

KBB/MOLEK

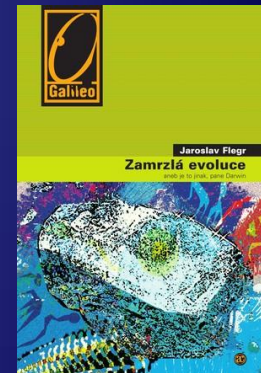
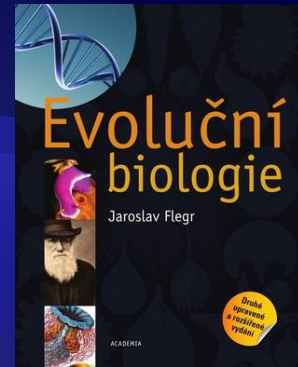
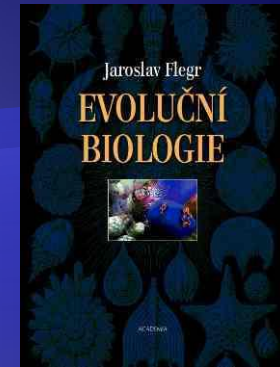
Propojení výuky oborů Molekulární a buněčné biologie a Ochrany a tvorby životního prostředí

reg. č.: CZ.1.07/2.2.00/28.0032

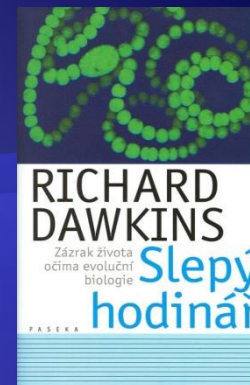
MECHANISMY EVOLUCE

LITERATURA:

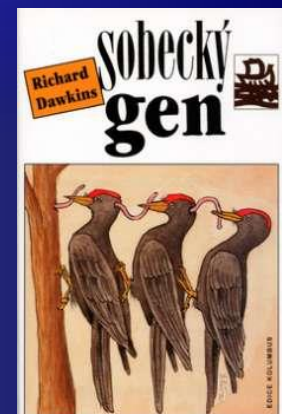
- ♦ Jaroslav Flegr: Evoluční biologie. Academia, Praha, 2005 (1. Vydání), 2009 (2. Opravené a rozšířené vydání).
- ♦ Jaroslav Flegr: Úvod do evoluční biologie. Academia, Praha, 2007.
- ♦ Jaroslav Flegr: Zamrzlá evoluce aneb je to jinak, pane Darwin. Academia, Praha, 2006.
- ♦ Jan Zrzavý, David Storch, Stanislav Mihulka: Jak se dělá evoluce – Od sobeckého genu k rozmanitosti života. Paseka, Praha, 2004.



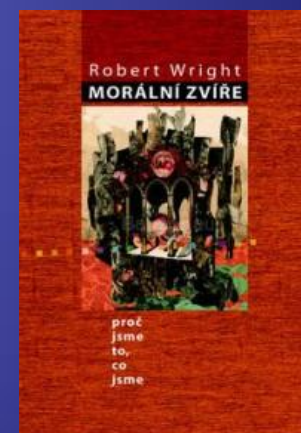
- ◆ Richard Dawkins: Slepý hodinář – Zázrak života očima evoluční biologie. Paseka, Praha, 2002.



- ◆ Dawkins Richard: Sobecký gen. Mladá fronta, Praha, 2003.



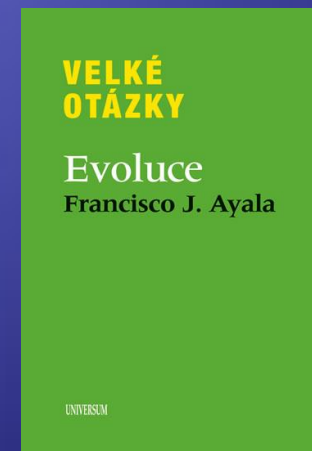
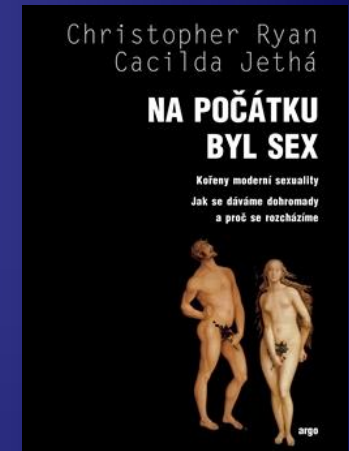
- ◆ Robert Wright: Morální zvíře – proč jsme to, co jsme. Nakladatelství Lidové noviny, Praha, 2011.



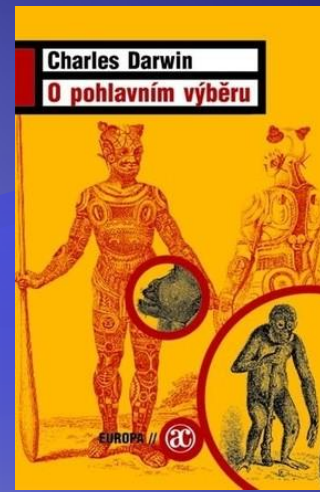
- ◆ Matt Ridley: Červená královna – Sexualita a vývoj lidské přirozenosti. Protál, Praha, 2007.



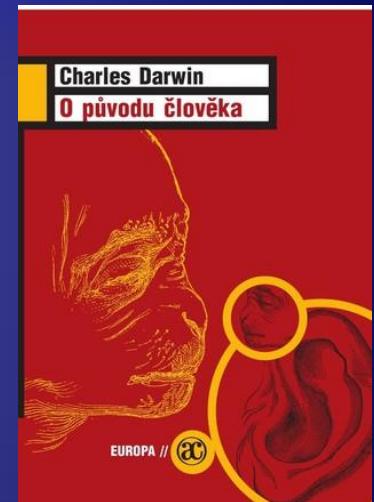
- ♦ Richard Dawkins: Největší show pod Sluncem - Důkazy evoluce. Argo, Praha, 2011.
- ♦ Cacilda Jethá, Christoper Ryan: Na počátku byl sex. Argo, Praha, 2014.
- ♦ Francisco Ayala: Velké otázky: Evoluce. Universum, Praha, 2014.



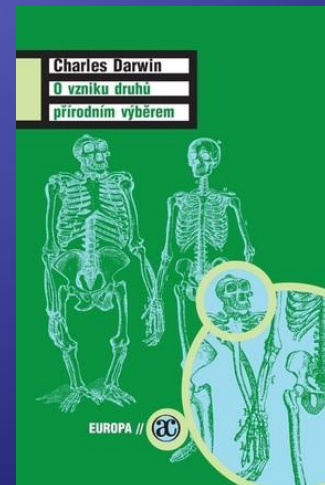
- ◆ Charles Darwin: O pohlavním výběru. Academia, Praha, 2005.



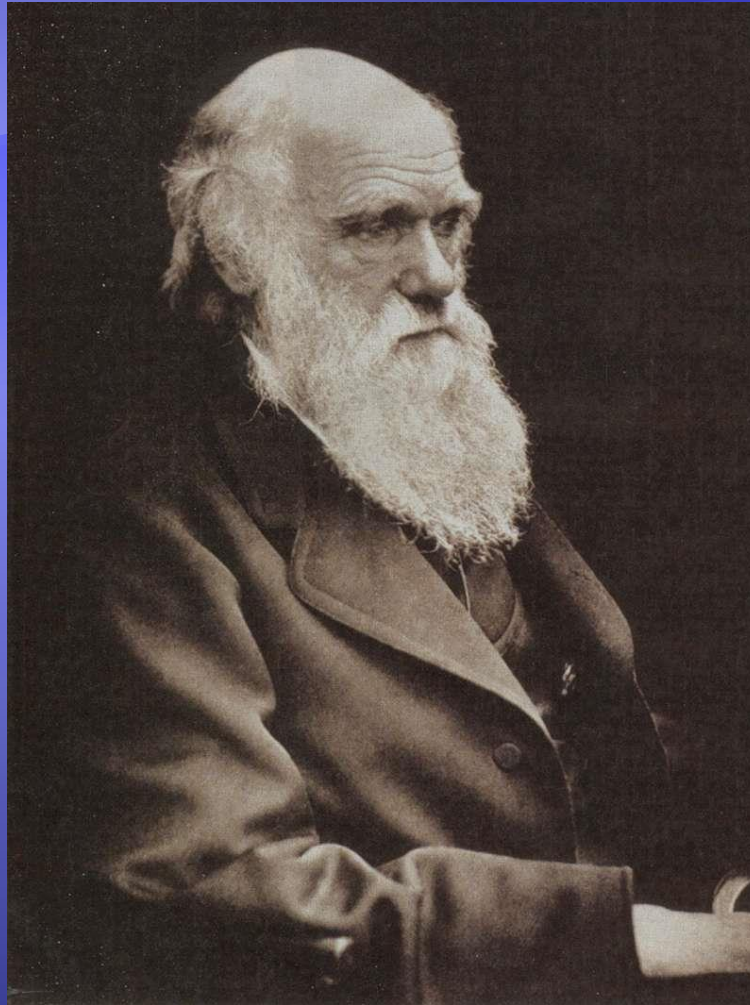
- ◆ Charles Darwin: O původu člověka. Academia, Praha, 2006.



- ◆ Charles Darwin: O vzniku druhů přírodním výběrem. Academia, Praha, 2007.

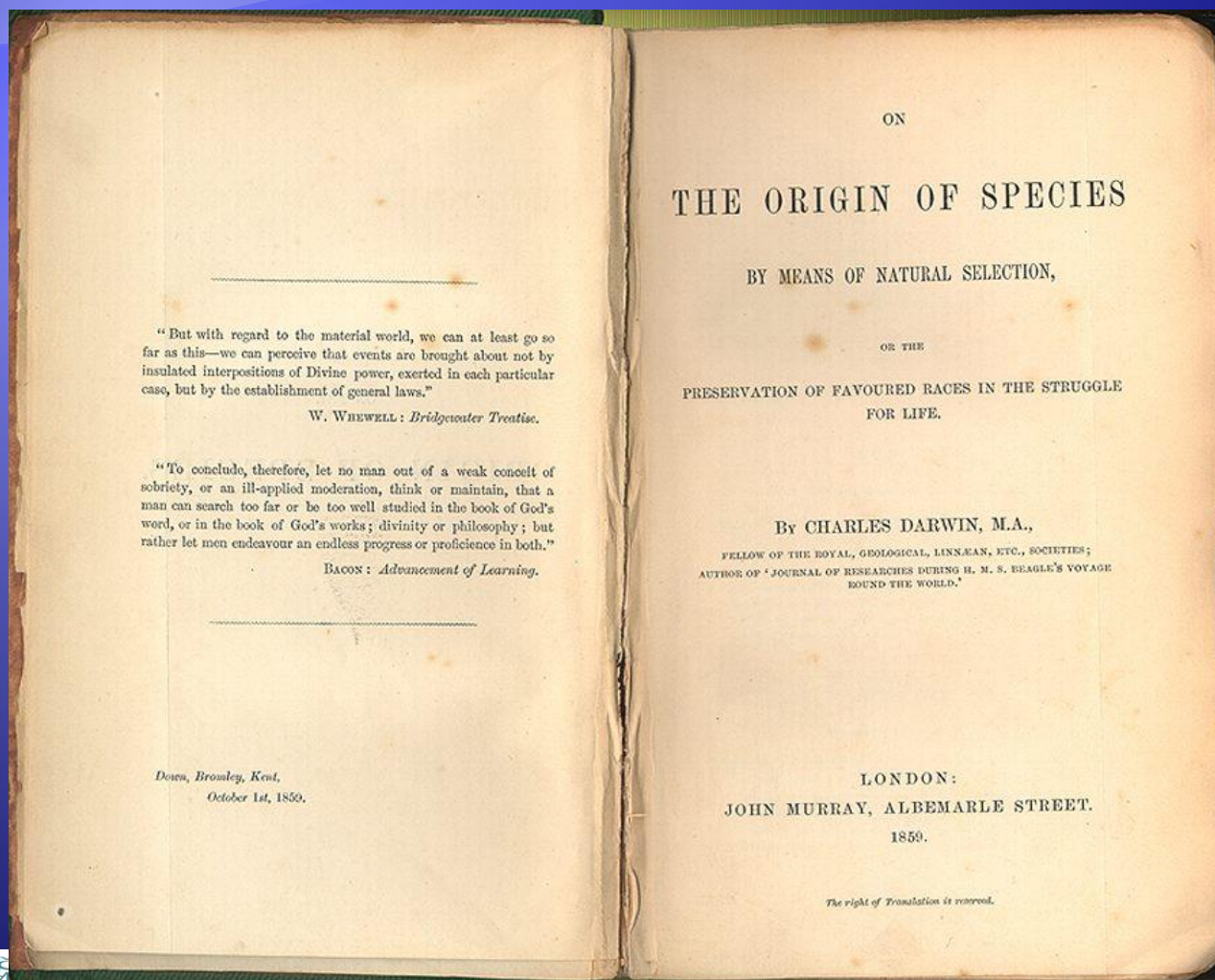


Charles Darwin



12. února 1809 – 19. dubna 1882

O vzniku druhů přírodním výběrem, neboli uchováním prospěšných plemen v boji o život



Evoluční teorie před Darwinem

- ♦ Staré Řecko
 - ♦ Anaximandros – člověk je ryba, která vylezla na souš
 - ♦ Aristoteles – samoplození
- ♦ Církevní dogmatismus
 - ♦ Stvoření světa v Bibli
 - ♦ Nemožnost jiných názorů kvůli církevní totalitě
 - ♦ člověk v 9:00 hod 26. 10. 4004 př. n. l.

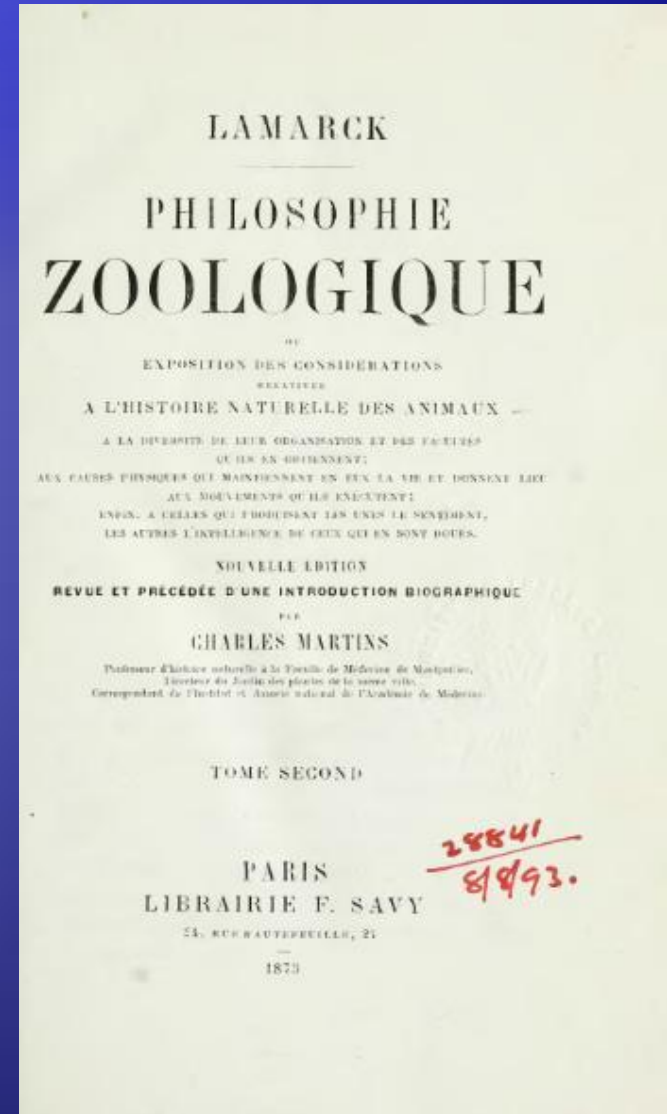
Historie života na Zemi

- ♦ Stáří Země 4,5 – 4,6 mld let
- ♦ Zemská kůra – před 4 mld let
- ♦ Voda v tekutém stavu – před 3,85 mld let
- ♦ Nejstarší nález uhlíku z živé hmoty – před 3,85 mld let
- ♦ Vznik života – cca před 4 mld let
- ♦ Fosílie prvních eukaryot – před 2,1 mld let
- ♦ Fotosyntéza – před 2 mld let
- ♦ První mnohobuněční – 600 mil let

Jean Baptiste Lamarck



Lamarckismus - organismus se během života adaptuje na své prostředí a tyto adaptace předává svým potomkům.



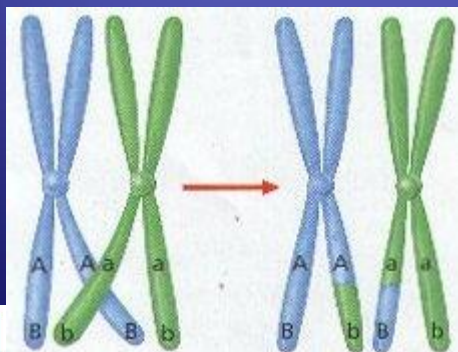
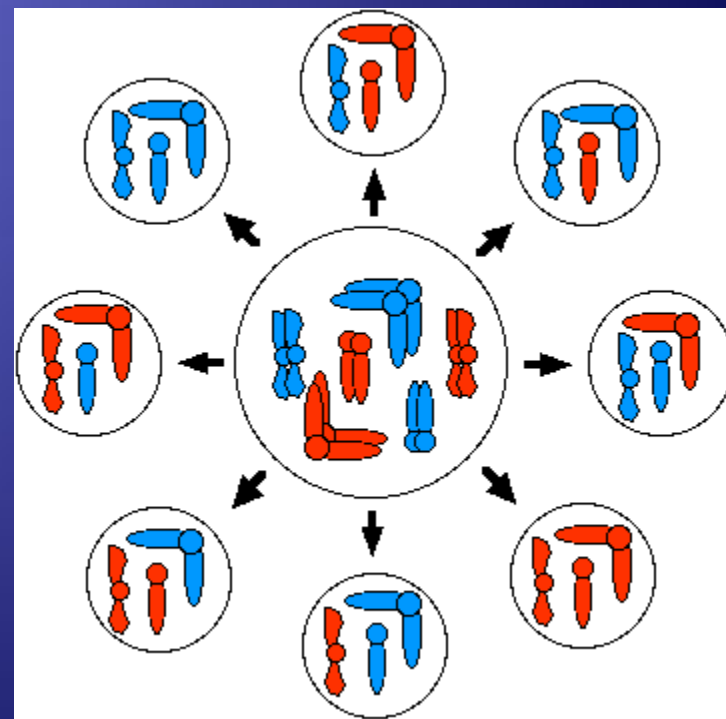
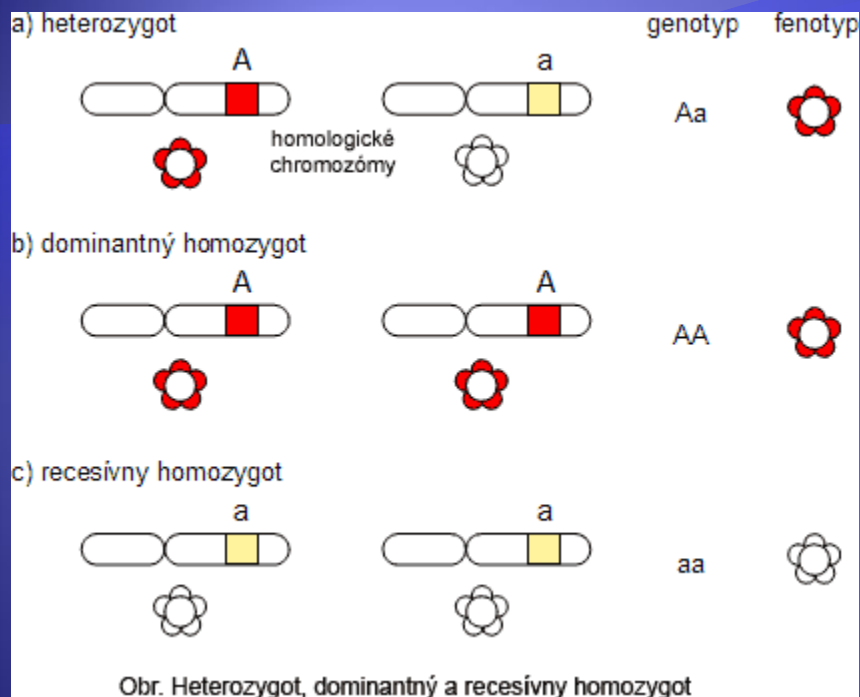
Proti Lamarckismu

- ◆ Centrální dogma molekulární biologie
DNA → RNA → Protein
- ◆ Weismannovská bariéra
- ◆ Epigenetické procesy
- ◆ Genetická informace není návod, ale plánec

Darwinismus

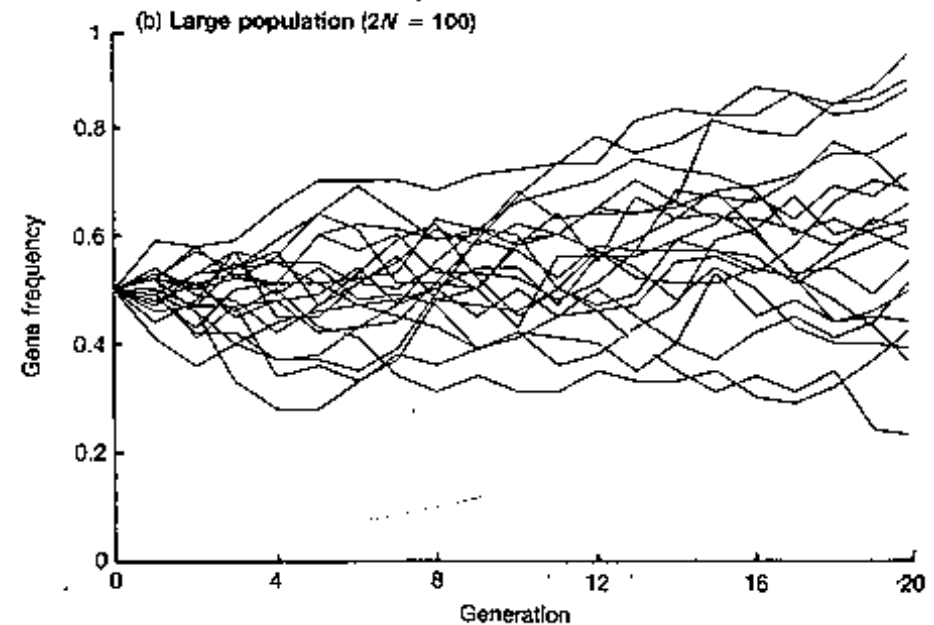
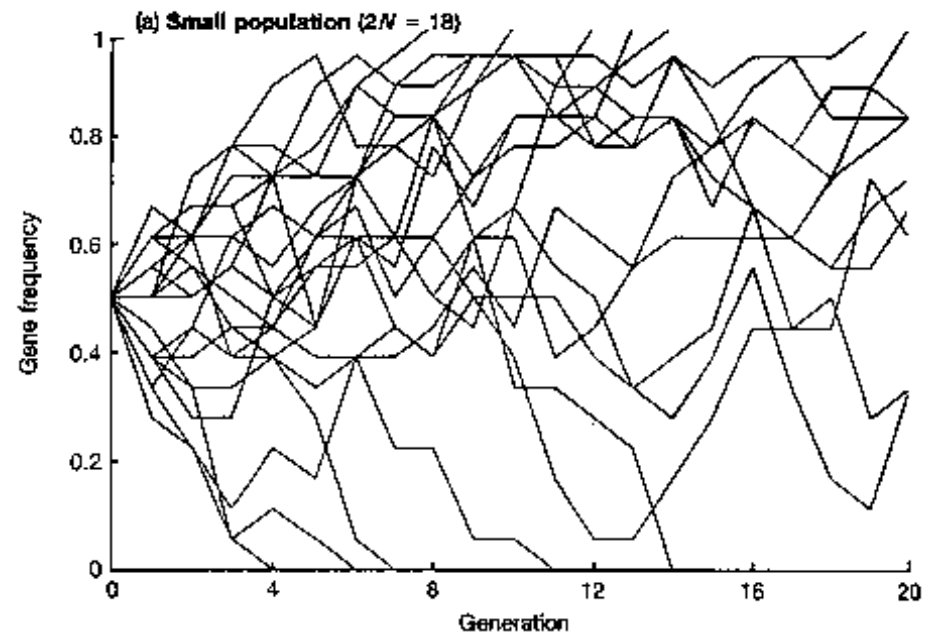
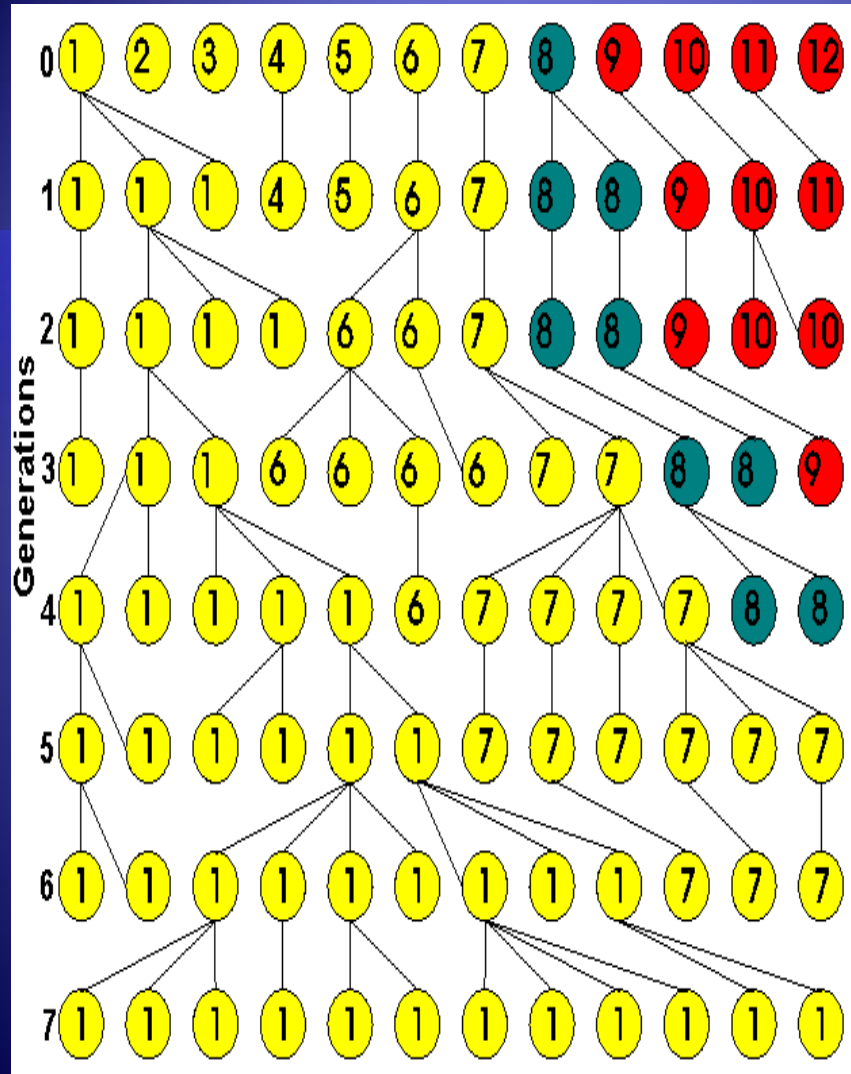
1. Jedinci uvnitř druhu jsou variabilní.
2. Část této variability je přenášena na potomky.
3. V každé generaci je produkováno více potomků než kolik jich dospěje a rozmnoží se.
4. Přežívání a reprodukce nejsou náhodné. Ti, kteří přežijí a rozmnoží se, jsou nositeli výhodných znaků v rámci variability. Tím jsou předmětem přirozeného výběru.

Základy dědičnosti

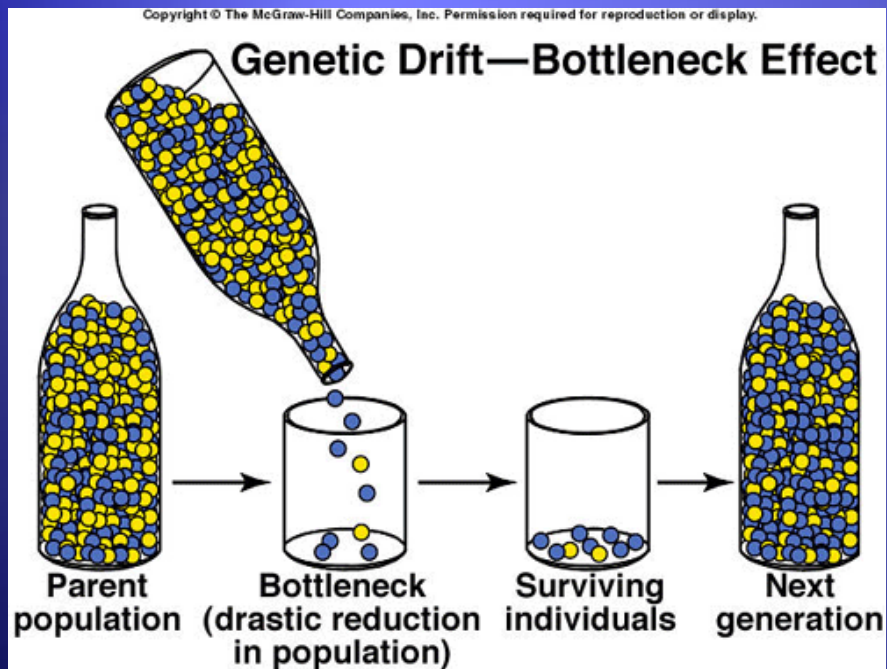


I. Drift (Náhodný genetický posun)

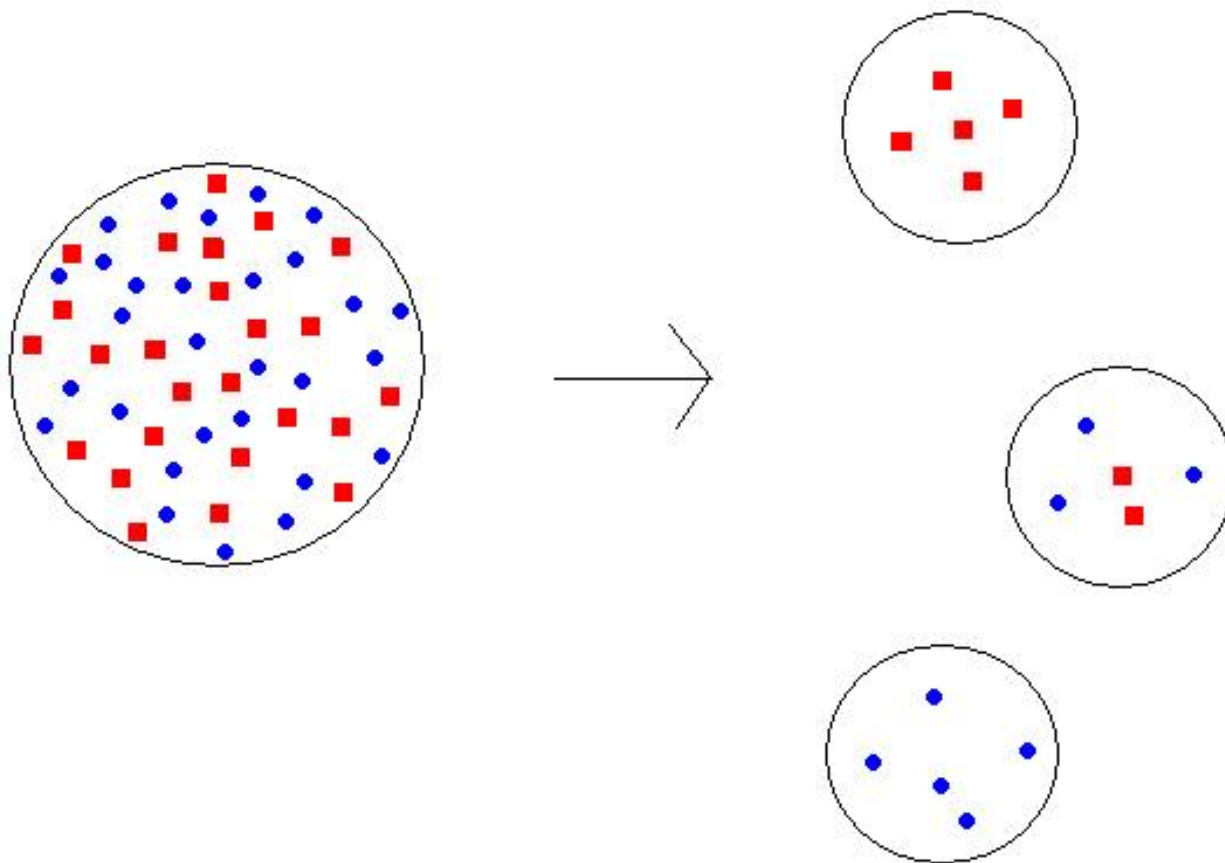
- ♦ Náhodné posuny ve frekvenci alel v genofondu určité populace
- ♦ Vzniká podrozdělením velké populace na malé subpopulace, které jsou od sebe navzájem izolovány
- ♦ Silně kumulativní charakter
- ♦ V populacích dojde k fixacím či eliminacím alel
- ♦ Eliminován migrací mezi subpopulacemi



Efekt hrdla lahve

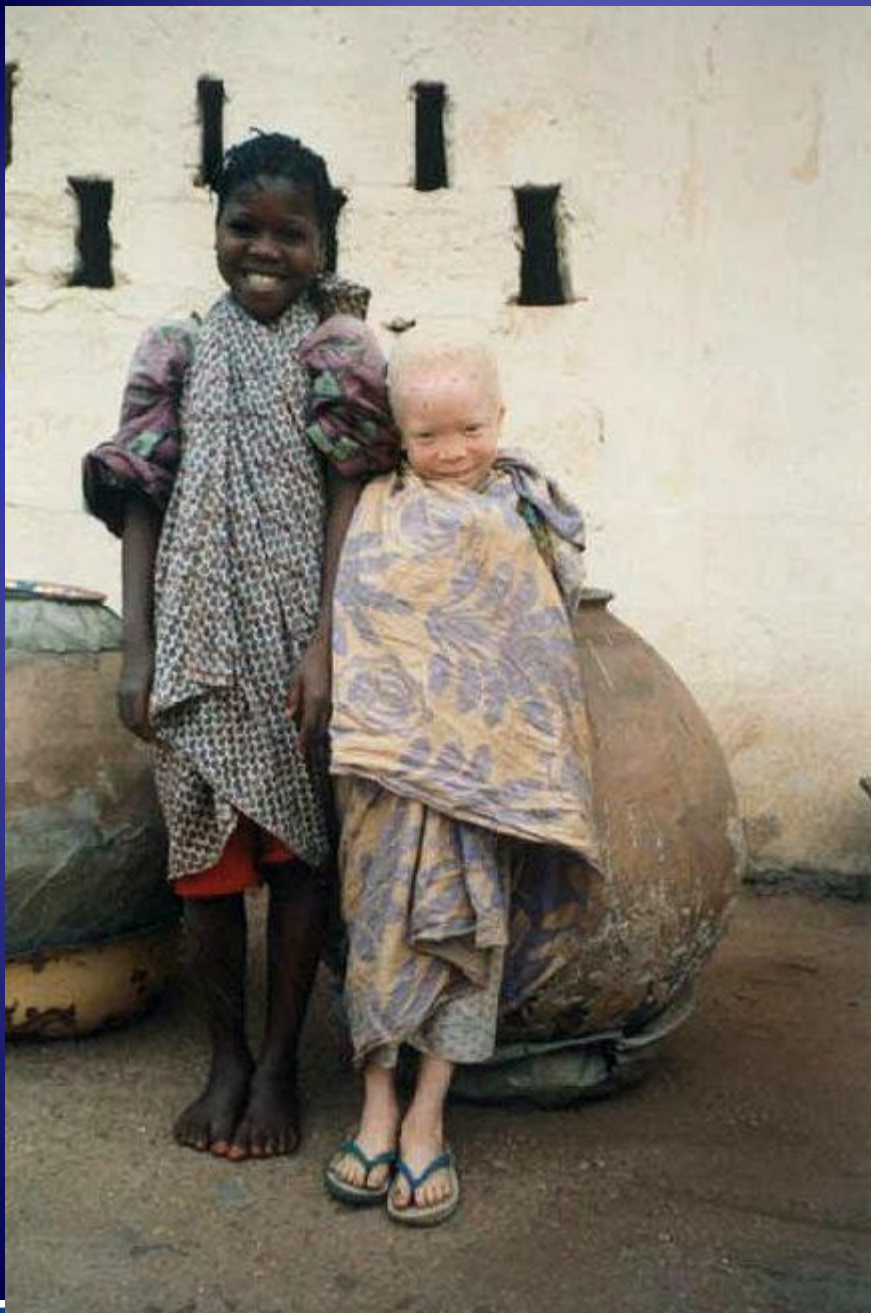


Efekt zakladatele



II. Mutace

- ♦ Změny ve struktuře genetického materiálu respektující pravidla zápisu genetické informace
- ♦ Evoluce by se bez nich zastavila
- ♦ Mutace jsou zdrojem genetických novinek
- ♦ V jaderné i organelové DNA
- ♦ Mnoho způsobů dělení mutací



Dělení mutací podle fyzické povahy

1. Genové – bodové mutace – substituce (transice x transverze), delece, inserce (mění čtecí rámec)
2. Chromozomové – na úrovni jednotlivých chromozomů, tj. úseků DNA (duplikace, triplikace, inserce, delece, transpozice, reciproká translokace, Robertsonovská translokace, inverze)
3. Genomové – na úrovni genomu
 - A. Aneuploidie – změna počtu chromozomů (nuli-, mono-, trisomie)
 - B. Euploidie – znásobení celé sady DNA (haploidizace x polyploidizace)
 - C. Fragmentace a fúze chromozomů – role při evoluci karyotypů

Wild-type gene

```

—A—T—T—C—G—A—C—T—G—T—A—C—G—
  ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮
—T—A—A—G—C—T—G—A—C—A—T—G—C—
  
```

Transition (AT pair replaced by GC pair)

```

—A—T—T—C—G—G—C—T—G—T—A—C—G—
  ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮
—T—A—A—G—C—C—G—A—C—A—T—G—C—
  
```

Transversion (AT replaced by TA)

```

—A—T—T—C—G—T—C—T—G—T—A—C—G—
  ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮
—T—A—A—G—C—A—G—A—C—A—T—G—C—
  
```

Insertion (GC pair inserted)

```

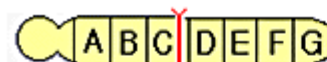
—A—T—T—C—G—A—G—C—T—G—T—A—C—G—
  ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮
—T—A—A—G—C—T—C—G—A—C—A—T—G—C—
  
```

Deletion (AT pair deleted)

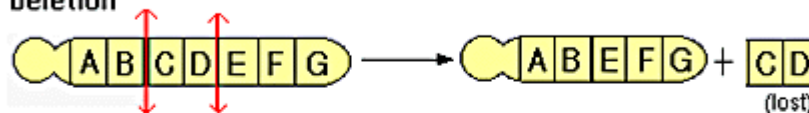
```

—A—T—T—C—G—C—T—G—T—A—C—G—
  ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮   ⋮
—T—A—A—G—C—G—A—C—A—T—G—C—
  
```

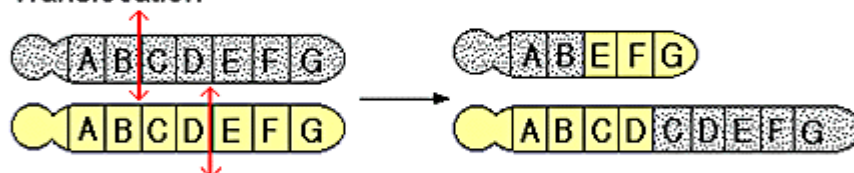
Point mutation



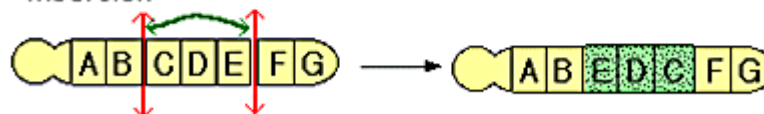
Deletion



Translocation



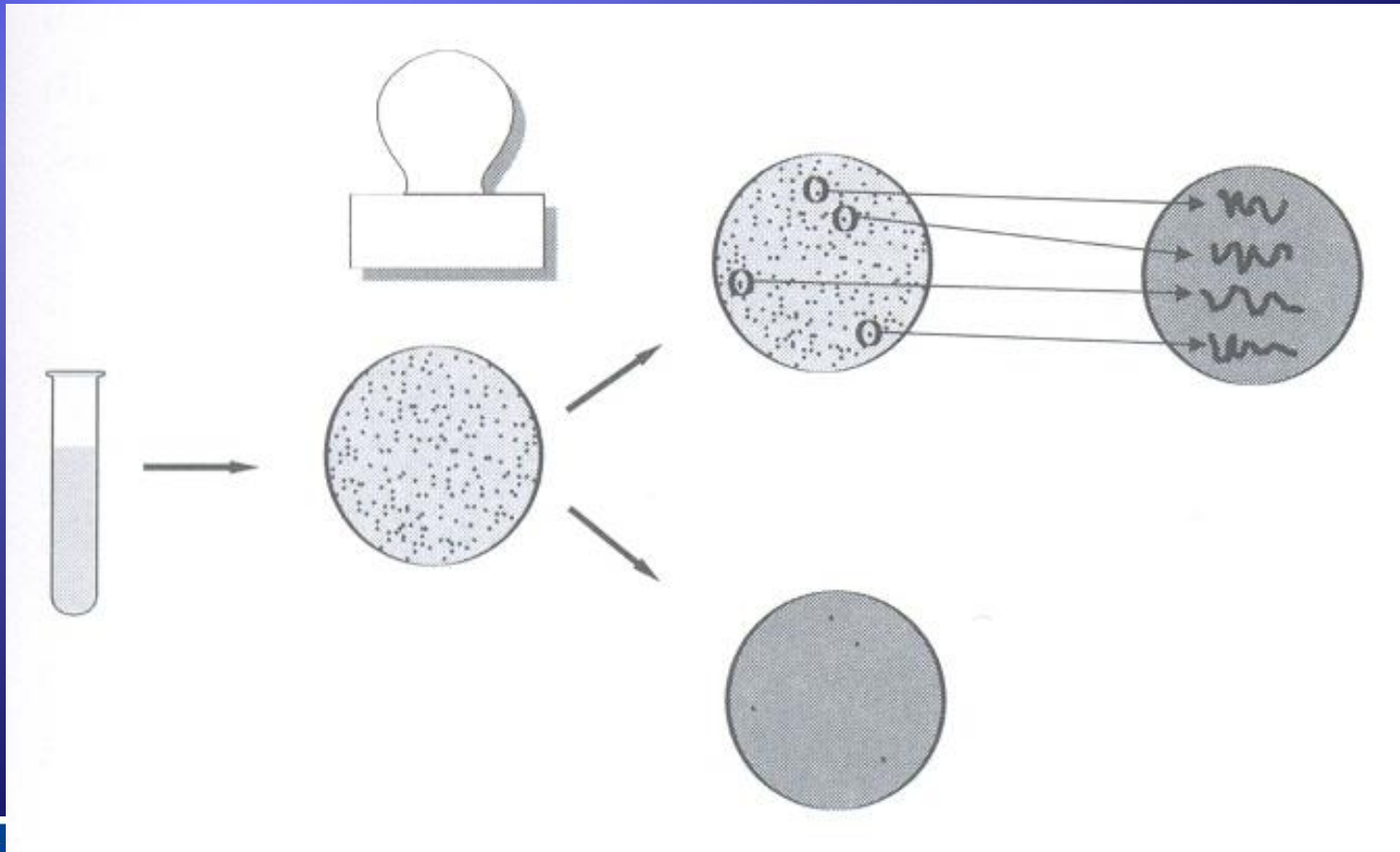
Inversion



Mutations of Chromosomes

Vznikají mutace cíleně nebo náhodně?

Replikovací test



Mutace regulačních genů
– zjednodušení tělesné
stavby, ztráta orgánů,
početní zmnožení,
náhrada jednoho orgánu
jiným (noha – tykadlo;
např. Phasmatodea)



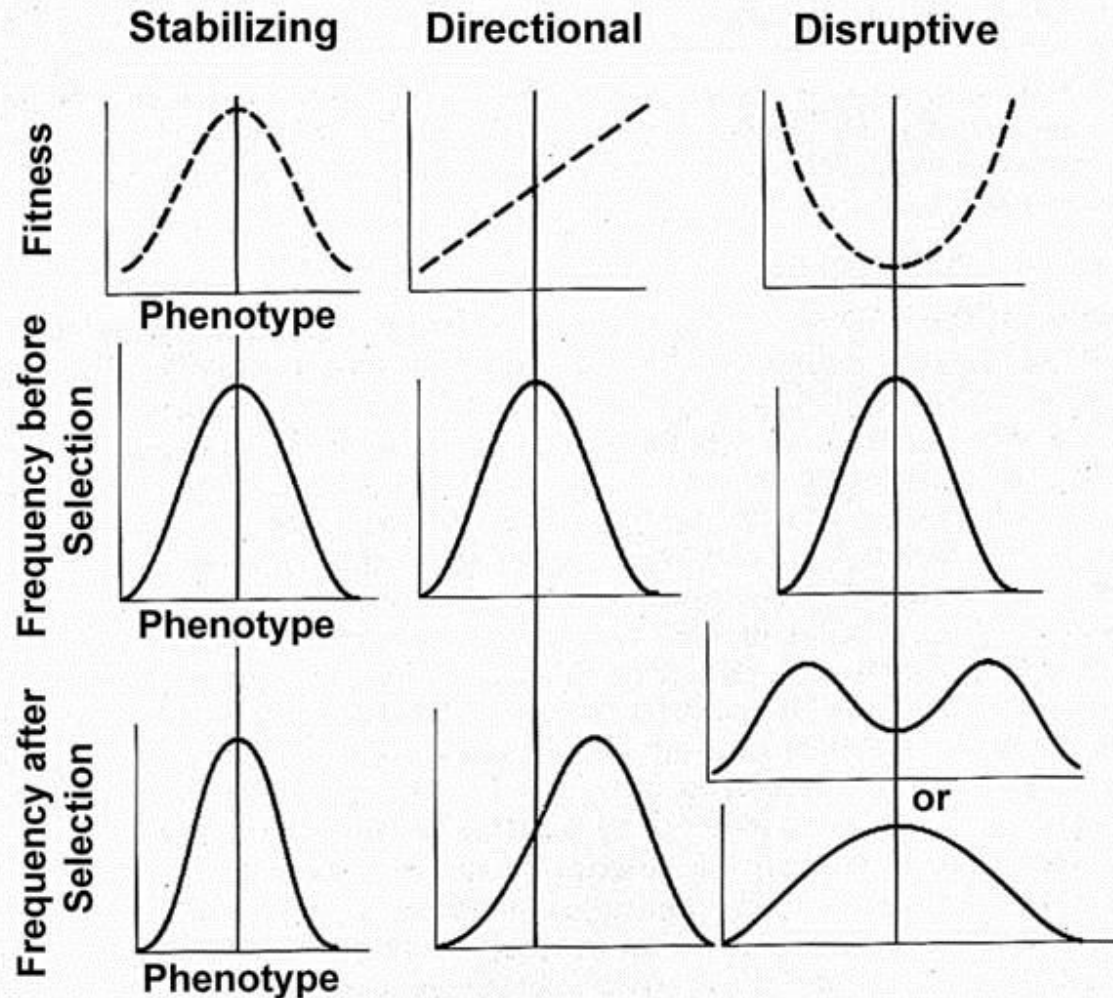
III. Genetický tok (migration)

- ♦ Předávání genů mezi populacemi
- ♦ Mezi populacemi výměna migrantů
- ♦ Urychluje nebo zpomaluje evoluci
- ♦ Migration velmi asymetrická
- ♦ Genový tok omezeně i mezi druhy – mezidruhová kříženci (omezená životnost)
- ♦ Udržuje polymorfismus mezi populacemi
- ♦ Zmenšuje rozdíly ve frekvenci alel mezi populacemi

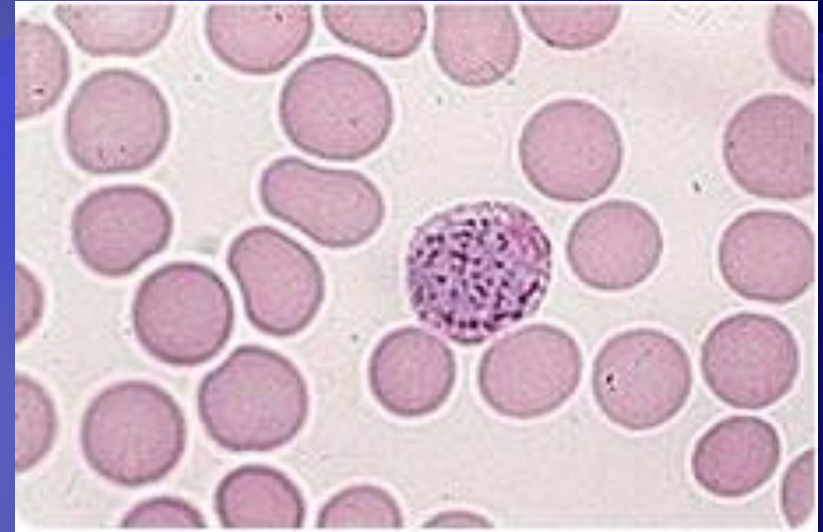
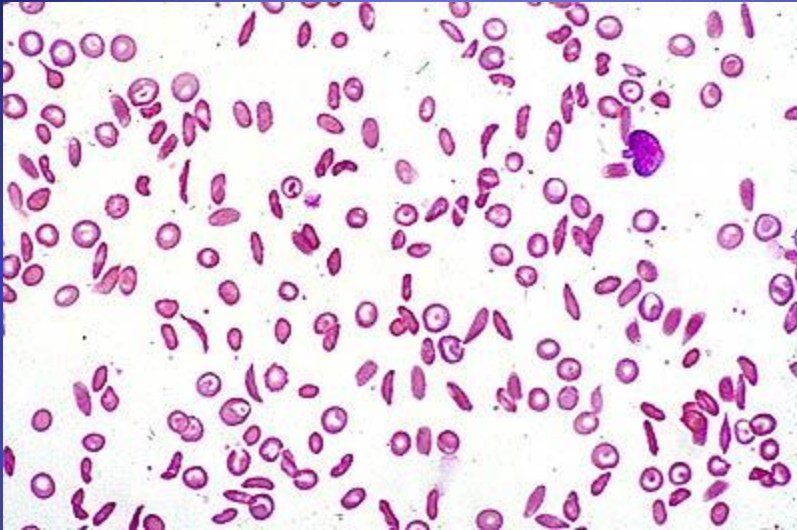
IV. Přírodní výběr (selekce)

- ♦ Mutace, migrace a drift ruší rovnováhu v populacích, mění frekvence alel nezávisle na změně adaptace organismů k prostředí
- ♦ Přírodní výběr napomáhá adaptaci druhu k prostředí a koriguje rušivé výsledky výše uvedených procesů
- ♦ Genotypy s větší fitness mají v průměru více přežívajících potomků než genotypy s nižší fitness
- ♦ Fitness je mírou efektivnosti rozmnožování daného genotypu

Selekce dvou alel jednoho genu



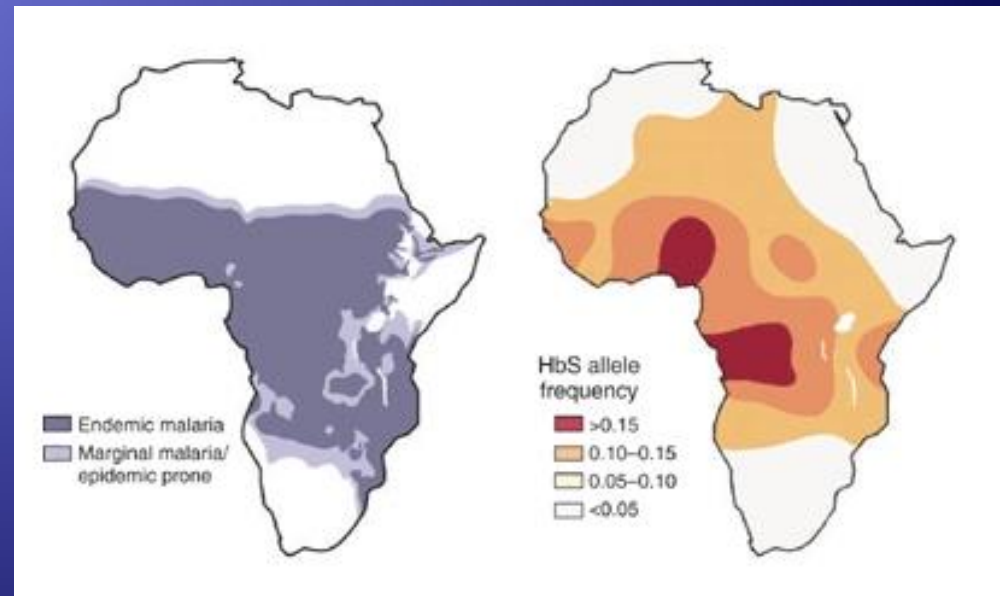
Stabilizující selekce (superdominance)



$H\beta^{+}/H\beta^{+}$ redukce
fitness (malárie)

$H\beta^{S}/H\beta^{S}$ redukce
fitness (anémie)

$H\beta^{+}/H\beta^{S}$ maximální
fitness



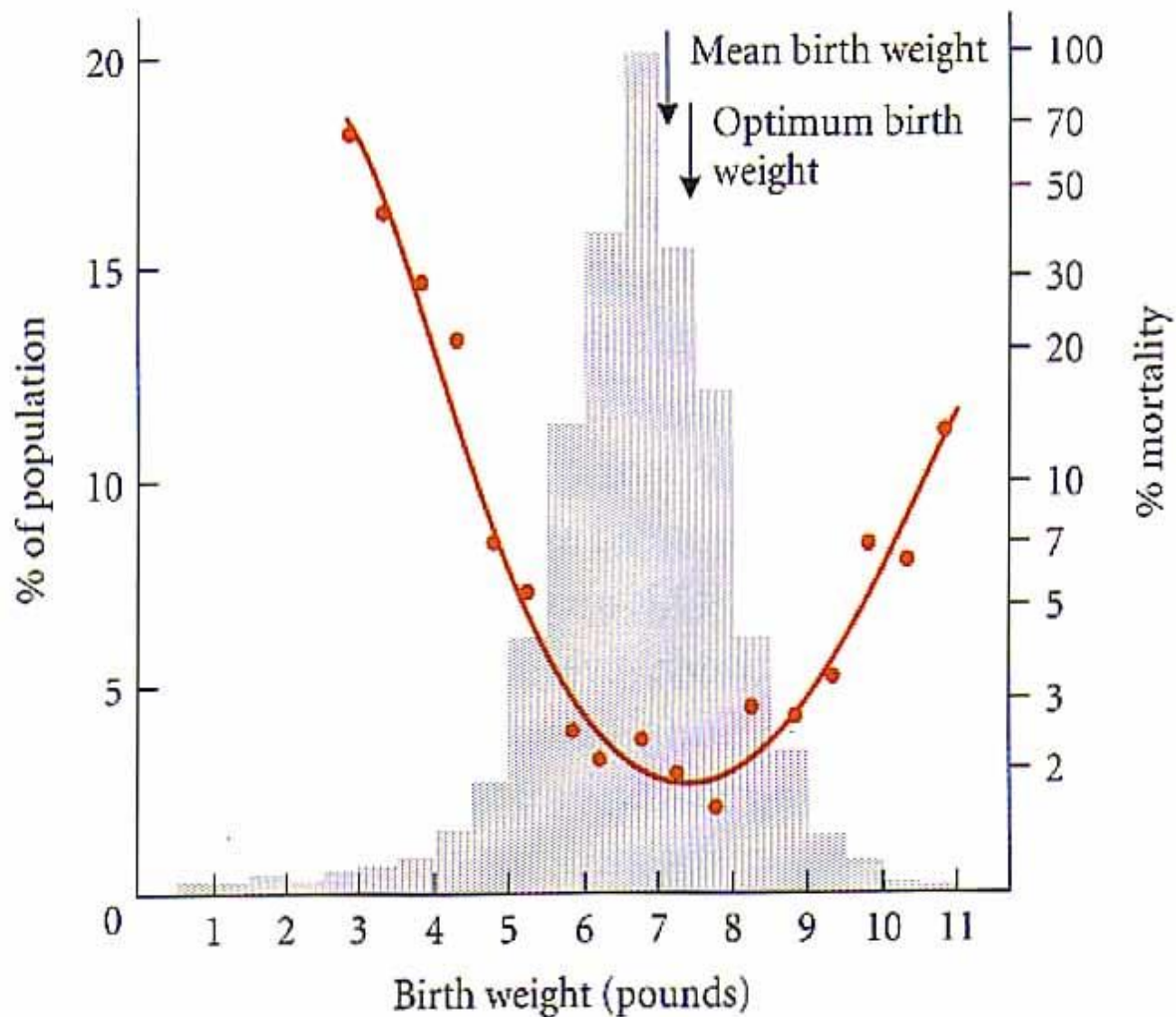


Alela R – rezistence na warfarin
Alela S – normální alela

Nepřítomnost warfarinu (fitness):
SS 1,00 SR 0,77 RR 0,46

Přítomnost warfarinu (fitness):
SS 0,68 SR 1,00 RR 0,37

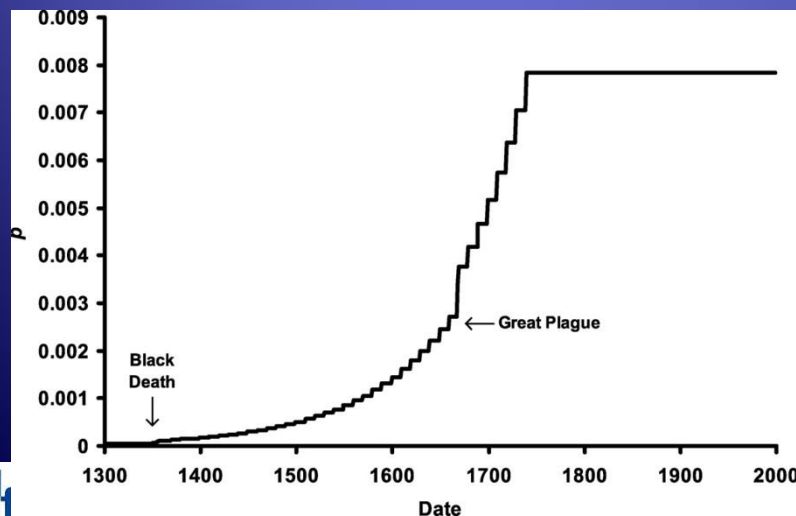




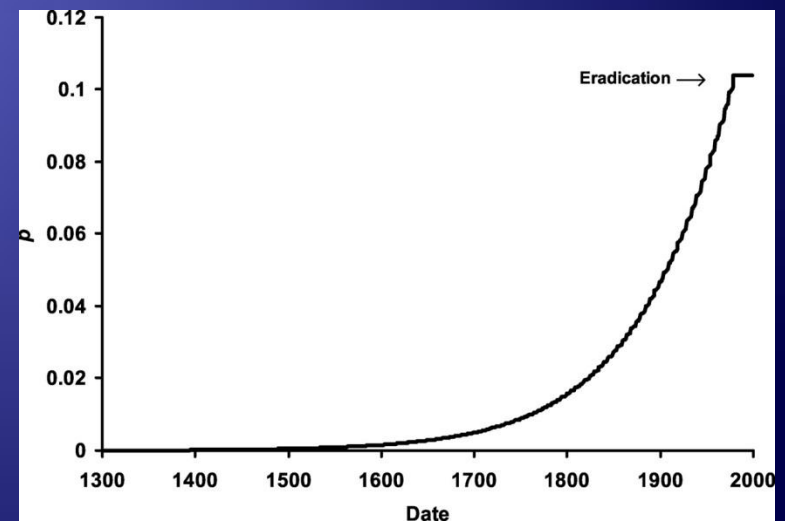
From: Futuyma, D. Evolutionary Biology. Sinauer.

Direkcionální selekce

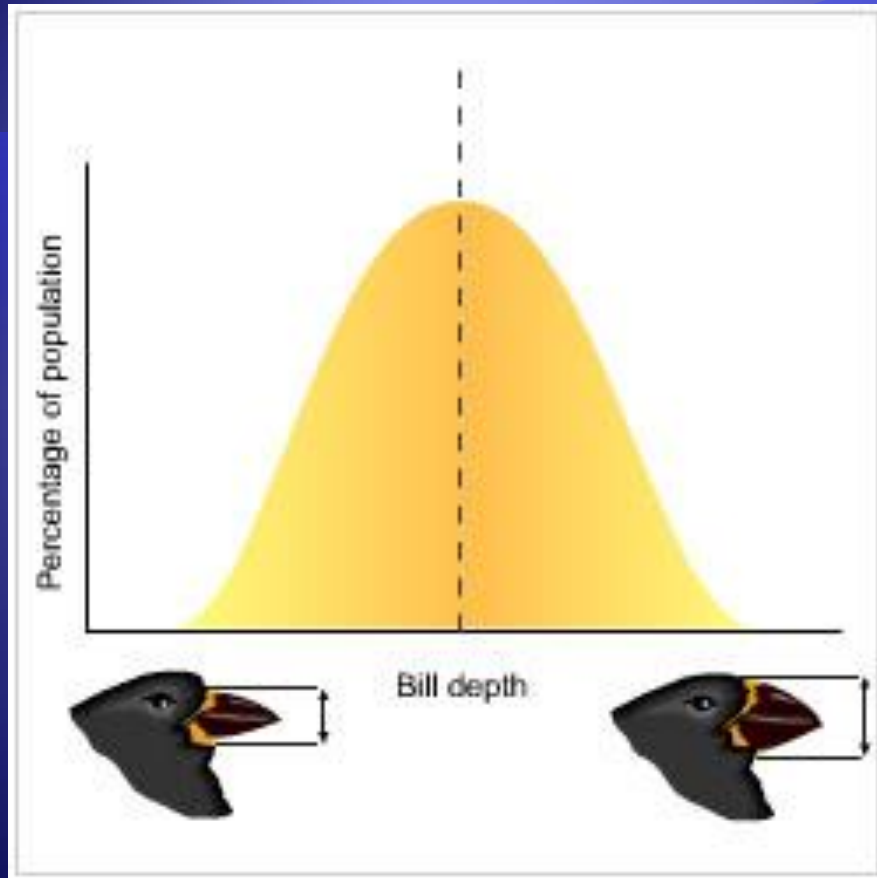
a) Mor (*Yersinia pestis*)



b) Pravé neštovice (Poxviridae)



Disruptivní (diverzifikující) selekce



V. Evoluční tahy

- ♦ Hromadění a předávání genetické informace svázáno s konkrétními molekulami (DNA, RNA) a s konkrétními molekulárními procesy (transkripce, replikace, ...)
- ♦ Nutně ovlivnění základními fyzikálně-chemickými zákonitostmi řídícími chování těchto molekul a procesů
- ♦ Evoluce biologické informace ovlivněna i procesy probíhajícími na úrovni nosičů genetické informace
- ♦ Tyto procesy = evoluční tahy (mutační tah, reparační tah, molekulární tah a meiotický tah)

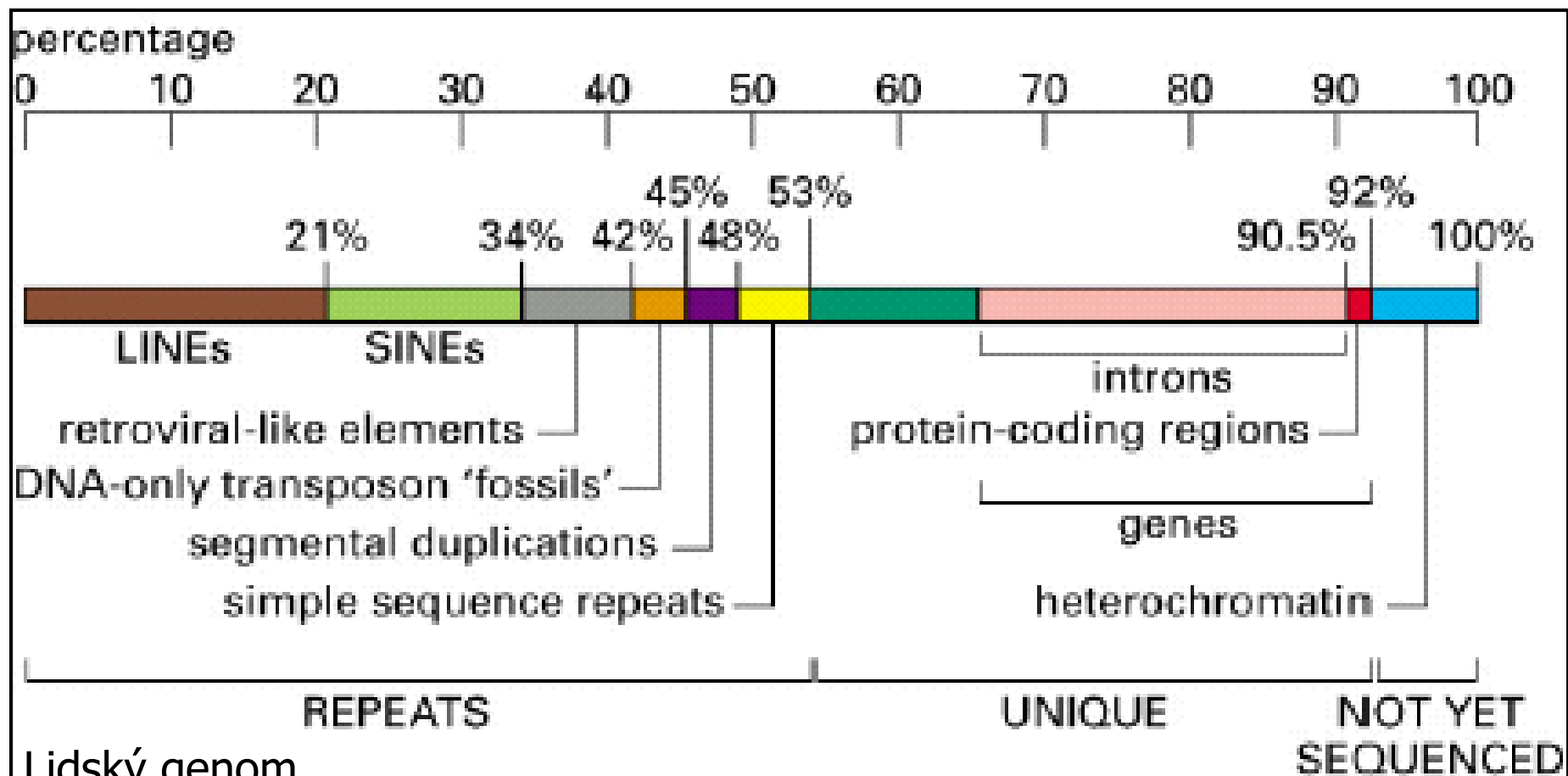
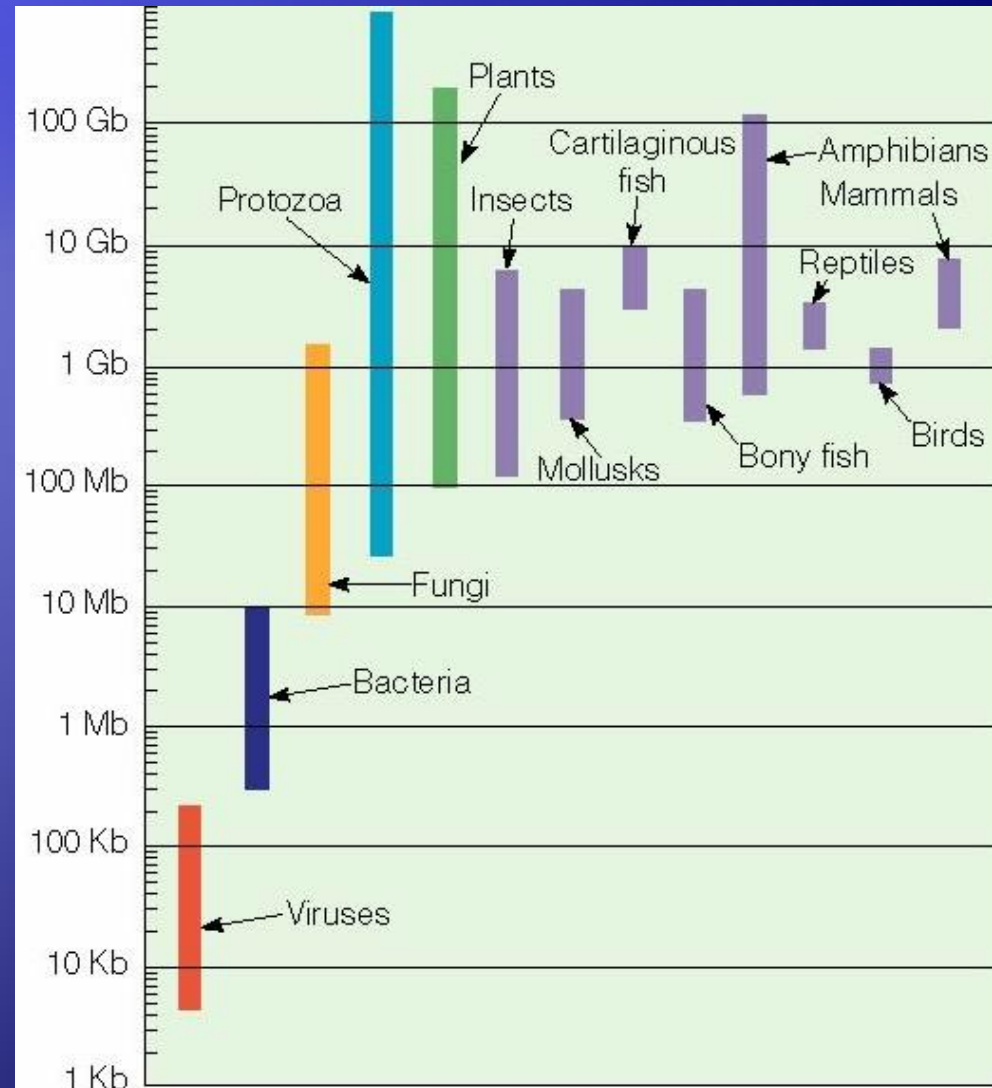


Figure 4-17. Molecular Biology of the Cell, 4th Edition.

Pradox C-hodnoty DNA

- Genetická komplexita (C-hodnota) – množství DNA přepočtené na haploidní genom nekoreluje s komplexitou organismu
- Tzv. paradox genetické complexity (u eukaryot se C liší 80 000 krát)
- Možné vysvětlení v rozdílné frekvenci delecí a inzercí u různých organismů a výskyt polyploidizací genomu



VI. Náhoda



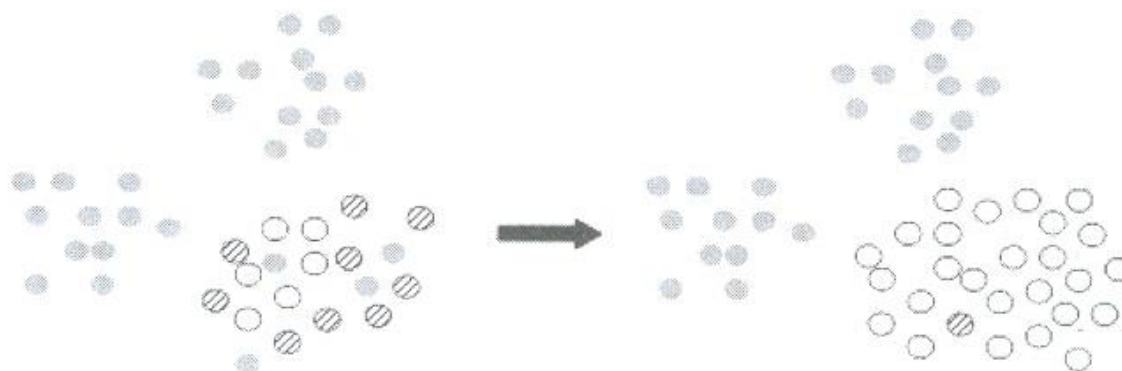
Teorie posunující se rovnováhy

- ♦ Nejpravděpodobnější mechanismus fungování evoluce – nutná existence podrozdělení velké populace na malé subpopulace (cca stovky jedinců)
 1. V malých populacích dojde mutacemi, evolučními tahy a následným působením driftu k vyselektování vhodných frekvencí alel, které podmiňují výhodný fenotyp (podmínkou nízký genový tok)
 2. V některých populacích se změna fixuje
 3. Migranti infiltrují populace sousední nebo zakládají populace nové a znak šíří, až postupně dojde k fixaci v rámci celého druhu (podmínkou vysoká migrace)

Fáze I



Fáze II



Fáze III

