



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

Magnoliophyta (krytosemenné)



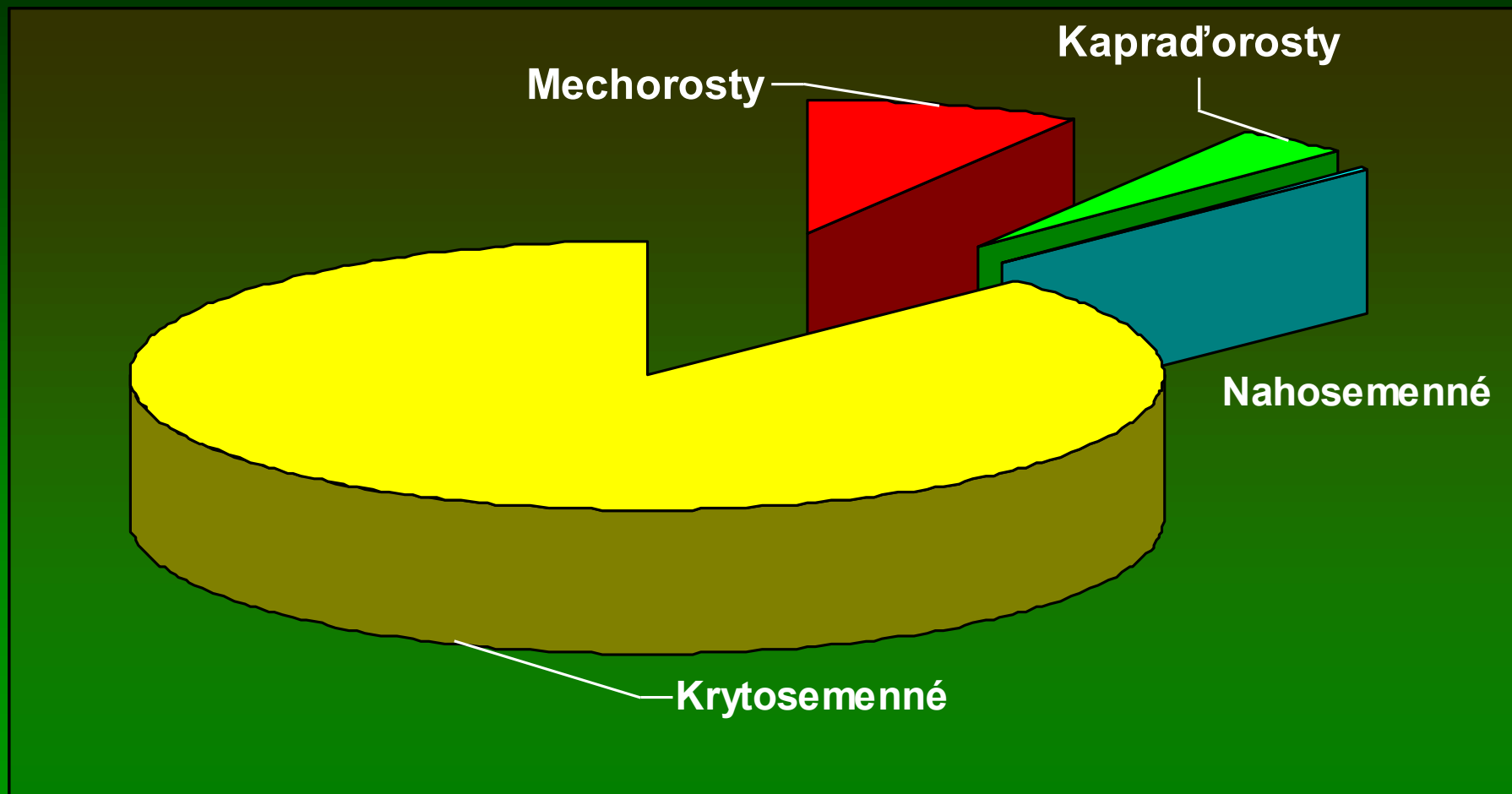
Fylogeneticky nejvíce odvozená a druhově dnes naprosto dominantní příbuzenská skupina vyšších rostlin



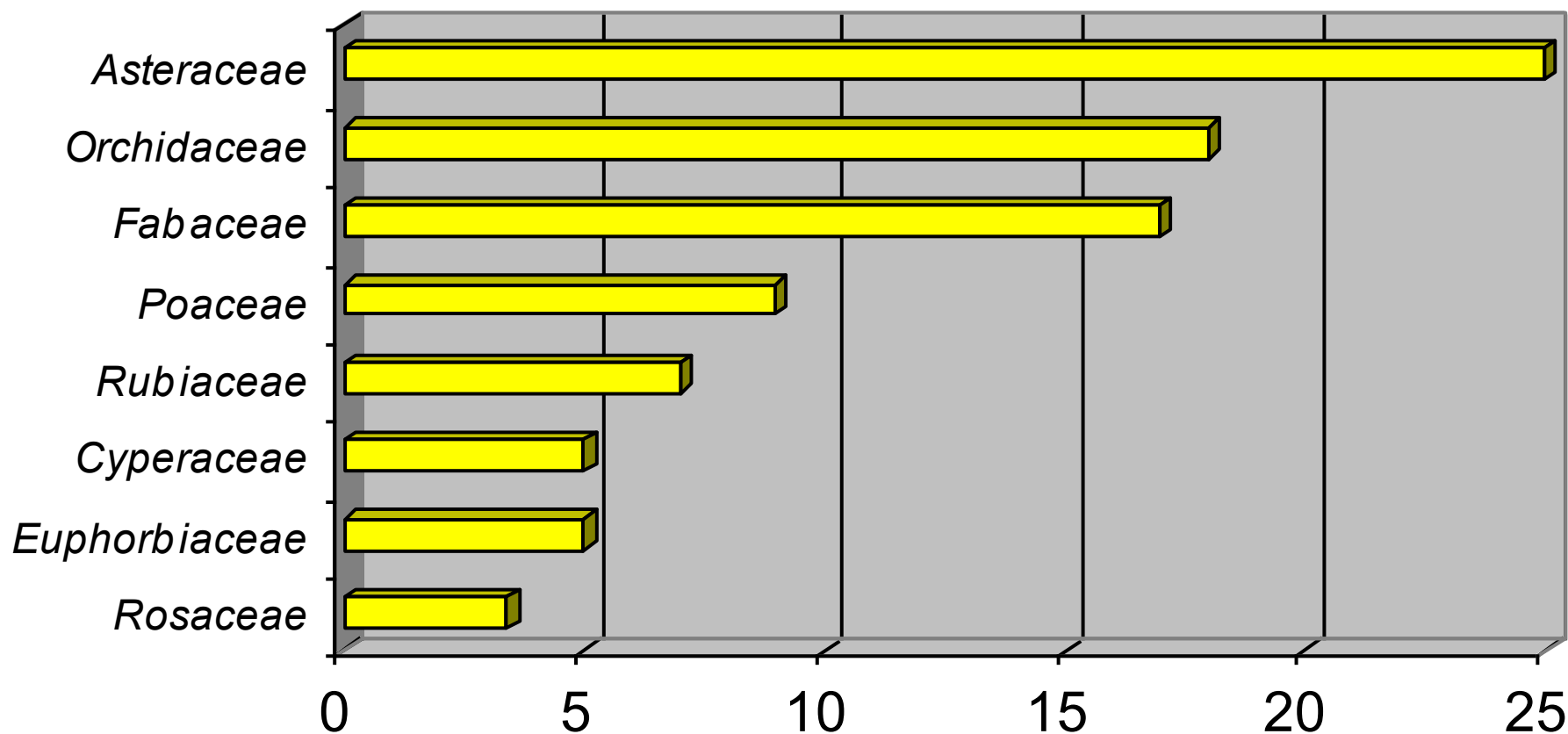
Habitus: byliny i dřeviny rozmanitého vzhledu a různých ekologických nároků

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

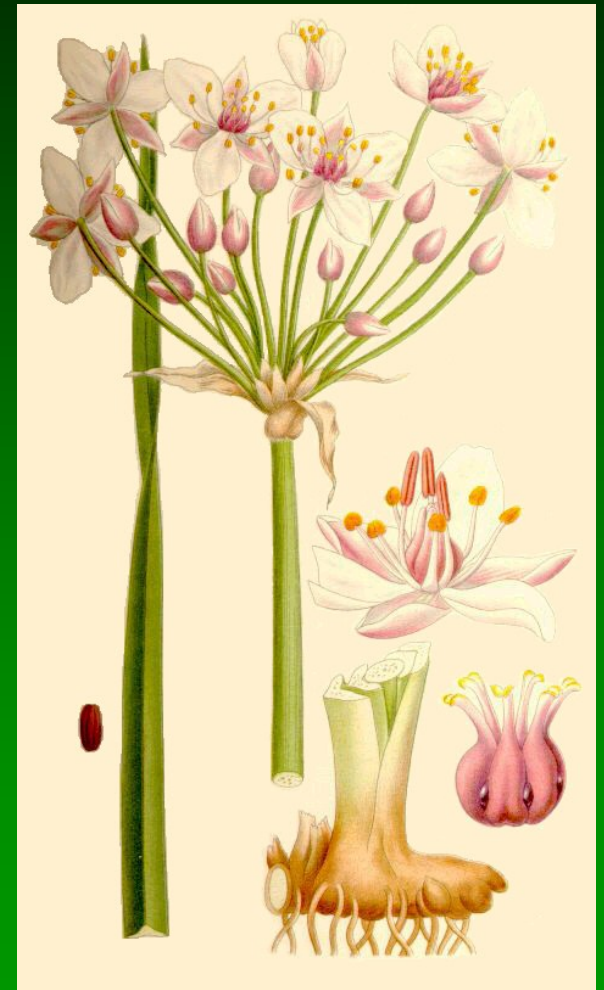
Srovnání počtu druhů krytosemenných s ostatními skupinami vyšších rostlin: mechorosty - 25 000, kaprad'orosty 10 000, nahosemenné 800, krytosemenné 250 000



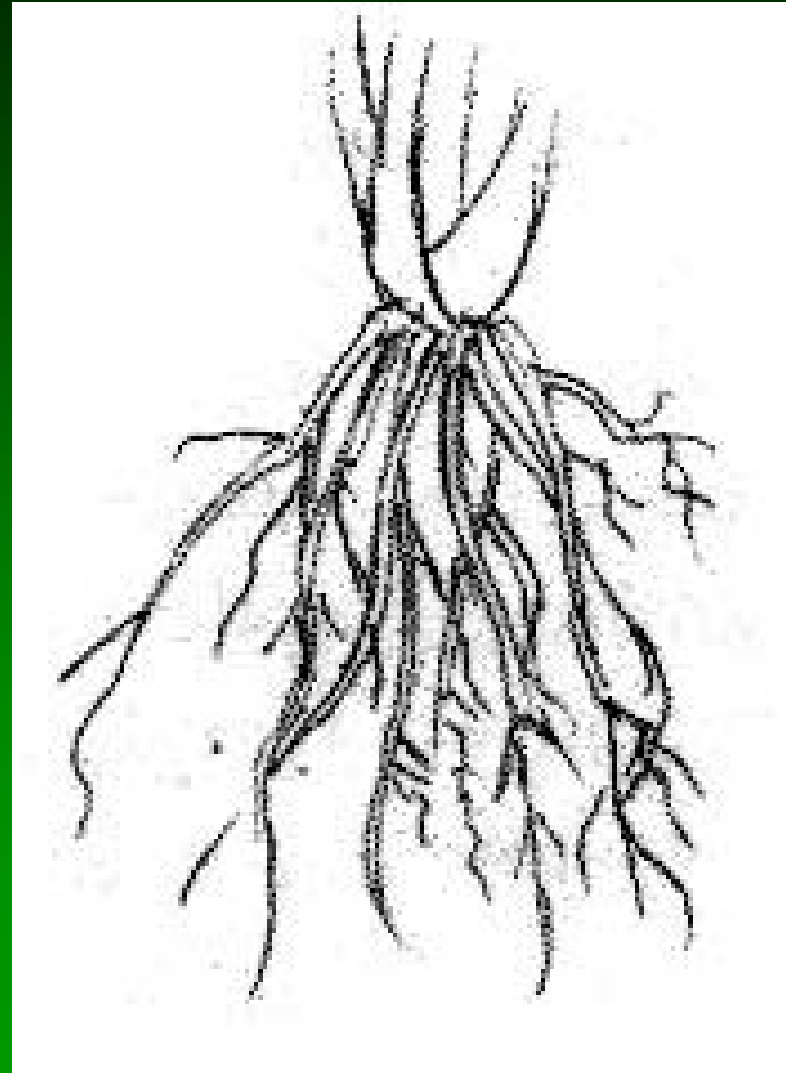
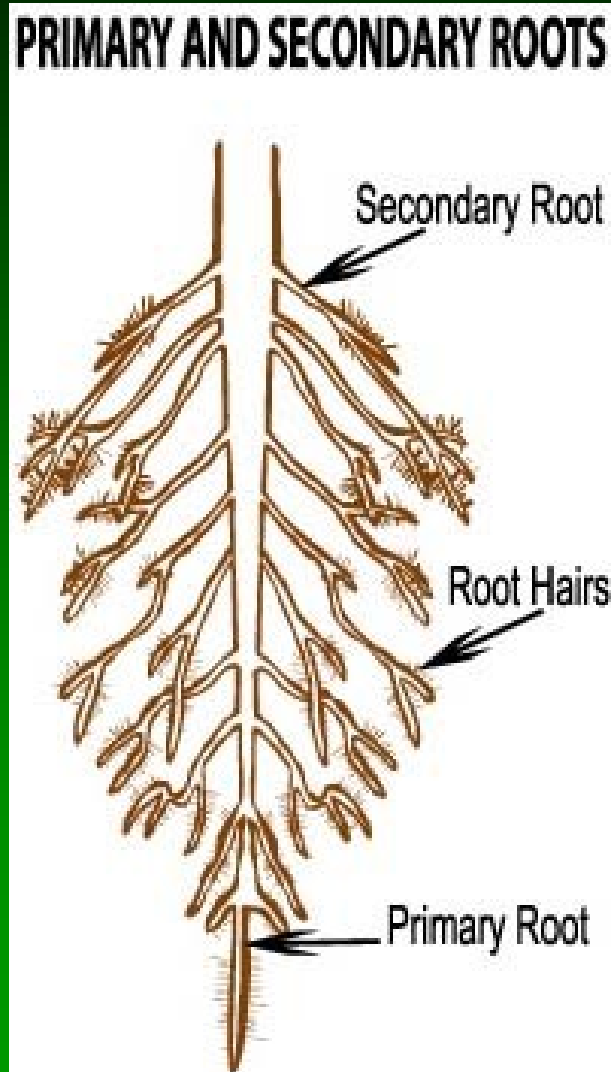
Osm druhově nejbohatších čeledí krytosemenných. Celá jedna desetina druhového bohatství krytosemenných pak připadá na jedinou čeleď - *Asteraceae*.



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



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



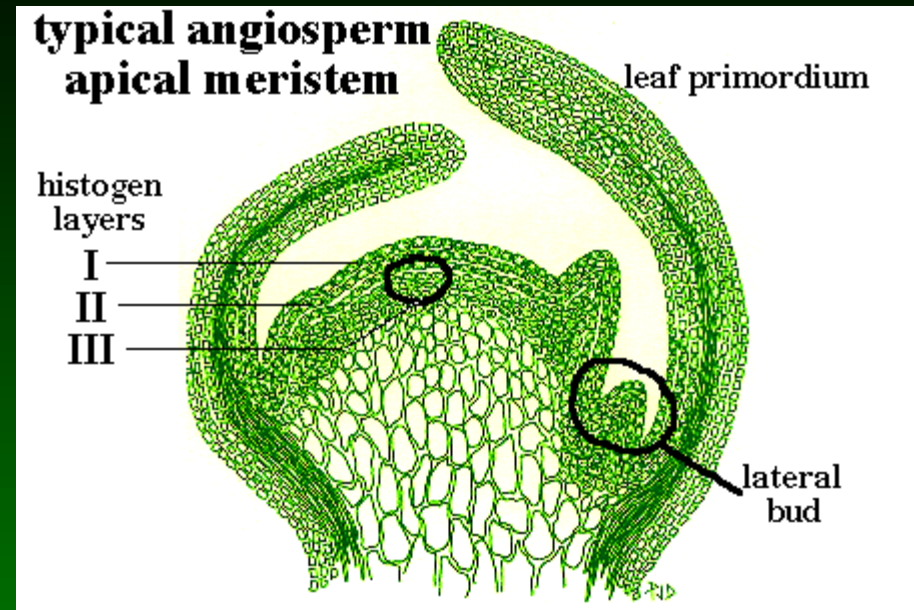
Apikální meristém

- mnohobuněčný
vícevrstevný

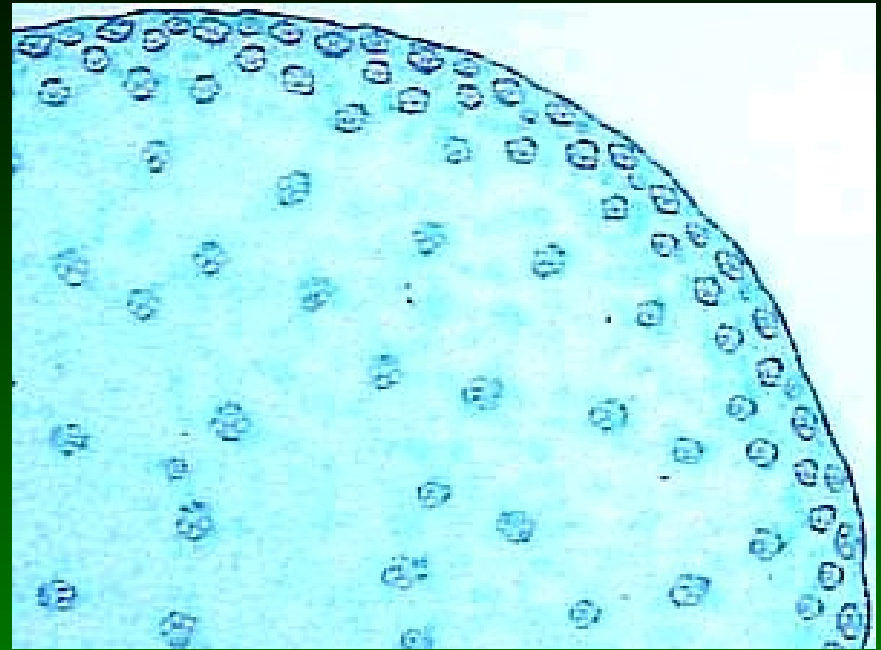
- diferencovaný na

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

(ii) korpus dělicím buňky
rovnoběžně s povrchem

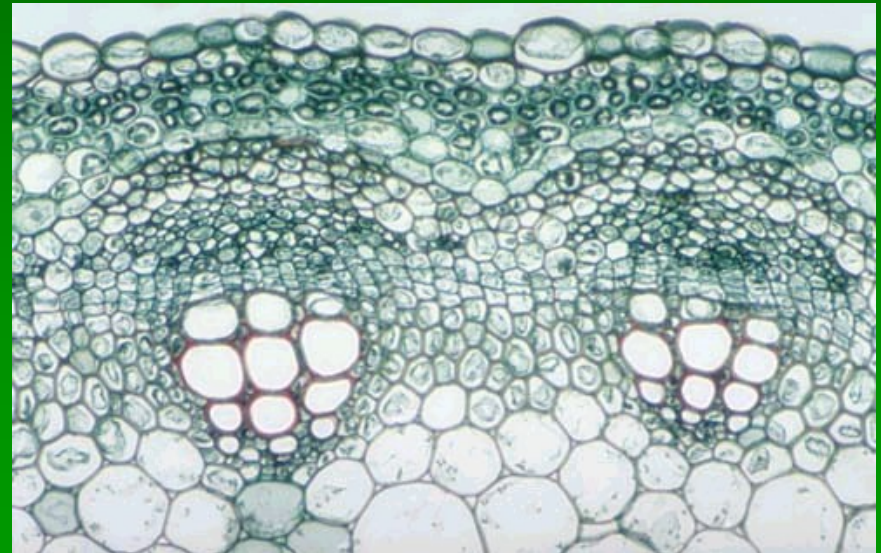
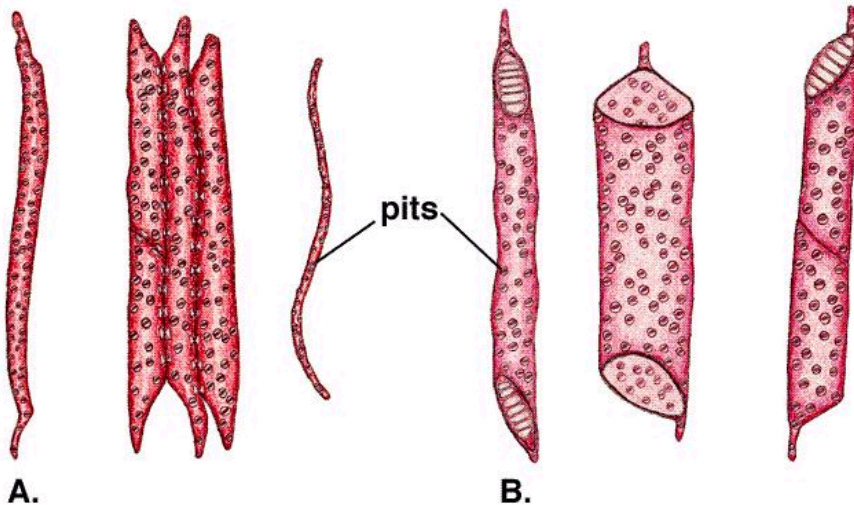


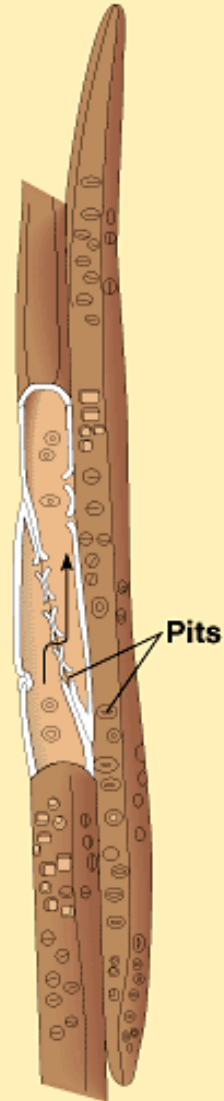
Stonek - druhotně tloustne
nebo netloustne; cévní svazky
eustélické nebo ataktostélické
xylém heteroxylární (s trache-
idami i trachejemi); pouze u
primitivních typů homoxylární
(jen s tracheidami)



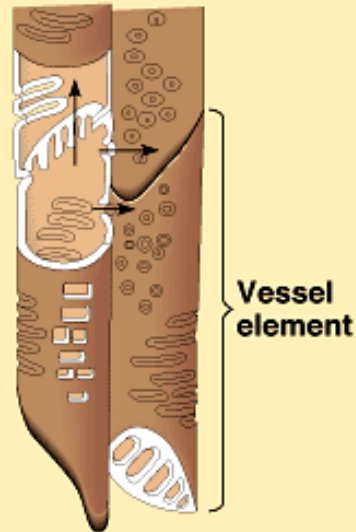
Kingeley R. Stern, Botany Visual Resource Library © 1997 The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

Water-conducting Cells of Xylem

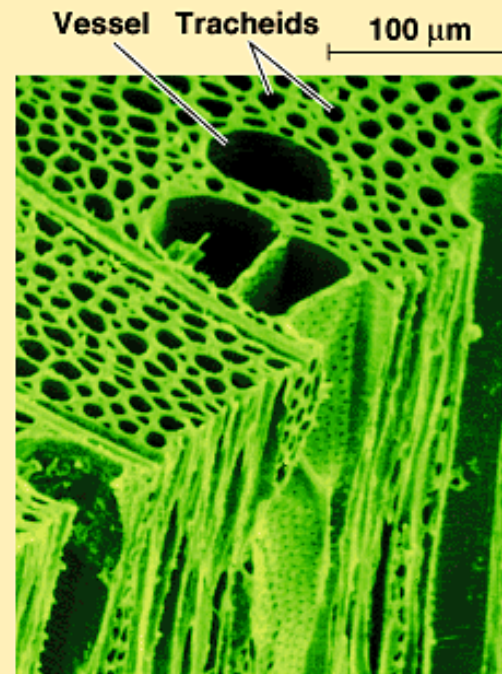




(a) Tracheids

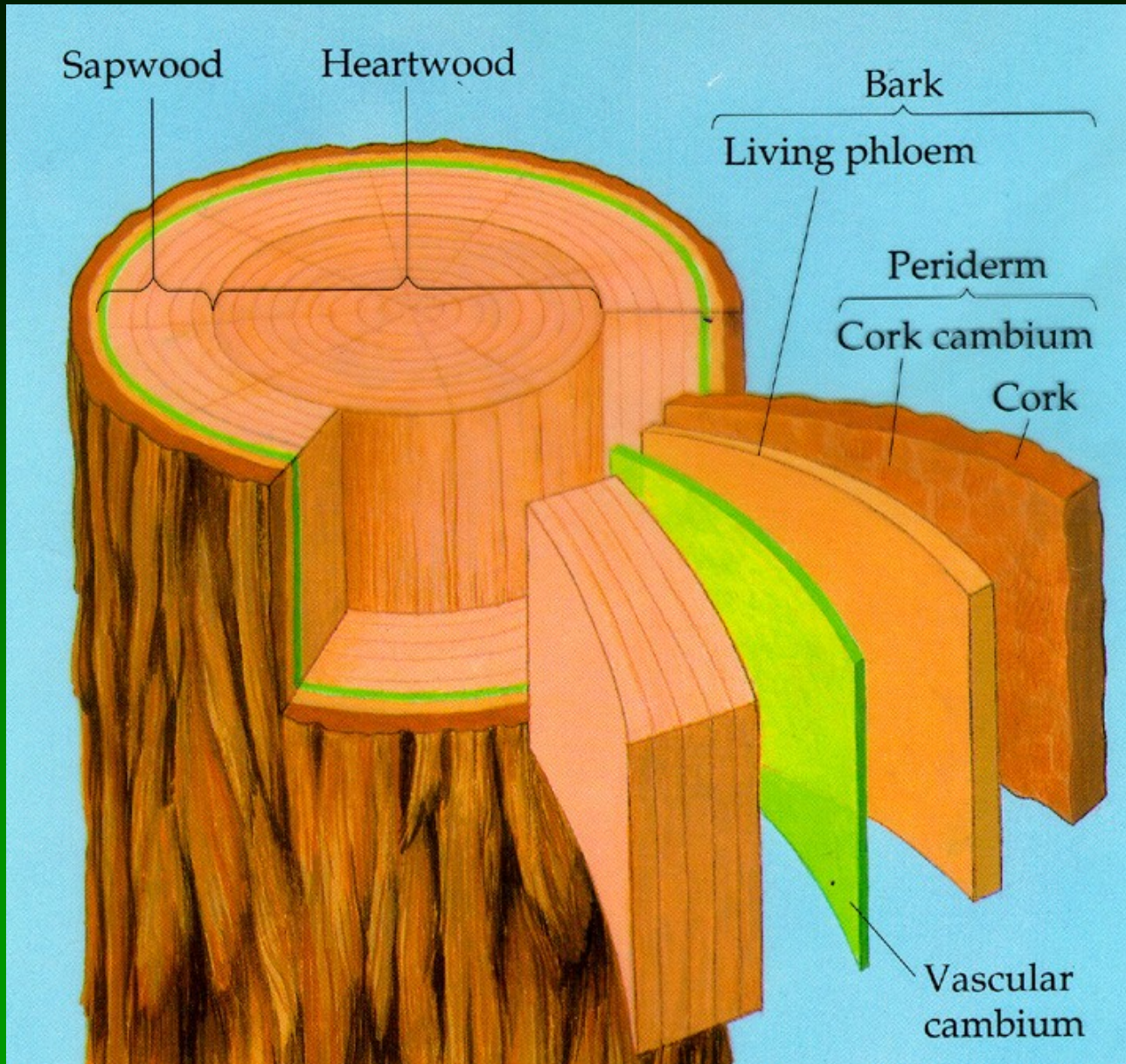


(b) Vessel elements with partially perforated end walls

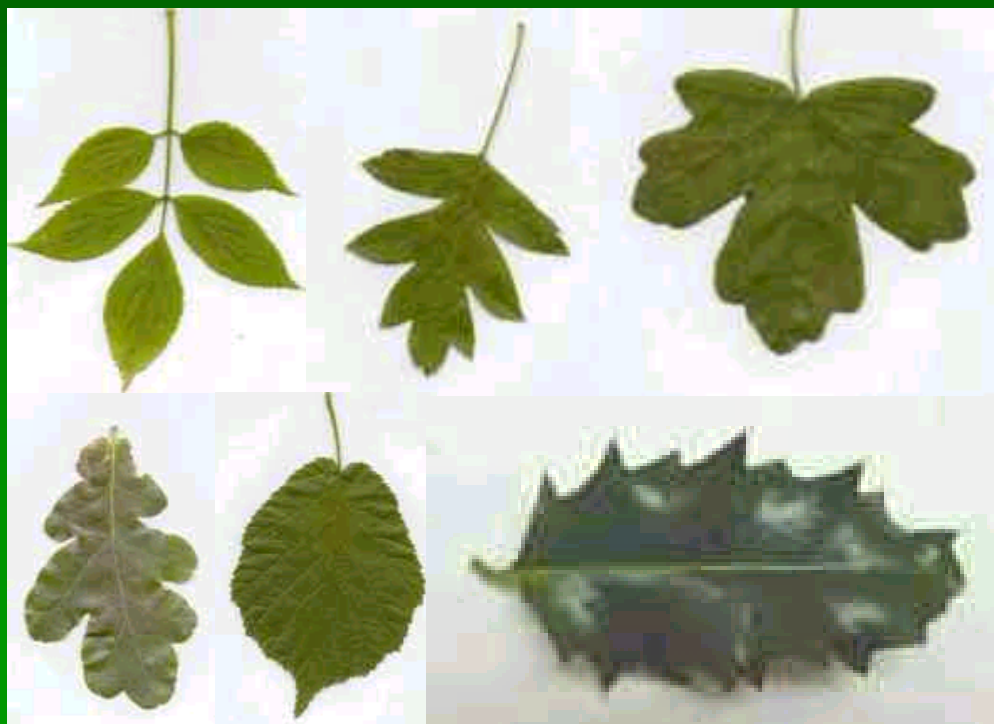
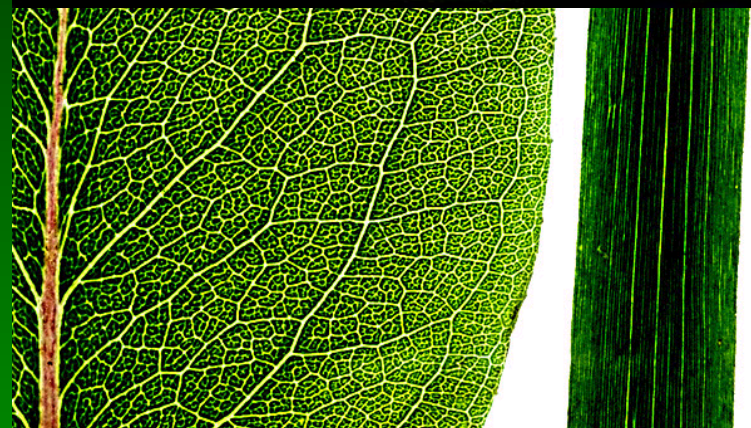


(c) Tracheids and vessels (colorized SEM)

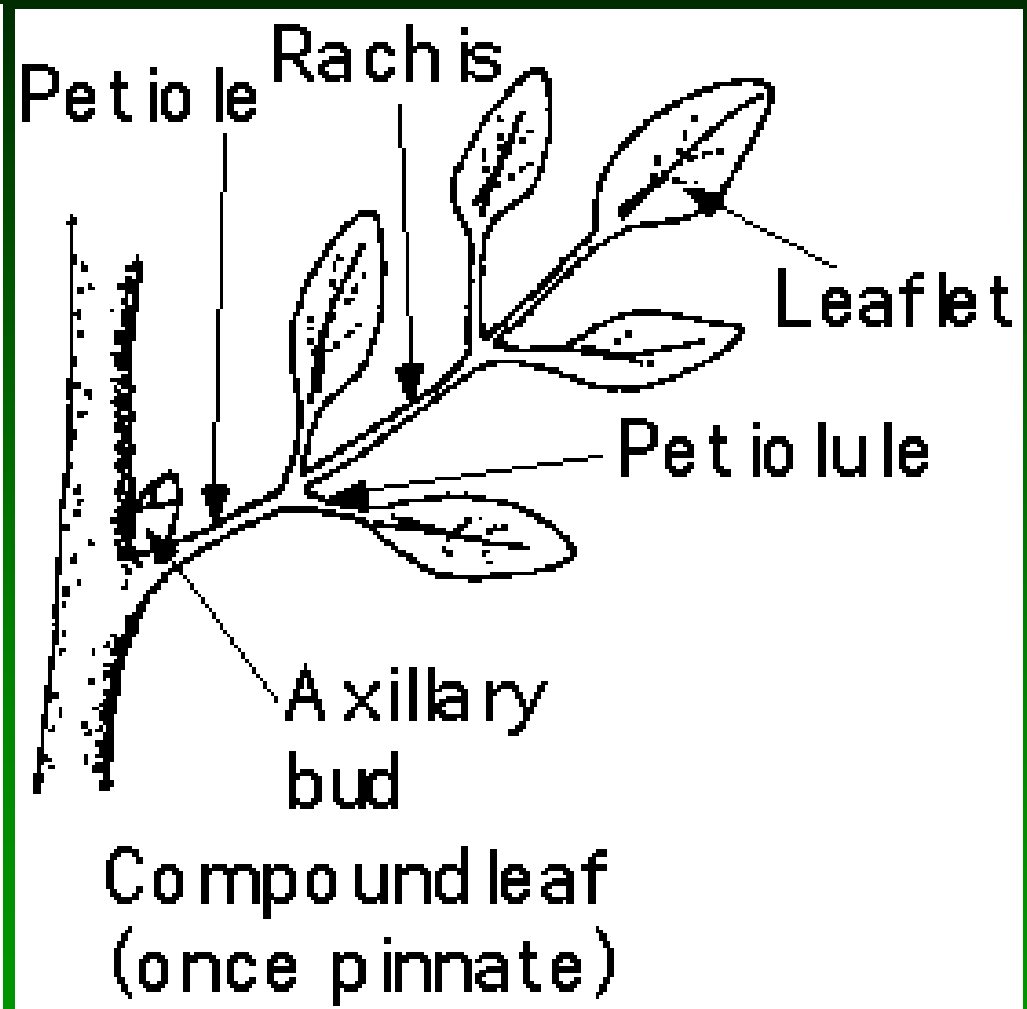
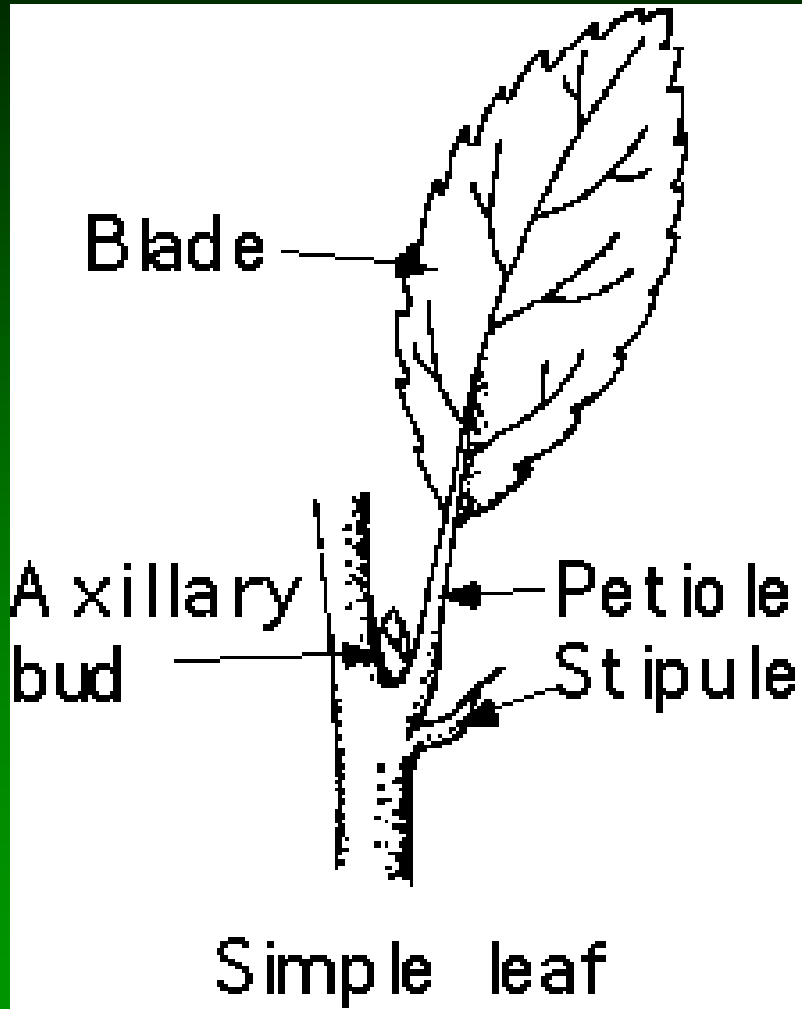
U sekundárně tloustnoucích má kmen na průřezu letokruhy



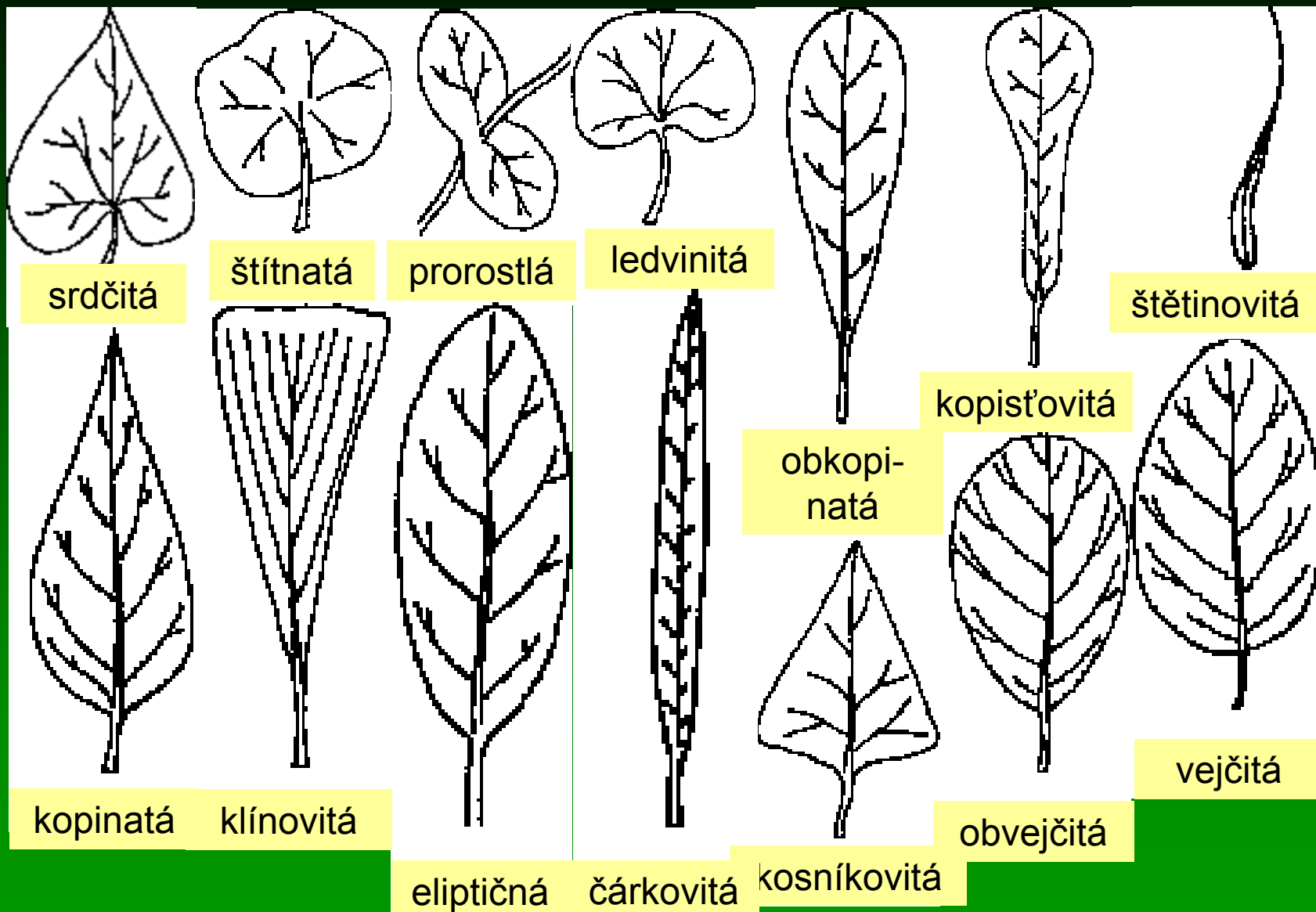
Listy megafylní, převážně
lupenité
velmi rozmanitého charakteru
malé i velké
opadavé i vytrvalé
žilnatina dlanitá, zpeřená nebo
rovnoběžná



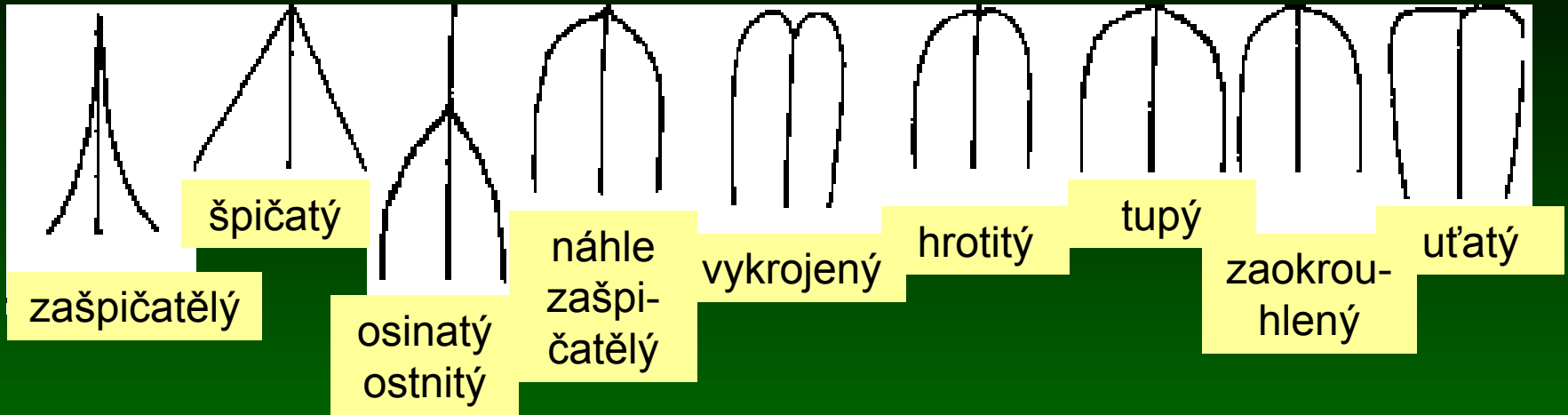
Listy jednoduché nebo složené (z lístků)



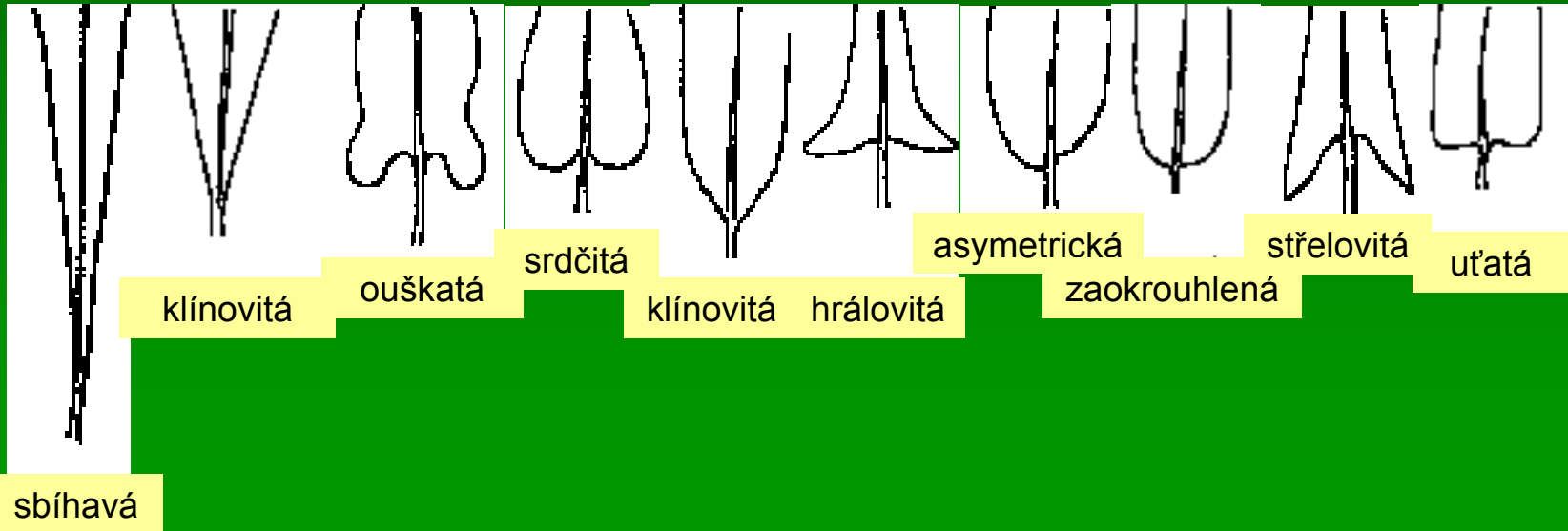
Nejčastější tvary listové čepelky



Tvary vrcholu listové čepele



Tvary báze listové čepele



Listy podle
charakteru okraje

celokrajný

chobotnatý

vykrajovaný

dvojitě zubatý

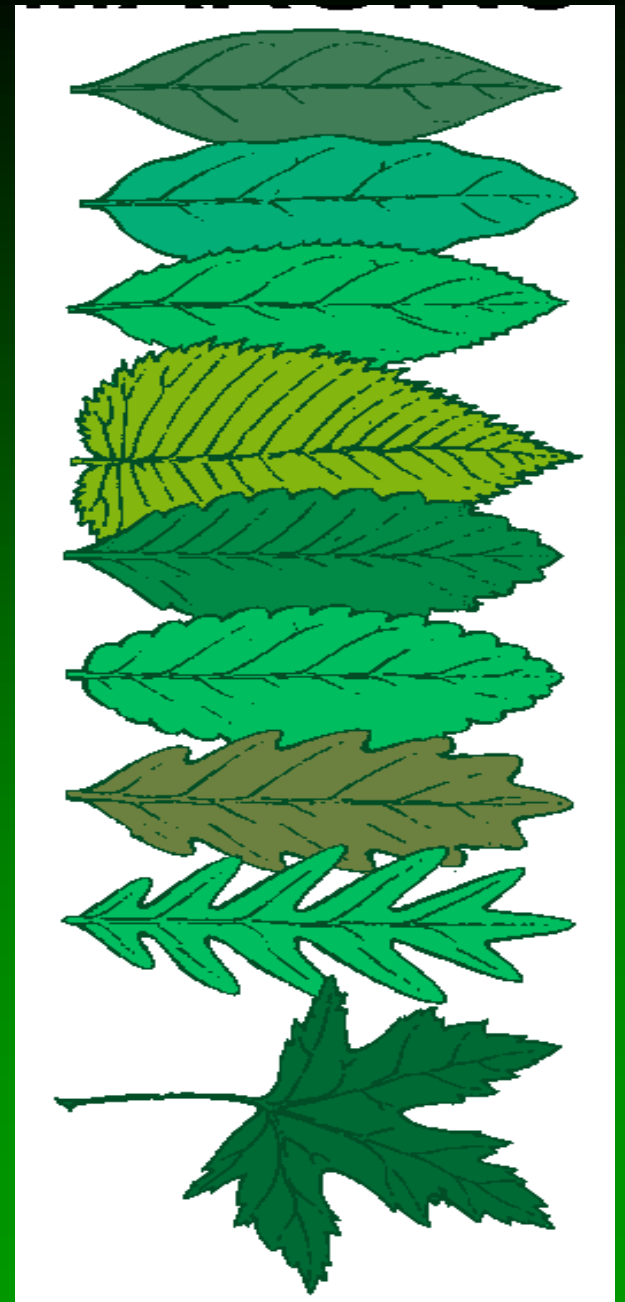
vroubkovaný

zubatý

peřenolaločný

peřenosečný

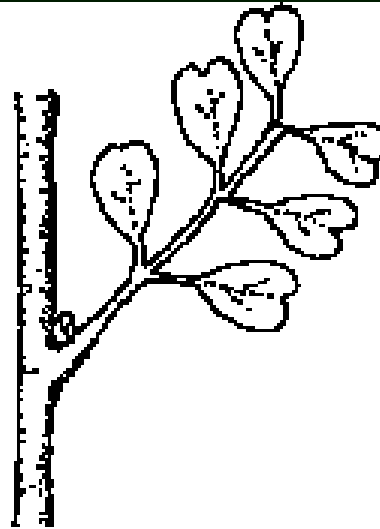
dlanitosečný



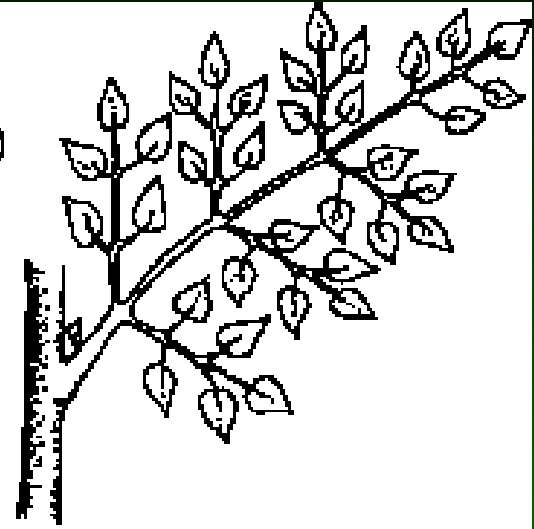
Typy složených listů



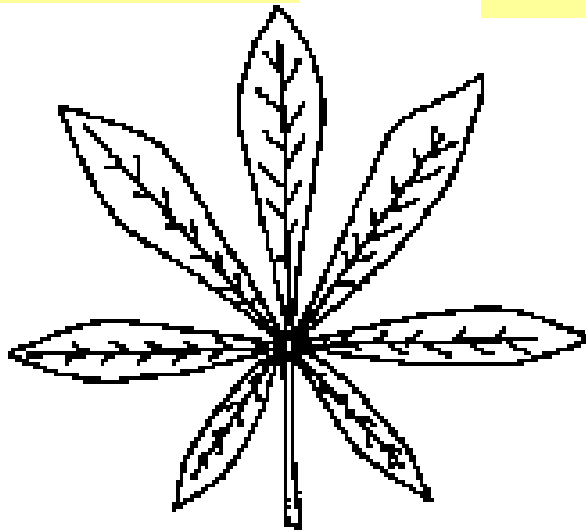
lichozpeřený



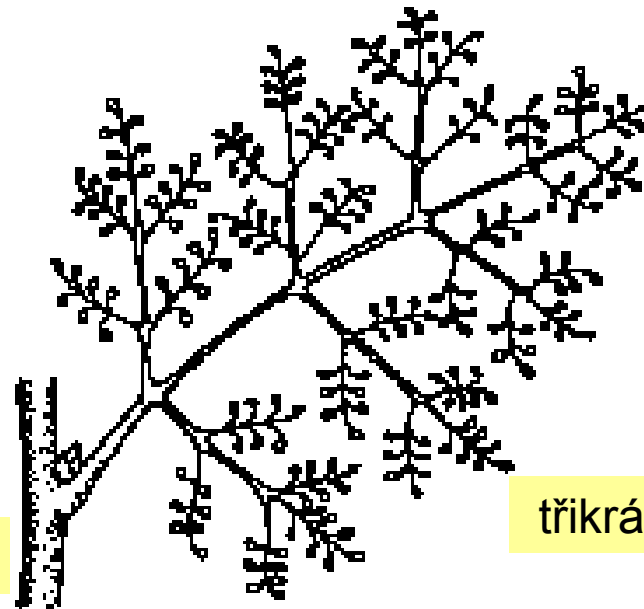
sudozpeřený



dvakrát zpeřený

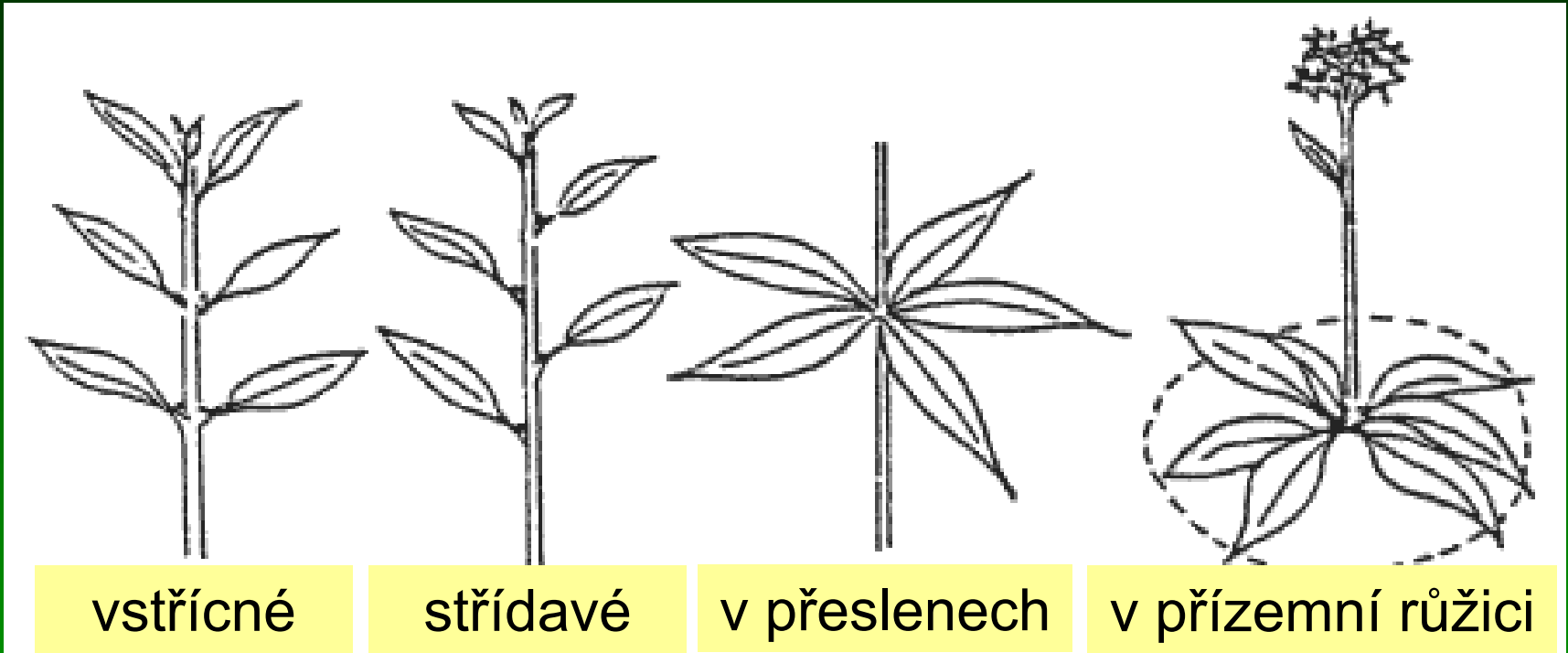


dlanitě složený (sedmičetný)



tříkrát zpeřený

Postavení listů na stonku může být:

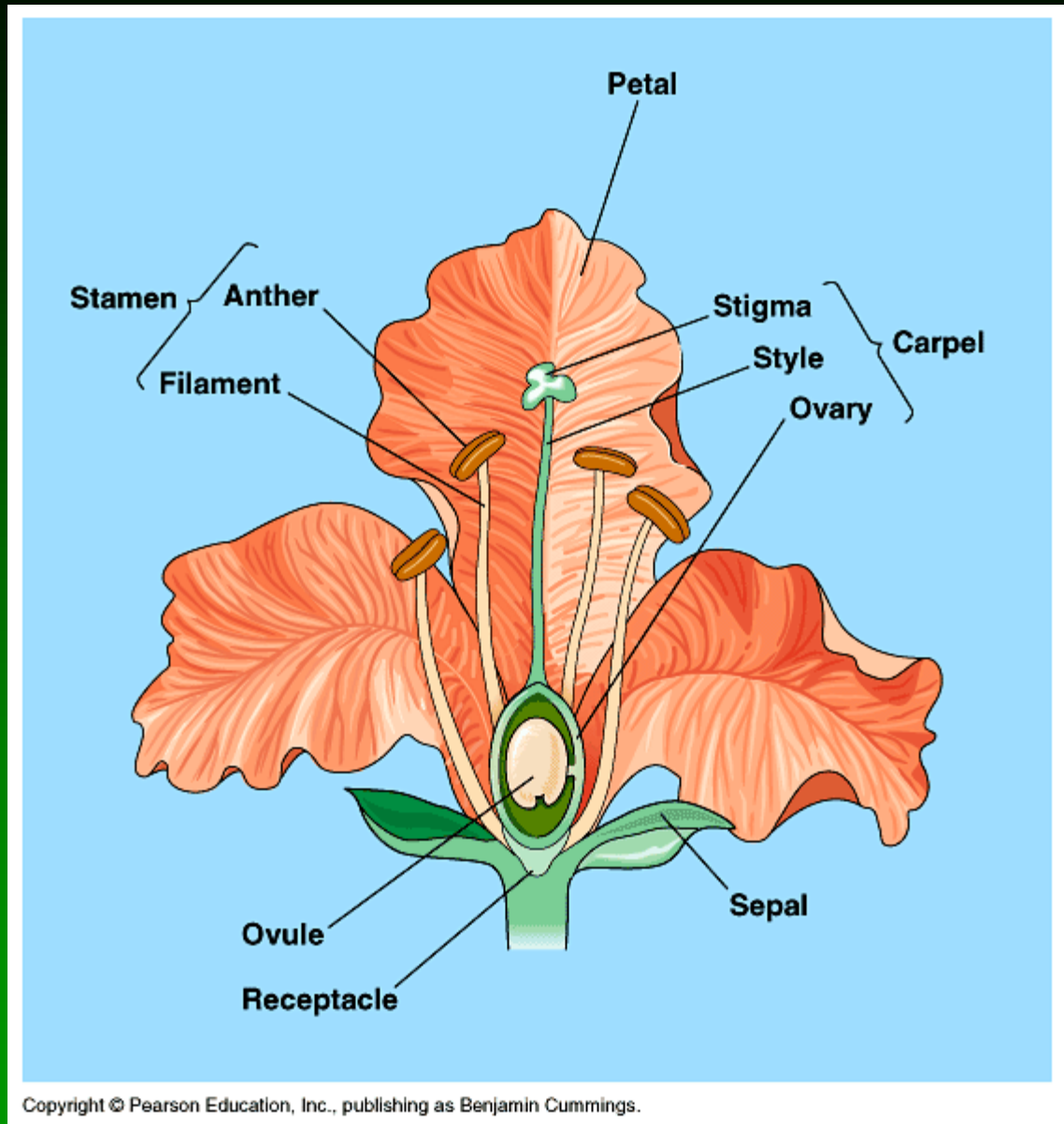


Květ

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

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

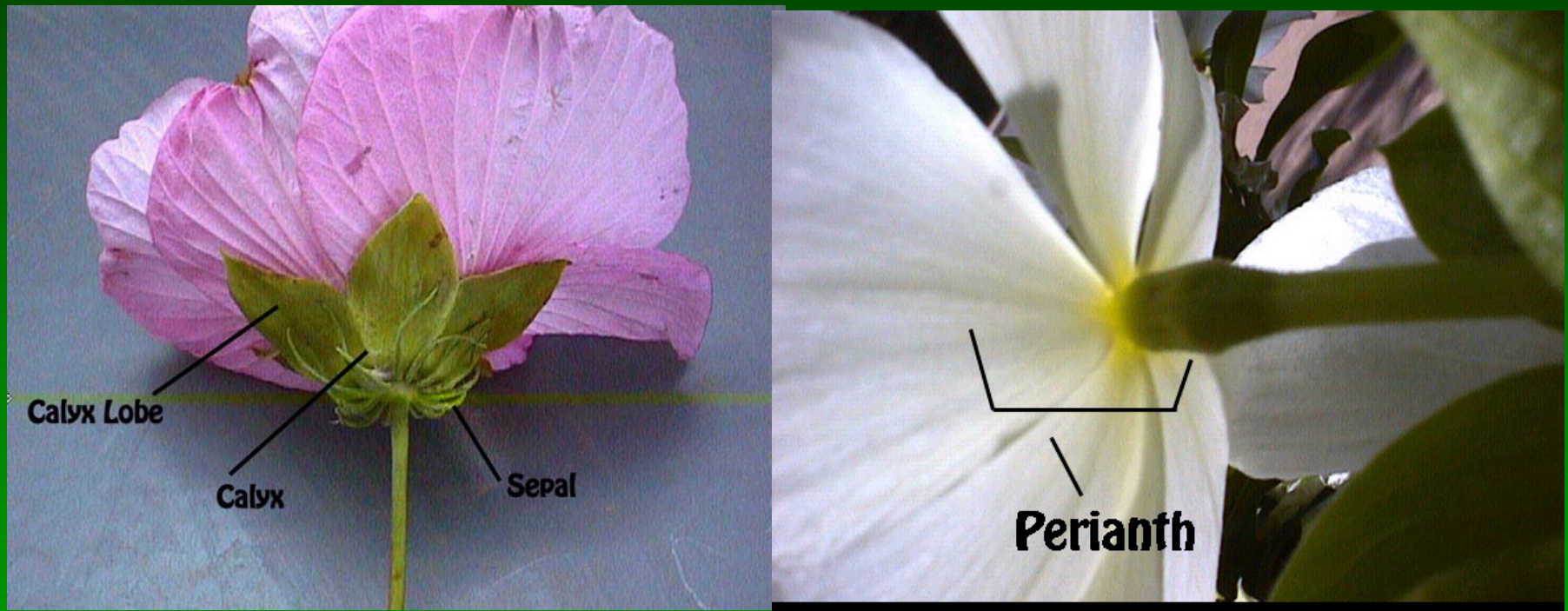
Tyto části jsou pak v různých ustálených či neustálených počtech



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



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



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

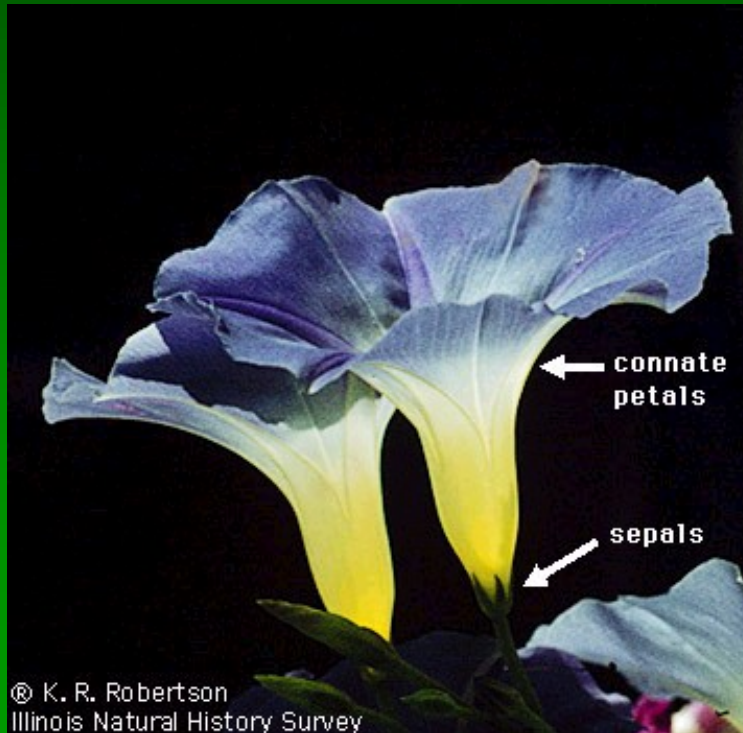
volné lístky kališní
(**sepaly**) tvoří
květy **chorisepalní**,



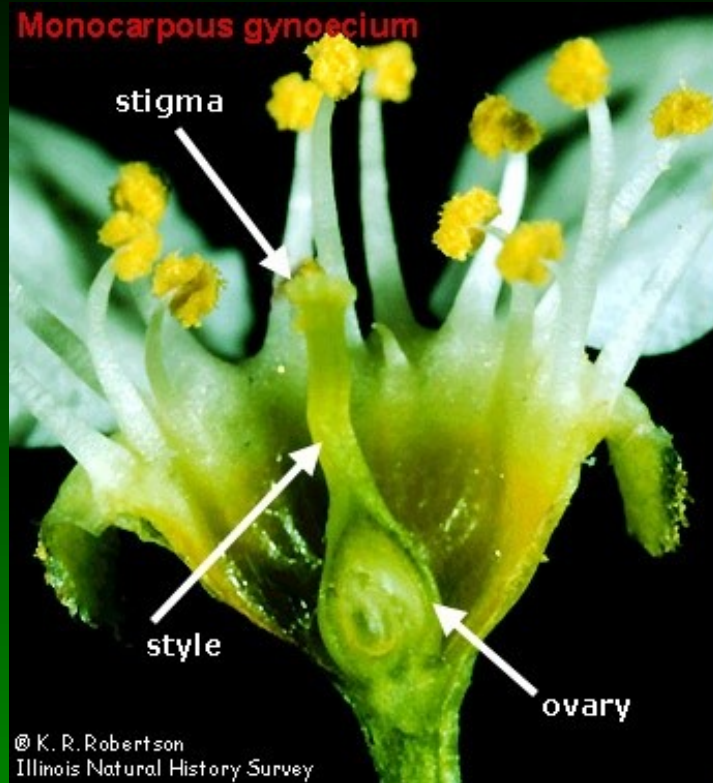
volné lístky okvětí (**tepaly**) tvoří
květy **choritepalní**

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

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

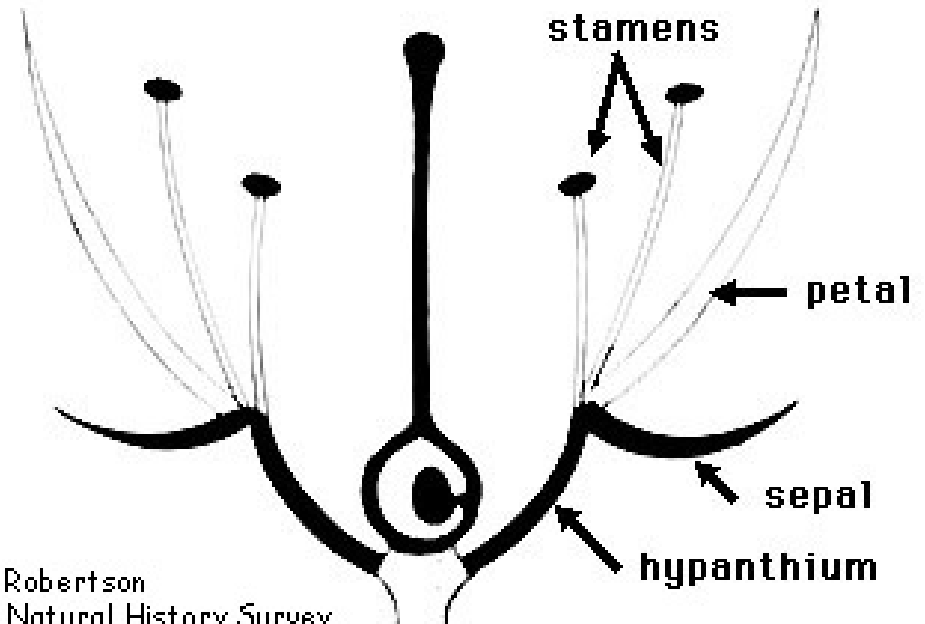


Monocarpous gynoecium



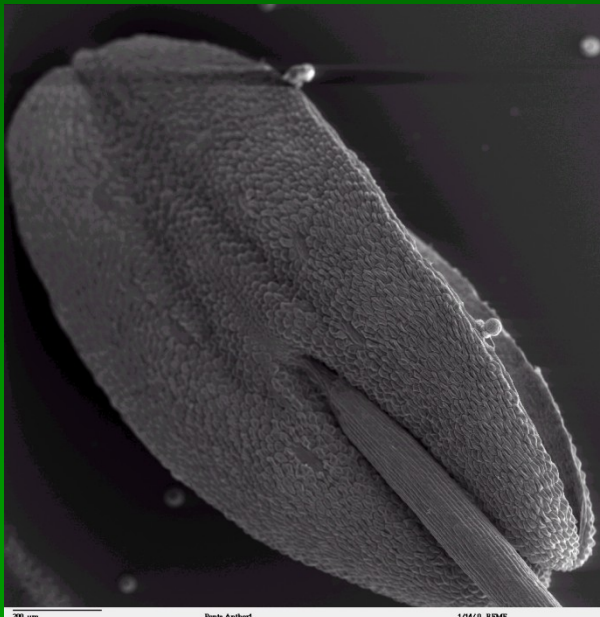
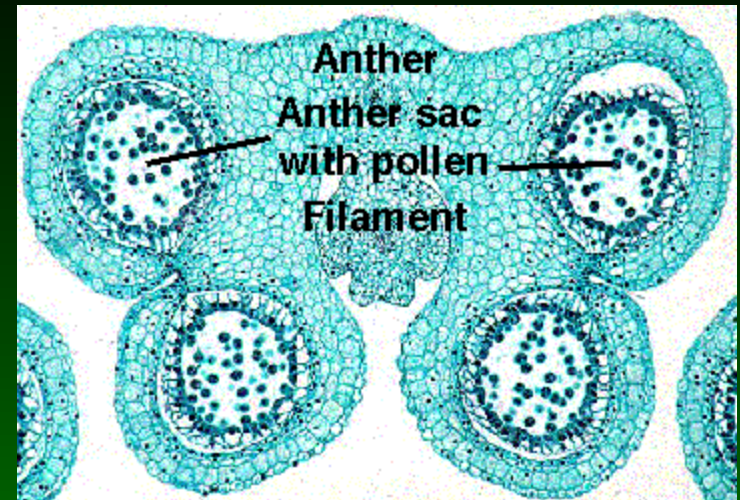
© K. R. Robertson
Illinois Natural History Survey

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



© K. R. Robertson
Illinois Natural History Survey

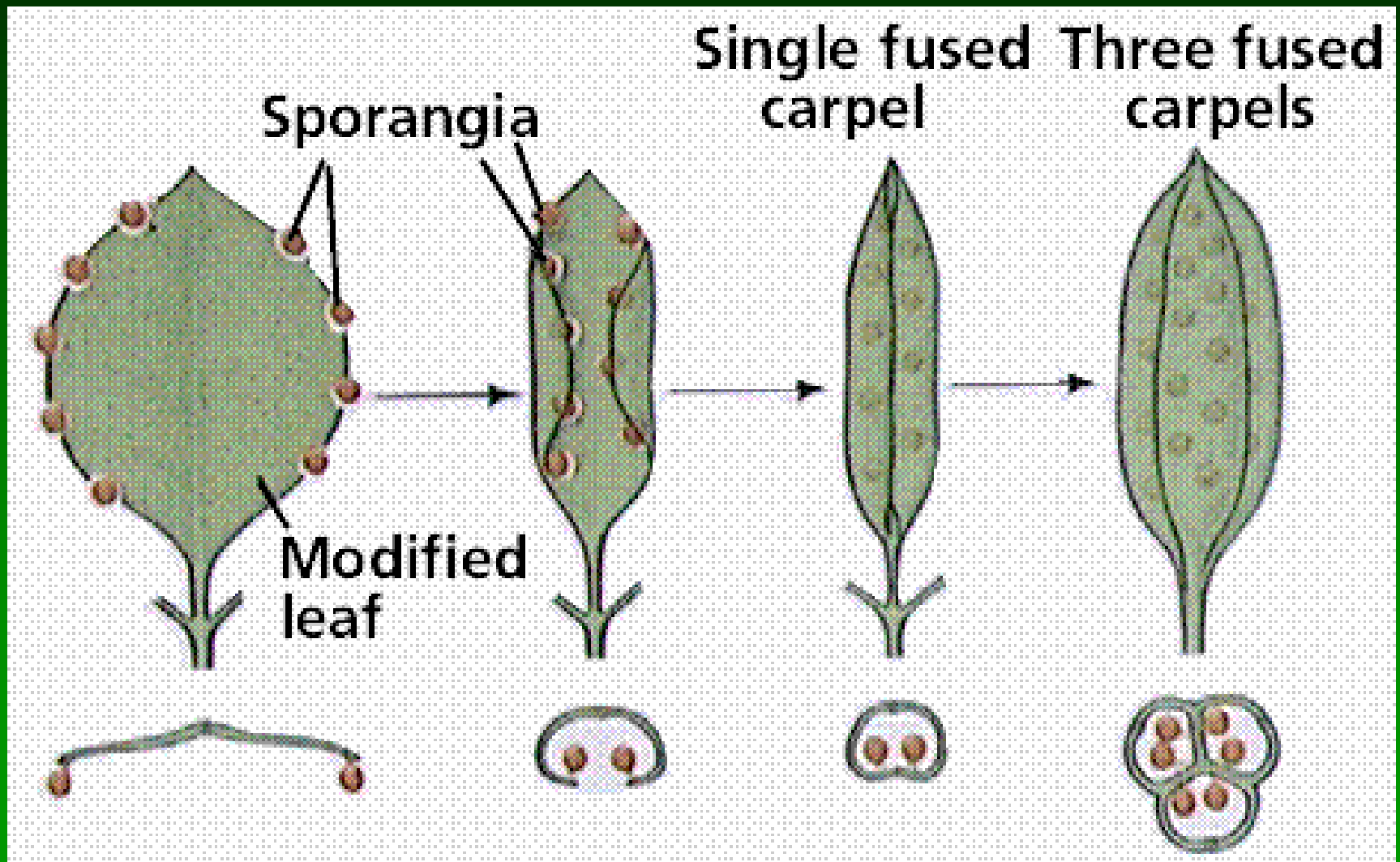
Tyčinky sestávají z nitky (filamentum), spojidla (connectivum) a obvykle 2 mikrosynangií (prašné vázky, též prašníky, anthera)



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



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



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

Parietal placentation

Longitudinal Section

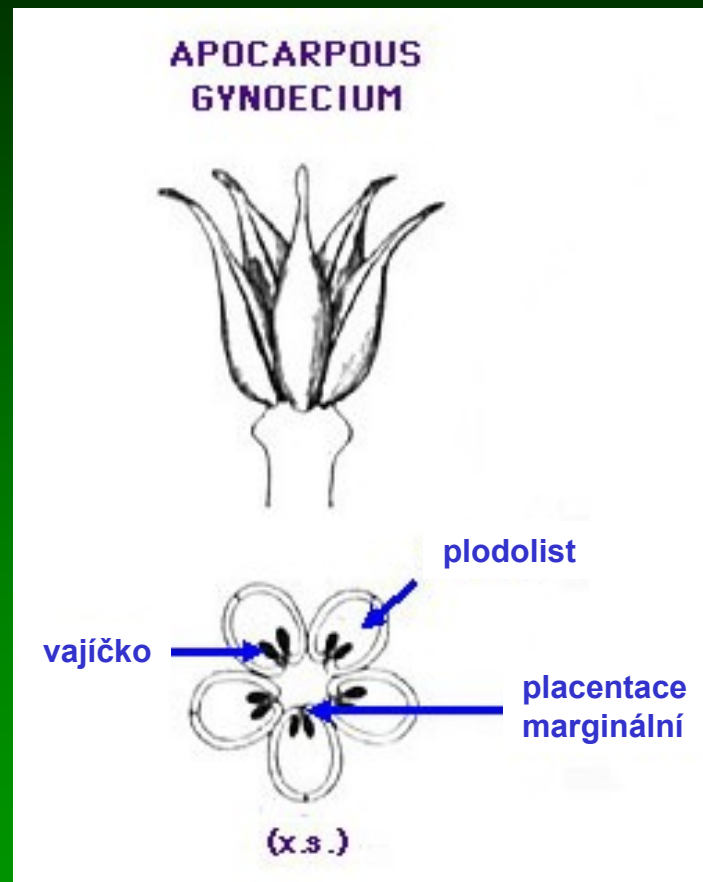
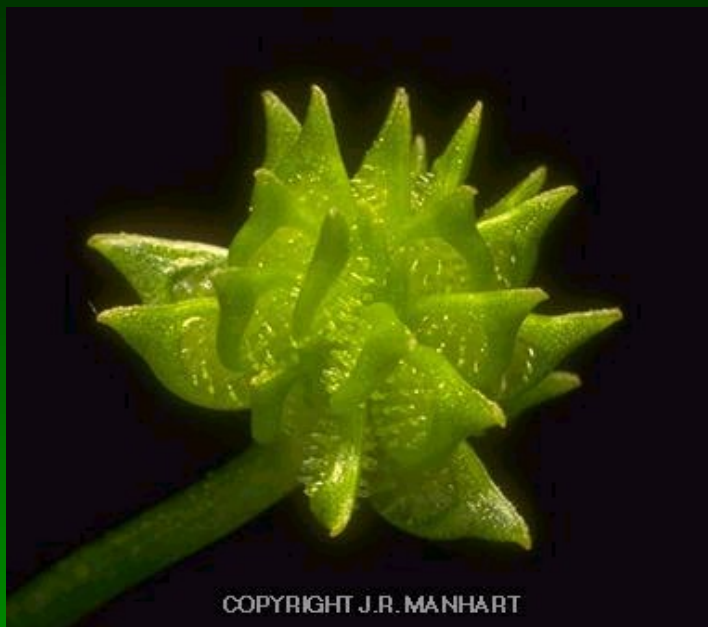
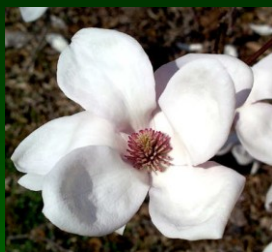


Cross Sections

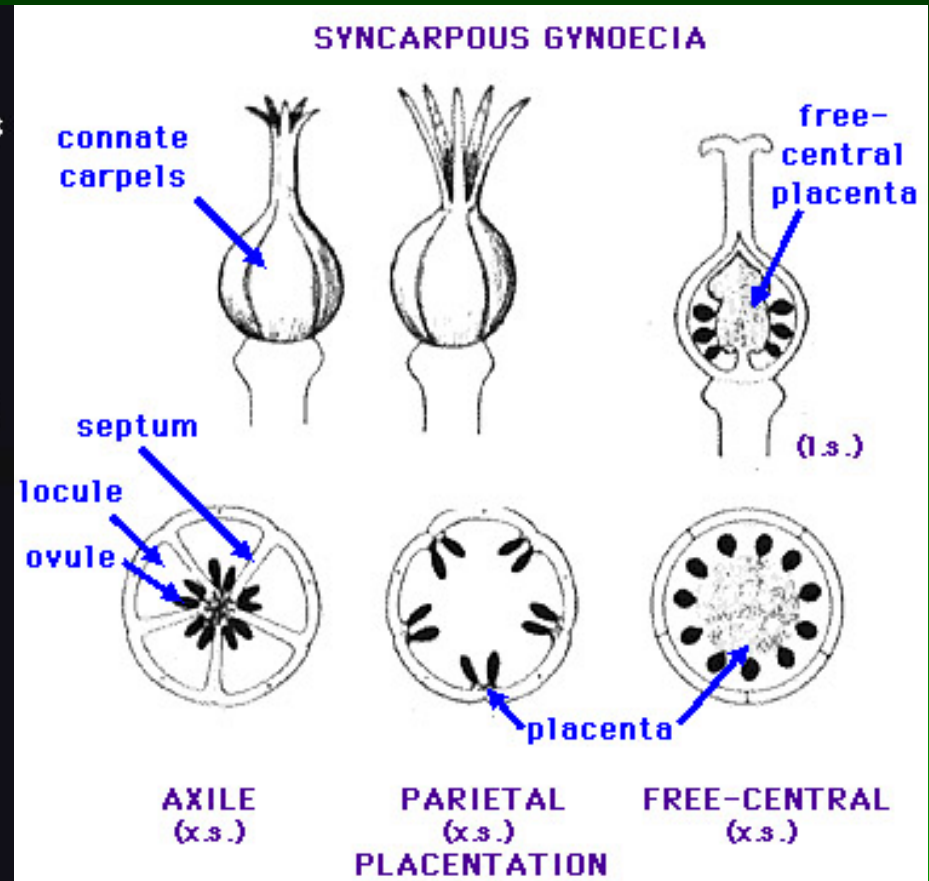
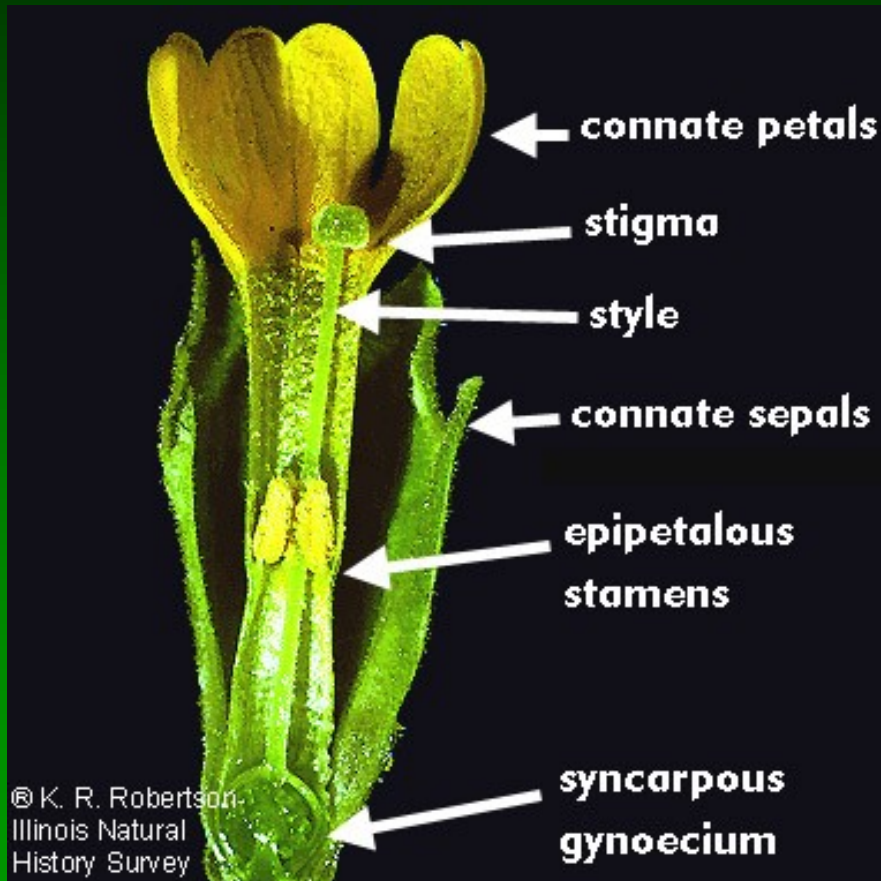


© K. R. Robertson
Illinois Natural History Survey

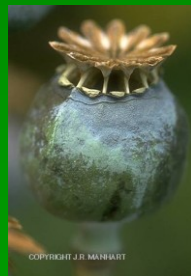
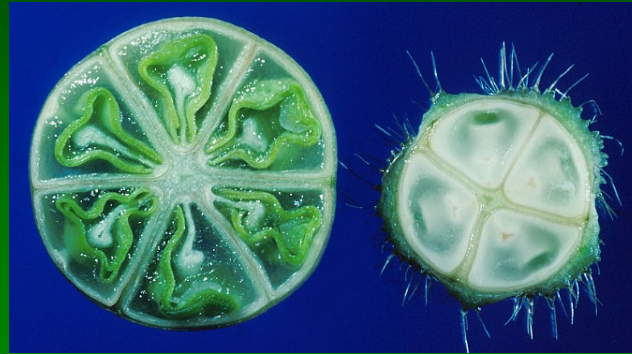
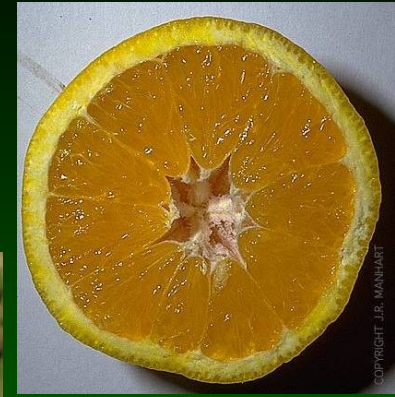
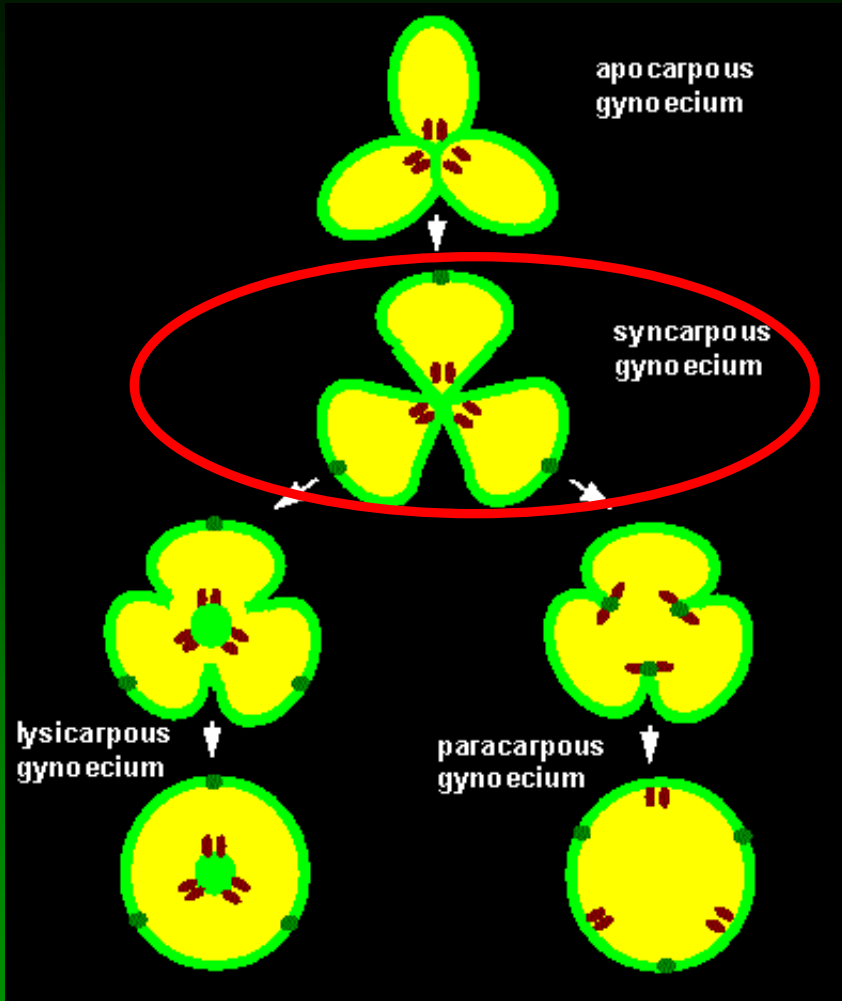
Plodolisty tvořící pestík jsou buď volné, vzájemně nesrostlé = apokarpní gyneceum



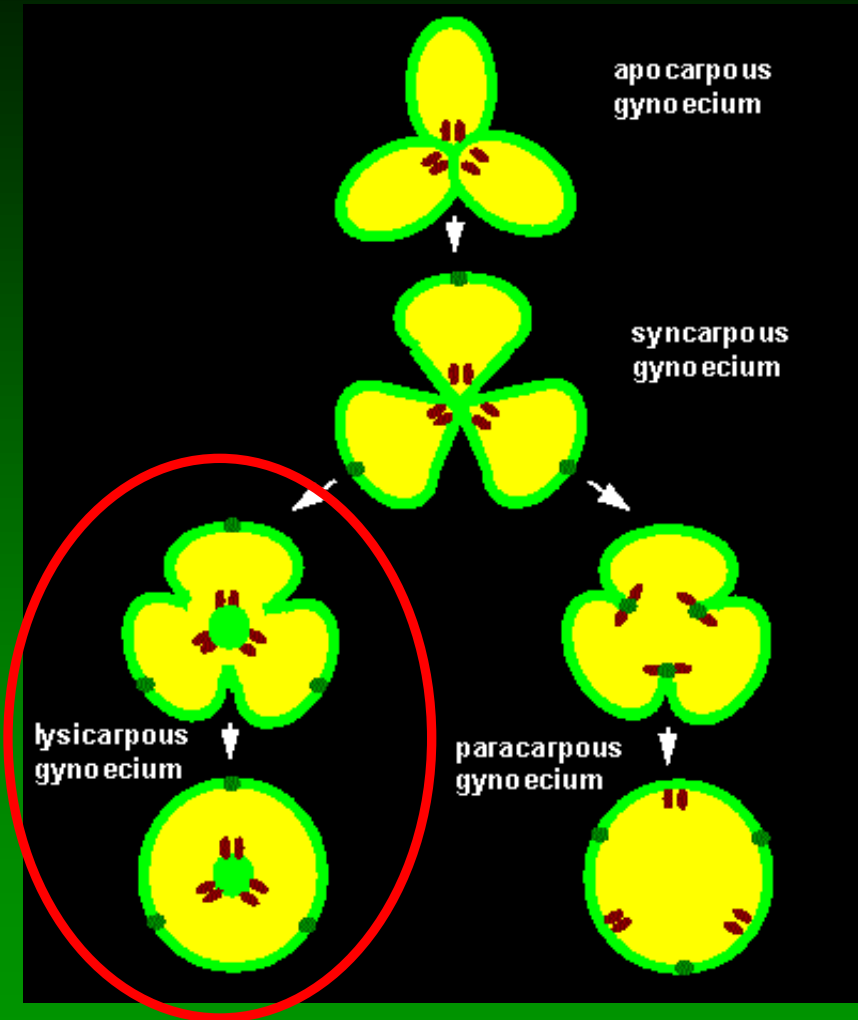
Jindy jsou plodolisty pestíku více či méně srostlé = **cénokarpní gyneceum**, podle polohy vajíček na plodolistech rozlišujeme typy **placentace**: **axilární**, **parietální** a **centrální**.



Synkarpní gynoecium = axilární placentace



Lysikarpní gyneceum = centrální nebo bazální placentace



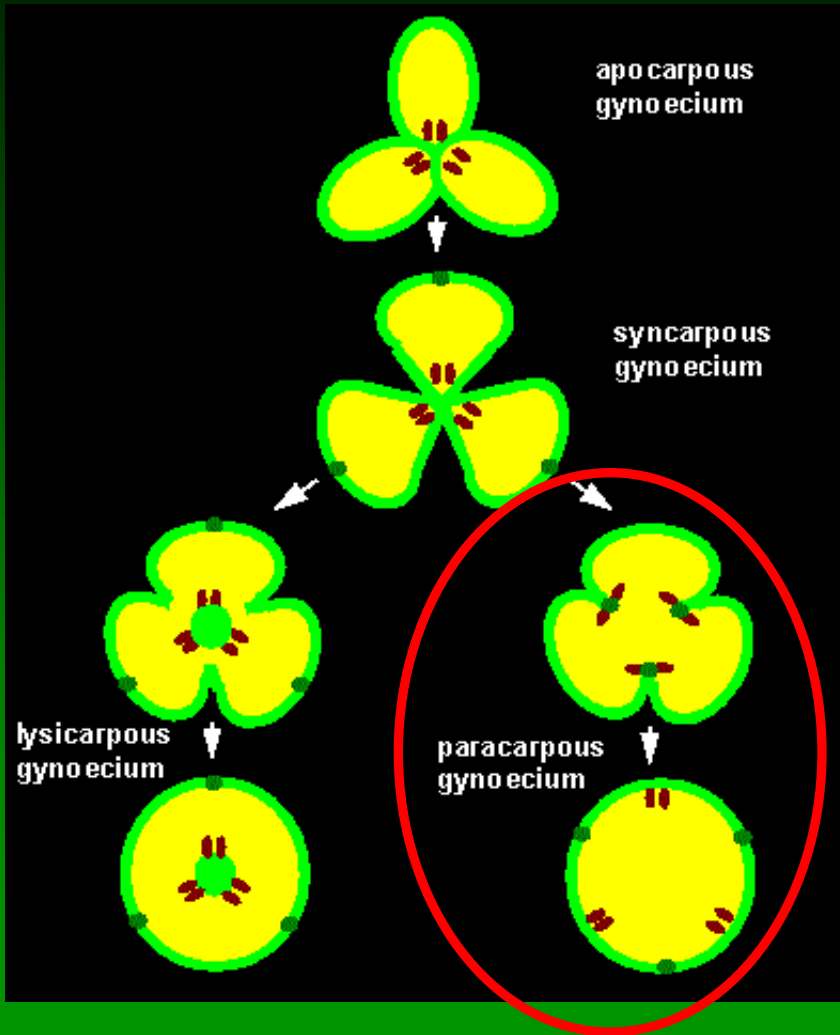
Primulaceae



Caryophyllaceae



Parakarpní gynoecium = parietální placentace



Orchidaceae

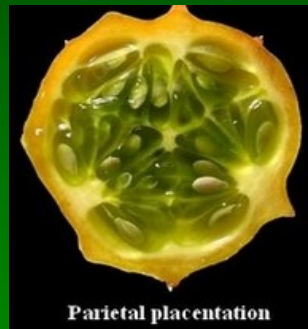
Cactaceae



Chenopodiaceae



Cucurbitaceae



Orobanchaceae



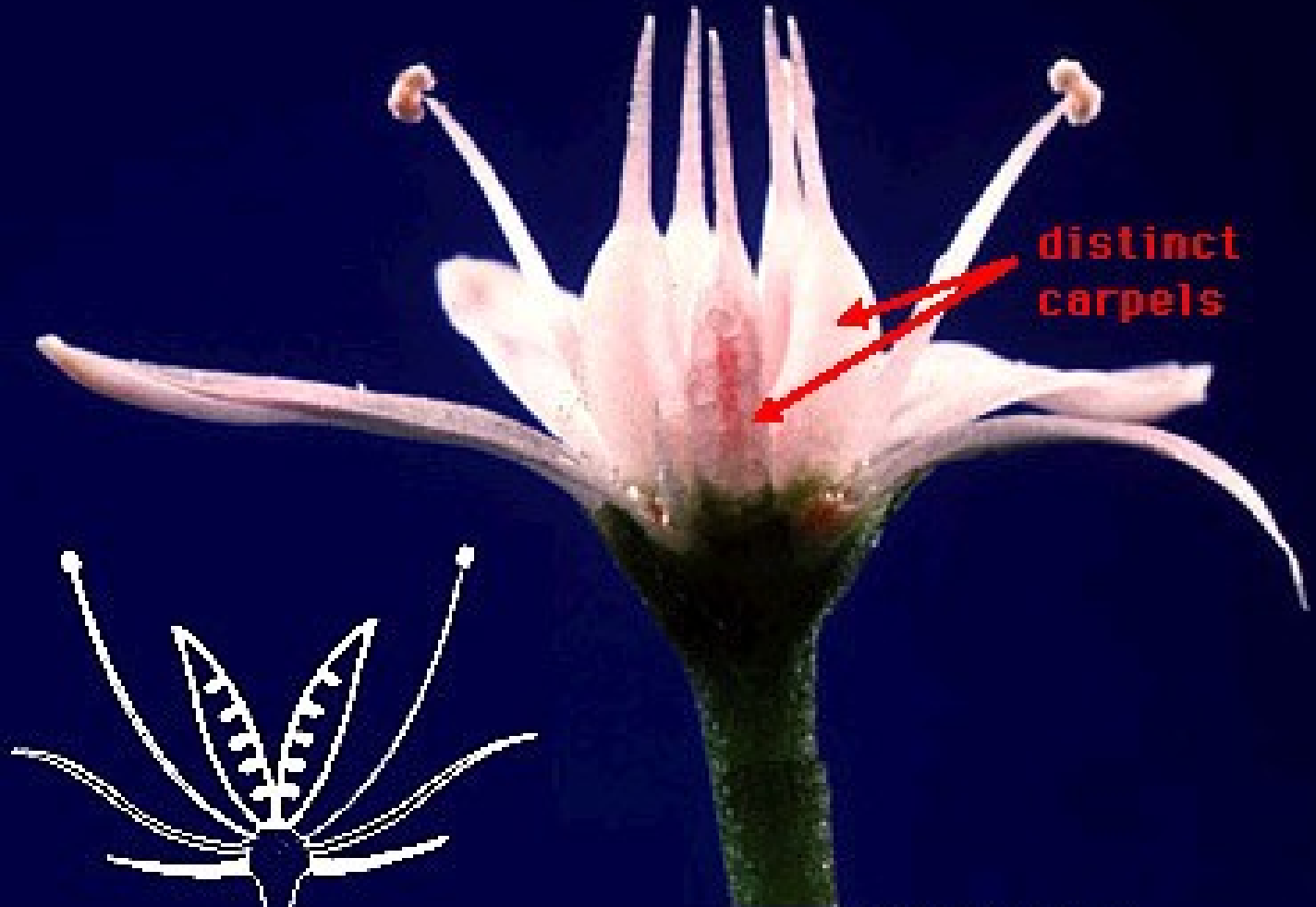
Brassicaceae



Violaceae

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

Apocarpous gynoecium



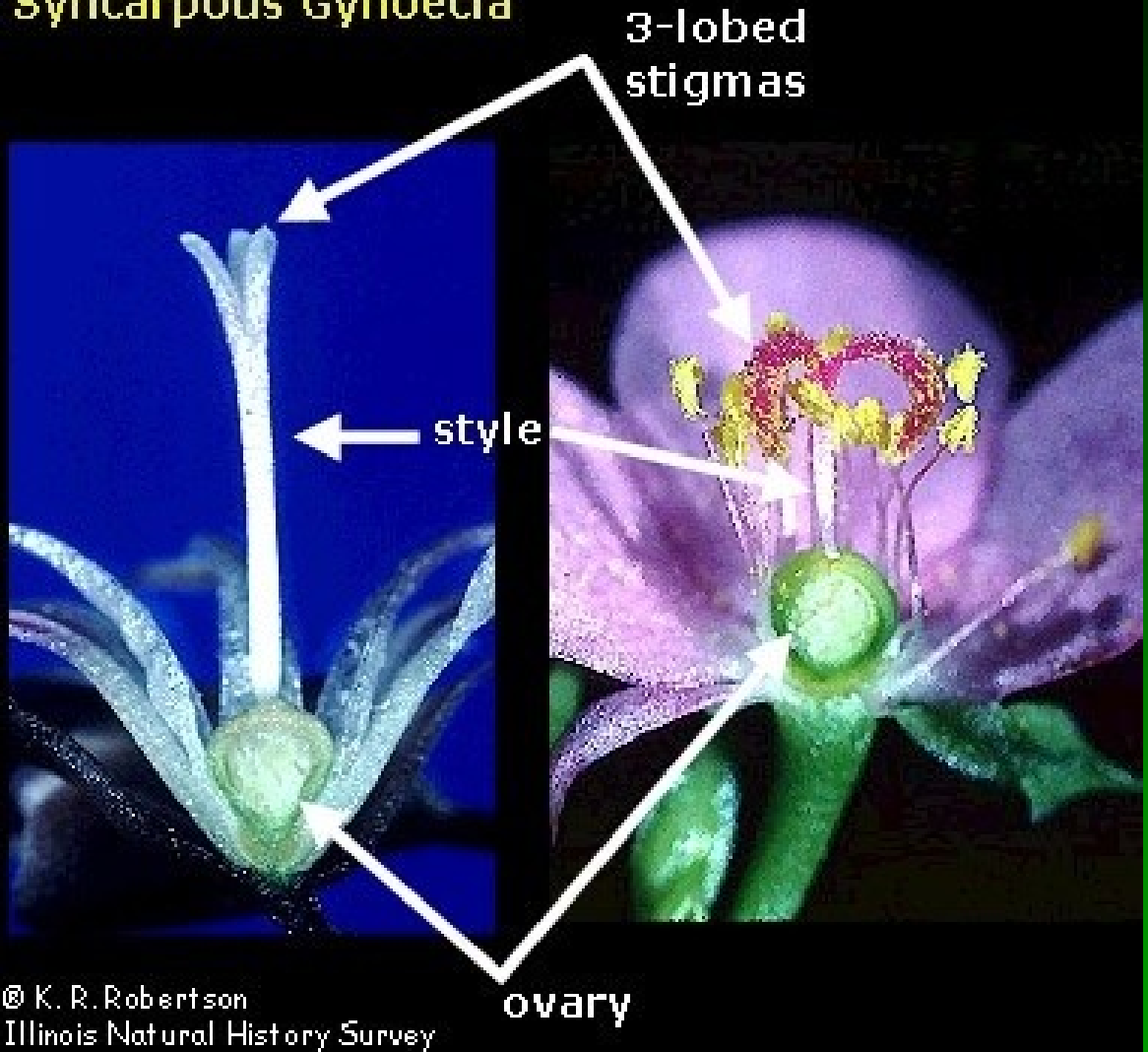
@ K. R. Robertson
Illinois Natural History Survey

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)

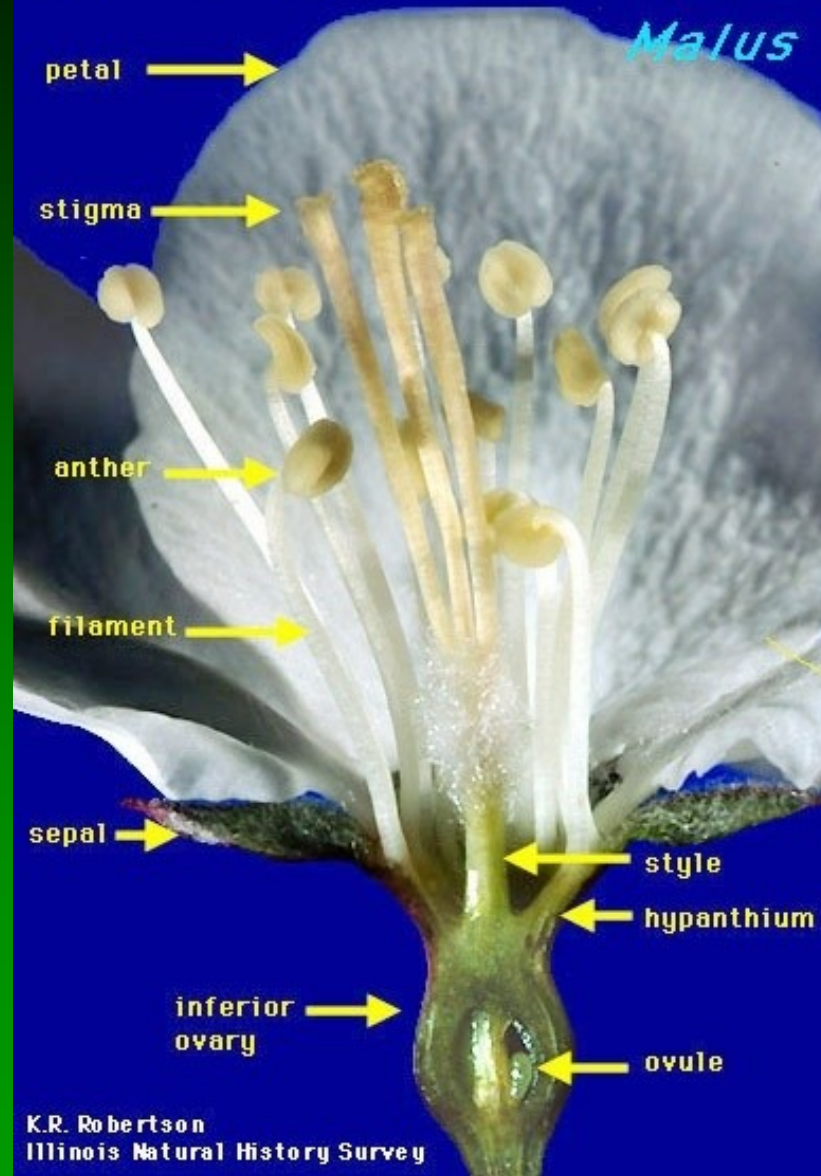
Two Flowers With Syncarpous Gynoecia



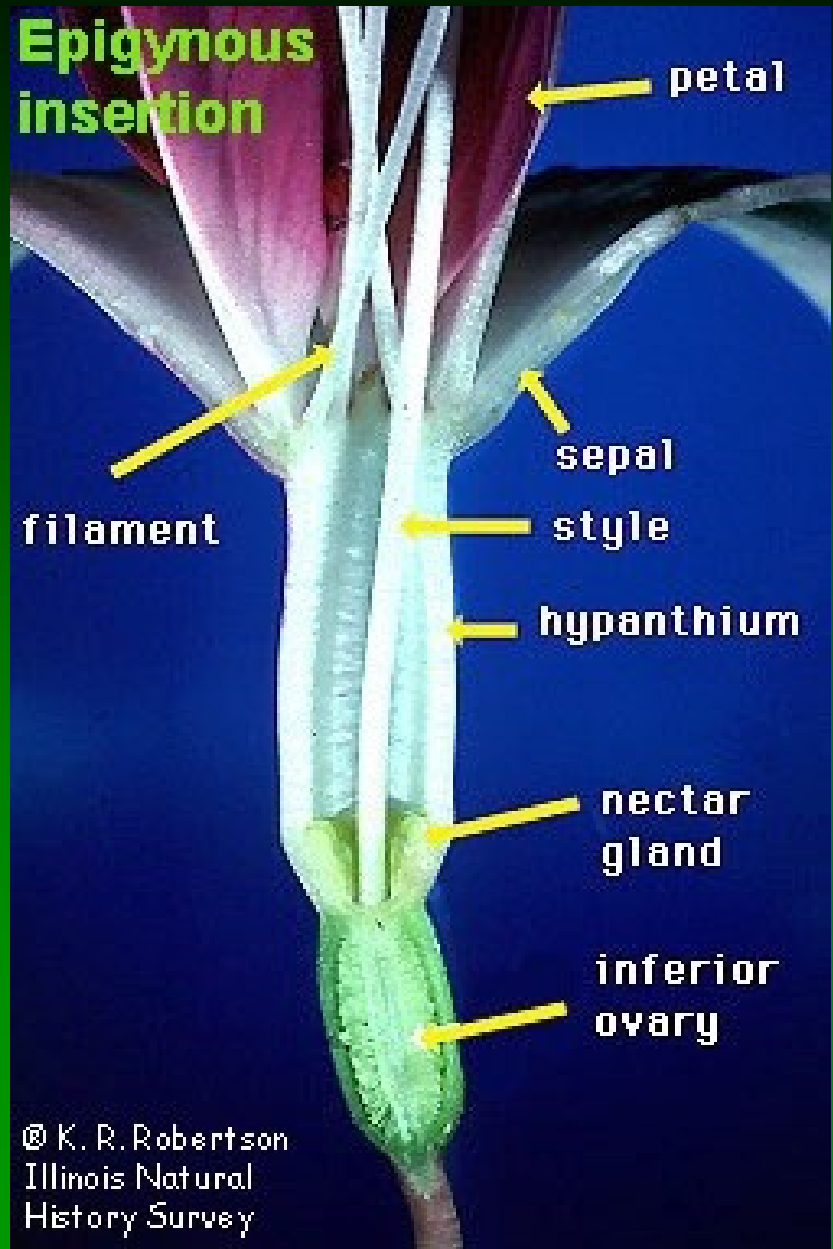
© K. R. Robertson
Illinois Natural History Survey

Spodní semeník

Epigynous insertion

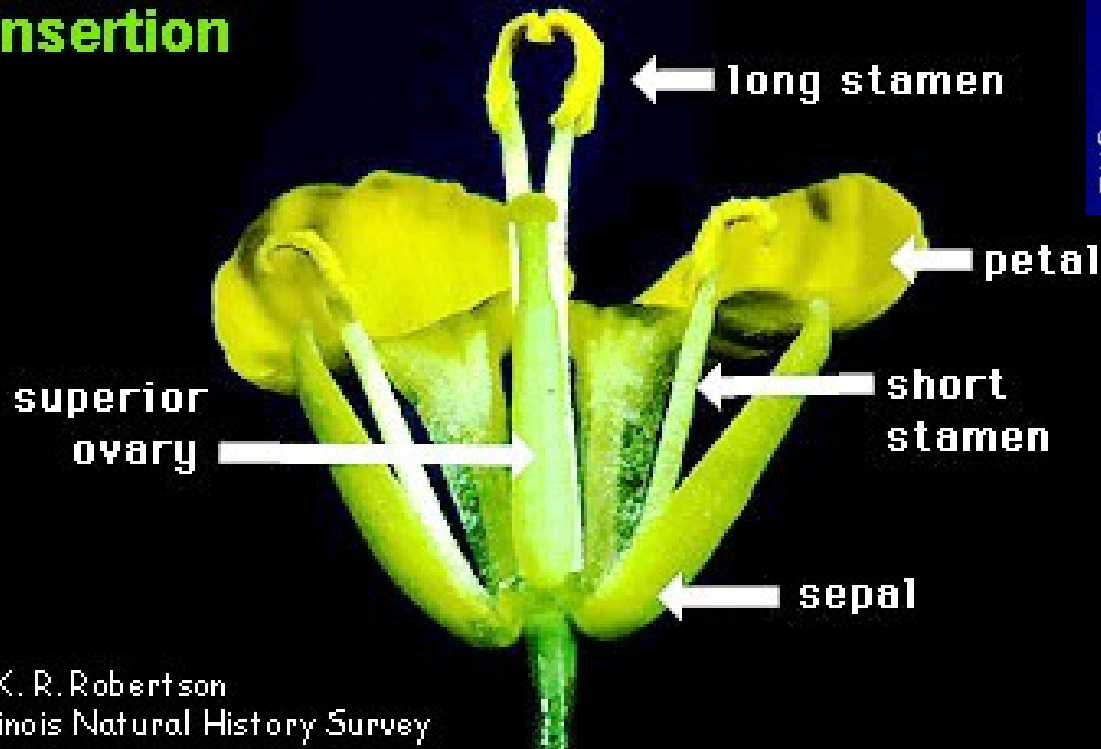


Epigynous insertion

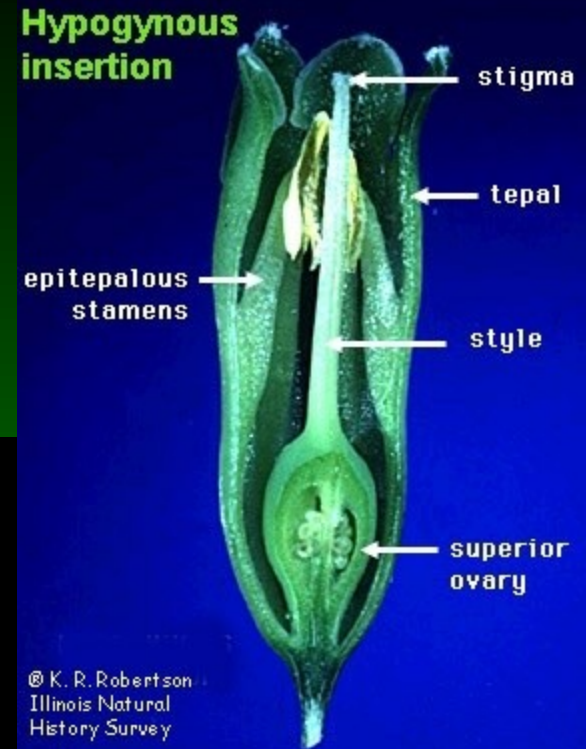


Svrchní semeník

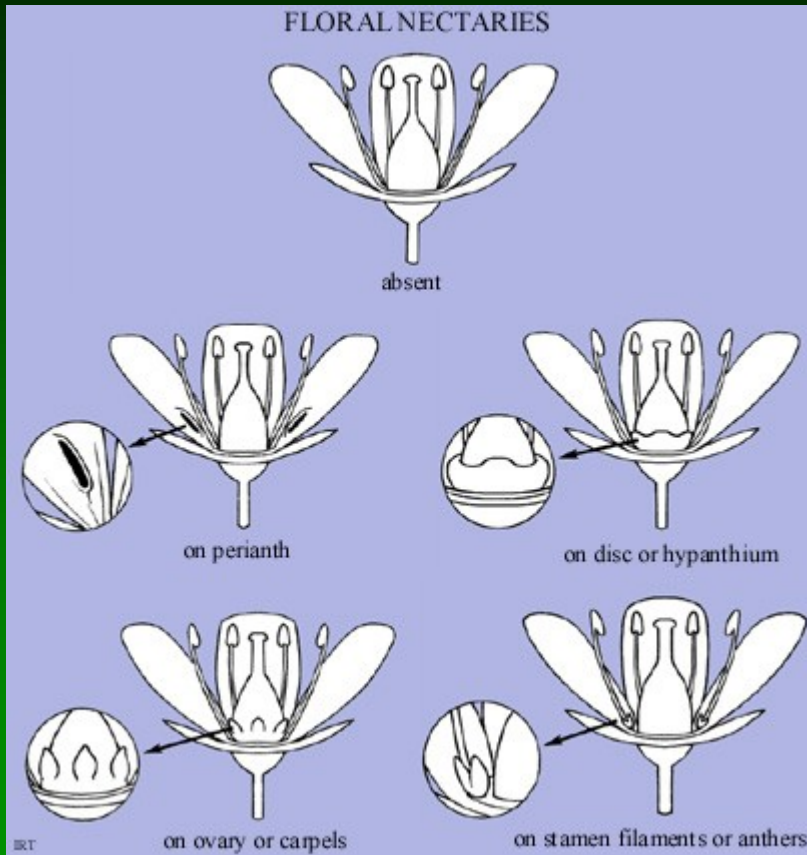
Hypogynous insertion



Hypogynous insertion



Součástí květu mohou být nektaria = medníky



perigoniální: na květních obalech (Alcea, Pelargonium, Ranunculus)

torální: na květním lůžku (Citrus, Prunus, Robinia, Prunus, Campanulaceae)

staminální: na nitkách (Colchicum, Dianthus, Viola)

ovariální: na semeníku (Gentiana, Iridaceae, Liliaceae, Musaceae)

stylární: na bázi čnělky (Calendula, Helianthus, Senecio)

= plošky, papily, trichomy tvořené tenkostěnnými buňkami bez kutikuly produkujícími nektar

Květy mohou být buď jednoduché,
nebo skládají květenství různých typů



Jednotlivé květy - *Papaver*

Papaver

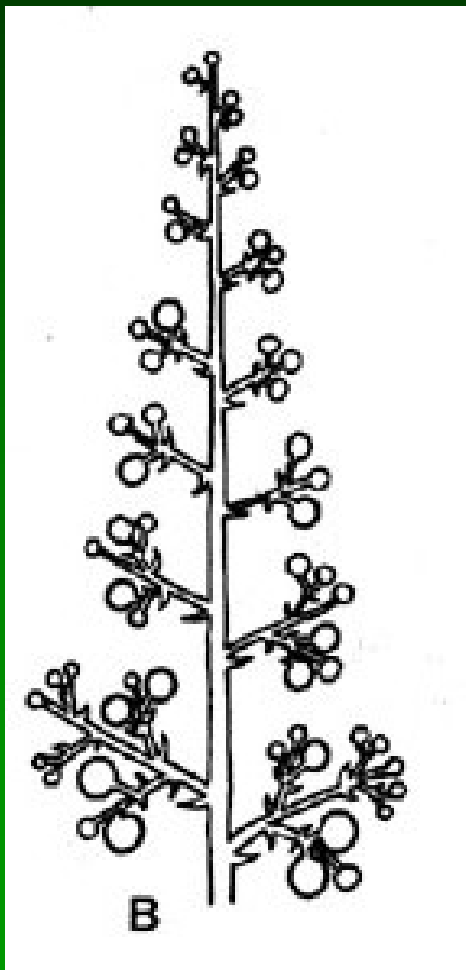
Convolvulus



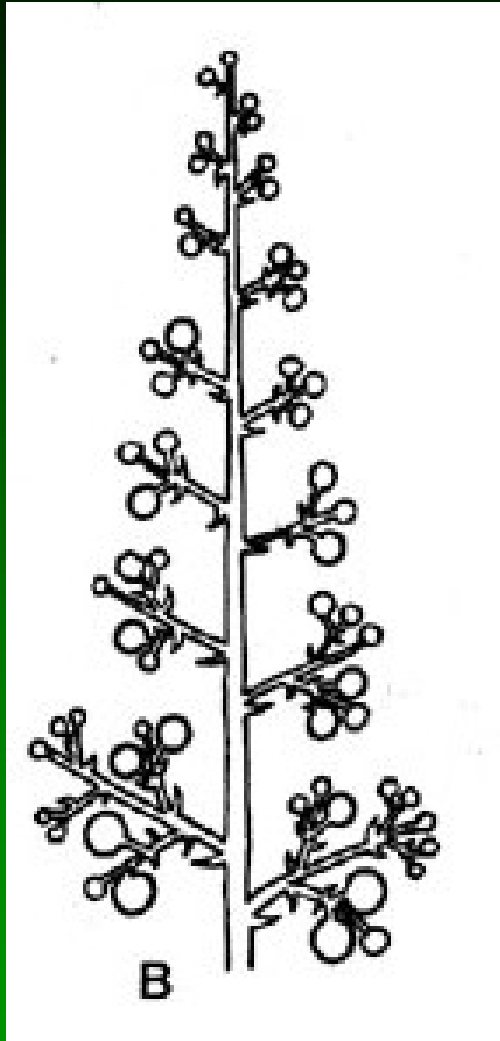
Hroznovitá květenství

lata

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



Lata



šeřík (*Syringa*, *Oleaceae*)

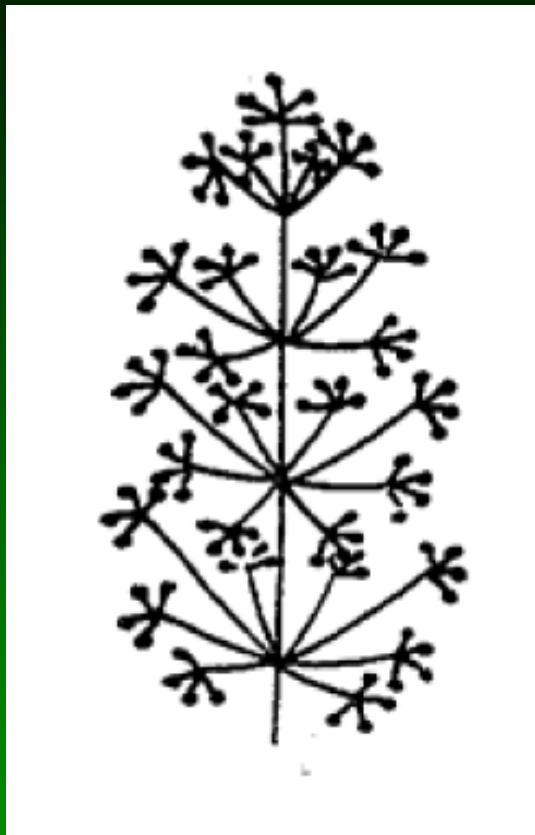


© K. R. Robertson
Illinois Natural History Survey

javor (*Acer*)



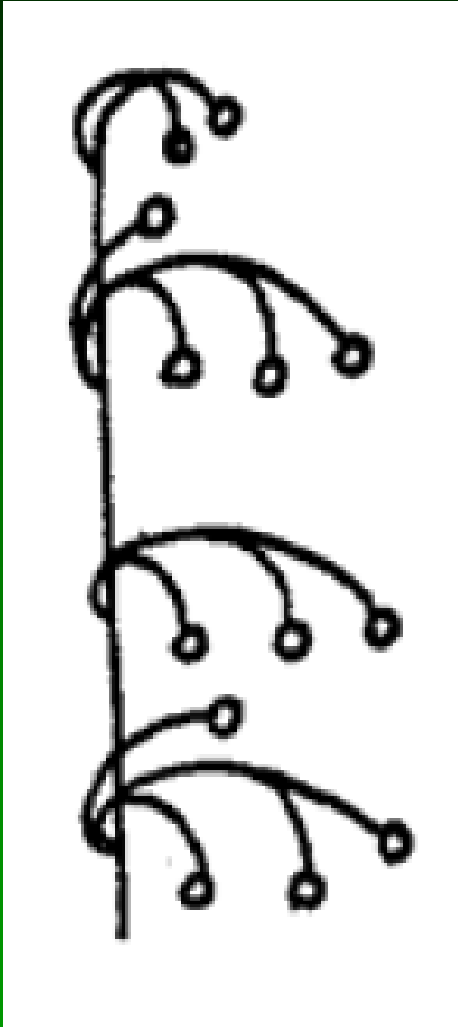
Přeslenitá lata



žabník (*Alisma*)



Jednostranná lata



Bromus



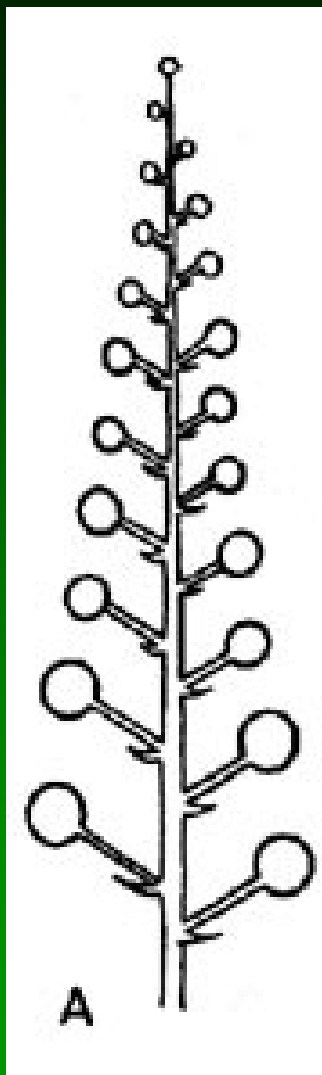
Festuca



© K. Lauber

Melica uniflora

hrozen

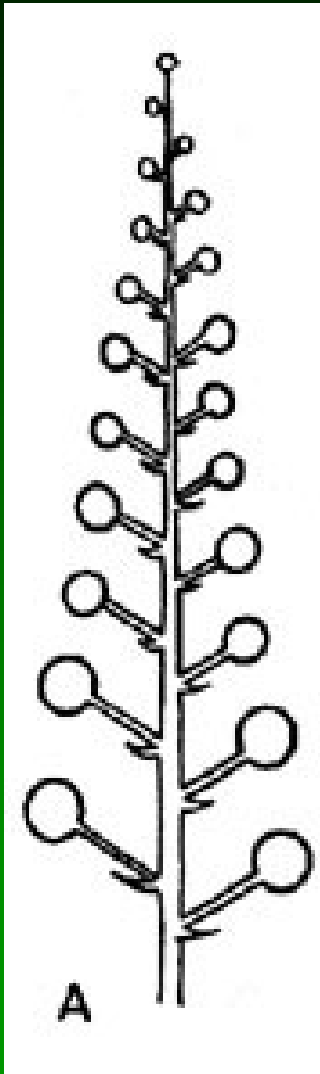


Aconitum



Corydalis

hrozen

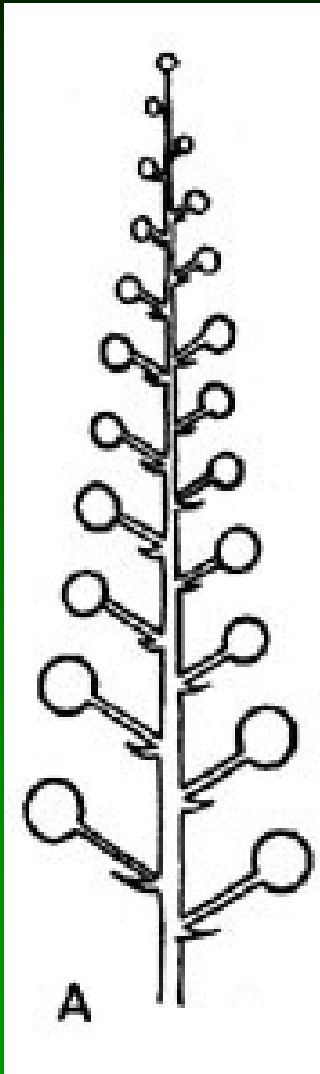


Lupinus



Hyacinthus

hrozen

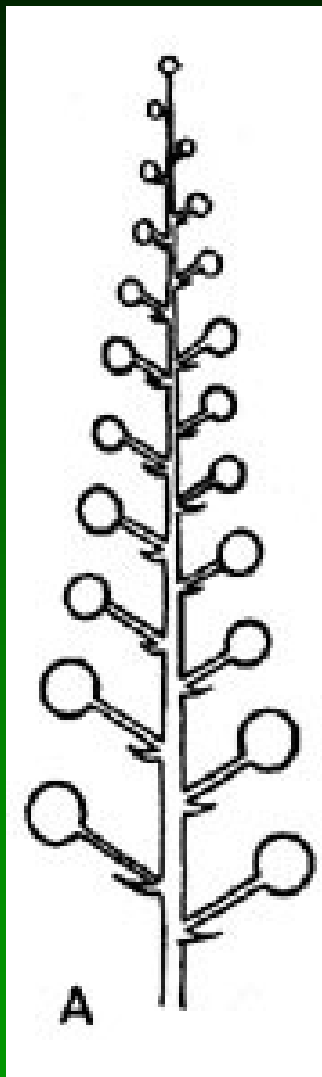


pstroček (*Maianthemum*, *Liliaceae*)



penízek (*Thlaspi*)

hrozen

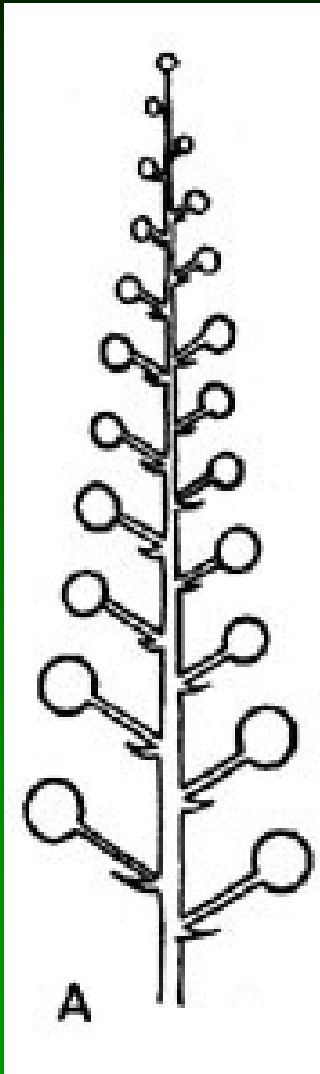


vrbovka (*Chamaenerion*,
Onagraceae)



vachta (*Menyanthes*,
Menyanthaceae)

hrozen



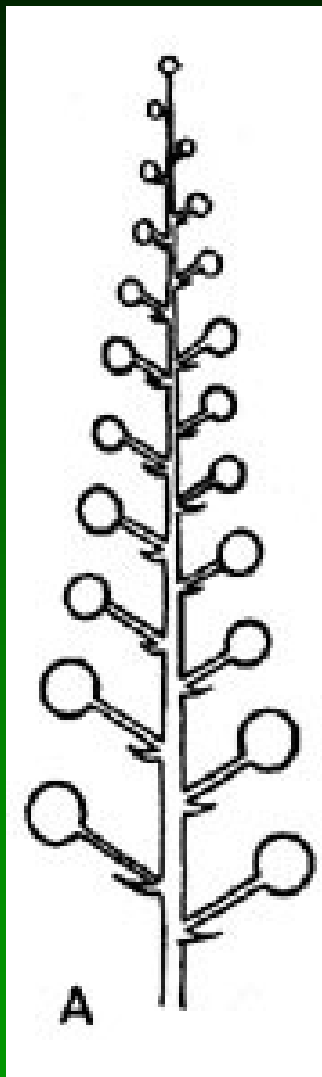
vřes (*Calluna*, *Ericaceae*)



rybíz (*Ribes*, *Grossulariaceae*)



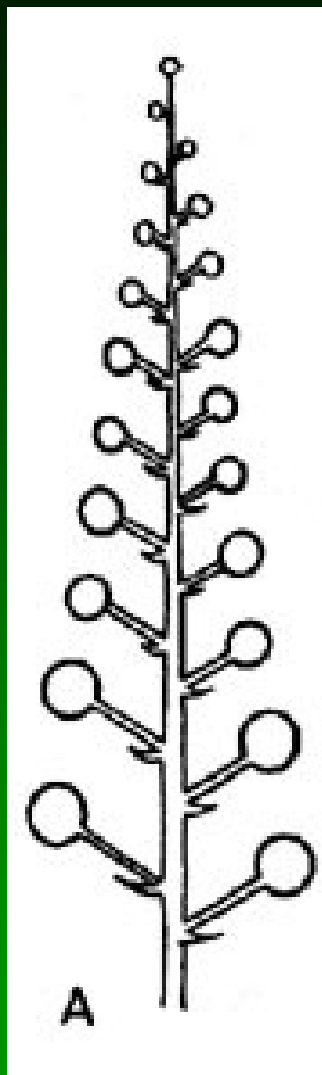
hrozen



střemcha (*Padus racemosa*)

akát (*Robinia pseudacacia*)

hrozen

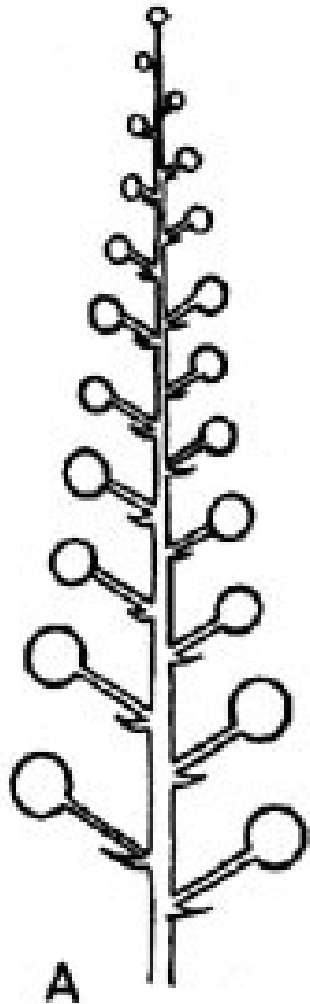


Inice květel (*Linaria vulgaris*)



rozrazil rezekvítek (*Veronica chamaedrys*) – úžlabní hrozny

hrozen

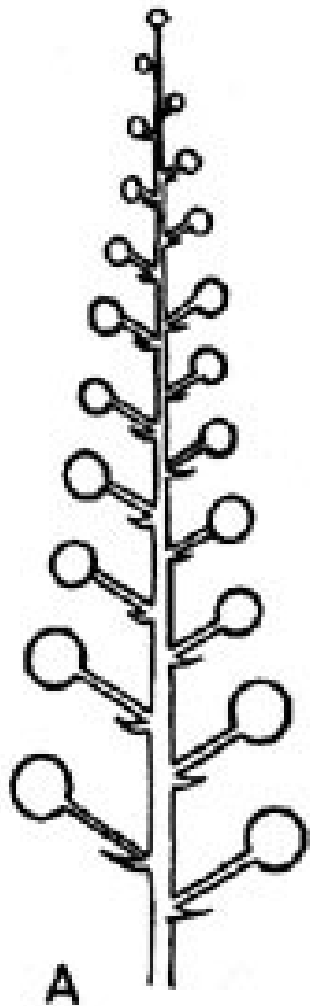


prstnatec (*Dactylorhiza majalis*)



modřenec (*Muscari*)

hrozen

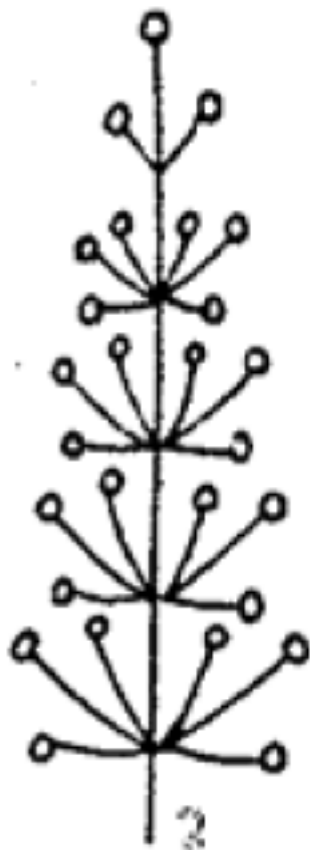


samorostlík klasnatý (*Actaea spicata*)



dřišťál (*Berberis vulgaris*)

hrozen přeslenitý



Hottonia palustris, žebrotka
bahenní



Primula japonica

jednostranný
hrozen

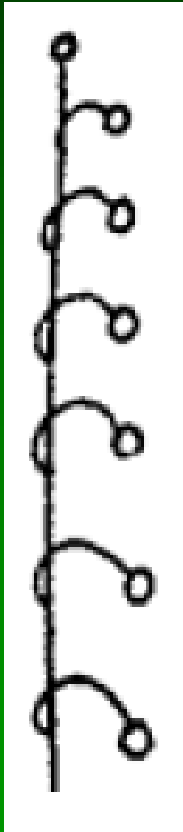
hruštička
(*Ramischia*)



Vicia



Digitalis



Convallaria



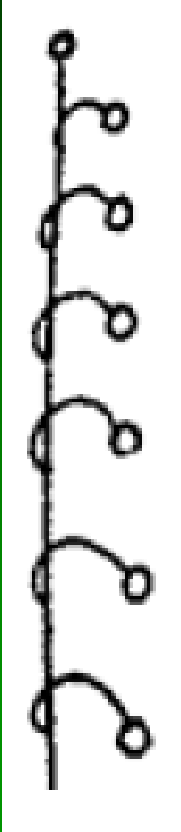
Campanula rapunculoides



Melica nutans

jednostranný
hrozen

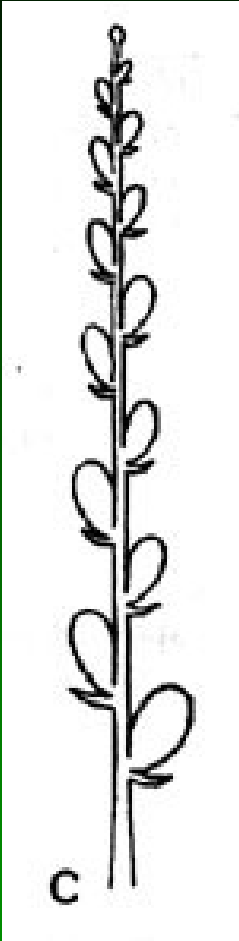
*Lathraea
squamaria*



Klas

rdest (*Potamogeton*)

jitrocel (*Plantago*)



ostřice (*Carex*)

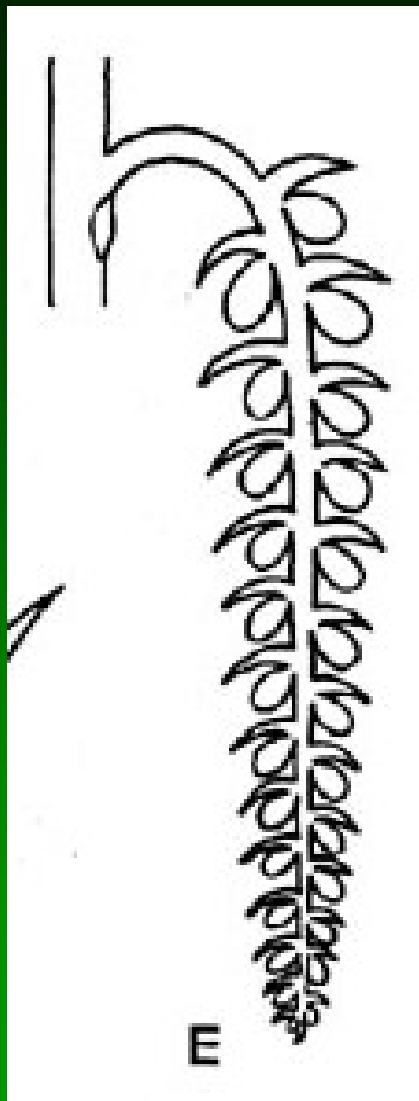
krvavec
(*Sanguisorba*)

zvonečník (*Phyteuma*)

Jehněda

Populus tremula

Salix



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



Piper nigrum
Piperaceae
© G. D. Carr

Carex sylvatica

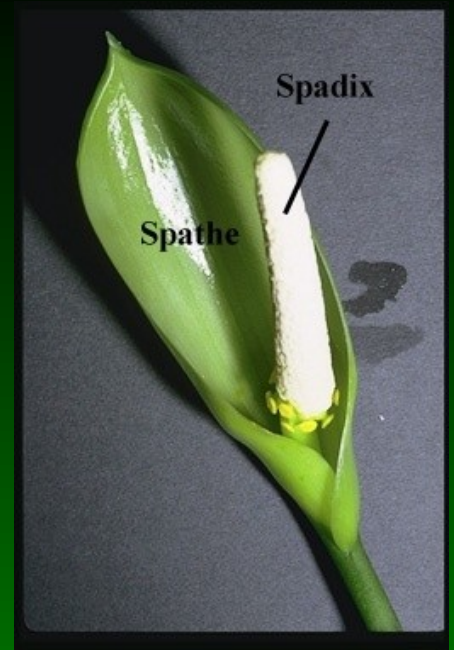
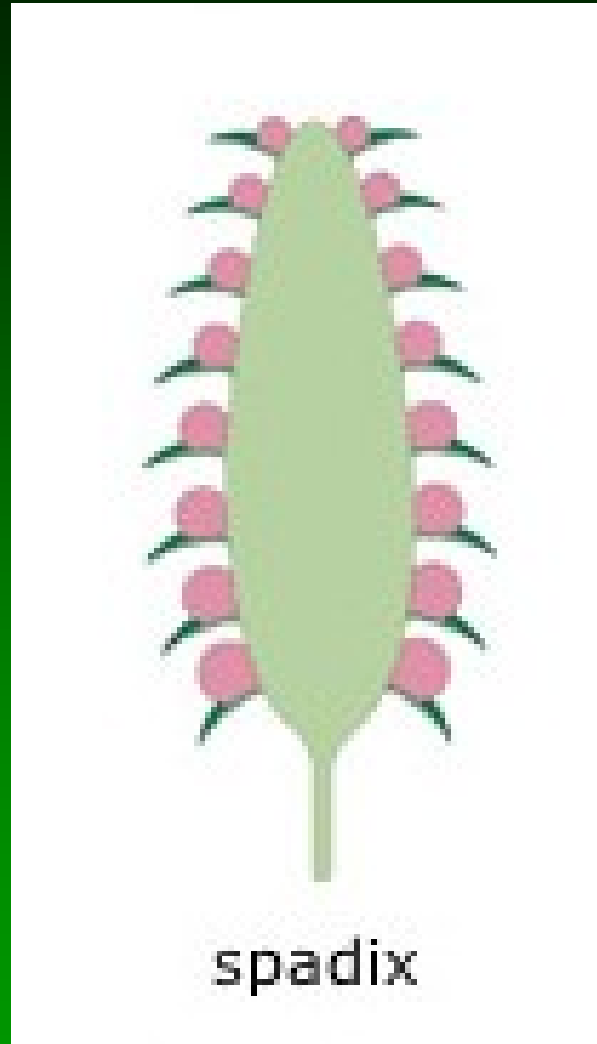
Piper



Acorus

Araceae

Palice



Zea



Typha

Jednostranný klas

Melampyrum



Dvouřadý klas

Bromelia



Cyperus



Klásek - *Poaceae*



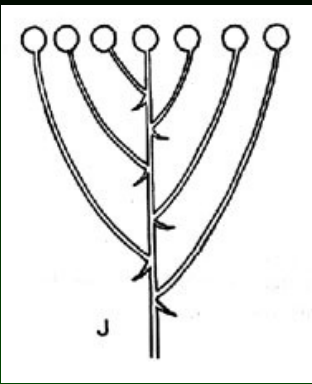
Složený klas – klas z klásků (lichoklas)



Blysmus



Lolium



Chocholík

šťeničník (*Iberis*)



mahalebka
(*Prunus
mahaleb*)

snědek okoličnatý
(*Ornithogalum
umbellatum*)



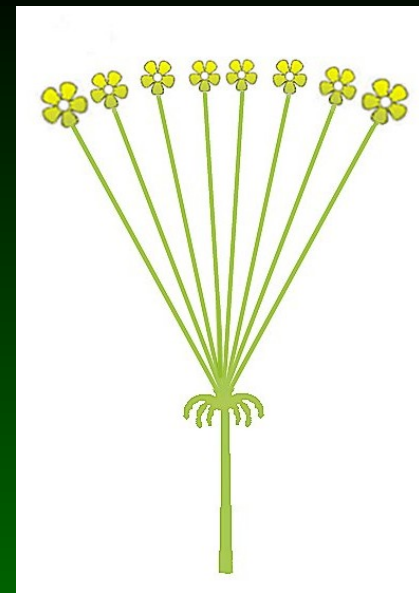


© 2000 Eleanor S. Saulys

(Jednoduchý)
okolík

štírovník
(*Lotus*)

jarmanka
(*Astrantia*)



břečťan (*Hedera*)

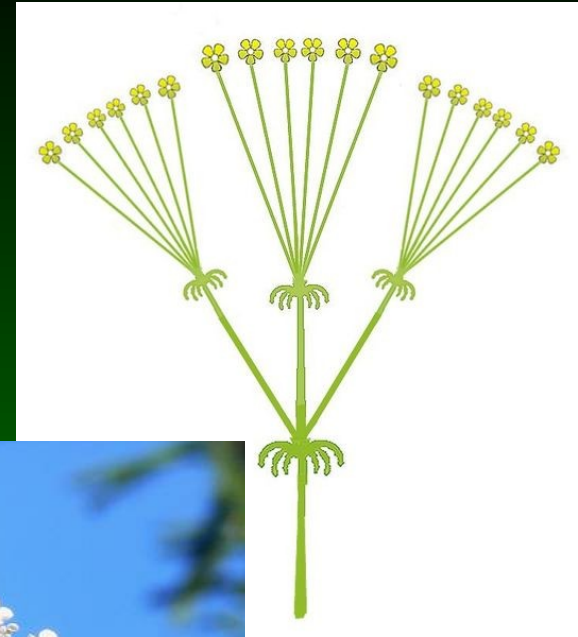


Složený okolík -
Apiaceae



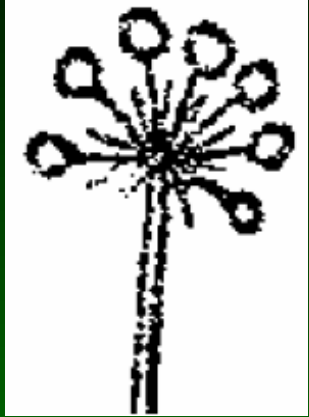
*Aegopodium
podagraria*

Daucus carota



<http://botanika.wendys.cz>

Hlávka

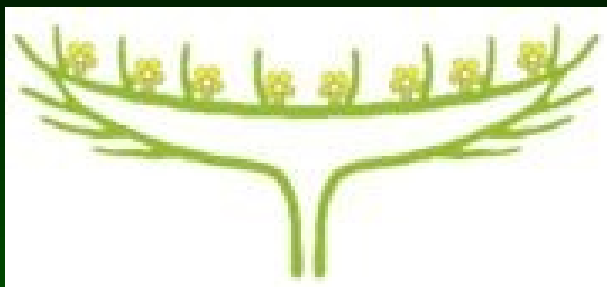


Trifolium

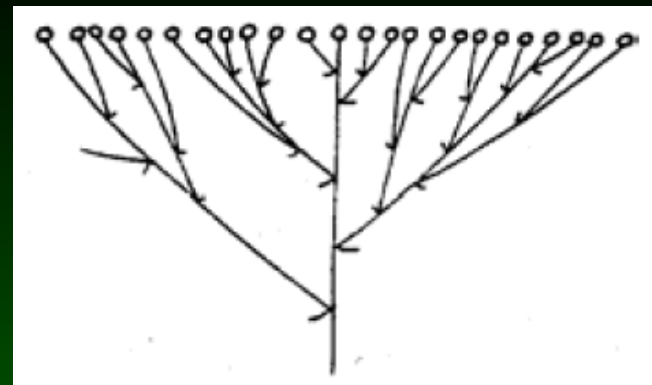


Phyteuma orbiculare

Úbor - Asteraceae



Chocholičnatá lata



© K. R. Robertson
Illinois Natural History Survey

Viburnum



Sambucus

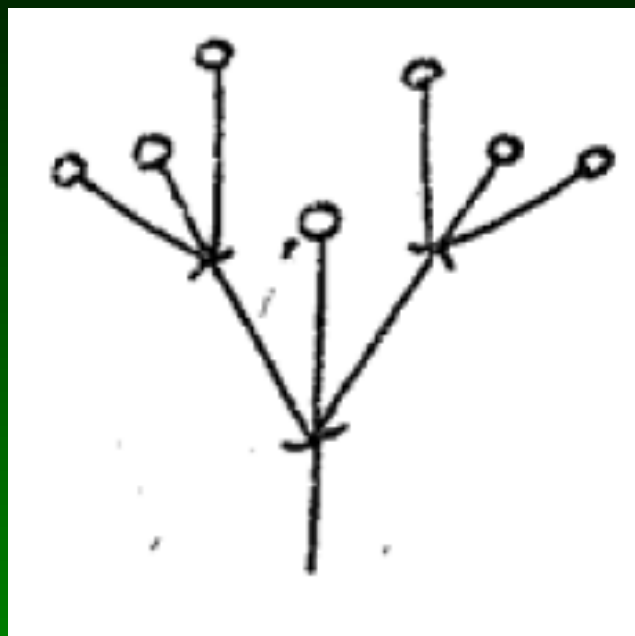
Chochličnatá lata

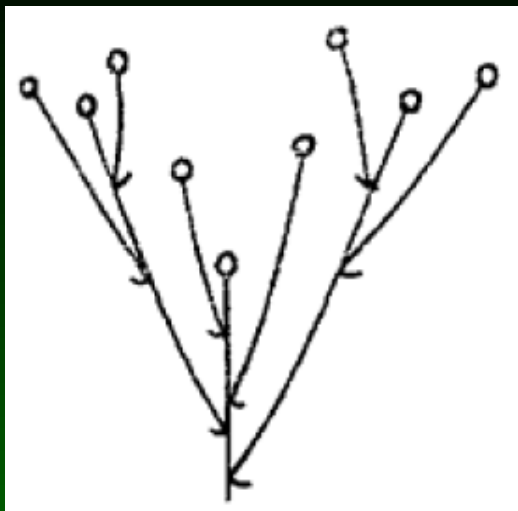


sorbus aucuparia
© 2004 pictured by antonie van den bos
for aycronto.com

Vrcholičnatá květenství

Vidlan - *Caryophyllaceae*





Kružel

Luzula



Filipendula



(C) A. Mrkvicka

Schoenoplectus



Eriophorum

Lichopřeslen bývá tvořen vidlany (nebo vijany)



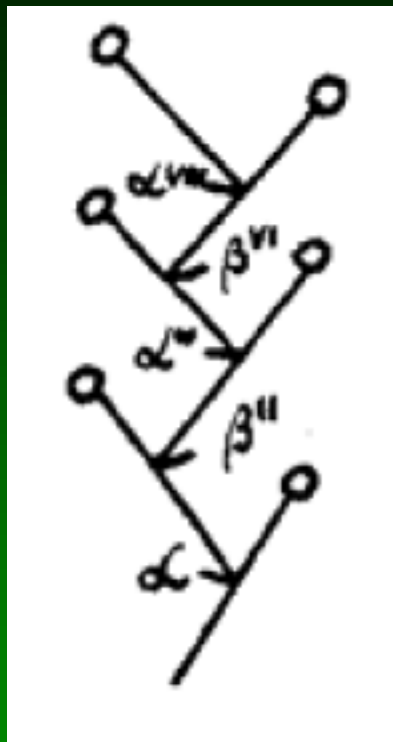
Rumex



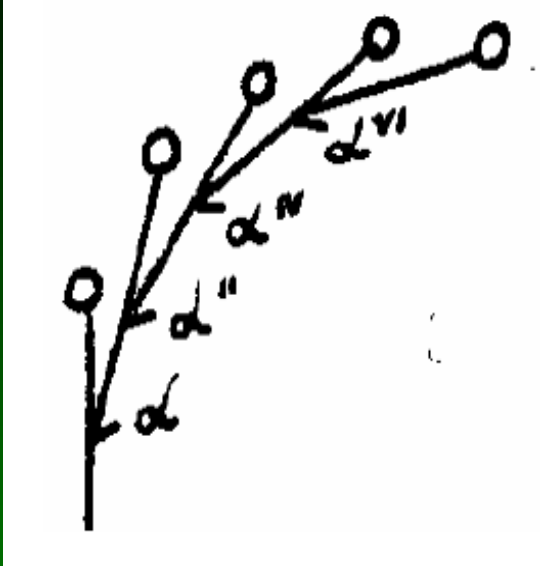
Lamiaceae



Vějířek - *Iridaceae*



Srpek – *Gladiolus*

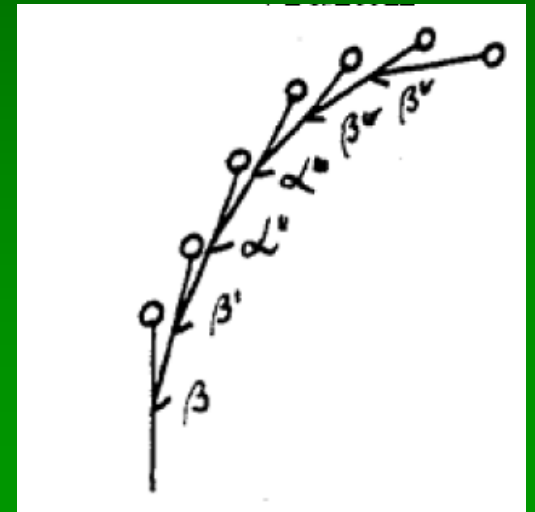


Šroubel (o 90° a na jednu stranu)

šmel
okoličnatý
(*Butomus
umbellatus*)

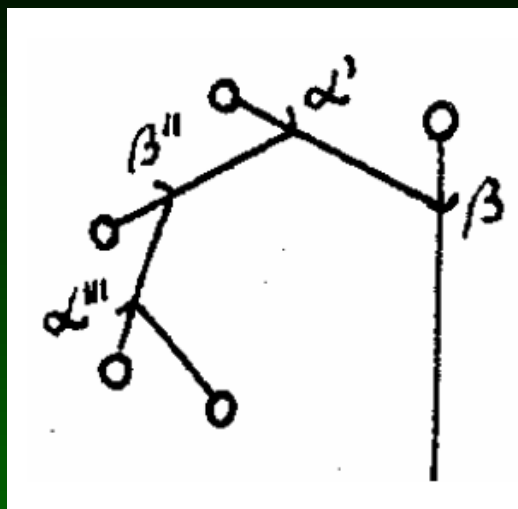


Alliaceae



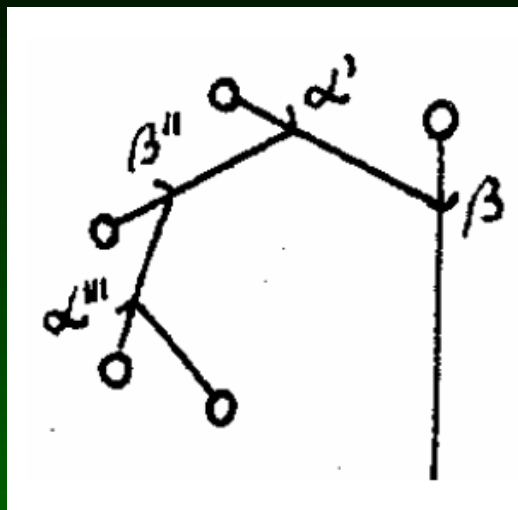
Vijan (o 90° a na různé strany)

- *Solanum*



Dvojvijn (o 90° a na různé strany)

- *Boraginaceae*



Příklady složených květenství a jim podobných zhovadilostí

Lata vianů



jírovec (*Aesculus
hippocastanum*)



Lata složená z klásků

třeslice (*Briza*)

lipnice (*Poa*)



jednostranný
hrozen složený
z klásků



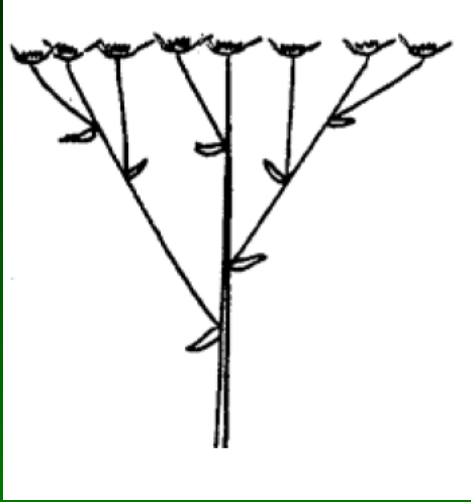
Melica nutans

Chocholík až
chocholičnatá
lata úborů

Achillea millefolium



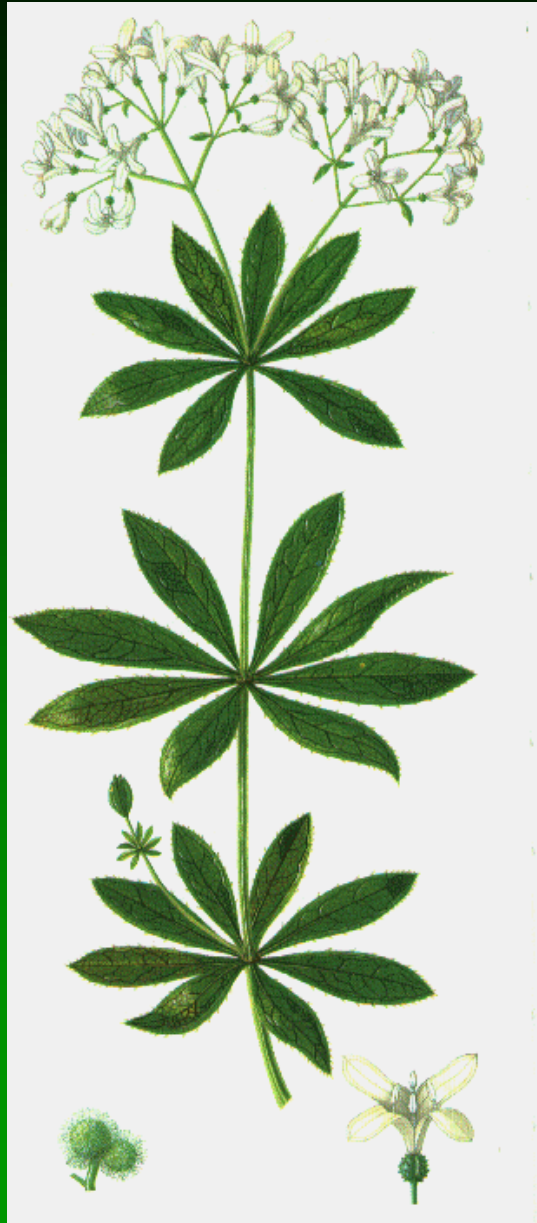
Tanacetum vulgare



Eupatorium cannabinum

Tanacetum parthenium

Chocholičnatá lata vidlanů



*Galium
odoratum*

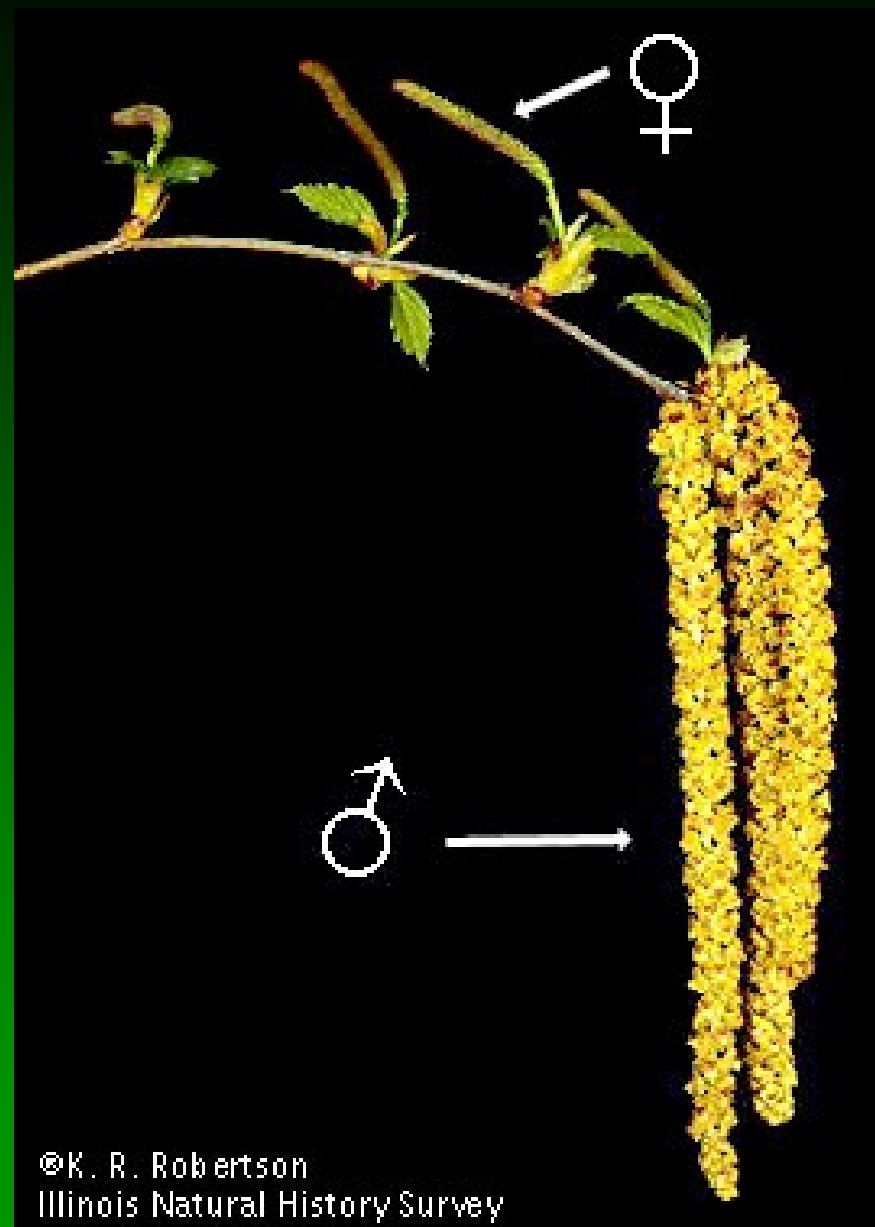
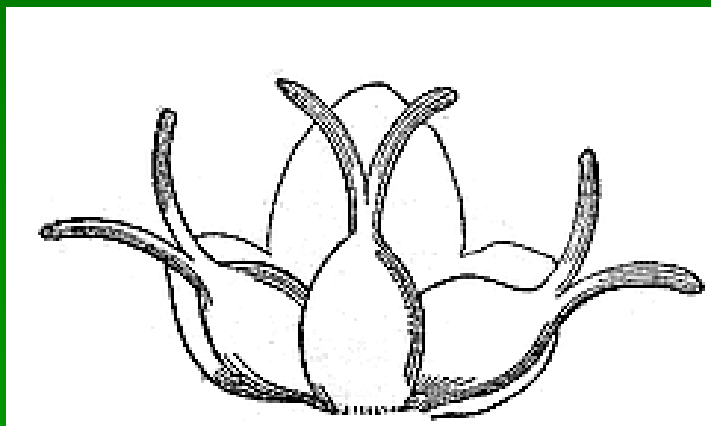
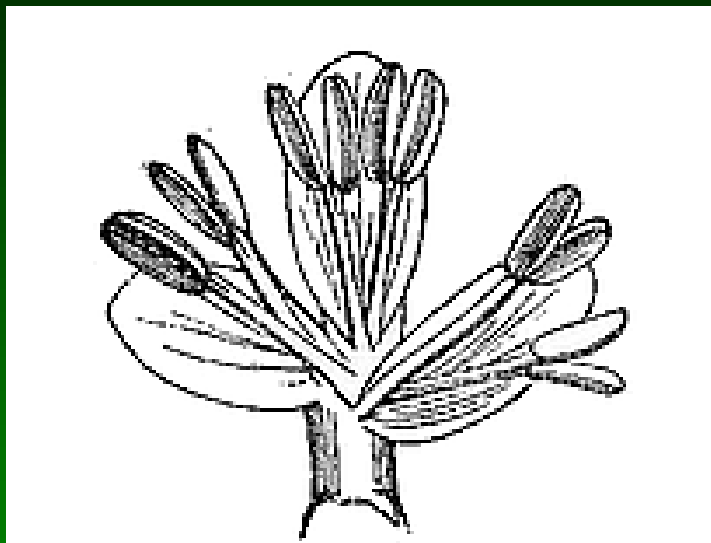
*Galium
album*

Lata vidlanů

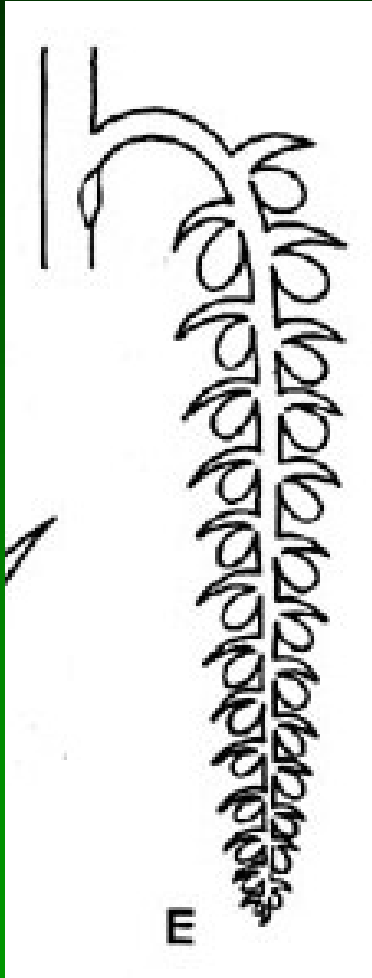


Jehněda tvořená vidlany

Betula



Jehněda
tvořená
vidlany



Quercus

*Juglans
regia*



Castanea sativa MILL.
©Bernd Liebermann

*Castanea
sativa*



Alnus

(samčí květenství)

Hrozen až lata úborů

Petasites



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



Chenopodium

Rozmnožování krytosemenných rostlin

morfologie pohlavních
orgánů

rodozměna

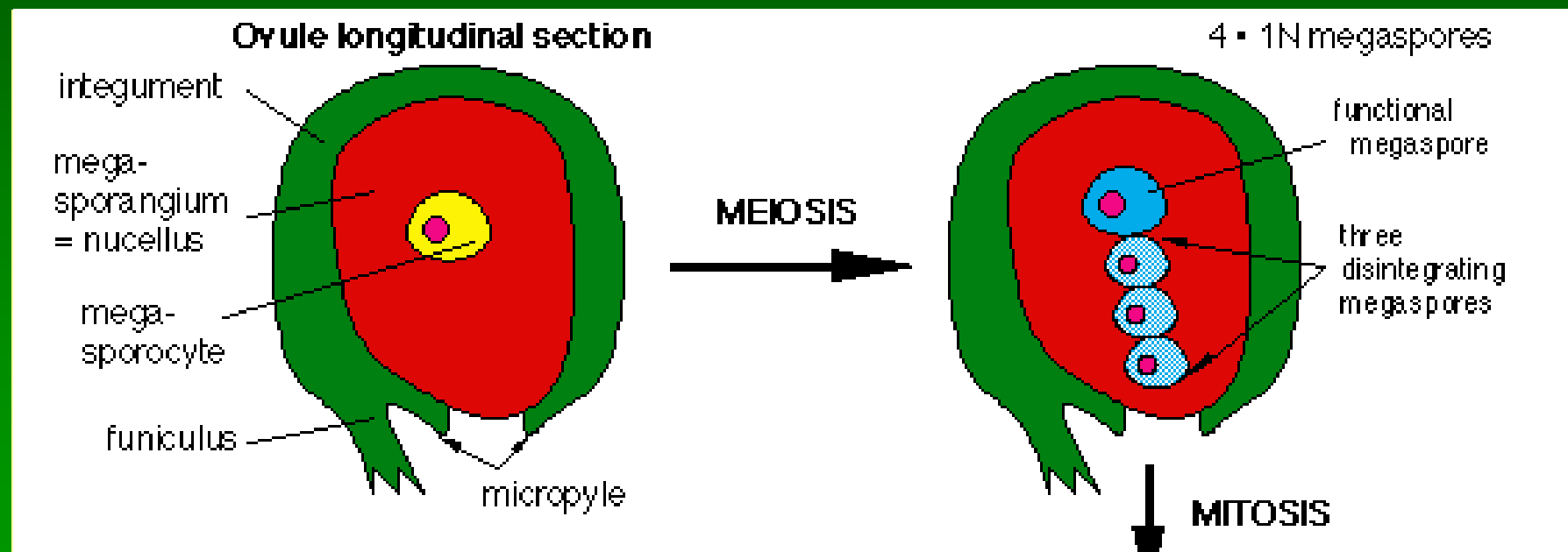
Vajíčko

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

má klový otvor (mikropyle), nemá pylové komory

s placentou spojeno poutkem (funiculus)

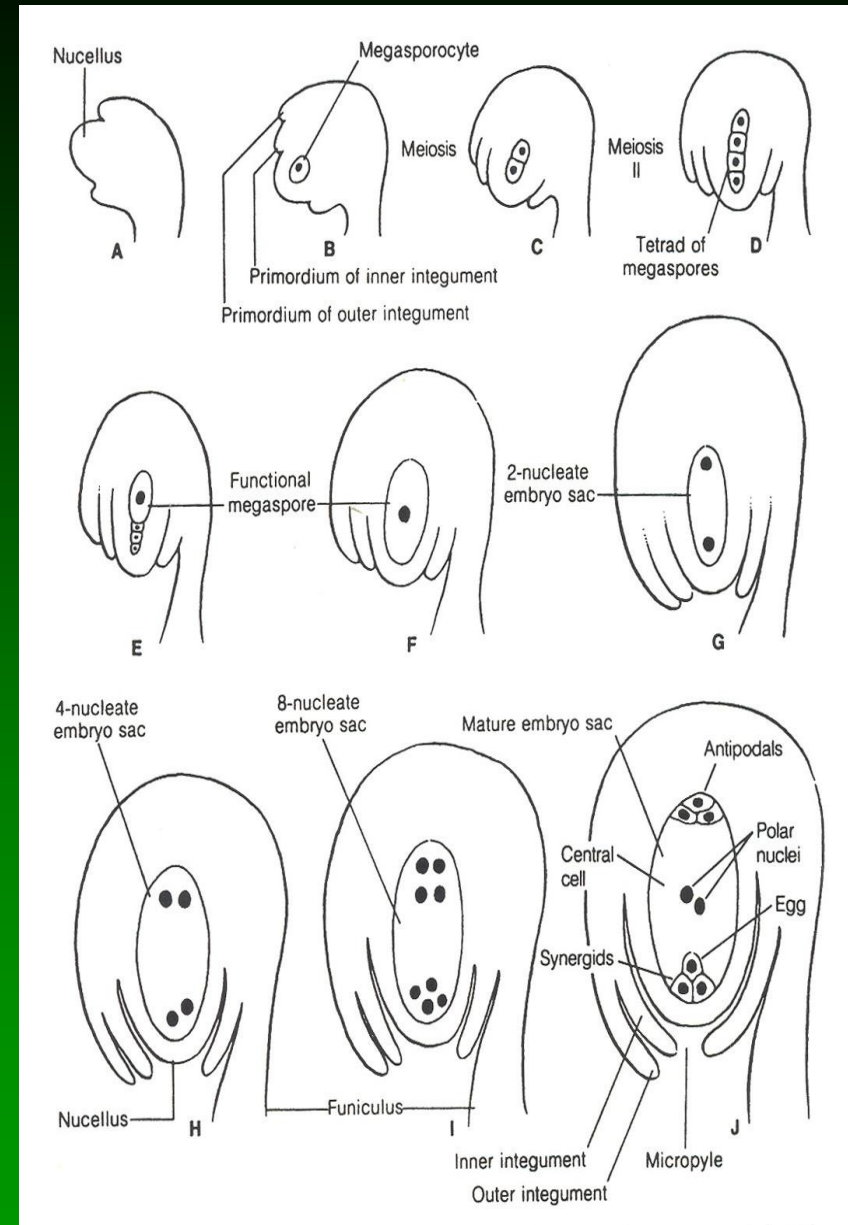
primární živné pletivo (nucellus) homologické megasporangiu



Zrání zárodečného vaku

- (1) Jedna buňka nucellu se zveličuje = megasporocyt
- (2) Dvěma meiotickými děleními z ní vzniknou 4 megaspóry
- (3) Tři z nich odumírají
- (4) Zbylá jedna megaspóra se 3x mitoticky dělí na 8jaderný zárodečný vak (sacculus embryonalis)

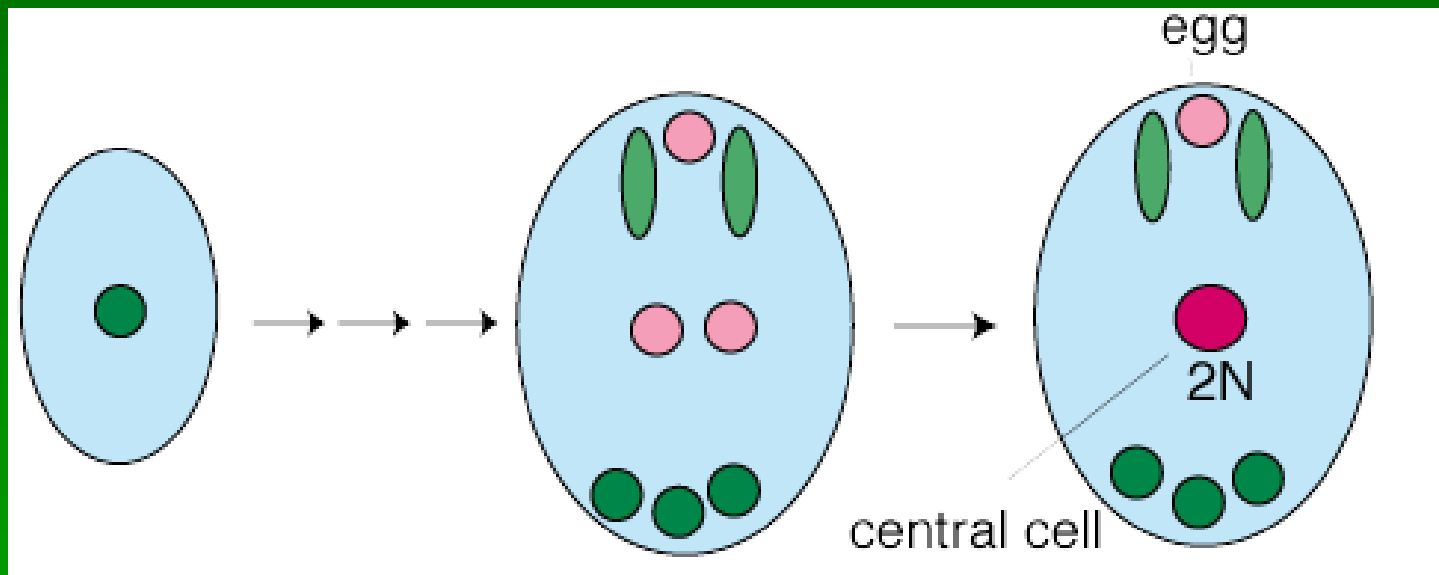
Zárodečný vak je homologický megaprothaliu = samičímu gametofytu



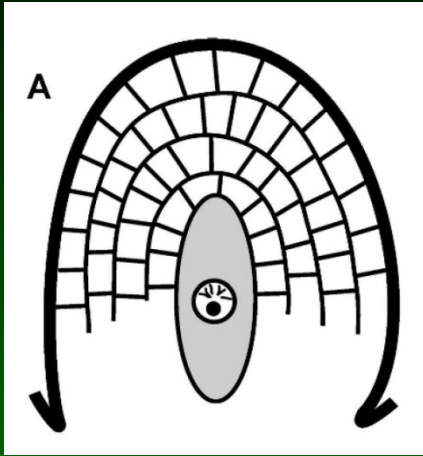
Tři jádra ležící u mikropyle se s částí cytoplazmy obalí cytoplazmatickou membránou a vytvoří samostatné buňky, prostřední z nich se zveličuje a vytváří oosféru, boční tvoří podpůrné buňky - synergidy.

Další 3 jádra se umístí při opačném pólu a osamostatňují se jako 3 buňky protistojné - antipody,

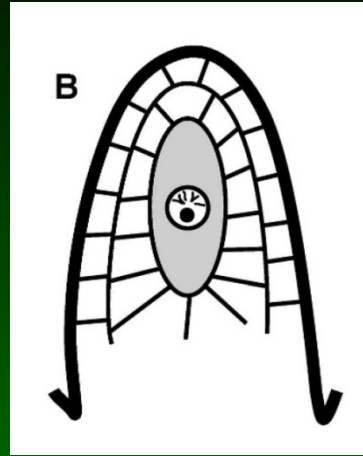
Zbývající 2 jádra se umístí uprostřed zárodečného vaku, splynou a dávají tak vznik diploidnímu, řidšěji triploidnímu, centrálnímu (polárnímu) jádru zárodečného vaku.



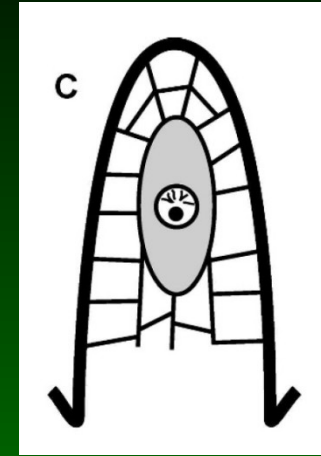
Typy vajíček dle tloušťky nucellu nad meiocytem = megasporocytem



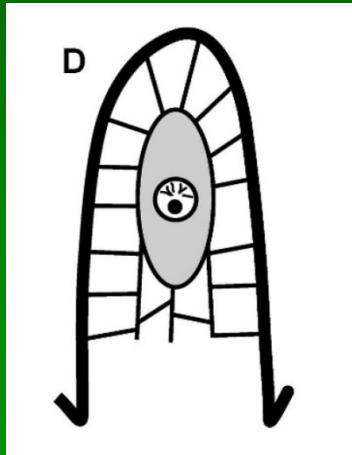
krasinucelátní s několika vrstvami



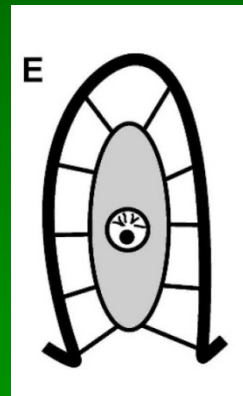
slabě krasinucelátní se 2 vrstvami



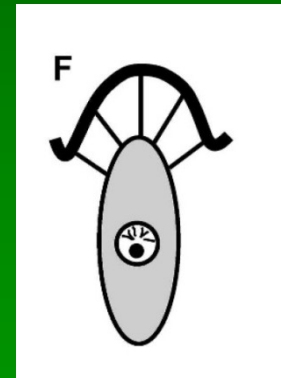
pseudokrasinucelátní s 1 vrstvou periklinálně rozdělenou na 2 nad meiocytem



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

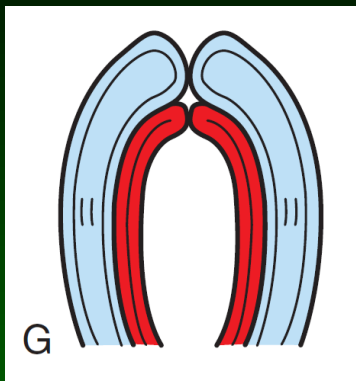


tenuinucelátní s 1 vrstvou nad meiocytem

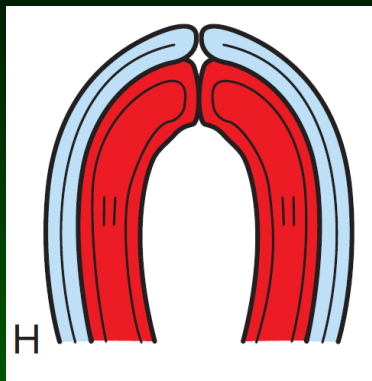


reduované tenuinucelátní s meiocytem delším než nucellus a tudíž bazálně postaveným

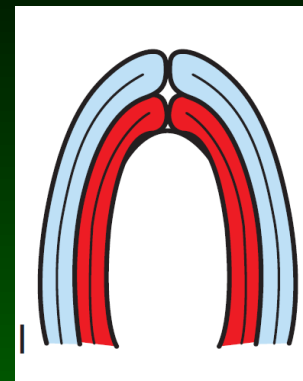
Typy vajíček dle tloušťky a počtu obalů = integumentů



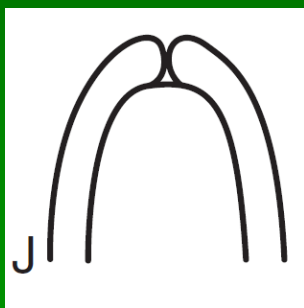
bitemické s vnějším integumentem tlustším



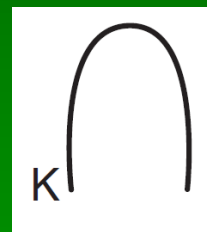
bitemické s vnitřním integumentem tlustším



bitemické se stejně silnými integumenty

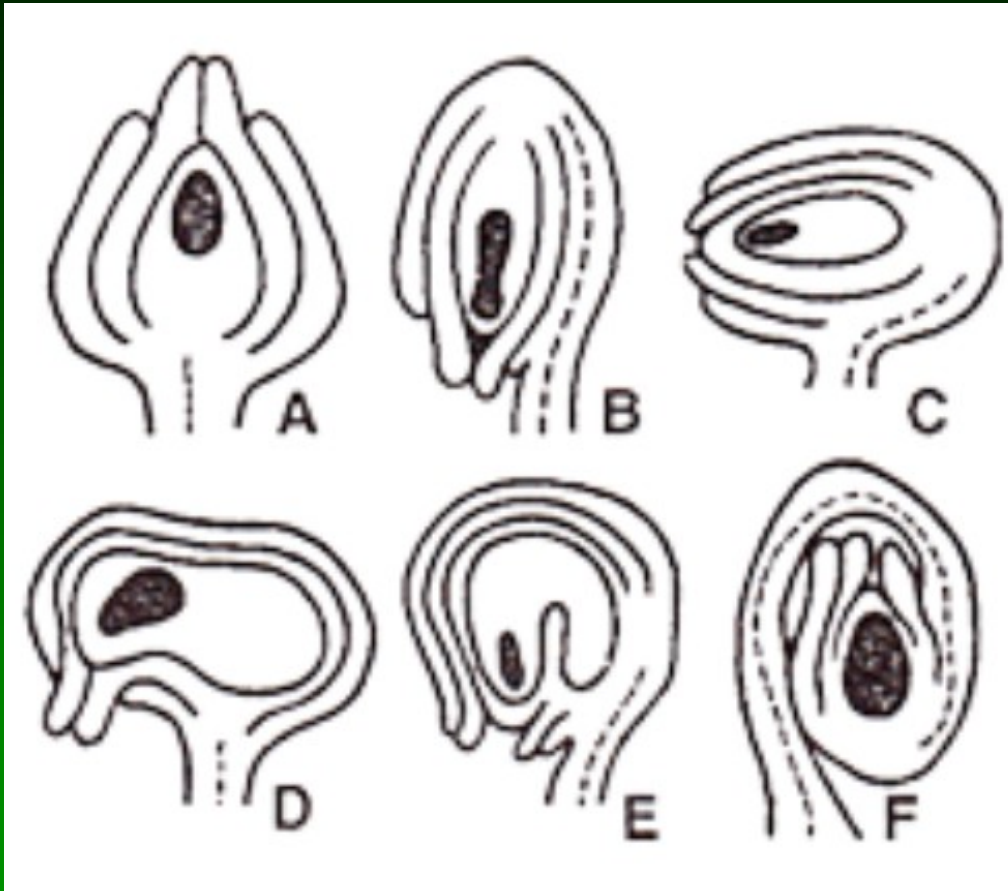


unitemické



ategmické

Typy vajíček dle postavení vůči poutku (funiculus)



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

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

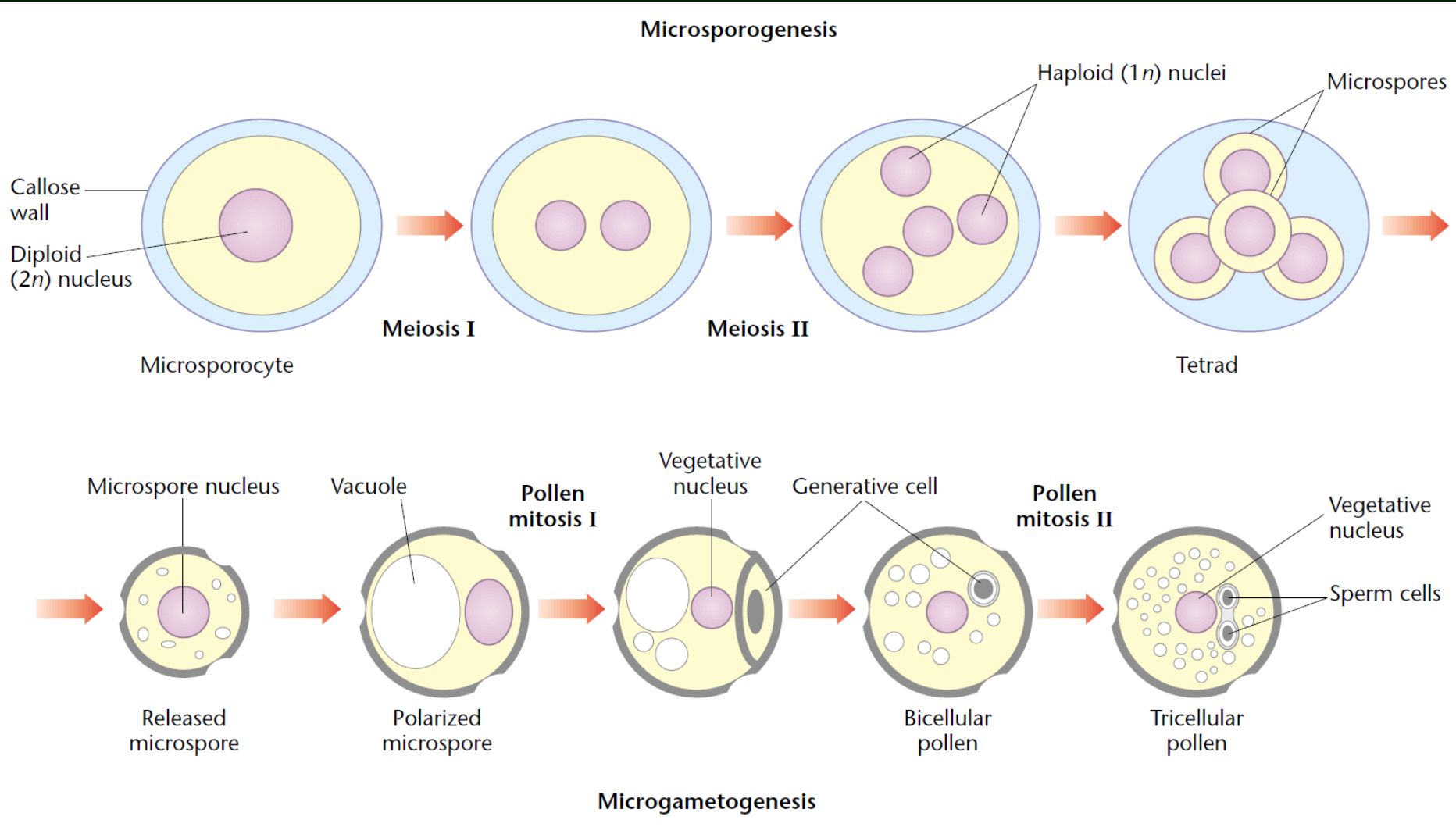
(C) **Hemitropní:** Otočené o 90° st (např. *Ranunculus*).

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

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

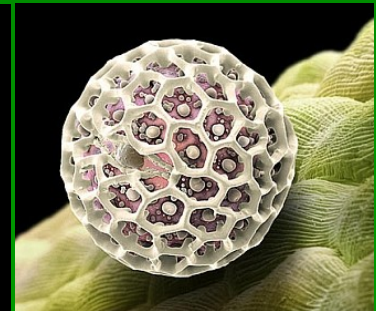
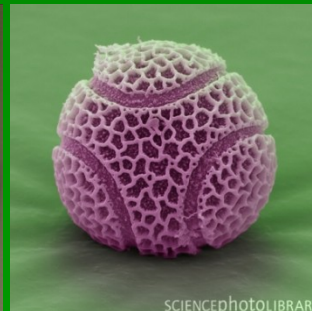
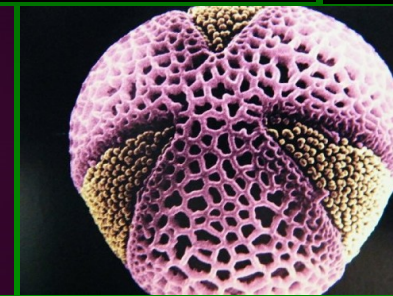
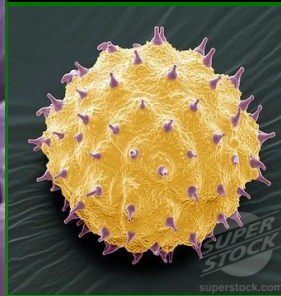
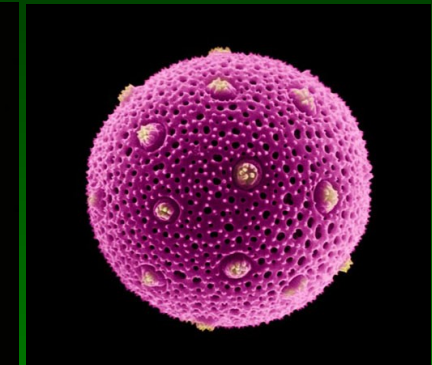
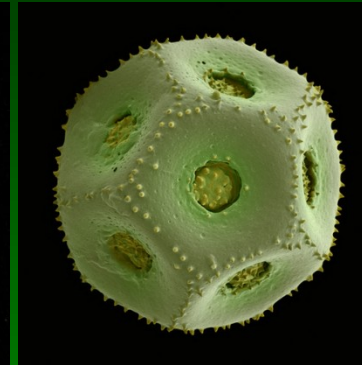
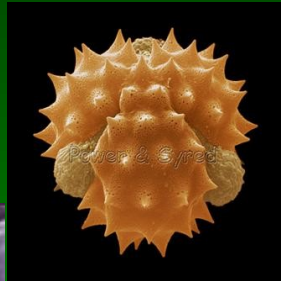
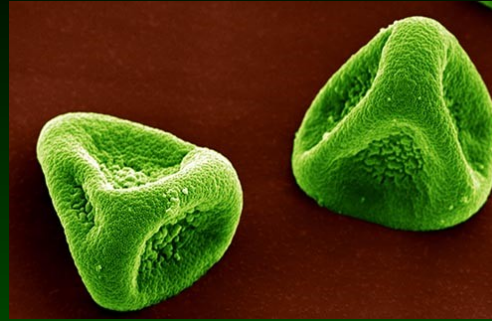
(F) **Circinotropní:** Stočené o 360° (*Opuntia, Plumbaginaceae*).

Ontogeneze pylu



Pyl a opylení (angl. pollination)

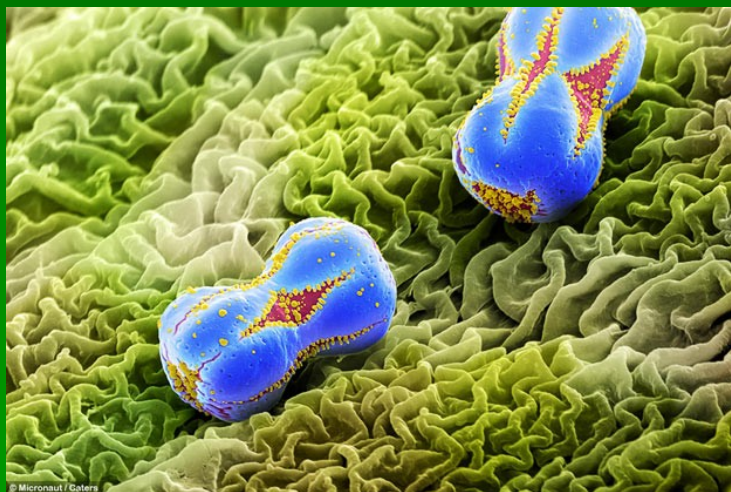
pylová zrna bez
vzdušných
vaků



Velikost pylu

6 – 150 μm

Myosotis



Cucurbita



Myosotis

SCIENCEPHOTOLIBRARY

Nejčastěji je pyl přenášen hmyzem = **entomogamie**



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



Vzácně je pyl přenášen ptáky = ornitogamie



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



Opylování netopýry chiropterogamie je vzácné

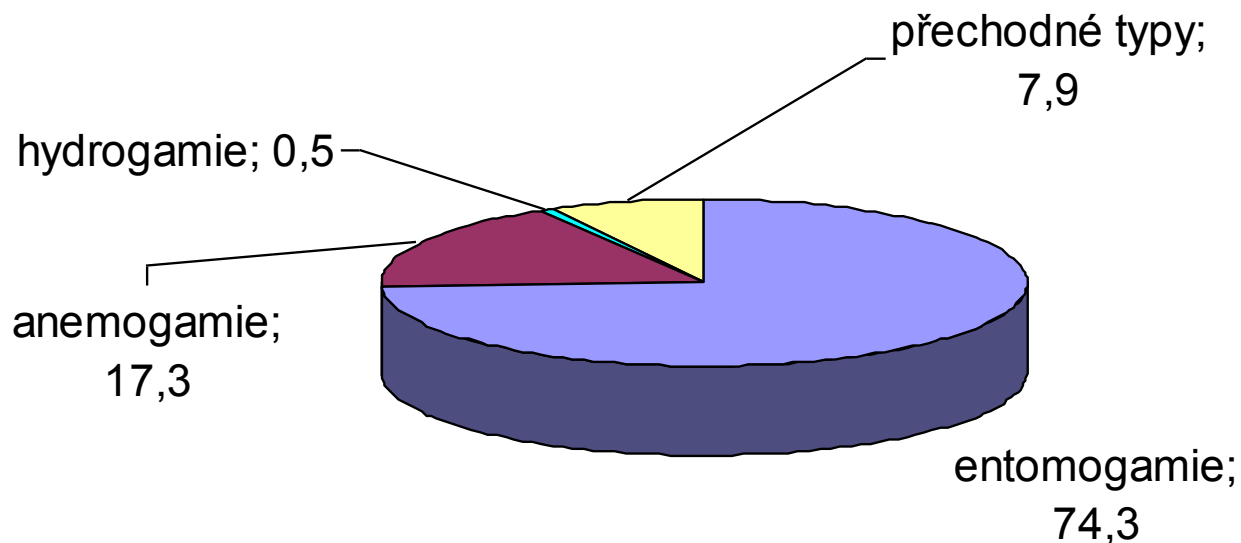


Někdy dochází k samoopylení v uzavřených květech, které se neotvírají = **kleistogamie** (např. u různých druhů violek - *Viola* či u hluchavky objímavé - *Lamium amplexicaule*)



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

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



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



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

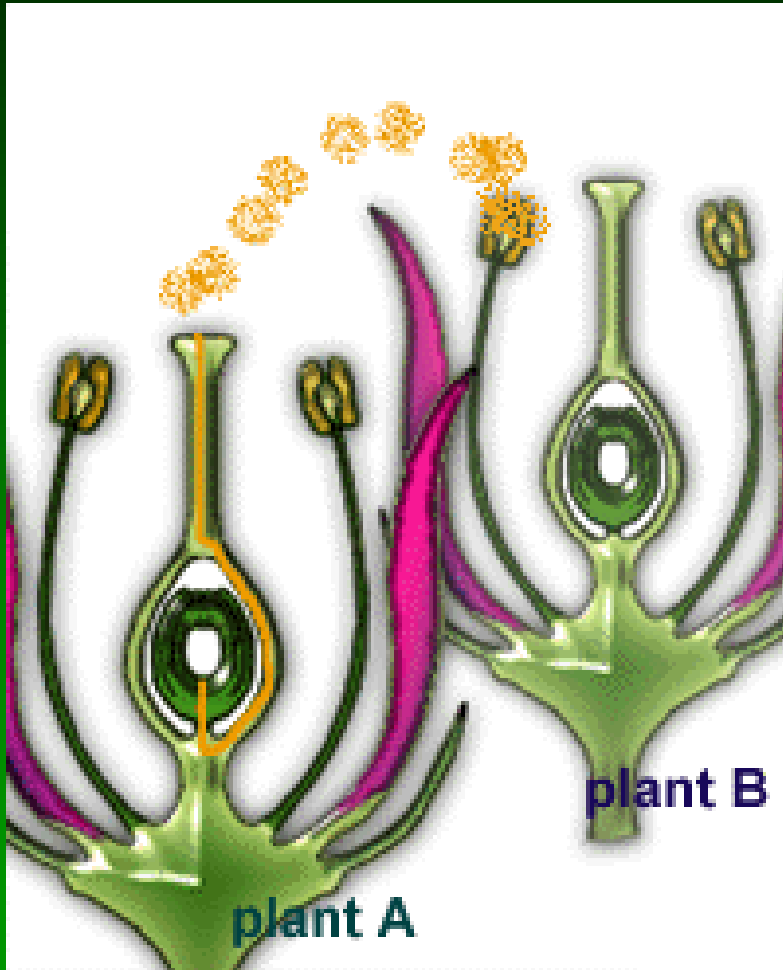
a vůně -
nektar ani pyl
však vůni
nevydávají -
ta se vytváří
buď korunními
lístky nebo
nitkami
tyčinek.



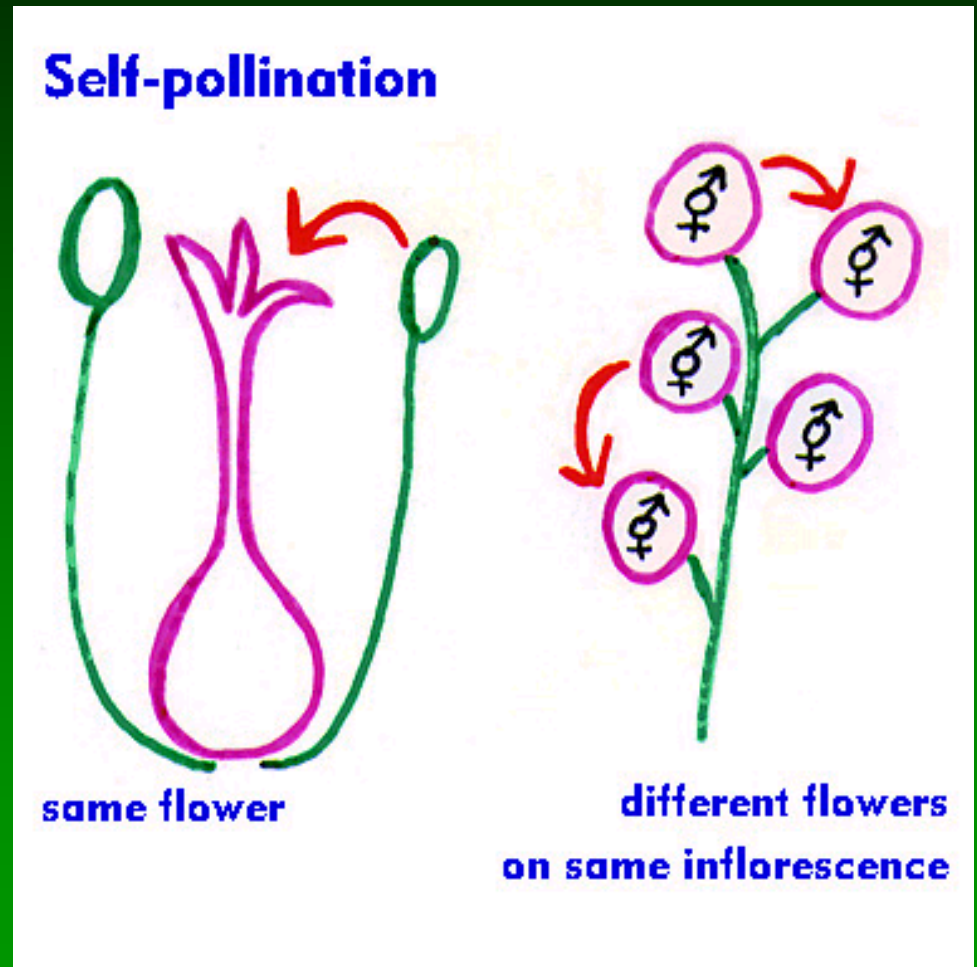
Pseudokopulace – tořič (*Ophrys*, *Orchidaceae*)



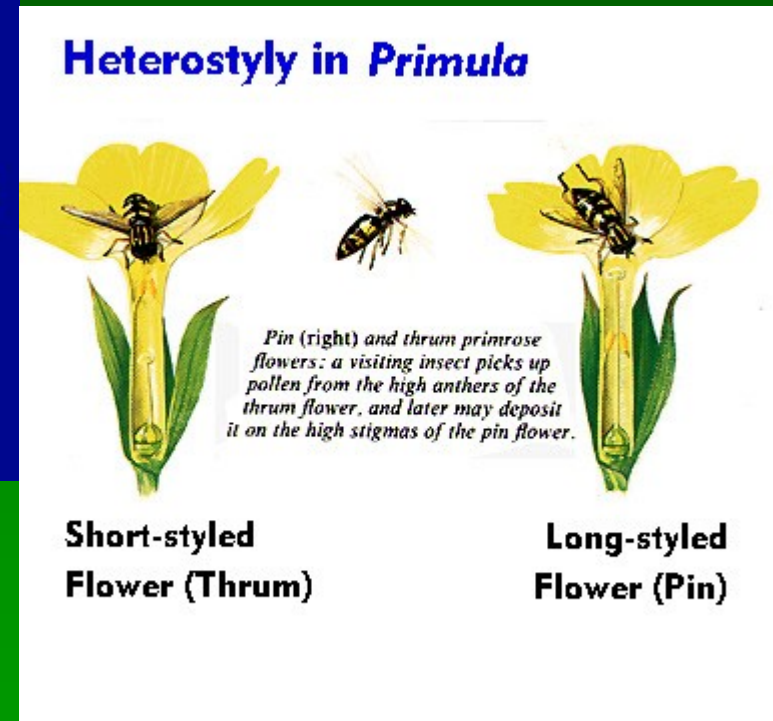
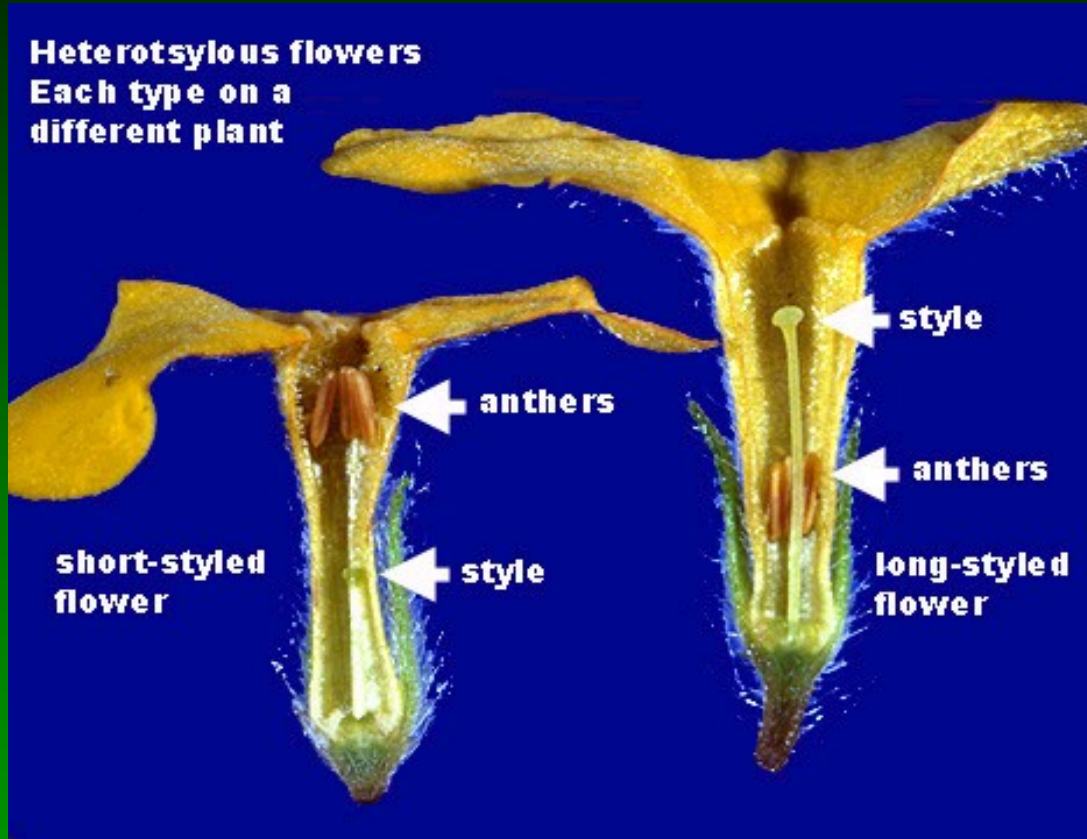
Alogamie (outcrossing)
=> heterózní efekt, ale ...



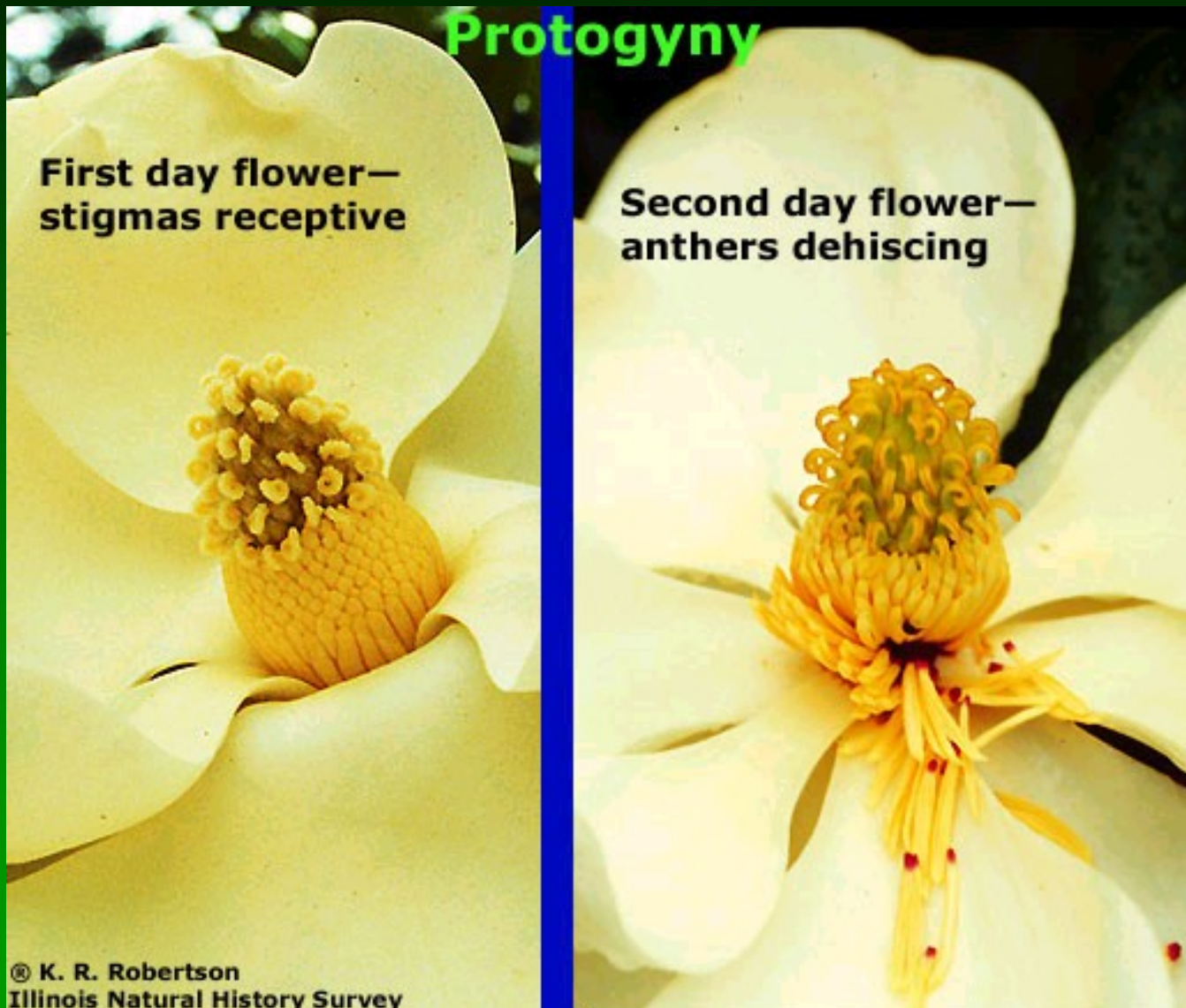
Autogamie (selfing)
=> inbrední deprese, ale ...



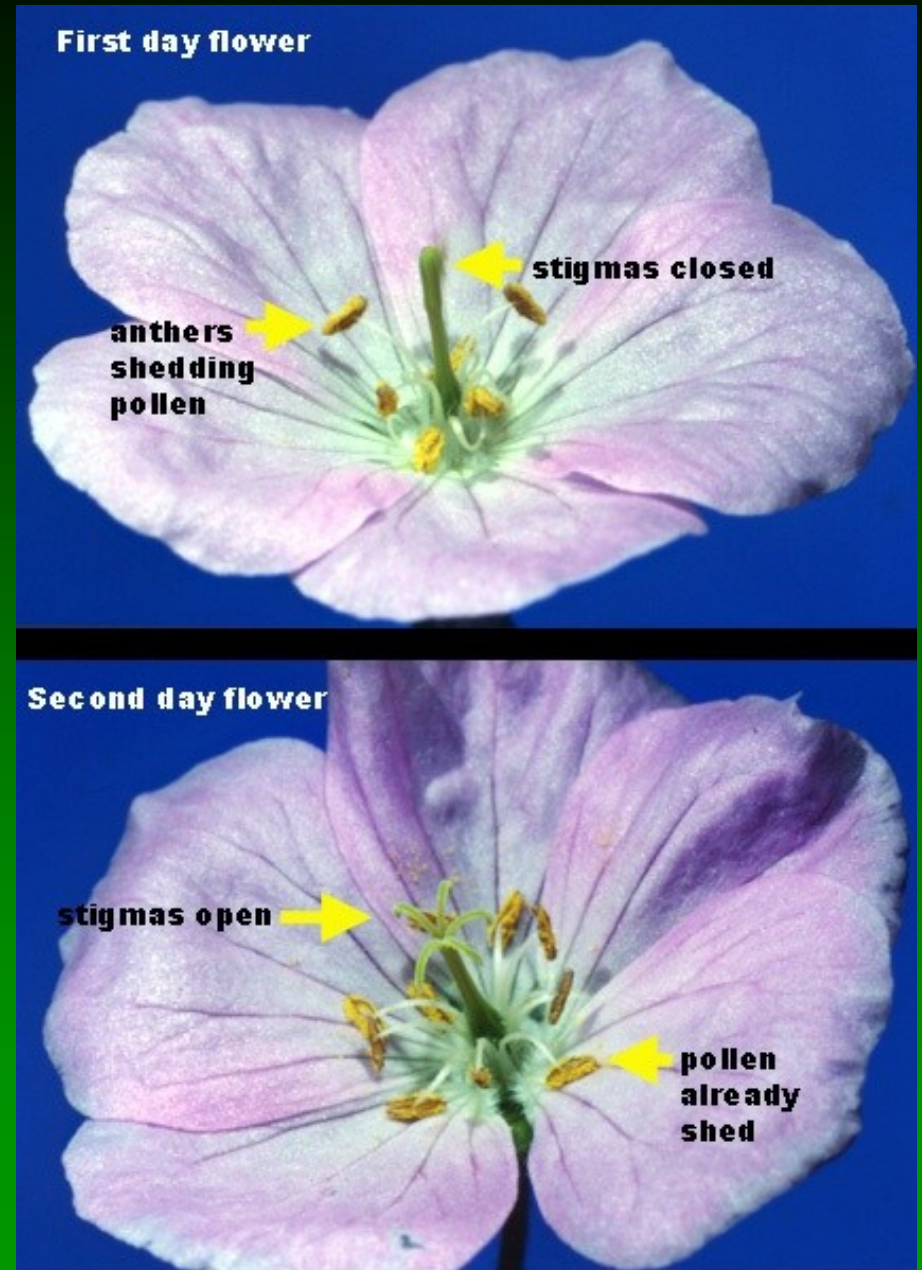
Jedním ze způsobů jak se bránit autogamii vlastním pylem je heterostylie



Dalším způsobem jak se bránit autogamii vlastním pylem je
protogynie

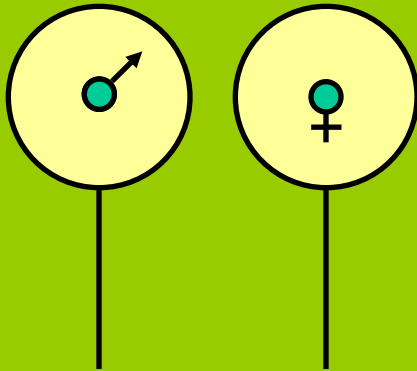


Analogickým způsobem
může bránit bránit
autogamii také
protandrie

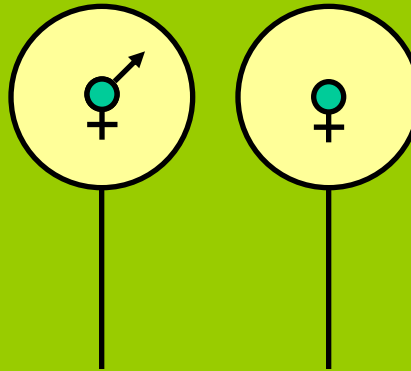


Systemy s jednopohlavnými květy

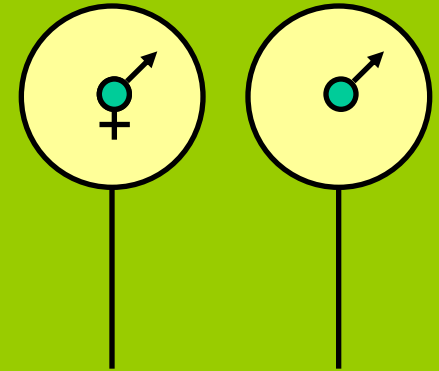
dioecie



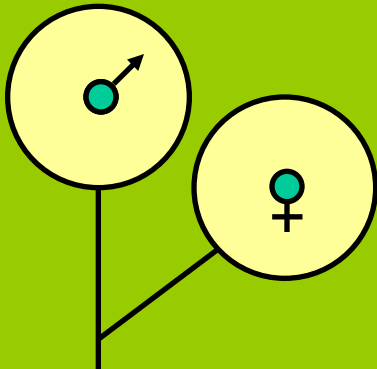
gynodioecie



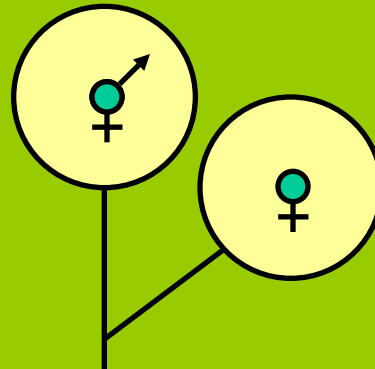
androdioecie



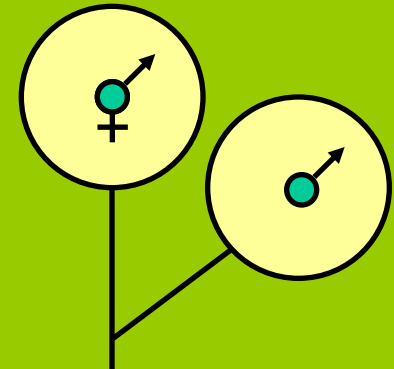
monoecie



gynomonoecie

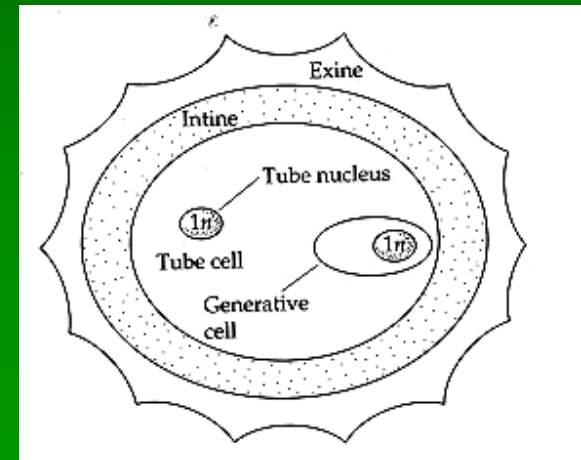
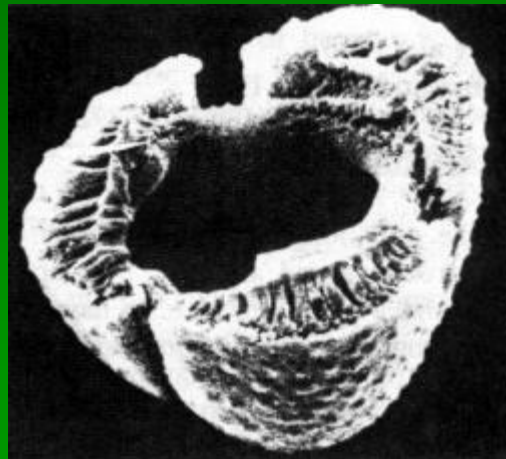
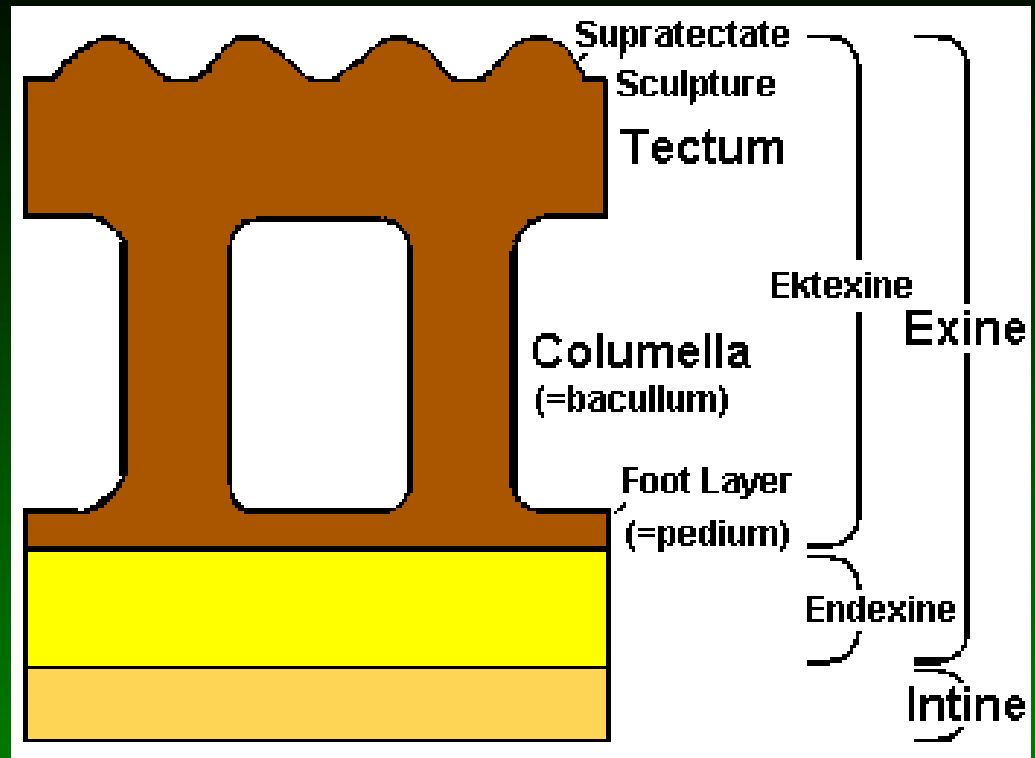
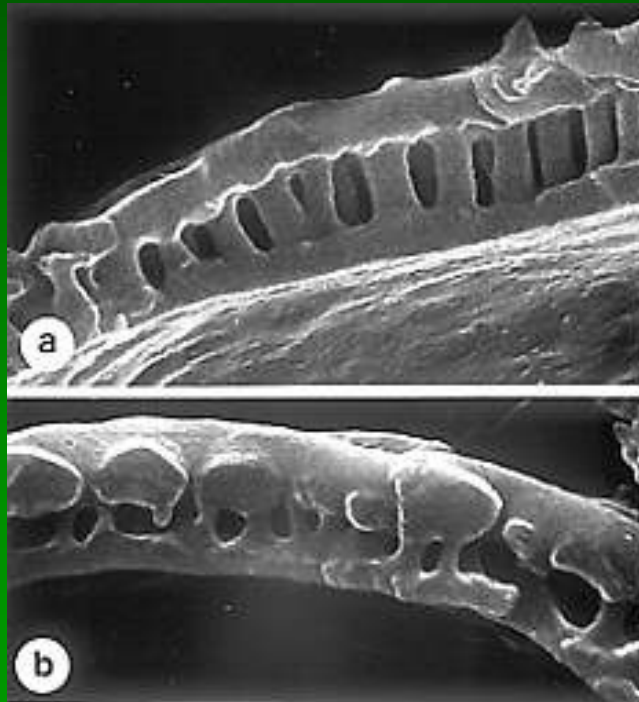


andromonoecie

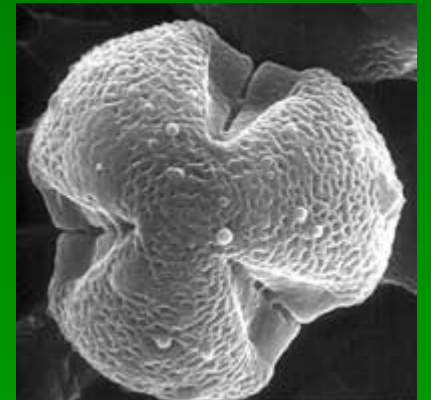
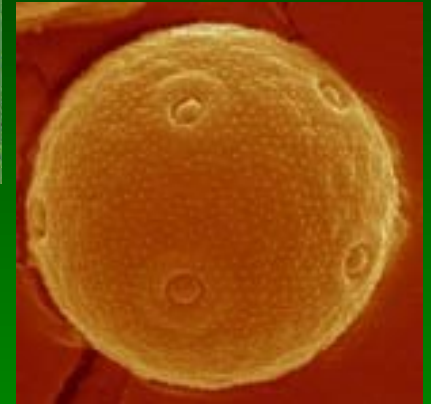
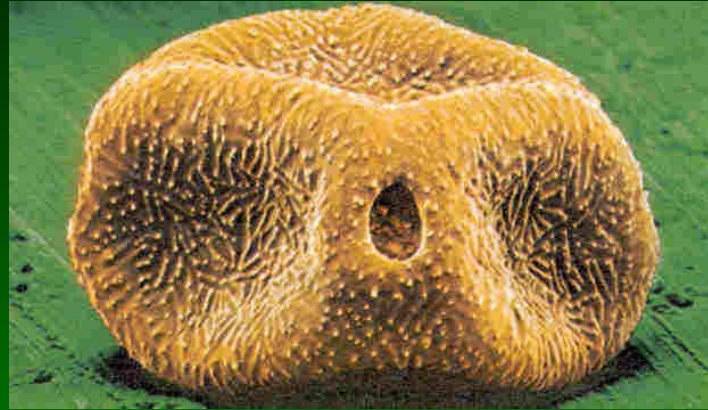
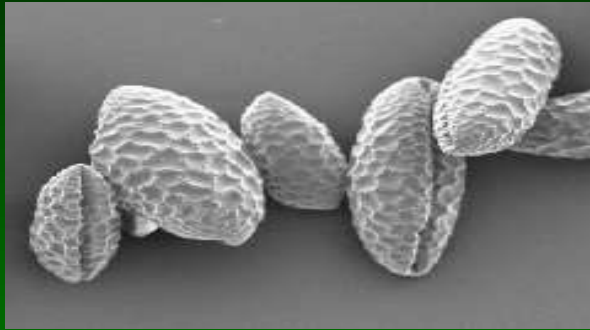


Povrch pylu

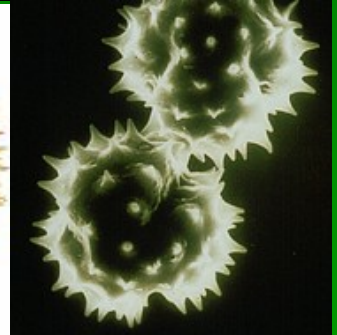
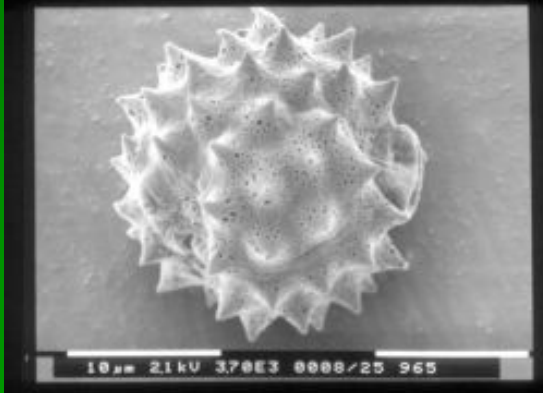
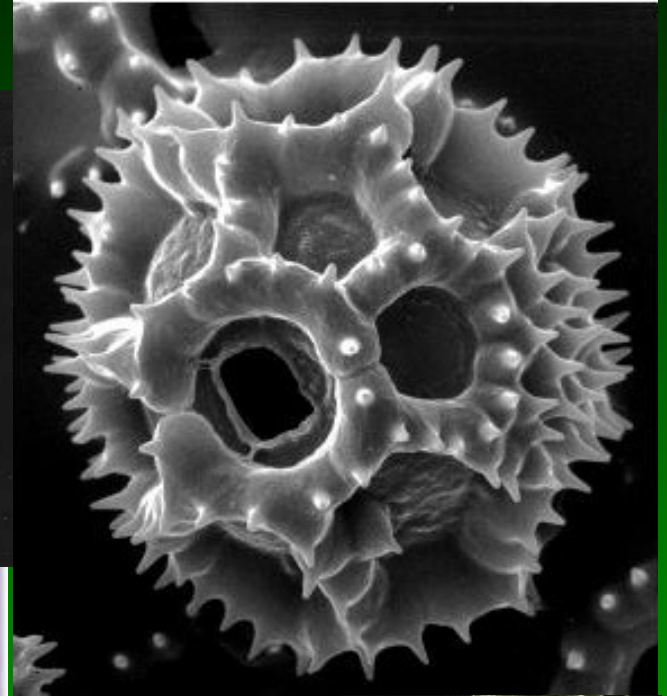
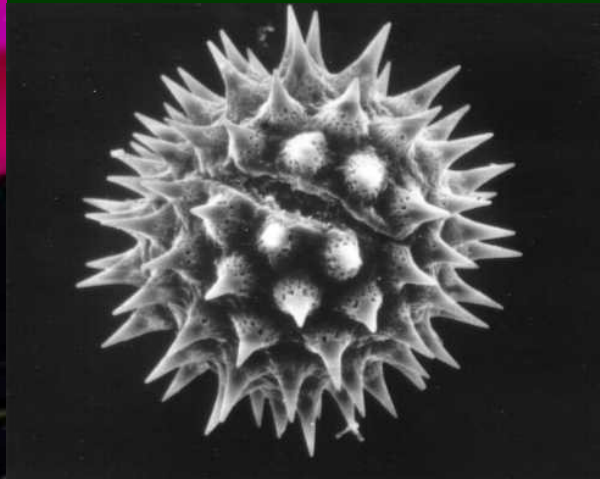
Povrch pylového zrna tvoří dvouvrstevná blána: vnější – exina a vnitřní – intina



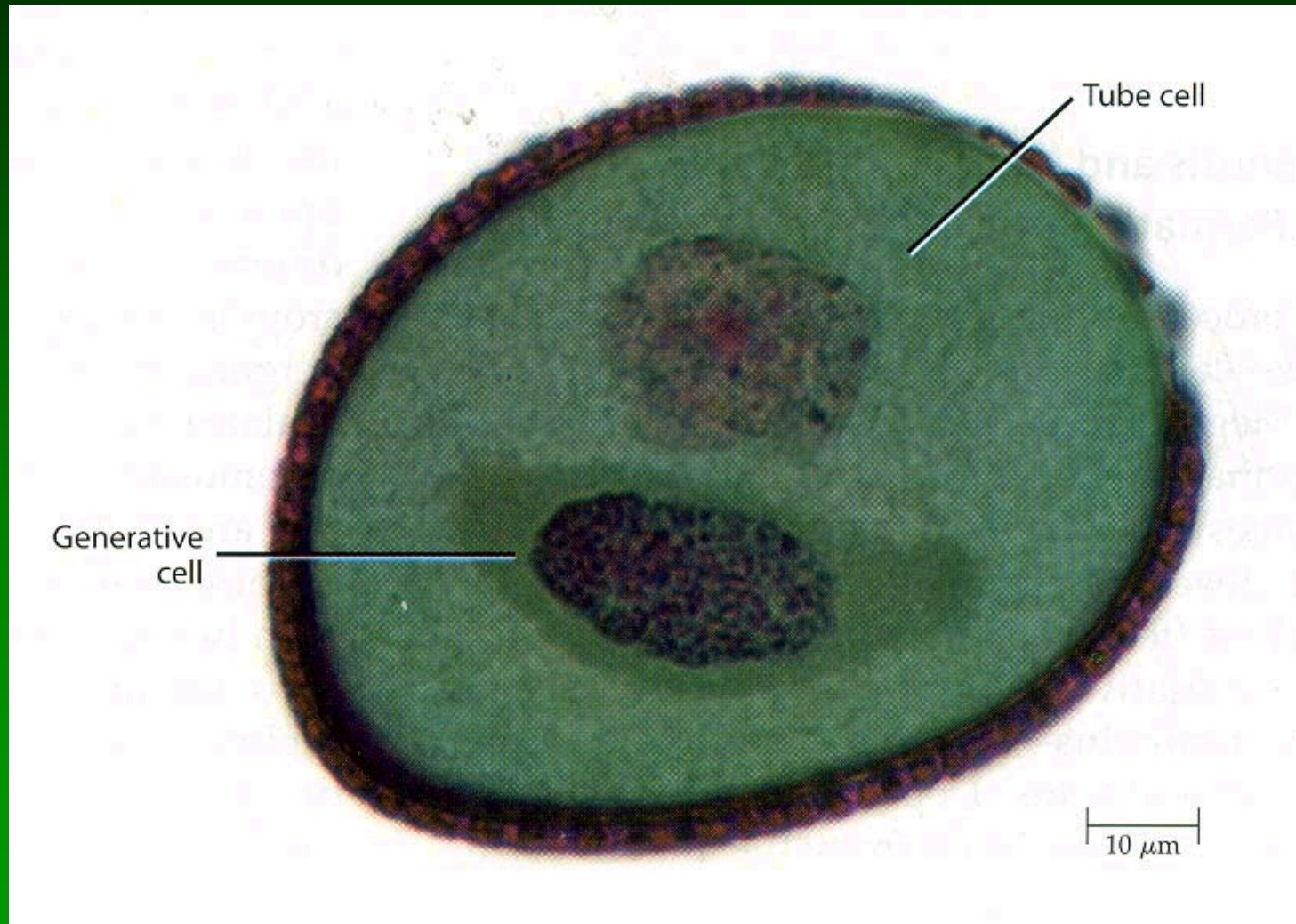
U anemogamních druhů bývá pyl hladký,
u hydrogamních je bez zvláštních
přizpůsobení



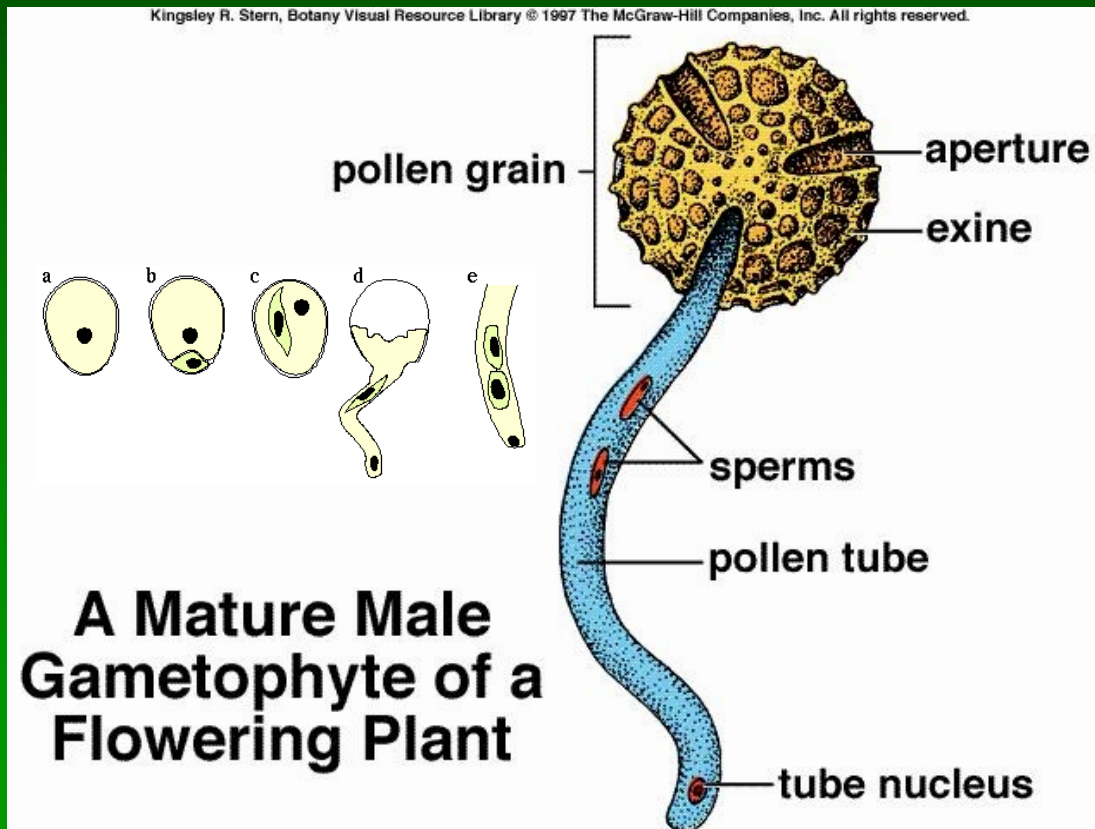
U entomogamních druhů je pyl často lepkaý, či s různými háčky, výrůstky nebo chloupky



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



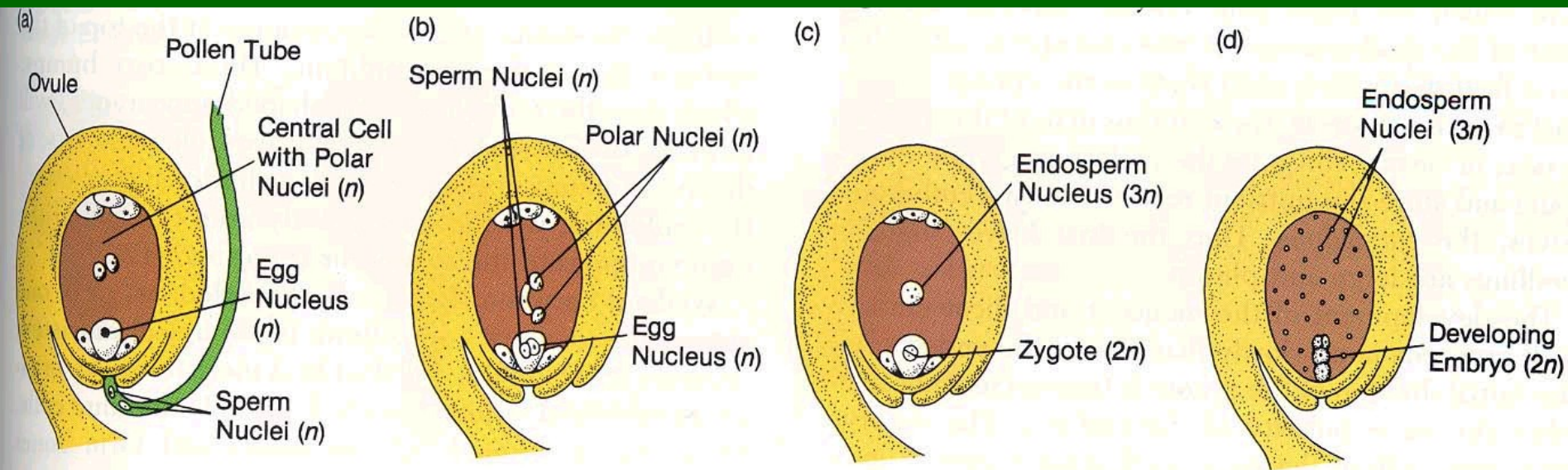
na blizně vyklíčí v láčce která proroste do semeníku; na konci láčky je nesena buňka vegetativní a za ní generativní; generativní buňka se před oplozením vajíčka rozdělí ve 2 buňky spermatické (3 buňky láčky = 1 vegetativní + 2 spermatické jsou homologické mikroprothaliu)



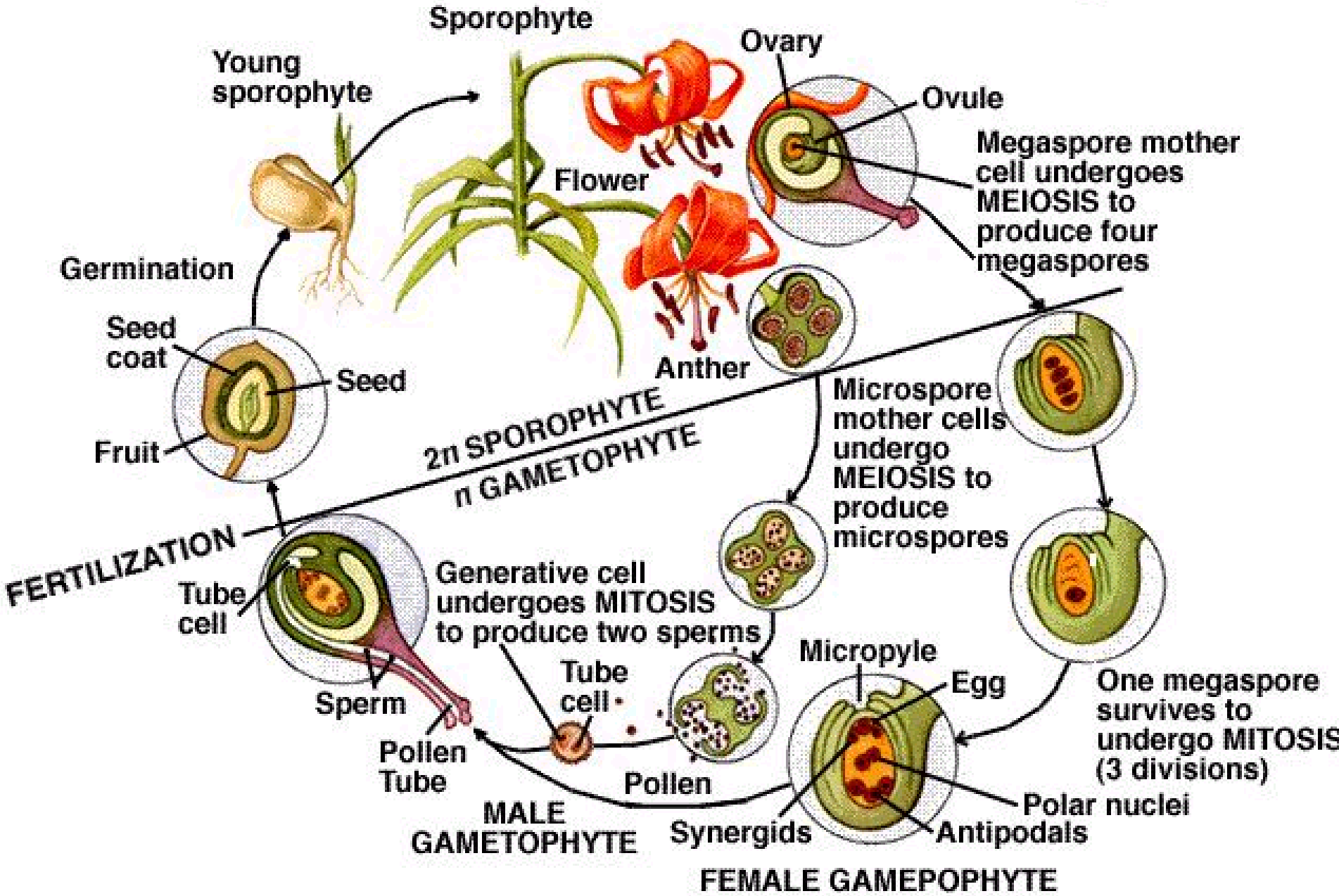
Oplození (angl. fertilization) je dvojitá

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

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

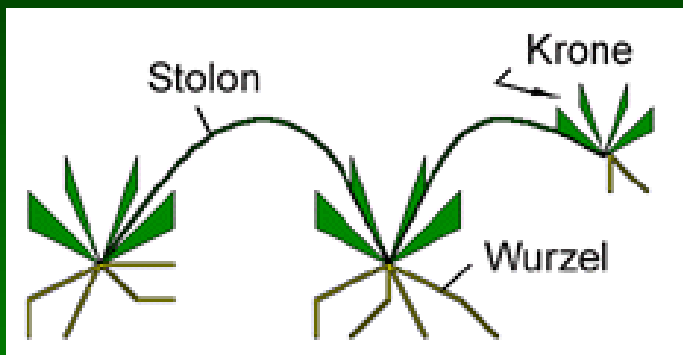


Generalized Life Cycle of Flowering Plants



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

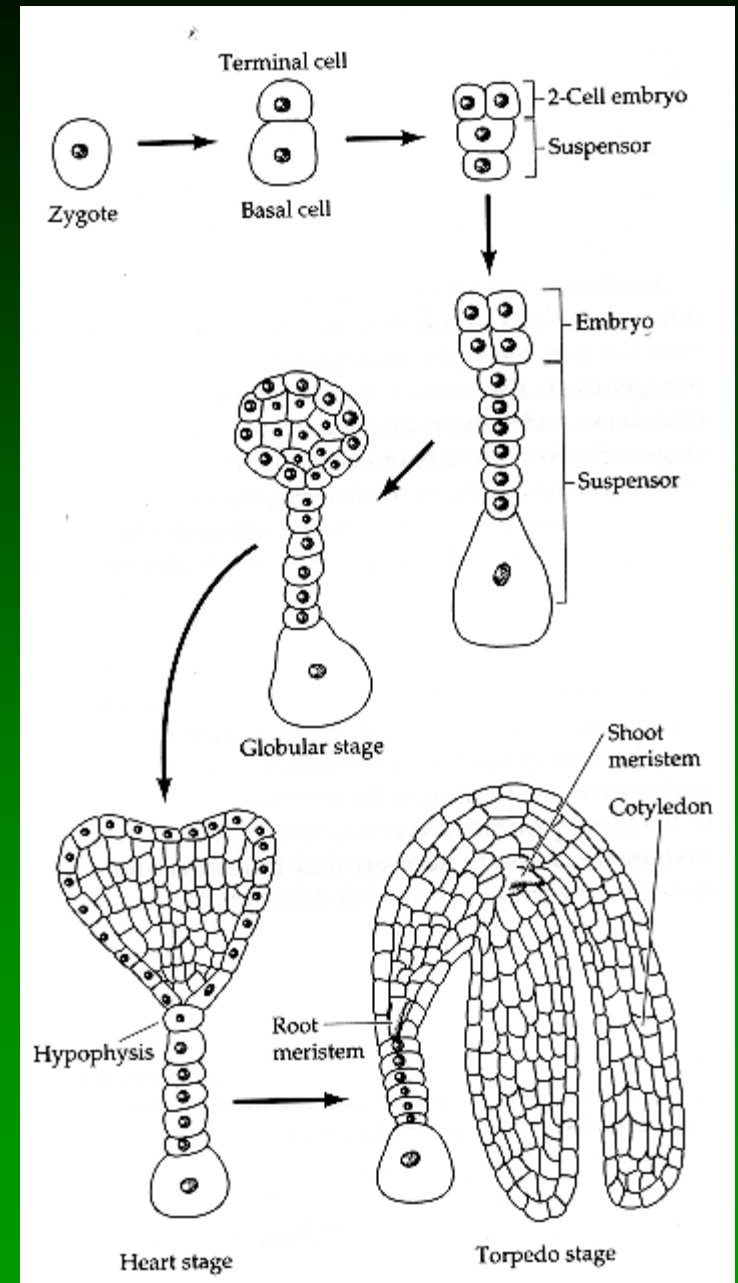
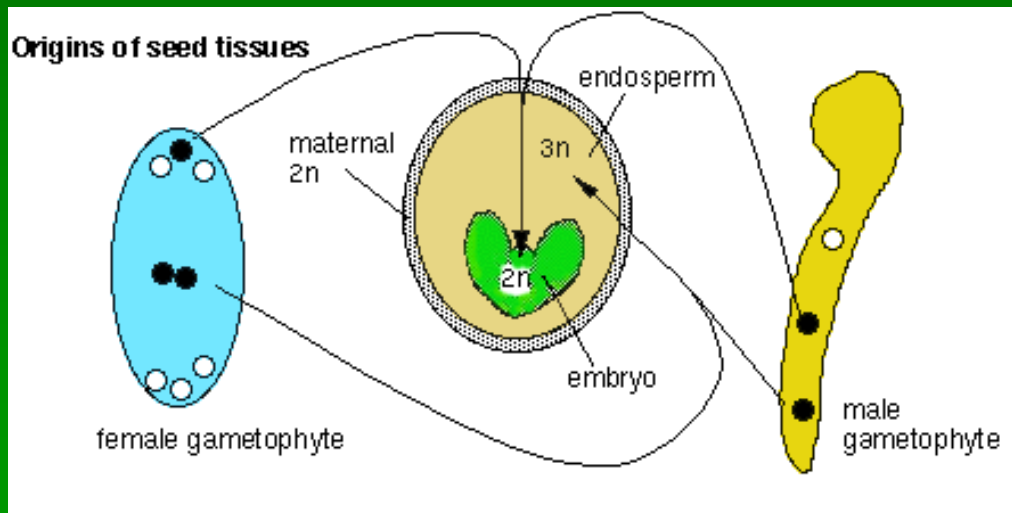


Semeno

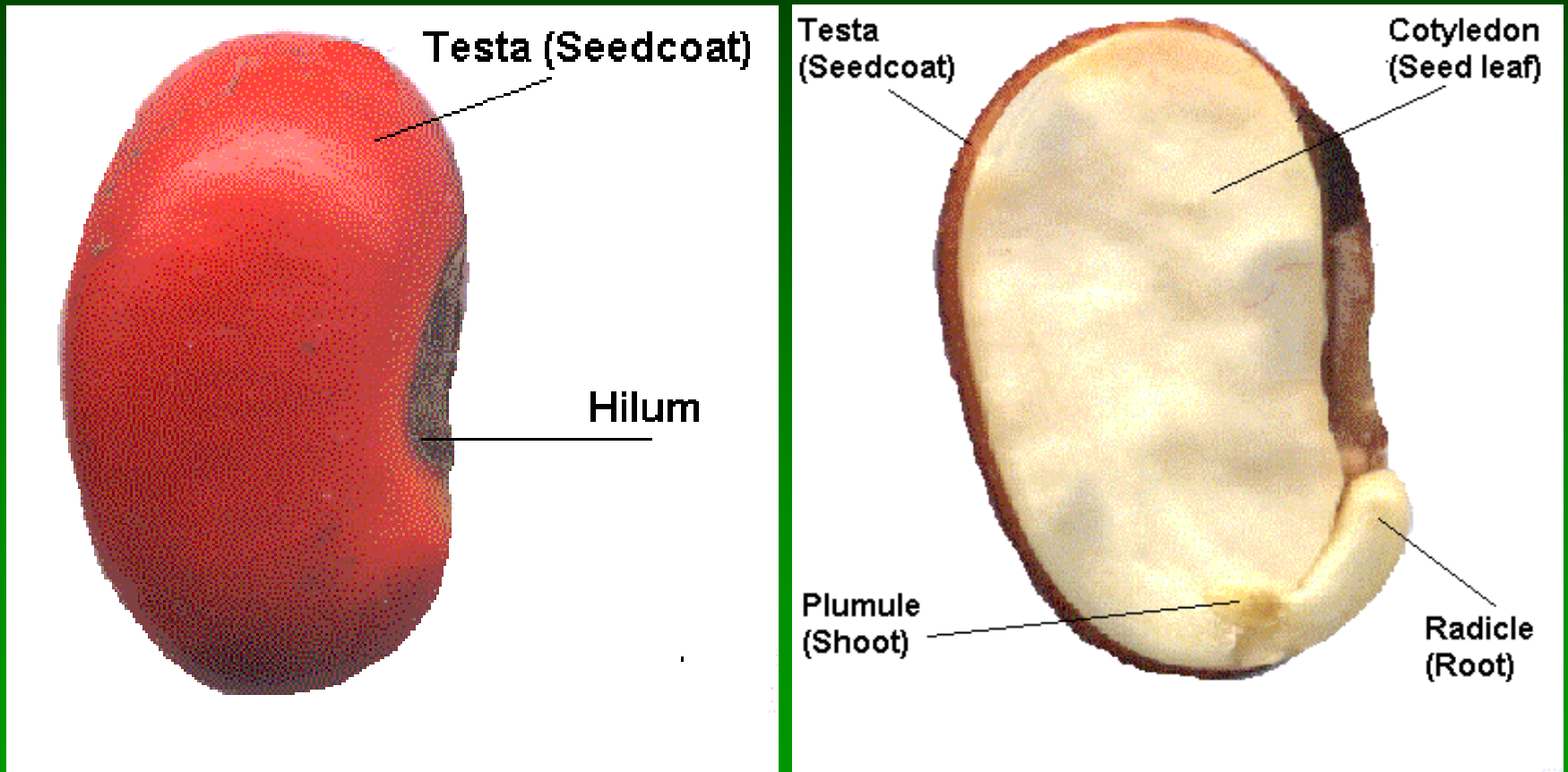
ze syngamií vzniklé zygoty se diferencuje dvou- nebo jednoděložné embryo

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

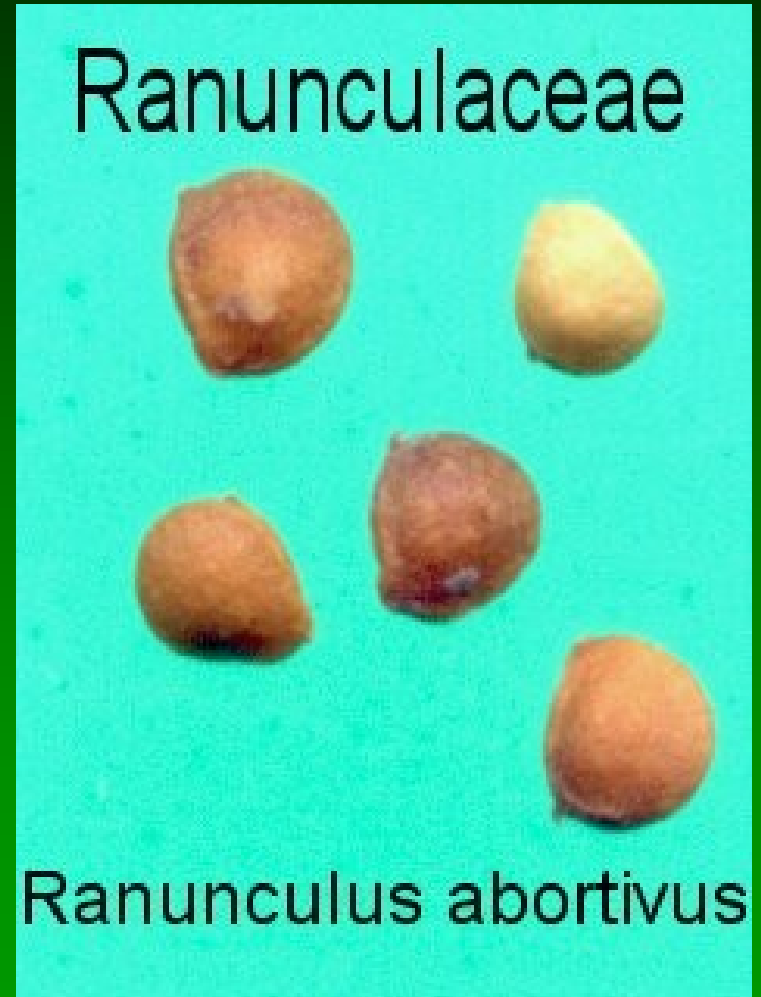
nucellus se mění ve vnější živné pletivo - perisperm



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



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



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



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

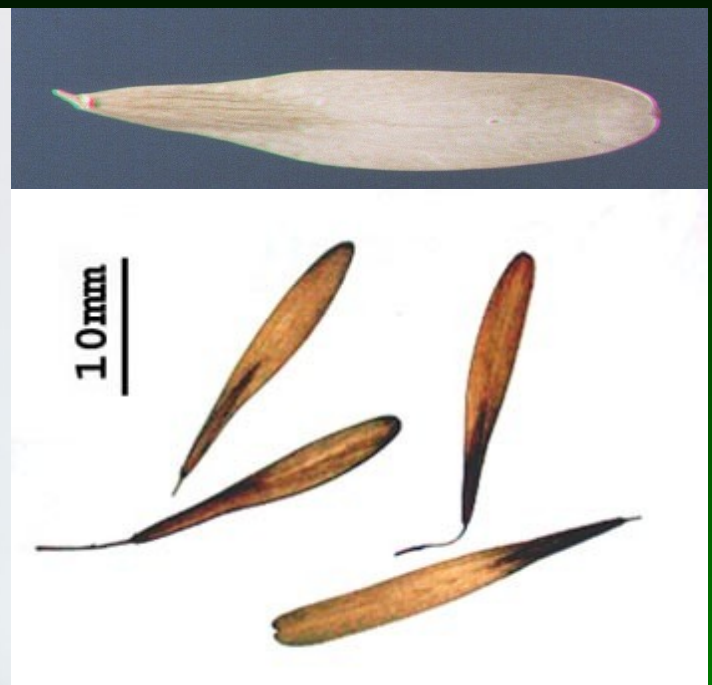
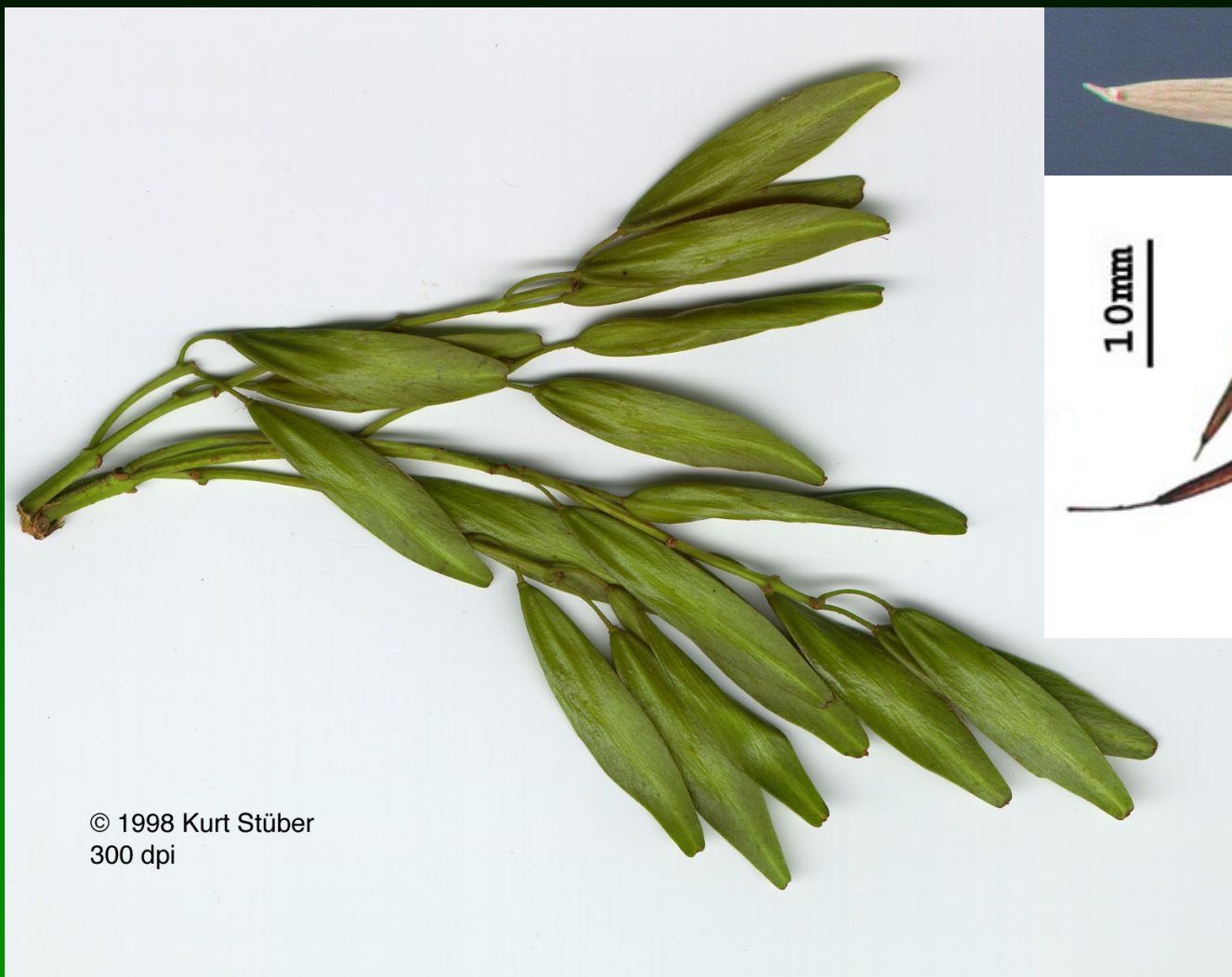


Nažka u slunečnice (*Helianthus, Asteraceae*) – pro nažky je typické, že oplodí a osemení k sobě sice těsně přiléhají, ale nesrůstají



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





© 1998 Kurt Stüber
300 dpi

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

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



Měchýřky v čeledi
Ranunculaceae

blatouch
Caltha



čemeřice
Helleborus



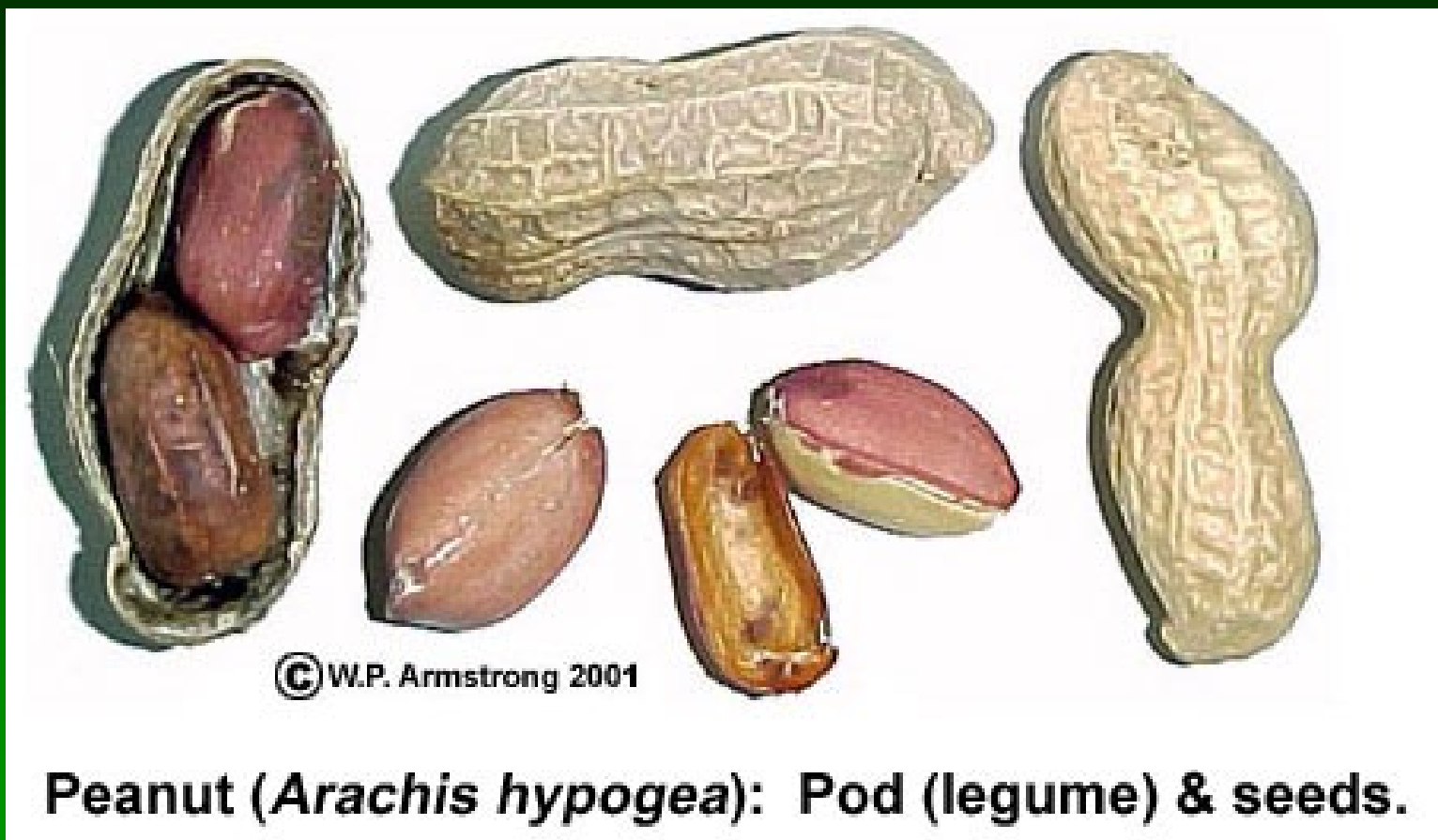
stračka (*Consolida*)
počet plodolistů a tedy
i měchýřků redukován
na jediný v každém
květu



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



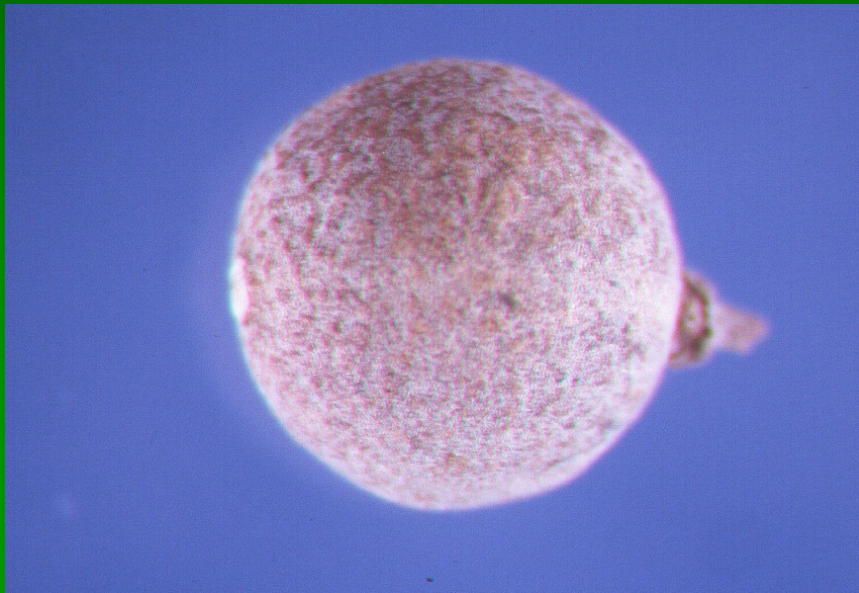
Lusk u podzemnice olejné je na hranici mezi luskem a
dvousemennou nažkou



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



Oříšky u lípy (*Tilia*, *Tiliaceae*)



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



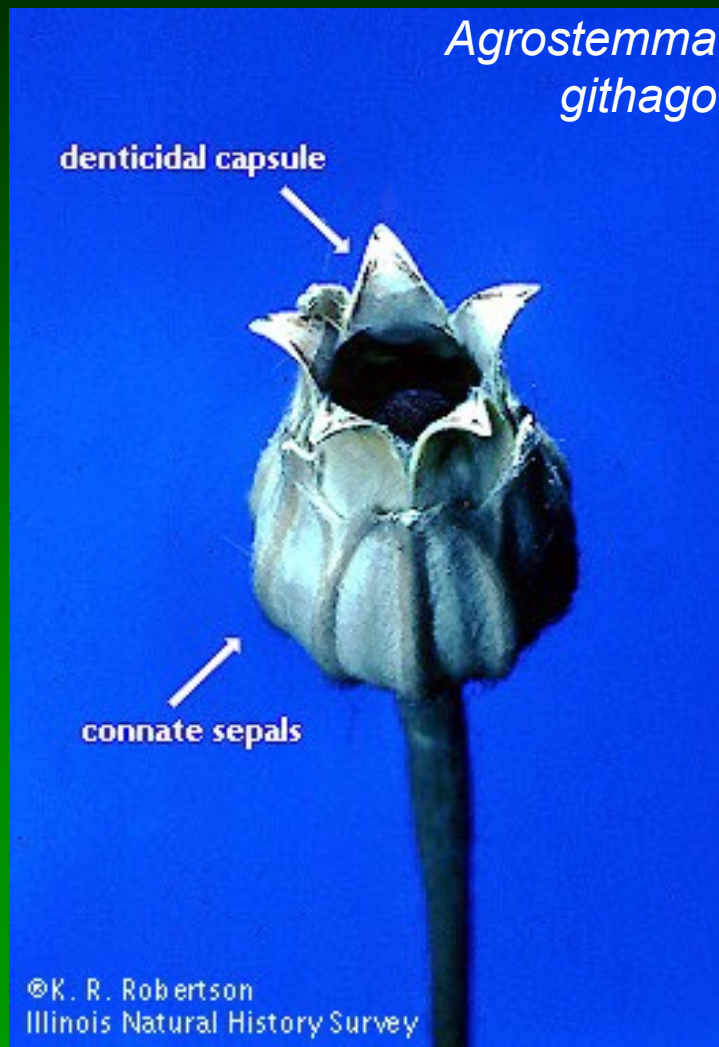
Suchým pukavým plodem vznikajícím jen z
cénokarpního gynecea je tobolka. Děrami se otvírá
tobolka máku (*Papaver*, *Papaveraceae*)



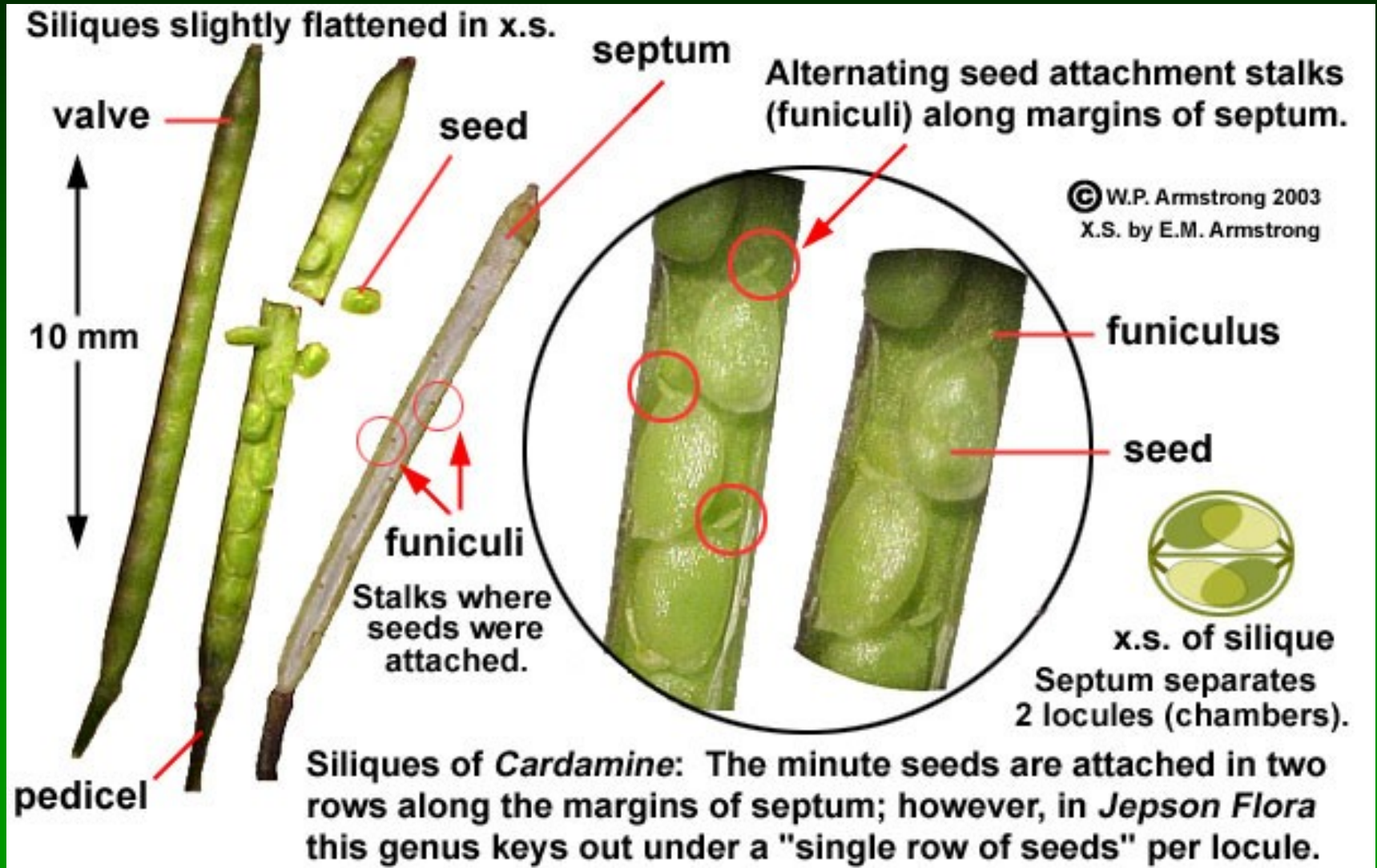
Trojpodzdré toboľky má
kosatec – *Iris*, *Iridaceae*



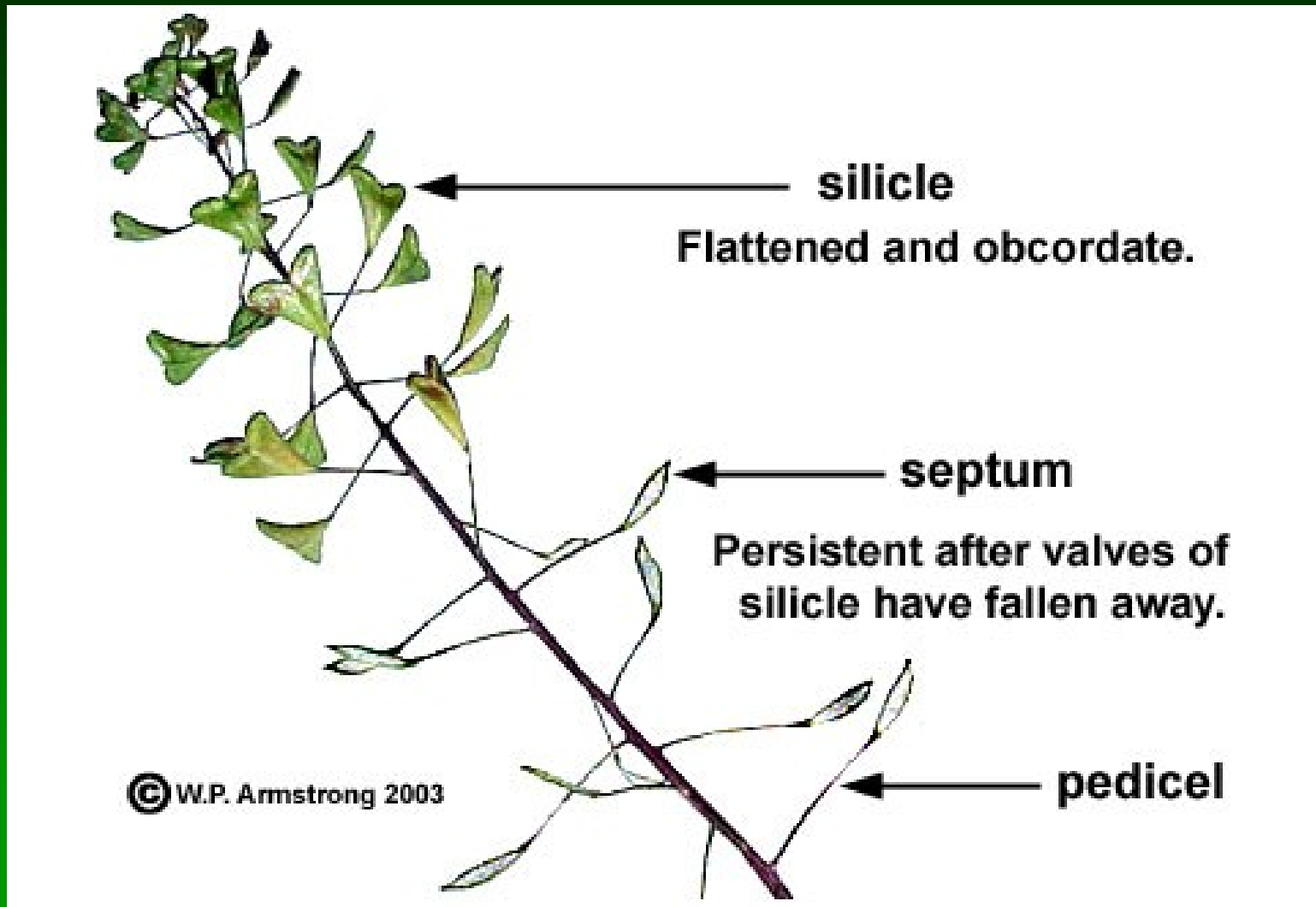
Tobolky otvírající se nejčastěji 5 nebo 10 zuby najdeme u čeledi hvozdíkovitých (*Caryophyllaceae*)



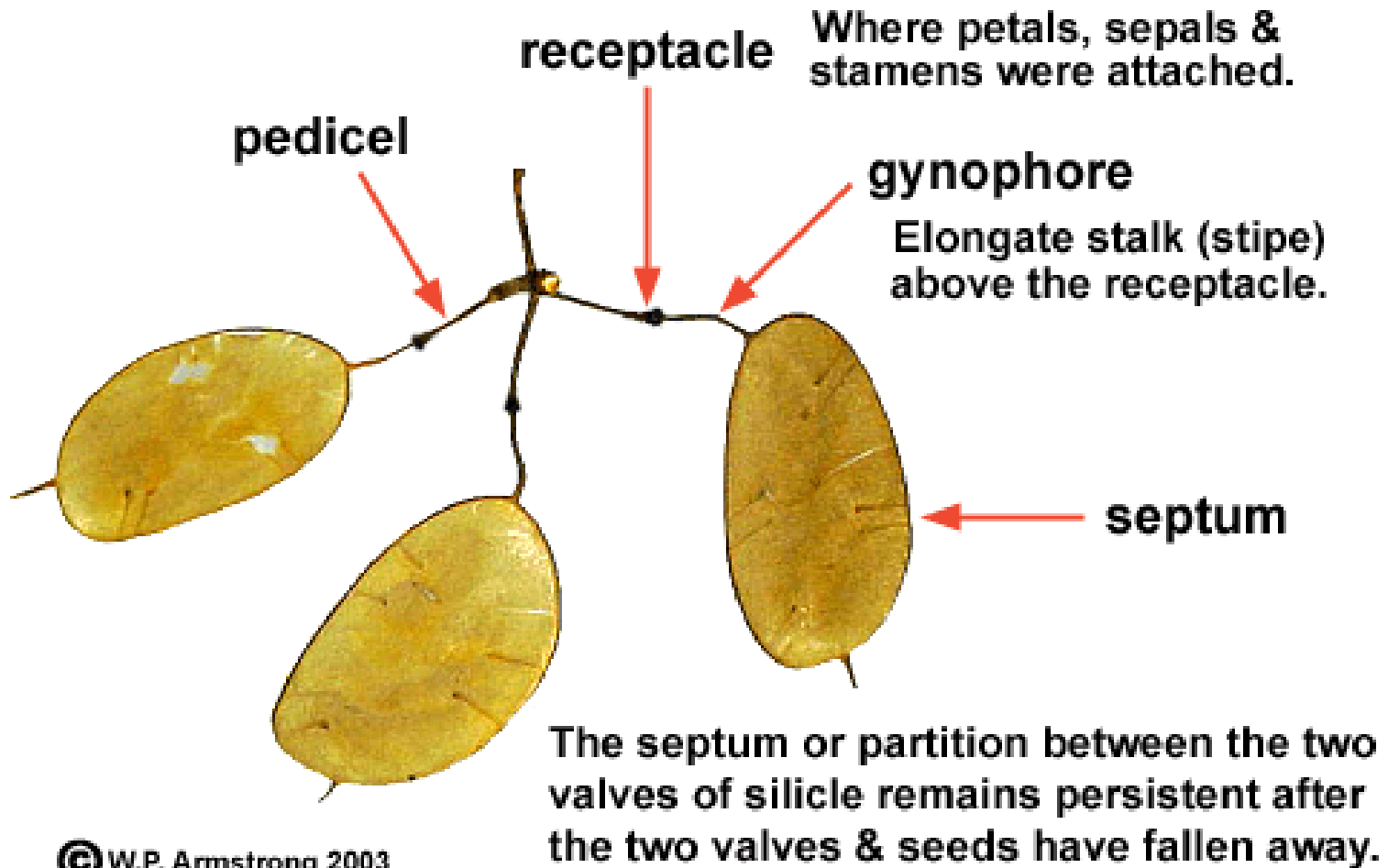
Také šešule brukvovitých (*Brassicaceae*) se dvěma chlopněmi a střední přepážkou je typem tobolky



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



Nebo u měsíčnice (*Lunaria annua*)



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



Zdužnatělé tobolky má také *Averroa carambola* (Oxalidaceae)



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



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



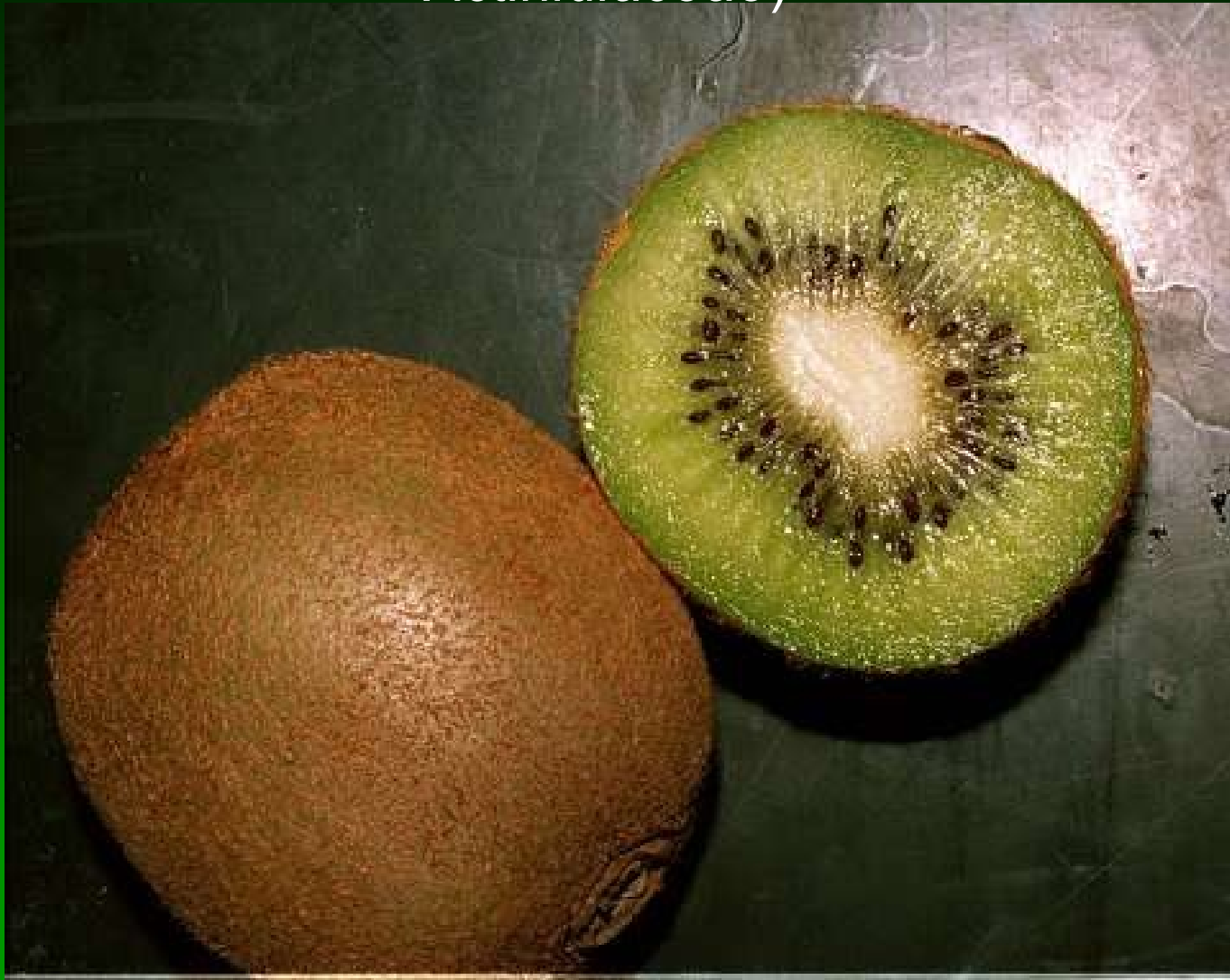
Mnohem častěji vzniká bobule s gynecea cénokarpního –
např. u tykvovitých (*Cucurbitaceae*)



různí zástupci čeledi tykvovitých - *Cucurbitaceae*



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



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



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



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



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



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

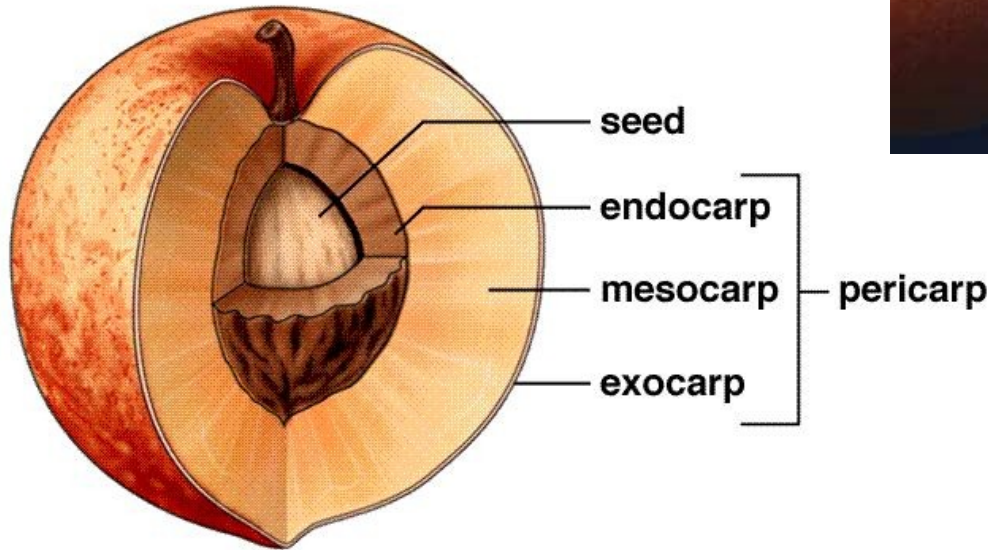


Dužnatým plodu je peckovice s trojvrstevným oplodím (blanitý exokarp, dužnatý mezokarp a sklerenchymatický endokarp) může vynikat z apokarpního gynecea



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

Regions of a Mature Fruit

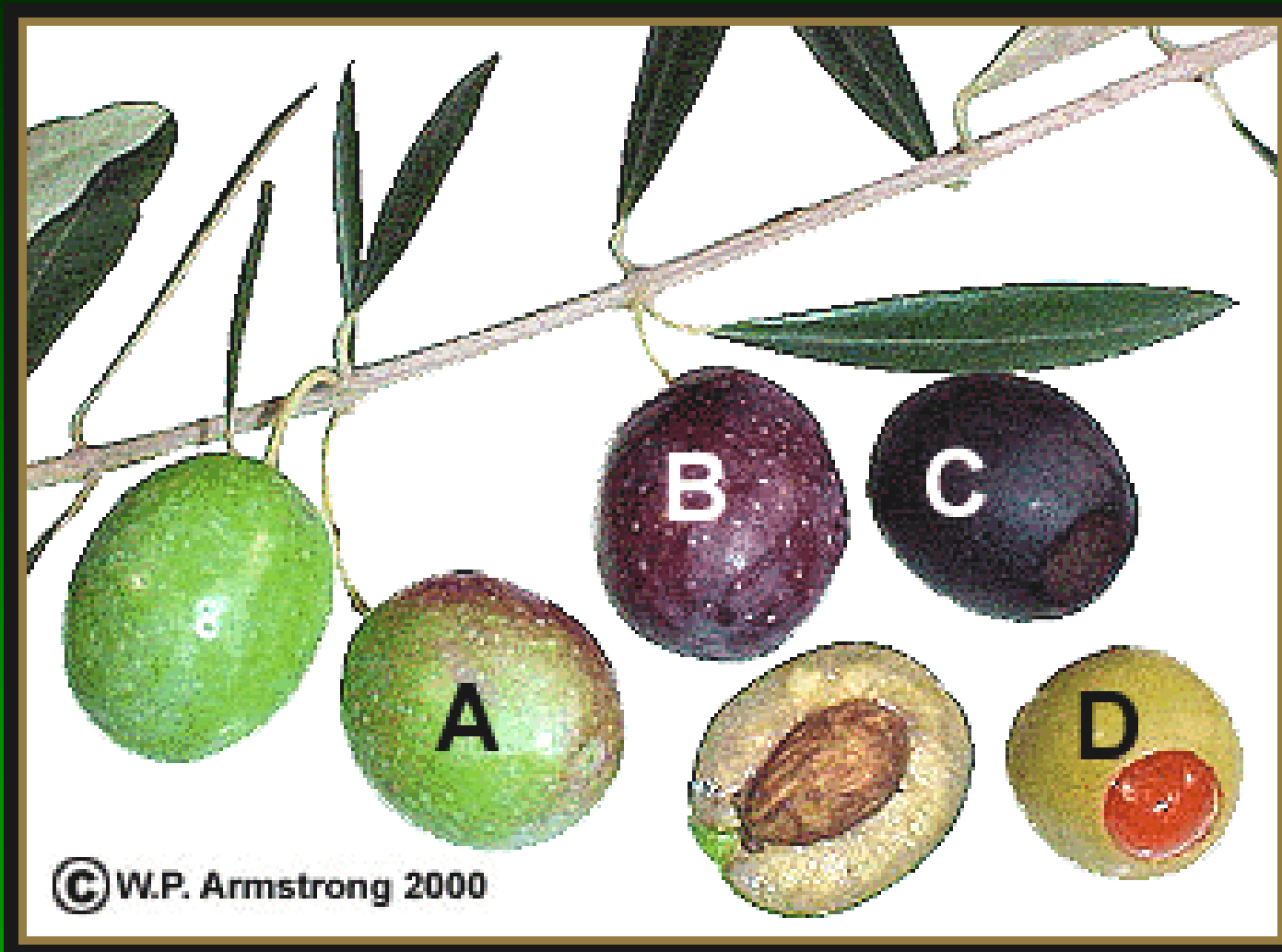


– např. u růžovitých (*Rosaceae* – meruňka – *Armeniaca*)

Broskev, třešeň



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



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



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



Tvrdky jsou typické také pro hluchavkovité (*Lamiaceae*)

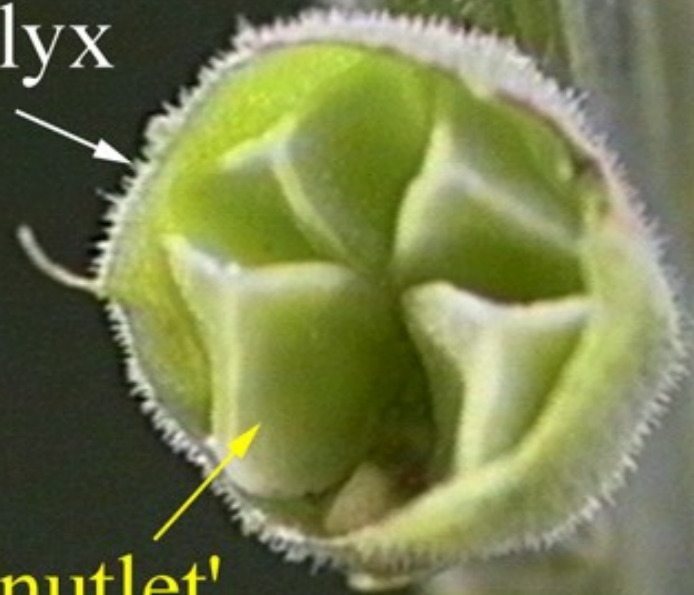
Lamiaceae



Dracocephalum parviflorum

calyx

'nutlet'



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



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



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



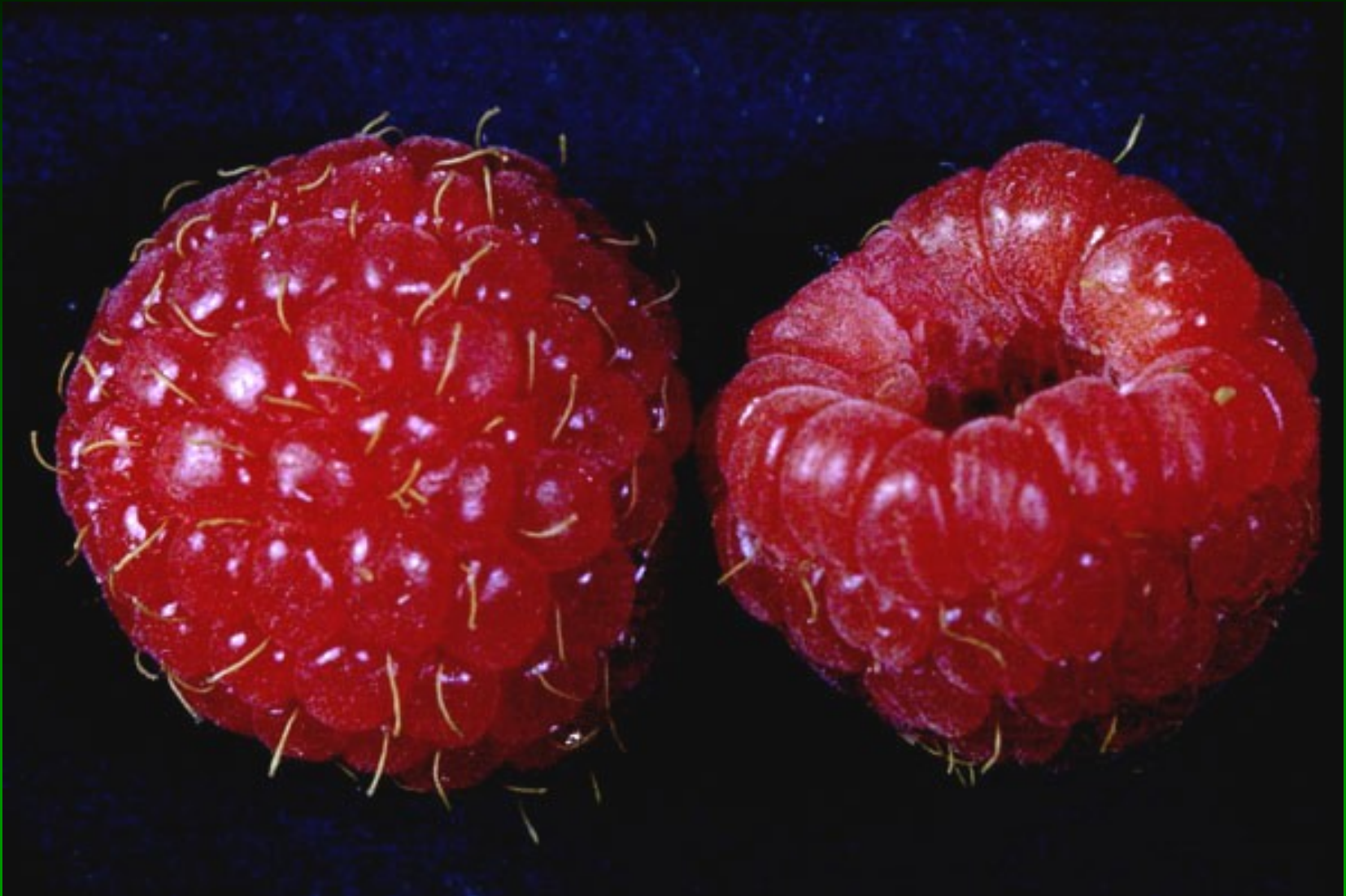
Rozpadavé plody, které rozpadají jinak než podél plodolistů nazýváme lámavé – vznikají jen z cénokarpných gyneceí. Je to např. struk u ředkve (*Raphanus*, *Brassicaceae*)



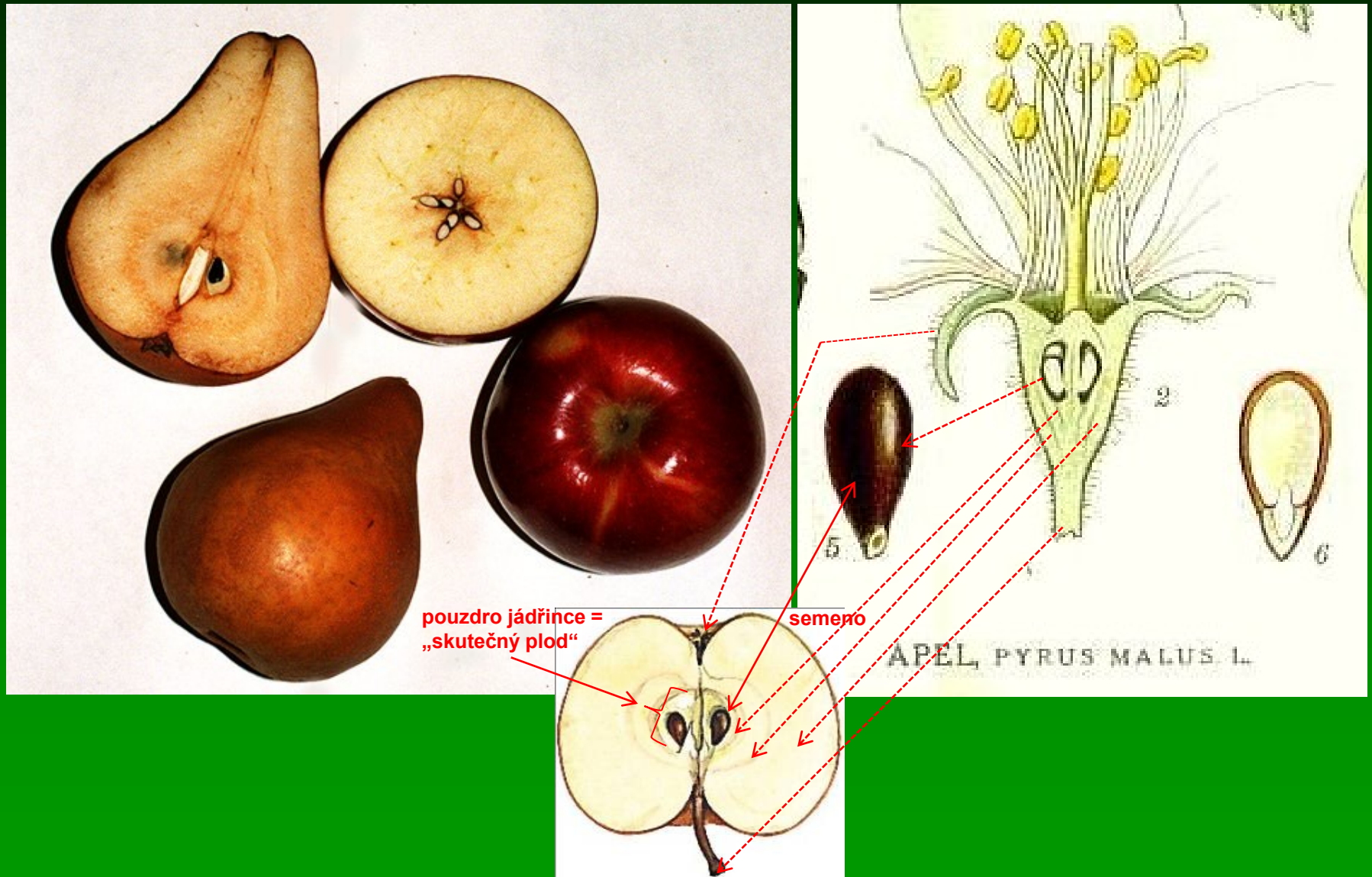
Souplodí je útvar vzniklý spojením apokarpních plodů obvykle květním lůžkem např. mnohoměchýřek u magnolie (*Magnolia*, *Magnoliaceae*)



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



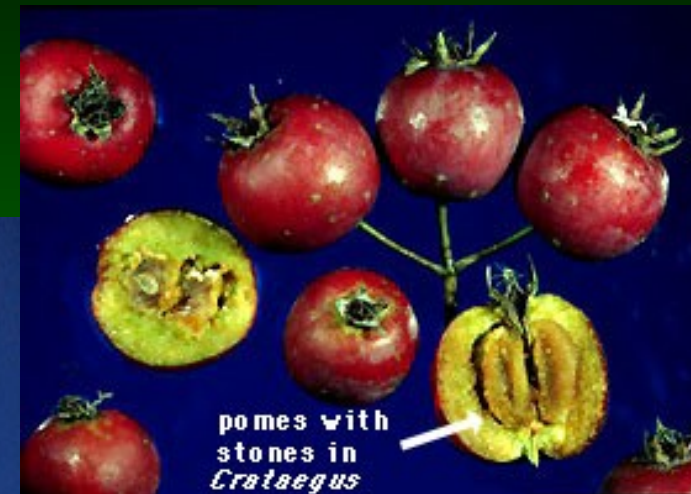
Zdužnatělá češule obalující souplodí nažek (jádřínek) dává vznik souplodí zvanému malvice



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



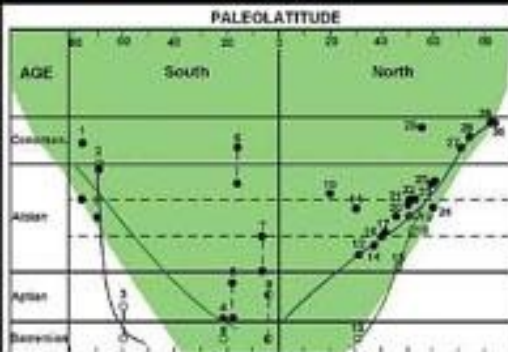


Masíčka na semenech (caruncula) či tuková tělíska na plodech (elaiosomy) jsou některých druhů adaptací na šíření mravenci – myrmekochorie



Vznik krytosemenných

hlavní aspekty jejich
evolučního úspěchu



CRETACEOUS RADIATION BEGINS IN WET TROPICS

Early Cretaceous
130 mya

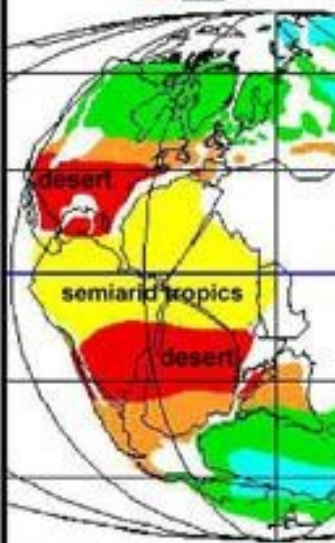
Wet tropics return as global climate becomes more equable; Angiosperms appear in southern **rift basins** between South America and Africa.



AMELIORATION OF CLIMATE IN LATE JURASSIC

Middle Jurassic
165 mya

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



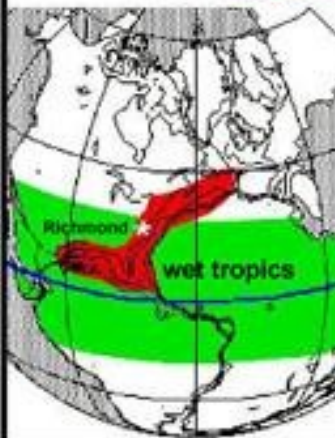
JURASSIC DESERTIFICATION OF TROPICS

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

Mass Extinction at Triassic-Jurassic boundary

Late Triassic
230 mya

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



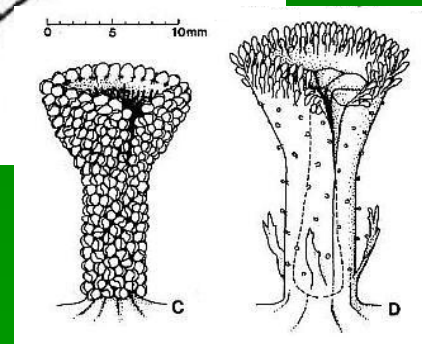
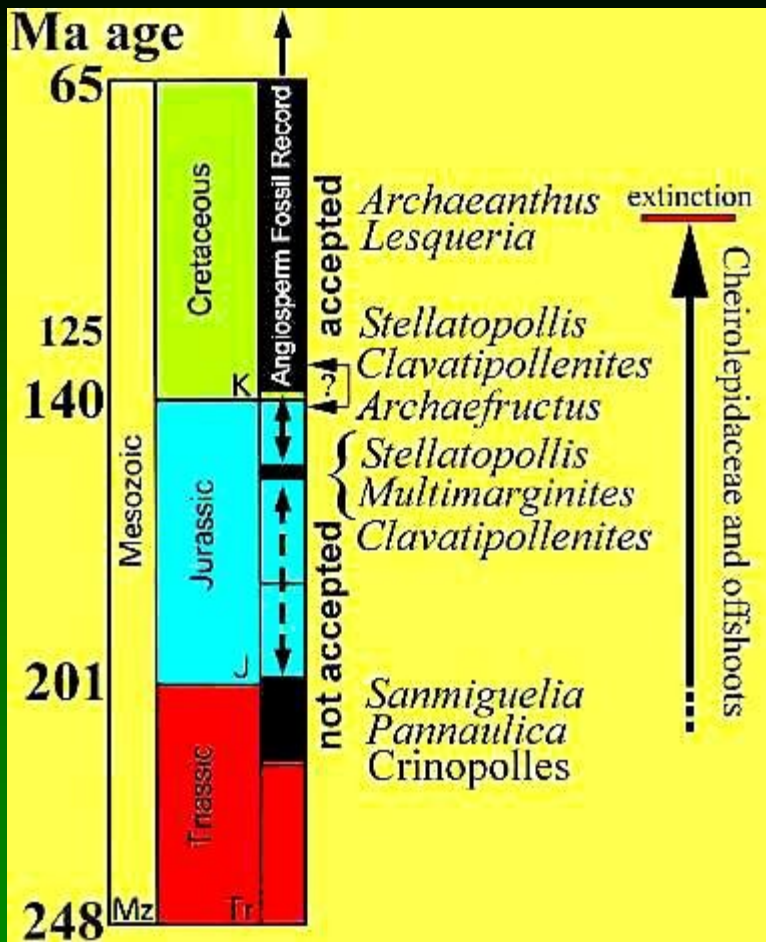
INCREASING ARIDITY IN LOW LATITUDES

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

EARLY TRIASSIC STEM ANGIOPHYTES

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

a vyšších rostlin - úvod ke krytosemenným



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

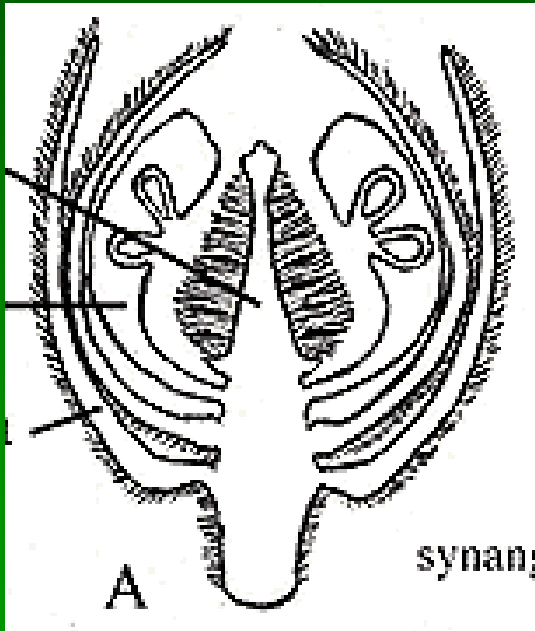
„Jednoděložné“ listy, jednopohlavné „gnetoidní“ květy s rudimenty opačného pohlaví v šiřticovitých „květenstvích“

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

Williamsonia

Magnolia

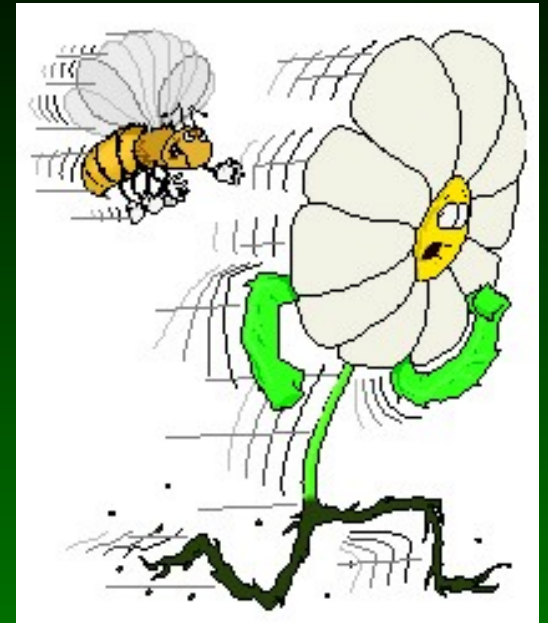
Lilium



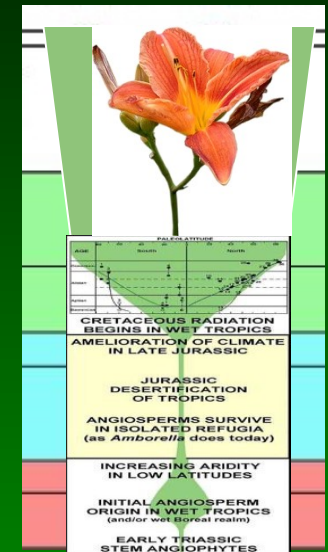
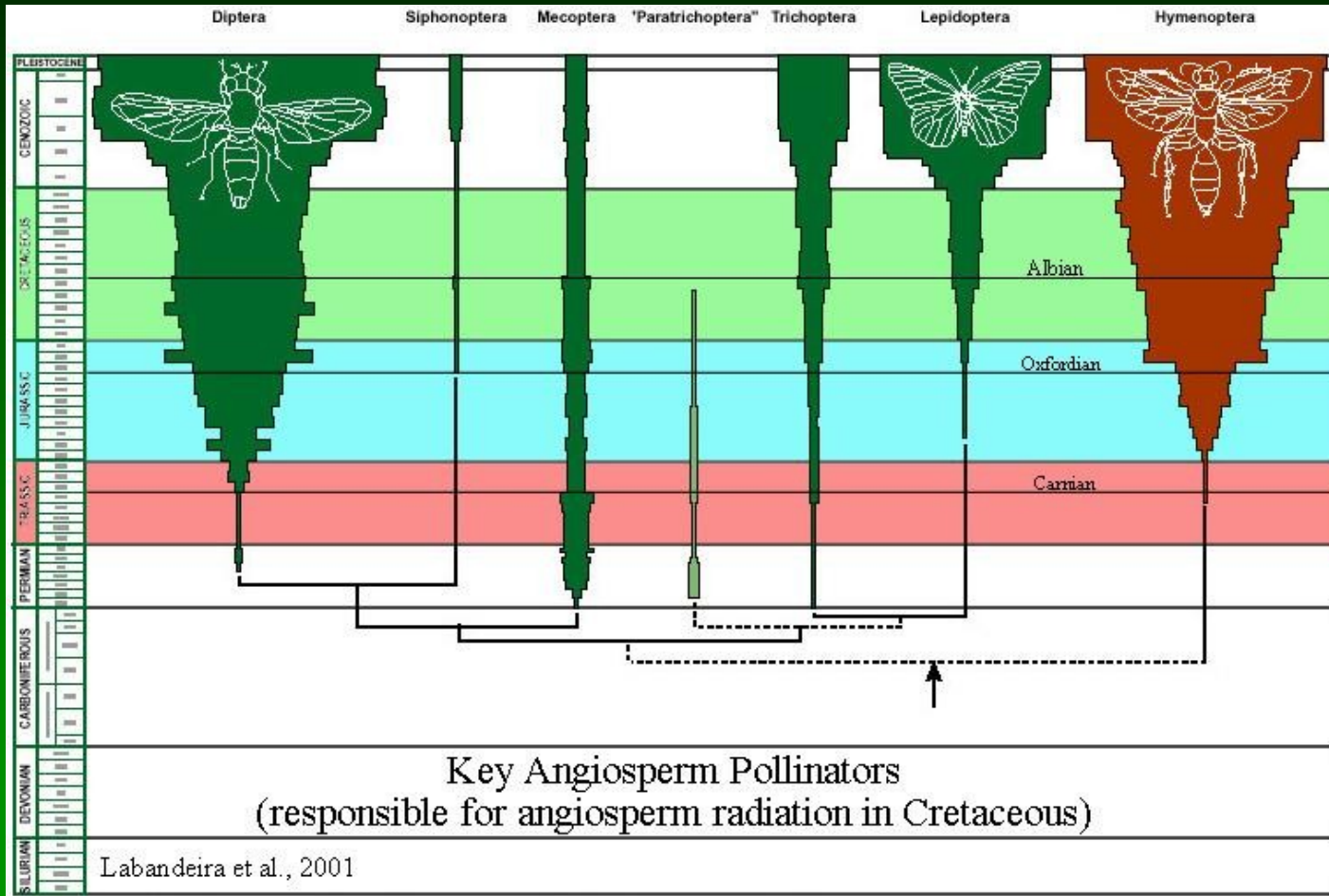
Celosvětovou křídovou expanzi krytosemenných podmínila:

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

koevoluce krytosemenných a hmyzu
vedla k morfologické diverzifikaci hlavně
květních částí



Diverzifikace hlavních typů opylovačů a krytosemenných v geologickém čase



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

