



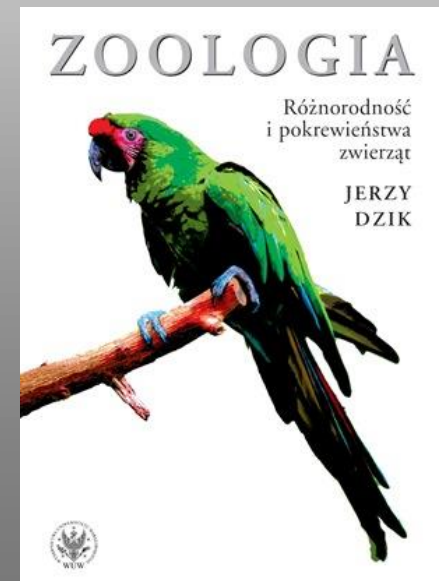
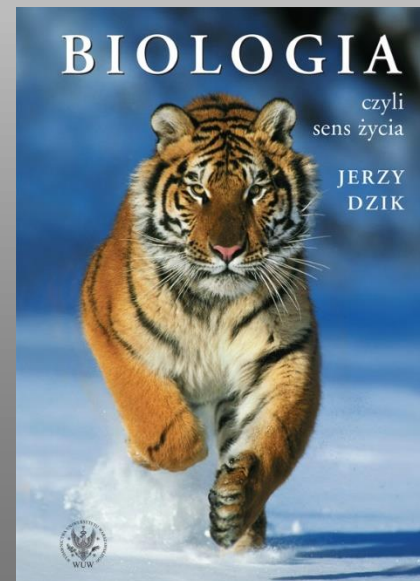
Zoologia **4.**

PAJĘCZAKI I SKORUPIAKI

Jerzy Dzik

*Instytut Paleobiologii PAN
Instytut Zoologii UW*

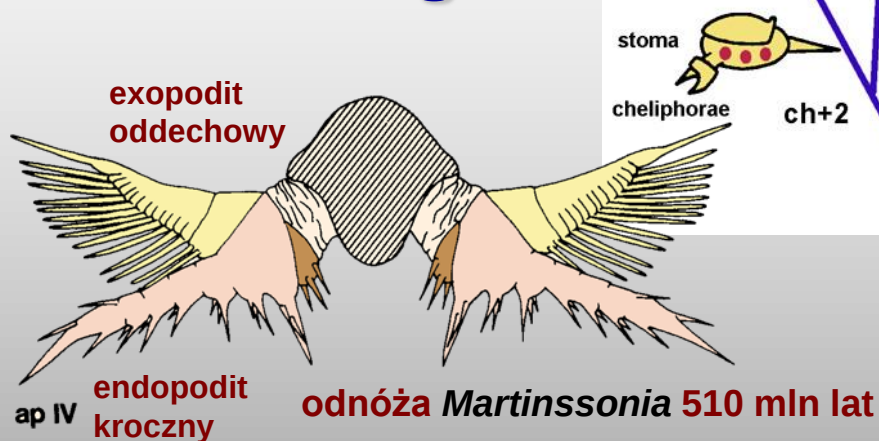
Warszawa 2019



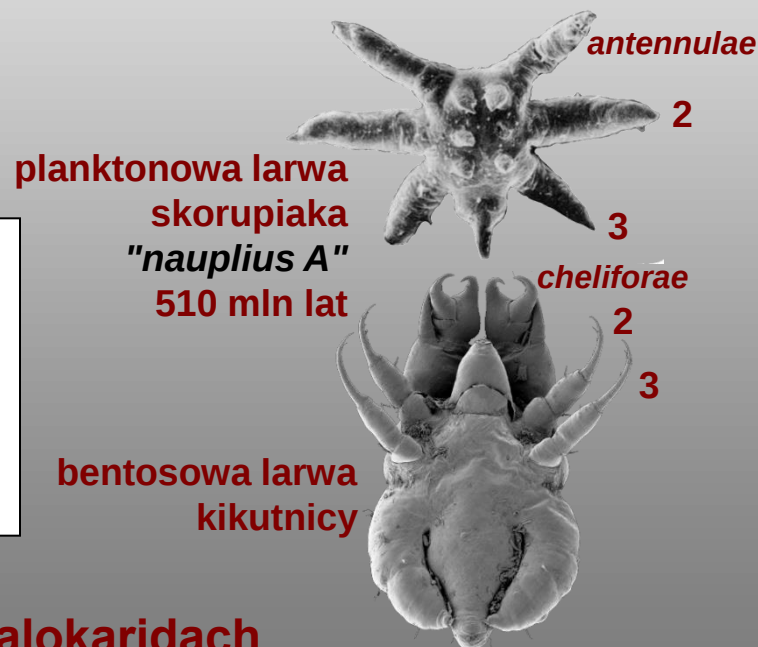
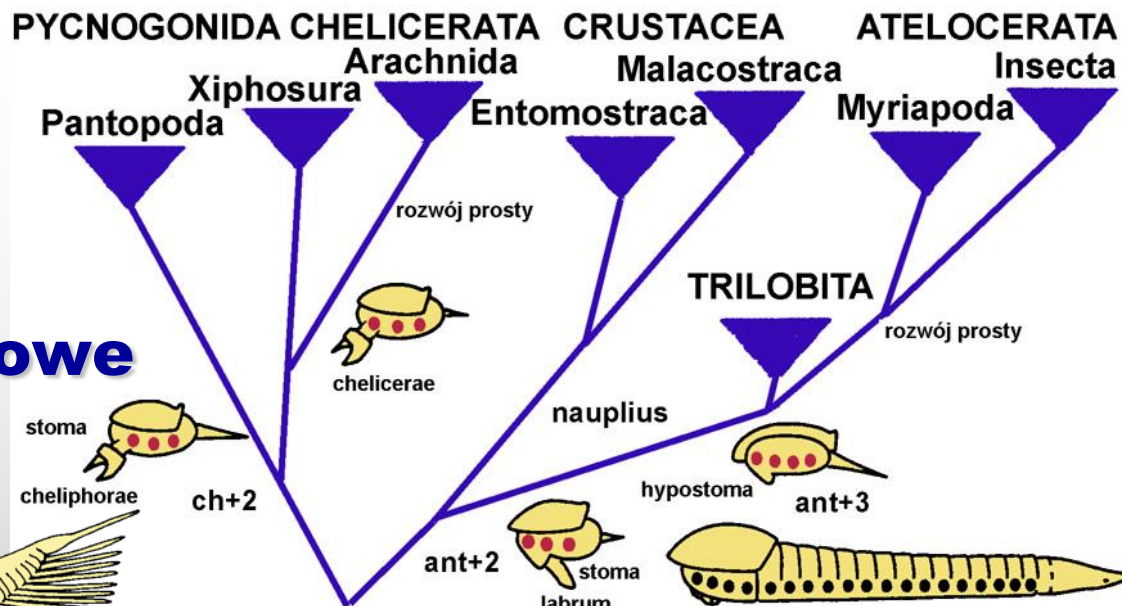
ARTHROPODA

TAGMY

a odnóża głowowe



- pierwotnie rozwój prosty i larwa wykluwa się z 3 parami odnóży
- głowa trylobitów miała jeden segment więcej, skorupiaków dwa

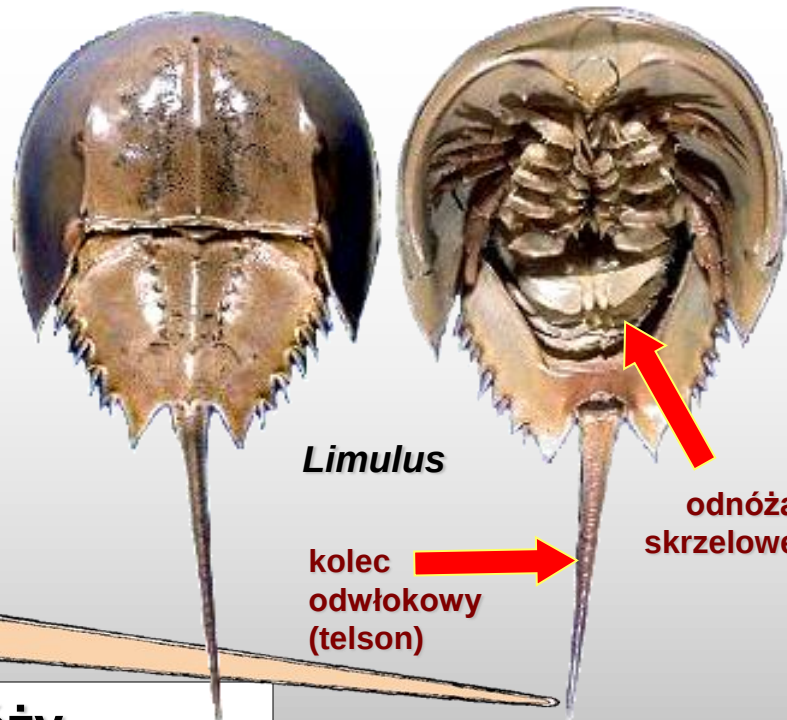
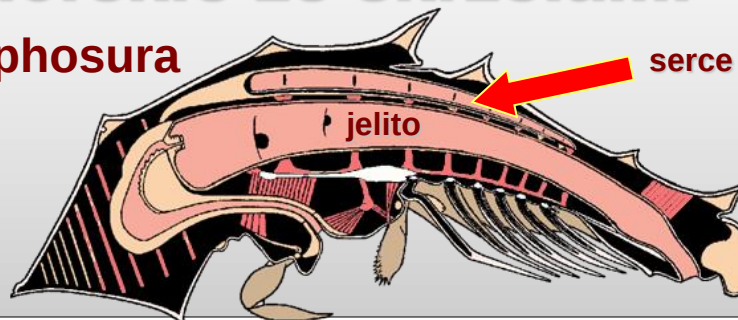


gałąź skrzelowa odziedziczona po anomalokaridach

CHELICERATA

PAJĘCZAKI morskie ze skrzelami

Xiphosura



Limulus

kolec
odwłokowy
(telson)

odnóża
skrzelowe

- zwykle dwie pary chwytnych odnóży (*chelicerae* i *pedipalpi*)
- tarcza głowotułowia z 6 segmentów (w tym 4 pary odnóży kroczych)
- 12 segmentów odwłoka (w przedzie skrzela)
- kolec odwłokowy

u dzisiejszych odwłok zlany w tarczę

Offacolus
420 mln lat



CHELICERATA

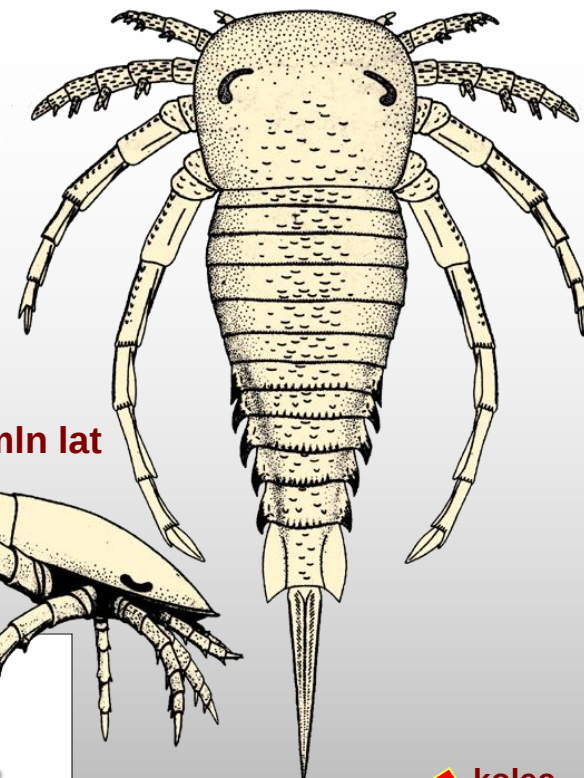
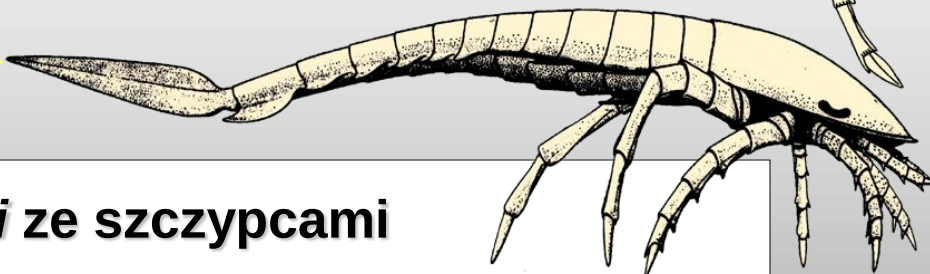
SKORPIONY

z wodnych eurypteridów

Scorpionida

eurypterid *Parastylonurus* 420 mln lat

kolec
odwłokowy
(telson)

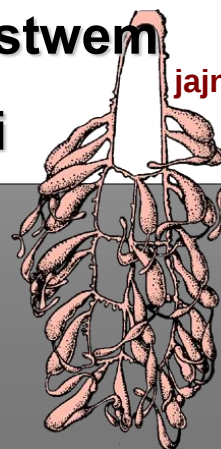


- duże *pedipalpi* ze szczypcami
- kolec jadowy na końcu zwężonego odwłoka
- skrzela w komorach z otworami jako płuca
- tańce godowe i opieka nad potomstwem
- spermatofor podejmowany z ziemi

jajniki

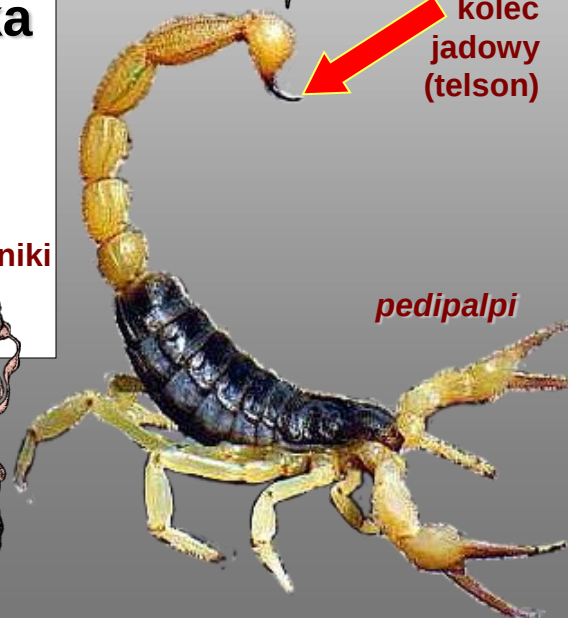
"macica" z zarodkami
Scorpio

paleozoiczne metrowych rozmiarów



kolec
jadowy
(telson)

pedipalpi



CHELICERATA

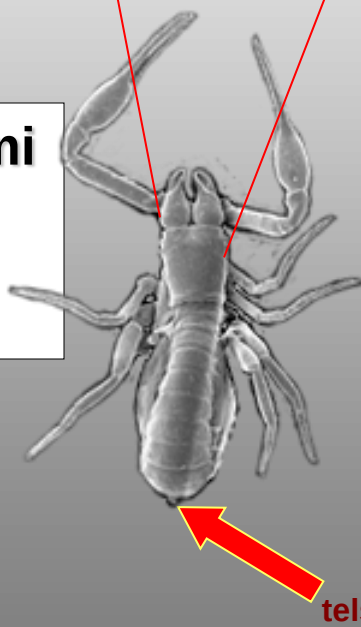
ZALESZCZOTKI i krewniacy

Cheliferida etc.

- duże *pedipalpi* ze szczypcami (jak skorpiony)
- szeroki cały odwłok



zaleszczotek
Chelifer



telson

przełom w planie budowy odwłoka – skutek miniaturyzacji?

CHELICERATA

KOSARZE

specjalizacja odnóży

Opilionida

czterooki
Hastocularis
310 mln lat



Phalangium



chelicerae

pedipalpi

członowana
stopa

wtórnie
krótkonogi
Trogulus



- długa członowana stopa
- zwykle druga para odnóży kroczych pełni funkcje czuciowe
- *pedipalpi* pierwotnie chwytne (bez szczypiec) a u zaawansowanych z lepкими włoskami

tendencja do wydłużania odnóży

tropikalne Gonoleptidae z
chwytными pedipalpami



CHELICERATA

ROZTOCZE

skutki miniaturyzacji

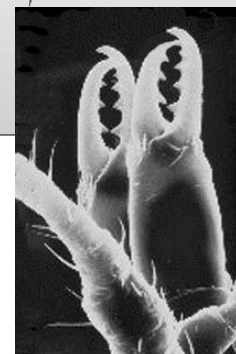
Acarida

- *chelicerae* pierwotnie chwytne
używane do rozdrabniania pokarmu
- głowotułów wtórnie podzielony
- segmentacja odwłoka zanikała stopniowo
- pierwotnie sześcionoga larwa

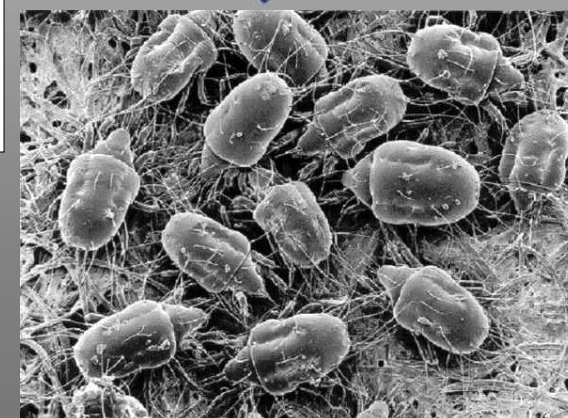
świerzbowiec
Sarcoptes



chelicerae
drapieżnego
roztocza



reliktowy
Opilioacarus



ale sześcionożność niehomologiczna owadziej!

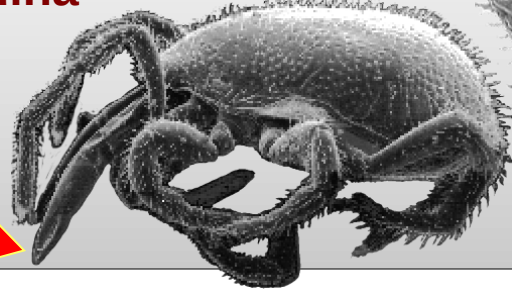
roztocze w kurzu

CHELICERATA

KLESZCZE powodują infekcje

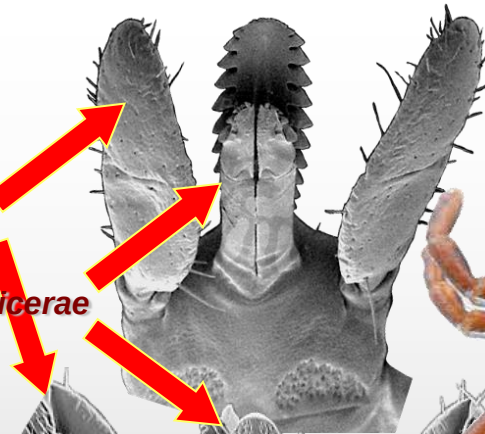
Acarida: Ixodina

reliktowy *Allothyrus*
chelicerae
ze szczypcami



pedipalpi

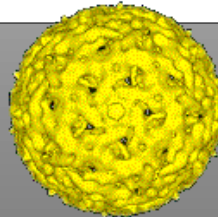
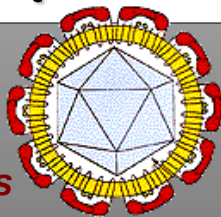
chelicerae



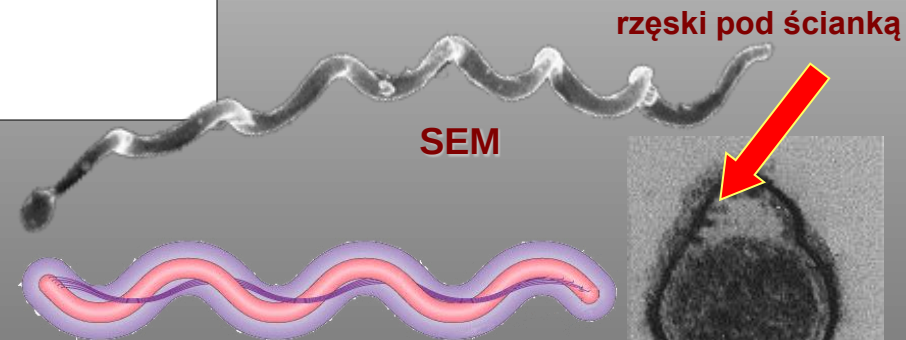
kleszcz *Ixodes*

- *chelicerae* i *pedipalpi* ułożone w ryjek
- tylko płynny pokarm
- niektóre ssą krew ssaków

wirus *encephalitis*



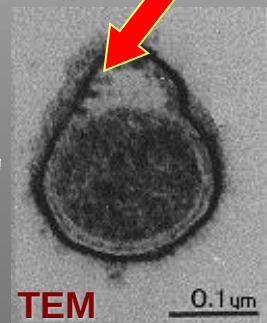
niezależnie powstały aparat ssący



SEM

spirocheta *Borellia*

rzęski pod ścianką



TEM

0.1 μm

CHELICERATA

ROZTOCZE pancerne

Acarida Oribatei

Cepheidae

Gehypochthonius

wylinki

- glebowe, wrażliwe na wysychanie
- niektóre pozostawiają wylinki na grzbiecie
- ogromna różnorodność

Phthiracaridae

małe rozmiary ułatwiają zmiany planu budowy

CHELICERATA

ROZTOCZE

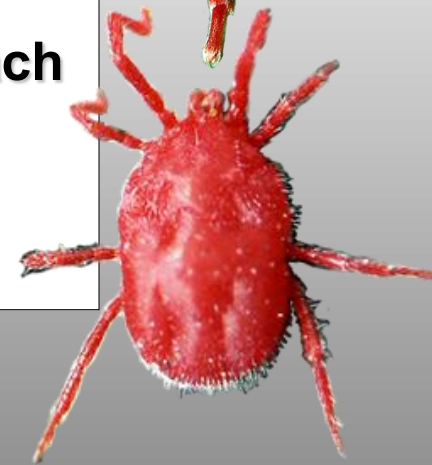
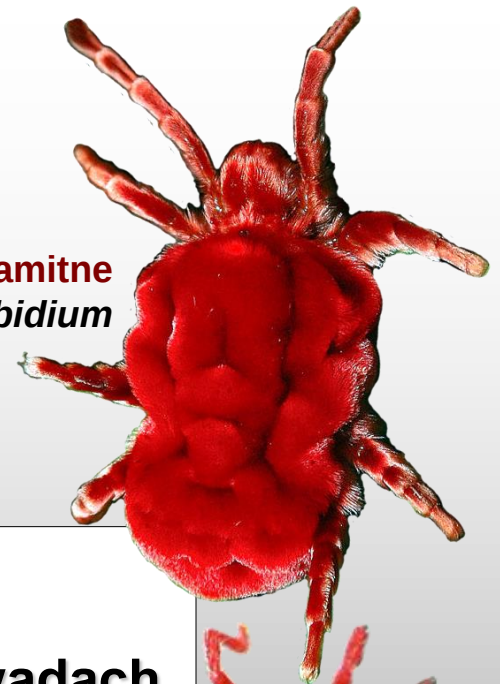
ssące

Acarida

wodopójka
Hydrachna



aksamitne
Trombidium

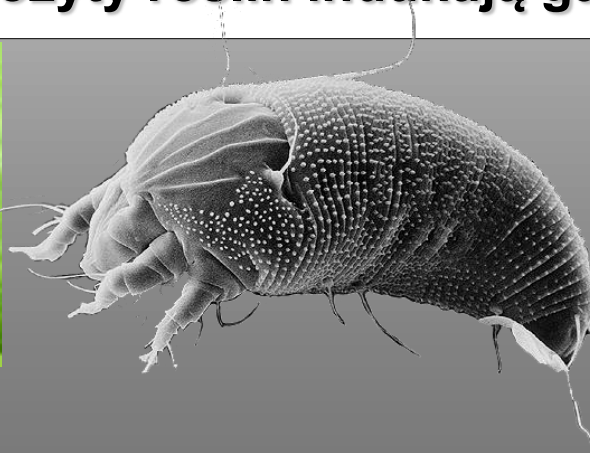


pasożyt roślinny
Tetranychidae

- *chelicerae* tworzą organ ssący
- wodopójki (*Hydrachnellae*) pasożytuja na owadach
- trombidia pasożytuja na owadach lądowych
- czworonożne pasożyty roślin indukują galasy



galasy na liściu lipy



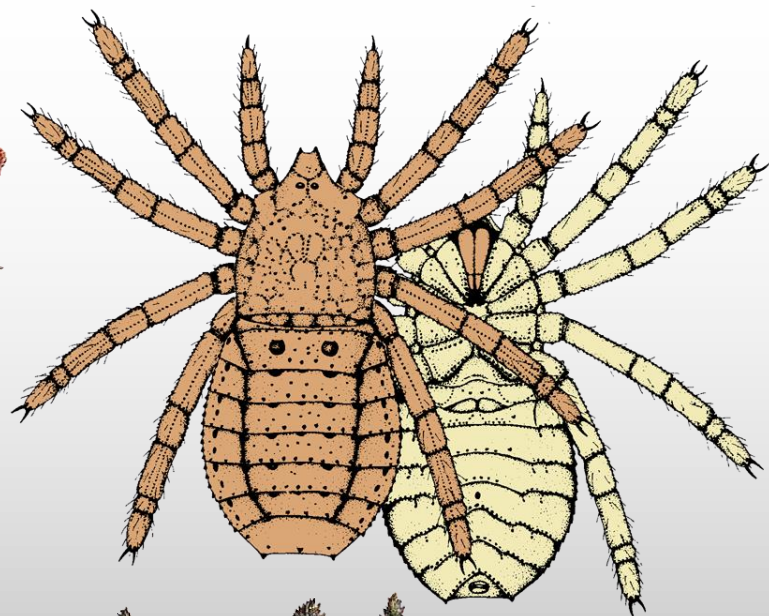
czworonogie
Acerium
Eriophyidae

CHELICERATA

PAJĄKI

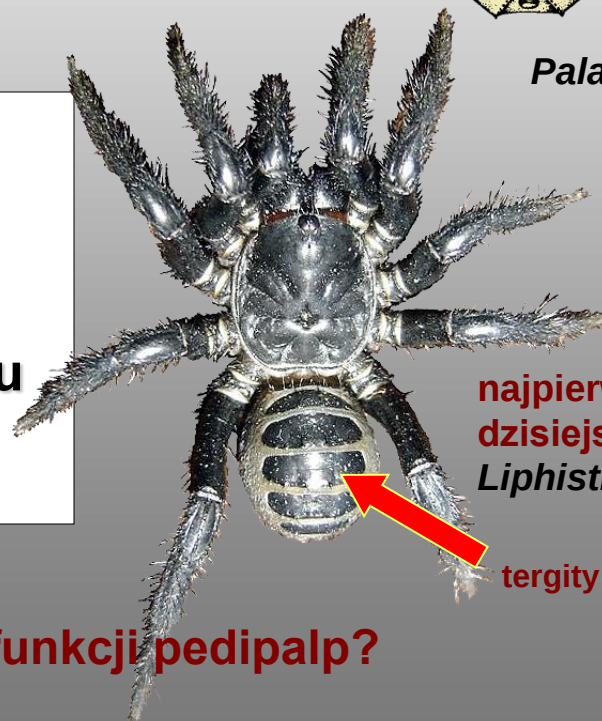
po pochodzenie

reliktowy
segmentowany
Cryptocelus
Ricinulei



Palaeocharinus
380 mln lat

- odwłok szeroki (jak zaleszczotki) ale *pedipalpi* bez szczypiec
- ostatnie dwa segmenty odwłoka zredukowane już 410 mln lat temu
- właściwe pająki mają „talię osy”



najpierwotniejszy
dzisiejszy pająk
Liphistius

tergity

odwrót od miniaturyzacji po zmianie funkcji *pedipalp*?

CHELICERATA

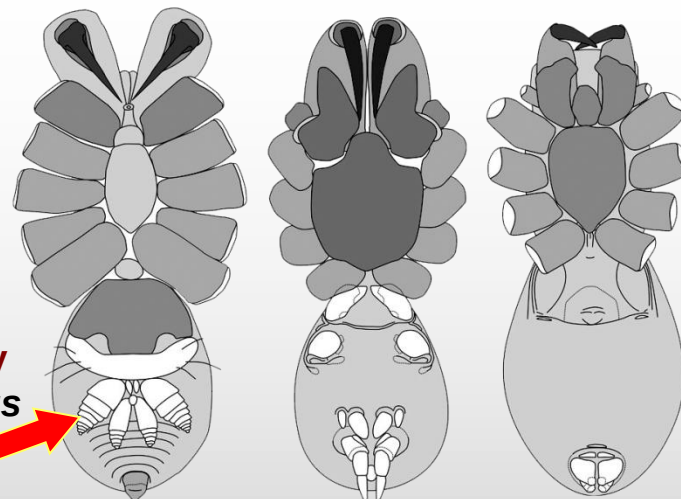
PAJĘCZA przędza

Araneida



reliktowy
Liphistius

kądziołki



ewolucja kądziołków

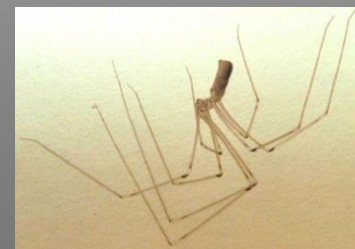
- odziedziczyły odwłokowe „płuca”
- odwłokowe kądziołki przedne podobne do odnóży
- *chelicerae* pierwotnych bez jadu
- pajęczyna początkowo do wyściełania norek i omotania ofiary



pogoniec
Lycosidae Pirata



kwietnik
Thomisiidae Mesumenoides



Pholcus

ewolucja ku różnorodności behawioru

CHELICERATA

PAJĄKI

ewolucja pajęczyny

Araneida

Liphistius

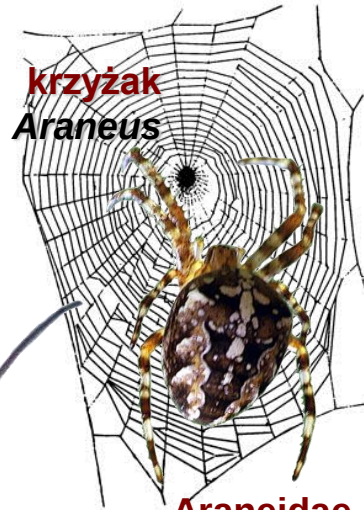


Linyphia



Linyphidae

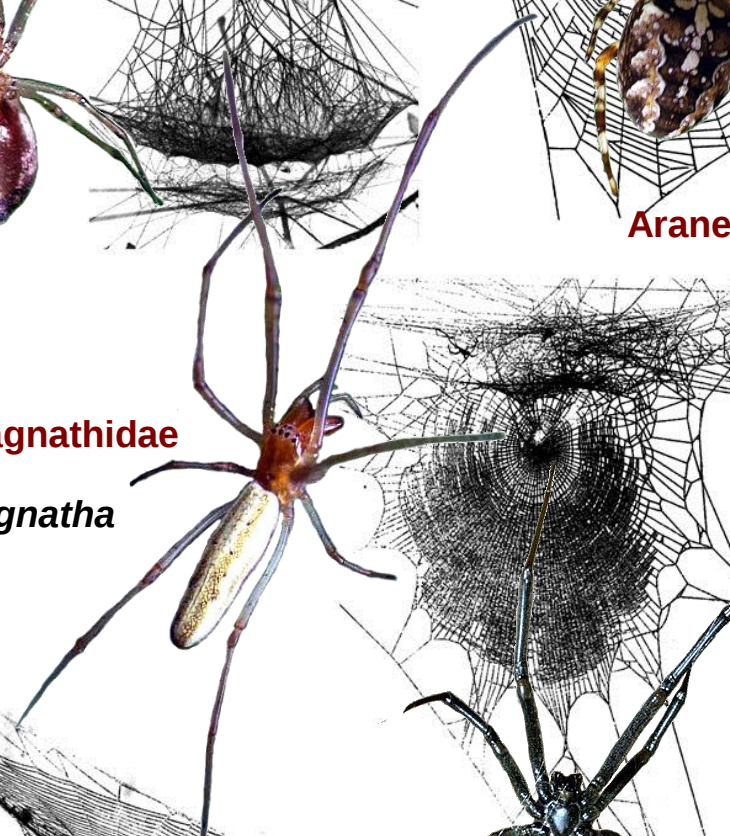
krzyżak
Araneus



Araneidae

Tetragnathidae

Tetragnatha



Uloborus

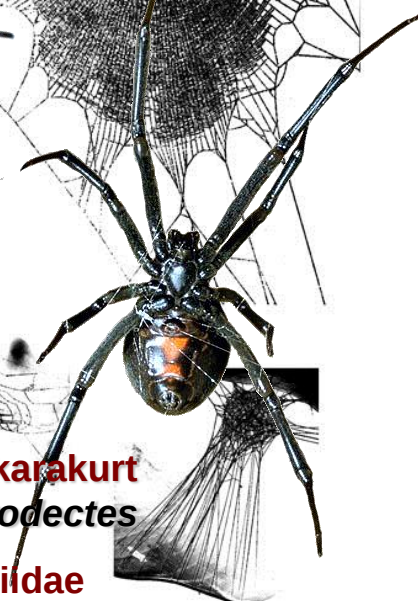


Uloboridae

karakurt

Latrodectes

Theridiidae



- spiralna nić pajęczyny
Araneus kleista
- pająki mające *cribellum*
formują wełnisty splot
- promieniste sieci
powstały niezależnie

zachowania dziedziczne

cribellum

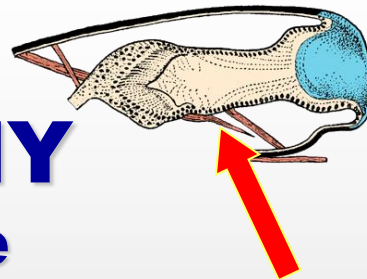


CHELICERATA

SKAKUNY zachowanie

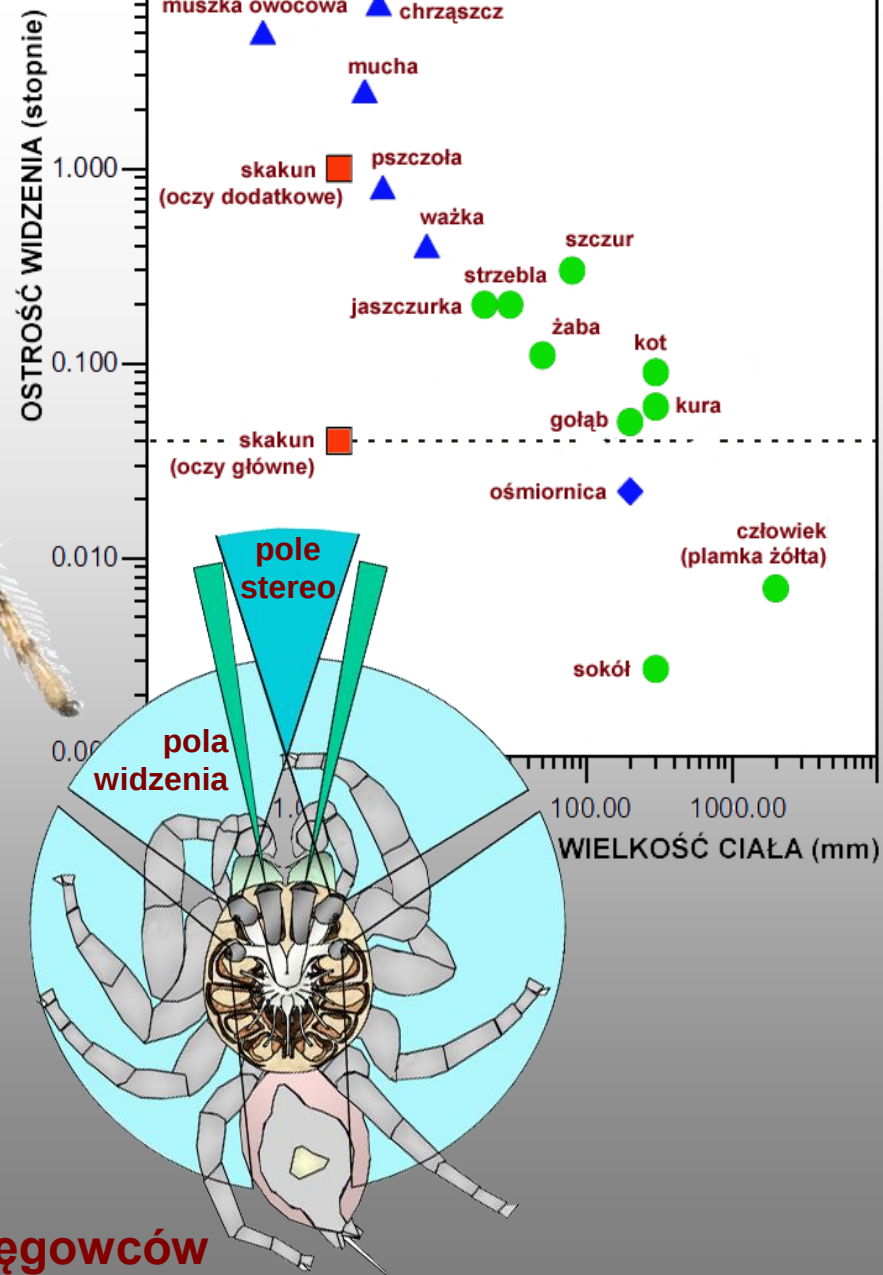
Araneida Salticidae mięśnie ustawiające
ommatidium

skakun
Salticus



- trójwymiarowy obraz przetwarzany w mózgu
- bardzo złożone zachowania
- nie pajączka wykorzystywana jako asekuracja przy skokach

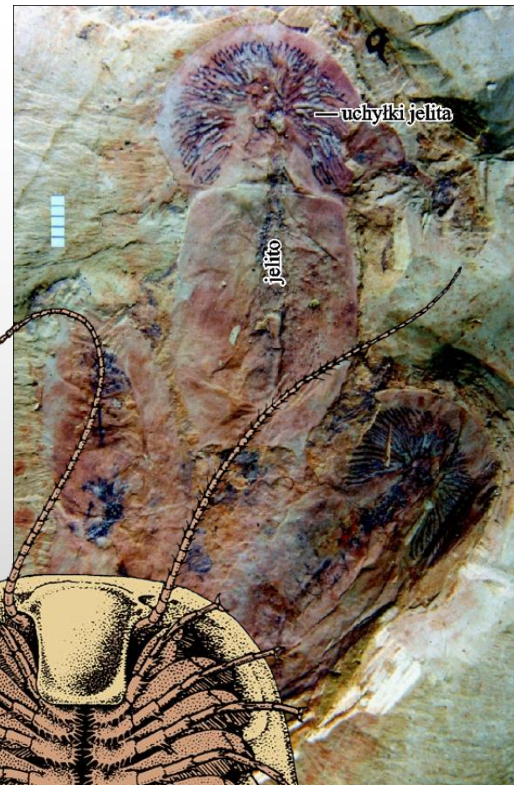
jedne z najinteligentniejszych bezkręgowców



TRILOBITA

CZUŁKI węchowe

miękkociały
trylobit *Naraoia*
518 mln lat



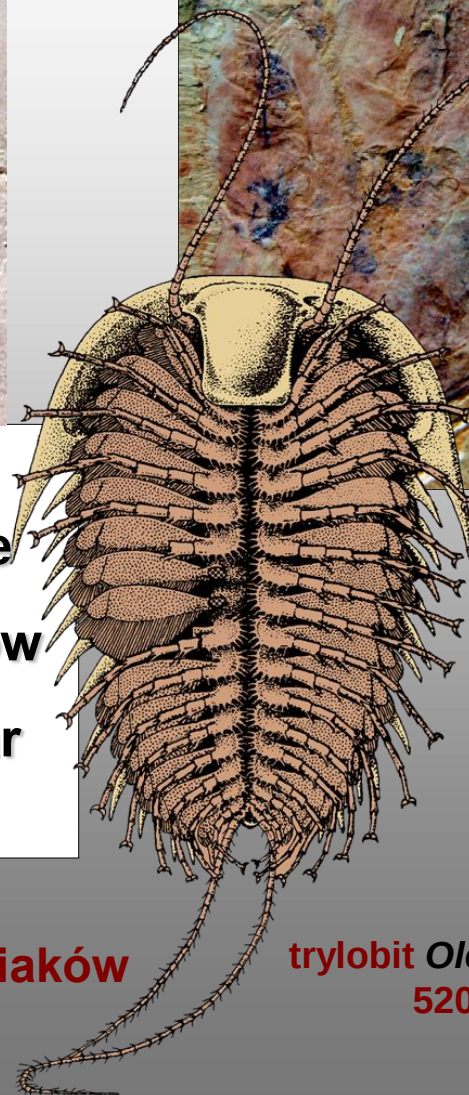
trylobit
Koninckina
410 mln lat



- odnóża 1. pary czuciowe (węch) do poszukiwania detrytusu a nie chwytne
- to jedyne niekroczone odnóża trylobitów
- ich tarcza głowowa z segmentów 4 par odnóży (homologi Ant I & II, Md, Mx I)

jeden segment w głowie mniej niż u skorupiaków

trylobit *Olenoides*
520 mln lat



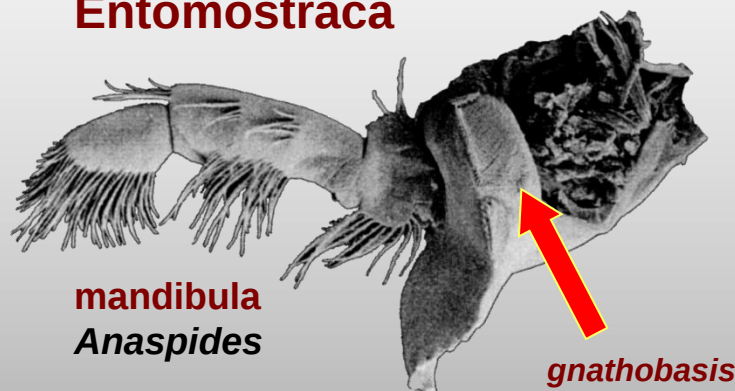
CRUSTACEA

SKORUPIAKI

początki

Entomostraca

Canadaspis
518 mln lat



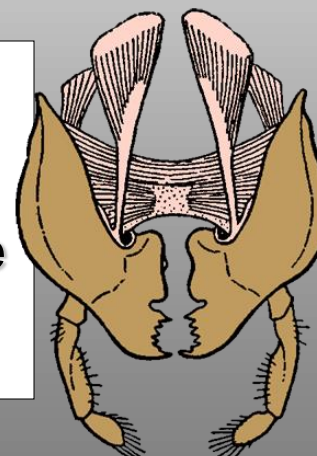
mandibula
Anaspides

gnathobasis



7 segmentów
odwłoka

8 par odnóży krocnych



pars incisiva

lacinia mobilis

pars
molaris

gnathobasis Remipedia

- głowa z 5 segmentów z odnóżami:
- węchowe Ant I, czuciowe Ant II i żujące Md, dalsze pierwotnie krocne
- tarcza głowy (*carapax*) okrywa tułów

czuciowe Ant II i pancerz w związku z pływaniem

ENTOMOSTRACA

DWUSKORUPKOWY

pancerz

Ostracoda

Phyllocarida *Nebalia*

rostrum

Ant I

Ant II

furca

Vargula

Ostracoda *Myodocopa*

- ciało całkowicie zamknięte w liniejącym wapiennym dwuskorupkowym pancerzyku
- zwykle lokomotoryczne Ant II
- uproszczone Md, nieliczne segmenty tułowia i odwłoka



Ostracoda *Podocopa*

zanik tagmatyzacji (5 + 8 + 7 + telson) przez małe rozmiary?

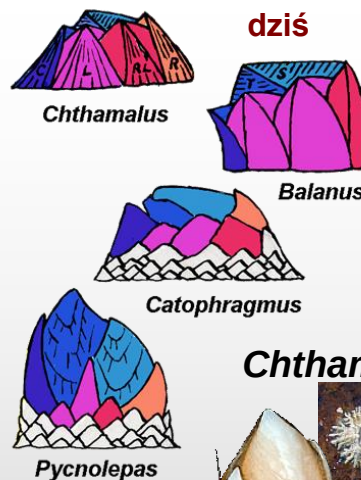
ENTOMOSTRACA

PAKLE dzieje carapaxu

Cirripedia



ewolucja



dziś



Verruca



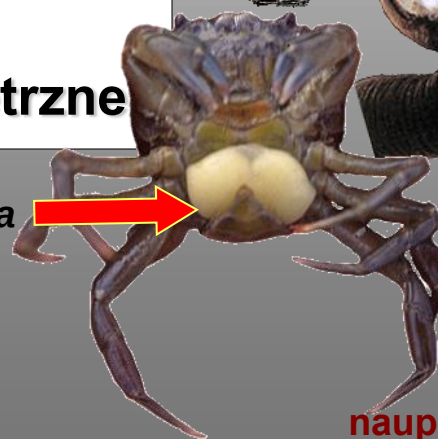
Chthamalus



Lepas

- nieliniejący *carapax* z wapiennych płytek; osiadłe filtratory
- liczne pasożyty zewnętrzne i wewnętrzne

pasożytnicza *Sacculina*



tylko larwy dowodzą, że to skorupiaki

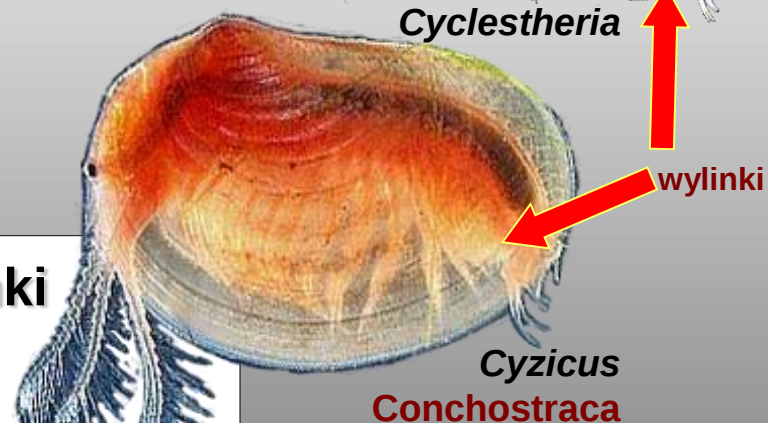
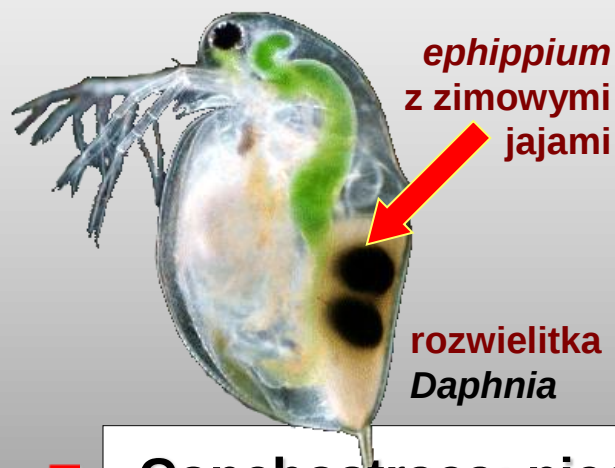
nauplius i cypris pąkli



ENTOMOSTRACA

PRZEMIANY dwuskorupkowego pancerza

Conchostraca & Cladocera



- Conchostraca: nieodrzućane wylinki dwuskorupkowego pancerza
- wioślarki Cladocera: małe rozmiary, głowa wystaje ze zredukowanego pancerza

zmiany rozmiarów w ewolucji rozregulowały kontrolę tagmatyzacji

ENTOMOSTRACA

REWERSJA ewolucji pancerza

Notostraca & Anostraca



przekopnica
Triops



samica

Branchinecta



samiec

Lepidocaris 380 mln lat



Ant II

Artemia



- drapieżne przekopnice Notostraca: tarcza grzbietowa (*carapax*)
- roślinożerne Anostraca: bez tarczy

powolna ewolucja – skrajne przystosowanie do sezonowości

ENTOMOSTRACA

ZMIANA

funkcji szczęk

Branchiura & Pentastomida



pentastomid
Porocephalus

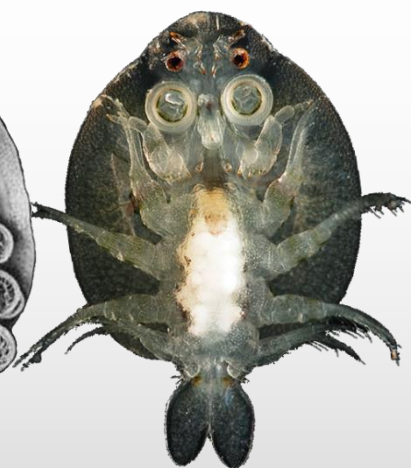


splewka *Dolops*

Mx I



splewka *Argulus*



- Mx I przyssawki
- splewki – pasożyty ryb
- pentastomidy – pasożyty wewnętrzne ryb (larwy) i gadów

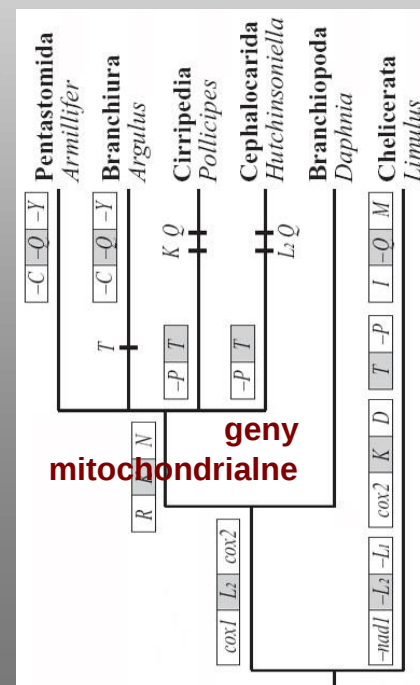
stopniowy zanik odnóży



pentastomid
Linguatula



Armillifer



ENTOMOSTRACA

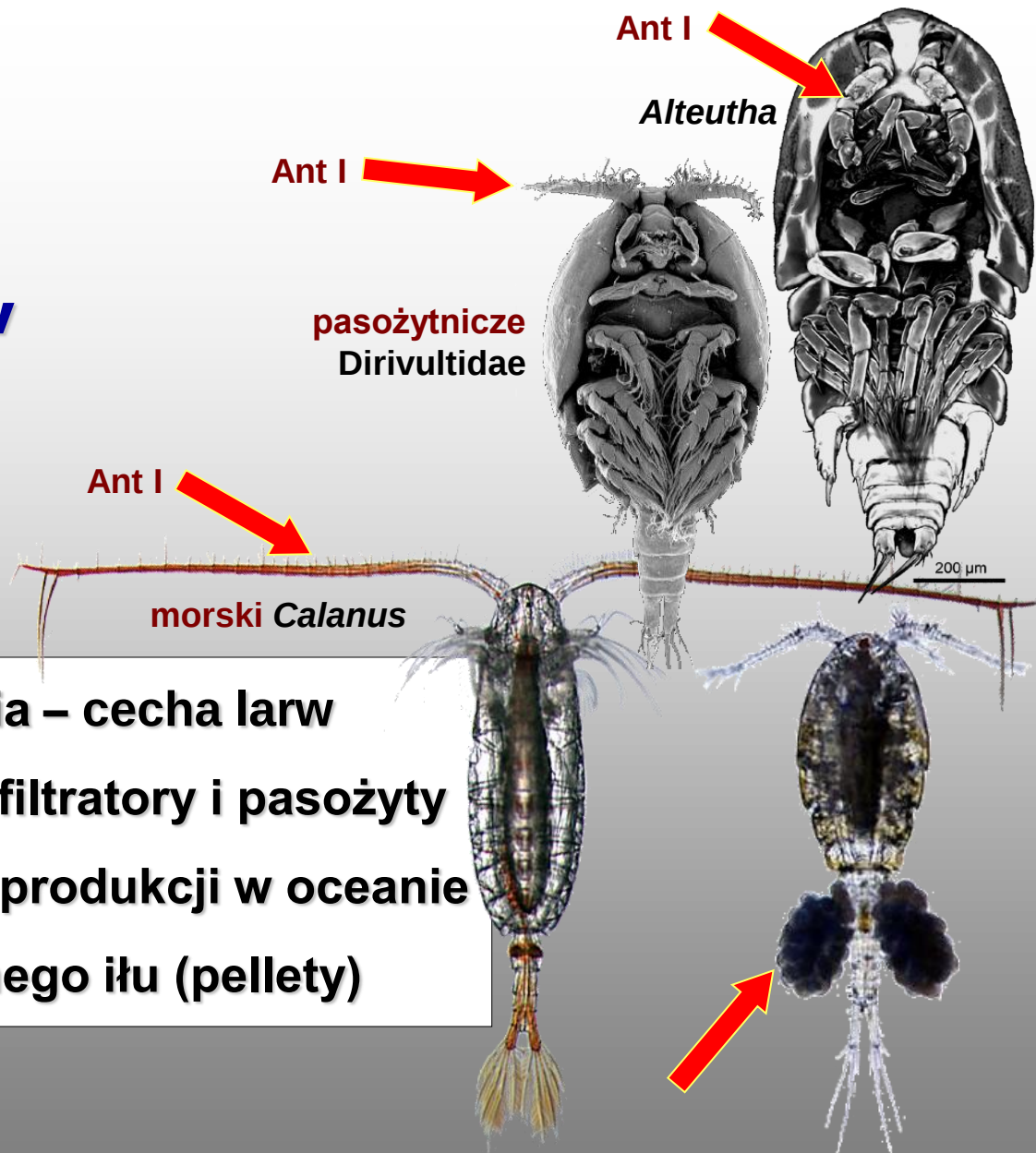
ZMIANA

funkcji czułków

Copepoda

- duże Ant I do pływania – cecha larw
- drobne planktonowe filtratory i pasożyty
- podstawa zwierzęcej produkcji w oceanie
- i agregacji zawieszonego łu (pellety)

zmniejszanie rozmiarów i upraszczanie anatomii



słodkowodny oczlik
Cyclops

CRUSTACEA

RAKI WYŻSZE

pochodzenie

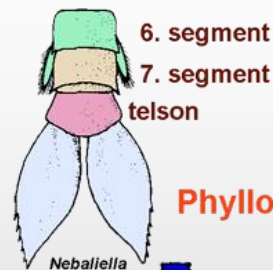
Malacostraca

furca

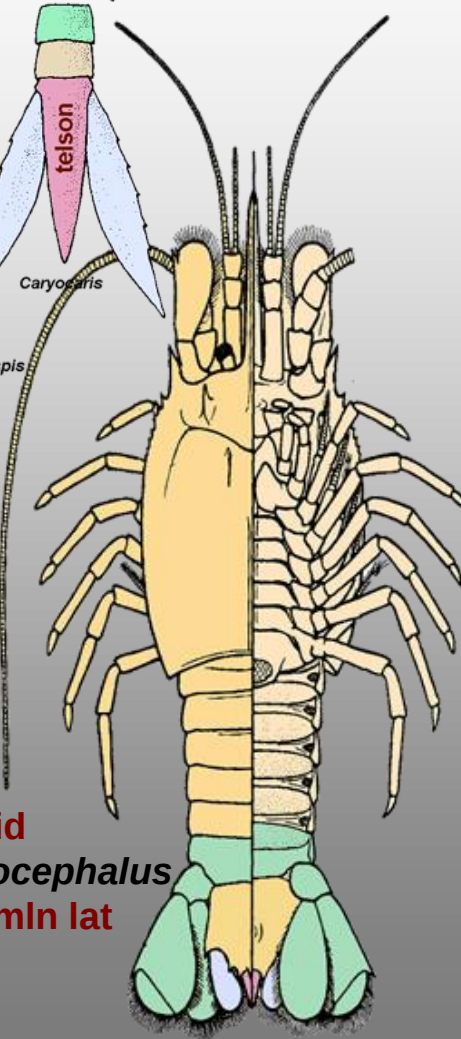
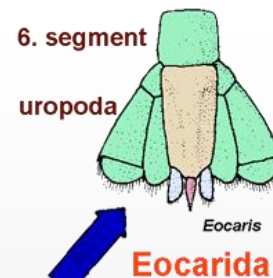
phyllocarid Nebalia

- telson i furca włączone do 7. segmentu odwłoka, który
- wraz z odnóżami segmentu 6. (uropoda) tworzy płetwę ogonową
- umożliwia szybką ucieczkę tyłem

powstały w oceanicznym pelagialu 400 mln lat temu



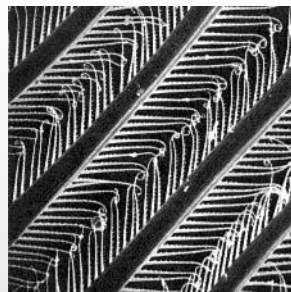
Phyllocarida



CRUSTACEA

PIERWOTNIE pelagiczne

Malacostraca



głębinowy mysid
Gnathophausia



krill *Euphausia*

- planktonowe Euphausiida (krill): rozdrabniają tylko odnóża głowy, *carapax* przyrośnięty do tułowia
- Mysida: pierwsza (czasem i druga) para odnóży tułowia włączone do głowy (*maxillipes*), swobodny *carapax*

pierwotnie bez *maxillipes* ani przyrośnięcia pancerza

MALACOSTRACA

KIEŁŻE I OŚLICZKI

pochodzenie

Isopoda & Amphipoda

ośliczka *Asellus*



kiełż
Gammarus



oceaniczna
Phronima
w „domku” z salpy



- bez carapaxu; oczy na pancerzu głowy zrośniętej z pierwszym (czasem i drugim) segmentem tułowia
- równonogi Isopoda: końcowa część odwłoka powiększona
- obunogi Amphipoda: **trzy** pary odnóży odwłoka uropodami, nasady odnóży (coxae) płytowe, ciało bocznie spłaszczone

pochodzenie Amphipoda nieznane – chyba słodkowodne

MALACOSTRACA

RAKI

pochodzenie

Decapoda



pierwotna krewetka
Penaeus



rak
Astacus



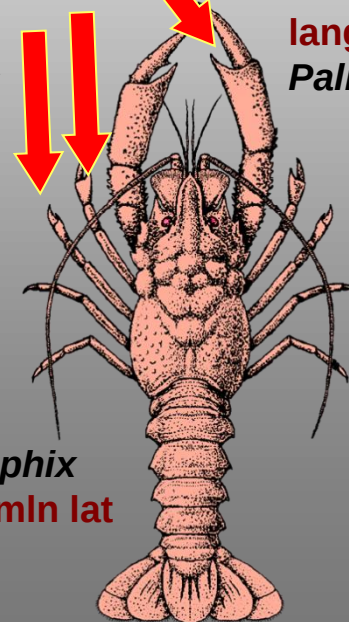
homar
Homarus



zanikłe
szczypce

zaczątkowe
szczypce

langusta
Palinurus



Pemphix
240 mln lat

- trzy pary Mxpes; pierwsze trzy pary odnóży kroczych ze szczypcami
- zwykle szczypce pierwszej pary bardzo duże

zaawansowana cefalizacja

MALACOSTRACA

SKUTKI

rycia nor

Decapoda



Callinassa w norze



- z nory wystawiają tylko opancerzone szczypce i tułów
- zredukowane pleury segmentów odwłoka

rezultatem redukcja odwłoka – niby-kraby



niby-krab *Galathea*



niby-krab *Porcellana*

MALACOSTRACA

PUSTELNIKI

poходzenie

Anomura



„krab” kamczacki
Lithodes



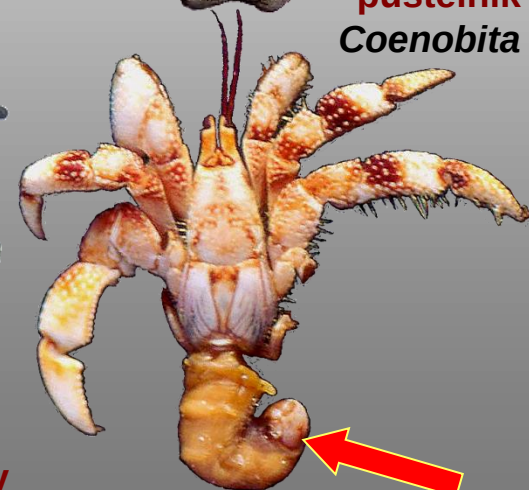
pustelnik *Pagurus*



pustelnik
Coenobita



lądowy „krab” kokosowy
Birgus



helikoidalny
odwłok

- zamieszkujące muszle mają helikoidalny odwłok
- swobodnie żyjące upodobnione do krabów

stawonogom łatwo żyć na lądzie

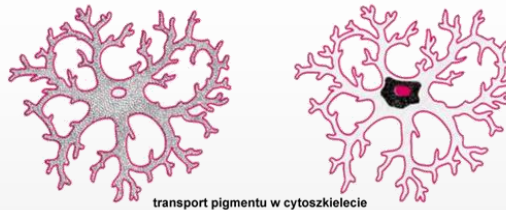
MALACOSTRACA

KRABY

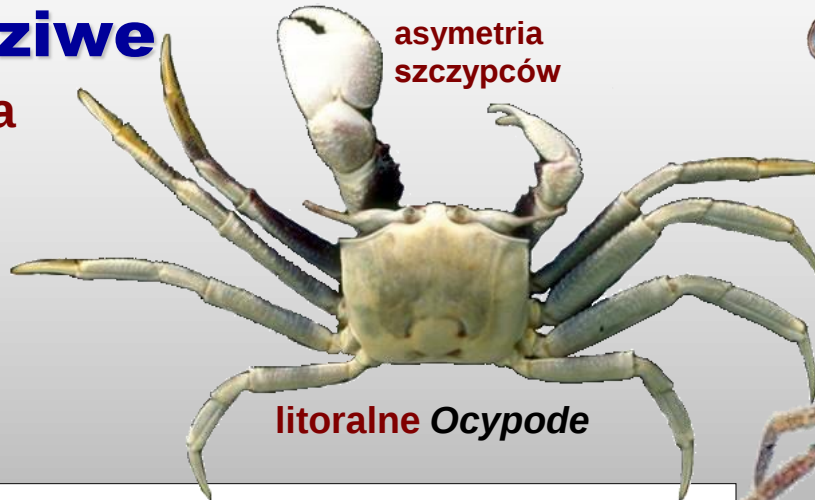
prawdziwe

Brachyura

chromatofory



asymetria
szczypców



litoralne *Ocypode*



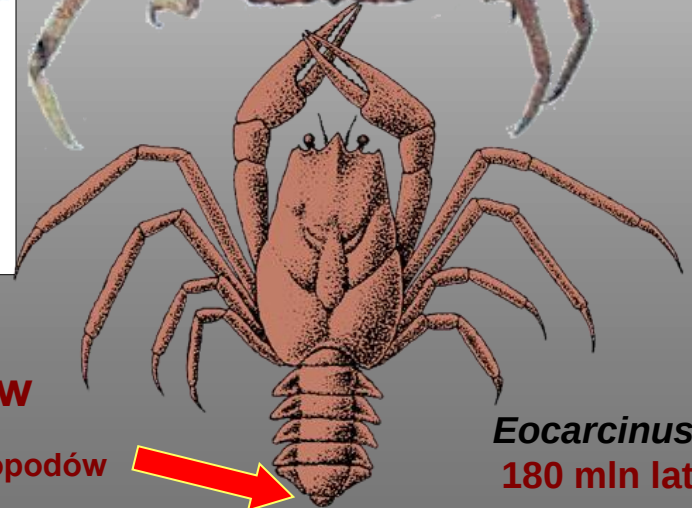
pływający
Portunus



płetwa
Cancer



Homola



Eocarcinus
180 mln lat

brak uropodów



- zanikłe uropoda; podwinięty odwłok
- dymorfizm płciowy bywa wyraźny
- zmiany koloru – transport pigmentu w cytoszkielecie chromatoforów

szczytowe osiągnięcie ewolucji skorupiaków