



# System a evoluce vyšších rostlin

## Úvodní přednáška

### Petr Bureš



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

K úspěšnému absolvování  
musíte prokázat znalosti ve  
dvou (třech) krocích:

A. poznávací test

B. písemná zkouška

(C. absolvovat cvičení)

# A. Poznávka

(10 druhů, probíhá zpravidla ústně)

= nutná nikoli dostatečná podmínka

Odpořed' na kařždý z 10 objektů sestává ze jména druhu a zařrazení do řeledi

Za jeden objekt je max. 5 bodů

Př.1. lipnice luční (*Poa pratensis*), lipnicovitě (*Poaceae*) = 5 b.

Pravidlo ř. 1. vědecká nomenklatura přebíjí řeskou, za kterou je méně bodů

Př.2. *Poa pratensis*, *Poaceae* = 5 b. (=3+2)

Př.3. lipnice luční, lipnicovitě = 3 b. (=2+1)

Př.4. lipnice, lipnicovitě = 2 b. (=1+1)

Př.5. *Poa*, *Poaceae* = 3,5 b. (=1,5+2)

Př.6. *Poa pratensis*, lipnicovitě = ?

Pravidlo č. 2: jeden pokus navíc - jedenáctý je doplňkový (jednou lze mít úplné okno)

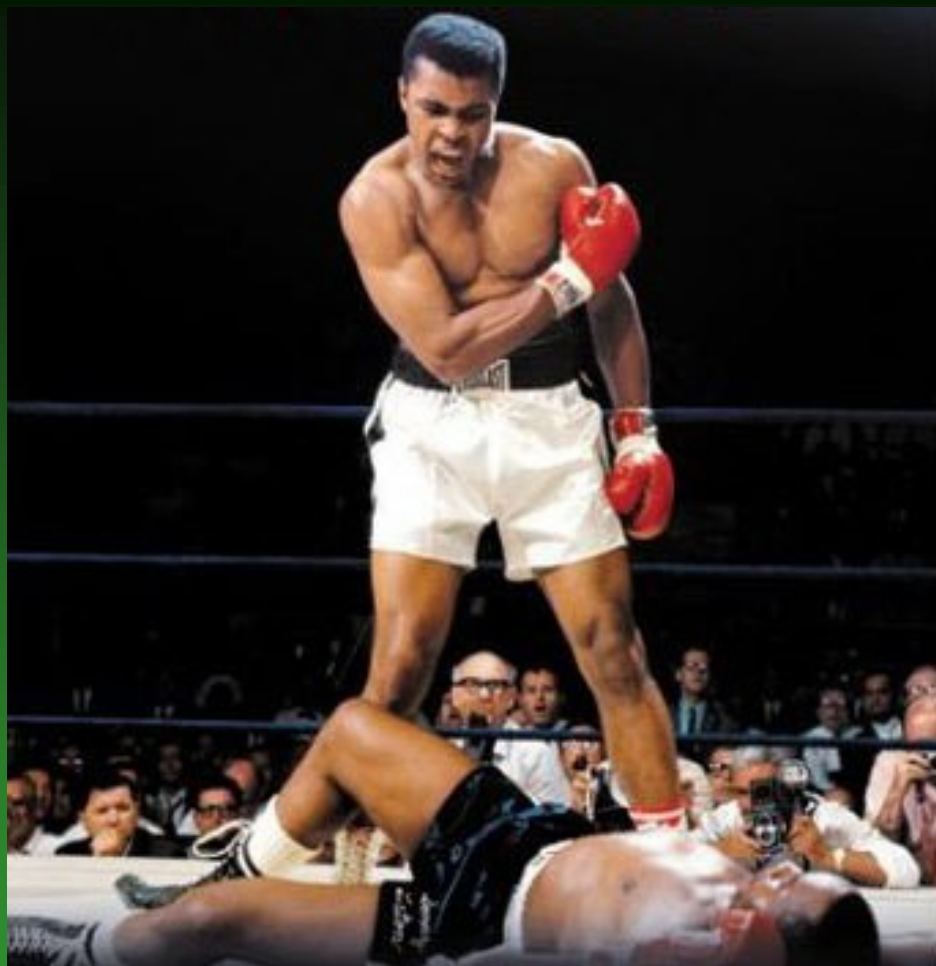
Bodování:

48-50(-55)	~ A	(platí 1 rok)
43,5-47,5	~ B	(platí půl roku)
39-43	~ C	(platí 3 měsíce)
34,5-38,5	~ D	(platí 1 měsíc)
30-34	~ E	(platí 2 týdny)
< 30	~ F	

Při každém termínu zkoušení je potřeba nechat si v případě neúspěchu u písemky písemně potvrdit úspěšné absolvování poznávačky !!!

## Pravidlo č. 3: „Náhlá smrt“

= odpovíte-li na 5 prvních objektů zcela bezchybně, jste okamžitě vyhozeni s hodnocením „A“



Pravidlo č. 4: Studentům, kteří v předmětu terénní cvičení z botaniky obdrží v závěrečném přezkoušení hodnocení A je poznávací test odpuštěn.

Toto odpuštění platí jeden rok.

Pokud není terénní cvičení klasifikováno, zhotovte si seznam studentů a známek a nechte podepsat zkoušejícím !!!

Důležité upozornění: „poznávačka“ je způsob jak přinutit zejména budoucí učitele, aby se naučili základní druhy a nebáli se chodit se svými studenty do terénu.

Neznamená to, že budou podobnou praxi aplikovat na všechny středoškolské studenty ve Vaší budoucí pedagogické práci !!!

# **B. Vlastní zkouška**

**(probíhá zpravidla písemně)**



# Písemka = testové otázky (základ je 100 bodů)

$$\text{Známka} = 1 + (100 - B) * 0,055$$

## Příklady otázek

20. Lingula = pajazyček se v rámci plavuní **nevyskytuje** u třídy .....

21. Na **vnitřní straně listu šidlatek** se v bazální pochvatě rozšířené části nachází ....., v ní je ponořeno ..... a nad ní vyrůstá dobře patrný .....

23. **Ke každému** pojmu ze sloupce B přiřadte správně **právě jeden** taxon ze sloupce A

sloupec A	sloupec B
Picea abies	
Taxus baccata	galbulus
Thuja	
Williamsonia	pylové zrno se dvěma vzdušnými vaky
Ginkgo biloba	
Juniperus communis	šupinovité listy
Ceratozamia mexicana	
Cycas revoluta	míšek - epimatium

24. **Ke každému** stanovišti ze sloupce B přiřadte správně **právě jeden** taxon ze sloupce A

sloupec A	sloupec B
Suchopýr pochvatý	
Asplenium ruta-muraria	rašeliniště
Poa nemoralis	
Stipa joanis	stepní lokality jižní Moravy
Melica nutans	
Pinus mugo	vápencové skály
Luzula nemorosa	
Lathyrus vernus	horní hranice lesa

A ~ 96–100 b.

B ~ 87–95 b.

C ~ 78–86 b.

D ~ 69–77 b.

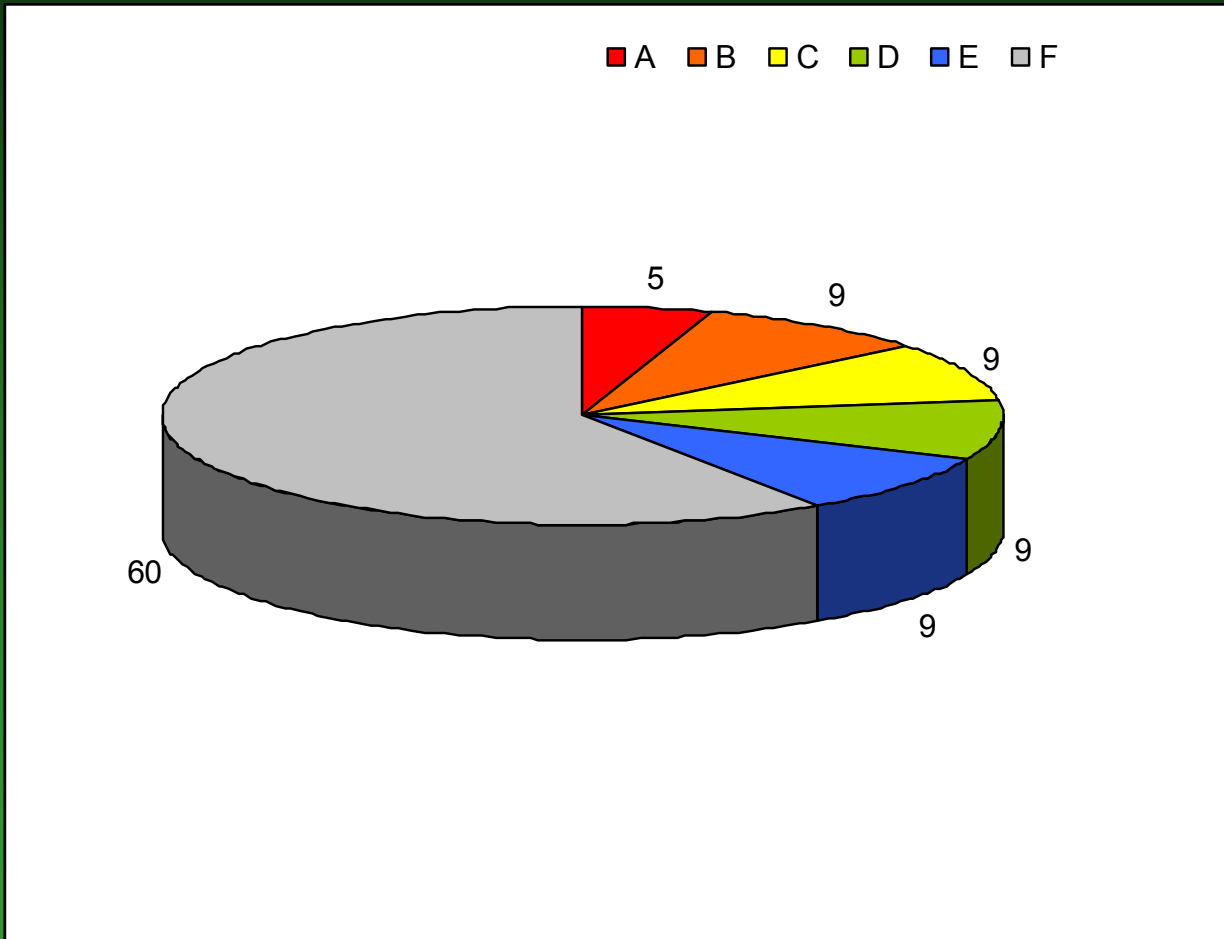
E ~ 60–69 b.

F ~ < 60 b.

tipovat se  
nedá, ani  
dlouze  
přemýšlet!

# Písemka vychází ze 100 bodů

$$\text{Známka} = 1 + (100 - \text{počet bodů}) * 0,055$$



A ~ 96–100 b.

B ~ 87–95 b.

C ~ 78–86 b.

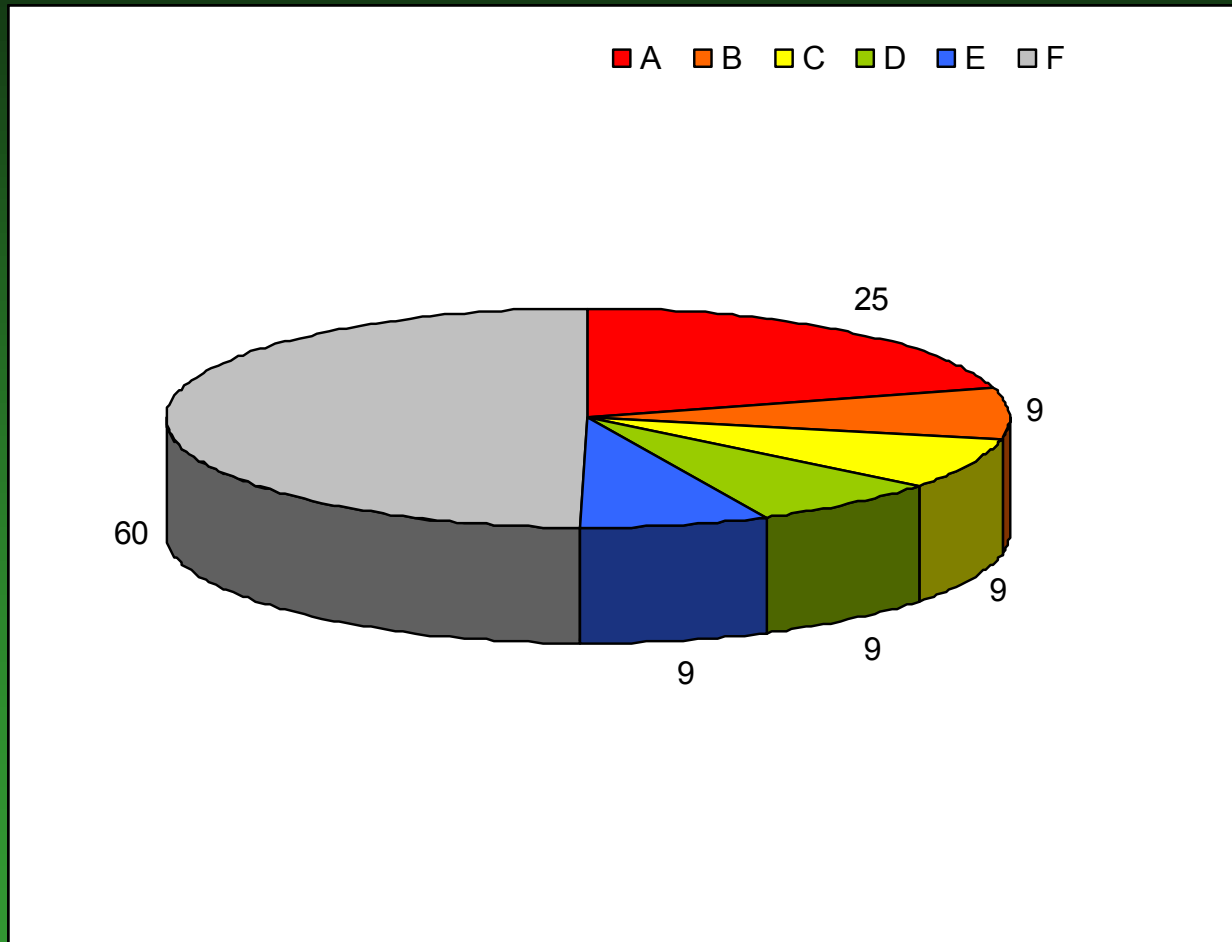
D ~ 69–77 b.

E ~ 60–69 b.

F ~ < 60 b.

„úzká“  
jednička

Písemka má 20 „opravných pokusů“  
celková suma bodů nebude 100, nýbrž **120** !



**A ~ 96–120 b.**

**B ~ 87–95 b.**

**C ~ 78–86 b.**

**D ~ 69–77 b.**

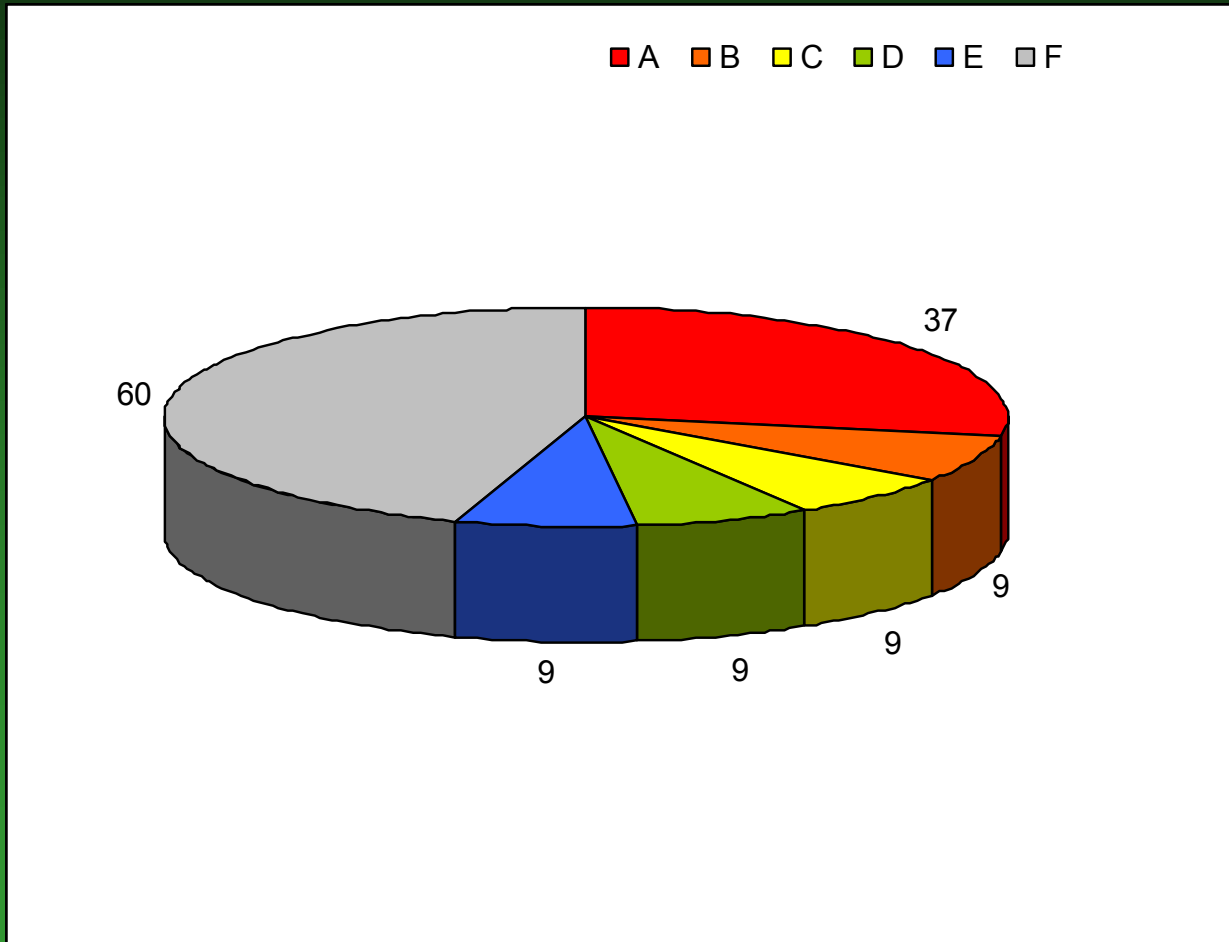
**E ~ 60–69 b.**

**F ~ < 60 b.**

„široká“ jednička  
=> 20krát se lze  
beztrestně splést

# Písemka = testové otázky

za aktivitu na přednášce dalších až **20 bodů předem !**



**A ~ 96–140 b.**

**B ~ 87–95 b.**

**C ~ 78–86 b.**

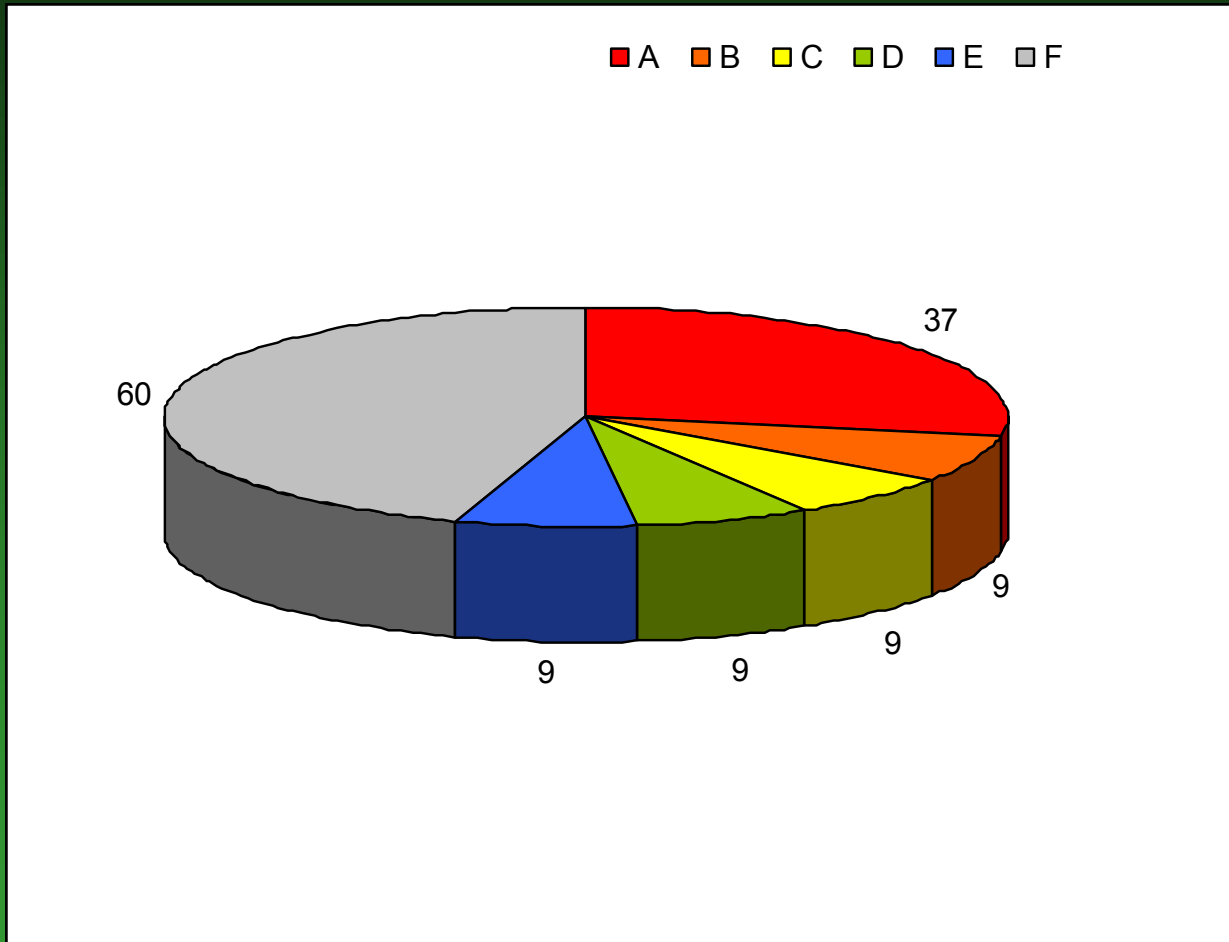
**D ~ 69–77 b.**

**E ~ 60–69 b.**

**F ~ < 60 b.**

# Písemka

Kvalitním studentům umožní získání jedničky či jiné dobré známky bez rizika a bez stresu



**A ~ 96–140 b.**

**B ~ 87–95 b.**

**C ~ 78–86 b.**

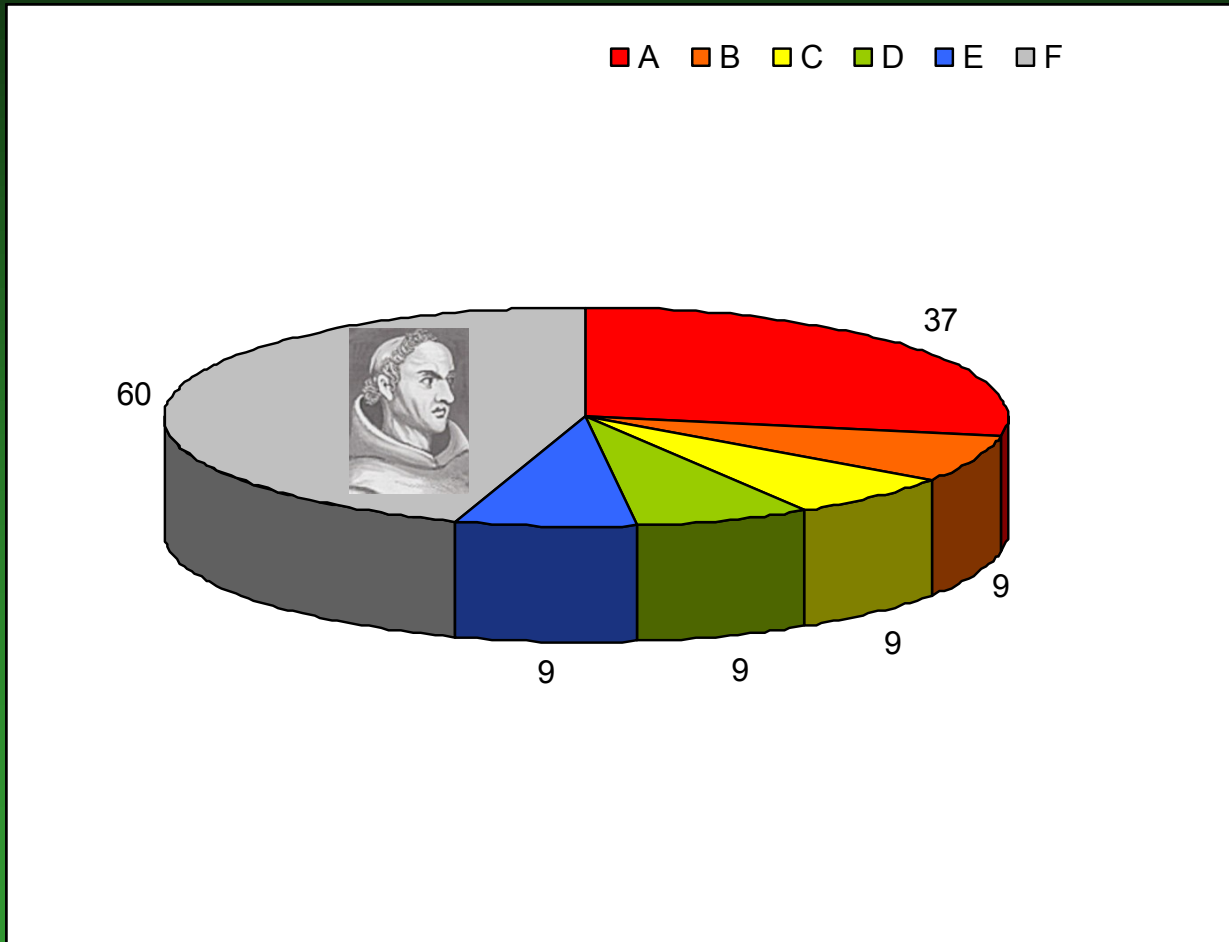
**D ~ 69–77 b.**

**E ~ 60–69 b.**

**F ~ < 60 b.**

# Písemka

Je „Occamovou břitvou“, která s jistotou odřízne ty, kteří neznají ani středoškolskou botaniku



A ~ 96–140 b.

B ~ 87–95 b.

C ~ 78–86 b.

D ~ 69–77 b.

E ~ 60–69 b.

F ~ < 60 b.

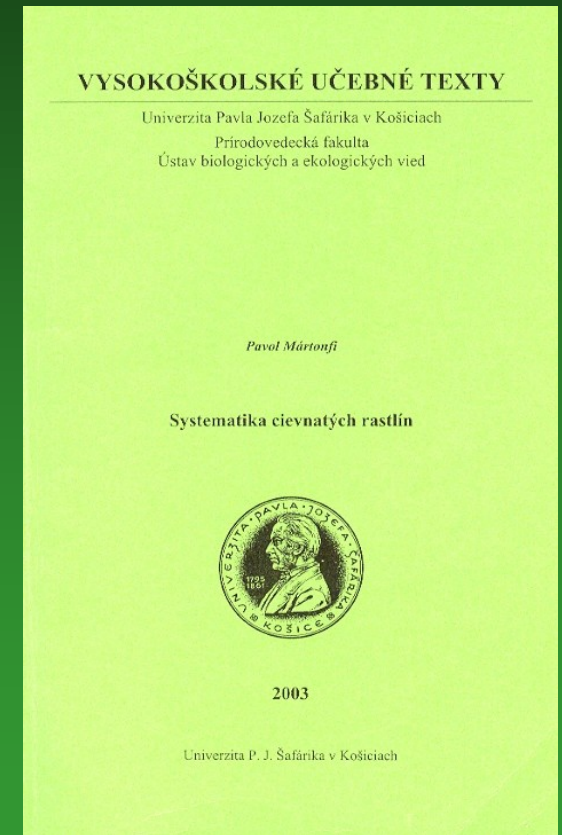
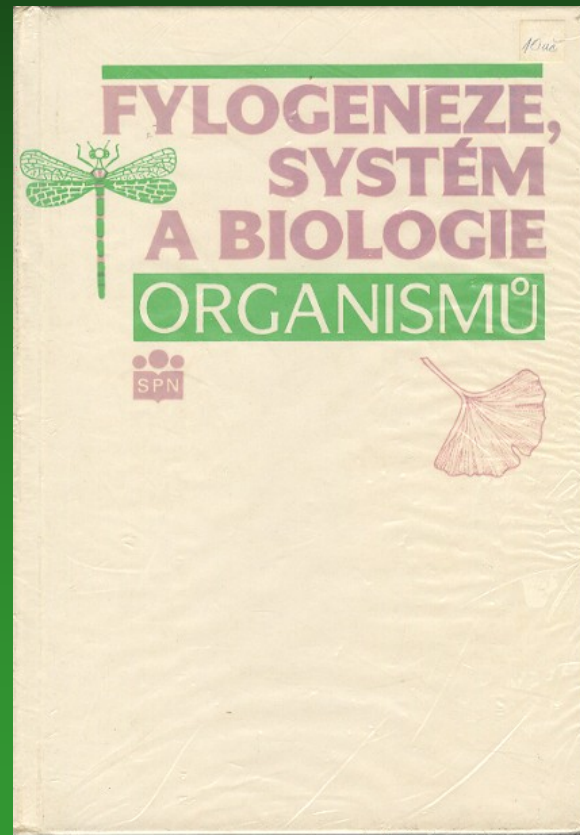
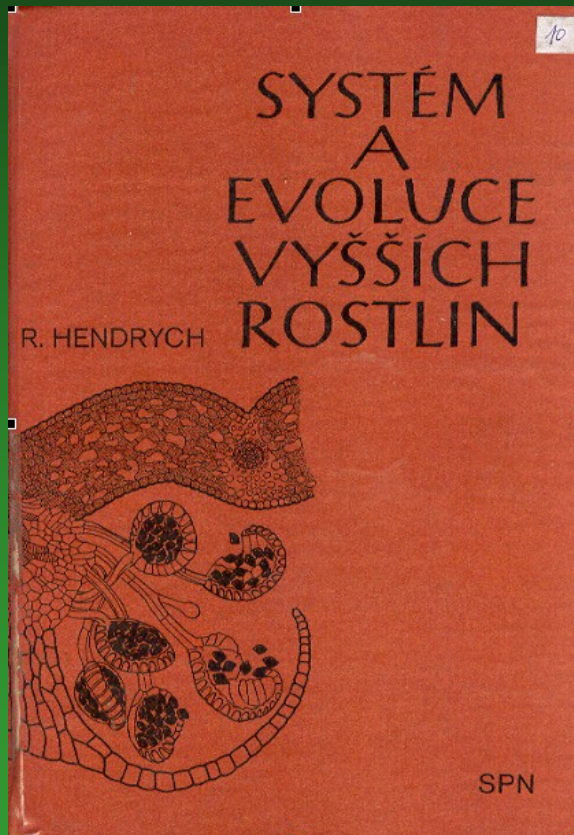


# Klasická studijní literatura

Hendrych R.: *System a evoluce vyšších rostlin*. – SPN, Praha, 1977.

Smejkal M.: *System a evoluce vyšších rostlin*. – In: Rosypal S. et al.: *Fylogeneze, system a biologie organismů*. SPN, Praha, 1992, p.205-350.,

Mártonfi P.: *Systematika cievnatých rastlín*. – UPJŠ, Košice, 2003.



**Základem přípravy na zkoušku je přednáška !**

**Petr Bureš: Prezentace přednášky System a evoluce vyšších rostlin - část 1.**

# Elektronické studijní materiály a ostatní podklady

1. Tématický přehled cvičení:

[http://botzool.sci.muni.cz/study/system\\_vyssich\\_cvika/](http://botzool.sci.muni.cz/study/system_vyssich_cvika/)

2. Požadavky k zápočtu ze cvičení:

[http://sci.muni.cz/~pvesely/vyuka/cviko\\_zapocet.htm](http://sci.muni.cz/~pvesely/vyuka/cviko_zapocet.htm)

3. Pokyny ke zhotovení morfologického herbáře:

<http://sci.muni.cz/~pvesely/vyuka/morfoherbar.htm>

4. Seznam druhů k poznávačce (povinné pensum):

<http://www.sci.muni.cz/botany/studium/penzumvr.htm>

5. Příprava na poznávačku:

<http://www.sci.muni.cz/botany/studium/herbarium/>

Deyl & Hísek: Naše květiny

Studijní herbáře na „Podpěrově náměstí“

6. Přednáškové prezentace (starší verze):

<http://www.sci.muni.cz/botany/bures/vysrost/vysrost.htm>

7. Doplnkové studijní materiály ke krytosemenným

<http://www.sci.muni.cz/botany/grulich/krytosem/krytosem.htm>

8. Syllabus a použitý systém

<https://is.muni.cz/auth/el/1431/jaro2011/Bi2030/um/Syllabus2011.doc?fakulta=1431;obdobi=4966;kod=Bi2030>



**Systematická biologie je věda o rozmanitosti**  
(= variabilitě, = diverzitě) **organizmů**

tuto **rozmanitost se snaží**

**1. registrovat** = identifikovat, popsat, pojmenovat

(i) taxonomie a (ii) nomenklatura

**2. kauzálně ji vysvětlovat** = objasňovat její příčiny a  
následky

(iii) evoluční biologie rostlin = biosystematika a (iv)  
fylogenetika rostlin

prvoplánový cíl systematiky = vytvořit a spravovat  
**klasifikační systém**

# Základním analytickým a klasifikačním prvkem systematiky je znak

typ znaku

příklad

morfologický

počet tyčinek



# Základním analytickým a klasifikačním prvkem systematiky je znak

typ znaku

příklad

**morfologický**

počet tyčinek

**anatomicko-cytologický**

přítomnost pyrenoidu v buňkách

**chemický**

přítomnost alkaloidů

**karyologický**

počet chromosomů

**molekulární**

sekvence nukleotidů

**genetický**

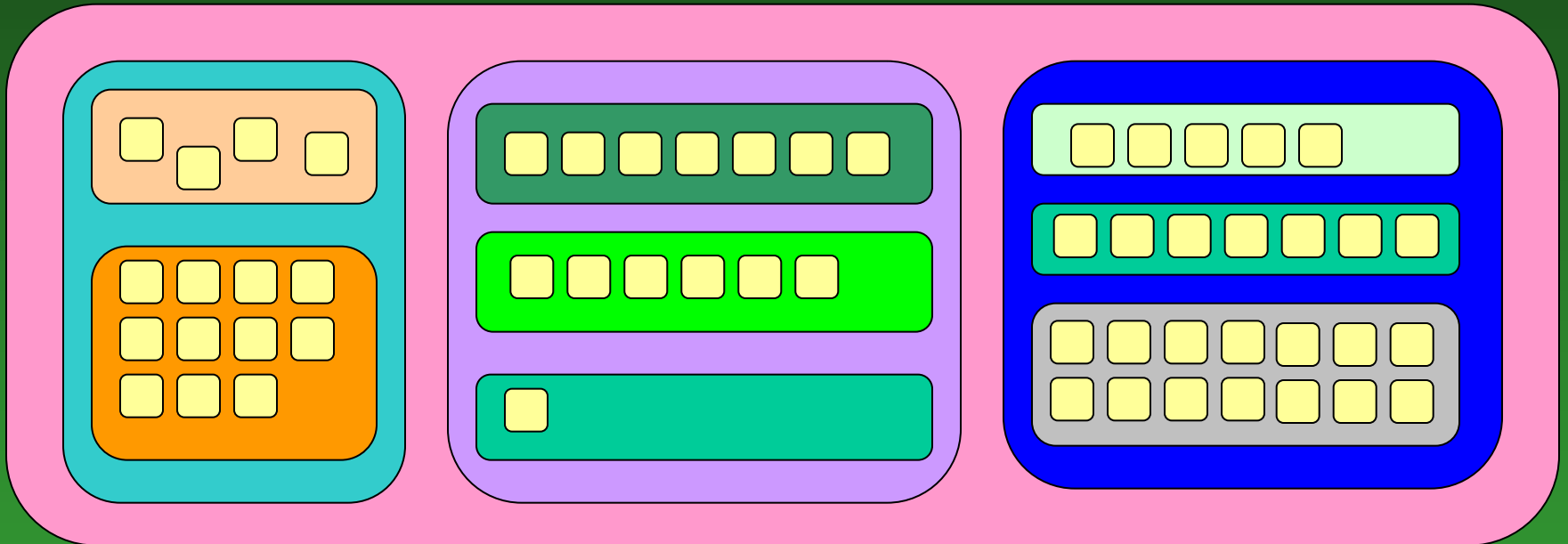
vzájemná křížitelnost

# Klasifikační systém je hierarchický

objektem klasifikace jsou druhy

kategorie vzniklé tříděním = logické třídy = jednotky

druh je také takovou jednotkou, tou nejdůležitější

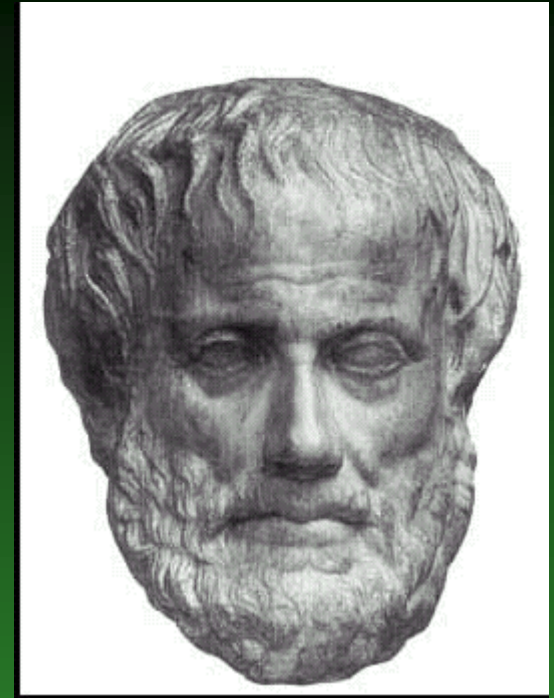


Tvůrcem metody hierarchické klasifikace je řecký filosof Aristoteles.

Vytvořil tímto způsobem první systém živočichů v díle *Historia animalium*.

Klasifikace je základním typem strukturovaného myšlení.

Klasifikace je součástí metod každé vědy = umožňuje deduktivní vyvození vlastností objektů už z pouhé příslušnosti k nadřazené jednotce.



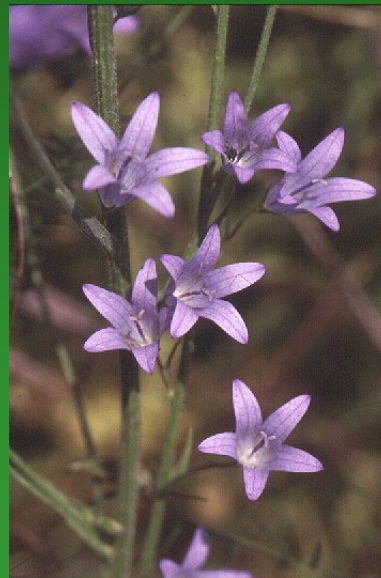
**Aristoteles**

384 - 322 B. C.

# Jednotky a taxony

Hierarchické úrovně klasifikačního systému nazýváme **jednotky** – např. čeleď, řád, atd. tedy pojmy abstraktní.

Naproti tomu konkrétní obsah takové jednotky nazýváme **taxon** – např. *Ranunculaceae*, *Campanulales*, *Anemone nemorosa*, atd.

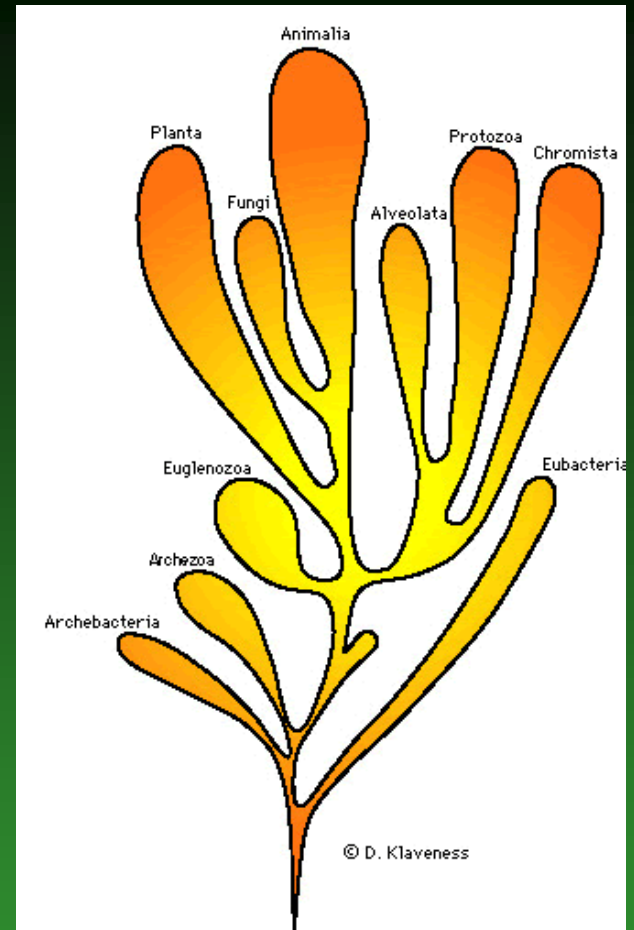


# System je evoluční

Když poštovní známky třídíme podle země původu, stáří, zobrazeného motivu, poškození, velikosti, tvaru, pokaždé dostaneme jiný výsledek – jiný klasifikační systém – závislý na klasifikátorovi.

**Evoluční systém** organismů – kritérium klasifikace = evoluční příbuznost

Vychází z principu, že znaky, které druhy nesou, vznikly v evoluci postupně



# Míra evoluční příbuznosti

Míra evoluční příbuznosti dvou taxonů je v hierarchii logických tříd dána nejnižším možným stupněm nadřazeného taxonu do něž patří oba tyto taxony.



Posloupnost hlavních taxonomických úrovní je od nejvyšší: říše – podříše – oddělení – třída – řád – čeleď – rod – druh.



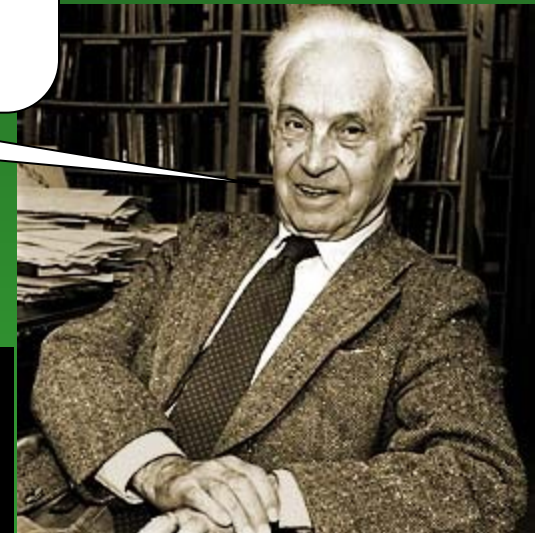
# Druhy

Základními **objekty** klasifikace organizmů.

**Existují reálně** = nezávisle na klasifikátorech.

“druh je soubor aktuálně nebo potenciálně se křížících populací oddělených reprodukční bariérou od ostatních takových souborů“

**Ernst Mayr**  
1904–2005  
americký  
ornitolog



To lze vztáhnout jen na sexuálně se množící **biparentální organismy**. Takových je většina např. mezi živočichy. U rostlin splňují toto kritérium pouze rostliny obligátně allogamické.

# Populace = soubor všech jedinců podílejících se aktuálně na nějakém společném genovém fondu

Genový fond populace je odlišný od genomu jedince a populace téhož druhu mají různé genofondy.

Procesy evolučních změn uvnitř druhu – v populacích = mikroevoluce



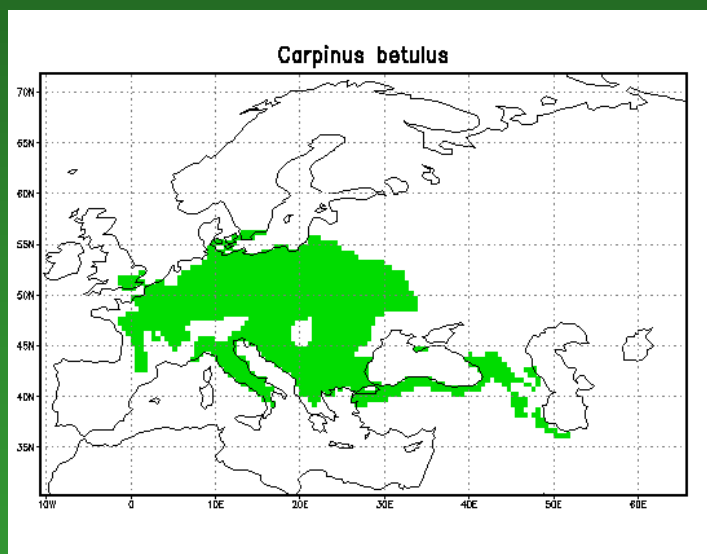
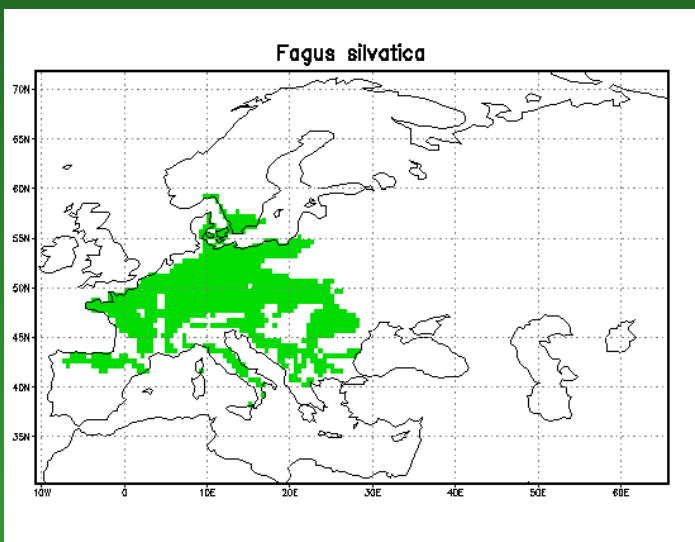
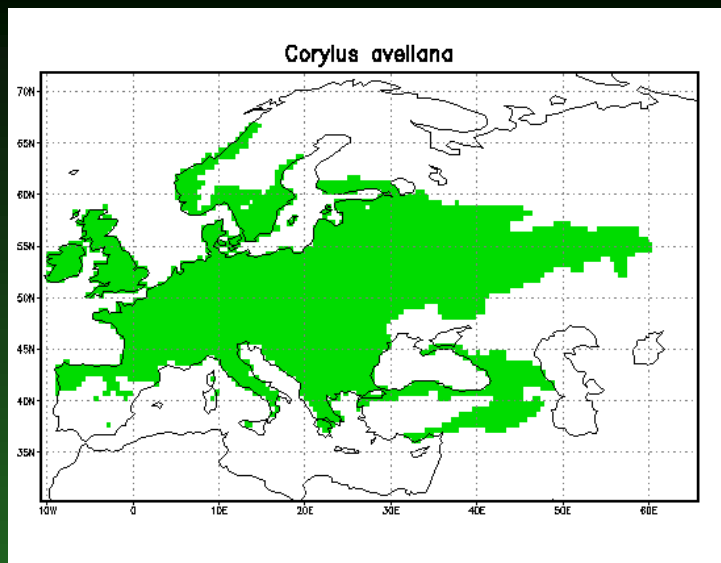
# **Druh u rostlin – kompromisní vymezení jednotky – vychází z koncepce biologického druhu**

- 1. Bariéra mezi rostlinnými druhy se může realizovat nejenom geneticky ale i třeba geograficky, ekologicky, altitudinálně, nebo temporálně (= potenciální křížitelnost).**
- 2. Rostlinný druh charakterizován morfologickou diskontinuitou vůči ostatním druhům (výjimka mezidruhová kříženci).**
- 3. Z hlediska praktického by měla být tato odlišnost zjistitelná pomocí běžně dostupných prostředků.**
- 4. Kombinace vymežujících (diagnostických) znaků druhu je dědičně stálá (geneticky podmíněná variabilita x fenotypová plasticita)**
- 5. Druh zaujímá geografický areál, alespoň zčásti vzniklý přirozeným způsobem.**
- 6. Druh je vázán na určitý typ prostředí – ekologickou niku.**

# Příklady nápadných ale sexuálně nedědičných odchylek



# Přirozené geografické areály druhů



# Dalším specifickým rysem evoluce rostlin je

rodozměna = střídání generací =

dva programy

1. jedinci gametofytního typu
2. jejich potomstvo = jiní jedinci sporofytního typu

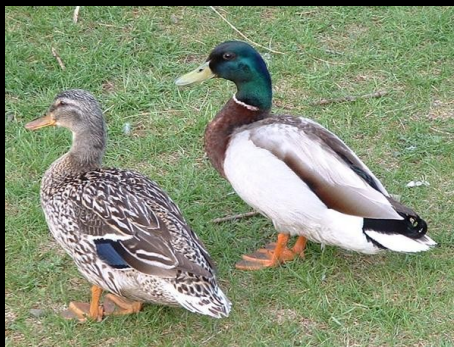
Živočichové jsou zpravidla odděleného pohlaví = gonochoristé = ♂ + ♀



© Jiří Bohdal

[www.naturfoto.cz](http://www.naturfoto.cz)

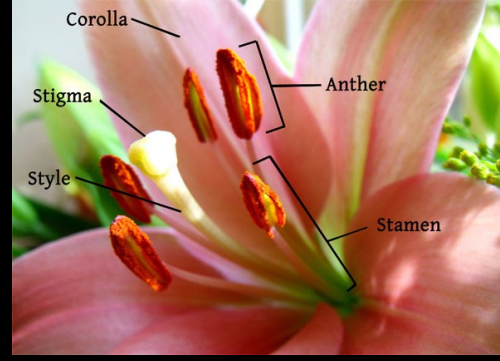
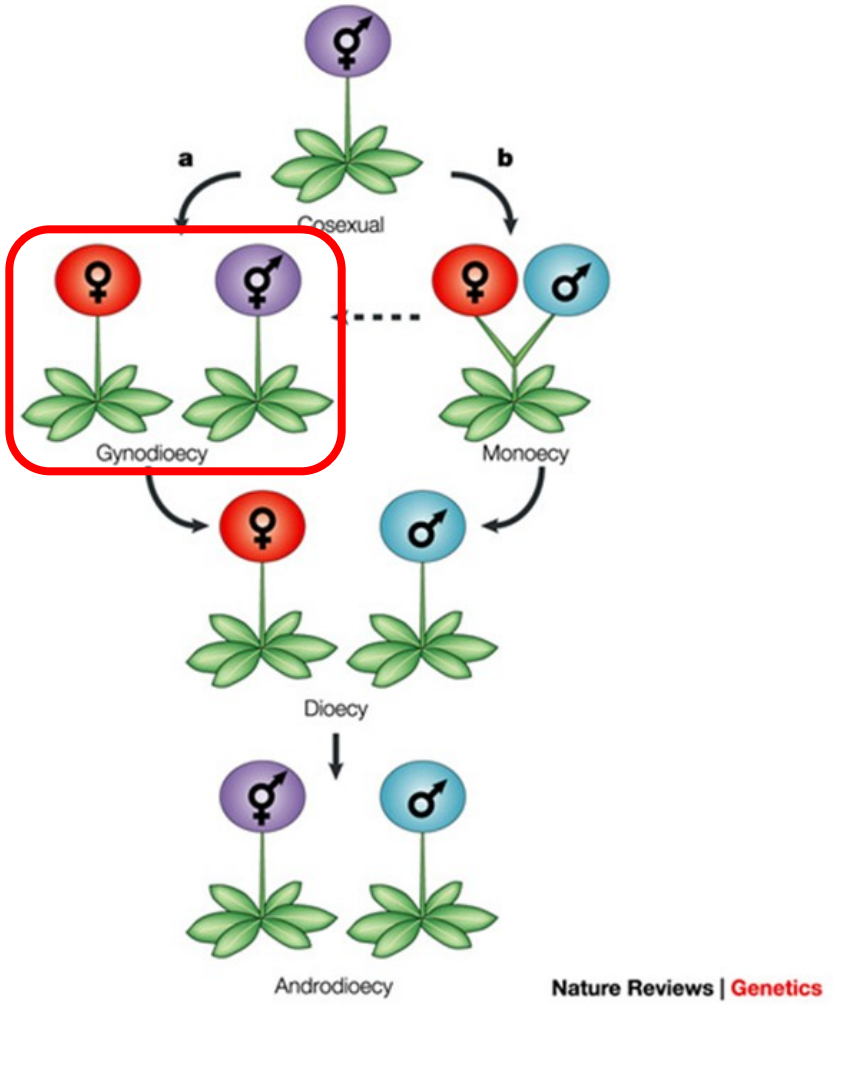
© Bridgeman Art Library



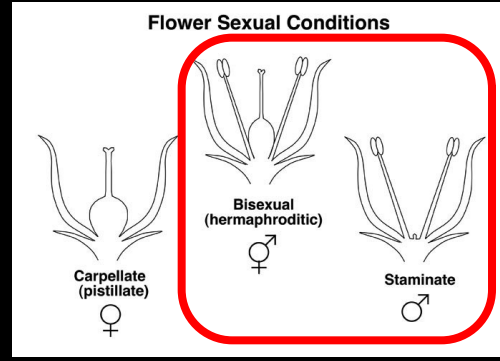




# Sexuální reprodukční strategie rostlin



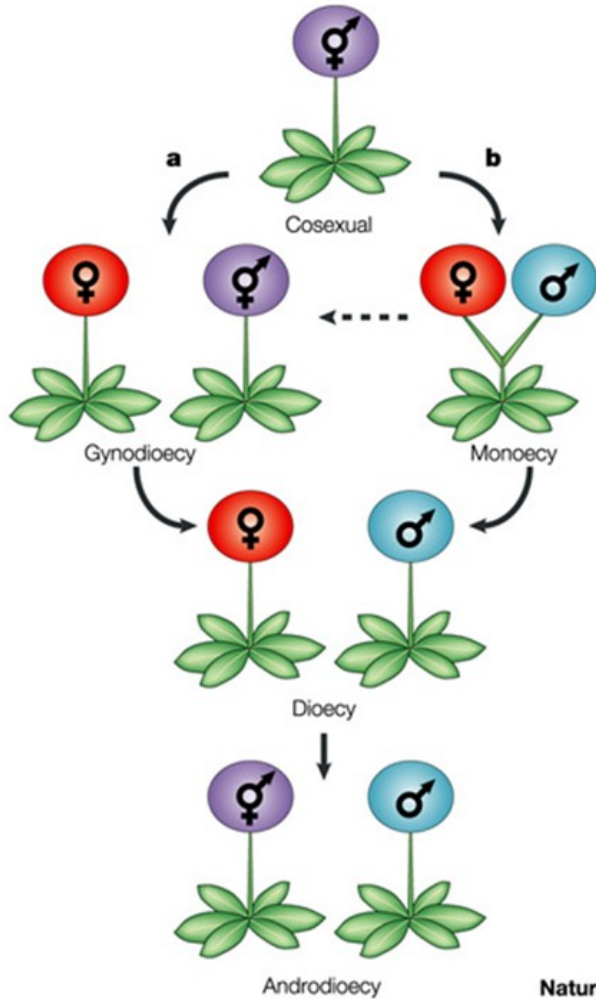
[http://www.biology-innovation.co.uk/images/flower\\_diagram.jpg](http://www.biology-innovation.co.uk/images/flower_diagram.jpg)



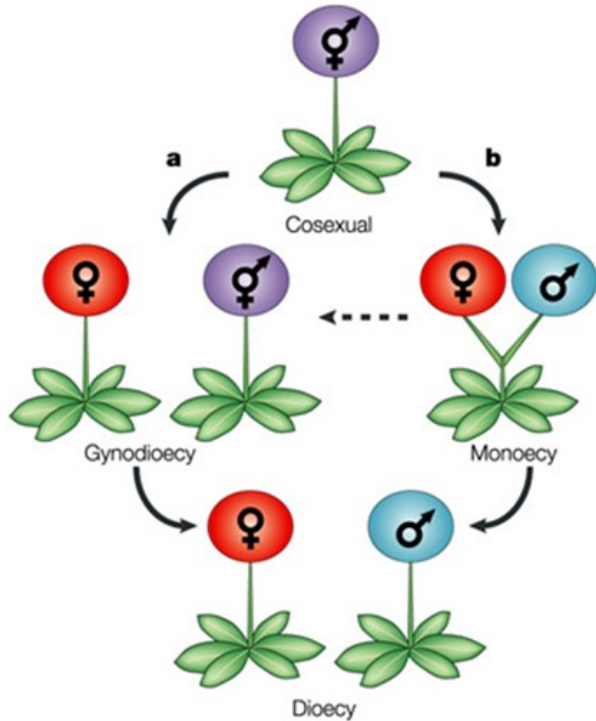
<http://www.plantbiology.siu.edu/PLB304/Lecture10FloralMorphology/FlwSexualConditions.jpg>



# Jaká je frekvence jednotlivých reprodukčních strategií ?

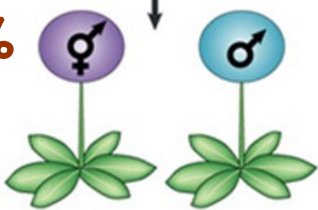


# Jaká je frekvence jednotlivých reprodukčních strategií ?



**< 0.1%**

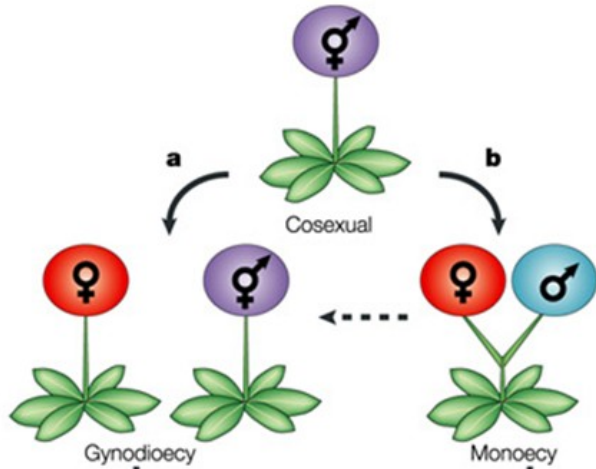
**druhů  
androdio-  
ecických**



Androdioecy

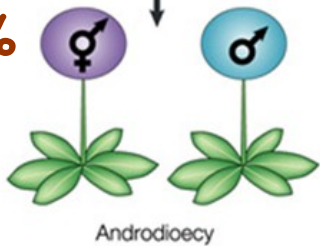
Nature Reviews | Genetics

# Jaká je frekvence jednotlivých reprodukčních strategií ?

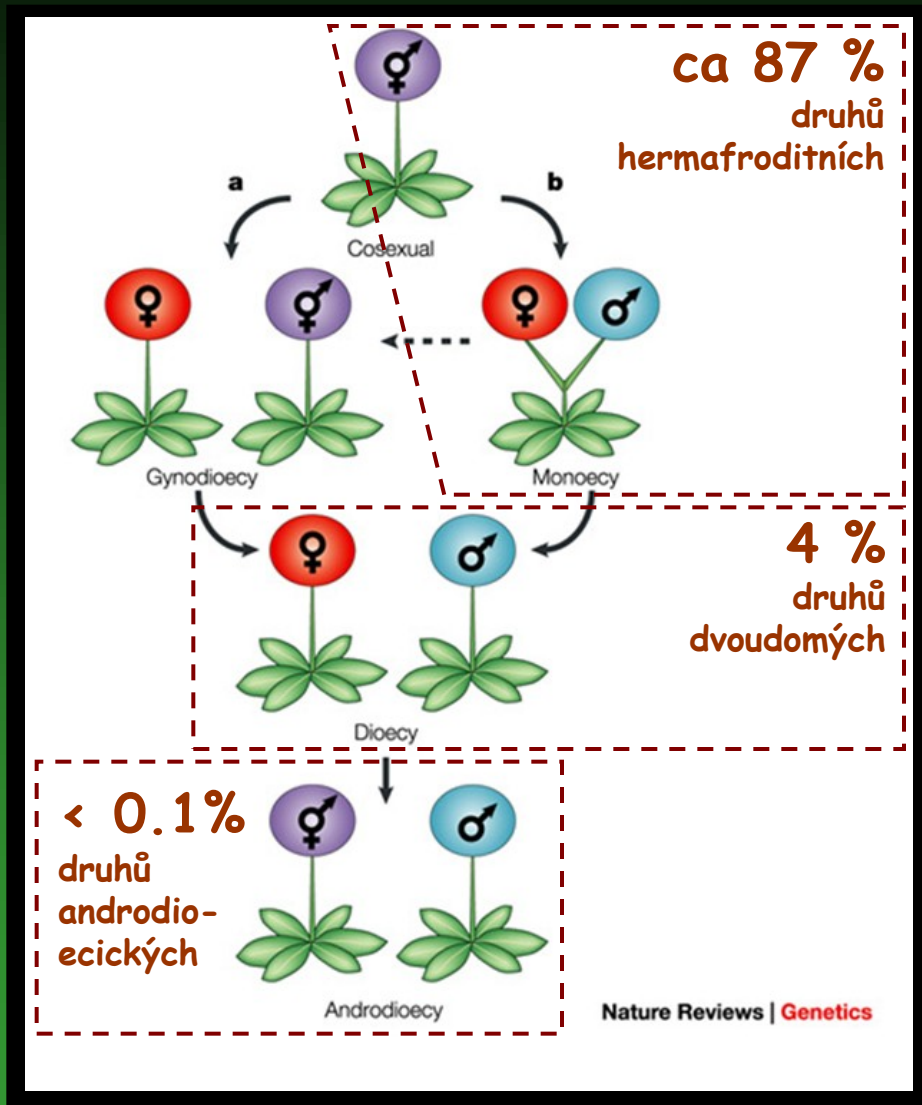


**4 %**  
druhů  
dvoudomých

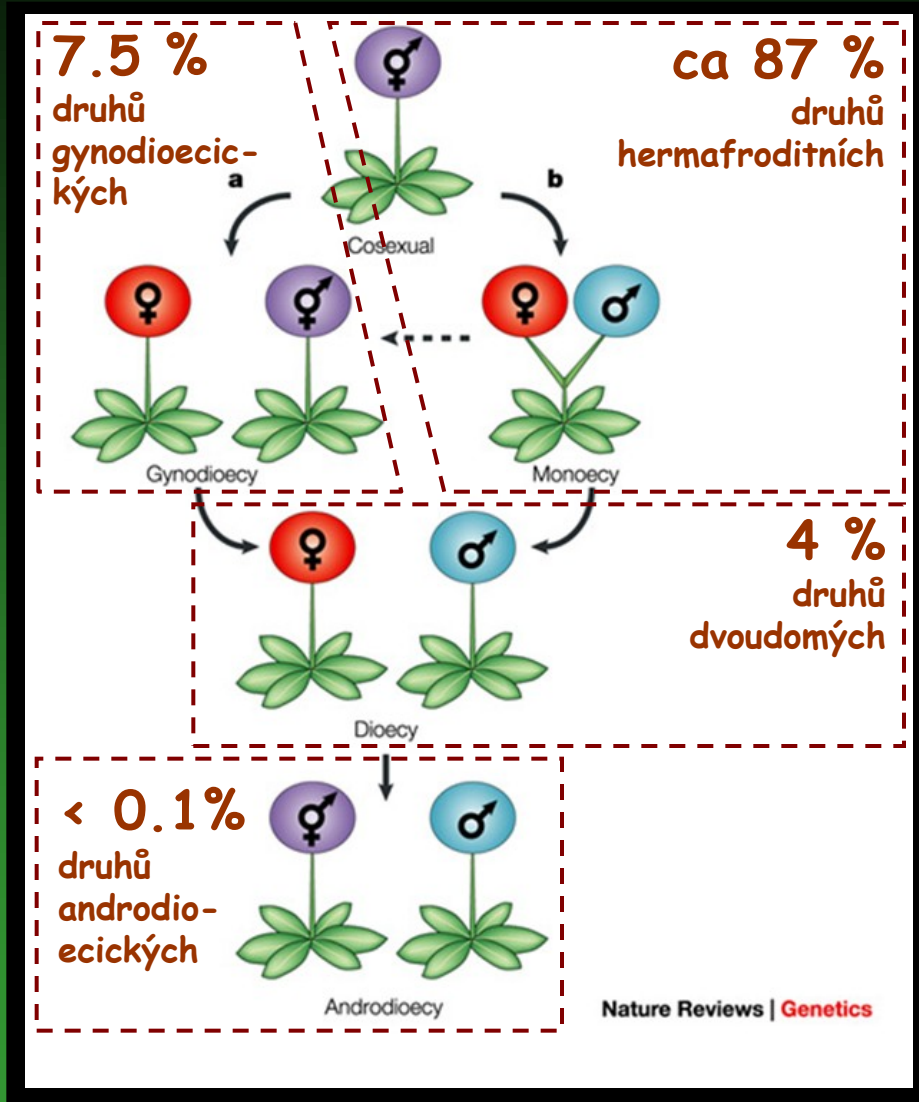
**< 0.1%**  
druhů  
androdio-  
ecických



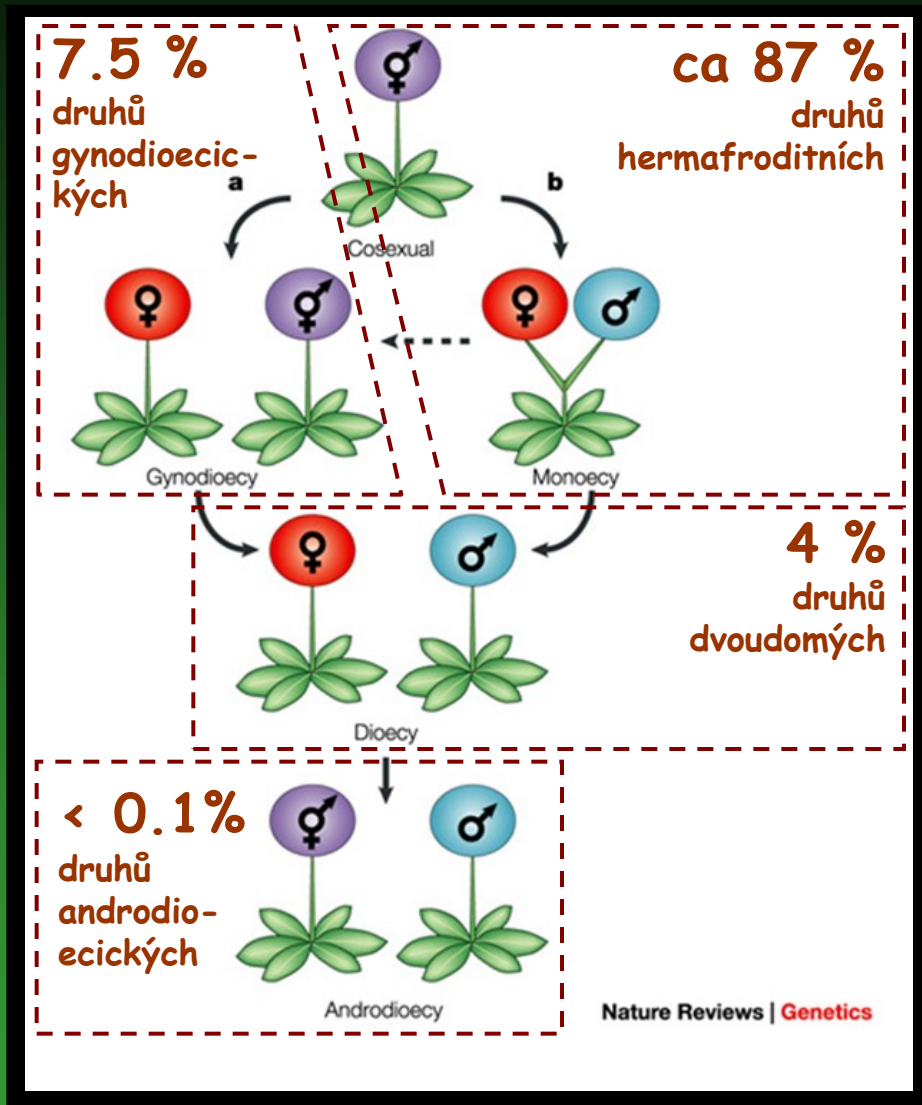
# Jaká je frekvence jednotlivých reprodukčních strategií ?



# Jaká je frekvence jednotlivých reprodukčních strategií ?



# Jaká je frekvence jednotlivých reprodukčních strategií ?



Hodnoty platí pro Evropu v tropických deštných lesích stoupá podíl dvoudomých dřevin a klesá podíl

# Breeding systémy = rozmnožovací způsoby u rostlin

Sítem přes které se „pasíruje“ tok genů vertikální,  
ale také horizontální je způsob reprodukce =  
breeding system.



**A. Allogamie** = cizosprašnost = opylování cizím pylem

**B. Autogamie** = samosprašnost = opylování vlastním pylem

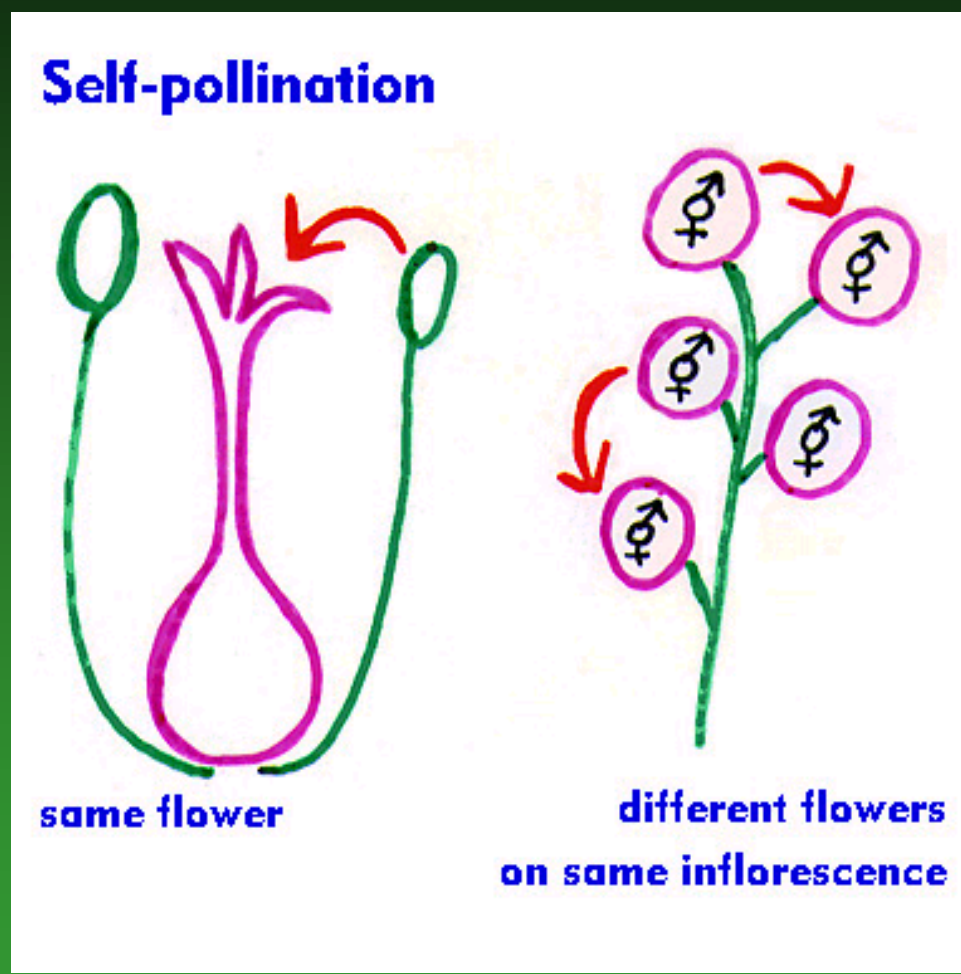
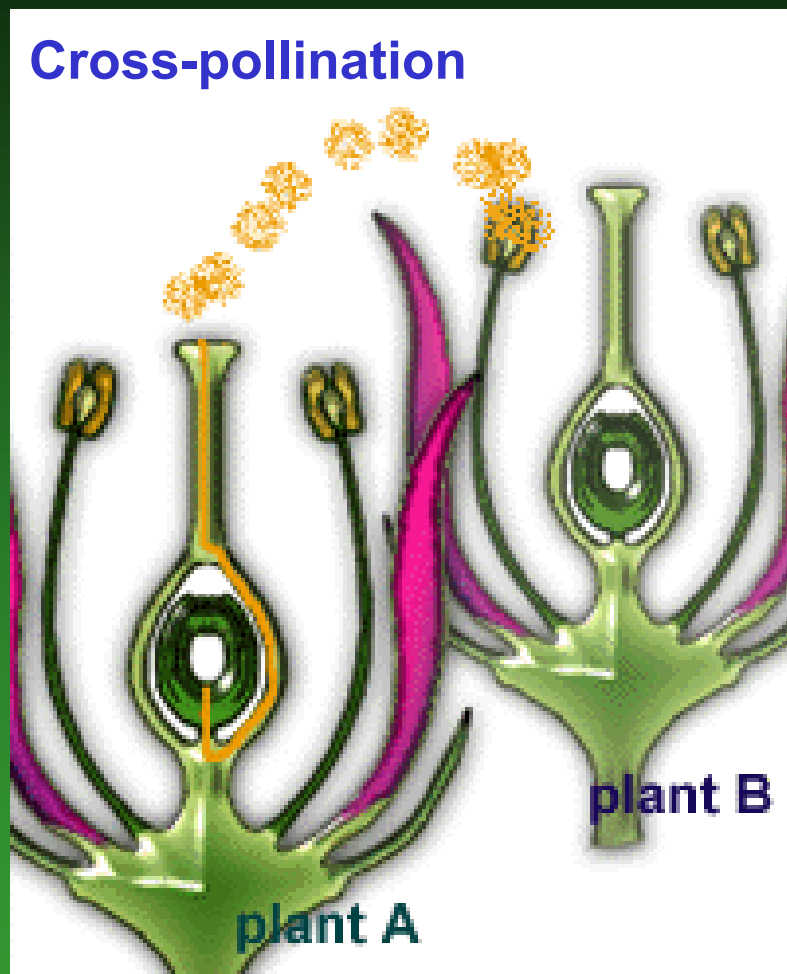
**C. Apomixie** = nepohlavní rozmnožování, buď

**agamospermie**, kdy semena sice vznikají avšak bez  
syngamie (=splynutí pohlavních buněk) nebo

**klonalita** = vegetativní rozmnožování

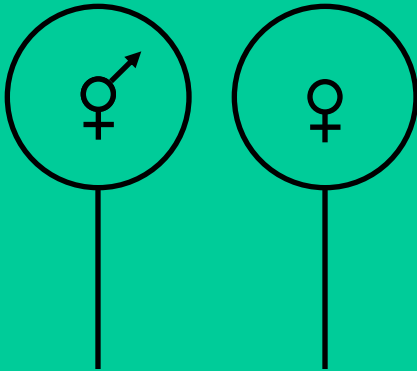


Z hlediska rekombinace genů je výhodnější allogamie (cross pollination) oproti autogamii (self pollination)

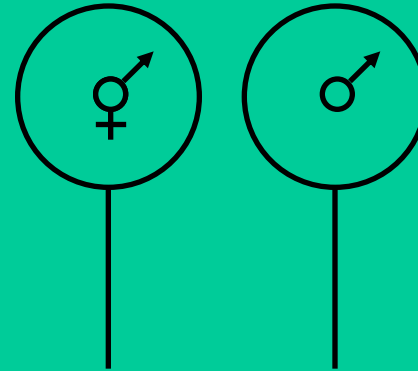


# Nejúčinnějším zabráněním autogamii je dioecie nebo její předstupně

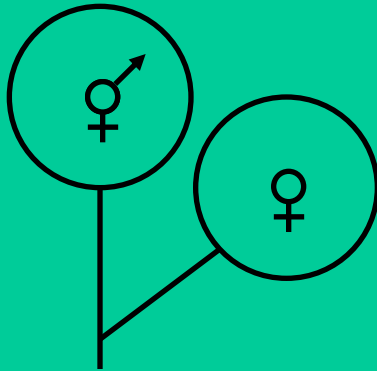
**gynodioecie**



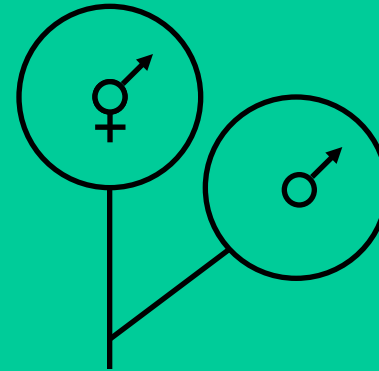
**androdioecie**



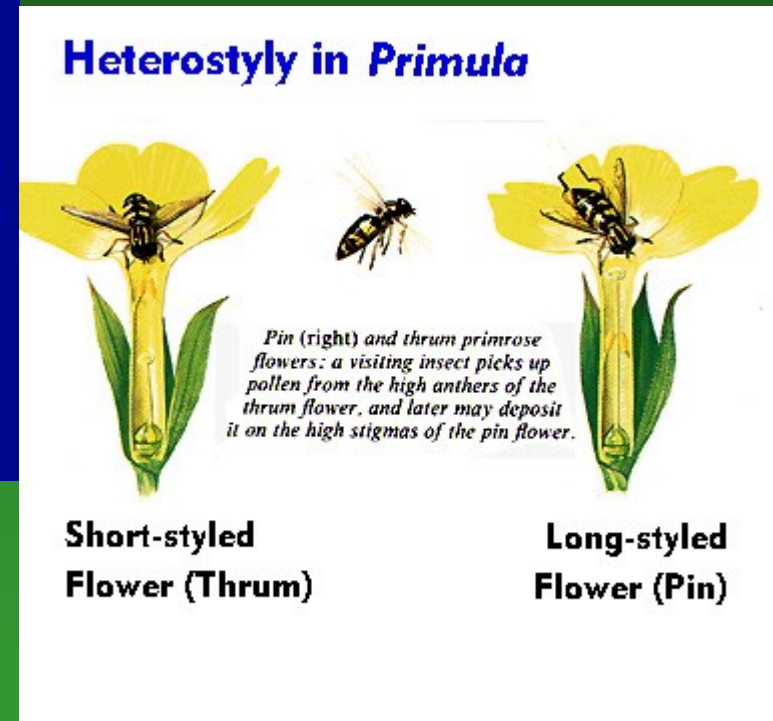
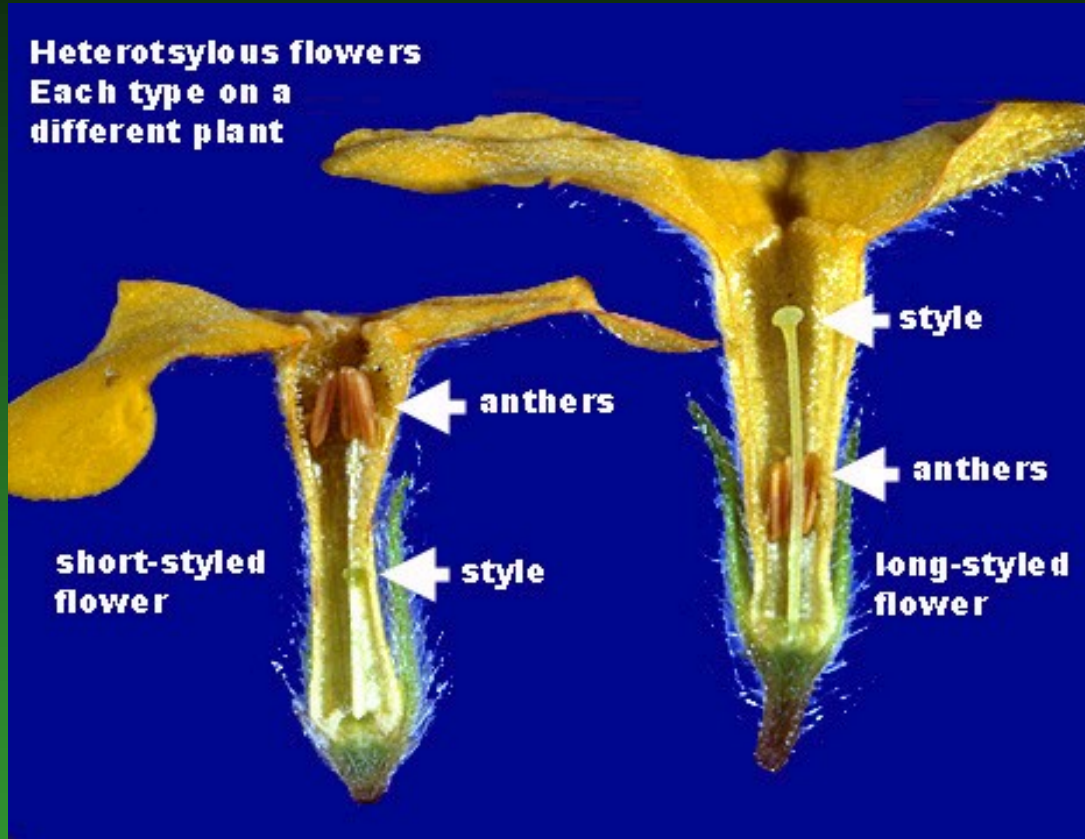
**gynomonoecie**



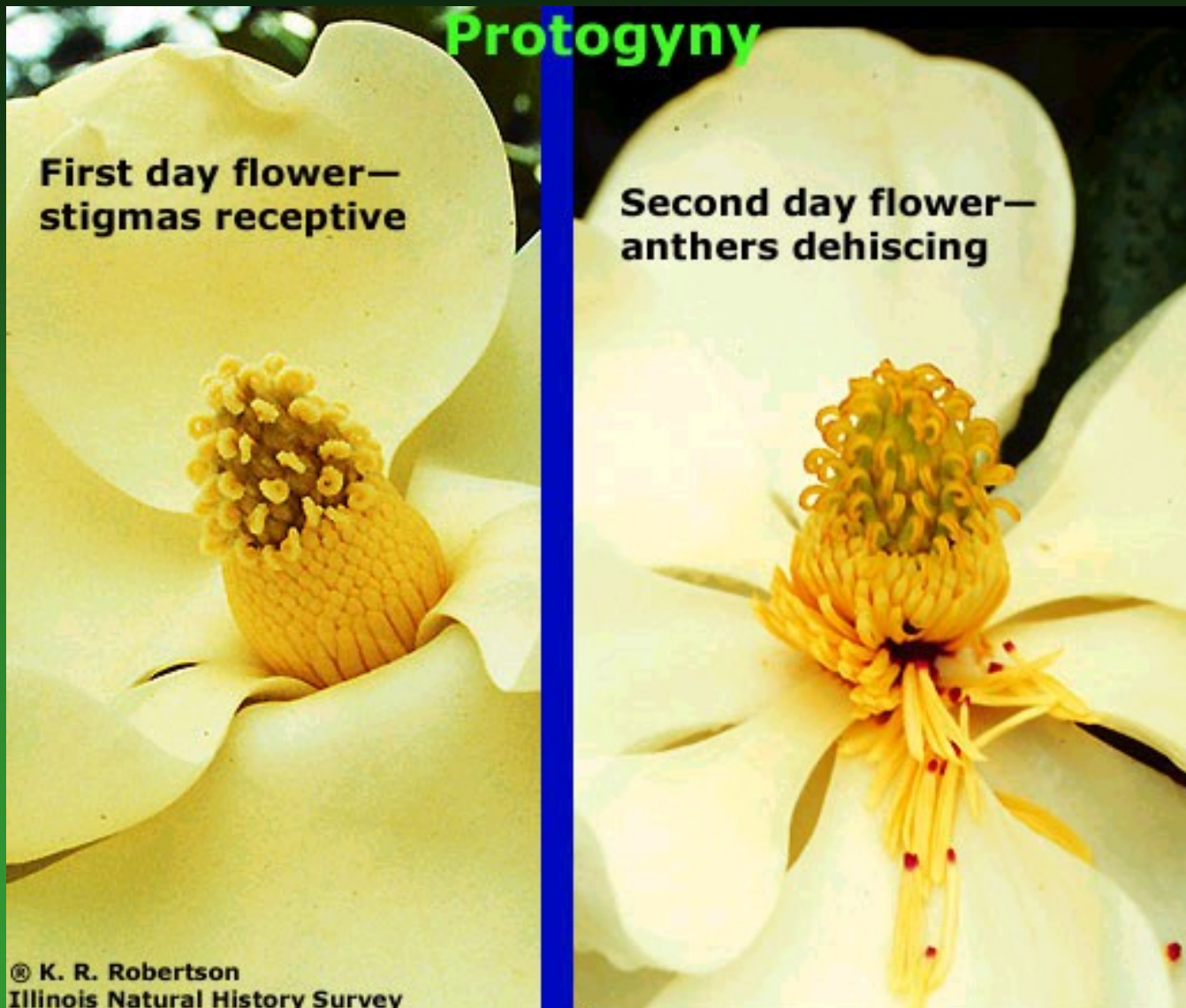
**andromonoecie**



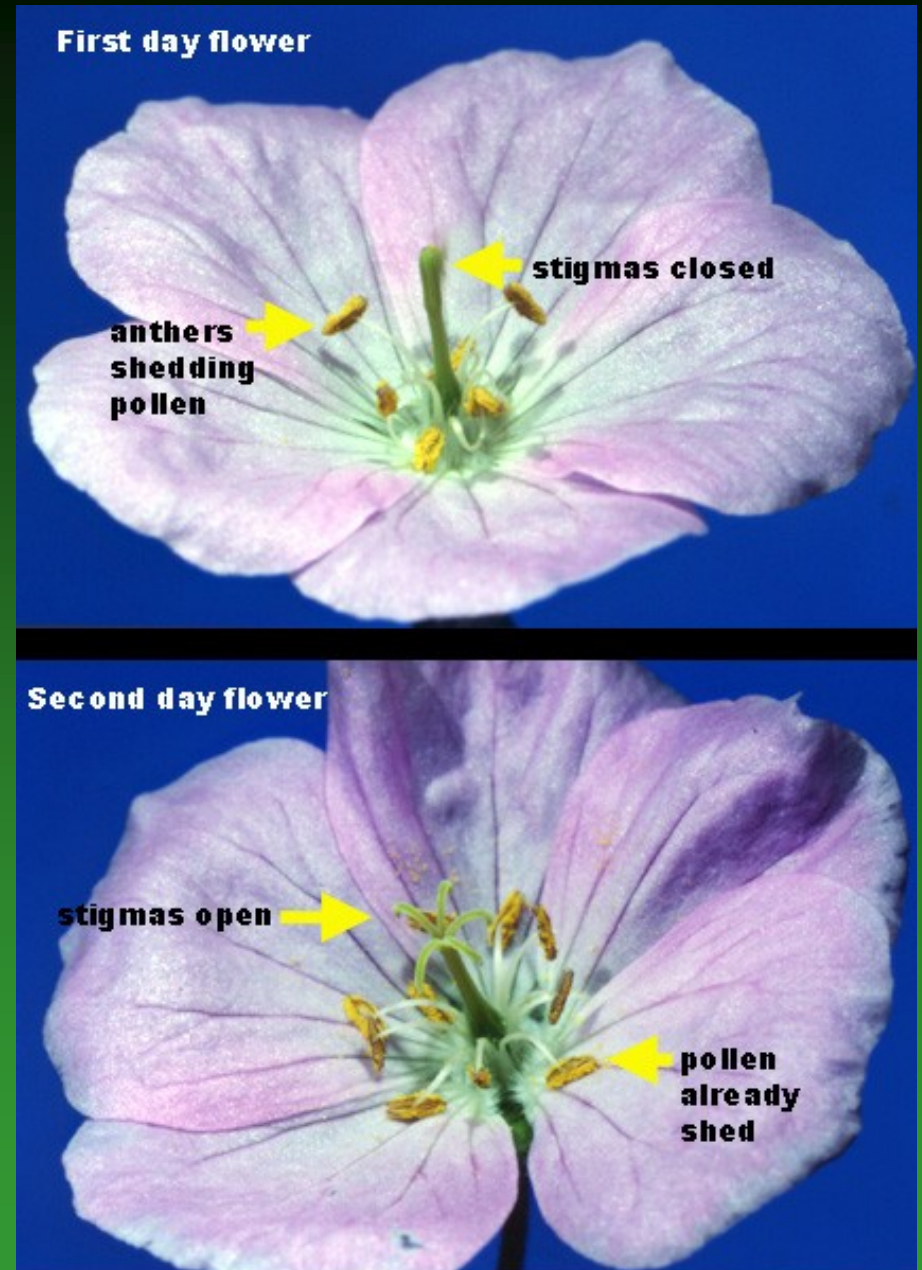
# Jedním ze způsobů jak se bránit autogamii vlastním pylem je heterostylie



# Dalším způsobem jak se bránit autogamii vlastním pylem je protogynie



Analogickým způsobem  
může bránit bránit  
autogamii také  
**protandrie**



Někdy dochází k samoopylení v uzavřených květech, které se neotvírají = **kleistogamie** (např. u různých druhů violek - *Viola* či u hluchavky objímavé - *Lamium amplexicaule*)



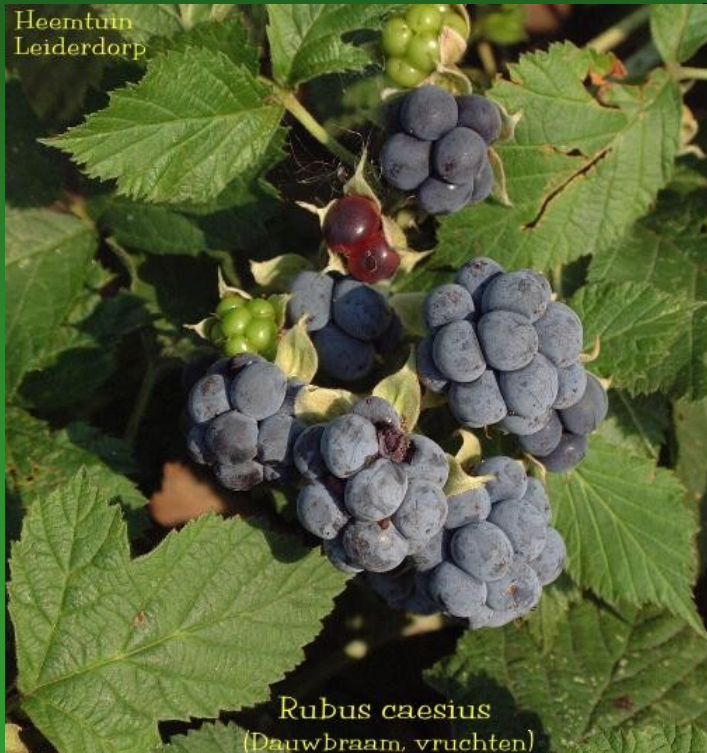
# Obligátní apomikti: agamospecies v rodech *Rubus*, *Alchemilla*, *Taraxacum*

apomixie – uniparentalita

obtížná rozlišitelnost daná minimálními ale stálými rozdíly

často v jedné nice více druhů (reprodukční izolace)

často přirozený areál někdy jen poměrně malý



# Porušení izolace = mezidruhová hybridizace

*Cirsium palustre*

×

*Cirsium heterophyllum*



*Cirsium heterophyllum* × *C. palustre* = *C. × wankelii*

Petr Bureš: Prezentace přednášky Systém a evoluce vyšších rostlin - část 1.



*Cirsium oleraceum*



*Cirsium erisithales*

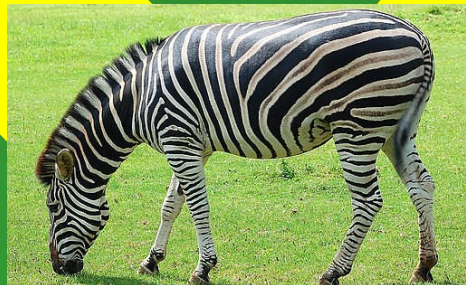
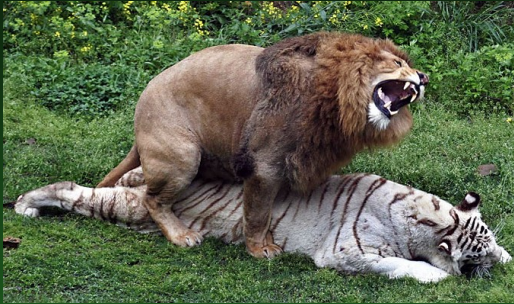
*Cirsium palustre*



*Cirsium oleraceum*



# U živočichů je hybridizace vzácnější než u rostlin a hybridi bývají častěji zcela sterilní



# Důsledky mezidruhové hybridizace

Základní **speciační mechanismus rostlin.**

**Retikularita evolučních linií (síťovitost).**

Nejčastější příčina **polyploidie** a potažmo **apomixie.**

# Hybridizací nejen druhy vznikají, ale také zanikají



Porušení izolace může v extrémních případech způsobit zánik druhu tzv. genetickou korozi.

**PŘ.** Populace *Viola lutea* subsp. *sudetica* (Sudetská pohoří, Západní Karpaty, Východní Alpy) je napadena druhem *Viola tricolor* subsp. *tricolor* (okolí komunikací a sídlišť do 700 m n.m. (téměř celá Evropa vč. Skandinávie, na V až po Ural).

# Náhoda v evoluci

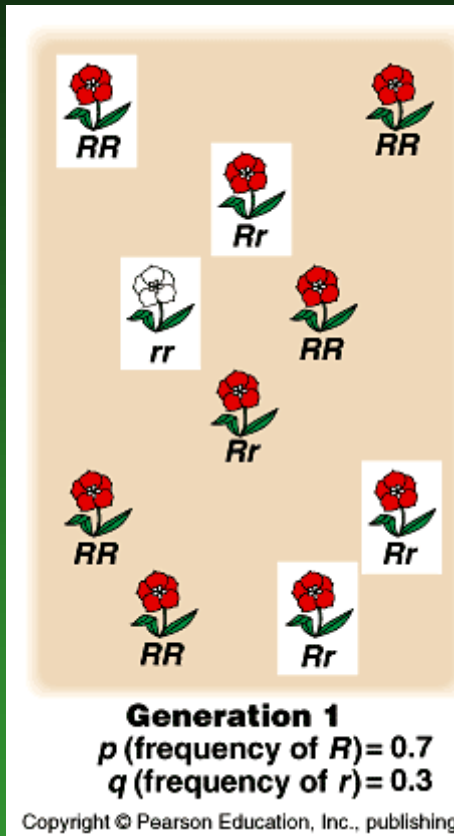
Neprediktabilita selekčního významu mutací - preadaptace

V malých lokálních populacích je malý počet jedinců příčinou rychlé změny frekvence či dokonce fixace určitých alel = genetický drift.

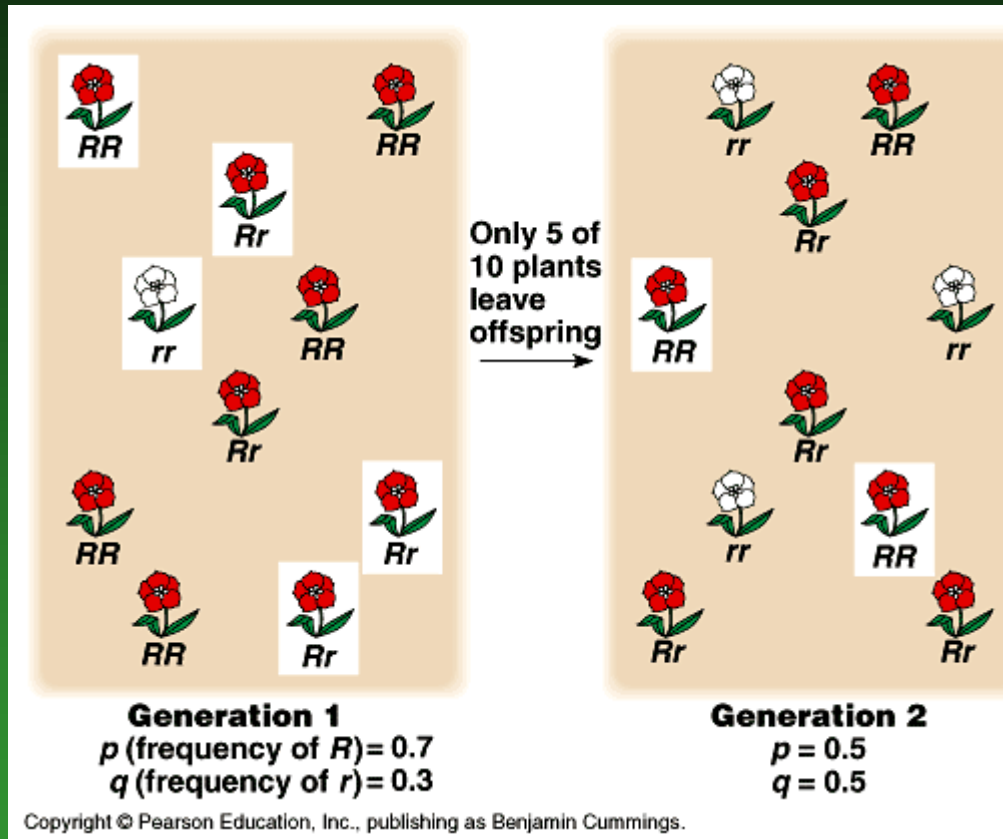
Podobné důsledky mají „bottle neck“  
nebo „founder effect“

Evoluční rozmrznutí

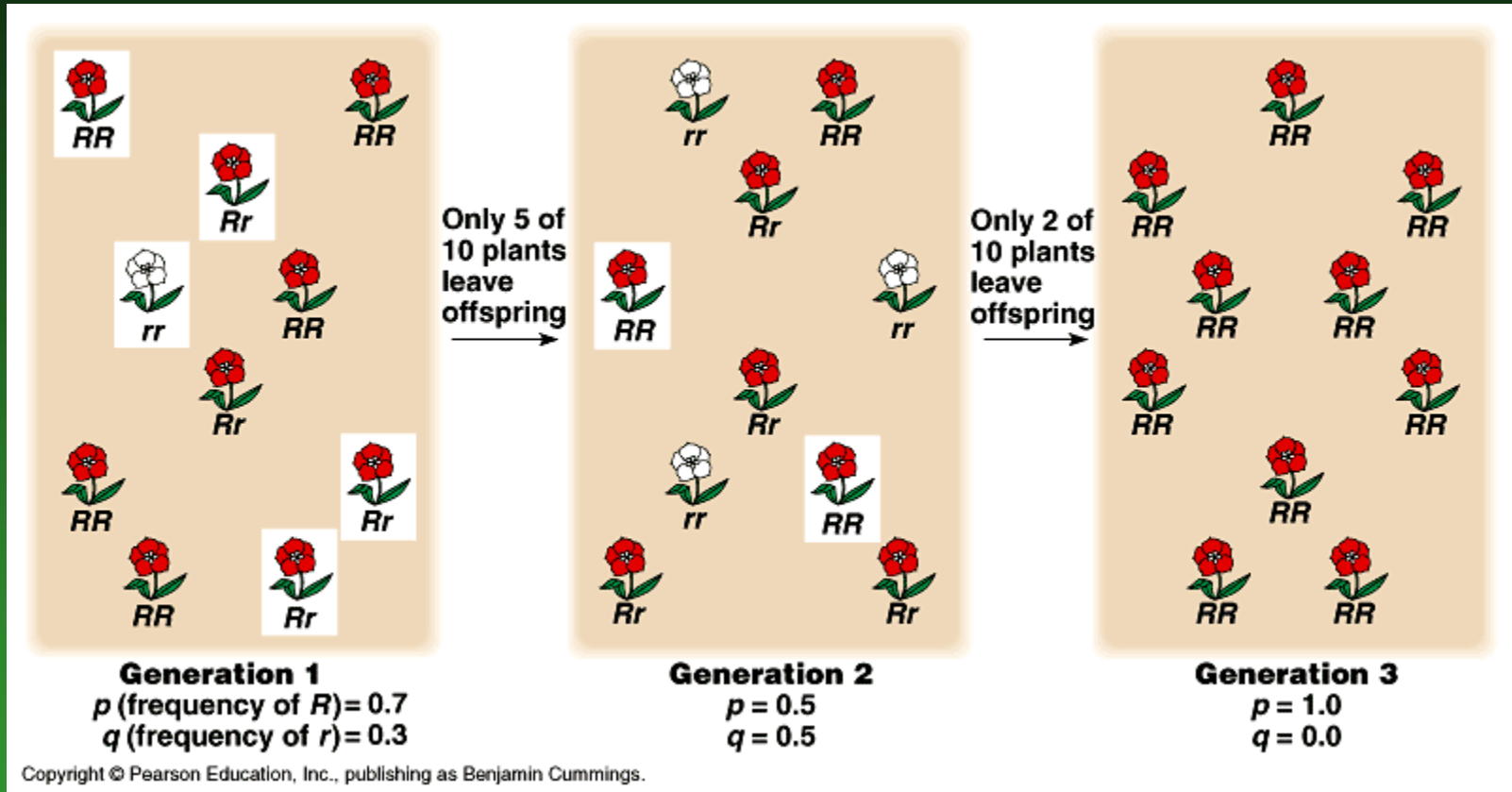
# Genetický posun (genetic drift)



# Genetický posun (genetic drift)



# Genetický posun (genetic drift)





# Rozdíl mezi evolucí u rostlin a u živočichů - shrnutí

Nepohyblivé rostliny „spoléhají“ víc na geografickou izolaci

Porušení izolace => hybridizace, chromosomy v meiosi se nepárují hybrid téměř sterilní

Neredukované gamety umožní polyploidizaci a „únik“ hybrida ze sterility

Rostliny preferují hermafroditismus jako pojistku v rozmnožování, proto ale tolerují i polyploidii; živočichové coby geneticky definovaní gonochoristé polyploidii „netolerují“.

Allopolyploidie zvyšuje adaptabilní spektrum, což se rostlinám „hodí“, neboť nemohou z nepříznivých podmínek prchnout jako živočichové => Hromadění genů polyploidí je „preadaptace“ rostlin na změnu podmínek.

Genetický drift má u rostlin kvůli nepohyblivosti „větší šanci“ než u živočichů = evoluční rozmrznutí

U rostlin nehrají žádnou roli pohlavní výběr a izolace na principu rozdílů v etologii.

**Specifita evoluce u rostlin je ve srovnání s živočichy dána:**

**(i) nepohyblivostí, (ii) absencí nervové soustavy a (iii) tolerancí k polyploidii.**