



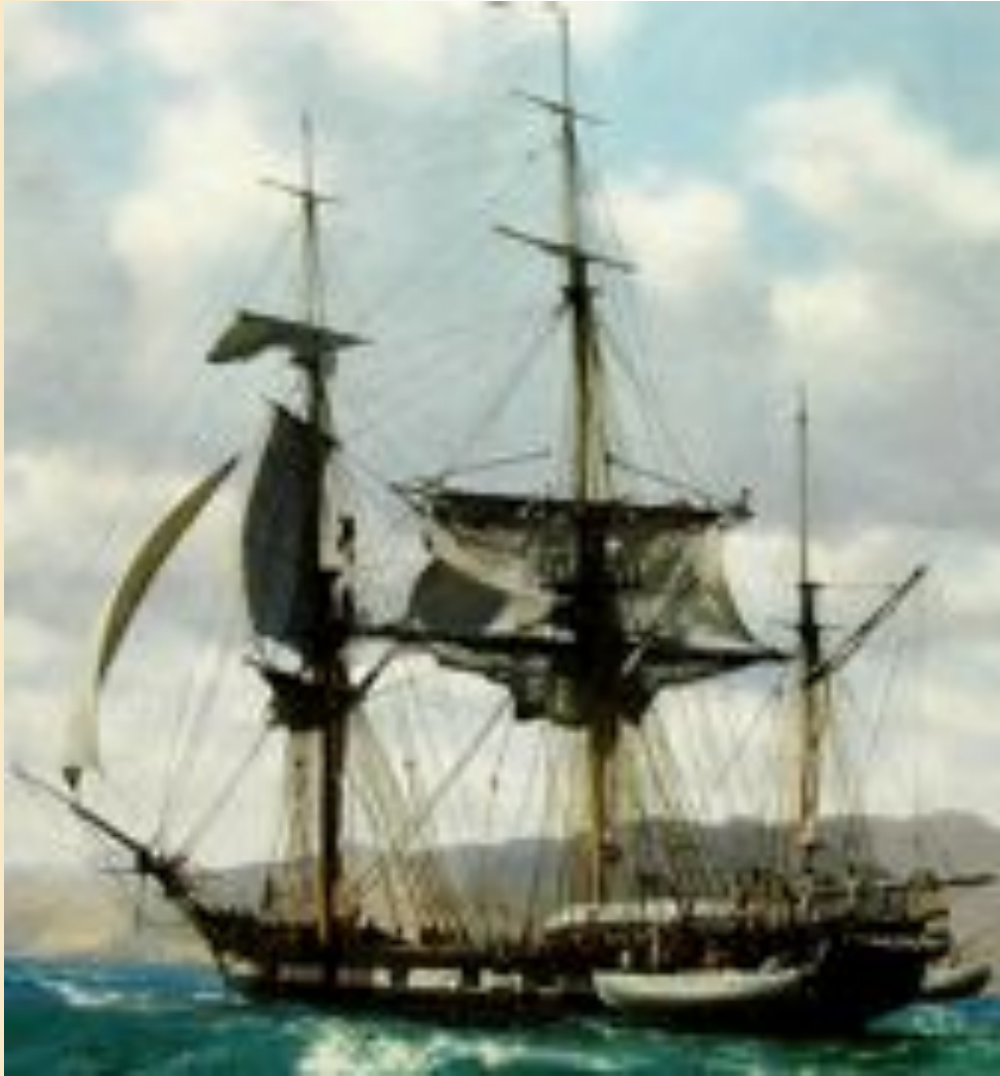
Darwinov dar

Vladimír Ferák

Katedra molekulárnej biológie

Prírodovedecká fakulta UK

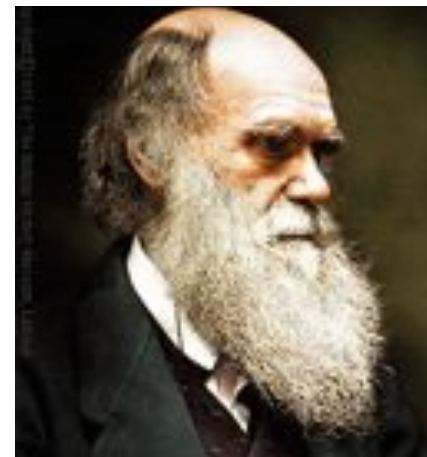
November 1831, Plymouth



HMS *Beagle*



Robert FitzRoy



Charles Darwin



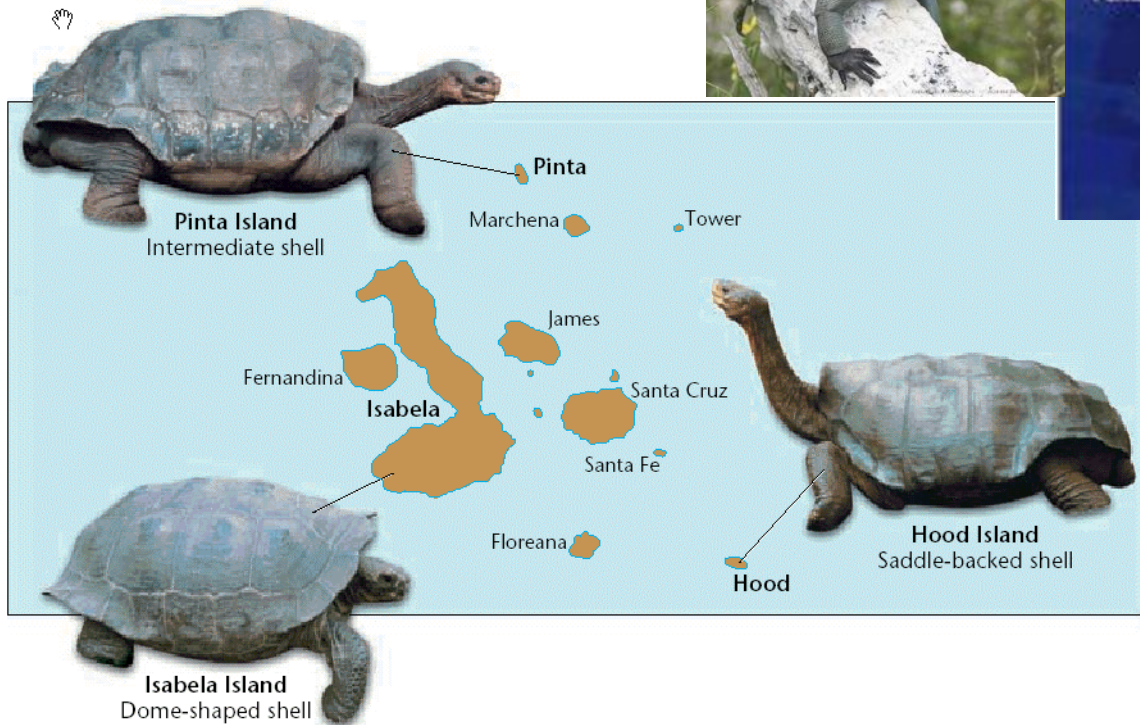
Darwin okolo sveta na H.M.S. *Beagle*



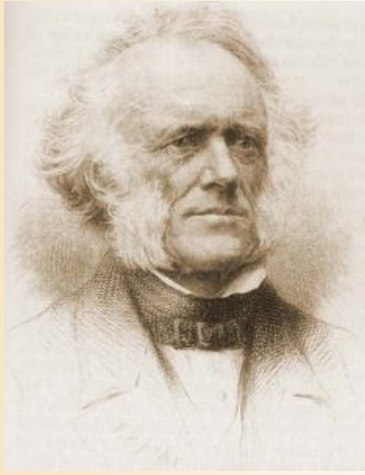
Darwin na Galapágoch



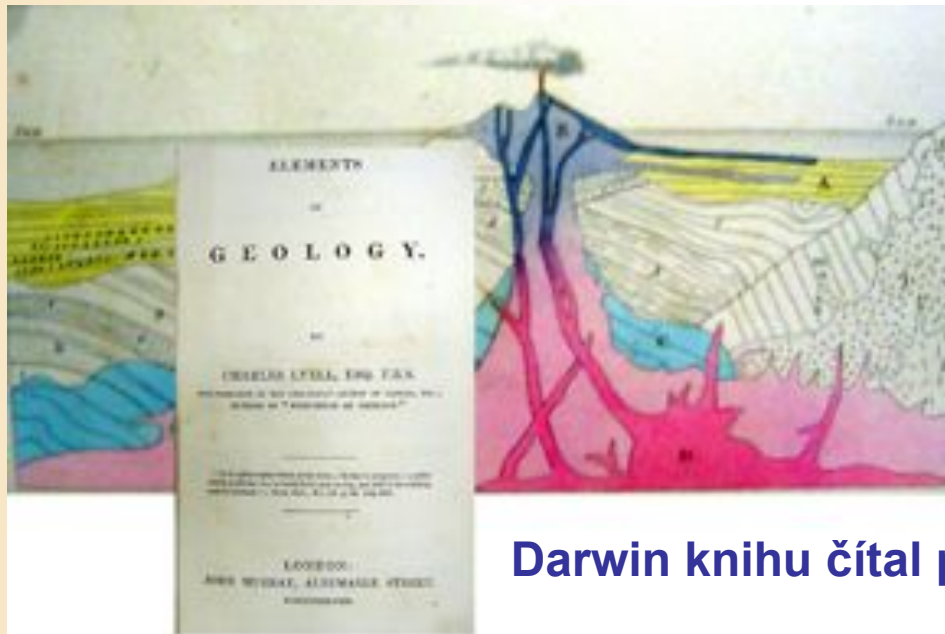
„Laboratórium evolúcie“



Charles Lyell: „Základy geológie“

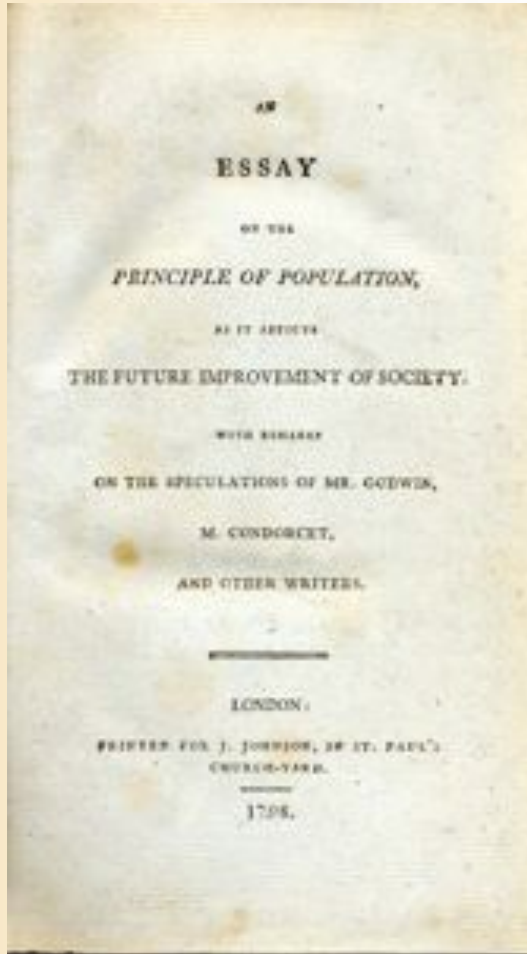


- Objasn timer geologické procesy, ktoré formovali Zem
- Zem je stará **stovky miliónov rokov**



Darwin knihu čítal počas plavby na Beagle

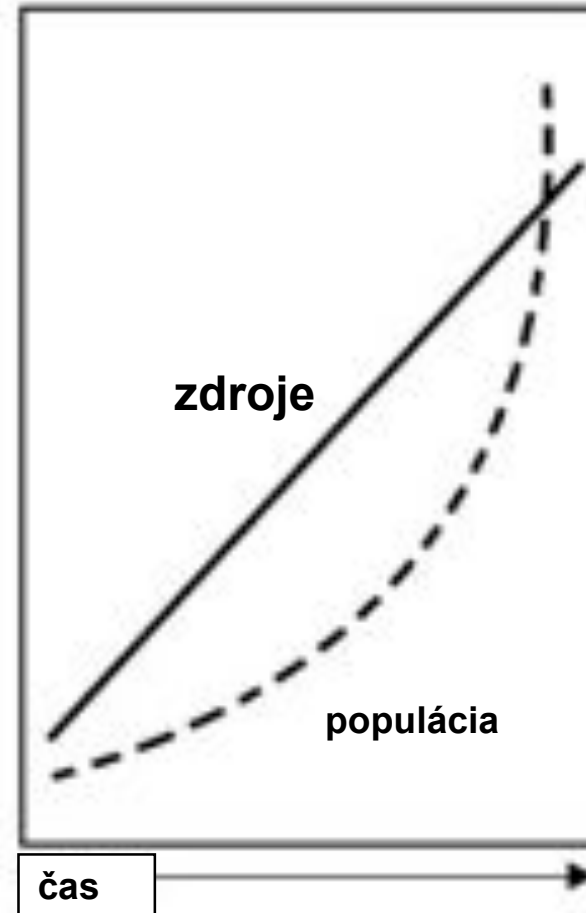
Thomas Malthus: „Esej o populácii“



Populácia rastie exponenciálne, zdroje pribúdajú lineárne

Takže:

zdroje nestačia pre všetkých



Darwin čítal r. 1838

Vyššie 20 rokov čakania . . .



Prvá Darwinova predstava o evolúcii vznikla r. 1838

Publikácia až r. 1959

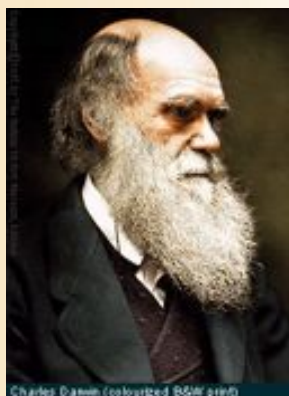
Prečo?

- triedil a hodnotil poznatky z cesty na *Beagle*
- robil ďalšie pozorovania a experimenty
- hľadal ďalšie doklady a dôkazy
- mal mnoho ďalších projektov a publikácií
- potreboval čas na podrobné rozpracovanie teórie
- ... možno sa aj trochu obával aká bude reakcia

Darwinov dar: evolučná teória

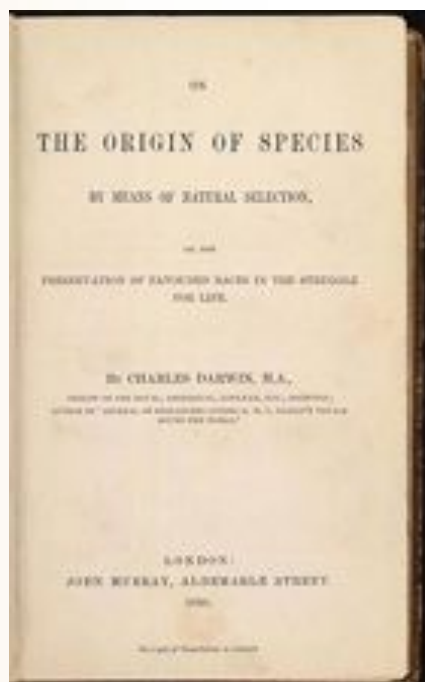


1809-1882



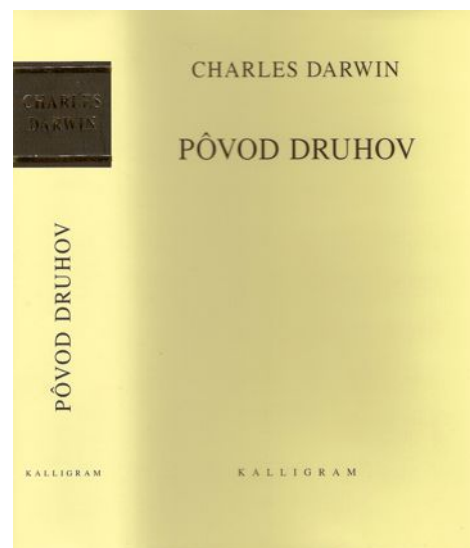
Charles Darwin (colourized B&W print)

- objasnil mechanizmus evolúcie (slovo „evolúcia“ ale nepoužíval)
- vybudoval teóriu evolúcie
- zhromaždil dôkazy evolúcie a argumenty, podopierajúce jeho teóriu



24.11.1859:

„O vzniku druhov cestou prírodného výberu čiže zachovanie zvýhodnených odrôd v boji o život“



Slovenský preklad:
Kalligram
2006

„...najznámejšia ale najmenej čítaná vedecká kniha...“

Darwinov dar



Postavenie evolučnej teórie v rámci biológie

- **Th. Dobzhansky:** „V biológii takmer nič nedáva zmysel, ak sa na to nepozeráme vo svetle evolúcie“



- **P. Medawar:** „Dnešný biológ buď rozmýšľa v evolučných termínoch, alebo nerozmýšľa vôbec“



Evolučná teória je jedným z hlavných jednotiacich princípov celej biológie (ďalšie: **bunková teória** a **Medelova genetická teória** – všetky vznikli skoro súčasne v polovici 19. storočia)

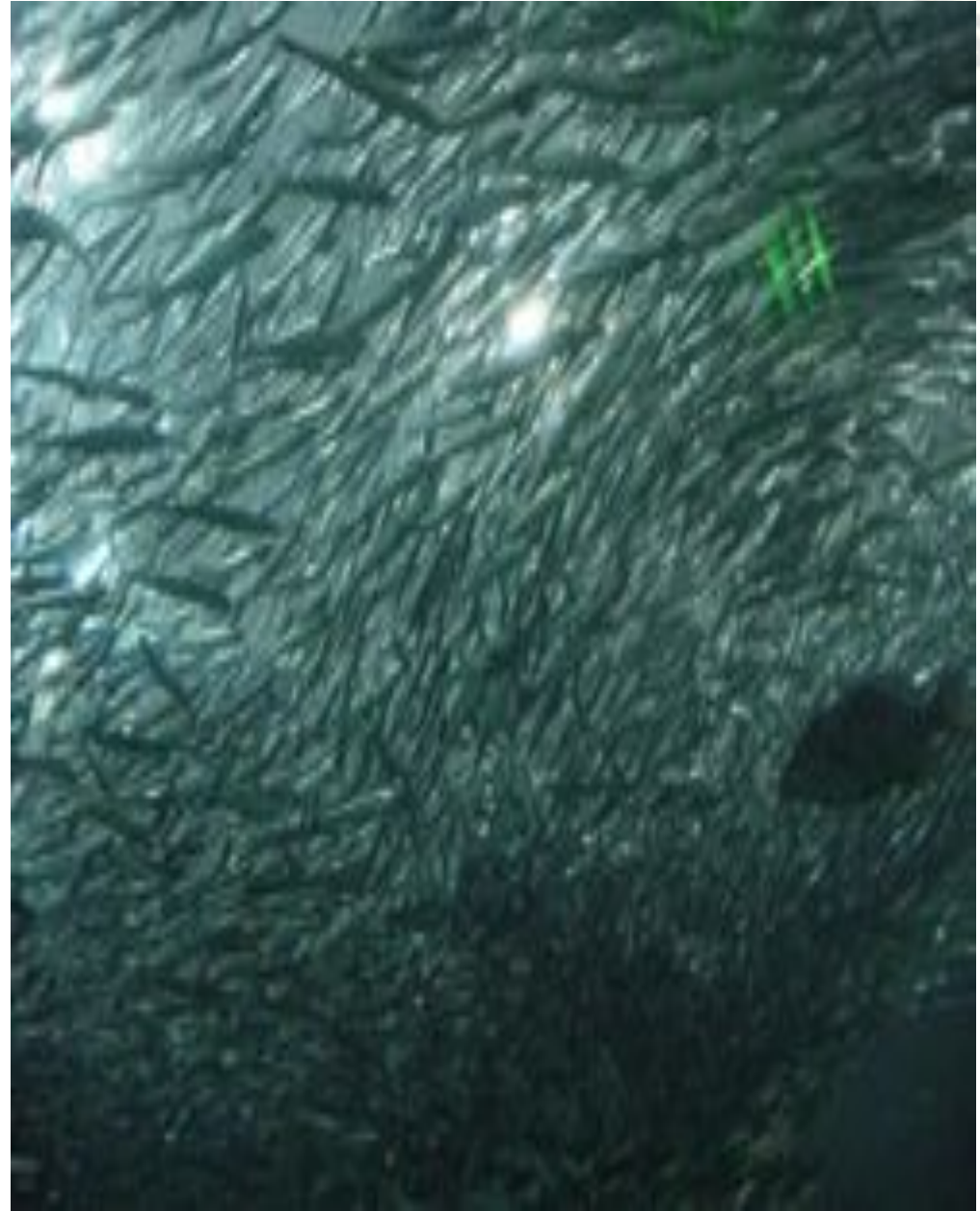
Základné tézy Darwinovej evolučnej teórie

1. V rámci každého druhu
je v prírode variabilita:
jedince sa od seba
odlišujú.

Variabilita je (aspoň
čiastočne) dedičná



2. Organizmy v prírode majú viac potomkov než môže prežiť, takže mnoho jedincov nereprodukuje

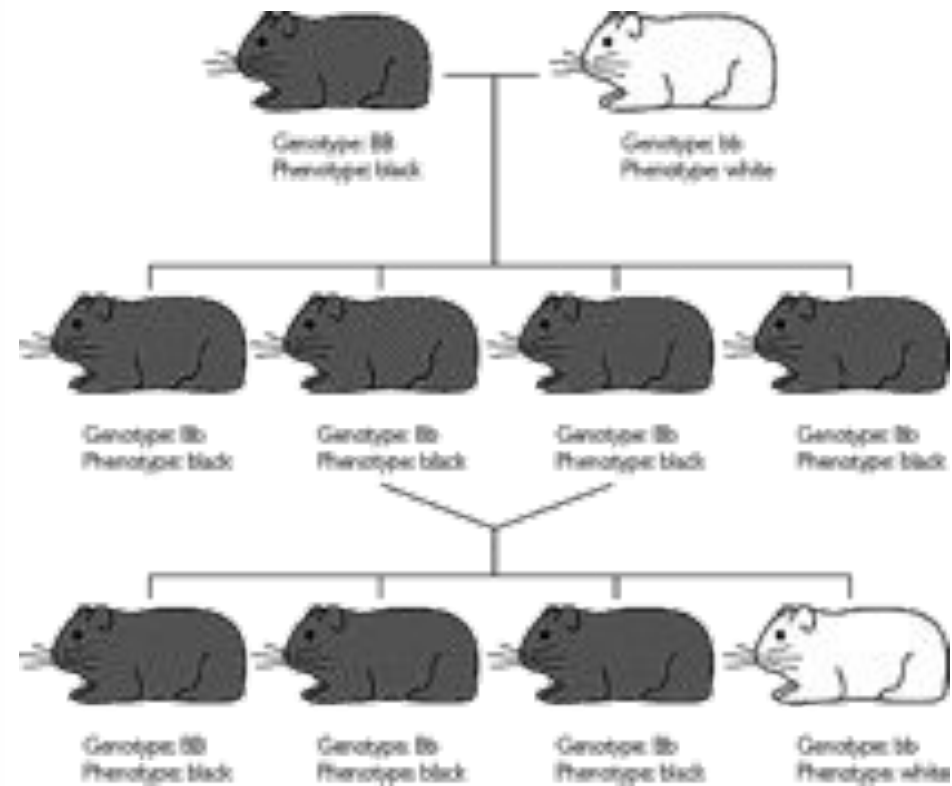


3. Väčšiu šancu reprodukovať majú varianty, najlepšie prispôsobené prostrediu: **prírodný výber - selekcia**

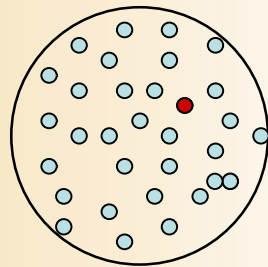




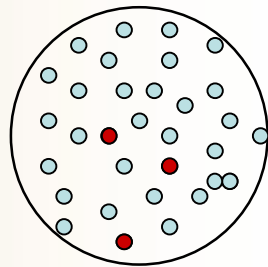
4. Takéto lepšie prispôsobené varianty sa prenesú na potomstvo (dedičnosť)



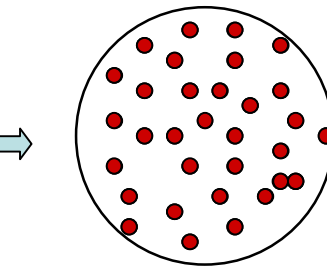
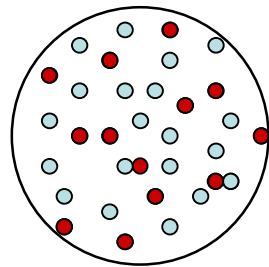
5. V nasledujúcich generáciách ich zastúpenie v populácii vzrastá



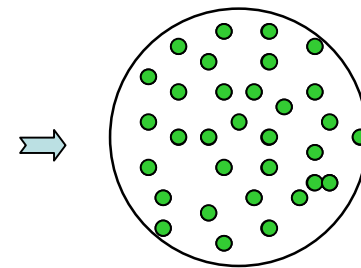
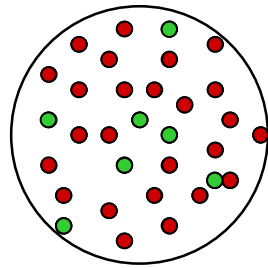
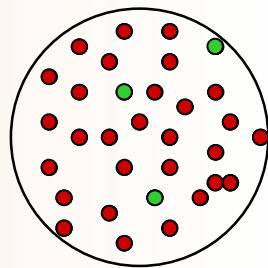
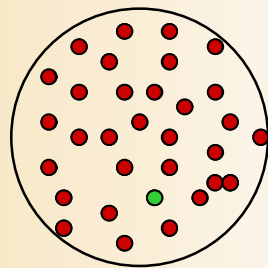
výhodný znak



rozširuje sa



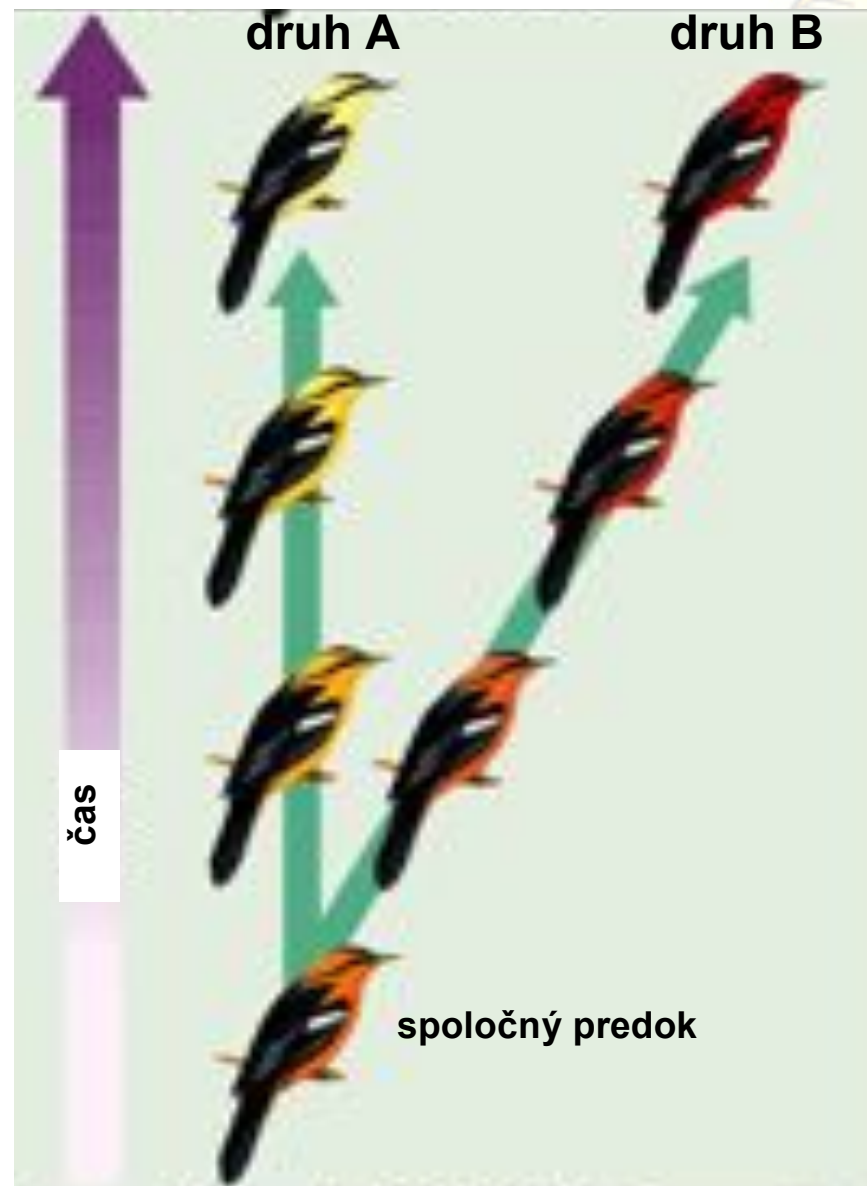
nahradí pôvodný znak



postupná premena 15

5. V priebehu dlhých období sa druhy menia. Prírodný výber napokon vedie k vzniku nového druhu

Je to veľmi pomalý proces



Hlavný Darwinov problém



Ako vzniká dedičná biologická variabilita?

Ako sa prenášajú výhodné varianty do ďalších generácií?

Darwin nemal k dispozícii genetiku (jeho predstava o dedičnosti bola mylná)



Gregor Mendel – zakladatel' genetiky

Gregor Mendel v
Brne pomocou
pokusov na hrachu
objavil základné
zákony dedičnosti
(1865)

Tie však Darwin
nepoznal

Znovuobjavené boli
až r. 1900



Darwinova teória a genetika: syntéza



Sir Ronald A.
Fisher



John
B.S.Haldane



Sewall Wright

1920 - 1940

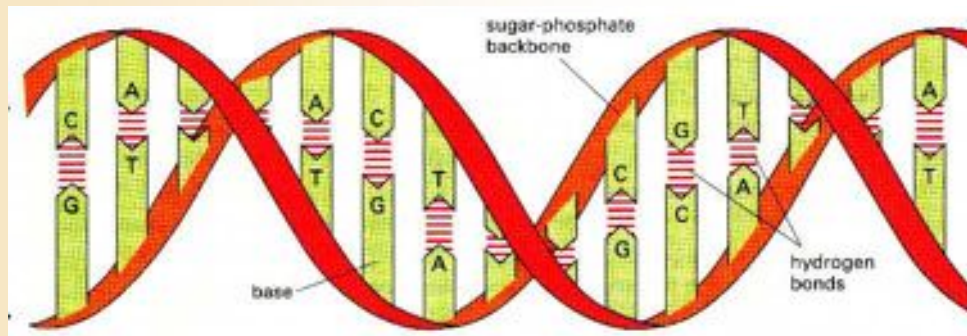
Syntéza Darwinovej evolučnej teórie s Mendelovou genetikou → **neodarwinizmus** podklad súčasnej evolučnej teórie

1. Zdrojom variability sú **mutácie**
2. Mutácie - **výhodné**: rozširujú sa
- **nevýhodné**: zanikajú
3. Tak sa mení genetické zloženie populácie: **evolúcia**

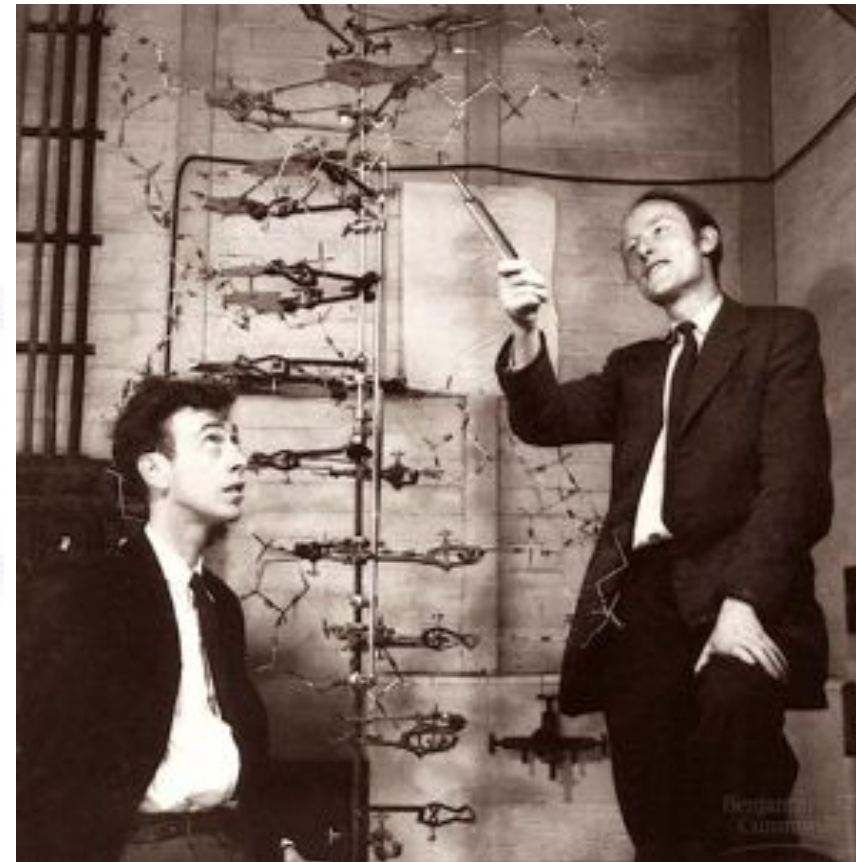
1953: Objasnená štruktúra DNA



James Watson a Francis Crick:
dvojrozmerná štruktúra **DNA** –
hmotného nositeľa dedičnosti



Genetické znaky sú „zapísané“
v DNA vo forme sekvencie
štyroch báz: A, C, G a T



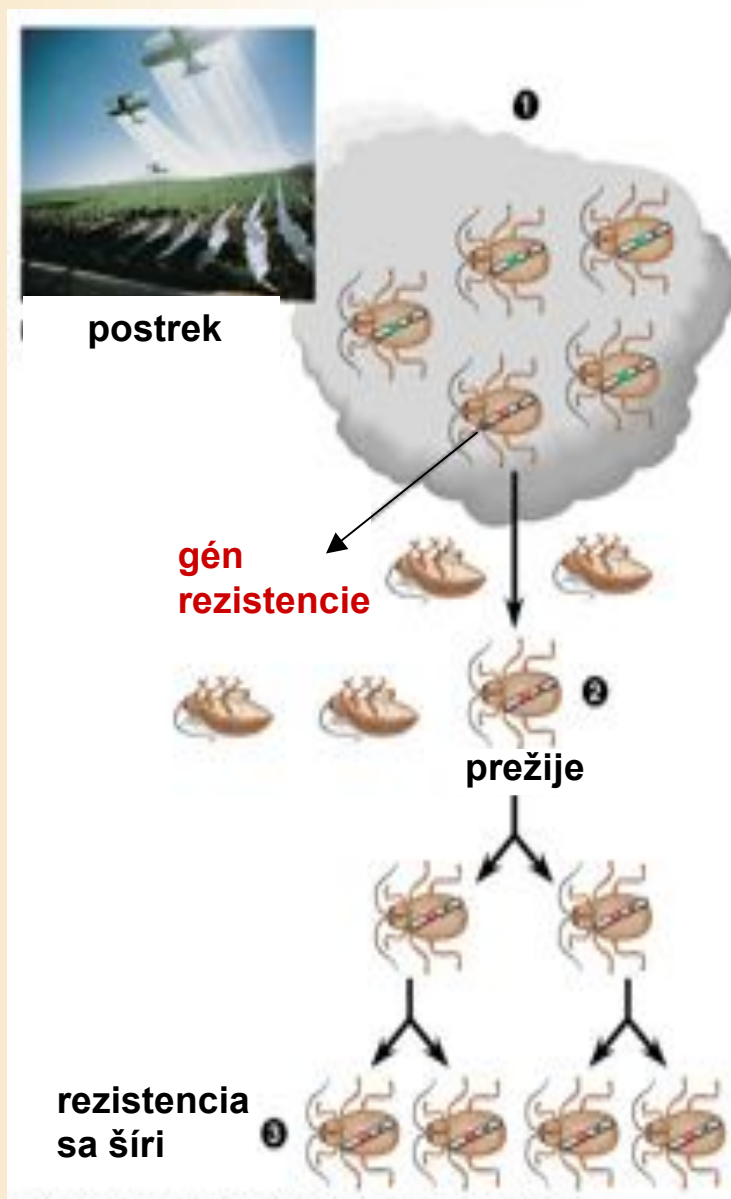
Čo Darwin nevedel



Podpora evolučnej teórie dnes:

- **Paleontológia**
- **Embryológia**
- **Porovnávacía anatómia**
- . . .
- **Priame pozorovanie evolúcie**
- **Genetika a molekulárna biológia**

Evolúcia rezistencie hmyzu na insekticíd

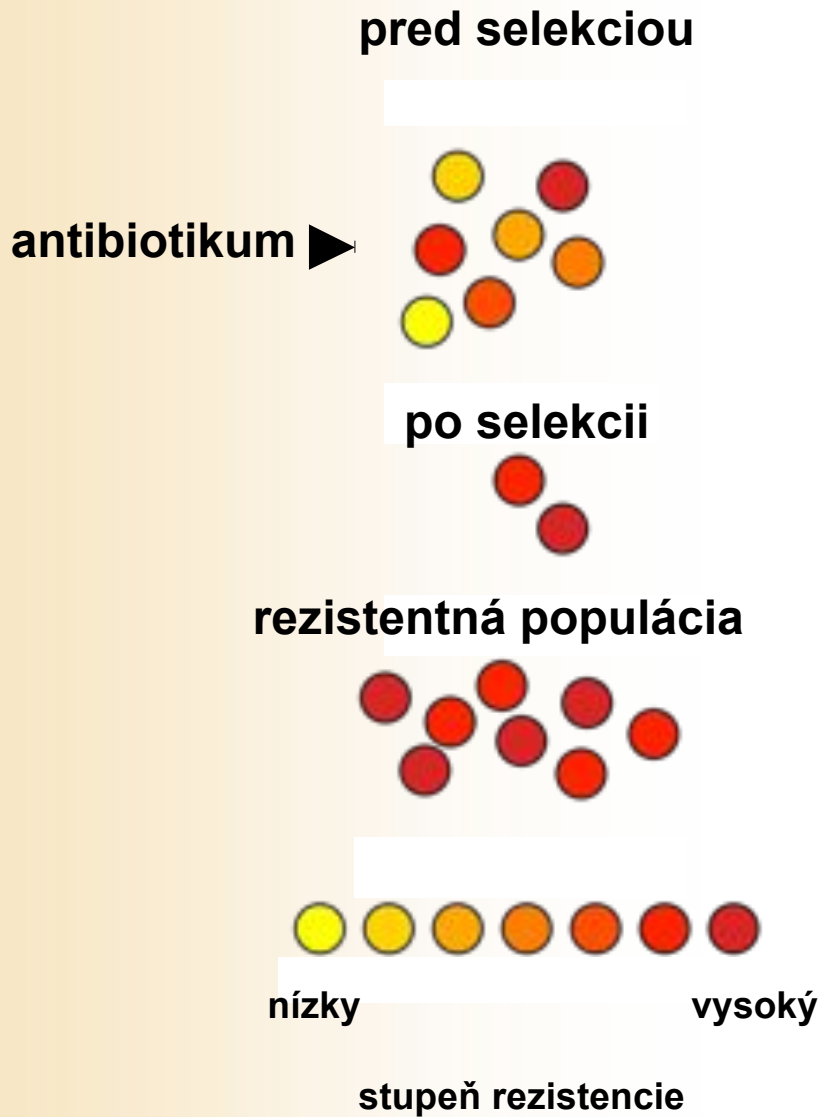


Evolúcia rezistencie hmyzu voči insekticídom:

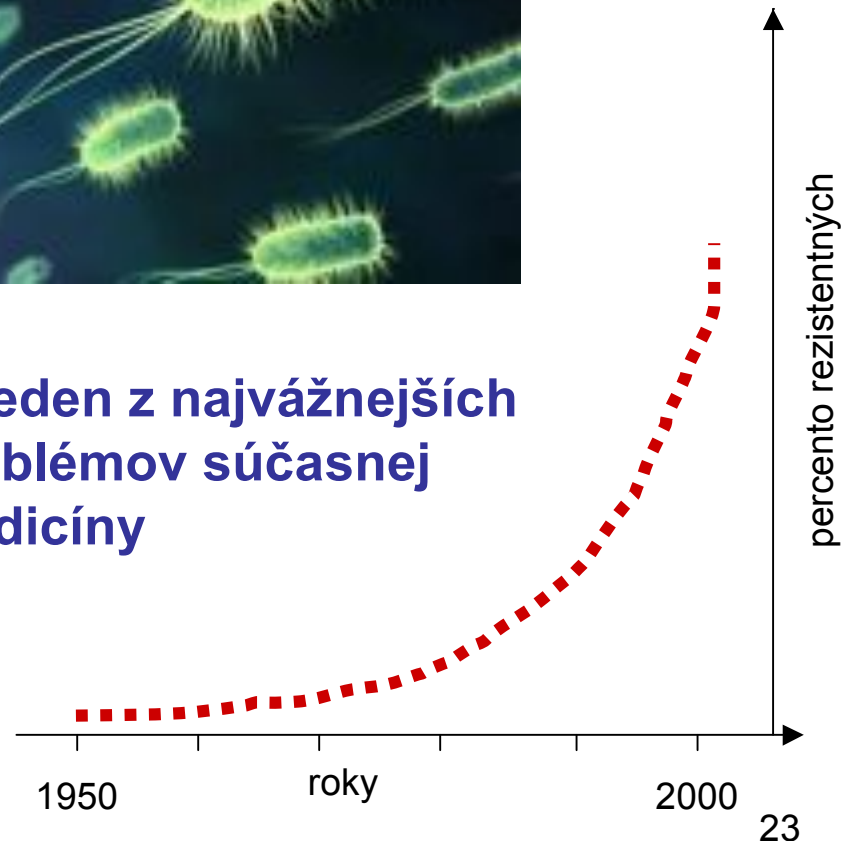
rok	počet rezist. druhov
1908	0
1948	14
1967	224
1976	364
dnes	>1000

Podobný jav: **Evolúcia rezistencie mikroorganizmov na antibiotiká a iné lieky**

Evolúcia rezistencie baktérií na antibiotiká



... jeden z najväznejších problémov súčasnej medicíny



Evolúcia sfarbenia u motýľa



Biston betularia (piadivka brezová)



*typická
forma*

*% tmavej formy v
GB (Manchester)*

1850	0%
1880	20%
1950	≈ 100%
1970	70%
1990	5%



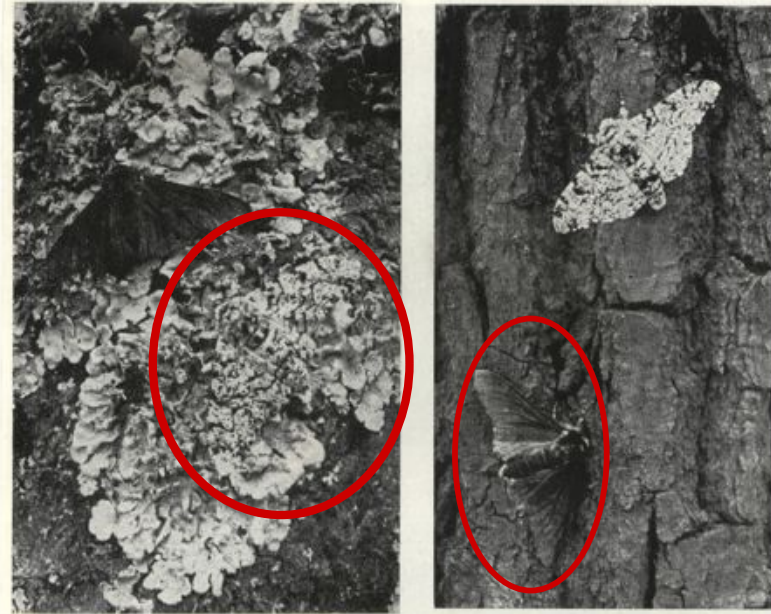
tmavá forma

Selekcia a sfarbenie motýľa

okolo 1950



selekčný
činiteľ - vtáky



Experimentálne overenie: vypustili sa označené motýle v industriálnej a v vidieckej oblasti

Pomer znovu odchytených:

	tmavá	:	typ.
industr.	2,1	:	1
vidiek	1	:	1,9

Porovnávanie sekvencií DNA

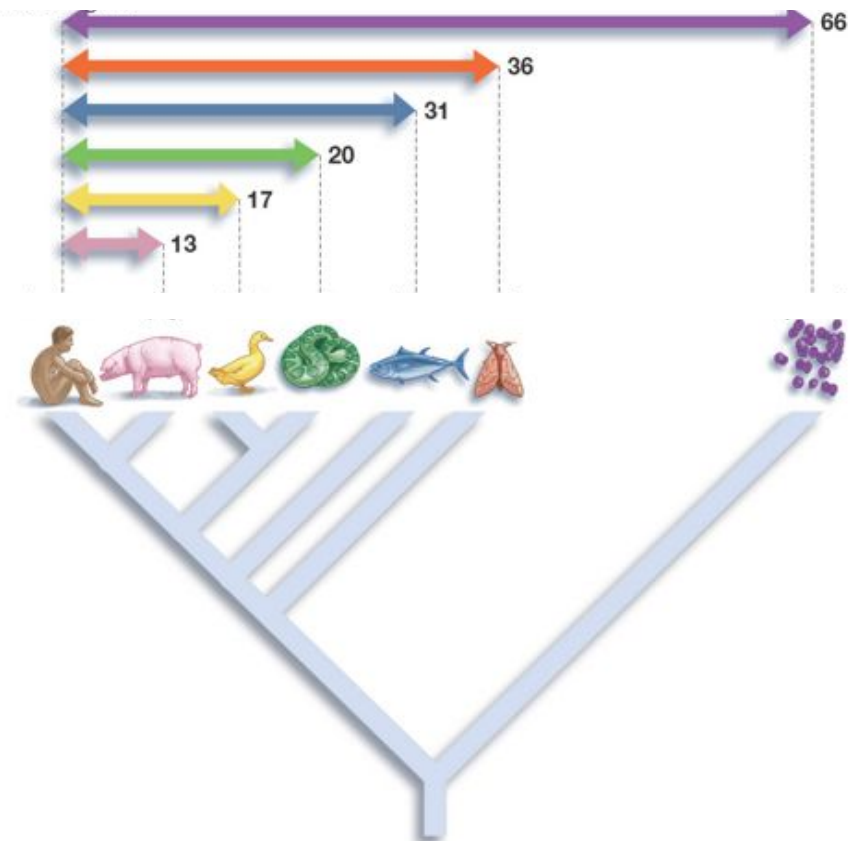


Porovnanie sekvencií DNA medzi druhmi:

Človek: CCAAGGTCACGACTACTCCAATTGTCACAACCTGTTCCAACCGTCACGACTGTTGAACGA.....
Šimpanz: CCAAGGTCACGACTACTCCAATTGTCACAACCTGTTCCAACCGTCA**T**GACTGTTGAACGA.....
Gorila: CCAAGGTCAC**A**ACTACTCCAATTGTCACAACCTGTTCCAACCGTCACGACTGTTGAACGA.....

Počet odlišností v zložení molekuly medzi rozličnými druhmi je tým väčší, čím väčšia je ich evolučná vzdialenosť:
čím viac času uplynulo od ich spoločného predka:
„molekulárne hodiny“

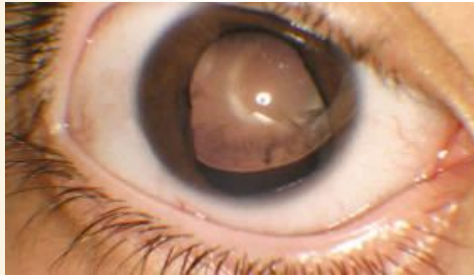
Počet odlišností v sekvencii



Niektoré gény sú „evolučné konzervy“



anirídia -
mutácia v
géne *Pax6*



eyless –
mutácia v
hmyzom
Pax6



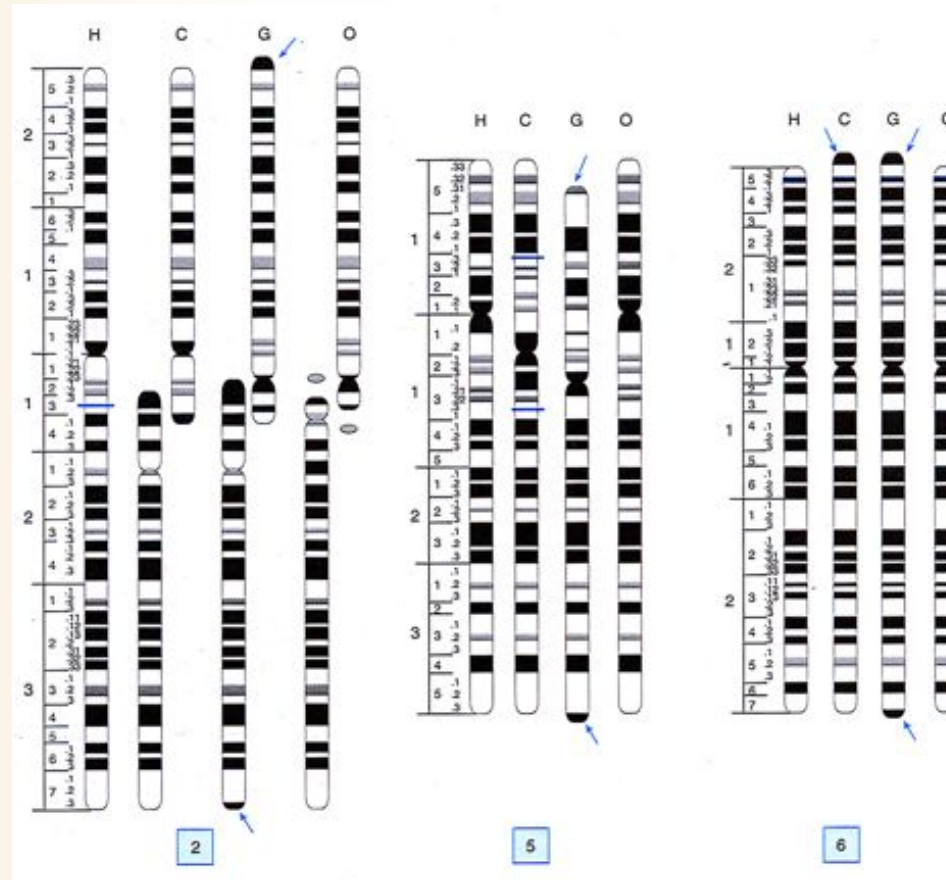
transgénná
drozofila
eyless s
ľudským
génom *Pax6*



dnes vieme prenášať gény z
jedného druhu do druhého:
vznikajú **transgénne organizmy**

Záver: človek má gén, ktorý
dokáže nahradiť nefunkčný
gén drozofily!

Porovnanie chromozómov ľudoopíc a človeka



- Šimpanz-C, gorila-G, orangutan-O: $2n = 48$ chrom.

- *H. sapiens*: $2n = 46$ chrom.

- Ľudský chrom. č. 2 vznikol Robertsonovou translokáciou

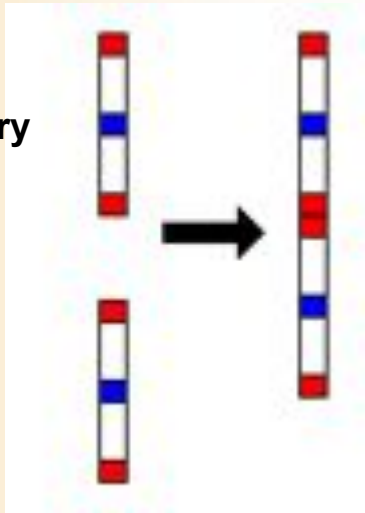
- plus niekoľko ďalších chrom. prestavieb

Ľudský chromozóm č. 2



Fúzia chromozómov:

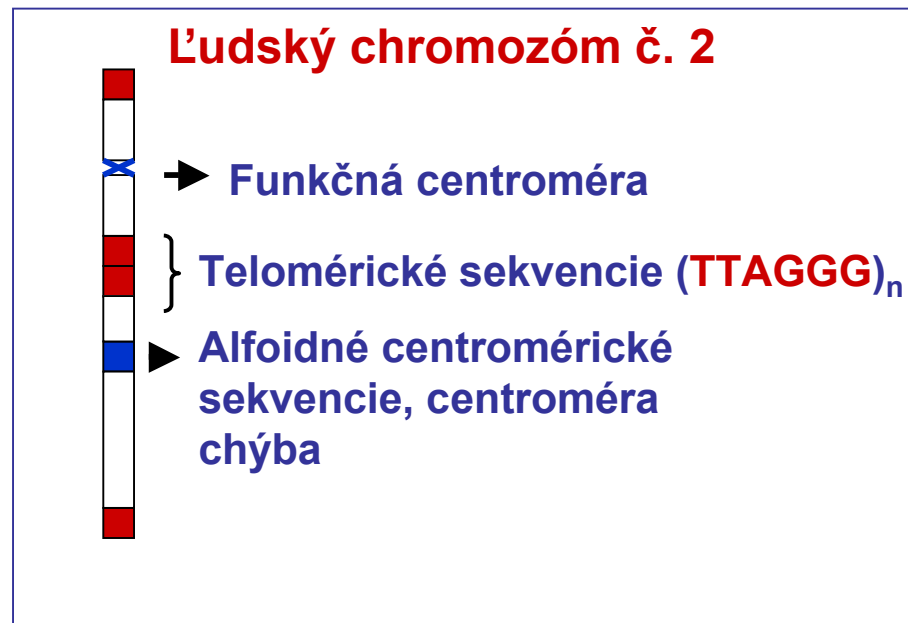
- teloméry
- centroméry



Dôkaz, že ľudský chromozóm č. 2 vznikol fúziou dvoch chromozómov vyplýva z analýzy DNA:

Teloméry: sekvencie $(TTAGGG)_n$

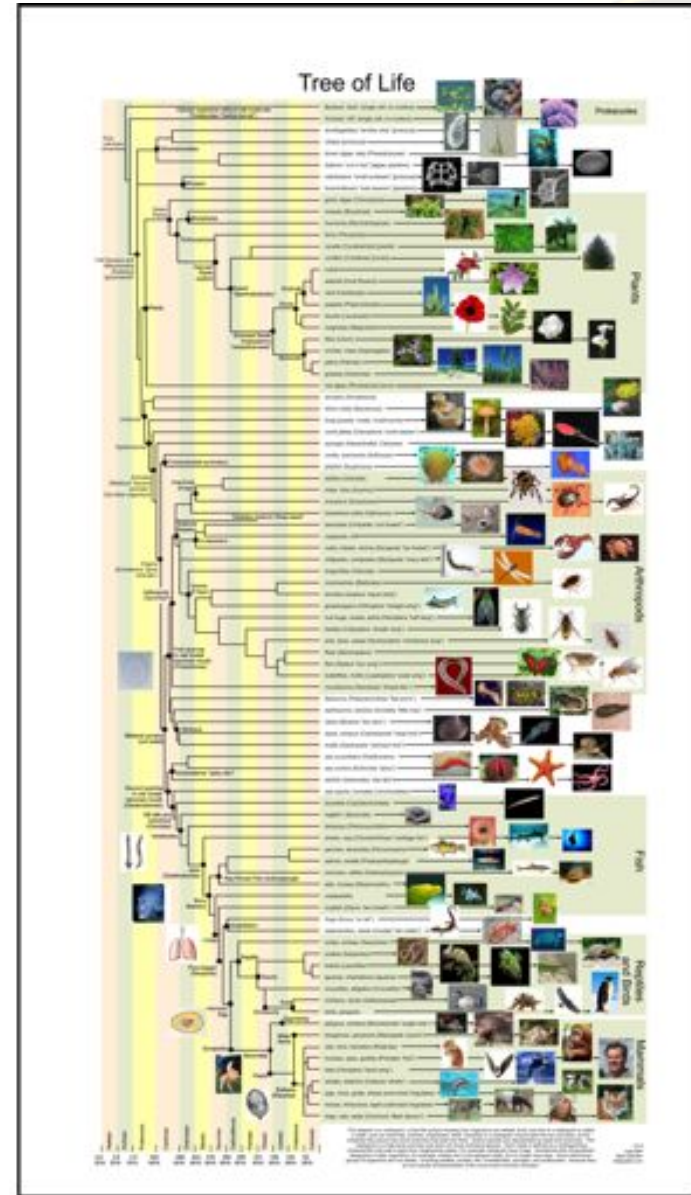
Centroméry: opakovania $(171bp)_n$



Darwinov dar: „strom života“



1838



2008

„Strom života“ a názor na prírodu

Dnes žijúce druhy sa vyvinuli modifikáciou druhov, ktoré žili v minulosti

Všetky živé organizmy na Zemi spája spoločný pôvod do jedného **stromu života**



Gustav Klimt: Strom života 31

Sme súčasťou stromu života



„Je istá vznešenosť v tomto pohľade na život ... ktorý bol pôvodne vdýchnutý do niekoľkých foriem, azda do jedinej: a kým naša planéta krúžila, podľa nemenných zákonov gravitácie, z takých jednoduchých začiatkov sa vyvinulo – a neprestajne sa vyvíja – bezhraničné množstvo tých najkrásnejších a najúžasnejších foriem.“