



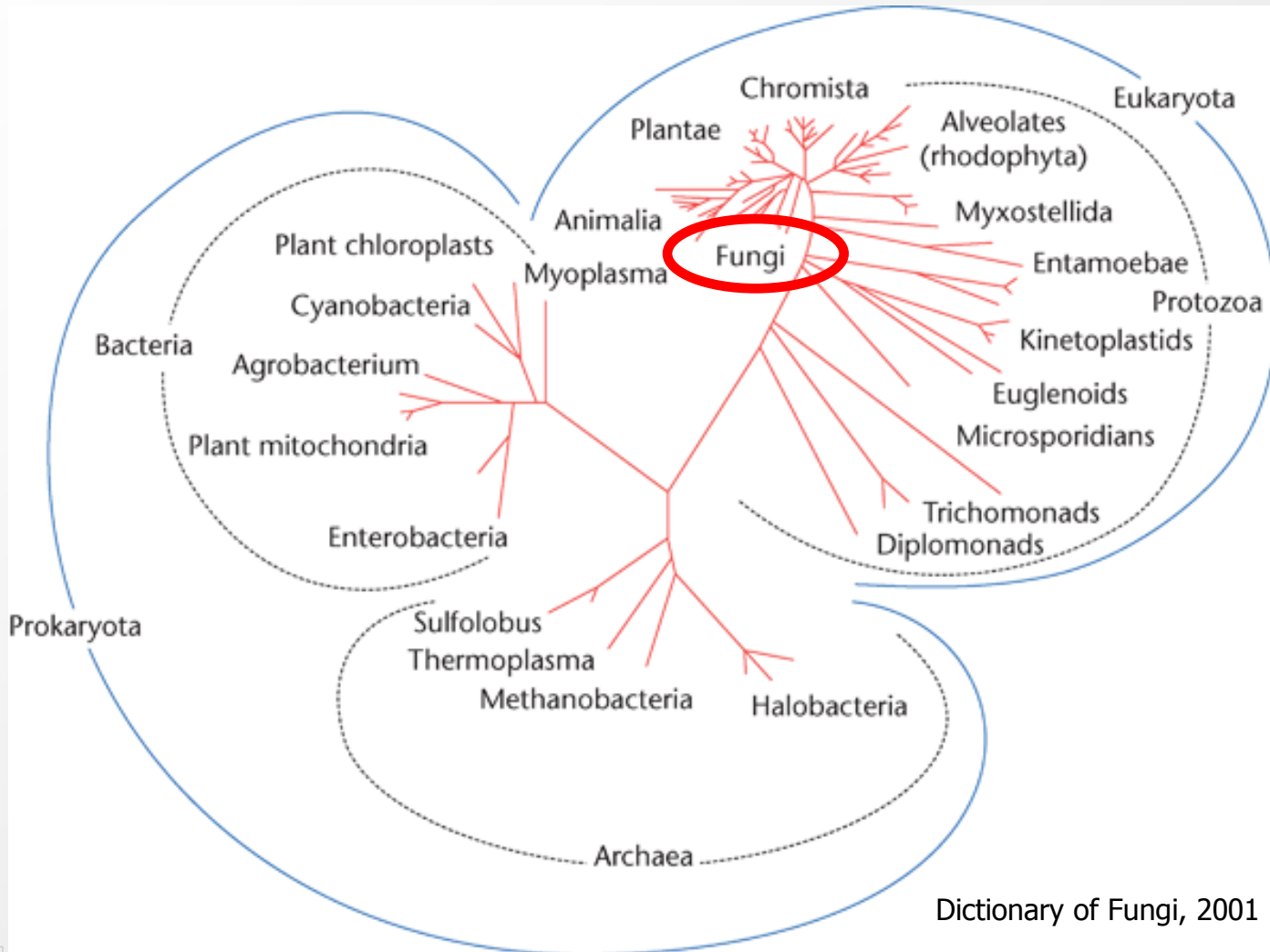
MASARYKOVA UNIVERZITA

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
ÚSTAV EXPERIMENTÁLNÍ BIOLOGIE

Mikroskopické houby (Bi6620) *Zygomycota*

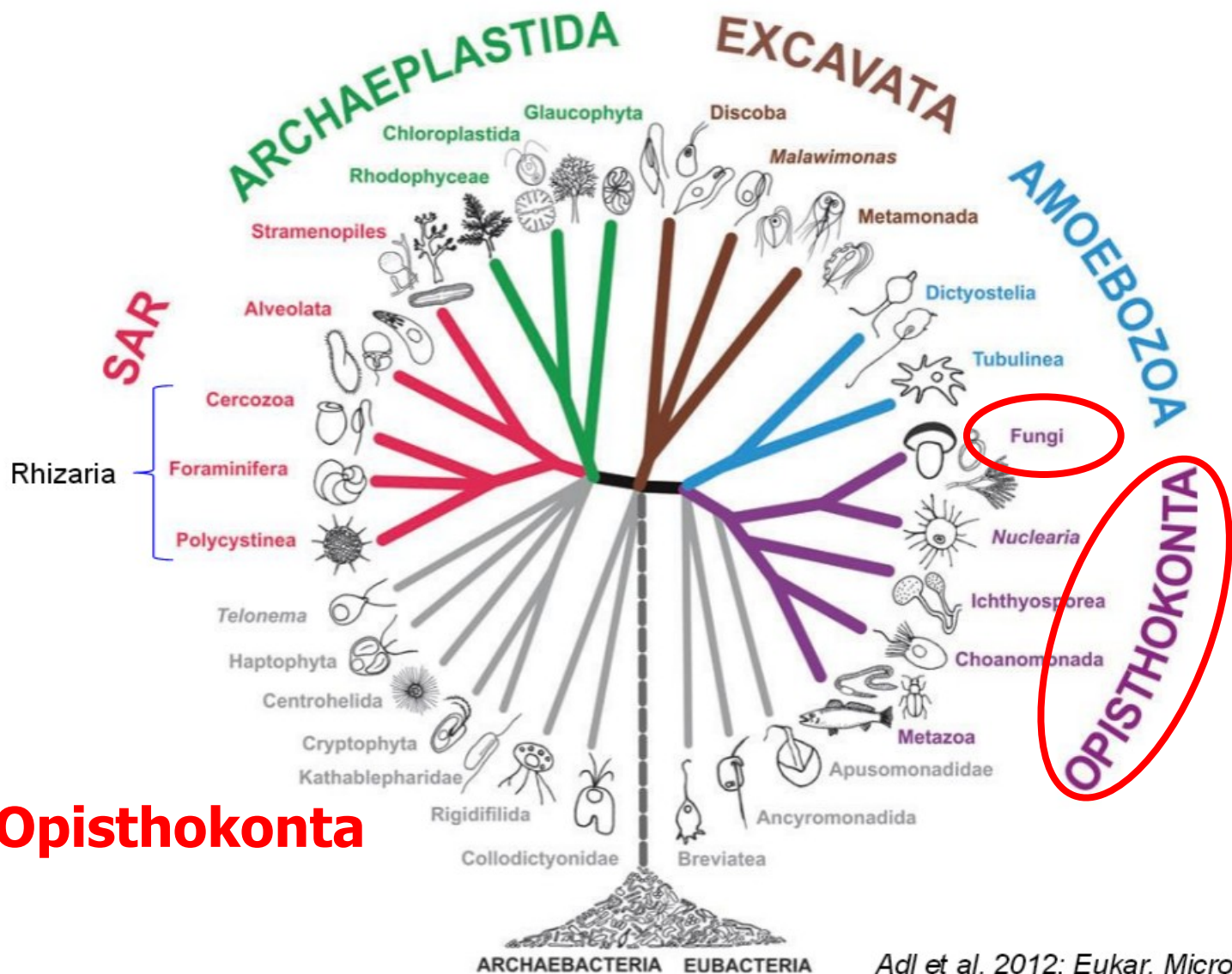


System hub - říše Fungi



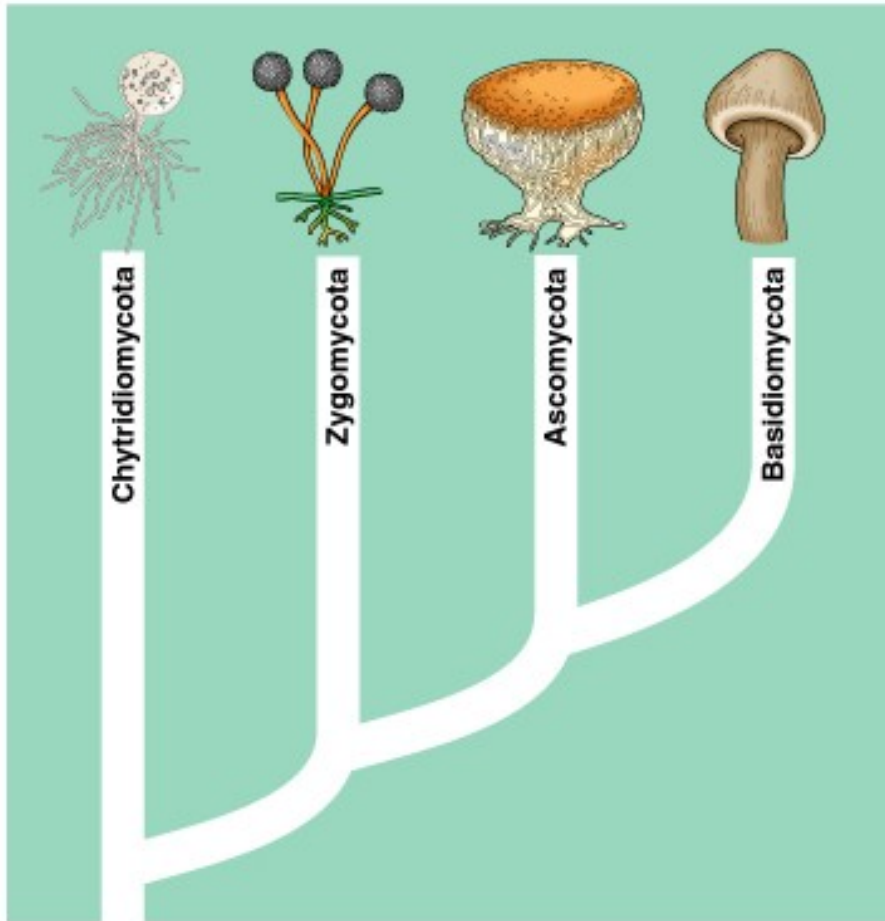
Dictionary of Fungi, 2001

System hub – říše Fungi



Fungi → Opisthokonta

System hub – říše Fungi



© 1999 Addison Wesley Longman, Inc.

Říše: ***OPISTHOKONTA (FUNGI)***

Oddělení: ***Microsporidiomycota***

Oddělení: ***Chytridiomycota***

Oddělení: ***Neocallimastigomycota***

Oddělení: ***Blastocladiomycota***

Oddělení: ***„Zygomycota“***

Pododdělení: ***Mucoromycotina***

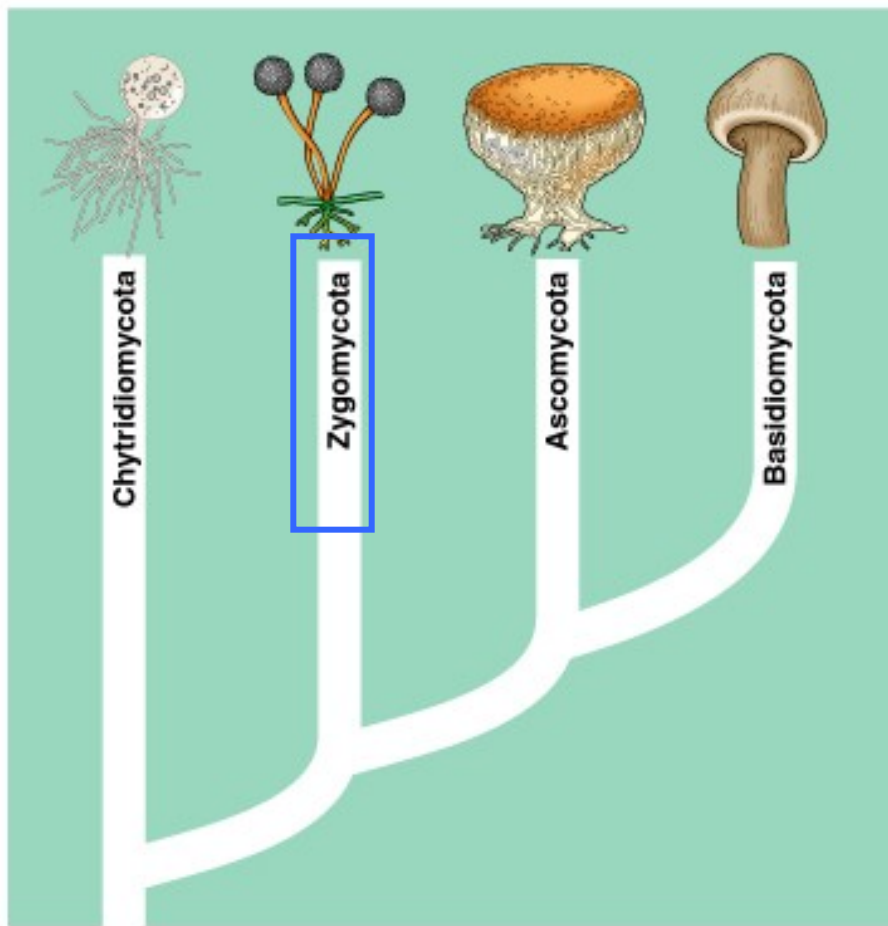
Pododdělení: ***Entomophthoromycotina***

Pododdělení: ***Zoopagomycotina***

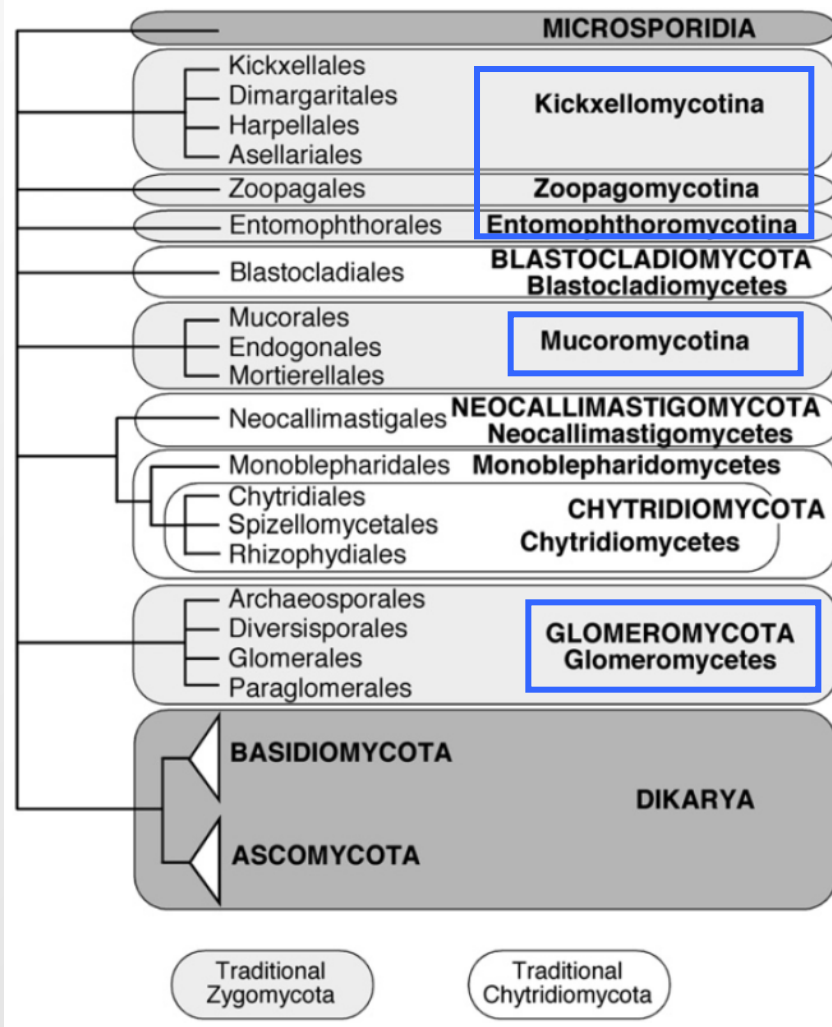
Pododdělení: ***Kickxellomycotina***

Oddělení: ***Glomeromycota***

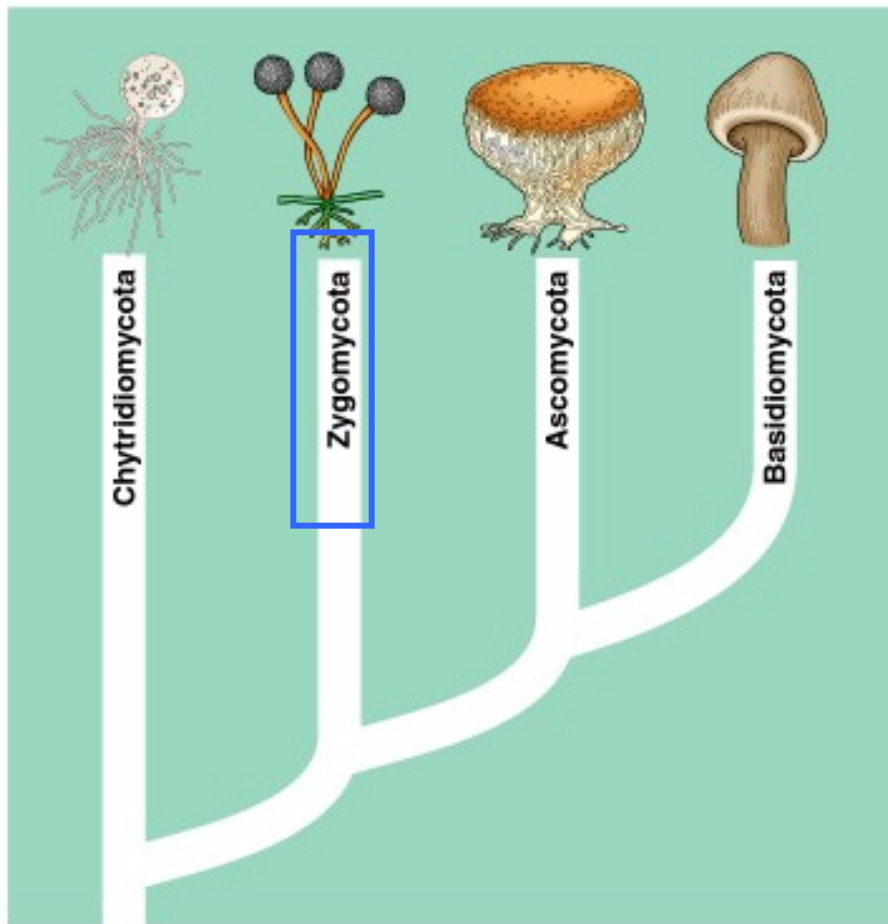
System hub – říše Fungi



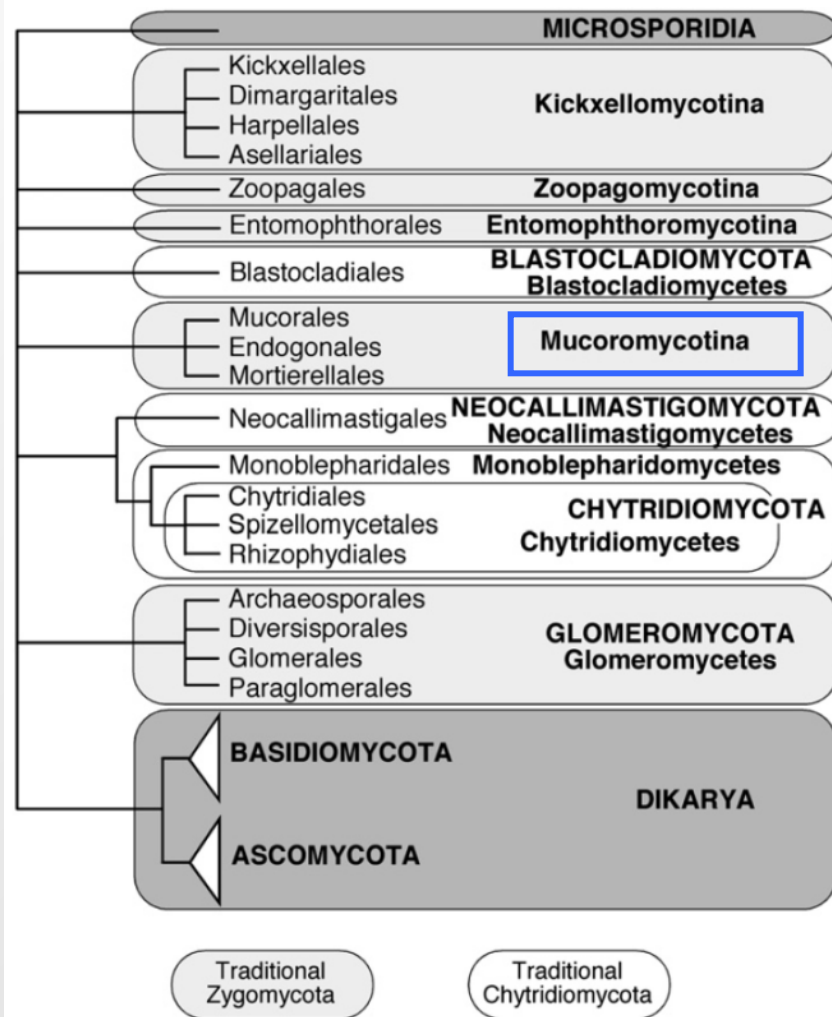
© 1999 Addison Wesley Longman, Inc.



System hub – říše Fungi



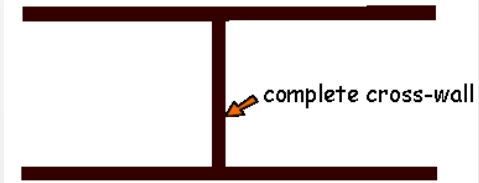
© 1999 Addison Wesley Longman, Inc.



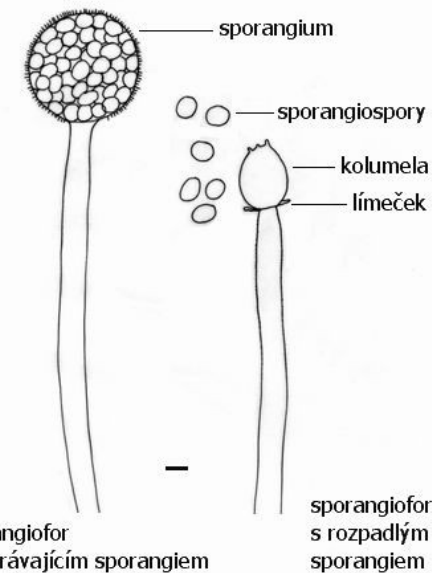
Opisthokonta

Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina

- ❑ mnohojaderné neseptované mycelium, přehrádky pro oddělení rozmnožovacích struktur
- ❑ buněčná stěna tvořená chitinem
- ❑ nepohlavní rozmnožování pomocí **sporangiospor** uvnitř **sporangii** nesených **sporangiofory**
- ❑ u řady zástupců přítomnost **kolumely** (sterilní sloupeček) případně s **apofýzou**
- ❑ sporangium se otvírá rozpadem stěny, na bázi zůstává tzv. **límeček**
- ❑ vývojově odvozenější druhy – redukce počtu spor

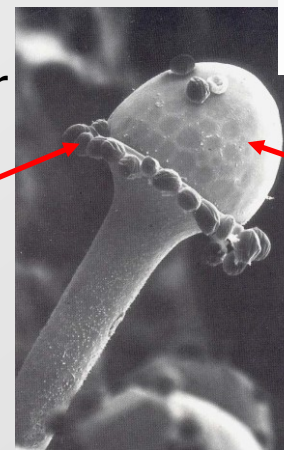


Mucor plumbeus



límeček

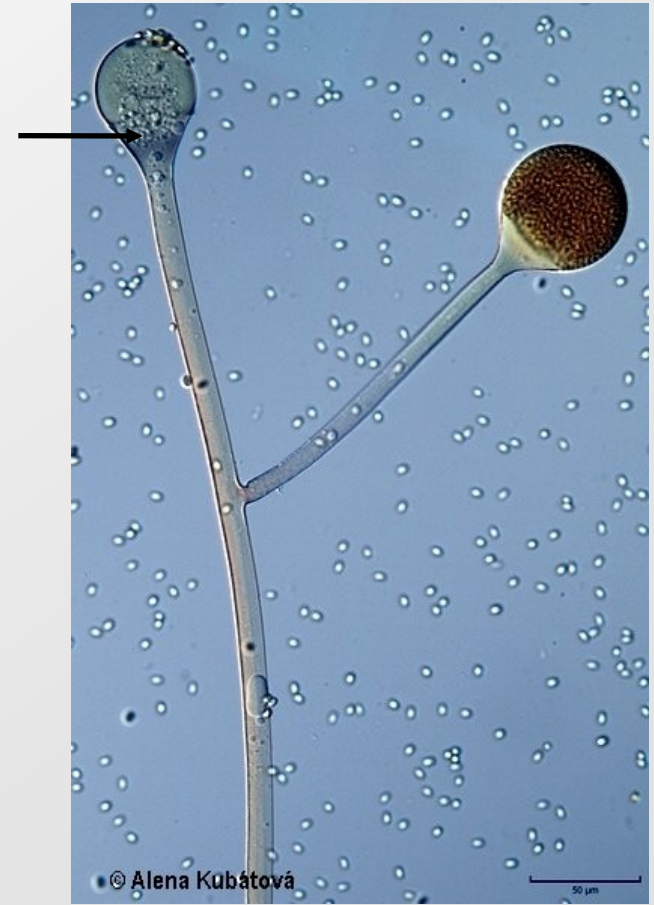
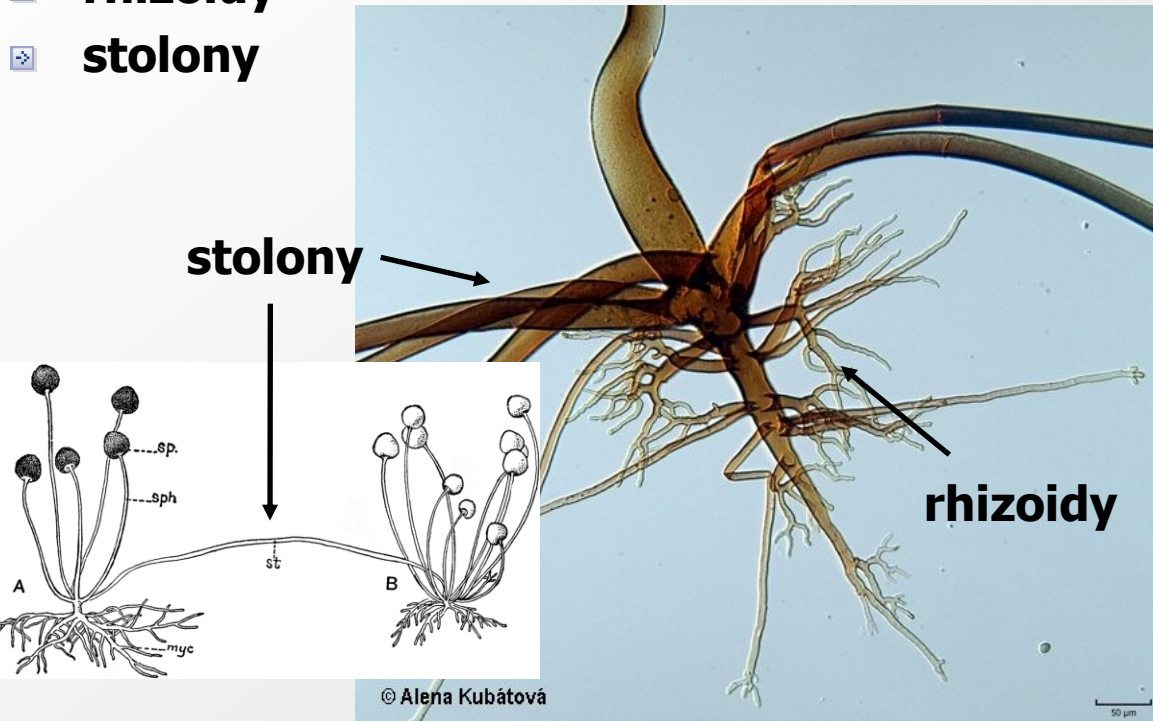
kolumela



Opisthokonta

Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina

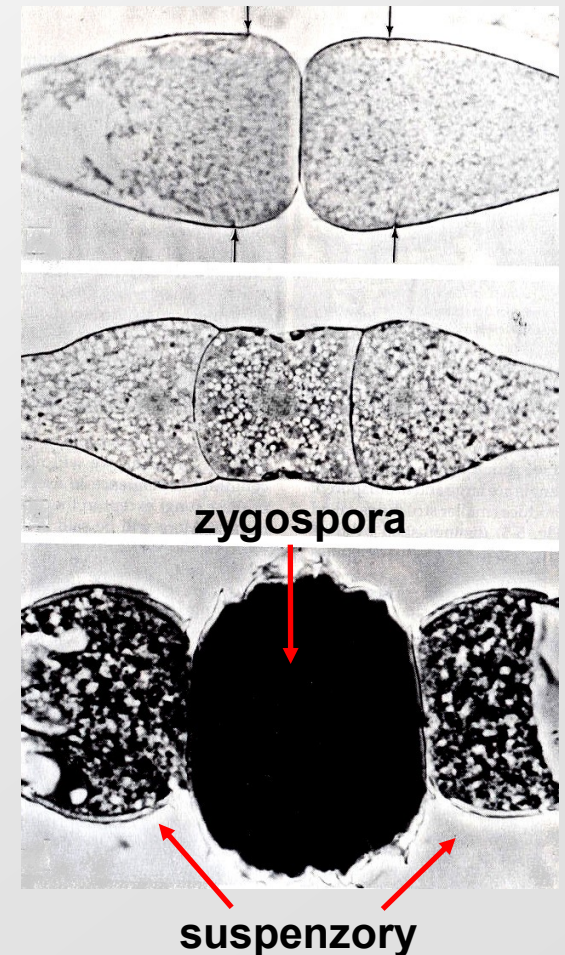
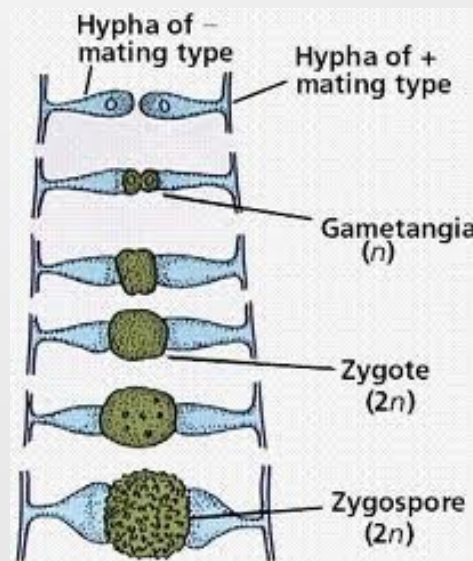
- ☒ **apofýza** - rozšířená část sporangioforu přímo pod sporangiem
- ☒ **rhizoidy**
- ☒ **stolony**



Opisthokonta

Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina

- ☞ pohlavní proces – **gametangiogamie** – vzniká **zygospora**
- ☞ **homotalické** druhy – gametangia vznikají i na stejném myceliu
- ☞ **heterotalické** druhy – gametangia vznikají na pohlavně odlišných myceliích (+ a –)

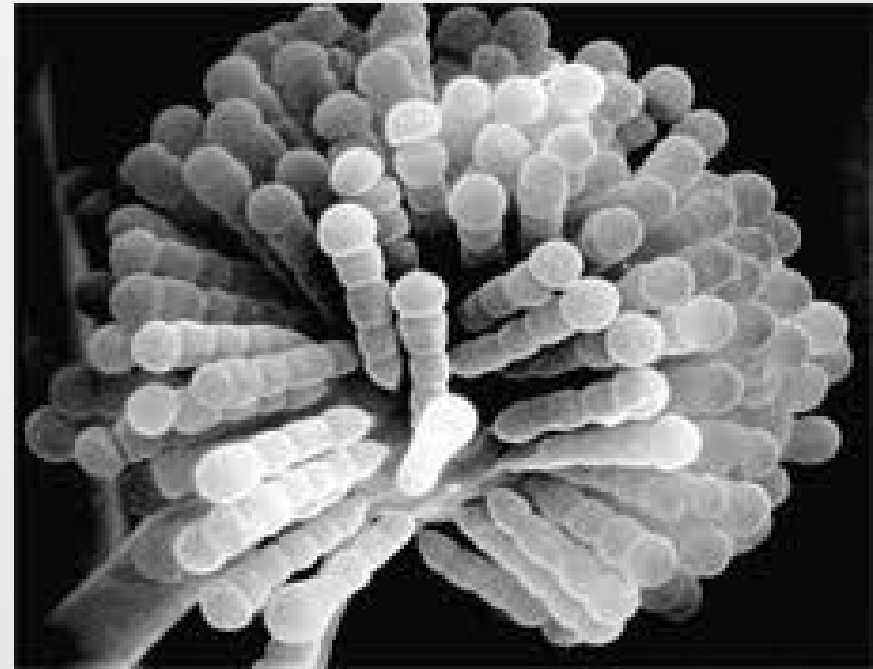


Opisthokonta

Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina

Syncephalastrum

- **merosporangia** (spory seskupeny do řady) na sporogenních hlavičkách



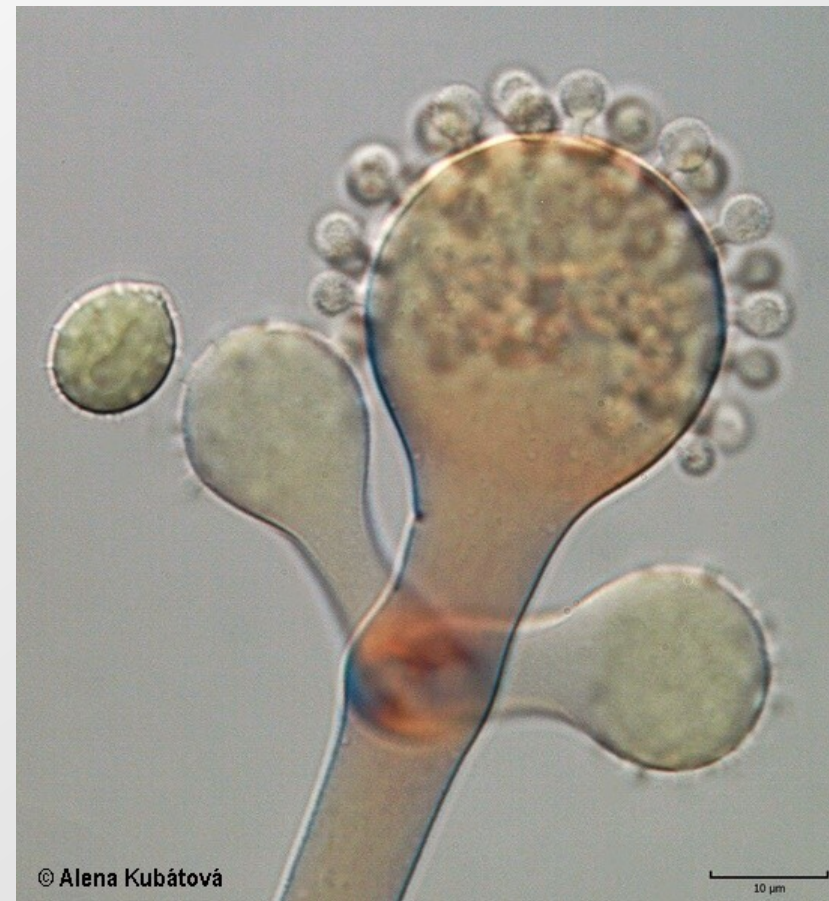
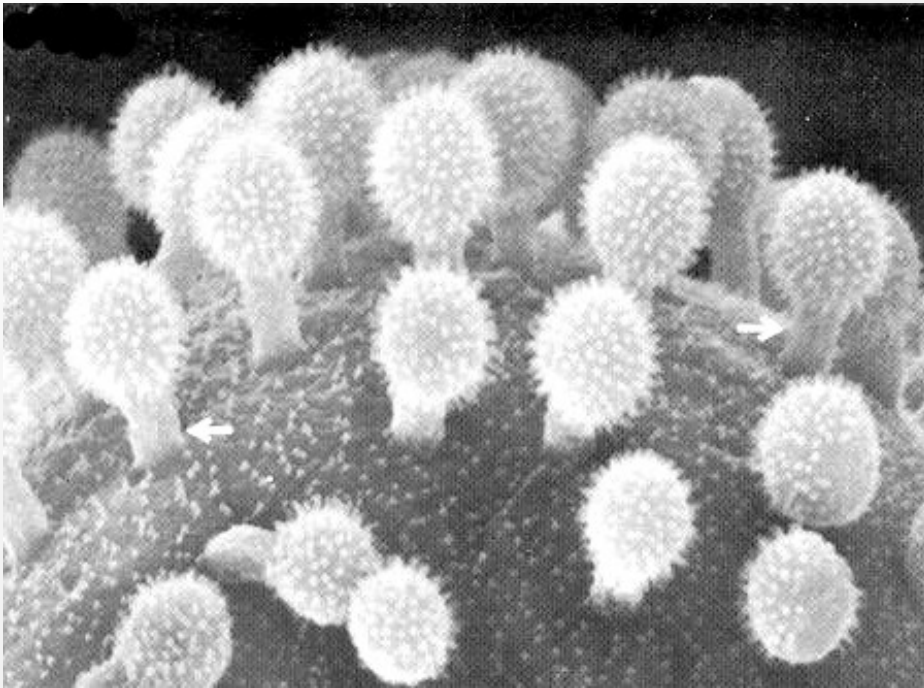
<http://tolweb.org/Zygomycota>

Opisthokonta

Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina

Cunninghamella

- **sporangiole** - sporangia jednosporová

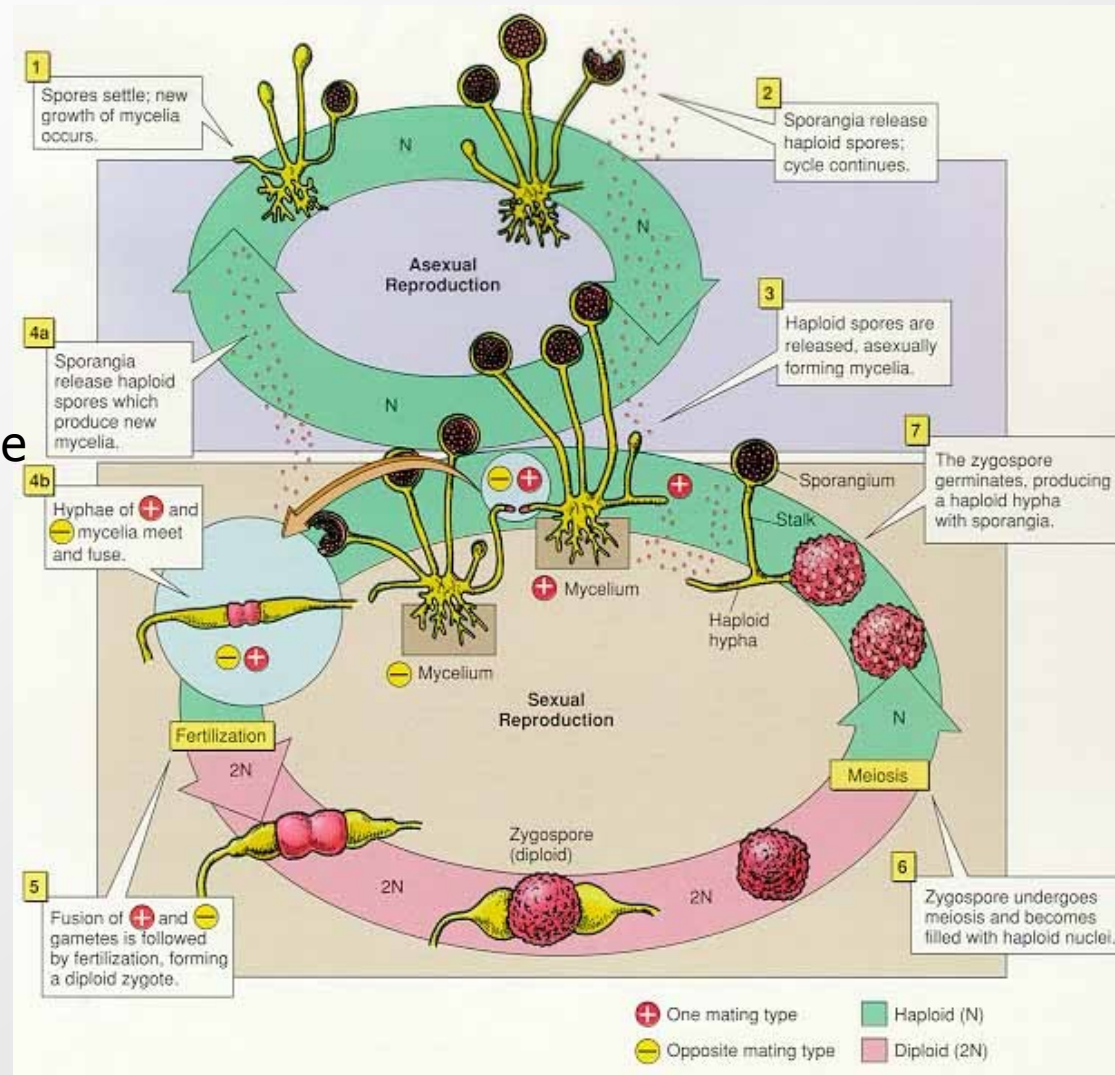


Životní cykly

Zygomycota

Haplobiotický

s převahou haploidní generace - vegetativní stélka je haploidní, zygota je jedinou diploidní buňkou, při jejím klíčení proběhne meioza a vyroste nová haploidní stélka



Opisthokonta

Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina

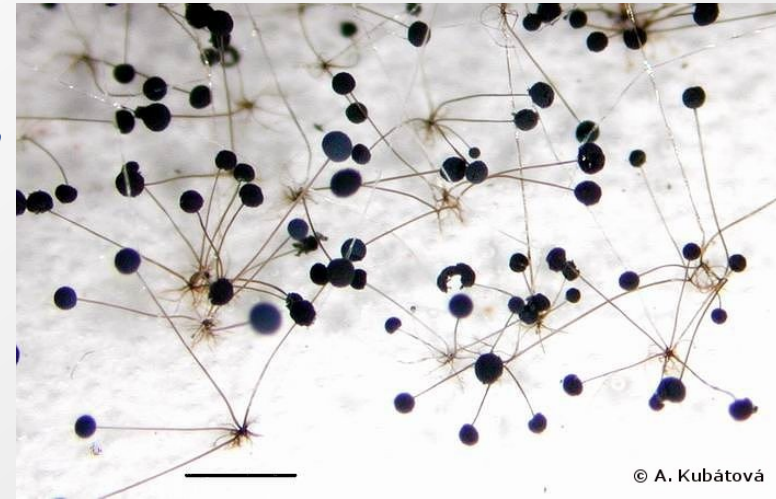
- rychlí růst mycelia
- řada druhů produkuje pro člověka významné sloučeniny

Rhizopus stolonifer – kyselina fumarová

R. oryzae – výroba alkoholu

Rhizopus (některé druhy) – kyselina mléčná

Rhizopus nebo *Mucor* – sojová omáčka, tempeh



Opisthokonta

Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina

- ▣ půdní saprofyté, parazité na rostlinách, houbách i živočiších (včetně člověka)



otomykóza



Spinellus fusiger <http://tolweb.org/Zygomycota>

Choanephora cucurbitarum

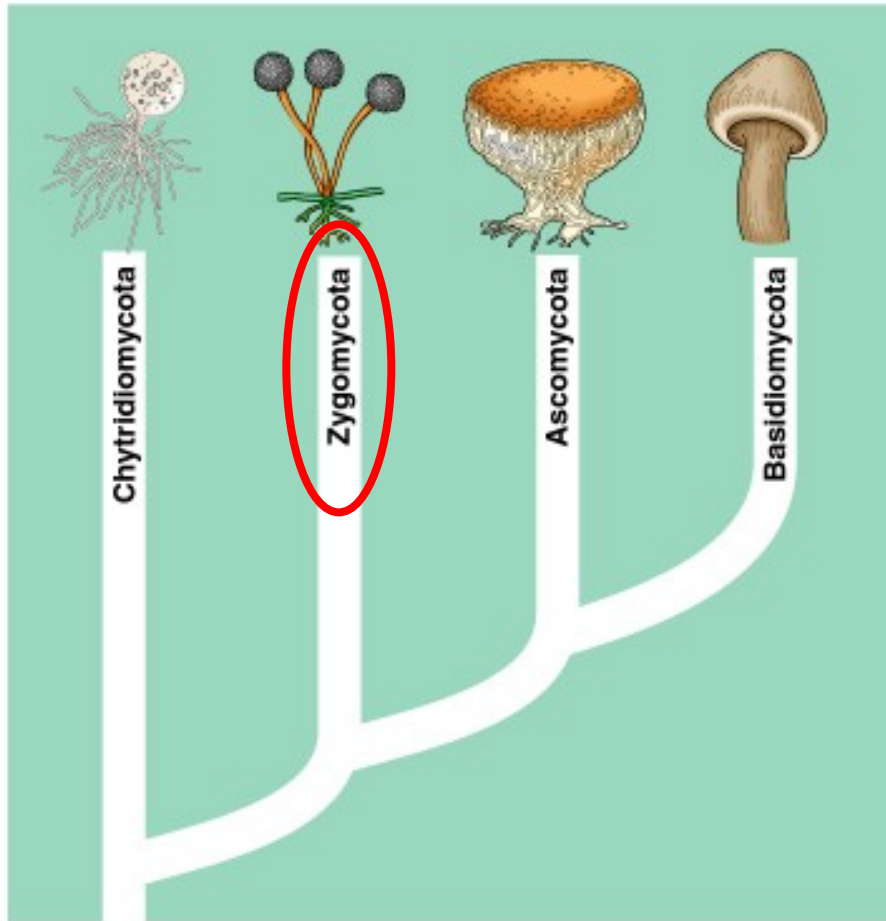


Kultivační média vhodná pro identifikaci zygomycetů

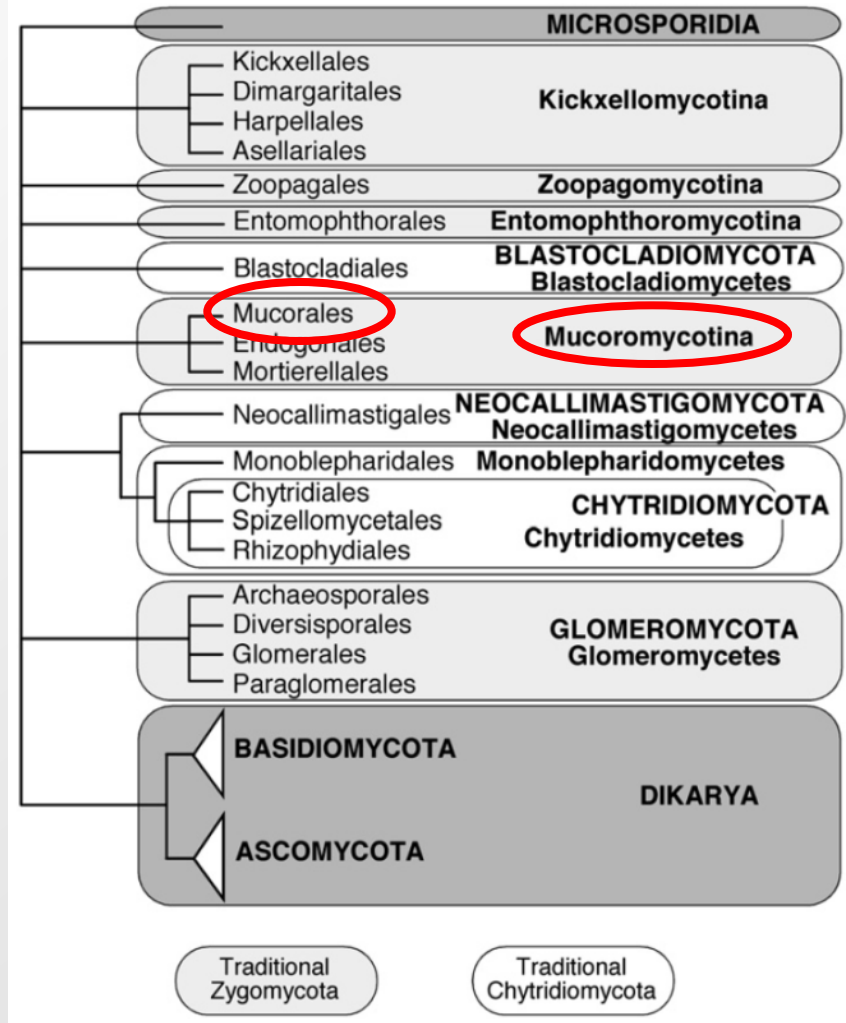
- ❏ sladinový agar (SL)
- ❏ agar s maltextraktem (MEA)
- ❏ bramborodextrózový agar (PDA)
- ❏ Sabouraudův agar (SAB) a podobná média s obsahem peptonu, kvasničného extraktu nebo maltextraktu
- ❏ kultivační podmínky: při 25 °C a 37 °C po dobu 3-7 dní (případně déle). Některé druhy je vhodné kultivovat i při 45 °C nebo 50 °C.
- ❏ zygospory se tvoří obvykle při 20 °C



System hub – říše Fungi



© 1999 Addison Wesley Longman, Inc.



Hibbett & al. (2007)

Opisthokonta

Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina, Mucorales

- ▶ půdní saprofyté, parazité na rostlinách, houbách i živočiších (včetně člověka)
- ▶ klinicky významné rody *Rhizopus*, *Mucor*, *Rhizomucor*, *Mycocladius*, *Cunninghamella*, *Syncephalastrum*

Spinellus fusiger

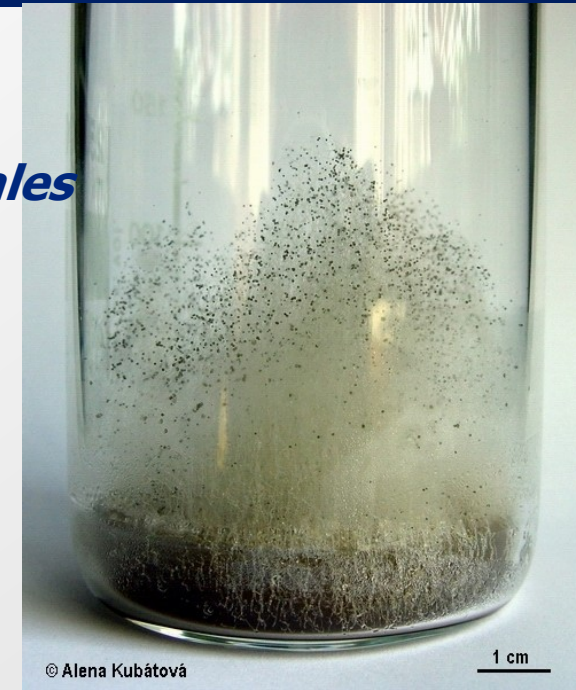


Opisthokonta

Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina, Mucorales

Mucor

- sporangiofory větvené nebo nevětvené
- mnohosporová sporangia s kolumelou bez apofýzy
- půdní saprofyté
- *M. mucedo* - kopofilní a na tlejícím organickém substrátu
- *M. circinelloides*, *M. indicus*, *M. ramosissimus* a *M. amphibiorum* – klinické druhy

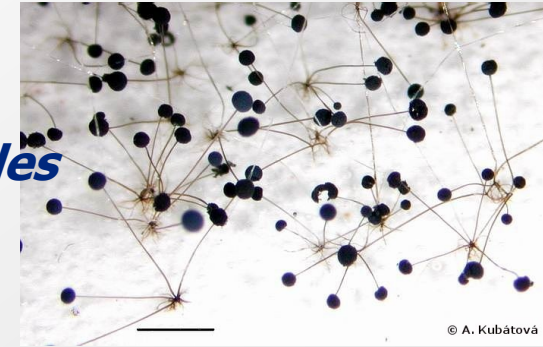


kolumela



Opisthokonta

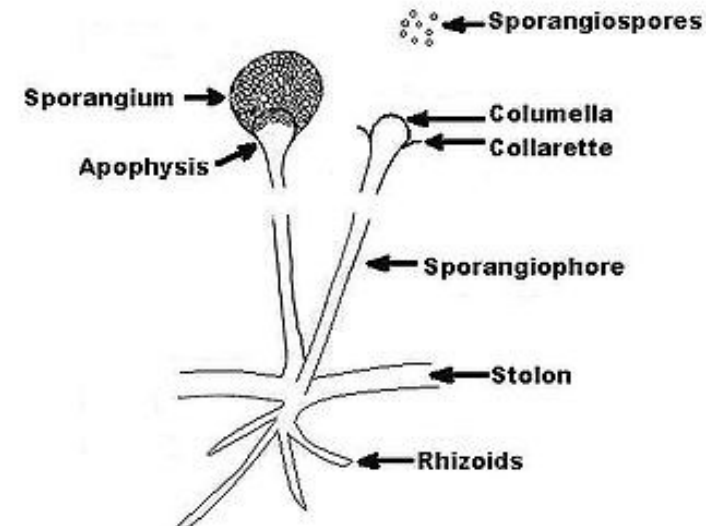
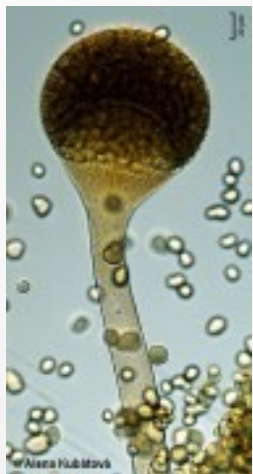
Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina, Mucorales



© A. Kubátová

Rhizopus

- stolony, svazečky sporangioforů většinou nevětvené, rhizoidy, sporangia s apofýzou
- osídluje substráty obsahující cukr (zkvašuje cukry)
- *R. stolonifer* - hniloba skladovaného ovoce



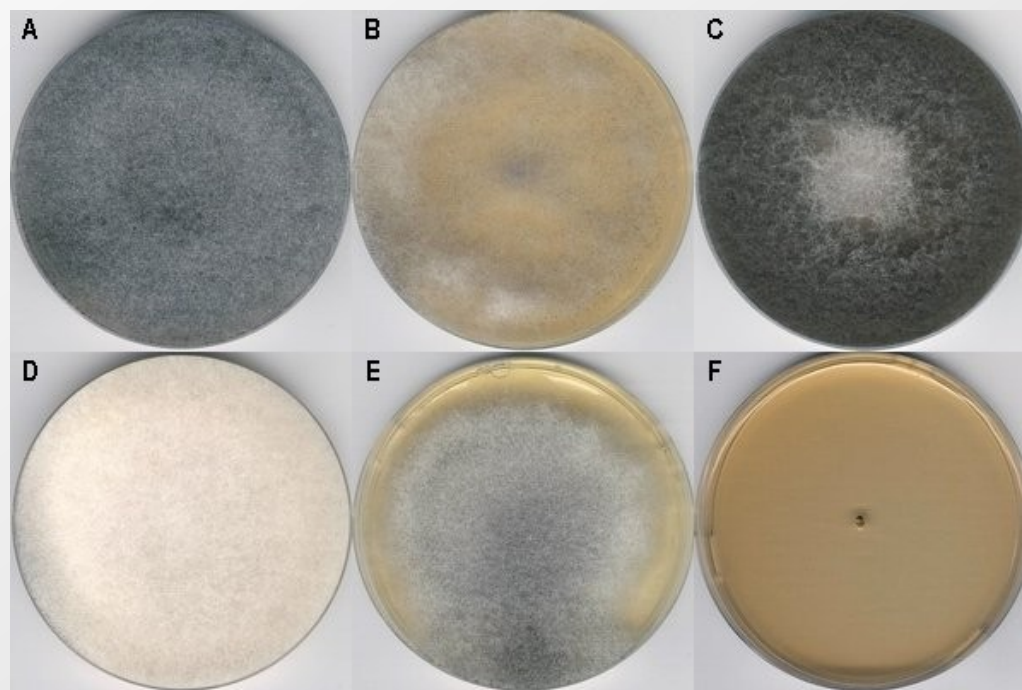
<http://botany.natur.cuni.cz/en/taxonomy/term/121>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Rhizopus>

Rhizopus microsporus

Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina, Mucorales, Mucoraceae, Rhizopus

- ☒ klinicky významný druh
- ☒ kolonie světle hnědé až šedé
- ☒ výška 10 mm
- ☒ termofilní, max. 50 – 52°C
- ☒ heterothalický druh



©Alena Kubátová

A: SL4, 4 dny, 25 °C,

B: MEA, 4 dny, 25 °C,

C: SL4, 4 dny, 37 °C,

D: SAB, 4 dny, 25 °C,

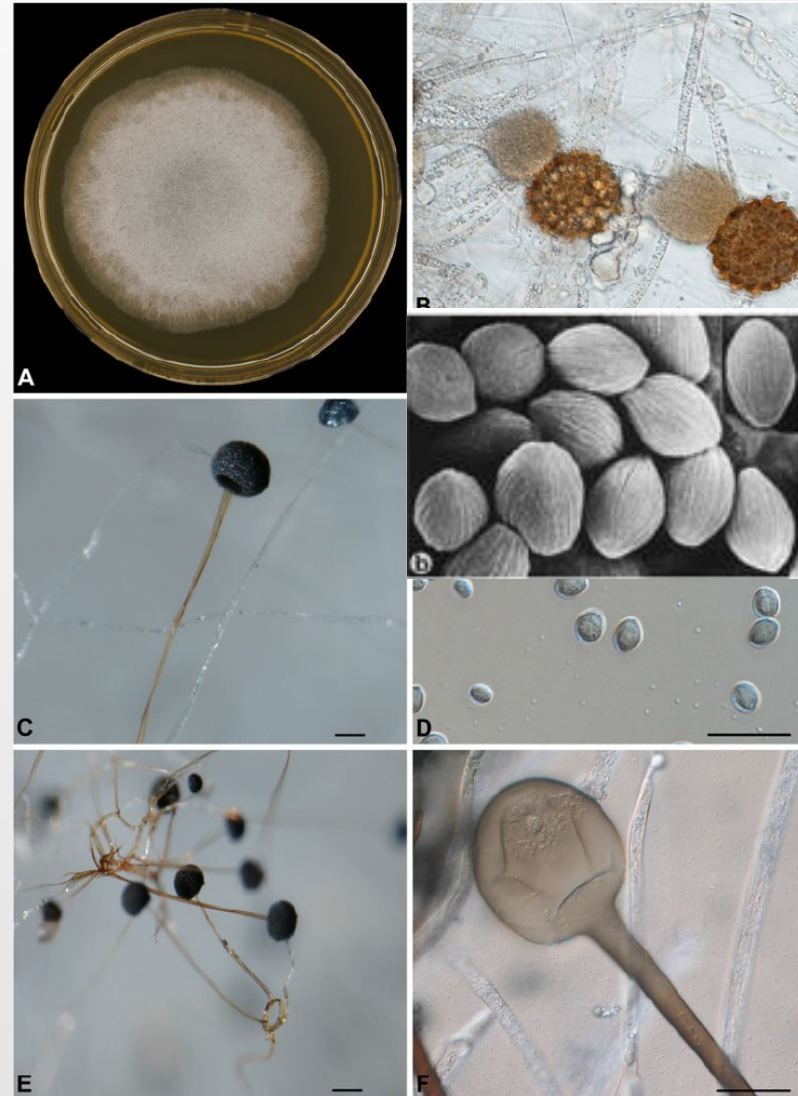
E: GKCH, 4 dny, 25 °C,

F: CZ, 4 dny, 25 °C,

Rhizopus microsporus

Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina, Mucorales, Mucoraceae, Rhizopus

- ☒ **stolony** a **rhizoidy** vytvořeny; rhizoidy jednoduché
- ☒ **sporangiofory** hnědavé, vyrůstají po 2-3 na stolonech proti rhizoidům, maximálně 0,8 mm dlouhé a 10 μm široké
- ☒ **sporangia** šedočerná, až 80 μm v průměru
- ☒ **kolumely** téměř kulovité až kuželovité, šedavé
- ☒ **sporangiospory** angulární (hranaté) a široce elipsoidní, až 6,5 μm velké, na povrchu zřetelně podélně rýhované.
- ☒ **zygospory** se tvoří nejlépe při 30° C na mediu YEA, jsou červenohnědé, na povrchu s hvězdicovitou ornamentací; **suspensory** nestejně, proti sobě postavené



http://www.mycobank.org/BioMICS.aspx?Table=Mycobank_Advanced&Rec=46665&Fields=All

https://www.researchgate.net/figure/250002717_fig1_Fig-1-Macroscopic-and-microscopic-morphology-of-Rhizopus-microsporus-CBS-70068-A

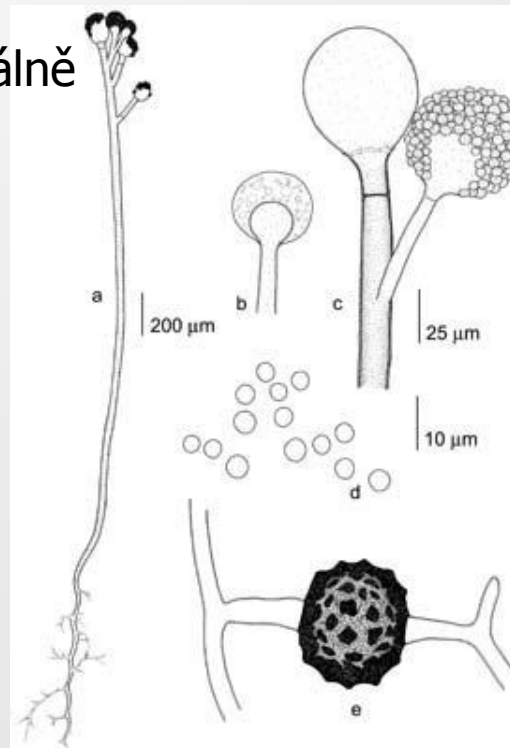
Opisthokonta

Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina, Mucorales

Rhizomucor

Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina, Mucorales, Mucoraceae

- ☒ hnědavé rhizoidy a stolony
- ☒ sporangiofory větvené monopodiálně nebo sympodiálně většinou pod vrcholkem
- ☒ *Rhizomucor pusillus*



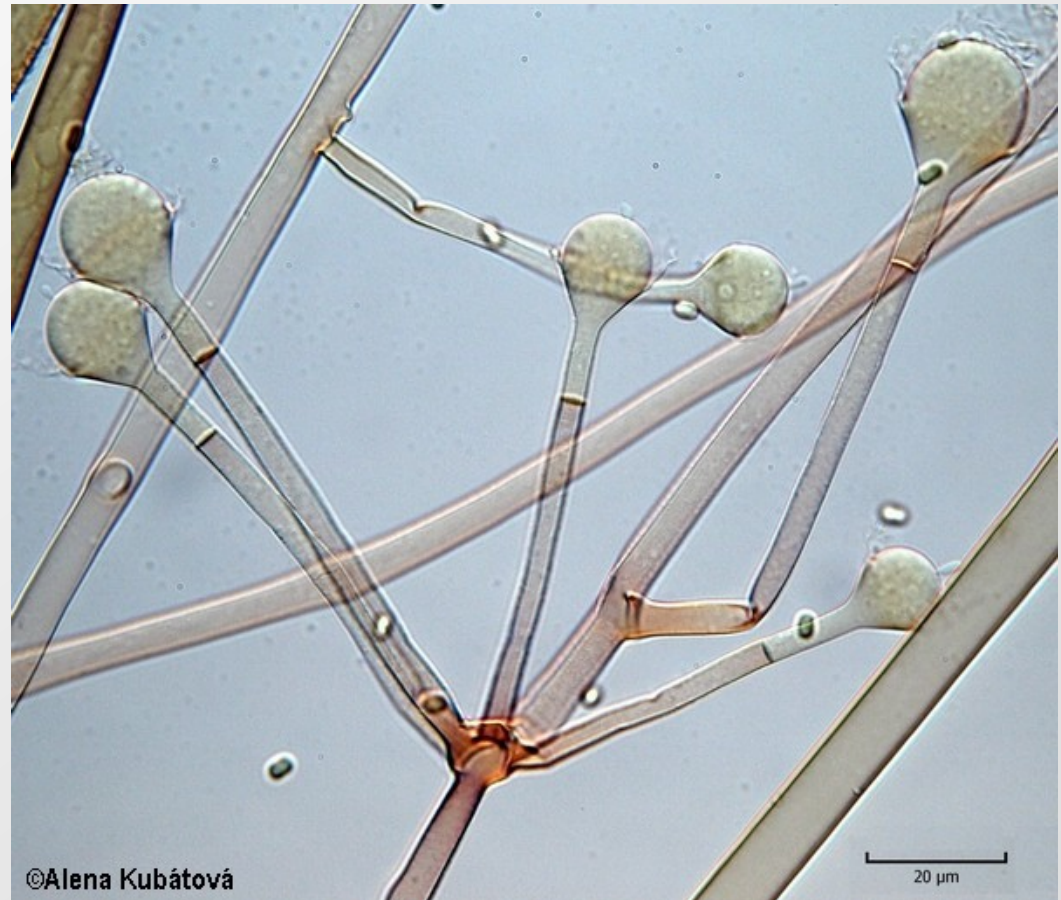
© Alena Kubátová

Opisthokonta

Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina, Mucorales

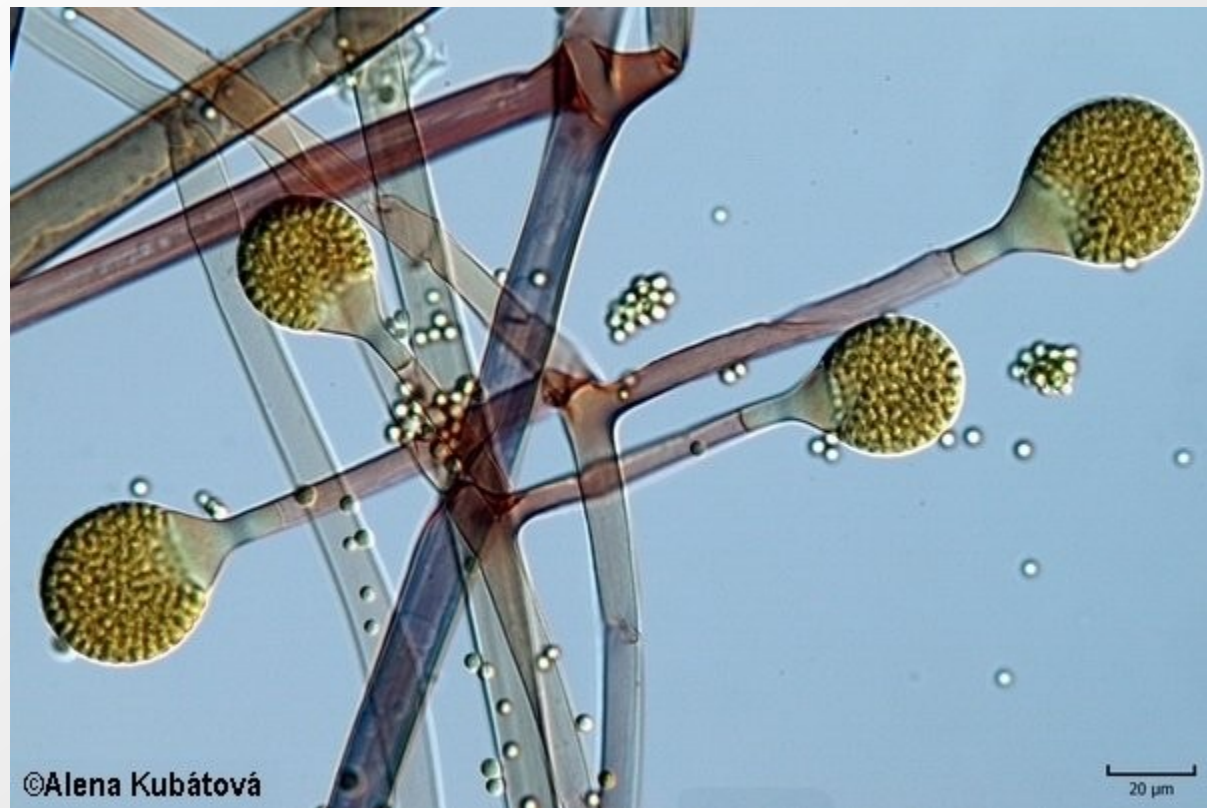
Absidia

- stolony, svazečky sporangioforů
- kolumely na vrcholu s výběžky
- sporangiofory přechází do sporangia výraznou apofýzou
- půdní druhy
- *A. cylindrospora*



<http://botany.natur.cuni.cz/cs/obrazek/absidia-cylindrospor-0>

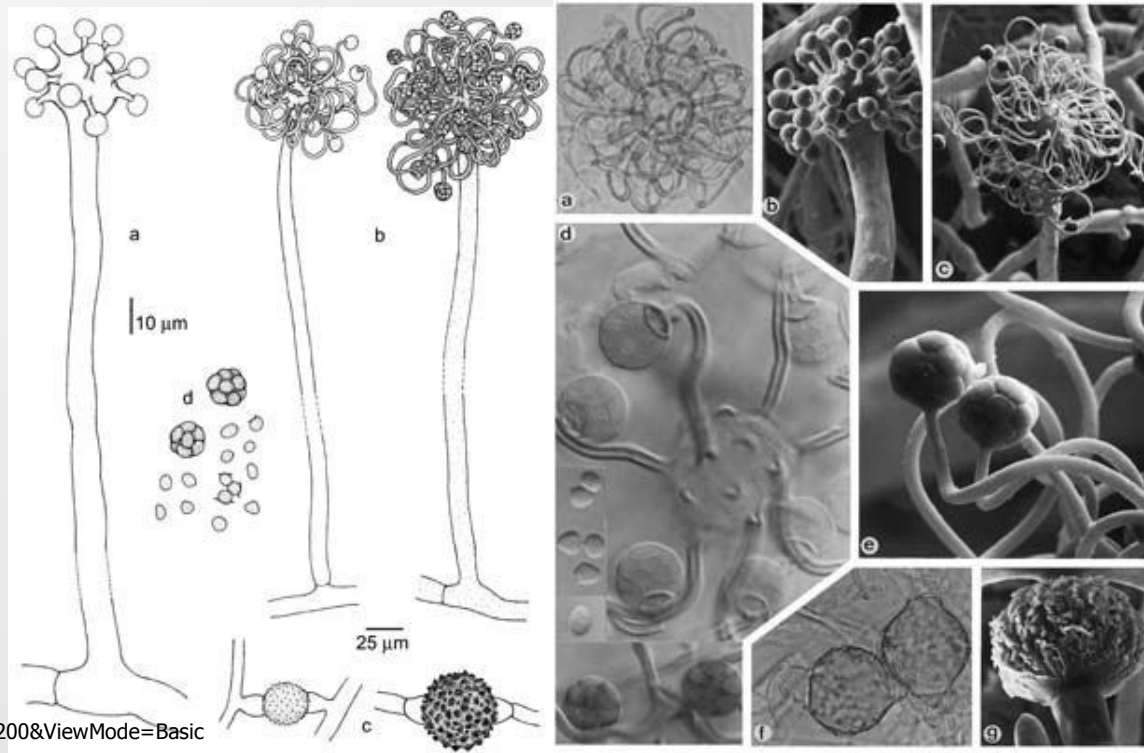
Absidia coerulea – klinicky významný druh
Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina, Mucorales, Mucoraceae, Absidia



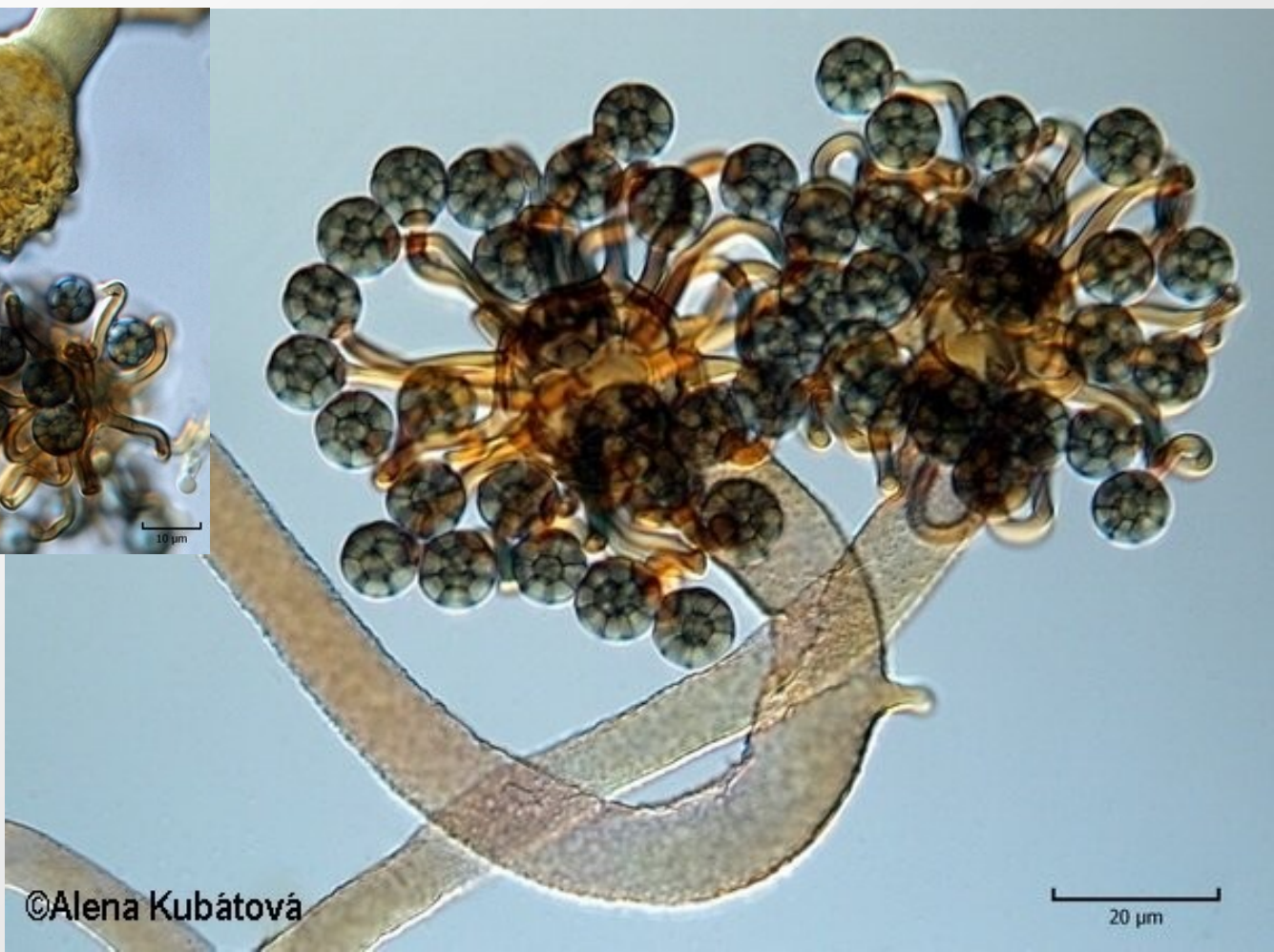
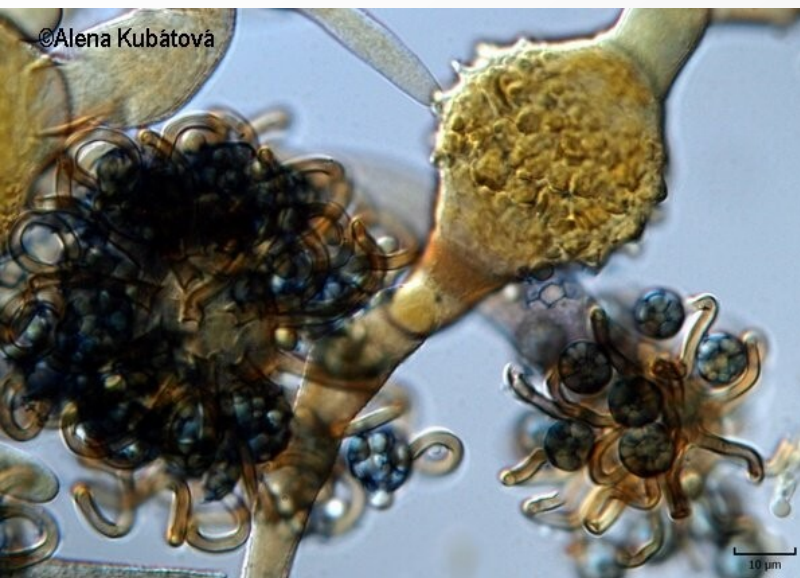
Cokeromyces recurvatus

Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina, Mucorales, Thamniaceae, Cokeromyces

- ❏ klinicky významný druh
- ❏ stolony nejsou vyvinuty
- ❏ sporangiofory jednoduché, terminálně vytvářejí kulovité zduřeniny (sporogenní hlavice), nesoucí několikaspоровé **sporangiole** na nepravidelně ohnutých či stočených sekundárních sporoforech
- ❏ sporangiole mají kolumelu a obsahují 10-25 sporangiospor



Cokeromyces recurvatus

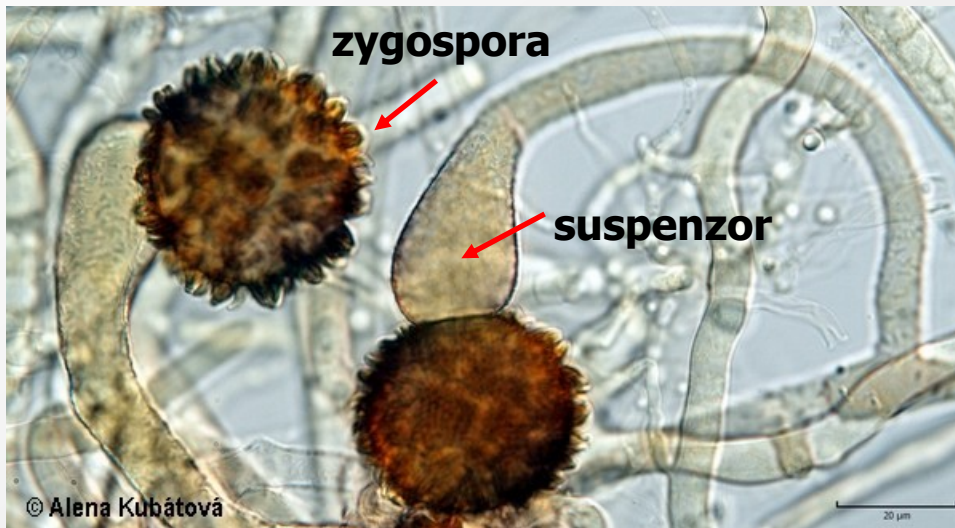


Opisthokonta

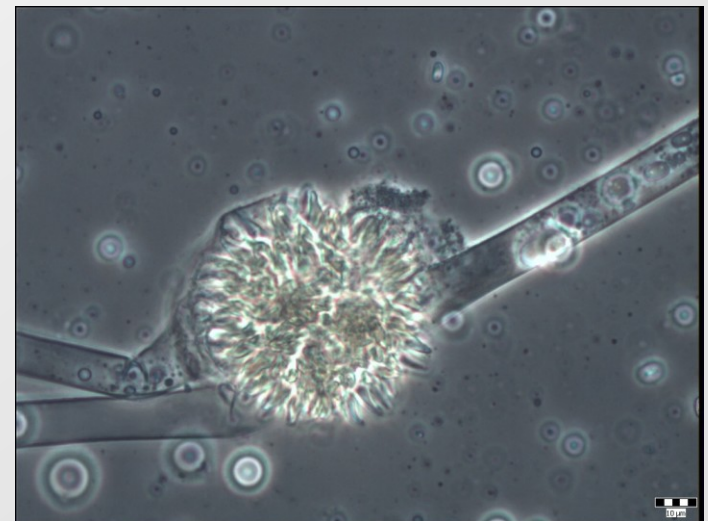
Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina, Mucorales

Zygorhynchus

- rozdílně velká gametangia, homotalický druh
- půdní druhy
- *Z. moelleri*



<http://botany.natur.cuni.cz/cs/obrazek/zygorhynchus-moeller-2>



Z. moelleri CCM 8022

Opisthokonta

Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina, Mucorales

Syzygites

- vidličnatě větvené sporangiofory s výraznou kolumelou
- *S. megalocarpus* homotalický druh porůstající plodnice stopkovýtrusných hub



<http://zygomycetes.org/index.php?id=66>



© Alena Kubátová

<http://botany.natur.cuni.cz/cs/book/export/html/703>

Opisthokonta

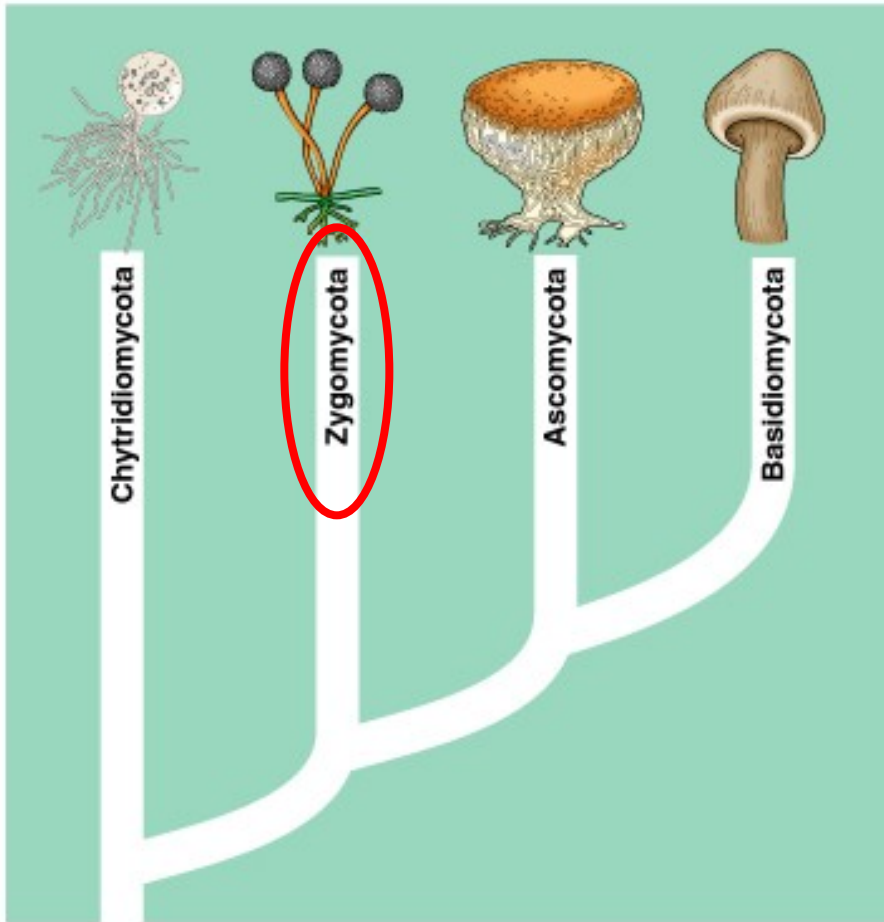
Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina, Mucorales

Pilobolus

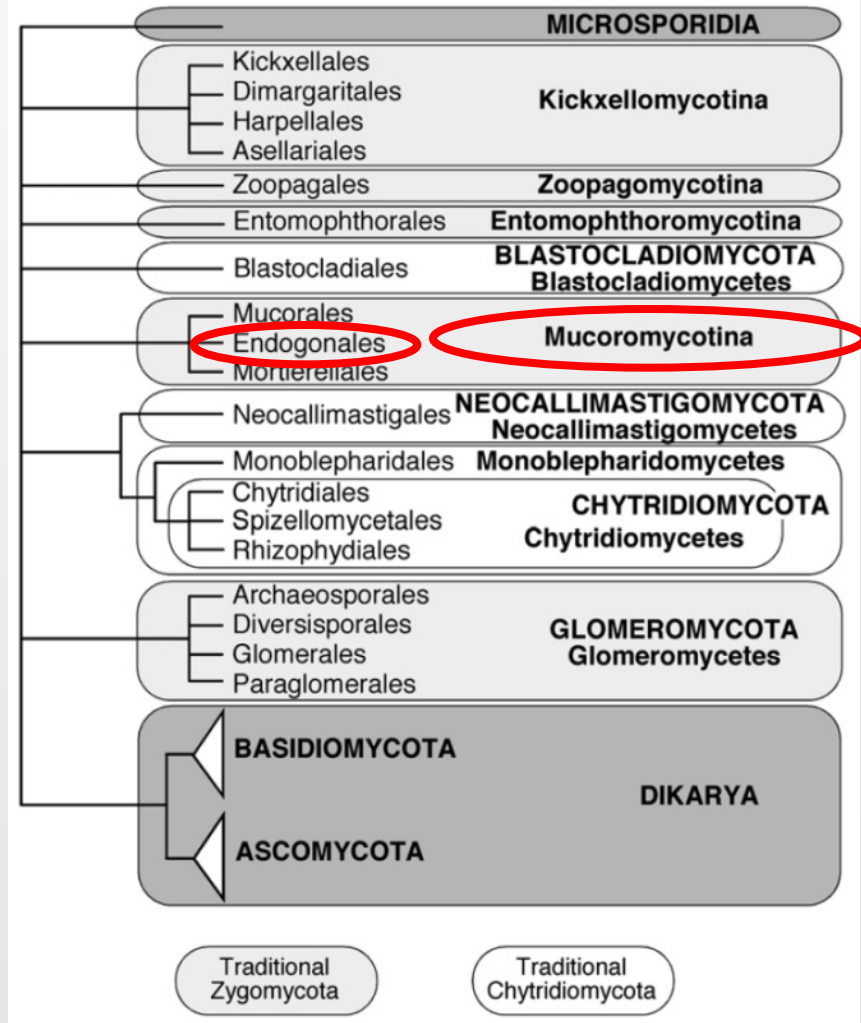
- měchomršť
- subsporangiální vak ve kterém se hromadí voda
- odmrštění sporangia
- koprofilní druhy
- *P. crystallinus*



System hub – říše Fungi



© 1999 Addison Wesley Longman, Inc.



Hibbett & al. (2007)

Opisthokonta

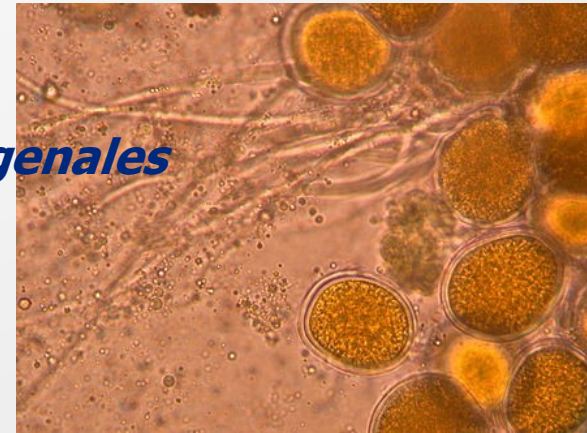
Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina, Endogonales

- ❏ hypogeické druhy, zřídka epigeické
- ❏ mnohojaderné mycelium
- ❏ ve starším myceliu přehrádky s mikropóry
- ❏ makroskopický sporokarp obsahující zygospory nebo azygospory
- ❏ zygospory se tvoří na tzv.epigoniu (výrůstku většího gametangia)
- ❏ půdní saprofyté
- ❏ ektomykorhizní druhy (*Endogone*)

Endogone flammicorona
- sporokarp



M. Trappe



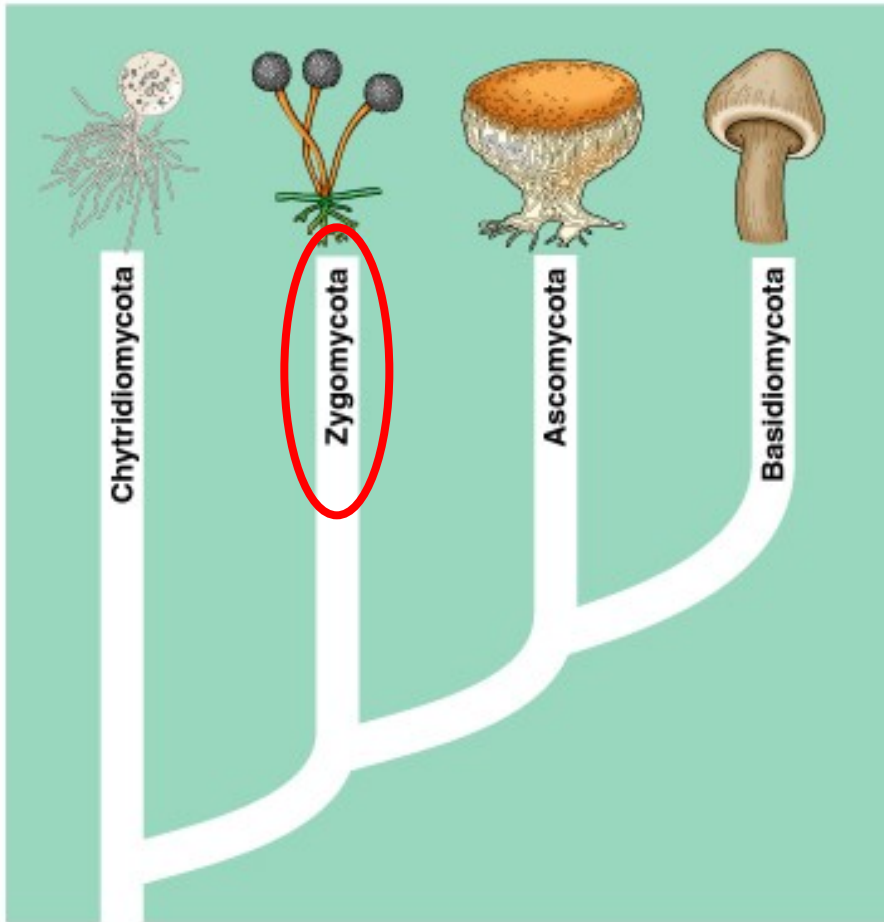
Endogone pisiformis - zygospory

Endogone pisiformis - sporokarp

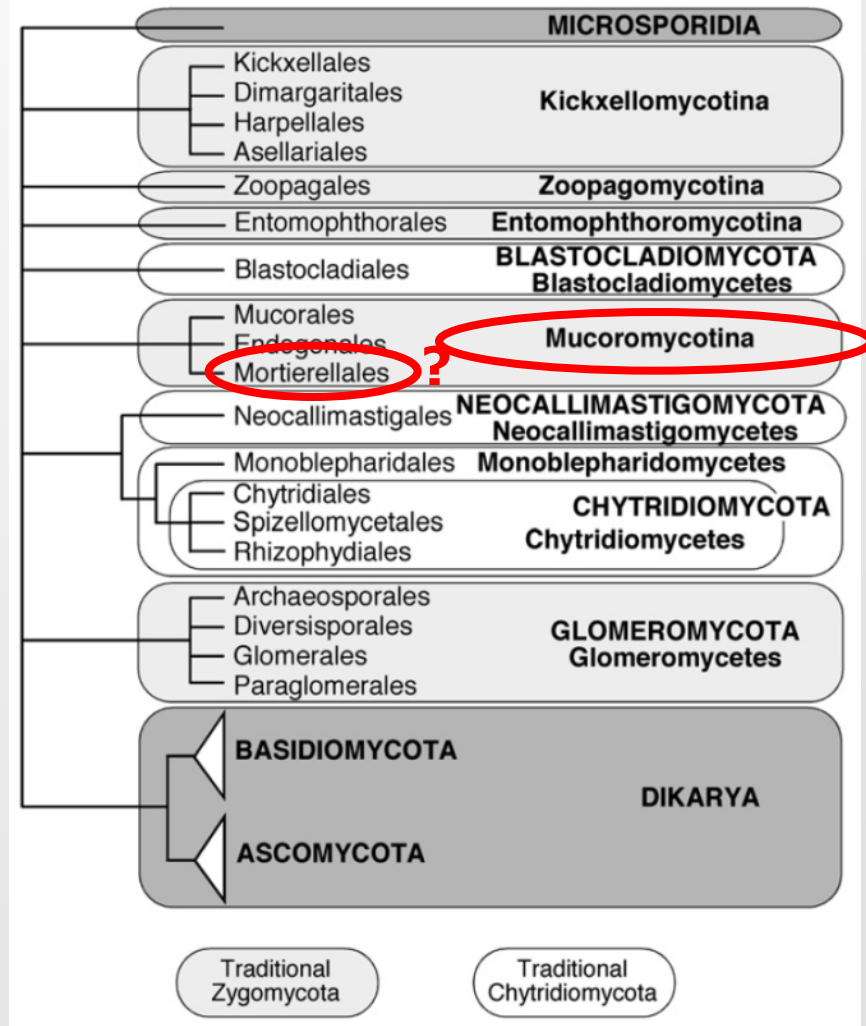


<http://www.wikiwand.com/en/Endogone>

System hub – říše Fungi



© 1999 Addison Wesley Longman, Inc.



Hibbett & al. (2007)

Opisthokonta

Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina?, Mortierellales

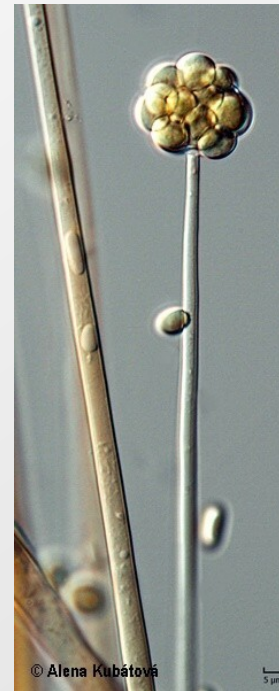
- sporangia bez kolumely, mnohosporová, jednosporová (sporangiooly) nebo s několika sporami
- jednoduché nebo větvené sporangiofory, které se směrem vzhůru zužují
- oligotrofní, půdní saprofyté

MycoBank

[Mortierellaceae](#), [Mortierellales](#), [Mucoromycotina](#), [Zygomycota](#), [Fungi](#)

Index Fungorum

[Mortierellaceae](#), [Mortierellales](#), [Incertae sedis](#), [Incertae sedis](#), [Mortierellomycotina](#), [Zygomycota](#), [Fungi](#)

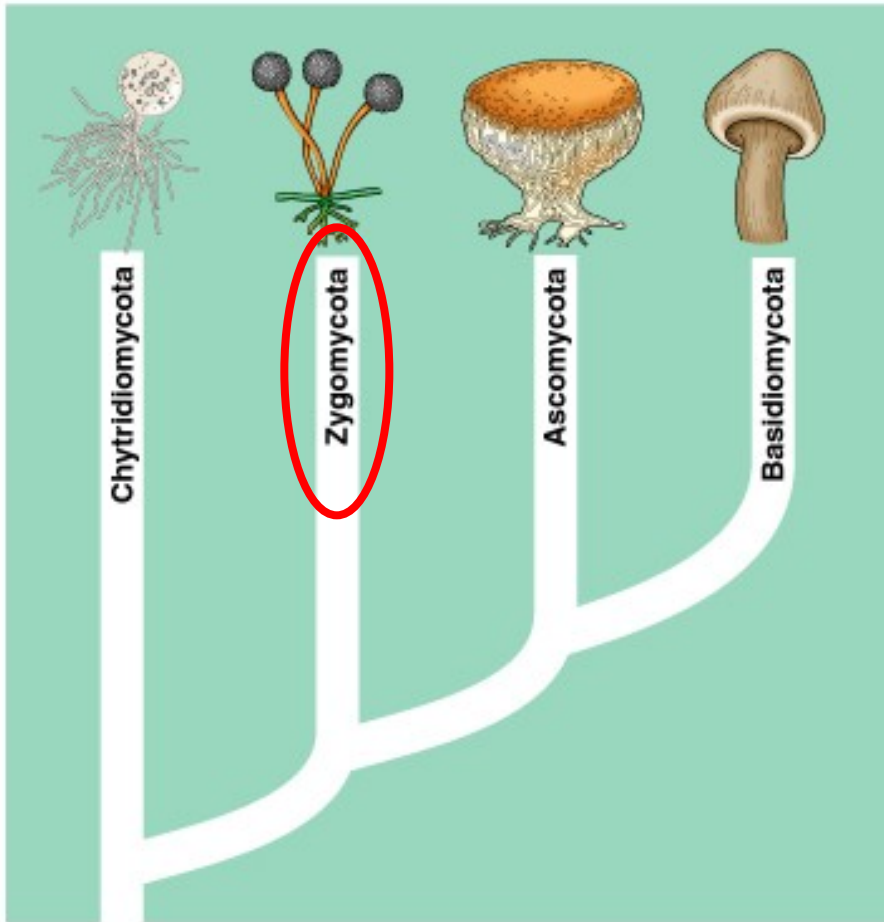


Mortierella elongata, *Mortierella zychae*

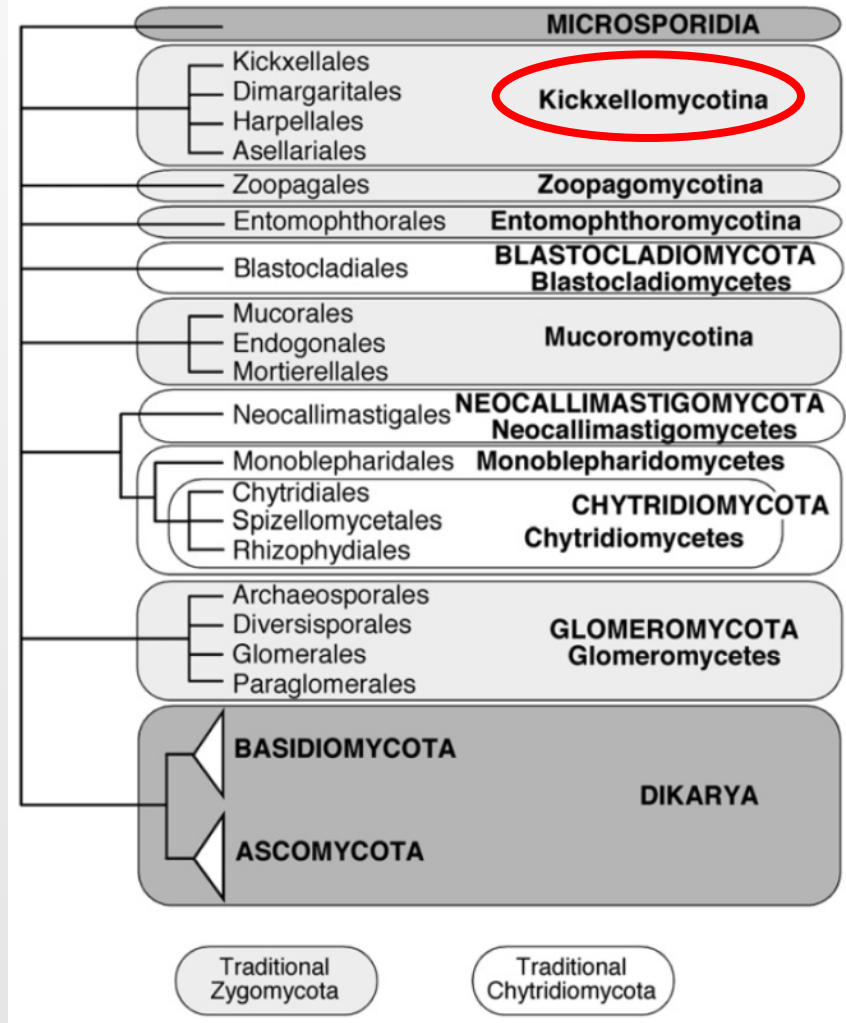
<http://botany.natur.cuni.cz/cs/obrazek/mortierella-zychae-c-1>

<http://botany.natur.cuni.cz/cs/book/export/html/677>

System hub – říše Fungi



© 1999 Addison Wesley Longman, Inc.

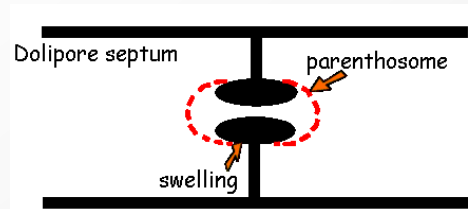


Hibbett & al. (2007)

Opisthokonta

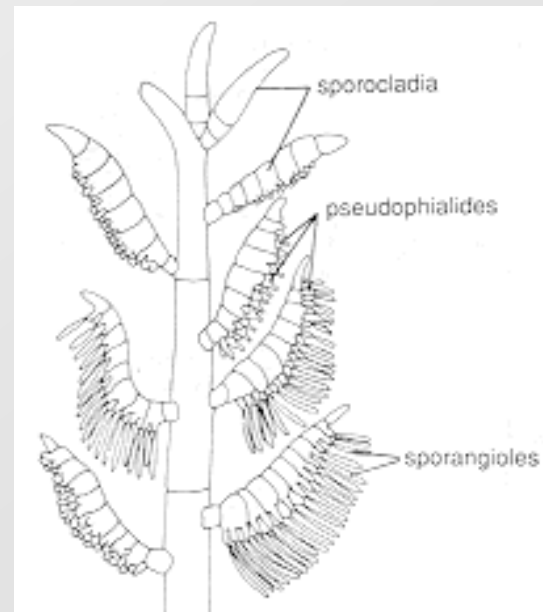
Fungi, Zygomycota, Kickxellomycotina

- hyfy nepravidelně přehrádkované, přehrádky s čočkovitou dutinou vyplněnou zátkou „dolipóry“



Kickxellales

- jednosporová merosporangia tvořící se na větvích zvaných sporokladia s pseudofialidami
- zygospory vznikají somatogamicky (kopulace proti sobě rostoucích hyf)
- saprofyté v půdě nebo exkrementech
- rod *Martensella* parazit hub



E: *Coemansia*

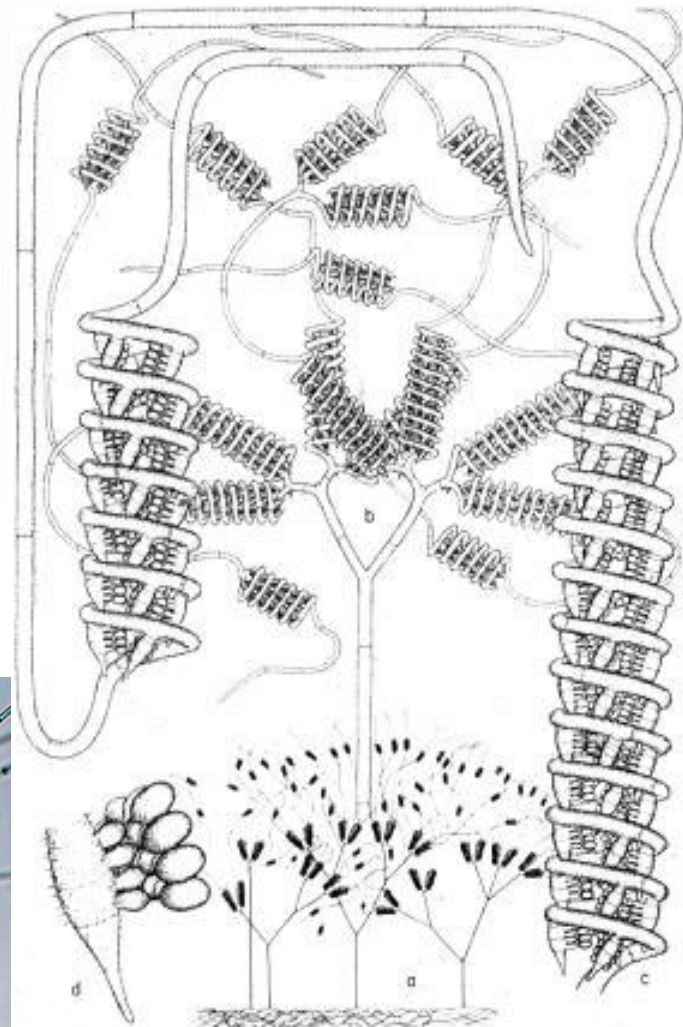
Opisthokonta

Fungi, Zygomycota, Kickxellomycotina

- rod *Spirodactylon*
- na trusu myší a krys
- složité sporangiofory slouží k uchycení v srsti



<http://zygomycetes.org/index.php?id=126>



<http://www.mycolog.com/CHAP3b.htm>

Opisthokonta

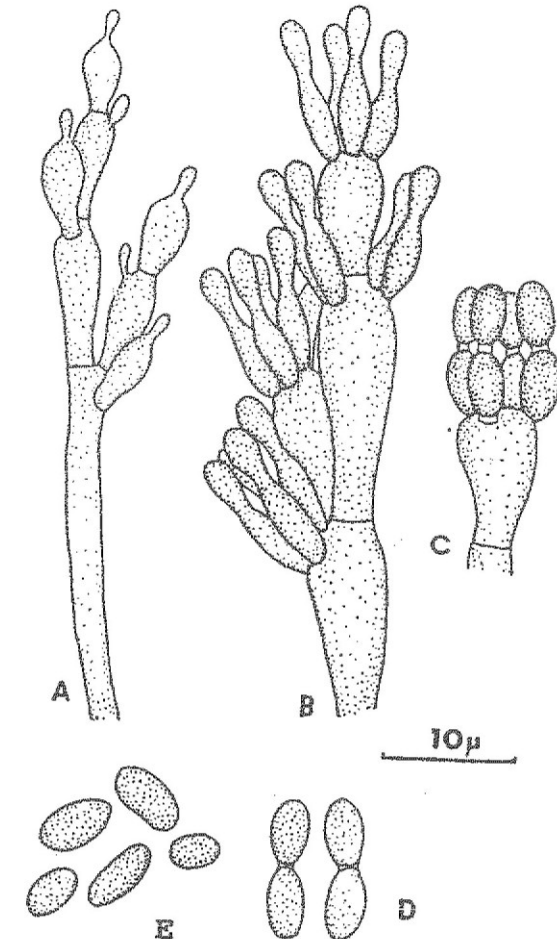
Fungi, Zygomycota, Kickxellomycotina

Dimargaritales

- dvousporová merosporangia tvořící na jednoduchých či větvených sporangioforech
- **obligátní mykoparazité** na družích řádu *Mucorales*
- některé druhy rodu *Dispira* mohou napadat i askomycety



<http://zygomycetes.org/index.php?id=114>



Dimargaris cristalligena

A-C vývoj dvousporových merosporangií

D – odpadlá merosporangia

E – sporangiospory

J. Váňa, 1998

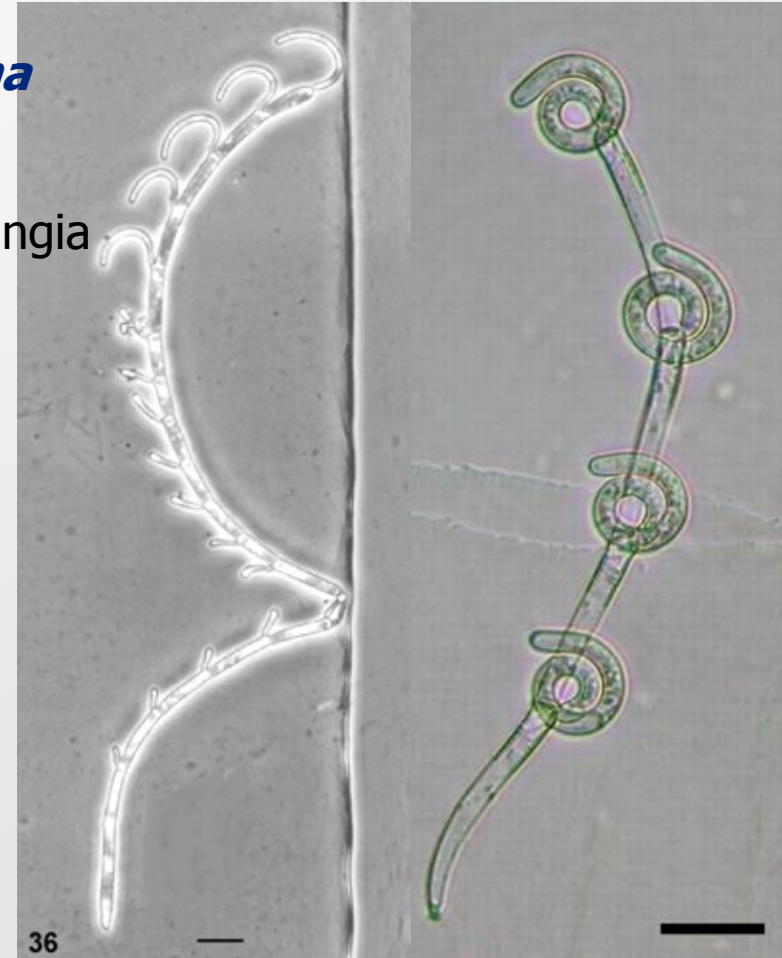
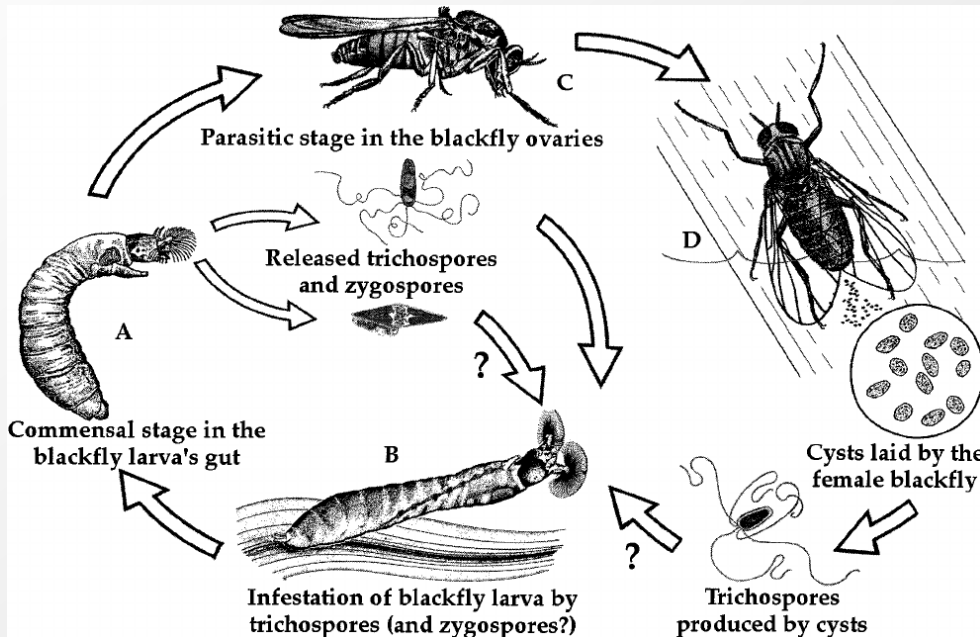
Opisthokonta

Fungi, Zygomycota, Kickxellomycotina

Harpella

Harpellales

- **trichospory** – jednosporová, prodloužená sporangia s jedním nebo několika svinutými přívěsky
- trichospory jsou v době zralosti vystřelovány
- parazité členovců



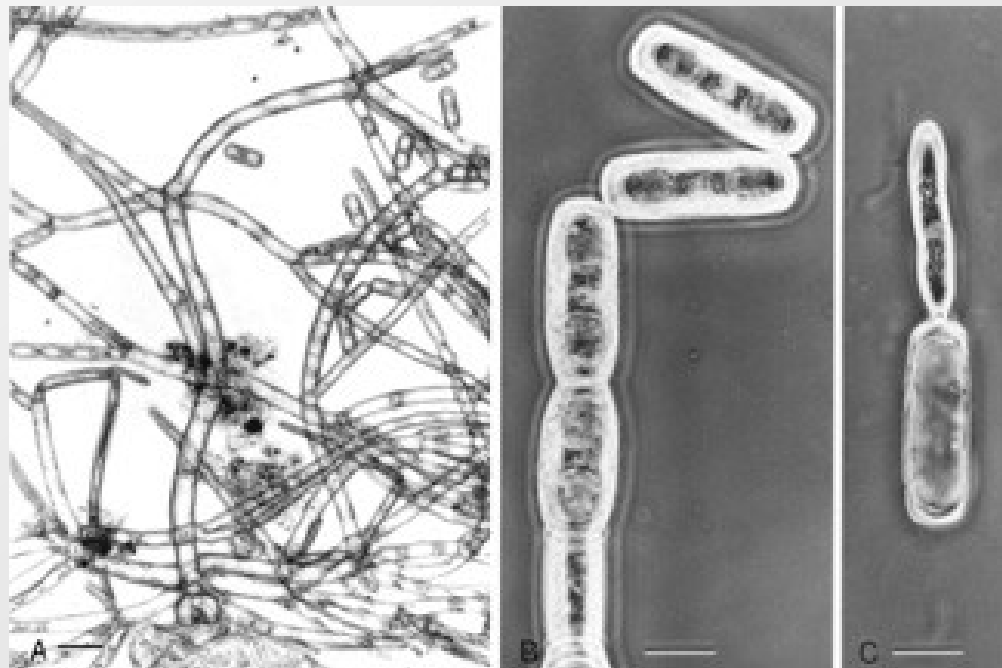
Opisthokonta

Fungi, Zygomycota, Kickxellomycotina

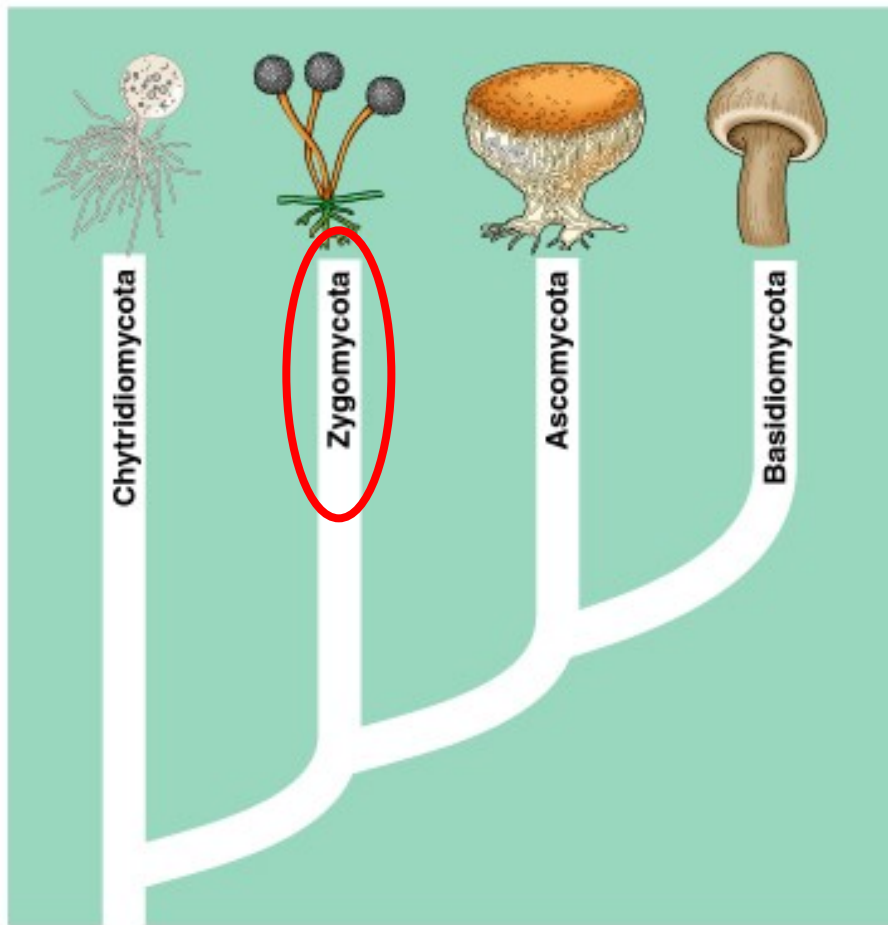
Asellariales

- **arthrospory** – fragmentace stélky
- žijí na zástupcích sladkovodních, mořských i terestrických korýšů

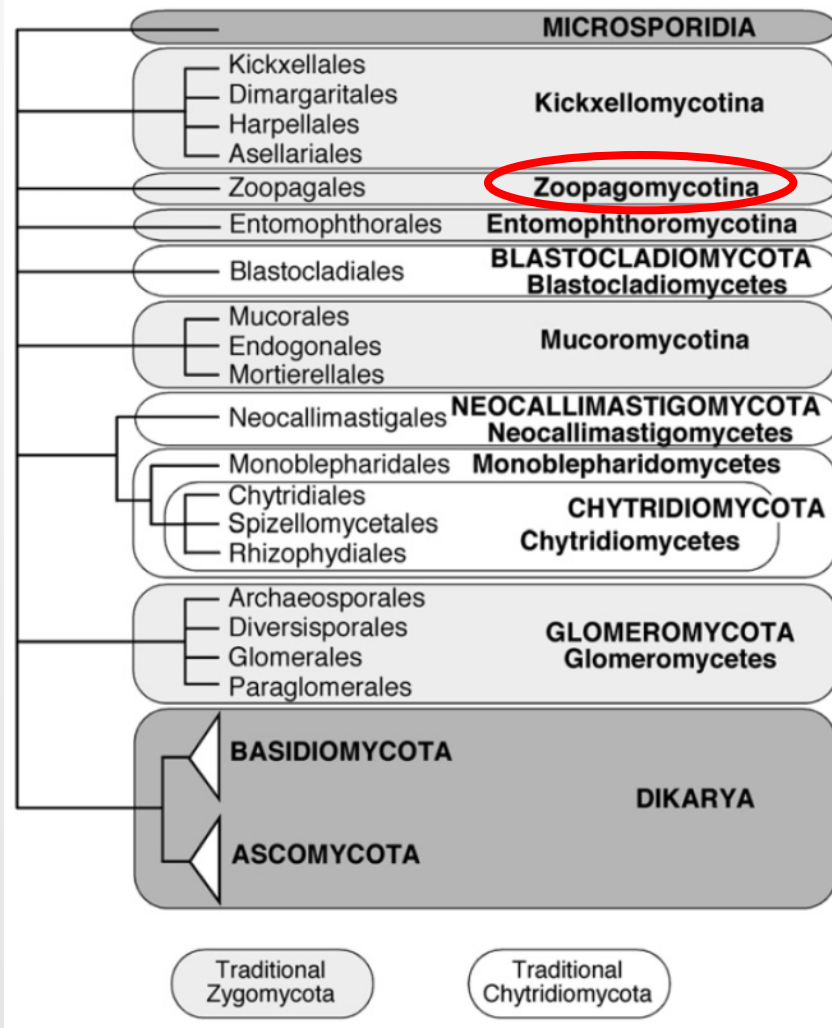
Asellaria ligiae



System hub – říše Fungi



© 1999 Addison Wesley Longman, Inc.



Opisthokonta

Fungi, Zygomycota, Zoopagomycotina

Zoopagales

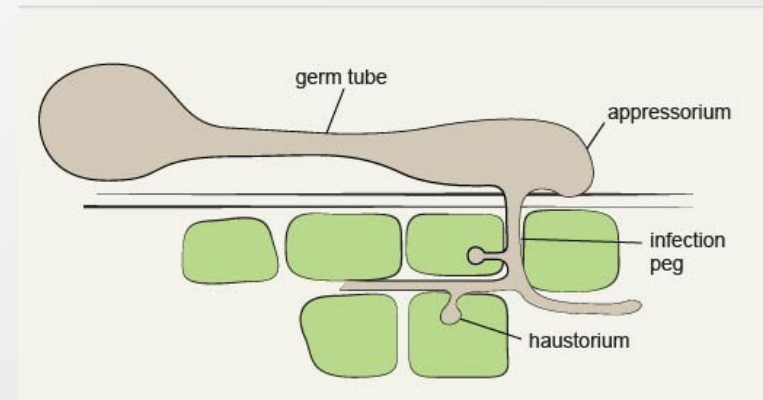
- jediný řád
- obligátní parazité jiných hub (*Mucorales*), měňavek (*Rhizopoda*) a hlístic (*Nematoda*)

Exoparazité

- mnohojaderné mycelium ve stáří nepravidelně přehrádkované
- vytváří apresoria nebo haustoria k přichycení či proniknutí do hostitele

Endoparazité

- silná větvená nebo nevětvená, někdy spirálně stočená hyfa uvnitř hostitelské buňky
- zástupci rodu *Zoopage* endoparazité amoeb

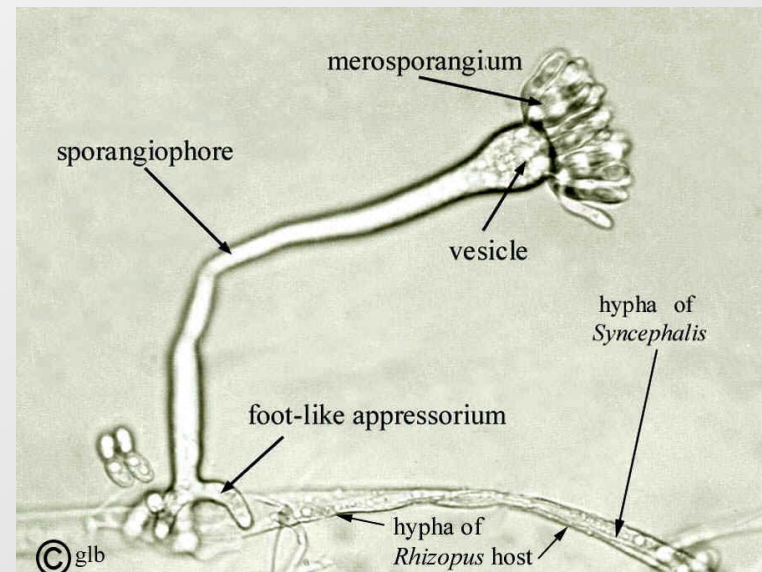


Opisthokonta

Fungi, Zygomycota, Zoopagomycotina

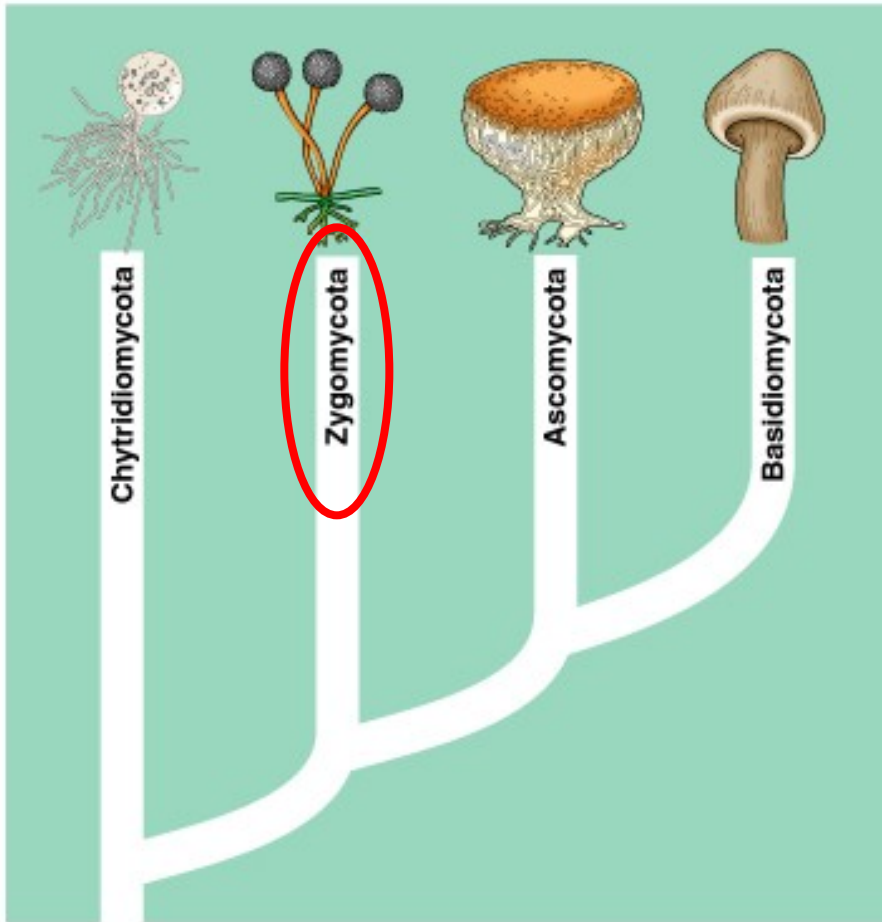
Zoopagales

- spory jednotlivě nebo v řetízcích na hyfách (*Zoopagaceae*)
- 2-8 sporová merosporangia paprscitě uspořádaná na jednoduchých nebo dichotomicky větvených sporangioforech (*Piptocephalis*, *Syncephalis*)

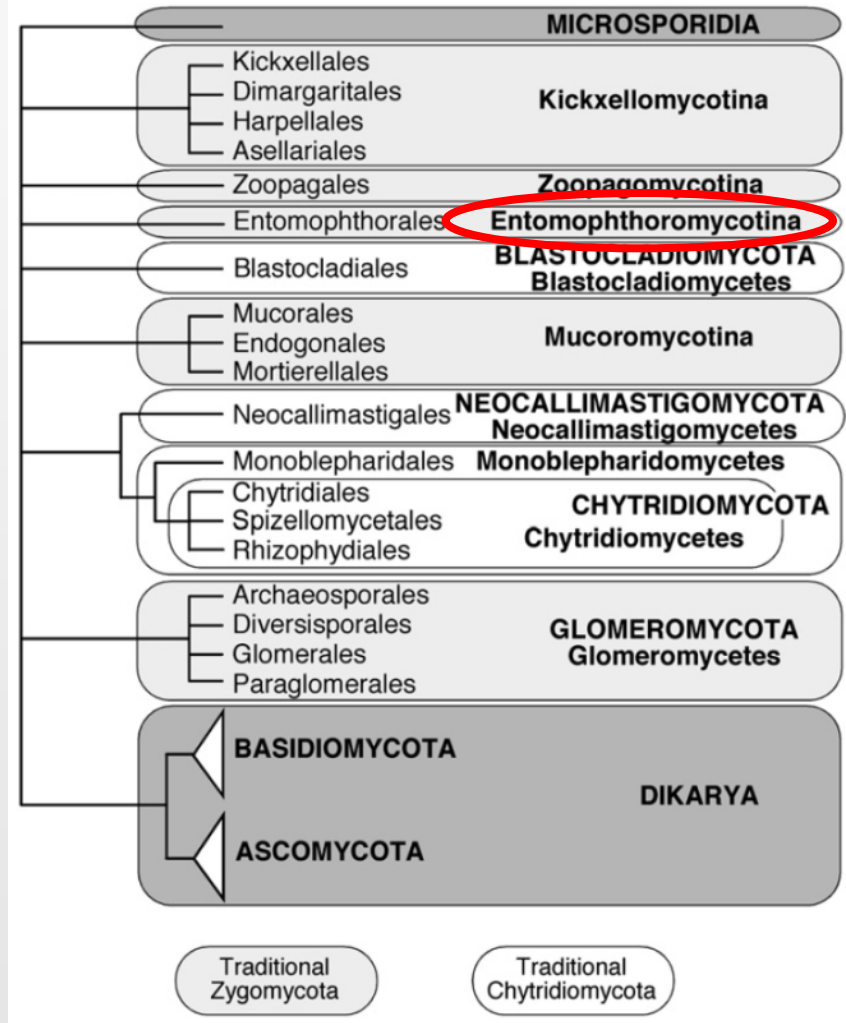


<http://www.uoguelph.ca/~gbarron/2008/syncepha.htm>

System hub – říše Fungi



© 1999 Addison Wesley Longman, Inc.



Opisthokonta

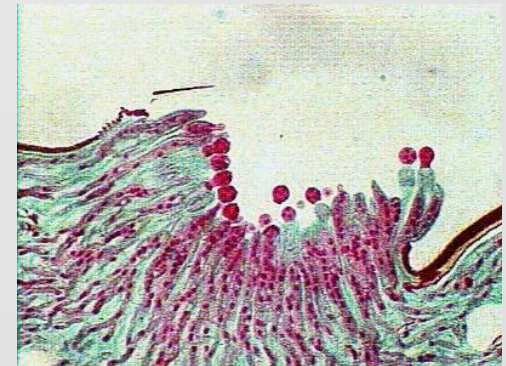
Fungi, Zygomycota, Entomophthoromycotina



Entomophthorales

- mycelium v mládí mnohojaderné
- u řady zástupců dochází k rozpadu mycelia na **hyfová tělíška**
- jednosporová sporangia na nevětvených sporangioforech
- sporangia s nepatrnou kolumelou ve zralosti odmršťována
- pohlavní proces: (an)izogametangiogamie, někdy kopulace hyfových tělísek (somatogamie) či tvorba azygospor
- fakultativní nebo obligátní parazité rostlin, hub, ale zejména hmyzu (*Entomophthora*)

Entomophthora muscae -
původce mušího moru



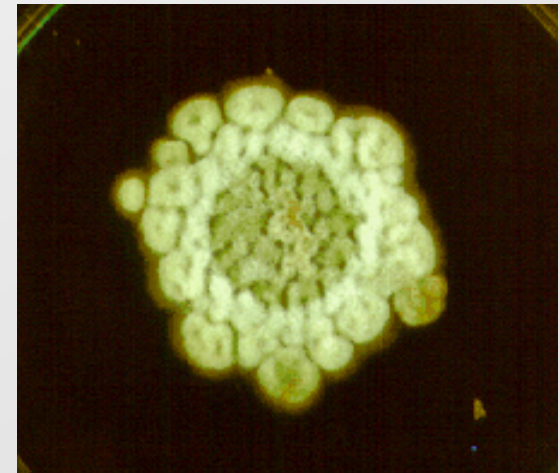
Conidiobolus

Fungi, Zygomycota, Entomophthoromycotina, Entomophthorales, Ancylistaceae

- *Conidiobolus coronatus, Conidiobolus incongruus, Conidiobolus lamprauges*
- klinicky významné druhy
- saprotrofní houby, vyskytující se v půdě, na opadu a na trusu
- mohou být příčinou mykóz u lidí, koní nebo jiných savců (např. rhinoentomophthoromykózy)
- tropické oblasti Afriky



Fig. 1 - Aspect of the patient at admission.



http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal_Descriptions/Zygomycetes/Conidiobolus/

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0036-46652001000400012&script=sci_arttext

Conidiobolus

Fungi, Zygomycota, Entomophthoromycotina, Entomophthorales, Ancylistaceae

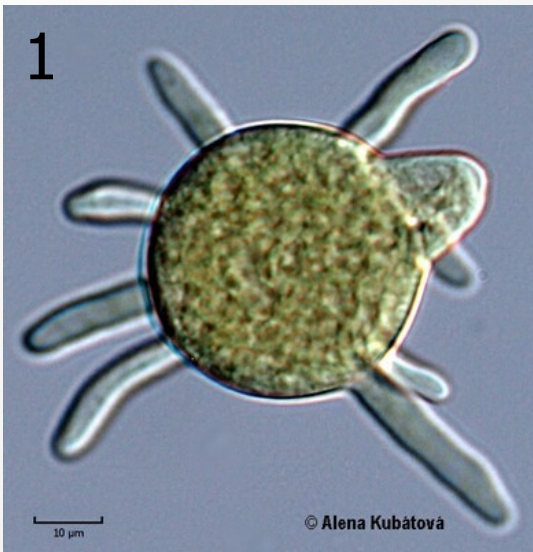
- ☒ mnohojaderné **primární a sekundární sporangioly** na vrcholu nevětvených sporangioforů
- ☒ primární sporangiola často vyklíčí a vytvoří menší sekundární sporangiolu, která je znovu odmrštěna
- ☒ morfologicky i způsobem odstřelení jsou sekundární sporangioly podobné primárním sporangiolám
- ☒ stěna mezi sporangiolou a sporangioforem je ve zralosti složená ze tří vrstev; střední lamela se rozpustí a spora je papilárním vyklenutím prudce odmrštěna; papila zůstává na konidii patrná i po odmrštění
- ☒ ve starší kultuře se tvoří spory (**chlamydospory**) s vlasovými přívěsky na povrchu



Conidiobolus

Fungi, Zygomycota, Entomophthoromycotina, Entomophthorales, Ancylistaceae

1. Klíčící sporangiola s papilou vpravo
2. Sporangiole a chlupaté chlamydozspory; vpravo klíčící sporangiola
3. Sporangiola na konci sporangioforu těsně před odmrštění; zřetelná papila
4. Sporangiole s papilou, nahoře vyvíjející se sporangiola na konci sporangioforu



Basidiobolus

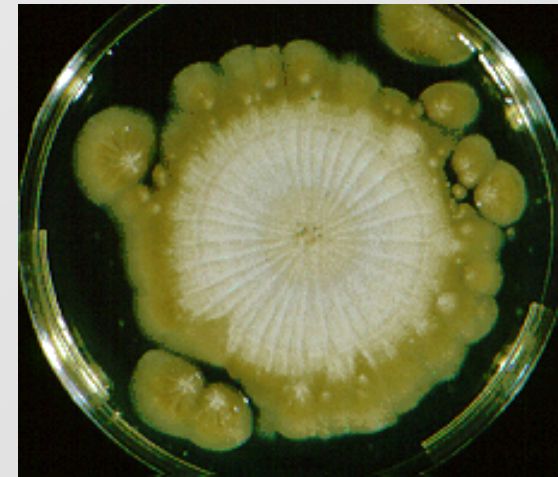
Mycobank: *Fungi, Zygomycota, Mucoromycotina, Basidiobolaceae, Basidiobolus*

Index Fungorum: *Fungi, Zygomycota, Incertae sedis, Incertae sedis, Basidiobolaceae, Basidiobolales*

- ❏ *Basidiobolus ranarum* - klinicky významný druh
- ❏ běžnou součástí mikroflóry zažívacího traktu zvířat, na odumřelých rostlinách, exkrementy plazů a obojživelníků
- ❏ původce podkožní infekce, méně často gastrointestinální infekce
- ❏ výskyt v tropických oblastech (Afrika, Asie)
- ❏ kolonie žlutošedé až krémově šedé, radiálně zvrásněné
- ❏ satelitní kolonie se tvoří klíčením spor odmrštěných z primární kolonie



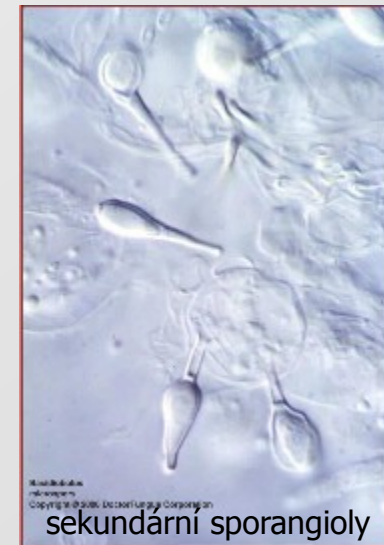
<http://www.mold.ph/basidiobolus.htm>



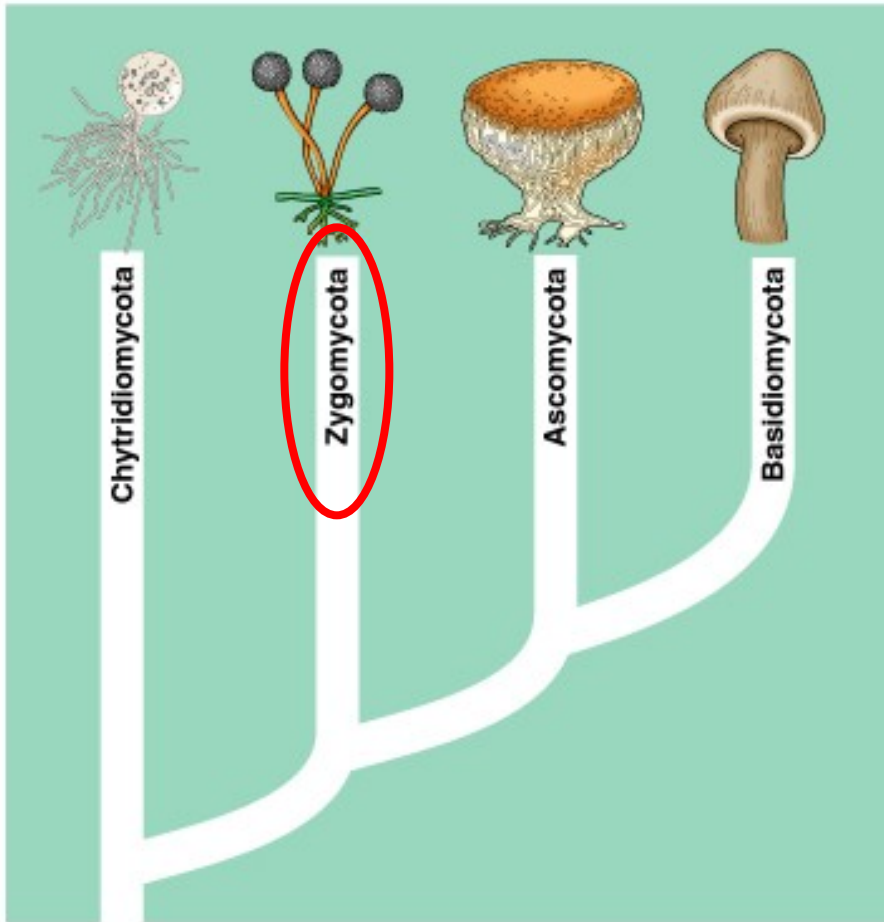
http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal_Descriptions/Zygomycetes/Basidiobolus/

Basidiobolus ranarum

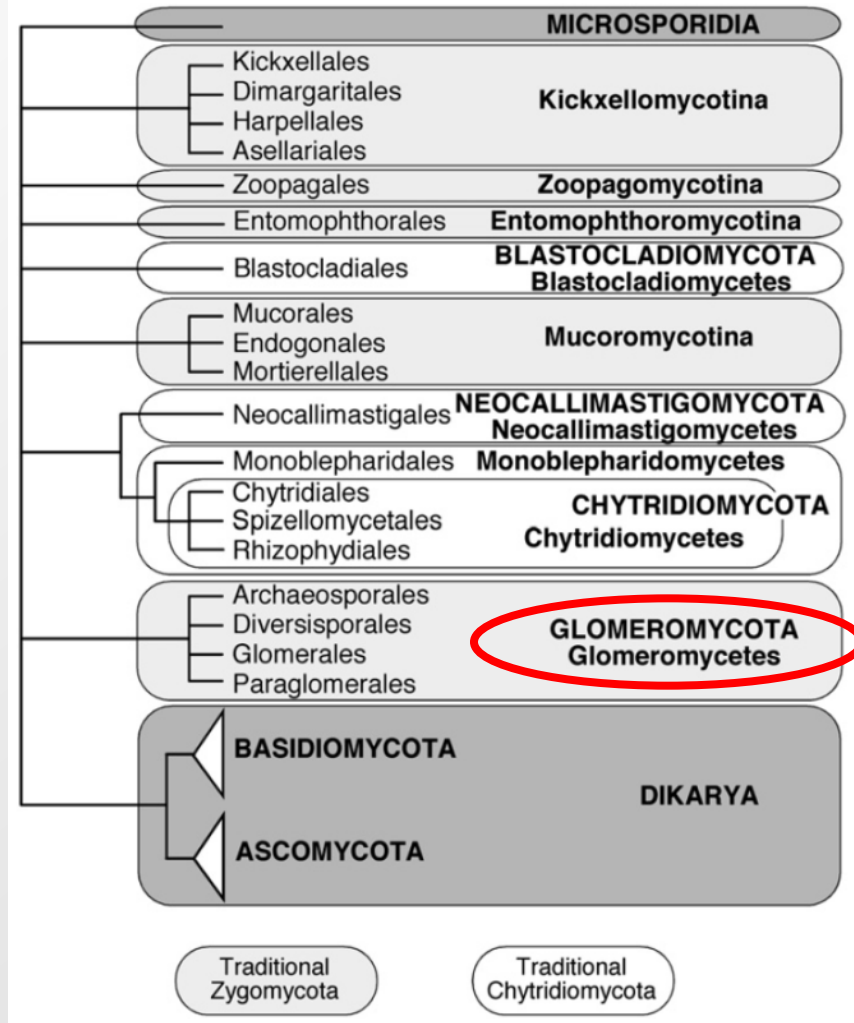
- hyfy vegetativního **mycelia septované**, složeny z krátkých jednojaderných segmentů
- dva typy nepohlavních spor
- sporangiofory subterminálně zduřelé odmršťují **primární kulovité sporangioly**
- **sekundární hruškovité sporangioly** se pasivně oddělují od krátkých úzkých sporangioforů
- přenos do hostitelského organismu: trávícím traktem obojživelníků (komezál) => hmyz => hostitel



System hub – říše Fungi



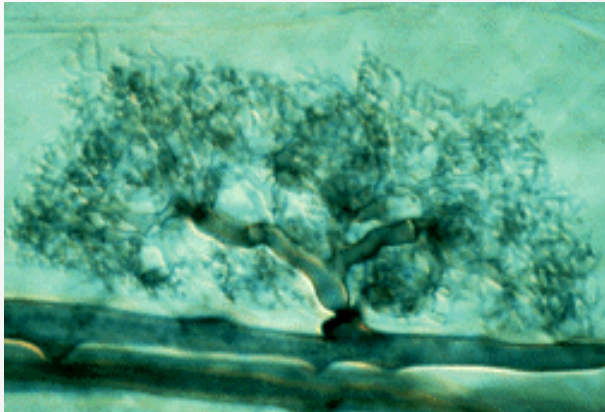
© 1999 Addison Wesley Longman, Inc.



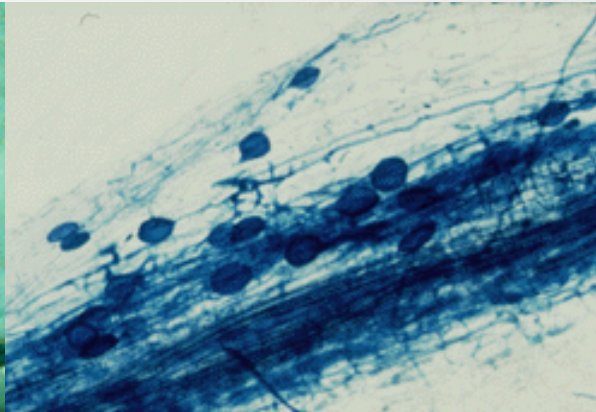
Opisthokonta

Fungi, Glomeromycota, Glomeromycetes

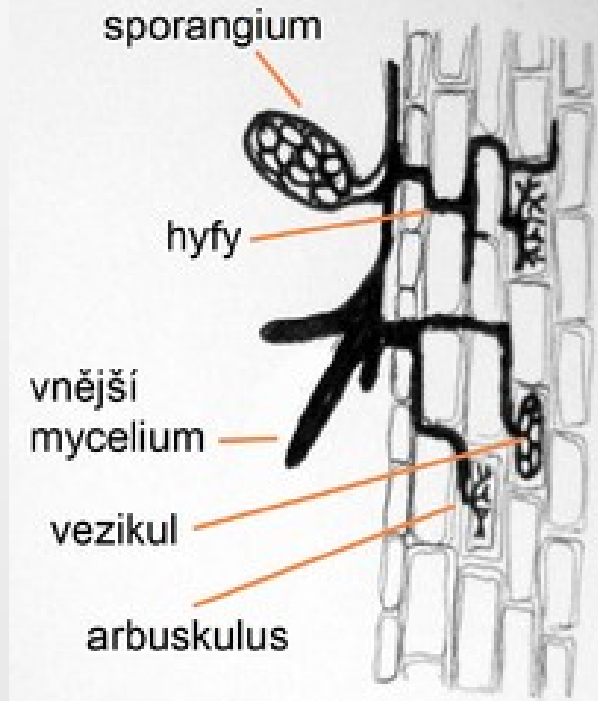
- ❏ zástupci vytvářejí **arbuskulární mykorhizu (AM)**
- ❏ čtyři řády *Glomerales, Diversisporales, Paraglomerales, Archaeosporales*
- ❏ mycelium v hostitelské buňce vytváří stroměčkovitě větvené **arbuskuly**
- ❏ **vezikuly** – tlustostěnné měchýřky



arbuskuly



vezikuly

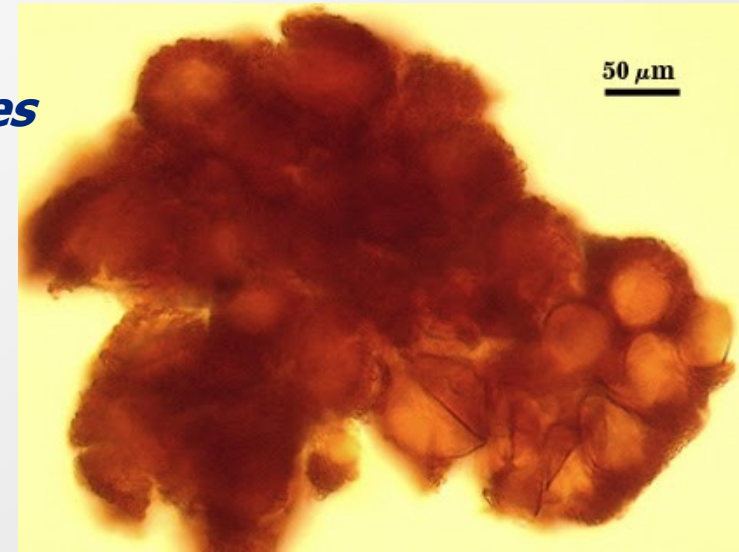


Opisthokonta

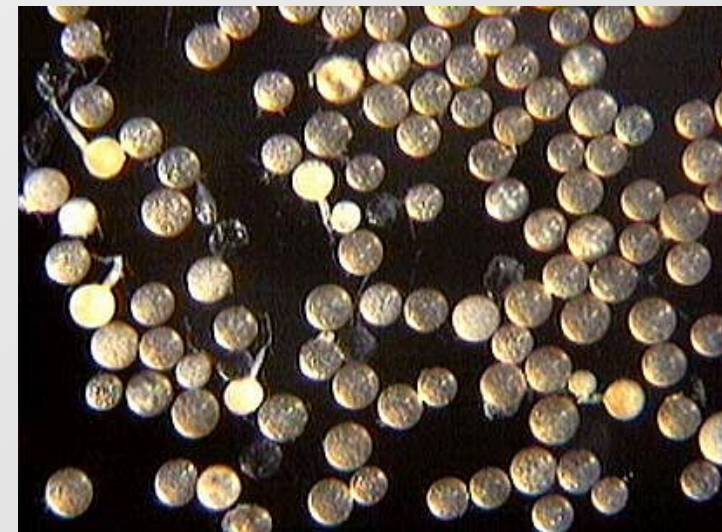
Fungi, Glomeromycota, Glomeromycetes

- ❏ spory se tvoří jednotlivě, ve shlucích nebo sporokarpech
- ❏ pohlavní rozmnožování vzácné, častěji tvorba chlamydospor
- ❏ druhy rodu *Glomus* a *Sclerocystis* – mykorhiza v lesních půdách

Glomus sinuosum - sporokarp



Glomus cerebriforme - spory



Pokračování příště.....*Ascomycota*

