

Evoluční ekologie

Andrea Vetešníková Šimková

Odd. parazitologie Ústav botaniky a zoologie PřF MU

A31, 3. patro, e-mail: simkova@sci.muni.cz

Literatura

- ▶ Cockburn A. 1991. An Introduction to Evolutionary Ecology. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- ▶ Rose M. R., Mueller L. D. 2006. Evolution and ecology of the organism. Pearson Education, USA.
- ▶ Fox C. W., Roff D. A., Fairbairn D. J., 2001. Evolutionary ecology. Concepts and case studies. Oxford University Press, Oxford.
- ▶ Stearns S. C. 2004. The Evolution of Life Histories. Oxford University Press, New York.
- ▶ Flegr J. 2005. Evoluční Biologie. Academia, Praha.

Úvod do evoluční ekologie



Evoluční ekologie

- ▶ **Evoluční ekolog** – intelektuálové fascinovaní a zmatení živým světem, hluboce přemýšlející nad světem a tázající se „**proč?**“
- ▶ „Nothing in biology makes sense except in the light of evolution“ (Dobzhansky 1973) – role evoluce v ekologii

Evoluční ekologie

- ▶ Spojení Evoluční biologie a Ekologie
- ▶ Historické i současné vlivy na zákonitosti změn v živé přírodě a studuje takové změny na všech úrovních – od úrovně jedince (ontogenetické, behaviorální) až po úroveň společenstev nebo hlavních taxonomických skupin
- ▶ **Zákonitosti živého světa**
 - (1) rozeznání zákonitosti
 - (2) vysvětlení zákonitosti

Proč byl rok 1983 špatný pro pandu velkou?

Panda velká (*Ailuropoda melanoleuca*)

- geografická restrikce a vzácnost
- > 99% bambus
- Jaro 1983 – vysoká úmrtnost pand (proč?)
- Semelparitní reprodukce u bambusu

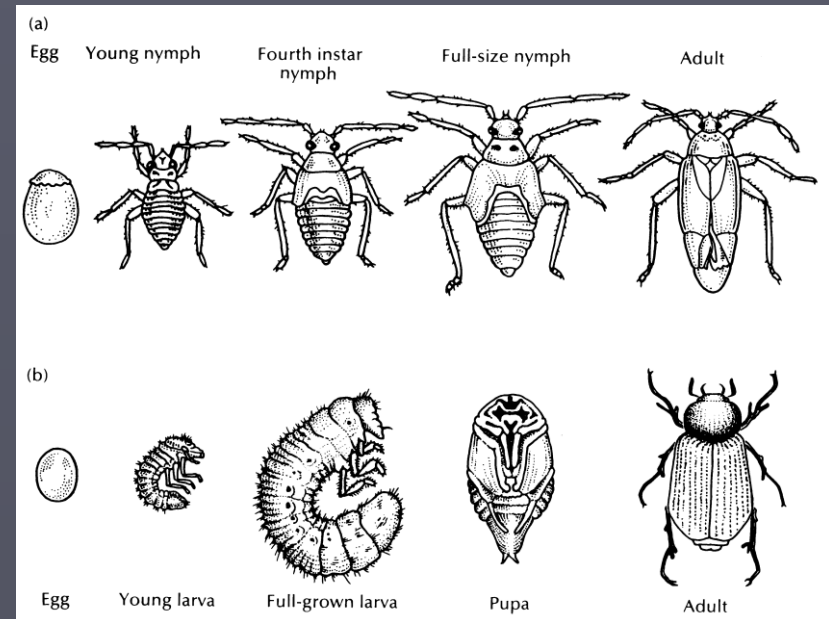


Náměty pro evolučního ekologa:

- Výhody semelparity a iteroparity (teorie životních historií)
- Důležitost selekce habitatu
- Rozvoj ochránářské biologie

Různé způsoby vývoje a růstu

- ▶ Morfologická konvergence adultních forem, ale odlišné zákonitosti vývoje
- ▶ U živočichů složité vývojové cykly
- ▶ Stádia - různé habitaty, potravu, morfologii
- ▶ **Námět pro evolučního ekologa:**
 - Evoluce složitých vývojových cyklů a vývojový polymorfismus

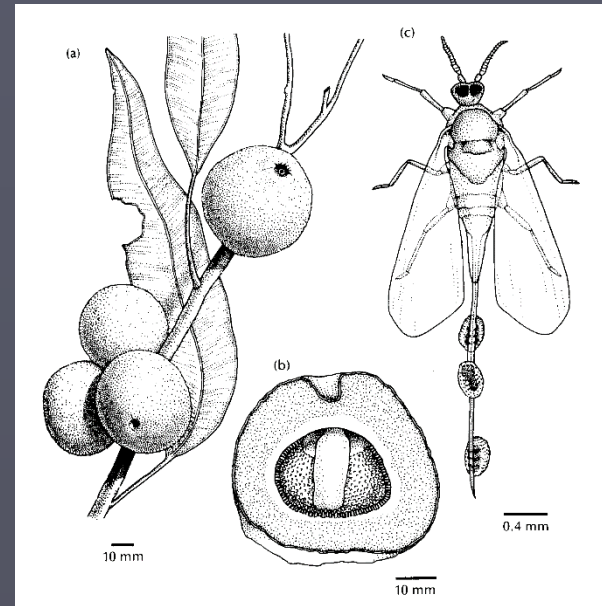


Různé způsoby vývoje a růstu

Polymorfismus uvnitř druhu

- spojený s různým pohlavím
- u mnoha živočichů samci menší než samičky
- u ptáků a savců zpravidla obráceně

Př. *Cystococcus* (Hemiptera)



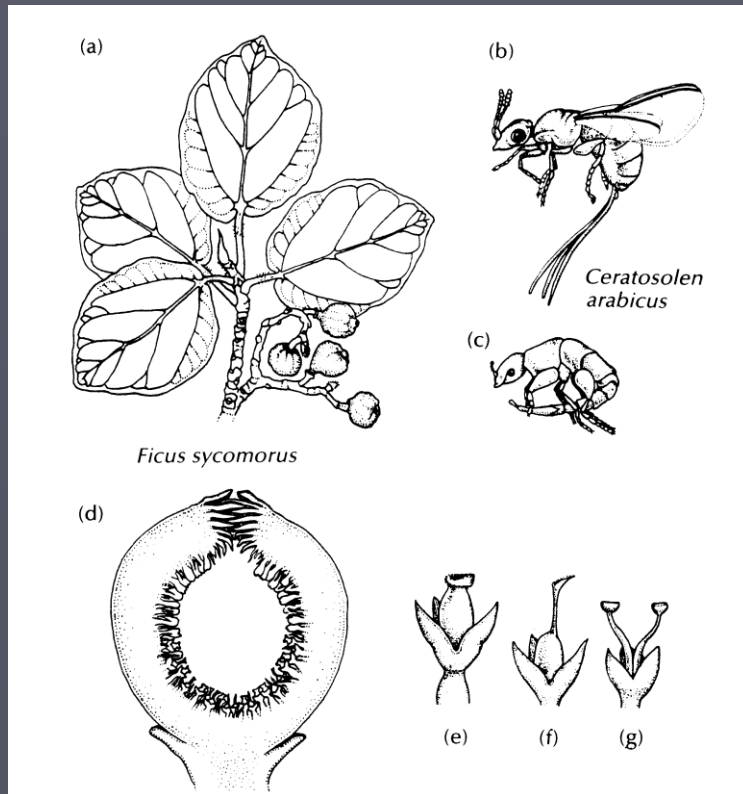
Otázky evolučního ekologa: původ pohlavních rozdílů a procesy generující tyto rozdíly?

Proč existuje pohlavní reprodukce?

- ▶ Pohlavní reprodukce velice brzy v historii života
- ▶ Partenogeneze, alternovaná reprodukce, samooplození, gynogeneze....
- ▶ **Původ má jasné zákonitosti, ale vysvětlení zákonitostí je nejasné**
- ▶ Živočichové v moři se reprodukují sexuálně častěji než příbuzní ve sladké vodě
- ▶ **Otázka evolučního ekologa**
- ▶ Kolikrát se charakter v evoluci objevil a kolik taxonů má charakter z důvodu společného předka? – Komparativní analýzy

Proč má každý fík svoji fíkovou vosičku?

- ▶ Fíkové vosičky „fig wasps“ - fíkovnicovití (Agaonidae)
- ▶ Fíkovník - morušovníkovité (Moraceae)



Proč má každý fík svoji fíkovou vosičku?

Otázky evolučního ekologa:

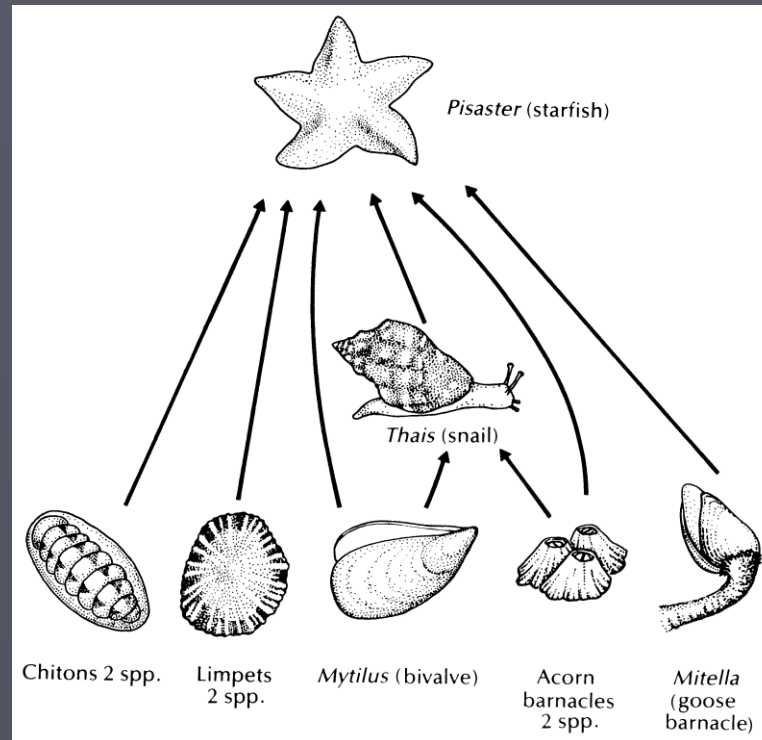
- ▶ Jak je speciace fíků spojená se speciací vosiček?
- ▶ Proč mohou některé druhy fíků koexistovat, když jiné se vyskytují samostatně v určitých habitatech?
- ▶ Jak snadné je pro invazní druh narušit úzkou asociaci mezi fíkem a vosičkou?
- ▶ Proč u některých stromů jsou pohlaví separované a u jiných kombinované na stejném stromu?

Interakce mezi druhy: periodická tabulka?

		Effect of individual of species A on an individual of species B		
		Positive	Neutral	Negative
Effect of individual of species B on individual of species A	Positive	Mutualism	Commensalism	Predation, herbivory, parasitism
	Neutral			Amensalism
	Negative			Competitor

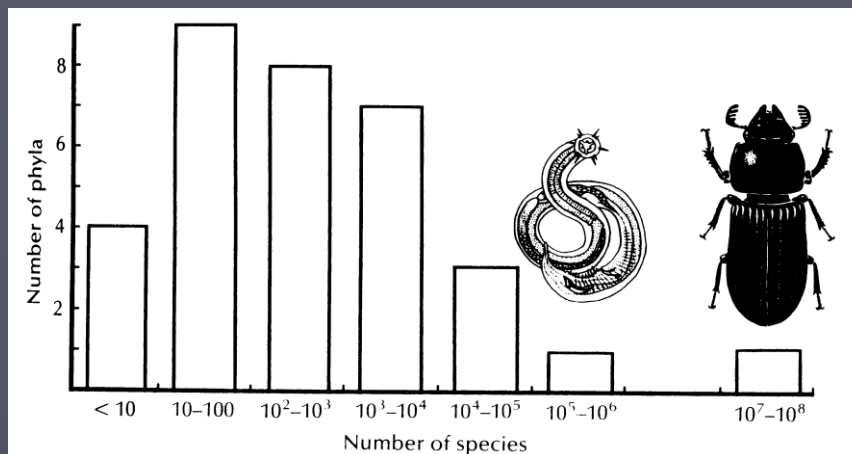
Interakce mezi druhy: periodická tabulka?

- ▶ Mechanizmy interakci se mohou lišit od jejich efektů
- ▶ Mnoho efektů interakcí je nepřímých



Proč je diverzita členovců tak vysoká?

- ▶ Linie mnohobuněčných živočichů – konec kambria (před 500 mil. let)
- ▶ Extinkce
- ▶ Extrémní diverzita členovců (Arthropoda) – 1-30 milionů druhů



Proč je diverzita brouků tak vysoká?

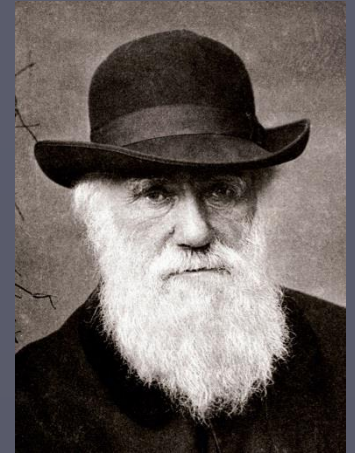
▶ Otázky evolučního ekologa

- ▶ Co udává tempo speciace a extinkce?
- ▶ Jak můžou některé menší taxony perzistovat bez výrazné radiace, zatím co jiné se rychle diverzifikují a pak vymřou?
- ▶ Jak moc odráží současná diverzita historické vlivy?
- ▶ Jak může vysoký počet druhů brouků koexistovat a specializovat se na stejný hostitelský strom?

Darwinovo řešení

Charles Darwin (1809-1882)

- ▶ zakladatel Evoluční ekologie
- ▶ doložil a potvrdil evoluci živočichů
- ▶ navrhl Princip přírodní selekce (přírodního výběru) jako mechanismu evoluce

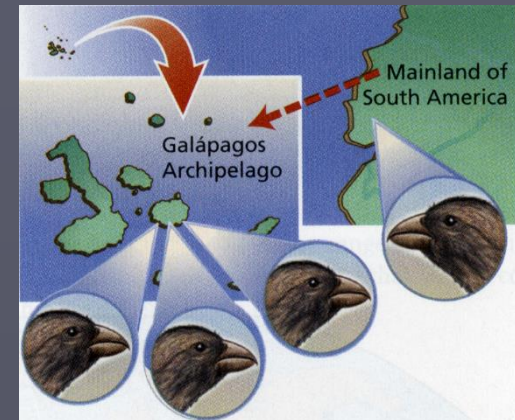
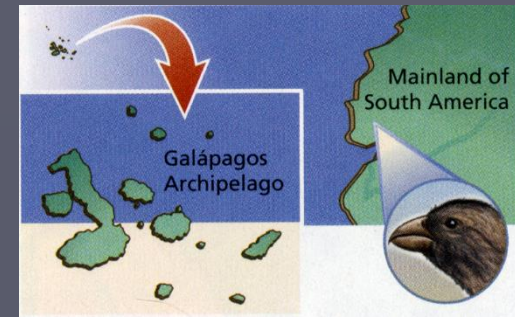
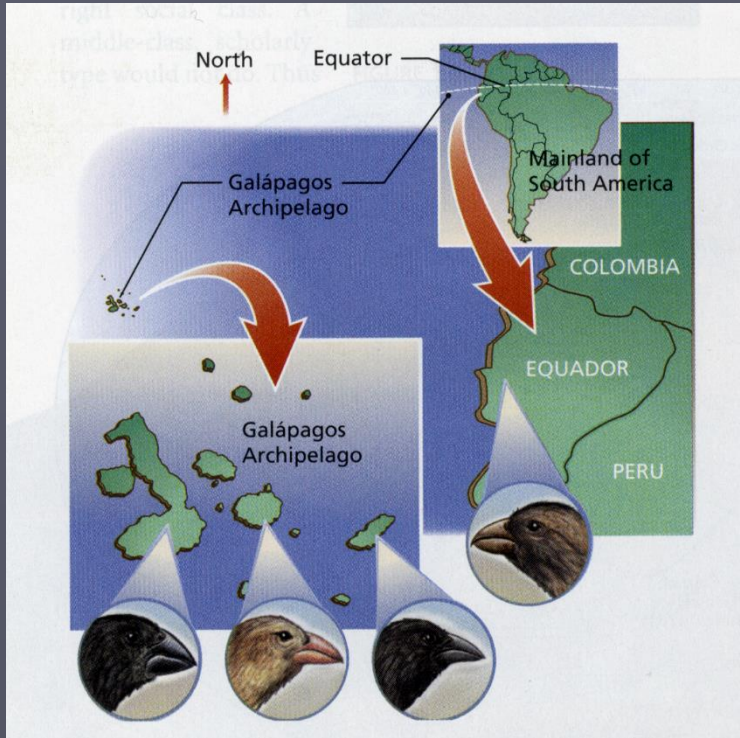


- ▶ ukázal vhodnost komparativní metody při studiu zákonitostí v přírodě (taky zákonitosti chování a vztahu mezi rostliny a živočichy)

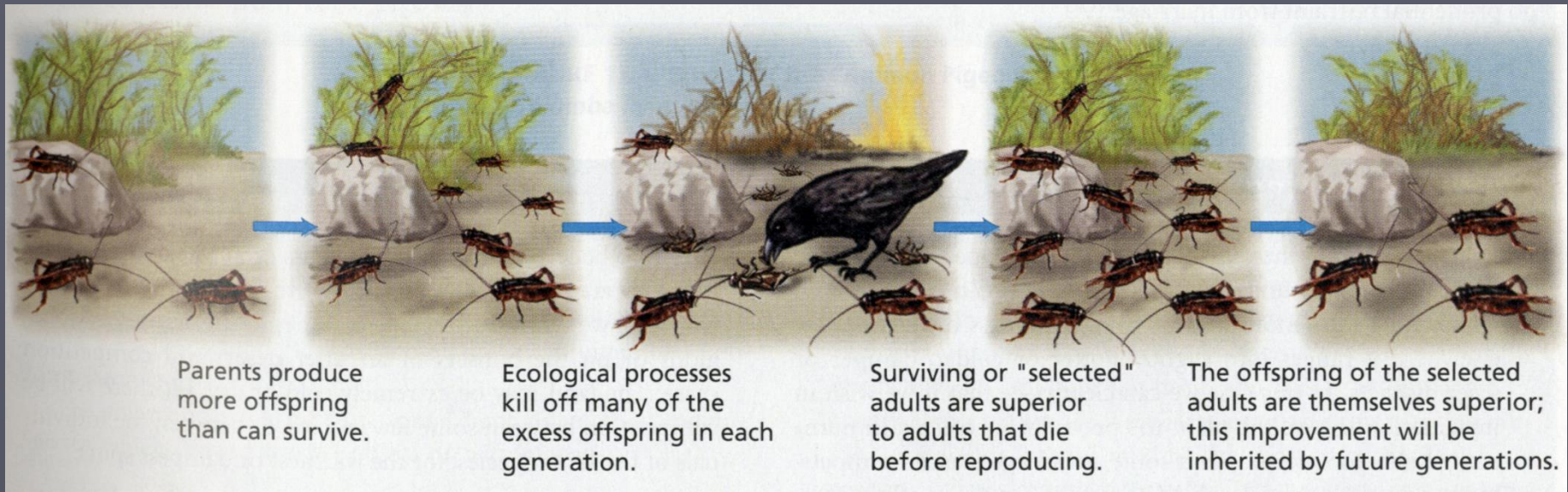
Evolve není synonymem přírodního výběru

- ▶ Většina zákonitostí, které v přírodě pozorujeme, je výsledkem jednoho z mechanismů evoluce a to procesu přírodního výběru (Darwin)
- ▶ Evoluce může probíhat i za absence přírodního výběru
- ▶ Co je přírodní výběr? Diskuze přirozený vs. přírodní výběr
- ▶ Proč výběr není synonymem evoluce?
- ▶ Úrovně biologické hierarchie, na kterých selekce může působit
- ▶ Adaptace a fitness

Darwinův evoluční scénář

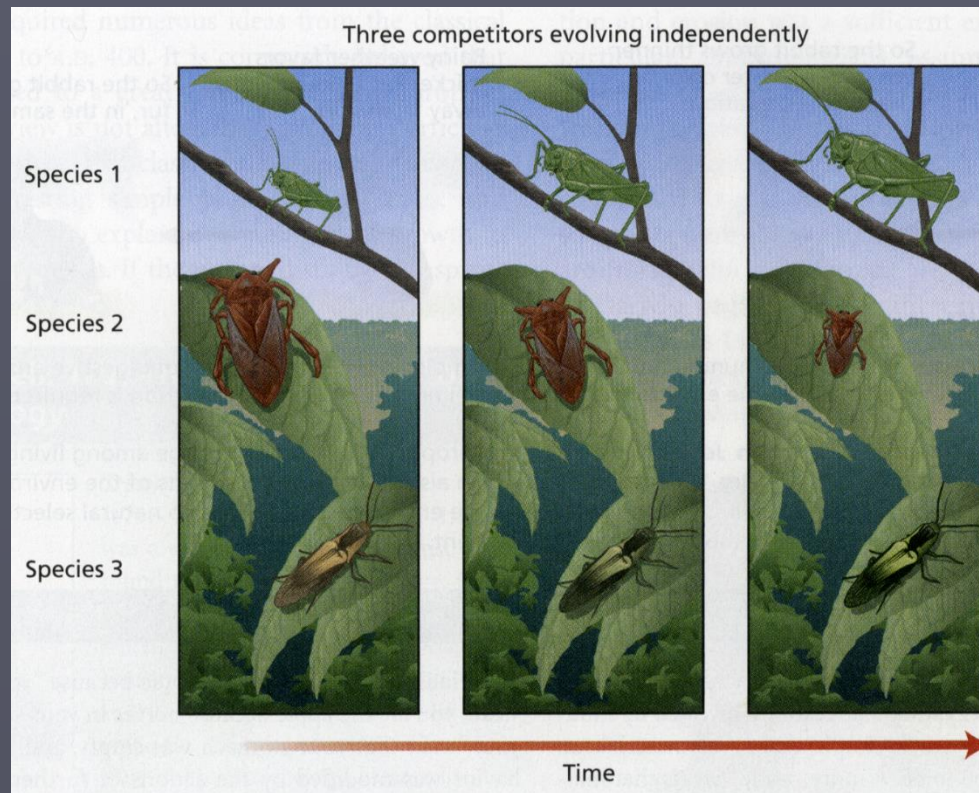


Darwin využil ekologii, aby založil evoluční biologii



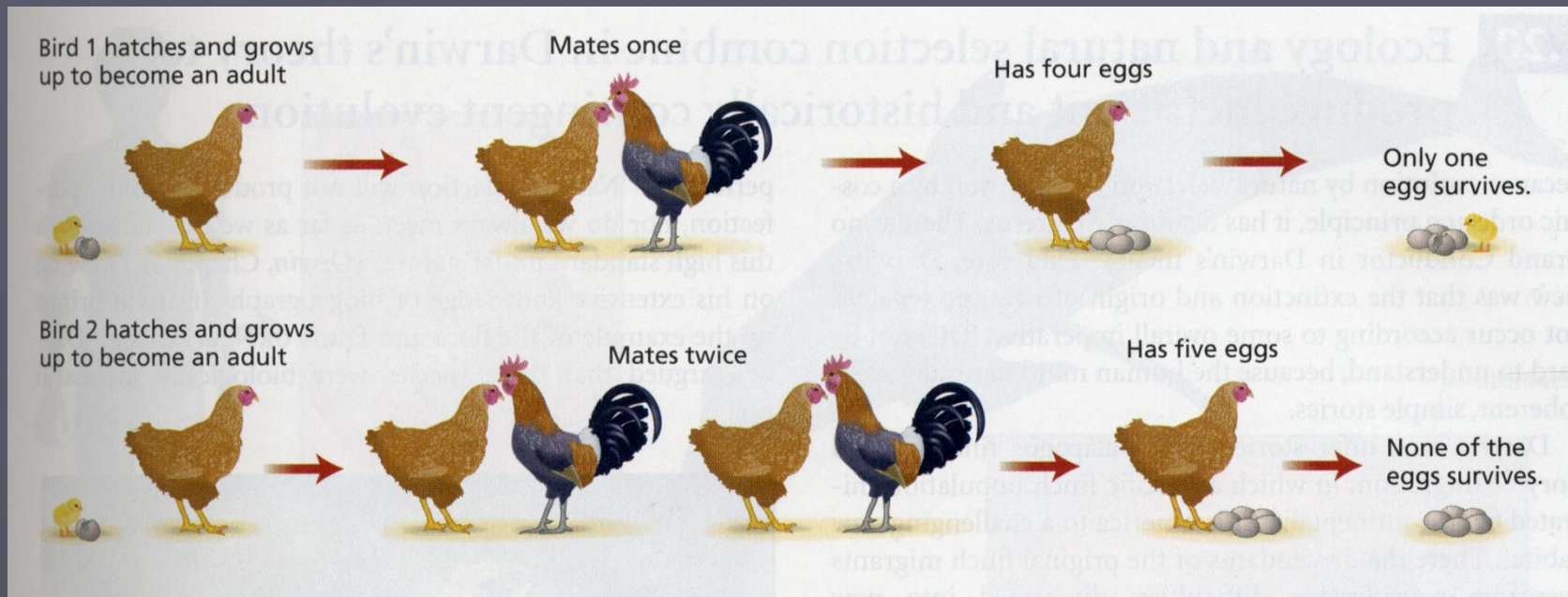
Darwinův pohled na život

- Předpokládal, že evoluce probíhá nezávisle u různých druhů

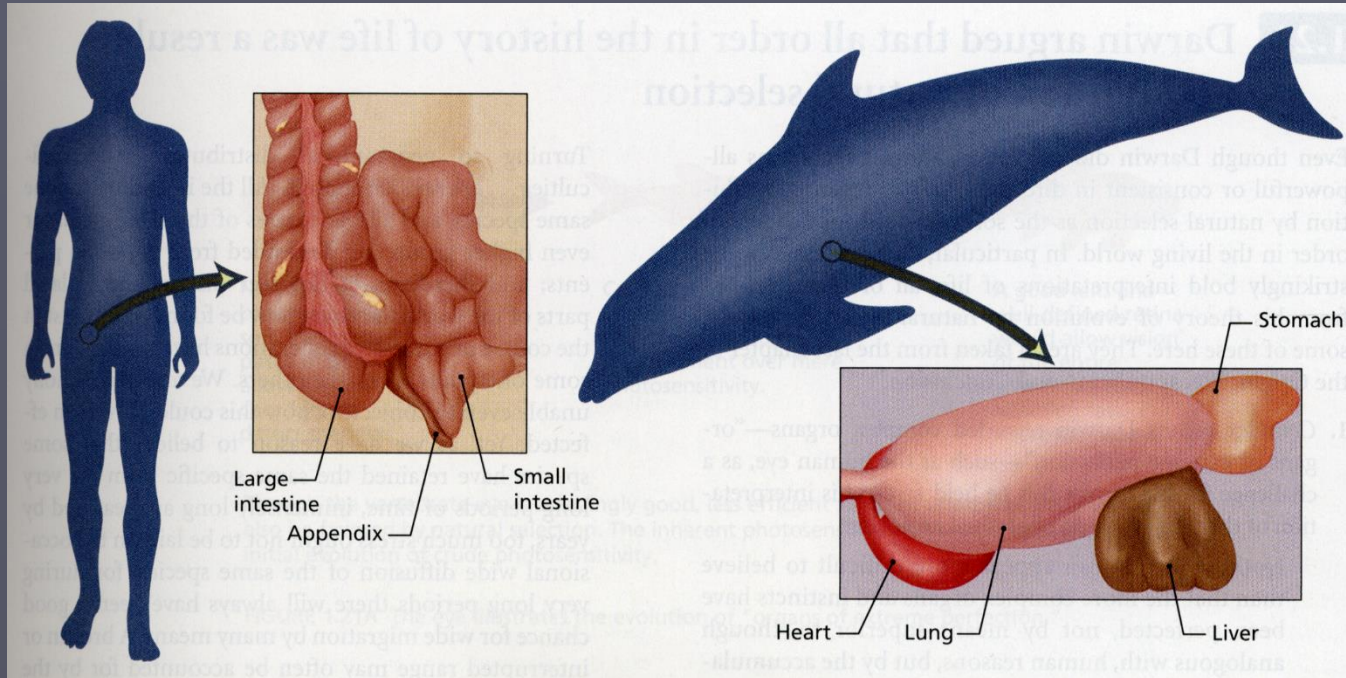


Darwinův pohled na život

- Přírodní výběr působí separátně na jedince uvnitř populace



Evolve přírodním výběrem neprodukuje dokonalost



Co je přírodní výběr?

- ▶ Zjednodušená definice podle Endlera (1986) (australský etolog a evoluční biolog)
- ▶ proces výběru jedinců probíhající v populaci, která má pro určitý znak:
 - ▶ 1. **variabilitu** mezi jedinci
 - ▶ 2. je spojen s měřítkem reprodukčního úspěchu nebo přežívání (**rozdíly ve fitness**)
 - ▶ 3. **je dědičný** – rodiče i potomci, alespoň částečně nezávislý na prostředí

Přírodní selekce

- ▶ Selekcce se mění v čase
- ▶ Změny u jedince nebo změny z generace na generaci



Hot weather selects for thin fur, light color.



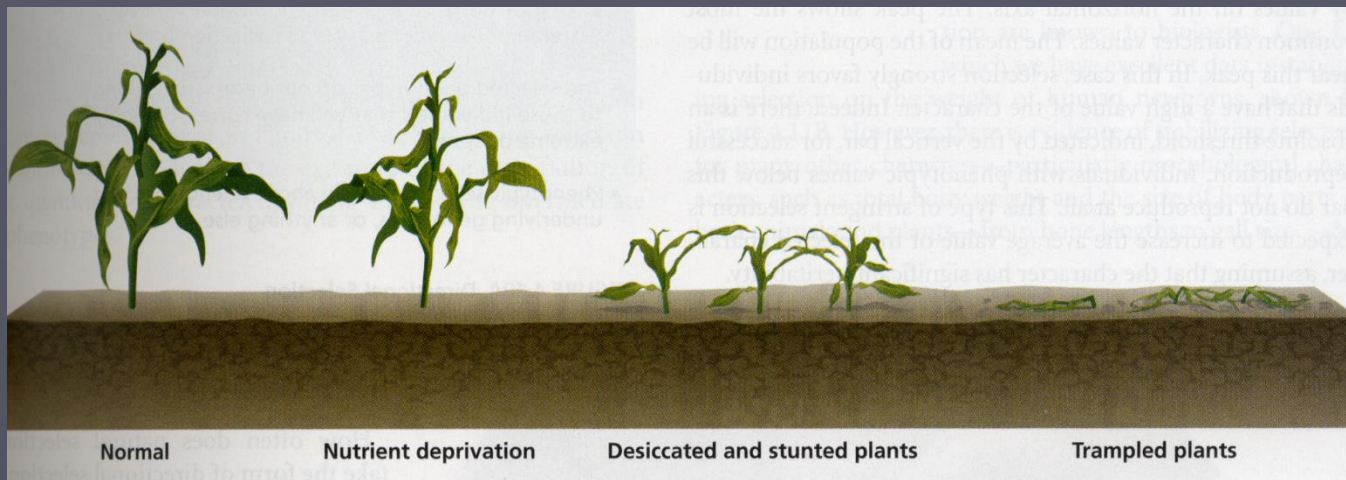
Overcast weather favors darker fur for camouflage.



Rainy weather favors thicker fur to keep water away from skin.

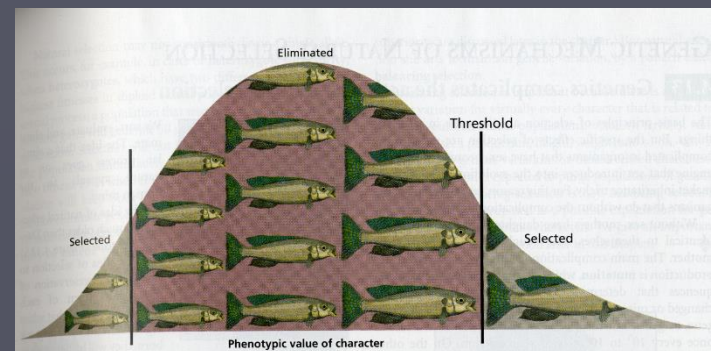
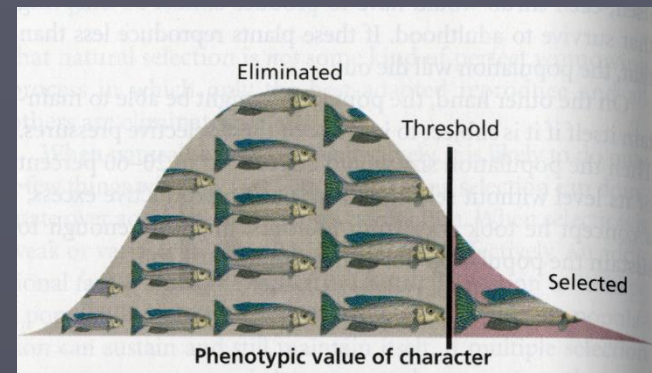
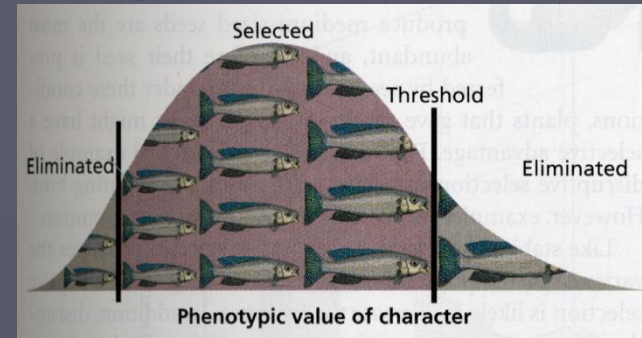
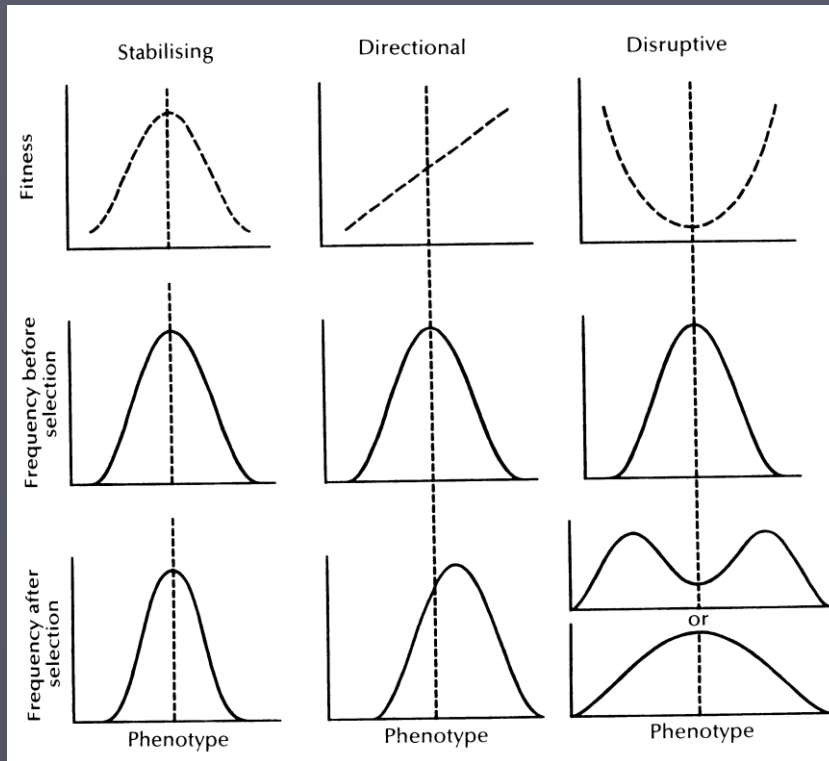
Vícenásobní procesy přírodní selekce

- ▶ Efektivní selekce – jenom několik věcí se změní intenzivně
- ▶ Silná selekce formuje populaci
- ▶ Slabá nebo směrově variabilní selekce = neefektivní
- ▶ Vícenásobní selekce působící na více znaků → počet přežívajících a reprodukcujících se organismů nízký



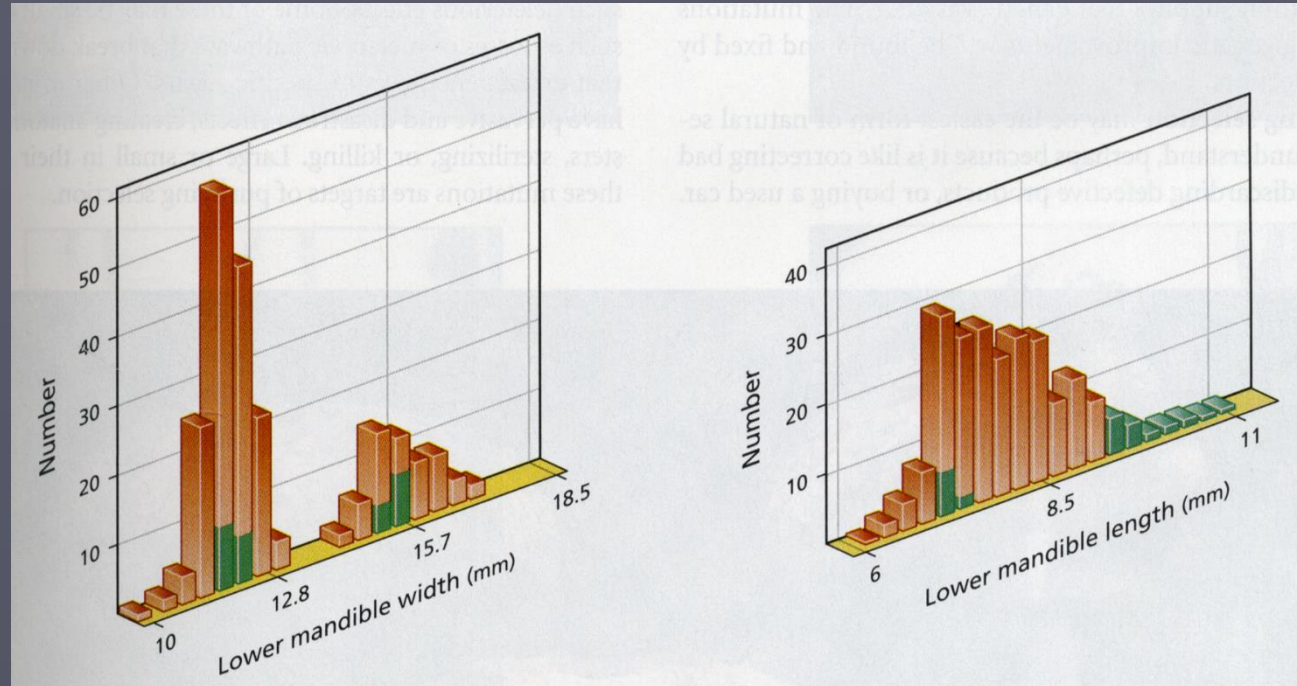
Typy selekce

► Stabilizující, směrovaný a disruptivní výběr



Disruptivní selekce

Vede k bimodální fenotypické distribuci

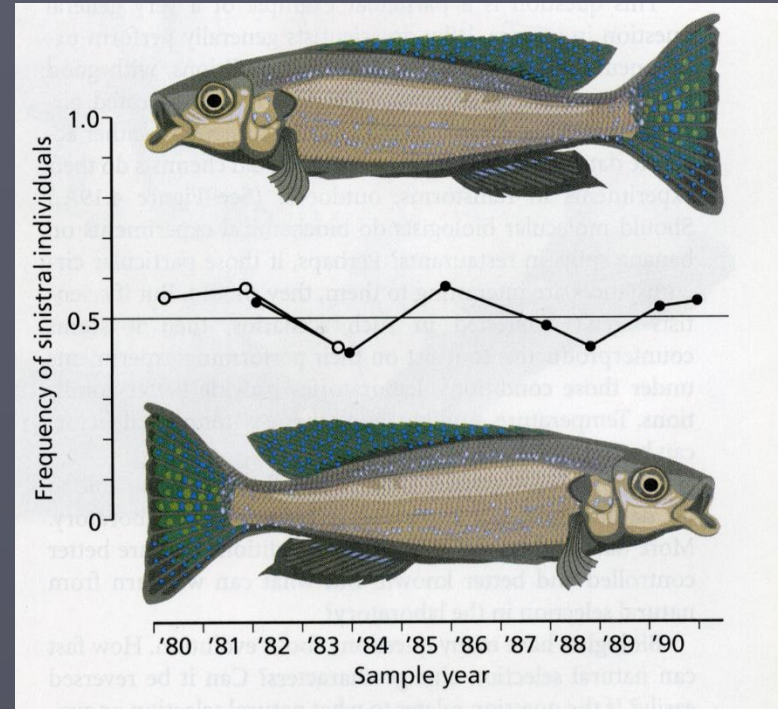


Rudoušek černobřichý (*Pyrenestes ostrinus*)

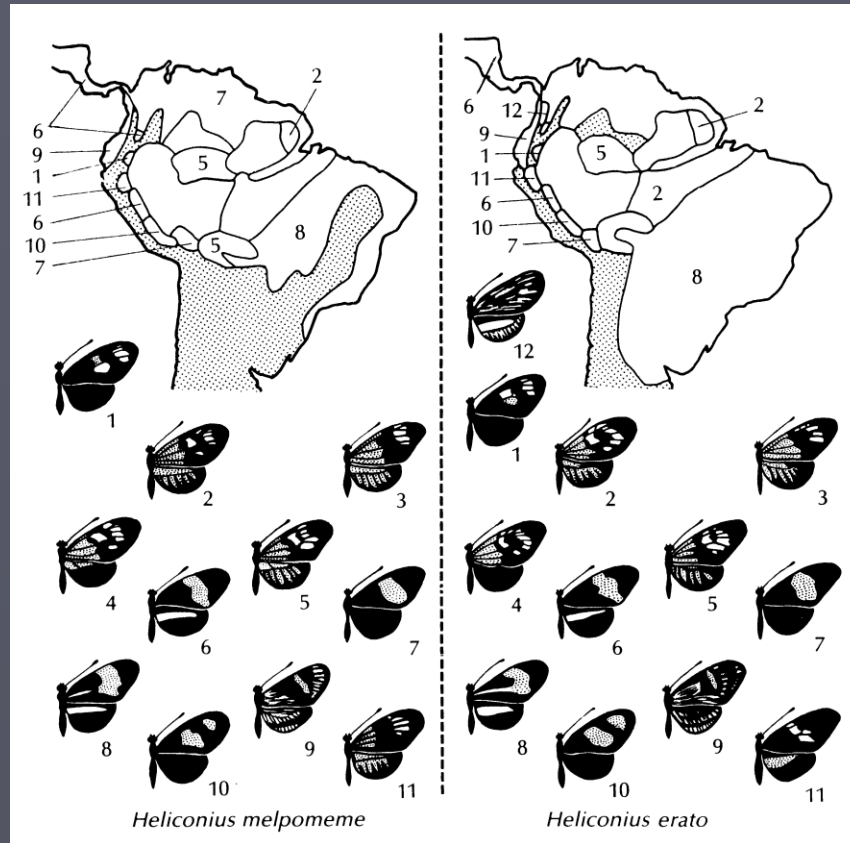
Na frekvenci závislá selekce

- ▶ fitness fenotypu je závislé na frekvenci tohoto fenotypu v populaci
- ▶ může upřednostňovat vzácné (negativní selekce) nebo běžné fenotypy (pozitivní selekce)
- ▶ Není striktně synonymní s disruptivní nebo stabilizující selekcí (oscilace v průměrné hodnotě znaku)
- ▶ **Selekce vzácného fenotypu** - interakce mezi dvěma druhy, z kterých jeden je postižen predací nebo parazitací

Selekce vzácného fenotypu může udržovat genetickou variabilitu



Selekce nejběžnějšího fenotypu

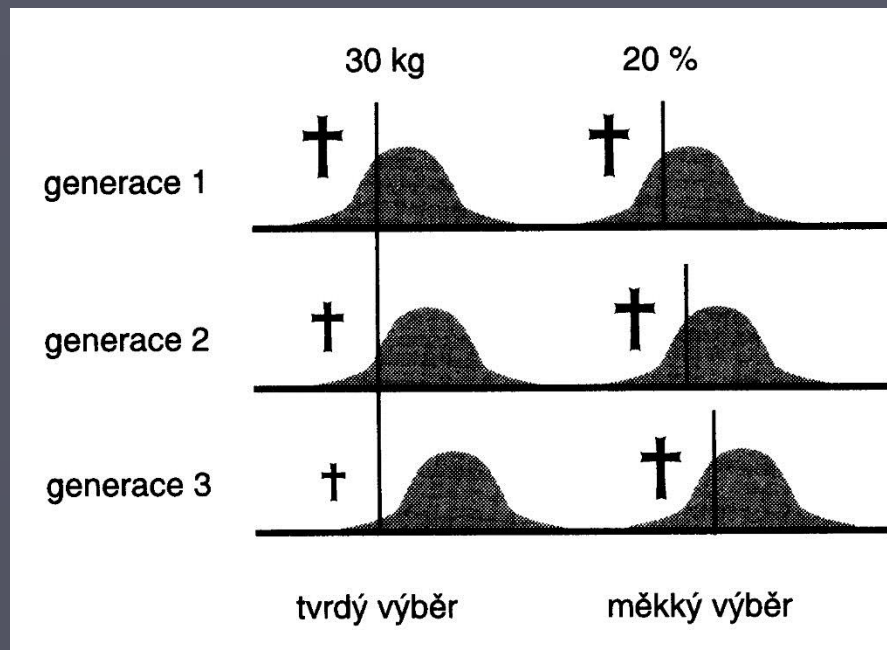


Na hustotě závislá a na hustotě nezávislá selekce

- ▶ Vysoká hustota → kompetice mezi jedinci v populaci o potravu a prostor → **selekce pro kompetiční schopnost**
- ▶ Vliv extrémních environmentálních podmínek na přežívání nebo smrt bez závislosti na hustotě populace – **selekce pro schopnost přežití**

Tvrdá a měkká selekce

- ▶ **Tvrdá selekce** – z populace jsou i jedinci, jejichž znak (= měřítko úspěšnosti) nedosahuje hraniční hodnoty
- ▶ **Měkká selekce** – ignoruje absolutní hodnotu znaku, eliminuje jedince, které nedosahují určité relativní hodnoty



Tvrdá a měkká selekce

Měkká selekce

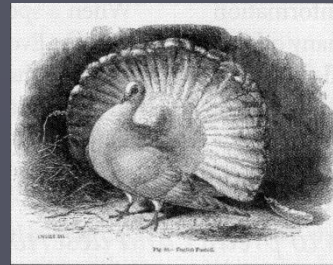
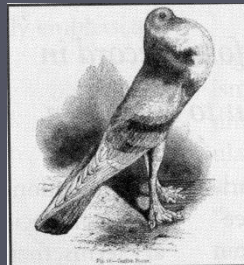
- ▶ v podmínkách kompetice – závisí na relativní schopnosti druhu
- ▶ Účinnější evoluční faktor – druh před měkkou selekci neuteče

Tvrdá selekce

- ▶ v podmínkách přímé interakce s prostředím
- ▶ v měnícím se nebo oscilujícím prostředí
- ▶ druh dokáže selekci uniknout – např. zvětšením tělesných rozměrů nad kritickou hodnotu

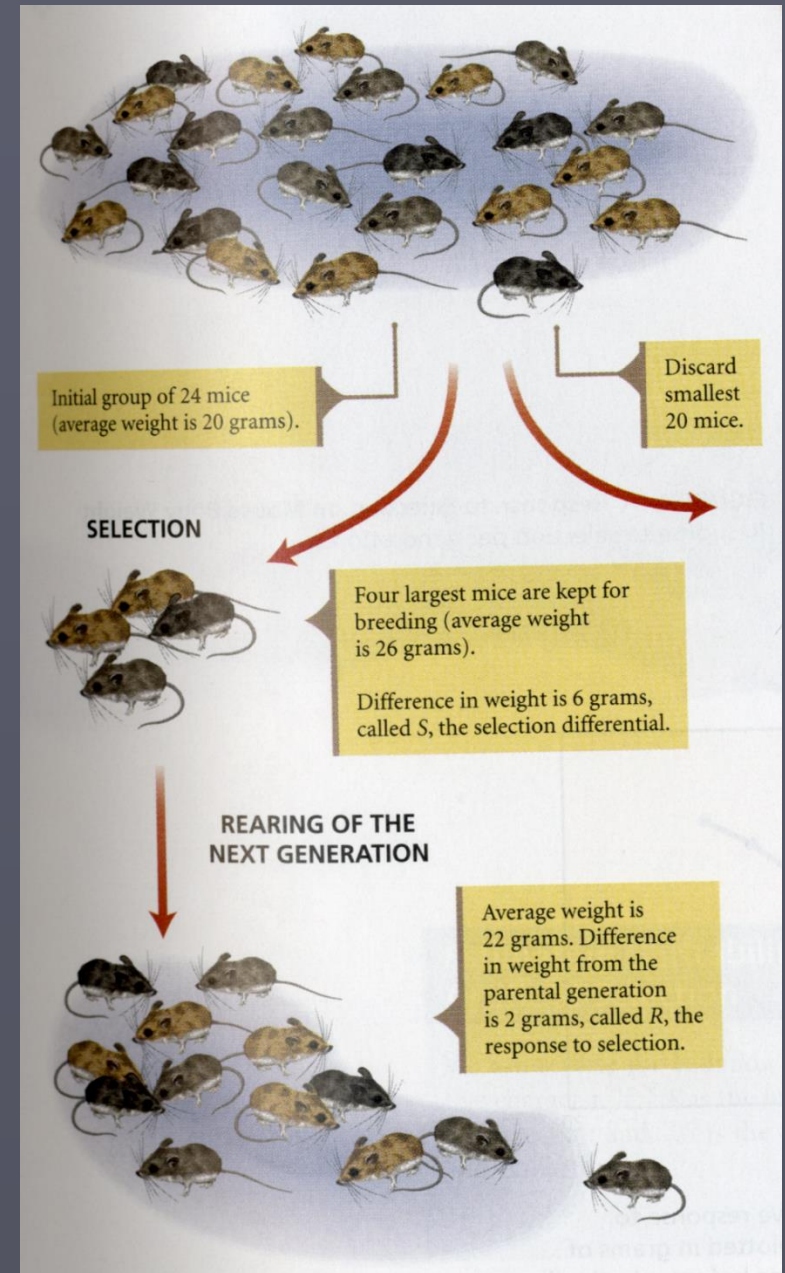
Přirozený vs. umělý výběr

- ▶ Selektivní chov zvířat a pěstování rostlin
 1. Progresivní zvyšování produktivity v zemědělství
 2. Selektce specifických forem a tvarů
- ▶ Fenotyp kočky domácí vznikl pravděpodobně umělým výběrem



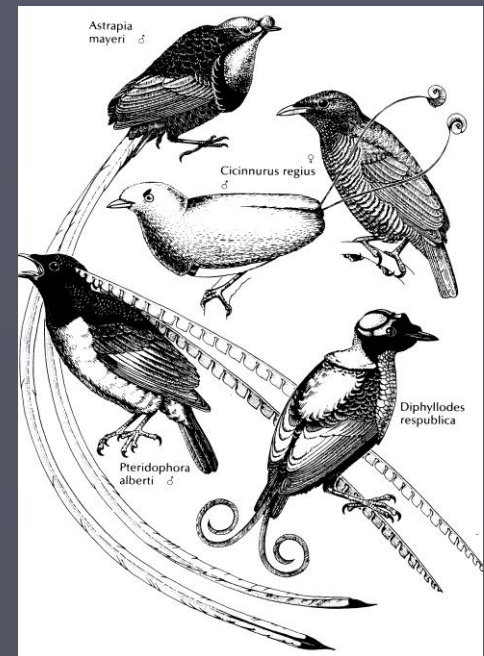
Přirozený vs. umělý výběr

- ▶ Variabilita a dědičnost znaků, ale rozdíly ve fitness jsou dány člověkem
- ▶ Umělý výběr má cíl, přirozený výběr je slepý tj. funguje bez cíle
- ▶ Selektivní diferenciál
Odpověď k selekci



Přírodní a pohlavní výběr

- ▶ Darwin (1981) *The Origin of the Species*
- ▶ **Přírodní výběr** – znaky, které jsou důležité pro přežívání a životaschopnost
- ▶ **Pohlavní výběr** – znaky, které jsou důležité pro získání partnera a reprodukci
- ▶ Dle Darwina samostatný biologický proces nezávislý na přírodním výběru, často působí právě v opačném směru než výběr přírodní
- ▶ Dle jiných autorů součást přirozeného výběru



Pohlavní výběr

- ▶ **Intrasexuální** – kompetice mezi členy stejného pohlaví o partnera



- ▶ **Intersexuální** – preference pro určitý znak druhým pohlavím



Co je adaptace?

- ▶ Kumulativní produkt přírodní selekce je **adaptivní vlastnost** tj. schopnost přežít a reprodukovat se v daném prostředí
- ▶ **Adaptace** – proces, v kterém se adaptivní vlastnost získá



Co je fitness?

- ▶ Fitness = biologická zdatnost
- ▶ Není jednoduché vymezit pomocí obecných pojmů
- ▶ Zpětně podle počtu potomků, které organizmus zanechá
- ▶ Fitness závisí na vlastnostech jedince, ale i na zdatnosti ostatních jedinců v populaci
- ▶ Za určitých podmínek mohou mít větší zdatnost jedinci s určitým fenotypem



Co je fitness?

- ▶ Komponenty fitness
- ▶ **plodnost** (fekundita)
- ▶ **životaschopnost** (viabilita)
- ▶ **sexuální zdatnost** (schopnost obstát v pohlavním výběru)



Fitness, adaptace a selekce

- ▶ Populace expandující – všechny jedinci reprodukčně úspěšní, slabá kompetice, **všechny mají schopnost adaptace, ale malé rozdíly ve fitness a nízkou možnost selekce**
- ▶ Populace směřuje k extinkci – **velké rozdíly ve fitness, intenzivní selekce, ale nízká schopnost adaptace**
- ▶ → k pochopení procesů selekce a adaptace je nutné pochopit celkový reprodukční úspěch a jeho varianci