



Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin

Krytosemenné: úvod + morfologie

výtah z přednášek prof. Petra Bureše, drobné úpravy P. Šmarda 2023



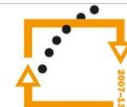
evropský
sociální
fond v ČR



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

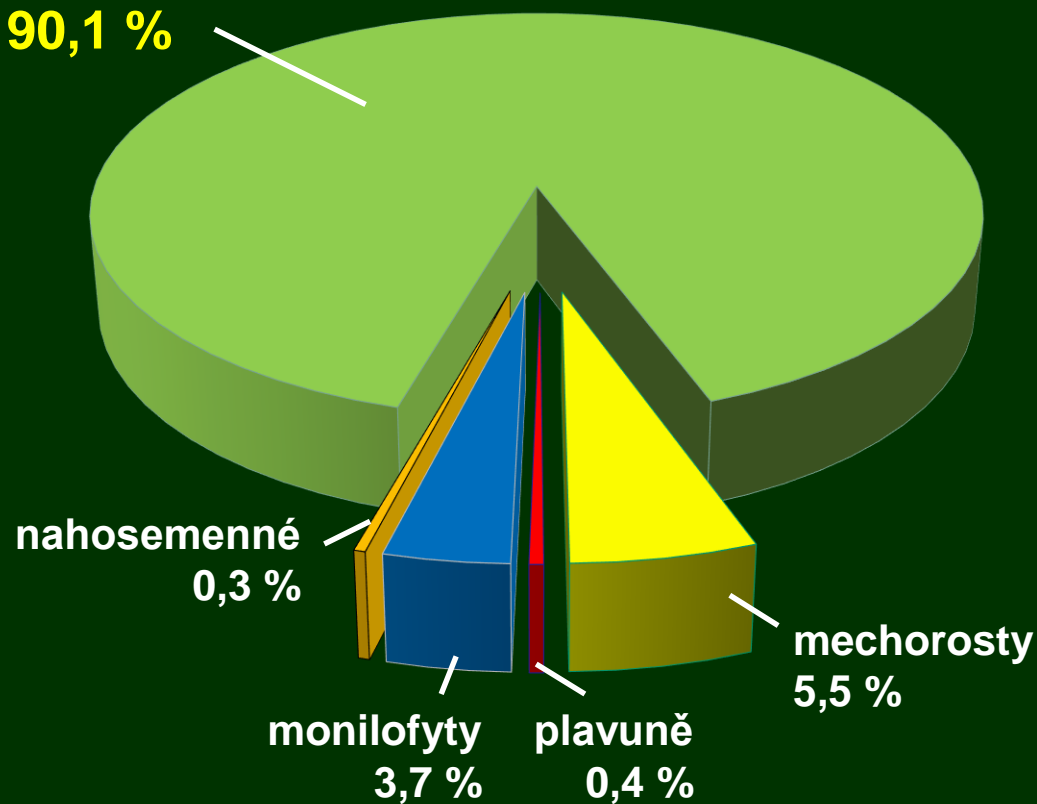


Habitus: byliny i dřeviny rozmanitého vzhledu a různých ekologických nároků

Krytosemenné = nejbohatší linie vyšších rostlin

Druhová diverzita vyšších rostlin

krytosemenné
90,1 %



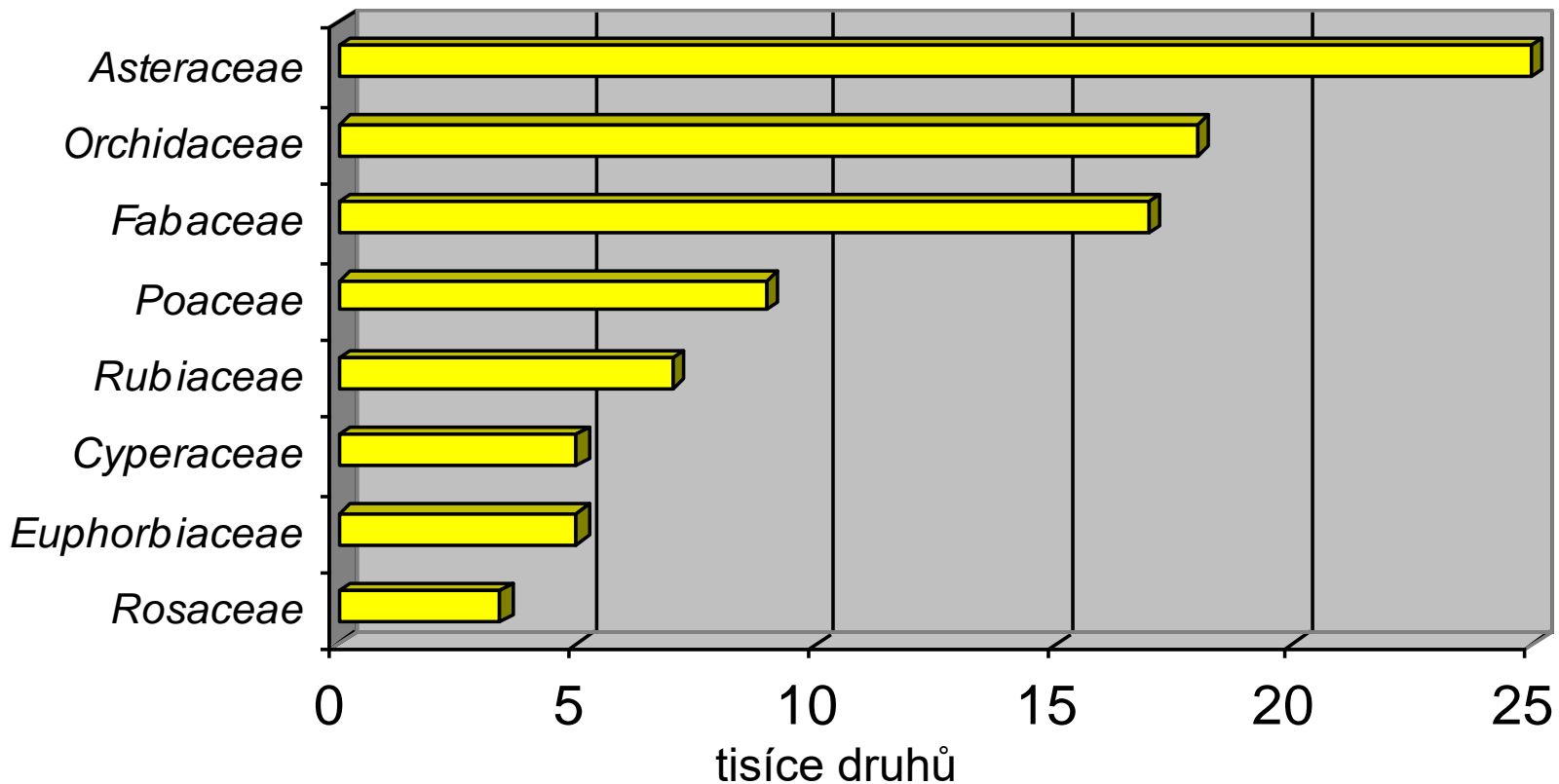
420 čeledí

13200 rodů

270 000 druhů

Diverzita není rovnoměrně rozložena

- Asi 420 čeledí
- Osm druhově nejbohatších čeledí krytosemenných viz obr.
- Skoro celá 1/10 druhové diverzity krytosemenných připadá na *Asteraceae*
- Celkem asi 8 čeledí monotypických (s jedním druhem, např. *Butomaceae*)



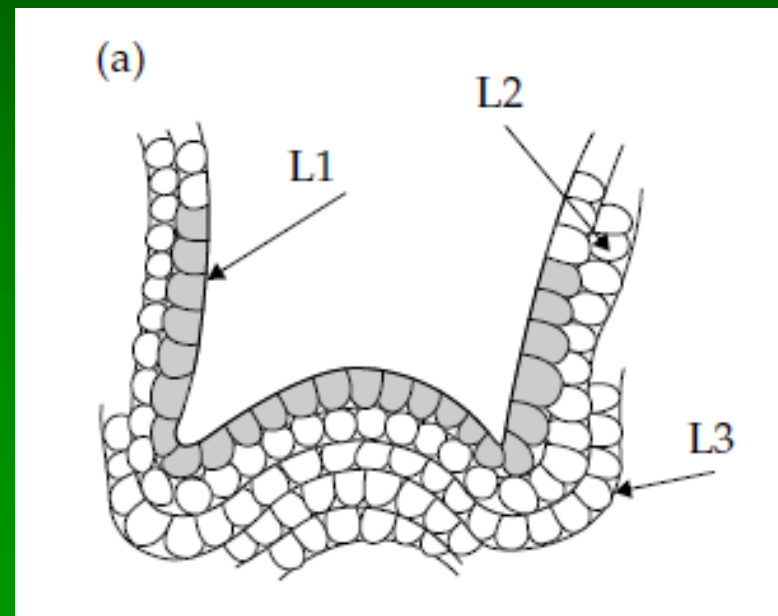
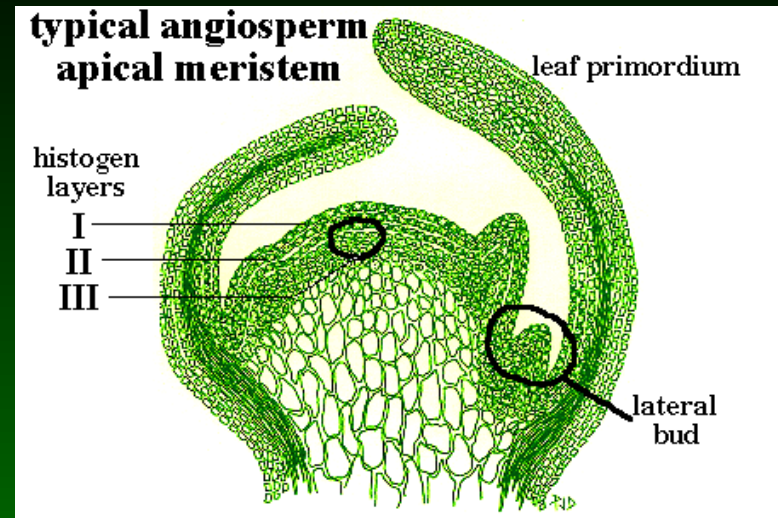
Apikální meristém

- mnohobuněčný
vícevrstevný

- diferencovaný na

(i) jedno- až vícevrstevnou tuniku dělicí buňky ve směru rovnoběžném s povrchem

(ii) korpus dělicí buňky kolmo i rovnoběžně s povrchem

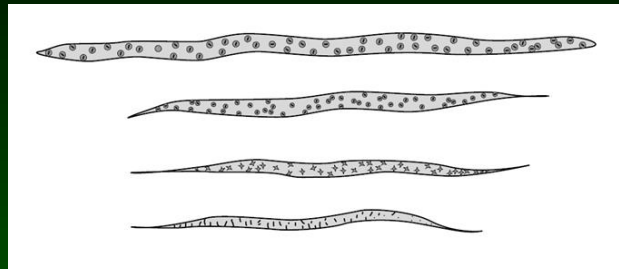


Apikální meristém nahosemenných je jednovrstevný

Struktura xylemu – kromě tracheid i tracheje a fibrily

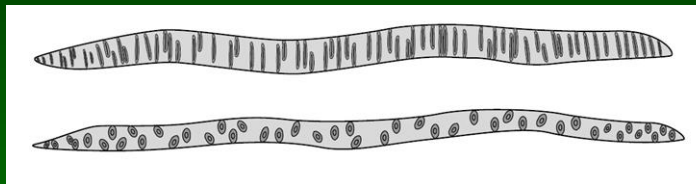
- fibrily →
= xylemový sklerenchym

tenké
do 10 μm



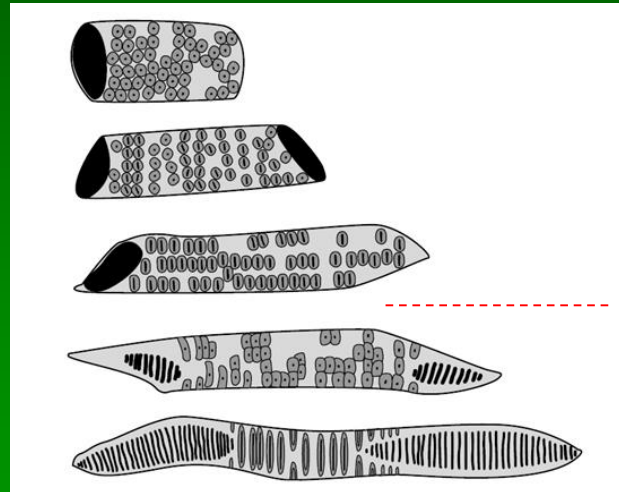
mechanická funkce > vodivá funkce

- tracheidy →
nemají terminální otvor
15–40 μm



mechanická + vodivá funkce
fylogeneticky původní

- tracheje →
50–500 μm široké



odvozenější 1 terminální otvor

- xylemový parenchym →
jediná živá součást xylemu – zásobní depozice škrobu – je i u nahosemenných

mechanická funkce < **vodivá funkce**

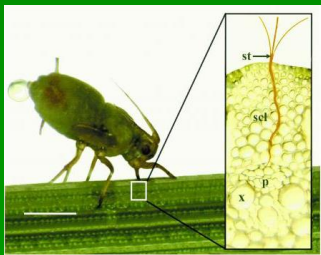
Struktura floemu

– **sítkovice** – navazují jedna na druhou jako tracheje

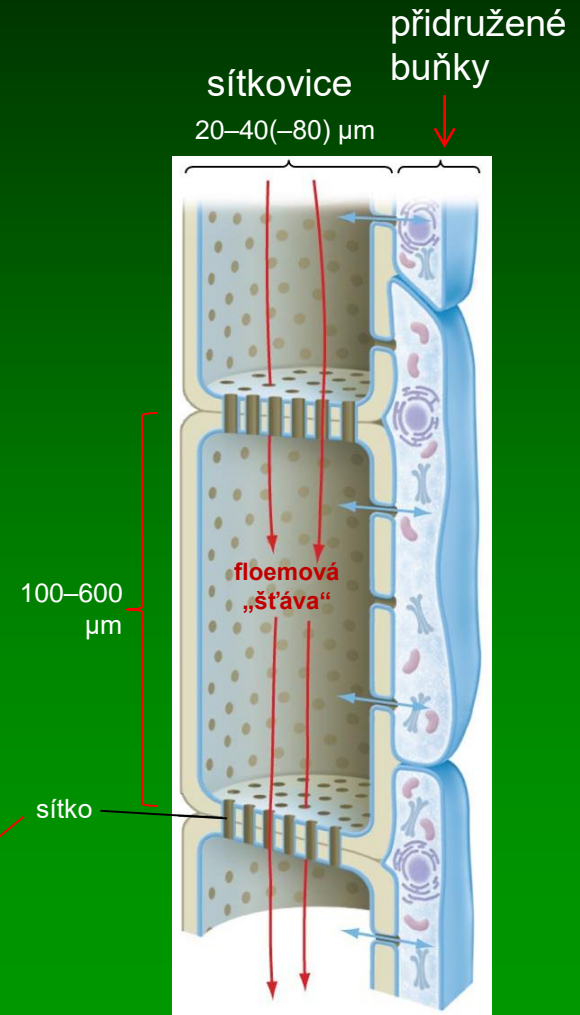
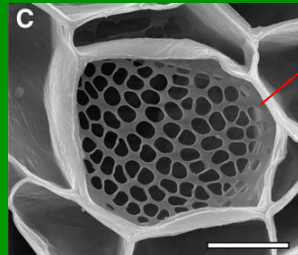
Floémová „šťáva“ = asimiláty (hlavně cukry) z listů

- meristémy
- zásobní orgány (kořeny, plody)
- zásobní pletiva (parenchym)

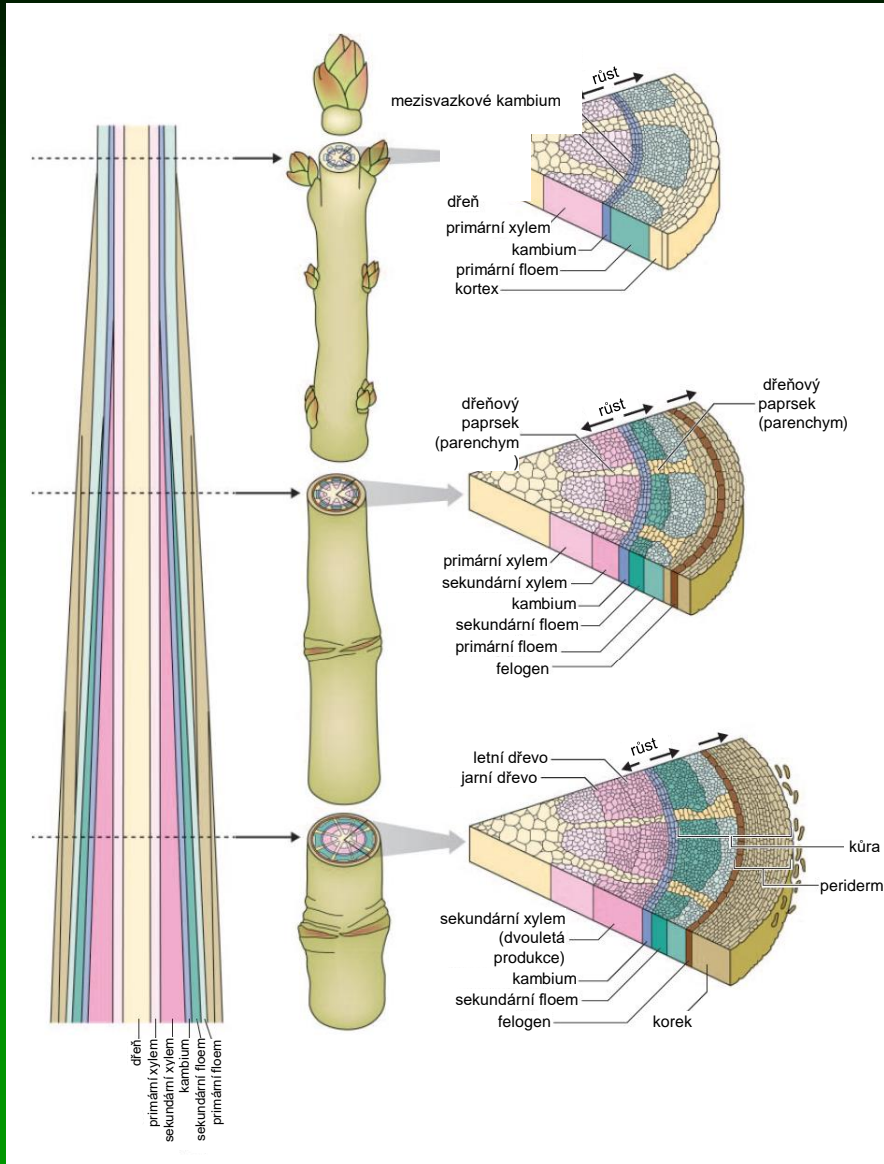
Životnost sítkovic v temperátní zóně = zpravidla jedna sezóna – na podzim se ucpávají kalózou



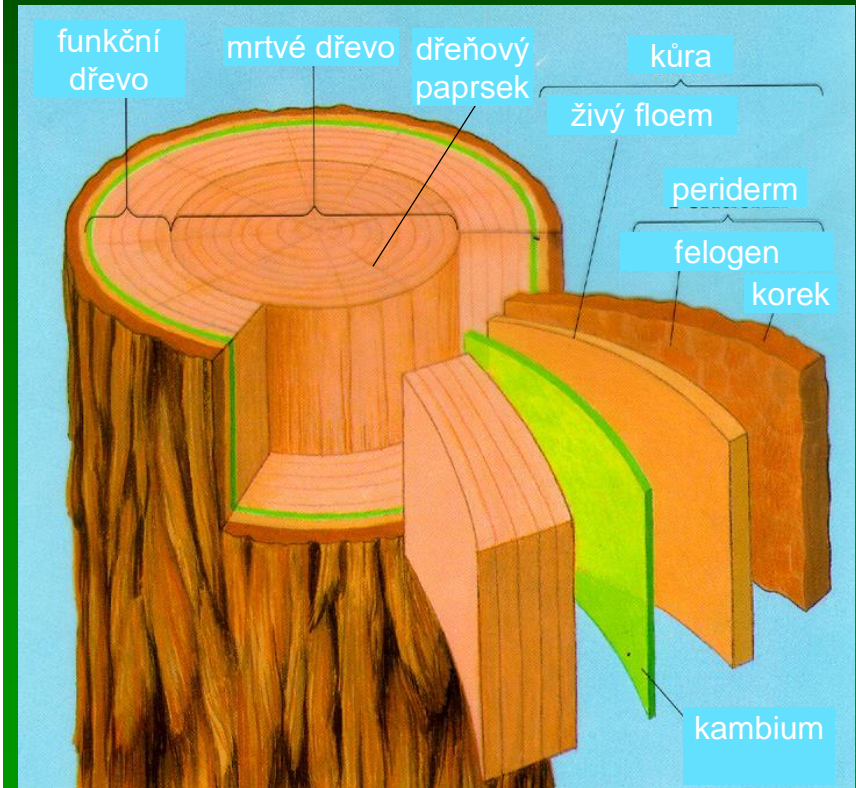
mšice saje z floemu cukrový roztok



Sekundární tloušťnutí



– pozice svazků původního eustélé ve ztlustlém kmeni jen sotva znatelná – tvoří ji „díly“ dortu oddělené dřeňovými paprsky (původně parenchymatickou dřeňí mezi jednotlivými svazky); mezi tyto „původní“ dřeňové paprsky se směrem k obvodu kmene „vkládají“ činnosti kambia další dřeňové paprsky



Struktura reprodukčních orgánů

krytosemenné – často oboupohlavné květy

nahosemenné – často jednopohlavné strobily

**vznik oboupohlavných reprodukčních struktur byl pro evoluci květu klíčový
byly to oboupohlavné strobily ancestorů nahosemenných i krytosemenných
tedy zřejmě ani liánovců ani benetitů**

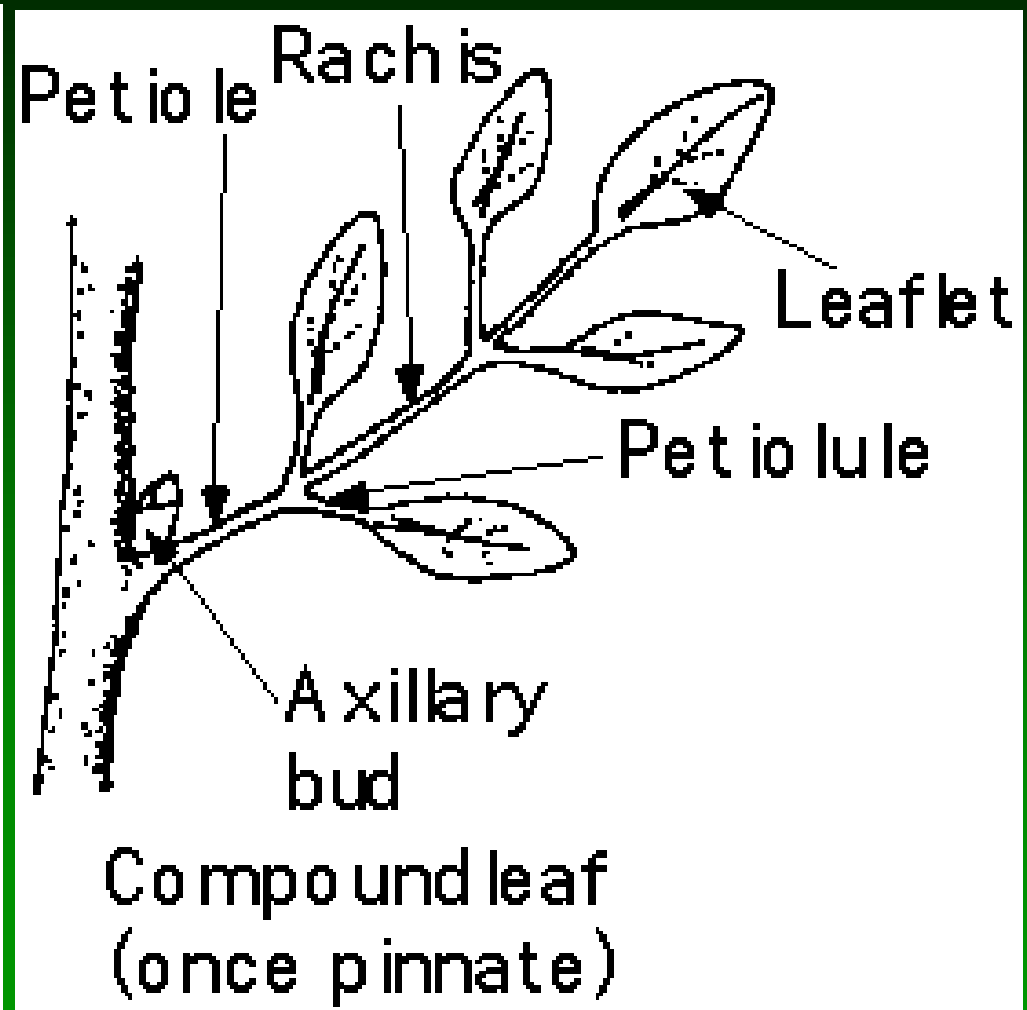
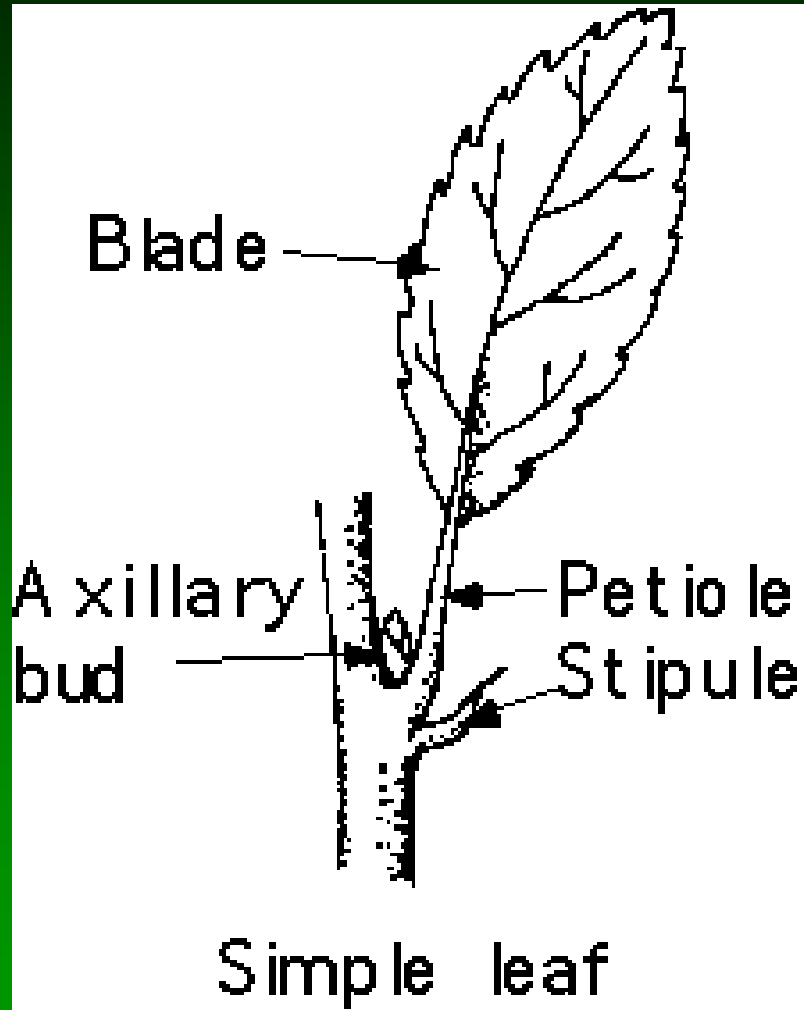
Listy - morfologie

Listy – tvarově a velikostně rozmanité
– opadavé i vytrvalé

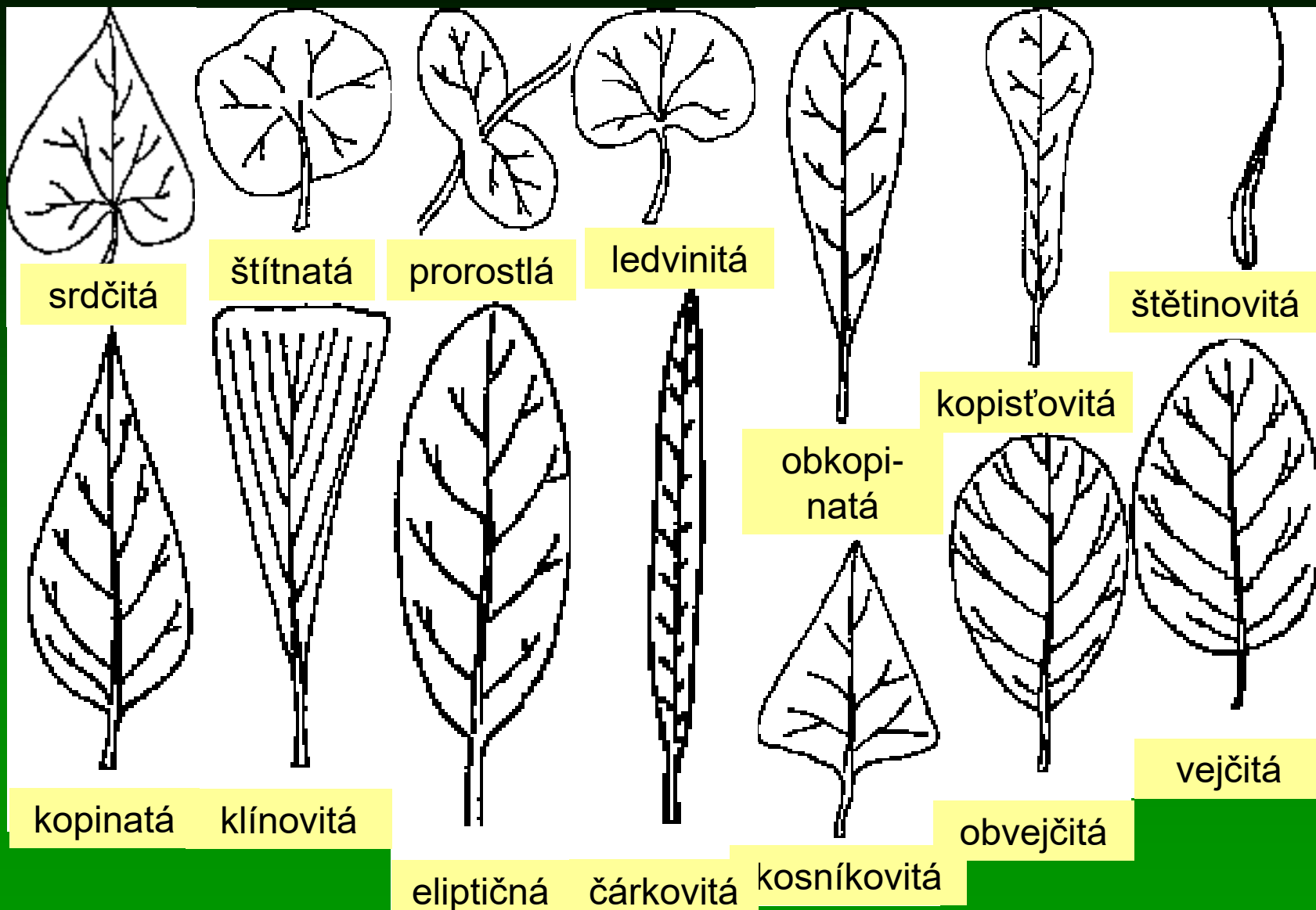
Žilnatina – dlanitá,
– zpeřená nebo
– rovnoběžná



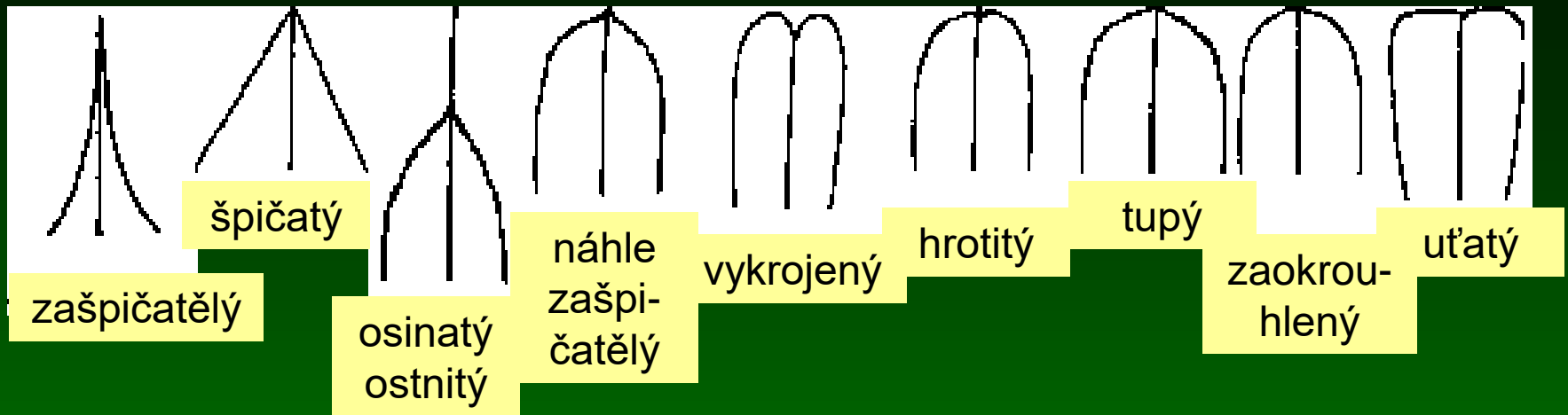
Listy jednoduché nebo složené (z lístků)



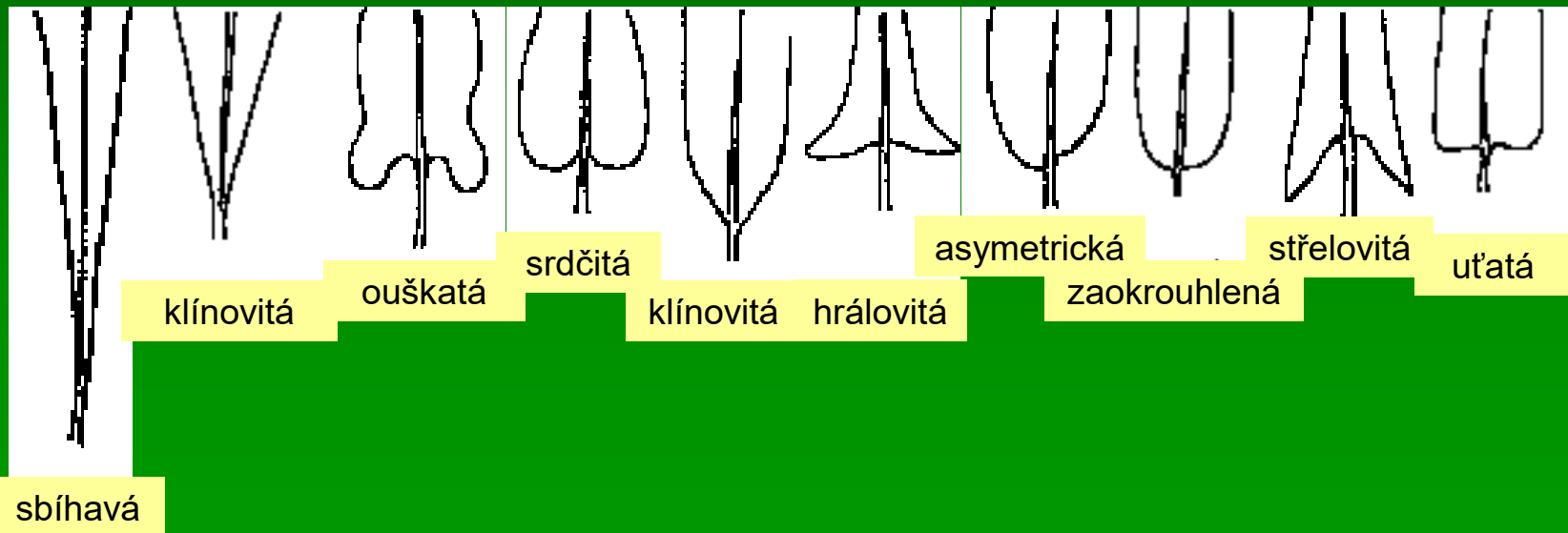
Nejčastější tvary listové čepěle



Tvary vrcholu listové čepele



Tvary báze listové čepele



Listy podle charakteru okraje

celokrajný

chobotnatý

vykrajovaný

dvojitě zubatý

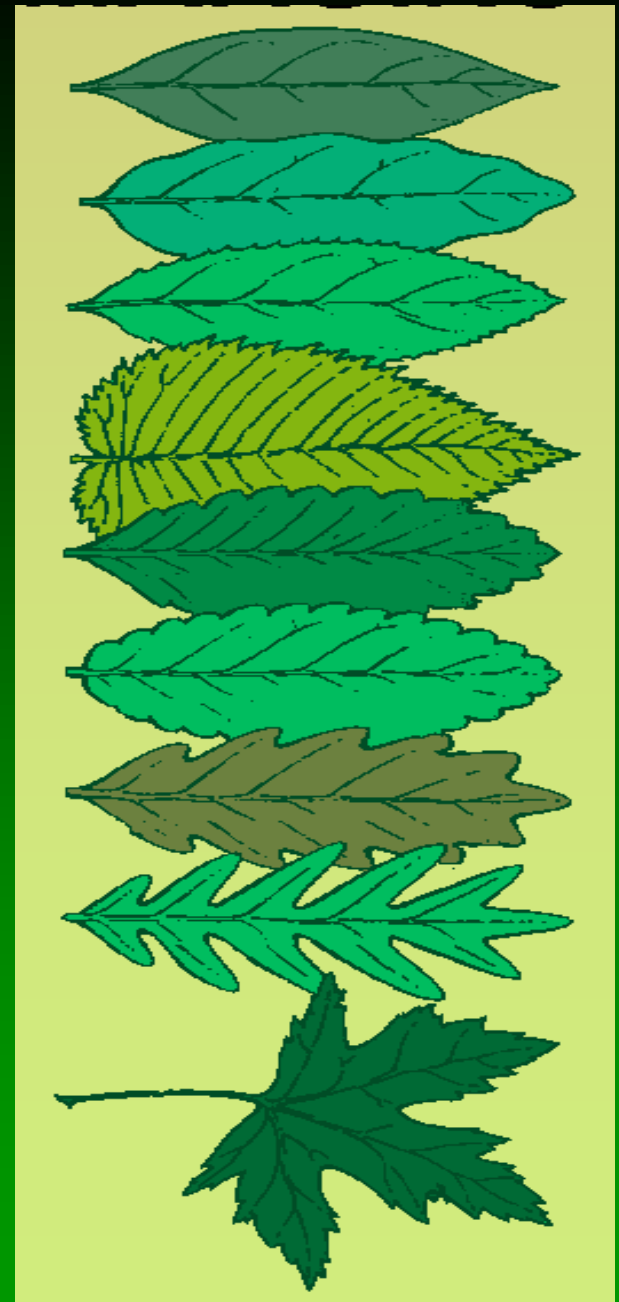
vroubkovaný

zubatý

peřenolaločný

peřenosečný

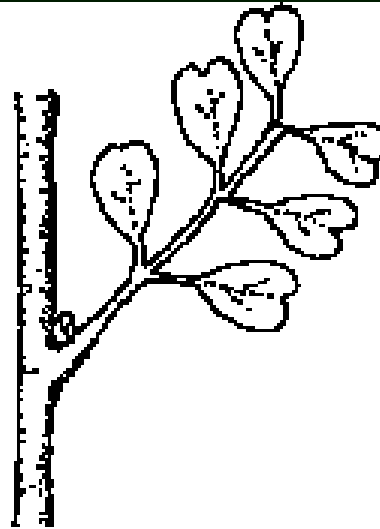
dlanitosečný



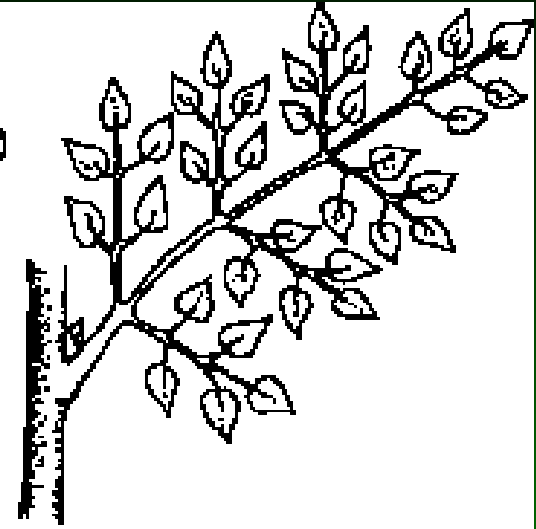
Typy složených listů



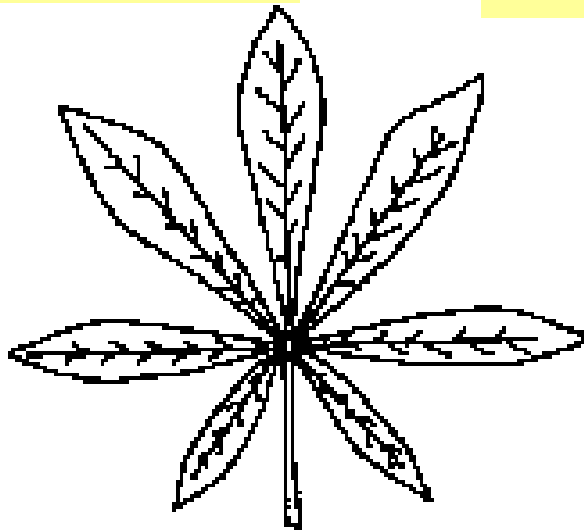
lichozpeřený



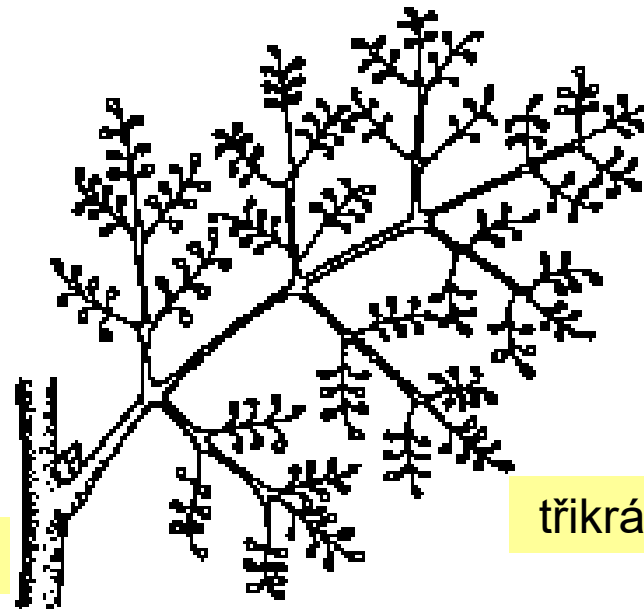
sudozpeřený



dvakrát zpeřený

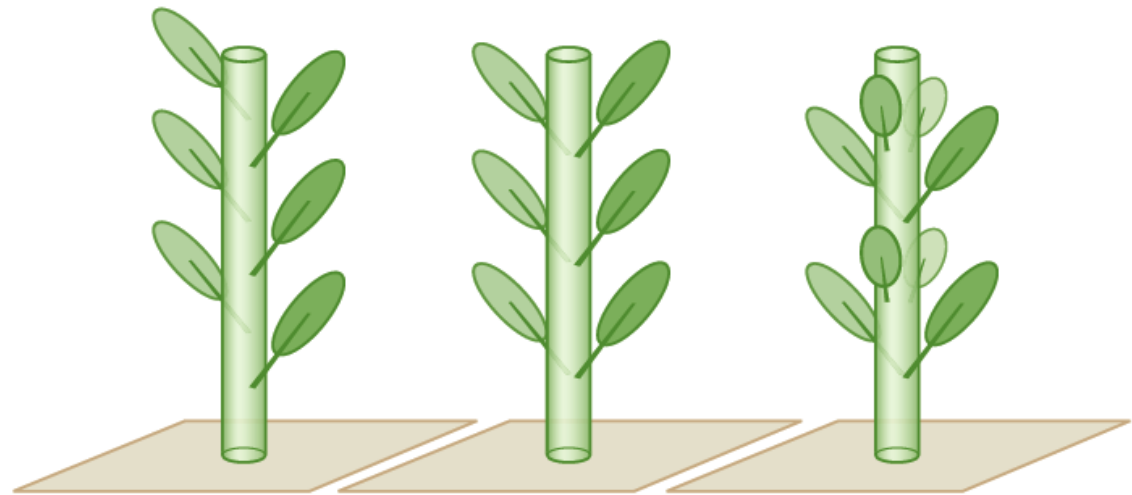


dlanitě složený (sedmičetný)



tříkrát zpeřený

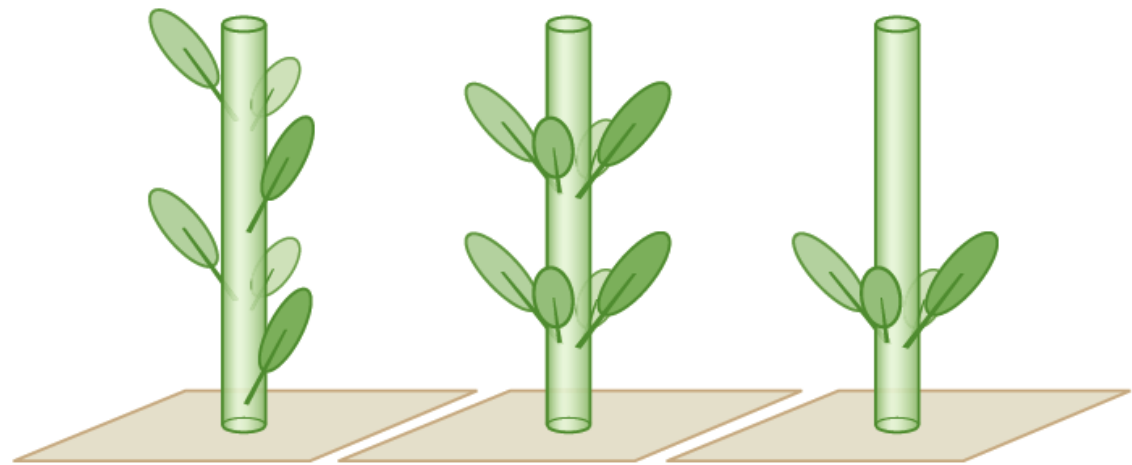
Postavení listů na stonku



střídavé
dvouřadé

vstřícné
dvouřadé

vstřícné
křížmostojné



spirální

přeslenité

v přízemní růžici

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, zvětšené 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*)



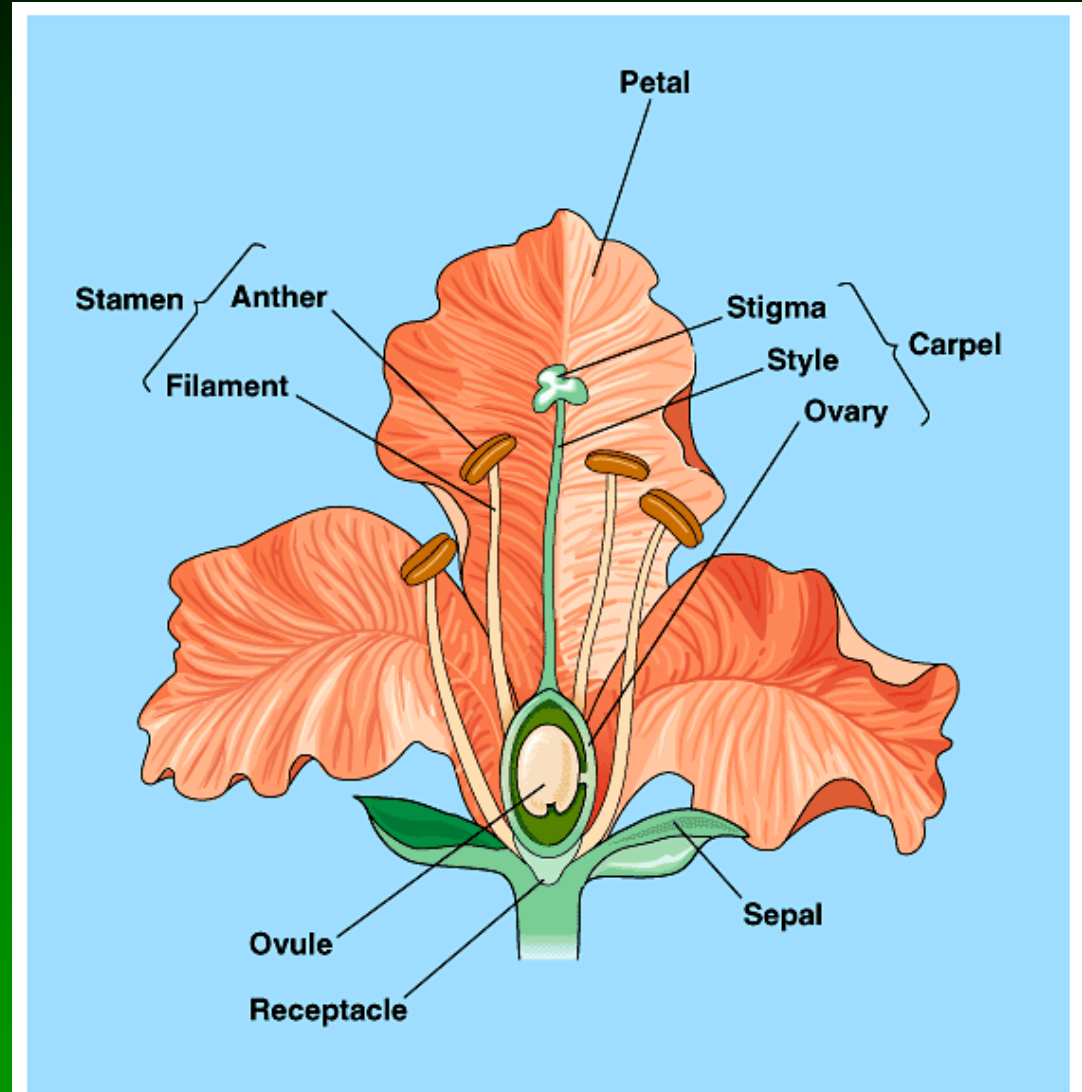
Často chrání vyvíjející se listy
(*Ficus elastica*)

Květy - morfologie

Květ = komplex metamorfovaných listů uspořádaný na zkrácené ose

=
květní obaly,
tyčinky (= mikrosporofyly)
plodolisty (= megasporofyly)

Tyto části jsou pak v různých ustálených či neustálených počtech

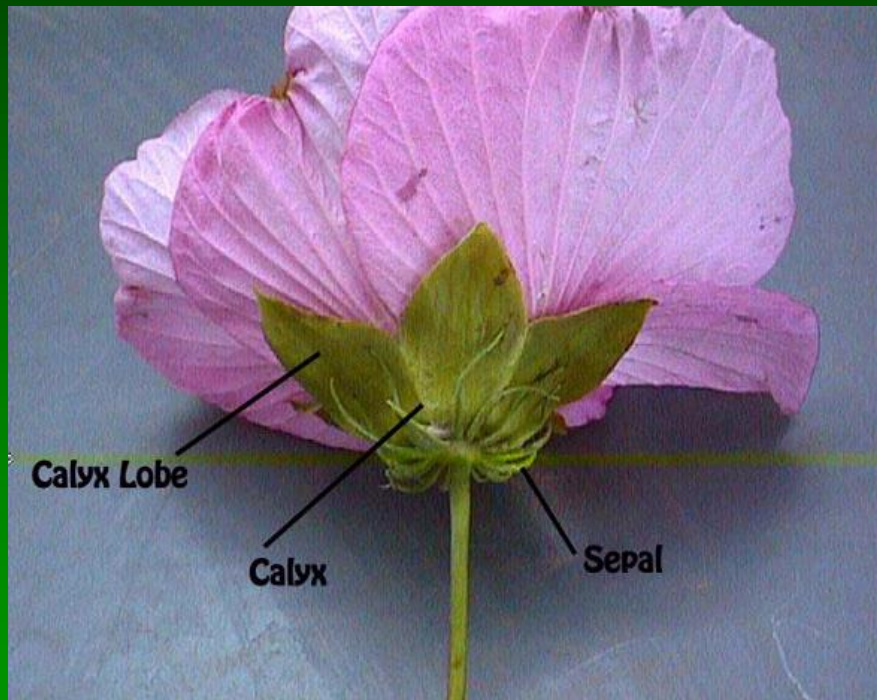


Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

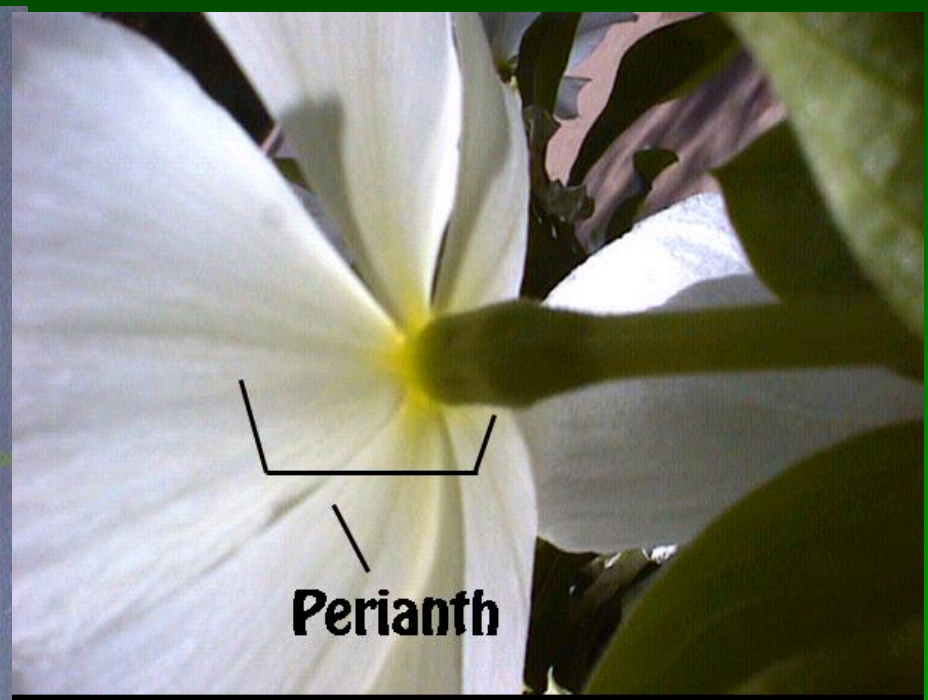
Podle počtu rovin souměrnosti rozlišujeme květy na **zygomorfní** - s jednou rovinou souměrnosti a **aktinomorfni** - s více než jednou rovinou souměrnosti



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



heterochlamydeické



homochlamydeické

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

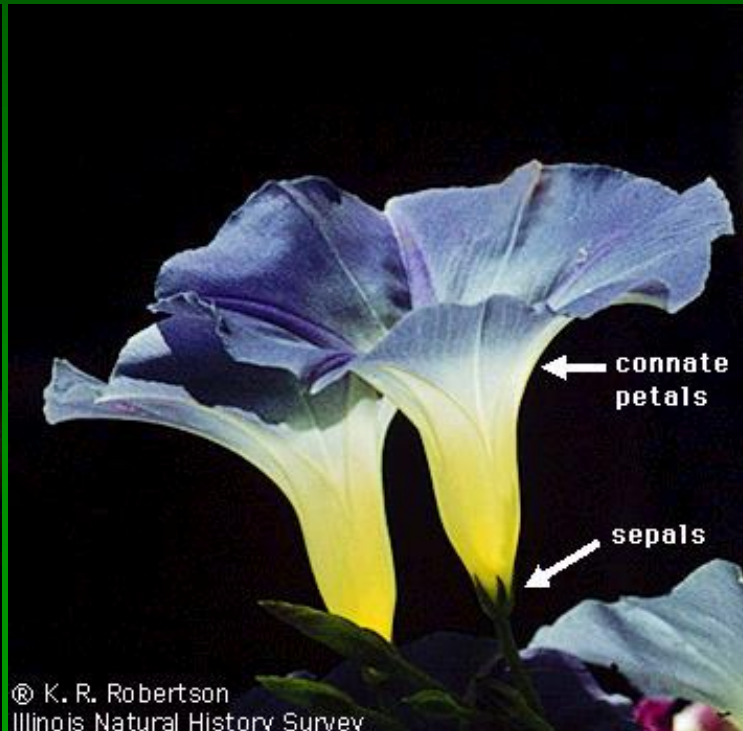
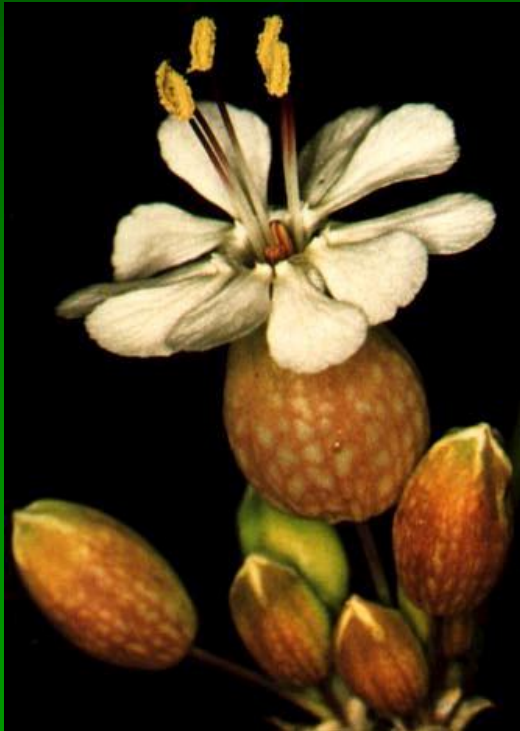
volné lístky kališní
(**sepaly**) tvoří
květy **chorisepalní**,

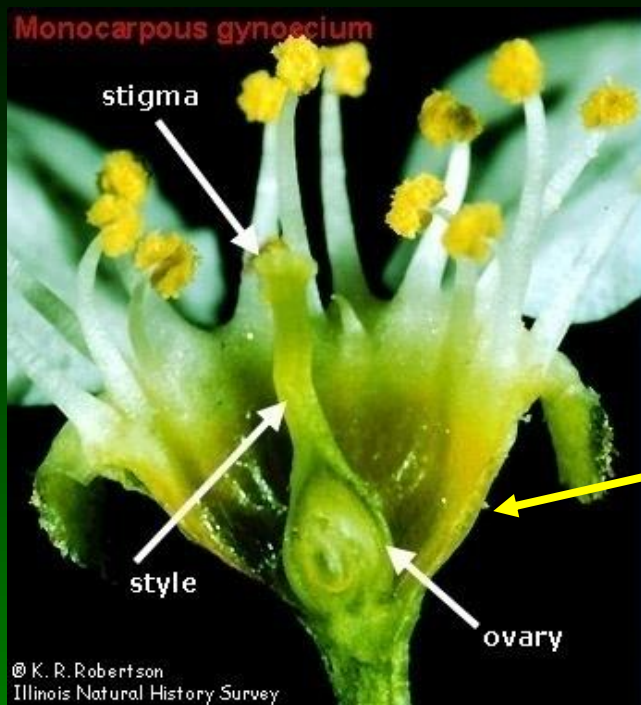


volné lístky okvětí (**tepaly**) tvoří
květy **choritepalní**

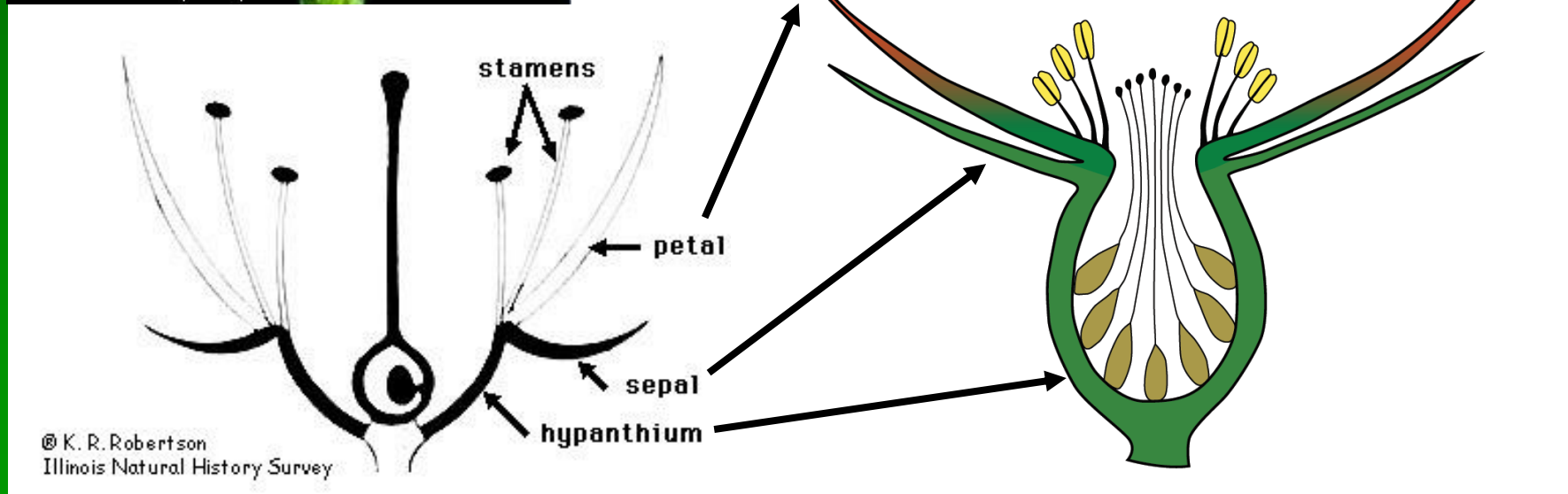
Lístky kališní (**sepaly**) mohou srůst = **květy synsepalní**,
lístky korunní (**petaly**) mohou srůst = **květy sympetalní**,
lístky okvětí (**tepaly**) mohou srůst = **květy syntepalní**

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





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



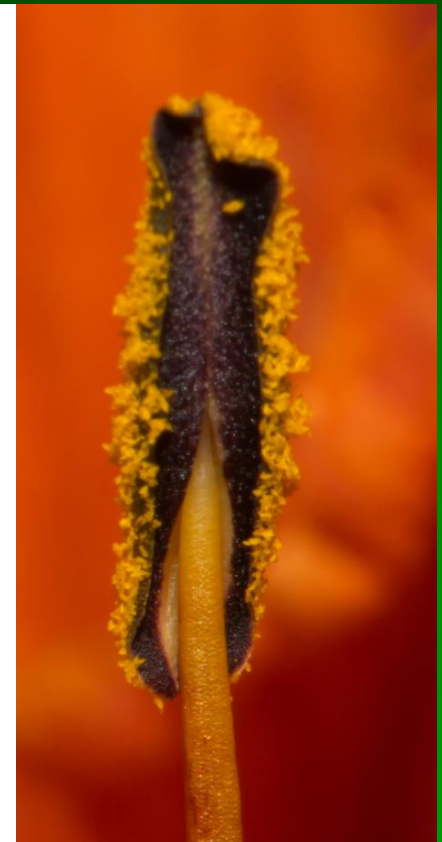
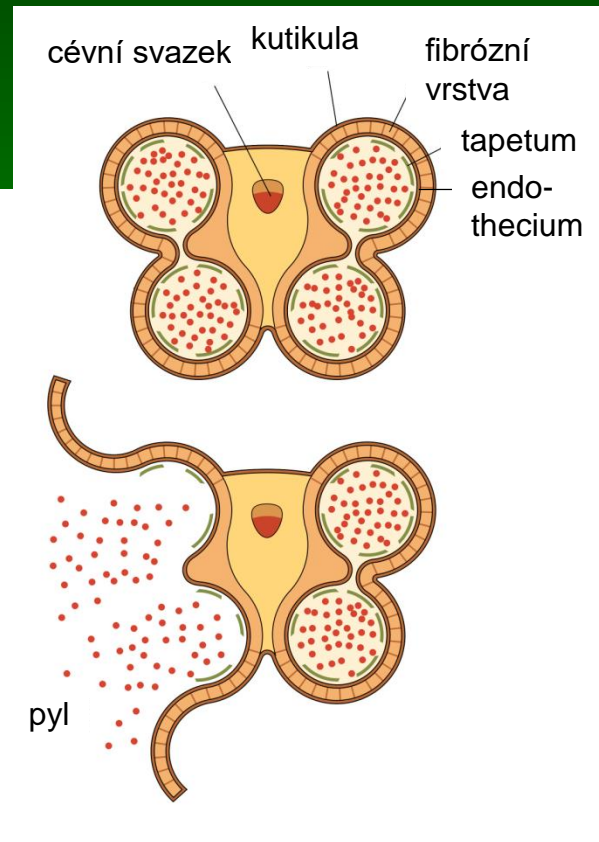
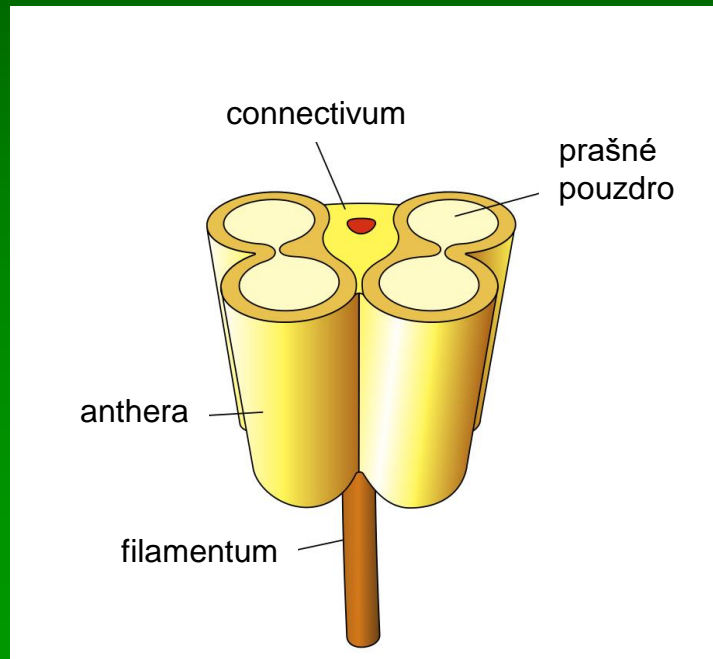
Tyčinka:

1. nitka (filamentum),

2. prašníky (antherae \approx mikrosynangia) obvykle dva, každý zpravidla se dvěma (4.) prašnými pouzdry (stěna má 4 vrstvy: epidermis, střední fibrózní vrstva, endothecium a tapetum)

3. spojidlo (connectivum)

= pokračování nitky
spojující prašníky



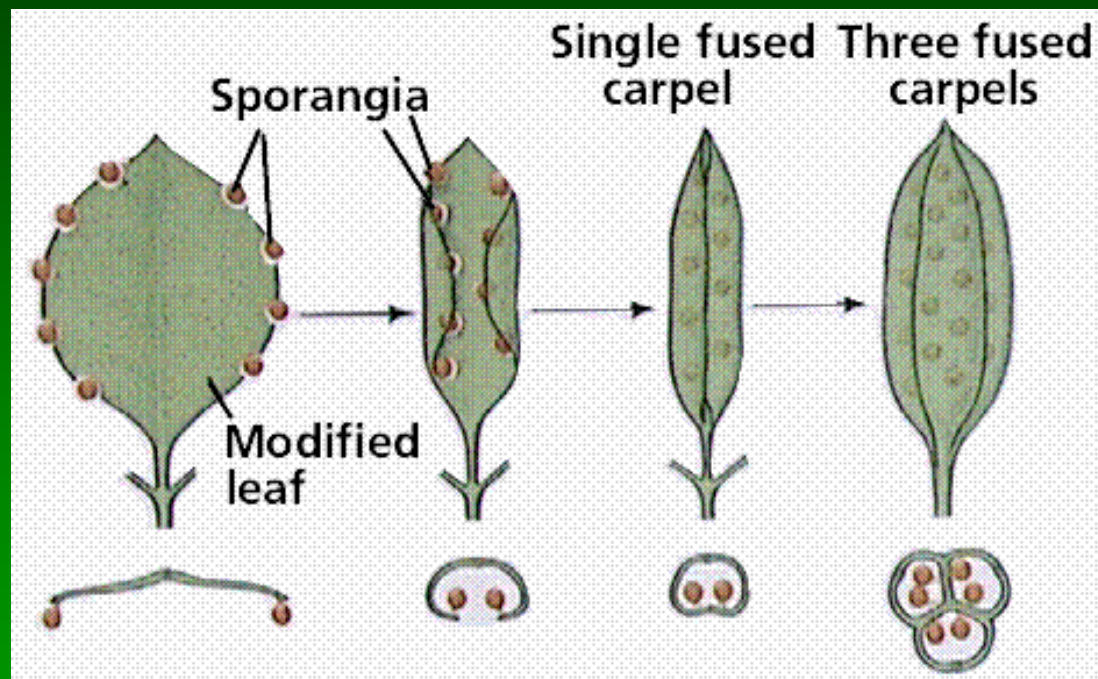
Někdy jsou mezi tyčinkami také nevyvinuté tyčinky bez prašníků = patyčinky (**staminodia**)

Parnassia palustris
Celastraceae



Pelargonium hermannii
Geraniaceae

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



Soubor
plodolistů =
pestík
(gynoceum)

Parietal placentation

Longitudinal Section



Cross Sections

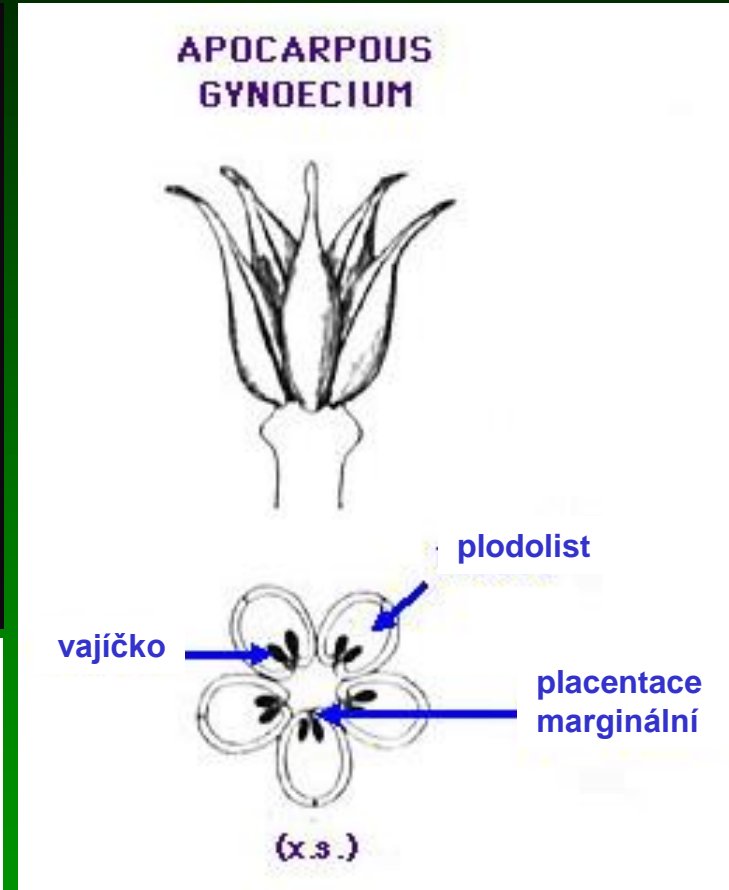
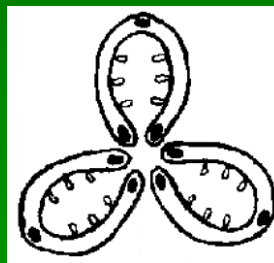
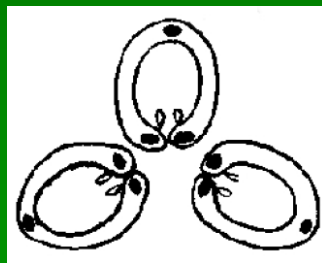


© K. R. Robertson
Illinois Natural History Survey

Volné, vzájemně nesrostlé plodolisty = apokarpní gyneceum

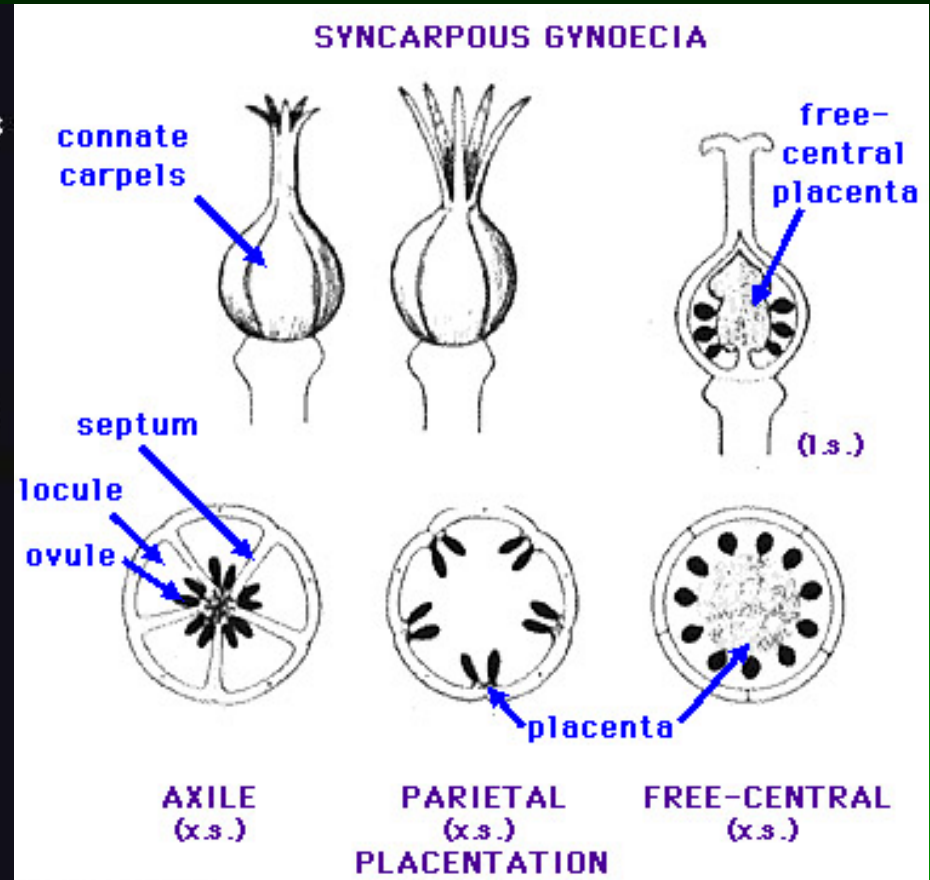
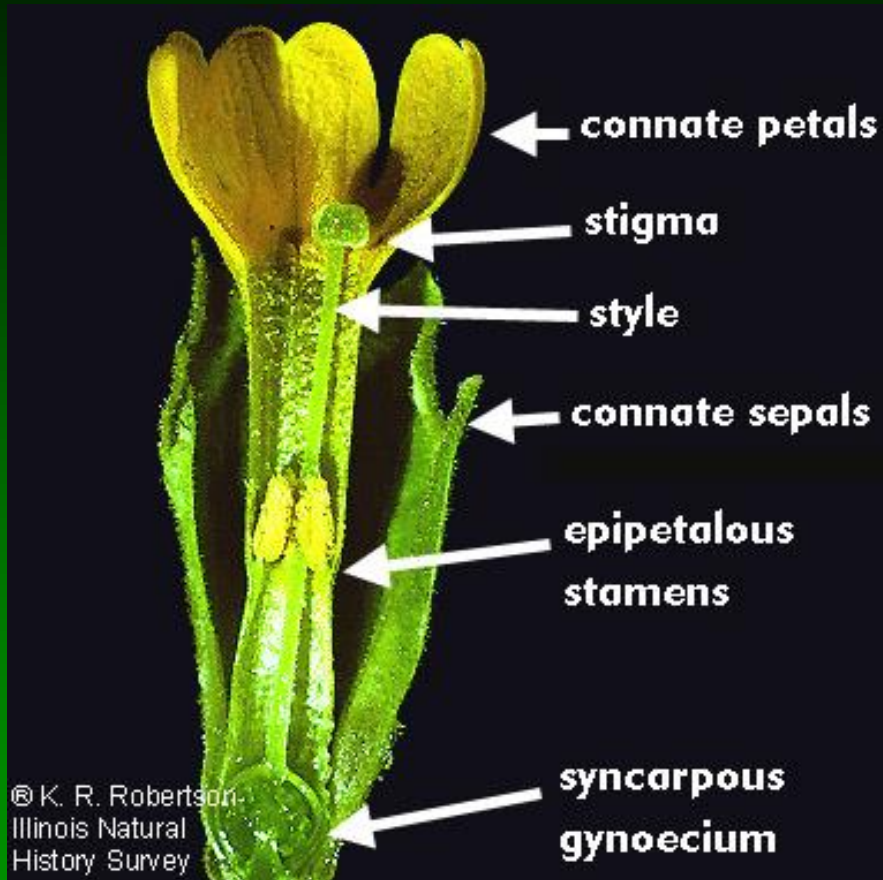


COPYRIGHT J.R. MANHART



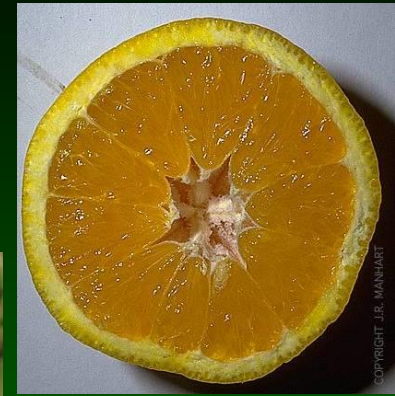
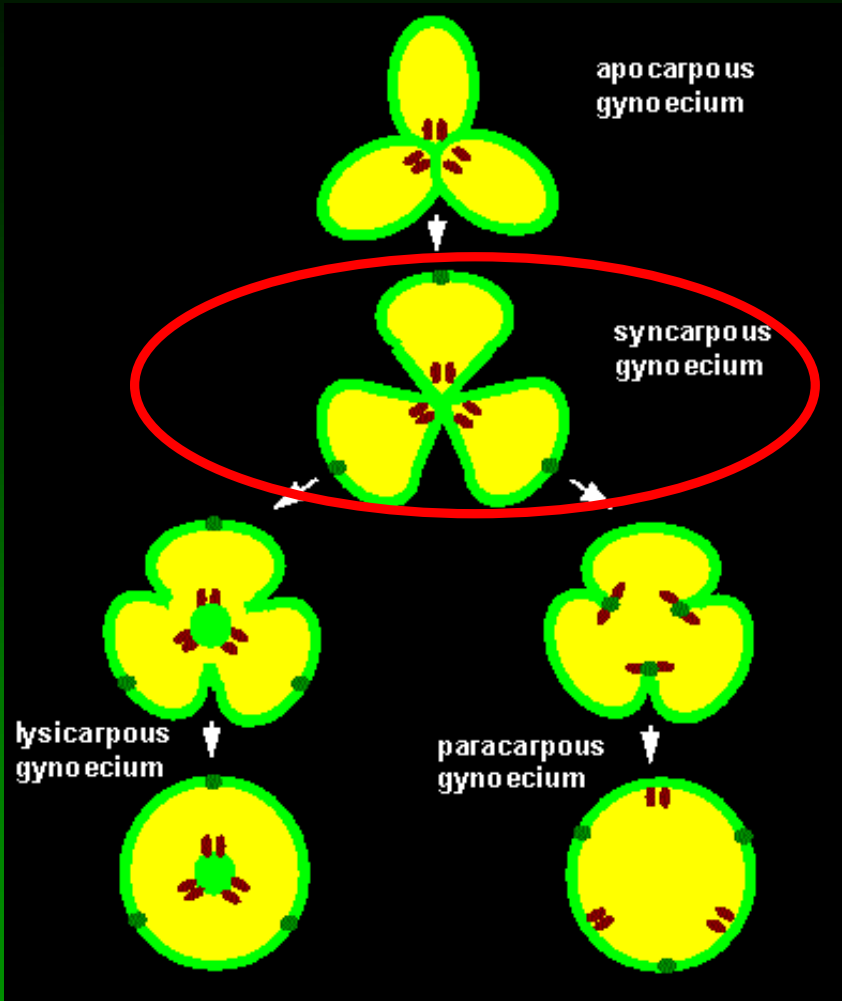
podle polohy vajíčků zde rozlišujeme hlavní typy placentace: marginální, nebo laminální = laminární.

Vzájemně srostlé plodolisty = cénokarpní gyneceum

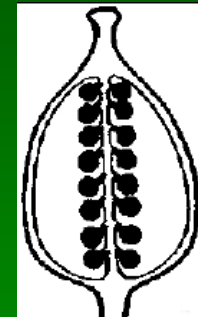
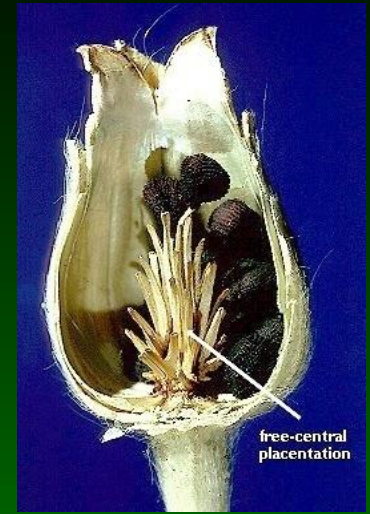
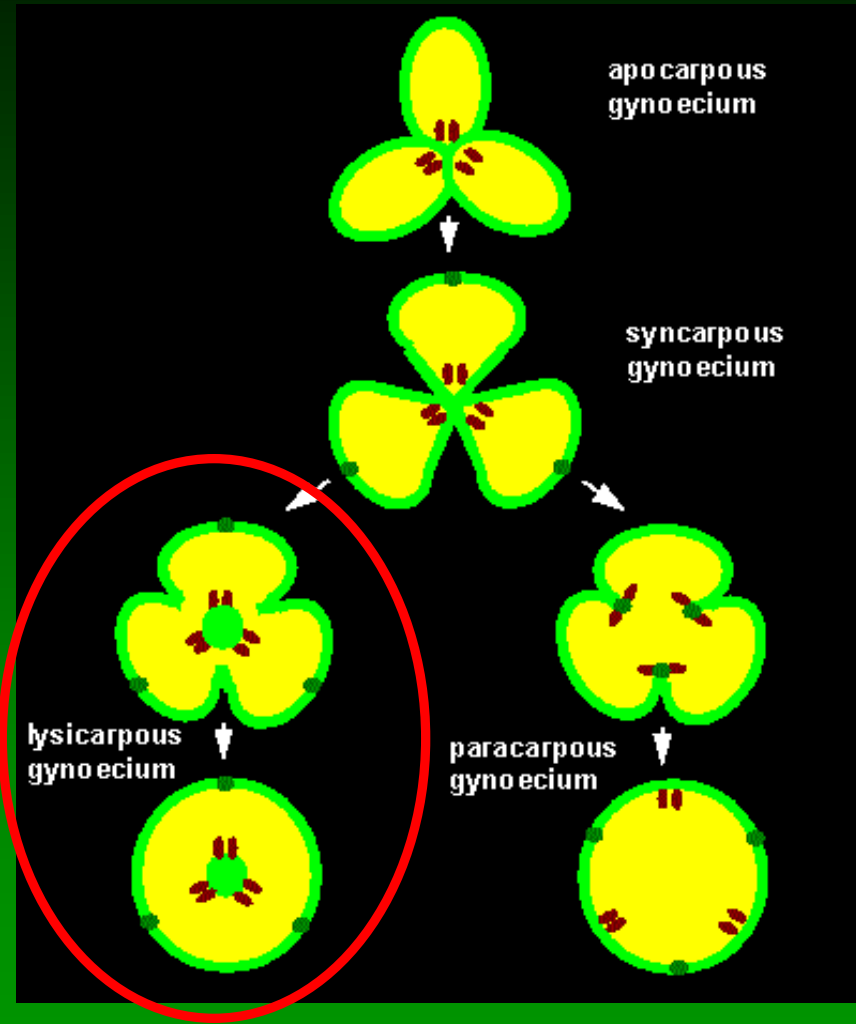


Podle polohy vajíček na plodolistech – tři typy placentace:
1. axilární, 2. parietální a 3. centrální (popř. až bazální)

Synkarpní gyneceum = axilární placentace = plodolisty bočně srostlé



Lysikarpní gyneceum = centrální nebo bazální placentace



Primulaceae

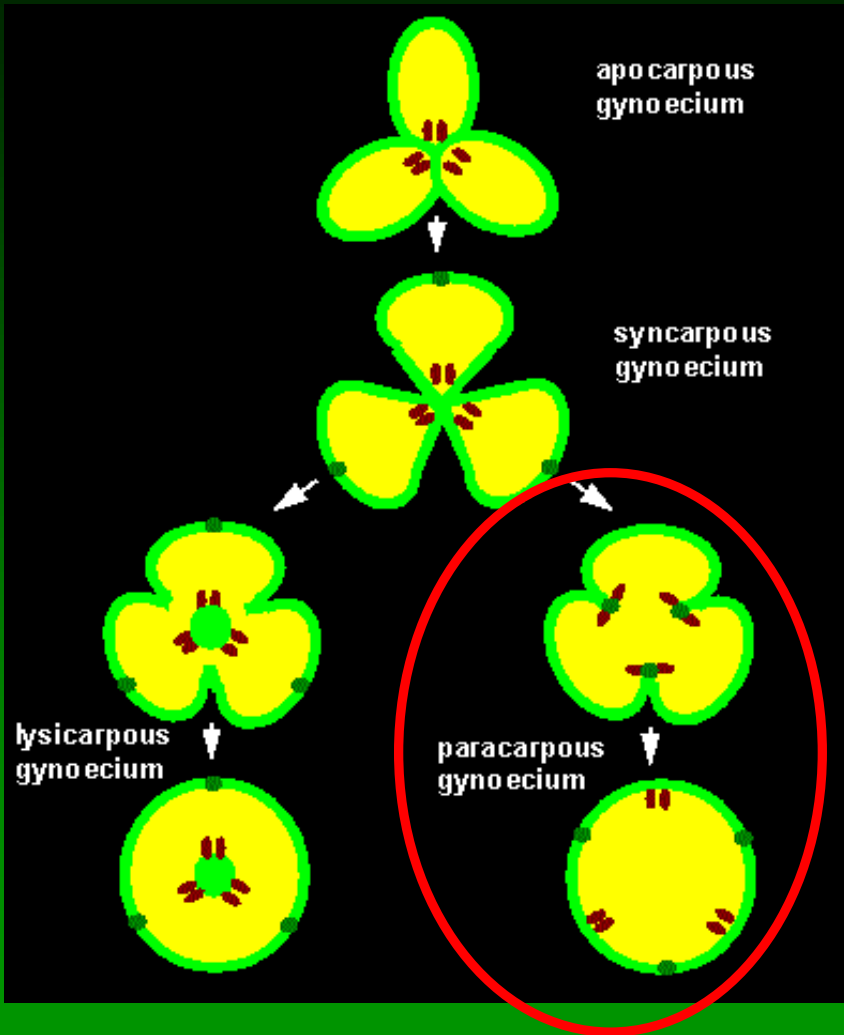


Caryophyllaceae



přepážky synkarpního gynecea zanikly

Parakarpní gynoecium = parietální placentace



Chenopodiaceae

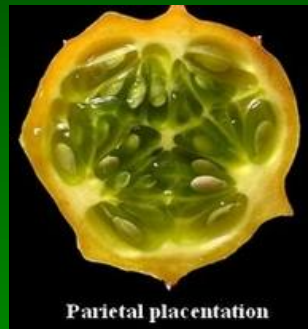


Orchidaceae

Cactaceae



Cucurbitaceae



Orobanchaceae



Brassicaceae

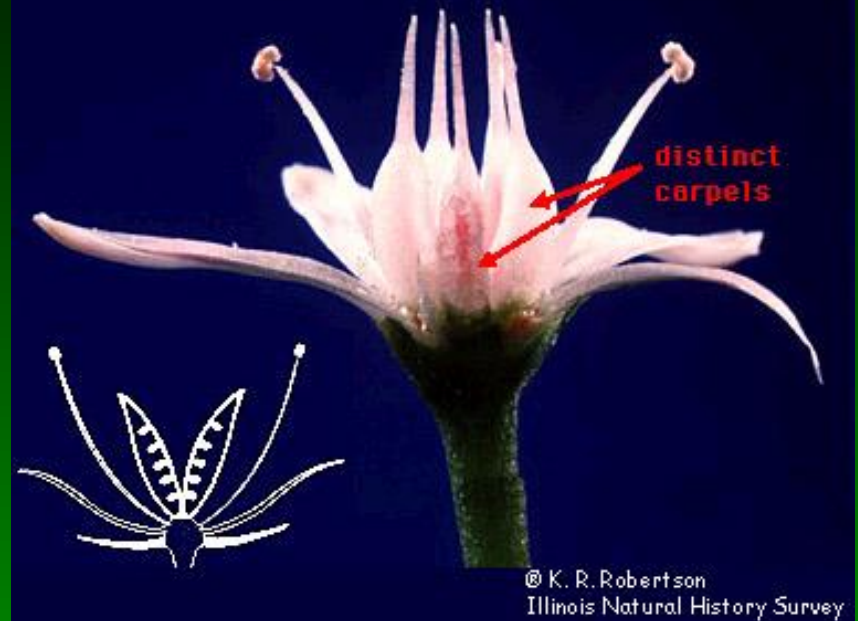


Violaceae

plodolisty srostlé svými okraji

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

Apocarpous gynoecium

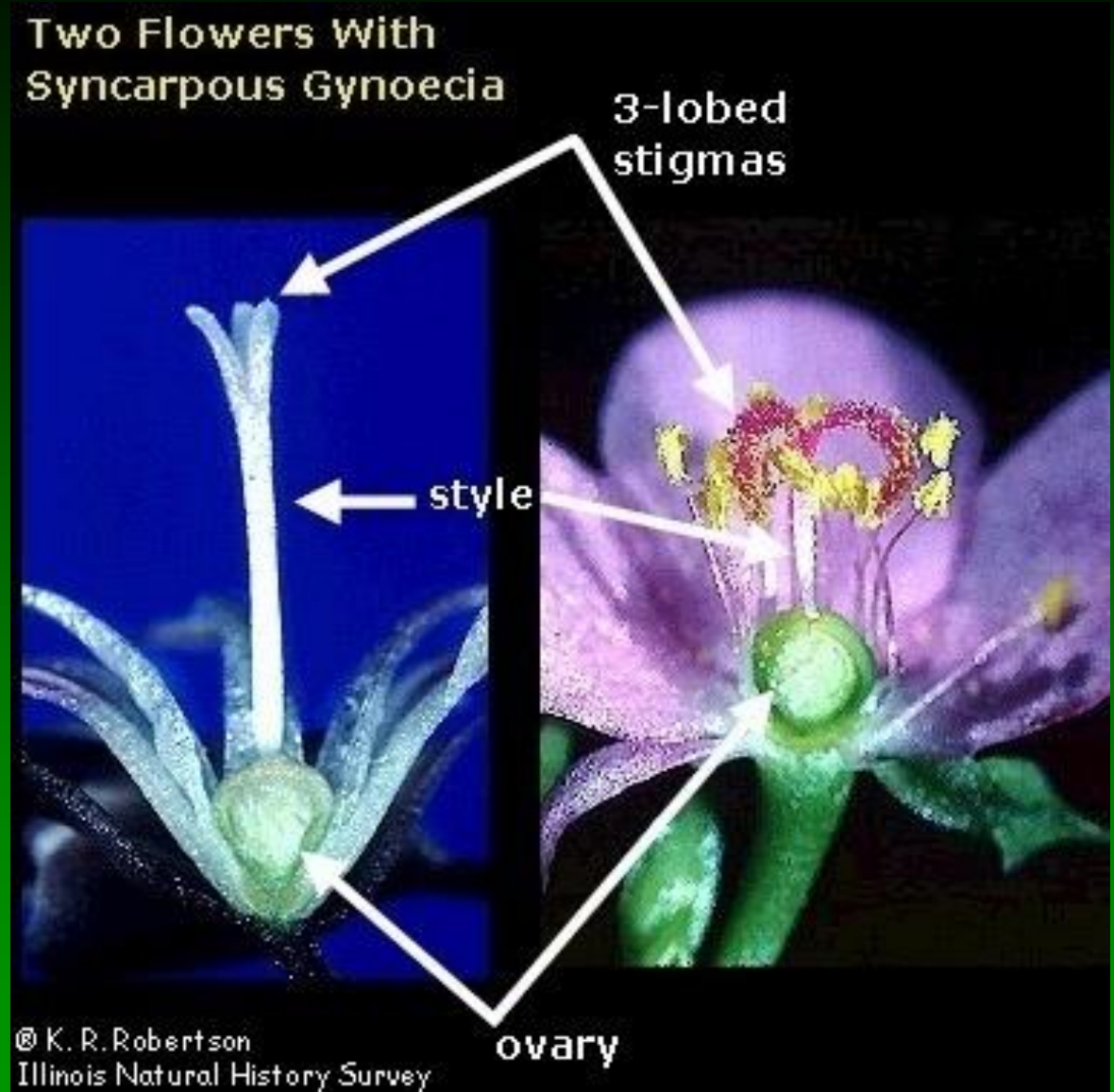


Stylodia najdeme i u cénkarpního gynecea

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

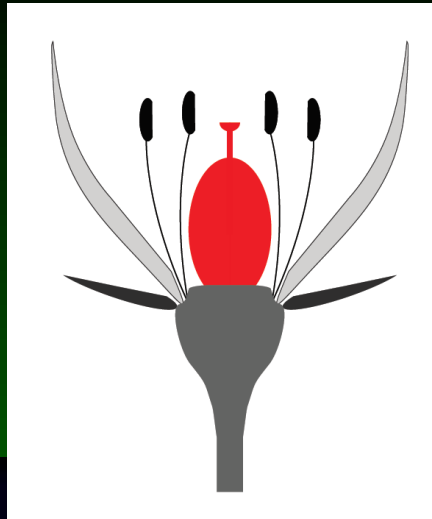
Čnělka bývá na vrcholu často rozšířená v **bliznu** (stigma)

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

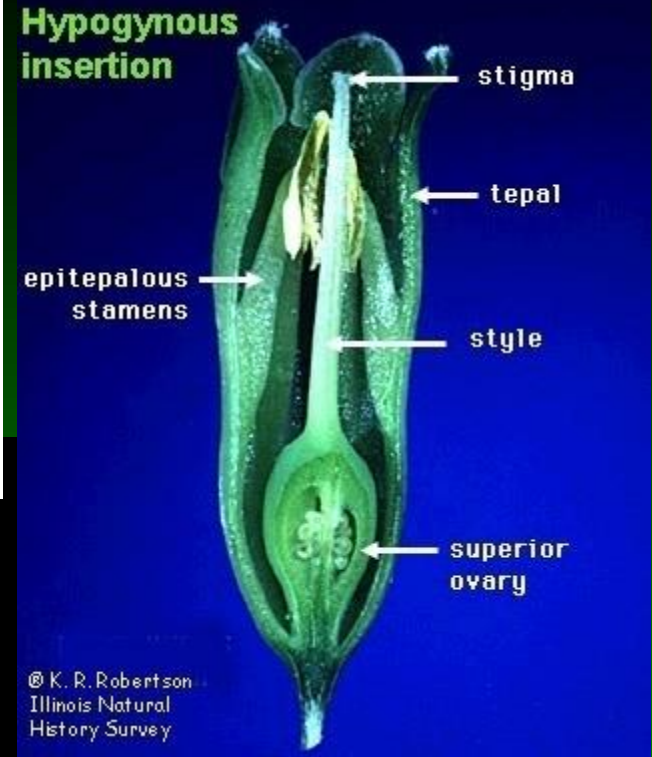


Čnělka, nitky i spodní semeník se vyvinuly jako snaha odvést opylovače co nejdál od nutričně hodnotných vajíček

Svrchní semeník –
semeník nad bází
kalicha a koruny

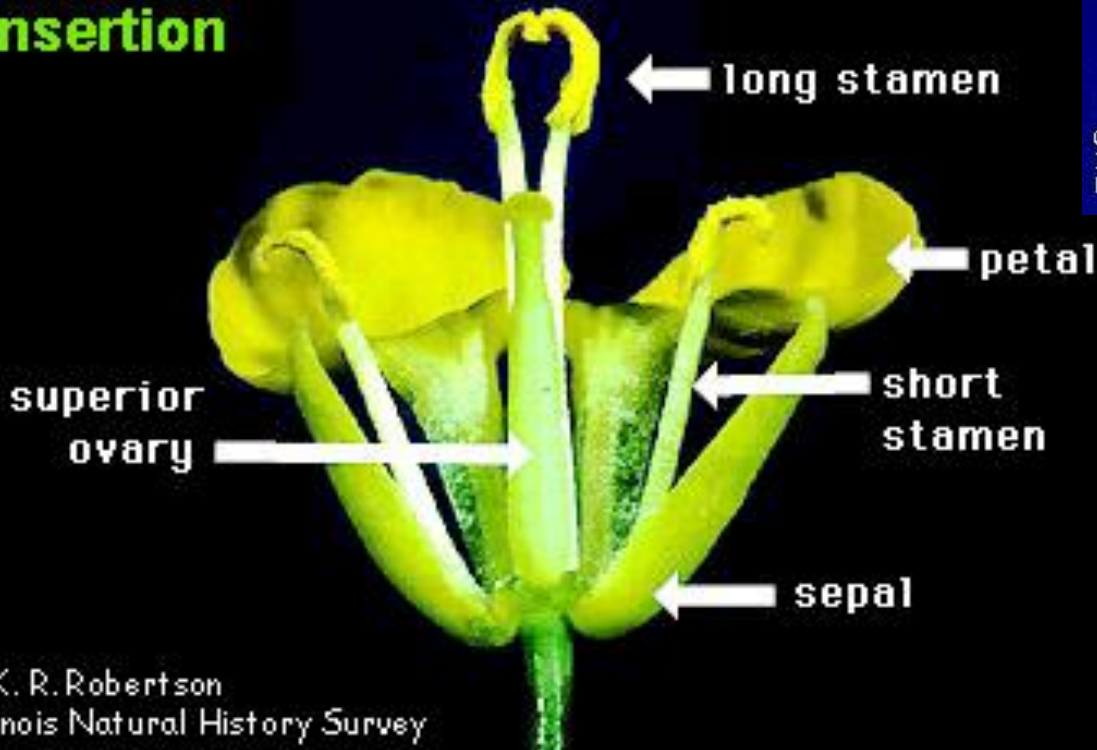


**Hypogynous
insertion**



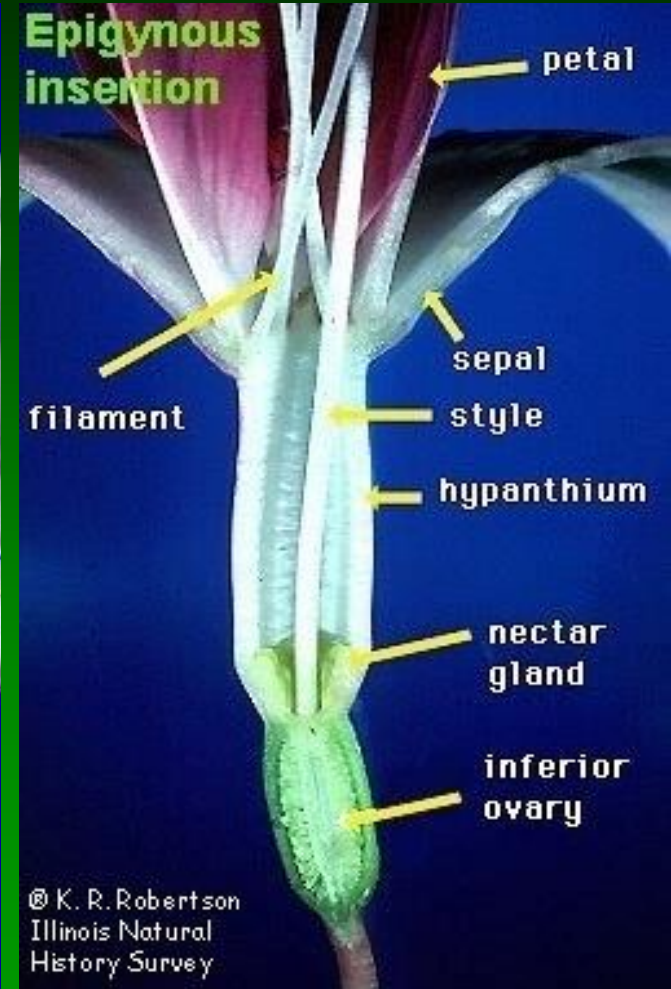
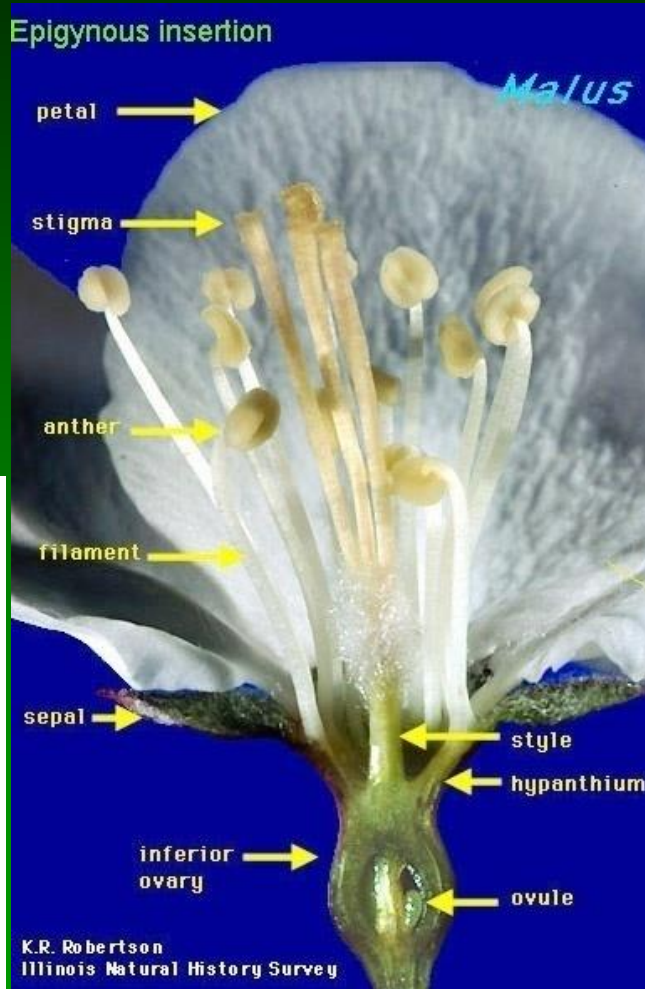
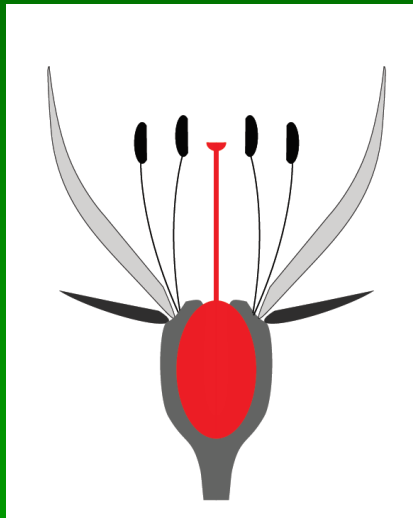
@ K. R. Robertson
Illinois Natural
History Survey

**Hypogynous
insertion**



@ K. R. Robertson
Illinois Natural History Survey

Spodní semeník - semeník pod bázemi kalicha a koruny



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

Parnassia, Celastraceae



Cerasus, Rosaceae



Lamium,
Lamiaceae



Helleborus,
Ranunculaceae



Geranium,
Geraniaceae



Květy mohou být buď jednoduché,
nebo skládají květenství různých typů



Jednotlivé květy

Convolvulus, Convolvulaceae



Anemone, Ranunculaceae



Tulipa, Liliaceae



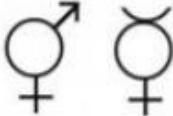


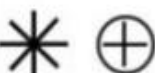




Papaver, Papaveraceae



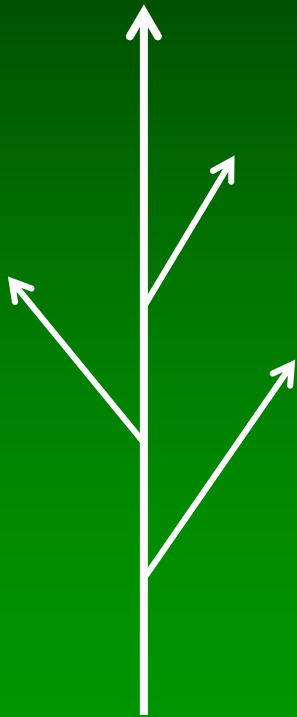
Cucurbita, Cucurbitaceae



Květní vzorec

	květ oboupohlavný	K	kališní lístky
	květ samičí (pestíkový)	C	korunní lístky
	květ samčí (prašníkovaný)	P	okvětní lístky
	květ pravidelný (RS>2)	A	tyčinky (andreceum)
	květ souměrný (RS=1)	G	gyneceum
	květ bisymetrický (RS=2)	G _	g. svrchní, apokarpní
	květ asymetrický (RS=0)	G (_)	g. svrchní, coenokarpní
	květ acyklický (spirální)	G (^)	g. spodní, coenokarpní
		()	tangenciální srůsty (např. C navzájem)
		[]	radiální srůsty (např. C s A)

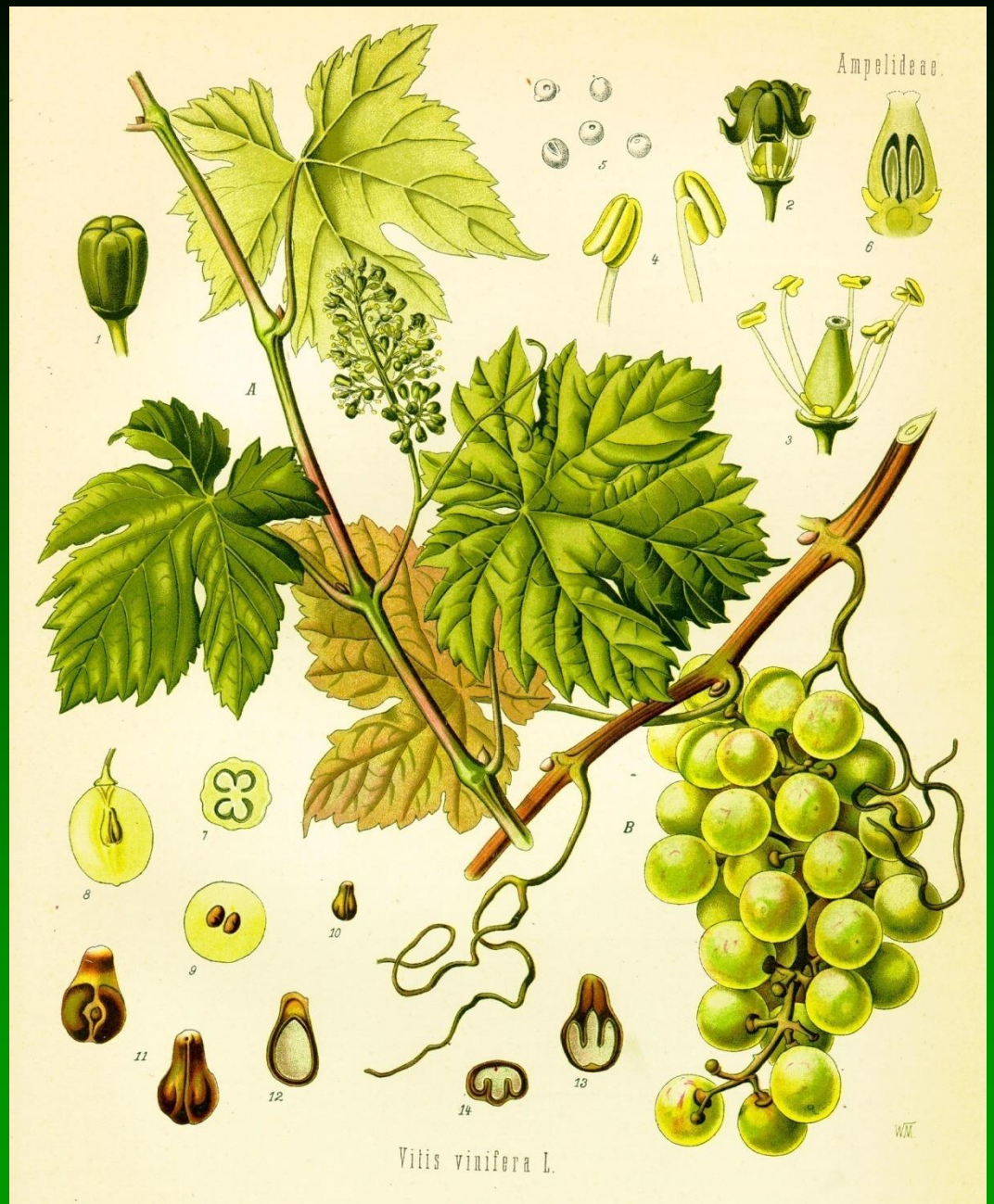
Hroznovitá (monopodiální) květenství



(boční větve nepřerůstají vrchol)

lata

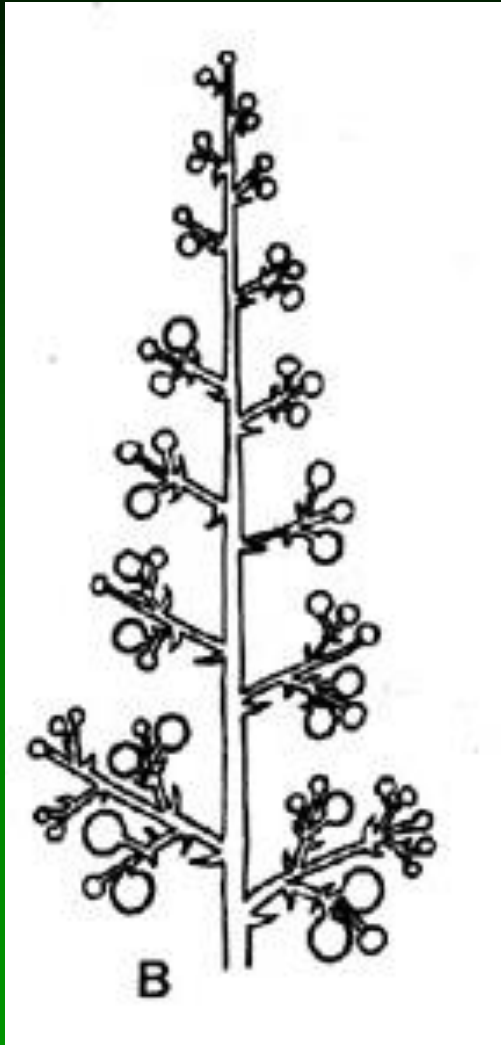
dlouhé hlavním větveno
na něm ještě
kratší rozvětvené postranní větve
(*Vitis vinifera*, vinná réva)
Vitaceae



Lata

šeřík (*Syringa*, *Oleaceae*)

javor (*Acer*) *Sapindaceae*

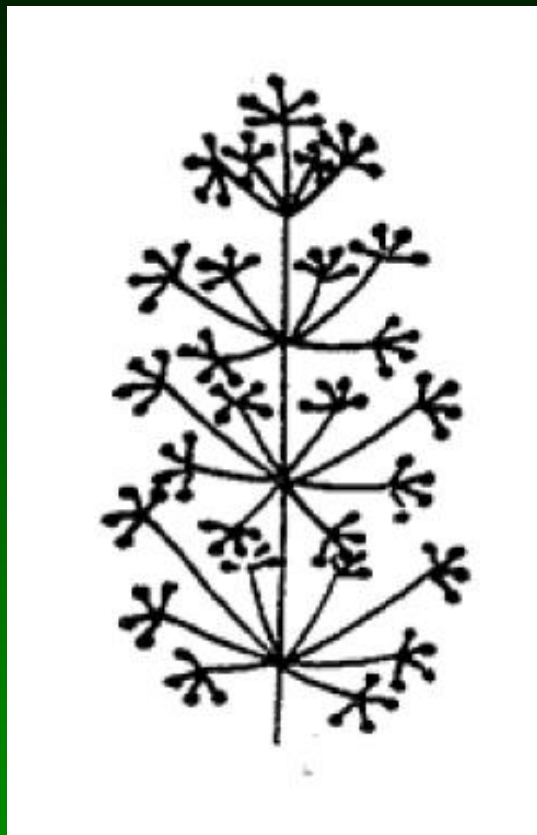


© K. R. Robertson
Illinois Natural History Survey

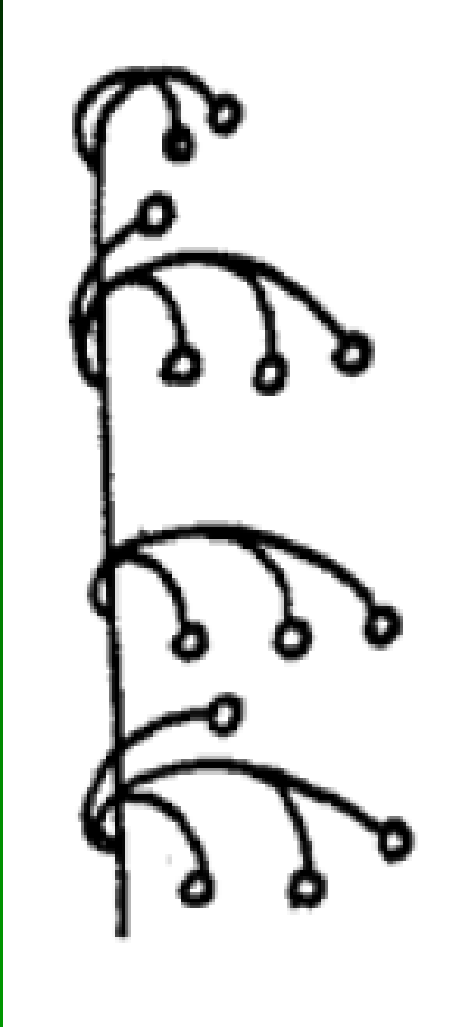


Přeslenitá lata

žabník (*Alisma*) Alismataceae



Jednostranná lata



Bromus



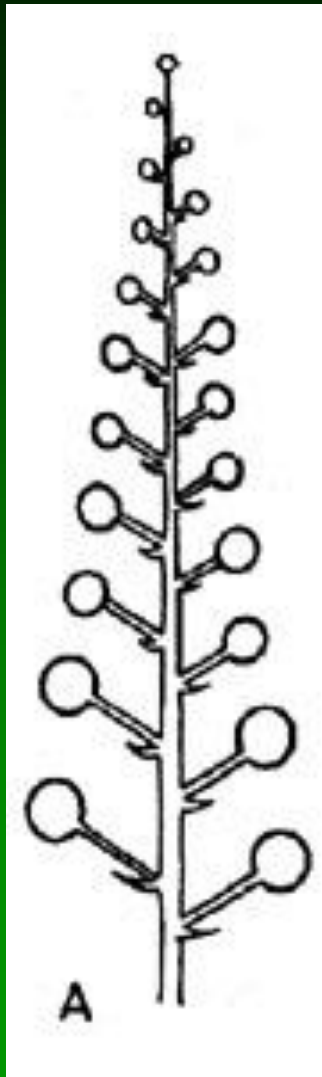
Festuca



© K. Lauber

Melica uniflora

hrozen

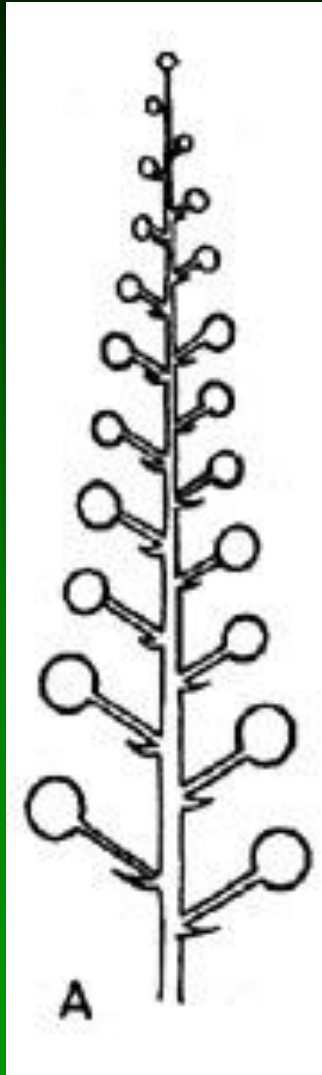


Aconitum, Ranunculaceae



Corydalis, Papavearaceae

hrozen

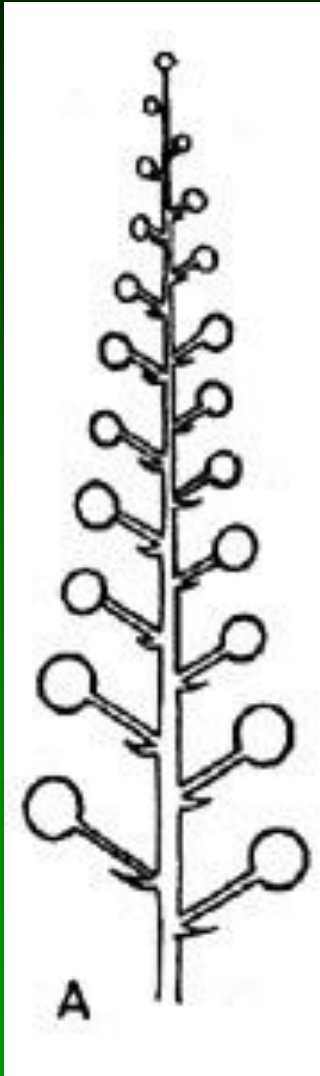


Lupinus
(*Fabaceae*)



Hyacinthus
Hyacinthaceae

hrozen



penízek (*Thlaspi*)

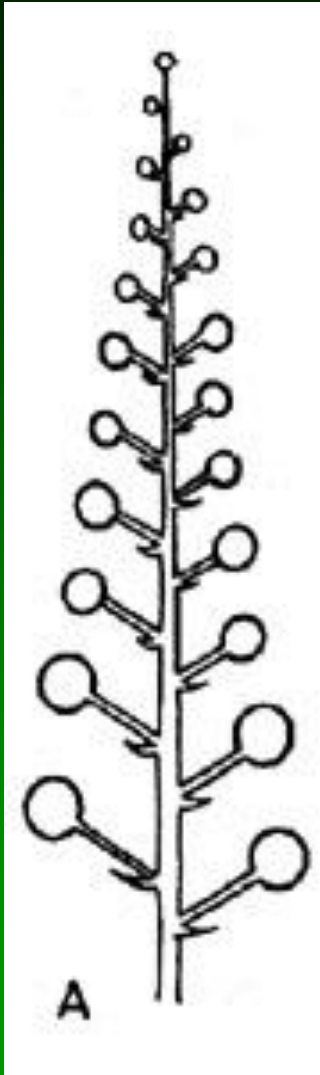
Brassicaceae

pistoček (*Maianthemum*)

Convallariaceae



hrozen

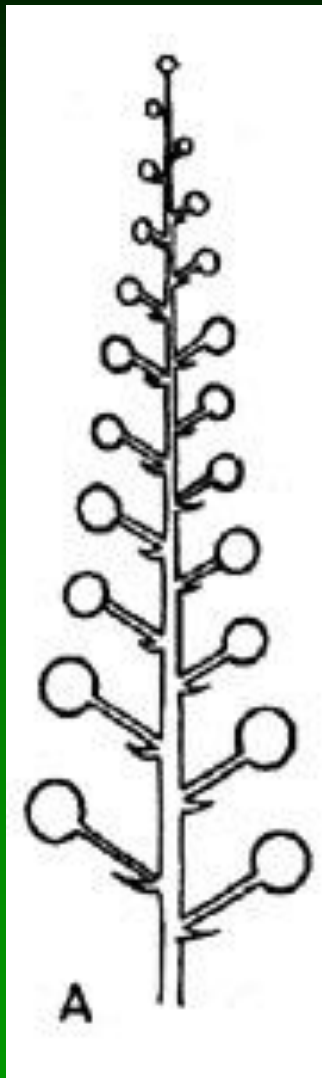


vrbovka (*Chamaenerion*,
Onagraceae)



vachta (*Menyanthes*,
Menyanthaceae)

hrozen



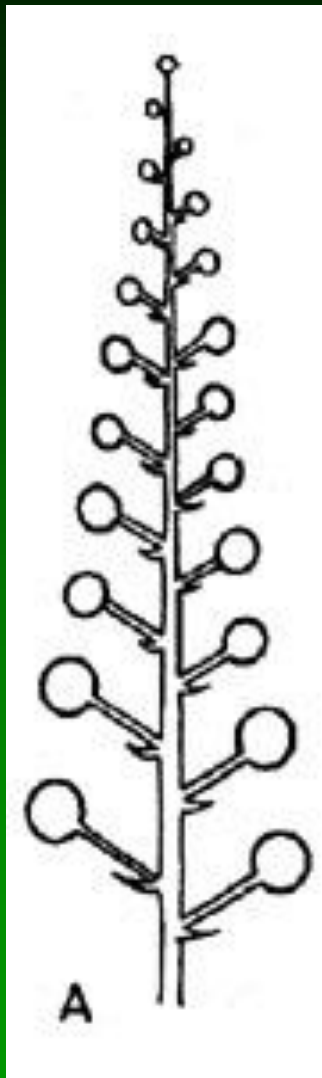
vřes (*Calluna*, *Ericaceae*)



rybíz (*Ribes*, *Grossulariaceae*)



hrozen



střemcha (*Padus racemosa*)

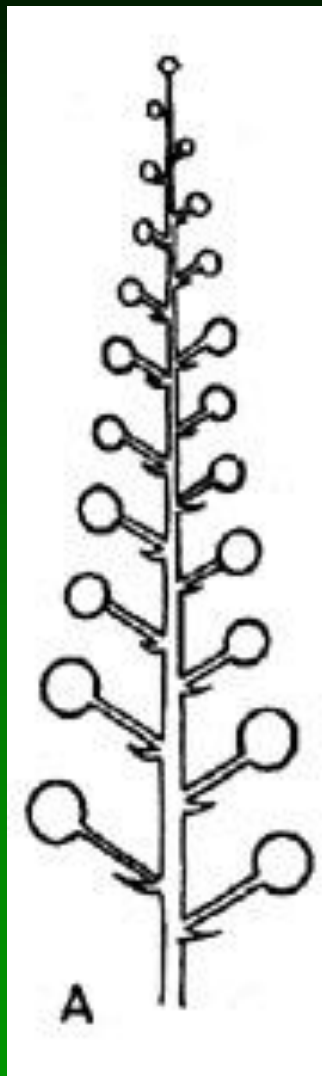
Rosaceae



akát (*Robinia pseudacacia*)

Fabaceae

hrozen

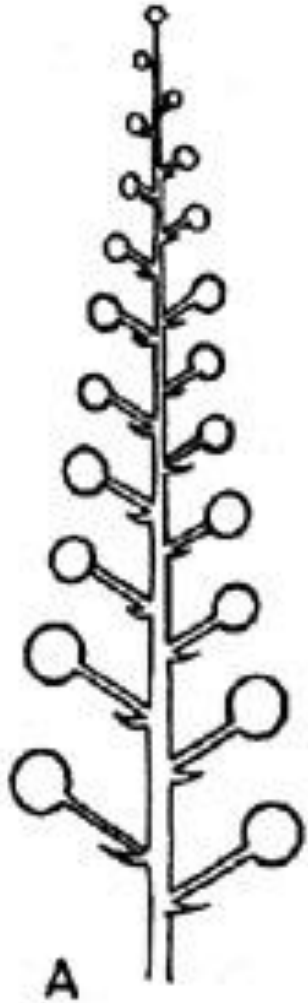


Inice květel (*Linaria vulgaris*)
Plantaginaceae



rozrazil rezekvítek (*Veronica chamaedrys*) – úžlabní hrozny
Plantaginaceae

hrozen



prstnatec (*Dactylorhiza majalis*)

Orchidaceae



modřenec (*Muscari*)

Hyacinthaceae

hrozen



samorostlík klasnatý
(*Actaea spicata*)

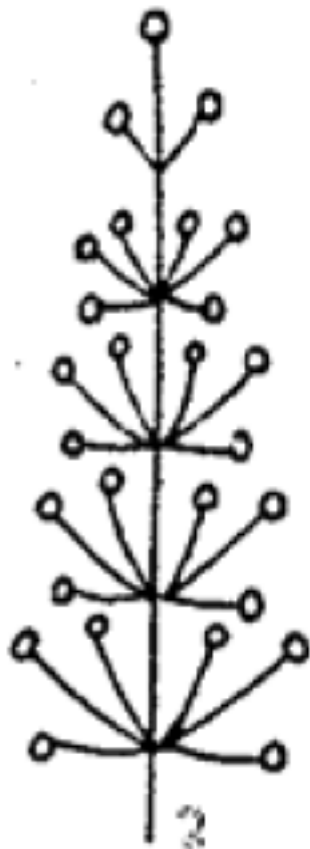
Ranunculaceae



dřišťál (*Berberis vulgaris*)

Berberidaceae

hrozen
přeslenitý



Hottonia palustris, žebrotka bahenní



Primula japonica

Primulaceae

jednostranný
hrozen

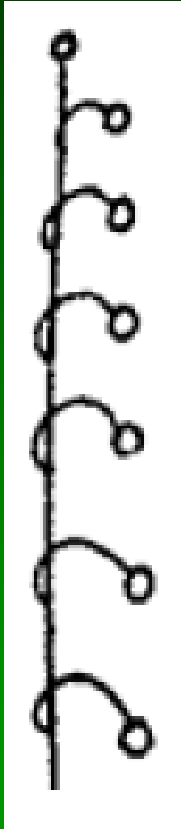
hruštička
(*Ramischia*)



Vicia



Digitalis



Convallaria



Campanula rapunculoides

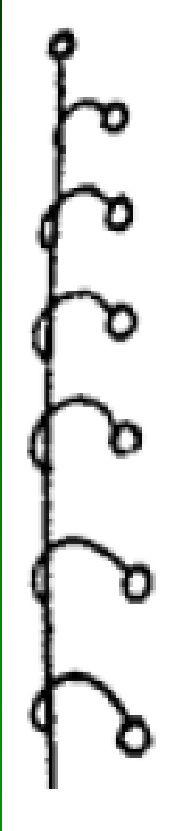


zde pozor – nejde o
květy, ale o klásky

Melica nutans

jednostranný
hrozen

*Lathraea
squamaria*



Klas

rdest (*Potamogeton*)

jitrocel (*Plantago*)



ostřice (*Carex*)

krvavec
(*Sanguisorba*)

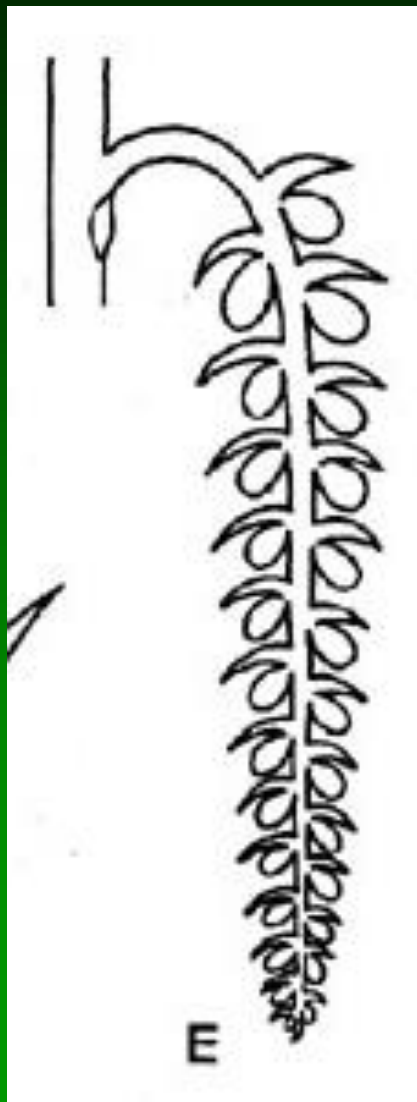
zvonečník (*Phyteuma*)

Jehněda (klas visící dolů)

Populus tremula



Salix



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

Carex sylvatica



Piper nigrum
Piperaceae
© G. D. Carr

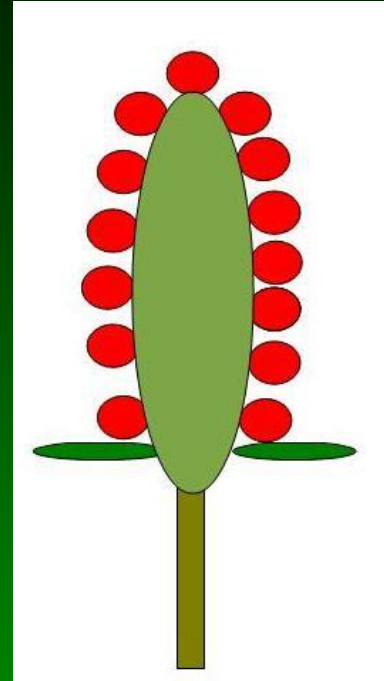
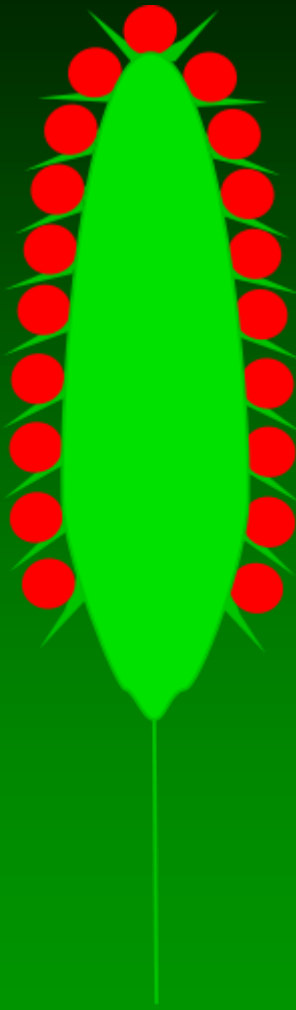
Piper



Acorus

Palice

Araceae



Zea



Typha

Jednostranný klas

Melampyrum



Dvouřadý klas

Bromelia



Cyperus



Klásek - *Poaceae*



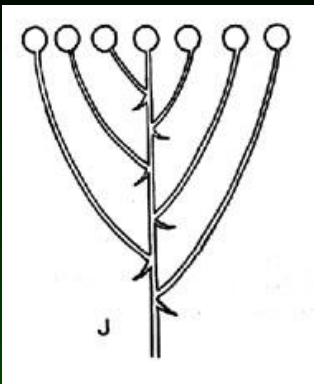
Složený klas – klas z klásků (= lichoklas)



Blysmus



Lolium



Chocholík

štěničník (*Iberis*)



mahalebka
(*Prunus
mahaleb*)

snědek okoličnatý
(*Ornithogalum
umbellatum*),
Asparagaceae

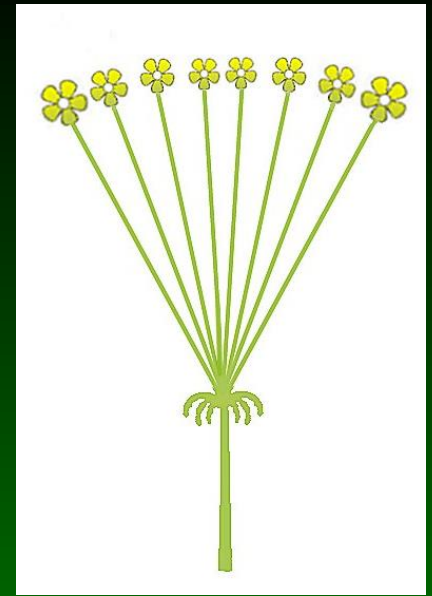




štírovník
(*Lotus*)

jarmanka
(*Astrantia*)

(Jednoduchý)
okolík



břečťan (*Hedera*)
Artaliaceae

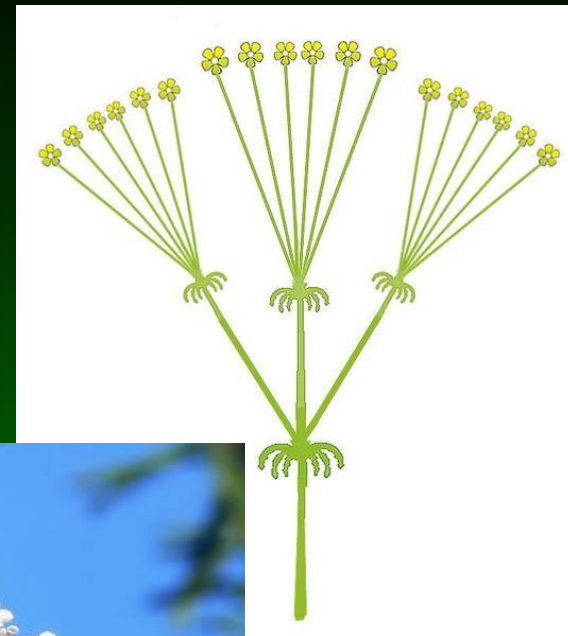


Složený okolík - *Apiaceae*



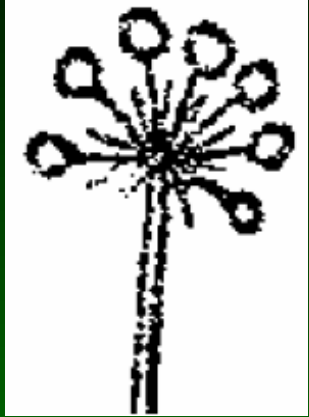
*Aegopodium
podagraria*

Daucus carota



<http://botanika.wendys.cz>

Hlávka



Trifolium

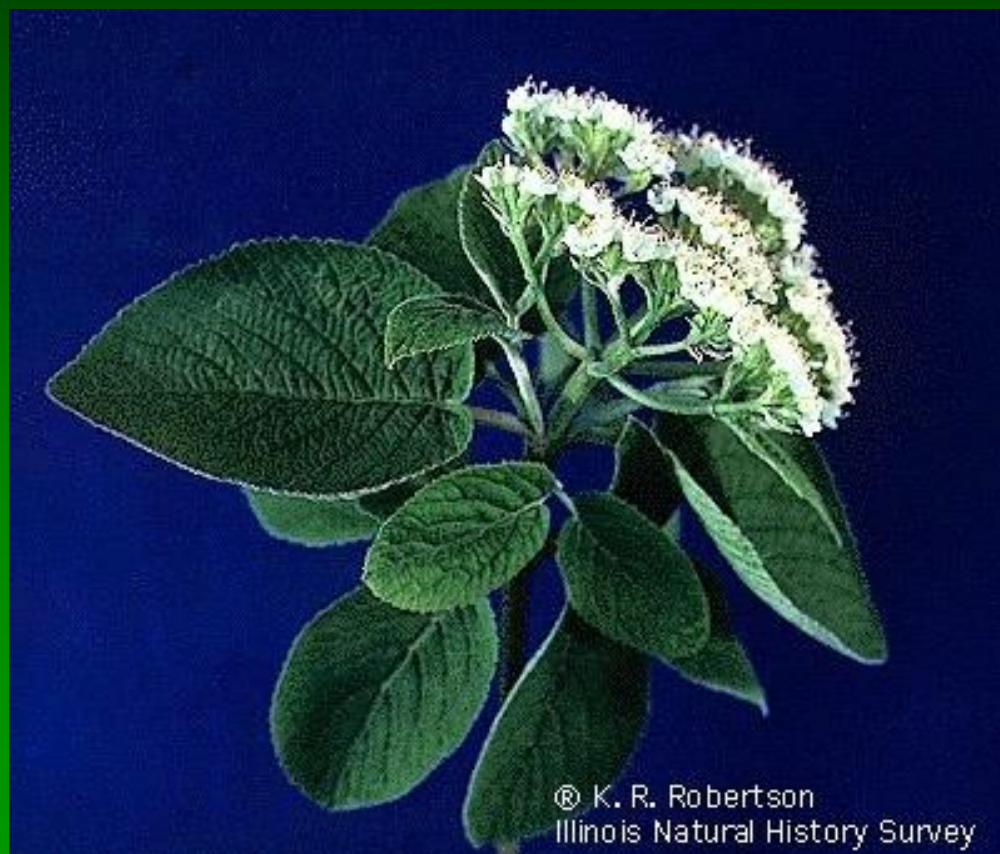
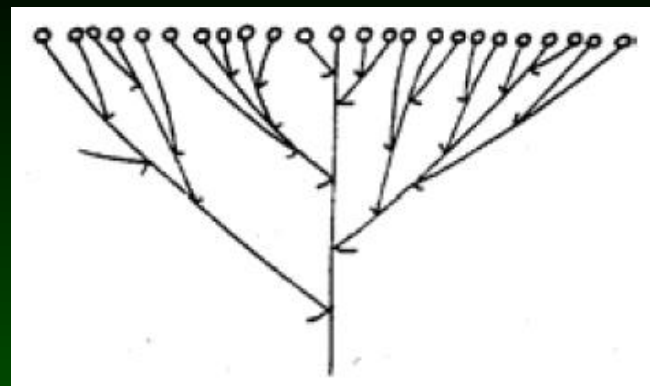


Phyteuma orbiculare

Úbor - Asteraceae



Chocholičnatá lata



© K. R. Robertson
Illinois Natural History Survey

Viburnum, Adoxaceae

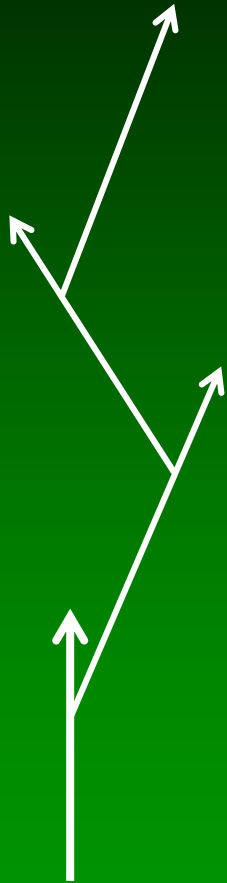


Sambucus, Adoxaceae

Chochličnatá 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, highlighting the intricate details of the blossoms. The overall appearance is that of a typical white flowering dogwood.

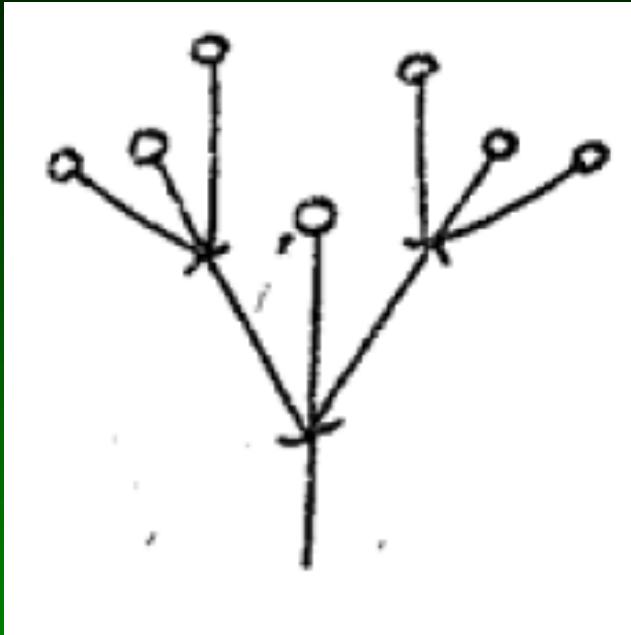
sorbus aucuparia
© 2004 pictured by antonie van den bos
for aycronto.com



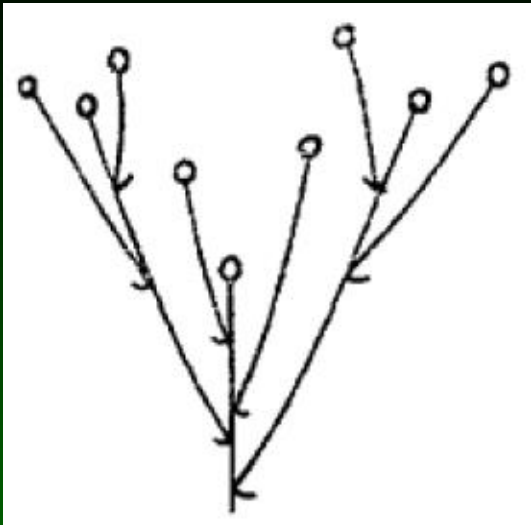
Vrcholičnatá (sympodiální) květenství

(boční větve přerůstají vrchol)

Vidlan - *Caryophyllaceae*



Kružel



Juncus effusus *J. conglomeratus*
strboulovitě stažený kružel



Luzula



Filipendula



Schoenoplectus

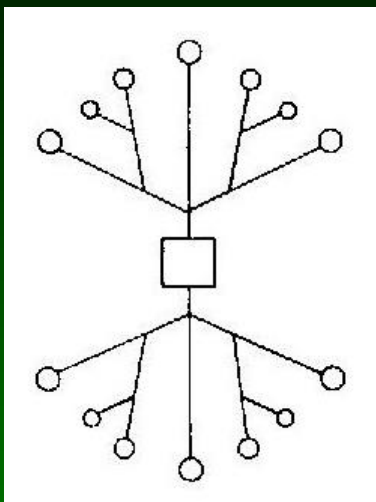


Eriophorum



strboulovitě
stažený kružel

Lichopřeslen bývá tvořen vidlany (nebo vijany)



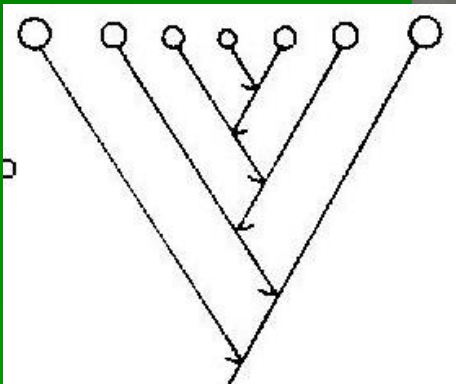
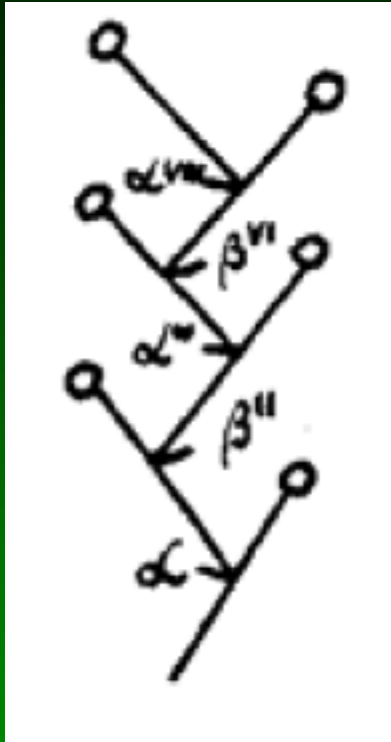
Rumex



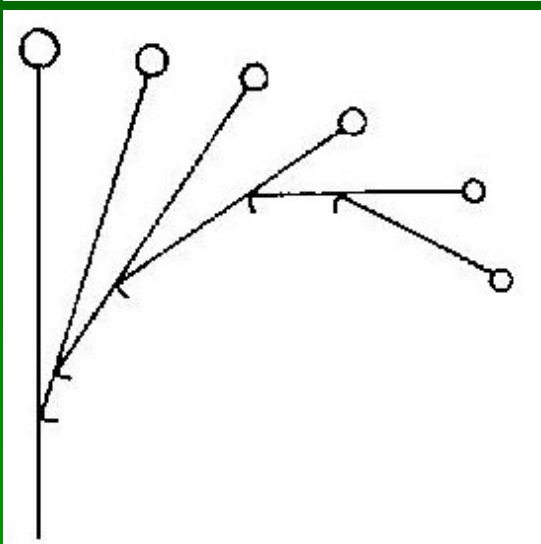
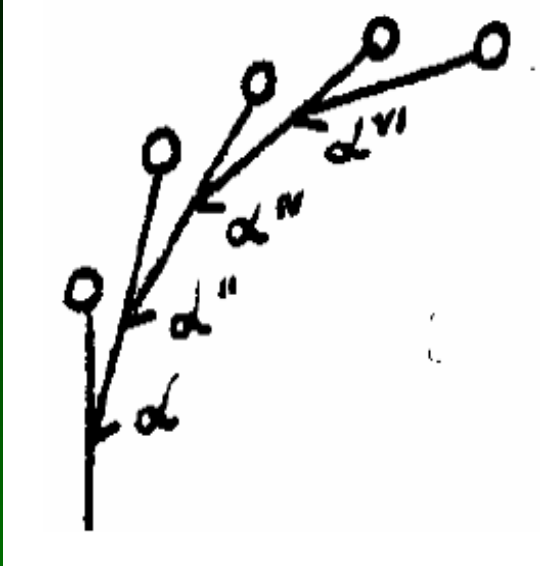
Lamiaceae



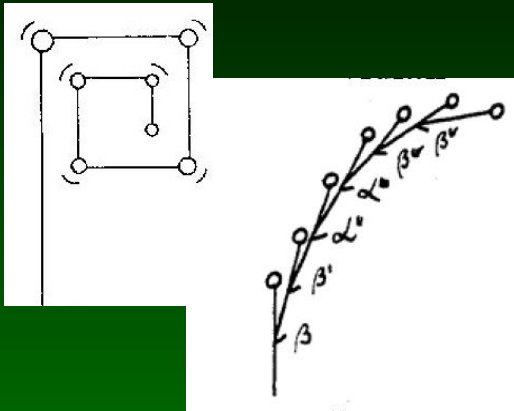
Vějířek (nové větve střídavě v jedné ose) - střídačku *Iris*,
Iridaceae



Srpek (nové větve jen na jedné straně) – *Gladiolus*, *Iridaceae*



Šroubel (nové větve pootočené o 90° a na jednu stranu)



šmel
okoličnatý
(*Butomus
umbellatus*)
Butomaceae



Allium, Amaryllidaceae

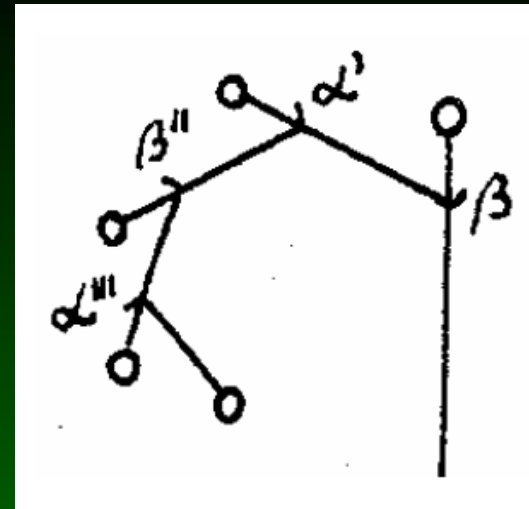


třezalka
tečkovaná
(*Hypericum
perforatum*)
Hypericaceae



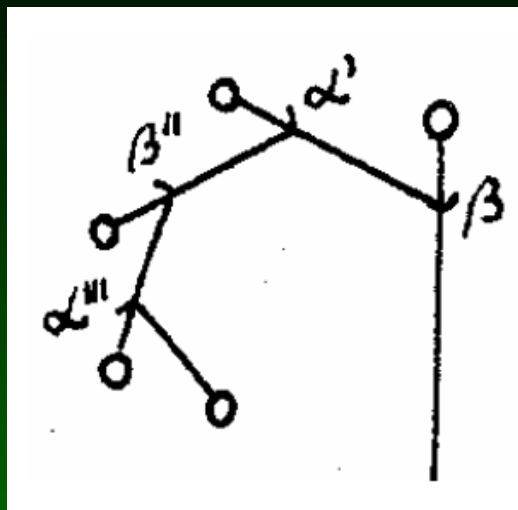
Vijan (nové větve na jedné straně, pootočené o 90° střídavě na jednu a druhou stranu)

- *Solanum*



Dvojvijn (o 90° a na různé strany)

- *Boraginaceae*



Příklady složených květenství a jim podobných divností

Hrozen až lata úborů

Petasites

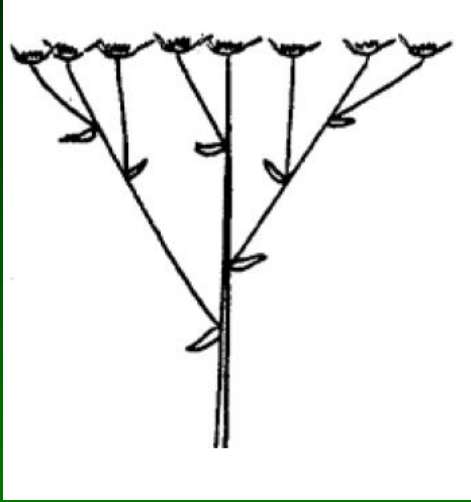


Chocholík až
chocholičnatá
lata úborů

Achillea millefolium



Tanacetum vulgare



Eupatorium cannabinum

Tanacetum parthenium

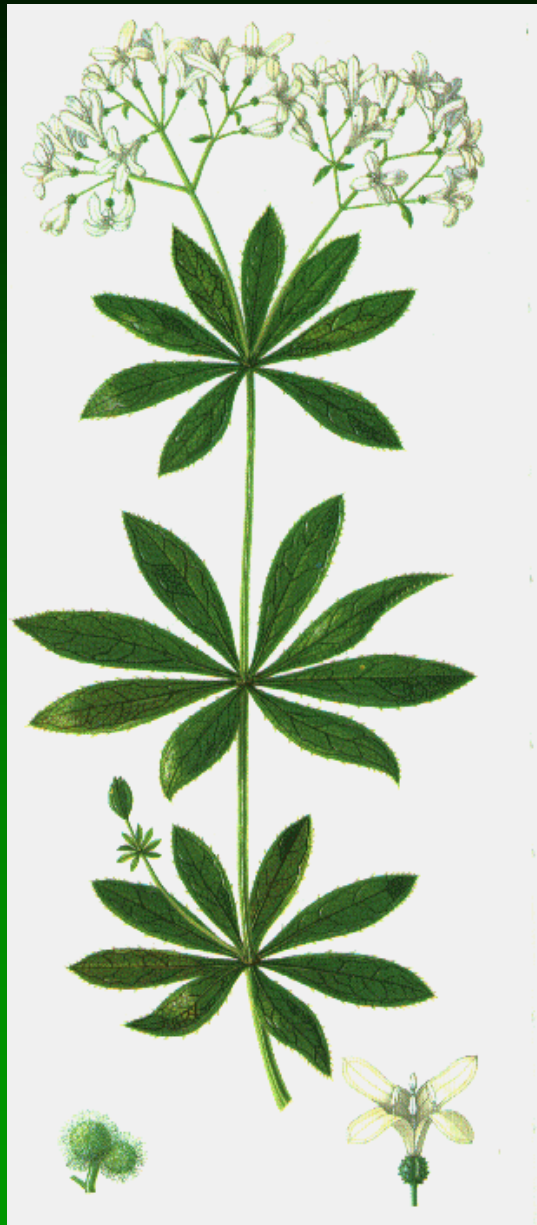
Lata složená z klásků

třeslice (*Briza*)

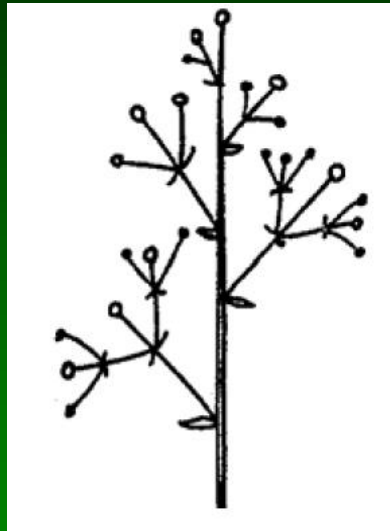
lipnice (*Poa*)



Chocholičnatá lata vidlanů



*Galium
odoratum*
Rubiaceae



*Galium
album*

Lata vidlanů



Lata vijanů

jírovec (*Aesculus hippocastanum*) Sapindaceae



www.naturfoto.cz © Jiri Bohdal

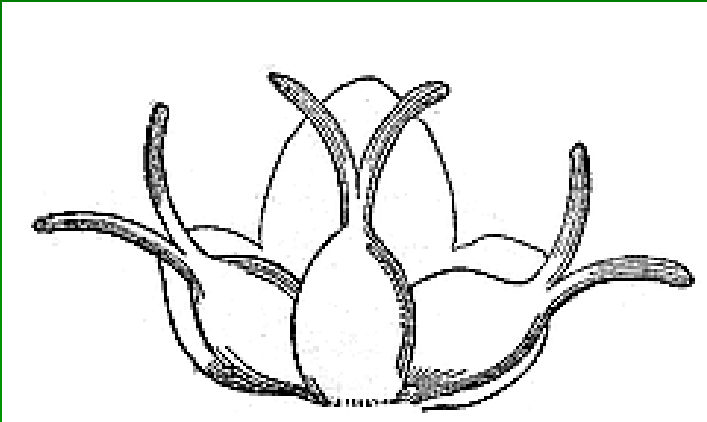
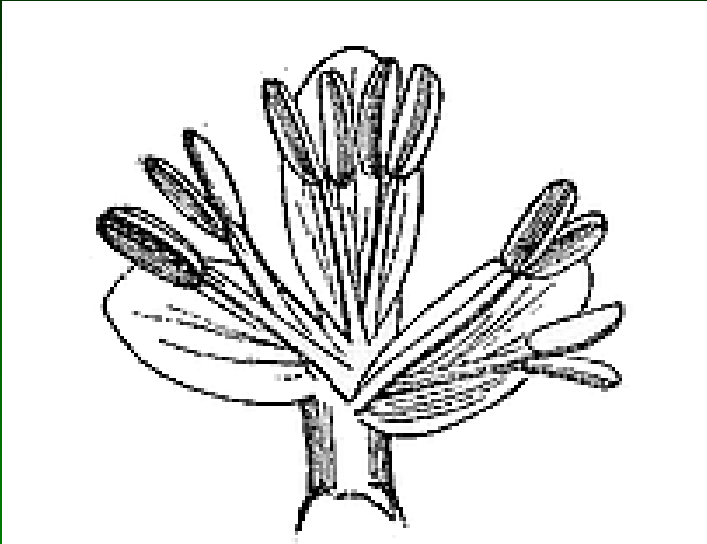
jednostranný
hrozen složený
z klásků



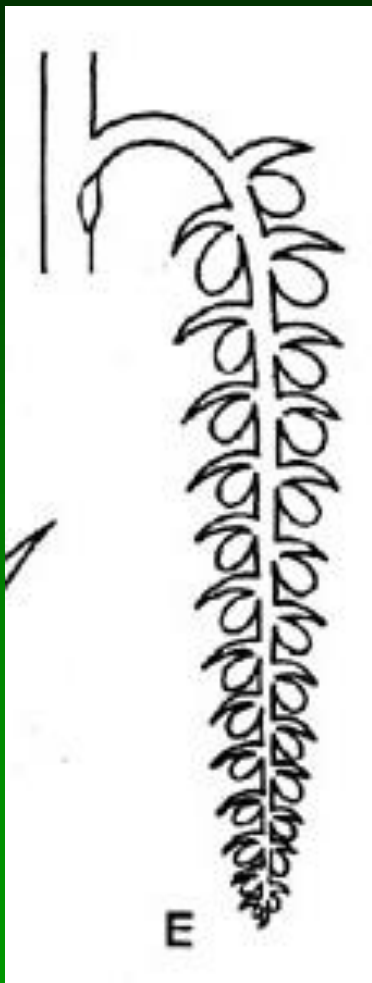
Melica nutans

Jehněda tvořená vidlany

Betula



Jehněda
tvořená
vidlany



Quercus

*Juglans
regia*



*Castanea
sativa*



Alnus

(samčí květenství)

Strboul



Succisa



Dipsacus



Knautia

hlávka tvořená
vidlany

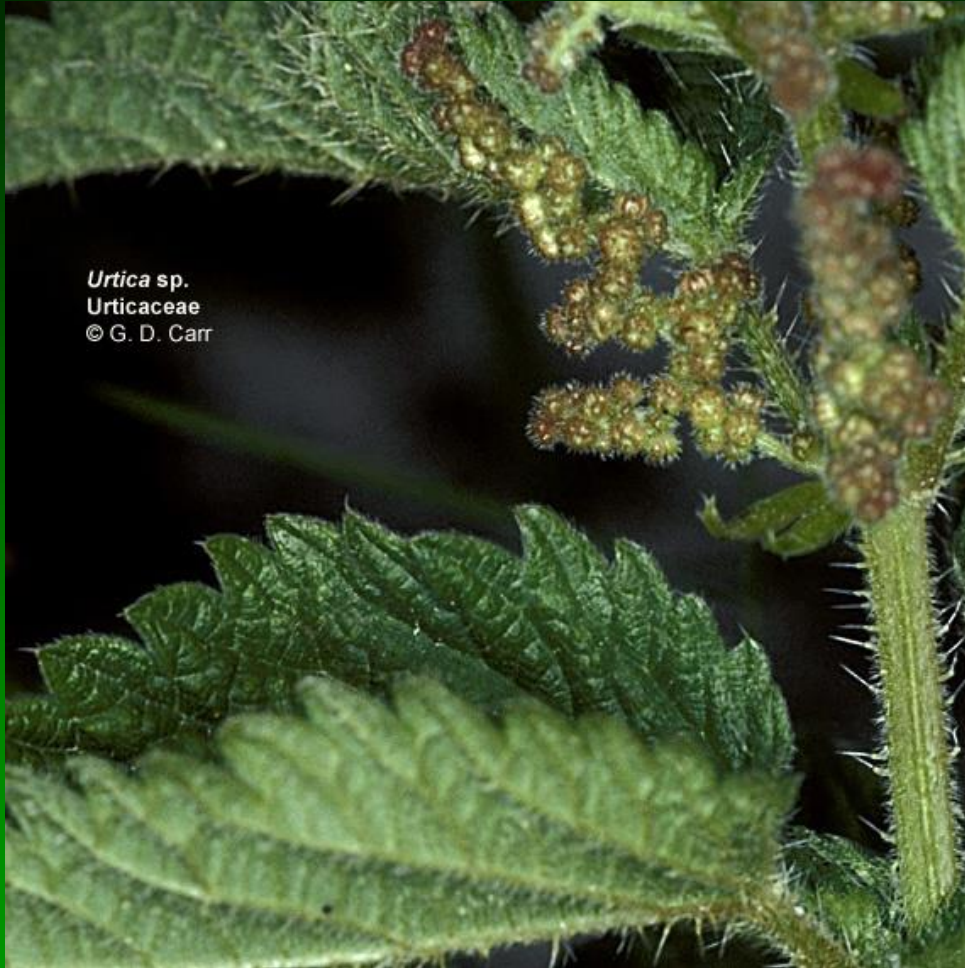
Caprifoliaceae

Strboul jednokvětých úborů

Echinops



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



Urtica



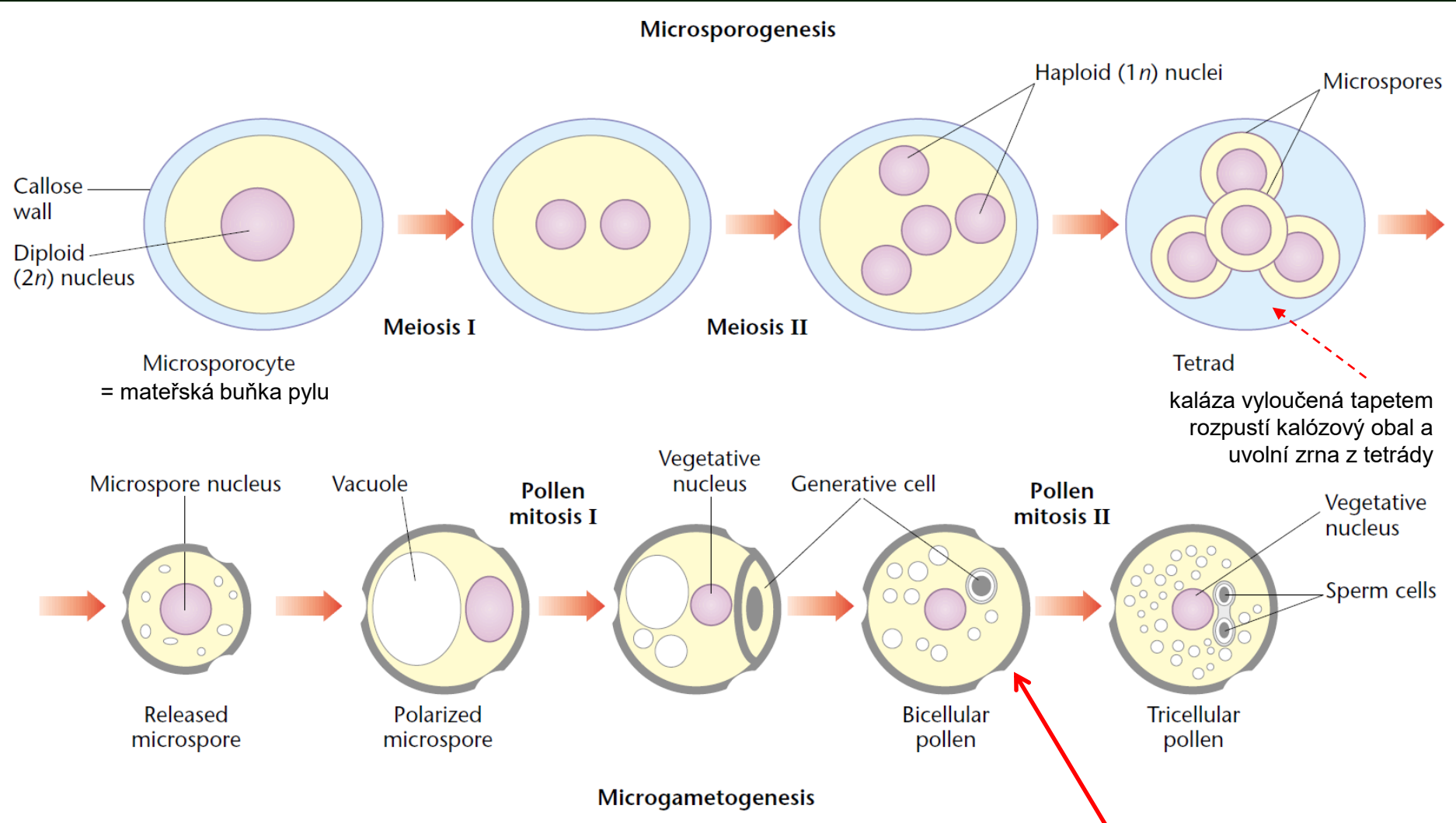
Chenopodium

Rozmnožování krytosemenných rostlin

morfologie pohlavních
orgánů

rodozměna

Ontogeneze pylu – z mateřských buněk tapeta

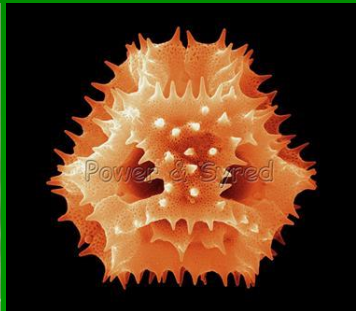
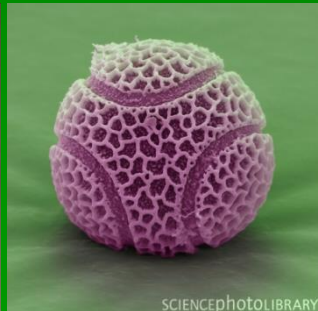
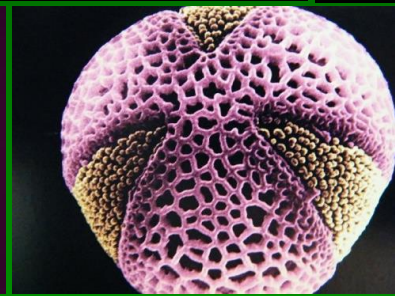
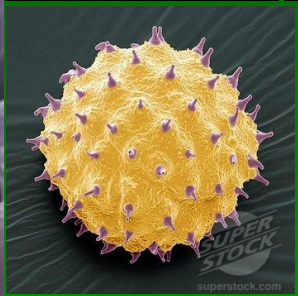
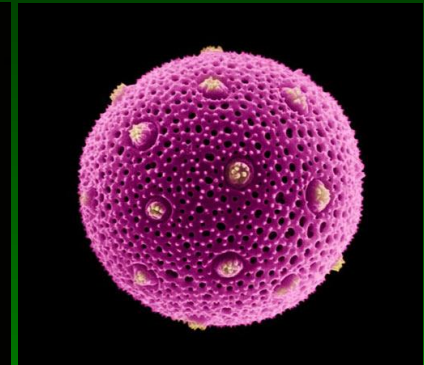
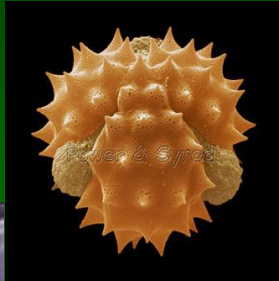
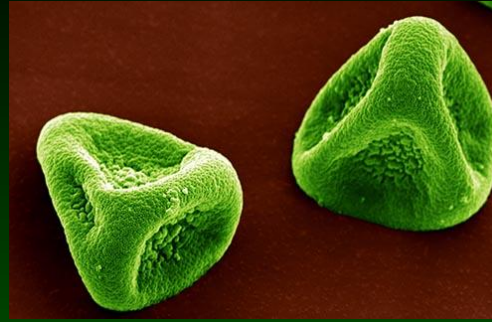


Obsah vody se u mnoha skupin před uvolněním z prašníku snižuje na 6–35% (ortodoxní pyl) a pak vydrží dlouho, nebo se u něj obsah vody na začátku nesnižuje (rekalitrantní pyl, např. u Poaceae) a je krátkověký = s vysycháním hyne.

generativní buňka migruje do cytoplasmy

Pyl a opylení (angl. pollination)

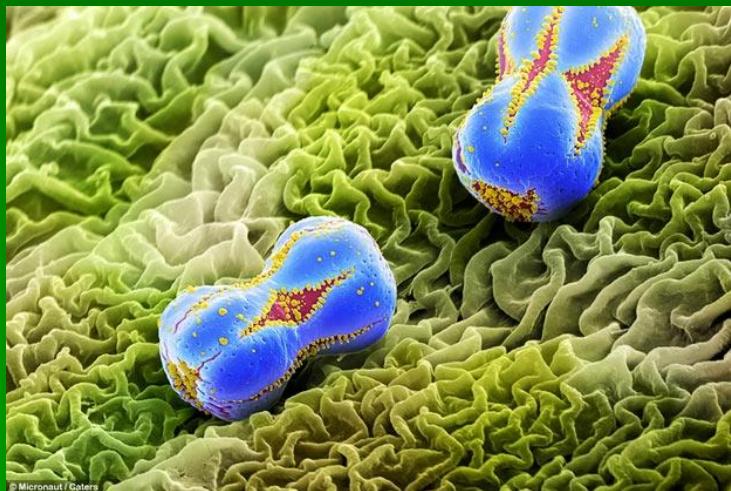
pylová zrna bez
vzdušných
vaků



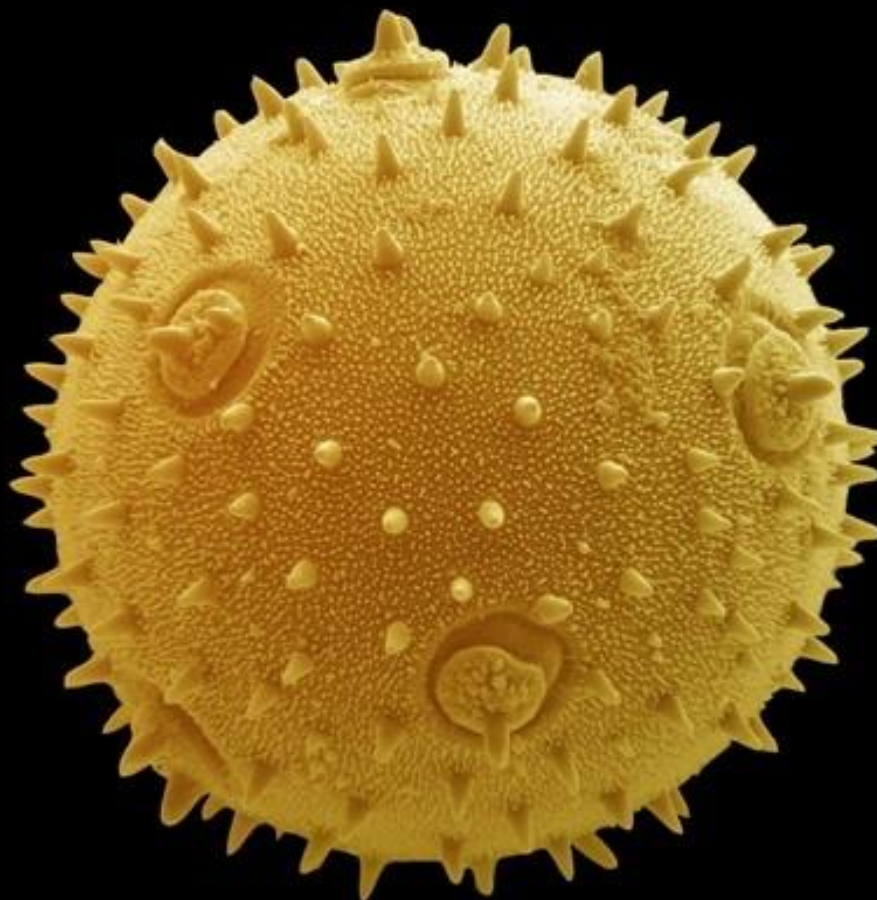
Velikost pylu

6 – 150 μm

Myosotis



Cucurbita



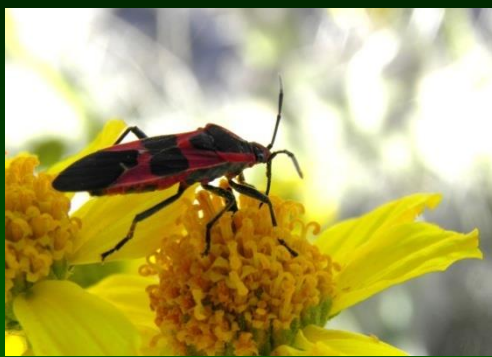
Myosotis

SCIENCEPHOTOLIBRARY

Opylování

- Autogamie - samoopylení
 - apomixie
- Anemogamie - opylení větrem
- Zoogamie
 - entomogamie - opylení hmyzem
 - ornitogamie - opylení ptáky
 - chiropterogamie - opylení letouny
- Hydrogamie - opylení vodou

Nejčastěji je pyl přenášen hmyzem = entomogamie



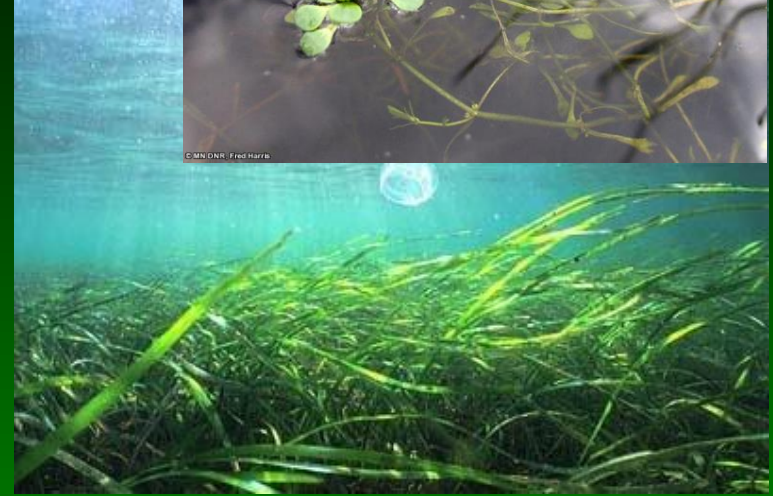
Často je pyl přenášen také větrem = anemogamie



Vzácně je pyl přenášen ptáky = **ornitogamie**



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



Opylování netopýry - chiropterogamie - je vzácné



Strongylodon macrobotrys
(Fabaceae) je opylovaný
netopýry



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*



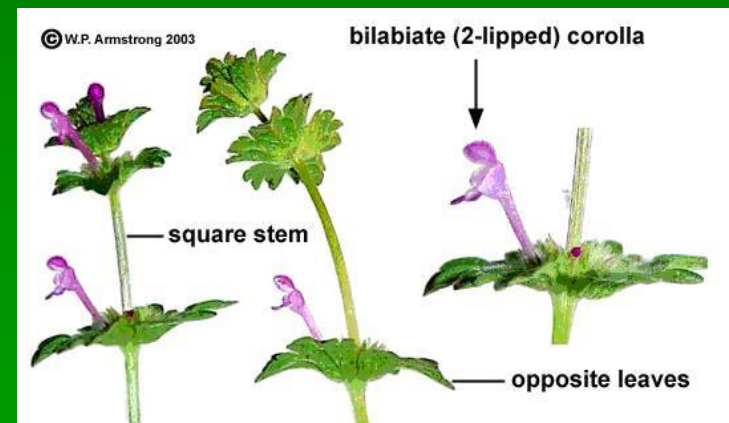
cleistogamous flower



Chasmogamické květy rodu *Viola*



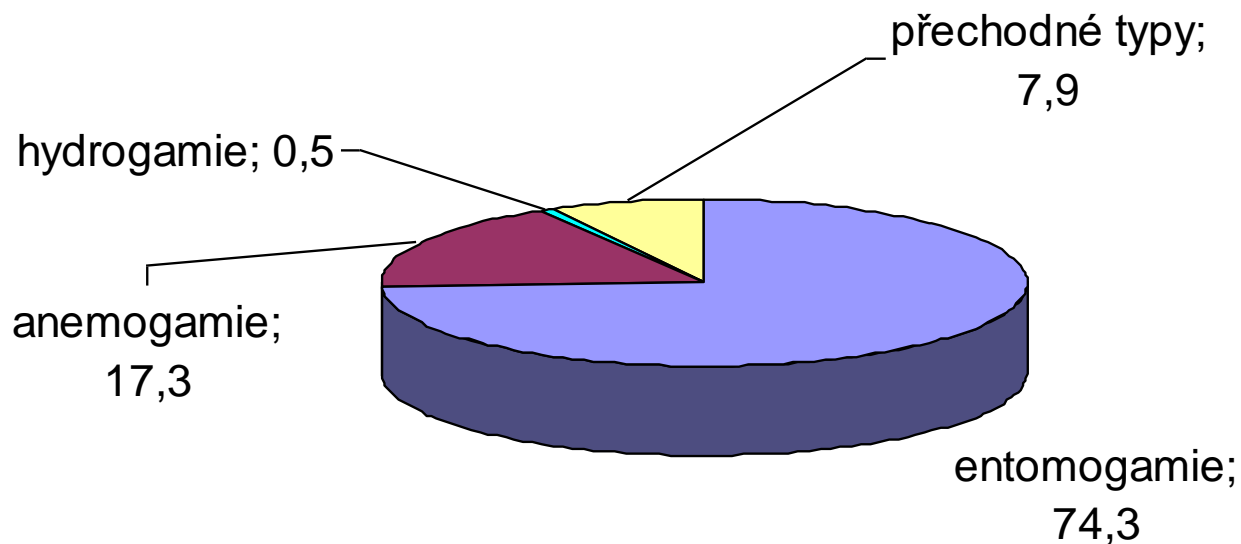
Chasmogamické květy u *Lamium amplexicaule*



Zastoupení typů opylení se liší podle geografických oblastí

V Česku je zdaleka nejčastější entomogamie a anemogamie

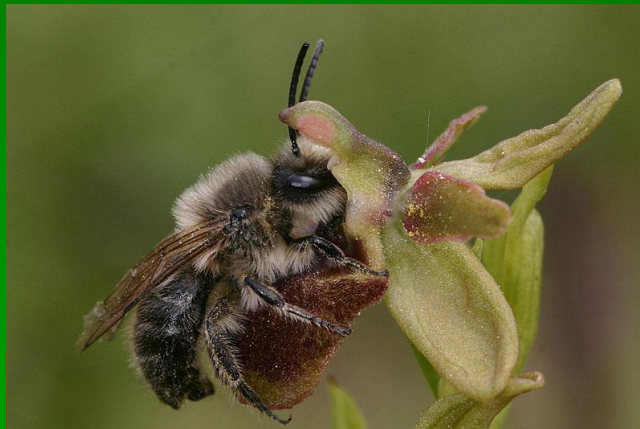
entomogamie	74.3%
anemogamie	17.3%
hydrogamie	0.5 %
přechodný nebo blíže neurčený typ	7.9 %



Živočišní opylovači navštěvují květy buď kvůli pylu (např. mák nebo růže) nebo kvůli nektaru (např. vikev nebo hluchavka)



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



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.



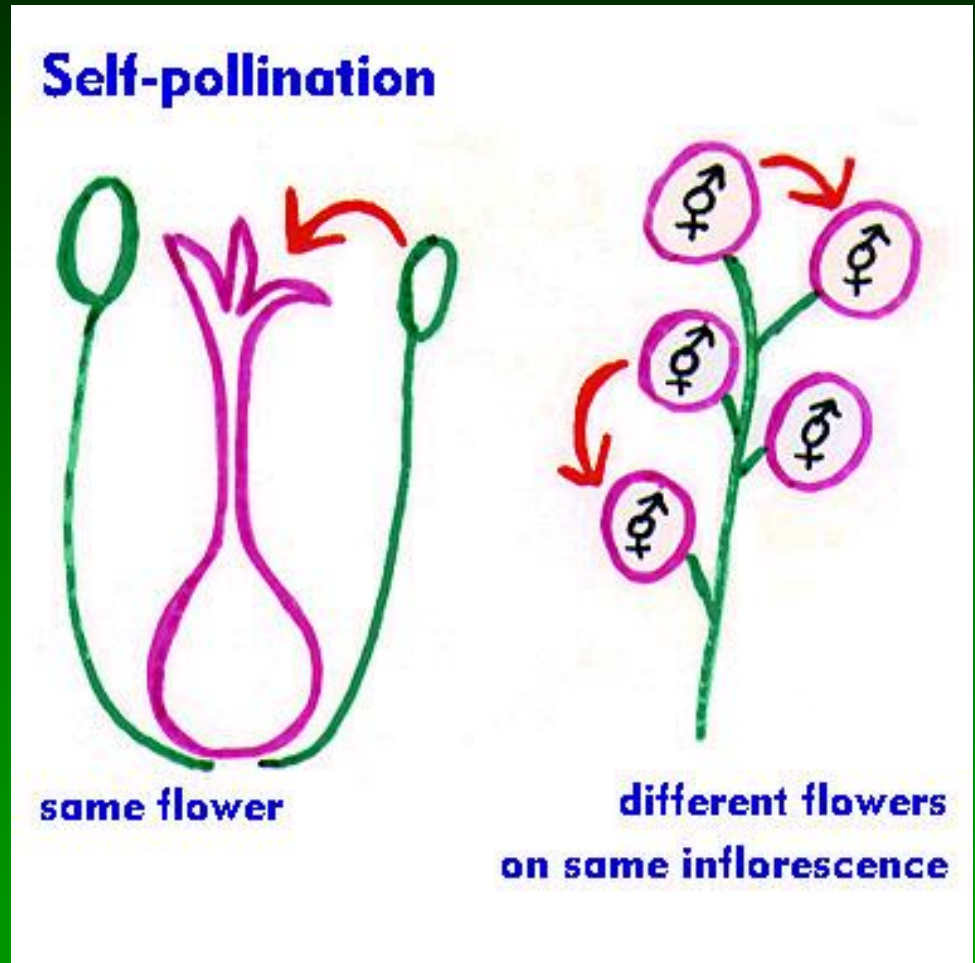
Navigace hmyzu v UV části světelného spektra



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

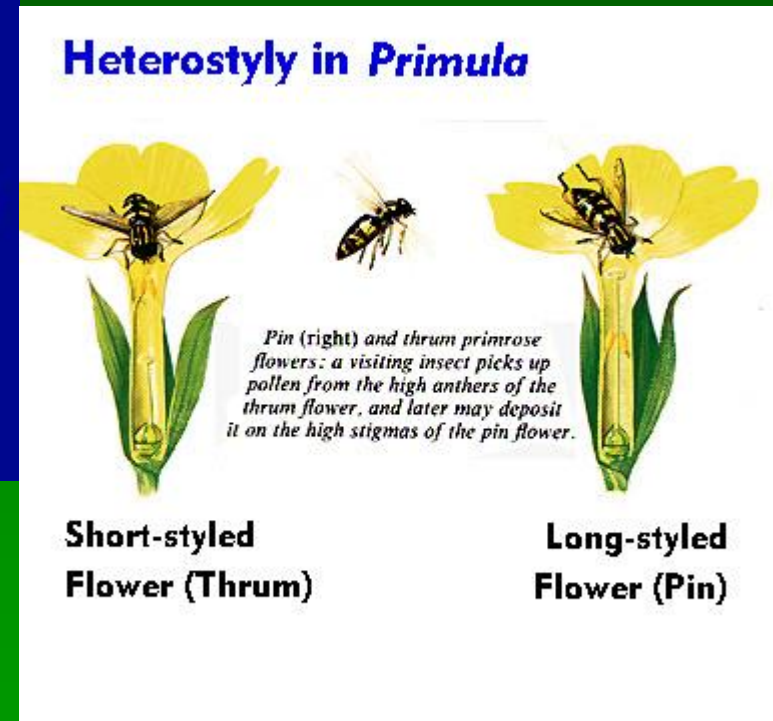
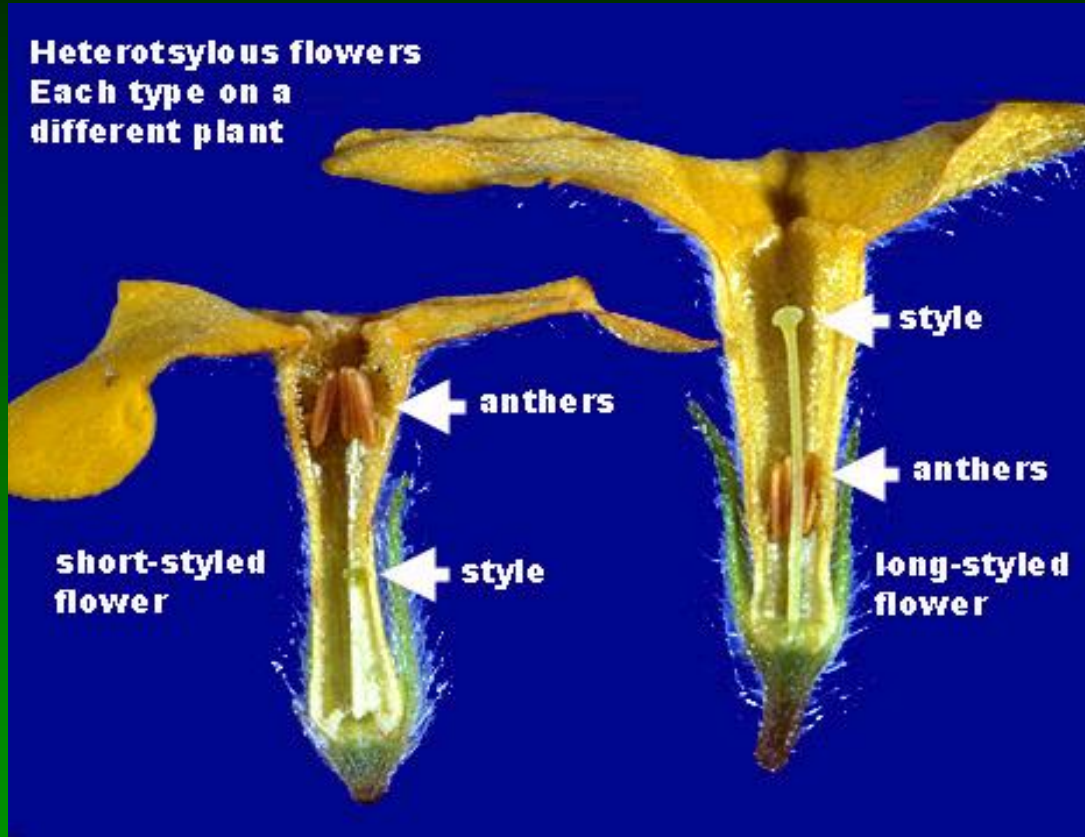


Autogamie (selfing)
=> inbrední deprese, ale ...

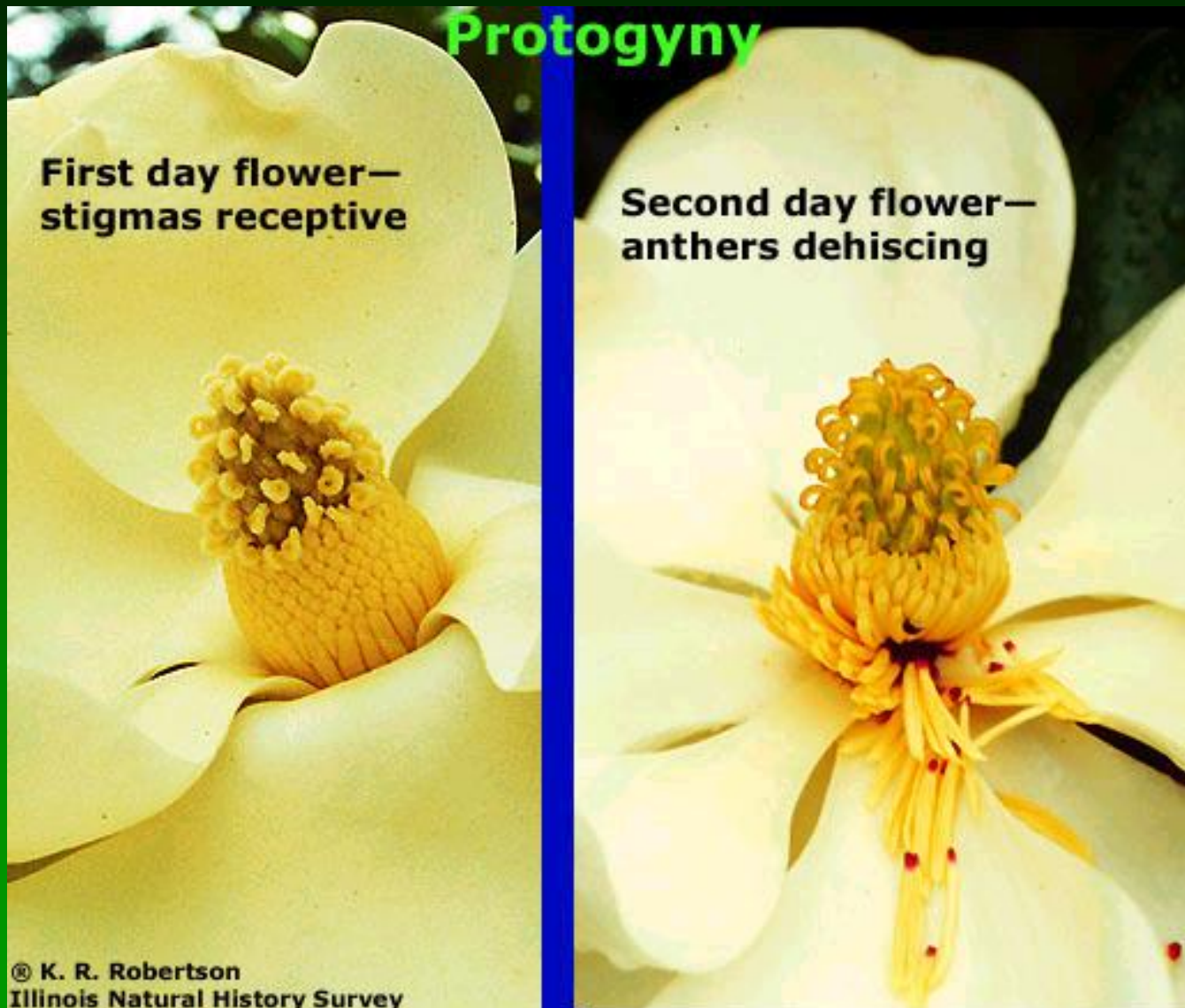


Geneticky podmíněná: self kompatibilita x self inkompatibilita
evolučně původní odvozená (30–50 % druhů)

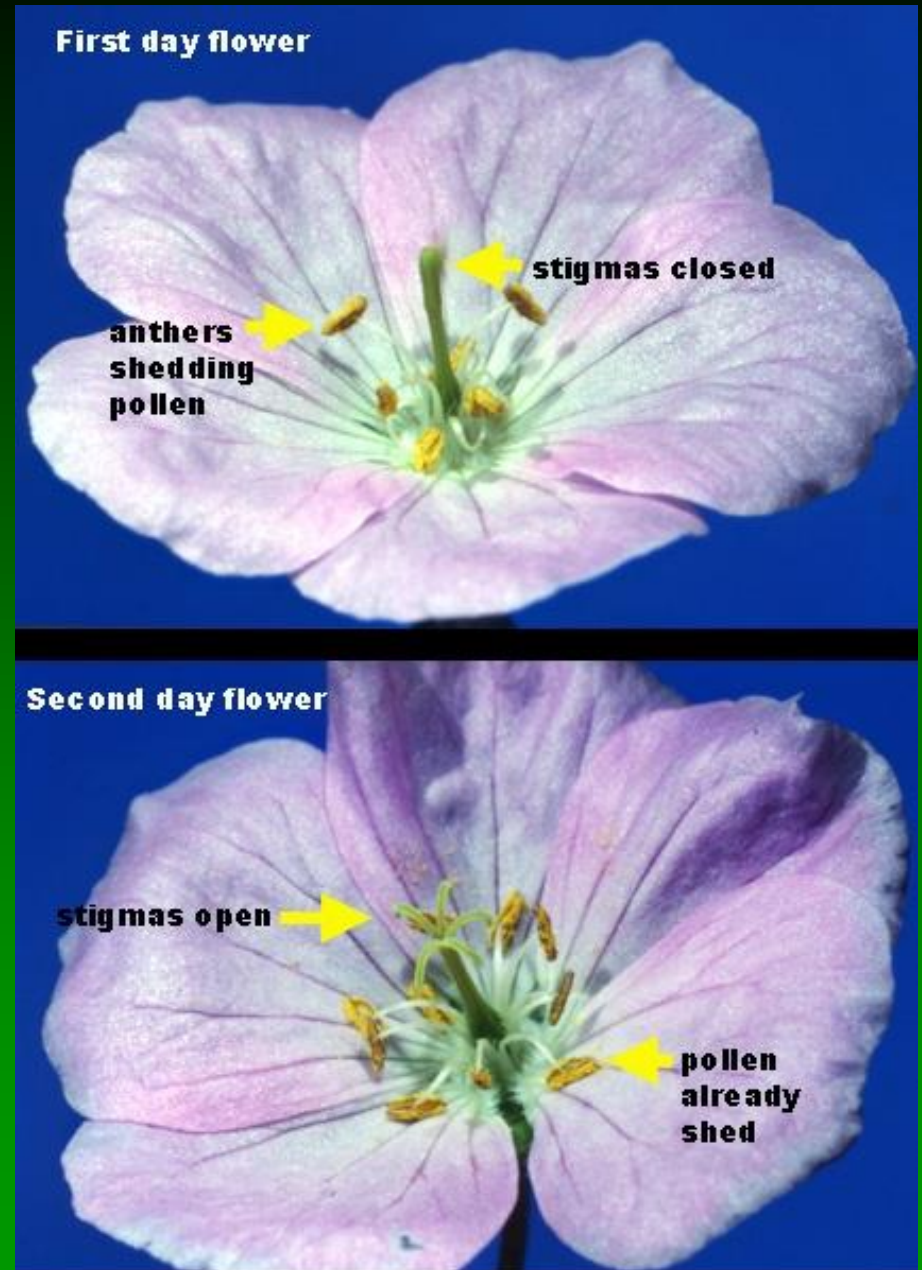
Jedním ze způsobů jak se bránit autogamii vlastním pylem je heterostylie



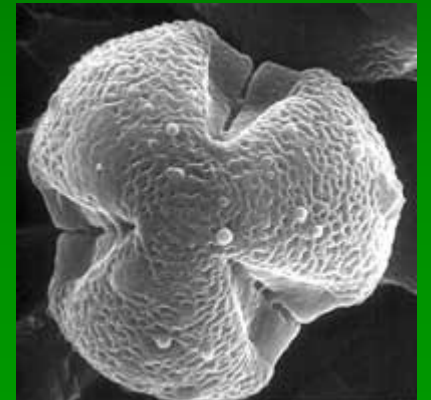
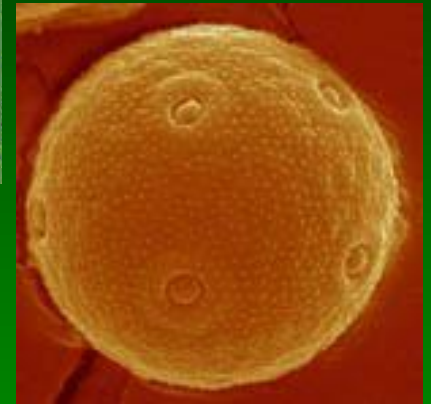
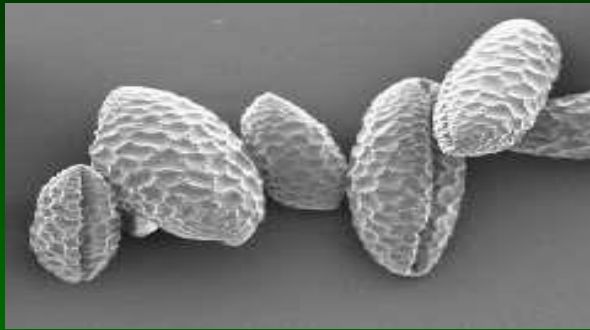
Dalším způsobem jak se bránit autogamii vlastním pylem je protogynie



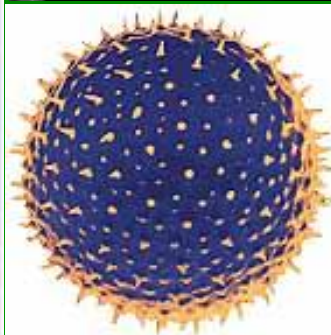
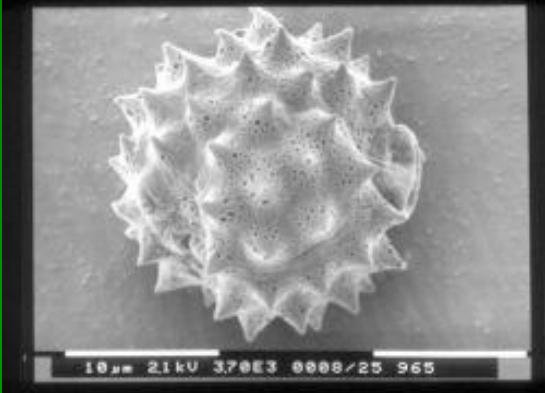
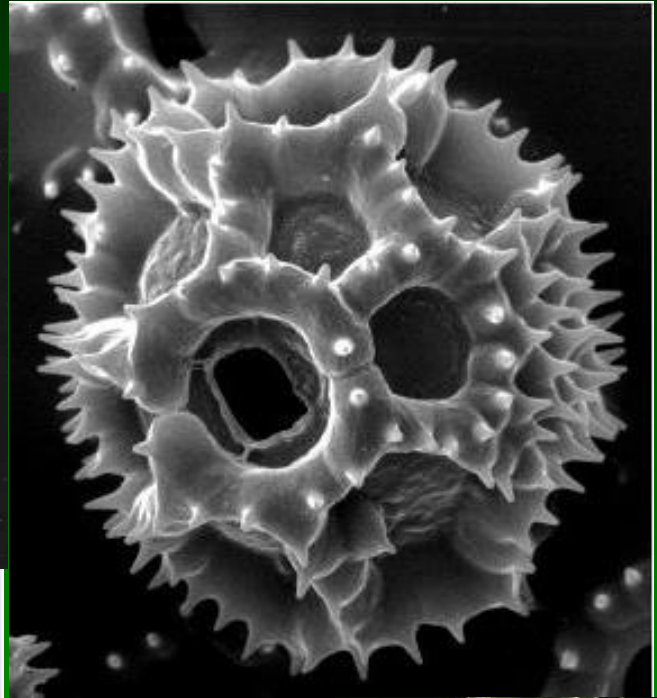
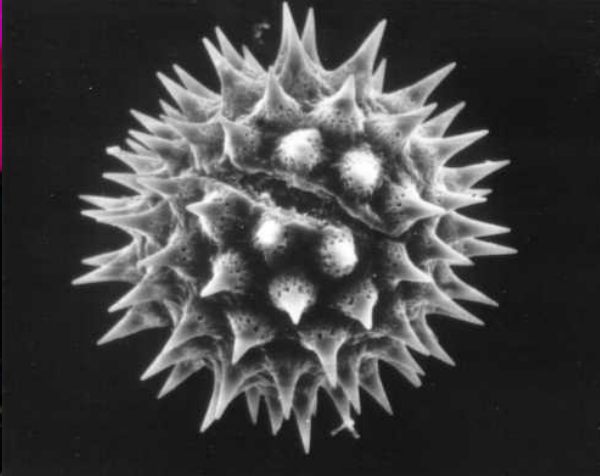
Analogickým způsobem
může bránit bránit
autogamii také
protandrie



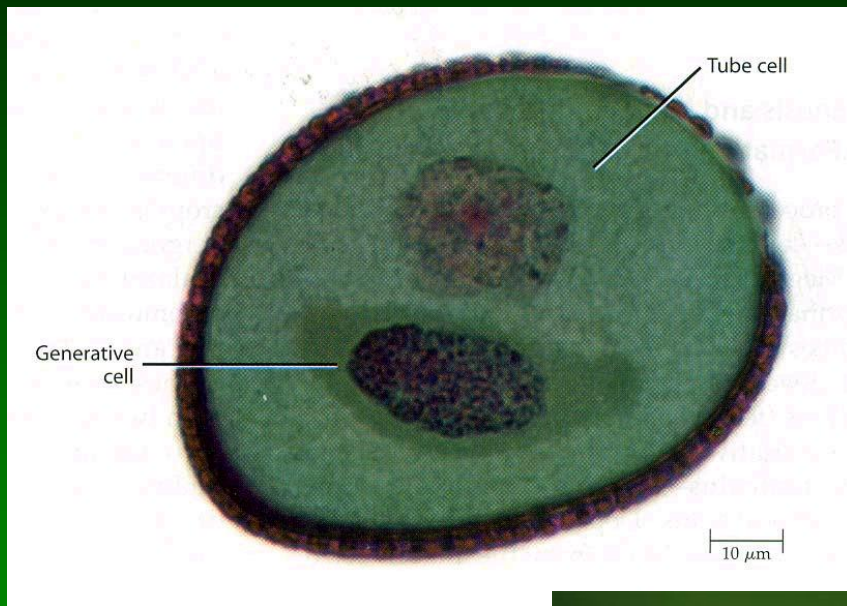
U anemogamních druhů bývá pyl hladký,
u hydrogamních je bez zvláštních
přizpůsobení



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

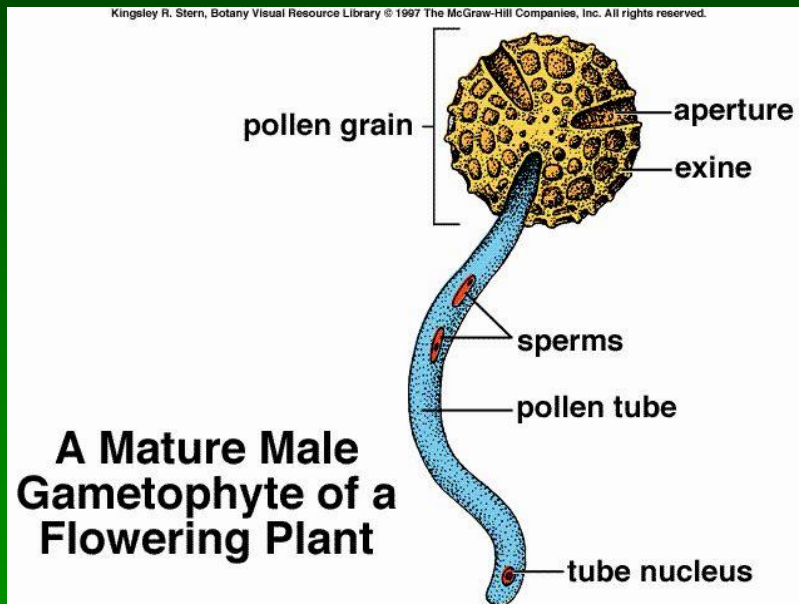


Jednobuněčné pylové zrno se při zrání dělí ve větší buňku vegetativní a menší generativní; v tomto dvoubuněčném stavu je přeneseno na bliznu; na blizně pylové zrno rehydratuje



Pylová láčka – vyklíčí na blizně a proroste do semeníku

- na konci buňka vegetativní, za ní buňka generativní
- generativní se před oplozením vajíčka rozdělí ve 2 buňky spermatické
- 1 vegetativní + 2 spermatické buňky = mikroprothalamium



- u kukuřice musí láčka prorůst až 50 cm
- růst pomocí cytoskeletu, hlavně aktinových mikrofilament (stejně rostou i rhizoidy a kořenové vlásky)
- rychlost růstu až 0,7 cm / hod.



Vajíčko (megasporangium)

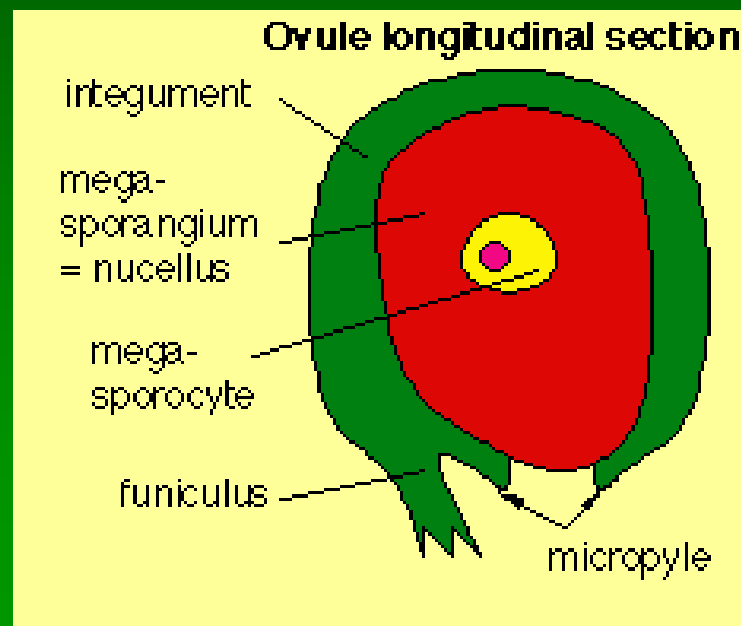
1 nebo 2 obaly

mikropyle (klový otvor),

nemá pylovou ani archegoniální komoru

funikulus (poutko spojující vajíčko s plodolistem)

nucellus (= homolog archesporu) → jediný megasporocyt

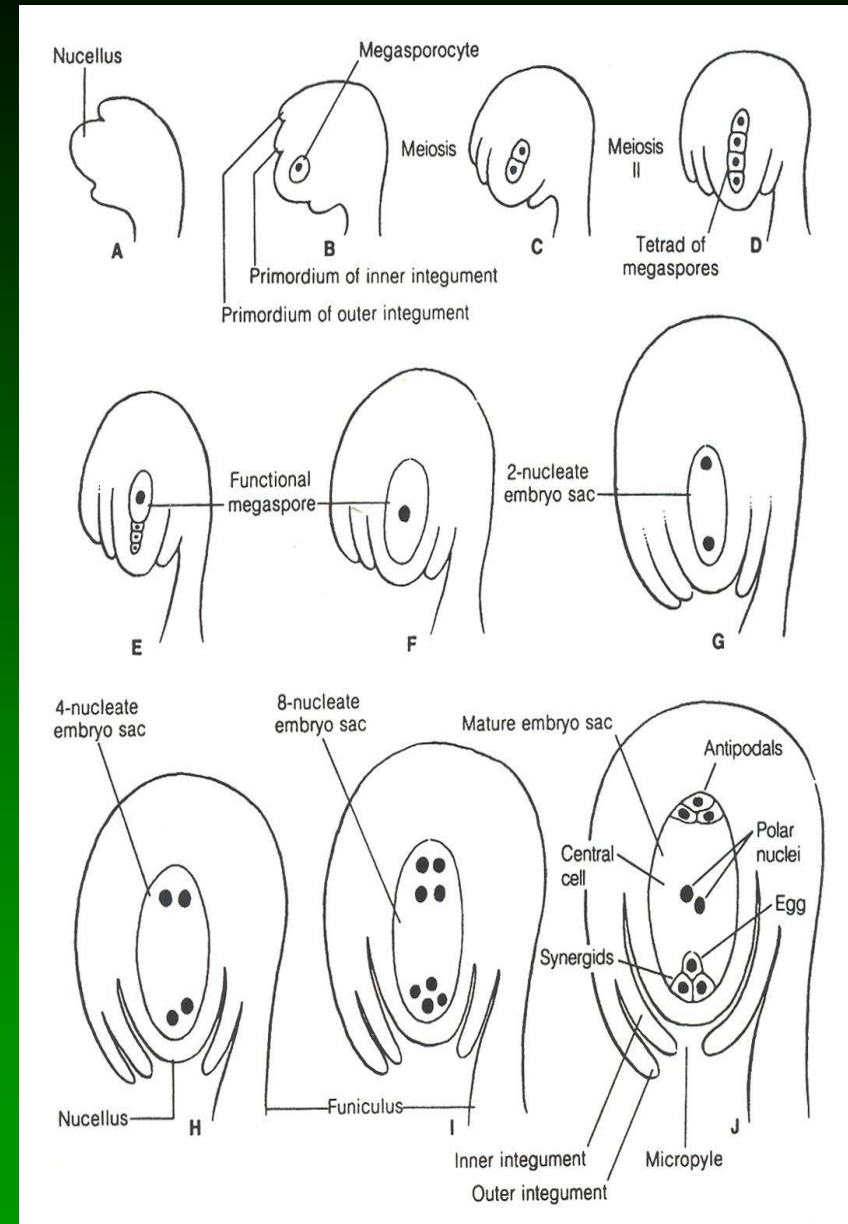


Zrání zárodečného vaku

- (1) v nucellu zveličená buňka = 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 cytoplasmy osamostatní v oosféru, 2 synergidy a 3 antipody
- (6) 2 jádra se spojí v centrální jádro

(70% krytosemenných má 8-jaderný)

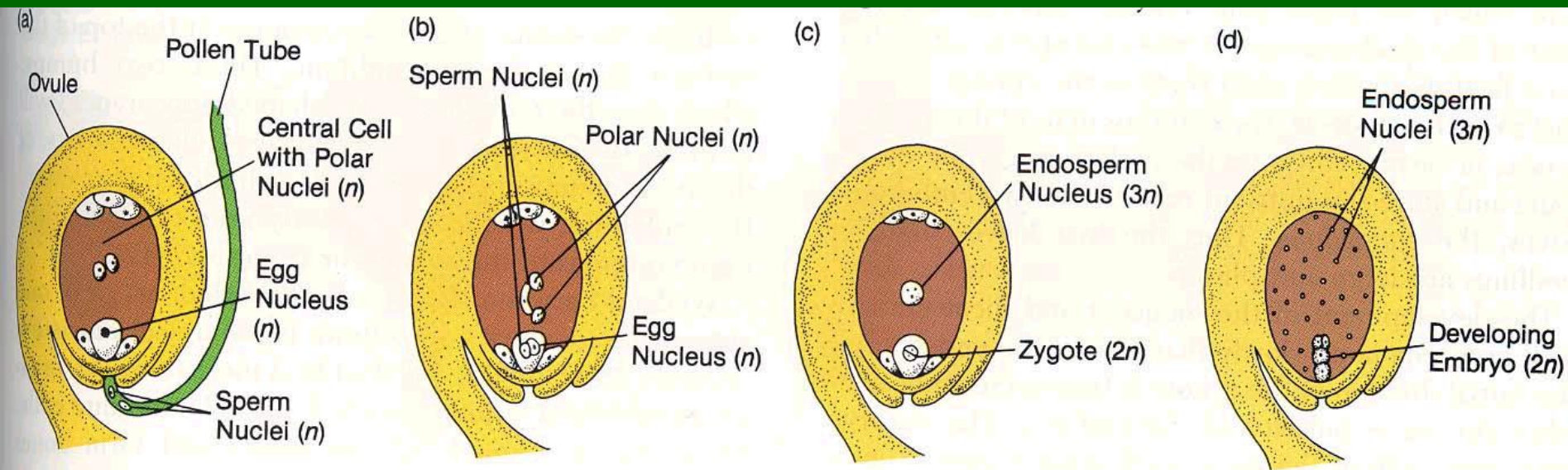
Zárodečný vak = homolog
megaprotalia = samičího gametofytu



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**



Integumenty vajíčka → ochranný obal semene = osemení (testa);
někdy zčásti dužnatí v masitý míšek (arillus)

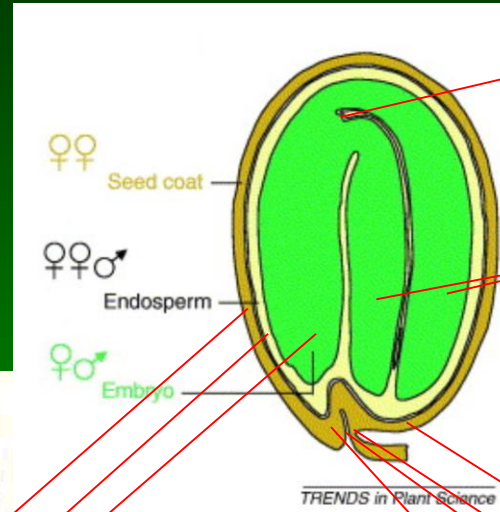


V místě napojení vajíčka na poutko (funikulus) zůstává na semeni jizva (hilum).

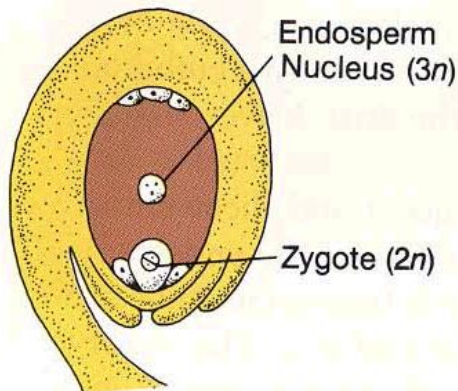
Zygota → embryo = 1 nebo 2 dělohami (cotyledonae) + základ kořene (radicula)

+
základ stonku
(plumula)

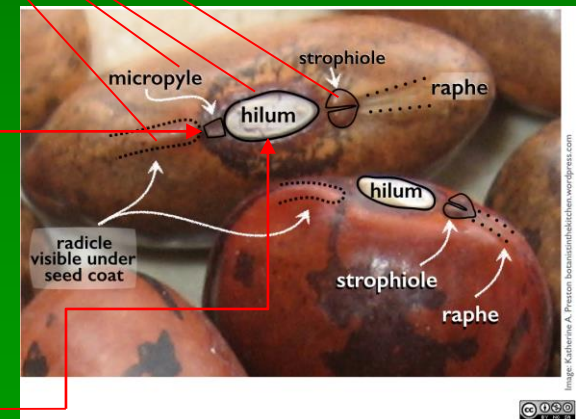
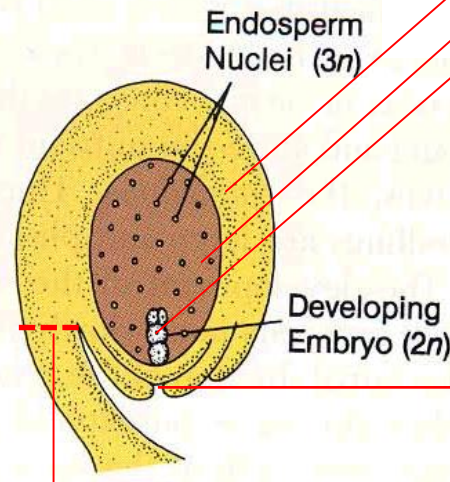
+
dělohy



(c)



(d)



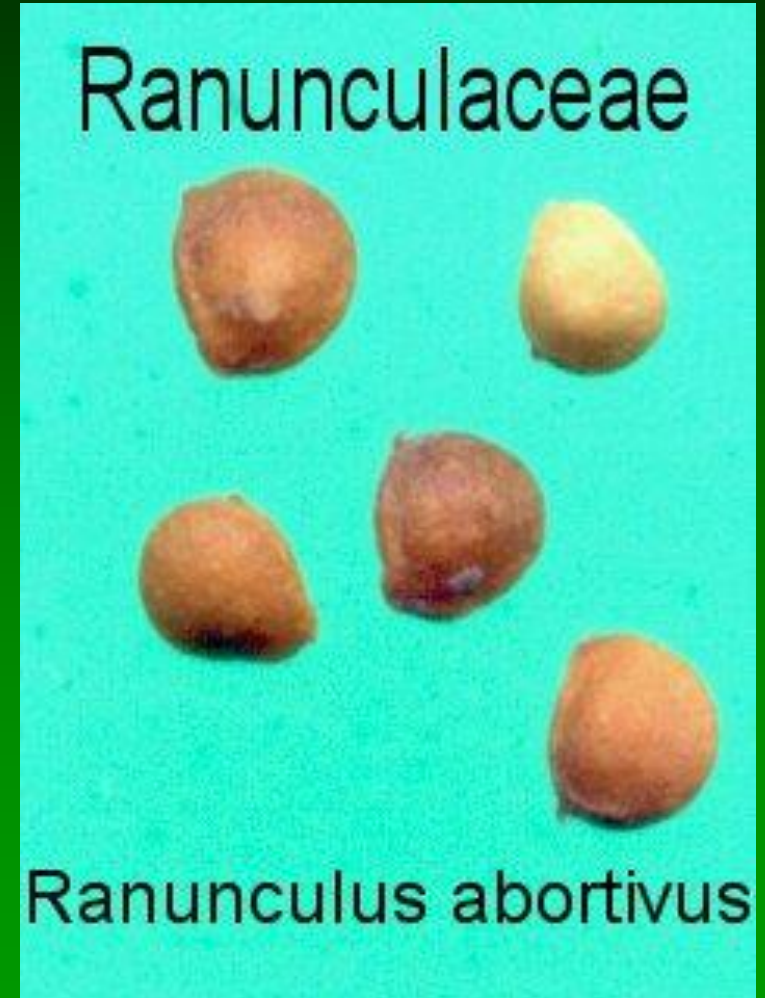
Způsoby šíření semen a plodů krytosemenných rostlin

- Autochorie – vlastními silami
- Anemochorie – větrem (miniaturizace, křídla)
- Hydrochorie – vodou (plavou)
- Zoochorie – živočichy
 - epizoochorie - na povrchu
 - endozoochorie - uvnitř (trávicím traktem)
 - myrmekochorie - mravenci
- Antropochorie – šíří člověk

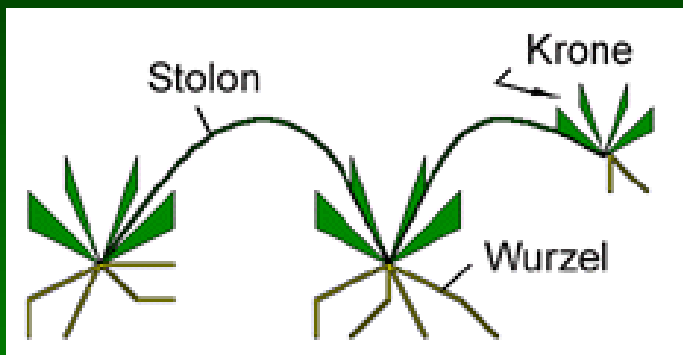
Typy plodů

- Plody apokarpní – každý z **jediného plodolistu**
 - měchýřek, lusk, apokarpní nažka, apokarpní bobule
 - soubor apokarpních plodů v 1 květu: souplodí
- Plody cenokarpní – vznikají **srůstem více plodolistů**
 - tobolka, šešule/šešulka, cenokarpní nažka, oříšek, obilka
 - cenokarpní bobule, peckovice
- Plody nepravé – na stavbě se podílejí i jiné části než semeník
 - malvice, šípek, sykonium

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



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



nažka vznikající z apokarpních pestíků je také u růžovitých (*Rosaceae*)



Geum urbanum

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



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



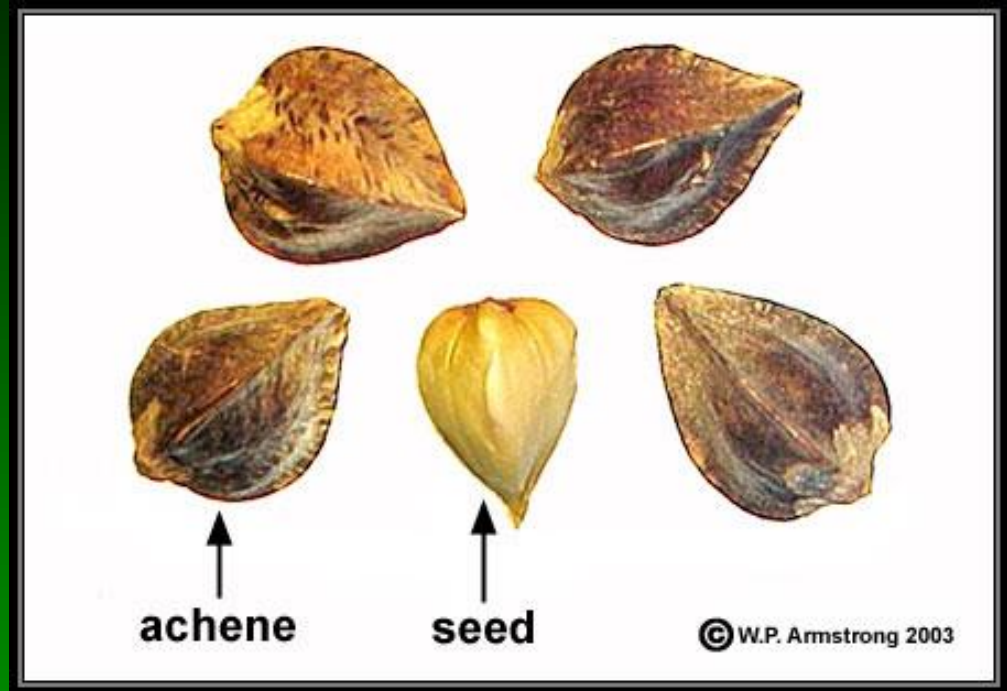
Nažka u slunečnice (*Helianthus*, *Asteraceae*) – pro nažky je typické, že oplodí a osemení k sobě sice těsně přiléhají, ale nesrůstají



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



Trojboká cénokarpní nažka u *Polygonaceae*

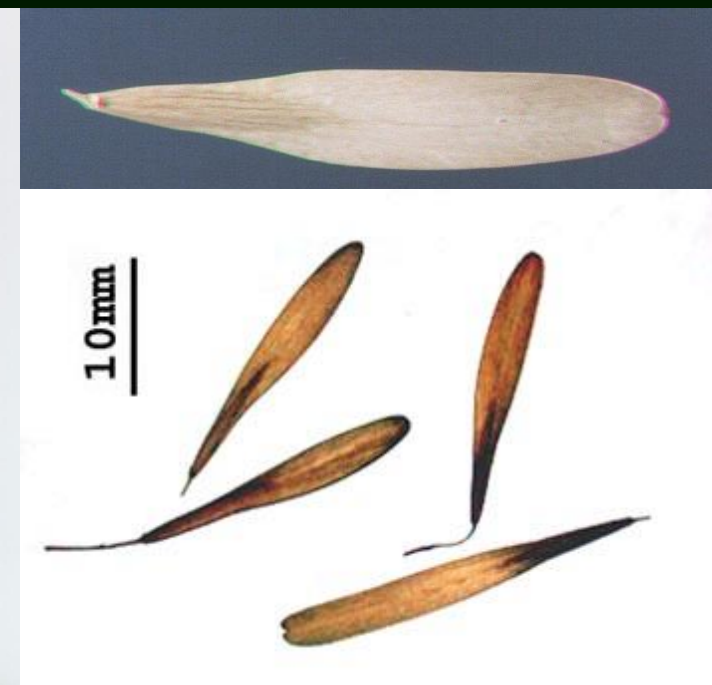
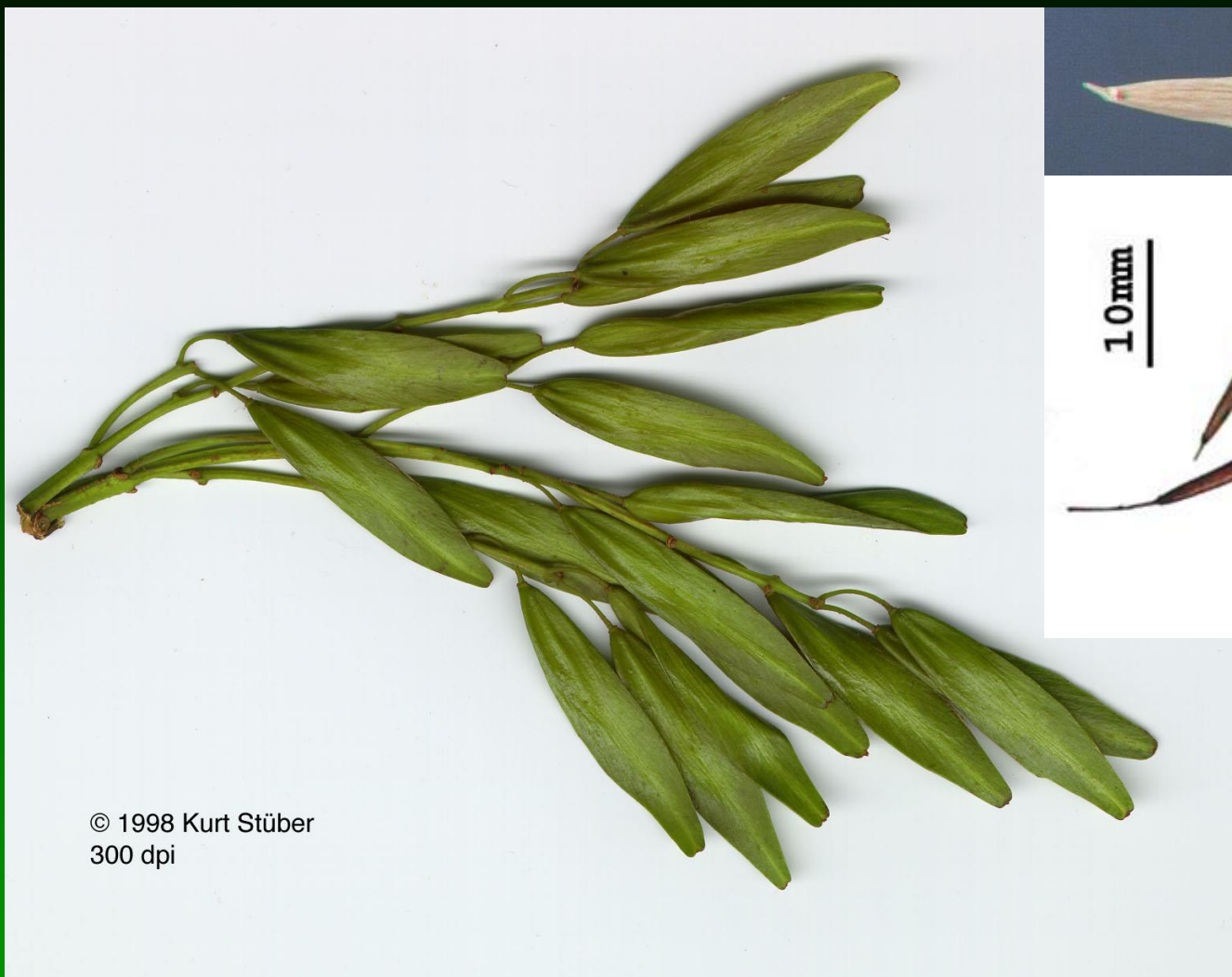


Okřídlená cénokarpní nažka (samara)

u břízy (*Betula*)

u jilmu (*Ulmus*)





© 1998 Kurt Stüber
300 dpi

Okřídlená
nažka u
jasanu
(*Fraxinus* sp.,
Oleaceae)

Suchým pukavým plodem je měchýřek (otvírá se jedním švem)
vynikající z apokarpního gynecea (ostrožka - *Delphinium*,
Ranunculaceae)



Měchýřky v čeledi
Ranunculaceae

blatouch
Caltha



čemeřice
Helleborus



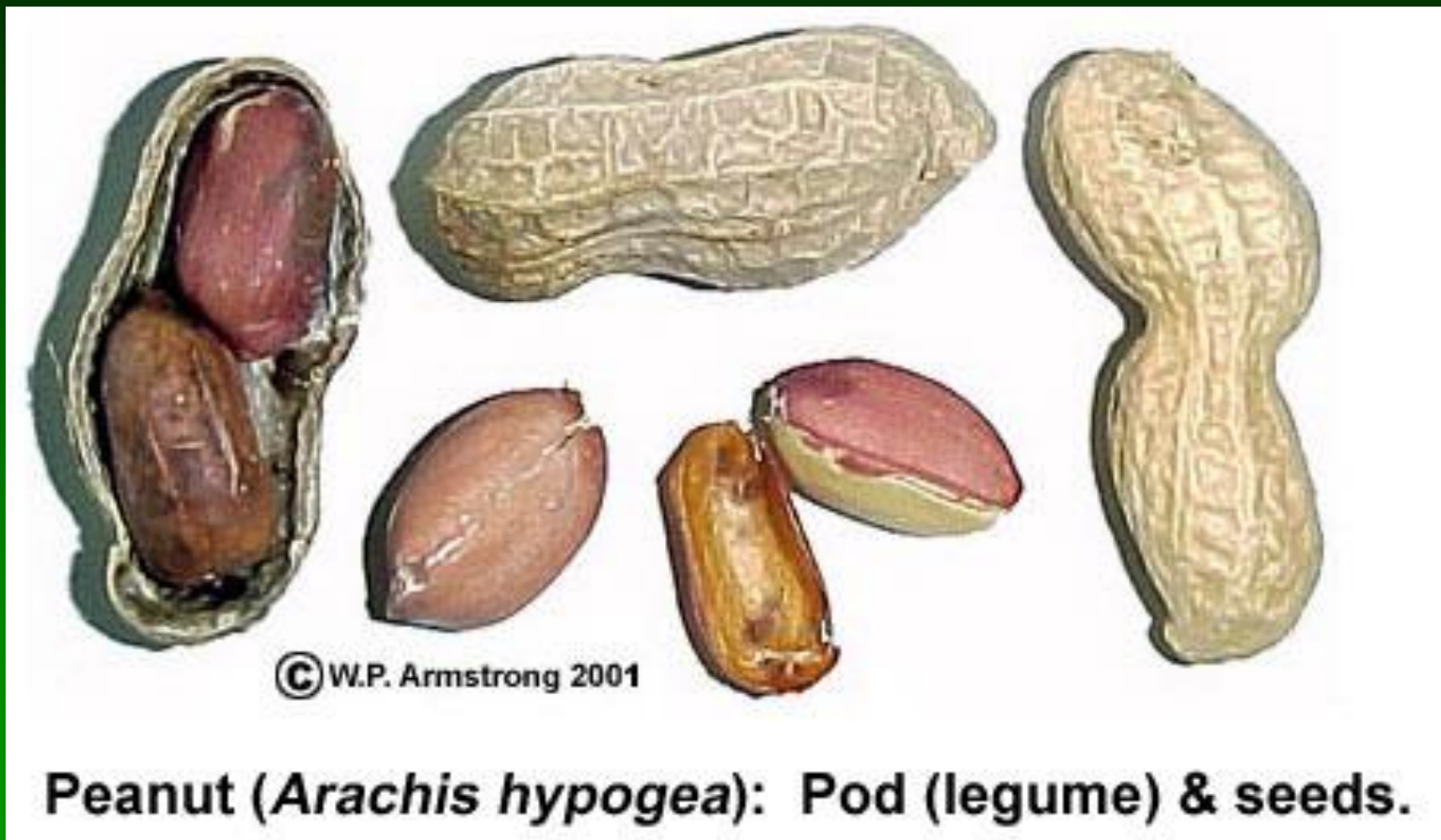
stračka (*Consolida*)
počet plodolistů a tedy
i měchýřků redukován
na jediný v každém
květu



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



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



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*)

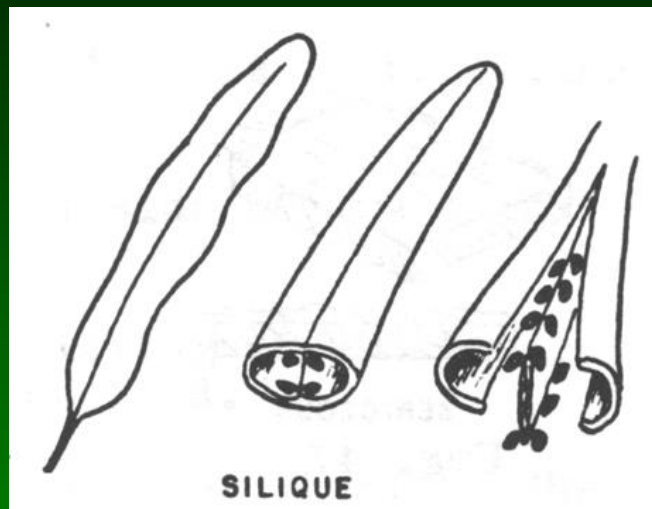
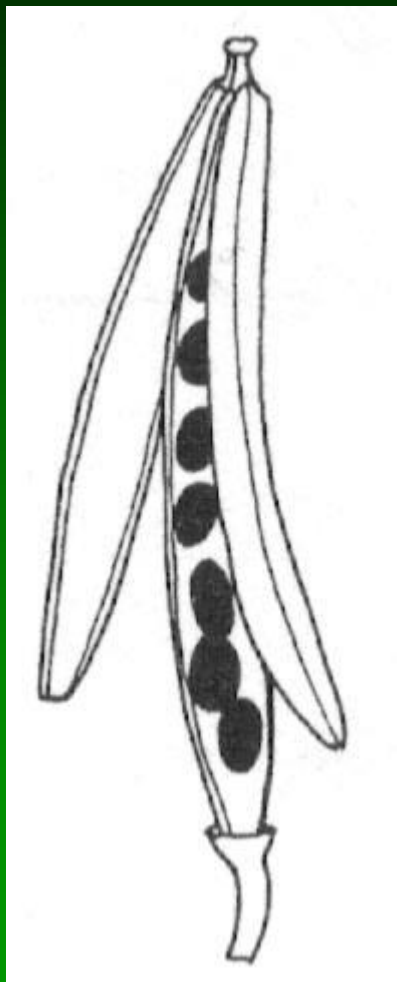
rozrazil (*Veronica*, *Plantaginaceae*)



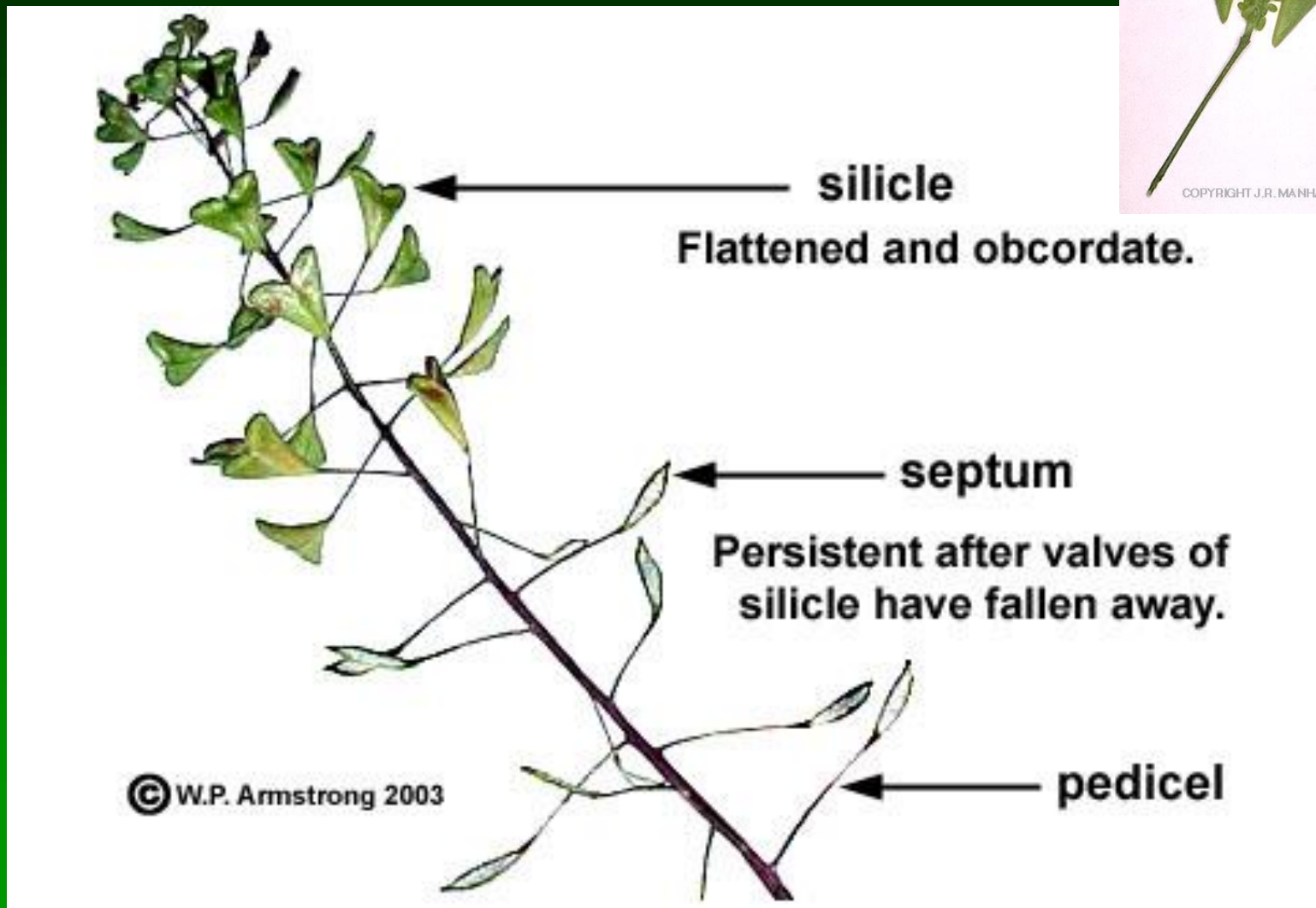
náprstník (*Digitalis*, *Plantaginaceae*)

bažanka (*Mercurialis*,
Euphorbiaceae)

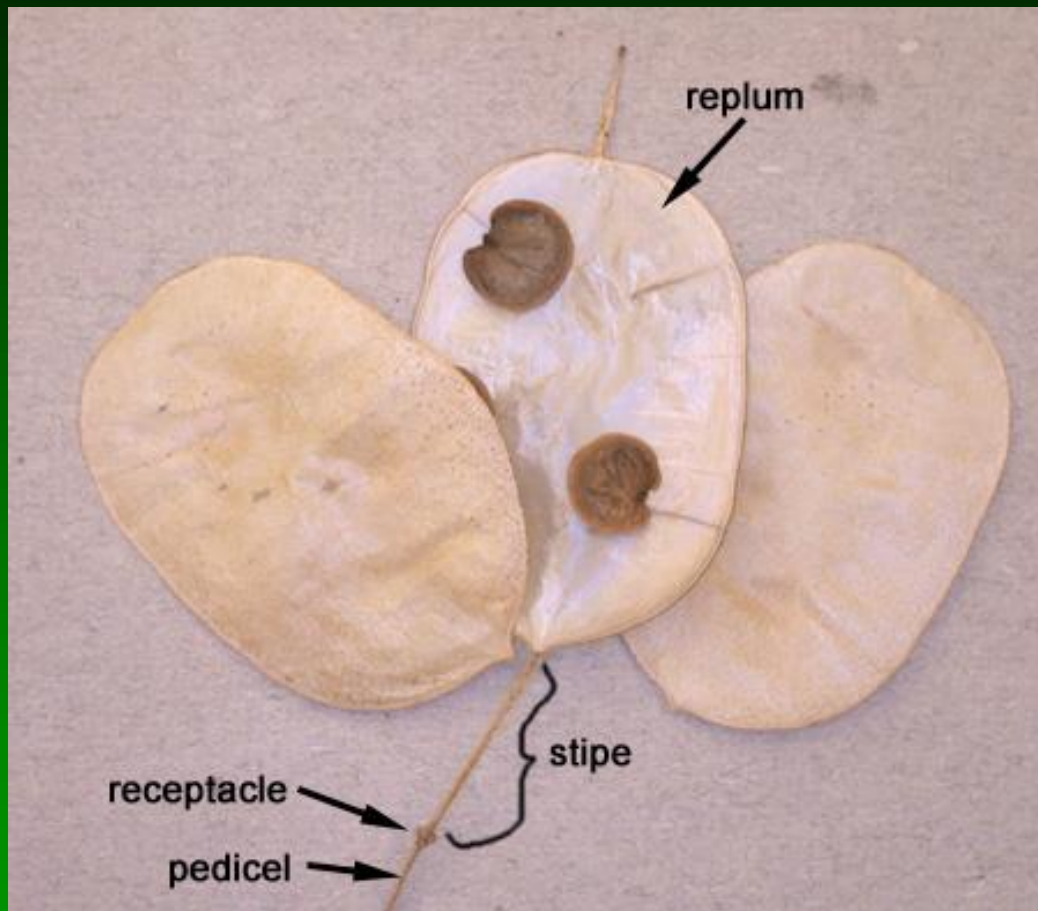
Také šešule brukvovitých (*Brassicaceae*) se dvěma chlopněmi a střední přepážkou je typem tobolky



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



Nebo u měsíčnice (*Lunaria annua*)



Jednoupouzdrá tobolka

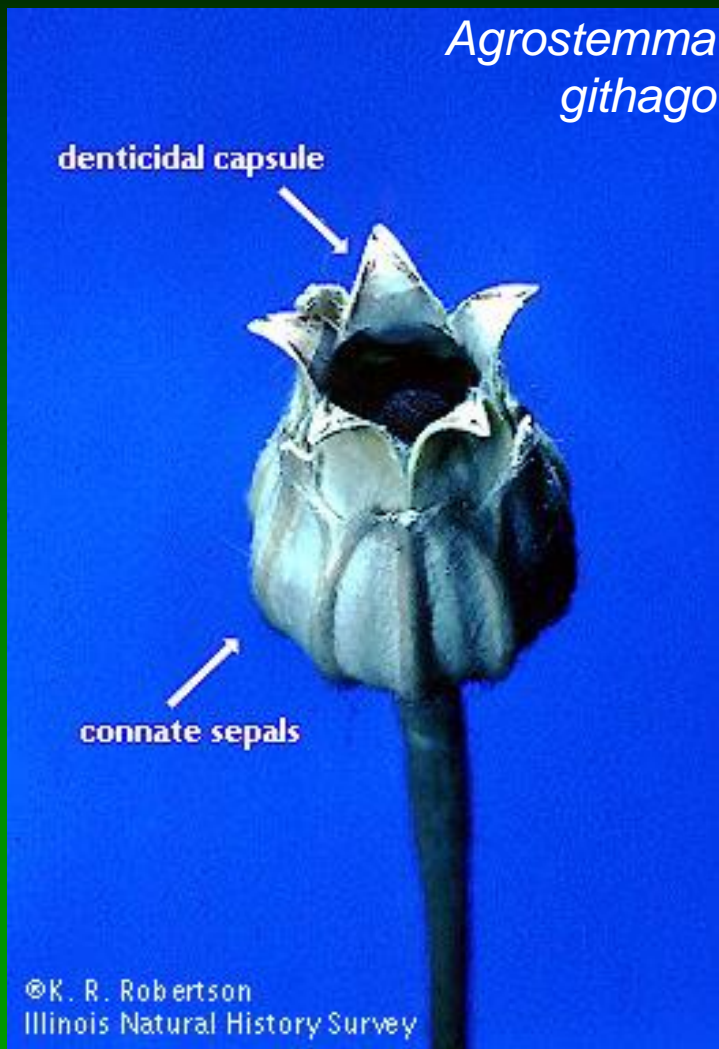


hořec (*Gentiana*, *Gentianaceae*)
jednoupouzdrá tobolka – otvírá se
dvěma chlopněmi



mokrýš (*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*)



Dvou- až čtyřpouzdrá tobolka



durman (*Datura*, *Solanaceae*)

Troj- až pětipouzdrá tobolka



zvonek (*Campanula*, *Campanulaceae*)

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*)



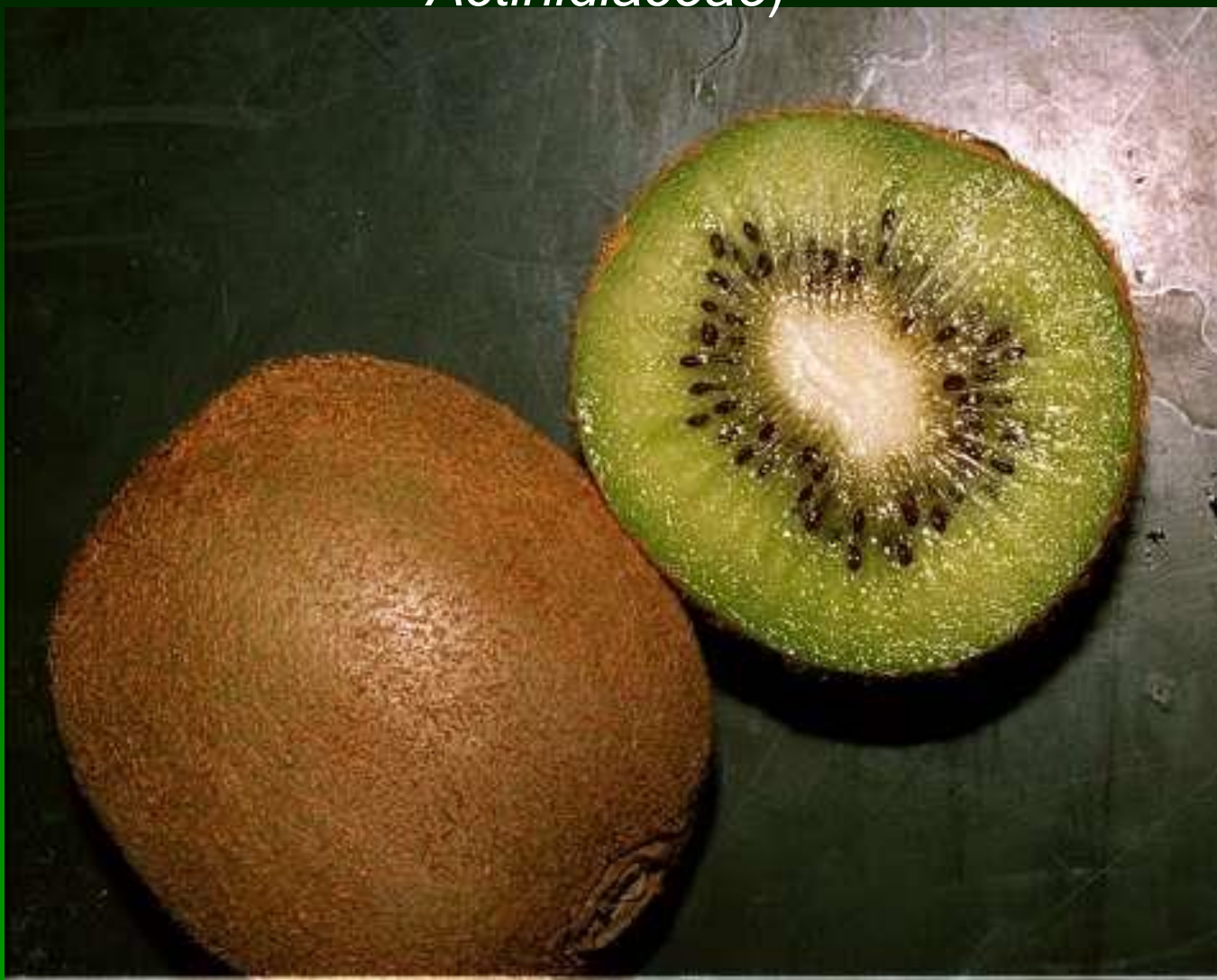
Mnohem častěji vzniká bobule s gynecea cénokarpního –
např. u tykvovitých (*Cucurbitaceae*)



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*)



Jedovaté bobule mají některé jednoděložné



Arum, Araceae

*Maianthemum,
Convallariaceae
(Asparagaceae)*



Paris, Melanthiaceae



*Convallaria,
Convallariaceae
(Asparagaceae)*

*Polygonatum,
Convallariaceae
(Asparagaceae)*



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

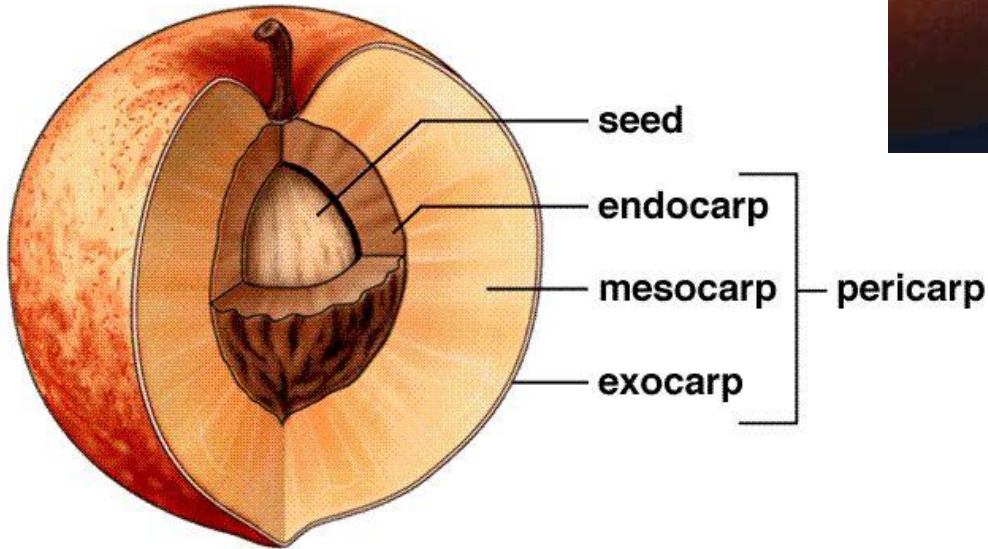


Dužnatým plodu je peckovice s trojvrstevným oplodím (blanitý exokarp, dužnatý mezokarp a sklerenchymatický endokarp) může vynikat z apokarpního gynecea



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

Regions of a Mature Fruit

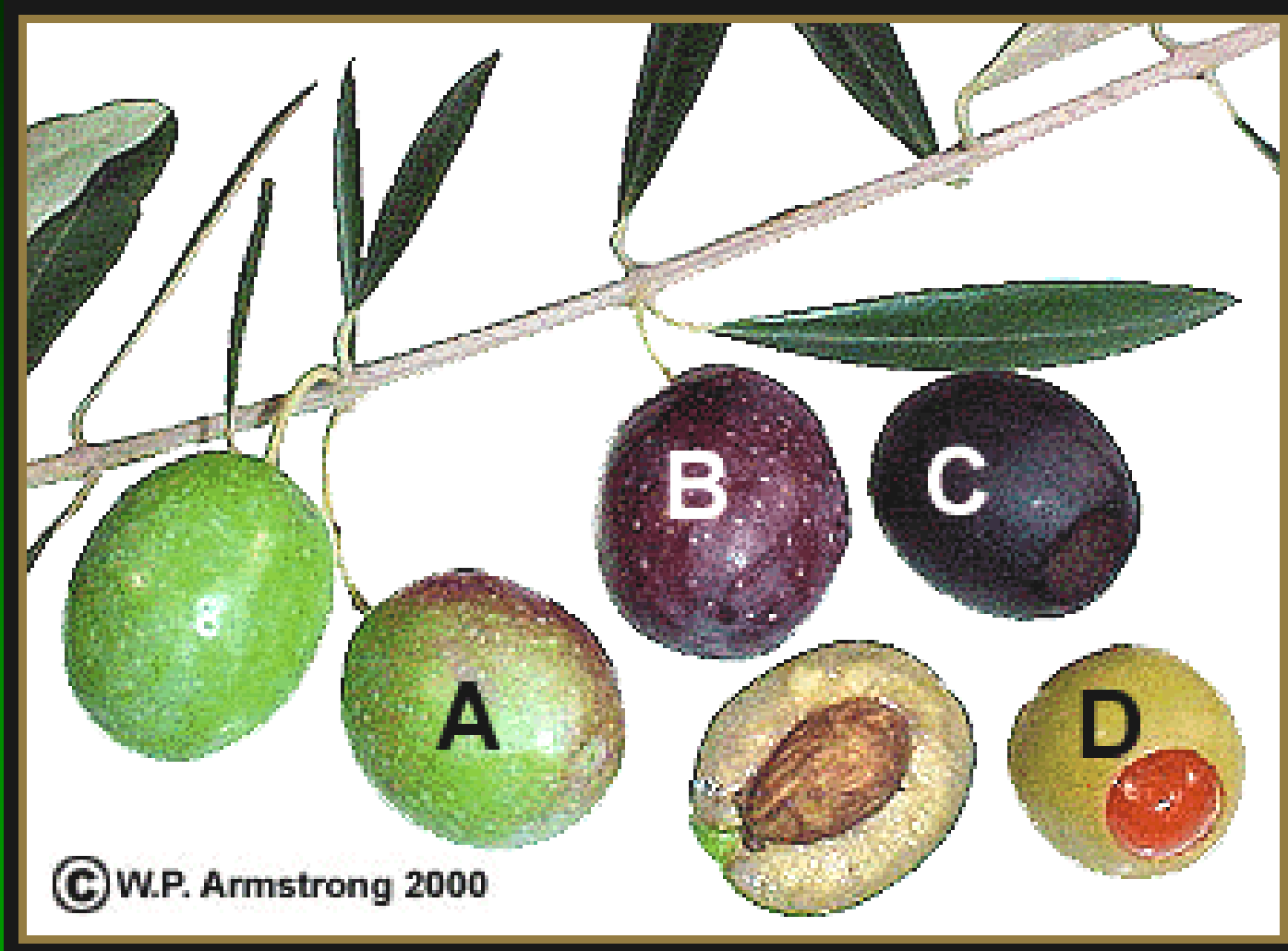


– např. u růžovitých (*Rosaceae* – meruňka – *Armeniaca*)

Broskev, třešeň



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



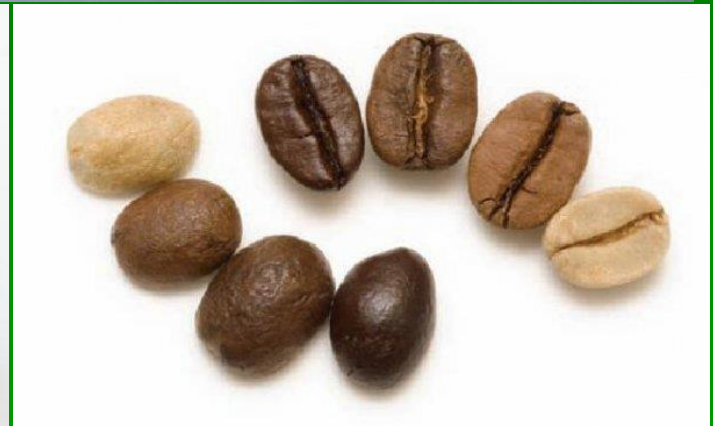
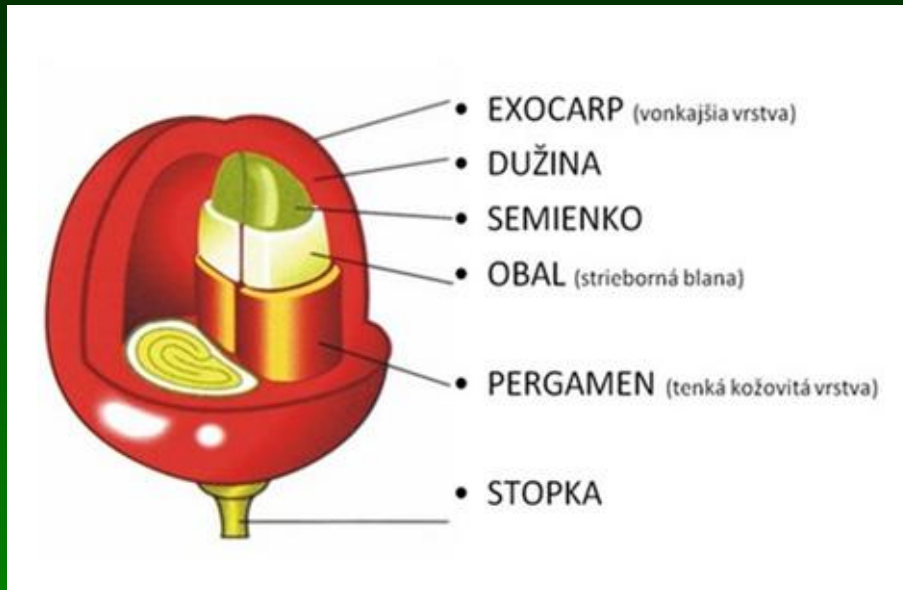
Peckovici má také palma kokosová nebo palma datlová,
(*Areaceae*)



Ořešák (*Juglans*, *Juglandaceae*)
má peckovici (až jednosemennou
tobolku)



Dvousemenná peckovica 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*)

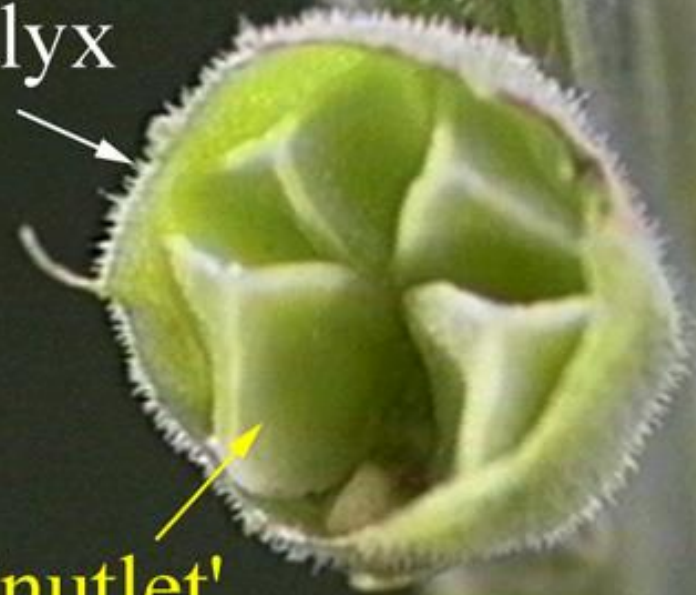
Lamiaceae



Dracocephalum parviflorum

calyx

'nutlet'



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



Poltivým plodem je také okřídlená dvounažka (samara) 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*)



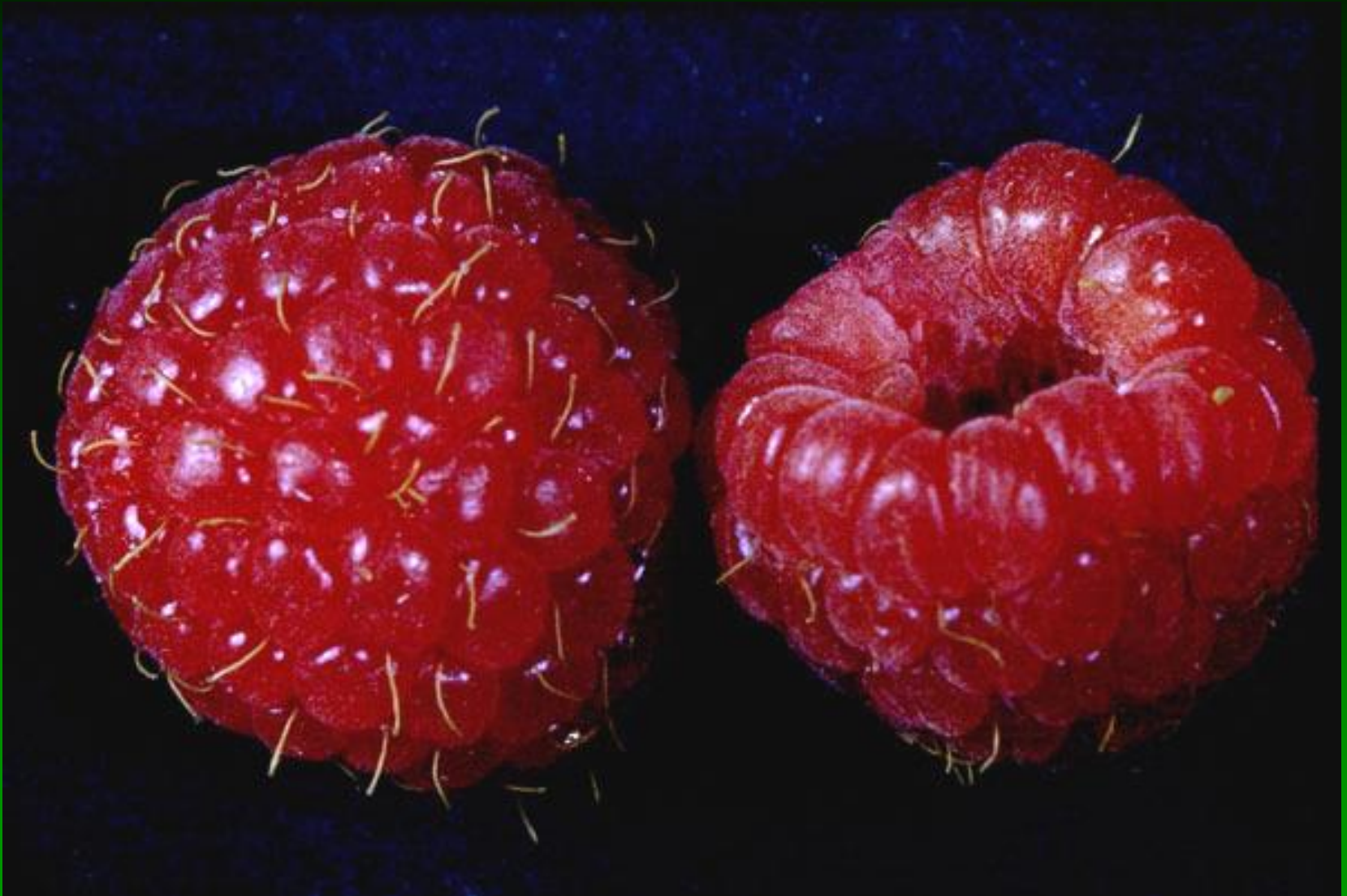
Rozpadavé plody, které rozpadají jinak než podél plodolistů nazýváme lámavé – vznikají jen z cénokarpných gyneceí. Je to např. struk u ředkve (*Raphanus*, *Brassicaceae*)



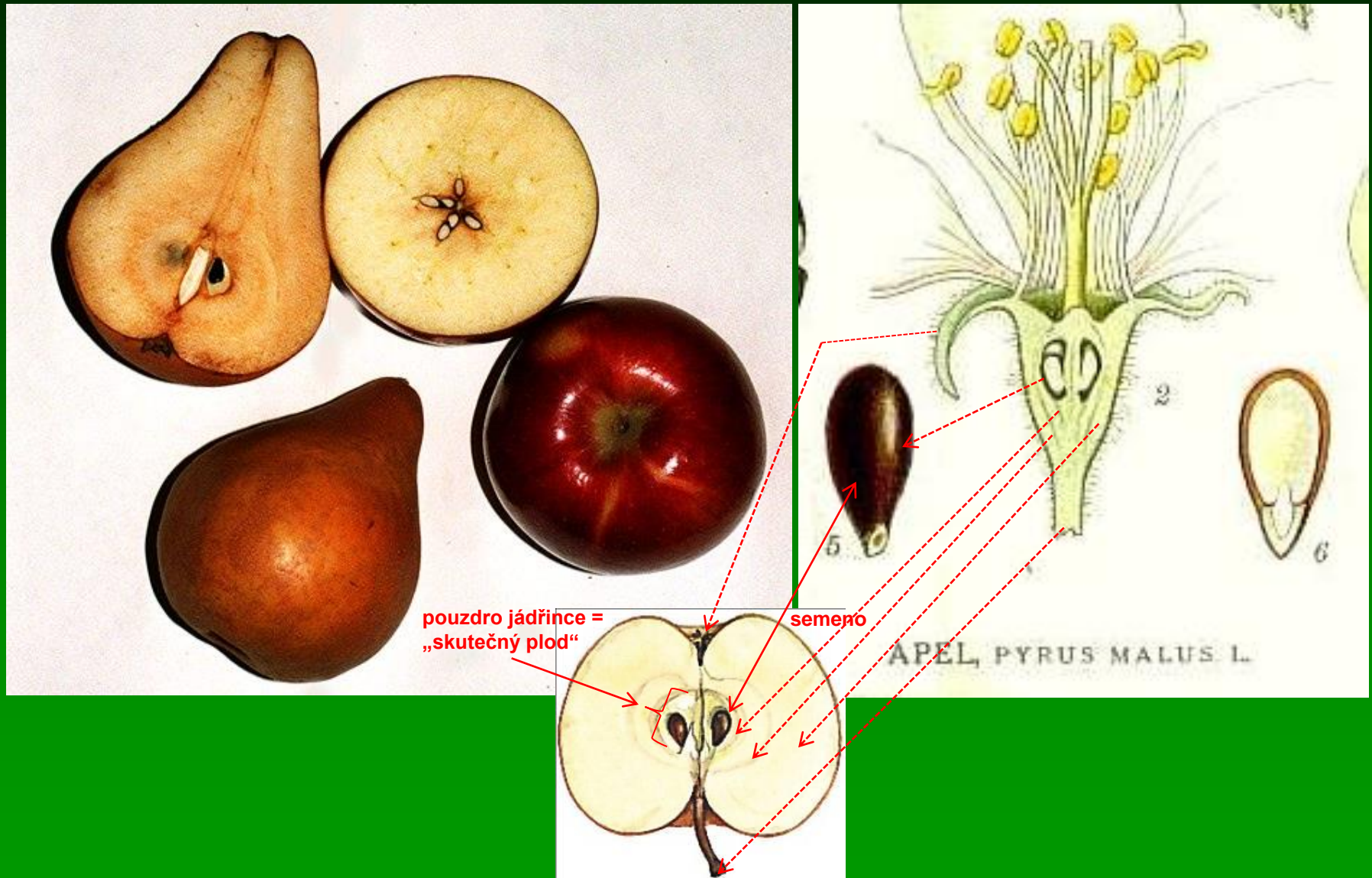
Souplodí je útvar vzniklý spojením apokarpních plodů obvykle květním lůžkem např. mnohoměchýřek u magnolie (*Magnolia*, *Magnoliaceae*)



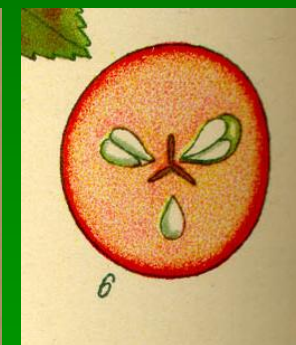
Souplodí peckoviček tvoří malina (*Rubus*, *Rosaceae*)



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 listeny je 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*)



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**



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



Endozoochorie není jen adaptace využívající zvířata k šíření, ale zajišťuje i výživu novému pokolení

