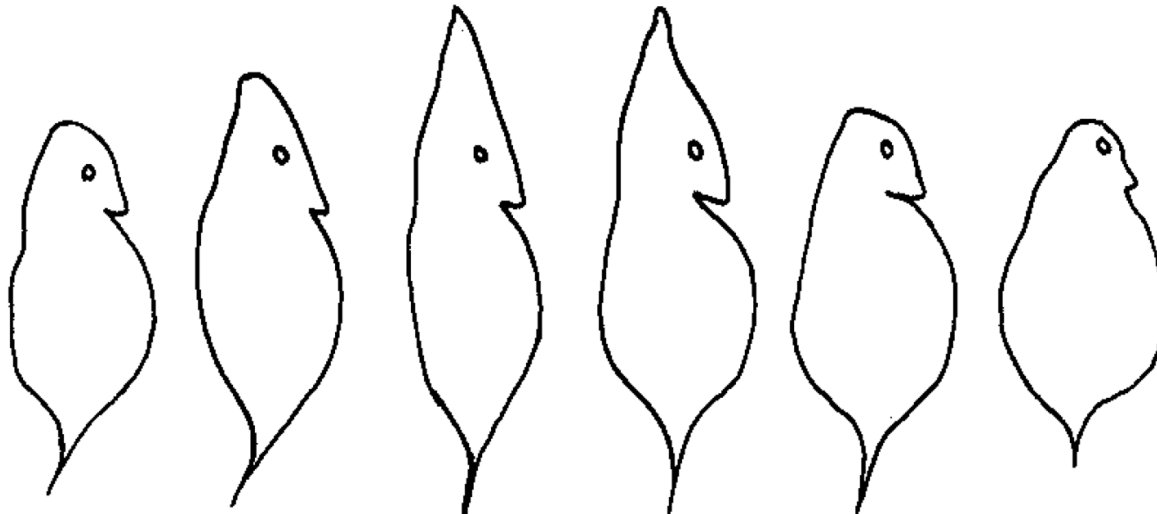


# ADAPTACE FITNESS FENOTYPOVÁ PLASTICITA

---

Populační ekologie živočichů



# POPULACE A EVOLUCE

- populace je lokální představitel druhu
- dynamická změna v čase
- **evoluční změna** = změna v genetickém složení populace
- **variabilita** = potenciální schopnost populace se měnit v čase (rozsah genetické proměnlivosti)
  - a) **individuální** – intrapopulační, mezi jedinci v populaci
  - b) **skupinová** – interpopulační, mezi populacemi  
= geografická variabilita
- **hlavní mechanismy evoluce**
  - a) **přírodní výběr** – vyvolává nenáhodnou změnu
  - b) **náhodné procesy** – náhodné změny ve frekvenci alel
- **mikroevoluce** – evoluční změny jedinců v populaci (vs. speciace a makroevoluce)

# ADAPTACE

- transgenerační změna
- 2 hlavní významy:
  - 1) **evoluční proces** – mezigenerační změna organismu
  - 2) **znak** – konečný stav procesu adaptace
    - znak je adaptací, pokud zvyšuje fitness vzhledem k ostatním variantám znaku v populaci
    - produkt přírodního výběru
- adaptace nevznikají za předem daným účelem
- vybrány přírodním výběrem jako nejefektivnější varianta ze všech ostatních v populaci

# ADAPTACE

- ne všechny znaky jsou adaptace
  - a) produkt genetického driftu u malých populací (efekt zakladatele, náhodná fixace, efekt hrdla láhve)
  - b) vedlejší produkt výběru pro jiné korelované znaky
- jedinci nejsou souborem dokonalých znaků
- lépe adaptovaní jedinci zanechají více potomstva
- základní typy
  - a) morfologické – tvar těla, ústní ústrojí hmyzu
  - b) fyziologické – mechanismy dýchání, změny metabolismu
  - c) behaviorální – vyhledávání potravy, orientace v prostoru

# FITNESS

- zdatnost ( $W$ )
  - obecné kritérium adaptovanosti organismu
  - relativní kvalita fenotypu (genotypu, alely) v daném prostředí měřená jeho genovými příspěvky (tj. počtem potomků) do budoucích generací
  - více potomků – roste frekvence jejich genů v populaci
  - **exkluzivní fitness** – fitness samotného organismu
  - **inkluzivní fitness** – fitness organismu i jeho příbuzných
  - 2 hlavní komponenty:
    - přežívání
    - plodnost
- ➔ trade-off (jedna roste na úkor druhé)

# FITNESS

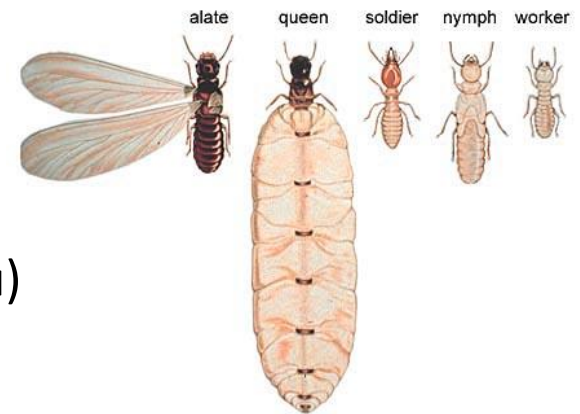
## Měření fitness:



- pomocí různých parametrů, vztahuje se ke skupině jedinců (genotyp, strategie)
- **globální míry:**
  - a) vnitřní míra růstu populace,  $r$
  - b) čistá míra reprodukce,  $R_0$  (očekávaný počet potomků při narození)
  - c) reprodukční hodnota,  $v_x$
- **lokální míry:** maximalizace 1 komponenty fitness vede k maximalizace celkové fitness
- **Darwinovská fitness:** počet zplozeného potomstva v jedné generaci (= celoživotní reprodukční úspěšnost)

# FENOTYPOVÁ PLASTICITA

- negenetická individuální proměnlivost - individuální rozdíly, které nejsou způsobeny rozdíly v genotypu
- příčiny fenotypové plasticity:
  - věk a vývojové stádium
  - roční období (letní/zimní srst hranostajů)
  - sociální vlivy (hmyzí kasty)
  - ekologické faktory (ekofenotypy, vlhká srst po dešti)
  - neurogenní proměnlivost (změna barvy chameleona)
  - traumatogenní proměnlivost (účinky parazitů, náhodná poranění, vývojové abnormality)



# FENOTYPOVÁ PLASTICITA

- vlastnost jednoho genotypu produkovat více fenotypů jako odpověď k měnícímu se vnějšímu prostředí
- vývoj pod **vlivem přírodního výběru**
- podmínkou **individuální proměnlivost** v plasticitě znaku
- vzniká interakcí vývojových procesů, rodičovských vlivů a faktorů vnějšího prostředí
- **polyfenismus** – nespojitá fenotypová proměnlivost (motýli, mšice, termiti)



*Babočka sítkovaná*



# FENOTYPOVÁ PLASTICITA

- **fenotypová akomodace** – přizpůsobení danému prostředí adaptivní úpravou vzájemných vztahů mezi částmi organismu bez gen. změny
- **vývojová kanalizace (homeostáze)** – více genotypů produkuje stejný fenotyp
- **fenokopie** – fenotypová odpověď k prostředí napodobuje vliv mutace tj. genetické změny
- **somatický výběr** – selekční potlačování nebo posilování některé varianty
  - učení cestou pokusů a omylů (ptačí zpěv a jeho dialekty)



# FENOTYPOVÁ PLASTICITA

- **Heterochronie** - evoluční změna v časování exprese znaku během ontogeneze
  - **Paedomorfóza** – zachování juvenilních znaků u dospělého
    - a) **Progeneza** – zrychlení pohlavního vývoje vzhledem k vývoji ostatních znaků
    - b) **Neotenie** – zpomalení tělesného vývoje vzhledem k pohlavnímu vývoji (axolotl)
  - **Behaviorální heterochronie** – ritualizace v komunikaci, evoluční přesun v provádění různých pohybů s původně nekomunikativním významem do jiných časových period a kontextu



# FENOTYPOVÁ PLASTICITA

- **reverzibilní** (fyziologické změny; velikost snůšky) = **fenotypová flexibilita**
- **ireverzibilní** (vývojové změny) = **fenotypová plasticita**
- výhodná v prostředích s velkou prostorovou heterogenitou nebo rychle se měnících v čase
- v relativně stabilním prostředí výhodná gen. diferenciace
- **mateřské účinky** – schopnost matky ovlivnit fenotyp potomka

## Rozdíly v množství plasticity mezi organismy:

- nejvíce modulární organismy (rostliny)
- poikilotermní organismy plastičtější než homoiotermní
- savci plastičtější než ptáci

# PŘÍKLAD

- lejnožrout (Scarabaeidae)
- dimorfismus u samců:

malé rohy < hraniční velikost těla < velké rohy

- koexistence 2 diskrétních samčích morf
- 2 nejčastější zdroje potravy pro larvy se liší svojí kvalitou:
  - kvalitnější koňské exkrementy a méně kvalitní kravské



Horn polyphenism in the beetle *Onthophagus taurus*: larval diet quality and plasticity in parental investment determine adult body size and male horn morphology

Armin Philipp Moczek

Department of Zoology, Duke University, NC 27708-0825, USA, and Lehrstuhl Zoologie II, Theodor-Boveri-Biozentrum der Universität, Am Hubland, D-97074 Würzburg, Germany

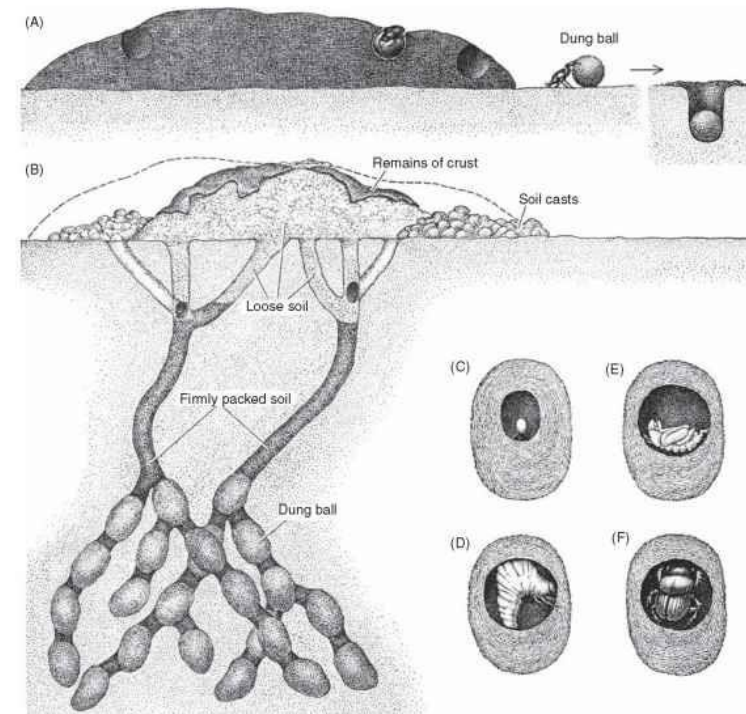


# PŘÍKLAD

- samice vykope tunel pod exkrementem
- na slepém konci tunelu vytvoří komůrku a vtáhne do ní kousek exkrementu
- do každé komůrky naklade jedno vajíčko a uzavře ji
- žádná další péče o larvy
- množství exkrementu poskytnuté samicí při kladení vajíčka je konečné množství potravy, které každá larva dostane na dokončení celého vývoje

## Experiment:

- 1) **zjištění vlivu kvality a kvantity potravy** na vznik dané morfy
- 2) **plasticita v chování rodiče?** zda se liší množství poskytované potravy rodičem v závislosti na kvalitě potravy



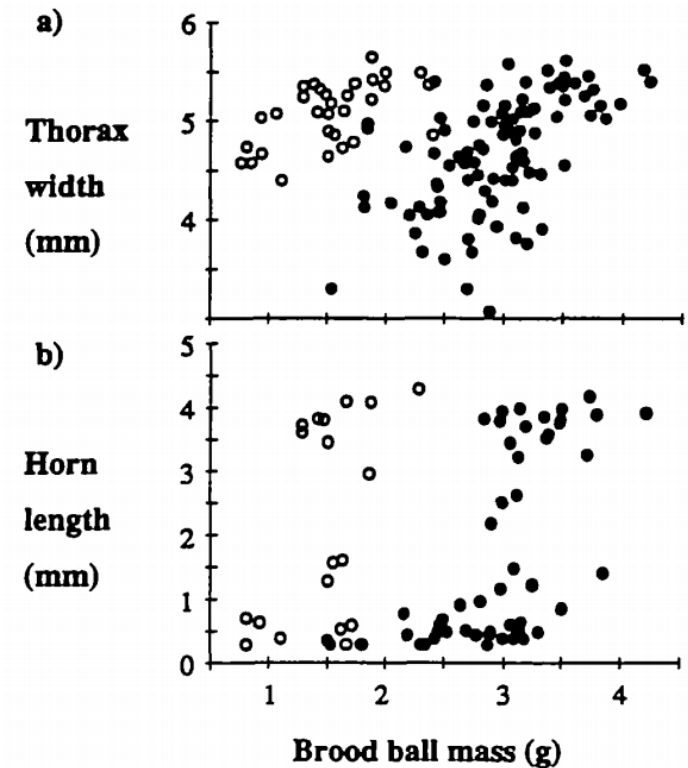
# PŘÍKLAD

## 1. Vliv kvality potravy

- 2 různé typy exkrementu - koňský a kravský
- každá larva dostala známe množství exkrementu na dokončení vývoje
- dospělci hned po vylíhnutí usmrceni a změřena velikost těla a rohů

### Výsledky

- kvantita potravy určovala morfu vylíhnutého dospělého
- vliv i kvality potravy
- potřeba téměř 2x více kravího exkrementu než koňského k dosažení podobné morfologie dospělého
- hraniční množství potravy pro vznik rohů
  - Koňské exkr. – 1.5 g
  - Kravské exkr. – 2.5-3 g



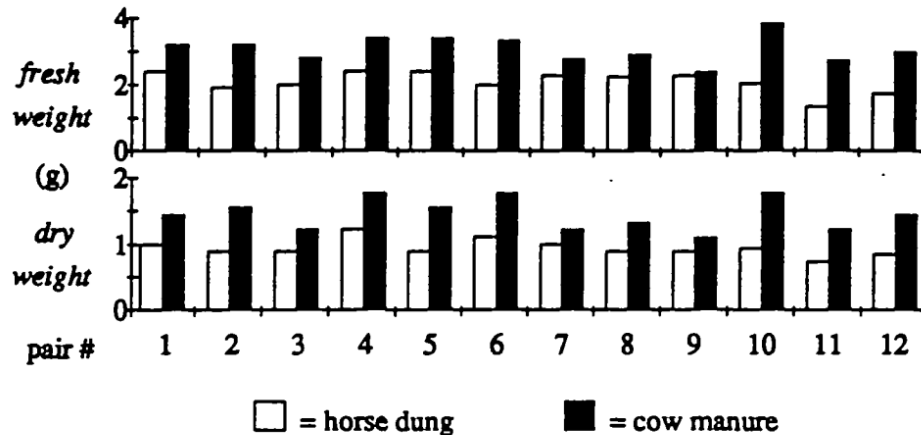
**Figure 1**

Effects of quantity and quality of larval diet on adult development. (a) Adult body size increases linearly with diet quantity on both horse (open circles) and cow dung (filled circles). In comparing relationships between body size and brood ball mass in cow versus horse dung, highly significant differences were found in  $y$  intercepts (ANCOVA,  $p < .0001$ ; Table 1), but not in slope ( $p = .14$ ; Table 1). (b) Horn development in males increases discontinuously with increasing food amounts of either quality with a substantially higher threshold for the amount of cow dung (filled circles) required to initiate horn expression.

# PŘÍKLAD

## 2. Plasticita v chování rodiče

- 12 párů rodičů odchycených v přírodě
- 6 párů první 4 dny na koňském exkrementu – poskytnuté množství potravy zváženo
- další 4 dny stejné páry na kravském exkrementu – množství poskytnuté potravy opět zváženo
- dalších 6 párů opačné pořadí typu potravy
- množství potravy zváženo i v suchém stavu – vysušení 24 hod 70° C



**Figure 2**

Amount of food provisioned by parent beetles (brood ball mass) as a function of food quality. Shown are mean brood ball masses (upper row: fresh weight; bottom row: dry weight) produced by 12 *O. taeniorhinus* pairs to which both resources were offered successively, with reversed order of treatment in 6 pairs. Pairs provisioned significantly more food for offspring on the low-quality resource, cow dung (Wilcoxon matched-pairs signed-rank test:  $p < .001$ ,  $n = 12$ , for fresh and dry weight, respectively).

→ Dospělci přizpůsobují množství potravy podle její kvality

# PŘÍKLAD

- obě samčí morfy zachovávány v populaci
- kompetice samců o páření se samicí
- **2 různé taktiky:**
  - velcí rohatí samci spoléhají na agresivní chování a monopolizují samici – obsadí tunel se samicí a brání ho před ostatními samci
  - malí samci s krátkými rohy využívají příležitosti, kdy se velcí samci perou a proplíží se tunelem za samicí
- adaptivní přítomnost velkých rohů u velkých samců a malých rohů u malých samců

