. **stylární** - na bázi čnělky (*Calendula*, *Helianthus*, *Senecio*). Mnoho květů na  
různých částech rostliny jsou nektaria 6. **extraflorální** - lákají mmyzí  
predátory k ochraně rostliny (např. mravence proti housenkám)

Květy mohou být buď jednoduché,  
nebo skládají květenství různých typů





# Jednotlivé květy - *Papaver*

*Papaver*

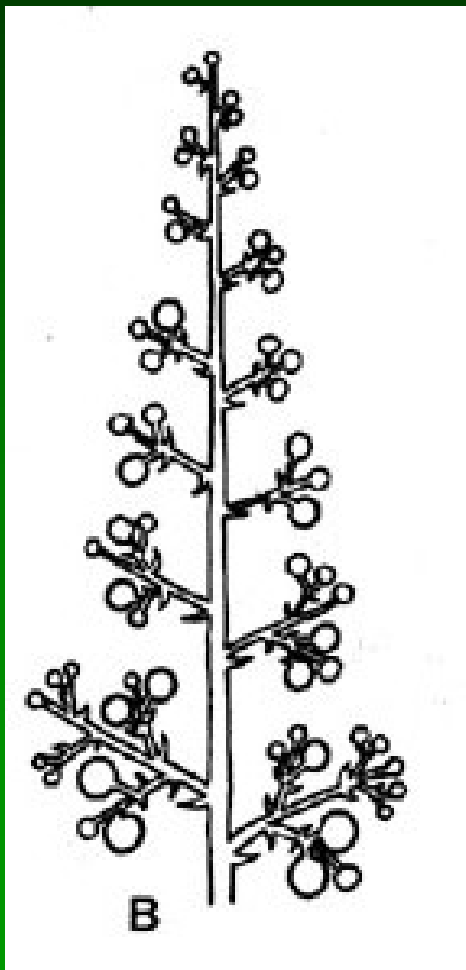
*Convolvulus*



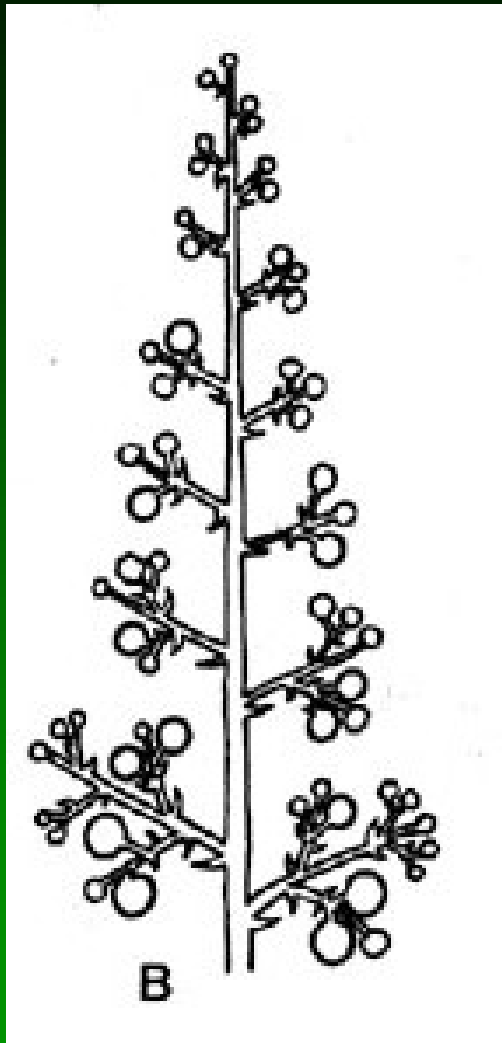
# Hroznovitá květenství

# lata

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



Lata



šeřík (*Syringa*, *Oleaceae*)

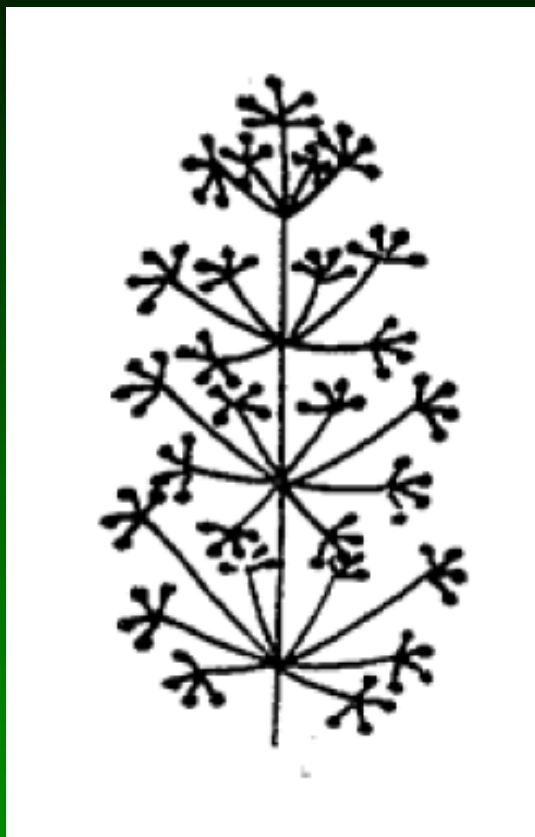


© K. R. Robertson  
Illinois Natural History Survey

javor (*Acer*)



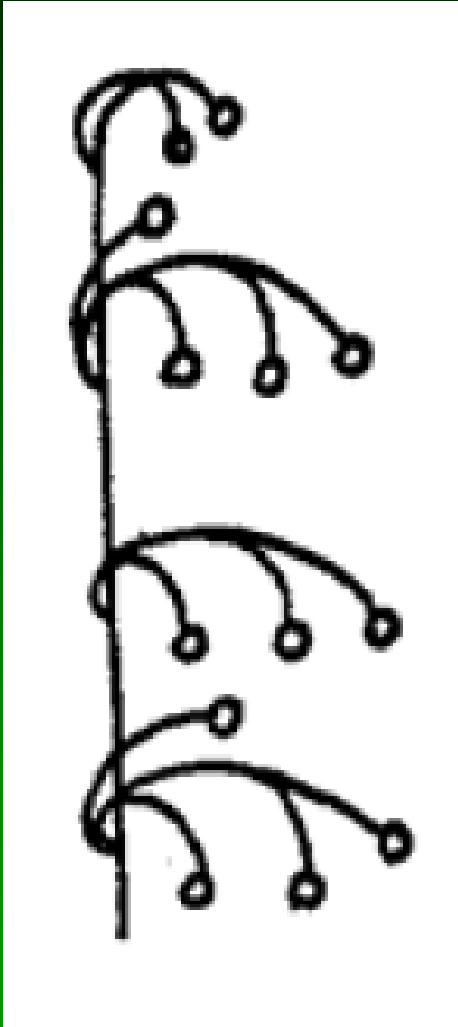
Přeslenitá lata



žabník (*Alisma*)



# Jednostranná lata



*Bromus*

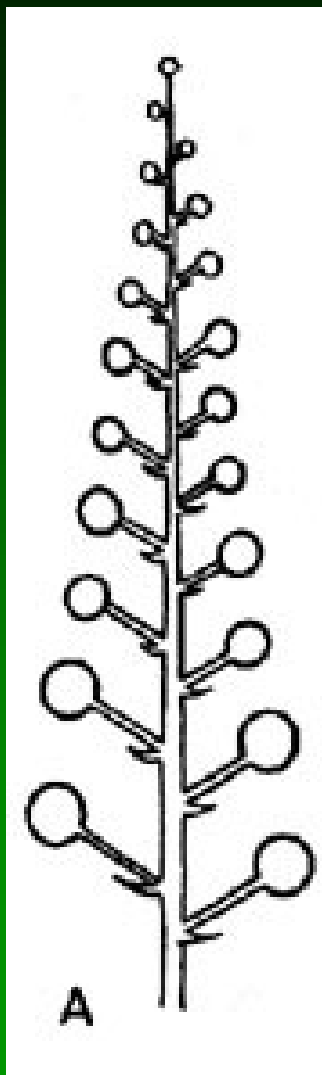


*Festuca*



*Melica uniflora*

hrozen

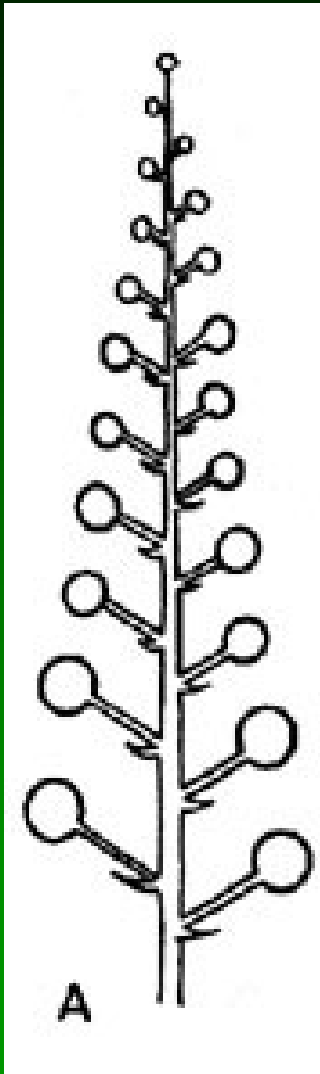


*Aconitum*



*Corydalis*

hrozen



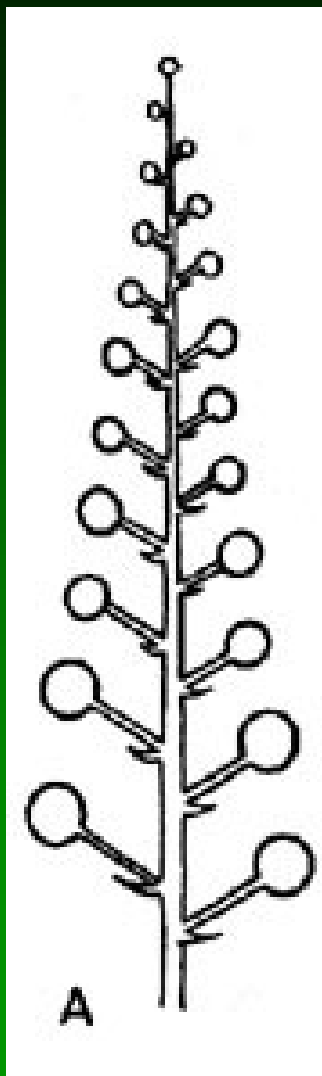
*Lupinus*



*Hyacinthus*



hrozen

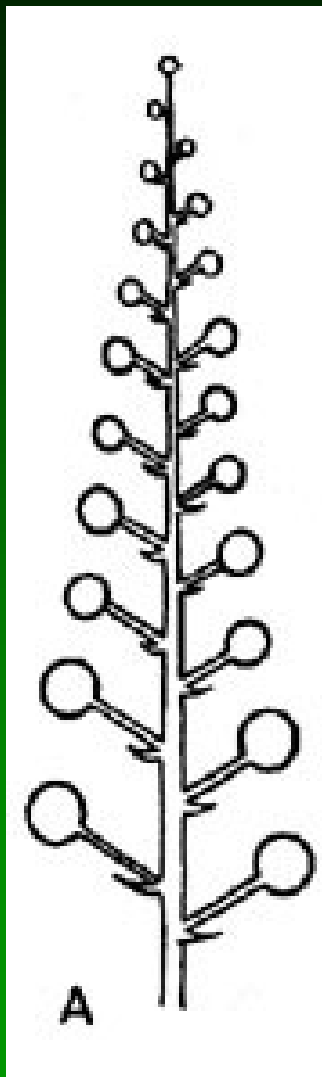


pstroček (*Maianthemum*, *Liliaceae*)



penízek (*Thlaspi*)

hrozen

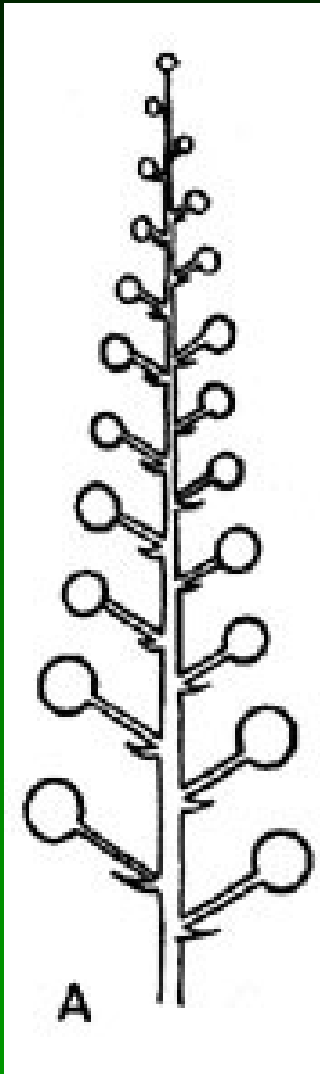


vrbovka (*Chamaenerion*,  
*Onagraceae*)



vachta (*Menyanthes*,  
*Menyanthaceae*)

# hrozen



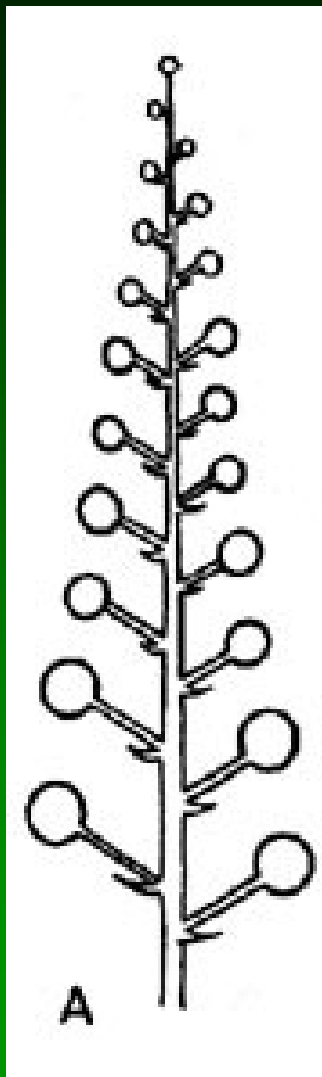
vřes (*Calluna*, *Ericaceae*)



rybíz (*Ribes*, *Grossulariaceae*)



hrozen

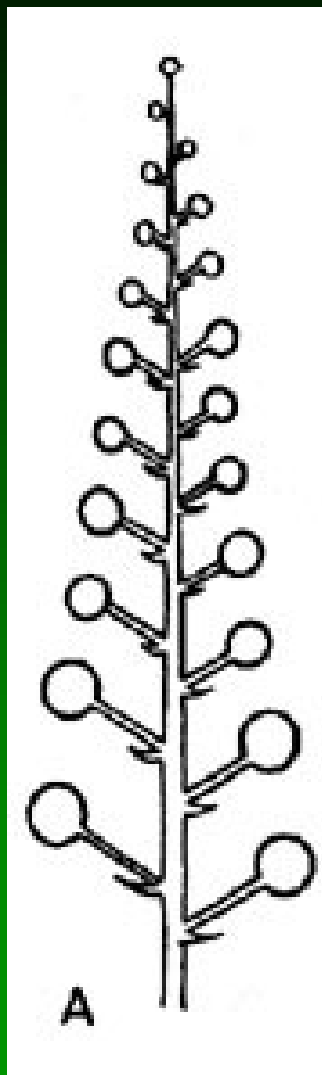


střemcha (*Padus racemosa*)



akát (*Robinia pseudacacia*)

hrozen

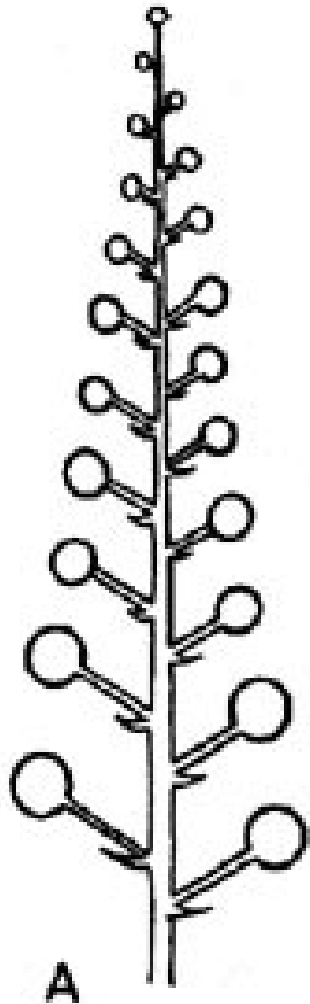


Inice květel (*Linaria vulgaris*)



rozrazil rezekvítek (*Veronica chamaedrys*) – úžlabní hrozny

hrozen

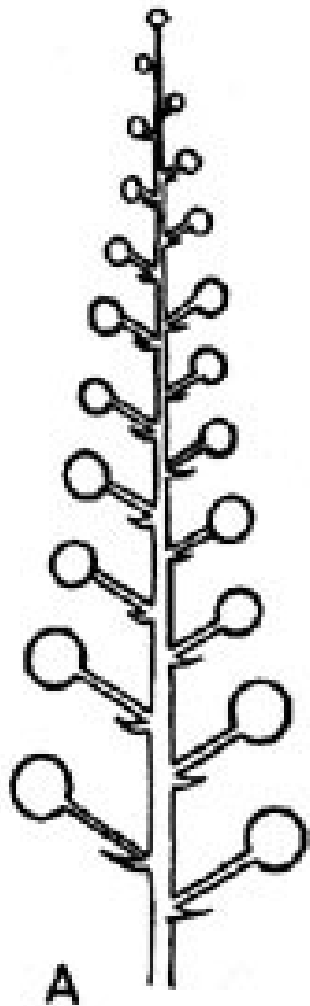


prstnatec (*Dactylorhiza majalis*)



modřenec (*Muscari*)

hrozen

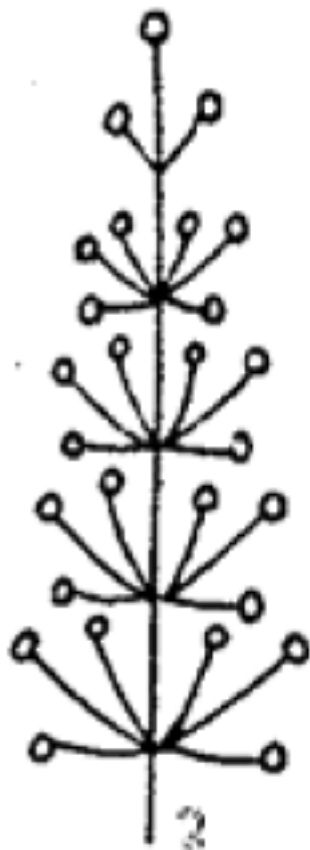


samorostlík klasnatý (*Actaea spicata*)



dřišťál (*Berberis vulgaris*)

# hrozen přeslenitý



*Hottonia palustris*, žebrotka  
bahenní



*Primula japonica*



jednostranný  
hrozen

*hruštička*  
(*Ranischia*)



*Vicia*



*Digitalis*



*Convallaria*



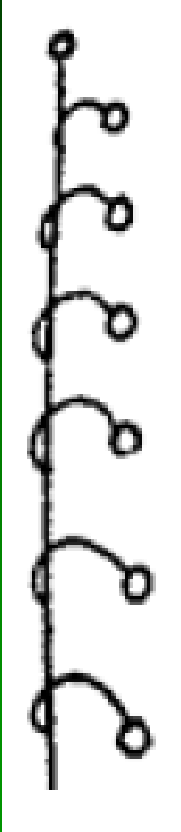
*Campanula rapunculoides*



*Melica nutans*

jednostranný  
hrozen

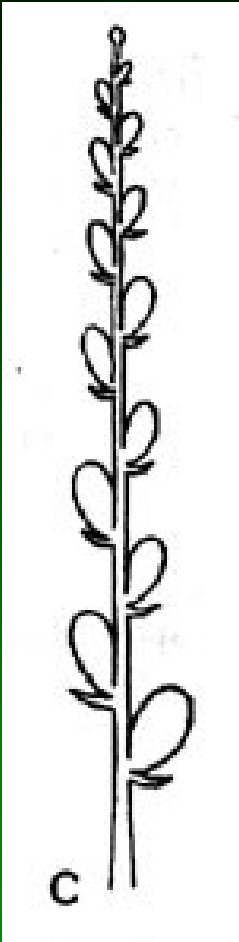
*Lathraea  
squamaria*



# Klas

rdest (*Potamogeton*)

jitrocel (*Plantago*)



ostřice (*Carex*)

krvavec  
(*Sanguisorba*)

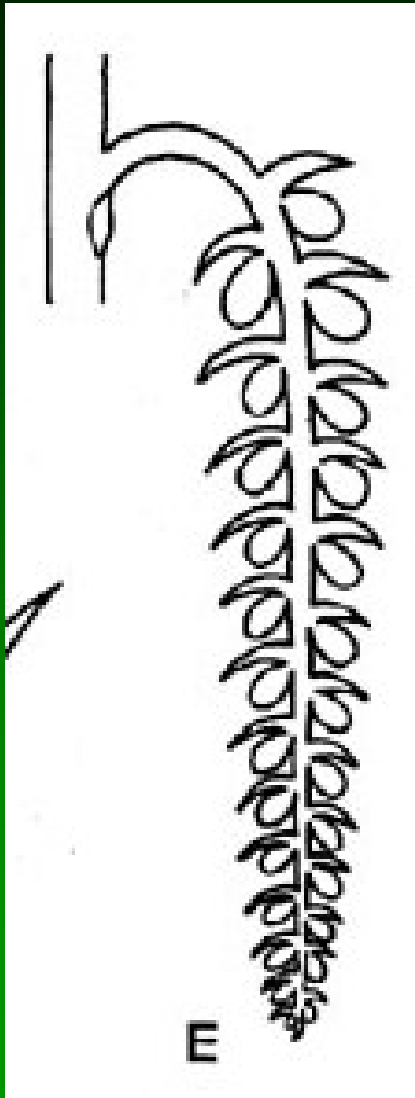


zvonečník (*Phyteuma*)

# Jehněda

*Populus tremula*

*Salix*



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



*Piper nigrum*  
Piperaceae  
© G. D. Carr

*Carex sylvatica*

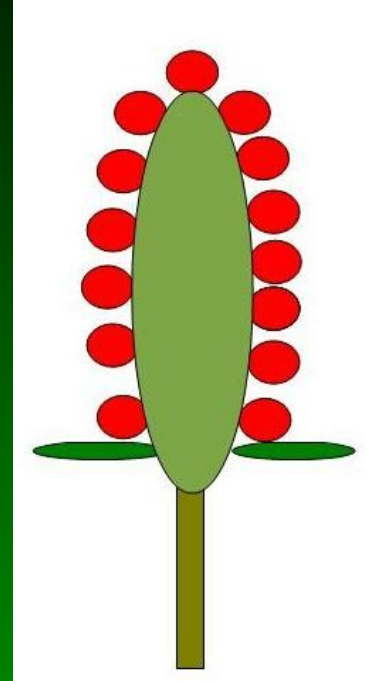
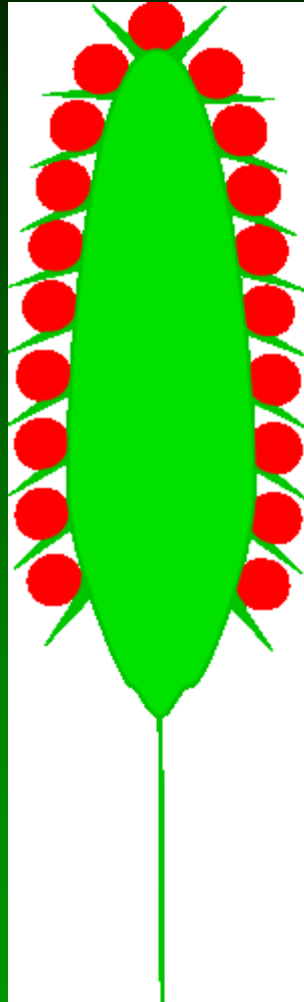
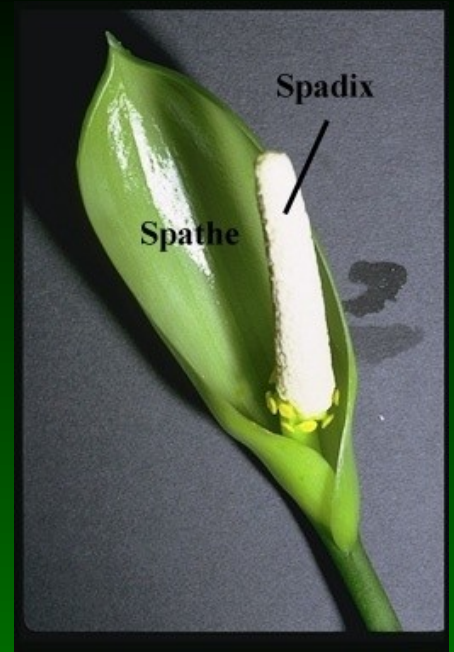
*Piper*



*Acorus*

# Palice

*Araceae*



*Zea*



*Typha*

# Jednostranný klas

*Melampyrum*



# Dvouřadý klas

*Bromelia*



*Cyperus*



# Klásek - *Poaceae*





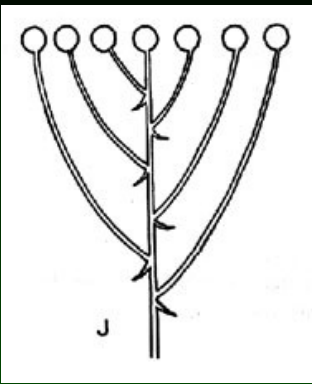
## Složený klas – klas z klásků (lichoklas)



*Blysmus*



*Lolium*



Chocholík

šťeničník (*Iberis*)



mahalebka  
(*Prunus  
mahaleb*)

snědek okoličnatý  
(*Ornithogalum  
umbellatum*)



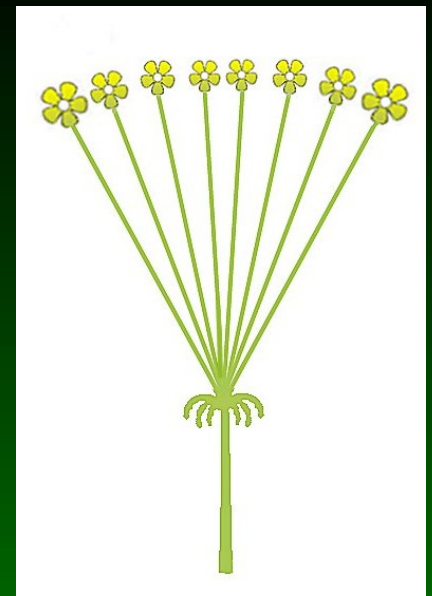


© 2000 Eleanor S. Saulys

štírovník  
(*Lotus*)

jarmanka  
(*Astrantia*)

(Jednoduchý)  
okolík



břečťan (*Hedera*)

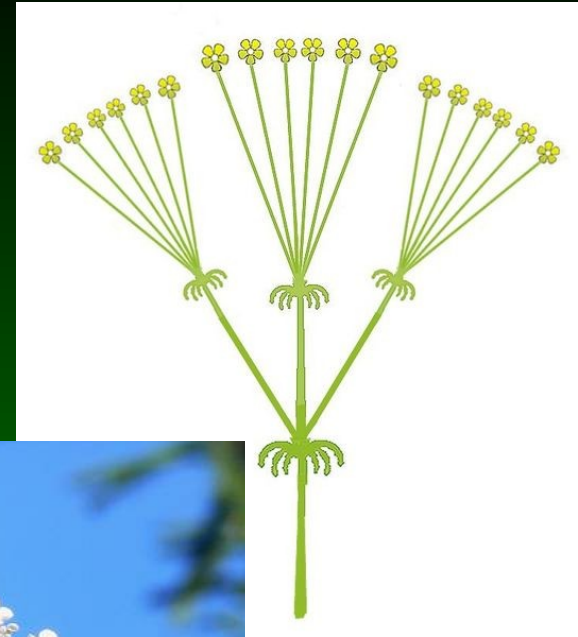


Složený okolík -  
*Apiaceae*



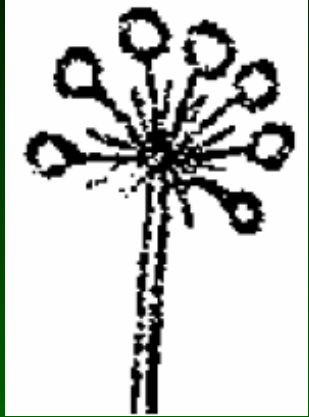
*Aegopodium  
podagraria*

*Daucus carota*



<http://botanika.wendys.cz>

# Hlávka

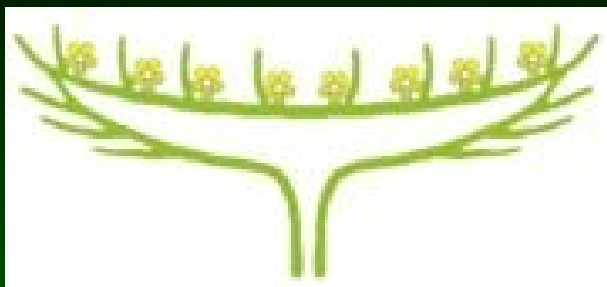


*Trifolium*

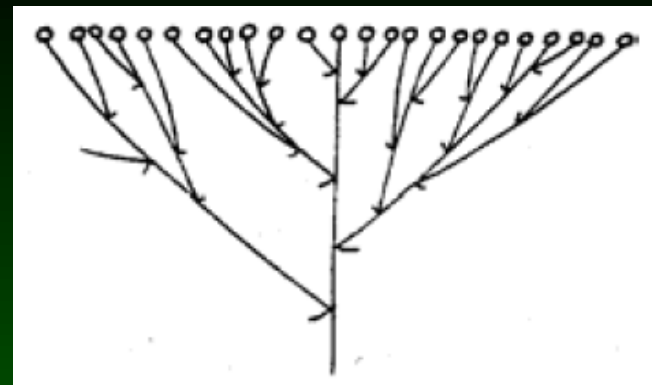


*Phyteuma orbiculare*

# Úbor - Asteraceae



# Chocholičnatá lata



© K. R. Robertson  
Illinois Natural History Survey

*Viburnum*



*Sambucus*

# Chochličnatá lata

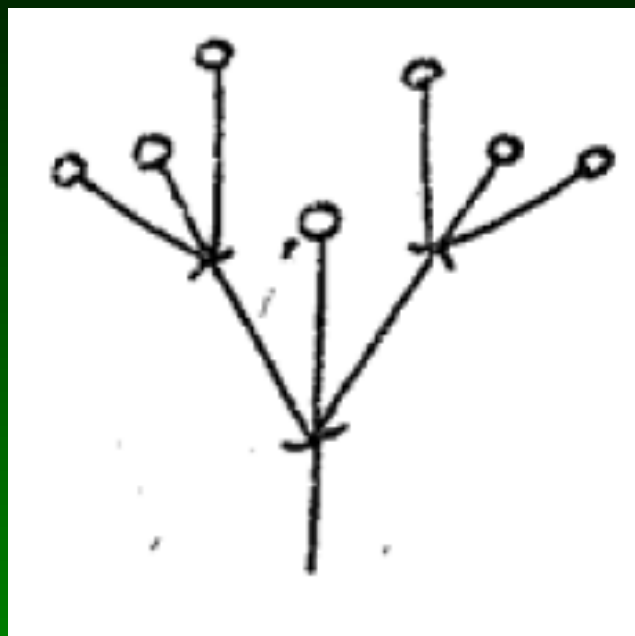


*sorbus aucuparia*  
© 2004 pictured by antonie van den bos  
for aycronto.com

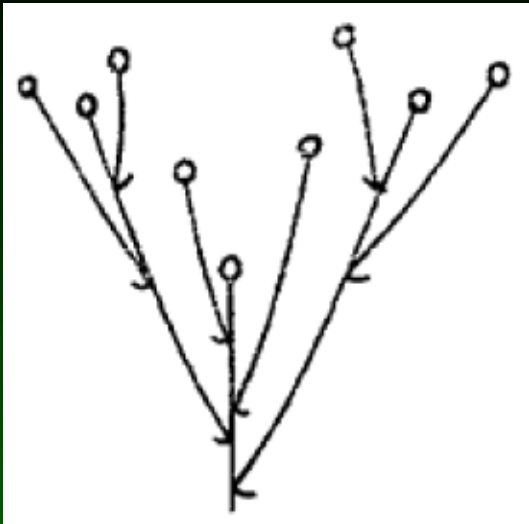


# Vrcholičnatá květenství

## Vidlan - *Caryophyllaceae*



# Kružel



*Juncus effusus*    *J. conglomeratus*  
strboulovitě stažený kružel



*Luzula*



*Filipendula*



*Schoenoplectus*

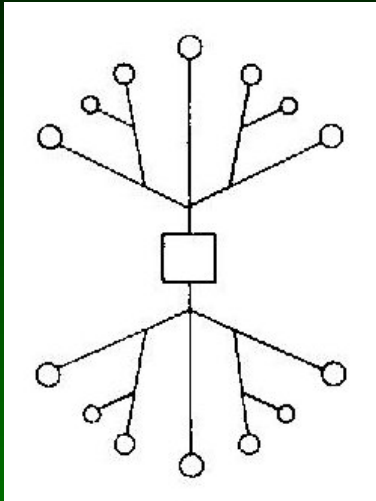


*Eriophorum*



strboulovitě  
stažený kružel

Lichopřeslen bývá tvořen vidlany (nebo vijany)



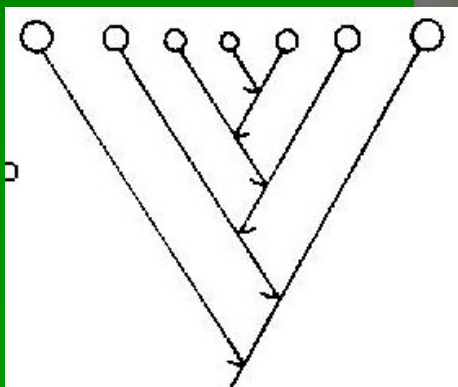
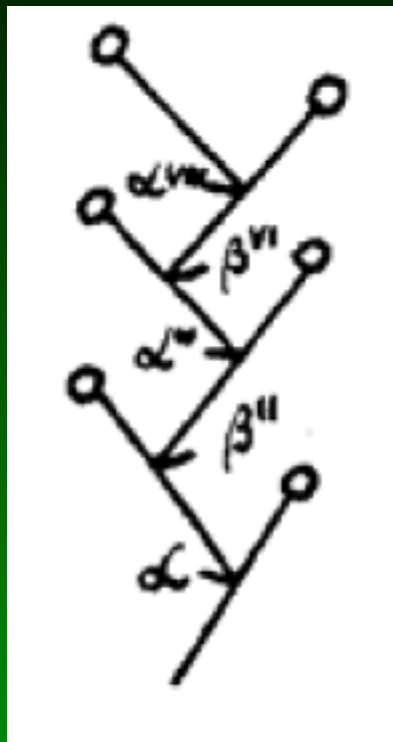
*Rumex*



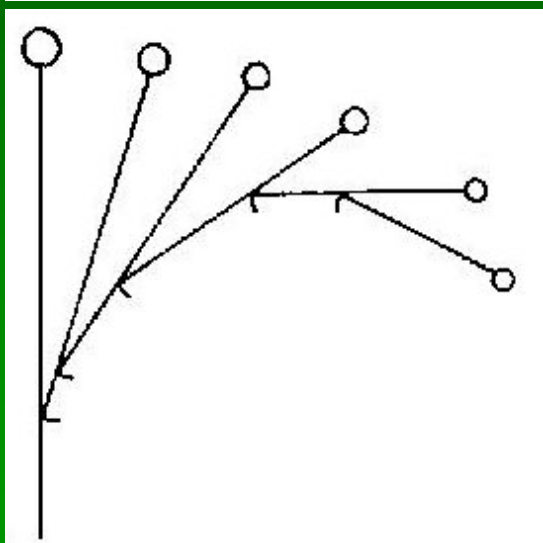
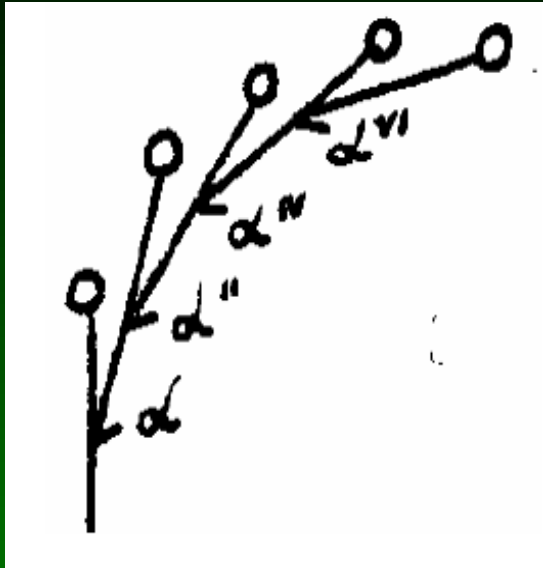
*Lamiaceae*



# Vějířek - *Iridaceae*



# Srpek – *Gladiolus*

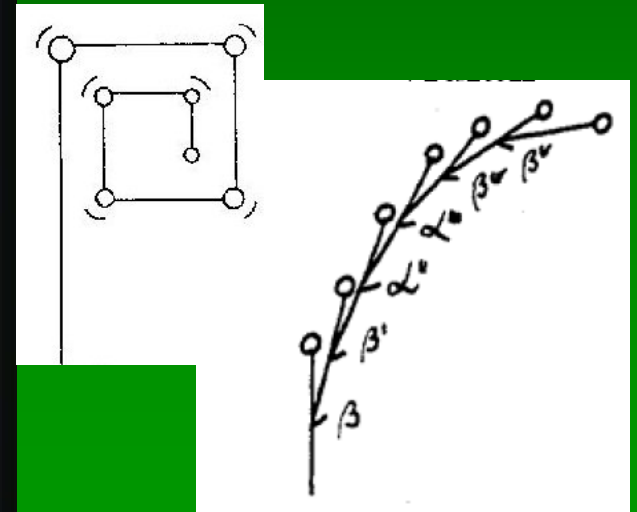


# Šroubel (o 90° a na jednu stranu)

šmel  
okoličnatý  
(*Butomus  
umbellatus*)

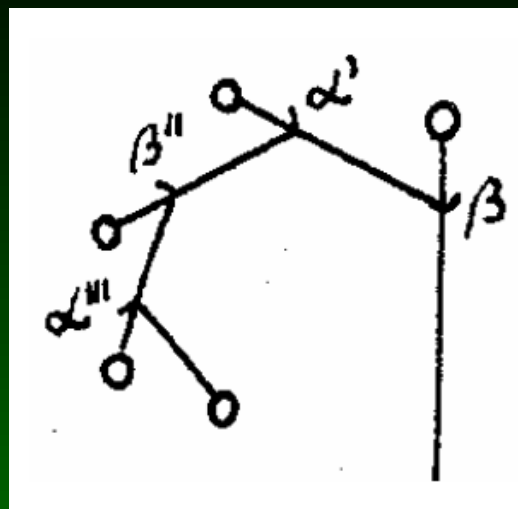


*Alliaceae*



Vijan (o 90° a na různé strany)

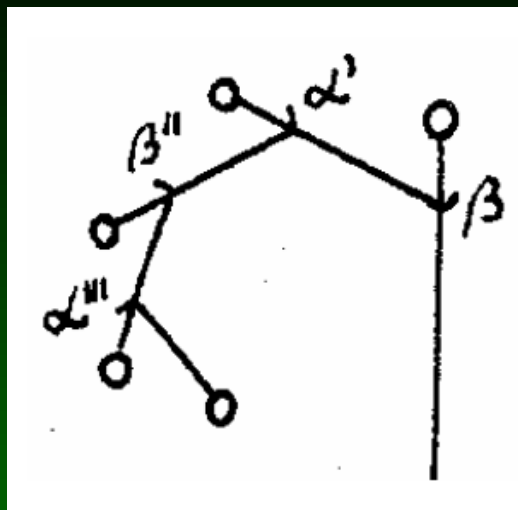
- *Solanum*





Dvojvijn (o 90° a na různé strany)

- *Boraginaceae*



# Příklady složených květenství a jim podobných zhovadilostí

# Hrozen až lata úborů

*Petasites*

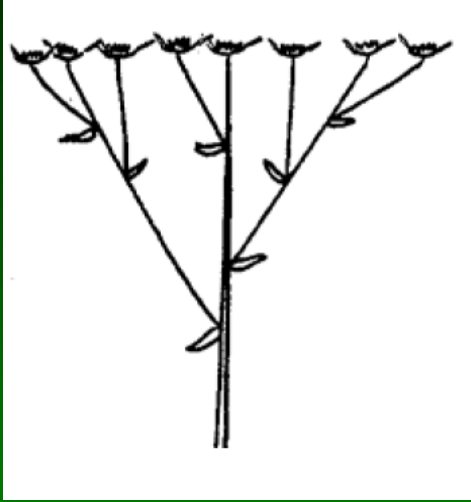


Chocholík až  
chocholičnatá  
lata úborů

*Achillea millefolium*



*Tanacetum vulgare*



*Eupatorium cannabinum*

*Tanacetum parthenium*

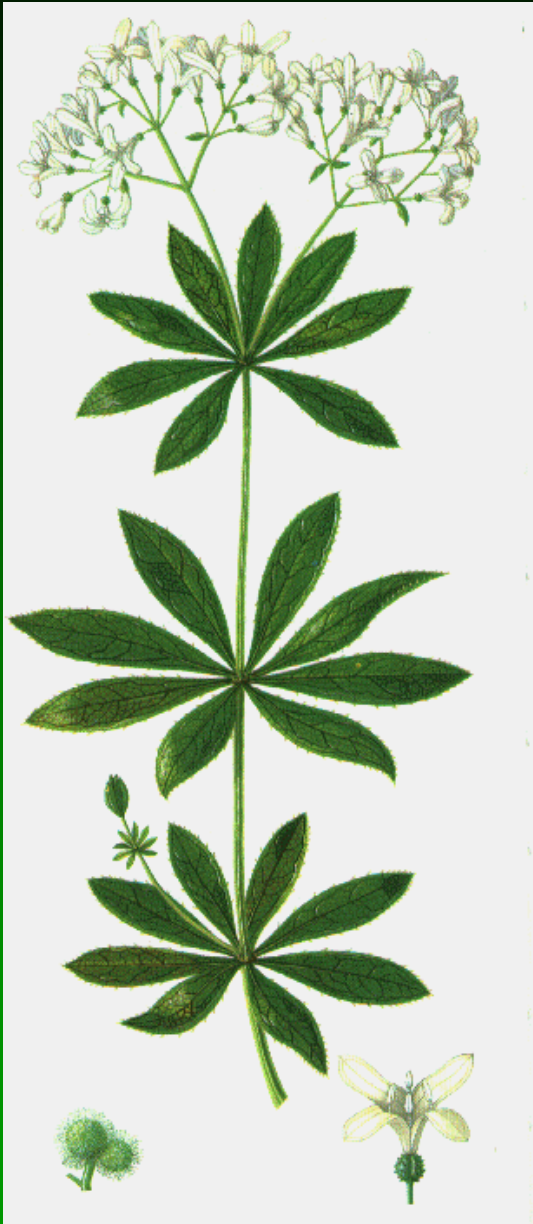
# Lata složená z klásků

třeslice (*Briza*)

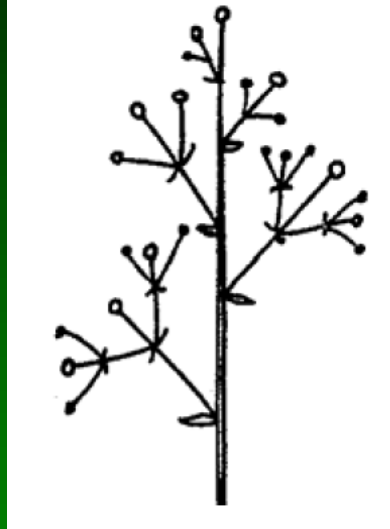
lipnice (*Poa*)



# Chocholičnatá lata vidlanů



*Galium  
odoratum*



*Galium  
album*

Lata vidlanů



# Lata vijanů

**jírovec (*Aesculus hippocastanum*)**



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

jednostranný  
hrozen složený  
z klásků

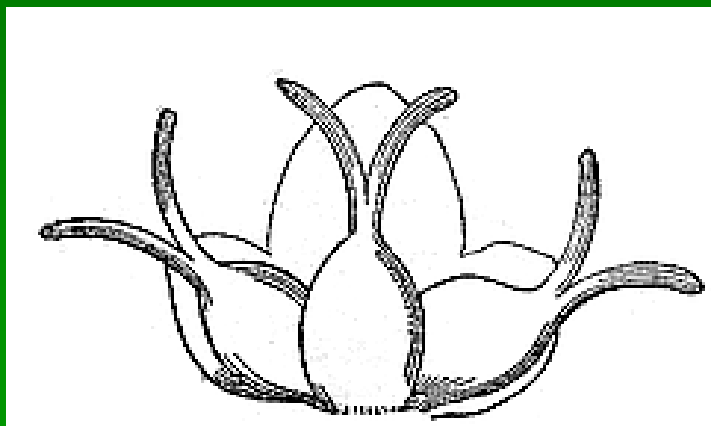
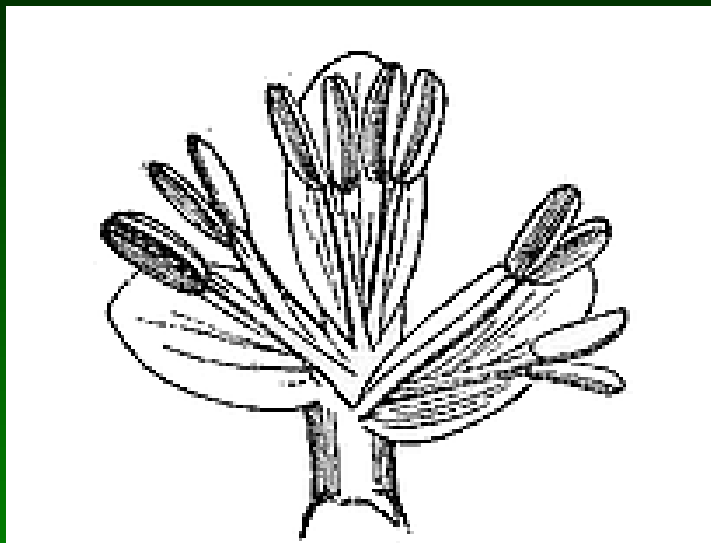


*Melica nutans*

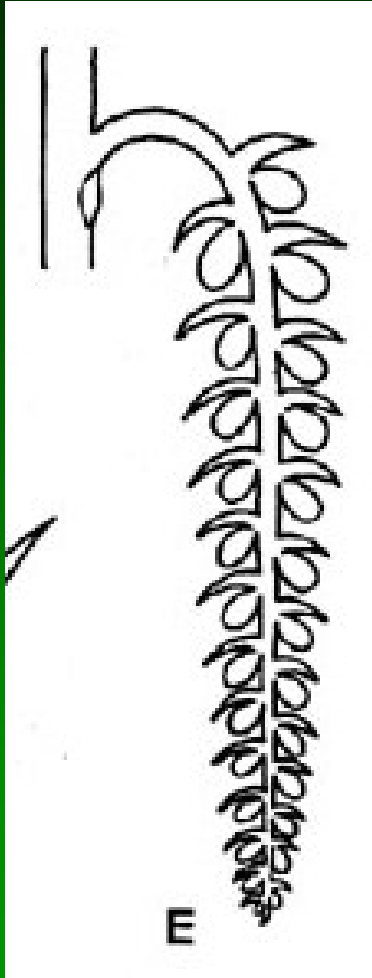


# Jehněda tvořená vidlany

*Betula*



Jehněda  
tvořená  
vidlany



*Quercus*

*Juglans  
regia*



*Castanea  
sativa*



*Alnus*

(samčí květenství)

# Strboul



*Succisa*



*Dipsacus*



*Knautia*

hlávka tvořená  
vidlany

*Dipsacaceae*

# Strboul jednokvětých úborů

*Echinops*



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



*Urtica* sp.  
Urticaceae  
© G. D. Carr

*Urtica*



*Chenopodium*

# Rozmnožování krytosemenných rostlin

morfologie pohlavních  
orgánů

rodozměna

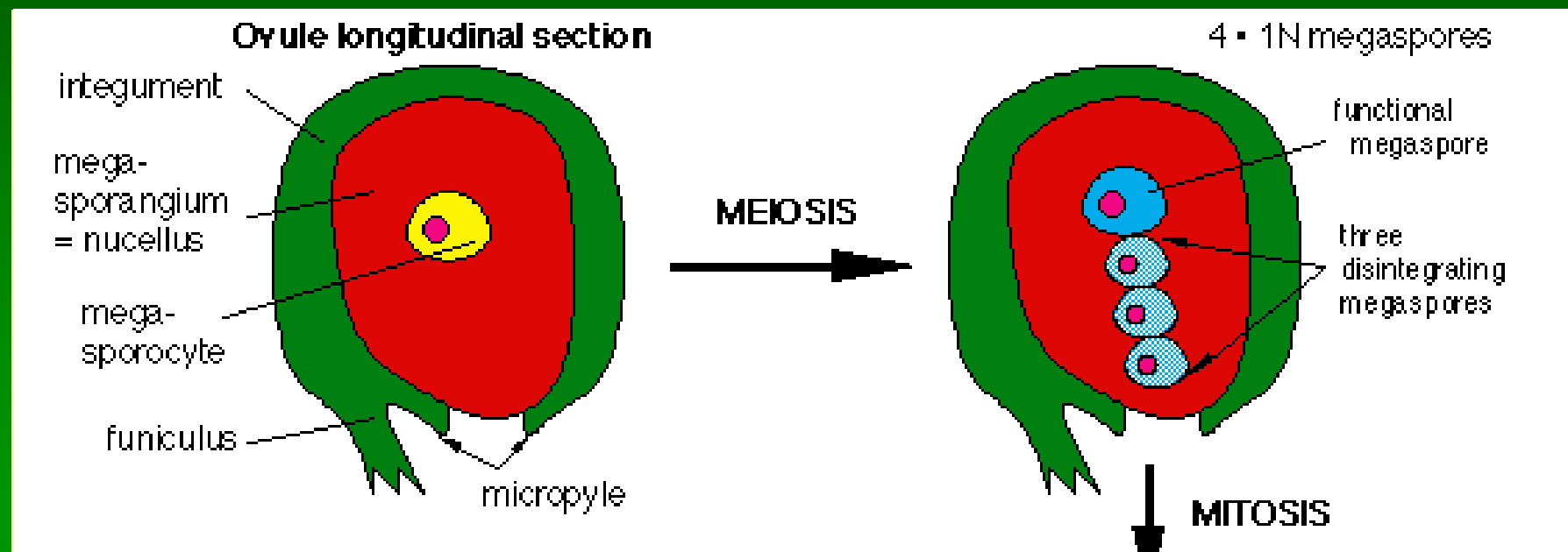
# Vajíčko

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

klový otvor (mikropyle), nemá pylovou ani archeconiální komoru

s placentou spojeno poutkem (funiculus)

primární živné pletivo (nucellus) homolog megasporangia resp. archesporu

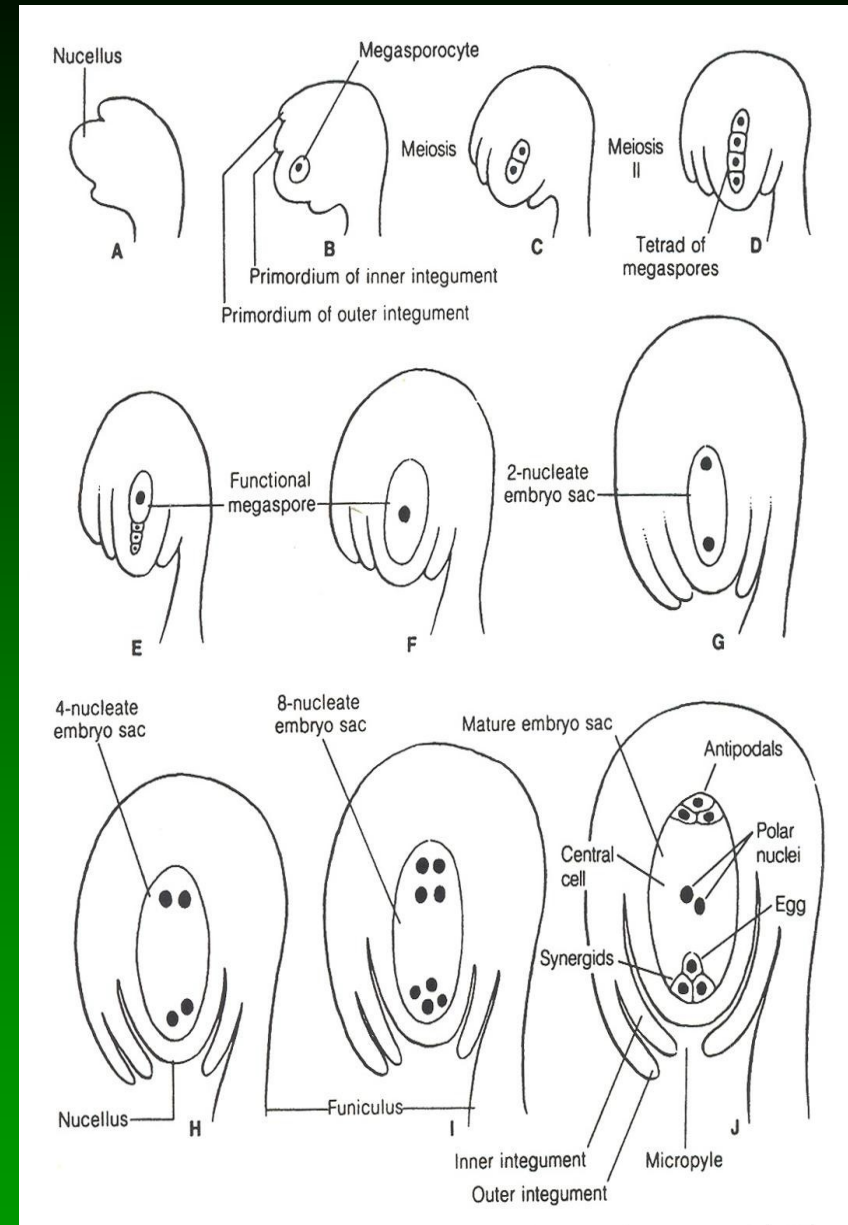


# Zrání zárodečného vaku

- (1) zveličená buňka nucellu = 1 megasporocyt
- (2) 2x meióza megasporocytu = 4 megaspóry
- (3) tři megaspóry zanikají
- (4) 3x mitóza zbylé megaspóry = 8jaderný zárodečný vak
- (5) 6 jader se s částí cytoplazmy osamostatní v oosféru, 2 synergidy a 3 antipody
- (6) 2 jádra se spojí v centrální jádro

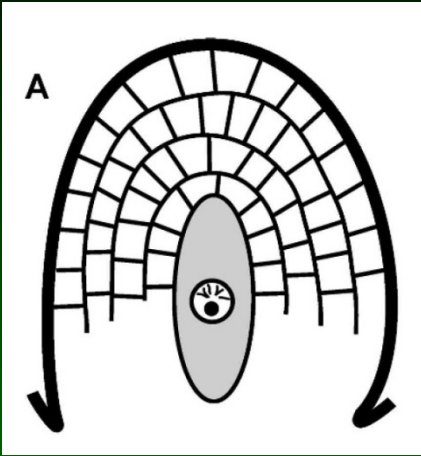
(70% krytosemenných má 8-jaderný)

Zárodečný vak = homolog  
megaprotalia = samičího gametofytu

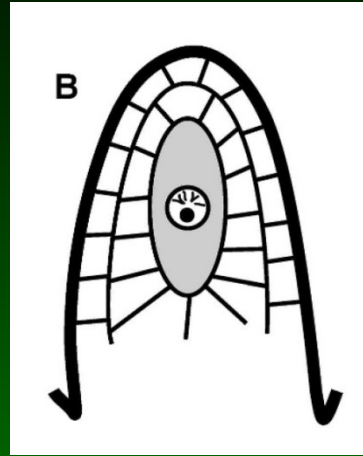




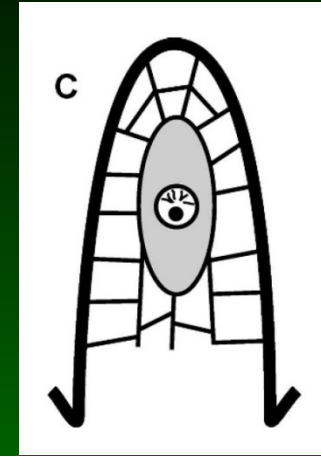
# Typy vajíček dle tloušťky nucellu nad megasporocytem



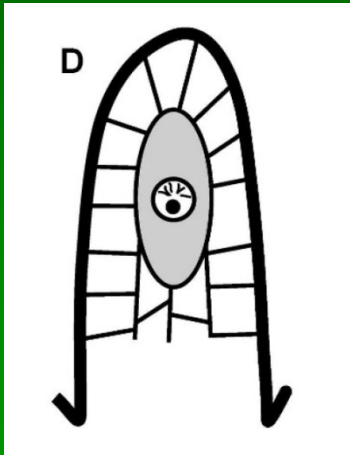
krasinucelátní s několika vrstvami



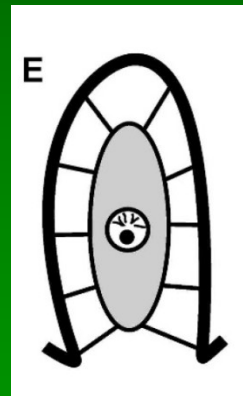
slabě krasinucelátní se 2 vrstvami



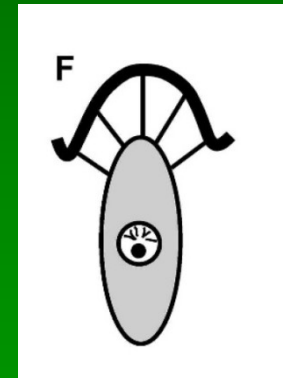
pseudokrasinucelátní s 1 vrstvou periklinálně rozdělenou na 2 nad megasporocytem



neúplně tenuinucelátní s 1 vrstvou nad megasporocytem a sterilní tkání vyplňující bázi nucellu

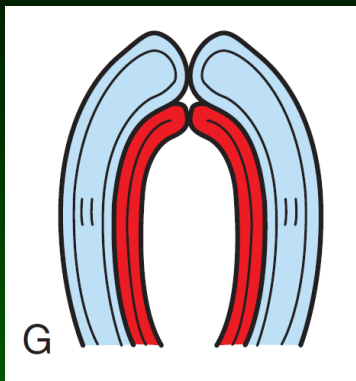


tenuinucelátní s 1 vrstvou nad megasporocytem

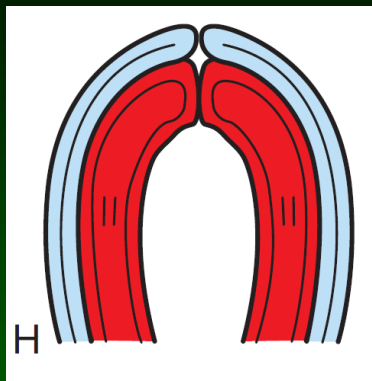


redukované tenuinucelátní s meiocytem delším než nucellus a tudíž bazálně postaveným

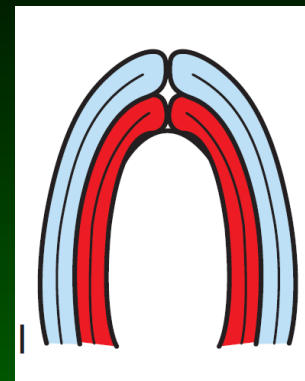
# Typy vajíček dle tloušťky a počtu obalů = integumentů



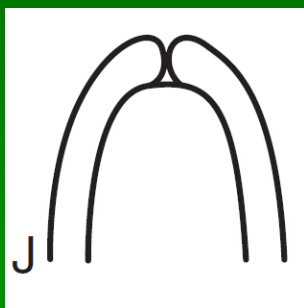
G  
bitemické s vnějším  
integumentem tlustším



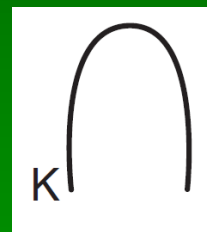
H  
bitemické s vnitřním  
integumentem tlustším



I  
bitemické se stejně  
silnými integumenty



J  
unitemické



K  
ategmické

# Typy vajíček dle postavení vůči poutku (funiculus)



**Orthotropní:** Mikropyle, chaláza a funikulus v jedné linii: *Piper*, *Polygonum*.



**Anotropní:** Otočené o 180°  
Mikropyle leží poblíž jizvy (hilum) - u 4/5 čeledí krytosemenných.



**Hemitropní:** Otočené o 90°  
st (např. *Ranunculus*).



**Kampylotropní:** Ohnuté o 90°  
(*Fabaceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*).

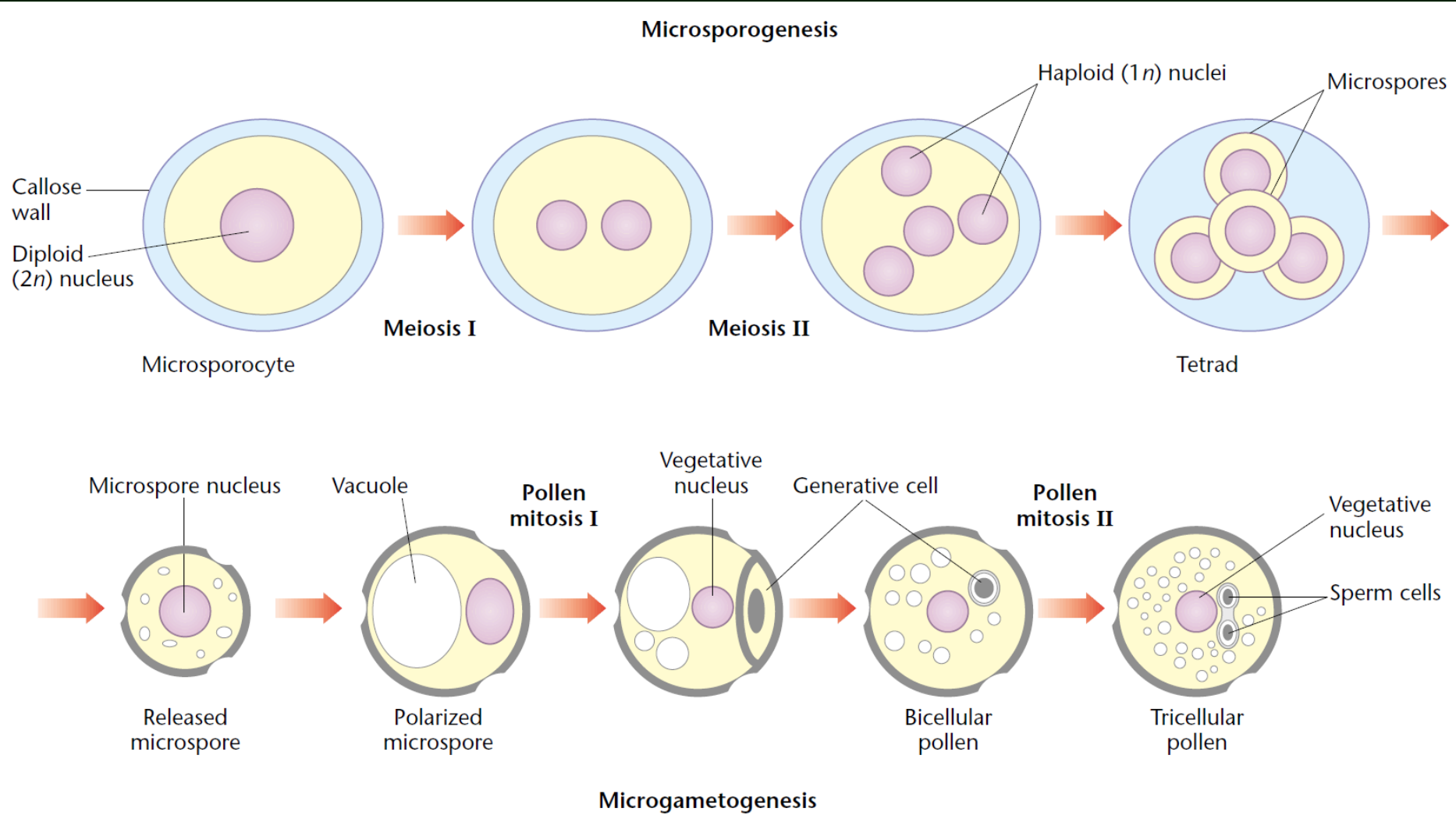


**Amfitropní:** Podkovovitě zahnuté vajíčko i embryo  
(*Lemna*, *Papaver*, *Alisma*).



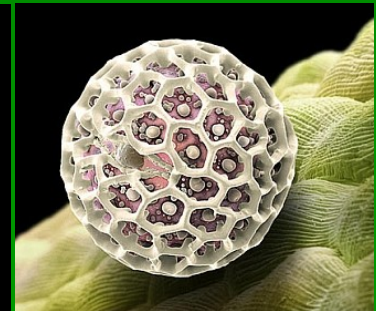
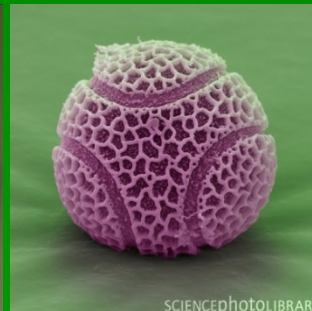
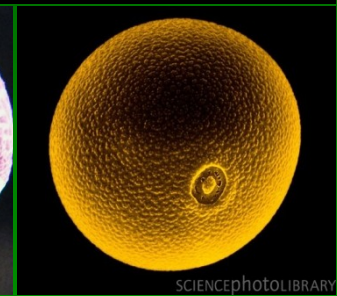
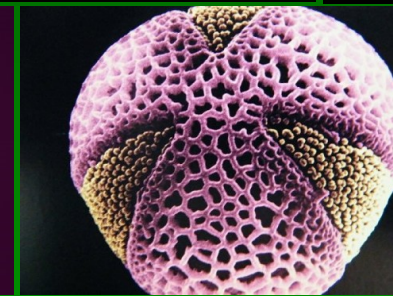
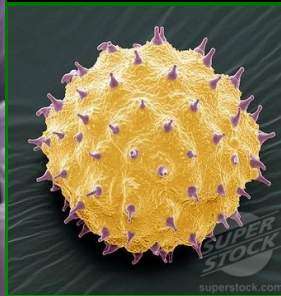
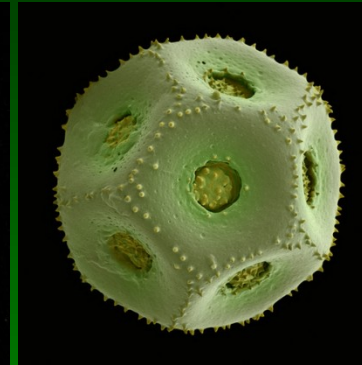
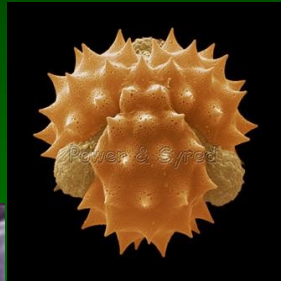
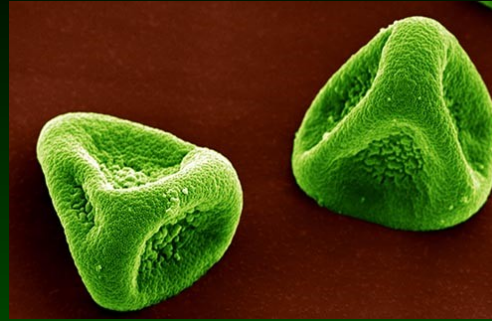
**Circinotropní:** Stočené o 360°  
(*Opuntia*, *Plumbaginaceae*).

# Ontogeneze pylu



# Pyl a opylení (angl. pollination)

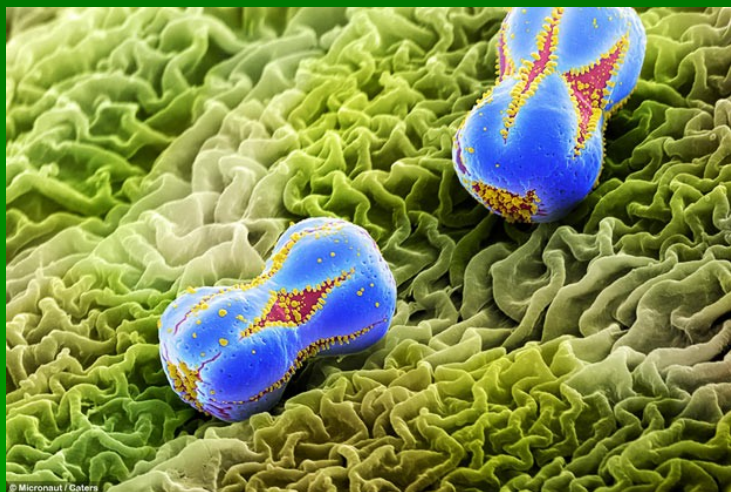
pylová zrna bez  
vzdušných  
vaků



# 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



# Opylování plazy (gekony) je vzácné



# Opylování plži – molluscogamie – je vzácné



# Také vačnatci mohou opylovat



Possam medosavý (*Tarsipes rostratus*)

# Vzácně mohou opylovat také hlodavci



# Opylovat mohou dokonce i primáti (madagaskarští lemuři)





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

Cleistogamous flowers in *Viola*



cleistogamous flower



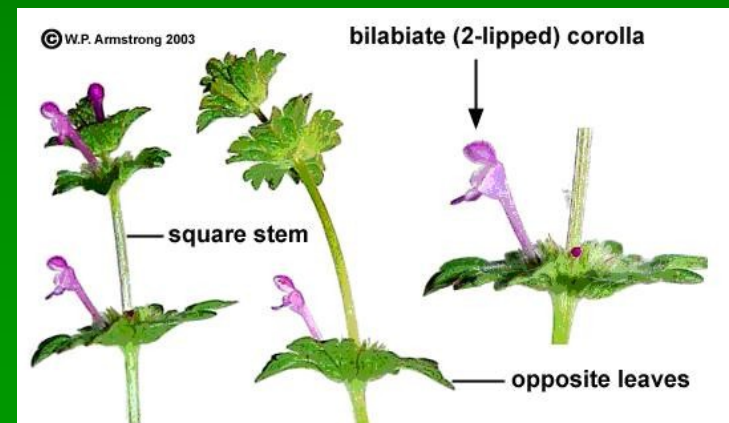
© W.P. Armstrong 2003



Chasmogamické květy rodu *Viola*



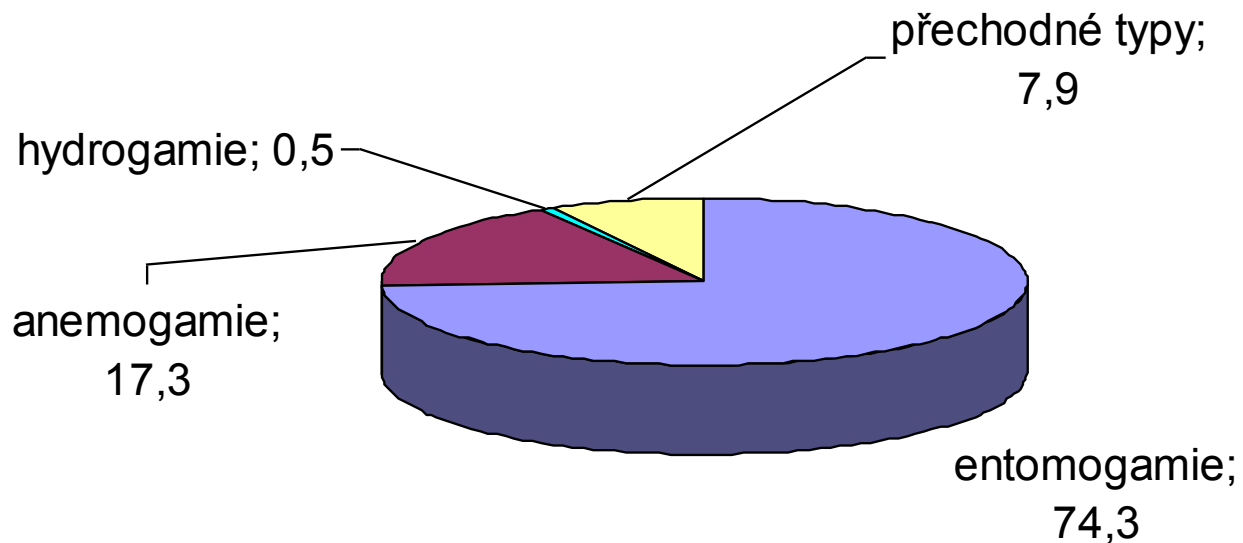
Chasmogamické květy u *Lamium amplexicaule*



# Zastoupení typů opylení se liší podle geografických oblastí

V Česku je zdaleka nejčastější entomogamie a anemogamie

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)

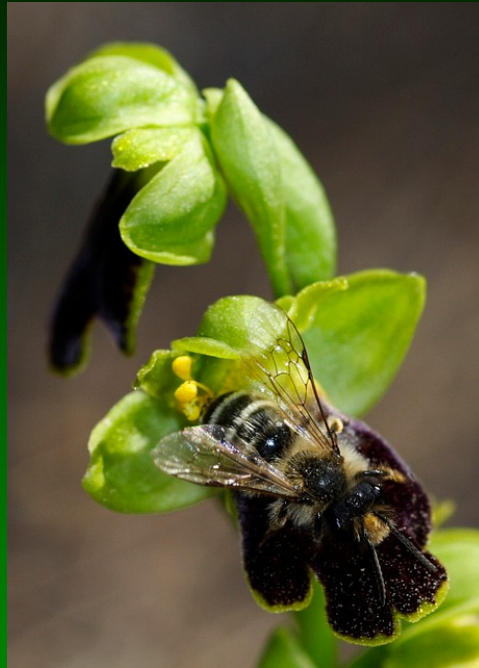


K navigaci hmyzu slouží barva květu popř. sametový nebo naopak lesklý povrch korunních lístků

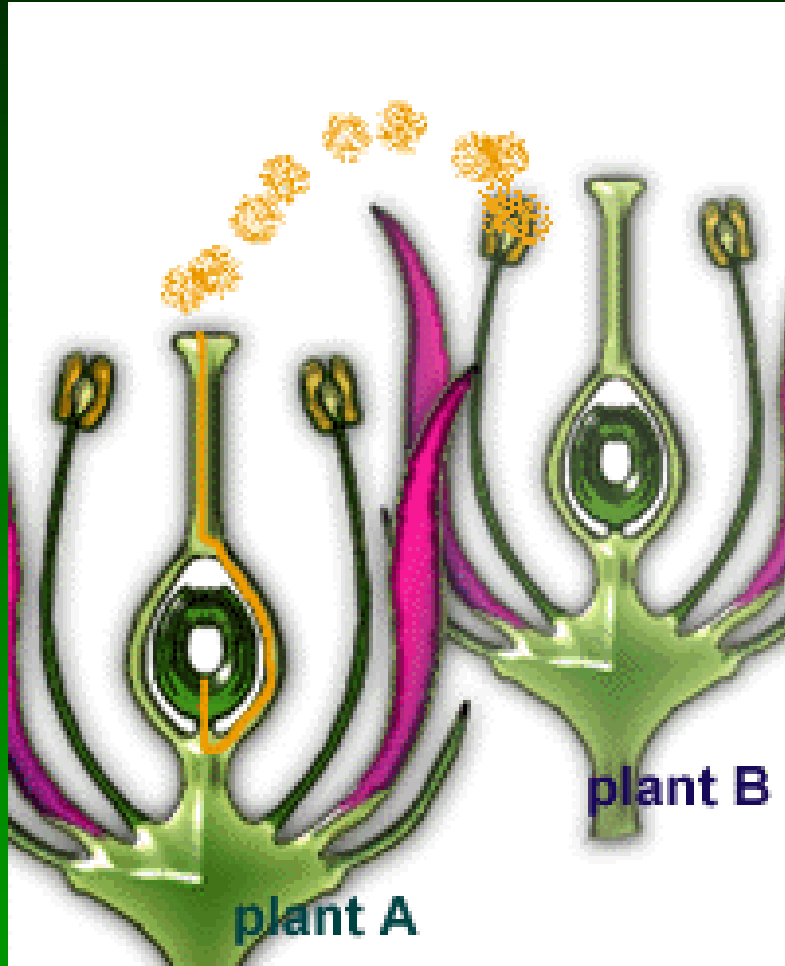
a vůně - nektar  
ani pyl však vůni  
nevydávají - ta  
se vytváří buď  
korunními lístky  
nebo nitkami  
tyčinek.



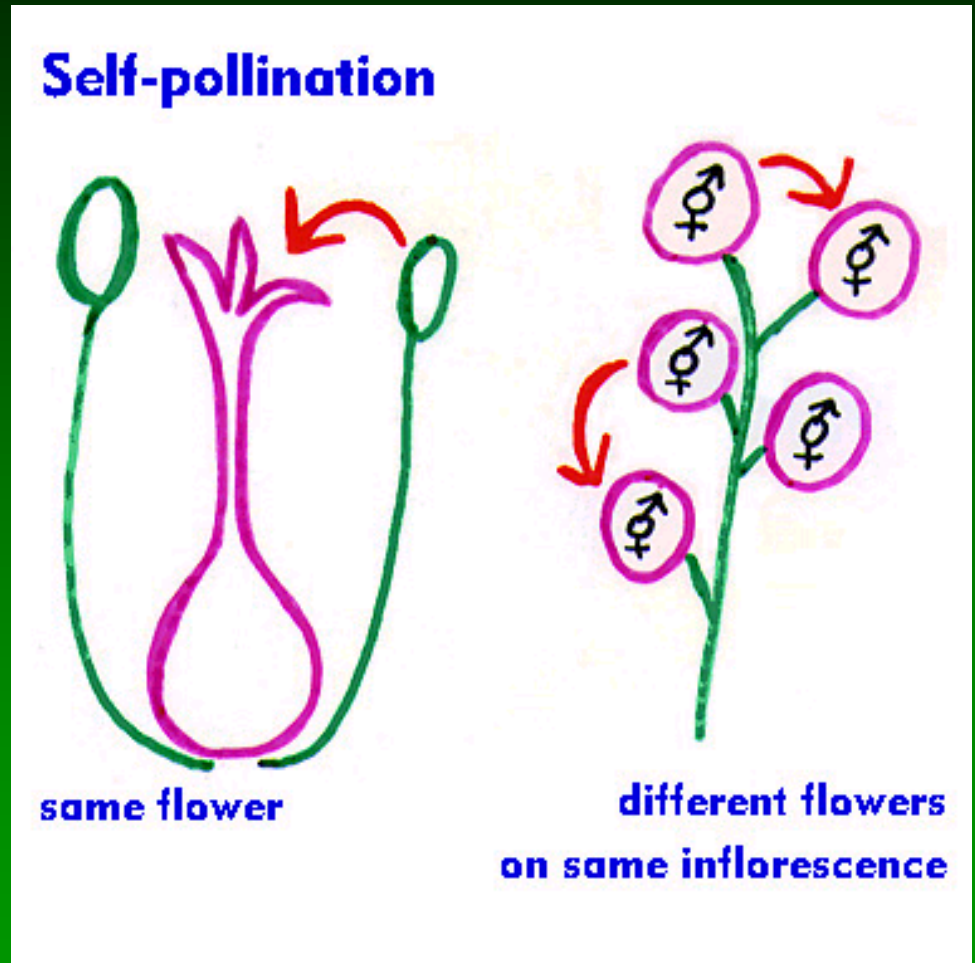
# Pseudokopulace – tořič (*Ophrys*, *Orchidaceae*)



Alogamie (outcrossing)  
=> heterózní efekt, ale ...

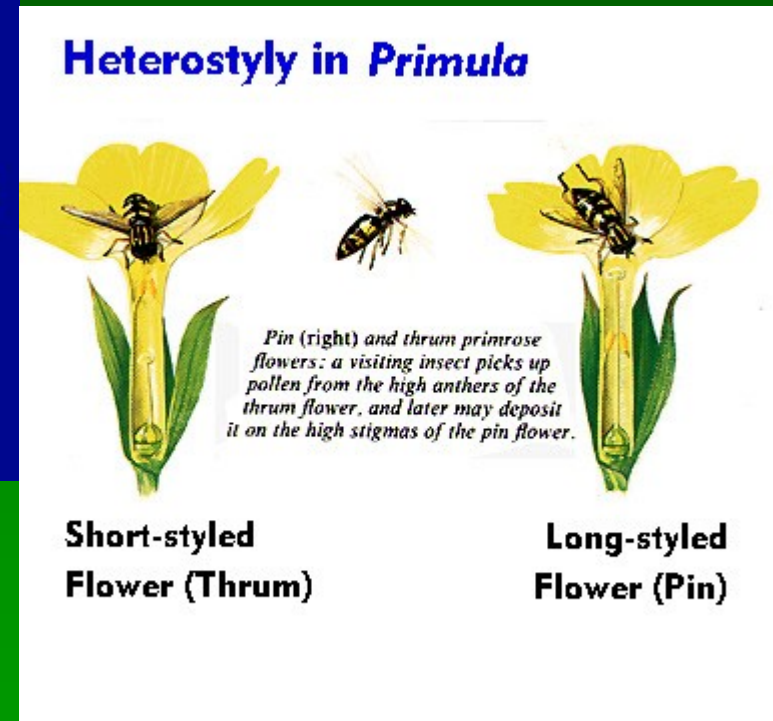
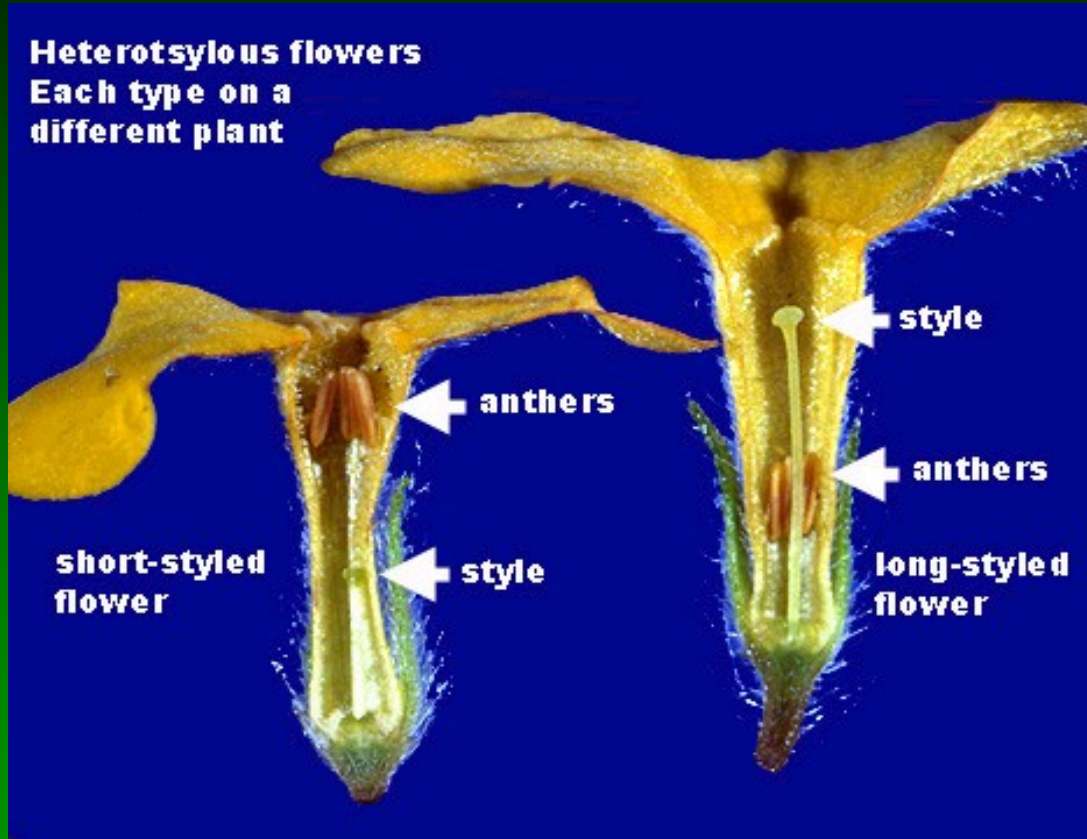


Autogamie (selfing)  
=> inbrední deprese, ale ...

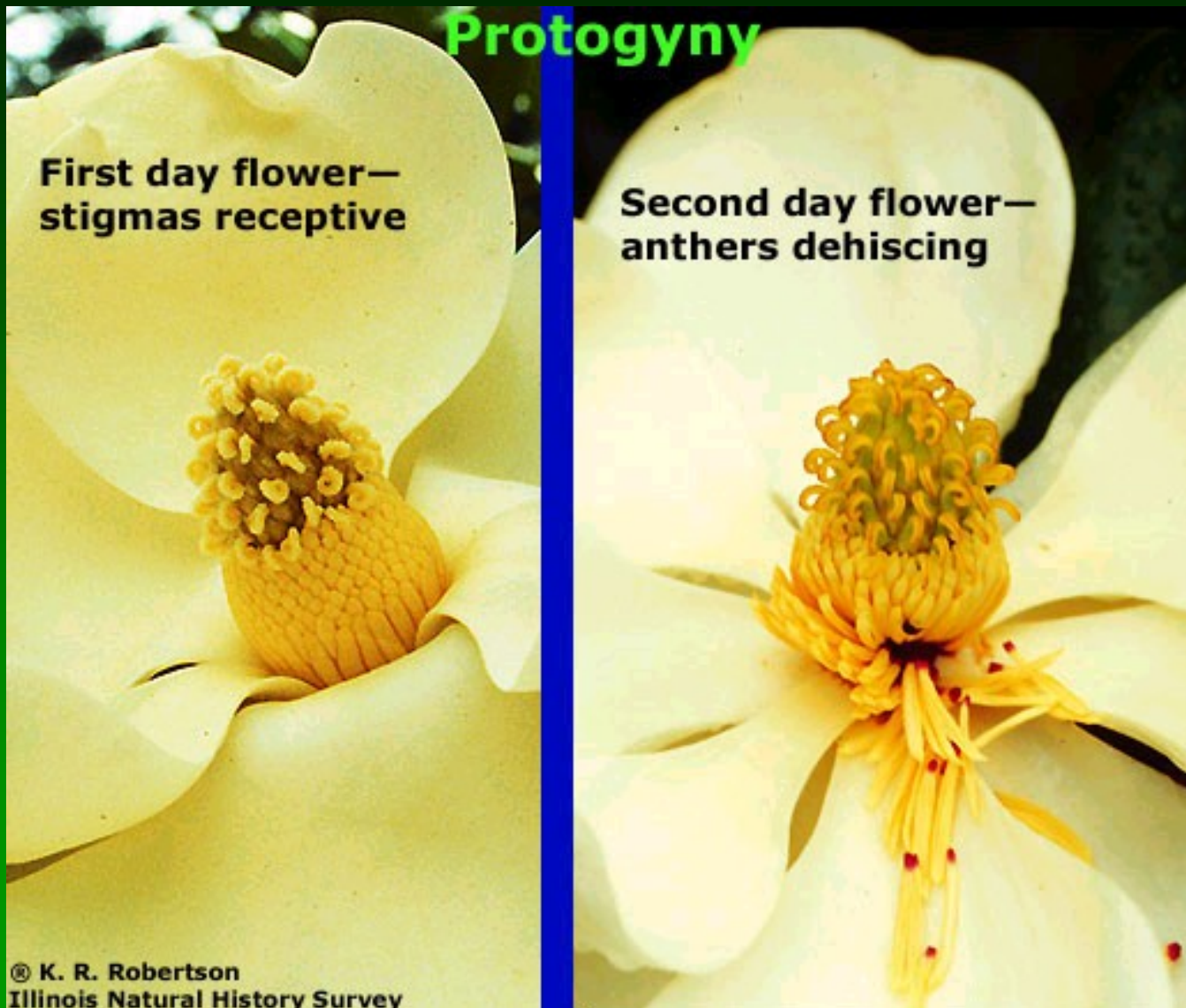


self kompatibilita x self inkompatibilita

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

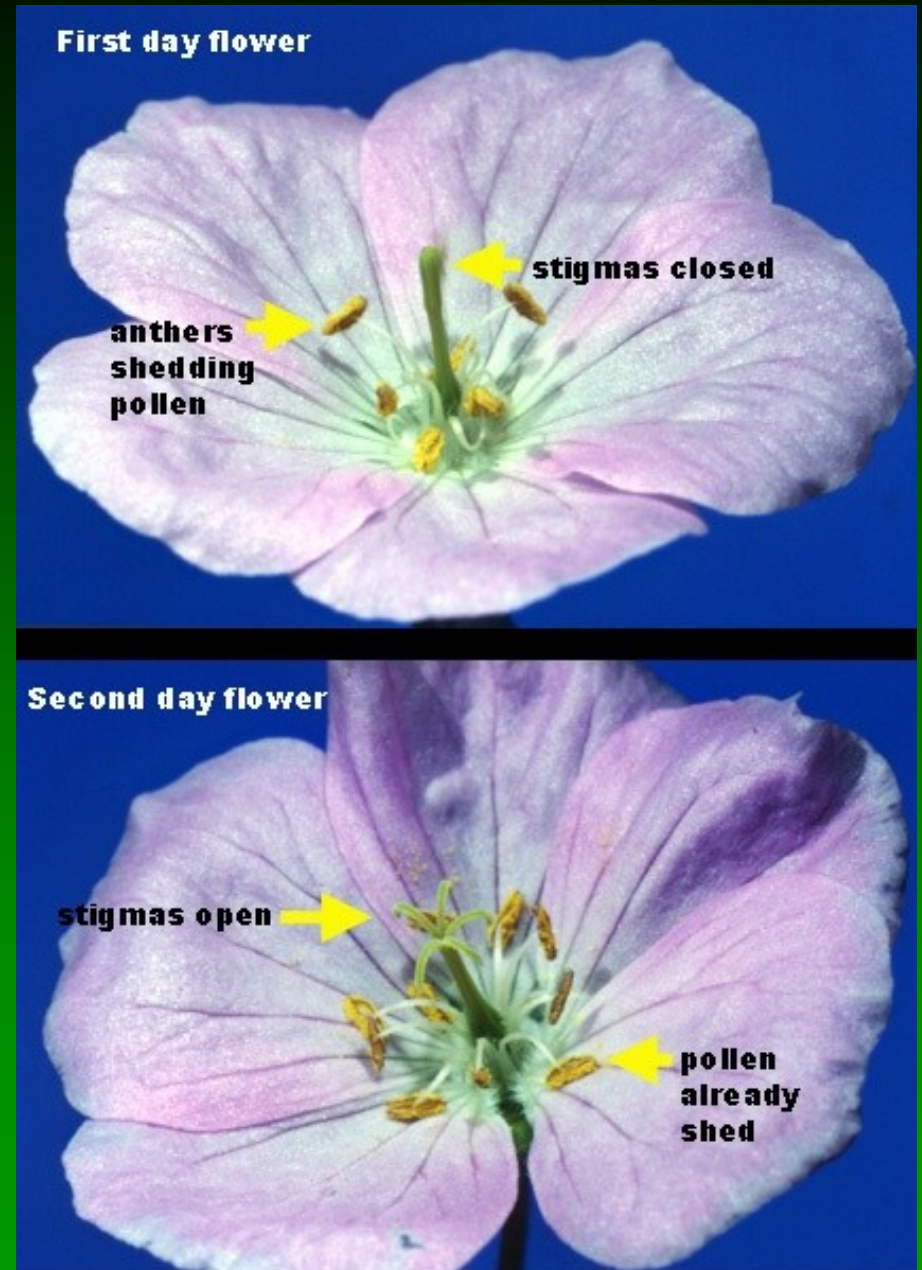


# Dalším způsobem jak se bránit autogamii vlastním pylem je protogynie





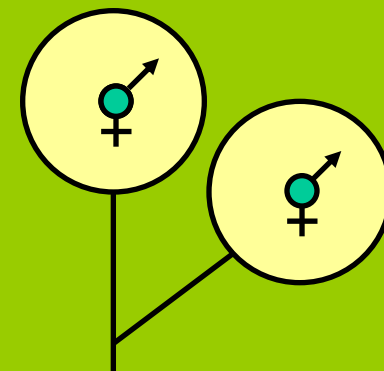
Analogickým způsobem  
může bránit bránit  
autogamii také  
**protandrie**



# Hermafroditní květ a hermafroditní druh není totéž !

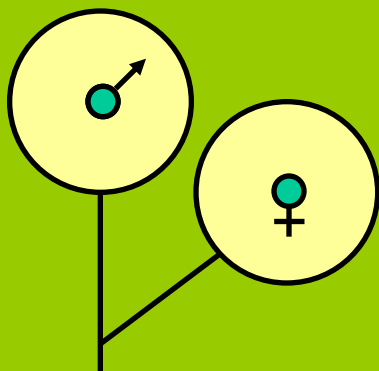
Většina druhů krytosemenných je hermafroditních – v Evropě 89%, v tropech 60%.

**Nejčastější případ hermafroditního druhu  
- jeho květy jsou oboupohlavné**

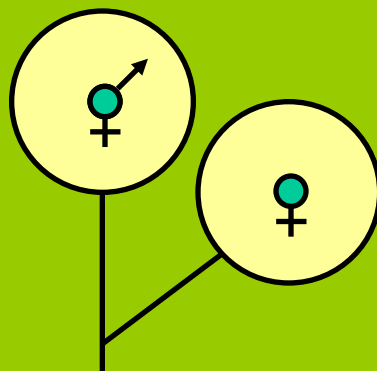


Vzácnější případy hermafroditních druhů se zcela nebo zčásti jednopohlavnými květy

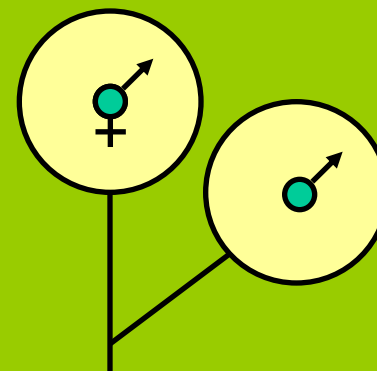
**monoecie**



**gynomonoecie**

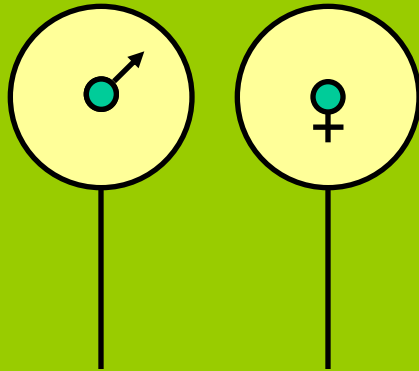


**andromonoecie**



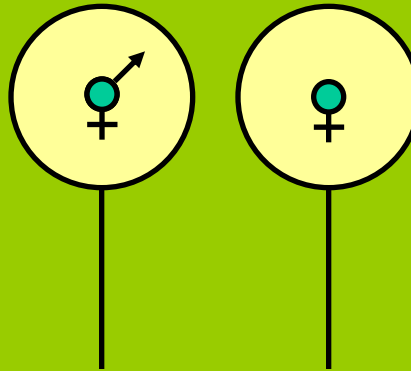
Protikladem hermafroditních druhů jsou  
**druhy s odděleným pohlavím**

**dioecie**



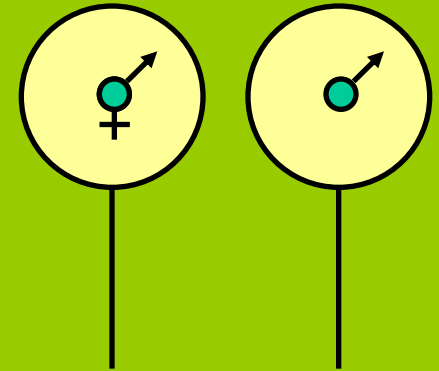
4 %

**gynodioecie**



7 %

**androdioecie**

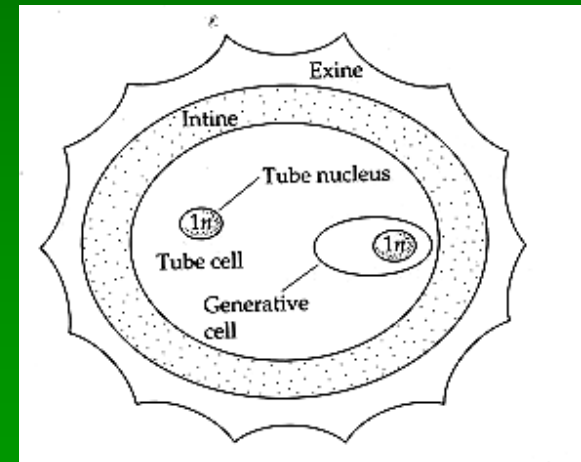
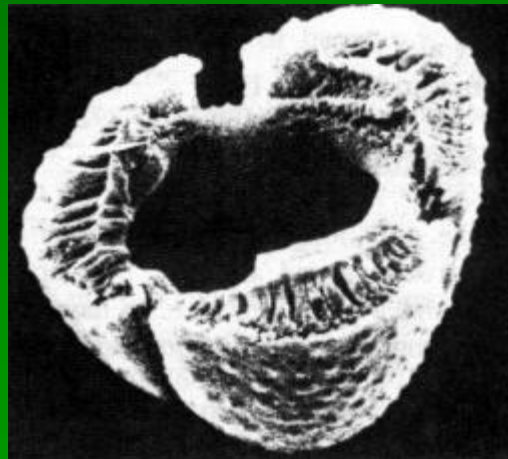
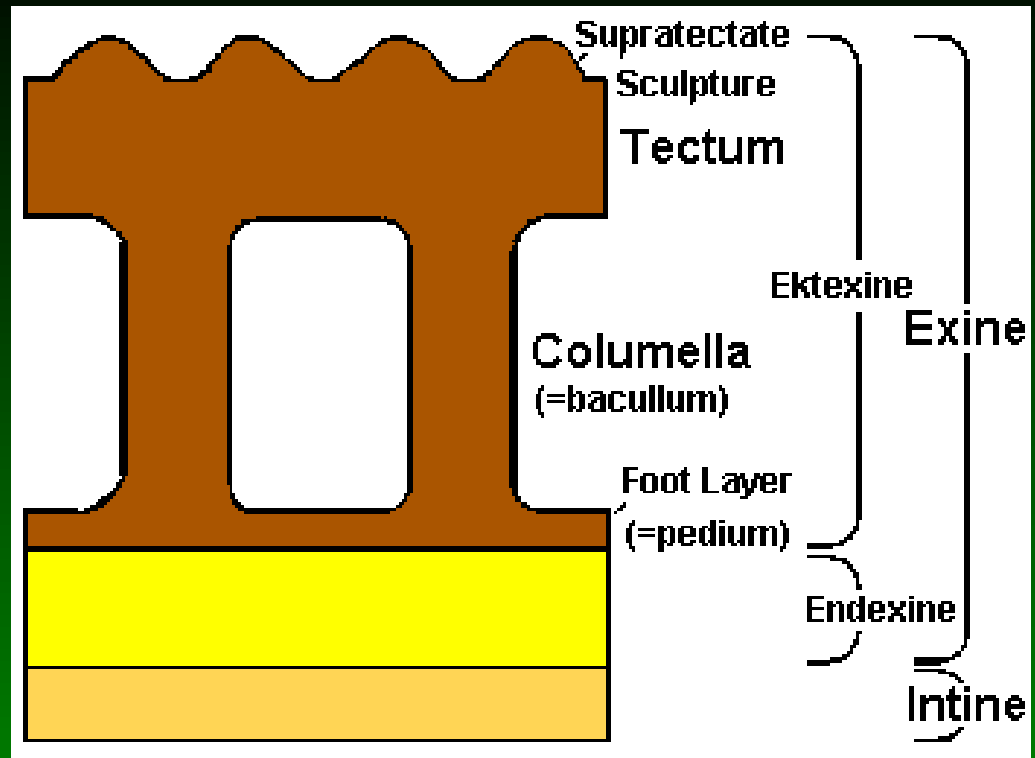
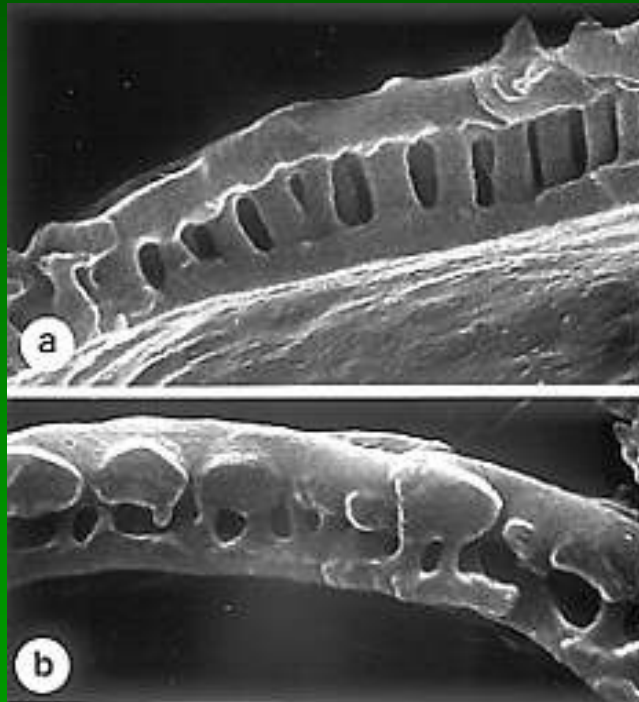


0,1 %

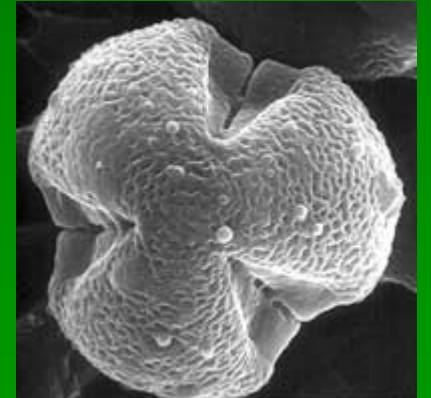
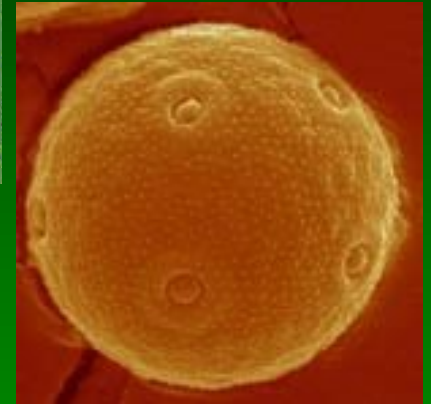
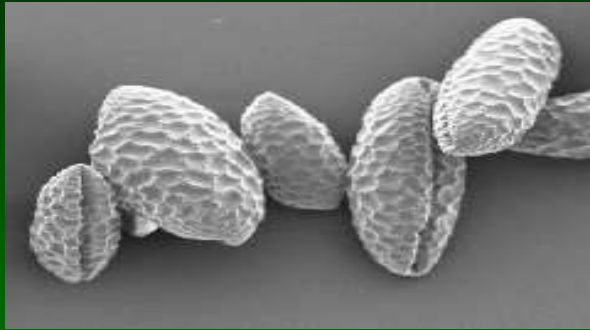
v Evropě je krytosemenných druhů s odděleným pohlavím  
přibližně 11 %

# Povrch pylu

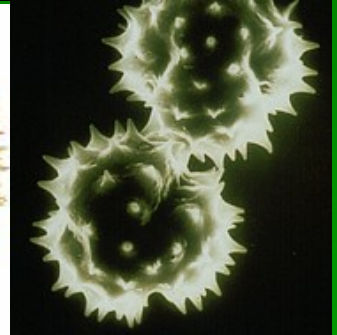
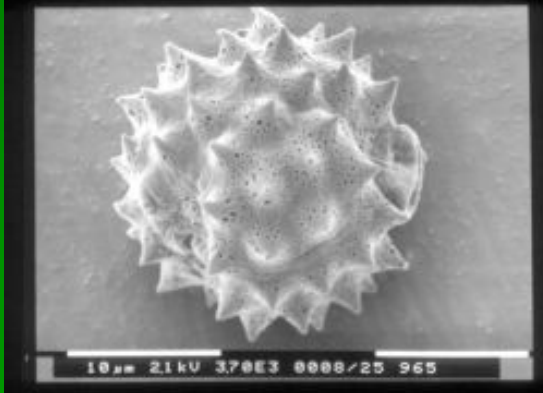
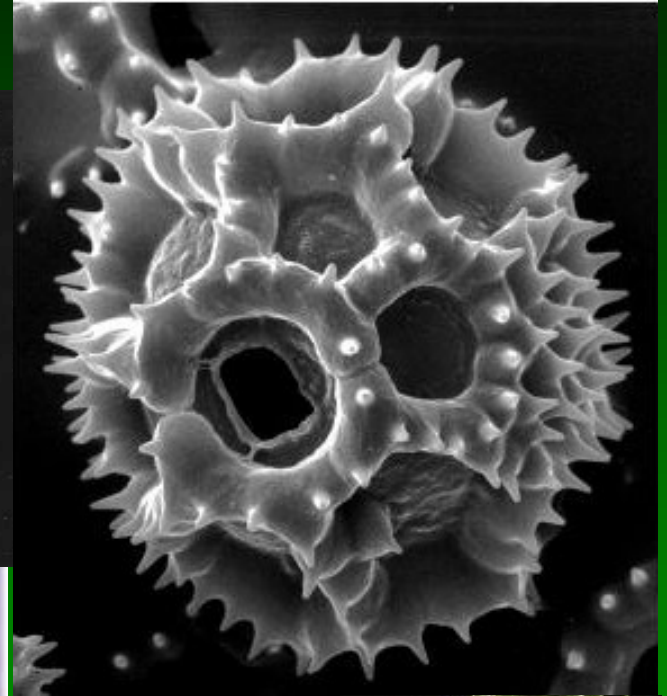
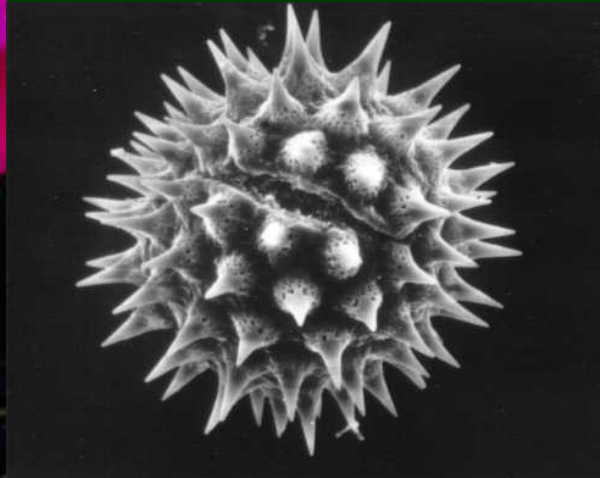
Povrch pylového zrna tvoří dvouvrstevná blána: vnější – exina a vnitřní – intina



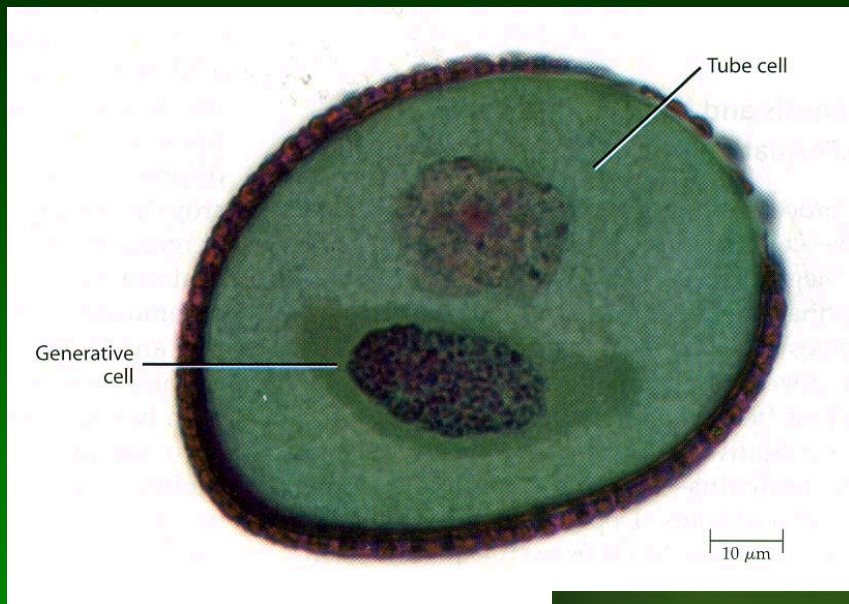
U anemogamních druhů bývá pyl hladký,  
u hydrogamních je bez zvláštních  
přizpůsobení



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

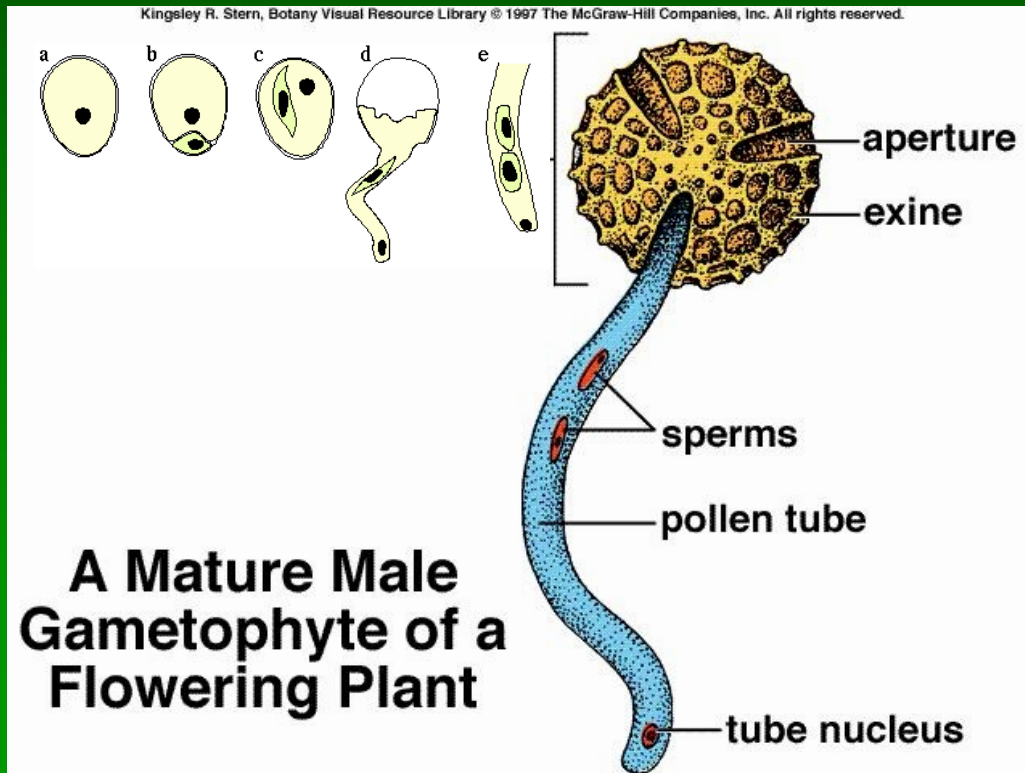


Jednobuněčné pylové zrno se při zrání dělí ve větší buňku vegetativní a menší generativní; v tomto dvoubuněčném stavu je přeneseno na bliznu;



Copyright © 2007 Dennis Kunkel Microscopy, Inc.

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



visualphotos.com

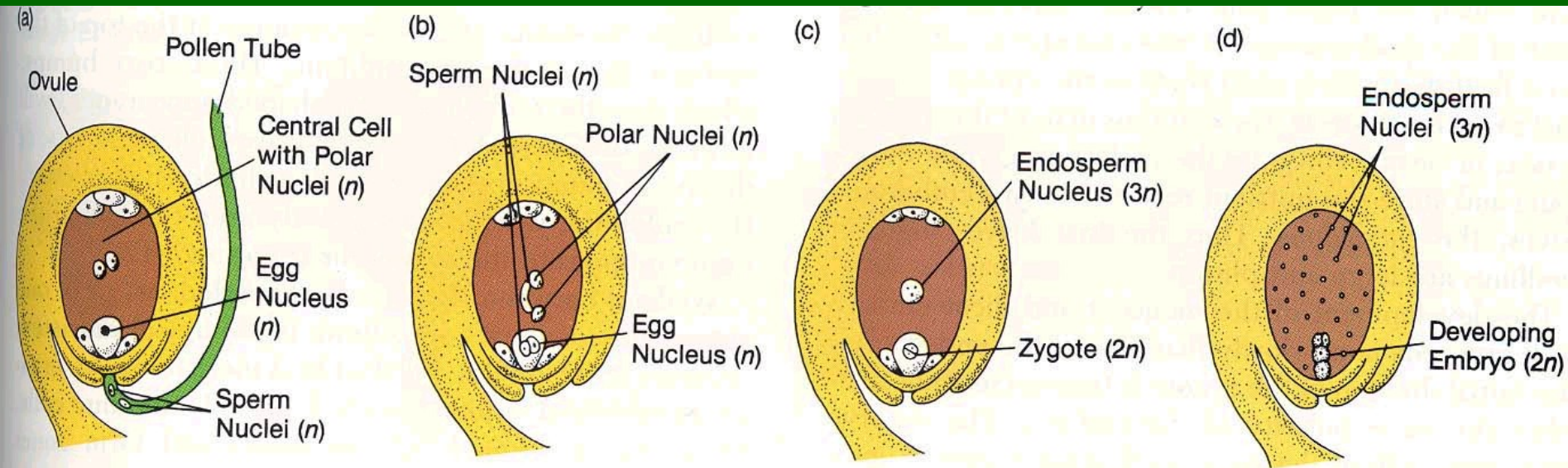




# Oplození (angl. fertilization) je dvojitá

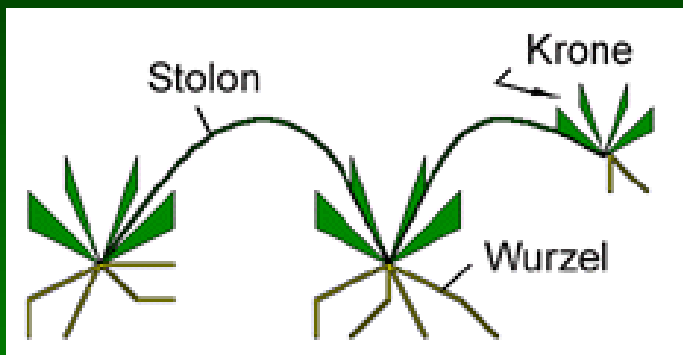
1. **Syngamie** – haploidní jádro 1 spermatické buňky splyne s haploidním jádrem oosféry a vznikne zygota, z níž dělením vznikne embryo

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



# Rozšiřování krytosemenných rostlin morfologie semen a plodů

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



Semena nemusí vznikat jen na základě syngamie.  
Alternativou je asexuální rozmnožování pomocí semen –  
agamospermie (= apomixie *pro parte*)

nedochází pak ke genové  
rekombinaci

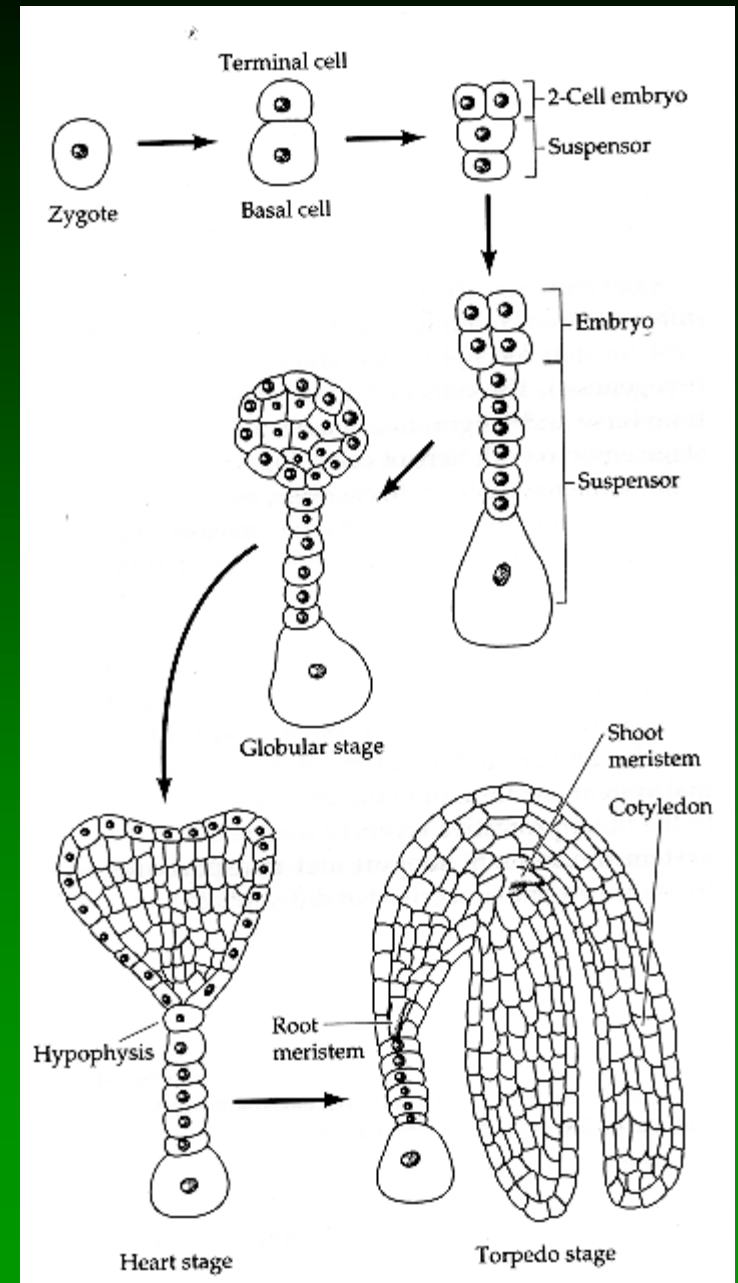
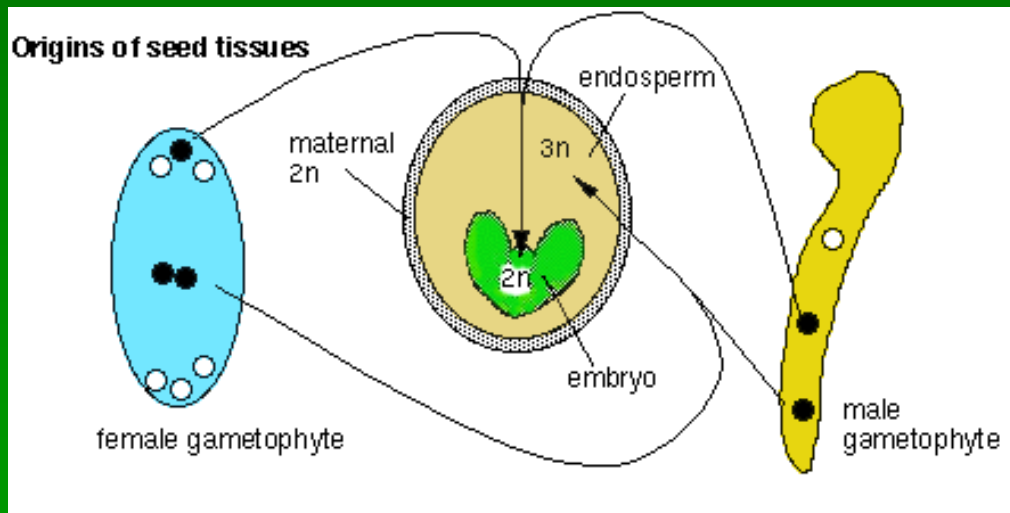


# Semeno

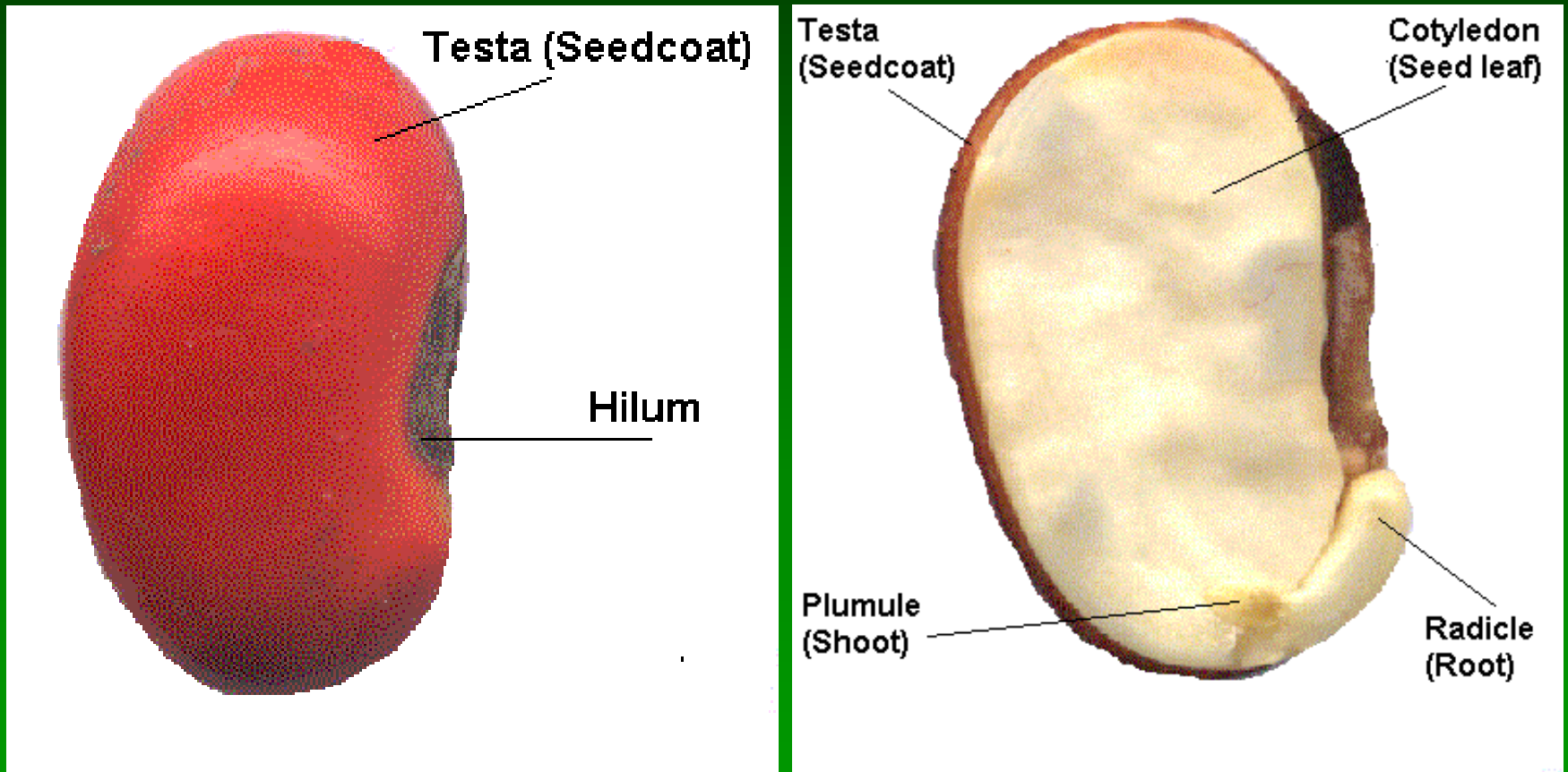
ze syngamií vzniklé zygoty se diferencuje dvou- nebo jednoděložné embryo

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

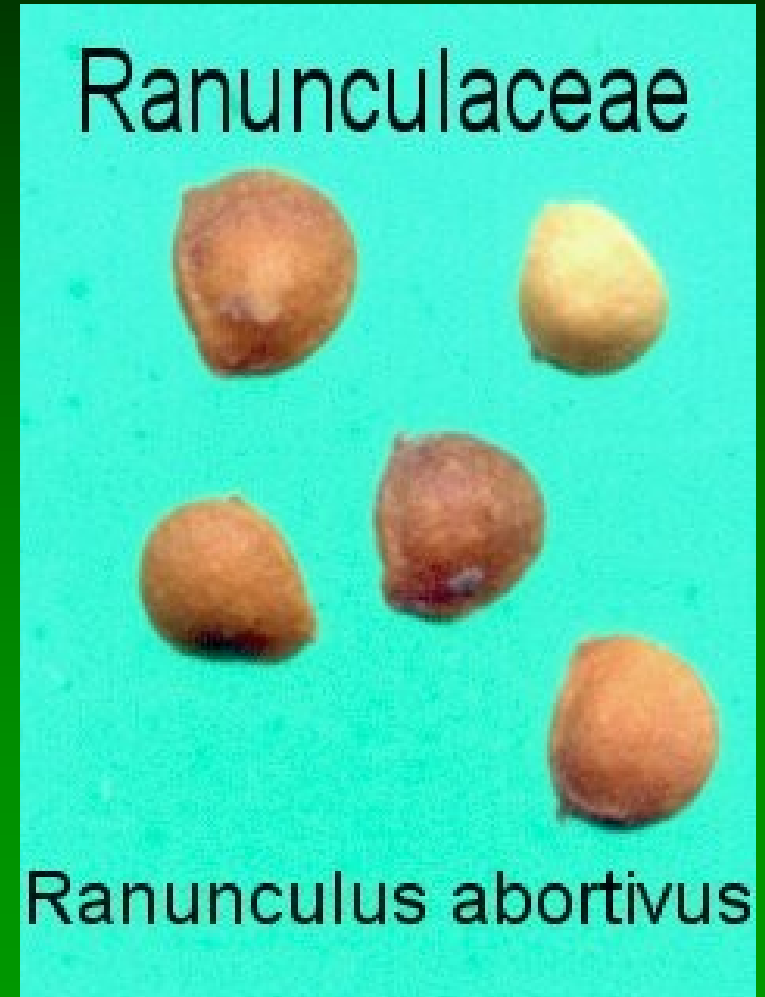
nucellus se mění ve vnější živné pletivo - perisperm



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*)



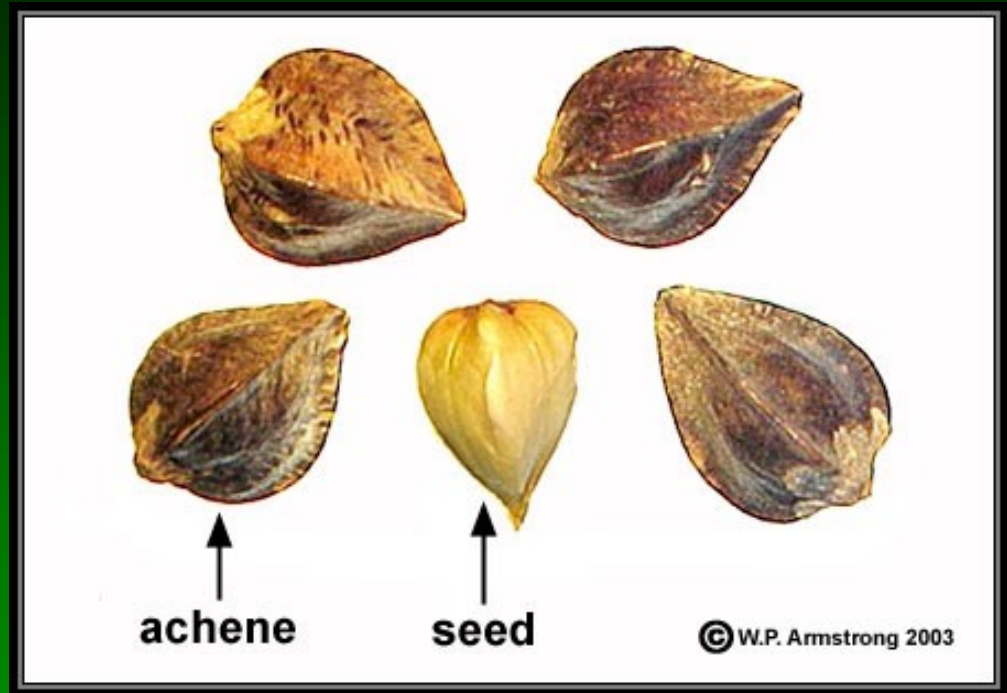
Nažka u slunečnice (*Helianthus, Asteraceae*) – pro nažky je typické, že oplodí a osemení k sobě sice těsně přiléhají, ale nesrůstají

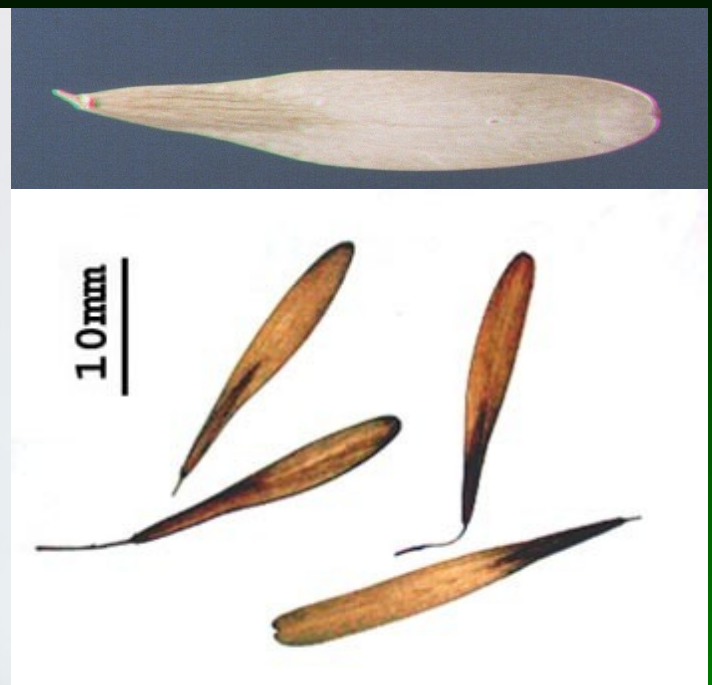
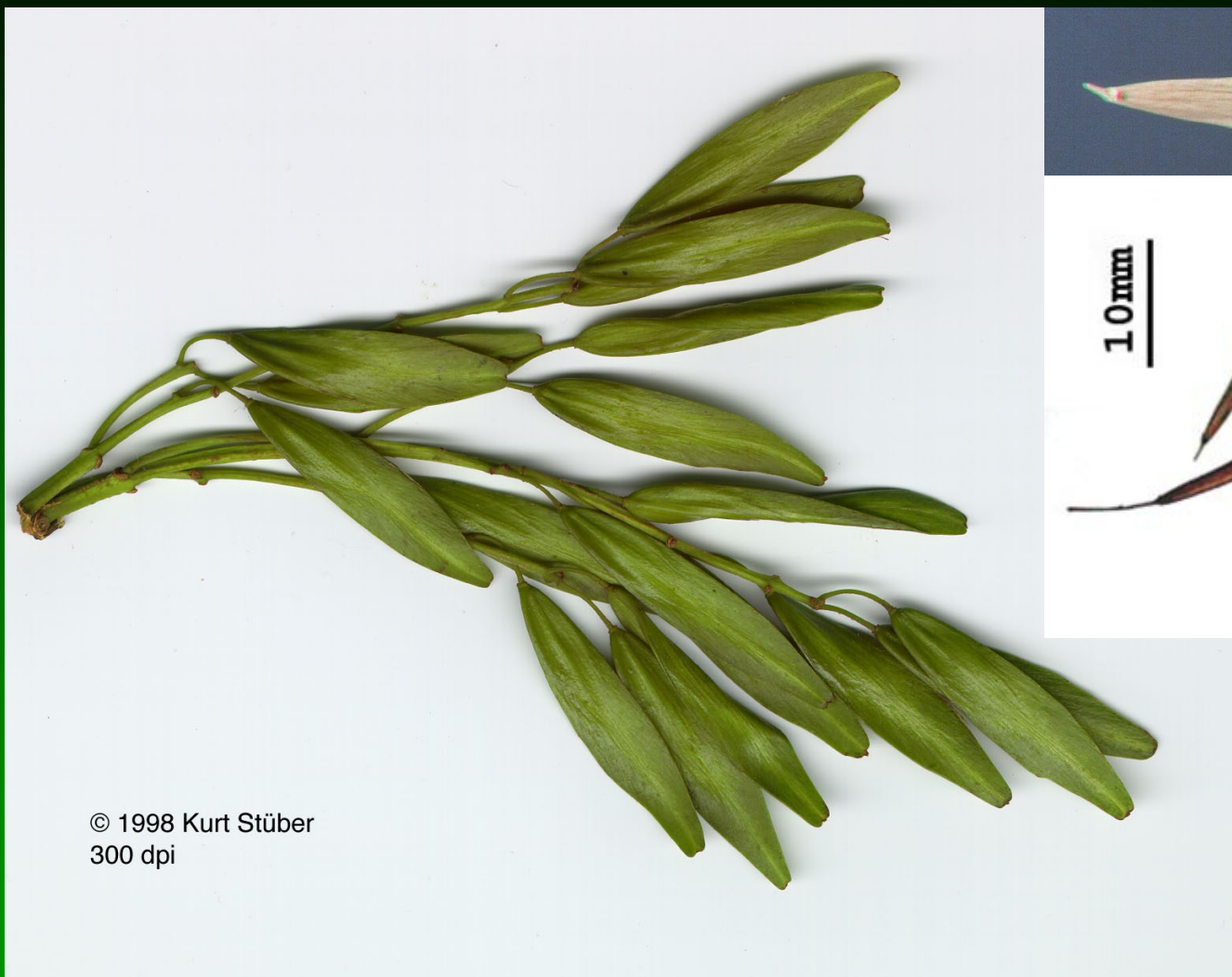


Cénokarpní nažka u habru  
(*Carpinus*, *Betulaceae*), dubu -  
*Quercus*, *Fagaceae*,



# Trojboká cénokarpní nažka u *Polygonaceae*





© 1998 Kurt Stüber  
300 dpi

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

Suchým pukavým plodem je 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

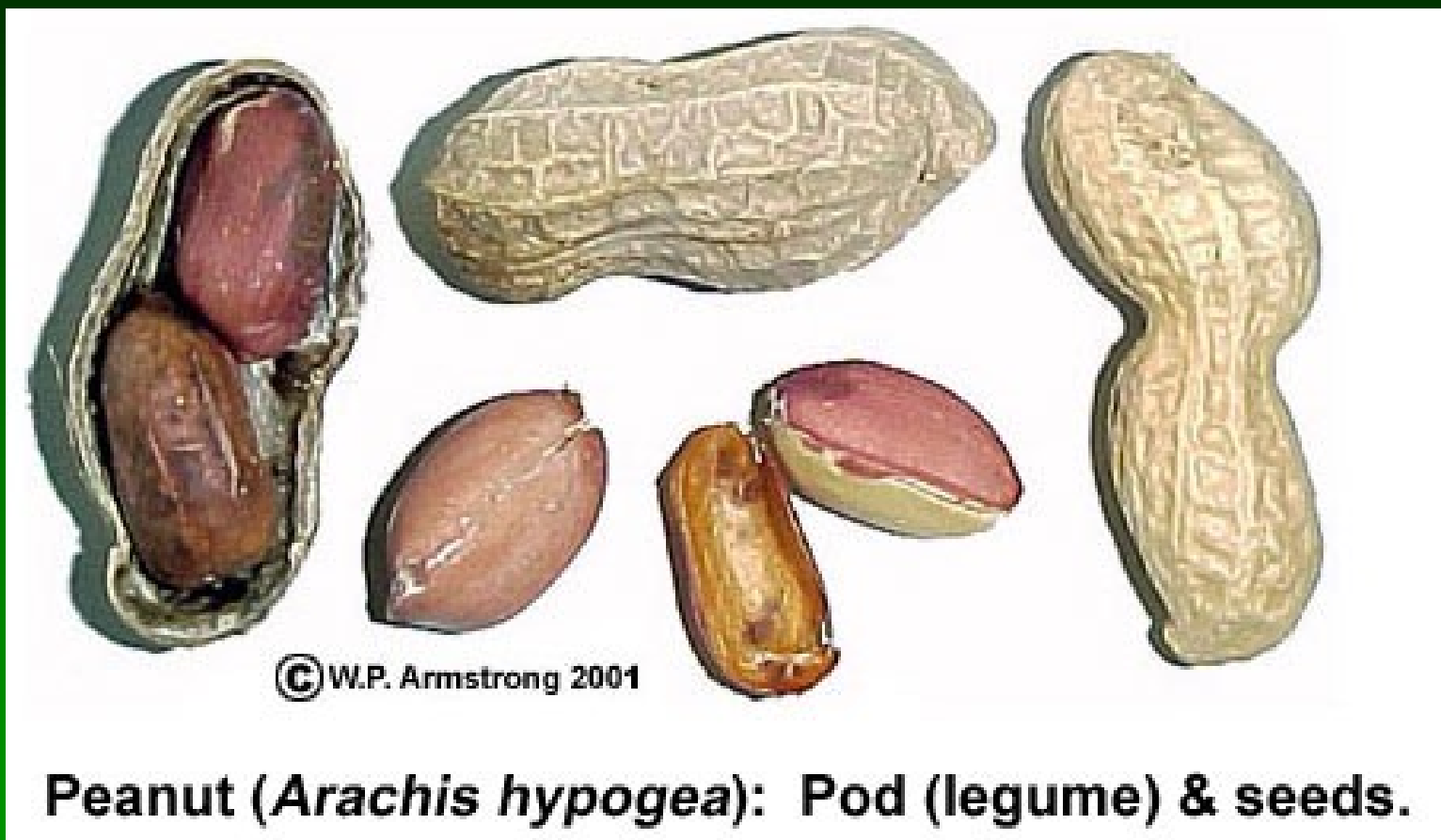


Dalším typem suchého pukavého plodu vznikajícího z apokarpního gynecea je vícesemenný až jednosemenný lusk u čeledi bobovitých (*Fabaceae*), otvírající se dvěma chlopněmi





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*, *Malvaceae*)



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*)



Trojpozdré tobolky mají  
často jednoděložné



střevíčník – *Cypripedium*, *Orchidaceae*



sněžěnka – *Galanthus*, *Amaryllidaceae*



modřeneček – *Muscari*, *Hyacinthaceae*



lilie – *Lilium*, *Liliaceae*



kosatec – *Iris*, *Iridaceae*

# Trojpozdrá tobolka



violka (*Viola*, *Violaceae*)



pryšec (*Euphorbia*, *Euphorbiaceae*)

# Dvoupouzdrá tobolka



svlačec (*Convolvulus*, *Convolvulaceae*)



rozrazil (*Veronica*, *Plantaginaceae*)



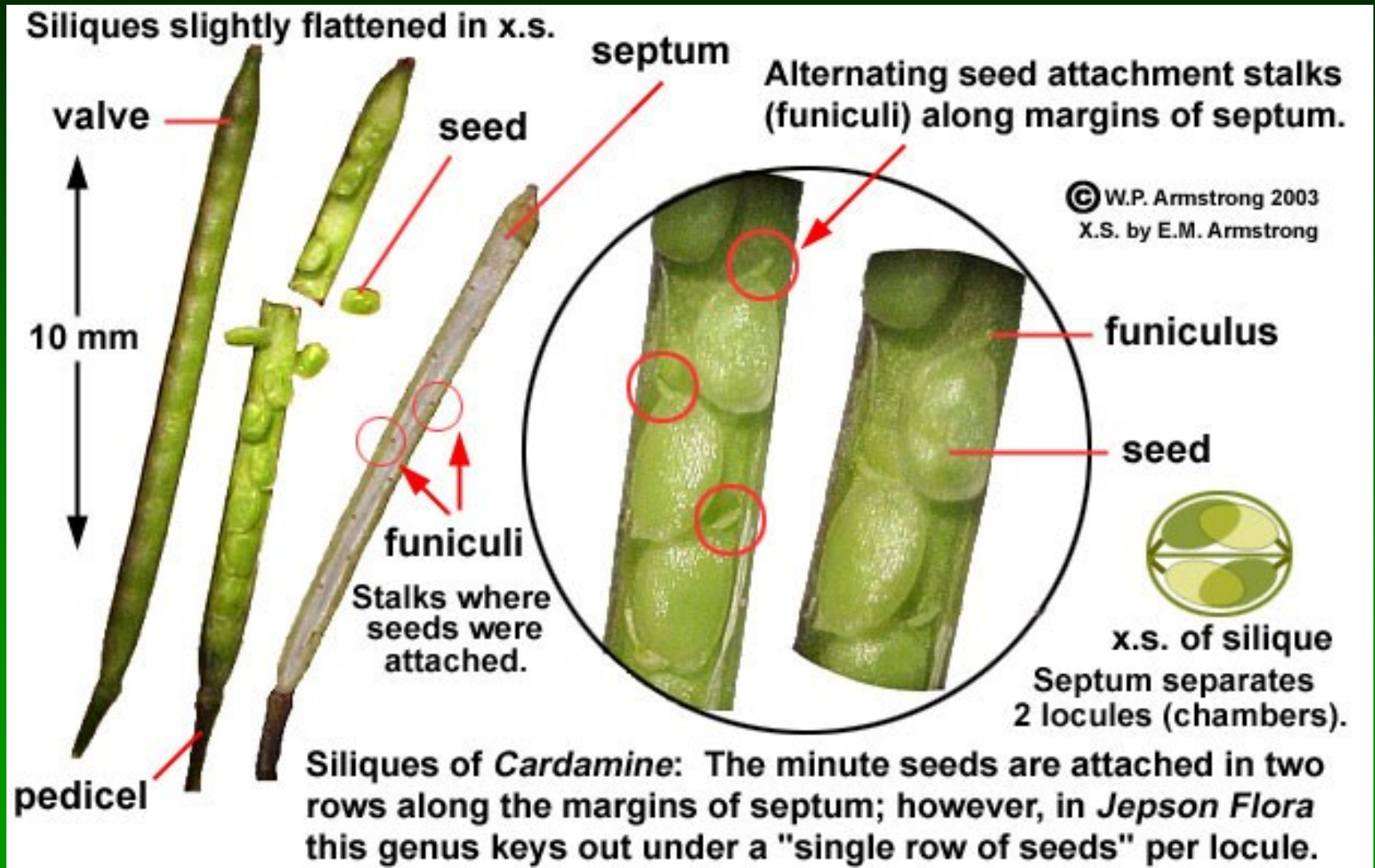
náprstník (*Digitalis*, *Plantaginaceae*)



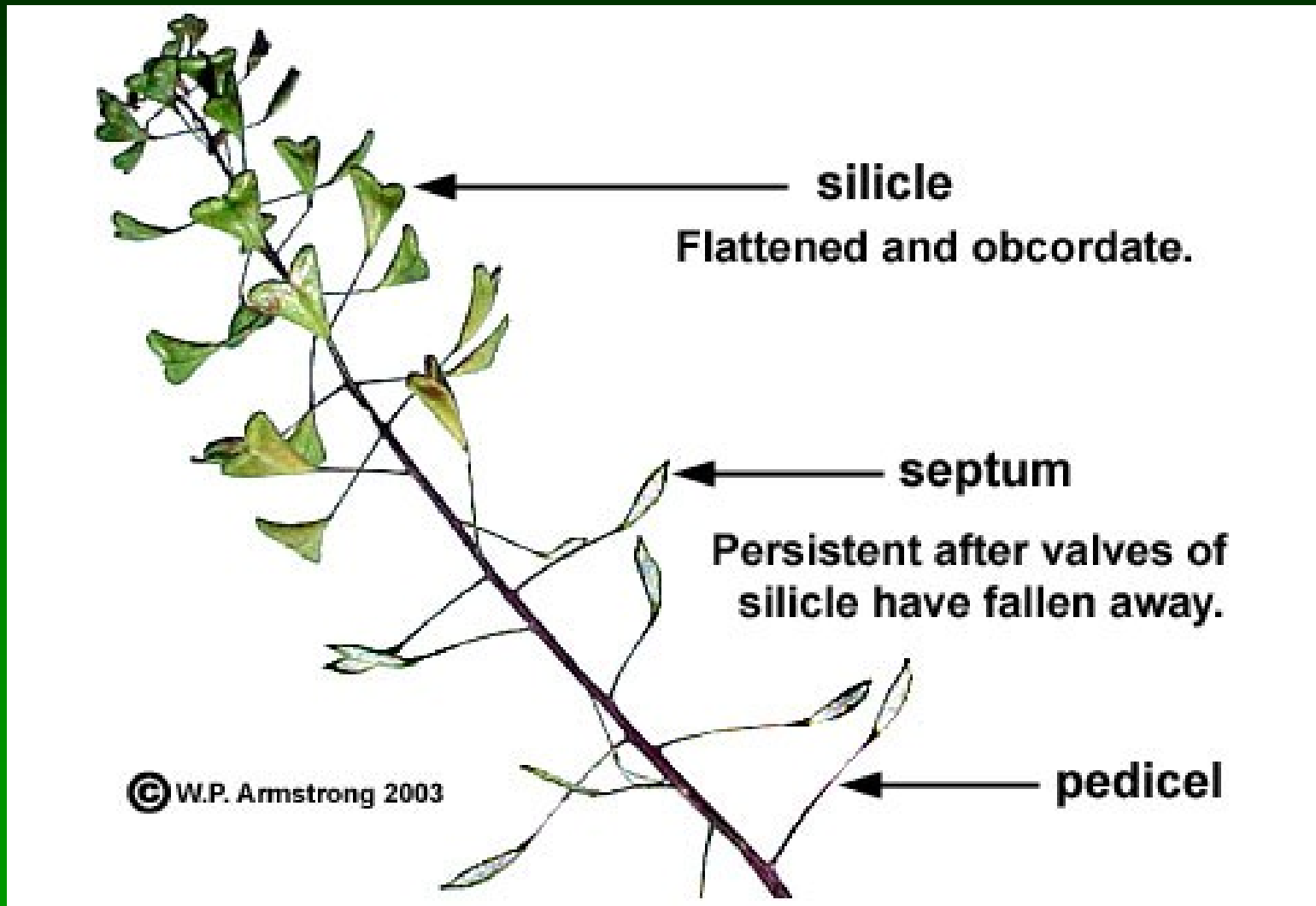
bažanka (*Mercurialis*,  
*Euphorbiaceae*)



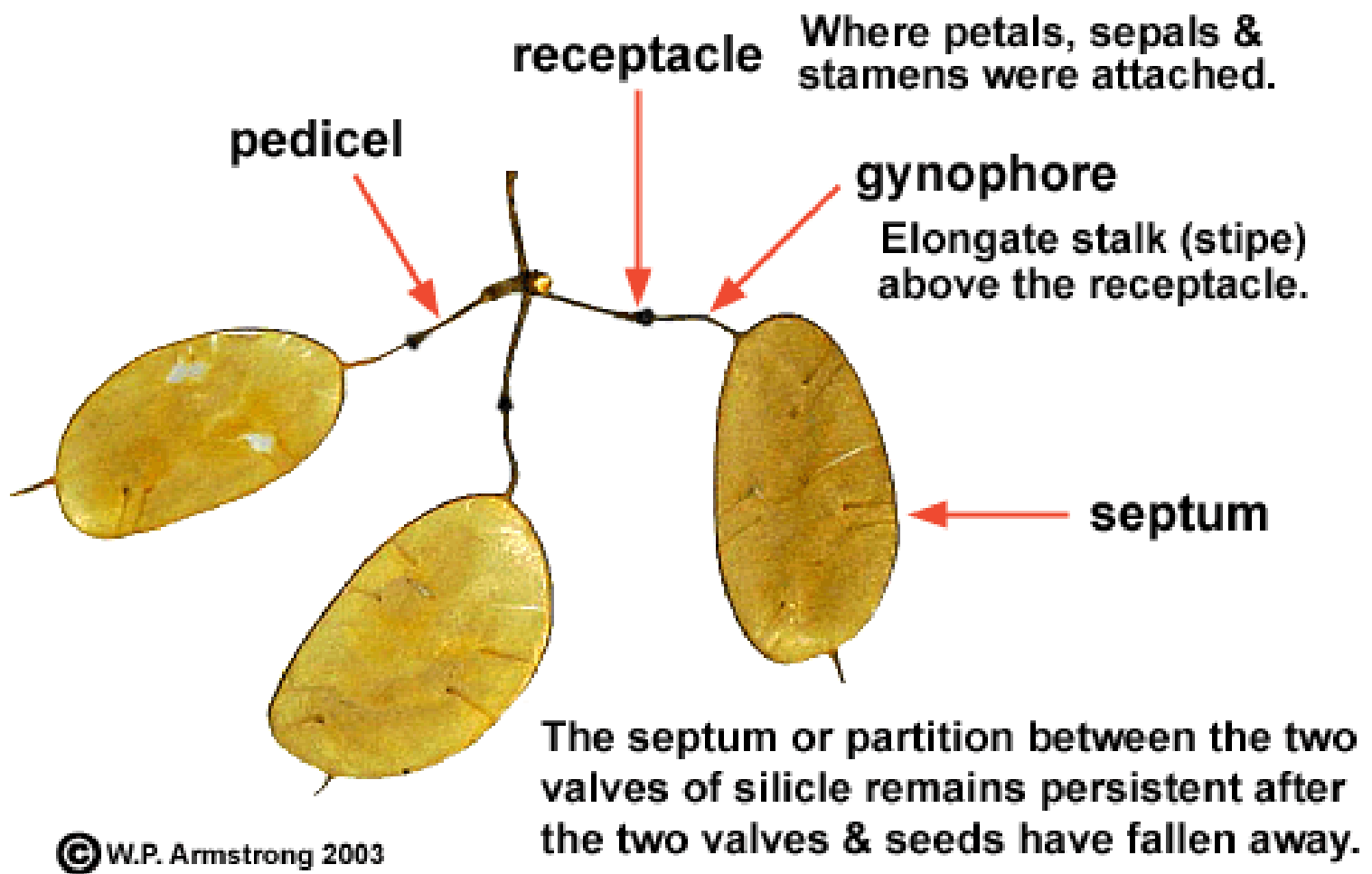
Také šešule brukvovitých (*Brassicaceae*) se dvěma chlopněmi a střední přepážkou je typem tobolky



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



# Nebo u měsíčnice (*Lunaria annua*)



# Jednoupouzdrá tobolka

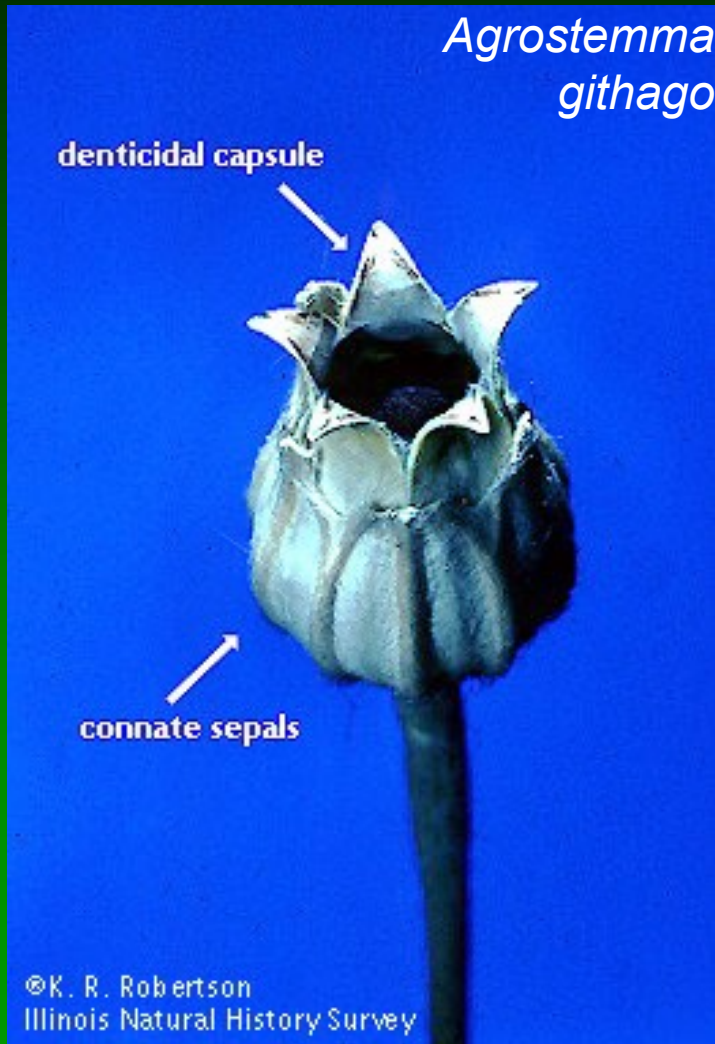


hořec (*Gentiana*, *Gentianaceae*)  
jednoupouzdrá tobolka – otvírá se  
dvěma chlopněmi



mokryš (*Chrysosplenium*, *Saxifragaceae*)

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



Jednoupouzdré tobolky otvírající se 5 a více zuby najdeme také u čeledi prvosenkovitých (*Primulaceae*)

© Ori Fragman-Sapir



*Cyclamen persicum*



*Primula veris*



*Anagallis arvensis*

# Dvou- až čtyřpouzdrá tobolka



durman (*Datura*, *Solanaceae*)

## Troj- až pětizouhá tobolek



zvonek (*Campanula*, *Campanulaceae*)



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



Zdužnatělé tobolky má také *Averroa carambola* (Oxalidaceae)



Trnitou toboleku 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*)



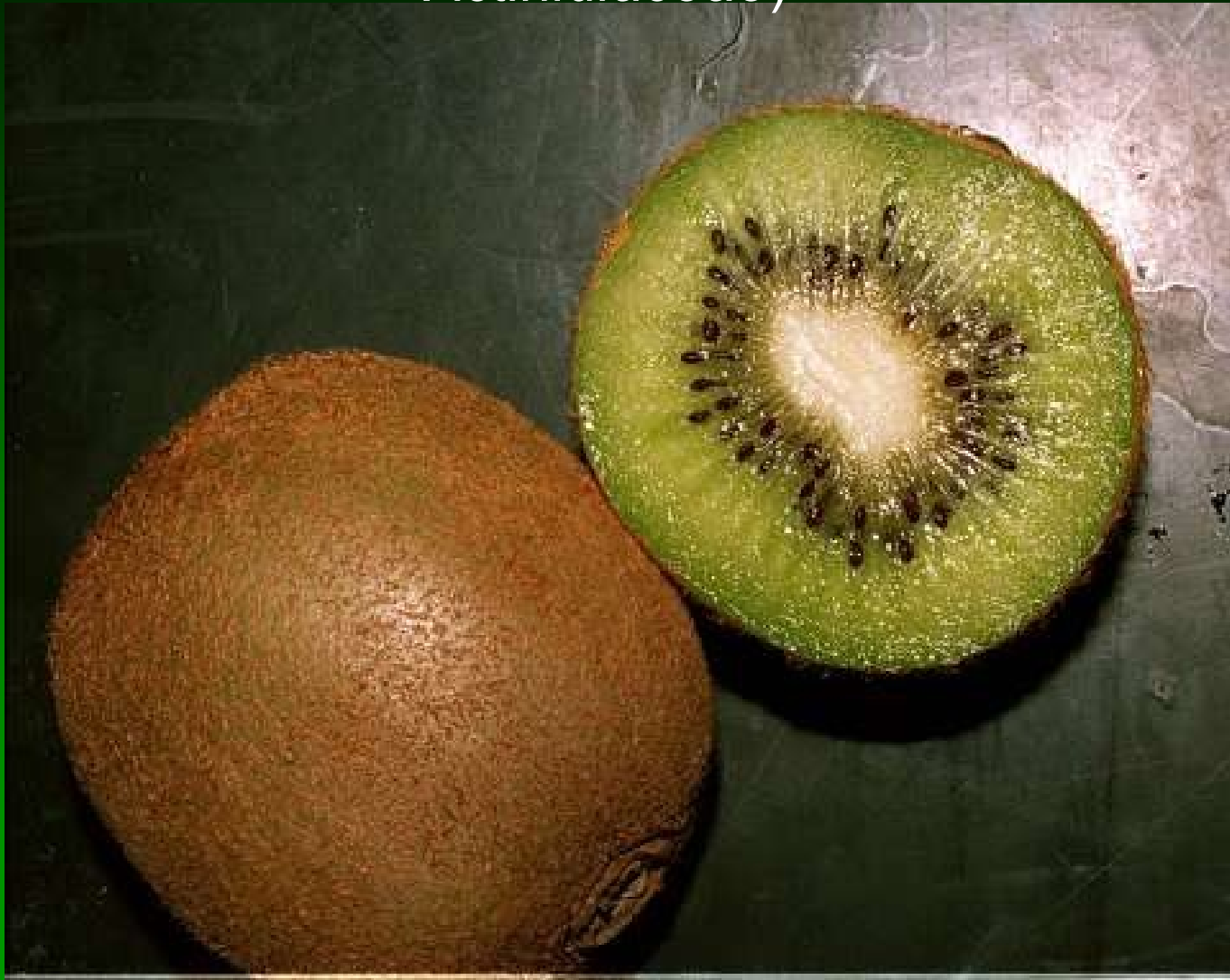
Mnohem častěji vzniká bobule s gynecea cénokarpního –  
např. u tykvovitých (*Cucurbitaceae*)



# 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

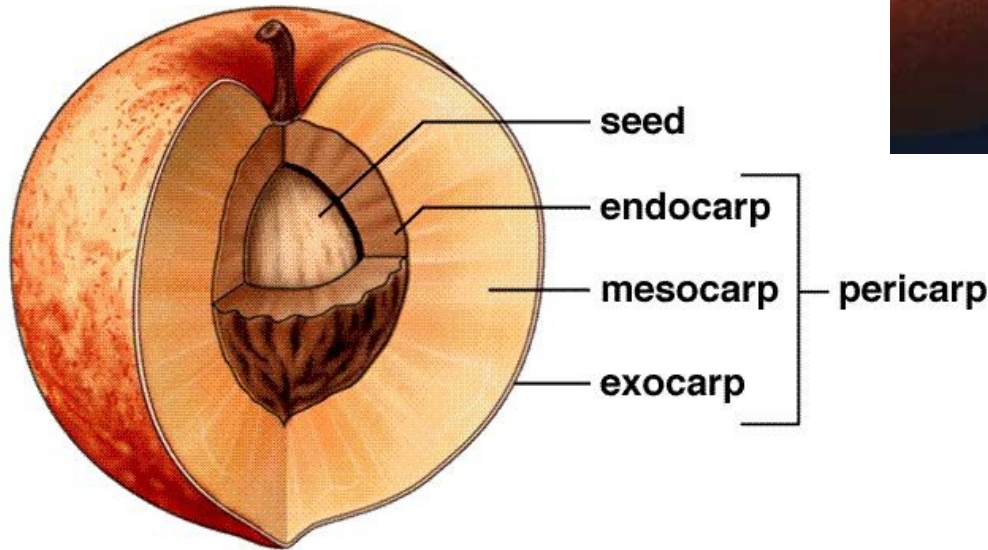


Dužnatým plodu je peckovice s trojvrstevným oplodím (blanitý exokarp, dužnatý mezokarp a sklerenchymatický endokarp) může vynikat z apokarpního gynecea



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

## Regions of a Mature Fruit

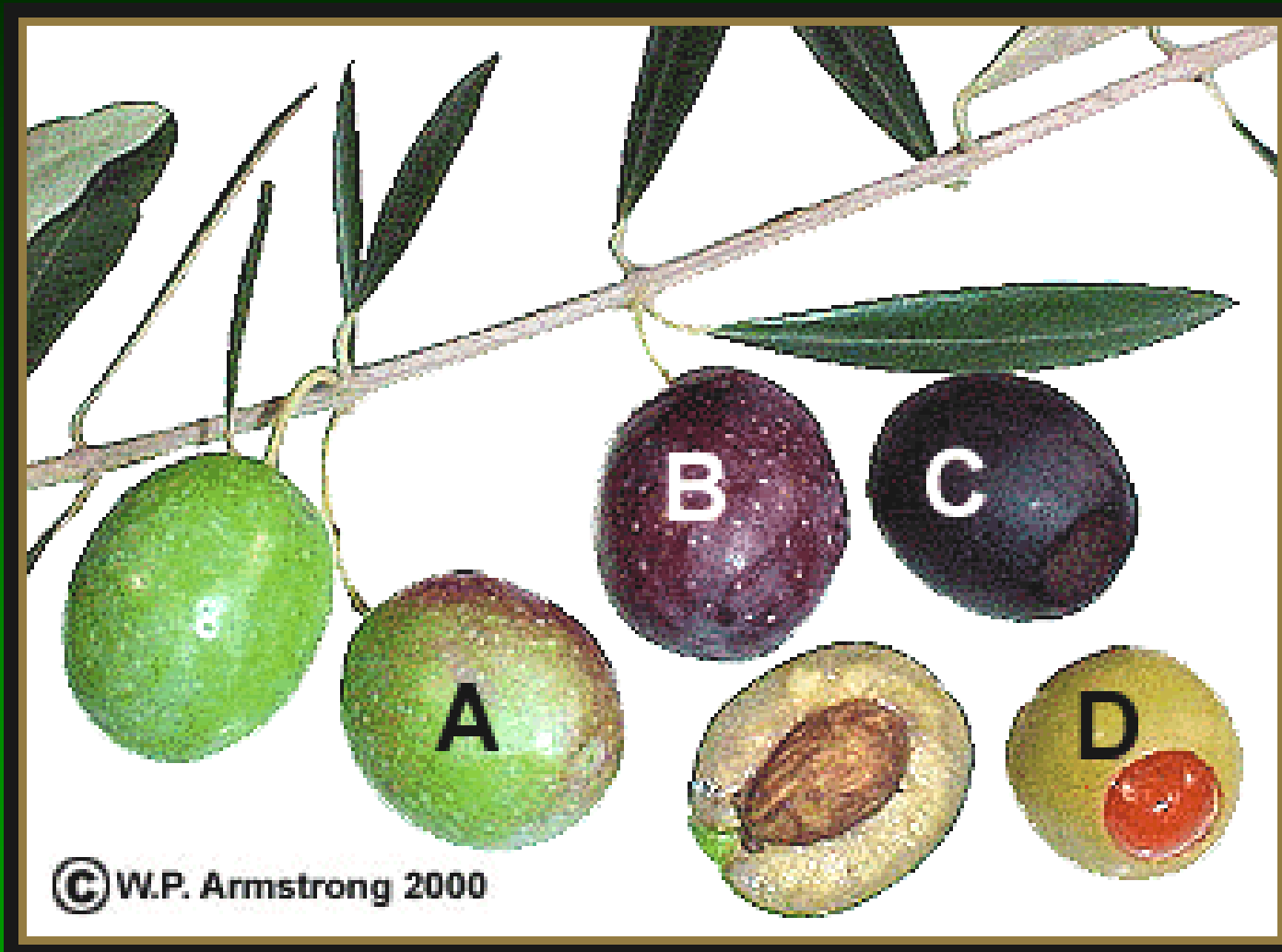


– např. u růžovitých  
(*Rosaceae* – meruňka –  
*Armeniaca*)

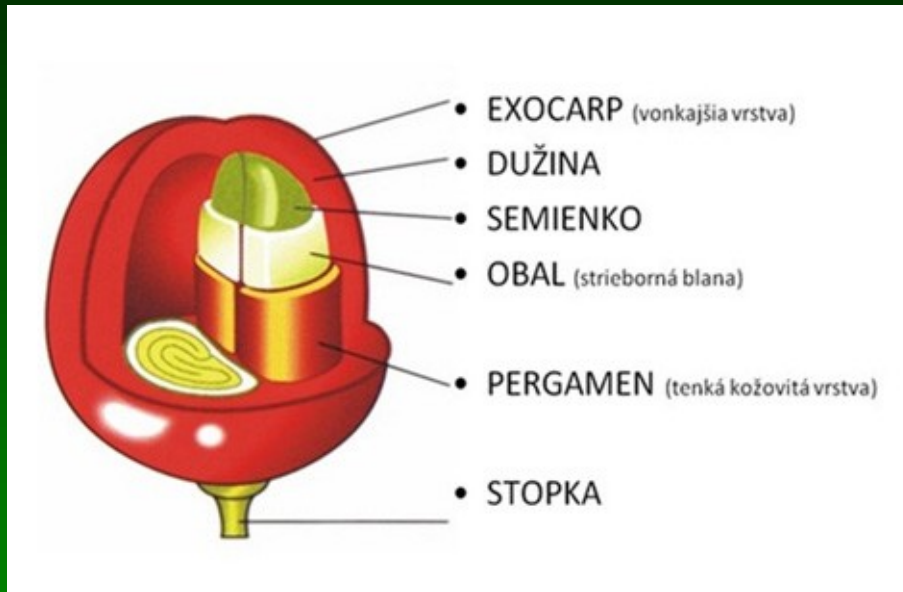
# Broskev, třešeň



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



# Dvousemenná peckovice z cénokarpního gynecea –u kávovníku (*Coffea*, *Rubiaceae*)





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*)

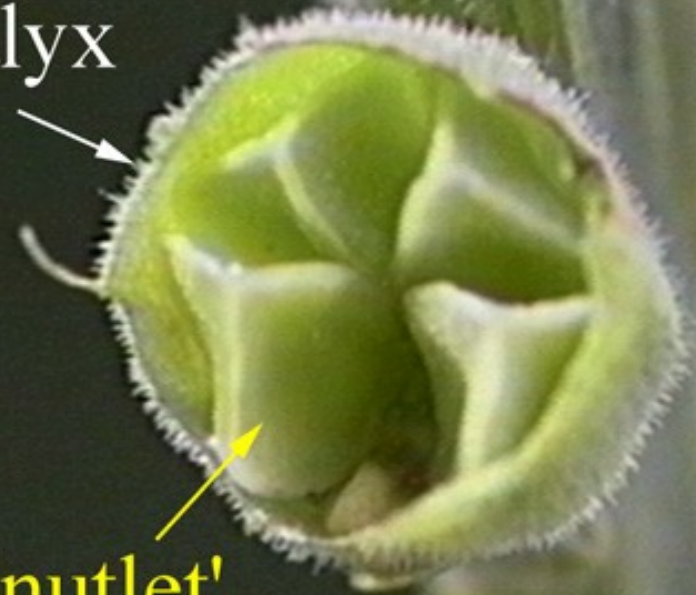
# Lamiaceae



*Dracocephalum parviflorum*

calyx

'nutlet'



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



Poltivým plodem jsou také okřídlené dvounažky u javoru  
(*Acer*, *Sapindaceae*)



Poltivým plodem jsou také dvounažky u svízelu (*Galium*,  
*Rubiaceae*)



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*)

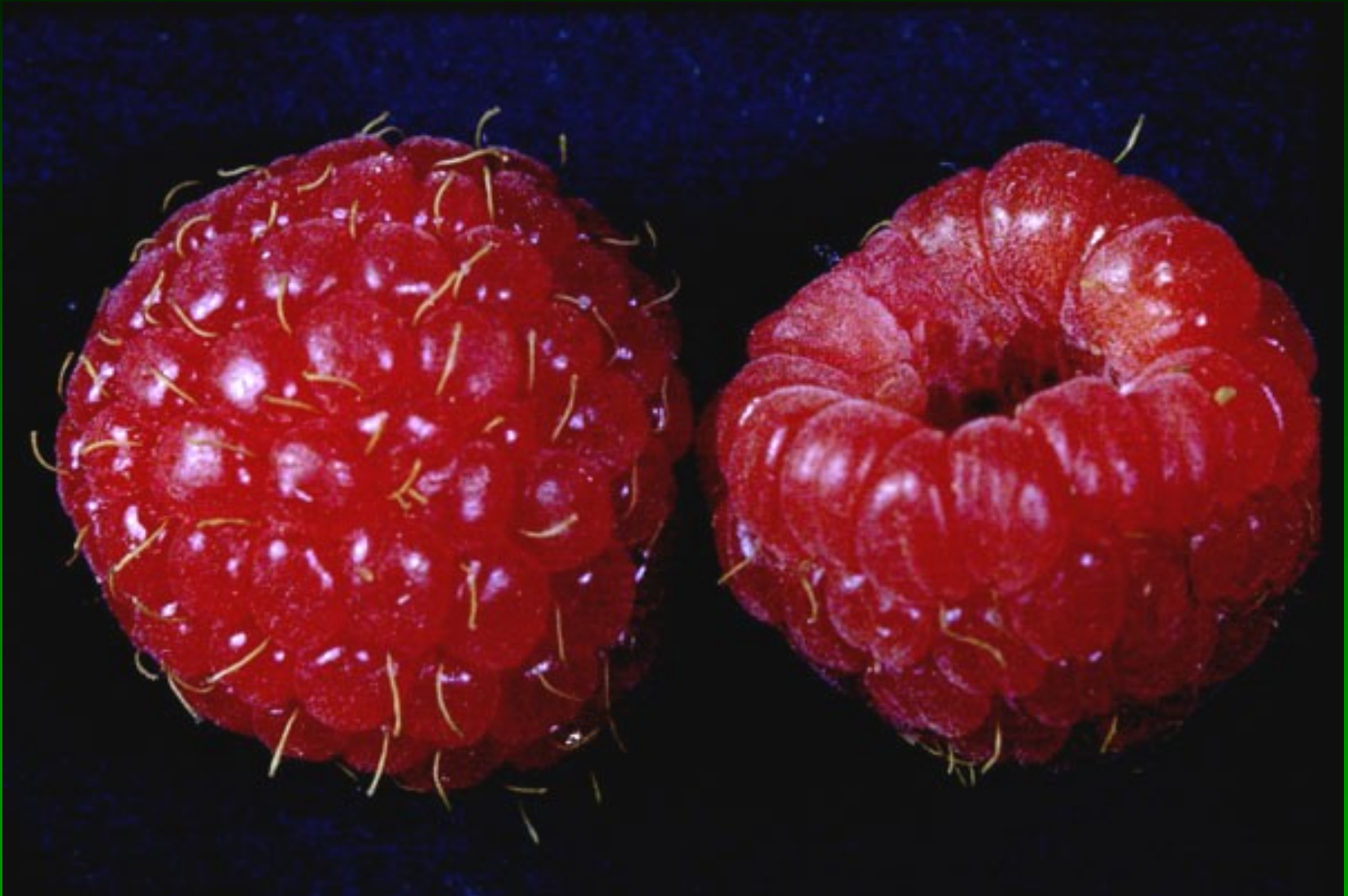




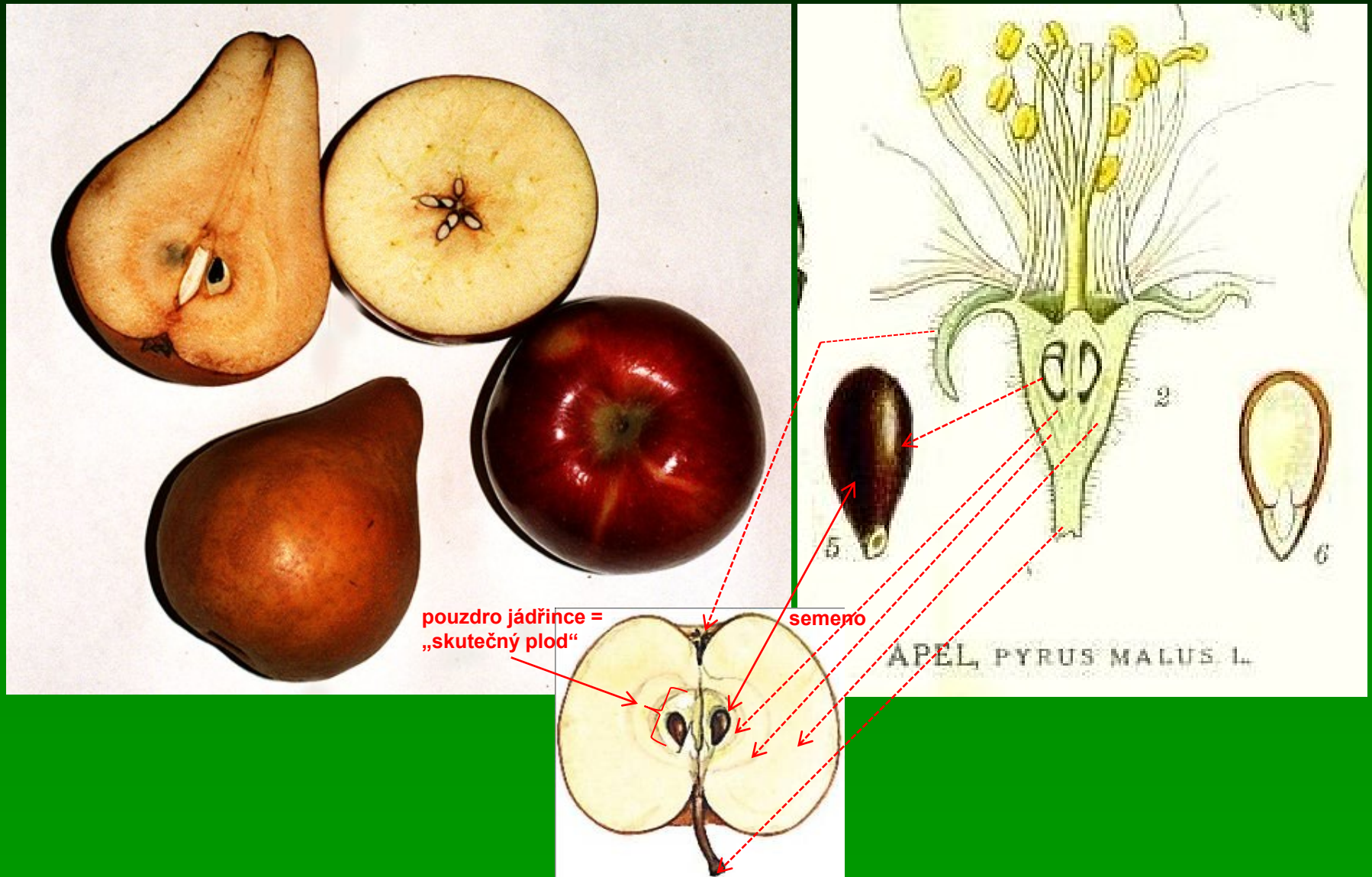
Souplodí je útvar vzniklý spojením apokarpních plodů obvykle květním lůžkem např. mnohoměchýřek u magnolie (*Magnolia*, *Magnoliaceae*)



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



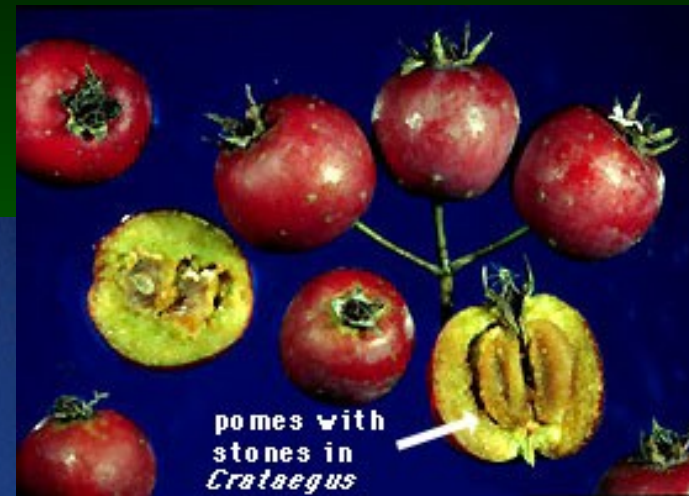
# Zdužnatělá češule obalující souplodí nažek (jádřinec) dává vznik souplodí zvanému malvice



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*)



[Květní lůžko = receptaculum]



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 jke 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





# Vznik krytosemenných

hlavní aspekty jejich  
evolučního úspěchu

# Evoluce diverzity krytosemenných

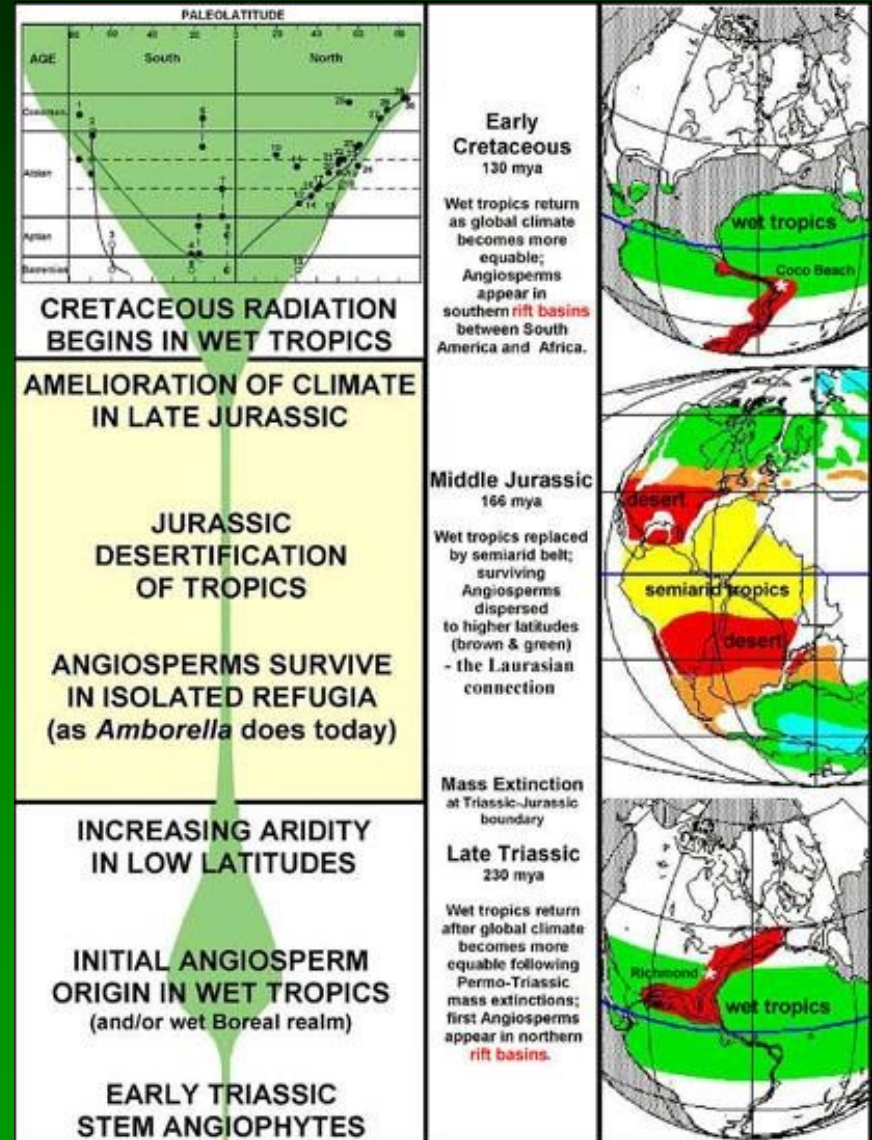
křída: diverzifikovalo ca 98 % dnešních čeledí

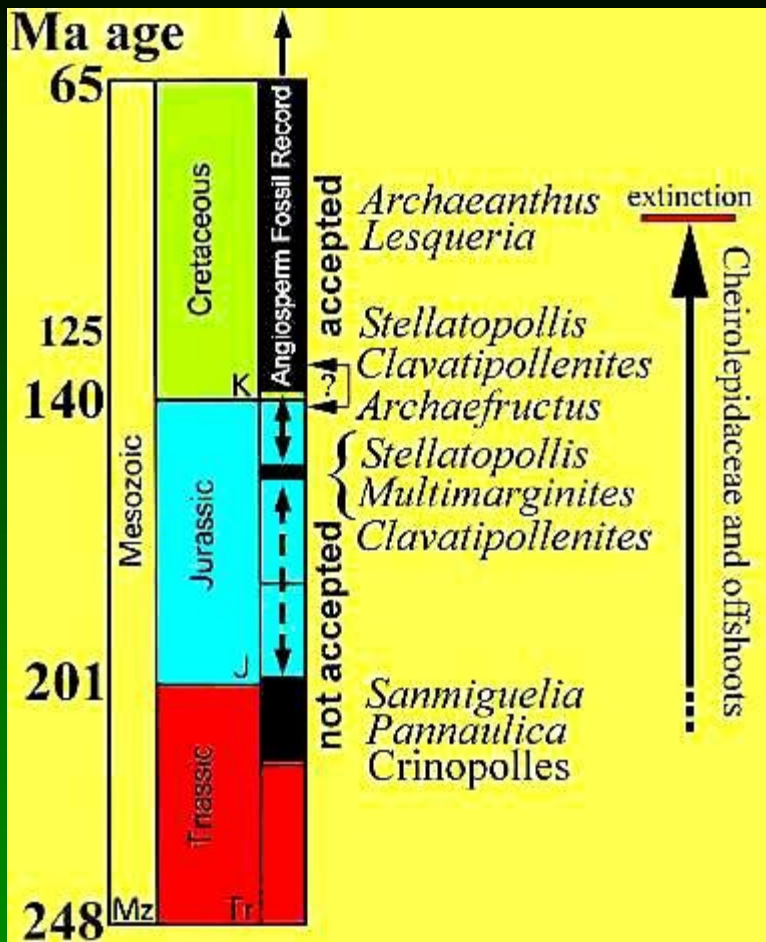


jura: prošly (úzkým hrdlem láhve) = vymírání



trias: podle molekulárního datování již tehdy vznikly hlavní skupiny = bazální, dvouděložné i jednoděložné krytosemenné rostliny





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

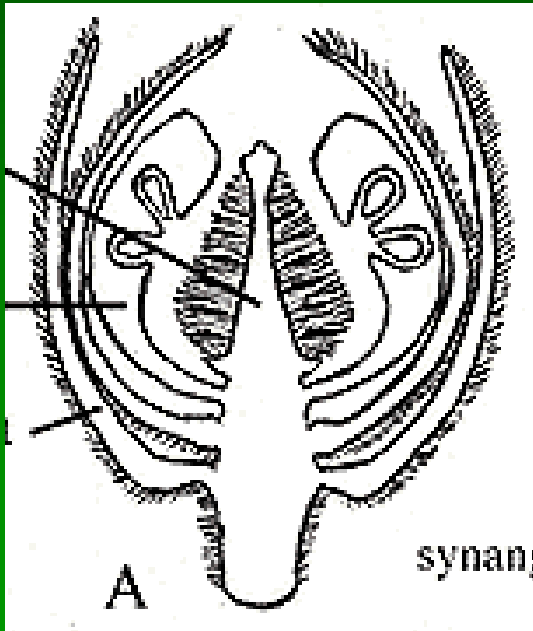
„Jednoděložné“ listy, jednopohlavné „gnetoidní“ květy s rudimenty opačného pohlaví v šiřticovitých „květenstvích“

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

*Williamsonia*

*Magnolia*

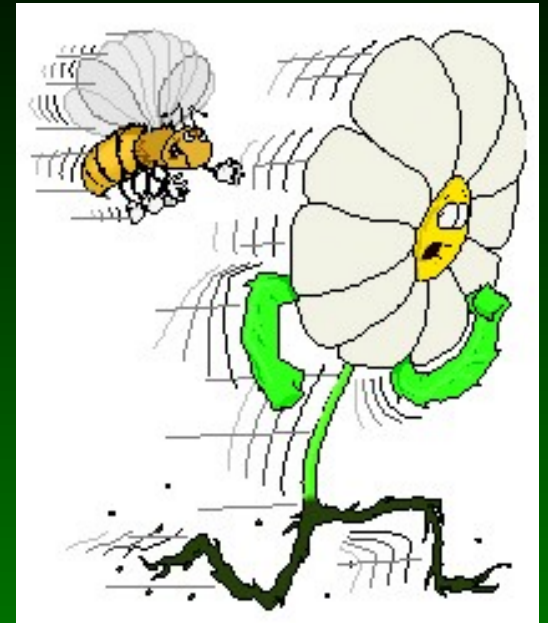
*Lilium*



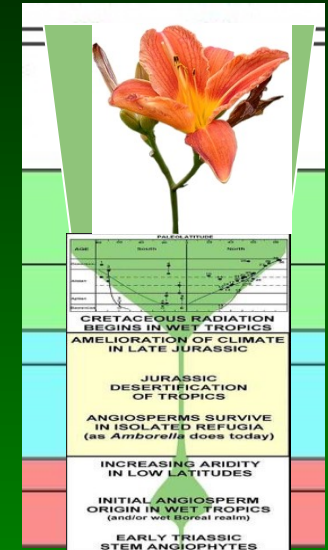
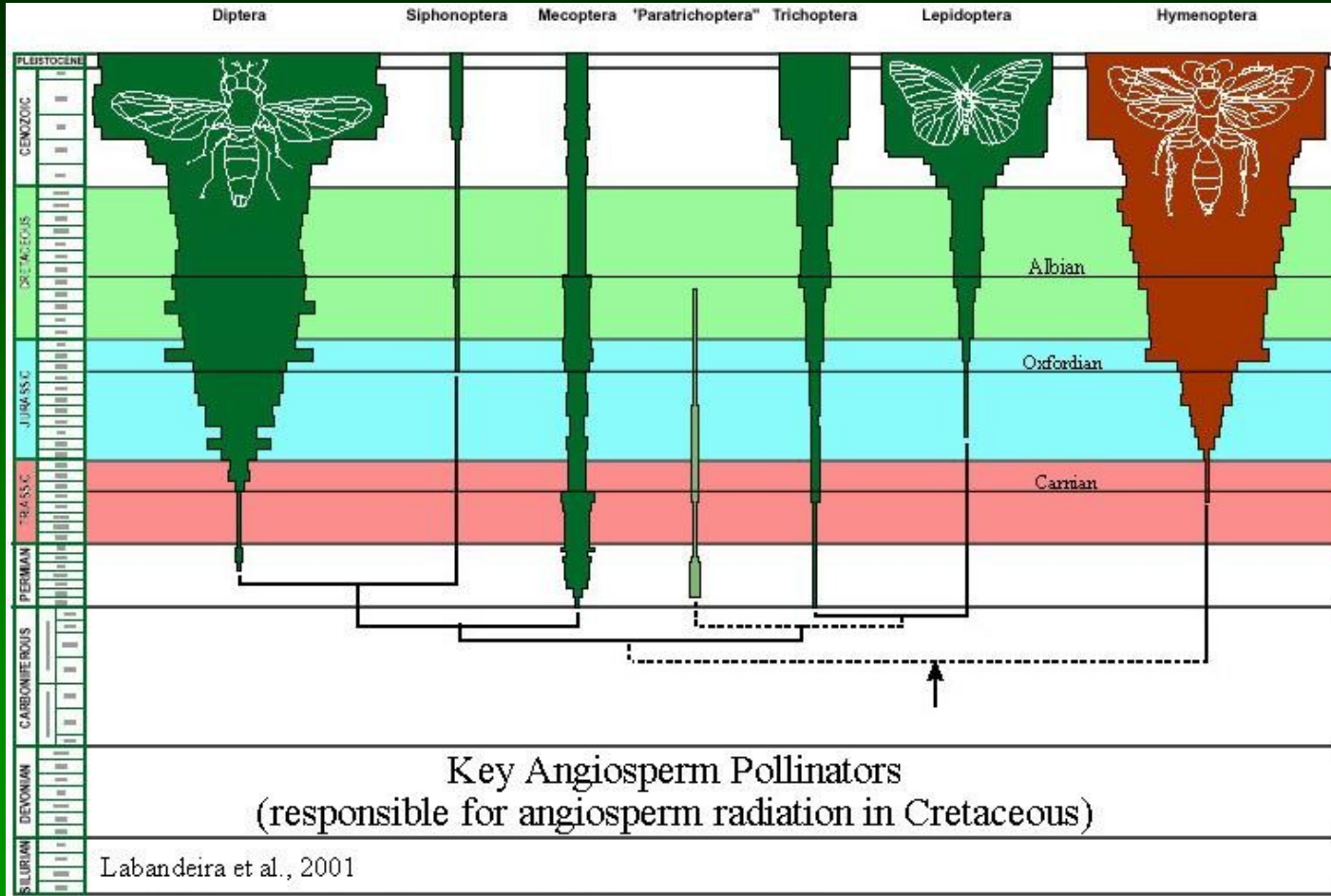
Křídovou expanzi krytosemenných podmínila:

- » velká rozmanitost fyzicko-geografických podmínek
- » vysoká konkurenční schopnost v nejrůznějších biotopech (včetně vodních)
- » kratší životní cyklus než u nahosemenných skýtající možnost rychlejšího tempa evoluce
- » rozmanitost 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



# Diverzifikace hlavních typů opylovačů a krytosemenných v geologickém čase



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

