



System a evoluce vyšších rostlin

Úvodní přednáška

Petr Bureš



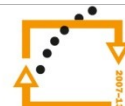
evropský
sociální
fond v ČR



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)

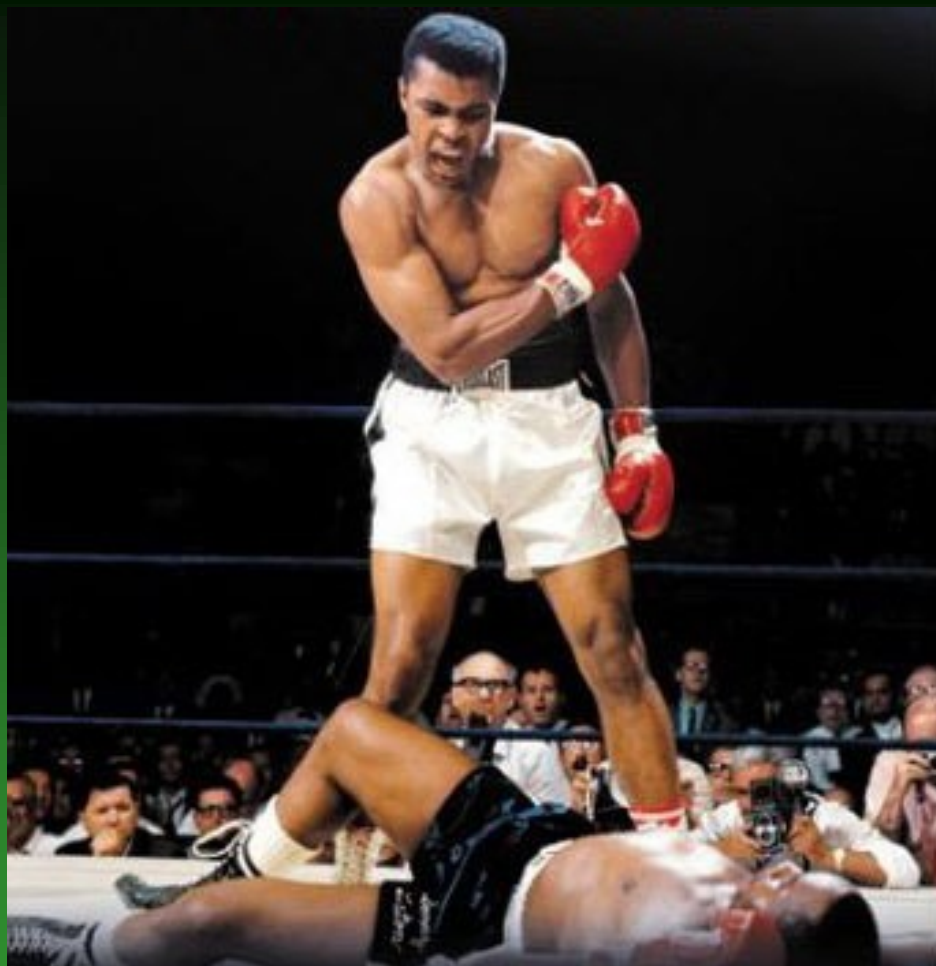
Bodování:

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 = pajazýček 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 přiřaďte 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 přiřaďte 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.

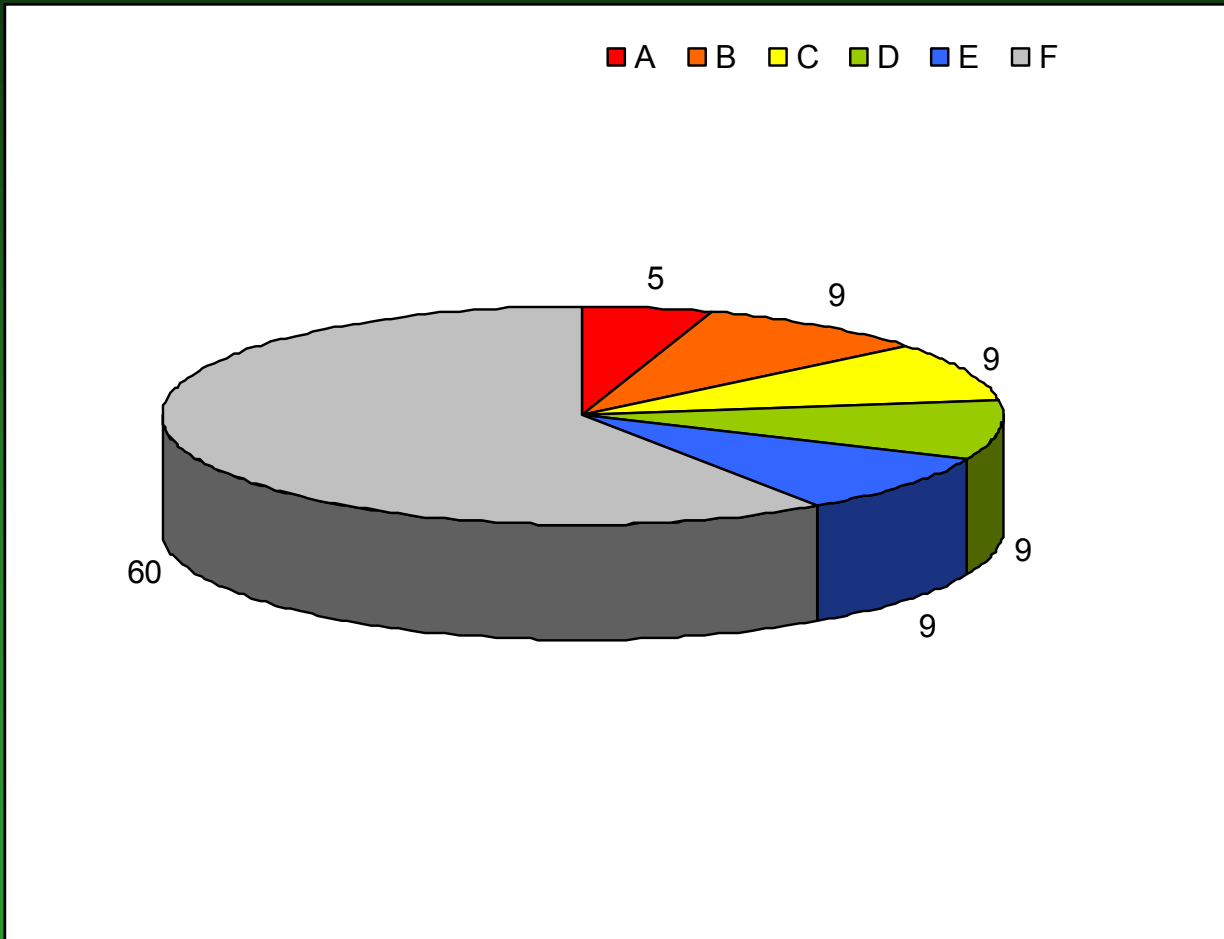
E ~ 60–69 b.

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.

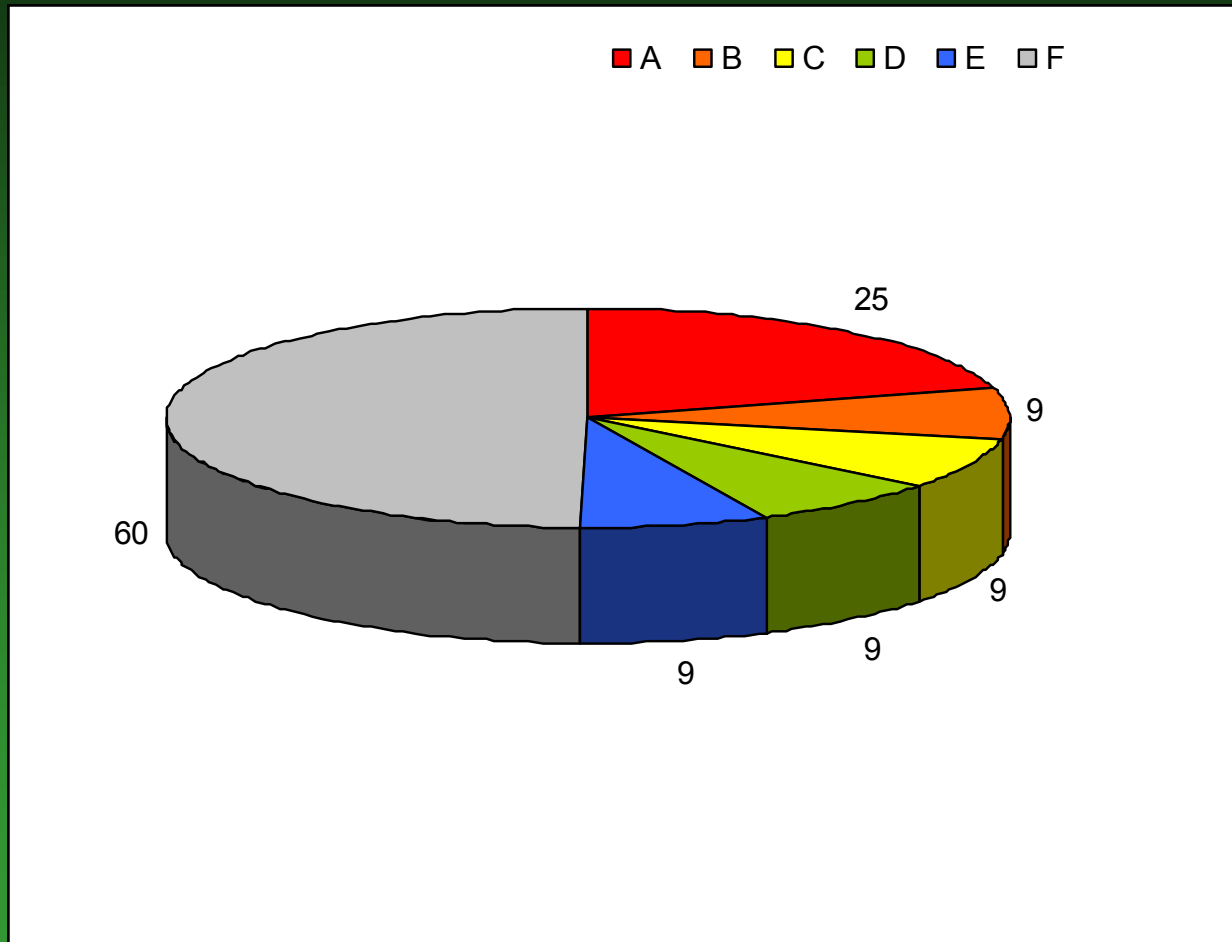
D ~ 69–77 b.

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.

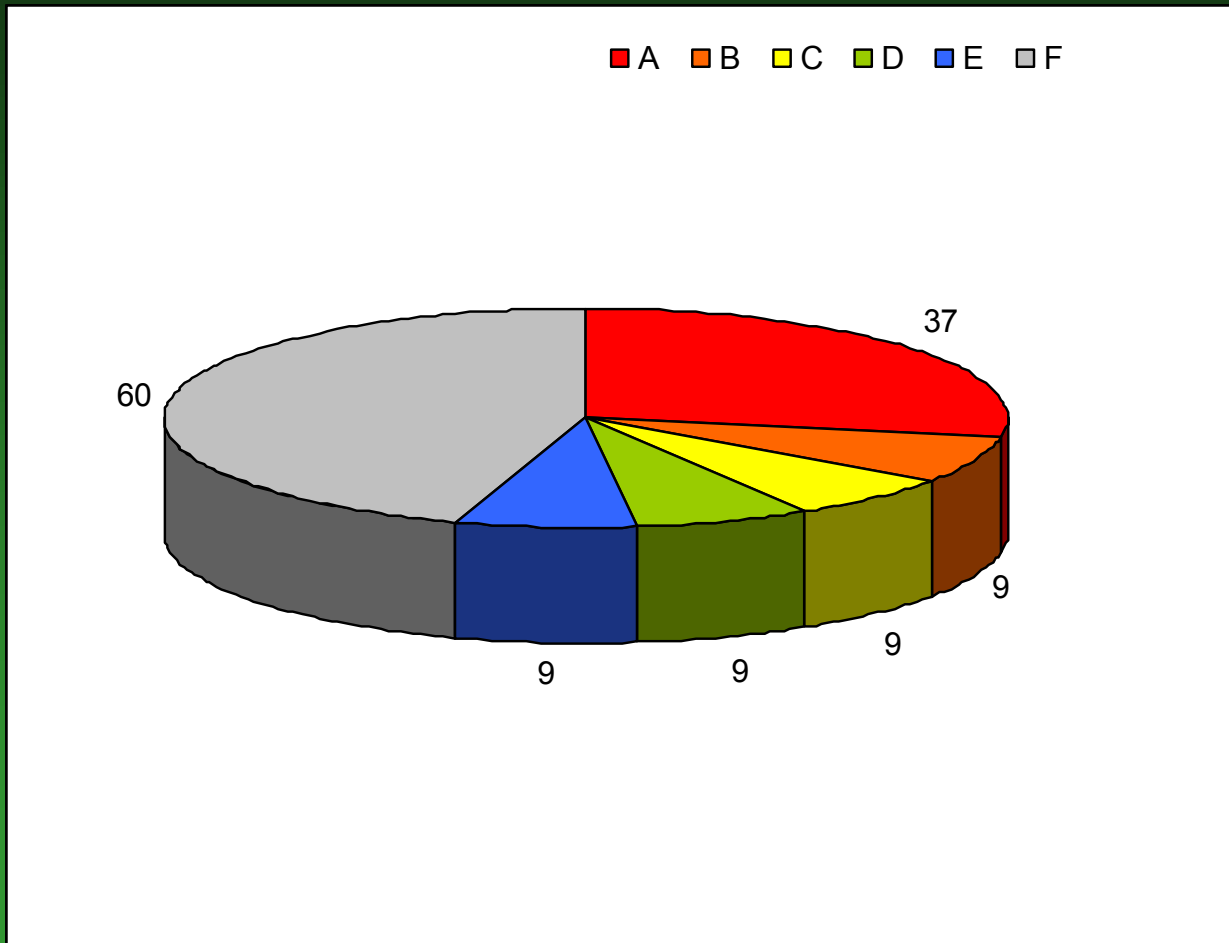
E ~ 60–69 b.

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.

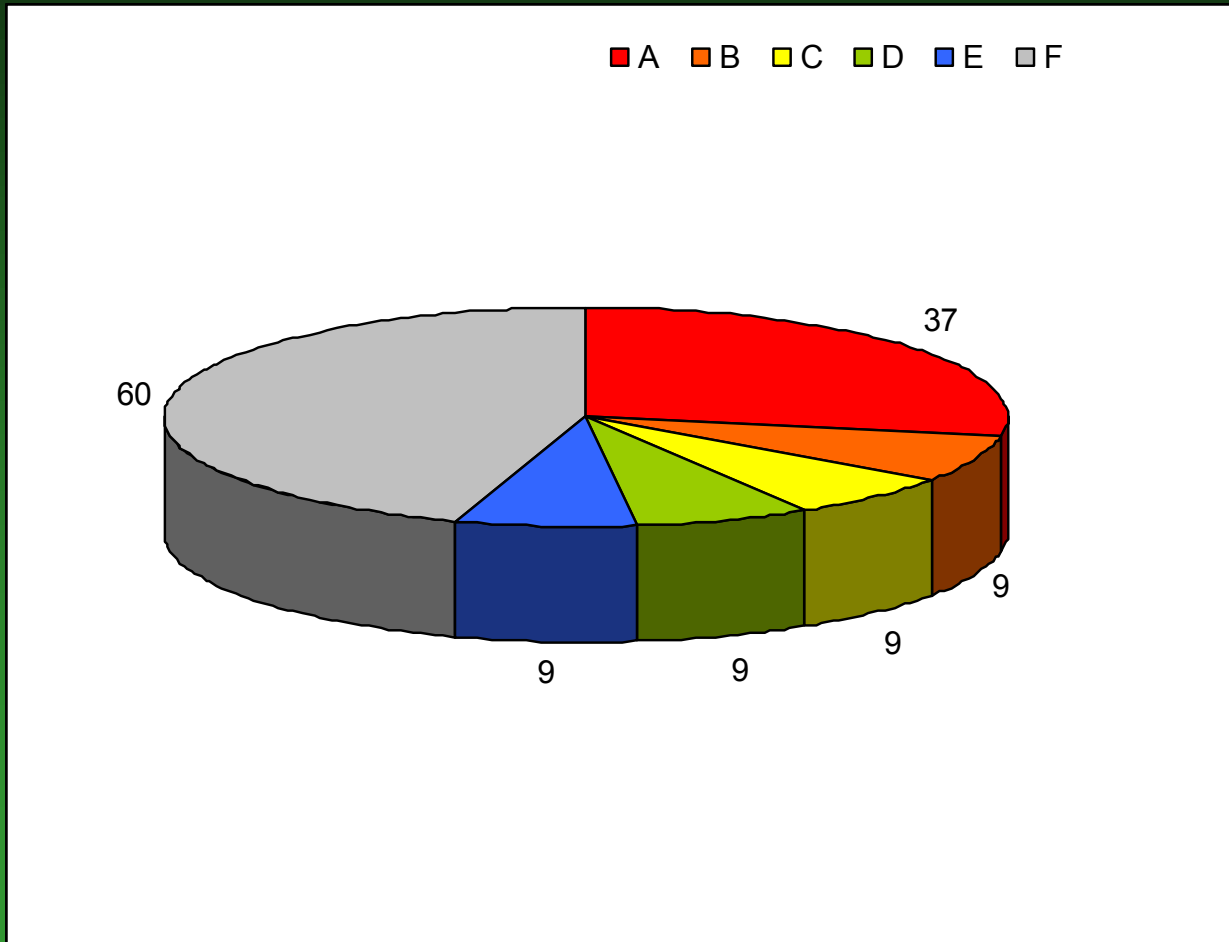
D ~ 69–77 b.

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.

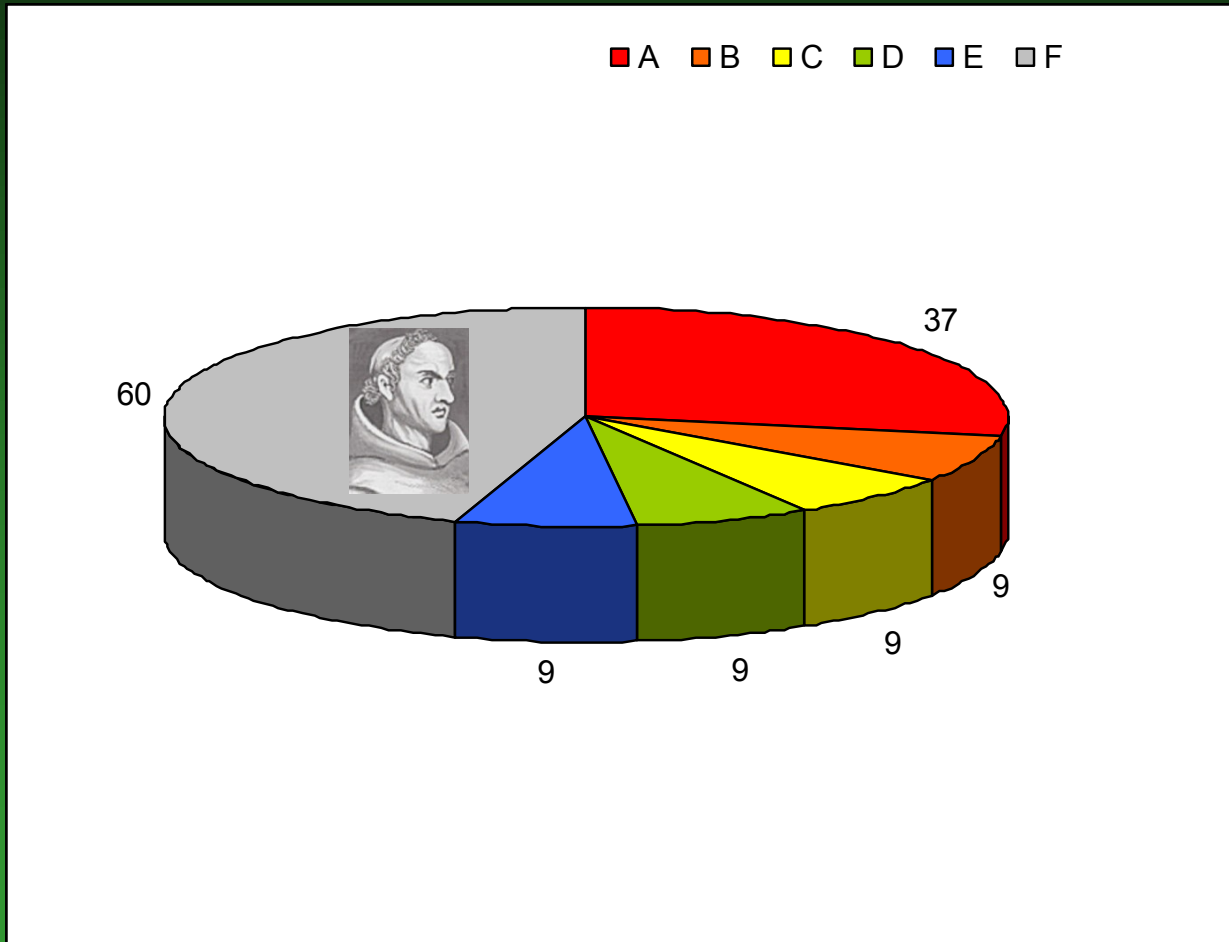
D ~ 69–77 b.

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.

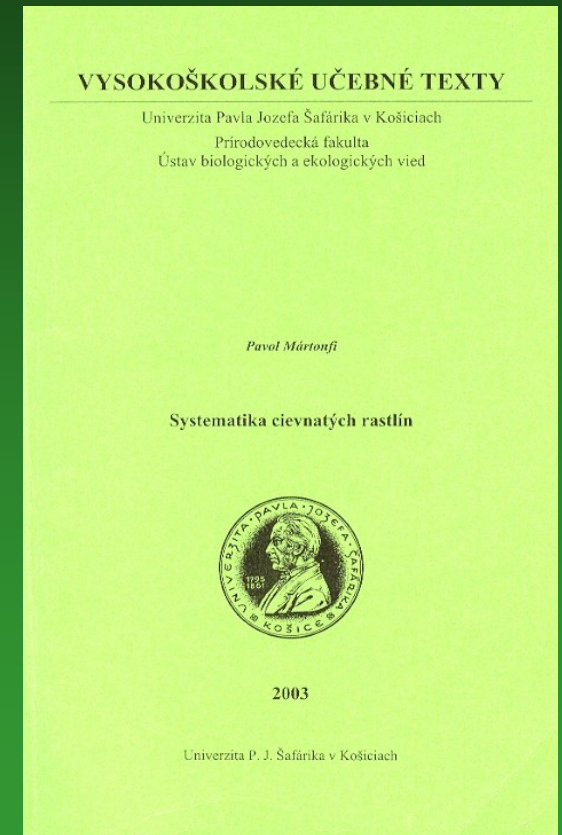
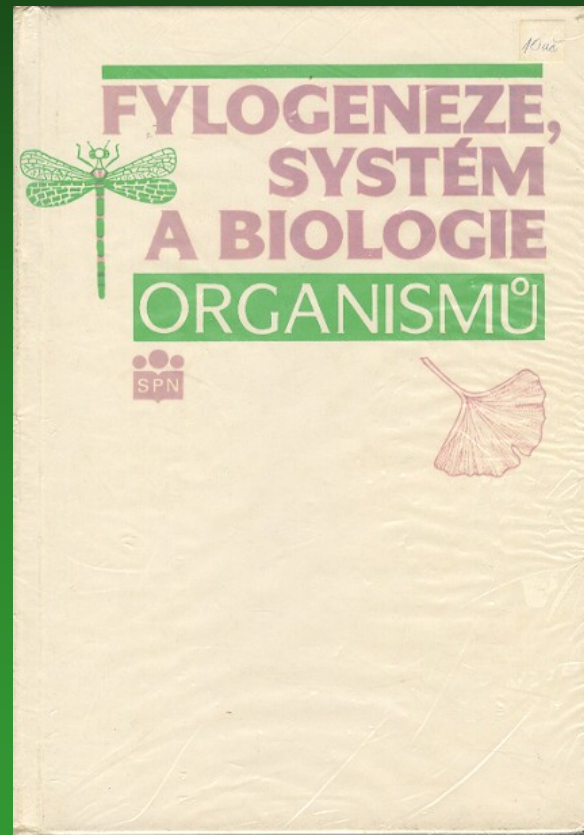
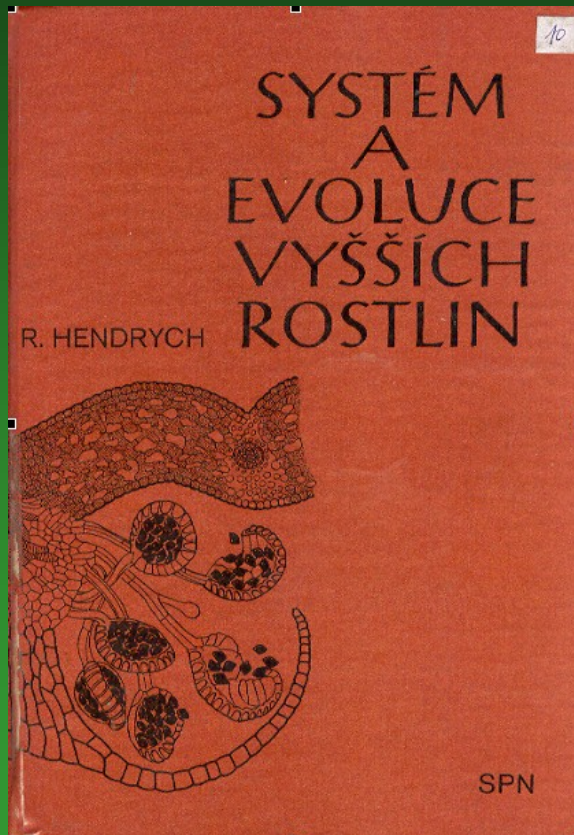


Klasická studijní literatura

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/

2. Požadavky k zápočtu ze cvičení:

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

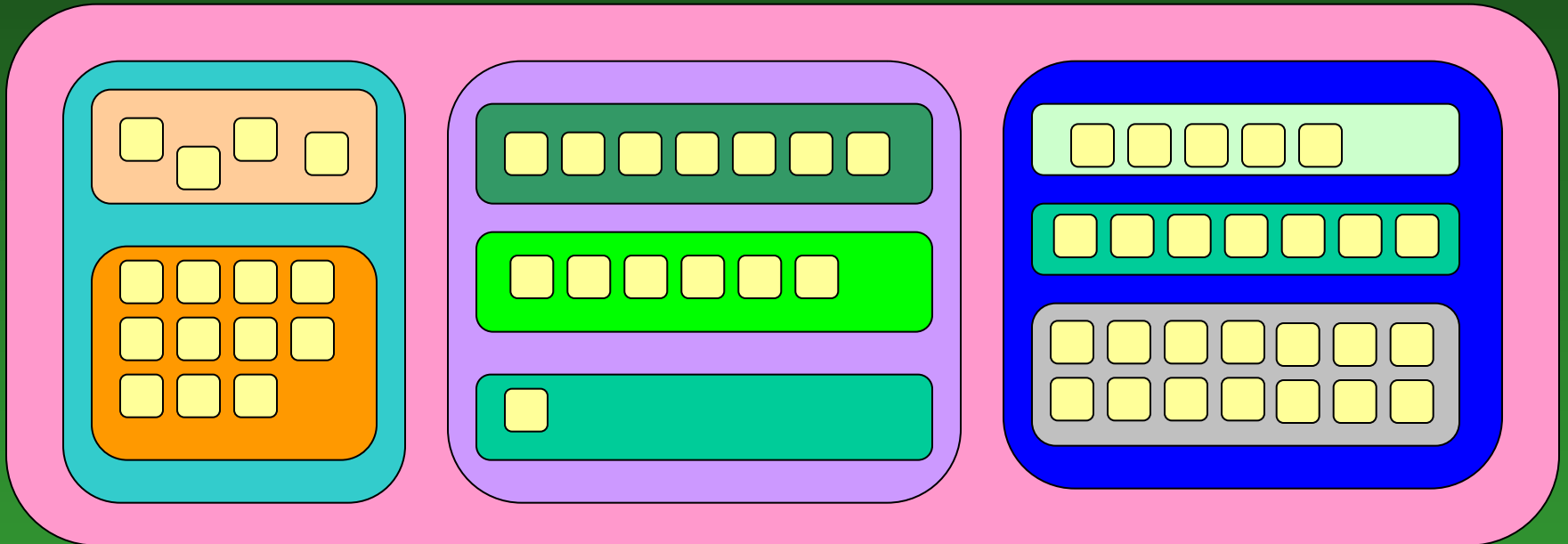
vzájemná křížitelnost

Klasifikační systém je hierarchický

objektem klasifikace jsou druhy

kategorie vzniklé tříděním = logické třídy = jednotky

druh je také takovou jednotkou, tou nejdůležitější

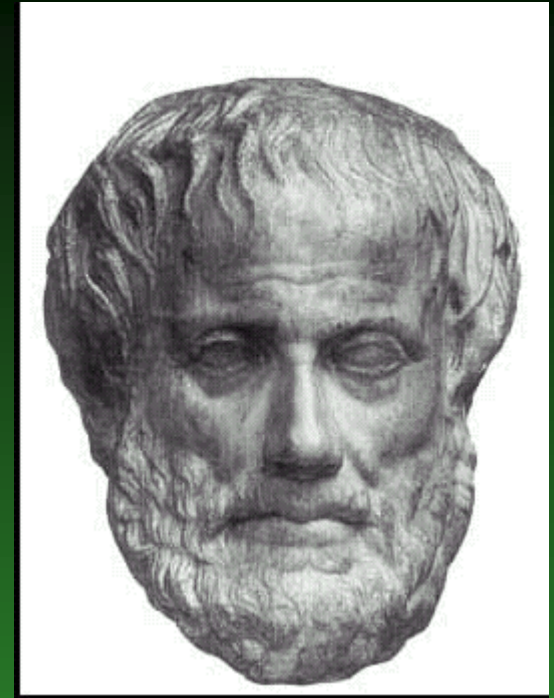


Tvůrcem metody hierarchické klasifikace je řecký filosof Aristoteles.

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.



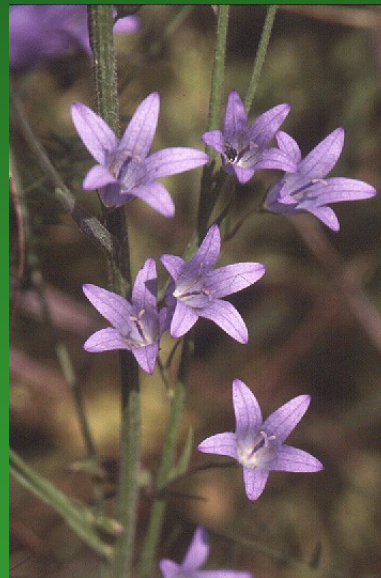
Aristoteles

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.

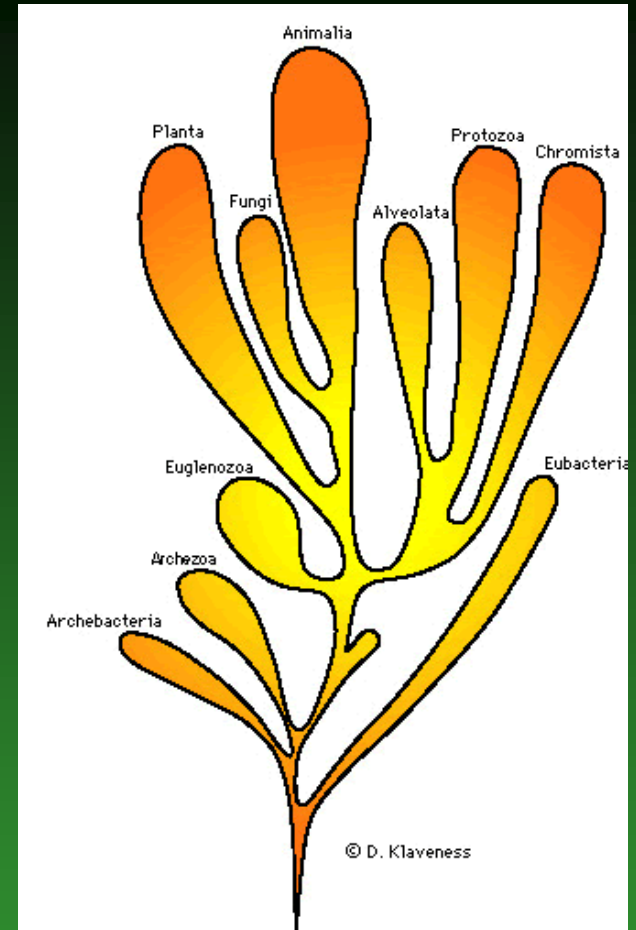


System je evoluční

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.

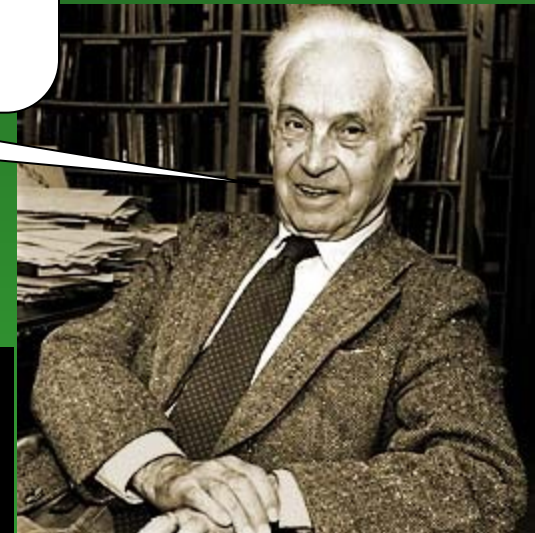
Druhy

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



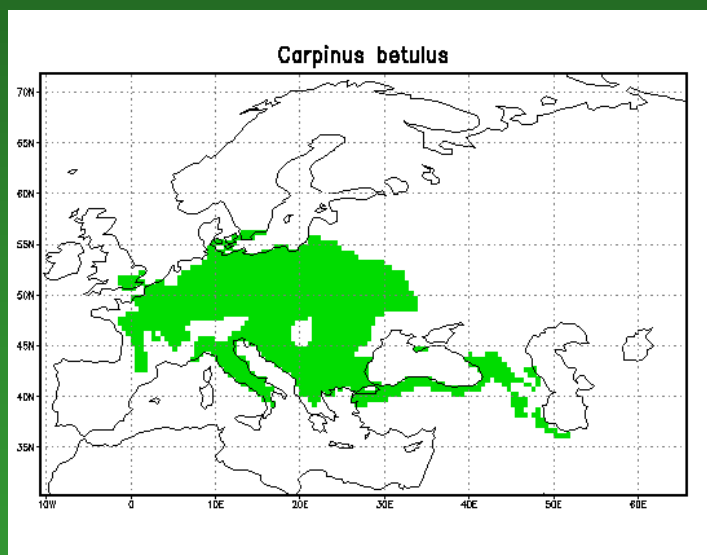
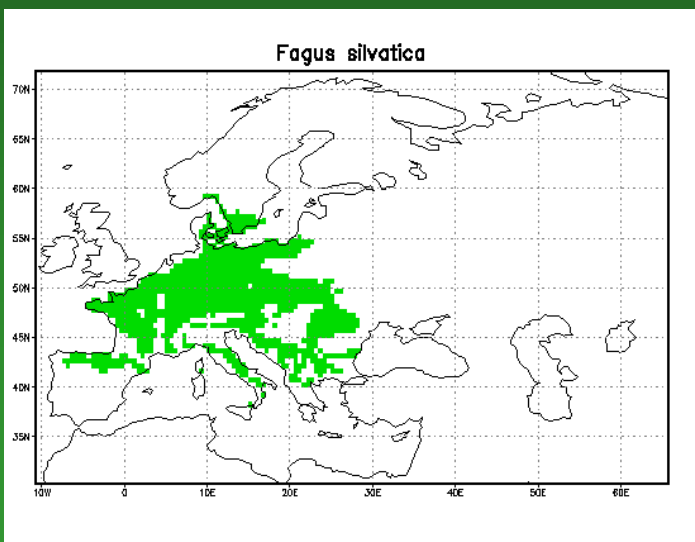
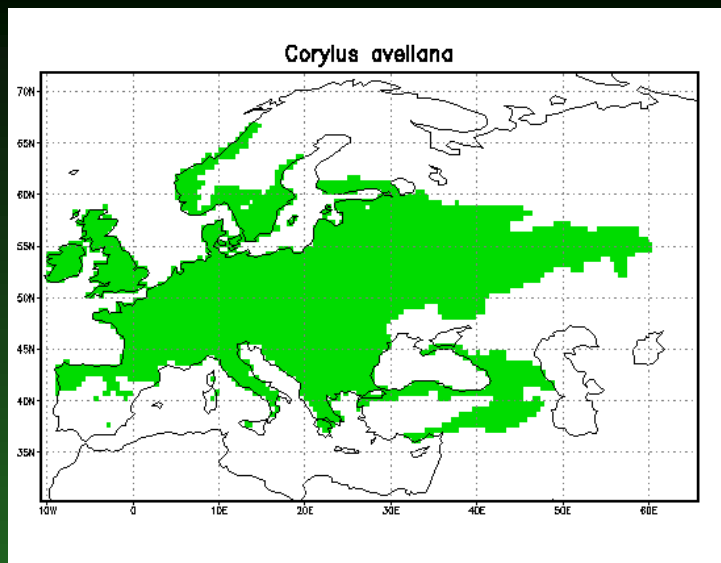
Druh u rostlin – kompromisní vymezení jednotky – vychází z koncepce biologického druhu

- 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

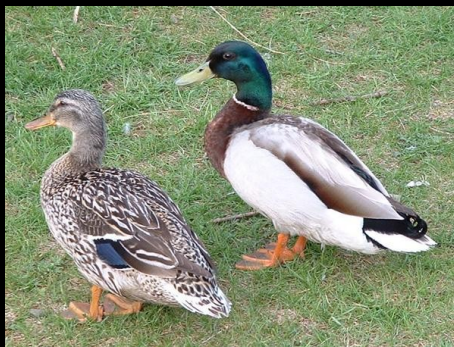
Živočichové jsou zpravidla odděleného pohlaví = gonochoristé = ♂ + ♀



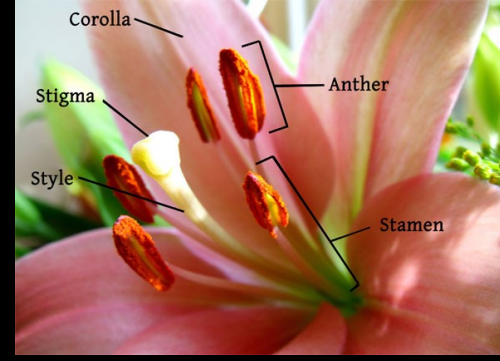
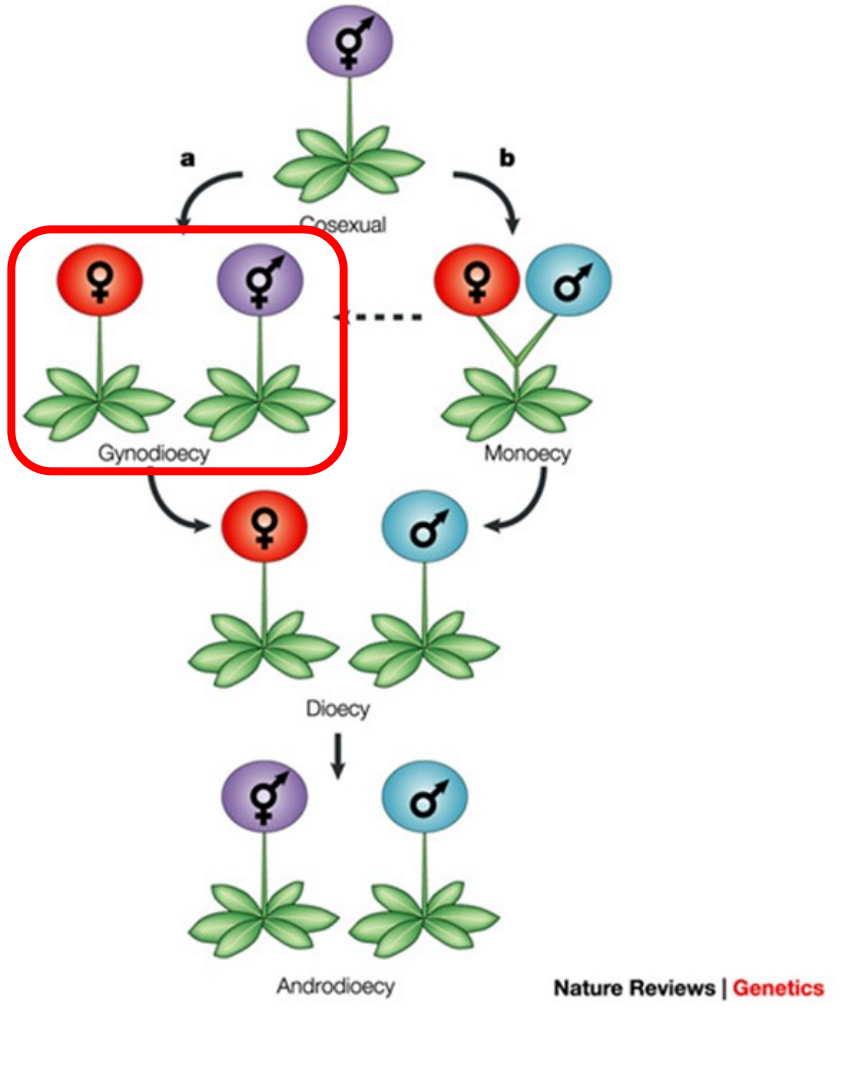
© Jiří Bohdal

www.naturfoto.cz

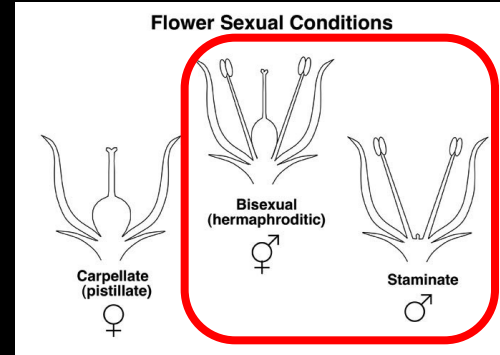
© Bridgeman Art Library



Sexuální reprodukční strategie rostlin



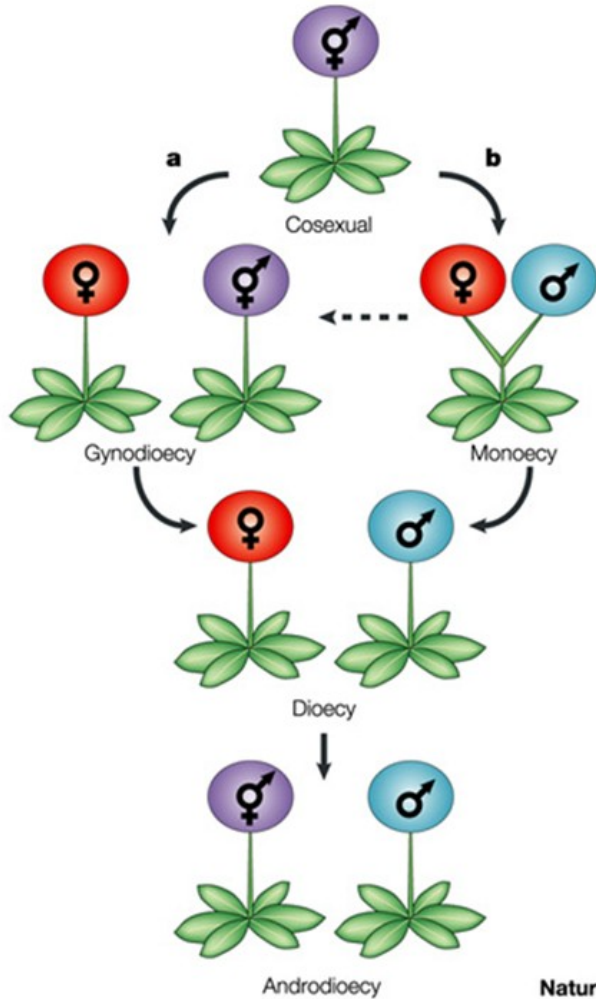
http://www.biology-innovation.co.uk/images/flower_diagram.jpg



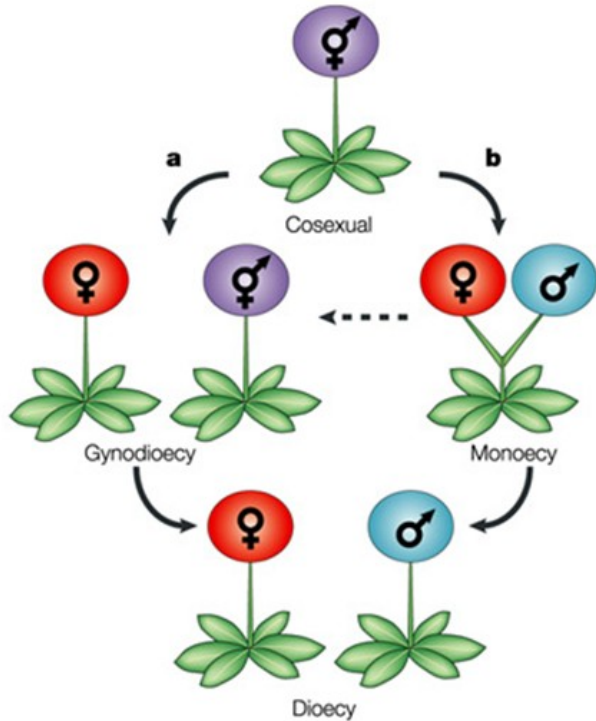
<http://www.plantbiology.siu.edu/PLB304/Lecture10FloralMorphology/FlwSexualConditions.jpg>



Jaká je frekvence jednotlivých reprodukčních strategií ?

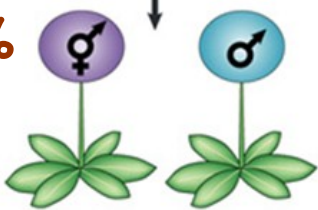


Jaká je frekvence jednotlivých reprodukčních strategií ?



< 0.1%

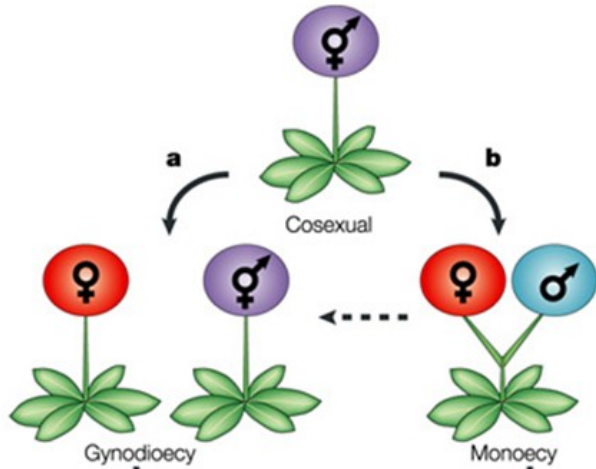
**druhů
androdio-
ecických**



Androdioecy

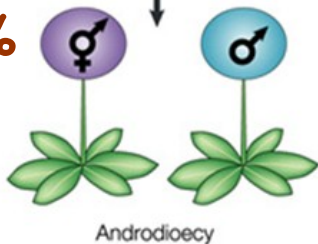
Nature Reviews | Genetics

Jaká je frekvence jednotlivých reprodukčních strategií ?

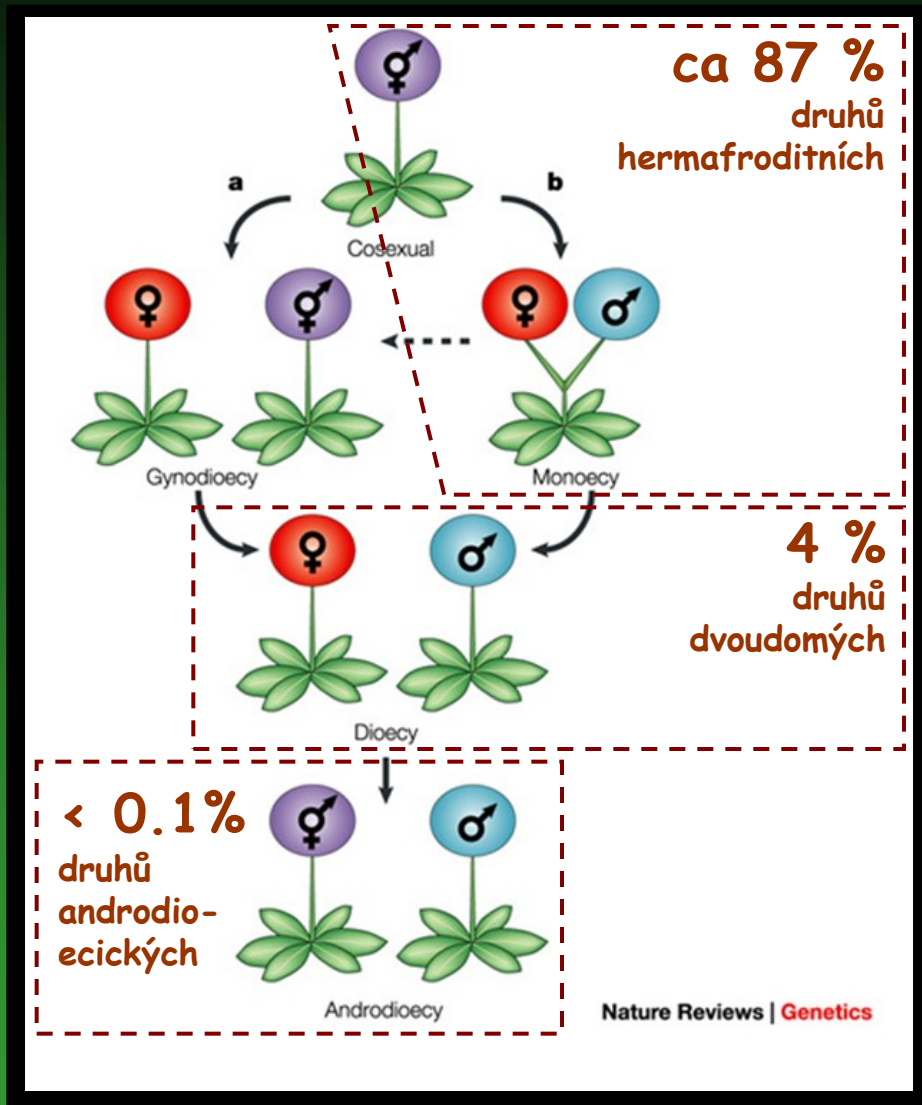


4 %
druhů
dvoudomých

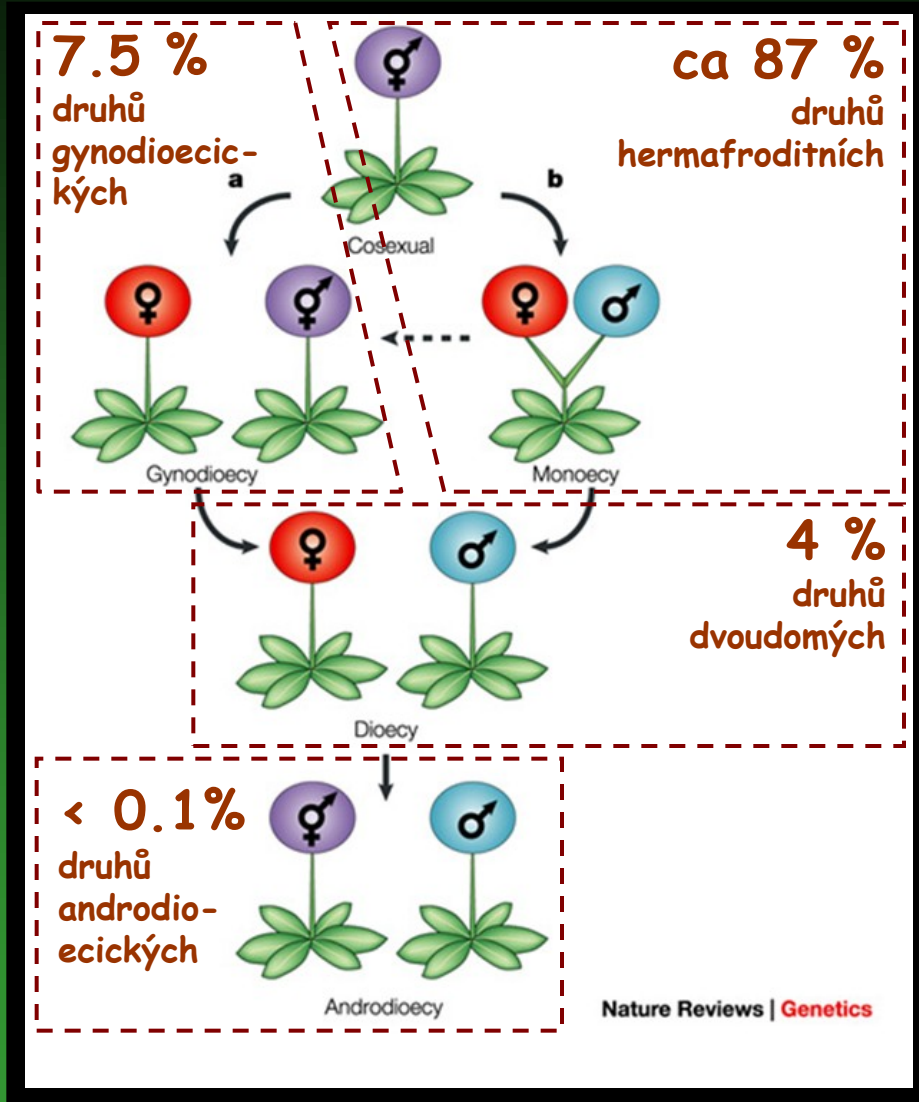
< 0.1%
druhů
androdio-
ecických



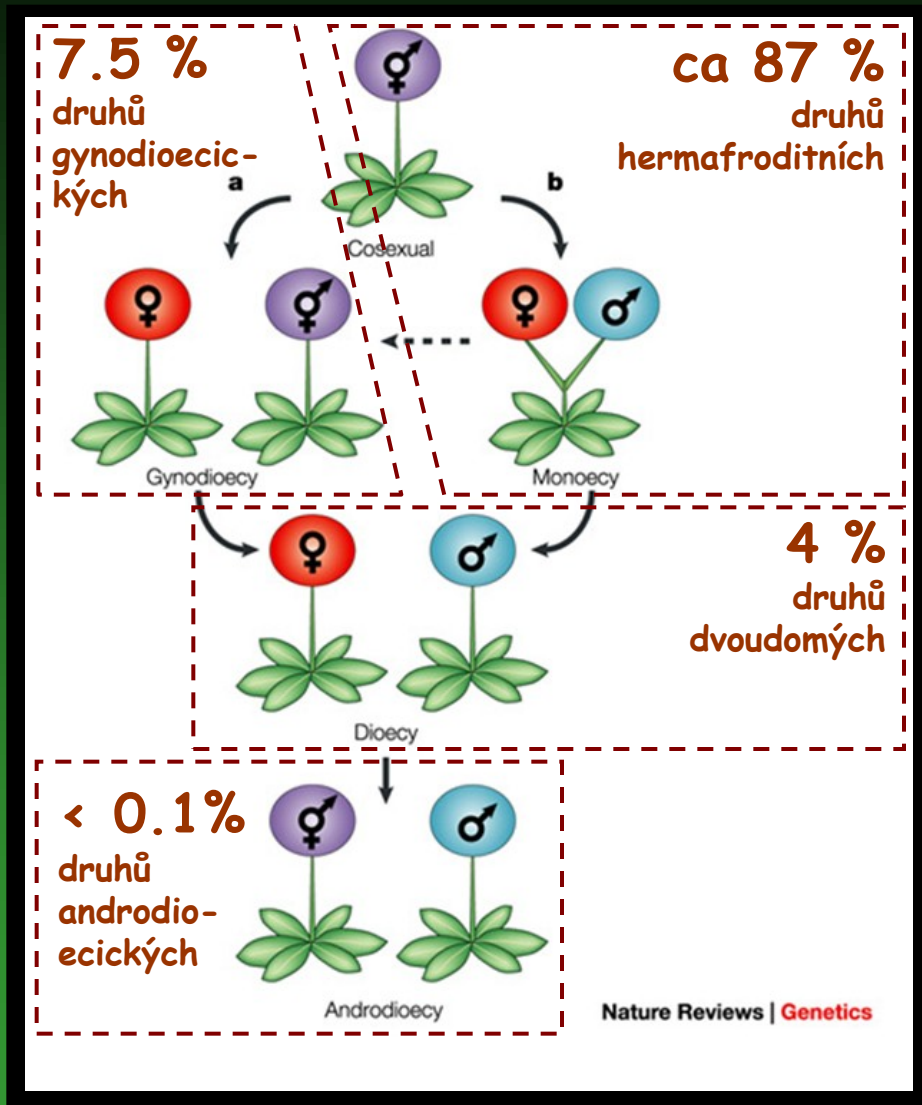
Jaká je frekvence jednotlivých reprodukčních strategií ?



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

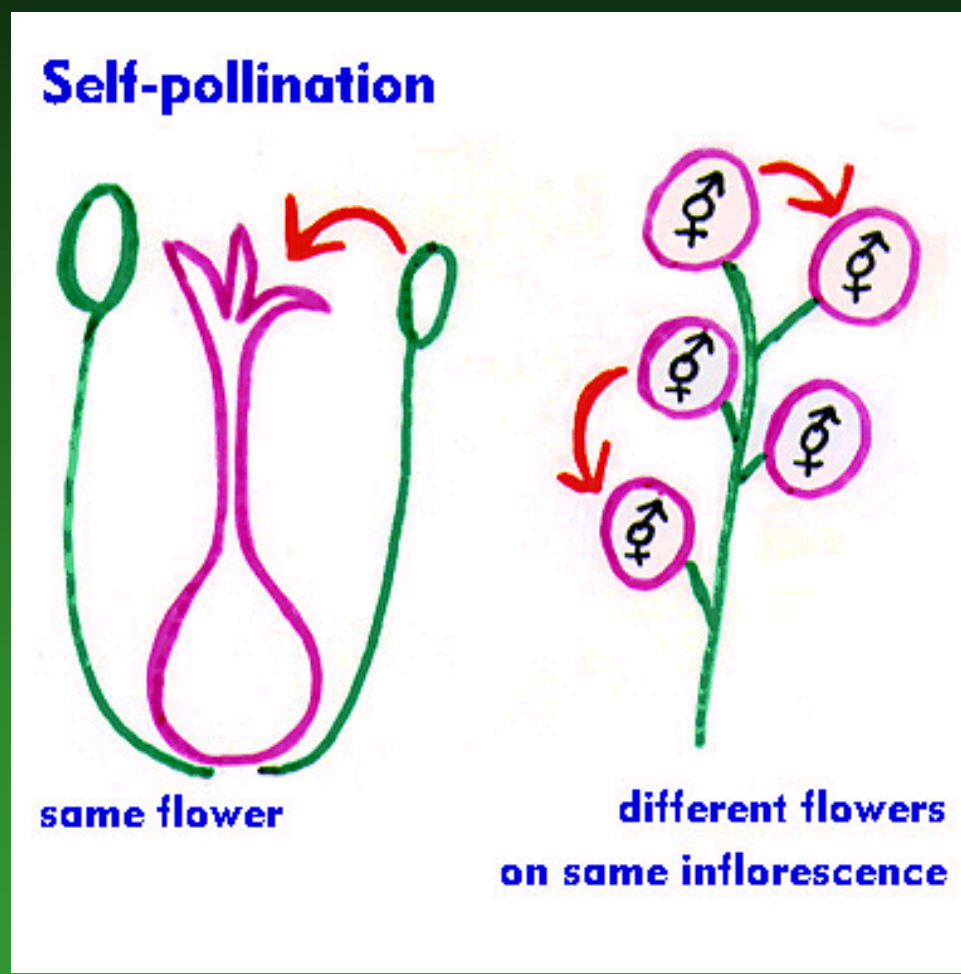
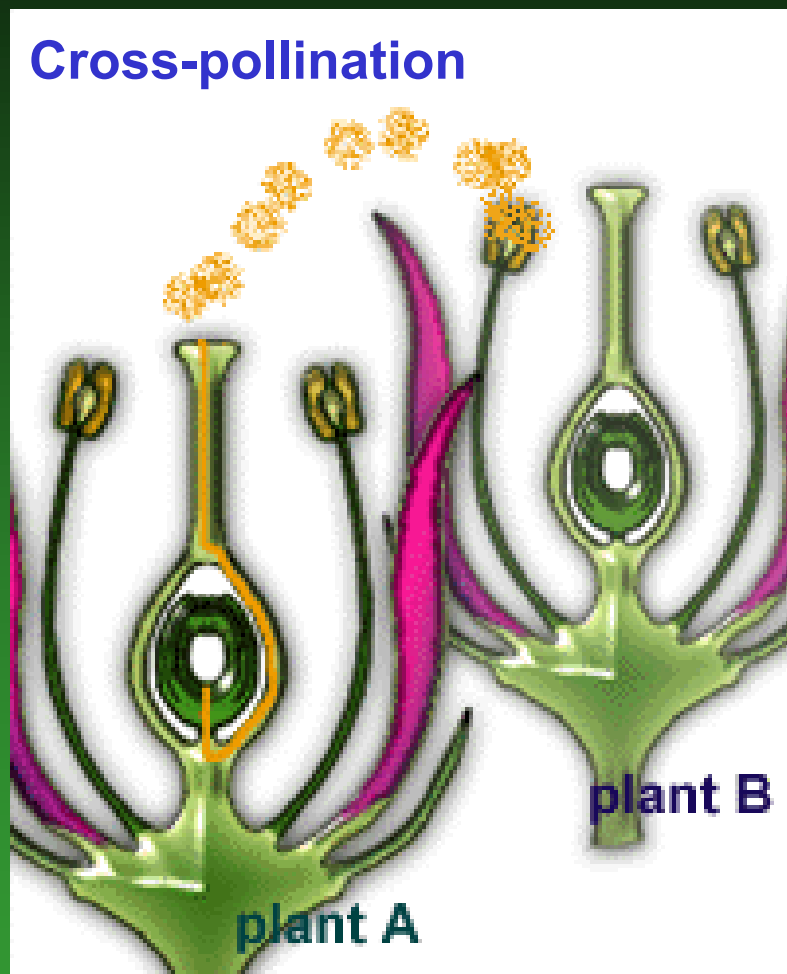
B. Autogamie = samosprašnost = opylování vlastním pylem

C. Apomixie = nepohlavní rozmnožování, buď

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

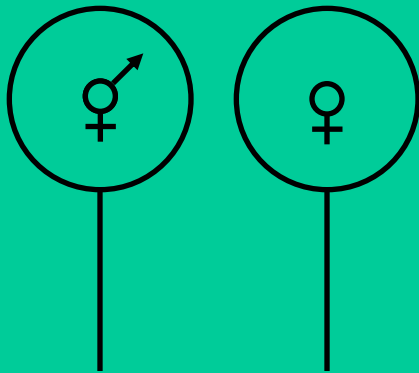
klonalita = vegetativní rozmnožování

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

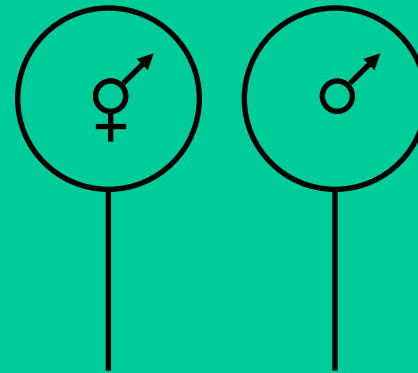


Nejúčinnějším zabráněním autogamii je dioecie nebo její předstupně

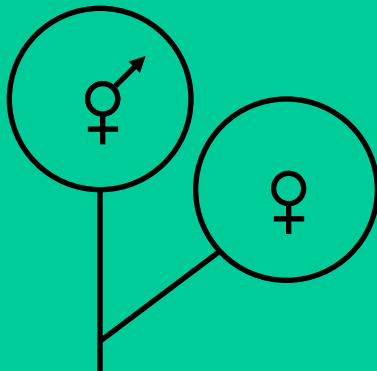
gynodioecie



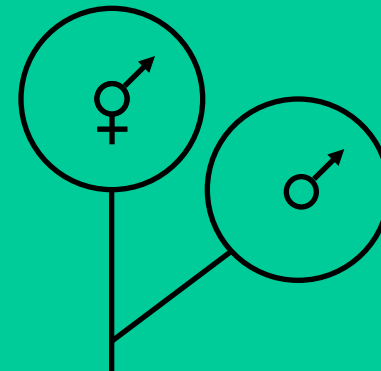
androdioecie



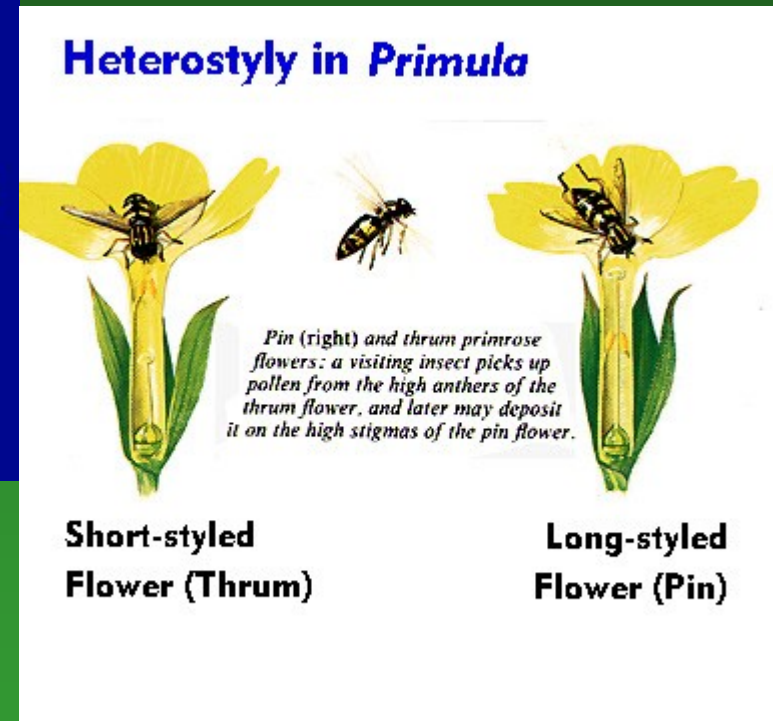
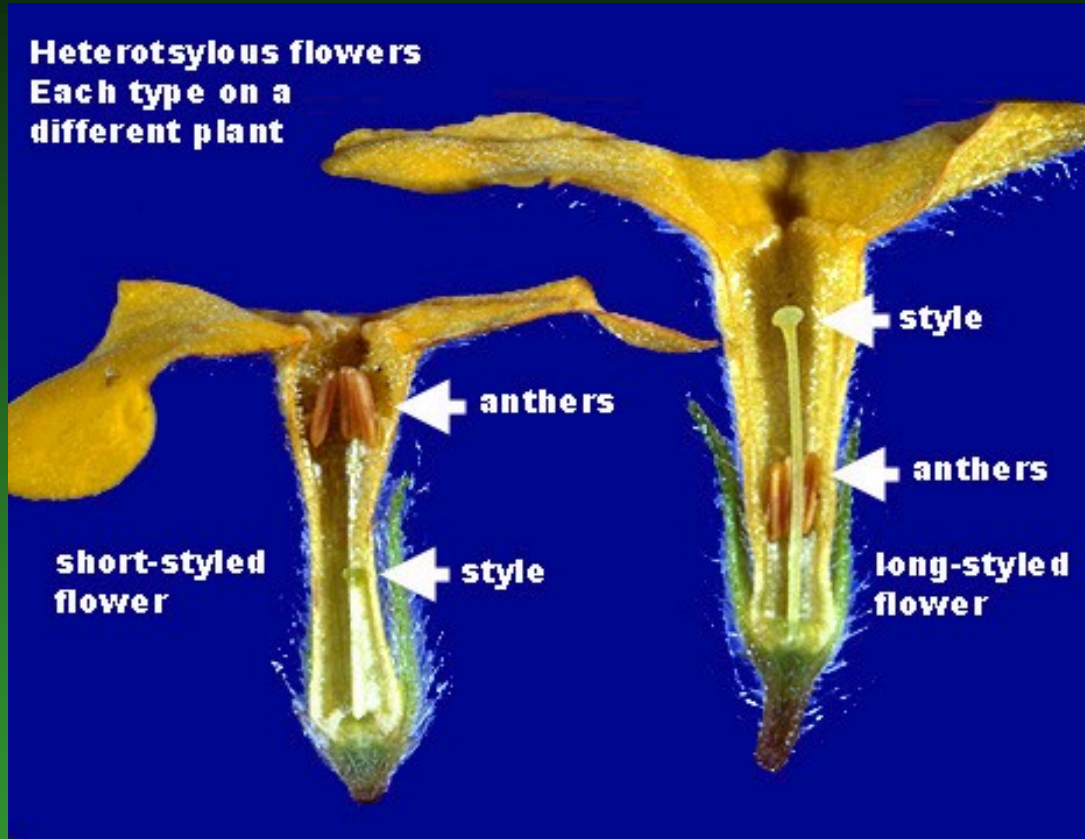
gynomonoecie



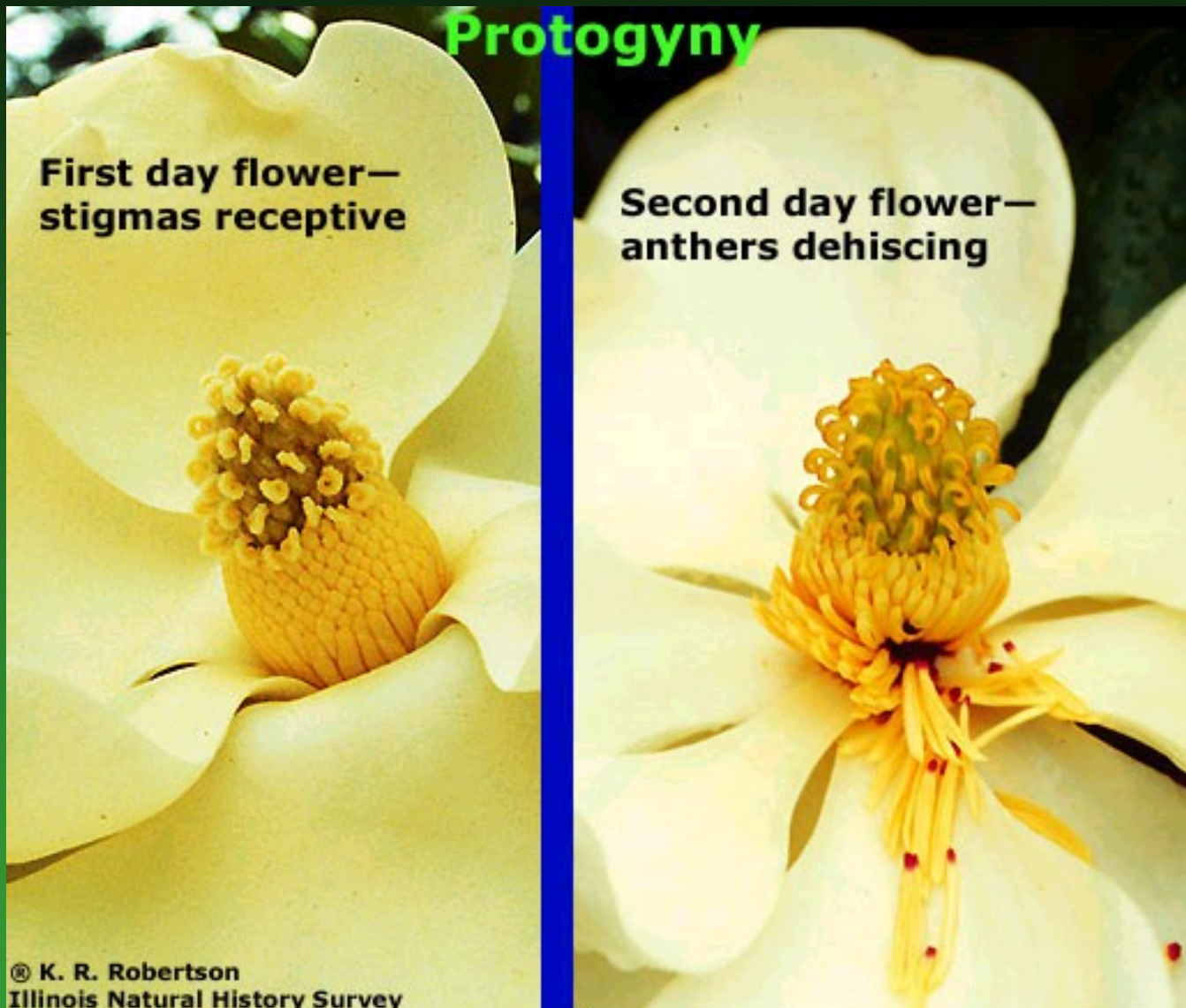
andromonoecie



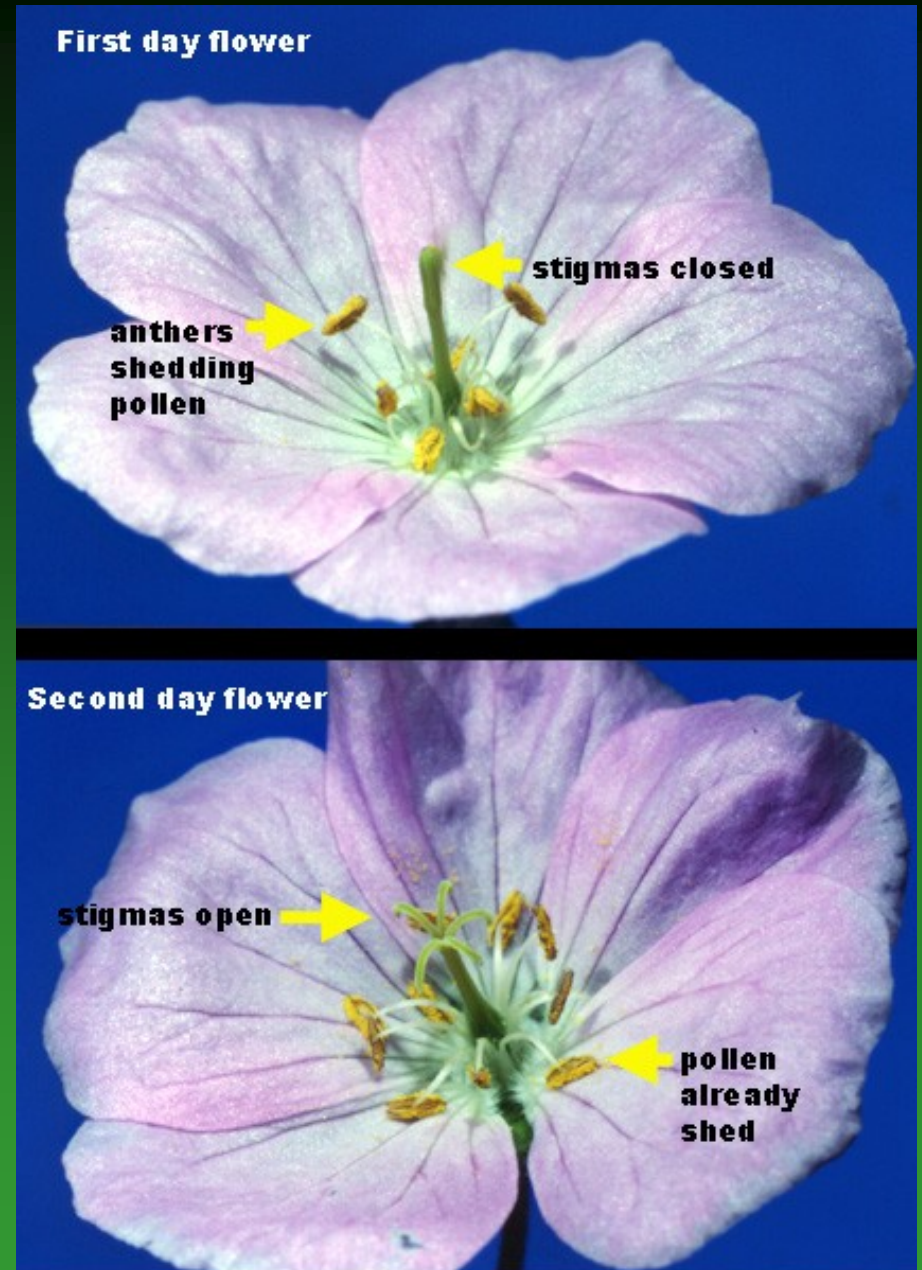
Jedním ze způsobů jak se bránit autogamii vlastním pylem je heterostylie



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*)



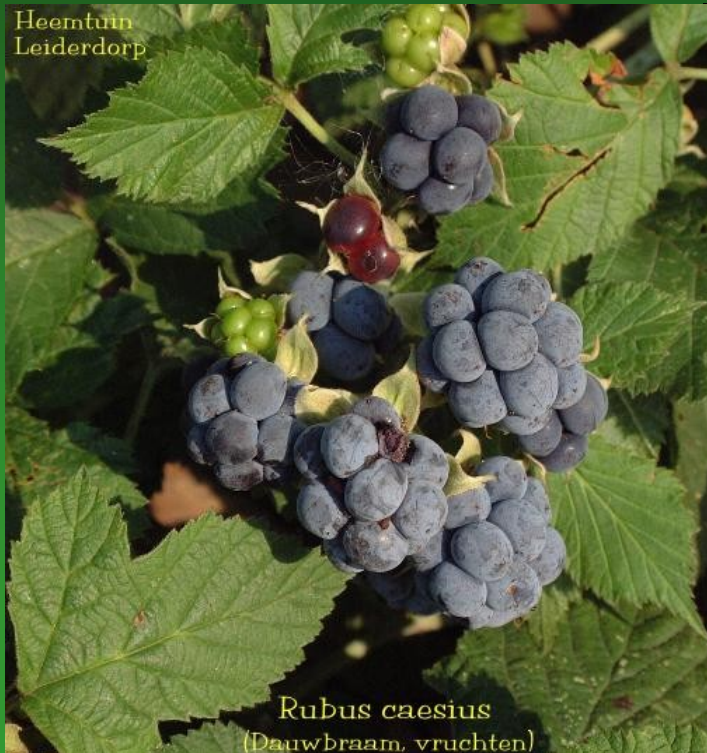
Obligátní apomikti: agamospecies v rodech *Rubus*, *Alchemilla*, *Taraxacum*

apomixie – uniparentalita

obtížná rozlišitelnost daná minimálními ale stálými rozdíly

často v jedné nise 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).

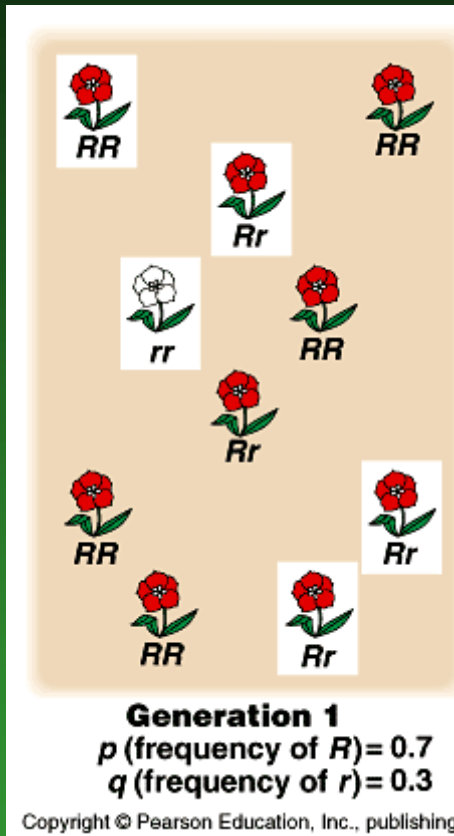
Genetický posun (genetic drift)

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

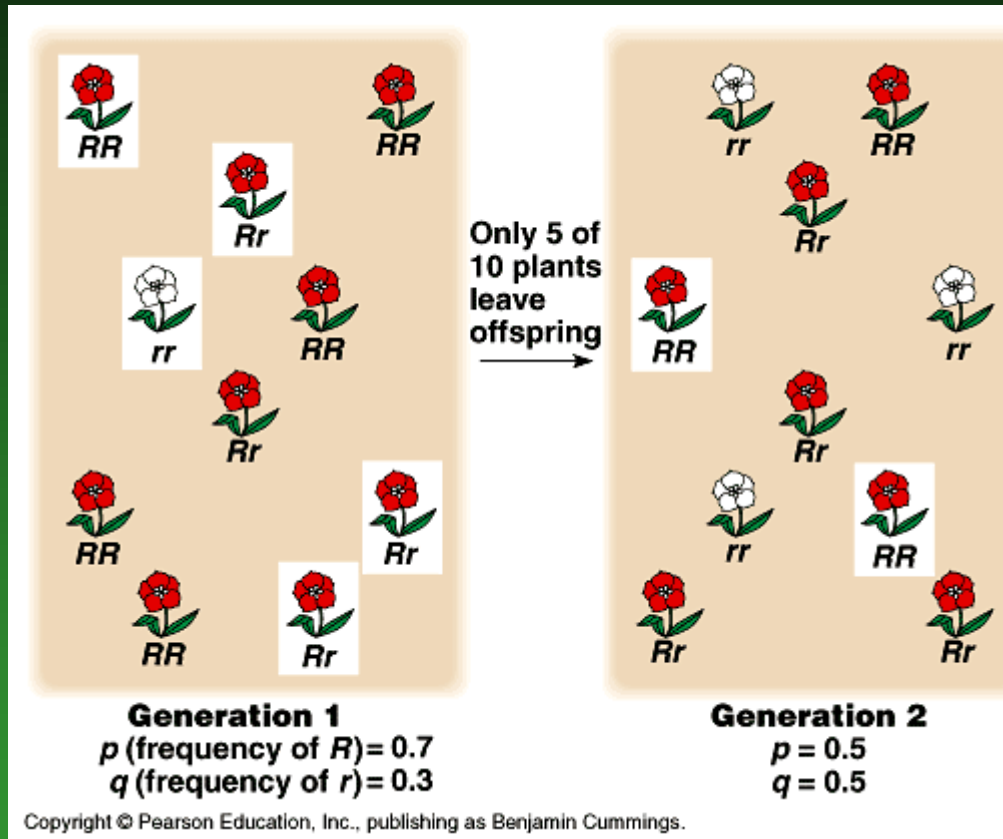
Podobné důsledky mají „bottle neck“
nebo „founder effect“

Evoluční rozmrznutí

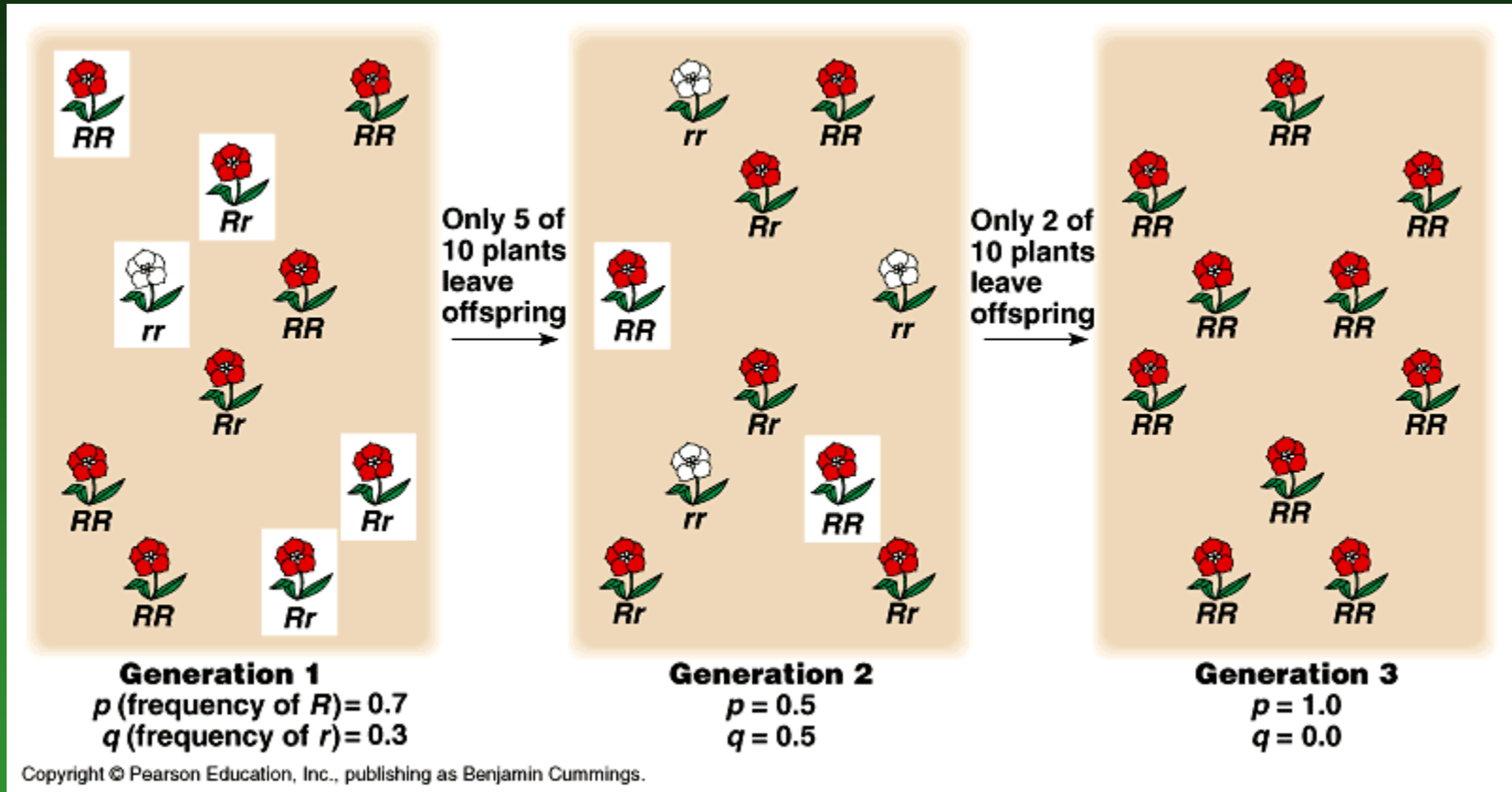
Genetický posun (genetic drift)



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 => alopolyploidizace = „únik“ hybrida ze sterility

Preference hermafroditismu (= pojistka rozmnožování monokarpických „osiřenců“) => tolerance k polyploidii (gonochorní živočichové polyploidii netolerují)

Fixovaná heterozygozita alopolyploidů => eliminace inbrední deprese

Obecně se ale rostliny samoopylení brání => eliminace inbrední deprese

Allopolyploidie => větší spektrum genů = „preadaptace“ rostlin na změnu podmínek, což se jim „hodí“ neb nemohou před nepřízní prchat jako živočichové

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 tak ve srovnání s živočichy dána primárně:

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