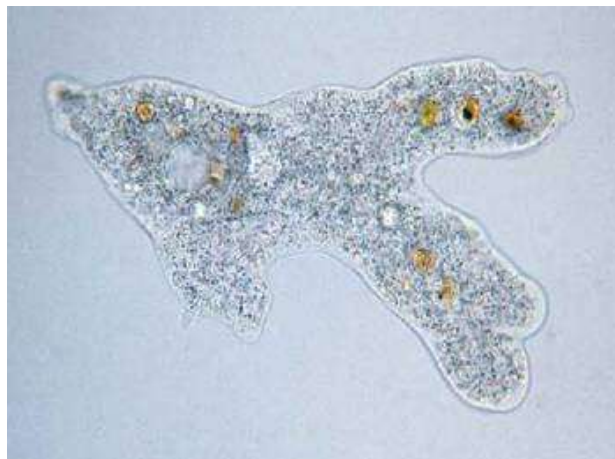


Zemědělské půdoznalství a mikrobiologie

přednáška 9

**Ing. Jaroslav Záhora, CSc.
ústav 221**

PRVOCI



„Prvoci byli objeveni až po zdokonalení mikroskopu Holanďanem **Antonim van Leeuwenhoekem** roku 1673. V 18. století byli nazýváni *animacula infusoria* - „zvířátka z nálevů“. Jejich systematické postavení bylo dlouho nejasné a není uspokojivě vyřešeno ani dnes. V minulosti převládaly dva extrémní názory - prvoci byli považováni buď za larvální stádia neznámých živočichů nebo za „zmenšeniny“ běžných zvířat s příslušnými orgány jako jsou oči, ústa se zuby, atd.

PRVOCI

JEDNOBUNĚČNÍ ŽIVOČICHOVÉ

- mají kosmopolitní rozšíření
- známo je více než 60 000 druhů

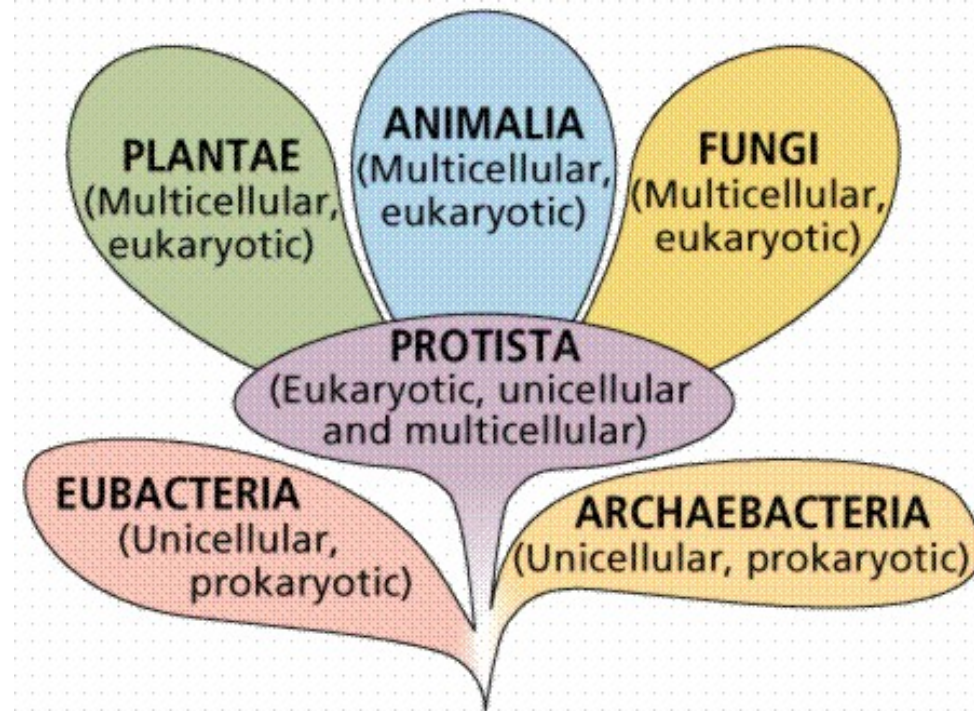
Význam prvoků v přírodě

Regulují mnoho životních dějů na Zemi:

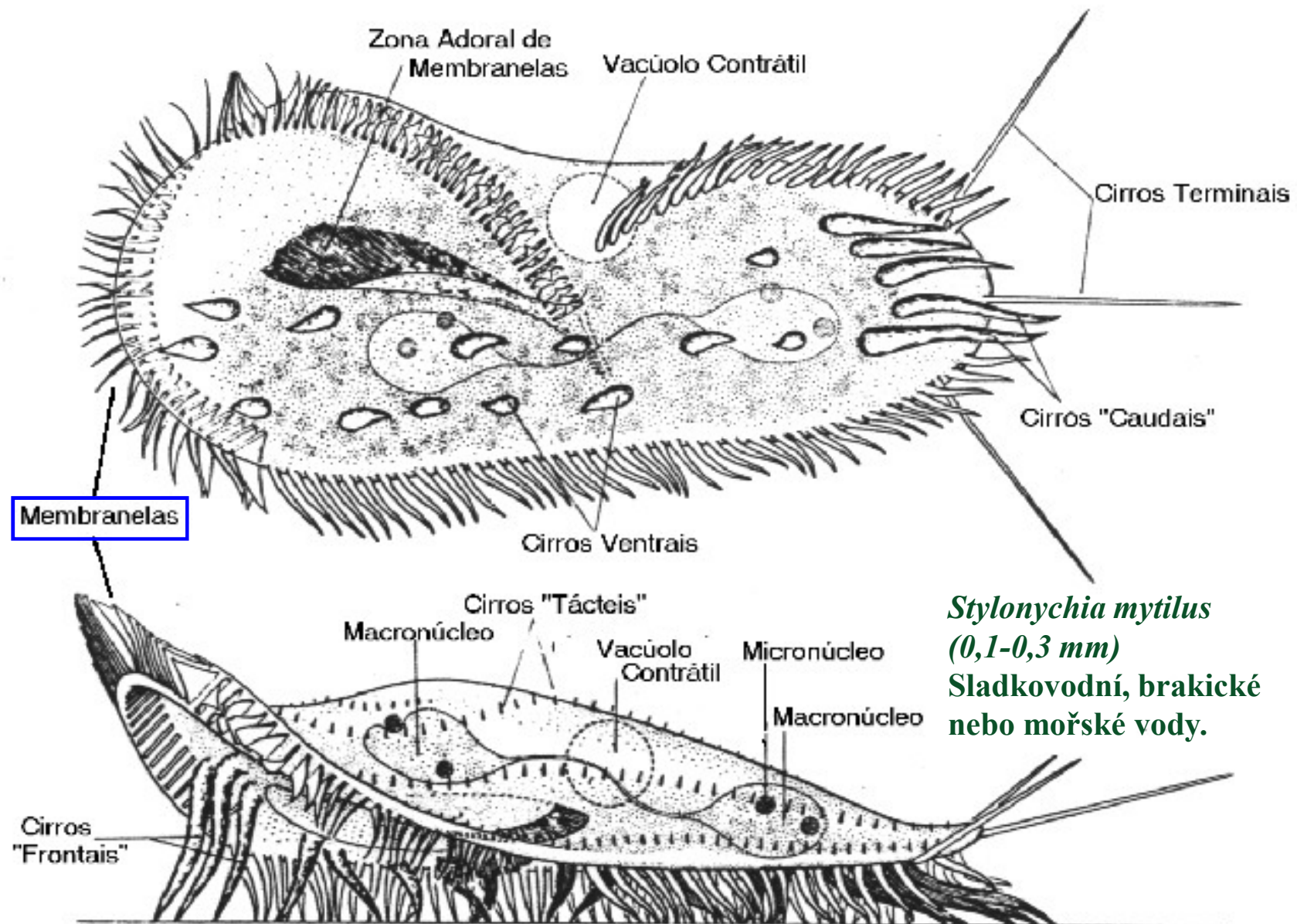
- jsou významní dekompozitoři
- jsou důležitou potravou jiných živočichů
- někteří jsou parazité
- pomáhají trávit potravu jiným živočichům
- kontrolují densitu a fyziologickou aktivitu populací prokaryotických organismů

PRVOCI (Protozoa)

- nesourodý kmen nejjednodušších živočichů - 60 000 druhů
- *Někdy se všechny eukaryotické jednobuněčné organismy, tj. živočichové, rostliny i houby řadí do říše PROTISTA*
- celosvětový výskyt, žijí volně nebo parazitují
- obsahují kolem 90 % vody, optimální teplota 15-20 ° C



- Pro mnohé z nich jsou **charakteristické pohybové organely**: bičíky (flagella), brvy (cilie), undulující membrány a membranely; případně různé typy panožek (pseudopodií).
- Přítomnost bičíku resp. od něho odvozených organel je odvozeným znakem, chybí tedy u primitivních zástupců
Nebo také (u zástupců odvozených) v důsledku redukce.
- Prvoci žijí ve vodě (stačí tenká blanka ve vlhkém suchozemském prostředí) nebo v tělních tekutinách jiných organismů (symbionti, paraziti). Jako **spory** či **cysty** přečkávají nepříznivých podmínek a pomocí nich se také šíří (často kosmopoliti).

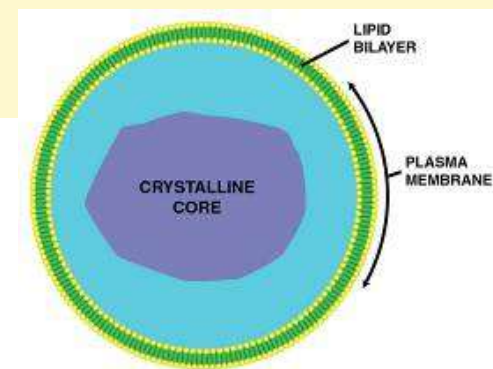


Stylonychia mytilus
 (0,1-0,3 mm)
 Sladkovodní, brakické
 nebo mořské vody.

„Protozoa“ / „Archezoa“

- Jako prvoci - „Protozoa“ - jsou označovány **eukaryotní jednobuněčné organismy** většinou **heterotrofní**.
- Potravu (komplexní organické molekuly) přijímají buďto v rozpuštěné formě (**osmotrofie**) nebo jako pevné částice - detrit, resp. organismy - bakterie, protisty (**fagotrofie**).
- Existuje řada prvoků (mezi bičíkovci - „Flagellata“), kteří jsou **mixotrofní** (živí se jak autotrofně tak heterotrofně).
- Mnozí heterotrofní prvoci mají **autotrofní endosymbionty**.
- Pro praprvoky, kterým **chybí řada organel** (mitochondrie, chloroplasty, Golgiho aparát, hydrogenosomy, peroxisomy...), byla vytvořena nová říše - „**Archezoa**“.

peroxisom – organela, v níž jsou lokalizovány mnohé reakce, při nichž vzniká peroxid vodíku (oxidasy), který je zde rychle rozkládán katalasou.
V rostlinných peroxisomech probíhá fotorespirace.



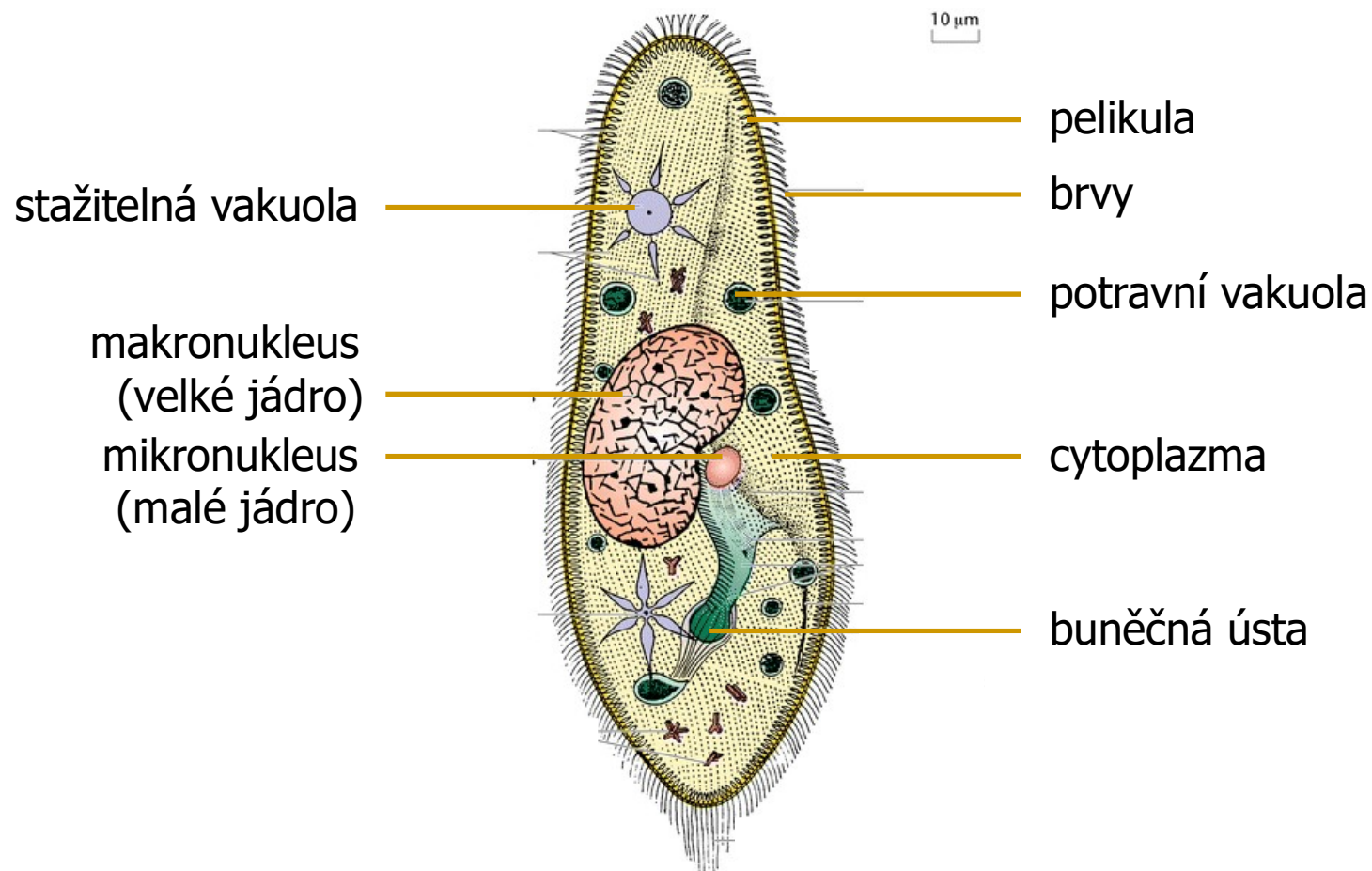
„Protista“ / „Protozoa“ / „Archezoa“

(všechno je (asi) jinak!)

- Předpoklad: Eukaryota jsou monofylum, tzn. Všechny eukaryotické organismy mají jednoho jediného předka (společného jenom jim).
- Důsledek: recentní jednobuněčná Eukaryota jsou vymezena pouze symplesiomorfním znakem (jednobuňčností), jedná se o parafylum.
- Z hlediska fylogenetické systematiky proto neexistuje taxon „Protista“.
- Členění jednobuněčných Eukaryota na rostlinné „Protophyta“ a živočišné „Protozoa“ rovněž neodpovídá průběhu fylogeneze (fotoautotrofní eukaryota vznikly pravděpodobně vícekrát nezávisle na sobě).
- „Archezoa“ jsou parafyletickou skupinou.

Paramecium caudatum

stavba těla



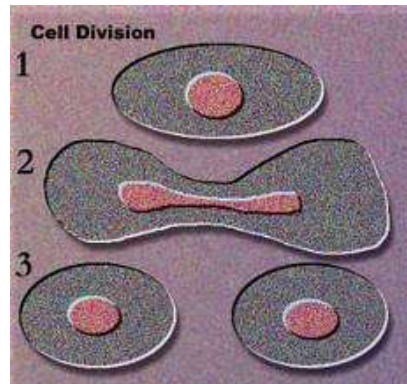
ORGANELY

- POHYB
panožky, brvy, bičíky, undulující membrány
- OCHRANA A OPORA TĚLA
pelikula, schránky, cysty
- TRÁVENÍ
buněčná ústa, buněčná řiť, potravní vakuoly
- VYLUČOVÁNÍ
pulsující vakuoly
- SMYSLY
stigma, neuromotorický aparát

ROZMNOŽOVÁNÍ

- NEPOHLAVNÍ
častější způsob rozmnožování

DĚLENÍ
PUČENÍ
SCHIZOGONIE

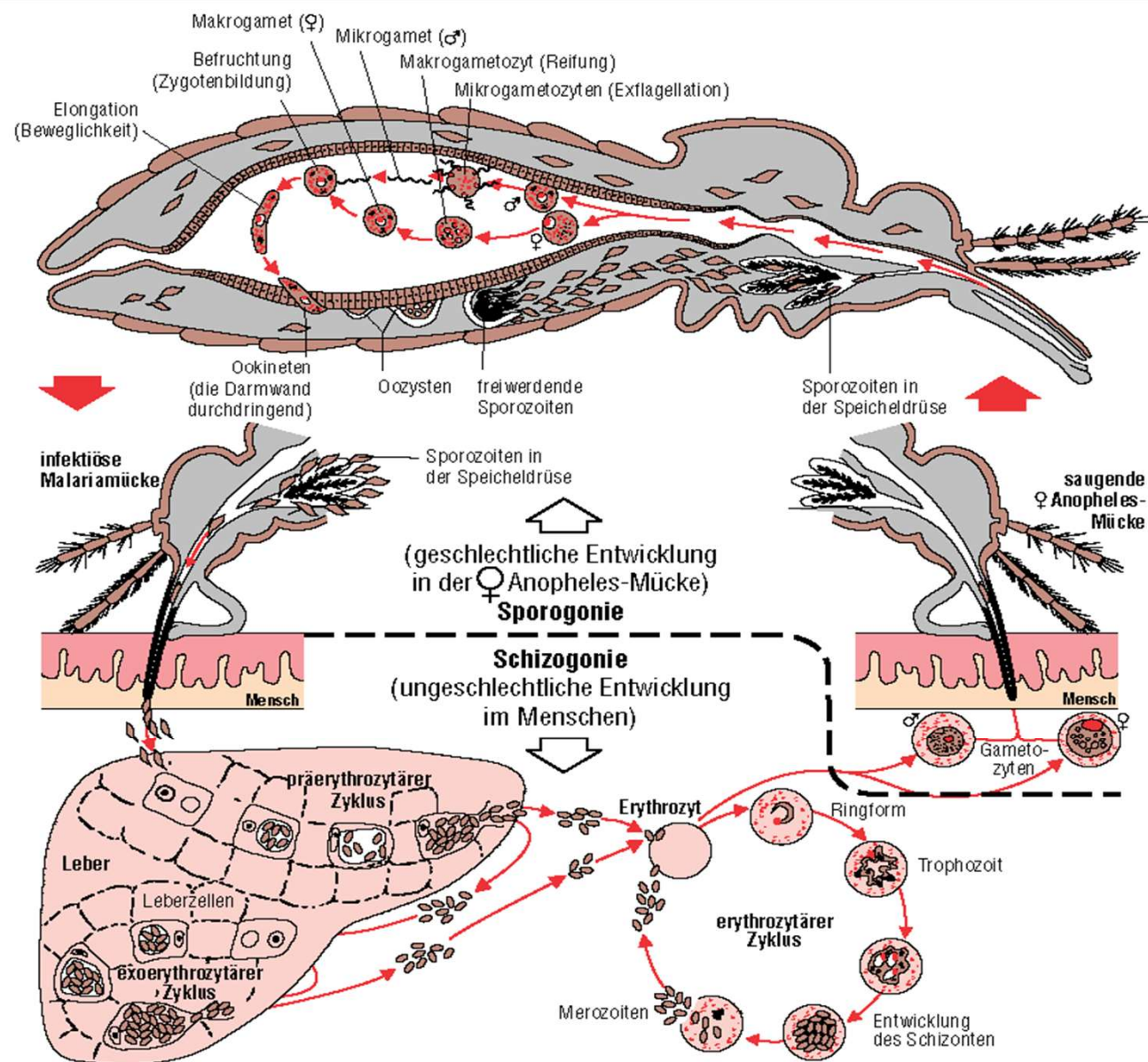


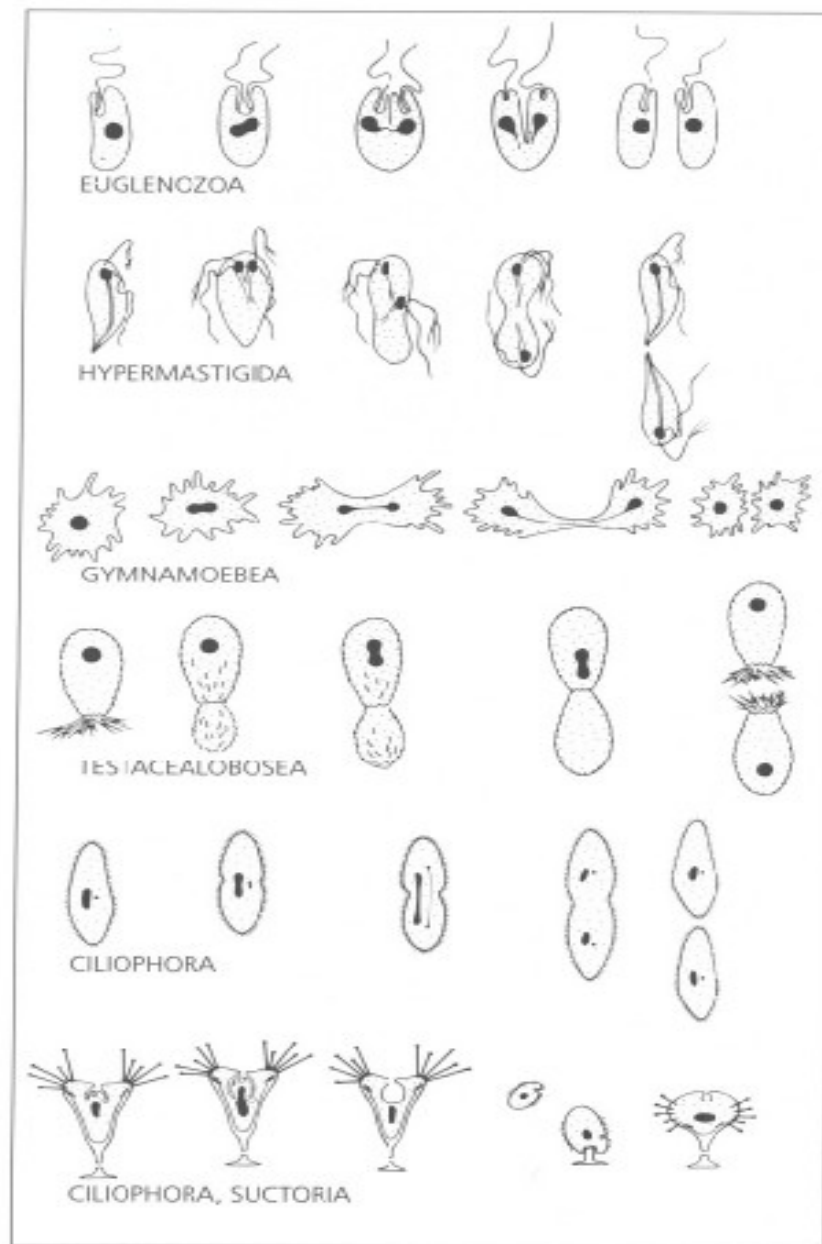
- POHLAVNÍ
slouží jen ke zvýšení životaschopnosti populace

KOPULACE
KONJUGACE



- **Nepohlavní rozmnožování** je rozšířené v několika typech:
 - binární dělení** – buňka sa rozdělí na 2 stejné jedince, a děje se to v podélném (*Mastigophora*) nebo v příčném směru (*Ciliophora*). Speciálním případem je pučení, kdy se z mateřského jedince oddělují mnohem menší pupeny, které potom dorůstají (*Suctorina*);
 - polytomie** – rozpad na více jedinců. Vyskytuje se ve dvou variantách: sporogonie a schizogonie (→ *Apicomplexa*).





Způsoby
nepohlavního
rozmnožování

•Pohlavní rozmnožování

Prvoci mají po dobu života haploidní sadu chromozómů (*Mastigophora*, *Apicomplexa*), diploidní jsou *Opalinata* a *Ciliophora*. V prvním případě dochází k redukci počtu chromozómů při prvním dělení zygoty, ve druhém případě meióza probíhá při vzniku gamet.

Pohlavní rozmnožování má v zásadě 3 varianty:

gametogamie

gamontogamie

autogamie

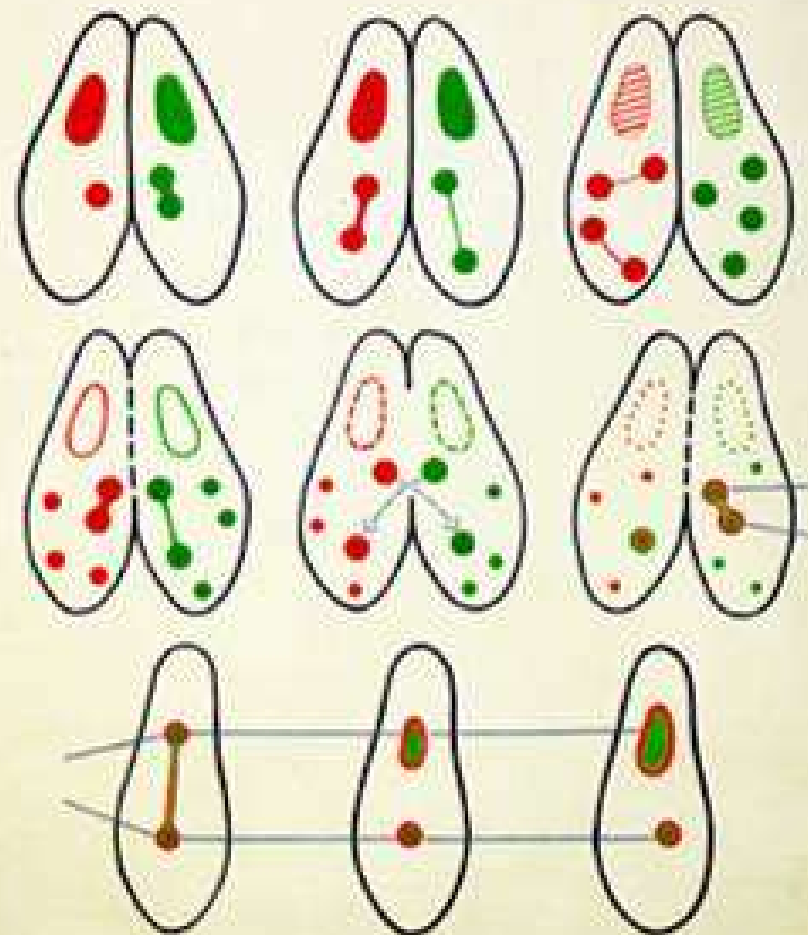
U dírkonošů a mřížovců probíhá **rodozměna** (metageneze) - střídání pohlavní a nepohlavní generace.

gametogamie – splývání dvou nezávislých gamet, které mohou být stejné (izogamie) nebo morfologicky odlišené (anizogamie → *Apicomplexa*);

gamontogamie – kopulace (jader) gamet předchází spojení celých buněk, nebo aspoň jejich větších částí (*Gregarina*). Zvláštním případem gamontogamie je **konjugace**, rozšířená u *Ciliophora*: Dva jedinci se k sobě přiloží cytostomem a splynou. Makronukleus se rozpustí, mikronukleus se v každé buňce dvakrát po sobě mitoticky dělí, takže vznikají 4 malá jádra. Tři z nich se rozpouštějí, poslední se ještě jednou meioticky dělí na **stacionární a migrativní jádro**. Migrativní jádra si jedince mezi sebou vymění, vzápětí každé splývá se stacionárním jádrem druhého jedince. Vzniká **synkaryon** a jedinci se od sebe oddělují. Dost složitým dělením synkaryonu v každém jedinci vznikají 2 makro– a 2 mikronukleusy. Jedinci se ještě jednou rozdělí, takže výsledkem konjugace jsou 4 jedinci;

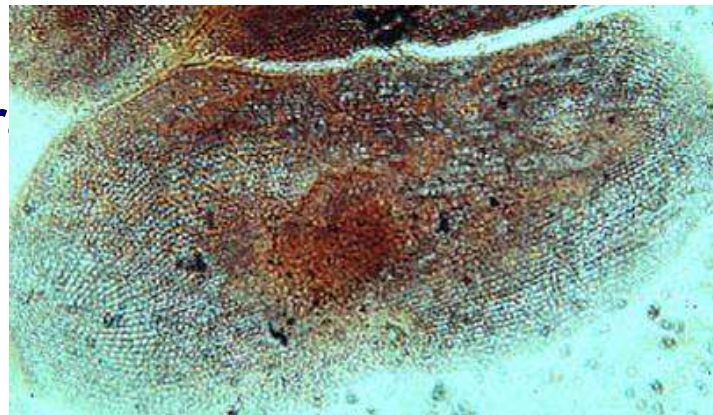
autogamie – proces samooplodnění jádry, které vznikly v tom samém jedinci (*Foraminifera*, *Heliozoa*, zřídka jinde).

KONJUGATION bei *Paramecium caudatum*



PRVOCI (*Protozoa*)

- někteří - celý život jednobuněční, jiní **kolonie** (po jejich rozdělení jedinci přežívají) nebo vytváří **plasmodia** (mnohojaderné stadium vzniklé splynutím několika jedinců nebo rozpadem jádra jedince).
- ve vývojově nejstarších – bičíkovcích – rostlinná a živočišná říše.
- **opora a ochr**
membrána



/toplazmatická

The microscope has been focused to show the topography of the pellicle of *Paramecium* , a coating secreted over top the animal's cell membrane. The pellicle provides protection, support and movement. Its appearance and rigidity are characteristic for many species (this one is relatively flexible).

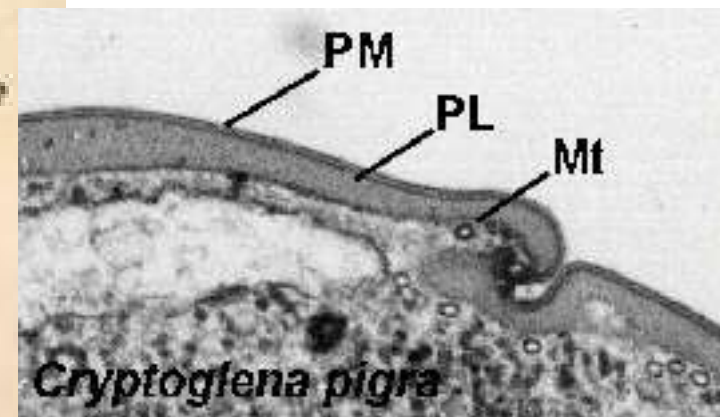
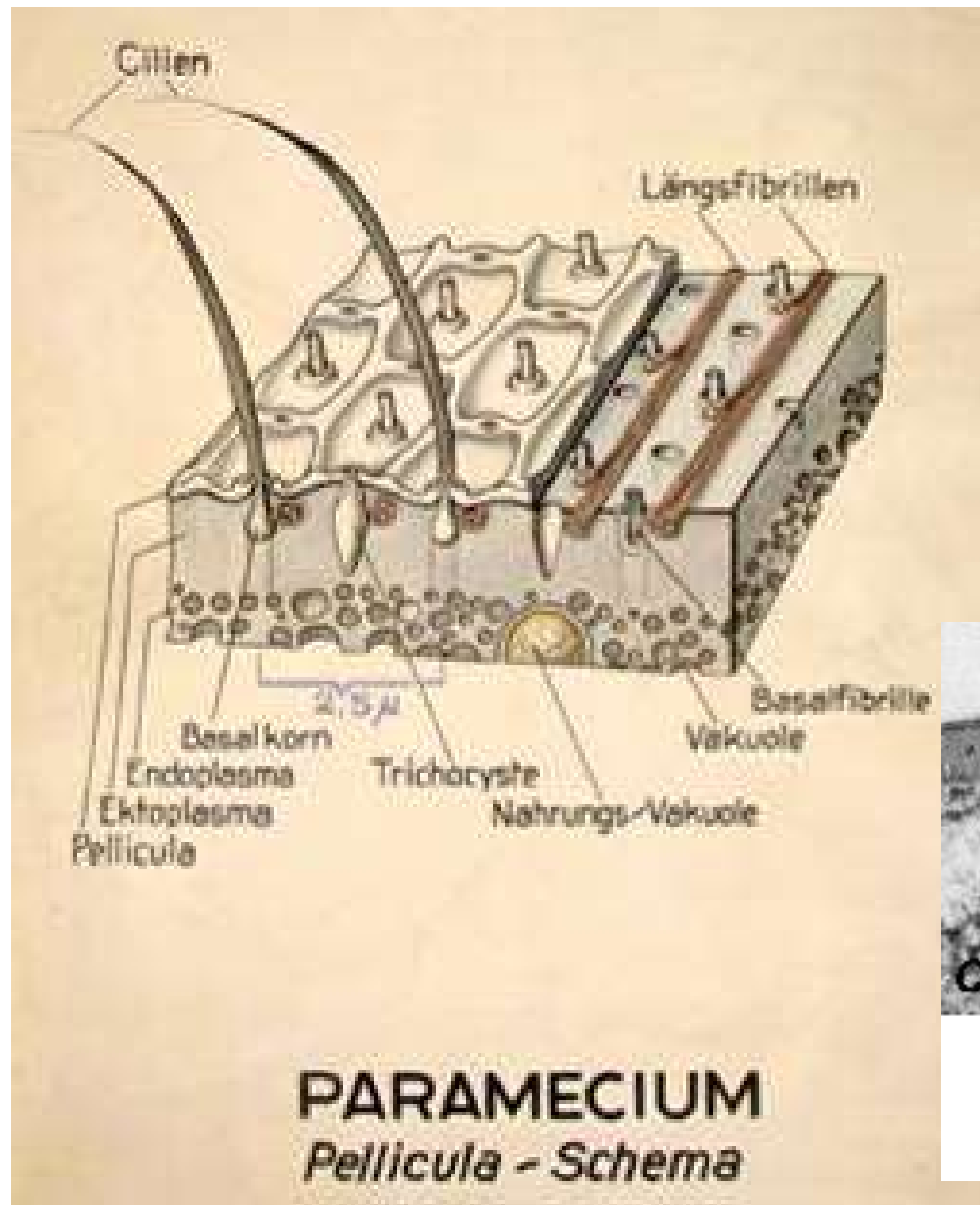
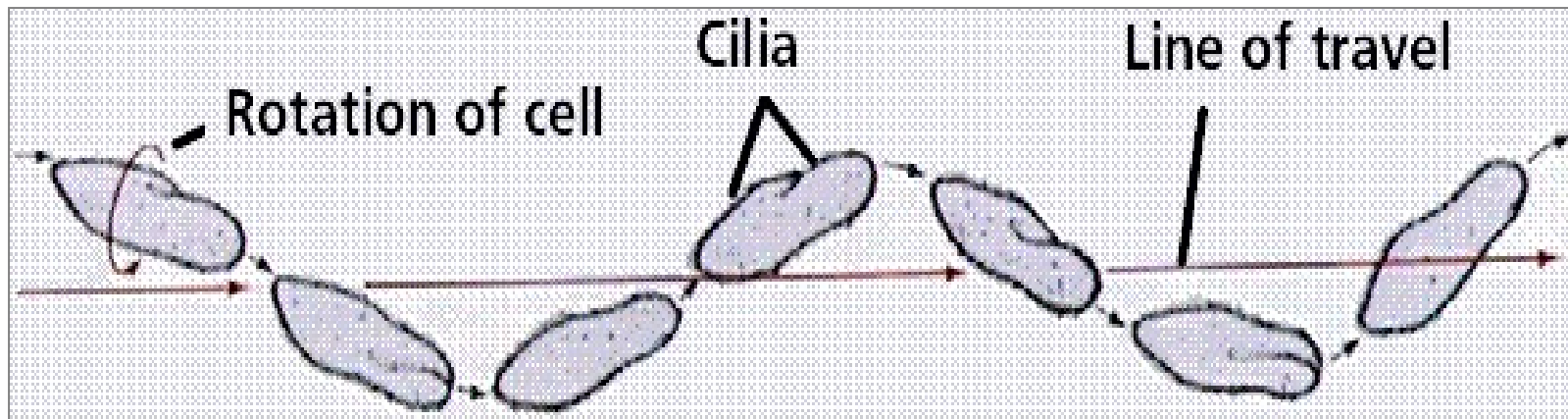


Fig. 2. High magnification view of the pellicle showing the plasma membrane (PM), the protein layer (PL), and the underlying microtubules (Mt).

PRVOCI (*Protozoa*)

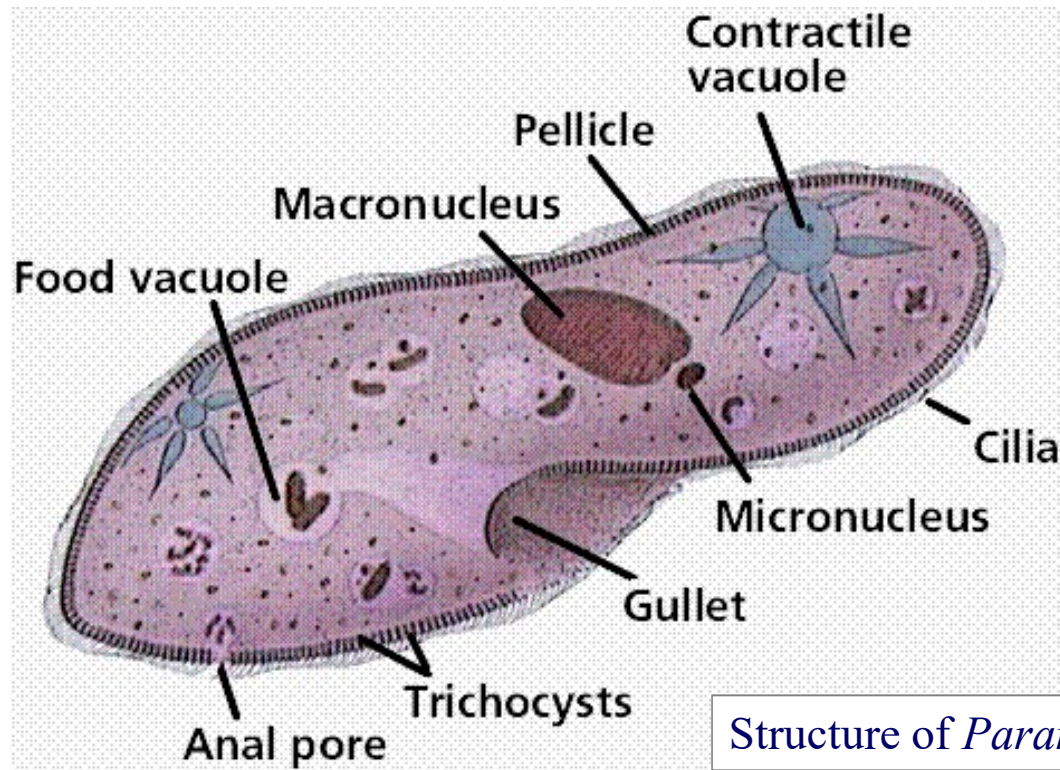
- cysta - klidové stadium, přežívá i úplné vyschnutí, přenášení větrem
- **pohyb:** panožky, bičíky, brvy



Ciliates travel along a spiral path, with the cell rotating along its long axis and the direction of travel resembling a sine wave.

PRVOCI (*Protozoa*)

vylučování a osmoregulace: pulzující (stažitelná) vakuola se utváří u sladkovodních prvoků (žijí v hypotonickém prostředí, a proto buňka neustále nasává vodu a aby nepraskla plní vodou vakuolu, která je po naplnění vyvržena na povrch, tím je zajištěn stálý osmotický tlak)



Structure of *Paramecium*, a typical ciliate

Contractile vacuole

Water moves
from canals
to vacuole

Pore opens and
vacuole contracts

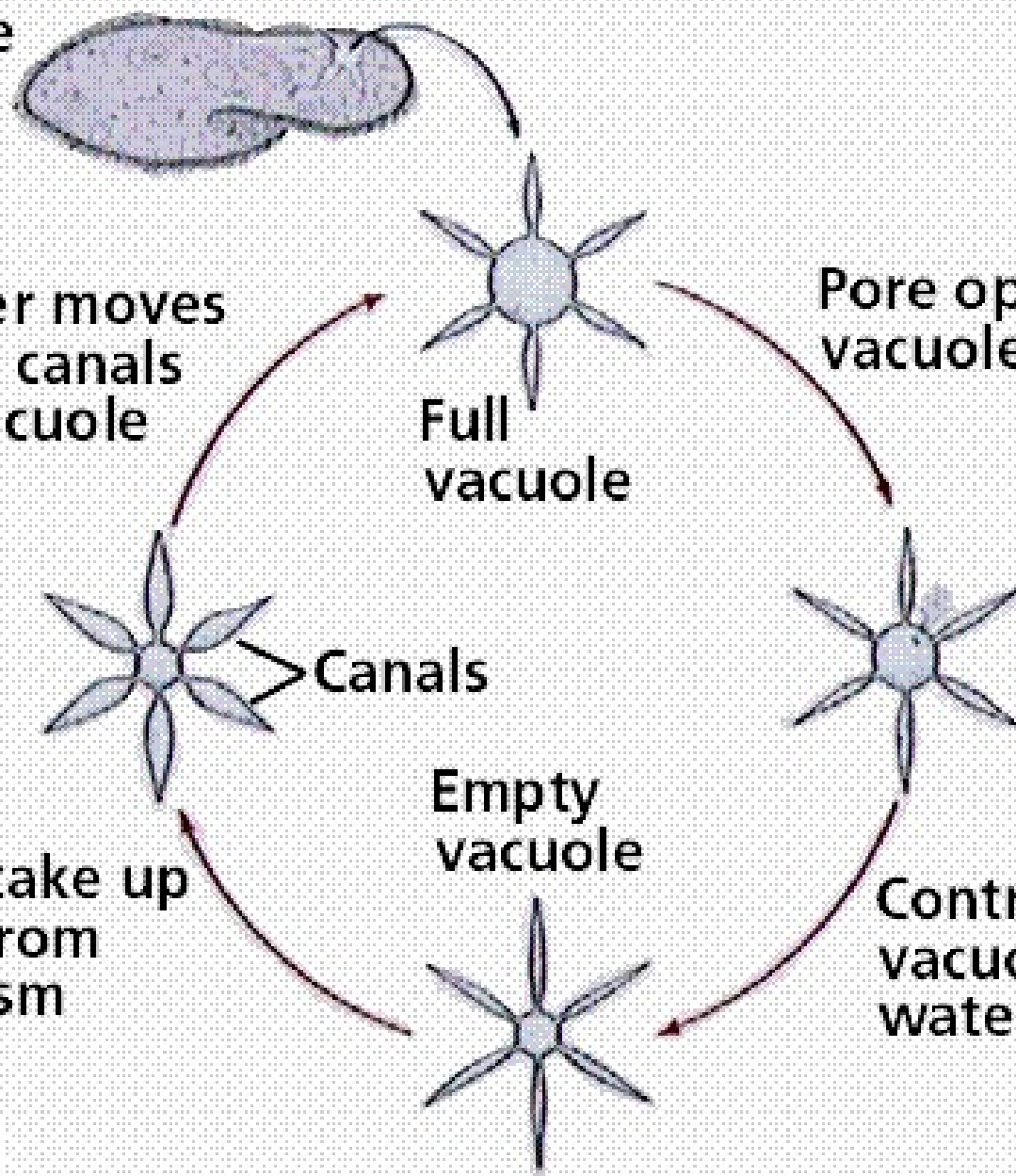
**Full
vacuole**

Canals

Canals take up
water from
cytoplasm

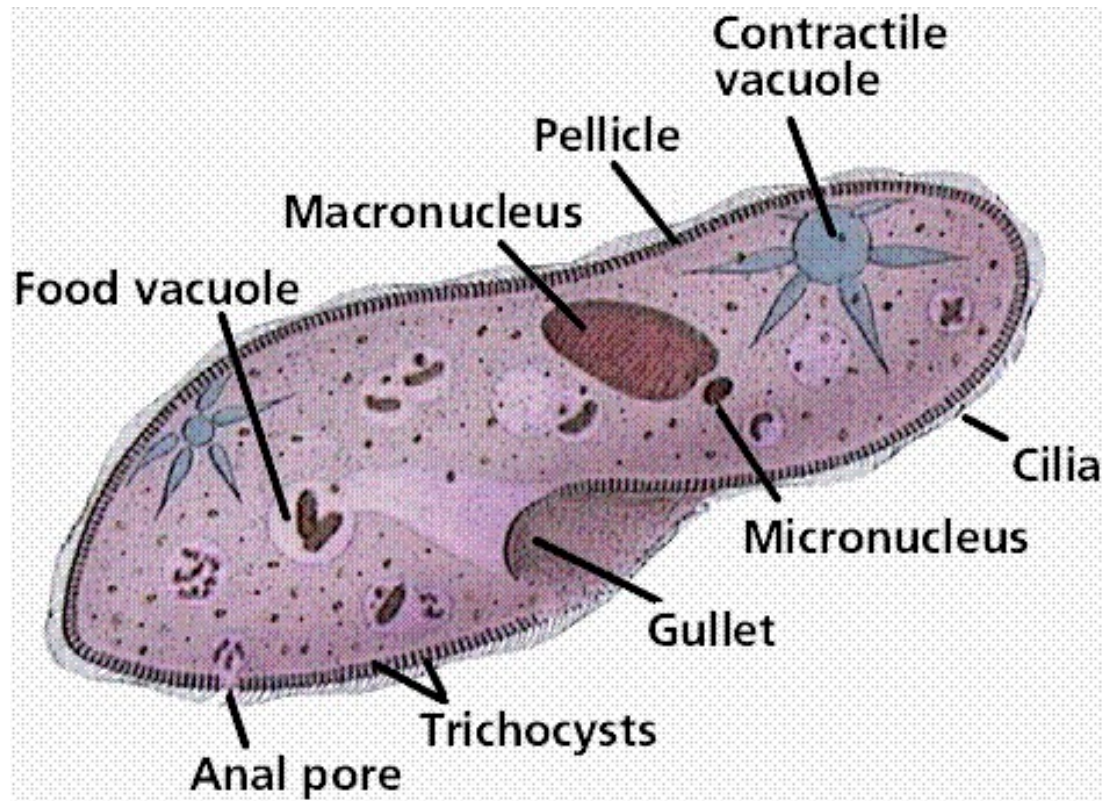
**Empty
vacuole**

Contraction of
vacuole expels
water from cell



PRVOCI (*Protozoa*)

- **trávení:** buněčná ústa a buň. řiť (u nálevníků), trávicí vakuola vzniká splynutím fagozómu s lysozomem
- **smysly:** neuromotorický aparát nálevníků koordinuje pohyb brv



(Kmen) **Euglenozoa**

(Třída) Euglenoidea - krásnoočky

(Třída) **Kinetoplastidea - bičivky**

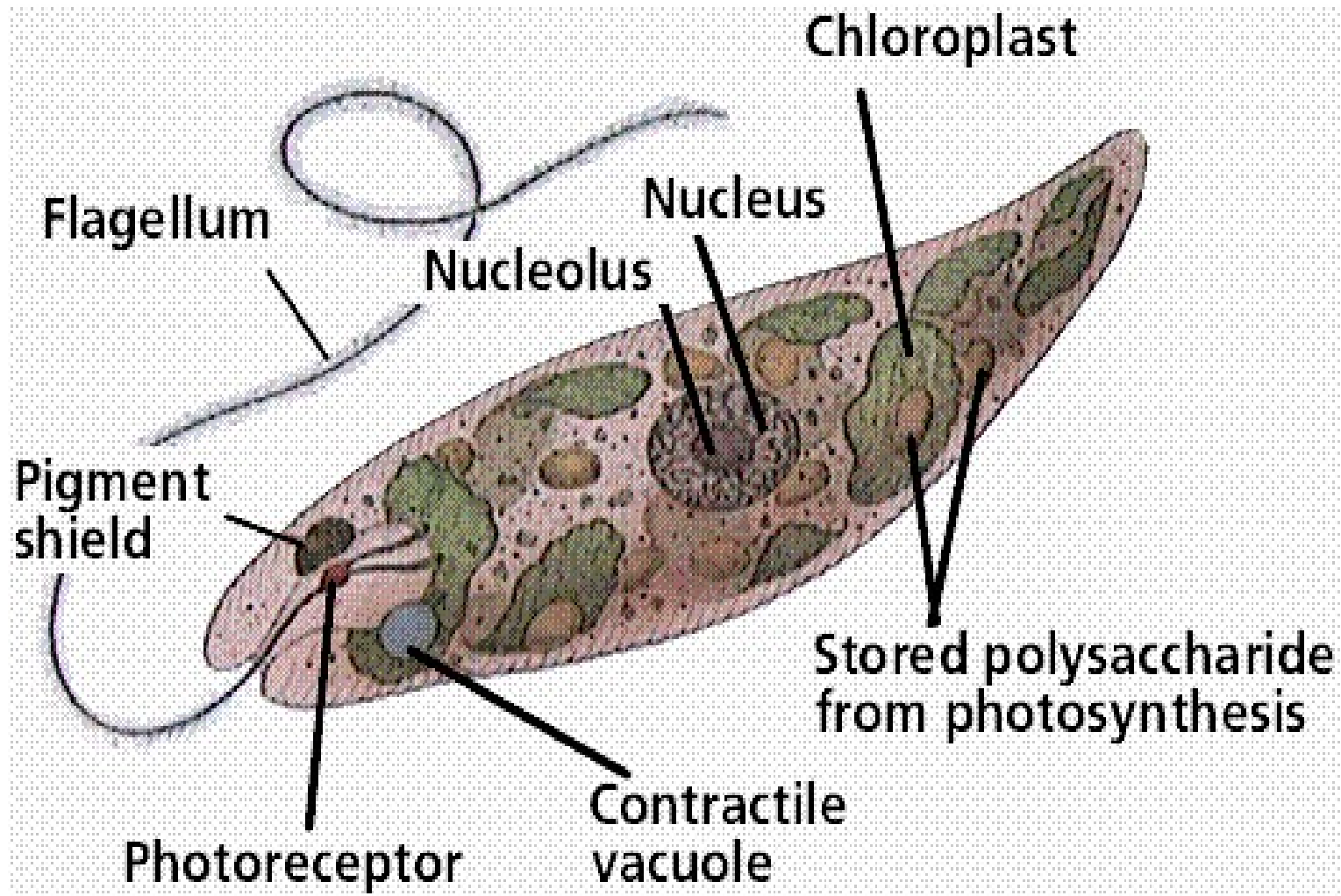
(Řád) Bodonida

(Řád) **Trypanosomatida - trypanosomy**

Euglenoidea: cca 1000 druhů, dva bičíky na přídí, z toho jeden většinou velmi redukován („zdvojená báze bičíku“). Autotrofní (v sladkých a brakických vodách)

i heterotrofní druhy, možný přechod autotrofních jedinců na heterotrofii při ztrátě chloroplastů. Zástupce: *Euglena viridis* - krásnoočko zelené.

Kinetoplastidea: cca. 600 druhů, bakteriofágové, endosymbiotičtí komenzálové a (převážně) paraziti. Typický znak je kinetoplast v blízkosti báze bičíku. Kinetoplast se nachází v jediné, velké mitochondrii.

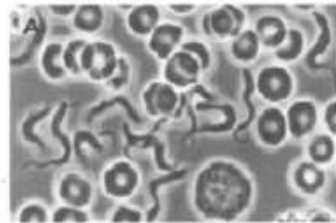


The structure of *Euglena*, a flagellated protistan

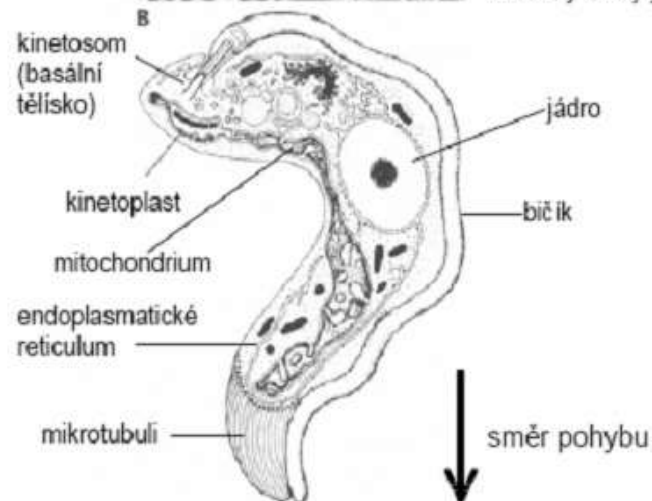
PRVOCI (*Protozoa*)

- **Bičíkovci** (*fyto- a zooflagellata*)
- rozmnožují se příčným dělením, před kterým proběhne duplikace bičíkového aparátu
- **Bičík** (flagellum) **undulující membrána**.
- zooflagelaty nemají na rozdíl od fytoflagelat chlorofyl
- řád **bičivky** (*Kinetoplastida*)
- Většina jednohostitelských, některé vícehostitelské (*Trypanosoma*)
- *Trypanosoma brucei* je skupinou afrických trypanozom, bodalka tse-tse
- Vyskytuje se u nich **antigenní proměnlivost** –
- jednou za asi 10 000 dělení změní gen pro povrchový glykoprotein - imunitní systém tak není schopný proti nim bojovat a vyčerpává se.
- Nakažený člověk většinu času prožije a umírá

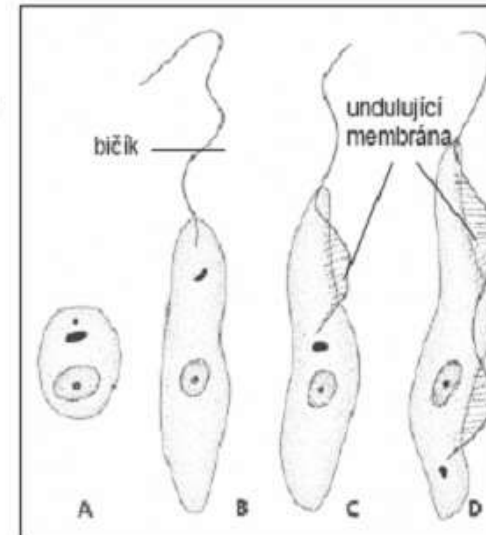
- (Kmen) **Euglenozoa**
 - (Třída) Kinetoplastidea - bičivky
 - (Řád) Trypanosomatida - trypanosomy



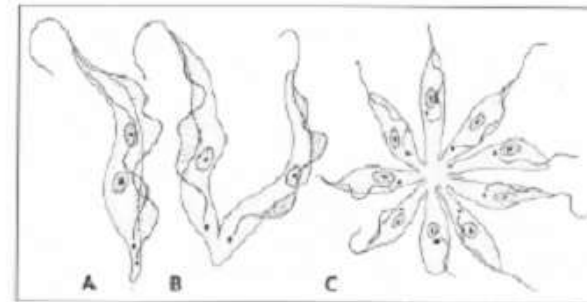
A: Trypanosomy
(délka 20 μm)
mezi erythrocyty savce



B: *Trypanosoma congolense*



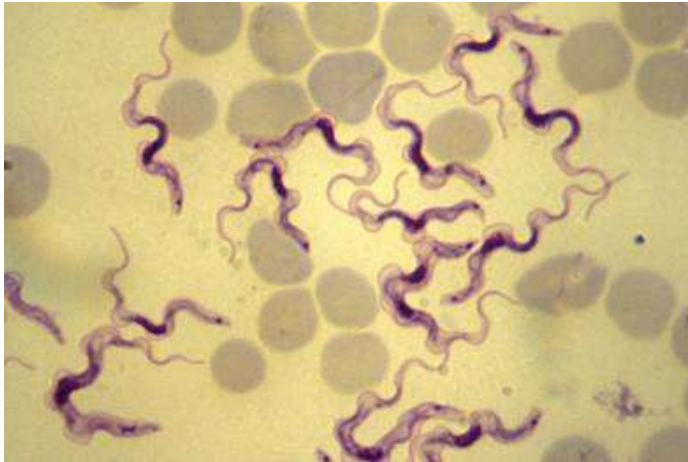
Polymorfismus: A) amastigotní, B) promastigotní, C) epimastigotní, D) trypomastigotní jedinec.



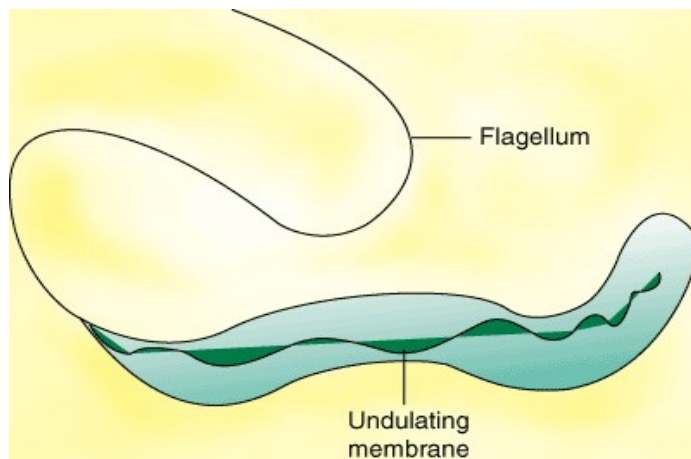
Nepohlavní rozmnožování dělením na dva (A-B) či vícero jedinců.

podkmen: **BIČÍKOVCI**

TRYPANOZOMA SPAVIČNÁ



- parazituje hlavně v krvi a míze
- původce spavé nemoci
- přenašečem je bodalka tse-tse



podkmen: **BIČÍKOVCI**

TRYPANOZOMA SPAVIČNÁ



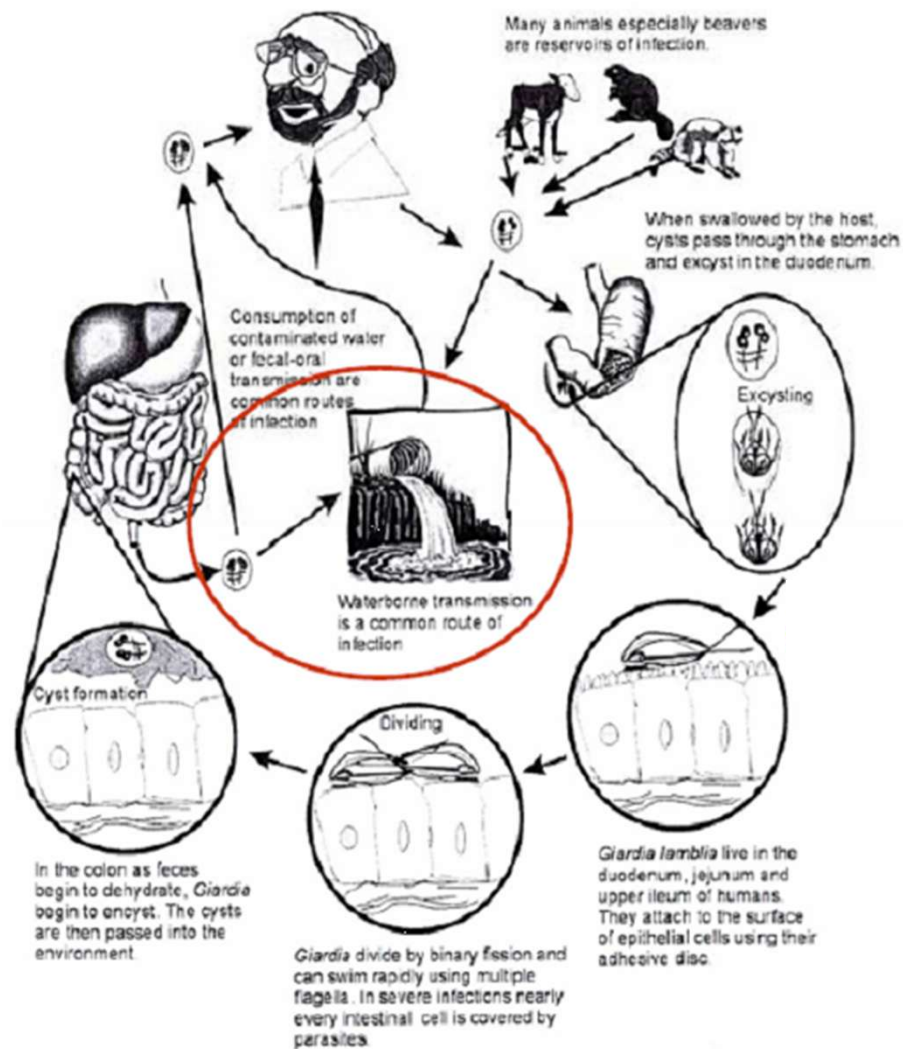
Ochrana je hlavně nepřímá, spočívá v ochraně před mouchami tse-tse.

podkmen: BIČÍKOVCI

LAMBLIE STŘEVNÍ



- parazituje v tenkém střevu člověka
- způsobuje horečnaté záněty a průjemy



PRVOCI (*Protozoa*)

- **kmen Parabasala**
- Anaerobní prvoci větším počtem bičíků
- Nemají mitochondrie, místo toho jsou vybaveni **hydrogenosomy** - kulovitými organelami ohraničenými dvojitou membránou, které mají společný původ s mitochondriemi, ale neobsahují DNA.
- Slouží k **substrátové fosforylaci (anaerobní produkce ATP)**.
- Mnozí zástupci kmene jsou komenzálové či mutualisti obratlovců i bezobratlých.
- **bičenka poševní (*Trichomonas vaginalis*)**: způsobuje trichomonózu (zánět pochvy), muži jsou přenašeči, bičenka se u nich neprojevuje, ale přežívá v močové trubici

podkmen:
BIČÍKOVCI

Trichomonas vaginalis



hydrogenosom

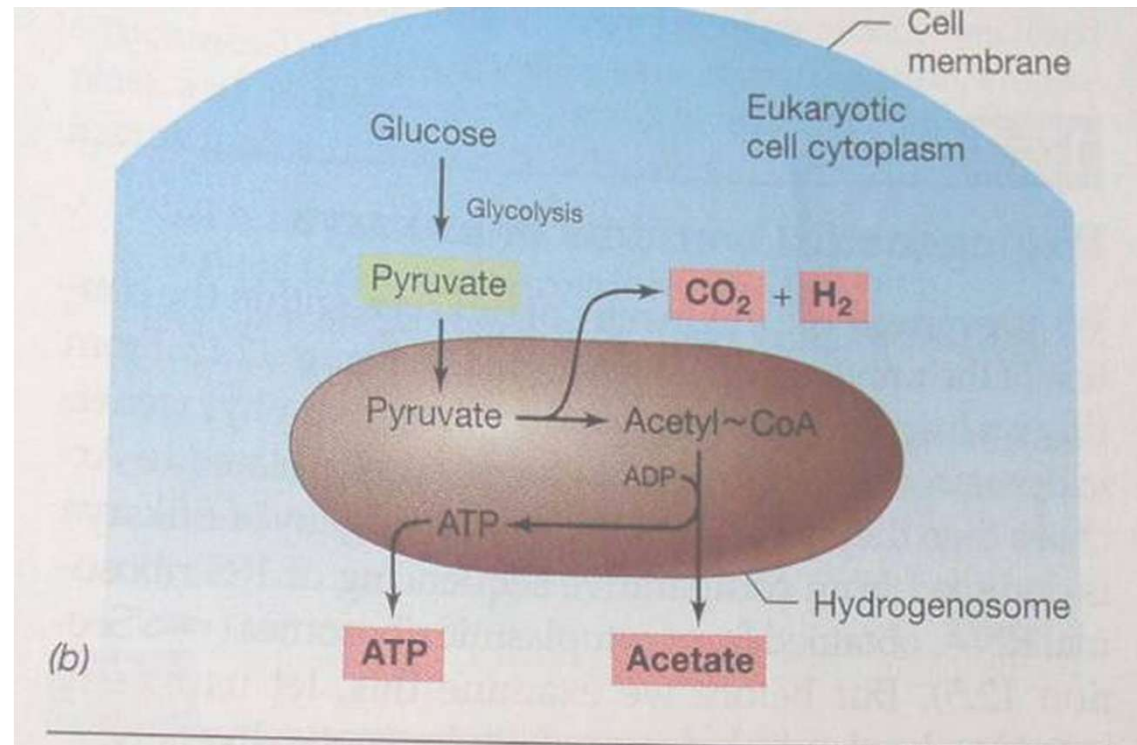
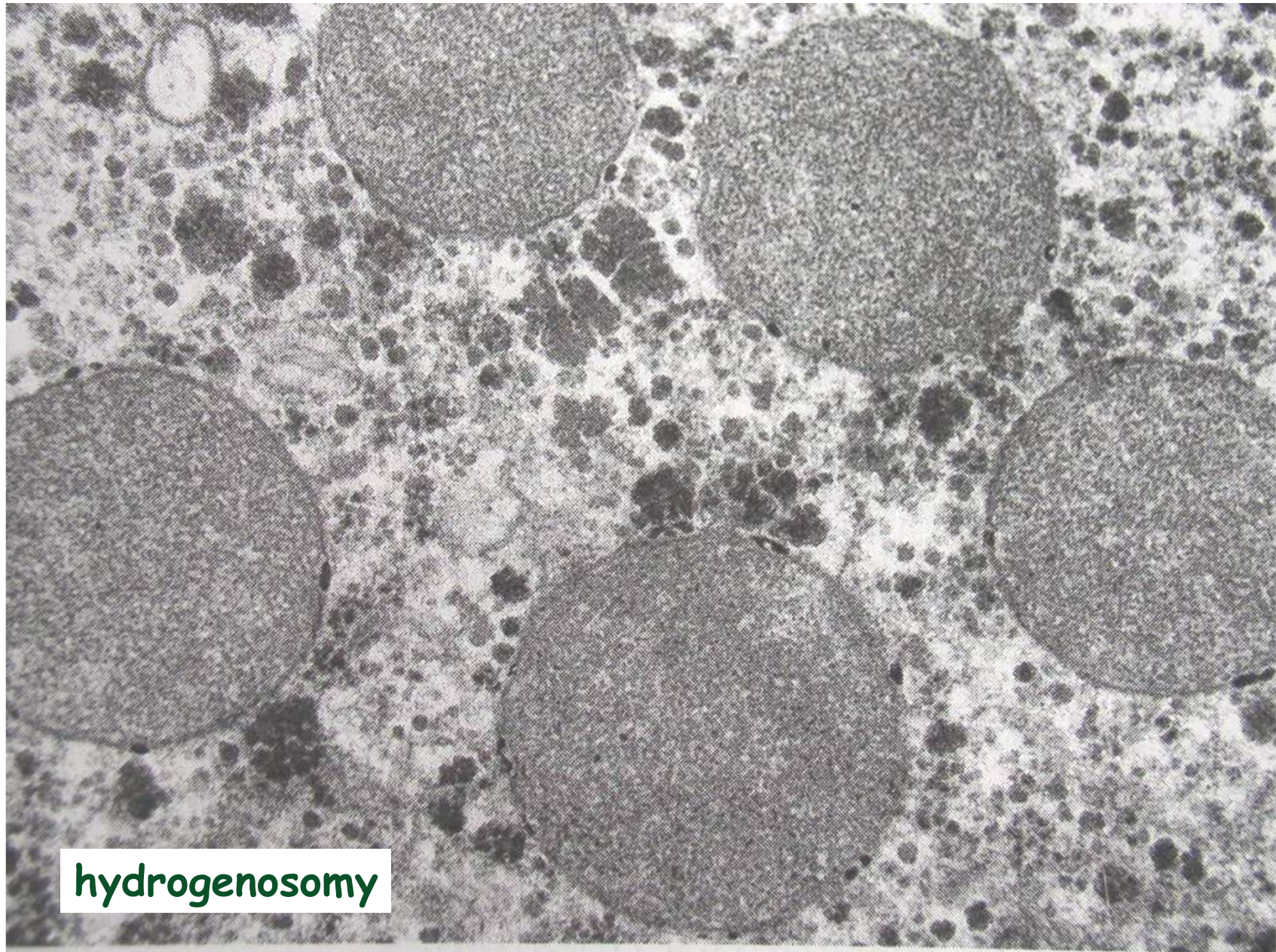


FIGURE 17.2 The hydrogenosome. (a) Electron micrograph of a thin section through a cell of the anaerobic flagellate, *Trichomonas vaginalis*, showing five hydrogenosomes. (b) Biochemistry of the hydrogenosome. Pyruvate is taken up by the hydrogenosome and H_2 , CO_2 , acetate, and ATP are produced. The key enzymes of the hydrogenosome are *pyruvate:ferredoxin oxidoreductase* and *hydrogenase*. Endosymbiotic methanogens are often present in the cytoplasm of hydrogenosome-containing eukaryotes, producing methane from the $H_2 + CO_2$ (🔍 Figure 16.39b,c).



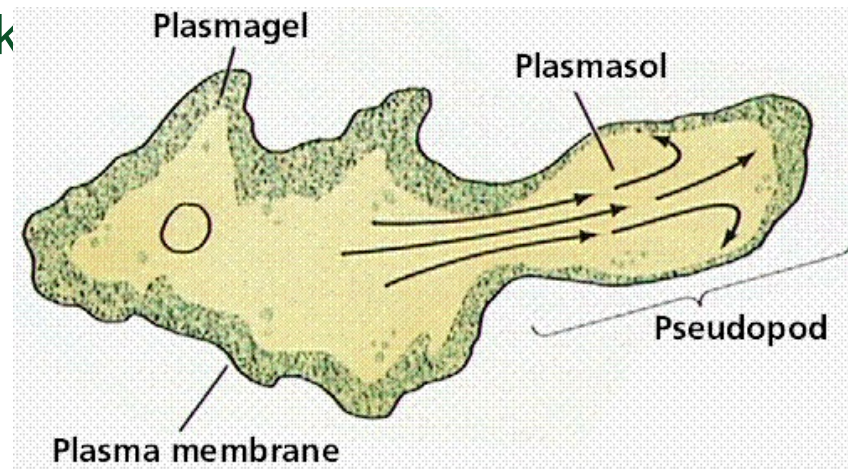
hydrogenosomy

PRVOCI (*Protozoa*)

Kořenonožci (*Rhizopoda, Sarcodina*)

Někdy bývají s bičíkovci spojeni do jednoho kmene PRAPRVOCI

- Jejich buňka je rozdělena na **ektoplazmu** a **endoplazmu**. Pelikula je slabá, příp. chybí. V endoplazmě jsou uloženy vakuoly, z ektoplazmy se vytváří **panožky** (pseudopodie), pomocí nichž se kořenonožci pohybují. převážně mořští, méně sladkovodní nebo půdní prvoci žijí volně nebo parazitují
- pohyb a příjem potravy (fagocytóza) pomocí panožek
- některé druhy tvoří schránk

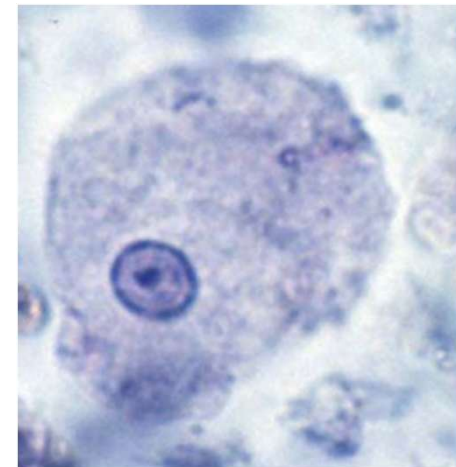


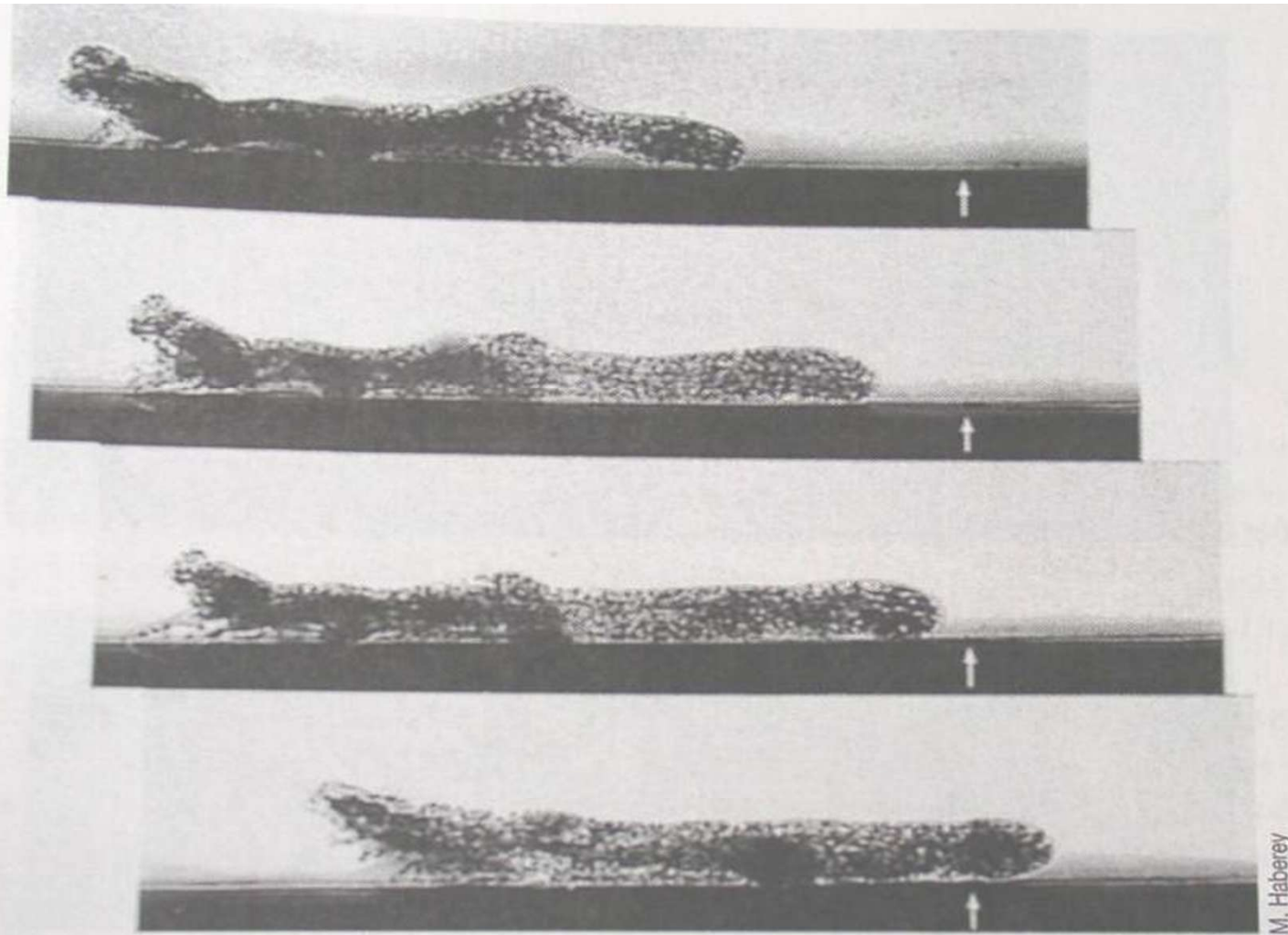
PRVOCI (*Protozoa*)

- **km. měňavky (*Amoebozoa*)**
- Žijí ve vodě, v půdě nebo v organizmech. V lidském střevě můžeme nalézt 7 druhů. Nikdy netvoří schránky.
ěňavka velká (*A. proteus*): náš největší prvok, měří až 1 mm, žije na dně rybníků a louží
m. střevní (*Entamoeba coli*): v trávicím traktu, komenzál
m. zubní: komenzál v dutině ústní, žije na zubech především starších lidí a zubních protézách, živí se kvasinkami a

m. ^{bakteriemi} ~~úplavici~~ (*Entamoeba histolytica*) amebózu

(měňavkovou úplavici) způsobuje naleptávání stěny střeva, způsobuje průjemy, krvácení ze střev, střevní stěnou se dostává do cév a orgánů (plíce, mozek, játra), může končit smrtí, přenašečem je moucha (nalepují se na ni cysty měňavek, které se z ní dostávají na jídlo) nebo vodou, vyskytuje se po celém světě, nejvíce v rozvojových zemích





M. Haberey

FIGURE 17.7 Side view of a moving amoeba, *Amoeba proteus*, taken from a film, the time interval between frames being 2 sec. The arrows point to a fixed spot on the surface. A single cell is about $80\ \mu\text{m}$ in diameter.



An amoeba (*Amoeba proteus*) using two pseudopods (false feet) to capture *Staurastrum brachiatum*.

podkmen: KOŘENONOŽCI

KRYTENKY

- mají chitinové schránky se zrnky písku
- žijí v detritu



ROZLITKA

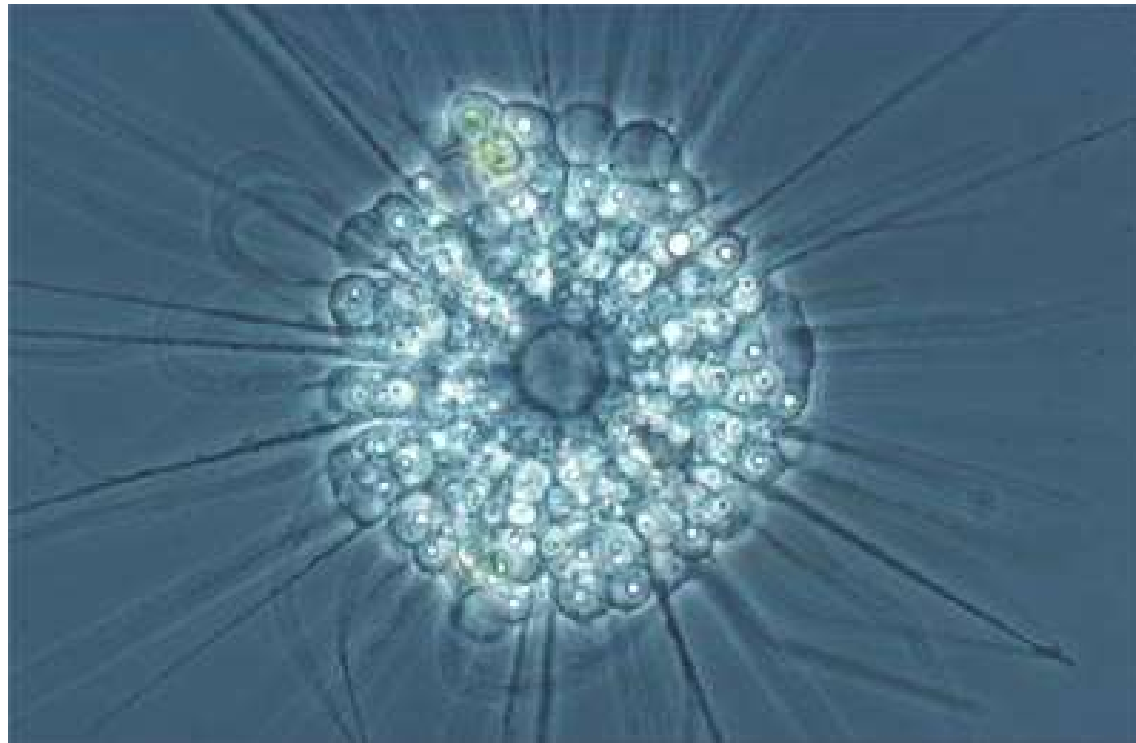


ŠTÍTOVKA

podkmen: **KOŘENONOŽCI**

SLUNIVKY

- mají schránky z SiO_2
- žijí v rašelinistích



podkmen: KOŘENONOŽCI

DÍRKONOŠCI

- mají schránky z CaCO_3
- žijí v moři
- mají obrovský paleontologický význam



podkmen: **KOŘENONOŽCI**
DÍRKONOŠCI

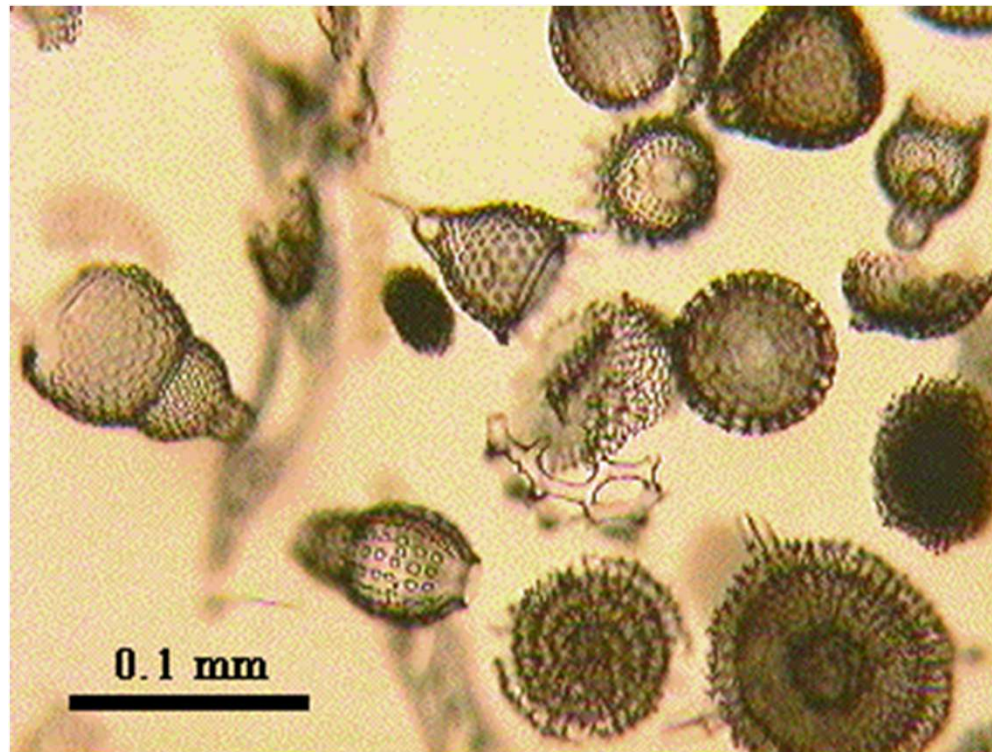


- mnozí dírkonošci mají horninotvorný význam
- po odumření vznikly z jejich schránek vápence

podkmen: KOŘENONOŽCI

MŘÍŽOVCI

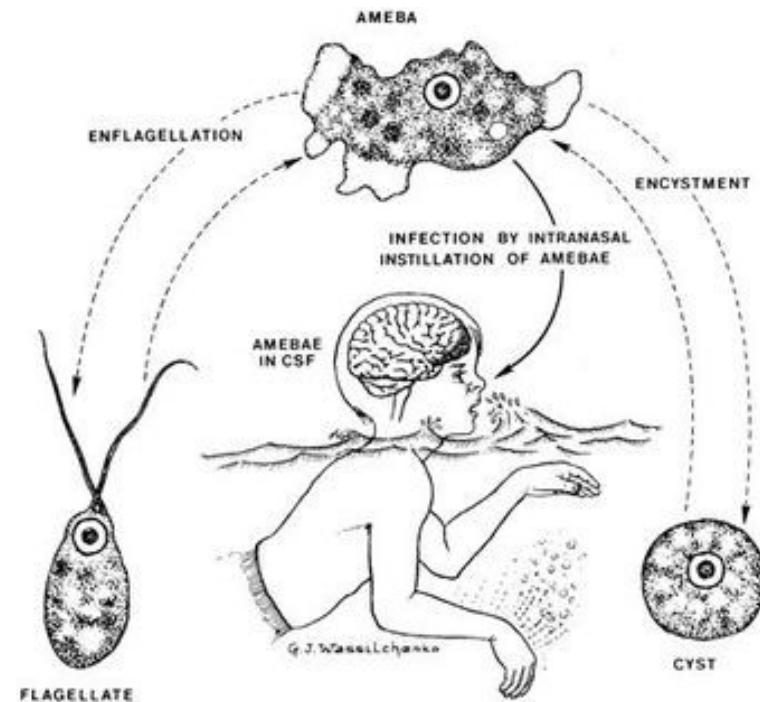
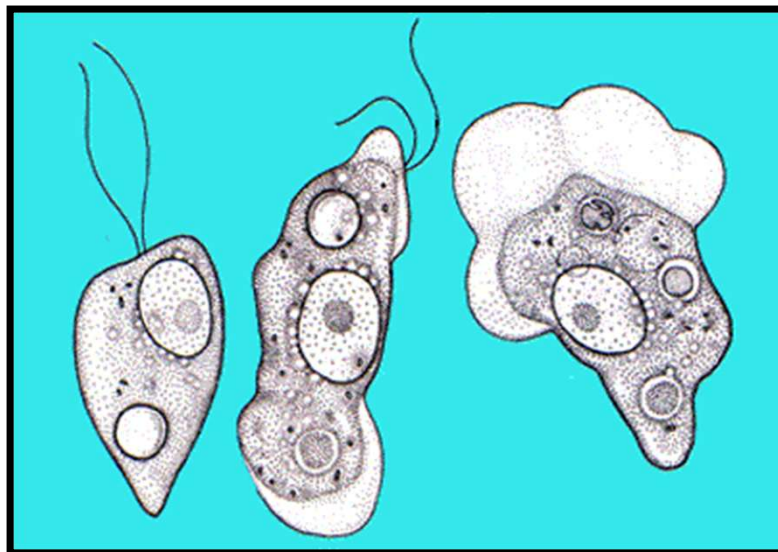
- mají schránky z SiO_2 a chitinu
- žijí v moři

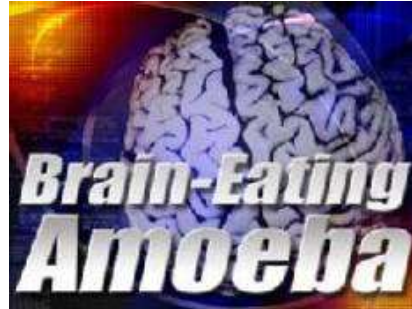


podkmen: KOŘENONOŽCI

NAEGLERIA FOWLERI

- fakultativní parazit
- obývá tropy nebo vyhřívané bazény
- původce smrtelného zánětu mozku





Žijí volně v přírodě. Za určitých podmínek (např. kontakt s oslabeným hostitelem) mohou přejít k parazitickému způsobu života. Přítomnost hostitele však pro jejich vývoj není nutná. Mohou často způsobovat velmi závažná onemocnění.

Příklady : améby rodů *Naegleria* a *Acanthamoeba* (žijí v půdě a vodě, při infekci člověka způsobují amébovou meningoencefalitidu s velmi těžkým, většinou smrtelným průběhem)

PRVOCI (*Protozoa*)

- **Výtrusovci (*Apicomplexa*)**
- Alespoň po část životního cyklu jsou intracelulárními parazity bezobratlých i obratlovců.
- **toxoplazma (*Toxoplasma gondii*):** kokcidie, obligátní intracelulární jednobuněčný parazit, konečným hostitelem jsou kočky, mezipřenositel je jakýkoli teplokrevný obratlovec.
- Je nejhojnějším a nejrozšířenějším parazitem (v ČR je prevalence 30 %, ve Francii dokonce 80 %). Člověk se nakazí požitím tkáňové cysty v nedokonale upraveném mase nebo oocystami od koček.
- Projeví se akutní toxoplazmóza, podobná velmi mírné chřipce - bolest kloubů, otok uzlin, horečka, asi po 14 dnech odezní.
- Vážné následky může mít toxoplazmóza u osob s poruchami imunity (u pacientů s AIDS, nebo při podávání imunosupresiv apod). V případě infekce matky v těhotenství může dojít k závažným poškozením plodu. Po akutní fázi - fáze chronická - člověk zůstává nakažen cystami po celý život,

kmen: VÝTRUSOVCI

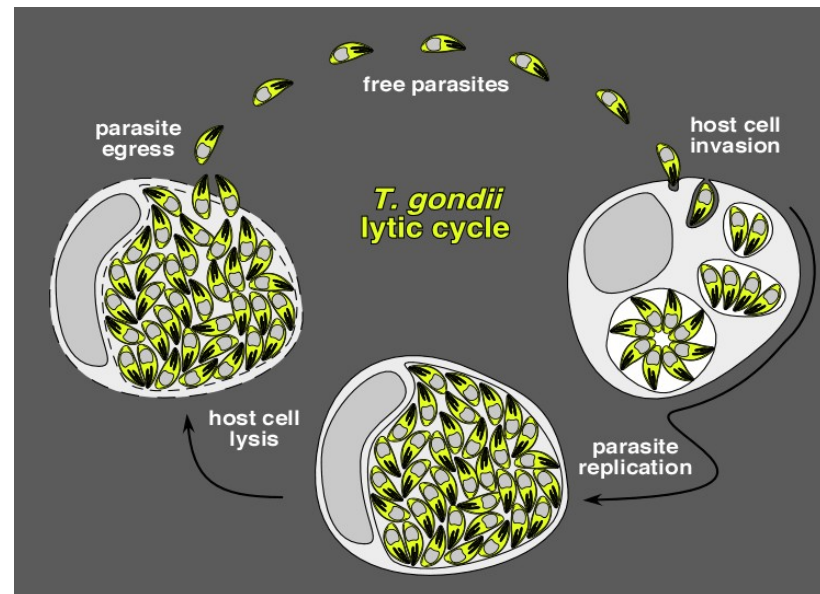
- výhradně endoparazité
- původci těžkých onemocnění člověka a živočichů
- ve svém vývojovém cyklu střídají hostitele i způsoby rozmnožování, častá je schizogonie
- vytvářejí nepohyblivé cysty

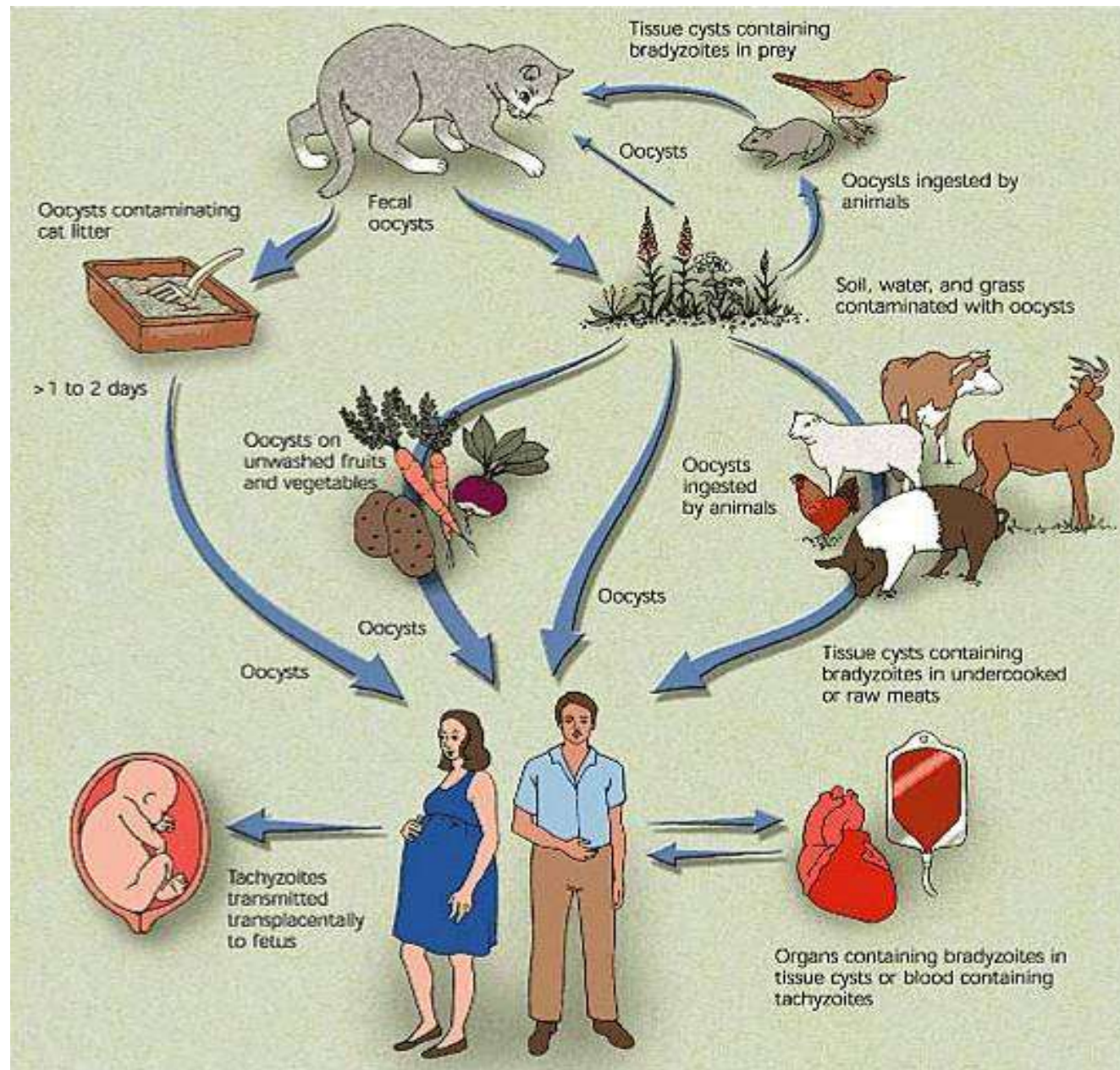


kmen: VÝTRUSOVCI

TOXOPLASMA GONDII

- původce toxoplazmózy
- více hostitelů ↗
 - pohlavní fáze v kočkovitých šelmách
 - nepohlavní fáze v ptácích, savcích včetně člověka
- nebezpečná pro těhotné ženy





Etologické (behaviorální) adaptace

specifické typy chování umožňující nalezení svého hostitele a
dosažení vhodného místa v jeho organismu
manipulace chování hostitele umožňující další rozšíření parazita
Manipulační aktivita – parazit ovlivňuje chování svého
hostitele tak, aby se mohl lépe šířit.

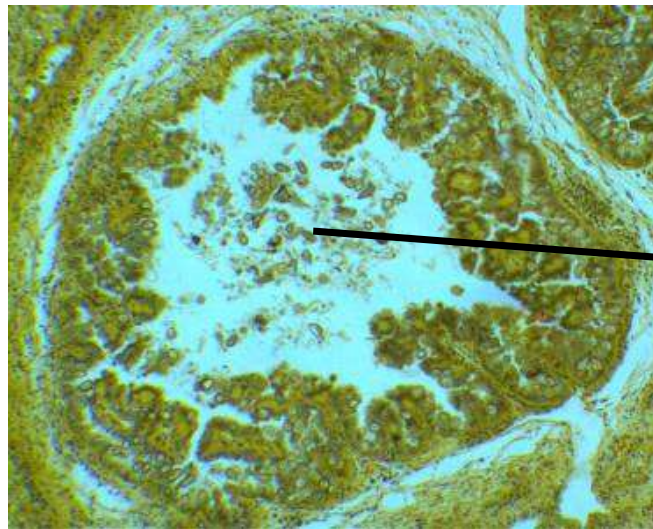
Předpokládá se např. u některých pohlavně přenosných
parazitů (bakterie *Neisseria gonorrhoeae*, původce
kapavky), kteří svým působením zvyšují sexuální apetenci
svého hostitele.

Manipulační aktivitu vyvíjí pravděpodobně jeden
z nejrozšířenějších parazitů – prvok *Toxoplasma gondii*.
Podle některých předpokladů se jeho vliv může projevit i
změnou psychiky infikované osoby.

kmen: **VÝTRUSOVCI**

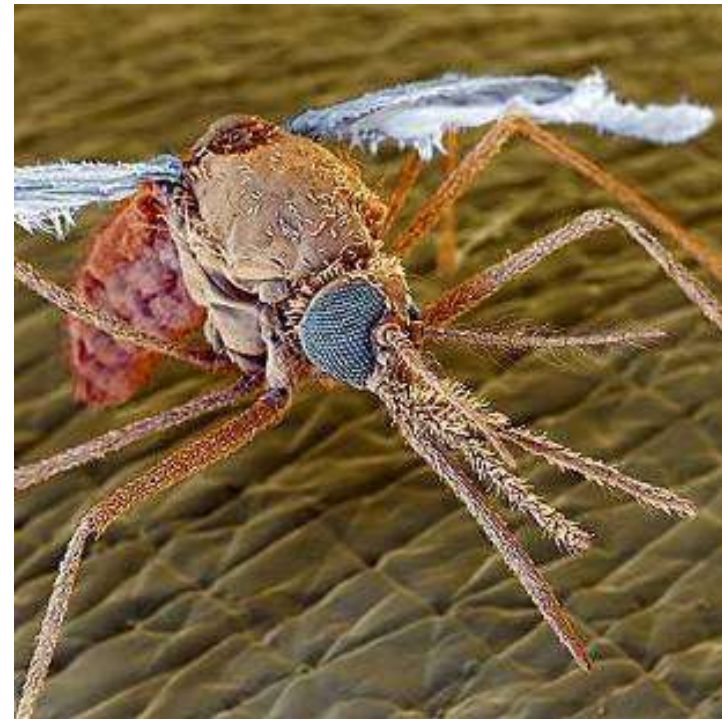
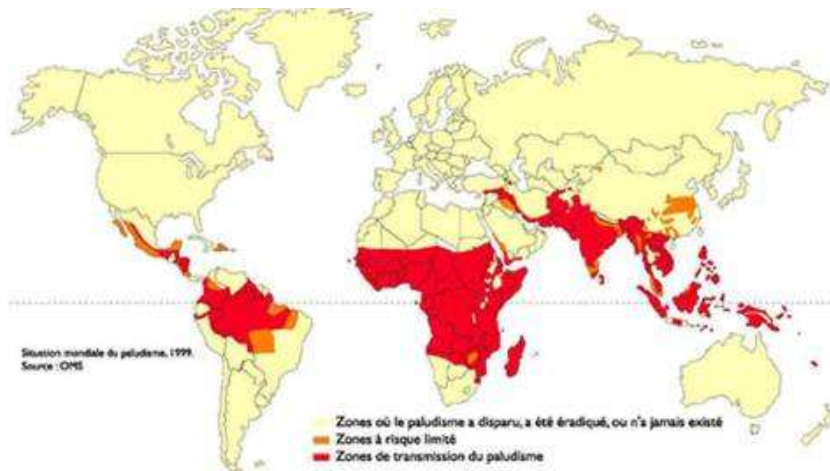
KOKCIDIE JATERNÍ

- způsobuje kokcidiózu u králíků a zajíců, která se projevuje hnisavými záněty jater
- cysty se uvolňují s trusem a způsobují nákazu dalších jedinců



PRVOCI (*Protozoa*)

- **Třída Haematozoa – krvinkovky**
- *Plasmodium* – plasmodium (zimnička)
- Původce malárie, přenašečem je komár *Anopheles* (slinné žlázy). Způsobují rozpad erytrocytů (horečka). Člověk je mezipositel, komár definitivní hostitel



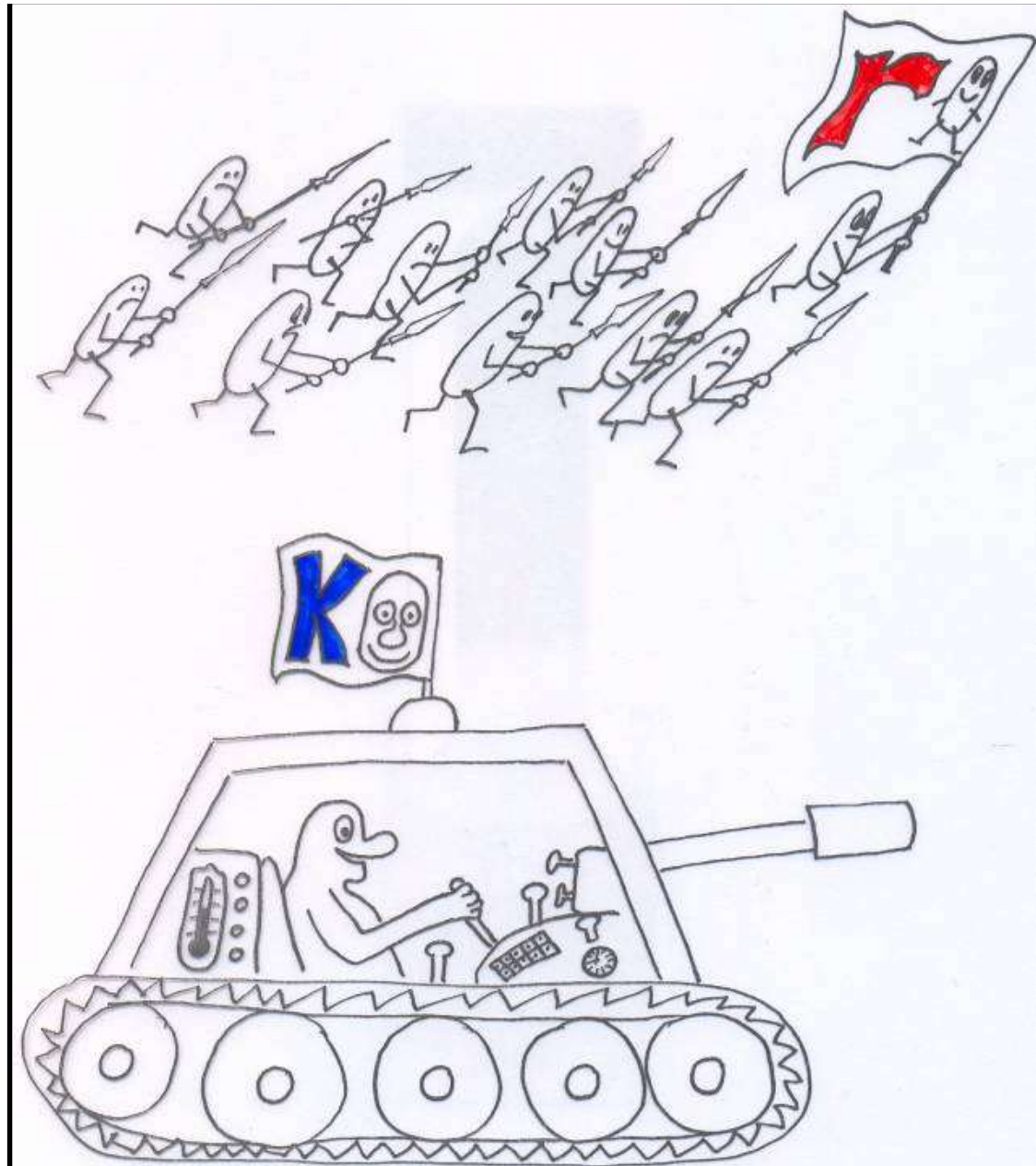


Пріродні антимальарікум - чинин

K- a r-strategie

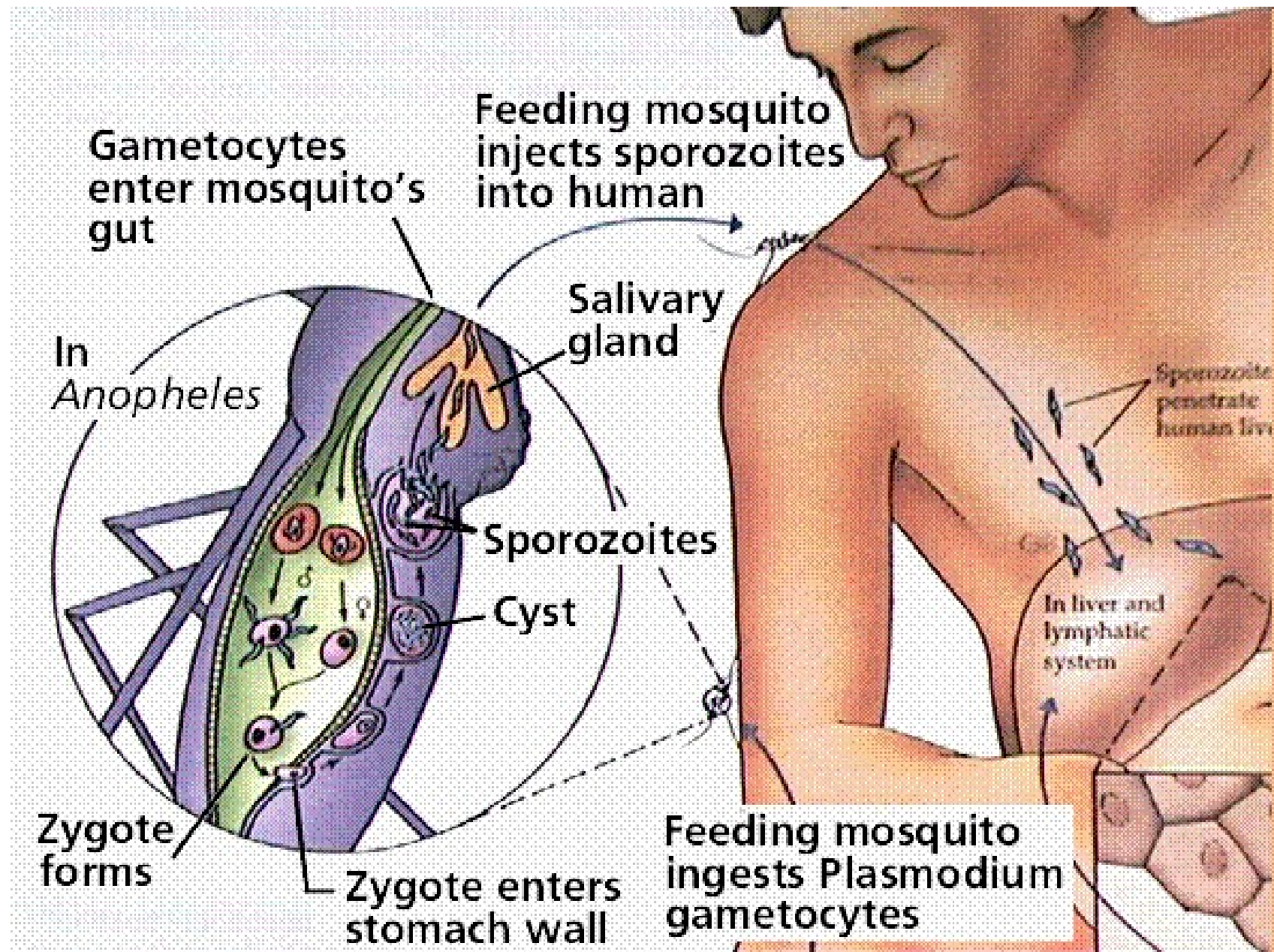
K-stratégové produkují zpravidla menší počet potomstva, které je však po fyziologické a anatomické stránce velmi dobře vyvinuto a je schopno se do jisté míry přizpůsobit změnám prostředí.

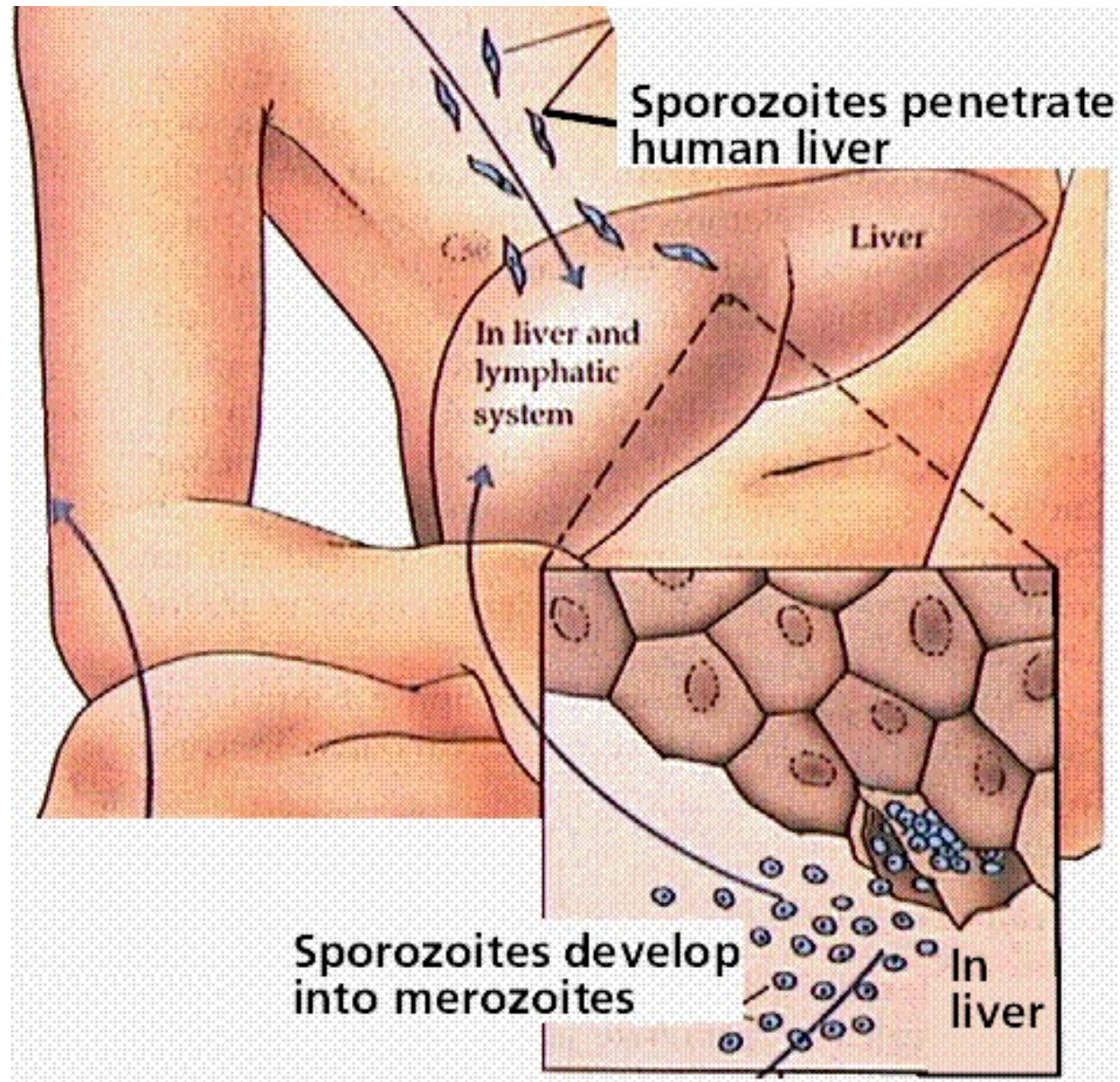
r-stratégové produkují větší počet potomstva, které má většinou jednodušší tělesnou stavbu a těžko se přizpůsobuje změnám prostředí. Populace r-stratégů mají vysokou růstovou rychlost, větší část potomstva však zpravidla umírá. K r-stratégům patří naprostá většina parazitů.

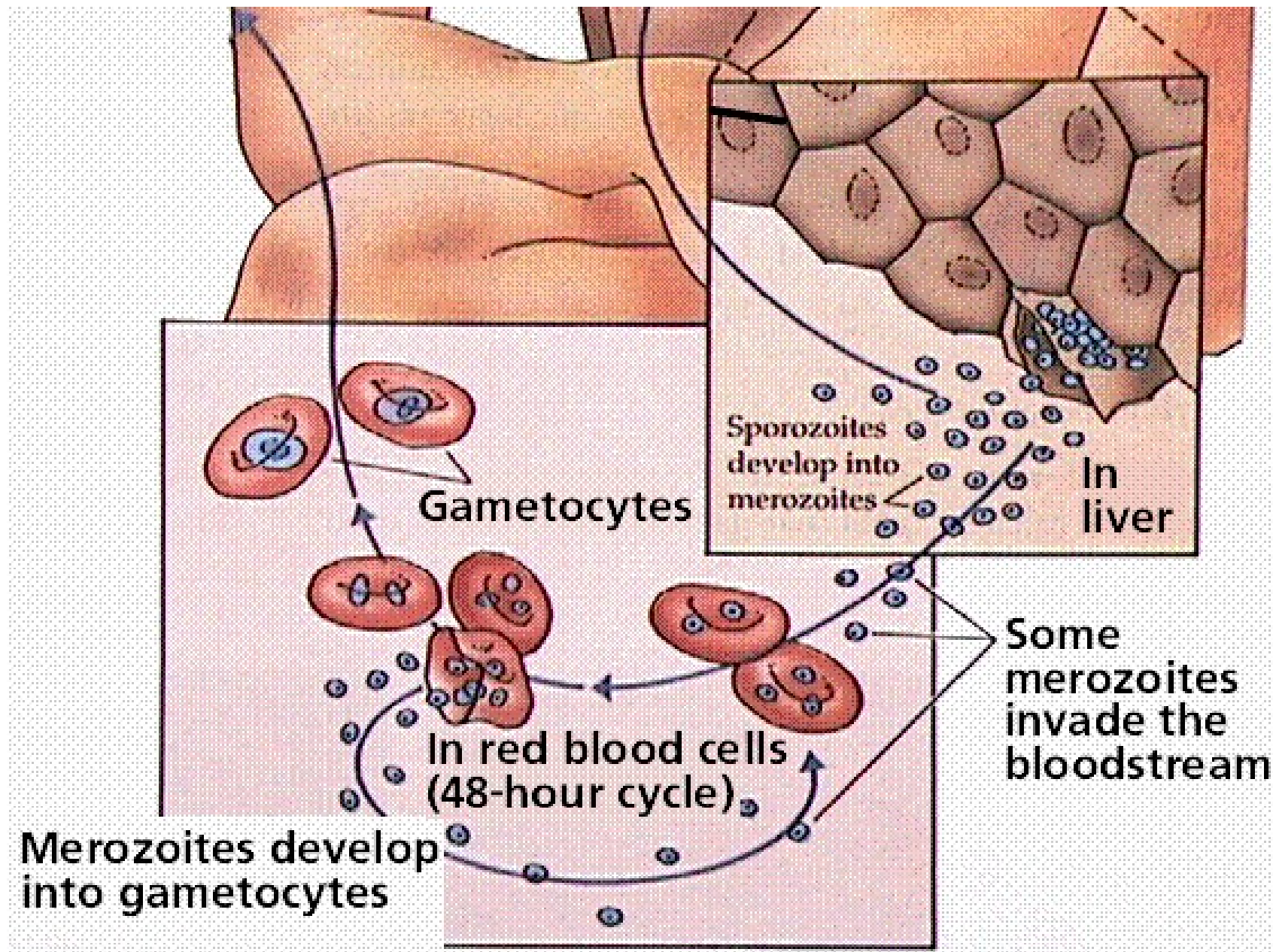


Reprodukční adaptace

vysoký reprodukční potenciál (většina parazitů jsou r-stratégové)
možnost asexuálního rozmnožování
(pouze u některých parazitů)
složité vývojové cykly (větší počet vývojových stádií, střídání hostitelů během vývoje, střídání klidových a pohyblivých vývojových stádií atd.)









(Kmen) Ciliophora - nálevníci

(Třída) **Kinetofragminophorea** - stejnobrví

Prostomatida

Entodiniomorphida (bachořci)

Suctorida (rournatky)

(Třída) **Oligohymenophorea** - chudoblanní

Hymenostomatida

Peritrichida - kruhobrví

(Třída) **Polyhymenophorea** - mnohoblanní

Heterotrichida - různobrví

Hypotrichida - spodobrví

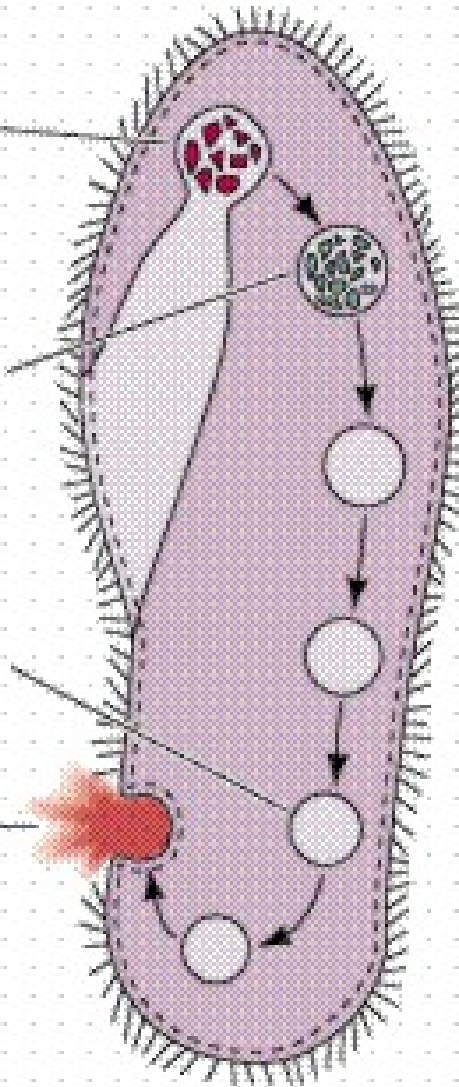
Systém nálevníků původně na základě obrvení celé buňky, cca od r. 1970 hlavně **vývoj a stavba okolí cytostomu (vč. obrvení)** - na tomto základě byly vytvořeny výše uvedené 3 třídy. **Dnes je preferován systém na základě infraciliatury** (typ a rozložení fibril a mikrotubulů uvnitř buňky).

Food vacuole forming
around yeast cells

Vacuole becomes acidic

Alkalinity reestablished

Waste material
expelled



The formation and processing of food vacuoles by *Paramecium*

PRVOCI

(Protozoa)

- Kmen Ciliophora - obrvení

- Asi 8 tis. druhů. Nejvýše organizovaní prvoci.

- K pohybu slouží cílie vyrůstající z bazální struktury

- Výživa: Potrava přijímána většinou fagocytózou.

- Získávání potravy: filtrací, lovem

- Zvláštní místo mají obrvení v bachoru přežvýkavců



4 — *Paramecium caudatum*: mi — mikronukleus, ma — makronukleus, kv — kontraktilná vakuola, uo — ústny otvor, u — ústa, cvv — cirkulujúca výživná vakuola, vv — výživná vakuola, c — cílie

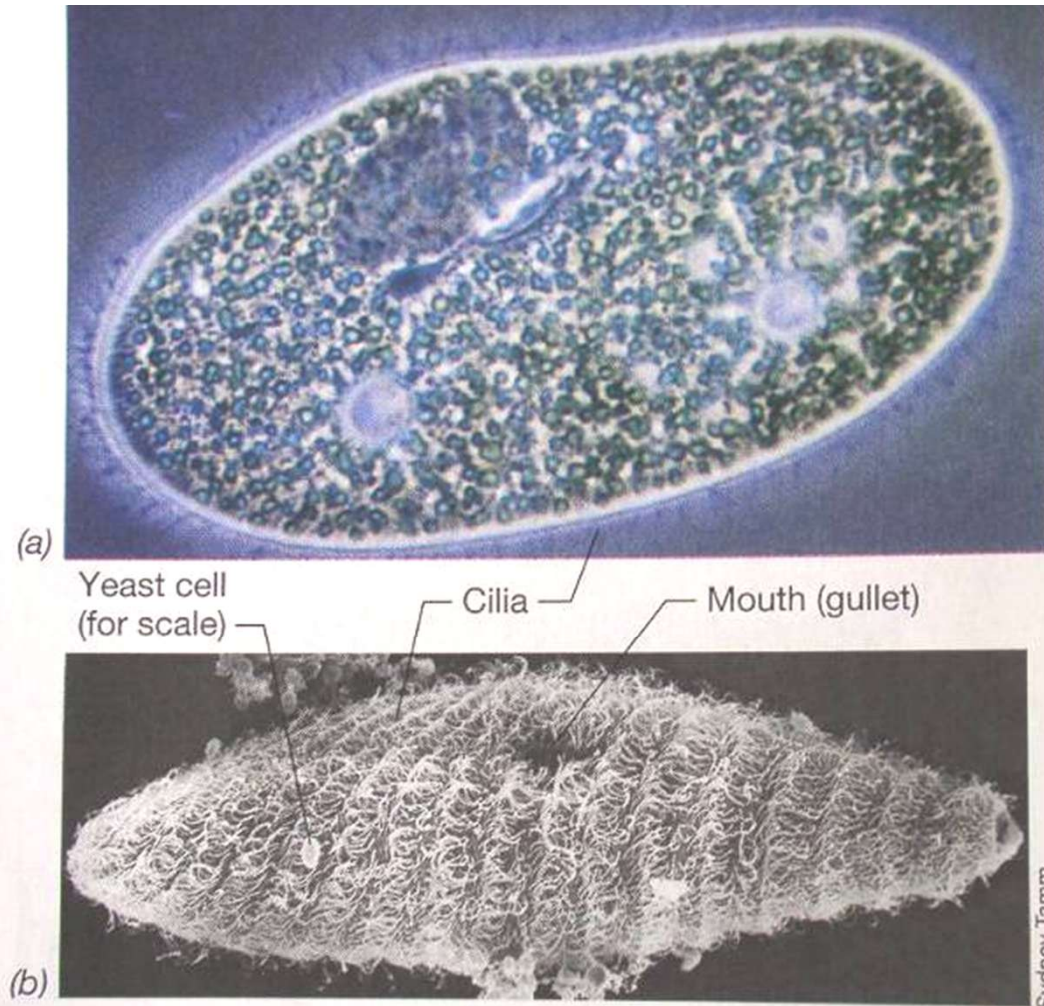


FIGURE 17.8 *Paramecium*, a ciliated protozoan. (a) Phase photomicrograph. (b) Scanning electron micrograph. Note the cilia in both micrographs. A single *Paramecium* cell is about 60 μm in diameter.

VÝZNAM PRVOKŮ

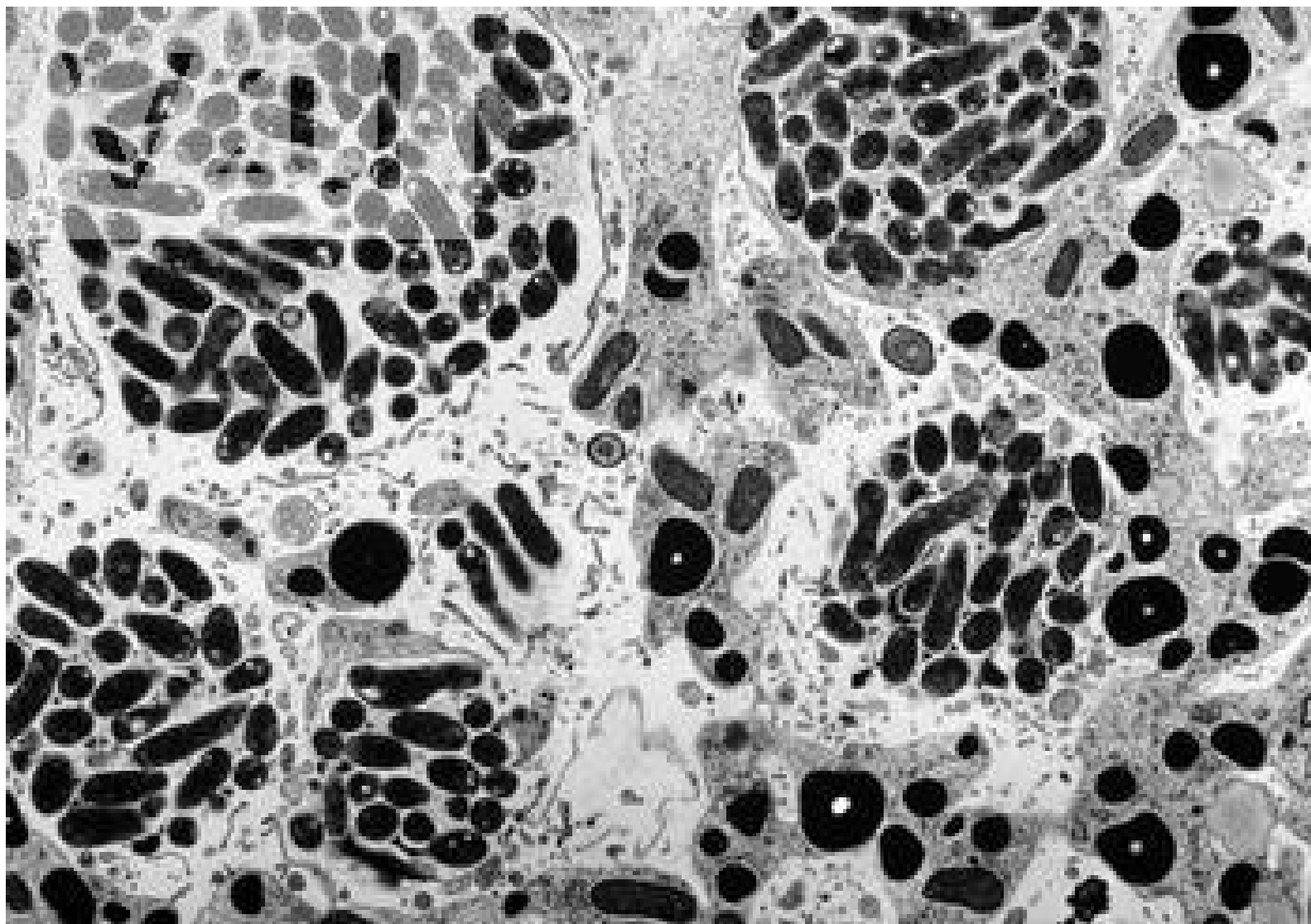
- Prvoci se vyskytují zejména v půdě a ve vodě
- Minimální vlhkost je cca 20 % plné vodní kapacity, jen malá skupinka dokáže žít v půdních pórech vyplněných vodou
- při nedostatku vláhy encystují, jiní se zapouzdřují
- Nejvíce prvoků žije ve vrstvě 10 – 12 cm a to několik tisíc v gramu půdy, rizosférní půda je osídlena 2 – 3 krát více než půda okolní
- V úrodných půdách převládají kořenonožci a nálevníci, v málo úrodných zase améby
- Souvisí to se zdroji obživy, většinou jsou to živé nebo mrtvé bakterie, ale také odumřelá organická hmota
- Někteří umí rozkládat tuky, sacharidy a bílkoviny, v symbióze s celulolytickými bakteriemi i celulózu

Část je symbióza améb a nálevníků s jednoduššími živočichy

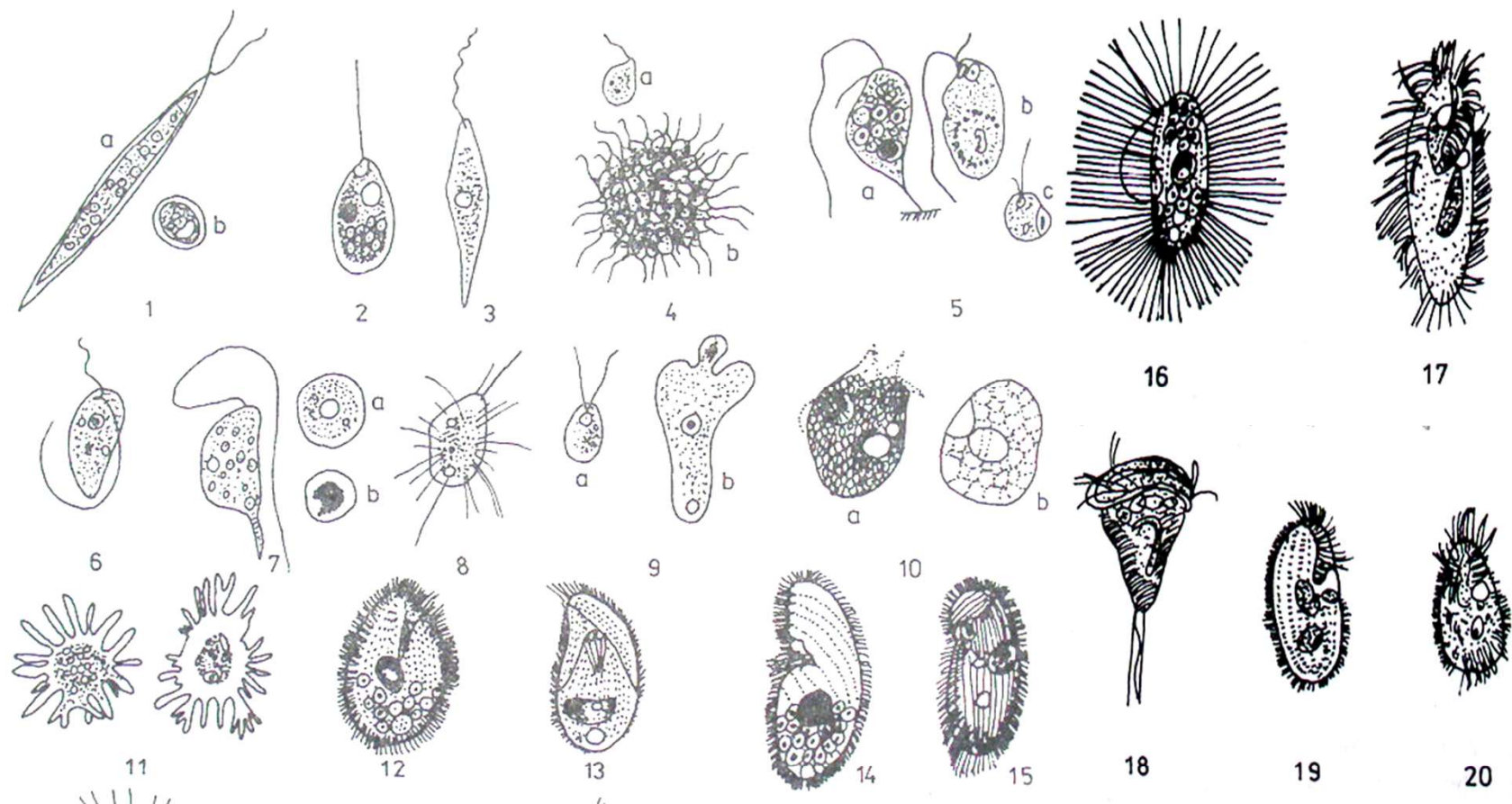
VÝZNAM PRVOKŮ

- Mnozí prvoci se uplatňují při samočištění půdy od choroboplodných bakterií
- Vzájemný vztah mezi prvoky a bakteriemi není vždy jen prospěšný pro prvoky – tím že jsou konzumováni z mikrobiálního společenství určité druhy selektivně, může dojít k“ozdravení“ populace, podobně mohou být aktivnější mladé buňky přeživších bakterií ...
- Jde tu v podstatě o osvěžování populací a intenzifikaci mikrobiálních procesů při zachování dynamické rovnováhy v půdním životě
- Prvoci se značnou mírou podílejí na eliminaci patogenních bakterií z vody, k čemuž přispívají také antagonistické vztahy mikroflóry
- Čistící efekt posuzovaný stupněm mineralizace organických

Ústřední ústav pro zemědělskou mikrobiologii a mykologii



Bakterie v potravních vakuolách prvoka



41. Niektoré pôdne prvky

1 — *Chlorogonium euchlorum*: a — aktívna forma, b — cysta, 2 — *Mastigamoeba* sp.: aktívna forma, 3 — *Distigma proteus*, 4 — *Oicomonas socialis*: a — voľne plávajúca forma, b — kolóniová forma, 5 — *Monas vulgaris*: a — prichytená forma, b — plávajúca forma, 6 — *Bodo repens*, 7 — *Cercomonas longicauda*: a — vegetatívna bunka, b — pokojové štádium, c — cysta, 8 — *Nuclearia simplex*, 9 — *Naegleria solis*: a — bičíkové štádium, b — amébový trofozoit, 10 — *Hartmanella glebae*: a — interfázové jadro, b — deliace sa jadro v štádiu metafázy, 11 — *Dactylosphaerium polypodium*, aktívny trofozoit, 12 — *Prorodon* sp., 13 — *Chilodonella* sp., 14 — *Colpoda colpidiopsis*, 15 — *Colpidium colpoda*, 16 — *Pleuronema* sp., 17 — *Gonostomum* sp., 18 — *Vorticella* sp., 19 — *Urostyla* sp., 20 — *Pleurotricha* sp.

Jak na celulózu?

Celulóza je polysacharid sestávající z β -glukózy. Jednotlivé glukózové jednotky tvoří dlouhé nerozvětvené řetězce, které jsou zcela nerozpustné ve vodě. Celulóza je hlavní stavební látkou rostlinných primárních buněčných stěn a spolu s ligninem se podílí na stavbě sekundárních buněčných stěn. Právě proto je nejrozšířenějším biopolymerem na zemském povrchu.

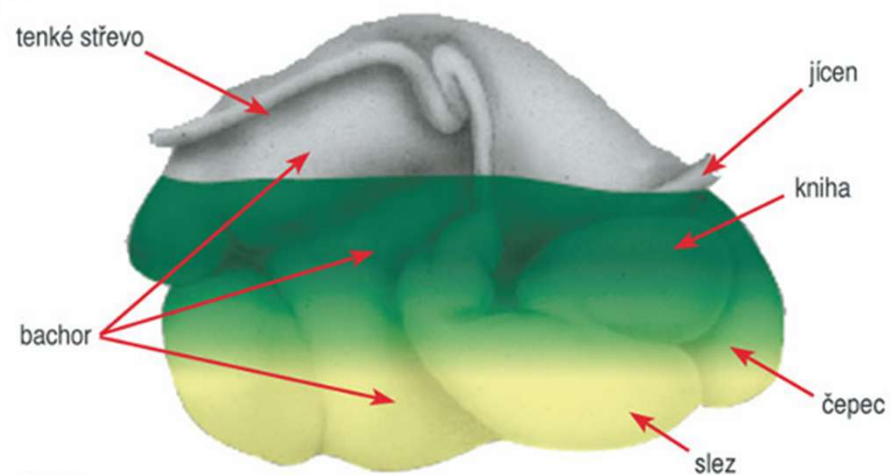
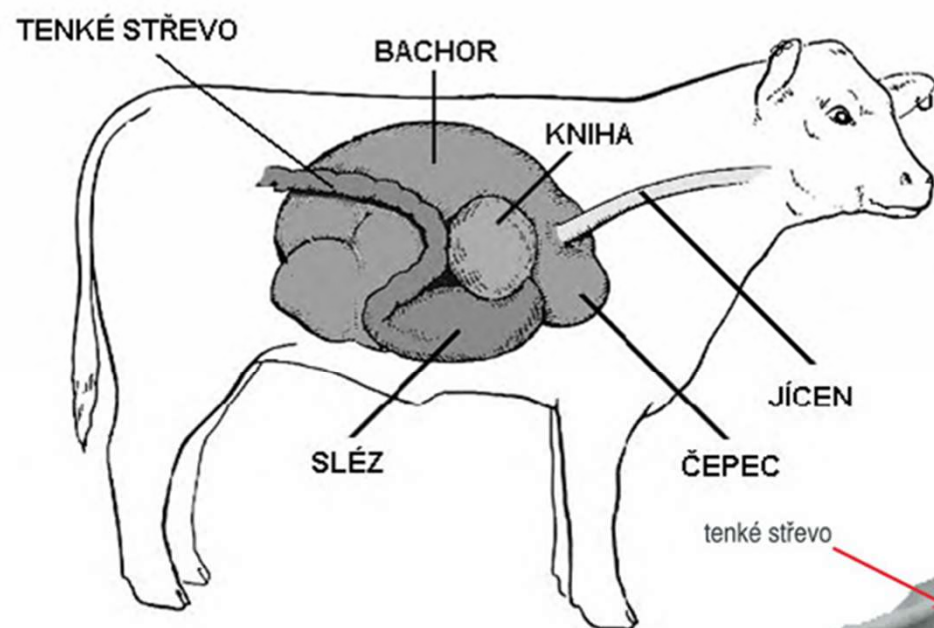
V buněčných stěnách rostlin jsou jednotlivá celulózová vlákna dále spojena vodíkovými můstky. To buněčným stěnám propůjčuje nutnou tuhost a pevnost a rovněž velmi obtížnou stravitelnost.

Živočichové nemají enzymy, které by dokázaly rozštěpit β 1,4 vazby mezi jednotlivými glukózovými jednotkami celulózy. Proto je pro většinu živočichů celulóza nestravitelná a v potravě tvoří tzv. vlákninu, která projde trávicím traktem.

Při hydrolytickém štěpení celulózy vznikají různé štěpné produkty: cellopentóza, cellotetróza, cellotrióza, cellobióza (sestupně podle počtu glukózových jednotek v molekule (od 5 do 2 glukóz v molekule) a samotná glukóza.

Trávicí aparát přežvýkavců, se skládá ze soustavy tří předžaludků (proventriculi), které označujeme jako **čepec** (reticulum), **bachor** (rumen) a **kniha** (omasum). Vlastním žláznatým žaludkem, kde probíhá standardní chemické trávení, je **slez** (abomasum).

Bachor u krávy představuje kolem 80 % z celkového objemu předžaludků, tj. objem 100 až 200 litrů. Slouží vlastně jako obrovská nádoba, ve které probíhá fermentace pozřené potravy za pomoci pestrého společenstva mutualistických mikrobů.



- plyny
- plovoucí vláknité nenabobtnalé krmivo – „dnešní krmivo“
- navlhčené, nabobtnalé vláknité a pevné (hlavně jadrné) složky krmiva – „včerejší krmivo“

Nejpočetnější skupinou mutualistů v bachoru krávy jsou bakterie, v jednom mililitru jich může být až sto miliard jedinců.

Právě bakterie hrají zásadní roli v trávení celulózy. Podílí se na ní především druh *Bacteroides succinogenes*, který lpí těsně na svém vláknitém substrátu a specializuje se jen na celulózu.

Další rody jako *Clostridium* nebo *Ruminococcus* jsou o něco větší generalisté a tráví nejen celulózu, ale třeba i škrob, nebo jiné vláknité polysacharidy (celobiózu, xylózu). Rozhodně se ale v bachoru nesetkáme pouze s bakteriemi využívajícími k zisku energie jen glukózu.

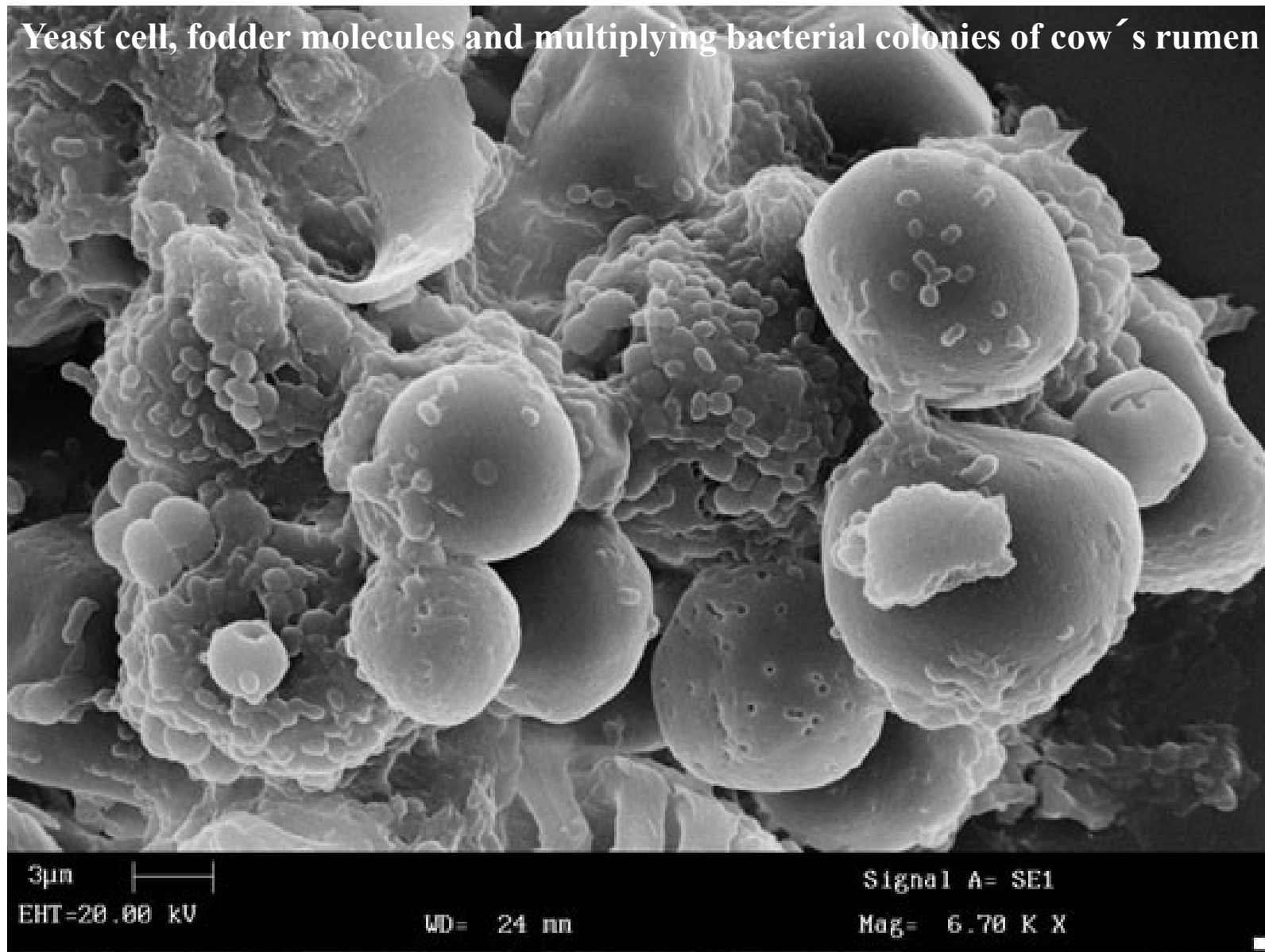
Žijí tu i specialisté, kteří zpracovávají produkty metabolismu jiných mikroorganismů.

Jedná se mimo jiné o *Methanobacterium ruminantium*, který spotřebovává coby energetický zdroj pouze vodík a kyselinu mravenčí, nebo *Bacteroides amylophilus*, který využívá jako substrátu škrob a jeho deriváty.

I zdejší prvoci tvoří složité společenstvo. Většinou se jedná o nálevníky - bachořce (*Entodiniomorphida*). Můžeme si uvést dva nejznámější rody *Ophryoscolex* a *Entodinium*.

Tito prvoci dosahují mnohem větších velikostí než bakterie, a i když jejich počet je daleko nižší (asi jeden milion na 1 ml bachorové tekutiny), celkový objem jejich hmoty lze srovnat s objemem bakterií.

Yeast cell, fodder molecules and multiplying bacterial colonies of cow's rumen



kmen: NÁLEVNÍCI

BACHOŘCI

- žijí v bachoru přežvýkavců
- pomáhají trávit celulózu



Navzdory učebnicovým poučkám nejsou bachorové prvoci hlavními mutualisty, kteří tráví celulózu.

Mohli bychom je považovat spíše za komenzály, protože na vlastním trávení rostlinné potravy se podílí jen pár zástupců (a ti tak mohou činit navíc pouze s pomocí svých vlastních bakteriálních symbiontů).

Zbavíme-li hostitele jejich bachořců, mohou bez větší újmy přežít. Mnozí prvoci požírají bakterie, a jsou-li odstraněni, množství bakterií stoupá. Na druhé straně známe bachořce aktivně lovící jiné prvoky.

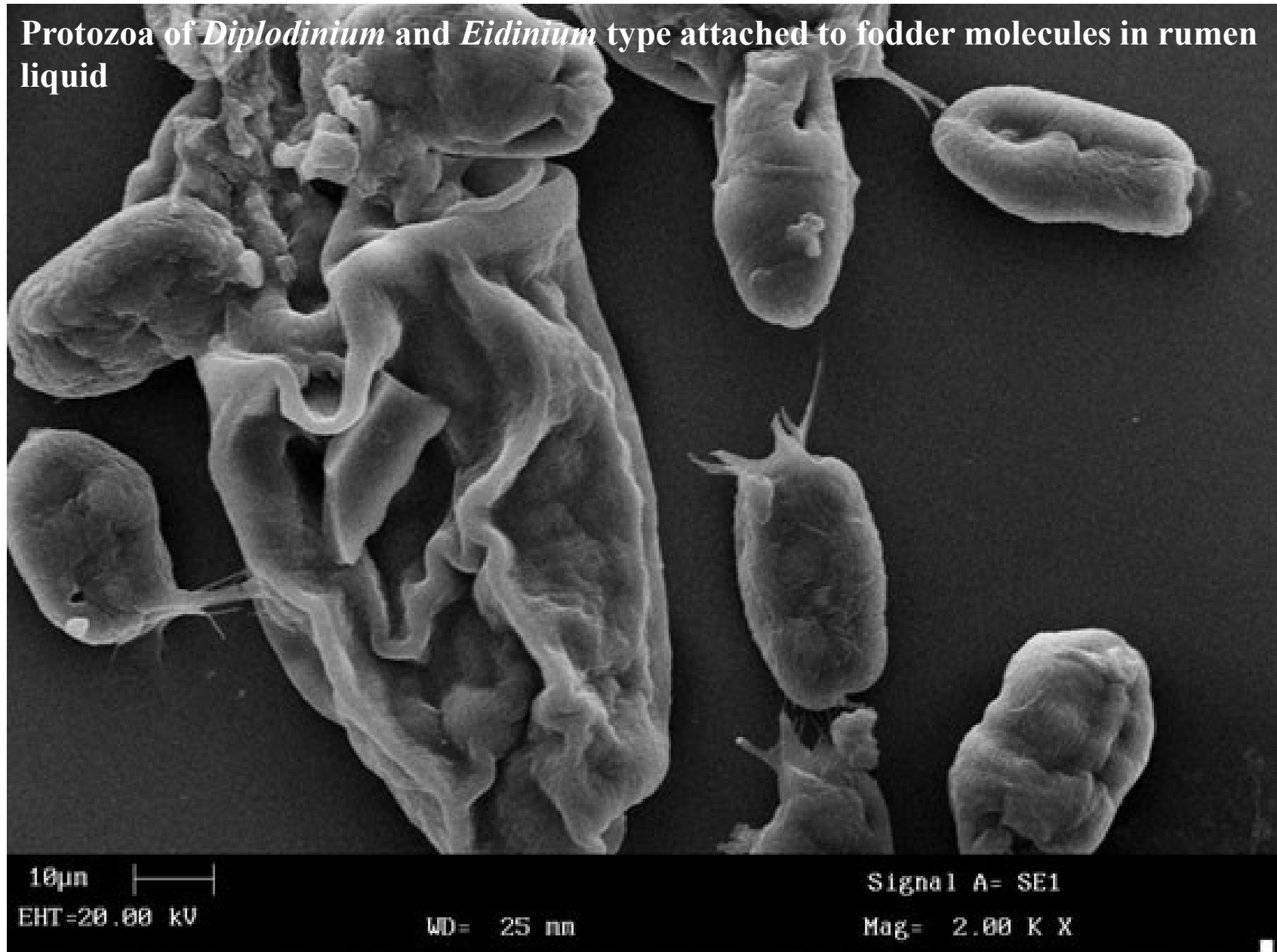
Protože prvoci žijí ve stabilním prostředí, jsou vystaveni silné konkurenci ze strany ostatních mikrobů.

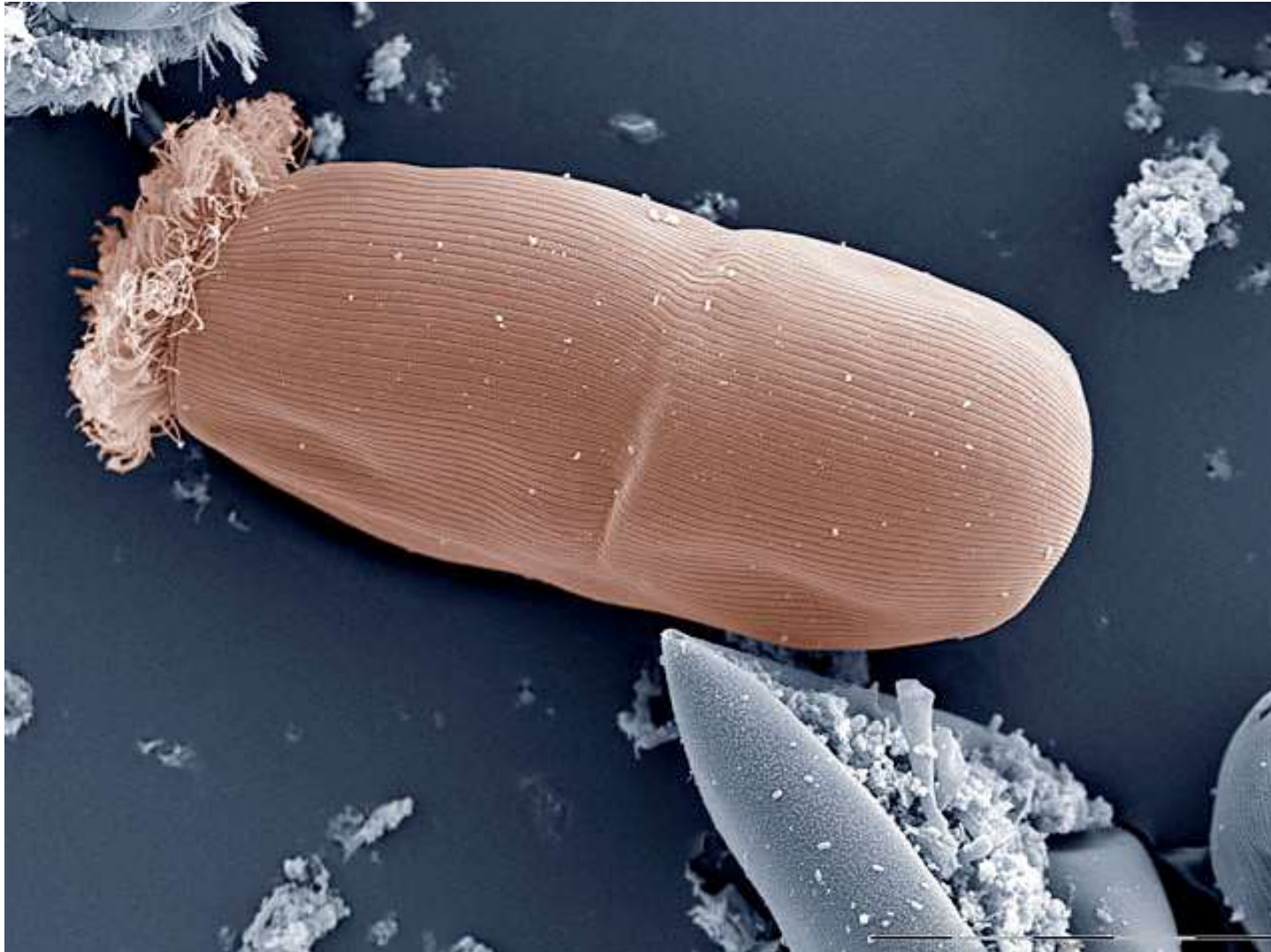
To je asi hlavní důvod, proč zde tvoří tak pestrá paleta nejrůznějších specializovaných a morfologicky rozrůzněných forem, jejichž složitost bývá někdy srovnávána se situací v tropických pralesích.

V mikrosvětě bachoru tedy nacházíme všechny vztahy konkurence, predace, mutualismu, i potravní řetězce typické pro suchozemská a vodní společenstva ve volné přírodě.

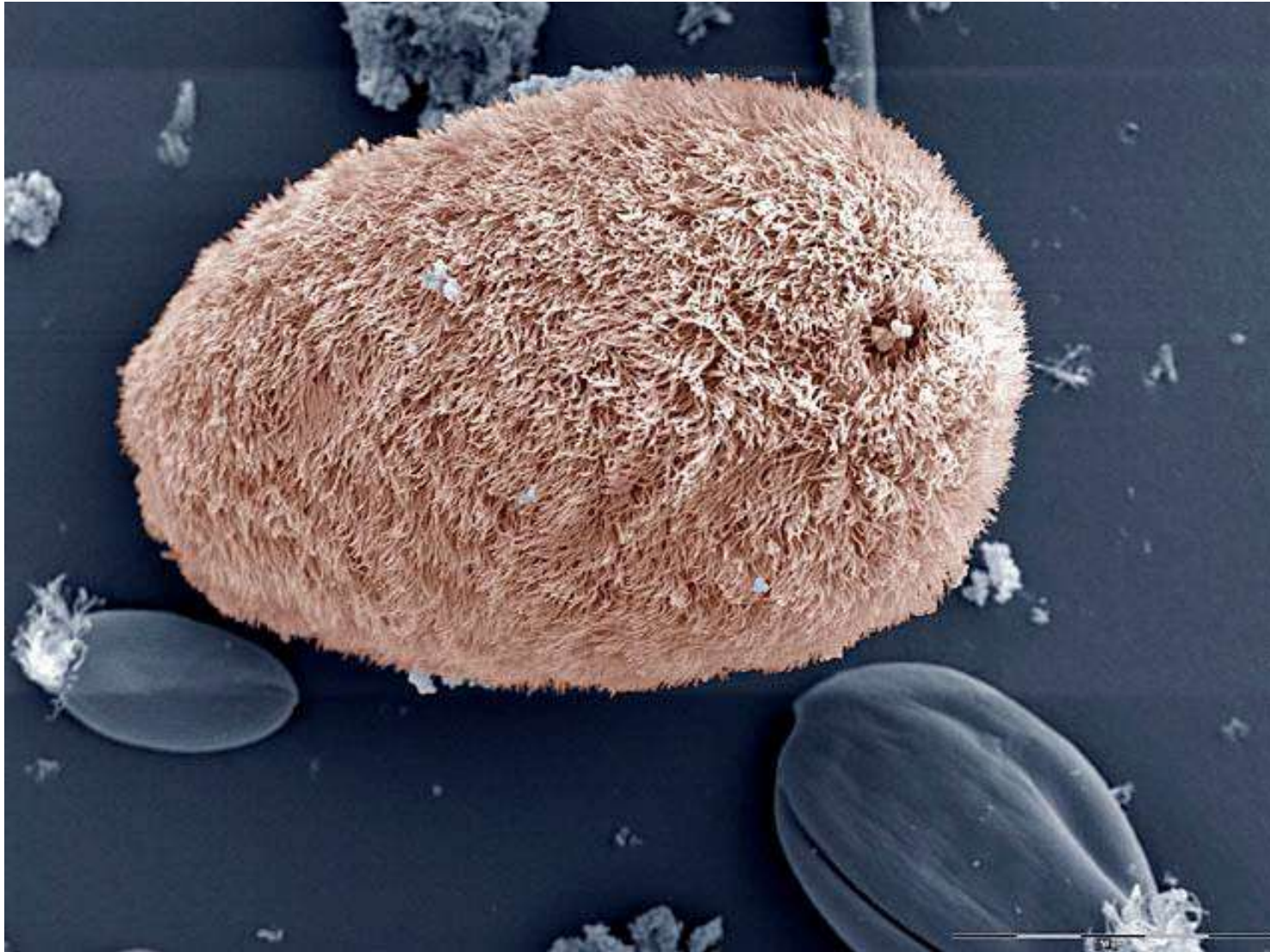
Aby to bylo ještě složitější, složení mikroflóry bachoru se u hostitelů liší druh od druhu. A nejen to, může se také podstatně změnit, dojde-li ke změně jídelníčku.

Protozoa of *Diplodinium* and *Eidinium* type attached to fodder molecules in rumen liquid

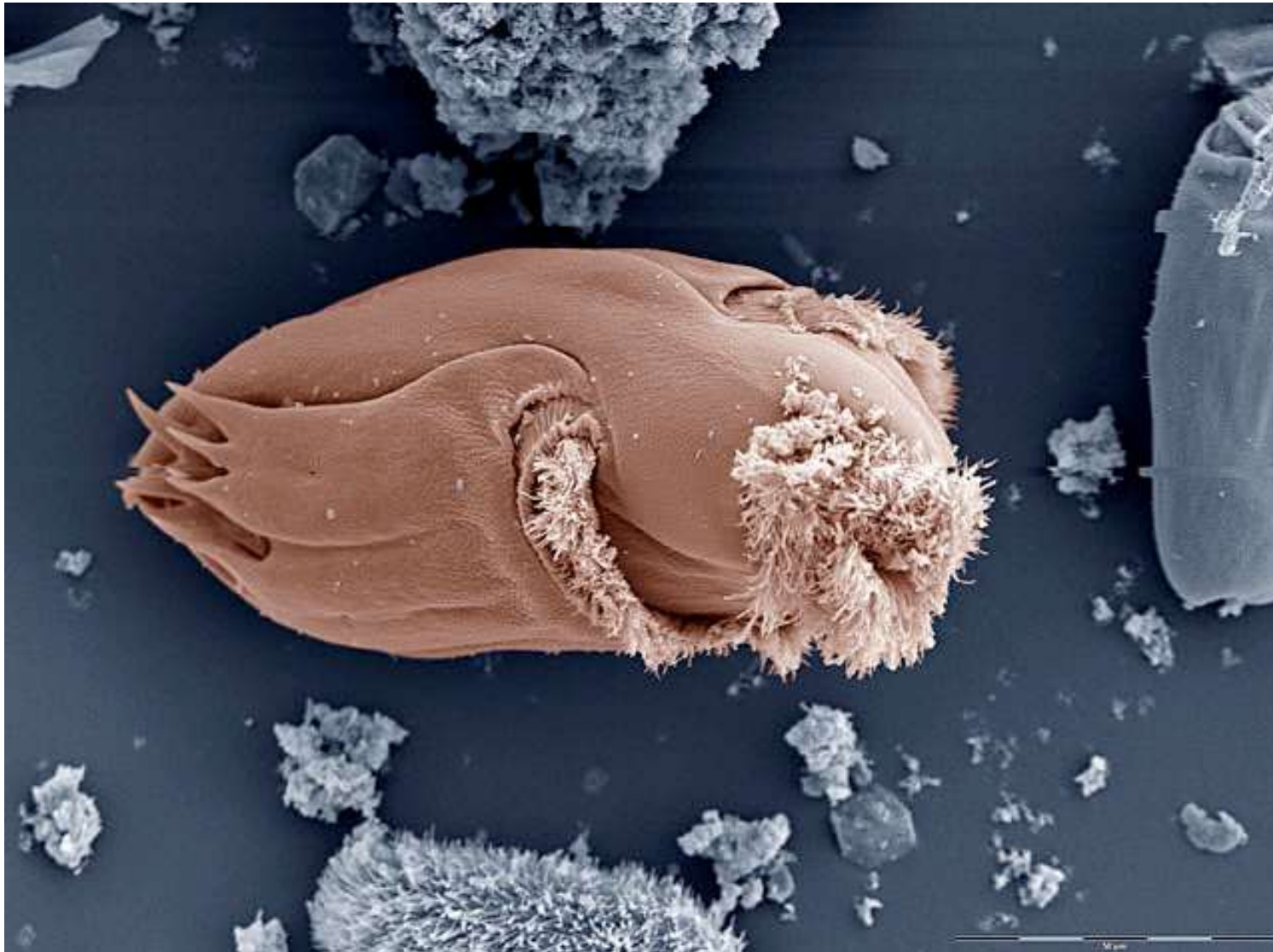




"Entodinium" protozoan undergoing early stage division. Ranging in length from 35 micrometers to 95 micrometers, they are the smallest protozoa in the rumen.



Isotricha intestinalis, a protozoan distinguished by its mouth position. This protozoan can be up to 200 micrometers long, making it the largest in the rumen.



The protozoan *Ophryoscolex* spp. has a unique and complex cell structure. With an average length of 185 micrometers, it is one of the largest in the cow's rumen.

Prvoci v čistírnách odpadních vod

V různých vrstvách biofiltru probíhá **sukcese biocenózy** charakterizující různé stupně vyčištěné protékající vody.

Obsah rozpuštěných látek, složení odpadních vod, technologické parametry a sezónní vlivy mají dopad na **složení biocenózy** nárostu (bakterie, houby, *Flagellata apochromatica*, *Ciliata*, améby, hlístice, vířníci, máloštětinatci a hmyz).

Z ekologického hlediska se v ekosystému biofiltru ustavují potravní řetězce, v nichž dochází k přesunu energie od jedné formy organismu ke druhé. Trofické úrovně jsou představovány **trofickou pyramidou**.

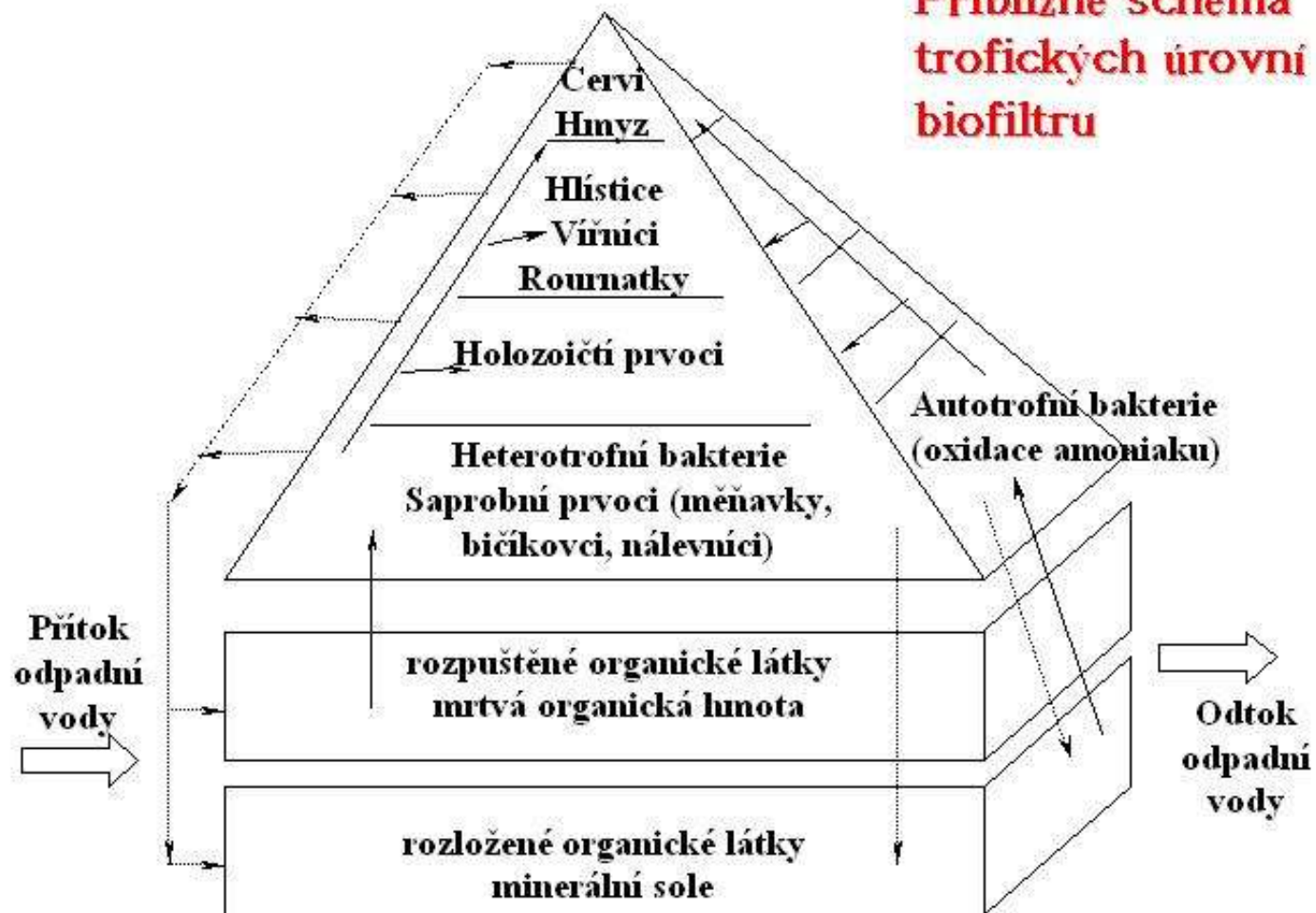
Přítokem odpadní vody na filtr se přináší rozpuštěné organické látky, které jsou rozkládány heterotrofními bakteriemi a saprobními prvky (měňavky, bičíkovci, volně žijící nálevníci), bakterie rozkládají organické látky pomocí exoenzymů vylučovaných do prostředí a saprobní prvoci tyto látky pohlcují.

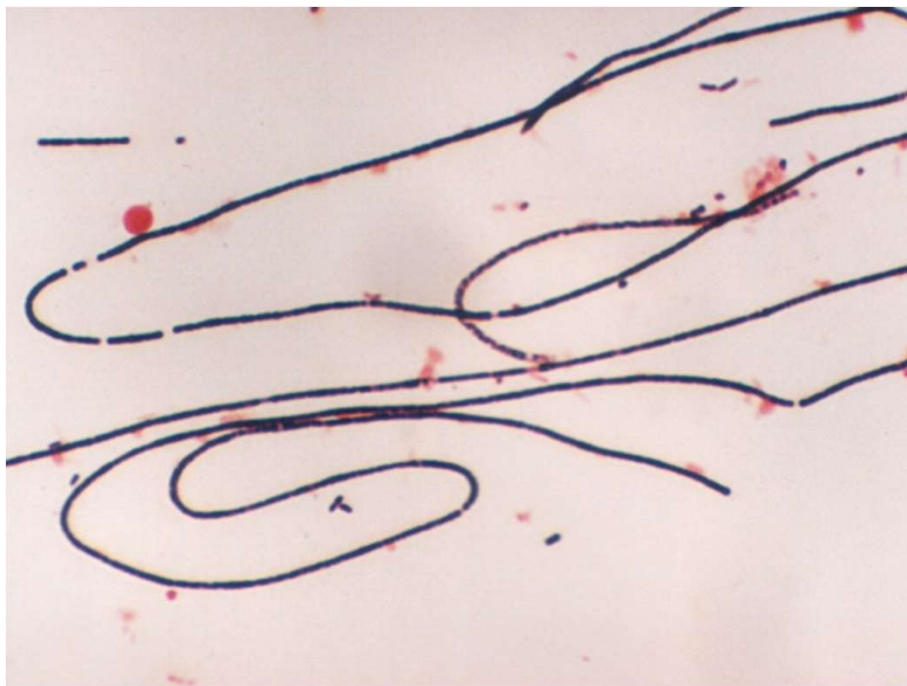
Na stejné úrovni se vyskytují autotrofní bakterie získávající energii oxidací amoniaku. Další trofickou úrovní jsou holozoiční prvoci živící se heterotrofními bakteriemi a partikulami mrtvé organické hmoty.

Na ně navazujícím článkem jsou mnohobuněčné organismy, např. hlístice *Nematoda* a vířníci *Rotatoria*, popř. jednobuněčné rournatky *Suctorina* živící se prvky a bakteriemi.

Vrchol trofické pyramidy tvoří červi *Oligochaeta* a hmyz vyskytující se ve všech vývojových stádiích (pro biofiltr je důležité larvální stadium).

**Přibližné schéma
trofických úrovní
biofiltru**





Tvorba pěny a vláknité bytnění způsobují separační problémy AK u řady ČOV na celém světě. Nejvýznamnějšími a nejrozšířenějšími pěnotvornými mikroorganismy jsou vláknité bakterie *Microthrix parvicella* a GALO (Gordona amarae like organisms) označované též jako nokardioformní aktinomycey či NALO. Oba tyto vláknité mikroorganismy preferují hydrofobní látky jakožto zdroj uhlíku a energie

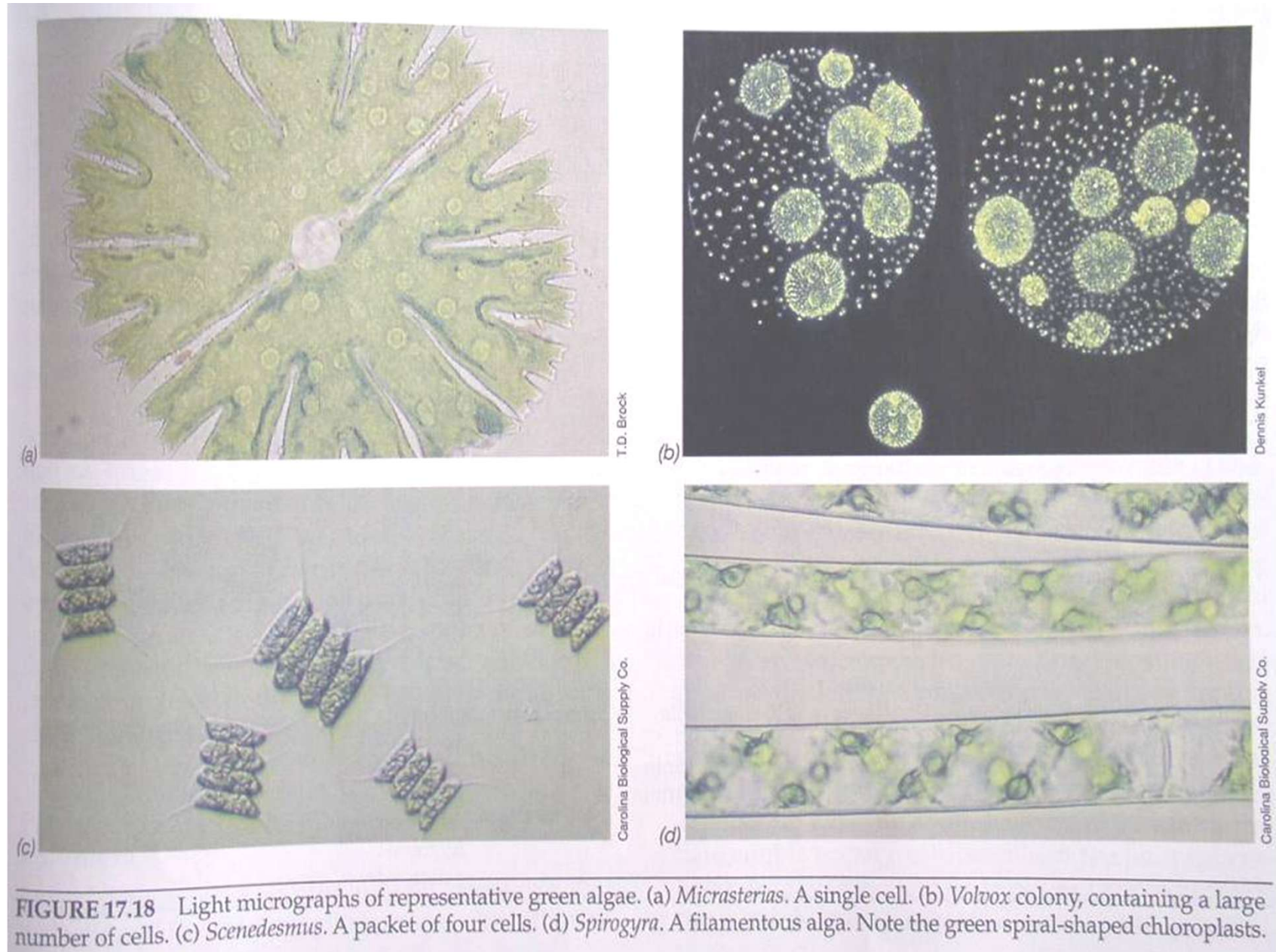
Vliv nálevníků na kvalitu odtoku z aktivačního systému

Parametry výtoku	Absence nálevníků	Přítomnost nálevníků
Celkové BSK (mg.l^{-1})	53-70	7-24
Rozpuštěné BSK (mg.l^{-1})	30-35	3-9
Suspendované látky (mg.l^{-1})	86-118	26-34
Počet kultiv. bakterií ($10^6.\text{ml}^{-1}$)	160	1-9

ŘASY (*Algae*)

- protoplast kryt plasmalemou + polysacharidovou buněčnou stěnou
- jádro eukaryotického typu: jaderná membrána, jadérko, lineární molekuly DNA
- mitóza: rozchod chromosomů zajišťuje mitotické vřeténko
 - vyvinuta meioza a pravé pohlavní rozmnožování => umožnění střídání haplo- a diplofáze, vedoucí až ke střídání generací
- diktyosomy (transport látek), vakuoly (zejména osmoregulace)
- bičíky s mikrotubulární strukturou (bazální tělíska bývají spojena s centriolou při dělení)

autonomní organely: mitochondrie, chromatofory, vlastní



ŘASY (*Algae*)

- **rozmnožování** vegetativní: oddělované buňky nebo úlomky stélek

nepohlavní: mitospory (plano (pohyblivé) - nebo aplanospory),
vyvíjejí se přeměnou vegetativních buněk nebo ve sporangiích

pohlavní: redukční dělení, tvorba gamet, plasmogamie,
karyogamie

gametogamie:

izogamie - splývání dvou velikostí a tvarem stejných gamet,

anizogamie - splývání dvou nestejných gamet,

oogamie - oplození samičí buňky samčí buňkou

gametangiogamie - splývání gametangií

somatogamie - splývání protoplastů somatických buněk

ŘASY (*Algae*)

- **životní cykly:**

haplobiotický - jediná diploidní buňka je zygota, při jejím klíčení probíhá redukční dělení a celý zbytek cyklu probíhá v haplofázi

diplobiotický - jediné haploidní buňky jsou gamety, celý zbytek cyklu probíhá v diplofázi

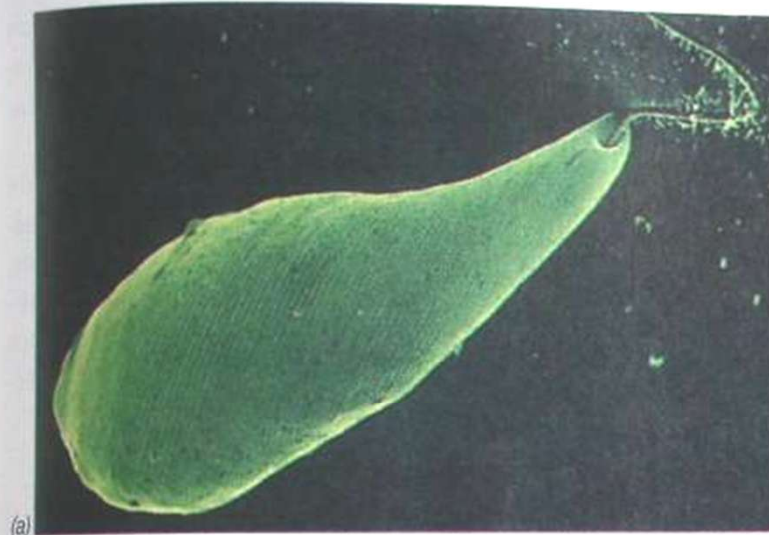
haplo-diplobiotický - střídání různě dlouhých období haploidní a diploidní fáze (u hub může být vložena i fáze dikaryotická)
poslední případ bývá spojen s rodozměnou (metagenezí)
neboli střídáním generací - haploidního gametofytu a diploidního sporofytu

rodozměna izomorfická - sporofyt a gametofyt se neliší;

rodozměna heteromorfická - jsou odlišné, často jedna z fází

ŘASY (*Algae*)

- **stavba stélky řas:** je možno odlišit několik typů
 - kokální** - jednobuněčná, jednojaderná, s pevnou buněčnou stěnou
 - monadoidní** (bičíkatá) - jednobuněční, jednojaderní bičíkovci, 1 nebo více bičíků
 - rhizopodová** (měňavkovitá) - jednobuněčná, jedno- nebo vícejaderná, tvoří panožky
 - kapsální** (gloeomorfní) - odvozena od monadoidní, 1-jaderná, buněčná stěna tvořena slizem, někdy přítomny pseudocilie (nepohyblivé bičíky)
 - trichální** (vláknitá) - mnohobuněčná, s 1-jadernými buňkami (obvykle propojeny plasmodiesmy); pokud se větví, jsou všechny větve stejnocenné
 - heterotrichální** - odvozena od předchozí, ale je zde morfologické i funkční rozlišení hlavních a vedlejších větví



David M. Phillips/Visuals Unlimited



CBS/Visuals Unlimited



David M. Phillips/Visuals Unlimited



Carolina Biological Supply Co.

FIGURE 17.19 Scanning electron (a–c) and light (d) micrographs of algae other than Chlorophyta. (a) *Euglena*, a member of the Euglenophyta. (b) *Isthmix*, a diatom (Chrysophyta). (c) *Gonyaulax*, a dinoflagellate (Pyrrophyta)(see also Figure 17.20). (d) *Polysiphonia*. This marine red alga (Rhodophyta) grows attached to the surfaces of various marine plants.

ŘASY (Algae)

- **pletivná** (pseudoparenchymatická) - odvozena od trich. nebo heterotrich., diferenciace na rhizoidy, kauloid, fyloidy
- **sifonální** (trubicovitá) - vakovitá nebo vláknitá, mnohoaderná, vegetativní stélka bez přehrádek, přehrádky oddělují pouze reprodukční struktury
- **sifonokladální** - jako předchozí, ale dělena na více mnohoaderných buněk; jaderné dělení nezávislé na buněčném
- zelené řasy obsahují chlorofyl *a* a chlorofyl *b*, který je někdy překrytý žlutým xanthofylem
- Assimilačním produktem je škrob (jako u vyšších rostlin)
- Příkladem suchozemské řasy je *Pleurococcus*, pokrývající severní stranu kůry stromů
- *Cladophora* vtváří v mírně tekoucí vodě tzv. žabí vlas

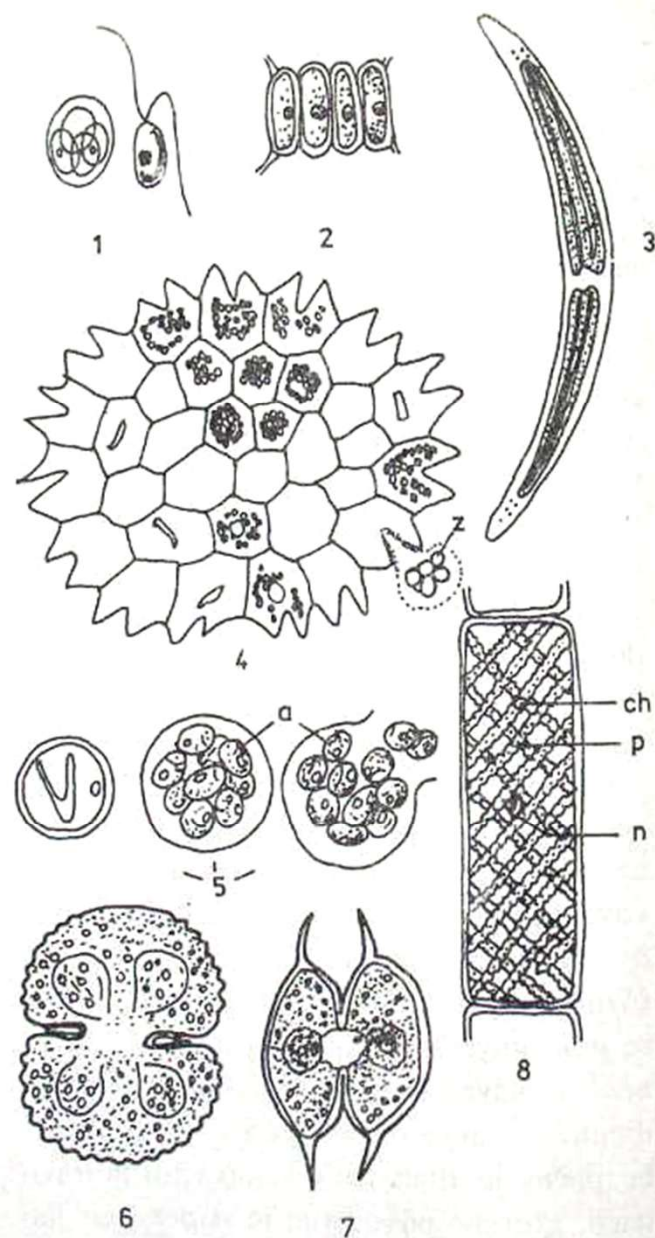


Pleurococcus vulgaris



ŘASY (Algae)

- **RHODOPHYTA - RUDUCHY**
- **stélka** jednobuněčná (kokální),
- heterotrichální nebo jednovrstevná listovitá;
- nikdy se netvoří pravá pletivná stélka
- **neexistují** u této skupiny žádná **bičíkatá stadia**
buňky ruduch mají jediné jádro;
- Některé červené řasy, které obsahují kromě celulózy a pektinu i gelové sírany polysacharidů - agar na přípravu tuhých živných půd
- **výskyt, ekologie:** většinou mořské řasy, asi 4000 druhů (dominantní skupina mezi mořskými makrofyty, díky fykoerythrinu a možnosti využívat modrozelené spektrum světla pronikají do větší hloubky než jiné řasy (až 180 m) preferují prudčeji tekoucí vody - menší kompetice jiných řas.

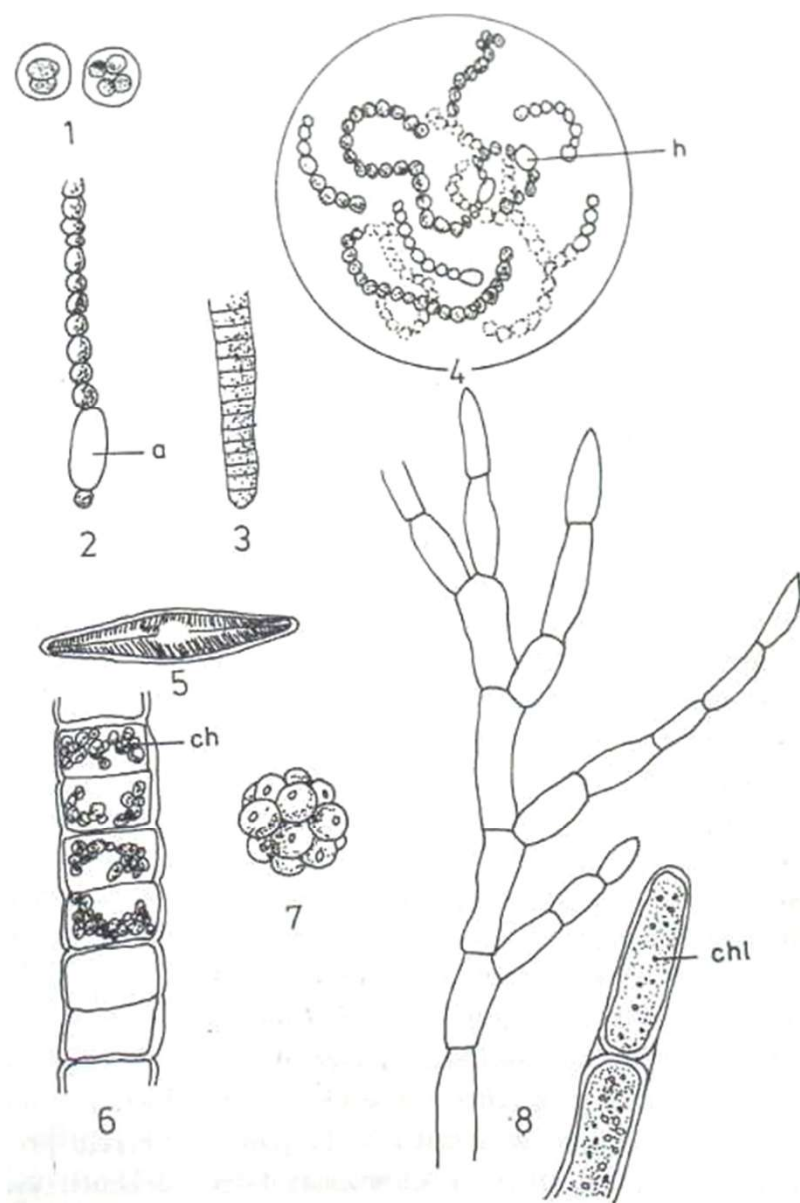


38. Sladkovodné riasy (upravené podľa HAWKEROVEJ a kol. 1966)

1 — *Chlamydomonas* sp. — vpravo vegetatívna bunka s bičkmi, dvoma kontraktílnými vakuolami, stigmou, jadrom a pyrenoidom v pohárikovitých chloroplastoch; vľavo štádium delenia bunky na 4 dcérske bunky, 2 — *Scenedesmus* sp. — kolónia zo 4 buniek usporiadaných v rade; obidve krajné bunky majú rohovité výrastky na bunkovej stene, 3 — *Closterium* sp. s platňovými chloroplastmi, 4 — *Pediatium* sp. tvorí ploché kolónie, každá bunka obsahuje početné chloroplasty; obvodové bunky majú trňovité výrastky bunkovej steny. Znáznorená je tvorba zoospór (z), 5 — *Chlorella vulgaris*, vľavo vegetatívna bunka, v strede tvorba autospór, vľavo uvoľňovanie autospór, 6 — *Cosmarium* sp., 7 — *Arthrodesmus* sp., 8 — *Spirogyra* sp., jednotlivá bunka z vlákna majúca jadro (n), závitnicovite usporiadané chloroplasty (chl) s početnými pyrenoidmi (p)

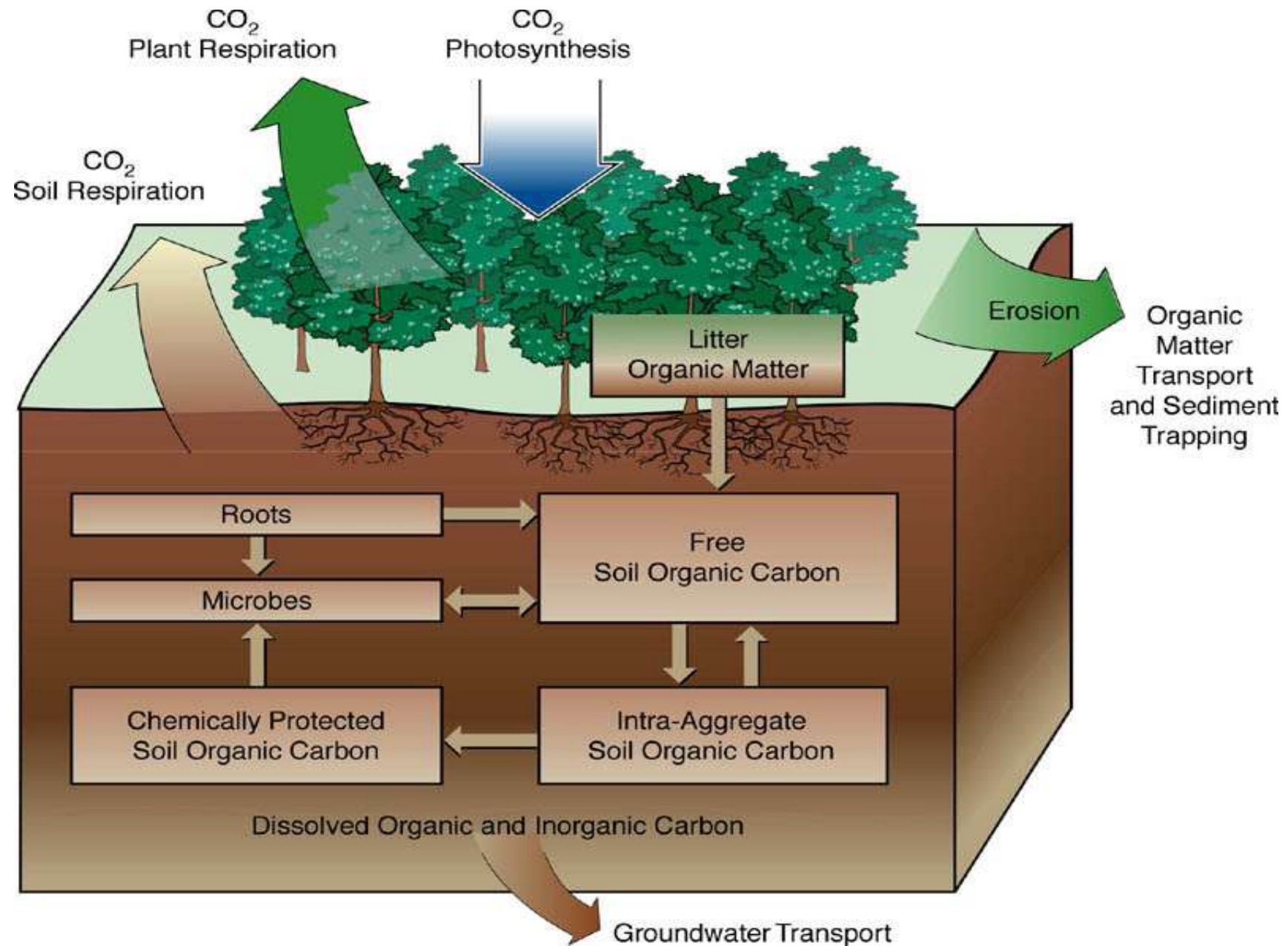
ŘASY (Algae)

- **PHAEOPHYCEAE (FUCOPHYCEAE) - HNĚDÉ ŘASY**
- **výskyt:** až na výjimky v mořích a brakických vodách, nejvýznamnější skupina mořských makrofyt, dominující v chladných mořích
v mořích osidlují litorální (příbojovou) a sublitorální zónu; hloubka jejich výskytu závisí na osvětlení, ale nikdy ne pod 50 m nejstarší nálezy hnědých řas pocházejí ze siluru/devonu (320 mil. let)
- **využití:** v zemědělství, stélky vyvržené na břeh v severní Evropě - krmivo pro ovce, hnojivo, palivo
pokrm ve východní Asii a v Rusku ("morskaja kapusta" - *Laminaria*)
algináty (výroba hlavně v USA) - potravinářství, stabilizace pokrmů, imobilizace kvasinek aj. biotechnologicky využívaných mikroorganismů (jejich zabudování do alginátů)



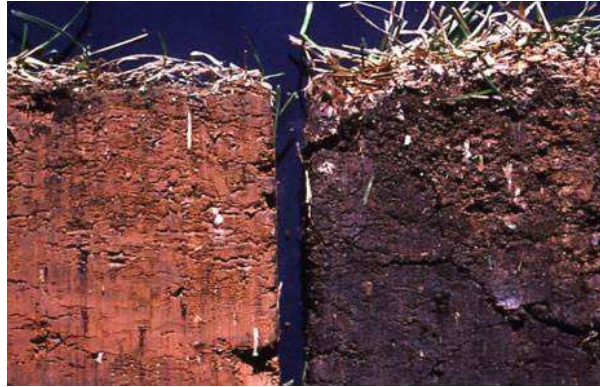
39. Sladkovodné riasy (podľa HAWKEROVEJ a kol. 1966)

Cyanophyta: 1, 2, 3, 4 — modrozele-
né riasy bez diferencovaných chro-
matoforov: 1 — *Chroococcus* sp.,
bunky v slizovom obale, 2 —
Anabaena sp., časť vlákna s akinétou
(a), 3 — *Oscillatoria* sp., časť vlákna,
4 — *Nostoc* sp., mladá kolónia v gu-
ľovitej slizovej hmote; retiazky vege-
tatívnych buniek s heterocystami
(h), 5 — *Navicula* sp., 6 — *Melosira*
sp., vlákno pozostávajúce z jednotli-
vých buniek, vnútri chromatofory
(ch), 7 — *Coelastrum* sp., 8 — *Clad-
ospora* sp., rozvetvená zelená riasa
obsahujúca chloroplasty (chl)

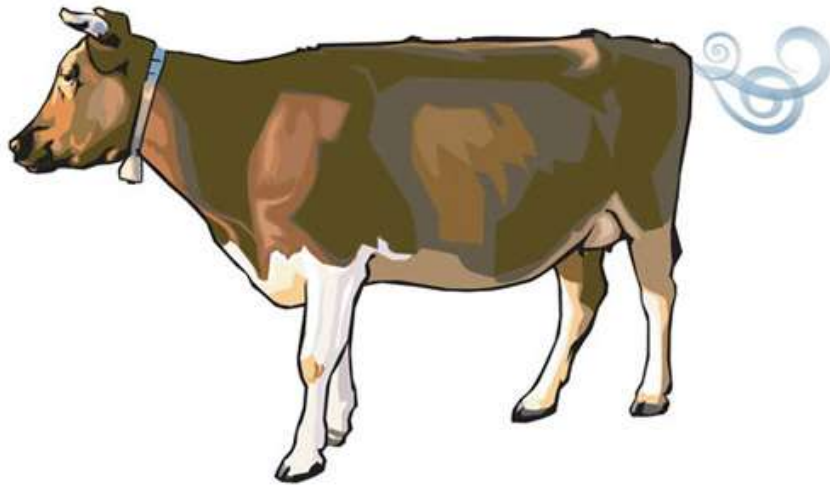


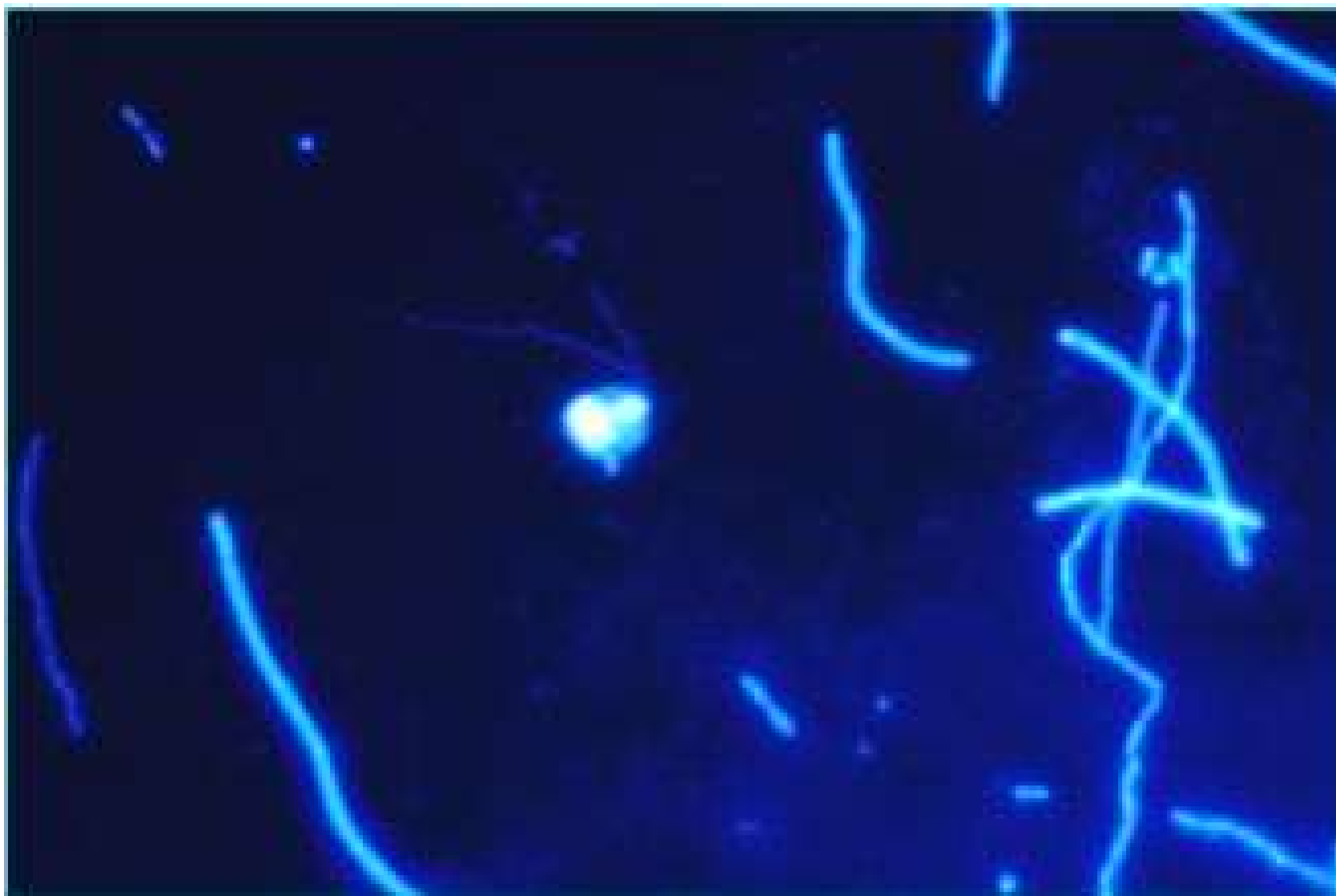


Soil Carbon also targets exclusively the use of ruminant grazing as a soil restoration method. This is only one of many methods, which must be used in combinations depending on the local conditions. As much as the beef lovers amongst us may cheer the finding that cattle are an essential part of a healthy farming ecosystem, the FAO points out that there is a large amount of disagreement about the value of ruminants in soil carbon cycling.

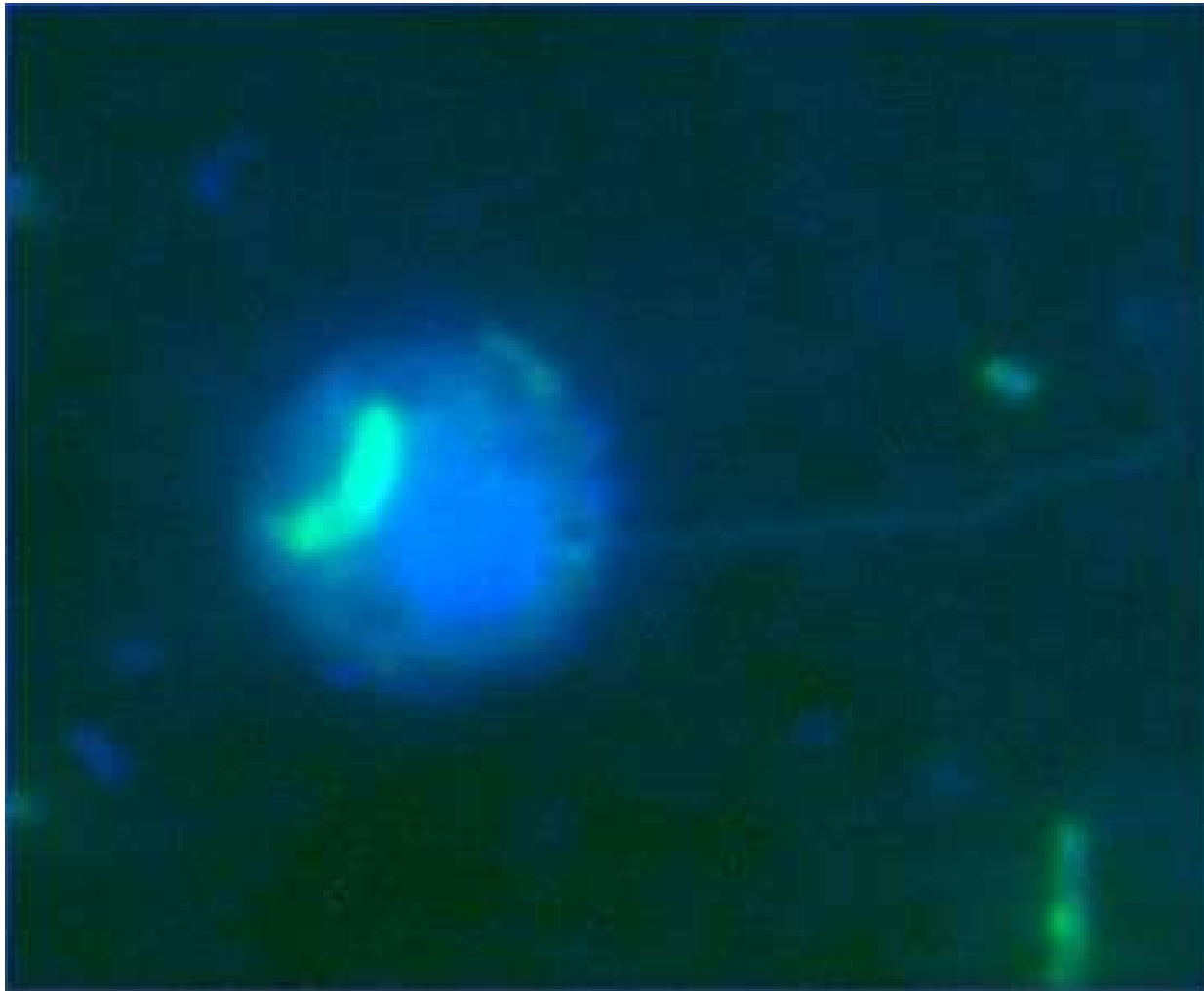


That manure is the most efficient manner to incorporate carbon into soils is undebated. But some studies point out that feed must be grown on adjoining land, thereby depleting it, so the carbon added to one piece of land is in effect merely displaced from other land, rather than a net positive addition. The question of methane production, a **23-times more potent greenhouse** gas than carbon dioxide, must also be considered. Somehow humorous in the multi faceted evaluations required to make good decisions is the statement in the FAO report that when conducting carbon audits: “it is essential to remember that the purpose of agriculture is to feed people.”

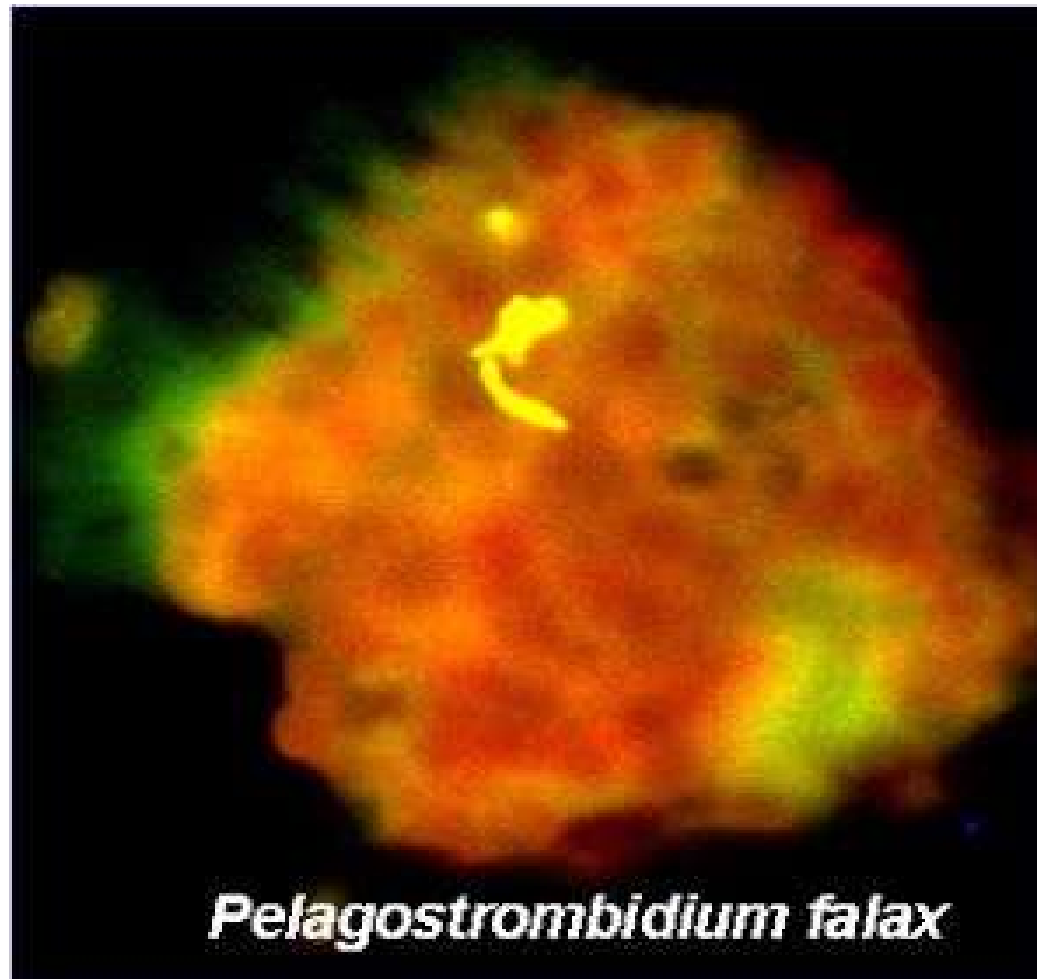




Fluorescenční mikroskopie *Bakteriální vlákna a bičíkovec nabarvení fluorescenčním barvivem DAPI*

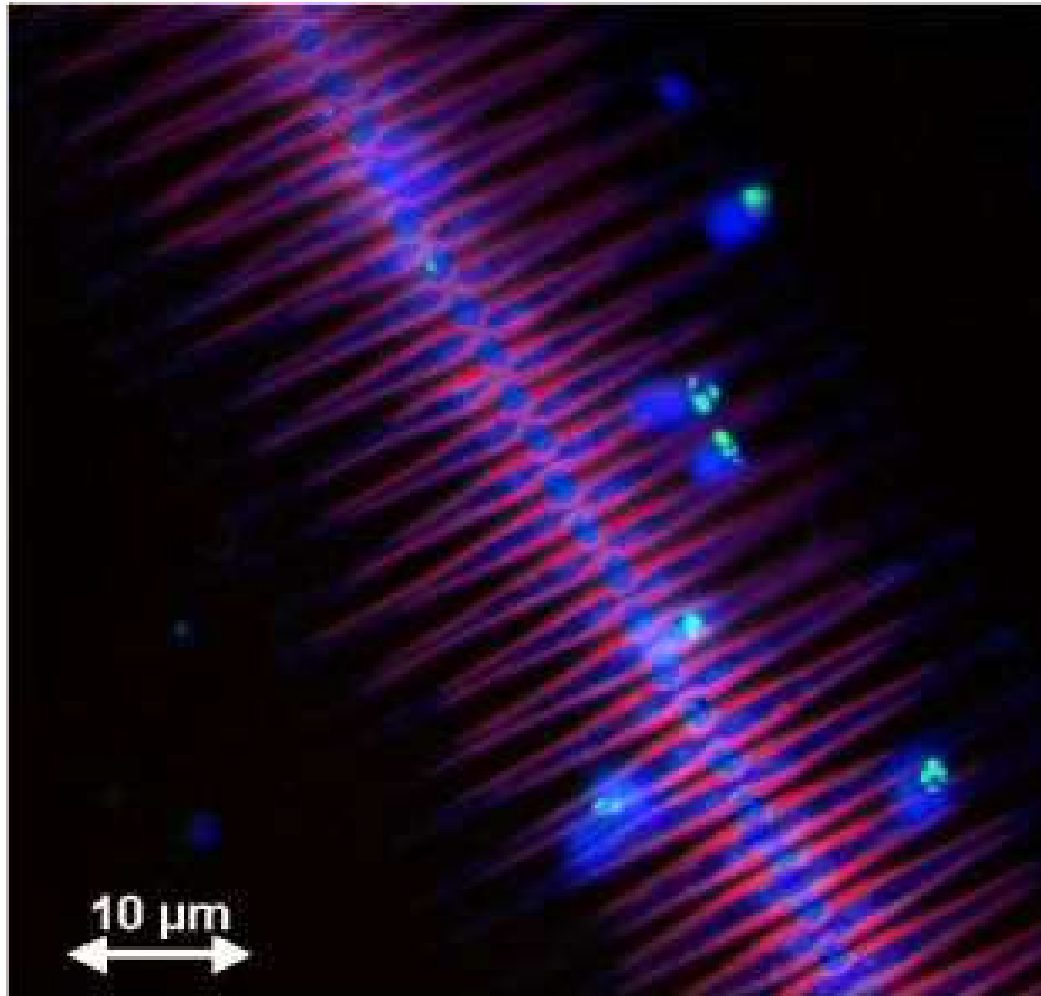


Detekce a identifikace bakterií (žlutozelená barva) pohlcených do potravních vakuol bičíkovce metodou in situ hybridizace

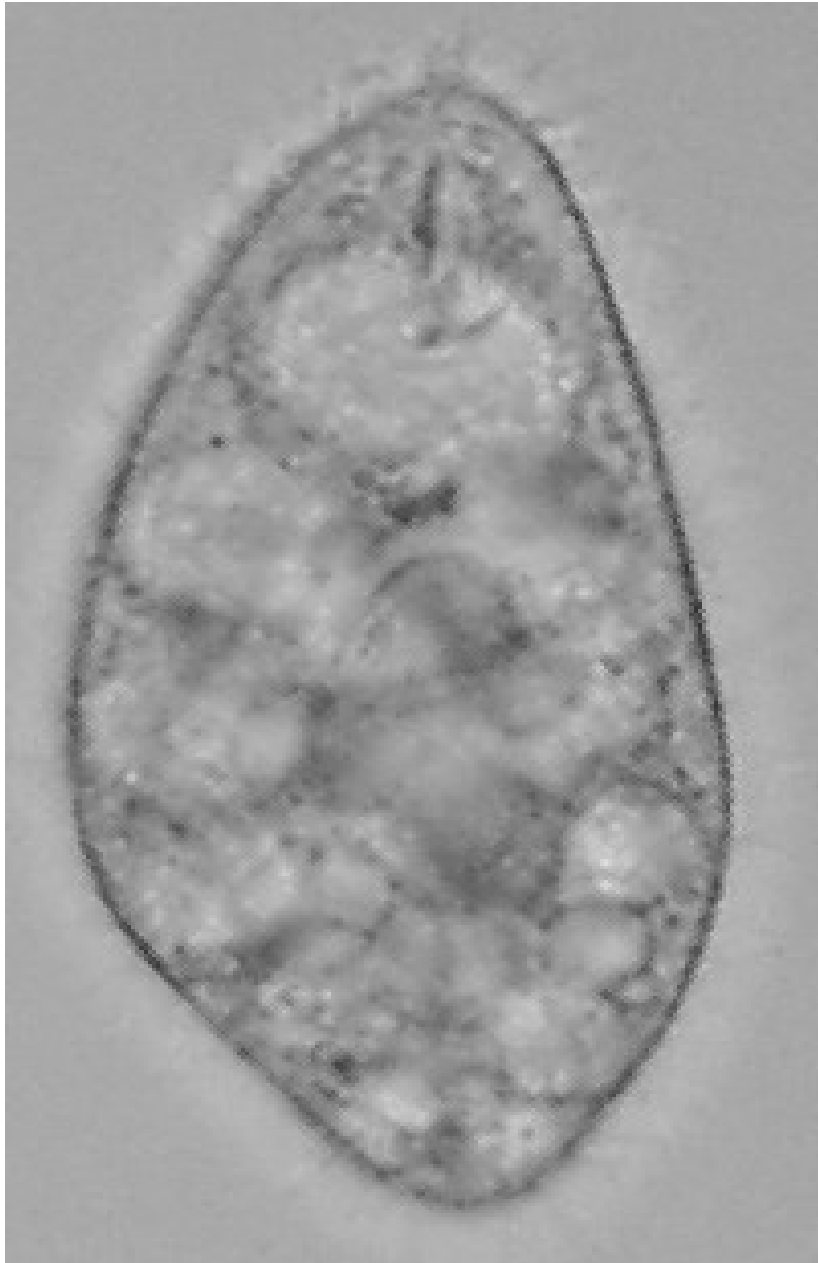


odhad rychlosti predace prvoků na bakteriích s použitím fluorescenčně značených bakterií

Mixotrofní nálevník s pohlcenými bakteriemi (žlutě označené fluorescenčním barvivem DTAF), červená = chlorofyl



Bičíkovci (modrá barva) přisedlí na koloniální řase (červeně prosvítá chlorofyl) s pohlcenými bakteriemi (žlutá barva)



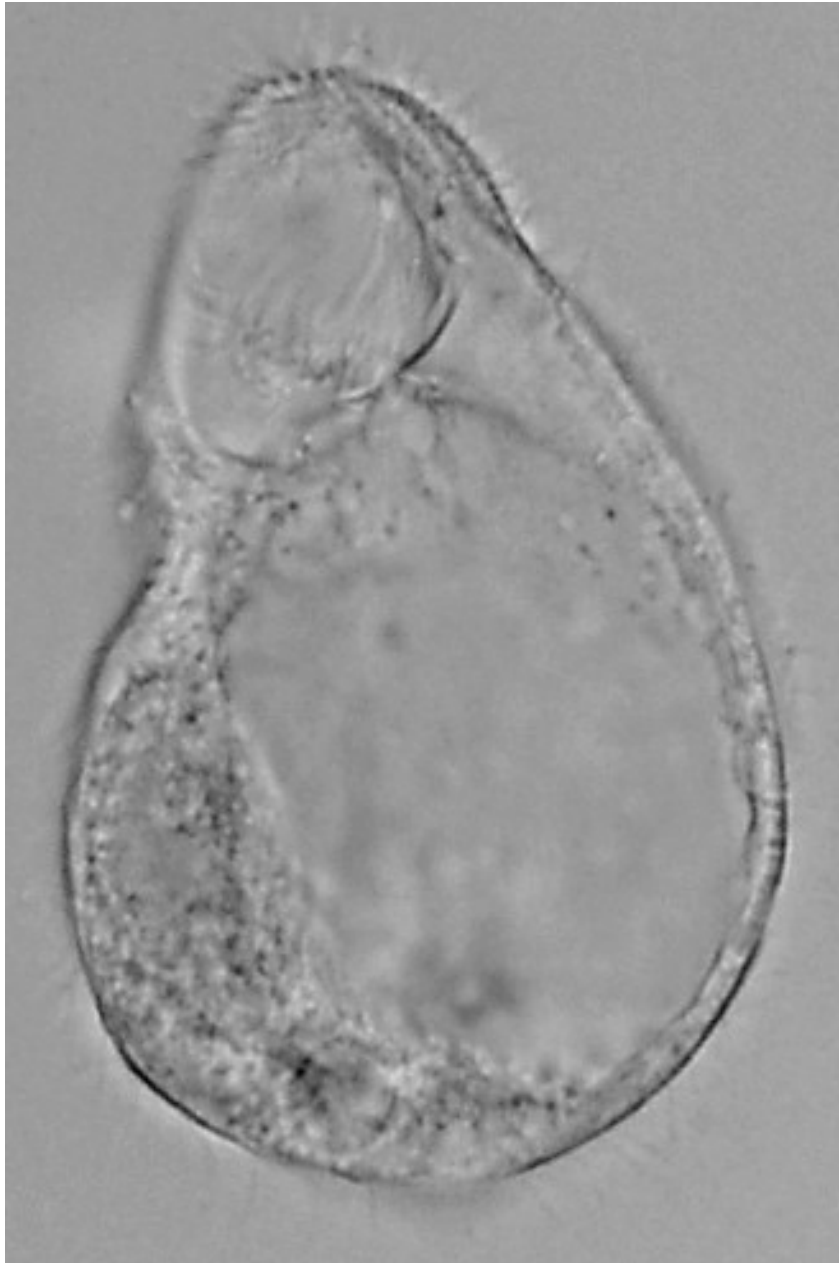
Microstomal cell

Signal-mediated differentiation in the ciliate *Tetrahymena vorax*

Differentiation of cells into specialized types, a process fundamental to the development of complex multicellular organisms, also occurs in certain unicellular protists. The ciliate, *Tetrahymena vorax*, undergoes a dramatic change in cellular morphology permitting it to ingest different sources of solid food. *T. vorax* normally exists in the microstomal form which utilizes bacteria and/or suspended particles. This cell type is also present in nutrient culture medium. When protozoa are suspended in distilled water or buffer, they starve with a corresponding decrease in cell size. If, however, they are exposed to a signal secreted by potential prey, the cell transforms into the macrostomal cell type, a carnivore capable of ingesting prey protozoa. Cellular remodeling into the macrostome includes cytoskeletal reorganization and alteration of the food vacuoles. The pathway that leads to this restructuring is initiated at a point in the life cycle from which the cell may either divide or differentiate. In the absence of prey, the macrostomal cell type is not stable, and differentiation is reversed at the next cell division which produces two cells in the microstomal form.



Starving microstomal cell
after seven hours of
nutrient deprivation



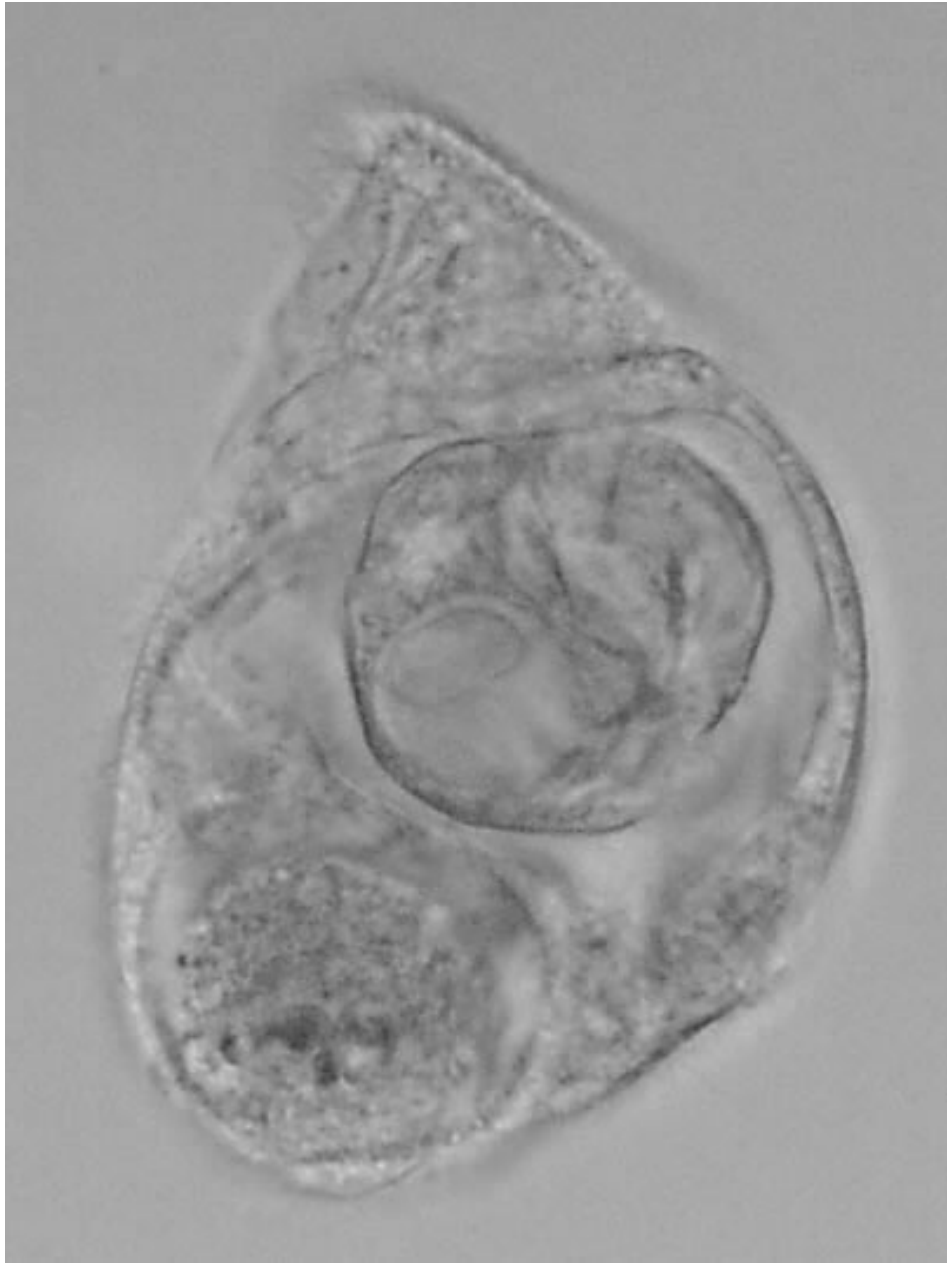
Macrostomal cell 7 hours after removal from nutrient medium and exposure to stomatin, the signal derived from prey protozoa



Macrostomal cell with prey protozoan entering cytopharyngeal pouch, the macrostomal food vacuole. A phagolysosome contains another protozoan (red). Prey protozoa were stained with neutral red.



Macrostomal cell with a recently ingested prey protozoan in a phagosome.



Macrostomal cell with
one phagosome and one
phagolysosome, each
containing an ingested
protozoan



A
macrostomal cell
attempting to ingest
another macrostome

Kontrolní otázky

1. Zařazení prvoků v systému
2. Organely prvoků, pelikula
3. Rozmnožování prvoků
4. Pulsující vakuola u prvoků, význam
5. *Trypanosoma sp.*, *Toxoplasma gondii*
6. Hydrogenosom
7. *Amoeba proteus*
8. *Plasmodium*
- 9. „r“ a „K“ strategové**
10. Fagosom, mikrostomatální a makrostomatální buňky
- 11. Význam prvoků**
- 12. Jak na celulózu?**
13. Bachořci
- 14. Prvoci v odpadních vodách**
15. Řasy, zařazení, význam