



## 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

## Říše (superskupina): AMOEBOZOA

### Oddělení: MYCETOZOA (MYXOMYCOTA, MYXOPROTISTA) – HLENKY

- **výživa** je **heterotrofní**, a to **holozoická** (**fagocytóza** – pohlcování jiných organismů)
- v trofické fázi se vyskytují v podobě měňavkovitých **myxaméb**, bičíkatých **myxomonád** nebo tvoří mnohojaderná **plazmodia**, případně **pseudoplazmodia**, na povrchu kterých není vytvořena pevná buněčná stěna
- v reprodukční fázi se vytváří plodničky – z pseudoplazmodií vznikají **sorokarpy**, z myxaméb nebo plazmodií **sporokarpy** (útvary, v nichž se tvoří spory); spory mají pevnou buněčnou stěnu
- v klidové fázi tvoří mikrocysty nebo sklerocia
- oproti podobným (ne příbuzným) akraziím jsou hlenky vymezeny těmito znaky:
  - **ploché myxaméby** mají pseudopodia **se subpseudopodii**
  - buněčná stěna je **celulózní**
  - dochází k **pohlavnímu procesu**
  - vytvářejí **plazmodia** a **sporokarpy** (s výjimkou diktyostelií, viz dále)

## Třída: **PROTOSTELEA (PROTOSTELIOMYCETES)**

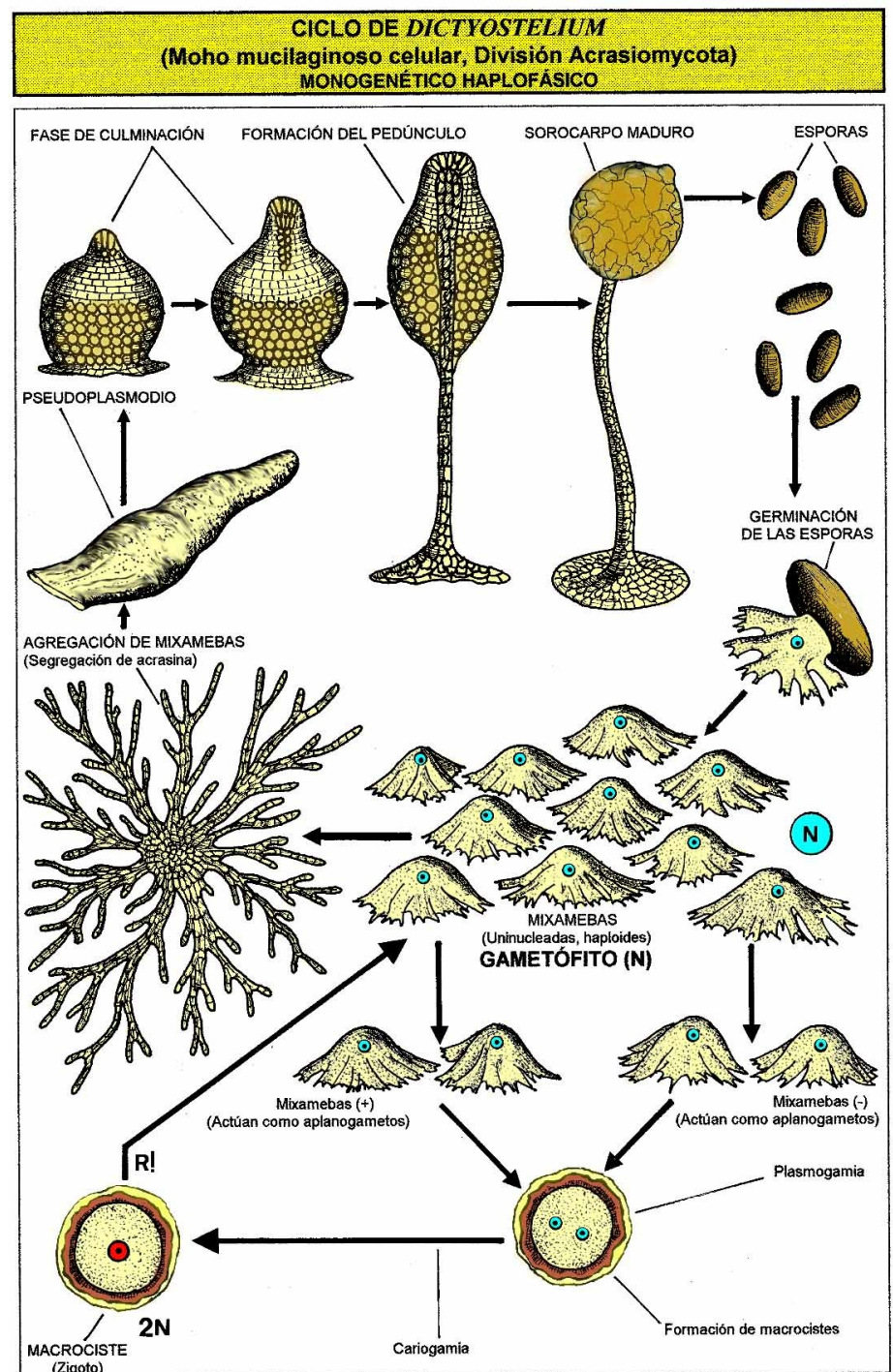
vyskytují se celosvětově v půdě i na rozkládajících se organických substrátech, bývají součástí společenstev dekompozitorů (jimiž se živí)

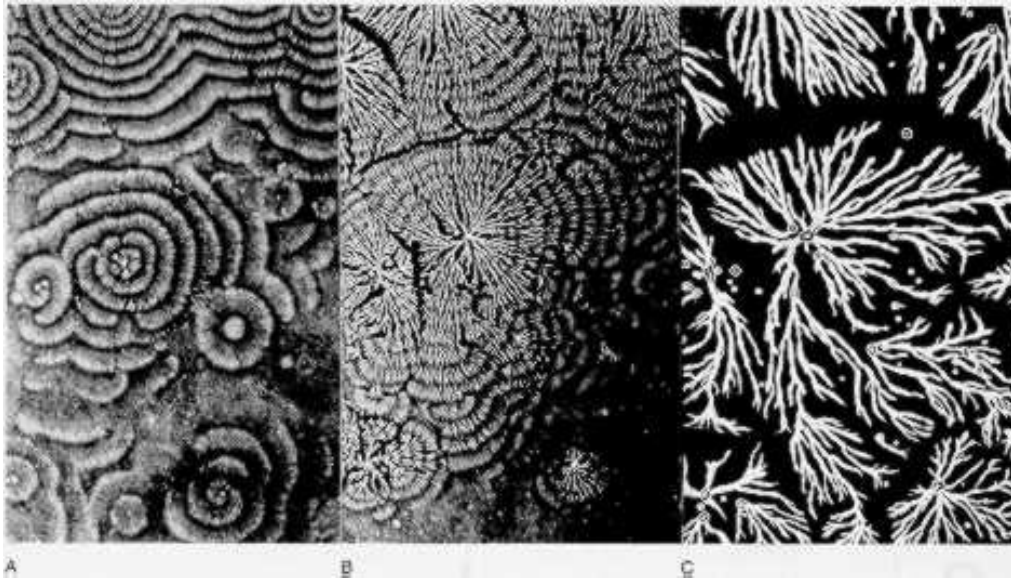
- čeleď *Protosteliaceae* – primitivní typy, netvoří se myxomonády ani plazmodia, není pohlavní proces (*Protostelium*)
  - životní cyklus: ze spory vyklíčí myxaméba => postupně se z ní vytvoří stopkatý sporokarp => z něj se uvolní 1 spora
- čeleď *Ceratiomyxaceae* – pokročilejší, tvoří se myxomonády, je zde pohlavní proces, spory se tvoří exogenně
  - zástupce: *Ceratiomyxa* - válečkovka
  - životní cyklus:
    - ze spory klíčí myxomonády => přechází v myxaméby => splývají v mnohojaderné plazmodium (tu pravděpodobně kopulace => diploidní) => z plazmodia se vytvoří souvislý povlak sloupečků => na nich po meiozi vznikají 1-sporová sporangia => buňky v nich se dále dělí (na 4-8 spor) => ze spor se pak uvolní myxomonády



# Třída: *DICTYOSTELEA* (*DICTYOSTELIOMYCETES*)

- haplobiotický životní cyklus:
  - ze spor se uvolní myxaméby => množí se dělením => v případě nedostatku (potravy, vody, světla) nastává agregační fáze: améby produkují akrasin => atraktant přitahující další myxaméby => shlukování => pseudoplasmodium
  - alternativa: kopulací améb vznikají tlustostěnné odpočívající makrocysty => z nich po meiotickém dělení zas vyklíčí améby
  - za určitých podmínek migrace => vznik sorokarpu: vytvoří se stopečka => po ní posun améb na vrchol => přeměna ve spory s celulózní buněčnou stěnou





*Dictyostelium* sp.  
– vlevo shlukování  
myxaméb,  
vpravo dozrávající  
sorokarp

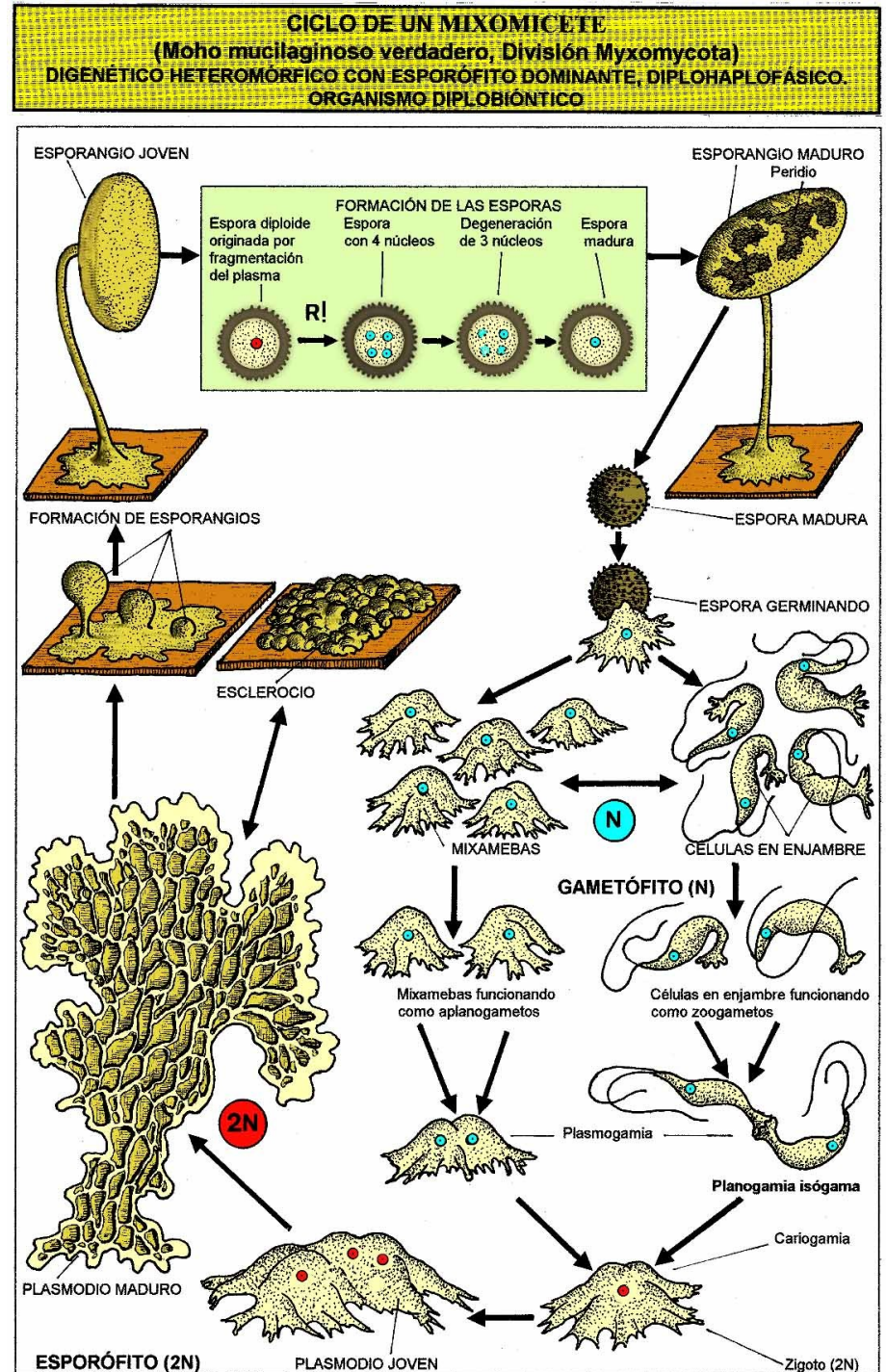
Zdroj obr. vpravo: R. Moore, W. D.  
Clark, K. R. Stern & D. Vodopich:  
Botany. - Wm. C. Brown Publ., 1995.

- rozdíly oproti protosteliím a vlastním hlenkám: netvoří se myxomonády, shlukováním myxaméb vznikají pseudoplazmodia, spory se tvoří na sorokarpech (znaky shodné s akrasiiemi, od nichž je odlišuje stavba myxaméb, diferenciace sorokarpů a celulózní stěna spor)
- za nepříznivých podmínek myxaméby přímo vytvoří buněčnou stěnu => vznikají mikrocysty (rozdíl oproti makrocystám – ty vznikají po kopulaci, jsou diploidní)
- výskyt zejména v půdě nebo na organických zbytcích, nejvíce v mírném pásu (*Dictyostelium*)

Třída:

## MYXOGASTREA (MYXOMYCETES) – VLASTNÍ HLENKY

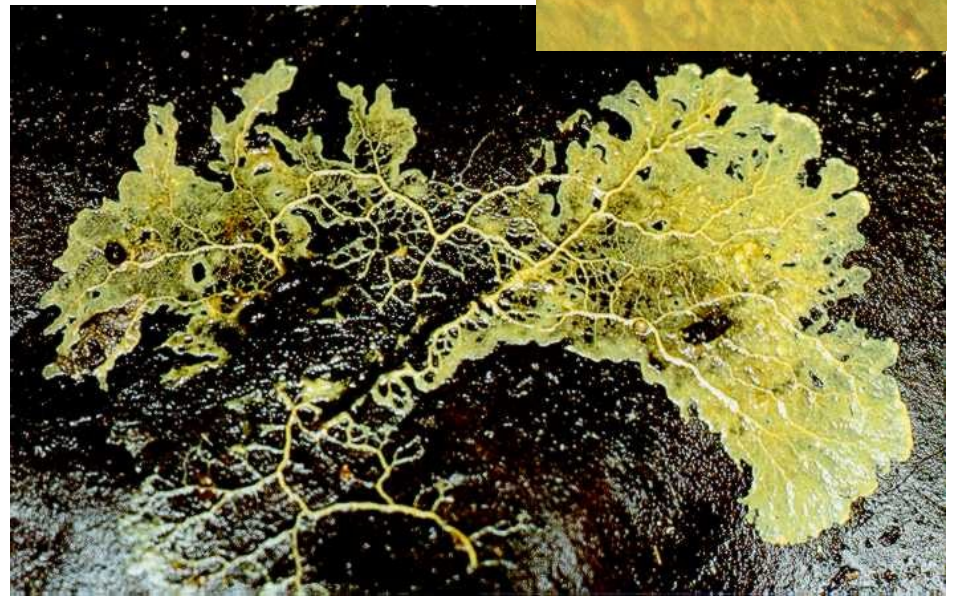
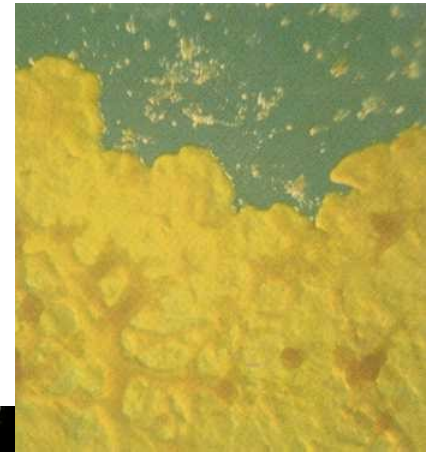
- výživa všech stadií holozoická (fagocytóza)
- životní cyklus je haplodiplobiotický, tvoří se haploidní myxomonády i myxaméby a po jejich kopulaci vznikají diploidní plazmodia
- na povrchu plazmodia se tvoří tenká blanka - **hypothalus** => z něj vyrůstají sporokarpy => uvnitř nich vakuolizace => tvorba kapilicia; vlastní plazmodium se mění ve spory – diploidní jádra se obalují buněčnou stěnou
- různý průběh mitózy – myxaméby (resp. myxomonády) mají otevřenou mitózu s centriolami, v plazmodiích probíhá uzavřená mitóza bez centriol



**plazmodia** se vyznačují prouděním plazmy, synchronizovaným dělením jader, schopností růstu i po rozdělení a naopak splývání plazmodií téhož druhu

- **protoplazmodium** je mikroskopické, jen pomalé proudění plazmy; vzniká z něj jeden sporokarp
- **afanoplazmodium** je zpočátku jako protoplazmodium, ale zvětší se; strukturu tvoří síťovitá žilnatina, kterou obklopuje cytoplazma, rychle proudící; vzniká z něj více sporokarpů
- **faneroplazmodium** je též zpočátku jako protoplazmodium, leč naroste do makroskopických rozměrů; jeho struktura je složitější, členěná na gelatinózní a tekutou část, protoplazma je zrnitá; též z něj vzniká více sporokarpů

Vpravo: faneroplazmodium rodu *Physarum*



v nepříznivých podmínkách se plazmodia mění na **sklerocia** (tvrdé nebuněčné útvary)

z plazmodií vznikají reprodukční struktury – **sporokarpy**

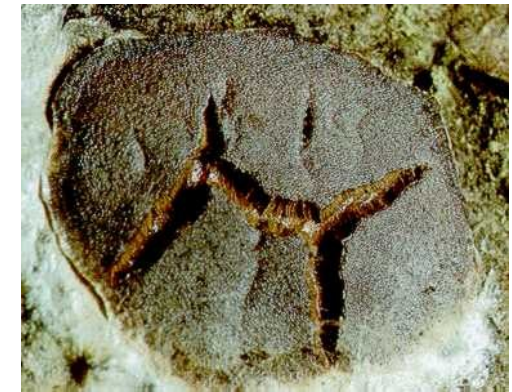
- **sporangia** (stopkatá nebo přisedlá) vznikají z protoplazmodií nebo malých částí plazmodií



- **aethalia** (nestopkatá, rozlitá) vznikají z větších částí plazmodií – je to vlastně útvar vzniklý sloučením řady sporangií v celistvý útvar se společným obalem – peridií (u některých druhů jsou ještě zřetelné stěny původních sporangií – tzv. **pseudoaethalium**)



- **plazmodiokarp** vzniká z velkých částí síťovitého plazmodia, gelatinózní plazma se koncentruje podél žilnatiny, postupně se tvoří peridie (celý výsledný útvar může být síťovitý)



Nahoře sporangia,  
níže aethalium  
a pseudoaethalium,  
vlevo plazmodiokarp

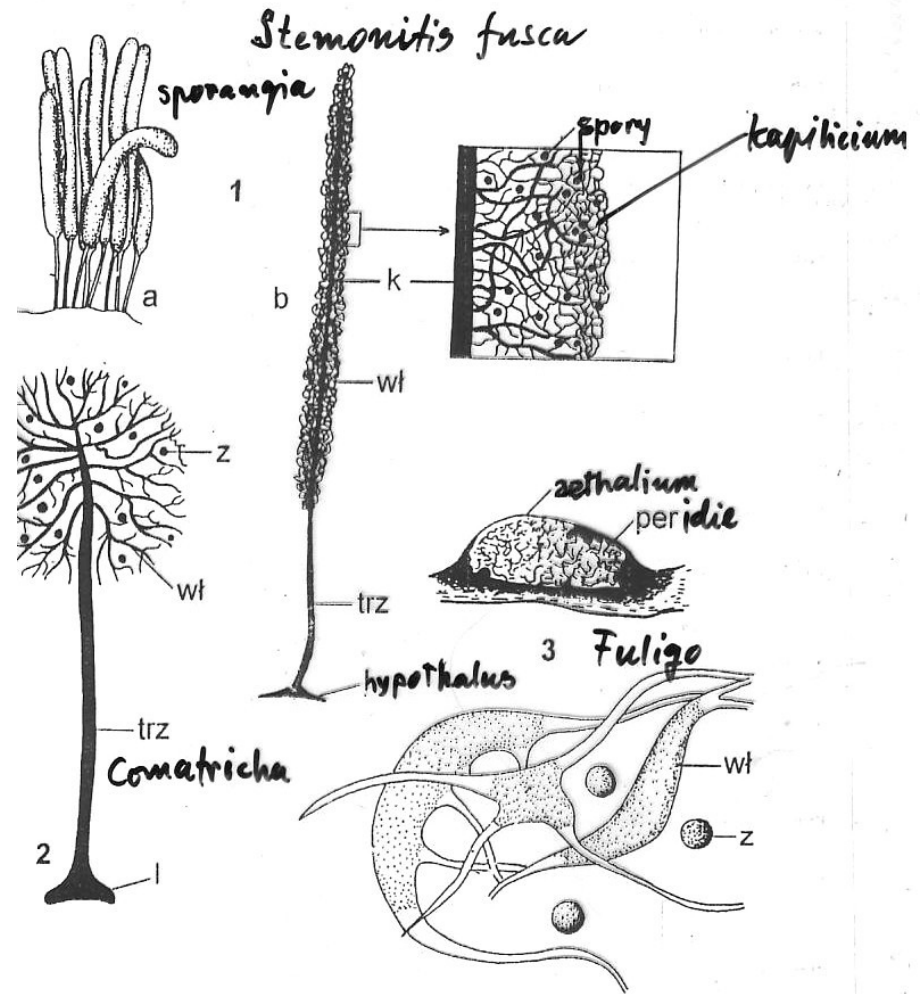


- uvnitř sporokarpů se tvoří vlákna (jednotlivá nebo větvená) – **kapilicium**, nebuněčná struktura vzniklá z vyloučenin vakuol, uchycená na peridii, bázi sporokarpu nebo kolumelu (pseudokapilicium – nepravidelné nitřovité útvary)

- spory mají dvoj- (případně tří-) vrstevnou stěnu, vnitřní vrstva je celulózni, ve vnější jsou různé látky

**výskyt:** zcela kosmopolitní, závislé na dostatečné teplotě a vlhkosti – preferují chladná, stinná, vlhká místa; v mírném pásu růst omezen na letní sezónu

- substrát: organické zbytky, zejména rostlinné, ale žijí i v půdě, živí se mikroorganismy tam žijícími



- většina hlenek má myxogastroidní typ vzniku sporokarpu
  - na povrchu plazmodia se vytváří hypothalus, z něj roste sporokarp;
  - v trofické fázi tvoří proto- nebo faneroplazmodia

**řád *Echinostelida*** tvoří protoplazmodia a sporangia, nejmenší zástupci; příbuznost s podtřídou *Protosteliomycetidae* - naznačuje společný původ (*Echinostelium*)

**řád *Liceida*** – proto- nebo faneroplazmodia, sporokarpy různých typů, netvoří se (neplatí bez výjimky) kolumela a kapilicium (*Lycogala* - vlčí mléko, růžová kulovitá aethalia)

**řád *Physarida*** – faneroplazmodia, sporokarpy různých typů, tvoří se kolumela a kapilicium, často inkrustované  $\text{CaCO}_3$  (*Physarum* - sporangia nebo plazmodio-karpy, *Fuligo* - slizovka, aethalia)



Zleva: aethalia *Lycogala epidendrum*, sporangia *Physarum leucophaeum*, aethalium *Fuligo septica*





Vlevo sporangia *Trichia* sp.,  
*Arcyria pomiformis*, dole vývin  
sporangii *Stemonitis fusca*

Foto Dalibor Matýsek (*Echinostelium*, *Physarum*, *Arcyria*),  
Oldřich Roučka (*Fuligo*, *Stemonitis*),  
Pavol Baksy (*Lycogala*), Anton Mocik (*Trichia*);  
zdroj fotografií: <http://www.nahuby.sk>

**řád Trichiida** – tvoří  
přechodný typ mezi afano-  
a faneroplazm., sporokarpy  
typu sporangia nebo plaz-  
modiokarpu, kapilicium bohatě strukturované  
(*Arcyria* - vlnatka, *Trichia* - vlasatka)

- stemonitoidní typ vzniku sporokarpu:
  - hypothalus se vytváří na spodní straně plazmodia na substrátu;
  - tyto hlenky v trof. fázi tvoří afanoplazmodia

**řád Stemonitida** - sporangia s jemnou peridií,  
vytvořena kolumela a větvené kapilicium  
(*Stemonitis* - pazderek)



## Říše (superskupina): EXCAVATA

### Oddělení: PERCOLOZOA

### Třída: HETEROLOBOSEA

– protozoální organismy, mezi které patří **řád *Acrasida* - akrasie**

- výživa myxaméb je holozoická, pohlcují bakterie, kvasinky aj.
- jen výjimečně dochází ke vzniku myxomonád, které mají 2 akrokontní bičíky
- za nepříznivých podmínek dochází ke vzniku tenkostěnných mikrocyst anebo sférocyst s drsnou stěnou (mohou vznikat i splynutím myxaméb)

skupinu charakterizuje (oproti podobným, leč ne příbuzným hlenkám):

- tvorba **válcovitých myxaméb**, jejichž pseudopodia (panožky) jsou lalokovitá, bez koncových výběžků – subpseudopodií
- v buněčné stěně **není celulóza**
- vytvářejí **pseudoplazmodia a sorokarpy**
- nebyl pozorován pohlavní proces

**výskyt:** v půdě nebo na organických substrátech

- známým zástupcem řádu *Acrasida* je *Acrasis rosea* (organismus tvořící oranžové myxaméby a pseudoplazmodia)



Zdroj: <http://cosmos.bot.kyoto-u.ac.jp/csm/photos-j.html>

## Říše (superskupina): TSAR, vývojová větev RHIZARIA

### Oddělení: CERCOZOA

#### Třída: PHYTOMYXEA

– protozoální organismy, mezi které patří **řád Plasmodiophorida - nádorovky**

- silně specializovaná skupina, **obligátní endoparazité**
- kdysi řazeny k hlenkám pro podobnost vegetativních útvarů – nádorovky tvoří tzv. **paraplazmodia**, mnohoaderné útvary, které na rozdíl od plazmodií hlenek nevznikají splýváním menších plazmodií

další odlišnosti:

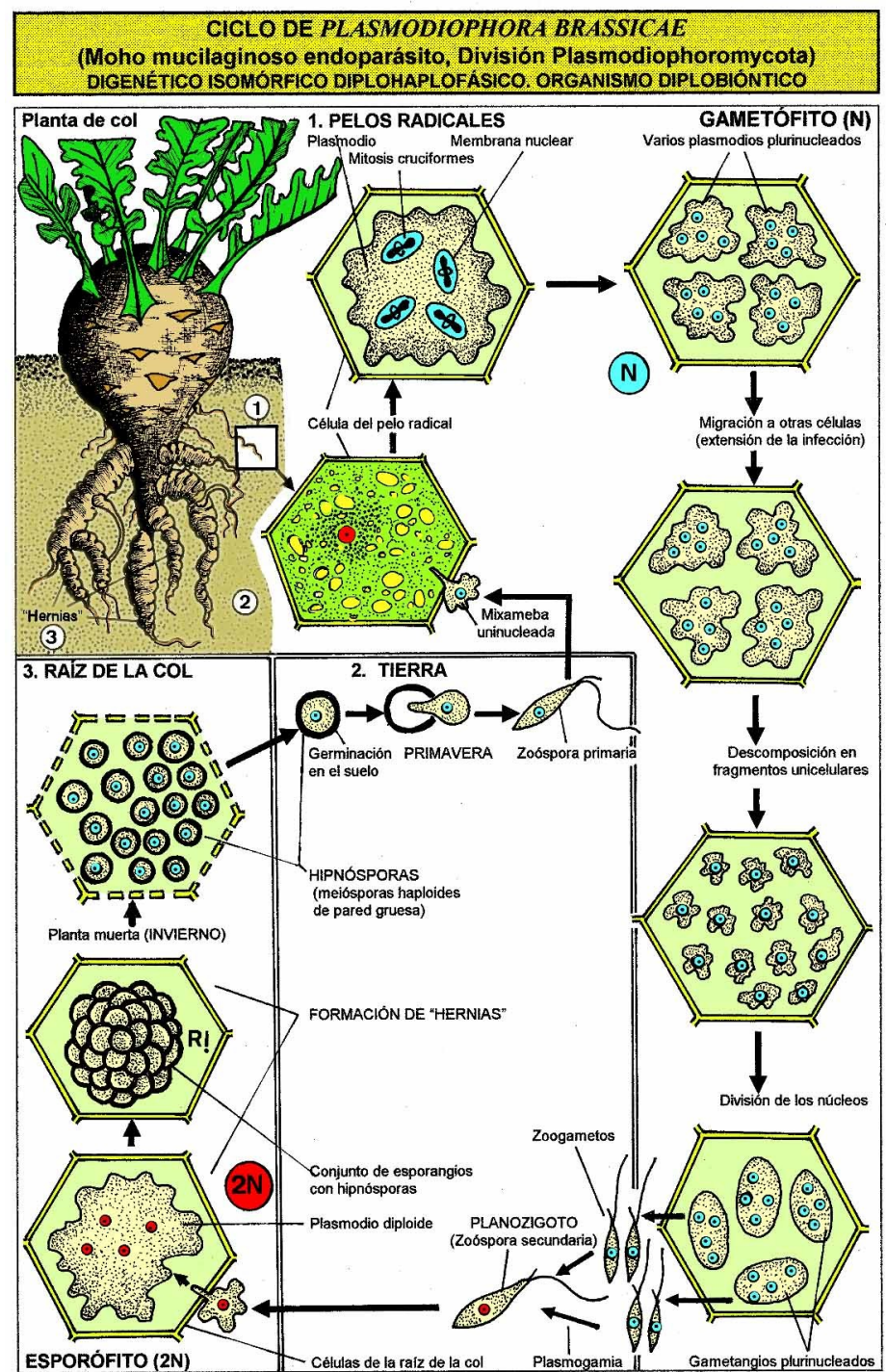
- **výživa je osmotrofní** (ne holozoická jako u hlenek)
- chybí zde stadium myxaméby
- hlavní složkou buněčné stěny (cyst, sporangií) je **chitin**, chybí celulóza
- netvoří se sporokarpy (možná adaptace na obligátní parazitismus)
- zvláštní způsob dělení jádra v primárním paraplazmodiu (uvnitř uzavřené jaderné blány): metafázové chromosomy utvoří prstenec kolem jádérka, které se protáhne kolmo na rovinu prstence => vznik struktury připomínající kříž – tzv. "křížové dělení" (kromě nádorovek známo u některých jiných skupin prvoků)

- nejznámější druh *Plasmodiophora brassicae* (nádorovka kapustová) je parazit brukvovitých rostlin
  - symptomy na kořenech (nádory na snímku) tvoří v diploidní fázi (sekundární plazmodium)



Foto: Michaela Sedlářová,

<http://botany.upol.cz/atlas/system/nazvy/plasmodiophora-brassicae.html>



**výskyt, ekologie:** obligátní biotrofní parazité řas, rostlin a oomycetů jejich výskyt a rozšíření je spjat s výskytem hostitelských organismů  
hospodářský **význam** je jedině negativní – škody na kulturních plodinách – ve stadiu sekundárního paraplazmodia působí na rostlinách hypertrofie (zvětšení) a hyperplazie (zmnožení buněk)  
=> z nich se pak po rozpadu buněk uvolňují cysty do půdy => šíření infekce

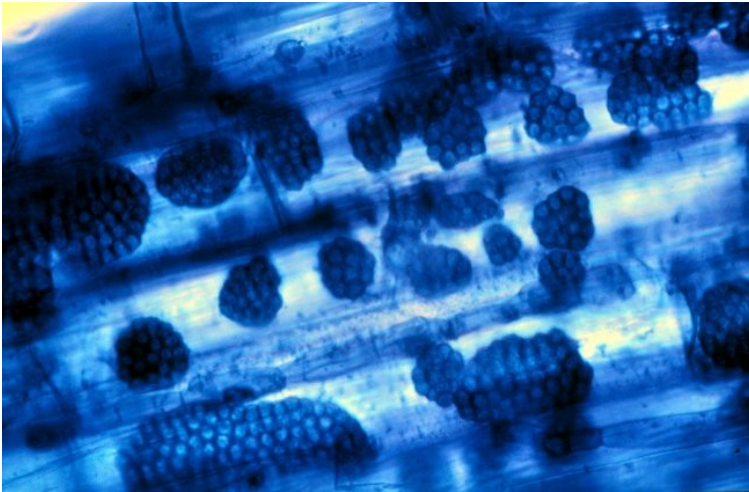


Foto Don Barr, <http://www.bsu.edu/classes/ruch/msa/barr.html>

*Polymyxa* (na snímku cysty v kořenu pšenice) – přenašeči virů