

PŘÍRODNÍ VÝBĚR (SELEKCE)

- **Všechny organismy produkují více potomstva, než kolik může přežít a rozmnožit se**
- **Mezi jedinci (genotypy) existují geneticky podmíněné rozdíly v přežívání a reprodukci**
- **V každé generaci dochází k diferencovanému přispění jednotlivých genotypů do generace následující, kdy nejschopnější genotypy přispívají do genofondu více než genotypy méně schopné**

PŘÍRODNÍ VÝBĚR (SELEKCE)

Reprodukční zdatnost (fitness), w

= celoživotní průměrný příspěvek jedinců s daným genotypem do populace v průběhu jedné nebo více generací

- průměrný počet potomků jedince s daným genotypem, kteří se dožili reprodukčního věku ... = **absolutní fitness**
- **relativní fitness** = zdatnost ve vztahu k fitness ostatních genotypů v populaci
- míra genetické změny v populaci závislá na **relativní**, nikoli absolutní fitness
- **darwinovská fitness, w** ... diskrétní generace
- **malthusovská fitness, m** ... kontinuální generace:
$$m = \ln w, \text{ při } m \rightarrow 1 \quad m = w - 1$$
- **selekčně neutrální znak** $\rightarrow w = 1, m = 0$

Změna alelových frekvencí a selekční koeficient, s

$w = 1 - s$ při $p = 0$ je $\Delta p = 0 \Rightarrow$ evoluce se zastaví

- p, q = četnosti alel
- Δp = změna p

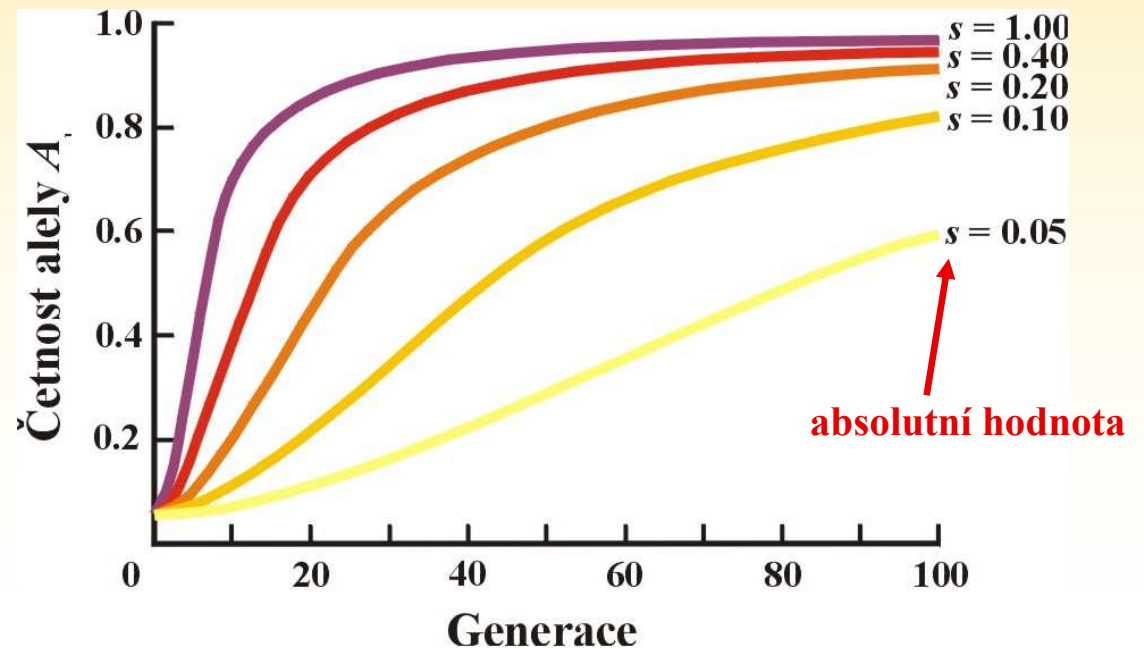
$$\Delta p = \frac{-spq}{1-sp}$$

pokud s kladné,
změna záporná

změna největší
při $p=q=0,5$

nepřímo úměrné průměrné fitness populace

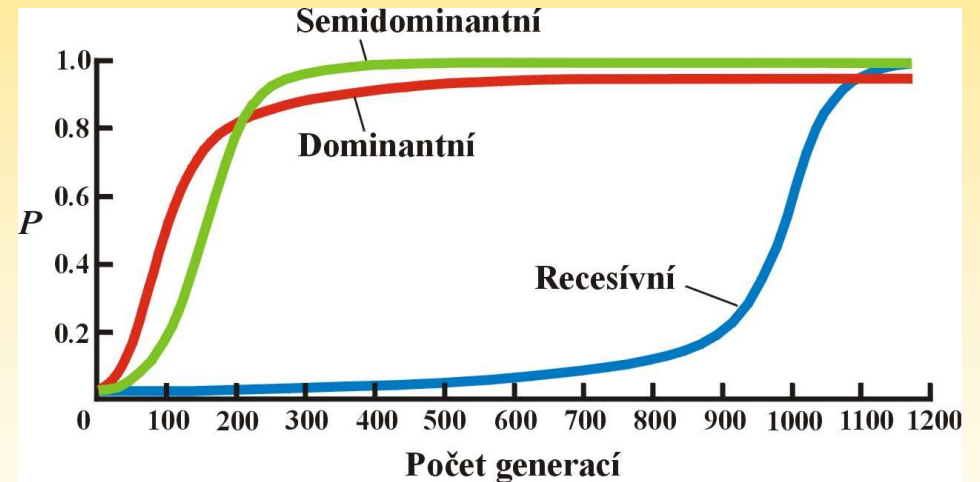
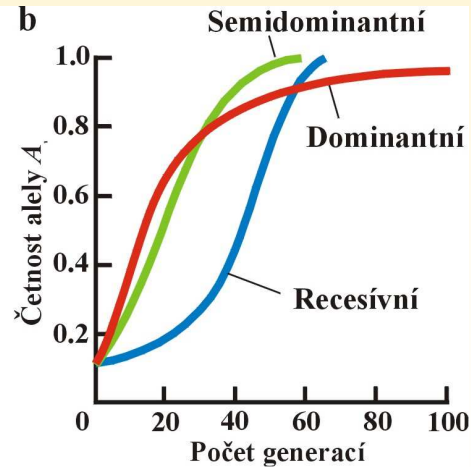
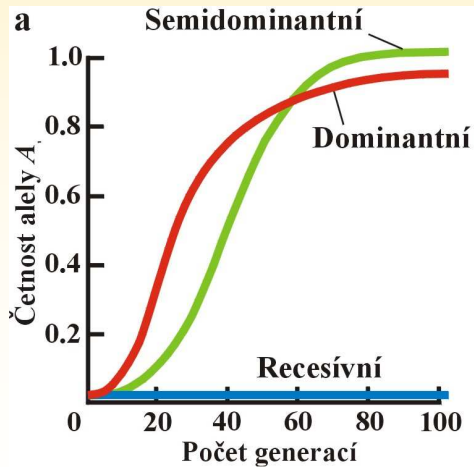
\Rightarrow s klesající četností nevýhodné alely
(tj. rostoucí četností výhodné alely)
se evoluce zpomaluje



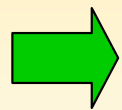
Selekce a dominance

- stupeň dominance, h :
- úplná dominance ($h=0$): $w_{11}=1, w_{12}=1, w_{22}=1-s$
 - semidominance = aditivita ($h=1/2$):
 $w_{11}=1, w_{12}=1-s/2, w_{22}=1-s$
 - recesivita ($h=1$): $w_{11}=1, w_{12}=1-s, w_{22}=1-s$

vliv počáteční četnosti alely:

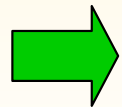


Komponenty fitness:



zygotická selekce:

- životaschopnost
- rozmnožovací úspěšnost
- fekundita



gametická selekce:

- životaschopnost gamet
- fertilizační úspěšnost
- zvýhodnění při segregaci

Studium přírodního výběru:

1. korelace alelových četností mezi populacemi

Adh^F u *D. melanogaster*



Studium přírodního výběru:

2. odchylky od očekávaných genotypových četností → HW

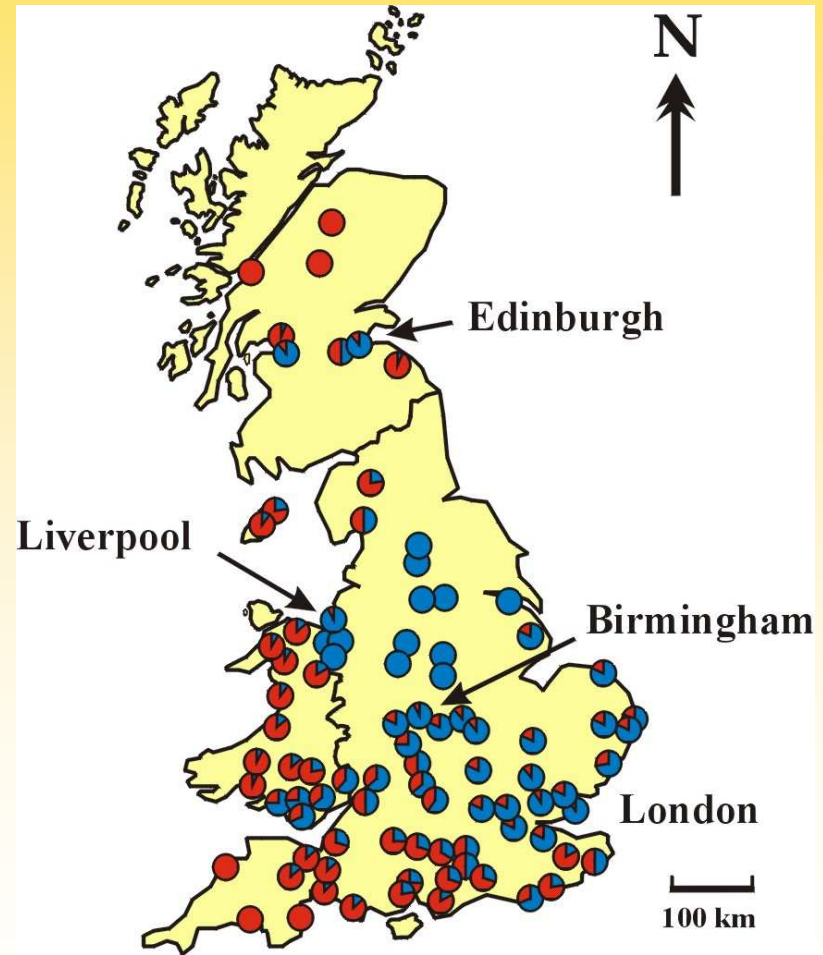
3. změny znaku v čase:



Biston tenebrionis
v Británii

● „*typica*“

● „*carbonaria*“

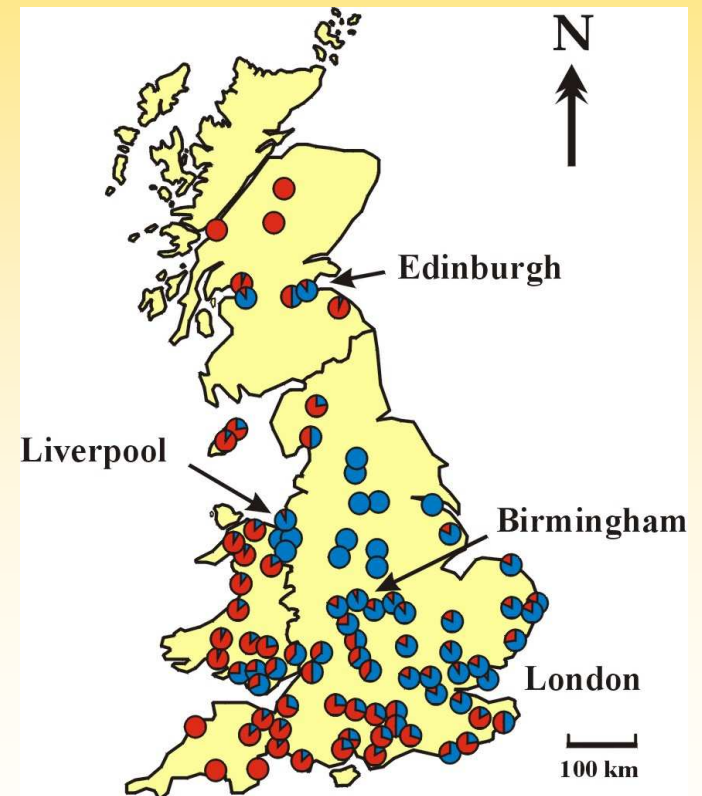


Studium přírodního výběru:

4. experimentální důkazy → H.B.D. Kettlewell

průmyslový melanismus *B. betularia* v Británii

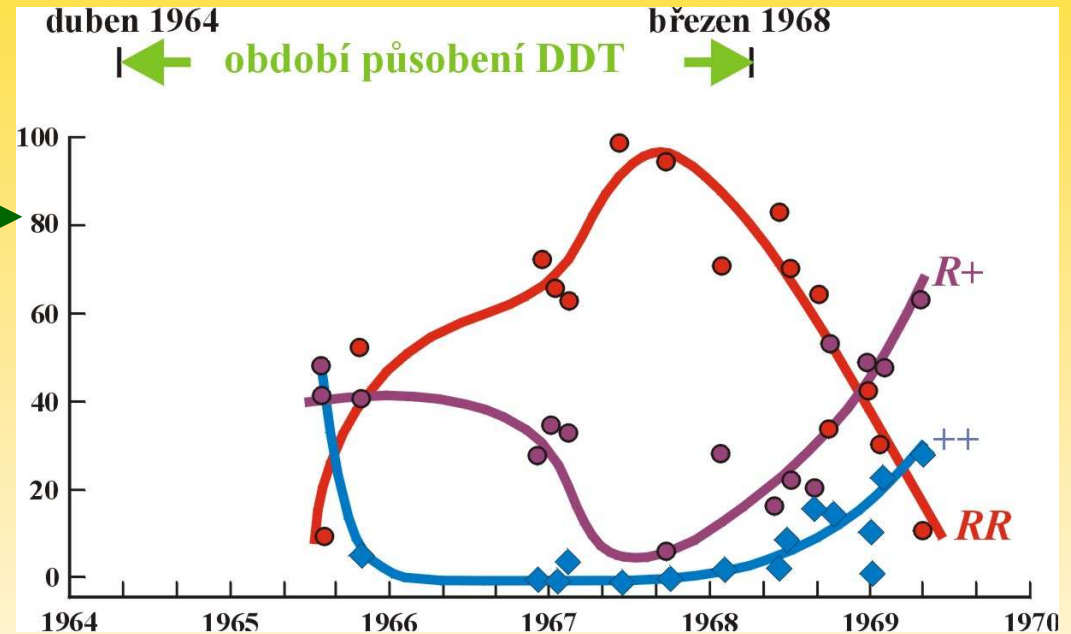
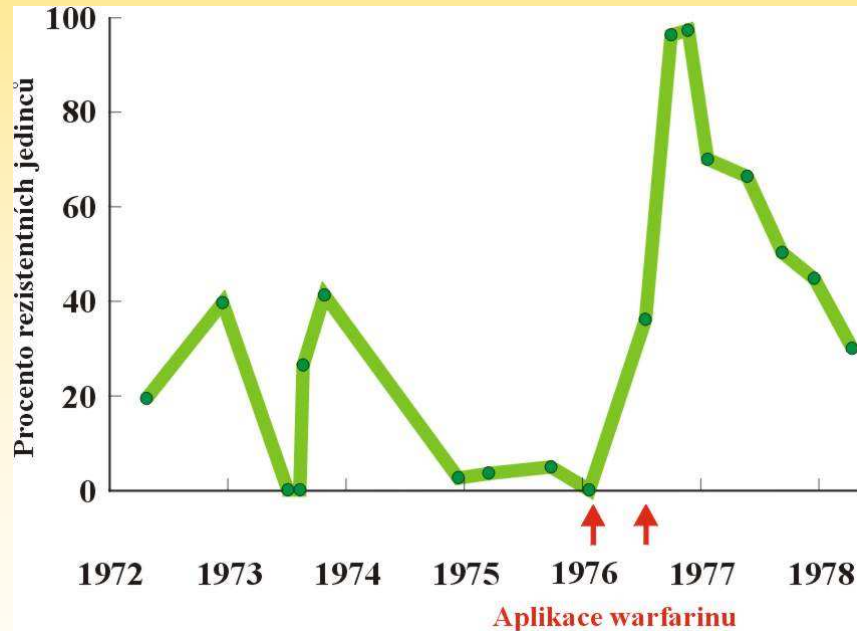
Birmingham (znečištěná oblast)	Světlá forma (<i>typica</i>)	Tmavá forma (<i>carbonaria</i>)
Počet zpětně odchylených:		
pozorovaný	18	140
očekávaný	36	122
Relativní míra přežívání	0,5	1,15
Relativní fitness	$0,5/1,15 = 0,43$	$1,15/1,15 = 1$
Deanend Wood (neznečištěná oblast)	Světlá forma (<i>typica</i>)	Tmavá forma (<i>carbonaria</i>)
Počet zpětně odchylených:		
pozorovaný	67	32
očekávaný	53	46
Relativní míra přežívání	1,26	0,69
Relativní fitness	$1,26/1,26 = 1$	$0,69/1,26 = 0,55$



Studium přírodního výběru:

5. vznik rezistence

DDT (*Aedes*)



warfarin (potkan)

Warfarin = krevní antikoagulant, inhibující enzym odpovědný za regeneraci vitamínu K (nezbytný kofaktor krevního srážení)

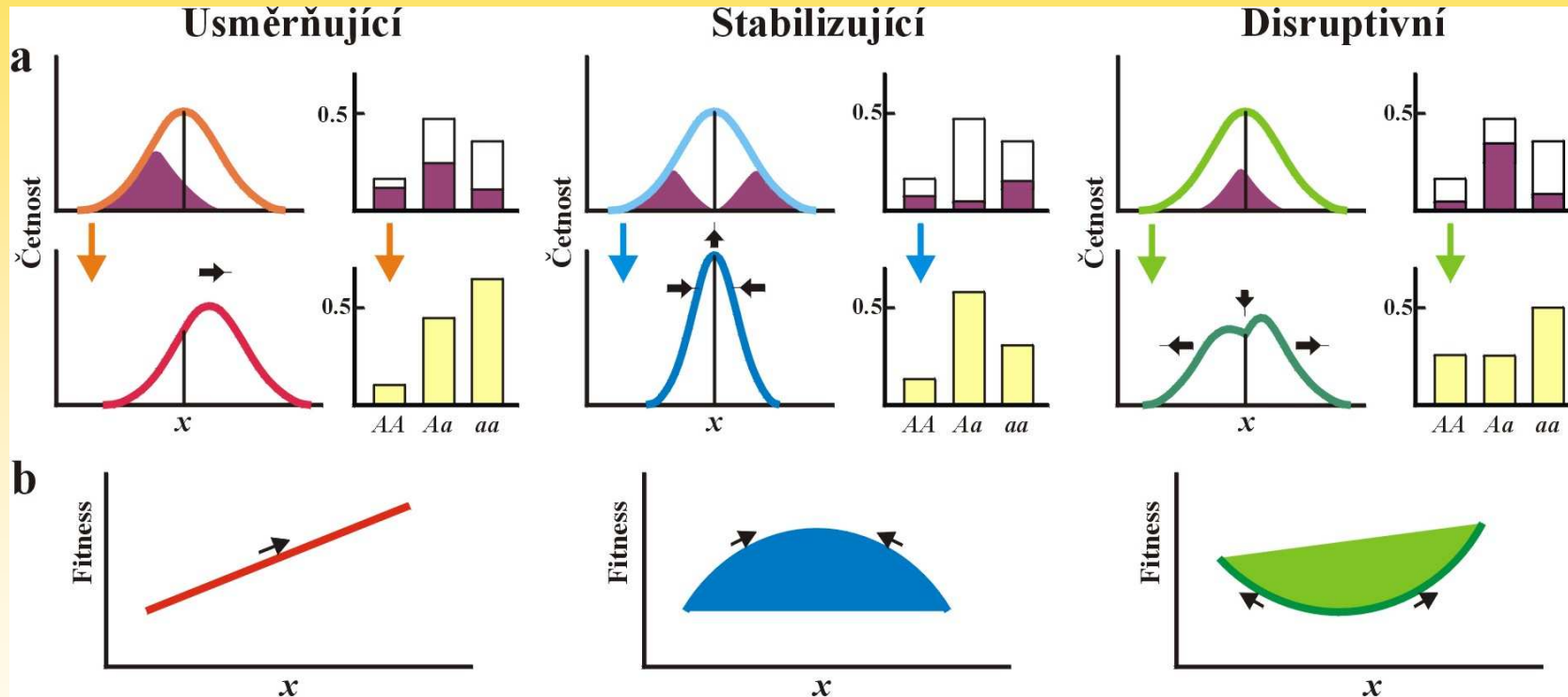
mutantní alela R: rezistence – dominantní
potřeba vit. K – recesivní

Základní typy působení přírodního výběru

• usměrňující

• stabilizující

• disruptivní



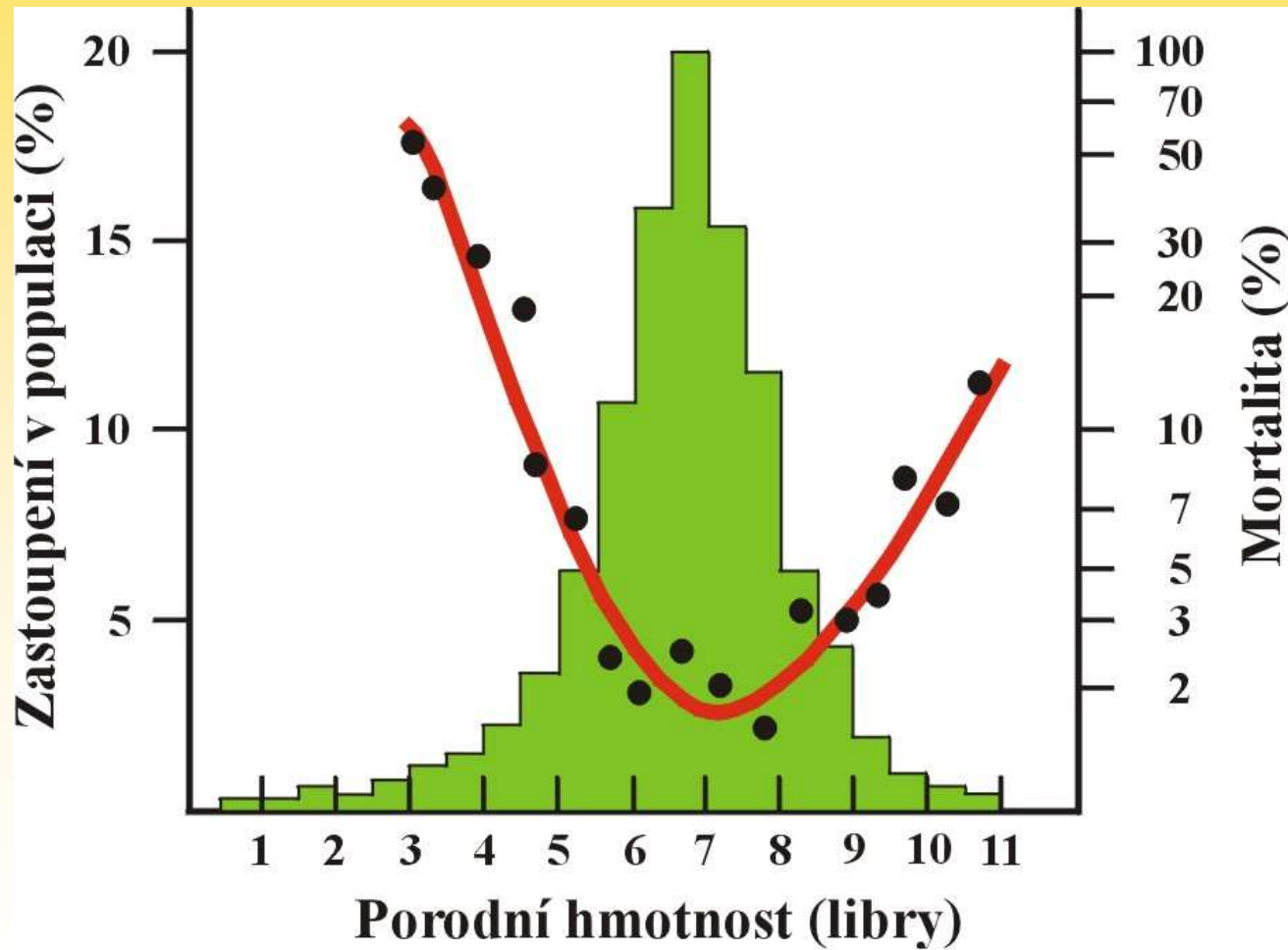
- konzistentní změna prostředí
- posun průměru
- stejný rozptyl
- purifikující selekce

- stabilní prostředí
- průměr stejný
- menší rozptyl

- heterogenní prostředí (v prostoru, v čase)
- potlačení průměru
- větší rozptyl

Základní typy působení přírodního výběru

stabilizující selekce - porodní hmotnost u člověka



Vztah selekce a mutace

opakovaný vznik škodlivé alely × její eliminace selekcí



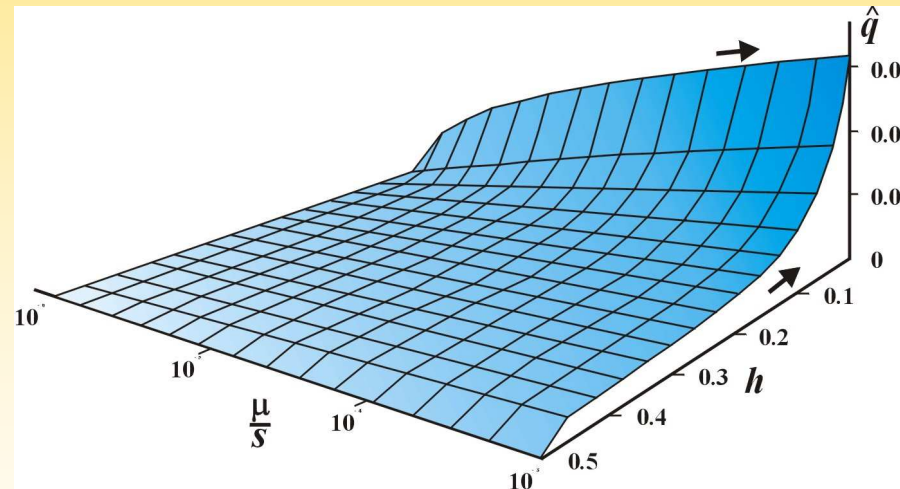
dominance:

$$q = \frac{\mu}{s}$$

rovnováha

recesivita:

$$q = \sqrt{\frac{\mu}{s}}$$



Mullerův-Haldaneův princip: bez ohledu na dominanci/recesivitu škodlivé mutace je její vliv na snížení fitness populace **nezávislý na tom, do jaké míry je škodlivá**

Vztah selekce a migrace

opakovaný „vtok“ škodlivé alely migrací × její eliminace selekcí



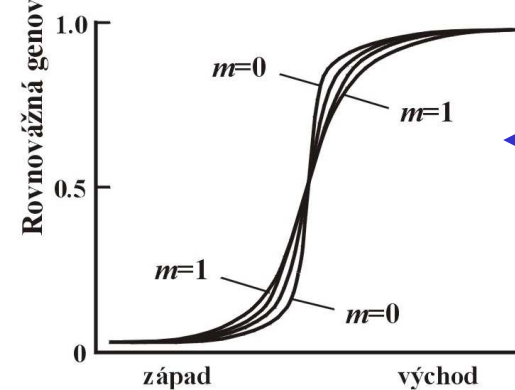
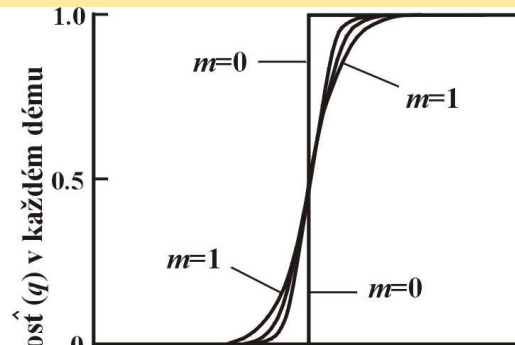
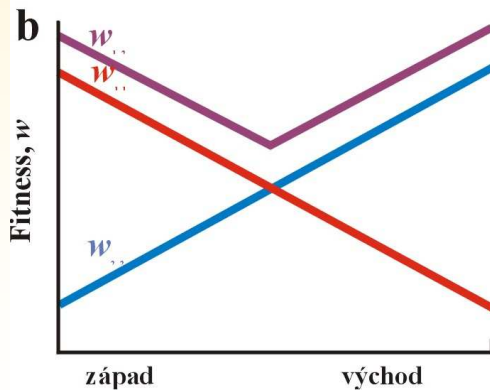
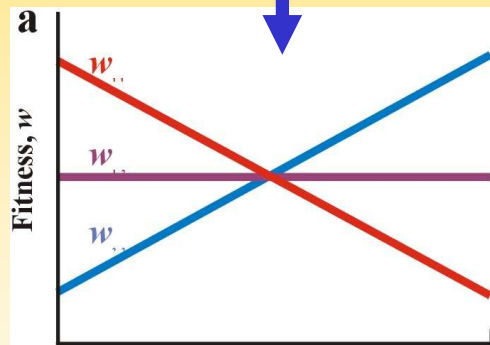
rovnováha:



1. $m > s \Rightarrow$ fixace alely
2. $m < s \Rightarrow$ eliminace alely
3. $m = s \Rightarrow$ polymorfismus

2. a 3. \rightarrow **divergence** mezi démy

w_{12} intermediární



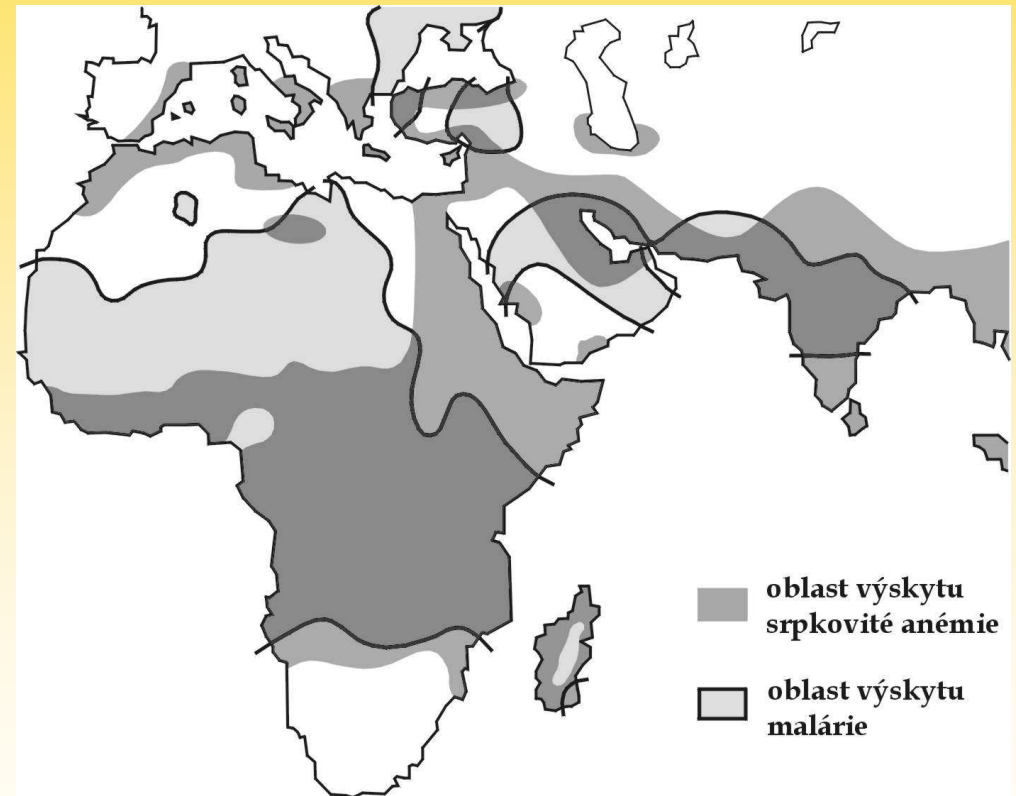
w_{12} vyšší



Polymorfismus udržovaný selekcí

1. selektivní výhoda heterozygotů (superdominance, heteróze)

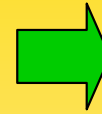
Př.: srpkovitá anémie -
 alela S × malárie (*Plasmodium*)
 → rezistence



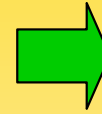
genotyp	AA	AS	SS	AC	SC	CC
přežívání	0,9	1,0	0,2	0,9	0,7	1,3
zdravotní stav		rezistentní			anemický	
			silně anemický			rezistentní

Polymorfismus udržovaný selekcí

2. selekce v proměnlivém prostředí



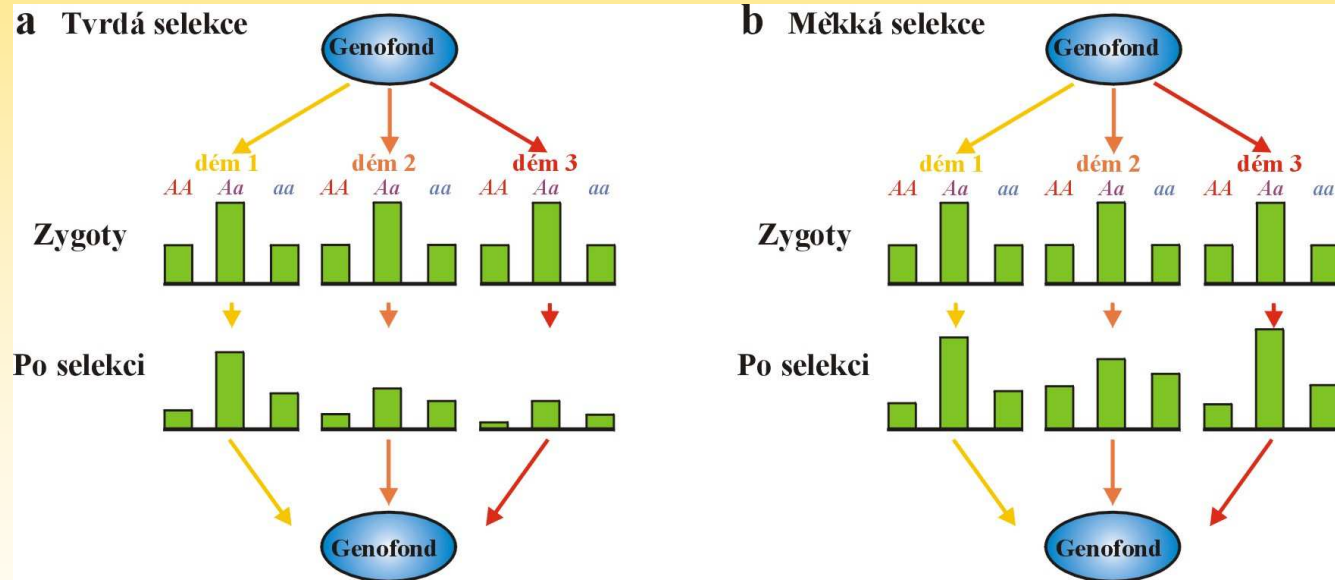
• v čase



• v prostoru

proměnlivost: v hrubém měřítku (jedenkrát za život)
v jemném měřítku (vícekrát za život)

selekce: tvrdá
měkká



prostředí proměnlivé v hrubém měřítku a měkká selekce budou v populaci udržovat polymorfismus s vyšší pravděpodobností než proměnlivost v jemném měřítku a tvrdá selekce

Polymorfismus udržovaný selekcí

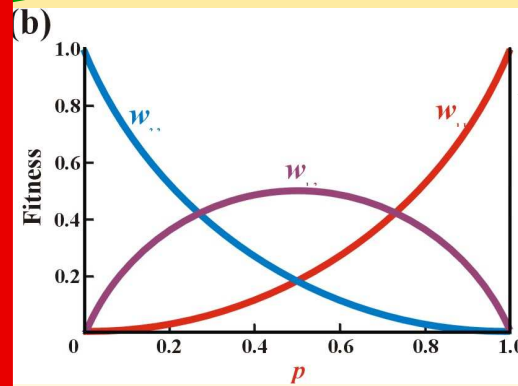
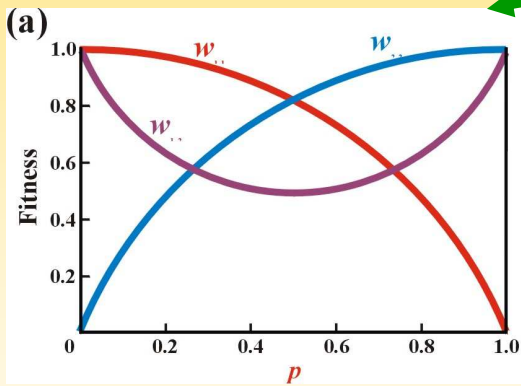
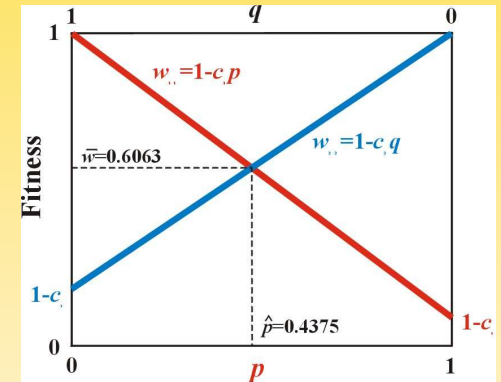
3. antagonostická selekce

- různá pohlaví
- různá vývojová stádia
- gametická × zygotická fáze

4. frekvenčně závislá selekce:

• negativní

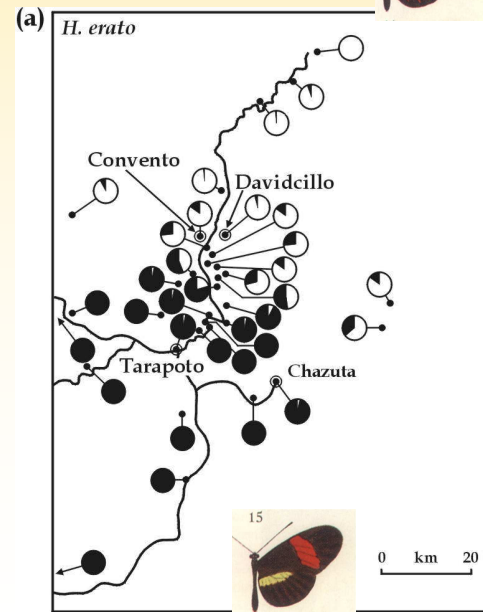
• pozitivní



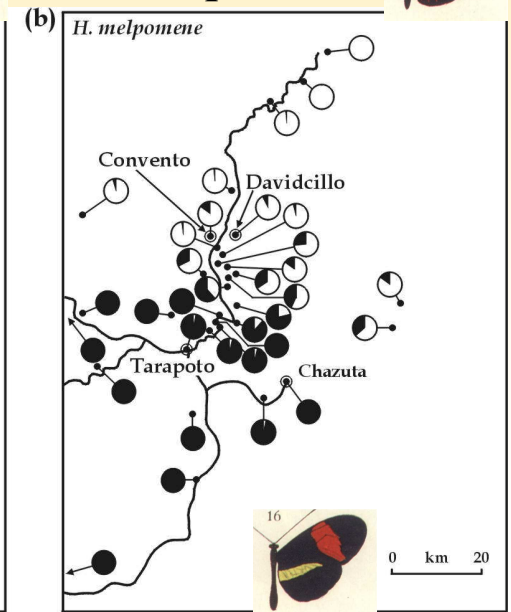
Alternativní rovnováhy:

- pozitivní FZS
- selekce proti heterozygotům

Heliconius erato



H. melpomene



Negativní frekvenčně závislá selekce:

Perissodus microlepis (Cichlidae, Tanganyika)



„levák“

„pravák“