

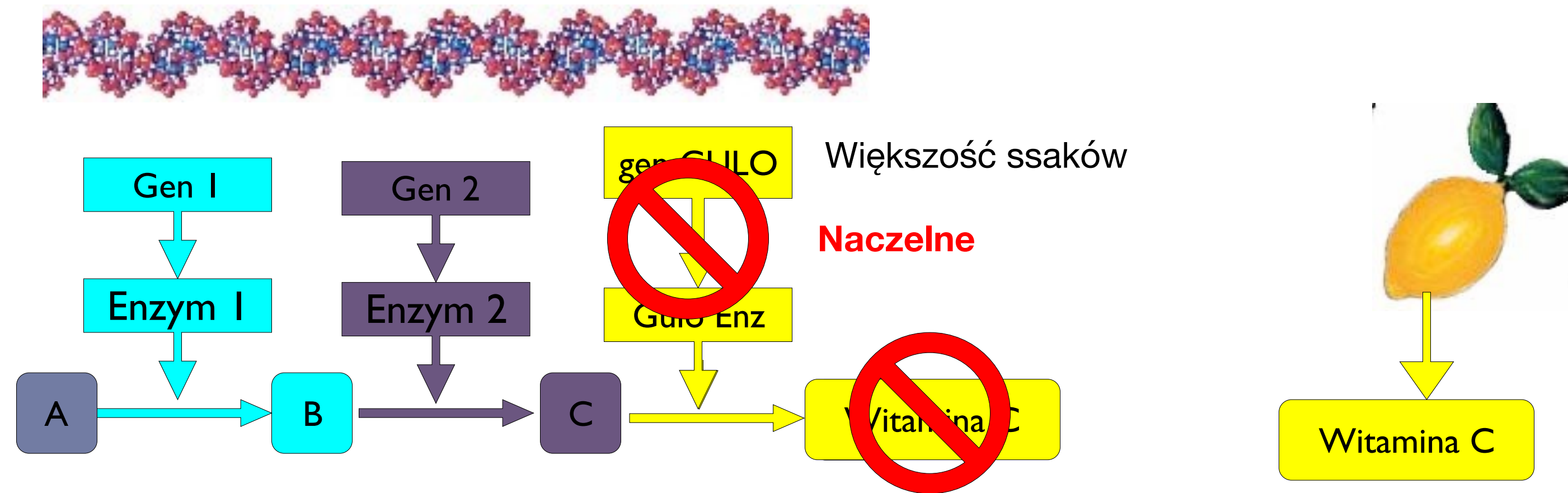
Wspólne pochodzenie

Ślady ewolucji

Pseudogeny

- “Cechy szczątkowe” w genomie
- Geny, które utraciły funkcję, ale zachowały ślad struktury
- Np. u człowieka wiele genów receptorów węchowych
- Pojawiają się wtedy, gdy dobór naturalny nie równoważy presji mutacji
 - Funkcje mniej przydatne w danych warunkach
 - Utrata funkcji przyspieszona przez dryf

Pseudogeny i witamina C

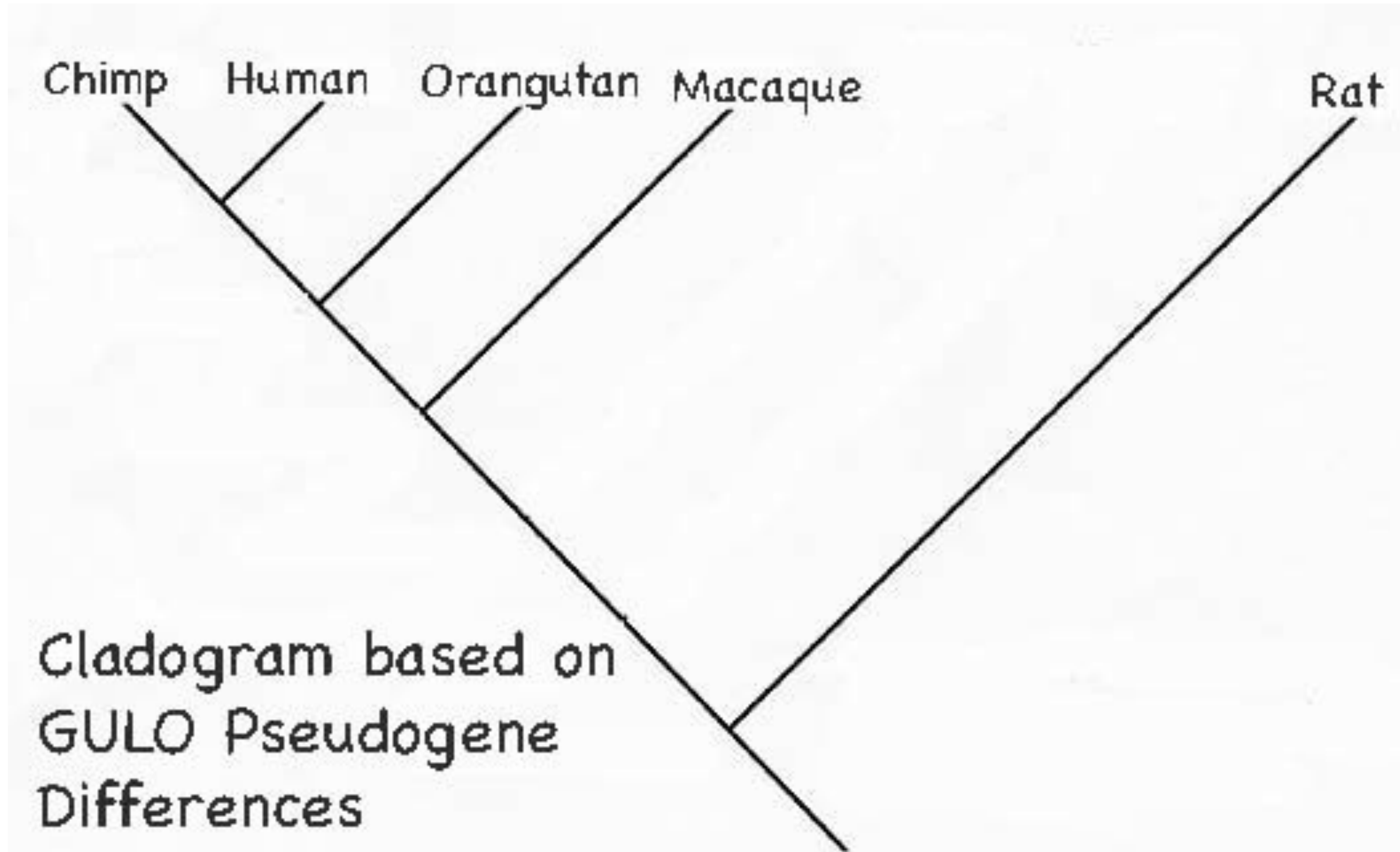


Funkcjonalny gen GULO szczura:

	TACCCG	TAGAGG	TGCGCT	TACCCG	GAGGCG	GATGAC	ATTCTG	GCTGAG	CCCC
Human	TACCTG	GGTGGG	GGTACG	CTTCAC	CTGGAG	-GATGAC	ATCCTA	CTGAGC	CCCC
Chimp	TACCTG	GGTGGG	GCTACG	CTTCAC	CTGGAG	-GATGAC	ATCCTA	CTGAGC	CCCC
Orang	TACCCG	GGTGGG	GGTGCG	CTTCAC	CCAGAG	-GATGAC	CGTCCT	ACTGAG	CCCC
Macaque	TAACCG	GGTGGG	GGTGCG	CTTCAC	CCAAGG	-GATGAC	ATCATA	CTGAGC	CCCC

Delecja

Drzewo filogenetyczne genu GULO



Szkorbut

- Choroba wynikająca z niedoboru witaminy C
 - Niedostateczna aktywność enzymów utrzymujących tkankę łączną
- 1500-1800 – ponad 2 miliony ofiar wśród marynarzy
 - 116 ze 170 członków załogi Vasco da Gamy (1499)
 - 200 z 230 członków załogi Magellana (1520)

Szkorbut

- Działanie niektórych roślin znane od dawna
- 1536 ekspedycja Cartiera (Kanada), wiedza uzyskana od tubylców - wyciąg igieł tuji (żywotnik zachodni, *arbor vitae*)



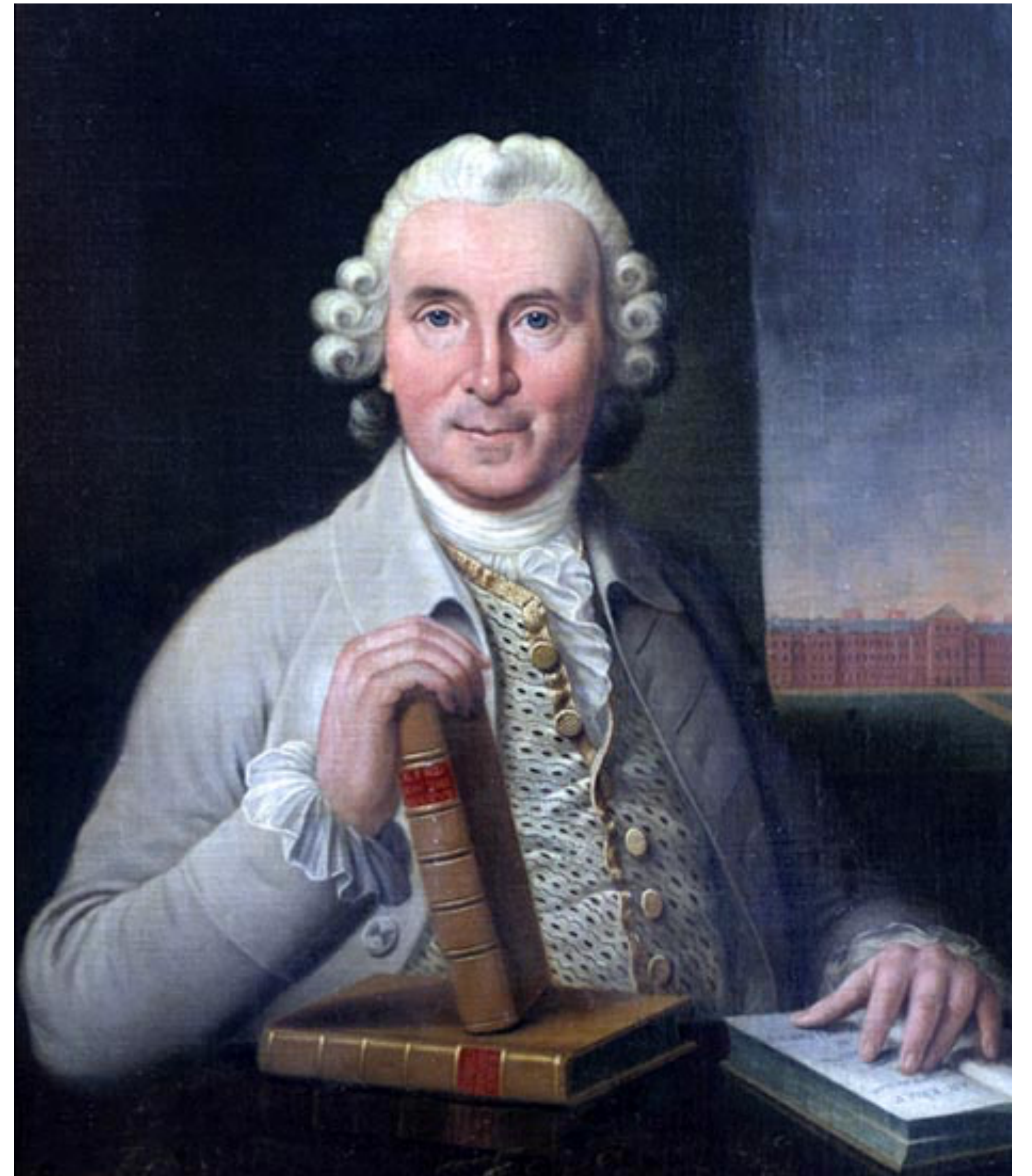
Szkorbut

- 1614 John Woodall (lekarz Kompanii Wschodnioindyjskiej) – świeża żywność, cytrusy
- XVIII – XIX w. – cytrusy
- Powszechnie uważano, że działanie przeciwskorbutowe ma kwas zawarty w cytrusach



James Lind

- 12 marynarzy chorych na szkorbut podzielił na 6 grup, z tą samą dietą plus:
 1. - kwarta cydru
 2. - 25 kropli kwasu siarkowego
 3. - 3 łyżki octu
 4. - szklanka wody morskiej
 5. - cytryna i 2 pomarańcze
 6. - napar z jęczmienia



1716-1794

Szkorbut

- Ekspedycja Jamesa Cooka (1768-71) – ani jednego przypadku zgonu z powodu skorbutu
- kiszona kapusta
- świeża żywność
- zakaz użycia tłuszczu zdrapywanego z miedzianych kotłów (zaburza wchłanianie witaminy C)



Szkorbut

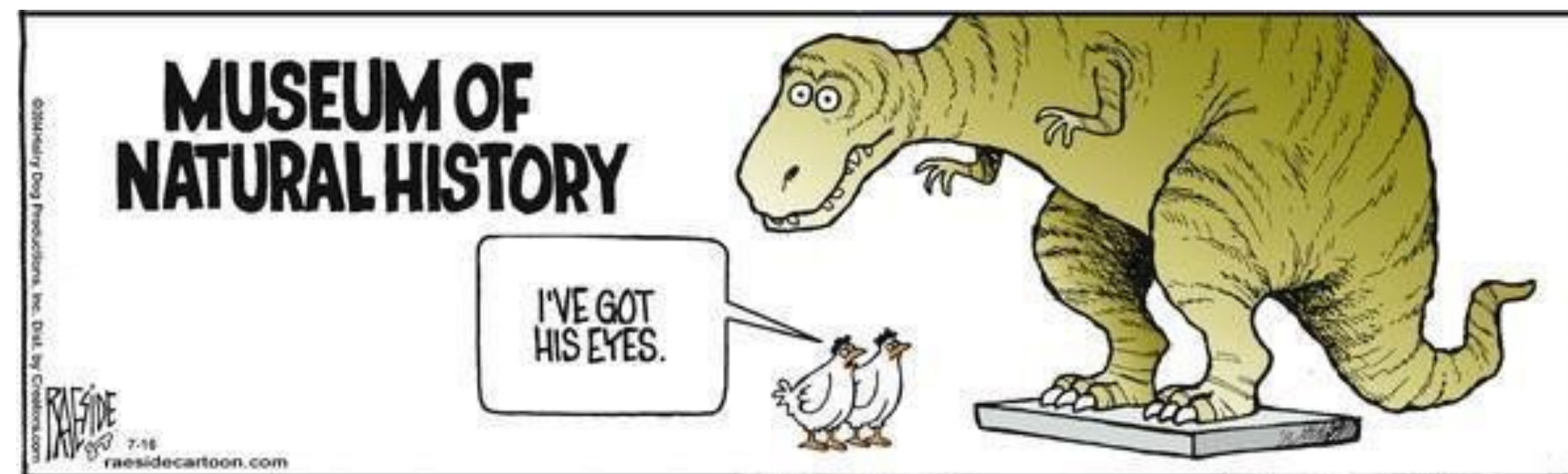
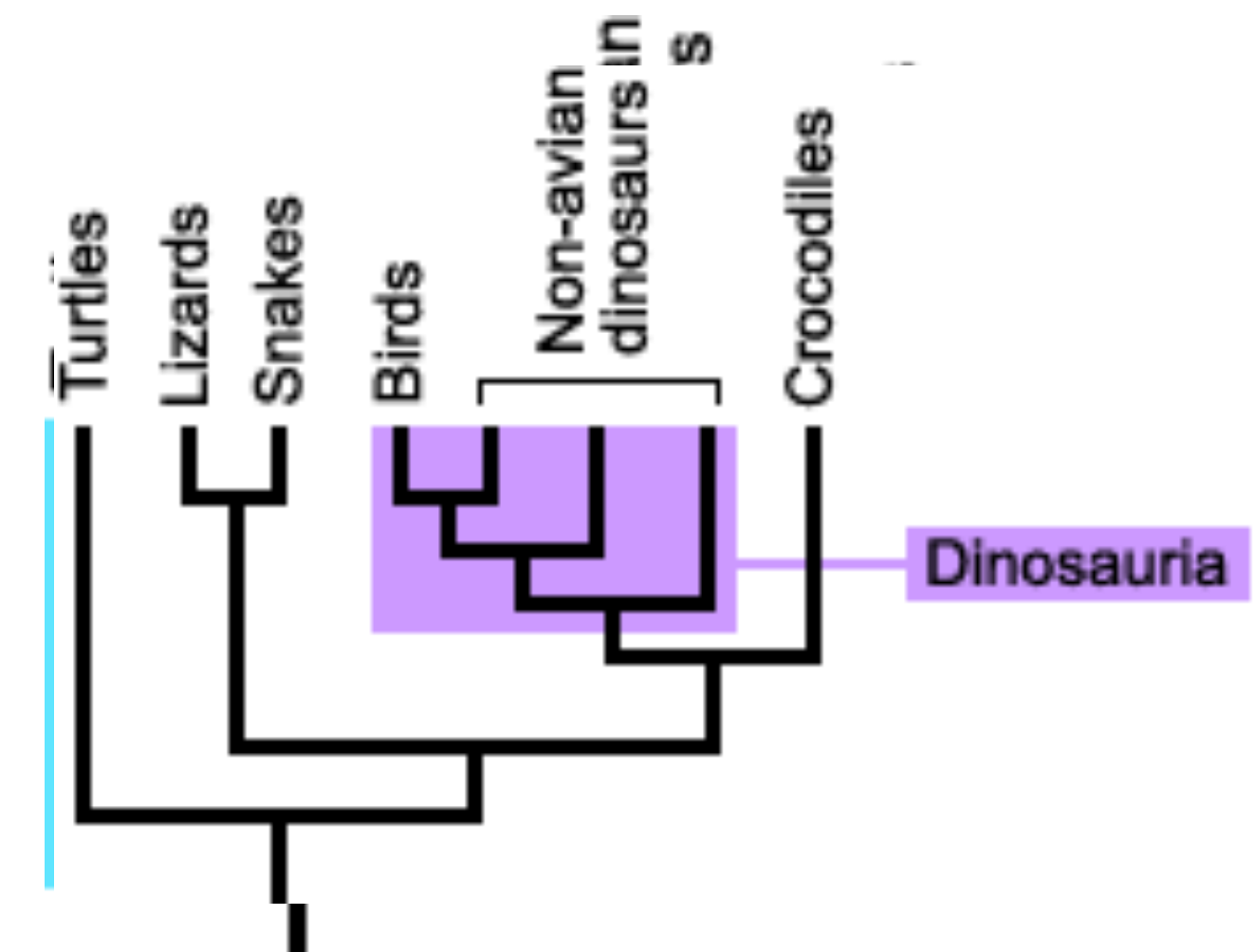
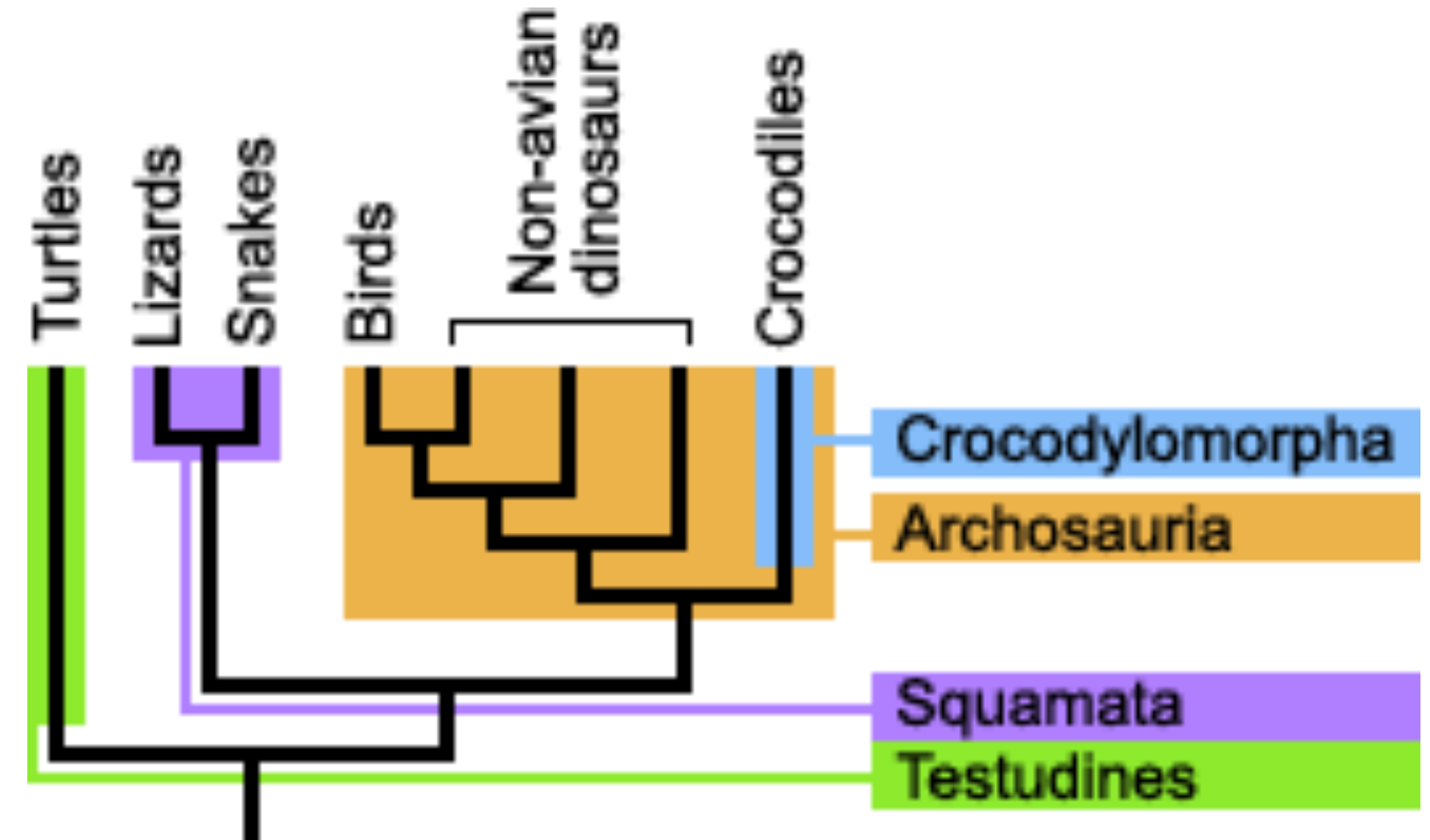
- Początek XIX w. – skoncentrowany sok z cytryn i limonek (Lauchlin Rose)
 - *“limey”*
 - tracił właściwości przy przechowywaniu w miedzianych naczyniach i w kontakcie z powietrzem
- Konina (Francja)
 - podobnie mogło działać jedzenie szczurów
- 1927-1932 Albert Szent-Györgyi (Nobel 1937) - opisanie działania witaminy C

Klasyfikacja na podstawie cech molekularnych

- Drzewo pokrewieństwa można odtwarzać na podstawie analizy sekwencji DNA i białek
 - Tzw. filogenetyka molekularna
- Drzewa konstruowane na podstawie różnych genów wykazują bardzo dużą zgodność
 - Oznacza to, że wszystkie (przynajmniej większość) geny ewoluowały razem z całym genomem organizmów
 - Wyjątki – poziomy (horyzontalny) transfer genów

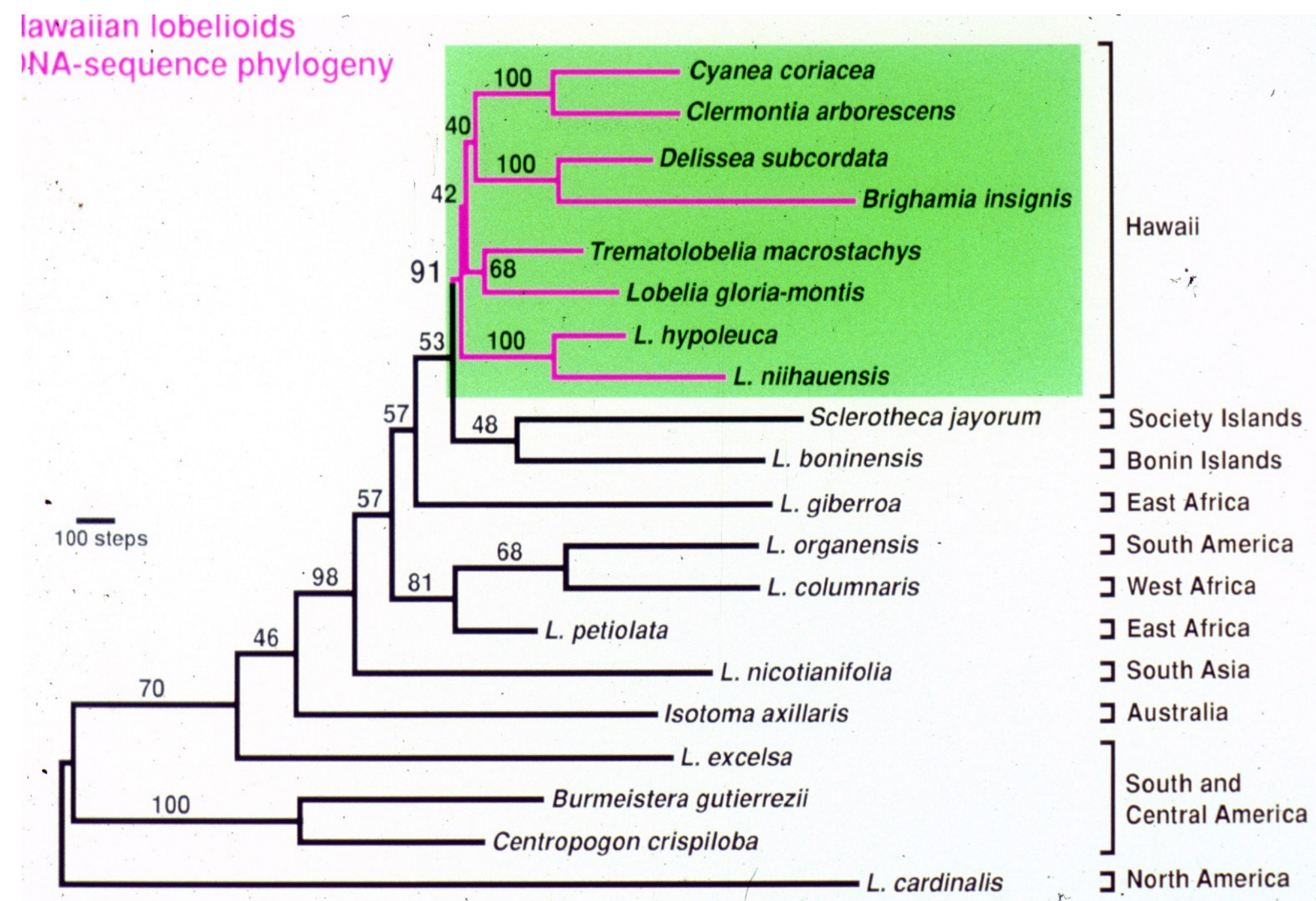
Filogenetyka

- Klasyfikacja na podstawie filogenezy – historii ewolucyjnej
- Kladystyka – najbardziej sformalizowana
 - Klad – grupa monofiletyczna, obejmuje wszystkich potomków danego wspólnego przodka
 - Np. gady nie stanowią kladu (nie obejmują ptaków)



Biogeografia

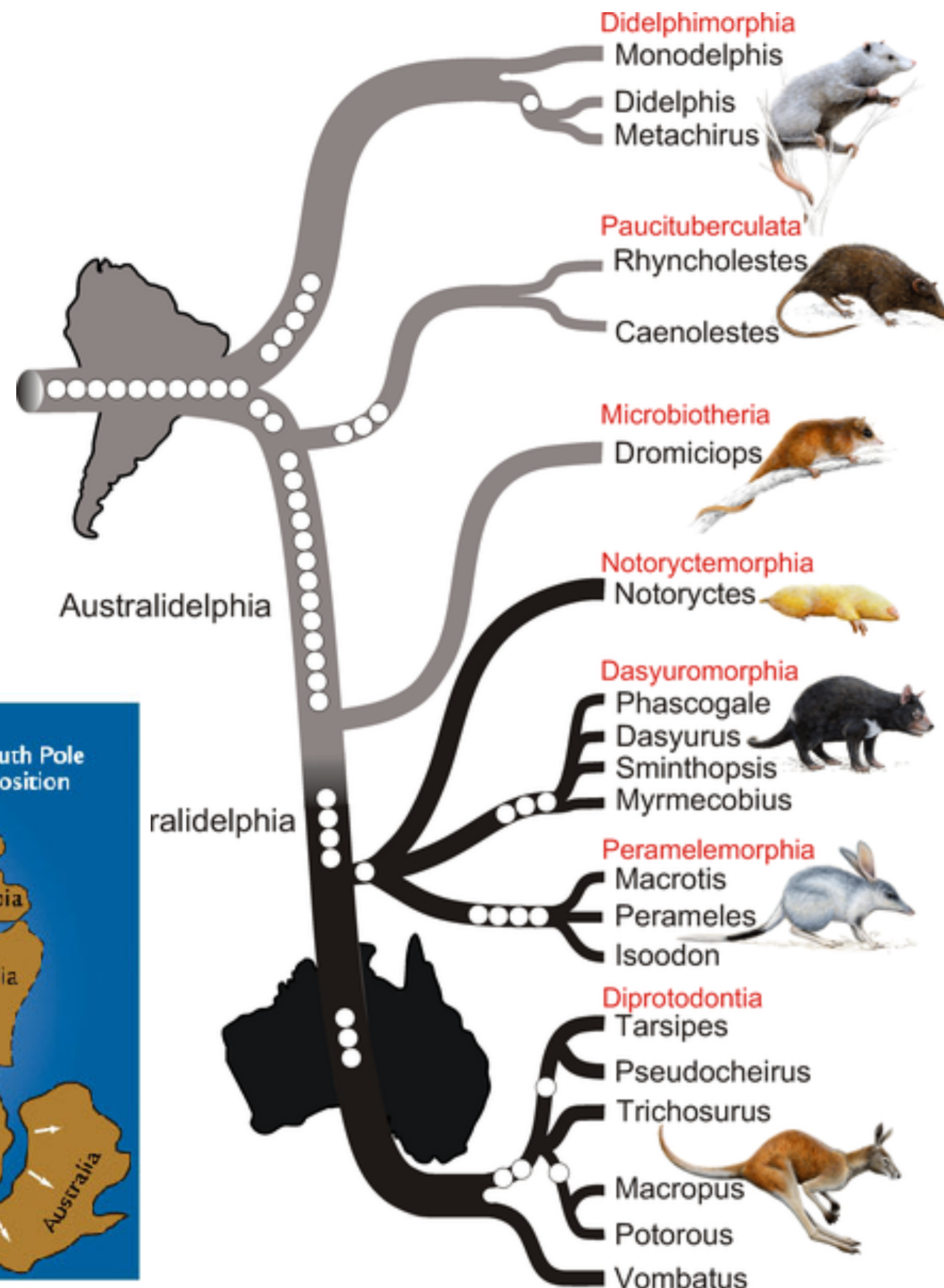
- Pokrewieństwo (np. badane molekularnie) zwykle koreluje z podobnym rozmieszczeniem geograficznym
- prosta konsekwencja ewolucji przez specjację



Campanulaceae (dzwonkowate)
(Givnish et al. 2009)

Torbacze

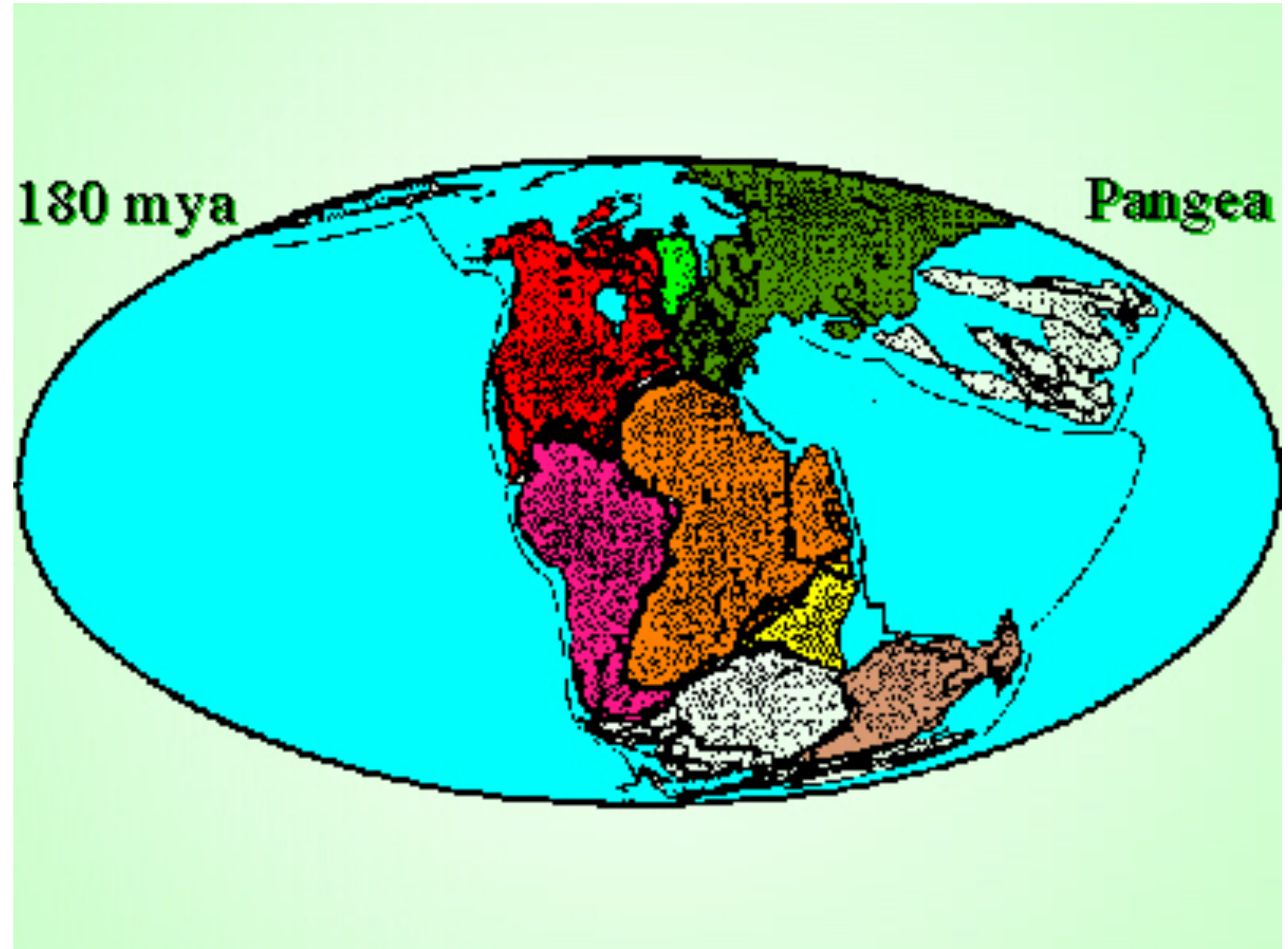
- Najstarsze skamieniałości w Ameryce Północnej
- ~75 mln. lat temu w Ameryce Południowej
- ~55 mln. lat temu w Australii
- Jak się tam dostały?



Linie torbaczy amerykańskich i australijskich rozeszły się ~50 mln. lat temu
Australia była wtedy jeszcze połączona z Antarktydą

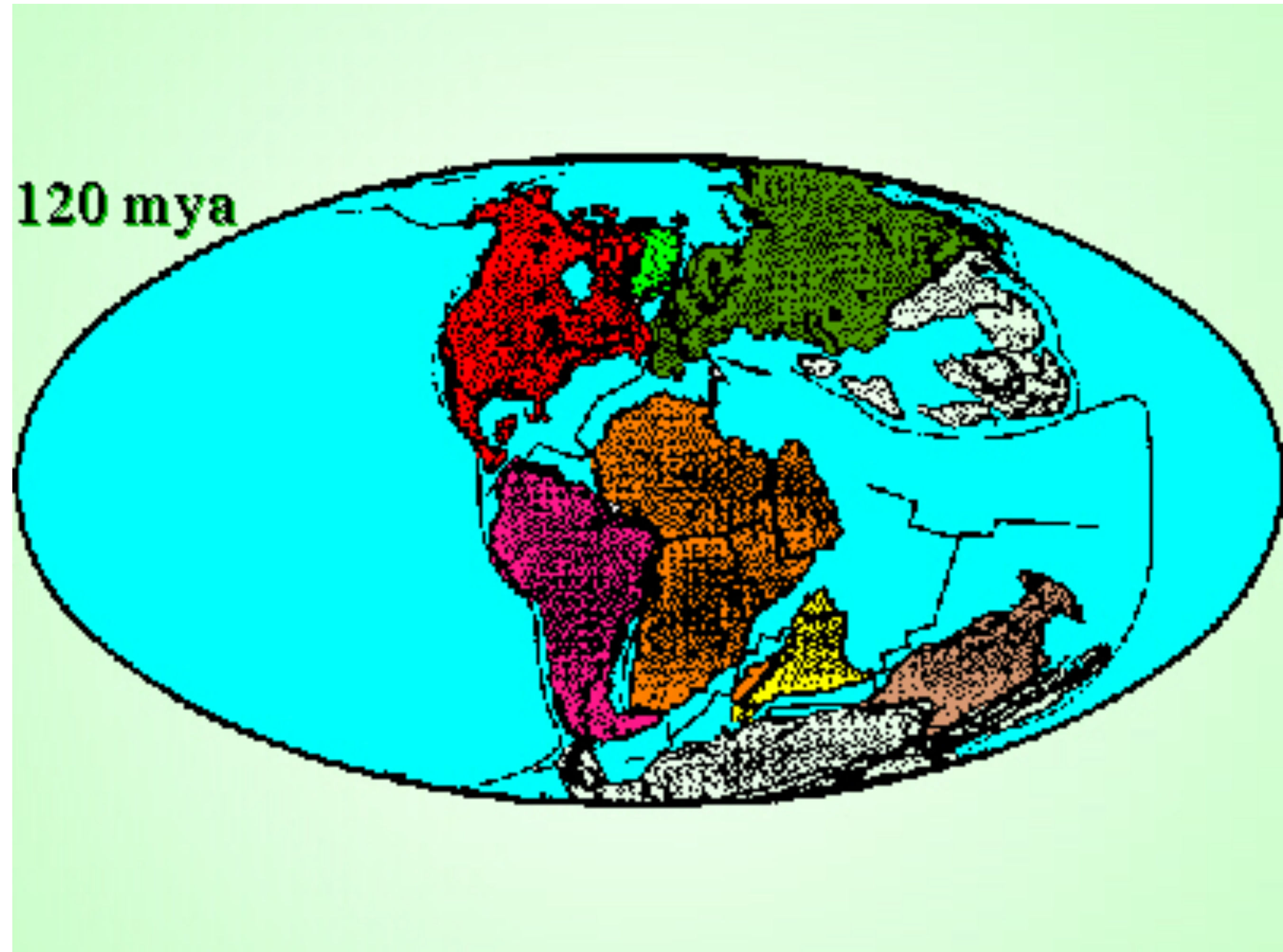
Wędrowki kontynentów

- Na skutek ruchu płyt tektonicznych skorupy Ziemi kontynenty się przemieszczały, łączyły i rozpadały
- 180 mln lat temu - Pangea



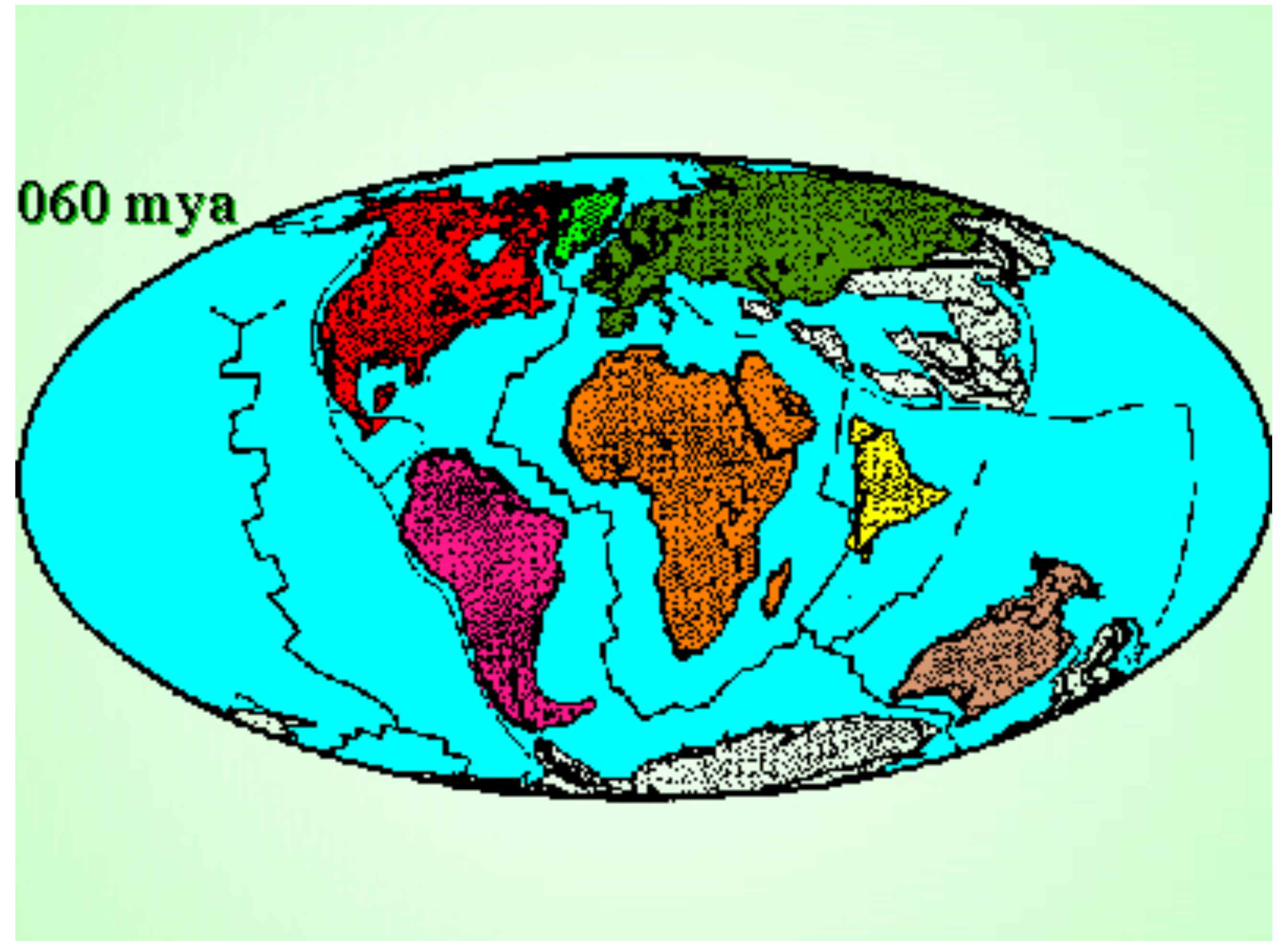
Wędrówki kontynentów

- 188-120 mln lat temu - Pangea rozpada się na kontynent północny (Laurazja) i południowy (Gondwana)

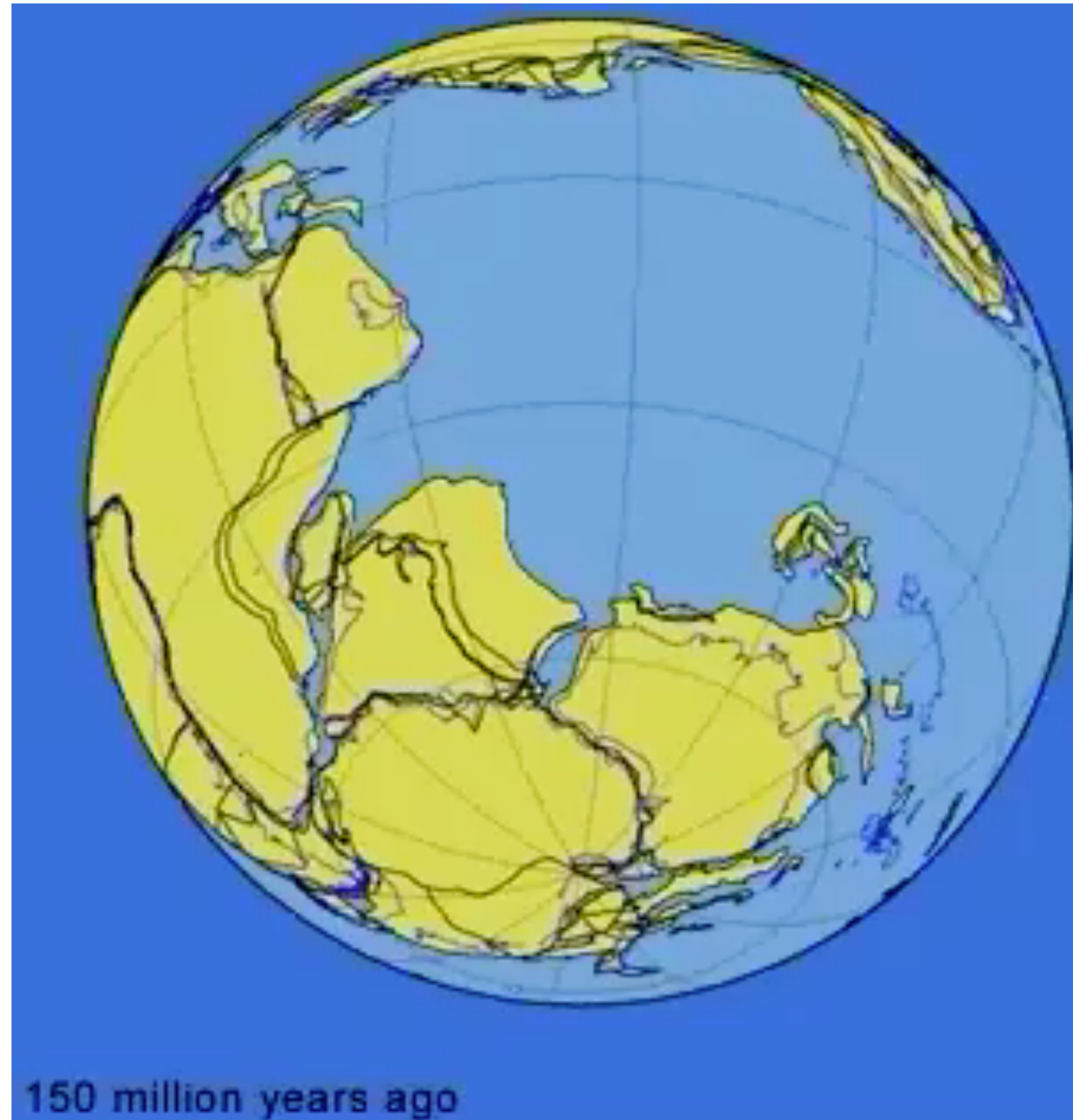


Wędrowki kontynentów

- 120-60 mln lat temu - rozpad Gondwany
- Torbacze (z Laurazji) pozostają na terenie Australii i Ameryki Pd., giną na Antarktydzie
- W Laurazji powstają ssaki łożyskowe, nie mają dostępu do Australii, ale opanowują Eurazję i obie Ameryki



Historia Gondwany



Z Ameryki do Australii...

Gondwanaland: 200 Ma



Dobór

Mechanizmy ewolucji

- Generujące zmienność
 - mają charakter losowy
- Działające na warianty wytworzone przez zmienność
 - dobór naturalny - nielosowy
 - dryf genetyczny - losowy

Podstawy ewolucji - dobór

- Replikacja informacji genetycznej wprowadza zmienność
- Wytworzone przez zmienność warianty nie są równocenne
- Różne warianty mają różne **dostosowanie** (fitness) – różne prawdopodobieństwo przekazania informacji kolejnym pokoleniom w danych warunkach środowiska

Mechanizm zmian ewolucyjnych

- Dobór
 - naturalny
 - sztuczny (czynnikiem doboru planowe działanie człowieka)
- Dryf

Dobór sztuczny

Stopniowe zmiany kierowane przez selekcję mogą dać spektakularne efekty

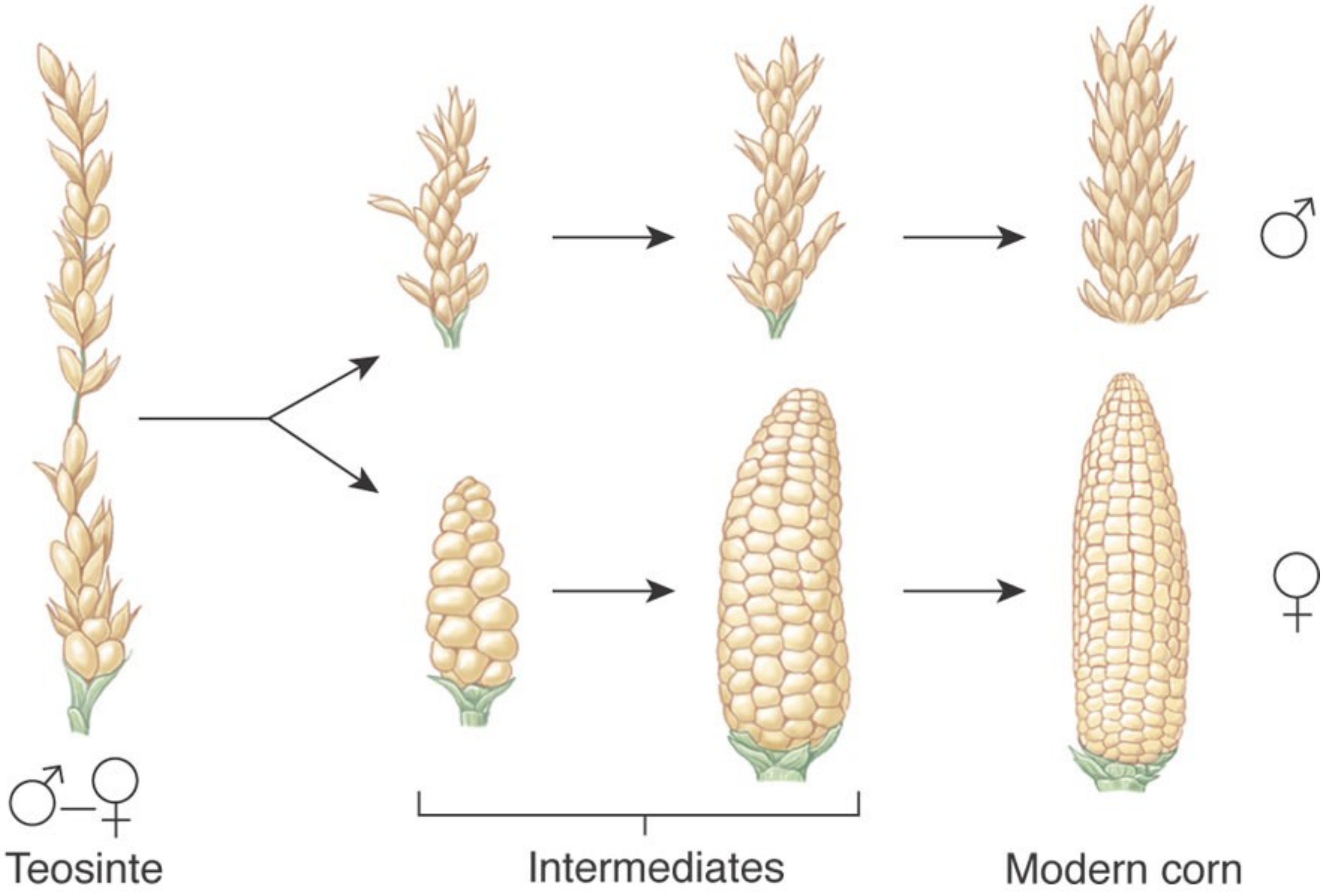


Brassica oleracea var. *silvestris*
(brzoskiew)



Brassica oleracea odmiany uprawne

Dobór sztuczny



Jak rozpoznać kukurydzę modyfikowaną genetycznie?



Niemodyfikowana



Modyfikowana

Dobór sztuczny

Stopniowe zmiany kierowane przez selekcję mogą dać spektakularne efekty



Wyścig z patogenami - oporność

- Staphylococcus aureus
 - 1928: odkrycie penicyliny (Alexander Flemming)
 - 1943: masowa produkcja i stosowanie penicyliny
 - 1947: odkryte pierwsze odporne szczepy *S. aureus*
 - 1997: *S. aureus* nabywa oporność na wankomycynę
 - Dziś: 50% infekcji *S. aureus* odporne na penicylinę, metycylinę, erytromycynę i tetracyklinę
- Problem: oporność nie tylko na pojedyncze, ale i na wiele antybiotyków

Oporność na penicylinę

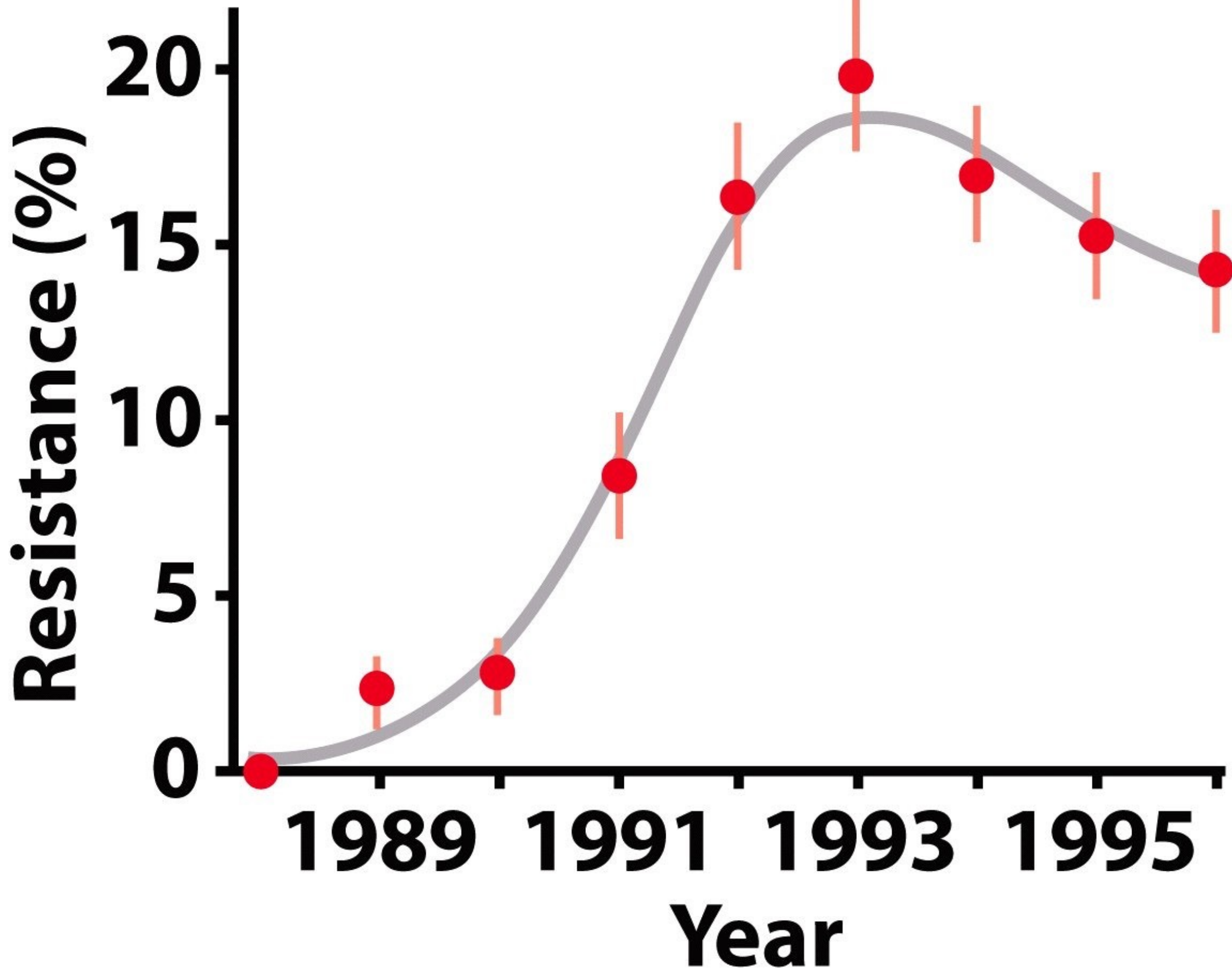


Figure 14-11 Evolutionary Analysis, 4/e
© 2007 Pearson Prentice Hall, Inc.

Bakterie *Pneumococcus* u dzieci, Islandia

“Przeżycie najlepiej przystosowanego”

- “Survival of the fittest” (Herbert Spencer)
- Sformułowanie mylące
 - Nie chodzi o “przeżycie”, czy ogólną kondycję, tylko o sukces reprodukcyjny
 - Istotne tylko te elementy, które są odziedziczalne

Tautologia?

- Obserwacja, że różne warianty mają różne prawdopodobieństwo przekazania genów potomstwu w danym środowisku nie jest trywialna
- Nie wszystkie cechy wpływające na sukces reprodukcyjny są przedmiotem doboru (tylko te, które są odziedziczalne)!
- Częsty błąd tzw. “darwinizmu społecznego” i zwulgaryzowanej socjobiologii

“Przetrwają najsilniejsi”, “walka o byt”?

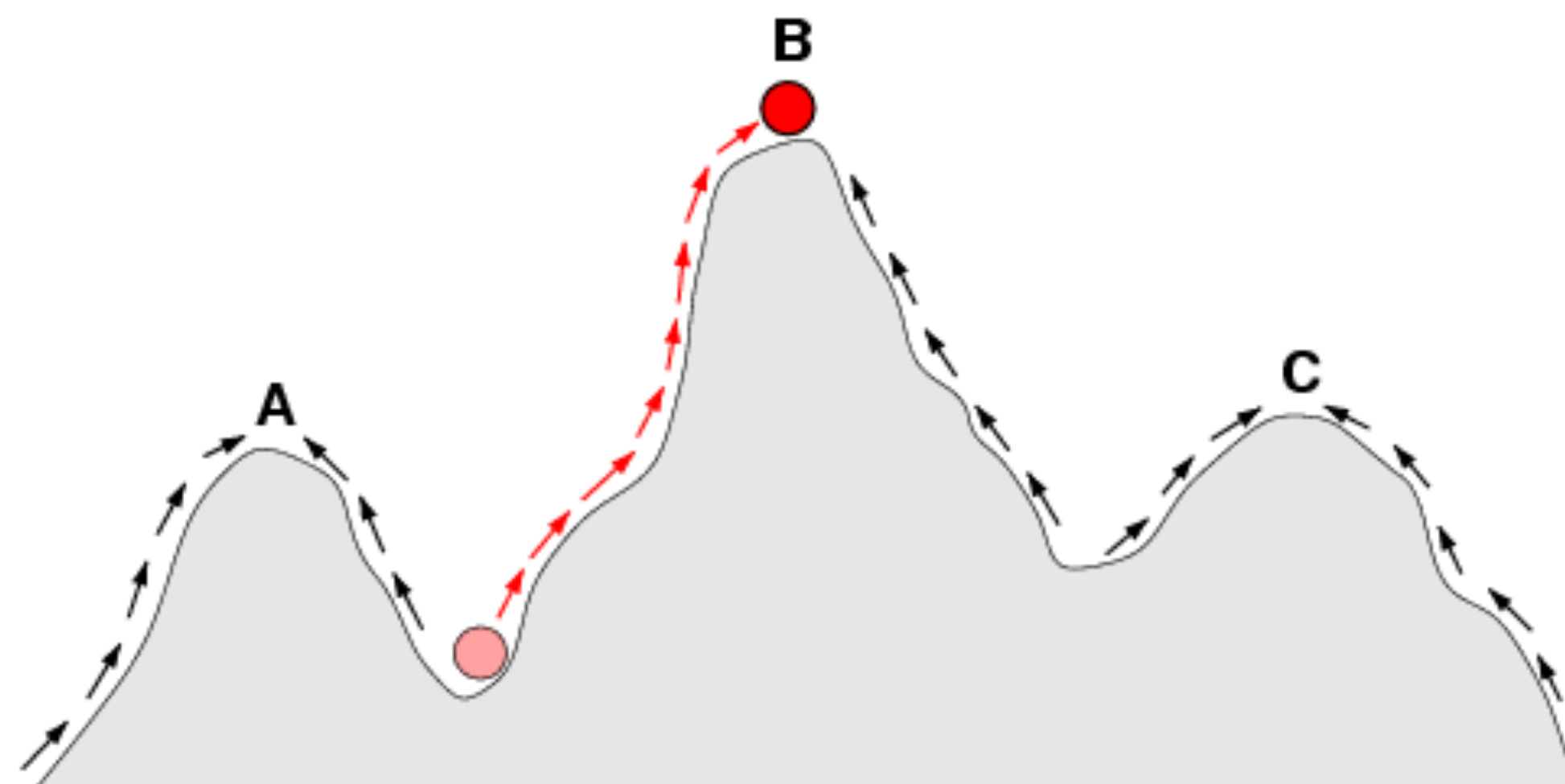
- Kolejne błędne sformułowania
- Wszystkie osobniki, które odnoszą sukces reprodukcyjny, mają wkład w pulę genów następnego pokolenia
- “Przetrwanie dostatecznie dobrego”

“Przetrwają najsilniejsi”, “walka o byt”?

- Konkurencja nie jest jedynym, ani najważniejszym czynnikiem doboru
 - Gatunki dzielące to samo środowisko zajmują różne nisze, rzadko konkurują
- Istnieją mechanizmy doboru skutkujące ewolucją strategii kooperacyjnych

Czy zawsze wariant optymalny?

- Krajobraz dostosowania (funkcja fitness w zależności od genotypu)

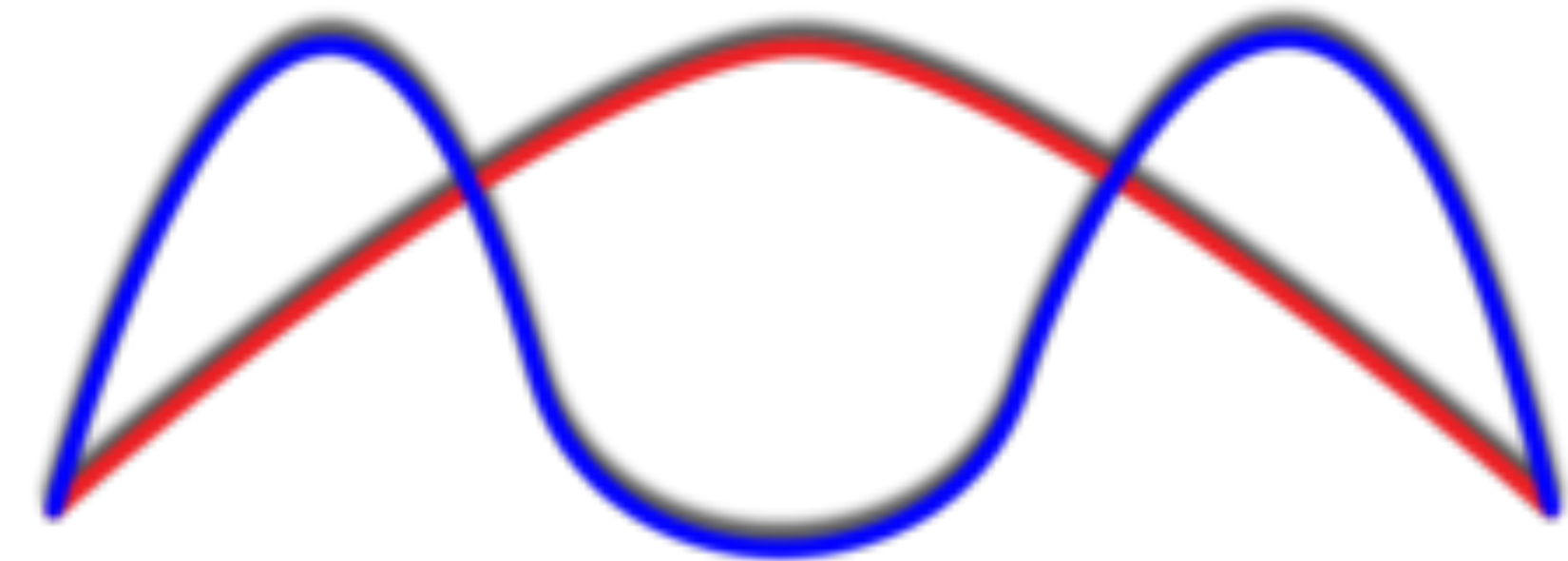


- Przejście z A do B niewielkimi krokami może być niemożliwe
- Niektóre rozwiązania poza zasięgiem ewolucji
 - Np. natura nie “wynała” koła

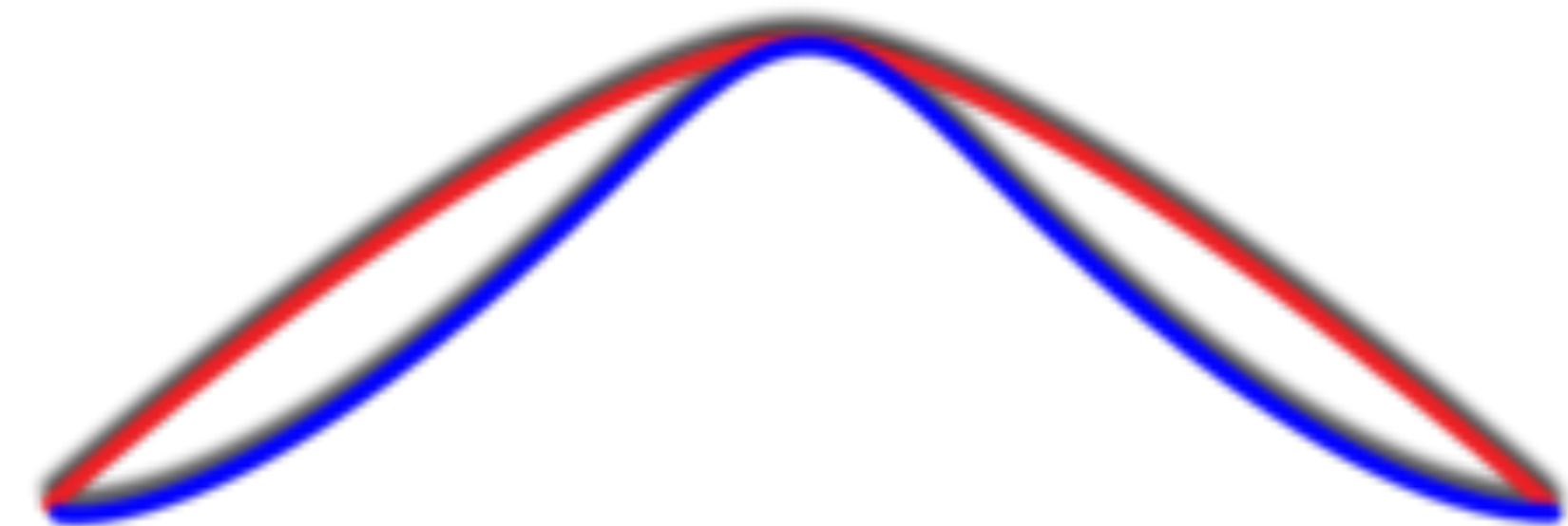
Działanie doboru

- Dobór kierunkowy
 - Przesuwa rozkład cechy
- Dobór stabilizujący
 - Utrzymuje “średni” fenotyp, odrzuca skrajne
 - Dobór równoważący – utrzymuje różnorodność alleli
- Dobór różnicujący
 - Faworyzuje wartości skrajne – prowadzi do specjacji

Disruptive Selection



Stabilizing Selection



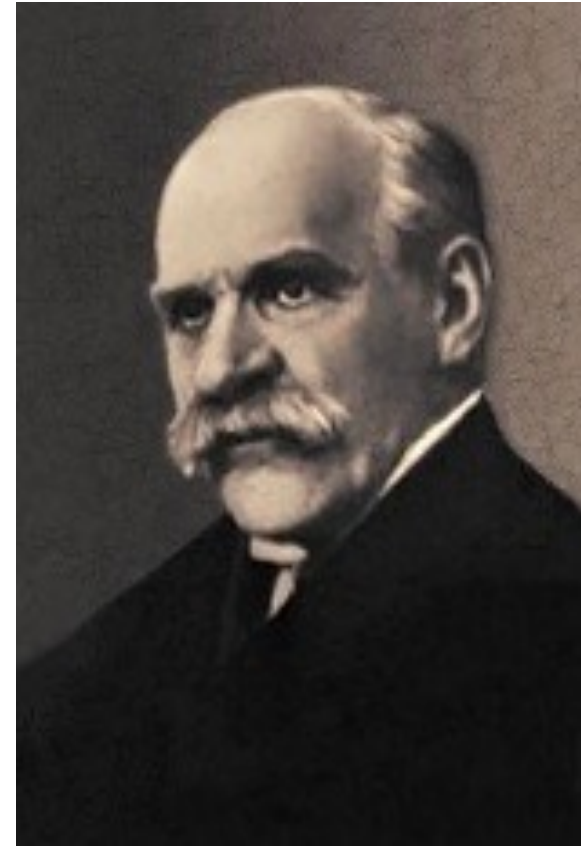
Directional Selection



— Before
— After

Przykład: Krępak nabrzożak

- *Biston betularia*
- Ubarwienie maskujące
- Zanieczyszczenie środowiska (rewolucja przemysłowa) faworyzowało odmianę ciemną
- W ostatnich dekadach powrót do form jasnych
- Dobór kierunkowy

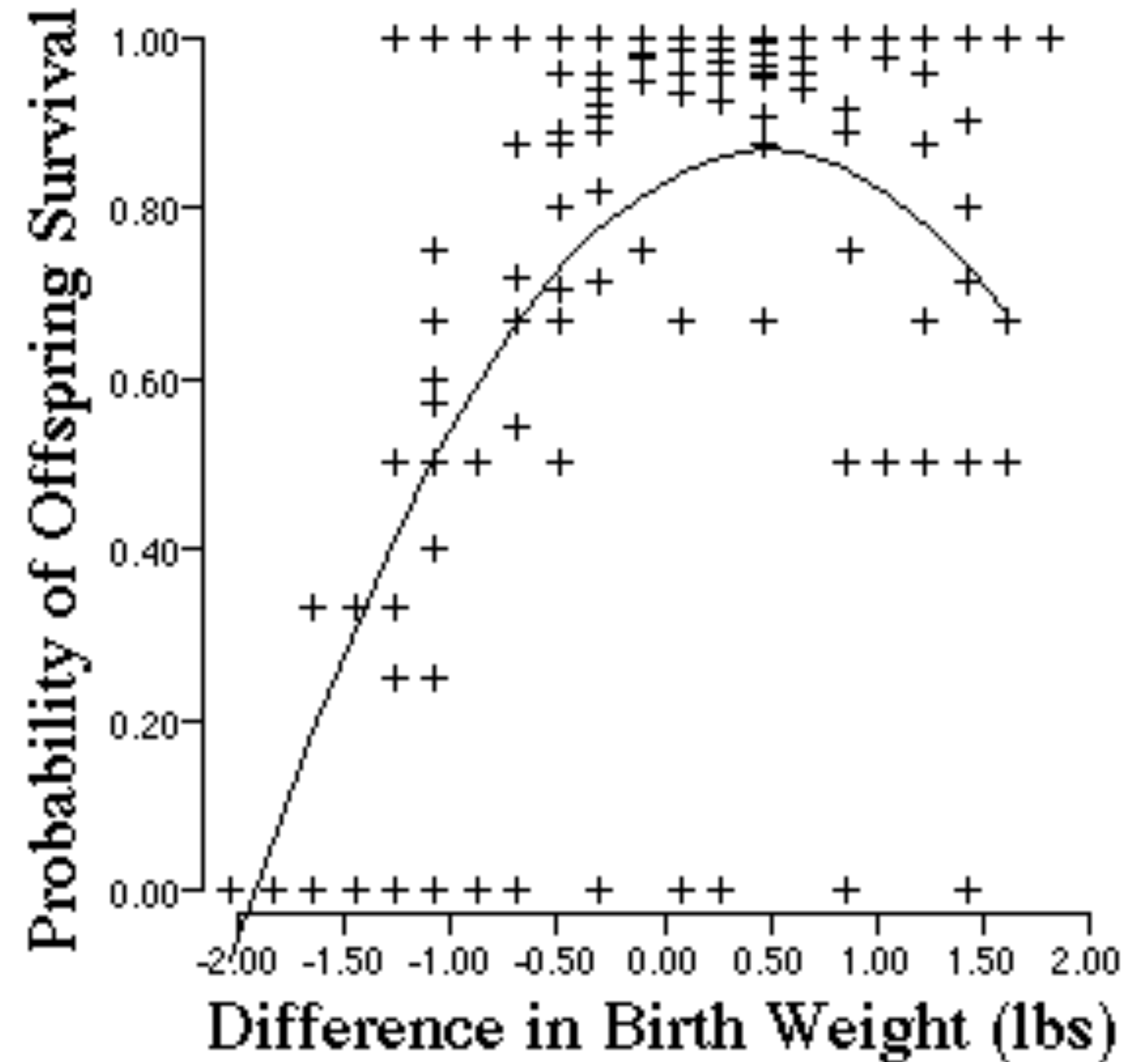


J.B.S. Haldane



Dobór stabilizujący

- Najczęstsza forma, zwłaszcza w stabilnych warunkach
- Np. waga urodzeniowa niemowląt
 - Za mała – źle (mniejsze szanse na przeżycie, podatność na infekcje)
 - Za duża – źle (mniejsza szansa przeżycia porodu)
- Dobór oczyszczający
 - informacja ze środowiska w postaci doboru równoważy utratę informacji na skutek mutacji

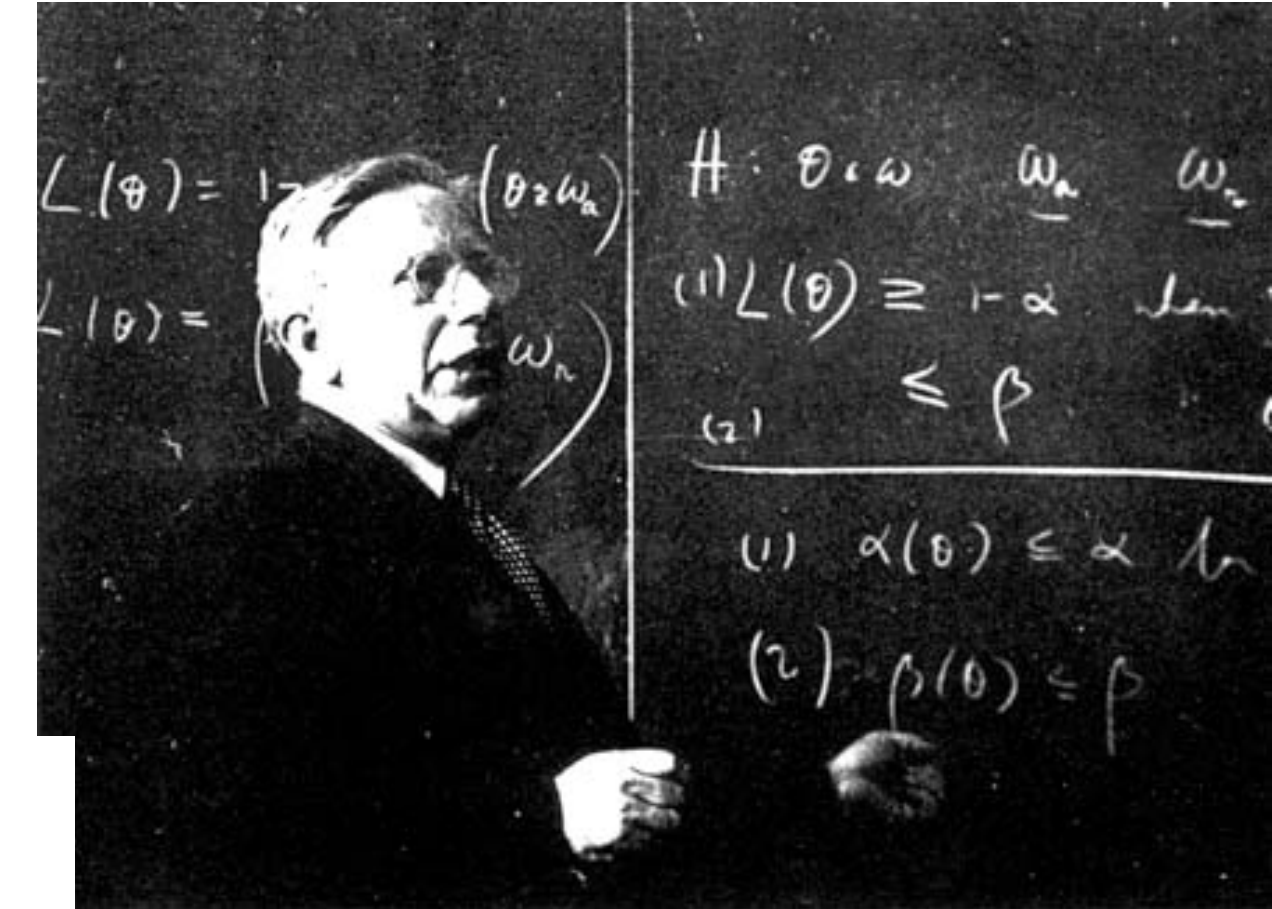


Dobór dodatni i negatywny

- Dobór dodatni (selekcja pozytywna) - utrwała korzystne warianty
- Dobór ujemny (oczyszczający) - usuwa warianty niekorzystne
- Rozróżnienie ważne głównie dla **nowych** wariantów
- Większość zmian jest niekorzystna - dobór oczyszczający jest najczęstszą formą doboru
 - ważniejsze elementy (np. geny, fragmenty) zmieniają się wolniej

Abraham Wald

- Pionier badań operacyjnych (teoria decyzji)
- Prace dla *Center for Naval Analyses* podczas II w. ś.
- Analiza rozmieszczenia przestrzelin w uszkodzonych samolotach
 - oryginalny plan: wzmocnić pancerz w miejscach, gdzie obserwuje się najwięcej przestrzelin
 - analiza Walda: wzmocnić tam, gdzie nie obserwuje się przestrzelin (samoloty tam trafione nie wróciły)



**A REPRINT OF
"A METHOD OF ESTIMATING
PLANE VULNERABILITY BASED
ON DAMAGE OF SURVIVORS"
BY ABRAHAM WALD**

Abraham Wald

<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/PictDisplay/Wald.html>



 **Operations Evaluation Group**
CENTER FOR NAVAL ANALYSES
2000 North Beauregard Street, Alexandria, Virginia 22311

<http://oai.dtic.mil/>

Zachowawczość sekwencji

- Obszary sekwencji białkowych najwolniej się zmieniające są zwykle kluczowe dla funkcji

