



# Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin

## Úvodní přednáška

### Petr Bureš



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

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

A. poznávací test

B. písemná/ústní zkouška

(C. absolvovat cvičení)

# A. Poznávka

(10 druhů, probíhá zpravidla ústně)

= nutná nikoli dostatečná podmínka

Odpoověď na každý z 10 objektů sestává ze jména druhu a zařazení do čeledi

Za jeden objekt je max. 5 bodů

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

Pravidlo č. 1. „vědecká nomenklatura přebíjí českou“, za kterou je méně bodů

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

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

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

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

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

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

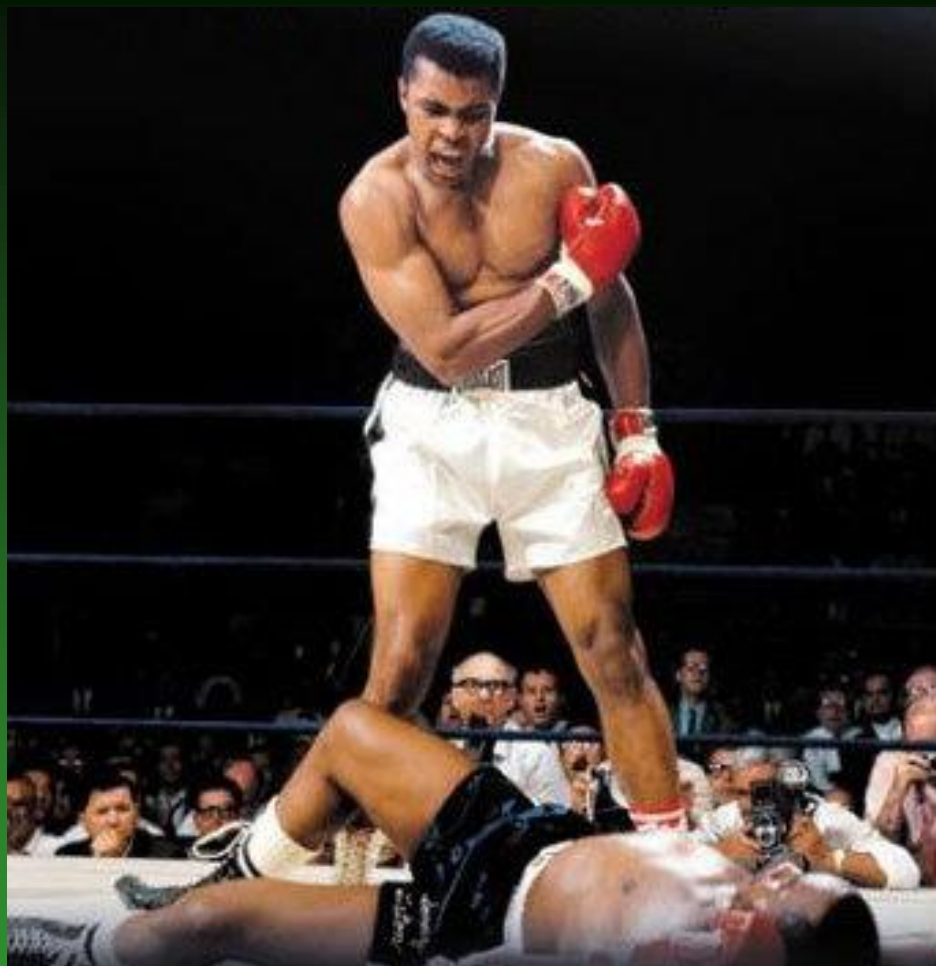
Bodování:

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 poznáváčky !!!

## Pravidlo č. 3: „Náhlá smrt“

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



Pravidlo č. 4: „Zelená šplhounům z terénního cvičení“

Kdo bude mít „A“ z terénního cvičení z botaniky – bude mu poznávací test odpuštěn.

Platí jeden rok.

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

# **B. Vlastní zkouška**

**(probíhá zpravidla písemně)**



# Písemka = testové otázky (základ je 100 bodů)

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

## Příklady otázek

20. Lingula = pajazýček se v rámci plavuni **nevyskytuje** u třídy .....

21. Na **vnitřní straně listu šídlatek** 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	rašeliníště
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.

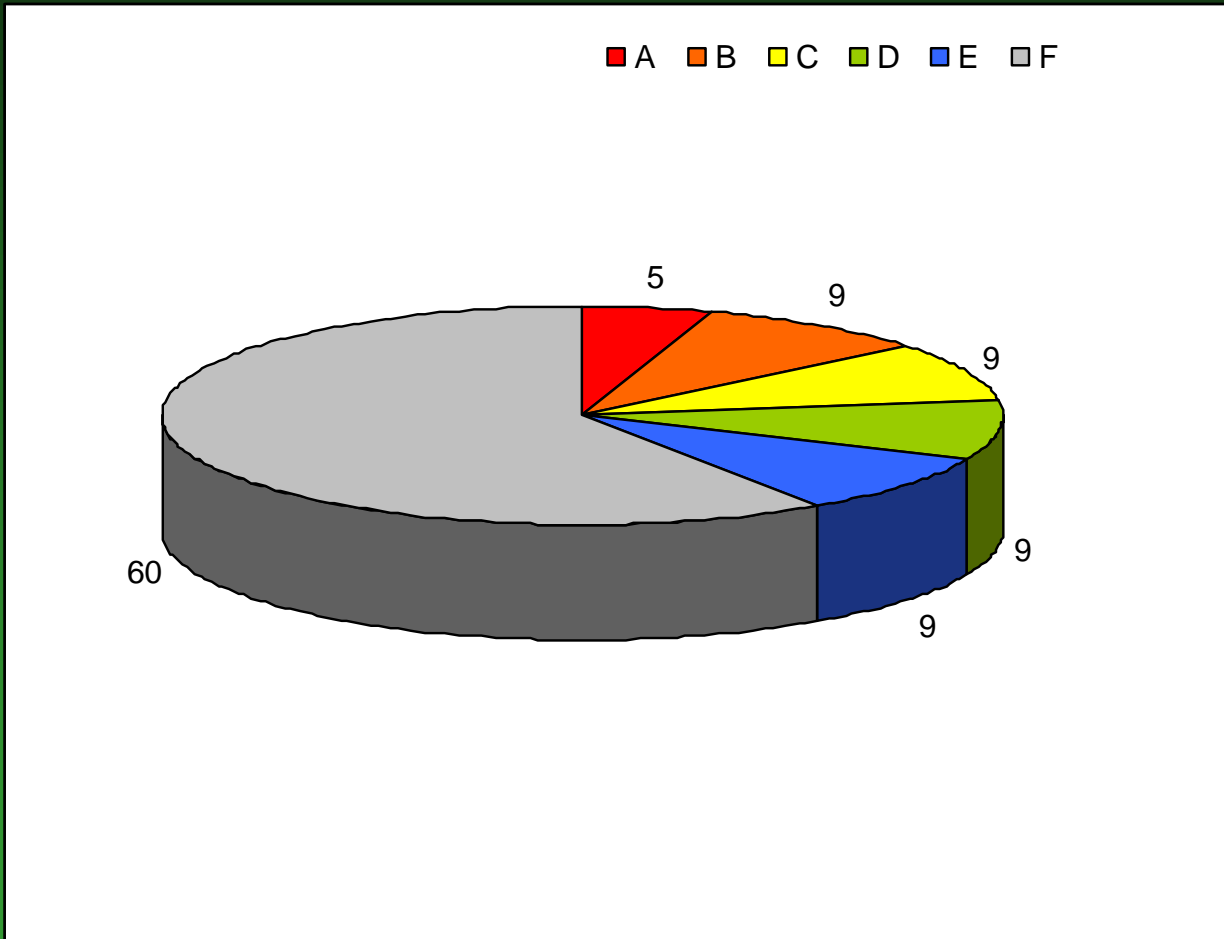
E ~ 60–69 b.

F ~ < 60 b.

tipovat se  
nedá, ani  
dlouze  
přemýšlet!

# Písemka vychází ze 100 bodů

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



**A ~ 96–100 b.**

**B ~ 87–95 b.**

**C ~ 78–86 b.**

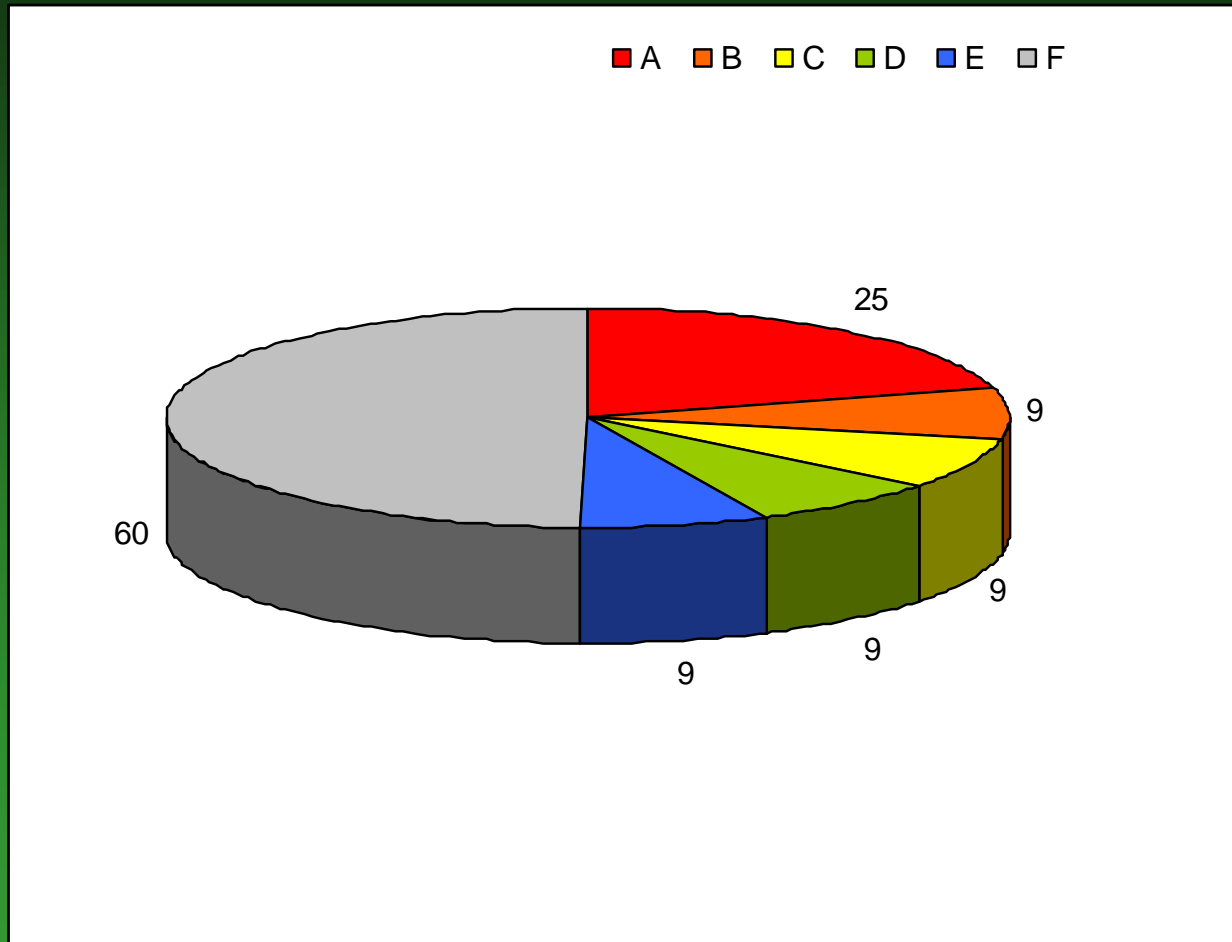
**D ~ 69–77 b.**

**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.**

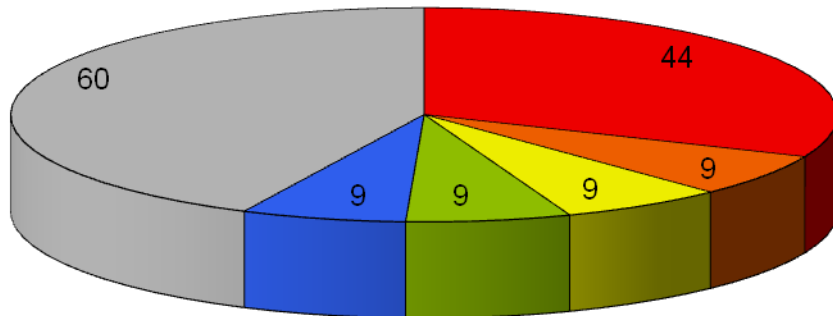
**F ~ < 60 b.**

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

# Písemka = testové otázky

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

■ A ■ B ■ C ■ D ■ E ■ F



**A ~ 96–140 b.**

**B ~ 87–95 b.**

**C ~ 78–86 b.**

**D ~ 69–77 b.**

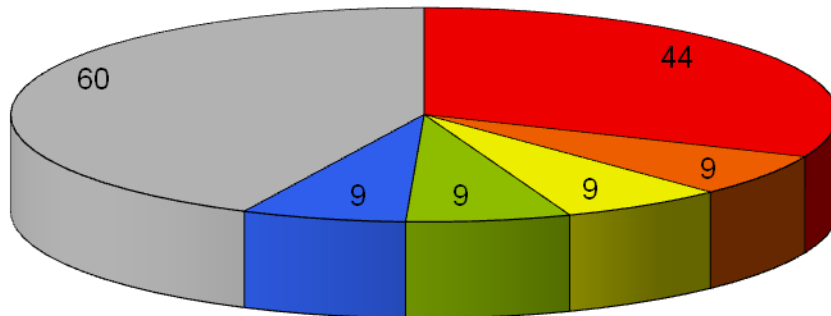
**E ~ 60–69 b.**

**F ~ < 60 b.**

# Písemka

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

■ A ■ B ■ C ■ D ■ E ■ F



**A ~ 96–140 b.**

**B ~ 87–95 b.**

**C ~ 78–86 b.**

**D ~ 69–77 b.**

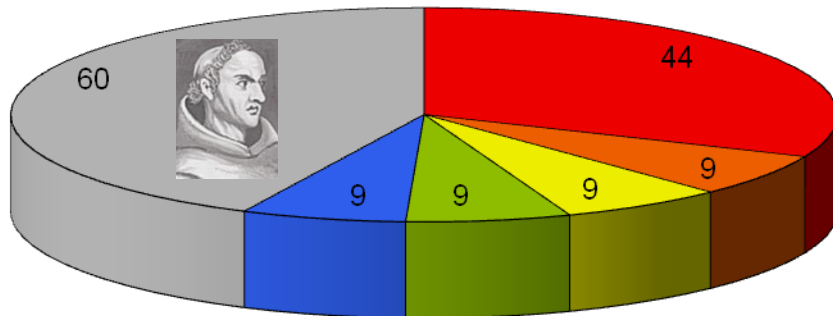
**E ~ 60–69 b.**

**F ~ < 60 b.**

# Písemka - známkování

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

■ A ■ B ■ C ■ D ■ E ■ F



**A ~ 96–140 b.**

**B ~ 87–95 b.**

**C ~ 78–86 b.**

**D ~ 69–77 b.**

**E ~ 60–69 b.**

**F ~ < 60 b.**



# Písemka - známkování

Kdo dostane napoprvé F nebo dokonce na podruhé FF, budou mu tyto neúspěšné pokusy vymazány, pokud zkoušku úspěšně vykoná do konce příslušného

zkušebního období

POKUD

(BUDE MÍT ASPOŇ 80% ÚČAST  
NA PŘEDNÁŠKÁCH) A ZÁROVEŇ  
(NEDOJDE K ÚPRAVĚ  
IS MUNI !!!)

**A ~ 96–140 b.**

**B ~ 87–95 b.**

**C ~ 78–86 b.**

**D ~ 69–77 b.**

**E ~ 60–69 b.**

**F ~ < 60 b.**

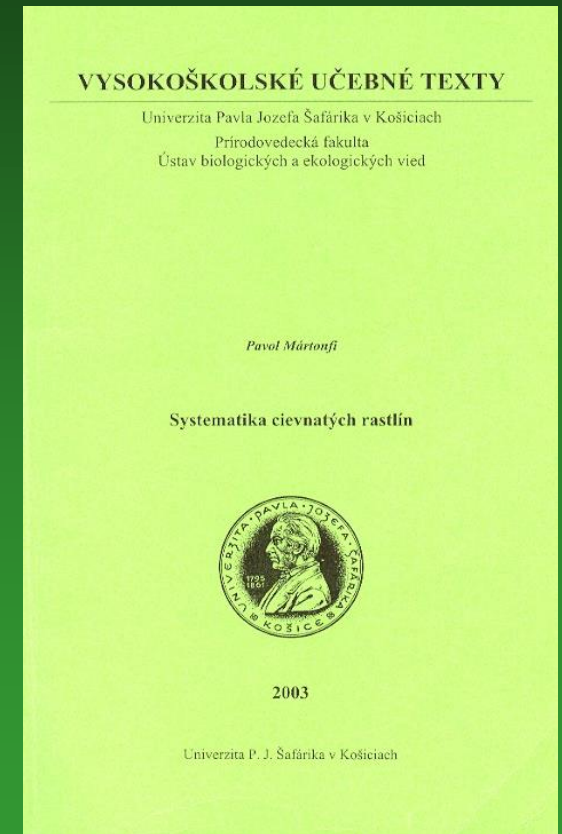
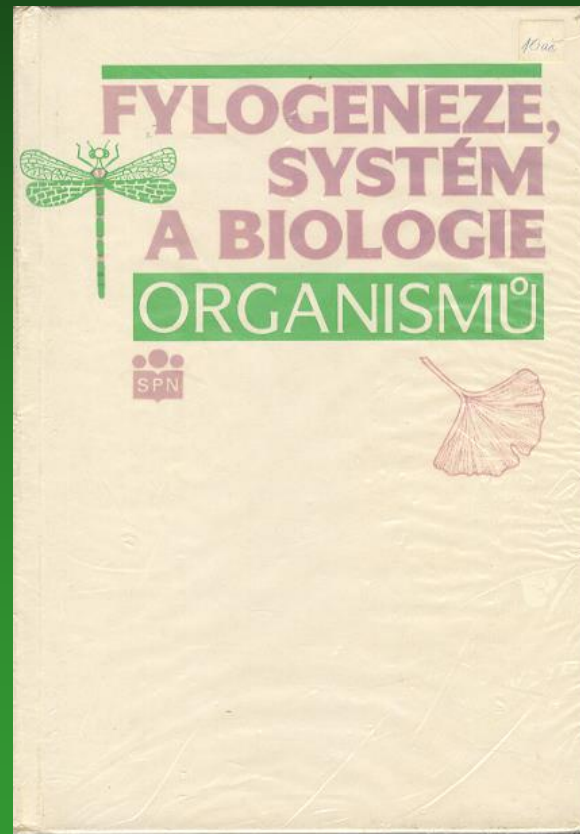
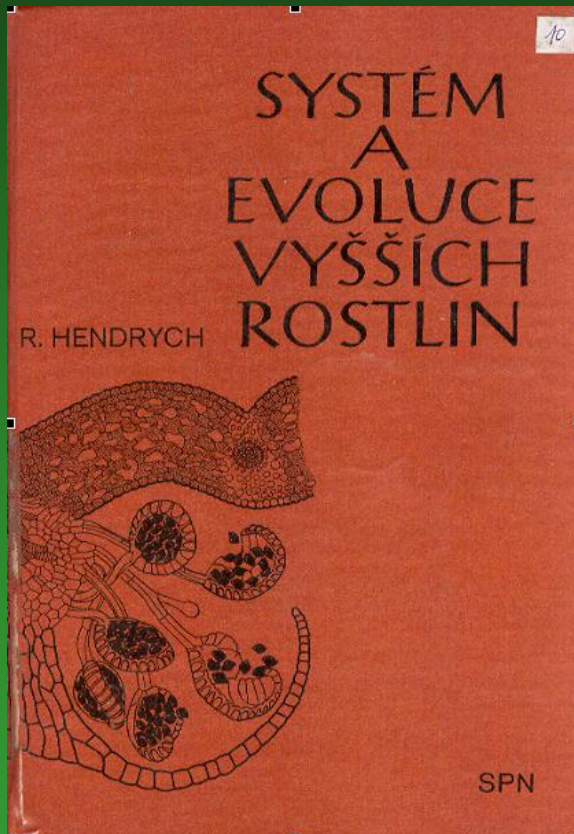


# Klasická studijní literatura – out of date

Hendrych R.: *Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin.* – SPN, Praha, 1977.

Smejkal M.: *Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin.* – In: Rosypal S. et al.: *Fylogeneze, systém 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 Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin - část 1.**



# Elektronické studijní materiály a ostatní podklady

1. Seznam druhů k poznávačce (povinné pensum):  
<http://www.sci.muni.cz/botany/studium/penzumvr.htm>

2. Prezentace ke krytosemenným a sylabus použitého systému  
[https://is.muni.cz/auth/dok/rfmgr.pl?upload\\_id=75643861](https://is.muni.cz/auth/dok/rfmgr.pl?upload_id=75643861)

3. Příprava na poznávačku:

3a. Program Herbarium Vivae Icones  
<http://www.sci.muni.cz/botany/studium/herbarium/>

3b. Kniha – Deyl & Hísek: Naše květiny

3c. Studijní herbáře ve studijní místnosti knihovny – místnost 117 – 1NP budovy A32

3d. Botanická fotogalerie  
[http://www.botanickafotogalerie.cz/poznavacka\\_formular.php?lng=cz](http://www.botanickafotogalerie.cz/poznavacka_formular.php?lng=cz)

Lucka Jarošová    Petra Šolcová



Knihovnice

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

tuto **rozmanitost se snaží**

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

(i) taxonomie

(ii) nomenklatura

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

(iii) evoluční biologie rostlin = biosystematika

(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**

- typ květenství,
- přítomnost/tvar palistů

**anatomicko-cytologický**

- přítomnost trachejí
- přítomnost rafidů

**chemický**

- přítomnost alkaloidů,
- přítomnost inulinu

**karyologický**

- počet chromosomů,
- velikost genomu

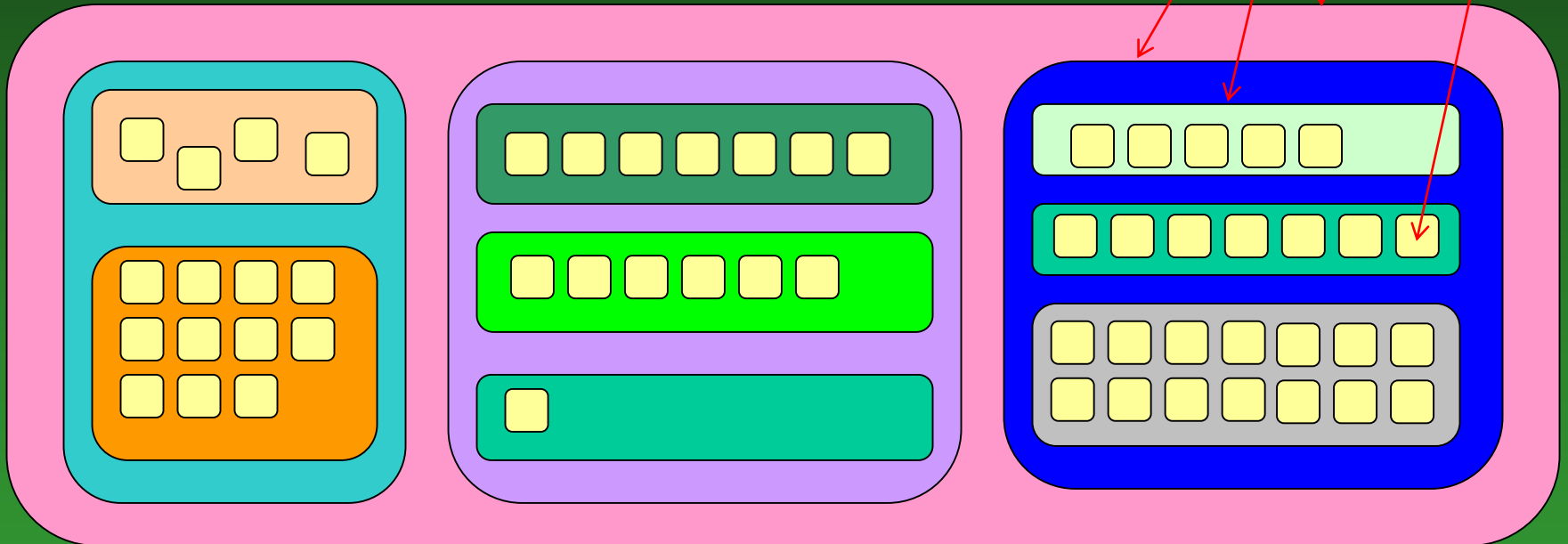
**molekulární**

- sekvence nukleotidů v DNA
- sekvence aminokyselin

# Klasifikační systém je hierarchický

objekt klasifikace = **druhy**

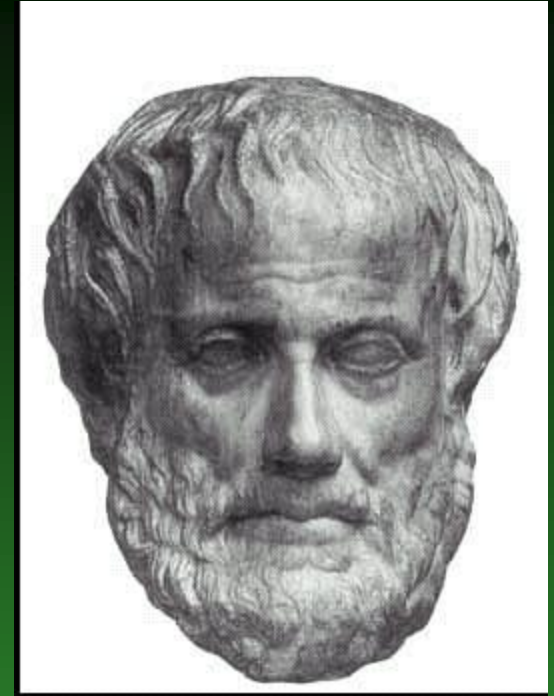
kategorie vzniklé tříděním = logické třídy = **systematické jednotky**  
(druh je také systematickou jednotkou)



Otcem metody hierarchické klasifikace  
= principu logického třídění objektů  
je řecký filosof Aristoteles.

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

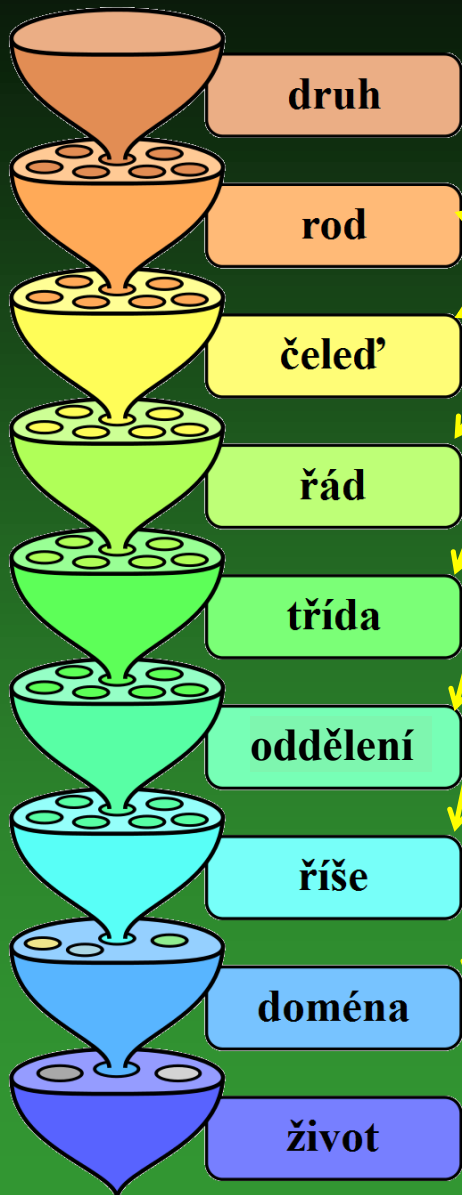
Klasifikace je součástí metod každé  
vědy = umožňuje deduktivní vyvození  
vlastností objektů z příslušnosti k  
nadřazené jednotce



**Aristoteles**

384 - 322 B. C.

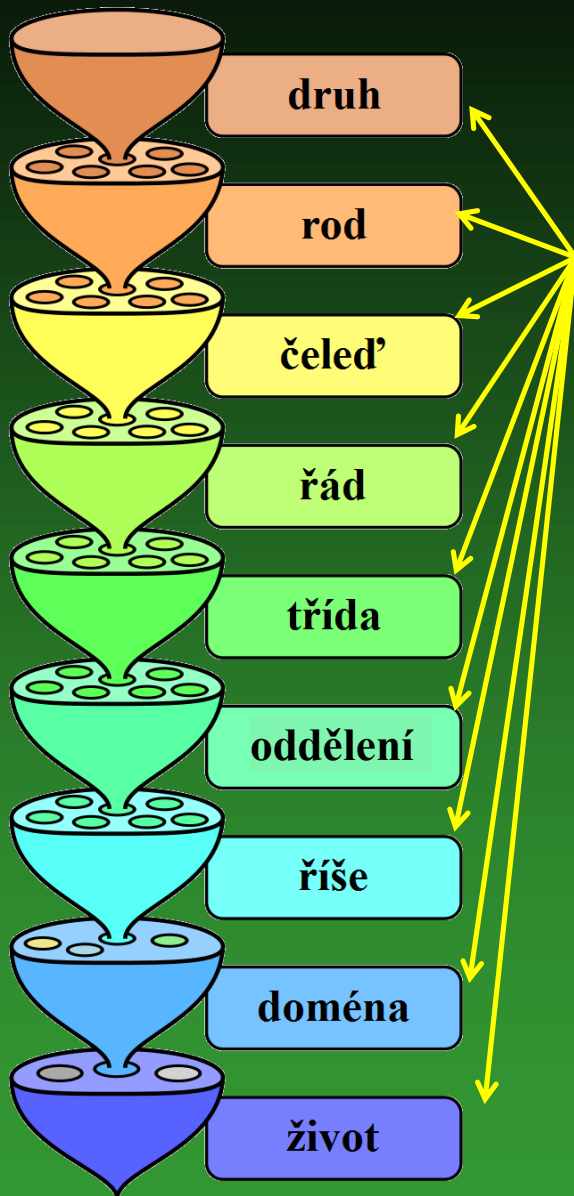
# Jednotky a taxony



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

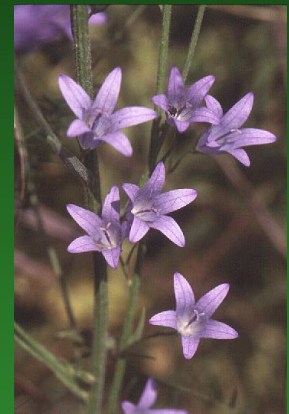


# Jednotky a taxony



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

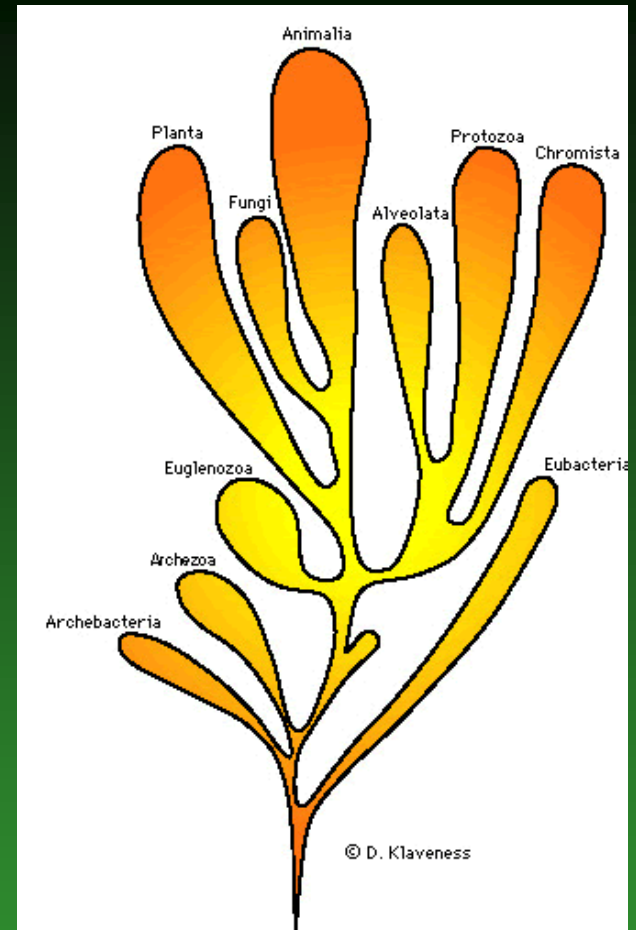
Naproti tomu konkrétní obsahy takových jednotek jsou **taxony** např. *Ranunculaceae*, *Campanulales*, *Anemone nemorosa*, atd.





# Fylogenetický systém

Kritérium moderních klasifikací =  
fylogenetická příbuznost organismů



# Jak zohlednit míru evoluční příbuznosti v hierarchické klasifikaci?

V hierarchické klasifikaci vyjadřuje míru evoluční příbuznosti dvou taxonů je dán nejnižším stupněm nadřazeného taxonu, do něž oba tyto taxony ještě patří (= neexistuje žádný taxon nižší úrovně do něj by ještě patřily)



*Anabaena flos-aquae*

# Jak zohlednit míru evoluční příbuznosti v hierarchické klasifikaci?

V hierarchické klasifikaci vyjadřuje míru evoluční příbuznosti dvou taxonů je dán nejnižším stupněm nadřazeného taxonu, do něž oba tyto taxony ještě patří (= neexistuje žádný taxon nižší úrovně do něj by ještě patřily)



*Anabaena flos-aquae*

# Jak zohlednit míru evoluční příbuznosti v hierarchické klasifikaci?

V hierarchické klasifikaci vyjadřuje míru evoluční příbuznosti dvou taxonů je dán nejnižším stupněm nadřazeného taxonu, do něž oba tyto taxony ještě patří (= neexistuje žádný taxon nižší úrovně do něj by ještě patřily)



*Anabaena flos-aquae*

# Jak zohlednit míru evoluční příbuznosti v hierarchické klasifikaci?

V hierarchické klasifikaci vyjadřuje míru evoluční příbuznosti dvou taxonů je dán nejnižším stupněm nadřazeného taxonu, do něž oba tyto taxony ještě patří (= neexistuje žádný taxon nižší úrovně do něj by ještě patřily)



*Anabaena flos-aquae*



# Jak zohlednit míru evoluční příbuznosti v hierarchické klasifikaci?

V hierarchické klasifikaci vyjadřuje míru evoluční příbuznosti dvou taxonů je dán nejnižším stupněm nadřazeného taxonu, do něž oba tyto taxony ještě patří (= neexistuje žádný taxon nižší úrovně do něj by ještě patřily)



*Anabaena flos-aquae*

# Jak zohlednit míru evoluční příbuznosti v hierarchické klasifikaci?

V hierarchické klasifikaci vyjadřuje míru evoluční příbuznosti dvou taxonů je dán nejnižším stupněm nadřazeného taxonu, do něž oba tyto taxony ještě patří (= neexistuje žádný taxon nižší úrovně do něj by ještě patřily)



*Anabaena flos-aquae*

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

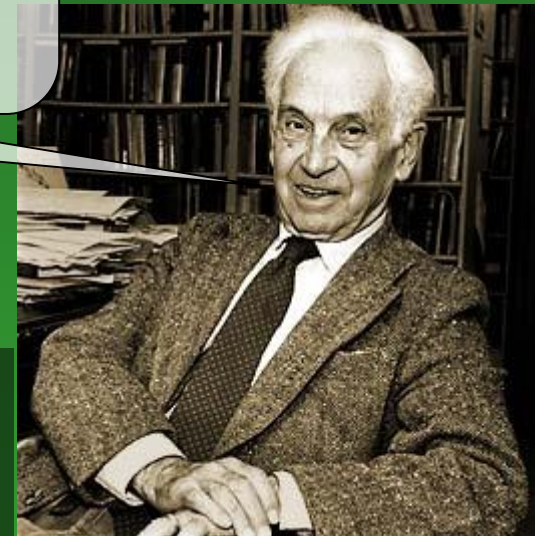
# Druhy

= základní **objekty** klasifikace organismů.

**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

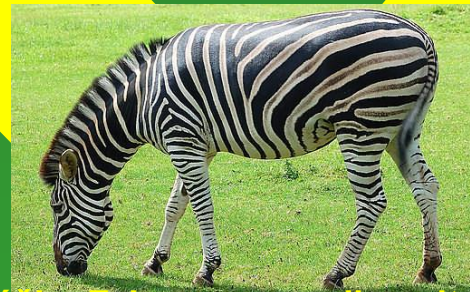
Genový fond populace je odlišný od genomu jedince a populace téhož druhu mají různé genofondy.

Procesy evolučních změn uvnitř druhu – v populacích = mikroevoluce





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





# Porušení izolace = mezidruhová hybridizace

*Cirsium oleraceum*



*Cirsium erisithales*



*Cirsium palustre*



*Cirsium oleraceum*



# Důsledky mezidruhové hybridizace

(1) Základní **speciační mechanismus rostlin**

(2) **Retikularita evolučních linií (síťovitost)**

(3) Nejčastější příčina **polyploidie** a potažmo **apomixie**

## (4) Hybridizací nejen druhy vznikají, ale také zanikají



Porušení izolace může vést ke genetické erozi

Populace *Viola lutea* subsp. *sudetica* (Sudetská pohoří, Západní Karpaty, Východní Alpy) se kříží s *Viola tricolor* subsp. *tricolor* (běžnou kolem cest do 700 m n.m. v celé Evropa vč. Skandinávie, na V až po Ural) – došlo k zavlečení se šterkem používaným na cesty



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

- 1. Bariéra mezi rostlinnými druhy nemusí být vždy dána geneticky ale třeba jen geograficky, ekologicky, altitudinálně, nebo temporálně (= rostlinné druhy se nemohou křížit aktuálně, potenciálně však často ano).**
- 2. Druh by měl zaujímat geografický areál rozšíření, alespoň zčásti vzniklý přirozeným způsobem.**
- 3. Druh by měl být vázán na určitý typ prostředí – ekologickou niku.**
- 4. Znaky vymezující druh musí být dědičně stálé (geneticky podmíněná variabilita x fenotypová plasticita, která se u rostlin díky nepohyblivosti může více projevit)**

# Příklady nápadných ale nedědičných, popř. jen epigeneticky dědičných odchylek



## Příklady fenotypové plasticity



pH půdy



vítr

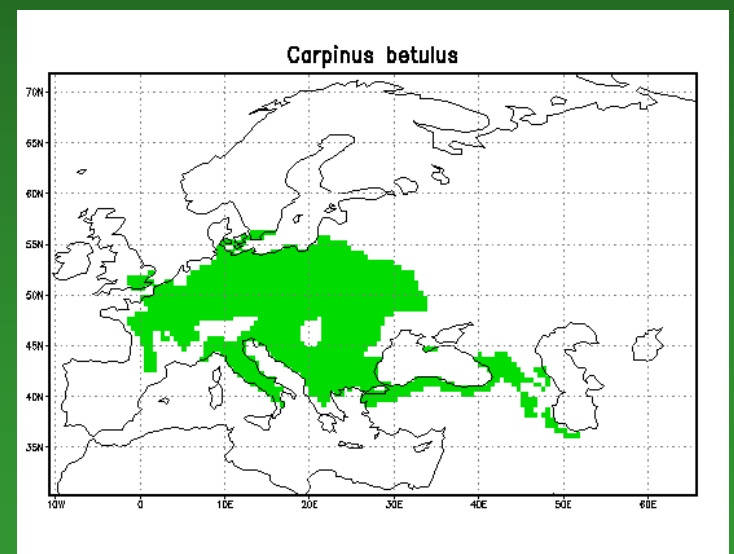
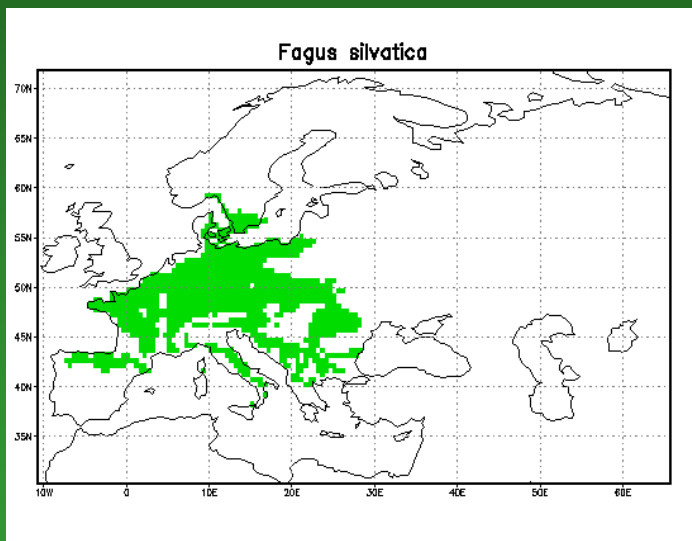
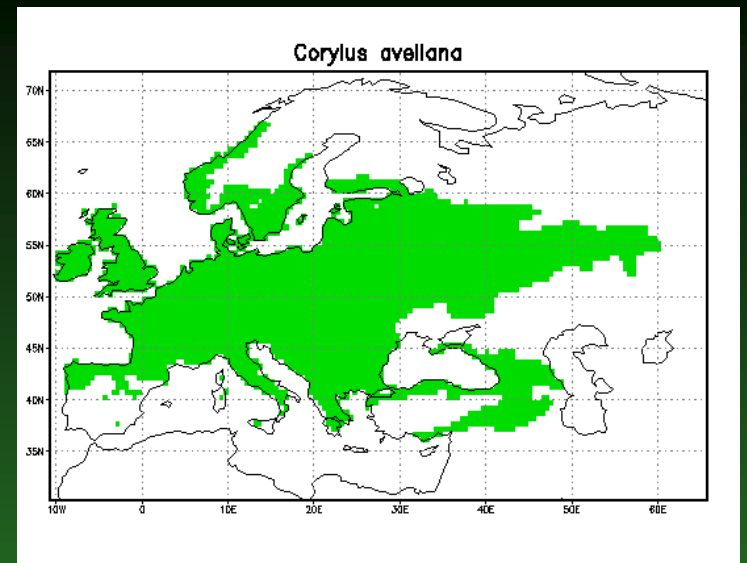


voda

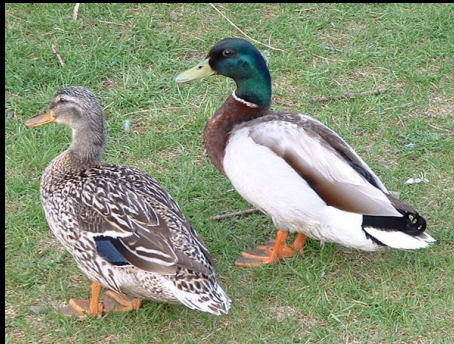




## Příklady přirozené geografické distribuce (areálů) druhů



# Živočichové se mohou pohybovat a mají nervovou soustavu jsou proto zpravidla odděleného pohlaví = gonochoristé = ♂ + ♀





# Rostliny se naopak pohybovat nemohou jsou proto zpravidla společného pohlaví = hermafrodité



<http://www.biocrawler.com/w/images/f/f5/Stamens-and-pistil.jpg>



[http://www.allbestpictures.com/flowers/flowers/petal\\_and\\_stamens\\_close-up\\_picture.html](http://www.allbestpictures.com/flowers/flowers/petal_and_stamens_close-up_picture.html)



[http://farm1.static.flickr.com/33/103185745\\_74acfa78c3.jpg](http://farm1.static.flickr.com/33/103185745_74acfa78c3.jpg)

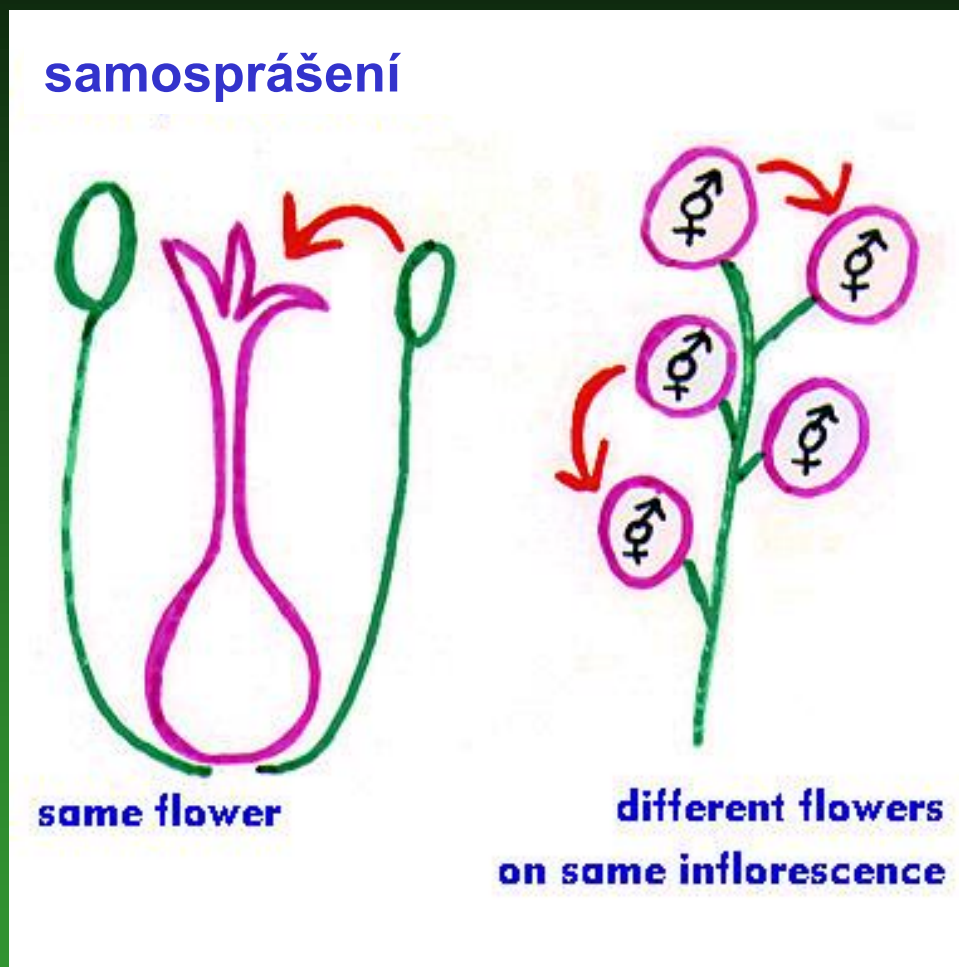


© KONTOZNIK  
WWW.WHIGGAMAGES.COM



[http://farm4.static.flickr.com/3629/3636943694\\_3df9e5be54.jpg](http://farm4.static.flickr.com/3629/3636943694_3df9e5be54.jpg)

Z hlediska rekombinace genů je výhodnější cizosprašení (allogamie) oproti samosprašení (autogamii)

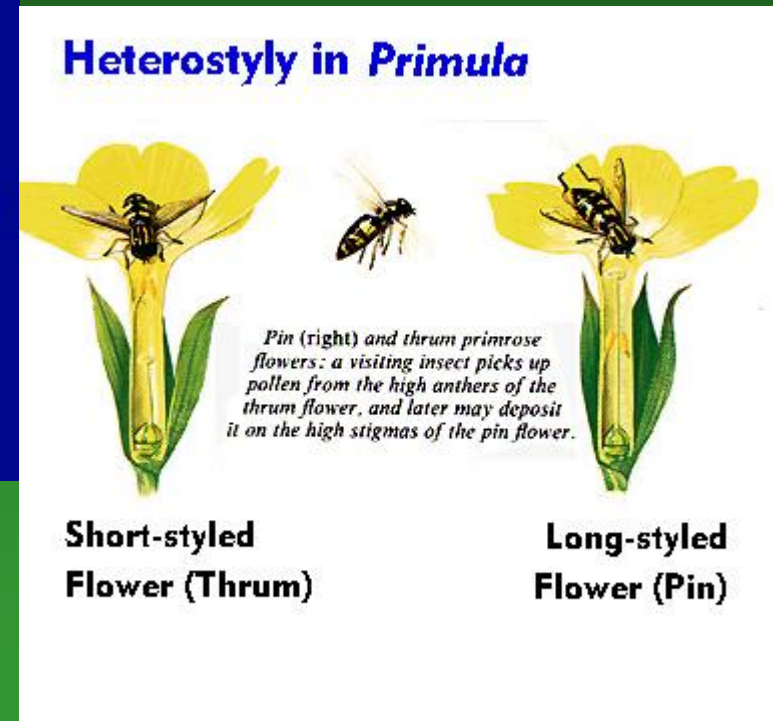
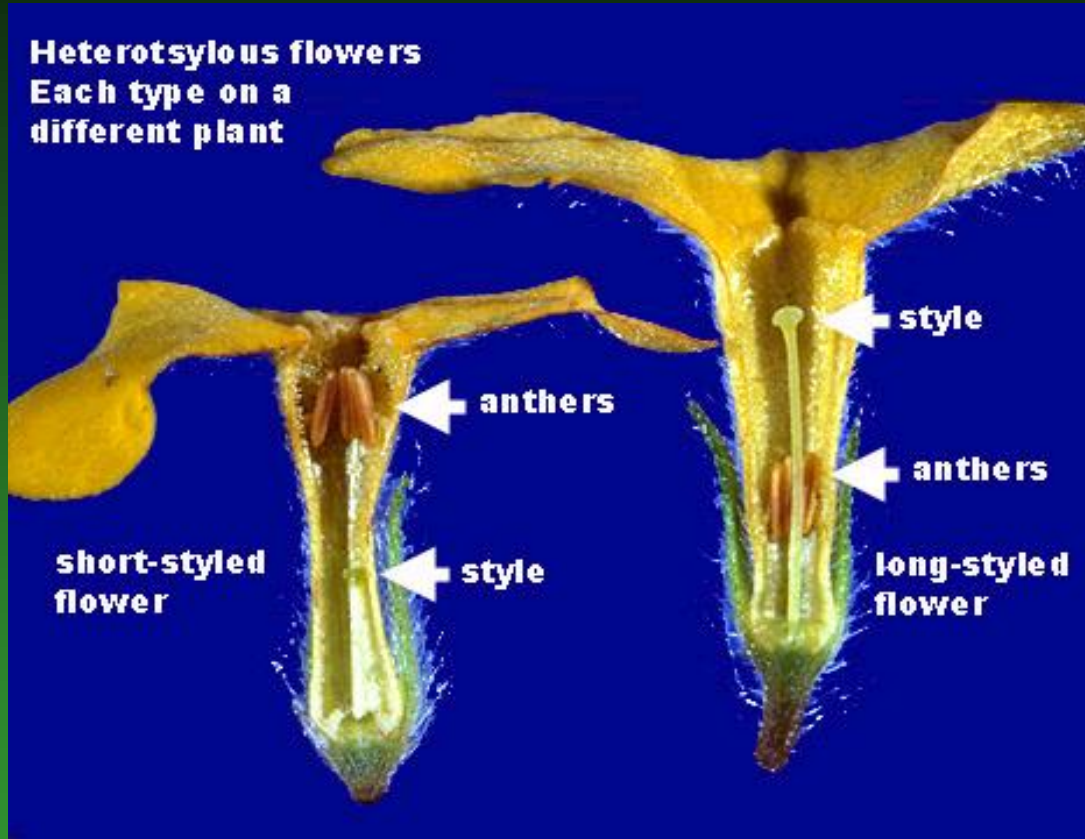


Hermafroditismus představuje riziko inbrední deprese, neboť autogamie je příbuzenské křížení v nejužším slova smyslu / rostliny se proto autogamii brání

**Petr Bureš: Prezentace přednášky Fylogeneze a diverzita vyšších rostlin - část 1.**

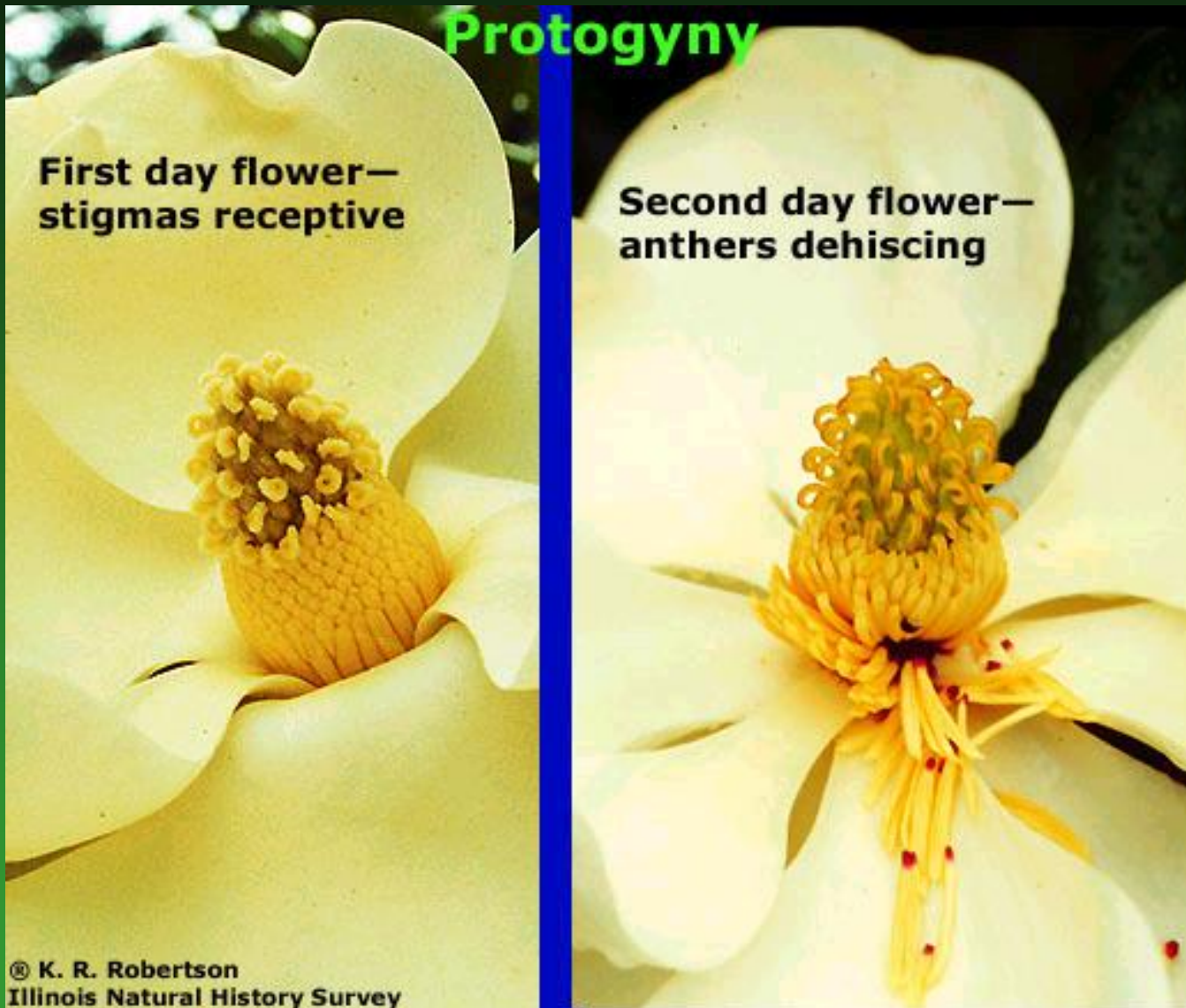


# Obrana proti autogamii - heterostylie

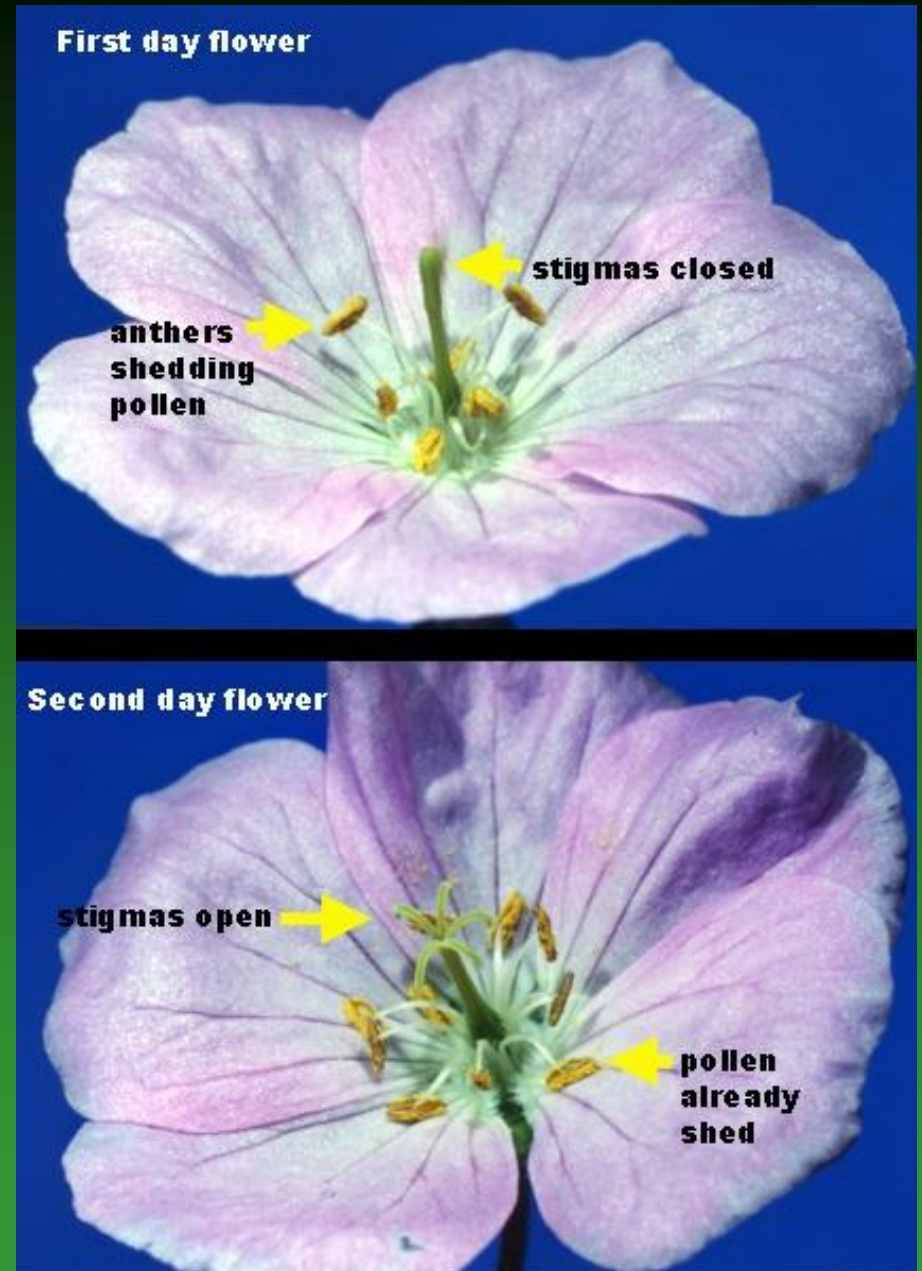




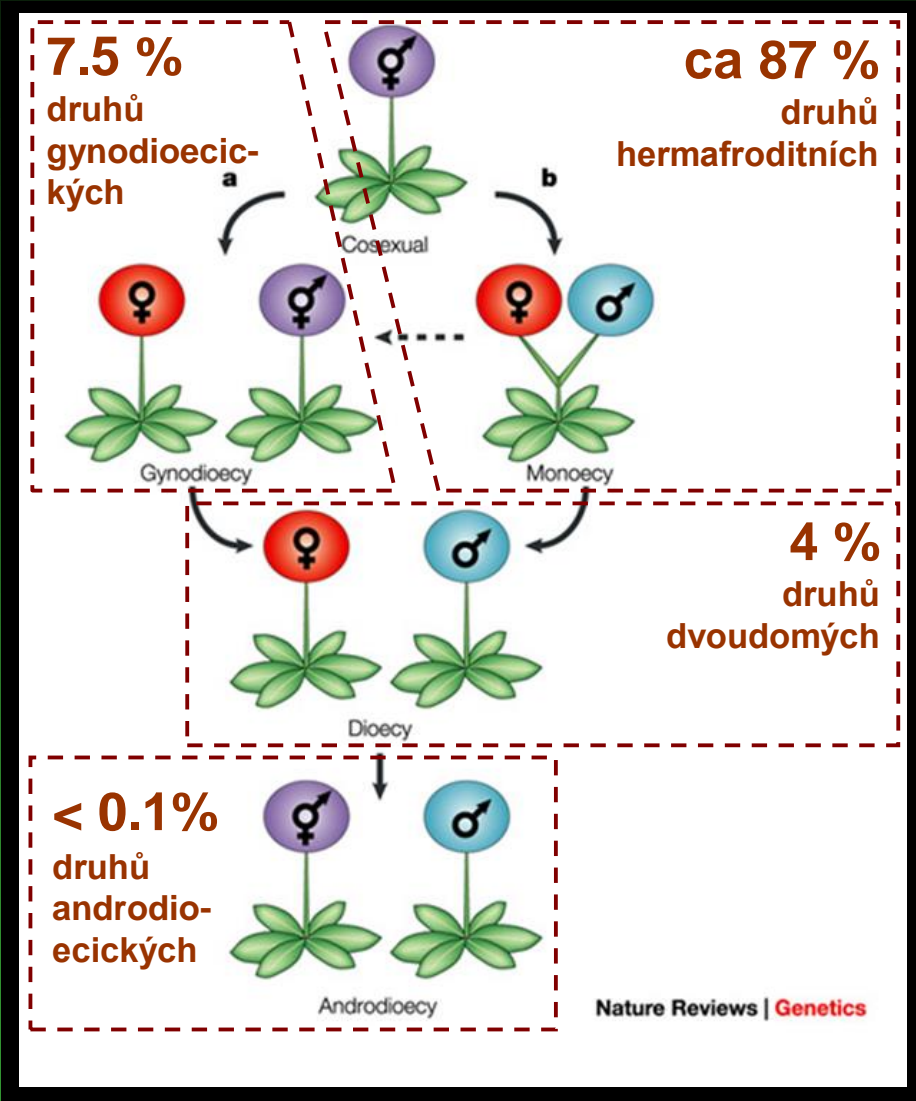
# Obrana proti autogamii - protogynie



# Obrana proti autogamii - protandrie



# Pohlavní dimorfismus rostlin



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



# Gynodioecické druhy





# Dvoudomé druhy





# Dvoudomé druhy






# Dvoudomé druhy



# Shrnutí specifiity evoluce rostlin

**nepohyblivost rostlin** (+ absence nervové soustavy)



„spoléhají“ víc na geografickou izolaci

# Shrnutí specifity evoluce rostlin

**nepohyblivost rostlin** (+ absence nervové soustavy)

```
graph TD; A["nepohyblivost rostlin (+ absence nervové soustavy)"] --> B["„spoléhají“ víc na geografickou izolaci"]; B --> C["porušení izolace => hybridizace"]
```

„spoléhají“ víc na geografickou izolaci

porušení izolace => hybridizace

# Shrnutí specifity evoluce rostlin

**nepohyblivost rostlin** (+ absence nervové soustavy)

„spoléhají“ víc na geografickou izolaci

porušení izolace => hybridizace

chromosomy se v meiosi špatně párují = téměř sterilita



# Shrnutí specifity evoluce rostlin

**nepohyblivost rostlin** (+ absence nervové soustavy)

„spoléhají“ víc na geografickou izolaci

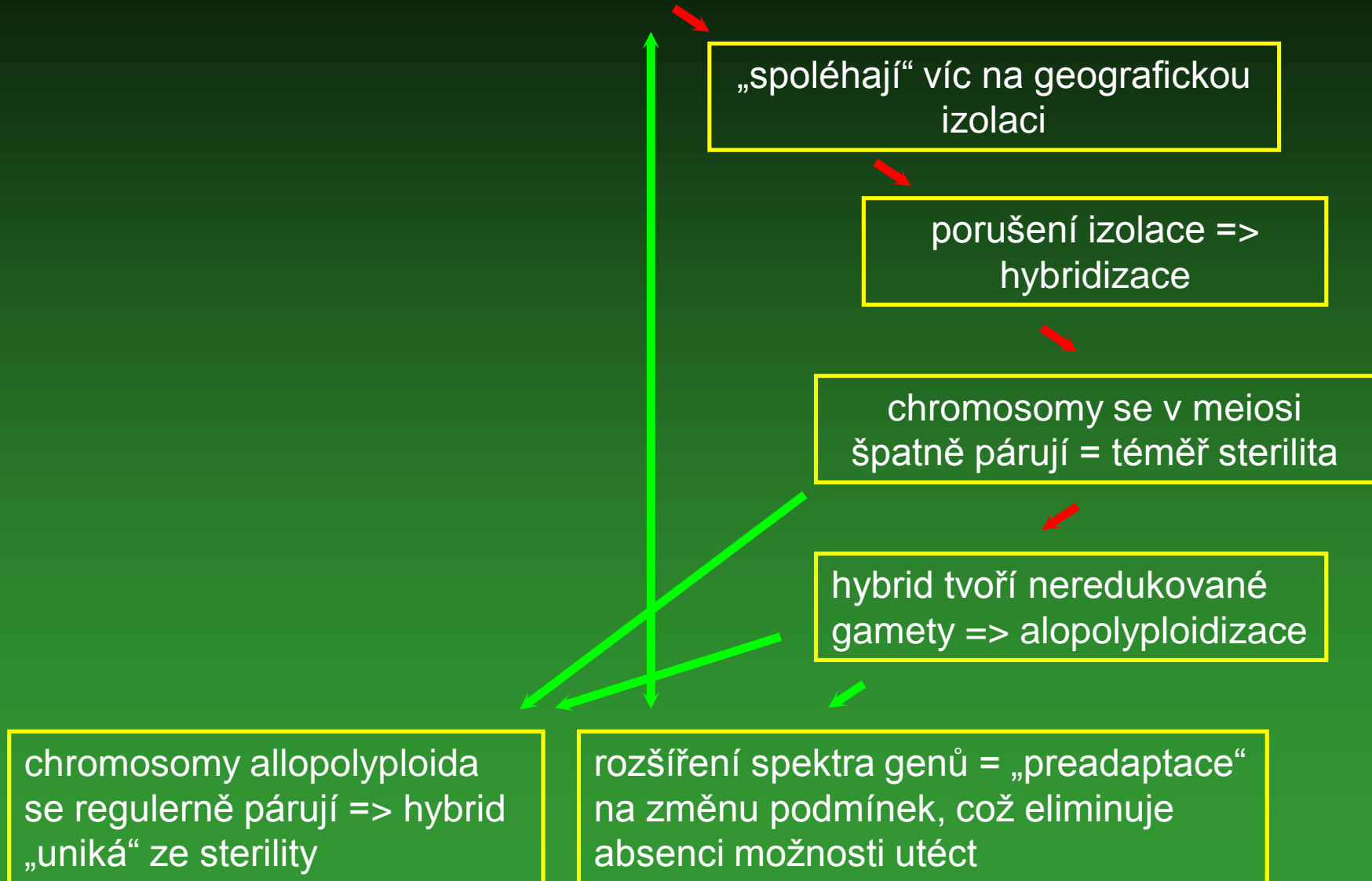
porušení izolace => hybridizace

chromosomy se v meiosi špatně párují = téměř sterilita

hybrid tvoří neredukované gamety => aloploidizace

# Shrnutí specifity evoluce rostlin

**nepohyblivost rostlin** (+ absence nervové soustavy)



# Shrnutí specifity evoluce rostlin

**nepohyblivost rostlin** (+ absence nervové soustavy)

Preference hermafroditismu  
(= pojistka sexu „osiřenců“)

„spoléhají“ víc na geografickou izolaci

porušení izolace =>  
hybridizace

chromosomy se v meiosi  
špatně párují = téměř sterilita

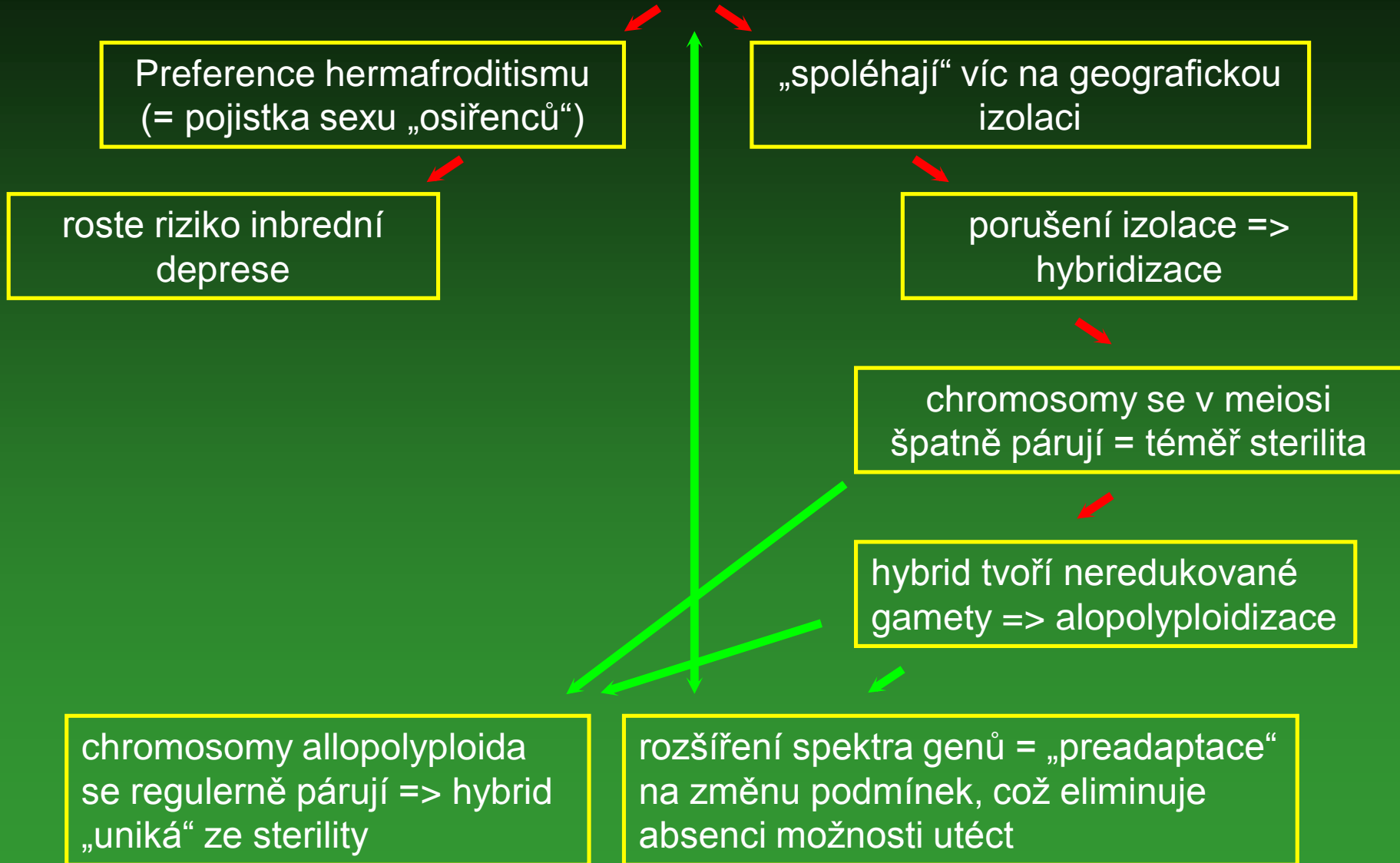
hybrid tvoří neredukované  
gamety => aloploidizace

chromosomy allopolyploida  
se regulerně párují => hybrid  
„uniká“ ze sterility

rozšíření spektra genů = „preadaptace“  
na změnu podmínek, což eliminuje  
absenci možnosti utéct

# Shrnutí specifity evoluce rostlin

**nepohyblivost rostlin** (+ absence nervové soustavy)





# Shrnutí specifity evoluce rostlin

**nepohyblivost rostlin** (+ absence nervové soustavy)

Preference hermafroditismu  
(= pojistka sexu „osiřenců“)

„spoléhají“ víc na geografickou izolaci

roste riziko inbrední deprese

porušení izolace => hybridizace

různé formy obrany proti samoopylení

chromosomy se v meiosi špatně párují = téměř sterilita

hybrid tvoří neredukované gamety => aloploidizace

chromosomy allopolyploida se regulerně párují => hybrid „uniká“ ze sterility

rozšíření spektra genů = „preadaptace“ na změnu podmínek, což eliminuje absenci možnosti utéct

# Shrnutí specifity evoluce rostlin

**nepohyblivost rostlin** (+ absence nervové soustavy)

Preference hermafroditismu  
(= pojistka sexu „osiřenců“)

„spoléhají“ víc na geografickou izolaci

roste riziko inbrední deprese

porušení izolace => hybridizace

různé formy obrany proti samoopylení

chromosomy se v meiosi špatně párují = téměř sterilita

fixovaná heterozygotita = snížení rizika inbrední deprese

hybrid tvoří neredukované gamety => alopolyploidizace

chromosomy allopolyploida se regulerně párují => hybrid „uniká“ ze sterility

rozšíření spektra genů = „preadaptace“ na změnu podmínek, což eliminuje absenci možnosti utéct