

# **Evoluční morfologie rostlin**

## **Rozmnožování rostlin**

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

**Pavel Veselý**

# Způsoby rozmnožování

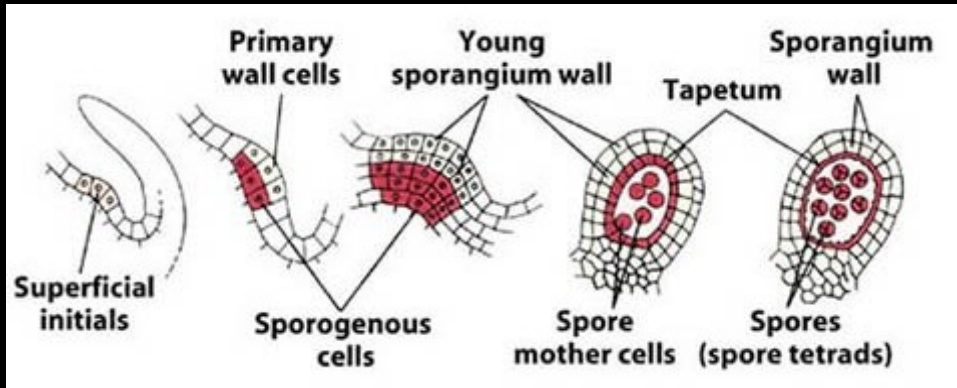
- **Nepohlavní** – sporami, takto se u výtrusných rostlin rozmnožuje sporofyt
- **Pohlavní** – gametami, takto se u výtrusných rostlin rozmnožuje gametofyt
- **Vegetativní** – klonalitou

# Rozmnožování rostlin

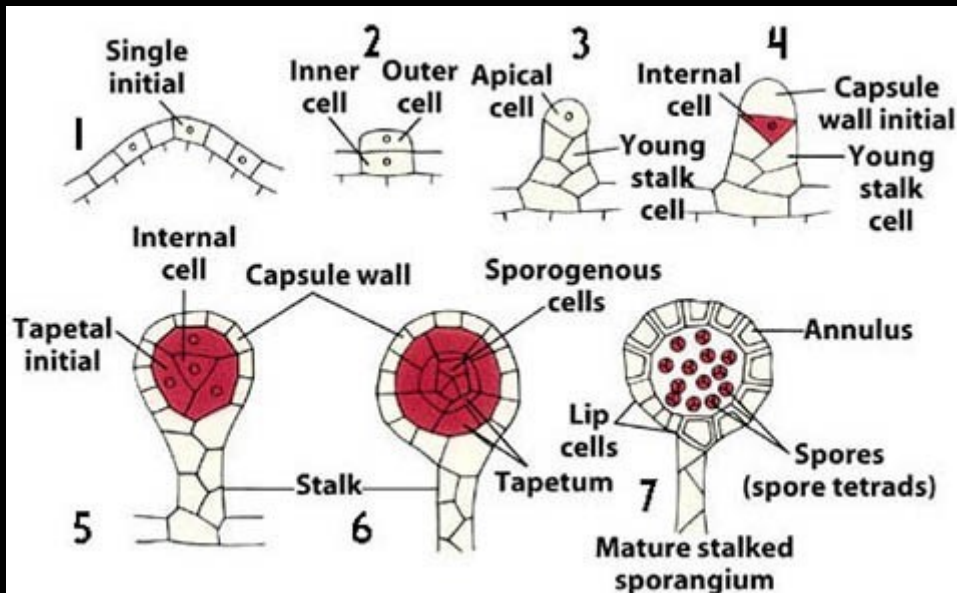
- spory vznikají ve sporangiích **meiózou**
- gamety vznikají v gametangiích **mitózou**
  
- Pro připomenutí (viz úvodní přednášku)
  - v životním cyklu rostlin se objevuje **rodozměna** – střídání jaderných fází, haploidní (gametofyt) a diploidní (sporofyt)
  
  - **Rodozměna**
    - **izomorfní** – 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)



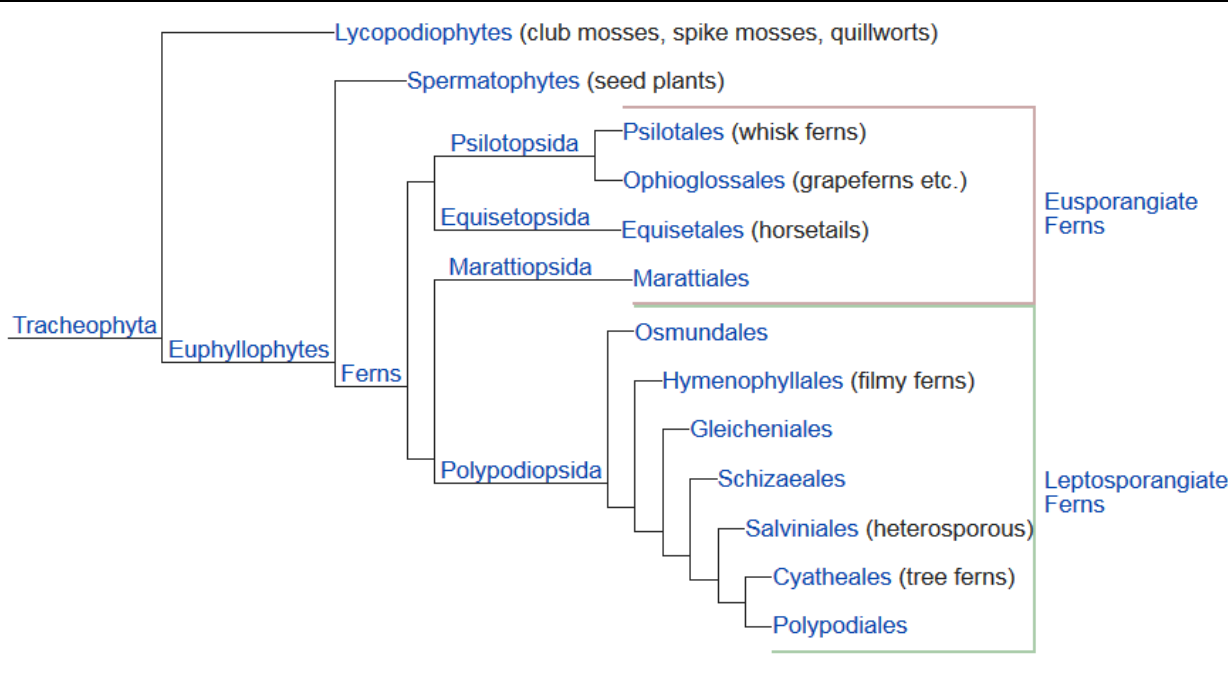
# Typy sporangií

- eusporangiátní

*Psilotum nudum*



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b0/7s1f1000\\_Psilotum\\_sporangium.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b0/7s1f1000_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

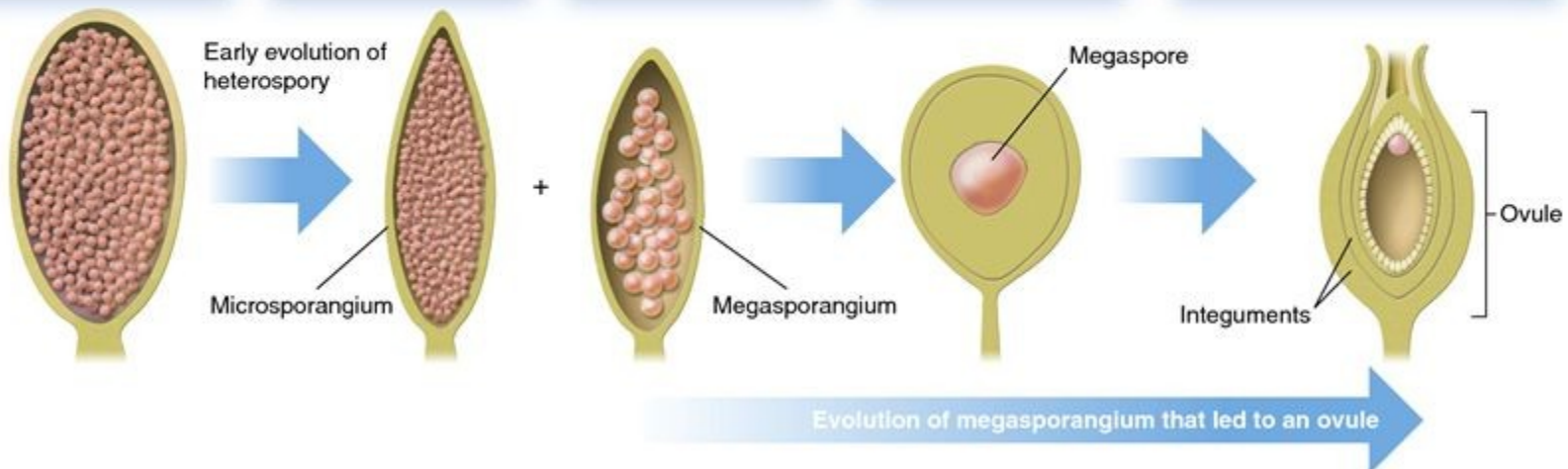
1 Sporangium containing spores that are similar in size

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 sporamai

- přechodná  
kdy spory  
diferenc

- heterosp  
pohlčení

- semenno  
na sobě:

- *Lycopo*

- *Equisetophyta* – *Sarracenia purpurascens*

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



liček, stav,  
ně

men a

nezávisle

esmia



# První semena



Lepidocarpon (Seed)

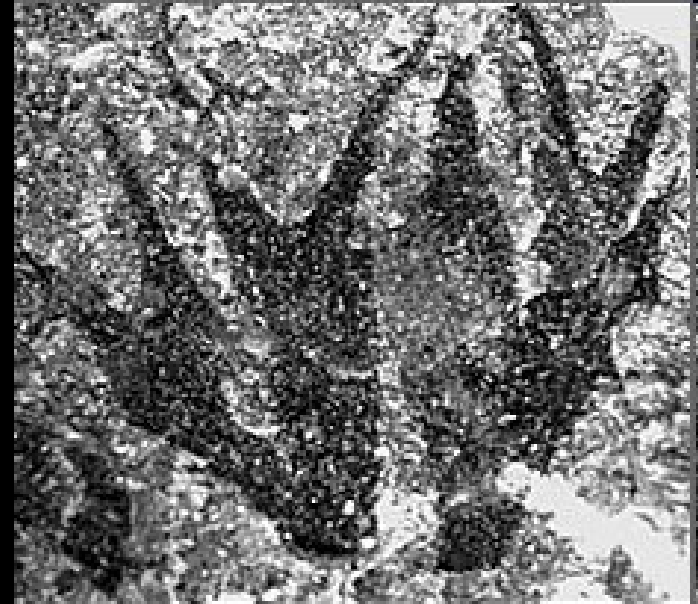
<http://kentsimmons.uwinnipeg.ca/2153/lb4pg7.htm>



Lepidocarpon (Seed)

*Lepidocarpon* sp. †

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



*Archaeosperma* sp. †

typ sporie  
spermatozoidy

# Evoluční pohled

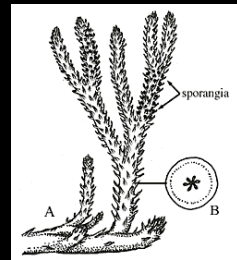
izosporie  
polyciliátní  
*Lycopodiopsida*



*Lycopodiophyta*

heterosporie  
biciliátní  
*Selaginellopsida*

heterosporie  
polyciliátní  
*Isoëtopsida*



*Zosterophyllophyta* †

heterosporie †  
homosporie (+elaterý)  
polyciliátní



*Equisetophyta*

izosporie i heterosporie  
polyciliátní



*Polypodiophyta*

izosporie  
polyciliátní



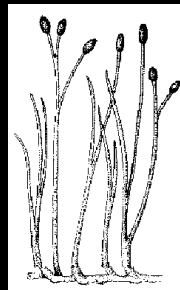
*Psilophyta*

izosporie  
biciliátní



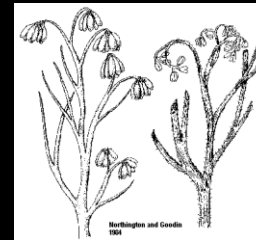
*Anthoceroophyta*  
*Marchantiophyta*  
*Bryophyta*

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

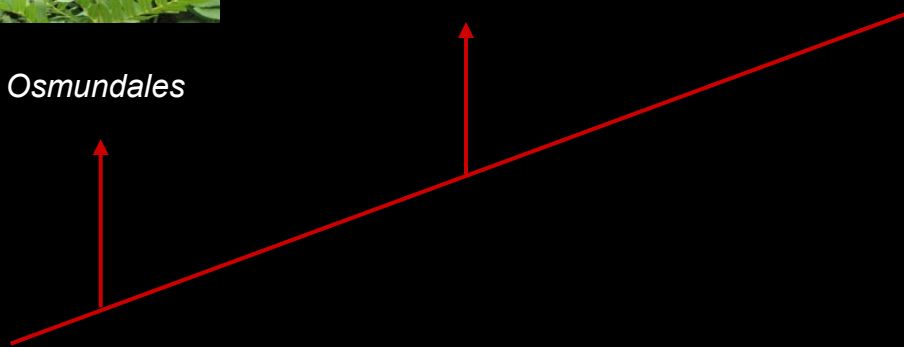


*Salviniales*

*Polypodiales*

*Osmundales*

*Polypodiophyta*



typ sporie  
spermatozoidy

# Evoluční pohled

heterosporie  
spermatické b.



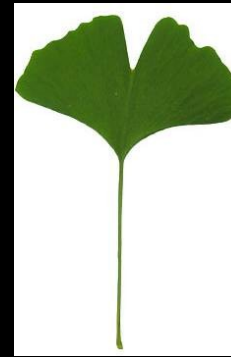
*Magnoliophyta*  
krytosemenné

heterosporie  
polyciliátní



*Cycadophyta*  
cykasy

heterosporie  
polyciliátní



*Ginkgophyta*  
jinany

heterosporie  
spermatické b.



*Gnetophyta*  
liánovce

izosporie  
polyciliátní



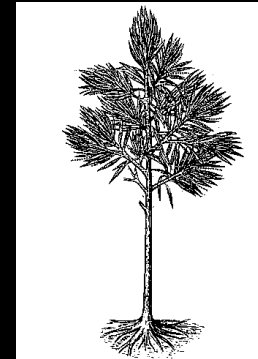
*Polypodiophyta*  
kapradiny

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

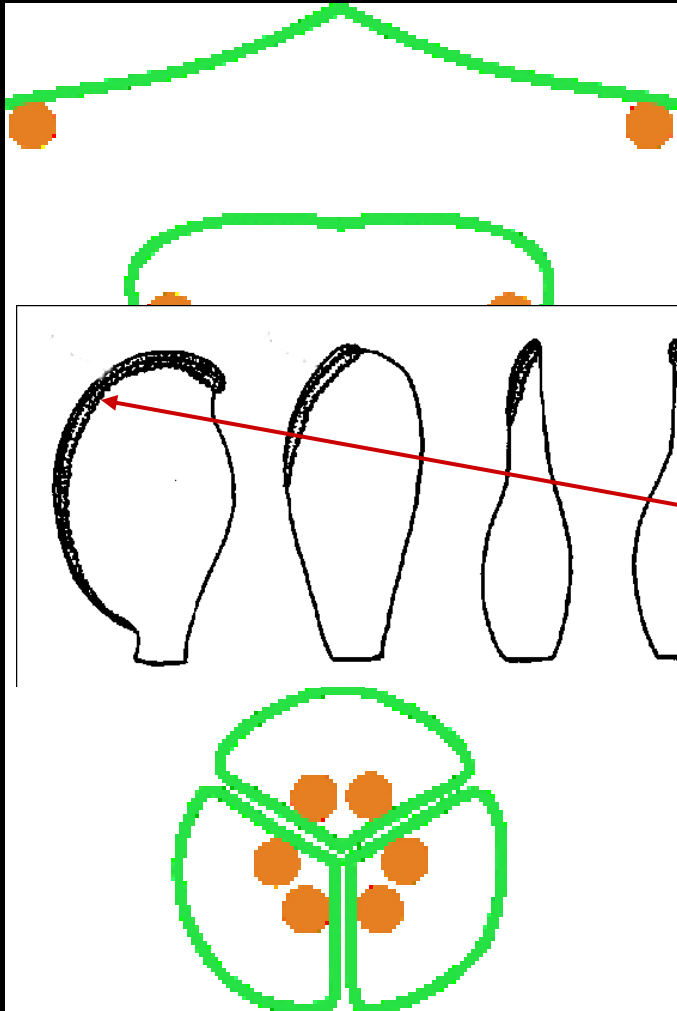
## Rozdíl mezi sporou a semenem

- **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

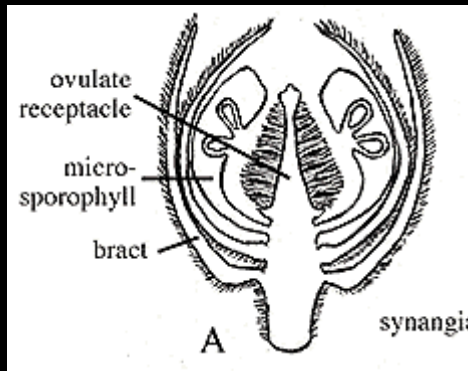


- původně rovinné megasporofyly se začaly stáčet podél střední žilky
- až vznikl útvar uzavírající vajíčka; jeho okraje byly k sobě přitisklé a slepené či opatřené chlupy, nejdříve všude, pak jen na vrcholu kartáčkovitá blizna
- dále pak okraje plodolistu odspodu stůstaly, diferencovala se čnělka
- plodolisy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

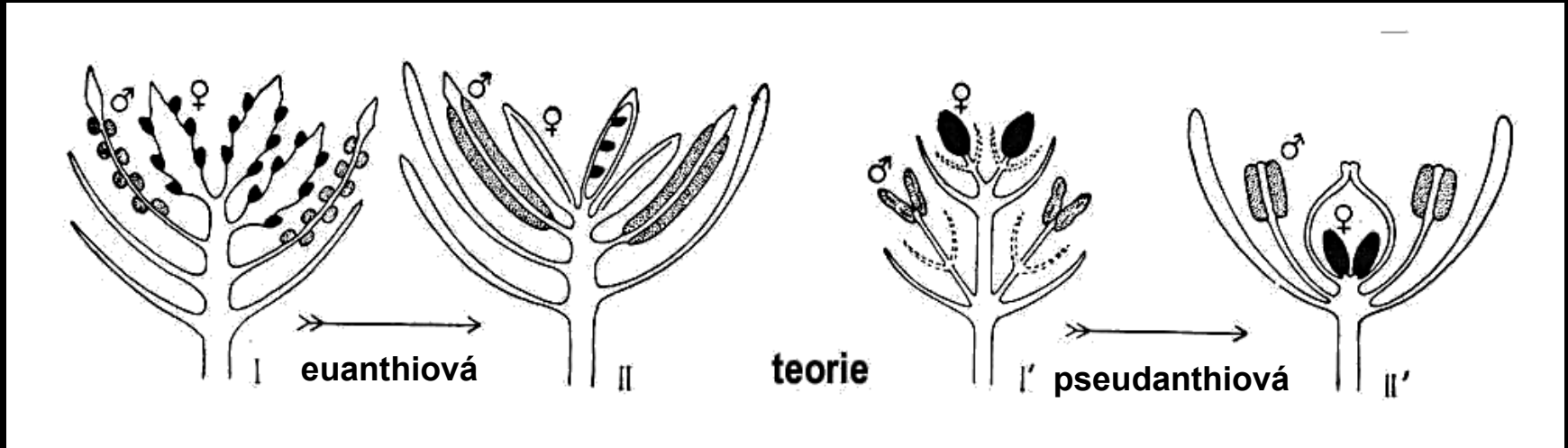


*Gnetophyta*



*Magnoliophyta*

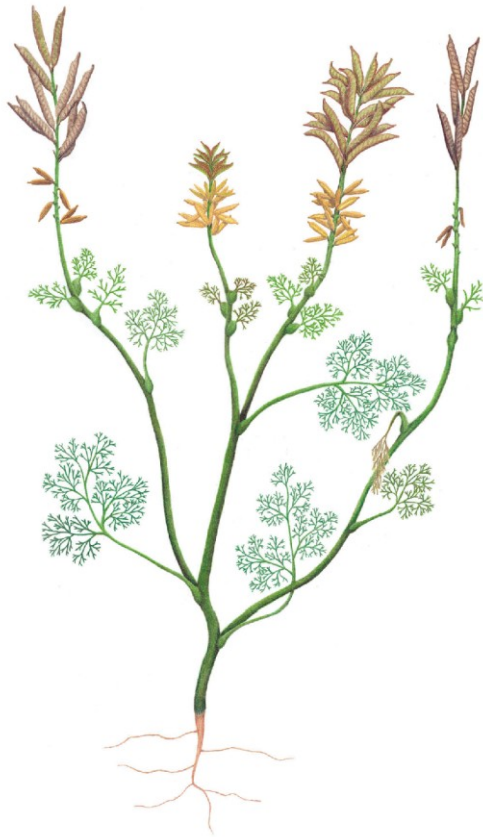
# Evolution květu



- **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*

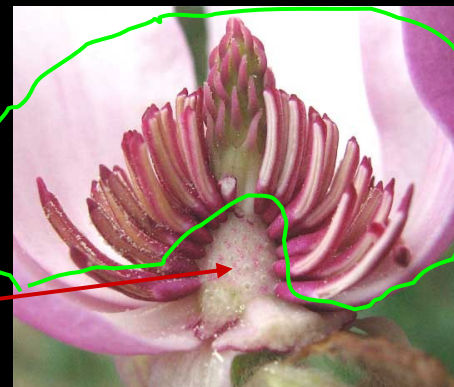


*A. liaoningensis*

- první známé krytosemenné rostliny 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

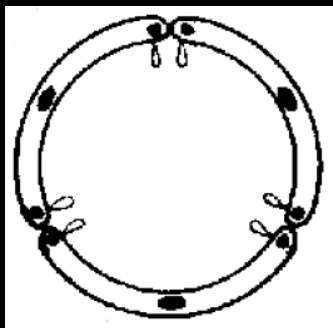


*Pyrus pyraeaster*  
Rosaceae

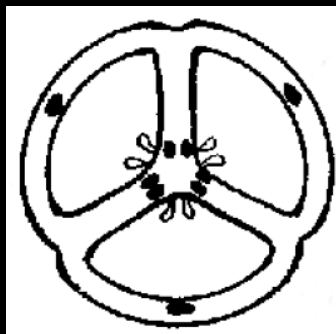
# Typy gynecea a placentace

- **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

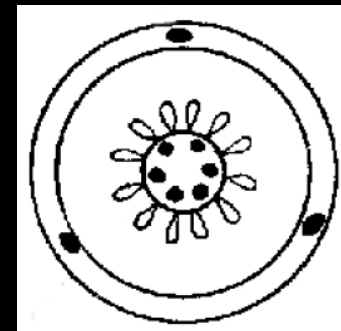
# Typy gynecea a placentace



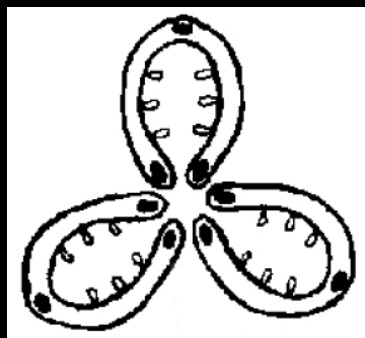
parakarpní, parietální pl.  
(nástěnná)



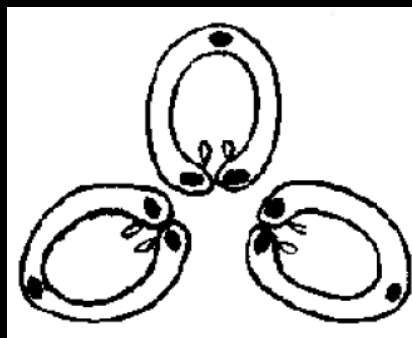
synkarpní, axilární pl.  
(středoúhlá, nákoutní)



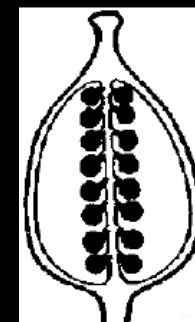
lyzikarpní



apokarpní, laminární pl.



apokarpní, marginální pl.



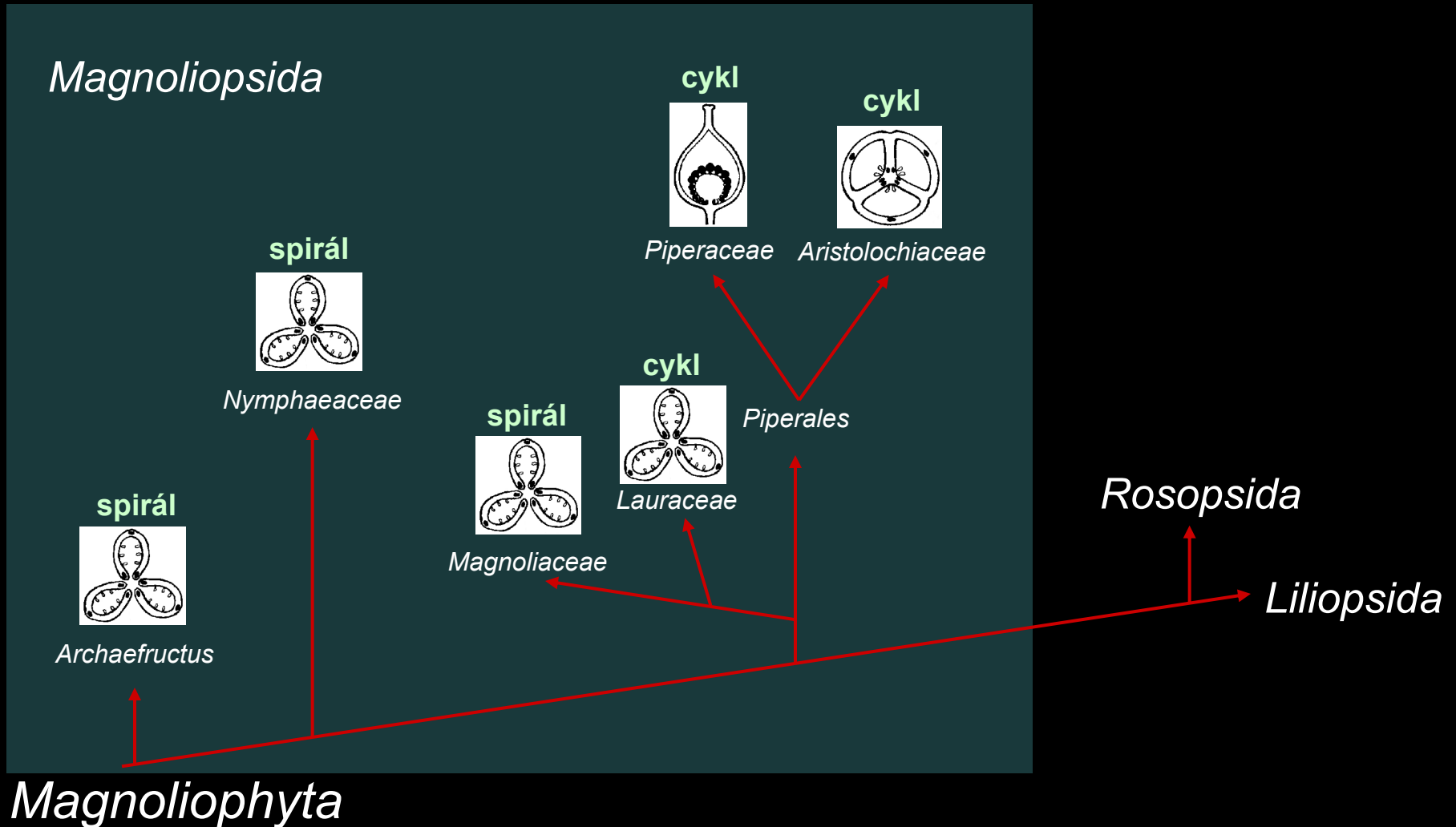
centrální pl.



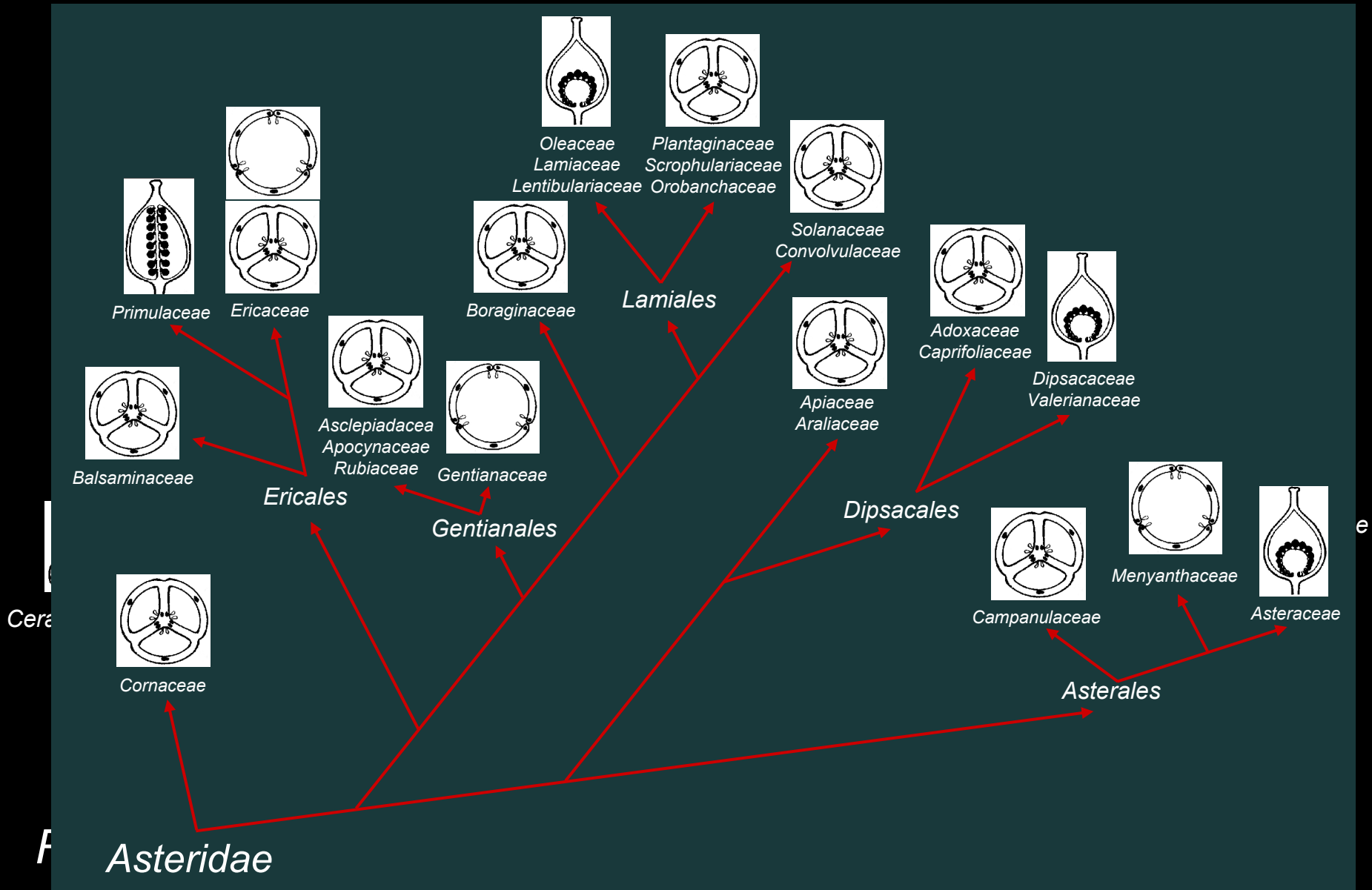
bazální pl.



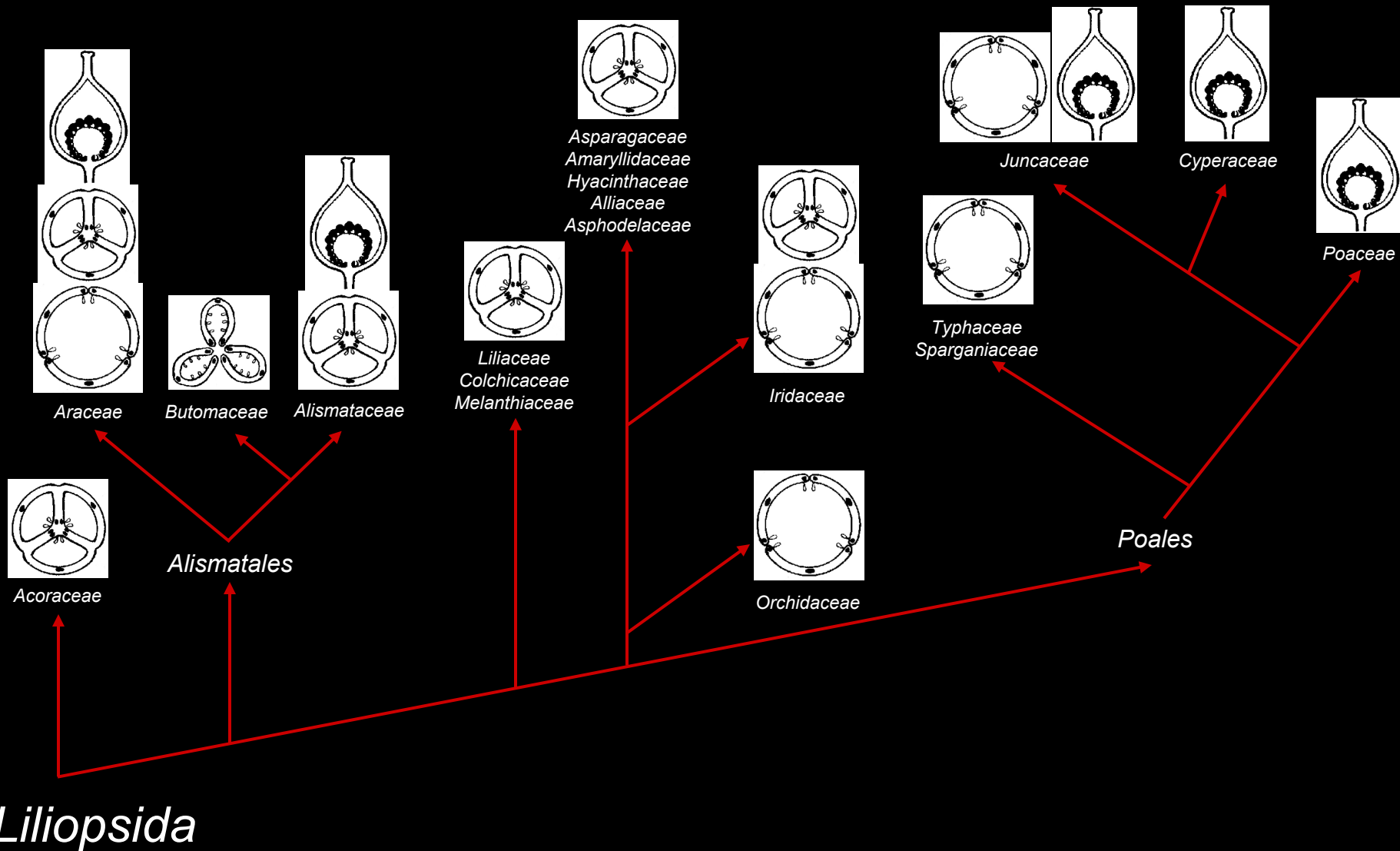
# Gyneceum a placentace v evoluci



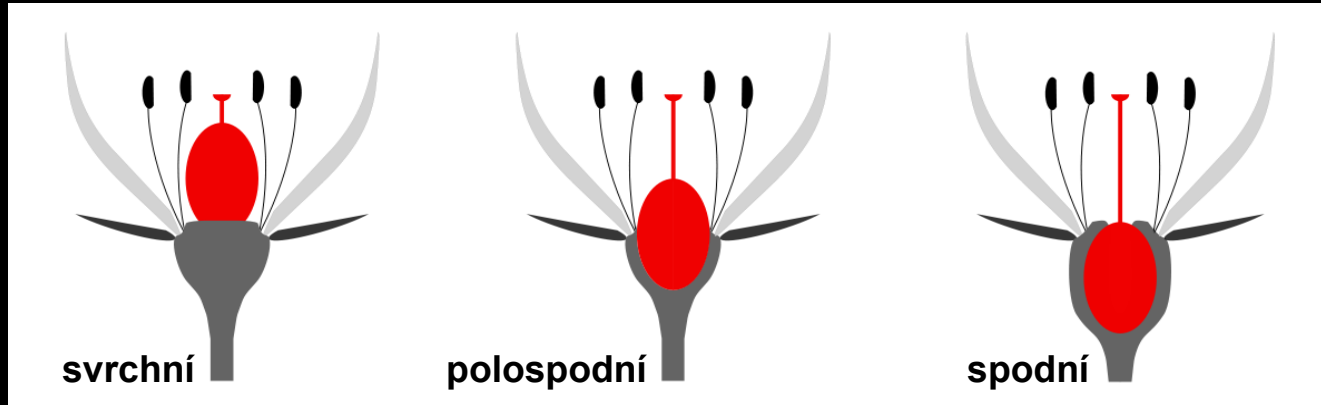
# Gyneceum a placentace v evoluci



# 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://aipinky.com/skalnicky/MMMuscari%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)
- *Helwingia* (Helwingiaceae)

# Kauliflorie



*Theobroma cacao*, Malvaceae

# Kauliflorie



[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/55/Averrhoa\\_carambola\\_Fruit.JPG/1024px-Averrhoa\\_carambola\\_Fruit.JPG](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/55/Averrhoa_carambola_Fruit.JPG/1024px-Averrhoa_carambola_Fruit.JPG)

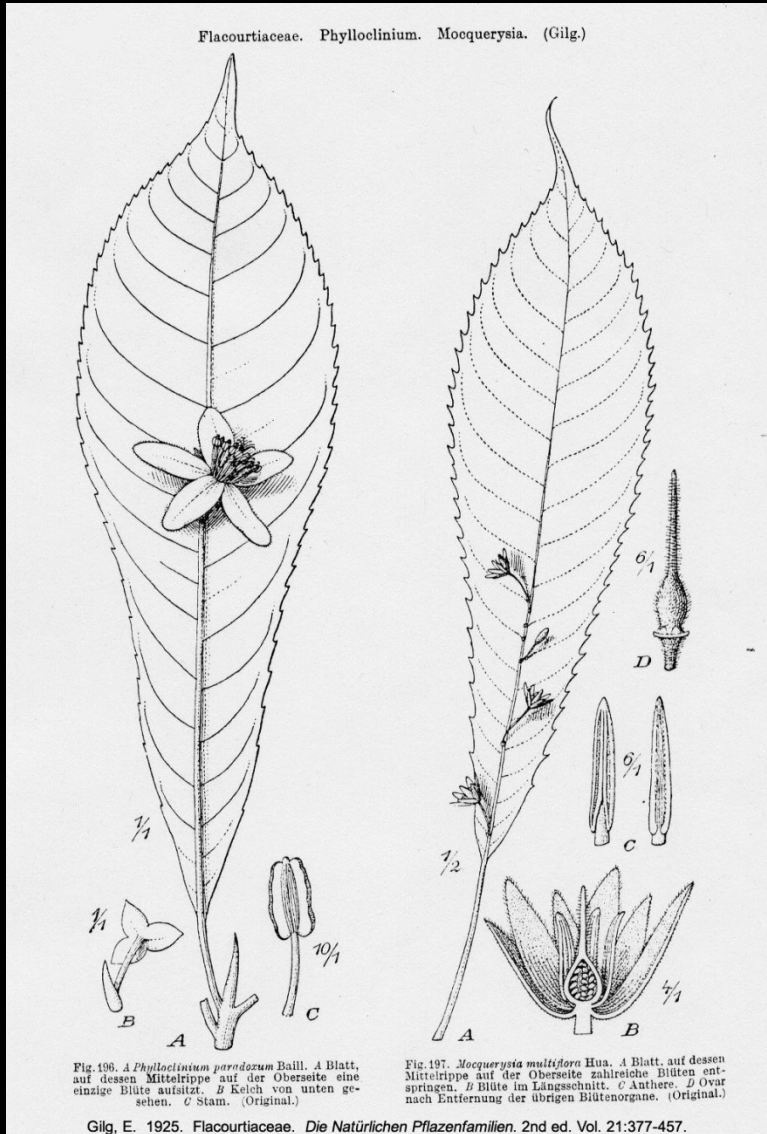
*Averrhoa carambola*, Oxalidaceae

# Kauliflorie



***Cercis siliquastrum*, Fabaceae**

# Fyliflorie



*Phylloclinum paradoxum*



*Helwingia japonica*