

Dvě skupiny (nadříše) buněčných organismů:

- **Prokaryota** – bakterie, archea a sinice

mají jádro (nukleoid) ve formě jedné kruhové molekuly DNA neoddělené od cytoplazmy membránou

bez mitochondrií, chloroplastů, cytoskeletu

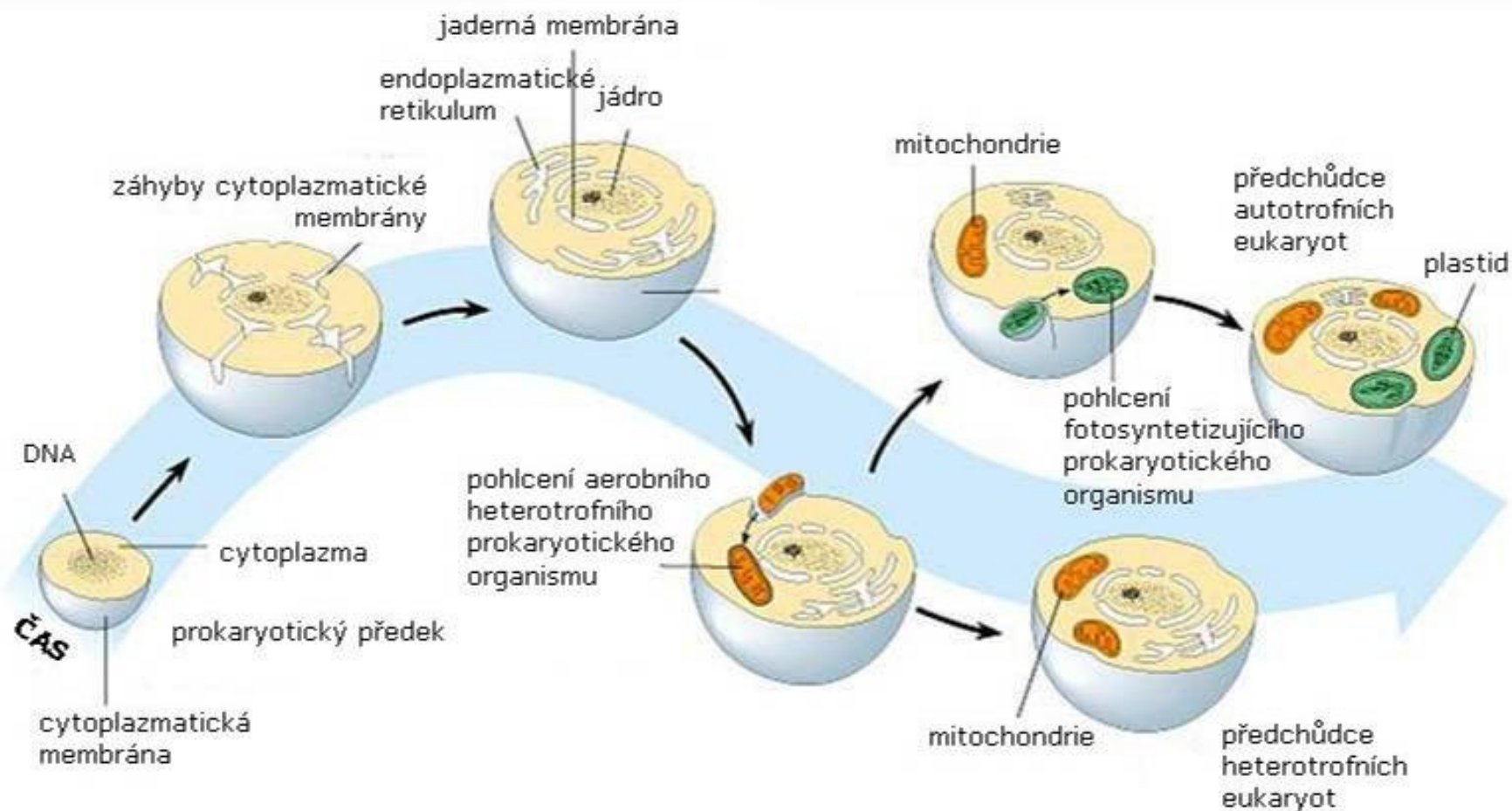


- **Eukaryota** – rostliny, houby, „řasy“, „prvoci“ a živočichové
vznikla z archeí, po získání cytoskeletu a schopnosti fagocytovat

Vznik eukaryotické buňky:

Teorie endosymbiózy

Lynn Margulisová 1970 a 1996



▪ Eukaryota

změny oproti prokaryotickým organismům:

1. změna **topologie buněčných membrán**
2. **reorganizace** genetického materiálu
3. vznik buněčné kostry neboli **cytoskeletu**

základní znaky eukaryot:

mají buněčné jádro - **nucleus** - s více a složitějšími chromozómy;
jádro je oddělené od cytoplazmy membránou

mají **mitochondrie**, případně **chloroplasty** a další různé organely, mají **cytoskelet**

množí se nepohlavně - **mitózou**, ale i pohlavně

Klasické dělení eukaryot

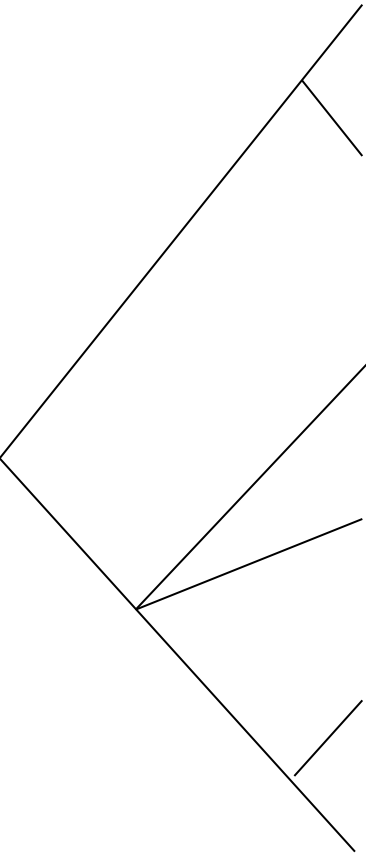
Dle amerických autorů Cavalier-Smith (1983) a Corliss (1994)

- **Archezoa** (praprvcoci) – jednobuněční bez mitochondrií, chloroplastů, Golgiho aparátu, hydrogenosomů, peroxisomů
 - **Protozoa** (prvoci) - jednobuněční s mitochondriemi, chloroplasty a Golgiho aparátem
 - **Chromista** – bezbarví bičíkovci, zoosporní houby, jednobuněčné a vláknité řasy (mimo zelených řas)
 - **Plantae** – mnohobuněční s chloroplasty
 - **Fungi** – heterotrofní eukarotické organismy produkující buněčnou stěnu
 - **Animalia** – mnohobuněčné heterotrofní organismy
- } **Protista**

Protista zahrnovala dříve jednobuněčné „živočišné“ organismy.

Dle fylogenetického pojetí se jedná o polyfyletický taxon bez společného předka založený pouze na symplesiomorfním znaku - jednobuněčnosti.

Fylogenetické dělení eukaryot – nové: 6-8 „říší“



Opisthokonta: houby, mnohobuněční živočichové, někteří „prvoci“

Amoebozoa: měňavky, hlenky, řada „bičíkovců“ (pohyb hlavně bičíky)

Rhizaria: „bičíkovci“ a kořenonožci (pohyb hlavně panožkami)

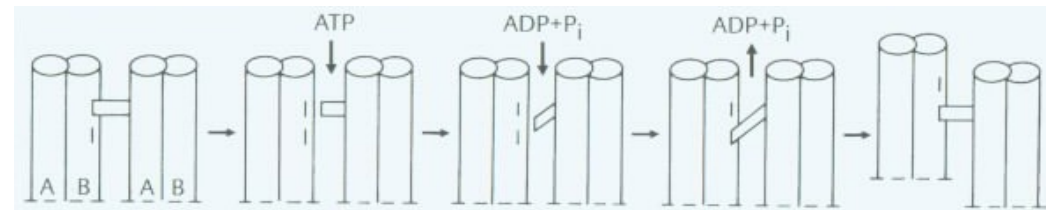
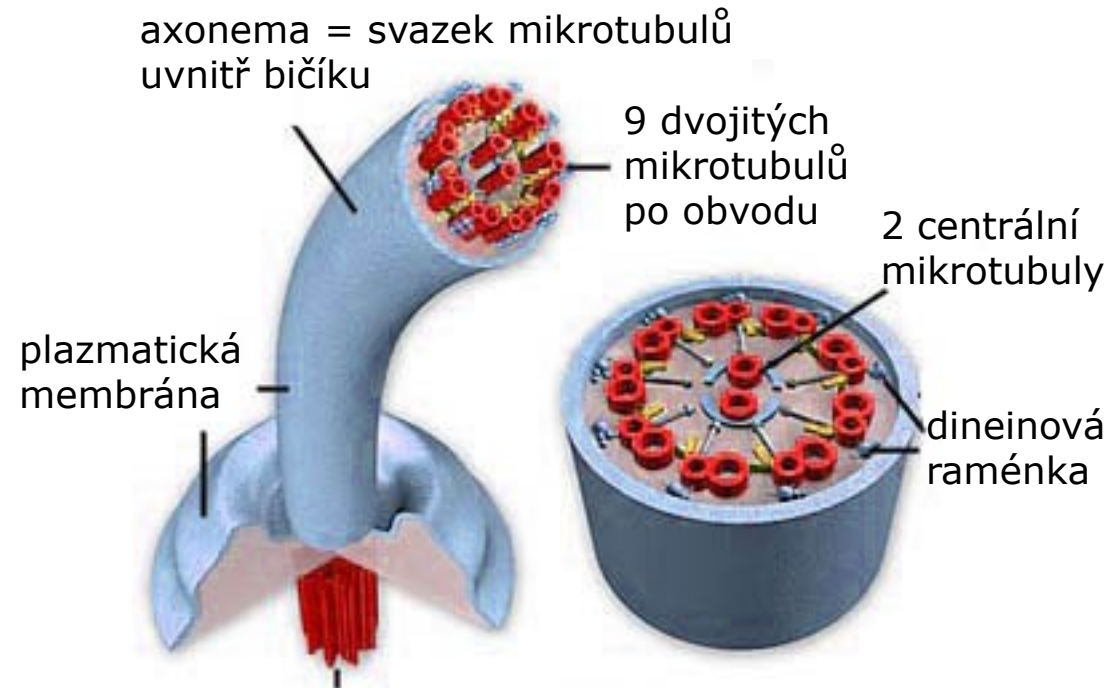
Excavata: většinou „bičíkovci“ (např. trypanozomy, diplomonády) a někteří kořenonožci

Archaeplastida: pravé rostliny, zelené řasy, ruduchy a glaukofytní řasy

Chromalveolata: různé „prvoci“ (např. nálevníci, obrněnky, výtrusovci), „řasy“ a „plísňe“

Jednobuněčná Eukaryota - společné znaky:

- **pohybové organely** – bičíky (flagella), brvy (cilie), cirry, undulující membrány a membranely, panožky (pseudopodia)
- **mikrotubuly** – podílí se na stavbě pohybových organel



klouzavý pohyb mikrotubulů probíhá jejich posouváním dineinovými raménky za spotřeby 2 ATP

Jednobuněčná Eukaryota - společné znaky:

- **pohybové organely** – panožky
pseudopodie

typy pseudopodií:

lobopodie – laločnaté panožky

filopodie – nitkovité panožky

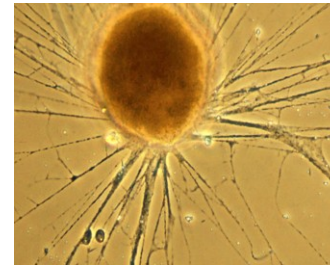
retikulopodie – podobné jako filopodie, ale s anastomozami (příčnými spojkami)

axopodie – mikrotubuly silně vyztužené s lepivou rheoplazmou na povrchu

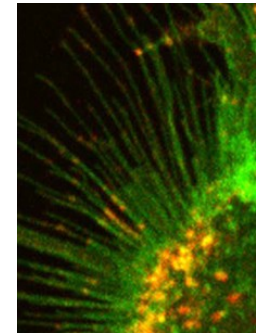
typy panožek: **lobopodie**



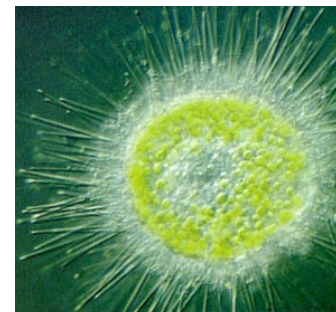
retikulopodie



filopodie



axopodie



Jednobuněčná Eukaryota - společné znaky:

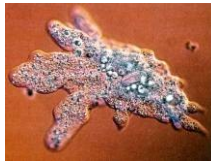
- **život v tekutinách** – voda, stačí i tenká povrchová blanka, tělní tekutiny (parazité, symbionti)
- šíření a přečkání nepříznivých podmínek - **spóry** = struktury sloužící k rozmnožování, adaptované k šíření a snášení nepříznivých podmínek, většinou bez zásobních látek a
cysty = klidová stádia s celistvým mimobuněčným obalem – chitin, vzácněji celulóza – sloužící k přečkání nepříznivých podmínek
- potrava – komplexní organické molekuly v rozpuštěné formě = **osmotrofie** nebo pevné částice – detrit, bakterie, jiné jednob. organismy = **fagotrofie**, smíšená výživa = **mixotrofové** nebo s **autotrofními** symbionty

Výběr důležitých skupin jednobuněčných eukaryot (označené zeleně tučně)

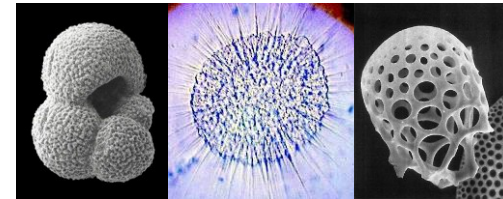
Opisthokonta: Choanozoa (Choanoflagellata)
- trubénky



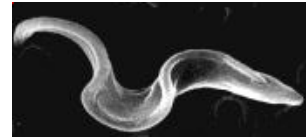
Amoebozoa: Lobosea - lalokonozí



Rhizaria: Foraminifera - dírkonošci
Heliozoa - slunivky
Radiolaria - mřížovci

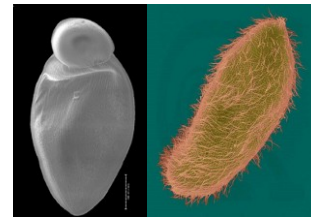


Excavata: Euglenozoa - bičivky a krásnoočka



Archaeplastida

Chromalveolata: Apicomplexa - výtrusovci
Ciliophora - nálevníci



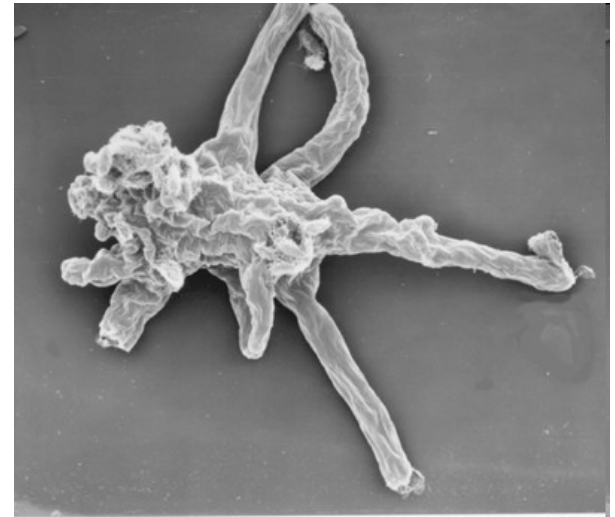
„říše“ AMOEBOZOA - měňavkovci

Lobosea – lalokonozí

- charakteristickým znakem je vytváření laločnatých panožek lobopodií – pohyb, potrava
- buňky nahé (Gymnamoebia) nebo se schránkou (Testaceolobosia)
- ektoplazma hyalinní (sklovitá) a endoplazma zrnitá

Gymnamoebia – améby

- buňky bez schránky
- vodní a terestrické biotopy, i endobiotické
- pohyb řízeným cytoplazmatickým prouděním a valením
- některé druhy vytvářejí cysty (pokud jsou vícejaderné, slouží i k pomnožení)



Gymnamoebia – améby

Amoeba proteus – měňavka velká

- až 1 mm, žije v detritu a na rostlinách stojatých vod

Entamoeba histolytica – měňavka úplavičná

- původce amébové dysentérie (krvavé průjmy, horečka, vyčerpání)
- forma „minuta“ žije neškodně v tlustém střevě; tvoří cysty – přenos z fekálií na nového hostitele
- může se změnit na silně patogenní formu „magna“ produkující proteolytické enzymy
- tropy a subtropy, střevní parazit člověka





Arcella



Difflugia

Arcella - šítovka

- pseudochitinózní schránka

Difflugia - rozlitka

- schránka z nerostných úlomků (xenosomata)

Nebela - zdobenka

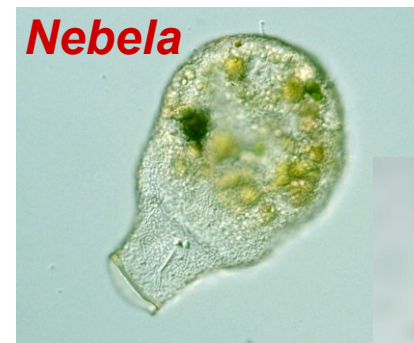
- schránka z vápenitých destiček (idiosomata)

Centropyxis - ježenka

- schránka pseudochitinózní s xenosomaty

Testaceolobosia – krytenky

- sladkovodní, mořské a terestrické biotopy, vlhká půda nebo mech
- buňka kryta schránkou nebo šupinkami
- otvor pro panožky = **pseudostom**
- schránky z kamínků = **xenosomata**;
schránky z anorganických destiček produkovaných buňkou = **idiosomata**;
schránky z organických látek vylučovaných buňkou = **pseudochitinózní**



Nebela



Centropyxis

„říše“ RHIZARIA

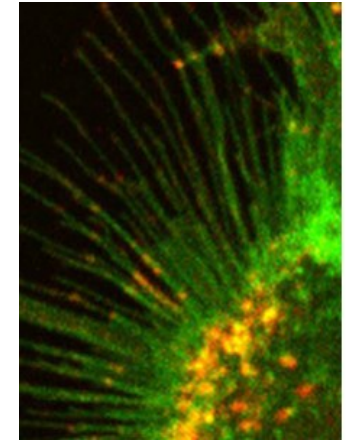
- morfologicky i ekologicky heterogenní skupina kořenonožců a některých „bičíkvců“
- panožky sloužící k pohybu: typu filopodie (nitkovité), reticulopodie (síťovité), axopodie (paprsčité vyztužené mikrotubuly)

Filosea – nitkonozí

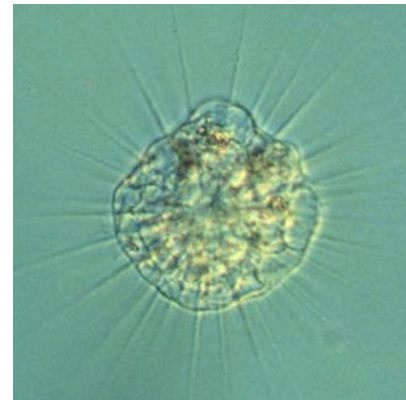
Heliozoa – slunivky

Foraminifera – dírkonožci

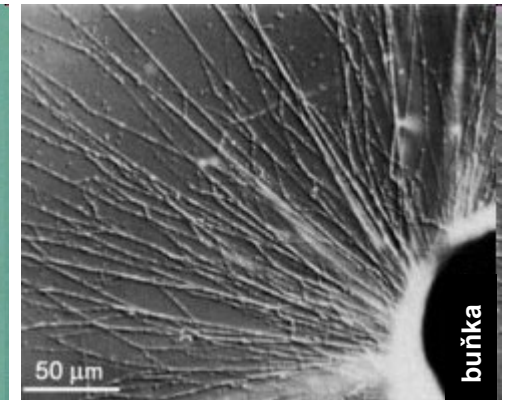
Radioloria – mřížovci



filopodie (Filosea)



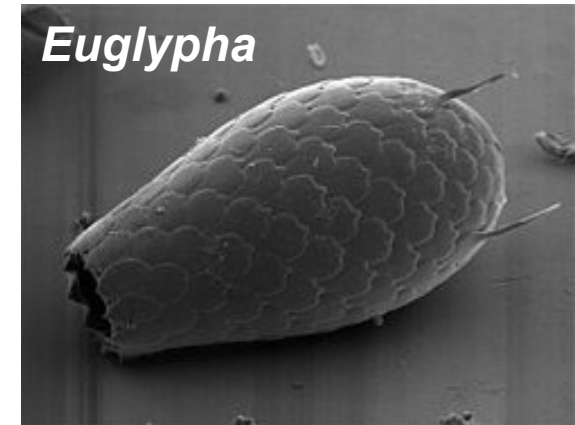
axopodie (Heliozoa a Radiolaria)



retikulopodie (Foraminifera)

Filosea – nitkonozí

- mořští, sladkovodní, terestriční zástupci
- schránkatí i bez schránek
- panožky nitkovité (filopodia), výjimečně větvené nebo s anastomózami (spojkami)
- filopodie jsou vyztuženy fibrilární osou z aktinových filamentů



Euglypha – křeménka

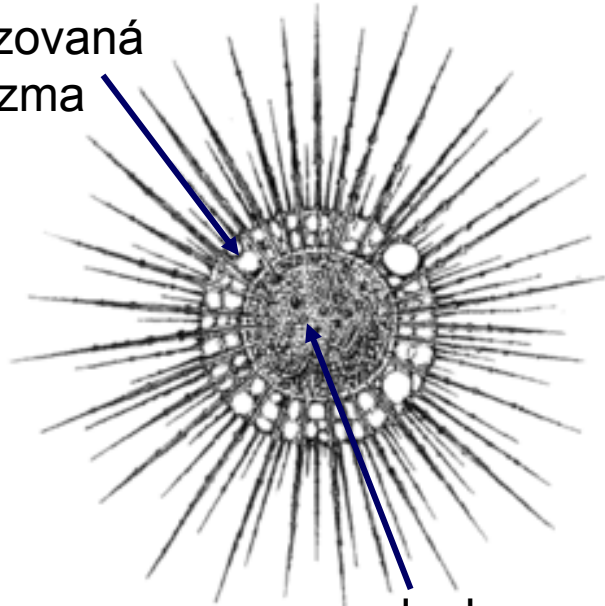
- schránka z křemičitých idiosomat, na rašelinících a vodních rostlinách

Nuclearia

- bez schránky

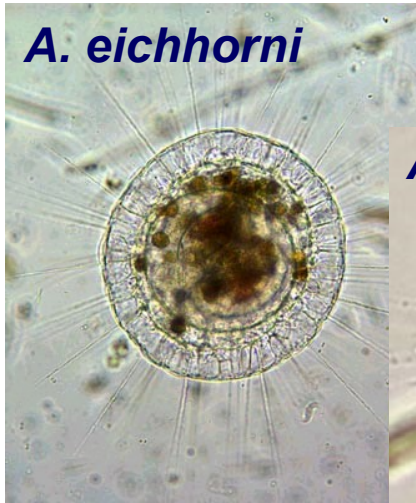


vakuolizovaná
ektoplazma

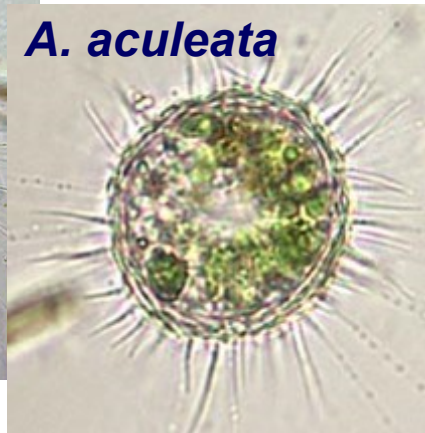


endoplazma s
jedním nebo
mnoha jádry

A. eichhorni



A. aculeata



Heliozoa – slunivky

- mořští, sladkovodní, planktonní, přisedlí
- paprsečítá axopodia (od toho název skupiny)
- v životním cyklu bičíkaté stádium
- kromě axopodií jsou i filopodie
- dělení na 5 skupin podle axopodiální stavby mikrotubulů
- Heliozoa asi nejsou momofylum

Actinosphaerium eichhorni - slunivka obecná

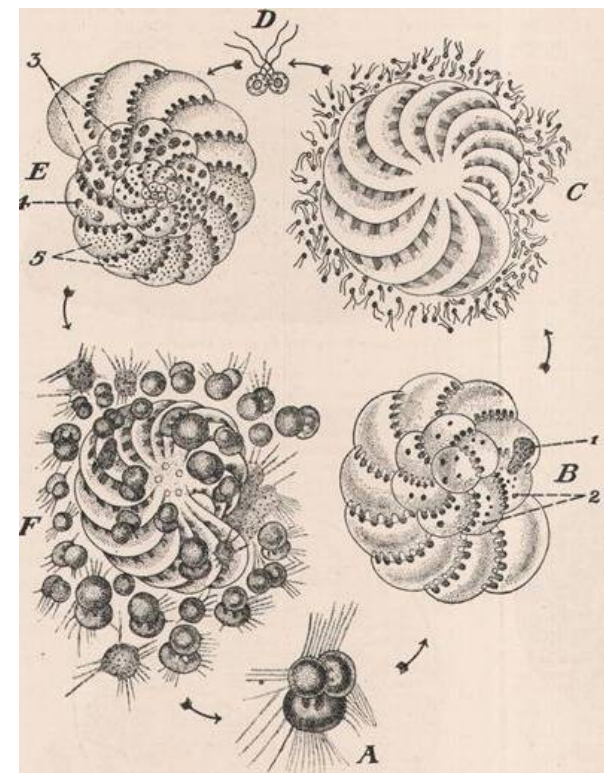
- bez schránky, velký počet jader, na porostech vodních rostlin

Acanthocystis aculeata

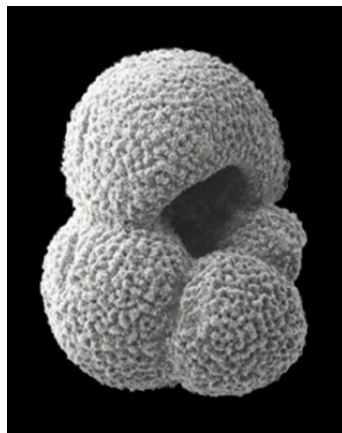
- kulovitá schránky s křemičitými destičkami a osténky, na vodních rostlinách

Foraminifera – dírkonošci

- mořští, horninotvorní (kambrium), většinou bentičtí
- panožky síťovité (retikulopodie)
- schránky vápenité (CaCO_3) nebo z mukopolysacharidů, často vícekomorové
- střídání pohlavního a nepohlavního rozmnožování (metageneze)
- často symbiotické obrněnky zoochlorelly a zooxantelly



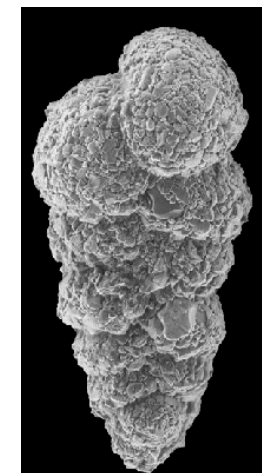
Globigerina

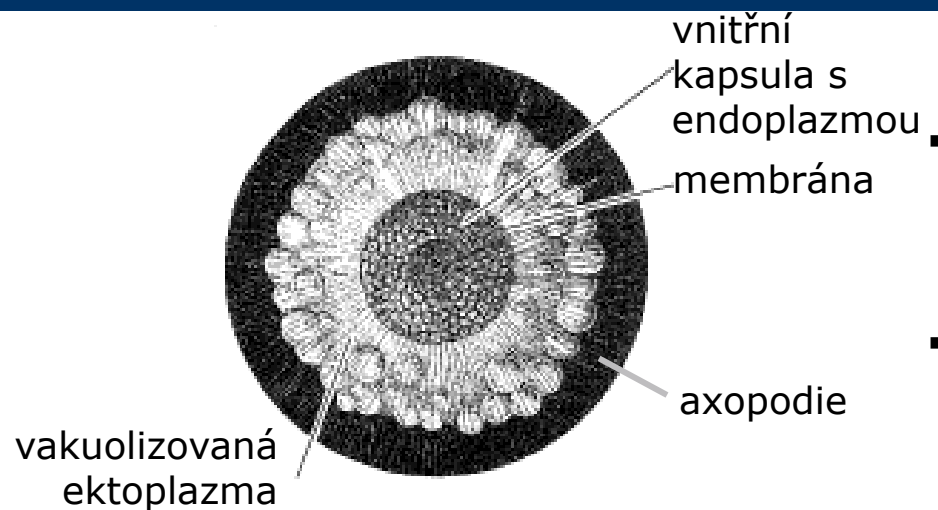


Spiroloculina



Textularia





Radiolaria – mřížovci

radiálně symetrické
schránky z SiO_2 nebo
kyselého stroncia

- většinou z několika kapsul ve vnitřní kapsule z org. látek je endoplasma, mezi kapsulami vakuolizovaná ektoplasma
- vakuolizovaná ektoplasma často se symbionty r. *Zooxantella*
- 1 - více jader, axopodie

Acanthometra

Actinomma

Lithocampe



„říše“ EXCAVATA

Euglenozoa

Euglenoidea – krásnoočka

Kinetoplastidea – bičivky

Bodonida

Trypanosomatida

Euglenoidea – krásnoočka:

- cca 1000 druhů, dva bičíky na přídi, z toho jeden většinou velmi redukován (tzv. zdvojená báze bičíku)
- autotrofní organizmy (v sladkých i brakických vodách), i heterotrofní druhy; také možný přechod na heterotrofii při ztrátě chloroplastů

Euglena viridis – krásnoočko zelené

Euglena gracilis – krásnoočko štíhlé

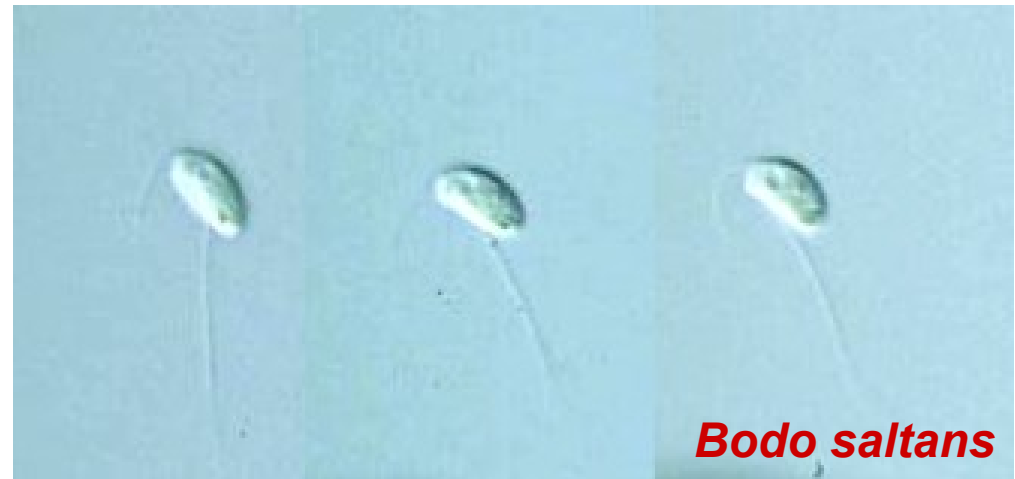
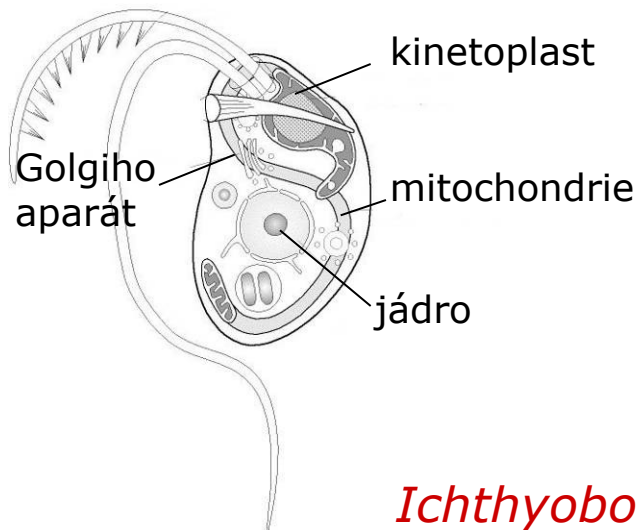


Kinetoplastidea – bičivky:

- cca 600 druhů, bakteriofágové, endosymbiotičtí komenzálové a hlavně parazité
- přítomen tzv. kinetoplast u báze bičíku – není to organela, ale strukturální komplex = úsek na jediné mitochondrii, který obsahuje velké množství tzv. kinetoplastové DNA

Bodonida – volně žijící i parazitičtí

Bodo saltans - **bodo skákavý** – žije v odpadních vodách



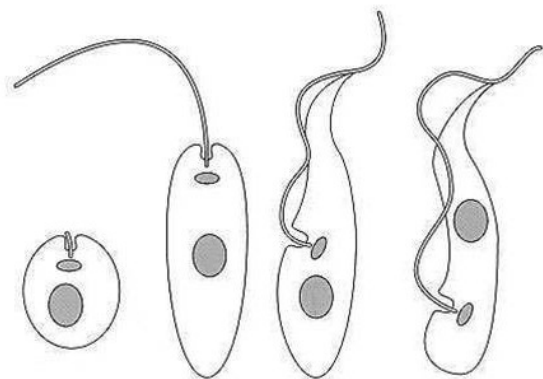
Ichthyobodo necator - bičivka rybí – volně plovoucí nebo parazitující na pokožce ryb

Kinetoplastida – bičivky:

Trypanosomatida –

trypanozómy – jen parazitičtí s 1 bičíkem

vytváří se různé morfologické formy typické pro různá vývojová stádia jednoho druhu nebo pro různé rody:



amastigotní epimastigotní
promastigotní trypomastigotní

bičík

mikrotubuly

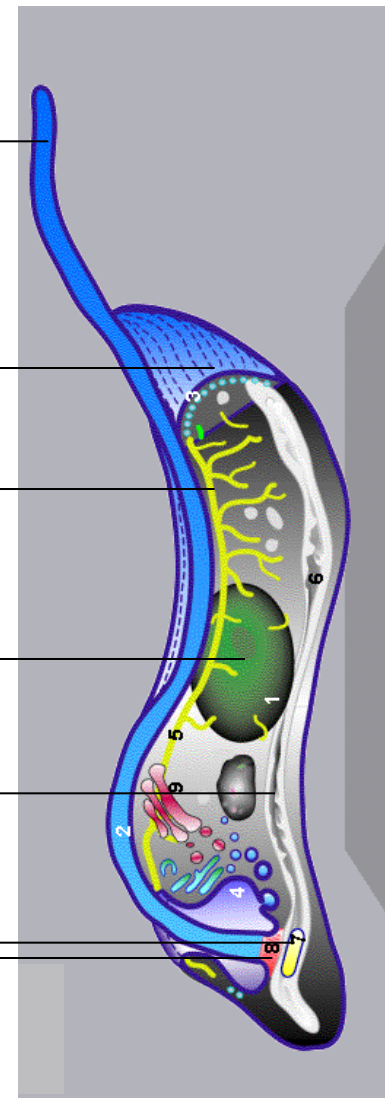
endoplazmatické
retikulum

jádro

mitochondrie

kinetoplast

bazální tělísko
(kinetosom)



Trypanosomatida – trypanozómy

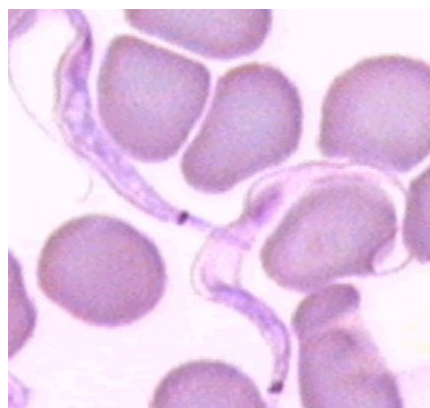
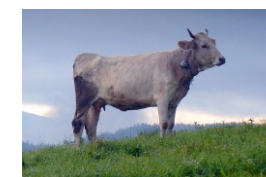
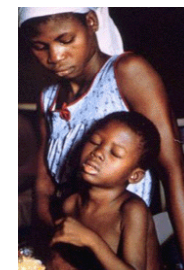
Příklady patogenních druhů:

původce spavé nemoci člověka v Africe

- chronická forma *Trypanosoma brucei gambiense* - trypanozóma spavičná spavá nemoc, rezervoár prase; 1. lymfatický systém, 2. krev, přenos inokulací, vektor moucha r. *Glossina*
- akutní forma *Trypanosoma brucei rhodesiense* - trypanozóma rhodézská, rezervoár antilopa

podobné onemocnění u velkých savců v Africe

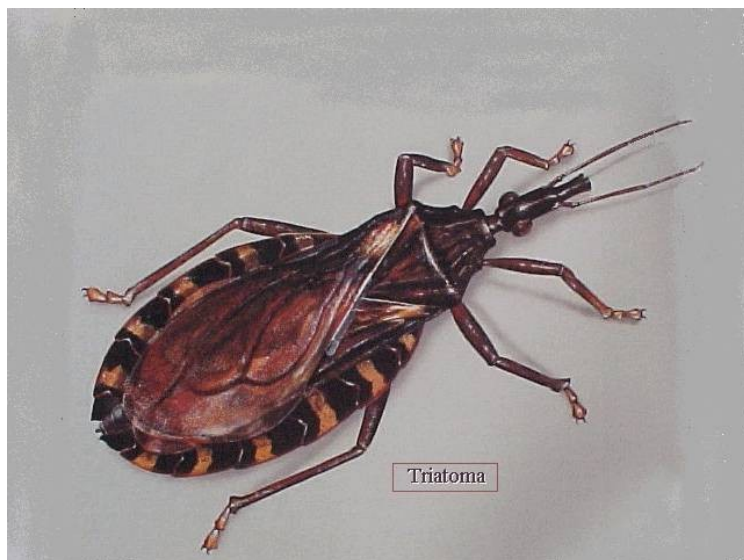
- onemocnění Nagana koňů, hovězího dobytka
Trypanosoma brucei brucei - trypanozóma dobytčí



Trypanosomatida – trypanozómy

původcem Chagasovy nemoci v Americe:

- *Trypanosoma cruzi* - trypanozóma americká - Chagasova nemoc, přenos krevsající plošticí rodu *Triatoma* (čel. Reduviidae), kontaminací z výkalů při sání, rezervoár - drobní savci



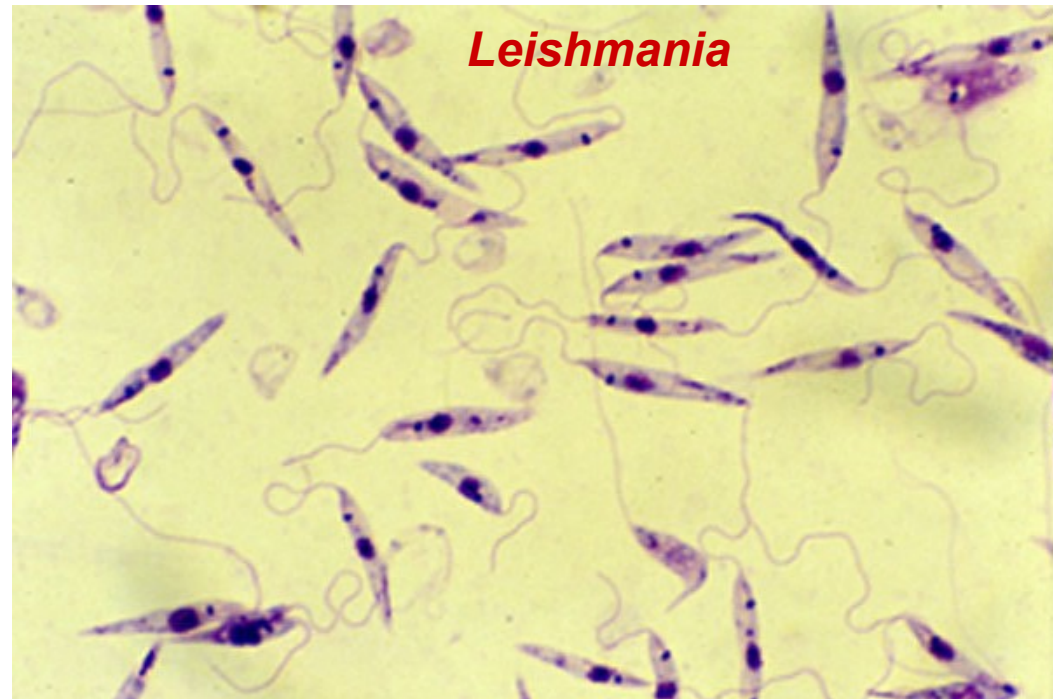
původce spavé nemoci koní:

- *Trypanosoma equiperdum* - trypanozóma koňská - mimovektorový přenos pohlavním stykem, střední Evropa po II. sv. válce:

Trypanosomatida – trypanozómy

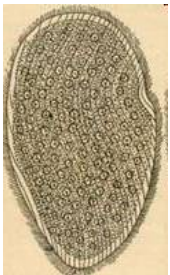
další nemoci způsobují zástupci rodu *Leishmania*:

- *Leishmania tropica* – ničivka kožní, suché kožní vředy, rezervoár pes
- *Leishmania donovani* – ničivka útrobní, nákazy vnitřních orgánů – „kala azar“ – černá nemoc



„říše“ CHROMALVEOLATA

- zahrnuje dřívější Chromista a Alveolata
- mají společného předka, který získal chloroplasty od červených řas (sekundární endosymbióza)



Opalozoa – opalinky

Dinozoa - obrněnky

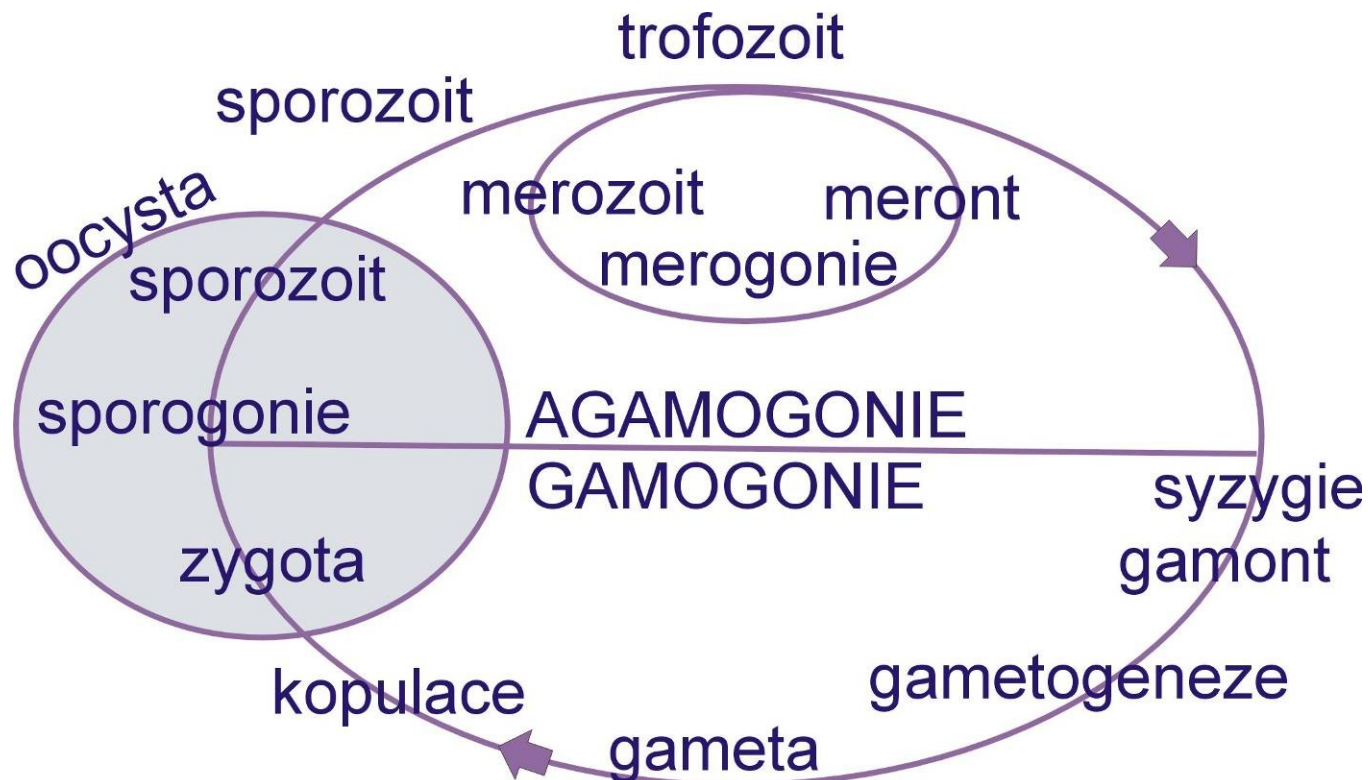
Apicomplexa – výtrusovci

Ciliophora – nálevníci

Alveolata

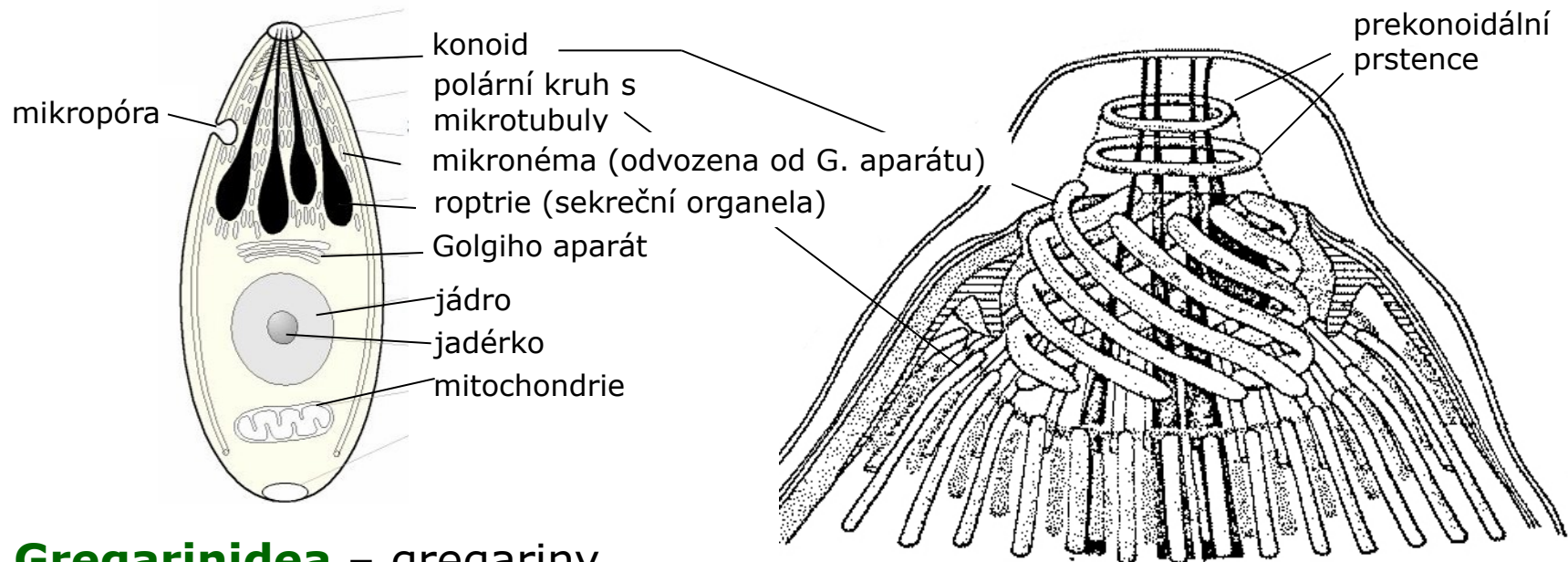
Apicomlexa – výtrusovci

- 2500 druhů, obligátní endoparazité
- vývojový cyklus obsahuje nepohlavní nepohyblivá stádia - spóry (výtrusy), šíření a přenos mezi hostiteli
- střídá se několik generací odlišného způsobu množení:



Apicomlexa – výtrusovci

- apikální komplex organel umožňuje invazivním stádiím (sporozoitům a merozoitům) průnik do buňky
- u primitivních extracelulárně parazitujících slouží k přichycení k tkáni



Gregarinidea – gregariny

Coccidea – kokcidie

Hematozoa – krvinkovky

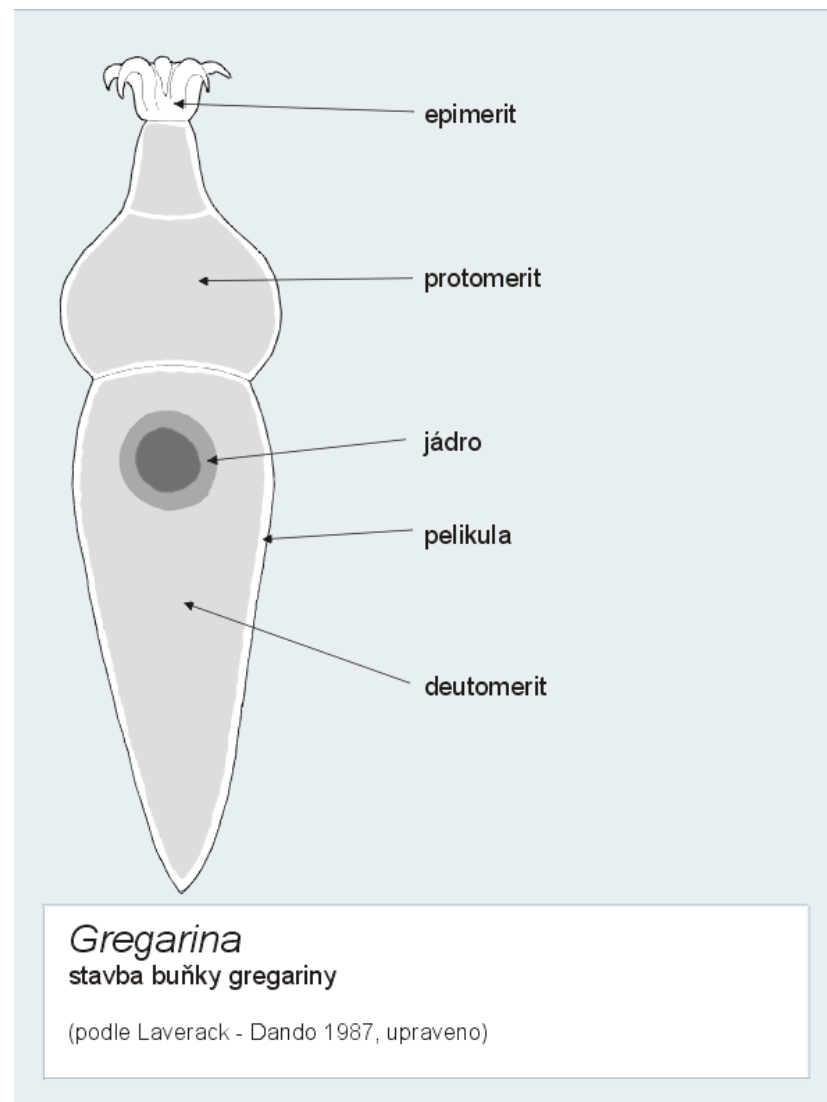
Gregarinidea – gregariny

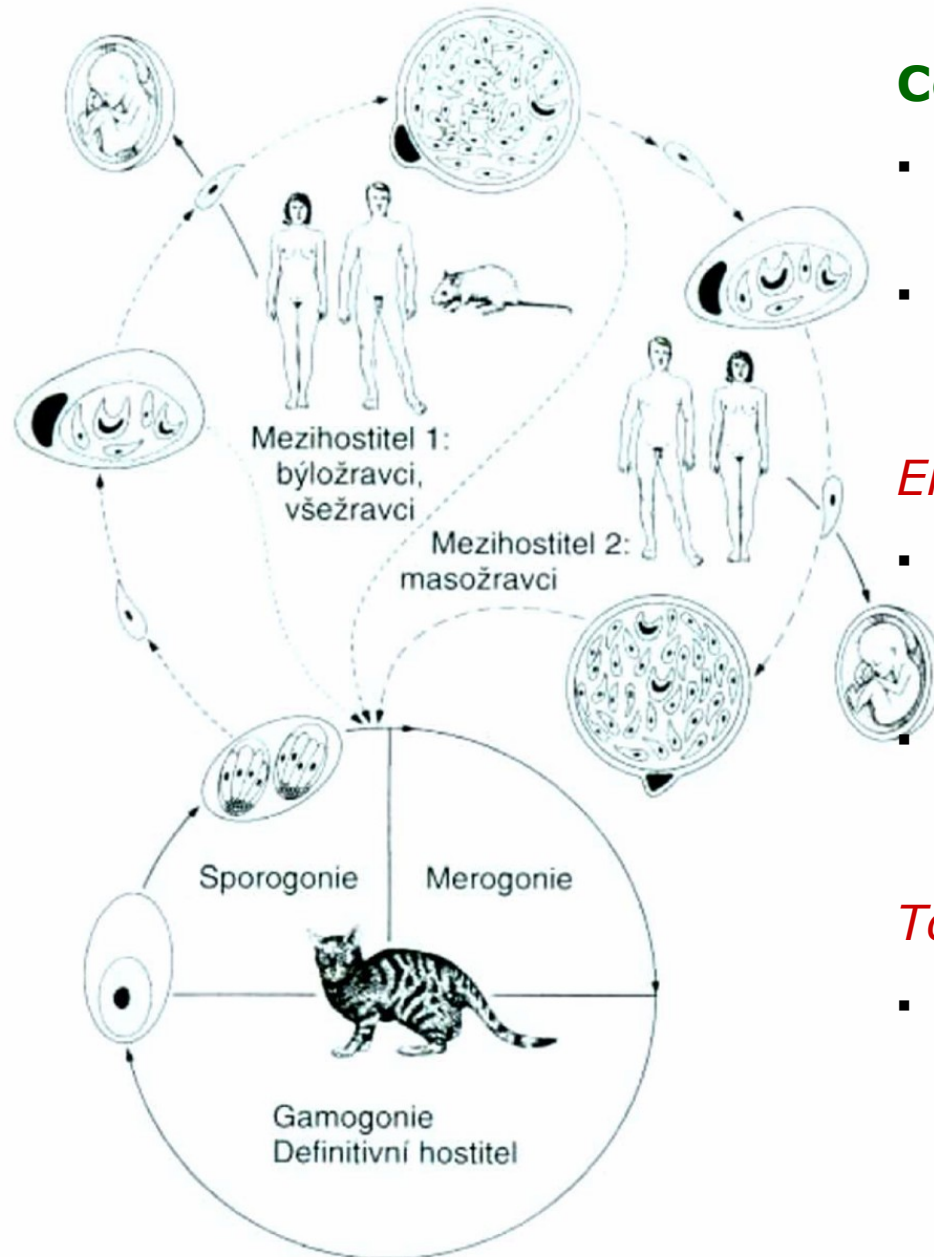
- parazité těla bezobratlých, střevo nebo tělní dutina, většinou u členovců
- stavba gamontů: přední protomerit a zadní část s jádrem deutomerit, na protomeritu většinou nádstavec epimerit
- primitivní skupina, samčí a samičí gamonti se mnohonásobně dělí

Gregarina blattarum -
hromadinka švábí
žije ve střevě švába
druhu *Blatta orientalis*



Gregarina polymorpha -
žije ve střevě
potemníka *Tenebrio molitor*





Coccidea - kokcidie

- nitrobuněční paraziti, mono nebo heteroxenní, bez stádia trofozoita
- při gametogenezi vznik mnoha samčích mikrogamet, ale jen 1 samičí makrogameta

Eimeria stiedae - kokcidie jaterní

- nitrobuněční paraziti, mono nebo heteroxenní (jeden či více hostitelů), bez stádia trofozoita
- jaterní kokcidióza králíků a zajíců, napadají buňky epitelu žlučových kanálků

Toxoplasma gondii - kokcidie kočičí

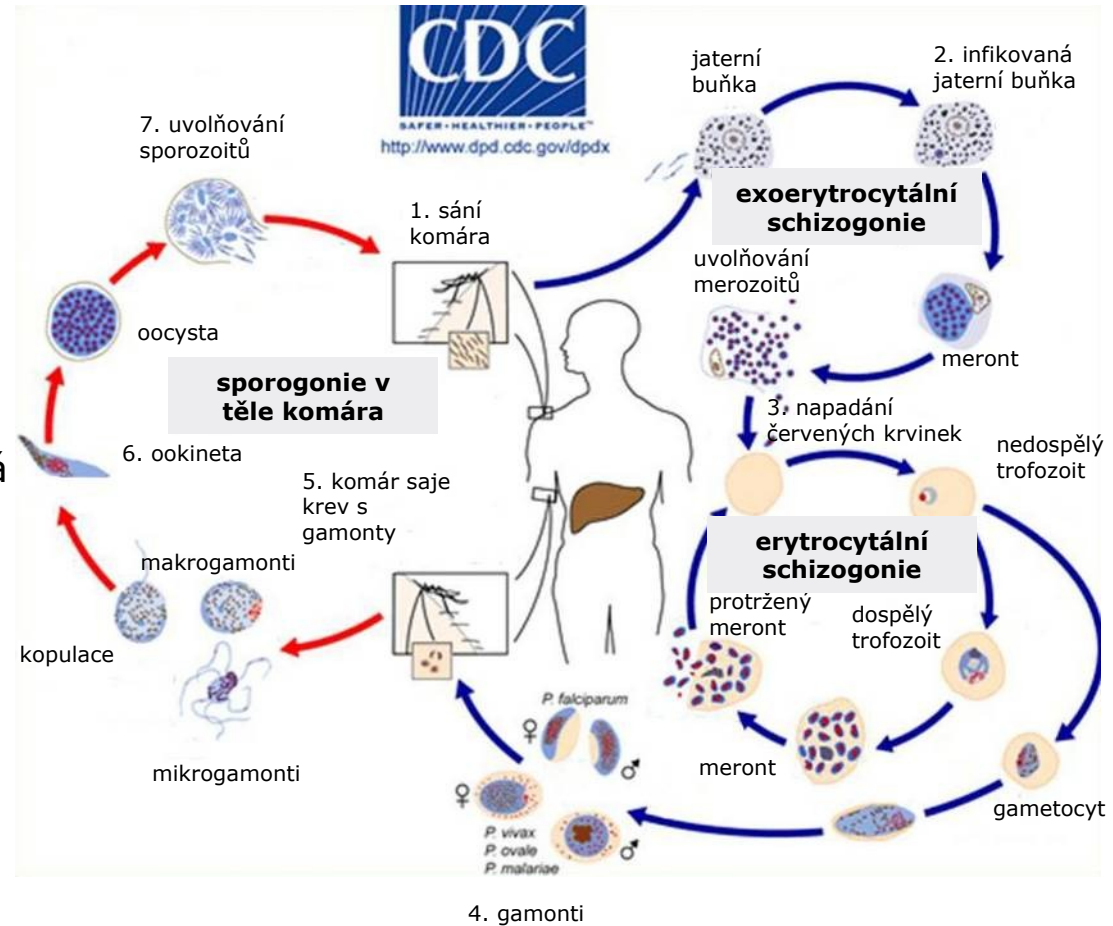
- v pohlavní fázi v kočkovitých šelmách, produkce oocyst, ty pozřeny teplokrevným obratlovcem, onemocnění očí, mozku, kongenitální přenos

Hematozoa – krvinkovky

- onemocnění: malárie, přenos: komáři rodu Anopheles, člověk meziphostitel, hostitel komár

rozmnožování:

1. inokulace sporozoity
2. napadají jaterní parenchym člověka (schizogonie) - probíhá exoerytrocytální fáze, vznikají meronti a v nich několik tisíc merozoitů
3. napadají červené krvinky, probíhá erytrocytální fáze a malarický záchvat
4. s rozpadem krvinek se merozoiti mění na makro a mikrogamoty
5. nasaje je komár a v jeho těle vzniká zygota
6. vznik pohyblivé zygoty (aktivní ookineta)
7. ze střeva do slinných žláz a opět inokulace



Hematozoa – krvinkovky

- malárie (ze staroitalského mala aria = špatný vzduch) - epidemické onemocnění v oblasti tropů, subtropů a Středozeří
- *Plasmodium malarie* - zimnička čtvrtodenní - malarické záchvaty po 72 hodinách
- *Plasmodium vivax* - zimnička třetidenní - záchvaty po 48 hodinách
- *Plasmodium falciparum* - zimnička tropická - záchvaty nepravidelné, rezistentní vůči chemoterapeutikům, často končí smrtí, dnes více než 200 milionu lidí



Ciliophora – nálevníci

- 8000 druhů

3 hlavní rysy:

stavba kortexu – specifický buněčný povrch

jaderný dualismus – makro a mikronukleus

konjugace - jako sexuální proces životního cyklu – výměna částí rozděleného mikronuklea následovaná několika mitózami

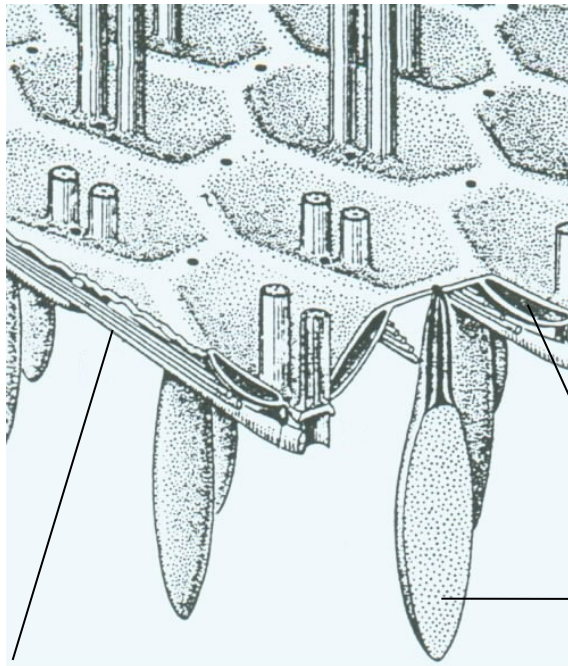
system nálevníků:

- současný systém na základě ultrastruktury kortexu, somatogeneze, životních cyklů a molekulární data



struktura kortexu:

- součástí kortexu jsou **alveoly, extrusómy** (obrana a lov), nejčastější obranný typ je **trichocysta, kinetodesmální fibrily** – stažitelná vlákna napojená na báze brv
- změna tvaru - kontrakce **myoném** (= svazky filamentů pod mikrotubulárními pásy) - kontrakci ovlivňuje kalcium ne ATP
- systém **mikrotubulů** vyztučuje buňku



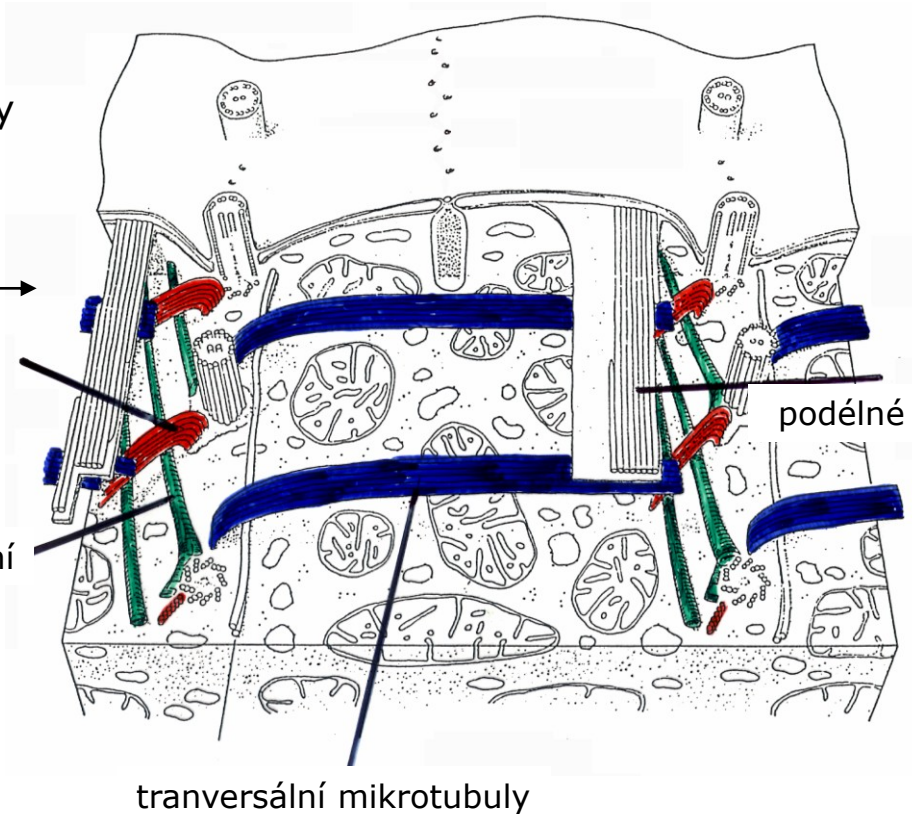
kinetodesmální fibrila

postciliární mikrotubuly

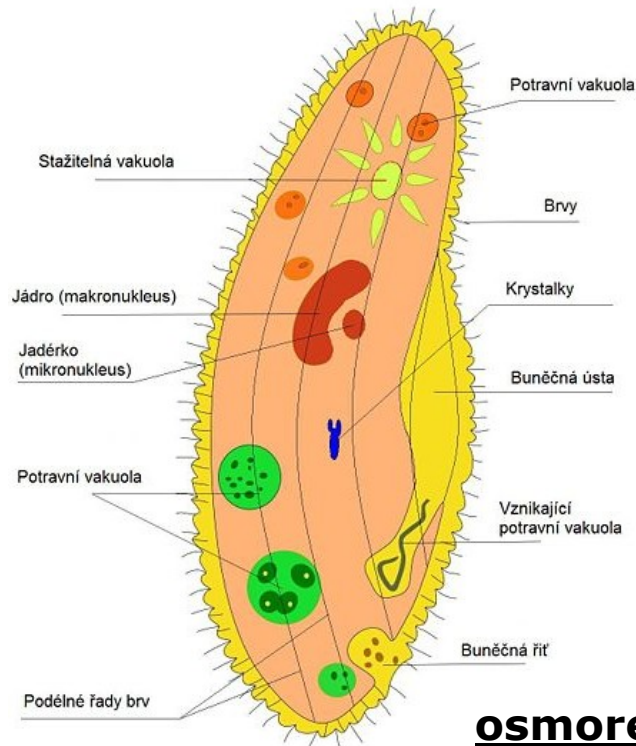
bazální

alveola (váček s roztoky bílkovin a polysachridů)

trichocysta s anorganickým hrotem (při podráždění vystřelení - rychlé řetězení bílkovin - vznik ochranného obalu)



tranversální mikrotubuly



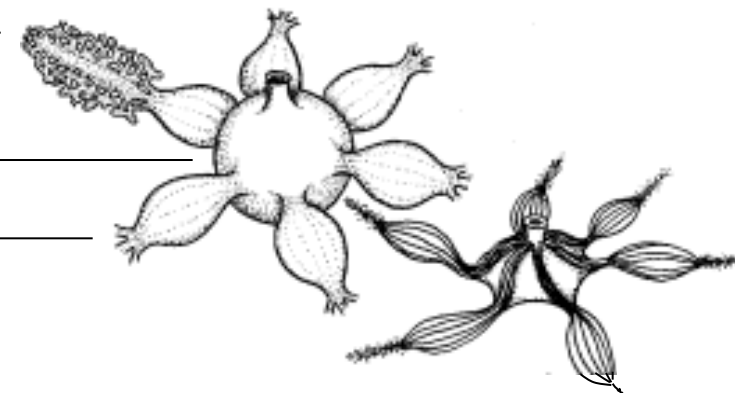
potravní organely:

- cytostom = buň. ústa: často v prohlubni, kolem seřazeny brvy nebo membranely k přihánění potravy
- cytofarynx = buněčný hltan
- potravní vakuoly kolují v cytoplasmě, trávicí fermenty získávají z váčků vznikajících v lysozomech
- cytopyge = buněčná řiť

osmoregulační organely =

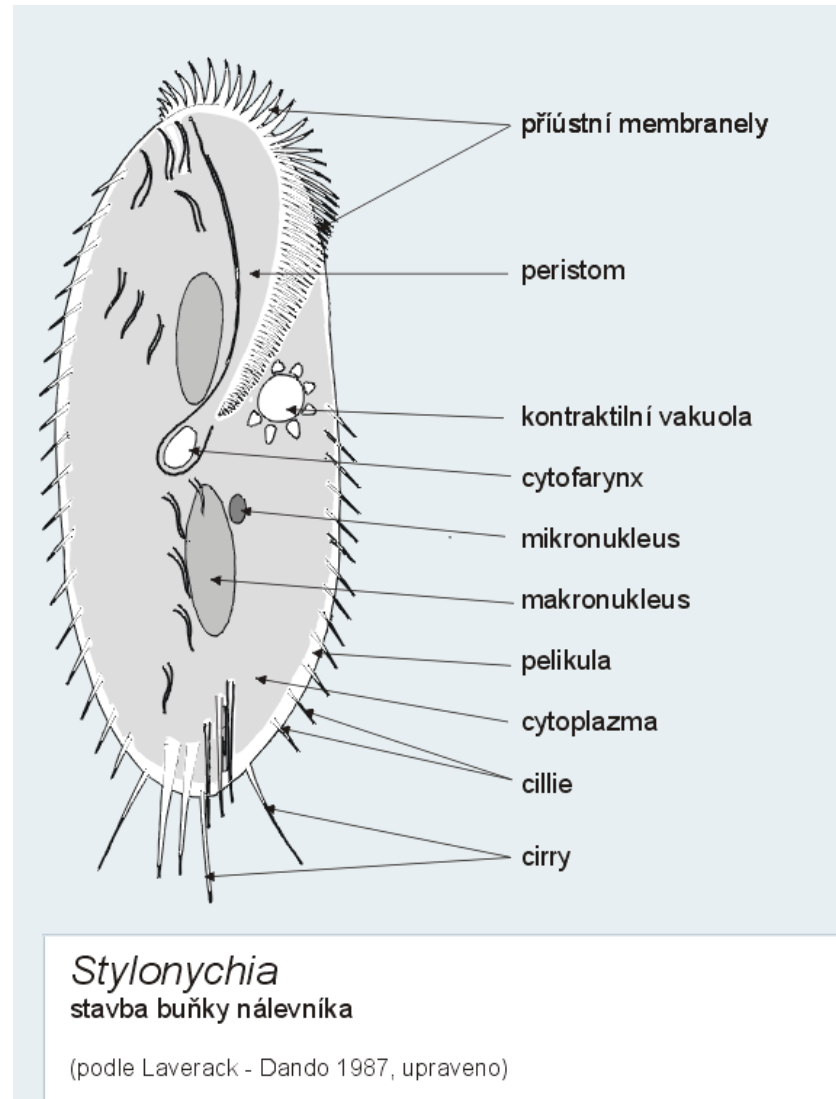
kontraktilní vakuoly:

- přívodní houbovitě kanálky
- pulzující vakuola
- kolem ampuly
- systém podpírají mikrotubuly



pohybové:

- tělo je pokryto brvami (cilie), stavbou podobné bičíkům, slouží k pohybu a přihánění potravy
- modifikací vznikají cirry
- a lupínkovité membranely



Ciliophora – nálevníci celkem 11 skupin, zde 6 nejvýznamnějších:

Heterotrichea

Heterotrichida - různobrví

Spirotrichea – „spodobrví“

Litostomatea

Trichostomatida

Entodiniomorphida - bachořci

Phyllopharyngea

Suctorida - rournatky

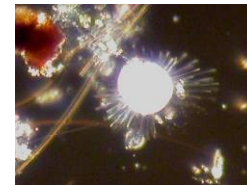
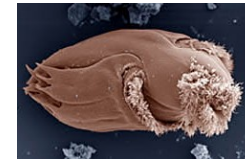
Prostomatea

Oligohymenophorea - chudoblanní

Hymenostomatida

Peniculata

Peritrichia - kruhobrví



Heterotrichea

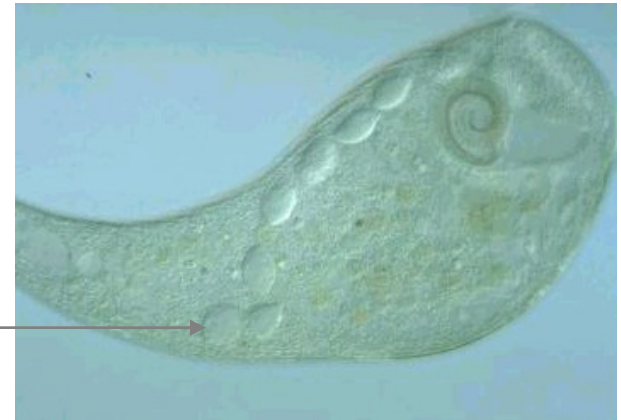
- dlouhé tělo, často stažitelné
- makronucleus dělen makronukleárními mikrotubuly

Heterotrichida - různobrví

- mají různé brvy: krátké cilie na povrchu
- a dlouhé spojené v membranely u cytostomu
- jiný tvar při pohybu

Stentor sp. – morskavka, největší prvok
často zochlorelly, růžencové jádro

Spirostomum sp. – plazivenka, růžencové jádro,
velká pulzující vakuola





Spirotrichea – „spodobrví“

- dorzoventrálně zploštělí
- na hřbetní straně hmatové brvy
- na břišní straně cirry - pohyb po podkladu

Stylonychia sp. – slávinka

2 jádra

peristom (příústní otvor) níže
přední část rozšířená



Euplotes sp. - lezounek

jádro zaškrčené

potrava jednobuněčné řasy,
bičíkovci, kvasinky

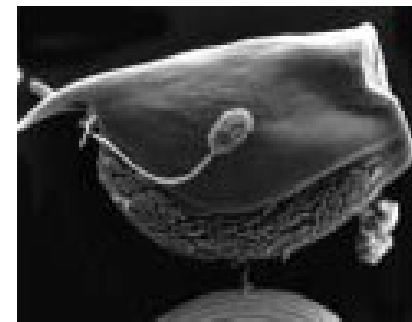
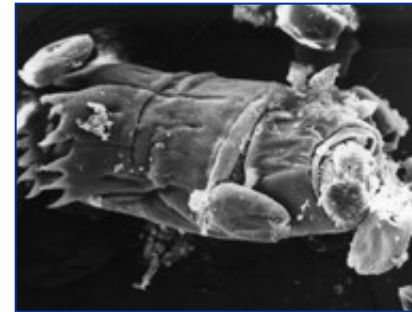
Litostomatea

Trichostomatia - bachořci

- bachoroví komenzálové u přežvýkavců (skot, ovce, kozy)
- potrava - bakterie, celulóza, prvoci
- nevytváří potravní vakuolu
- pevná kutikula, skeletové destičky
- řasinky redukovány

Ophryoscolex sp. - s bodcem a trny

Entodinium sp.



Phyllopharyngea

Suctorida - rournatky

- přisedlí na stopce
- savé trubičky s haplocystami
- rozpouští peliculu
- posouvána pomocí mikrotubulů do buňky
- makro- a mikronukleus
- konjugace i pučení
- sladkovodní, mladí pohybliví



Tokophrya sp.

- na vodních rostlinách

Prostomatea

- brvy kolem cytostomu málo odlišné od ostatních
- nejsou cirry a membranely
- cystom na přídě buňky, draví a saprofágní

Coleps sp. - pancířík

- dravý nebo na uhynulých živočiších, na dně i v planktonu beta-mezosaprobních vod, v porostech bublinatky
- tělo kryto dutými polysacharidovými destičkami
- vpředu a vzadu trny



Oligohymenophorea - chudoblanní

- brvy u cytostomu se výrazně liší od somatických
- málo membranel (od toho název chudoblanní)

Peniculata

Paramecium caudatum - trepka velká
okraje zadního konce svírají ostrý úhel
kanálky kontraktilních vakuol hvězdčicové
typická rýha u ústního otvoru

Hymenostomatida

Colpidium sp. - bobovka - bakteriofág





Peritrichia - kruhobrví

- na předí levotočivá spirála z membranel směřující k cytostomu
- bez somatických brv

Vorticella sp. - vířenka

jednotlivě přisedlí v koloniích, spirálovitě stočitelná stopka

spasmonéma, brvy kolem cytostomu, makronucleus podkovovitý

telotroch=mladý plovoucí jedinec



Trichodina pediculus - brousilka nezmaří

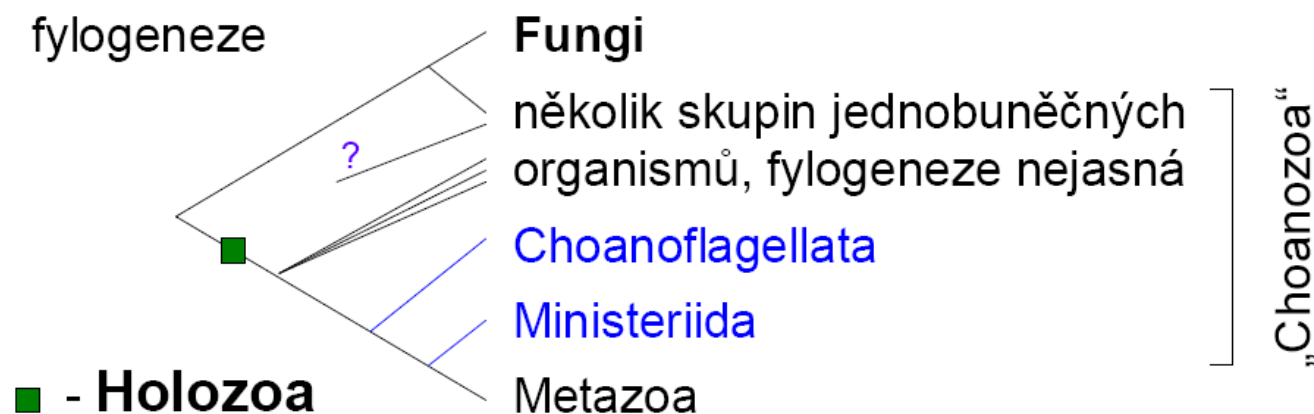
komenzál - ektoparazit nezmarů

brvy a chitinózní háčky - disk

rotace - seškrabování - bakterie, sliz, epitel hostitele

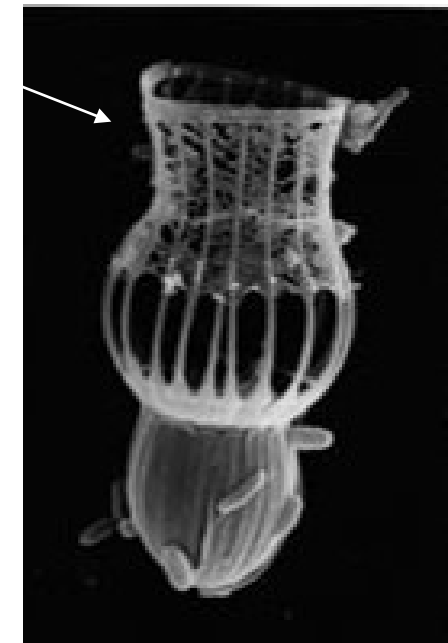
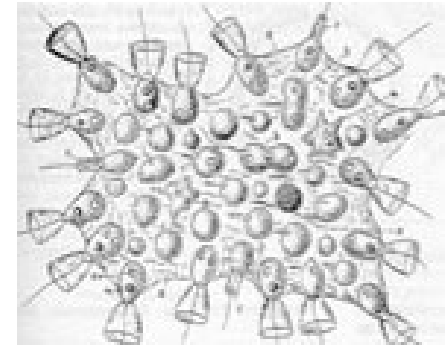
„říše“ OPISTHOKONTA

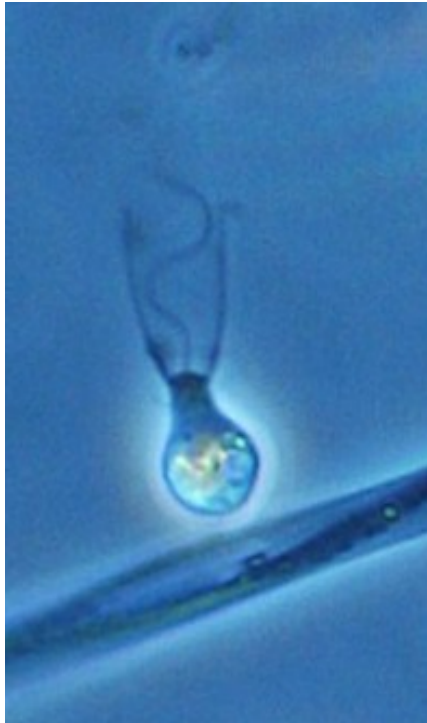
- jednobuněčná stádia mají jednoduchý tlačný bičík
- mitochondrie s plochými kristami
- u některých skupin schopnost syntetizovat kolagen a využívat glykogen jako zásobní látku



Choanoflagellata – trubénky (=Choanozoa s. str.)

- sladkovodní i mořské, volně žijící i přisedlé, soliterní i koloniální
- často s želatinózním obalem a někdy s jemnými křemičitými nebo celulózními schránkami
- bičík je obklopený cytoplazmatickým límečkem“ = kruhem 15-50 mikrovilů (tyčinkovité výběžky plazmy) vyztužených aktinovým cytoskeletem a propojených vláknitou sítí
- přes mikrovily je pohybem bičíku hnána voda, zachycení potravy, fagocytóza
- buňky kolonií propojené cytoplazmatickými můstky, vnitřek obsahuje amoeboidní buňky v slizovité hmotě – připomíná jednoduše stavěného živočicha
- množí se nepohlavně, některé přisedlé produkují stádia s tlačným bičíkem – ty se nemohou dělit (zůstalo to i mnohobuněčným – spermie, neuron se nedělí)





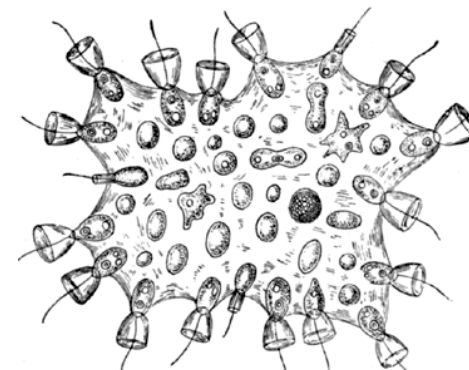
Choanoflagellata – trubénky

Salpingoeca amphoroideum - trubénka baňkovitá

- schránka z křemičitých idiosomat, na rašelinících a vodních rostlinách

Proterospongia haeckeli - trubénka Haeckelova

- koloniální, mořská
- u tohoto rodu jsou známy složité vývojové cykly se střídáním jedno- a mnohobuněčných fází i přisedlých a pohyblivých



Proterospongia colony/organism from Thomson (1922)