



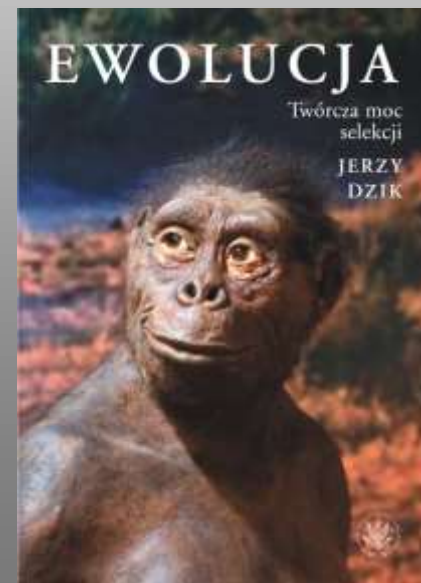
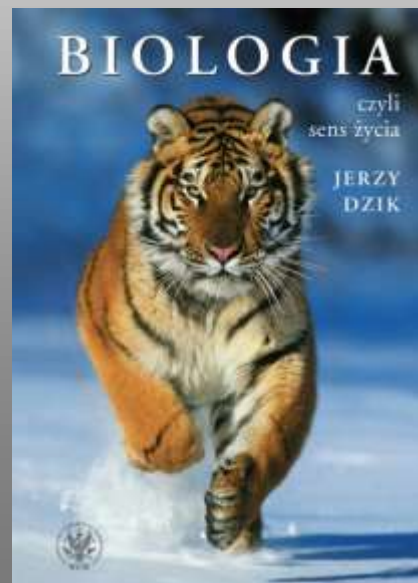
Ewolucja **4.**

UNIWERSALNOŚĆ KONCEPCJI EWOLUCJI

Jerzy Dzik

*Instytut Paleobiologii PAN
Instytut Biologii Ewolucyjnej UW*

2022



UNIWERSALNOŚĆ

atrybutem teorii fizykochemii

teorie (prawa) uniwersalne — stosowalne do nieskończonej liczby obiektów

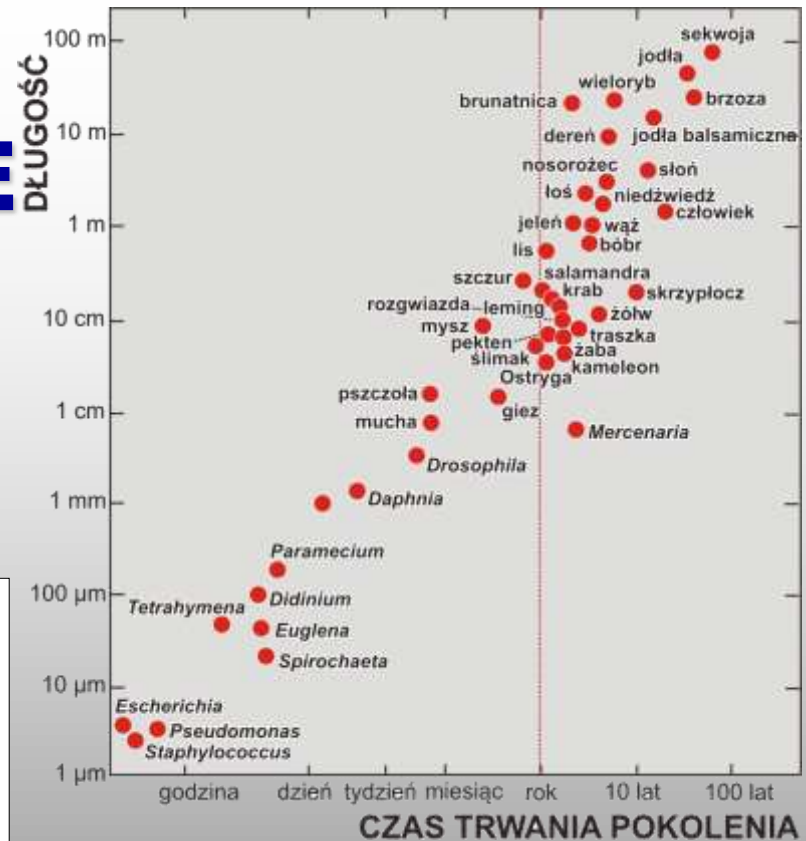
- czy zjawiska opisywane przez teorie biologiczne są nieskończenie liczne w przestrzeni?
- a może choć w czasie?

jaka postać mają typowe teorie biologii?

WNIOSKOWANIE

indukcyjne w biologii

- teoria określa korelację między obserwacjami
- nowe dane zmieniają niewiele
- pojedyncze obserwacje nie mogą obalić interpretacji

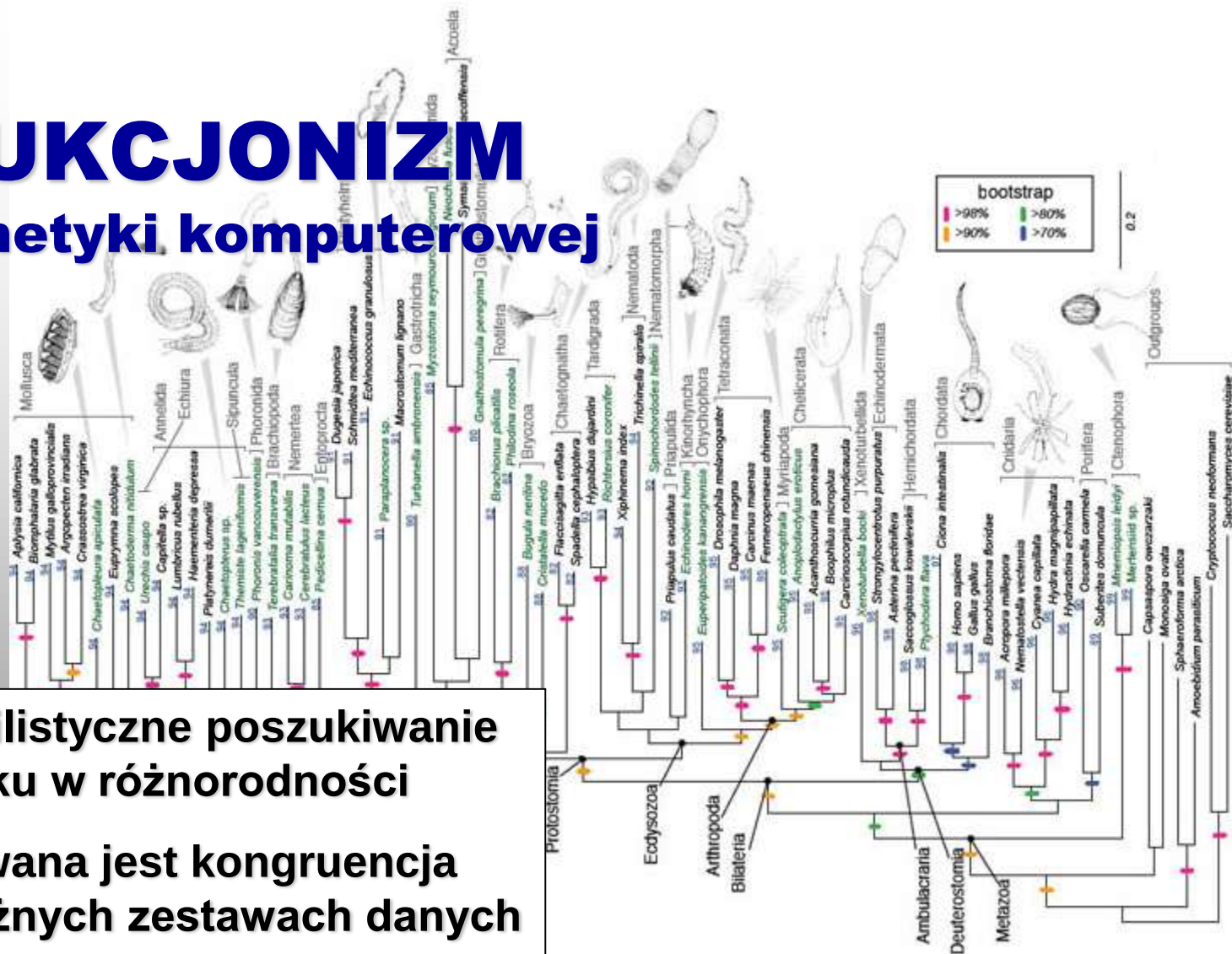


Bonner (1965)

indukcyjne są także dendrogramy pokrewieństw

INDUKCJONIZM filogenetyki komputerowej

- probabilistyczne poszukiwanie porządku w różnorodności
- oczekiwana jest kongruencja przy różnych zestawach danych



Dunn et al. (2008)

rygorystyczne stosowanie parsymonii nie oznacza falsyfikacji

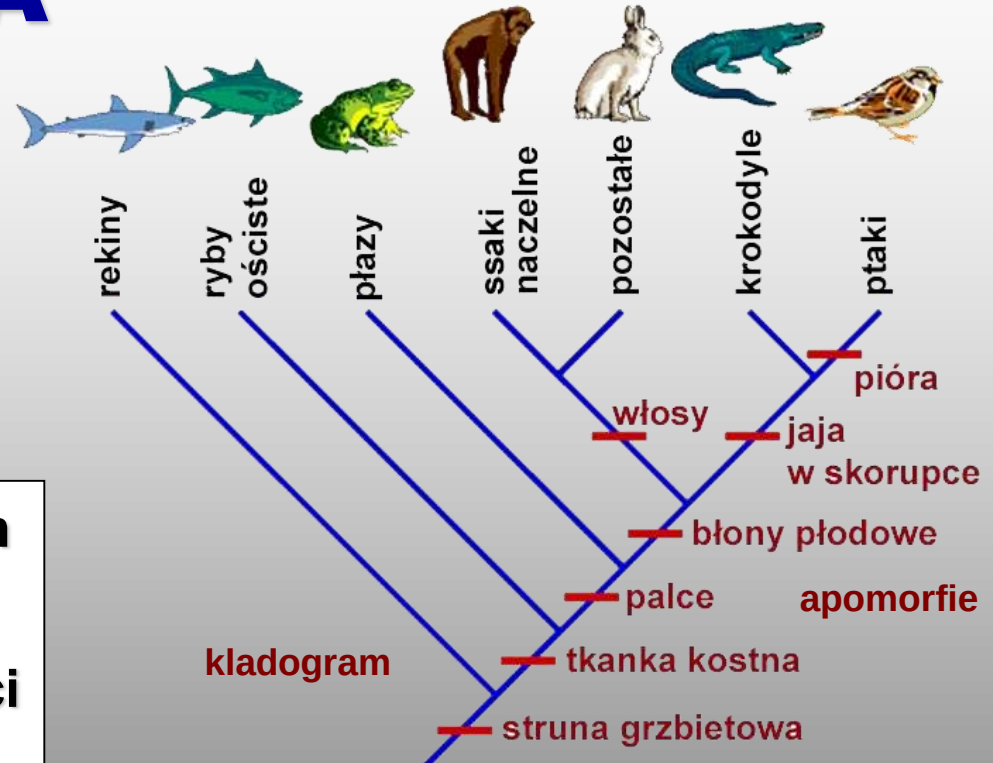
KLADYSTYKA

a czas geologiczny



Willi Hennig (1913-1976)

- hipoteza o hierarchicznym rozprzestrzenieniu cech
- dla odtworzenia kolejności ewolucyjnych innowacji
- drogą indukcji



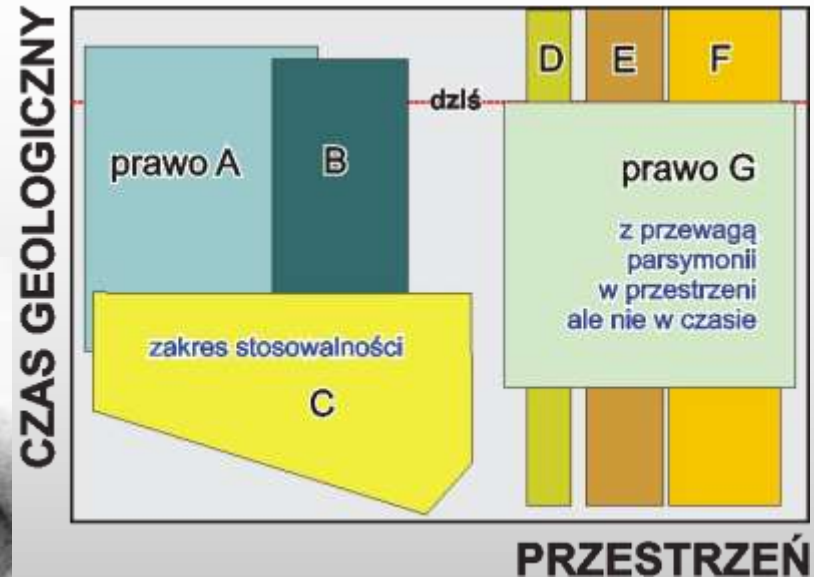
następstwo czasowe konkluzją analizy a nie atrybutem organizmów

EWOLUCJA a uniformitarianizm



Charles Lyell
(1797–1875)

James Hutton
(1726–1797)

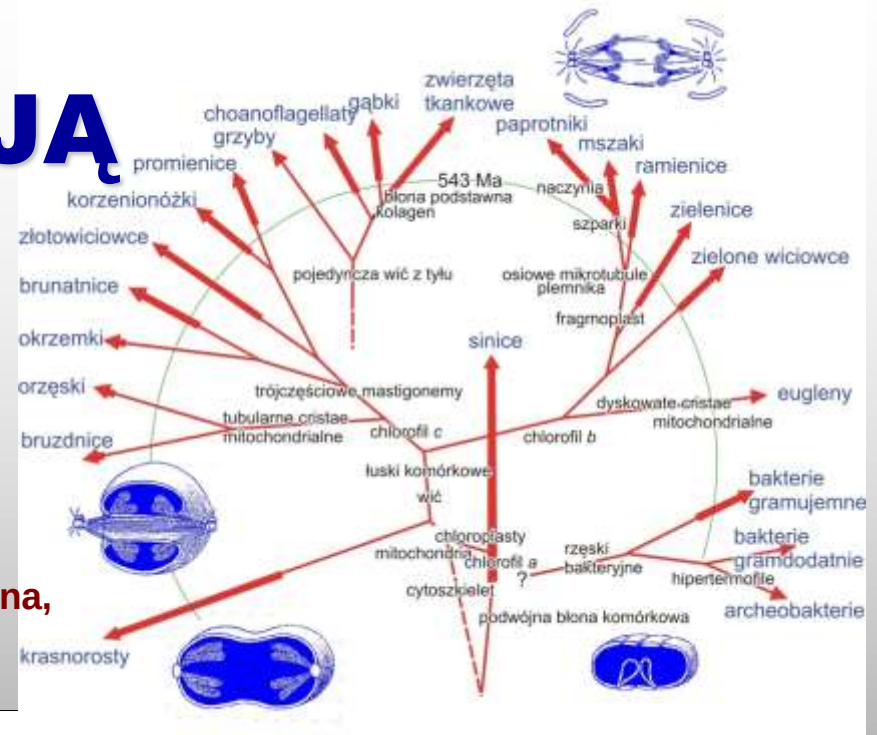


- zasada aktualizmu geologicznego to zastosowanie parsymonii do wymiaru czasowego:
- było tak jak dziś, póki nie ma dowodu, że było inaczej
- zasada ta nie stosuje się do ewolucji – póki nie ma dowodu na dawność, wynalazki uznajemy za niedawne

stosunek do czasu geologicznego różnicuje teorie biologii

CO WYJAŚNIAJĄ ściśle teorie biologii

drzewo rodowe to teoria najbardziej obszerna,
ale nie uniwersalna!



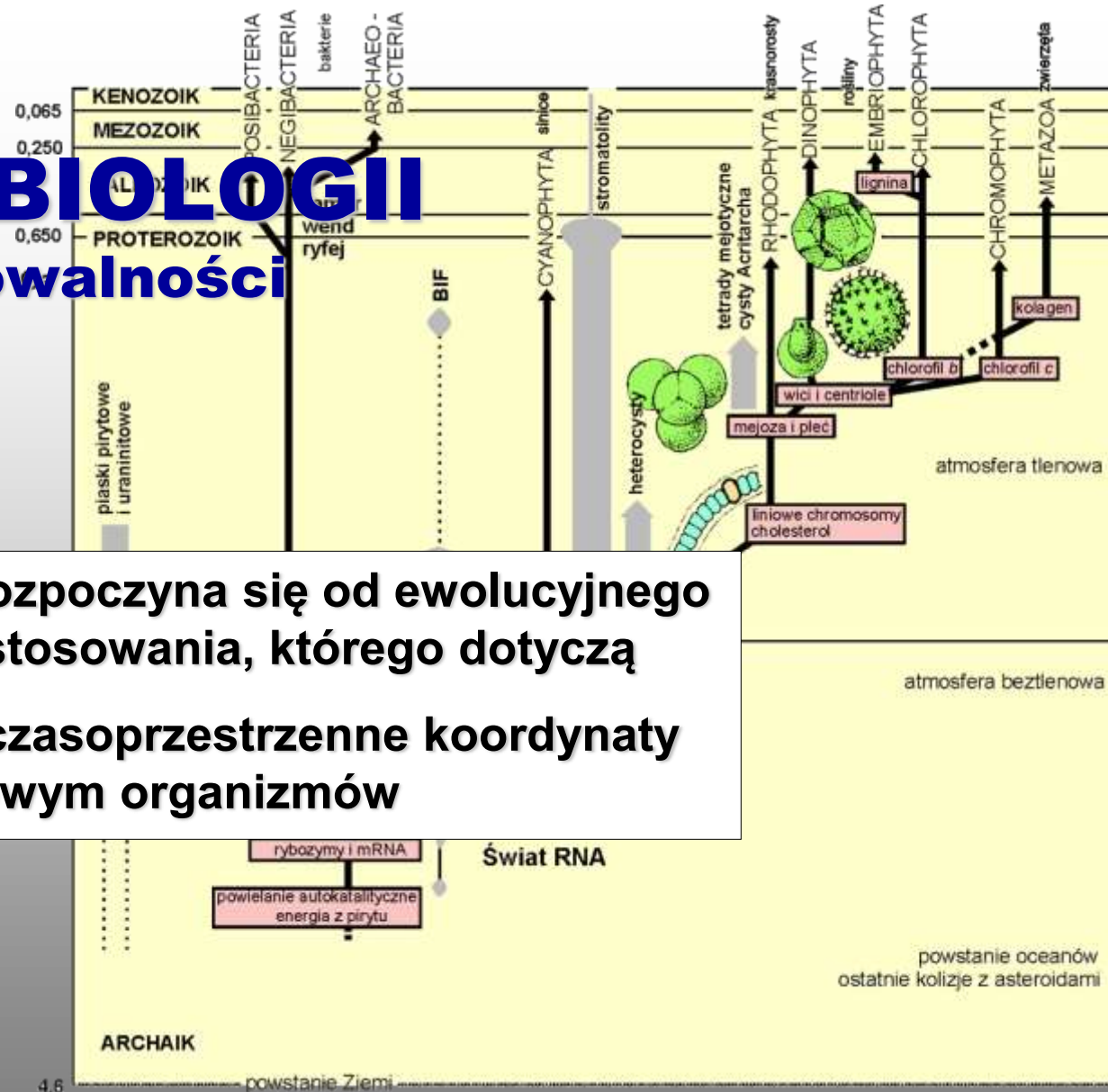
- zjawisko kumulowania informacji w organizmach
- sposób wykorzystania tej informacji do ich uformowania
- i zasady funkcjonowania organizmów w środowisku

hierarchia czasoprzestrzennych zakresów stosowalności

PRAWA BIOLOGII

zakres stosowalności

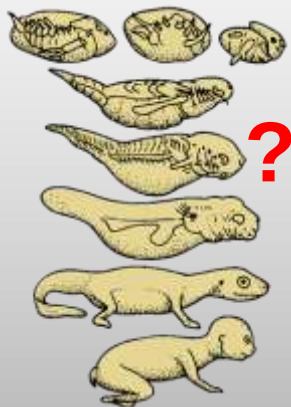
- stosowalność rozpoczyna się od ewolucyjnego powstania przystosowania, którego dotyczą
- ma więc ściśle czasoprzestrzenne koordynaty na drzewie rodowym organizmów



oczywiste jest czasoprzestrzenne ograniczenie biologii rozwoju

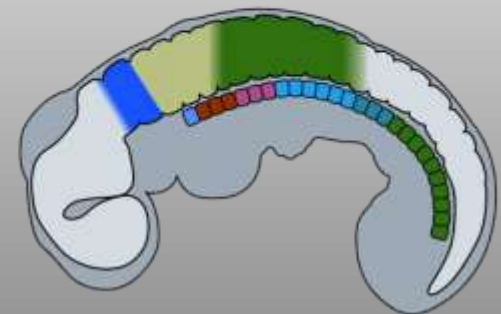
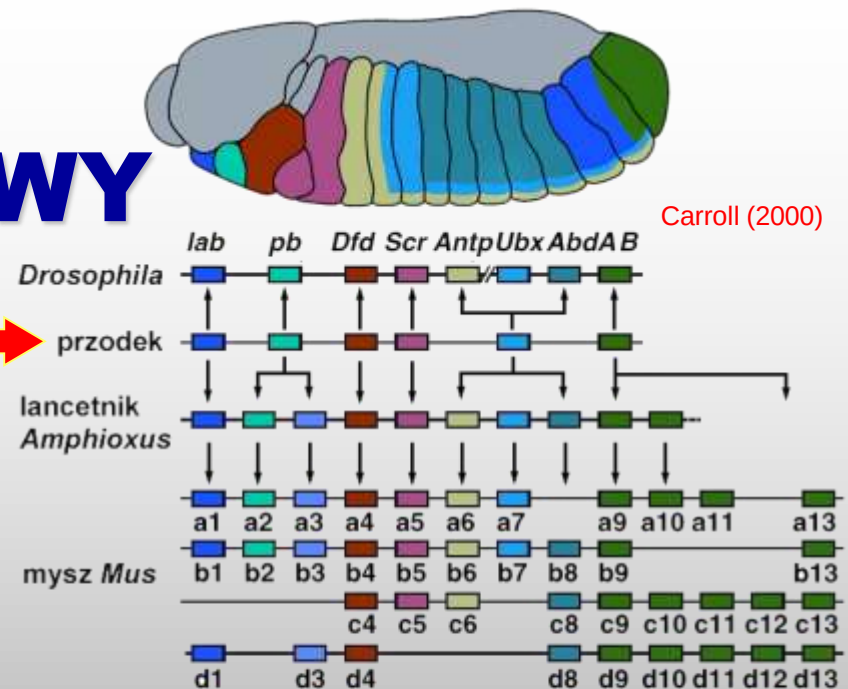
ZASIĘG CZASOWY

biologii rozwoju



W. Patten 1912
E. Geoffroy Saint Hillaire 1822

- segmentalne geny homeotyczne muchy i myszy homologiczne
- miał je ostatni wspólny przodek ssaków i owadów 600 mln lat temu



mimo genetycznej jednorodności komórki mogą być odmienne

MECHANIZM wielokomórkowości

bloki komórek

Butterfield (2000)

krasnorost *Bangiomorpha* 1,2 mld lat
formacja Hunting, Kanada



rhizoidy

- organizmy wielokomórkowe są klonami identycznych genetycznie komórek
- powstają wszak z podziału zygoty
- ich komórki różnią się w wyniku regulacji ekspresji genów
- geny homeotyczne od co najmniej 1,2 mld lat

jednak roślinami i zwierzętami rządzą odmienne prawa

KORZYŚCI

z wielokomórkowości

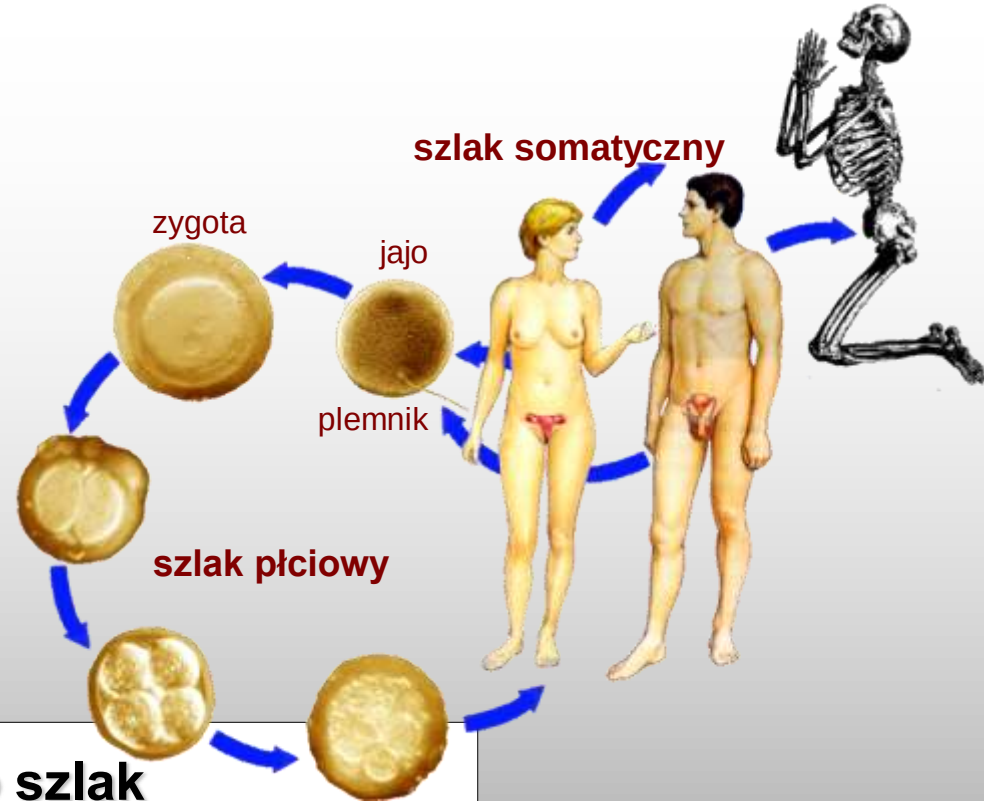
krasnorost sprzed
600 mln lat



- połączenie komórek po mitozie zabezpiecza autotrofy przed zmyciem do stref bez światła i biogenów
- zwiększenie rozmiarów zabezpiecza przed drapieżnikami
- przy hydraulicznym transporcie wewnątrz ciała rozmiary zwierzęcia nieograniczone
- rewersja do ekologicznego oportunizmu prowadzi do utraty zalet wielokomórkowości

homeotyczna regulacja rozwoju ma też tragiczny skutek

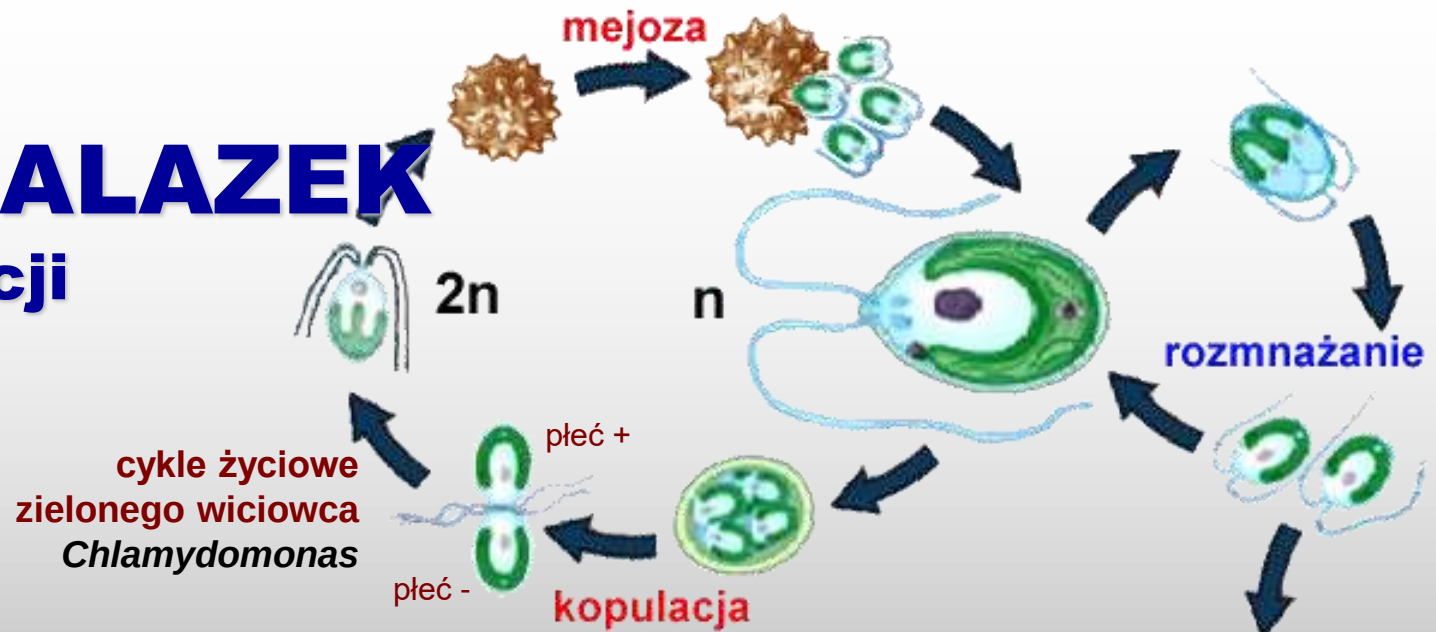
NARODZINY



- wyodrębniony z płciowego szlak somatyczny może zamierać po rozrodzie
- z wiekiem spada intensywność eliminacji a potem prawdopodobieństwo rozrodu
- genom słabiej jest oczyszczany z uszkodzeń

płeć odziedziczona po jednokomórkowym wiciowcu

WYNALAZEK kopulacji



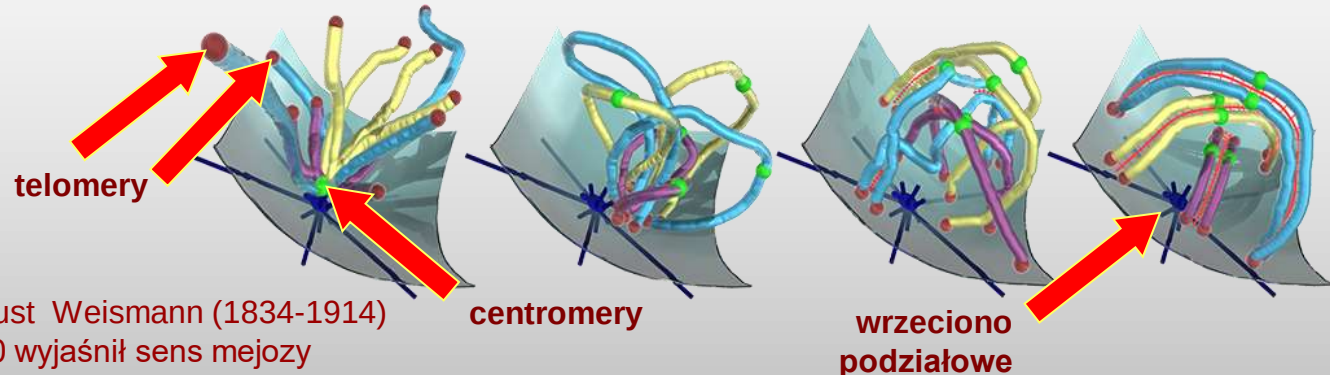
- dwa komplety DNA ułatwiają jego naprawę
- horyzontalny przepływ informacji genetycznej zwiększa różnorodność genomu
- a przez to szanse przetrwania w niestabilnym i nieprzewidywalnym środowisku

dlatego procesy płciowe indukowane zwykle przez głód lub stress

NIEZBĘDNOŚĆ mejozy



August Weismann (1834-1914)
1890 wyjaśnił sens mejozy



parowanie chromosomów
w mejozie

Dresser (2008)

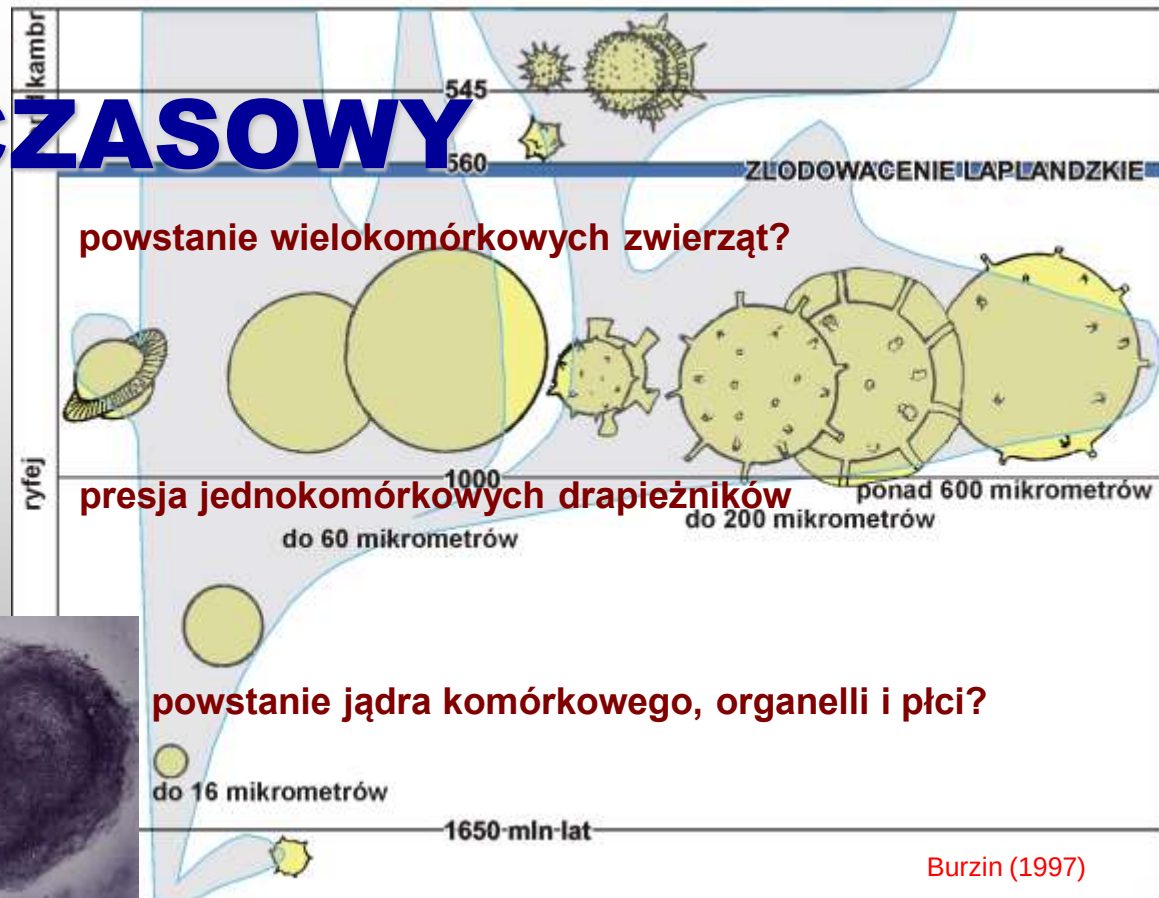
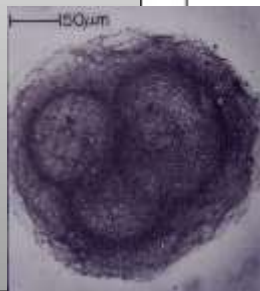
- kumulowanie chromosomów musi być odwracane nielosowo, bo mają przecież odmienną zawartość
- końce chromosomów (telomery) wędrując po błonie jądrowej łączą je w pary
- dwie kolejne separacje chromosomów wzdłuż mikrotubul redukują ich liczbę do pierwotnej

pierwotnie sparowanie chromosomów służyło ich naprawianiu

ZASIĘG CZASOWY

teorii płci

tetrada mejotyczna?
Tetrasphaera
950 mln lat

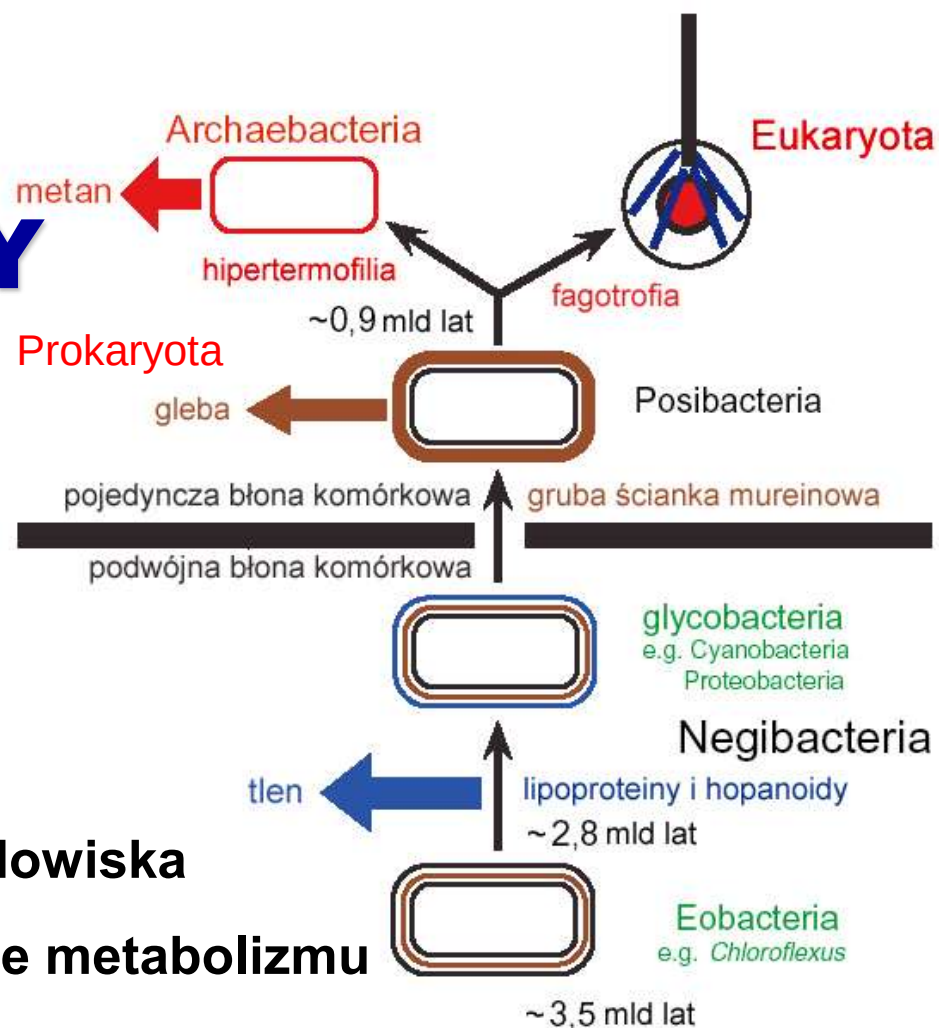


- pośrednie argumenty (tetrady podziałowe, rozmiary komórki) datują powstanie organizmów płciowych na 1,5 mld lat temu

odtąd dopiero istnieją obiektywnie różne gatunki

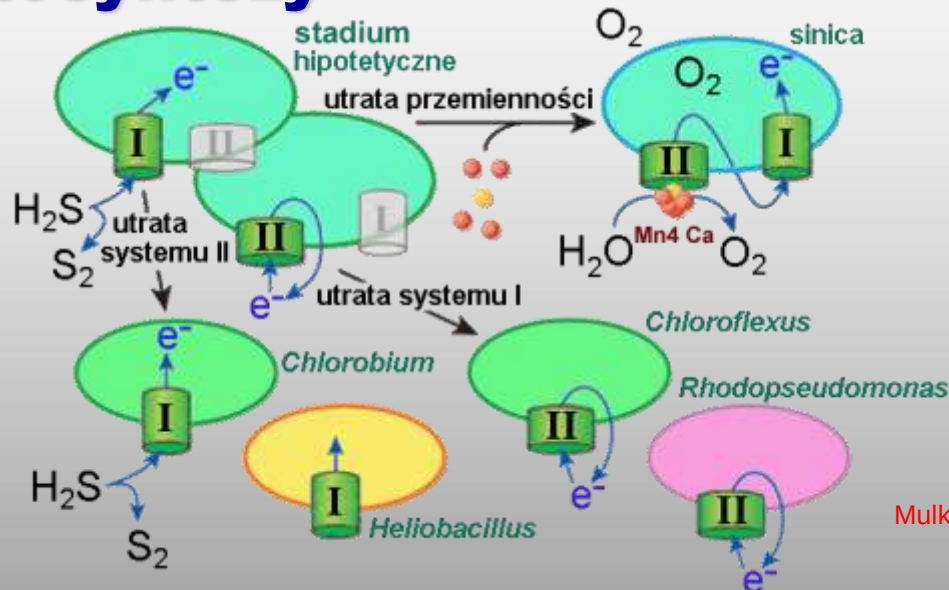
ELEMENTARNY osobnik

- wyodrębnienie błoną od środowiska
- przestrzenne uporządkowanie metabolizmu
- zapewnienie skutecznego dziedziczenia
- prawdopodobnie najpierw bakterie Gram-ujemne



przełomowym wynalazkiem ewolucyjnym była fotosynteza

POCZĄTKI fotosyntezy



Ala-tRNA synthetase	E. coli	143228	SY	ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	N. influenzae	117446		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Vib. cholerae	250062		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Thio. ferrooxidans	1262813		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Pae. aeruginosa	2656129		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Mor. pertussis	*		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Ter. penalis	*		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Actin. act.	*		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Camp. jejuni	*		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Kell. meningitidis	*		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Kell. pneumoniae	*		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	K. leishmaniae	135091		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Bar. bacilliformis	156822		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	H. proazotii	4134125		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	R. solitarius	155692		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Kell. pyralis	2314494		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Pa. gingivitis	*		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Fl. ferrugineus	41130651		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Cyano. cyanobacteria	41130652		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Ch. tepidus	*		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Chl. trachococcus	2063727		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Am. amicus	3088116		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Her. barophilus	1653411		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Sy. sp. FCC 4803	*		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	S. radiodurans	2500966		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Ther. thermophilus	1501288		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Ther. aquaticus	2021186		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Bac. subtilis	2215532		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Myc. tuberculosis	3136021		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Myc. leprae	1311145		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	N. gonorrhoeae	2500950		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	N. meningitidis	155610		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Spiro. citri	2314610		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	T. maritima	*		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Clp. aerophilyticum	*		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Strep. pneumoniae	*		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Strep. pyogenes	*		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG
	Ent. faecalis	*		ATGATATGAGGAA	GGG	AGGCTATAGGTTTATGATGAG

Gupta et al. (1999)

Mulkidjanian et al. (2006)

- przodek dzisiejszych bakterii miał oba fotosystemy
- fotoliza wody zastąpiła siarkowodór jako źródło elektronów

niezbędne katalityczne białka opisane trójkami nukleotydów

GENEZA kodu genetycznego

Jeffrey Tze-fei Wong (1937-)

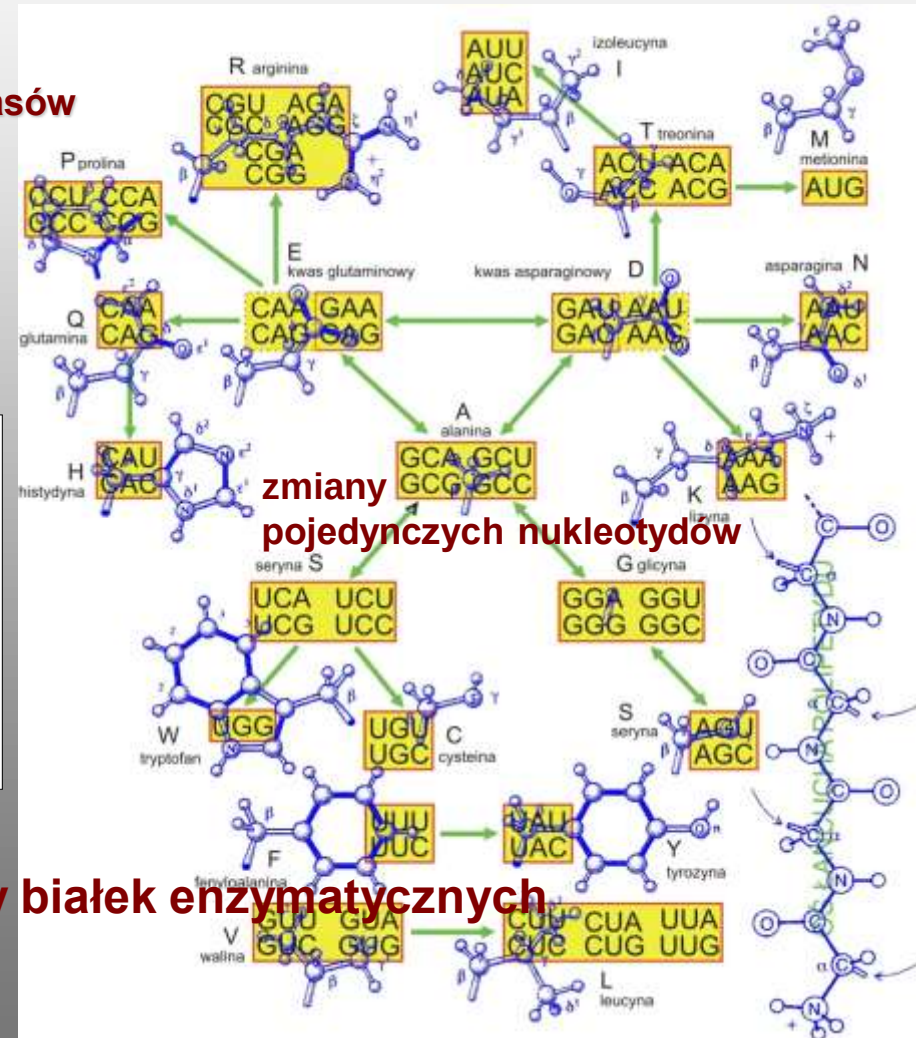


koewolucja kodu genetycznego i aminokwasów

- na początku było zbyt mało rodzajów aminokwasów do syntezy dobrych enzymów
- nie białka były więc pierwszymi katalizatorami

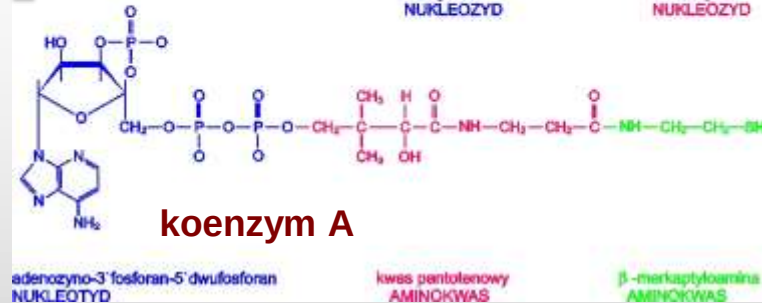
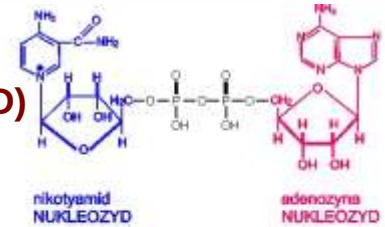
pierwsze organizmy nie kodowały białek enzymatycznych

Wong (1976)



ZASIĘG CZASOWY enzymologii

dinukleotyd nikotynamidoadeninowy (NAD)



Świat RNA ewoluował

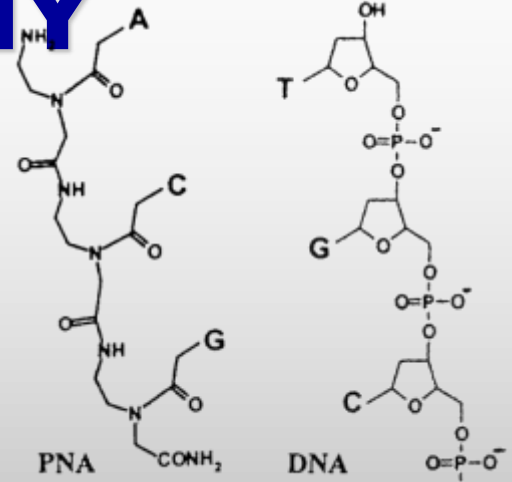
- DNA powstało jako wyspecjalizowany nośnik dziedziczności dla zapewnienia trwałości przekazu
- nietrwałe RNA tylko przekaźnikiem zapisu i rybozymbem
- uzupełnienie rybozymbów o części polipeptydowe zwiększyło ich zdolności katalityczne

nietrwałej rybozy nie mogło być w pierwszym nośniku dziedziczności

CZASOPRZESTRZENNY

zasięg teorii Darwina

życie biologiczne to zdolność do darwinowskiej ewolucji



- czy RNA był pierwszym nośnikiem dziedziczności?
- kwasy peptydonukleinowe imitują polinukleotydy – zamiast rybozy i fosforanów N-(2-aminoetylo)glicyna; nukleozydy związane łącznikami octanowymi
- ale niezdolne do samopowieliania z autokatalizą

dobór powielanych właściwości możliwy i bez ich dziedziczenia

PRZECIWCIAŁA

losowa zmienność i dobór



Frank M. Burnet (1899-1985)
1957 selekcja klonalna przeciwciał

Susumu Tonegawa (1939-)
1976 niemejotyczna rekombinacja DNA



- **receptorów na limfocytach T i rodzajów immunoglobulin jest tysiące razy więcej niż genów**
- **źródłem różnorodności ich genów jest losowe łączenie fragmentów DNA w limfocytach poza mejozą**
- **przypadkowe dopasowanie stymuluje namnażanie zdolnych do tego limfocytów (selekcja klonalna)**

niehistoryczne zastosowanie teorii Darwina; bez dziedziczności

MÓZG

połem doboru?

Jean-Pierre Changeaux (1936-)
1983 selekcja synaps



- **10⁹ neuronów w mózgu człowieka, miliony razy więcej niż genów; synaps 10¹⁵**
- **układ synaps jest zmienny w klonach bezkręgowców**
- **tylko 60% neuronów zarodka przeżywa do dorosłości; zmniejsza się również liczba synaps**
- **uczenie się jest może selekcją losowo powstających połączeń synaptycznych**

informatyka wspiera tę drogę rozumowania

„SZTUCZNA INTELIGENCJA”

a teoria ewolucji

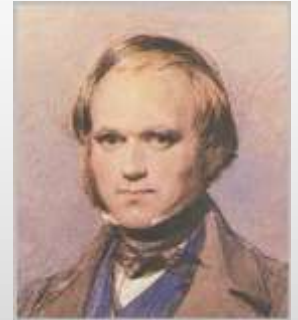
The Amazon logo, featuring the word "amazon" in a black, lowercase, sans-serif font, with a curved orange arrow underneath it pointing from the 'a' to the 'z'.The Google logo, featuring the word "Google" in its multi-colored, lowercase, sans-serif font.

- **systemy uczące się eliminują losową różnorodność dostosowując się do zadanej funkcji**
- **to podstawa oprogramowania umożliwiającego wyeliminowanie konkurentów z rynku**
- **zasady kapitalizmu (liberalizmu ekonomicznego) przeniesione zostały do wirtualnego świata**

ewolucja biologiczna może być inspiracją dla nie-biologów

TEORIA DARWINA

ma zastosowania pozaewolucyjne



Charles R. Darwin (1809-1882)

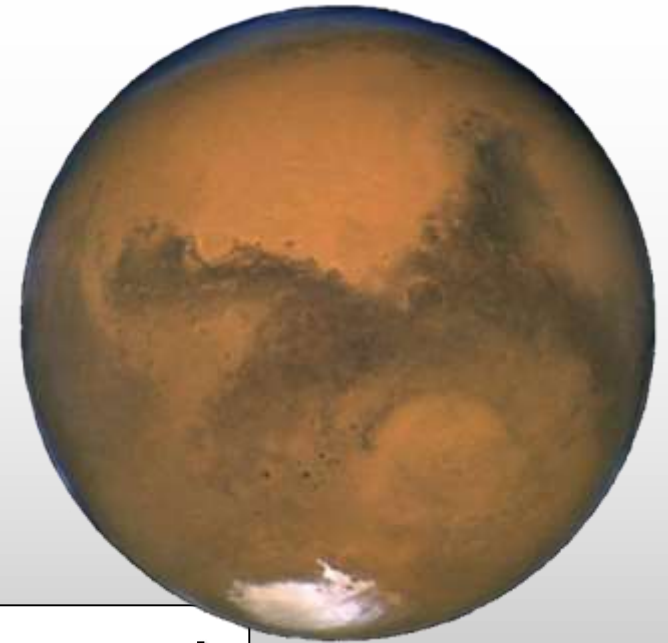
- **teoria ewolucji drogą selekcji ma zasięg wykraczający poza świat samoreplikujących się polinukleotydów (organizmów żywych)**
- **wszelkie obiekty dziedziczące zmienność mogą podlegać darwinowskiej selekcji**

nie muszą to być ziemskie stwory

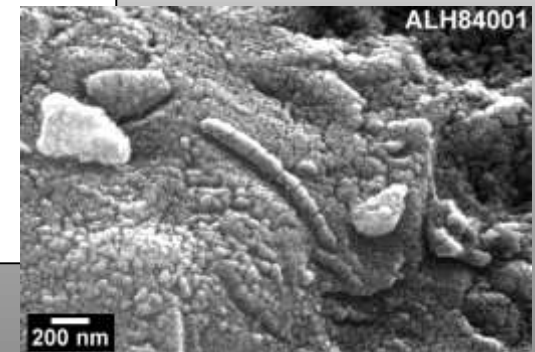
ŻYCIE

pozaziemskie

- być może istnieją gdzieś obiekty o nieznanych właściwościach zdolne do ewolucji
- nie da się tego wykluczyć
- znaczy to, że problem jest metafizyczny



McKay *et al.* (1996)

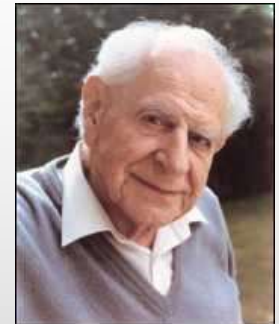


rzekome bakterie
z meteorytu marsjańskiego

teoria Darwina stosuje się i do obiektów niematerialnych

EWOLUCJA

ducha



Karl R. Popper (1902-1994)
1972 ewolucja świadomości społecznej

- przekaz i kopiowanie zapisu wiedzy analogią dziedziczenia, wynalazki i przeinaczenia generują zmienność, rynek ocenia i selekcjonuje idee
- ewolucja świadomości społecznej (Świat 3.) poza podmiotem poznającym (Świat 2.)
- nie zakłada ziarnistości idei podlegających selekcji (jak to jest w koncepcji memu)

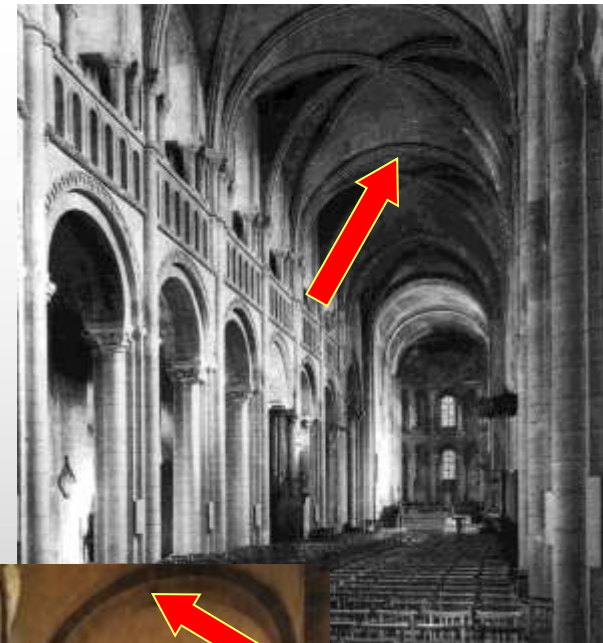
to darwinowski (selekcyjny) mechanizm ewolucji kultury i technologii

DARWINOWSKA

ewolucja katedr

średniowieczne budownictwo sakralne

- funkcją konstrukcji sklepienia jest płynne przeniesienie sił rozpinających na filary
- dziedziczenie informacji w strzechach
- różnorodność ulepszeń i wynalazków
- czynnikiem selekcji były koszty rusztowania i katastrofy budowlane



St Trinite Caen
1120

gurt

Payerne 1140

przełomowe wynalazki (gurtu i przekątnego żebra) ułatwiły budowę

SZALUNEK

na wysokości

- **wsparcie szalunku wysklepek sklepiennych na gurtach zniosło ograniczenie rozpiętości sklepienia**
- **przekątne żebra jako oparcia deskowania zwiększyły długość przęseł**



przedmiotem doboru głównie walory konstrukcyjne

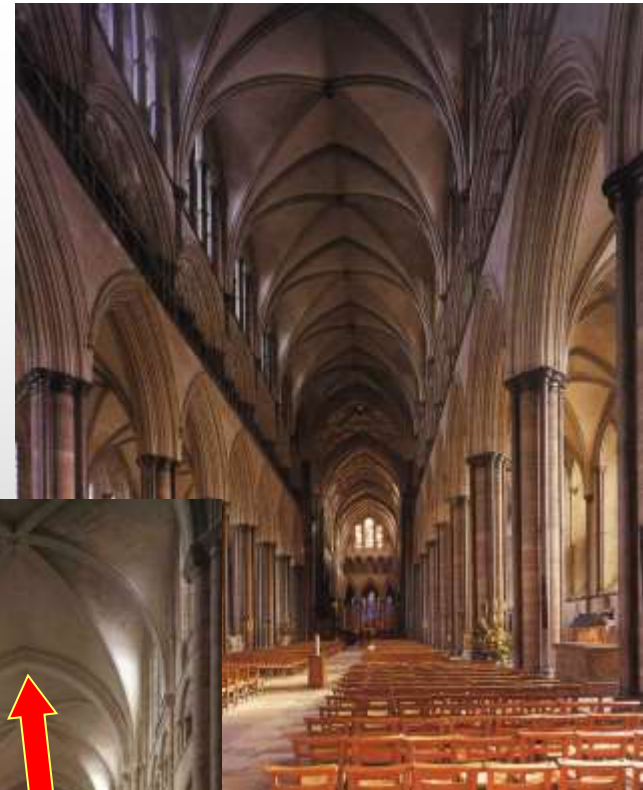
POZORY

czystej estetyki

- ostry łuk gurtu z dwu wycinków koła umożliwił utrzymanie stałej wysokości sklepienia przy prostocie geometrii szalunku
- przybliżył profil sklepienia do optymalnej krzywej katenalnej



St Etienne Sens 1140

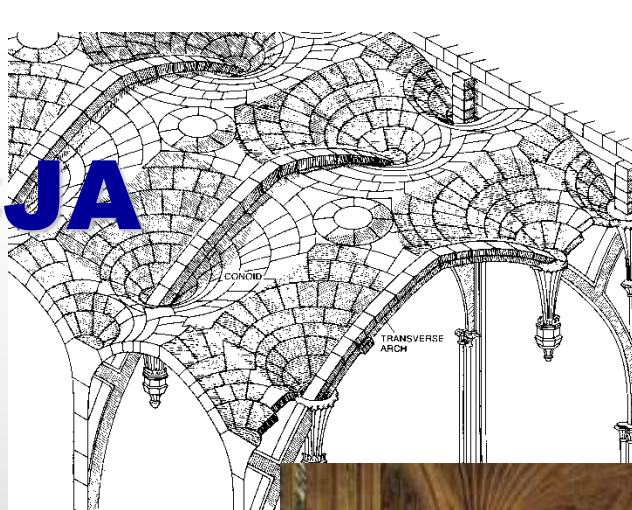


Salisbury 1220

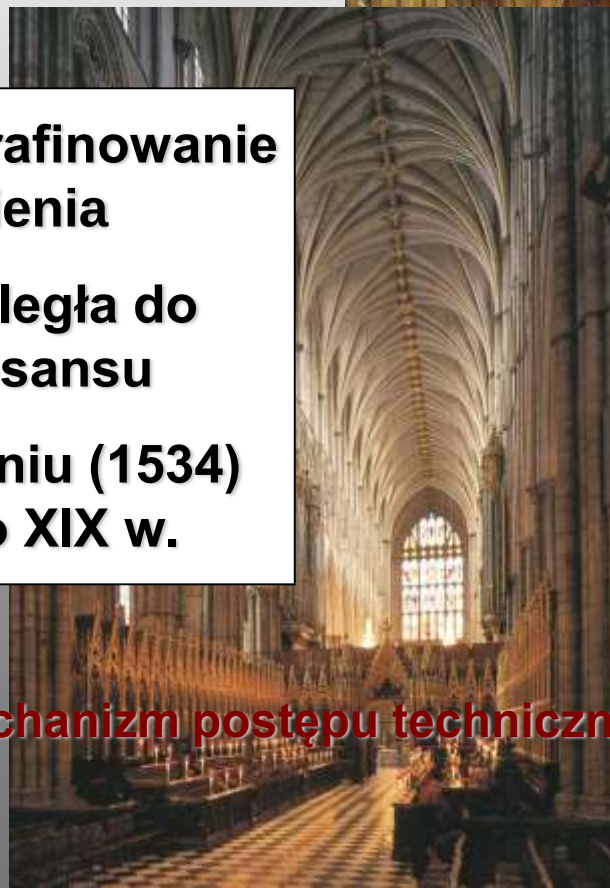
po dojściu do technicznej perfekcji dobór na piękno

SPECJACJA

allopatryczna



- **wzrastające wyrafinowanie geometrii sklepienia**
- **ewolucja równoległa do włoskiego Renesansu**
- **trwała po zerwaniu (1534) z Rzymem aż po XIX w.**



Henry VII 1502

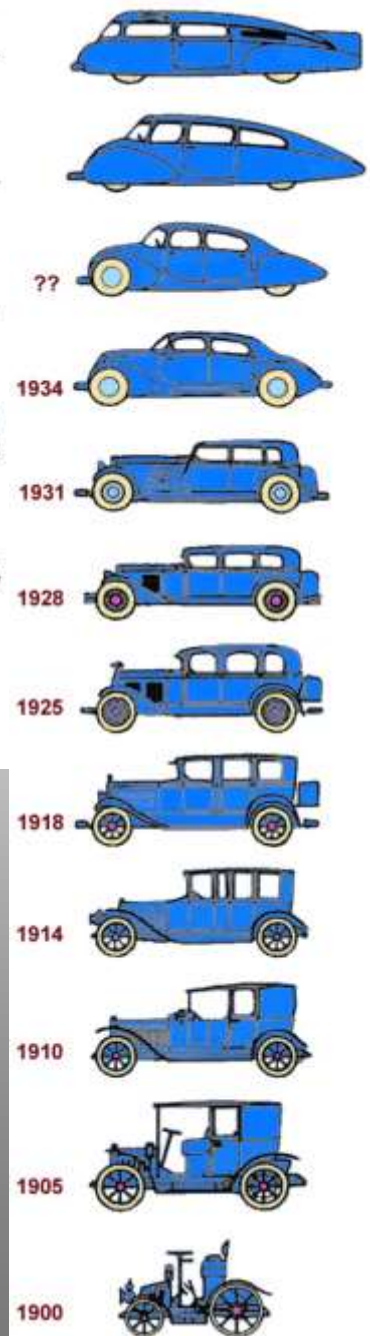
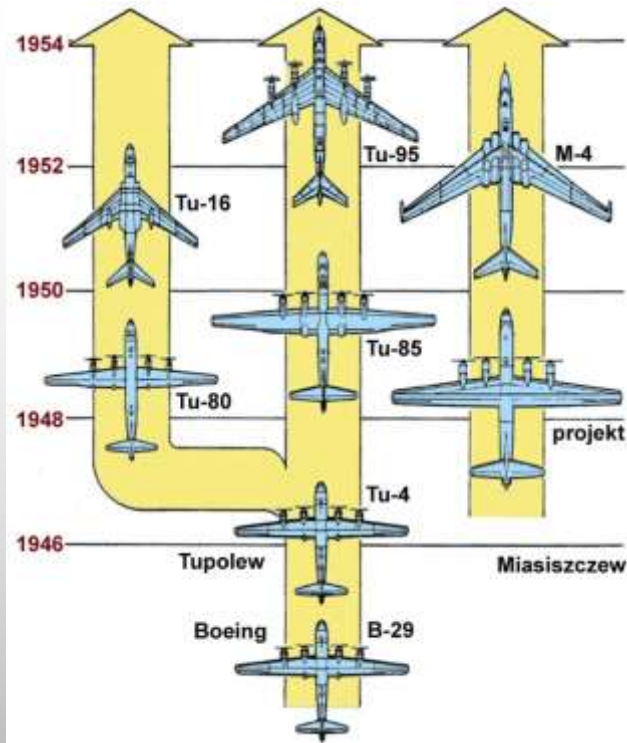
King's College Chapel
Cambridge 1466

to uniwersalny mechanizm postępu technicznego

Westminster 1258

EWOLUCJA technologii

drzewo rodowe
sowieckich bombowców



- rynek selekcjonuje wynalazki oceniając ich skutki funkcjonalne
- przyszłość postępu jest nieprzewidywalna

ekstrapolowana ewolucja
samochodów wg Raymonda Loewy

Loewy (1934)

motorem postępu jest selekcja idei, nie osobników

DARWINOWSKA

ewolucja idei politycznych

- grecki wynalazek równości obywatelskiej
- rzymski wynalazek reprezentacji
- chrześcijański sposób wygaszania konfliktów
- rezultatem wyższa efektywność instytucji

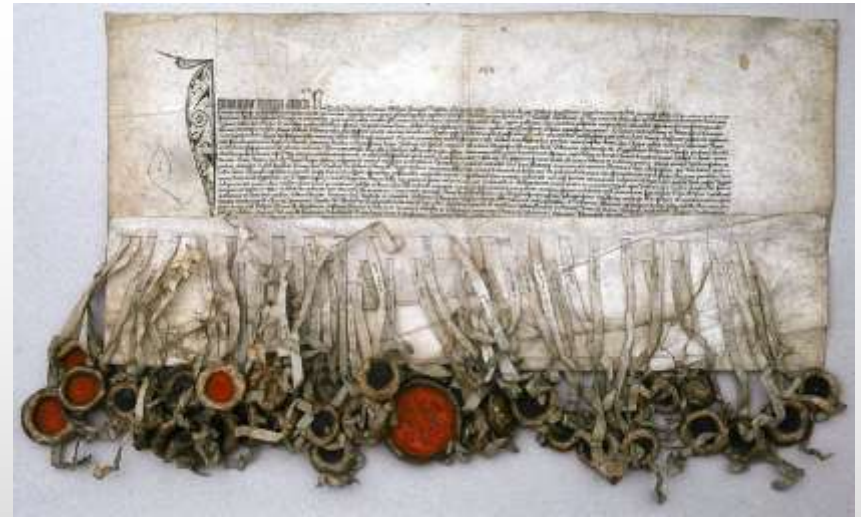


**Magna Charta
1215**

są w uwarunkowaniach ewolucji społecznej biologiczne analogie

WARUNKI

postępu społecznego



1430 *neminem captivabimus*

- swoboda tworzenia i upowszechniania idei
- bezpieczne przechowywanie i wierne przekazywanie ich treści
- wolność krytykowania i odrzucania

raz uruchomiony mechanizm działa samorzutnie



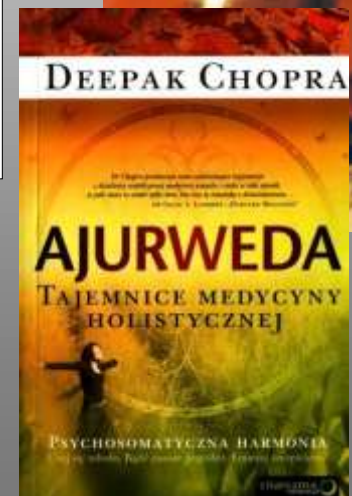
BEZWŁADNOŚĆ postępu

regulacja ekonomiczna
wiedzie ku tabloidyacji



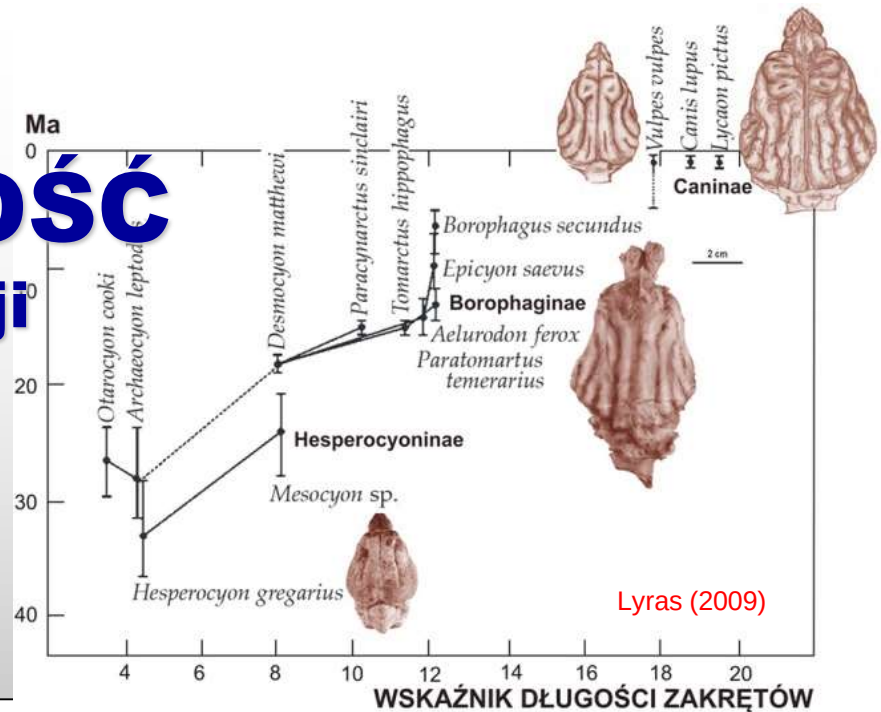
- demokratyzacja miała ustanowić homeostazę między władcą a podlegającym mu ludem
- ale lud ma już (w teorii) pełną władzę
- zaś wartościami społecznymi rządzi rynek

czyżby postępu w ogóle nie dało się powstrzymać?



NIEUCHRONNOŚĆ postępu i konwergencji

wzrost złożoności
mózgu w ewolucji psów



- owady społeczne mają swoisty język
- rozwój odruchów bezwarunkowych sięga aż do wykorzystania "narzędzi"

pająk *Deinopsis*
zarzucający sieć na komara



nie my jedni posiadliśmy wyuczony intelekt

KONIECZNOŚĆ

czy przypadek?

- prawa biologii nie są uniwersalne, bo to nauka historyczna – różnią się zakresem stosowania
- raz uruchomiony mechanizm darwinowskiego wprowadzania informacji do układu jest trwały
- o ile nie nastąpią zaburzenia kierunku selekcji
- tak więc rewolucje są wrogami postępu