



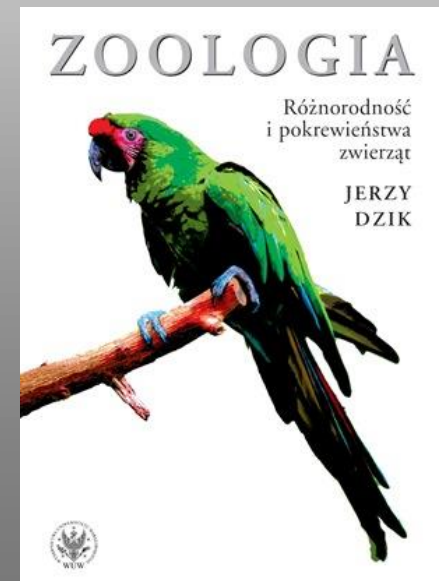
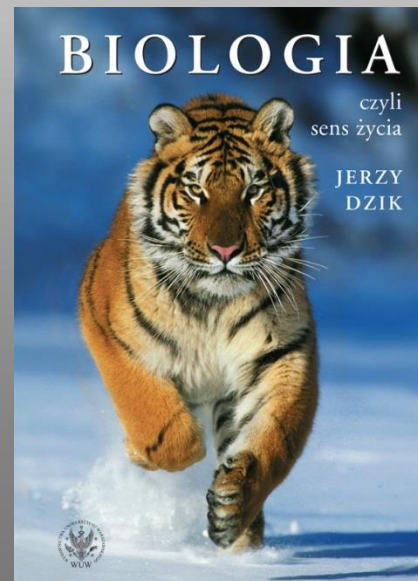
Zoologia **3.**

ZWIERZĘTA LINIEJĄCE

Jerzy Dzik

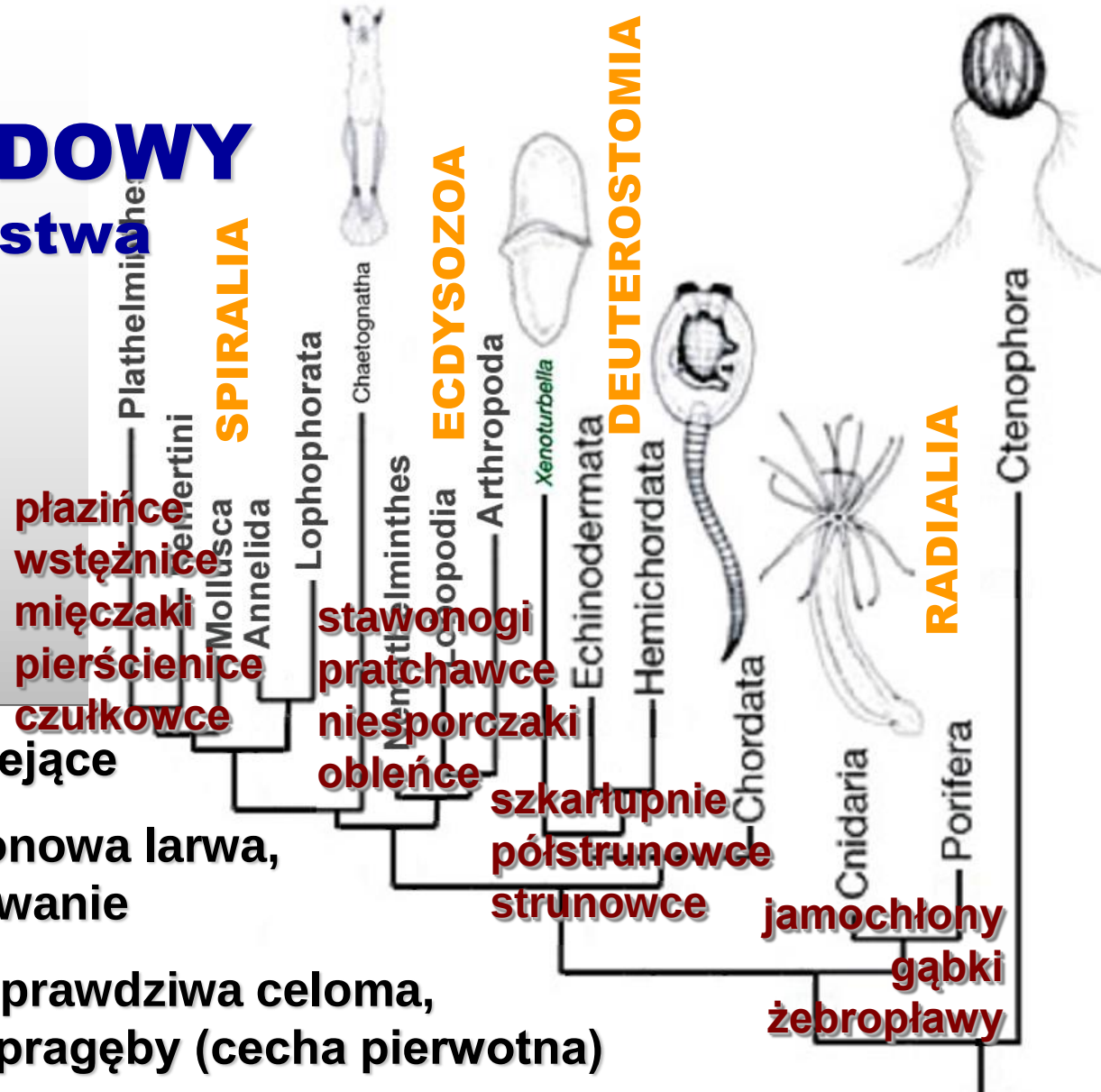
*Instytut Paleobiologii PAN
Instytut Zoologii UW*

Warszawa 2019



PLAN BUDOWY a pokrewieństwa

- Ecdysozoa – liniejące
- Spiralia – planktonowa larwa, spiralne bruzdkowanie
- Deuterostomia – prawdziwa celoma, odbył w miejsce prąężby (cecha pierwotna)

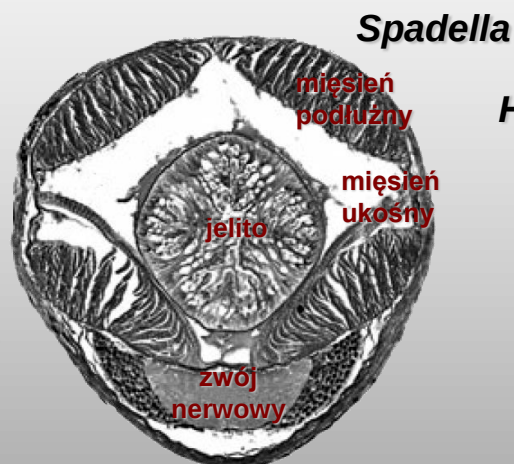
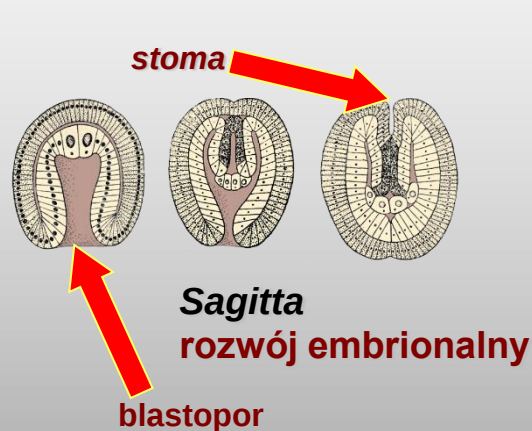


przodek zwierząt dwubocznie symetrycznych pozostaje nieznany

CHAETOGNATHA

STRZAŁKI MORSKIE

"żywe skamieniałości?"



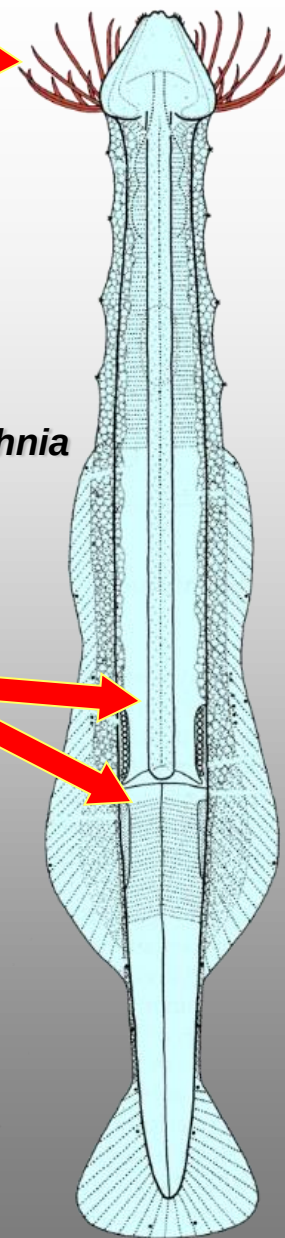
aparat
chwytny

Heterokrohnia

oddziały
celomy

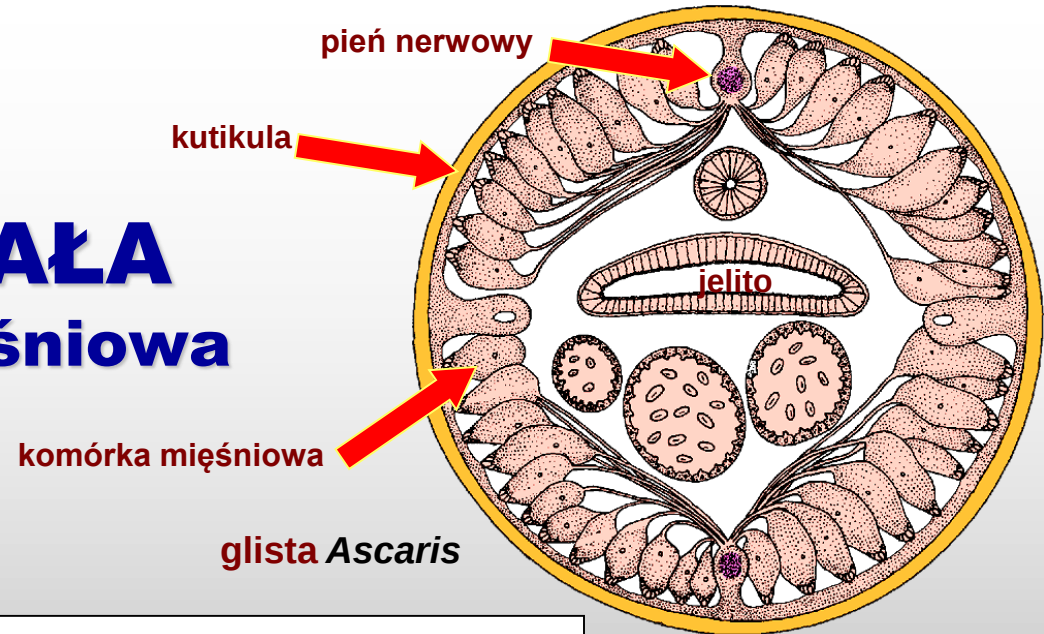
- literalnie wtórouste i enteroceliczne
- między Ecdysozoa i Deuterostomia
- najstarsze tuż przed kambrem

ciało usztywnione hydraulicznie

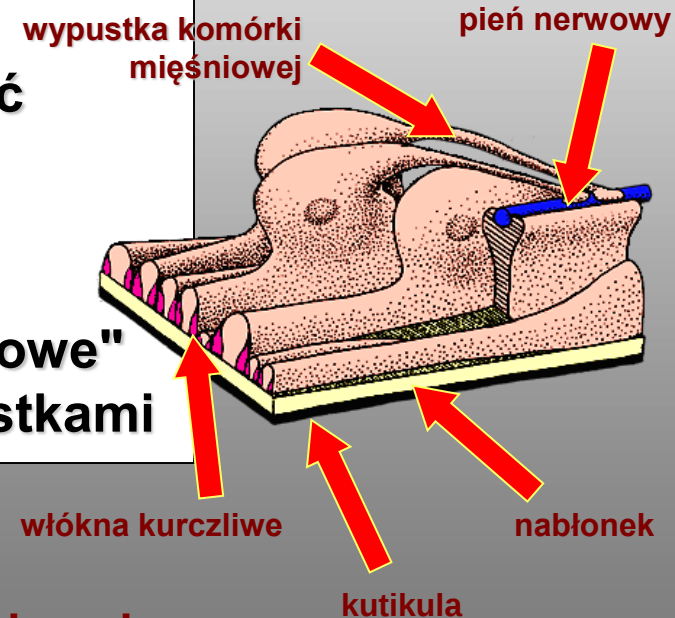


NEMATHELMINTHES

POWŁOKI CIAŁA a hydraulika mięśniowa



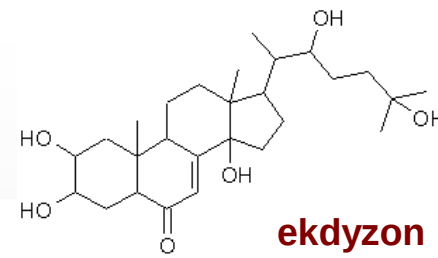
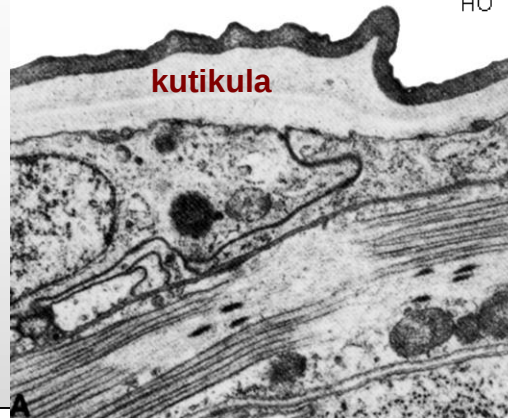
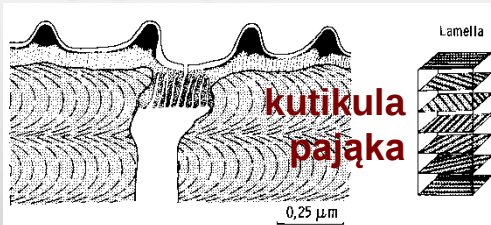
- giętkie ale nierozciągliwe okrywy ciała i płyn pod ciśnieniem nadają sztywność
- asymetryczna fala pobudzenia mięśni podłużnych umożliwia undulacje ciała
- komórki kurczliwe mają części "mięśniowe" i "nerwowe" – odbierają impulsy wypustkami



obleńce jako pierwsze pojawiły się w zapisie kopalnym

ECDYSOZOA

LINIE kutikuli



ekdyzon

zrzucenie kutikuli

integument
larwy priapula
Tubiluchus

wytworzenie
nowej kutikuli

oddzielenie
starej kutikuli

linienie
pratchawca
Macroperipatus

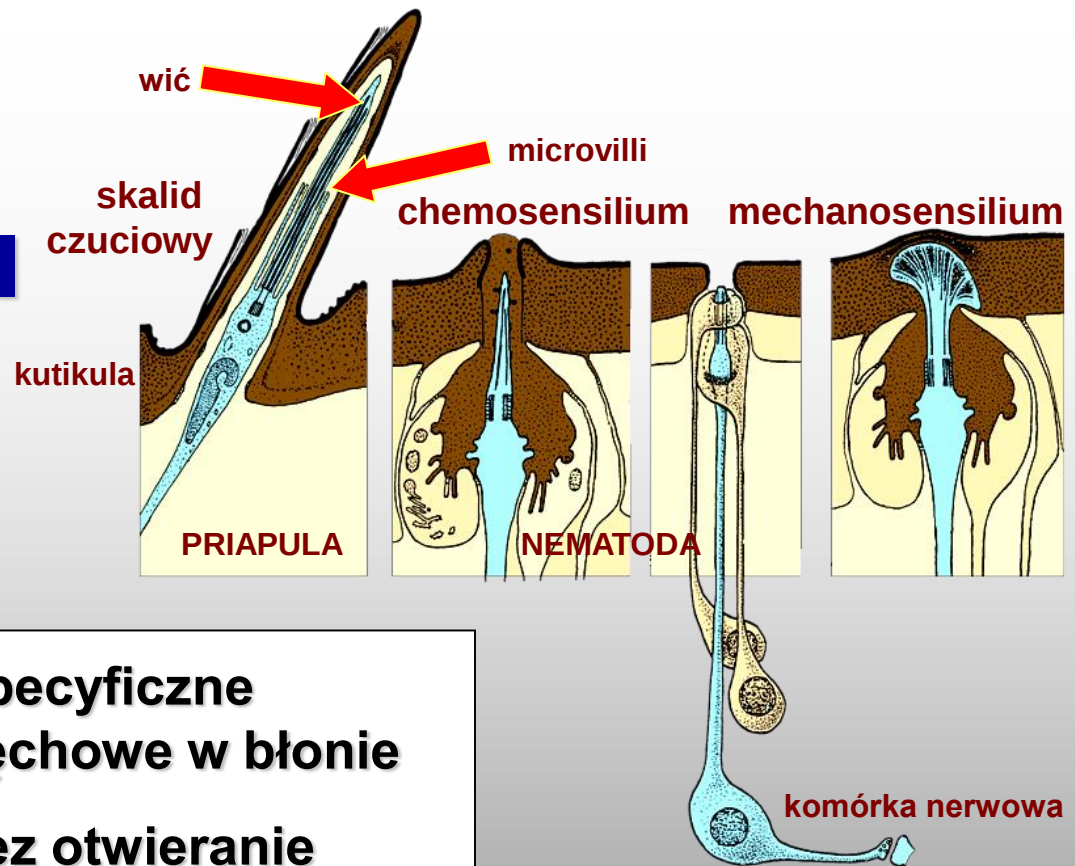
- kutikula nierozciągliwa dzięki włóknom chityny
- zmniejsza straty energii mięśniowej ale
- uniemożliwia wzrost i musi być okresowo zrzucana



linienie jest dawniejsze od stawonogów

NEMATHELMINTHES

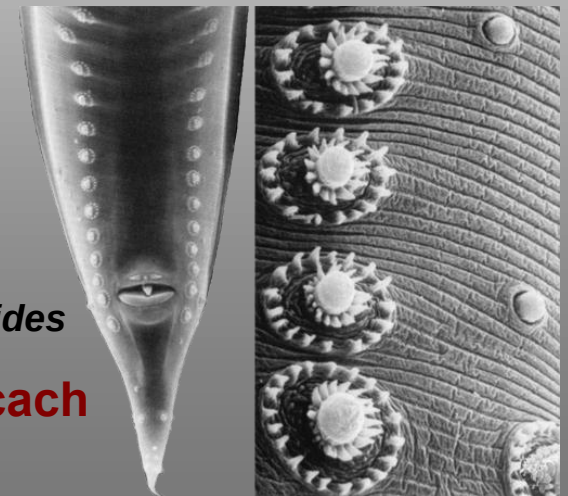
ODBIORNIKI impulsów



- **wić i *microvilli* mają specyficzne białkowe receptory węchowe w błonie**
- **przepływ impulsu przez otwieranie kanałów sodowych i wapniowych**
- **aż acetylocholina z komórki nerwowej otworzy wodny por w błonie mięśniowej**

sensilla nicienia Cosmocercoides

mechanizmy odziedziczone po jednokomórkowcach

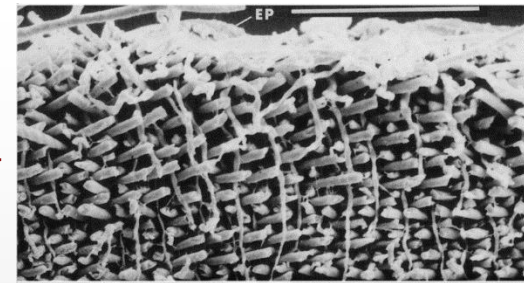


dojrzały pływający samiec

NEMATOMORPHA

PŁYWANIE ruchem węzowym

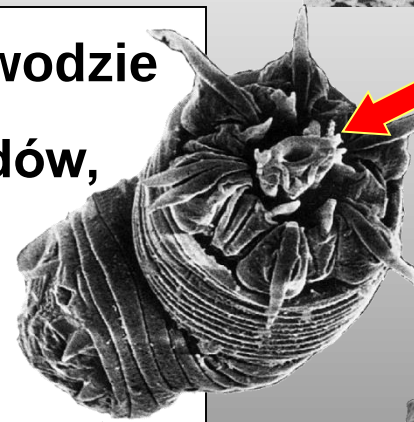
struktura
kutikuli



sznury kolagenu



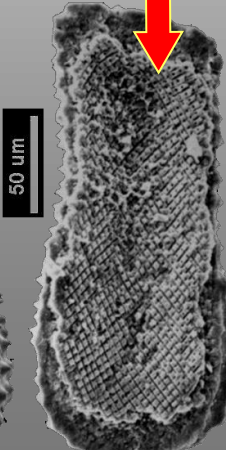
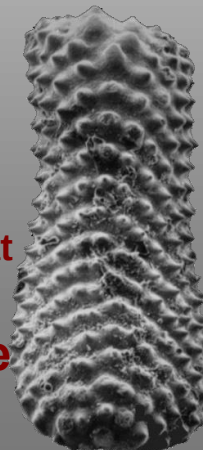
- plemniki bez wici – kopulacja w wodzie
- larwy zarażają wodne larwy owadów, zjadane przez lądowe imagines
- warstwy prostopadle ułożonych sznurów kolagenu w kutikuli
- tylko mięśnie podłużne – ruchy węzowe



ryjek

larwa
Chordodes

próżnie po
sznurach



skleryt z kutikuli *Milaculum* 450 mln lat

podczas rozwoju są w literalnym rozumieniu wtórouste

NEMATODA

BIOLOGIA i pochodzenie

norka morskiego nicienia
470 mln lat



nicień
Palaeonema
z aparatu szparkowego
psylofita *Aglaophyton*
390 mln lat

- kopulacja z penetracją spikuli i uporządkowanie linień; plemniki bez wici
- pierwotnie przystosowane do słabo natlenionego środowiska płynnego mułu

ułatwiło to ekspansję do środowiska gleby

NEMATODA

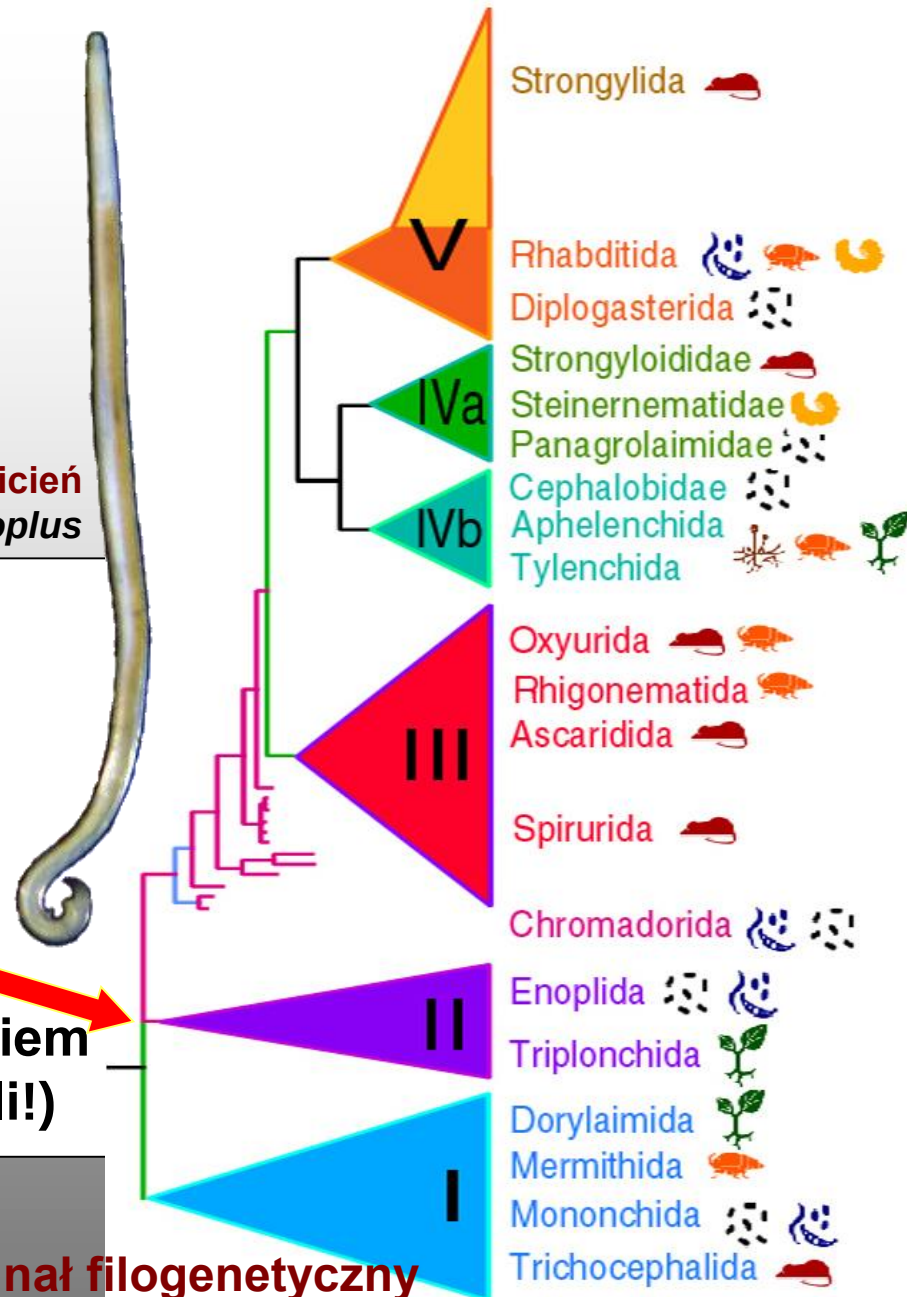
FILOGENEZA molekularna

- najpierwotniejsze morskie
- zjadanie bakterii w centrum diagramu
- pasożytnictwo na ssakach polifiletyczne
- niekiedy poprzedzone związkiem z roślinami (sztylet w gardzieli!)

morski niciel
Enoplus

morskie

uproszczenie anatomii zatarło sygnał filogenetyczny

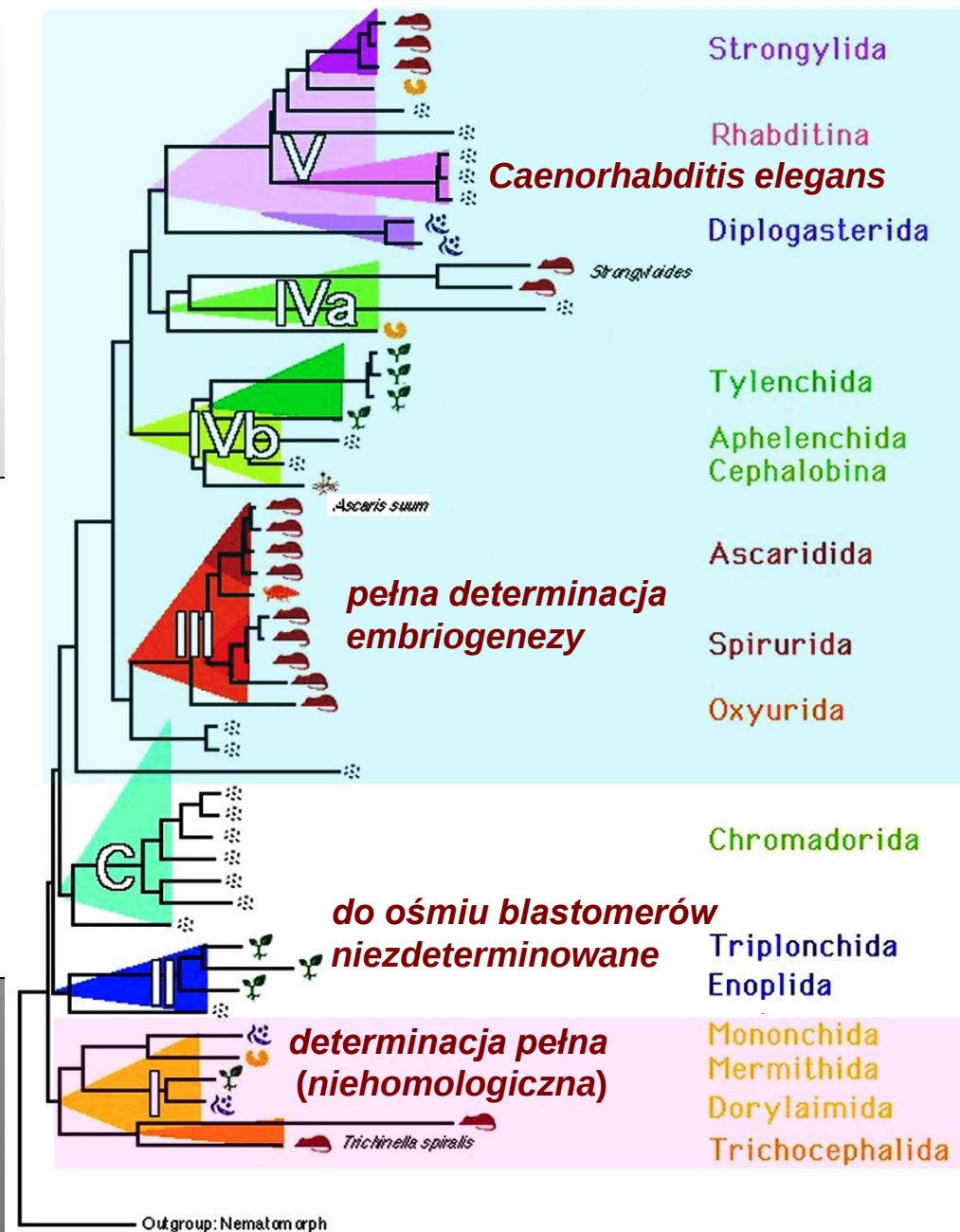


NEMATODA

EWOLUCJA embriogenezy

- zwykle los każdej komórki określony od pierwszego podziału zygoty ale
- ściśle uporządkowanie przebiegu ontogenezy wtórne ewolucyjnie

anatomia pierwotnie złożona



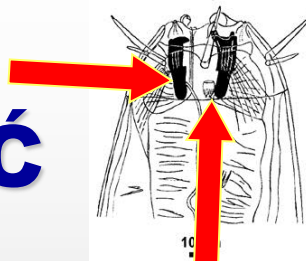
NEMATODA

RÓŻNORODNOŚĆ

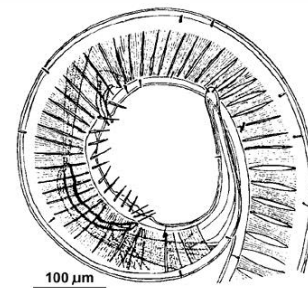
wodnych nicieni

Enoplia

szczęki w gardzieli



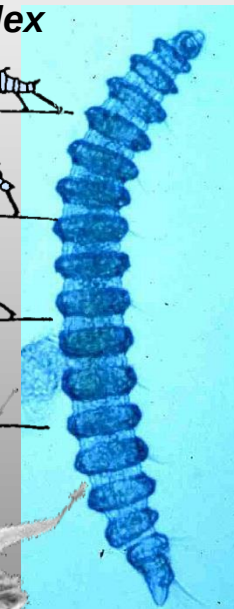
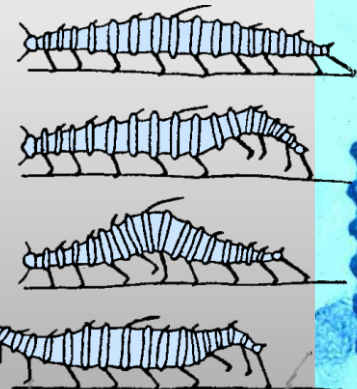
kubeczkowate amphidium



drapieżny Enoplus

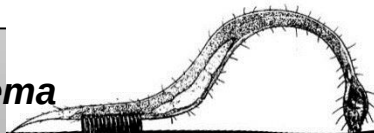


kroczący na szczecinkach Desmoscolex

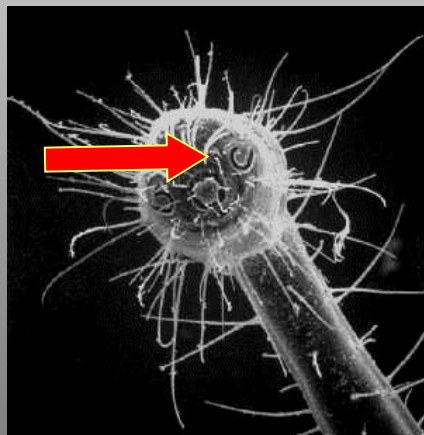


- głównie mikroskopijny psammon
- wielka różnorodność anatomii i behavioru

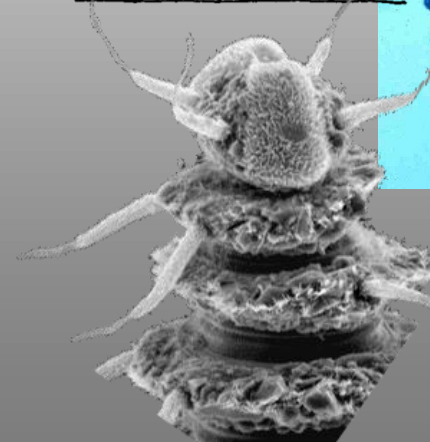
"miernikowiec" Draconema



spiralne amphidium



zmysły niezbędne do orientacji w przestrzeni



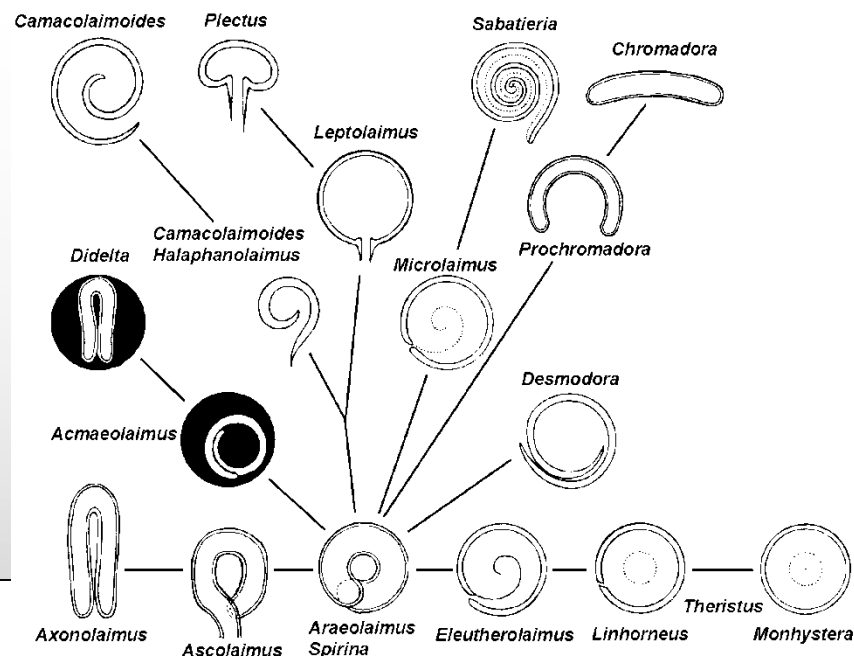
NEMATODA

ZMYŚŁY

wodnych nicieni

Enoplia

- przygębowe amfidia wypełniają różnorakie funkcje zmysłowe:
- chemosensoryczne i światłoczułe



"miernikowiec"
Draconema

mniej niezbędne pasożytom



spiralne amphidium

Desmodora

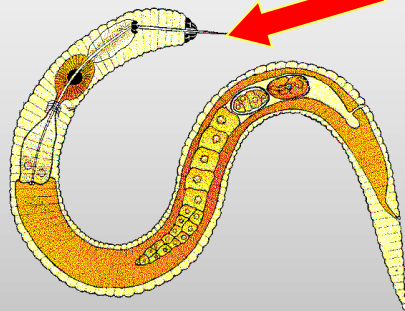


NEMATODA

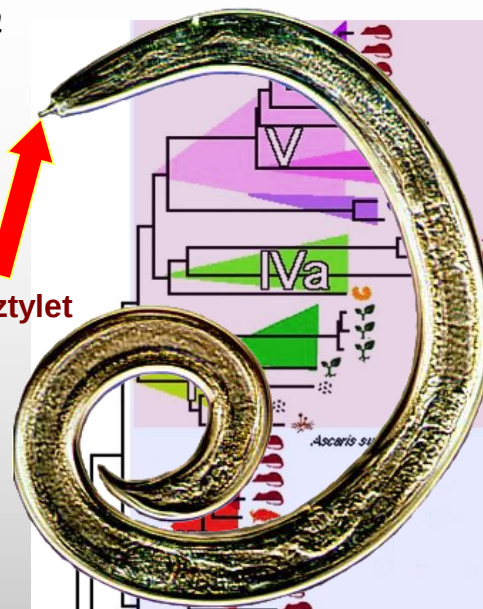
PASOŻYTY roślin

Dorylaimida
Tylenchida

dorylaimid *Labronemella*



sztylet



Strongylida
Rhabditina
Diplogasterida
Strongylides
Tylenchida
Aphelenchida
Cephalobina
Ascaridida
Spirurida
Oxyurida

Chromadorida

Triplonchida
Enoplida
Mononchida
Mermithida

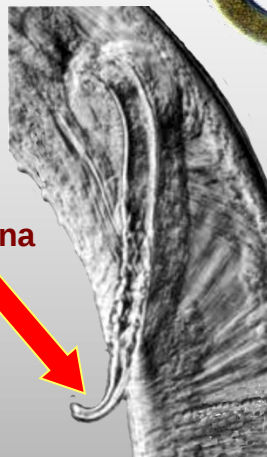
Dorylaimida
Trichocephalida

- aparat gardzielowy przekształcony w rurkowaty (zwykle) sztylet
- sztylety powstawały w ewolucji niezależnie i rozwijają się z różnych elementów gardzieli

od pasożytowania na grzybach przez rośliny do owadów

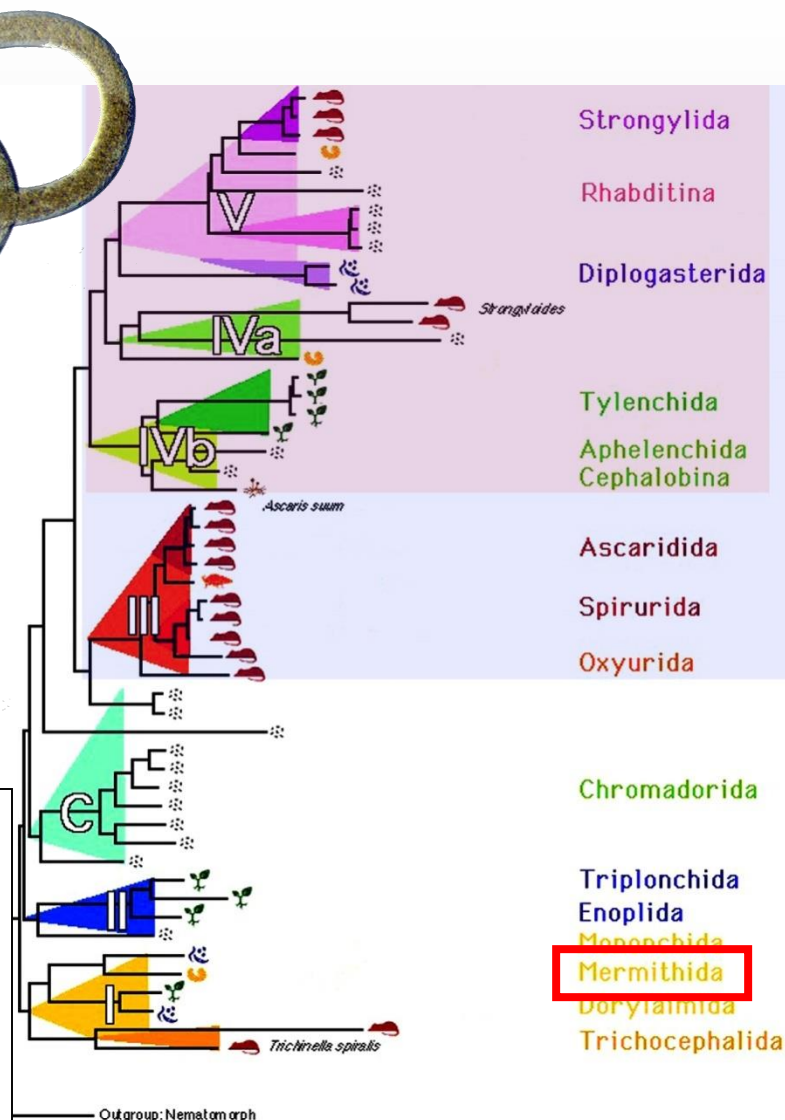
PASOŻYTY

owadów



samiec

- **niczenie pasożytujące na owadach znane od 130 mln lat**
- **rurkowaty sztylet gardzielowy ich larwy wskazuje przodka**



zaawansowane ewolucyjnie pasożytnictwo na ssakach

NEMATODA

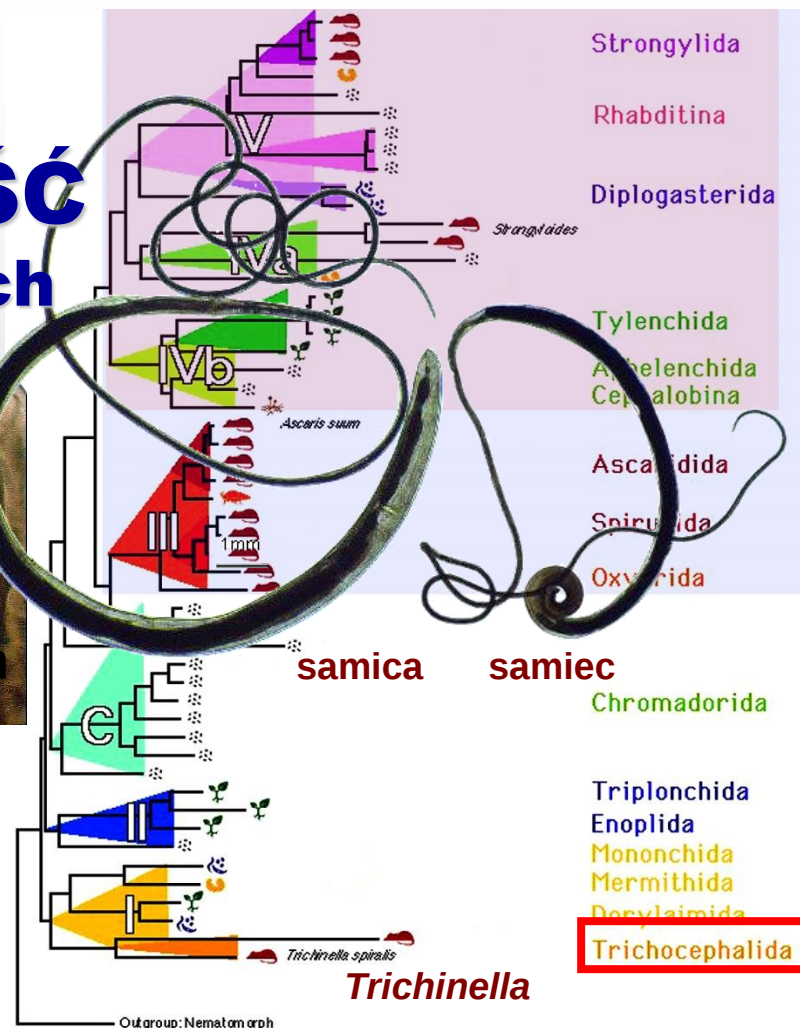
POLIFILETYCZNOŚĆ pasożytnictwa na ssakach

Trichocephalida

ryjek

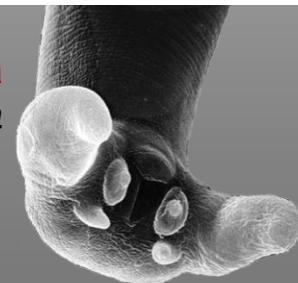
Trichuris

- *Trichuris* jest pasożytem jelitowym
- *Trichinella* wewnątrzkomórkowym
- z indukowanego syncytium jelita przez żyłę wątrobową i obieg płucny trafia do mięśni



narząd kopulacyjny samca
Trichinella

penetrujący ryjek larw śladem pasożytowania na roślinach

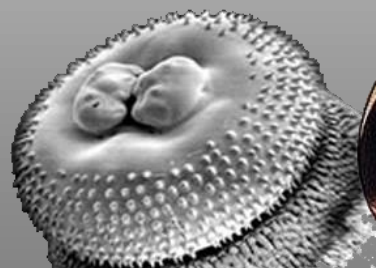
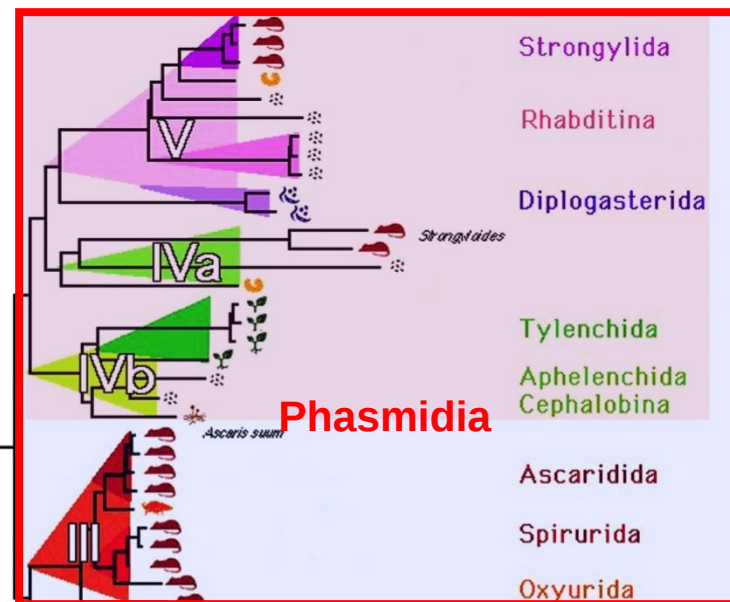


NEMATODA

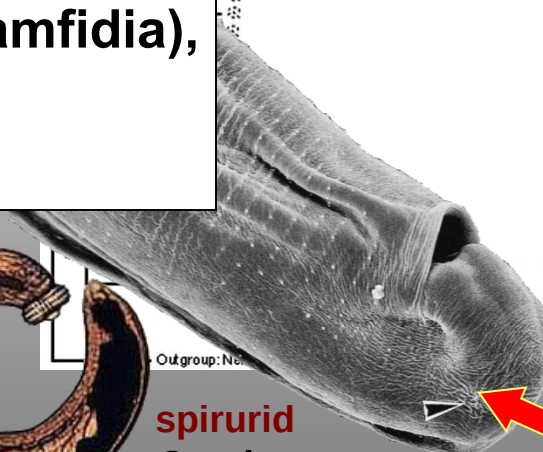
PRZYODBYTOWE narządy zmysłów

Phasmidia

- przygębowe narządy zmysłu (amfidia),
uzupełnione narządami
przyodbytowymi (fasmidia)



spirurid
Gnathostoma



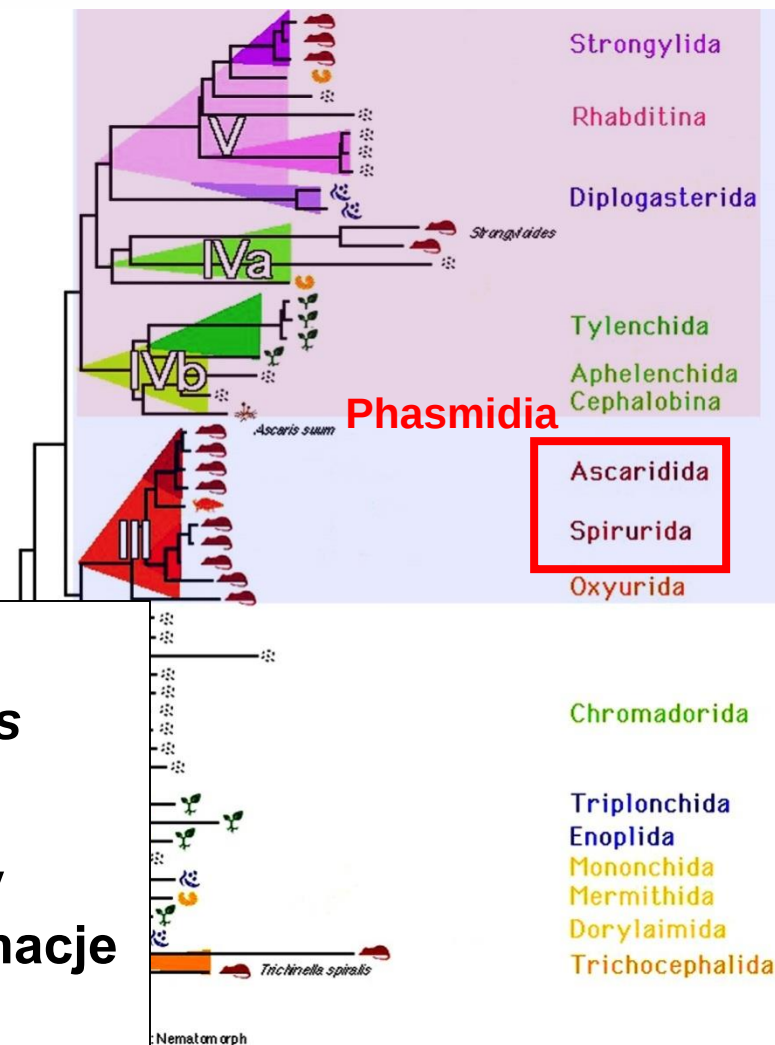
phasmidium

odczuwanie oboma końcami ciała

NEMATODA

EWOLUCJA

zjadliwości pasożytów



- owsiki *Enterobius* żywią się bakteriami w jelicie, glista *Ascaris* treścią jelita cienkiego
- bardziej zaawansowane pasożyty penetrują ciało wywołując deformacje
- larwy przenoszone przez oczliki (*Dracunculus*) lub komary (filarie)

środowisko życia wymaga zapłodnienia wewnętrznego

NEMATODA

KOPULACJA niciansi łądowych



bursa

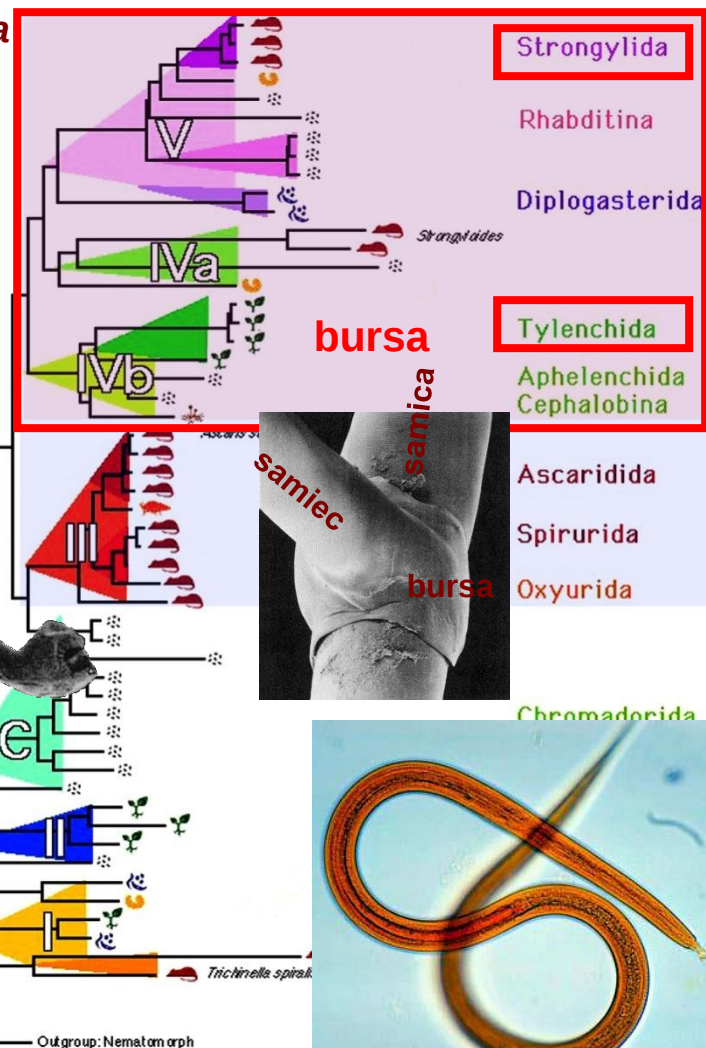
tylenchid
Hirschmaniella
bursa zaczątkowa

strongylid *Nippostrongylus*
bursa rozbudowana

- osłona kopulacyjna (*bursa*)
zabezpiecza przekazanie plemników
- rozbudowywana w trakcie ewolucji



bursa



samiec

samica

bursa



tylenchid *Strongyloides*
pasożyt płucny

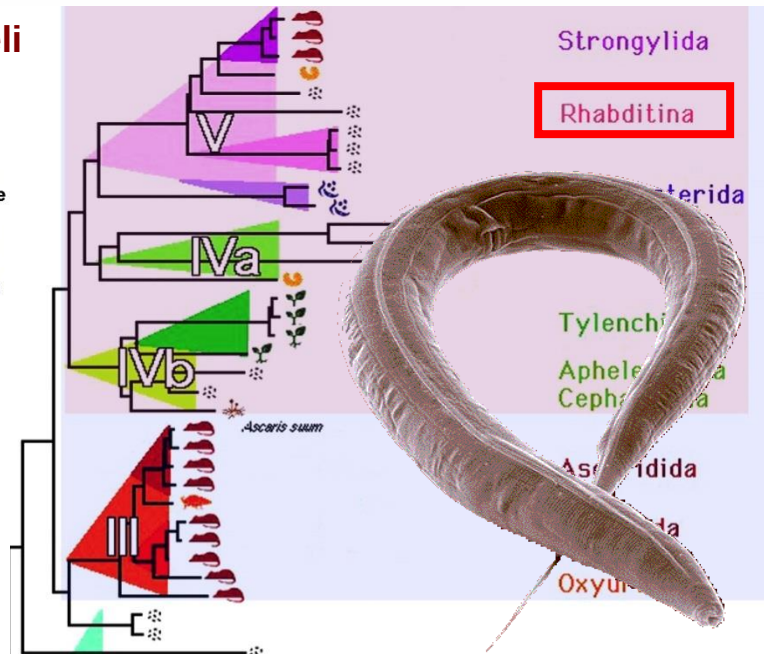
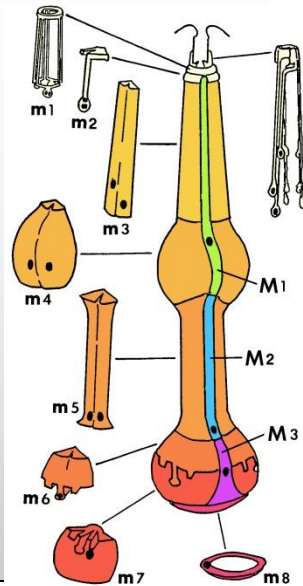
budowa *bursa* pomocna w klasyfikacji

NEMATODA

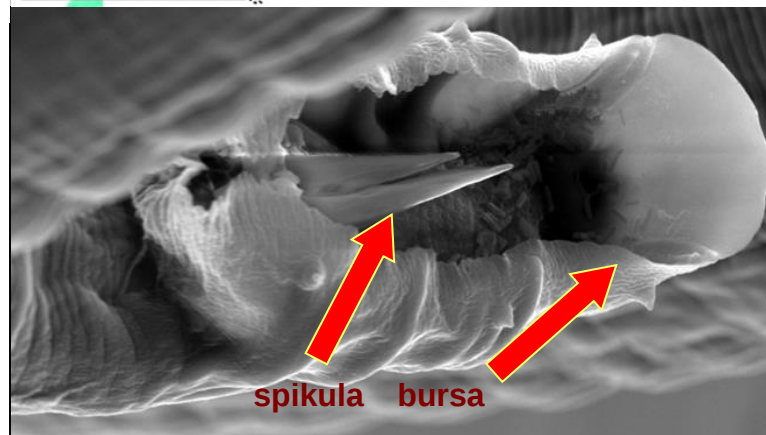
MODELOWY gatunek biologii

Caenorhabditis elegans

budowa gardzieli



- złożony narząd kopulacyjny pozwala na identyfikację gatunku
- od pierwszego podziału los każdej komórki zdeterminowany
- bakteriożerna, łatwa do hodowli



tylko 959 (1031 u hermafrodyty) komórek somatycznych

NEMATODA

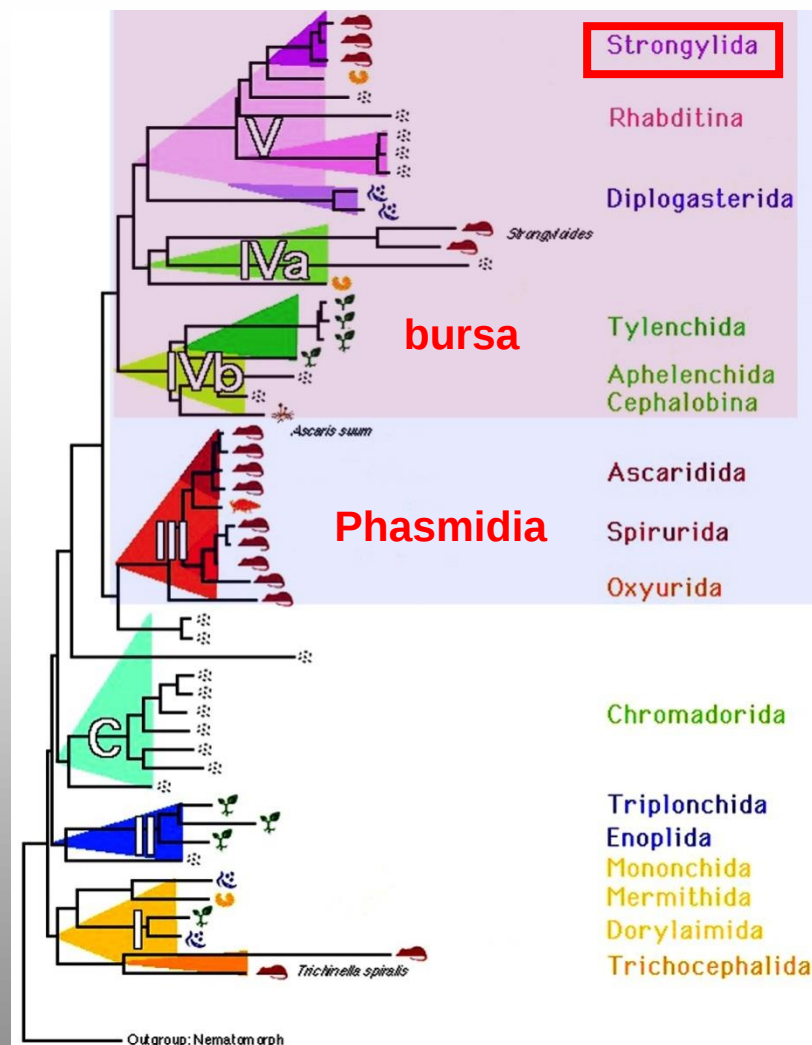
ZJADLIWE

pasożyty ssaków

Strongylida



- zwykle pasożyty jelitowe powstałe z bakteriożernych
- aparat gardzielowy *Ancylostoma* z kaleczącymi zębami



pierwotną alternatywą undulacji hydrauliczne rycie w mule

PRIAPULA

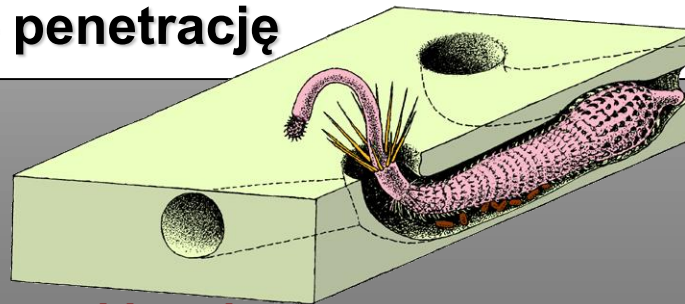
OBLEŃCE

z mięśniami okrężnymi

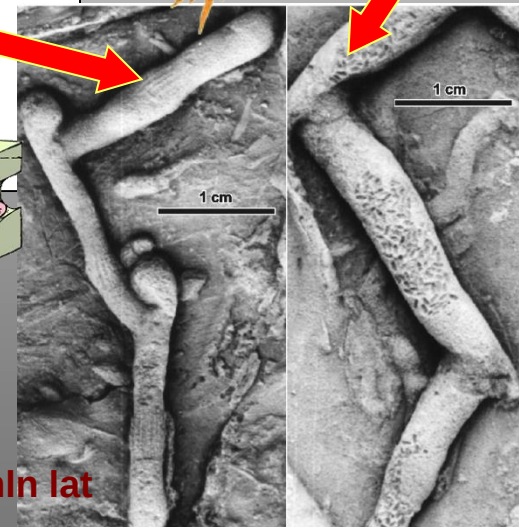
Priapulus



- reliktowe – plemniki z wicią; hydrauliczne rycie
- fala skurczu okrężnych mięśni przesuwa do przodu płyn ciała rozdymający powłoki
- rozcięcie zakotwicza ciało w mule umożliwiając jego penetrację



rysy od haków



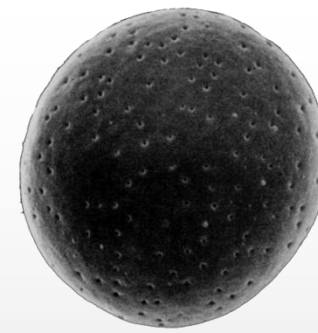
pellety

w kambrze natleniły morski muł

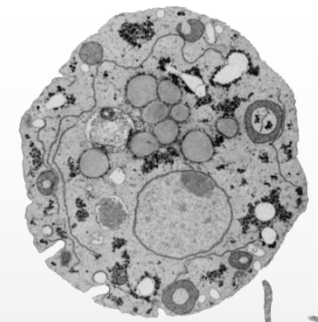
nory priapulów 530-510 mln lat

PRIAPULA

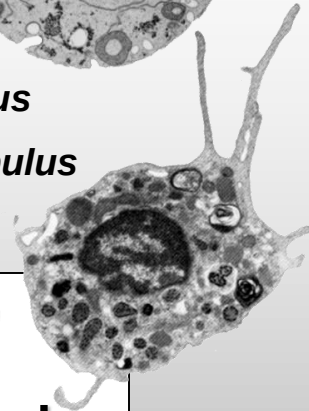
ROZPROWADZANIE tlenu i odporność



erytrocyty *Halicryptus*

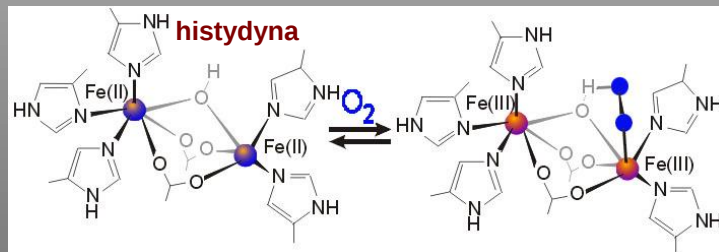


amebocyty *Meiopriapulus*

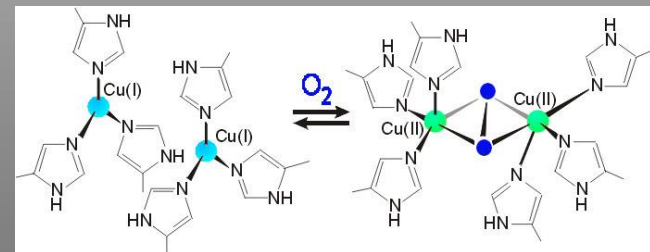


komórki w płynie jamy ciała

- w mule deficyt tlenu – niezbędne wiązanie i "skrzela"
- białko hemerytryna w erytrocytach wiąże tlen na jonach żelaza (analogia do hemu)
- alternatywa – hemocjanina z miedzią w płynie jamy ciała
- komórki pełzakowate aglutynują (lektyny) obce czynniki



działanie miejsca wiążącego tlen hemerytryny



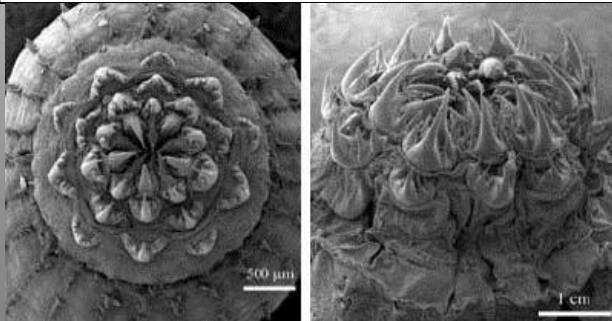
działanie hemocjaniny

ECDYSOZOA

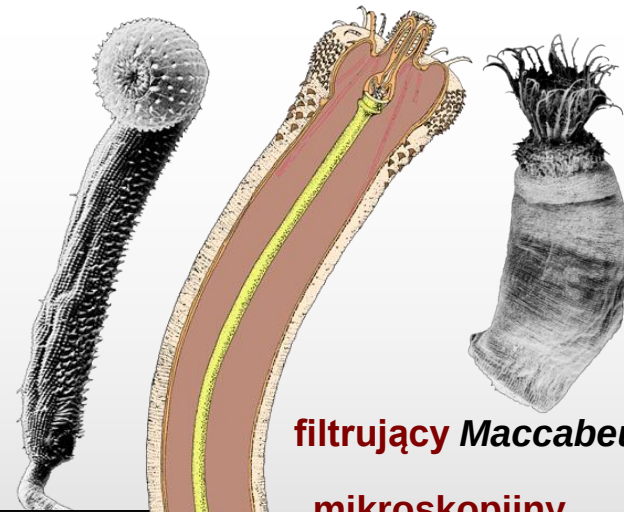
PRIAPULA

dzisiejsze

- ryjek z hakami – zwykle drapieżne
- zadziwiająca prostota anatomii
- symetria prawie promienista
- skorupka larwalna biradialna



osiadły *Tubiluchus*

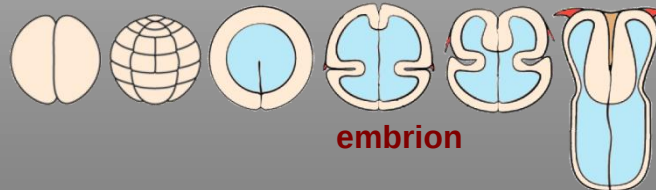


filtrujący *Maccabeus*

mikroskopijny
Meiopriapulus

gonady

protonefrydia



embrion

larwa



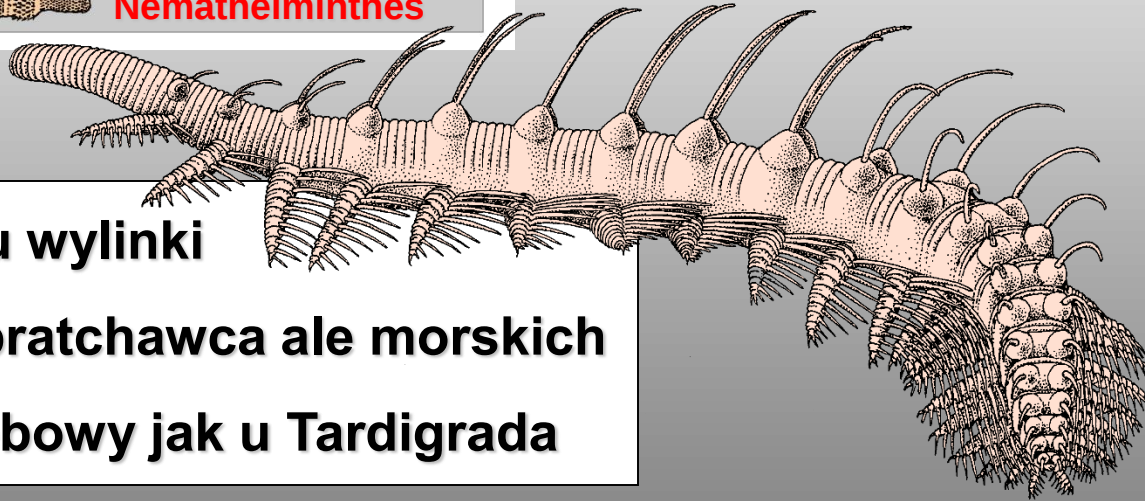
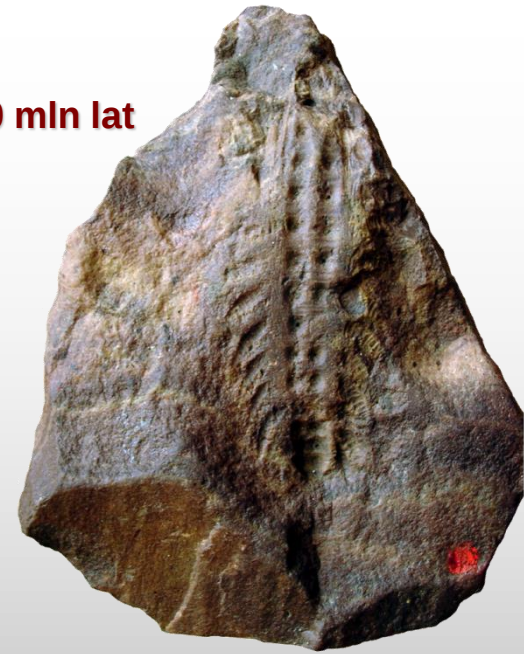
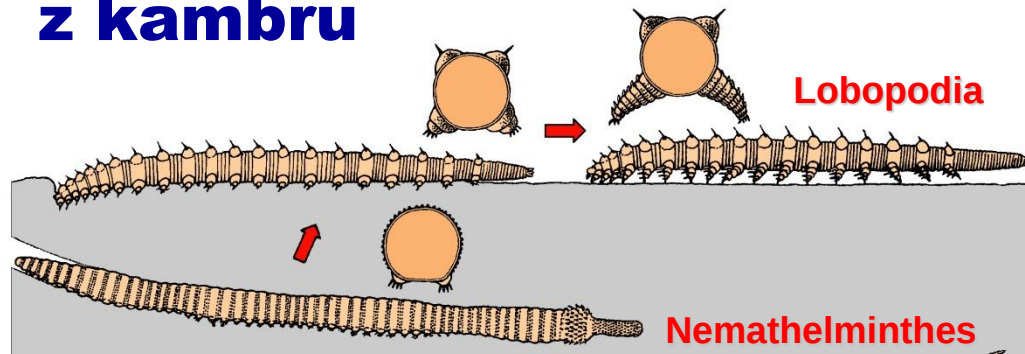
ryjący
drapieżnik
Priapulus

literalnie wtórouste; rozwój prosty co najmniej od kambru

Xenusion kambr 540 mln lat

LOBOPODIA

OGNIWA WIAŻĄCE z kambru



- od początku kambru wylinki
- zwierząt o pokroju pratchawca ale morskich
- terminalny otwór gębowy jak u Tardigrada

anatomicznie pośrednie między typami

TARDIGRADA

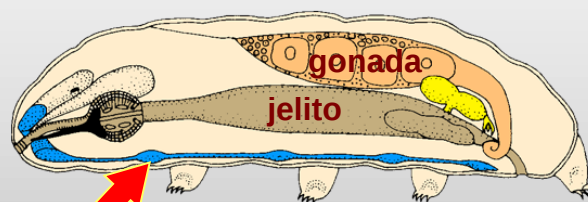
NIESPORCZAKI

skrajna ekologia



Echiniscus

morski
Echiniscoides



brzuszny łańcuszek nerwowy

- plan budowy podobny do kambryjskich Xenusia ale
- mikroskopijne rozmiary
- litoralne i lądowe mają zdolność anabiozy

przetrwalnikowe jaja składają w wylinki



lądowy
Hypsibius

LOBOPODIA

PRATCHAWCE

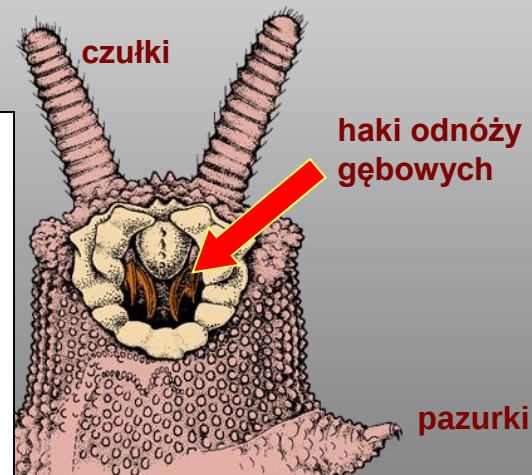
miękkie powłoki

linienie
Macroperipatus



symetryczna fala pobudzenia odnóży

- złożona budowa głowy: odnóże czuciowe i gębowe
- linieją mimo elastycznych powłok ciała
- rozbudowany szkielet hydrauliczny



pochodzenie czułków i szczęk nieznane

ARTHROPODA

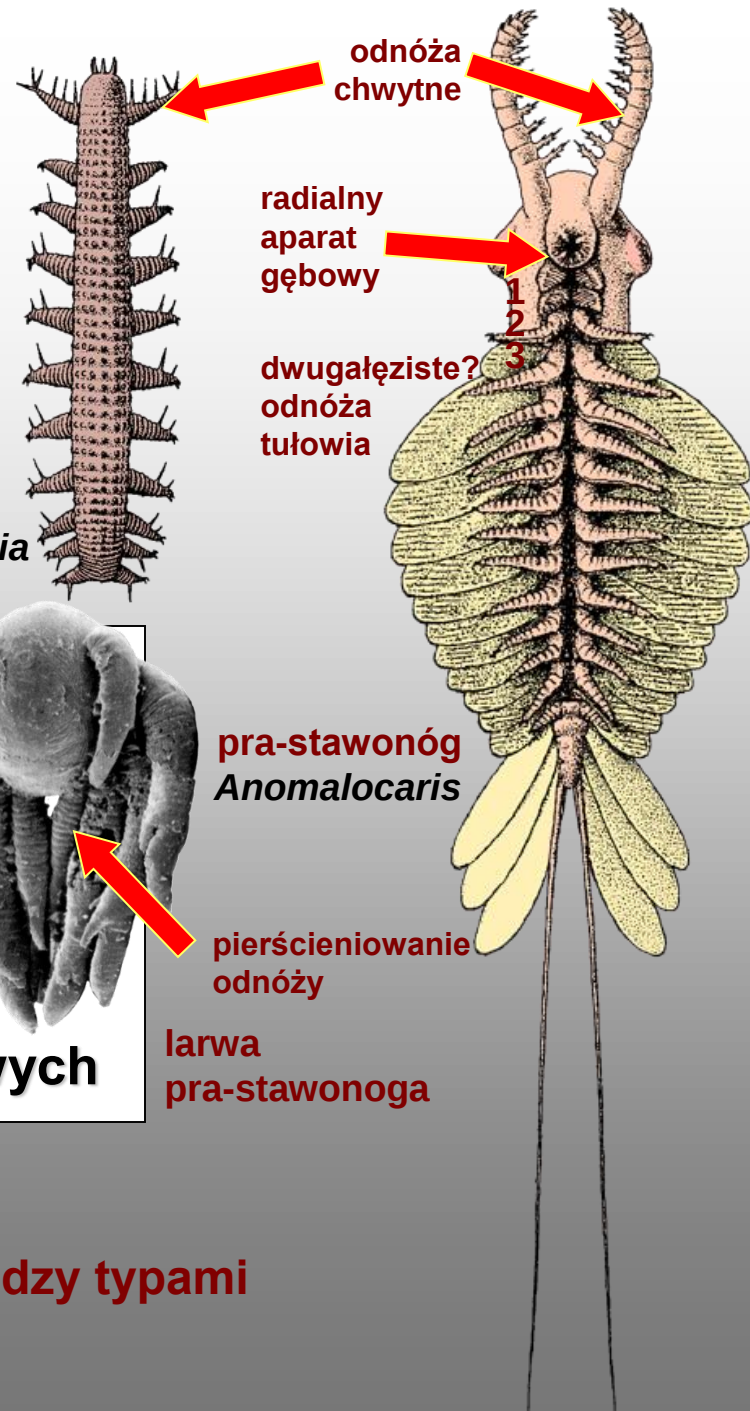
PRA-STAWONOGI

Anomalocarida

520-400 mln lat

xenusiid *Aysheaia*

- chwytne przednie odnóża
- oczy złożone
- zagięta do tyłu gardziel
- zesklerytyzowane człony odnóży
- zaczątki specjalizacji odnóży gębowych

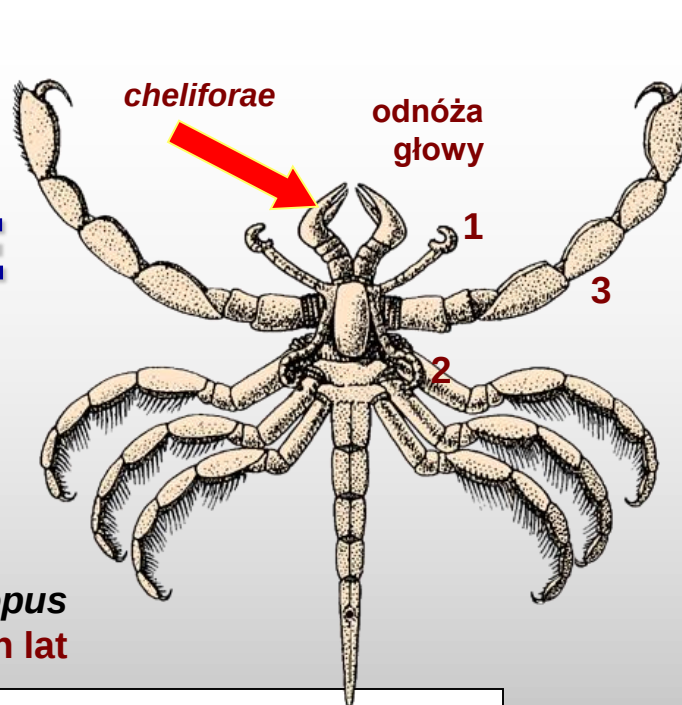


kolejne kambryjskie formy pośrednie między typami

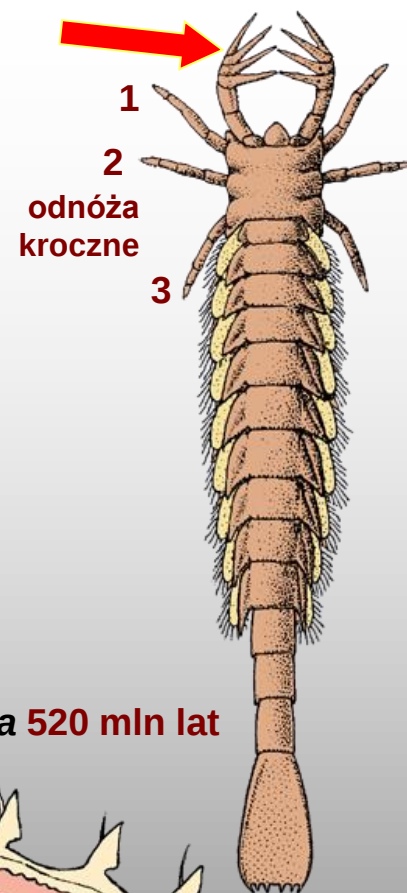
PYCNOGONIDA

KIKUTNICE

pochodzenie

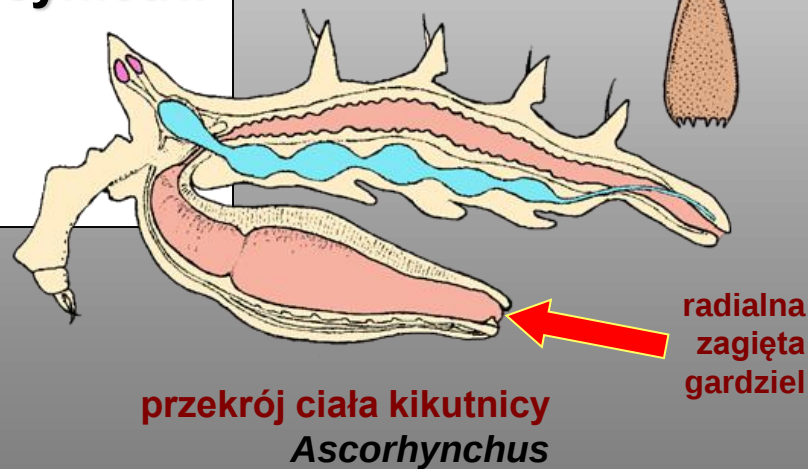


Palaeopantopus
400 mln lat



Yohoia 520 mln lat

- zagięty do tyłu ryjek o radialnej symetrii
- chwytne pierwsza para odnóży
- pierwotnie długi odwłok



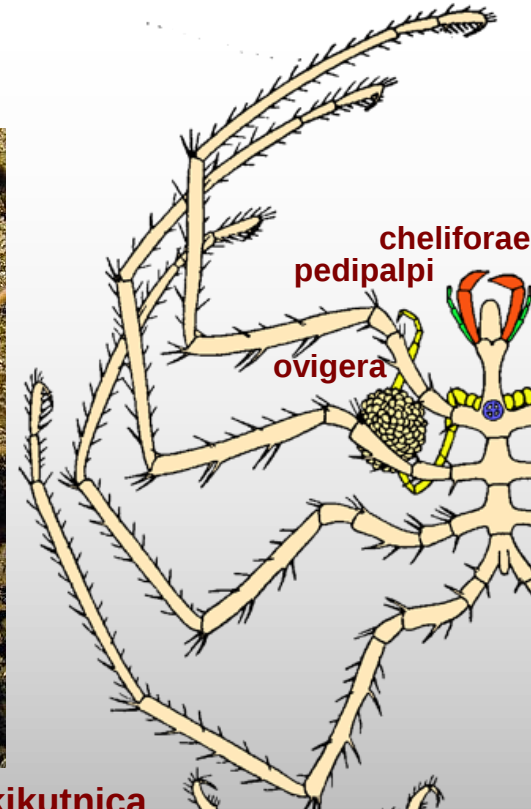
przekrój ciała kikutnicy
Ascorhynchus

takie jak dziś już od ponad 400 mln lat temu

PYCNOGONIDA

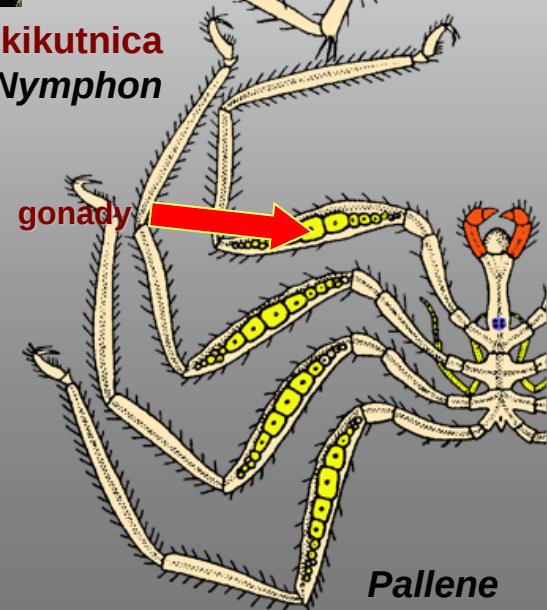
KIKUTNICE

plan budowy



- ssący umięśniony ryjek
- 3 pary zmodyfikowanych odnóży; kilka kroczych; odwłok szczątkowy
- cztery oczka na głowie
- wypustki jelita i gonad w odnóżach

kikutnica
Nymphon



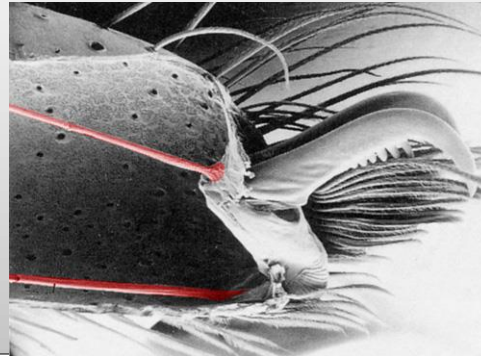
gęba typowych stawonogów skierowana do tyłu

ARTHROPODA

STAWONOGI

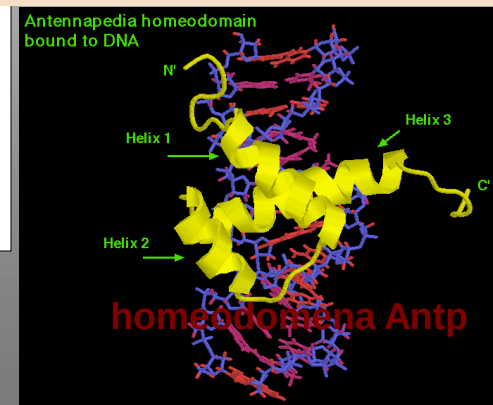
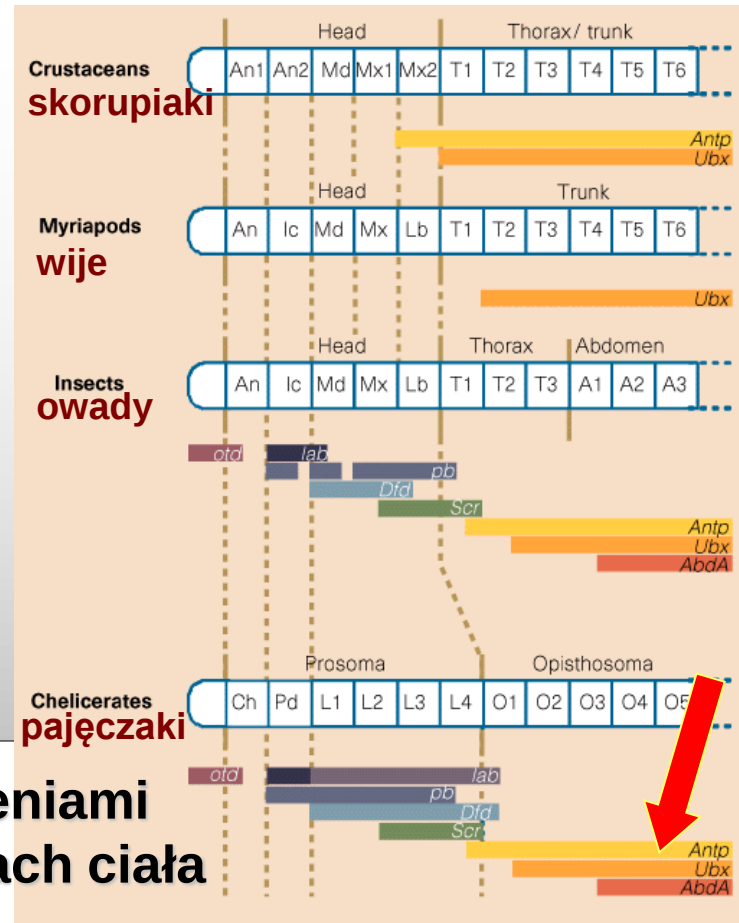
plan budowy

mięśnie poruszające
pazurkiem pająka



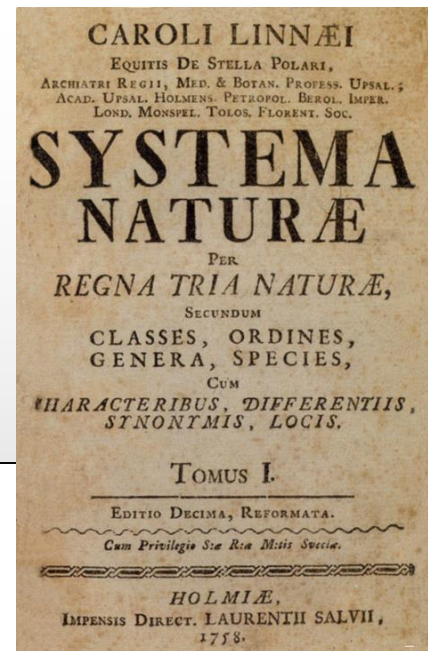
- sztywna kutikula z miękkimi połączeniami stawowymi na odnóżach i segmentach ciała
- ułatwia życie lądowe
- zasięgi ekspresji segmentalnych genów homeotycznych dowodem homologii

chelicerae homologami antennul



Systema Naturae
wydanie z 1758 roku

KLASYFIKACJA i nomenklatura taksonomiczna



- hierarchia taksonów: Regnum Animalium, Phylum, Classis, Ordo, Familia, Genus, Species
- taksony muszą być monofiletyczne (= parafiletyczne)
- tylko binomen *Rodzaj gatunek* wyodrębniany krojem pisma; nazwy rodzin tworzy się od typowego rodzaju
- priorytet: obowiązuje pierwsza poprawna nazwa po 1758 roku (dla rang od gatunku do rodziny)
- nazwa rodzajowa nie może się powtórzyć w świecie zwierząt, gatunkowa w tym samym rodzaju

zasady reguluje *International Code of Zoological Nomenclature*