

# Botanika

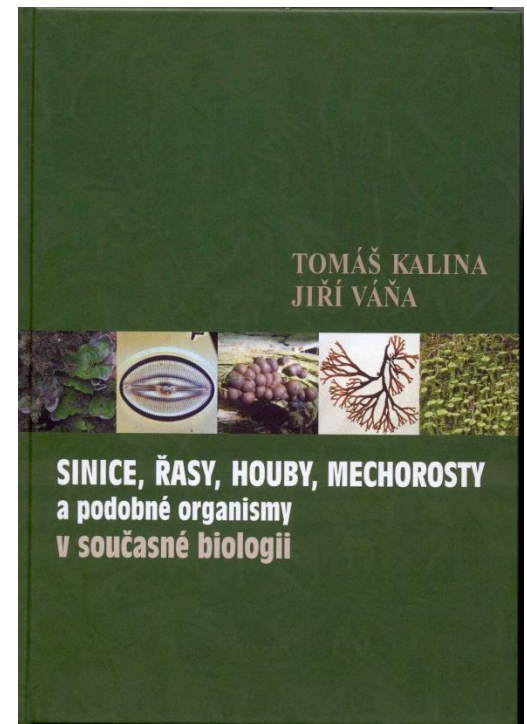
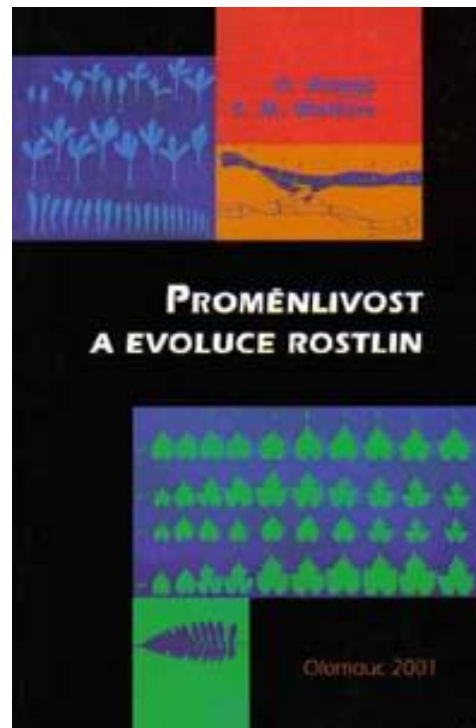


# Organizace předmětu

- Jan Douda (MCEV2 330)
- moodle.czu.cz, katedra ekologie, Botanika
- zápočet = poznávačka (Karel Boublík)
- zápočet = TC z botaniky
- zkouška = písemná

# Cíle předmětu

- systematická botanika
- fylogeneze (evoluční historie) rostlin

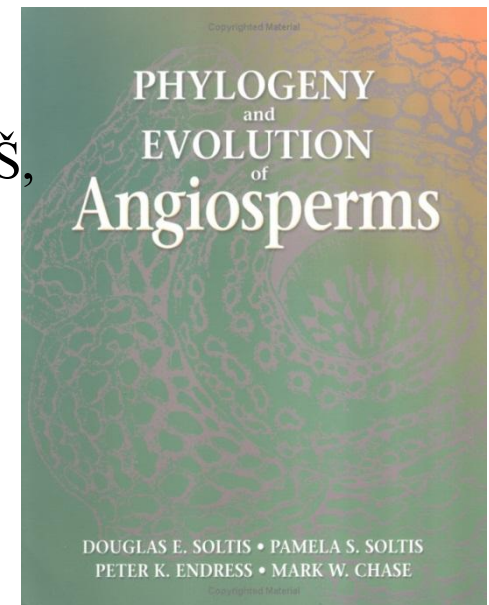


Briggs D. et Walters S.M. (2001): *Proměnlivost a evoluce rostlin*. Vydavatelství UP, Olomouc.

Mártonfi P. (2003): *Systematika cievnatých rastlín*. ES UPJŠ, Košice.

Kalina T. et Váňa J. (2005): *Sinice, řasy, houby a mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Praha, Karolinum.

Soltis P.S., Endress P.K. et Chase M.W. (2005): *Phylogeny and Evolution of Angiosperms*. Sunderland, Massachusetts.



# Osnova přednášky

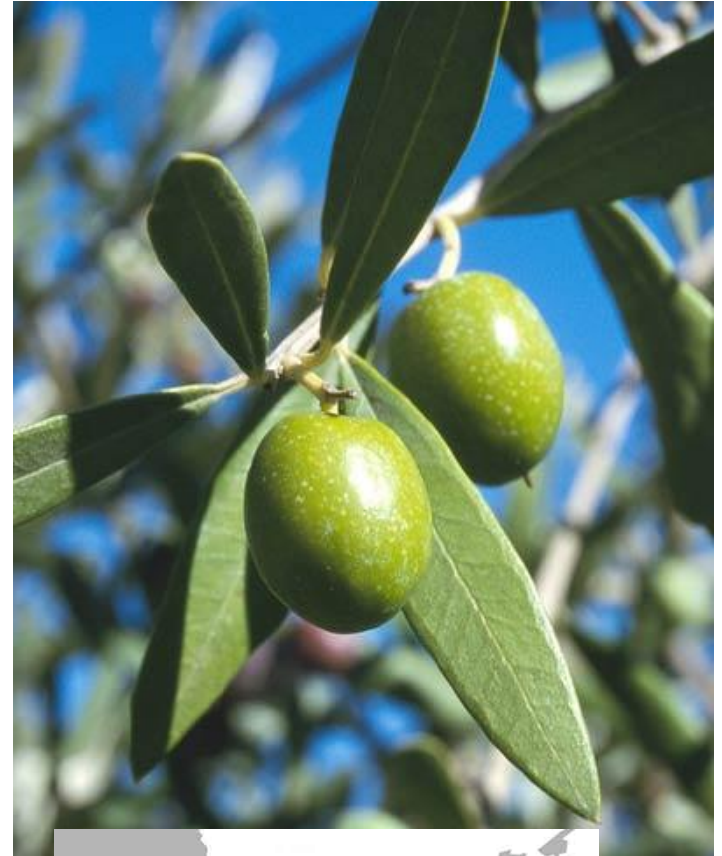
- rostlinný druh
- přirozená klasifikace druhů
- hierarchický klasifikační systém
- metody rostlinné systematiky
- fylogenetická klasifikace
- pravidla taxonomie

# Přirozené druhy?

*Quercus oleoides* (dub; Střední Amerika)



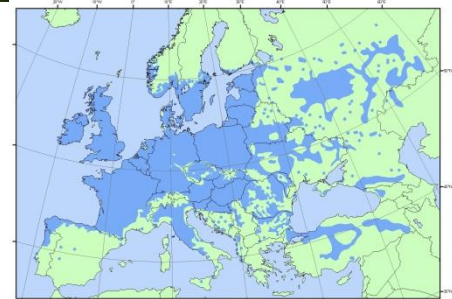
*Olea europaea* (oliva)



# Přirozené druhy?

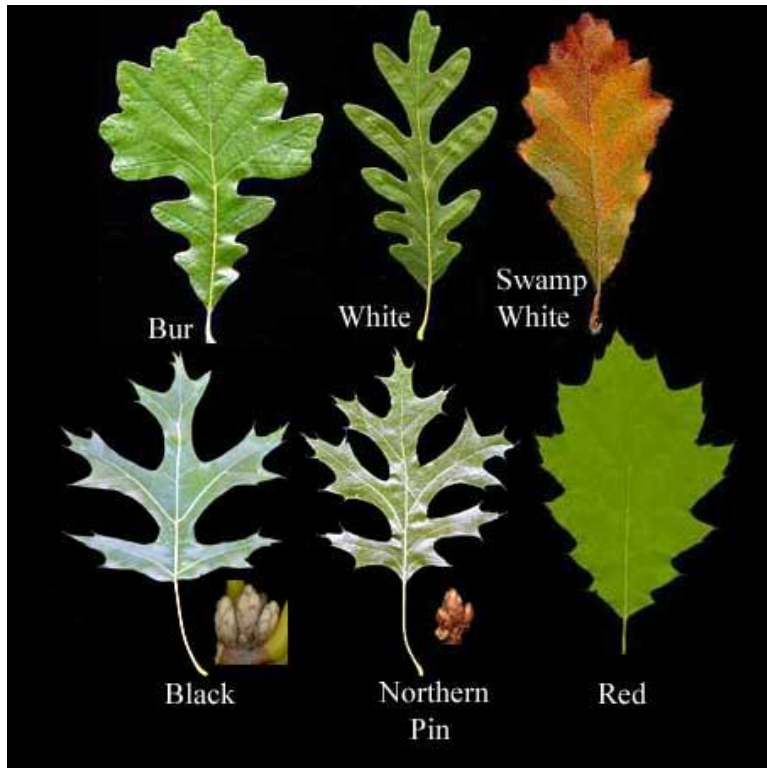
*Quercus robur* (dub letní)

*Quercus oleoides* (dub; Střední Amerika)



# Přirozené druhy – korelace znaků

- druhy nejsou definovány rozdíly v jednom znaku (např. tvaru listu), ale **rozdíly v mnoha znacích**



X





# Přirozené druhy – popis druhu

## *Carex derelicta* Štěpánková, spec. nova

Type: Bohemia borealis, montes Corcontici, in fissura rupis humidis in convexum Velká kotelná jáma, sub jugamento inter convexum Velká et Malá kotelná jáma, lat. bor. 50°46', long. orient. 15°32', alt. ca 1320 m s. m., leg. J. Štěpánková 26. 7. 1991 (holo: PRA-0696, iso: PRA-0697; PR 11985).

Description: Herbae caespitosae; culmi plerumque 10–25 cm alti, glabri. Folia basilaria 1.2–2.2 mm lata, canaliculata, culmum non prominentia; vaginae basilariae pallide brunneae, glabrae; folia caulina 2–3, 1.0–2.0 mm lata, canaliculata. Spicae pistillates 2–3(–5), globosae usque breviter cylindricae, 4–10 mm longae, superiores approximatae, inferiores remotae, raro omnes remotae; squamae pistillates utriculis aequilongae vel prominentes. Utriculi 2.0–2.5 mm longi, 1.3–2.0 mm lati, corpus obovatus, non vesicarius, ad achenium arcte appressus, in rostrum abrupto contractus; rostrum breviter serrulatum 0.4–0.7 longum. Achenium 0.9–1.3 mm longum, 0.7–1.1 mm latum. Stigmata 2. Antherae 3.

Description: Caespitose in small clumps, perennial. Culms 10–25 cm tall, conspicuously exceeding the basal leaves, erect, obtusely triangular in cross section, smooth. Basal leaves 1.2–2.2 mm wide, canaliculate (in cross section), glabrous; basal sheaths glabrous, not reticulate-split, pale brown. Cauline leaves 2–3, 1.0–2.0 mm wide, canaliculate, with well developed sheaths; ligula very poorly defined; mouth of ventral face of leaf sheath concave or truncate, white or pale brown, hyaline. Staminate spike solitary, terminal, shortly pedunculate or sessile; staminate scales 2.8–3.5 mm long, ovate, subacute to acute, glabrous, brown with a stramineous or pale brown center and sometimes very narrow hyaline margins, 1 (–3)-veined. Pistillate spikes 2–3 (–5); upper ones crowded and the lower one remote or rarely all distant, globose to shortly cylindrical, 4–10 mm long, 3–6 mm wide at maturity; pistillate scales 1.5–2.5 mm long, equal or exceeding perigynia, ovate, acute to acuminate, sometimes with short awn, glabrous, brown with a stramineous or pale brown center and sometimes very narrow hyaline margins, 1-veined; lowermost bract leaf-like, conspicuously exceeding the inflorescence, the upper ones often setaceous, from shorter than to slightly exceeding the inflorescence. Perigynia straight, obliquely patent, 2.0–2.5 mm long, 1.3–2.0 mm wide at maturity, vivid green to yellowish brown, never grey green, glabrous; body of the perigynium ovoid, not inflated, abruptly contracted to the straight beak 0.4–0.7 mm long, clearly bifid, smooth at the margin. Achenes 0.9–1.3 mm long, 0.7–1.1 mm wide, closely included in the body of perigynium, ovoid, pale brown, short stipitate. Stigmas 2. Anthers 3 (Fig. 1, 2).



(Štěpánková 2008)

# Přirozené druhy – klíč k určování

## Key to the species of the *Carex flava* group in the Czech Republic

- 1a Perigynia at maturity deflected, 3.5–6.5 mm long, with beak curved down, 1.2–2.0 mm long; plants up to 80 cm high .....2
- 1b Perigynia at maturity straight, 2.0–4.5 mm long, with beak straight, 0.4–1.4 mm long; plants usually up to 40 cm high .....3
- 2a Male spike usually sessile, upper first and second female spikes close together, lowest one sometimes more distant, the lowest bract 2–4× longer than inflorescence; perigynium 5.0–6.5 mm long, body of perigynium gradually narrowed into the beak 1.5–2.0 mm long, achene fills 1/3–1/2 of perigynium body ..... *C. flava* L.
- 2b Male spike pedunculate, all female spikes distant from each other, lowest bract ± as long as inflorescence or shorter, perigynium 3.5–5.5 mm long, body of perigynium ± abruptly contracted into a beak 1.2–1.6 mm long; achene fills ± 1/2 of body of perigynium .....*C. lepidocarpa* Tausch
- 3a Perigynia 2.5–4.5 mm long, with beak 1.0–1.4 mm long, male spike pedunculate, female spikes distant from one another, upper sometimes close together, lowest one remote (often nearly basal) ..... *C. demissa* Hornem.
- 3b Perigynia 2.0–3.0 mm long, with beak 0.4–1.2 mm long, male spike sessile or shortly pedunculate, female spikes close together or distant from one another, lowest one not more distant than at 1/2 of the stem ..... 4
- 4a Glumes of female spikes equalling or exceeding the perigynia; perigynia 2.0–2.5 mm long, not inflated, beaks 0.4–0.7 mm long, achene completely fills the perigynium, basal leaves 1.2–2.2 mm wide ... *C. derelicta* Štěpánková
- 4b Glumes of female spikes shorter than perigynia; perigynia 2.5–3.0 mm long, more or less inflated, beaks 0.5–1.2 mm long, achene incompletely fills the perigynium, basal leaves 2–4 mm wide ..... *C. oederi* Retz.

(Štěpánková 2008)

# Lidová taxonomie – test přirozenosti druhů

- komunita mayských indiánů v Mexiku rozlišovala vlastní taxony (MT)
- 200 botanických druhů (BD) rostlin
- 41% MT zahrnovalo více jak jeden BD
- 34% MT odpovídalo BD (88% JV Čína, 77% Indonézie)
- 25% MT odpovídalo pouze části BD

Berlin, Breedlove & Raven (1966)

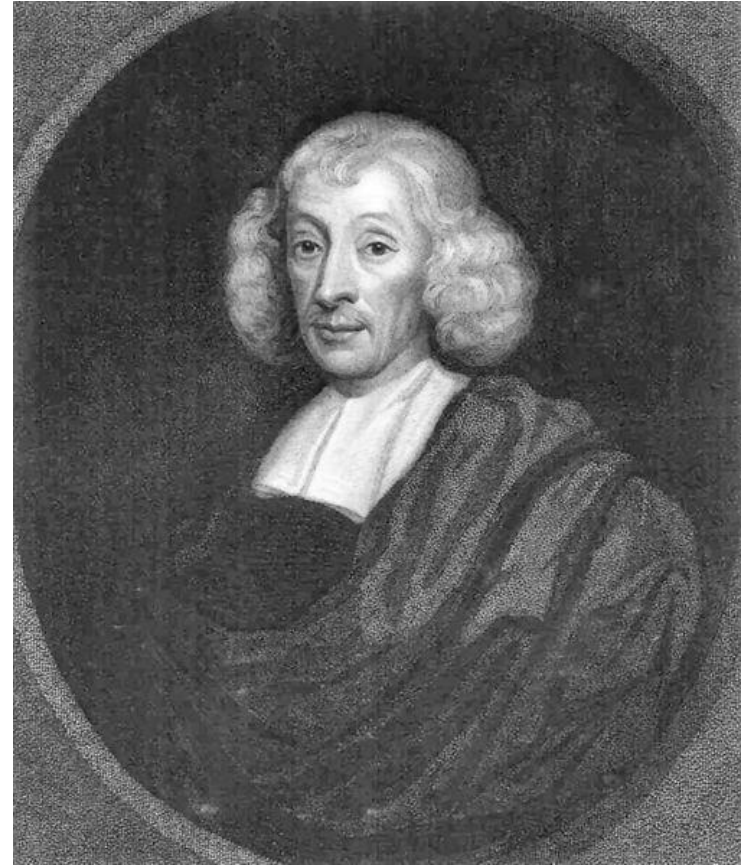


***Amaranthus  
hypochondriacus***  
**(laskavec)**

# Předdarwinovský pohled na druh

- odhalovali **božský plán stvoření**
- konečný počet druhů je daný Bohem
- Bůh druhům umožnil se trochu měnit

John Ray      první definoval  
(1628-1705)      druh



# Předdarwinovský pohled na druh

17. století: otázka **transmutací** ~ může z krokusu vzniknout hyacint?



**John Ray** (reprodukční pohled na druh)  
skupina rostlin, která v mezích své  
proměnlivosti plodí shodné potomstvo

# Otázka vnitrodruhové a mezidruhové variability



*Digitalis purpurea*  
(náprstník)

# Vnitrodruhová variabilita - závěr

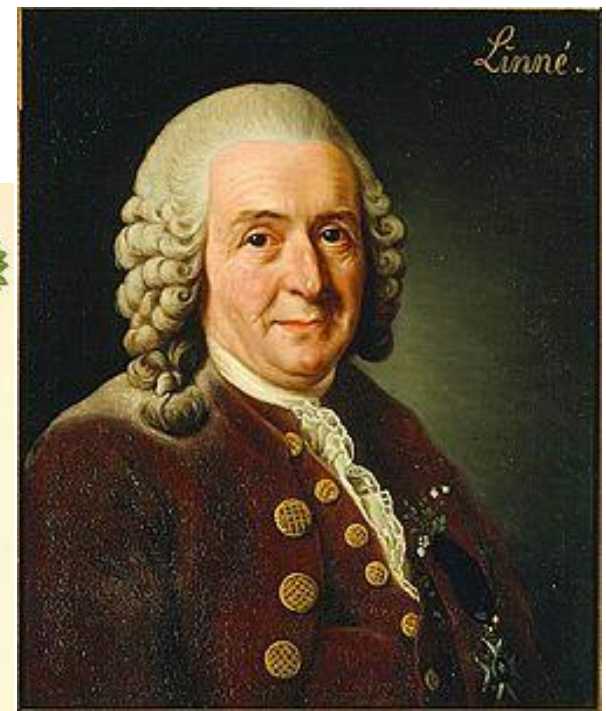
**Ray (1674) ke Královské vědecké společnosti:**

- **jedinci se v rámci druhu mohou lišit:** výškou, barvou květů, počtem listů, zpeřením listů a plnokvětostí
- příčinou je **náhoda** při vzniku jedince nebo **vliv podmínek prostředí**

# Carl von Linné (1707-1778)

- **typologický přístup k druhu** – existuje virtuální forma druhu, která se mění přírodními podmínkami

*Batrachium aquatile* (lakušník)



<http://botanika.wendys.cz>

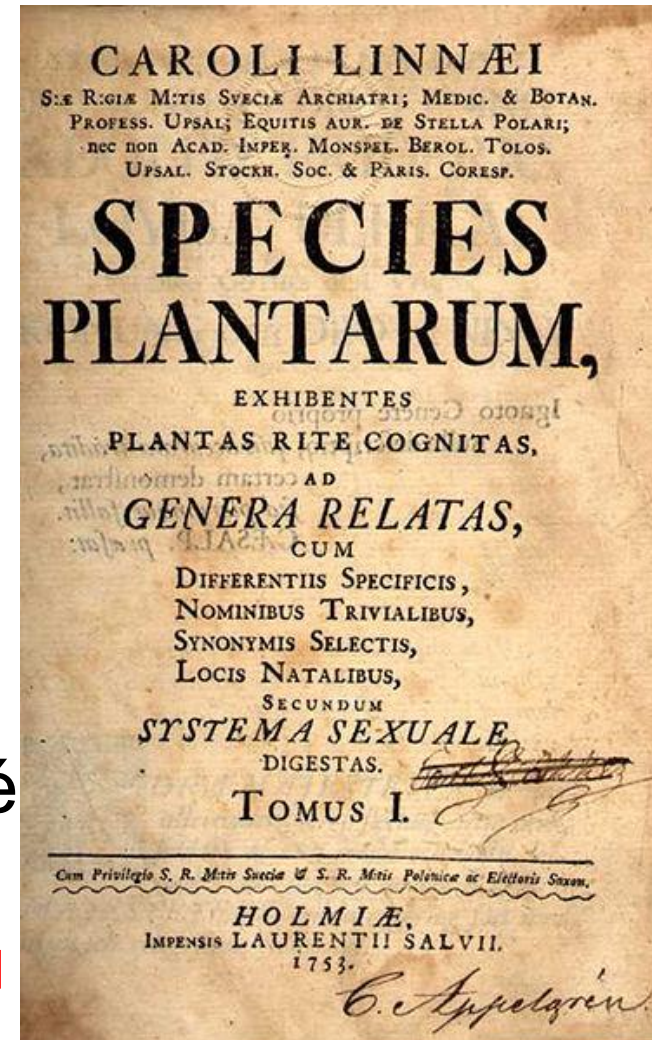


© J. Košťál

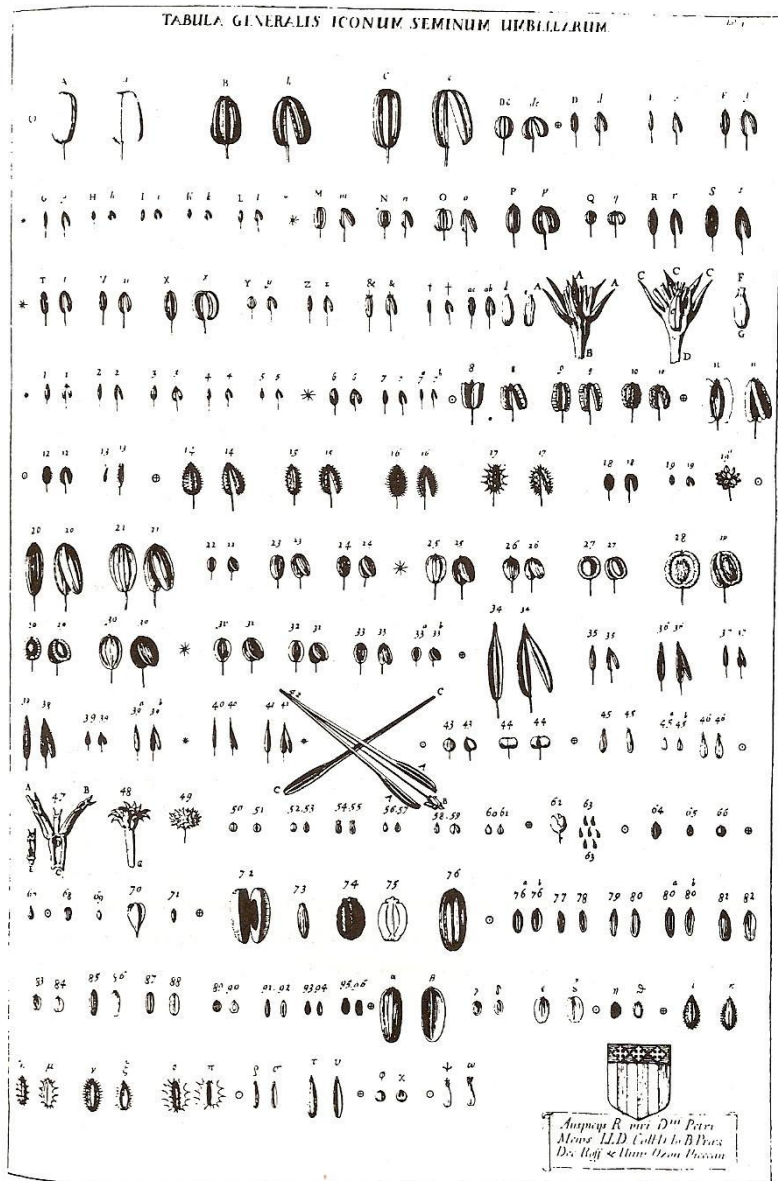


# Species plantarum (1753) – umělý systém

- cca 5900 druhů rostlin, které byly tehdy známy
- „*Linnaeons*“
- **binomická nomenklatura**
- druhy – rody – třídy – řády
- jména rodů odpovídají středověké představě o typech rostlin
- třídy definovány na základě **počtu a uspořádání tyčinek**
- řády definovány **počtem pestíků**



# Apiaceae (miříkovité) – dobrá znalost rodů již ve středověku



bolševník (*Heracleum*)



tořice (*Torilis*)

tabule z roku 1679

## ERINUS.

- alpinus.* 1. ERINUS floribus racemosis.  
Erinus. *Sauv. monsp.* 116.  
Ageratum ferratum alpinum. *Bauh. pin.* 2.  
Ageratum purpureum. *Dalech. hist.* 1184.  
β. Ageratum minus saxatile, flore albo. *Barr. ra*  
*Habitat in Alpibus Helveticis, Pyrenaicis, Montpelii.* 2
- alpium.* 2. ERINUS floribus lateralibus sessilibus, foliis lanceo-  
latis subdentatis.  
Buchnera foliis obtusis ferratis. *Hort. cliff.* 501. \* *Roy.*  
*lugdb.* 300.  
Lychnidea villosa, foliis ex alis floriferis, florum peta-  
lis cordatis. *Burm. afric.* 139. t. 50. f. 1.  
Euphrasia aethiopica, drabæ foliis, summis oris floscu-  
lorum altius divisis. *Pluk. mant.* 73. *Raj. suppl.* 401.  
β. Buchnera foliis acutis dentatis. *Hort. cliff.* 501. \* *Roy.*  
*lugdb.* 300.  
*Habitat in Æthiopia.*
- peruvianus.* 3. ERINUS foliis lanceolato-ovatis ferratis.  
Lychnidea veronicæ folio, flore coccineo. *Few. peruv.*  
3. p. 25. f. 3.  
*Habitat in Peru.*
- laciniatus.* 4. ERINUS foliis laciniatis.  
Lychnidea verbenæ tenuifoliæ folio. *Few. peruv.* 3. p.  
35. t. 25.  
*Habitat in Peru.*

## BUCHNERA

- americana.* 1. BUCHNERA foliis dentatis oppositis.  
Cortusæ s. Verbasci species, caule non ramoso, flori-  
bus violaceis. *Gron. virg.* 74. \*  
*Habitat in Virginia, Canada.*
- afatica.* 2. BUCHNERA foliis integerrimis alternis.  
*Habitat in Zeylona, China.*  
Caulis ramis alternis, habitu Euphrasiæ, obtuse tetra-  
gonus. Folia lineari-lanceolata, scabra, integerrima,  
alterna, versus basin opposita. Spicæ longæ floribus al-  
ternis remotis. Calyces quinquepartiti, scabri: Tubus  
corollæ filiformis, calyce duplo longior, cervice incur-  
vato, stamina 4 includente; Limbus quinquefidus,  
purpureus; laciniis 2 superioribus brevissimis reflexis;  
tribus reliquis obovatis subæqualibus.

BRO-

## BROWALLIA.

1. BROWALLIA.
- Hort. cliff.*
318. t. 17.
- Hort. univ. americana*

rodové jméno

merica australi. ☉

druhový přívlastek

## LINNÆA.

4. LINNÆA floribus geminatis. *Fl. lapp.* 250. t. 12. f. borealis,  
4. *Hort. cliff.* 320. *Fl. succ.* 522. t. 1. *Mat. med.*  
517. *Roy. lugdb.* 236. *Hall. helv.* 608. *Segu. veron.*  
183. *Sauv. meth.* 137.  
Serpillifolia. *Buxb. act.* 2. p. 346. t. 21.  
Campanula serpillifolia. *Bauh. pin.* 93. *prodr.* 35. *Act.*  
*upf.* 1720. p. 96. t. 1.  
Nummularia norvegica, flore purpureo. *Kyll. act. dan.*  
2. p. 346. f. C.  
*Habitat in Sueciæ, Sibiria, Helvetia, Canada sylvis an-*  
*tiquis, muscosis, acerosis, sterilibus, umbrosis. b*

## SIBTHORPIA.

1. SIBTHORPIA foliis reniformi-subpeltatis crenatis. *europæa.*  
*Gen. nov.* 1099.  
Chrysoplenium cornubiense. *Pet. herb.* t. 6. f. 11.  
Allini spuria pusilla repens, foliis saxifragiæ aureæ. *Raj.*  
*angl.* 3. p. 352. *Pluk. alm.* 23. t. 7. f. 6.  
*Habitat in Cornubiæ, Devonix, Lusitaniæ udis agge-*  
*ribus.*
2. SIBTHORPIA foliis orbiculatis integris crenatis, pe- *africana.*  
dunculis solitariis. *Gen. nov.* 1099.  
Chrysoplenii foliis planta aquatica, flore flavo pentape-  
talo. *Shaw. afric.* 149. f. 149.  
*Habitat in Africa.*
3. SIBTHORPIA foliis reniformibus crenatis, peduncu- *peregrina.*  
lis geminis. *Gen. nov.* 1099.  
Planta. *Pluk. phyt.* 257. f. 5.  
*Habitat - - - -*

## LIMOSELLA.

1. LIMOSELLA. *Fl. lapp.* 249. *Fl. succ.* 521. *Hall. aquatica.*  
*helv.* 629. *Dalib. paris.* 193.  
Limosella annua. *Lind. als.* 156. t. 5.  
Plantaginella. *Hall. jen.* 23. t. 6. f. 2.  
Plantaginella palustris. *Bauh. pin.* 190. *Morif. hist.* 3.  
p. 605. f. 15. t. 2. f. 1

R r 4

Sper-

# Úvahy o vývoji organismů?

## BETA.

- maritima.* 1. BETA caulibus decumbentibus.  
Beta caulibus decumbentibus, foliis triangularibus petiolatis. *Mill. dict.*  
Beta sylvestris maritima. *Baub. pin. 118. Raj. angl. 4. p. 127.*  
*Habitat in Angliæ, Belgii littoribus maris.*
- vulgaris.* 2. BETA caule erecto.  
Beta. *Hort. cliff. 83. Hort. ups. 56. Mat. med. 113. Roy. lugdb. 220.*
- rubra.* α. Beta rubra vulgaris. *Baub. pin. 118.*  
β. Beta rubra major. *Baub. pin. 118.*  
γ. Beta rubra, radice rapæ. *Baub. pin. 118.*  
δ. Beta lutea major. *Baub. pin. 118.*  
ε. Beta pallide virens major. *Baub. pin. 118.*
- Cicla.* ζ. Beta alba vel pallefcens, quæ Cicla officinarum. *Baub. pin. 118.*  
η. Beta communis viridis. *Baub. pin. 118.*
- Habitat - - - - , ♂, forte a maritima, in exoticiis, prognata.*



Obr. 2.1. Členění rodu řepa (*Beta*) v Linnéově díle *Species plantarum*, 2. vydání, 1763.  
(Dnes označována jako řepa obecná (*Beta vulgaris*) se subspp. *maritima*, *cicla* a *vulgaris*.)



Linné provedl první experiment s **mezidruhovou hybridizací** (u kozí brady)

Znal i další mezidruhové hybridy

Hybridizaci považoval za způsob generování rostlinné variability

*Tragopogon pratensis* (nahore vpravo); *T. porrifolius* (nahore uprostřed); *T. ×mirabilis* (ostatní) (Krahulec et al. 2005)

# Hybridizační experimenty



Joseph G. Kölreuter  
(1733-1806)



*Nicotiana rustica*  
(tabák indický)

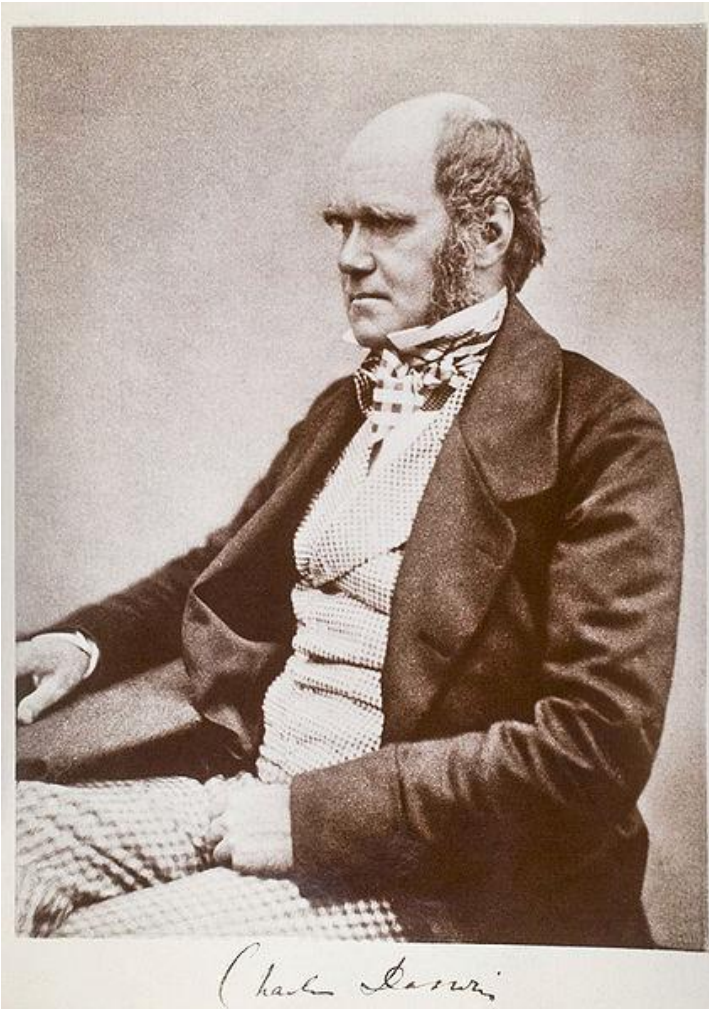
X



*Nicotiana paniculata*

- zaznamenal sterilitu hybridů
- zaznamenal, že znaky hybridů jsou na polovině mezi rodiči

# Přírodní výběr, Darwin a Wallace



Ch.R. Darwin (1809-1882)



A.R. Wallace (1823-1913)

# Přírodní výběr (hlavní myšlenky)

*Každoročně se zrodí více bytostí, než kolik dokáže přežít*

*Každá nepatrná vlastnost, která přispěje ke zvýšení vitality jedince a jeho potomků jim zvýší šanci na přežití*



# Darwin



- považuje popisování druhů pouze **za praktickou činnost** (podle míry podobnosti)
- obtížné rozhodování o druzích v polymorfních rodech jako jsou ostružiník (*Rubus*), růže (*Rosa*) a jestřábník (*Hieracium*) nebo dub (*Quercus*)
- rozdíly mezi druhy lze často přičíst nedostatečnému poznání rodů
- Darwin nenabízí definici druhu
- navrhuje **přirozený klasifikační systém založený na příbuznosti organismů – hierarchie**



# Pojetí druhu (19. století)

- hybridizační experiment (Kölreuter)
- testy potomstev (Jordan)



# Hybridizační experimenty



J.G. Kölreuter  
(1733-1806)



*Nicotiana rustica*  
(tabák indický)

X



*Nicotiana paniculata*

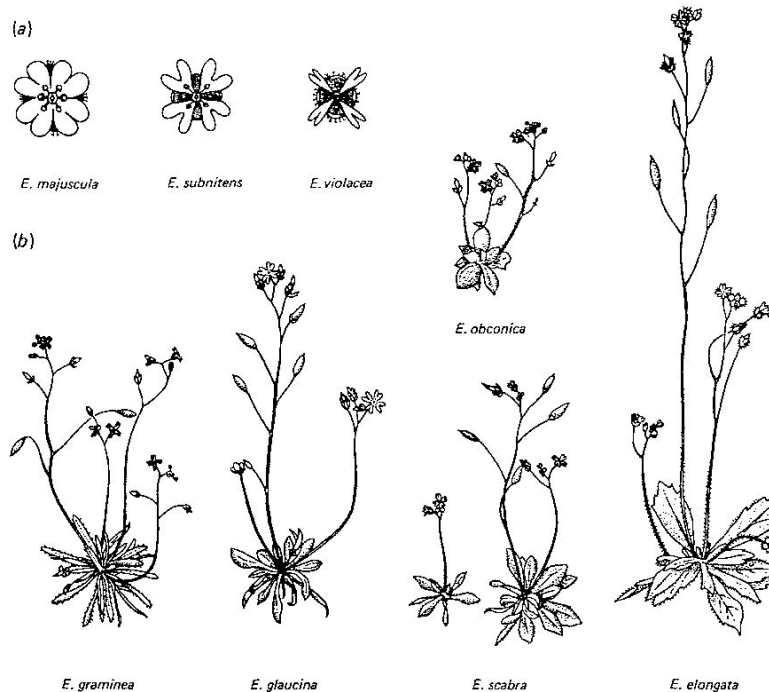
- zaznamenal sterilitu hybridů
- zaznamenal, že znaky hybridů jsou na polovině mezi rodiči

# Elementární druhy, „Jordanons“



Alexis Jordan  
(1814-1897)

- testy potomstev jako hlavní kritérium pro druh
- autogamní rostliny vytváří linie
- *Erophila*, *Capsella*, *Arabidopsis*



www.NATURFOTO.cz  
© Ivan Bilek

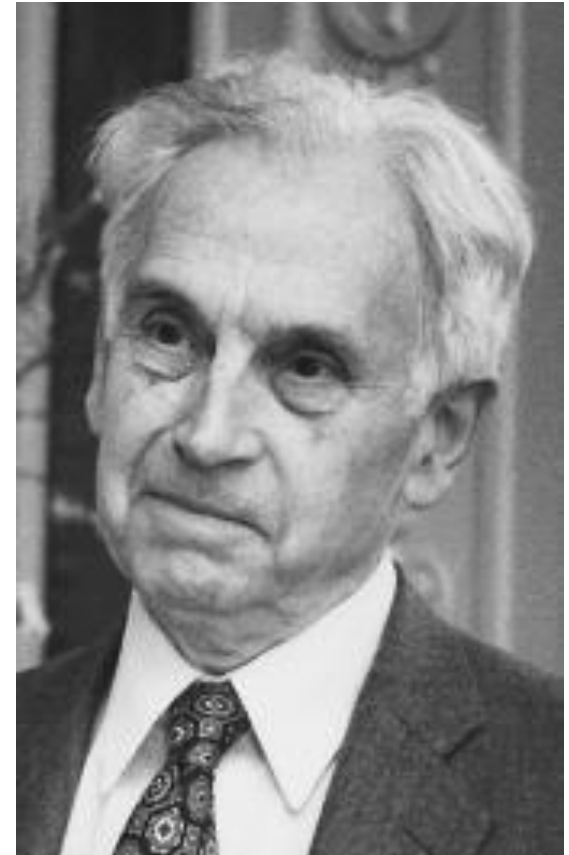
Tabulka 2.1. Počty „elementárních druhů“ u různých taxonů, které publikoval Jordan v roce 1864

|                                  |    |                                 |    |
|----------------------------------|----|---------------------------------|----|
| Husníček ( <i>Arabis</i> )       | 23 | Štěněník ( <i>Iberis</i> )      | 23 |
| Dvojitýček ( <i>Biscutella</i> ) | 21 | Pryskyřík ( <i>Ranunculus</i> ) | 25 |
| Osívka ( <i>Erophila</i> )       | 53 | Zluřička ( <i>Thalictrum</i> )  | 47 |
| Trýzel ( <i>Erysimum</i> )       | 26 | Penízek ( <i>Thlaspi</i> )      | 21 |

# E.W. Mayr (20.století)

## **Biologické pojetí druhu:**

*skupina aktuálně nebo potenciálně se křížících populací, jež jsou reprodukčně izolovány od jiných takových skupin (Mayr 1942)*



(1904-2005)

**omezená testovatelnost** BDD

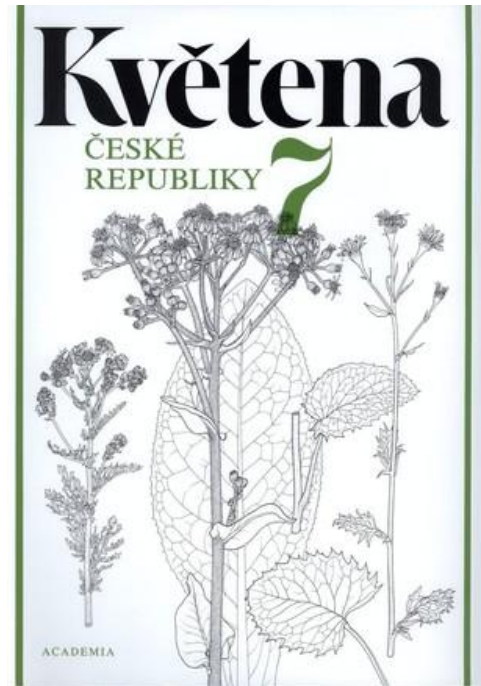
**častá hybridizace** zcela nepodobných rostlin (co je izolovaná skupina?)

# Druh shrnutí

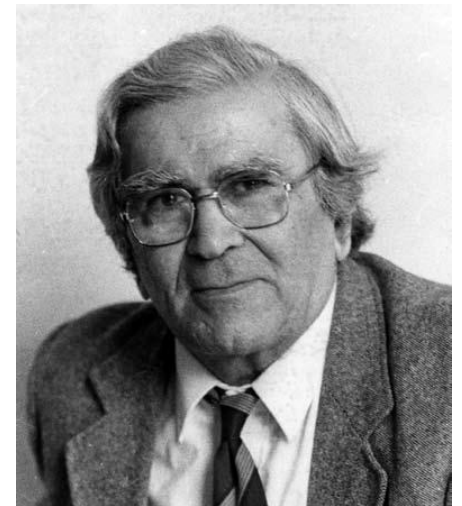
- **Ray a Linné** – druhy Bohem dané ohraničené přirozené kategorie
- **Darwin** – důraz na proměnlivost; rod, druh pouze užitečné abstrakce, které reálně neexistují
- **současní taxonomové** – rod abstrakce, druhy „reálně existují“ (vycházejí z biologické definice druhu)

# Fyletická klasifikace

- rekonstruuje fylogenezi organismů
- **organismy jedné skupiny mají společného předka, který je zahrnut**
- hierarchický systém rostlin (třída, řád, čeleď, rod)
- váží znaky (schází metodologie, cit)
- Květena ČR



Arthur J. Cronquist  
(1919-1992)



Armen Tachtadžjan  
(1910-2009)

# Kladistika

- poslední 20 let
- hlavní nástroj pro hledání fylogenetických vztahů na základě molekulárních a morfologických dat
- „**Angiosperm Phylogeny Group**“ (APG) první práce v roce 1998
- z jejich práce a přístupu vychází prezentovaný systém

*Botanical Journal of the Linnean Society, 2003, 141, 399–436. With 1 figure*

---

## **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II**

THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP\*

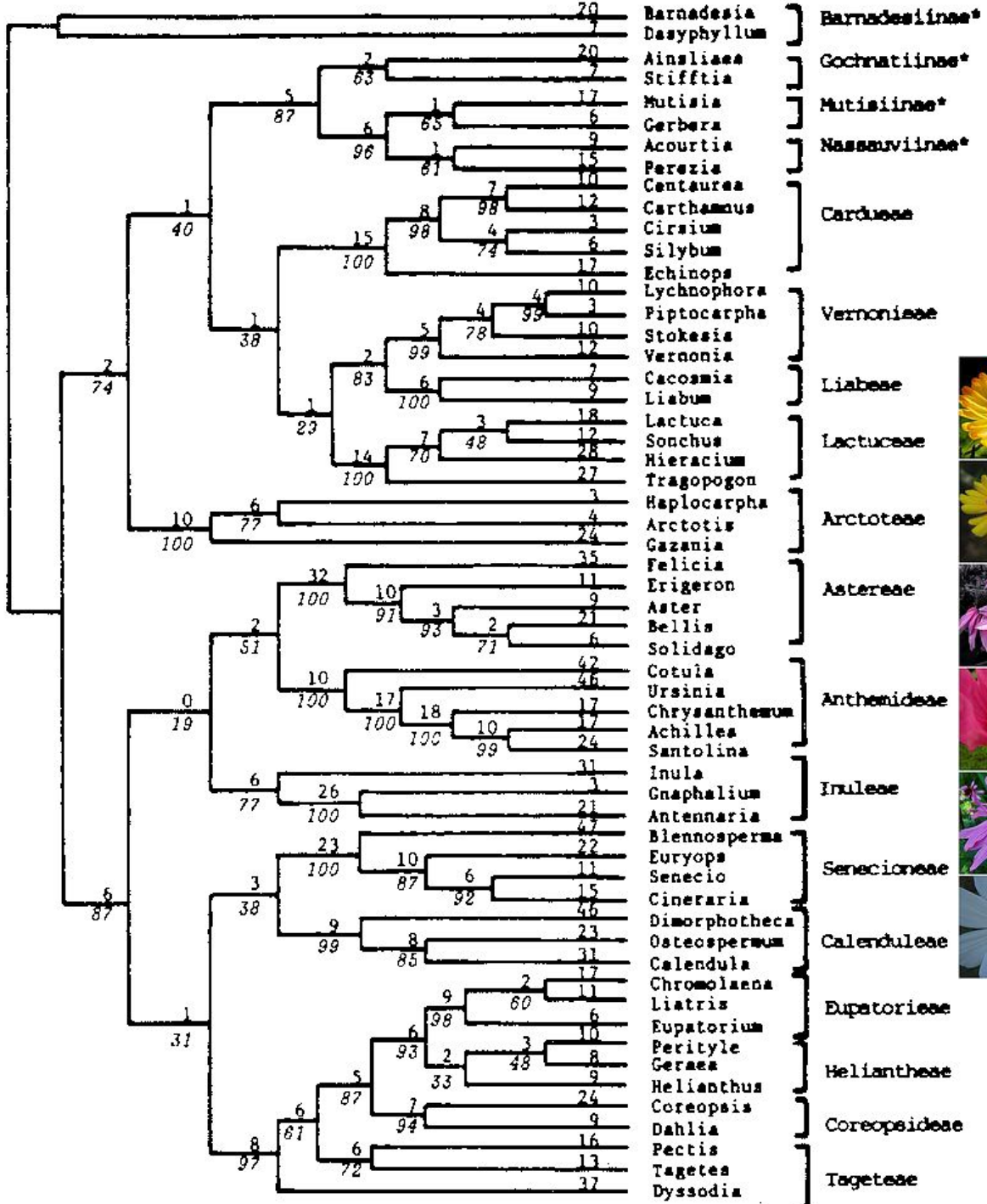
*Received June 2002; accepted for publication December 2002*



# Kladogram

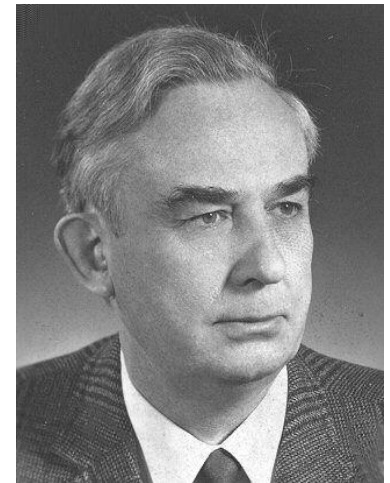
## Asteraceae

12



# Metody kladistiky

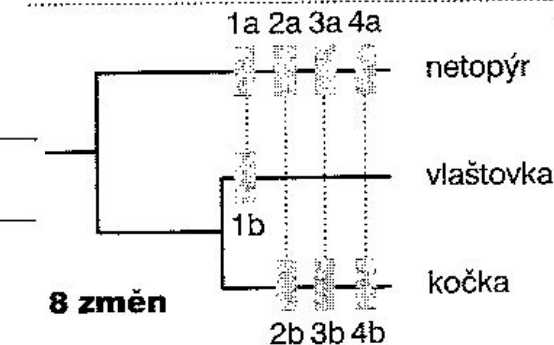
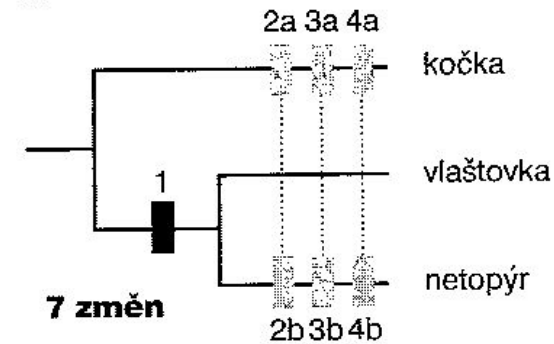
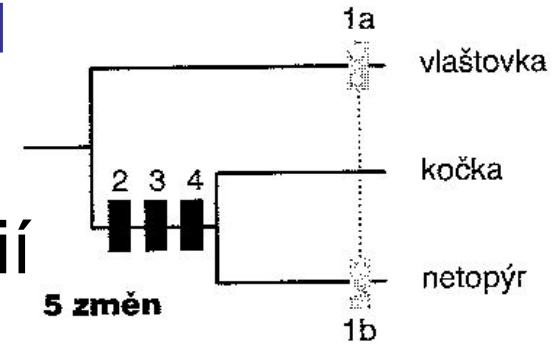
Willi Henning  
1913-1976



- **klady** = fylogenetické linie (větve)
- klasifikace na základě evolučních novinek
- rozlišujeme znaky původní a odvozené (**pleziomorfie a apomorfie**)
- významný vklad molekulární markery

# Tvorba kladogramu

- s každou podobností počítá jako potenciální apomorfií nebo pleziomorfií
- metoda maximální parsimonie (úspornosti) = snaží se o co nejjednodušší fylogenezi
- snaží se najít co nejúspornější řešení konfliktu znaků



- 1 = „létadlo“
- 2 = bezjaderné červené krvinky
- 3 = mléčné žlázy
- 4 = srst

|                            | vlaštovka | netopýr | kočka |
|----------------------------|-----------|---------|-------|
| „létadlo“                  | ano       | ano     | ne    |
| bezjaderné červené krvinky | ne        | ano     | ano   |
| mléčné žlázy               | ne        | ano     | ano   |
| srst                       | ne        | ano     | ano   |

# Mezinárodní kód botanické nomenklatury

- od začátku 20. století
- „právníká“ příručka
- sjednocuje **pravidla pojmenování** rostlin a určuje, které jméno taxonu je platné
- latinská jména (i pokud mají např. řecký původ)
- druh prizmatem herbářové položky

## příklad

- *Thymus pulegioides* L.
- *Thymus pulegioides* subsp. *montanus* (Waldstein et Kitaibel) Ronniger in Hayek

# Mezinárodní kód botanické nomenklatury

- vztahuje se **také** na **nižší rostliny** (řasy) a **houby**
- nomenklatorický typ = herbářová položka
- princip priority (výchozí bod = Species Plantarum 1753)
- jakýkoli taxon musí být platně (validně) uveřejněn

## příklad

- *Hypericum fallax* Grimm 1767 je synonymem pro *Hypericum maculatum* Crantz 1763

# Mezinárodní kód botanické nomenklatury

| Vedecký názov            | Slovenský názov         | Koncovka                           |
|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| <b>regnum</b>            | <b>ríša</b>             |                                    |
| subregnum                | podríša                 |                                    |
| <b>Divisio (phyllum)</b> | <b>oddelenie (kmeň)</b> | <b>-phyta</b>                      |
| subdivisio (subphyllum)  | pododdelenie (podkmeň)  | -phytina                           |
| <b>classis</b>           | <b>trieda</b>           | <b>-opsida</b>                     |
| subclassis               | podtrieda               | -idae                              |
| <b>Ordo</b>              | <b>rad</b>              | <b>-ales</b>                       |
| subordo                  | podrad                  | -ineae                             |
| <b>familia</b>           | <b>čelad'</b>           | <b>-aceae</b>                      |
| subfamilia               | podčelad'               | -oideae                            |
| Tribus                   | tribus                  | -eae                               |
| subtribus                | podtribus               | -inae                              |
| <b>Genus</b>             | <b>rod</b>              | <b>(napr. <i>Thymus</i>)</b>       |
| subgenus                 | podrod                  |                                    |
| Sectio                   | sekcia                  |                                    |
| subsectio                | podsekcia               |                                    |
| Series                   | séria                   |                                    |
| subseries                | podséria                |                                    |
| <b>SPECIES</b>           | <b>DRUH</b>             | <b>(<i>Thymus pulegioides</i>)</b> |
| subspecies               | poddruh                 |                                    |
| varietas                 | varieta                 |                                    |
| subvarietas              | podvarieta              |                                    |
| Forma                    | forma                   |                                    |
| subforma                 | podforma                |                                    |

# Systematika - shrnutí

- Hierarchický klasifikační systém
- Fyletika, Fenetika, Kladistika
- Molekulární metody
- Vědecká nomenklatura