

## 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

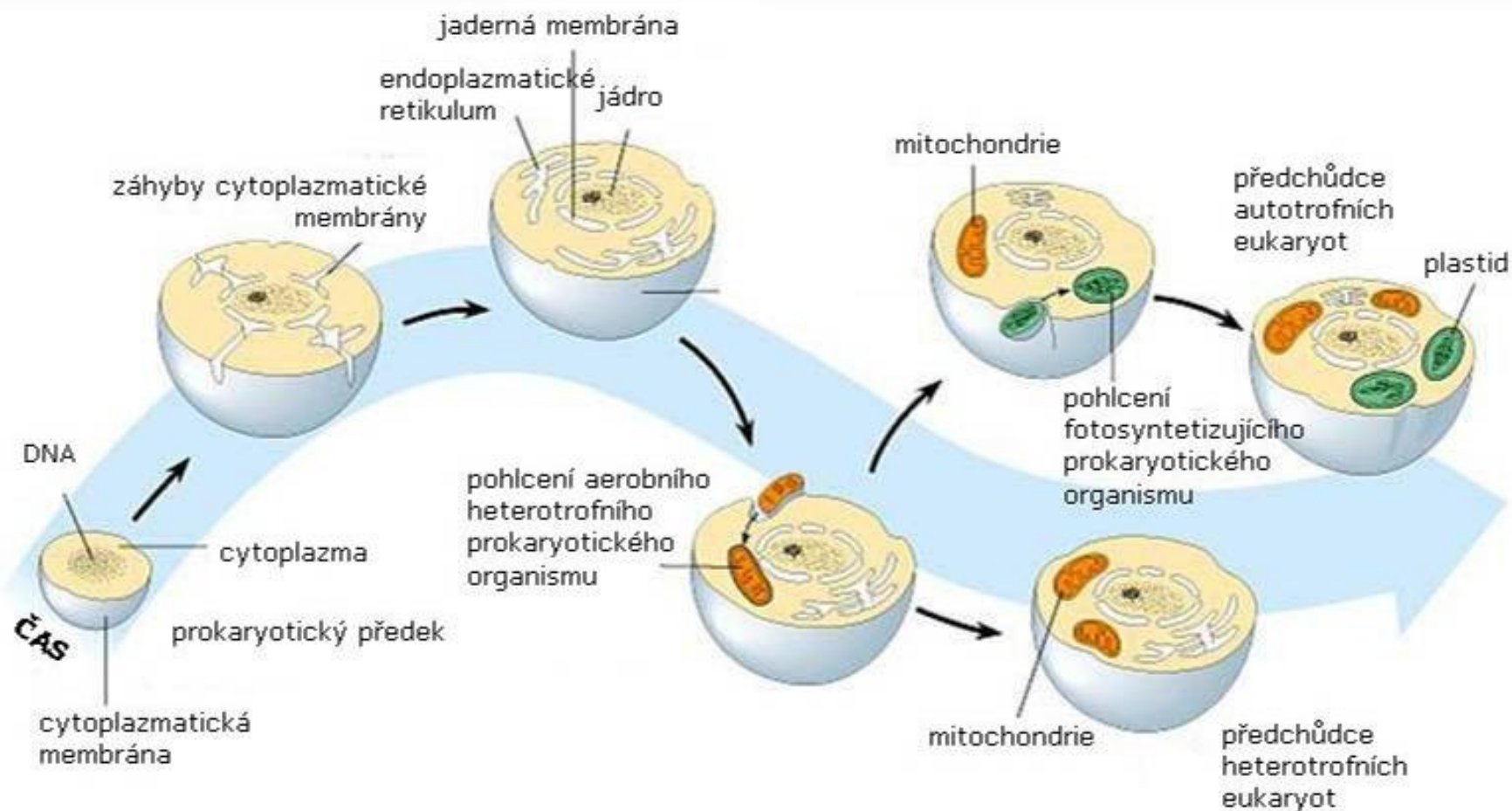


- **Eukaryota** – rostliny, houby, „řasy“, „prvoci“ a živočichové  
vznikla z archeí, po získání cytoskeletu a schopnosti fagocytovat

## Vznik eukaryotické buňky:

## Teorie endosymbiózy

Lynn Margulisová 1970 a 1996



## ▪ Eukaryota

### změny oproti prokaryotickým organizmům:

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

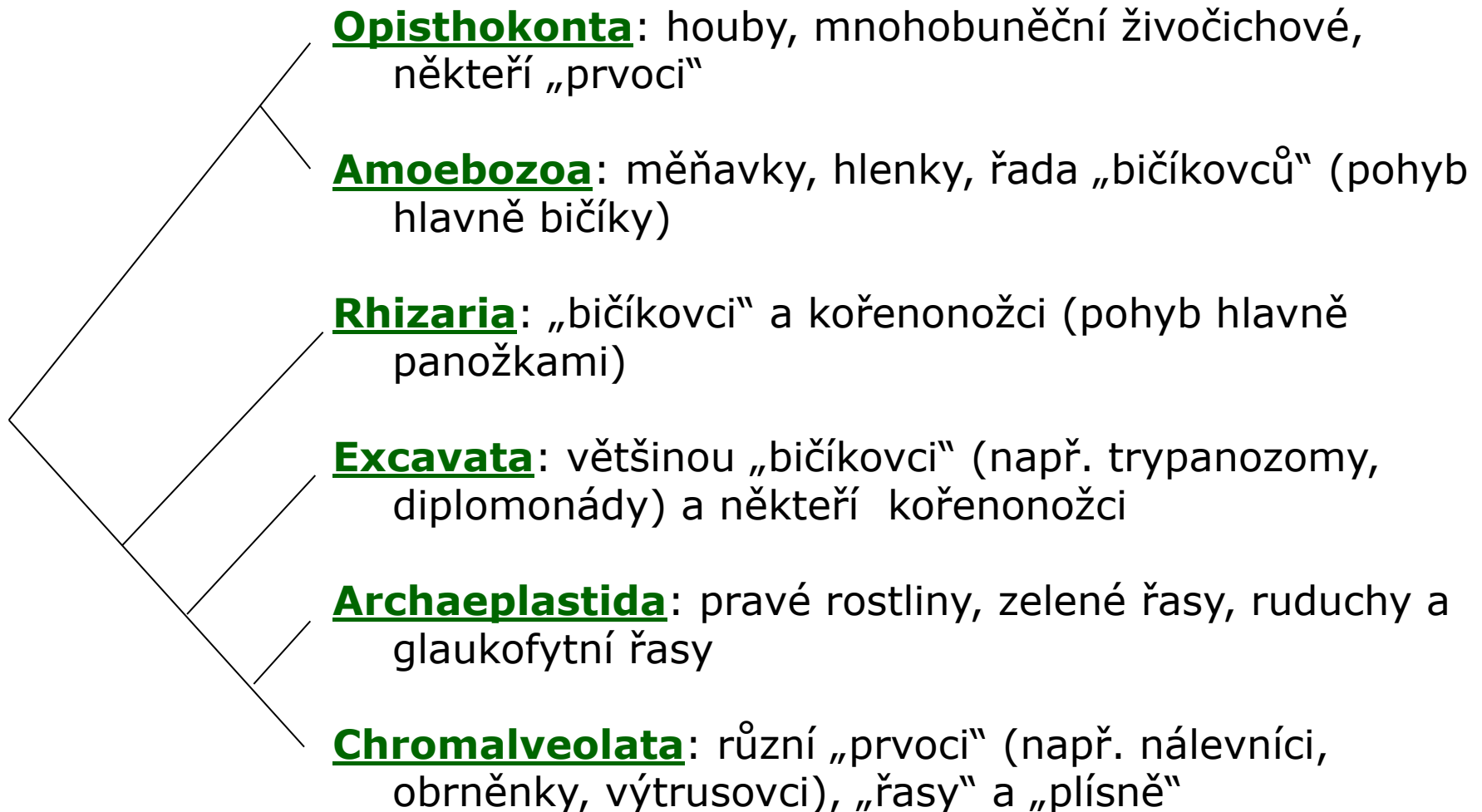
Dle amerických autorů Cavalier-Smith (1983) a Corliss (1994)

- **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** – mnohobuněčné organizmy s chloroplasty
- **Fungi** – heterotrofní eukarotické organizmy produkující buněčnou stěnu
- **Animalia** – mnohobuněčné heterotrofní organizmy

Protista

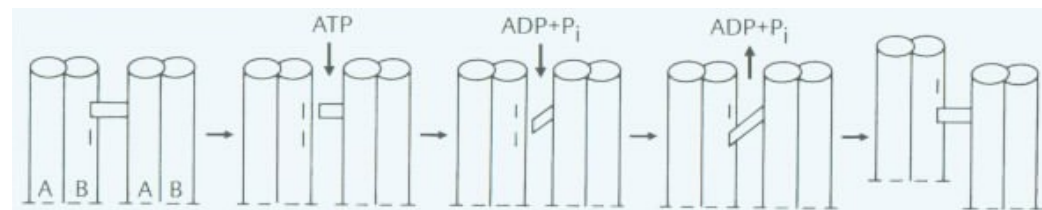
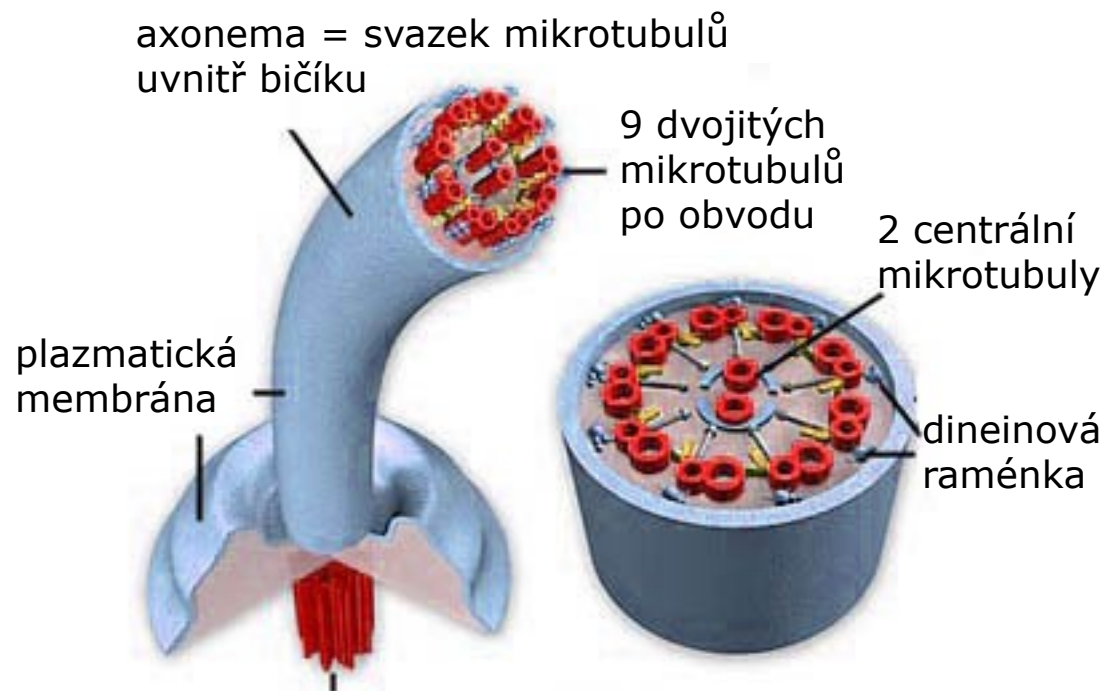
**Protista** zahrnovala dříve jednobuněčné „živočišné“ organizmy. **Dle fylogenetického pojetí** se jedná o polyfyletický taxon bez společného předka založený pouze na symplesiomorfním znaku - jednobuněčnosti.

## Fylogenetické dělení eukaryot – nové: 6 „říší“



## 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

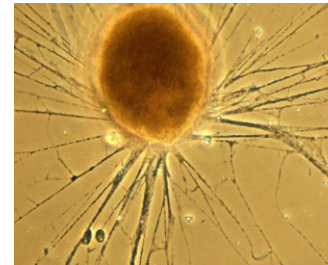
retikulopodie – podobné jako  
filopodie, ale s anastomozami  
(příčnými spojkami)

axopodie – mikrotubuly silně  
vyztužené s lepivou rheoplazmou na  
povrchu

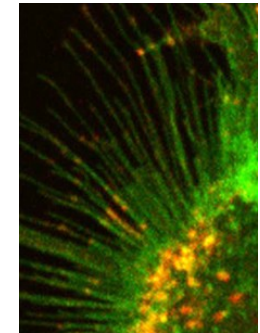
typy panožek: **lobopodie**



**retikulopodie**



**filopodie**



**axopodie**



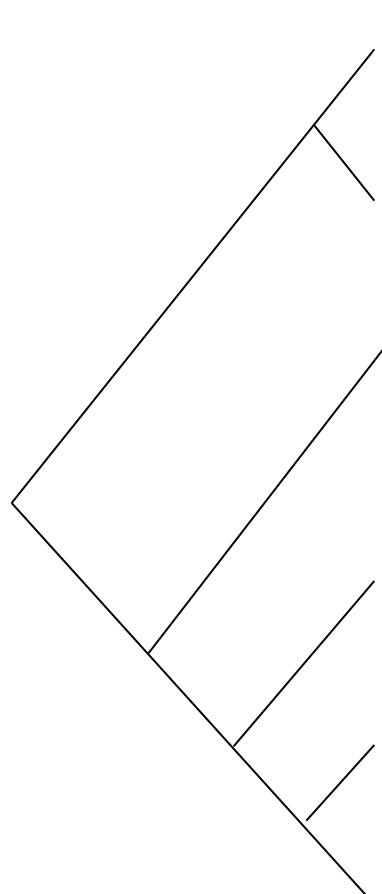


## Jednobuněčná Eukaryota - společné znaky:

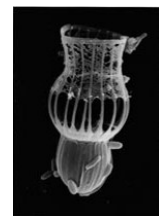
- **život v tekutinách** – voda, stačí i tenká povrchová blanka, tělní tekutiny (parazité, symbionti)
- šíření a přečkání nepříznivých podmínek - **spóry** = struktury sloužící k rozmnožování, adaptované k šíření a snášení nepříznivých podmínek, většinou bez zásobních látek a  
**cysty** = klidová stádia 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 jednobuněčné organizmy = **fagotrofie**, smíšená výživa = **mixotrofové** nebo s **autotrofními** symbionty



# Výběr důležitých skupin jednobuněčných eukaryot (označené zeleně tučně)



**Opisthokonta: Choanoflagellata** - trubénky



**Amoebozoa: Lobosea** - lalokonozí

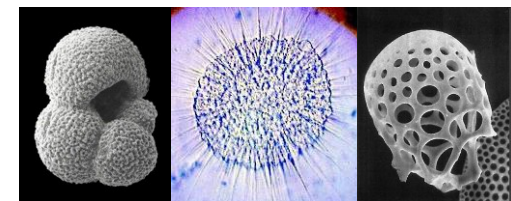


**Rhizaria: Foraminifera** - dírkonošci

**Heliozoa** - slunivky

**Radiolaria** - mřížovci

**Filosea** - nitkonozí



**Excavata: Euglenozoa** - bičivky a krásnoočka

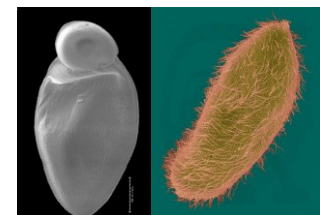


**Archaeplastida**



**Chromalveolata: Apicomlexa** - výtrusovci

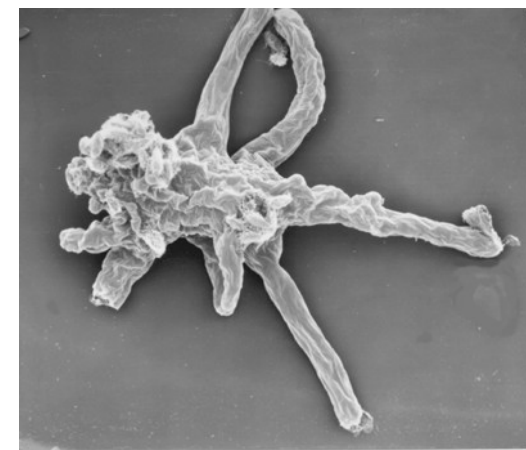
**Ciliophora** - nálevníci



## „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

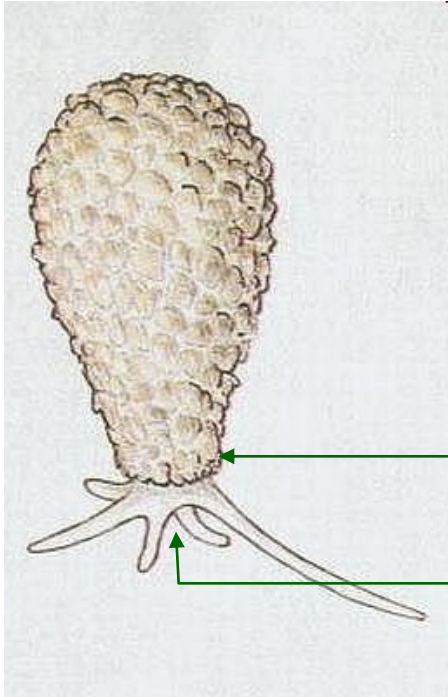
### *Amoeba proteus* – měňavka velká

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

### *Entamoeba histolytica* – měňavka úplavičná

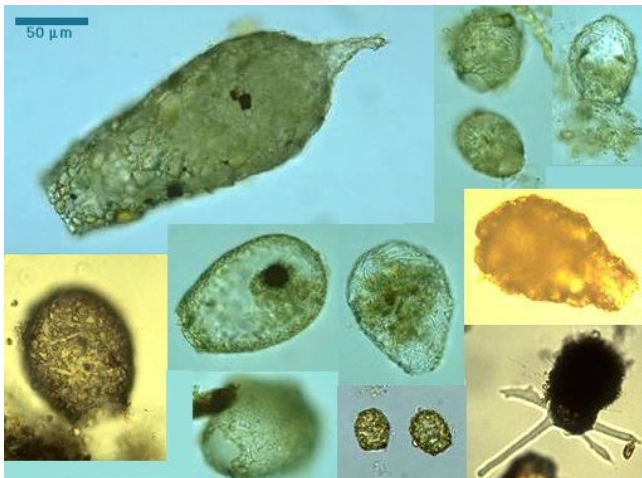
- původce amébové dysentérie (krvavé průjmy, horečka, vyčerpání)
- forma „minuta“ žije neškodně v tlustém střevě; tvoří cysty – přenos z fekálií na nového hostitele
- může se změnit na silně patogenní formu „magna“ produkující proteolytické enzymy
- tropy a subtropy, střevní parazit člověka





## 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**





**Arcella** - štítovka

- pseudochitinózní schránka

**Difflugia** - rozlitka

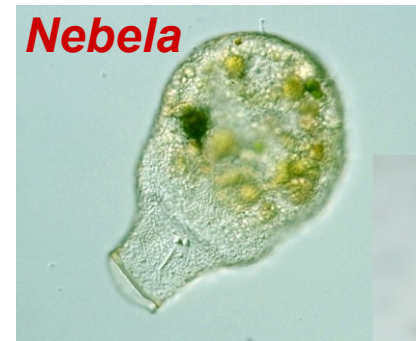
- schránka z nerostných úlomků (xenosomata)

**Nebela** - zdobenka

- schránka z vápenitých destiček (idiosomata)

**Centropyxis** - ježenka

- schránka pseudochitinózní s xenosomaty





## „říše“ RHIZARIA

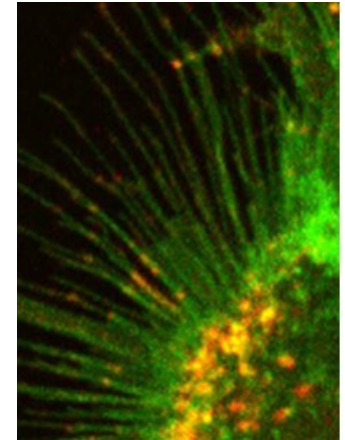
- morfologicky i ekologicky heterogenní skupina kořenonožců a některých „bičíkvců“
- panožky sloužící k pohybu:
  - typu filopodie (nitkovité),
  - reticulopodie (síťovité),
  - axopodie (paprsčité vyztužené mikrotubuly)

**Filosea** – nitkonozí

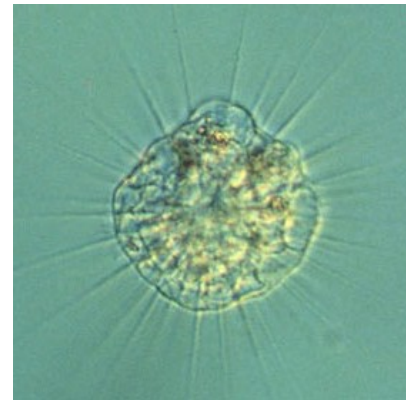
**Heliozoa** – slunivky

**Foraminifera** – dírkonožci

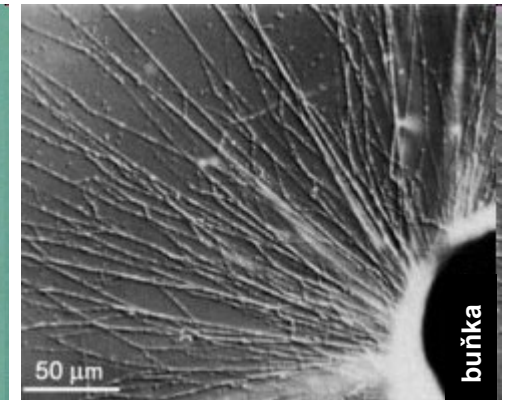
**Radiolaria** – mřížovci



filopodie (Filosea)



axopodie (Heliozoa a Radiolaria)



retikulopodie (Foraminifera)

## Filosea – nitkonozí

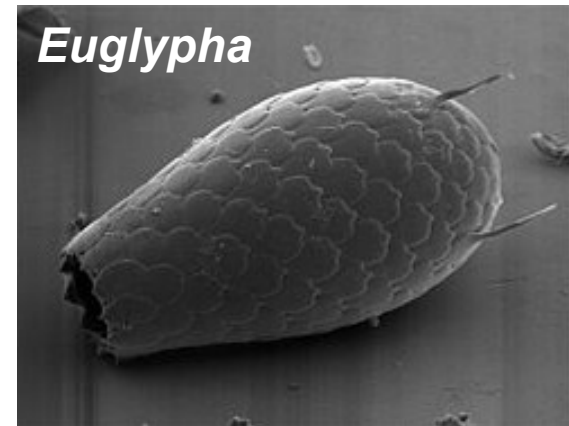
- mořští, sladkovodní, terestriční zástupci
- schránkatí i bez schránek
- panožky nitkovité (filopodia), výjimečně větvené nebo s anastomózami (spojkami)
- filopodie jsou vyztuženy fibrilární osou z aktinových filamentů

### **Euglypha** – křeménka

- schránka z křemičitých idiosomat, na rašelinících a vodních rostlinách

### **Nuclearia**

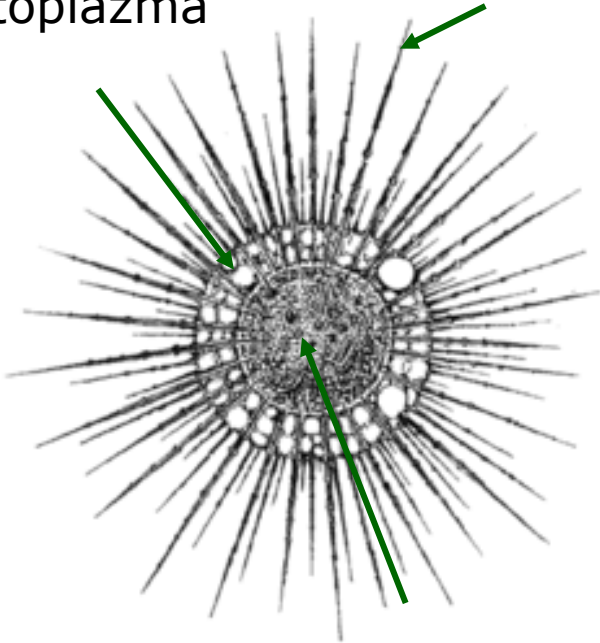
- bez schránky





vakuolizovaná  
ektoplazma

axopodium



endoplazma s  
jedním nebo  
mnoha jádry

## Heliozoa – slunivky

- mořští, sladkovodní, planktonní, přisedlí
- paprsčitá 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***



***Actinosphaerium eichhorni*** - slunivka  
obecná

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

***Acanthocystis aculeata***

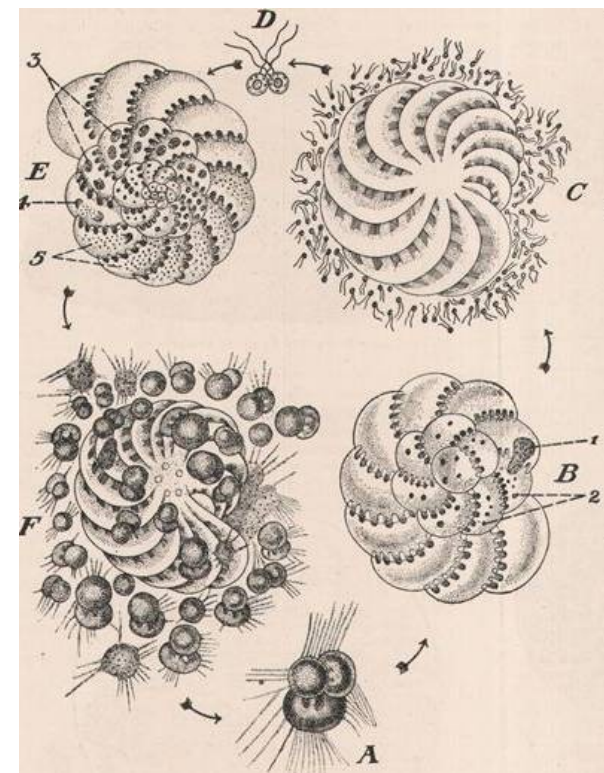
- kulovitá schránky s křemičitými destičkami a osténky, na vodních rostlinách

***Acanthocystis aculeata***



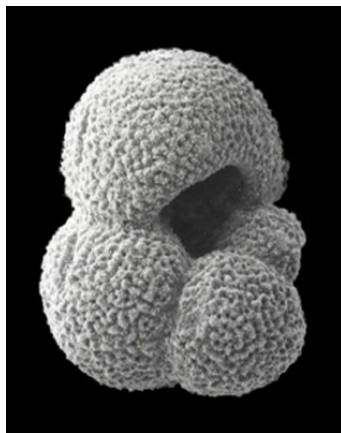
## Foraminifera – dírkonošci

- mořští, horninotvorní (kambrium), většinou bentičtí
- panožky síťovité (retikulopodie)
- schránky vápenité ( $\text{CaCO}_3$ ) nebo z mukopolysacharidů, často vícekomorové
- střídání pohlavního a nepohlavního rozmnožování (metageneze)
- často symbiotické obrněnky zoochlorelly a zooxantelly



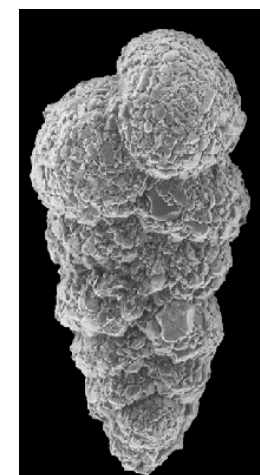
### *Globigerina*

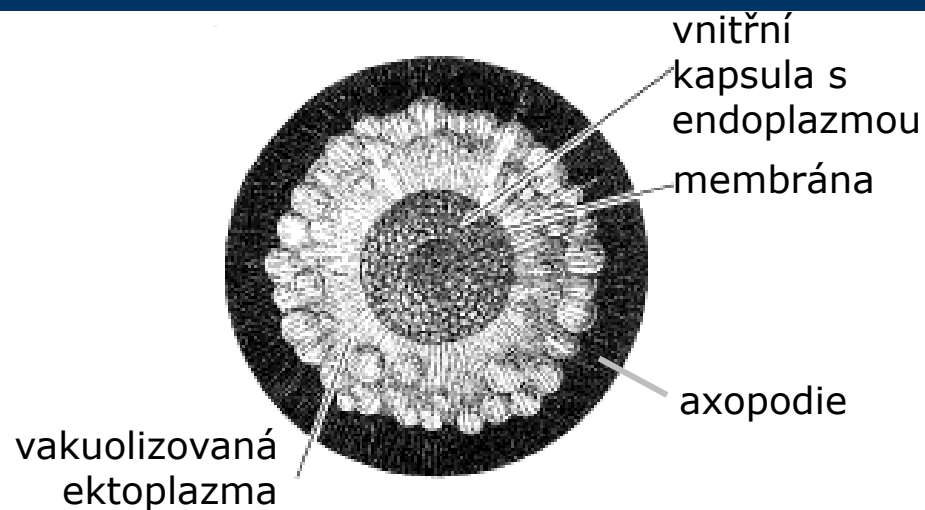
kulovinka



### *Spiroloculina*

### *Textularia*





## Radiolaria – mřížovci

- radiálně symetrické schránky z  $\text{SiO}_2$  nebo kyselého stroncia
- většinou z několika kapsul ve vnitřní kapsule z organických 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**



*Euglena viridis*

**Euglenoidea** – krásnoočka:

- cca 1000 druhů, dva bičíky na přídí, 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

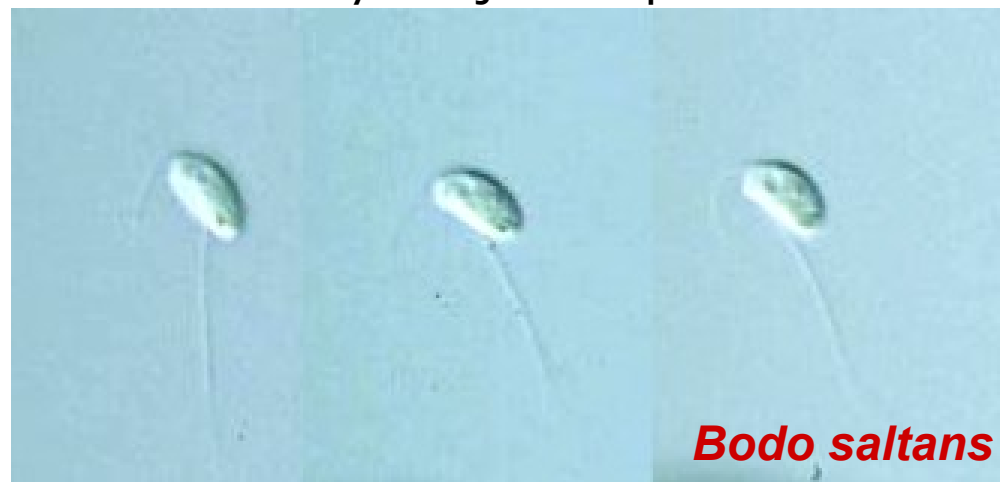
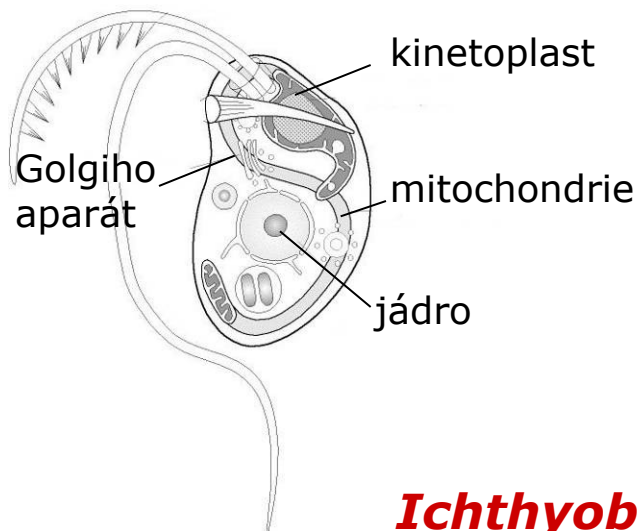


## Kinetoplastidea – bičivky:

- 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



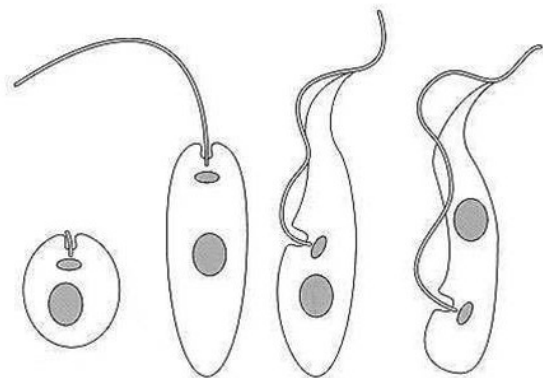
***Ichthyobodo necator*** - bičivka rybí – volně plovoucí nebo parazitující na pokožce ryb

## 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

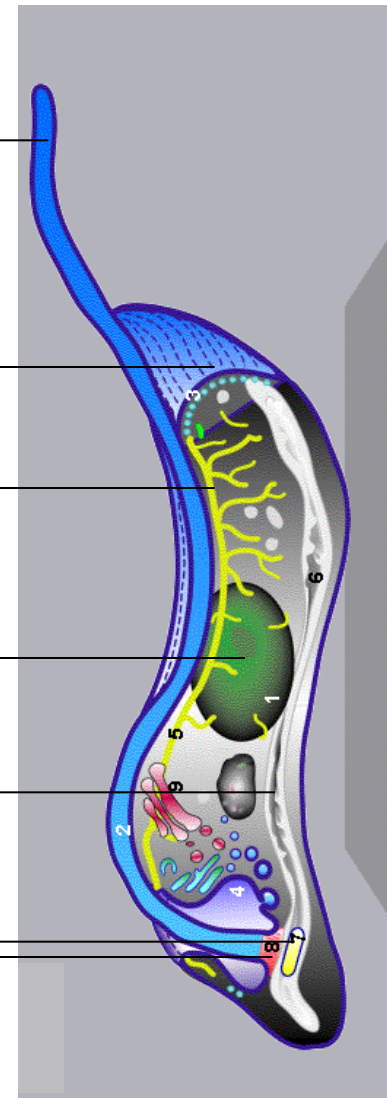
endoplazmatické  
retikulum

jádro

mitochondrie

kinetoplast

bazální tělísko  
(kinetosom)





## Trypanosomatida – trypanozómy

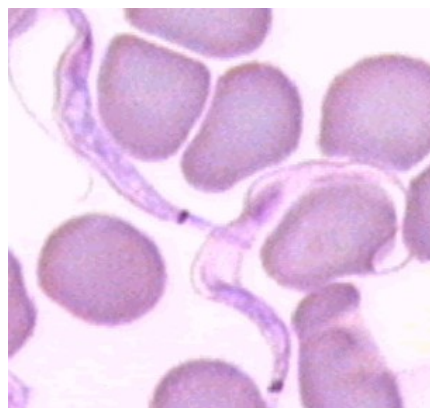
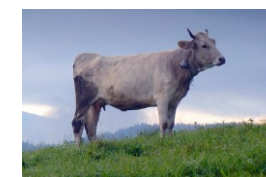
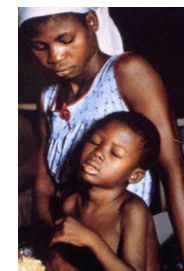
Příklady patogenních druhů:

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



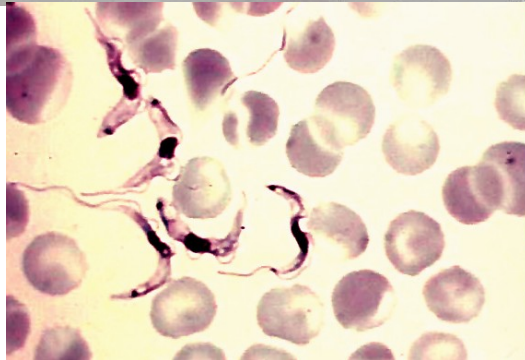
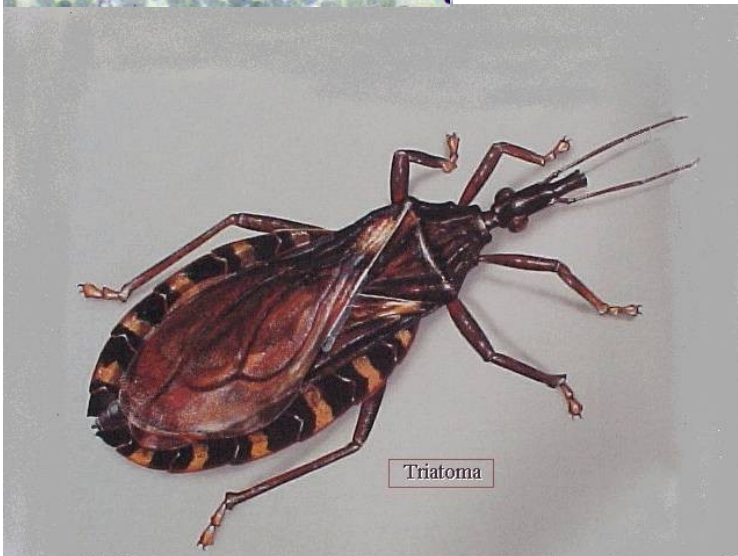
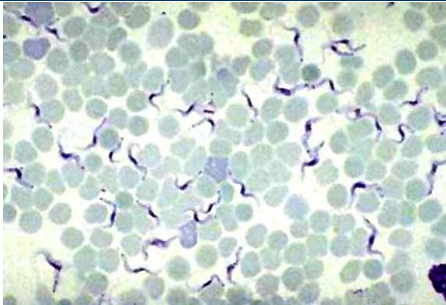
## Trypanosomatida – trypanozómy

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:

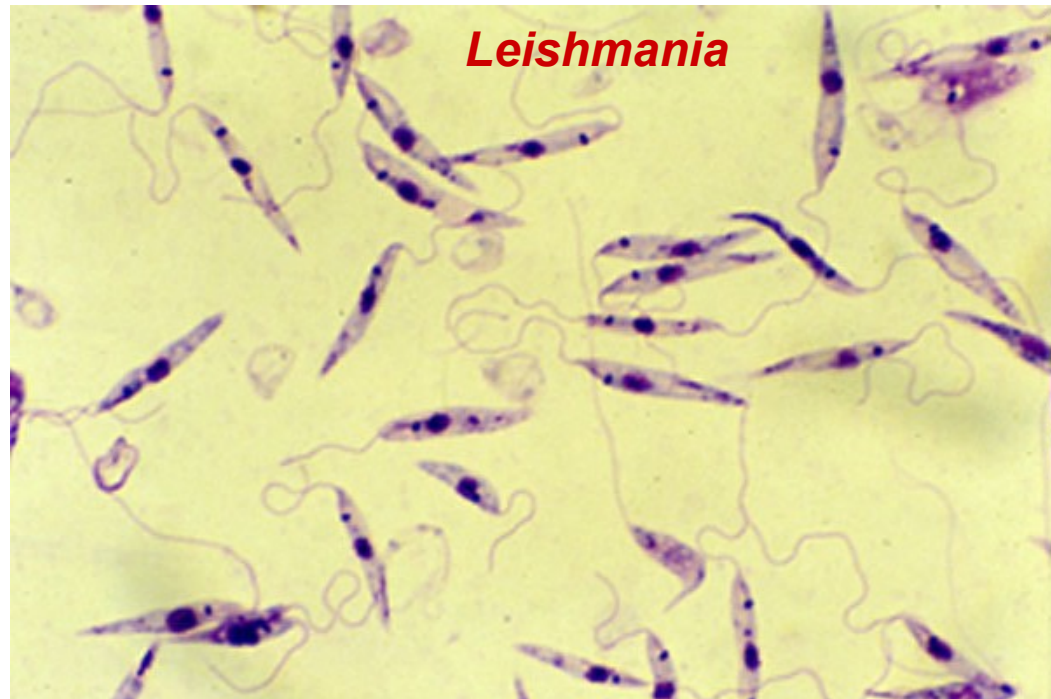
- ***Trypanosoma equiperdum*** - trypanozóma koňská - mimovektorový přenos pohlavním stykem, střední Evropa po II. sv. válce



## Trypanosomatida – trypanozómy

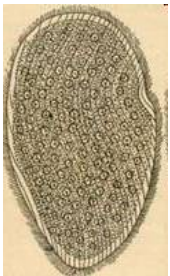
další nemoci způsobují zástupci rodu *Leishmania*:

- *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

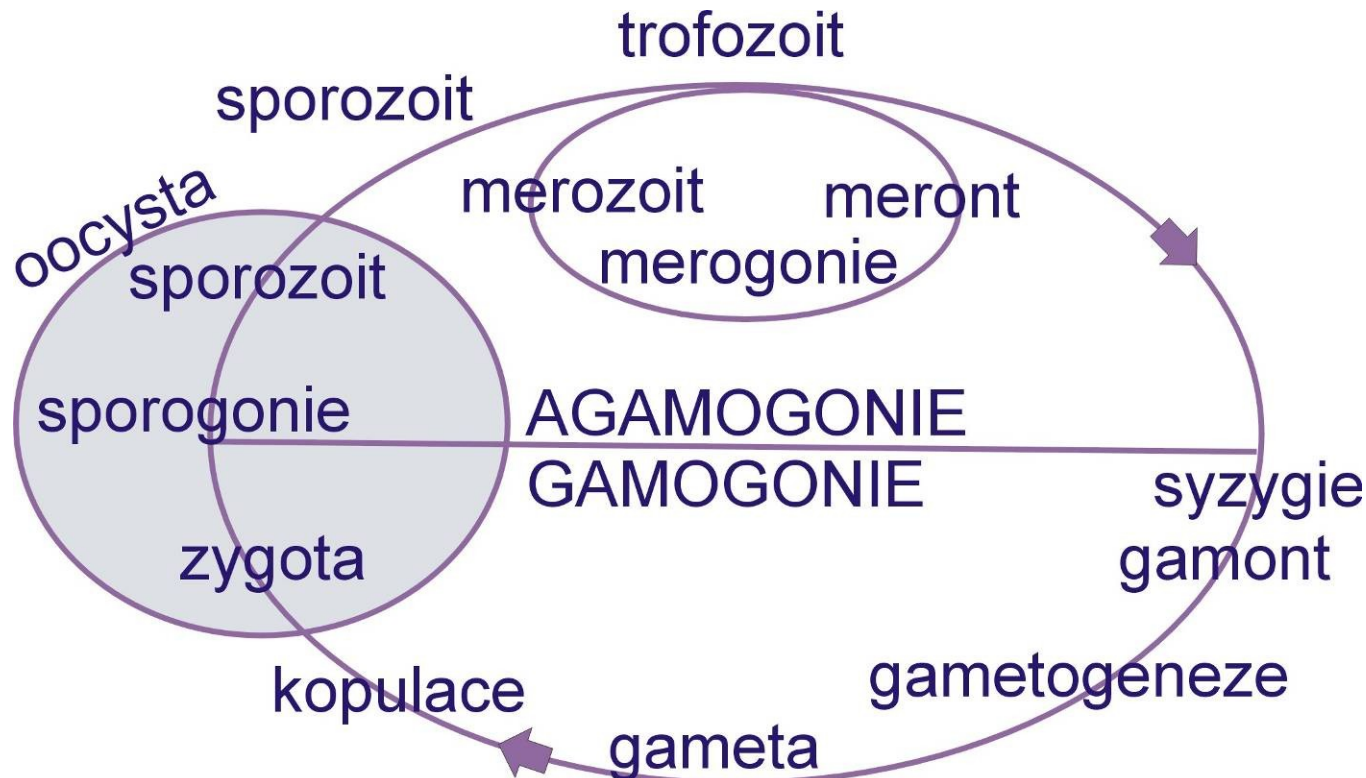
**Ciliophora** – nálevníci

} Alveolata



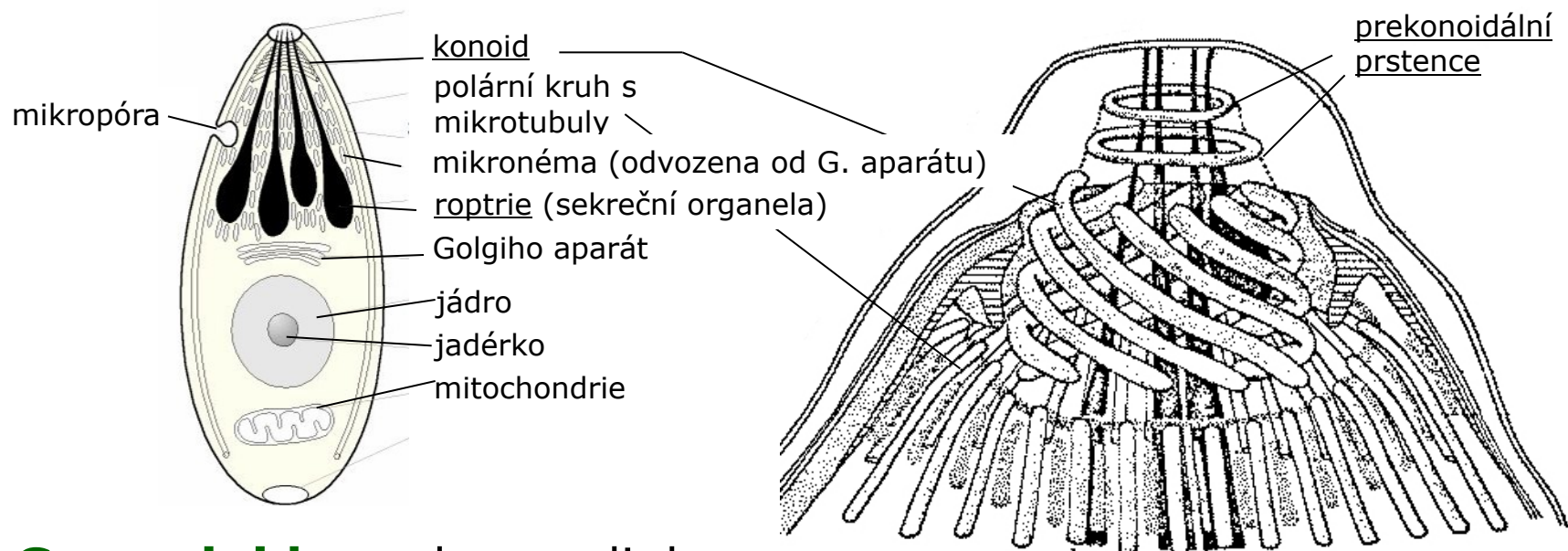
# Apicomlexa – výtrusovci

- 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** – hromadinky

**Coccidea** – kokcidie

**Hematozoa** – krvinkovky

## Gregarinidea – hromadinky

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

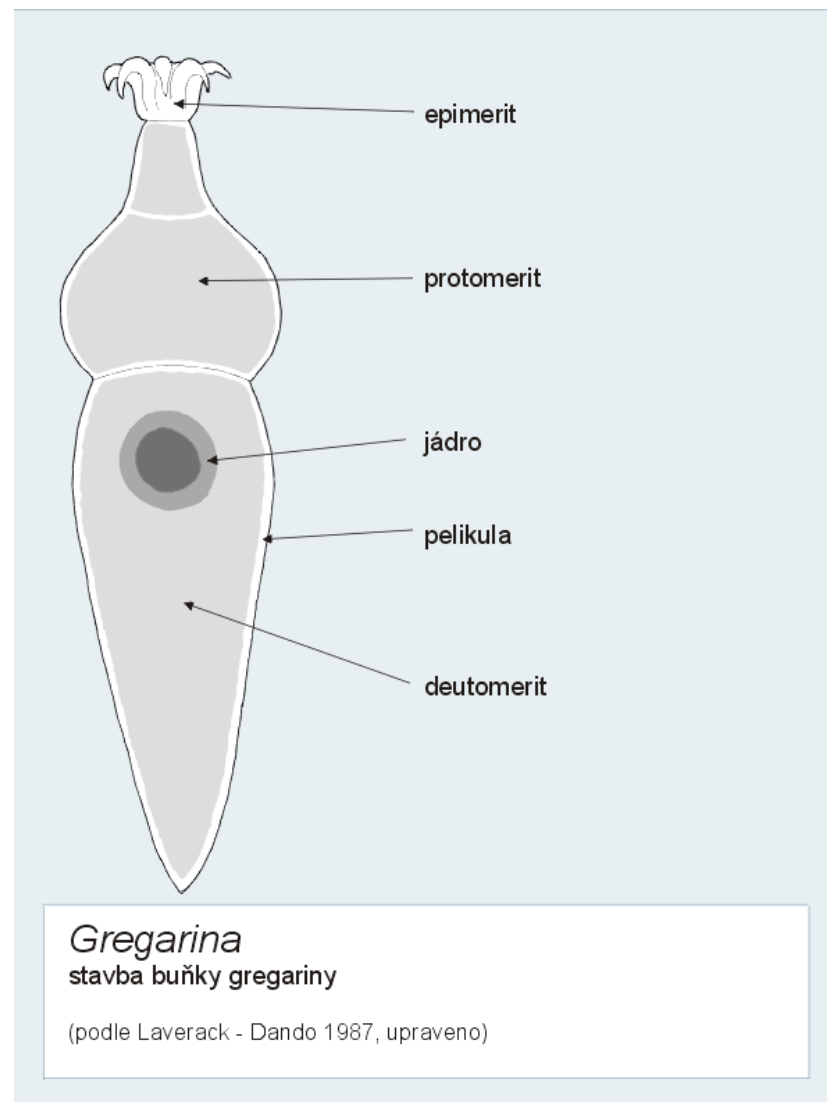
### **Gregarina blattarum** -

hromadinka švábí  
žije ve střevě švába  
druhu *Blatta orientalis*

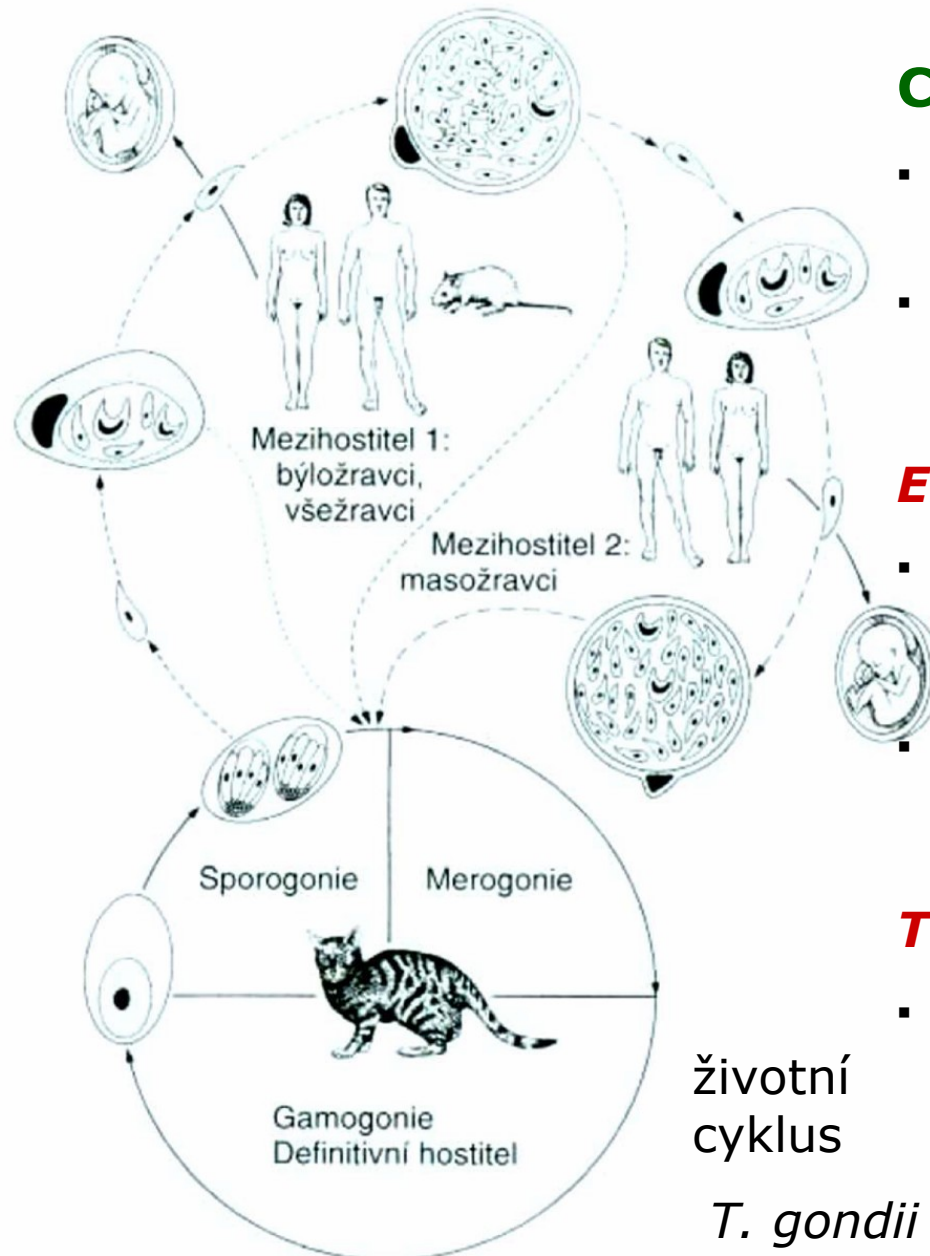


### **Gregarina polymorpha**

– 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

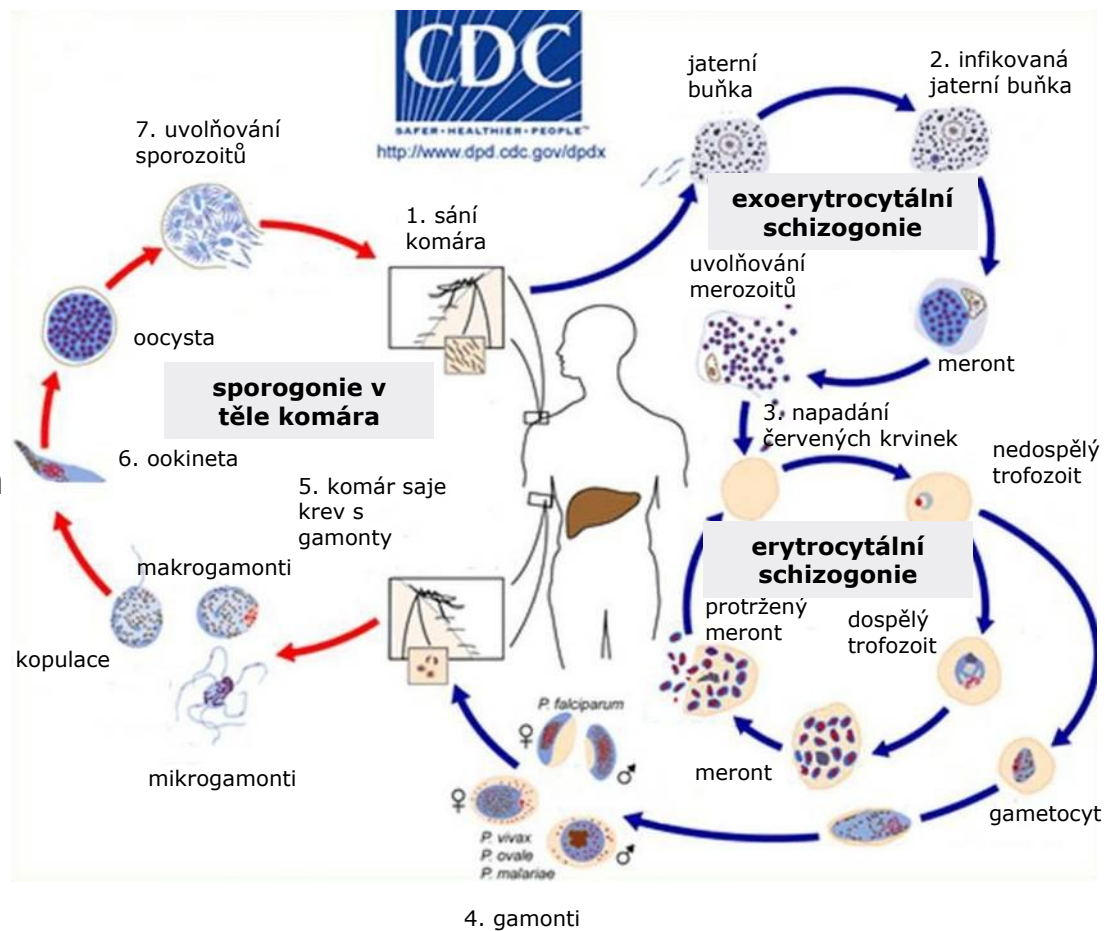
- v pohlavní fázi v kočkovitých šelmách, produkce oocyst, ty pozřeny teplokrevným obratlovcem, onemocnění očí, mozku, kongenitální přenos (15-40% nakažených)

## Hematozoa – krvinkovky

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

### rozmnožování:

- inokulace sporozoity
- napadají jaterní parenchym člověka (schizogonie) - probíhá exoerytrocytální fáze, vznikají meronti a v nich několik tisíc merozoitů
- napadají červené krvinky, probíhá erytrocytální fáze a malarický záchvat
- s rozpadem krvinek se merozoiti mění na makro a mikrogamoty
- nasaje je komár a v jeho těle vzniká zygota
- vznik pohyblivé zygoty (aktivní ookineta)
- 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 malariae*** - 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 pokryv

**jaderný dualismus** – makro a mikronukleus

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

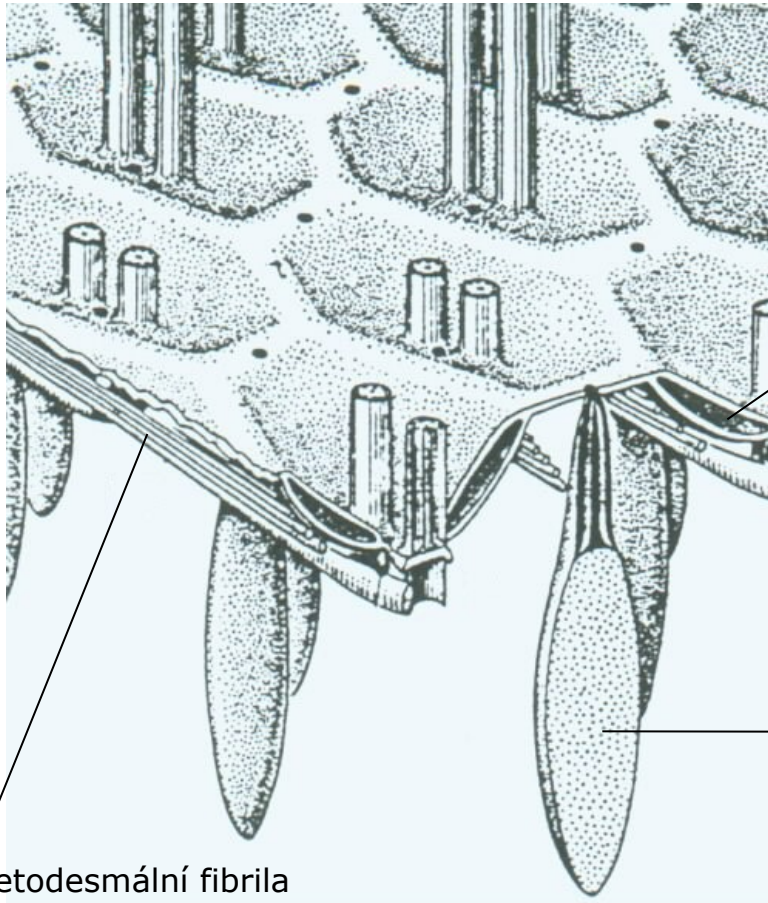
system nálevníků:

- současný systém na základě ultrastruktury kortexu, somatogeneze, životních cyklů a molekulárních dat



struktura kortexu:

- součástí kortexu jsou **alveoly**, **extrusómy** (obrana a lov), nejčastější obranný typ je **trichocysta**, **kinetodesmální fibrily** – stažitelná vlákna napojená na báze brv



alveola (váček s roztoky bílkovin a polysachridů)

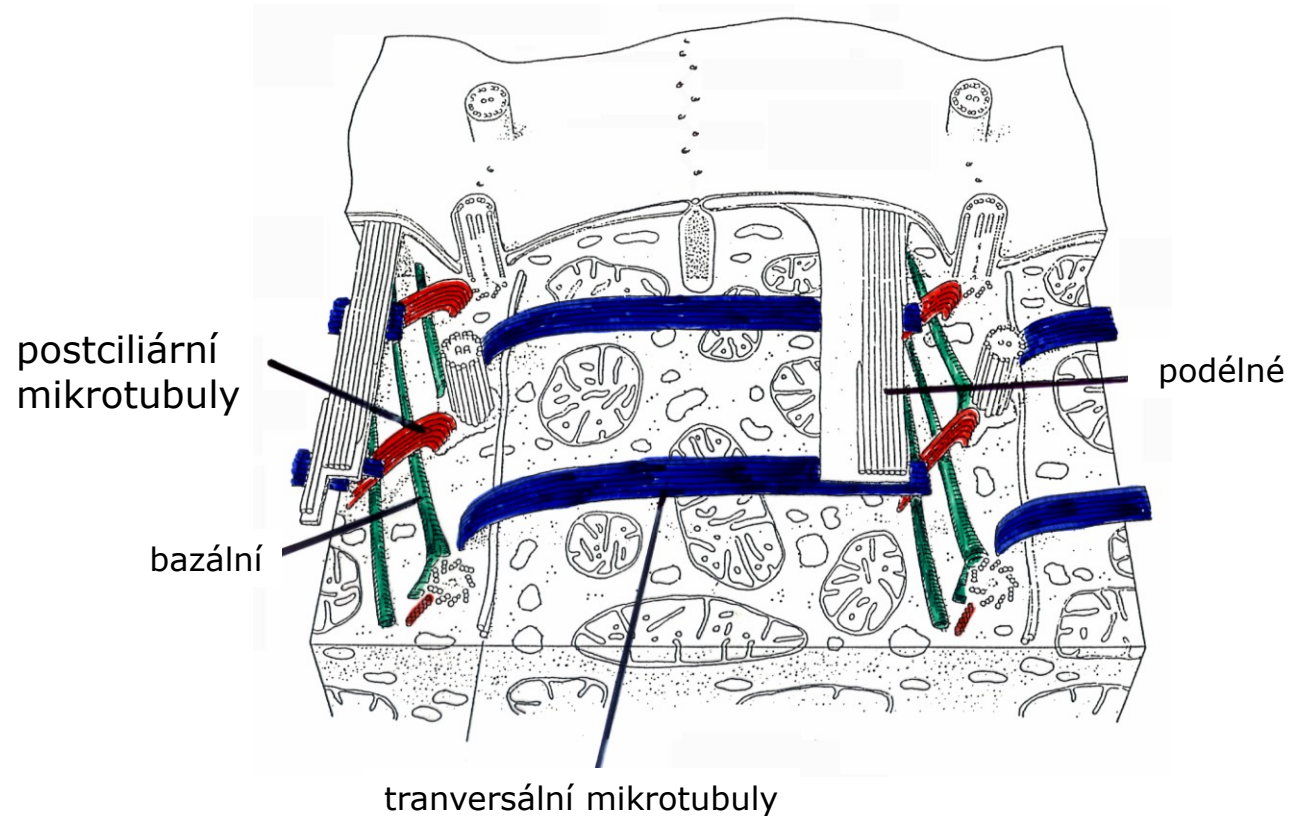
kinetodesmální fibrila

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

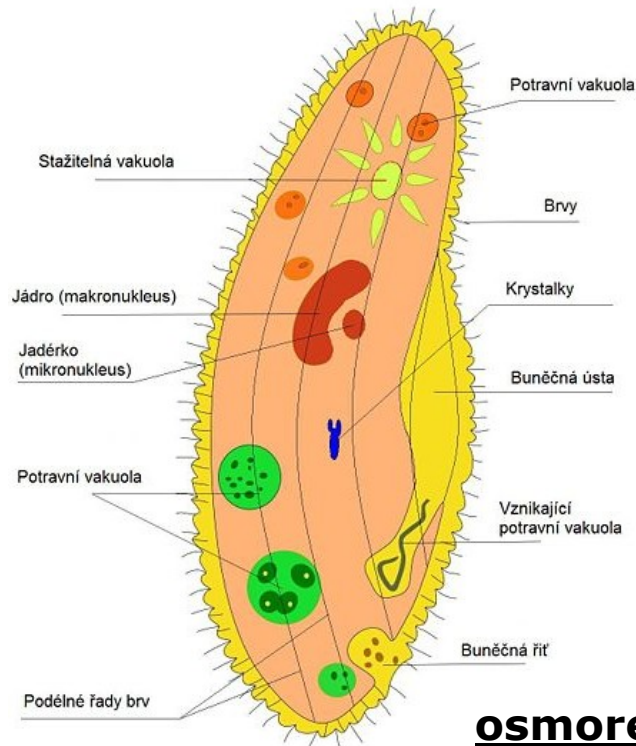


struktura kortexu:

- kontrakce **myoném** (= svazky filamentů pod mikrotubulárními pásy) - kontrakci ovlivňuje kalcium ne ATP
- systém **mikrotubulů** vyztužuje buňku







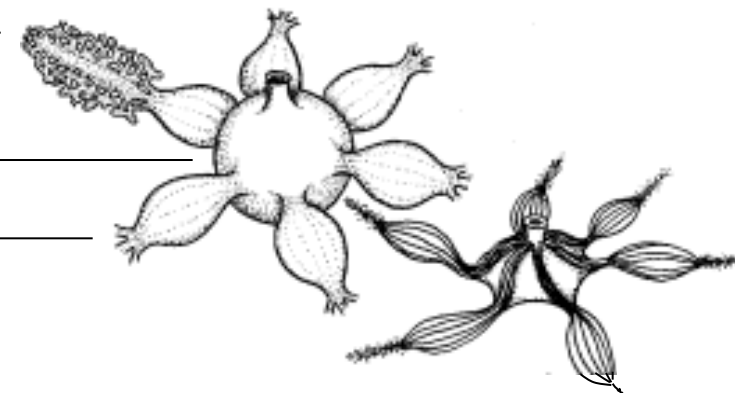
### potravní organely:

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

### osmoregulační organely =

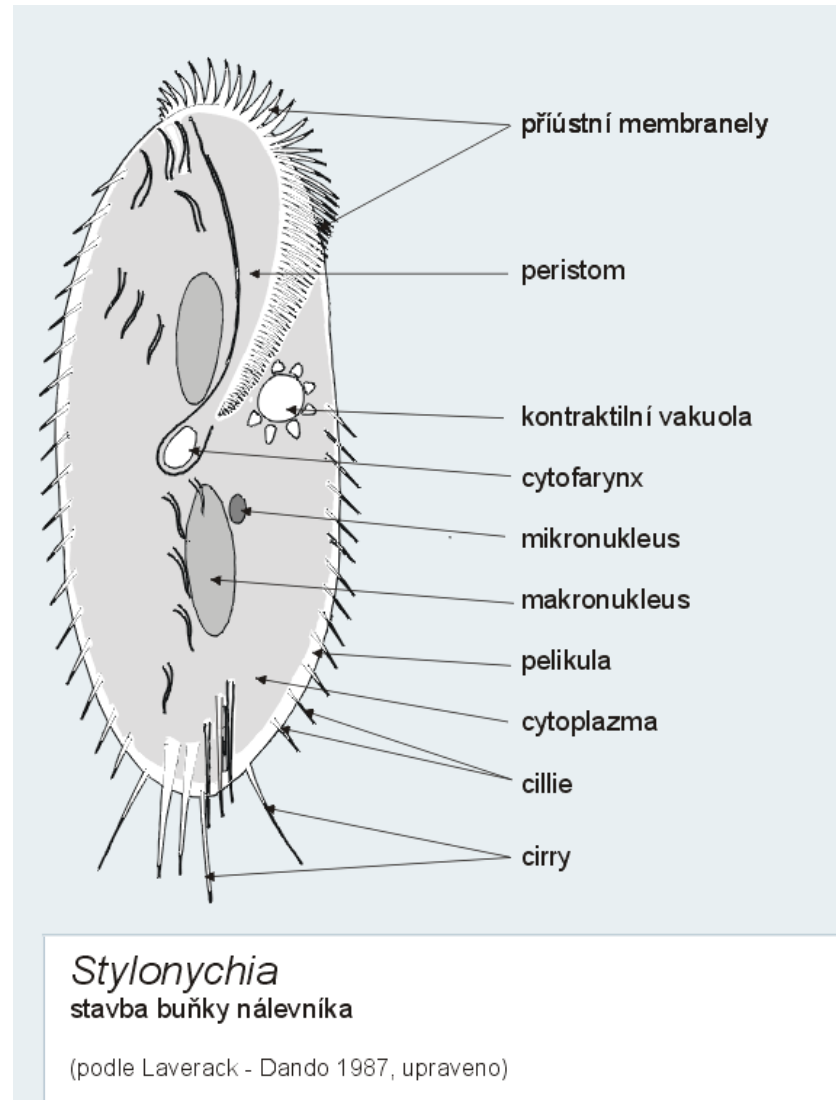
kontraktilní vakuoly:

- 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

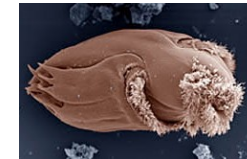


Spirotrichea – „spodobrví“

Litostomatea

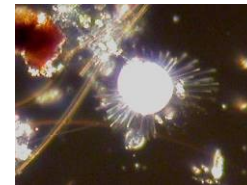
Trichostomatida

Entodiniomorphida - bachořci



Phyllopharyngea

Suctorida - rounatky



Prostomatea

Oligohymenophorea - chudoblanní

Hymenostomatida

Peniculata

Peritrichia - kruhobrví



## Heterotrichea

- dlouhé tělo, často stažitelné
- makronucleus dělen makronukleárními mikrotubuly
- mají různé brvy (od toho odvozen název „různobrví“): krátké cilie na povrchu
- a dlouhé spojené v membranely u cytostomu
- jiný tvar při pohybu

***Stentor*** sp. – mrskavka, největší prvok

často zoochlorelly (symbiotické zelené řasy),  
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



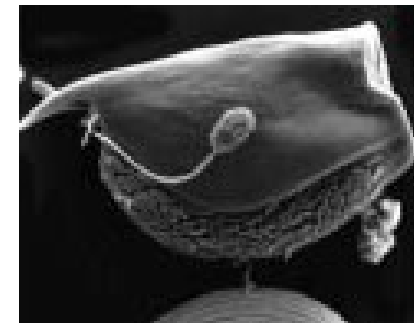
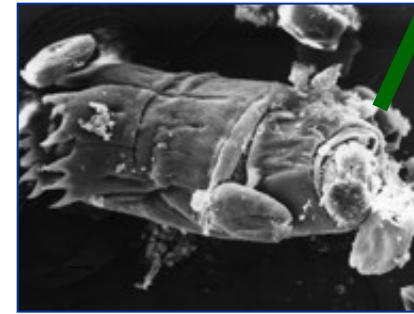
## Litostomatea

### Trichostomatia - bachořci

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

*Ophryoscolex* sp. - s bodcem a trny

*Entodinium* sp. - bachořec



## Phyllopharyngea

### **Suctorida** - rournatky

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



### **Tokophrya** sp. - rournatka

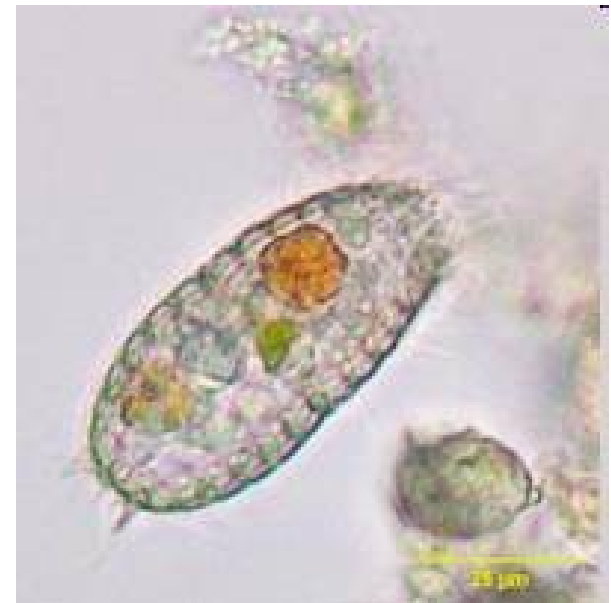
- na vodních rostlinách

## 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-mezosaprobniích 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*** - treпка velká  
okraje zadního konce svírají ostrý úhel  
kanálky kontraktálních vakuol hvězdčité  
typická rýha u ústního otvoru

### Hymenostomatida

***Colpidium*** sp. - bobovka - bakteriofág





### **Peritrichia - kruhobrví**

- na přídí 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

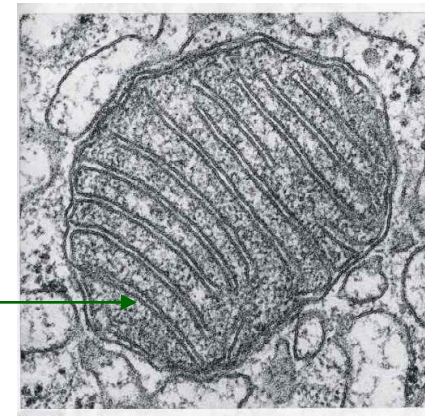
brvy a chitinózní háčky - disk

rotace - seškrabování - bakterie, sliz, epitel  
hostitele

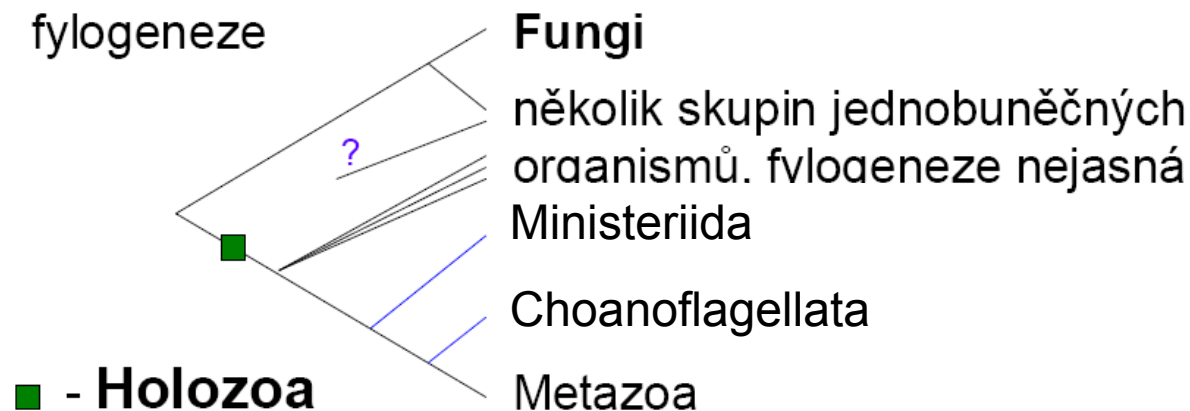


# „říše“ OPISTHOKONTA

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

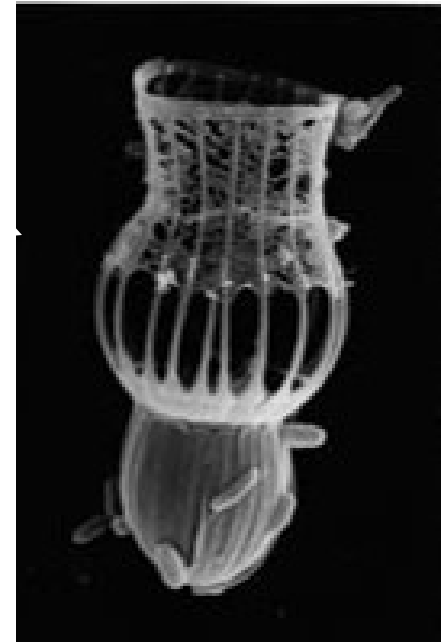


fylogeneze



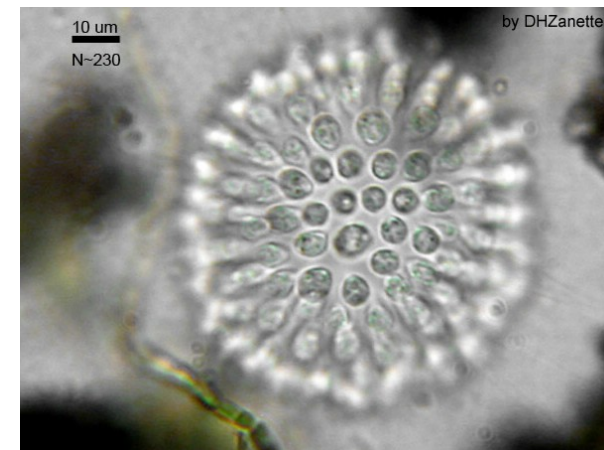
## Choanoflagellata – trubénky (=Choanozoa s. str.)

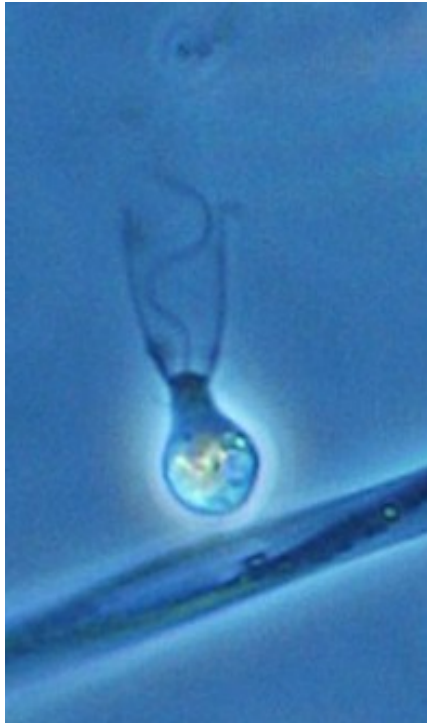
- sladkovodní i mořské, volně žijící i přisedlé, solitérní i koloniální
- často s želatinózním obalem a někdy s jemnými křemičitými nebo celulózními schránkami
- bičík je obklopený cytoplazmatickým límečkem“ = kruhem 15-50 mikrovilů (tyčinkovité výběžky plazmy) vyztužených aktinovým cytoskeletem a propojených vláknitou sítí
- přes mikrovily je pohybem bičíku hnána voda, zachycení potravy, fagocytóza



## Choanoflagellata – trubénky (=Choanozoa s. str.)

- buňky kolonií propojené cytoplazmatickými můstky
- vnitřek obsahuje amoeboidní buňky v slizovité hmotě – připomíná jednoduše stavěného živočicha
- množí se nepohlavně
- některé přisedlé druhy produkují stádia s tlačným bičíkem – tyto buňky se nemohou dělit (zůstalo to i mnohobuněčným – spermie, neuron se nedělí)





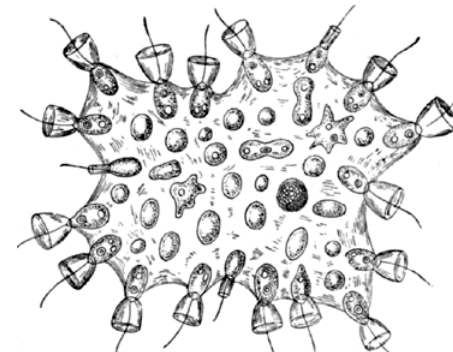
## Choanoflagellata – trubénky

### *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)