

EVOLUČNÍ BIOLOGIE

Miloš Macholán

**Laboratoř evoluční genetiky savců
Ústav živočišné fyziologie a genetiky AV ČR
Veveří 97, 602 00 Brno
e-mail: macholan@iach.cz
tel.: 532290138**

Literatura

Skripta:

Flegr, J. (1994): Mechanismy mikroevoluce.

Učebnice:

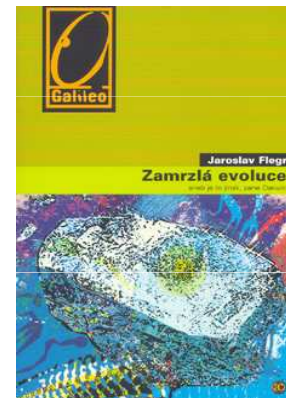
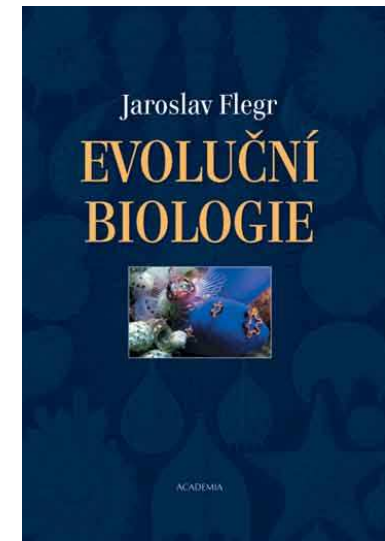
Flegr, J. (2005): Evoluční biologie.

Flegr, J. (2007): Úvod do evoluční biologie.

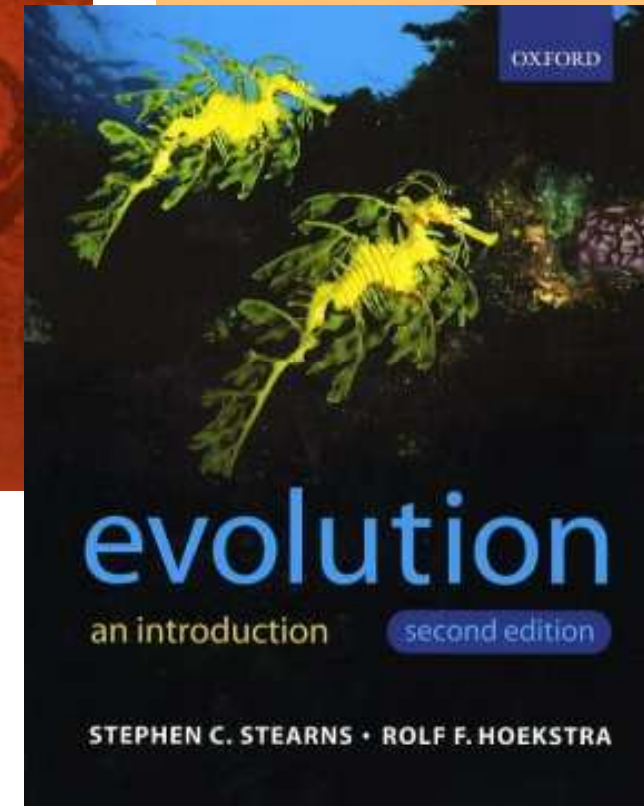
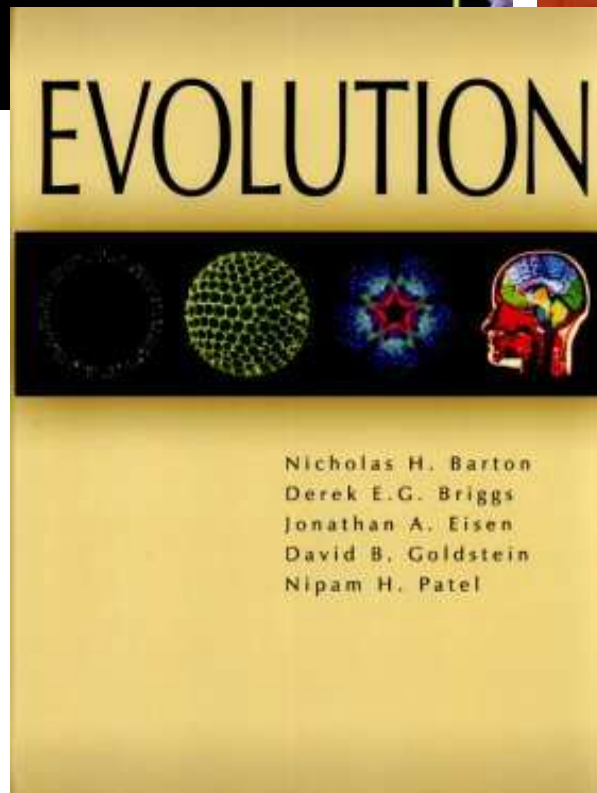
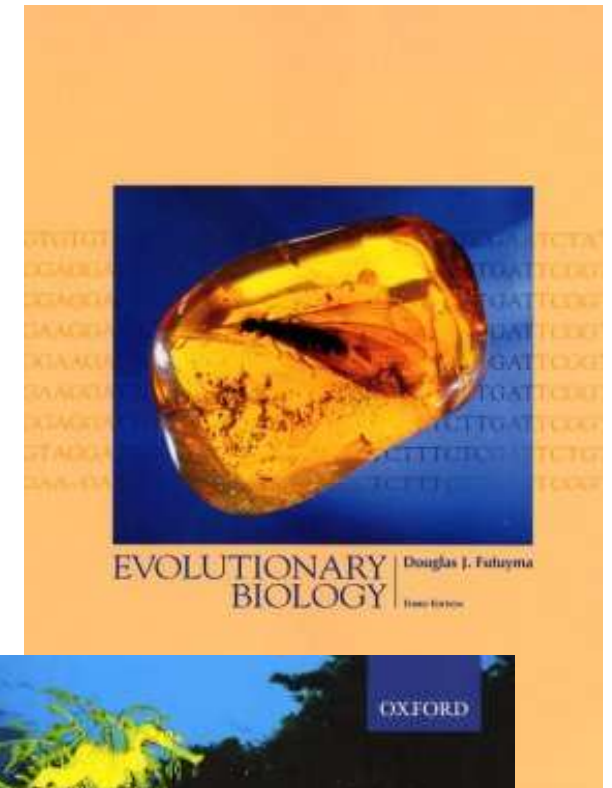
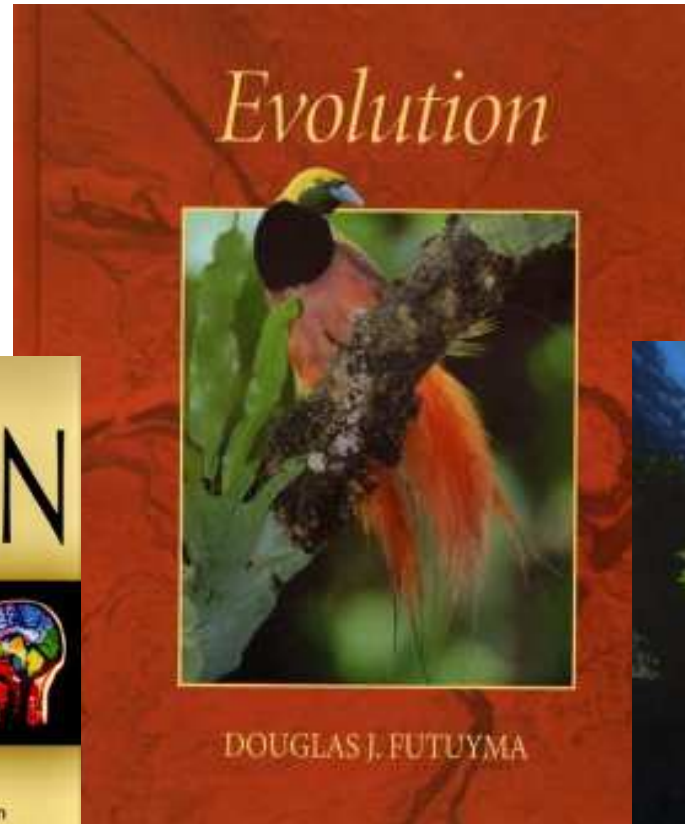
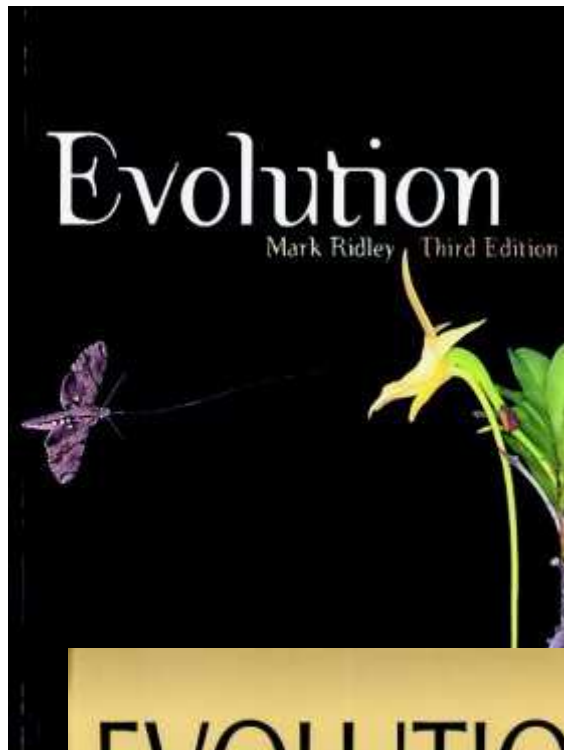
Knihy:

Zrzavý, J., Storch, D., Mihulka, S. (2004): Jak se dělá evoluce.

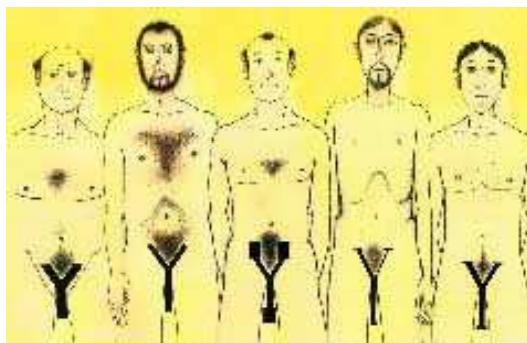
Flegr, J. (2006): Zamrzlá evoluce.



Literatura



Literatura



STEVE JONES

Y: Původ mužů

PASEKA

Charles Darwin

O původu člověka

Charles Darwin

O vzniku druhů
přírodním výběrem

MATT RIDLEY

Červená
kralovna

MATT RIDLEY

Charles Darwin

O pohlavním výběru



CARL ZIMMER

Pohled do světa
nejnebezpečnějších
tvorů planety

Vládce
parazit

PASEKA

FENIX

Původ
ctnosti

O evolučních základech a základech
nesobekelas jednaní člověka



EDICE SPEKTRUM



RICHARD DAWKINS

Zázrak života
očima evoluční
biologie

Slepý
hodinař

PASEKA

FENIX



JARED DIAMOND

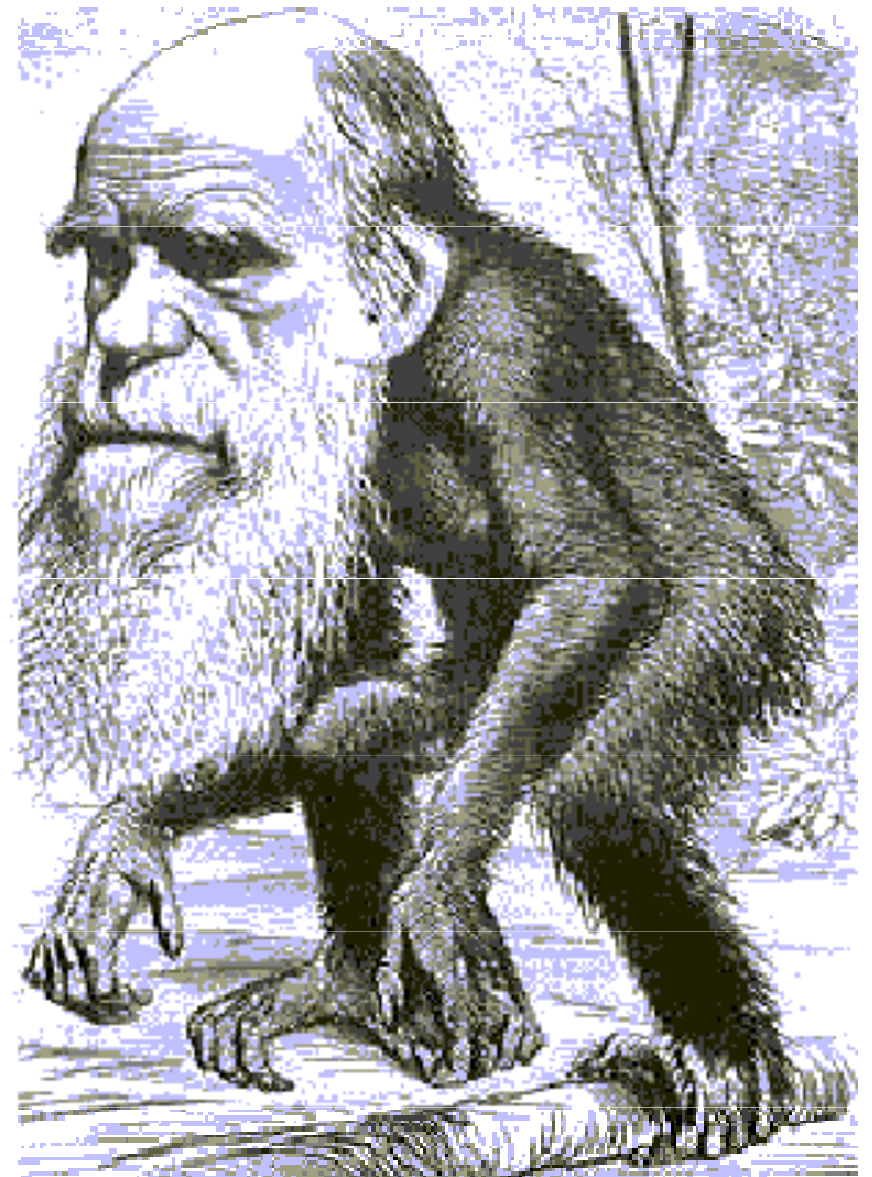
Vzestup a pád
lidského rodu

Třetí
šimpanz

PASEKA

FENIX

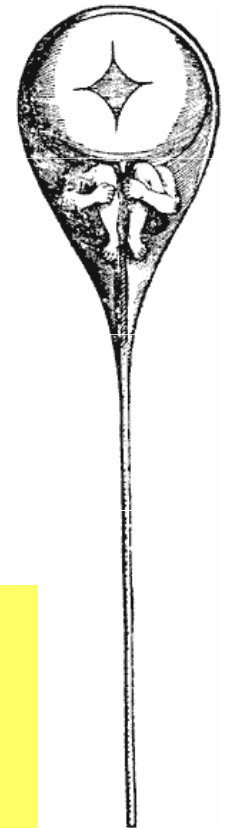
EVOLUCE A EVOLUČNÍ BIOLOGIE



EVOLUCE (evolvere, evolutio) = rozvinout, rozvinutí

Albrecht von Haller (1774):

- vývoj individuálního embrya
- v podstatě ontogenetický vývoj podle předem daného programu (preformismus)



v širším měřítku = **změna**
(politika, ekonomie, technologie, vědecké teorie atd.)

BIOLOGICKÁ EVOLUCE = geneticky podmíněná a dědičná změna vlastností organismů mezi generacemi
stavba, funkce a organizace organismů nebo jejich částí
chování a vzájemné vztahy

KULTURNÍ EVOLUCE

EVOLUČNÍ BIOLOGIE

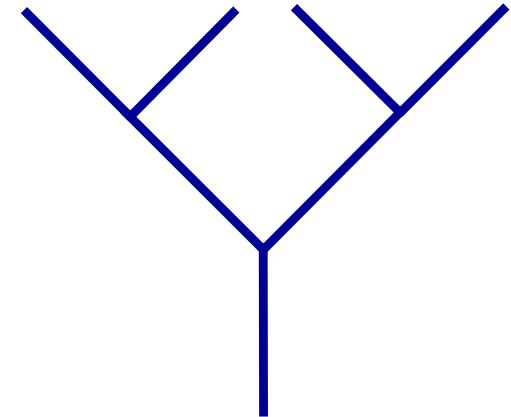
= vědní obor zkoumající obecné zákonitosti
biologické evoluce

vlastnosti a **mechanismy** procesu evoluce

“Nothing in biology makes sense except in the light of evolution.”
(T. Dobzhansky)

VLASTNOSTI BIOLOGICKÉ EVOLUCE

- živé systémy (reprodukce, proměnlivost, dědičnost)
- termodynamická otevřenost, disipativnost
- systémy s pamětí - kumulace změn
- neomezená dědičnost
- adaptace, účelné uspořádání
- kladogeneze

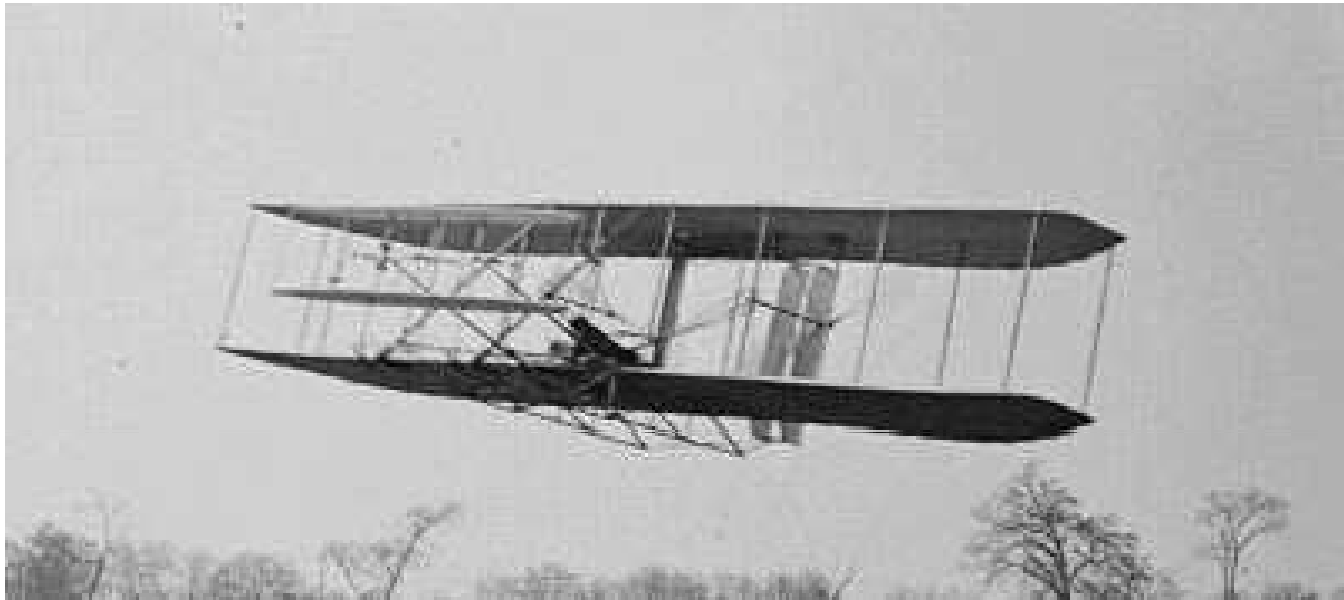


teleologie: vše se děje za určitým účelem (účelnost \neq účelovost)

finalismus: směřování k předem danému cíli -

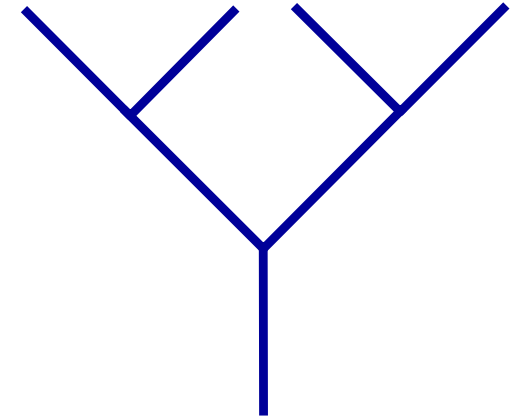
Teilhard de Chardin: „bod omega“

- je náhodná (procesy a mechanismy deterministické a stochastické)
- je oportunistická - nenachází globální optima



VLASTNOSTI BIOLOGICKÉ EVOLUCE

- živé systémy (reprodukce, proměnlivost, dědičnost)
- termodynamická otevřenost, disipativnost
- systémy s pamětí - kumulace změn
- neomezená dědičnost
- adaptace, účelné uspořádání
- kladogeneze



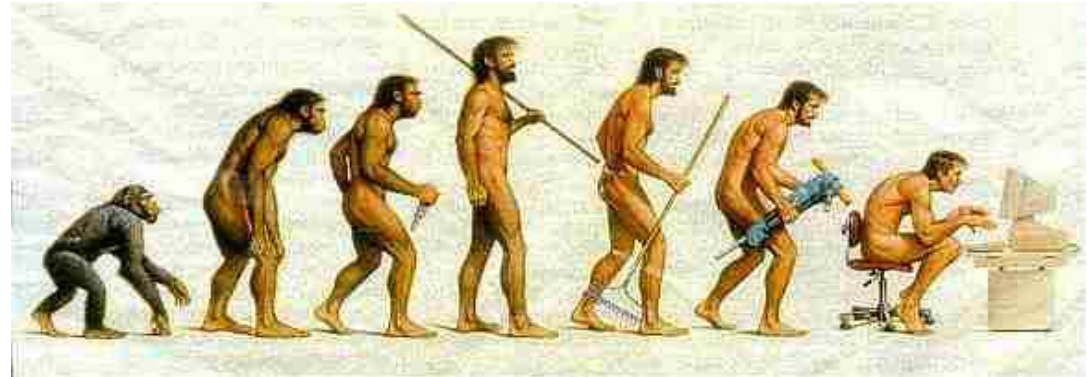
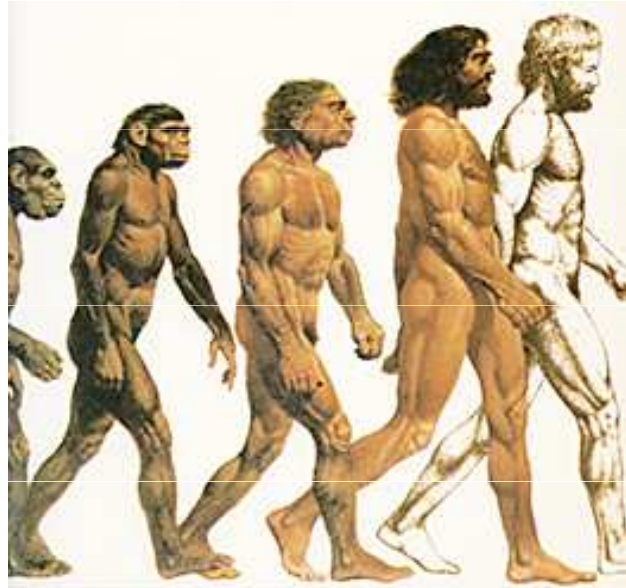
teleologie: vše se děje za určitým účelem (účelnost \neq účelovost)

finalismus: směřování k předem danému cíli -

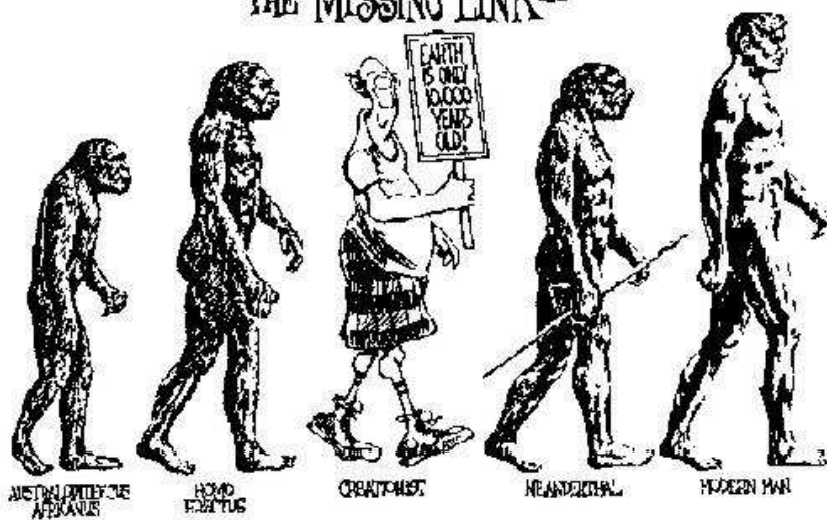
Teilhard de Chardin: „bod omega“

- je náhodná (procesy a mechanismy deterministické a stochastické)
- je oportunistická - nenachází globální optima
- nemá záměr ani cíl (ani přežití druhů!)
- je nemorální (tj. ani morální ani amorální)
- není progresivní

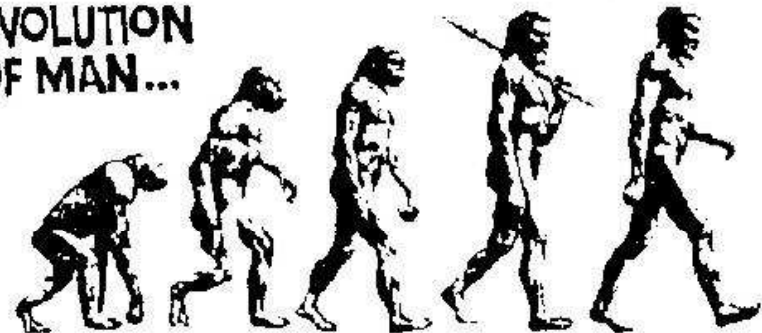
Je evoluce progresivní?



NOBEL SCIENTISTS DISCOVER
THE MISSING LINK--



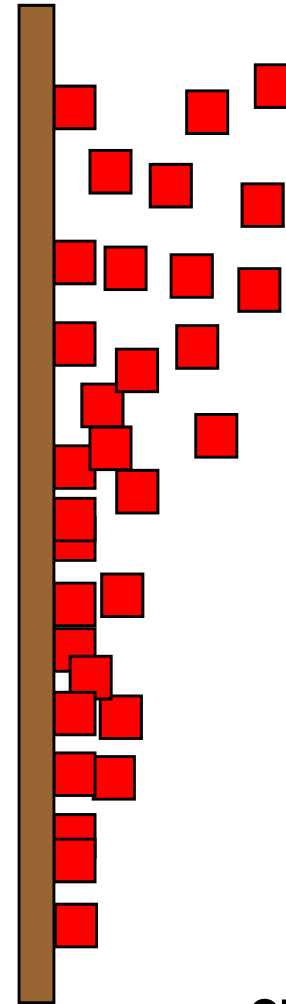
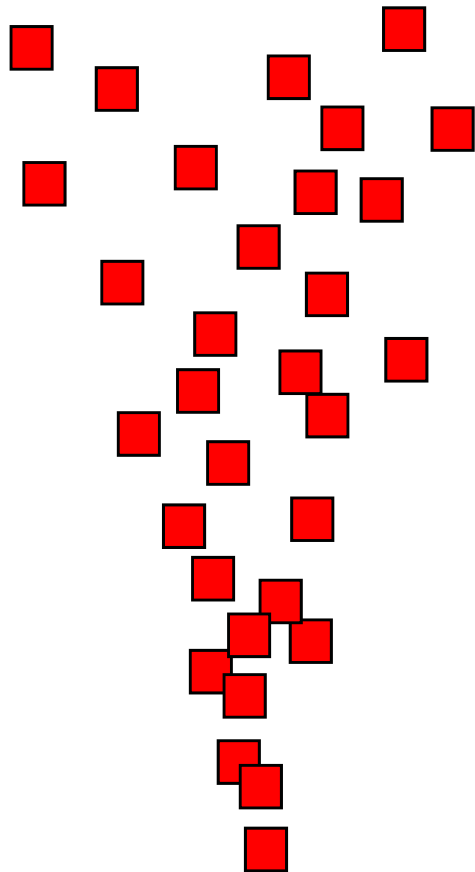
EVOLUTION
OF MAN...



and woman.



Je evoluce progresivní?



„efekt zdi“

STRUKTURA EVOLUČNÍ BIOLOGIE

2 základní otázky:



Jaká je historie života?

- systematika
- paleontologie

Jaké jsou mechanismy?

- populační a evoluční genetika
- ev. ekologie
- ev. vývojová biologie (evo-devo)
- behaviorální ekologie
- sociobiologie, ev. psychologie
- ev. fyziologie
- ev. morfologie

HISTORIE EVOLUČNÍHO MYŠLENÍ

Za počátek evoluční biologie považován rok 1859 (Darwinův *Původ druhů*), nicméně:

- evoluční myšlenky mnohem starší
- teprve po 2. světové válce evoluční biologie jako skutečná vědní disciplína

„Ještě nižádný spytatel neviděl, že by z jednodušších ústrojí, jako jsou nálevníci, vyšší, u příkladu červ a z toho hmyz byl vynikl. Nicméně musíme přijmouti, že takové proměňování se dělo a ještě děje. (...) Toho zponenáhleho přetvořování důkaz jsou ostatky životů v lůně zemním pochované. (...) Příroda tvořící od nejjednodušších začla, pořád po stupních dokonalosti se vznášela a ještě teď se béře“.

??

Jan Svatopluk Presl (1791-1849), Rostlinář

HISTORIE EVOLUČNÍHO MYŠLENÍ

Za počátek evoluční biologie považován rok 1859 (Darwinův *Původ druhů*), nicméně:

- evoluční myšlenky mnohem starší
- teprve po 2. světové válce evoluční biologie jako skutečná vědní disciplína

Historii evolučního myšlení lze rozdělit na následující etapy:

- před Darwinem
- Darwinova/Wallaceova teorie
- evoluční teorie na přelomu 19. a 20. století
- Moderní syntéza a současný vývoj

HISTORIE EVOLUČNÍHO MYŠLENÍ

1. Před Darwinem

A) antika a středověk:

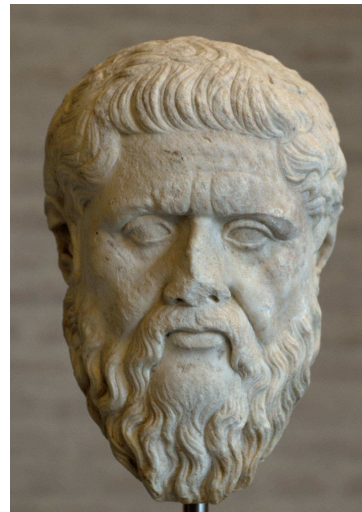
Anaximandros (6. stol. př.n.l.): lidé a živočichové se vyvinuli z ryb

Empedokles (5. stol. př.n.l.): náhodné kombinace různých částí těla

Platón (428/7 BC–348/7 BC)

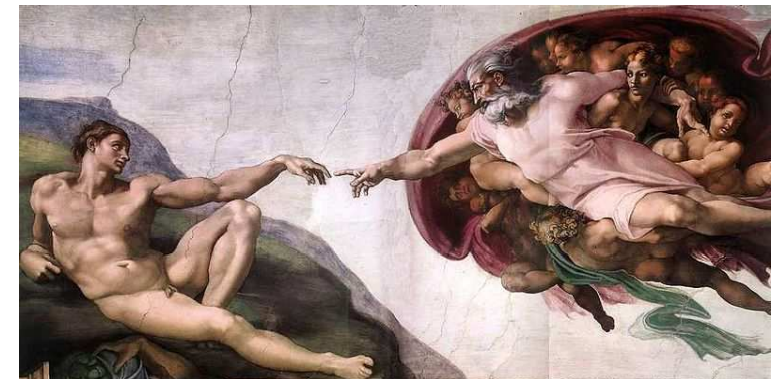
svět idejí

Aristoteles (384 BC–322 BC)



křesťanská filozofie:

- Platónův svět idejí a Bůh
- *Scala Naturae*
- názor vycházející z doslovného znění Bible = **kreacionismus**



HISTORIE EVOLUČNÍHO MYŠLENÍ

B) konec 17. stol. po Velkou francouzskou revoluci:

FRANCIE

Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707-1788):

- od 1749 *Histoire Naturelle*
- stáří Země = 168 000 let
- 1766: příbuzné druhy ze společného předka, modifikace klimatickými faktory



HISTORIE EVOLUČNÍHO MYŠLENÍ

B) konec 17. stol. po Velkou francouzskou revoluci:

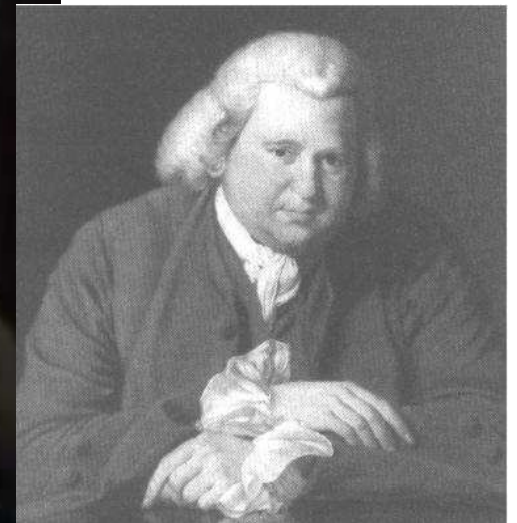
NĚMECKO

Immanuel Kant, Lorenz Oken (*Naturphilosophen*), J. W. Goethe

ANGLIE

Erasmus Darwin (1731-1806)

- 1794: *Zoönomia*
- „*E conchis omnia*“
(„všechno z měkkýšů“)



HISTORIE EVOLUČNÍHO MYŠLENÍ

C) 19. století:

**Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet
de LAMARCK (1744-1829)**

1809: *Philosophie zoologique*

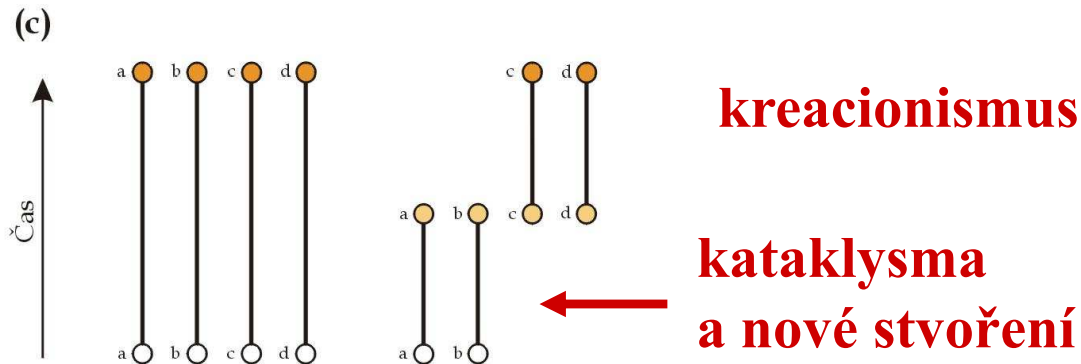
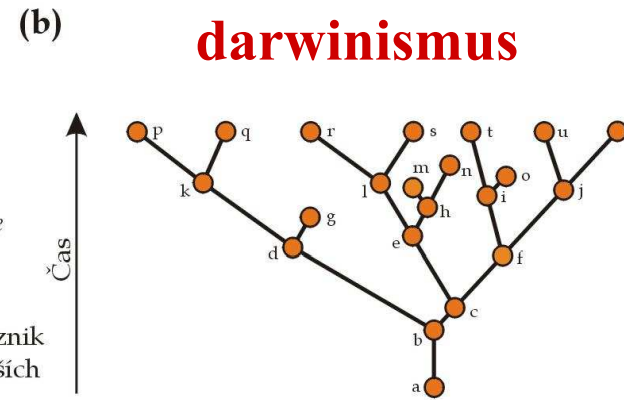
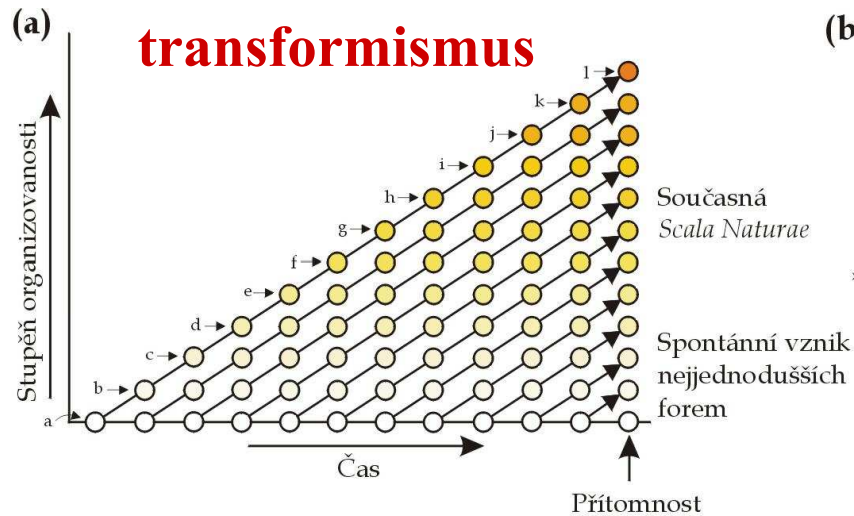
1. vrozená vnitřní tendence ke změně
2. dědičnost získaných vlastností

- změna druhů k vyšší organizovanosti (transformismus)
- neustálý spontánní vznik jednoduchých organismů
- počet druhů neměnný

LAMARCKISMUS



kritika Lamarckovy teorie → Georges Cuvier (1769-1832)



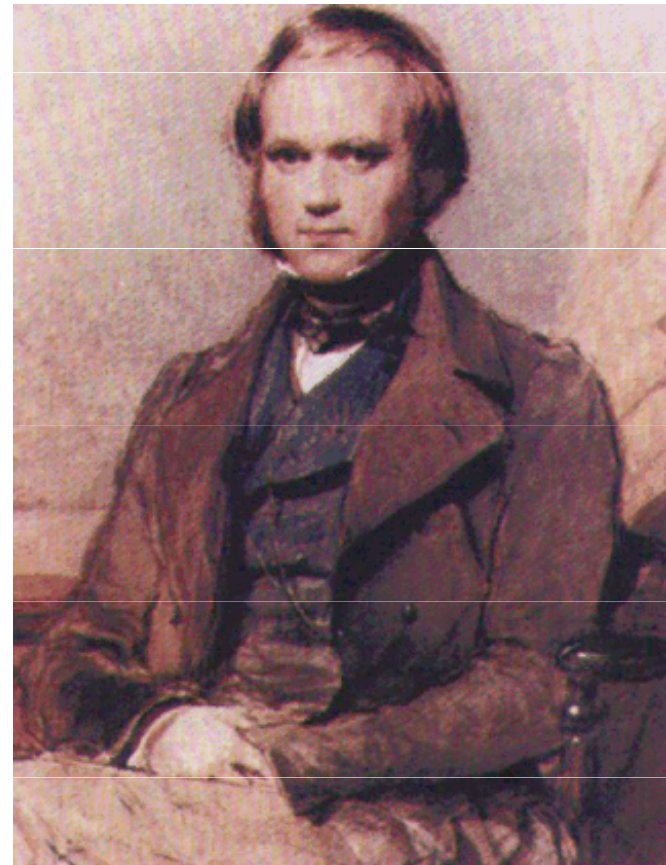
- přírodní teologie: **William Paley**
- paleontologie: **Richard Owen**
- geologie: **Charles Lyell**, *Základy geologie*
- uniformitarianismus (James Hutton)

HISTORIE EVOLUČNÍHO MYŠLENÍ

2. Darwinova/Wallaceova teorie

Charles Robert DARWIN (12.2.1809-19.4.1882)

- medicína v Edinburghu
- teologie v Cambridge
- 1831-1836: H.M.S. Beagle



Zdroje Darwinovy teorie:

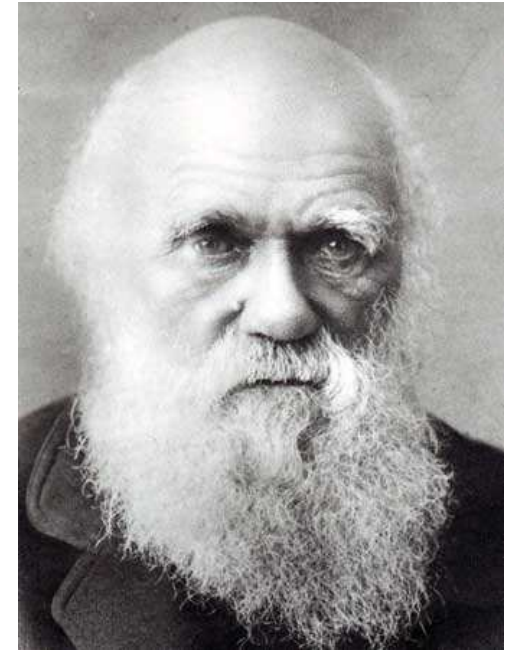


- Lyellovy *Základy geologie*
- plavba na Beagle: - Kapverdské ostrovy
- Argentina (glyptodon, mastodont, kůň)
- Galapágy (želvy, leguáni, pěnkavy)
- **Thomas Malthus** (1798): *Essay on the Principle of Population*
(*Pojednání o zákonitostech populace*)
- 1838: Příčiny a mechanismus evoluce – původ postupnou úpravou (*descent with modification*)
- 1844: krátké shrnutí myšlenek
Robert Chambers: *Vestiges of the Natural History of Creation*
- 1858: **A. R. Wallace** → Linnean Society
- 1859: *O původu druhů přírodním výběrem aneb zachování zvýhodněných odrůd v boji o život*
(*On the Origin of Species by means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*)

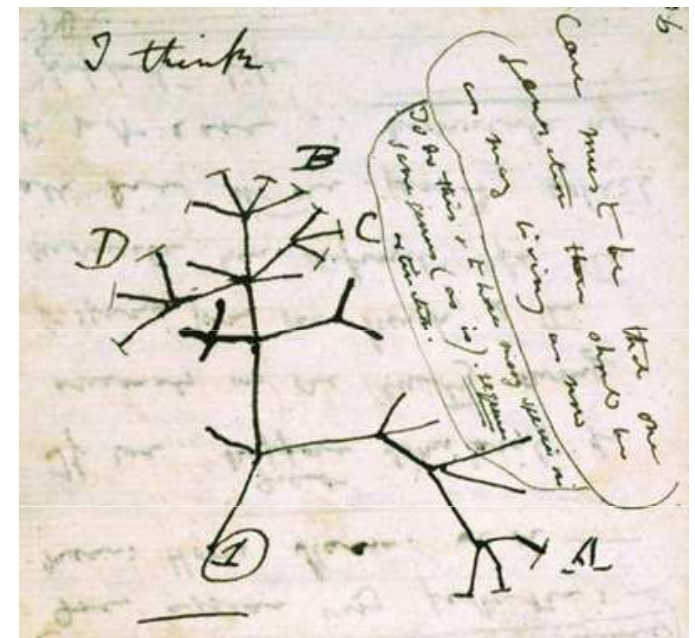
Alfred Russel WALLACE (1823-1913)

O sklonu variet nekonečně se odchylovat od původního typu (On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from the Original Type)

Darwinova teorie = DARWINISMUS:



1. Původ všech druhů ze společného předka
ne nadpřirozenou bytostí
ne samoplození
divergence akumulací drobných změn
2. Teorie přírodního výběru

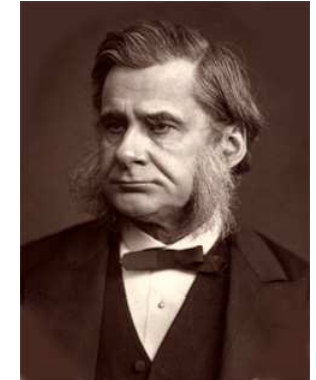


HISTORIE EVOLUČNÍHO MYŠLENÍ

3. Evoluční biologie na přelomu 19. a 20. století

Problémy Darwinovy teorie:

- čas: **William Thomson, lord Kelvin**
stáří Země max. 200 mil. let
- kambrijské zkameněliny
- vznik složitých orgánů
- neznalost teorie dědičnosti:
směsná dědičnost (x 1867 Fleeming Jenkins)
pangeneze (gemmuly)



Thomas Henry Huxley, Joseph Hooker, Asa Grey

- **Ernst Haeckel: zákon rekapitulace**
- **Herbert Spencer: sociální darwinismus**
- **marxismus**



HISTORIE EVOLUČNÍHO MYŠLENÍ

3. Evoluční biologie na přelomu 19. a 20. století

Alternativní teorie

1. Ortogeneze:

- finalismus



Megaceros giganteus

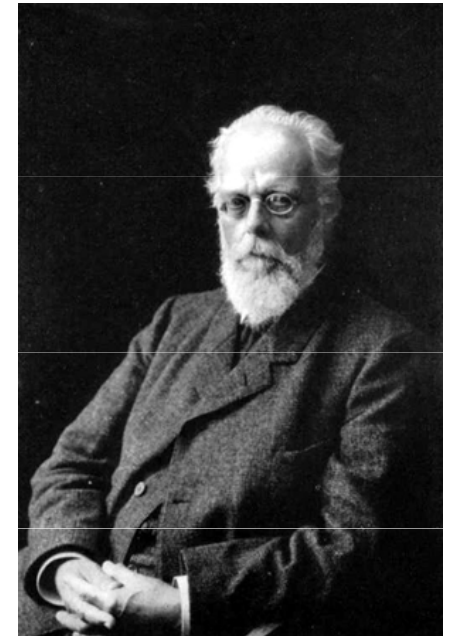
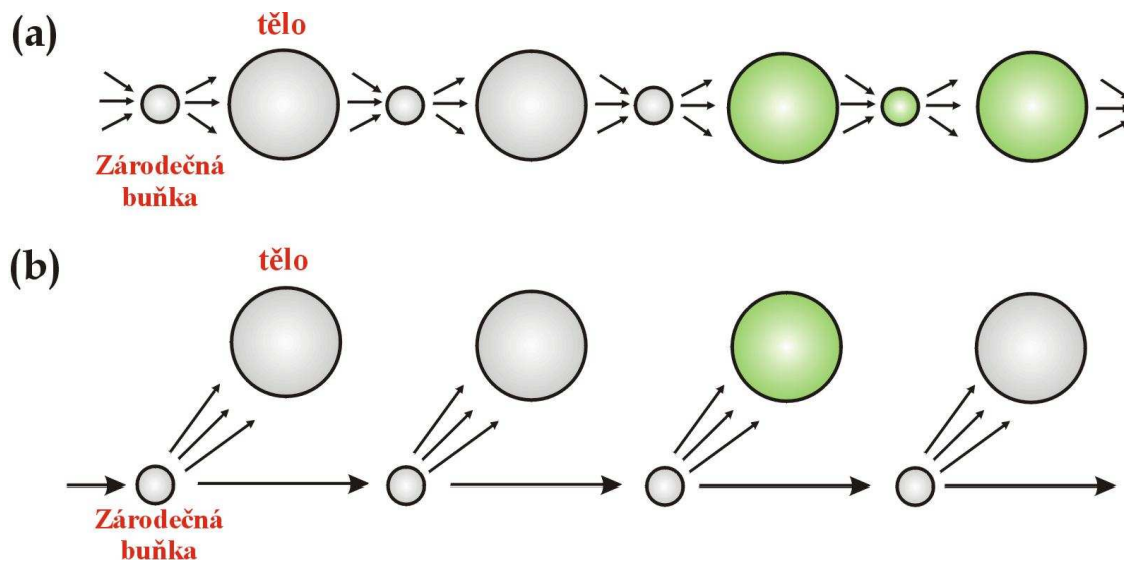
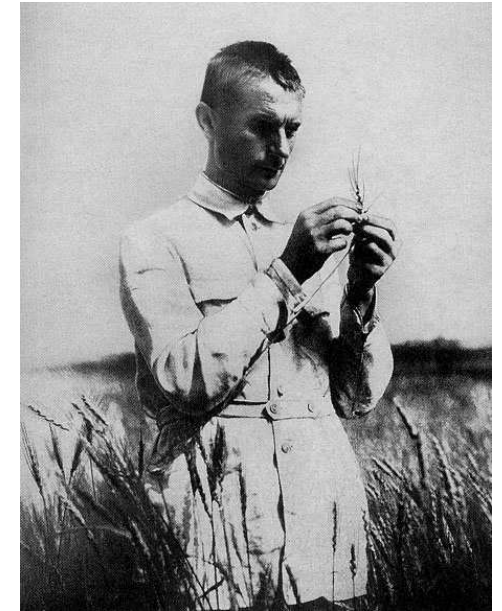


Alternativní teorie

2. Neolamarckismus:

- Paul Kammerer, Arthur Koestler
- lisenkismus: Trofim Děnisovič Lysenko

- August Weismann:
soma + zárodečná plazma (germen)



Způsob vývoje zárodečných buněk a počet žijících druhů u živočišných skupin (většinou kmenů). U více než jedné třetiny kmenů není znám způsob vývoje zárodečných buněk.

Raná determinace zár. buněk	Pozdní determinace zár. buněk	Somaticky odvozené zár. buňky	Více než jeden typ	Neznámý typ				
Mesozoa	Echinodermata	6000	Bryozoa	4000	<i>Raná, nebo pozdní</i>	Placozoa	2	
Orthonectida	18	Mollusca	100000	Cnidaria	9000	Arthropoda	Priapula	10
Dicyemida	65		Porifera	10000	Crustacea	75000	Phoronida	13
Onychophora	70				Chelicerata	100000	Pentastomida	90
Chaetognatha	70				Uniramia	800000	Gnathostomulida	100
Ctenophora	80						Pogonophora	100
Kinorhyncha	125				<i>Všechny 3 typy</i>		Hemichordata	100
Gastrotricha	500				Annelida	8700	Entoprocta	130
Tardigrada	550				Platyhelminthes	12700	Echiura	130
Acanthocephala	1150				Chordata	39000	Nematomorpha	230
Rotifera	1800						Sipuncula	320
Nematoda	10000						Brachiopoda	330
							Nemertini	800

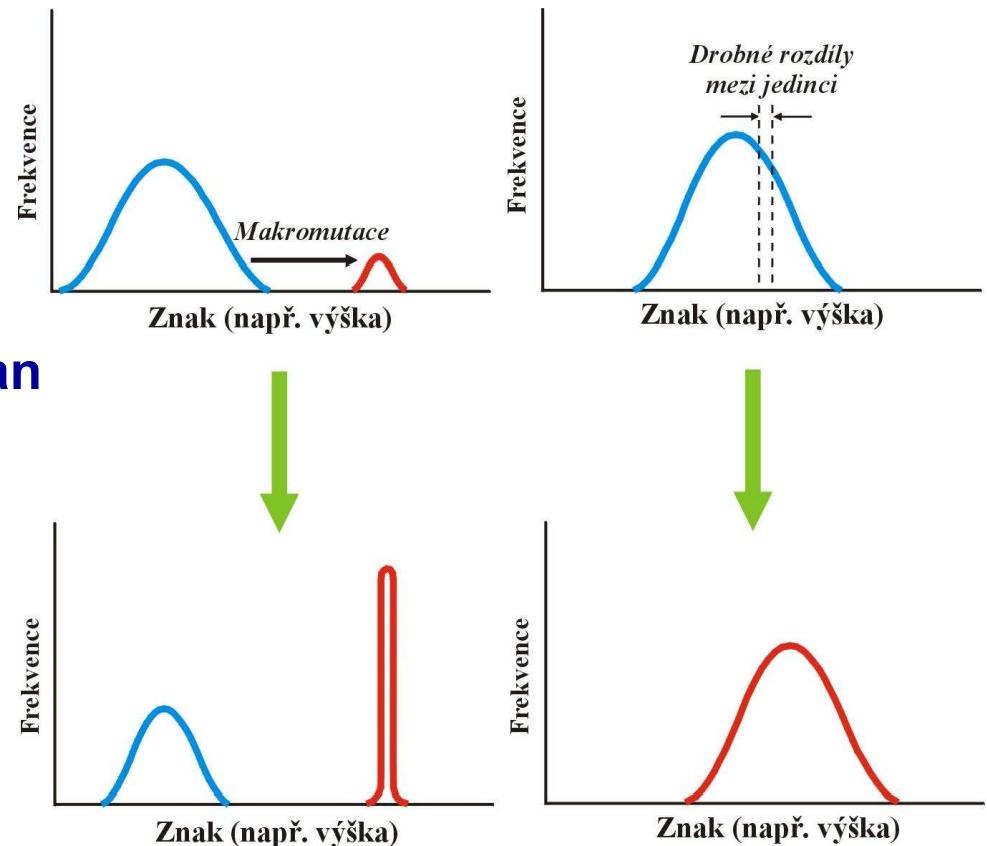
Alternativní teorie

3. Mutacionismus:

- 1900: znovuobjevení Mendelových z.
- **Hugo de Vries**: pojem mutace
Oenothera lamarckiana
- **diskrétní proměnlivost**
- **William Bateson, Thomas Hunt Morgan**
- makromutace: **Richard Goldschmidt**
(1940) - „nadějná monstra“

× **biometrikové:**

- **Francis Galton, Karl Pearson**
- **kontinuální proměnlivost**



HISTORIE EVOLUČNÍHO MYŠLENÍ

4. Moderní syntéza a současný vývoj



RONALD A. FISHER

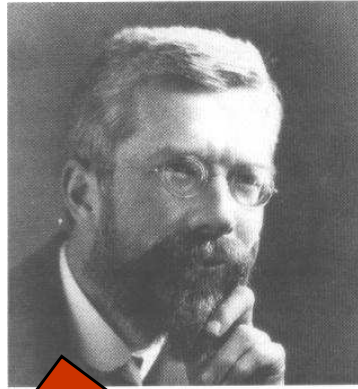


J. B. S. HALDANE



SEWALL WRIGHT

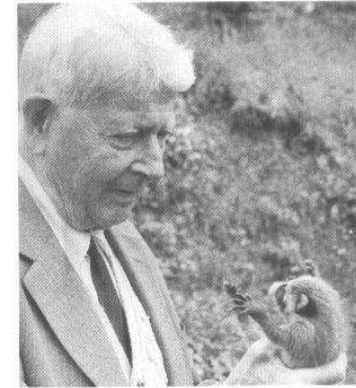
- **sir Ronald Aylmer Fisher (1890-1962)**
- **John B. S. Haldane (1892-1964)**
- **Sewall Wright (1889-1988)**
- **Sergej Četverikov (1880-1958)**



R. A. FISHER



J. B. S. HALDANE



SEWALL WRIGHT

- 1918: výsledky biometriků v souladu s Mendelovými z.
- 1930: *The Genetical Theory of Natural Selection (Genetická teorie přírodního výběru)*

- 1931: *Evolution in Mendelian Populations (Evoluce v mendelovských populacích)*

- 1932: *The Causes of Evolution (Příčiny evoluce)*

základy populační genetiky

NEODARWINISMUS v užším smyslu

- **Theodosius Dobzhansky (1900-1975)**
1937 – *Genetics and the Origin of Species*
(*Genetika a původ druhů*)

- **Edmund B. Ford (1901-1988)**
1964 – *Ecological Genetics*
(*Ekologická genetika*)

- **Julian S. Huxley (1887-1975)**
1942 – *Evolution: The Modern Synthesis* (*Evoluce: Moderní syntéza*)

- **Ernst Mayr (1904-2005)**

- **George Gaylord Simson (1902-1984)**

- **George Ledyard Stebbins (1906-2000)**

- 1947 Princeton

- 1949 *Genetics, Paleontology, and Evolution*



Syntetická teorie evoluce = Moderní syntéza

NEODARWINISMUS v širším smyslu

Některé zásady neodarwinismu:

- **fenotypové rozdíly způsobeny rozdíly v genotypu a částečně působením vnějšího prostředí**
- **prostředí může změnit frekvenci mutací, ale ne vyvolávat adaptivní mutace**
- **základem dědičnosti geny, které si z generace na generaci zachovávají svou identitu**
- **evoluční změny probíhají v populacích jako změny ve frekvenci genotypů**
- **mezi různými druhy neprobíhá výměna genů**
- **ani mutace s velkým účinkem nemusí způsobit vznik nového druhu**
- **nové druhy vznikají zpravidla genetickou divergencí geograficky izolovaných populací**
- **rozdíly a děje a mechanismy na úrovni vyšší než druh (makroevoluce) lze vysvětlit pomocí stejných principů jako na úrovni nižší (mikroevoluce)**
- **fosilní záznam je v souladu s principy evolučních změn, není třeba vnášet jiné mechanismy (lamarckismus, ortogeneze, vitalismus, mutacionismus)**

LZE EVOLUCI DOKÁZAT?

- **experimentální evoluce:** *Primula verticillata* × *P. floribunda* → *P. kewensis*
Galleopsis pubescens × *G. speciosa* → *G. tetralit*

- **hierarchické uspořádání**

- **suboptimální znaky - inverzní oko, hrtanový nerv**

- **homologie: orgány, genetický kód, aminokyseliny**

- **konvergence**

