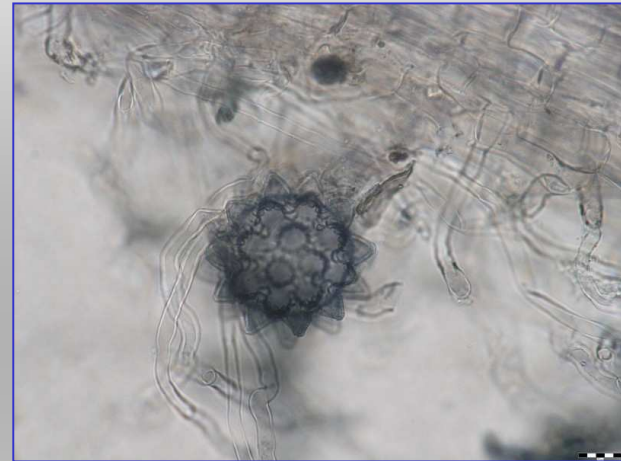


**Říše: Stramenopila**

**Phylum: Oomycota**

**Ph: Hypochytriomycota**

**Ph: Labyrinthulomycota**



# Phyllum: Oomycota

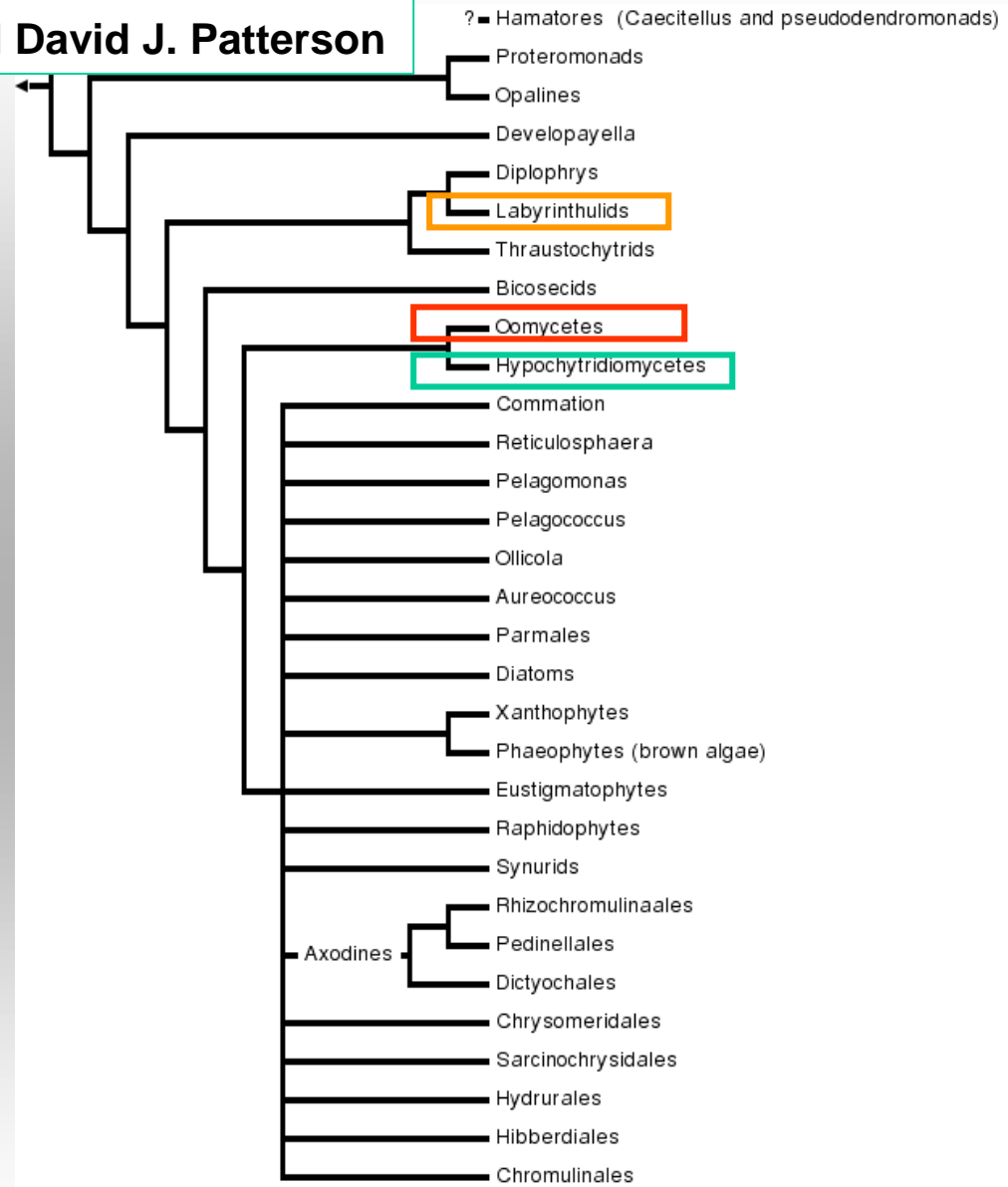
1. Pringsheim (1858), Petterson a Sogin, 1992 – Phyllum **Oomycota**, říše **Stramenopila**
2. Stramenopila zahrnují chrysophyta, hnědé řasy a některá protista a houbové organismy (*Labyrinthulomycota*, *Hypochytridiomycota* a *Oomycota*)
3. samostatná vývojová skupina
4. původ a podobnost s heterokontními řasami s chlorofylem *a* a *c*
5. morfologická podobnost s vývojovou větví Eumycota a absorptivní způsob výživy, tubulární stélka
6. **ne** fylogenetická příslušnost k houbám



<http://tolweb.org/tree?group=Eukaryotes&contgroup=Life>

# Stramenopila

Mitchell L Sogin and David J. Patterson



## Charakteristiky oddělení Oomycota

- 1/ nepohlavní rozmnožování - **biflagelátní zoospóry**
- 2/ struktura zoospór
- 3/ mnohojaderná, **diploidní stélka**, meioza probíhá v **gametangiích (coenocytická hyfa)**
- 4/ gametangia: oogonia a anteridia → **oospóra**  
**oogametangiogamie**
- 5/ **buněčná stěna**:  $\beta$ -glukany, hydroxyproline, **celulóza** (chitin)
- 6/ mitochondrie: **tubulární kristy**
- 7/ Golgiho aparát: **mnohonásobně zploštělé cisternum**

**8/ specifická vakuola** (dense- body vakuole a fingerprint vakuola) -  
**mycolaminaran a mycolaminaran fosfát** (formace ooplastu)

(Specifické buněčné organely v různých fázích vývoje:

Fingerprint vakula, dense body vakuola, elektron-dense vakuola)

**10/ meioza i mitóza je intracelulární a centrická**

### **Stélka:**

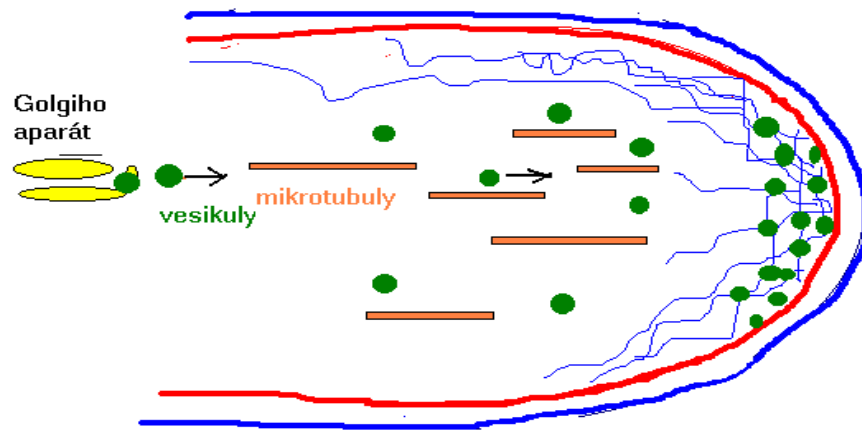
- **Holokarpická** (celá stélka se promění v rozmnožovací orgán)
- **eukarpická** (pouze část se promění v rozmnožovací orgán)
- **coenocytická** (větvená, vláknité formy)

**bez přítomnosti sept**

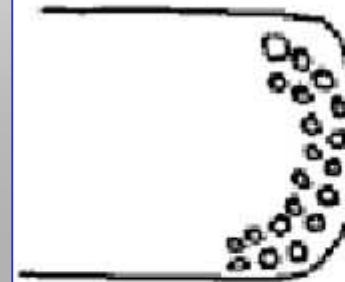
## Coenocytické mycelium



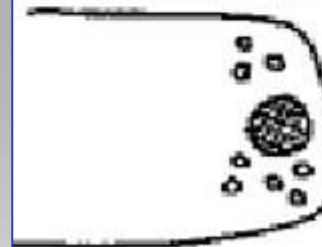
# Organizace růstového vrcholu



**Oomycetes:**  
No structure



**Zygomycetes:**  
Vesicles aligned at  
hyphal tip



**Ascomycetes &  
Basidiomycetes:**  
Apical body of vesicles

Growth in hyphal fungi is associated with golgi-derived vesicles fusing with the plasma membrane at the hyphal tip. Vesicles contain enzymes and building blocks to synthesize the new wall.



## Pohlavní rozmnožování:

- **heterogametické:** **anteridia** a **oogonia** (homothalická nebo heterothalická)

- **oogonium** vyprodukuje jednu nebo více **oosfér**

  - oogoniální cytoplazma- **periplazma**

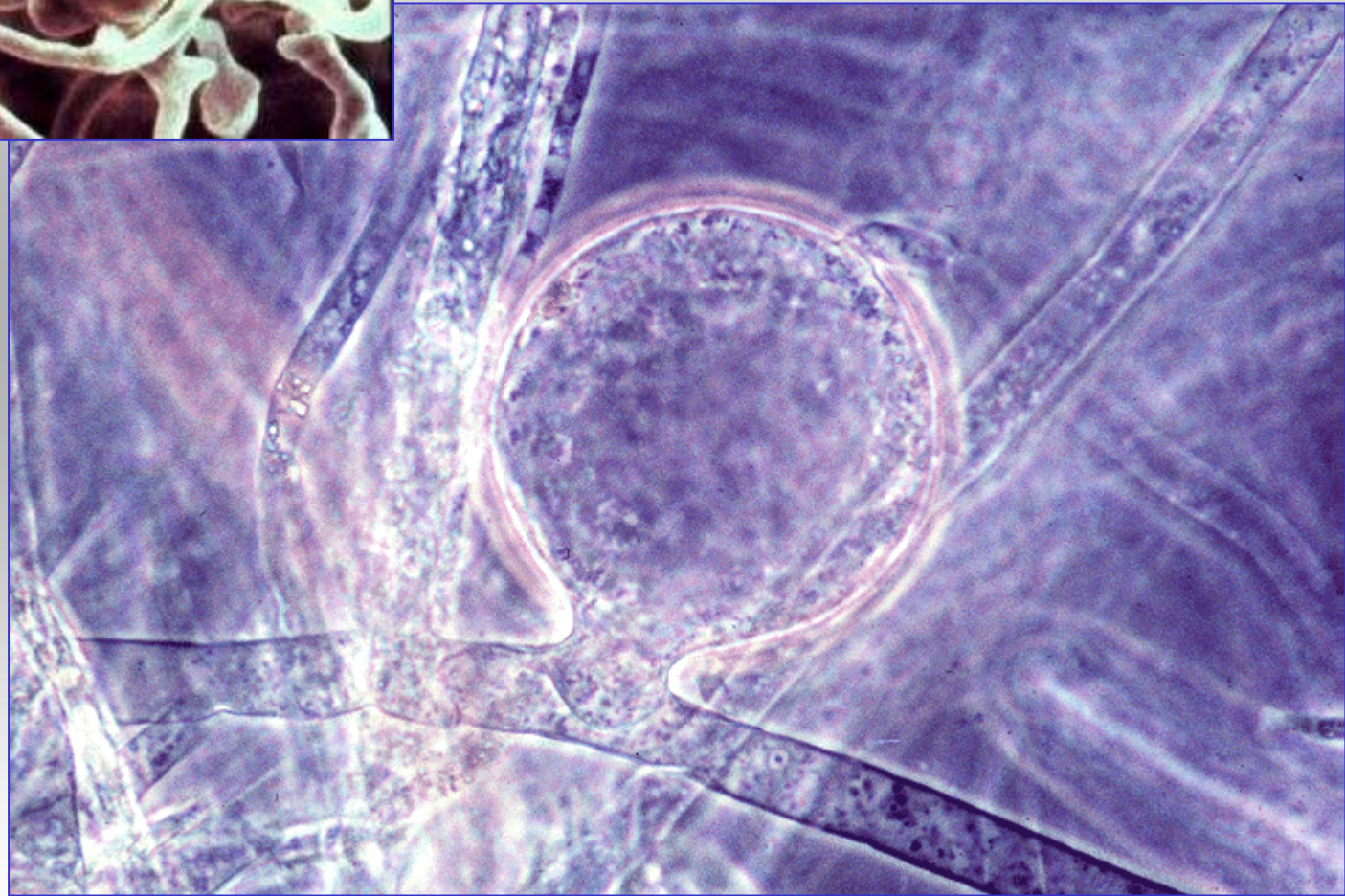
  - dospělá oosféra - vakuola- **ooplast** (fylogenetický a taxonomický význam)

  - oogonia produkují hormon **anteridiol** který indukuje tvorbu **anteridií**

mezi oogoniem a anteridiem vzniká **fertilizační trubice** kterou dochází k **přesunu jader z anteridia**

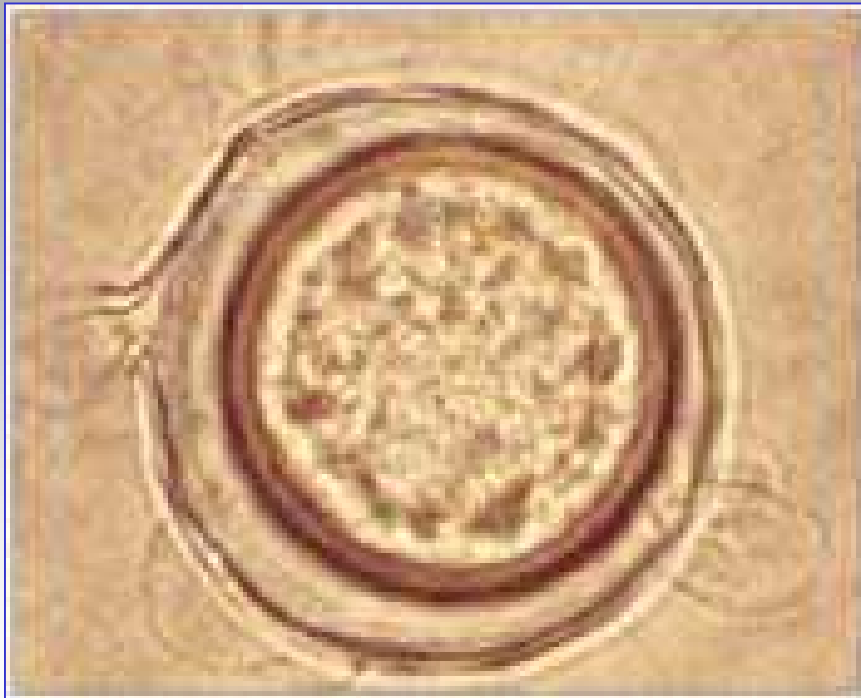


**oögonium**

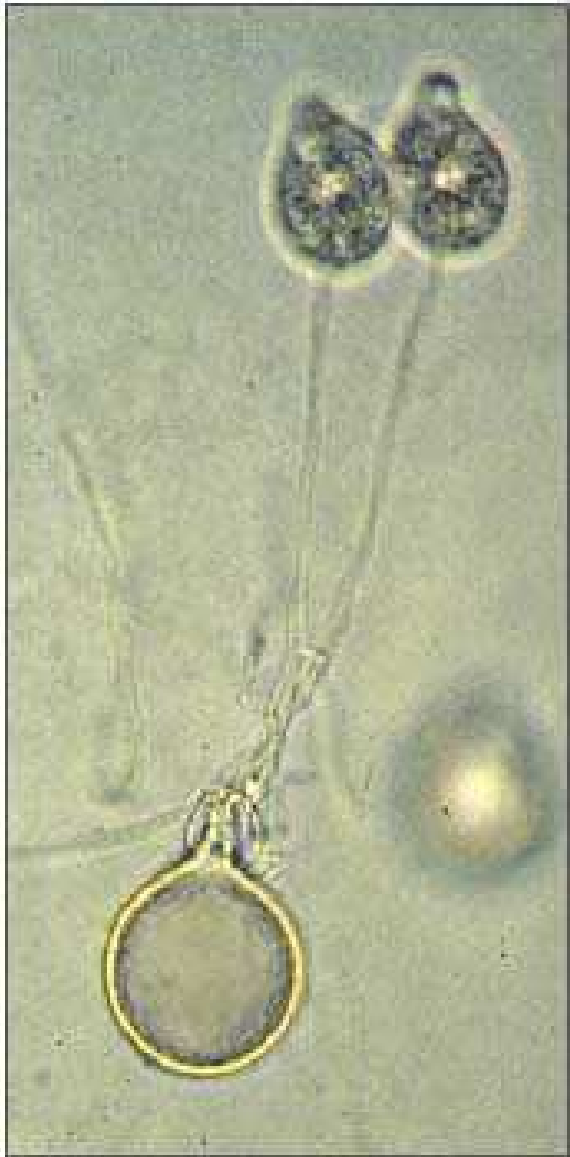


**Oospóra** - třístěnná, přeživná spóra

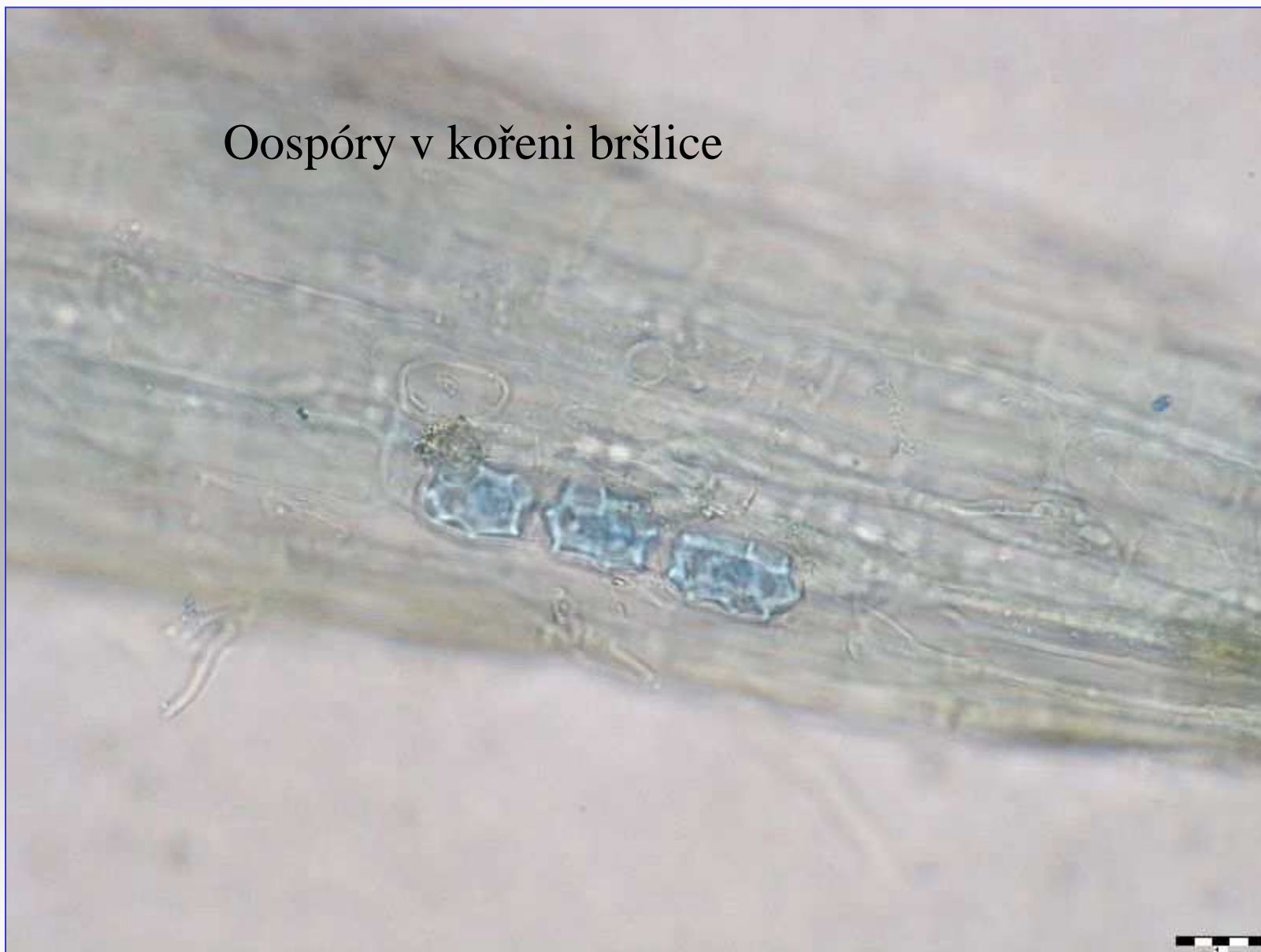
1. **exospor** - ze zbylé periplazmy
2. **episporová vrstva** (stěna zygóty)
3. **endospor** - zásobní látky



*Pythium oligandrum*  
(oospóra)



# Oospóry v kořeni bršlice



## **Nepohlavní rozmnožování**

heterokontní zoospóry **ve sporangiích**

**sporangia suchozemských druhů:** sférický, citrónkovitý tvar

bazální septum odděluje sporangia od samotné hyfy

**Sporangia vodních druhů:** podlouhlá a cylindrická, od nosné

hyfy jsou oddělena septou

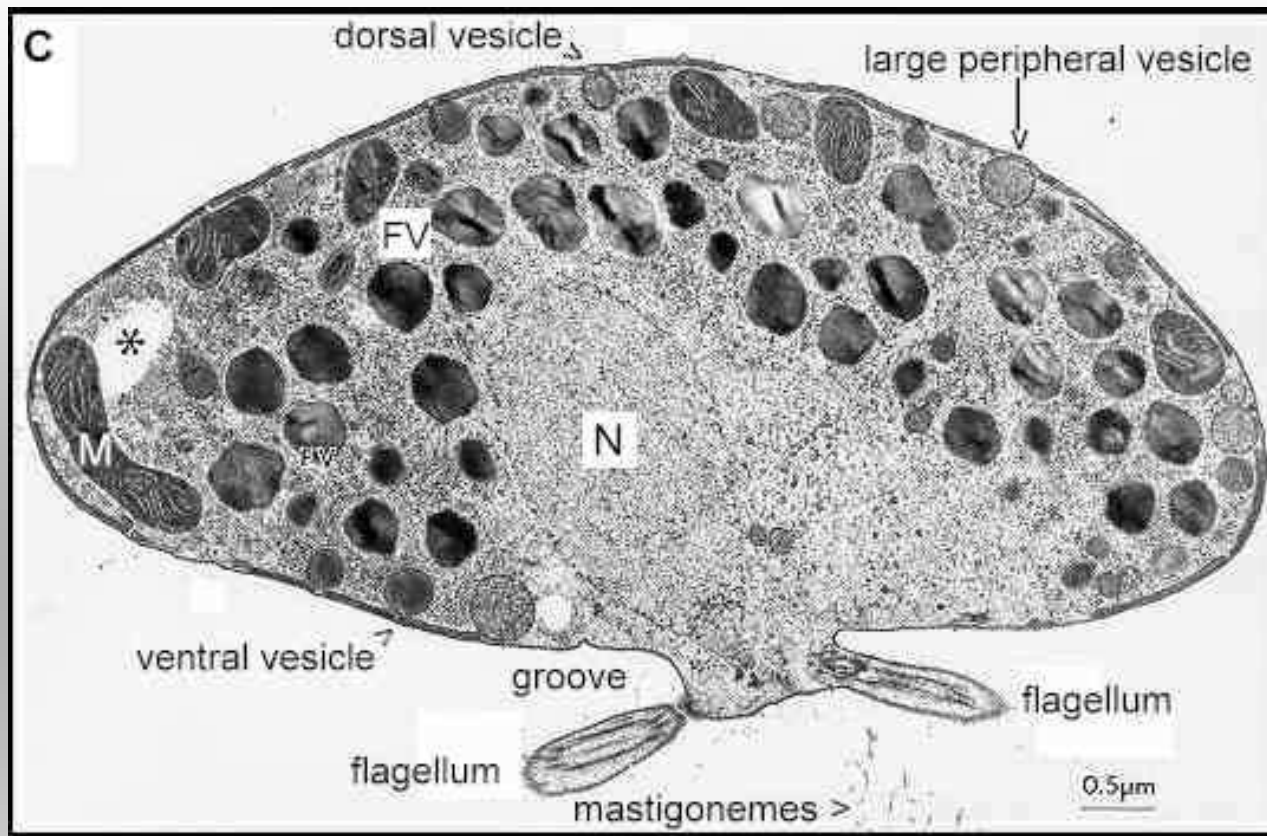
### **Zoospory:**

**Primární** (hruškovitý tvar pyriformní), horší pohyb a

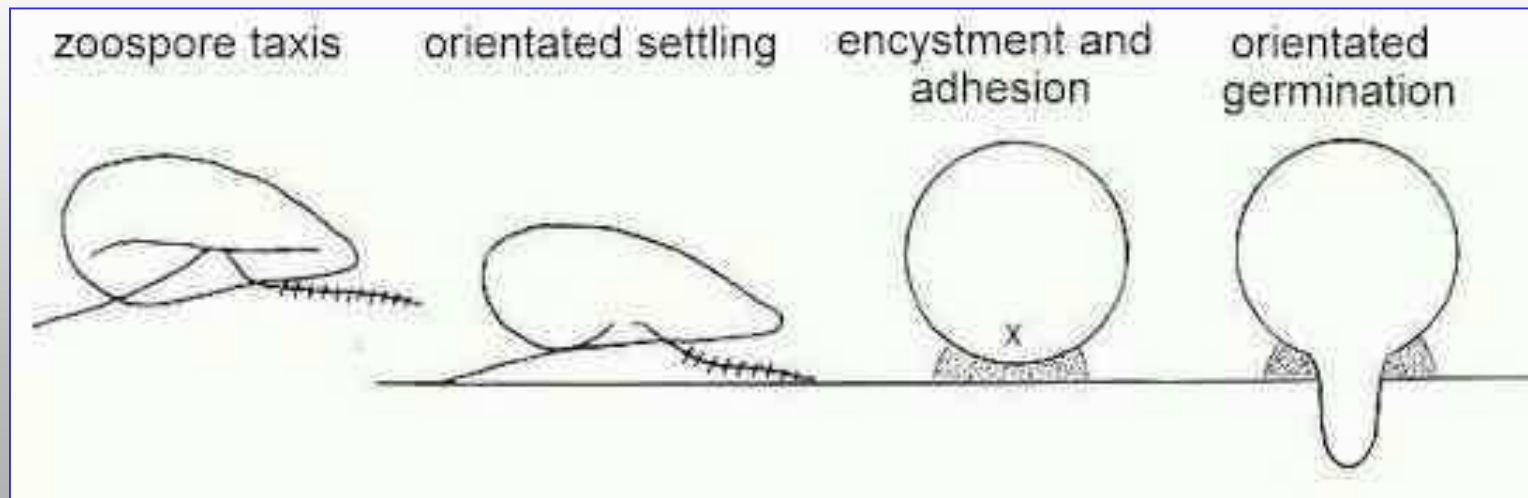
primitivnější struktura, bičíky v anteriorní pozici

**Sekundární:** ledvinovitý tvar, bičíky laterárně, bičíky v drážce

jeden bičík delší péřitý a jeden kratší



Sekundární zoospóra Plísně bramborové *Phytophthora infestans*



- Taxe
- encystace
- adheze cysty
- klíčení
- tropismy klíčku



## Biochemické charakteristiky:

1/ **syntéza lysinu** : **Eumycota**- cyklus kys. alfa amino adipové  
**Oomycota** - cyklus kys. Diaminopimelové

2/ **Metabolismus sterolů:**

**Oomycota** 1/ syntéza sterolů de novo z mevalonátů (fukosterol)  
2/ nebo nejsou schopni syntetizovat (fytopatogenní)

**Eumycota** -ergosterol

3/**Zásobní metabolity:**

**Oomycota**- Mycolaminariny (řasy: leucosin a laminarin)

**Eumycota** - glykogen

4/ **ostatní:**

**Oomycoty:** peculiární lipidy

**Eumycota:** acyklické polyoly (cukerné alkoholy)

## System:

Phyllum: Oomycota

Třída: Oomycetes

Řád: Leptomitales

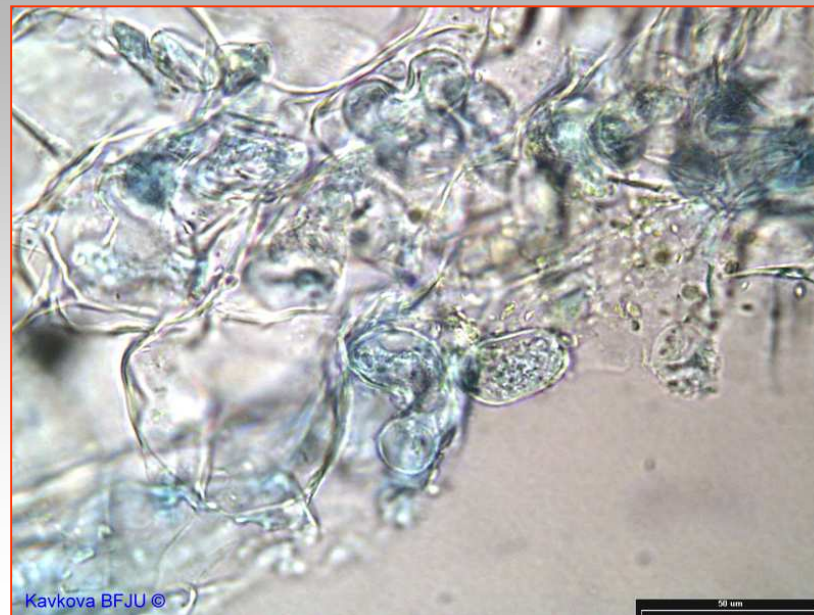
Rhipidiales

Sclerosporales

Pythiales

Peronosporales

Saprolegniales



## Přehled hlavních taxonomických skupin odd: Oomycota

řád	Stélka a reprodukce	ekologie
<b>Rhipidiales</b>	Eukarpická stélka s rhizoidy, zoospóry a oospóry	Vodní saprofyté, fakultativně a obligátně anaerobní
<b>Leptomitales</b>	Stlačená hyfa produkuje sporangia, zoospóry a oospóry	Vodní saprofyté nebo parazité na zvířatech
<b>Saprolegniales</b>	Mycelium tvoří tlusté hyfy, zoospóry a oospóry	Saprotrófové a nektrotrófní patogeni na zvířatech, rostlinách a jiných organismech
<b>Pythiales</b>	Mycelium je tvořeno úzkými hyfami, zoospóry a oospóry	Saprotrófové nebo paraziti na rostlinách, houbách a zvířatech
<b>Peronosporales</b>	Intercelulární mycelium v mezibuněčných prostorech rostlinných pletiv a haustoria, diferenciované sporangiofóry, zoospóry nebo sporangiospóry a oospóry	Biotrofní parazité rostlin (pravé plísně)
<b>Sclerosporaceae</b>	diferenciované sporangiofóry, zoospóry nebo sporangiospóry a oospóry	Biotrofní patogen na trávách v tropech a subtropích

# Saprolegniales

Čeď: Saprolegniaceae (*Achlya*, *Saprolegnia*, *Thraustotheca* etc.)

Čeď: Leptolegniaceae (*Aphanomyces*, *Leptolegnia*, *Plectospira* etc.)

Vodní plísňe, které se vyskytují v zamokřených půdách, sladkých vodách, saprofyté nebo parazité na rybách a koryšcích i na rostlinách

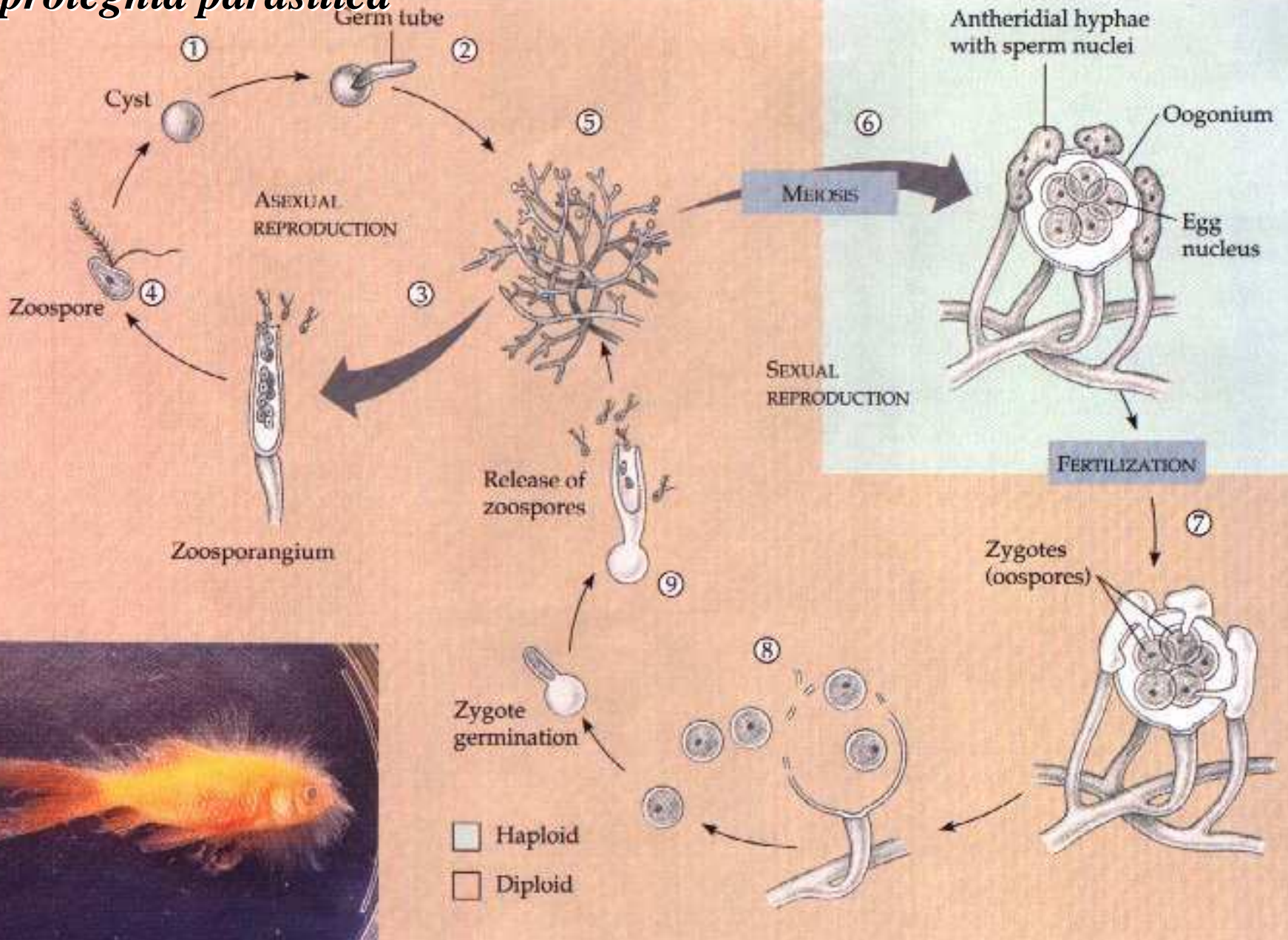
Obecně mycelium je rychle rostoucí a je tvořeno z tuhých a pevných hyf

Zástupci produkují primární a sekundární zoospóry – **diplanetismus**

Pohlavní rozmnožování – **oogamie** s velkými sférickými oosférami

V *in vitro* kulturách na umělých médiích tvoří také chlamydospóry

# *Saprolegnia parasitica*



## *Saprolegnia polymorfa*

- V půdě a ve vodě, parazituje ryby a jejich vajíčka
- **Nepohlavní rozmnožování** – v podlouhlých hyalinních sporangii se tvoří (primární - ledvinkovité a sekundární - hruškovité) zoospóry, které se papilou uvolňují do prostředí. Charakteristické je, že po vyprázdnění sporangia se z bazálního septa obnovuje růst růst hyfy – vnitřní proliferací septa. Primární zoospóry se pohybují pomocí bičíků, ale chemotakticky – jsou atrahovány hostitelskými buňkami, jak primární tak sekundární zoospóry se po určité době encystují.
- **Pohlavní rozmnožování:** - homothalické druhy, tvoří gametangia oogonia a antheridia. Antheridia mohou vyrůstat ze stejné hyfy jako jako oogonium – **monoklinní** nebo z jiné hyfální větve – **diklinní**.
- Oplodněná oosféra (oogonium obsahuje jednu nebo více oosfér) prodělává změny – zesiluje stěnu, jsou na ní znatelné olejovité globule, ooplast obsahuje částice s Brownovým pohybem. **Pozice ooplastu v oospoře je druhově determinacním znakem.**
  - Centrická oospóra** má ooplast obklopený 1-2 periklinálními vrstvami lipidových kapének
  - Subcentrická oospóra** – má několik vrstev v lipidových kapének pouze na jedné straně a na protilehle je pouze jedna vrstva nebo žádná
  - Subekcentrická** – kapénky jsou pouze na jedné straně, ale fúzí do větších globózních útvarů
  - Ekcentrická** - na jedné straně ooplastu je pouze jedna velká lipidová kapka

## *Aphanomyces*

Nepohlavní rozmnožování je druhově variabilní, produkují primární i sekundární zoospóry

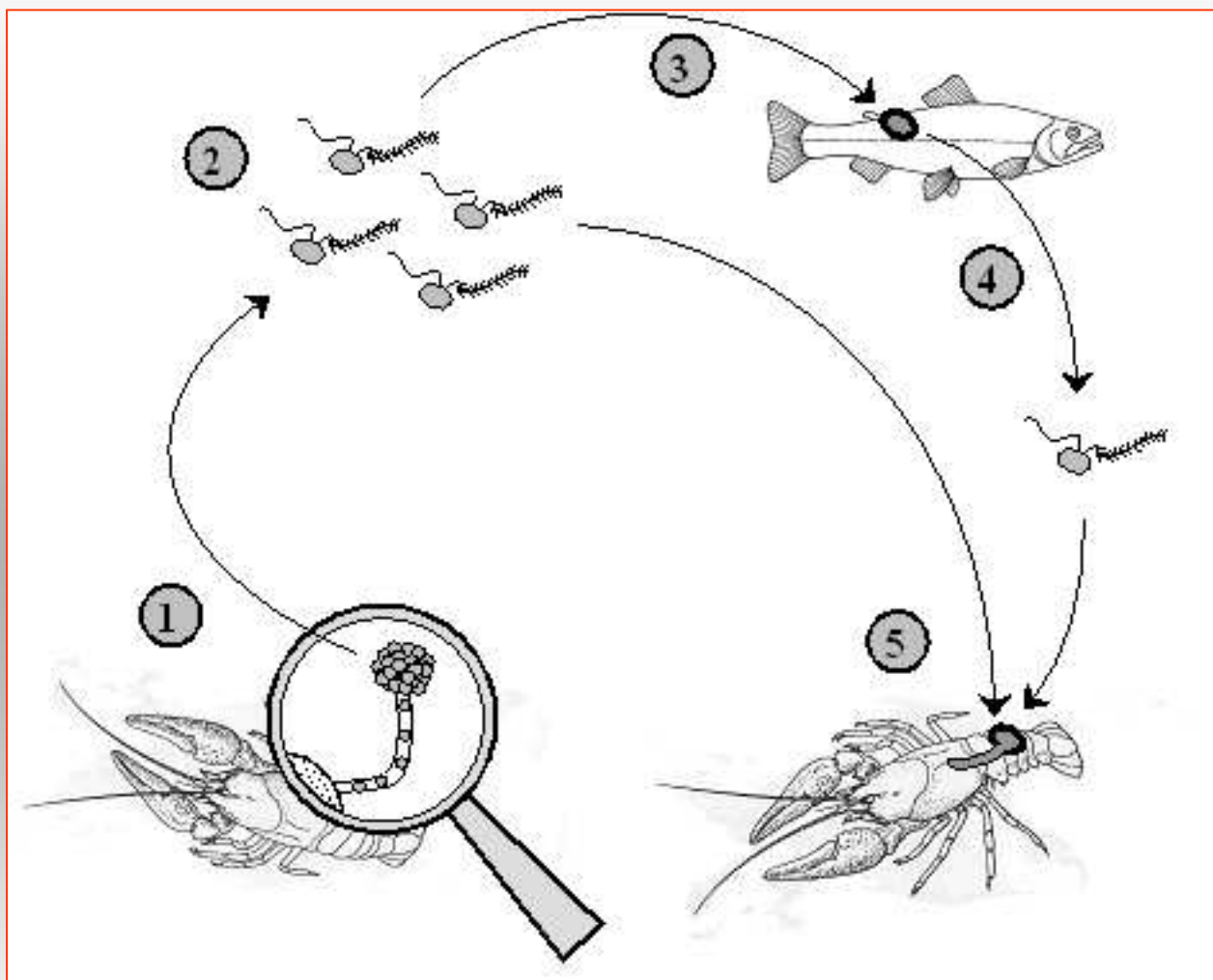
*A.euteiches* – parazituje na kořenech hrachu

*A.cochlioides* – nekrotické leze na bulvách cukrové řepy, přenos rostlinných virů

*A.astaci* – vředovité onemocnění ryb a raků (keratofilní enzymy)



## Životní cyklus *Aphanomyces astaci* (račí mor)



1. Na povrchu skeletu vyrůstají sporangia, která produkují primární zoospóry (2) ty se mohou encystovat a nebo napadat opakovaně ryby (3,5) nebo raky. *Aphanomyces astaci* je monomorfický druh a produkuje pouze primární zoospóry. Zoospóry klíčí až po encystaci.

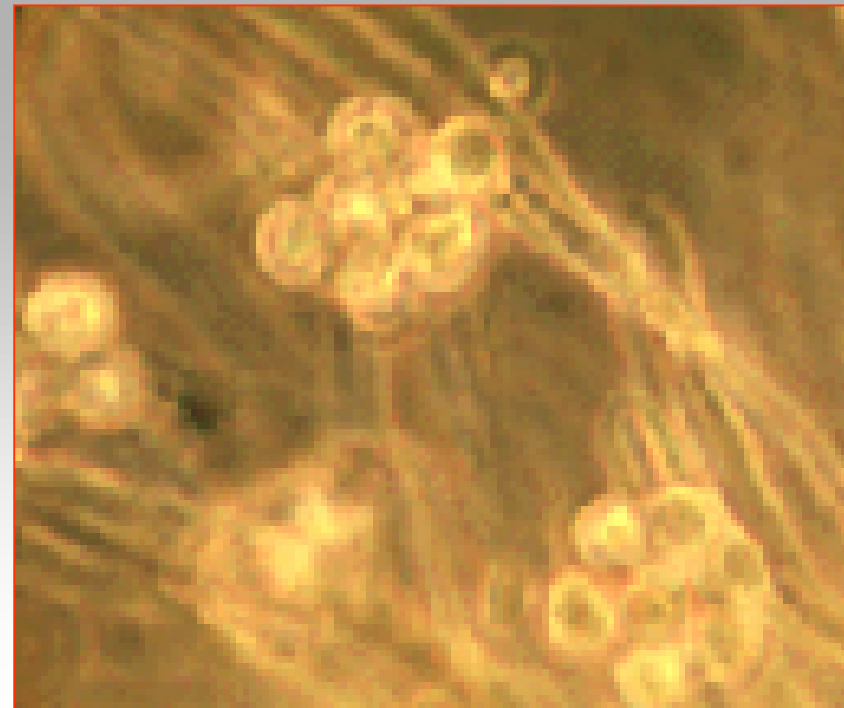




## *Lagenidium giganteum*

### *Lagenidiales*

- Potenciální biologická ochrana komárů
- Může ve formě cyst přežívat saprofytické podmínky ve vodním prostředí
- Parazitované larvy mají typicky bílé zbarvení a na jejich povrchu se tvoří oospóry
- Infekci larev způsobují zoospóry, které jsou atrahovány larválními výměšky
- Pronikají dovnitř larvy a v závislosti na teplotě larvy zahynou hladem během 1-4 dní
- Každá zoospora se opouzdří a dělí – produkuje další zoospóry, které způsobují další infekci a šíří se vodou nebo se chovají jako aplanogamety, fúzí a na povrchu larvy tvoří přeživné oospóry



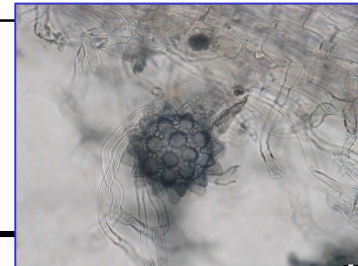
## Ř. *Pythiales*

- fakultativní a obligátní parazité rostlin
- onemocnění kořenového systému rostlin

- SYMPTOMY:**
1. Padání klíčnicích rostlin
  2. Nekrotizace tkání
  3. Hniloby kořenů
  4. Žloutnutí a nekrotizace listových tkání



<i>Pythium</i>	<i>debaryanum</i> <i>ultimum</i>	Padání klíčnicích rostlin, fytopatogenní druhy
<i>Pythium</i>	<i>oligandrum</i>	mykoparazit
<i>Pythium</i>	<i>insidiosum</i>	Keratinolytická aktivita Tropické vody – gastrointestinální infekce a tzv. pythiosa (vředovité onemocnění kůže)
<i>Phytophthora</i>	<i>cactorum</i> <i>parazitica</i> <i>infestans</i>	fytopatogenní



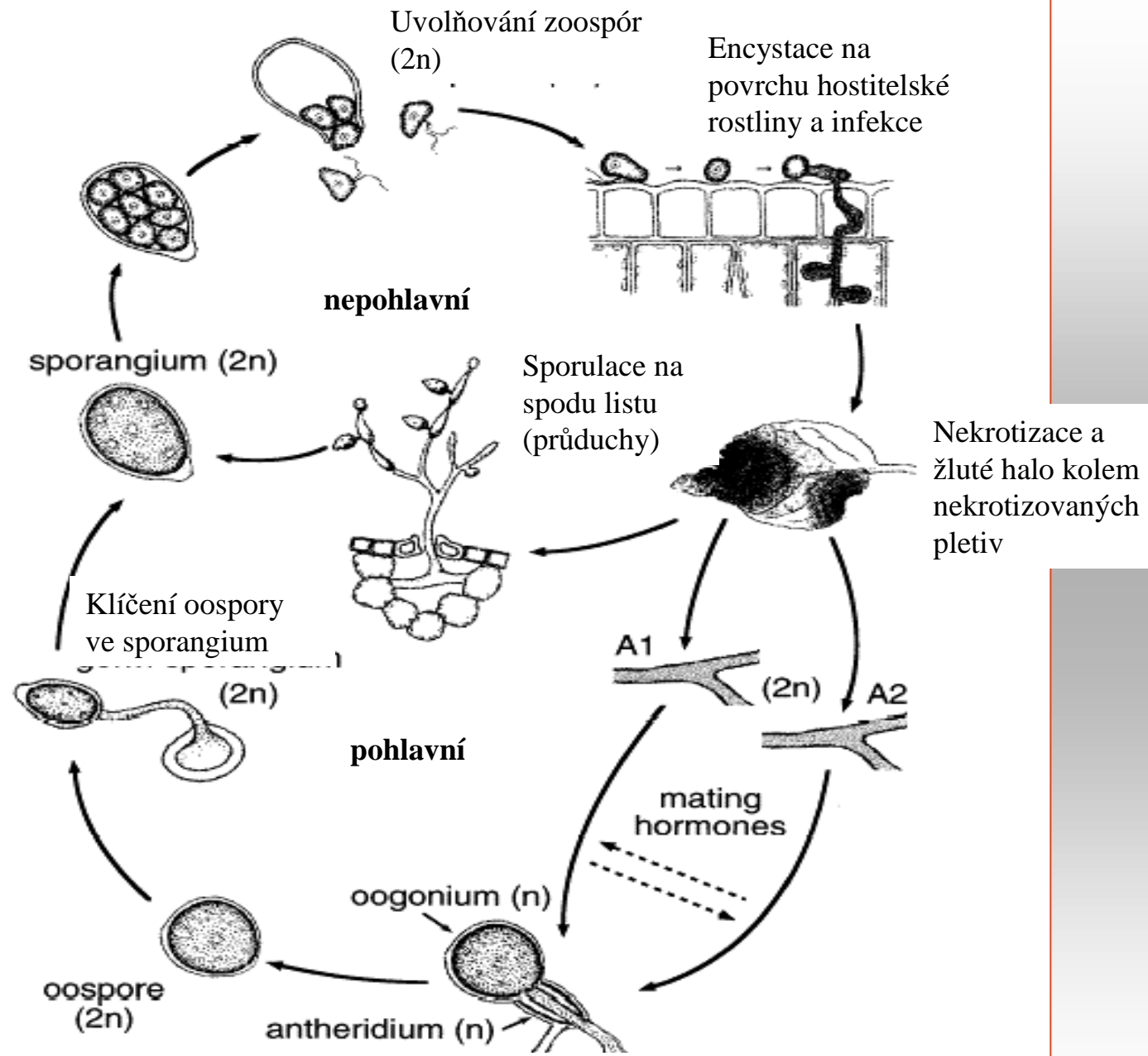
## Pythiaceae – generalizovaný životní cyklus

- Nepohlavní rozmnožování: sporangia se zoospórami (primární a sekundární)
- Sporangia vyrůstají na diferenciované hyfě
- Pohlavní rozmnožování – oogamie (oogonium a antheridium), každé oogonium obsahuje jednu oosféru
- Oospóra klíčí ve formě sporangia (zoospóry)
- většina druhů jsou homothalické až na *Phytophthora infestans*
- Formace oospóry bývá ovlivněna nesespecifickými stimuly jako jsou například metabolity ostatních půdních hub (*Trichoderma* spp.)
- Mají tzv. relativní sexualitu tj. v během jednoho párování se izolát chová jako samčí a během jiného párování jako samičí



**Pythiales: *Phytophthora infestans***





*Phytophthora infestans* – životní cyklus

# Peronosporales

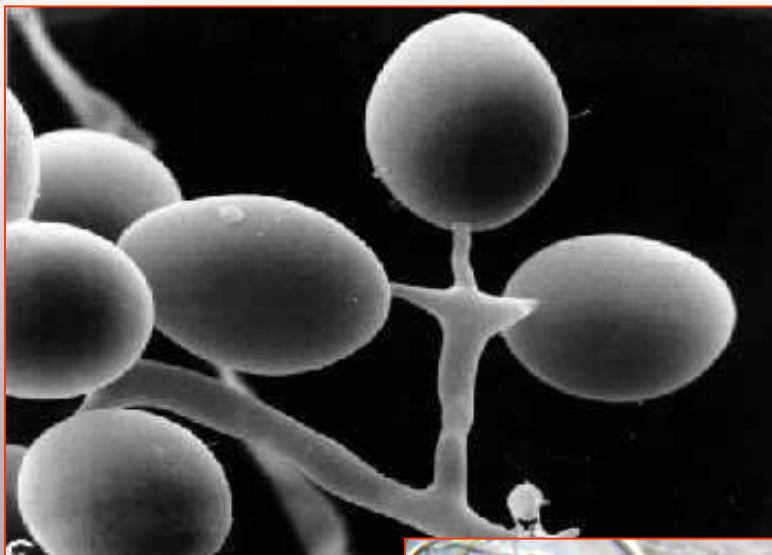
- Obligátní biotrófní patogeni vyšších rostlin

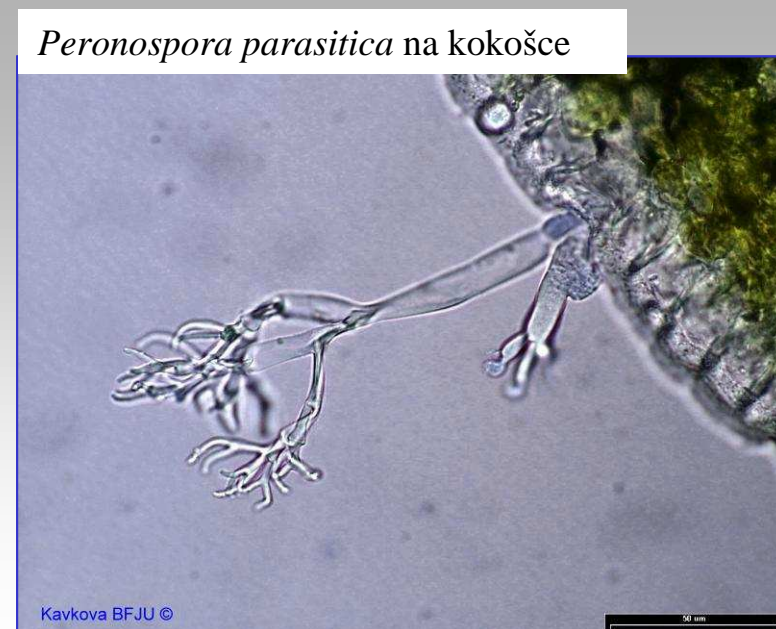
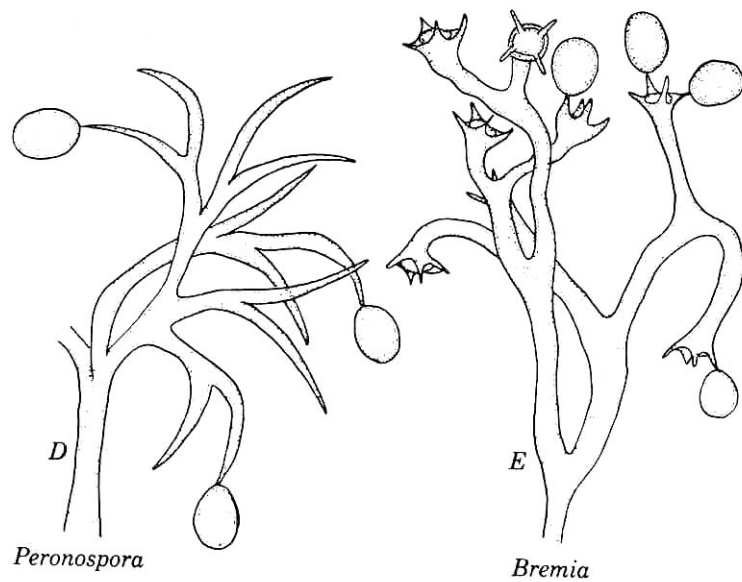
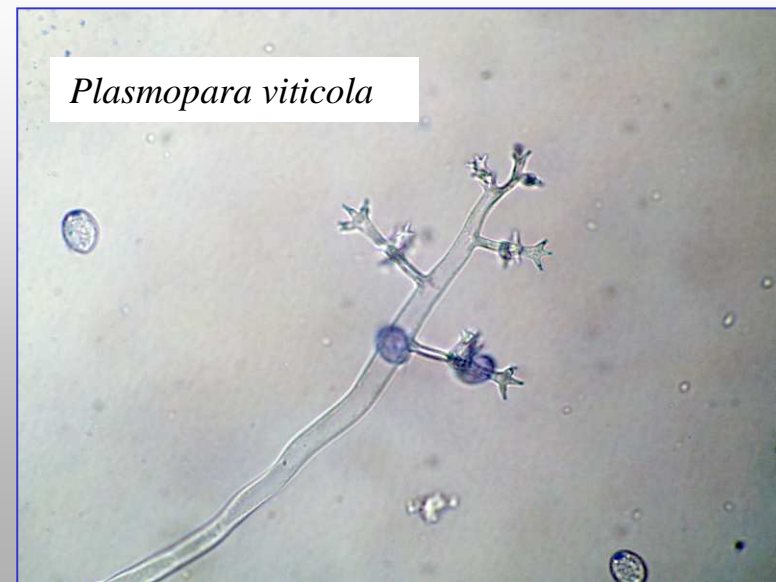
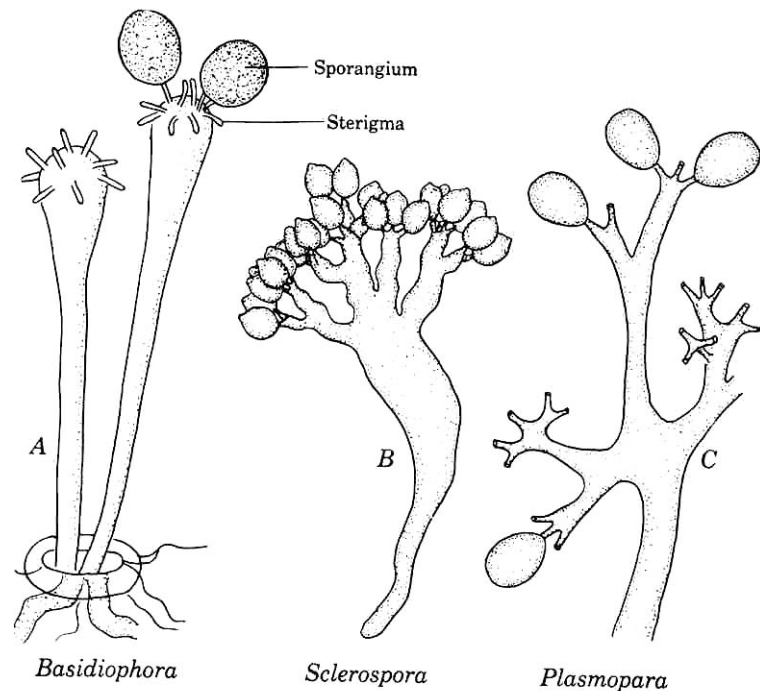
Čeď: Peronosporaceae

Čeď: Albuginaceae

- Determinace je založena na větvení sporangiofóru a tvaru a velikosti sporangií
- Mycelium je intercelulární, coenocytické a do buněk hostitele zapouští haustoria
- Nepohlavní rozmnožování: Sporangiofóry a sporangia se zoospórami nebo sporangiosporami na spodu listu (z průduchů, hydatod)
- Pohlavní rozmnožování: anteridia a oogonia - oospóra

**Peronosporales: *Plasmopara viticola* (plíseň réвовá) na vinné révě**





**Figure 23-26** Sporangiohores characteristic of five genera of *Peronosporaceae*. [(A) Redrawn from Cornu, by permission, from the *Lower Fungi-Phycomyces*, by H. M. Fitzpatrick (1930), McGraw-Hill Book Co. (B) Redrawn from Weston (1924). *J. Agr. Res.* 27:771-784.]



## Řád: *Peronosporales*

- sporangiospory ( zoospory ve vyjímečných případech)
- obligátní parazité rostlin, intercelulární mycelium +  
haustorium

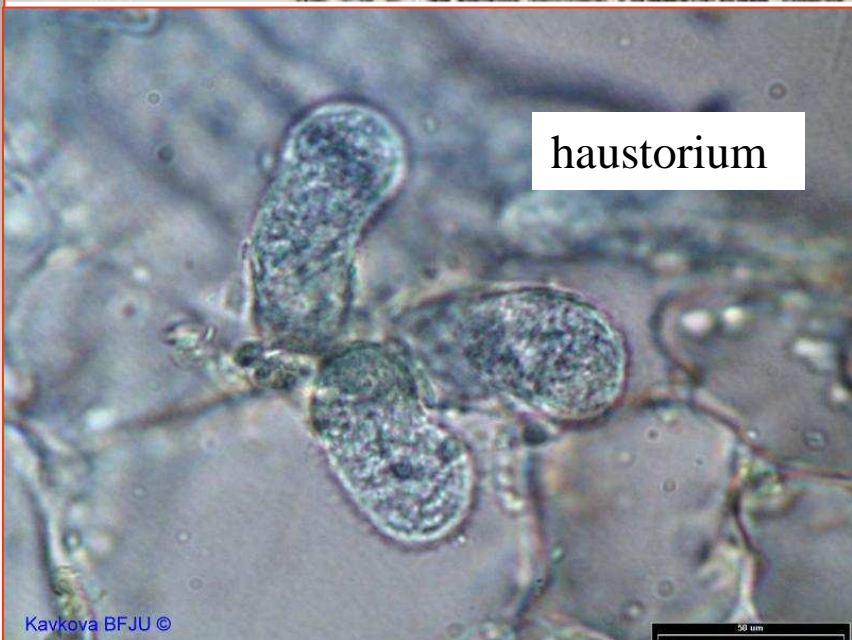
- vazba na hostitelský rod nebo druh
- organotropní (listy, stonek, pupeny, květy)

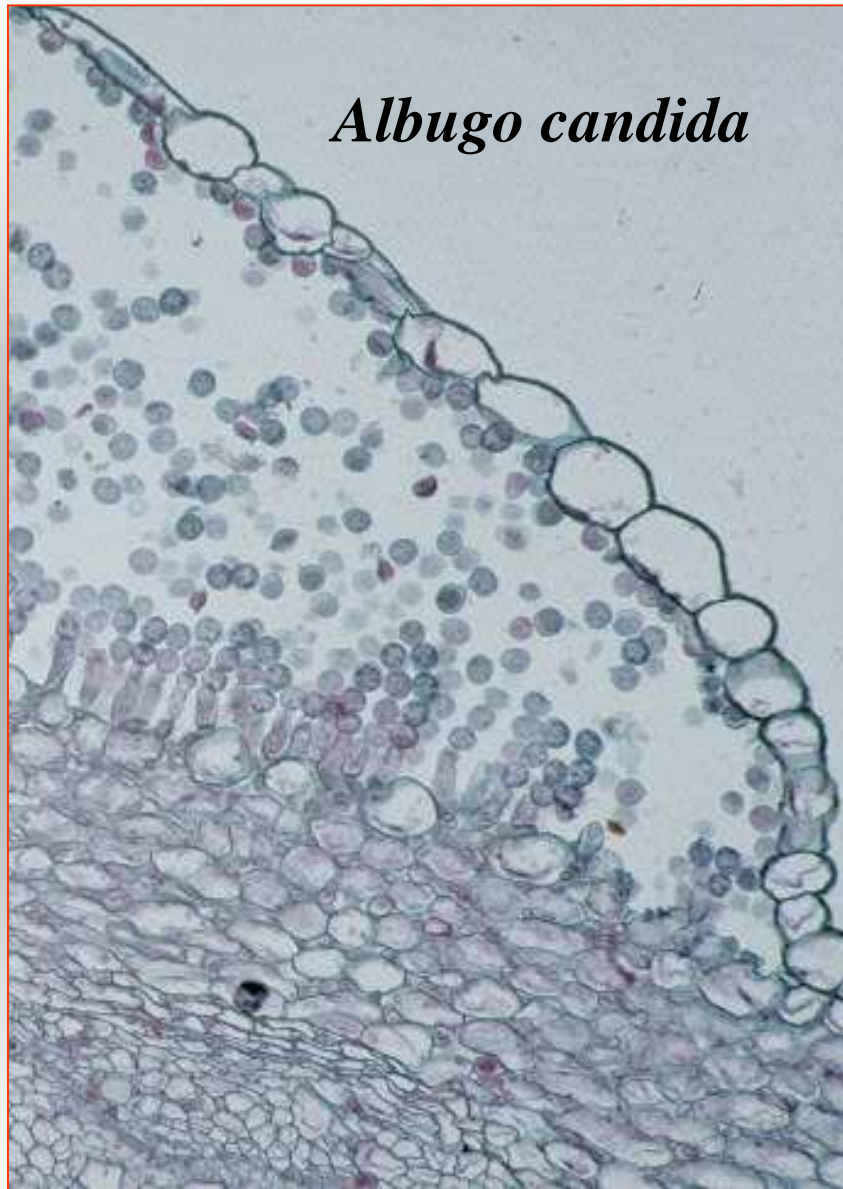
**SYMPTOMY na rostlinách:** - olejovité žloutnoucí skvrny na  
svrchu i spodu listů

- ve skvrnách -přítomnost **sporangioforů** a  
sporangíí na spodu listu (průduchy, hydatody)

- nekrotizace tkání

# Peronosporales





## Č: Albuginaceae

### *Albugo candida*

Intercelulární mycelium tvoří agregáty pod hostitelskou epidermis a na něm vzrůstají palisádovitě uspořádané sporangiofóry se sferickými sporangii uspořádanými v řetízcích

Dozríváním sporangií praskne epidermis a sporangia se dostávají do prostředí, obsahují dvoubíčíkaté zoospóry

Gametangia se tvoří v mezibuněčných prostorech (antheridium a oogonium) a po spojení vzniká mnohojaderná oospóra

Oospóra je odpočivná a dormantní (klíčí až za několik měsíců)

**Zástupci:** *Bremia lactucae* (č: Složnokvěté)

*Peronospora parasitica* (č: Brukvovité)

*Pseudoperonospora cubensis* (č: Cucurbitaceae)

*Plasmopara viticola* (č. Révovité: Réva vinná)

*Albugo candida* (č: Brukvovité)

# Phylum Hyphochytriomycota

- Sladkovodní a mořské houbové organismy
- Saprofyté nebo parazité řas a hub

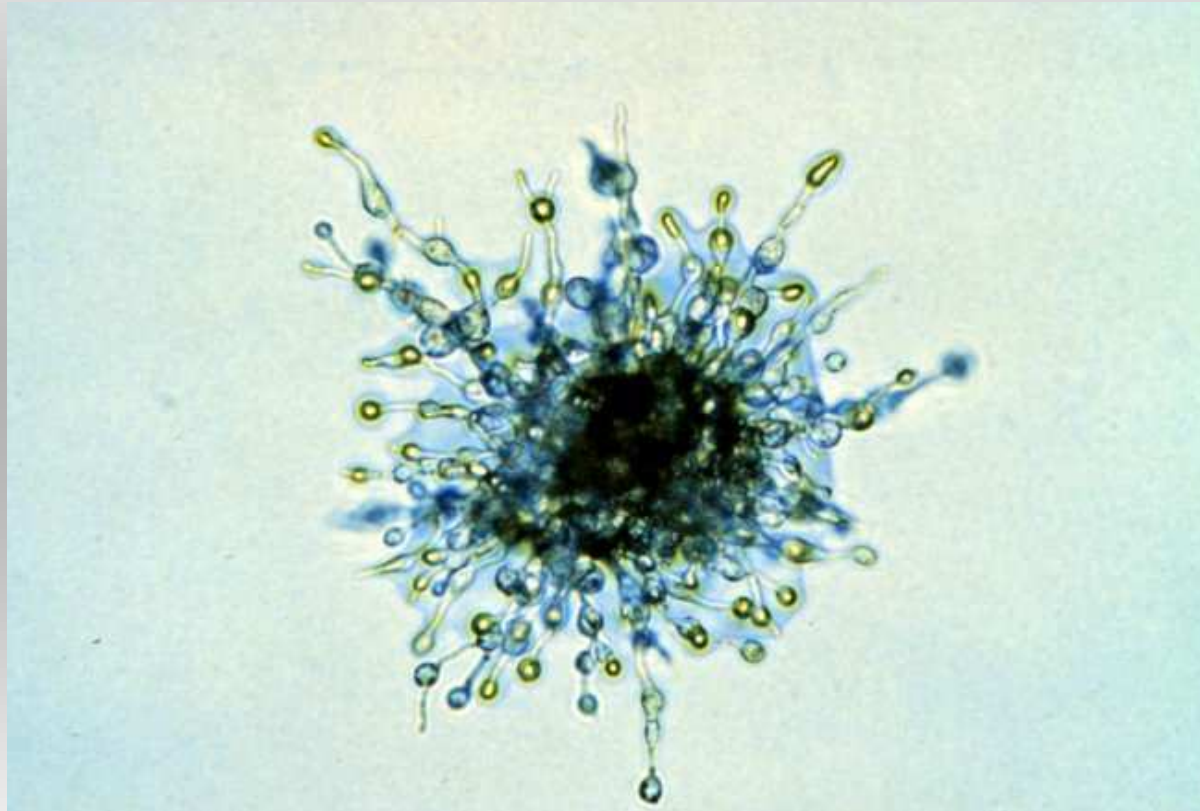
Hyperparazit na oosporách oomycet nebo na spórách vesikulobuskuárních druhů hub

- Vývojově příbuzná skupina k Oomycota

## Charakteristika odd: Hypochytridiomycota

- Buněčná stěna obsahuje celulózu a chitin
- Stélka je podobná zástupcům oddělení Chytridiomycota
  - holokarpická nebo eukarpická (mono- nebo polycentrická)
- Zoospory s jedním anteriorním bičíkem
- Pohlavní rozmnožování je známo u několika málo druhů
- 2 třídy, 6 rodů, 23 druhů

# *Hyphochytrium catenoides*



**Eukarpická polycentrická stélka**

(photo D. J. S. Barr)

# Phylum Labyrinthulomycota

- Mořské hlenky
- Parasitické nebo saprotrofytické
  - Na mořských mlžích a plžích, rostlinách a organickém
  - *Labyrinthula zosterae* způsobuje atrofie na mořské trávě - zákruticha zavitá (*Zostera marina*)





## Charakteristika odd: **Labyrinthulomycota**

- Typická ektoplasmatická slizká síť je produkována sagenogeny (bothrosomes) (specializované organely)
- Thalus je pokryt tenkými šupinkami derivovanými Golgiho aparátem
- Zoospóry jsou dvoubičíkaté s dlouhým ohebným a kratším bičíkem (heterokontní uspořádání)
- Mitochondrie mají tubulární kristy
- Živí se osmotroficky

## Klasifikace odd: Labyrinthulomycota

### Dvě třídy:

- **Labyrinthulaceae**

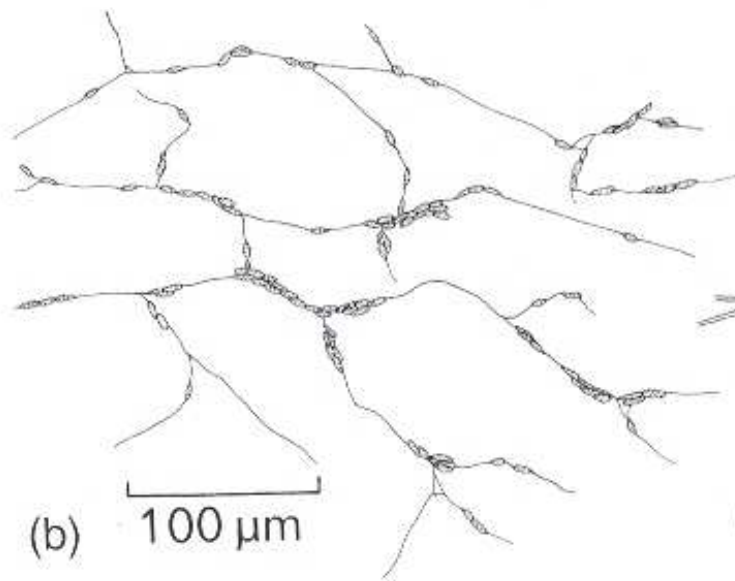
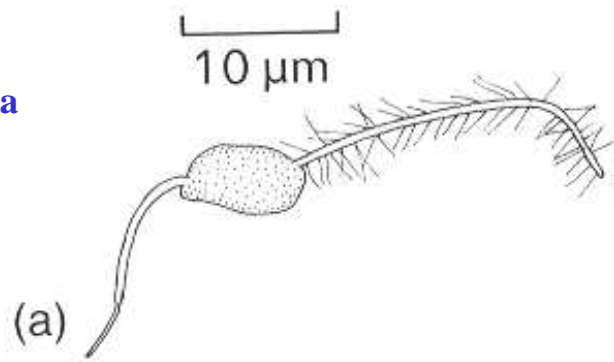
- **Ektoplasmatická síť** obsahuje vřetenovité buňky spojené slizovitými trubičkami. Síť buněk se pohybuje díky kontraktilním aktinovým vláknům.
- Buňky se shlukují do a formují **sporangia**, která obsahují celkový počet **cyst** (v nich probíhá meioza a z každé cysty se uvolňuje 8 zoospór)
- Zoospóry obsahují pigmentové skvrny

### **Thraustochytriaceae**

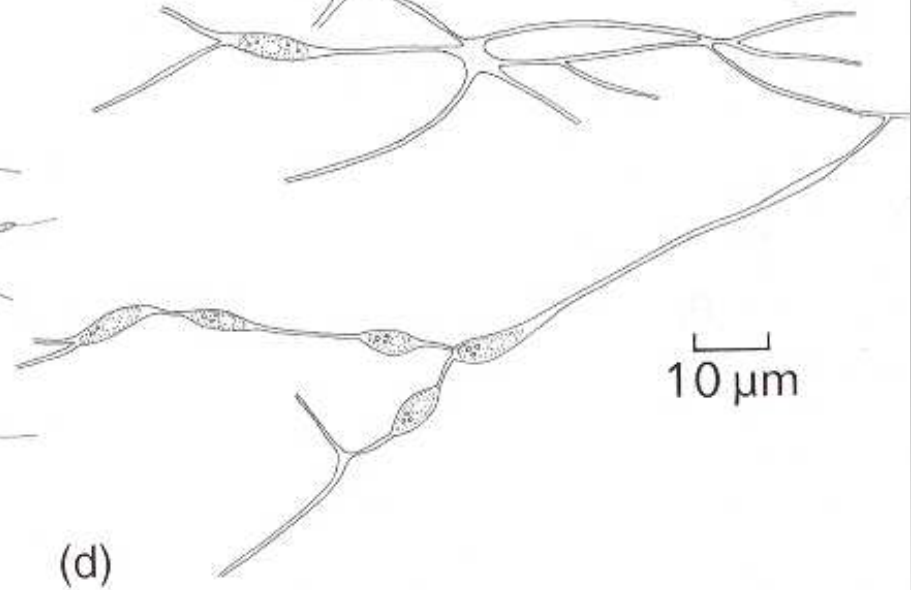
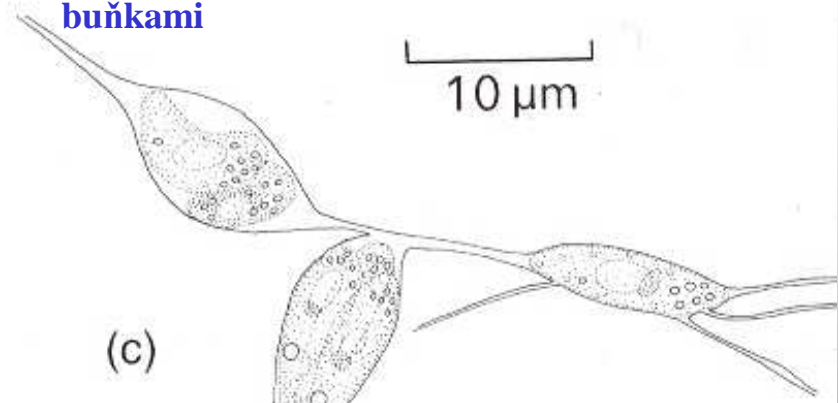
- všudypřítomné mořské organismy na organickém materiálu a vápenatých schránkách mořských živočichů
- Stélka je pokryta šupinami přilepenými (derivovanými GA) a vytváří jemnou ektoplasmatickou síť
- Nepohlavní zoospóry nemají pigmentová zrna a jsou pokryta šupinami a jsou produkovány přímo stélkou
- Pohlavní rozmnožování není známo

# Labyrinthula

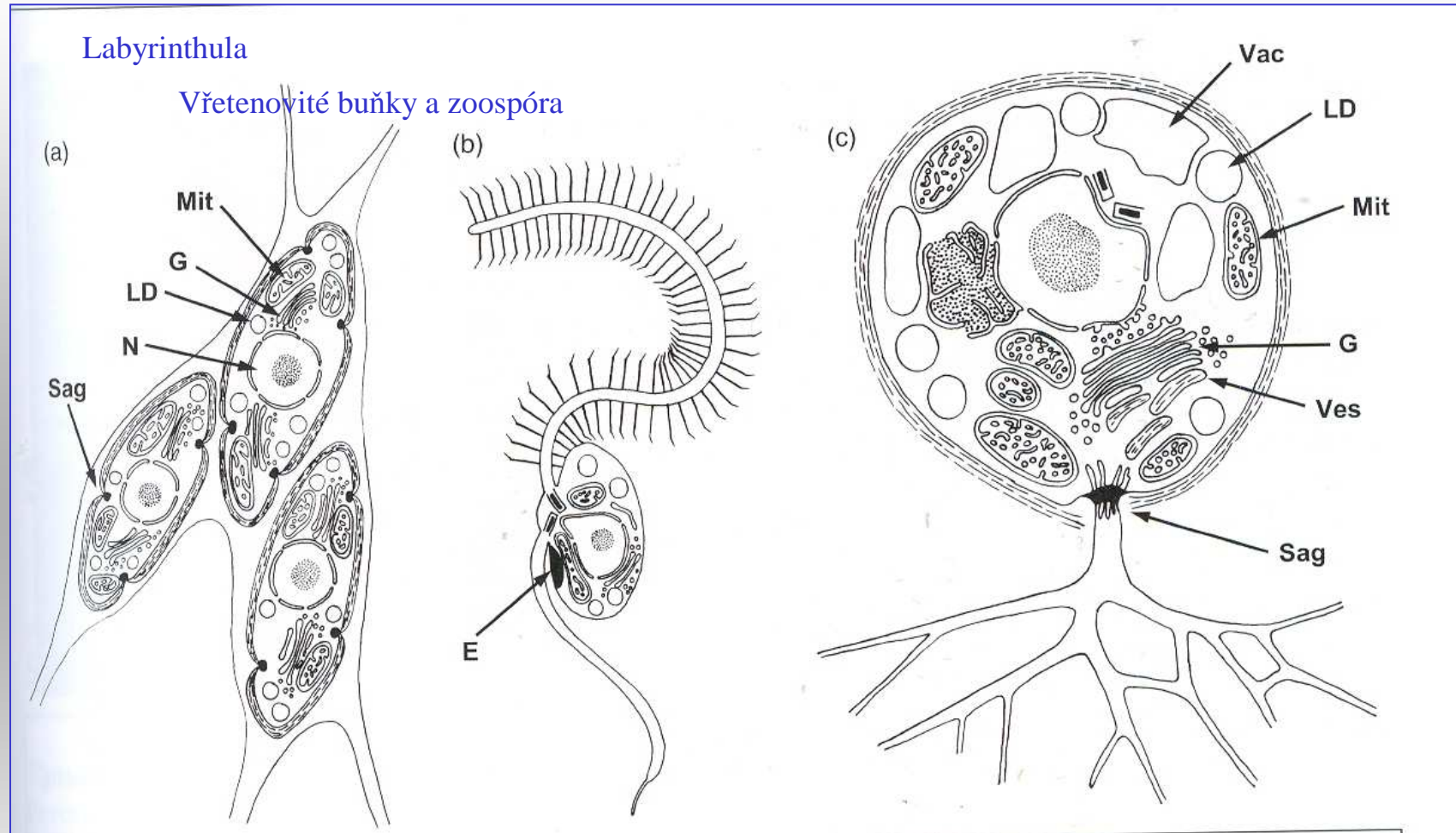
zoospóra



Vřetenovité buňky spojené trubicovitými buňkami



## Traustochytrium – mladé sporangium



Mit – mitochondrie

G – Golgiho aparát

LD- lipidové vesikuly

N – jádro

Sag – sagenogeny (několik)

E-pigmentová skvrna

Vac – vakuola

LD- lipidové vesikuly

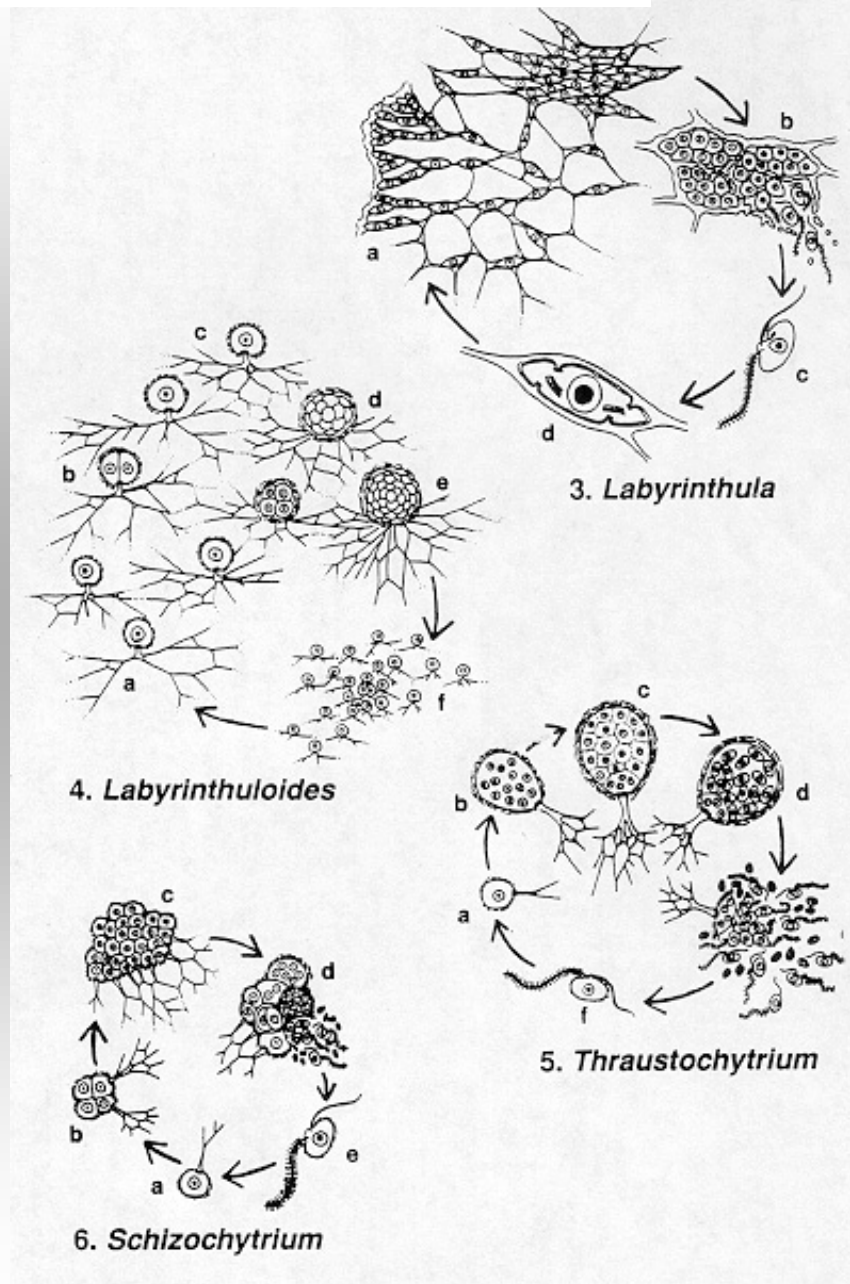
Mit – mitochondrie

G – Golgiho aparát

Ves – vesikuly Golgiho aparátu (derivace šupin)

Sag – jeden sagenogen

# Životní cykly **Labyrinthulomycota**



Zvídavá otázka: Které charakteristiky odlišují Oomycota od ostatních vývojových větví hub?

## Použité zdroje informací:

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

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

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

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

<http://tolweb.org/Fungi>

<http://www.mycolog.com>

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

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