

System krytosemenných rostlin v době molekulárních metod

Vít Grulich

Literatura - systémy

- The Angiosperm Phylogeny Group (1998): An ordinal classification for the families of flowering plants. - *Annals of the Missouri Botanical Garden*, St. Louis, 85: 531-553.
- The Angiosperm Phylogeny Group (2003): An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. - *Botanical Journal of the Linnean Society*, London, 141: 399-436.
- Mártonfi P. (2003): *Systematika cievnatých rastlín*. - 182 p., Univerzita P. J. Šafárika Košice. [Skriptum]
- Mártonfi P. (2006): *Systematika cievnatých rastlín*. Ed. 2. - 220 p., Univerzita P. J. Šafárika Košice. [Skriptum]
- The Angiosperm Phylogeny Group (2009): An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. - *Botanical Journal of the Linnean Society*, London, 161: 105-121.

Literatura – internetové zdroje

- <http://www.mobot.org/MOBOT/Research/APweb/>
- <http://delta-intkey.com/angio/www/>
- https://cs.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A9m_APG_III

Slabá místa v systému krytosemenných

- Chybějící paleontologické důkazy
- Časté evoluční konvergence jako odraz působení ekologických podmínek
- Problémy při posuzování morfologických znaků
- Nemožnost experimentálního důkazu fylogeneze

Východiska

- Molekulárně biologická data

Molekulární data v evolucionistice

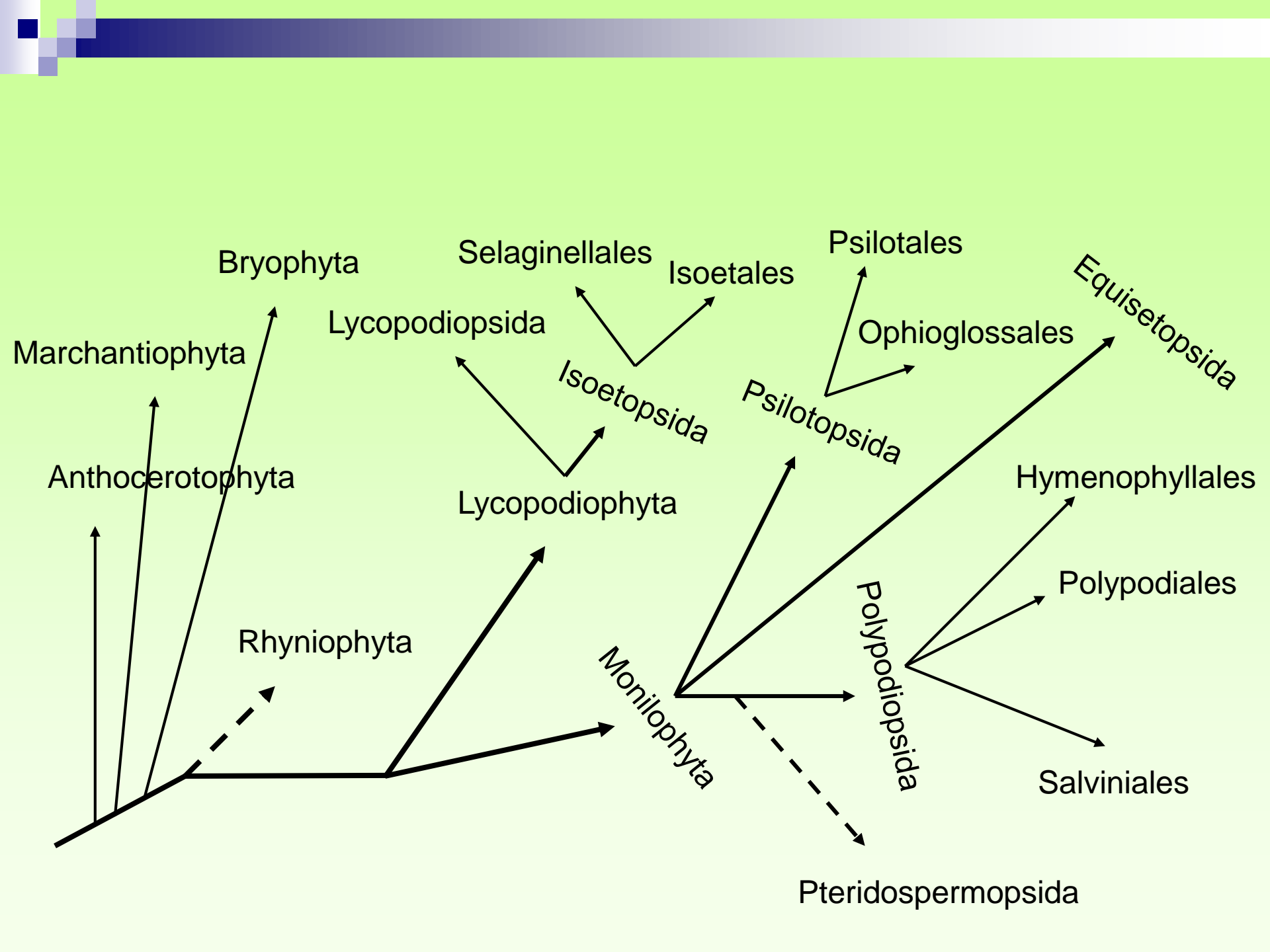
- Pro fylogenetickou interpretaci jsou nutné části genomu
 - dostatečně konzervativní
 - dostatečně velké
 - často se opakující
- Chloroplastová DNA
 - dědí se matroklinně
 - *gen **rbcL*** - kóduje podjednotku fotosyntetického enzymu ribulózo-1,5-bisfosfátkarboxylázy/oxygenázy (RuBisCO)
- Jaderná DNA/ribozomová RNA
 - sekvence **18S** a **26S**

Problémy systému rostlin

- polyploidie
- hybridizace
 - v současné době funguje
 - proč by neměla fungovat i v minulosti?
 - hybridizace silně ovlivňuje konstrukci evolučních stromů!
- oproti živočichům jednodušší stavba
 - větší dopad působení ekologických faktorů
 - obtížné morfologické vymezování monofyletických skupin
- **system rostlin se velmi špatně učí!**

Jak na krytosemenné rostliny?

- vyšší jednotky
 - velmi obtížná morfologická charakteristika
 - prolínání znaků
- starší učebnice: často řády
 - v praxi se s nim nepracuje
 - obtížně uchopitelné charakteristiky
 - příliš mnoho „výjimek“
- čeledi
 - moderní tendence – spíše širší pojetí
 - protikladem je nepraktické „splitterství“



Mechorosty

- mechorosty nejsou fylogenetickou entitou
- nezávislé vývojové linie
 - Anthocerotophyta
 - Marchantiophyta
 - Bryophyta
- souhrnné označení mechorost je vyjádřením určité organizační úrovně



Psilotales

- sporofyt
 - dichotomicky větvené byliny až polokeře
 - často epifyty
 - kořeny chybějí (oddenek s rhizoidy)
 - mladé rostliny nezelené, mykortofní
 - listy drobné (s 1 žilkou) nebo zakrnělé, šupinovitě
 - sporangia srůstají po 2-3 v synangia
 - izosporie
- gametofyt
 - dlouhověký, podobný mladému sporofytu
 - obsahuje cévní svazek
- známy 2 rody, asi 10 druhů
 - tropy
- v ČR nerostou (nejblíže v jz. Španělsku)



Psilotum nudum

Ophioglossales

- sporofyt
 - bylinné typy
 - listovitá, někdy členěná asimilační část
 - fertilní část nezelená
 - eusporangiátní sporangia
 - izosporie
- gametofyt
 - dlouhověký
 - mykotrofní
- známo 10 rodů, 120 druhů
- u nás 2 rody, celkem 5 druhů
 - 1 vyhynul

Botrychium lunaria



Ophioglossum vulgatum

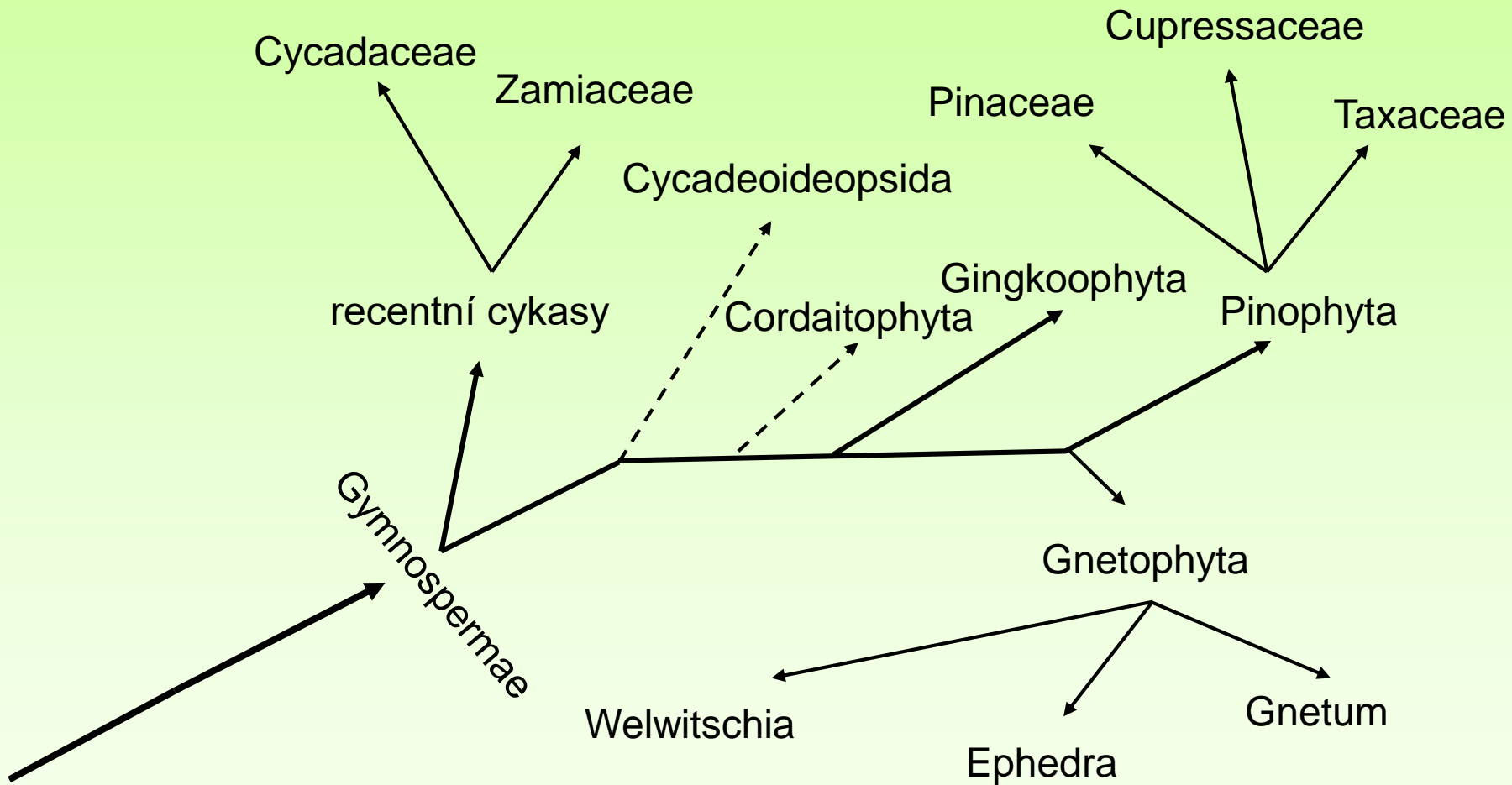
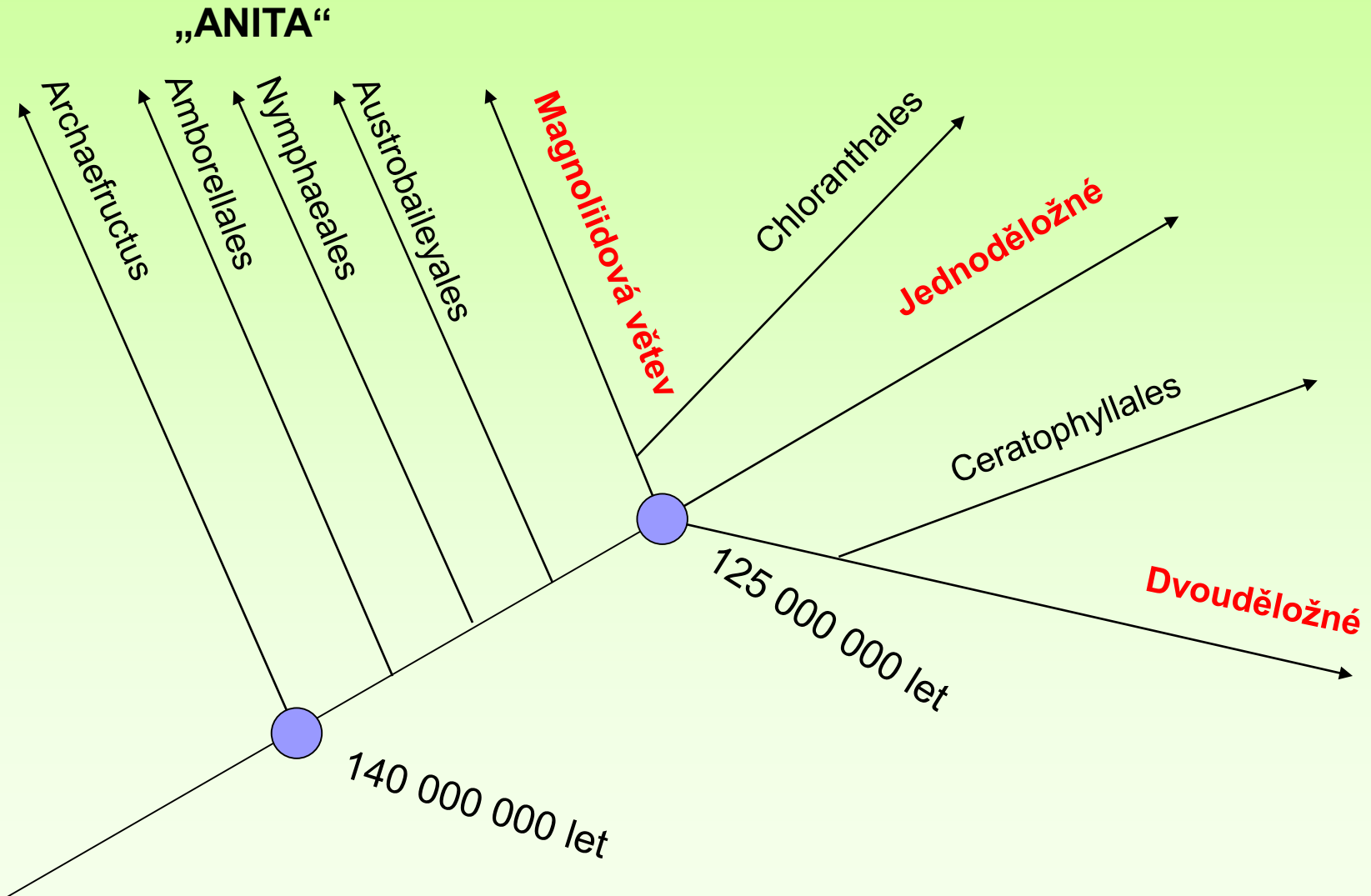
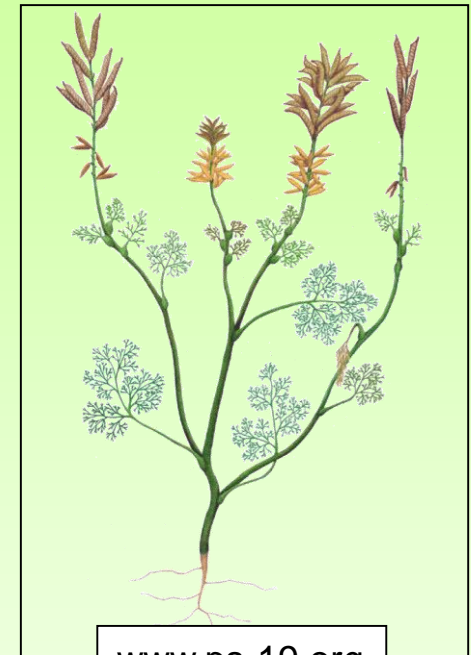


Schéma vývoje krytosemenných



Archaeofructus sinensis

- Před 140 000 000 lety
- Čína
- Zřejmě mokřadní bylina



www.ps-19.org

www.australianmuseum.net.au

Amborellaceae

- Fylogeneticky nejstarší recentní rostlina
- Keř
- Cévní svazky pouze s tracheidami
- Listy střídavé, celokrajné, bez palistů
- Květy jednopohlavné, spirální
- Tyčinky s plochou nitkou
- Pylová zrna trojjaderná, nonaperturátní
- 5 volných neúplně uzavřených plodolistů
- Vajíčko jediné, anatropické
- Plod peckovice
- Malé embryo, bohatý endosperm
- *Amborella trichopoda*: endemit Nové Kaledonie



Amborella trichopoda



www.fgp.bio.psu.edu

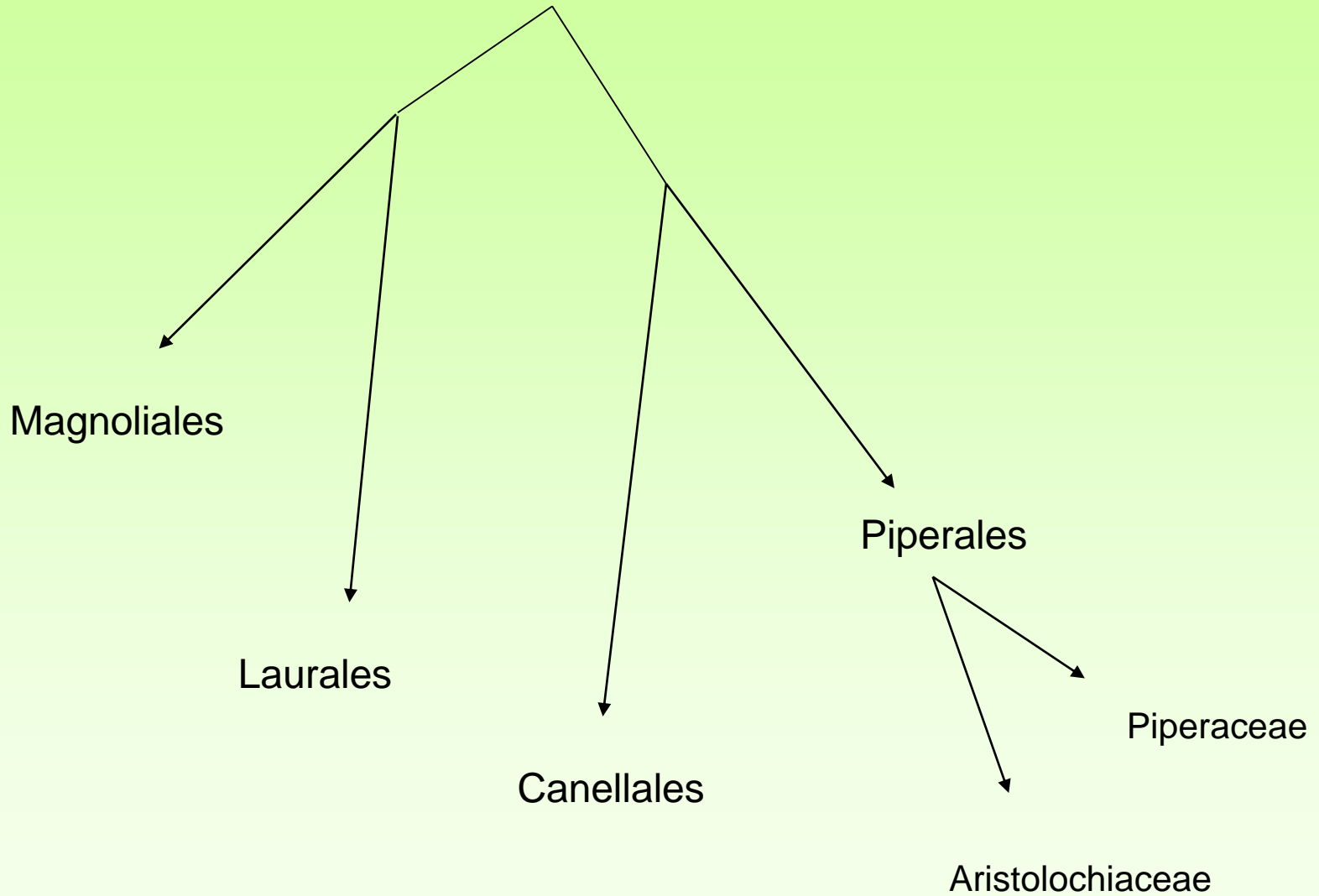


www.ask.com



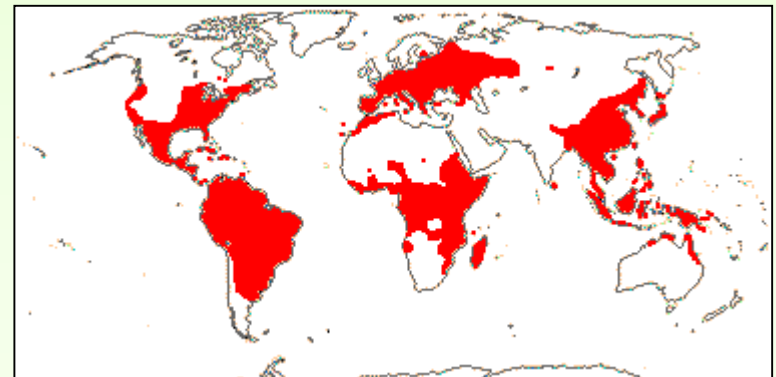
www.botany.org

Magnoliidová větev



Aristolochiaceae

- Byliny, dřevnaté liány i keře
- Cévní svazky v 1 kruhu + ataktostélé, dřevo jen s trachejemi
- Listy jednoduché, střídavé, bez palistů
- Květy oboupohlavné, vzácně jednopohlavné, cyklické, hexamerické
- Květní obaly v 1-2 kruzích, ± nerozlišené
- Tyčinky v 1-mnoha kruzích, často přirůstají k čnělce
- Pylová zrna vzácně monokolpátní
- Gyneceum cenokarpní, spodní, zpravidla ze 6 plodolistů
- Placenta axilární, vajíček mnoho
- Semena s malým embryem a s endospermem
- Plod tobolka
- Subtropy, tropy a mírné pásmo: 7/450
- ČR: 2/2



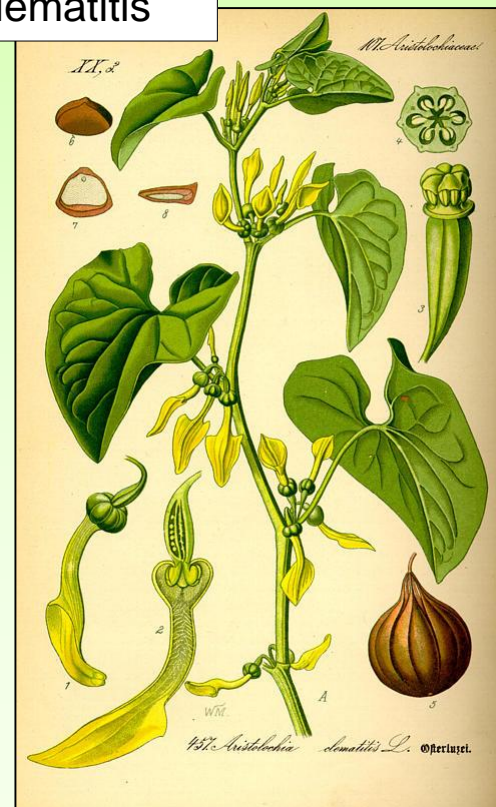
Asarum caudatum



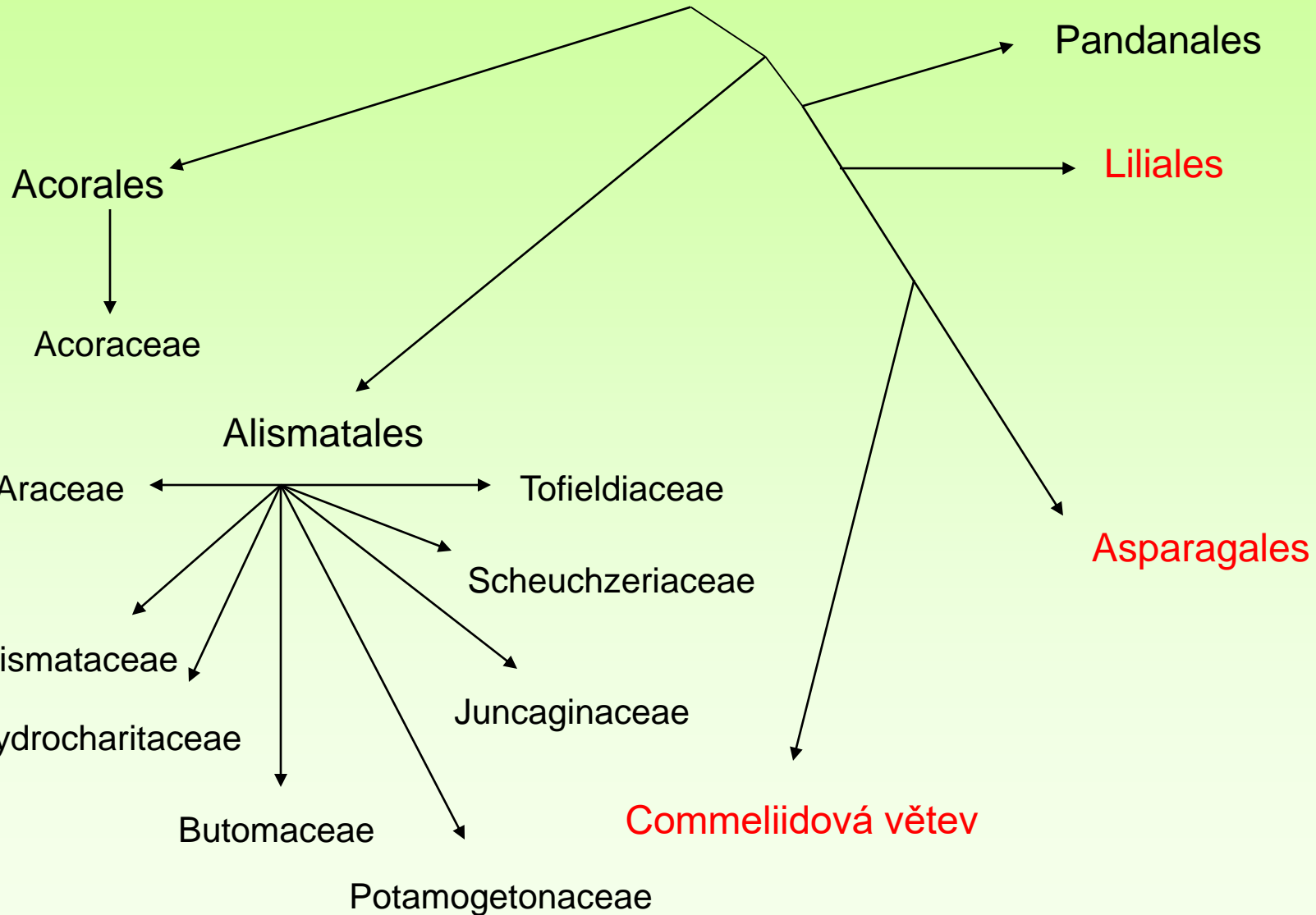
Aristolochia clematitis



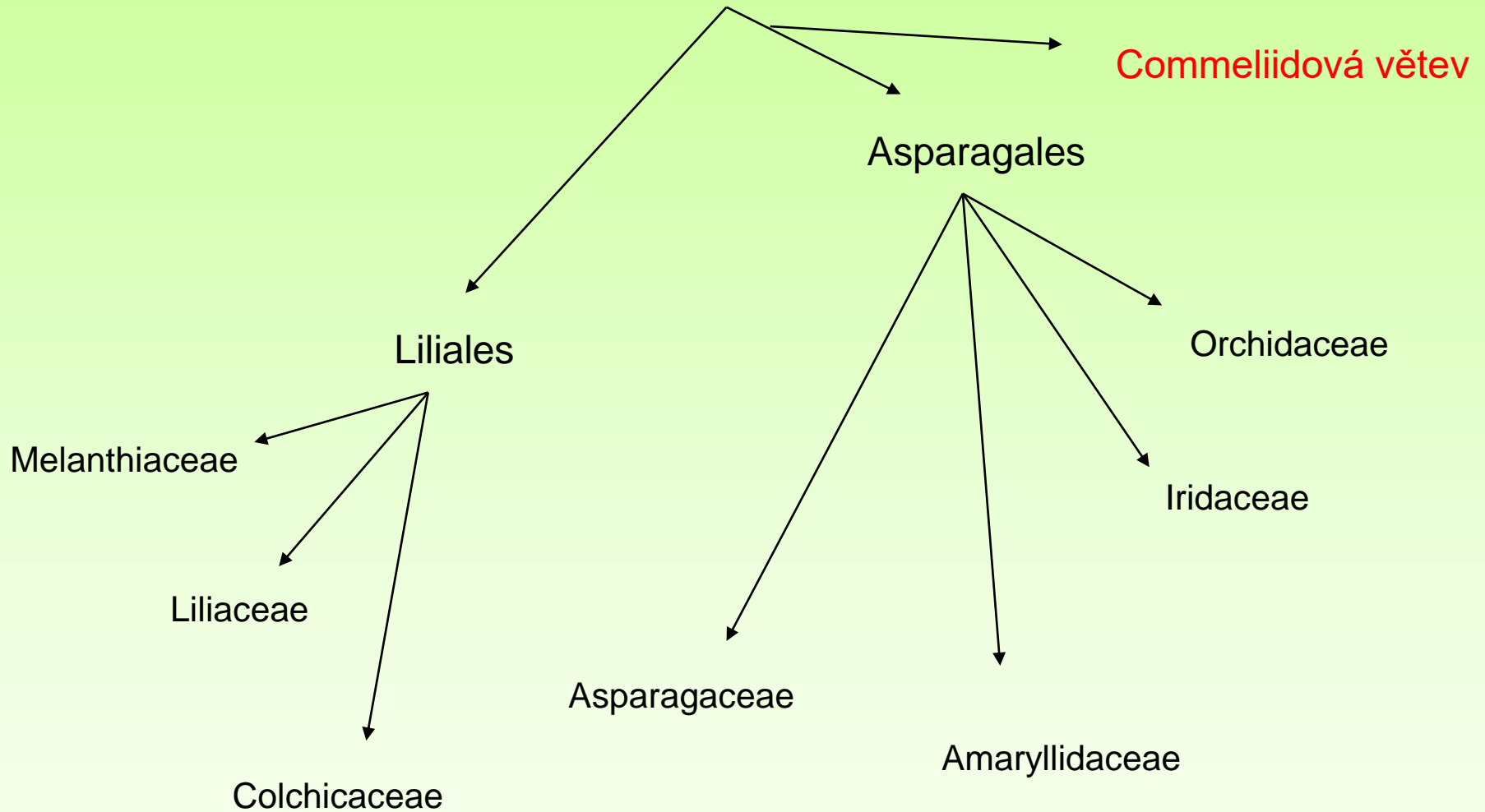
Asarum europaeum



Jednoděložné



Lilioidní čeledi



Amaryllidaceae

- Byliny s cibulemi nebo oddenky, často obsahují sirné silice
- Stonek listnatý nebo listy jen přízemní
- Listy ploché nebo trubkovité
- Květenství zdánlivý okolík, složený ze šroubelů nebo vijanů, s toulcem
- Květy oboupohlavné, cyklické, trimerické, pentacyklické
- Květní obaly v 2 kruzích, nerozlišené, volné nebo na bázi srostlé
- Tyčinky v 2 kruzích
- Gyneceum cenokarpní, svrchní nebo spodní, ze 3 plodolistů
- Semena s fytoelany, s malým přímým embryem a s endospermem
- Plod přehrádkosečná tobolka
- Téměř kosmopolitní: 70/2000
- ČR: 4/18



Galanthus nivalis



Leucojum vernum

Scadoxus multiflorus



Bomarea hirsuta



Allium ursinum

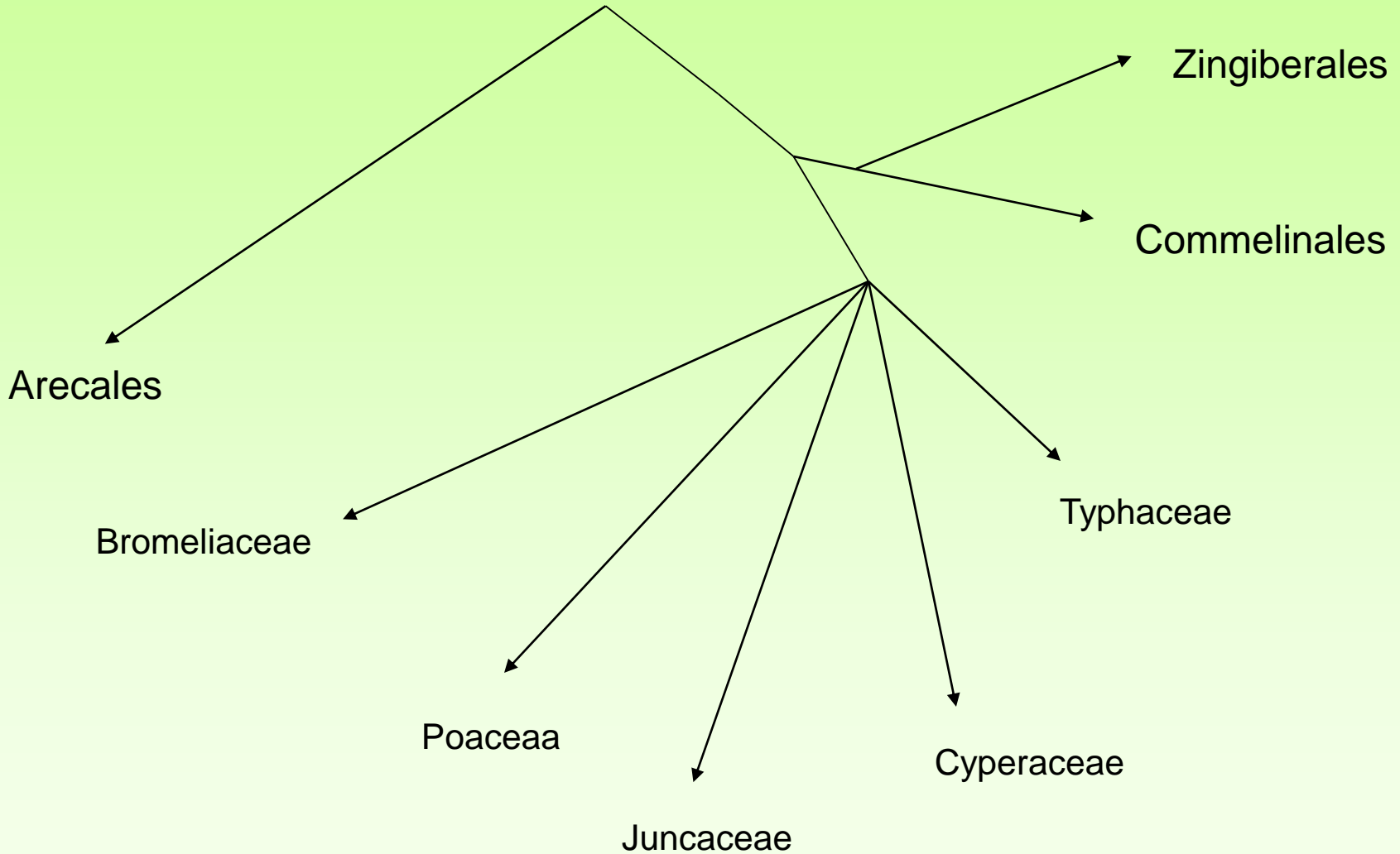


Allium senescens



Allium scorodoprasum

Commeliidová větev



Dvouděložné

Jádrové trikolpátní

Bazální trikolpátní

Ranunculales

Proteales

Ranunculaceae

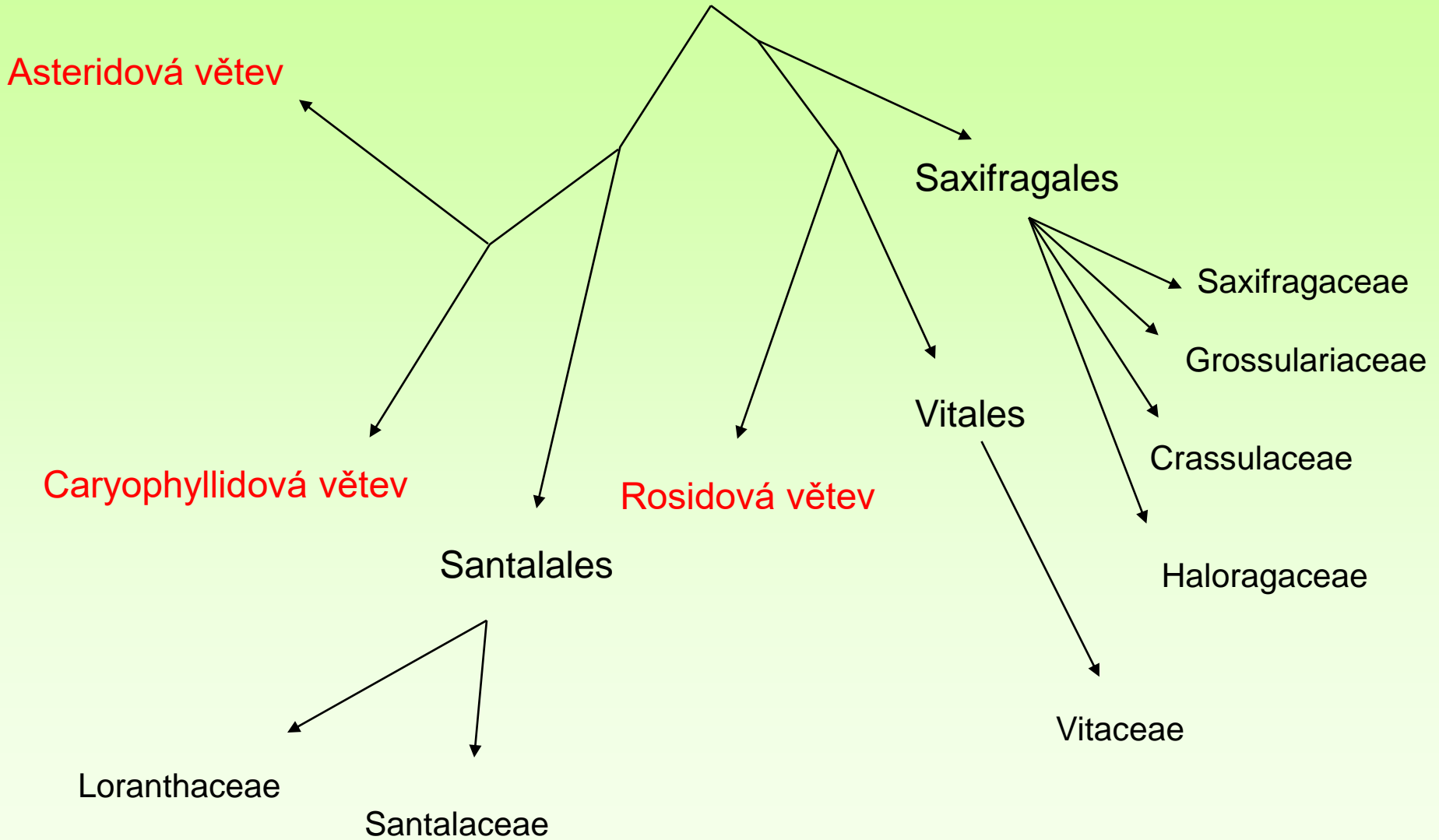
Berberidaceae

Papaveraceae

Proteaceae

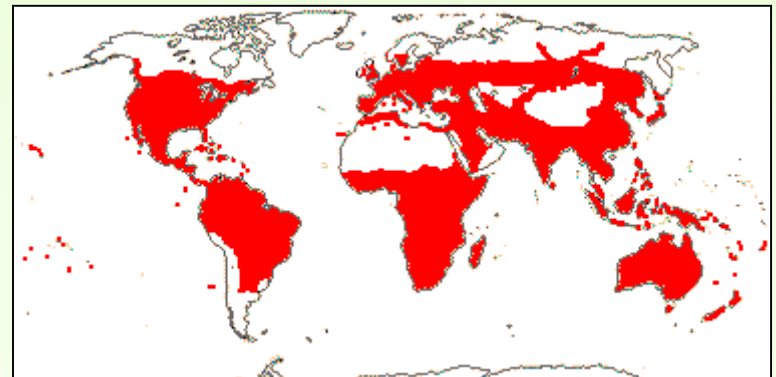
Platanaceae

Jádrové trikolpátní



Santalaceae

- Poloparazitické byliny nebo dřeviny, někdy dvoudomé
 - Pozemní rostliny i epifyty
- Listy střídavé nebo vstřícné, někdy šupinovité
- Palisty chybějí
- Květenství hroznovitá, někdy složená z vidlanů
- Květy jedno- i oboupohlavné, aktinomorfní, zpravidla 4-5merické
- Okvěť v jednom kruhu, volné, drobné
- Tyčinek v počtu okvětních lístků
- Gyneceum cenokarpní, spodní nebo polospodní
- Plodolistů 2-5, semeník jednopouzdrý
- Placenta centrální, vajíčka 1-3
 - Vajíčka postrádají integument, jsou volně v placentě
- Plod nažka, peckovice nebo bobule
- Těžiště v tropech: 44/990
- ČR: 2/9





Thesium linophyllum



Viscum album

Loranthaceae



- Poloparazitické byliny nebo dřeviny, někdy dvoudomé
 - Epifyty i pozemní rostliny
- Listy zpravidla vstřícné
- Palisty chybějí
- Květy ve vidlanech, řidčeji v hroznu
- Květy obou- i jednopohlavné, zpravidla aktinomorfní, 2-3merické
 - Květní lůžko miskovité
- Květní obaly nerozlišené, ve 2 kruzích, zpravidla pestře zbarvené
- Tyčinek v počtu okvětních lístků
- Gyneceum cenokarpní, spodní
- Plodolisty 2-3, semeník jednopouzdrý
- Placenta vyplňuje semeník, vajíček mnoho, ponořených do placenty
 - Vajíčka postrádají integument
- Plod bobule, peckovice, někdy vysýchavá
- Především v tropech: 68/950
- ČR: 1/1

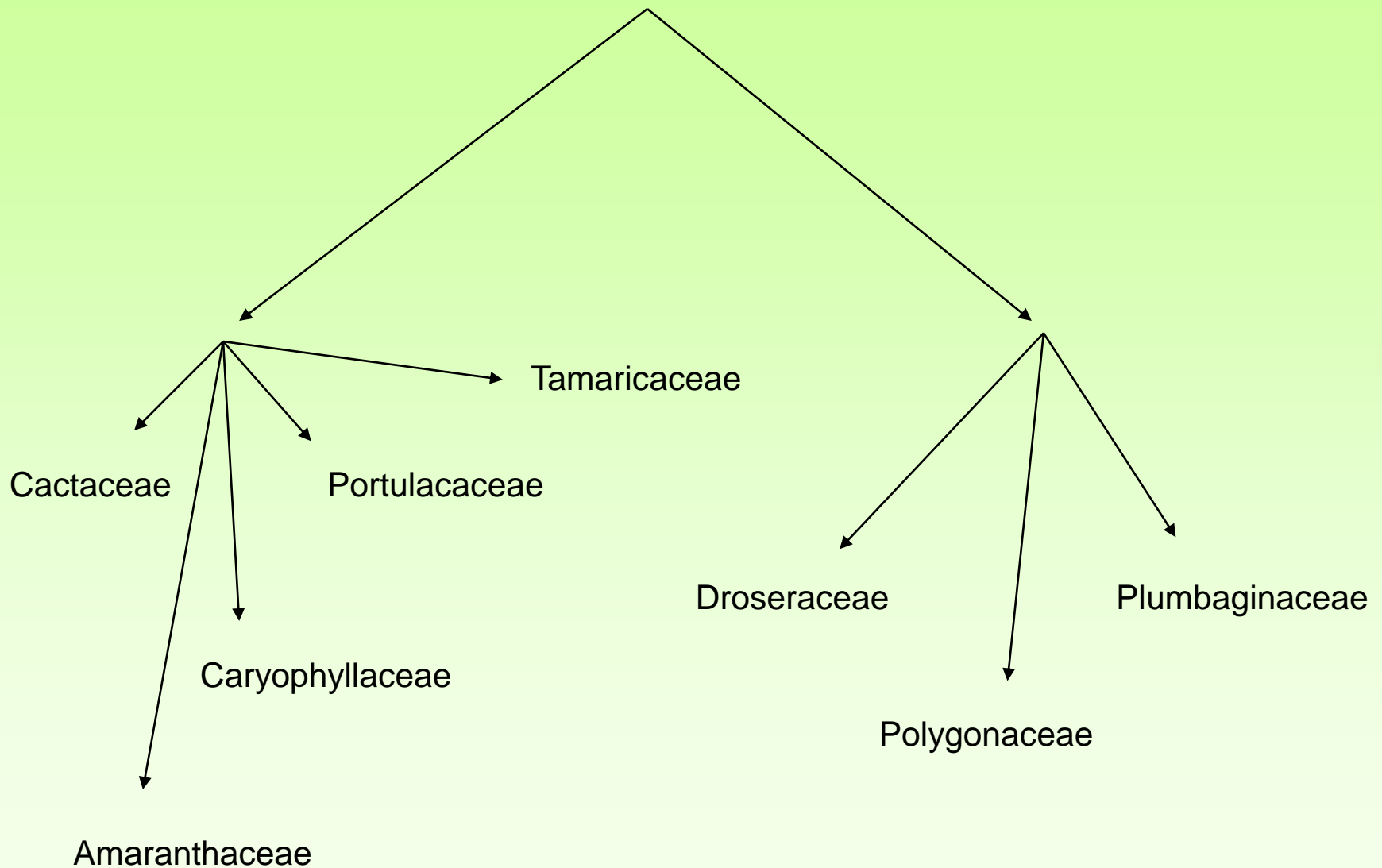


Loranthus europaeus



Psittacanthus schiedeanus

Caryophyllidová větev



Amaranthaceae

- Byliny, řidčeji keře, někdy dvoudomé
- Stonek s koncentrickými cévními svazky
- Listy střídavé nebo vstřícné, jednoduché
- Palisty chybějí
- Květenství cymózní nebo heterotaktické
- Květy oboupohlavné nebo jednopohlavné, nevýrazné
- Květní obaly nerozlišené, zakrnělé, kožovité, někdy chybějí
- Tyčinek zpravidla 5
- Gyneceum cenokarpní, svrchní, plodolisty 2-3
- Placenta bazální, vajíčko 1, anatropní nebo kampylotropní
- Embryo malé, škrobnatý perisperm
- Plod tobolka nebo nažka
- Betalainy, častá C₄ fotosyntéza
- Především v mírném pásmu: 170/2400
- ČR: 15/70



Salicornia europaea

Amaranthus retroflexus

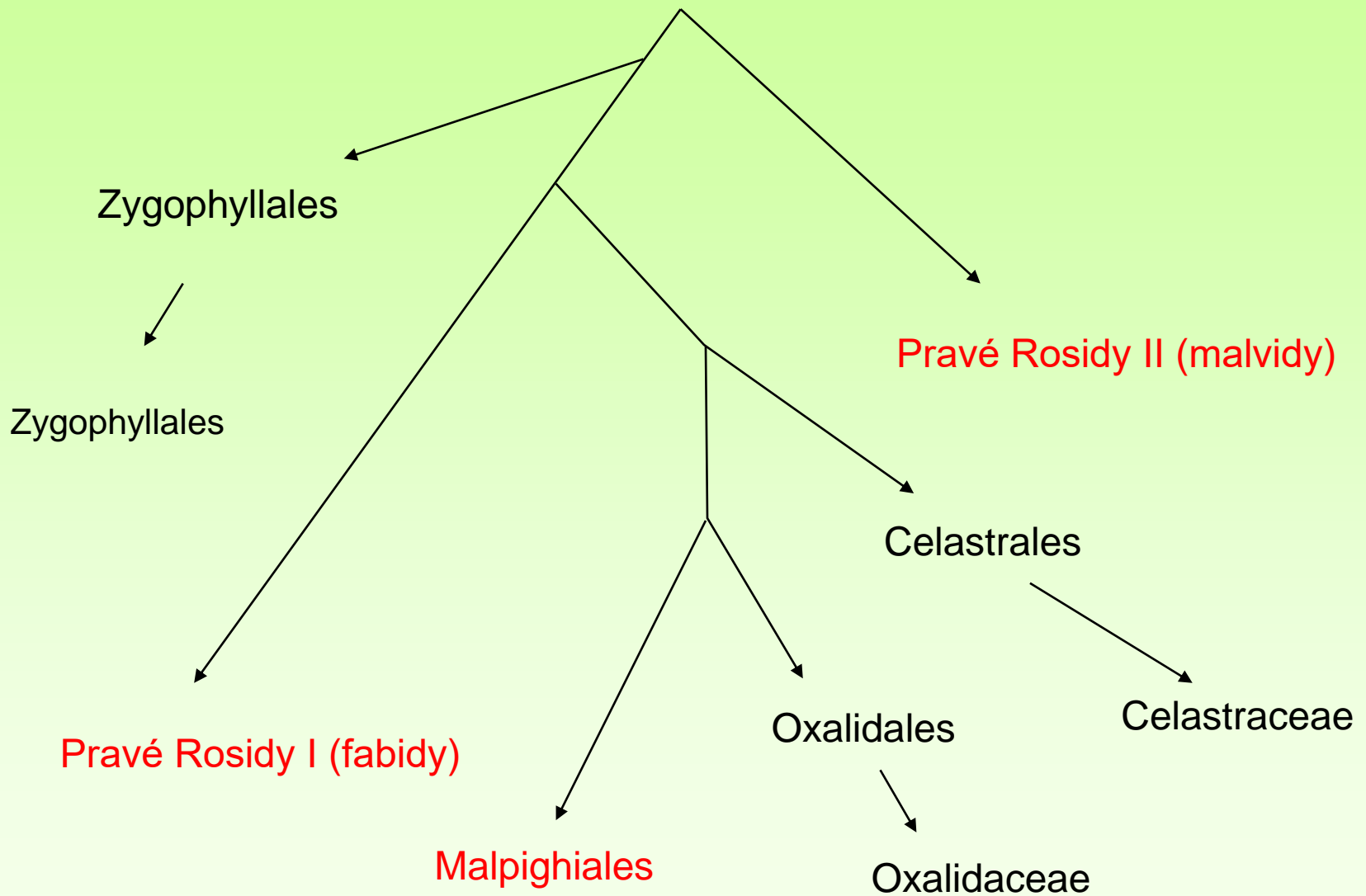


Chenopodium album

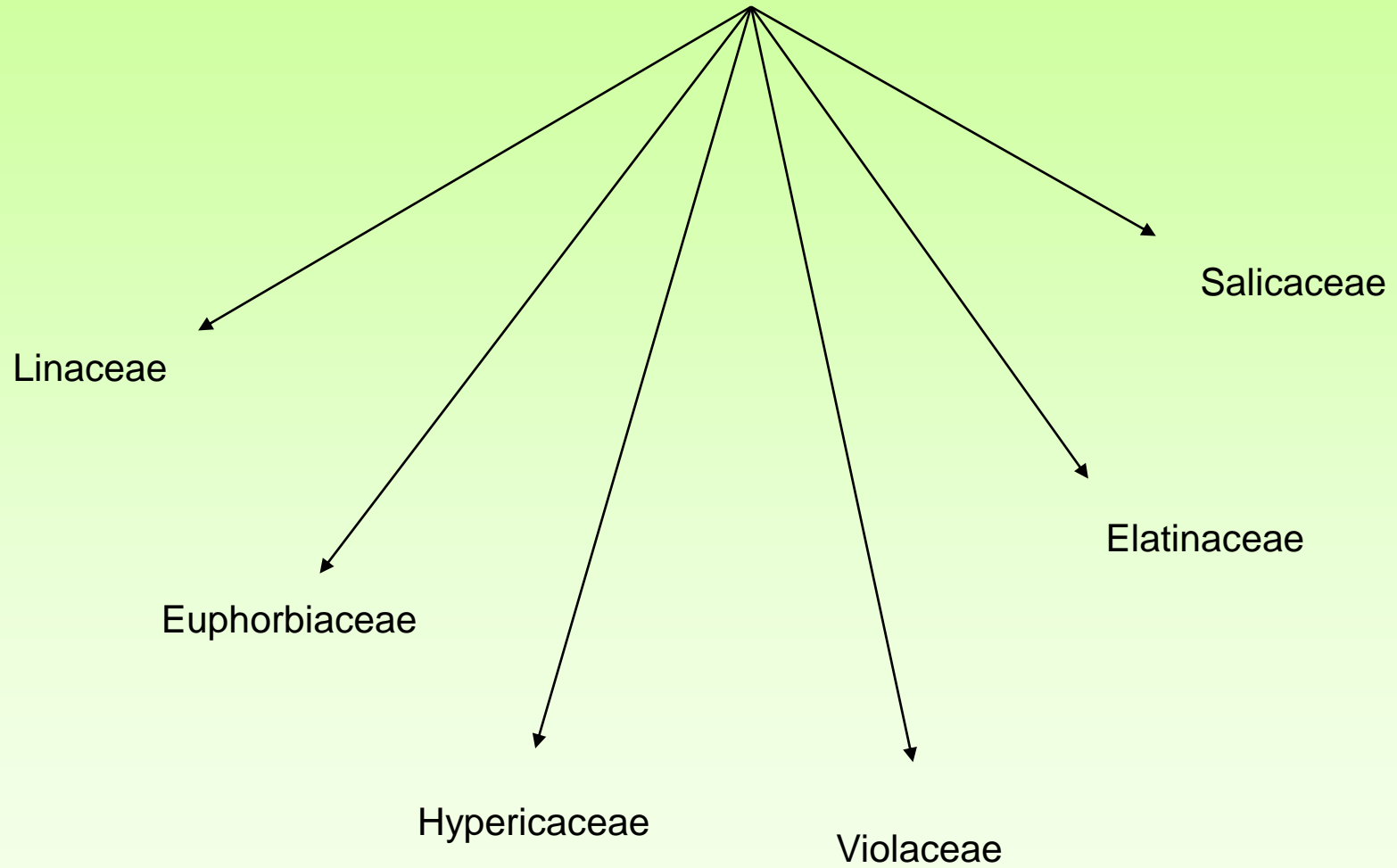


Atriplex patula

Rosidová větev



Malpighiales



Salicaceae

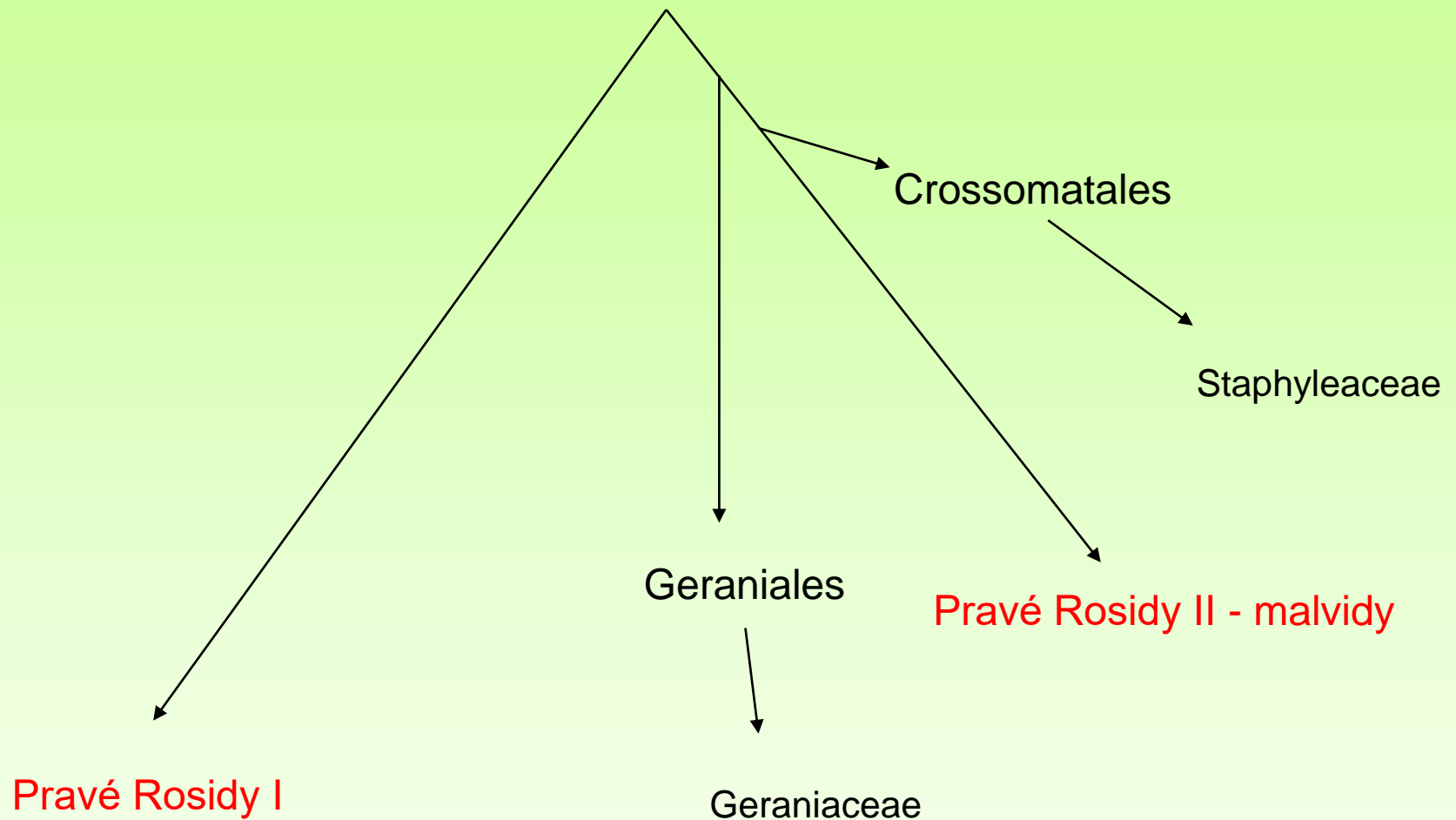
- Opadavé nebo stálezelené dřeviny: keře nebo stromy, mnohé dvoudomé
- Listy střídavé, jednoduché
- Palisty přítomny
- Květenství jehnědy
- Květní obaly rozlišené, kalichy i koruny mohou chybět
- Tyčinka 1 až mnoho
- Gyneceum z 2-5(-13) plodolistů, cenokarpní, jednopouzdré, svrchní
- Placenta parietální, vajíček mnoho, anatropních
- Embryo přímé, endosperm chybí
- Plod tobolka nebo bobule
- Především v mírném a chůadném pásmu: 55/1010
- ČR: 2/30
 - Významné stromy: *Salix*, *Populus*



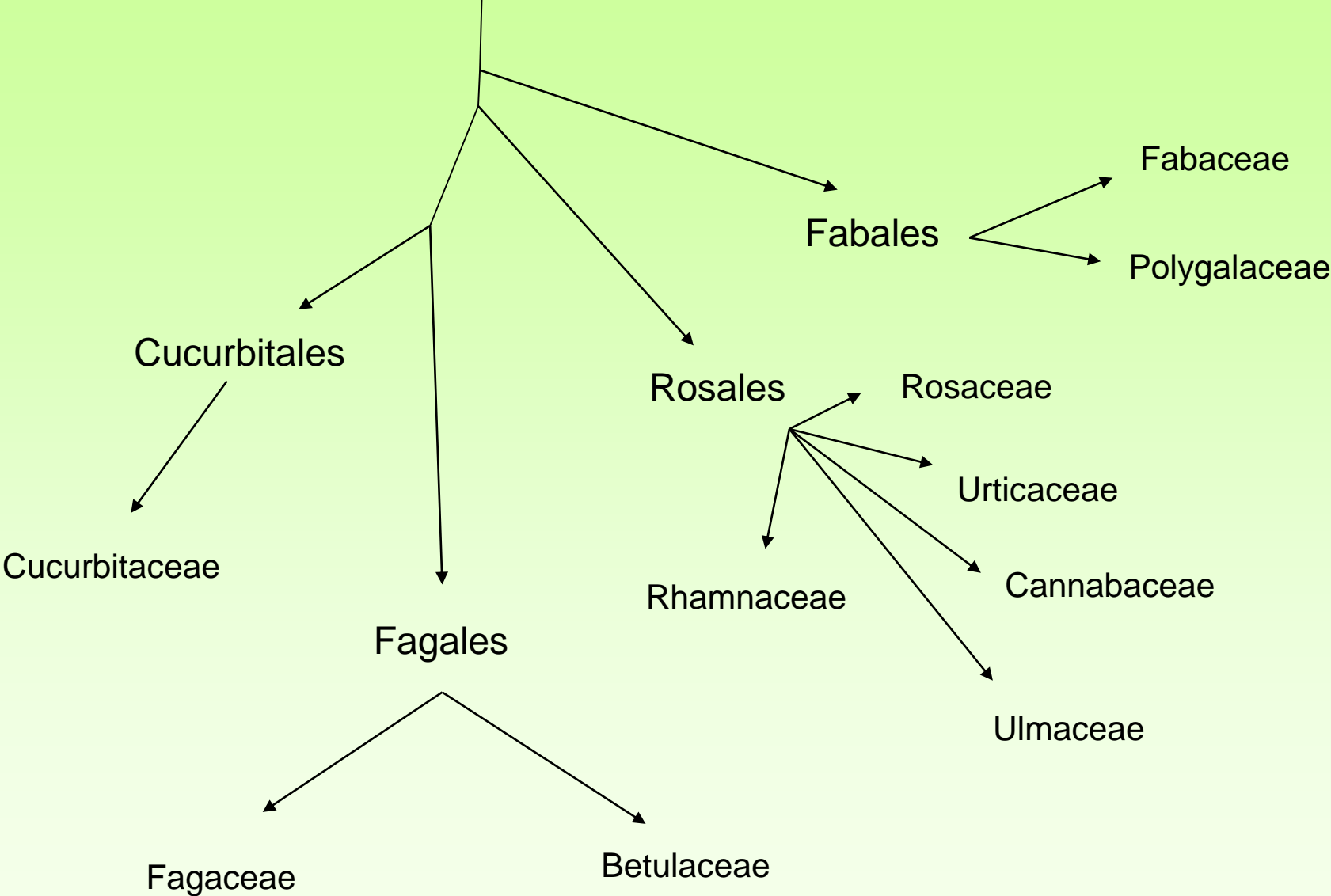


Oncoba spinosa

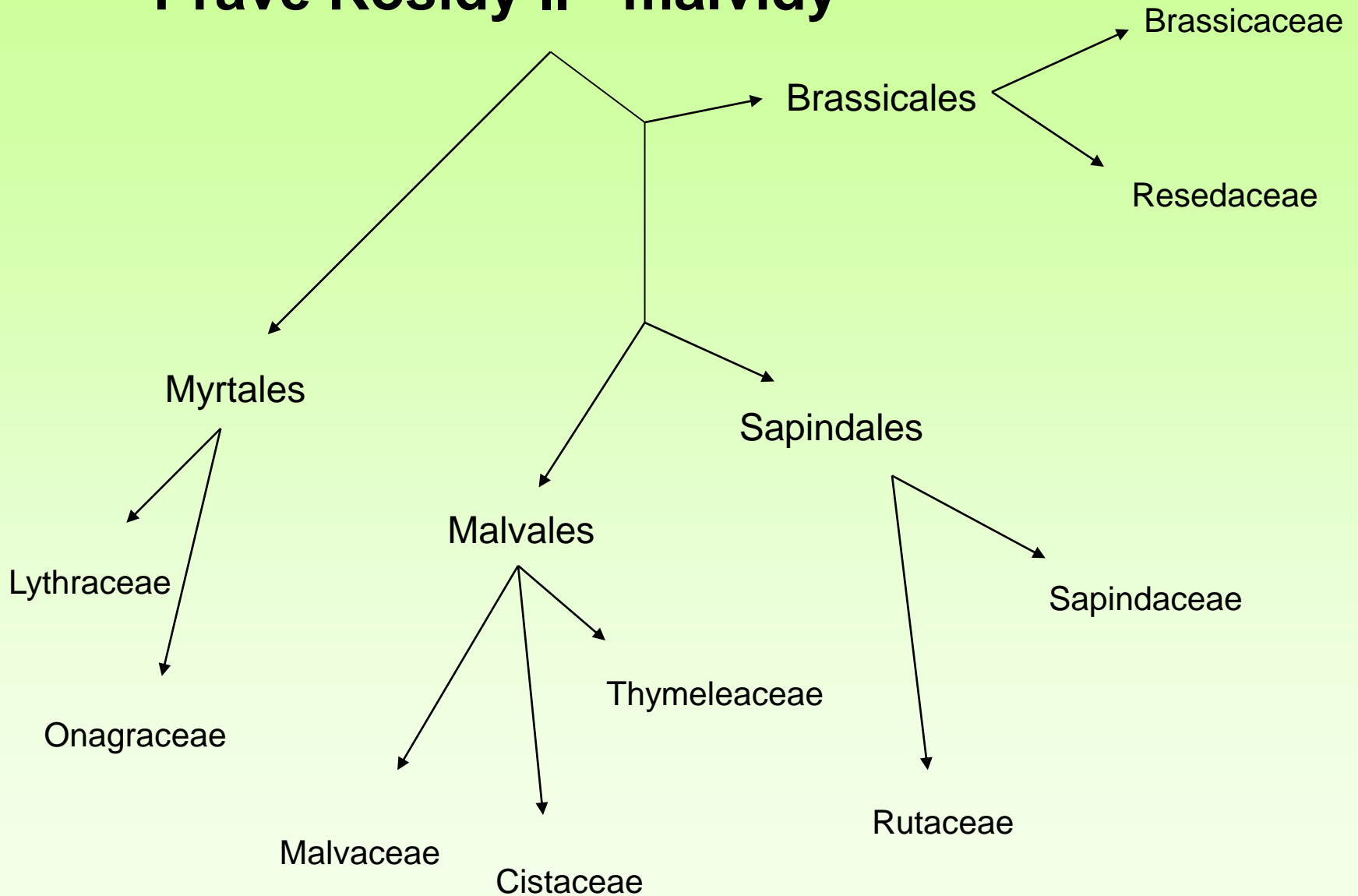
Rosidová větev



Rosidy I - fabidy



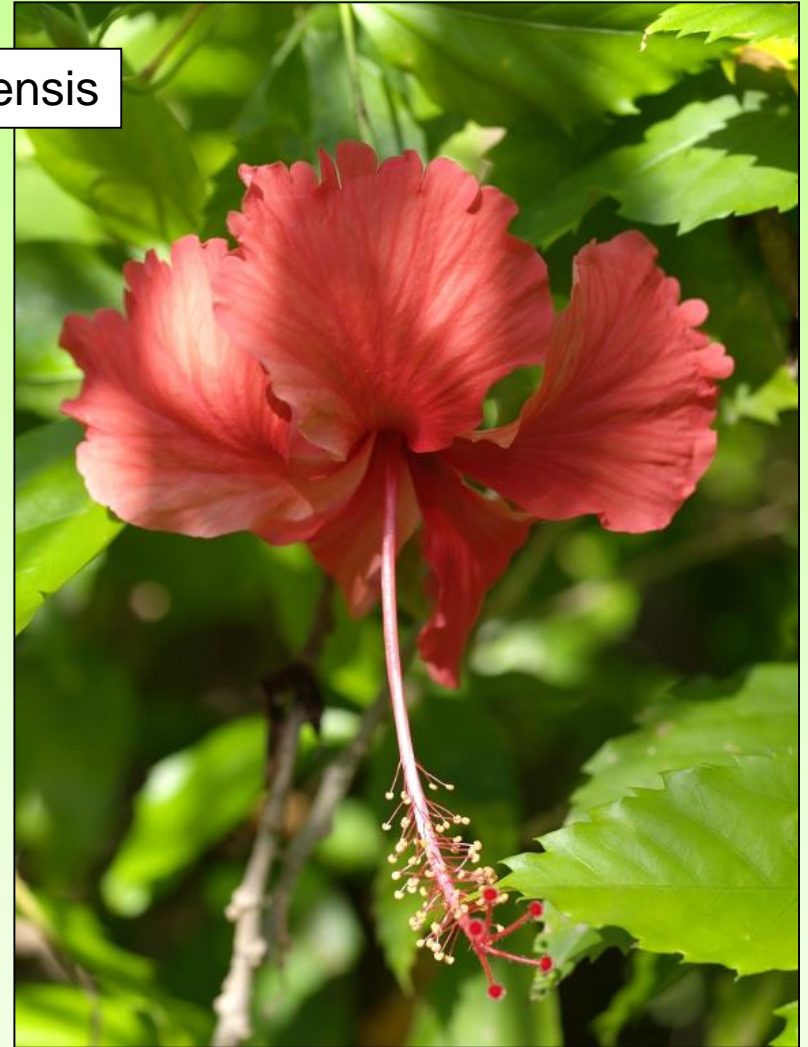
Pravé Rosidy II - malvidy



Malvaceae

- Byliny i dřeviny
 - Slizové idioblasty v pletivech
- Listy střídavé, jednoduché nebo dlanité
- Palisty přítomny
- Květenství hroznovité i vrcholičnaté
- Květy oboupohlavné, aktinomorfni, zpravidla pentamerické
- Květní obaly rozlišené, volné nebo srostlé
 - Často přítomen kalíšek
- Tyčinek 5, někdy pomnožených a srostlých nitkami
- Gyneceum cenokarpní, svrchní
- Plodolisty 3 až mnoho, pouzder v počtu plodolistů, někdy méně
- Placenta axilární, vajíčka 1-2, vzácně více, anatropní
- Embryo přímé nebo zakřivené, endosperm většinou nepatrný nebo chybí
- Plod rozpadavý, tobolka, oříšek nebo nažka
- Kosmopolitní: 243/4225
- ČR: 5/12
 - Hospodářsky významné druhy: *Tilia*, *Gossypium*, *Theobroma*

Hibiscus rosa-sinensis

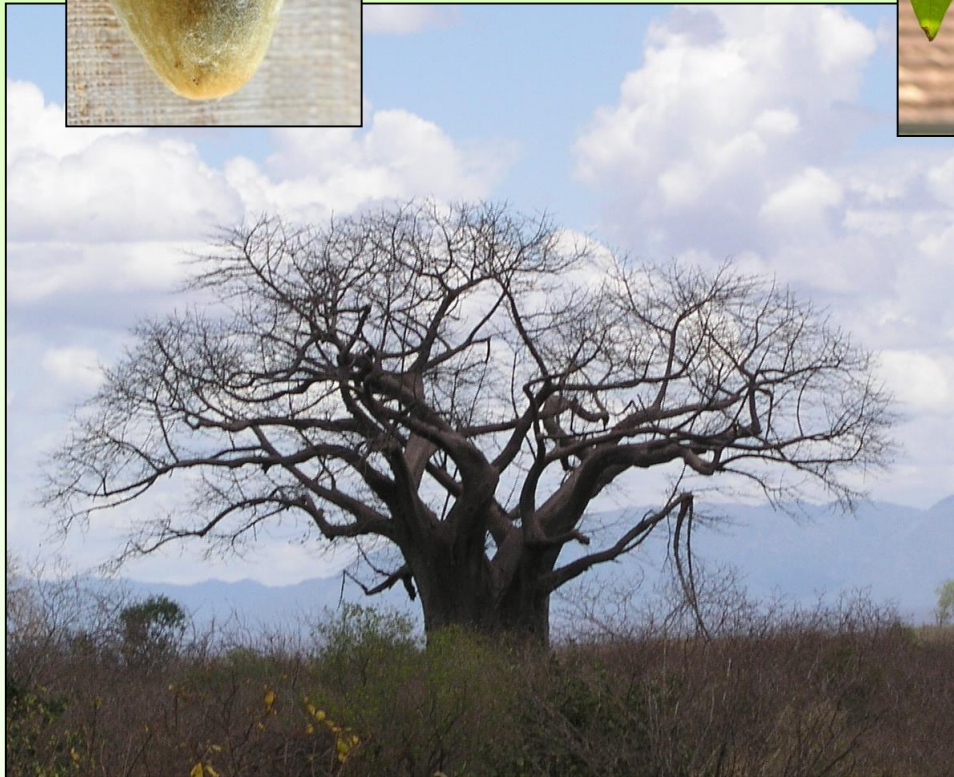
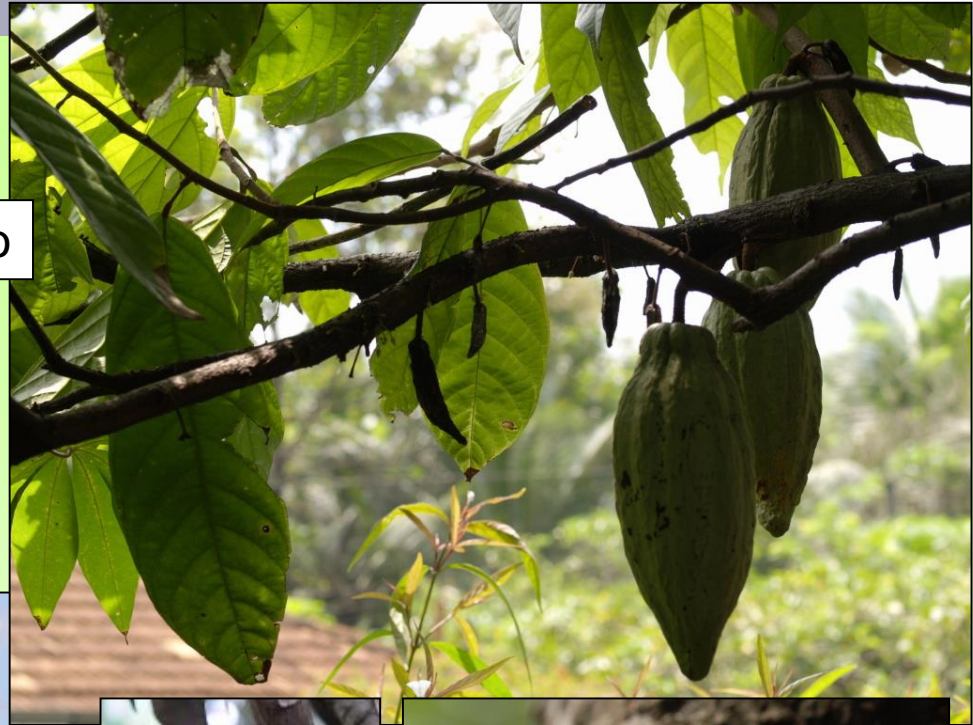


Malva moschata



Adansonia digitata

Theobroma cacao





Tilia cordata



Gossypium



Sapindaceae



- Dřeviny: stromy, keře nebo liány, někdy dvoudomé
- Listy vstřícné nebo střídavé, jednoduché nebo složené
- Palisty chybějí
- Květenství vrcholičnaté
- Květy zpravidla oboupohlavné, aktinomorfnní, zpravidla pentamerické
- Květní obaly rozlišené, volné, kalichy vzácně srostlé, koruna někdy chybí
 - Mezi květními obaly a andreceem vyvinut žláznatý terč
- Tyčinky zpravidla ve 2 kruzích po 5, často 2 tyčinky chybějí
- Gyneceum cenokarpní, svrchní, s karpoforem
- Plodolisty zpravidla 2-3, počet pouzder stejný
- Placenta axilární, vzácně parietální, vajíčka 1(-2), anatropní
- Embryo zakřivené nebo složené, endosperm chybí
- Plod tobolka, bobule, peckovice nebo plod rozpadavý
- V tropech a subtropích, méně v mírném pásmu s. polokoule: 135/1580
- ČR: 1/3
 - Důležité dřeviny: *Acer*, *Aesculus*



Acer campestre



Aesculus hippocastanum
www.commanster.eu

Litchi chinensis

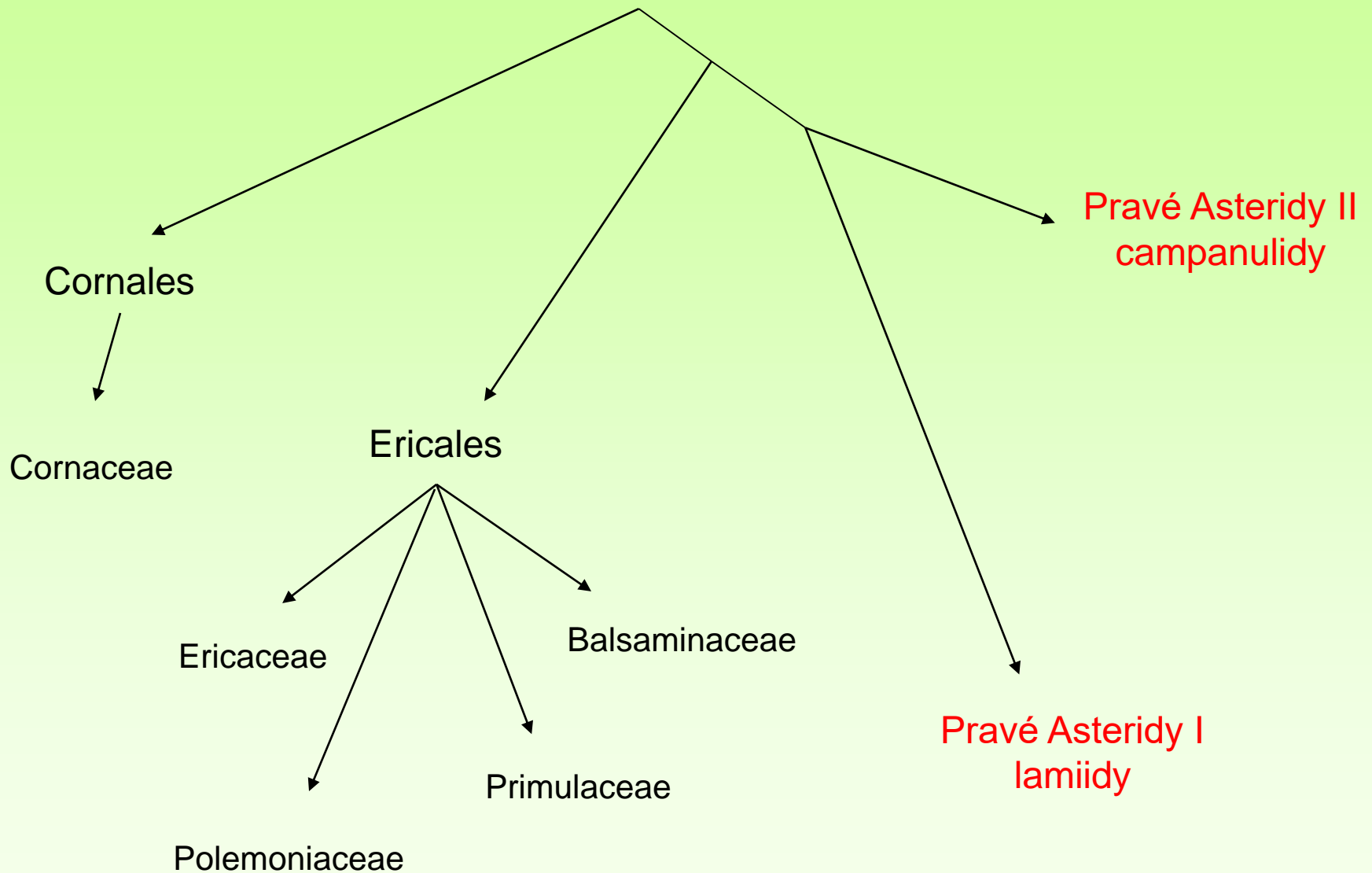


Euphoria longan

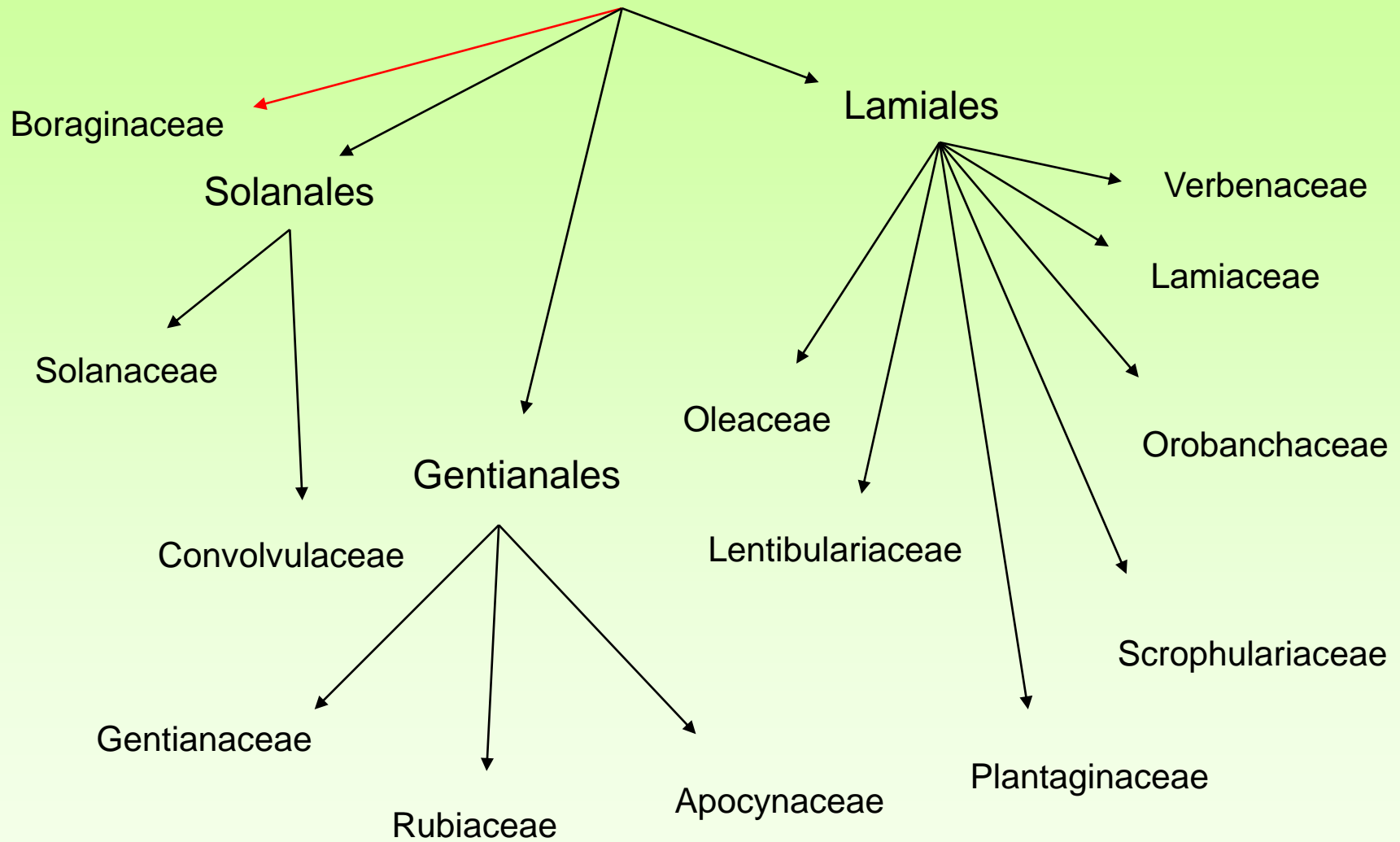


Nephelium lappaceum
www.montosogardens.com

Asteridová větev



Pravé Asteridy I - lamiidy



Orobanchaceae

- Poloparazitické nebo parazitické byliny, vzácně keře
- Listy střídavé nebo vstřícné, jednoduché nebo zpeřené,
 - U parazitů listy šupinovitě
- Palisty chybějí
- Květenství hroznovitě
- Květy oboupohlavné, zygomorfni, tetracyklické, pentamerické
- Květní obaly rozlišené, srostlé
- Tyčinek 5, srůstají s bází koruny
 - Často jedna tyčinka přeměněna na staminodium
- Gyneceum cenokarpní, svrchní
- Plodolisty 2-3, pouzdro 1-2
- Placenta parietální nebo axilární, vajíček mnoho, anatropních
- Plod tobolka
- Kosmopolitní: 60/1700
- ČR: 9/35





Orobanche alba



Lathraea squamaria



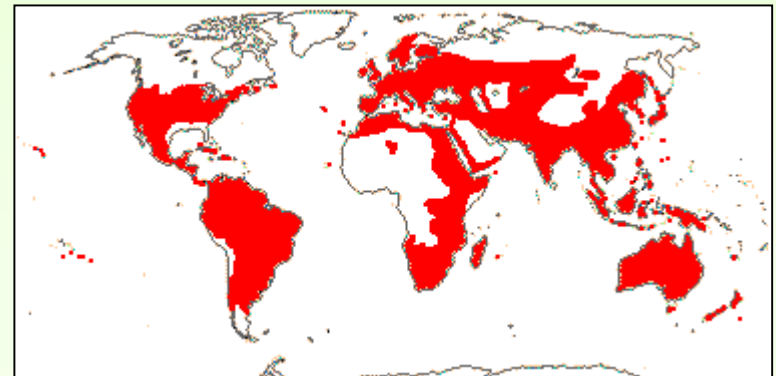
Melampyrum nemorosum



Pedicularis sylvatica

Scrophulariaceae

- Byliny, vzácně keře
- Listy střídavé nebo vstřícné, jednoduché nebo zpeřené,
- Palisty chybějí
- Květenství vrcholičnaté
- Květy oboupohlavné, (mírně) zygomorfní, tetracyklické, pentamerické
- Květní obaly rozlišené, srostlé
- Tyčinek 4-5, srůstají s bází koruny
 - Často jedna tyčinka přeměněna na staminodium
- Gyneceum cenokarpní, svrchní
- Plodolisty 2, pouzdra 2
- Placenta axilární, vajíček mnoho, anatropních
- Plod tobolka
- Kosmopolitní: 65/1700
- ČR: 2/14





Verbascum chaixii
subsp. *austriacum*



Scrophularia umbrosa



Scrophularia vernalis

Plantaginaceae

- Byliny (řídce vodní), vzácněji keře nebo stromky, výjimečně dvoudomé
- Listy střídavé nebo vstřícné, jednoduché nebo zpeřené
- Palisty chybějí
- Květenství hroznovité nebo květy jednotlivé
- Květy zpravidla oboupohlavné, zygomorfní, tetracyklické
- Květní obaly rozlišené, srostlé
 - kališních lístků 5
 - korunní lístky často 4, tendence k redukci
- Tyčinky srůstají s bází koruny, 4 nebo 2
 - někdy 2 + 2 staminodia
- Gyneceum cenokarpní, svrchní
- Plodolisty zpravidla 2, pouzdra též
- Placenta axilární, vajíček mnoho v každém pouzdře, anatropních
- Plod tobolka
- Kosmopolitní (těžiště v mírném pásmu): 90/1700
- ČR: 15/75



Plantago media



Hippuris vulgaris



Globularia punctata



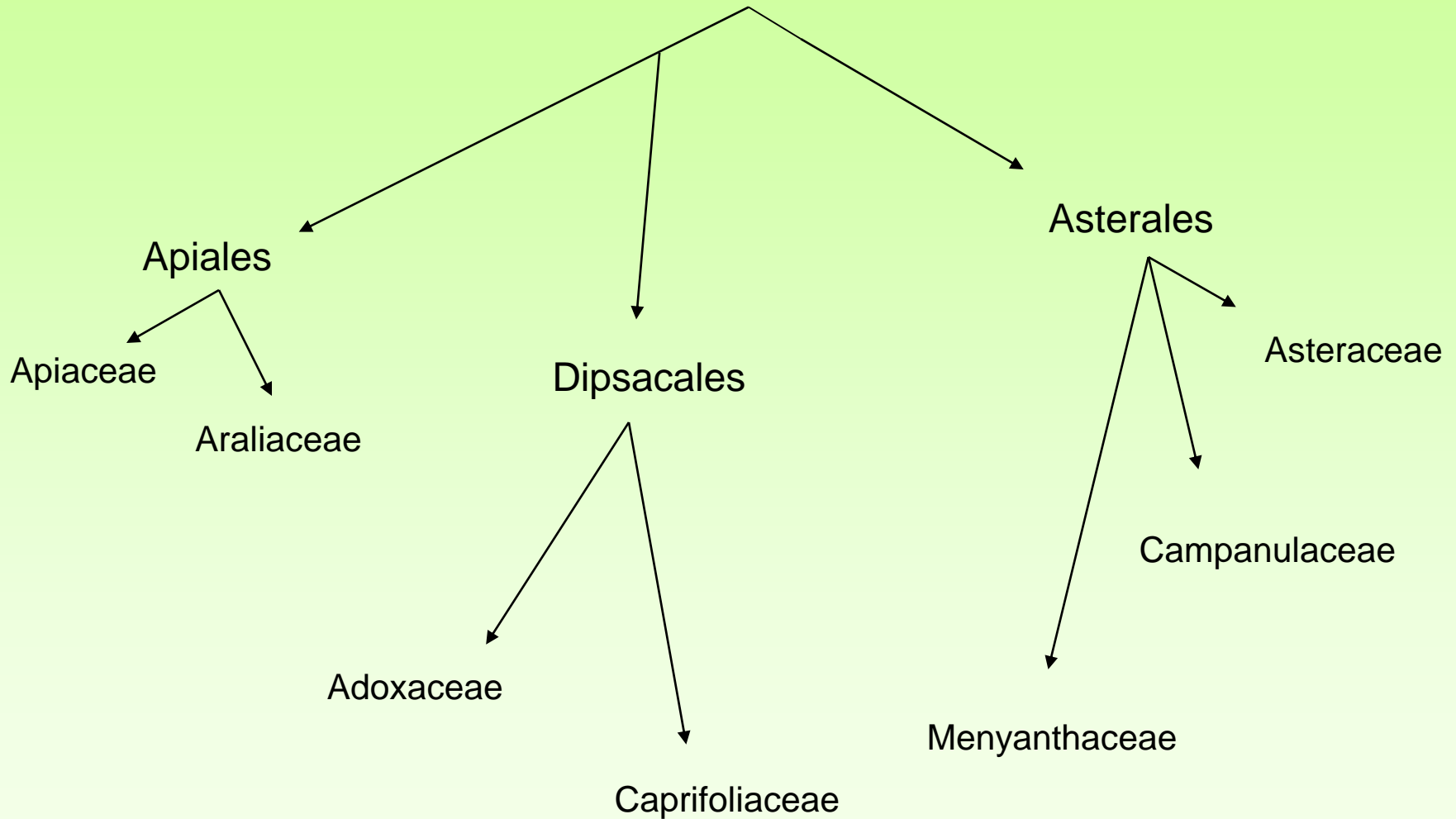


Linaria alpina



Veronica teucrium

Pravé Asteridy II - campanulidy



Caprifoliaceae

- Keře, dřevnaté liány, byliny, vz. dvojdomé
- Listy vstřícné, jednoduché nebo zpeřené
- Palisty chybějí
- Květenství vrcholičnaté
- Květy oboupohlavné (vz. jednopohlavné), zygomorfní, 4cyklické, 4-5merické
- Květní obaly rozlišené, srostlé
 - Kalich zakrnělý, často tvoří chmýr
 - Koruna srostlá, někdy okrajové květy v květenství paprskující
- Tyčinky (4-)5, srůstají s korunní trubkou
- Gyneceum cenokarpní, spodní
- Plodolisty 2-3
- Placenta axilární nebo bazální, vajíčko jedno, anatropní
- Embryo malé, přímé, endosperm bohatý
- Plod nažka nebo bobule
- Hlavně v mírném pásmu severní polokoule: 25/850
- ČR: 1/3

Valerianella dentata



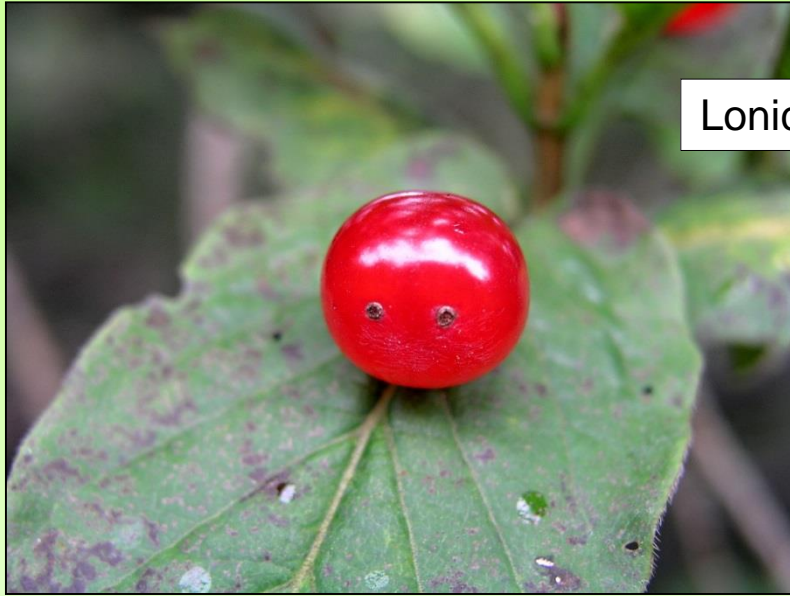
Valeriana dioica



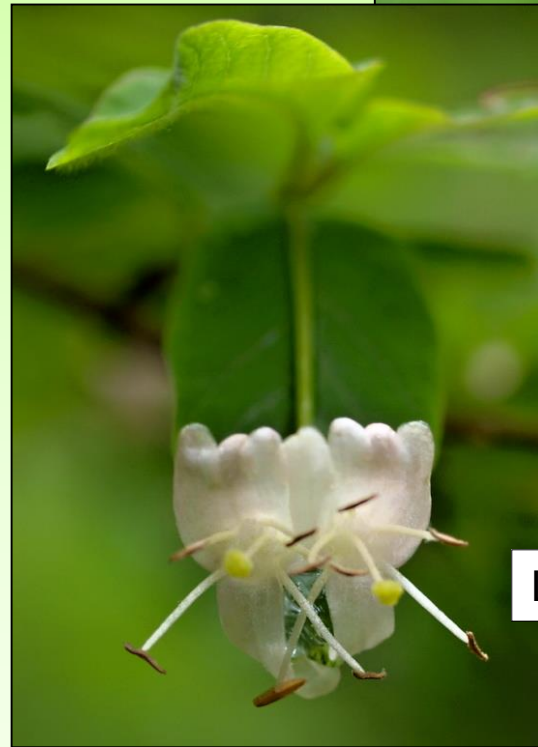
Scabiosa columbaria

Dipsacus laciniatus





Lonicera alpigena



Lonicera nigra



Lonicera xylosteum