

Evoluční morfologie rostlin

Rozmnožování rostlin

**Izosporie a typy sporangií,
Heterosporie: od spor k semenům
Sporofyly a plodolisty: od semen k plodům**

Pavel Veselý

Způsoby rozmnožování

- **Nepohlavní** – sporami, takto se u výtrusných rostlin rozmnožuje sporofyt
- **Pohlavní** – gametami, takto se u výtrusných rostlin rozmnožuje gametofyt
- **Vegetativní** – klonalitou

Rozmnožování rostlin

- spory vznikají ve sporangiích **meiózou**
- gamety vznikají v gametangiích **mitózou**

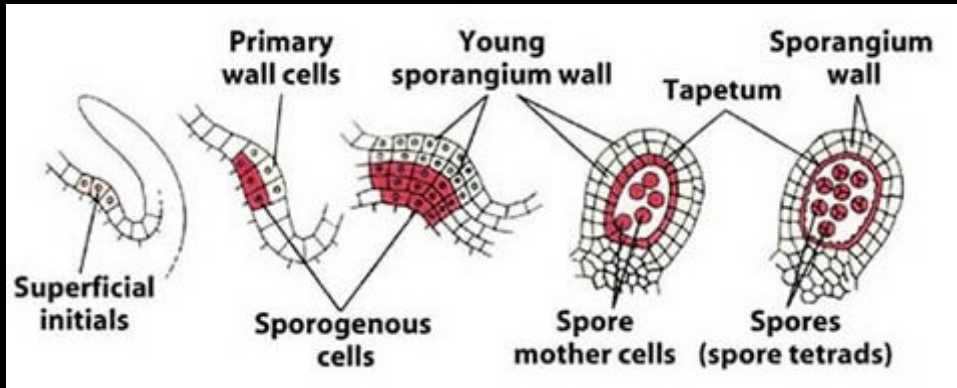
- Pro připomenutí (viz úvodní přednášku)
 - v životním cyklu rostlin se objevuje **rodozměna** – střídání jaderných fází, haploidní (gametofyt) a diploidní (sporofyt)

 - **Rodozměna**
 - **izomorfní** – sporofyt i gametofyt se morfologicky neliší.
Výskyt u některých zelených řas, *Rhyniophyta* a částečně *Psilotum*

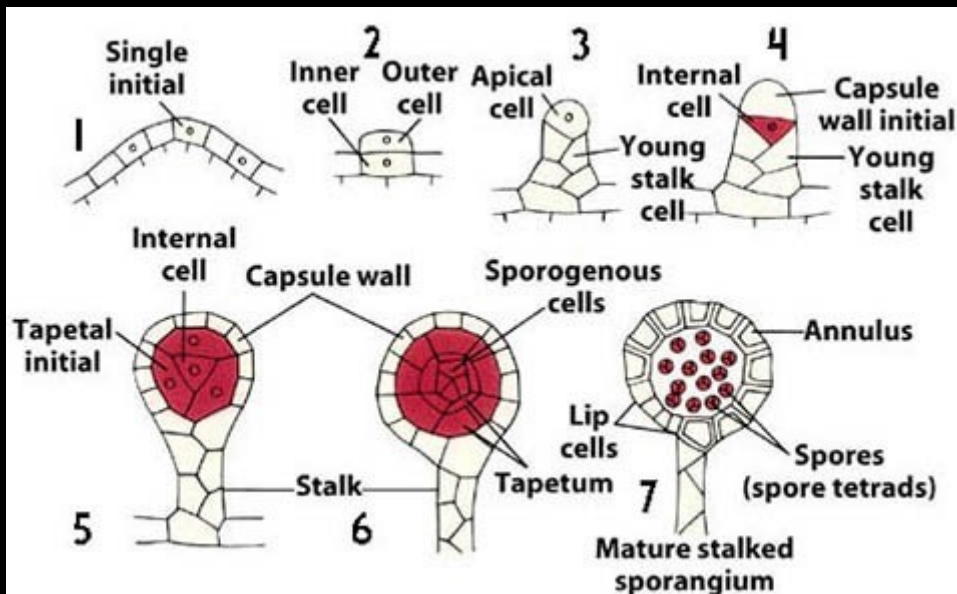
 - **heteromorfní** – obě generace se výrazně liší, jedna zpravidla převládá. Vyskytuje se u mechorostů, kaprad'orostů a semenných rostlin

Typy sporangií

- eusporangiátní sporangia vznikají z **několika epidermálních buněk**, jsou makroskopická, tvořena **více vrstvami** buněk. Produkují až **tisíce** spor. Původní typ.



- leptosporangiátní sporangia vznikají z **jediné epidermální buňky**, jsou mikroskopická, tvořena **jednou vrstvou** buněk. Produkují nejčastěji **64** (někdy 34 či 128) spor. Odvozený typ. Často v kupkách (sorech)



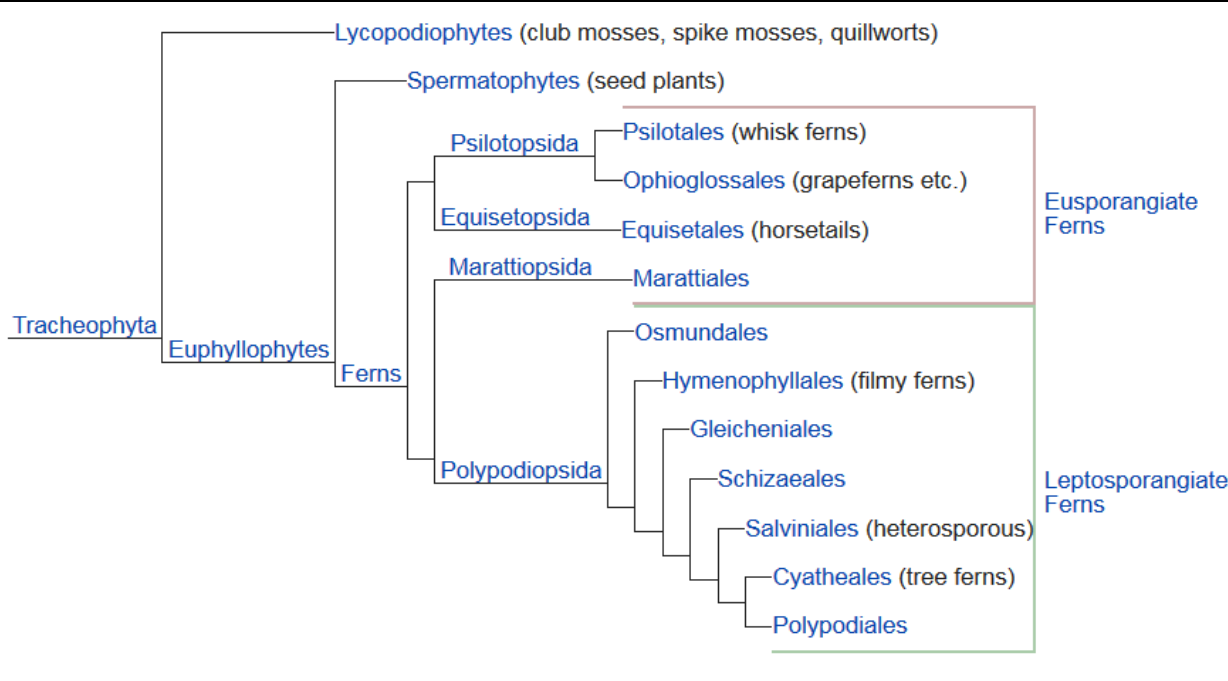
Typy sporangií

- eusporangiátní

Psilotum nudum



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b0/7si1000_Psilotum_sporangium.jpg



- leptosporangiátní



Polypodium vulgare

<https://www.sciencephoto.com/media/467329/view/fern-spores-light-micrograph>

Rozmnožování sporami

- evolučně původní je **izosporie**, všechny produkované spory byly morfologicky shodné (rodozměna může být izomorfní i heteromorfní)
- postupně se v evoluci objevuje tendence k **heterosporii**, původně nepohlavní útvar – spora – se diferencuje na samčí a samičí, gametofyt se stává dvoudomým (rodozměna je jedině heteromorfní)

Rozmnožování sporami

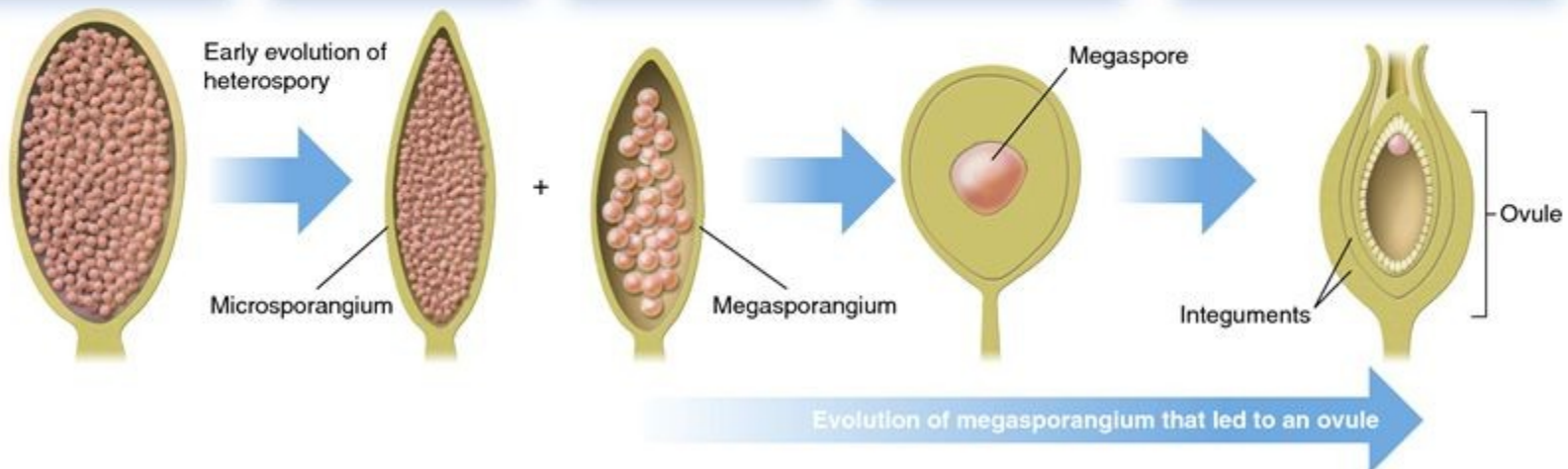
1 Sporangium containing spores that are similar in size

2a Microsporangium containing many small microspores

2b Megasporangium containing fewer, larger megaspores

3 Reduction to one megaspore per megasporangium

4 Enclosure of megasporangium within integuments to form ovule; when fertilized, ovule develops into a seed



Rozmnožování sporama

- přechodná
kdy spory
diferenc

- heterosp
pohlčení

- **semenn**
na sobě:

– *Lycopo*

– *Equisetophyta*

– *Pteridospermophyta* – *Archaeosperma*, *Emplectopteris*, ...



liček, stav,
ně

men a

nezávisle

esmia

První semena



Lepidocarpon (Seed)

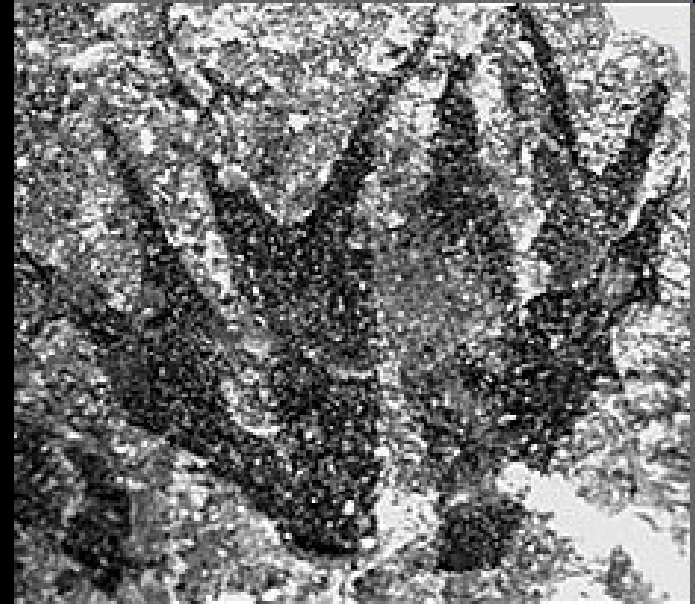
<http://kentsimmons.uwinnipeg.ca/2153/lb4pg7.htm>



Lepidocarpon (Seed)

Lepidocarpon sp. †

<http://www.devoniantimes.org/who/pages/lyginopterids.html>



Archaeosperma sp. †

typ sporie
spermatozoidy

Evoluční pohled

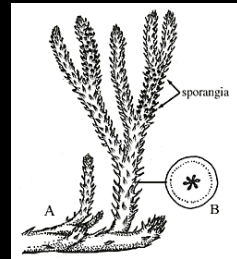
izosporie
polyciliátní
Lycopodiopsida



Lycopodiophyta

heterosporie
biciliátní
Selaginellopsida

heterosporie
polyciliátní
Isoëtopsida



Zosterophyllophyta †

heterosporie †
homosporie (+elaterý)
polyciliátní



Equisetophyta

izosporie i heterosporie
polyciliátní



Polypodiophyta

izosporie
polyciliátní



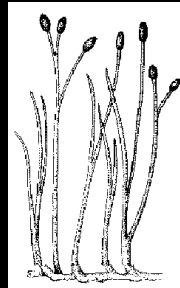
Psilophyta

izosporie
biciliátní



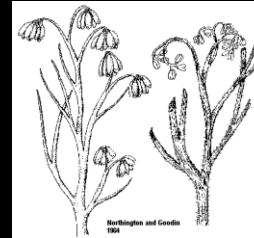
Anthoceroophyta
Marchantiophyta
Bryophyta

izosporie
biciliátní



Rhyniophyta †

izosporie
polyciliátní



Trimerophyta †

typ sporie
spermatozoidy

Evoluční pohled

u kapradin je heterosporie spojena s vodním prostředím



heterosporie
polyciliátní

izoosporie
polyciliátní

izoosporie
polyciliátní

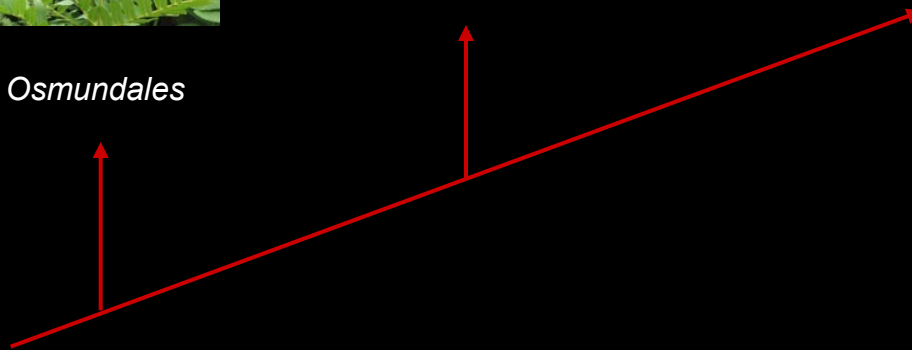


Salviniales

Polypodiales

Osmundales

Polypodiophyta



typ sporie
spermatozoidy

Evoluční pohled

heterosporie
spermatické b.



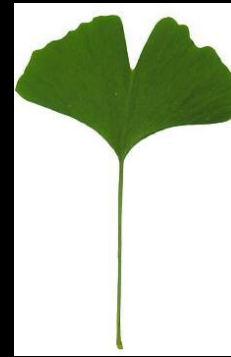
Magnoliophyta
krytosemenné

heterosporie
polyciliátní



Cycadophyta
cykasy

heterosporie
polyciliátní



Ginkgophyta
jinany

heterosporie
spermatické b.



Gnetophyta
liánovce

izosporie
polyciliátní



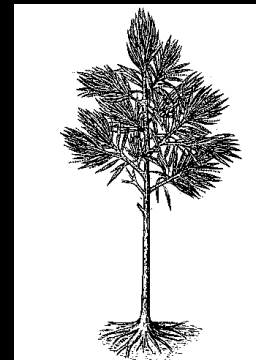
Polypodiophyta
kapradiny

heterosporie
polyciliátní



Pteridospermophyta
kapradosemenné †

heterosporie
polyciliátní



Cordaitophyta
kordaity †

heterosporie
spermatické b.



Pinophyta
jehličnany



Heterosporie a sporangia

- s evolucí semene spory nemizí, jejich charakter se ale mění
- **megasporangia** (samičí) produkují megaspory, ty sporangium neopouštějí. Z nich se tvoří megagametofyt (zárodečný vak) se 2 archegonii (zárodečníky) a jednou vaječnou buňkou oosférou. Po oplození se pak vyvíjí jen jedna oosféra, druhé archegonium zaniká
- **mikrosporangia** (samčí) produkují mikrospory, které jsou přenášeny (větrem, hmyzem...) na megasporangium. Vyklíčí v mikrogametofyt, antheridia (pelatky) se netvoří, produkují spermatozoidy či spermatické buňky
- U semenných rostlin se megasporofyly nazývají **semenné šupiny/plodolisty**, megasporangia **vajíčka**, mikrosporofyly **tyčinky**, mikrosporangia **prašníky**, mikrospory **pyl** a mikrogametofyt **pylová láčka**

Spora a semeno

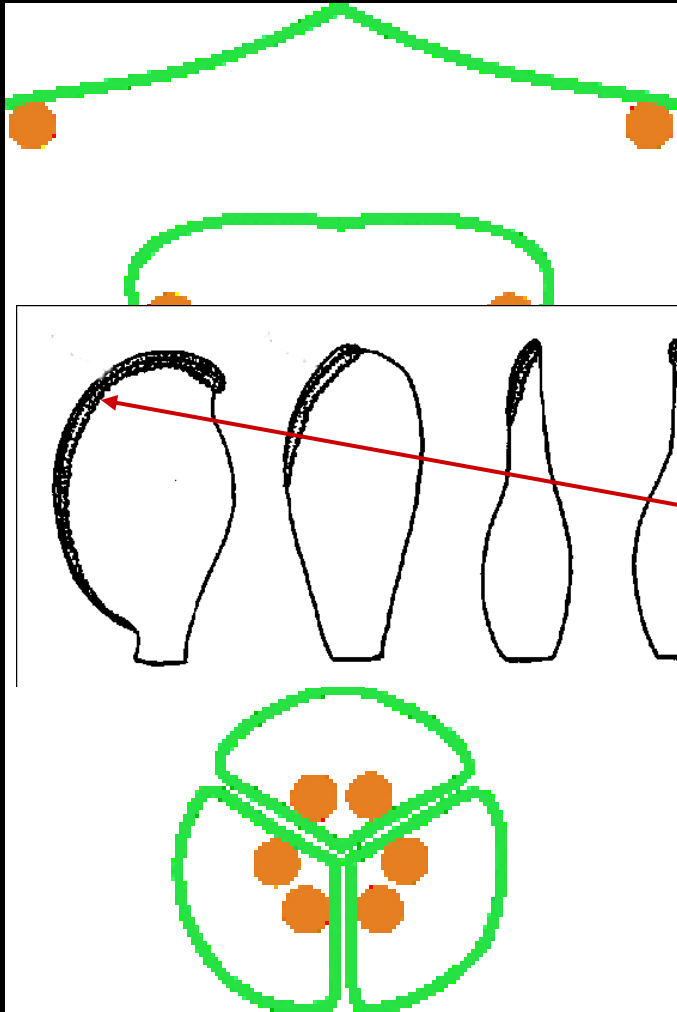
Rozdíl mezi sporou a semenem

- **spora** – jednobuněčný útvar, je haploidní, dává vznik gametofytu, snadno se šíří, obvykle má dlouhou klíčivost
- **semeno** – mnohobuněčný útvar, uvnitř nese zárodek sporofytu (embryo), hůře se šíří, klíčivost od několika dní až po tisíce let.
Výjimky: *Orchidaceae*, *Orobanchaceae*

Ochrana semen

- u nahosemenných rostlin se v evoluci setkáváme s různým stupněm ochrany semen
- semena jsou často diferencována na dužnatou sarkotestu a tvrdou sklerotestu
- méně často epimacium či galbulus
- nejdále se dostaly liánovce (*Gnetophyta*), kde nacházíme semena v úplném obalu
- stále se ale nejedná o ochranu vajíček a semen megasporofylem

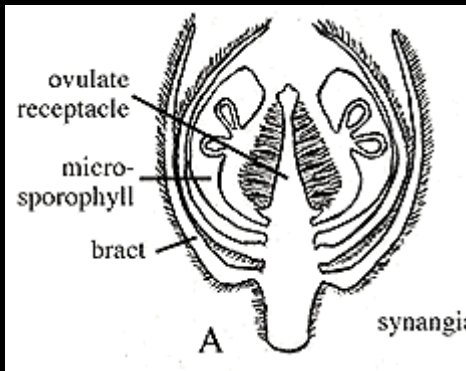
Evoluce květu



- původně rovinné megasporofyly se začaly stáčet podél střední žilky
- až vznikl útvar uzavírající vajíčka; jeho okraje byly k sobě přitisklé a slepené či opatřené chlupy, nejdříve všude, pak jen na vrcholu kartáčkovitá blizna
- dále pak okraje plodolistu odspodu stůstaly, diferencovala se čnělka
- plodolisty byly uspořádány do souborů, mohly pak i spolu srůst

Evolution květu

- Původ krytosemenných nebyl zcela jasný
- byly odvozovány z příbuzenstva vymřelé cykasové třídy *Bennettitopsida*, či z okruhu liánovců, *Gnetophyta*



Bennettitopsida

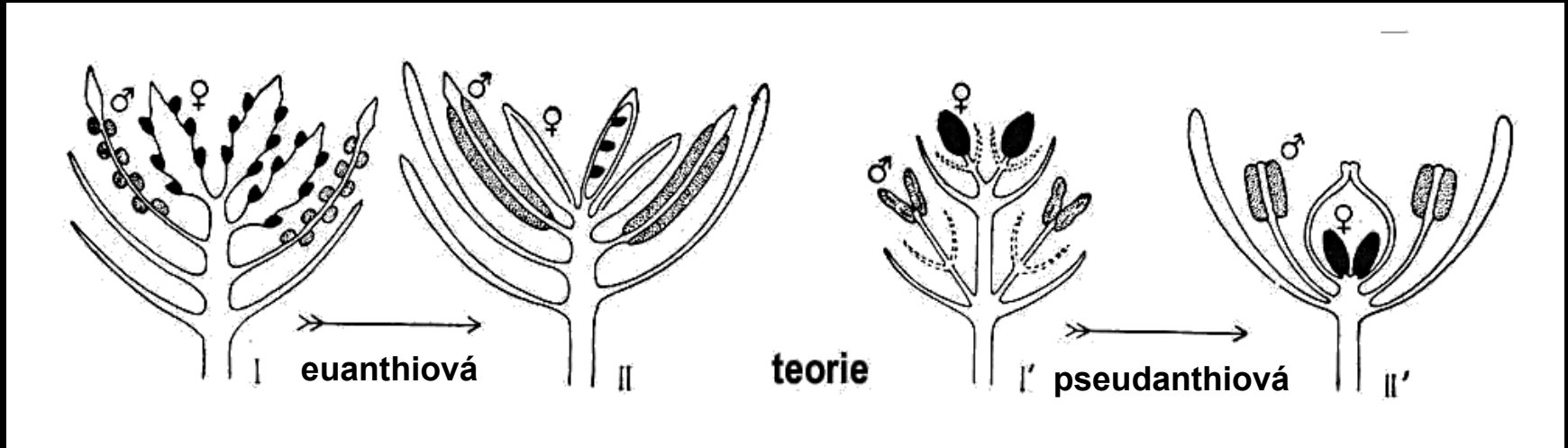


Gnetophyta



Magnoliophyta

Evolution květu



- **Euanthiová teorie** předpokládá vznik květů z anthostrobilů (oboupohlavných strobilů složených z trofosporofylů)
- **Pseudanthiová teorie** považuje květ za redukované jednopohlavné strobily
- Dnes je přijímána euanthiová teorie

Evoluce květu

<http://www.flmnh.ufl.edu/deeptime/virtualfossilcollection/Archaeofructus.html>



Archaeofructus sinensis

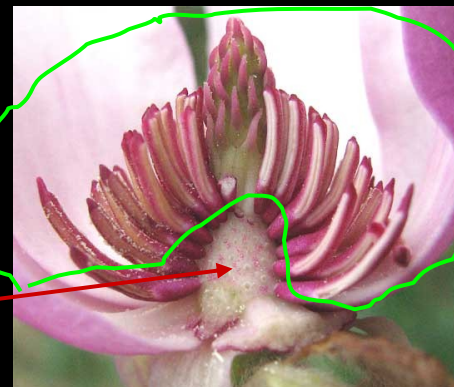


A. liaoningensis

- první známé krytosemenné rostlina patří k rodu *Archaeofructus*
- pochází z Křídy, před 125 mil. let

Morfologie květu

- Kalich, koruna, okvětí, tyčinky a plodolisty jsou listového původu
- Květní lůžko je původu stonkového
- Specifitou některých rodů jsou listence, u růžovitých kalíšek, u rodu *Narcissus* pakorunka, vše listového původu
- původně byly všechny základní části květu uspořádány ve spirále – tzv. **acyklické, spirální** květy
- přechodným typem jsou květy **spirocyklické**, kdy květní obaly jsou v kruzích a zbytek ve spirále
- nejodvozenějším typem jsou květy **cyklické**, orgány jsou uložené v kruzích, které spolu alternují



Morfologie květu

- původní počet květních částí byl neustálený, obvykle všech bylo mnoho
- u cyklických květů se setkáváme s **oligomerizací** – redukcí částí v kruhu na 5 a 4 u dvouděložných a 3 u jednoděložných
- druhotně může dojít k redukcí či zmnožení květních částí – *Papaveraceae* incl. *Fumariaceae* (2), *Brassicaceae* (4), *Potentilla erecta* (4), *Lythrum* (6), *Trientalis* (7), *Dryas octopetala* (8)
- **izomerické květy** – mají-li všechny kruhy stejný počet částí, např. *Liliaceae*, *Amaryllidaceae*, *Iridaceae*
- **anizomerické květy** – mají-li kruhy různý počet částí, např. *Boraginaceae*, *Solanaceae*, *Asteraceae*

Alternance květních částí

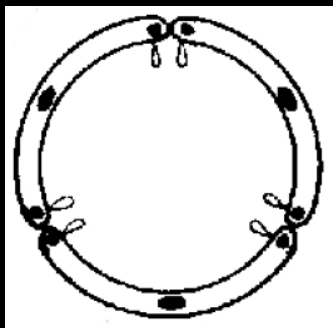


Pyrus pyraeaster
Rosaceae

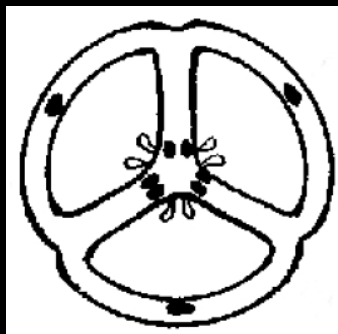
Typy gynecea a placentace

- **apokarpní** – gyneceum je tvořeno jen jedním plodolistem nebo více vzájemně nesrostlými plodolisty. Placentace je laminární či marginální
- **cenokarpní**
 - **synkarpní** – plodolisty jsou srostlé bočně, vytvářejí vícepouzdrý semeník, placentace je axilární
 - **parakarpní** – plodolisty srůstají jen svými okraji, placentace je parietální
 - **lyzikarpní** – přepážky synkarpního gynecea zanikají, vzniká jednopouzdrý semeník se středním sloupkem, placentace je centrální či bazální

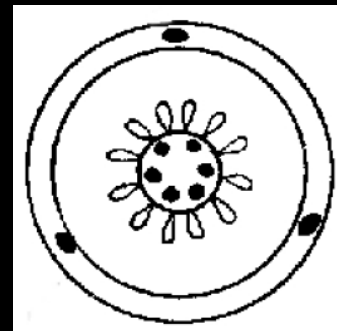
Typy gynecea a placentace



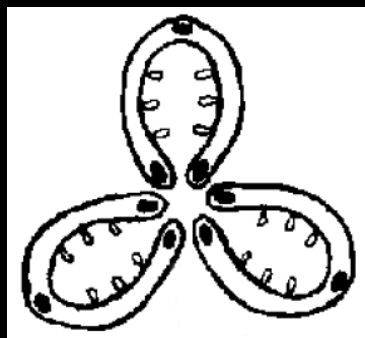
parakarpní, parietální pl.
(nástěnná)



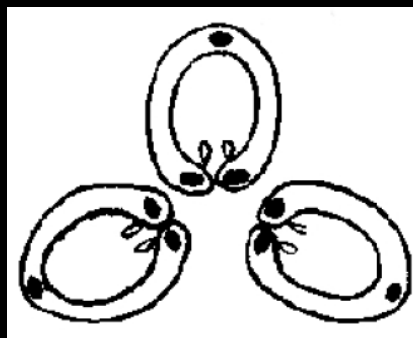
synkarpní, axilární pl.
(středoúhlá, nákoutní)



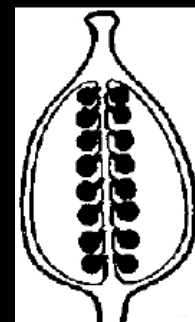
lyzikarpní



apokarpní, laminární pl.



apokarpní, marginální pl.

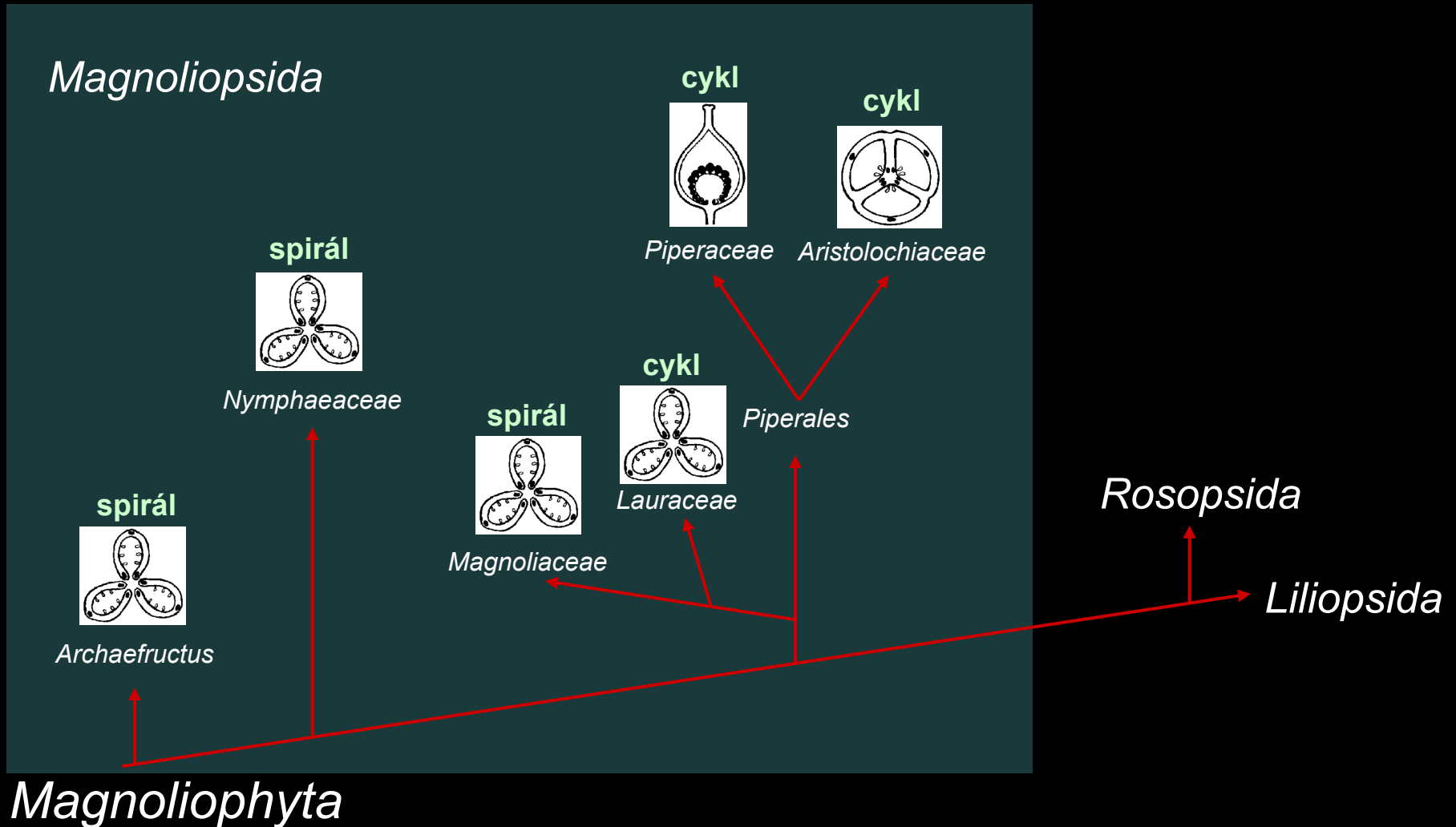


centrální pl.

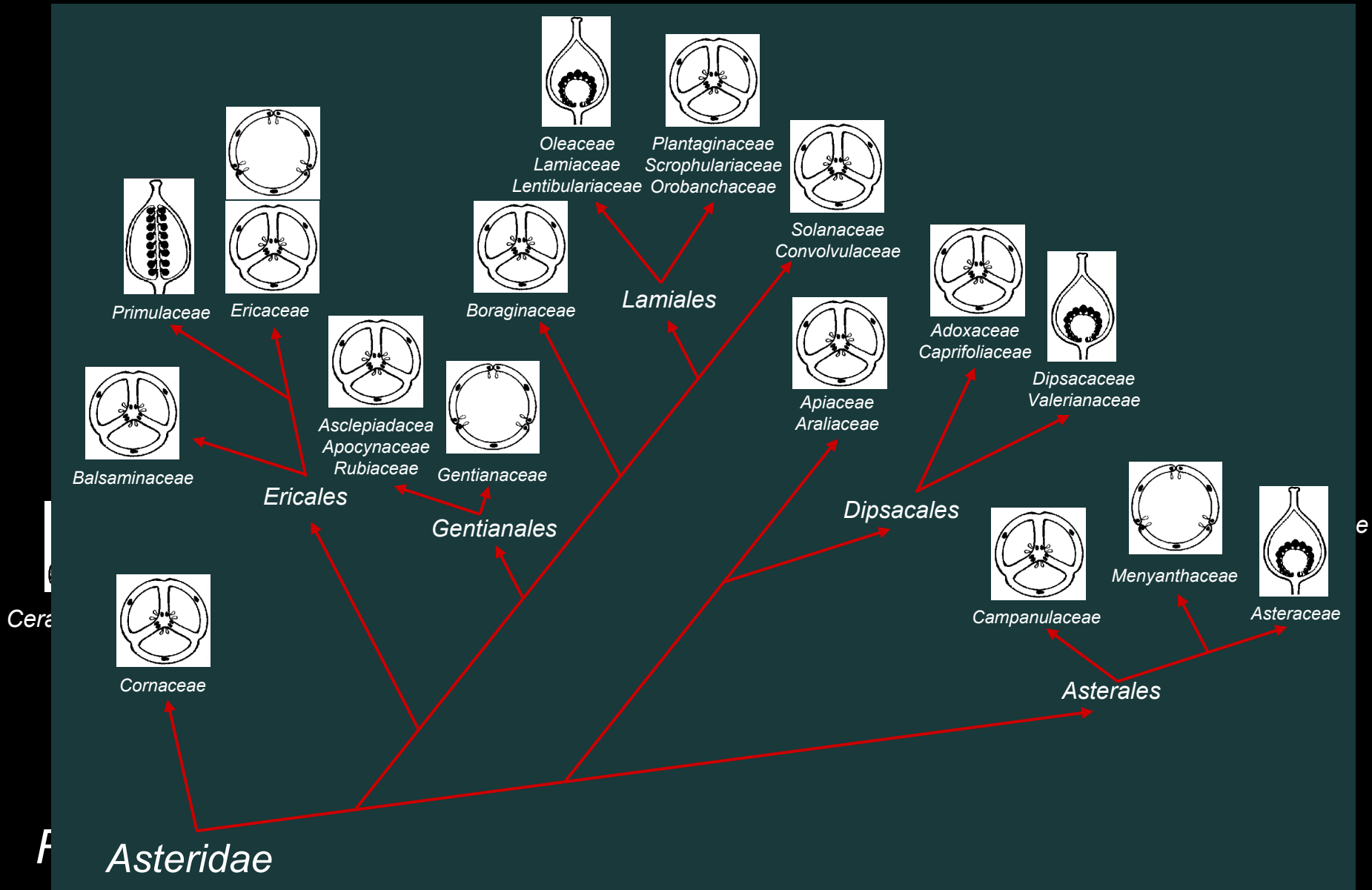


bazální pl.

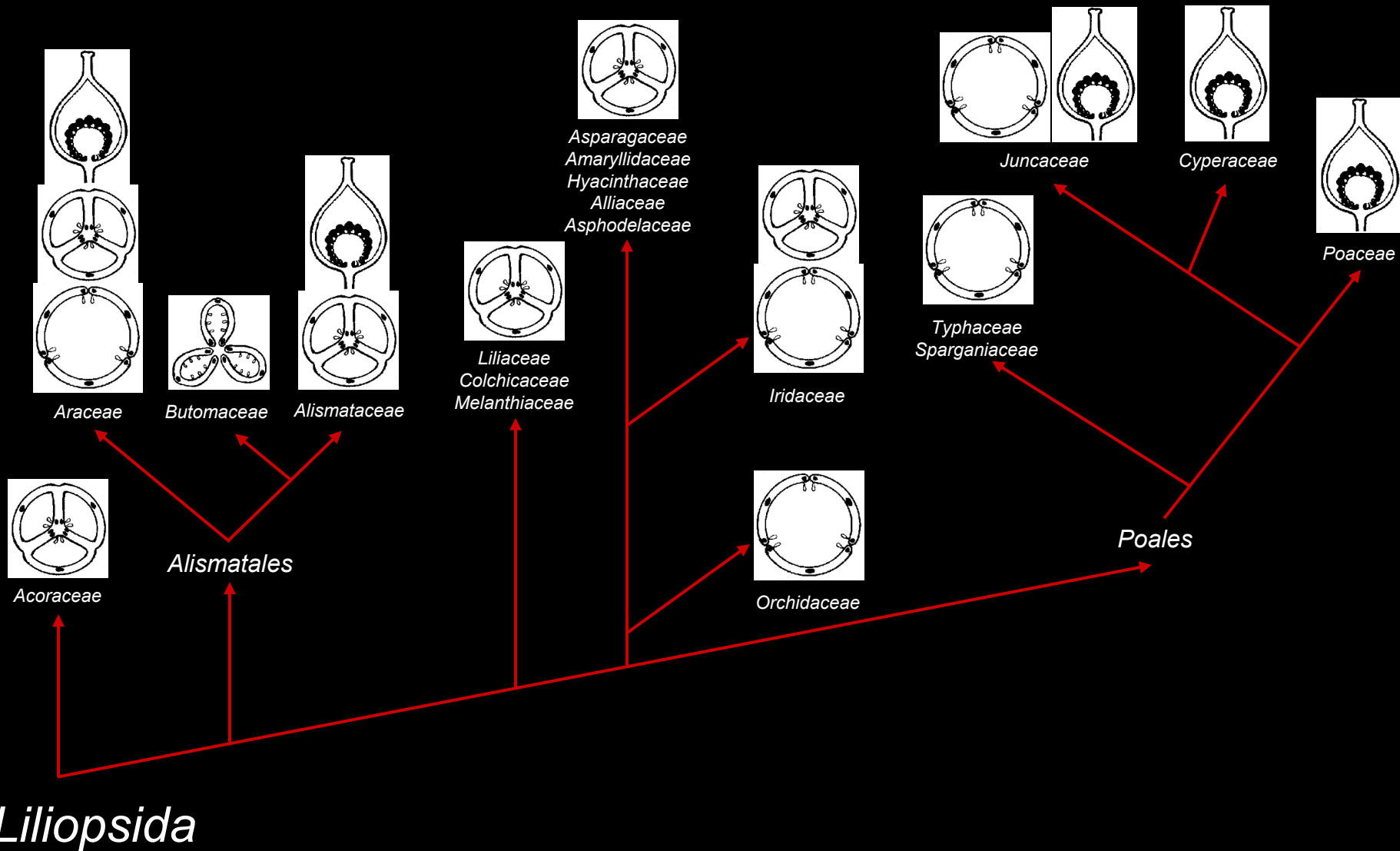
Gyneceum a placentace v evoluci



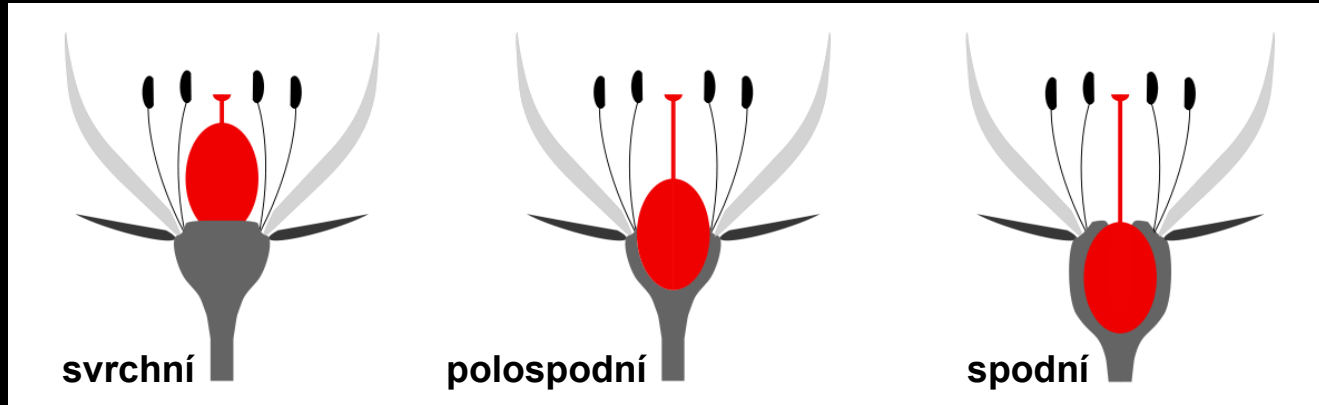
Gyneceum a placentace v evoluci



Gyneceum a placentace v evoluci



Pozice semeníku v květu



- **svrchní** – původní typ, květní obaly i tyčinky vyrůstají pod semeníkem: např. *Brassicaceae*, *Apiaceae*, *Liliaceae*
- **spodní** – květní obaly a tyčinky vyrůstají nad semeníkem, vznikl srůstem dolní části květních obalů a nitek tyčinek s květním lůžkem: např. *Rosaceae*, *Asteraceae*, *Amaryllidaceae*
- **polospodní** – semeník je zanořen přibližně do poloviny, srůst květních obalů a nitek tyčinek s květním lůžkem: např. *Saxifraga*
- často důležitý znak pro rozlišení příslušnosti k čeledi

Symetrie květu

- **Aktinomorfní** – květem lze proložit více než 2 roviny souměrnosti
- **Bisymetrické** – květem lze proložit právě 2 roviny souměrnosti: např. *Brassicaceae*, *Dicentra*
- **Zygomorfní** – květem lze proložit jedinou rovinu souměrnosti: např. *Fabaceae*, *Polygalaceae*, *Fumariaceae*, *Violaceae*
- **Asymetrické** – květem nelze proložit žádnou rovinu souměrnosti:
 - **primárně**: např. *Winteraceae*, *Magnoliaceae*
(zde se však květy jeví symetricky)
 - **sekundárně**: např. *Zingiberaceae*

Změny ve stavbě květu

- **sterilní květy** – vyskytují se jen v květenství, na okraji, lákají opylovače: např. *Muscari comosum*, *Hydrangea*, *Viburnum opulus*
- **vymizení některého kruhu** – pak je porušena alternace květních částí, např. tyčinky u *Primulaceae* a *Iridaceae*
- **jednopohlavné květy** – vymizení tyčinek či gynecea
- **srůst tyčinek** např. v trubičku u *Asteraceae*
- **inverze kruhů** – květní části pak nealternují: např. *Crassulaceae*
- **koronizace tyčinek** – různé plnokvěté formy, může vést až ke sterilitě
- **koronizace pestíku** – plodolisty nesrostou, uvnitř květu je „lísteček“, znamená sterilitu: např. *Prunus serrulata* ‘Kanzan’
- **sklápění tyčinek** u rodů *Berberis*, *Mahonia* a *Styllidium*

Sterilní květy



<http://botany.cz/cs/muscari-comosum/>

Muscari comosum

‘Plumosum’



<http://a.pinky.com/skalnicky/MM/scan%20comosum%20Plumosum.JPG>



<http://botany.cz/cs/viburnum-opulus/>

Viburnum opulus

Koronizace tyčinek



Begonia tuberhybrida
'Pendula'



Koronizace pestíku

Prunus serrulata 'Kanzan'



Sklápění tyčinek

<http://w3.biosci.utexas.edu/prc/DigFlora/BERB/IrritableStamen.html>



Berberis sp.

Změna v umístění květů

- **Kauliflorie**

květy vyrůstají ze starého dřeva – přímo z kmene či starých větví. Tropické rody s těžkými plody (*Theobroma cacao*, *Averrhoa carambola*, ...), méně často i temperátní (*Cercis siliquastrum*).

- **Fyliflorie**

květy vyrůstají z listů(!), býv. čeled' *Flacourtiaceae*

- *Phylloclinium* (Salicaceae)
- *Mocquerysia* (Achariaceae)

Kauliflorie



Theobroma cacao, Malvaceae

Kauliflorie



http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/55/Averrhoa_carambola_Fruit.JPG/1024px-Averrhoa_carambola_Fruit.JPG

Averrhoa carambola, Oxalidaceae

Kauliflorie



***Cercis siliquastrum*, Fabaceae**

Fyliflorie



Phylloclinum paradoxum

Mocquerysia multiflora, Salicaceae