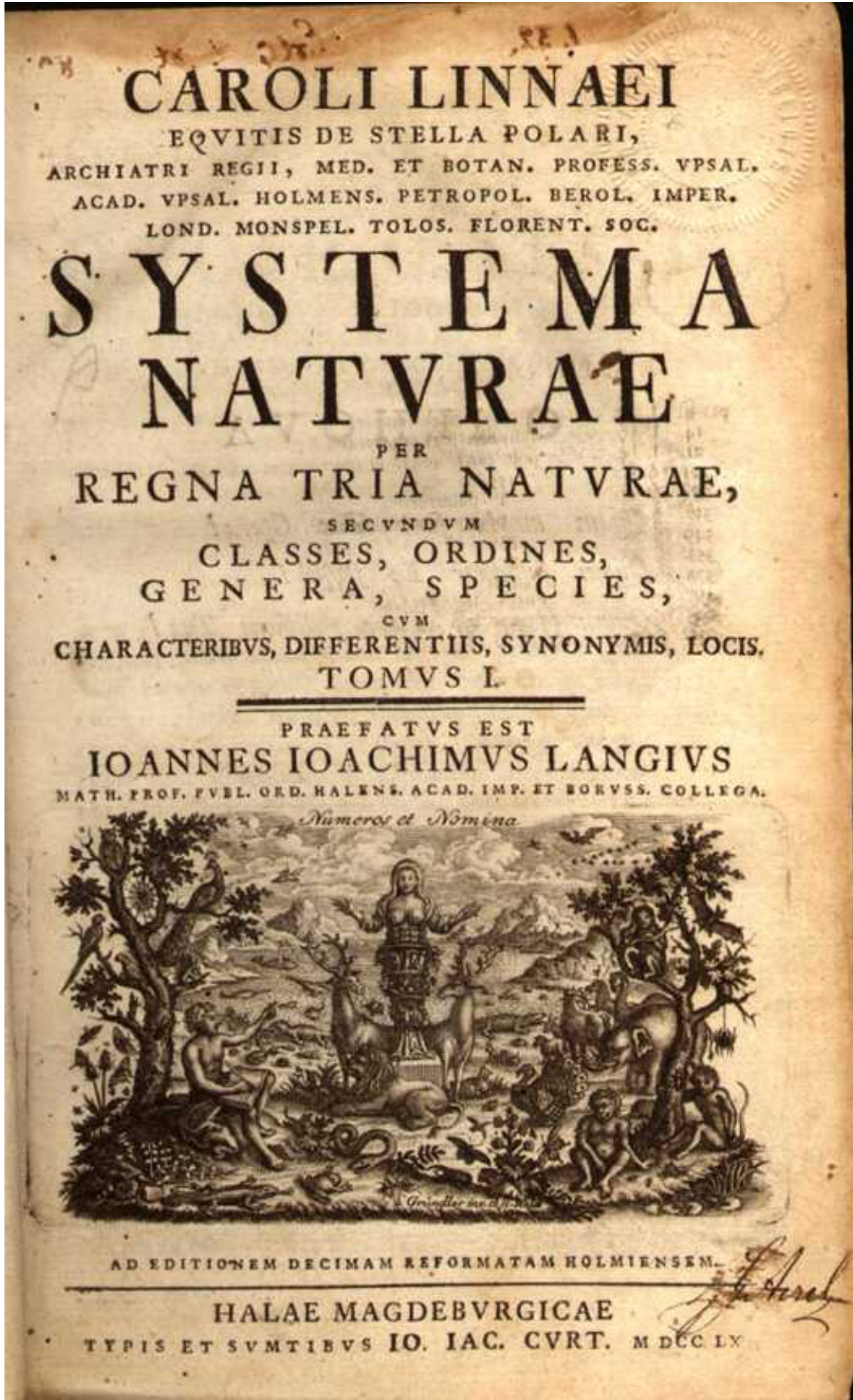


Losy gatunków: powstawanie i wymieranie

Specjacje i ekstynkcje

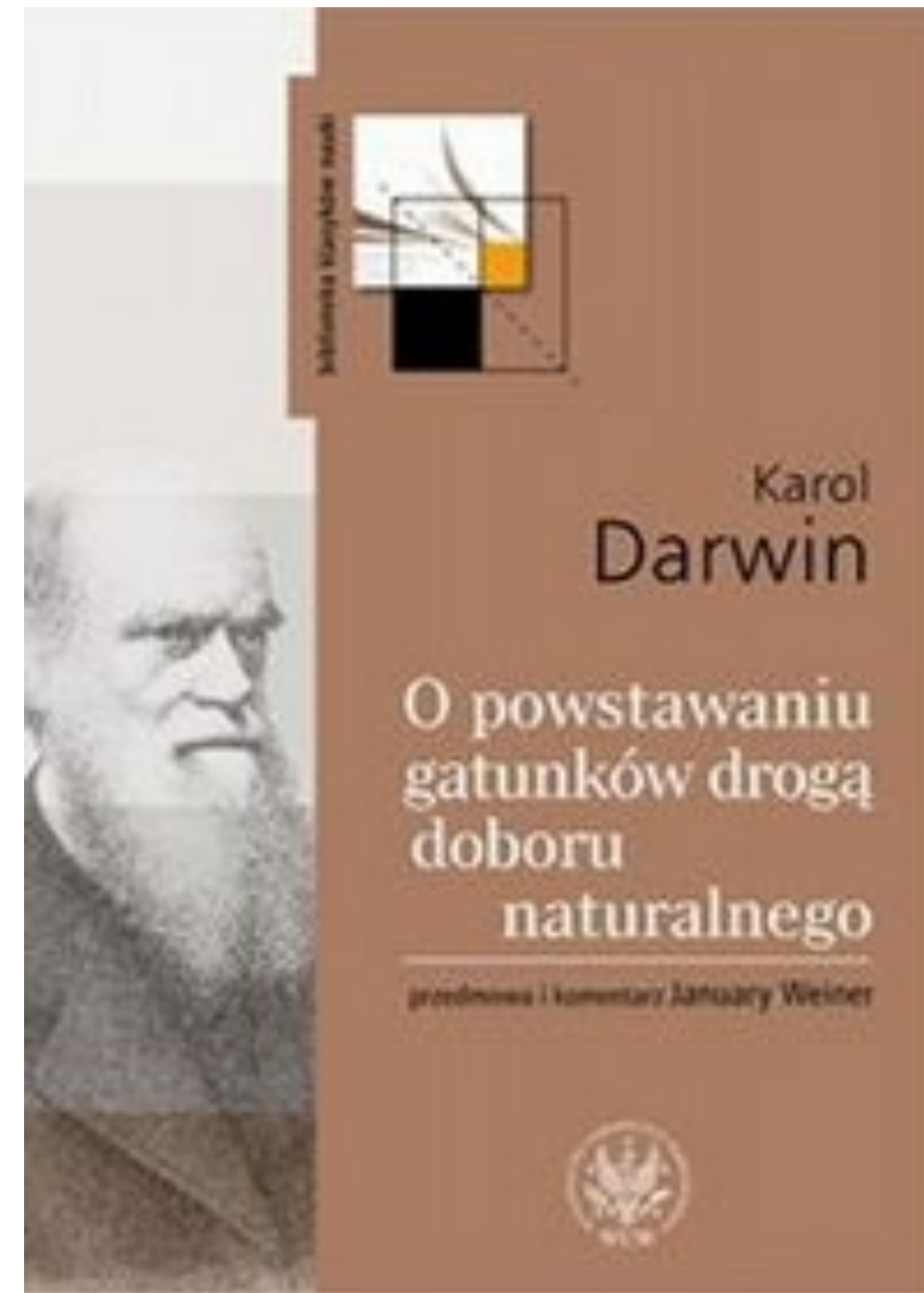
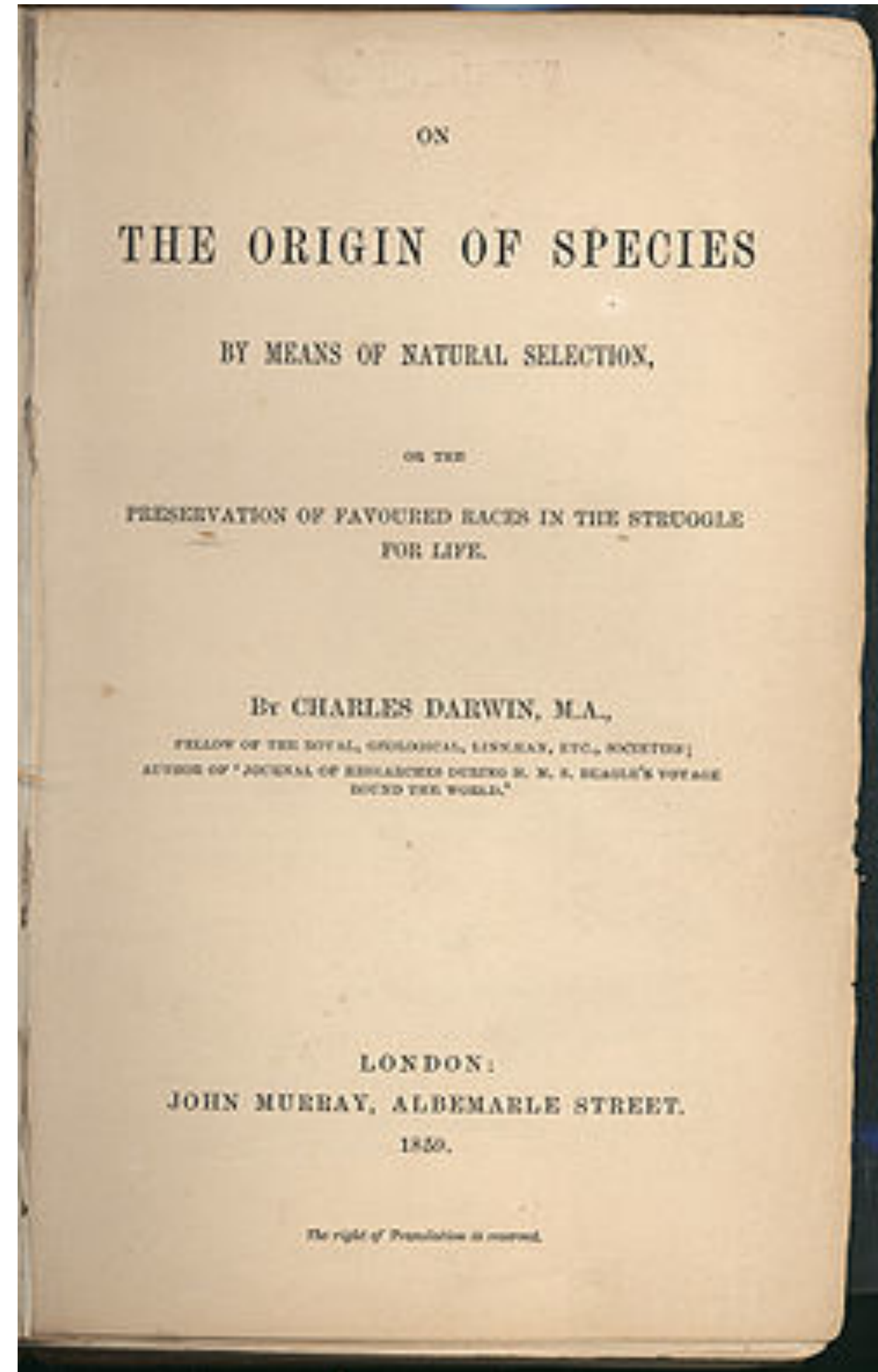
Taksonomia



I. QUADRUPEDIA.			
<i>Corpus hirsutum. Pedes quatuor. Feminae viviparæ, lactiferæ.</i>			
ANTHROPO- MORPHA. <i>Dentes primores 4. u- tringue: vel nulli.</i>	Homo.	Noſce te ipſum.	H { Europæus albeſc. Americanus rubeſc. Aſiaticus fulcus. Africanus nigr.
	Simia.	ANTERIORES. POSTERIORES. <i>Digiti 5. 5.</i> Polleriores anterioribus fimiles.	Simia cauda carens. Papio. Satyrus. Cercopithecus. Cynocephalus.
	Bradypus.	<i>Digiti 3. vel 2. . . . 3.</i>	Ai. <i>Ignavus.</i> Tardigradus.

Linnaeus, 1735 *Systema Naturae*

Ewolucja gatunków



Problem gatunku

- Zmienność ewolucyjna ma charakter ciągły
- Taksonomia jest próbą uporządkowania opisu różnorodności organizmów
- Podział na gatunki (i wyższe jednostki taksonomiczne) jest mniej lub bardziej umowny
 - są sytuacje, kiedy jest ewidentny, ale nie zawsze
- Gatunek nie jest biologicznym podmiotem ewolucji (nie istnieje “dobro gatunku”)

Co to jest gatunek?

- Koncepcja biologiczna (E. Mayr, 1942)
 - Gatunek tworzą populacje złożone z osobników zdolnych do krzyżowania się i wydawania płodnego potomstwa w warunkach naturalnych
- Koncepcja morfologiczna
 - Gatunek tworzą organizmy podobne do siebie
 - Wariant: gatunki o dostatecznie podobnej sekwencji DNA

Problem gatunku

- Definicja biologiczna (bariery rozrodcze)
 - Co zrobić z organizmami bez procesów płciowych (bakterie)?
 - Co to znaczy “w warunkach naturalnych”?
 - Co zrobić z gatunkami wymarłymi lub rozdzielonymi w czasie lub przestrzeni?

Inne definicje

- Definicja filogenetyczna
 - najmniejsza spójna (monofiletyczna) grupa w drzewie, nie dająca się rozdzielić
 - problem - różne metody tworzenia drzew
- Definicja ekologiczna
 - grupa organizmów zajmujących konkretną niszę ekologiczną
 - zestaw cech i możliwości pozwalających na przeżycie w określonych warunkach

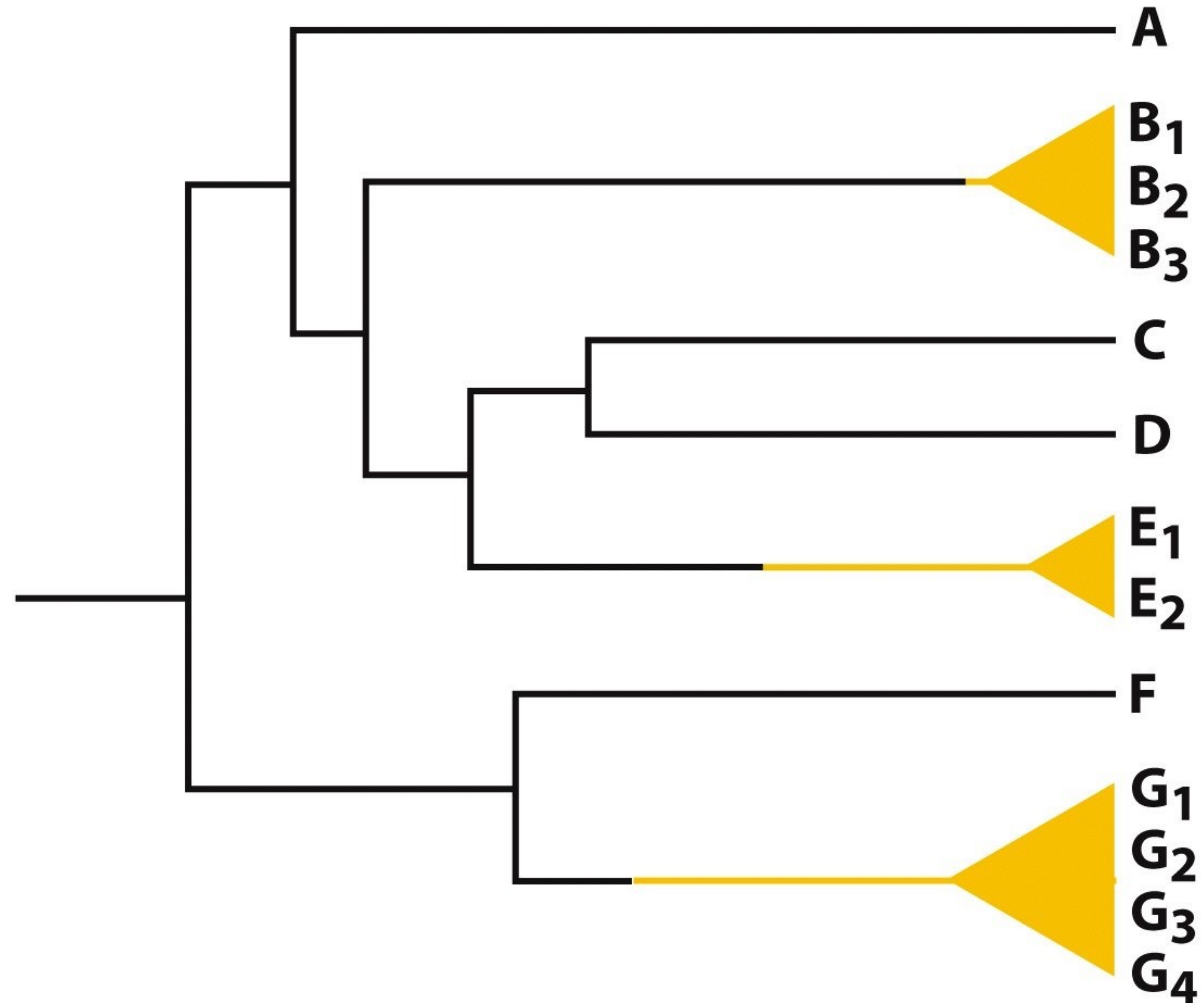


Figure 16-1 Evolutionary Analysis, 4/e
© 2007 Pearson Prentice Hall, Inc.

Problem gatunku

- Definicja morfologiczna i genetyczna
 - Jak określić graniczne podobieństwo
 - Są gatunki bardzo podobne do siebie, ale rozdzielone rozrodczo
- Pojęcie gatunku ma charakter rozmyty, nie ścisły



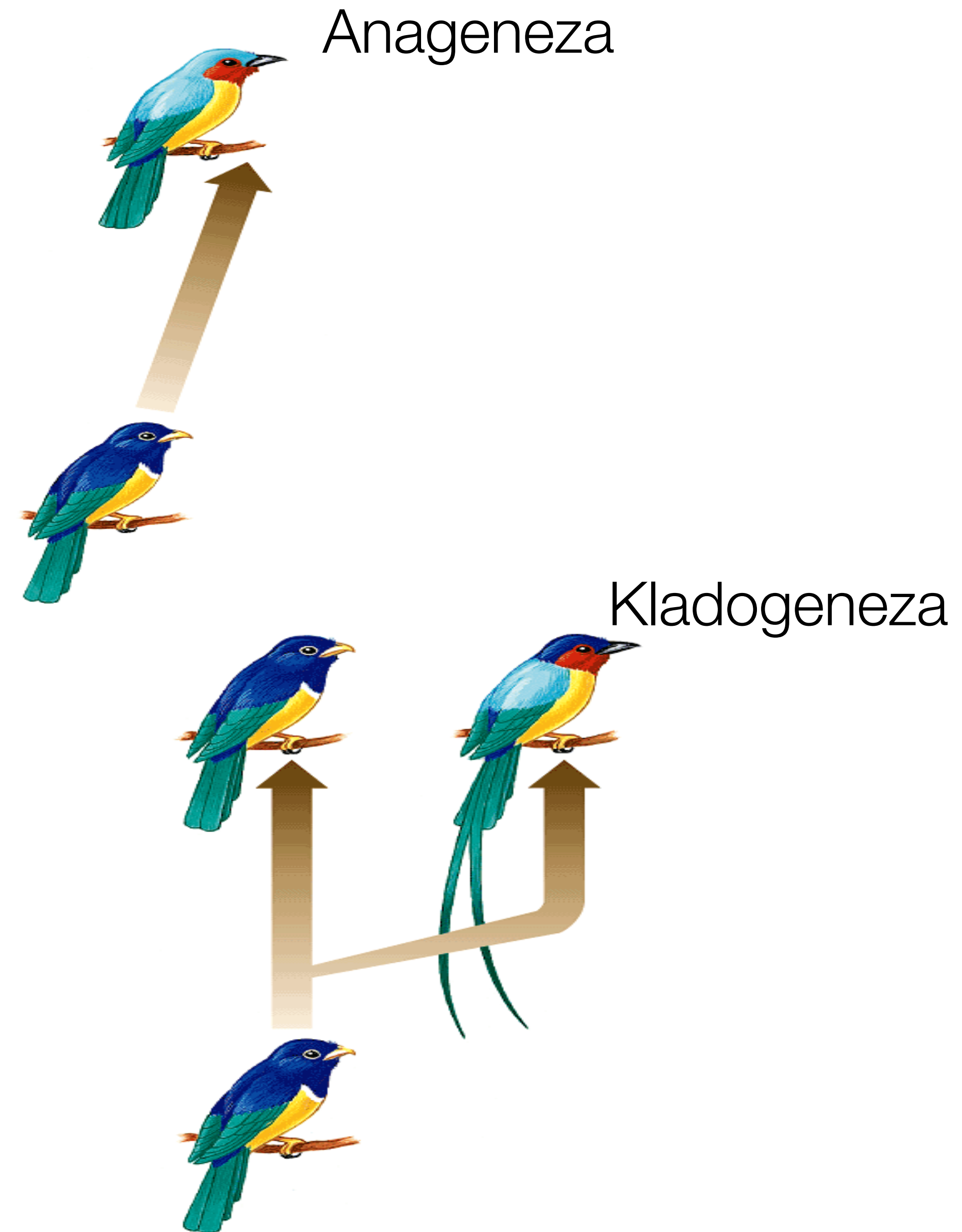
piecuszek



pierwiosnek

Zmiany gatunków w czasie

- Anageneza
 - przekształcenie gatunku w inny
 - nie zwiększa różnorodności
 - nie da się wskazać momentu przejścia w inny gatunek
- Kladogeneza (specjacja)
 - rozdził gatunku na dwa gatunki potomne
 - przyrost różnorodności
 - pojawienie się bariery rozrodczej definiuje rozdział gatunków
- Ekstynkcja (wymieranie)



Wzrost różnorodności biologicznej

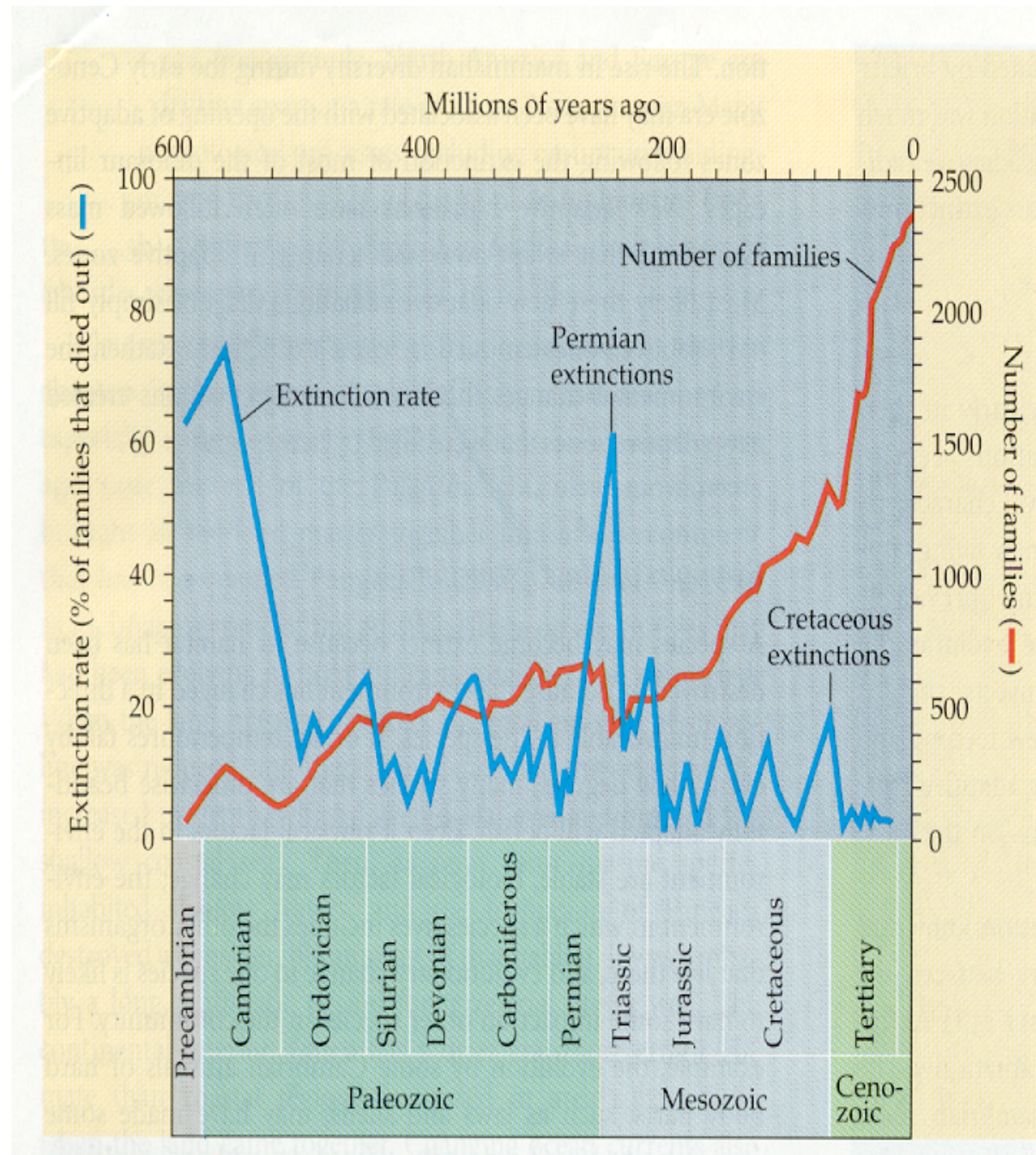


FIGURE 25.5 • Diversity of life and periods of mass extinction. This graph, based on the fossil record of terrestrial and marine organisms, reveals a general increase in the diversity of organisms over time (red line and right vertical axis). Mass extinctions on land and in the oceans interrupted the buildup of diversity during many periods of geological time (blue line and left vertical axis). In this figure, extinction events are estimated as percentages of taxonomic families that died out relative to the number extant in each period of geological time. Of the two mass extinction periods labeled in the figure, the Permian extinctions claimed more than 90% of species on land and in the seas, whereas the extinctions at the end of the Cretaceous probably wiped out more than half of all species, including nearly all dinosaur lineages. Other methods of estimating extinctions indicate similar timing for mass extinctions, but the magnitudes of extinctions are more difficult to determine. Accuracy tends to be lowest in the oldest time periods and when diversity is very low. For instance, the extinction rate peak in the early Cambrian may be largely a function of the low diversity at the time. Paleontologists question whether mass extinctions actually occurred during the early Cambrian.

Specjacja

- Pojawienie się bariery reprodukcyjnej między populacjami dające początek gatunkom
- Specjacja allopatryczna
 - Związana z powstaniem bariery fizycznej (geograficznej) między populacjami
- Specjacja sympatryczna
 - Bez izolacji geograficznej, na tym samym obszarze

Specjacja allopatryczna

- Zasiedlanie nowych terytoriów
- Powstawanie przeszkód naturalnych
- Bariery powstają na skutek działania dryfu, doboru i nowych mutacji
- Jeżeli powstaną bariery reprodukcyjne zanim dojdzie do ponownego kontaktu, powstaną odrębne gatunki

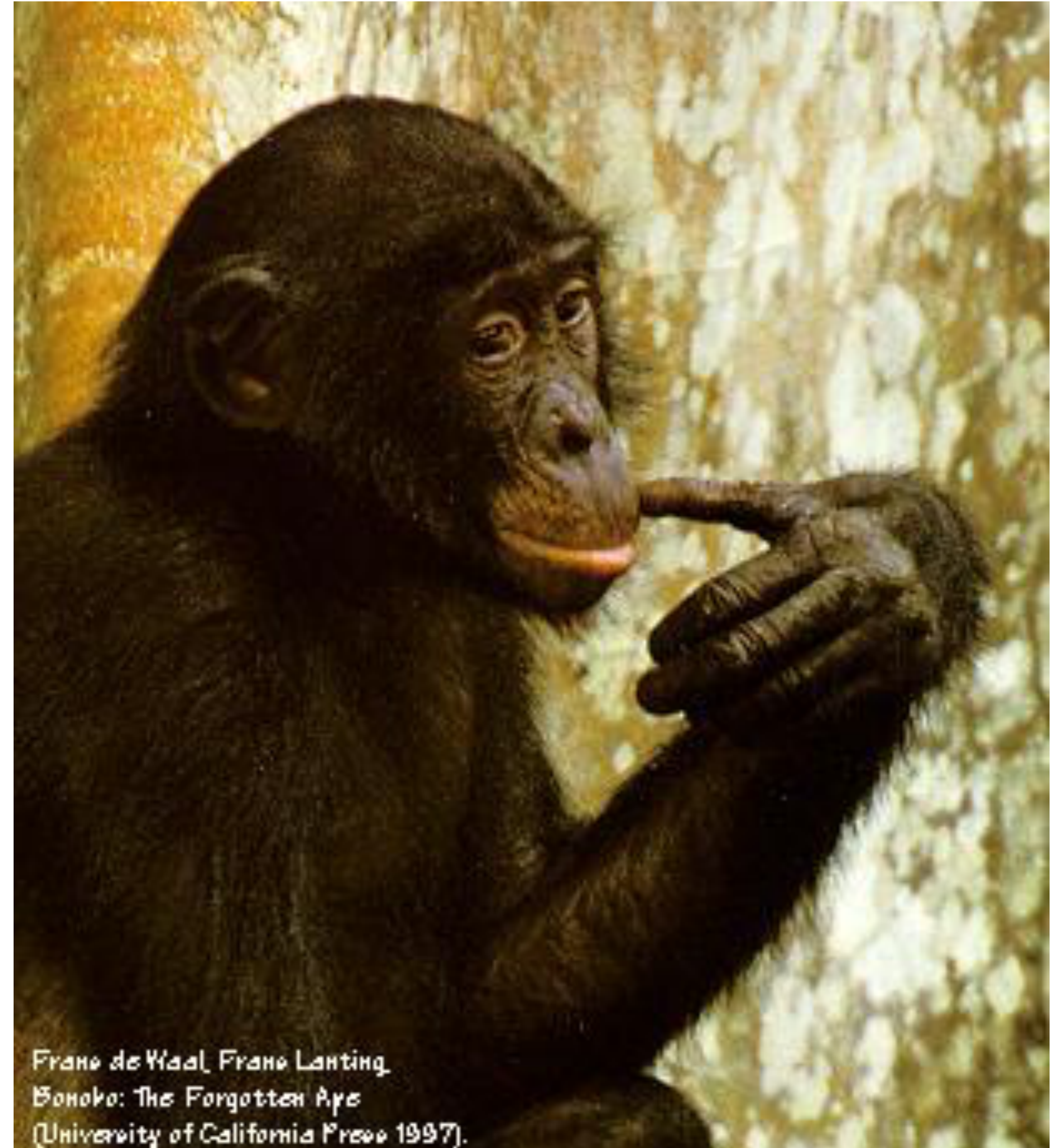
Specjacja allopatryczna



Wiewiórki ziemne z rodzaju *Ammospermophilus*, rozdzielone powstaniem Wielkiego Kanionu
Dla innych gatunków (np. ptaków) nie jest barierą

Szympanans i bonobo

- Bonobo (szympanans karłowaty)
- Zidentyfikowany jako gatunek w 1929
 - E. Schwartz: “Le Chimpanzé de la Rive Gauche du Congo.”
- Specjacja obu gatunków szympanansów rozpoczęła się ~ 2 MYA (mln. lat temu)



Franco de Waal, Franco Lanting,
Bonobo: The Forgotten Ape
(University of California Press 1997).

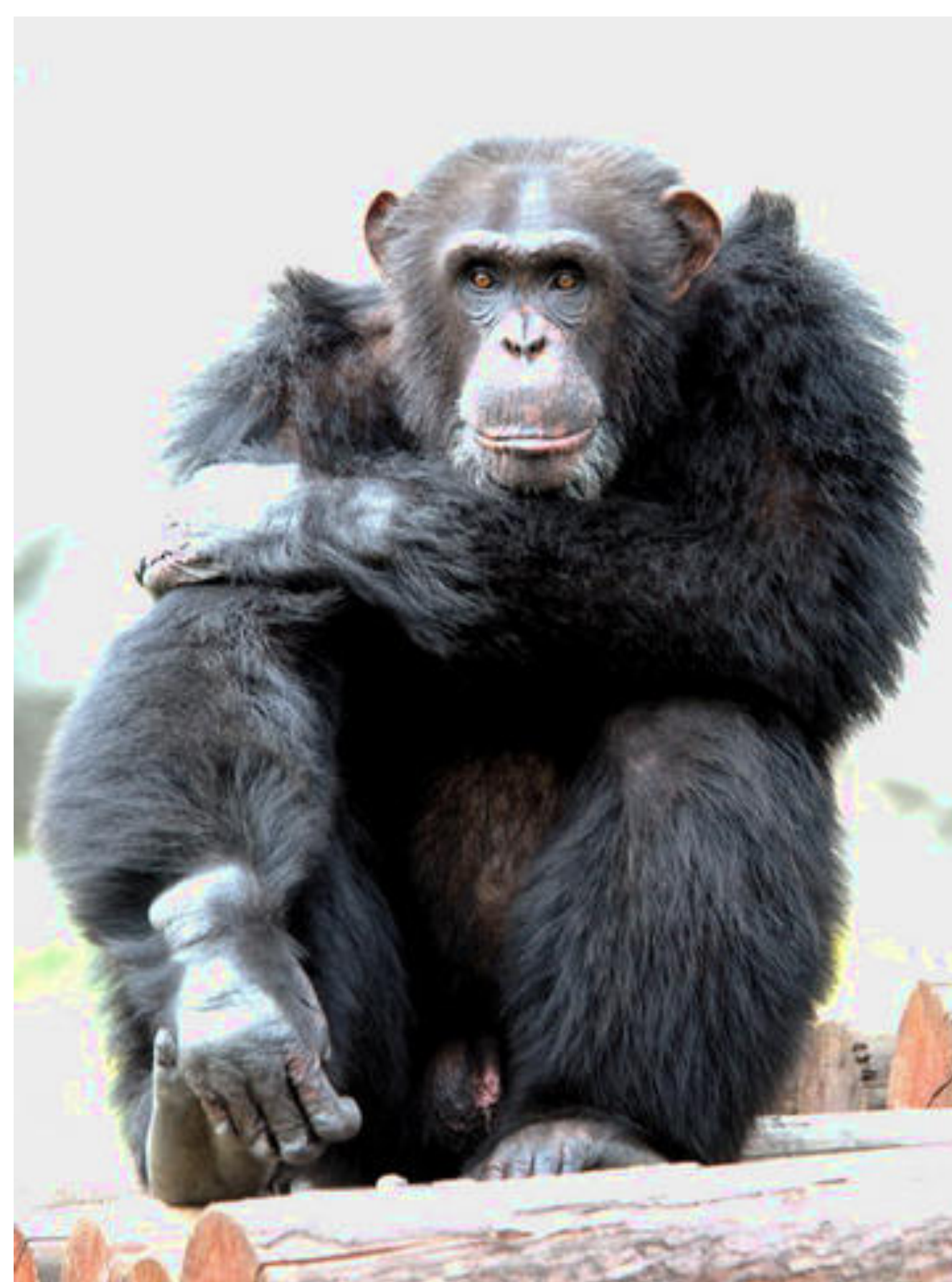
Szympansy i bonobo

- Przyczyna specjacji - powstanie rzeki Kongo (Zaire) rozdzielającej populacje przodków szympansów i bonobo ~2,5 MYA



Szympansy i bonobo

- Różnice w morfologii i behawiorze
- Szympansy - grupy pod przywództwem samców alfa, agresywnie terytorialne
- Bonobo - grupy matriarchalne, interakcje bez agresji, kontakty seksualne jako sposób nawiązywania i utrzymywania więzów



Szympansy i bonobo

- Szympansy - zasięg pokrywa się z zasięgiem goryla, konkurencja o pokarm roślinny (niskie rośliny) - silniejsza potrzeba obrony terytorium (drzewa - źródło pożywienia)
- Bonobo - nie ma konkurenta (goryle nie występują), uzupełnia dietę łatwo dostępnym pokarmem roślinnym - stabilność



Specjacja

- Przywrócenie ograniczonego kontaktu
 - np. Kanał Panamski przywrócił częściowo kontakt uniemożliwiony przez połączenie Ameryki Pn. i Pd.
- Gatunki już się nie krzyżują



Specjacja allopatryczna

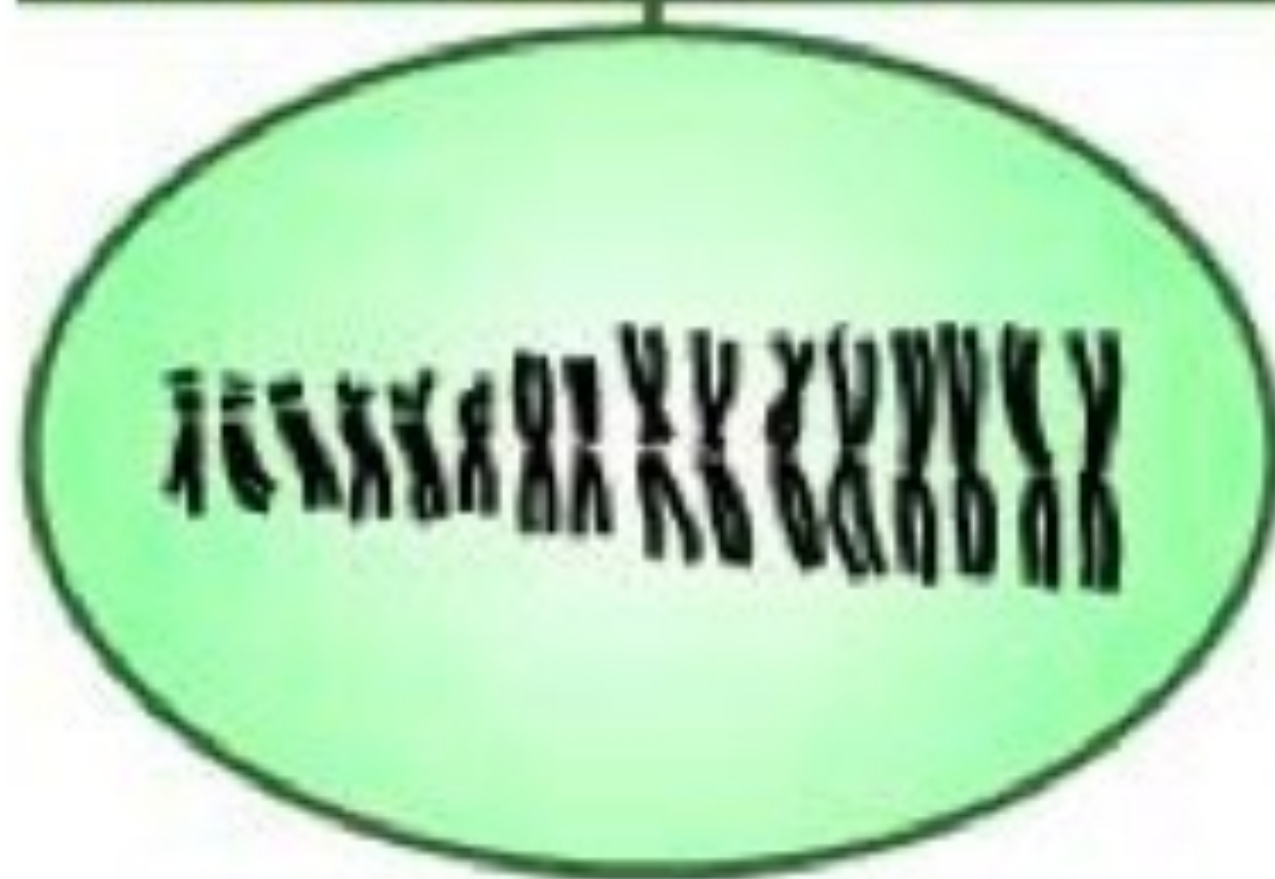
- Wariant – odrywanie się małych populacji od macierzystej (specjacja perypatryczna)
- Np. zasiedlanie wysp

Specjacja sympatryczna

- Bez izolacji geograficznej
- Mechanizmy genetyczne, behawioralne
 - Np. pasożytów – inne gatunki gospodarza
- Dobór różnicujący
 - Np. kojarzenie selektywne
- Rzadko w czystej postaci u zwierząt

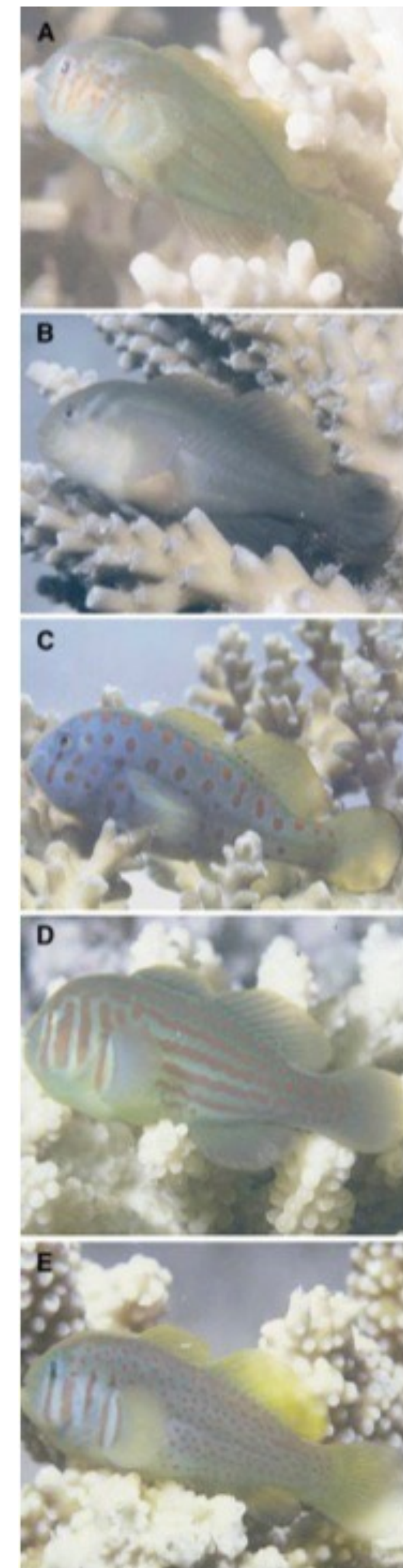
Specjacja sympatryczna

- U roślin przez zmiany chromosomowe (polipliodia)
- Warianty z dodatkowymi zestawami chromosomów
- Nie krzyżują się z wariantami wyjściowymi
- Rozmnażają się wegetatywnie i krzyżują między sobą



Kojarzenie selektywne

- Wybór podobnego partnera
 - podobne cechy zewnętrzne
 - np. wrona i czarnowron
 - podobne preferencje habitatu
 - np. ryby babkowate na rafie koralowej
- Efekt przeciwny do doboru stabilizującego – dobór rozrywający



Kojarzenie selektywne

- Czy dotyczy też ludzi?
 - informatycy i zespół Aspergera
- Baron-Cohen, 2006, Two new theories of autism: hyper-systemising and assortative mating, Arch Dis Child.91(1): 2–5
- Silberman, 2004, The Geek Syndrome, http://www.wired.com/wired/archive/9.12/aspergers_pr.html

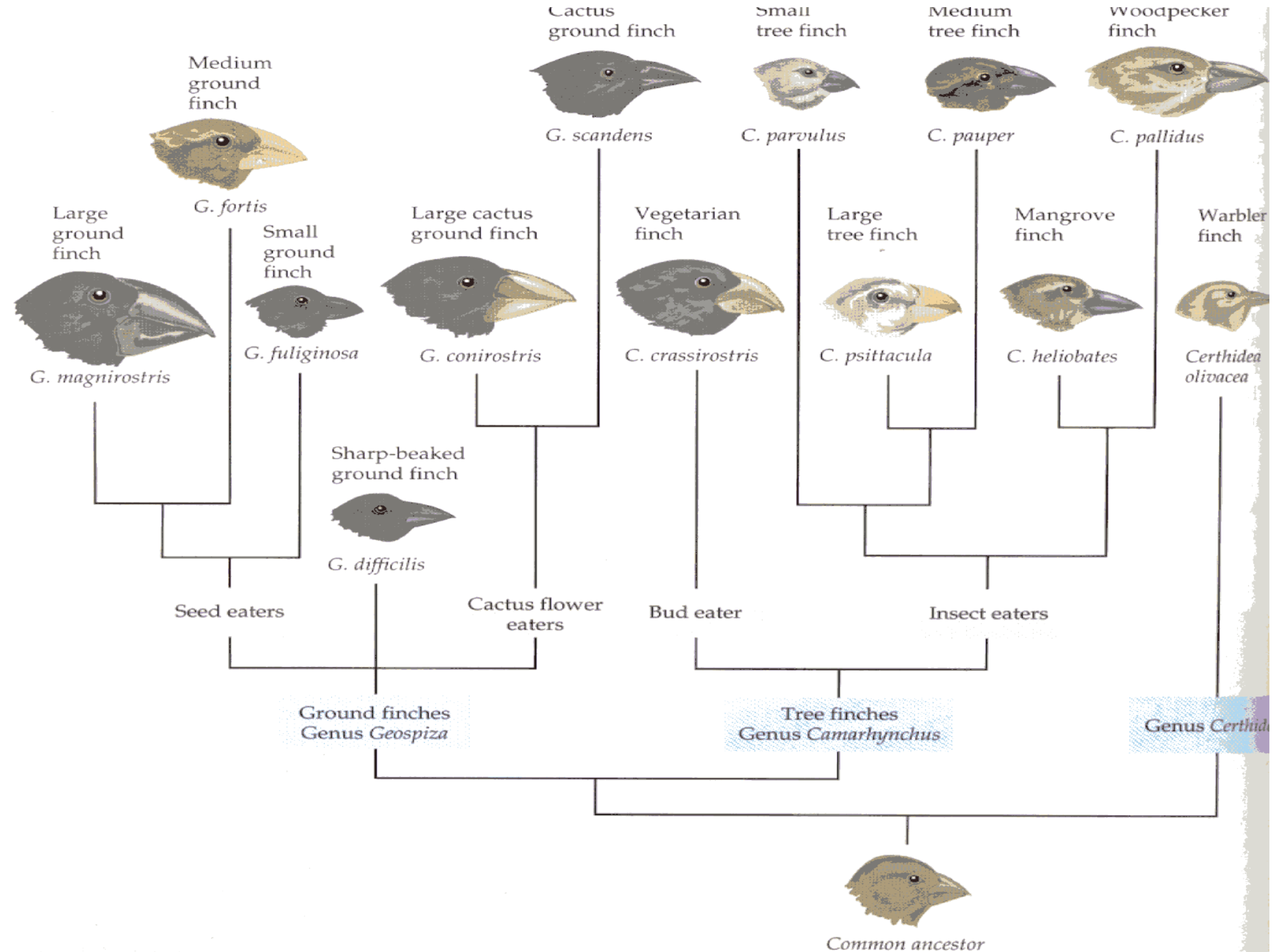
Specjacja parapatryczna

- Rozległy zasięg gatunku, praktyczny brak kontaktu między populacjami skrajnymi
- Wymiana genów między populacjami sąsiednimi, ale nie skrajnymi
- Gradient warunków środowiska



Radiacja

- Pojawienie się wielu nowych nisz ewolucyjnych powoduje intensywną kladogenezę
- Np. przy zasiedlaniu zupełnie nowych terytoriów
- Albo po pojawieniu się istotnej nowości ewolucyjnej (np. zdolność życia na lądzie)



Bariery reprodukcyjne

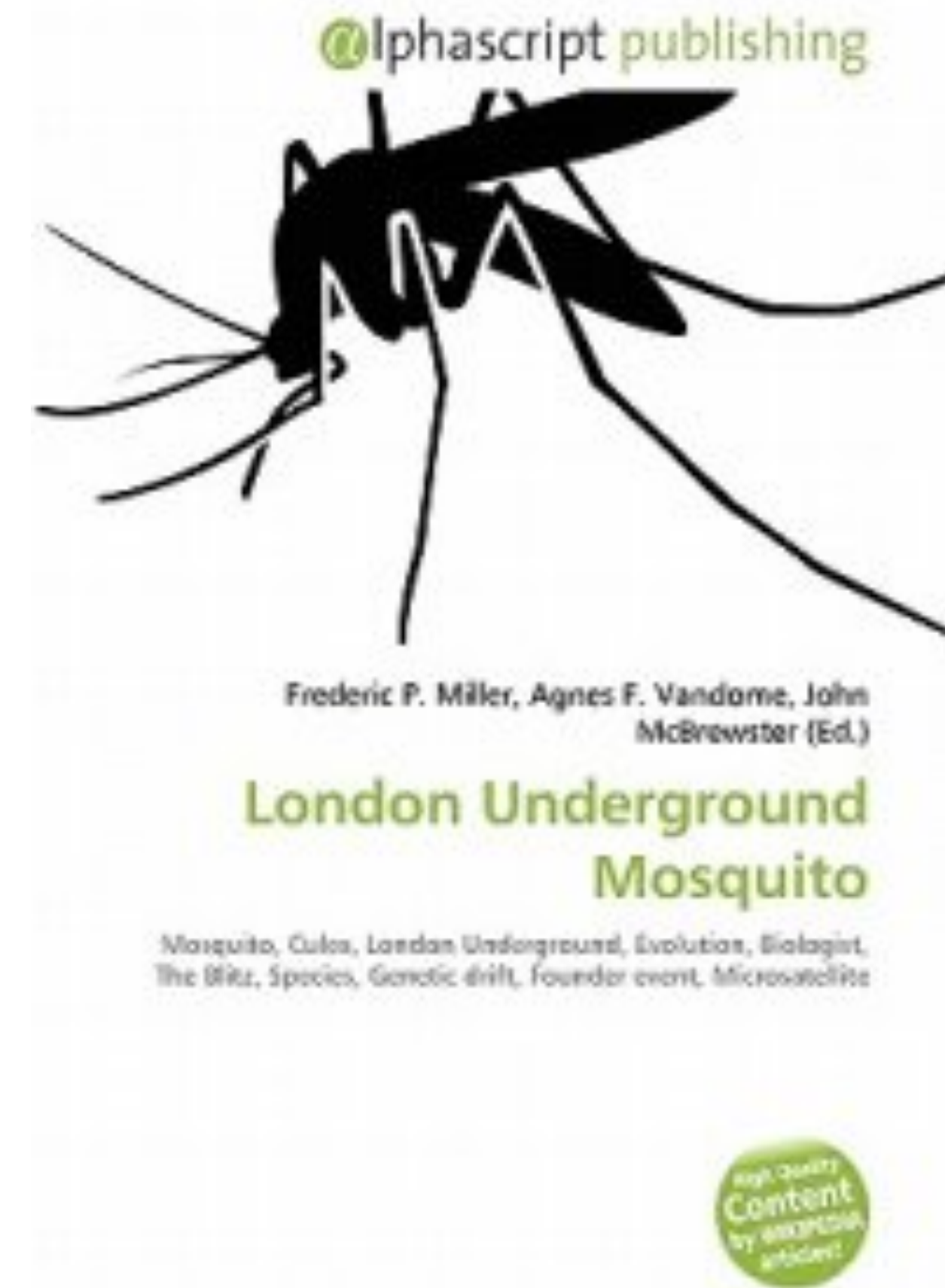
- Prezygotyczne
 - Nie dochodzi do krzyżowania
- Postzygotyczne
 - Krzyżowanie nie daje płodnego potomstwa

Bariery prezygotyczne

- Izolacja
 - habitatu
 - czasowa
 - behawioralna
 - mechaniczna
 - obumieranie gamet

Izolacja habitatu

- *Culex pipiens molestus*
- Obecnie uznawany za odrębny gatunek *C. molestus*
- Gatunek komara, który występuje w podziemnych częściach budynków, tunelach itp.
- Opisany w Egipcie w 1775, najstłynniejsza populacja - metro w Londynie
- Izolacja genetyczna z “naziemnym” gatunkiem



Heredity **82** (1999) 7–15

Received 5 December 1997, accepted 3 March 1998

***Culex pipiens* in London Underground tunnels: differentiation between surface and subterranean populations**

KATHARINE BYRNE* & RICHARD A. NICHOLS

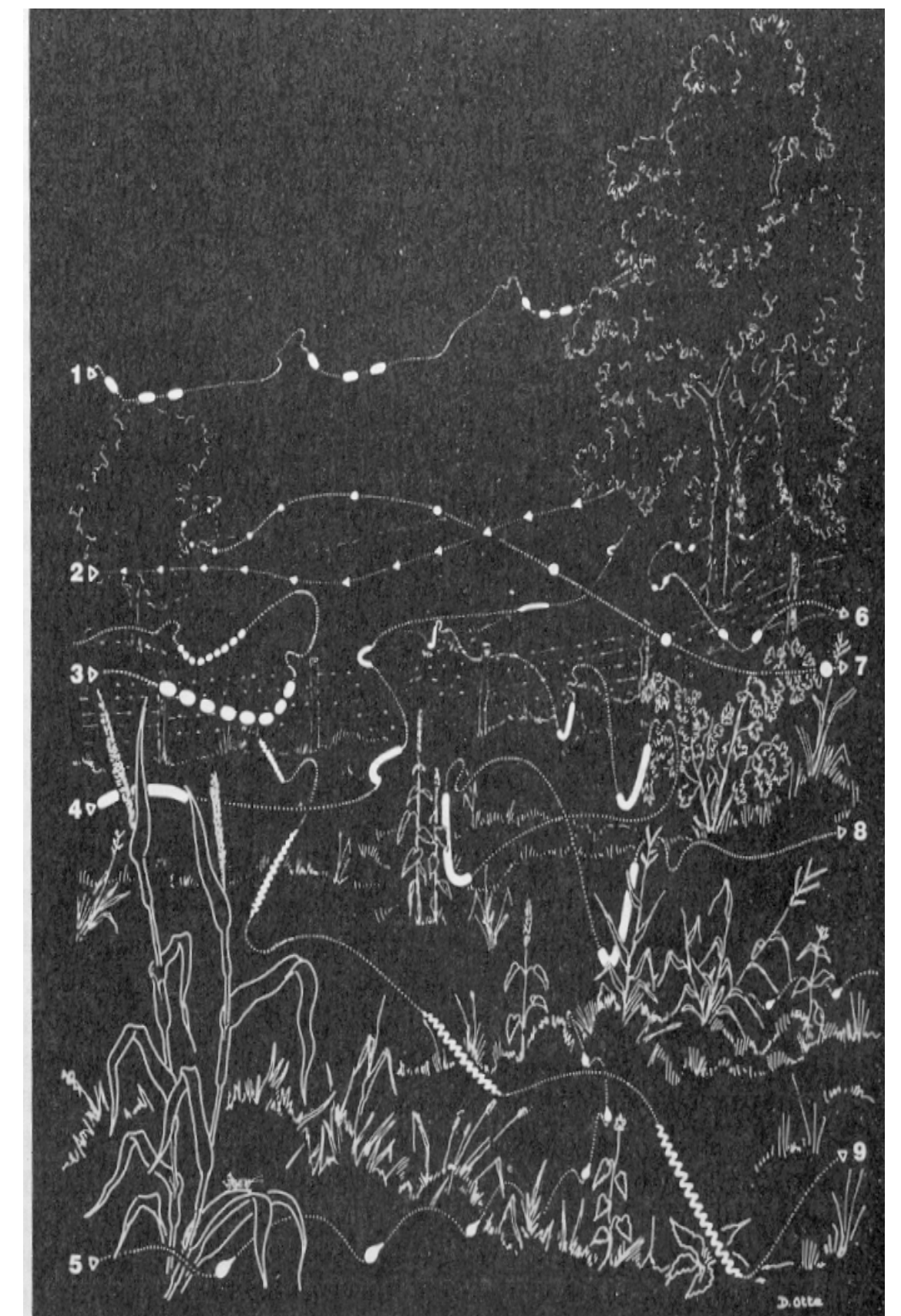
Queen Mary and Westfield College, University of London, Mile End Road, London E1 4NS, U.K.

Izolacja czasowa

- Pora kwitnienia u roślin
- Różne pory rozrodu u zwierząt

Izolacja behawioralna

- Np. u ptaków różne głosy
- U świetlików różne wzory lotu godowego
- Reakcja na wygląd



Sturnella sp.

Izolacja mechaniczna



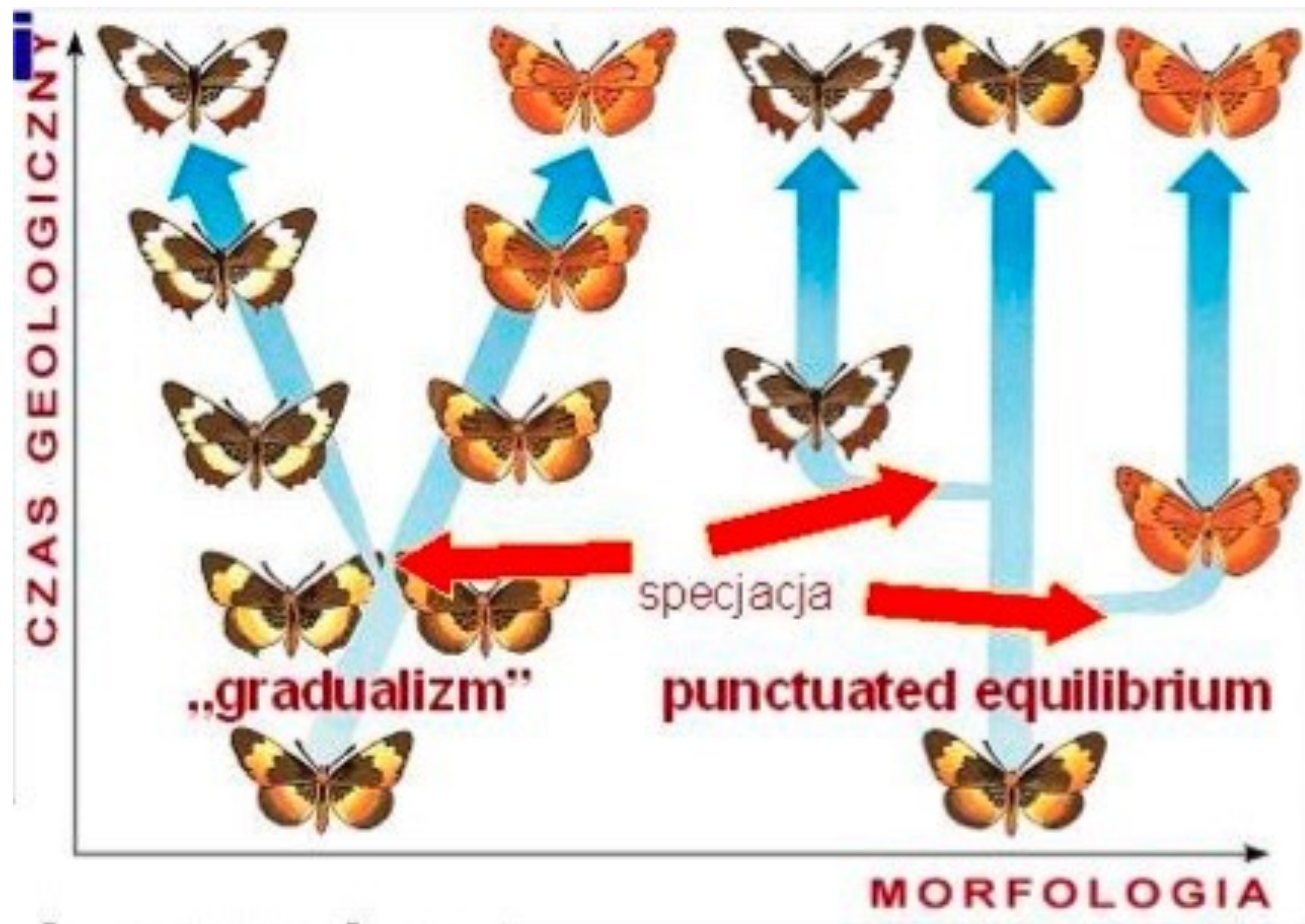
Np. narządy rozrodcze owadów (zasada zamka i klucza)

Bariery postzygotyczne

- Hybrydy nie przeżywają
- Hybrydy o obniżonej żywotności
- Hybrydy niepłodne
- Obniżony sukces reprodukcyjny hybryd w kolejnych pokoleniach

Tempo specjacji

- Gradualizm – stopniowe, powolne zmiany
- Punktualizm (Gould, Eldredge) – okresy gwałtownych zmian (po specjacji) i okresy stazy



Ewolucja różnorodności biologicznej

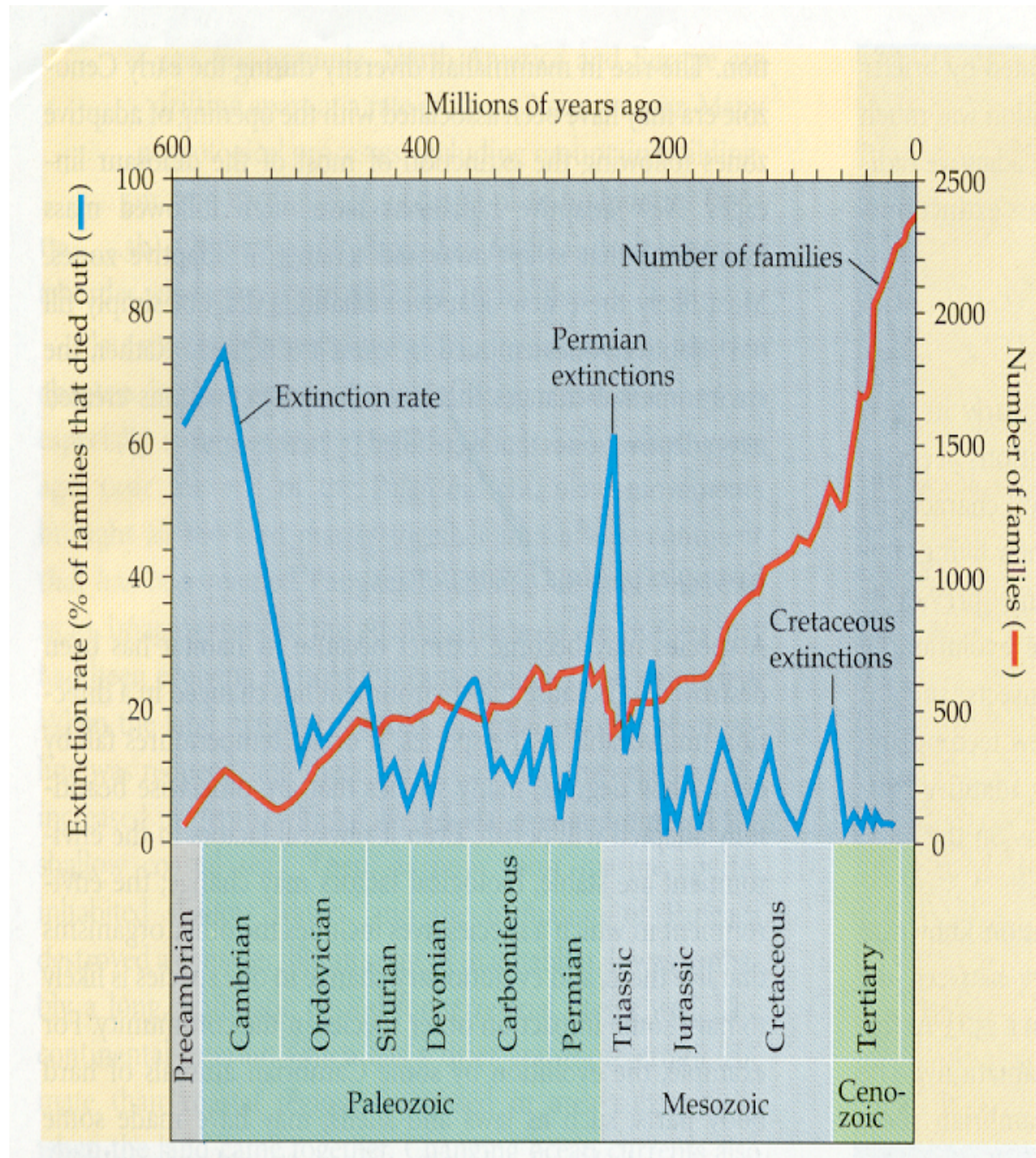
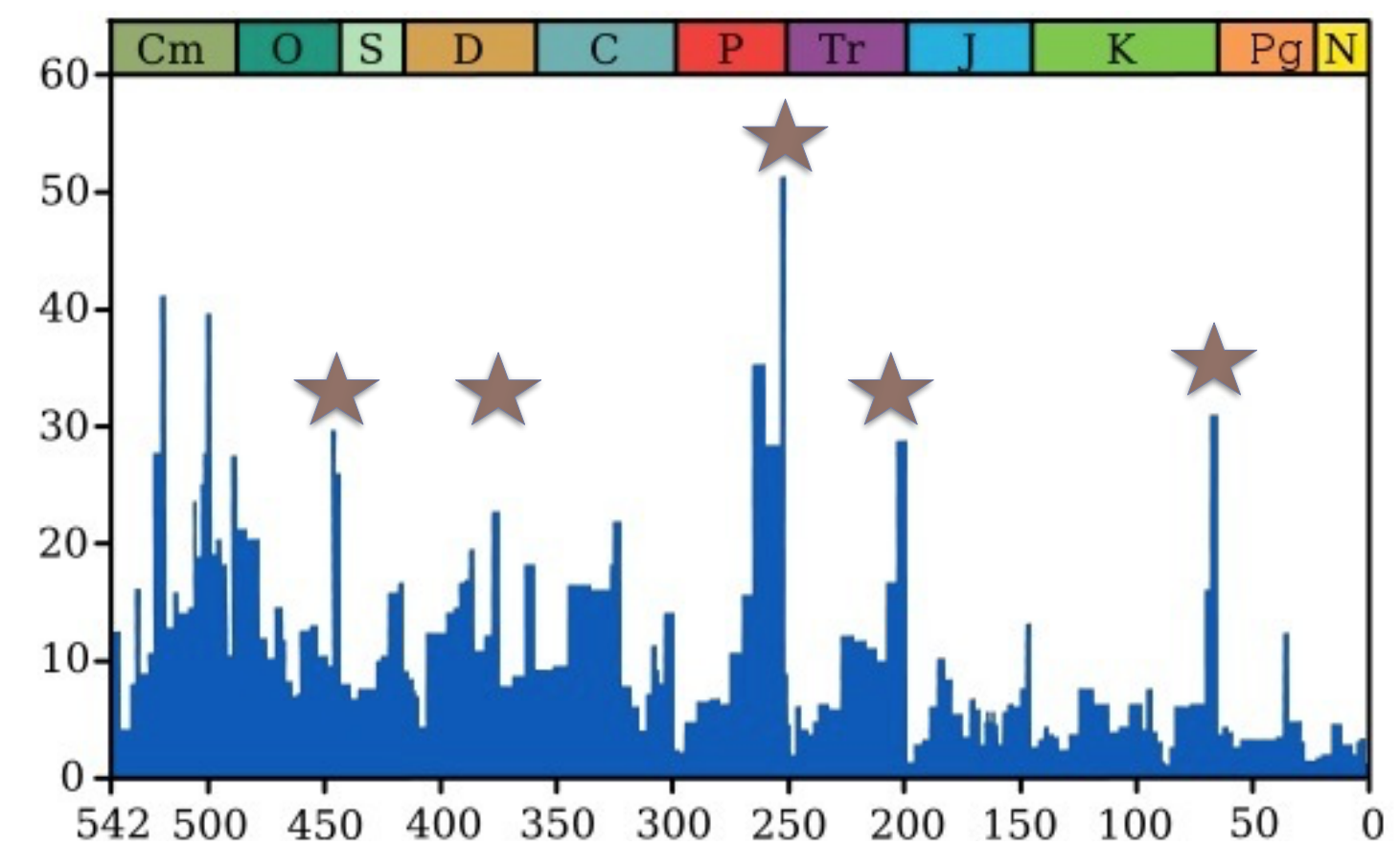


FIGURE 25.5 • Diversity of life and periods of mass extinction. This graph, based on the fossil record of terrestrial and marine organisms, reveals a general increase in the diversity of organisms over time (red line and right vertical axis). Mass extinctions on land and in the oceans interrupted the buildup of diversity during many periods of geological time (blue line and left vertical axis). In this figure, extinction events are estimated as percentages of taxonomic families that died out relative to the number extant in each period of geological time. Of the two mass extinction periods labeled in the figure, the Permian extinctions claimed more than 90% of species on land and in the seas, whereas the extinctions at the end of the Cretaceous probably wiped out more than half of all species, including nearly all dinosaur lineages. Other methods of estimating extinctions indicate similar timing for mass extinctions, but the magnitudes of extinctions are more difficult to determine. Accuracy tends to be lowest in the oldest time periods and when diversity is very low. For instance, the extinction rate peak in the early Cambrian may be largely a function of the low diversity at the time. Paleontologists question whether mass extinctions actually occurred during the early Cambrian.

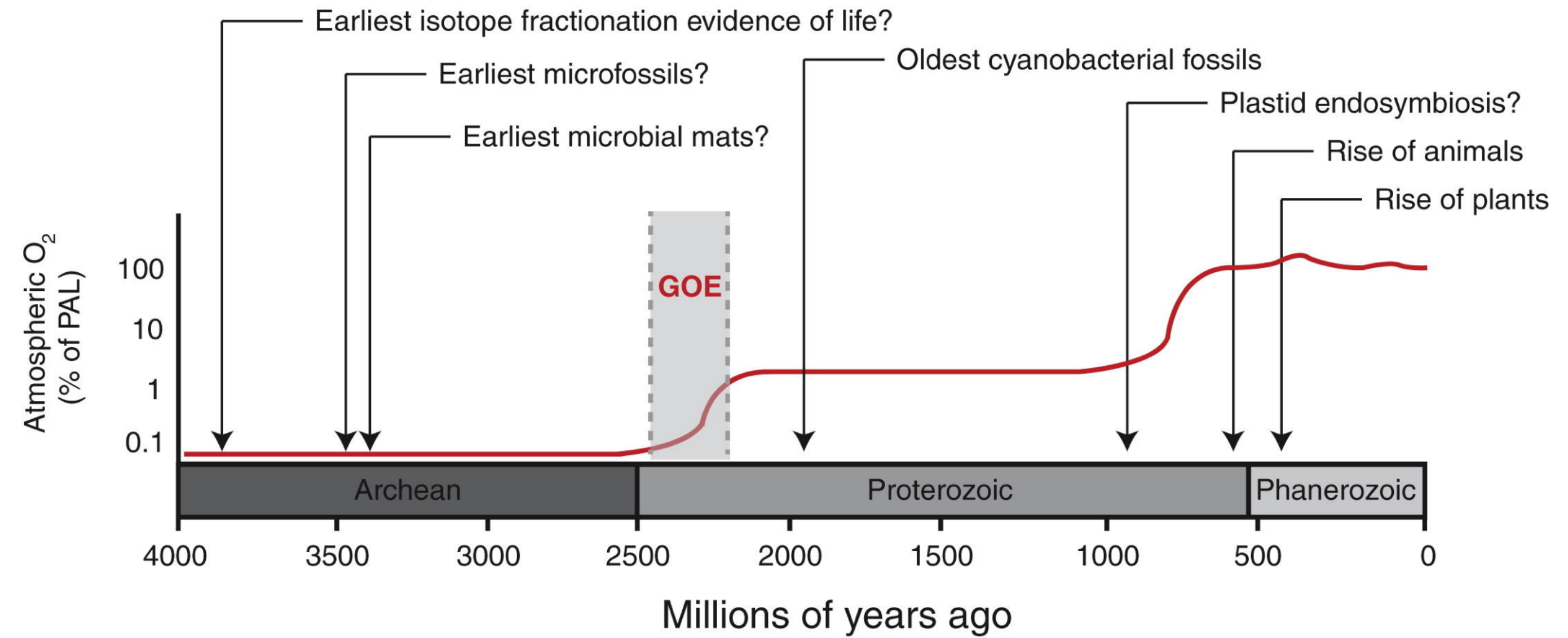
Wymieranie (ekstynkcja)

- Naturalny proces ewolucyjny
- Ogromna większość gatunków (99,9999%), które kiedykolwiek istniały wymarła
- W historii Ziemi etapy masowych wymierań (zmiany klimatu, katastrofy)

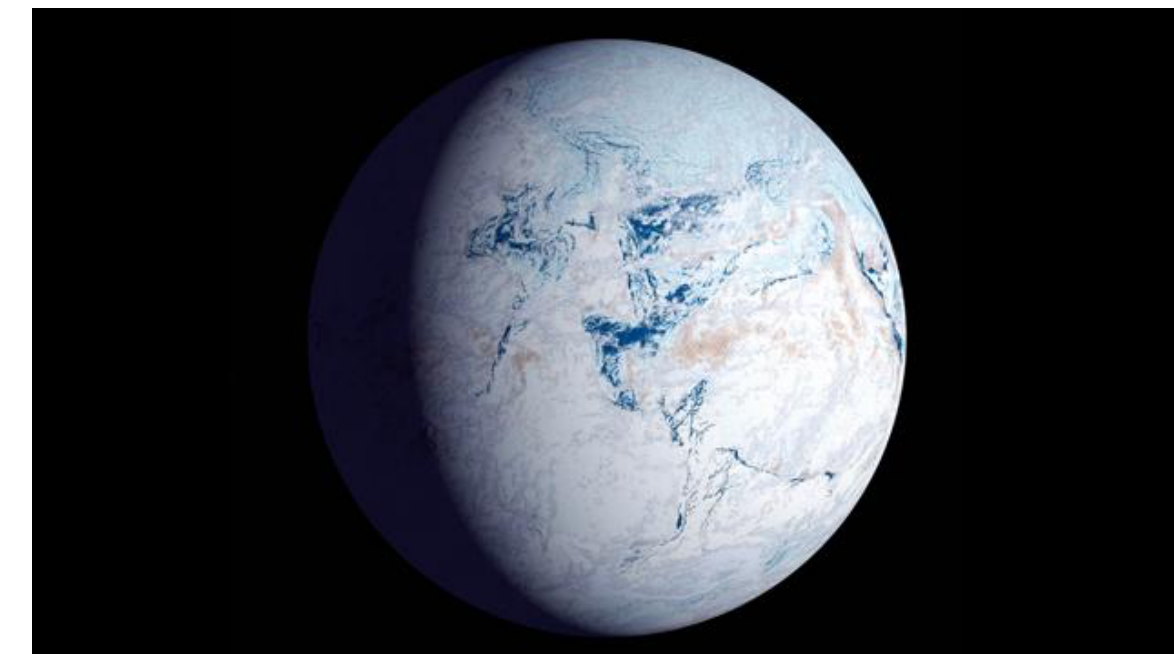


Katastrofa tlenowa?

- Powstanie fotosyntezy (~2,5 mld lat temu)
- Przyczyna - tlen w atmosferze (uboczny produkt fotosyntezy)
- Reakcja tlenu z metanem (gaz cieplarniany) - wielkie ochłodzenie klimatu ~2 mld lat temu
- Przeżyły jedynie organizmy zdolne do usuwania toksycznych reaktywnych form tlenu
- Niewiele wiadomo - bardzo nieliczne ślady kopalne

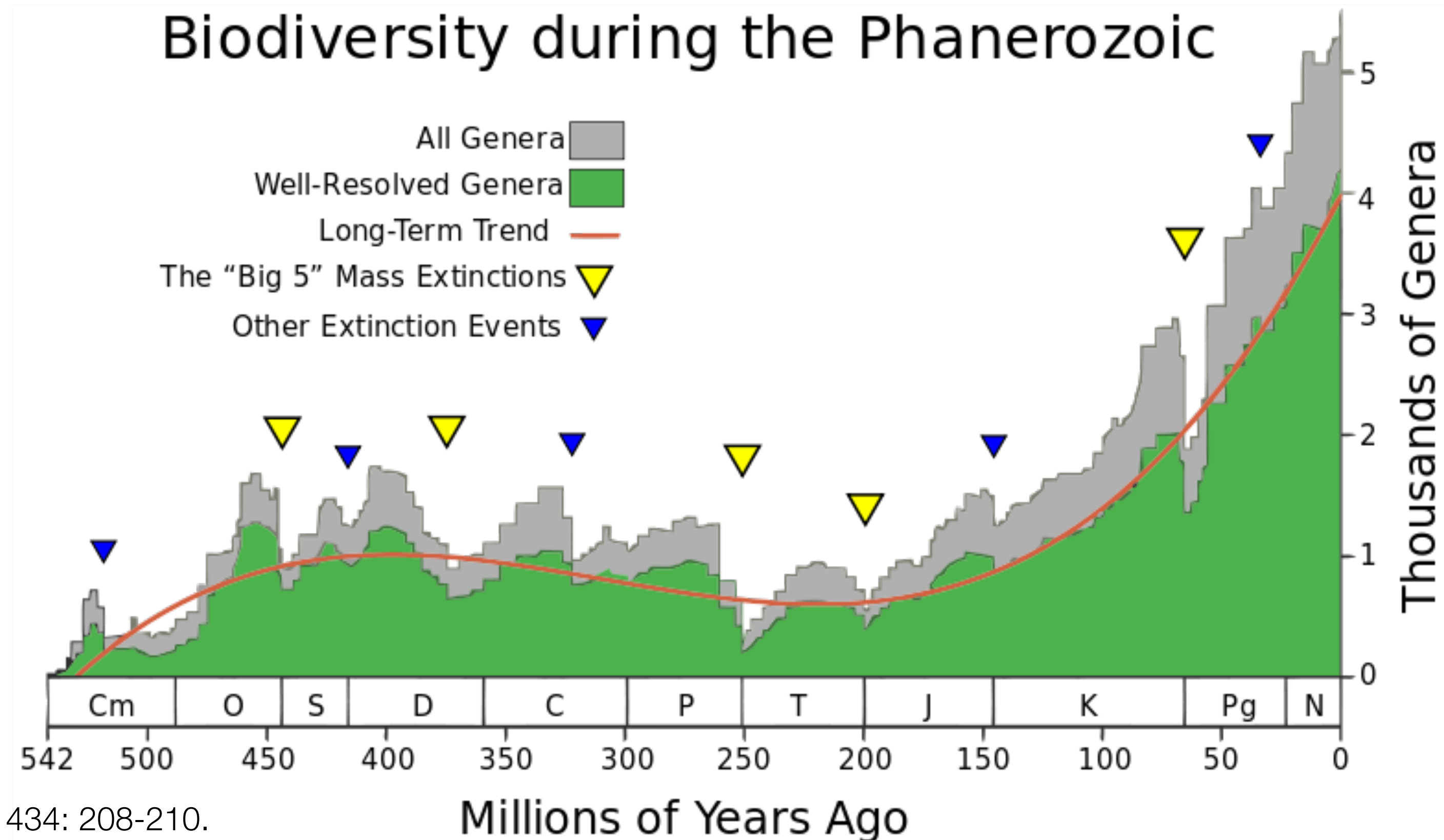
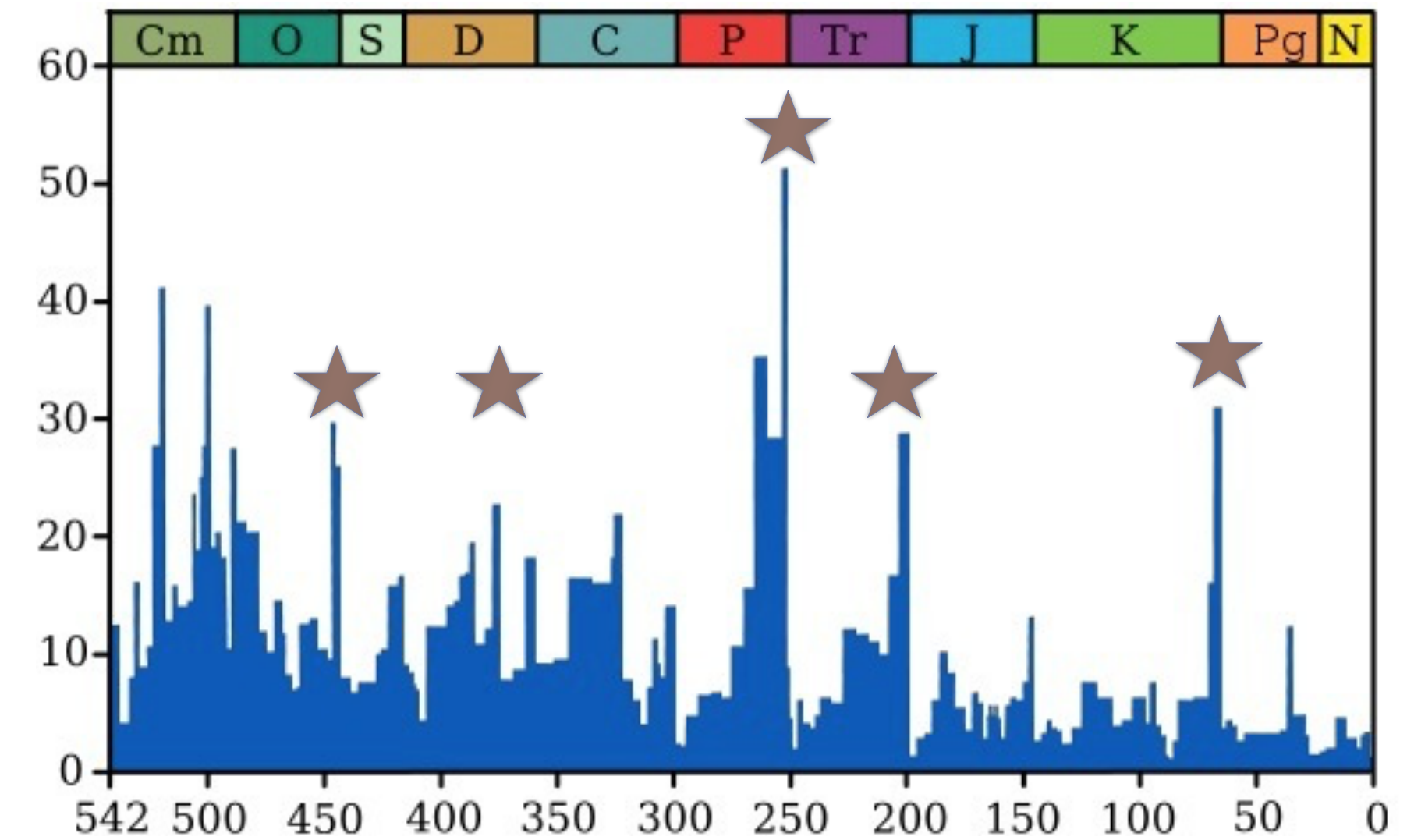


Current Biology



5 wielkich ekstynkcji Fanerozoiku (+1)

Od Kambru (Fanerozoik - najmłodszy eon w dziejach Ziemi, od ~540 mln. lat temu) tradycyjnie wmienia się 5 wielkich ekstynkcji (wymierań).



Wielkie ekstynkcje - koniec Ordowiku

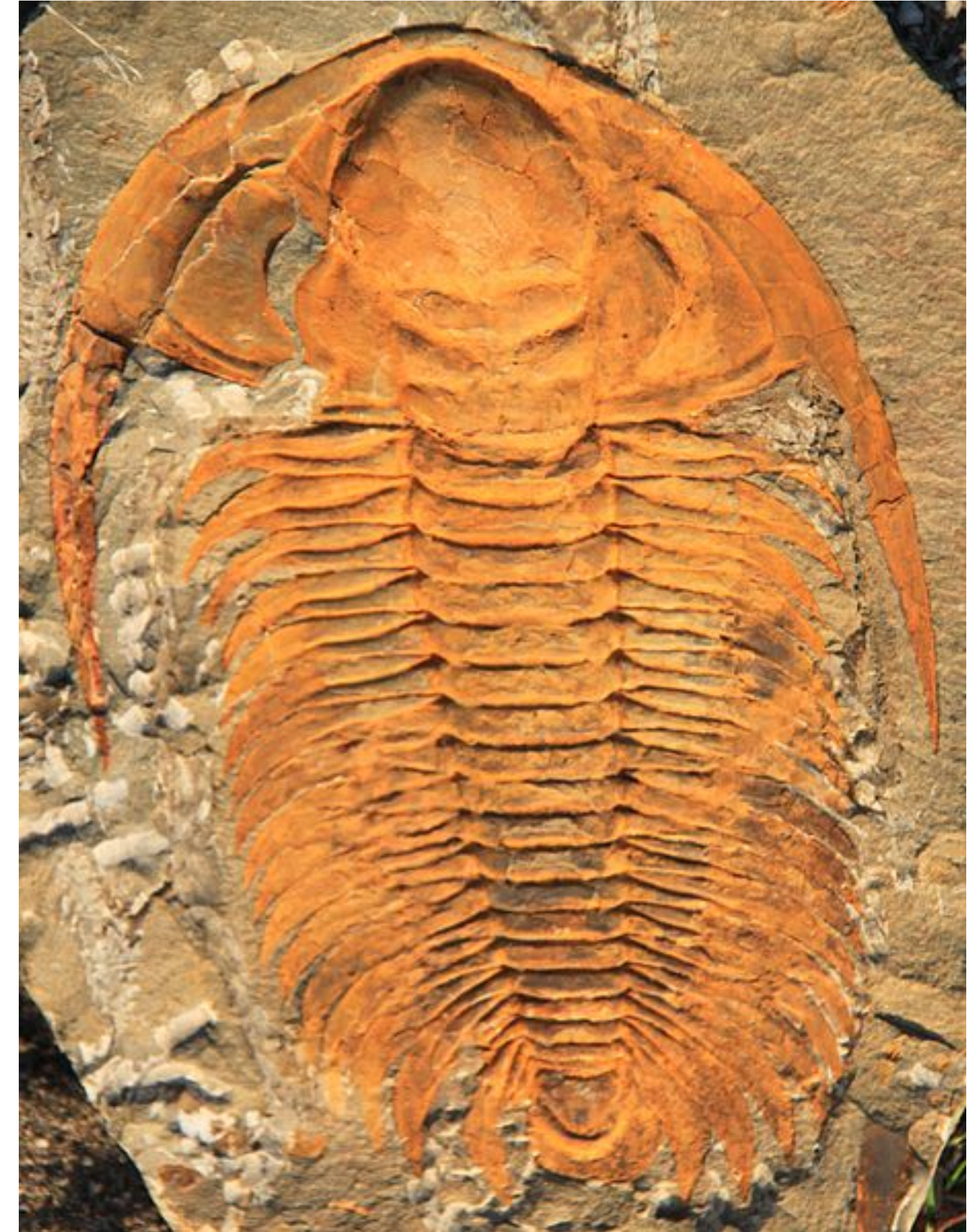
- ~450 mln. lat temu
- 60% bezkręgowców morskich (na lądzie jeszcze nie było roślin i zwierząt)
- Możliwe przyczyny:
 - zmiany klimatu powiązane z ruchem kontynentów (ochłodzenie, spadek poziomu mórz)



Ramienionogi

Wielkie ekstynkcje - Dewon

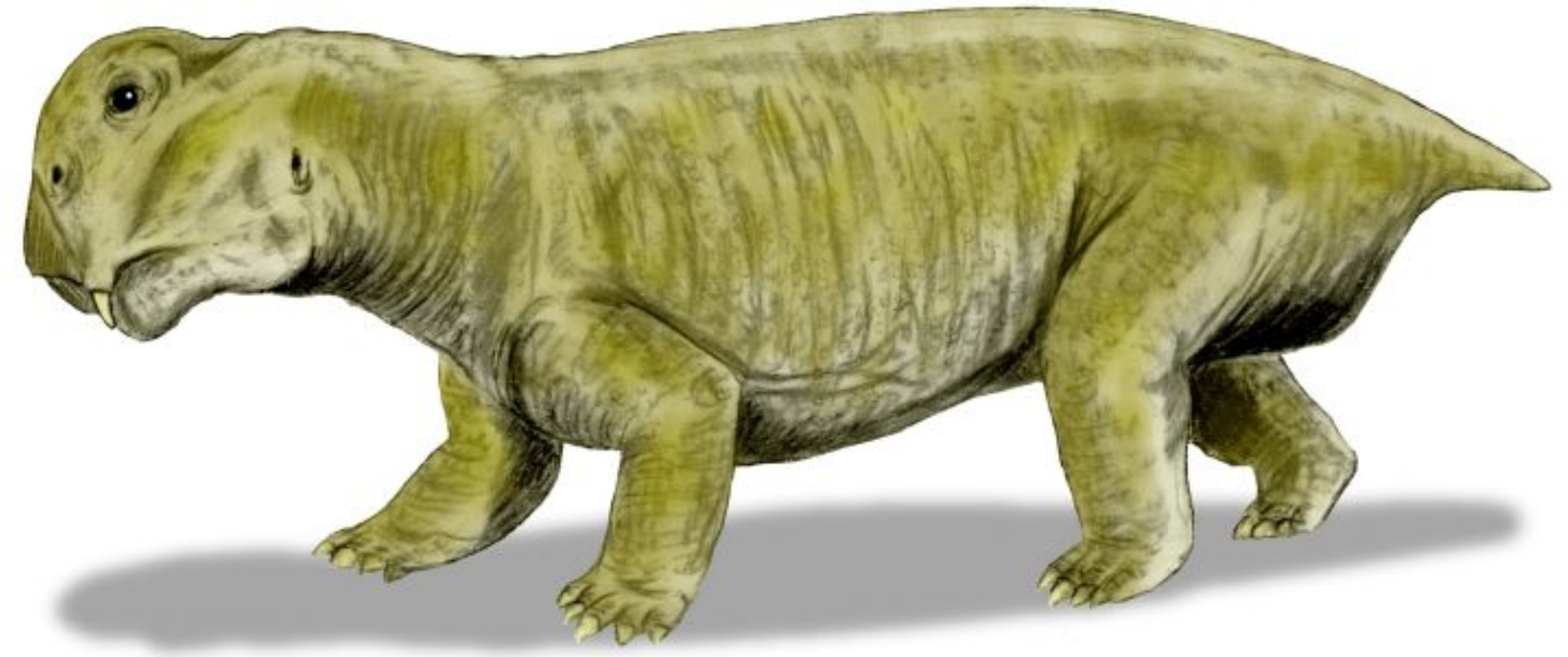
- ~ 375 mln. lat temu
- organizmy morskie (lądowe nie dotknięte), głównie związane z rafami
- przyczyny niejasne (ochłodzenie, spadek tlenu w morzu)



Trylobity

Wielkie ekstynkcje - PT (Perm/Trias)

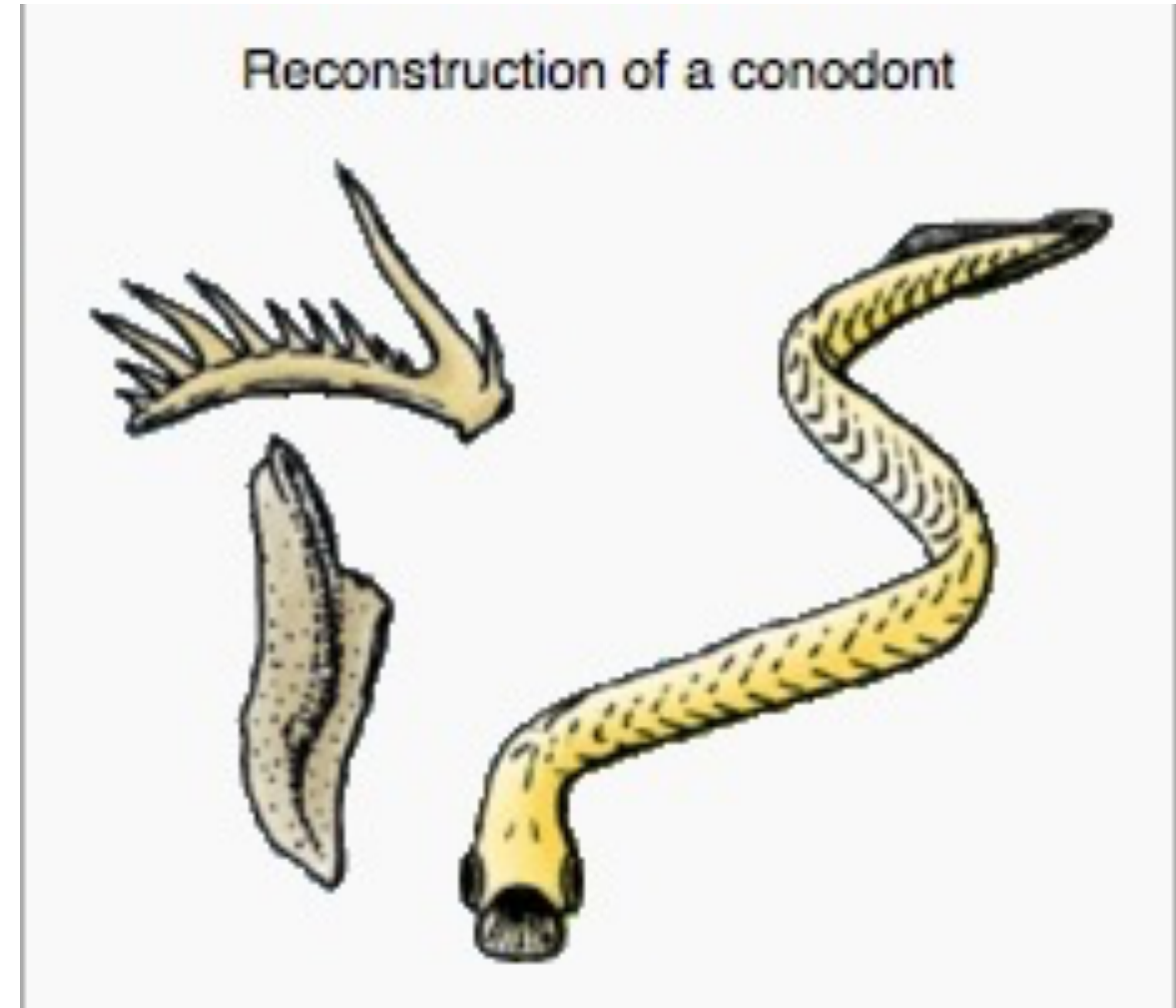
- ~250 mln. lat temu, koniec ery paleozoicznej
- Największy dotychczas epizod wymierania* (tzw. wielkie wymieranie): 96% wszystkich gatunków morskich, 70% kręgowców lądowych
- Przyczyny - niepewne
 - tektonika płyt, wulkanizm, uwolnienie metanu, susza, impakty asteroidów(?)



Lystrosaurus

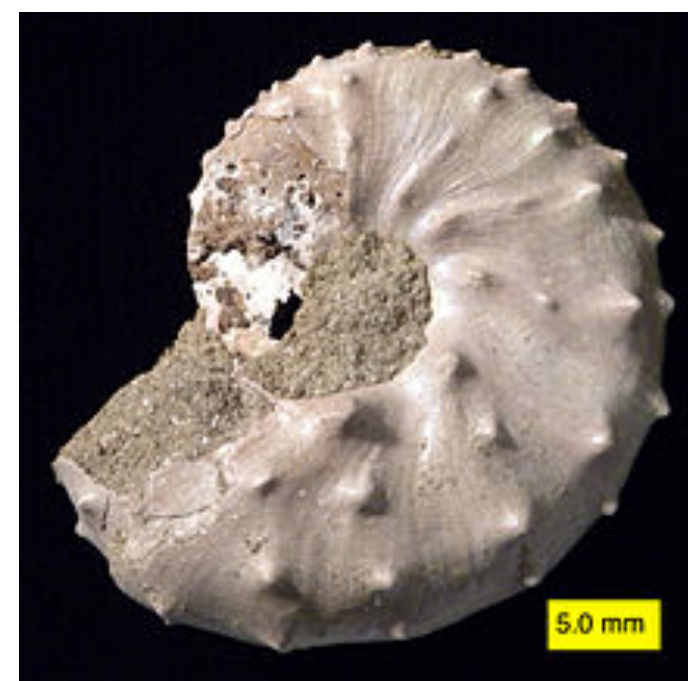
Wielkie ekstynkcje - Trias/ Jura

- ~200 mln. lat temu, dosyć gwałownie (10 000 lat)
- połowa gatunków
- m. in. duże gady, i płazy, zwolnione nisze zapoczątkowały dominację dinozaurów
- przyczyny - zmiana klimatu z nieustalonych powodów, wulkanizm



Wielkie ekstynkcje - Kreta/ Trzeciorzęd (K/T)

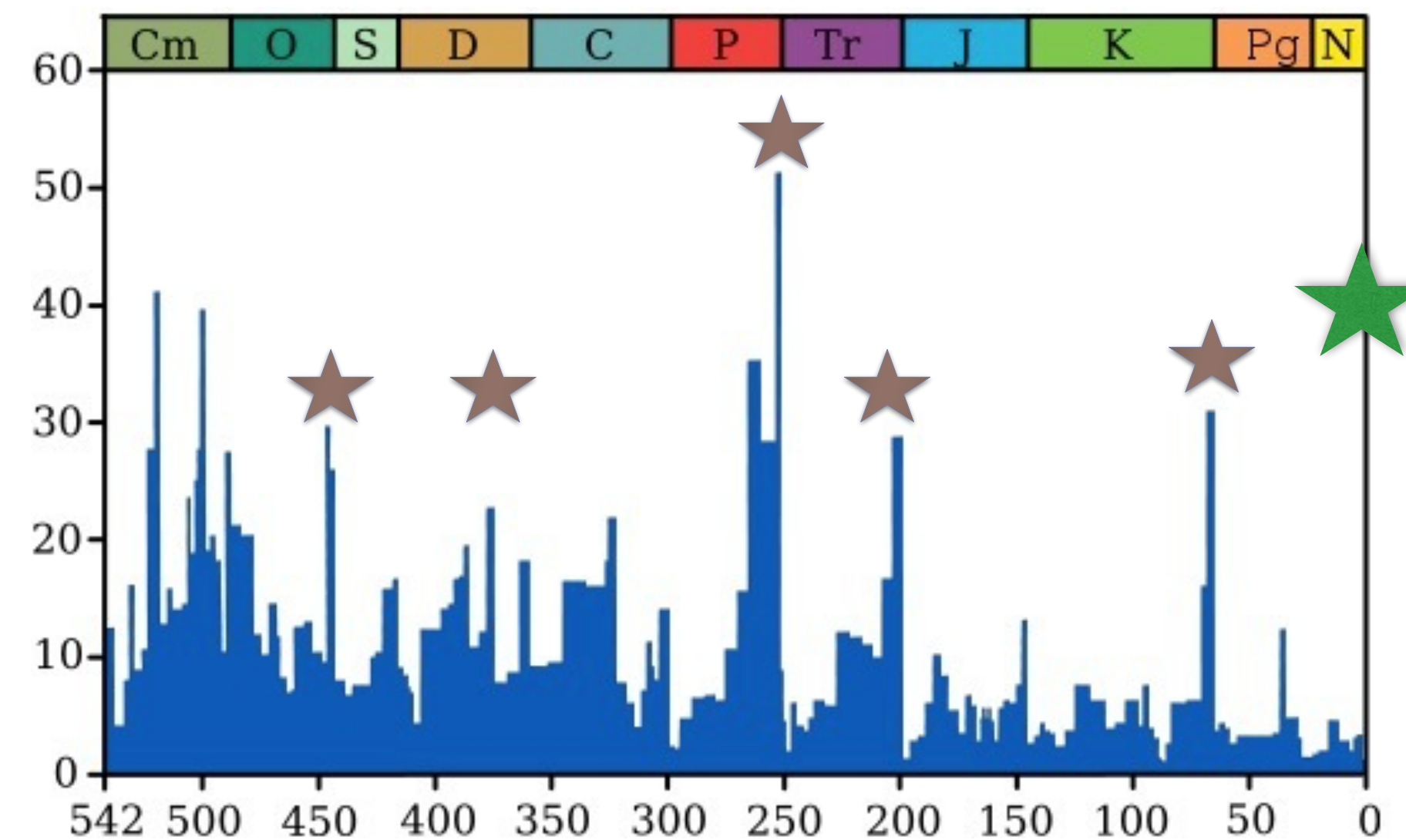
- ~66 mln. lat temu, koniec ery mezozoicznej, trwała ~30 000 lat
- 3/4 gatunków zwierząt i roślin, w tym wszystkie dinozaury z wyjątkiem ptaków, wielkie morskie gady, ammonity
- prawdopodobna przyczyna - impakt asteroidu



K/T impact site on a contemporary world map (65 mya)^[109]

Wielkie ekstynkcje - antropocen

- Między 40 000 lat temu a współczesnością
- Przyczyna: człowiek



Pierwsza fala - ekspansja człowieka

Europa, Azja pn.	40 000 - 13 000 lat temu	Megafauna, w tym np. Neandertalczyk
Australia, Nowa Gwinea	40 000 - 25 000 lat temu	Duże torbacze, gady, ptaki
Ameryka pn. i pd.	11 000 - 9 000 lat temu	Megafauna
Karaiby	7 000 - 3 000 lat temu	Wielkie naziemne leniwce, małpy, żółwie
Wyspy M. Śródziemnego	5 000 lat temu	Ssaki, np. karłowate słonie
Arktyka syberyjska	10 000 - 4 000 lat temu	Mamuty
Wyspy Pacyfiku	3 000 - 200 lat temu	Ptaki
Nowa Zelandia	1500 - 200 lat temu	Ptaki-nieloty, np. moa
Madagaskar	1000 - 200 lat temu	Ptaki, żółwie, lemury, karłowate hipopotamy

Ekstynkcje megafauny - przykłady



Palaeoloxodon falconeri
karłowaty słoń z Sycylii



Megatherium
leniwiec naziemny z Ameryki Pd.

Ekstynkcje megafauny - przykłady



Dinornis (moa)
Nowa Zelandia, XV w.

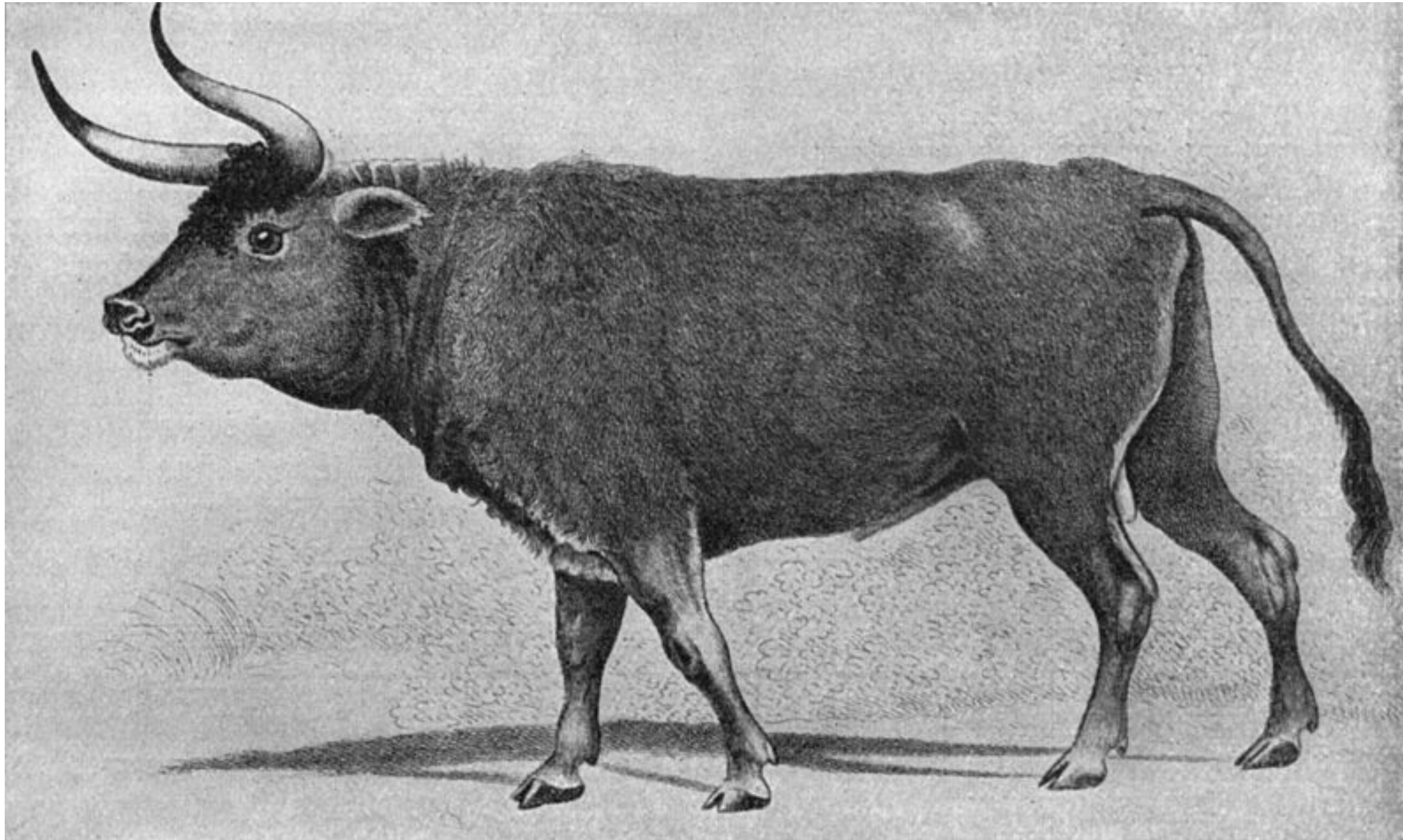


Orzeł Haasta
Nowa Zelandia, XV-XVI w.

Druga fala - rozwój cywilizacji przemysłowo-rolniczej

- Przyczyny: polowania, utrata habitatu
- “Naturalne” tempo wymierania ptaków: 1 gatunek/400 lat
- W ciągu ostatnich 800 lat wymarło 200-2000 gatunków
- Efekty obecnej fali wymierania osiągną kulminację za kilka tysięcy lat

Tur (*Bos primigenius*) - 1627



Ostatnia populacja - Polska, Puszcza Jaktorowska

Dodo (*Raphus cucullatus*) - ~1700 r.



Alka olbrzymia (*Pinguinus impennis*)



Ostatnia para zabita w 1844 na polecenie handlarza wypchanymi ptakami na wyspie Eldey (Islandia)

Gołąb wędrowny (*Ectopistes migratorius*) - 1914



Wilk workowaty (*Thylacinus cynocephalus*)



1869



<http://www.naturalworlds.org/thylacine/index.htm>

ostatni padł w zoo w Hobart w 1936

Nosorożec czarny zachodni
(*Diceros bicornis longipes*)



Ostatni widziany w 2006, oficjalnie uznany za wymarłego w 2011