



FYLOGENEZE A DIVERZITA HUB A PODOBNÝCH ORGANISMŮ

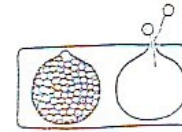
(část přednášky *Fylogeneze a diverzita řas a hub*)

- TSAR - Straminipila: Peronosporomycota / Labyrinthulomycota / Hyphochytriom.
 - Rhizaria: Plasmodiophorida • Excavata: Acrasida • Amoebozoa: Mycetozoa
 - Obazoa (Opisthokonta) - Fungi:
 - Microsporidiomycota / Chytridiomycota / Blastocladiomycota**
 - / skupina Zygomycota - Mucoromycota, Zoopagomycota, Glomeromycota*
 - / Dikarya - Ascomycota: Taphrinomycotina, Saccharomycotina, Pezizomycotina*
 - *pomocné skupiny Deuteromycota a Lichenes*
 - Basidiomycota: Pucciniomycotina, Ustilaginomycotina, Agaricomycotina

Oddělení: CHYTRIDIOMYCOTA - CHYTRIDIE

- **stélka** u jednodušších typů **holokarpická** (taková je vždy jednobuněčná), u odvozenějších **eukarpická**
- vytváří se rhizoidy (mohou/nemusí být odděleny od stélky přehrádkou), nevětvené nebo větvené => rhizomycelium
- nejodvozenější typy tvoří **cenocytické mycelium** s buněčnou stěnou (chitin a polyglukany), rozdělené tzv. pseudosepty (perforované přehrádky z jiných látek než buněčná stěna)
- **nepohlavní rozmnožování**: zoospory vznikající v zoosporangiích (mono- nebo polycentrické typy)
- zoosporangia zpočátku mnohoaderná => rozdělení na 1-jaderné části => jednotlivé zoospory
- otevírání sporangia: víčkem u operkulátních typů, jinak (obvykle štěrbinou) u inoperkulátních typů
- **zoospory** jednobíčíkaté, bičík opisthokontní (vychází ze zadního konce buňky), není péřitý

Holokarpické stélky



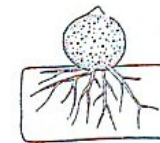
Eukarpické stélky

monocentrické

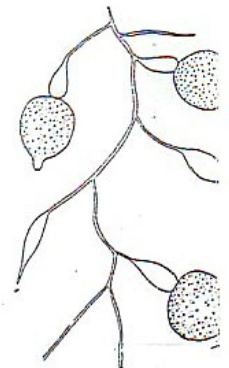
polycentrické



stélka endobiotická



stélka epibiotická



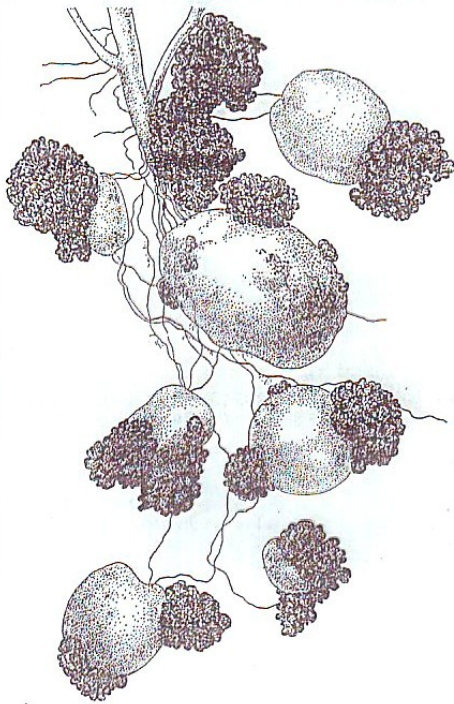
- **pohlavní rozmnožování:** izogamie (za určitých podmínek se zoospory chovají jako gamety, dochází ke kopulaci), anizogamie, vzácněji gametangiogamie nebo somatogamické splývání rhizomycelia
- životní cyklus je obvykle haplobiotický (ale jsou i případy, kdy zygota neprodělá meiozu a vyroste z ní diploidní stélka nesoucí sporangia)
- **výskyt, ekologie:** vodní a půdní organismy, výživa heterotrofní, absorpční saprotrofové i parazité na různých skupinách řas, hub, rostlin i živočichů (zejména bezobratlých, ale objeveni i u obratlovců – rod *Batrachochytrium*)

Třídy: *CHYTRIDIOMYCETES*, *SYNCHYTRIOMYCETES*, *RHIZOPHYDIOMYCETES*

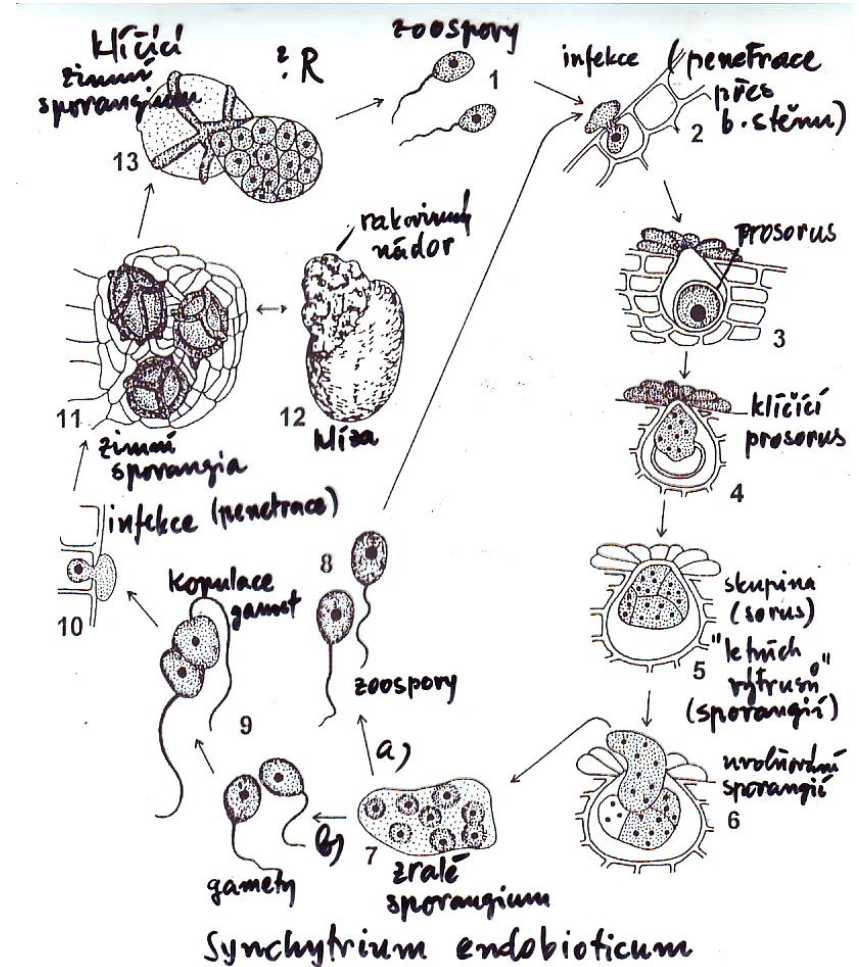
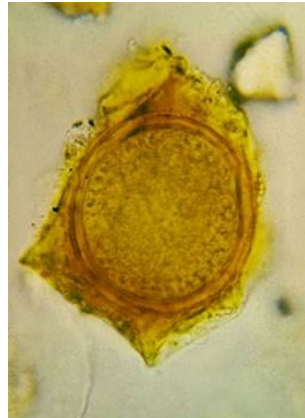
- jednobuněčné stélky, bez rhizoidů a buněčné stěny (vnitrobuněční parazité) nebo s buněčnou stěnou a jednoduchým systémem rhizoidů
- stélky endobiotické (celé uvnitř buněk hostitele), epibiotické (rhizomycelium v buňce, sporangia vně), příp. interbiotické (rhizomycelium zasahuje do více b.), monocentrické i polycentrické
- charakteristický znak zoospor – centrálně umístěná "jaderná zóna", kinetosom nespojen s jádrem, jedna velká tuková kapka
- při povrchu zoospory je organela spojená mikrotubuly s kinetosomem – **rumposom** (zřejmě fotoreceptor)
- pohlavní rozmnožování je nejčastěji izogamie, zoospory mohou být gametami

Synchytrium endobioticum (rakovinec bramborový) –
 hospodářsky významný parazit, přísně karanténní
 choroba (klíčivost spor až 20 let)

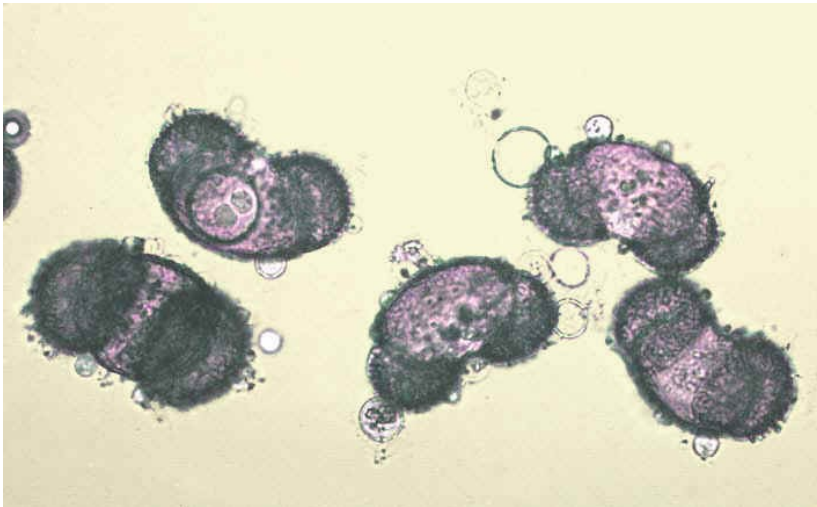
Foto: vlevo dole symptomy napadení na bramborových hlízách,
 nad nimi odpočívající sporangium



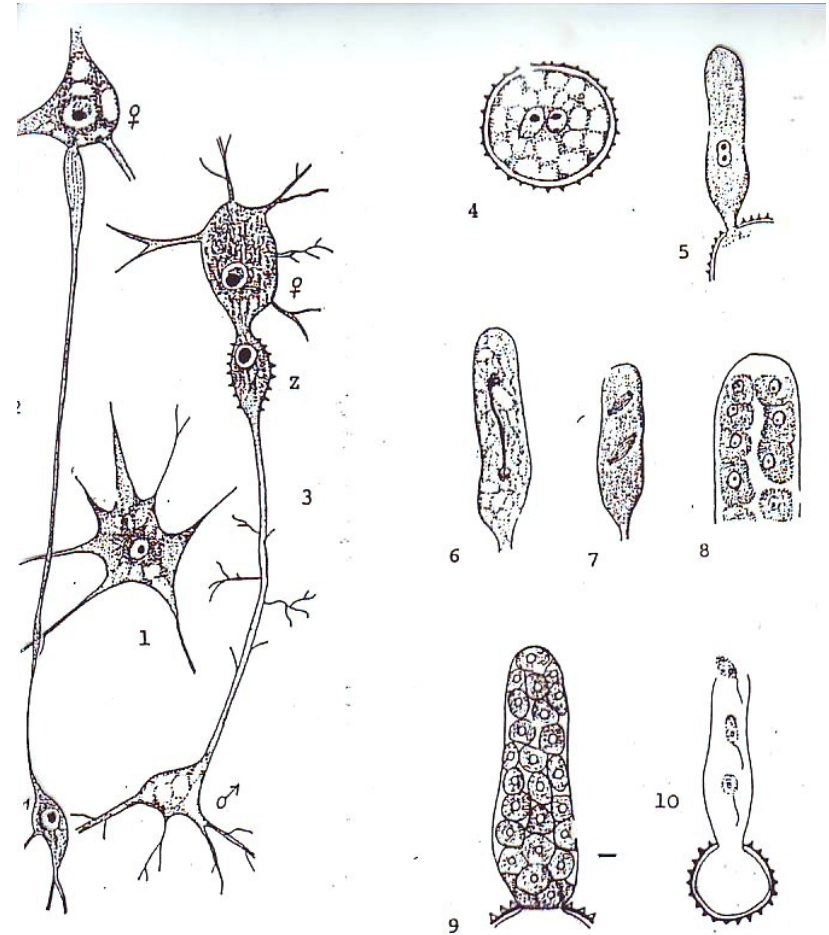
Obr. 19: *Synchytrium endobioticum* (Chytridiates)
 Nádory na hlízách brambor (podle URBANA a KALINY).



- další zástupci:
 - *Rhizophydium* napadá pylová zrna, napadaná ve vodě
 - *Polyphagus* má interbiotické stélky, rhizomycelium *P. euglenae* napadá až 50 krásnooček



Rhizophydium pollinis-pini
(„kuličky“ na pylových zrnech)



20: *Polyphagus euglenae* (Chytriciales).

- 1 – vegetativní buňka,
- 2, 3 – kopulace dvou gametangií, mladá zygota (Z) mezi nimi,
- 4 – zralá zygota,
- 5 – klíčení dvoujaderné zygoty a karyogamie,

- 6, 7 – jaderné dělení,
- 8 – tvorba zoospor (zoosporangium),
- 9 – zralé zoosporangium,
- 10 – vyprazdňující se zoosporangium (podle GORLENKA et al.).

aktuálně je ve středu pozornosti *Batrachochytrium dendrobatidis* – parazitický druh decimující populace obojživelníků (kožní infekce, omezující funkci kůže, při silné nákaze může vést k úhynu napadených jedinců), který se v poslední době stal celosvětovou hrozbou

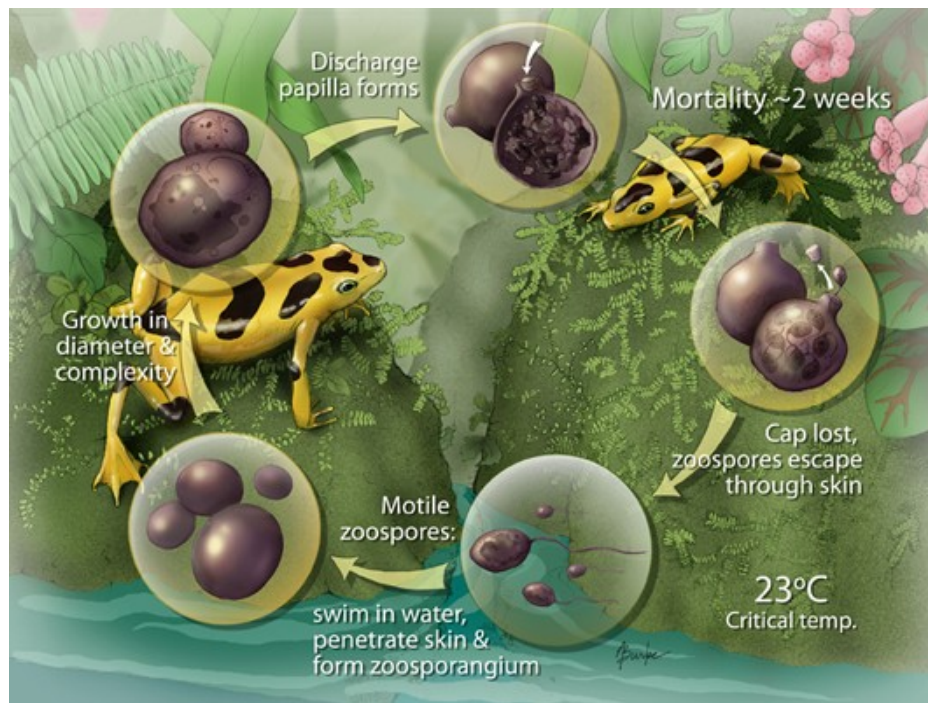
Životní cyklus *Batrachochytrium dendrobatidis*

Zdroj: D. Knight, The world of frogs, Chytrid fungus;
<http://theworldoffrogs.weebly.com/chytrid-fungus.html>

Rozbor problematiky v češtině:

Civiš et al., Chytridiomykóza – hrozba pro naše obojživelníky?

<http://www.casopis.ochranaprirody.cz/res/data/020/002383.pdf>



Třída: *SPIZELLOMYCETES*

se liší ve stavbě zoospor: jádro spojeno s kinetosomem, ribosomy všude v cytoplazmě (nejen "jaderná zóna"), více tukových kapek i mitochondrií

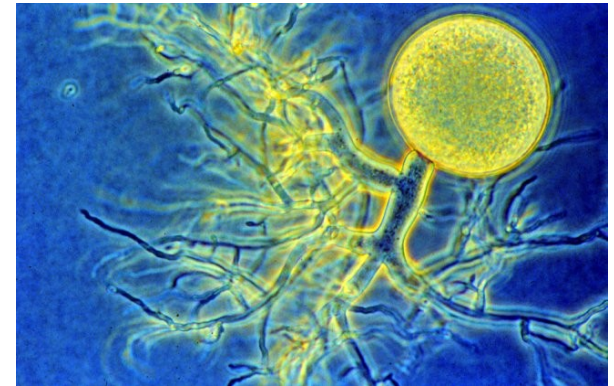


Foto Don Barr,
[http://www.bsu.edu
/classes/ruch
/msa/barr.html](http://www.bsu.edu/classes/ruch/msa/barr.html)

Oddělení: *OLPIDIOMYCETES*

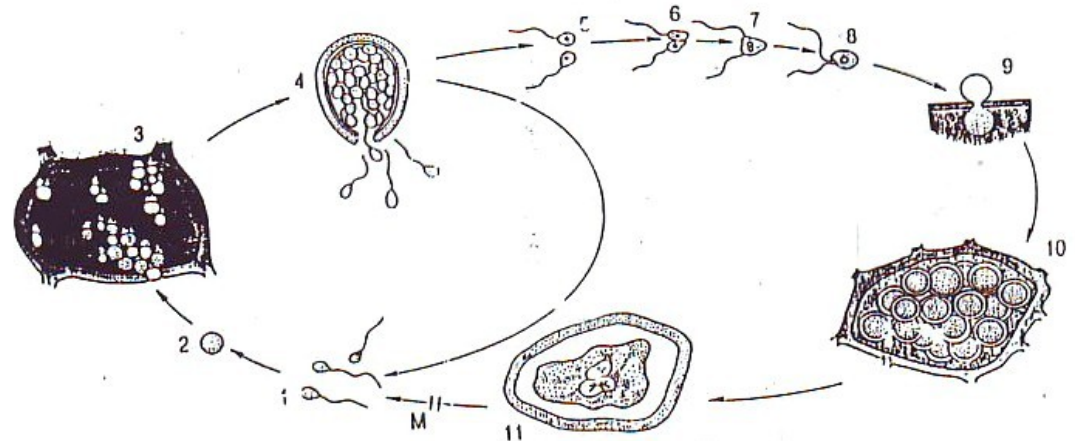
– parazité řas, hub a rostlin

Sporangium s rhizoidy *Spizellomyces punctatus*

Olpidium brassicae způsobuje nekrózy u klíčnic rostlin brukvovitých rostlin

Obr. 22. Životní cyklus druhu *Olpidium vicariae* (*Spizellomycetales*).

- 1 – zoospory,
- 2 – encystace,
- 3 – infekce,
- 4 – vyprazdňující se zoosporangium,
- 5 – gamety,
- 6,7 – kopulace gamet,
- 8 – planozygota,



Oddělení: MONOBLEPHAROMYCOTA

- zřejmě nejodvozenější, rozvětvené cenocytické mycelium s pseudosepty, pravé přehrádky oddělují jen reprodukční struktury
- zoospory mají jádro obklopené vrstvou ribosomů, od kinetosomu se paprscitě rozbíhají mikrotubuly směrem k jádru (ale není zde spojení), rumposom je vytvořen, tukové kapky v přední části buňky
- pohlavní proces: oogamie – nestejná gametangia jsou uspořádána párovitě
 - typ epigynní – oogonium vzniká terminálně a anteridium subterminálně
 - typ hypogynní – naopak

Monoblepharis sp., vlevo mladé oogonium, uprostřed oogonia s anteridii + kulovité oospory, vpravo zralé oospory

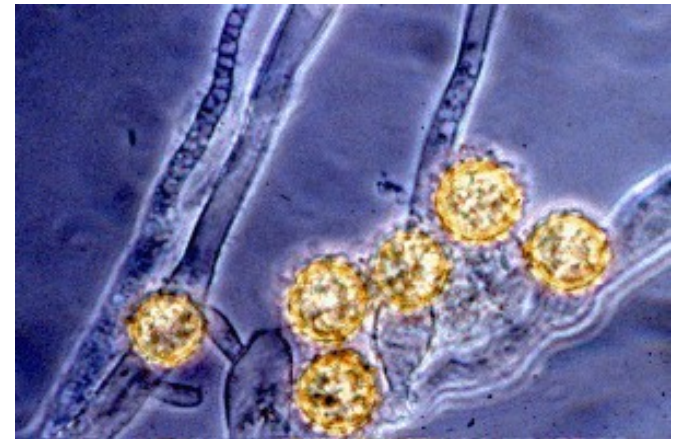
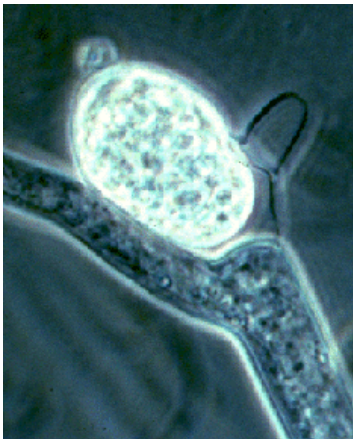


Foto vevo a vpravo Marilyn Mollicone, <http://www.plantbio.uga.edu/zoosporicfungi/monfoamy.htm>; uprostřed Don Barr, <http://www.bsu.edu/classes/ruch/msa/barr.html>

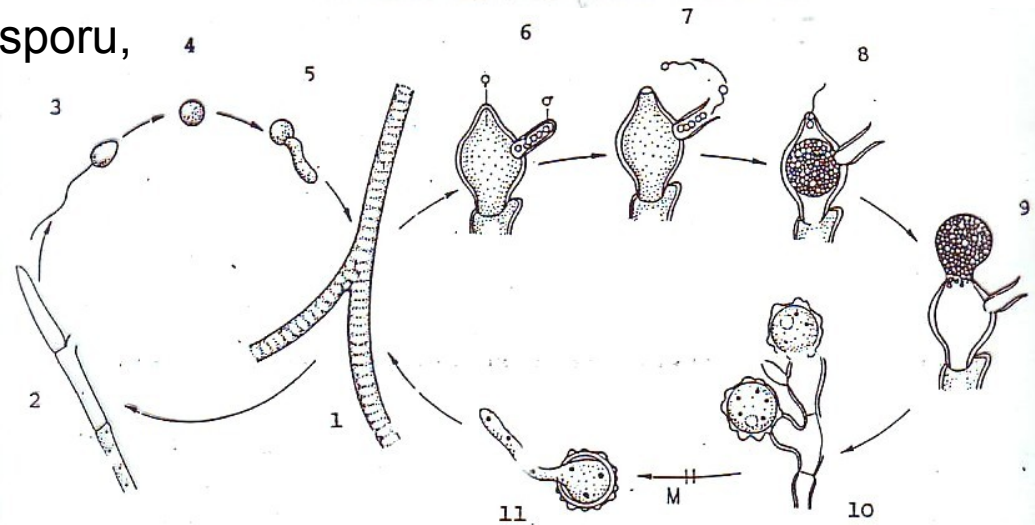
- za nepříznivých podmínek se na koncích hyf objeví gametangia => přenos anterozoidů vodou k otvoru v oogoniu => dikaryotická zygota => karyogamie před vytvořením stěny => meioza před klíčením hyfou

- oplozená oosféra se mění v oosporu, obalí se tlustou stěnou => po určité době klíčí hyfou

- zástupci: hlavně vodní a půdní saprotrofové v tropech a subtropích (*Monoblepharis*)

Obř. 24: Životní cyklus druhu *Monoblepharis polymorpha* (Monoblepharidales).

- 1 – somatická hyfa,
- 2 – vyprázdněné zoosporangium,
- 3 – zoospóra,
- 4 – cista,
- 5 – klíčící cista,
- 6 – oogonium s přisedlým anteridiem,
- 7 – jednobíčíkaté anterozoidy opouštějí anteridium,
- 8 – oplodnění oosféry anterozoidem, karyogamie, vznik zygoty,
- 9 – mladá oospora,
- 10 – zralé oospory, meióza (M),
- 11 – klíčení oospory v hyfu (podle LLIMONA et al.).



Oddělení: NEOCALLIMASTIGOMYCOTA

Neocallimastix – obligátně anaerobní organismy žijící symbioticky v bachorech přežvýkavců nebo střevech nepřežvýkavých, tvoří vícebíčíkaté (!) zoospory

Oddělení: *BLASTOCLADIOMYCOTA*

Třída: *BLASTOCLADIOMYCETES*

- primitivní typy mají nahé stélky bez rhizoidů, odvozenější potom cenocytické stélky, přepážkou oddělené rhizomycelium a reprodukční struktury (gametangia, sporangia)

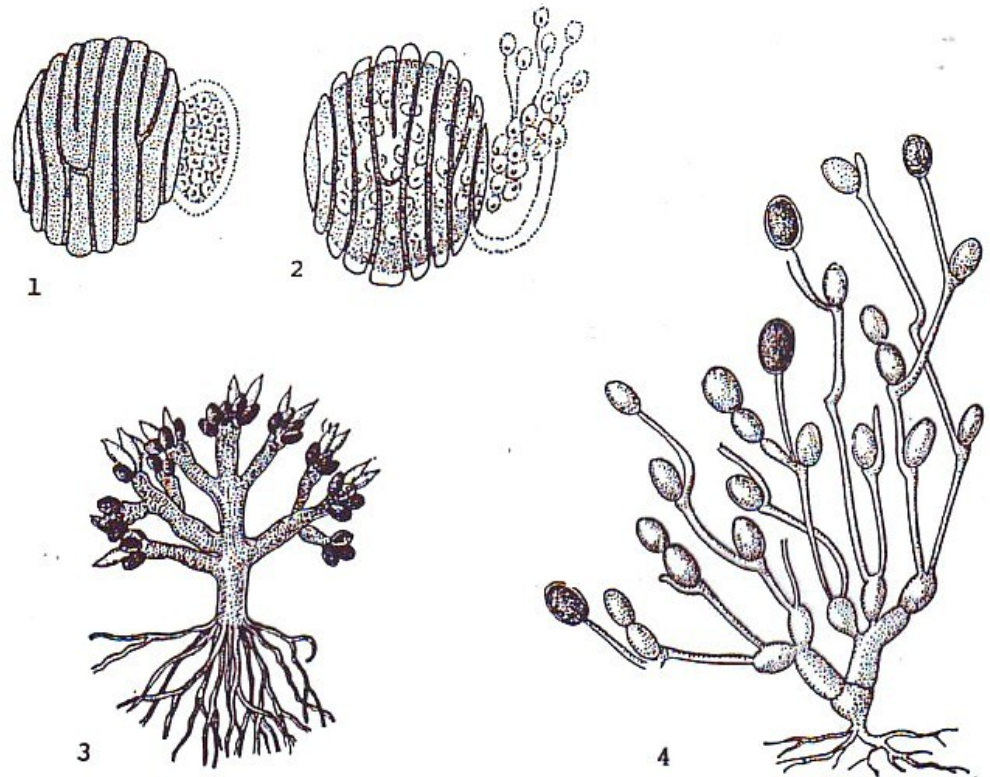
- stavba zoospor:

chybí rumposom, ribosomy jsou nahloučené v "čepičce" na předním konci jádra, je vytvořen tzv. "side-body-complex" (ER+tukové kapky+mitochondrie)

- zástupci jsou saprotrofové, vzácněji parazité:

- *Coelomyces* parazituje v coelomu larev komárů (možnost využití pro „biologický boj“)

- *Physoderma* – parazité na plodinách (vojtěška, kukuřice)



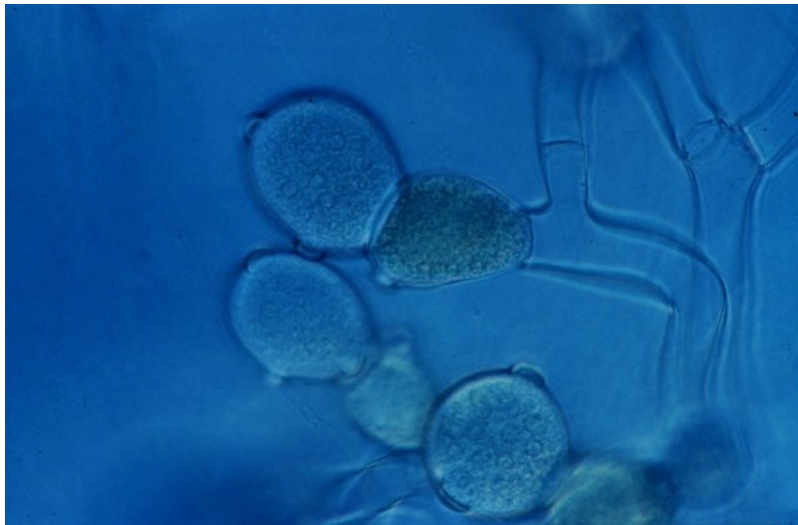
Obr. 23: Stélky zástupců řádu *Blastocladales*.

1,2 – *Coelomyces*, tvorba zoospor,

3 – *Blastocladia*, stélka s rhizomyceliem, zoosporangii a odpočívajícími sporangii,

4 – *Allomyces*, stélka s rhizomyceliem, zoosporangii a odpočívajícími sporangii (podle GORLENKA et al.).

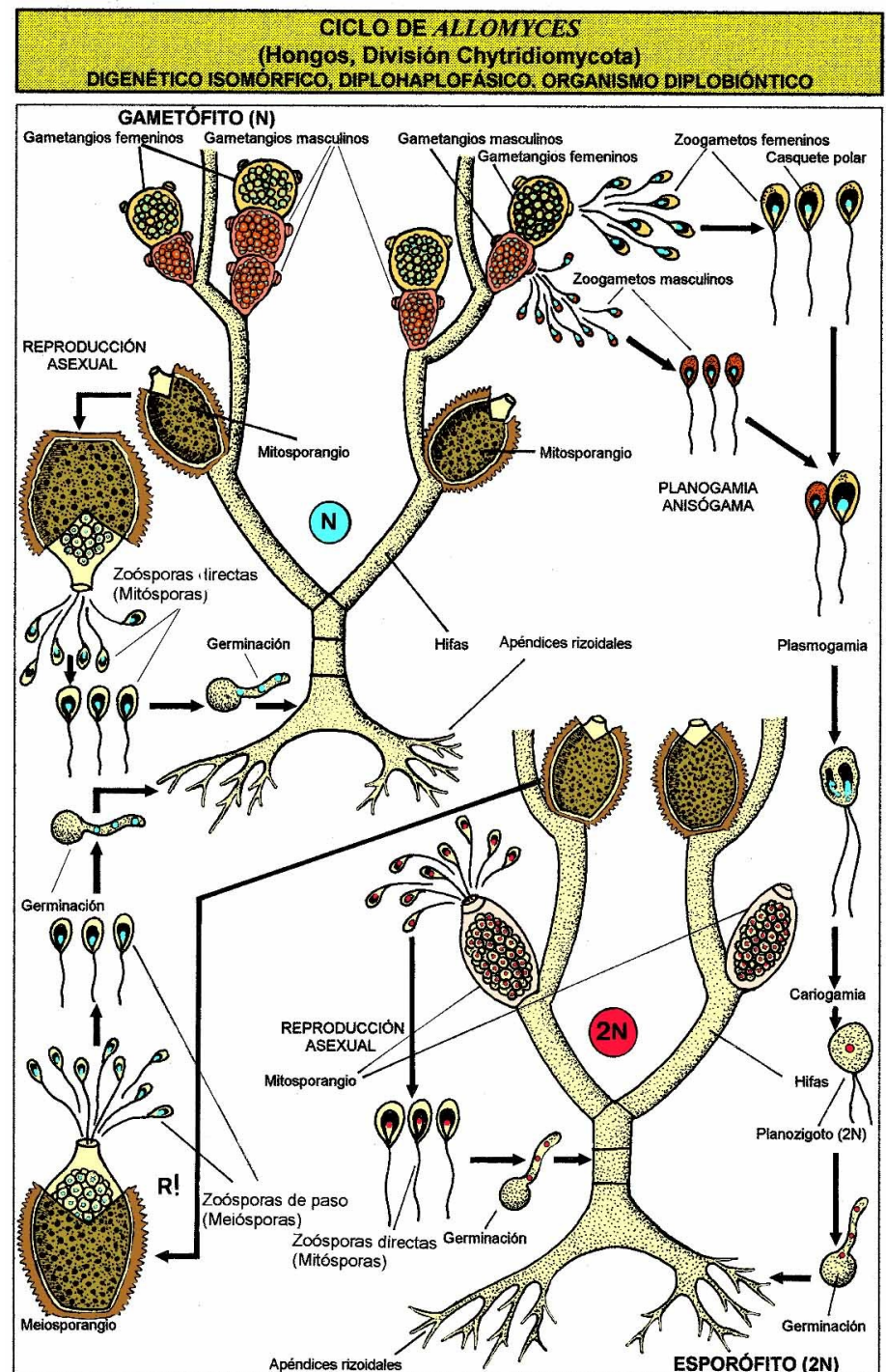
- pohlavní rozmnožování: izogamie nebo anizogamie, poprvé typická rodozměna (sporofyt nese sporangia, gametofyt nese gametangia)
- vyskytují se tři typy životního cyklu – haplo-diplobiotický, diplobiotický a apomiktický (všechny tři najdeme u tropických půdních druhů rodu *Allomyces*)



Allomyces arbuscula, anteridia a oogonia

Foto Don Barr, <http://www.bsu.edu/classes/ruch/msa/barr.html>

Tento, jakož i další životní cykly, jsou převzaty z <http://www.uniovi.es/bos/Asignaturas/Botanica/9.htm>

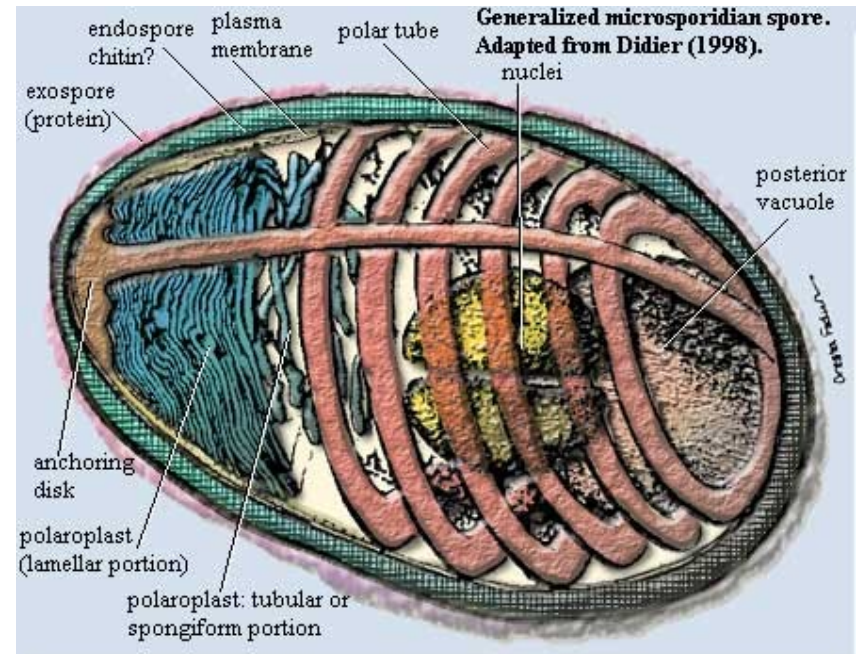


Oddělení: MICROSPORIDIOMYCOTA

- skupina dříve řazená k prvokům, na základě molekulárních analýz (RNA a některých proteinů) připadla k houbám
- mají některé zvláštnosti proti běžným eukaryotům: 70S ribosomy (znak shodný s prokaryoty), dikaryotická jádra (po dvojicích, synchronně se dělí), chybí respirační orgány (mitochondrie apod.) a centrioly, redukovaný Golgiho aparát;

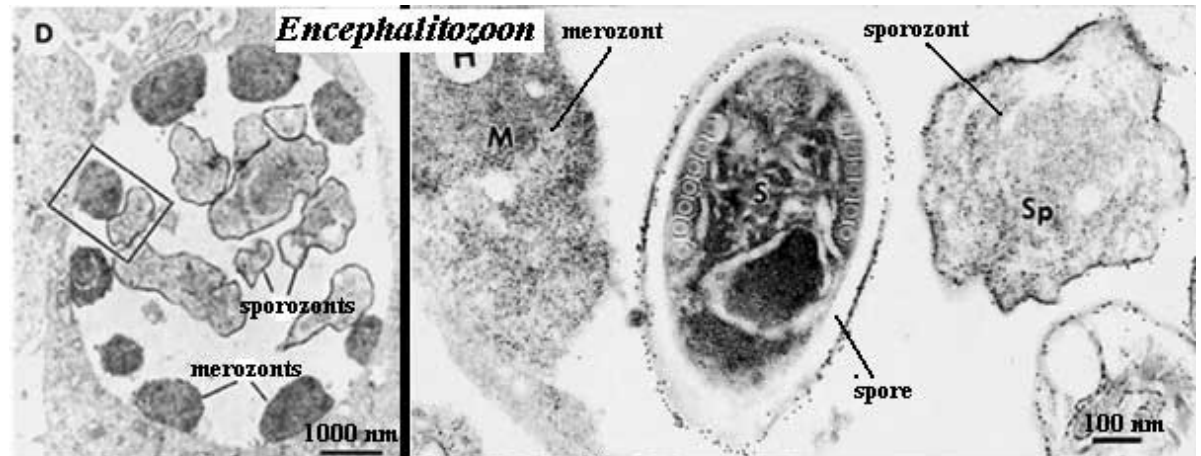
na přední straně buňky je vymrštitelná pólová trubice

- výlučně intracelulární paraziti (většinou v cytoplasmě, někdy v parazitoformní vakuole) nejvíce u členovců a ryb, ale známi i u savců



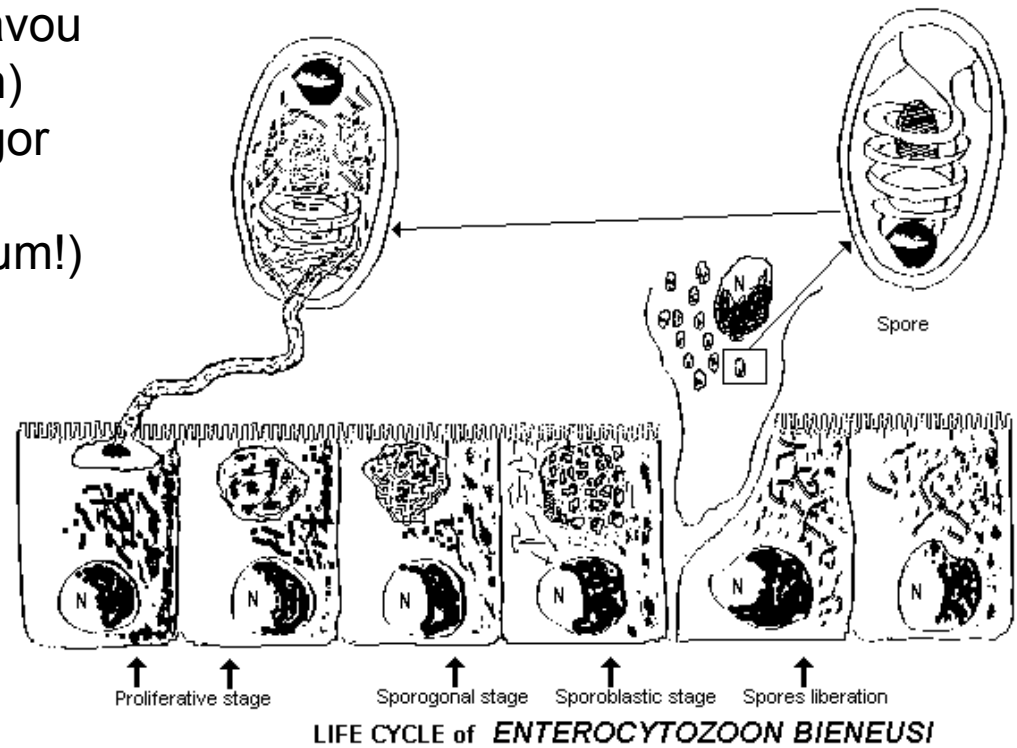
<http://www.palaeos.com/Eukarya/Units/StemMetazoa/Microsporidia.html>

Obr. nahoře z: ES Didier (1998), *Microsporidiosis*. Clin. Infect. Dis. 27: 1-8. Foto dole z: W Bohne, DJP Ferguson, K Kohler, & U Gross (2000), *Developmental expression of ... pathogen Encephalitozoon cuniculi*. Infect. Immun. 68: 2268-2275.



Developmental stages in a parasitophorous vesicle. From Bohne et al. (2000).

- infekce: hostitel spolkně s potravou i sporu (v bun. stěně hlavně chitin)
- => v pohlcené spoře stoupne turgor
- => pólová trubice v přední části buňky vystřelena ven (až stovky μm !)
- => proniká membránami (dokáže projít i stěnami cyst) => sporoplazma přeteče trubicí do hostitelské buňky => zde pomnožení - dělení buněk (uzavřená mitóza), sporogonie
- => spory se z hostitele uvolňují při defekaci nebo po smrti rozpadem tkání



<http://www.cdfound.to.it/HTML/bie1c.htm>

- význam pro člověka mají parazité hospodářsky významných živočichů – včel (*Nosema apis*), bourců (*Nosema bombycis*)
- naopak jsou činěny i pokusy s využitím mikrosporidií proti hmyzím „škůdcům“
- nákaza člověka může přitížit např. pacientům s AIDS
- třídy *Dihaplophaseomycetes* (v životním cyklu dominuje dikaryotická fáze, sem patří rod *Nosema*) a *Haplophaseomycetes* (haplobionti, bez dikaryotické fáze)