

Phylum: Chytridiomycota

Phylum: Neocallimastigomycota

Phylum: Blastocladiomycota

Říše: FUNGI

Outline classification of Fungi in 21st Century Guidebook to fungi. Moore D., Robson D.G., Trinci P.J., 2011

Říše: EUMYCOTA (Fungi, pravé houby)

Phylum:

- Chytridiomycota (706 species in 105 genera)
- Blastocladiomycota (179 species in 14 genera)
- Neocallimastigomycota (20 species in 6 genera)
- Microsporidia (1300+ species in 170 genera)
- Glomeromycota (169 species in 12 genera)
- Ascomycota (64 163 species in 6355 genera)
- Basidiomycota (31 515 species in 1589 genera)

← Dříve Chytridiomycota



Subphylum:

dříve phylum Zygomycota

- Mucoromycotina (*insertae sedis*)
- Entomophthoromycotina
- Zoopagomycotina
- Kickxellomycotina



Podříše: Dikarya



Říše: Chromista

Phylum: Oomycota

Ph: Hypochytriomycota

Ph: Labyrinthulomycota

Říše: Protozoa*

Phylum: Plasmodiophoromycota

Ph: Acrasiomycota

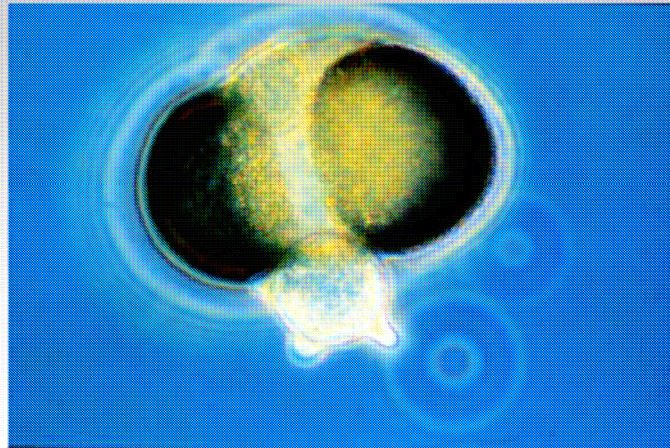
Ph: Myxomycota

Ph: Chanozoa



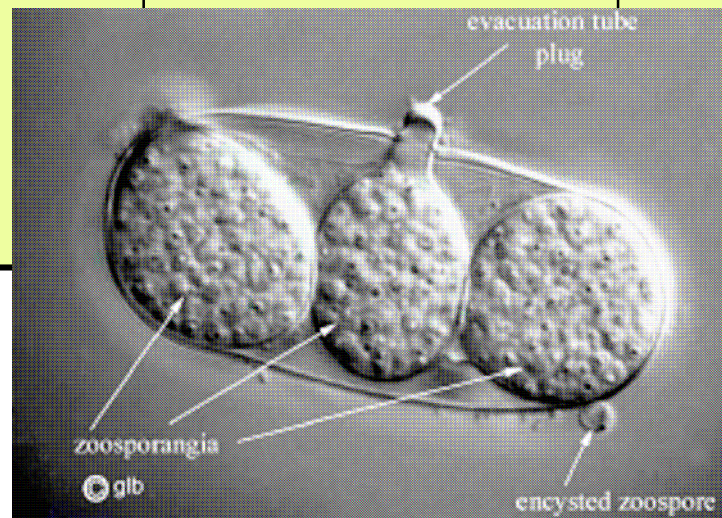
Chytridiomycota

- 900 druhů
- Většina jsou aerobní druhy žijící saprofytycky v půdě nebo ve vodě, parazité rostlin, vodního hmyzu a buchaneč, řas.
- Buněčná stěna obsahuje u většiny druhů chitin, celulóza a chitin se nacházejí u rodu *Hyphochytridium* a *Rhizidiomyces*



Přehled řádů uvnitř odd: Chytridiomycota

Třída	Řád	Příklady rodů
Chytridiomycetes	•Chytridiales •Rhizophydiales •Spizellomycetales	Chytridium, Chytriumyces Rhizophidium Spizelomyces, Powellomyces
Monoblepharidomycetes	•Monoblepharidiales	Monoblepharidis



Chytridiomycota

Biologie a obecná charakteristika

1.řř. Chytridiomycetes

- 1/ stélka coenocytická, globózní či ovoidní, tubulární nebo plně vyvinuté mycelium, stélka je diploidní
- 2/ zygóta se mění v odpočivnou spóru či sporangium
- 3/ Buněčná stěna obsahuje chitin a glukany
- 4/ divize jader je centrická a intracelulární
- 5/ produkují **zoospóry**- motilní, s jedním posteriorním bičíkem

Morfologické charakteristiky stélky

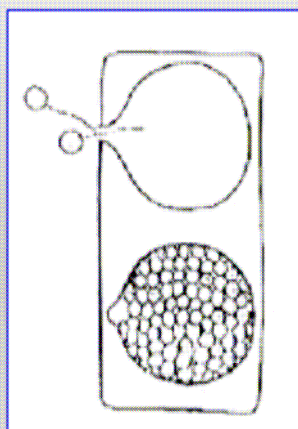
Stélka - a/ **endobiotická** - je celá uvnitř hostitele a celá se tam přemění ve sporangium

b/ **epibiotická** - reprodukční orgány se tvoří na povrchu hostitele

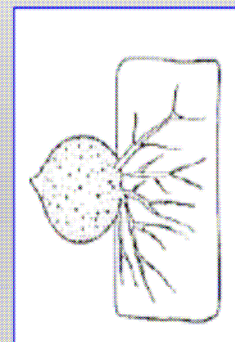
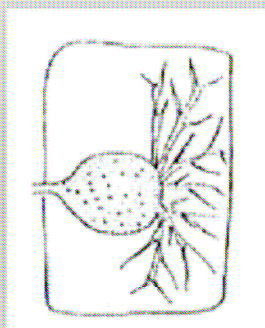
c/ **holokarpická**
-stélka se přemění jednu či více rozmnožovacích struktur

d/ **eukarpická**
-rozvětvené rhizoidy, thalus a reprodukční orgány
-sporangia jsou tvořena monocentricky nebo polycentricky

Endobiotická stélka holokarpická



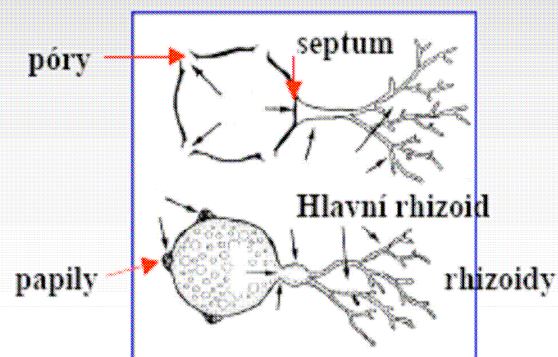
Eukarpická monocentrická stélka



Eukarpická Polycentrická stélka



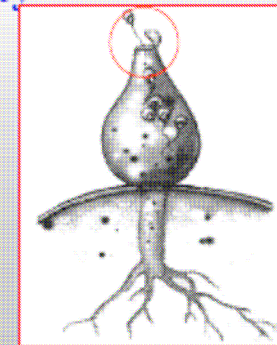
endobiotická epibiotická



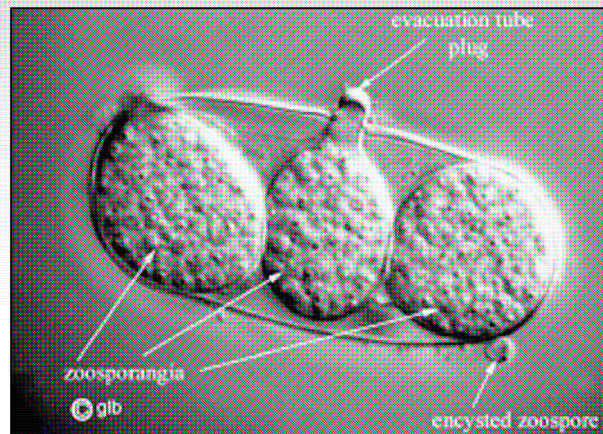
Zoospóry se uvolňují ze sporangia

A . Penetrační trubičkou bez víčka - **inopekulární chytridiomycety**
(*Olpidium*, *Cladochytridium*)

B. Penetrační trubička má víčko – **operkulární chytridiomycety**
(*Chytridium*)



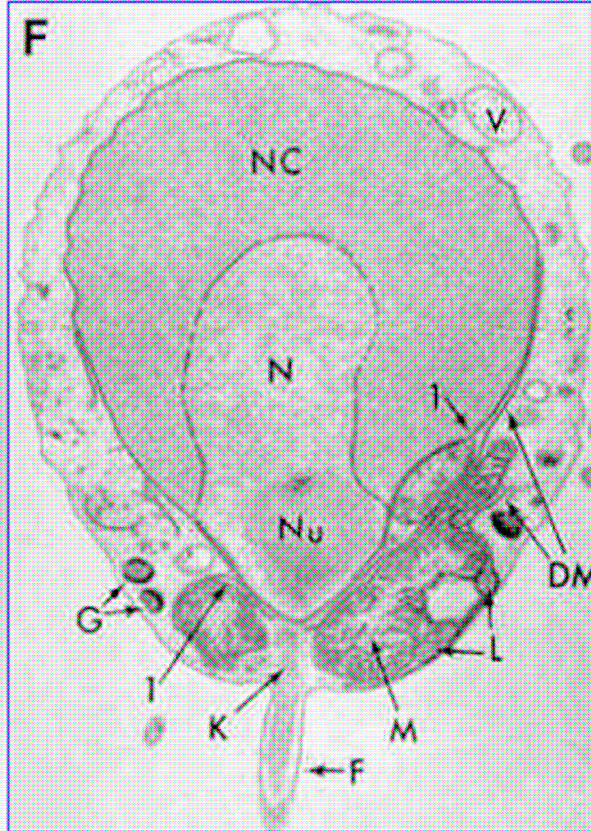
Zoospóry se ze sporangia uvolňují **vnitřním tlakem**. Ve sporangiu jsou obklopeny houbovitou matrix a ven se dostávají tak že se jednotlivě uvolňují a vyplavou penetrační trubičkou (jednotlivě nebo po skupinách) nebo vyhřezne matrix se zoospórami do prostředí..



Zoospóry

- nemají buněčnou stěnu – pouze plasmatickou membránu
 - Nepřijímají potravu (mají zásobní látky)
 - Jednojaderné
 - jednobuněčné
-
- Většina chytrid má **haploidní** zoospóry. Motilita v prostředí je buď omezená (zoospóra se ihned **encystuje**) nebo trvá několik hodin. Závisí na endogenních zásobních látkách a na prostředí.
 - Encystace spočívá ve ztrátě bičíku a indukci a tvorbě buněčné stěny.
 - Klíčení cysty – **monopolární** nebo **bipolární (z jednoho místa nebo více míst)**.

Nepohlavní rozmnožování - zoospóry



-jednojaderná (N)

-**2 kinetozómy** (generuje bičíky, pouze jeden je funkční) (K)

- mikrotubuly (spojené s kinetozómem pravděpodobně aktivují bičík)

-rhizoplasty

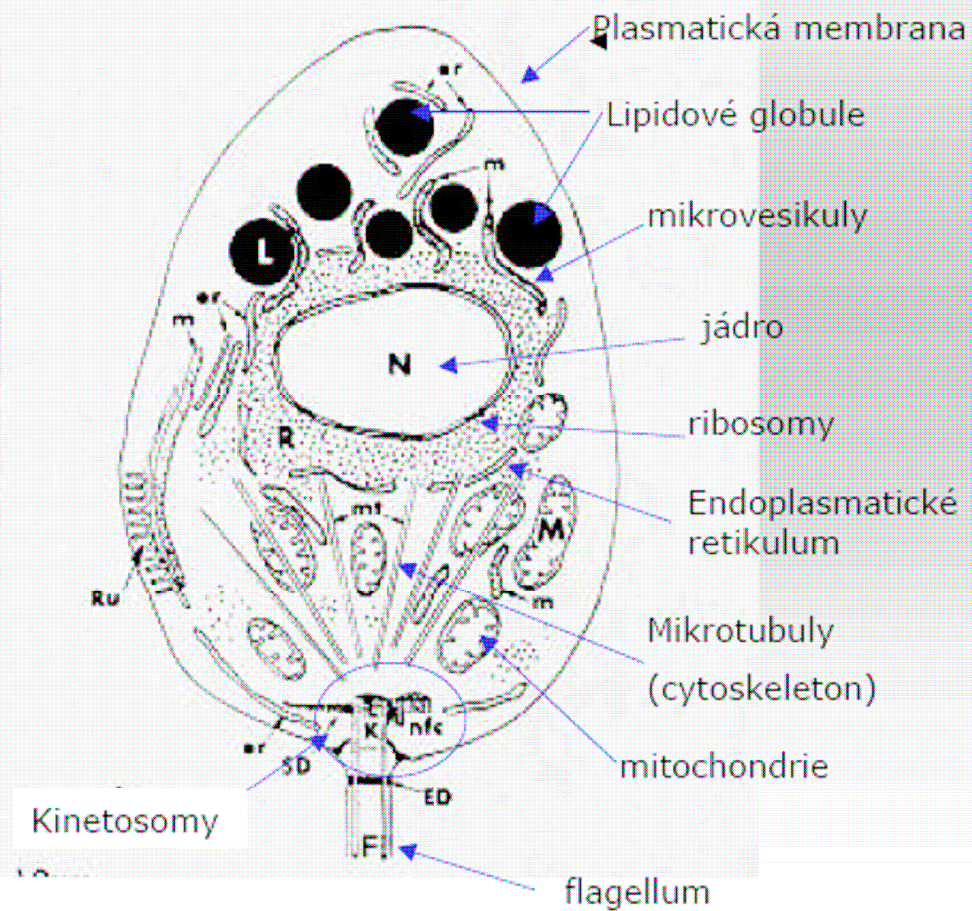
-**MLC** (microbody-lipid globule complex) (aerobní druhy) a rumpozóm

-gama-částice (proteiny)

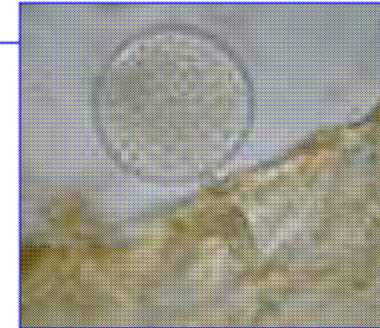
-ribosomy (jaderná zátka)

-jednobičíkaté (výjimky)

Ultrastruktura zoospóry



Pohlavní rozmnožování



1/ kopulace planogamet (zoospór)

a/ planogamety jsou morfologicky shodné, ale fyziologicky odlišné (izogamie)

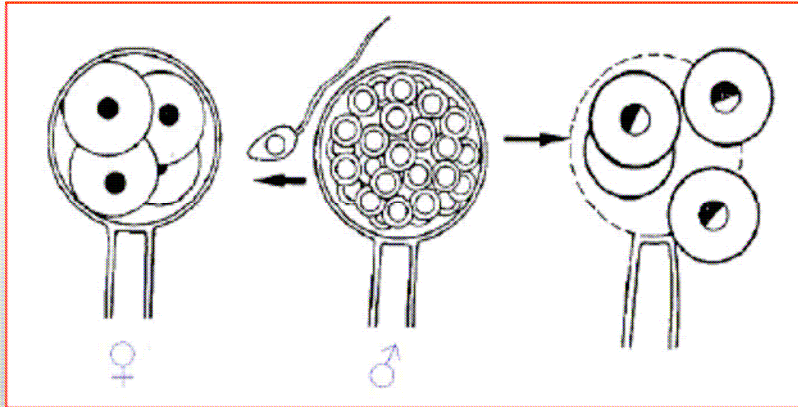
b/ planogamety nejsou morfologicky shodné a jsou fyziologicky odlišné (anizogamie)

c/ vaječná buňka je nemotilní, samičí je motilní (anterozoid)

2/ kopulace gametangií

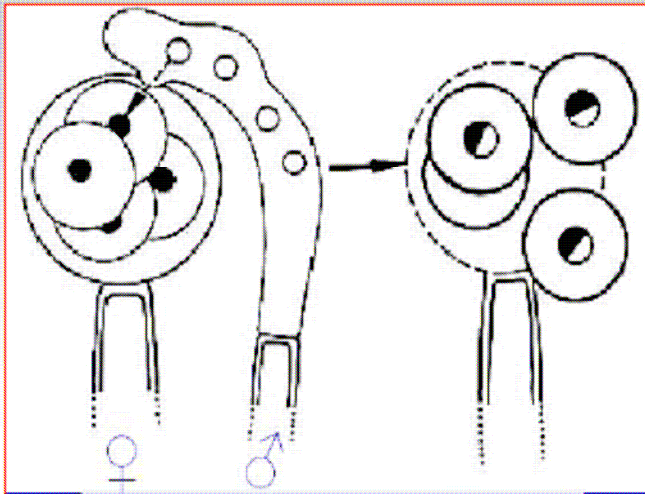
3/ somatogamie

oogamie

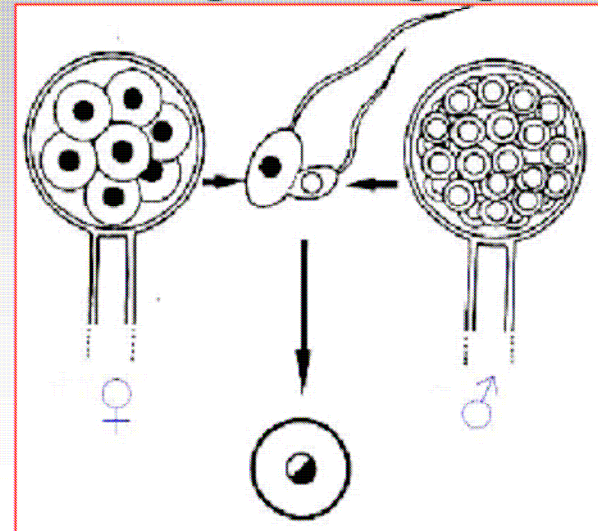


Pohlavní rozmnožování u Chytridiomycót

oogametangiogamie



anisogametangiogamie



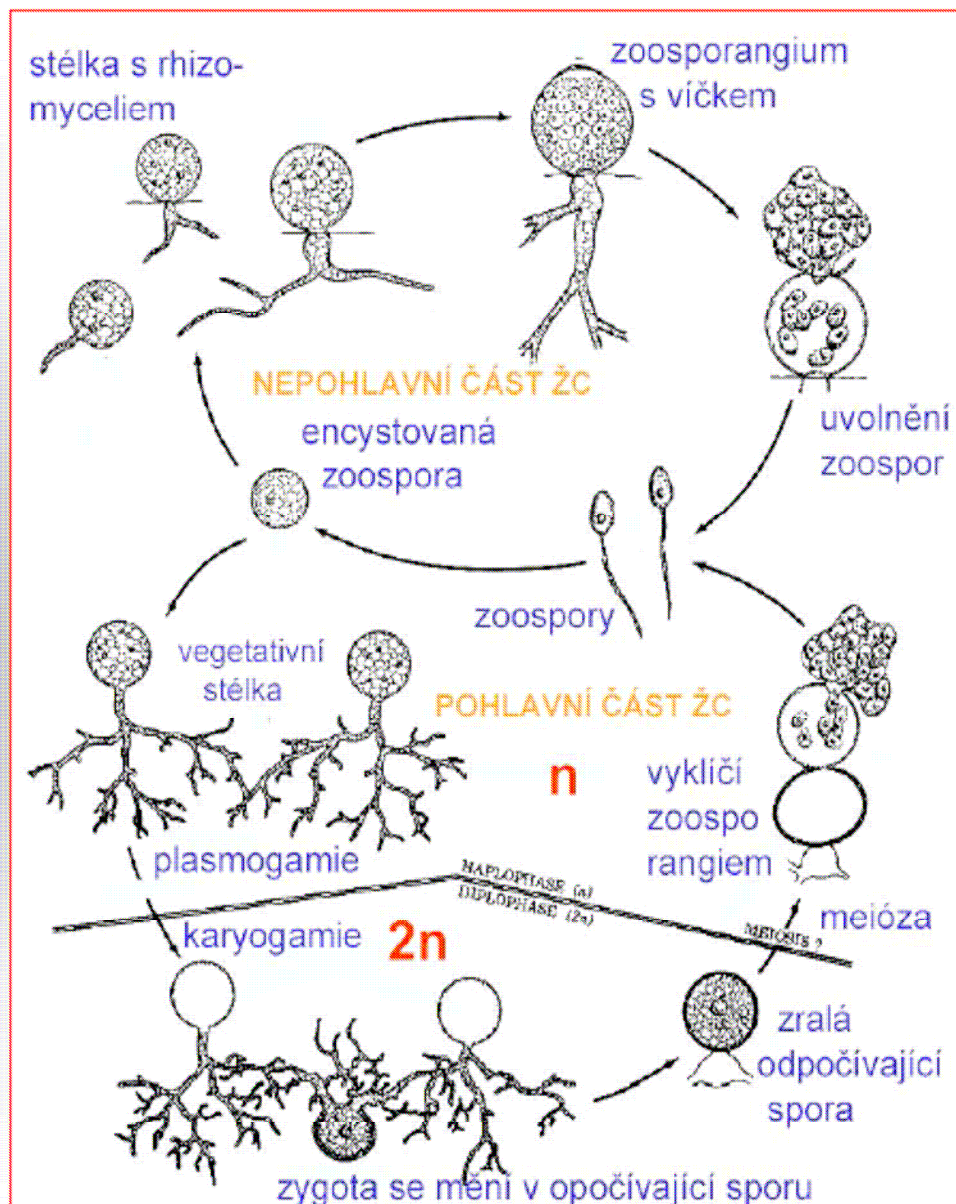
Řád Chytridiales

1/ **zoospóry** (více mitochondrií, MLC, ribozómy jsou ve středu buňky membránovitě uspořádané, jádro není spojeno s kinetozómy)

2/stélka endobiotická, holokarpická

3/ sorus (uspořádání sporangií)

4/ ekologická i morfologická diverzita



Chytriomycetes hyalinus (řád Chytridiales)

Životní cyklus, u něhož je pohlavní rozmnožování typu somatogamie (splývání rhizomycelií).

Saprotrofní druh, běžný na zbytcích mrtvého hmyzu ve vodě.

Chytriumyces hyalinus

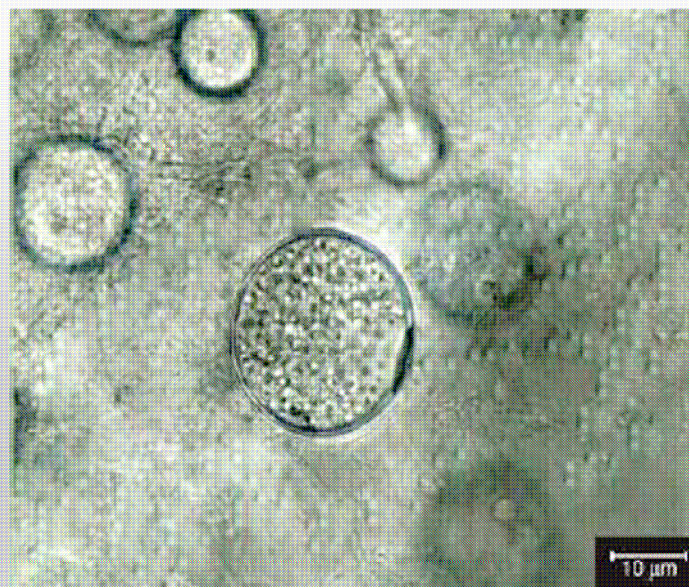
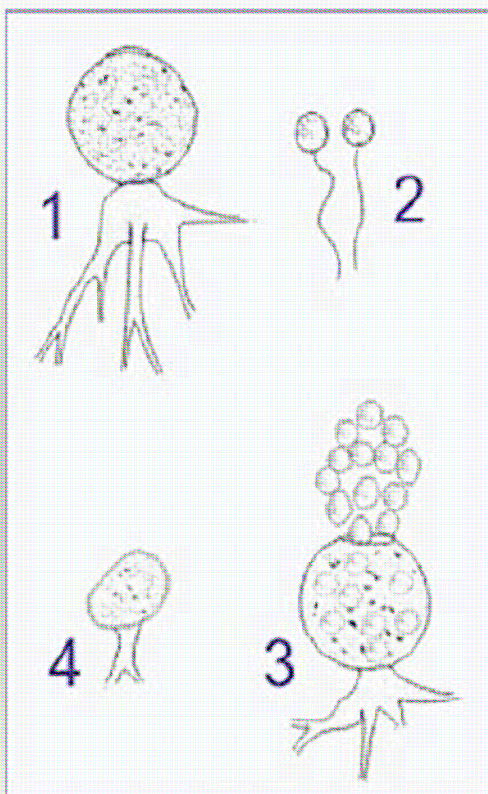
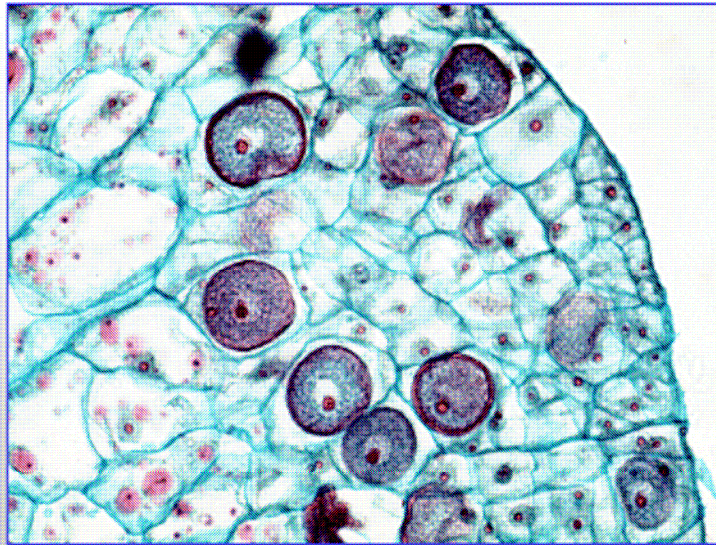


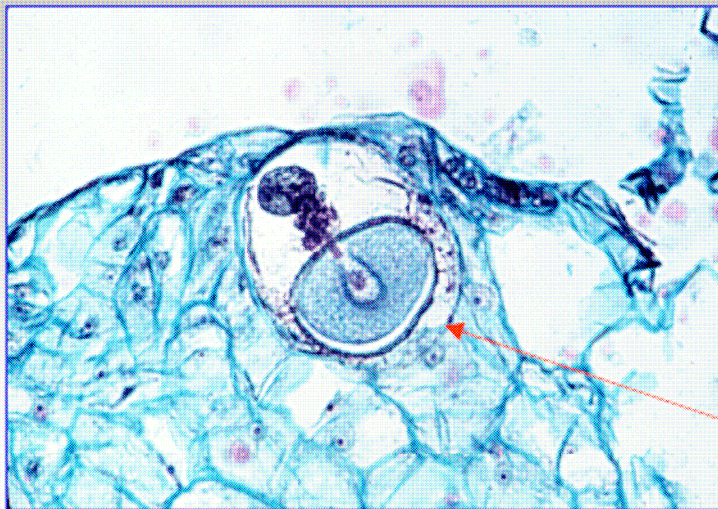
Figura 8. *Chytriumyces hyalinus*. Zoosporangio.

Figure 8. *Chytriumyces hyalinus*. Zoosporangium.

1. Epibiotická holokarpická stélka s rhizomyceliem
2. Zoospóry
3. Uvolnění zoospór
4. Zbytek stélky



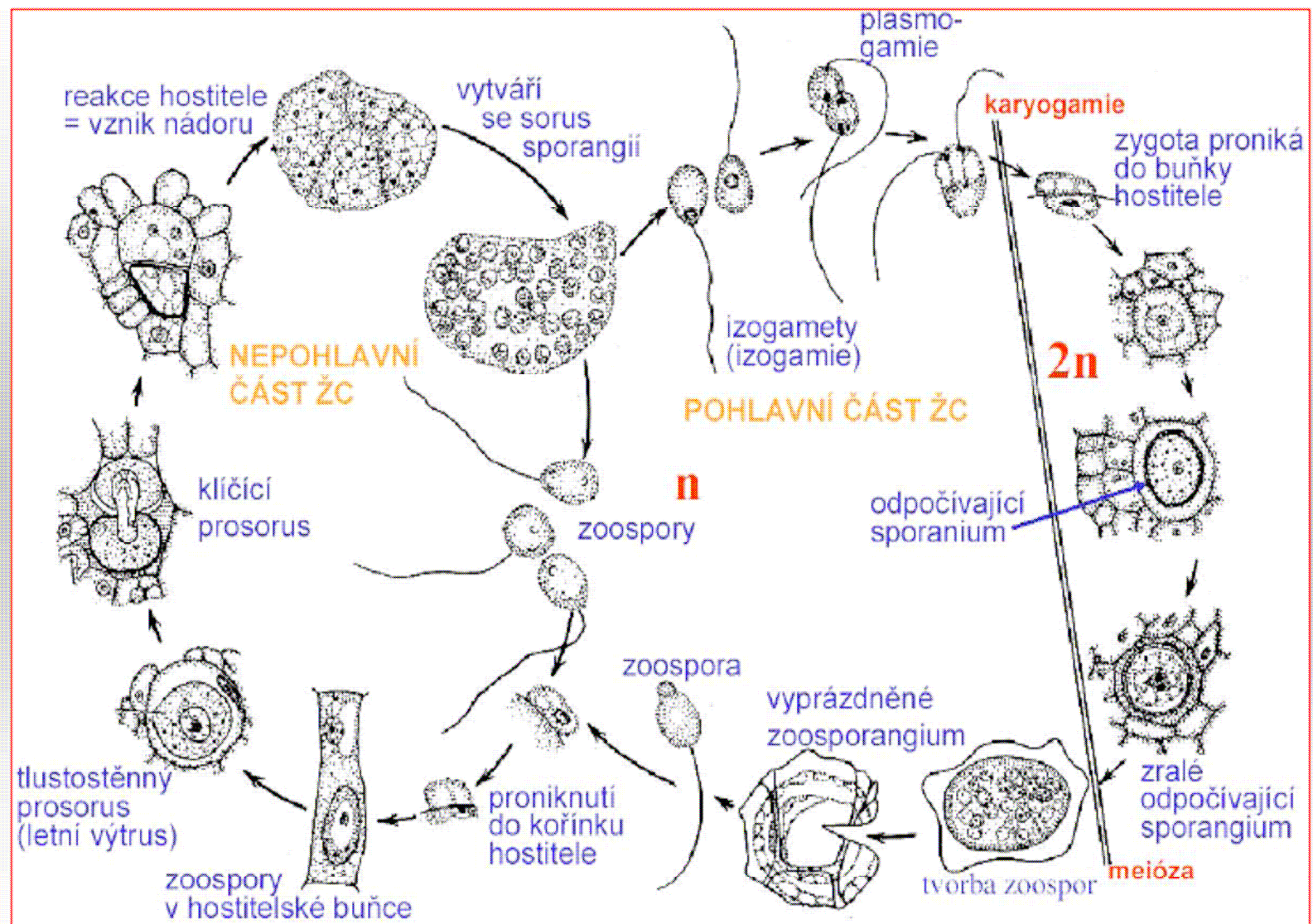
napadené hlízy



Synchytrium endobioticum

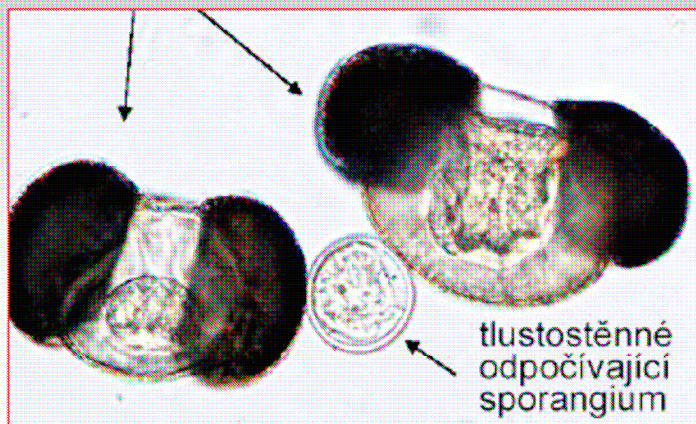
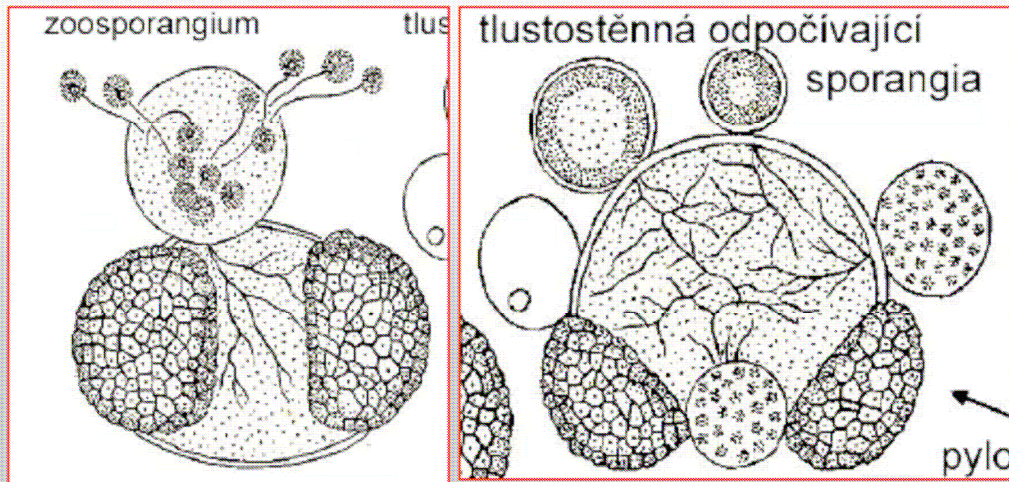
Rakovinec bramborový

Prosor

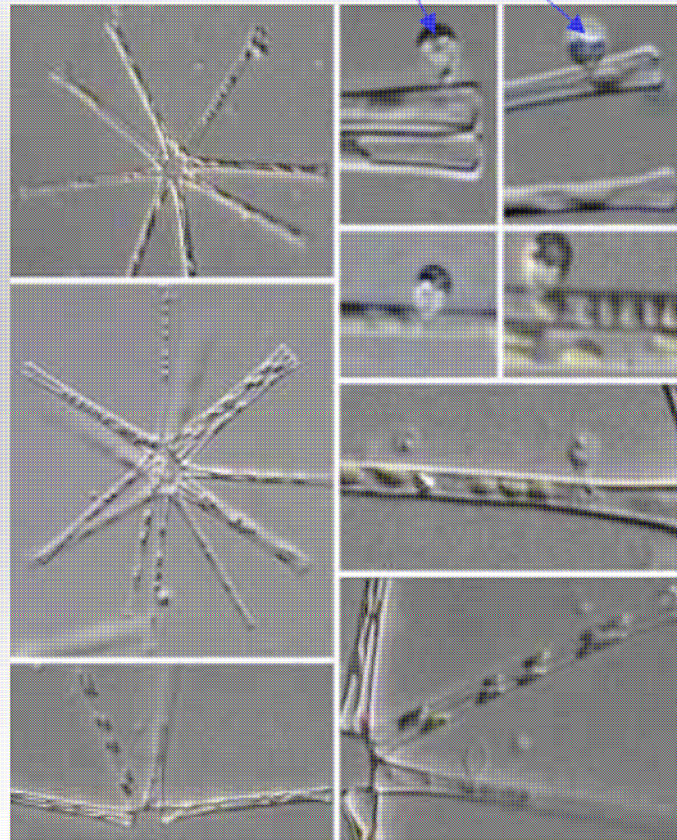


Rhizophydiales

Rhizophydium pollinis-pini – saprofyt na pylových zrnech borovice



Rhizophydium planktonicum

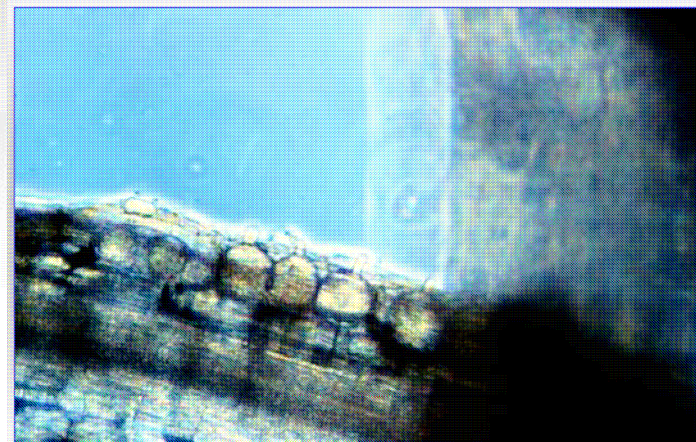


Ř. Spizellomycetales

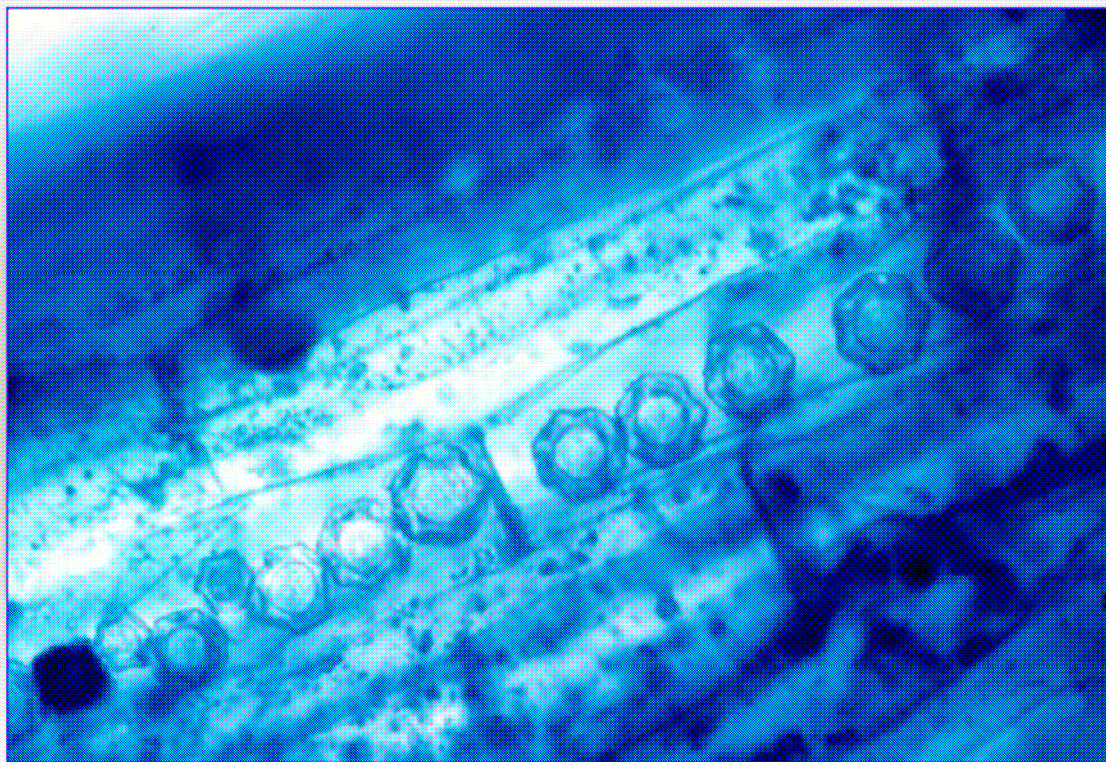
- 1/ zoospóry (velké množství lipidových tělísek, dispergované ribozómy
jádro je spojeno s kinetozómem)
- 2/ není známo pohlavní rozmnožování
- 3/ ekologická a morfologická diverzita uvnitř řádu
- 4/ rody: *Rozella*, *Olpidium*, *Caulochytrium*, *Urophycitis*
- 5/ aktivní zoospóry
- 6/ rod *Olpidium* je přenašečem rostlinných virů (TNV a CNV) tabákové a okurkové
mozaiky a dalších

Oospóry uvnitř kořene řepky – endobiotická stélka

www.biltek.tubitak.gov.tr



Olpidium brassicae



Oospóry uvnitř kořene řepky

www.biltek.tubitak.gov.tr

Řád: Monoblephariales

1/ zoospóry (ribozomy v klustrech, anteriorní část- lipidová tělíska, posteriorní část- mitochondrie a rumpozómy)

2/ somatická hyfy, větvená, vakuolizovaná, nese jak pohlavní i nepohlavní sporangia (pěnovitý vzhled)

3/ **sporangia** se formují basipetálně

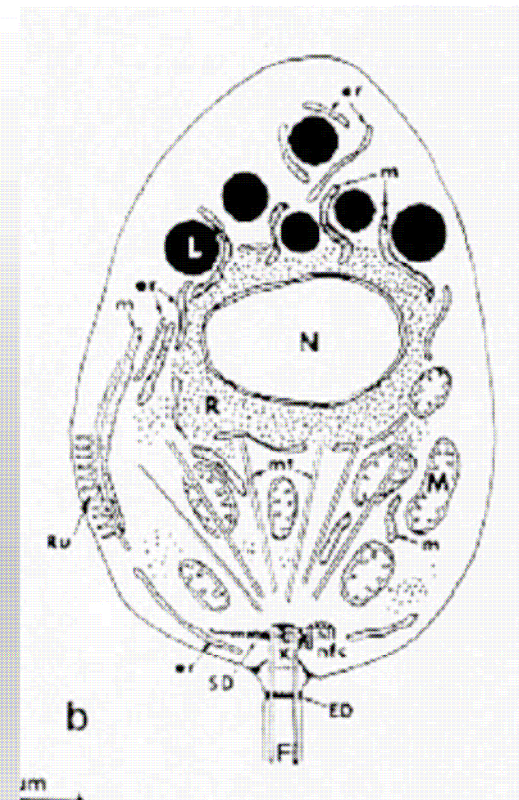
sporangia jsou oddělená septou, mnohoaderná → zoospóry

4/ **gametangia** (indukce za vyšší teploty) samčí gamety - bičíkaté (anterozoid)

samičí oogonium s víčkem

anterozoid oplodní oospóry – **zygota**

5/saprofyté - na organických substrátech



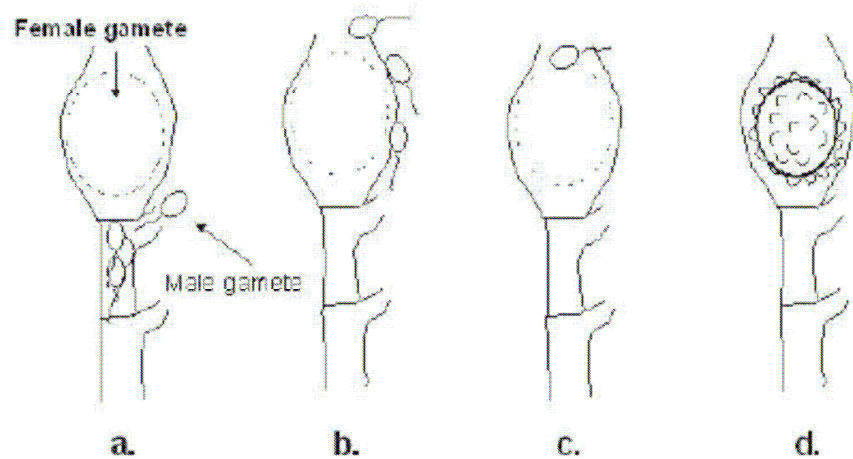
Organizace zoospóry u Monoblephariales

N – jádro

NC – jaderná zátka

M- mitochondrie, L- lipidové vesikuly

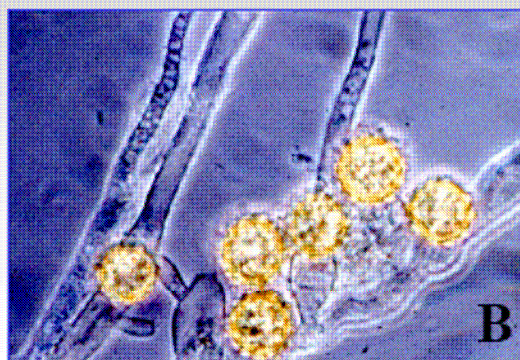
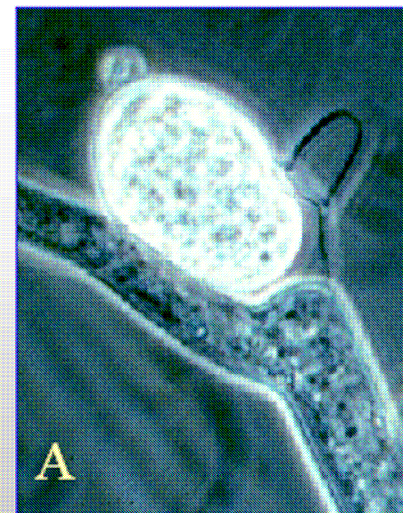
K – kinetozóm, V-vakuola, Ru – rumpozóm, mt- mikrotubuly, er-endoplasmatické retikulum



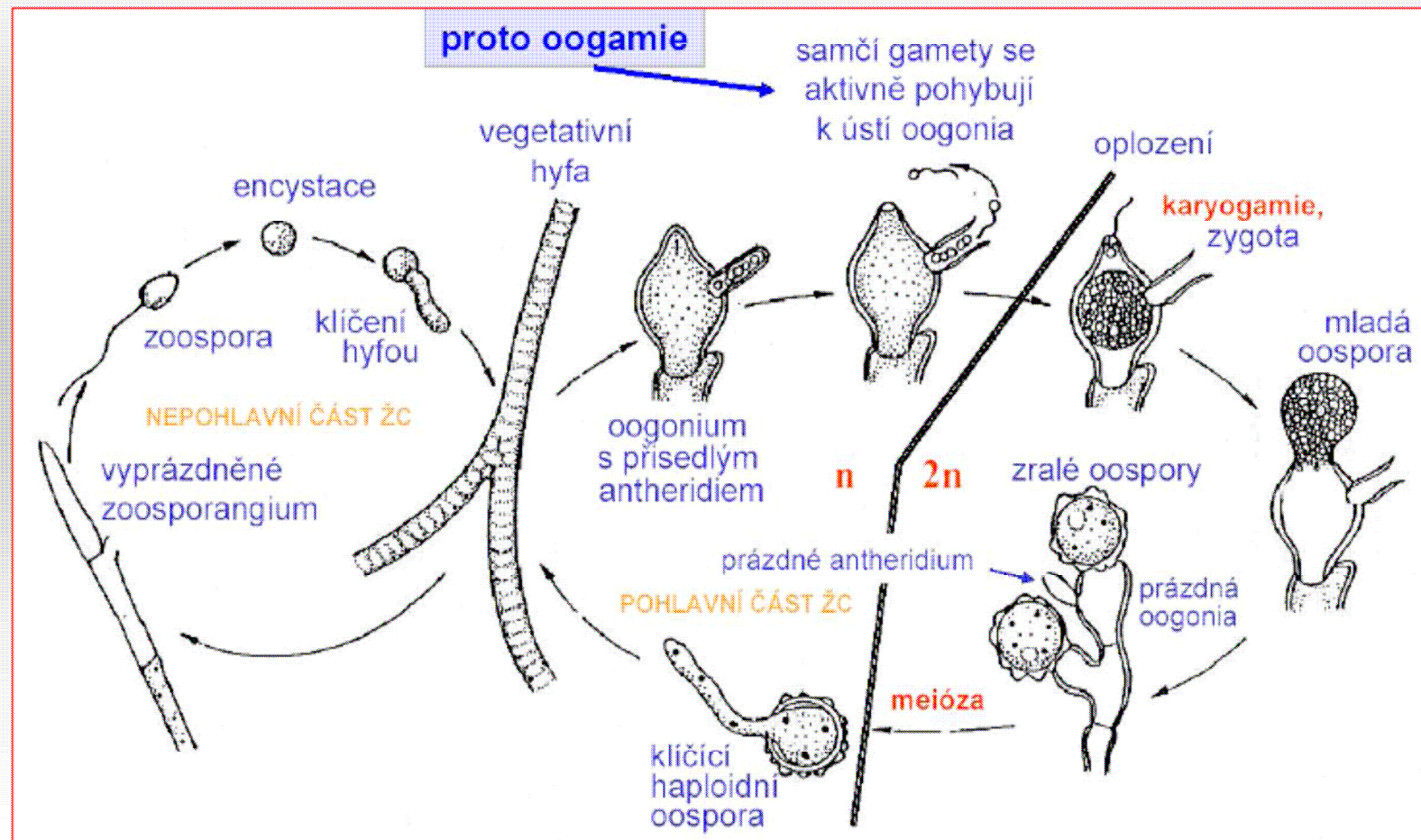
Vznik zygóty u rodu *Monoblepharis* spp. (**oogamie**) – a. velká statická oosféra a pod ní je vytvořeno samčí gametangium produkující zoospóry.

b-c: kontakt a fúze

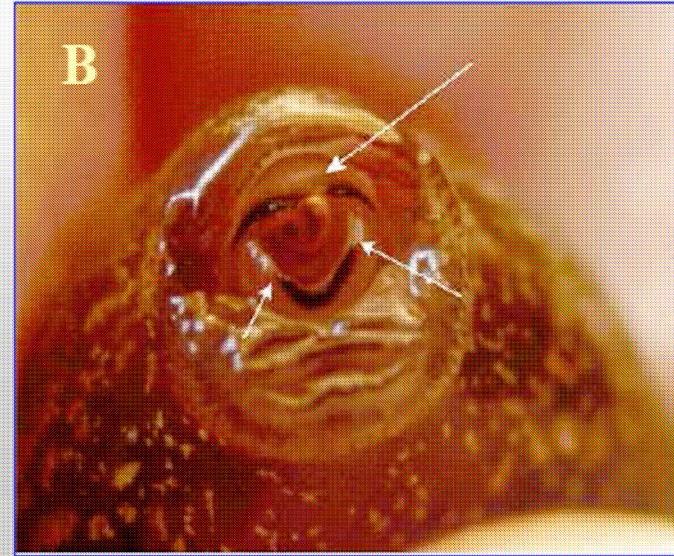
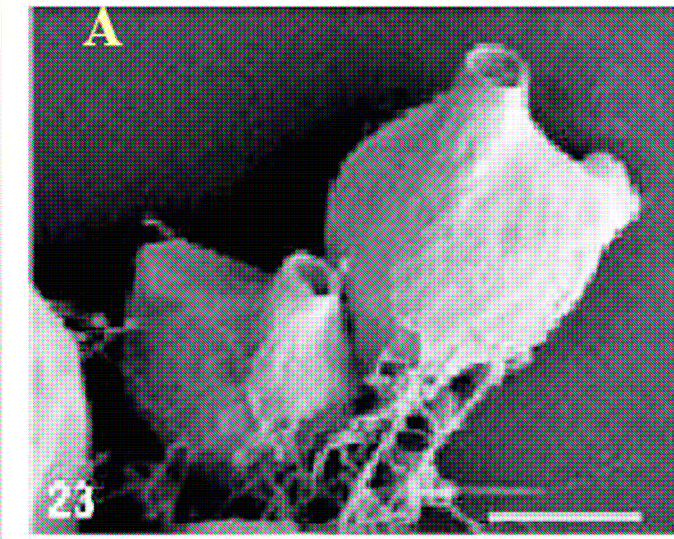
d: zygóta



Monoblepharis polymorpha



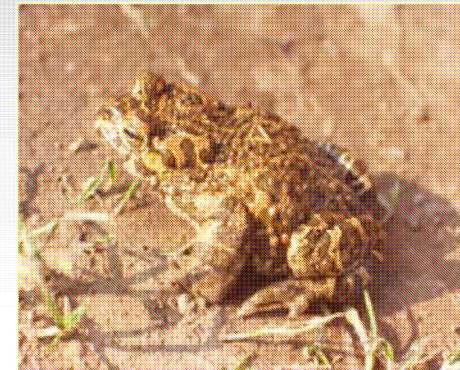
Batrachochytrium dendrobatidis



A. dvě zoosporangia *Batrachochytrium dendrobatidis* s kanálky. Vlákenné rhizoidy. Bar = 10 microns. Image by Lee Berger and Alex Hyatt (AAHL).

B. infikovaná část ustního otvoru žáby

- invazní patogen, původem z tropických pralesů
- Dostal se k nám přes chovatele a teraristy

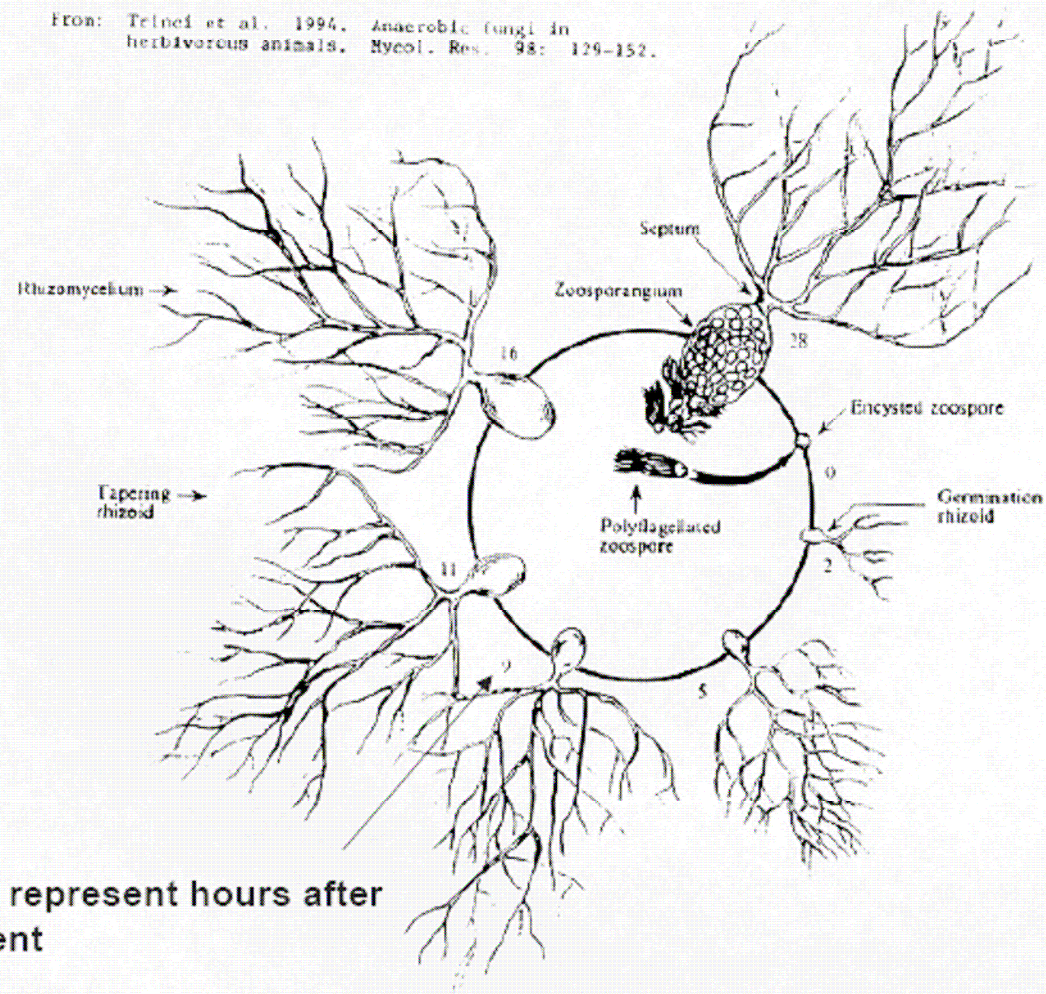


Phylum: Neocallimastigomycota

- Anaerobní druhy, žijící v jícnu a rumenu přežvýkavců
- Stélka monocentrická nebo polycentrická
- Nemají mitochondrie, ale hydrogenozóm
- Polyflagelátní zoospory
- U většiny druhů není znám pohlavní cyklus
- Tř: Neocallimastigomycetes
- Řád: Neocallimastigales
- Rody: Neocallimastix, Orpinomyces, Piromyces



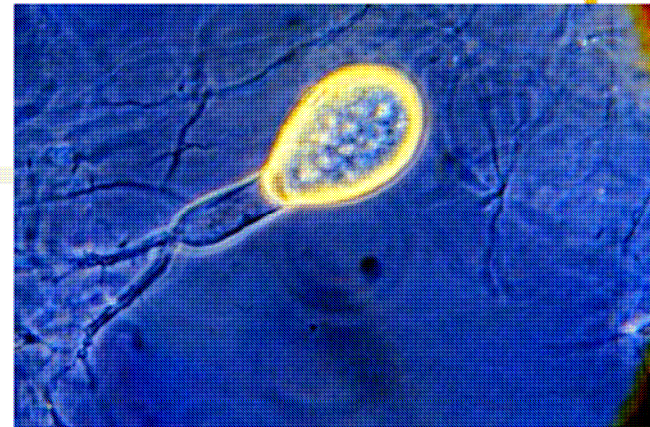
From: Trine et al., 1994. Anaerobic fungi in herbivorous animals. *Mycol. Res.* 98: 129-152.



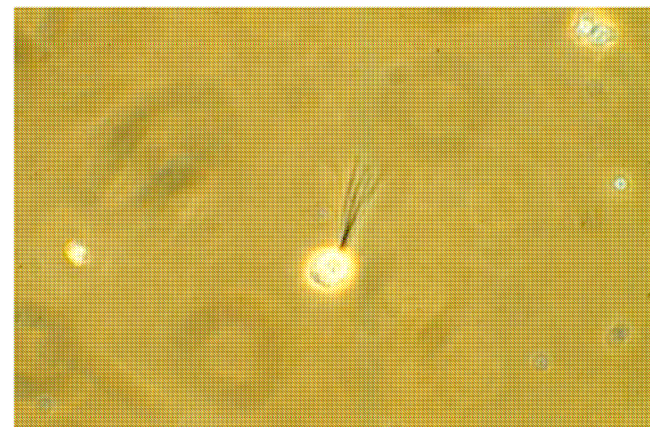
Piromyces communis



Thallus (zoosporangium) of
rumen fungus



Thallus of rumen fungus



Polyflagellated zoospore

Phyllum: **Blastocladiomycota**

Sporická meioze – produkce haploidních spór, ze kterých vznikají haploidní stélky

Střídání generací –haploidní gametothalus a diploidní sporothalus

Zoospóry s rozdílnou jadernou zátkou

Stélka je buď:

1. monocentrická nebo polycentrická
2. Myceliální –rod *Allomyces*

Třída: **Blastocladiomycetes**

Řád: **Blastocladiales**

1/ pohlavní i nepohlavní rozmnožování

2/**zoospóry**: membránovitý kryt jádra z ribozómů
na užší části,
jádro má kónický tvar, MLC

3/ stélka dobře vyvinutá- podle rodu

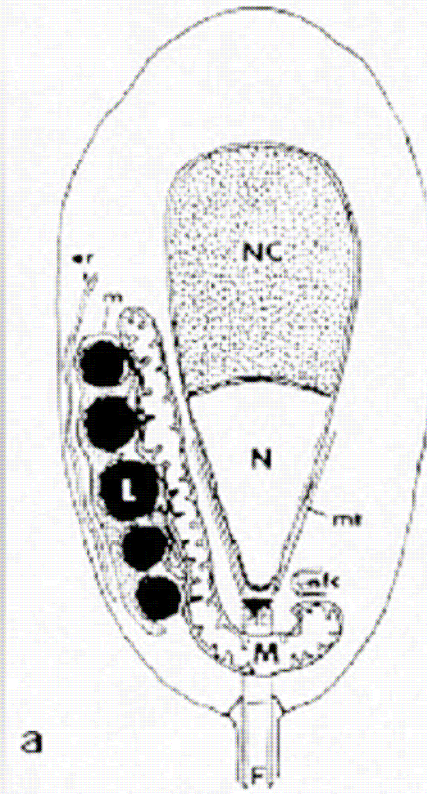
rod: **ALLOMYCES**

1/ vláknitá stélka (exo, polycentrická), rhizoidy,
rodozměna

A. macrogynus

stélky: **gametothalus** a **sporothalus**

gametothalus tvoří gametangia samčí (parisin) a
samičí (sirenin)



Organizace zoospóry u Blastocladiales

N – jádro

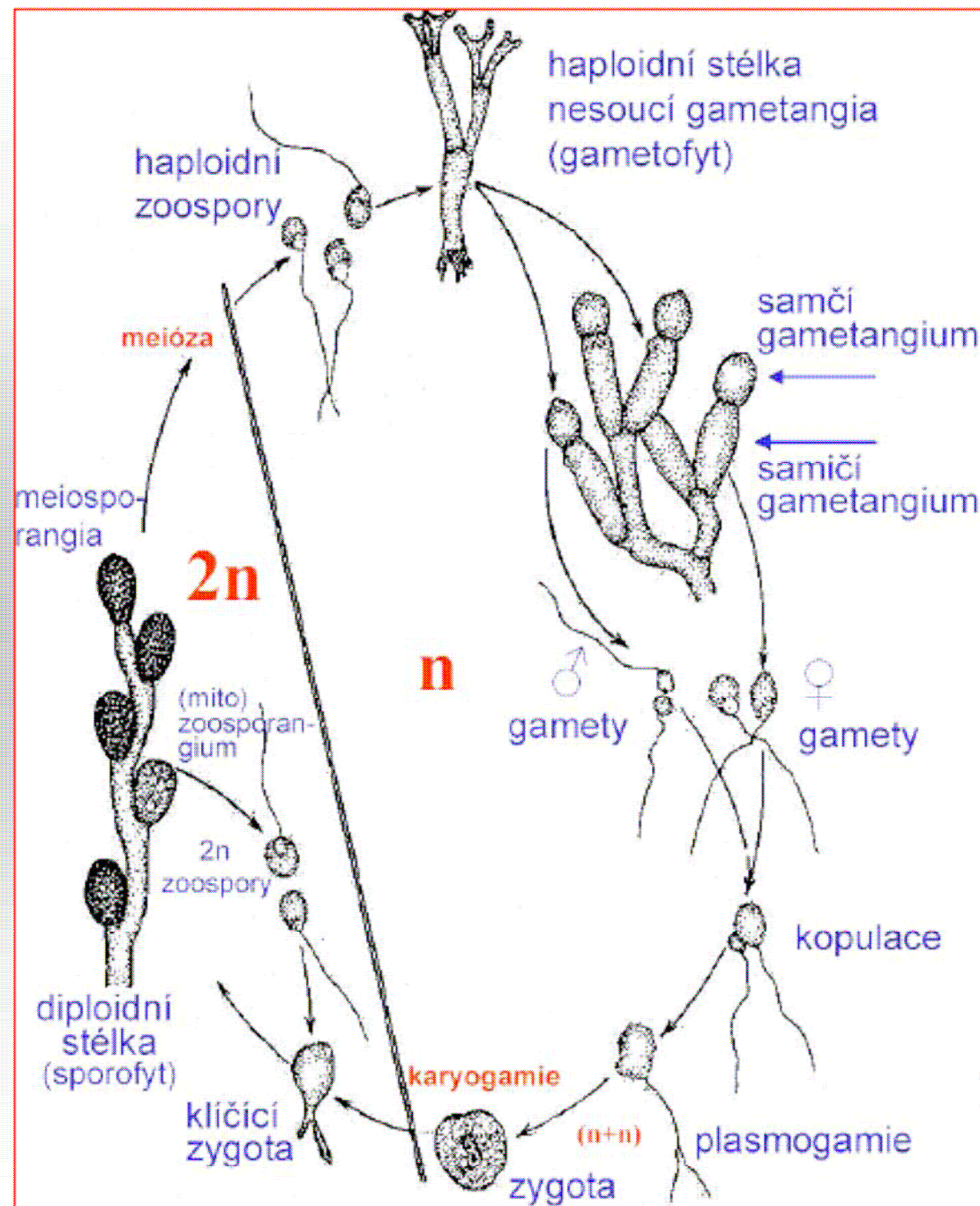
NC – jaderná zátka

M- mitochondrie, L- lipidové vesikuly

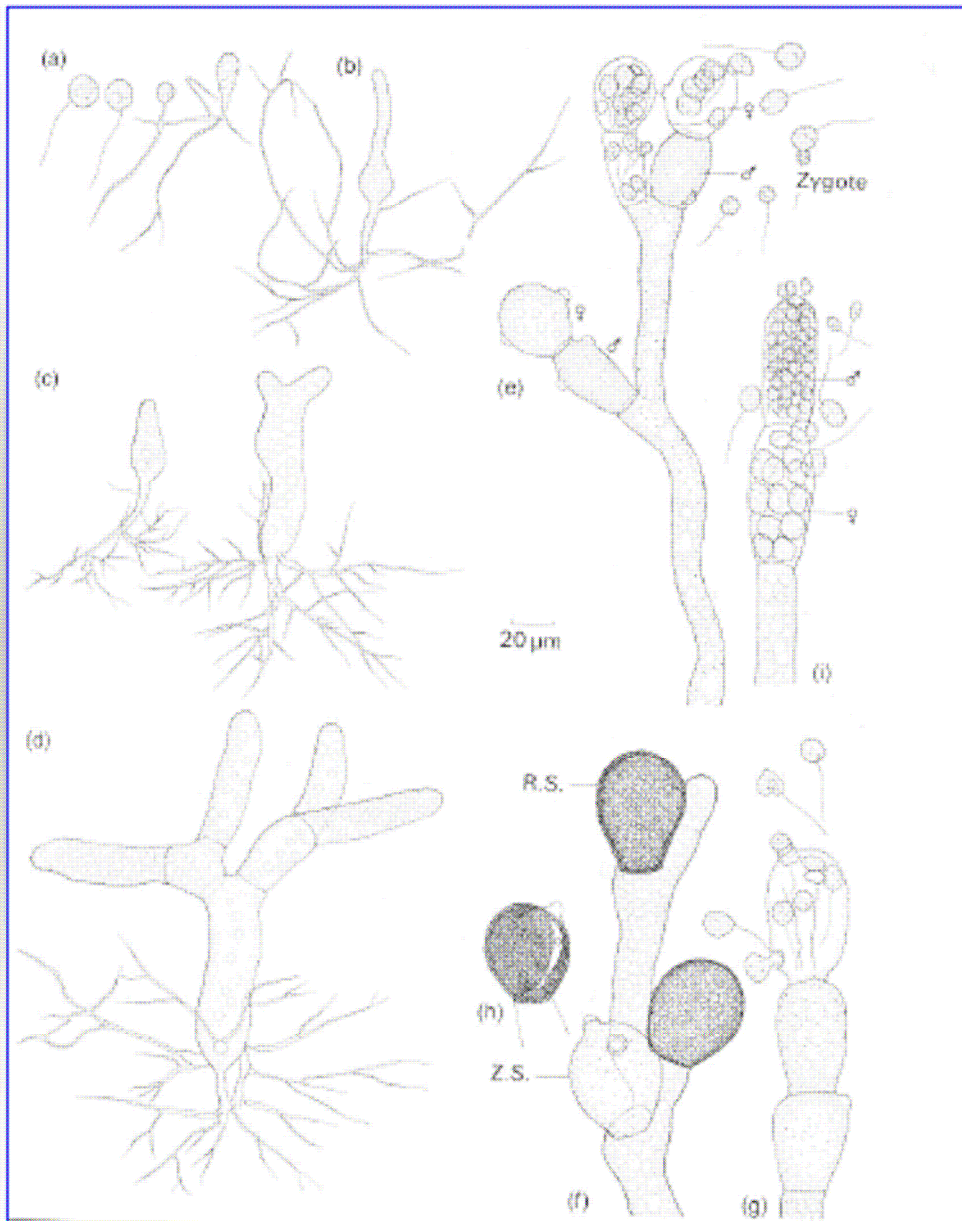
Allomyces macrogynus (Blastocladales)

životní cyklus
haplo-diplobiontický

ekologie: půdní i vodní
prostředí v tropických a
subtropických oblastech



Na **diploidním sporothalu** se formují **mitosporangia** (bezbarvá a tenkostěnná) které produkují **diploidní zoospory** a **meiosporangia** (silnostěnná pigmentovaná), ve kterých dochází k meioze a k produkci **haploidních zoospór** – ty po encystaci klíčí a dávají vznik **haploidnímu gametothalu**. Na gametothalu vyrůstají samičí a samčí gametangia, která produkují samičí (malé a pigmentované) a samičí (velké a hyalinní) zoospory, které se párují následně tvoří zygótu ($2n$) a z ní vyrůstá sporothalus. Pokud vlivem různých podmínek prostředí nedojde k párování, samičí gamety mají funkci jako haploidní zoospóra může z ní vyrůst nový gametothalus.



- a. Zoospóry (n)
- b. Mladý gametothalus po 24 h
- c. Mladý sporothalus po 24 h
- d. Sporothalus 30 h
- e. Samčí a samičí gametangia na rozvětvením gametothalu (rozdílná velikost aplanogamet)
- f. Meiosporangia a mitosporangia na sporothalu
- g. uvolňování zoospór



Sporothallus

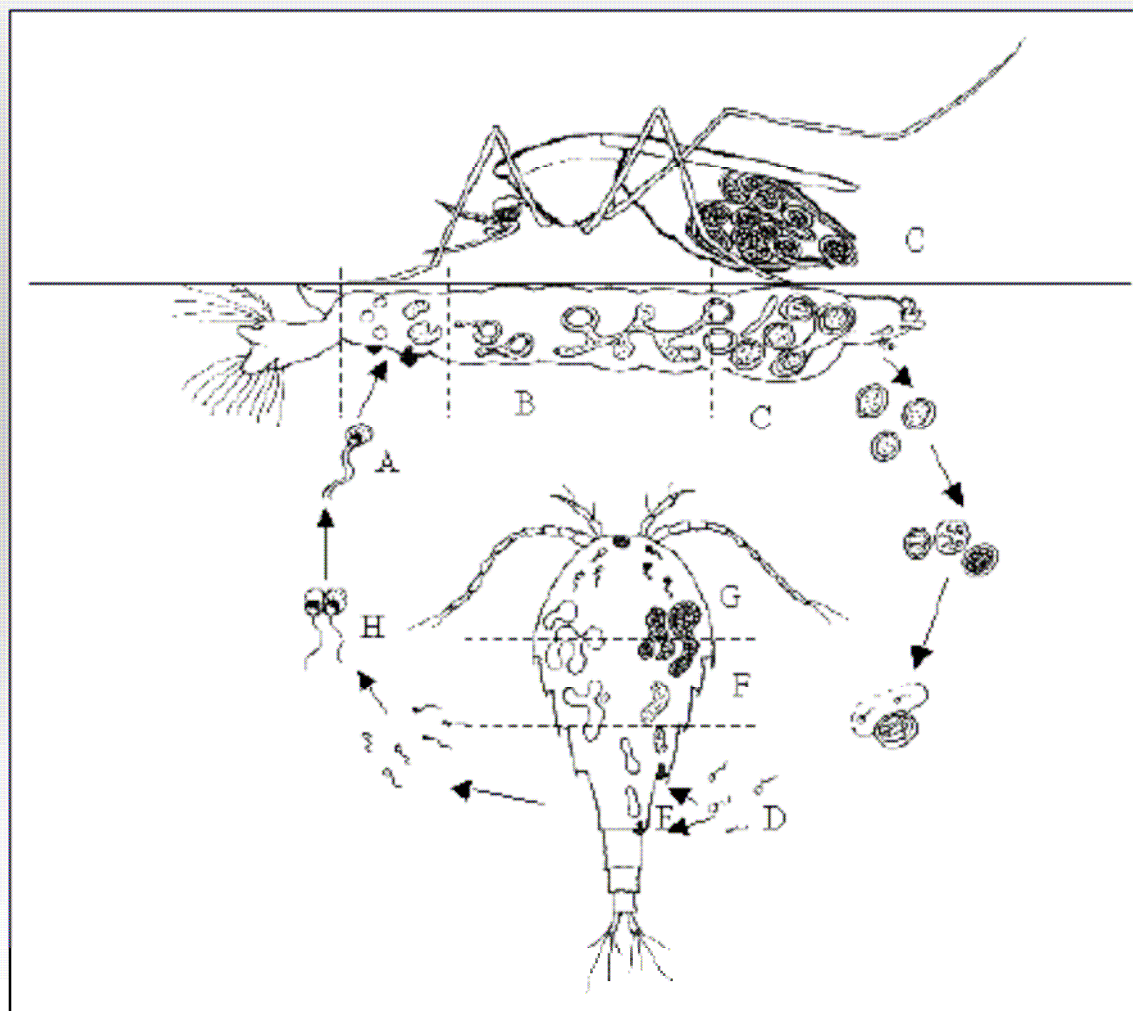


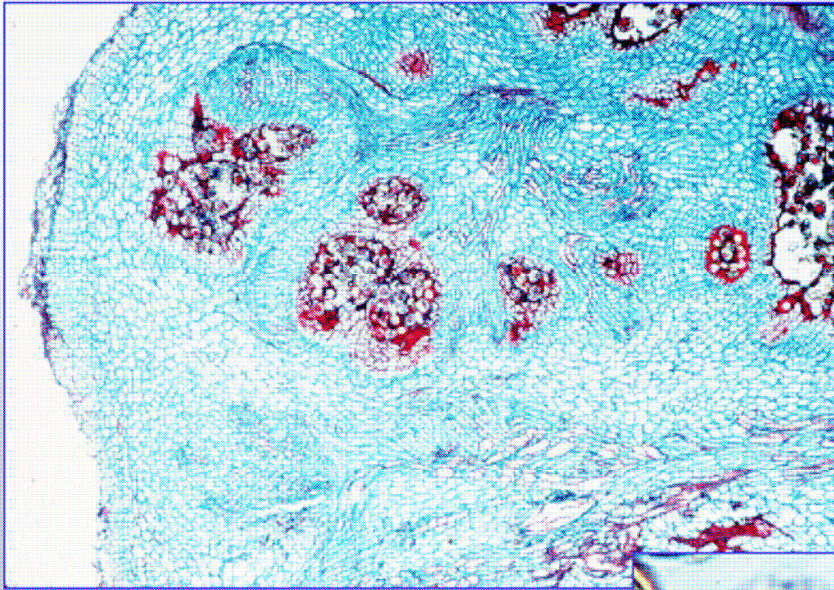
**Top and bottom: gametothallus;
orange male gametangium, larger
hyaline female gametangium**

Coelomomyces spp.

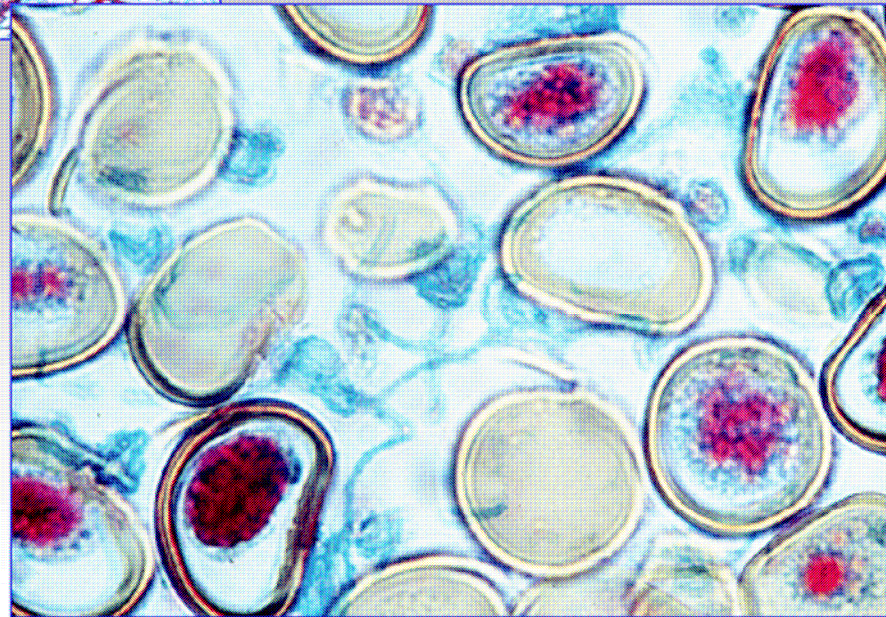
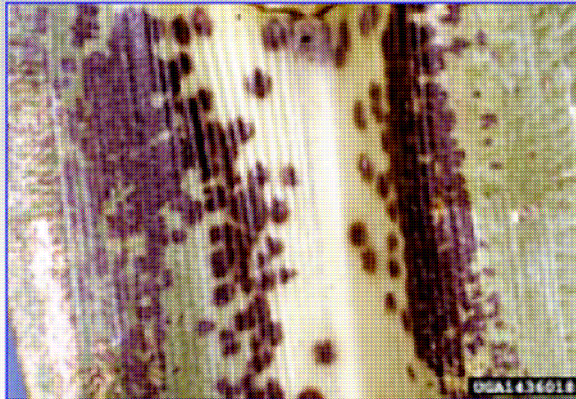
- Je rod, který zahrnuje asi 70 druhů
- Životní cyklus je typický střídáním hostitelů a pohlavní (gametofytické) a nepohlavní (sporofytické fáze)
- Patogeni vodních larev dvoukřídlého hmyzu (Culicidae, Chironomidae...)
- Životní cyklus zahrnuje obligátní fázi na drobných vodních členovcích (buchanky) (*Copepoda*) a dvě generace komárů.
- Nepříznivé podmínky přežívá jako odpočivná spóra na komářích larvách čtvrtého instaru
- Houba je schopná přežívat v populacích komárů několik let a mortalita komářích larev se může pohybovat od 50-90%

Generalizovaný životní cyklus *Coelomomyces*: A-dvoubičíkatá zygota infikuje hemocel komáří larvy, produkuje hyfogeny, které později formují hyfy (B,C). Hyfy uvnitř larev produkují odpočivná sporangia. Příležitostně, pokud infikovaná larva přežije a je z ní aktivní samička, šíří sporangia při kladení. D-z odpočivných sporangií se uvolňují jednobíčíkaté zoospóry, infikují buchanku – haploidní gametofytická fáze (E)- formují se gametangia (F) a uvnitř i vně těla buchanky jsou produkovány gamety (+a-) (G). Fúzí a tvoří biflagelátní zygotu, která dokončuje cyklus tím, že infikuje jinou larvu komára (H).



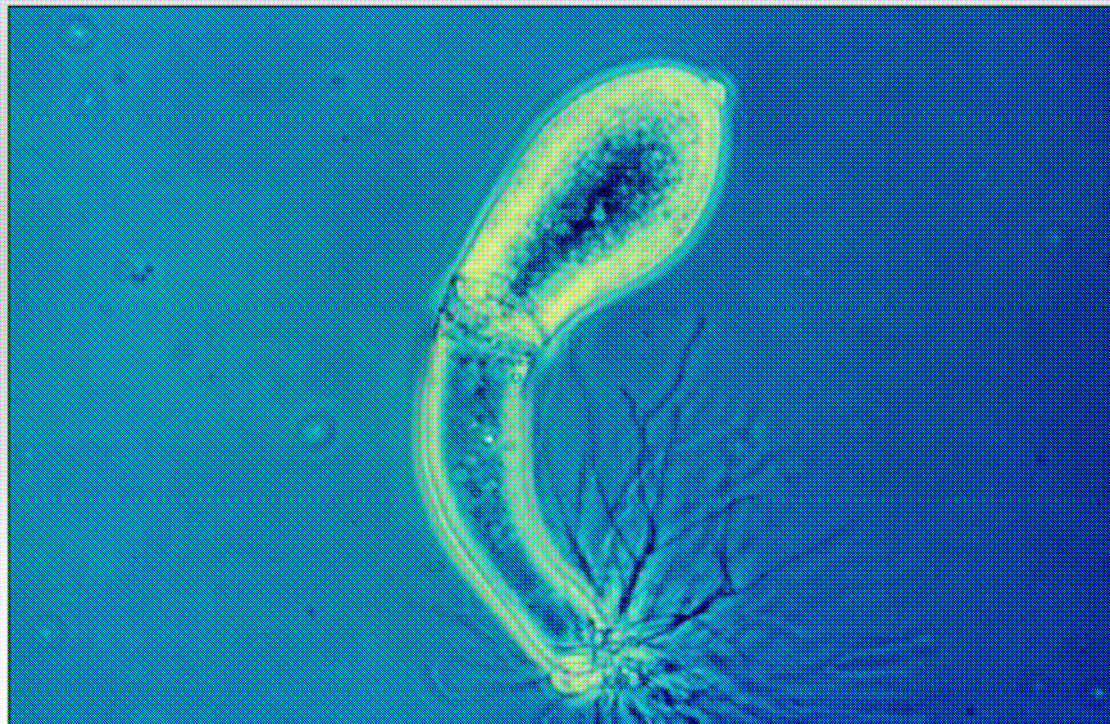


Physoderma alphaphae
P. maydis

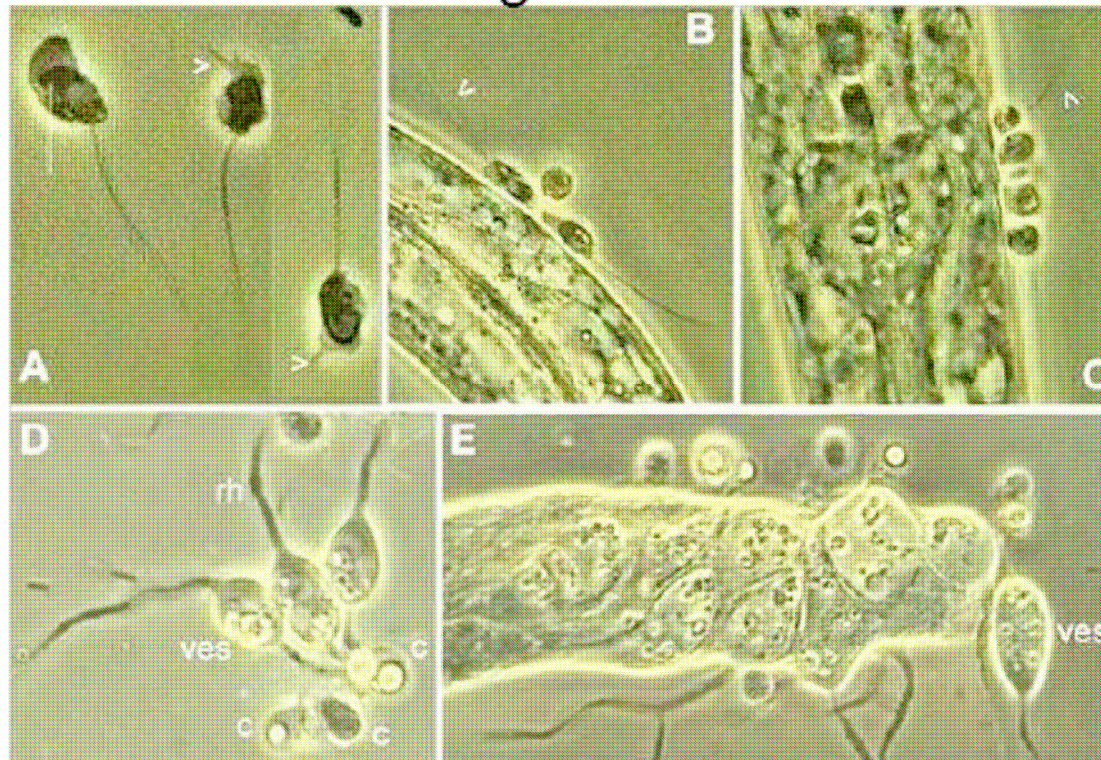


Blastocladiella emmersoni

- Saprofyté v půdě a ve vodě, jeden druh parazituje rod. *Anabena*
- Typický je bohatě větvený rhizodiální systém



Catenaria anguillulae



<http://helios.bto.ed.ac.uk/bto/microbes/catenar.htm>

- Polycentrická a eukarpická stélka
- Zoosporangia a odpočivné spóry jsou spojené rhizomyceliem
- Fakultativní parazit Nematoda, Copepoda,

Zvídavá otázka: znázorněte generalizovaný životní cyklus jakékoliv fytopatogenní chytridiomycety.

Moore, D., Robson, D.G., Trinci P.J. 2011. 21thCentury Guidebook to fungi

Použité zdroje informací:

<http://www.mycoweb.com><http://www.mycoweb.com>

<http://www.ucmp.berkeley.edu/fungi/fungisy.html>

<http://www.mycoweb.com/systematics.html>

<http://www.biolib.cz/>

<http://tolweb.org/Fungi>

<http://www.mycology.com>

<http://www.mycorrhizas.org/>

<http://www.fba.csiro.au>

<http://www.scielo.br>

<http://images.google.cz/imgres?imgurl=http://www.uoguelph.ca/~gbarron/2008/marchi1.jpg&imgrefurl=http://www.uoguelph.ca>

Alexopoulos C.J., Mims C.W., Blackwell (1996) Introductory Mycology pp 868

Kendrick (1996) The fifth kingdom

Jennings & Lysek (2004) Fungal biology

Webster J. and Weber R.W.S (2005) Introduction to mycology