



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
 - Opisthokonta (Obazoa) - Fungi:
 - Microsporidiomycota / Chytridiomycota / Blastocladiomycota**
 - / skupina Zygomycota - Mucoromycota, Zoopagomycota, Glomeromycota*
 - / Dikarya - Ascomycota: Taphrinomycotina, Saccharomycotina, Pezizomycotina*
 - *pomocné skupiny Deuteromycota a Lichenes*
 - Basidiomycota: Pucciniomycotina, Ustilaginomycotina, Agaricomycotina

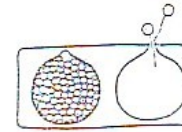
Oddělení: CHYTRIDIOMYCOTA - CHYTRIDIE

- **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 mnohojaderná => rozdělení na 1-jaderné části => jednotlivé zoospory
otevírání sporangia: víčkem u operkulátních typů, jinak (obvykle štěrbinou) u inoperkulátních typů
zoospory jednobičíkaté, bičík opisthokontní (vychází ze zadního konce buňky), není péřitý



Holokarpické stélky



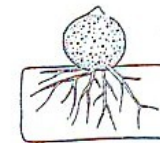
Eukarpické stélky

monocentrické

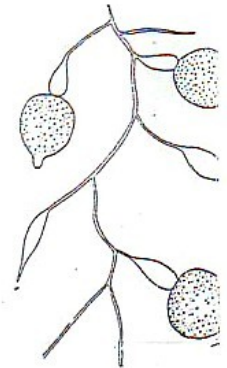
polycentrické



stélka endobiotická




stélka epibiotická

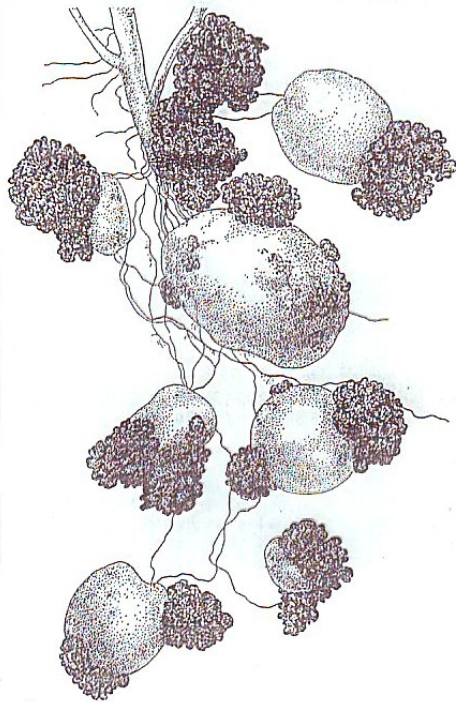


pohlavní rozmnožování: izogamie (za urč. podmínek se zoospory chovají jako gamety, dochází ke kopulaci), anizogamie, vzácněji gametangiogamie nebo somatogamické splývání rhizomycelia
životní cyklus je obvykle haplobiotický (ale jsou i případy, kdy zygota neprodělá meiozu a vyroste z ní diploidní stélka 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*)
system založen na ultrastruktuře zoospor

Třídy: *CHYTRIDIOMYCETES, SYNCHYTRIOMYCETES, RHIZOPHYDIOMYCETES*

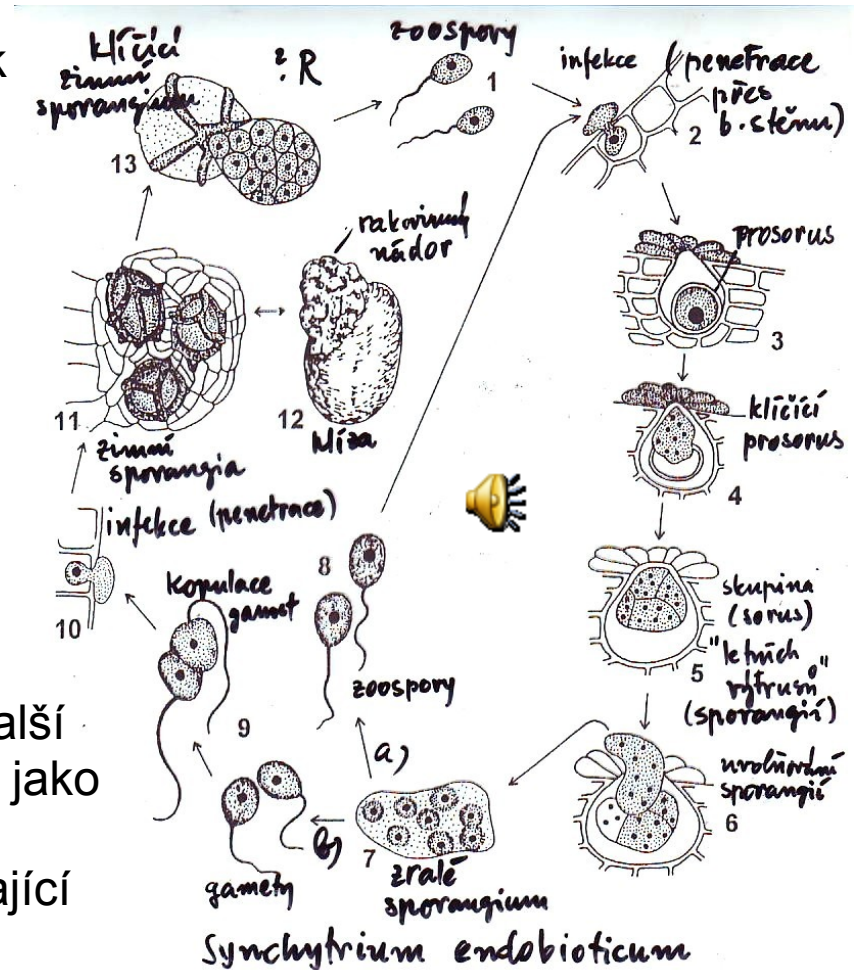
- jednobuněčné stélky, bez rhizoidů a buněčné stěny (vnitrobuněční parazité) nebo s buněčnou stěnou a jednoduchým systémem rhizoidů
- stélky endobiotické (celé uvnitř buněk hostitele) nebo epibiotické (rhizomycelium v buňce, sporangia vně), příp. interbiotické (rhizomycelium zasahuje do více b.)
- stélky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

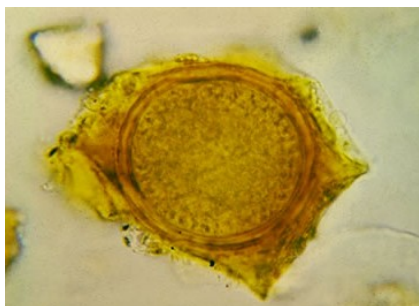


Obr. 19: *Synchytrium endobioticum* (Chytridiales)
Nádory na hlízách brambor (podle URBANA a KALINY).

Synchytrium endobioticum (rakovinec bramborový) – hospodářsky významný parazit, přísně karanténní choroba (klíčivost spor až 20 let)
životní cyklus: z odpočívajících sporangií vyklíčí na jaře zoospory => když se dotknou oka nebo lenticely na hlíze, zatáhnou bičík a oblaní se => průnik do buněk hostitele => obalí se tlustou stěnou => vzniká prosorus (letní výtrus); v okolních buňkách současně neorganiz. dělení

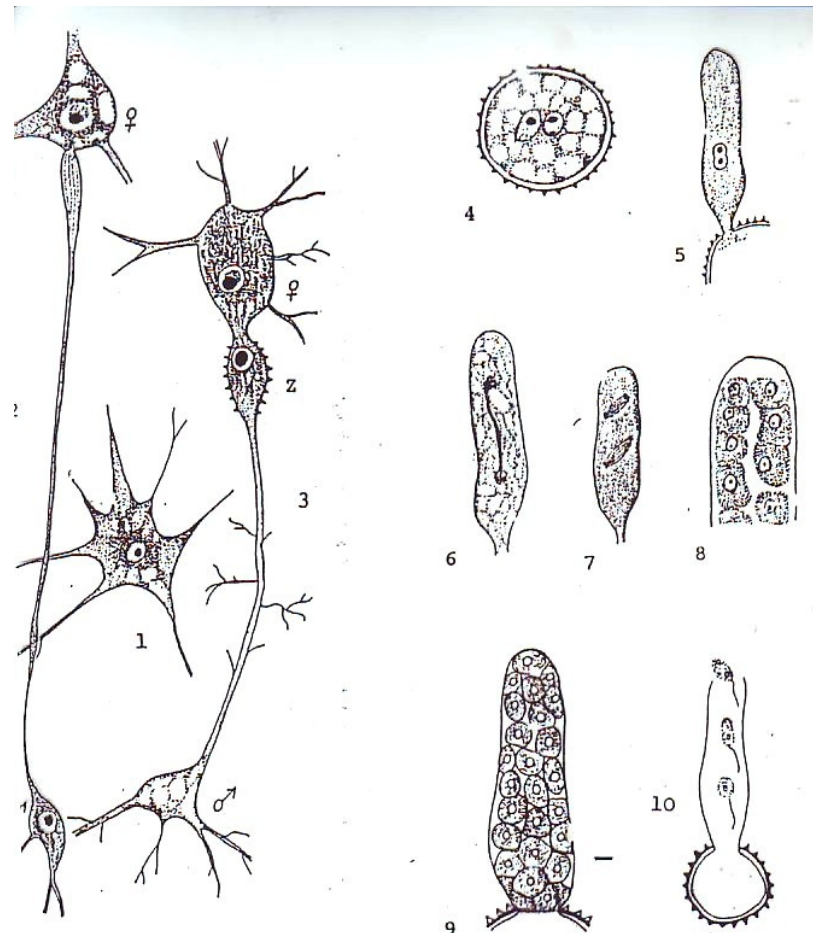
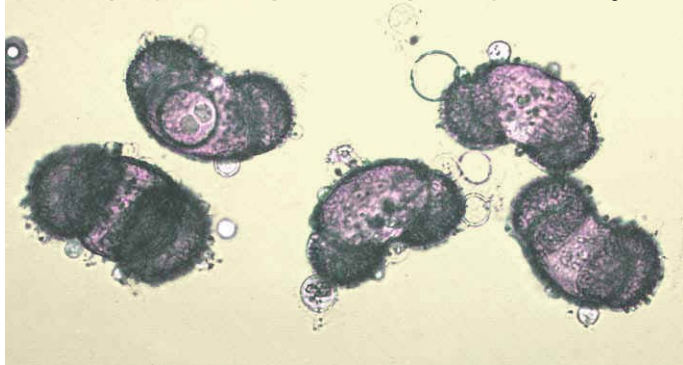
=> stěna prosoru praskne => do buňky vyhřezne protoplast, který se rozdělí => sorus sporangií => po prasknutí stěny buňky hostitele se uvolní zoospory => za optimálního počasí (teplota, vlhkost) další infekce; za sucha menší zoospory fungují jako izogamety => kopulace => zygota infikuje hostitele => v jeho buňce vzniká odpočívající (trvalé) sporangium => přečkává zimu





Synchytrium endobioticum –
nahore symptomy
napadení na bramboro-
vých hlízách, vlevo
odpočívající sporangium

Rhizophydium pollinis-pini („kuličky“ na pyl. zrnech)



20: *Polyphagus euglenae* (Chytriciales),

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

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

další
zástupci:

<= *Rhizophydium* napadá pylová zrna ve vodě,
Polyphagus má interbiotické stélky, rhizomyce-
lium napadá až 50 krásnooček (*P. euglenae*),
Chytridium – epibiotický parazit řas a hub

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



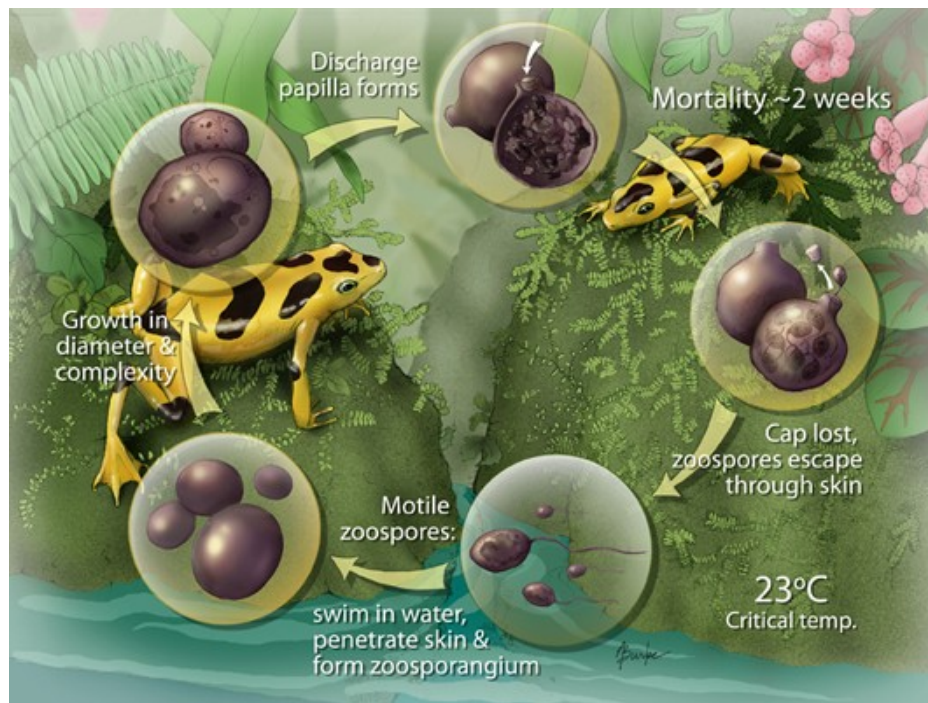
Životní cyklus *Batrachochytrium dendrobatidis*

Zdroj: D. Knight, The world of frogs, Chytrid fungus;
<http://theworldofrogs.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

Oddělení: **OLPIDIOMYCOTA**

– parazité řas, hub a rostlin

Olpidium brassicae způsobuje nekrózy u klíčnic rostlin brukvovitých

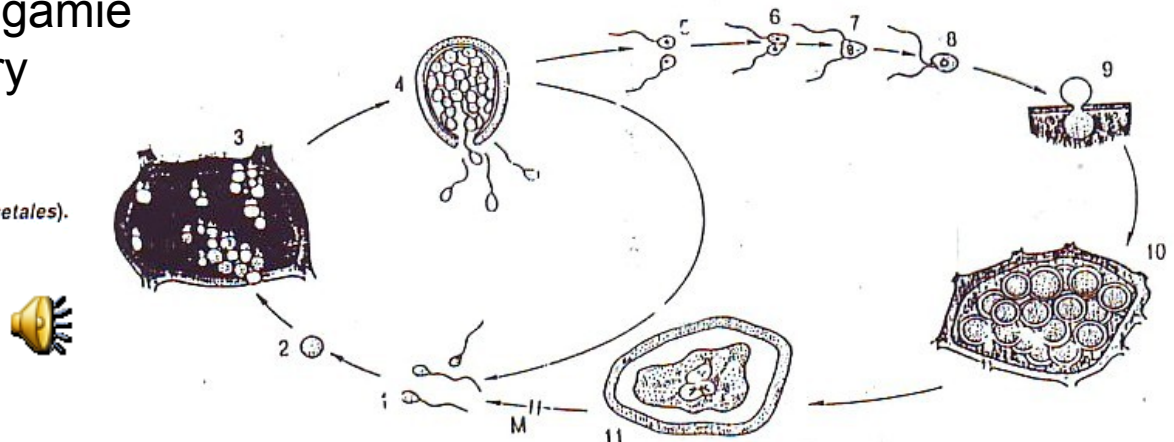
Životní cyklus: zoospora => po kontaktu s kořenovým vláskem se encystuje => protoplast parazita proniká do buňky => zde ve stélce jaderné dělení => stélka se obalí bun. stěnou => kulovité sporangium s vyústovacími kanálky na povrch buňky hostitele => uvolňování zoospor; chovají-li se jako izogamety, dojde ke kopulaci => 2-bičíkaté a 2-jaderné zygoty napadají hostitele podobně jako zoospory => v jeho buňkách vznikají odpočívající sporangia => přezimují => teprve před klíčením karyogamie => pak meioza => zoospory



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

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

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

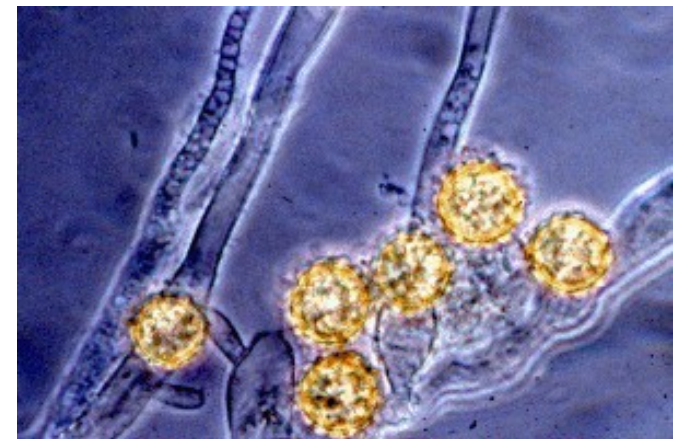


Oddělení: *MONOBLEPHAROMYCOTA*



- zřejmě nejodvozenější, rozvětvené cenocytické mycelium s pseudosepty, pravé přehrádky oddělují jen reprodukční struktury, protoplazma obsahuje hodně vakuol a tuku
 - 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 – nebo hypogynní – naopak
- oplozená oosféra se mění v oosporu, obalí se tlustou stěnou => po určité době klíčí hyfou

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



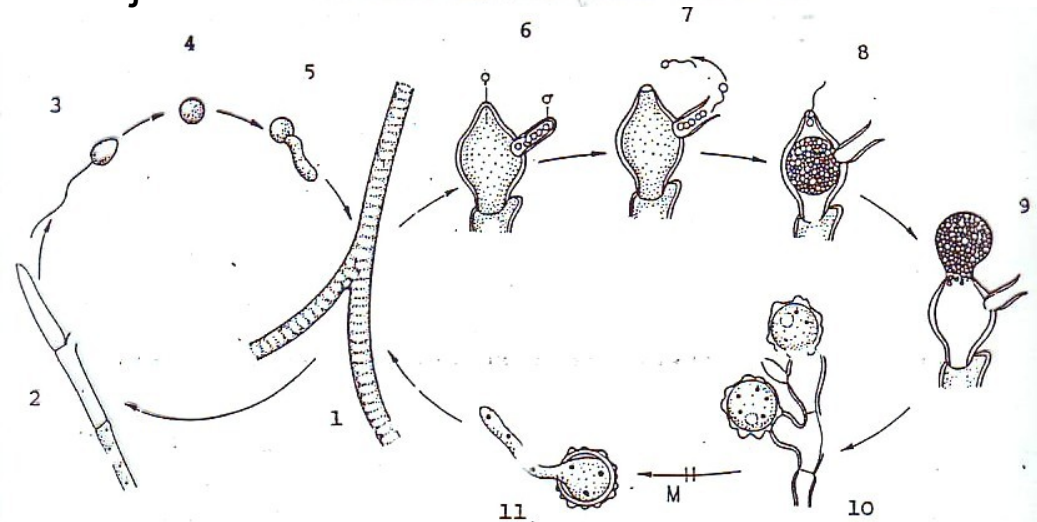
životní cyklus: zoospory přisednou na substrát a zatáhnou bičík => vyrůstají rhizoidy a opačným směrem cenocytické mycelium => na koncích hyf se tvoří zoosporangia => několikajaderný protoplast se rozpadá => z částí vznikají zoospory

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

- zástupci: hlavně vodní a půdní saprotrofové v tropech a subtropích

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

- 1 – somatická hyfa,
- 2 – vyprázdňené zoosporangium,
- 3 – zoospora,
- 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 vícebičíkaté (!) zoospory

Oddělení: *BLASTOCLADIOMYCOTA*



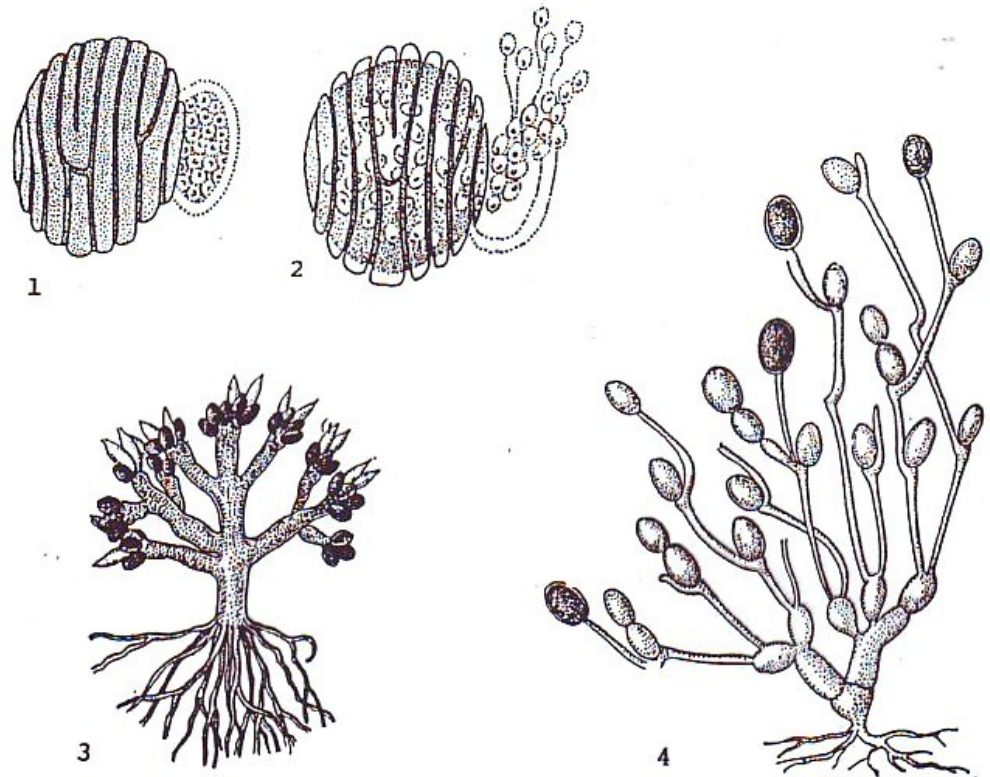
Třída: *BLASTOCLADIOMYCETES*

- 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 saprofyté, vzácněji parazité: *Coelomyces* parazituje v coelomu larev komárů (možnost využití pro „biologický boj“), *Physoderma* – parazité na plodinách (vojtěška, kukuřice)



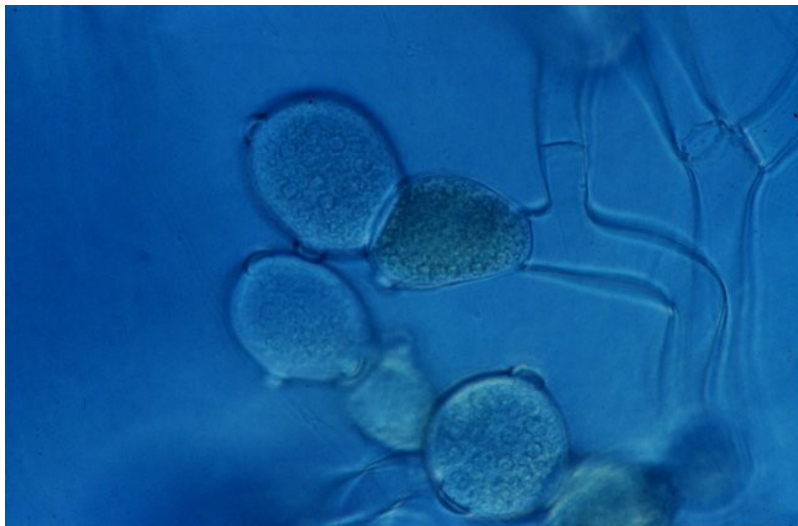
Obr. 23: Stélky zástupců řádu *Blastocladales*.

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.).

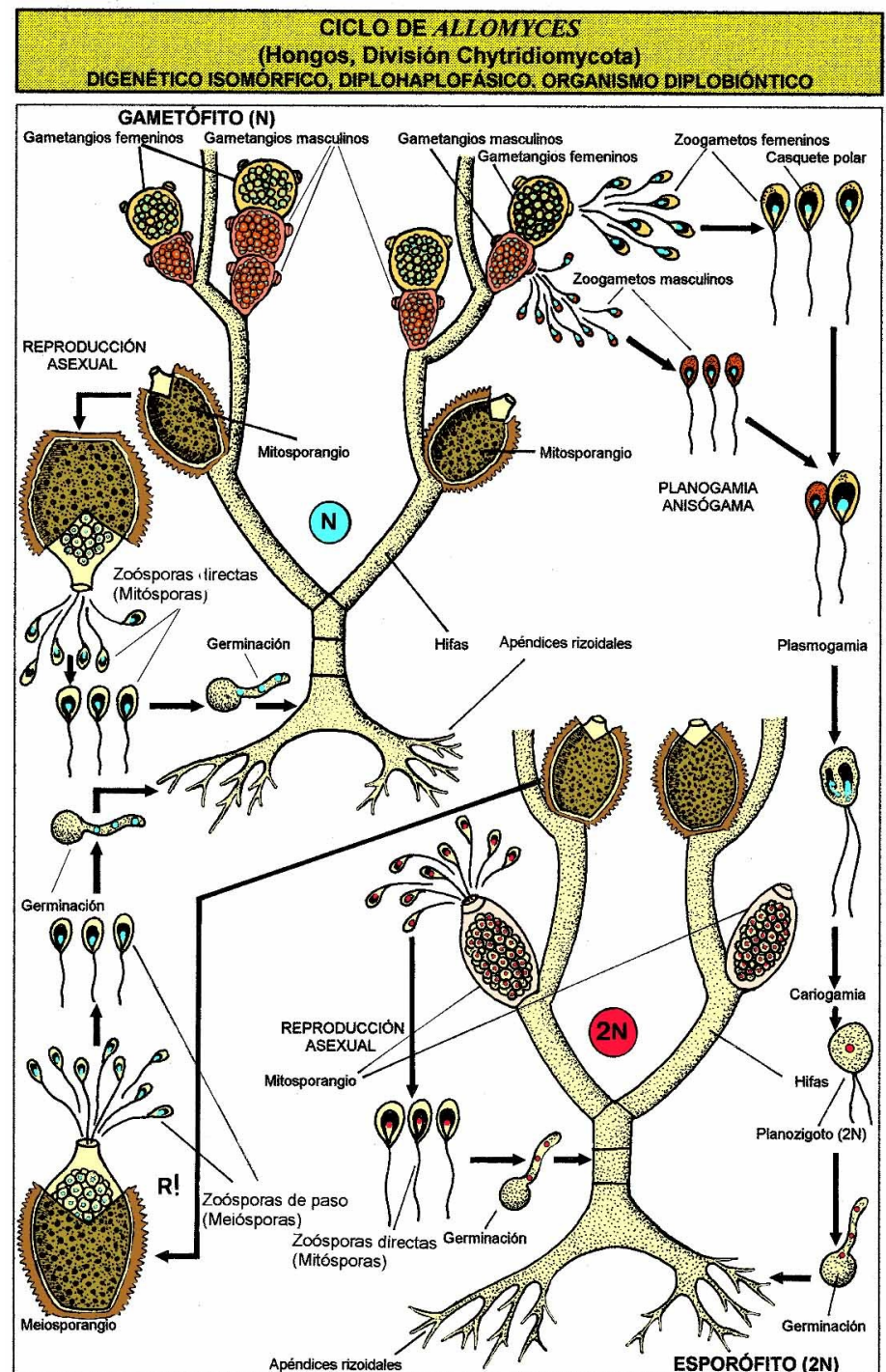
- pohlavní rozmnožování: izogamie nebo anizogamie, poprvé typická rodozměna (sporofyt nese sporangia, gametofyt nese gametangia)
- vyskytují se tři typy životního cyklu – haplo-diplobiotický, diplobiotický a apomiktický (všechny tři najdeme u tropických půdních druhů rodu *Allomyces*)



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>

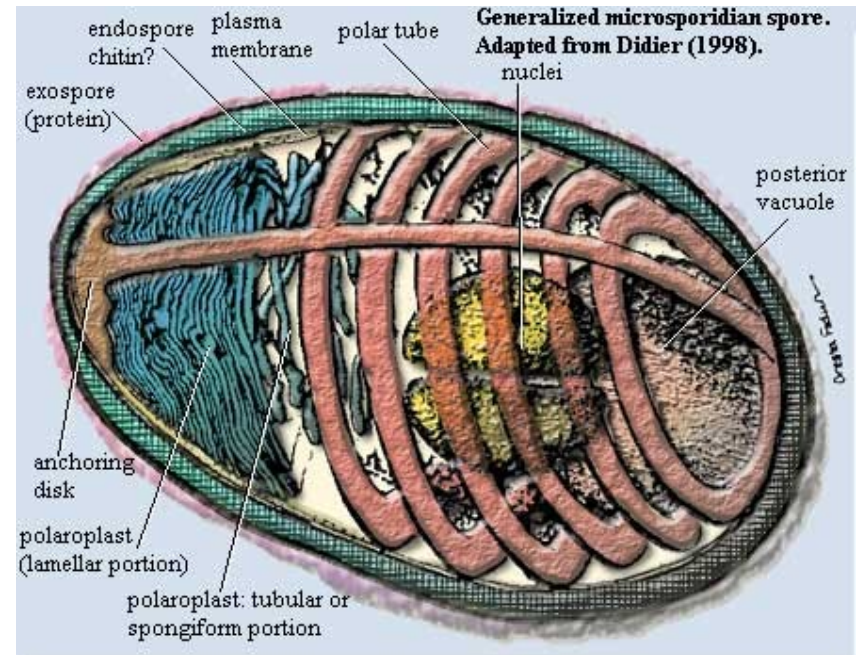


Oddělení: MICROSPORIDIOMYCOTA

- 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;

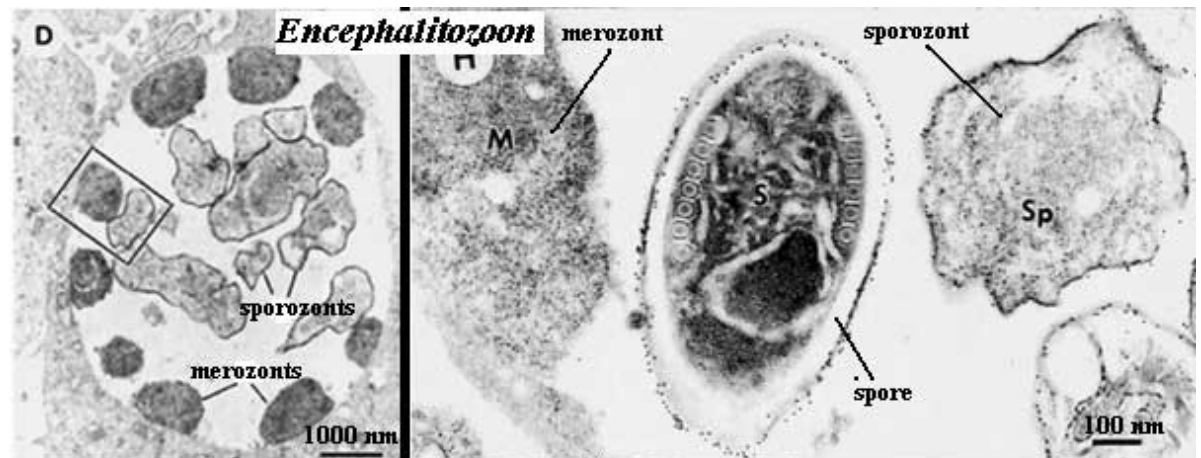
na přední straně buňky je vymrštitelná pólová trubice

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



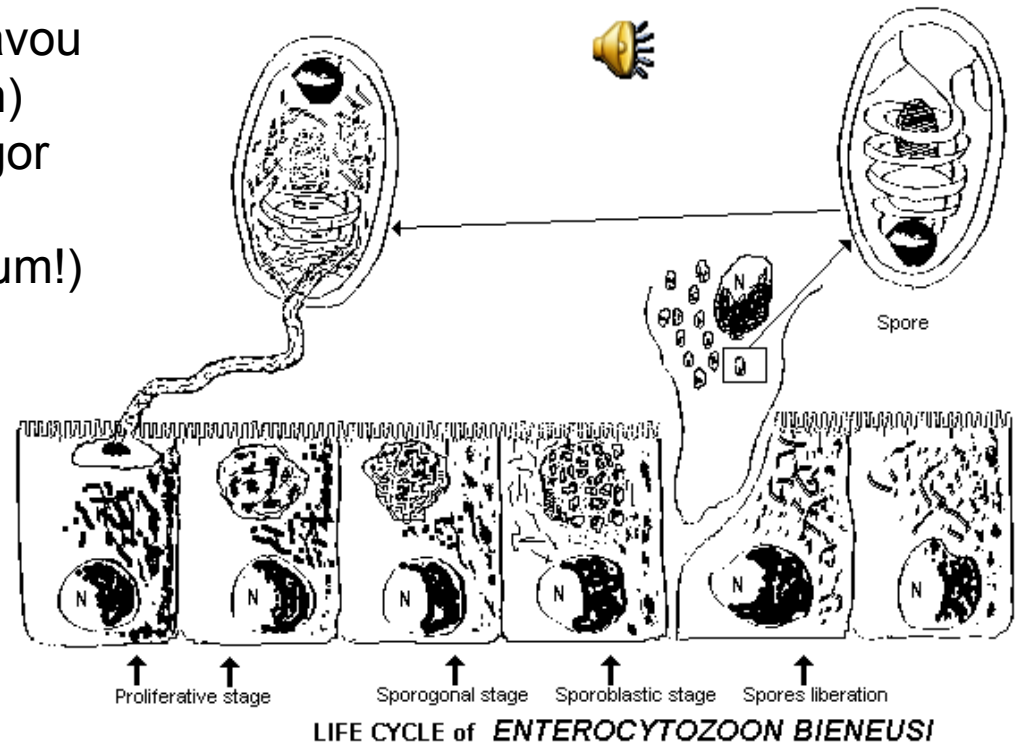
<http://www.palaeos.com/Eukarya/Units/StemMetazoa/Microsporidia.html>

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 (*N. 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)