

Dzieje życia 4.

Sukcesja dynastii

Jerzy Dzik

*Instytut Paleobiologii PAN
Instytut Biologii Ewolucyjnej UW*

2023



MAXIMUM

różnorodności bentosu

Thiede (2023)

‘Sternberger Kuchen’
ponad 620 gatunków
(w tym 345 mięczaków)
25 Ma



- epoki trzeciorzędu niegdyś wyodrębniono na podstawie gatunkowego podobieństwa do dzisiejszych
- obecnie to raczej zbiór jednostek o arbitralnych granicach

równolegle postępowało różnicowanie nektonu

MONTE BOLCA

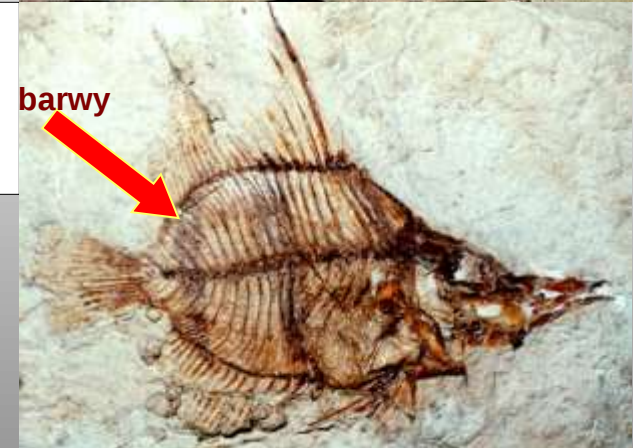
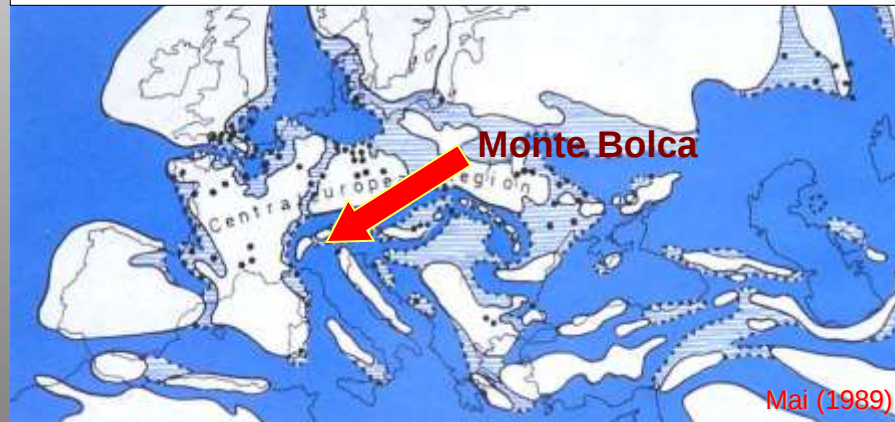
początki paleontologii

19 m wczesnoeocénского wapienia

Mene
eocen 50 Ma



- ponad 250 gatunków ryb
- główne źródło wiedzy o faunie morskiej

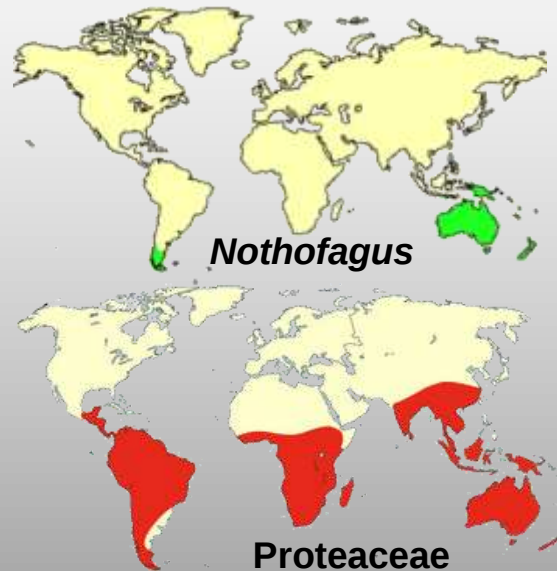


Enoplosus
eocen 50 Ma

biogeografia rzadko odzwierciedla przebieg ewolucji

ROZPAD GONDWANY

dziedzictwo florystyczne



Nothofagus
w Ameryce Płd i N. Zelandii



Protea
w Afryce Płd.

- wędrówka areałów wraz z kontynentami alternatywą dyspersji i migracji
- to idea nadużywana w biogeografii

owadopylność lub wiatropylność zależnie od środowiska

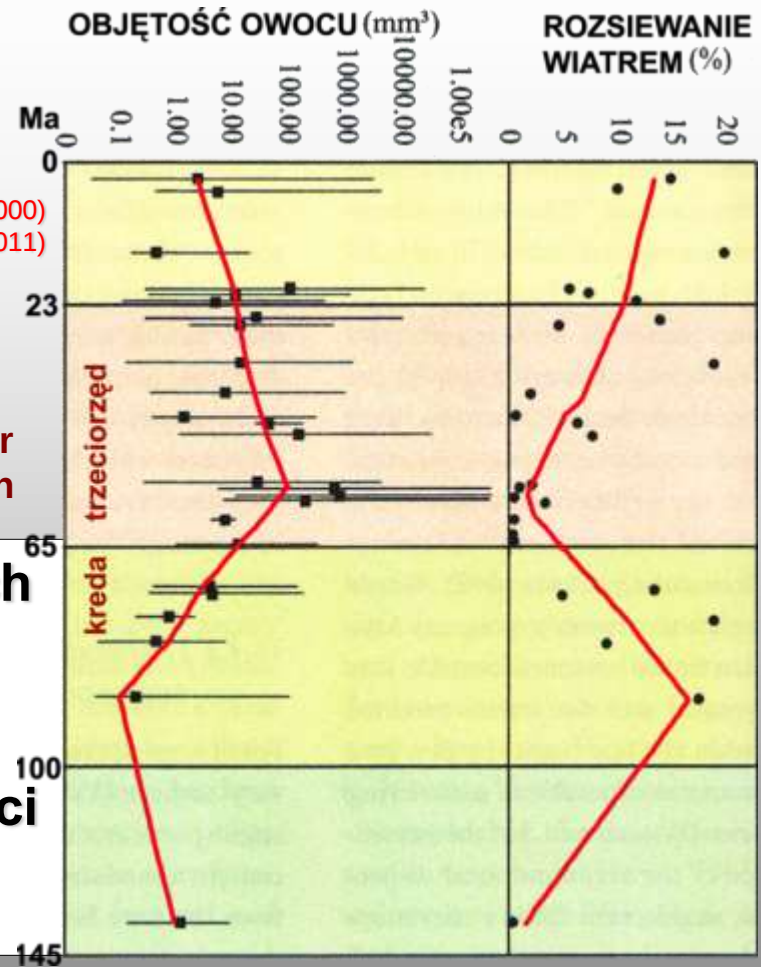
HISTORIA

rozsyewania nasion

Eriksson *et al.* (2000)
z Fris *et al.* (2011)

przemiany flor
kwiatowych

- od eocenu wzrasta udział otwartych środowisk i wiatropylności
- poprzednio kwiatowe ewoluowały w podszyciu lasu ku owadopylności
- ich przodkowie byli wiatropylni



rozsyewanie nasion skorelowane z rozprowadzaniem pyłku

WIATROPYLNOŚĆ nowoczesnych kwiatowych

uskrzydłony owoc grabu
Carpinus
eocen Dakoty 40 Ma



Pigg (2009)

orzech leszczyny *Corylus*
eocen 40 Ma



Pigg (2009)



owocostan olchy *Alnus*
eocen 40 Ma

- w paleocenie początki wiatropylnych Betulaceae
- dzisiejsze rodzaje mają eoceńskie korzenie

przodek grabu i leszczyny
owocostan
Palaeocarpinus
paleocen Dakoty 60 Ma

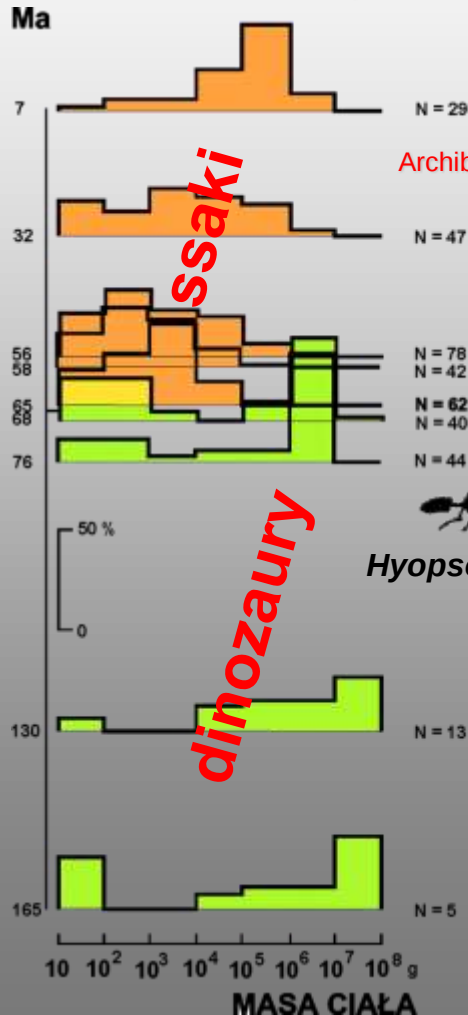


Manchester et al. (2004)

eocen to szczyt ewolucyjnego zróżnicowania

WIELKIE SSAKI

trzeciorzędu



Archibald (1983)

eoceńska fauna Willwood

Witmer & Rose (1991)

Gastornis

Cantius

trzeciorzęd

kreda

Hyopsodus

Diacodexis

Hyracotherium

Phenacodus

■ ssaki wczesnego trzeciorzędu małe

■ wcześniej największymi zwierzętami lądowymi były krokodyle i ptaki

to przejaw wyzwolenia od dinozaurów

SSAKI SSĄCE i żujące



Eomaia
kreda 130 Ma

niezrośnięte
ramiona



opos
Didelphys
dziś

Grossnickle (2017)
Bhullar et al. (2019)

uzębienie
bunodontowe

trybosfeniczne

przyczep
mięśnia rotującego

- przodek łożyskowców i torbaczy miał sutki – ssanie przed środkową kredą
- był „jajorodny” ale płód odżywiany w drogach rodnych
- uzębienie trybosfeniczne: żucie skrętami ramion żuchwy

przyczyna wymarcia dinozaurów obciążona medialnie

GRANICA

kredy i trzeciorzędu



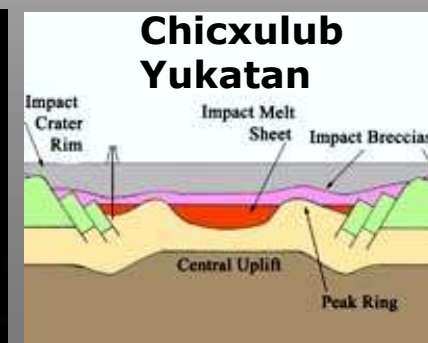
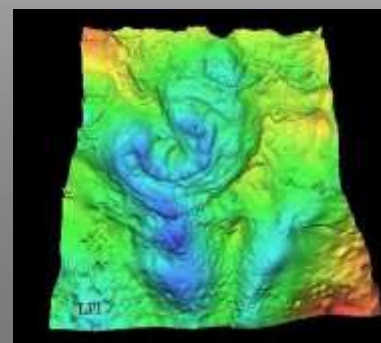
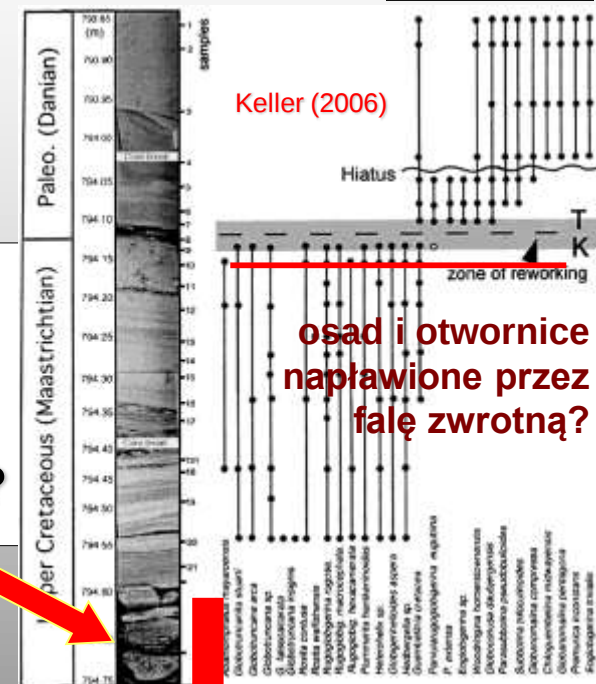
Gerta Keller (1945-)

- podwyższona zawartość irydu w ile
- ale powyżej warstwy z mikrosferulami
- meteoryt Chicxulub przed wymieraniem?



Gubbio

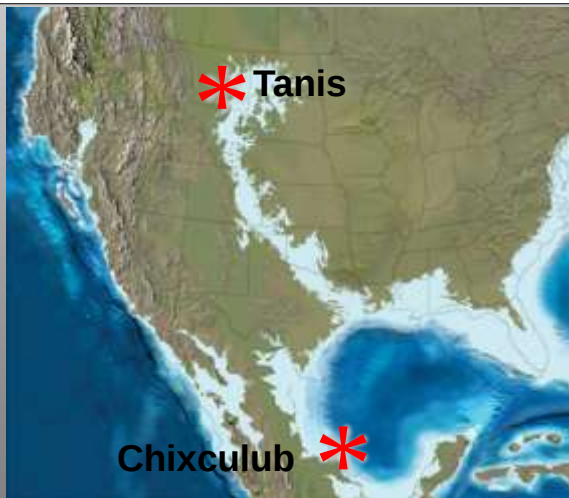
brekcja impaktowa



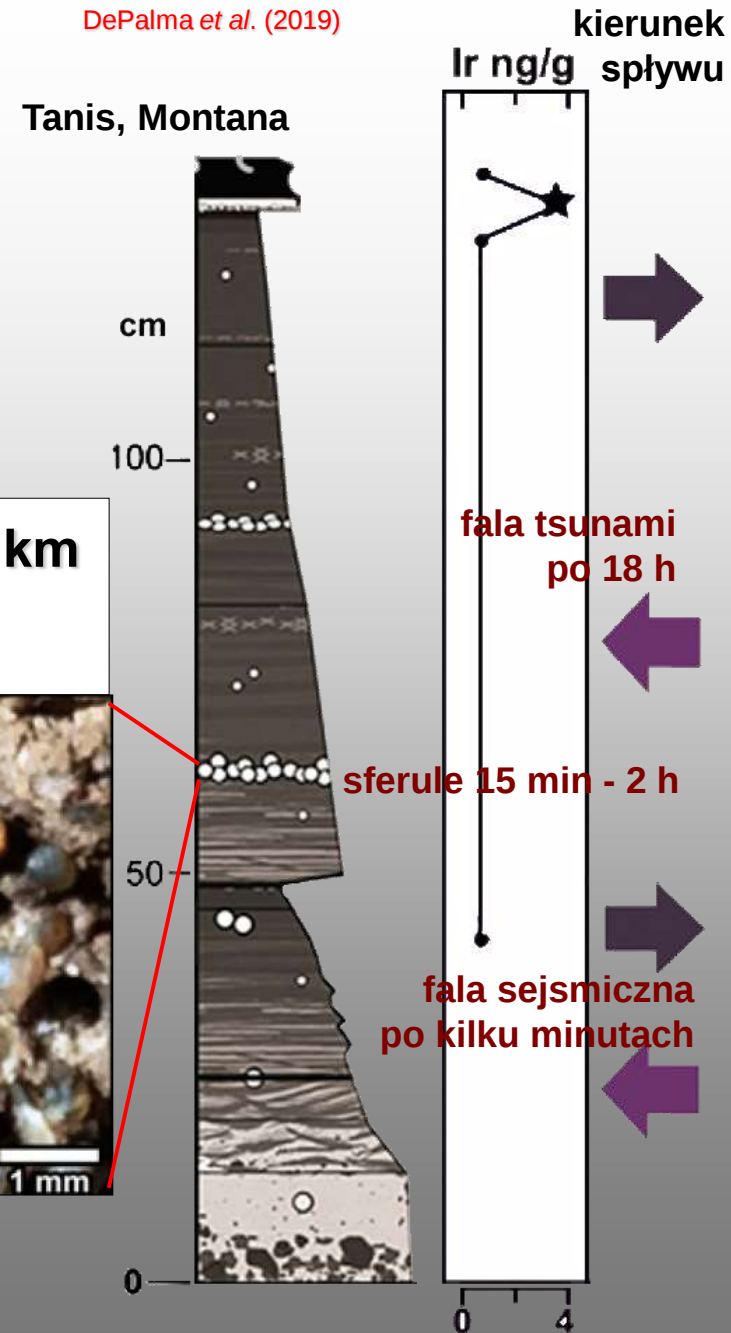
interpretacja dyskusyjna

UDERZENIE skali kontynentalnej

- zasięg fali uderzeniowej ponad 3 000 km
- potem tsunami



Blakely. (2012)



wiarygodny zapis impaktu w Ameryce Płn.

GRANICA

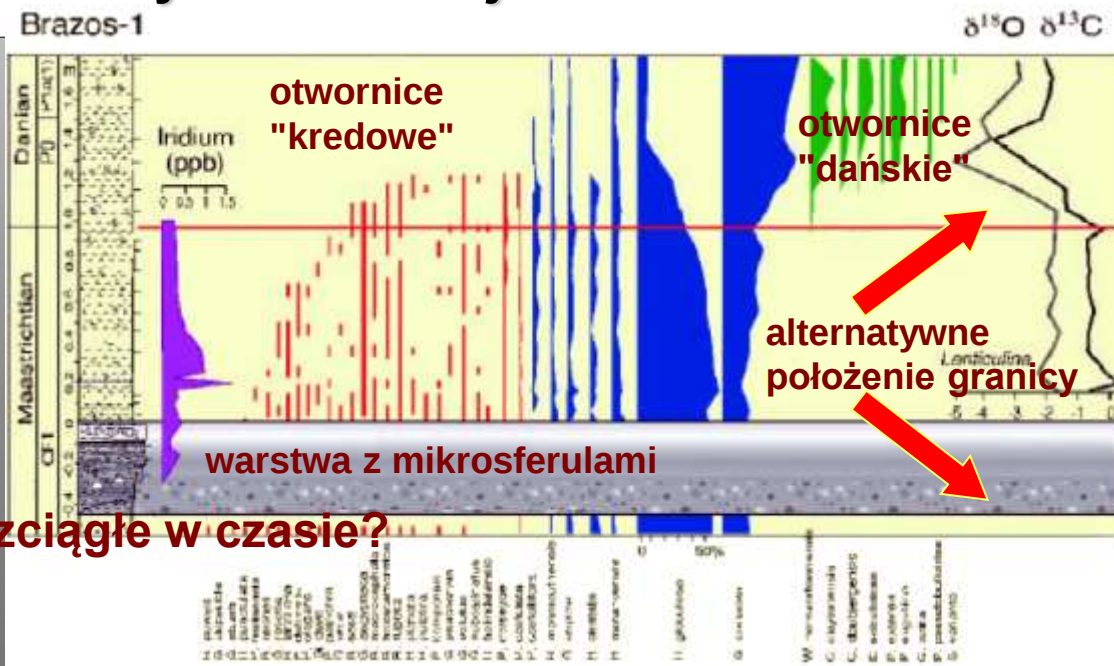
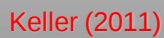
kredyty i trzeciorzędu



El Kef, Tunezja

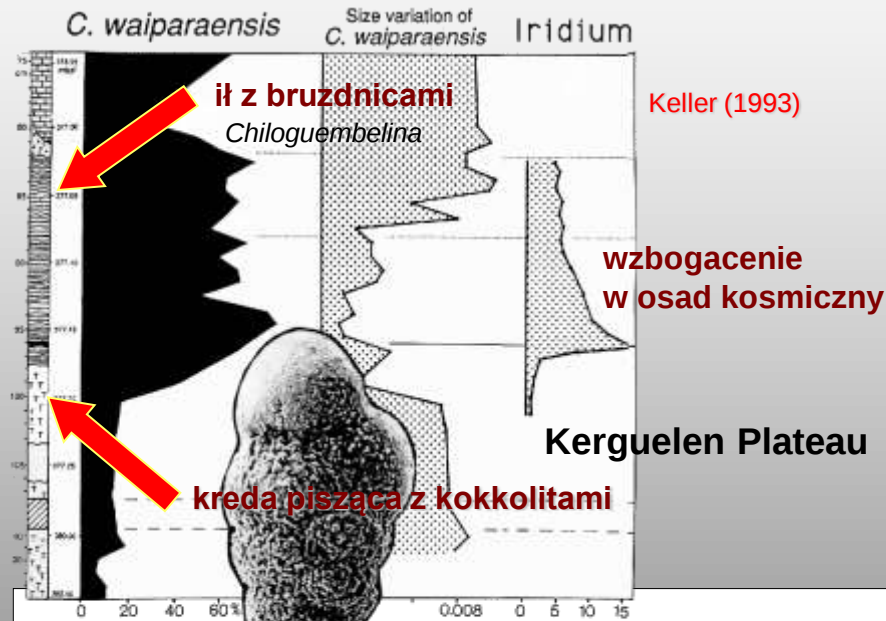
Brazos-1 Riverbed, Texas

- formalnie od 1991 w El Kef (Tunezja)
- wymiana otwornic i anomalia geochemiczna
- ale „gondwańskie” amonity do 2 m niżej



dzisiejszy muł oceaniczny

WARSTEWKA „IRYDOWA” muł kokkolitowy a czarne ły

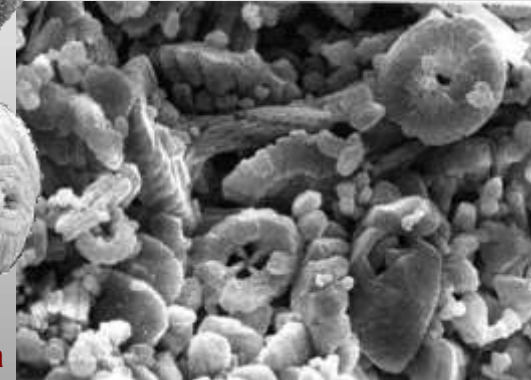


Keller (1993)

wzbogacenie
w osad kosmiczny



kreda pisząca

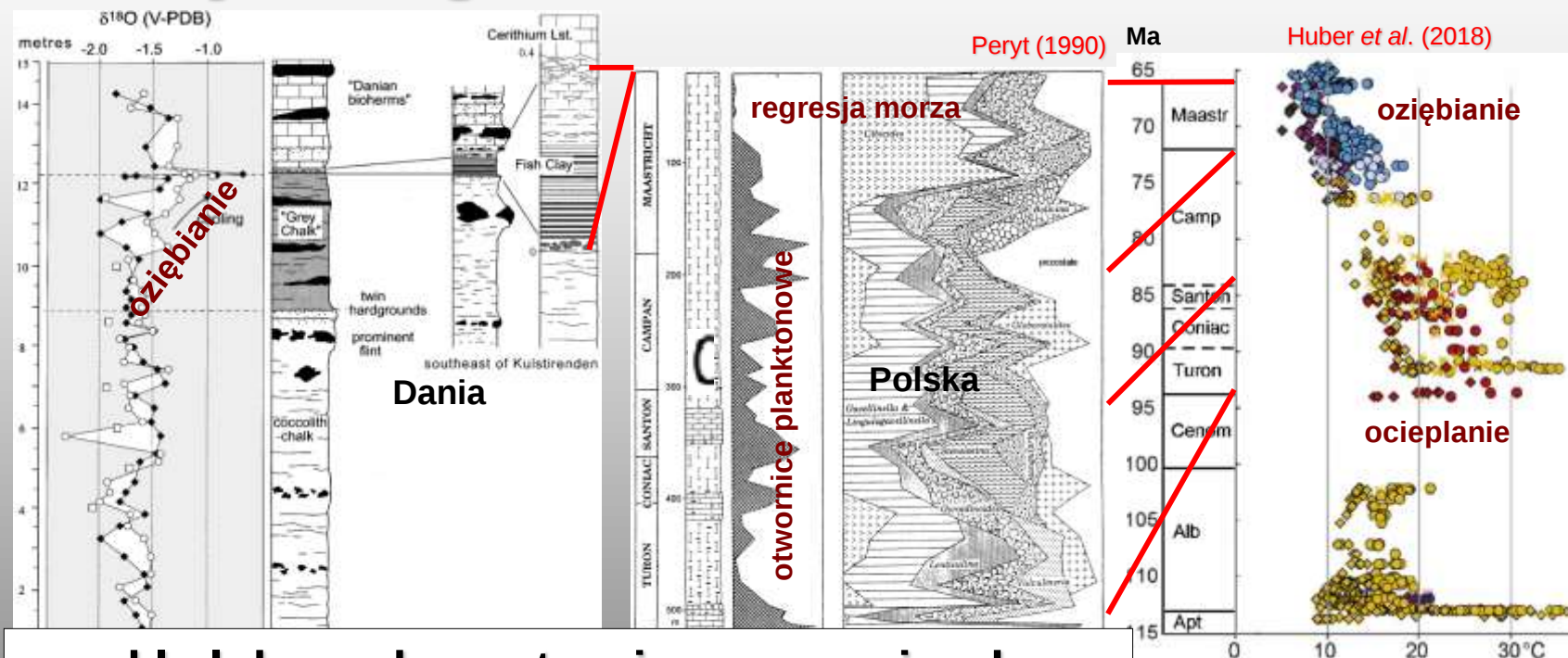


- zanik oligotroficznego zespołu kokkolitowego na rzecz produktywnego bruzdnic dziesiątkuje tempo sedymentacji
- w „warstewce irydowej” gatunki oportunistyczne

nieprawdopodobna koincydencja zjawisk

GRANICA ER

zmiany ekologiczne w morzu

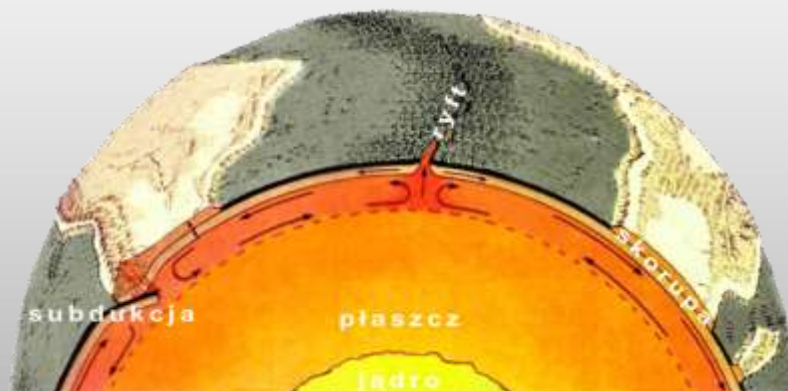


- zwykle luka sedymentacyjna na granicy, bo
- pod koniec kredy spłylenie i redepozycja;
w ile granicznym brakiczne bruzdnice

wystarczający powód globalnej przemiany ekosystemów

PRZYCZYNY

obniżenia poziomu wód oceanu



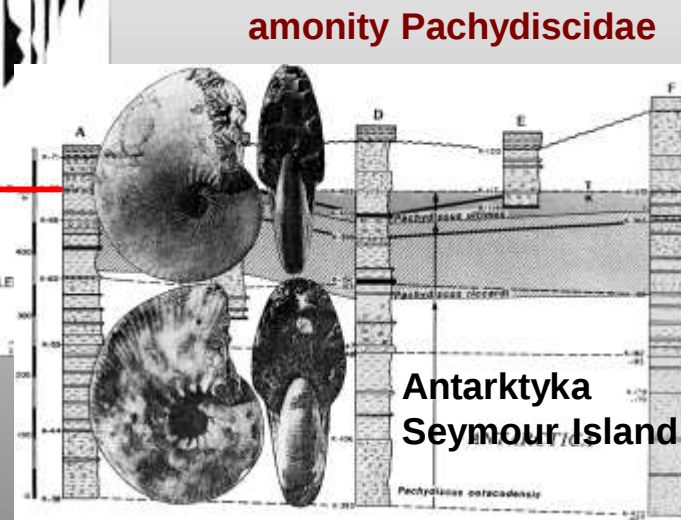
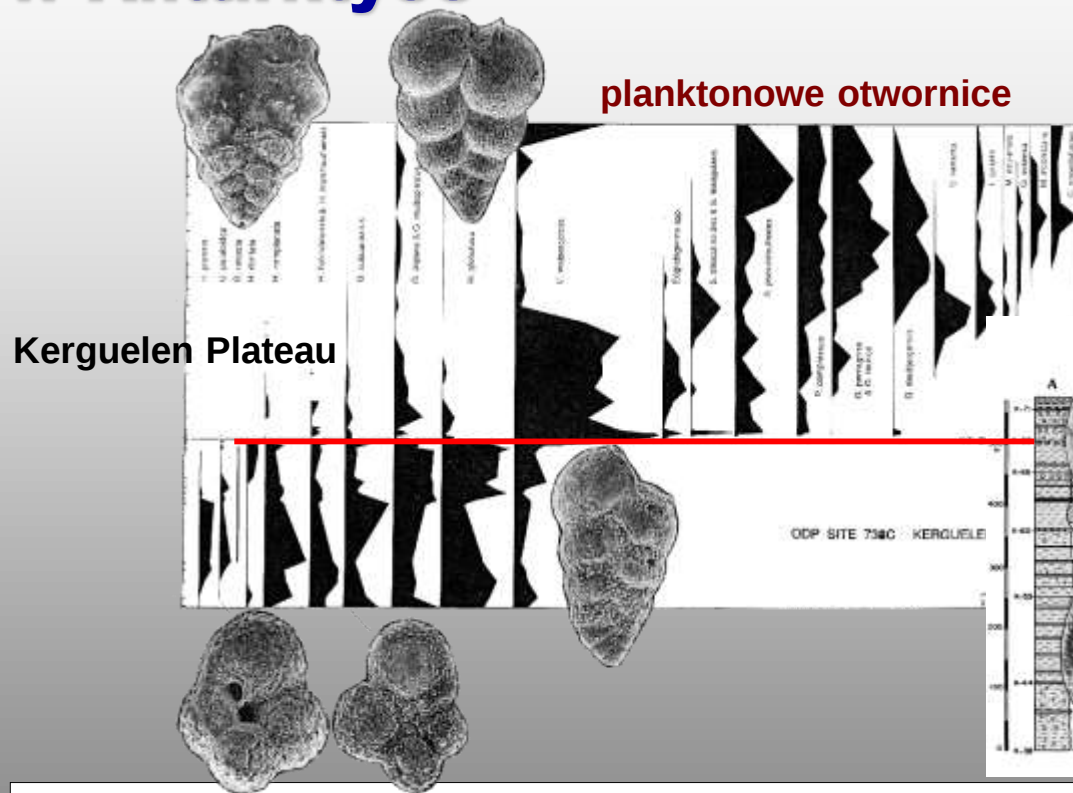
- ogromne wylewy law bazaltowych w Indiach (*Deccan traps*) 68-62 Ma
- skutek wznoszącego prądu konwekcyjnego w płaszczu Ziemi



Sheth (2006)

rezultatem lokalne rozległe wyniesienie litosfery i zmiany klimatu

KONIEC KREDY w Antarktyce

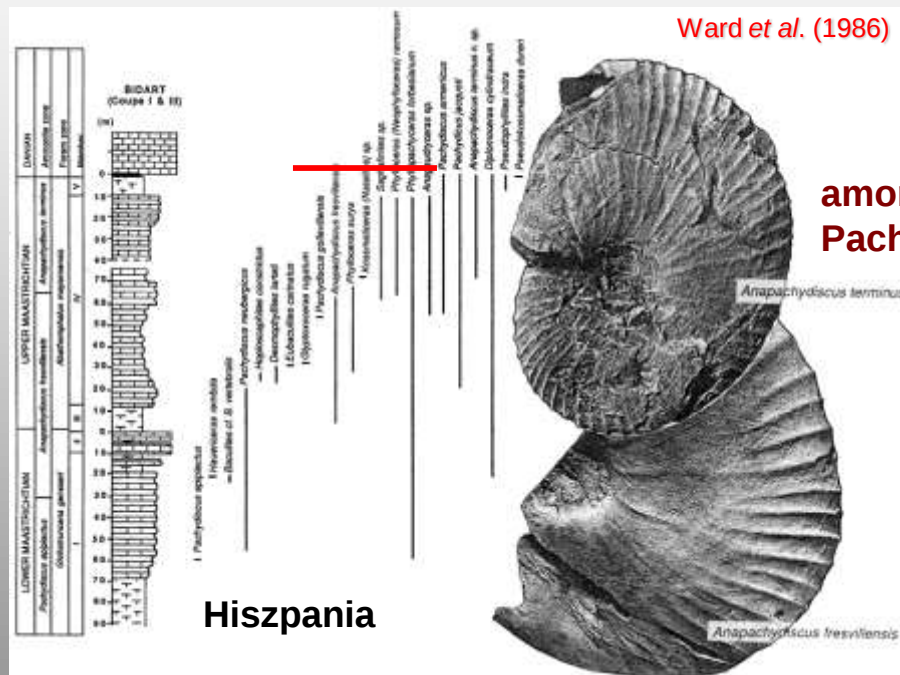


Henderson & McNamara (1985)

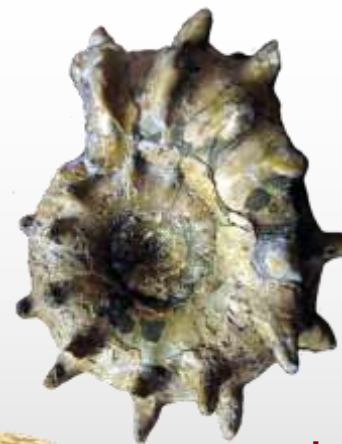
- w wysokich szerokościach geograficznych przemiana nektonu i bentosu nagła

kosmopolityczne pachydyski dominują w późnokredowym oceanie

KONIEC AMONITÓW w tropikach



Menuites
(= *Anapachydiscus*)
kreda 70 Ma



samiec
♂

amony
Pachydiscidae



samica
♀

■ także w oceanie tropikalnym nagły koniec różnorodnej gatunkowo fauny

tu największe mięczaki wszystkich czasów

NAJWIĘKSZE amonity

Desmoceratidae

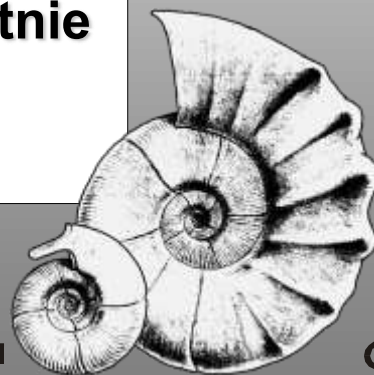
*Parapuzosia
seppenradensis*
samica 2,5 m średnicy



- największe amonity podczas maximum transgresji w turonie
- samce desmocerasów pierwotnie z "uszami" – wywodzą się z jurajskich oppelii

Puzosia mayoriana
cenoman

♂



♀

Kin (2011)



morza epikontynentalne z innymi amonitami

Pachydesmoceras? turon Opola
samica 1,2 m średnicy

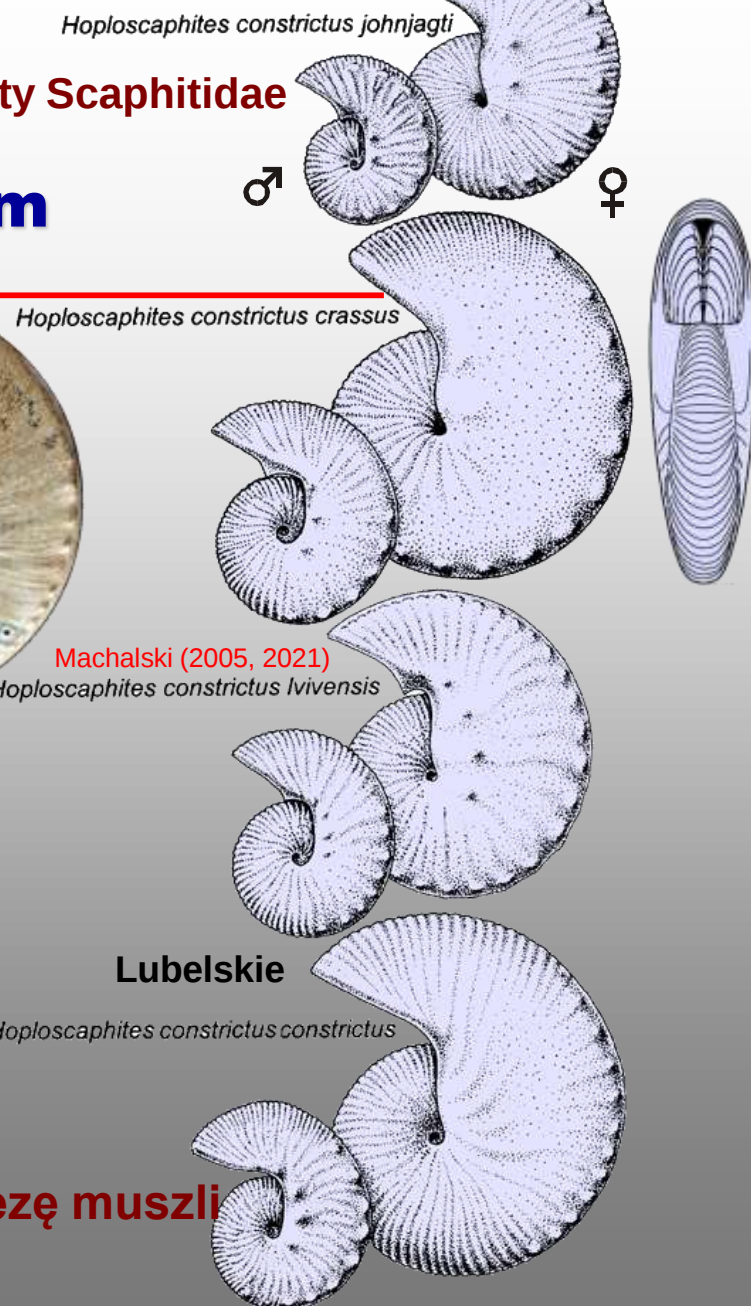
PRZETRWANIE amonity Scaphitidae w morzu epikontynentalnym



H. nicoleti

Witts et al. (2020)

paleocen
mapa palinspastyczna



Hoploscaphites constrictus johnjagti

Hoploscaphites constrictus crassus

Machalski (2005, 2021)

Hoploscaphites constrictus lvivensis

Lubelskie

Hoploscaphites constrictus constrictus

- w morzach epikontynentalnych głównie amonity heteromorficzne
- być może trwały nieco po kredzie

ostatnie amonity miały złożoną ontogenezę muszli

SCAPHITY

pochodzenie

amonity Scaphitidae

- rewersja do ciasno zwiniętej muszli
- przodkowie z luźno zwiniętymi początkowymi i końcowymi stadiami



Leptoceras

120 Ma

Wiedmann (1980)



115 Ma

Myloceras

Scaphites

90 Ma



Eoscaphtes

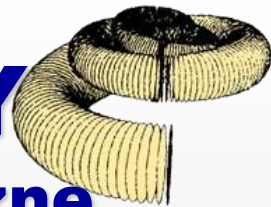
110 Ma



Klinger (1989)

muszla embrionalna (=larwalna) zawsze ciasno zwinięta

AMONITY heteromorficzne



Muramotoceras yezoense



Ainoceras kamuy

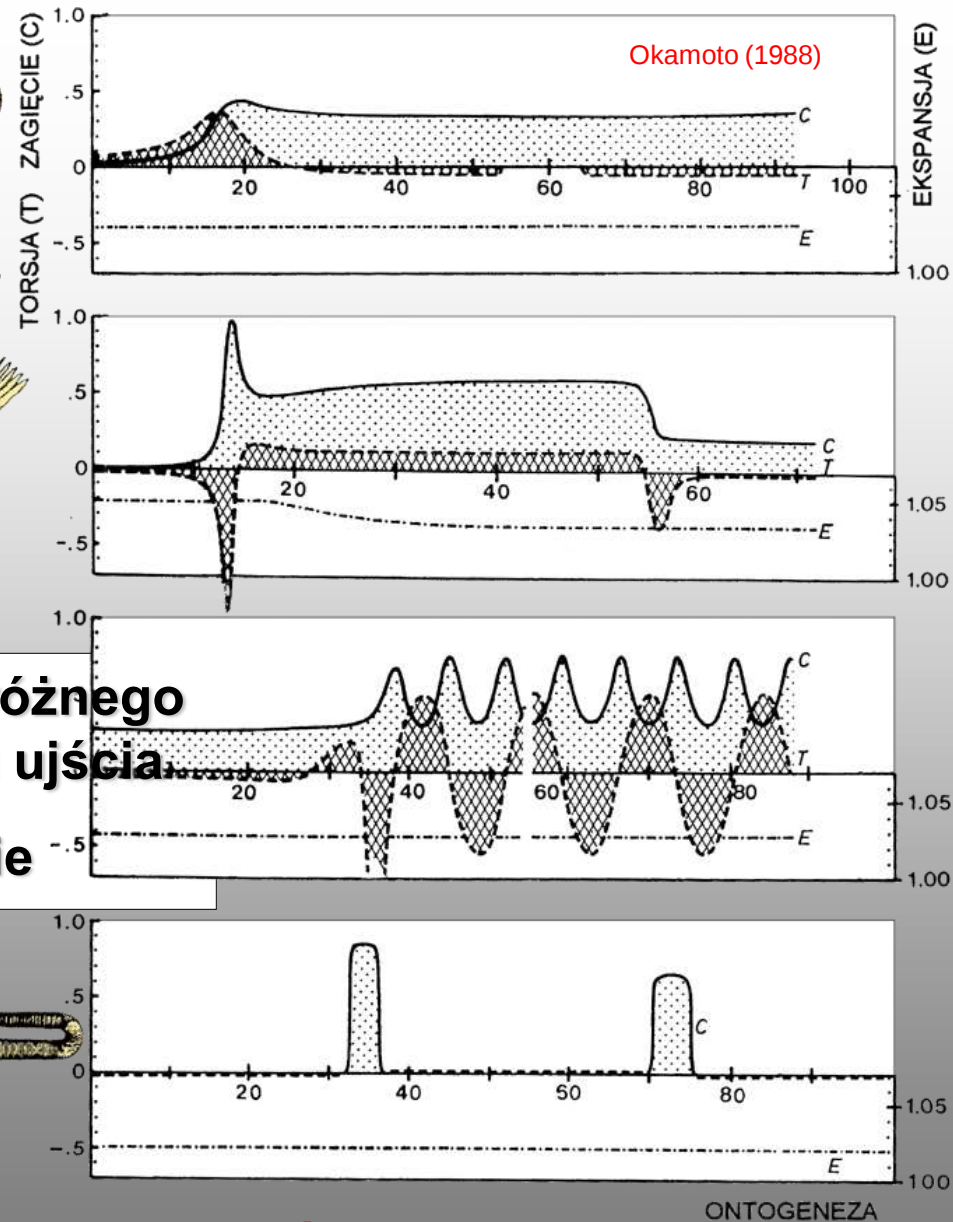


Nipponites mirabilis



Polyptychoceras sp.

- sposób zwinięcia wynika z różnego tempa przyrostu na obrzeżu ujścia
- co zmienia się w ontogenezie



mechanizm regulacji rozwoju muszli mięczaków jest nieznany

BIOLOGIA

heteromorfów

Kaplan & Schmid (1988)

Kruta et al. (2011)

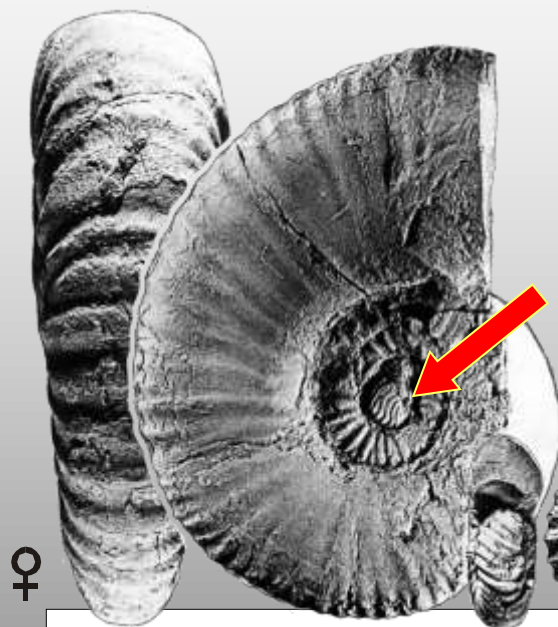
Hyphantoceras
kreda 75 ma



radula *Baculites*
kreda 75 ma

Colchidites
kreda 130 ma

Urreta & Klinger (1986)

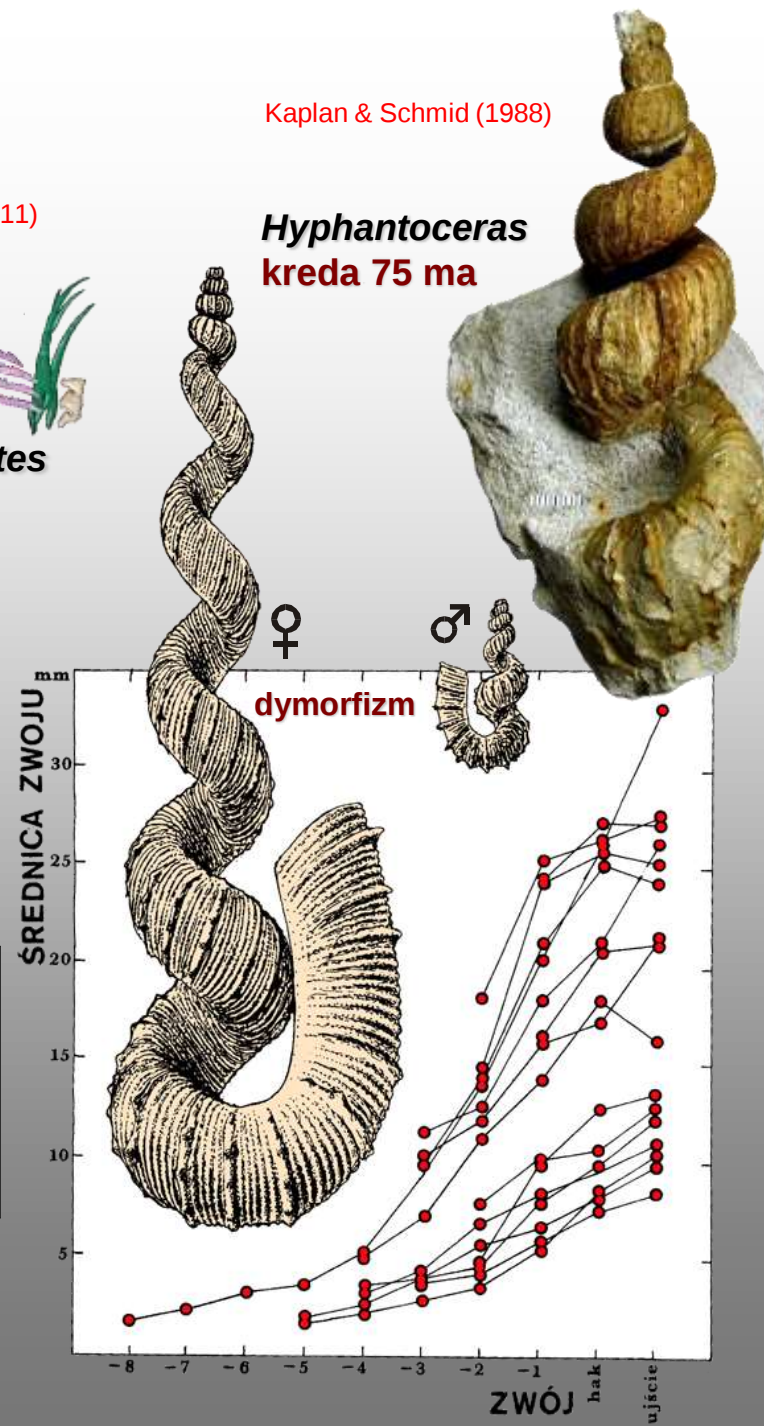


♀

♂

- modyfikacje ontogenezy wielokrotne w ewolucji amonitów
- szczyt świetności pośrodku kredy

wymarły wraz z belemnitami



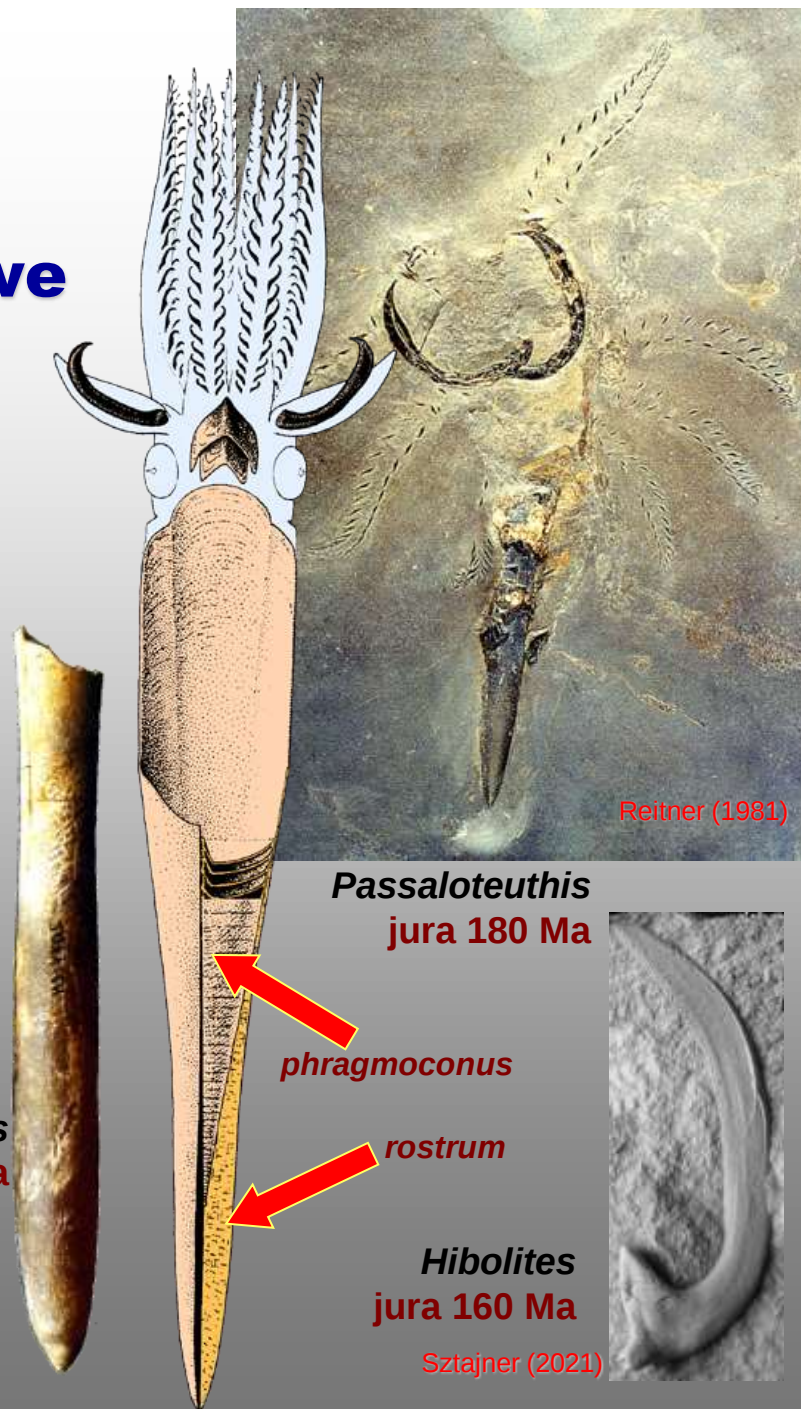
BELEMNITY

ostatnie strzałki piorunowe

- stożkowata wapienna muszla okryta płaszczem
- hydrostatyczny *phragmocon* o pierwotnej budowie
- wierzchołek obciążony złogami wapiennymi (zwykle kalcyt)
- haki na ramionach niehomologiczne przyssawkom

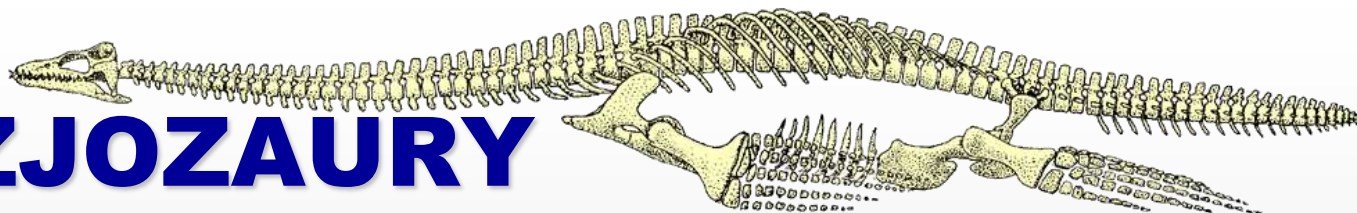
Belemnella casimirovensis
kreda 66 Ma

w diecie wielkich morskich gadów

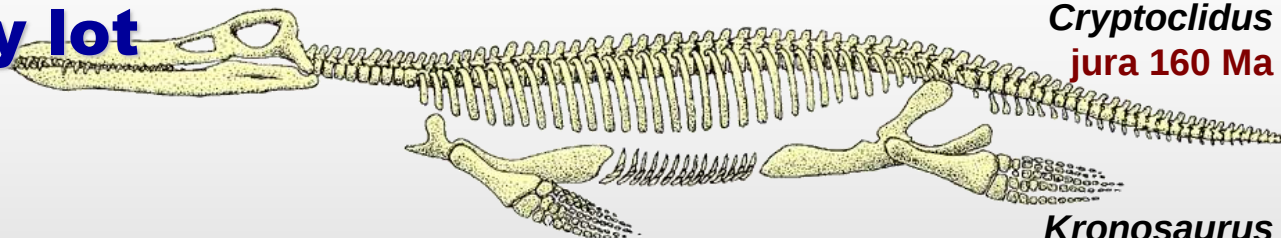


PLEZJOZAURY

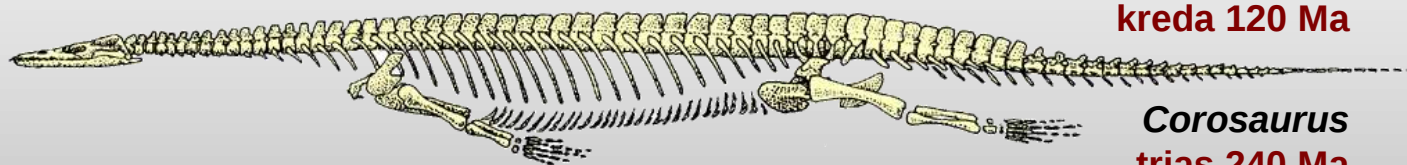
podwodny lot



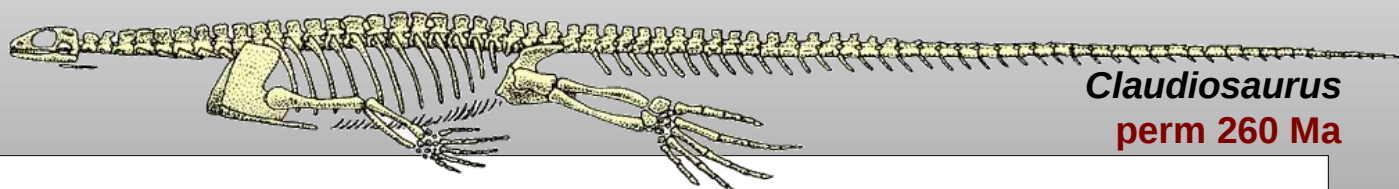
Cryptoclidus
jura 160 Ma



Kronosaurus
kreda 120 Ma



Corosaurus
trias 240 Ma



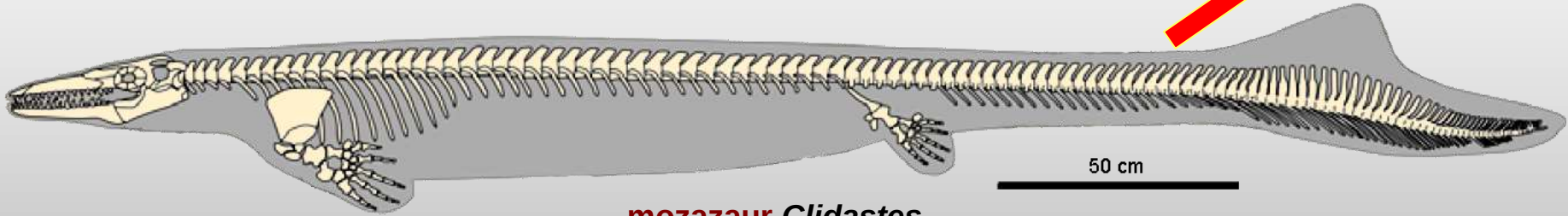
Claudiosaurus
perm 260 Ma

- synchroniczne ruchy kończyn przejęły rolę napędową ogona – technika podwodnego lotu stosowana też przez morskie żółwie i pingwiny
- rozbieżna ewolucja łabędzioszyich plesjozaurów i drapieżnych pliozaurów

dotrwały do końca kredy wraz z morskimi waranami

MORSKIE jaszczury

mozazaur
Platecarpus
kreda 80 Ma



mozazaur *Clidastes*
kreda 80 Ma

Palci & Caldwell (2010)

- ogon przybrał rybi kształt; kończyny przekształciły się w płetwy przy osłabieniu związku z kręgosłupem
- niektóre drobnych rozmiarów miały wydłużony tułów niczym węże (*Tetrapodophis*)

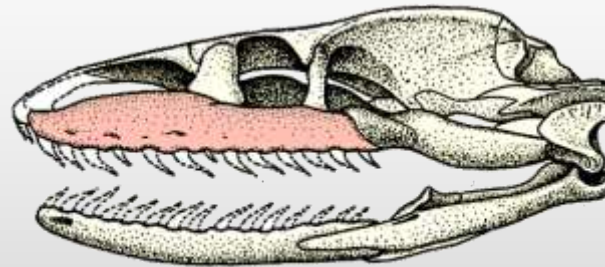
ruchomość kości czaszki oznaka pokrewieństwa waranów z węzami

ELASTYCZNOŚĆ

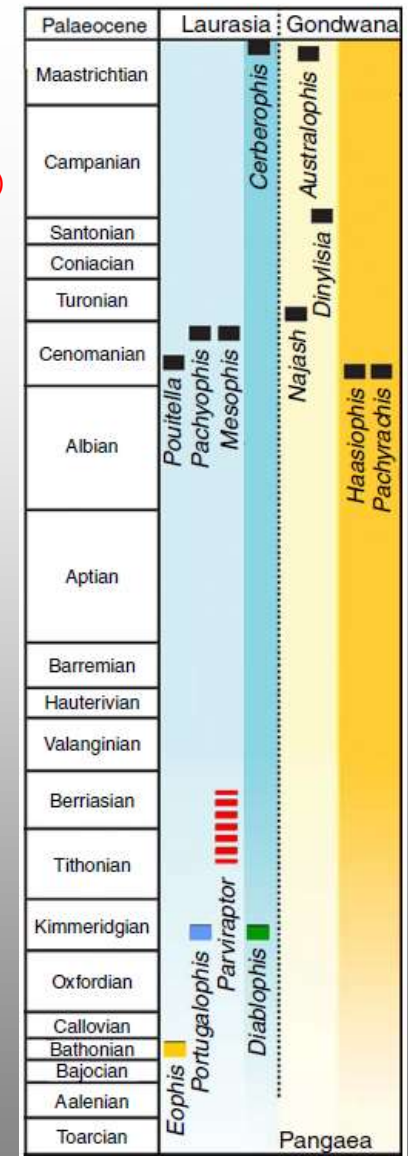
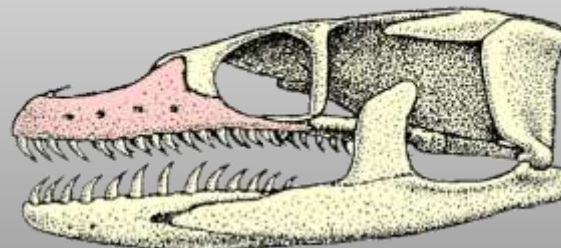
czaszki węży

Zaher & Scanferla (2011)

Dinilysia
kreda 90 Ma



Pachyrhachis
kreda 100 Ma



- utrata kończyn częsta wśród jaszczurek
- charakterystyczne zagięte zęby

jest sporne, czy były pierwotnie wodne, czy też ryjące w glebie

CZTERONOGIE

węże

Tetrapodophis
kreda 108 Ma



Martill et al. (2015)

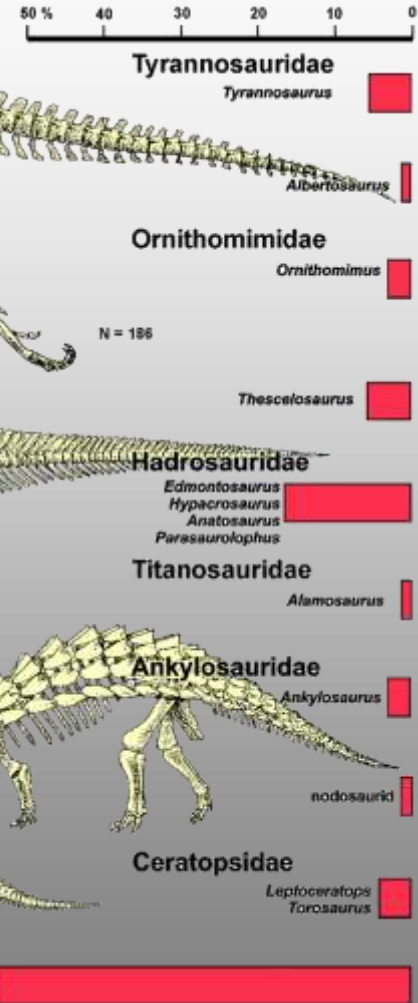
- najważniejsza cecha węży: długi tułów, krótki ogon
- ale *Tetrapodophis* miała małą elastyczność czaszki

kredowi specjaliści ekologiczni to głównie dinozaury

OSTATNIE DINOZAURY

końca kredy

udział w produkcji
biologicznej



- ostatnie zespoły dinozaurowe w Ameryce Płn
- dominowały roślinożerne ceratopsy i hadrozaury
- ssaki wtedy drobne i nocne

struktura i zróżnicowanie zespołu jak na dzisiejszej sawannie

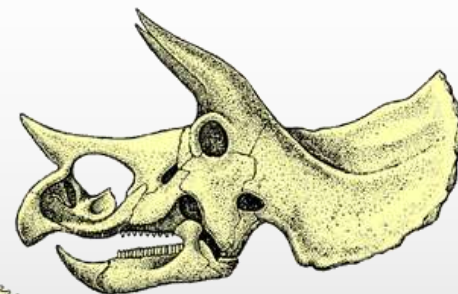
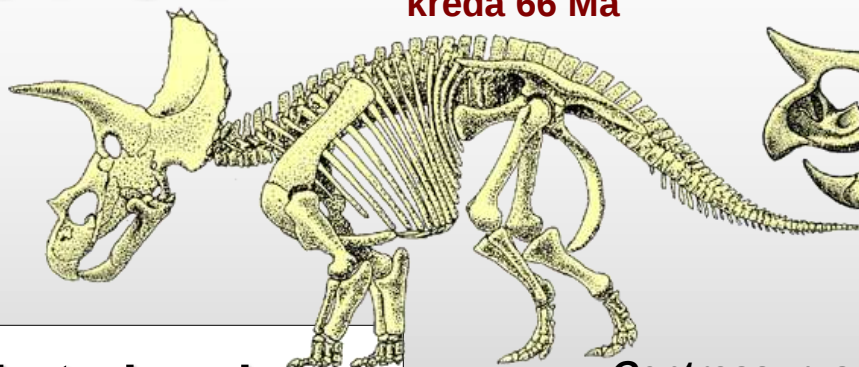
Schopf (1980)

CERATOPSY

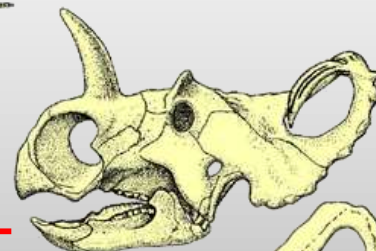
ewolucja

AMERYKA PŁN

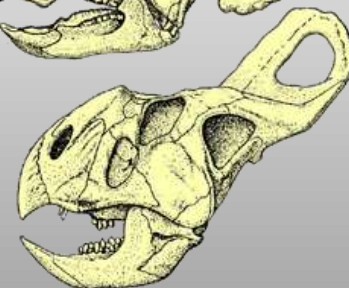
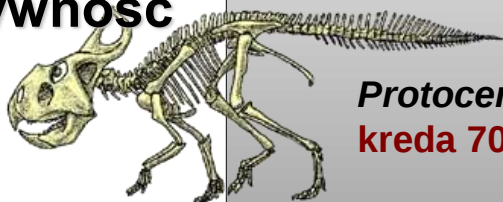
Triceratops
kreda 66 Ma



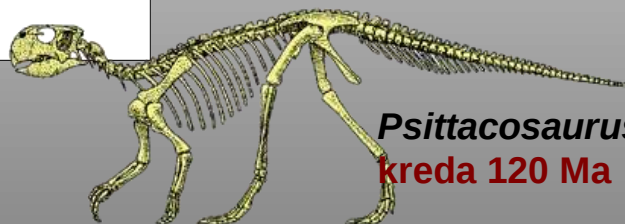
Centrosaurus
kreda 68 Ma



Protoceratops
kreda 70 Ma



Psittacosaurus
kreda 120 Ma



AZJA

baterie zębowe

zgrubnie cięty pokarm roślinny podlegał fermentacji w jelitach?

- samoostrzące baterie zębowe
- maksymalna produktywność pod koniec kredy w Ameryce Płn
- wywodzą się z Azji



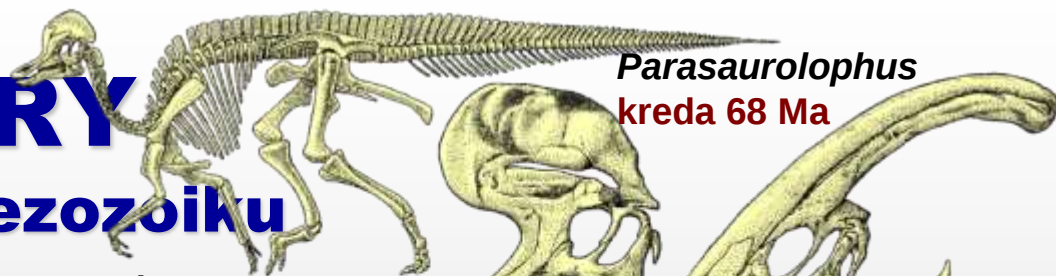
HADROZAURY

„przeżuwacze” mezozoiku

- elastyczność kości szczęk umożliwiała przesuwany ruch ścieranych baterii zębowych i żucie
- dinozaury późnej kredy o najwyższym udziale w produkcji biologicznej

baterie zębowe

ścieranie baterii wskazuje na rodzaj pokarmu



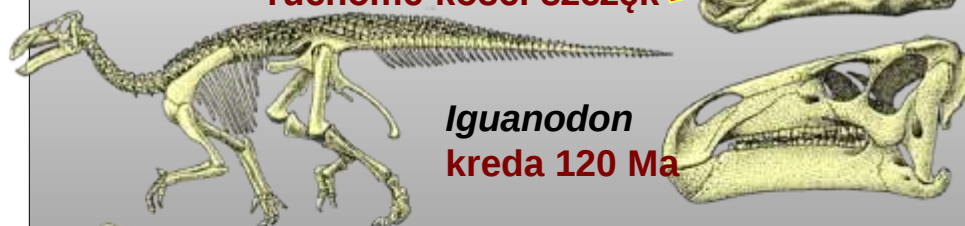
Parasaurolophus
kreda 68 Ma

Lambeosaurus
kreda 68 Ma



Saurolophus
kreda 70 Ma

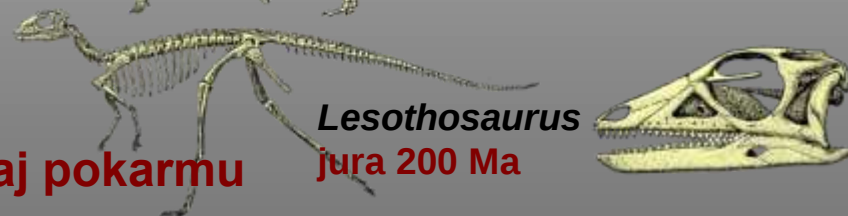
ruchome kości szczęk



Iguanodon
kreda 120 Ma



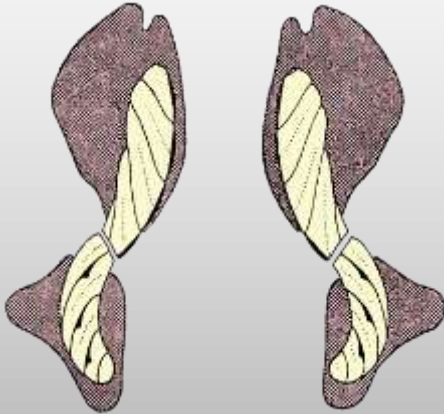
Camptosaurus
jura 140 Ma



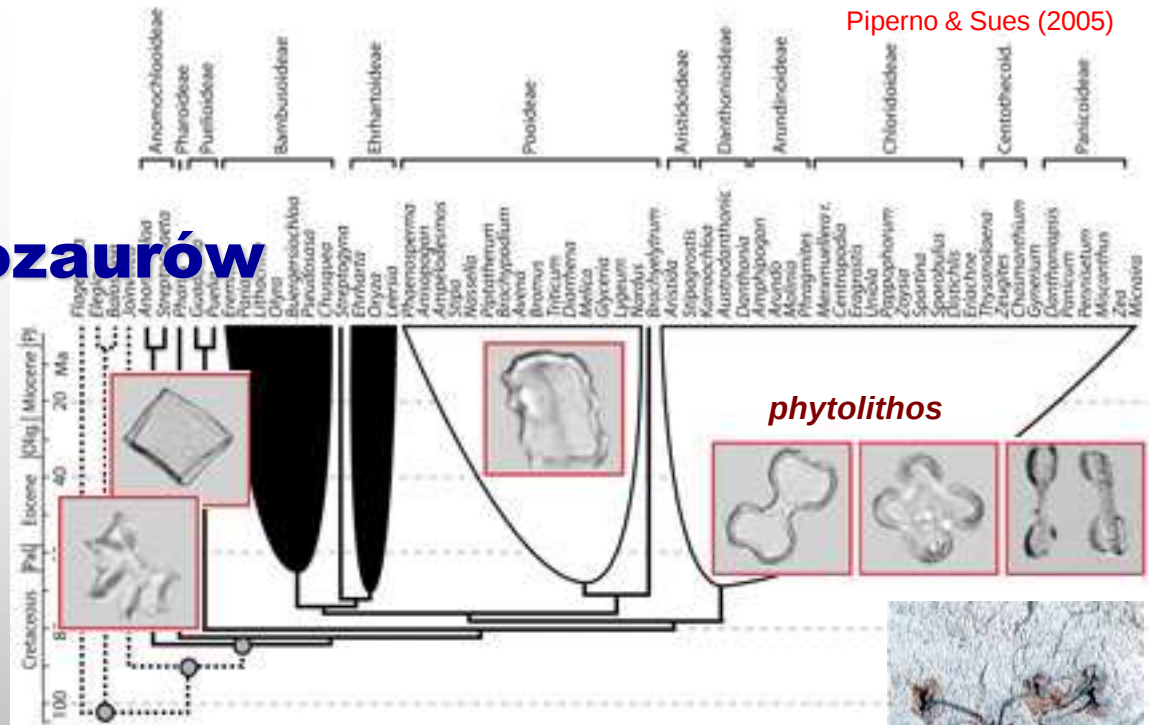
Lesothosaurus
jura 200 Ma

PASZA

ostatnich dinozaurów



baterie zębów hadrozaura



kwiat i kłocze trawy
paleocen Tennessee 50 Ma



- krzemionkowe fitolity traw w odchodach ostatnich dinozaurów
- baterie zębów hadrozaurów adaptacją do trawożerności?

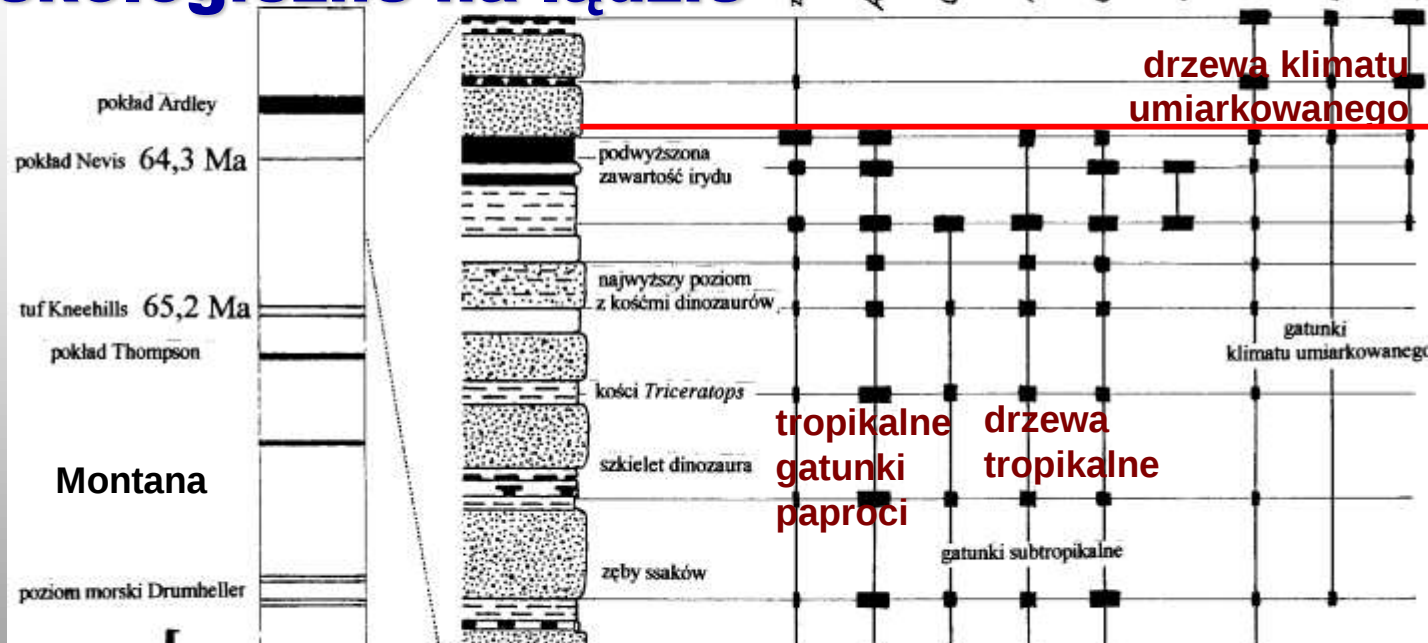
w prawie bezstrefowym mezozoiku suchy „interior”

Aquilapollenites
Santalaceae?



GRANICA ER

zmiany ekologiczne na lądzie



- prawie do końca kredy las za kołem podbiegunowym
- przemiany florystyczne wskazują na ochłodzenie i zwiększenie wilgotności klimatu w pobliżu granicy kredy i trzeciorzędu

nie tylko korzenie (ewolucyjne) traw sięgają kredy

KREDOWY

fuzynit i bursztyn



Else M. Friis (1947-)

- najprecyzyjniejsze źródła wiedzy o florze i entomofaunie kredowej
- przejrzystość bursztynu sięga wczesnej kredy; do starszego mikrotomografia



Schmidt (2010)



thrips z kredowego
bursztynu Etiopia
kreda 95 Ma



Herendeen *et al.* (1999)

zwęglony kwiat
Allon, Georgia
kreda 85 Ma

fuzynit dał wgląd w kredową ewolucję kwiatu

OWADOPYLNOŚĆ

róży jest wtórna?



Rosa

Dacotanthus
kreda 100 Ma



Manchester et al. (2018)

Paeonia



Rosaceae

petala

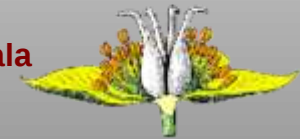
sepala

Acsmithia

Cunoniaceae



tepala



Helleborus

Ranunculaceae

- zielone *sepala* (działki) kielicha pierwotnym okwiatem
- barwne *petala* (płatki korony) zmienionymi pylnikami

powrót do owadopylności



OWADOPYLNOŚĆ

wtórna jest polifiletyczna

jarzmianka
Astrantia
Umbelliferae



dereń
Cornus
Cornaceae



owady widzą UV, niebieski i zielony
niektóre czerwony

Dendrobenthamia
Cornaceae



- różnicowanie muchówek i błonkówek stwarza nacisk selekcyjny na owadopylność
- liście lub płonne kwiaty wabiące niezależnie od powiązań ewolucyjnych



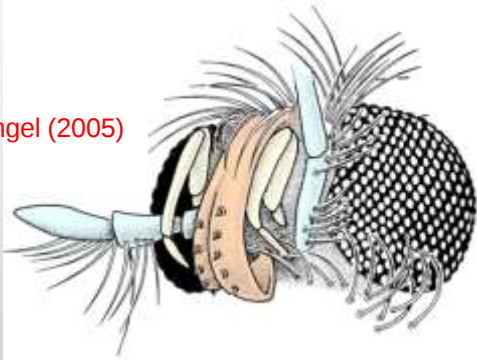
hortensja
Hydrangea
Saxifragaceae

kalina
Viburnum
Caprifoliaceae

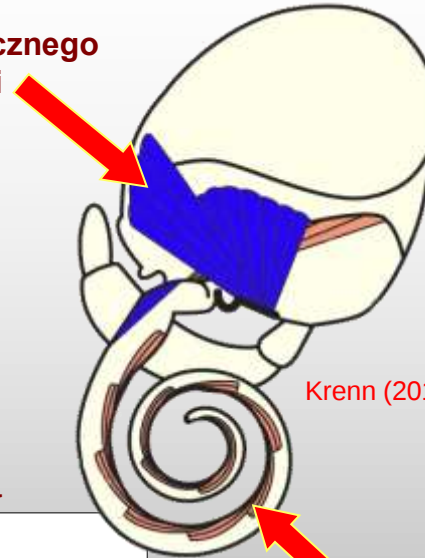


PIERWSZE ćmy

Grimaldi & Engel (2005)



mięśnie hydraulicznego
wysuwania trąbki



Krenn (2010)

głowa ćmy
kreda 90 Ma

mięśnie zwijające
trąbkę

Grimaldi & Engel (2005)



gąsienica ćmy
kreda 125 Ma

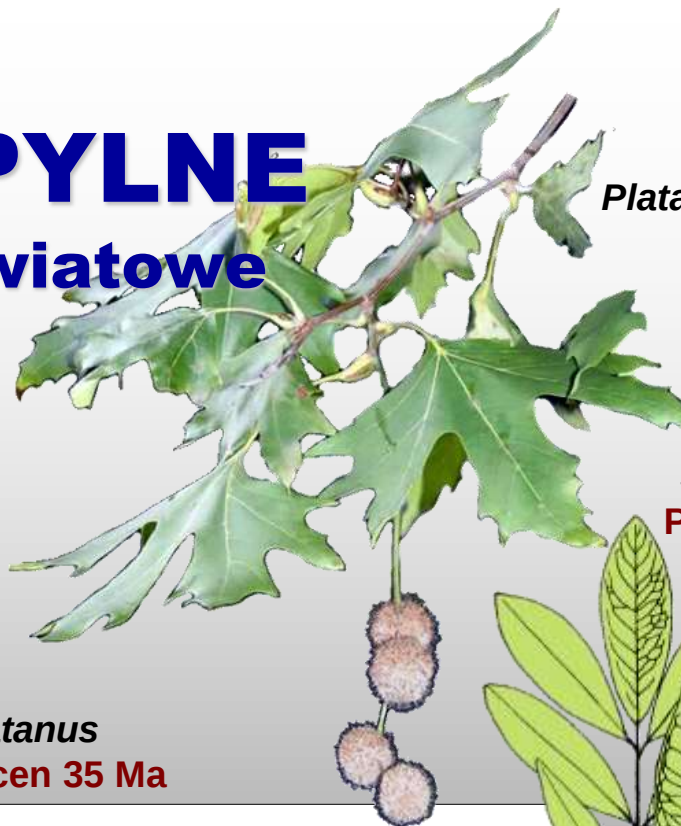
- miny w kredowych liściach przypisywane gąsienicom ciem
- przejawem odżywiania się nektarem *maxillae* imago wydłużone w trąbkę
- nektar zwykle bezwonny
- u *Liriodendron* na płatkach (tepala)

nektar pojawił się zapewne wraz z wtórną owadopylnością

WIATROPYLNE drzewiaste kwiatowe



Platanus
eocen 35 Ma



Platanus
dziś

Sapindopsis
Platanaceae?
kreda 80 Ma

Credneria
Platanaceae?
kreda 80 Ma



- zwarte kwiatostany platanów od kredy przystosowaniem do wiatropylności
- odzew na suchość wewnątrz kontynentów kurczących się od cenomanu

w późnej kredzie i jurze dominowały morza



kwiat pięciokrotny

PALEOGEOGRAFIA

ery dinozaurów

kreda 94 Ma



- najwyższy poziom wód oceanicznych w początkach późnej kredy
- i w późnej jurze
- tego wieku główne cmentarzyska dinozaurów – wysoka podstawa erozji

jura 152 Ma



ekspansji mórz towarzyszyły przemiany ich fauny