

A microscopic image showing several ciliophora (paramecia) against a dark background. The organisms are stained with various dyes, appearing in shades of blue, red, and yellow. Some show the characteristic slipper-like shape of paramecia, while others are more rounded or elongated. The text "CILIOPHORA" and "NÁLEVNÍCI" is overlaid in the center in a white, bold, sans-serif font.

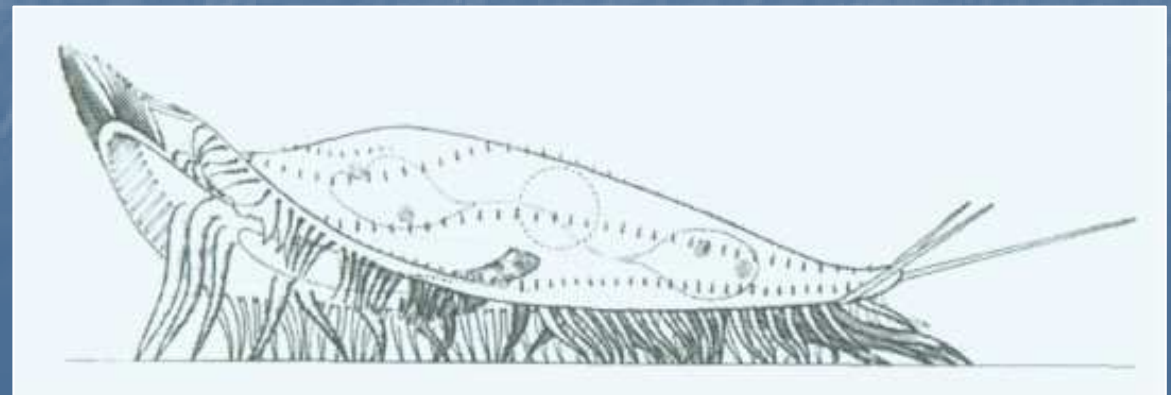
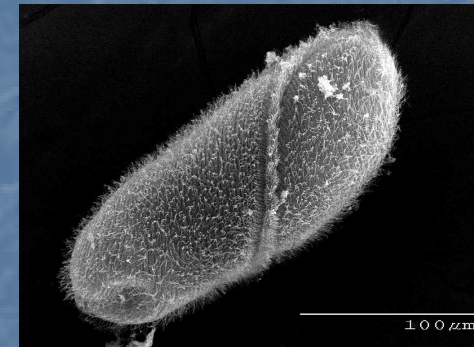
CILIOPHORA
NÁLEVNÍCI

CILIOPHORA - nálevníci

- = Ciliata nebo Infusoria
- početná skupina, okolo 8000 druhů, které spojuje podobná morfologie a životní cyklus
- charakterističtí jsou: **stavbou kortexu (+cilie)**
jaderným dualismem
konjugací
- pouze na základě kombinace těchto znaků je lze charakterizovat jako monofyletický taxon
- volně žijící i parazitičtí

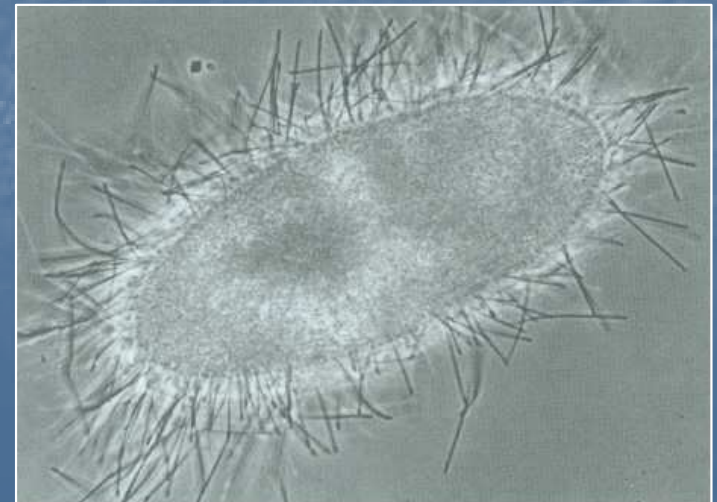
- specifické organely:
 - 1) pohybové
 - 2) tělního pokryvu, změny tvaru
 - 3) potravní
 - 4) osmoregulační

1) pohybové - tělo je pokryto brvami (**cilie**), stavbou podobné bičíkům, slouží k pohybu a přihánění potravy, modifikací vznikají **cirri** a lupínkovití **membranely**

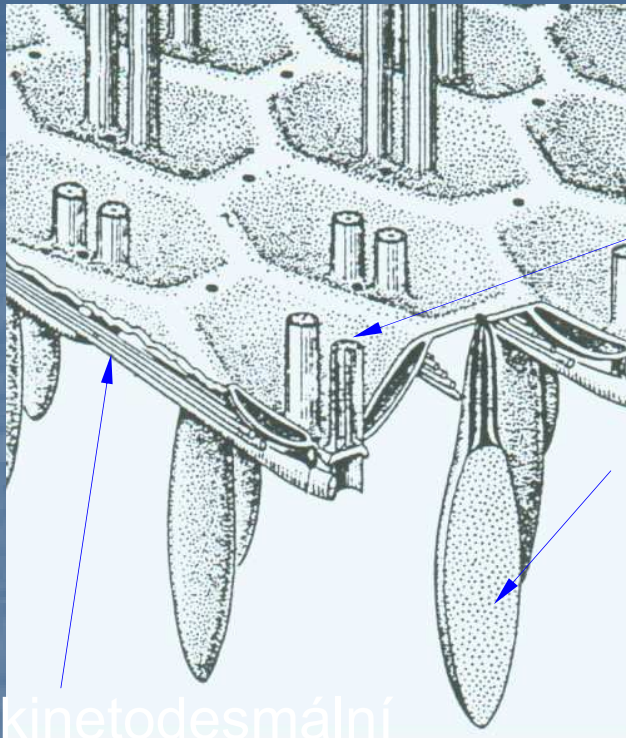


2) tělního pokryvu, změny tvaru

- **kortex** komplexní tělní pokryv, zahrnující i **alveoly** (váčky v buněčné membráně naplněné roztoky bílkovin polysacharidů); **extrusómy** (obrana, lov)
- **trichocysty** s anorganickými hroty (při podráždění vystřelení - rychlé řetězení bílkovin - vznik ochranného obalu)
- **kinetodesmální fibrily** jsou vlákna napojená na báze brv; pod buněčnou membránou je složitý **system mikrotubulů** (vyztužují buňku)
- změna tvaru - kontrakce **myoném** (= svazky filamentů pod mikrotubulárními pásy) - kontrakci ovlivňuje **kalciium** ne ATP,
- navrácení tvaru pomocí mikrotubulů



Stavba kortexu



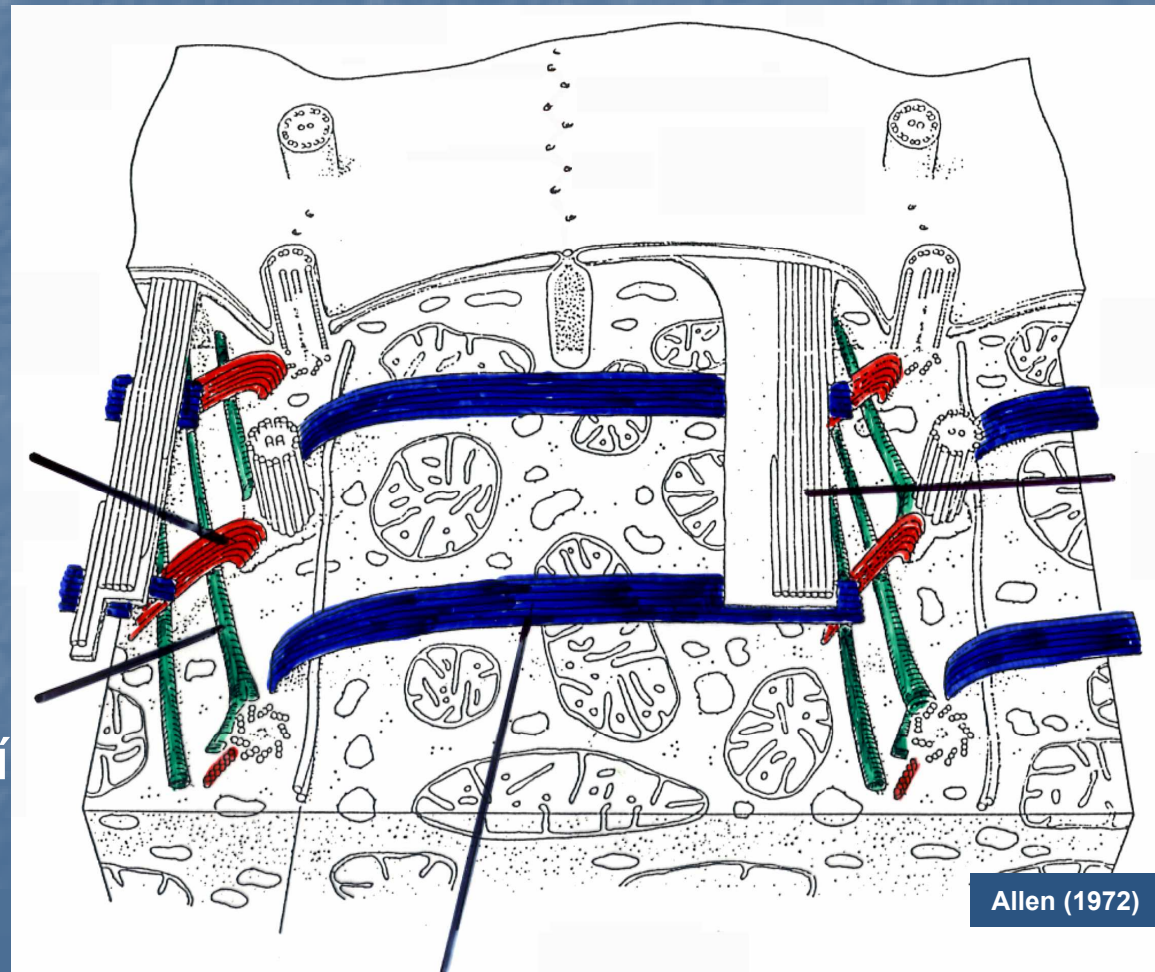
alveola

trichocysta

kinetodesmální
fibrily

postciliární mikrotubuly

bazální



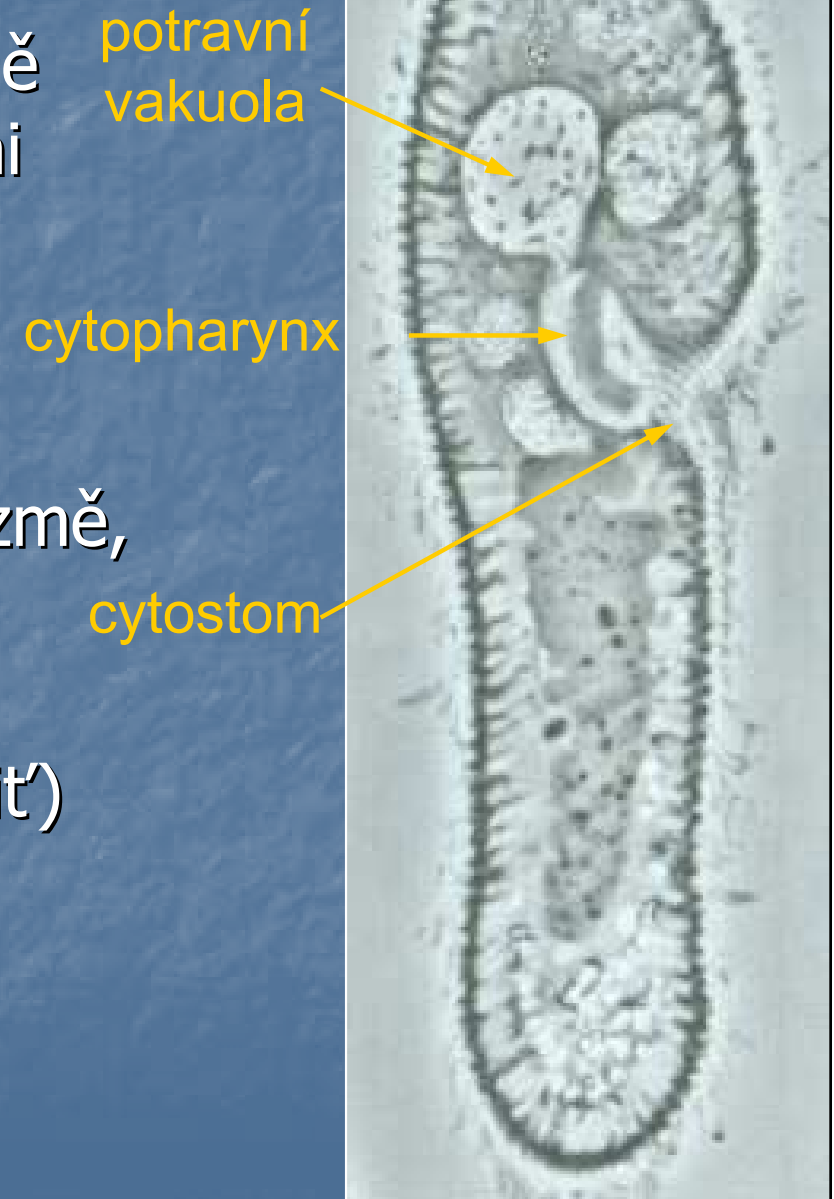
podélné

tranversální mikrotubuly

Allen (1972)

3) potravní

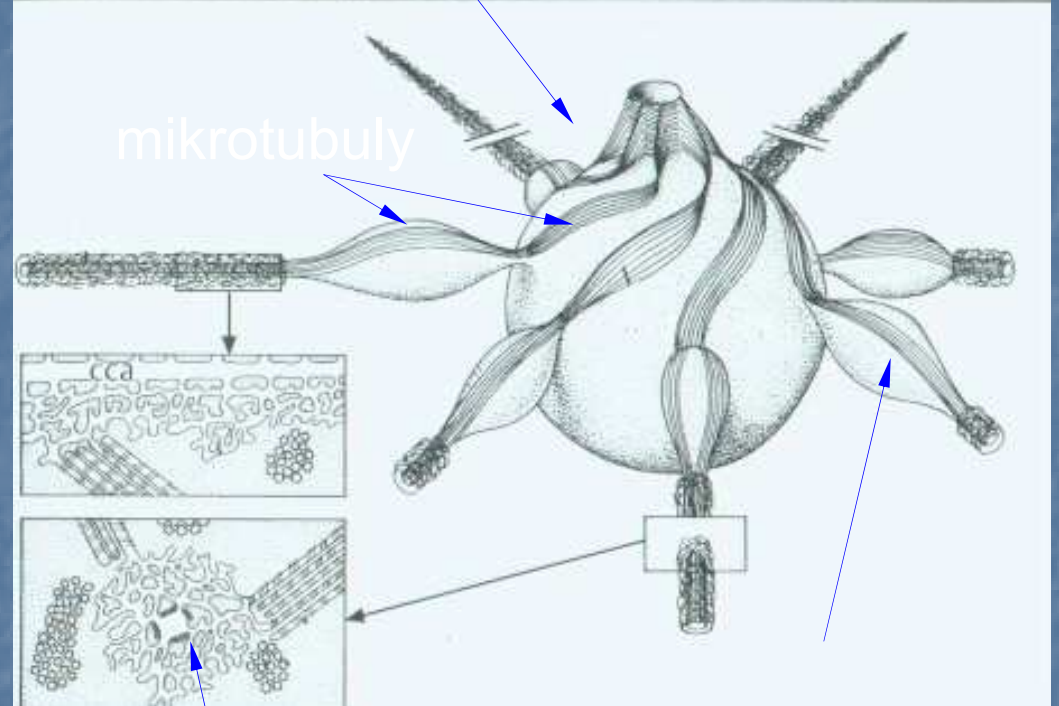
- u nálevníků jsou nejlépe vyvinuty
- **cytostom** (buněčná ústa) s funkčně seřazenými brvami a membranelami přihánějícími potravu
- **cytopharynx** (b. hltan) odškrcování potravních vakuol
- **potravní vakuoly** kolují v cytoplazmě, trávicí fermenty získávají z váčků vznikajících v lysozomech
- **cytopyge** (= cytoprokt, buněčná řiť) otevírání potravní vakuoly navenek



4) osmoregulační

pulsující, exkreční vakuoly

- běžně přítomné i u sladkovodních prvoků, u nálevníků mají složitou a charakteristickou stavbu
- mikrotubuly systém pouze podpírají, vyprazdňování se děje aktivní stahem vakuoly, přesně se ovšem neví jak



přívodné kanálky s
houbovitou
strukturou

ampuly napojené
na vlastní o.
vakuolu

Klasifikace nálevníků

- typ obrvení (ciliatura) celé buňky - klasické členění
- od r. 1970 byl brán zřetel na další morfologické struktury, hlavně **obrvení v oblasti cytostomu**, Levine et al. (1980)
- dnes další znaky - ultrastruktura kortexu, somatogeneze, životní cykly a molekulární data
- moderně jsou dělení do 11 tříd, uvedení zástupci jsou ze 6 následujících:
 - **Heterotrichea**
 - **Spirotrichea**
 - **Litostomatea**
 - **Phyllopharyngea**
 - **Prostomatea**
 - **Oligohymenophorea**

Z ekologického hlediska lze mezi nálevníky rozlišit 3 základní typy:

(1) nálevníci volně plovoucí

- volně plavou v systému
- živí se převážně potravou z disperze (dispergované bakterie, bičíkovci, nálevníci)
- zachycují potravu cezením vody skrz brvy (bakterivoři) nebo individuálním "lovem" (karnivoři).
- Na jejich růst má vliv zejména hydraulická doba zdržení, méně recykl (stáří) kalu.
- zástupci: bakterivorní *Colpidium colpoda*, *Dexiostoma campyla* (*Colpidium campylum*) a skutikociliáti (např. rody *Uronema*, *Cyclidium*) -spíše v přetížených systémech.

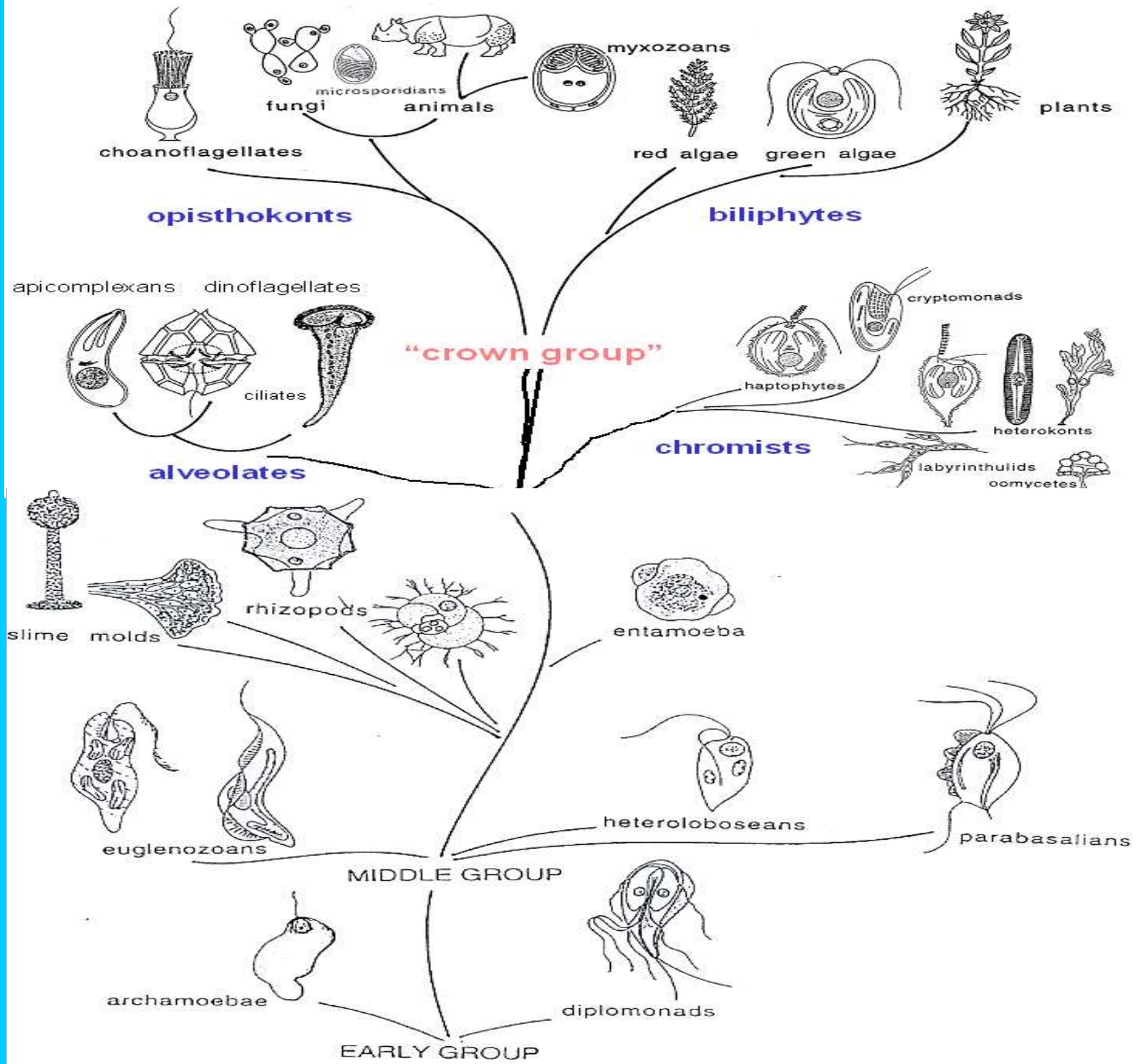
- **Karnivorní nálevníci** indikují kvalitu procesu nepřímo - odráží přítomnost potravy. *Trachelophyllum pusillum* (predátor bičíkovců) – hl. v přetěžovaných systémech (ale také v aktivaci s anaerobním stupněm). *Litonotus* (loví hl. Vorticelidy) běžný při optimálních podmínkách.
- **druhové zastoupení v aktivaci ovlivněno chováním:** *Paramecium caudatum* se tolik nevyskytuje v aktivaci protože je negativně geotaktické a v dosazováku směřuje k hladině a do odtoku.
- **častý vyšší výskyt volně plovoucích bakterivorních nálevníků**, kteří v nižší koncentraci dispergovaných bakterií mohou získávat potravu u ponořených povrchů (thigmotaktické chování) a chovat se tak jako následující skupina (včetně recyklace s aktivovaným kalem) např. *Glaucoma scintillans*, zatímco lezoucí *Chilodonella uncinata* v přetížených systémech plave nezávisle na vločkách.

(2) nálevníci lezoucí

- hledají potravu na povrchu biofilmu nebo vloček, jejich růst proto řídí odběr kalu (stáří).
- *Aspidisca cicada* (syn *costata*), její dominance se spojuje s nejlepší účinností
- *Chilodonella*, *Trithigmastoma*, *Euplotes*. Větší potravou se živí rody *Stylonychia*, *Oxytricha* atd.
- Výskyt nálevníků nelze spojovat s přesně definovanými podmínkami. Např. *Aspidisca cicada* se považuje za dobrý indikátor nitrifikace (považovala se za specialistu na žraní nitrifikačních bakterií), tedy procesu s vysokým využitím kyslíku, ale prochází bez úhony podmínkami s nulovou koncentrací kyslíku a s oxidačně-redukčním potenciálem odpovídajícím hluboké anaerobii (aktivovaný kal systémů s anaerobním stupněm).
- Indikace musí vždy zahrnovat spektrum druhů, přesto nebude nikdy univerzální.

(3) nálevníci přisedlí

- Tráví většinu svého života na vložce nebo biofilmu.
- **Peritricha**: v aktivaci a biofilmu individuálně rostoucí *Vorticella*, koloniální *Epistylis* a *Opercularia*; koloniální *Carchesium* na přelivných hranách dosazováků dobře fungujících ČOV.
- V oxidačních příkopech s vysokou kvalitou čištění i *Vaginicolla cristalina* (má schránku) nebo heterotrich *Stentor roeseli*.
- Dravé rournatky (Suctorida) hl. v systémech s vysokým stářím kalu.
- Růstovou rychlost přisedlých nálevníků ovlivňuje především stáří kalu. I když je jejich dominance zpravidla spojena s dobrými podmínkami v ČOV, některé druhy je neindikují. Určování do druhu nebo ekotypu ! Tak například *Vorticella microstoma* se může vyskytovat ve všech systémech, ale dominuje v přetížených, inverzně k výskytu *V. convallaria*.



Identifikace

■ Pozorování in vivo

orientační stanovení v Petriho misce při malém zvětšení, případně fázovým kontrastem

Kvantitativně v počítačí komůrce (Cyrus atp.)

v labyrintové komůrce (bez chlazeného stolku do 100 μ l)

v kapce (5 μ l) v obráceném fázovém mikroskopu (benthos, popř. půda)

■ **Barvený materiál** různé typy stříbření (proteinát, dusičnan nebo uhličitan stříbrný); **PROTARGOL**

■ **Barvení jaderného materiálu**

DAPI nebo primulin

Koncentrace

Kromě vyjímek (aktivovaný kal, perifyton) nutná

- odstředění $\sim 800\times$ (co nejnižší otáčky)
- filtrace (bez tlaku nebo po tlakem svrchu, podtlak jen do ~ 10 torr)

po fixaci:

- sedimentace (Kolkwitz apod.)
- odstředění
- filtrace (jakákoliv, ale co nejmenší podtlak) + montáž

Fixace vzorku

- **sublimát HgCl_2** nasycený roztok (lépe ve formalínu) do poměru 1:19)
- **Stieveho fixáž** (HgCl_2 , formalín, CH_3COOH)
- **Bouinova fixáž** (kyselina pikrová, formalín, kyselina octová)
- **Lugolův roztok** (jód, KI, CH_3COOH) nutně doplněný přefixováním (neuchovává dobře prvoky).
- **kyselina octová (CH_3COOH)** pro zvýšení průniku dovnitř buněk a pro fixáž jádra

Post fixace (přefixování)

- **Bouinova fixáž** koncentrovaná
(kyselina pikrová, nasycený roztok ve formalínu, kyselina octová)
 - **protargol**
- thiosíran $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ + formalín (do 2 %)
 - **DAPI, chlorofyl a další fluorescence**
- **DaFano**
 - **stříbření dusičnanem**

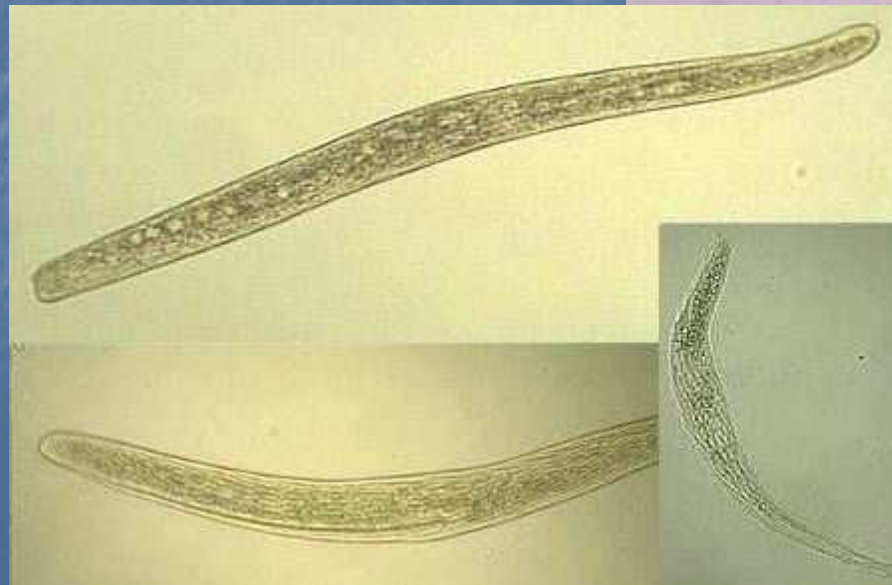
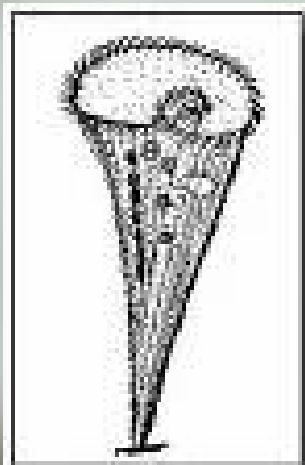
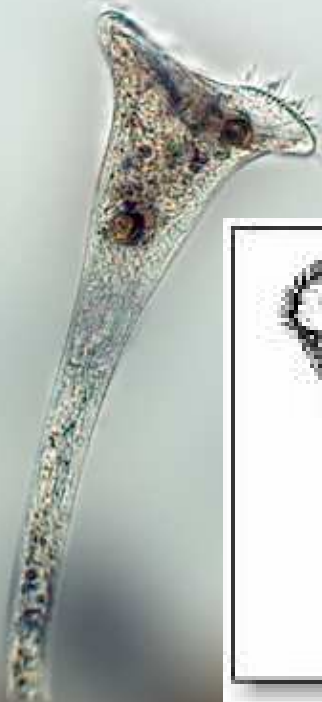
1. Heterotrichea

- dlouhé tělo, často kontraktilní
- makronukleus dělen makronukleárními mikrotubuly

Řád: **Heterotrichida** - různobrví

brvy dvojího typu, krátké na povrchu a membranely okolo cytostomu, největší nálevníci

Stentor sp. - mrskavka

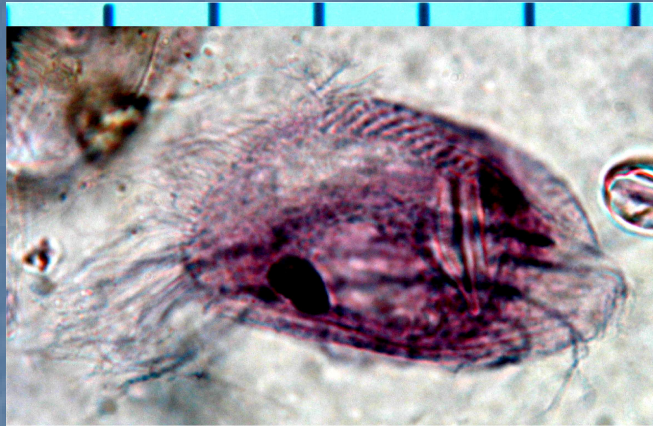


Spirostomum sp. - plazivenka, až 2 mm

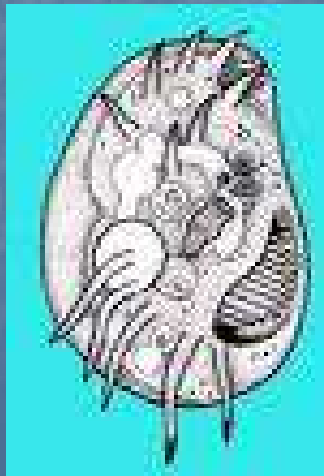
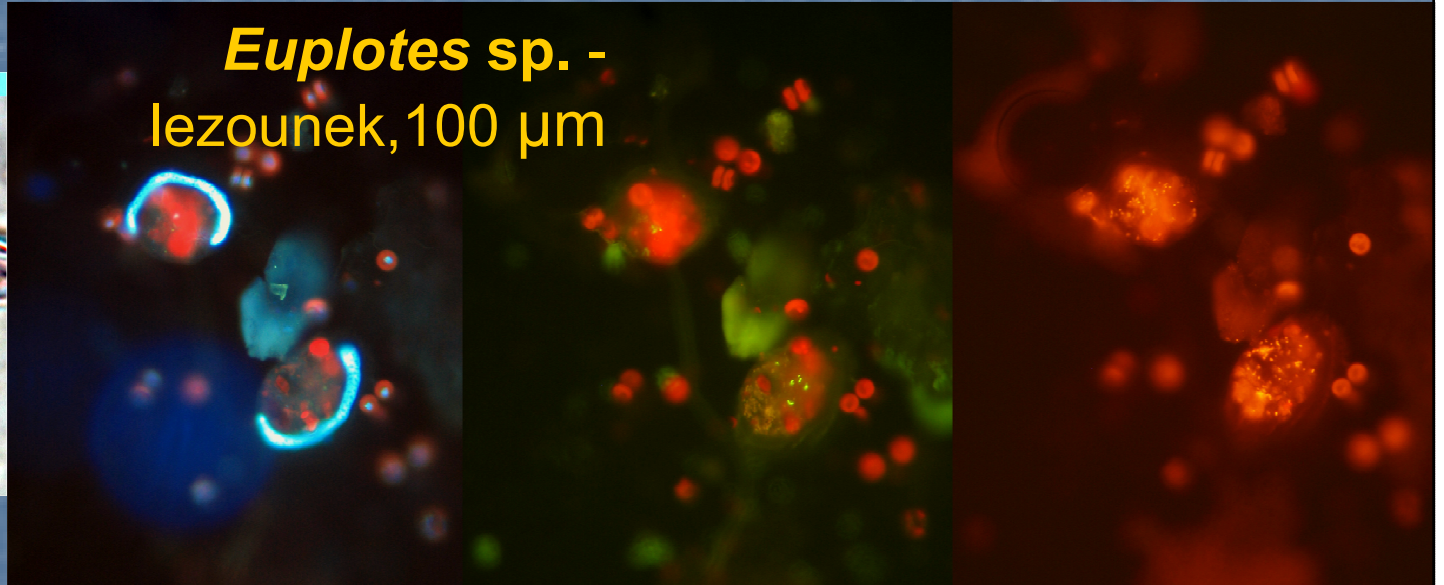


2. Spirotrichea

- zahrnuje „spodobrvé nálevníky“
s dorzoventrálně zploštělou buňkou a výraznými cirrami na
ventrální straně



Euplotes sp. -
lezounek, 100 μm

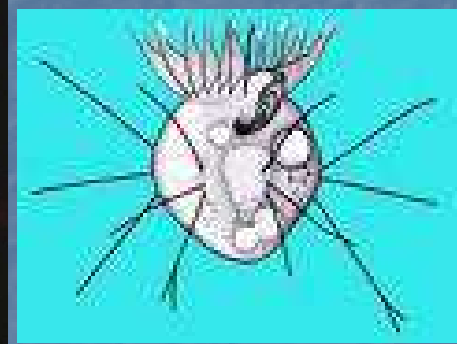
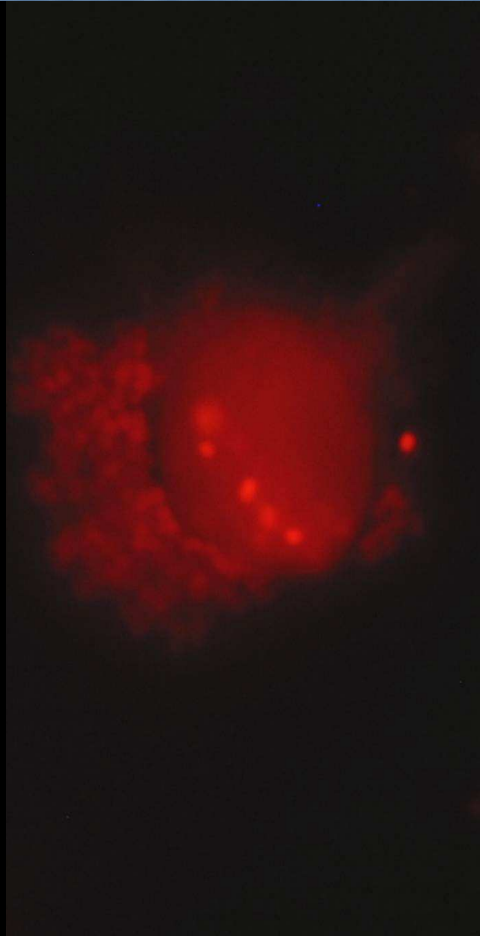
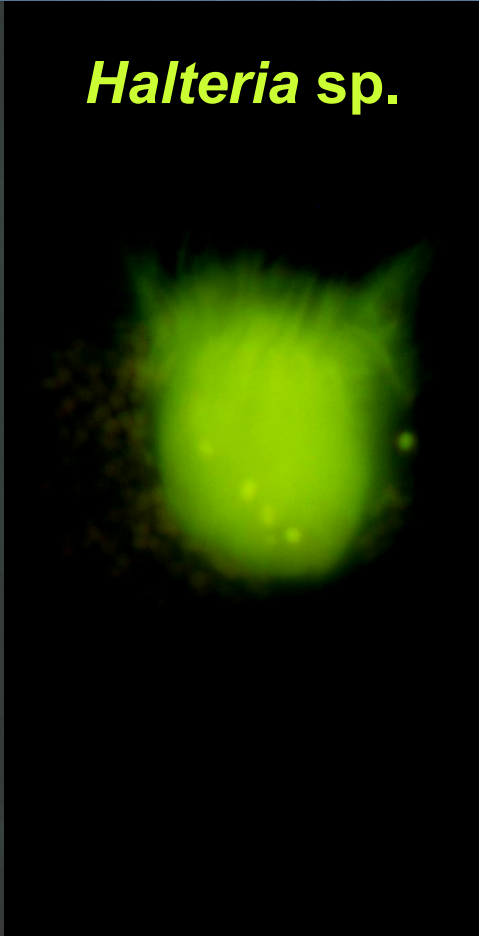
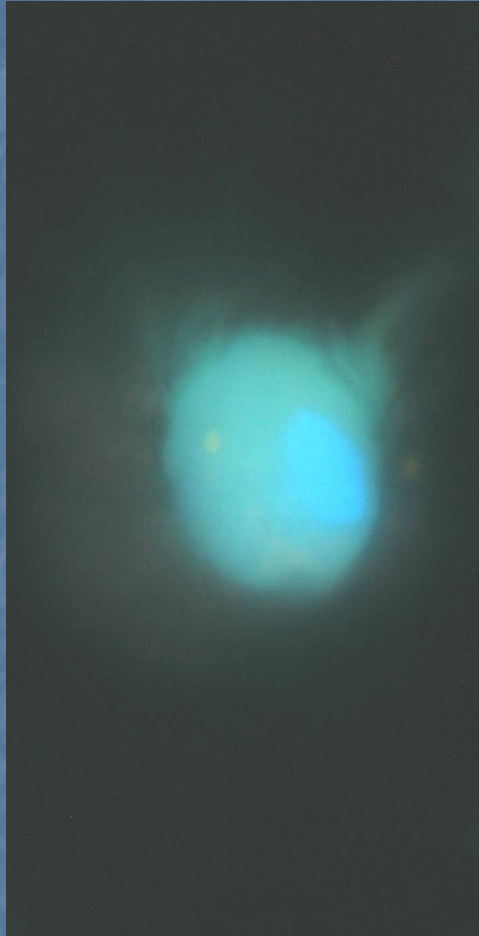


Aspidisca sp., 30 μm



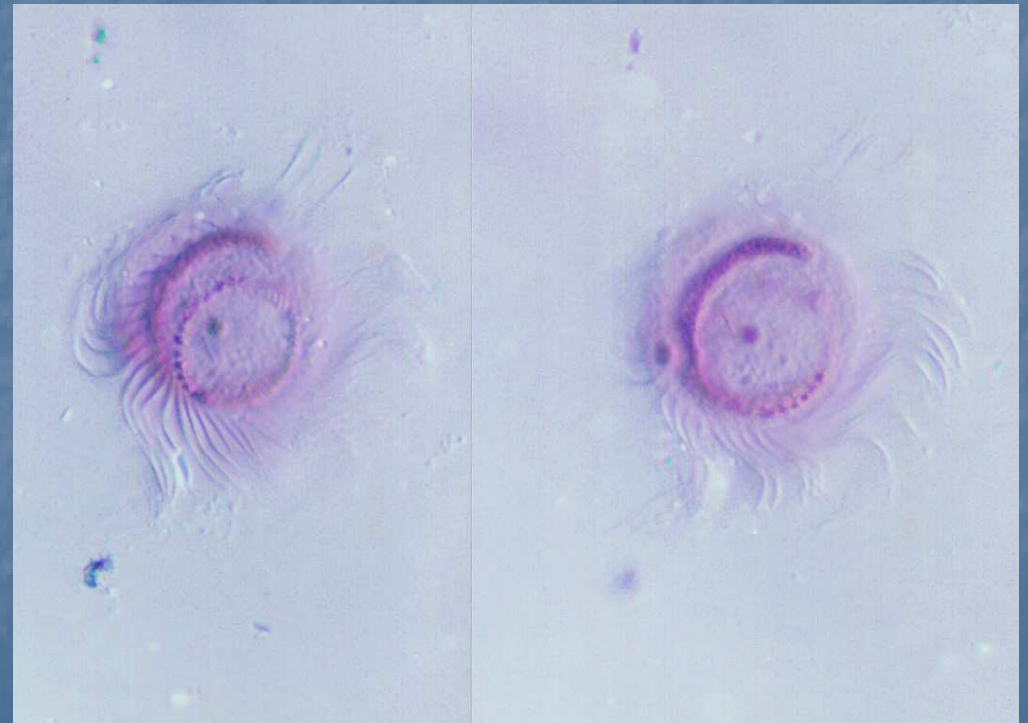
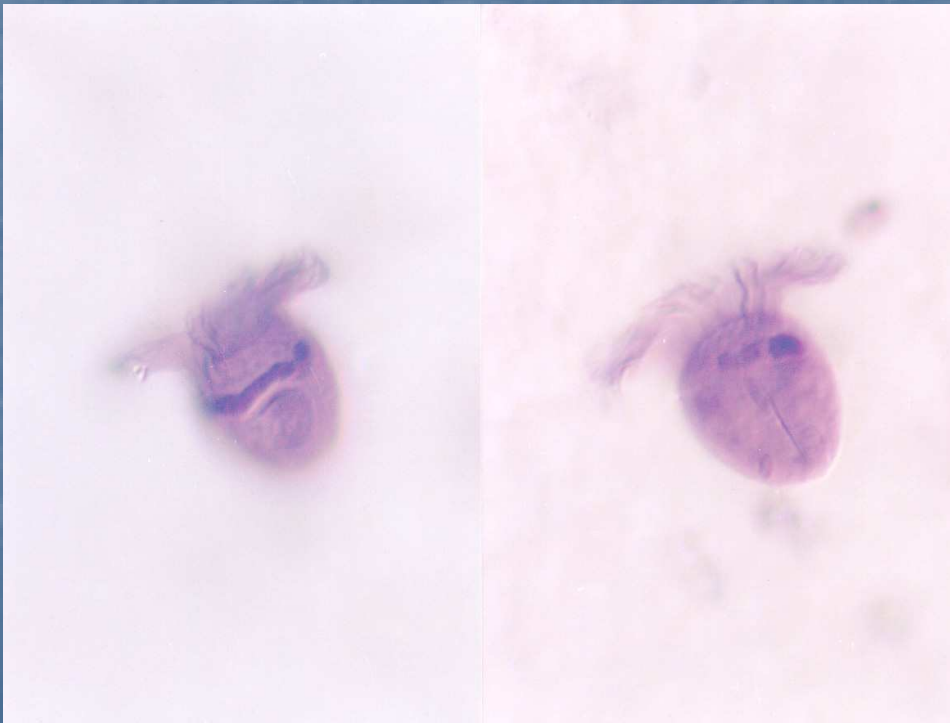
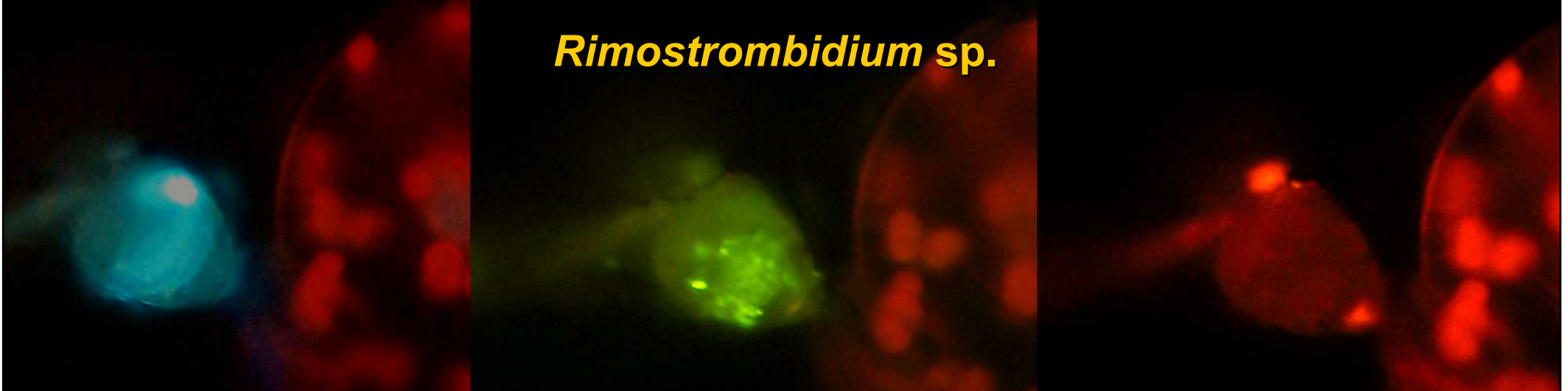
Podtřída: **Stichotrichia**

Halteria sp.



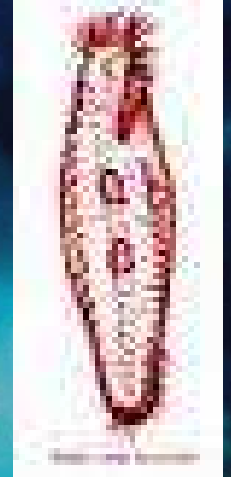
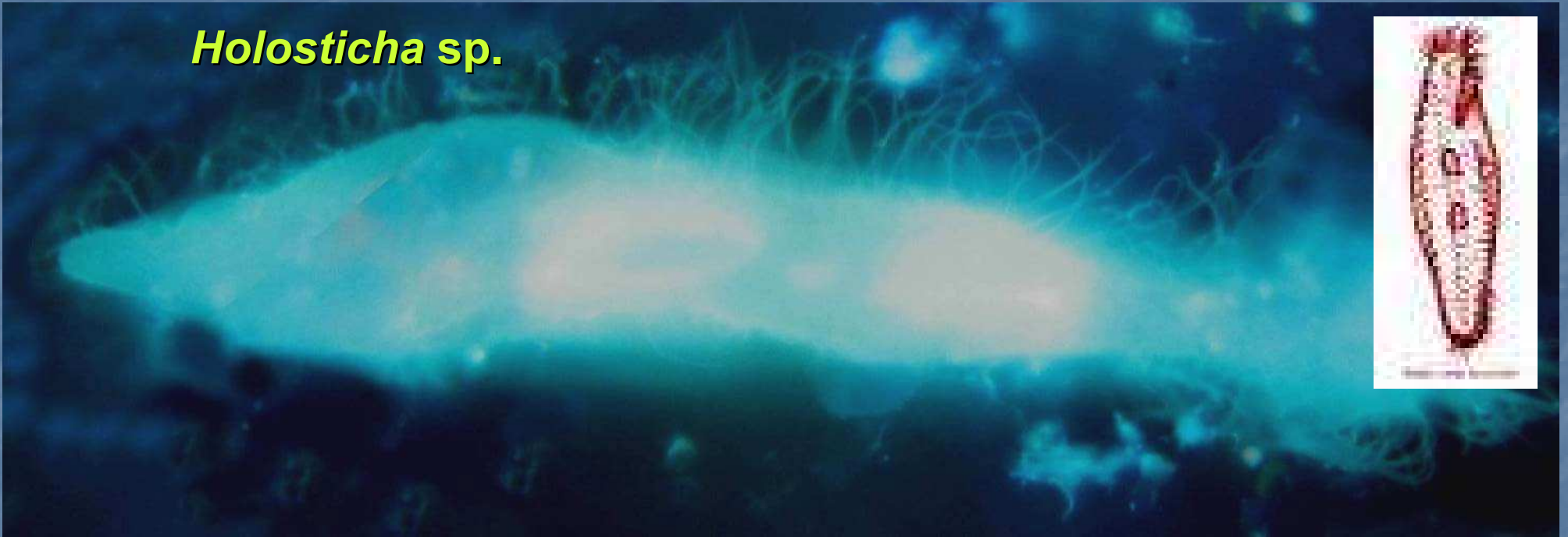
Podtřída: **Oligotrichia**

Rimostrombidium sp.



Podtřída: Hypotrichia

Holosticha sp.



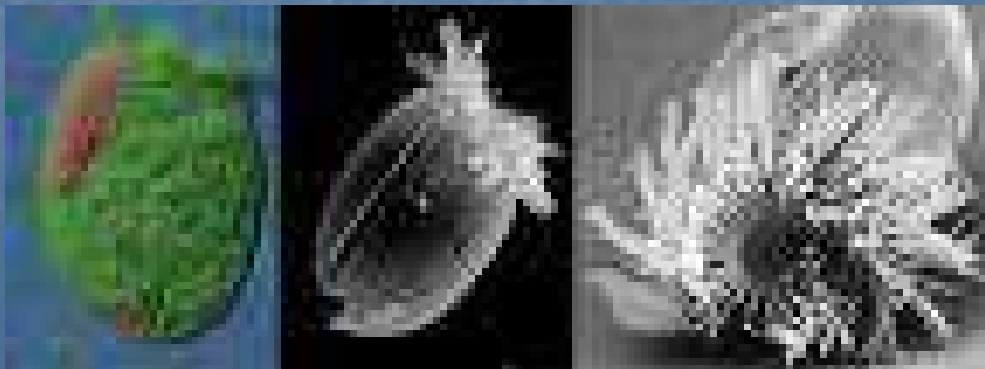
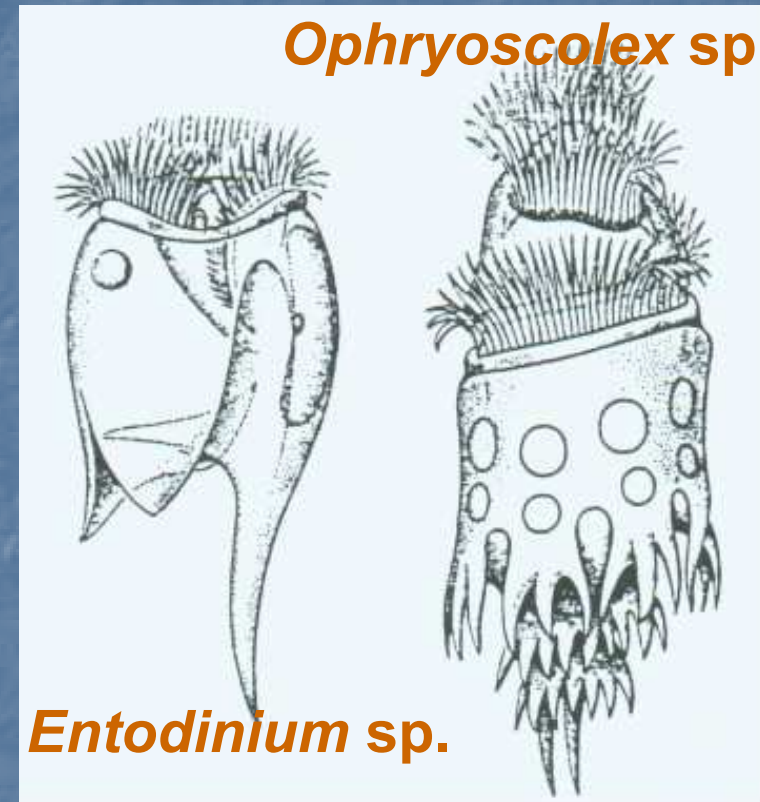
konjugace



3. Litostomatea

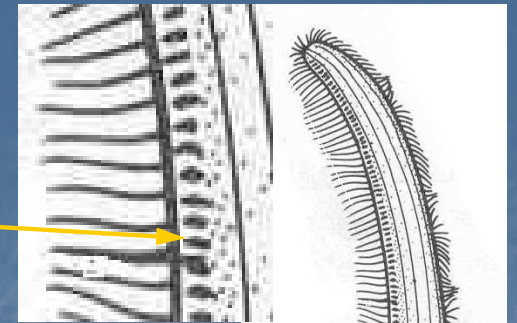
do podtřídy Trichostomatia patří
Entodiniomorphida - bachořci

- vysoce specializovaní endokomenzálové zažívacího traktu býložravců (nebyli nalezeni nikde jinde), pomáhají štěpit celulózu, hostitelé však na nich nejsou závislí
- jsou pravděpodobně suchozemského původu, jako některé améby, které se ze života ve fekáliích a hnoji přizpůsobily endokomenzalismu

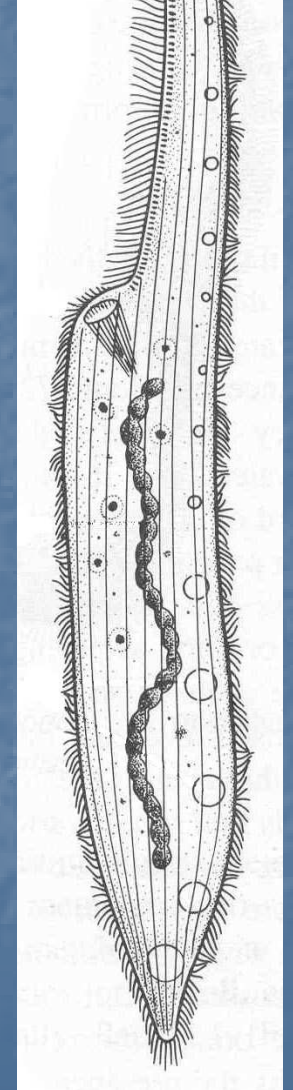
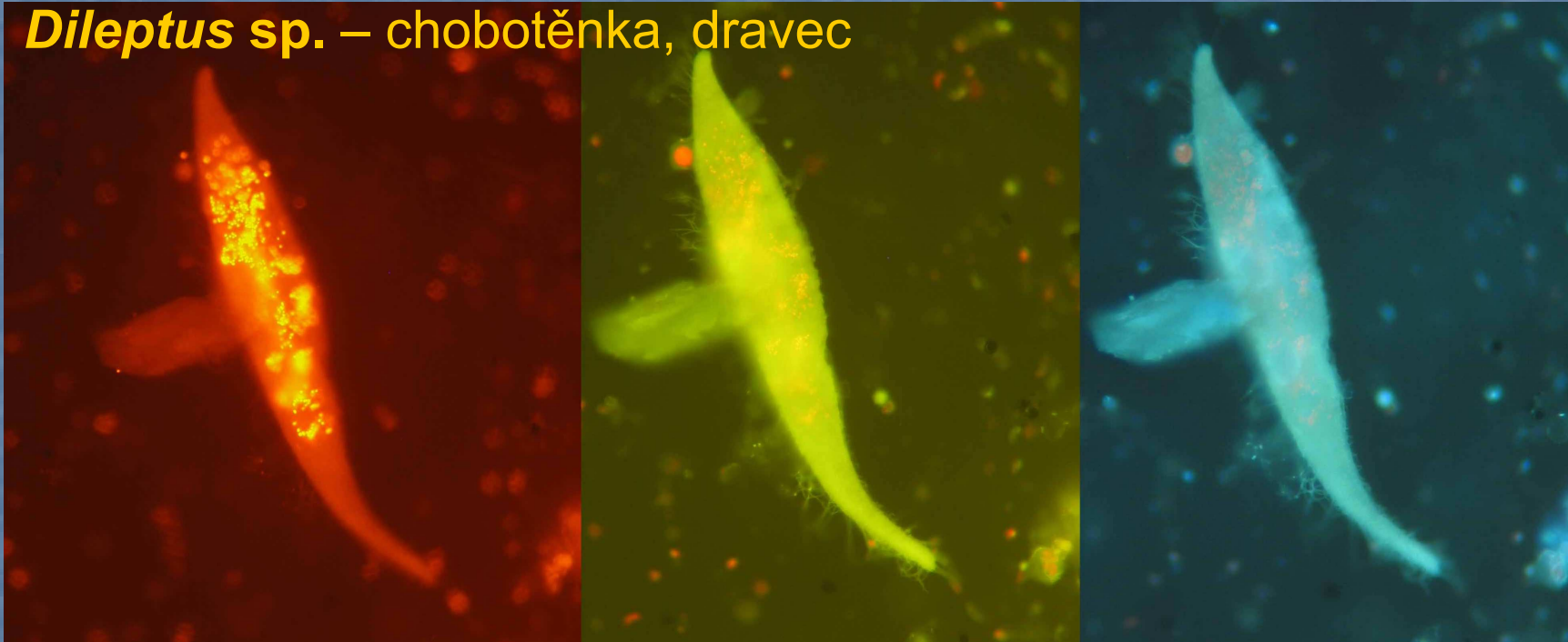


Podtřída: Haptoria

Chobotovitá před' s toxicystami



Dileptus sp. – chobotěnka, dravec

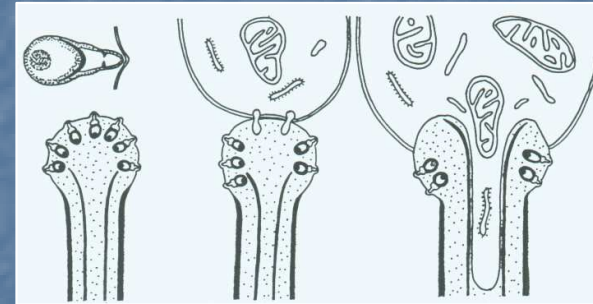


cytostom

4. Phyllopharyngea

Podtřída: Suctorida - rounatky

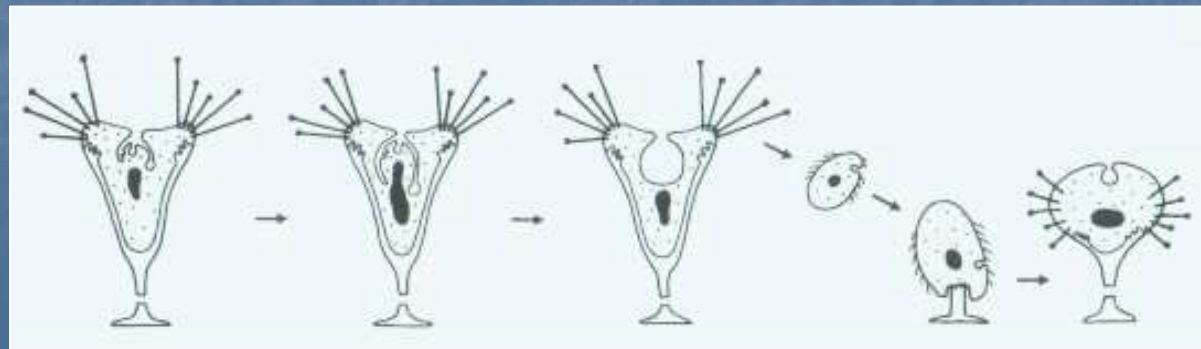
- obrvení jsou pouze mladí jedinci (migrační stádia, embrya), nemohou přijímat potravu, poté obrvení ztrácí a přisedají-vytvářejí trvalé stopky
- typické orgány - **savé rourky**, na jejich konci jsou **haptocysty**, ty obsahují trávicí fermenty a narušují b. stěnu kořisti



- plazma kořisti je v rource posouvána raménky mikrotubulů, ne nasávána



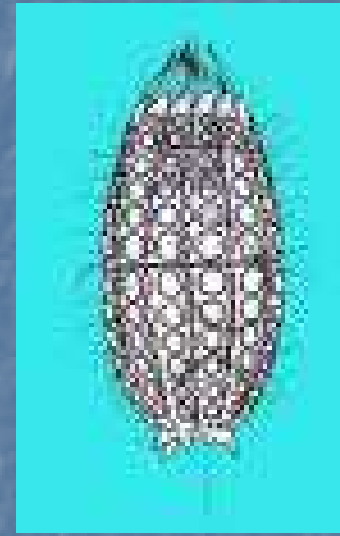
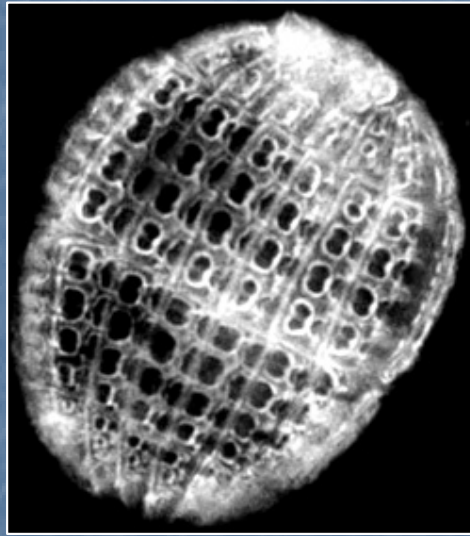
Tokophrya sp.



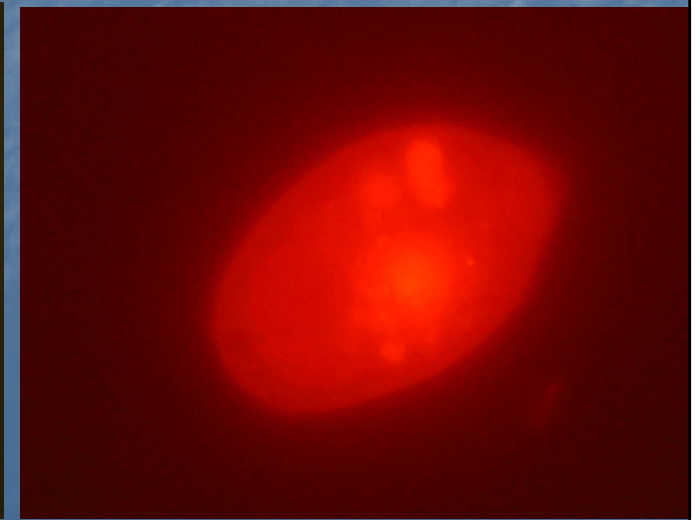
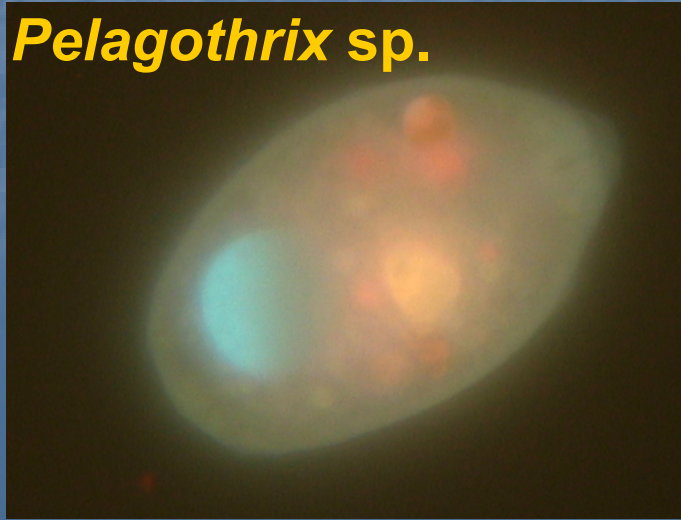
5. Prostomatea

- cytostomom většinou umístěný apikálně
- dravé a saprofágní druhy

Coleps sp.–pancířník, polysacharidové destičky v alveolách, dravec, nekrofág mnohobuňečných



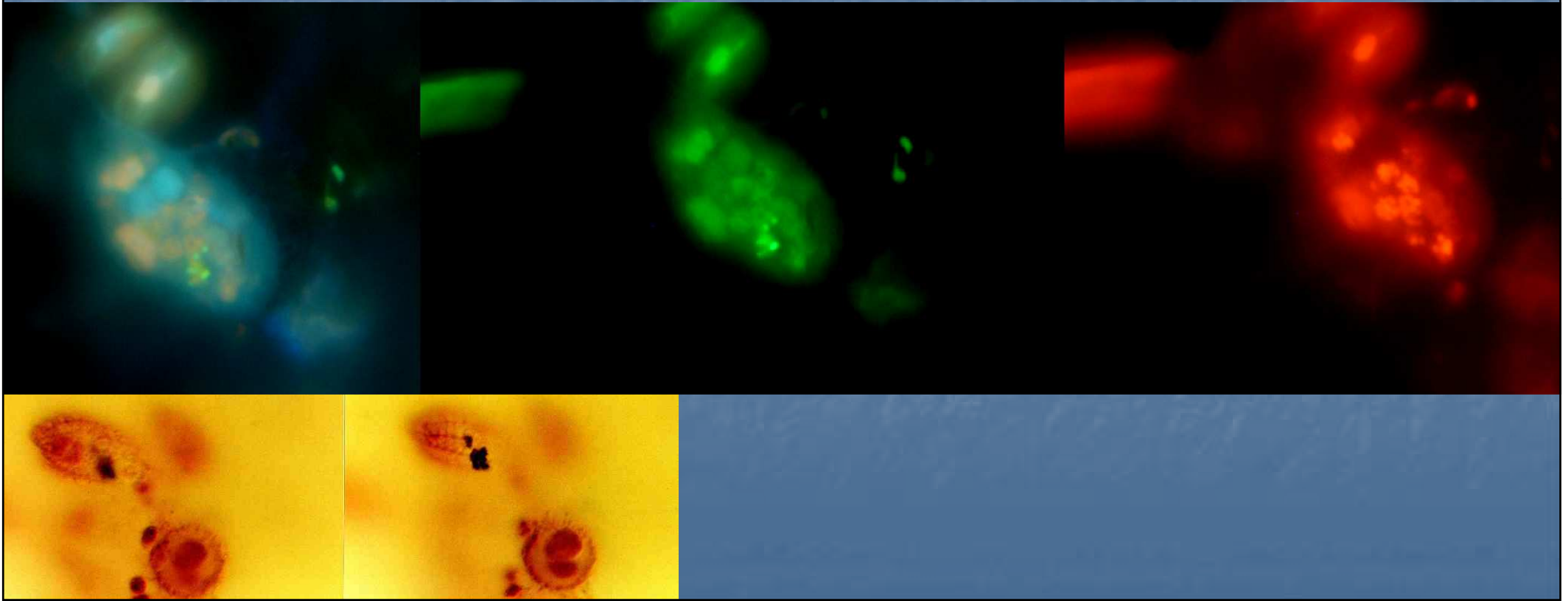
Pelagothrix sp.



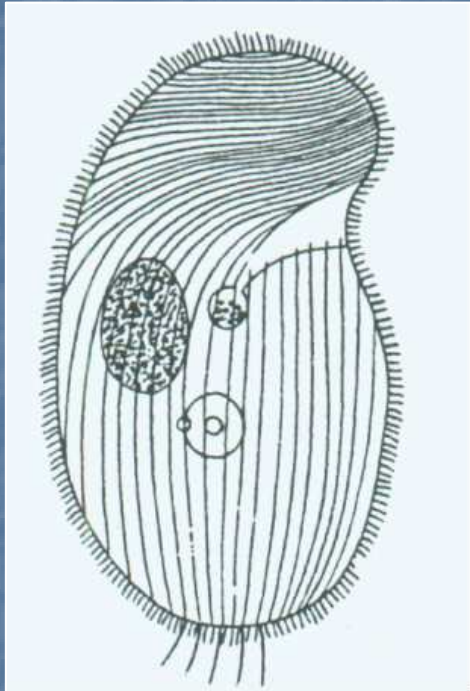
6. Oligohymenophorea - chudoblanní

- brvy u cytostomu se liší od ciliatury somatické
- membranely chybí nebo jsou málo vytvořené
- většinou mikrofágové

Podtřída: **Scuticociliatia**



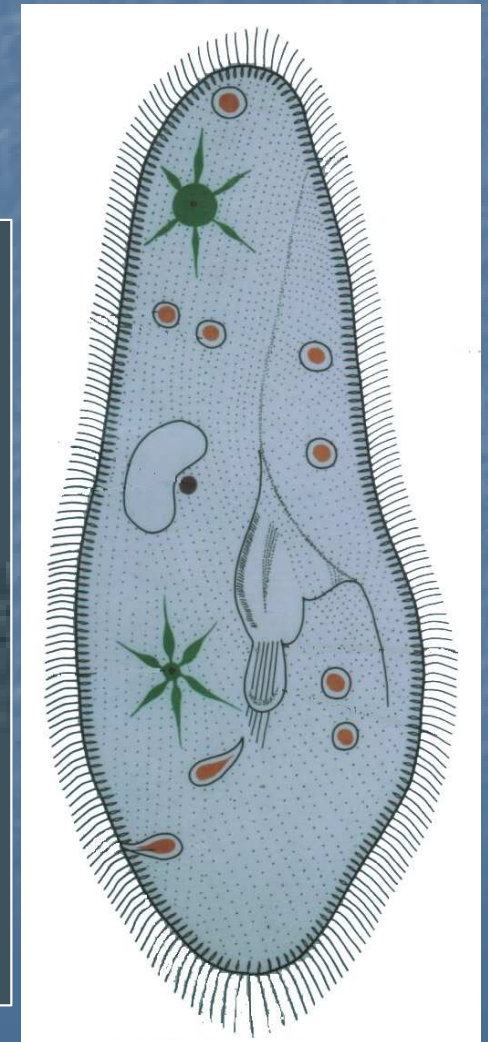
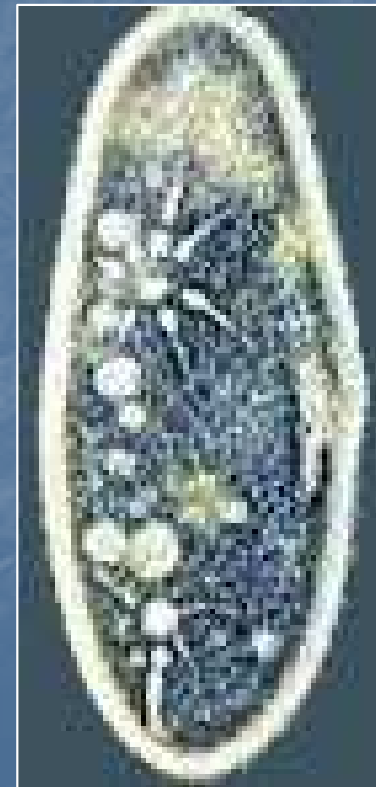
Podtřída: Hymenostomatia



Colpidium sp.
- bobovka
bakteriofág

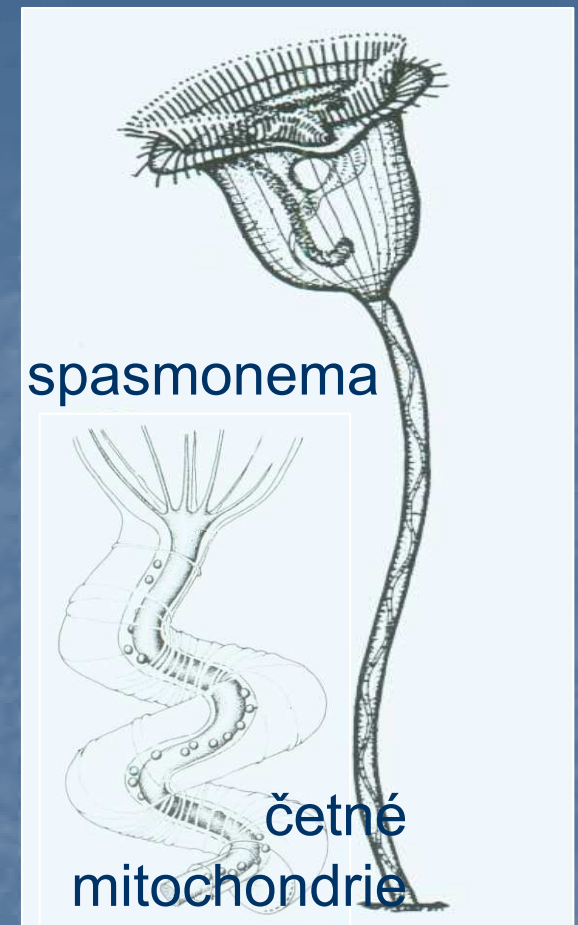
Paramecium caudatum -
trepka velká, bakteriofág ve
znečištěných vodách

Podtřída: Peniculata

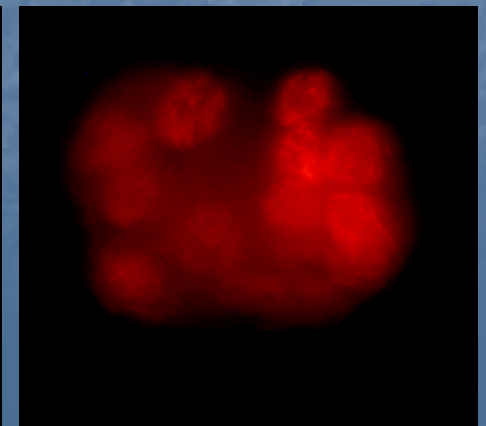
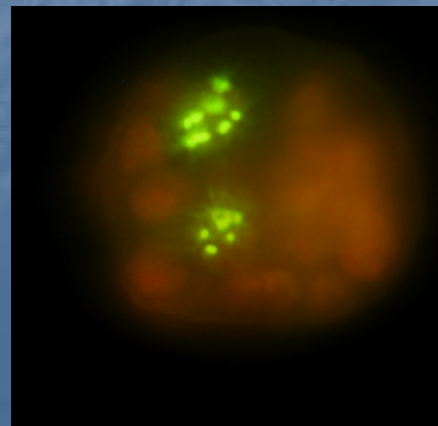
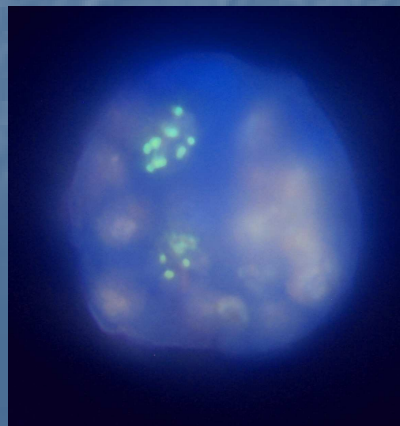


Podtřída: **Peritrichia** - kruhobrví

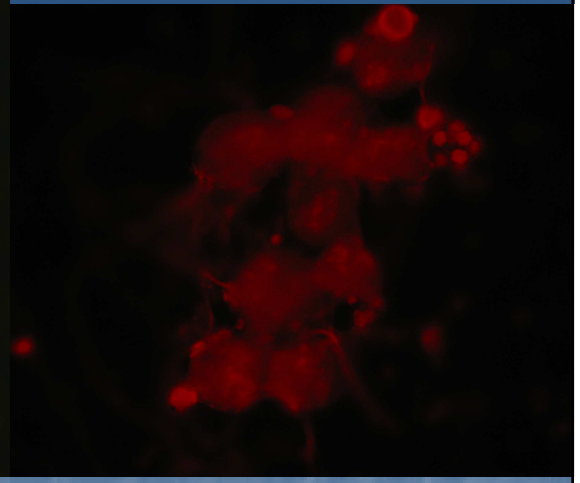
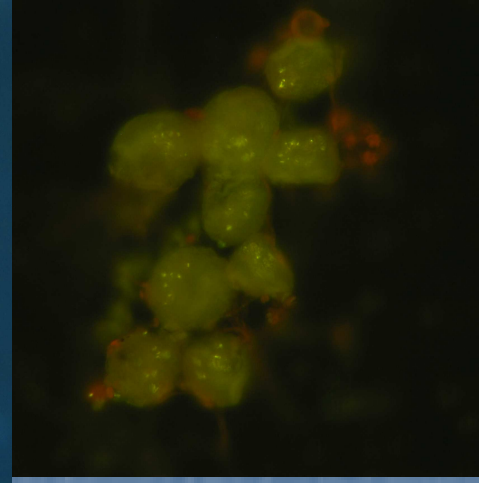
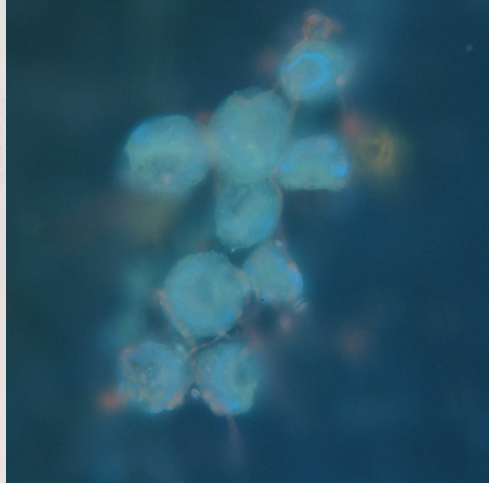
- na přídě je levotočivá spirála membranel směřujících k cytostomu, často je buňka stopkovitě přisedlá, stopku mohou kdykoliv opustit a znovu syntetizovat
- minimum nebo žádné somatické brvy
- **telotroch** = volně pohyblivé migrační stádium, vzniklé dělením, dočasný věnec brv v zadní části; hledá nové místo k přisednutí, u koloniálních rodů vznikají telotrochové v nepříznivých podmínkách



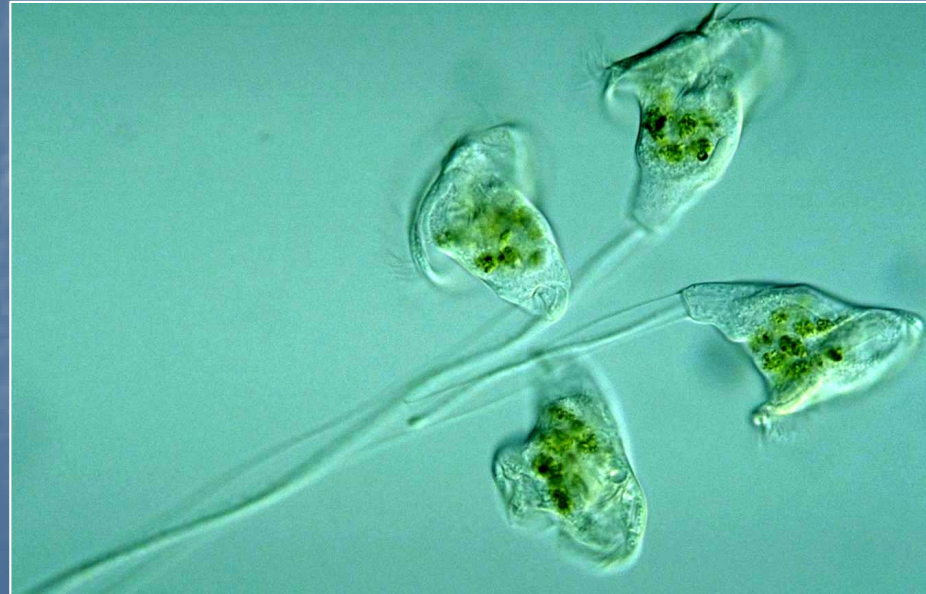
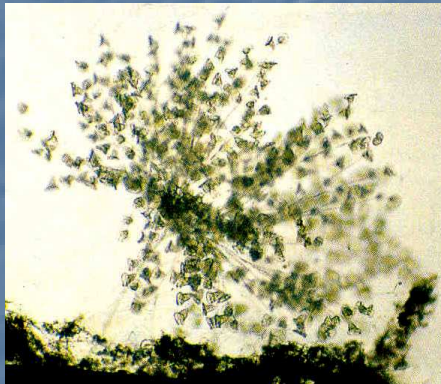
Vorticella sp. - vířenka, jednotlivý jedinci, stopka má stažitelné vlákénko - **spasmonéma**, která obsahuje myonémy



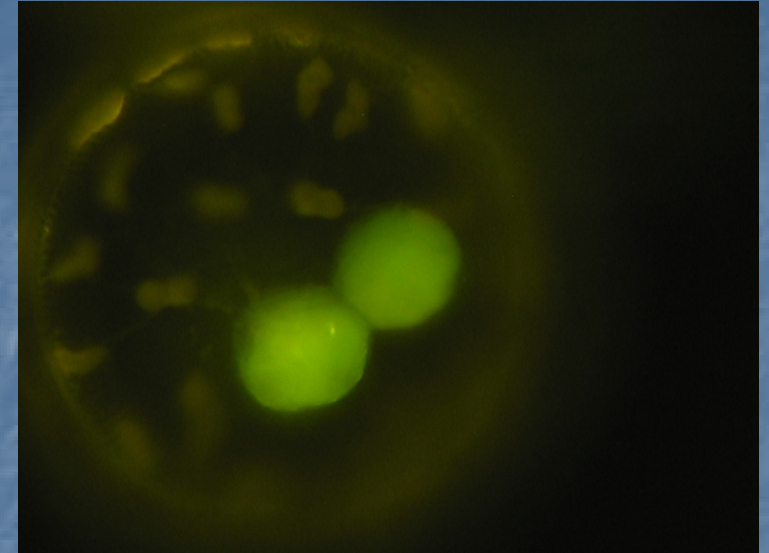
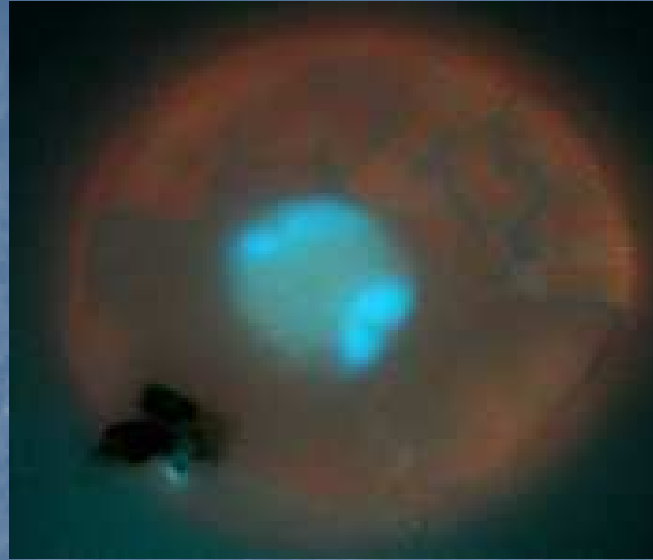
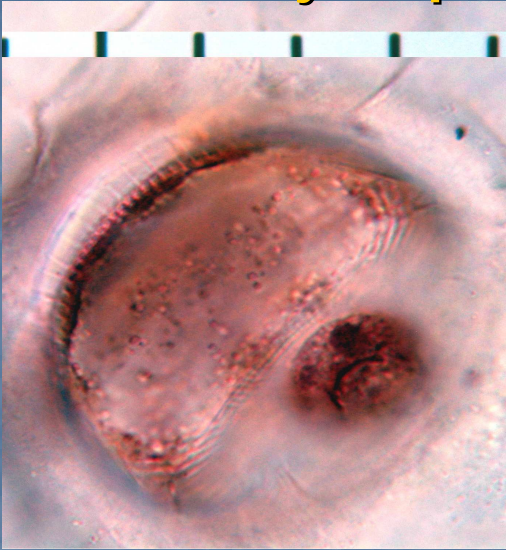
***Epistylis* sp.**, plísenka, stopka bez spasmonemy, velikost zoidů je 130 μm



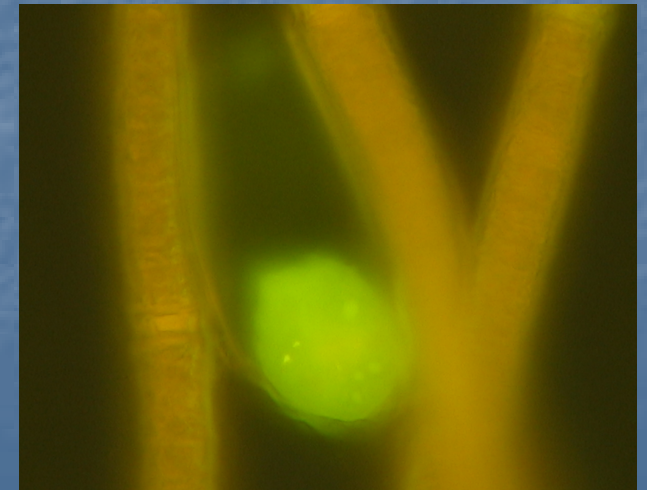
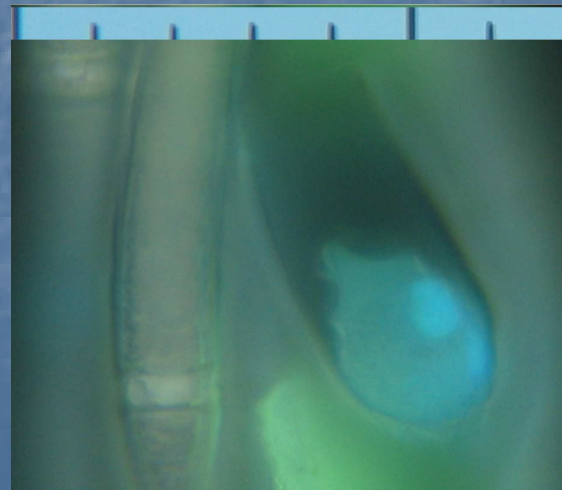
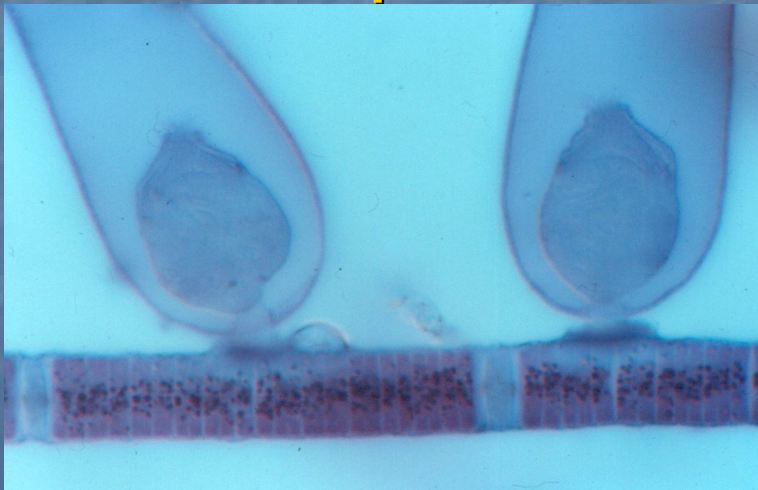
***Carchesium* sp.**, keřenka, spasmonema přerušena, velikost zoidů 80-135 μm



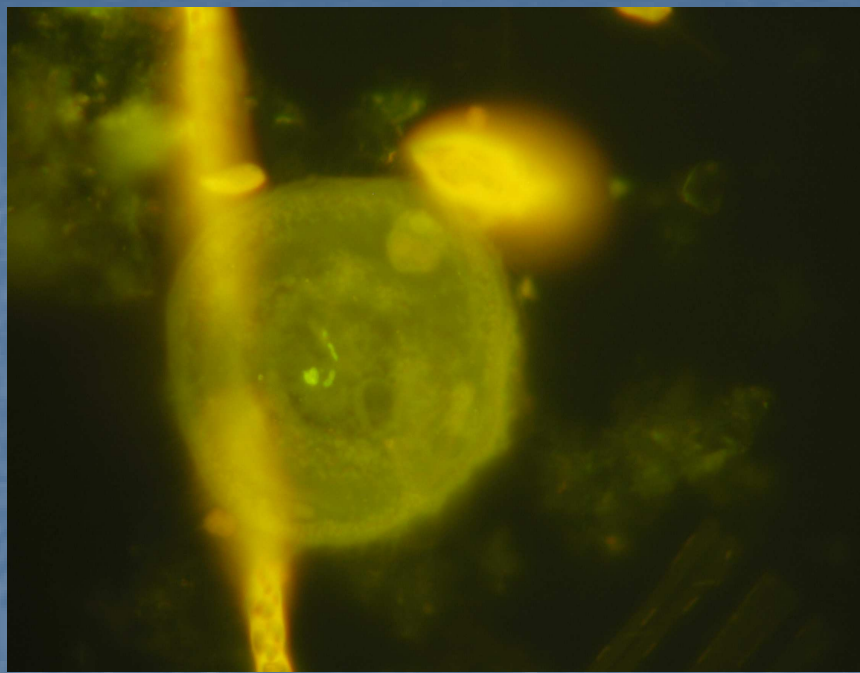
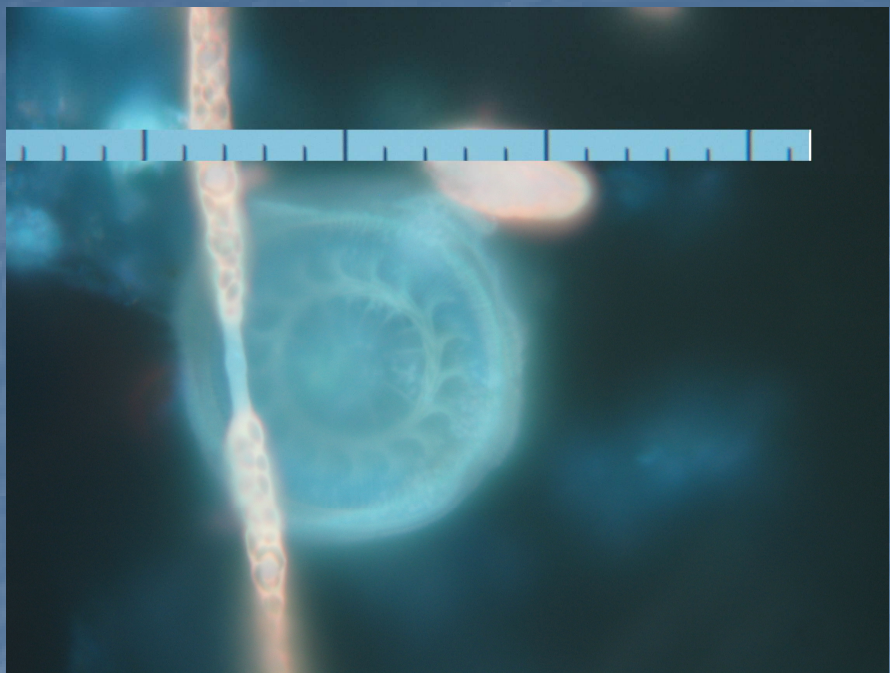
Rhabdostyla sp.



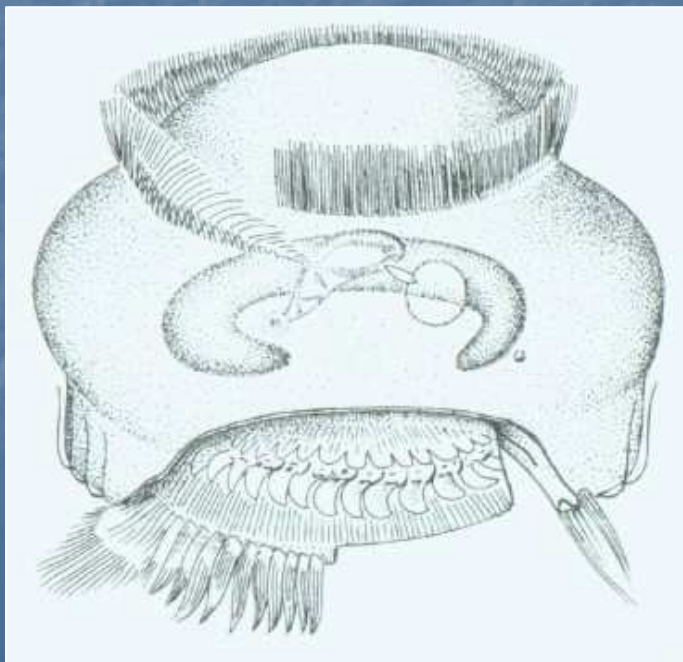
Cothurnia sp.



Trichodina pediculus, brousilka nezmaří, komenzál až ektoparazit nezmarů, ploštěnek i ryb



ahezivní disk



**ANOXIE/
ANAEROBIE**

Phialina sp.



Trimyema sp.

