



Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin

Krytosemenné: úvod

Petr Bureš



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Angiospermae (krytosemenné)



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

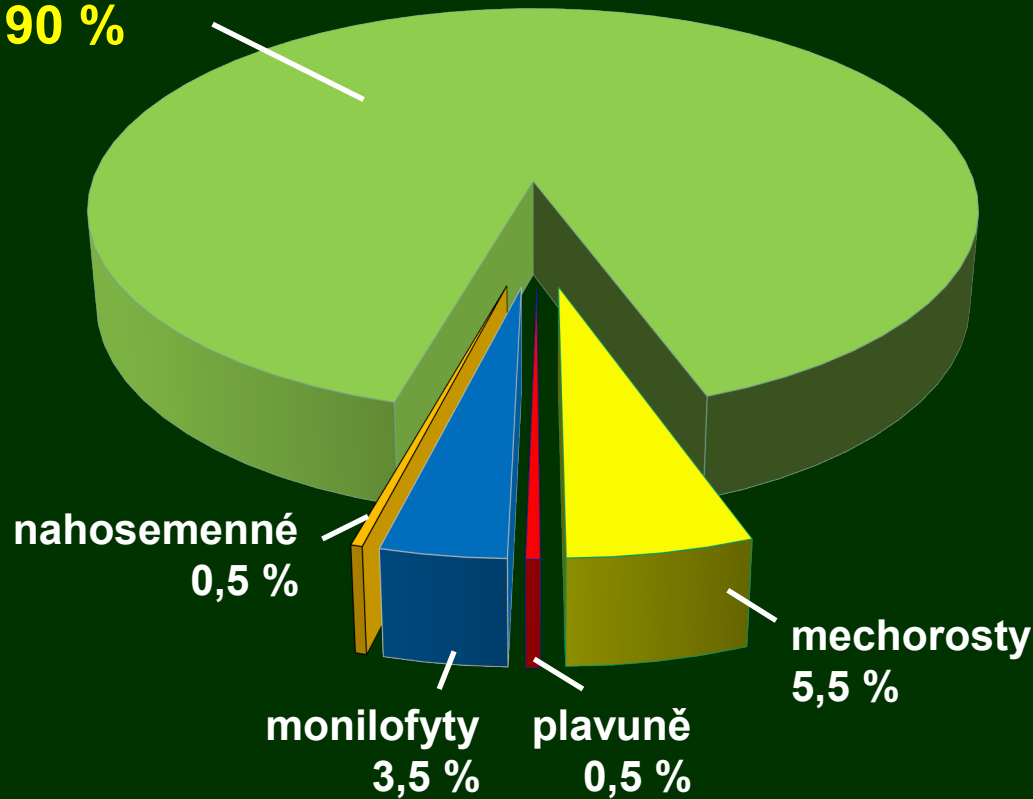


Habitus: byliny i dřeviny rozmanitého vzhledu a různých ekologických nároků

Krytosemenné = nejbohatší linie vyšších rostlin

Druhov^á diverzita vyšších rostlin

krytosemenné
90 %



456 čeledí¹⁾

13 650 rodů²⁾

335 000 druhů²⁾

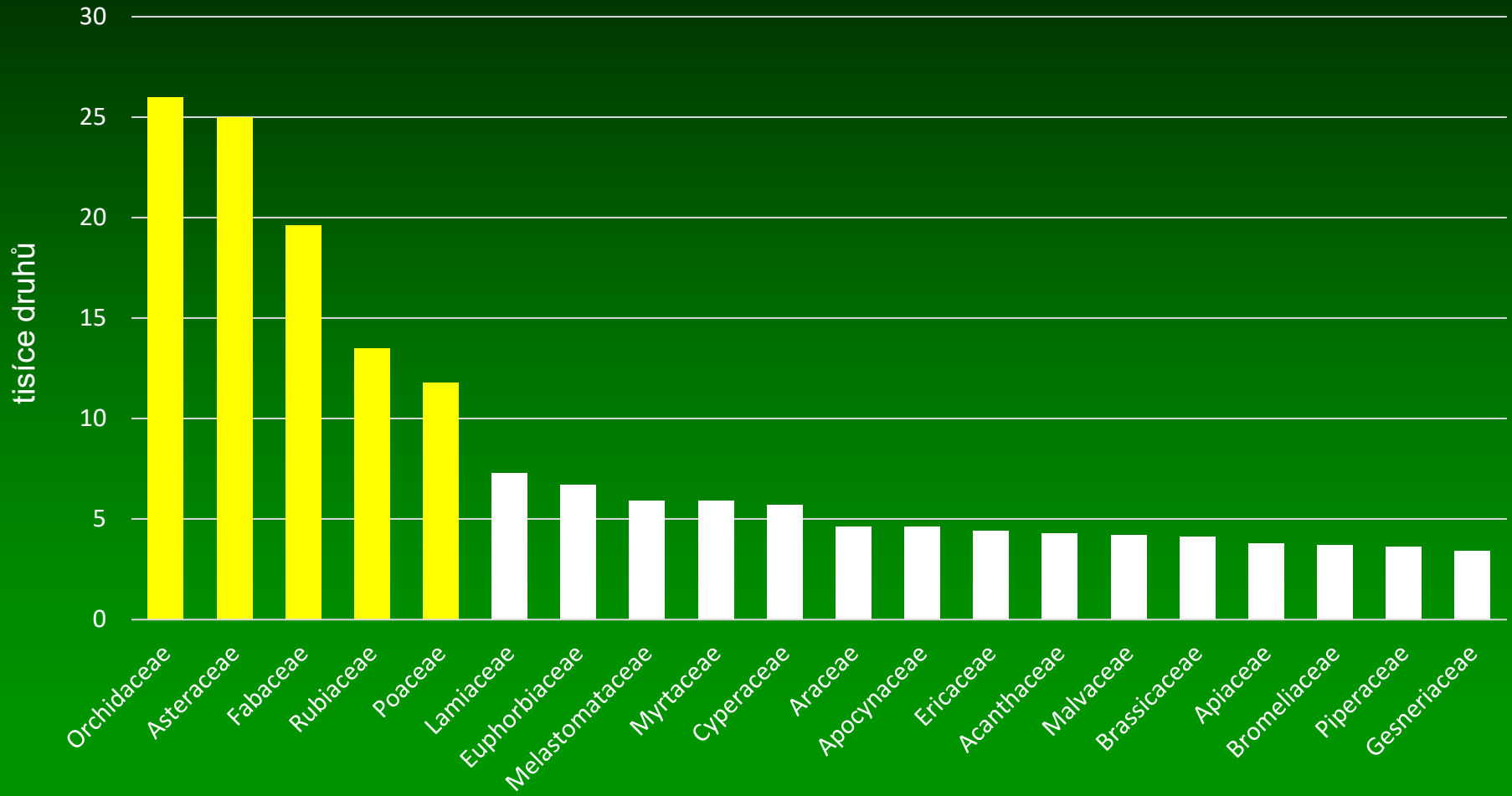
Zdroj:

1) Angiosperm Phylogeny Website (2023)

2) Plants of the World Online (2022)

Diverzita není rovnoměrně rozložena

20 druhově nejbohatších čeledí krytosemenných



Na **5 čeledí** připadá 1/4 druhové diverzity krytosemenných

Diverzita není rovnoměrně rozložena

Opačný extrém = 30 monotypických čeledí (zahrnujících jediný druh) = Amborellaceae, Butomaceae, Drosophyllaceae, Gomortegaceae, Nelumbonaceae, Scheuchzeriaceae, Maundiaceae, Aphloiaceae, Tetracarpaceae, Aextoxicaceae, Barbeuiaceae, Barbeyaceae, Cephalotaceae, Curtisiaceae, Cystodiaceae, Emblingiaceae, Eucommiaceae, Geissolomaceae, Guatemalaceae, Halophytaceae, Lanariaceae, Peltantheraceae, Pentadiplandraceae, Petenaeaceae, Petermanniaceae, Plocospermataceae, Setchellanthaceae, Simmondsiaceae, Ticodendraceae, Tiganophytaceae

Amborella trichopoda



Butomus umbellatus



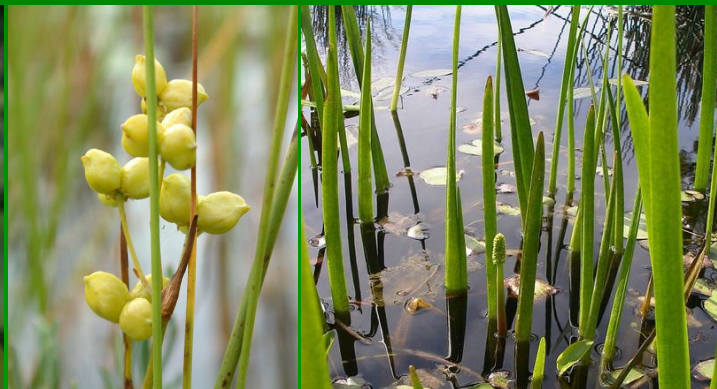
Drosophyllum lusitanicum



Gomortega keule

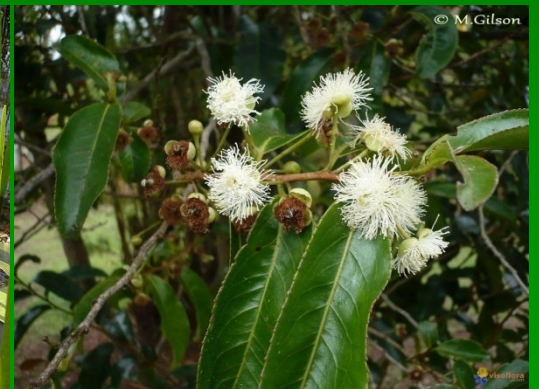


Nelumbo lutea



Scheuchzeria palustris

Maundia triglochinosides



Aphloia theiformis

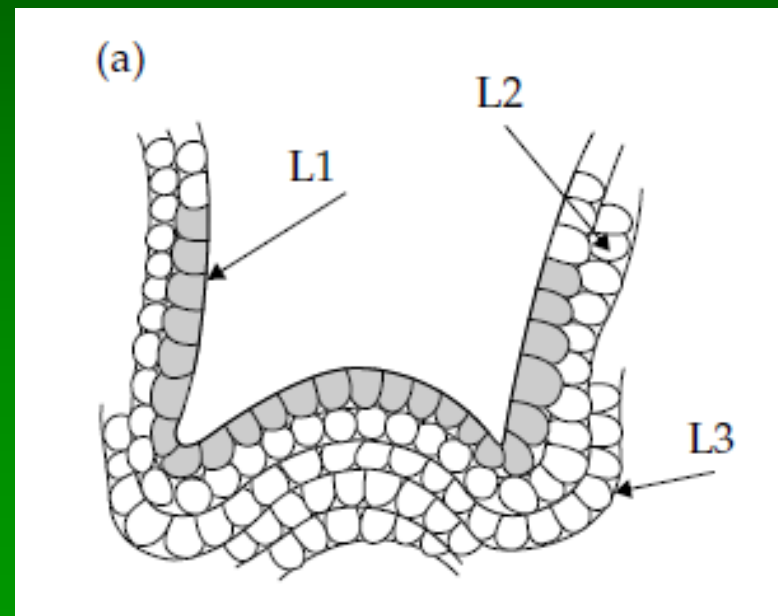
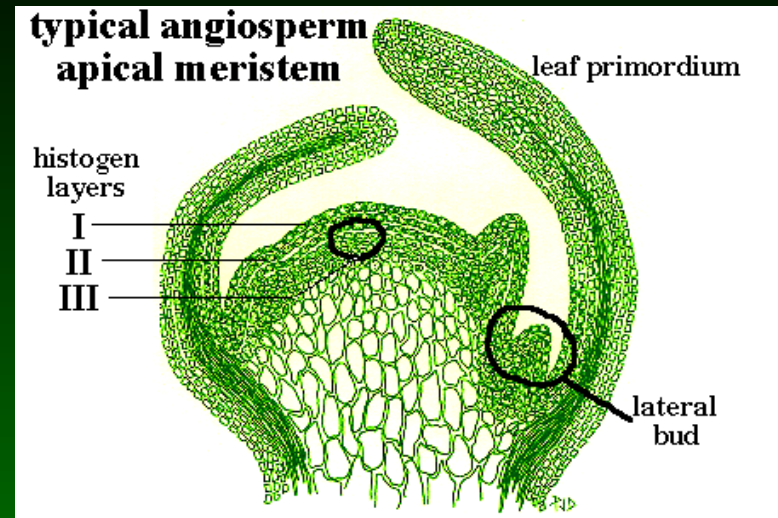
Apikální meristém

- 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

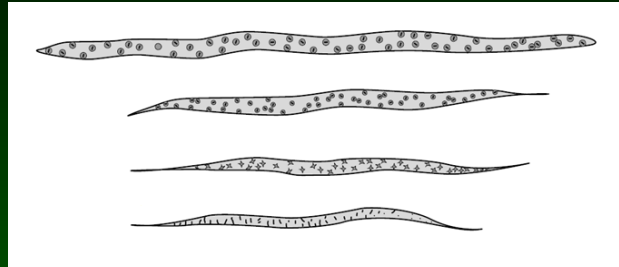


Apikální meristém nahosemenných je jednovrstevný

Struktura xylemu – kromě tracheid i tracheje a fibrily

– fibrily
= xylemový sklerenchym

tenké
do 10 μm

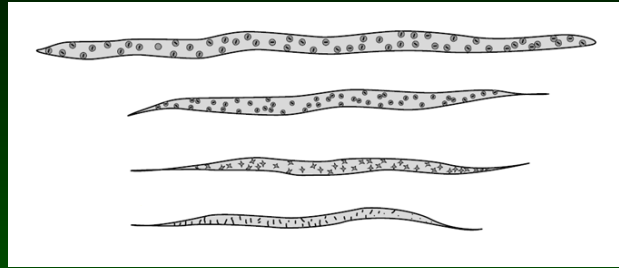


mechanická funkce > vodivá funkce

Struktura xylemu – kromě tracheid i tracheje a fibrily

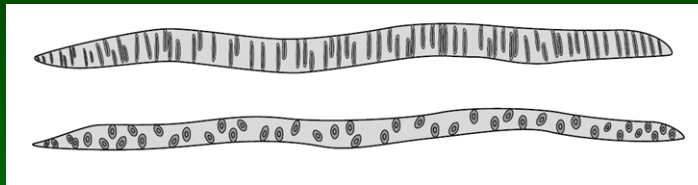
- fibrily →
= xylemový sklerenchym

tenké
do 10 μm



mechanická funkce > vodivá funkce

- tracheidy →
nemají
terminální otvor 15–40 μm

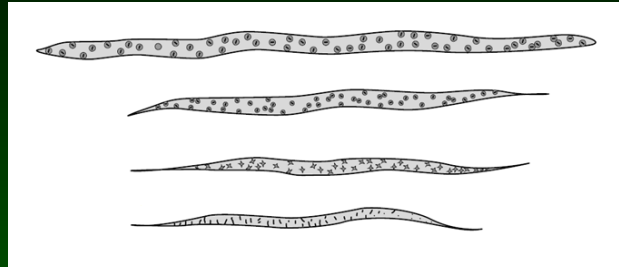


**mechanická +
vodivá funkce**

Struktura xylemu – kromě tracheid i tracheje a fibrily

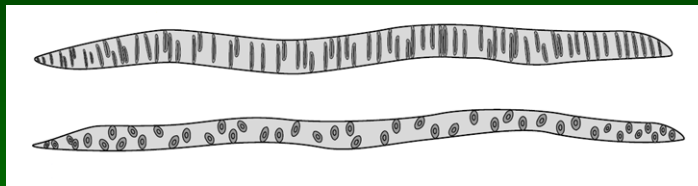
- fibrily →
= xylemový sklerenchym

tenké
do 10 μm



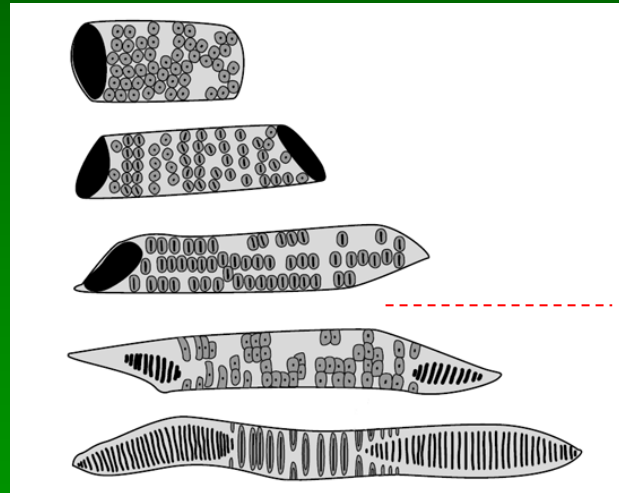
mechanická funkce > vodivá funkce

- tracheidy →
nemají terminální otvor
15–40 μm



**mechanická +
vodivá funkce**

- tracheje →
50–500 μm
široké

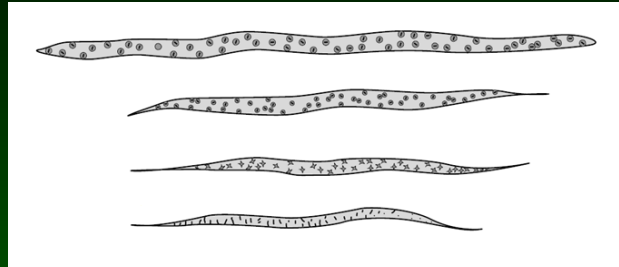


mechanická funkce < **vodivá funkce**

Struktura xylemu – kromě tracheid i tracheje a fibrily

– fibrily
= xylemový sklerenchym

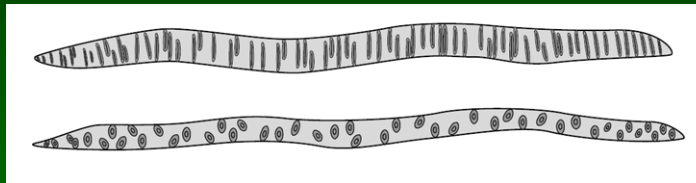
tenké
do 10 μm



mechanická funkce > vodivá funkce

– tracheidy
nemají
terminální otvor

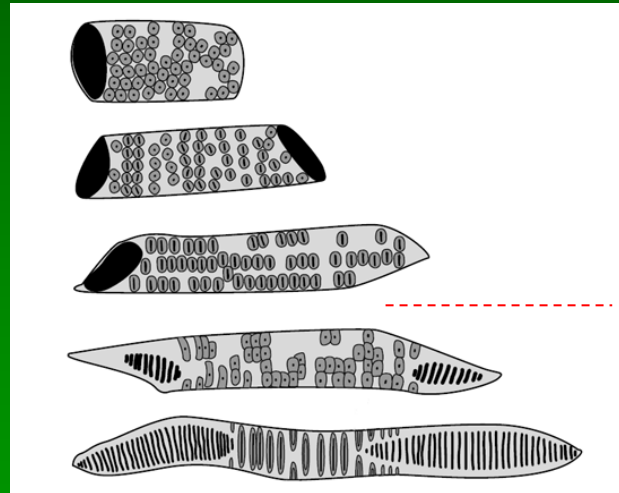
15–40 μm



**mechanická +
vodivá funkce**

– tracheje

50–500 μm
široké



odvozenější 1 terminální otvor

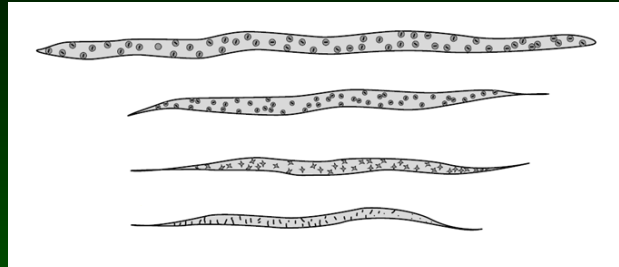
mechanická funkce < **vodivá funkce**

primitivnější schodovitá terminální
perforace

Struktura xylemu – kromě tracheid i tracheje a fibrily

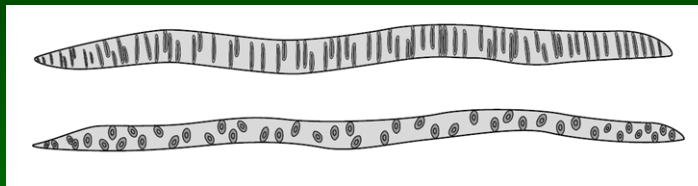
- fibrily →
= xylemový sklerenchym

tenké
do 10 μm



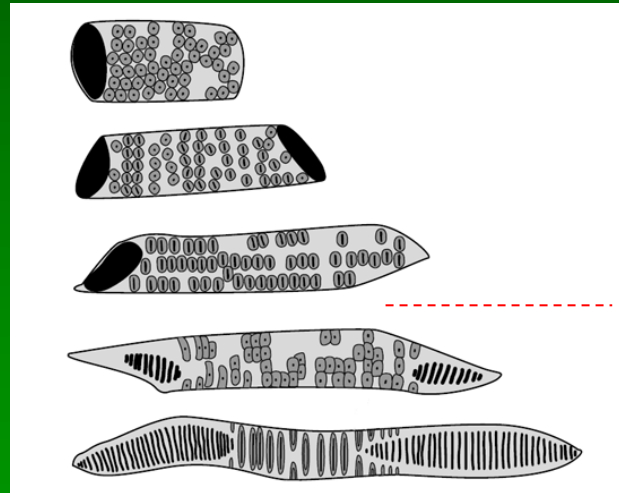
mechanická funkce > vodivá funkce

- tracheidy →
nemají terminální otvor
15–40 μm



**mechanická +
vodivá funkce**

- tracheje →
50–500 μm
široké



odvozenější 1 terminální otvor

mechanická funkce < **vodivá funkce**

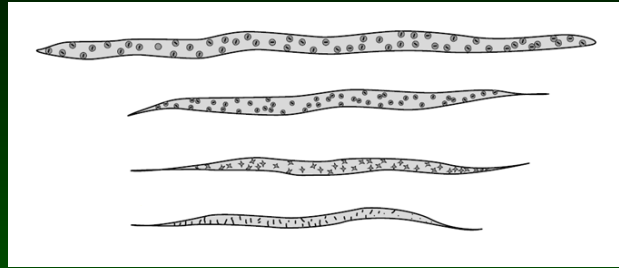
- xylemový parenchym →
jediná živá součást
xylemu – zásobní
depozice škrobu – je i u
nahosemenných

primitivnější schodovitá terminální
perforace

Struktura xylemu – kromě tracheid i tracheje a fibrily

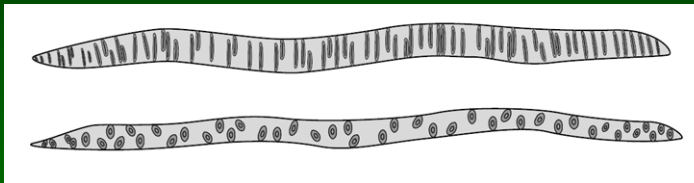
- fibrily →
= xylemový sklerenchym

tenké
do 10 μm



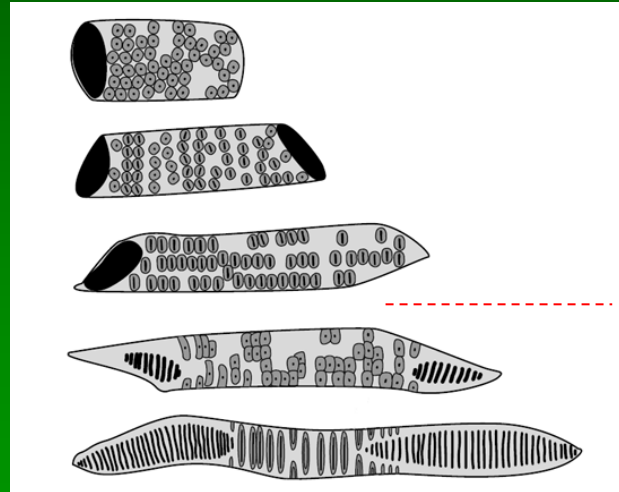
mechanická funkce > vodivá funkce

- tracheidy →
nemají terminální otvor
15–40 μm



mechanická + vodivá funkce
fylogeneticky původní

- tracheje →
50–500 μm široké



odvozenější 1 terminální otvor

mechanická funkce < **vodivá funkce**

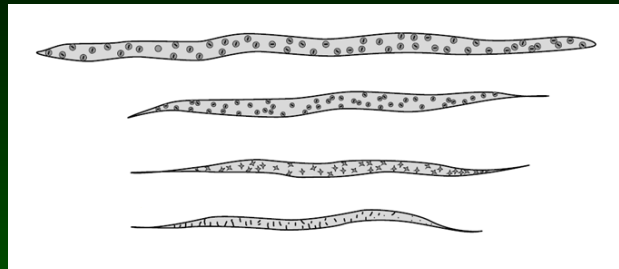
- xylemový parenchym →
jediná živá součást xylemu – zásobní depozice škrobu – je i u nahosemenných

primitivnější schodovitá terminální perforace

Struktura xylemu – kromě tracheid i tracheje a fibrily

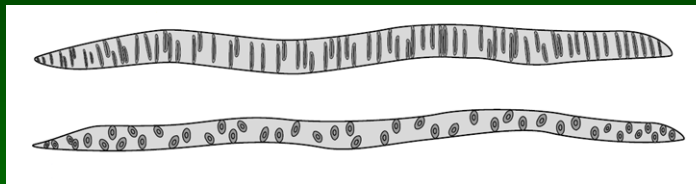
- fibrily →
= xylemový sklerenchym

tenké
do 10 μm



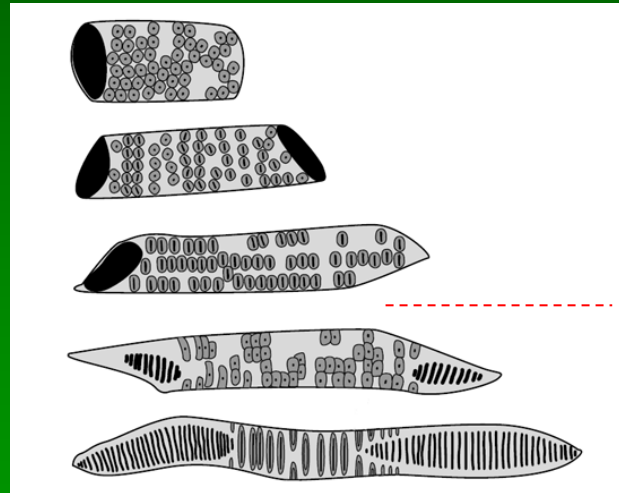
mechanická funkce > vodivá funkce

- tracheidy →
nemají terminální otvor
15–40 μm



mechanická + vodivá funkce
fylogeneticky původní

- tracheje →
50–500 μm široké



odvozenější 1 terminální otvor

mechanická funkce < **vodivá funkce**

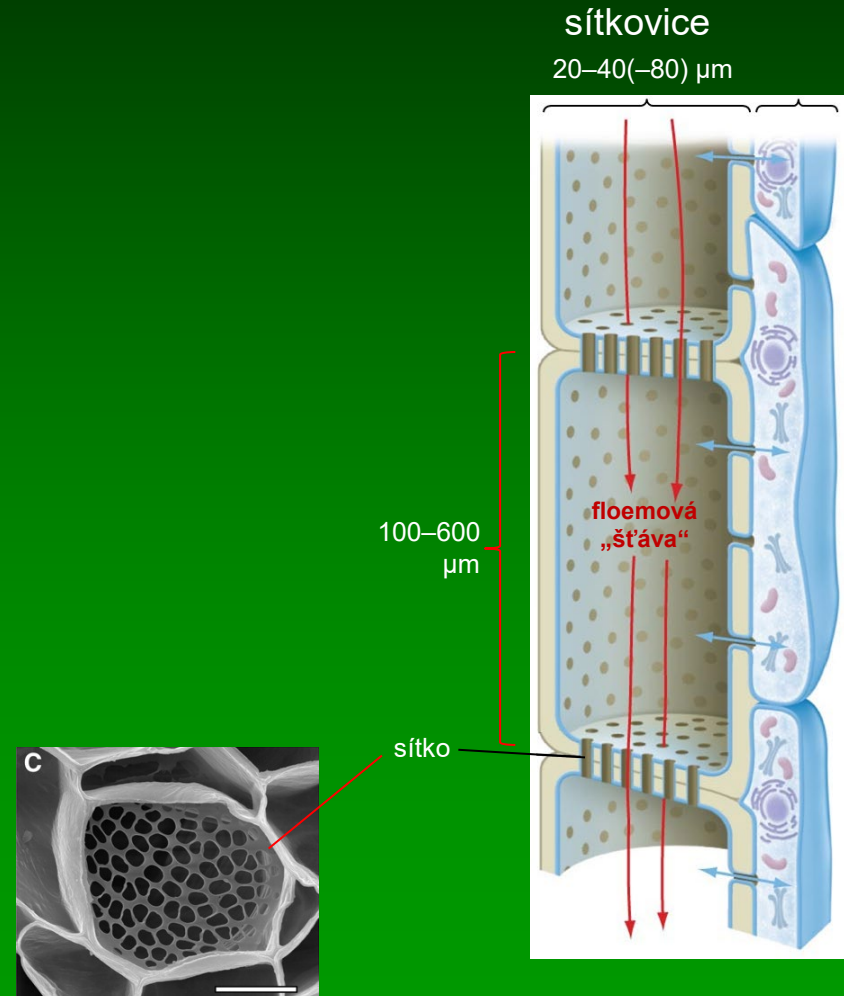
- xylemový parenchym →
jediná živá součást xylemu – zásobní depozice škrobu – je i u nahosemenných

primitivnější schodovitá terminální perforace

Tracheje krytosemenných mají často úplnou terminální perforaci, u primitivnějších ještě se schodovitou terminální perforací

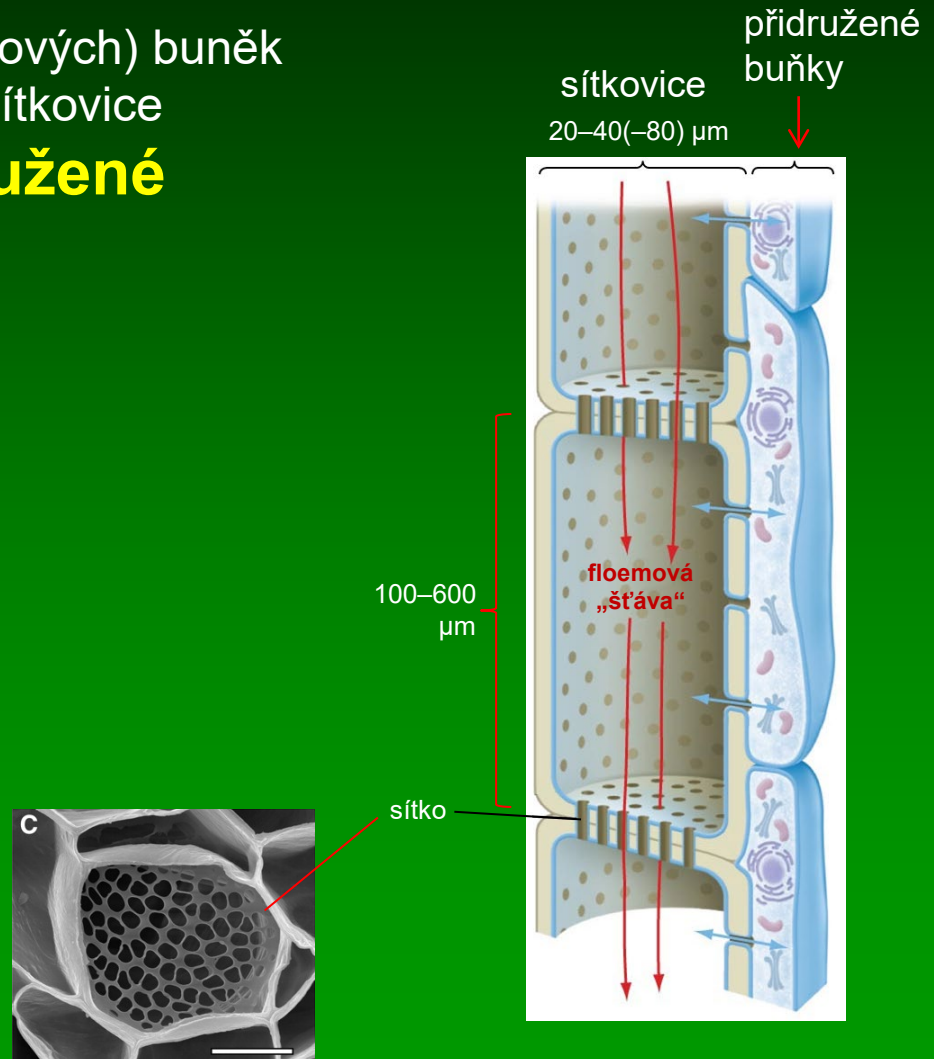
Struktura floemu

– místo sítkových buněk – **sítkovice** – navazují jedna na druhou jako tracheje



Struktura floemu

- místo sítkových buněk – **sítkovice** – navazují jedna na druhou jako tracheje
- místo Strassburgerových (albuminových) buněk (typických pro nahosemenné) mají sítkovice krytosemenných – **buňky přidružené**



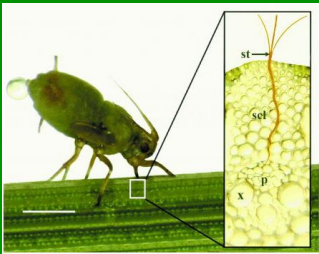
Struktura floemu

- místo sítkových buněk – **sítkovice** – navazují jedna na druhou jako tracheje
- místo Strassburgerových (albuminových) buněk (typických pro nahosemenné) mají sítkovice krytosemenných – **buňky přidružené**

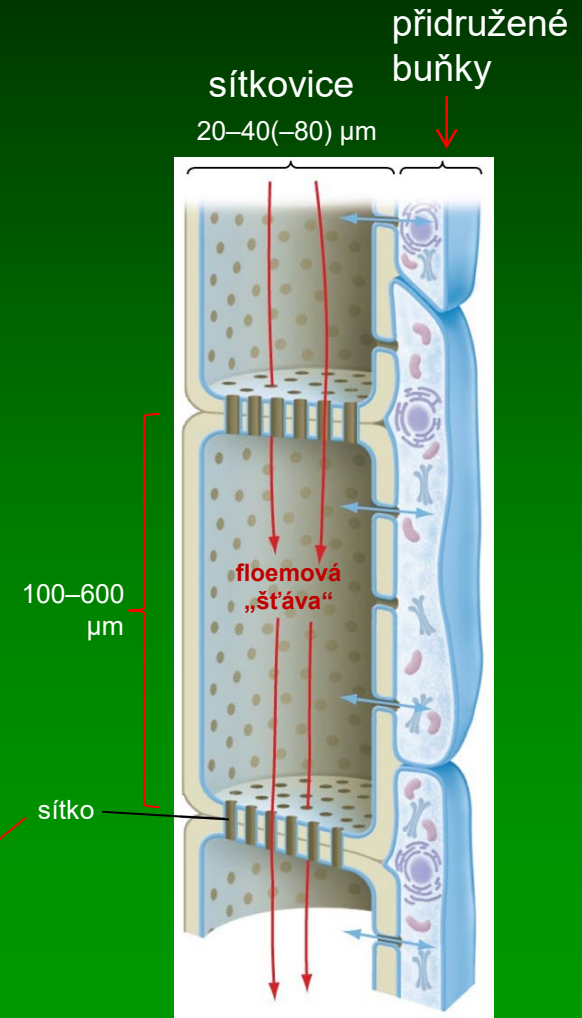
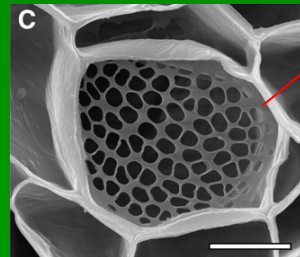
Floémová „šťáva“ = asimiláty (hlavně cukry) z listů

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

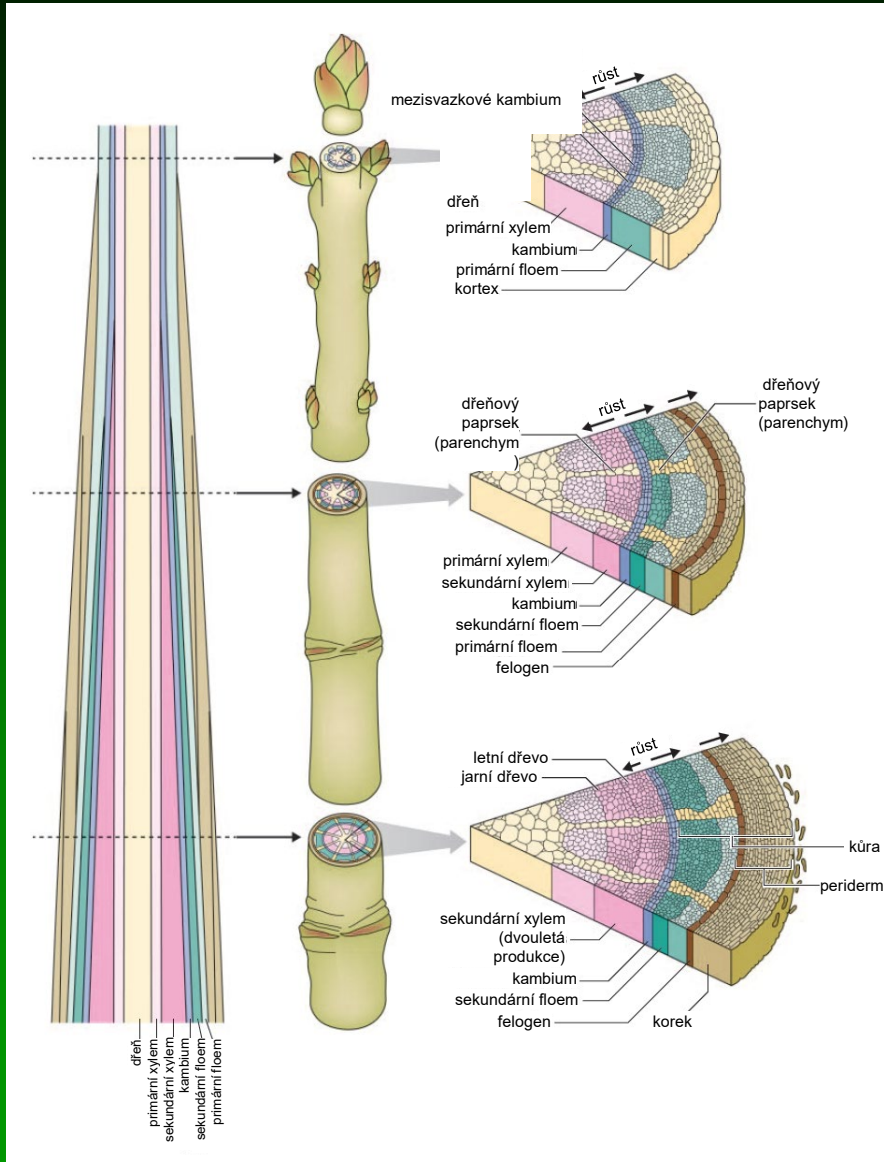
Životnost sítkovic v temperátní zóně = zpravidla jedna sezóna – na podzim se ucpávají kalózou



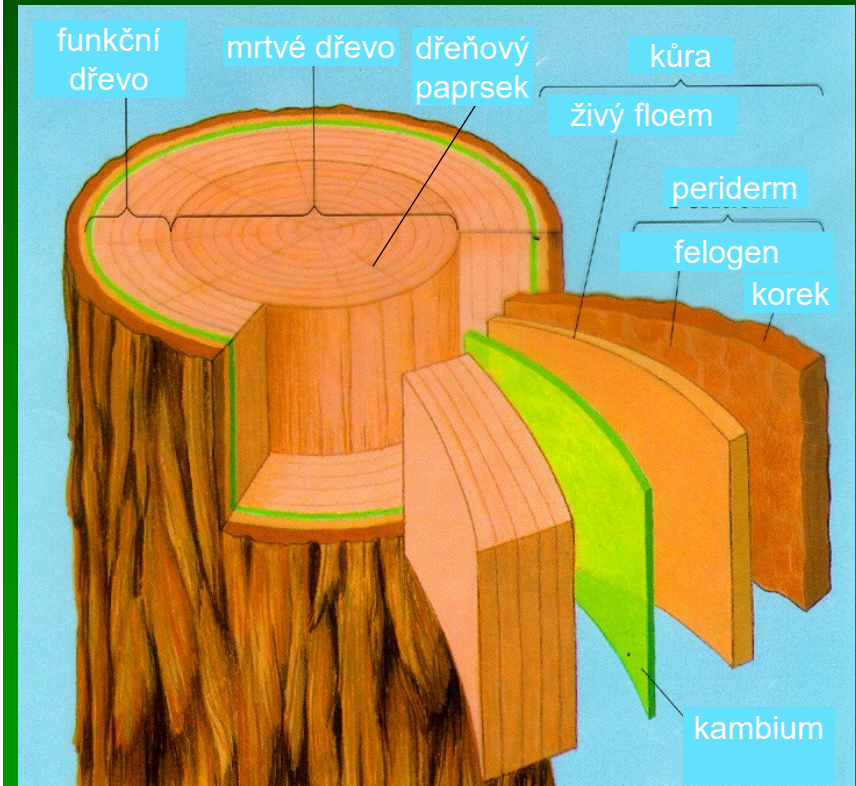
mšice saje
z floemu
cukrový
roztok



Sekundární tloušťnutí

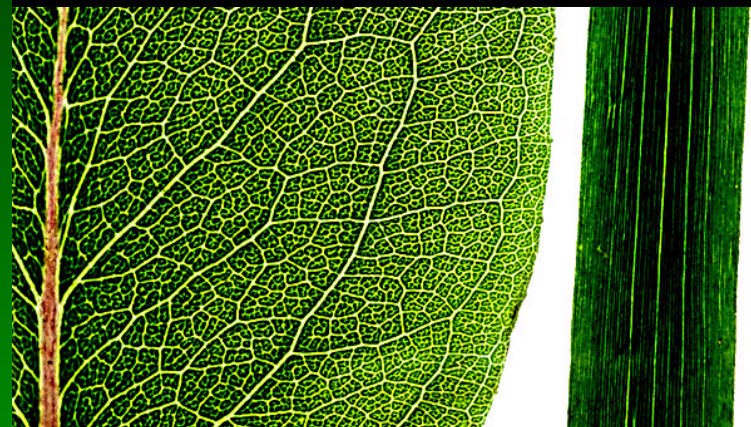


– pozice svazků původního eustélé ve ztlustlém kmeni jen sotva znatelná – tvoří ji „díly“ dortu oddělené dřevnými paprsky (původně parenchymatickou dřeví mezi jednotlivými svazky); mezi tyto „původní“ dřevné paprsky se směrem k obvodu kmene „vkládají“ činnosti kambia další dřevné paprsky

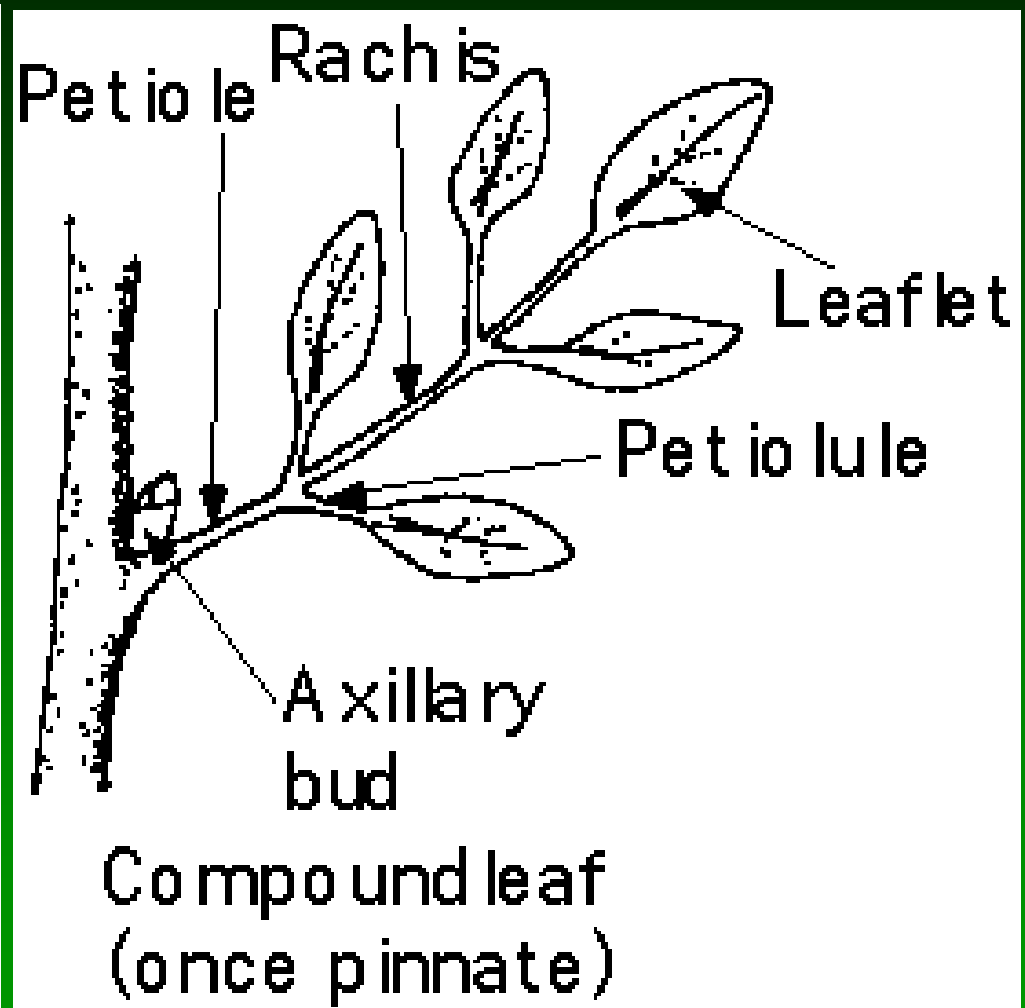
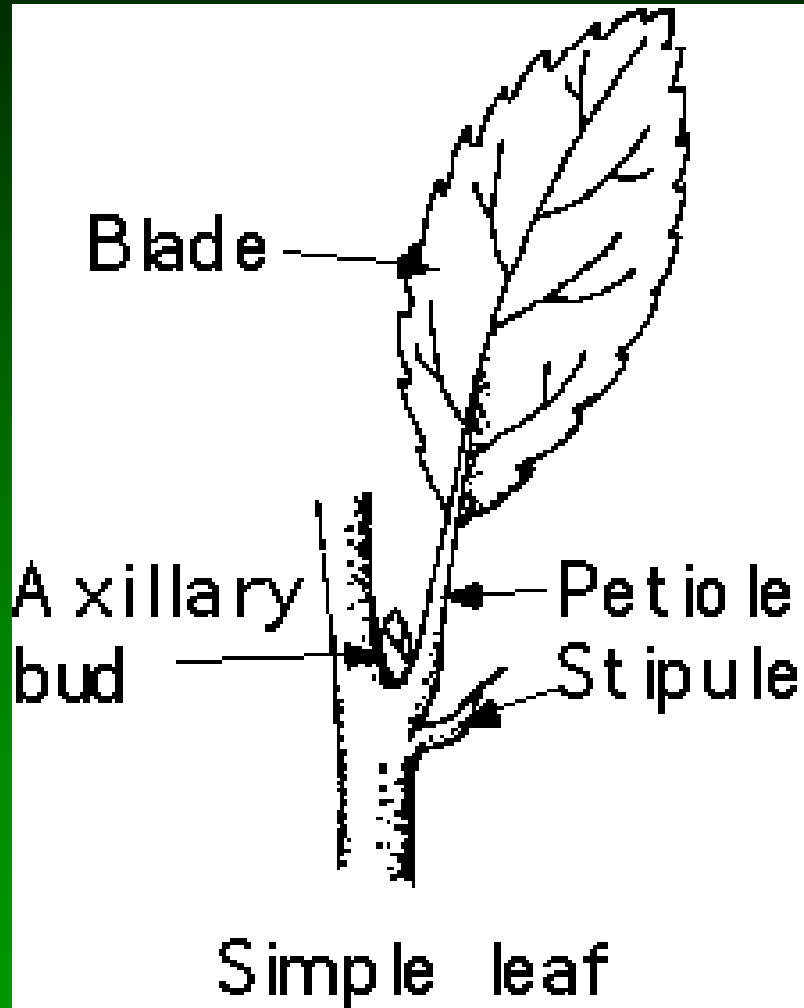


Listy – tvarově a velikostně rozmanité
– opadavé i vytrvalé

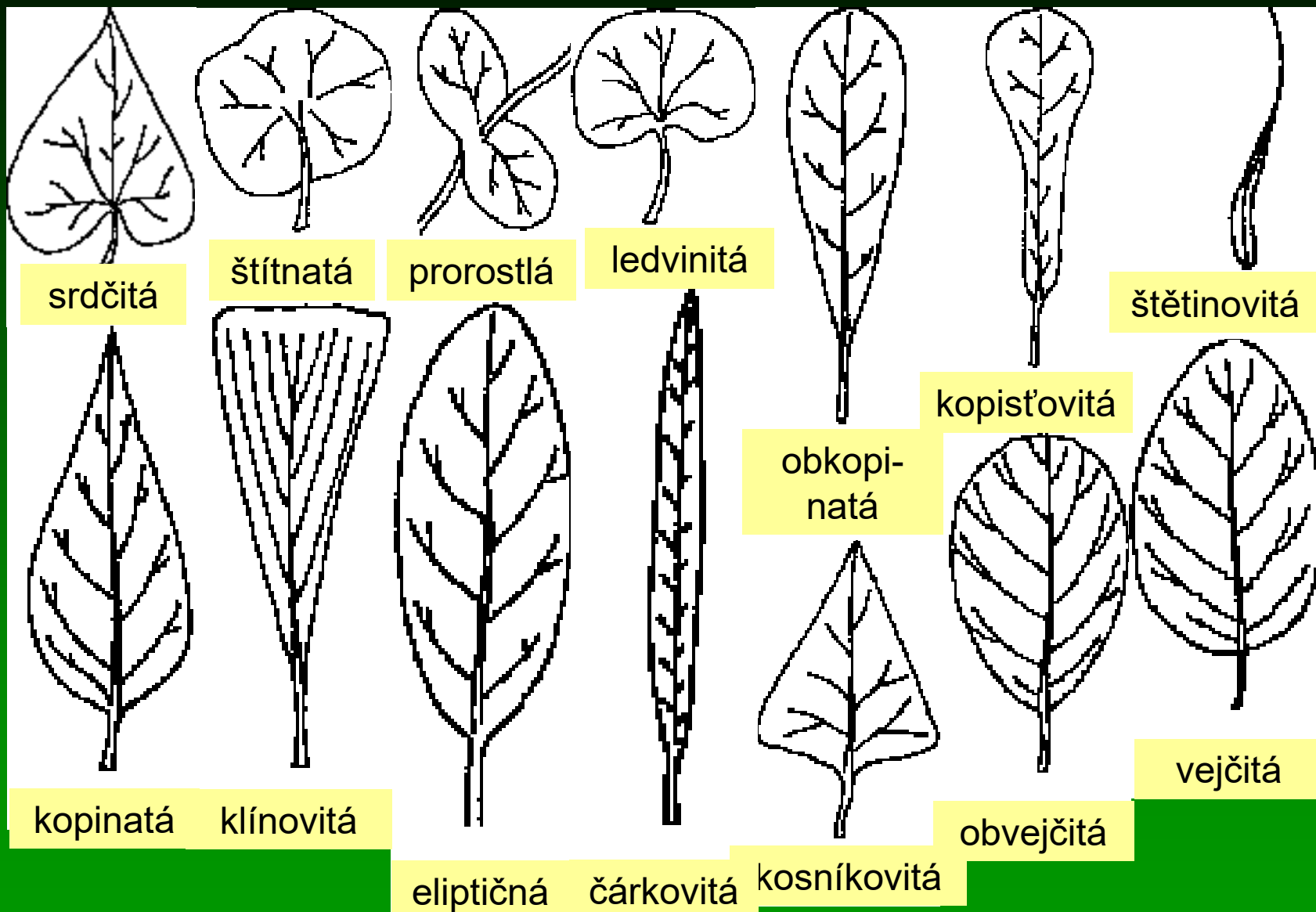
Žilnatina – dlanitá,
– zpeřená nebo
– rovnoběžná



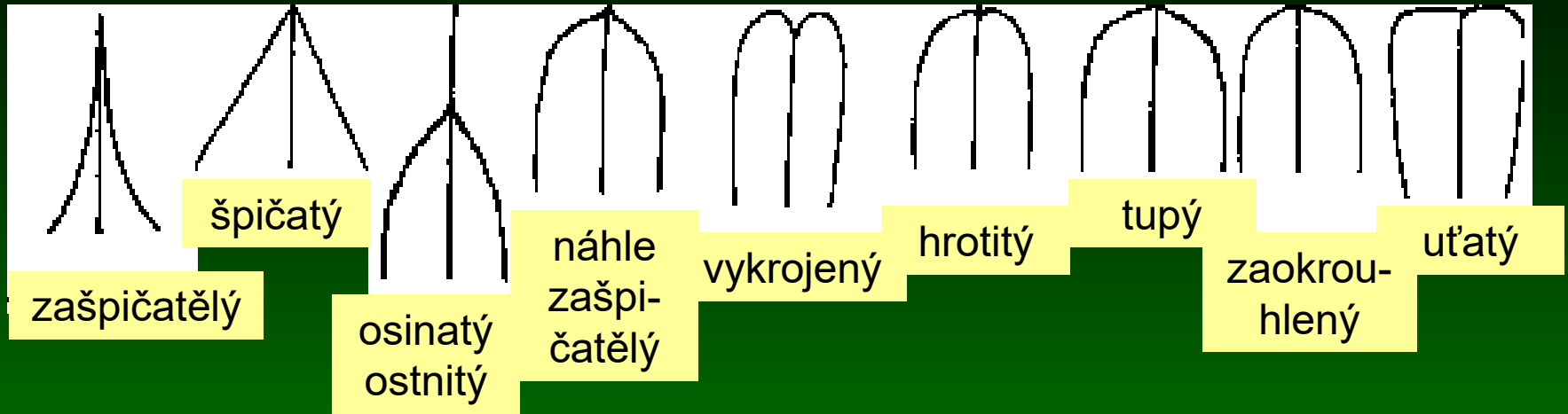
Listy jednoduché nebo složené (z lístků)



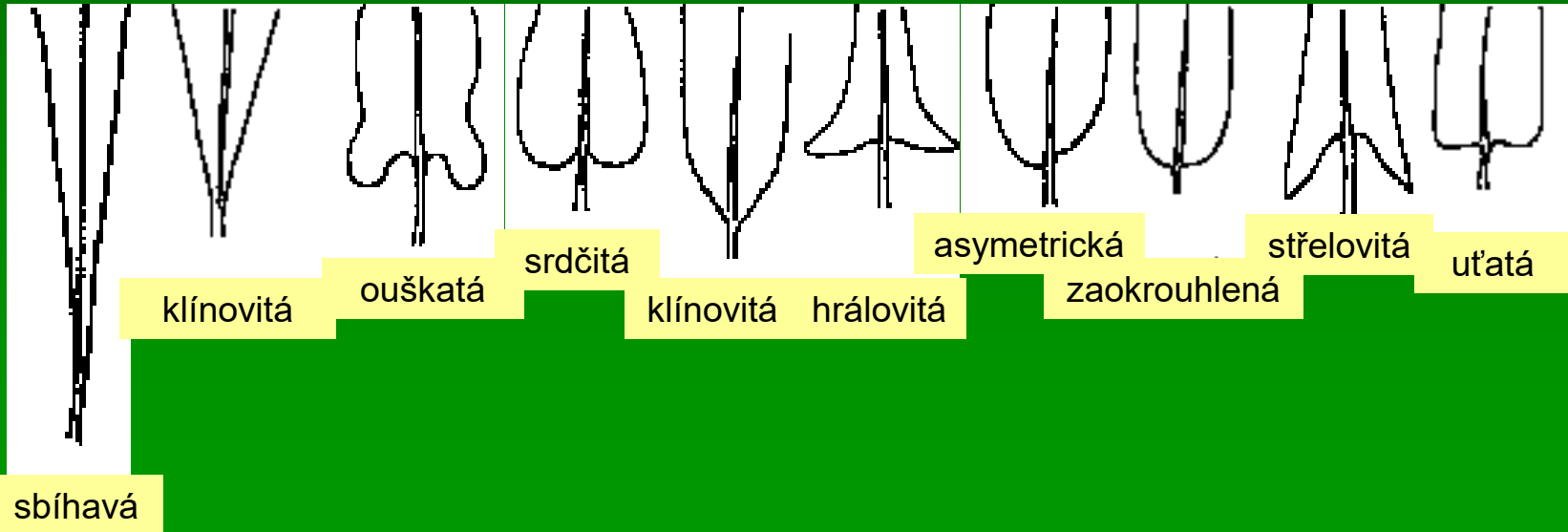
Nejčastější tvary listové čepěle



Tvary vrcholu listové čepele



Tvary báze listové čepele



Listy podle charakteru okraje

celokrajný

chobotnatý

vykrajovaný

dvojitě zubatý

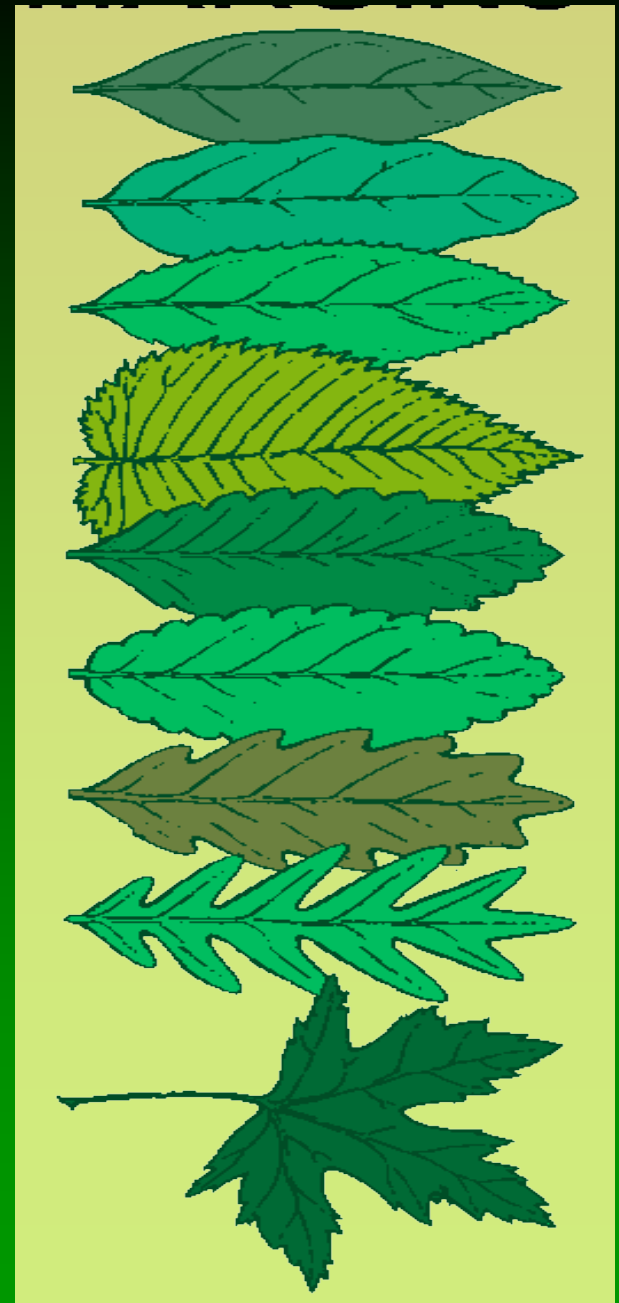
vroubkovaný

zubatý

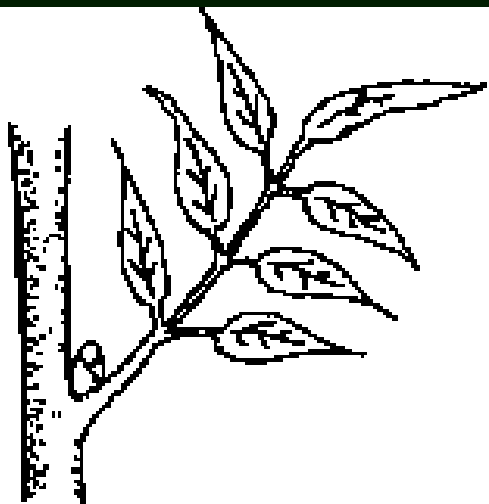
peřenolaločný

peřenosečný

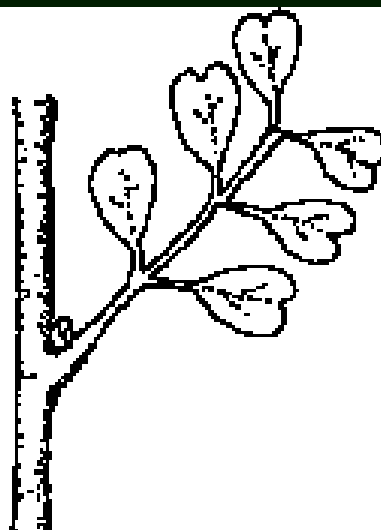
dlanitosečný



Typy složených listů



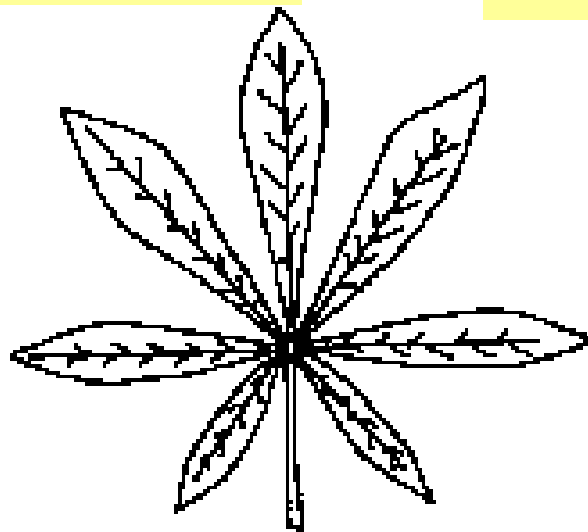
lichozpeřený



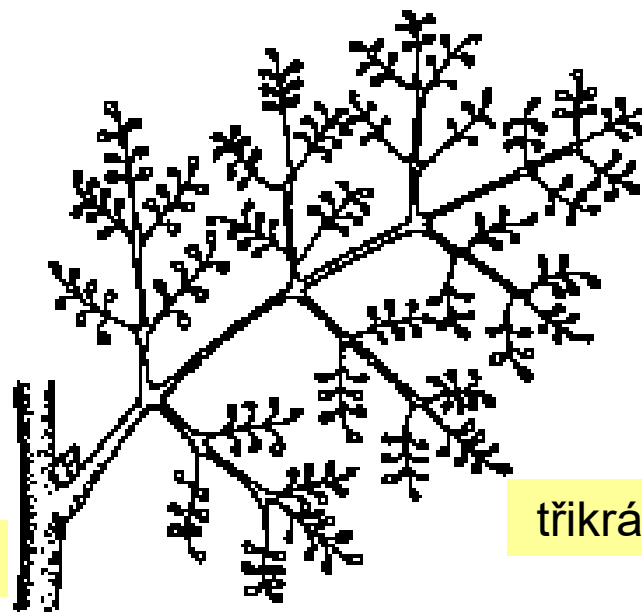
suzozpeřený



dvakrát zpeřený

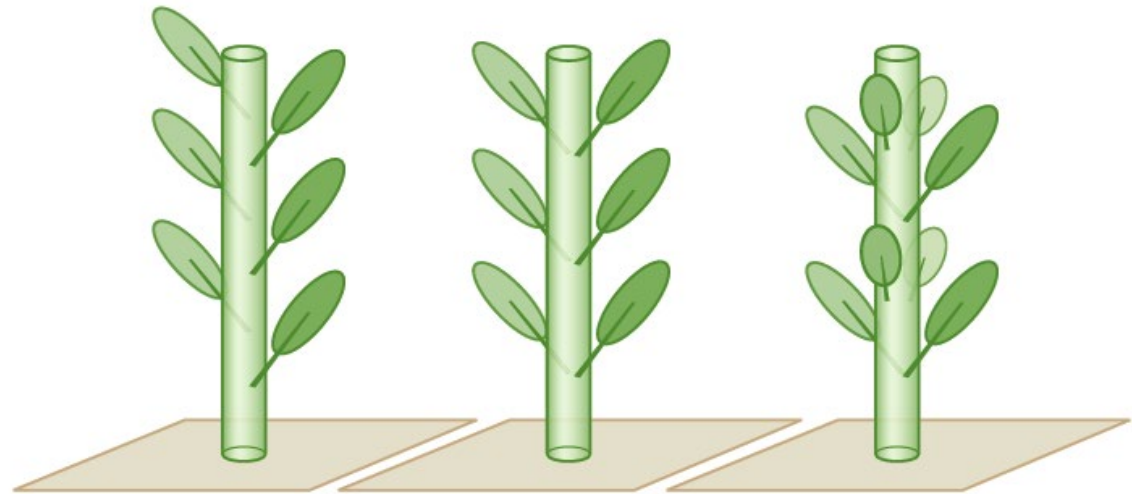


dlanitě složený (sedmičetný)



tříkrát zpeřený

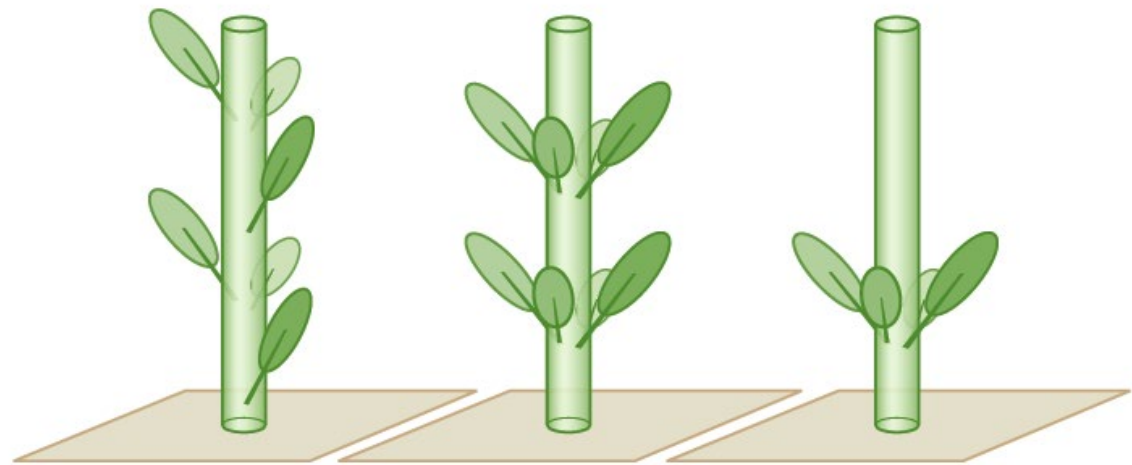
Postavení listů na stonku



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*)

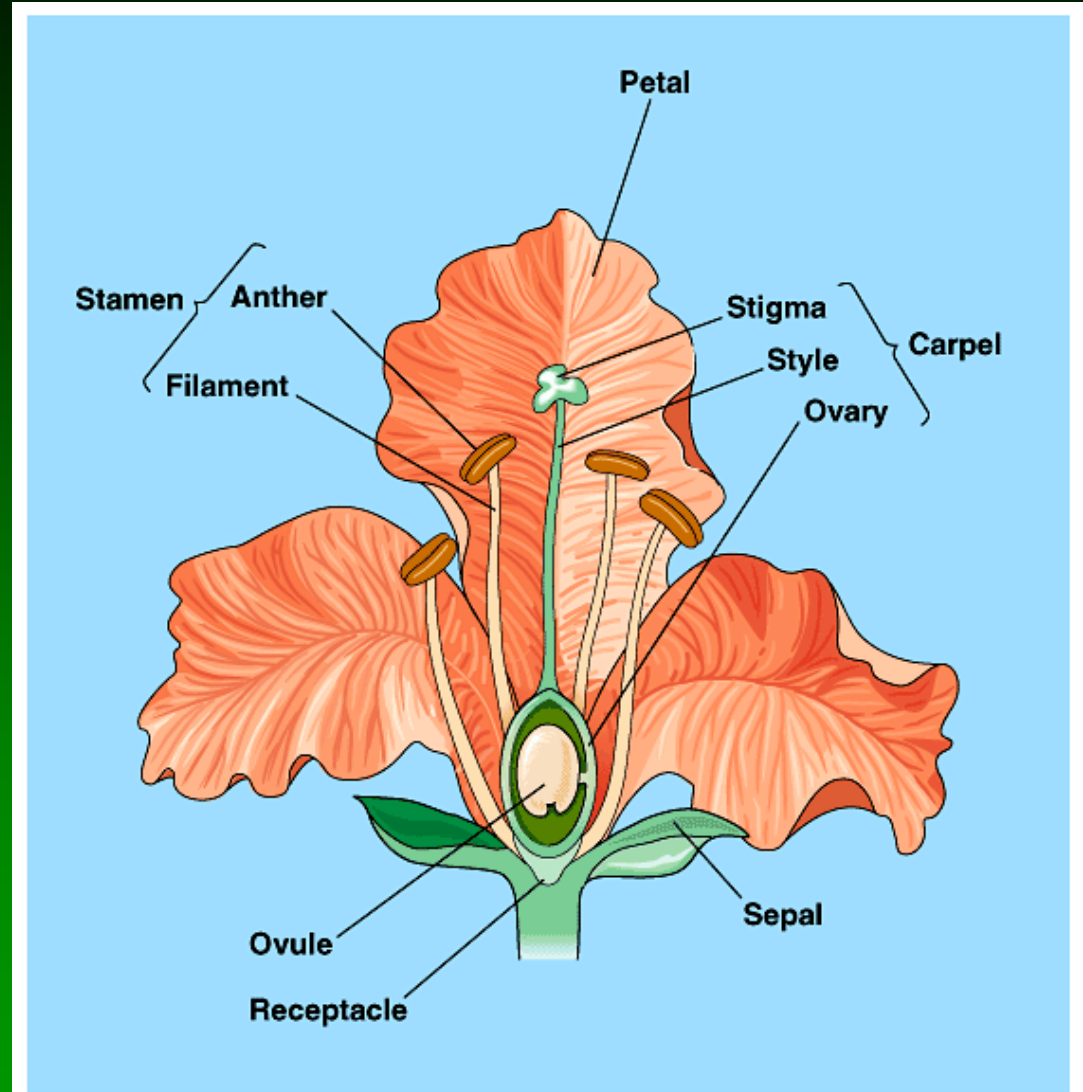
Struktura reprodukčních orgánů

krytosemenné – často oboupohlavné květy

nahosemenné – často jednopohlavné strobily

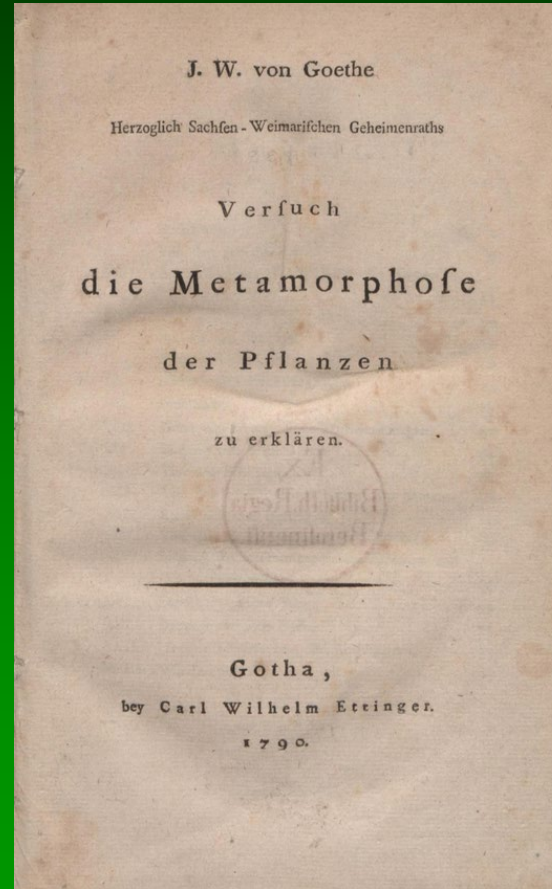
**vznik oboupohlavných reprodukčních struktur byl pro evoluci květu klíčový
byly to oboupohlavné strobily ancestorů nahosemenných i krytosemenných
tedy zřejmě ani liánovců ani benetitů**

Květ = komplex
metamorfovaných listů
uspořádaný na zkrácené ose



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

Květ = komplex
metamorfovaných listů
uspořádaný na zkrácené ose

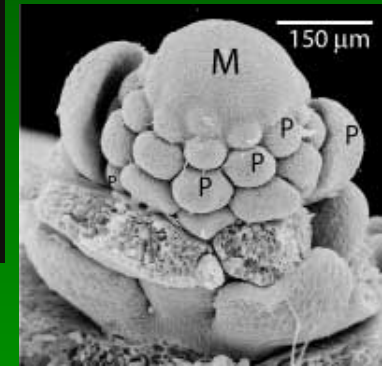


Květ = komplex
metamorfovaných listů
uspořádaný na zkrácené ose

Osa květu se neprodužuje,
osa stonku ano

Ne u listové růžice

Je tedy květ neotenismus,
homologický juvenilnímu
stádiu přízemní listové
růžice?



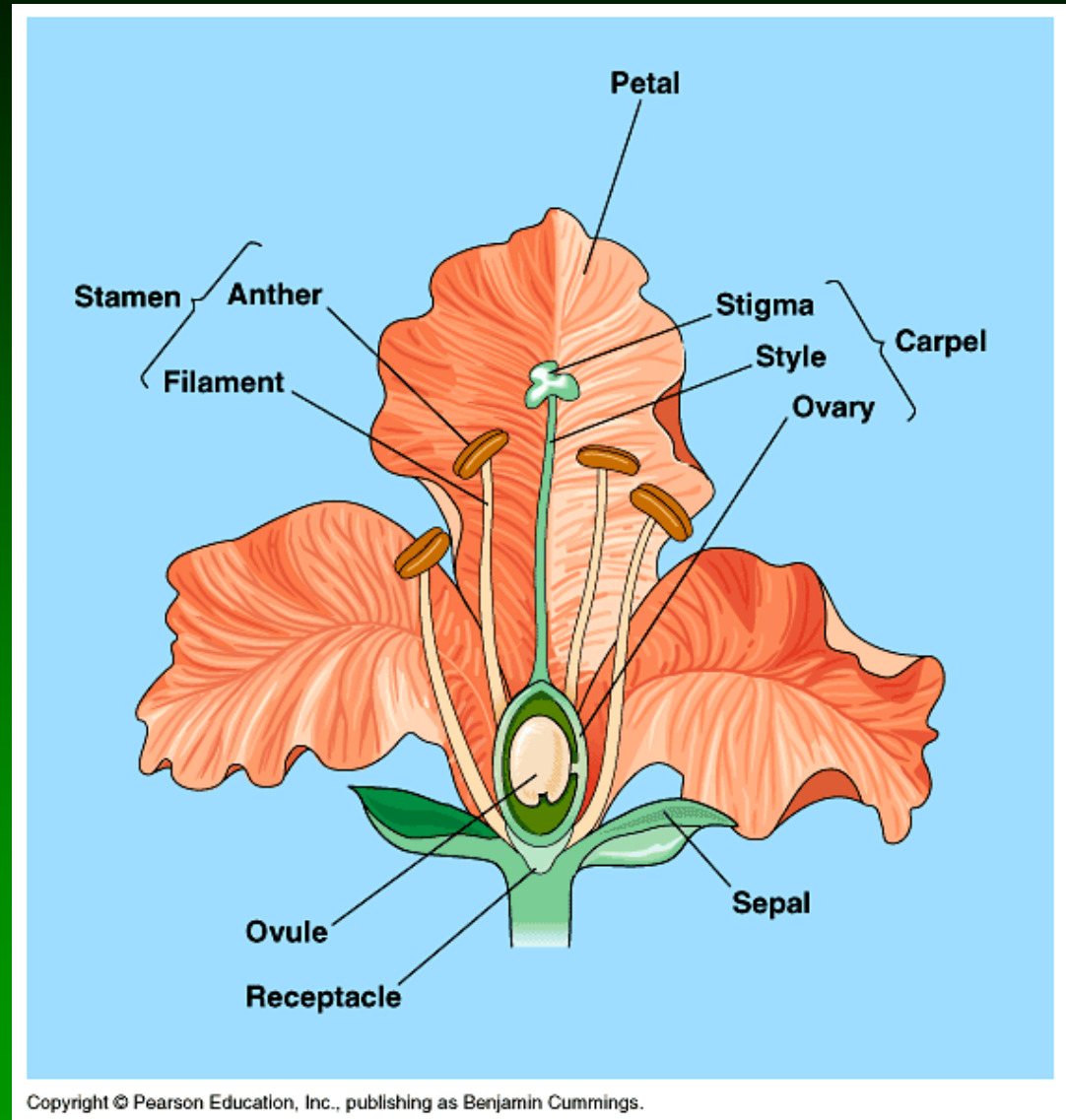
Květ = komplex metamorfovaných listů uspořádaný na zkrácené ose

=

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

Tyto části jsou pak v různých ustálených či neustálených počtech

Květní obaly
? = zesterilnělé tyčinky
? = podpůrné listeny



Květ

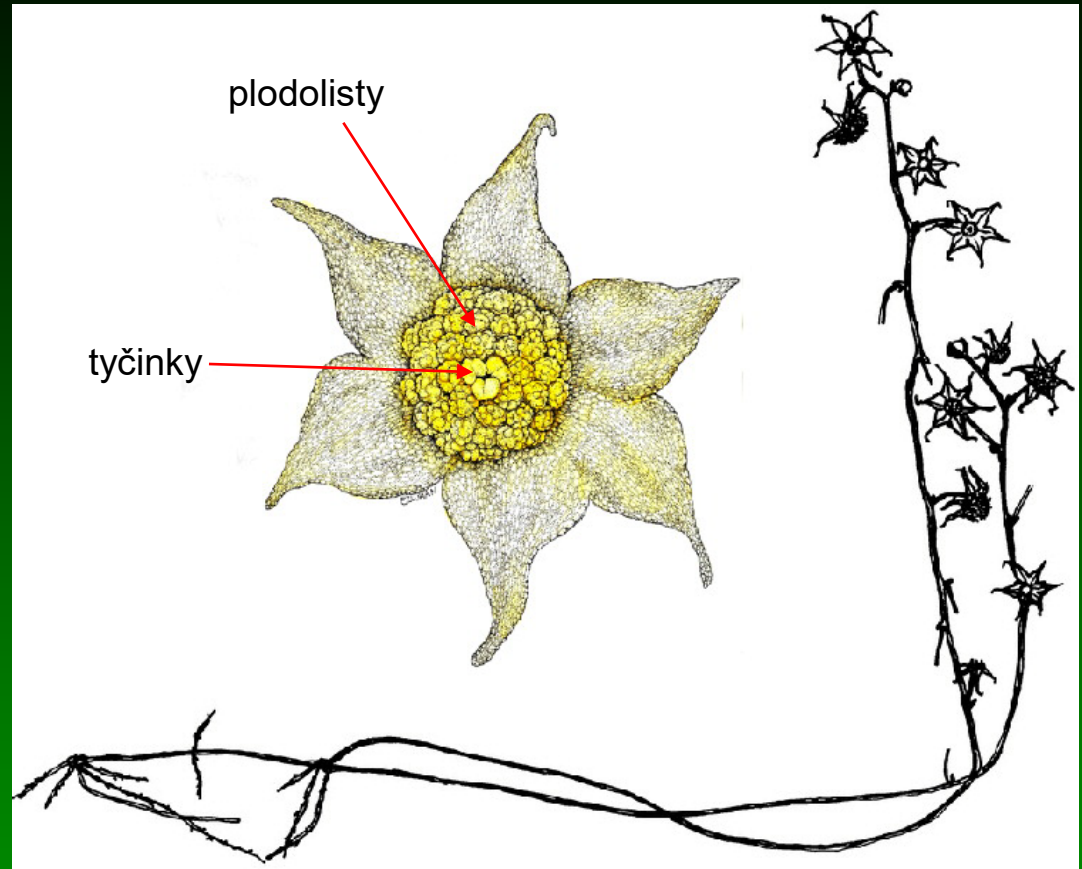
pravý květ tj. komplex metamorfovaných listů složený z na krátké ose uspořádaných

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

Tyčinky vně plodolistů
nebo **pod plodolisty.**

Jediná výjimka

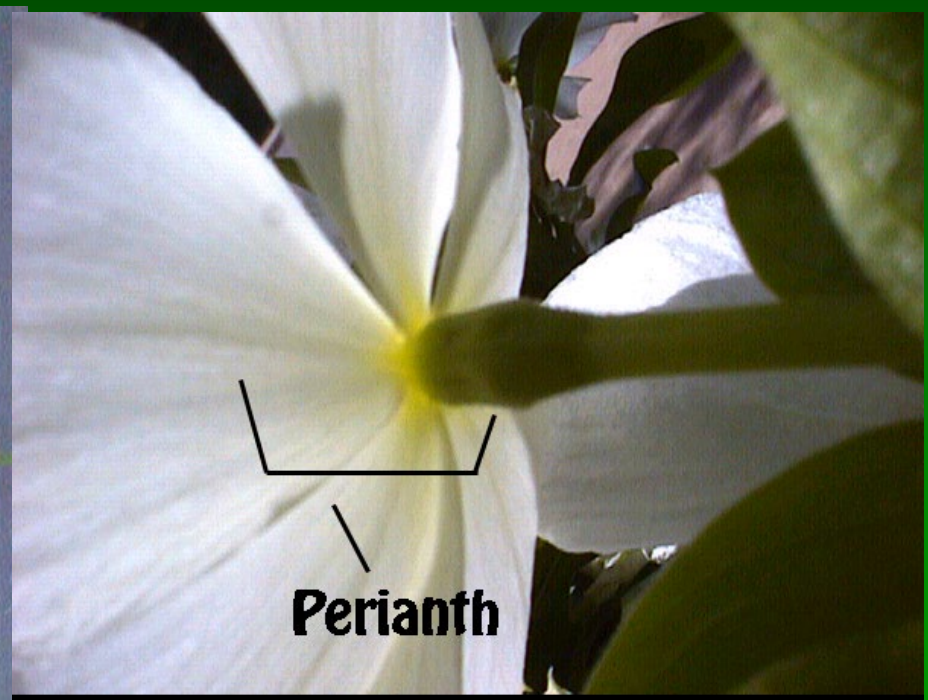
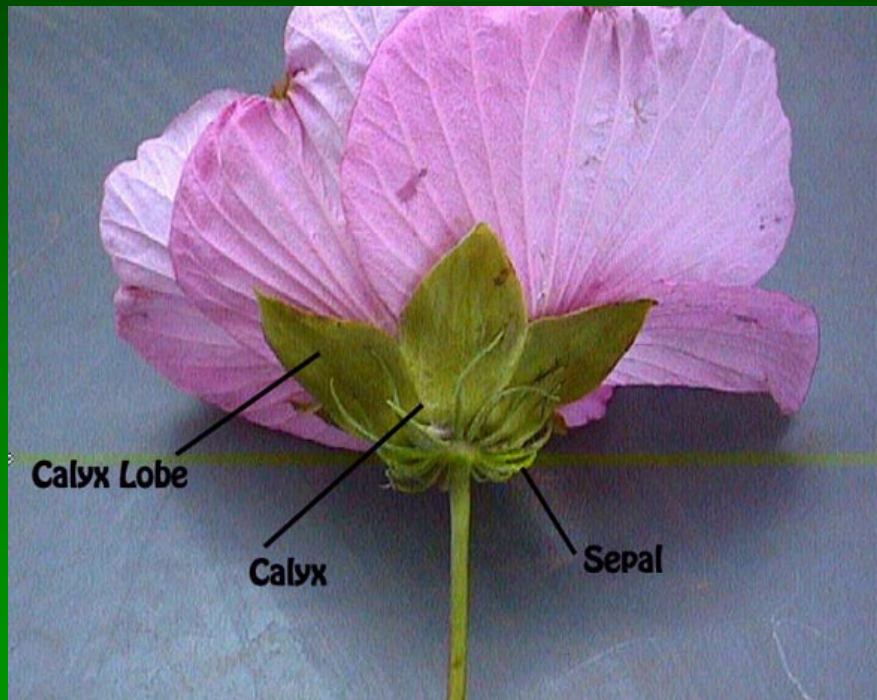
Lacandonia schismatica (Triuridaceae, Pandanales, Monocots)



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**,

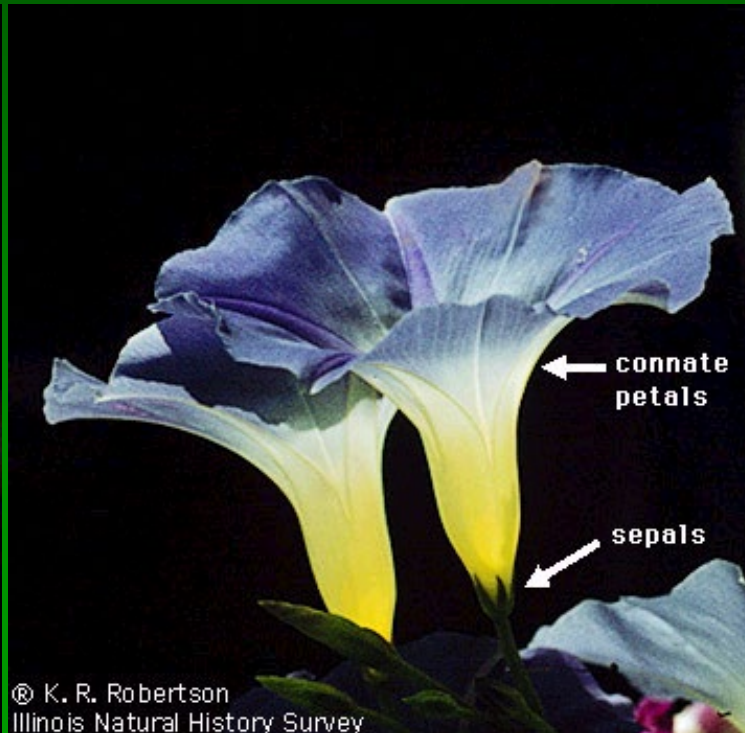
volné lístky kališní
(**sepaly**) tvoří
květy **chorisepalní**,

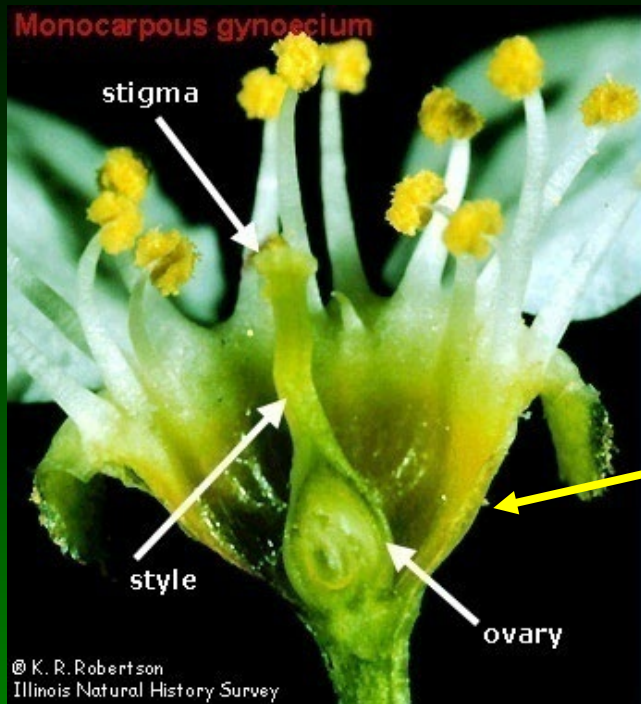


volné lístky okvětí (**tepaly**) tvoří
květy **choritepalní**

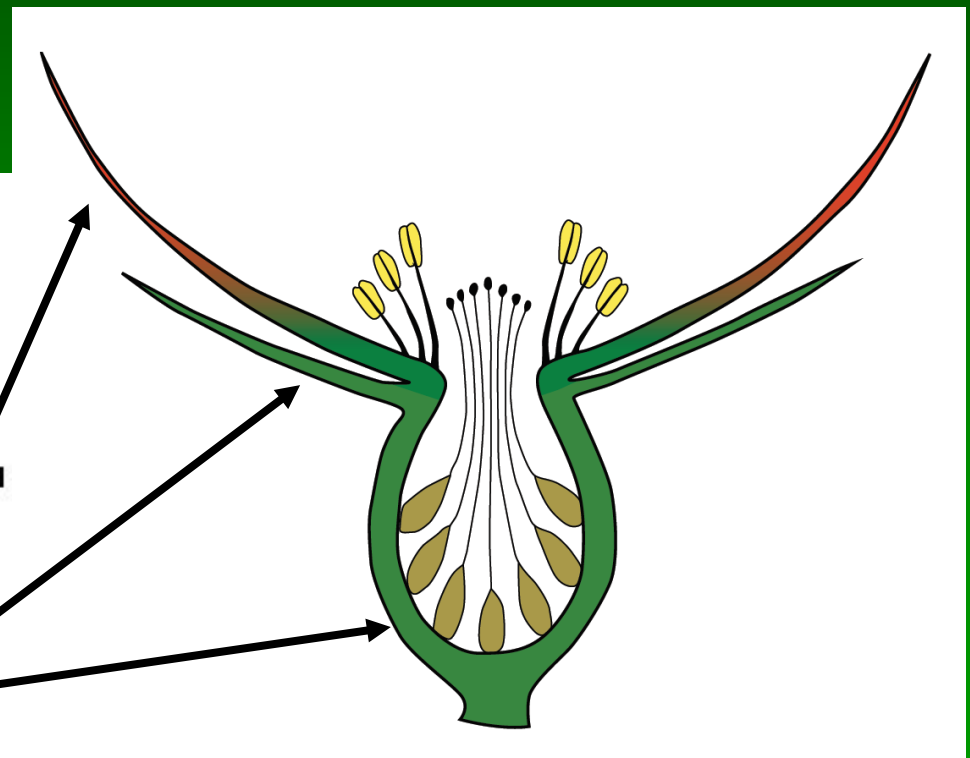
Lístky kališní (**sepaly**) mohou srůst = **květy synsepalní**,
lístky korunní (**petaly**) mohou srůst = **květy sympetalní**,
lístky okvětí (**tepaly**) mohou srůst = **květy syntepalní**

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



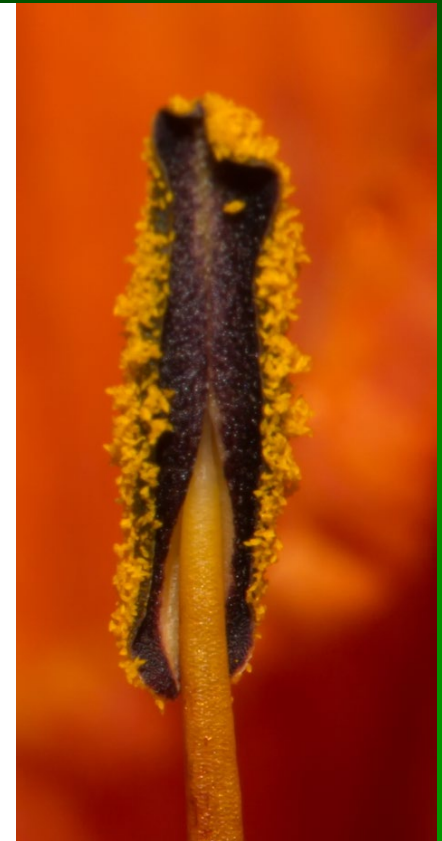
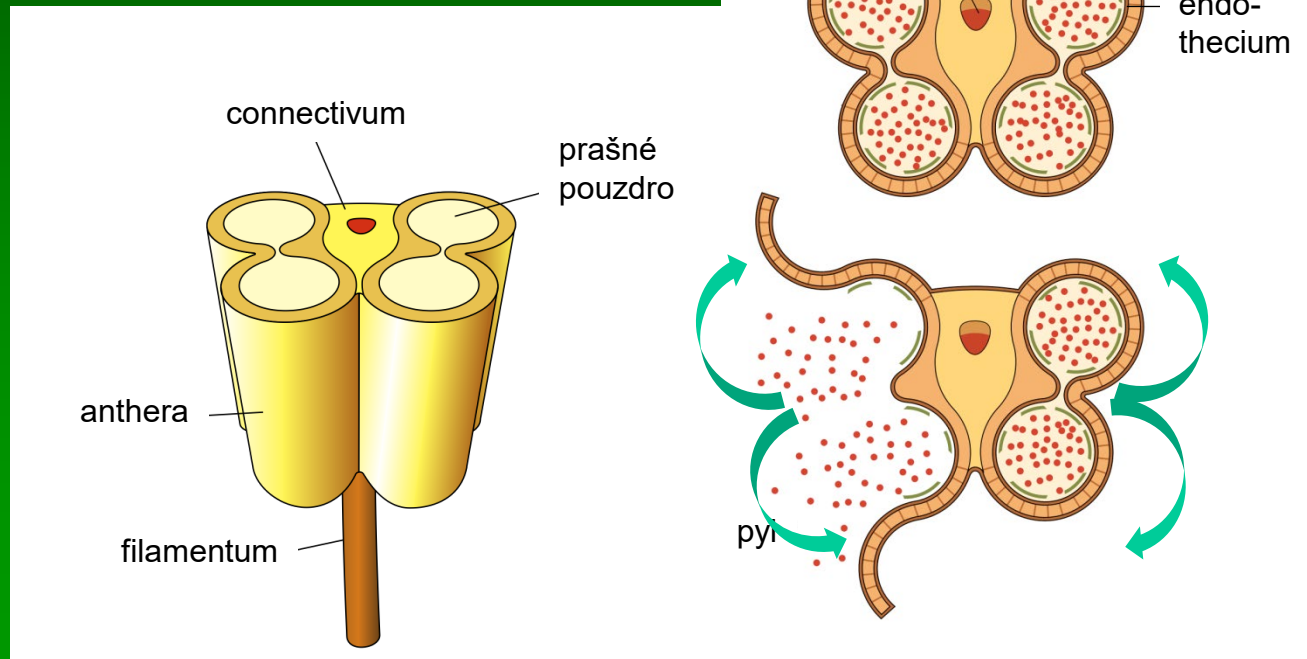


Někdy srůstají bazální části kalicha, koruny a tyčinek v **hypanthium** (= češule)



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



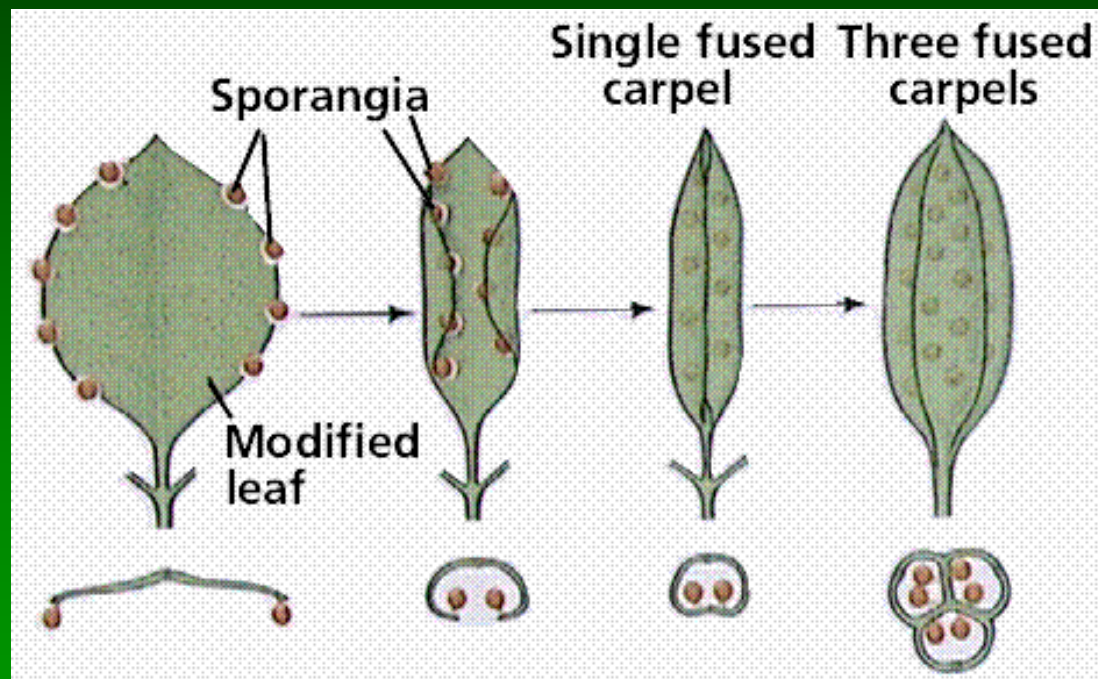
Někdy jsou mezi tyčinkami také nevyvinuté tyčinky bez prašníků = patyčinky (**staminodia**)

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

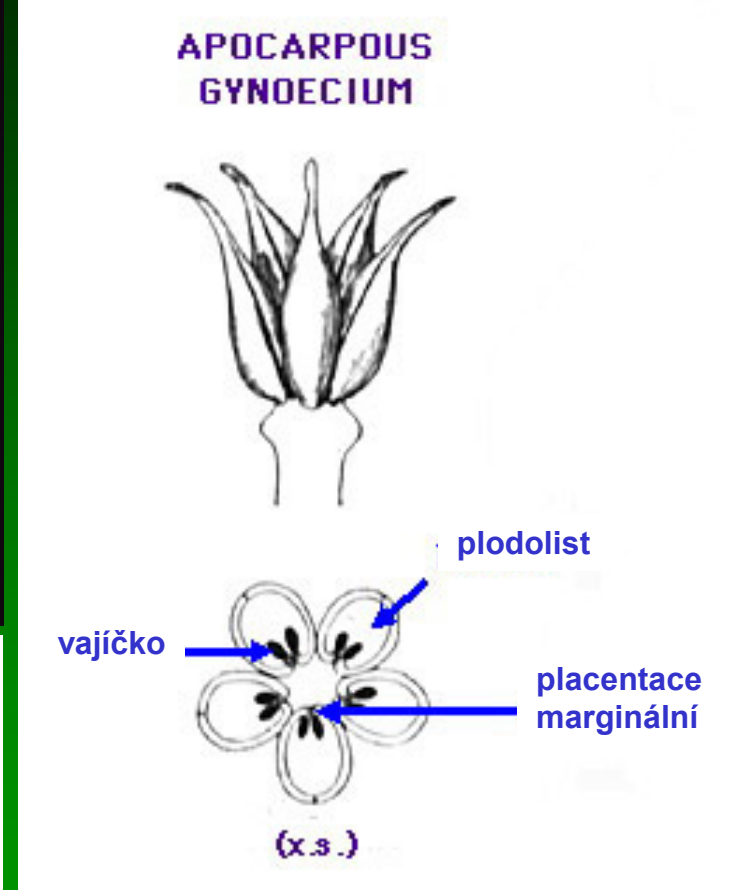
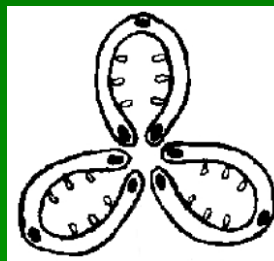
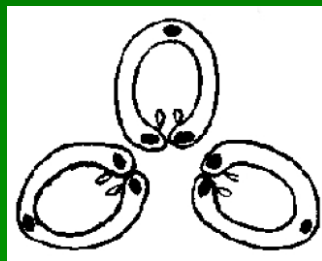


© K. R. Robertson
Illinois Natural History Survey

Volné, vzájemně nesrostlé plodolisty = apokarpní gyneceum

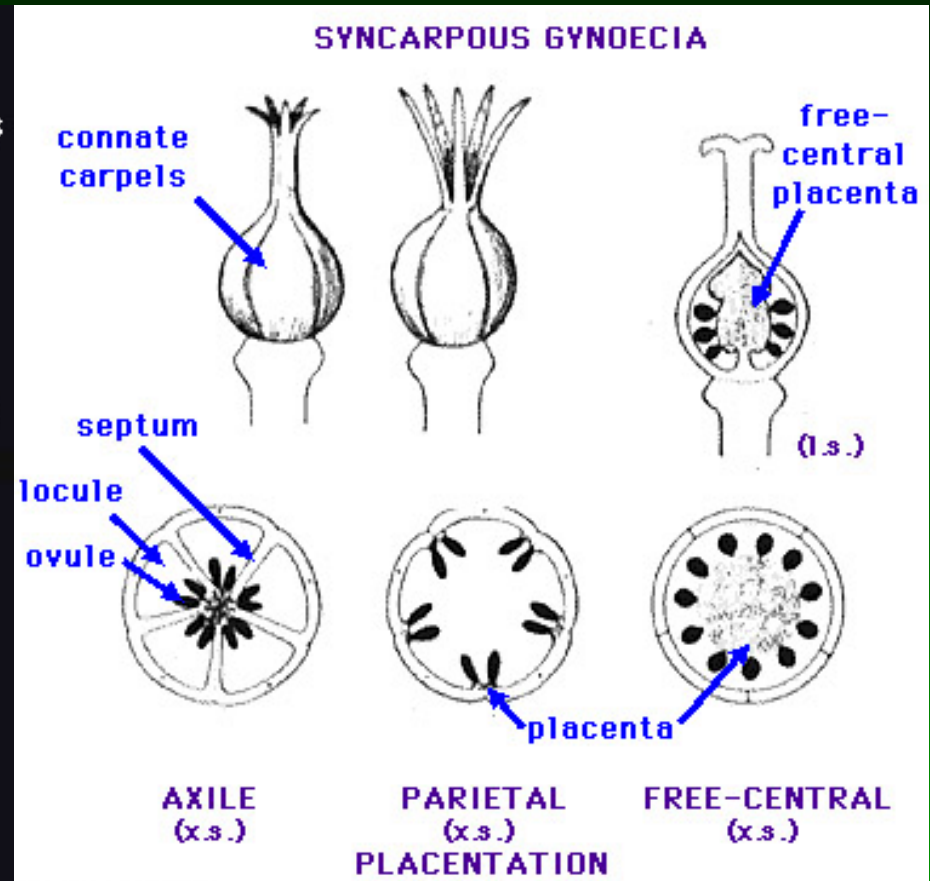
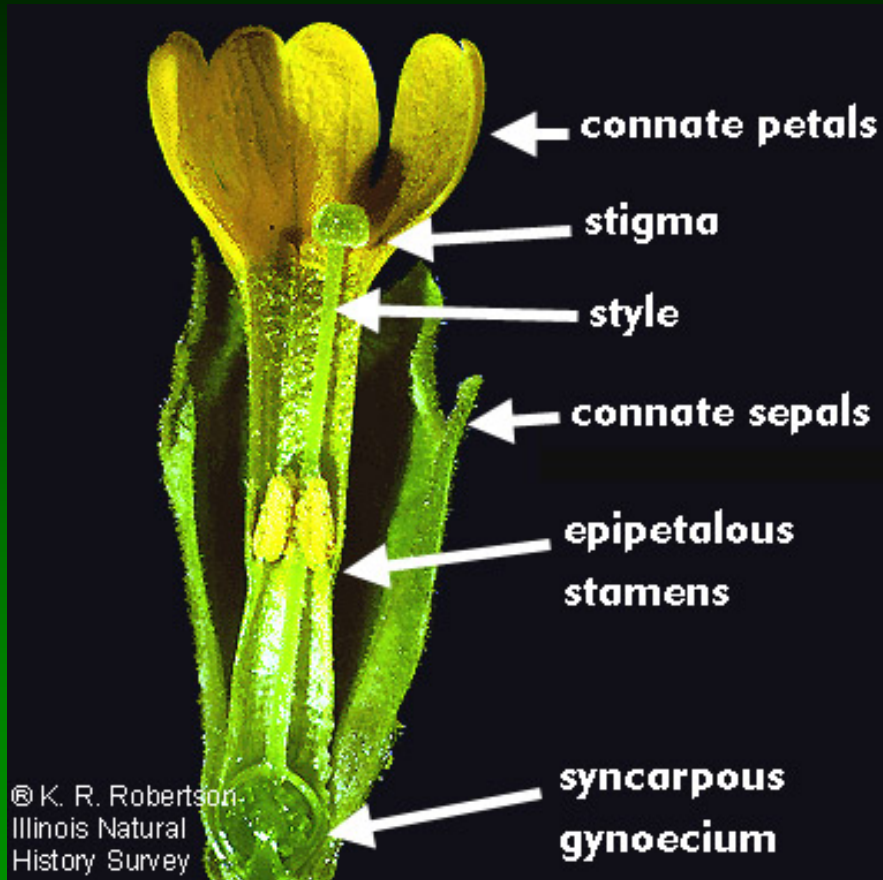


COPYRIGHT J.R. MANHART



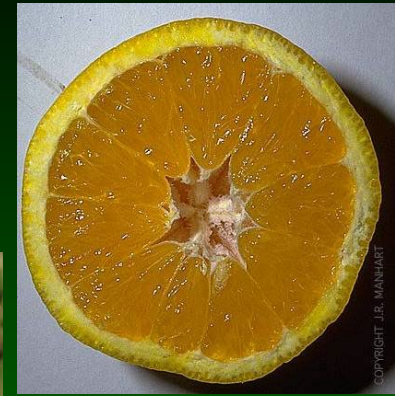
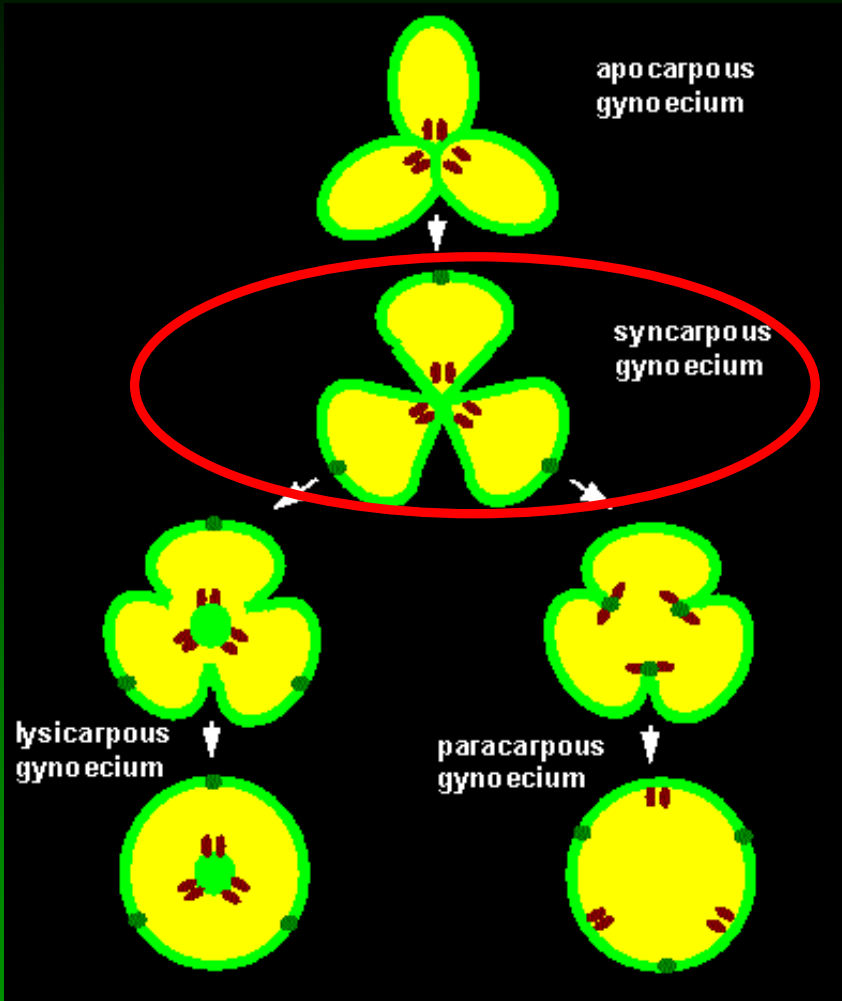
podle polohy vajíčků zde rozlišujeme hlavní typy placentace: marginální, nebo laminální = laminární.

Vzájemně srostlé plodolisty = cénokarpní gyneceum

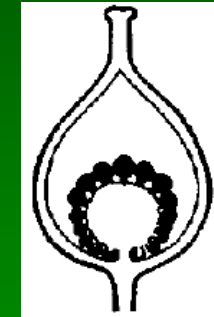
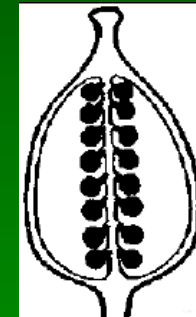
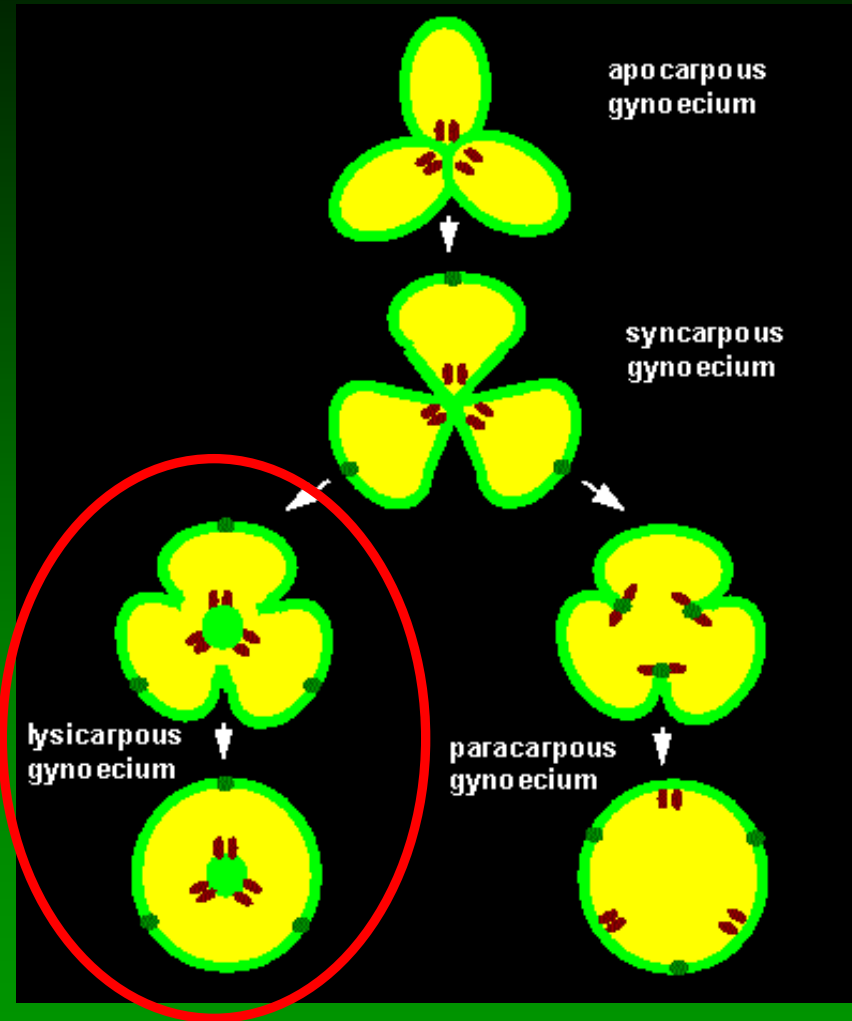


Podle polohy vajíček na plodolistech – tři typy placentace:
1. axilární, 2. parietální a 3. centrální (popř. až bazální)

Synkarpní gyneceum = axilární placentace = plodolisty bočně srostlé



Lysikarpní gynoecium = centrální nebo bazální placentace



Primulaceae

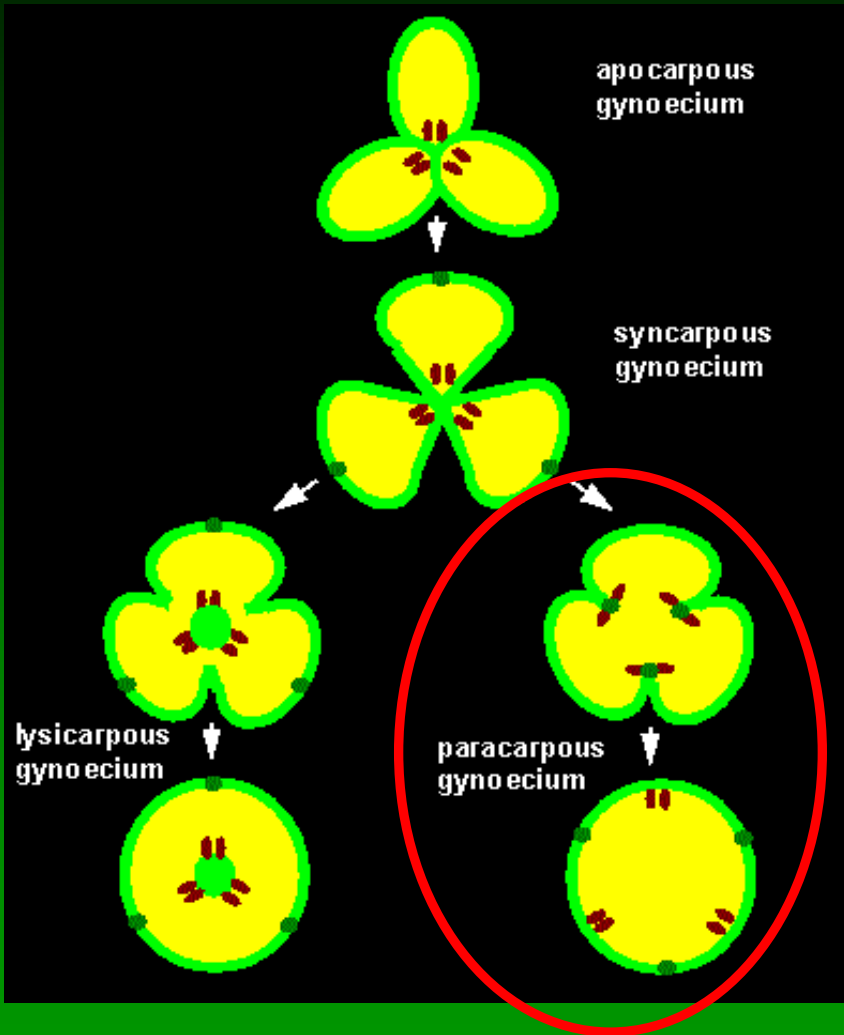


Caryophyllaceae



přepážky synkarpního gynecea zanikly

Parakarpní gynoecium = parietální placentace



Chenopodiaceae

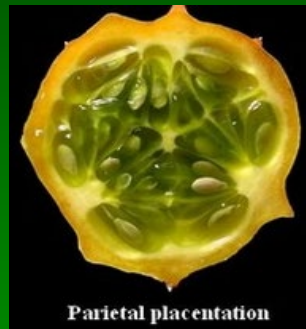


Orchidaceae

Cactaceae



Cucurbitaceae



Orobanchaceae



Brassicaceae



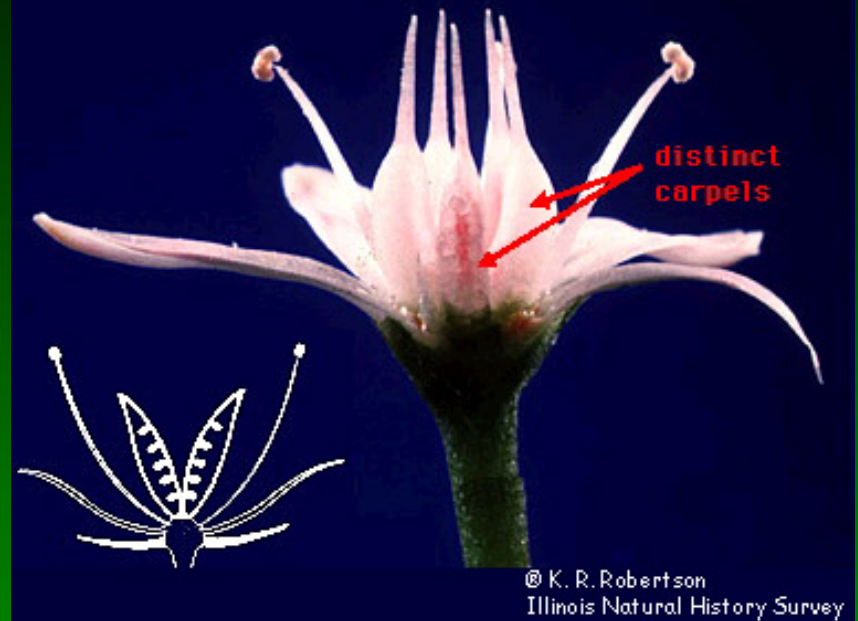
Violaceae

plodolisty srostlé svými okraji

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



Apocarpous gynoecium



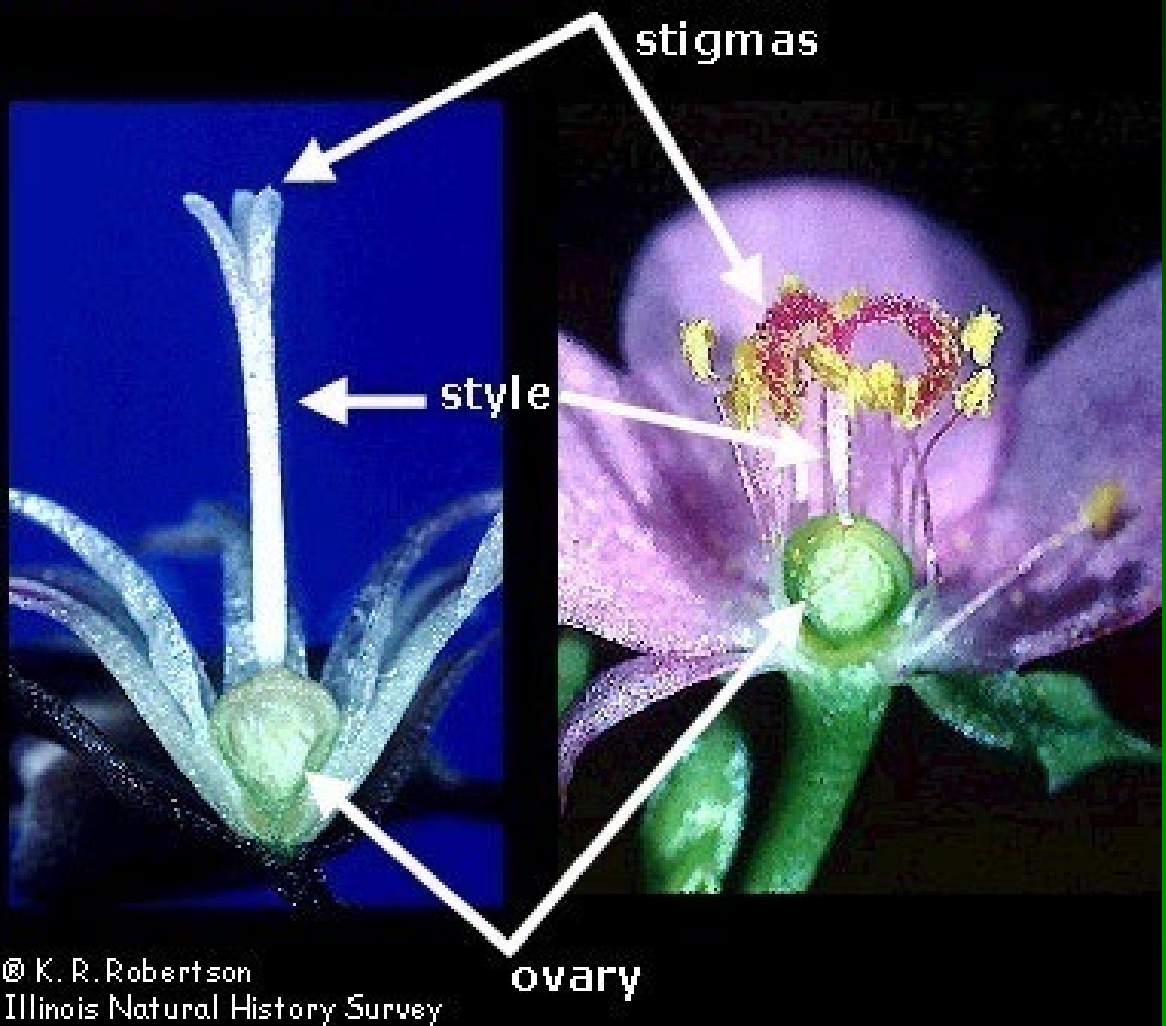
Stylodia najdeme i u cénkarpního gynecea

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

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

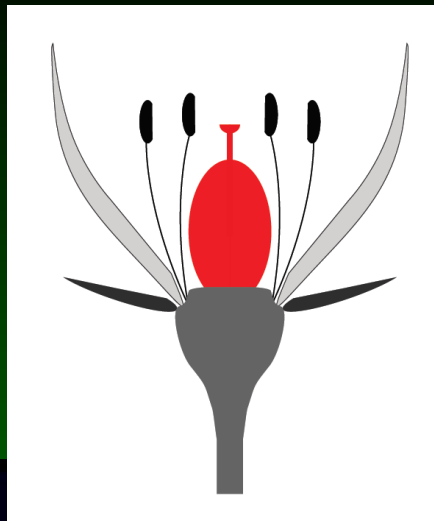
Vajíčka jsou uzavřena ve spodní části pestíku - v **semeníku** (ovarium)

Two Flowers With Syncarpous Gynoecia

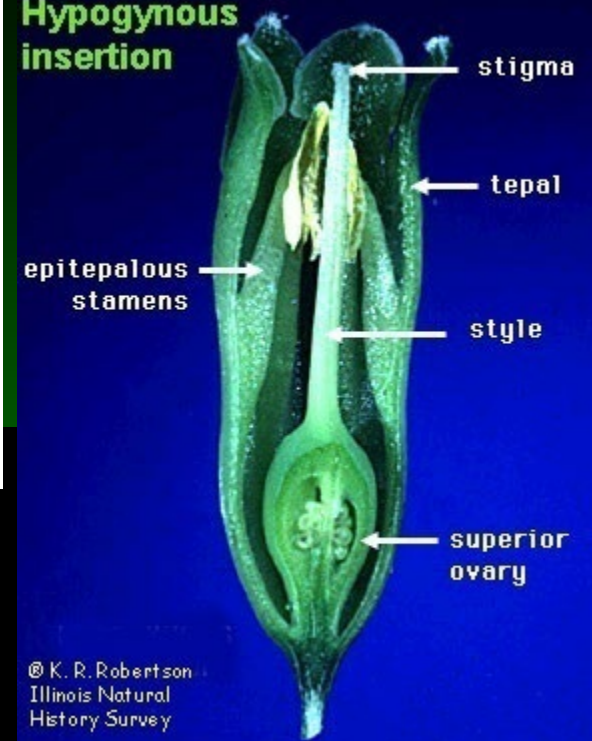


Čnělka, nitky i spodní semeník se vyvinuly jako snaha odvést opylovače co nejdál od nutričně hodnotných vajíček

Svrchní semeník

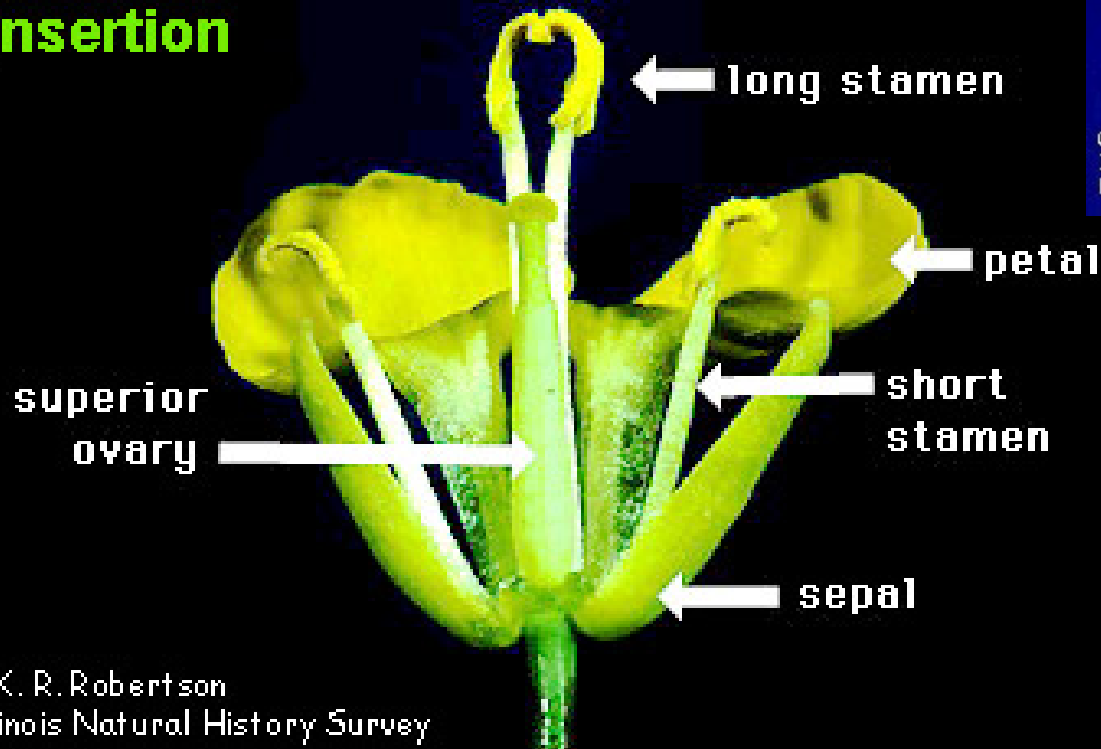


Hypogynous insertion



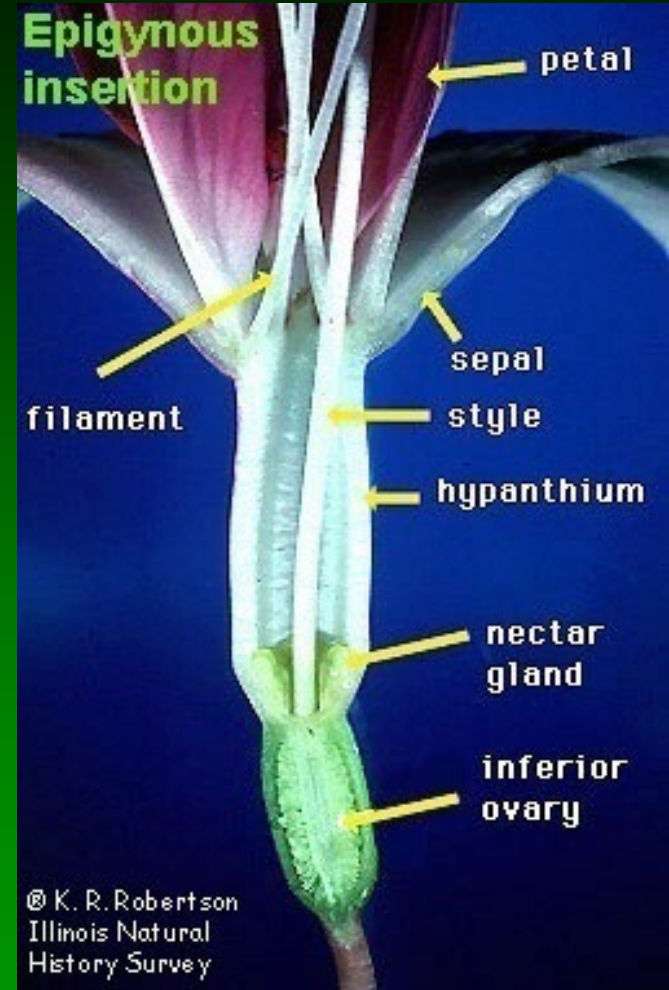
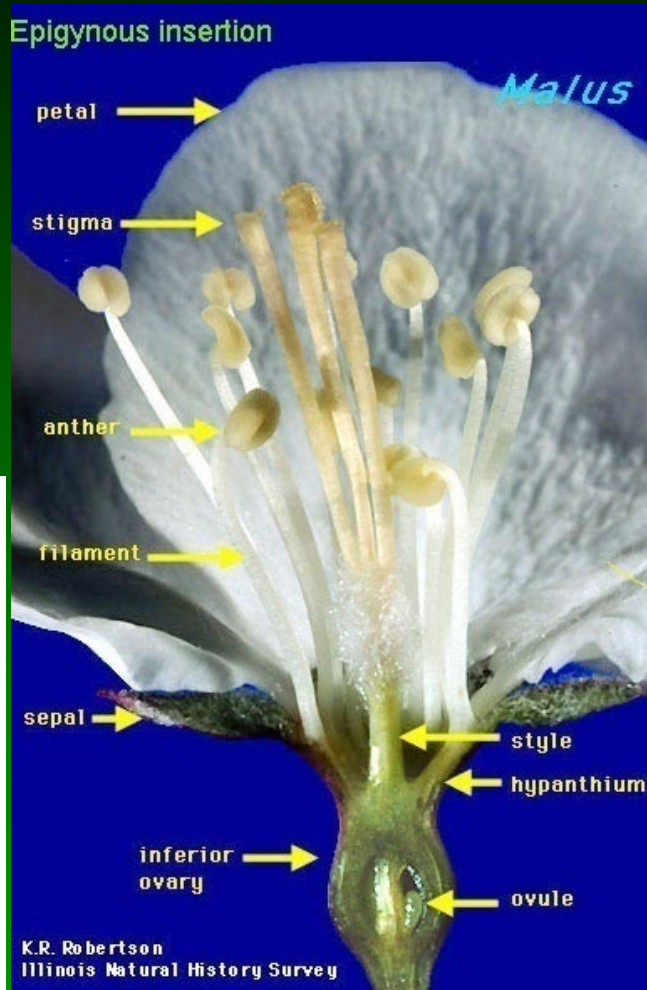
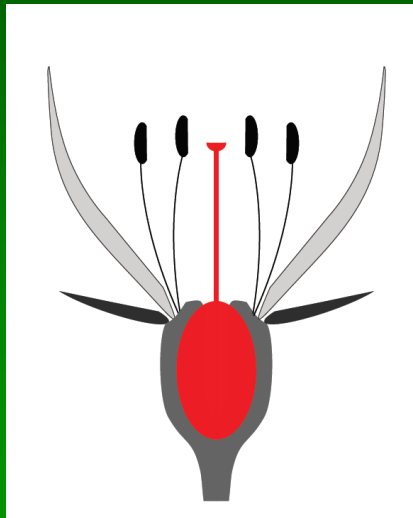
@ K. R. Robertson
Illinois Natural
History Survey

Hypogynous insertion



@ K. R. Robertson
Illinois Natural History Survey

Spodní semeník



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



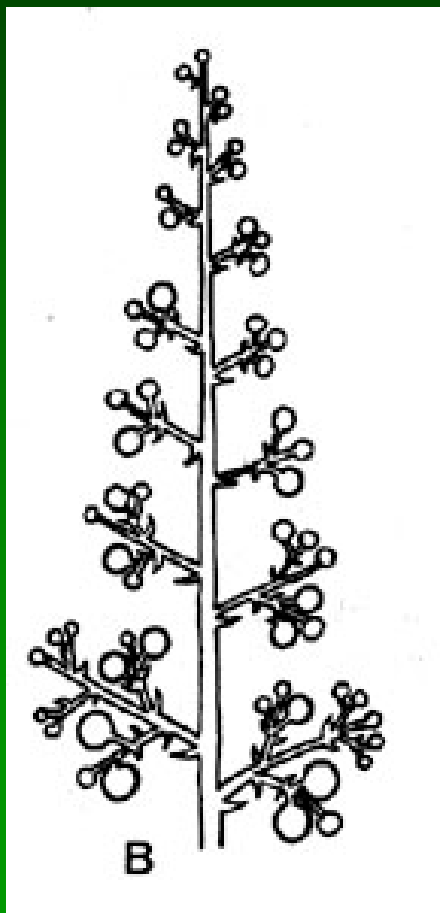
Cucurbita, Cucurbitaceae



Hroznovitá květenství

lata

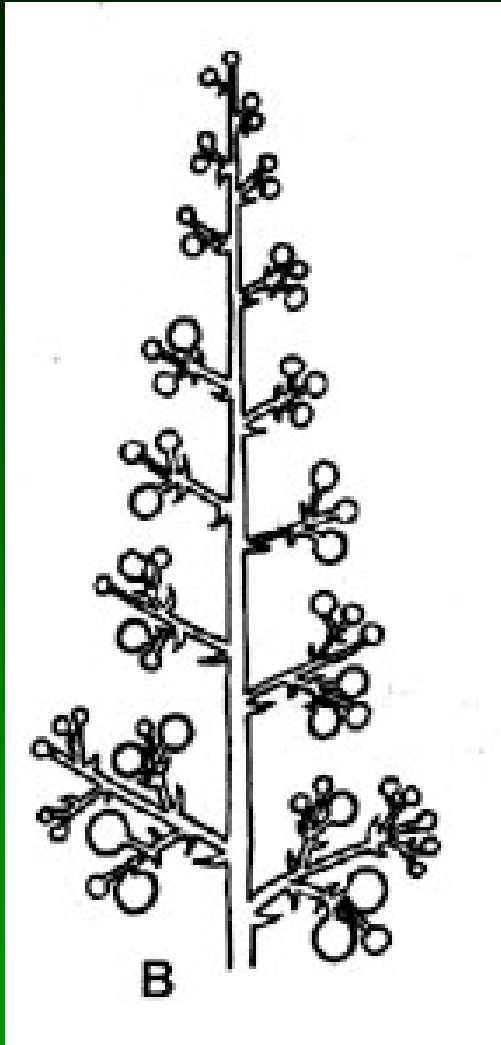
dlouhé hlavním vřeteno
na něm ještě
kratší rozvětvené postranní větve
(*Vitis vinifera*, vinná réva)
Vitaceae



Lata

šeřík (*Syringa*, *Oleaceae*)

javor (*Acer*) *Sapindaceae*

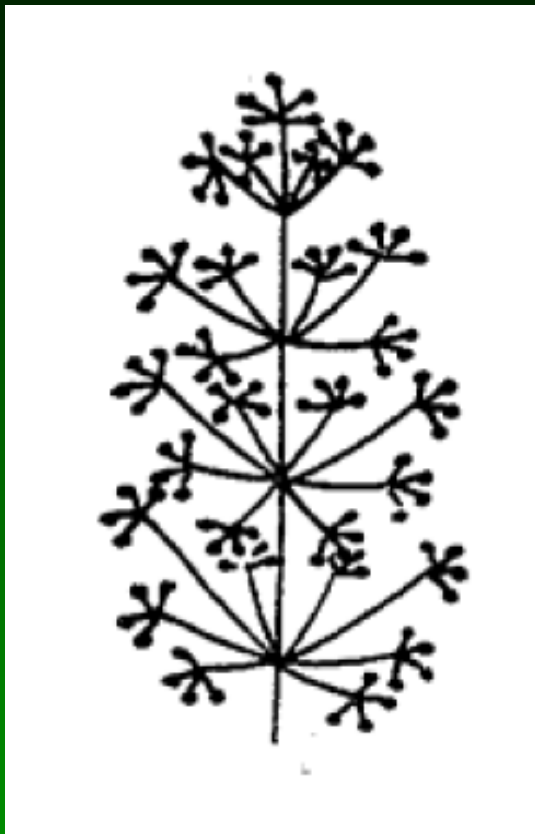


© K. R. Robertson
Illinois Natural History Survey

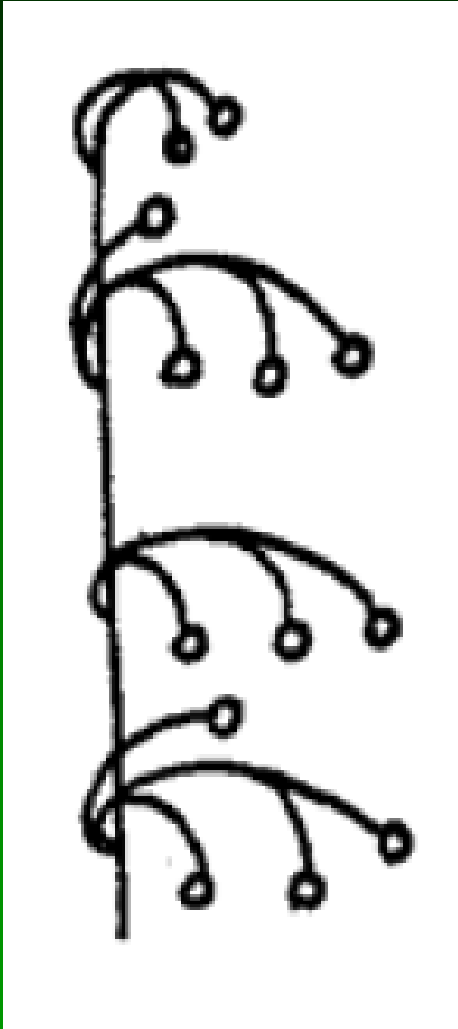


Přeslenitá lata

žabník (*Alisma*) Alismataceae



Jednostranná lata



Bromus



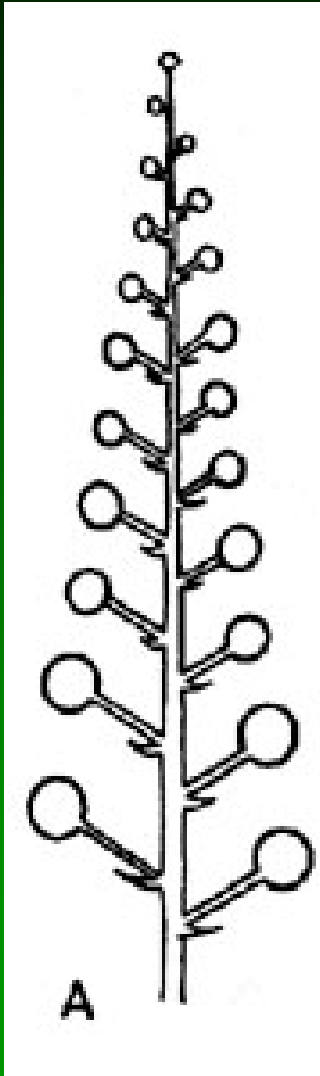
Festuca



© K. Lauber

Melica uniflora

hrozen

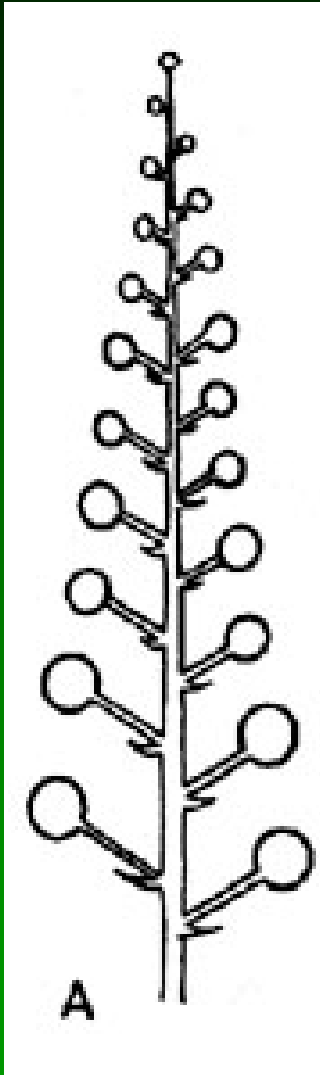


Aconitum, Ranunculaceae



Corydalis, Papavearaceae

hrozen

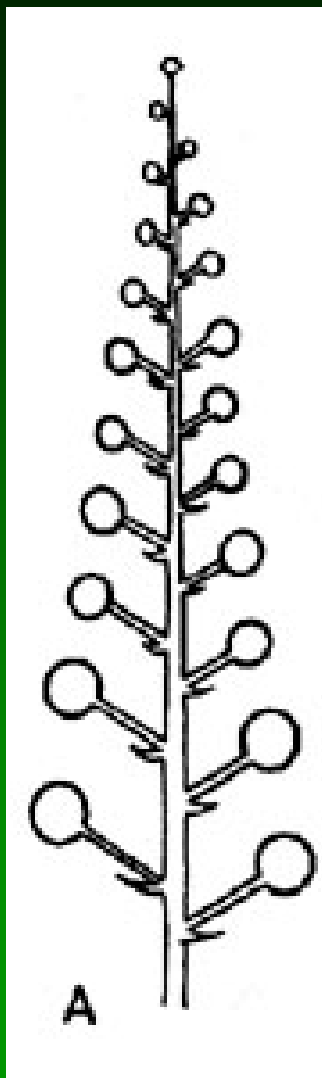


Lupinus
(*Fabaceae*)



Hyacinthus
Hyacinthaceae

hrozen



penízek (*Thlaspi*)

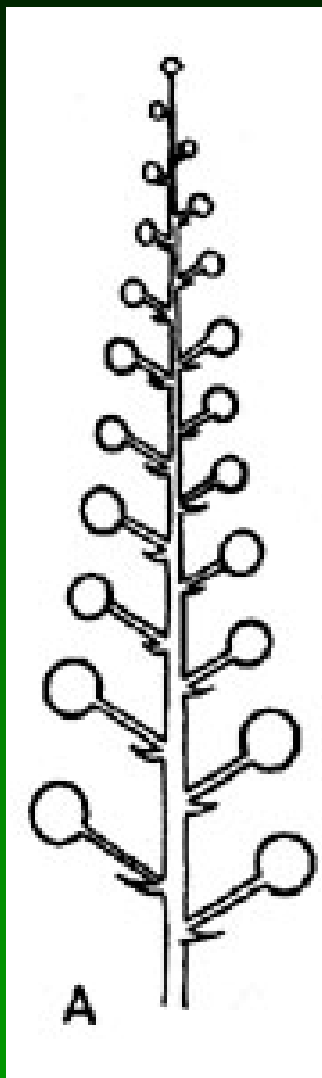
Brassicaceae

pistoček (*Maianthemum*)

Convallariaceae



hrozen

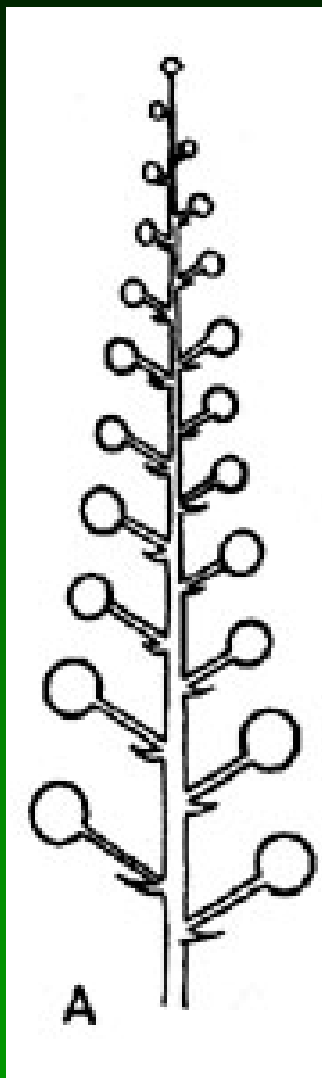


vrbovka (*Chamaenerion*,
Onagraceae)



vachta (*Menyanthes*,
Menyanthaceae)

hrozen



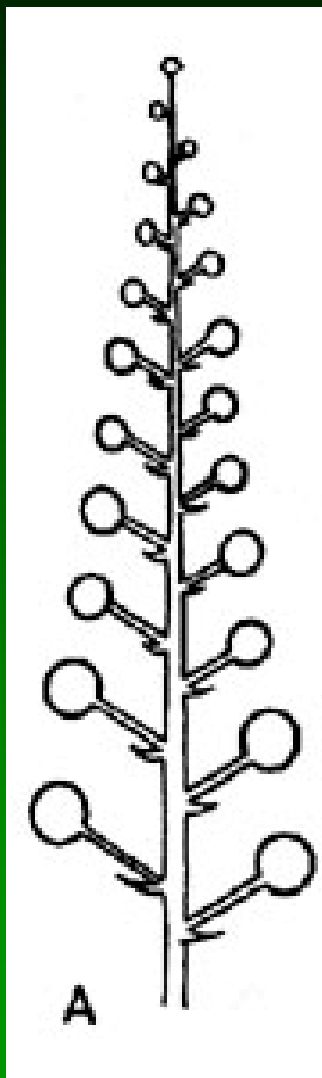
vřes (*Calluna*, *Ericaceae*)



rybíz (*Ribes*, *Grossulariaceae*)



hrozen



střemcha (*Padus racemosa*)

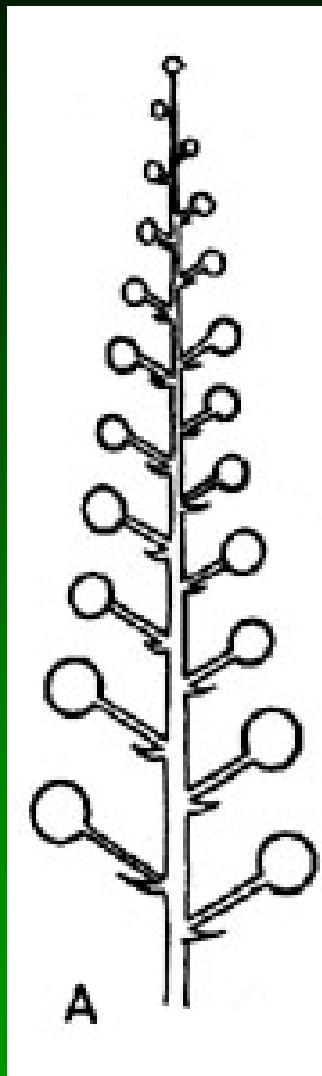
Rosaceae



akát (*Robinia pseudacacia*)

Fabaceae

hrozen

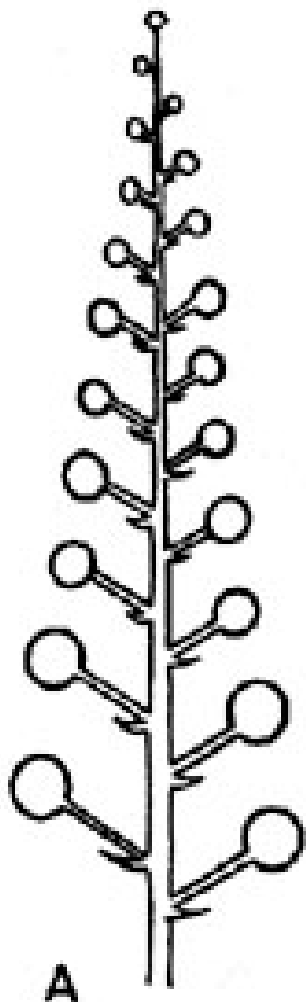


Inice květel (*Linaria vulgaris*)
Plantaginaceae



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

hrozen



prstnatec (*Dactylorhiza majalis*)

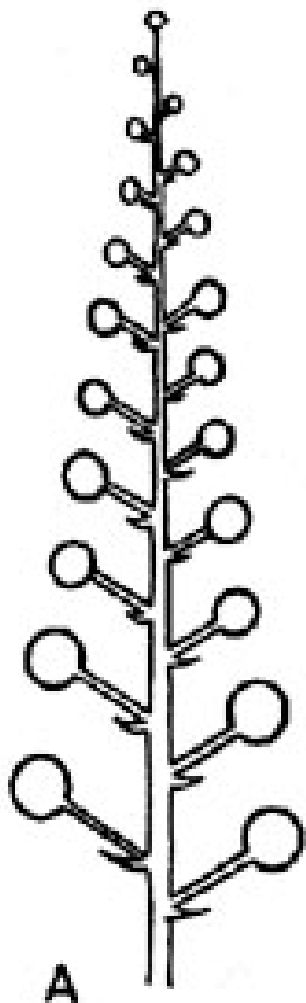
Orchidaceae



modřenec (*Muscari*)

Hyacinthaceae

hrozen



samorostlík klasnatý
(*Actaea spicata*)

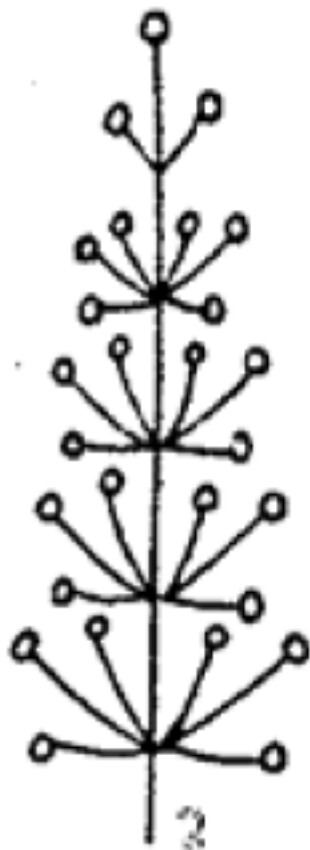
Ranunculaceae



dřišťál (*Berberis vulgaris*)

Berberidaceae

hrozen
přeslenitý



Hottonia palustris, žebratka bahenní



Primula japonica

Primulaceae

jednostranný
hrozen

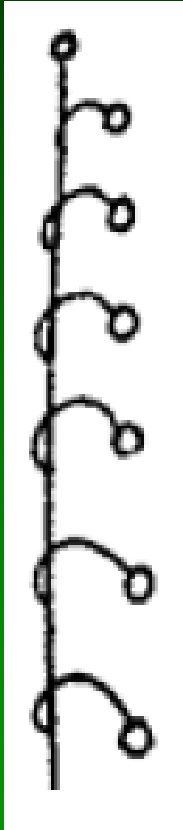
hruštička
(*Ranischia*)



Vicia



Digitalis



Convallaria



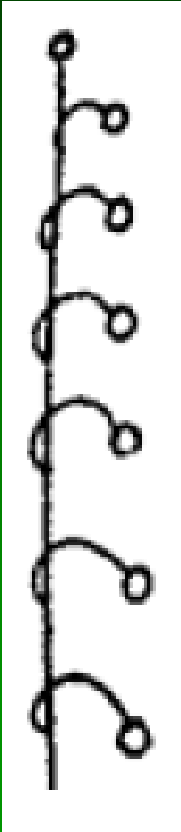
Campanula rapunculoides



Melica nutans

jednostranný
hrozen

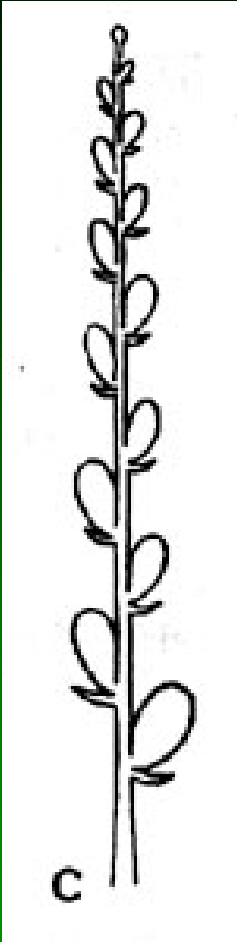
*Lathraea
squamaria*



Klas

rdest (*Potamogeton*)

jitrocel (*Plantago*)



ostřice (*Carex*)

krvavec
(*Sanguisorba*)

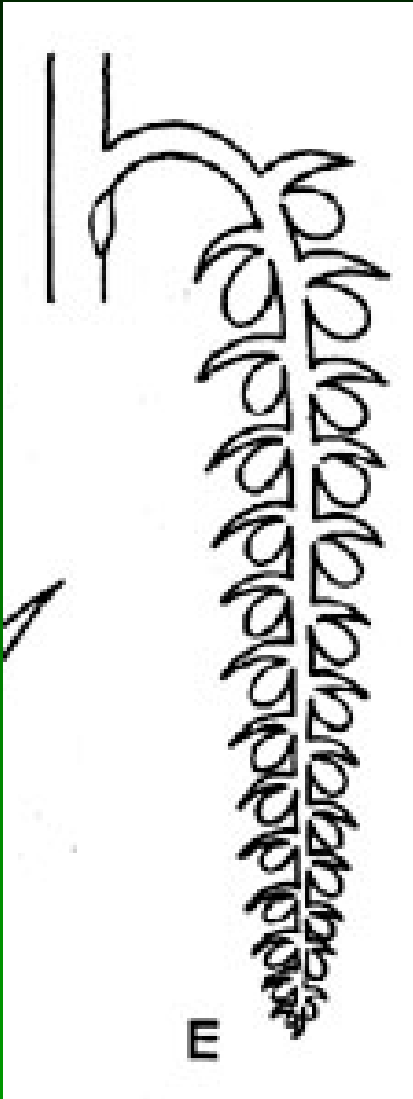


zvonečník (*Phyteuma*)

Jehněda

Populus tremula

Salix



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



Piper nigrum
Piperaceae
© G. D. Carr

Carex sylvatica

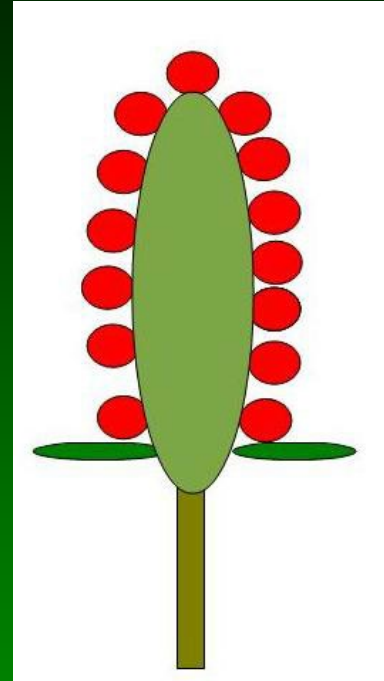
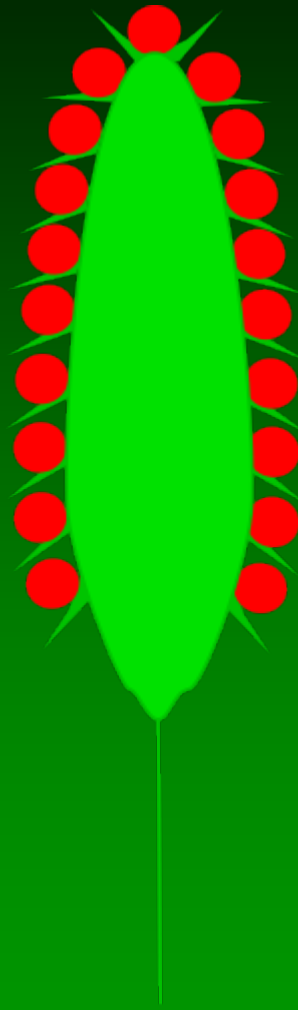
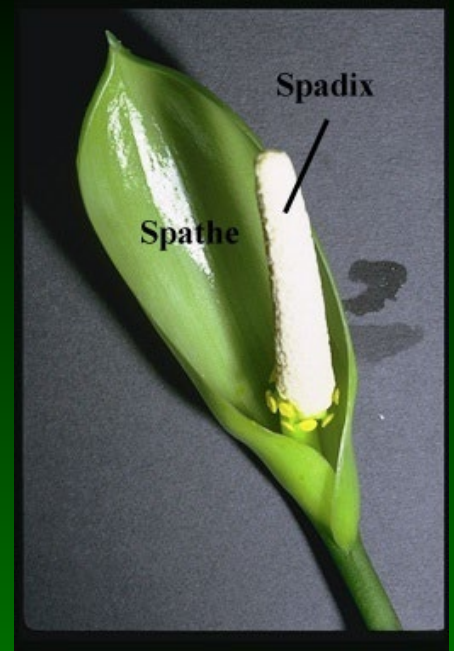
Piper



Acorus

Palice

Araceae



Zea



Typha

Jednostranný klas

Melampyrum



Dvouřadý klas

Bromelia



Cyperus



Klásek - *Poaceae*



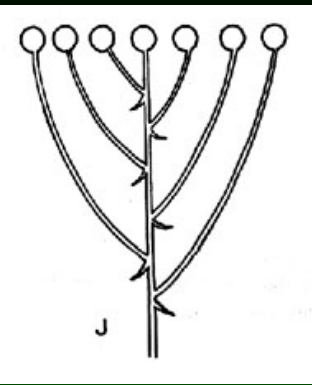
Složený klas – klas z klásků (lichoklas)



Blysmus



Lolium



Chocholík

štěničník (*Iberis*)



mahalebka
(*Prunus
mahaleb*)

snědek okoličnatý
(*Ornithogalum
umbellatum*),
Asparagaceae

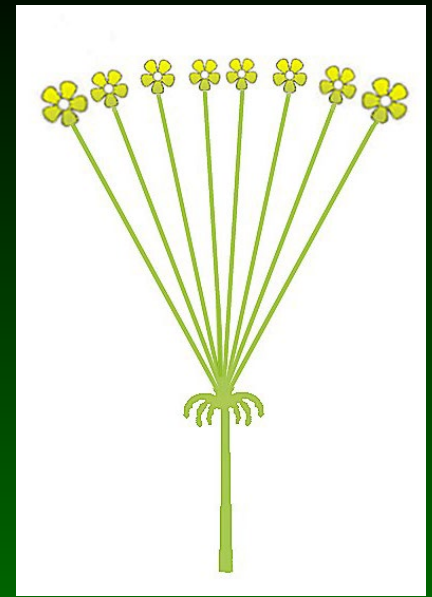




štírovník
(*Lotus*)

jarmanka
(*Astrantia*)

(Jednoduchý)
okolík



břečťan (*Hedera*)
Artaliaceae

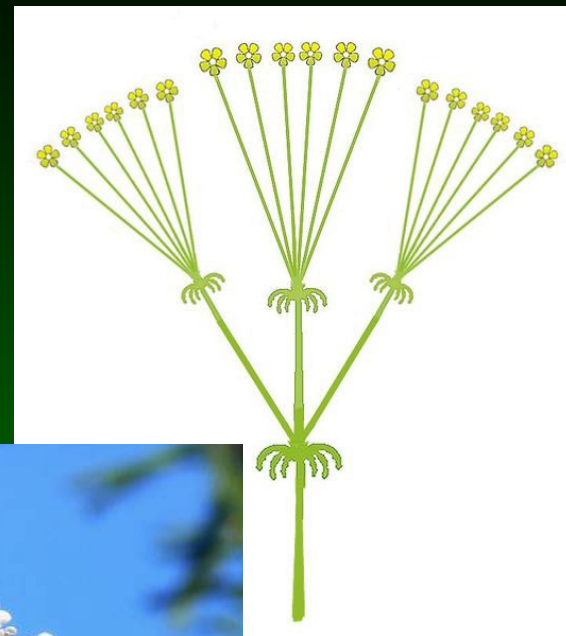


Složený okolík - *Apiaceae*



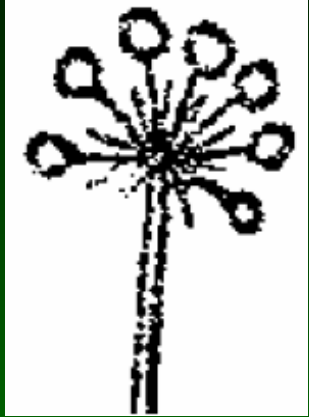
*Aegopodium
podagraria*

Daucus carota



<http://botanika.wendys.cz>

Hlávka

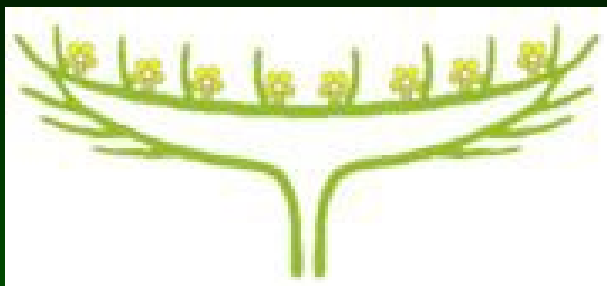


Trifolium

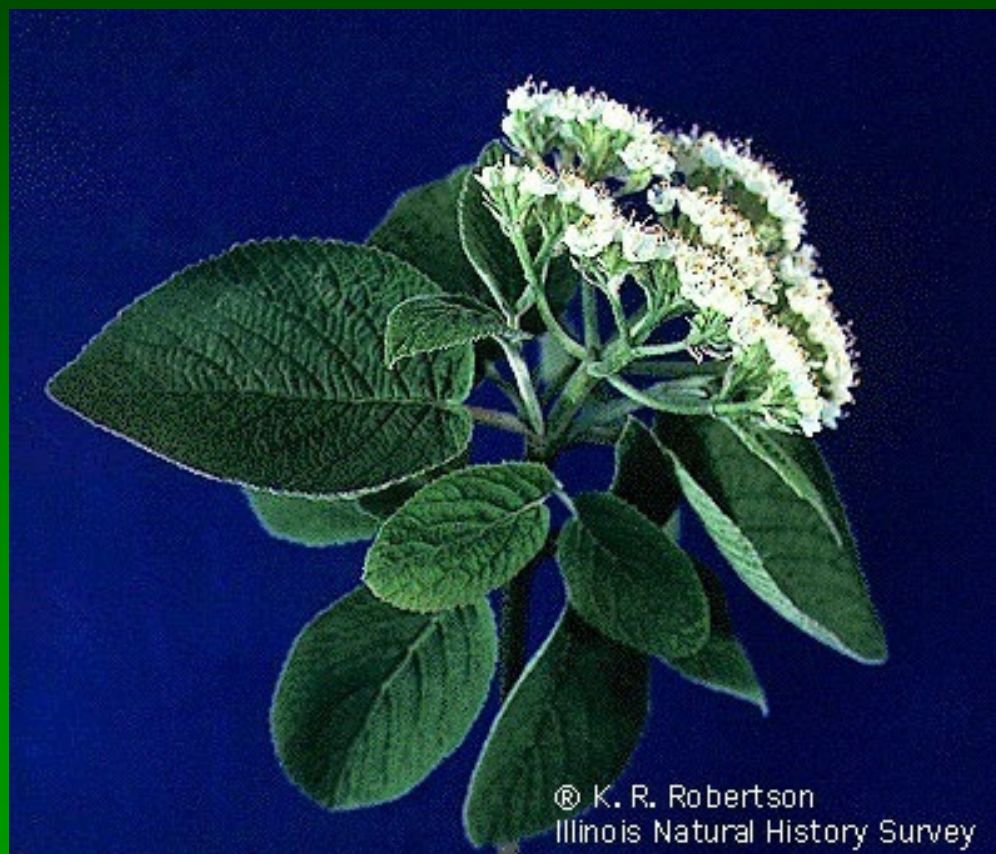
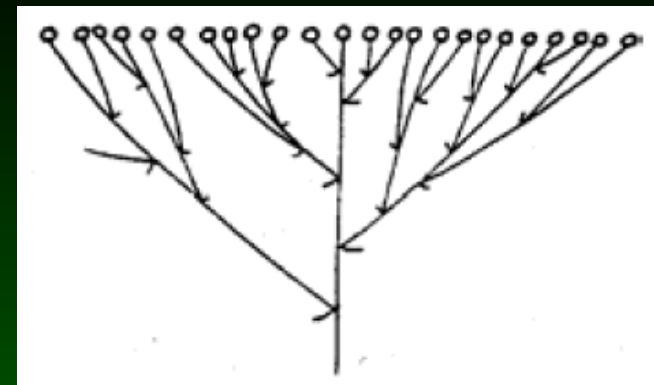


Phyteuma orbiculare

Úbor - Asteraceae



Chocholičnatá lata



© K. R. Robertson
Illinois Natural History Survey

***Viburnum*, Adoxaceae**



***Sambucus*, Adoxaceae**

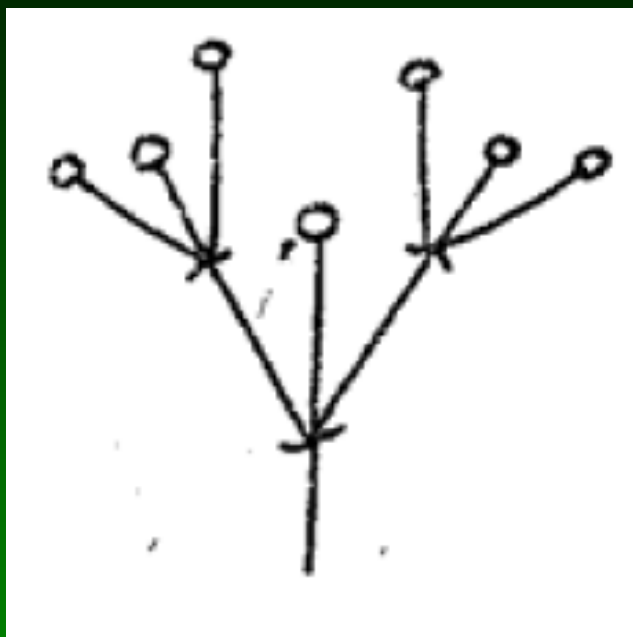
Chochličnatá lata

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 a soft, out-of-focus green, suggesting foliage. The lighting is natural, highlighting the delicate structure of the blossoms.

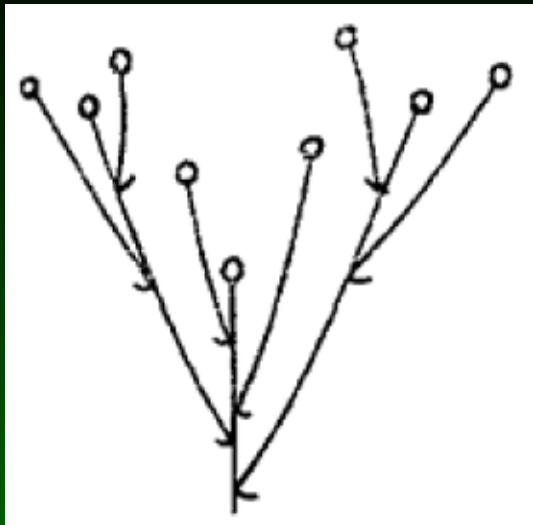
sorbus aucuparia
© 2004 pictured by antonie van den bos
for aycronto.com

Vrcholičnatá květenství

Vidlan - *Caryophyllaceae*



Kružel



Juncus effusus *J. conglomeratus*
strboulovitě stažený kružel



Luzula



Filipendula



Schoenoplectus

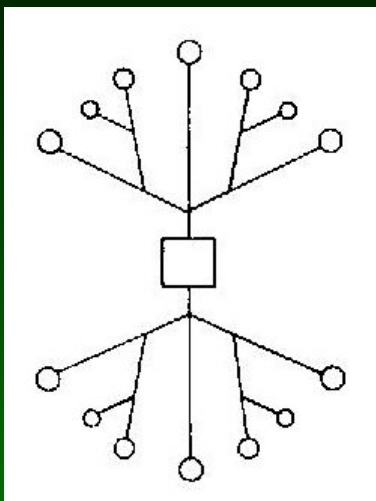


Eriophorum



strboulovitě
stažený kružel

Lichopřeslen bývá tvořen vidlany (nebo vijany)



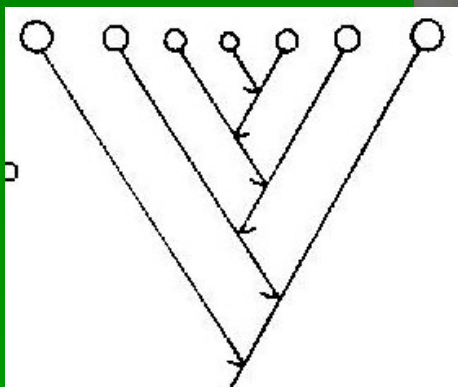
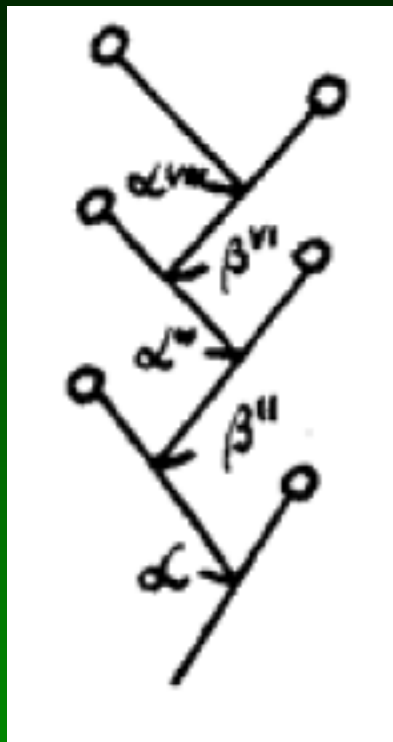
Rumex



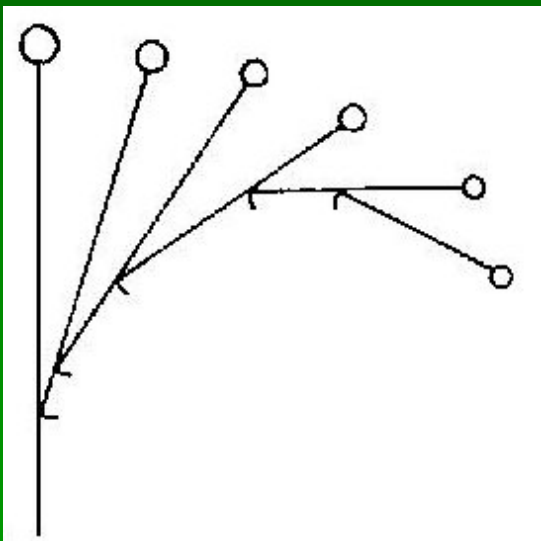
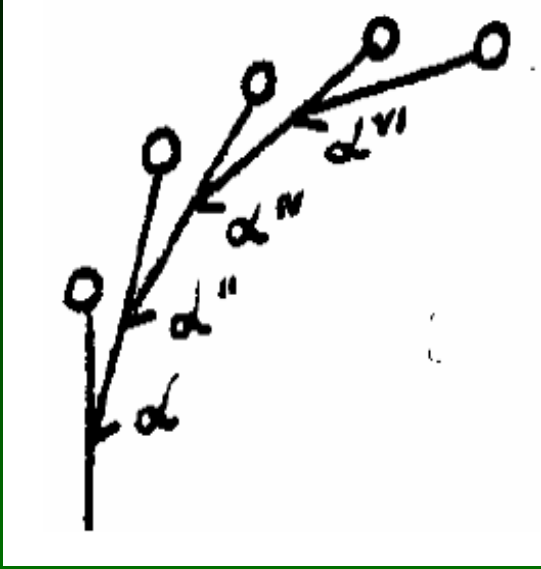
Lamiaceae



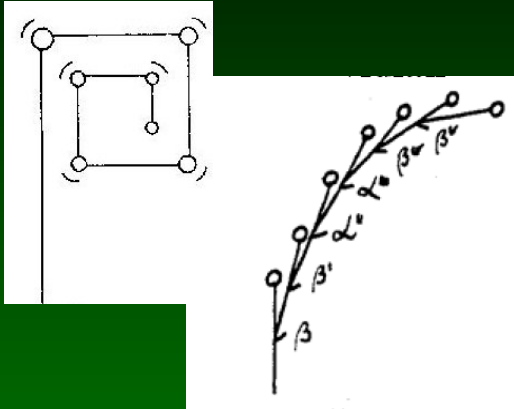
Vějířek – *Iris*, Iridaceae



Srpek – *Gladiolus*, *Iridaceae*



Šroubel (o 90° a na jednu stranu)



šmel
okoličnatý
(*Butomus
umbellatus*)
Butomaceae



Allium, Amaryllidaceae

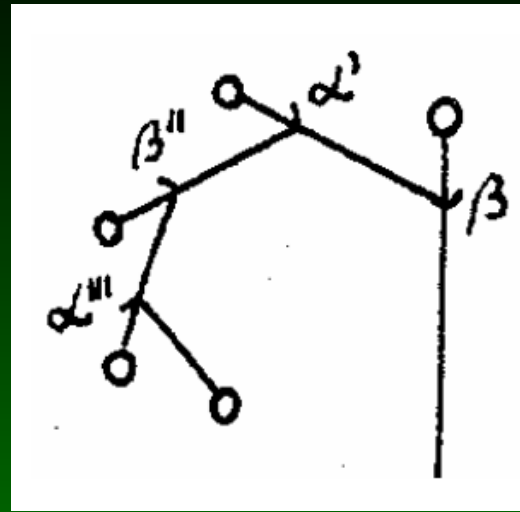


třezalka
tečkovaná
(*Hypericum
perforatum*)
Hypericaceae



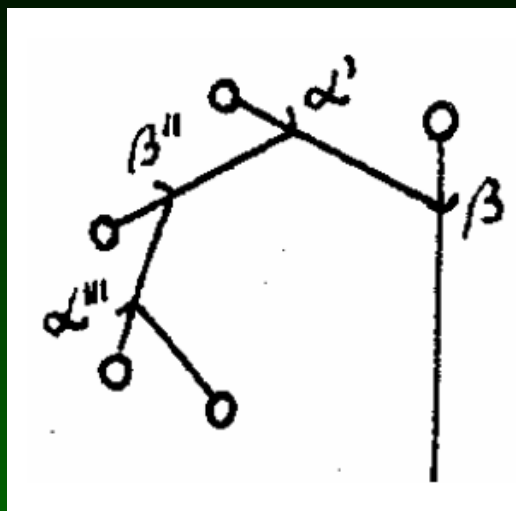
Vijan (o 90° a na různé strany)

- *Solanum*



Dvojvijn (o 90° a na různé strany)

- *Boraginaceae*



Příklady složených květenství a jim podobných zhovadilostí

Hrozen až lata úborů

Petasites

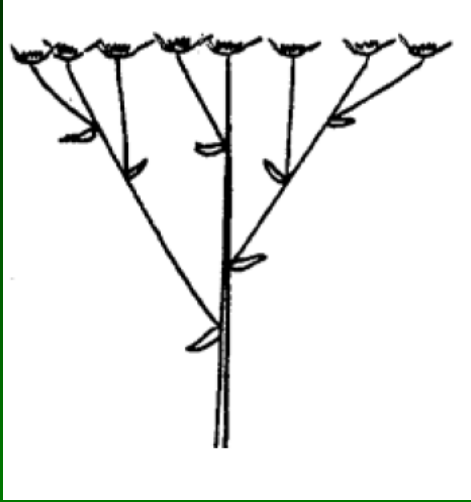


Chocholík až
chocholičnatá
lata úborů

Achillea millefolium



Tanacetum vulgare



Eupatorium cannabinum

Tanacetum parthenium

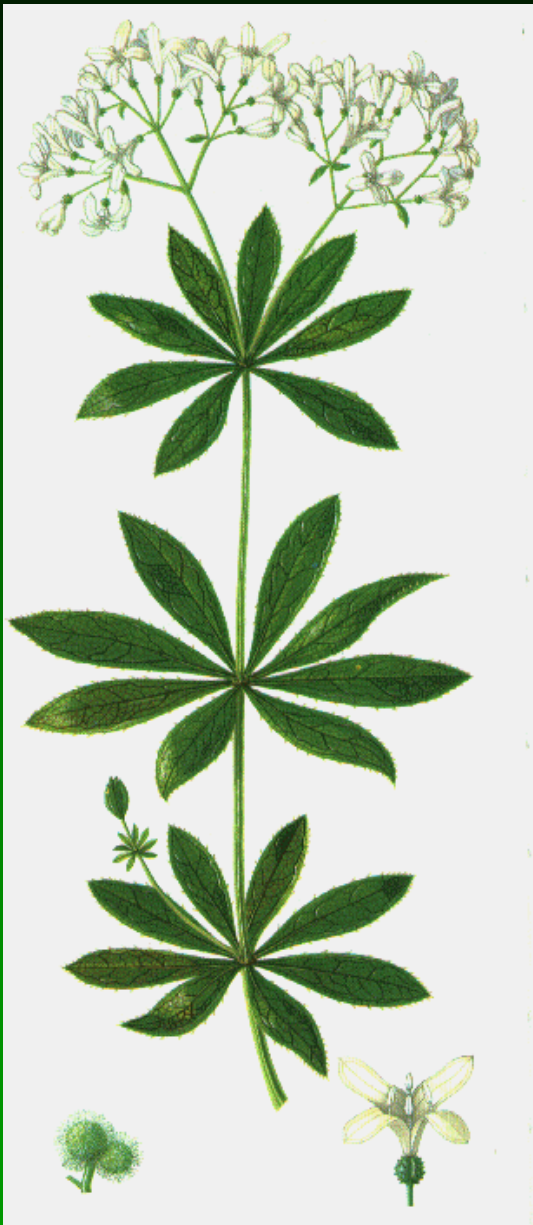
Lata složená z klásků

třeslice (*Briza*)

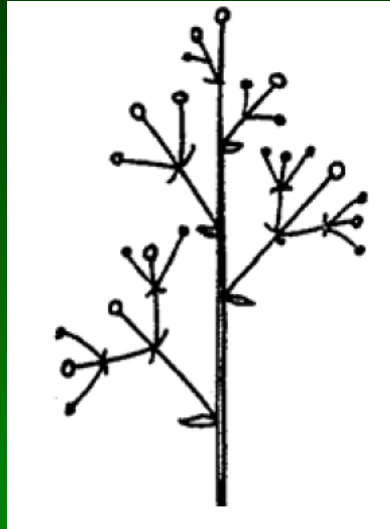
lipnice (*Poa*)



Chocholičnatá lata vidlanů



*Galium
odoratum*
Rubiaceae



*Galium
album*

Lata vidlanů



Lata vijanů

jírovec (*Aesculus hippocastanum*) Sapindaceae



www.naturfoto.cz © Jiří Bohdal

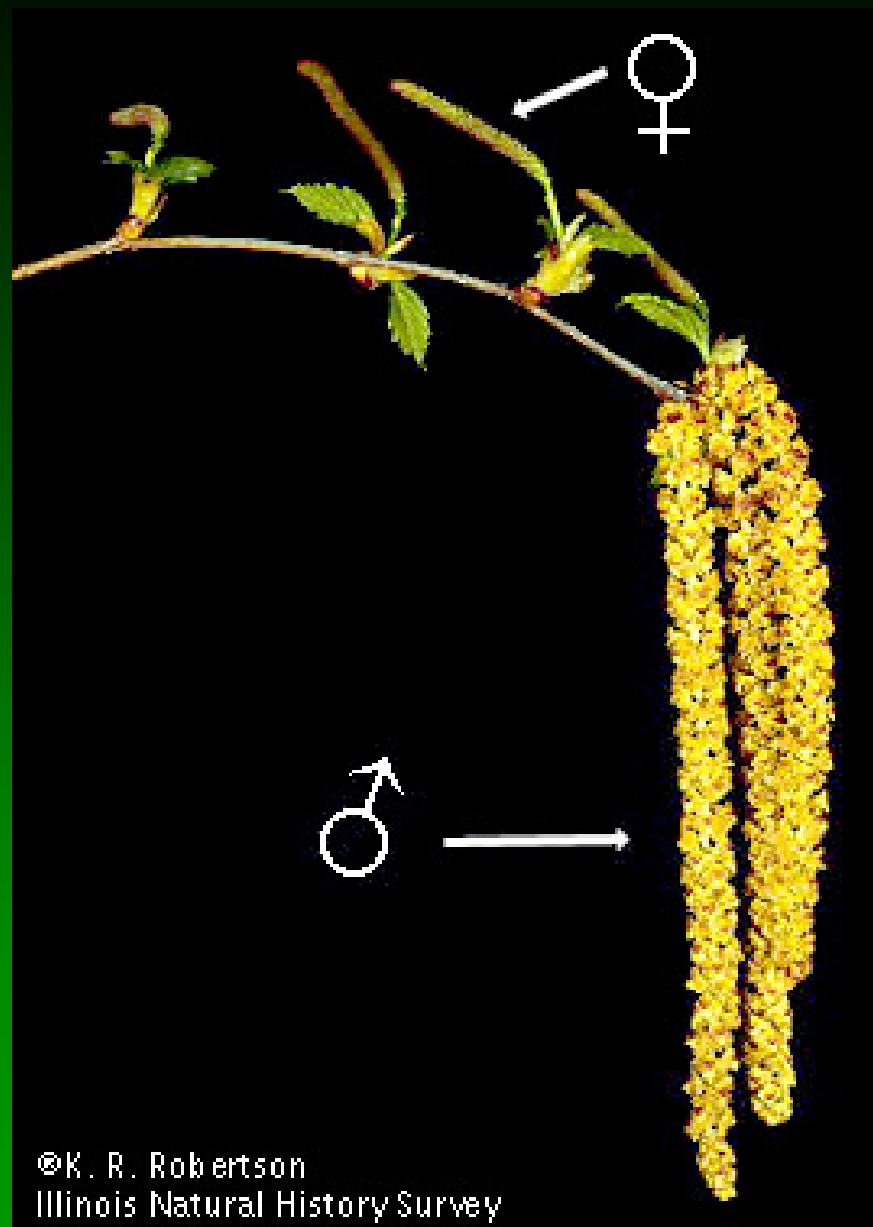
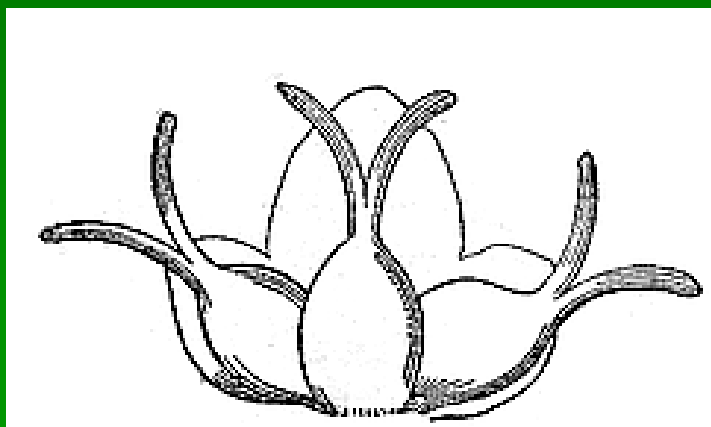
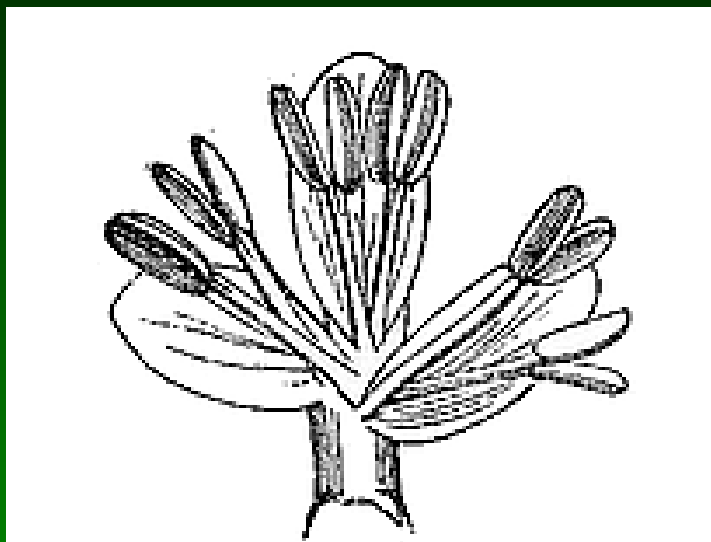
jednostranný
hrozen složený
z klásků



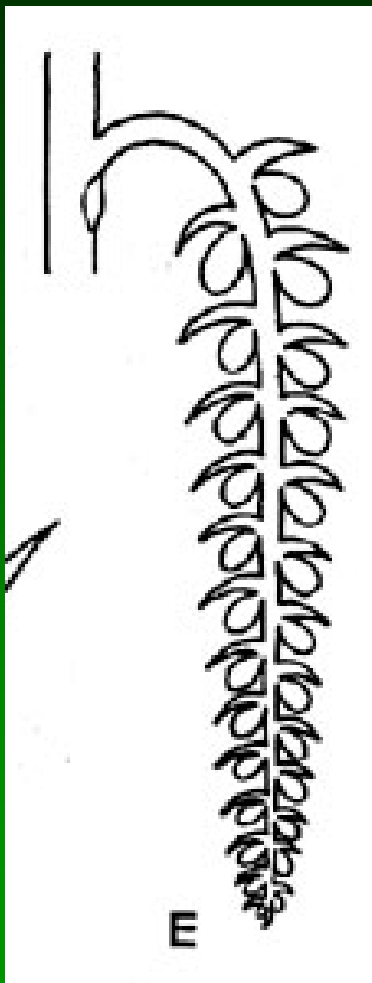
Melica nutans

Jehněda tvořená vidlany

Betula



Jehněda tvořená vidlany



(samčí květenství)



Quercus

*Juglans
regia*



*Castanea
sativa*



Alnus

Strboul



Succisa

Knautia

Caprifoliaceae

Dipsacus

hlávka tvořená
vidlany

Strboul jednokvětých úborů

Echinops



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



Urtica sp.
Urticaceae
© G. D. Carr

Urtica



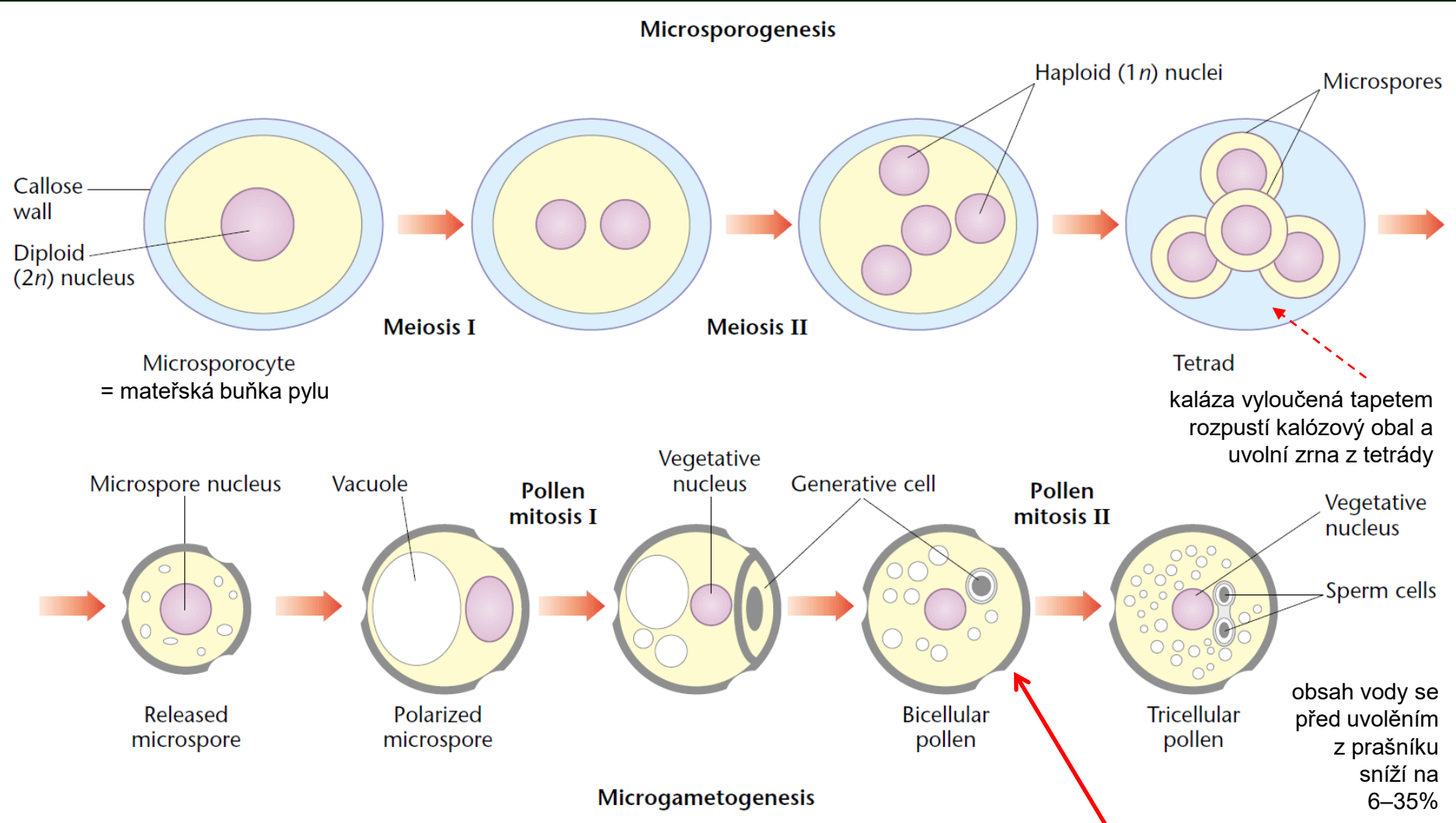
Chenopodium

Rozmnožování krytosemenných rostlin

morfologie pohlavních
orgánů

rodozměna

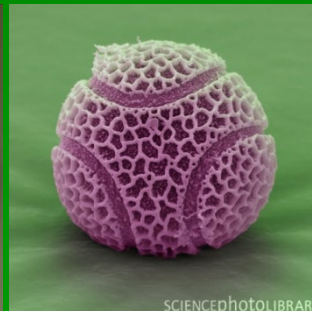
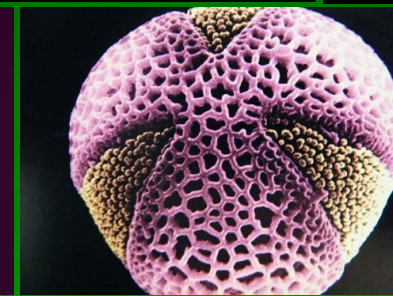
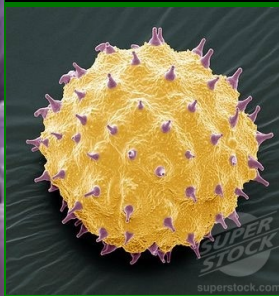
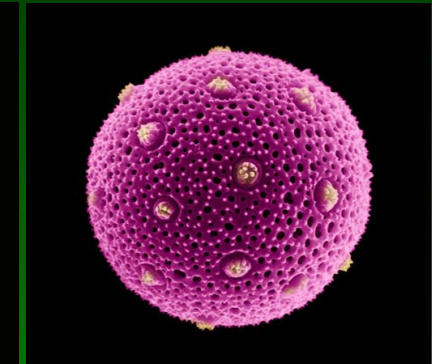
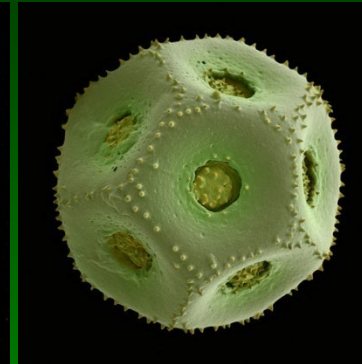
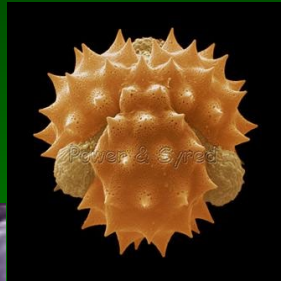
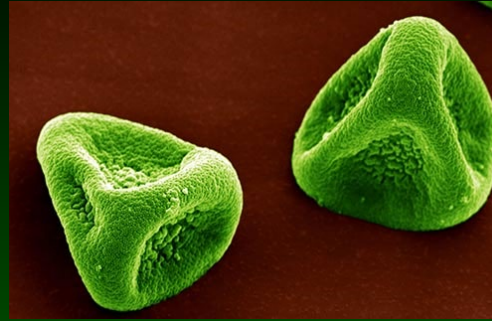
Ontogeneze pylu – z mateřských buněk tapeta



generativní buňka migruje do cytoplasmy

Pyl a opylení (angl. pollination)

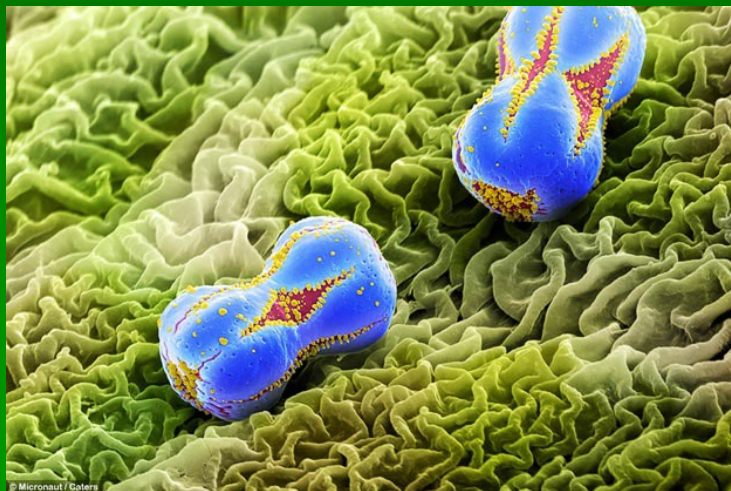
pylová zrna bez
vzdušných
vaků



Velikost pylu

6 – 150 μm

Myosotis



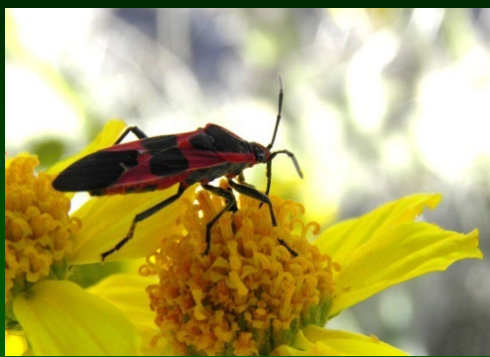
Cucurbita



Myosotis

SCIENCEPHOTOLIBRARY

Nejčastěji je pyl přenášen hmyzem = entomogamie



Často je pyl přenášen také větrem = anemogamie



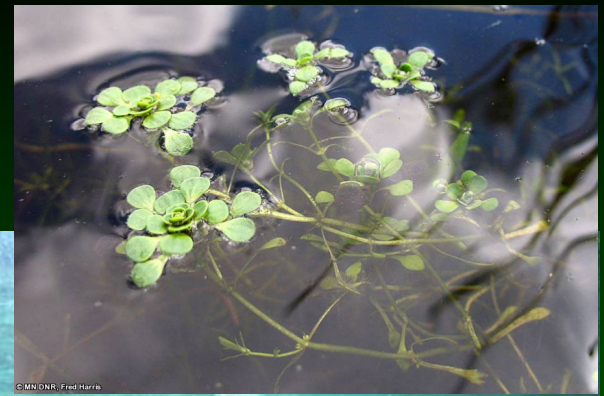
Vzácně je pyl přenášen ptáky = ornitogamie



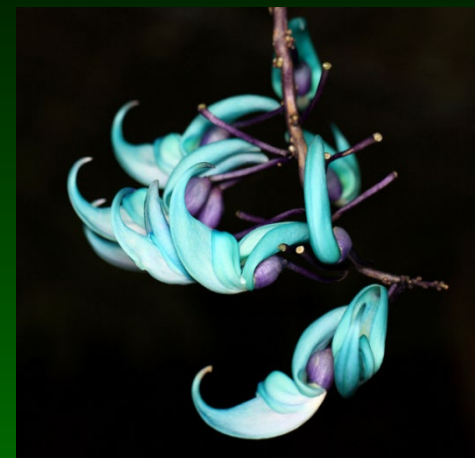
Vzácně je pyl přenášen ptáky = ornitogamie



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*



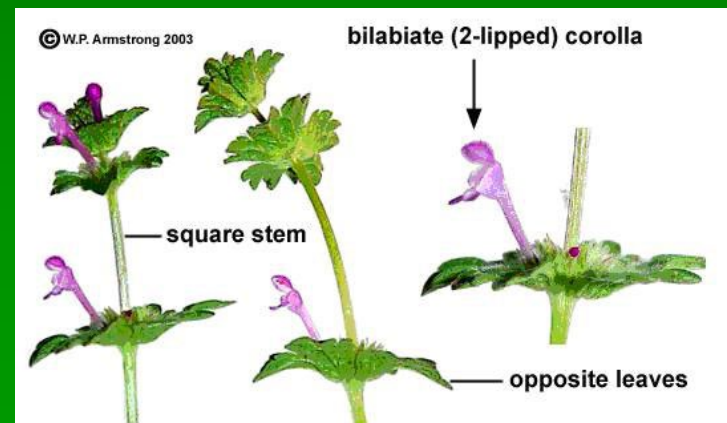
cleistogamous flower



Chasmogamické květy rodu *Viola*



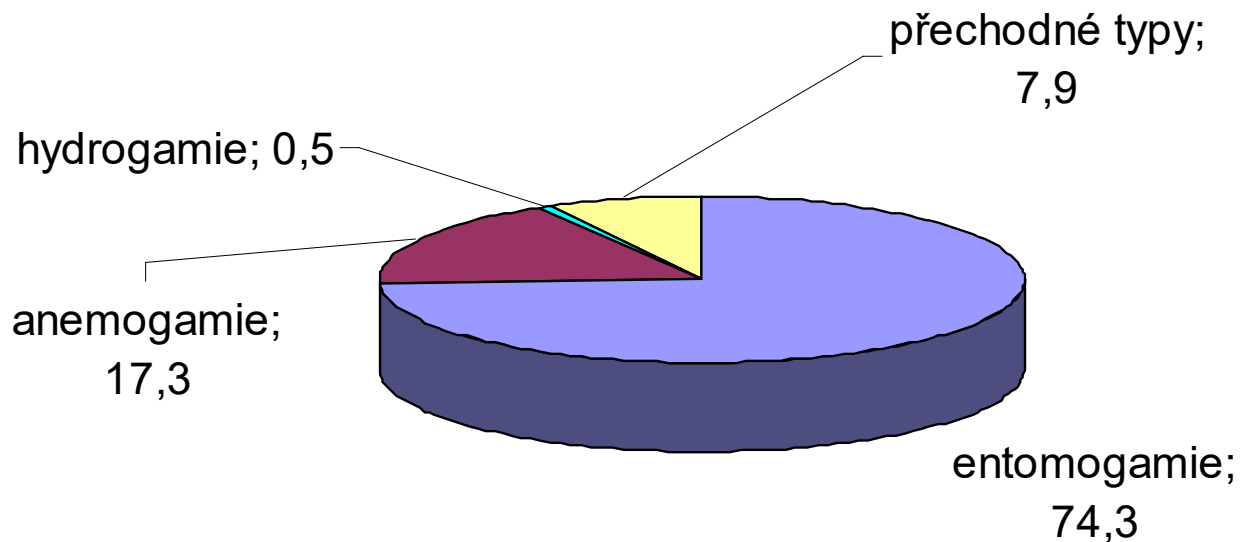
Chasmogamické květy u *Lamium amplexicaule*



Zastoupení typů opylení se liší podle geografických oblastí

V Česku je zdaleka nejčastější entomogamie a anemogamie

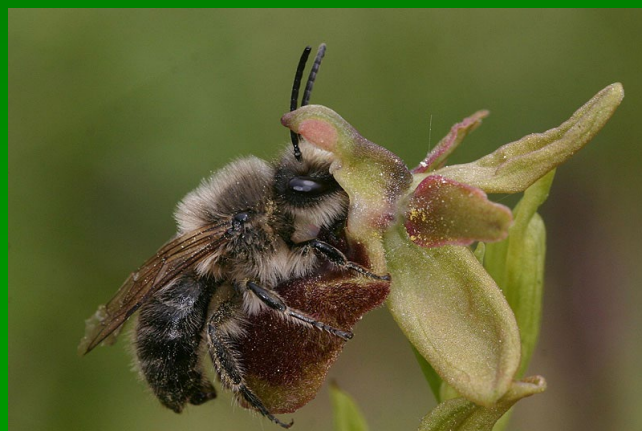
entomogamie	74.3%
anemogamie	17.3%
hydrogamie	0.5 %
přechodný nebo blíže neurčený typ	7.9 %



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

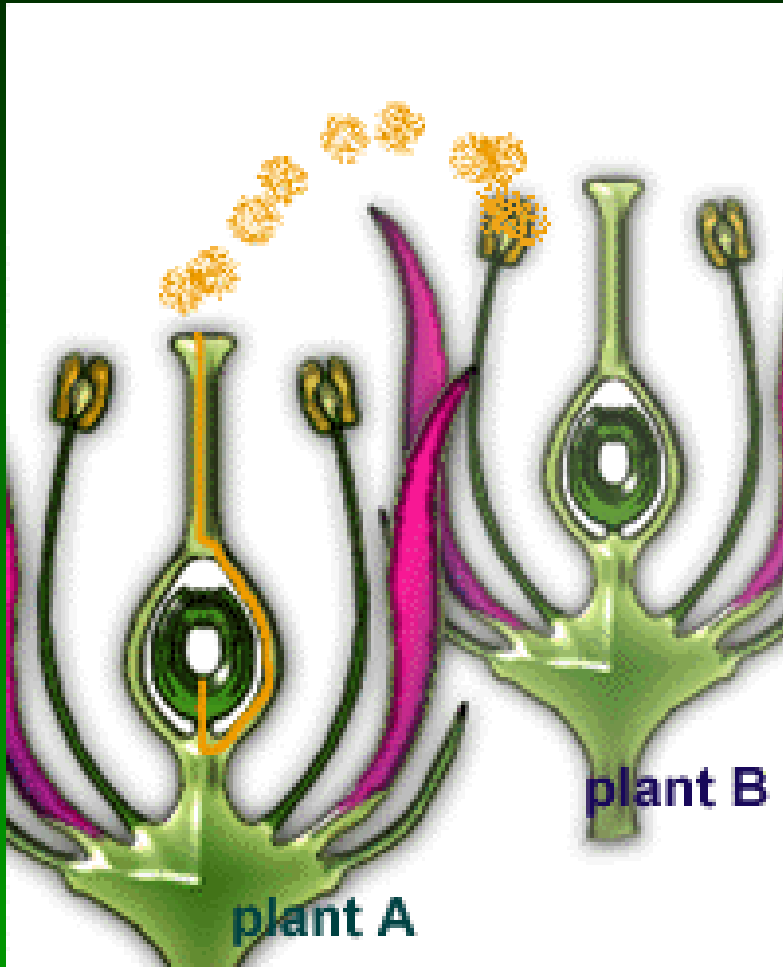
a vůně - nektar
ani pyl však vůni
nevydávají - ta
se vytváří buď
korunními lístky
nebo nitkami
tyčinek.



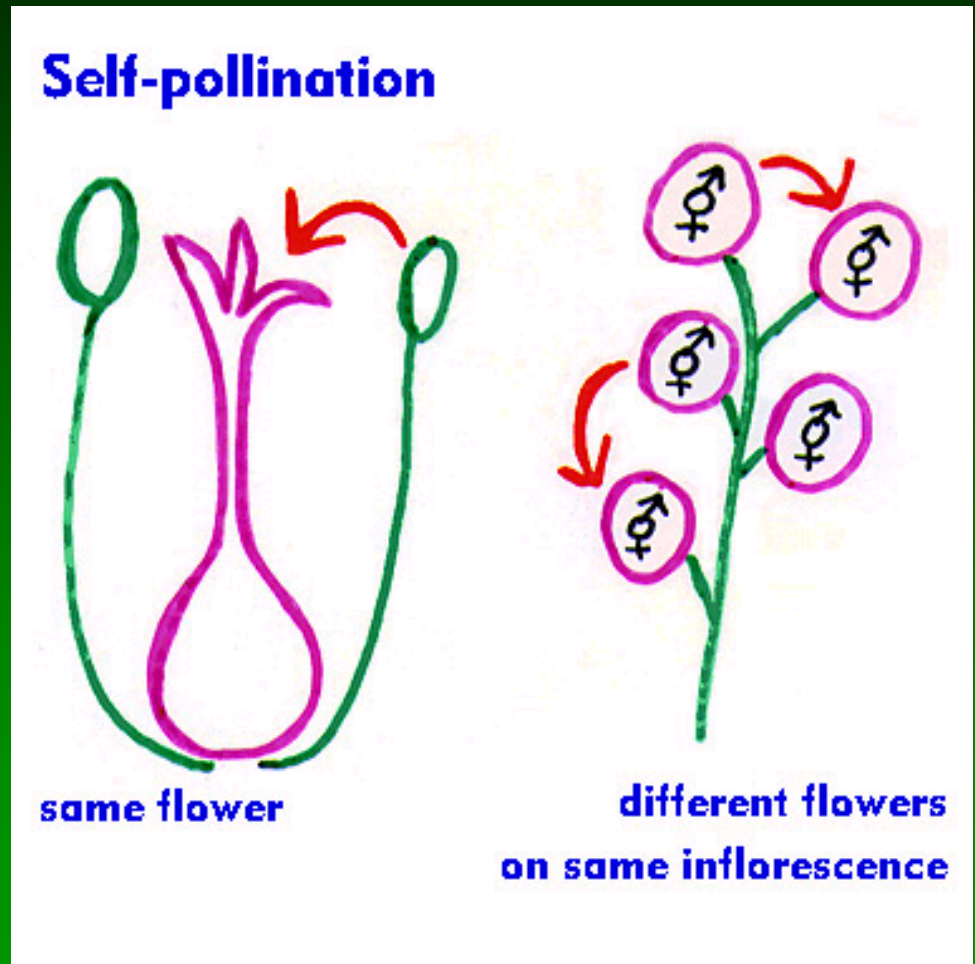
Navigace hmyzu v UV části světelného spektra



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

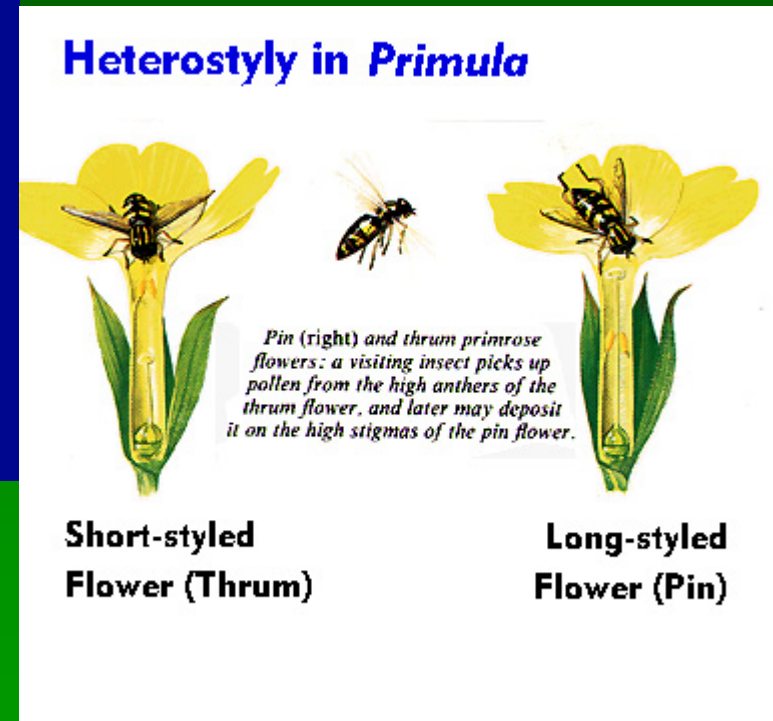
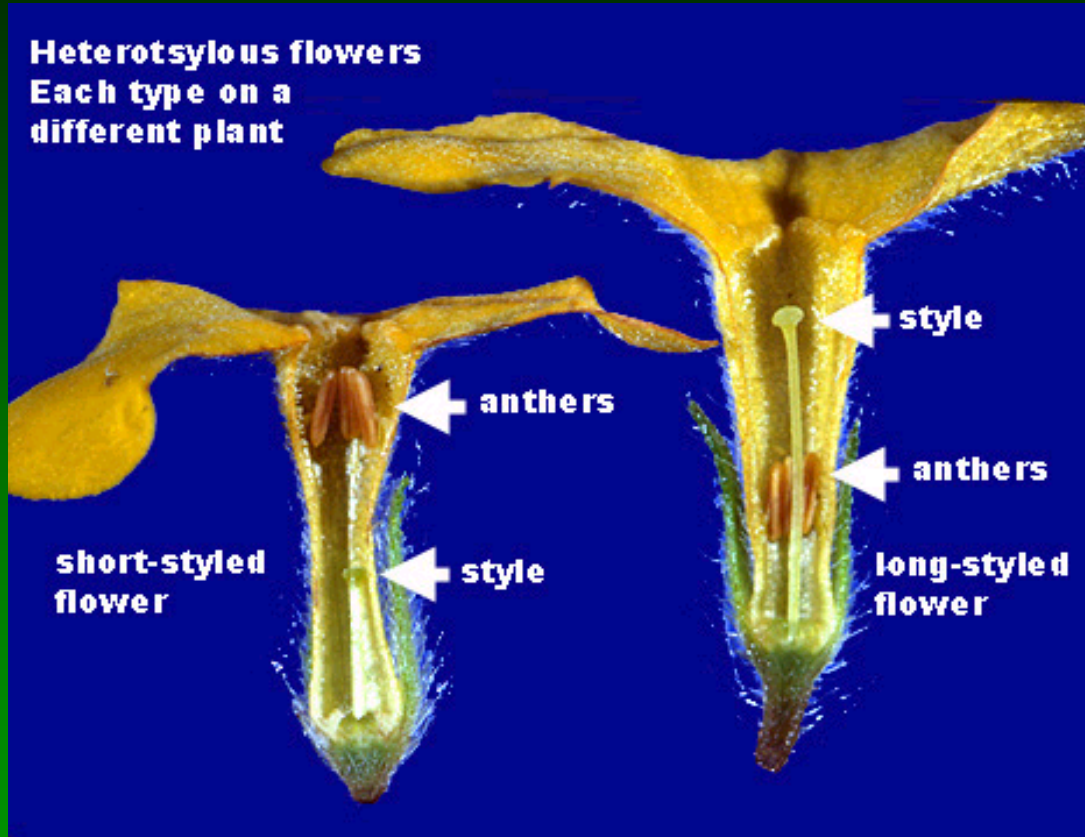


Autogamie (selfing)
=> inbrední deprese, ale ...

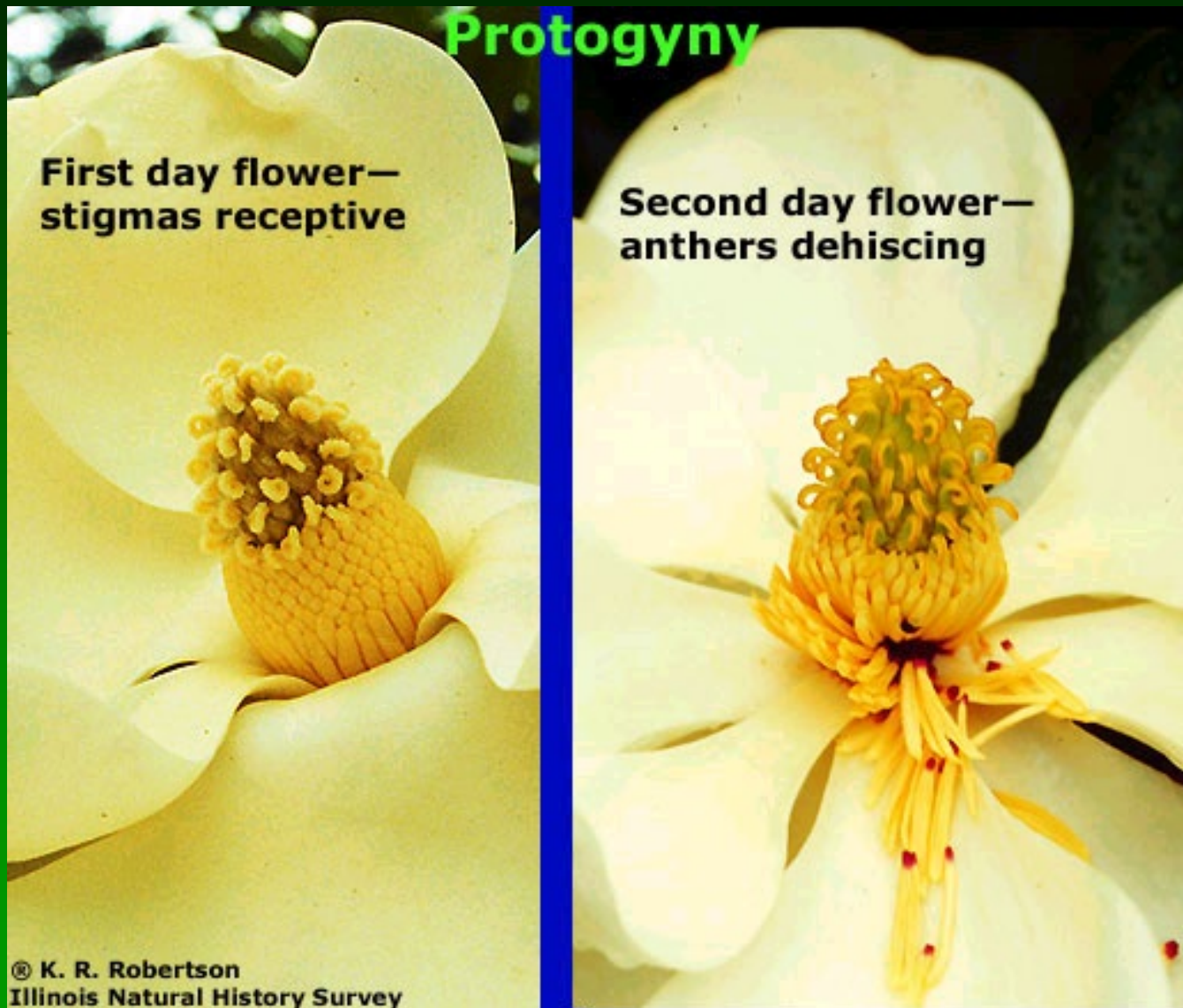


Geneticky podmíněná: self kompatibilita x self inkompatibilita
evolučně původní odvozená (30–50 % druhů)

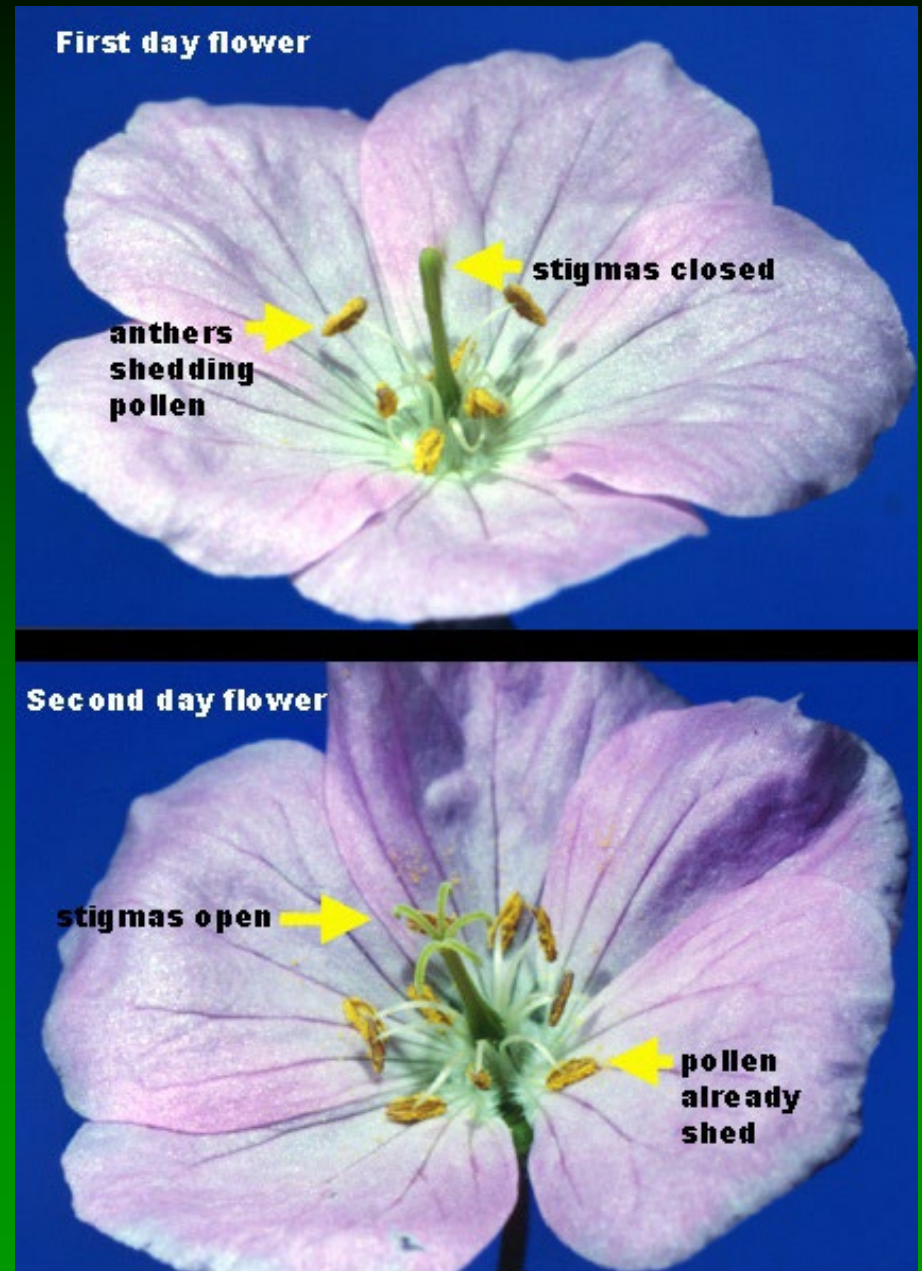
Jedním ze způsobů jak se bránit autogamii vlastním pylem je heterostylie



Dalším způsobem jak se bránit autogamii vlastním pylem je protogynie



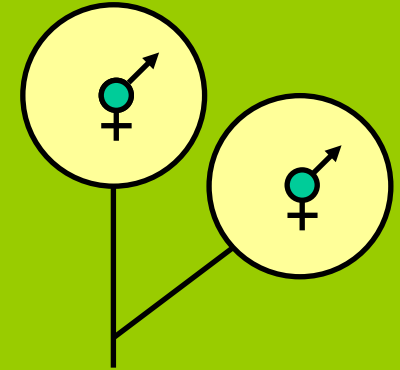
Analogickým způsobem
může bránit bránit
autogamii také
protandrie



Hermafroditní květ a hermafroditní druh není totéž !

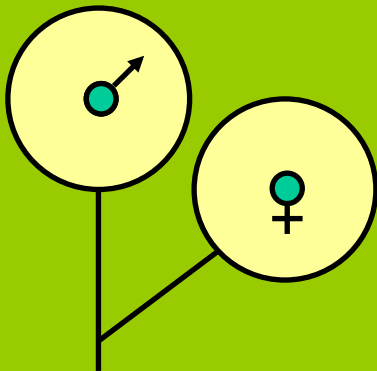
Většina druhů krytosemenných je hermafroditních – v Evropě 89%, v tropech 60%.

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

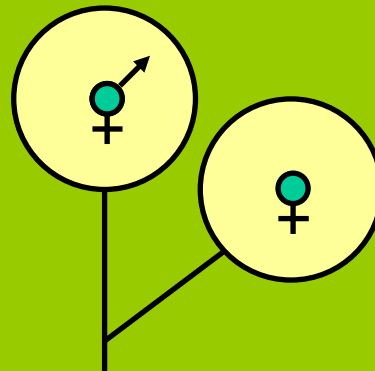


Vzácnější případy hermafroditních druhů se zcela nebo zčásti jednopohlavnými květy

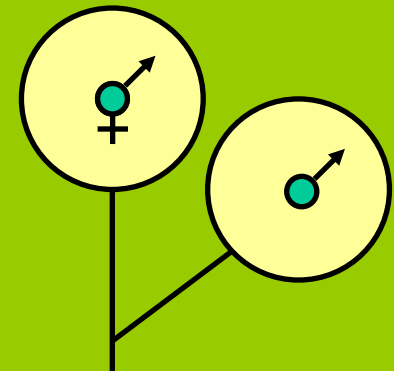
monoecie



gynomonoecie

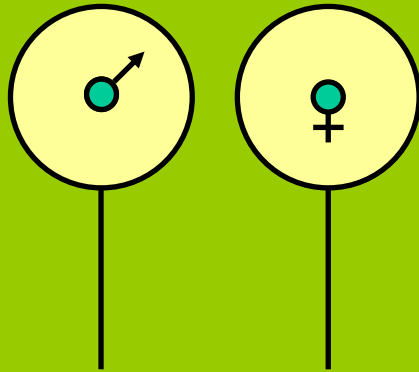


andromonoecie



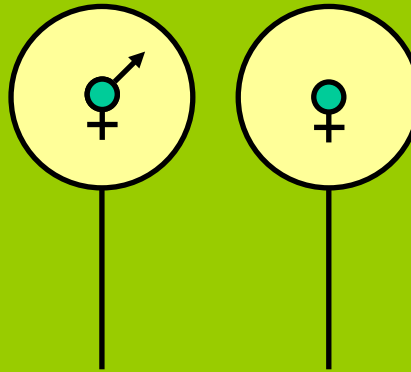
Protikladem hermafroditních druhů jsou druhy s odděleným pohlavím

dioecie



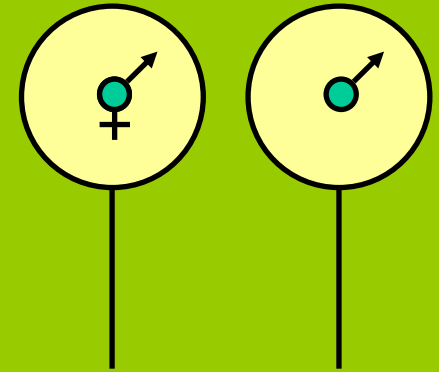
4 %

gynodioecie



7 %

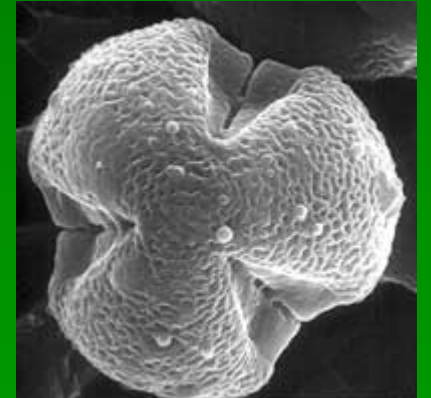
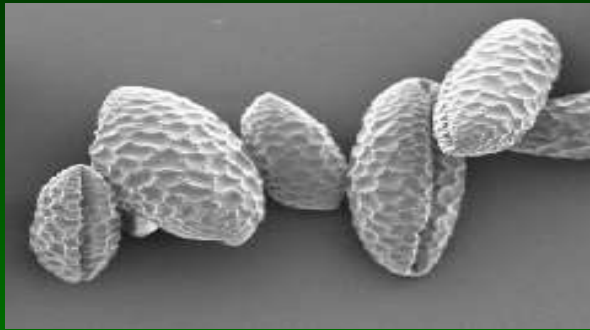
androdioecie



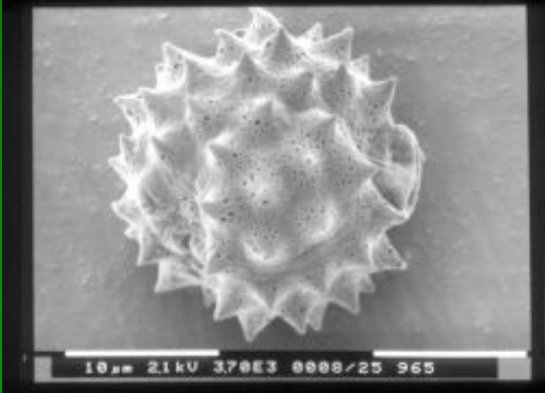
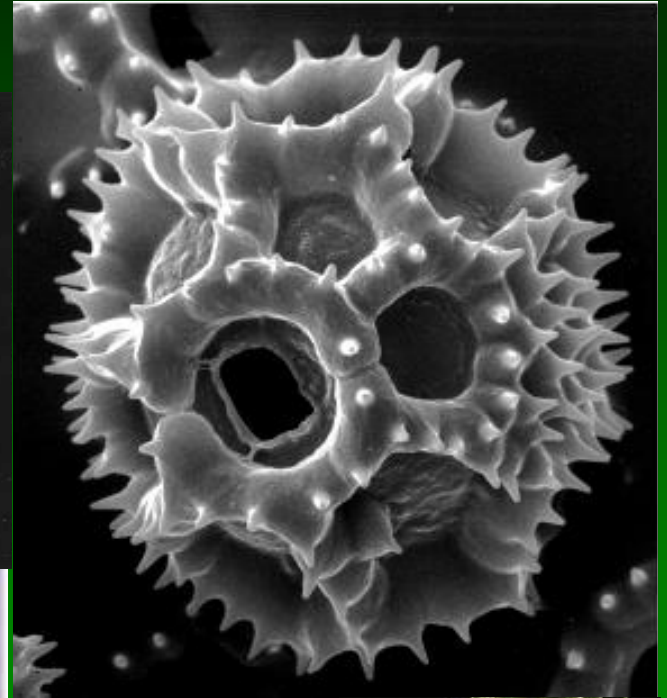
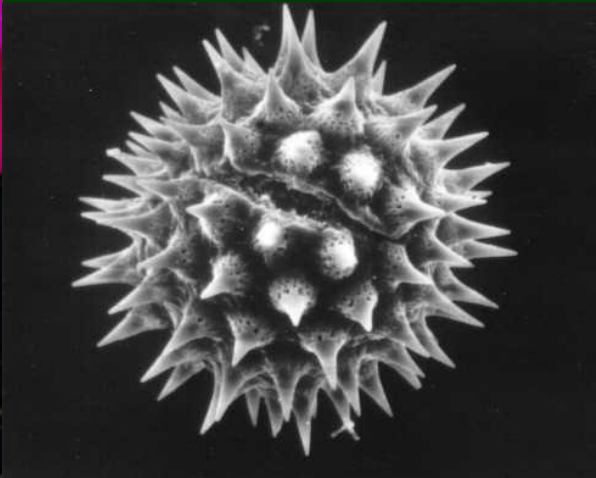
0,1 %

v Evropě je krytosemenných druhů s odděleným pohlavím
přibližně 11 %

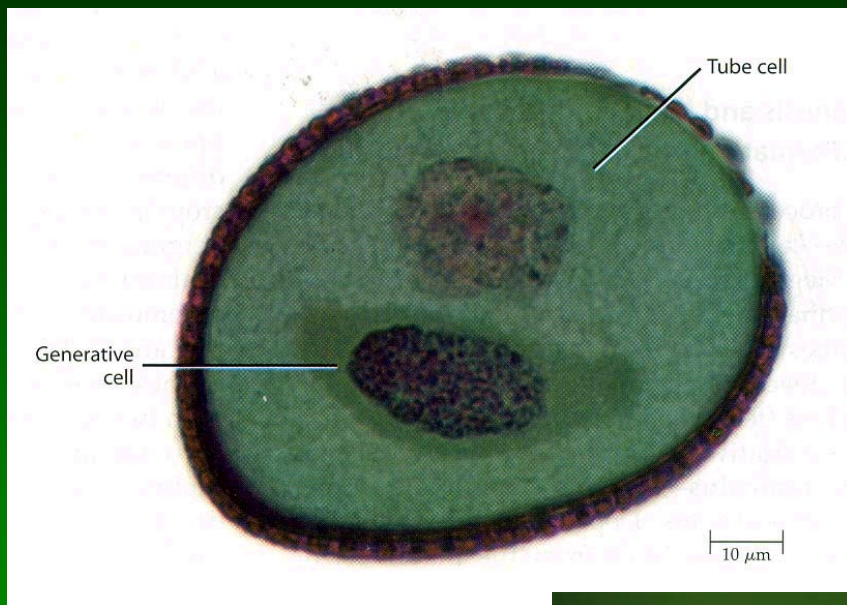
U anemogamních druhů bývá pyl hladký,
u hydrogamních je bez zvláštních
přizpůsobení



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

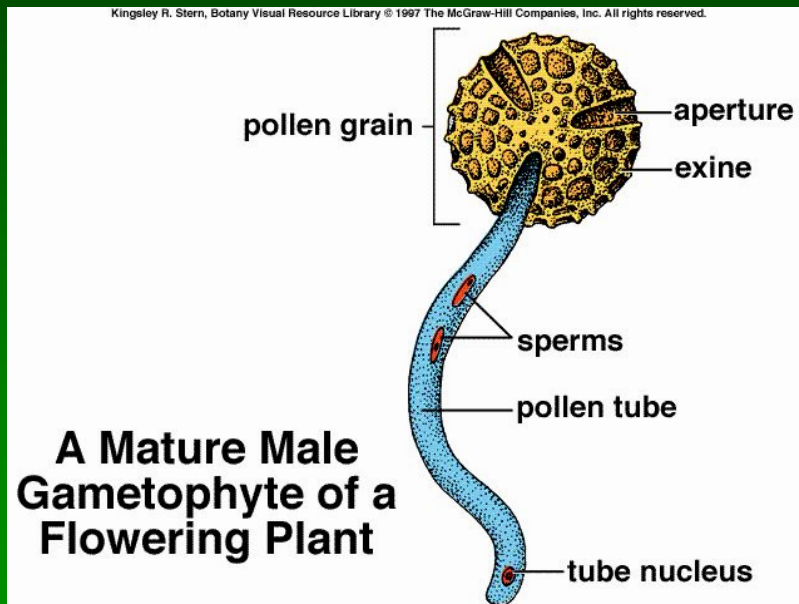


Jednobuněčné pylové zrno se při zrání dělí ve větší buňku vegetativní a menší generativní; v tomto dvoubuněčném stavu je přeneseno na bliznu; na blizně pylové zrno rehydratuje



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)

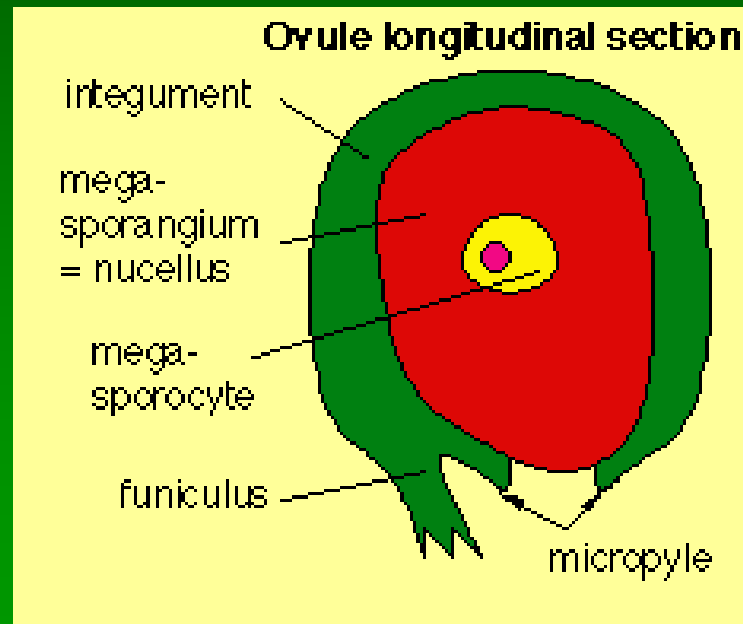
1 nebo 2 obaly

mikropyle (klový otvor),

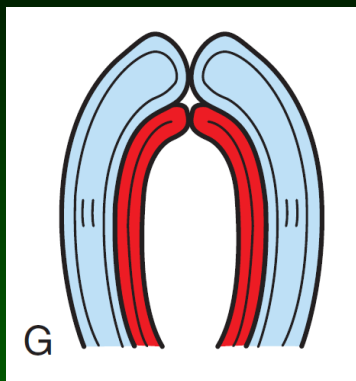
nemá pylovou ani archegoniální komoru

funikulus (poutko spojující vajíčko s plodolistem)

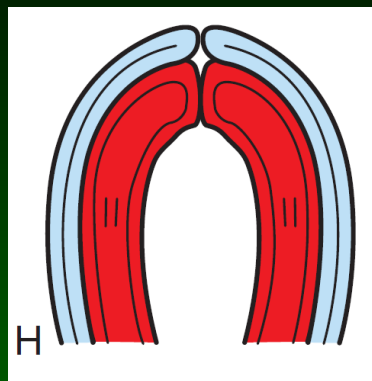
nucellus (= homolog archesporu) → jediný megasporocyt



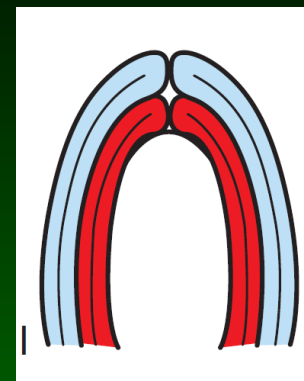
Typy vajíček dle tloušťky a počtu obalů = integumentů



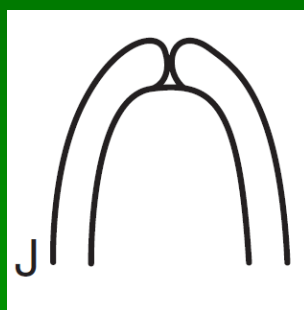
G bitegmické s vnějším integumentem tlustším



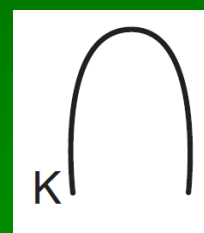
H bitegmické s vnitřním integumentem tlustším



I bitegmické se stejně silnými integumenty



J unitegmické



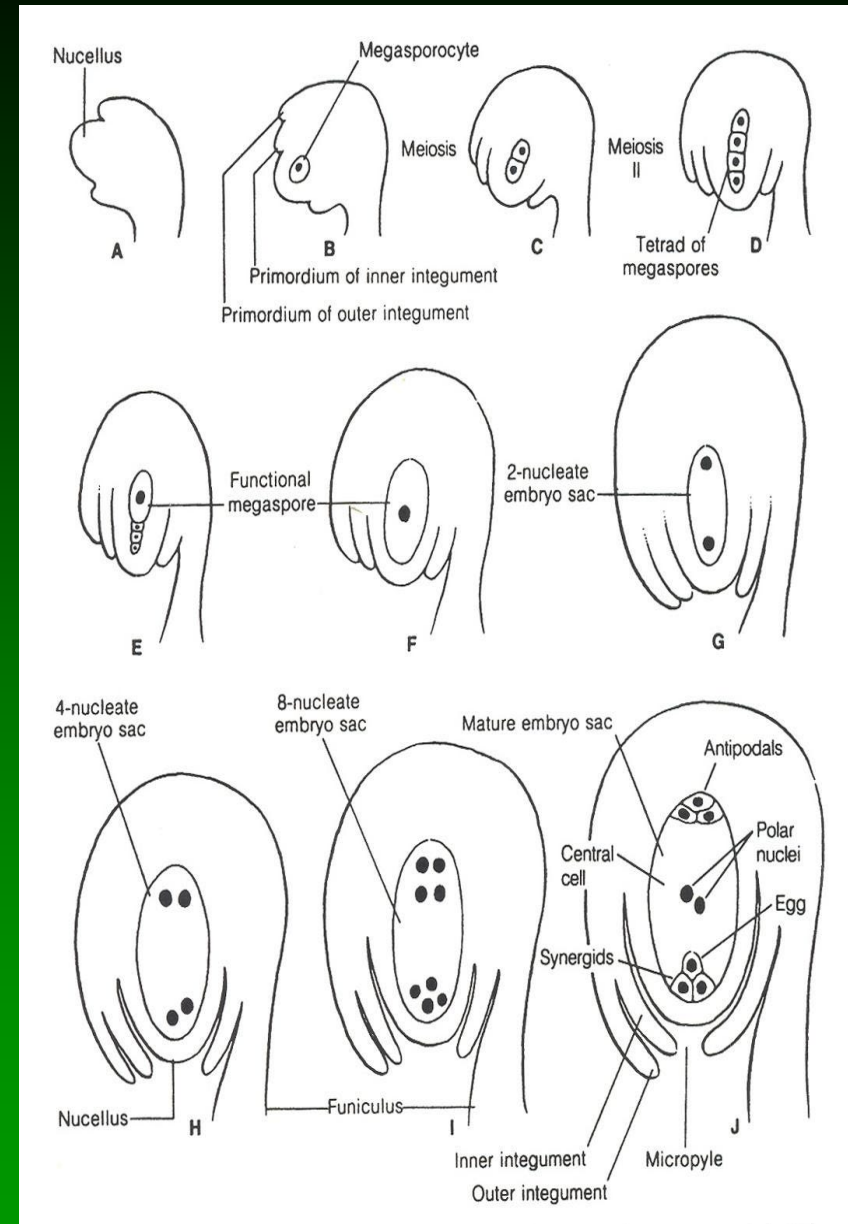
K ategmické

Zrání zárodečného vaku

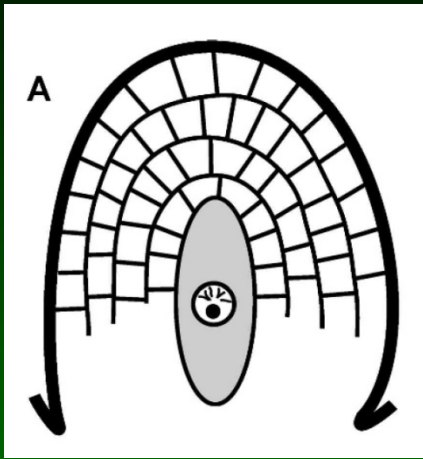
- (1) v nucellu zveličená buňka = 1 megasporocyt
- (2) 2x meióza megasporocytu = 4 megaspóry
- (3) tři megaspóry zanikají
- (4) 3x mitóza zbylé megaspóry = 8jaderný zárodečný vak
- (5) 6 jader se s částí cytoplasmy osamostatní v oosféru, 2 synergidy a 3 antipody
- (6) 2 jádra se spojí v centrální jádro

(70% krytosemenných má 8-jaderný)

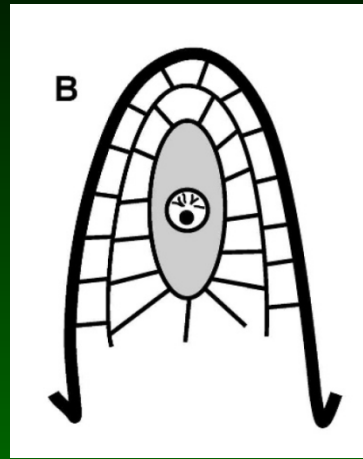
Zárodečný vak = homolog
megaprotalia = samičího gametofytu



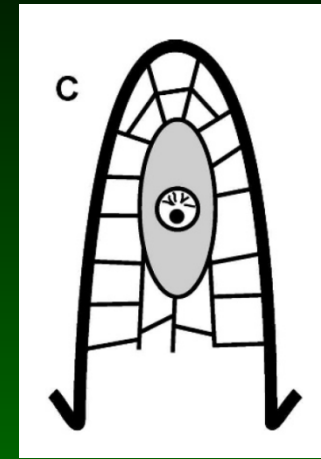
Typy vajíček dle tloušťky nucellu nad megasporocytem



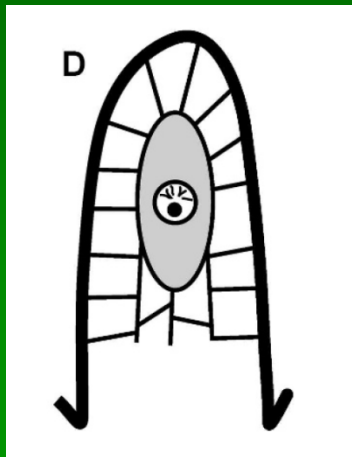
krasinucelátní s několika vrstvami



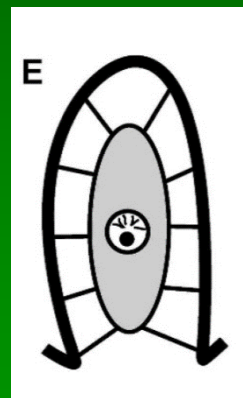
slabě krasinucelátní se 2 vrstvami



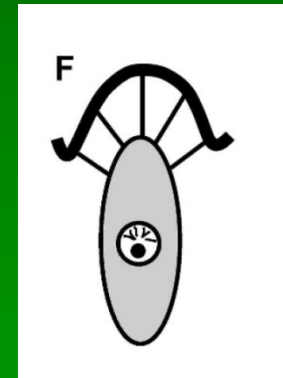
pseudokrasinucelátní s 1 vrstvou periklinálně rozdělenou na 2 nad megasporocytem



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



tenuinucelátní s 1 vrstvou nad megasporocytem



redukováné tenuinucelátní s meiocytem delším než nucellus a tudíž bazálně postaveným

Typy vajíček dle postavení vůči poutku (funiculus)



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



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



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



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



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

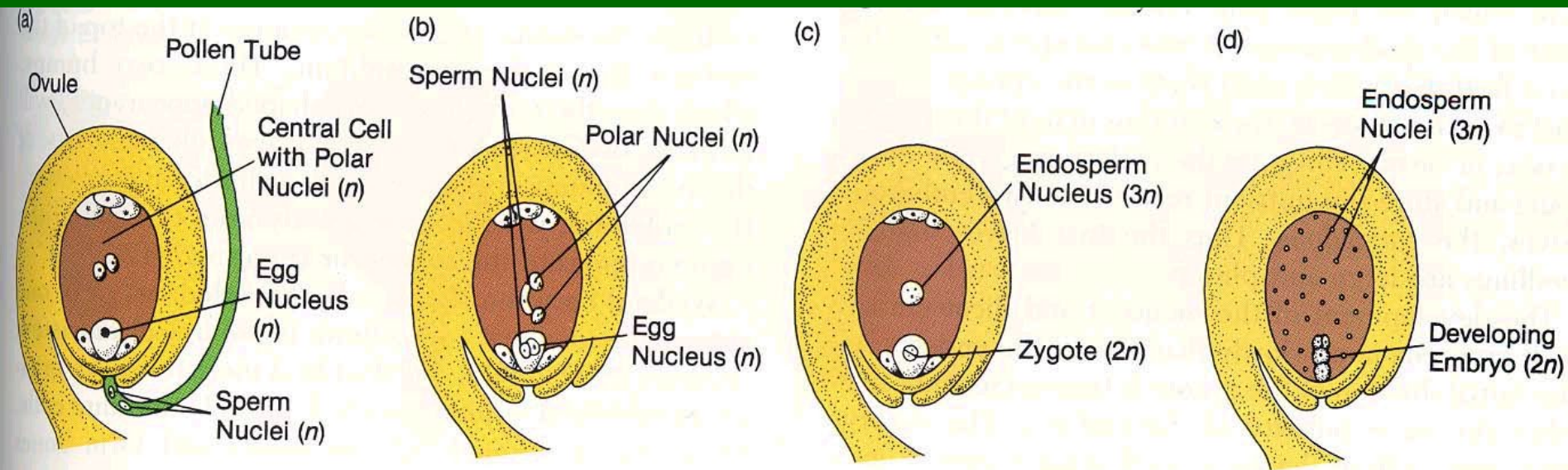


Circinotropní: Stočené o 360°
(*Opuntia*, *Plumbaginaceae*).

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)

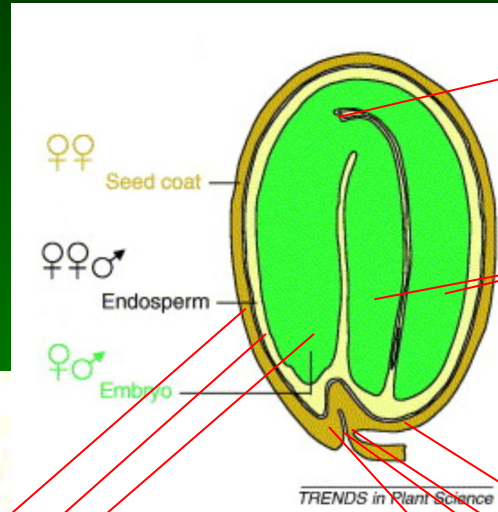


V místě napojení vajíčka na poutko (funikulus) zůstává na semeni jizva (hilum).

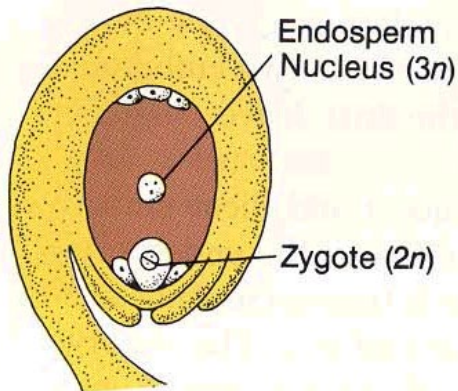
Zygota → embryo = 1 nebo 2 dělohami (cotyledonae) + základ kořene (radicula)

+
základ stonku
(plumula)

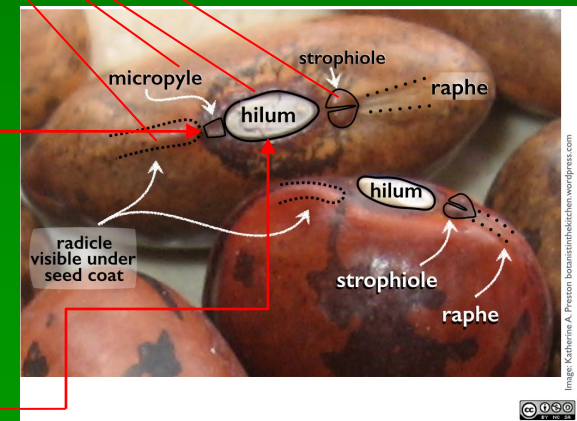
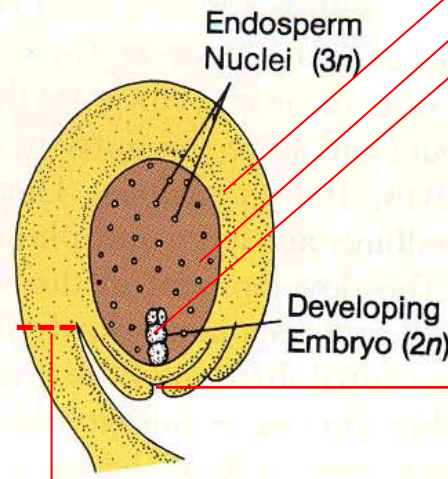
+
dělohy



(c)



(d)



Důsledek terestrializace – **evoluce životního cyklu**



dominace sporofytu v životním cyklu u odvozenějších linií roste
= role fází rodozměny se v evoluci postupně „překlápí“!

opakovaně na sobě tvoří sporofyt

gametofyt

sporofyt

mechorosty plavuně semenné
kapradiny rostliny

A

N

N

Důsledek terestrializace – **evoluce životního cyklu**



dominace sporofytu v životním cyklu u odvozenějších linií roste
= role fází rodozměny se v evoluci postupně „překlápí“!

	mechorosty	plavuně kapradiny	semenné rostliny
opakovaně na sobě tvoří sporofyt gametofyt dlouhověkost / nezávislost výživy	A	N	N
	A	A	N
sporofyt			

Důsledek terestrializace – **evoluce životního cyklu**



dominace sporofytu v životním cyklu u odvozenějších linií roste
= role fází rodozměny se v evoluci postupně „překlápí“!

	mechorosty	plavuně kapradiny	semenné rostliny
opakovaně na sobě tvoří sporofyt	A	N	N
gametofyt dlouhověkost / nezávislost výživy	A	A	N
nedeterminovaný růst	A	A	N
sporofyt	N	A	A

Důsledek terestrializace – **evoluce životního cyklu**



dominace sporofytu v životním cyklu u odvozenějších linií roste
= role fází rodozměny se v evoluci postupně „překlápí“!

		mechorosty	plavuně kapradiny	semenné rostliny
opakovaně na sobě tvoří sporofyt		A	N	N
gametofyt dlouhověkost / nezávislost výživy		A	A	N
nedeterminovaný růst		A	A	N
může být oboupohlavný		A	A	N
sporofyt		N	A	A

Důsledek terestrializace – **evoluce životního cyklu**



dominace sporofytu v životním cyklu u odvozenějších linií roste
= role fází rodozměny se v evoluci postupně „překlápí“!

		mechorosty	plavuně kapradiny	semenné rostliny
opakovaně na sobě tvoří sporofyt		A	N	N
gametofyt dlouhověkost / nezávislost výživy		A	A	N
nedeterminovaný růst		A	A	N
může být oboupohlavný		A	A	N
sporofyt nedeterminovaný růst		N	A	A

Důsledek terestrializace – **evoluce životního cyklu**



dominace sporofytu v životním cyklu u odvozenějších linií roste
= role fází rodozměny se v evoluci postupně „překlápí“!

		mechorosty	plavuně kapradiny	semenné rostliny
gametofyt	opakovaně na sobě tvoří sporofyt	A	N	N
	dlouhověkost / nezávislost výživy	A	A	N
	nedeterminovaný růst	A	A	N
	může být oboupohlavný	A	A	N
sporofyt	nedeterminovaný růst	N	A	A
	dlouhověkost / nezávislost výživy	N	A	A

Důsledek terestrializace – **evoluce životního cyklu**



dominace sporofytu v životním cyklu u odvozenějších linií roste
= role fází rodozměny se v evoluci postupně „překlápí“!

		mechorosty	plavuně kapradiny	semenné rostliny
gametofyt	opakovaně na sobě tvoří sporofyt	A	N	N
	dlouhověkost / nezávislost výživy	A	A	N
	nedeterminovaný růst	A	A	N
	může být oboupohlavný	A	A	N
sporofyt	nedeterminovaný růst	N	A	A
	dlouhověkost / nezávislost výživy	N	A	A
	může být jednopohlavný	N	N	A

Důsledek terestrializace – **evoluce životního cyklu**



dominace sporofytu v životním cyklu u odvozenějších linií roste
= role fází rodozměny se v evoluci postupně „překlápí“!

		mechorosty	plavuně kapradiny	semenné rostliny
gametofyt	opakovaně na sobě tvoří sporofyt	A	N	N
	dlouhověkost / nezávislost výživy	A	A	N
	nedeterminovaný růst	A	A	N
	může být oboupohlavný	A	A	N
sporofyt	nedeterminovaný růst	N	A	A
	dlouhověkost / nezávislost výživy	N	A	A
	může být jednopohlavný	N	N	A
	opakovaně na sobě tvoří gametofyt	N	N	A

Důsledek terestrializace – **evoluce životního cyklu**



dominace sporofytu v životním cyklu u odvozenějších linií roste
= role fází rodozměny se v evoluci postupně „překlápí“!

		mechorosty	plavuně kapradiny	semenné rostliny
gametofyt	opakovaně na sobě tvoří sporofyt	A	N	N
	dlouhověkost / nezávislost výživy	A	A	N
	nedeterminovaný růst	A	A	N
	může být oboupohlavný	A	A	N
sporofyt	nedeterminovaný růst	N	A	A
	dlouhověkost / nezávislost výživy	N	A	A
	může být jednopohlavný	N	N	A
	opakovaně na sobě tvoří gametofyt	N	N	A

I nejvíce redukovaný gametofyt krytosemenných je však tvořen více buňkami!

Důsledek terestrializace – **evoluce životního cyklu**



dominace sporofytu v životním cyklu u odvozenějších linií roste
= role fází rodozměny se v evoluci postupně „překlápí“!

		mechorosty	plavuně kapradiny	semenné rostliny
gametofyt	opakovaně na sobě tvoří sporofyt	A	N	N
	dlouhověkost / nezávislost výživy	A	A	N
	nedeterminovaný růst	A	A	N
	může být oboupohlavný	A	A	N
sporofyt	nedeterminovaný růst	N	A	A
	dlouhověkost / nezávislost výživy	N	A	A
	může být jednopohlavný	N	N	A
	opakovaně na sobě tvoří gametofyt	N	N	A

I nejvíce redukovaný gametofyt krytosemenných je však tvořen více buňkami!

Směřuje evoluce k protipólu rodozměny koleochét a parožnatek, kde byla sporofytem jen zygota?

Důsledek terestrializace – **evoluce životního cyklu**



dominace sporofytu v životním cyklu u odvozenějších linií roste
= role fází rodozměny se v evoluci postupně „překlápí“!

		mechorosty	plavuně kapradiny	semenné rostliny
gametofyt	opakovaně na sobě tvoří sporofyt	A	N	N
	dlouhověkost / nezávislost výživy	A	A	N
	nedeterminovaný růst	A	A	N
	může být oboupohlavný	A	A	N
sporofyt	nedeterminovaný růst	N	A	A
	dlouhověkost / nezávislost výživy	N	A	A
	může být jednopohlavný	N	N	A
	opakovaně na sobě tvoří gametofyt	N	N	A

I nejvíce redukovaný gametofyt krytosemenných je však tvořen více buňkami!

Směřuje evoluce k protipólu rodozměny koleochét a parožnatek, kde byla sporofytem jen zygota?

Je jejím cílem, aby gametofytem byly jen samotné gamety, jako u živočichů?

Důsledek terestrializace – **evoluce životního cyklu**



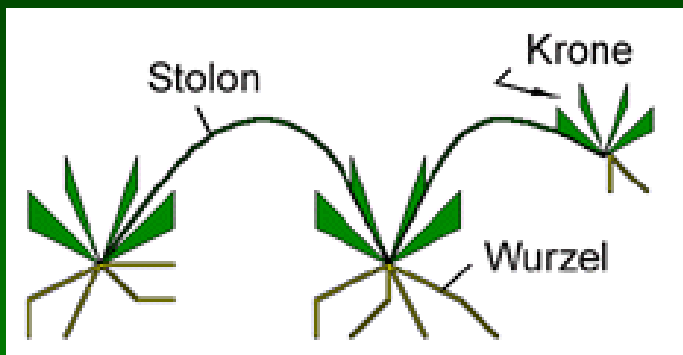
dominace sporofytu v životním cyklu u odvozenějších linií roste
= role fází rodozměny se v evoluci postupně „překlápí“!

		mechorosty	plavuně kapradiny	semenné rostliny
gametofyt	opakovaně na sobě tvoří sporofyt	A	N	N
	dlouhověkost / nezávislost výživy	A	A	N
	nedeterminovaný růst	A	A	N
	může být oboupohlavný	A	A	N
sporofyt	nedeterminovaný růst	N	A	A
	dlouhověkost / nezávislost výživy	N	A	A
	může být jednopohlavný	N	N	A
	opakovaně na sobě tvoří gametofyt	N	N	A

**Ne, evoluce žádný cíl nemá, ale její trajektorie mají svou příčinu!
Budoucí příčiny však nelze predikovat!**

Rozšiřování krytosemenných rostlin morfologie semen a plodů

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

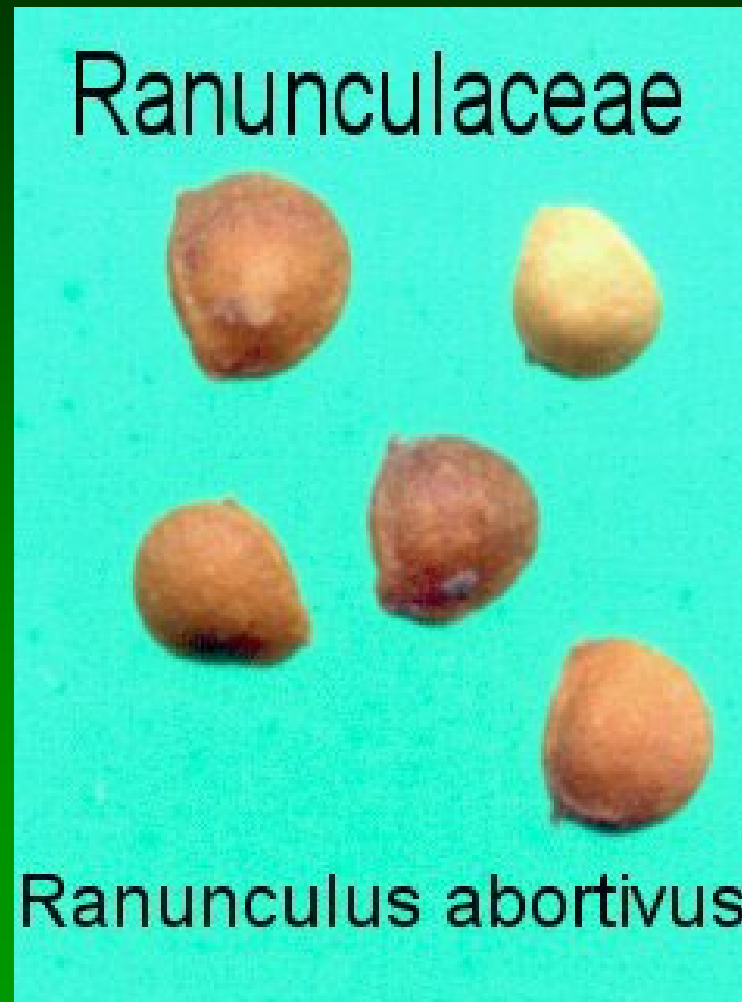


Semena nemusí vznikat jen na základě syngamie.
Alternativou je asexuální rozmnožování pomocí semen –
agamospermie (= apomixie *pro parte*)

nedochází pak ke genové
rekombinaci



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



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*)



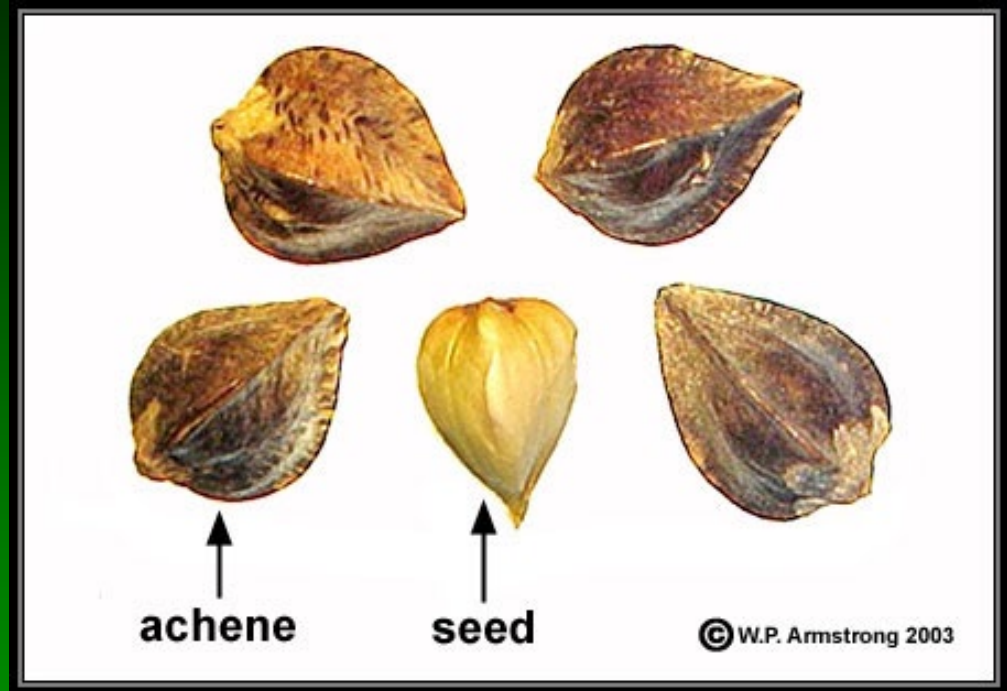
Nažka u slunečnice (*Helianthus, Asteraceae*) – pro nažky je typické, že oplodí a osemení k sobě sice těsně přiléhají, ale nesrůstají



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



Trojboká cénokarpní nažka u *Polygonaceae*



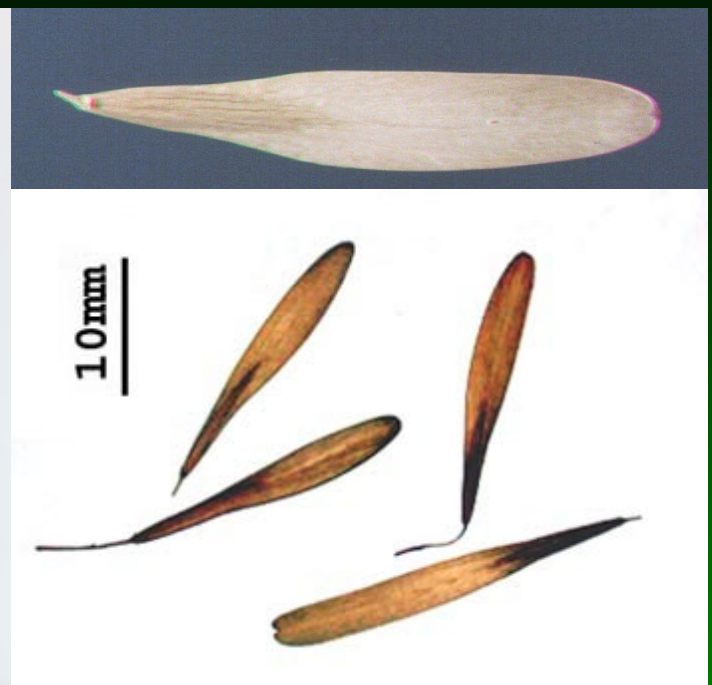
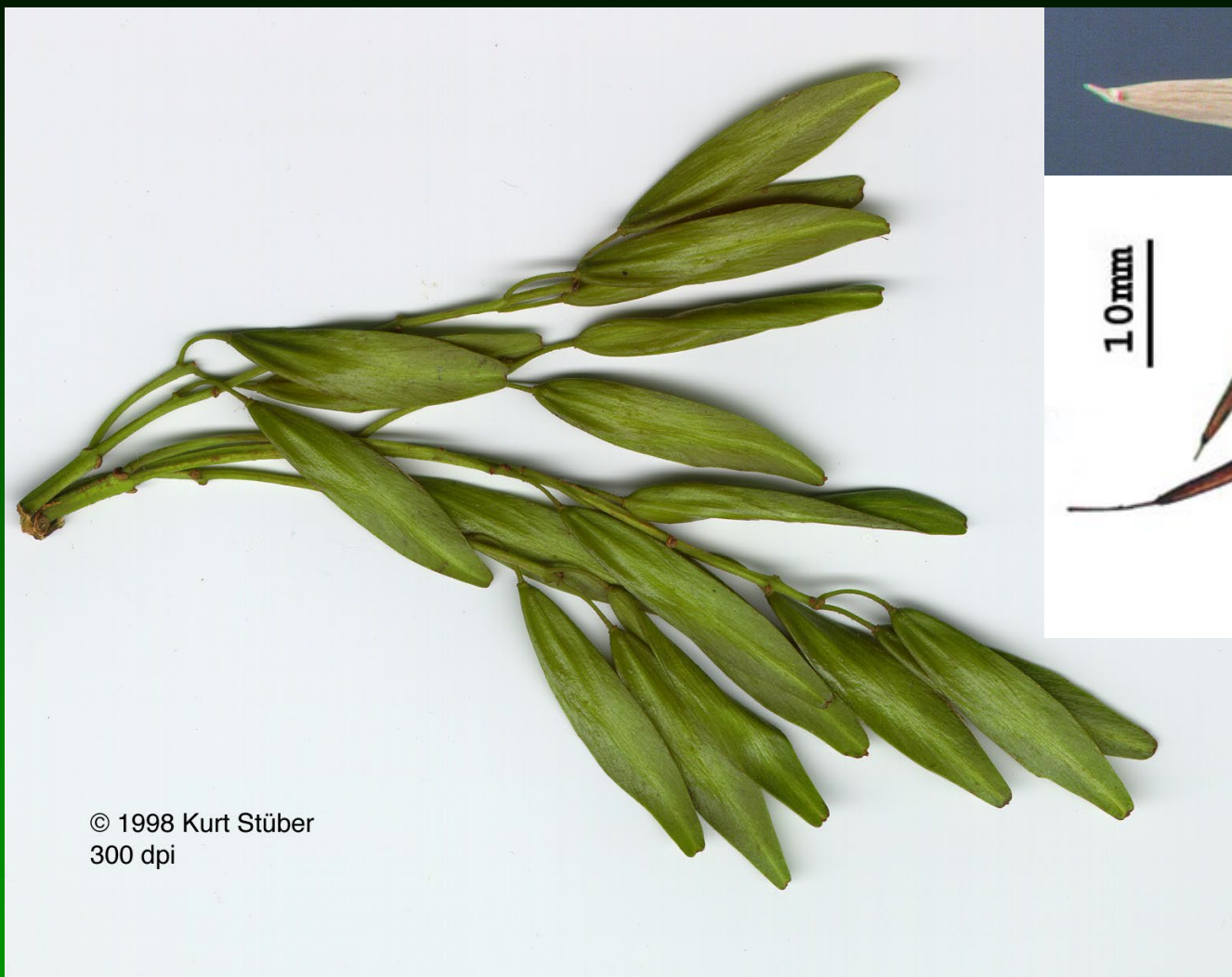
Okřídlená cénokarpní nažka (samara)

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



© W.P. Armstrong 2001

Peanut (*Arachis hypogea*): Pod (legume) & seeds.

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*)

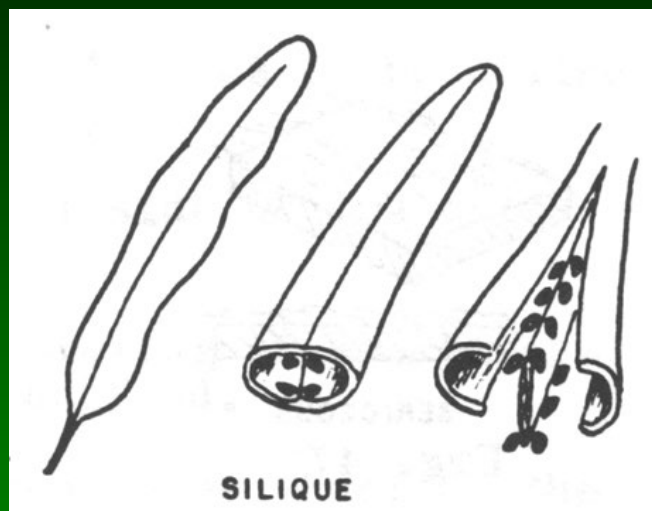
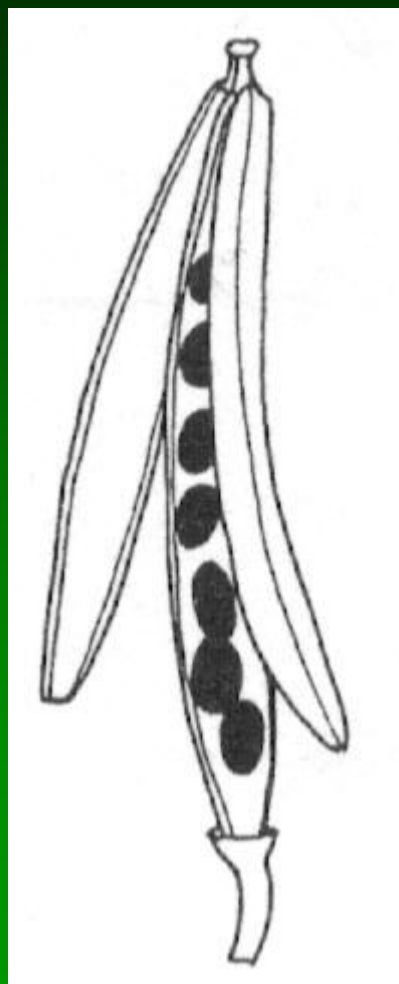
rozrazil (*Veronica*, *Plantaginaceae*)



náprstník (*Digitalis*, *Plantaginaceae*)

bažanka (*Mercurialis*,
Euphorbiaceae)

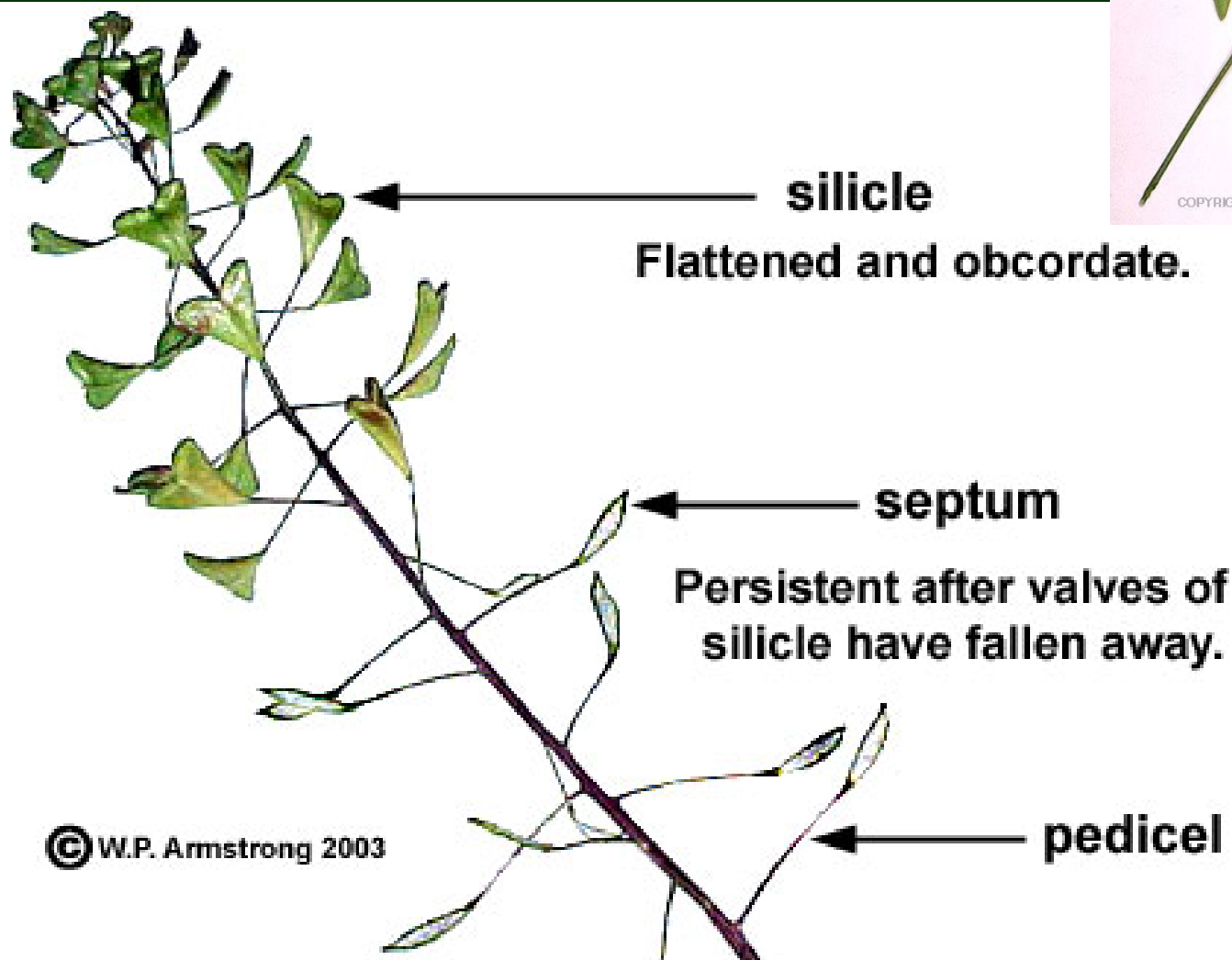
Také šešule brukvovitých (*Brassicaceae*) se dvěma chlopněmi a střední přepážkou je typem tobolky



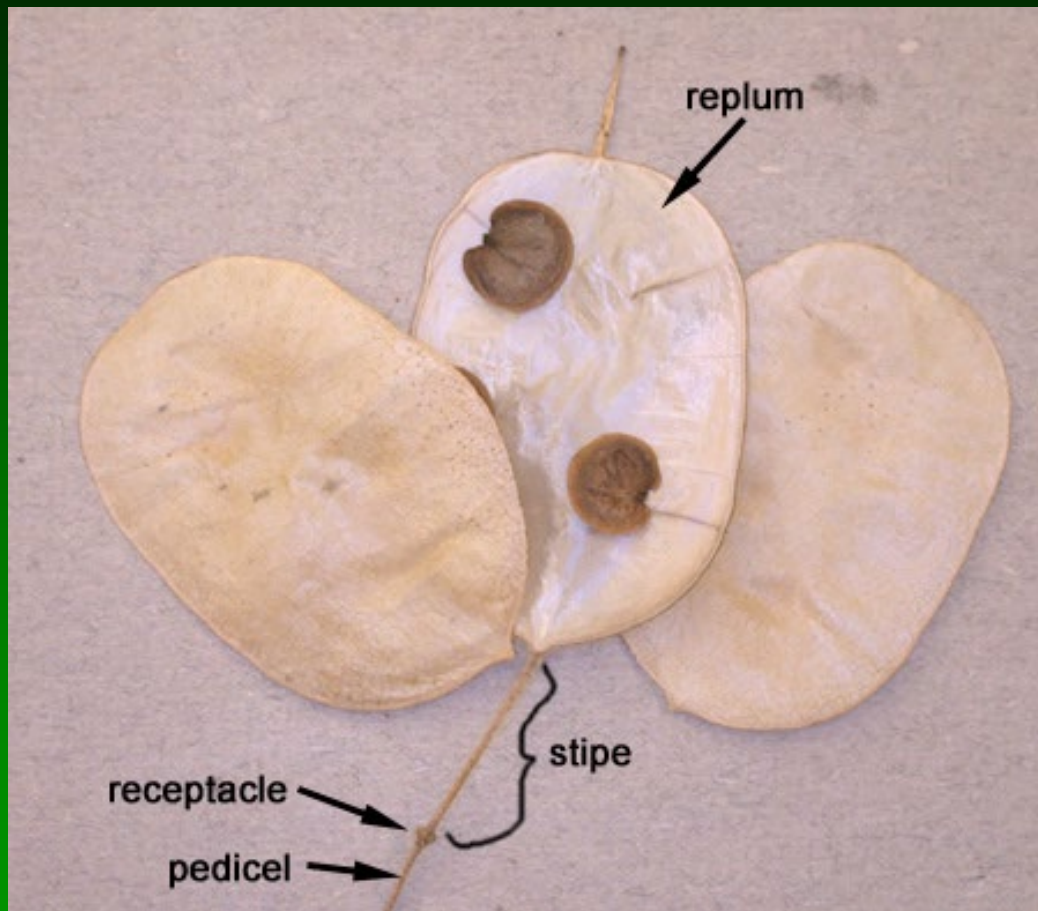
SILIQUE



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



Nebo u měsíčnice (*Lunaria annua*)



Jednoupouzdrá tobolka



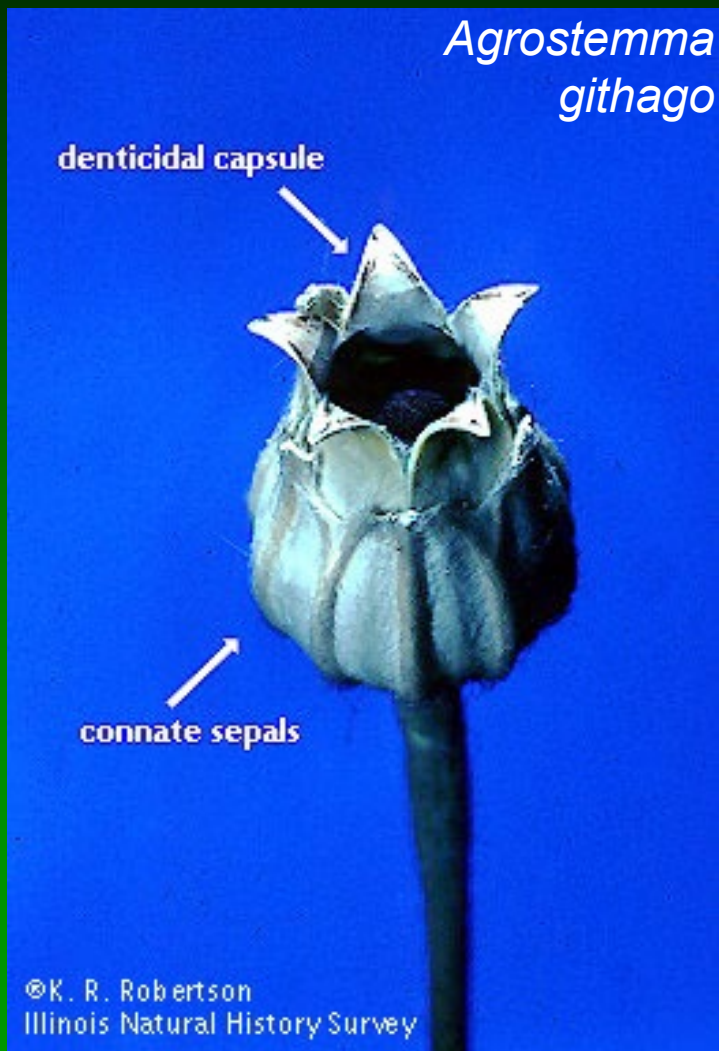
© 2009 k. chayka

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



mokřýš (*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*)

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



Zdužnatělé tobolky má také *Averroa carambola* (*Oxalidaceae*)



tobolka *Oxalis acetosella* (*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*)



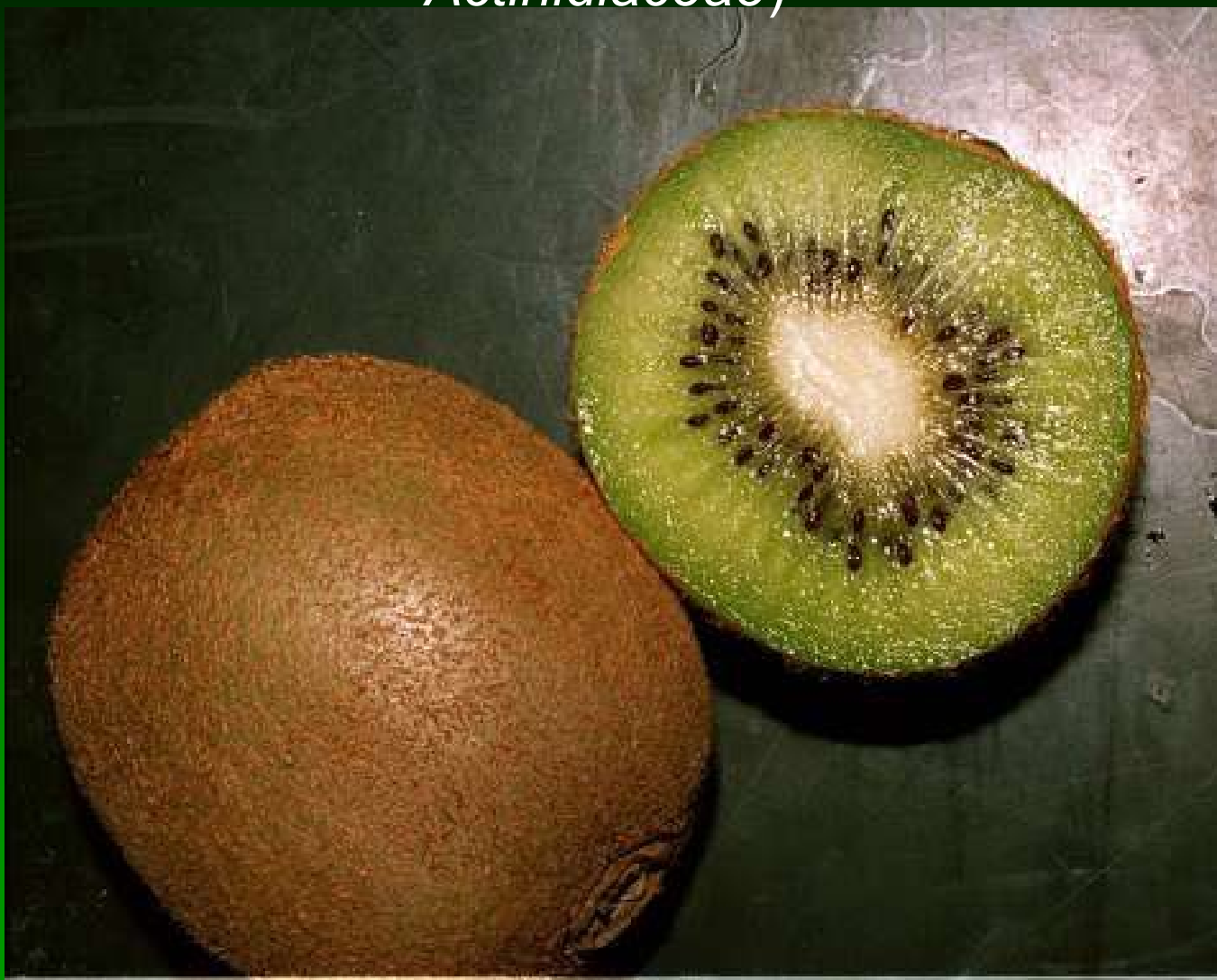
Mnohem častěji vzniká bobule s gynecea cénokarpního –
např. u tykvovitých (*Cucurbitaceae*)



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*)



Jedovaté bobule mají některé jednoděložné



Arum, Araceae

*Maianthemum,
Convallariaceae
(Asparagaceae)*



*Convallaria,
Convallariaceae
(Asparagaceae)*



*Polygonatum,
Convallariaceae
(Asparagaceae)*



Paris, Melanthiaceae



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

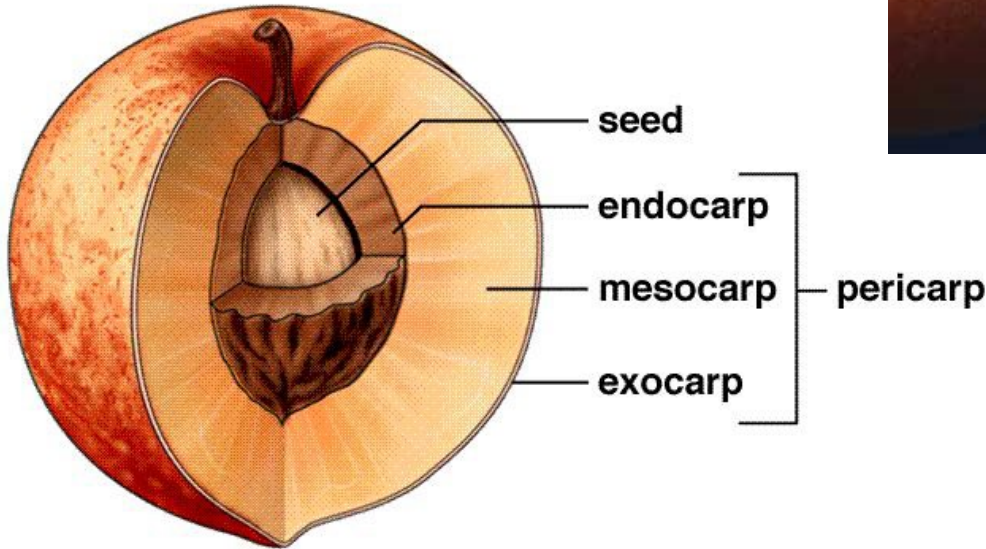


Dužnatým plodu je peckovice s trojvrstevným oplodím (blanitý exokarp, dužnatý mezokarp a sklerenchymatický endokarp) může vynikat z apokarpního gynecea



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

Regions of a Mature Fruit

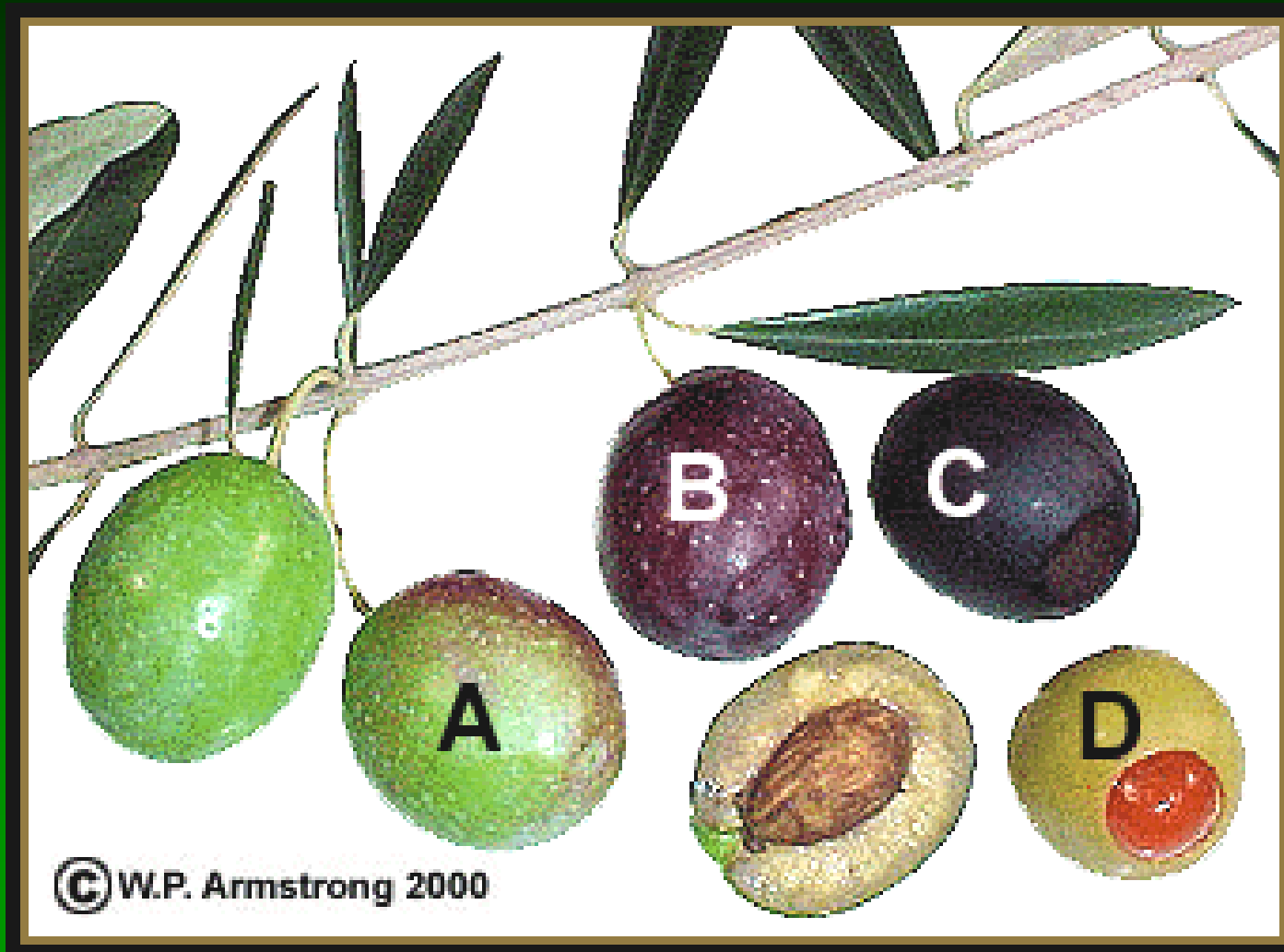


– např. u růžovitých (*Rosaceae* – meruňka – *Armeniaca*)

Broskev, třešeň



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



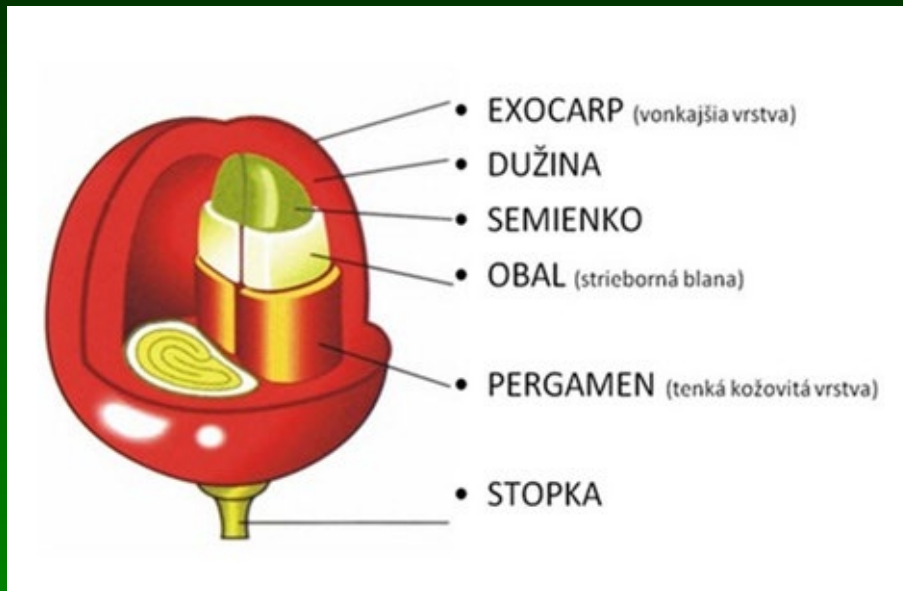
Peckovici má také palma kokosová nebo palma datlová,
(*Areaceae*)



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



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



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



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



Tvrdky jsou typické také pro hluchavkovité (*Lamiaceae*)

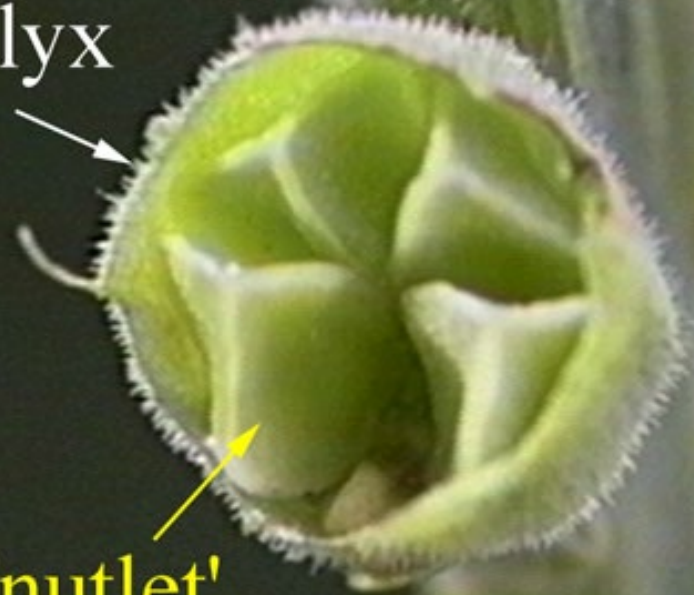
Lamiaceae



Dracocephalum parviflorum

calyx

'nutlet'



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



Poltivým plodem 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*)



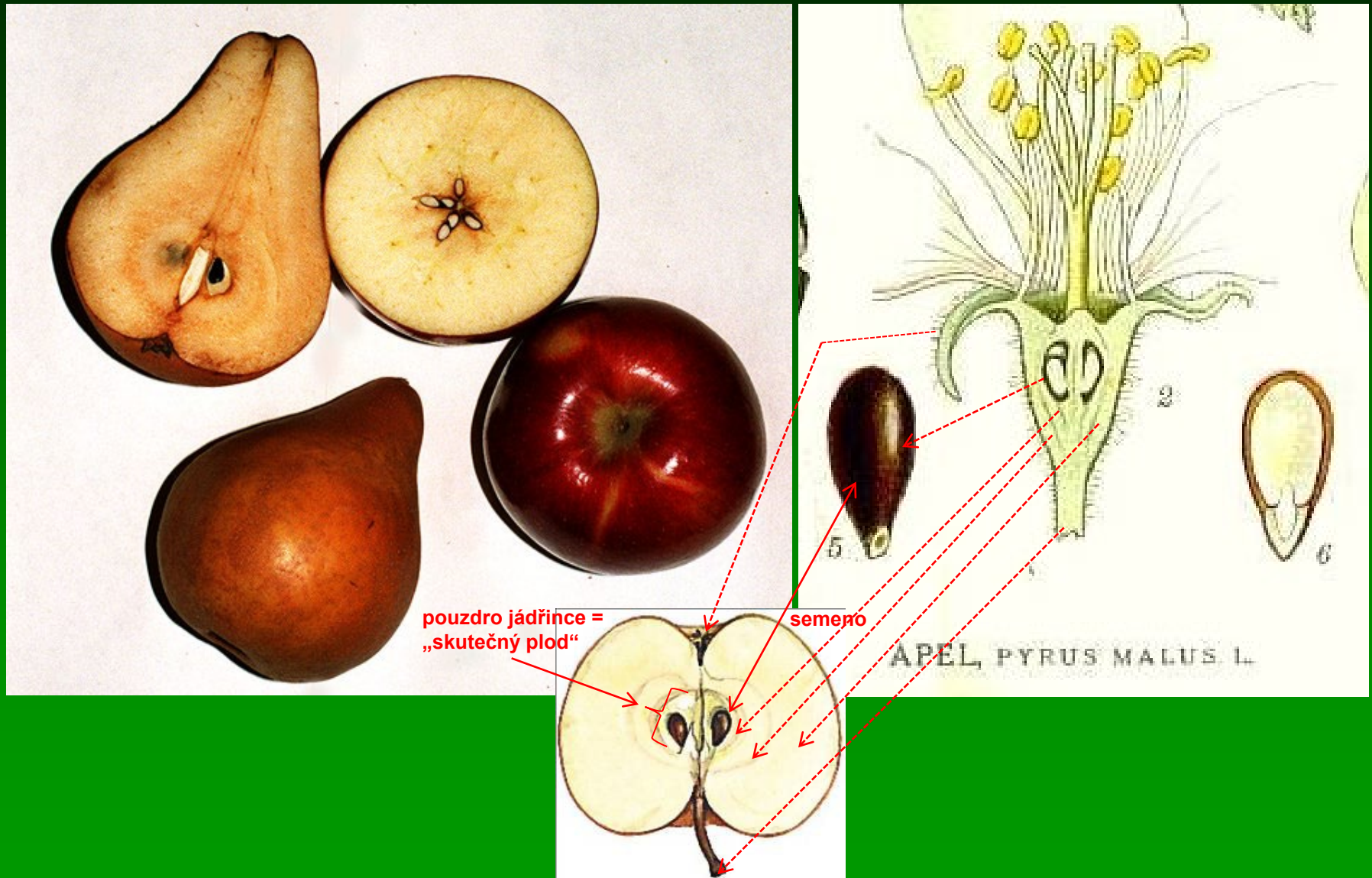
Souplodí je útvar vzniklý spojením apokarpních plodů obvykle květním lůžkem např. mnohoměchýřek u magnolie (*Magnolia*, *Magnoliaceae*)



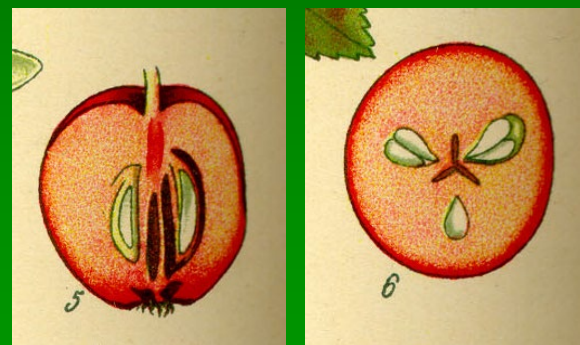
Souplodí peckoviček tvoří malina (*Rubus*, *Rosaceae*)



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*)



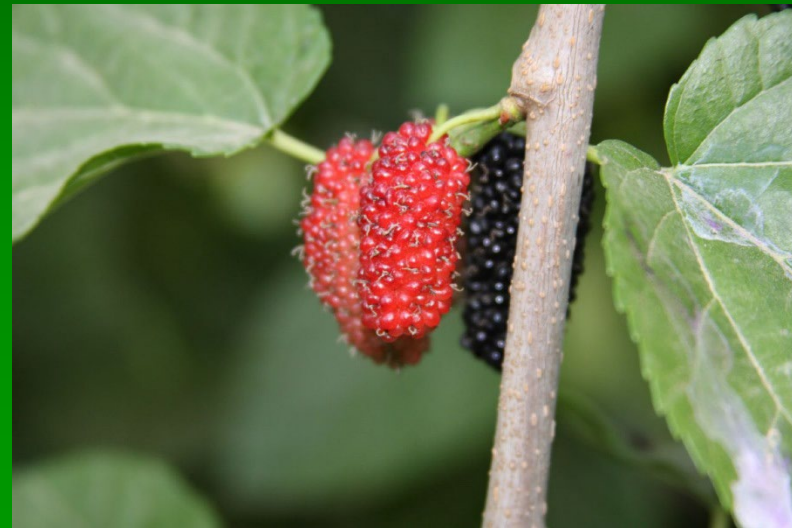
[Květní lůžko = receptaculum]



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 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 ktránu (*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



Vznik krytosemenných

hlavní aspekty jejich
evolučního úspěchu

Evoluce diverzity krytosemenných

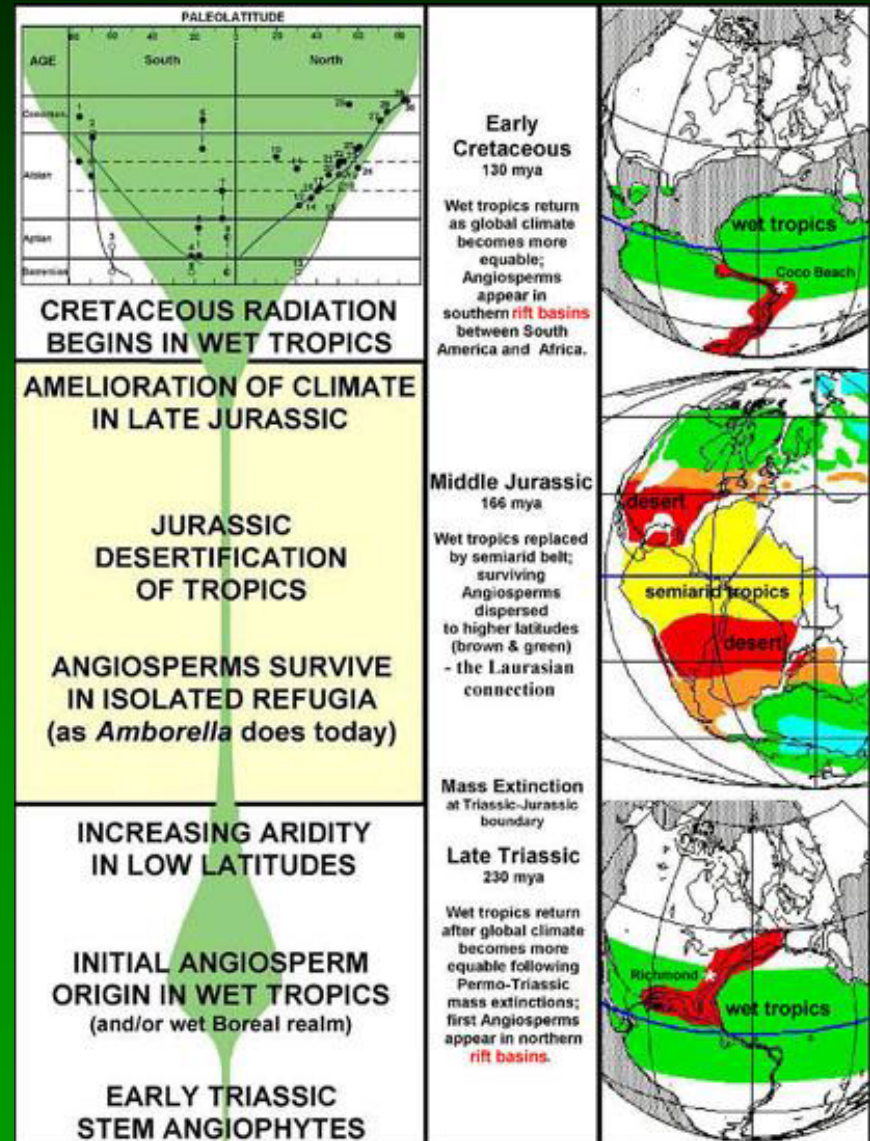
křída: diverzifikovalo ca 98 % dnešních čeledí



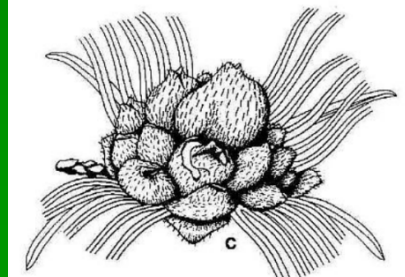
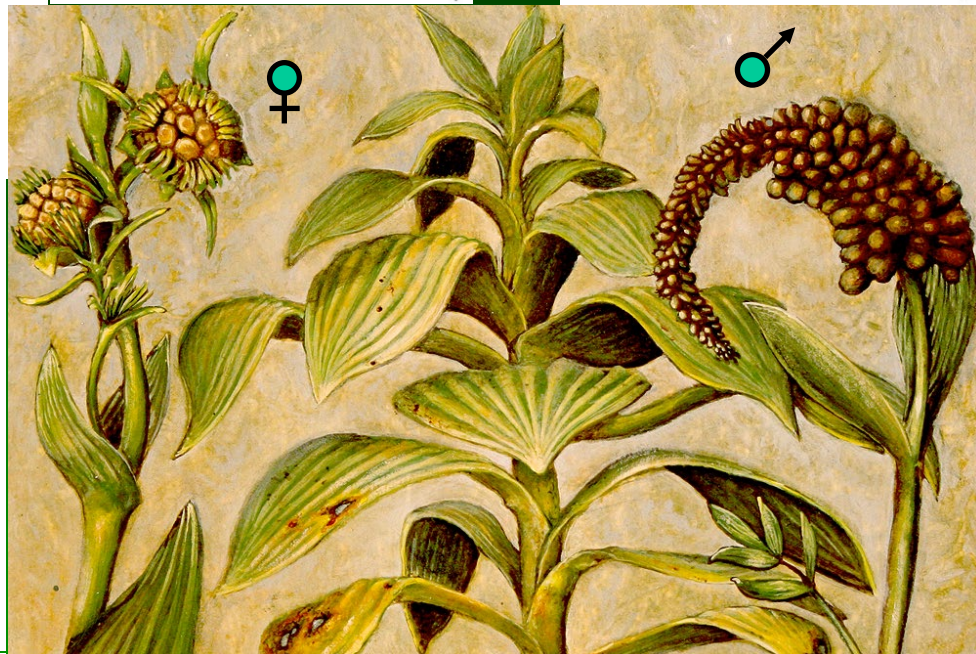
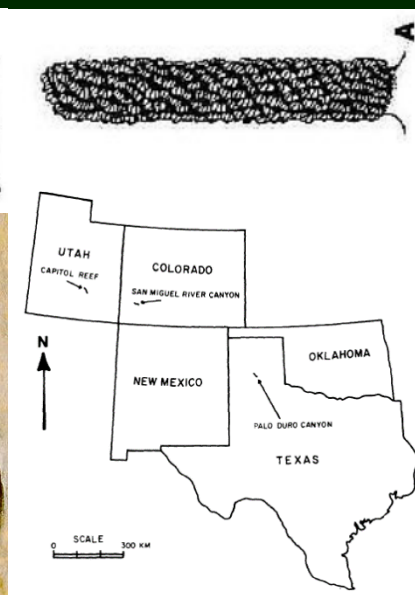
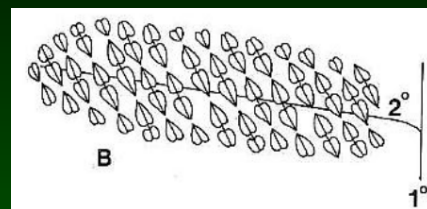
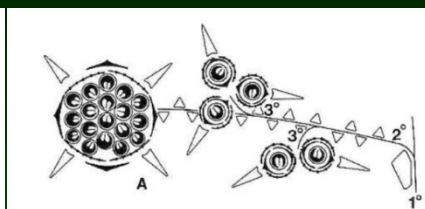
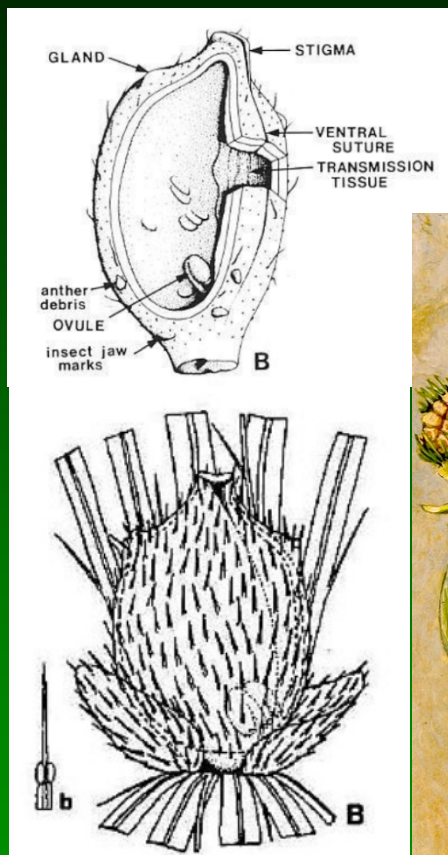
jura: prošly (úzkým hrdlem láhve) = vymírání



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



Sanmiguelia lewisii: rekonstrukce nejstarší (220 mil. let) fosílie krytosemených. Objevena 1956 ve vrstvách svrchního triasu v Coloradu u řeky San Miguel



ca 60 cm vys.; „jednoděložné“ listy; jednopohlavné květy v šišticevitých „květenstvích“; dřevnatý stonk; plodolist s bliznou i dva okvětní lístky samičího květu pokryté žlázkami; v každém plodolistu dvě anatropní vajíčka; samčí květy nahé každý se dvěma mikrosporofovy (tyčinkami), spirálně v klasech skládajících lichoklasy

plodolisty →

tyčinky →

12



Rekonstrukce vzhledu 125 milionů let staré fosilie vodního zástupce primitivních angiosperm ze spodní křídý (nalezené r. 2002 v čínské prov. Liaoning) –

Archaeofructus chinensis

– jeho předpokládané jurské stáří bylo později zpochybněno argonovým datováním



26

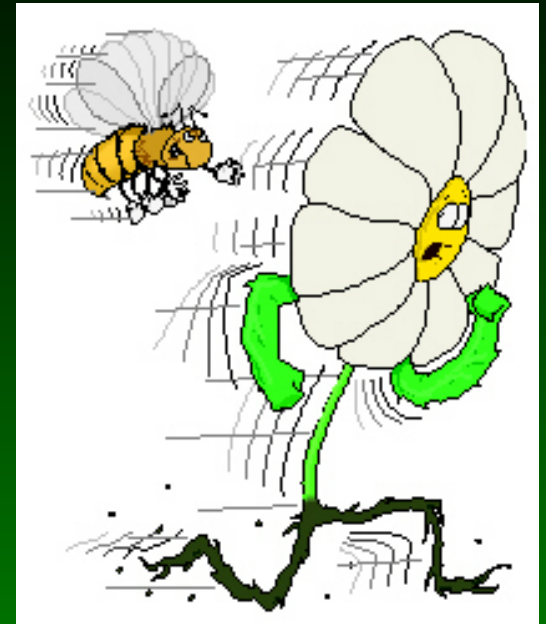
Křídovou expanzi krytosemenných oproti nahosemenným podmínily:

- » širší spektrum biotopů (včetně vodních)
- » kratší životní cyklus skýtající možnost rychlejšího tempa evoluce
- » rozmanitost životních forem (stromy, keře, polokeře, byliny, liány, epifyty, popř. poloparaziti, paraziti a saprofyty),

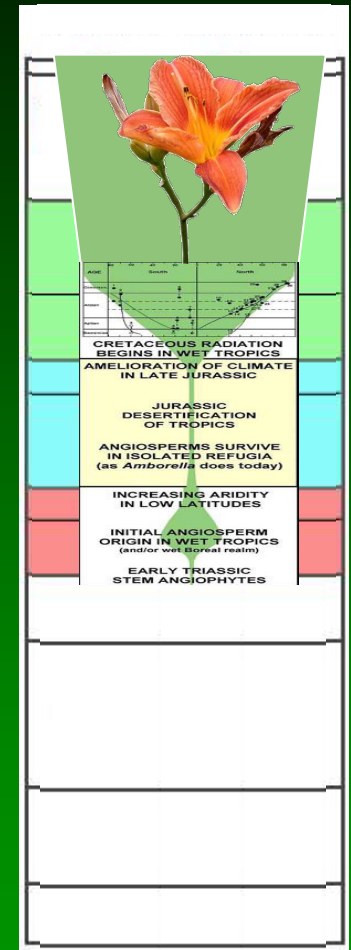
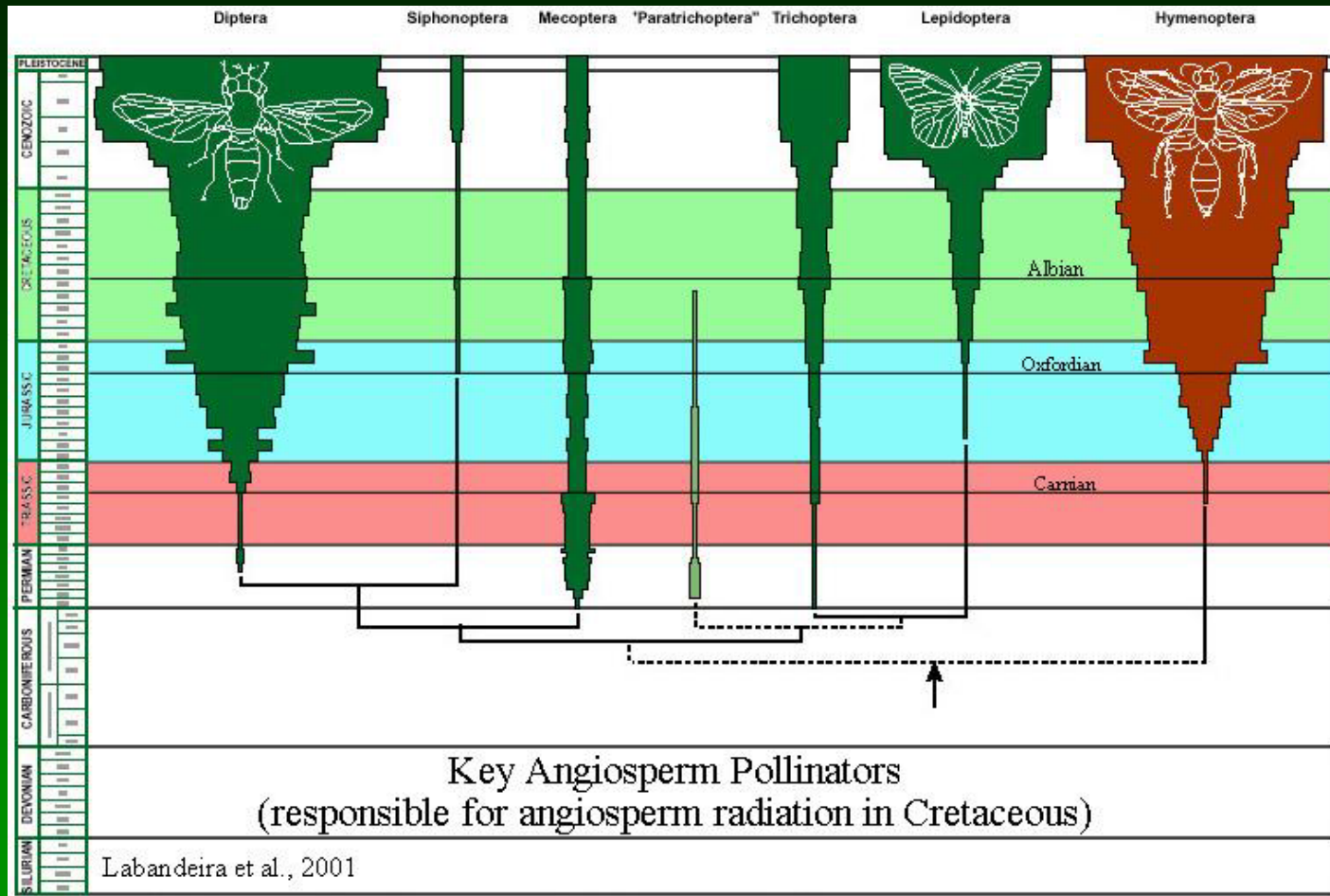
Především však
koevoluce krytosemenných rostlin a
hmyzu
(= vzájemně podmíněná evoluce)



morfologická diverzifikace
hlavně květních částí



Koevolvovaná diverzifikace opylovačů a krytosemenných



již kambrický ancestor hmyzu preadaptován na trichromatické rozlišování barev květů hmyzem => impulz diverzifikace = evoluce pigmentovaných květních obalů

Koevolvovaná diverzifikace opylovačů a krytosemenných

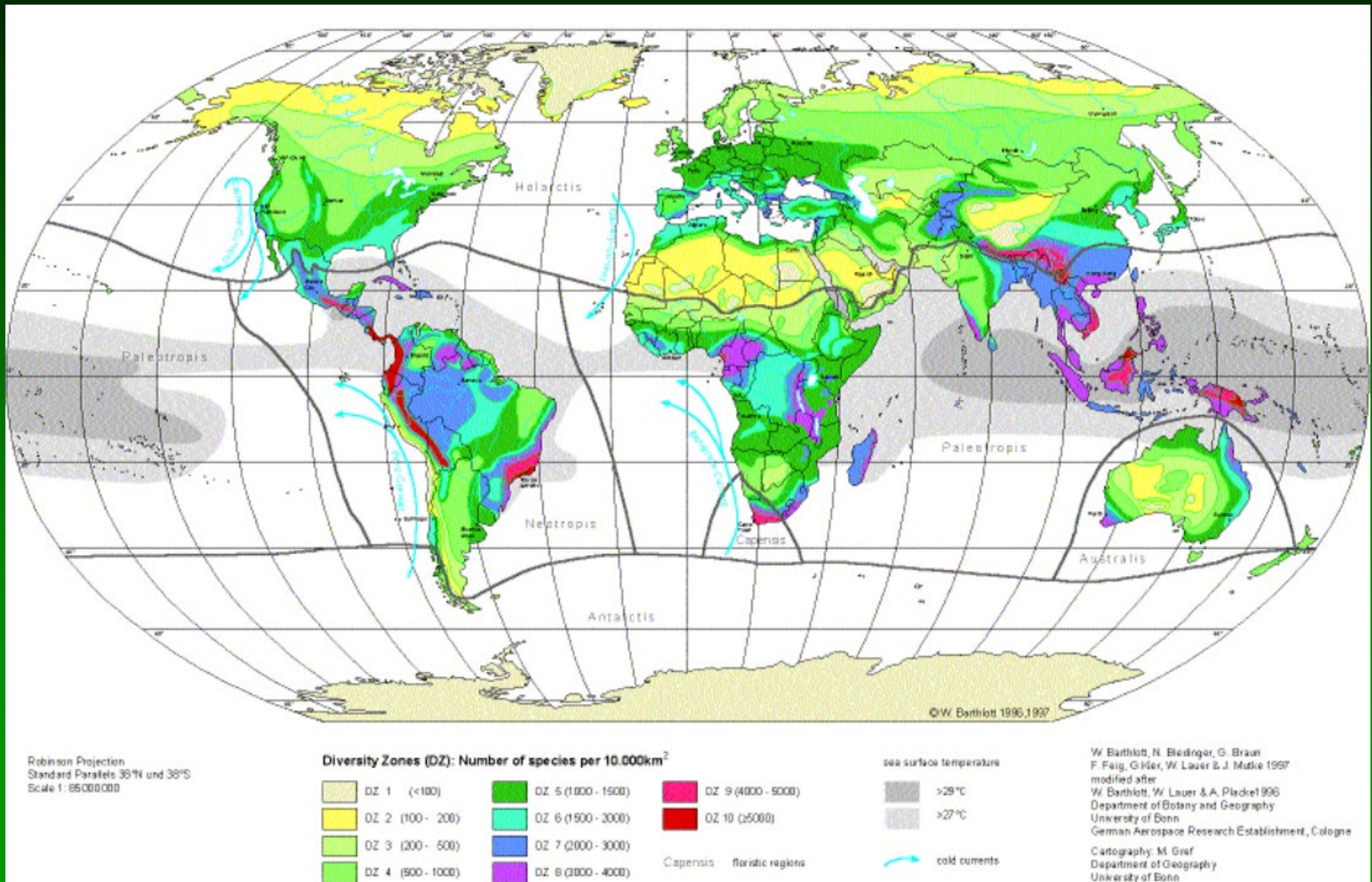
Proč?

Koevolvovaná diverzifikace opylovačů a krytosemenných

Proč?

1. entomogamie zvyšuje frekvenci cizosprášení => vyšší rekombinace => rychlejší evoluce
2. entomogamie vede k rapidnější tvorbě reprodukčních bariér než anemogamie => rychlejší speciace
3. ochrana vajíček před případnou žravostí opylovačů => uzavření plodolistů => láčka musí prorůst => evoluce genetických systémů self-inkompatibility => vyšší cizosprášení => ...
4. jakmile se rostliny naučily manipulovat hmyzem ku svému prospěchu => kolik druhů hmyzu, tolik příležitostí k jeho manipulaci => rapidní radiace rostlin a jejich opylovačů

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

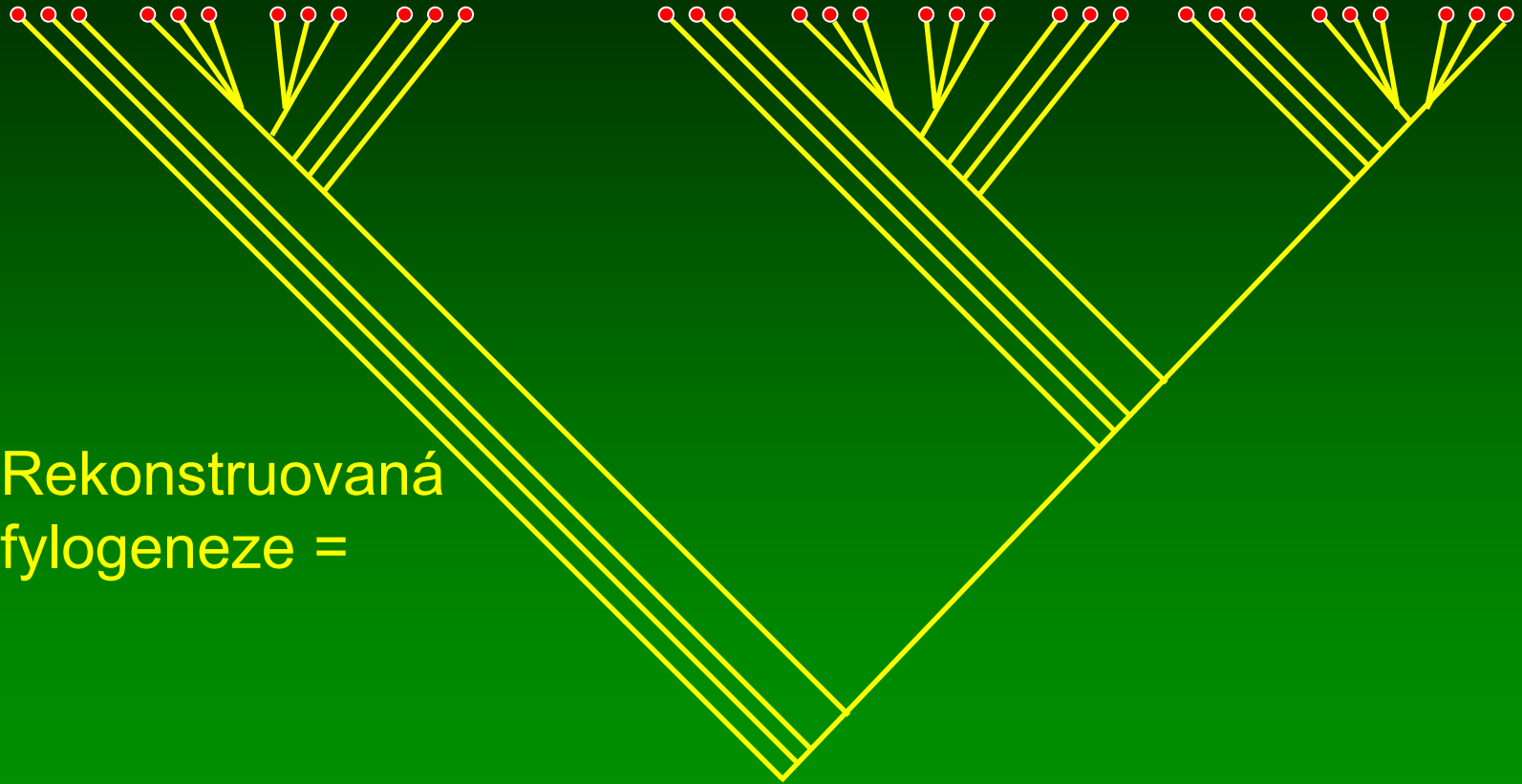


Dnešní druhy =



Rekonstrukce fylogeneze

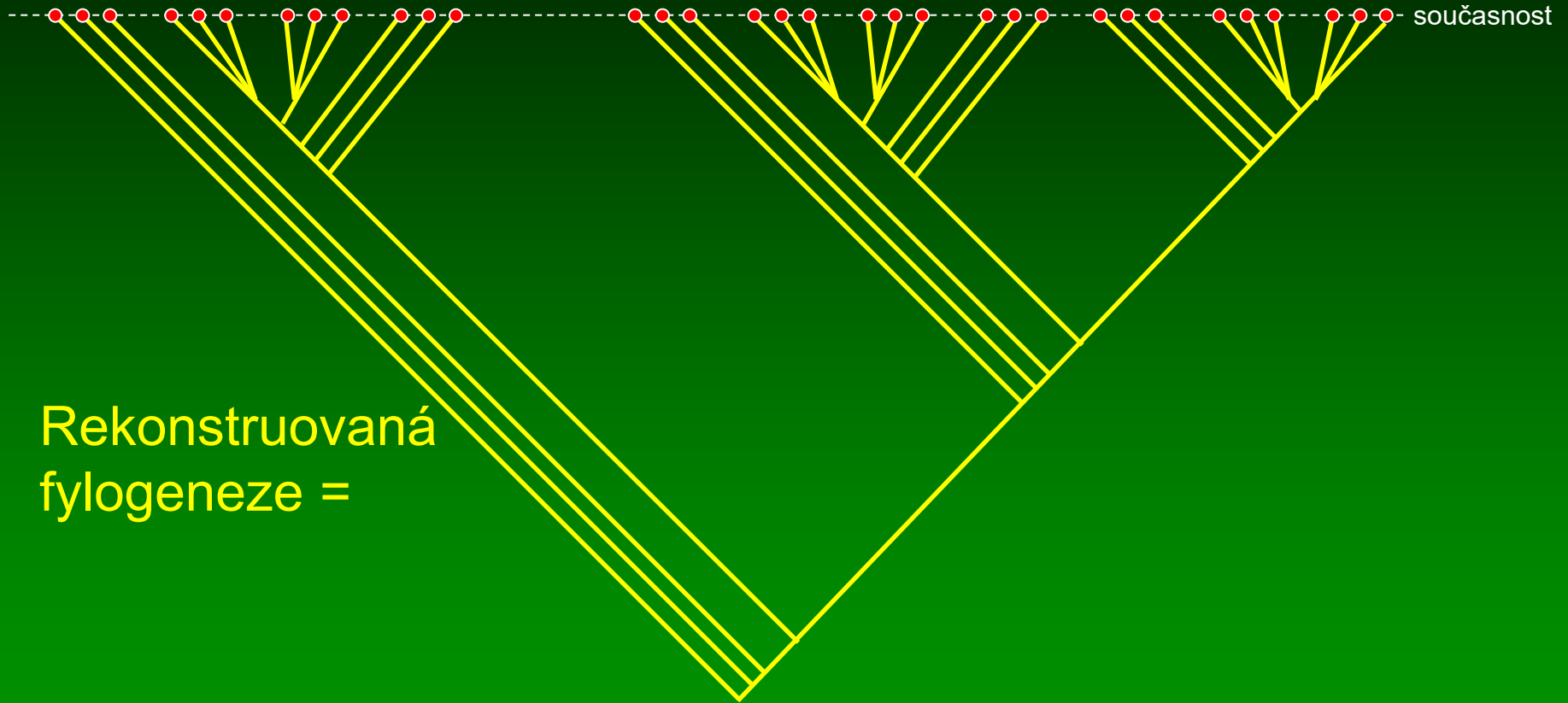
Dnešní druhy =



Rekonstruovaná
fylogeneze =

Rekonstrukce fylogeneze

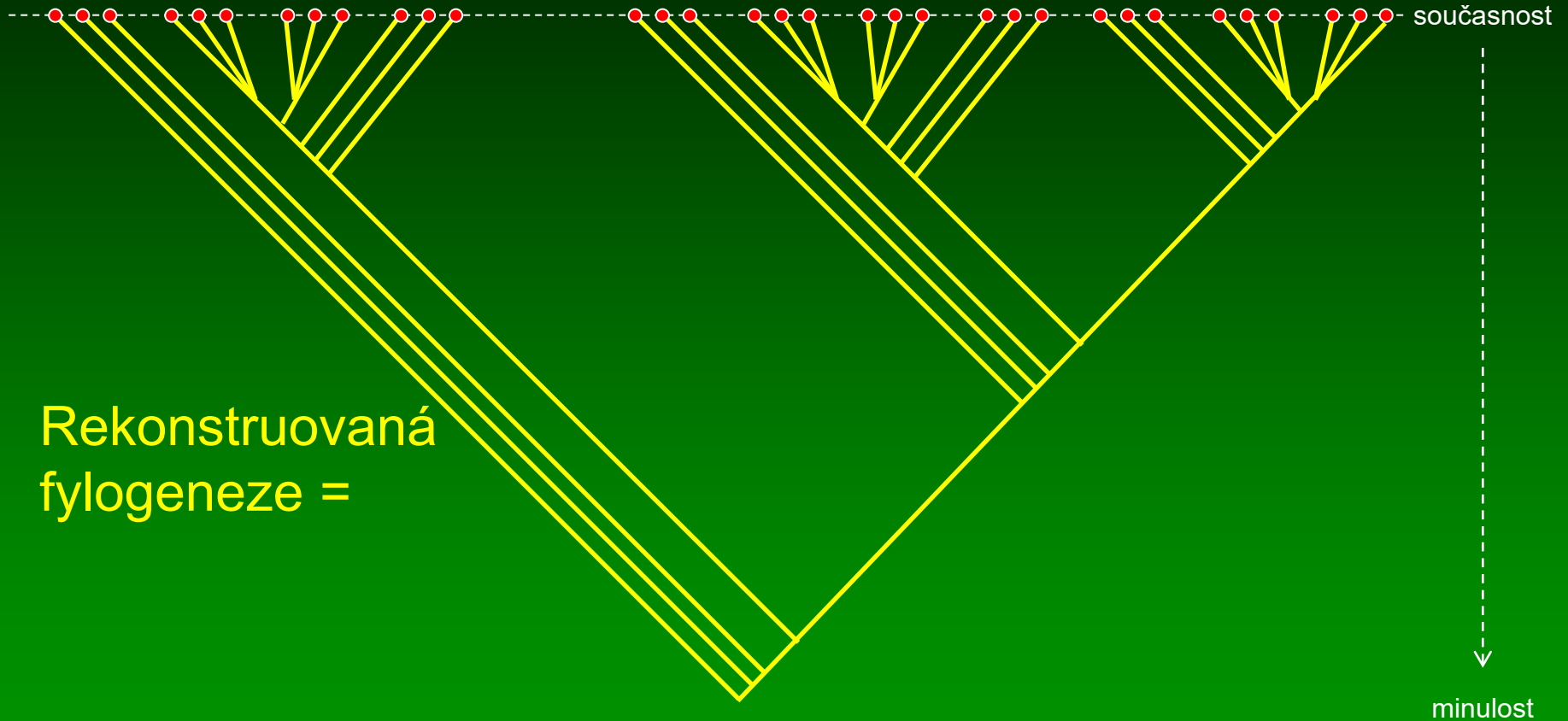
Dnešní druhy =



Rekonstruovaná
fylogeneze =

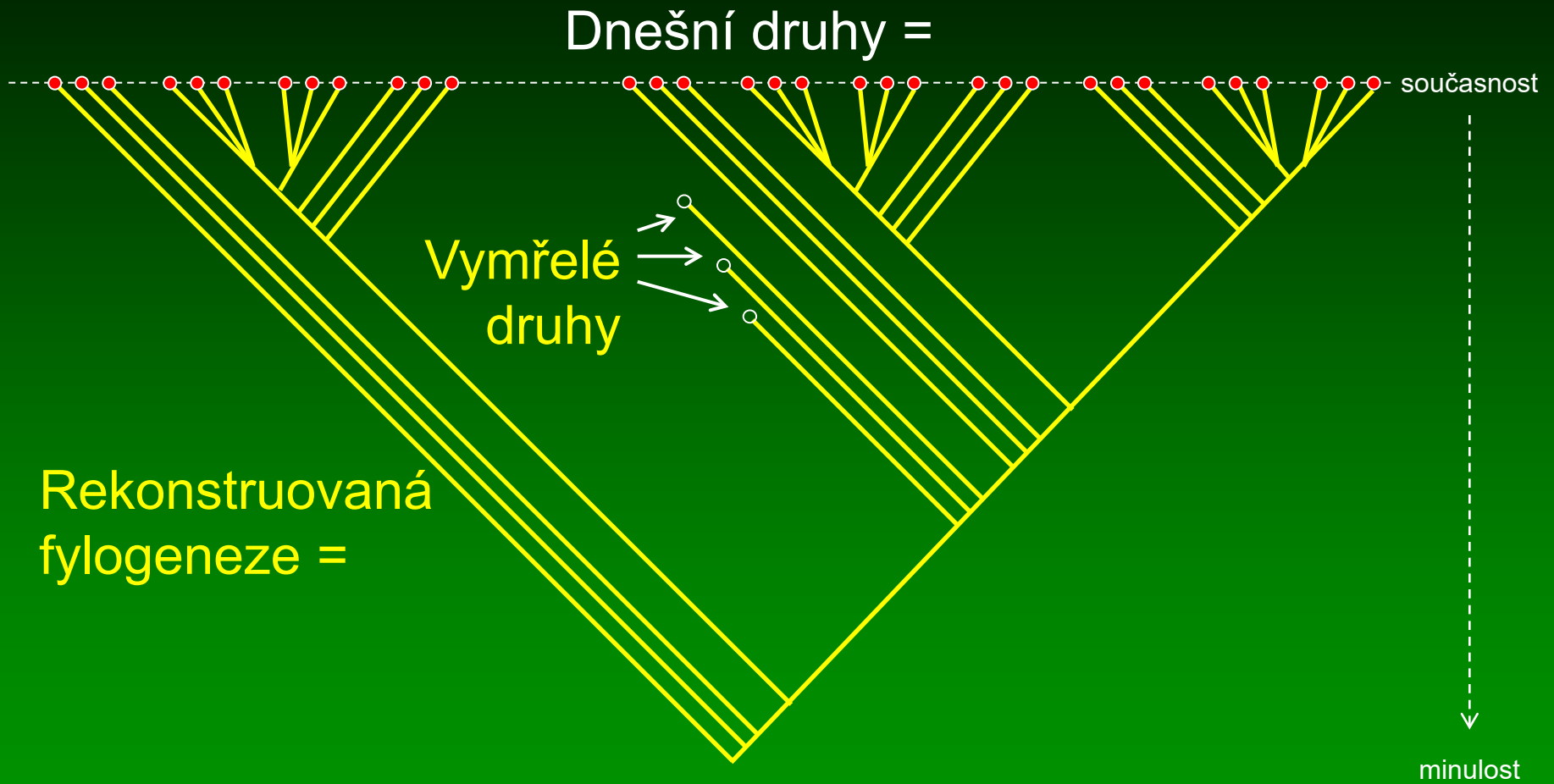
Rekonstrukce fylogeneze

Dnešní druhy =

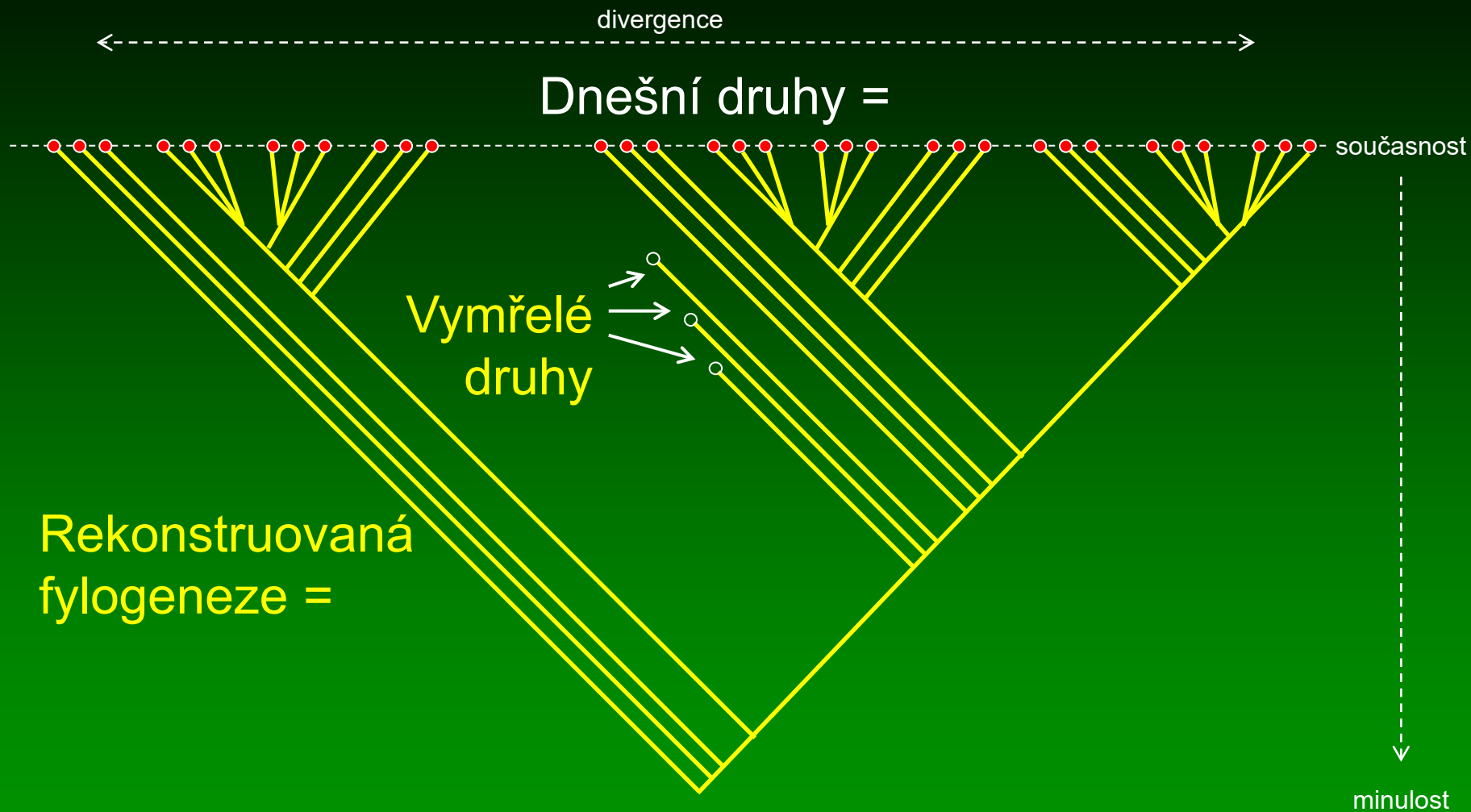


Rekonstruovaná
fylogeneze =

Rekonstrukce fylogeneze

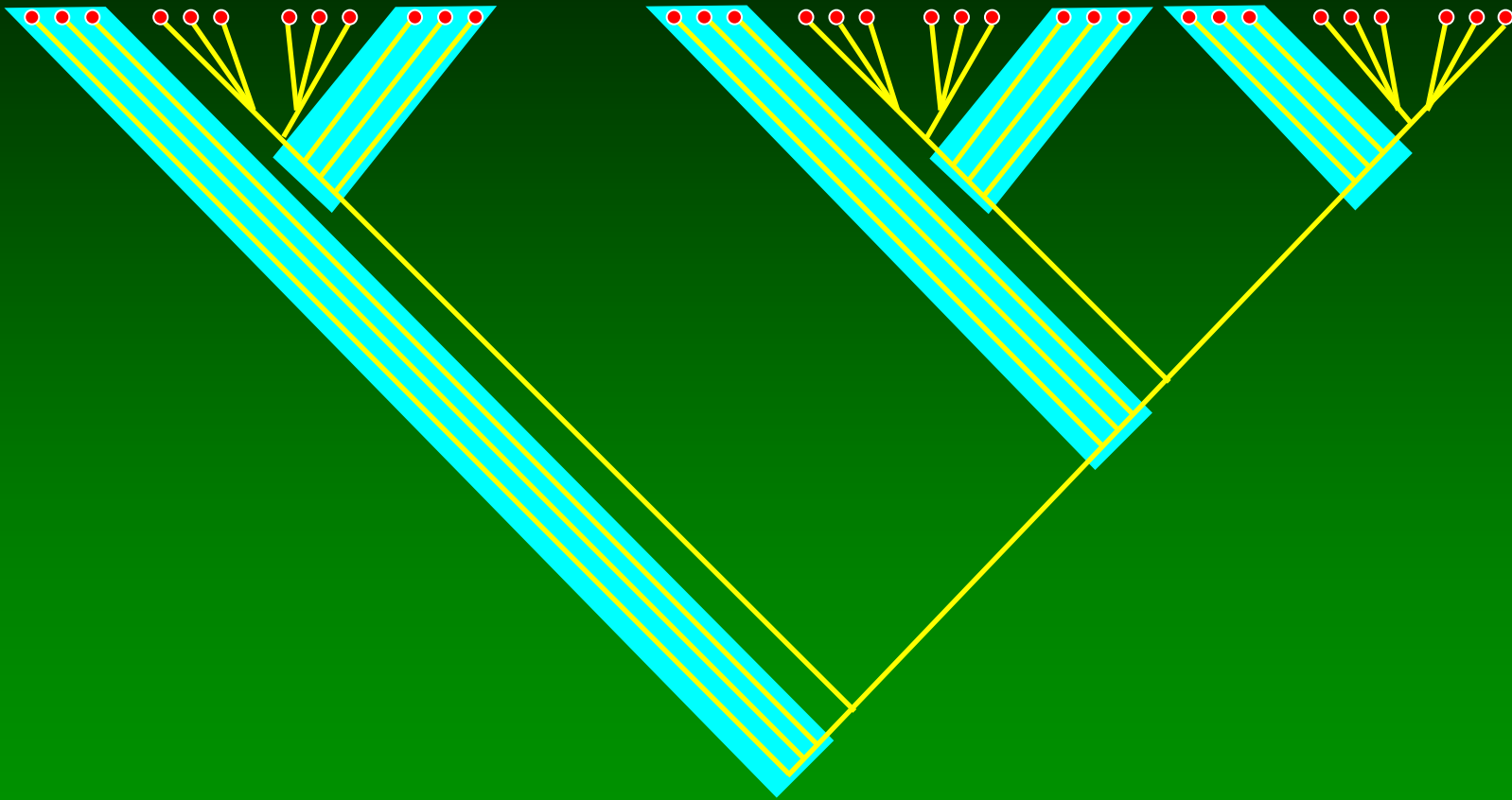


Rekonstrukce fylogeneze



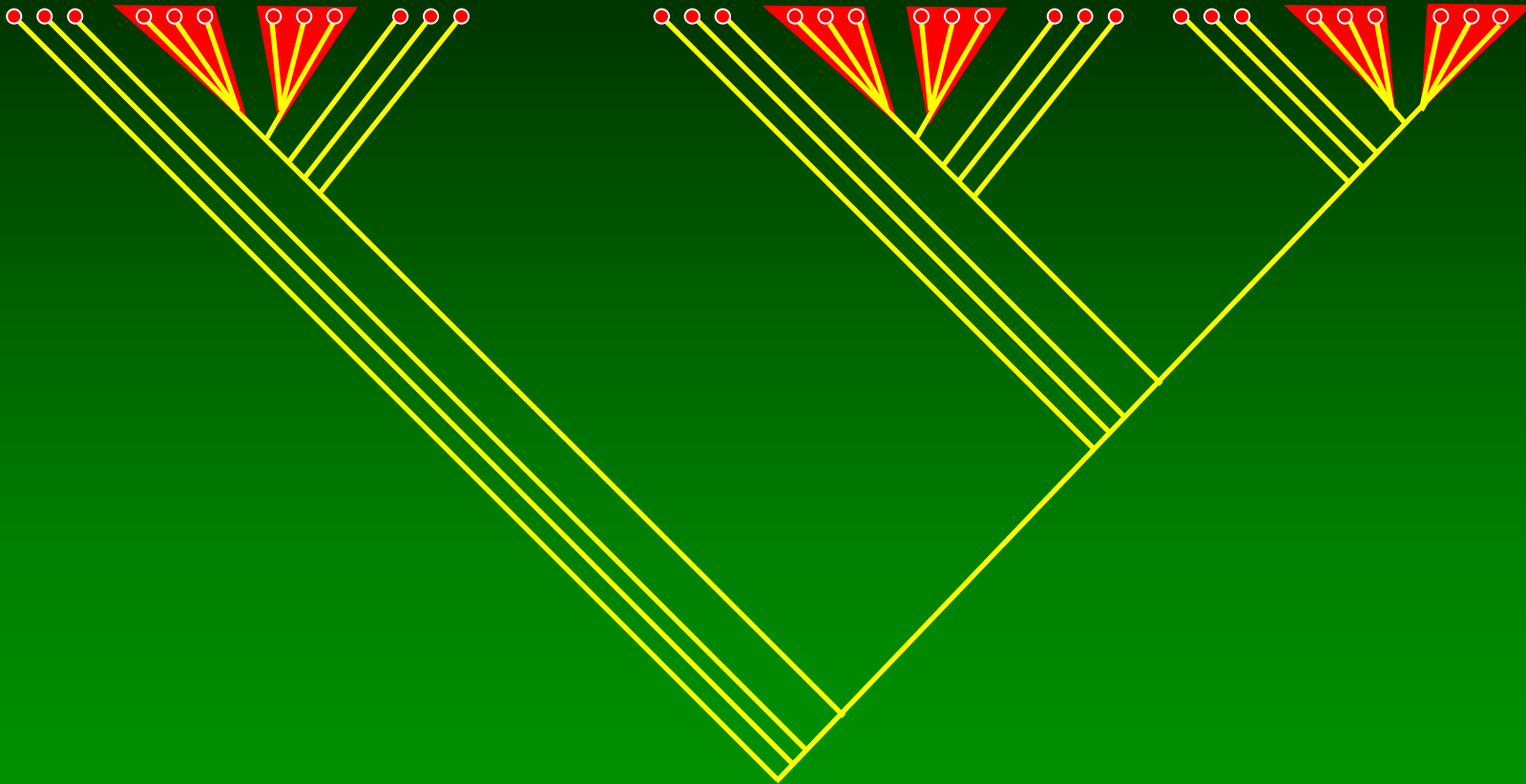
Rekonstrukce fylogeneze

Parafyletické taxony =



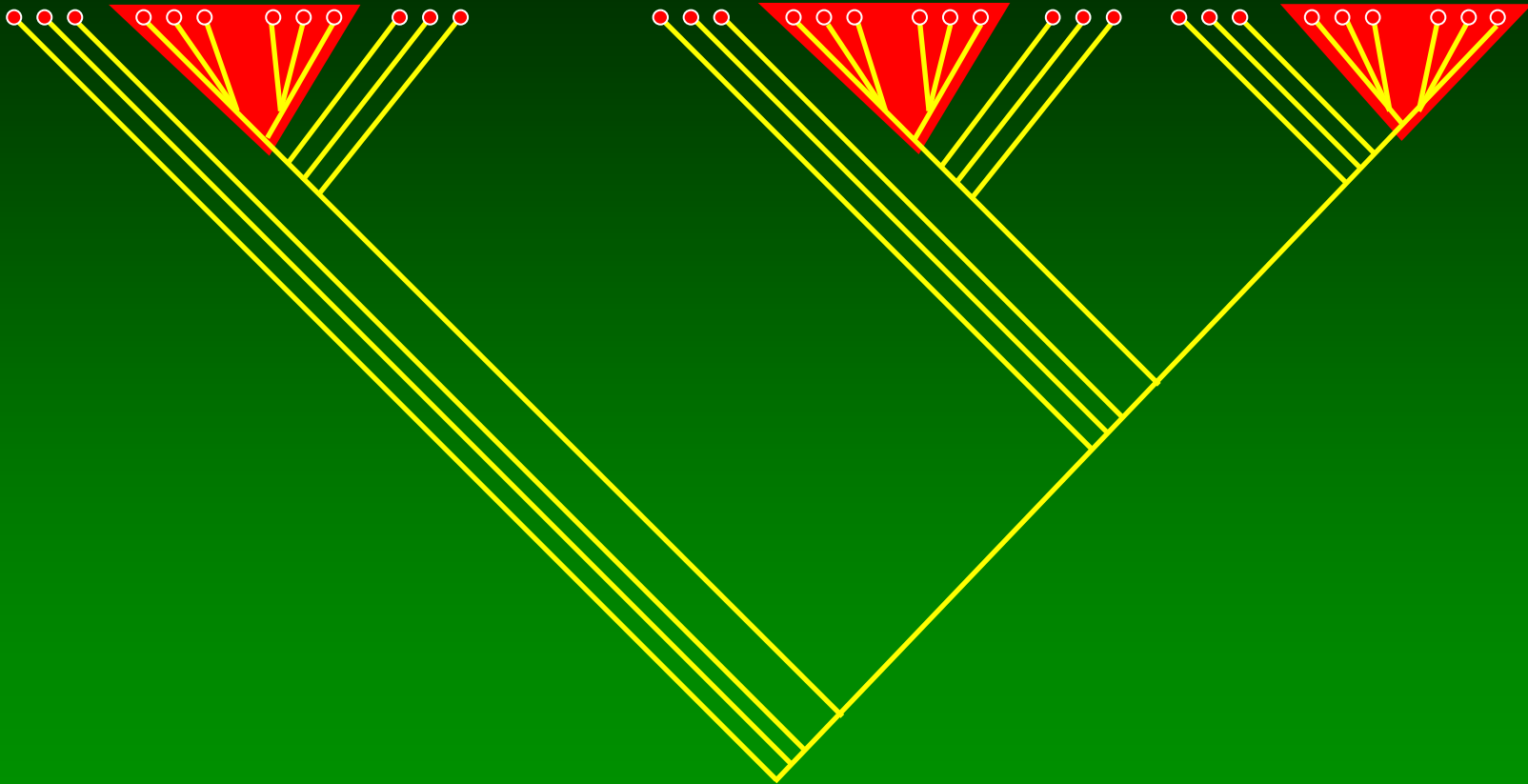
Monofyletické x Parafyletické x Polyfyletické „taxony“

Monofyletické taxony =



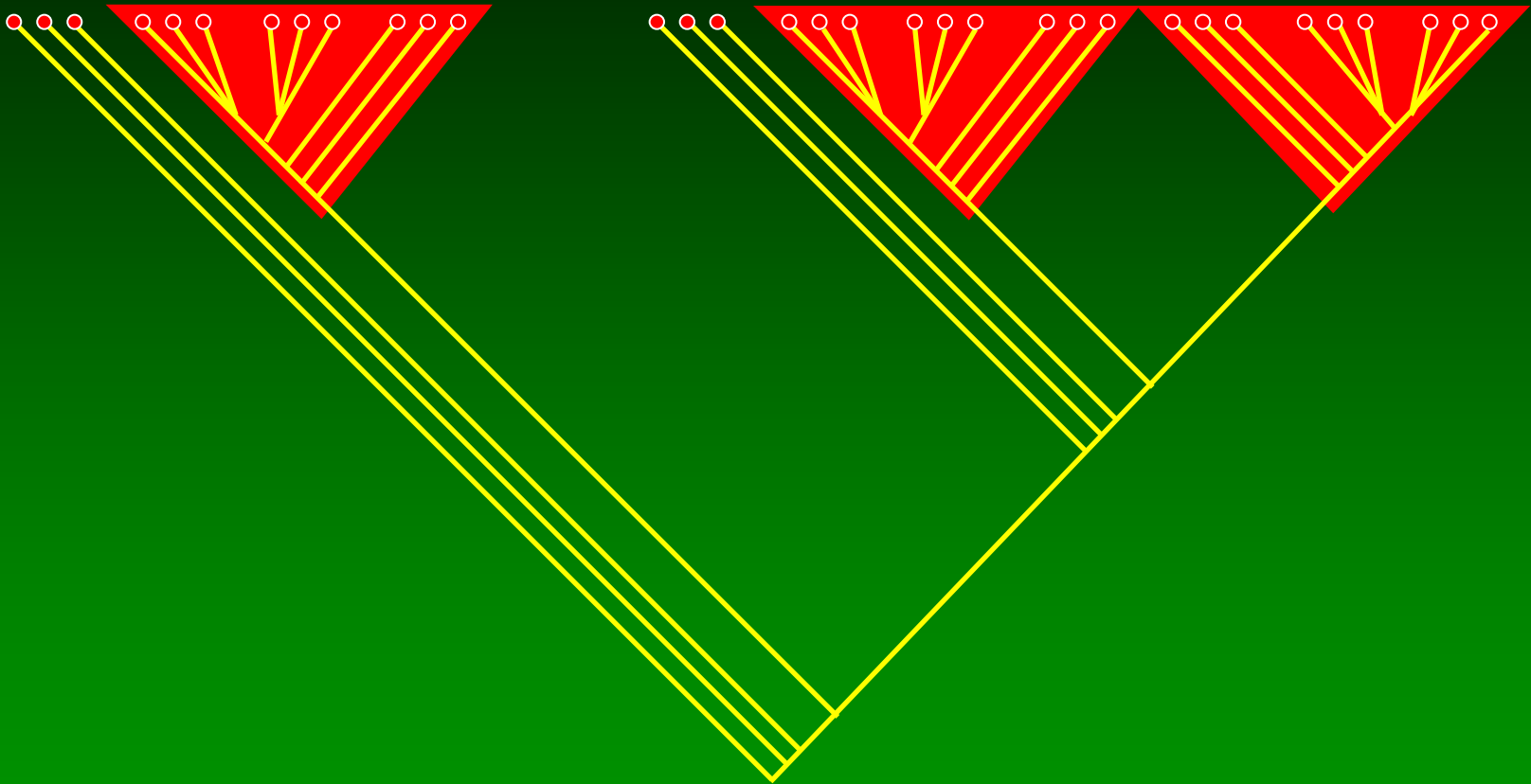
Monofyletické x Parafyletické x Polyfyletické „taxony“

Monofyletické taxony =



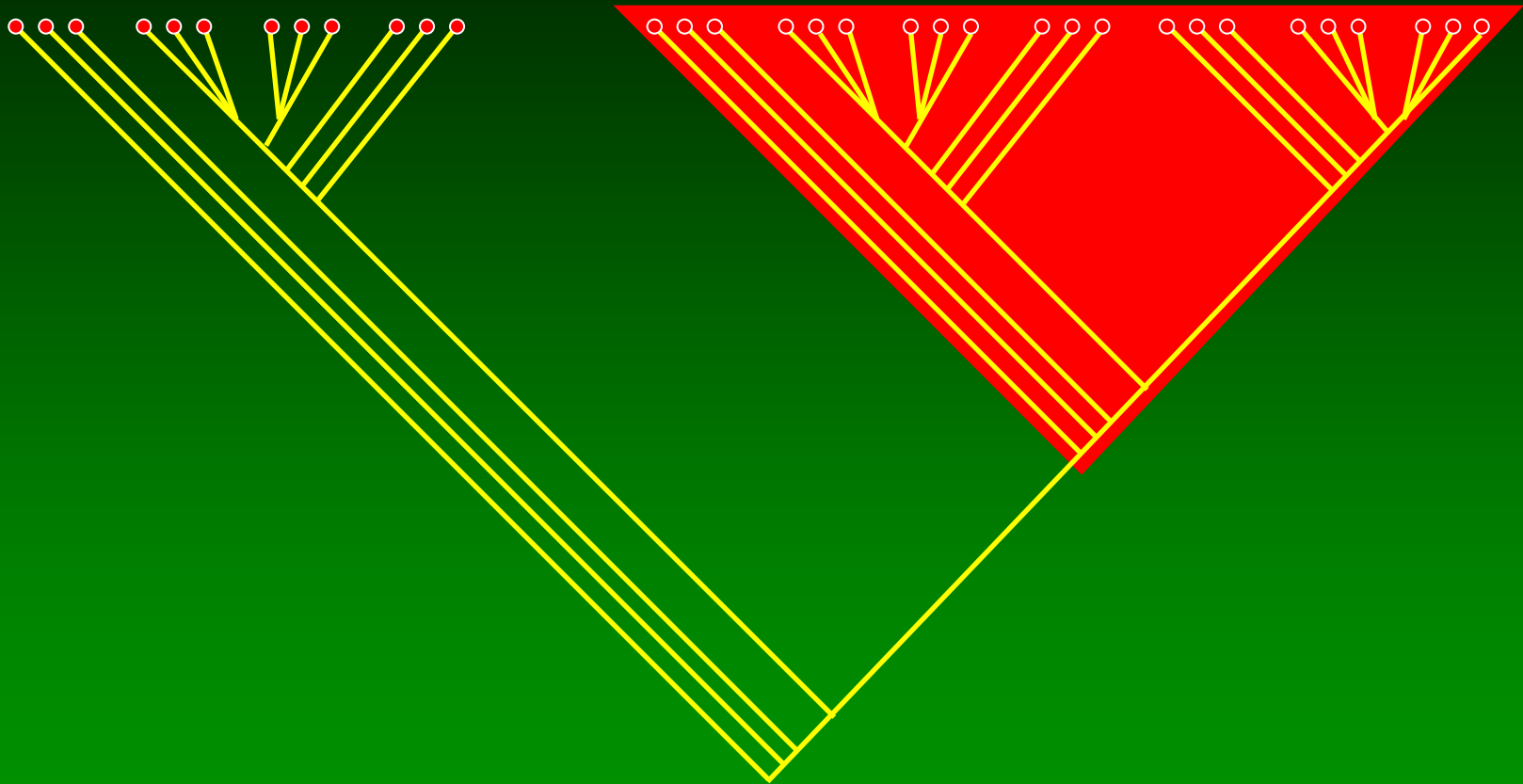
Monofyletické x Parafyletické x Polyfyletické „taxony“

Monofyletické taxony =



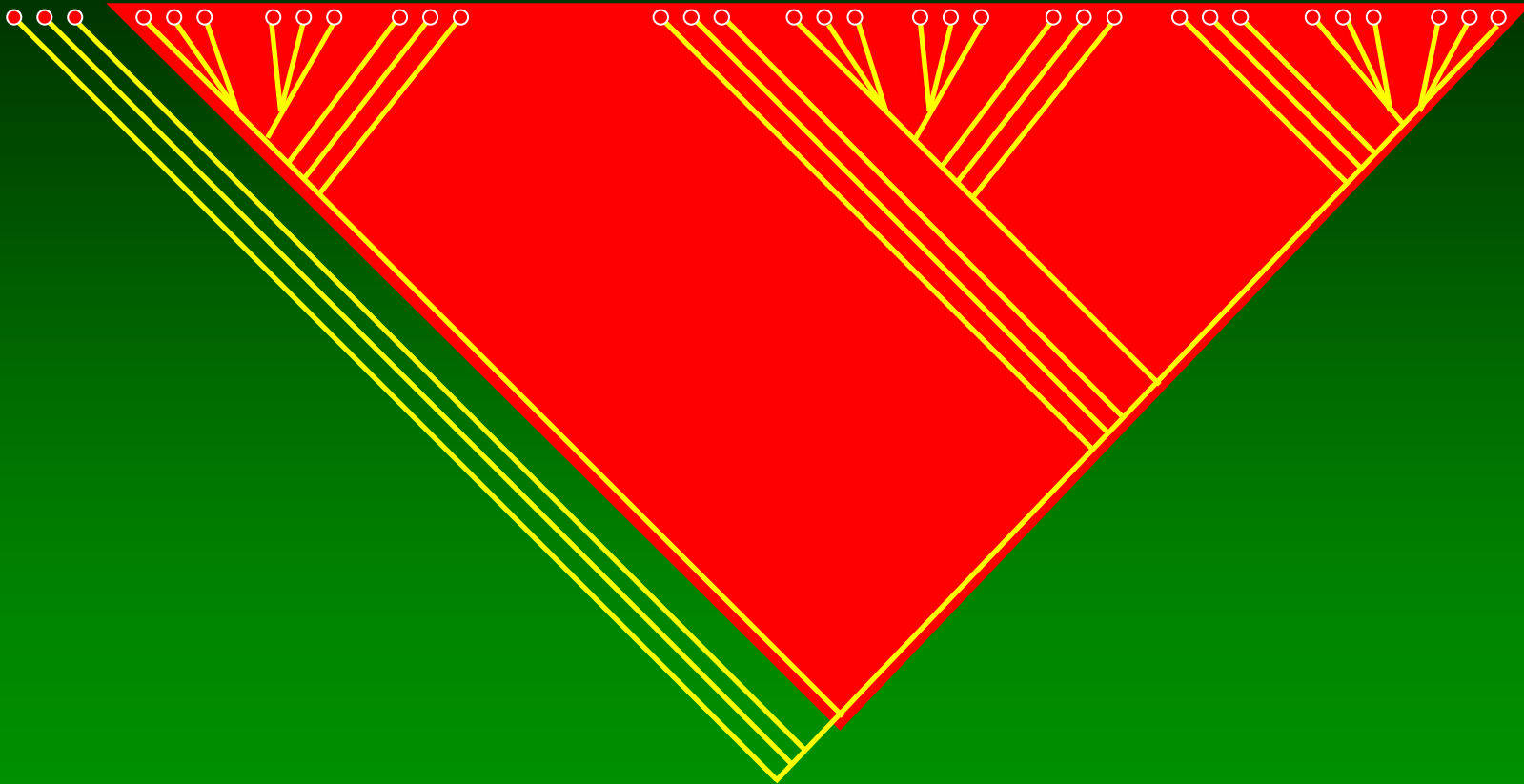
Monofyletické x Parafyletické x Polyfyletické „taxony“

Monofyletický taxon =



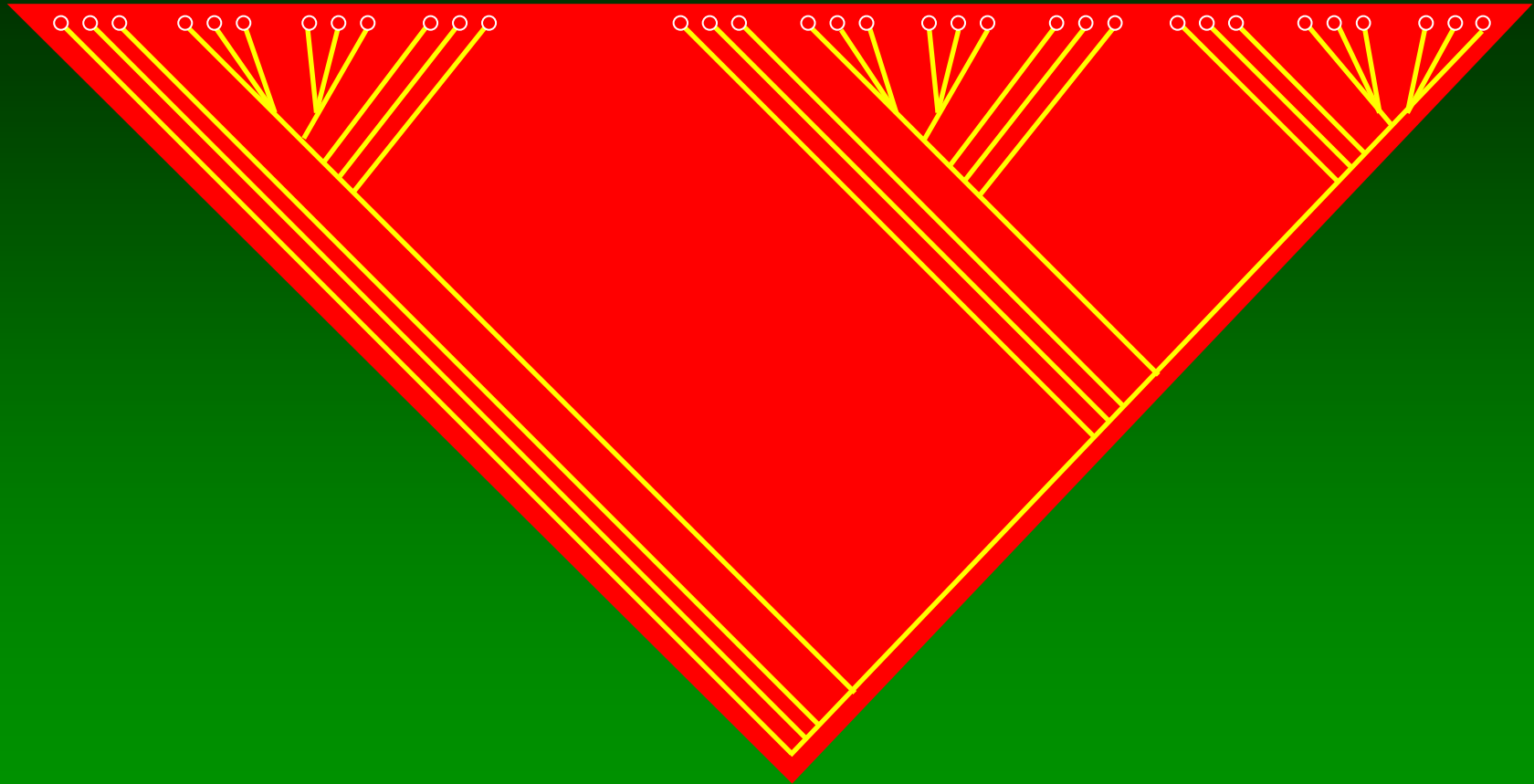
Monofyletické x Parafyletické x Polyfyletické „taxony“

Monofyletický taxon =



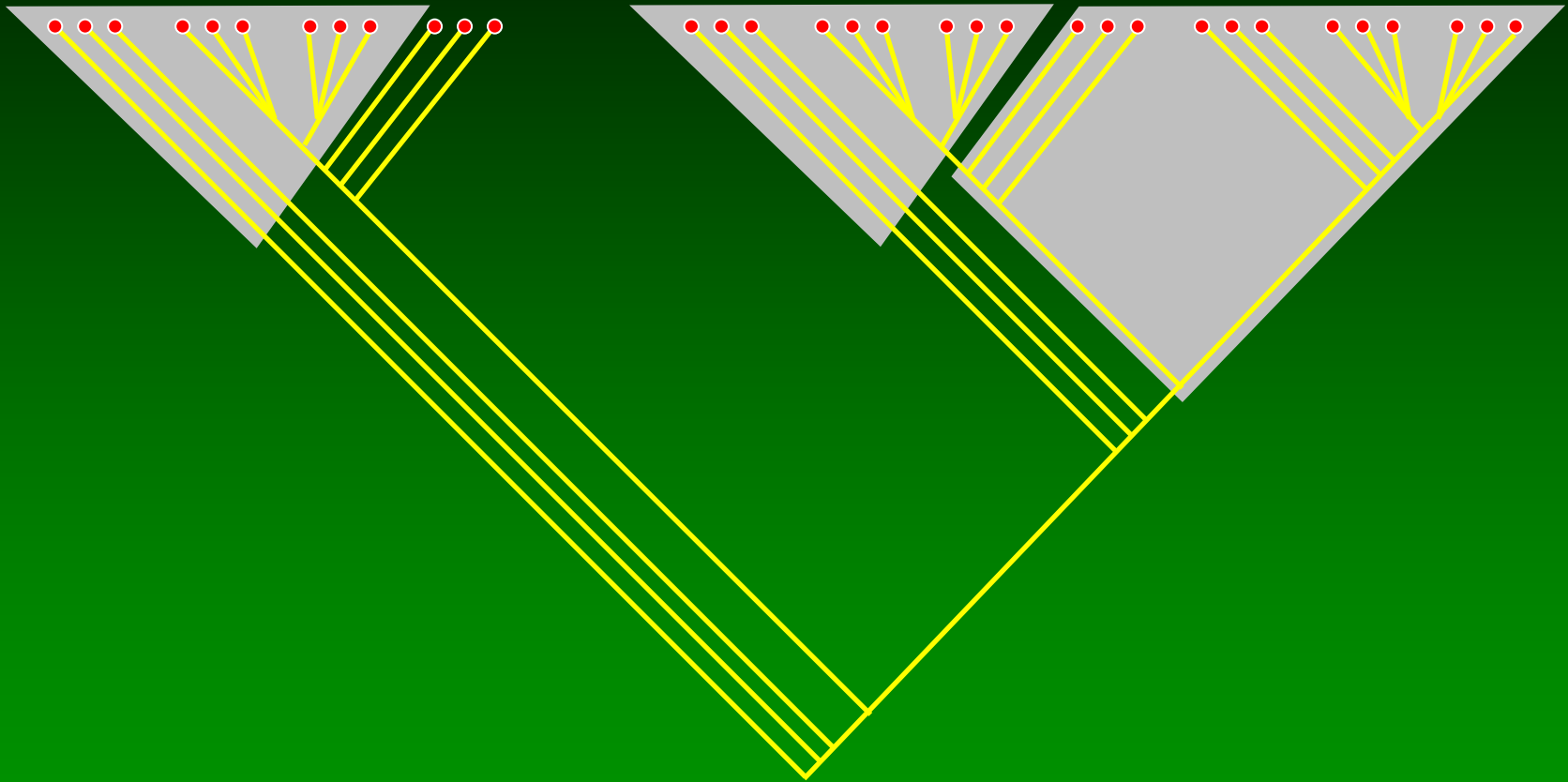
Monofyletické x Parafyletické x Polyfyletické „taxony“

Monofyletický taxon =



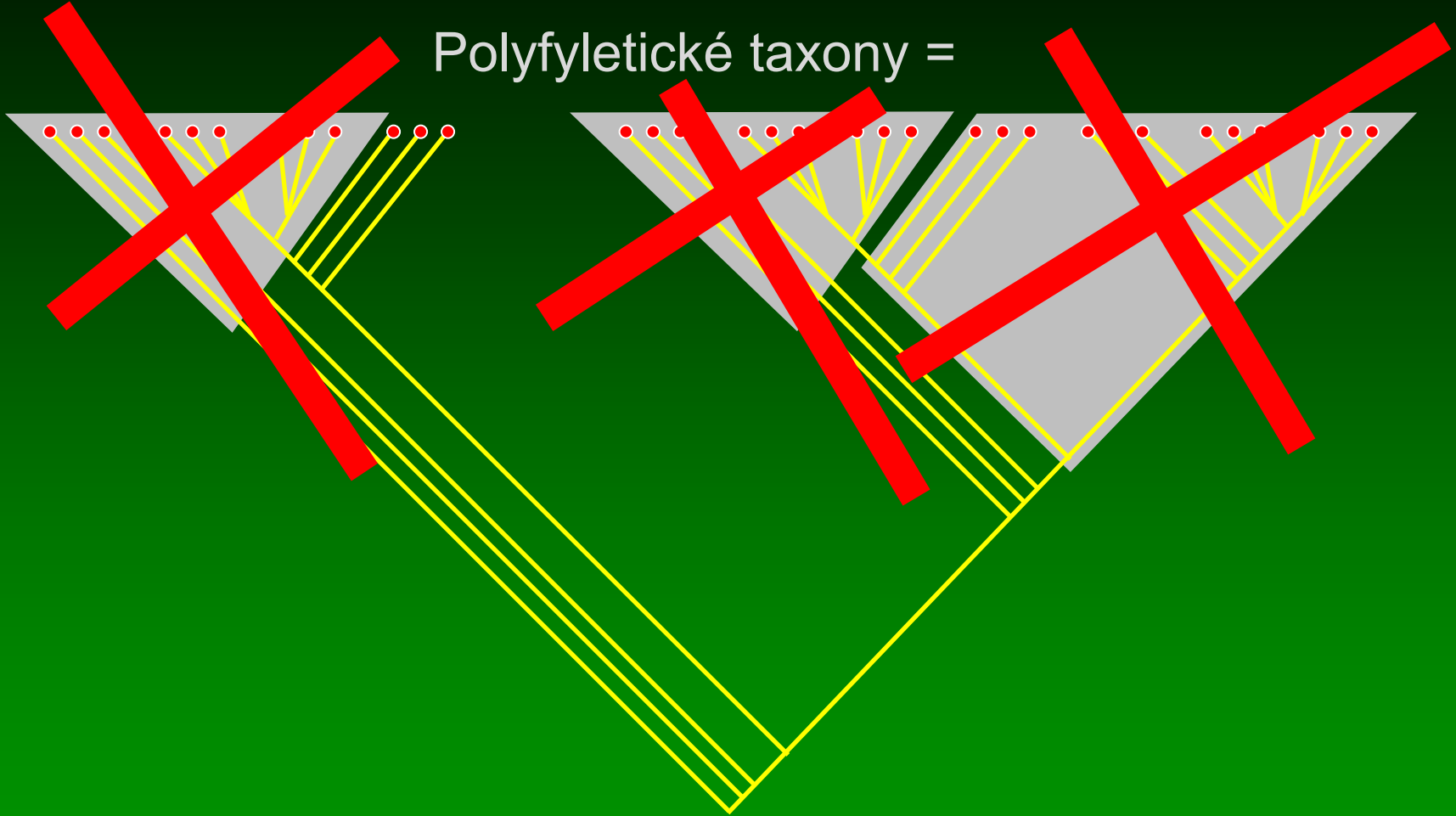
Monofyletické x Parafyletické x Polyfyletické „taxony“

Polyfyletické taxony =



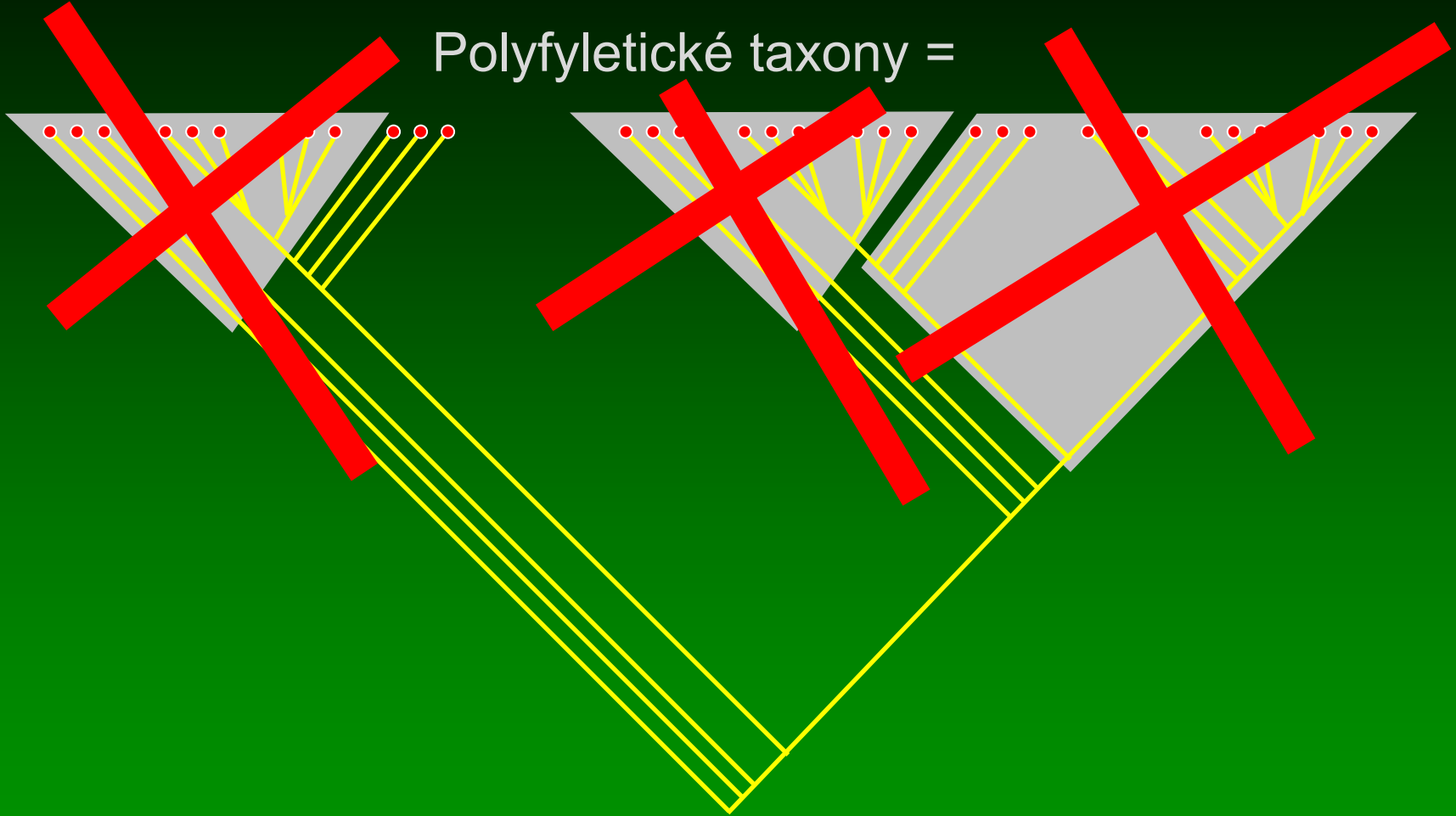
Monofyletické x Parafyletické x Polyfyletické „taxony“

Polyfyletické taxony =

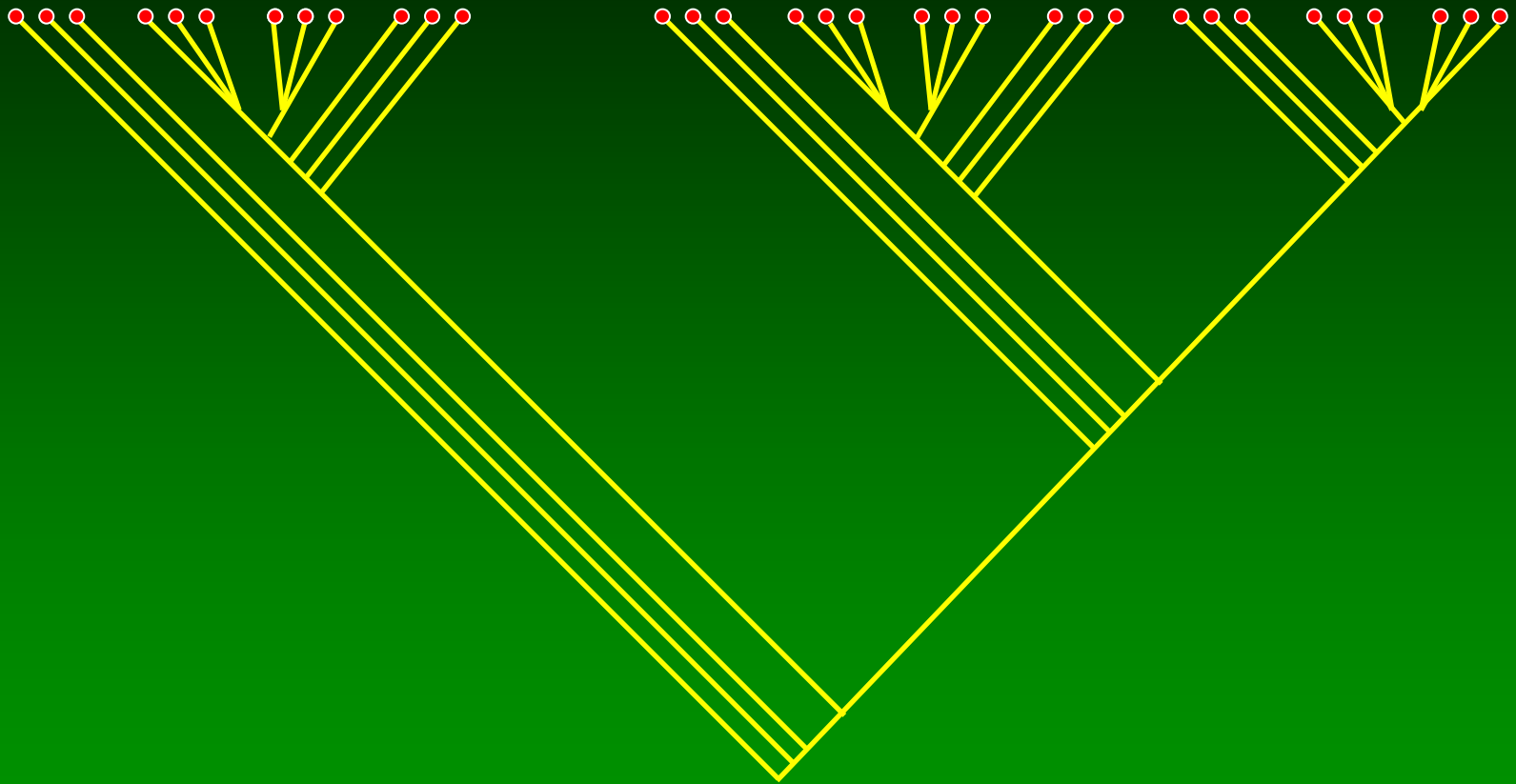


Monofyletické x Parafyletické x ~~Polyfyletické „taxony“~~

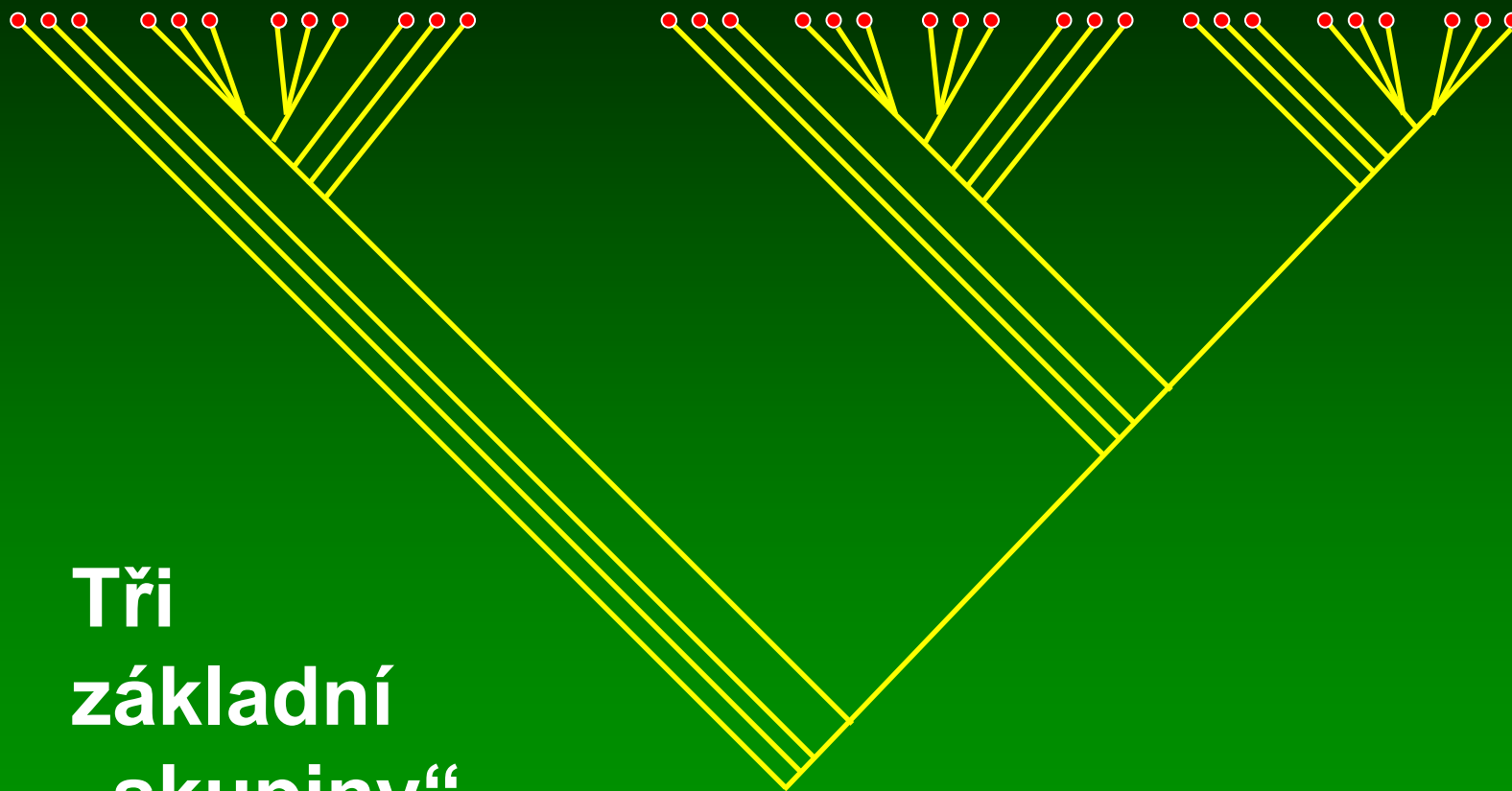
Polyfyletické taxony =



Monofyletické x Parafyletické x ~~Polyfyletické „taxony“~~

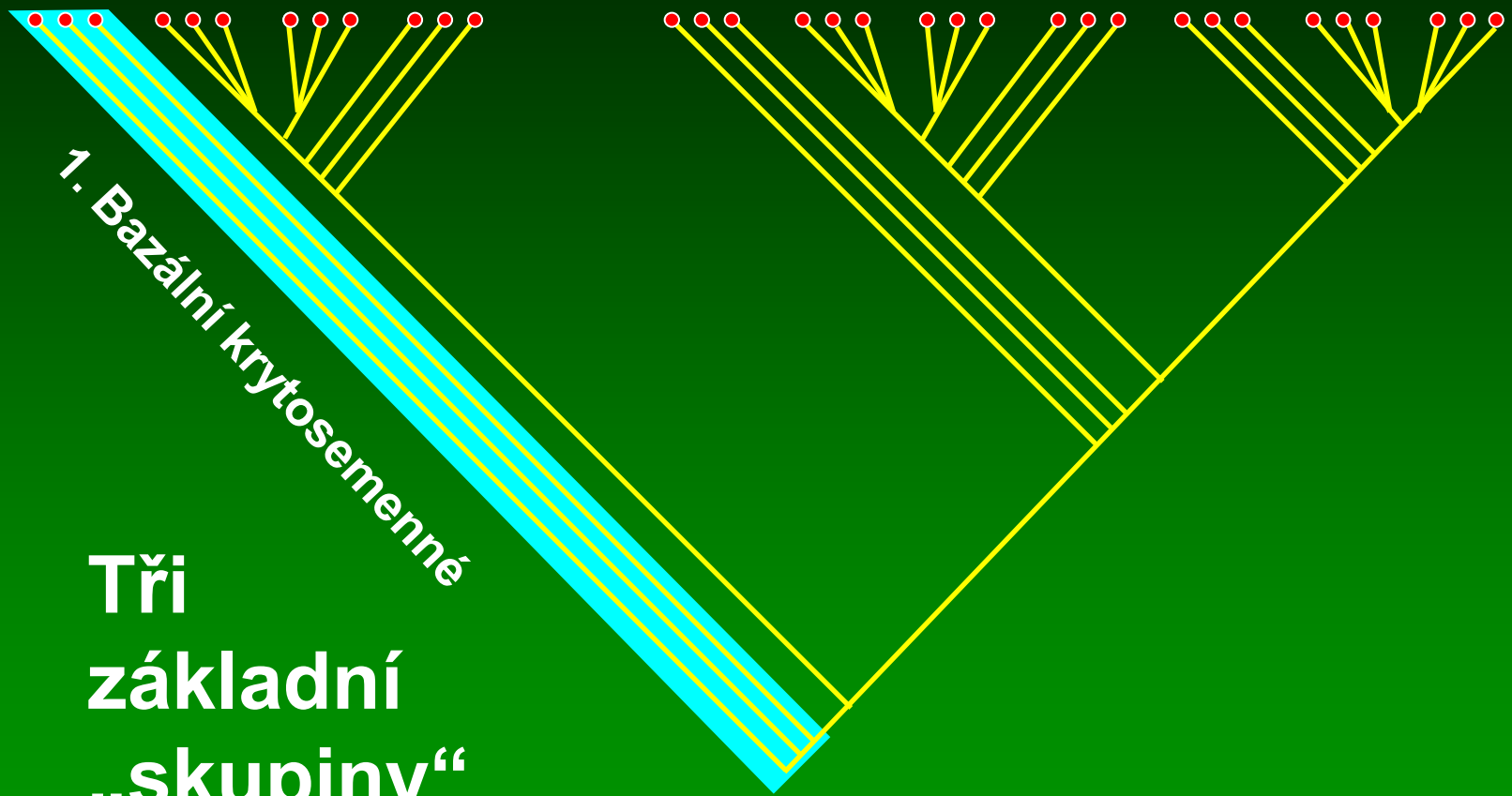


fylogeneze recentních krytosemenných



**Tři
základní
„skupiny“**

fylogeneze recentních krytosemenných

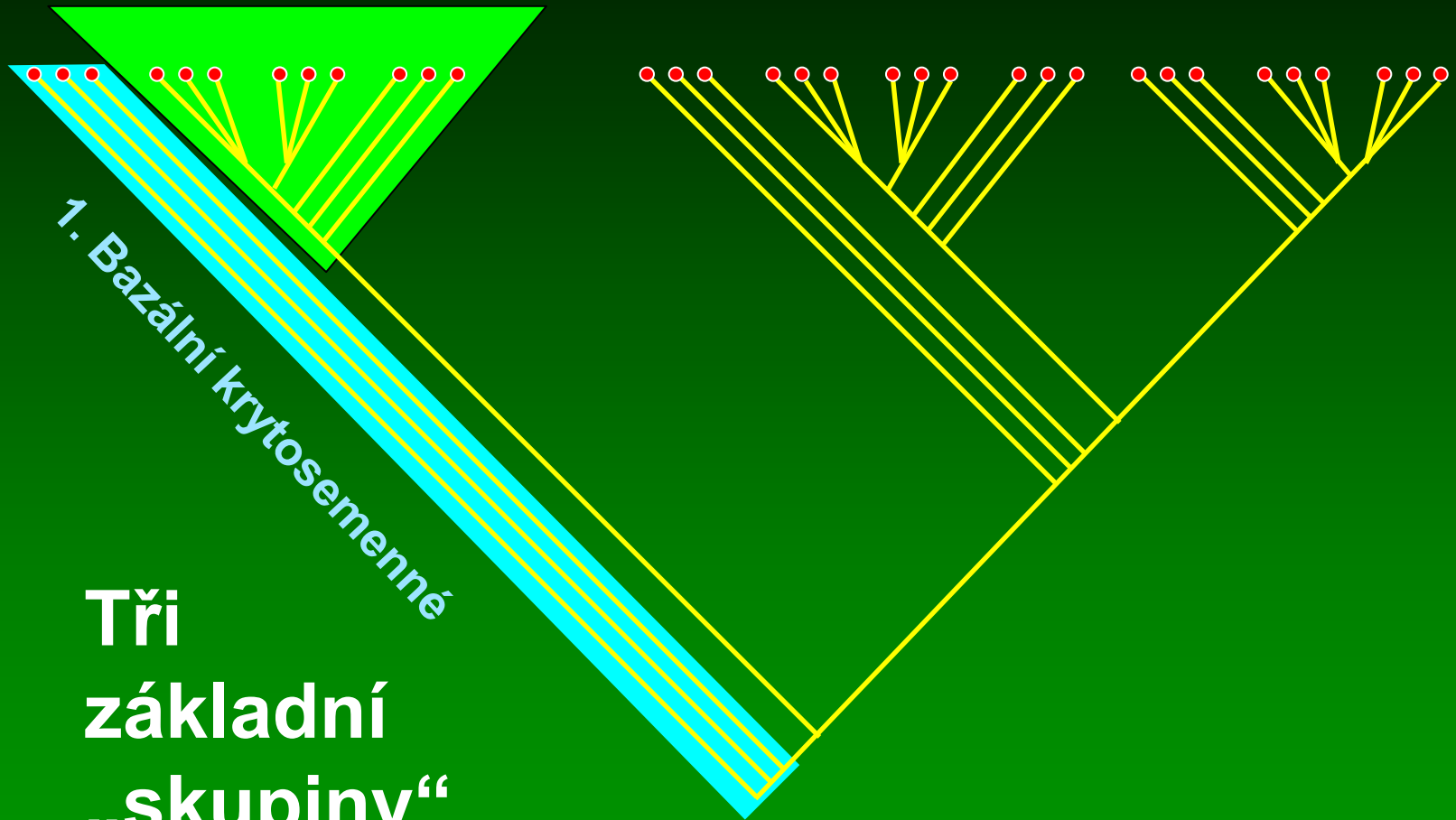


1. Bazální krytosemenné

Tři
základní
„skupiny“

fylogeneze recentních krytosemenných

2. Jednoděložné

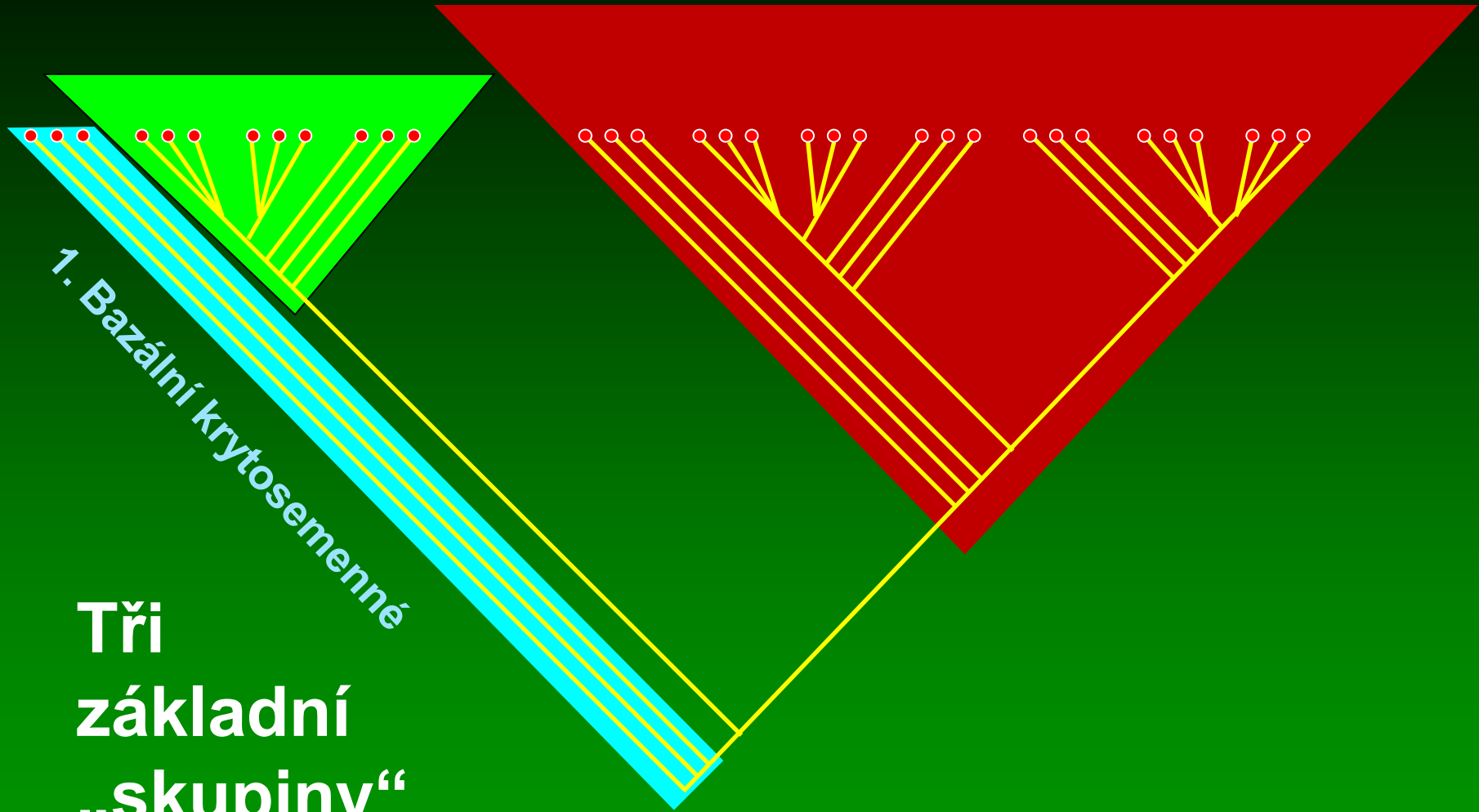


**Tři
základní
„skupiny“**

fylogeneze recentních krytosemenných

2. Jednoděložné

3. Dvouděložné



1. Bazální krytosemenné

Tři
základní
„skupiny“

fylogeneze recentních krytosemenných

2. Jednoděložné

3. Dvouděložné

Rosidy

Asteridy

Commelinidy

Liliidy

Bazální jednoděložné

Malvidy

Fabidy

Bazální rosidy

Lamidy

Bazální asteridy

Campanulidy

1. Bazální krytosemenné

11 základních
linií

fylogeneze recentních krytosemenných