



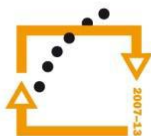
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



**OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost**

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

„Propojení výuky oborů Molekulární a buněčné biologie a Ochrany a tvorby životního prostředí“

Reg. č.: CZ.1.07/2.2.00/28.0032



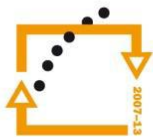
evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



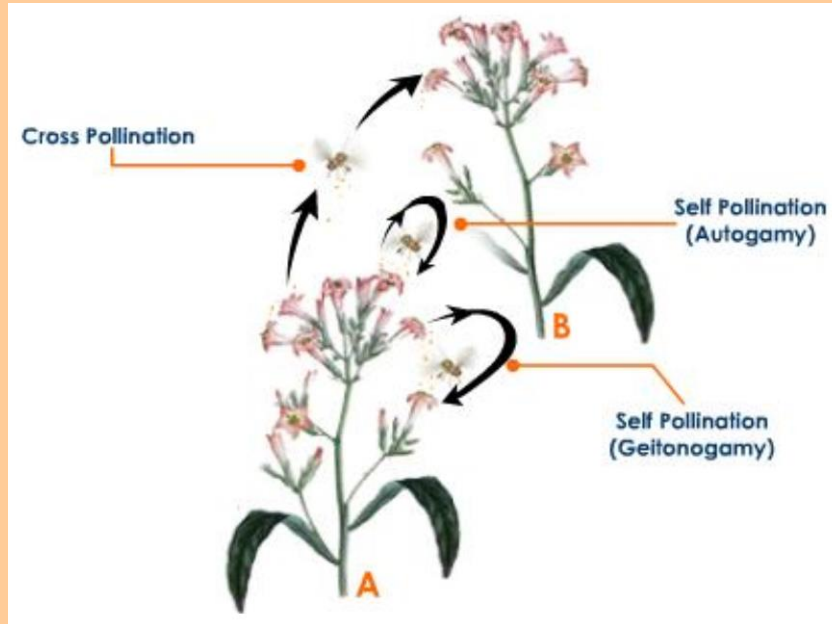
OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ



- Způsoby rozmnožování cévnatých
- Pre-zygotické a post-zygotické zábrany
- Kombinace
- Polyploidie
- Výhody vs. nevýhody

Kolik způsobů rozmnožování znáš... (tolikrát jsi rostlinou)?

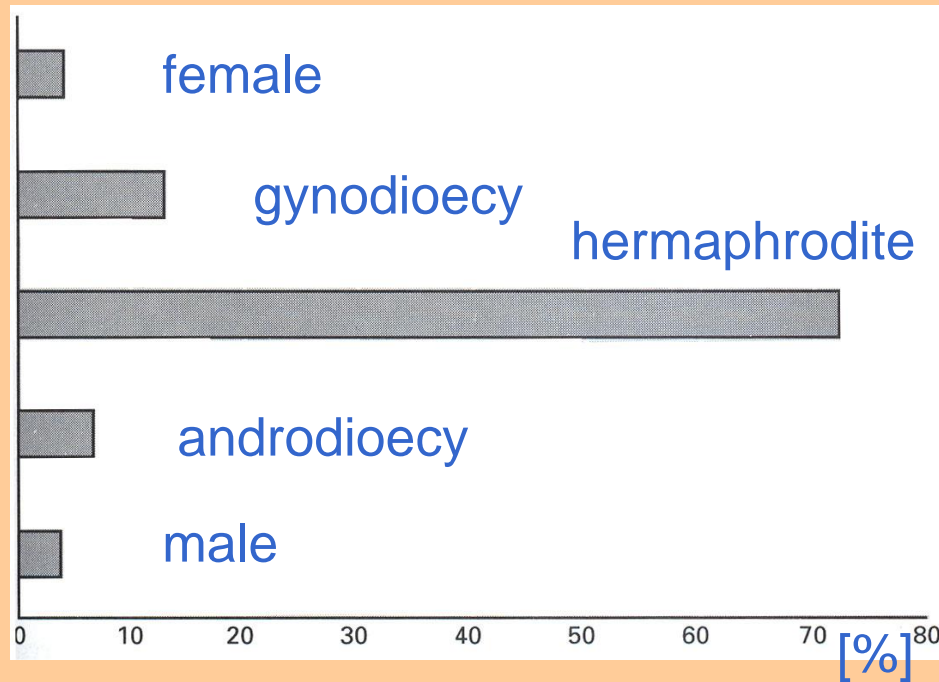


◆ Cizosprašnost (allogamie)

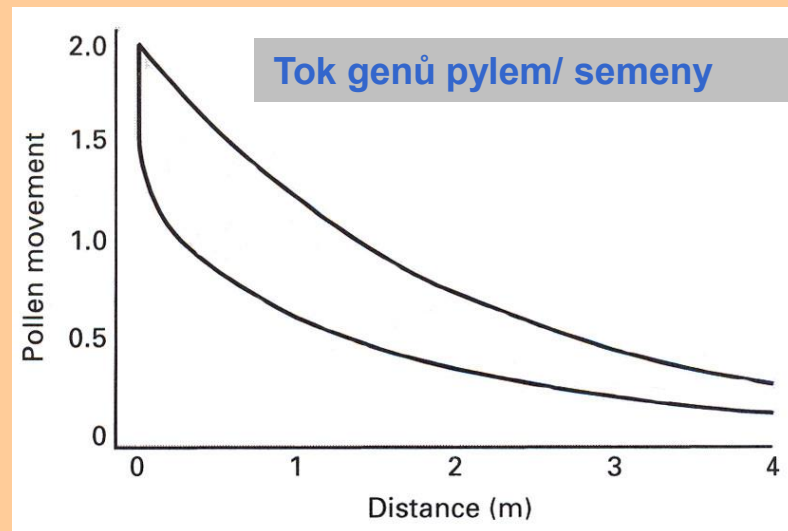
◆ Samosprašnost (autogamie)

◆ Apomixie

Cizosprašnost



inkompatibilita nalezena u
71 rostlinných čeledí

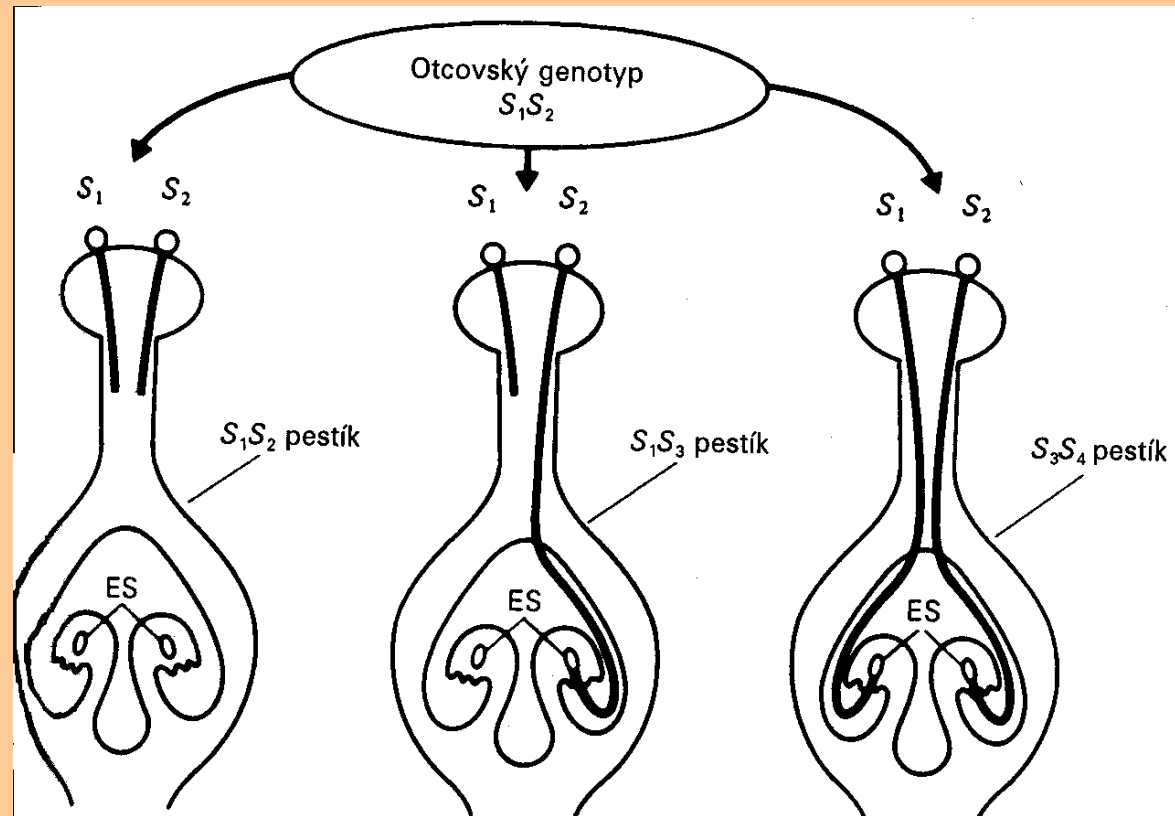


Izolační mechanismy

Pre-zygotic Isolating Mechanisms		Example
Temporal Isolation	Occurs when two species mate or flower at different times of the year	Different frog species live in the same pond but breed at different times
Ecological Isolation	Occurs when two species inhabit similar regions, but occupy different habitats	Lions and tigers occupy different habitats and do not interbreed (usually)
Behavioural Isolation	Occurs when two species respond to different specific courtship patterns	Some crickets are morphologically identical but only respond to species-specific mating songs
Mechanical Isolation	Occurs when genital differences prevent copulation (animals) or when flowers are pollinated by different animals (plants)	Bush babies have distinctly shaped genitalia that will only fit other members from the same species
Post-zygotic Isolating Mechanisms		Example
Hybrid Inviability	Hybrids are produced but fail to develop to reproductive maturity	Frogs of the genus <i>Rana</i> can form hybrid tadpoles which die before adulthood
Hybrid Infertility	Hybrids fail to produce functional gametes	Mules are the sterile hybrids of a male donkey and a female horse
Hybrid Breakdown	The F1 hybrids are fertile but the F2 generation fail to develop or are infertile	The offspring of hybrid copepods have a reduced potential for survival or reproduction

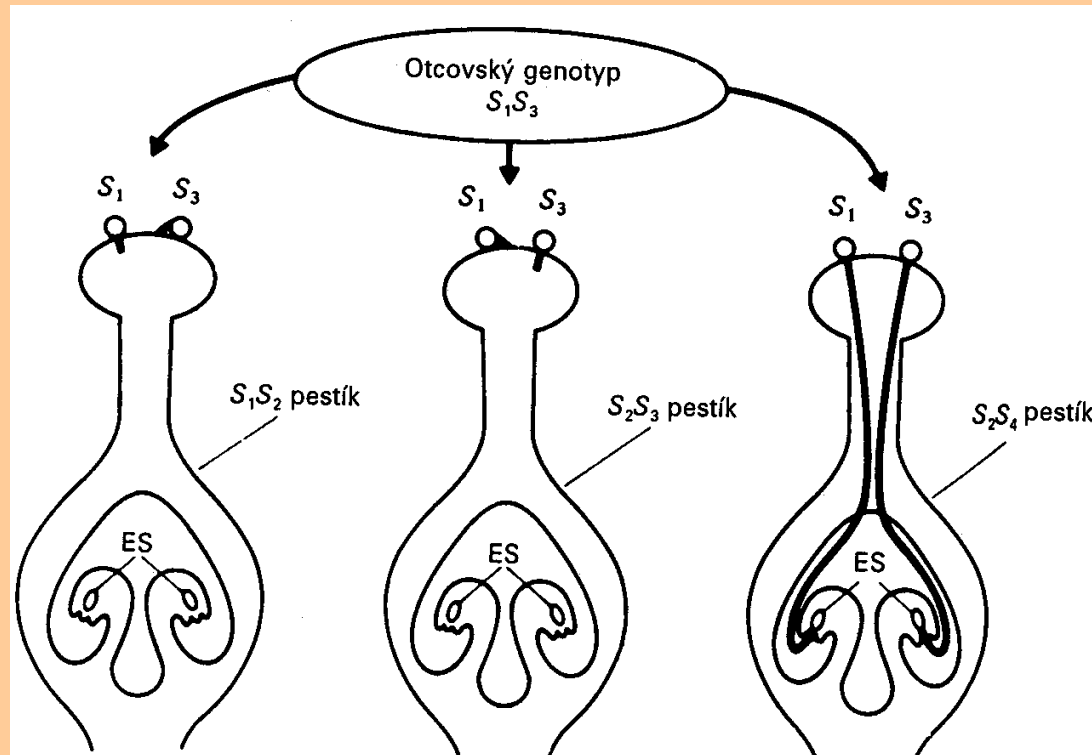
Inkompatibilita gametofytická

- u většiny inkompatibilních rostlin
- např. Solanaceae, Rosaceae, Plantaginaceae, Fabaceae, Campanulaceae, Papaveraceae, Poaceae
- homomorfní



Inkompatibilita sporofytická

- rychlejší reakce (minuty)
- např. Brassicaceae, Asteraceae, Convolvulaceae, Betulaceae, Caryophyllaceae
- některé heteromorfní (např. heterostylie)



pozdní zábrany samooplození,
tj. i po zformování zygoty

SUCCESSFUL POLLINATION ≠ SUCCESSFUL FERTILIZATION

Výhody:

- v potomcích se „sejdou“ pozitivní mutace
→ vznik vhodně adaptovaných potomků
- očištění od některých patogenů
- rychlá reakce na časové a biotické heterogenity

Nevýhody:

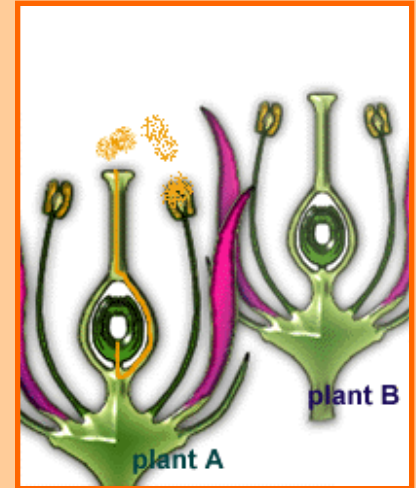
- energetická náročnost (květy, nektar atd.)
- v přítomnosti jednoho genotypu nemožnost reprodukce
- ztráta dobře uzpůsobených kombinací genů
- vliv náhodných událostí v prostředí (opylovač)

Samosprašnost

- rostliny plodí bez návštěvy hmyzu
- fakultativní/ obligátní?
- kleistogamie × chasmogamie

Cleistogamy

- 488 druhů z 212 rodů a 49 čeledí
- Violaceae, Fabaceae, Poaceae



Apomixie

(Winkler 1908)

Nedochází k oplození !

vegetativní apomixie

(CLO-PLA)

agamospermie

- „normální“ semena bez splynutí gamet
- výhody tvorby semen bez rizik spojených s opylením (*Rosaceae*, *Asteraceae*)
- chybí u nahosemenných
- taxonomická obtížnost \approx apomixie
(*Rubus*, *Sorbus*, *Hieracium*,
Taraxacum)



pseudogamie

- opylení je podmínkou vzniku semen,
- ALE embryo nevzniká následkem splynutí pohlavních buněk

Jak to poznám?

matroklínická dědičnost
(např. *Ranunculus auricomus*, *Potentilla* sp.)



- podivnosti v zárodečném vaku (diploidní!)
- **apogamie** - nový jedinec ze somatické buňky gametofytu (např. u kapradin)

Výhody a nevýhody jednotlivých způsobů rozmnožování

Samoopylení

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

?

Nevýhody

- Homozygotnost, ubývá heterozygotů
- většinu zkušeností máme se zemědělskými plodinami!

Aa x Aa



1/4 AA

1/2 Aa

1/4 aa

F1: 50%

F2: 25%

F3: 12,5%

F4: 6,2%

....

? Výhody

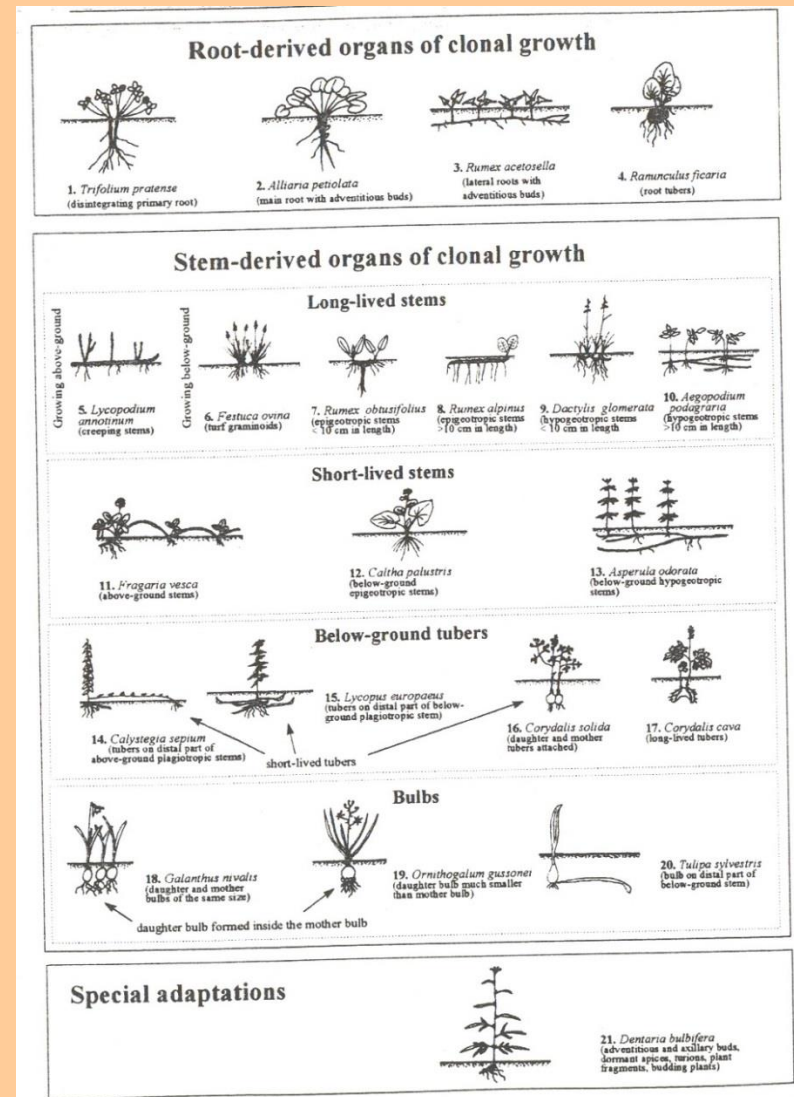
- udržuje dobře adaptované genotypy
 - vhodné v extrémních nebo okrajových biotopech
 - “zaručená metoda” oplození potomstva
- méně energie (např. lákání opylovače)
 - rozmnožování může být ovlivněno výskytem opylovače



Apomixie

? nevýhody

- chybí zdroj variability
- kumulace mutací, virů
- vlivy stárnutí



? Výhody

- “**pásová výroba**” - reprodukce dobře adaptovaných rostlin
- není nutná **investice do “drahých samců”**
- pyl může být defektní
- rozmnožování jedinců **s nevyváženým počtem chromozómů**
- všechny **výhody semenné reprodukce**
- důležitá **na okraji areálu rozšíření druhu**

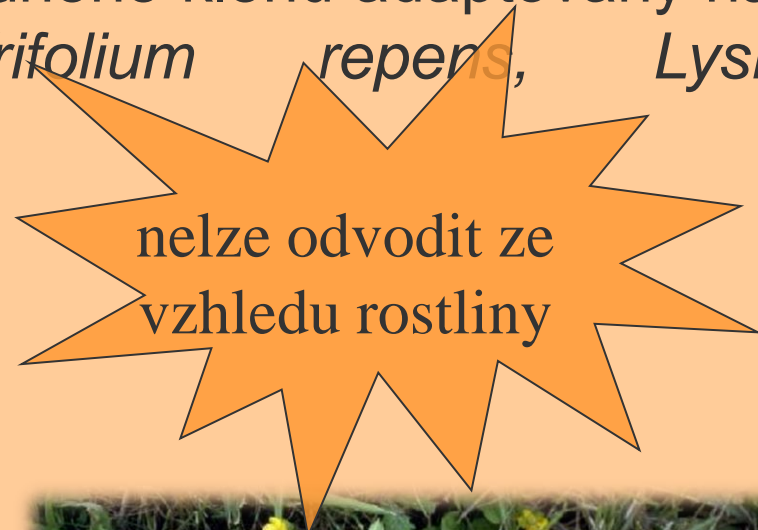
variabilita prostředí

- neexistuje nejvhodnější způsob rozmnožování
- kombinace jednotlivých způsobů (v prostoru/ čase)

Rozmnožovací systémy ve volné přírodě

Cizosprašnost + vegetativní rozmnožování

→ shluky rostlin jednoho klonu adaptovány na místní podmínky (*Trifolium repens*, *Lysimachia nummularia*)



Cizosprašnost + viviparie

(*Agrostis*, *Allium*, *Festuca*,
Poa)

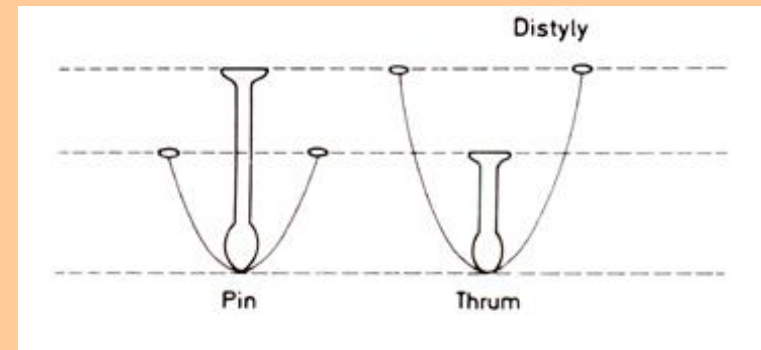
- často řízeno teplot. a světelnou periodou



Cizosprašnost + fakultativní samosprašnost

.... i autoinkompatibilní druhy mají své dny!

- za nepříznivých podmínek



Primula veris

Cizosprašnost + pravidelná samosprašnost

- květy pro hmyz i kleistogamické (*Viola*, *Cardamine*)
- rozhoduje délka dne (delší dny → **kleistogamie**)
- „bezpečnostní opatření“ pro nepříznivé podmínky
- více než 200 druhů z 56 čeledí
- pouze 2/3 nákladů



Polyploidie

- vyšší než normální ($2n$, diploidní) počet chromozomálních sádek
- u živočichů vzácná
- násobky „základního“ čísla (*Rumex*, *Chrysanthemum*, *Solanum*)
→ někdy ne (*Brassica*)
- přímí polyploidi 30–35% kvetoucích druhů, celkem nejméně 47% (–80%)

Jak se stát polyploidem?

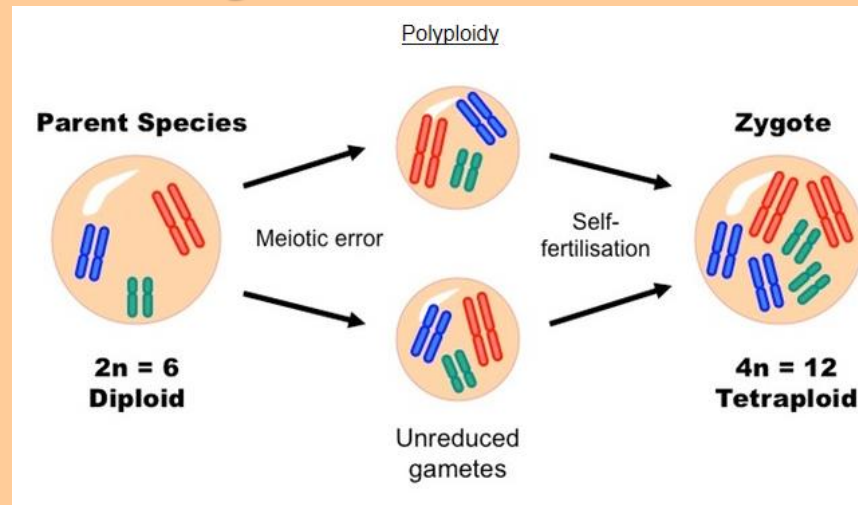
Allopolyploidie

Autopolyploidie

saltační speciace

Autopolyploidie

- **porušení normálního průběhu mitózy** (teplotou, kolchicinem)



AA → AAAA

→ na rostlině může vyrůst polyploidní větev

- **splynutí dvou neredukovaných gamet**

AA + AA (místo A + A)

Allopolyploidie

- dva příbuzné druhy (obvykle společný předek)
- vzájemně nekřížitelné

AA + BB

- kříženec (**AB**) obou druhů neplodný;
 - A, B se liší
 - chromozómy se nemohou párovat

na neplodném kříženci
(hybridu) vyroste
polyploidní větev AABB

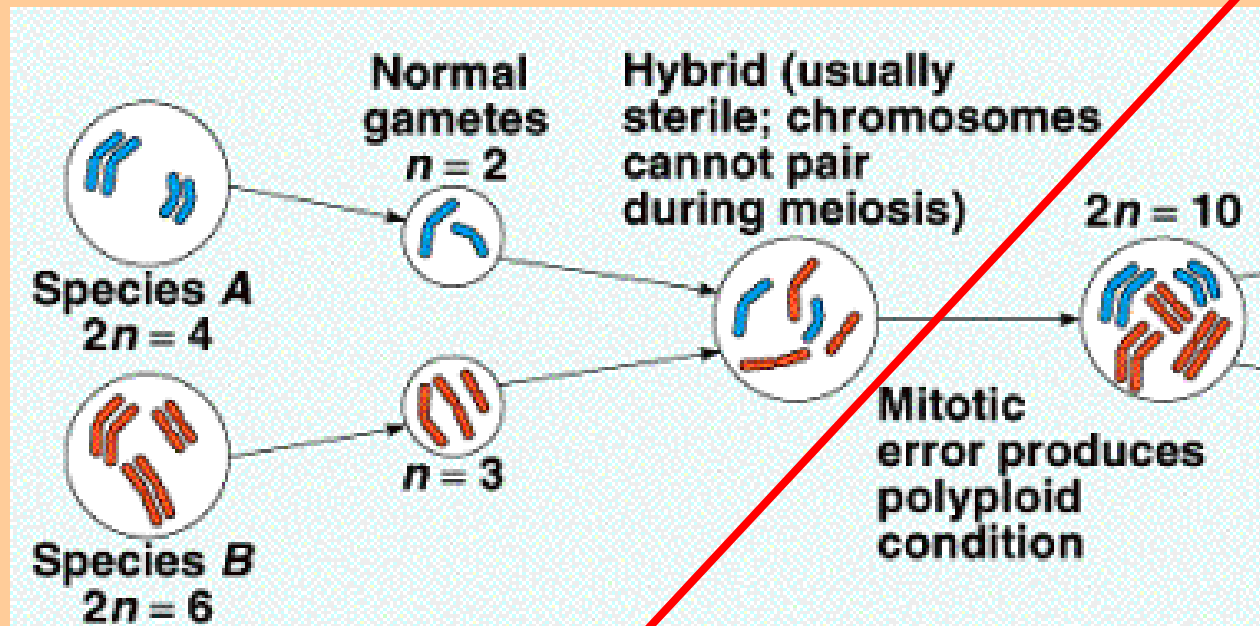
**vznik neredukovaných
gamet (**AB**) splynutím →
AABB**

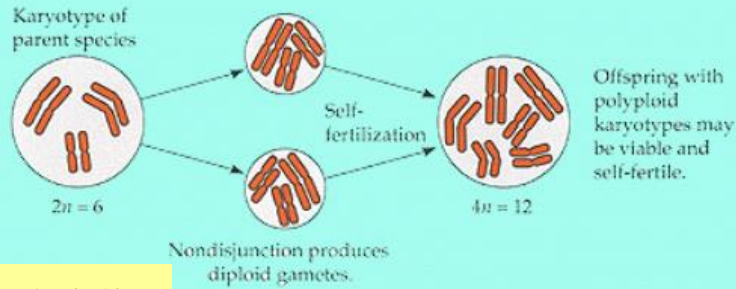
- průběh meiozy je pravidelnější
- reprodukčně izolování od rodičů

Speciace saltací

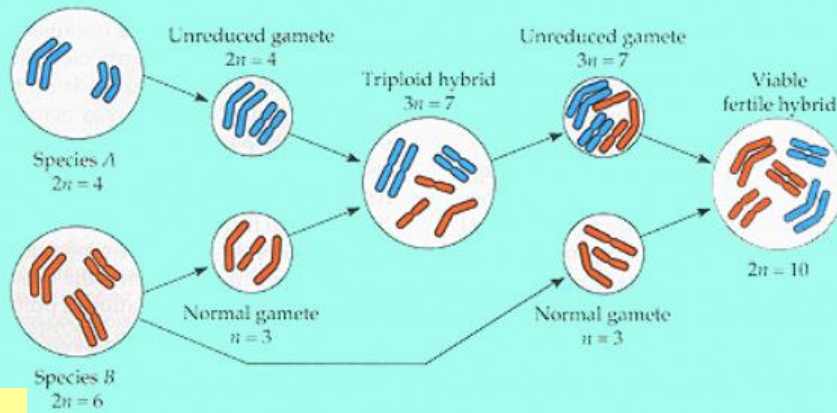
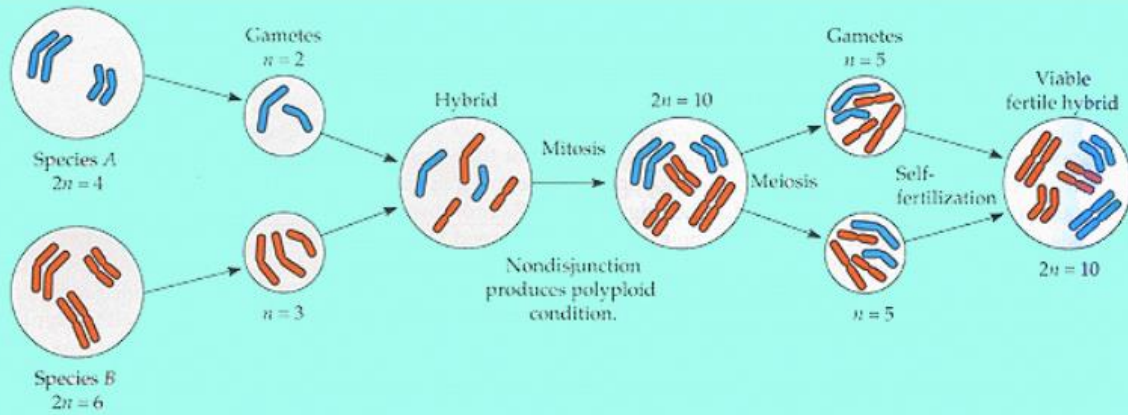
Křížení s rodičovským druhem

👉 **AABB** + **AA** → **AAB** (triploid), sterilní hybrid





Autopolyploidie



Allopolyploidie

Např. mědyněk (*Holcus*)

- analýza karyotypů – hledání původu polyploidních taxonů, evoluce

***H. lanatus* (m. vlnatý)**

- bez výjimky diploidní;
 $2n = 2x = 14$
(plodný)



***H. mollis* (m. měkký)**

- karyotypy $2n = 28, 35, 42, 49$
- ve V. Británii pentaploid;
 $2n = 5x = 35$
- sterilní, vegetativní
- nelze odlišit morfologicky!

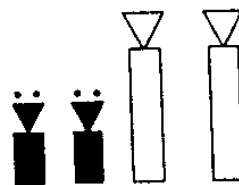


Analýza karyotypů medyňků (*Holcus*)

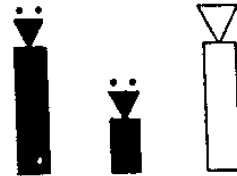
Holcus lanatus
 $2n = 2x = 14$



Tetraploidní *Holcus mollis*
 $2n = 4x = 28$



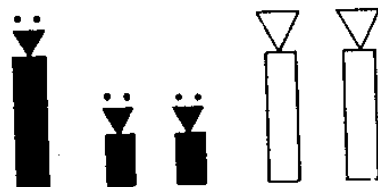
Triploidní druh – hybrid
 $2n = 3x = 21$



Neredukovaná gameta 3x
V. Britanie

Neredukovaná gameta 4x
Francie
(bez triploidního mezičláčku)

Pentaploidní *Holcus mollis*
 $2n = 5x = 35$





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE
DO ROZVOJE
VZDĚLÁVÁNÍ

Polyploidní druhy

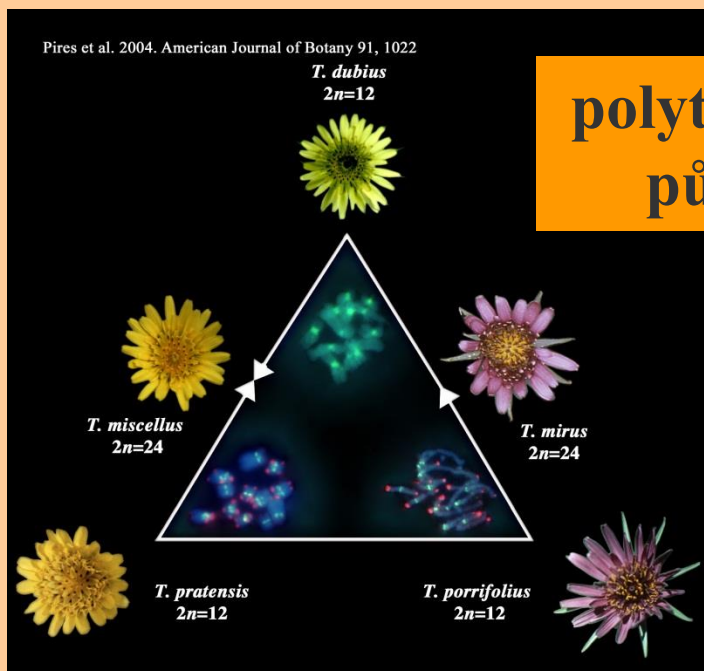
P. supina + *P. infirma*



Poa annua

$2n = 4x = 28$

Opakovaný vznik polyploidních
druhů na několika místech
(př. *Tragopogon* v S Americe)



polytopický
původ



Problémy s přežíváním polyploida

- **vystaven konkurenci svých rodičů**
(× ALE polyploidi hybridního původu mohou mít jiné ekologické nároky!)
- **reprodukční problémy**
 - opylovat může jen diploidní rodič → sterilní triploid;
 - opylovat může podobná rostlina stejné ploidie ← bude jich málo

→ nutno změnit způsob rozmnožování

Jak?



1. samosprašnost

→ hrozí **inbrední deprese** (homozygotnost)?

Aa samosprášením → 1AA : 2Aa : 1aa

→ 50% potomků jsou homozygoti

AAaa samosprášením →

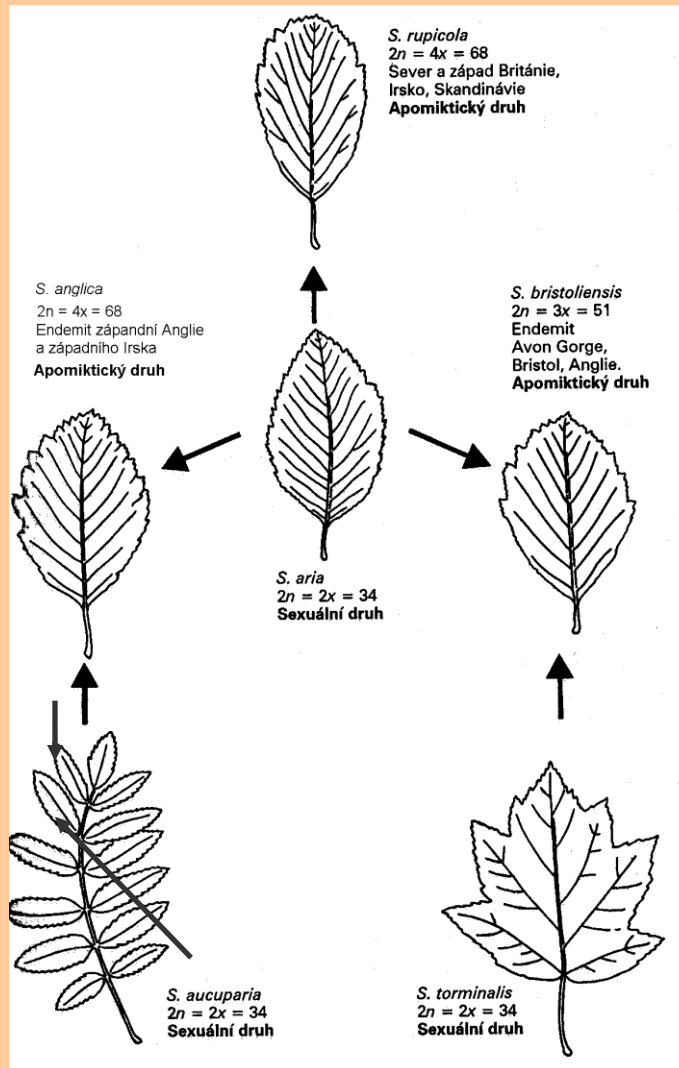
1/36AAAA : 8/36AAAa : 18/36AAaa : 8/36Aaaa :
1/36aaaa

→ pouze 1/8 homozygotů; **94,4% jsou heterozygoti!**

2. apomixie

- často poruchy meiozy s následnou sterilitou (lichá čísla)
- hybridizace s polyploidním / diploidním partnerem může vést k potomkům se sníženou plodností
- je známo mnoho apomiktických polyploidů (rodů/ druhů), jejichž diploidní druhy jsou sexuální (*Ficaria verna*, *Sorbus*)

Evropské jeřáby



Sorbus chamaemespillus
+ *Sorbus aria*



neoendemit *Sorbus sudetica* $2n=68$ (C1)