



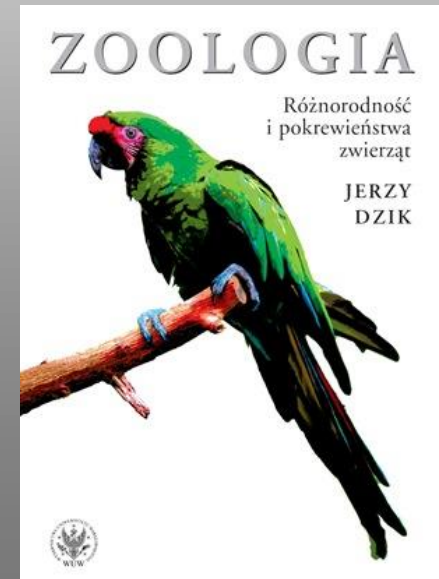
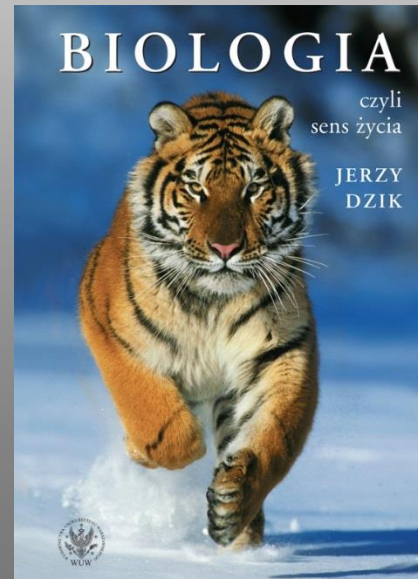
WYKŁADY ZOOLOGII

dla 1. roku

Jerzy Dzik

Instytut Paleobiologii PAN
Instytut Zoologii UW

Warszawa 2019



EGZAMIN

z zoologii

www.biol.uw.edu.pl/ewolucja

dzik@twarda.pan.pl

- egzamin pisemny 3 lutego 2020 roku, g. 13.00
- Miecznikowa, sale 9B
- zakres i prezentacja na stronie internetowej Zakładu Paleobiologii i Ewolucji
- pytania typu: *Dlaczego [coś] jest [takie a nie inne]? czy Skąd wiadomo, że [jakaś interpretacja] jest prawdziwa?*
- konsultacje po południu w Zakładzie: BiolChem, pokój 1.49

Copyright statement

- This presentation has been prepared for a university lecture, thus for a non-profit activity. Pictures included, modified to various degree, have been copied from the internet and literature without indicating the original source, which is frequently difficult to trace. Whoever finds her/his rights violated, is kindly requested to notify the author (dzik@twarda.pan.pl); the questioned picture will be immediately withdrawn.
- Unlimited use of the slides in teaching is welcomed provided that the user takes full responsibility for it.



Zoologia **1.**

DRZEWO RODOWE PIERWOTNIAKÓW

Jerzy Dzik

Instytut Paleobiologii PAN

Instytut Zoologii UW

Warszawa 2017

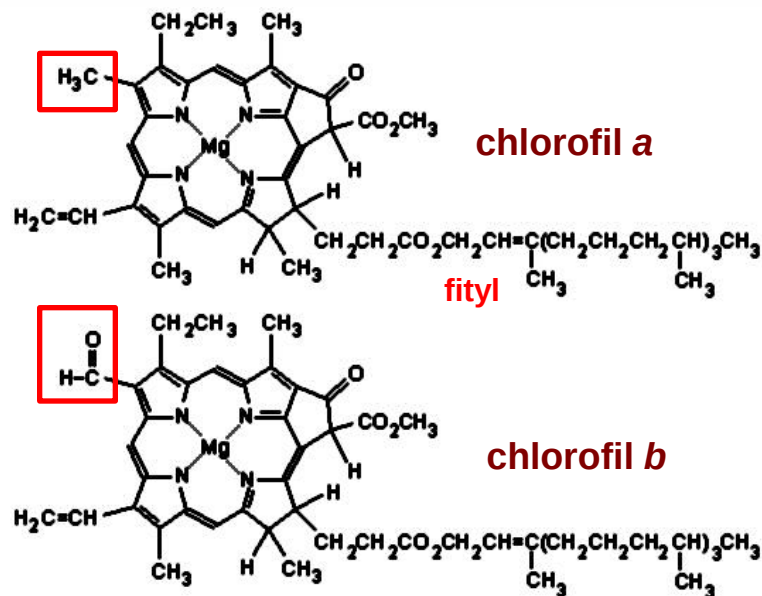
ZWIERZĘTA a rośliny



łuska z komórki wiciowca
sprzed 0,7 mld lat

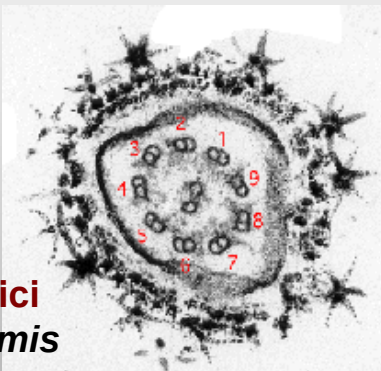
- zwierzęta mają z roślinami naczyniowymi ostatniego wspólnego przodka w wiciowcu
- wiciowiec ten być może miał chloroplasty
- a obok chlorofilu *a* miał chlorofil *b* (zielenice i eugleny) nie zaś *c* (złotowiciowce i bruzdnice)

chlorofil *b* ma aldehydowy podstawnik zamiast metylowego,
chlorofil *c* nie ma łańcucha fitylu

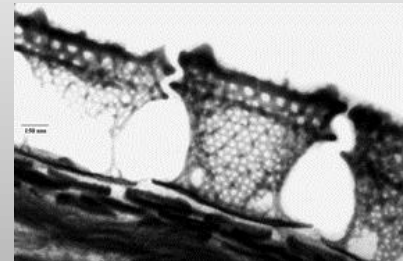
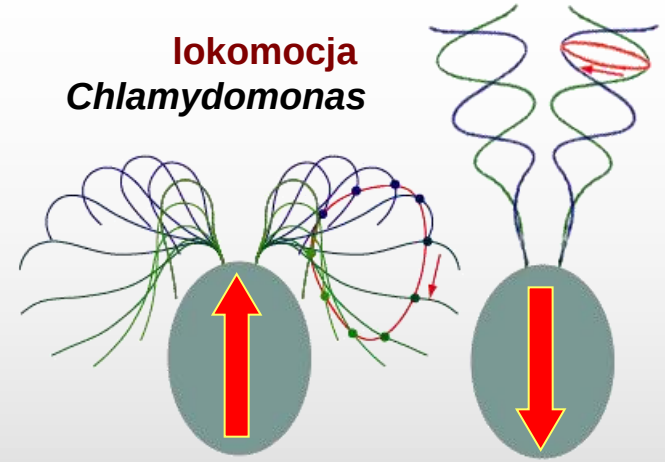


PRASINOPHYCEAE
WICIOWCE
zielone

przekrój wici
Nephroselmis

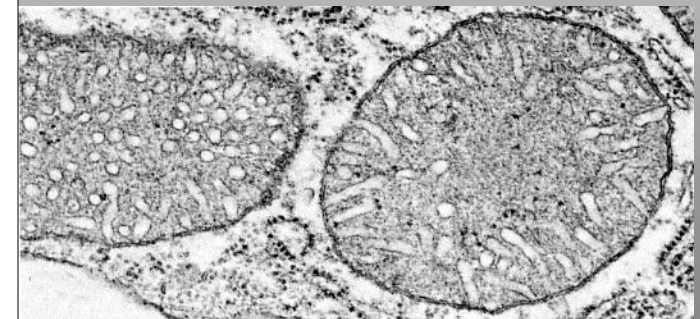


lokomocja
Chlamydomonas



łuski *Mesostigma*
krewnej ramienic

- chlorofil *b* (utleniony) obok *a*,
podwójna błona chloroplastów
- dwie wici z łuskami na powierzchni
- tubularne *cristae* mitochondriów



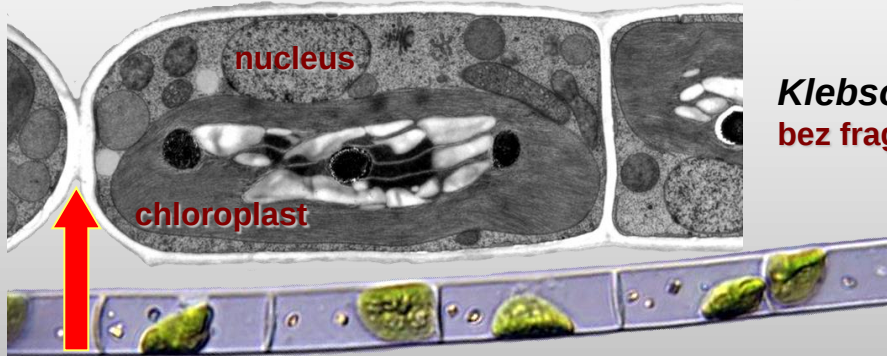
mitochondria *Proteromonas*

pra-wiciowiec musiał mieć łuski również na wici

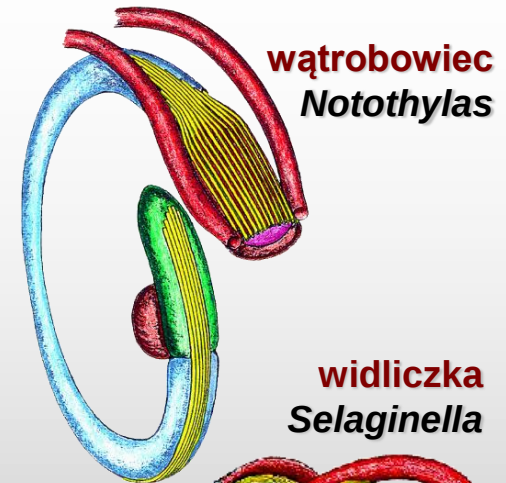
CHAROPHYCEAE

RAMIENICE

a pochodzenie roślin lądowych

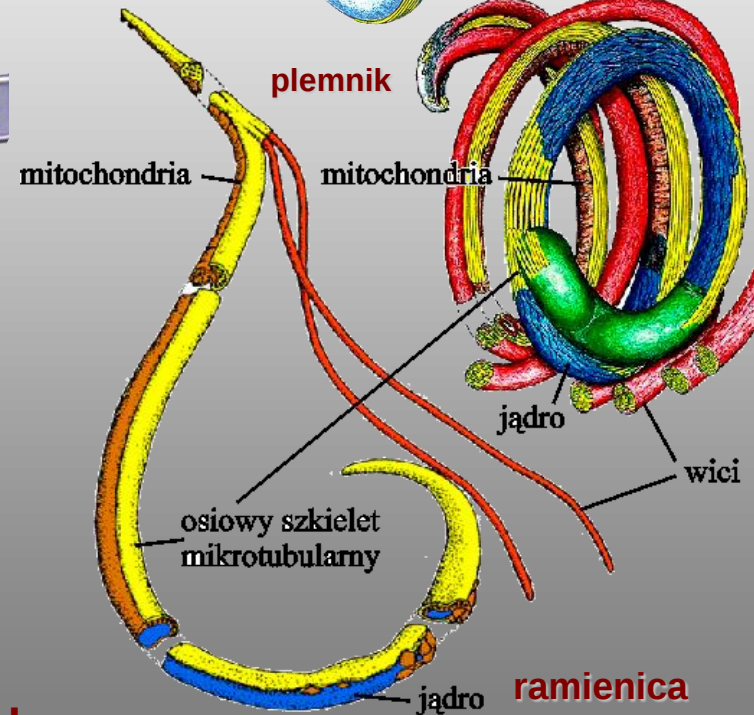


Klebsormidium
bez fragmoplastu



widliczka
Selaginella

plemnik



ramienica
Nitella

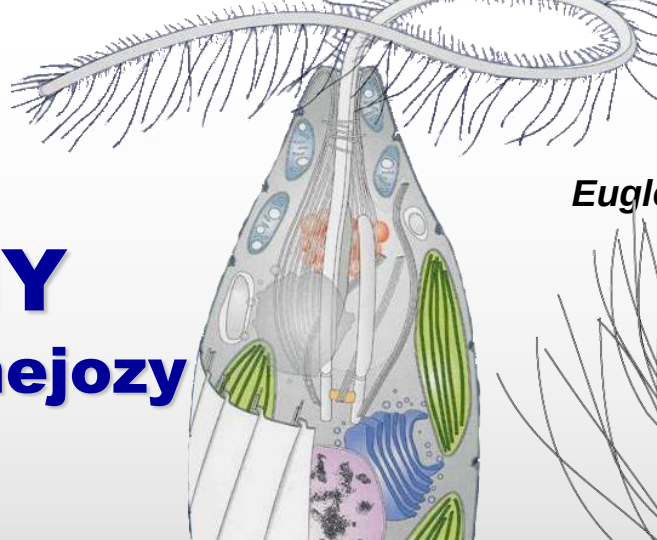
- fragmoplast – nowa ściana tworzona od centrum komórki
- plemniki ramienic, wątrobowców i roślin naczyniowych mają osiowy szkielet mikrotubularny

podobny osiowy cytoszkielet także u euglen

EUGLENIDA

EUGLENY nie znają mejozy

- dyskowate *cristae* mitochondriów
- chlorofil *b* obok *a* (jak zielenice); ale chloroplasty z potrójną błoną
- wić z prostymi mastigonemami i pęczkiem mikrotubul
- mikrotubule i śrubowe pasma białkowe pod błoną, złożony cytostom (*cytopharynx*)



Euglena

mitochondrium

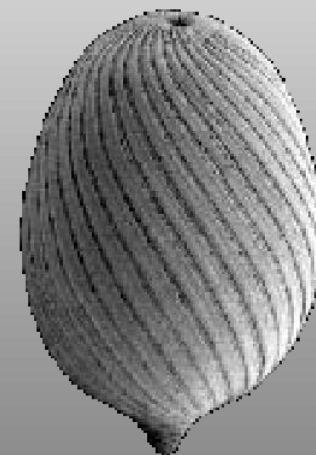
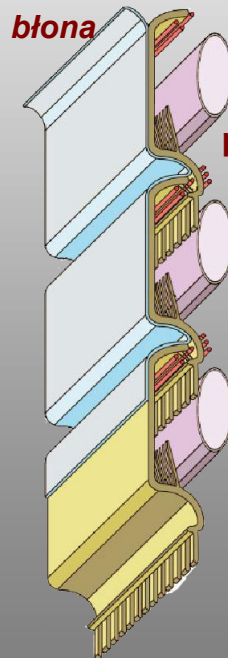
wić

microtubuli



błona

pelikula



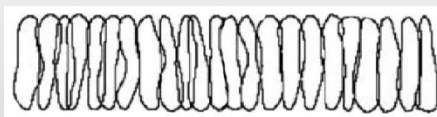
Lepocinclis

pra-wiciowiec wchłonał chloroplast zielenicy?

TRYPANOSOMATIDA

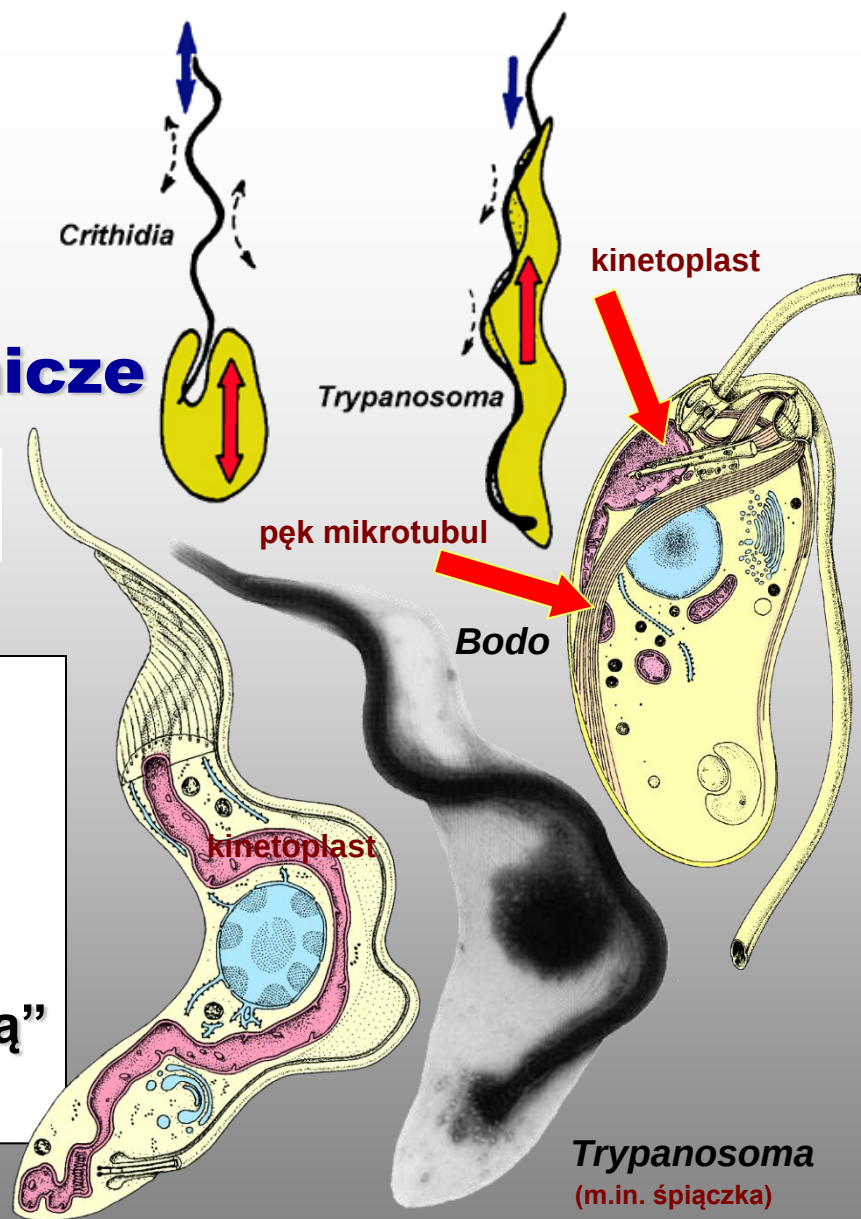
EUGLENY

cudzożywne i pasożytnicze



sieć DNA kinetoplastu

- osiowa wiązka mikrotubul (jak w plemniku roślin)
- wydłużone mitochondrium (kinetoplast) bogate w DNA
- trypanosomy mają „wewnętrzną” wicę (pierwotnie dwuwiciowe)

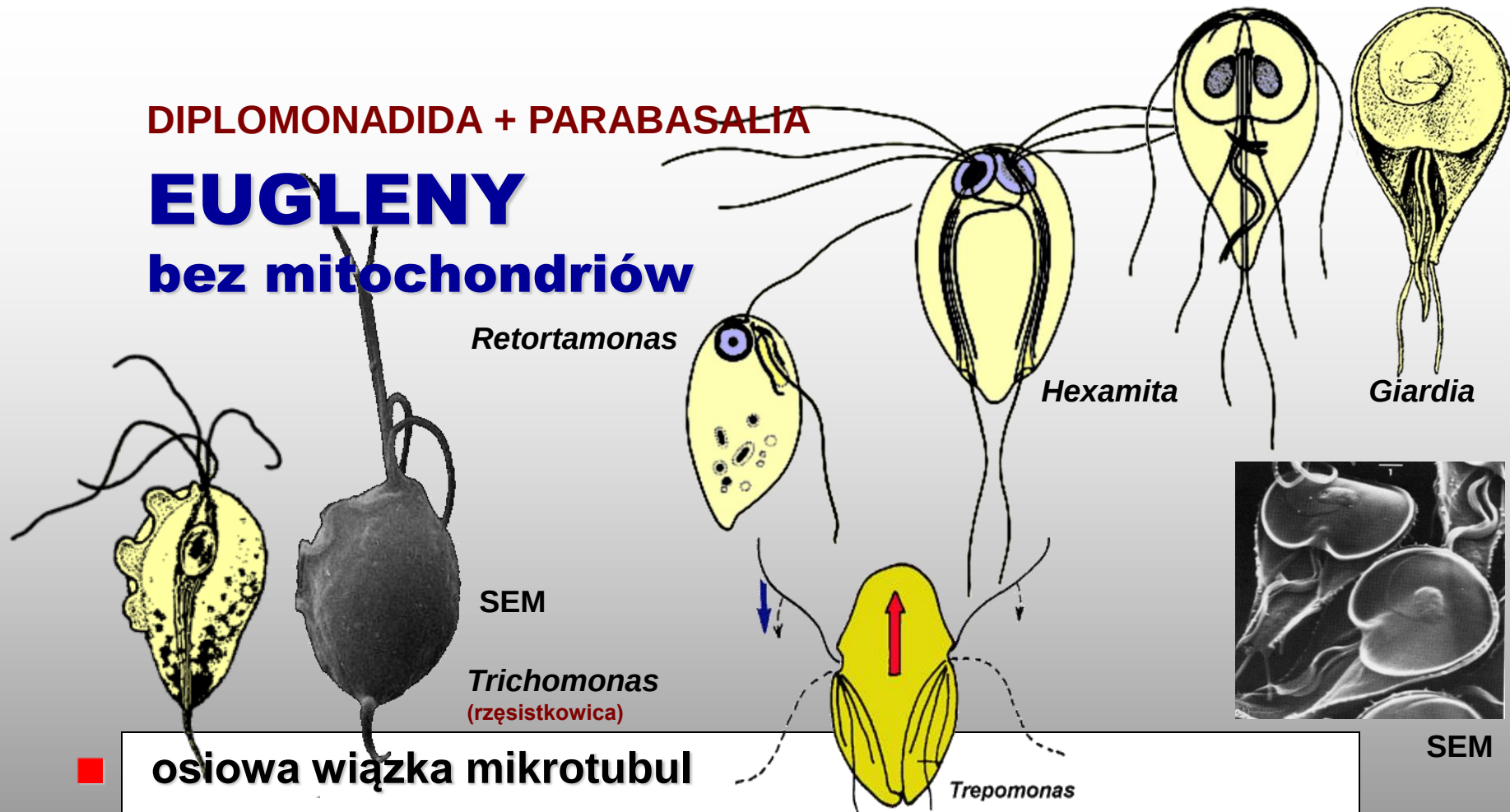


zwykle budowa mitochondriów jest konserwatywna ewolucyjnie

DIPLOMONADIDA + PARABASALIA

EUGLENY

bez mitochondriów



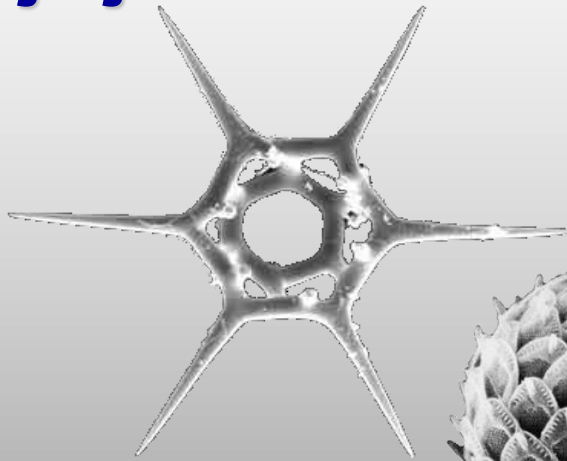
- osiowa wiązka mikrotubul
- często podwójne – czterowiciowe a nawet dwujądrowe
- pasożytnicze beztlenowce, wtórnie utraciły mitochondria

dwie gałęzie bardzo złożonego drzewa rodowego krewniaków euglen

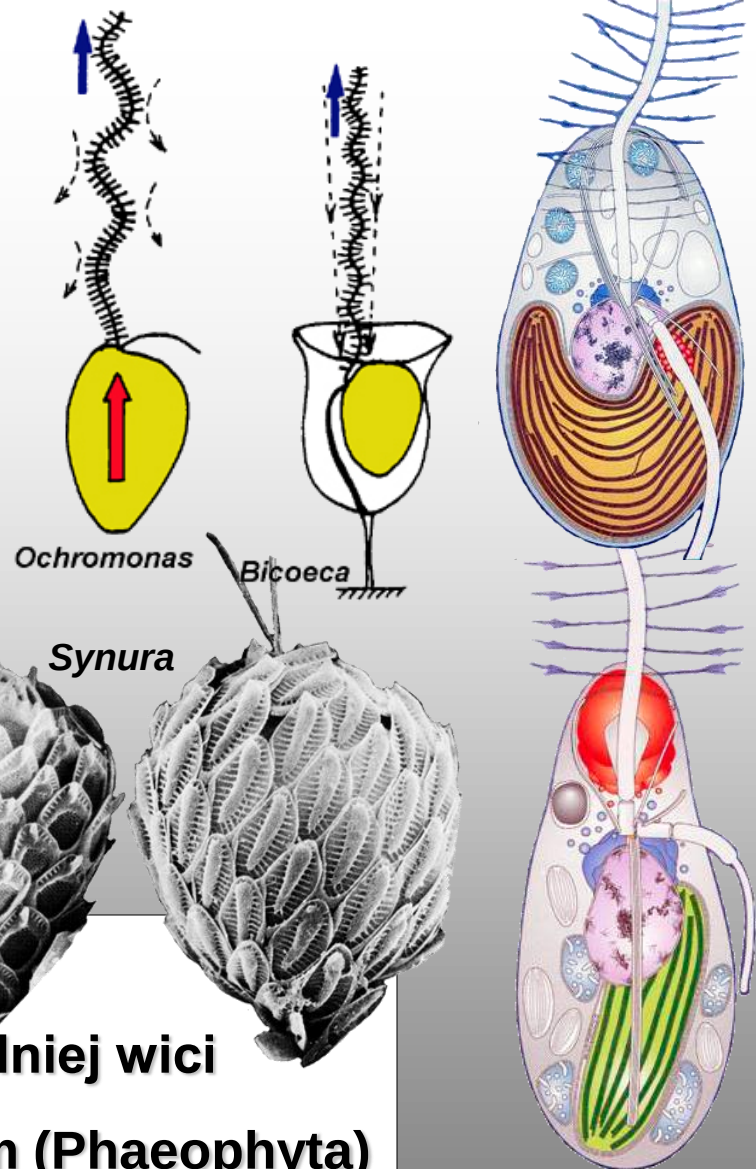
CHRYSTOPHYTA = STRAMENOPILES

ZŁOTOWICIOWCE

ewolucja jak zielenic



krzemionkowa igła *Dictyocha*



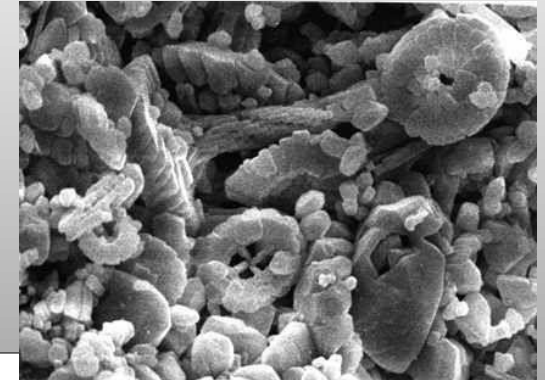
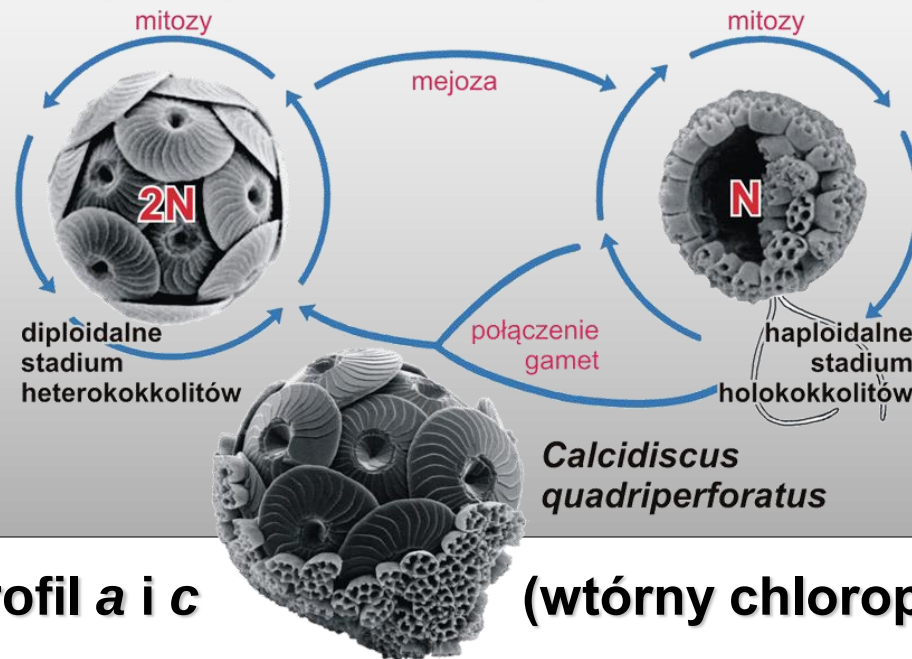
Vaucheria

- chlorofil a i c (bez fitylu)
- złożone łuski (mastigonemy) przedniej wici
- pokrewne plechowym brunatnikom (Phaeophyta)

„złoty” chloroplast pozostałością po wchłoniętym symbioncie?

KOKKOLITY

oceaniczne wiciowce



- chlorofil a i c (wtórny chloroplast?)
- obydwie wici gładkie; zwykle kurczliwa haptonema
- wapniejące łuski powstają w aparacie Golgiego

kreda pisząca

stadium haploidalne ma inne łuski niż diploidalne

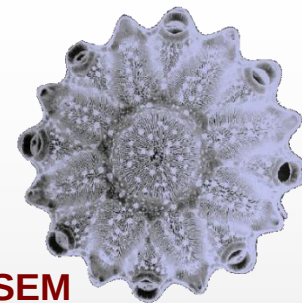
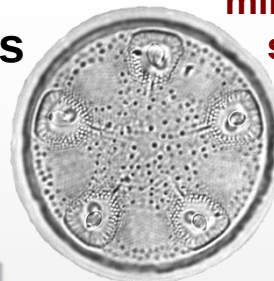
DIATOMAE

OKRZEMKI

z polarnych i słodkich wód

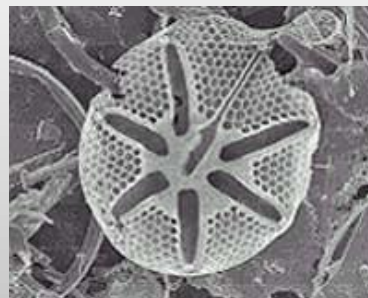
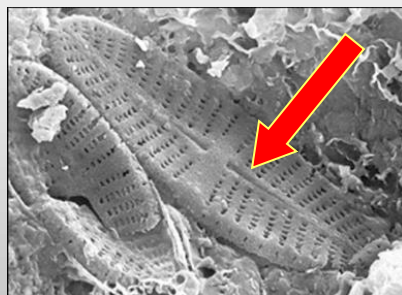
Centrales

mikroskop
światłny



SEM

raphe

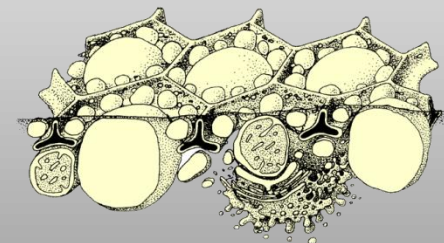


Pennatae

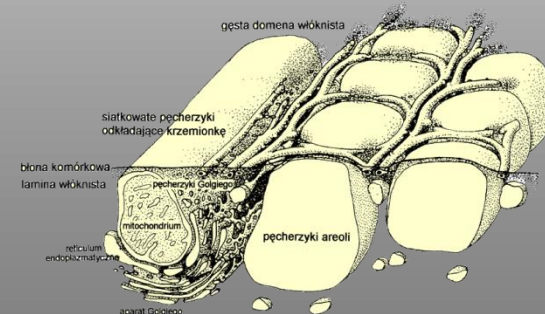
ziemia okrzemkowa



formowanie szkieletu



- stadia wiciowe pokryte łuskami;
złożone mastigonemy jak Chrysophyta
- dwuczęściowe krzemionkowe skorupki
- pierwotnie radialna symetria



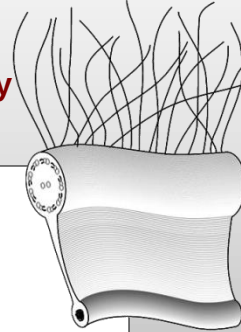
podstawa produkcji biologicznej w wodach wraz z bruzdnicami

DINOFLAGELLATA = DINOPHYTA

BRUZDNICE wchłonęły symbionta?

- cristae mitochondriów tubularne (jak zielenice)
- chlorofil a i c; chloroplasty u niektórych (wtórne?)
- prostopadle ustawione wici z włoskami (mastigonemami)
- komórki z celulozowymi tarczkami wewnątrz cystern

mastigonemy



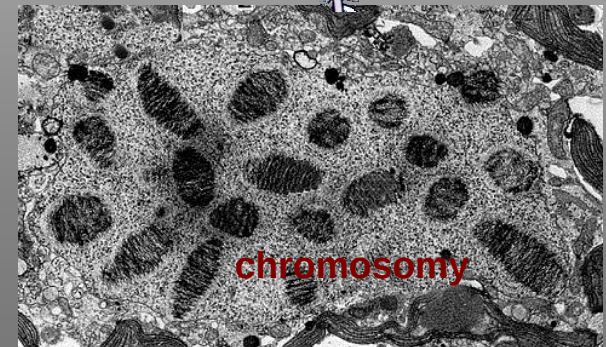
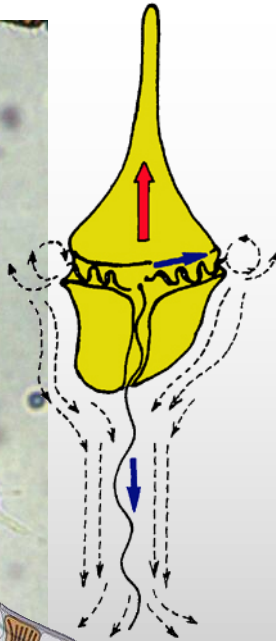
wiść

dodatkowy cytoszkielet

cysta



okrzeski otoczone nibynóżką



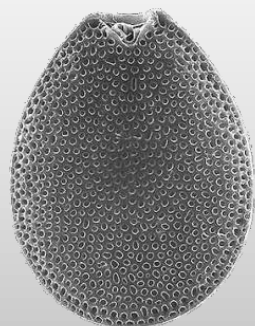
chromosomy

chromosomy permanentnie skondensowane

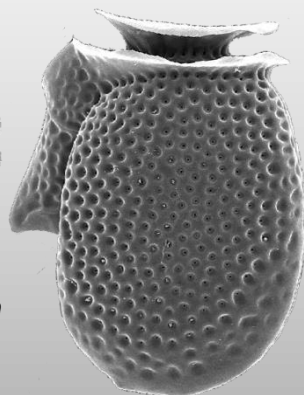
DINOFLAGELLATA = DINOPHYTA

BRUZDNICE

ewolucja



Prorocentrum

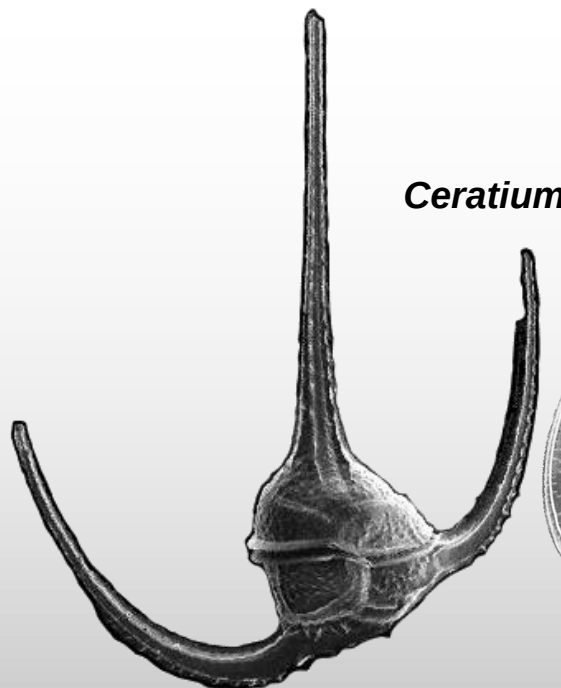


Dinophysis

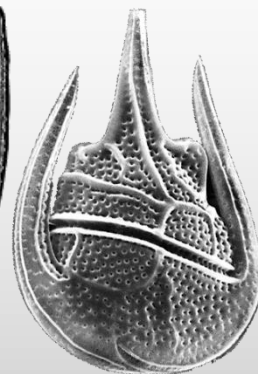


Oxyrrhis

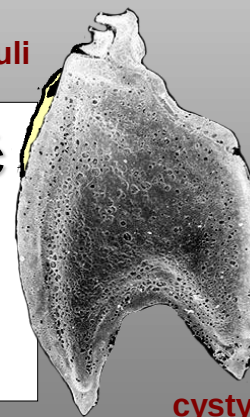
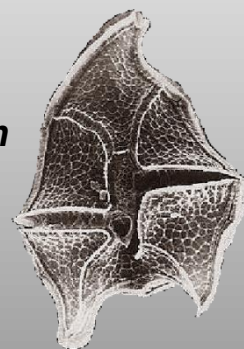
redukcja
górnej półkuli



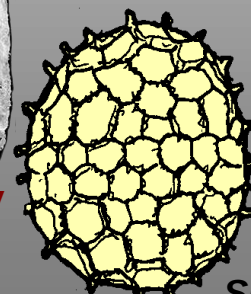
Ceratium



Peridinium



cysty



Suessia

200 mln lat

Nannoceratopsis

150 mln lat

- pierwotnie liczne tarczki i równikowa wić
- wtórnie „dwuskorupkowe” lub nagie
- tarczki rozchylane podczas fagocytozy

ewolucja ku redukcji liczby tarczek

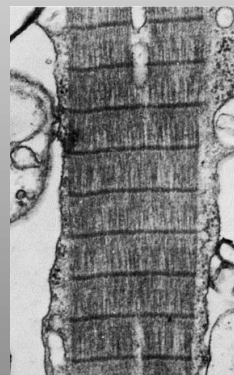
DINOFLAGELLATA = DINOPHYTA

BRUZDNICE zaawansowane

- kurczliwa „nóżka”
- soczewka nad stigmą
- zanik tarczek (**tabul**)
- luminescencja

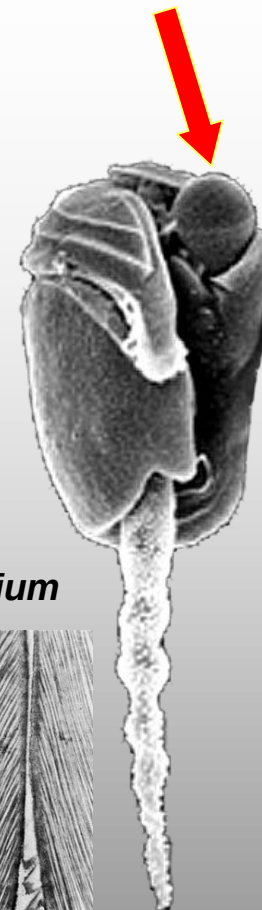


Noctiluca

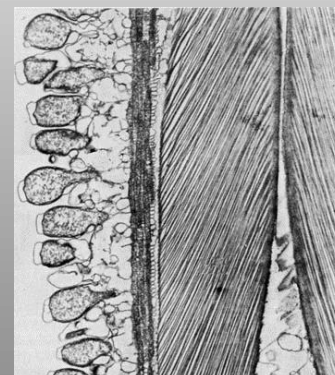


kurczliwe
nanofilamenty

soczewka



Erythroapsidinium



mikrotubuli

niektóre powodują toksyczne zakwity

APICOMPLEXA

SPOROZOA

pasożytnictwo

aparat apikalny

mikrotubuli

Gregarina

bruzdnica
(pasożyt ostryg)
Perkinsus
z aparatem apikalnym

mastigonemy

- aparat wici przekształcony w strukturę apikalną stadium inwazyjnego
- wytwarzają dwojakie gamety i stadia przetrwalnikowe
- cysterny (**alveoli**) jak bruzdnice



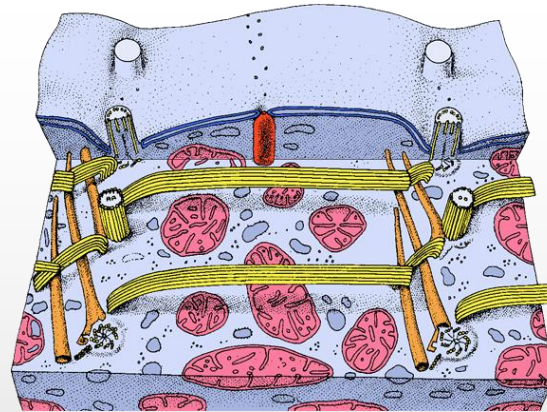
Plasmodium
(malaria)
Cryptosporidium



ewolucja ku uproszczeniu budowy, ale komplikacji biologii

CILIATA

ORZĘSKI pochodzenie



cortex Tetrahymena



Loxodes
z diploidalnym
makronukleusem

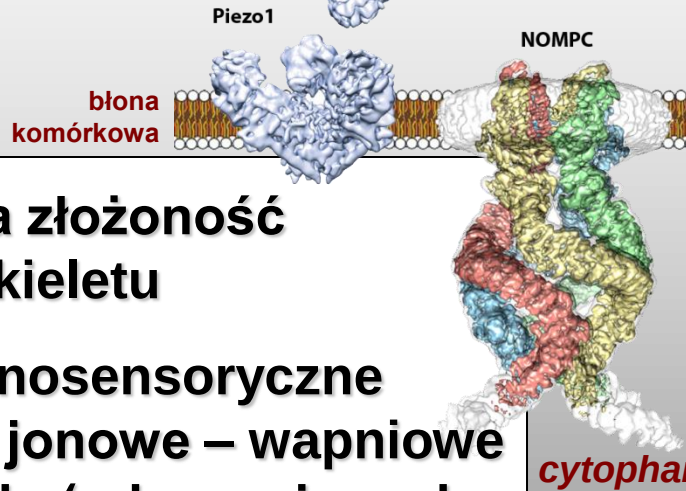
- jak u zwierząt wielokomórkowych wyodrębnienie szlaku płciowego (*micronucleus*) od somatycznego (*macronucleus*)
- u najprwotniejszych makronukleus diploidalny, zwykle zwielokrotnione DNA
- rozbudowany system uкорzenienia wici

miewają łuski ale pokrewne bruzdnicom (alveoli i tubularne *cristae*)

CILIATA

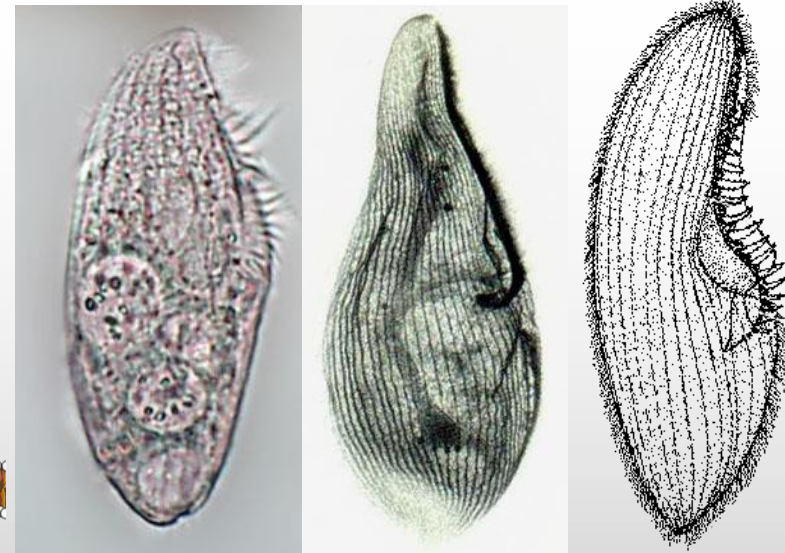
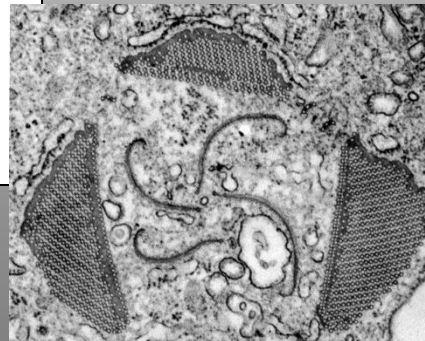
ORZĘSKI anatomia

mechanosensoryczne
kanały jonowe
(muchy)



- skrajna złożoność cytoszkieletu
- mechanosensoryczne kanały jonowe – wapniowe z przodu (odwracają ruch wici), potasowe z tyłu (wzmacniają)

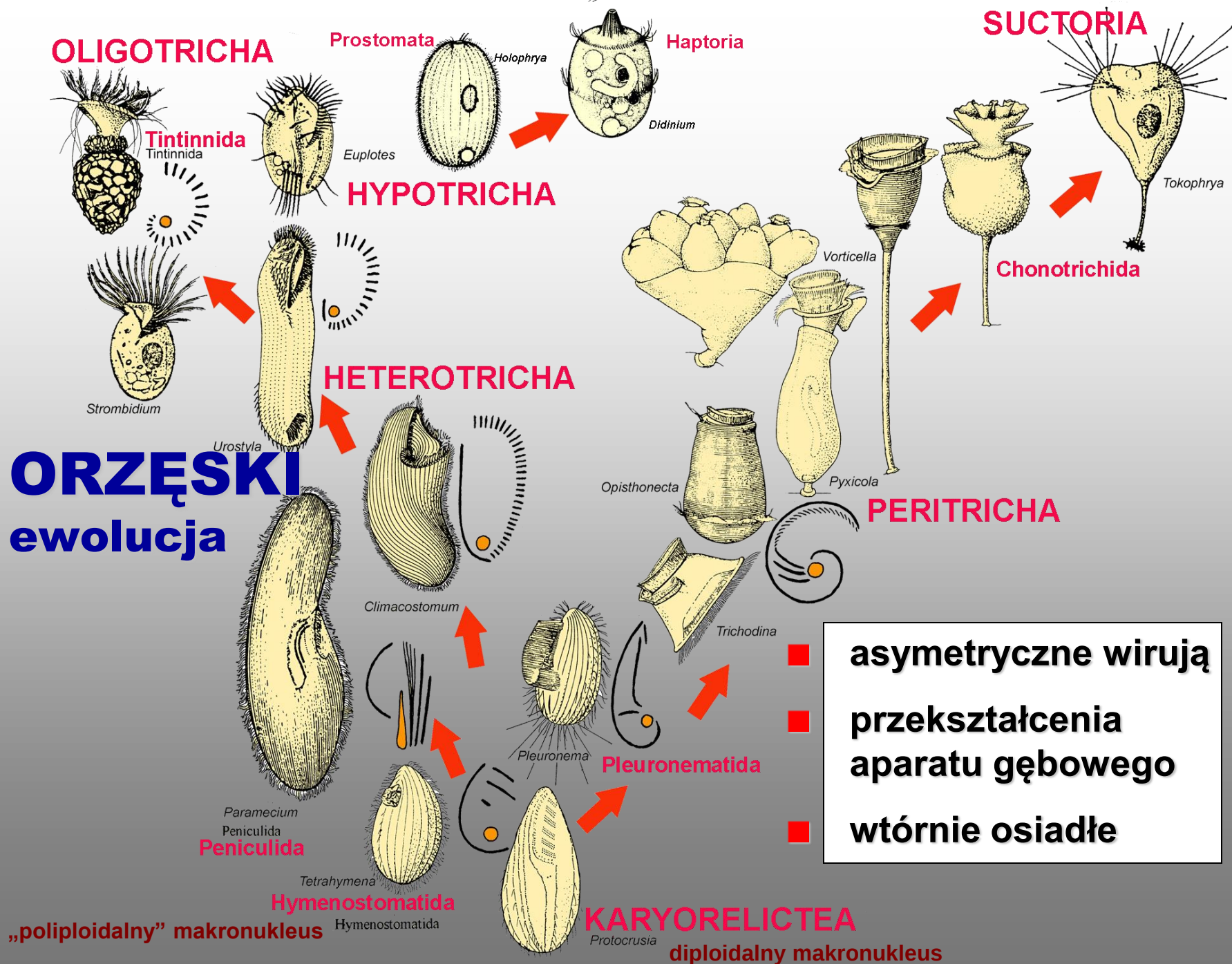
orzęska
cytopharynx eugleny



heterotrich *Blepharisma*



złożony cytoszkielet częściowo odziedziczony po wiciowcach



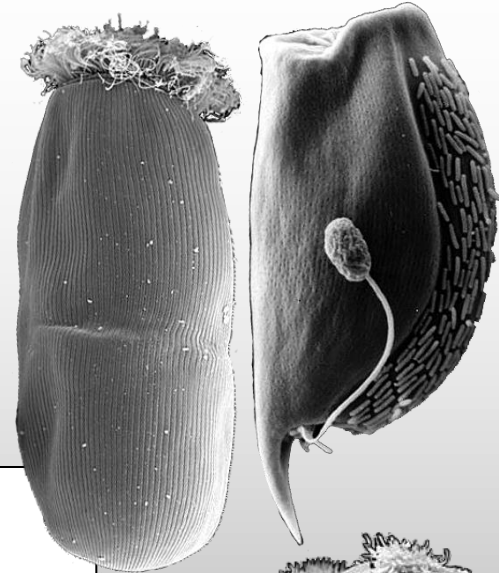
CILIATA

ORZĘSKI jelitowe

Eudiplodinium



Entodinium



- celuloza może być przyswajana po beztlenowej fermentacji przez mikroorganizmy
- produktem są związki krótkołańcuchowe
- zmodyfikowane mitochondria niektórych beztlenowo wytwarzają wodór (hydrogenosomy)
- wykorzystywany przez bakterie metanogenne

Ophryoscolex



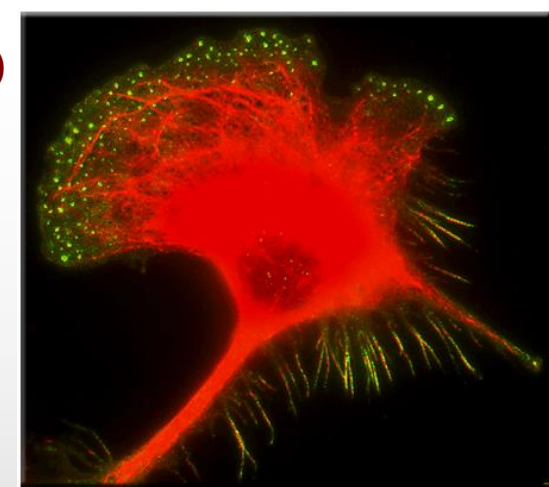
wiele roślinożerców wykorzystuje symbionty jelitowe do trawienia

(makrofag)

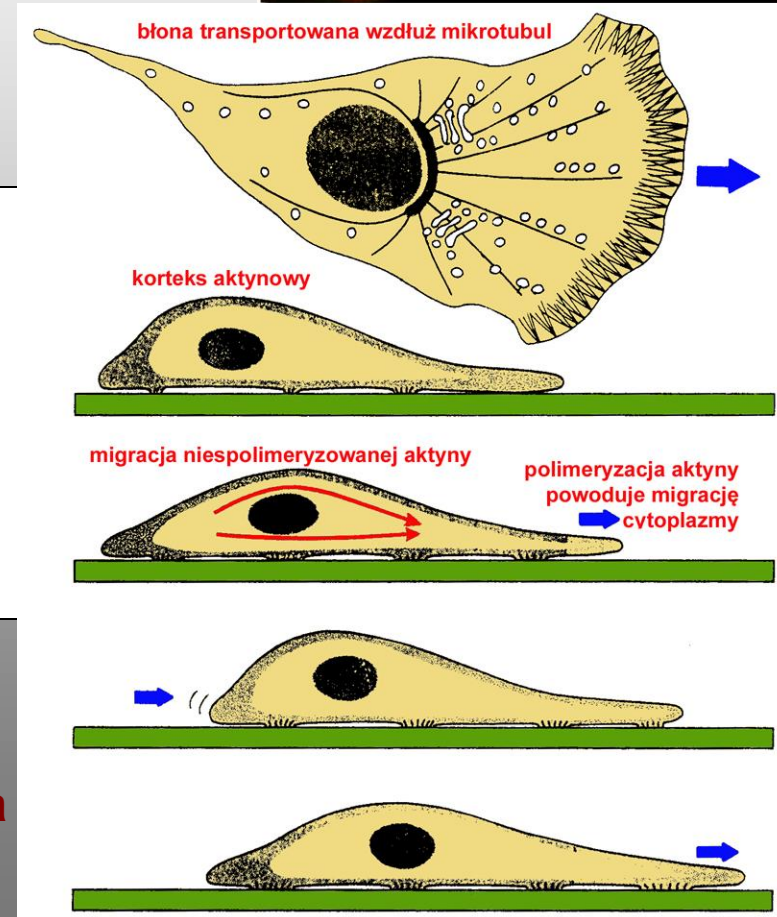
RHIZOPODA

AMEBY

mechanizm pełzakowatości



- bez ściany komórkowej
- lokomocja ameboidalna dzięki labilności cytoszkieletu
- zdarza się utrata mitochondriów i stadium wiciowego



lądowe śluzowce wytwarzają sporangia

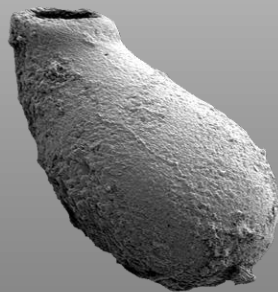
RHIZOPODA

AMEBY

skorupkowe z lobopodiami

Arcellida = Testacealobosa

- wytwarzają organiczne skorupki z doklejanymi obcymi obiektami



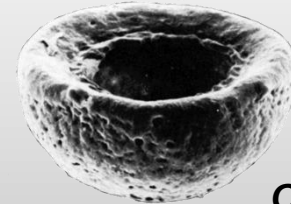
Bonniea sprzed 740 mln lat

bardzo dawne geologicznie

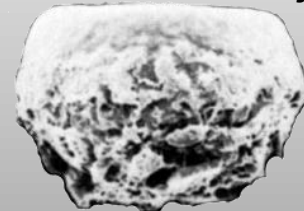


Arcella

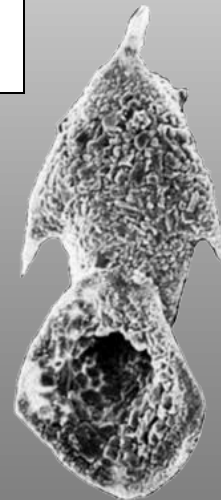
lobopodium



Cyclopyxis

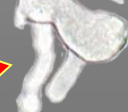


Alopeiella



Diffugia

lobopodium



pełzający wiciowiec
Cercomonas

CERCOZOA

AMEBY

skorupkowe z filopodiami

Gromiida = Testacea filosa

5 μ m

filopodium

skorupka organiczna

Gromia

25 nm

krzemionkowa

Paulinella

- zewnętrzne skorupki organiczne albo z krzemionkowych płytek z aparatu Golgiego
- nowy zestaw płytek powstaje w trakcie podziału
- pokrewne otwornicom

Tracheleuglypha

nowe płytki

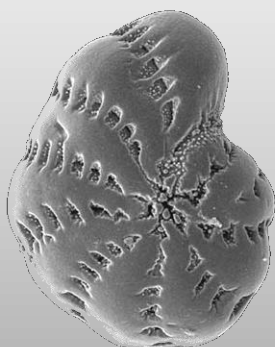
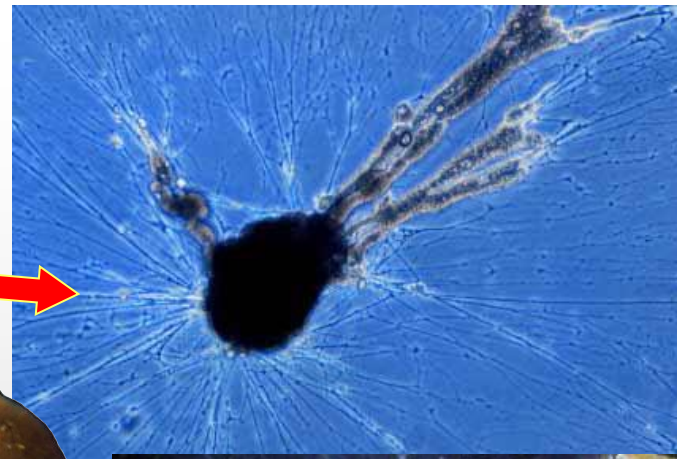
ewolucja ku doskonaleniu cytoszkieletu wypustek komórki

potomna komórka

FORAMINIFERA

OTWORNICE bentosowe

reticulopodia



wielokomorowa
skorupka
wapienna

Allogromia
skorupka
organiczna



rukowata
Hyperammina



spiralny *Ammodiscus* z ziarenek piasku

- anastomozujące wypustki (retikulopodia)
- skorupka pierwotnie organiczna, z wbudowanymi ziarnami osadu (aglutynowana), zwykle wapienna

komórki wielojądrowe (polienergidy)

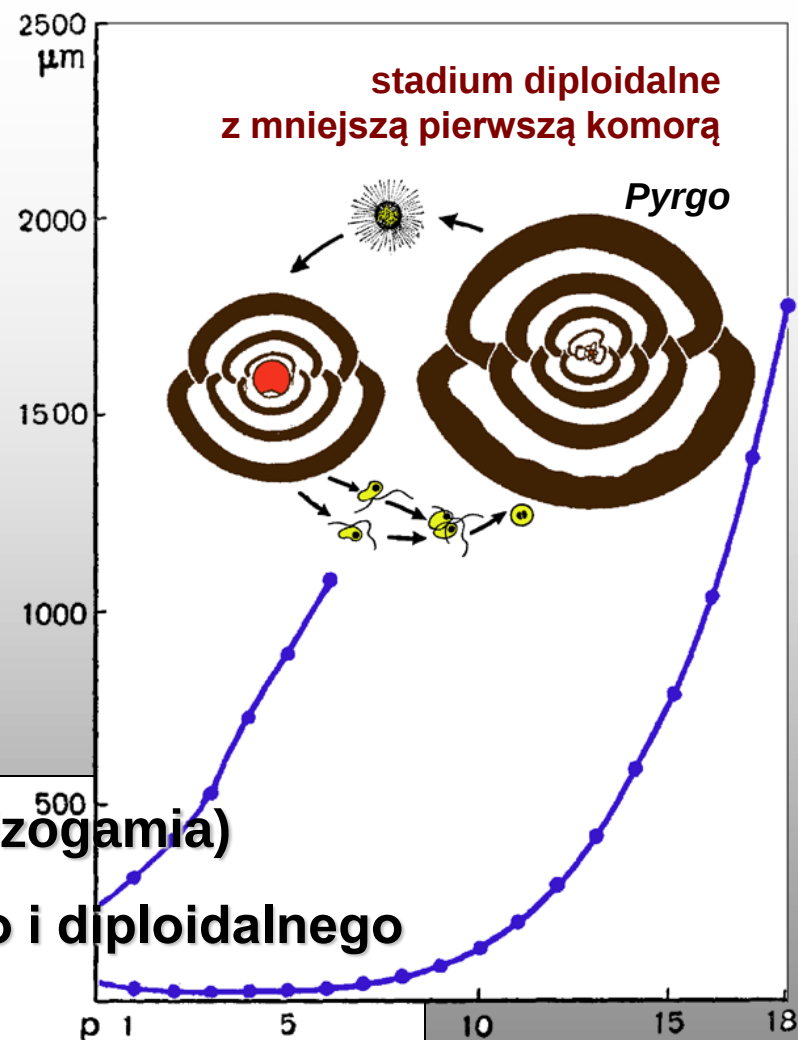
FORAMINIFERA

PROCESY płciowe



gameta

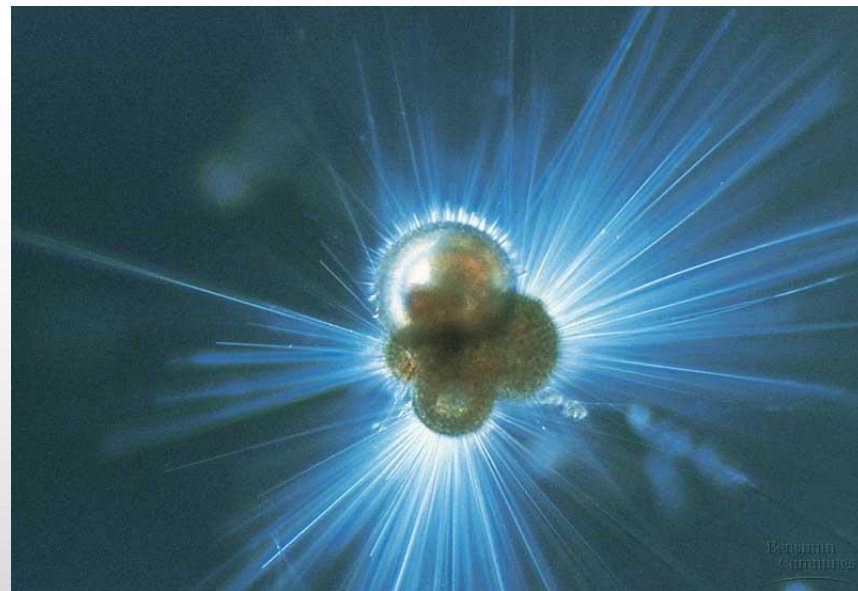
- dwuwiciowe jednakowe gamety (izogamia)
- przemiana pokoleń haploidalnego i diploidalnego (jak u roślin)



otwornice są bardzo ważne dla geologów

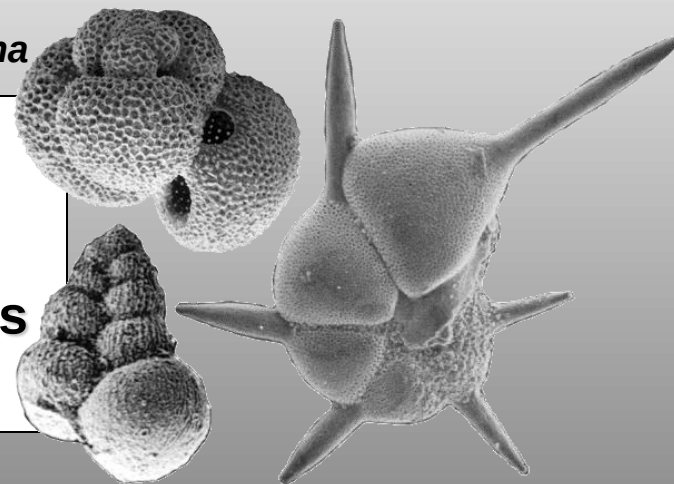
FORAMINIFERA

OTWORNICE planktonowe



- od 150 mln lat pospolite w planktonie oceanicznym (globigeryny)
- w kalcytowej skorupce izotopowy zapis zmian klimatu

Globigerina



Heterohelix

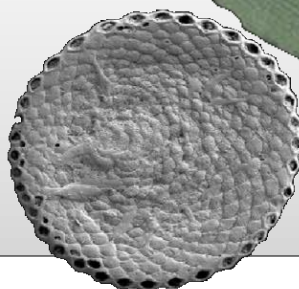
Hantkenina

największe otwornice bentosowe zależne od światła

FORAMINIFERA

OTWORNICE rafowe

Sorites



*numulit
Cycloclypeus*



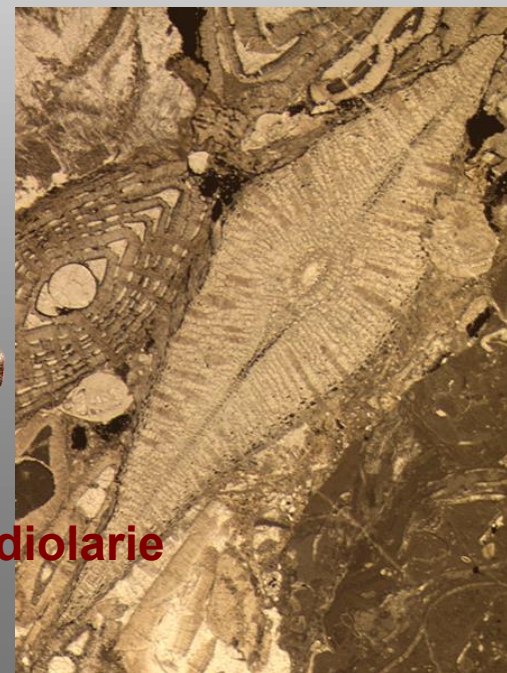
Heterostegina

- symbiontami bruzdnice lub okrzemki
- przejrzystość zależna od nasłonecznienia
- wielojądrowość i metaboliczna autonomia energid pozwala na duże rozmiary

Nummulites 50 mln lat



Discocyclina 50 mln lat

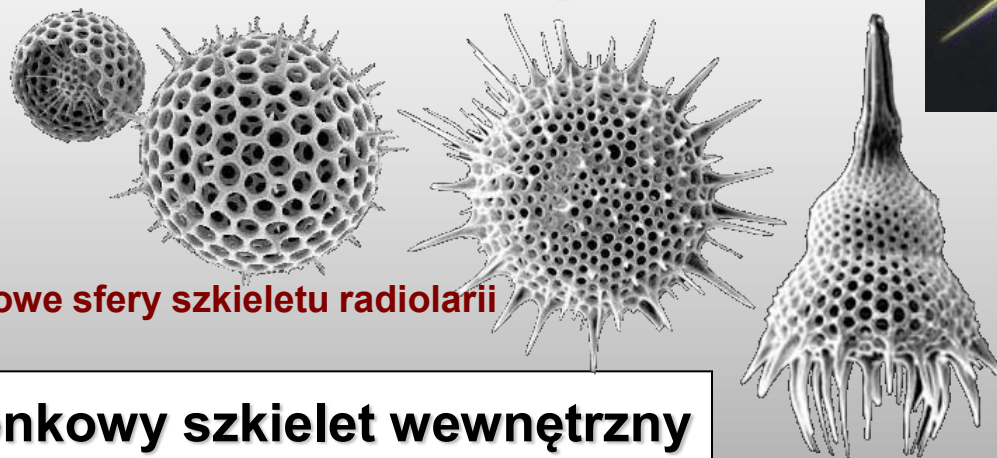


symbiozę w planktonie i cytoszkielet doskonałą radiolarie

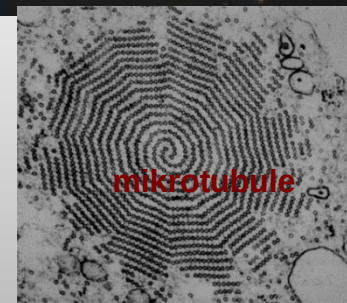
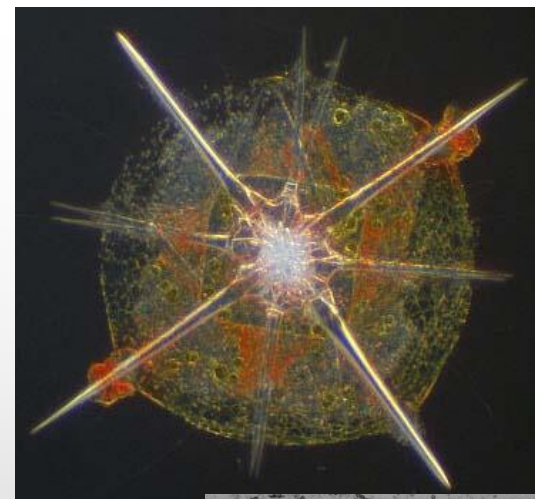
ACTINOPODA

RADIOLARIE

planktonowe z aktinopodiami

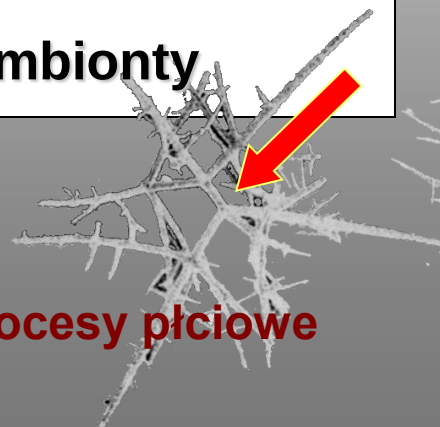


ażurowe sfery szkieletu radiolarii

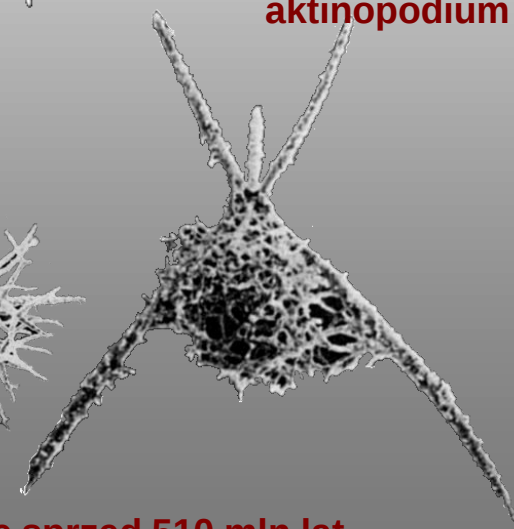
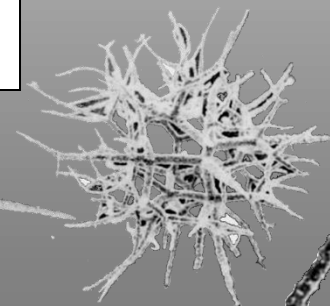


aktinopodium

- krzemionkowy szkielet wewnętrzny
- sfery koncentryczne lub szeregowo
- zwykle mają endosymbionty



nieznana mejoza ani procesy płciowe



radiolarie sprzed 510 mln lat

DRZEWO RODOWE

Eukaryota

