

EVOLUCE POHLAVÍ

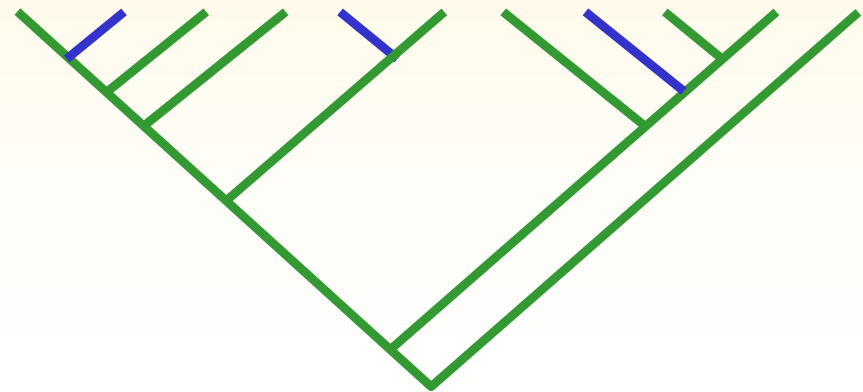
- **Vznik pohlaví**
- **Poměr pohlaví**
- **Pohlavní výběr**

Vznik pohlaví

sex = meióza, rekombinace

Nevýhody pohlavního rozmnožování:

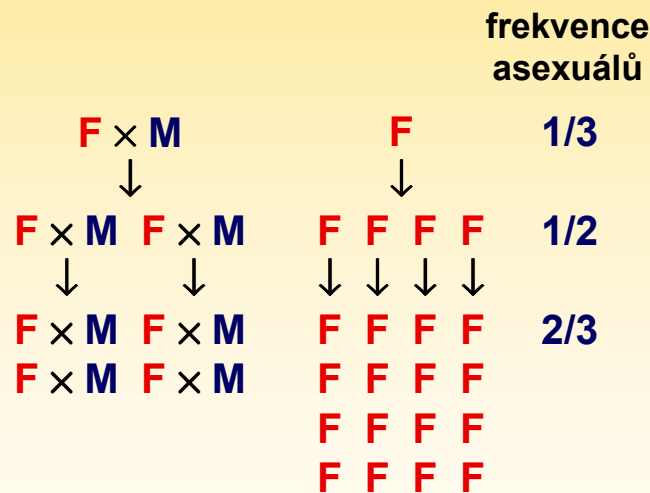
- čas a energie k nalezení partnera, další úsilí před kopulací
- složitý molekulární aparát
- zvýšené riziko parazitace, pohlavní choroby
- zvýšené riziko zabití predátorem
- rozpad výhodných genových kombinací rekombinací
- riziko, že rozmnožování nakonec neplodné
- „sex“ u bakterií a prvoků
- mšice: léto → partenogeneze
podzim → sex
- **fylogenetické rozložení
asexuálních organismů**



- nepohlavní rozmnožování málo rozšířené
- většina asexuálních linií recentně ze sexuálních
Taraxacum officinale - nefunkční tyčinky, barevné květy lákající hmyz

• **J. Maynard Smith:** jaký je osud populace pohlavně a nepohlavně se rozmnožujících jedinců?

- předpoklady: způsob rozmnožování nemá vliv 1) na počet potomstva;
2) na pravděpodobnost přežití potomstva



• asexuálové produkují 2× více vnuček
⇒ zvyšování jejich počtu → fixace genů pro nepohlavní rozmnožování

⇒ dvojnásobná cena za pohlaví (*cost of sex*)
50% selektivní nevýhoda sexuality

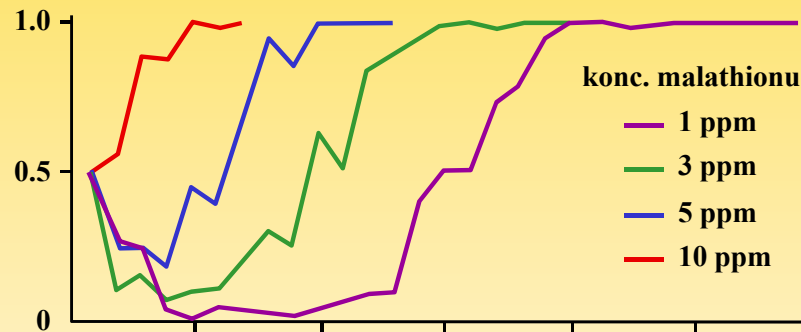
× v přírodě k fixaci genů pro asexualitu nedochází  **PARADOX**

⇒ některý z předpokladů zřejmě neplatí

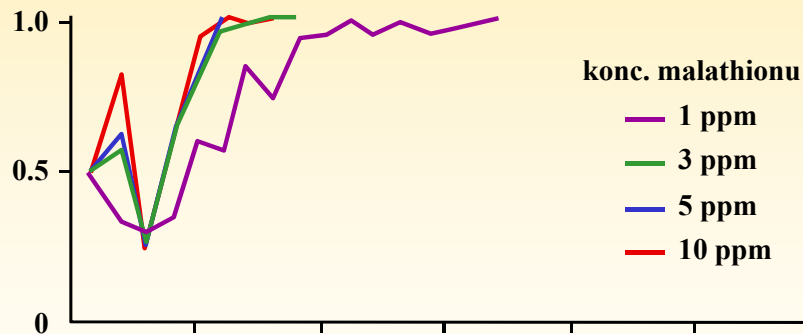
ad 1) samčí příspěvek × takových druhů málo, ve většině případů samci poskytují pouze geny

ad 2) vliv prostředí

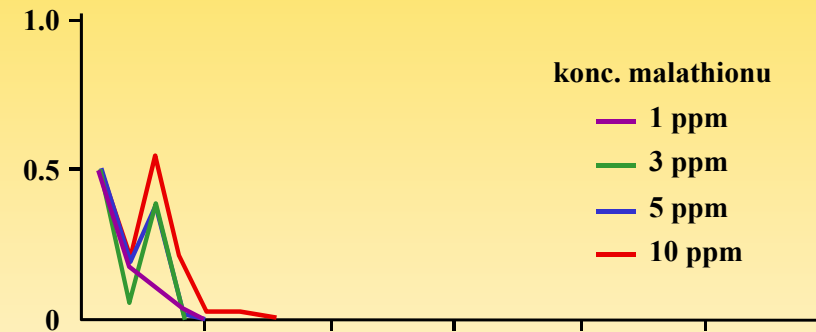
• experiment s *Tribolium castaneum*: kompetice, insekticid: 3-násobná reprodukční výhoda asexuálů



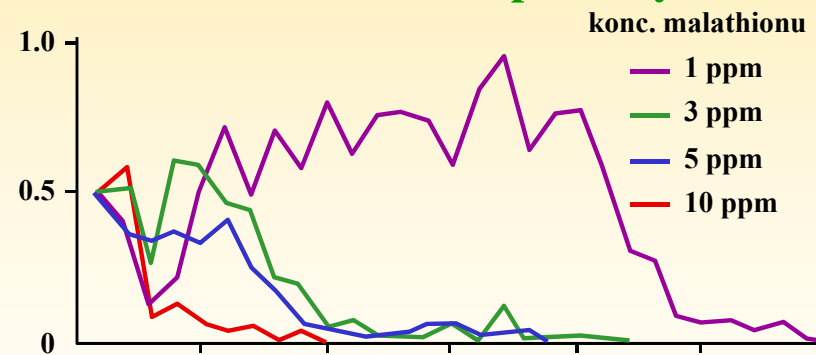
červená – sex; černá – asex, reprod. výhoda



černá – sex; červená – asex, reprod. výhoda



obě – asex, černá - reprod. výhoda



obě – asex, červená - reprod. výhoda

- → zpoč. převaha asexuálů, nakonec fixace pohlavně se rozmnožujících
- rychleji při > koncentracích insekticidu
- potomci sexuálních jedinců mají vyšší fitness ⇒ **předpoklad 2 neplatí**

Z hlediska populační genetiky *jediným* důsledkem sexu

= **vazbová rovnováha** - jakmile je jí dosaženo, sex ztrácí smysl

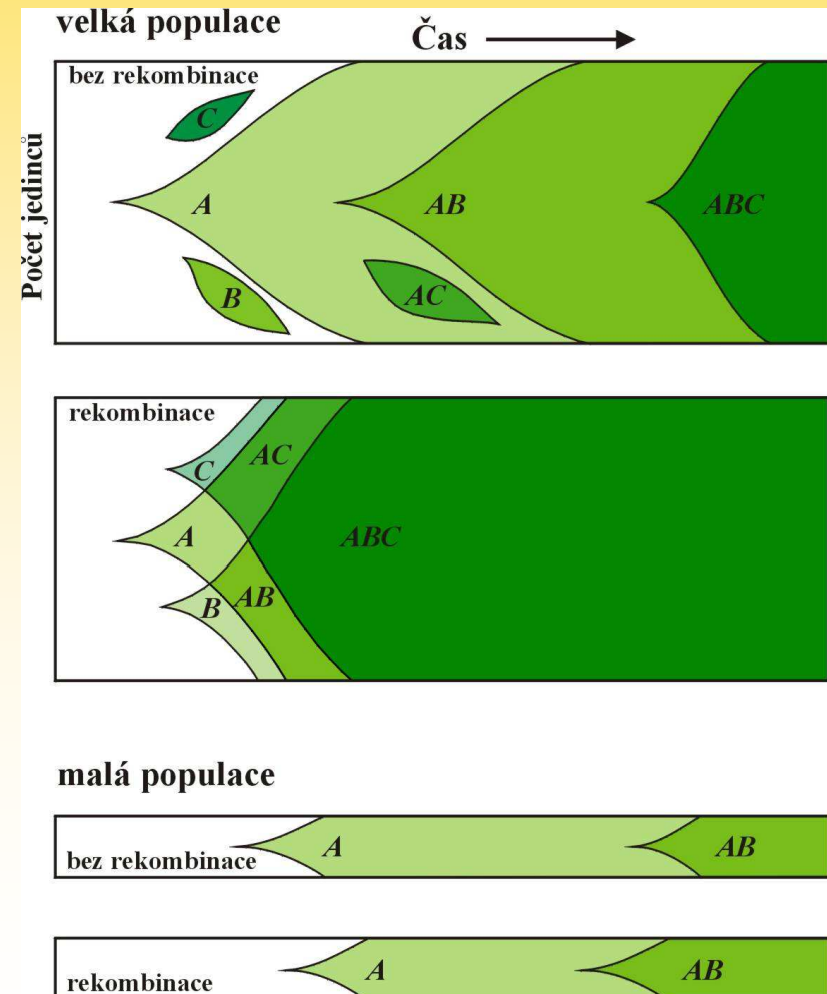
⇒ každý populačně-genetický model vysvětlující výhody sexu musí obsahovat mechanismus, který eliminuje některé kombinace genů (vzniká vazb. nerovnováha)

⇒ každý model musí vysvětlit, proč geny způsobující LD podporovány selekcí

Tradiční vysvětlení výhody sexuality:

- vyšší rychlost evoluce ve stálém i proměnlivém prostředí

→ **výhoda v dlouhodobé perspektivě, asexualita krátkodobě výhodnější**



- škodlivé mutace
- proměnlivé prostředí

Škodlivé mutace

Jediným způsobem, jak uniknout škodlivým mutacím =

- zpětné mutace
- mutace, rušící vliv předchozí

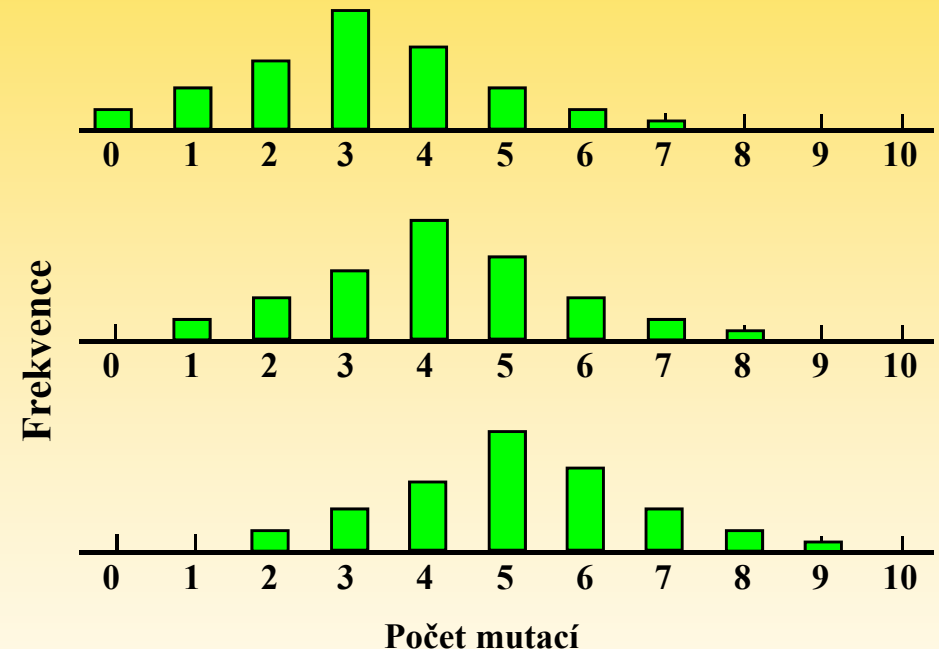
1. Mullerova rohatka

- akumulace škodlivých mutací
- malá velikost populace → role driftu (stochastický proces)
- při sexu možnost vyhnout se „západce“
- šíření genů odpovědných za sex s tím, jak roste frekvence genotypů bez škodlivých mutací
- LD vzniká driftem (náhodné vymizení někt. genotypů
× sex LD snižuje, protože do populace vrací zmizelé genotypy
- nejlépe středně škodlivé mutace

- **soulad s experimentálními daty:**

Andersson a Hughes (1996) - *Salmonella typhimurium*

Lambert a Moran (1998) - srovnání fitness bakterií v buňkách hmyzu s volně žijícími druhy



Andersson a Hughes (1996) - *Salmonella typhimurium*

- 444 experimentálních kultur, každá z 1 jedince → růst přes noc
- opakování ⇒ opakovaný drift, celkem 1700 generací
- srovnání s volně žijícím kmenem
- 5 kultur (1%) se signifikantně sníženou fitness, žádná s vyšší

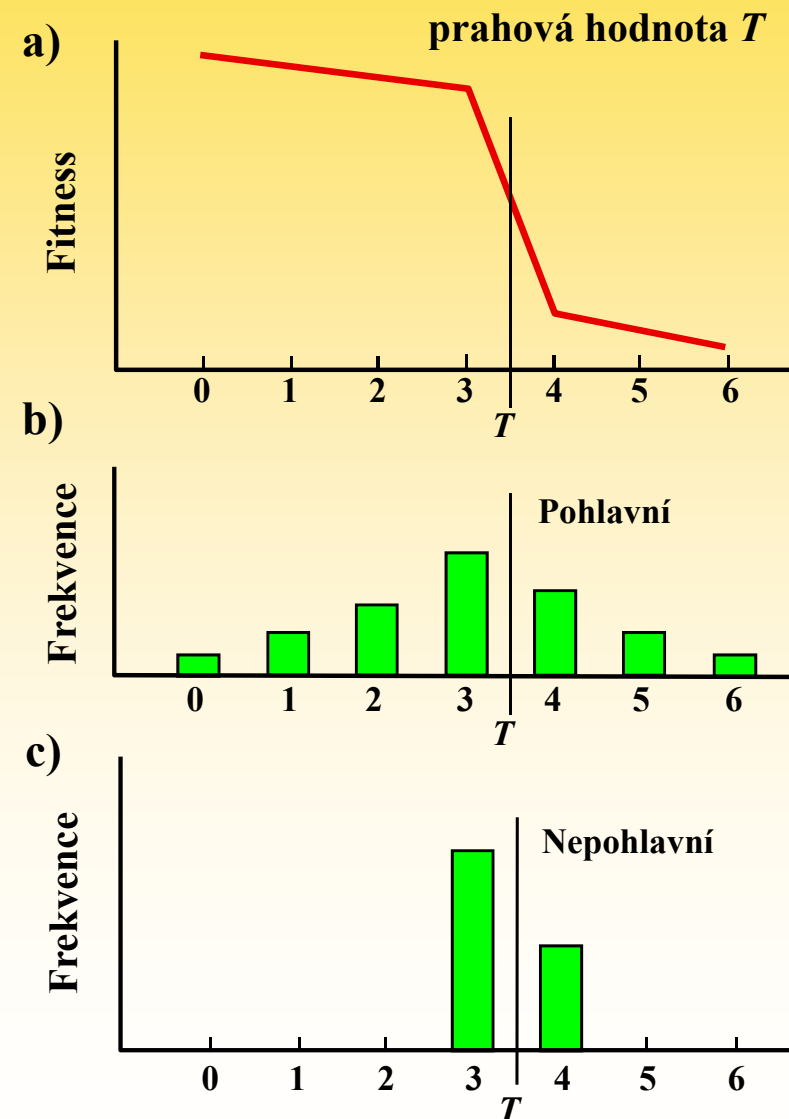
Lambert a Moran (1998) - srovnání fitness bakterií v buňkách hmyzu s volně žijícími druhy

- 9 druhů bakterií žijících pouze v buňkách hmyzu
- každý druh má volně žijícího blízkého příbuzného
- akumulovali endosymbionti škodlivé mutace?
- termální stabilita rRNA genů
- ve všech případech rRNA endosymbiontů o 15 až 25% **méně** stabilní

Škodlivé mutace

2. Kondrashovův model synergistických mutací

- 1982 Alexej Kondrashov
- předpoklad, že škodlivé mutace působí synergisticky
- př.: „truncation selection“
- deterministický proces
- protože u sexuálů je podíl škodlivých mutací přesahujících hodnotu T vyšší než u asexuálů, je u nich eliminace těchto mutací rychlejší
- otázka, zda frekvence škodlivých mutací dostatečně vysoká



Proměnlivé prostředí

1. Model loterie („lotery“, „elm-oyster“)

- biotop rozdělený na lokální místa, do kterých náhodně „distribuovány“ potomci → jen nejlépe adaptovaní přežijí, rodič nemůže předpokládat, který z nich to bude
- analogie s koupí losu

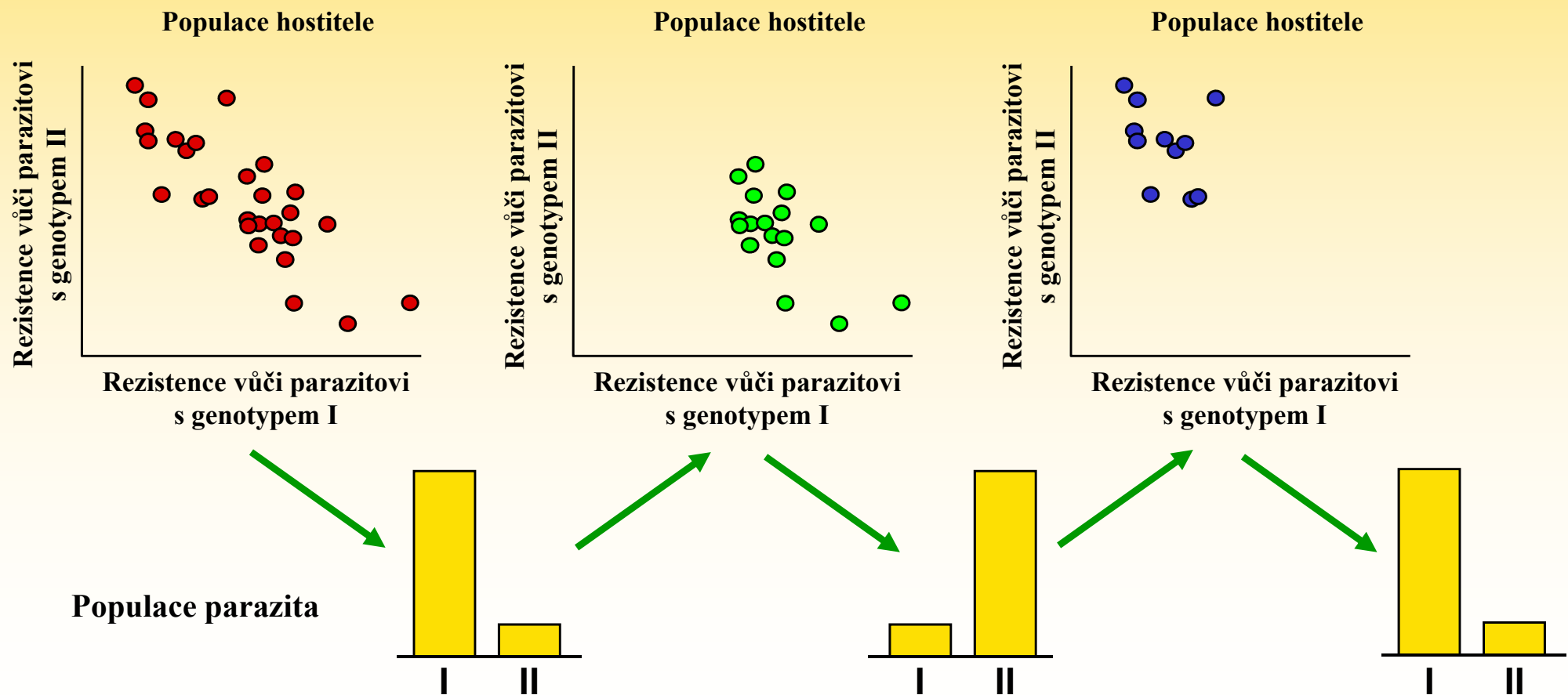
2. Model vlastního pokoje („elbow room hypothesis“)

- předpoklad, že v heterogenním i homogenním biotopu se genotypy mohou lišit ve využití omezených zdrojů
- kompetice mezi sourozenci → na lokalitě se může udržet více potomků sexuálních rodičů, protože asexuální potomstvo kompetuje intenzivněji
- **problém: modely omezené pouze na organismy s vysokou fekunditou**

Proměnlivé prostředí

3. Hamiltonův koevoluční model

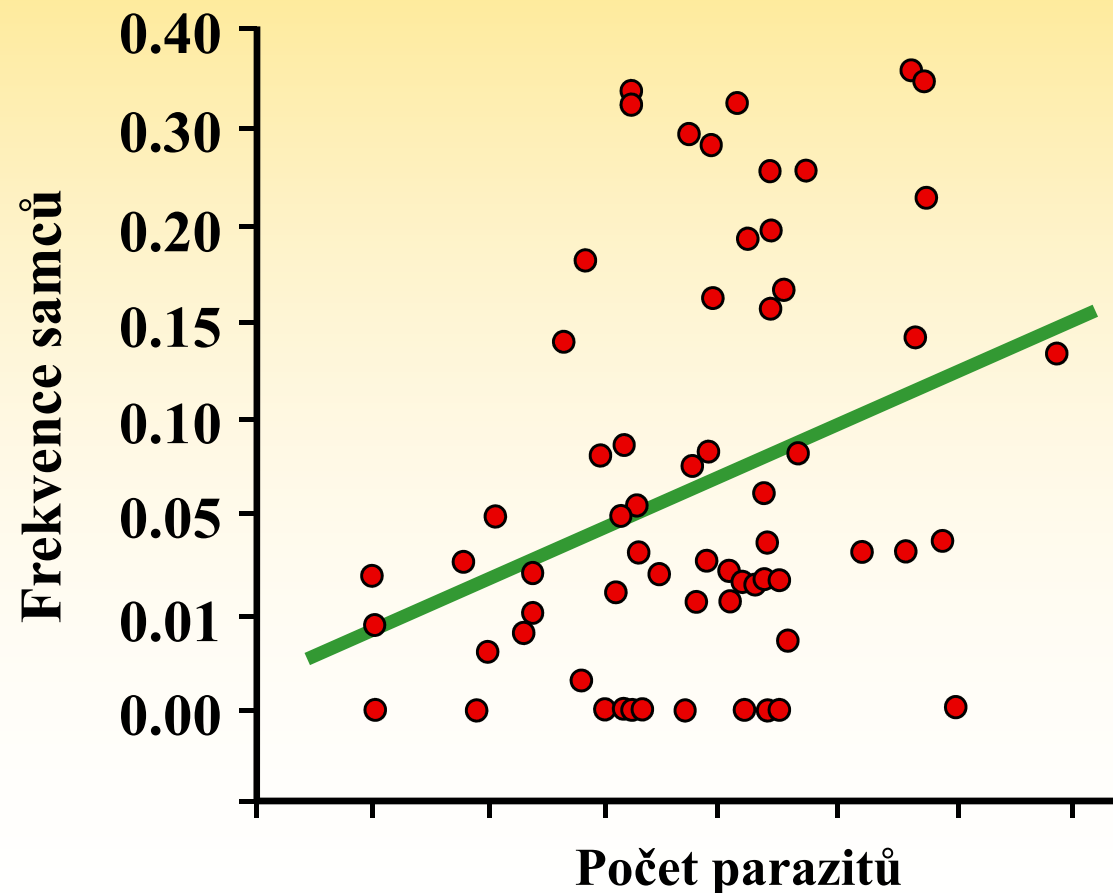
- W. Hamilton: cykly fitness a cykly genových frekvencí
- koevoluce parazita a hostitele → závody ve zbrojení („arms races“)
- multilokusový vztah „gene-for-gene“
- oscilace genových frekvencí - vyšší u asexuálních jedinců



Proměnlivé prostředí

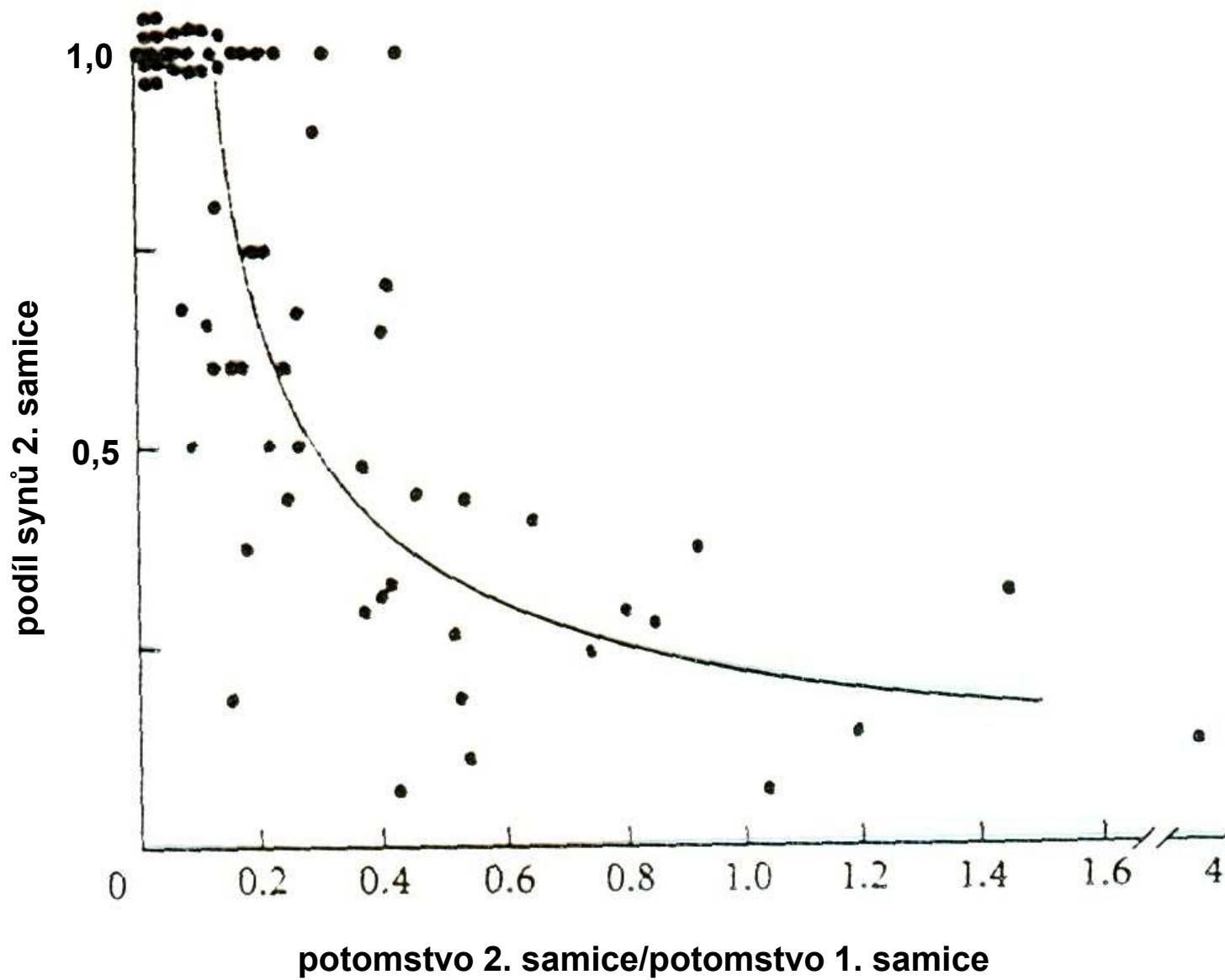
- předpoklad modelu: u heterogonních organismů (střídání sexuálního a asexuálního rozmnožování) **sexualita častější při zvýšení parazitace**
- Curtis Lively (1992): sladkovodní plž *Potamopyrgus antipodarum* - jezera a vodní toky na Novém Zélandu, sexuální i asexuální samice
- > 12 parazitických druhů motolic (kastrace hostitele \Rightarrow silná selekce)
- 66 jezer
- počet samců jako ukazatel pohlavního rozmnožování

→ korelace s počtem parazitů



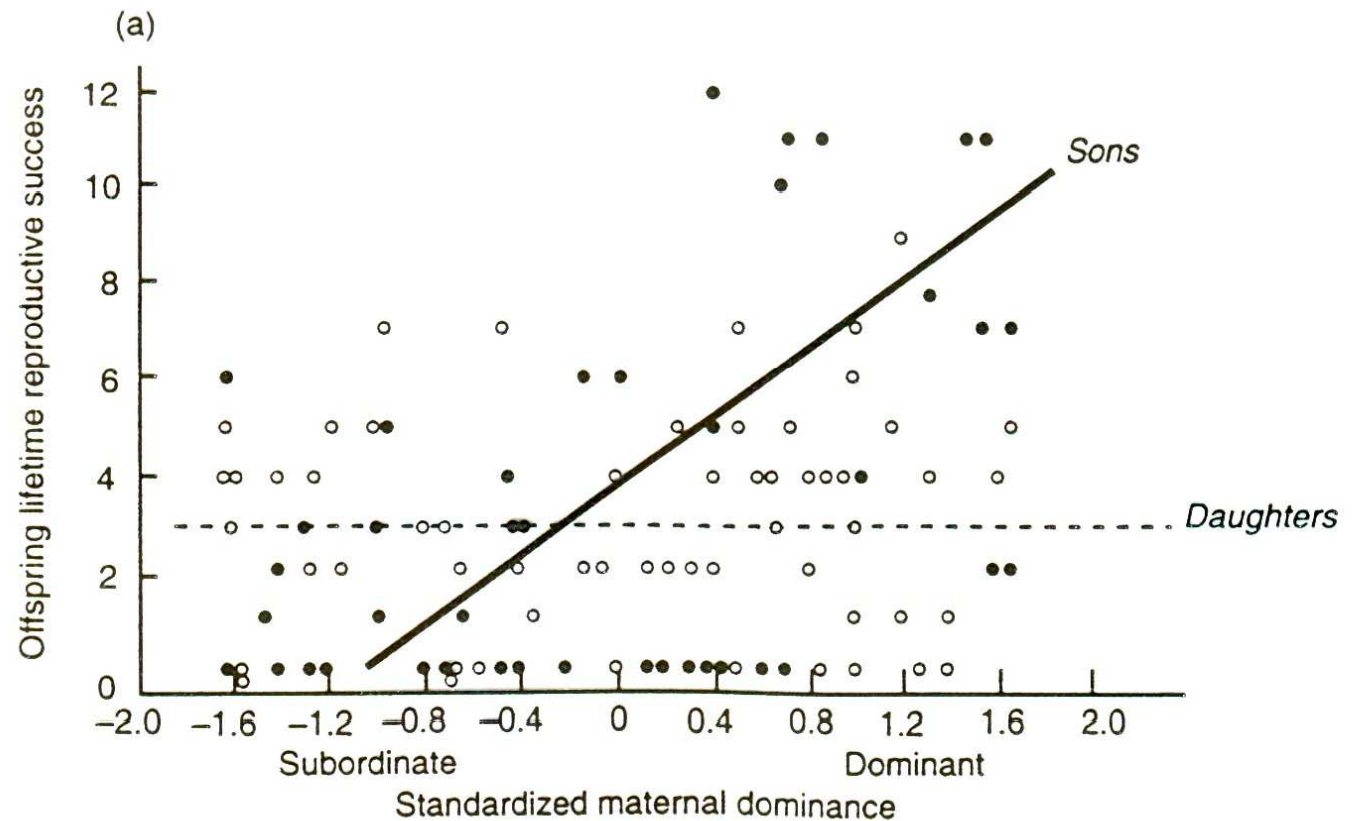
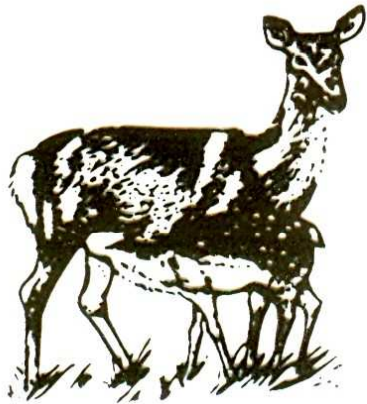
- poměr
- Fisher
- frekve
- podmí
- stejná p

1. Mís
par
rozt



Poměr pohlaví

- poměr pohlaví často 1:1 → proč plýtvání na samce?
- **Fisherův argument (1930)**
- frekvenčně závislá selekce



Pohlavní výběr

Pohlavní dimorfismus

- Darwin (1871): Proč nápadné ozdoby?



- pohlavní výběr silnější u polygamních druhů



asexuální:

- dožít se reprodukce
- rozmnožit se

sexuální:

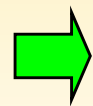
- + najít a přesvědčit partnera, aby souhlasil s kopulací

- vajíčka × spermie

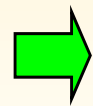
→ **rodičovské investice** („parental investment“)

→ limitující faktor pro **samice** = počet vajíček nebo mlád'at
 pro **samce** = počet oplodněných samic

⇒ **rozdíly v rozmnožovacím chování** → **samci** kompetitivní
samice vybíravé



samičí výběr



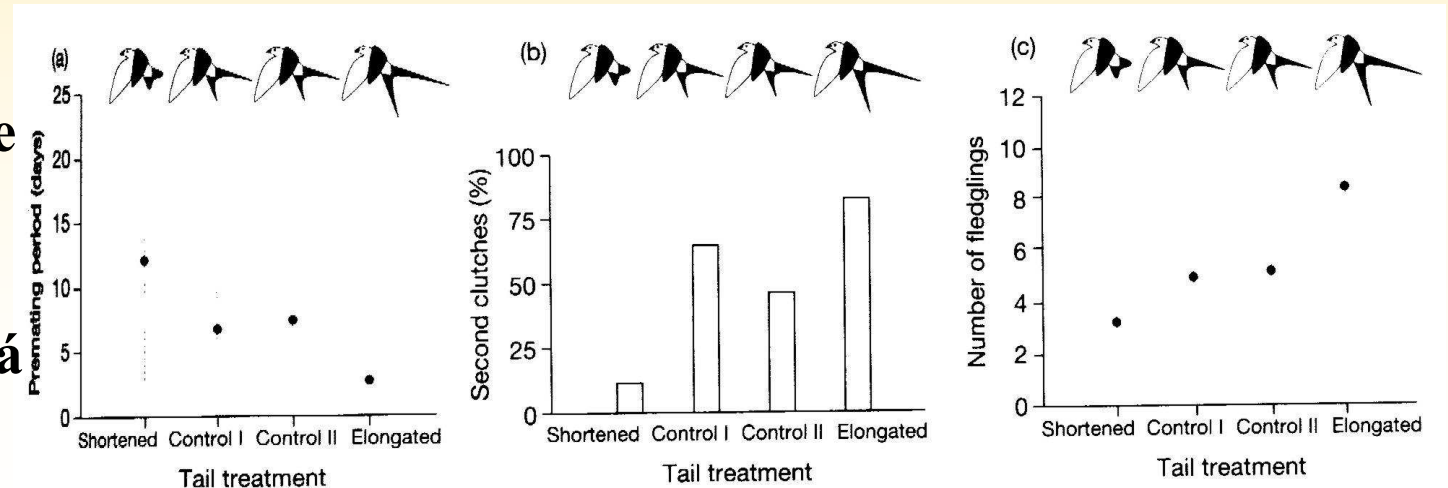
samčí kompetice



přímá



nepřímá



Samčí kompetice

- přímá kontrola přístupu k samicím, nebo důležitým zdrojům
→ **intrasexuální selekce** → kompetice mezi samci
- absence přímé kontroly přístupu k samicím, nebo důležitým zdrojům
→ **intersexuální selekce** → **předvádění**

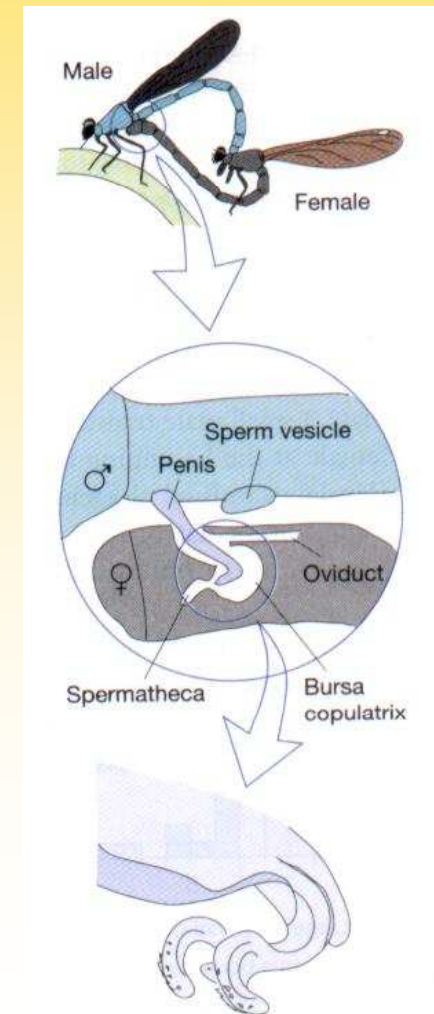
Kompetice mezi samci

1) souboj

2) kompetice spermií: větší ejakulát (~ loterii), delší kopulace, kopulační zátky, aplikace feromonů, zvl. struktury na penisu

- alternativní strategie: leguán mořský → zásoba spermatu, rychlý přenos během krátké kopulace subordinovaných samců losos - na rozdíl od leguánů → vznik dvou velikostních kast

3) **infanticida** - kočkovité šelmy
Bruceov efekt - potkan, myš



Samičí výběr

Podle jakého kritéria si samice vybírá?

- „rodinné štěstí“ („domestic bliss“)
- dobré geny
- zdroj energie - komárovec *Bittacus apicalis* → darem hmyz - zatímco samice žere, samec kopuluje - čím větší, tím déle
- samec napodobuje kořist
- teorie sexy synů: napřed preference, potom vývoj sexuálního znaku

Neumania papillator

- R. Fisher: runaway process
- A. Zahavi: hendikepová teorie
- W. Hamilton: parazitace

**Mimopárové kopulace = EPC
(extra-pair copulations)**

