

# Houby

eukaryotické mikroorganismy

- e unikátní organismy, specifická stavba i funkce buňky
- e samostatná říše
- e celá řada aktivit s praktickým dopadem (dekompozice, patogeni rostlin a člověka, producenti významných látek)
- e mezi mikroorganismy je řadí velikost (mikroskopické vláknité houby a kvasinky) a metody studia – kultivace submerzní a na agarových médiích, mikroskopické metody

Houby jako modelové organismy

- e *Saccharomyces cerevisiae*
  - e *Schizosaccharomyces pombe*
  - e *Neurospora crassa*
- e jedna ze 3 evolučních větví eukaryotických mikroorganismů
- 

## Pravé houby

- e monofyletická skupina (společný předek)
- e eukaryotické

### stavba buňky

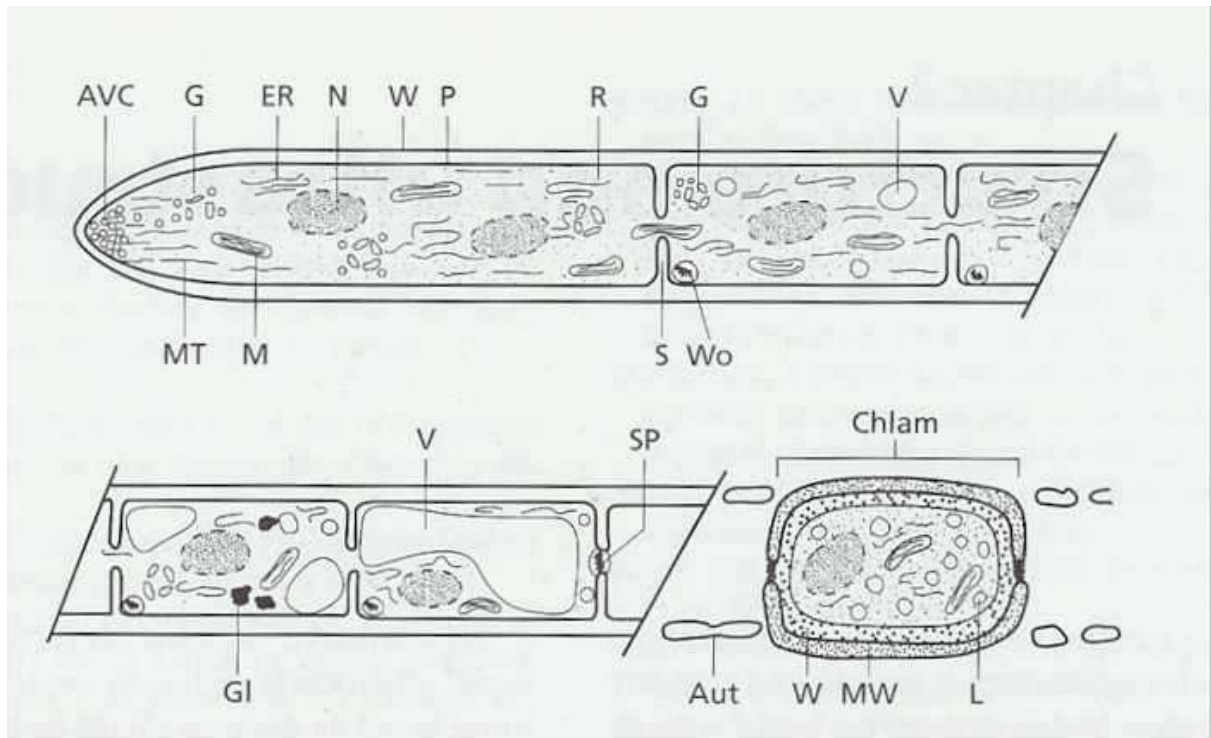
- e typicky haploidní jádro, pučící kvasinky jsou diploidní, v kompartmentech hyf je více jader
- e jádro je obdáno membránou a obsahuje několik chromozómů
- e membránové organely – mitochondrie, vakuoly
- e DNA obsahuje introny
- e 80S ribozómy – 18S rRNA je základem pro stanovení

fylogenetické příbuznosti

- <sup>α</sup> mycelium – apikální růst
- <sup>α</sup> kvasinky – pučení – často dimorfní – pseudomycelium – průnik do tkání
- <sup>α</sup> chitin v buněčné stěně (a glukany)
- <sup>α</sup> ergosterol v membránách
- <sup>α</sup> heterotrofní metabolismus – využití jednoduchých látek procházejících BS a CM – lytické enzymy vylučované apikálně – degradují komplexní polymery
- <sup>α</sup> pohlavní i nepohlavní rozmnožování
- <sup>α</sup> produkují spory

## **Hyfa = houbové vlákno**

- <sup>α</sup> vlákno s pevnou BS
- <sup>α</sup> průměr 2 – 30 μm
- <sup>α</sup> roste pouze na konci – zóna růstu
- <sup>α</sup> apikální část – membránově vázané vezikuly – syntéza chitinu, ekvivalent GA ..., v centru skupiny vezikulů – aktinová filamenta
- <sup>α</sup> následuje zóna bohatá na mitochondrie
- <sup>α</sup> část s větvenými tubulárními vakuolami
- <sup>α</sup> jádro – askomycety a mitosporické houby – zpravidla větší počet v apikální část



## Kolonie

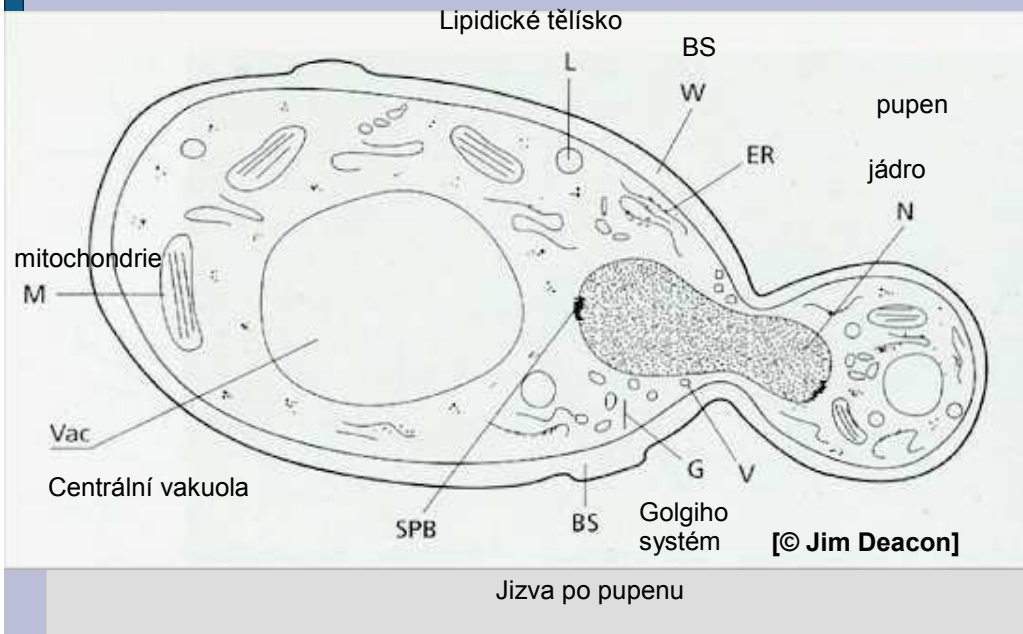
- ☐ typicky se vyvíjí z 1 klíčící spory
- ☐ vznikající hyfa se větví a dává vznik cirkulární kolonii

## Kvasinkovité houby

- ☐ množí se pučením
- ☐ buňka obsahuje 1 jádro, které se dělí, když dceřinný pupen dosáhne určité velikosti
- ☐ často dimorfismus – kvasinkovitá i vláknitá forma
- ☐ pohlavní rozmnožování

## ***Saccharomyces cerevisiae***

## *Saccharomyces cerevisiae*



## Životní strategie hub

- ▶ **saprofyté** (dekompozitoři, přeměňují organickou hmotu na anorganickou)
- ▶ **nekrotrofové** (napadají živá pletiva, která po usmrcení využívají jako zdroj živin)
- ▶ **biotrofové** (napadají a využívají živá pletiva)
- ▶ interakce s dalšími organismy:
  - **parazitismus** (rostliny, houby, živočichové)

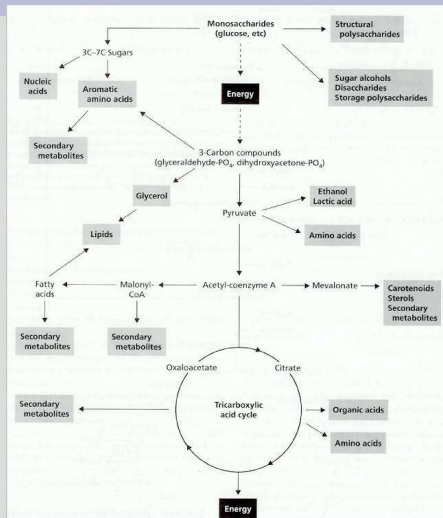
- **symbiosa s hmyzem** – ambrosiové houby, houby v mycetangíích členovců
- **mykorrhiza** = symbióza s kořeny cévnatých rostlin
- **lichenizované houby** = symbióza se zelenými řasami nebo cyanobakteriemi

## Fyziologie hub

- <sub>α</sub> heterotrofní metabolismus
- <sub>α</sub> nejčastěji aerobní, kyslík je terminálním akceptorem elektronů
- <sub>α</sub> mnoho kvasinek a některé vláknité – fakultativní – mohou růst a metabolizovat i anaerobně - *Saccharomyces* – ne pohlavní rozmn. - fermentace
- <sub>α</sub> několik vodních hub – pouze fermentace – aerobní nebo anaerobní – nemají mitochondrie a cytochromy
- <sub>α</sub> anaerobní Chytridiomycota – v rumenu přežvýkavců

## Centrální metabolismus hub

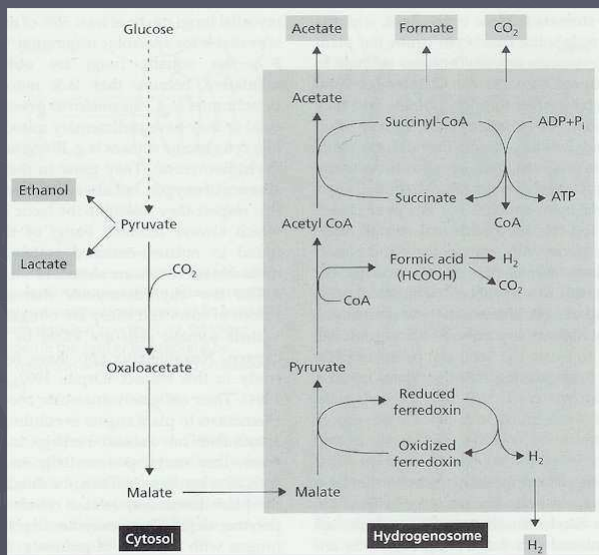
# Centrální metabolismus hub



- hlavní dráhy energetického metabolismu (Embden-Meyerhofova a TCA)
- prekurzory pro biosyntézu různých produktů metabolismu
- hlavním prekurzorem sekundárních metabolitů je acetyl KoA

**Chytridiomycota v rumenu přežvýkavců**

# Chytridiomycota v rumenu přezvýkavců



hydrogenozómy

rozklad celulózy

smíšené kvašení  
– kys. mravenčí,  
mléčná, octová,  
etanol, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>

## Houby a vliv vnějších podmínek

- ▶ vlhkost
- ▶ zpravidla mezofilní
- ▶ psychofilní
- ▶ termofilní
- ▶ acidofilní – kvasinky
- ▶ tolerance k 1 suboptimálnímu faktoru, nikoliv k několika

## Genom hub

- α typicky haploidní jádro – odlišnost od ostatních eukaryot (pučící kvasinky – diploidní)
- α haploidní – snadno vzniká mutace, snadná selekce

mutantů

- <sup>œ</sup> pohlavní rozmnožování – segregace a rekombinace genů, produkt meiózy má projev v haploidní pohlavní spoře
- <sup>œ</sup> nepohlavní spory mohou být využity k produkci uniformní populace
- <sup>œ</sup> homothalické houby
- <sup>œ</sup> heterothalické houby

## **System a fylogeneze hub a příbuzných organismů** (Deacon, 2005 – viz Literatura)

### ▶ **ŘÍŠE: FUNGI (MYCOTA) HOUBY**

- ▶ Oddělení **Chytridiomycota**
- ▶ Oddělení **Zygomycota**
- ▶ Oddělení **Glomeromycota**
- ▶ Oddělení **Ascomycota**
- ▶ Oddělení **Basidiomycota**

## **Houby v širším slova smyslu**

### ▶ **ŘÍŠE: STRAMINIPIILA**

- ▶ Oddělení **Oomycota**
- ▶ Oddělení **Hyphochytridiomycota**
- ▶ Oddělení **Labyrinthulomycota**



## Houbám podobné organismy

- ▶ Oddělení **Myxomycota** (plasmodial slime moulds)
- ▶ Oddělení **Plasmodiophoromycota** (plasmodiophorids)
- ▶ Oddělení **Dictyosteliomycota** (dictyostelid slime moulds)
- ▶ Oddělení **Acrasiomycota** (acrasid slime moulds)

Houby v širším slova smyslu a houbám podobné organismy jsou tradičně studovány mykology

- $\infty$  *Oomycota*
- $\infty$  liší se někt. základními znaky od hub, bližší rostlinám (celulóza, diploidní jádro, rostlinné steroly)
- $\infty$  ekonomicky významní patogeni rostlin
- $\infty$  *Phytophthora infestans*
  - pohlavní rozmnožování – antheridia + oogonia – oospory – klíčí – diploidní hyfy nebo zoospóry
  - nepohlavní rozmnožování – mnohojaderné sporangium – bičíkaté diploidní zoospóry nebo hyfy

## **Chytridiomycota**

- stáří 1 bilion let
- pohyblivé, bičíkaté zoospory
- hydrogenozómy – alternativa mitochondrií
- u některých střídání haploidního a diploidního stádia
- v půdách a ve vodním prostředí
- primární kolonizátoři
- degradace organické hmoty
- v rumenu obratlovců
- parazité nematod

## **Glomeromycota**

- arbuskulární mykorrhiza
- u velkého množství druhů rostlin, nevyskytují se samostatně
- symbioza s *Nostoc punctiforme* – *Geosyphon pyriforme*

## **Zygomycota**

- BS – chitin, chitosan a polyglukuronová kyselina
- coenocytické mycelium – mnohojaderné bez přepážek
- rychle rostoucí
- nejvýznamnější zástupci *Mucor*, *Rhizopus*

### **Rhizopus**

- + Houbička s kosmopolitním výskytem
- + Častý je zvláště na potravinách nebo v krmivech, způsobuje též hnilobu ovoce
- + Neprodukuje mykotoxiny
- + V laboratoři je vzhledem ke svému rychlému růstu a snadnému šíření považována za nebezpečnou kontaminantu
- + Příležitostně bývá izolován z klinického materiálu

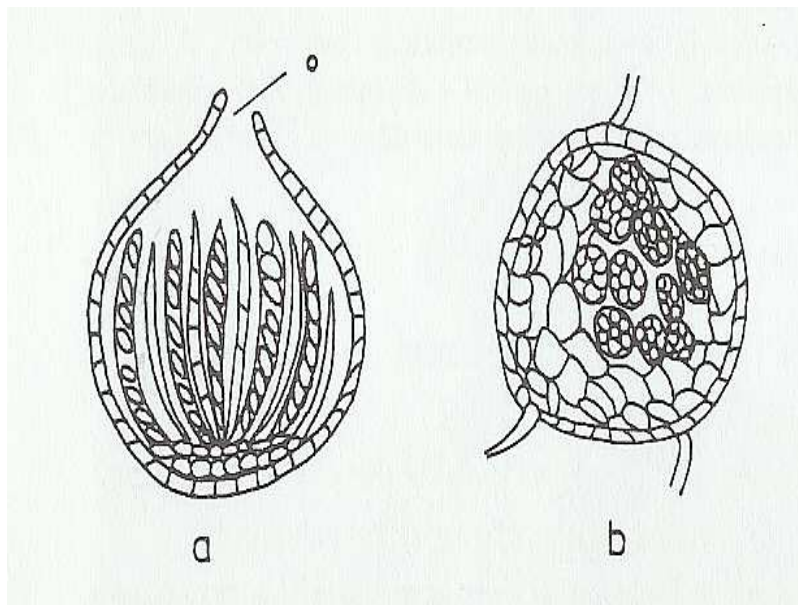
### **Mucor**

- + Rychlý růst a snadné šíření - nebezpečná kontaminanta v laboratořích

## **Ascomycota**

- ▶ monofyletická skupina
- ▶ pohlavní rozmnožování – vznik asků – diploidní jádro, meióza je následována mitózou, vzniká 8 haploidních spor
- ▶ celá řada mitosporických druhů – bez pohlavního rozmnožování
- ▶ *Neurospora crassa*
- ▶ *Sordaria*
- ▶ 75% známých druhů hub
- ▶ askus – vzniká fúzí 2 haploidních jader opačných párovacích typů
- ▶ askospory – meióza – haploidní
- ▶ askokarp - plodnice

## Umístění askospor



a – v peritheciu

b – v kleistotheciu

**Nejvýznamnější zástupci: *Aspergillus*, *Eurotium*,**

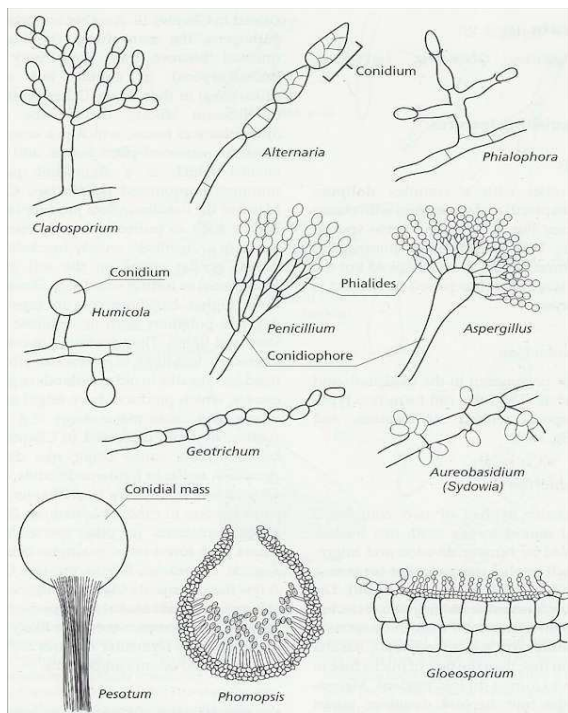
## ***Penicillium, Fusarium, Saccharomyces, Schizosaccharomyces, Kluyveromyces***

### ***Fusarium***

- Rozšířen celosvětově zvláště v půdě a na cereáliích
- Způsobuje krčkové i kořenové hniloby u obilnin a napadá i uskladněné brambory a cukrovou řepu
- Produkuje řadu mykotoxinů, zvláště trichotheceny a zearalenon

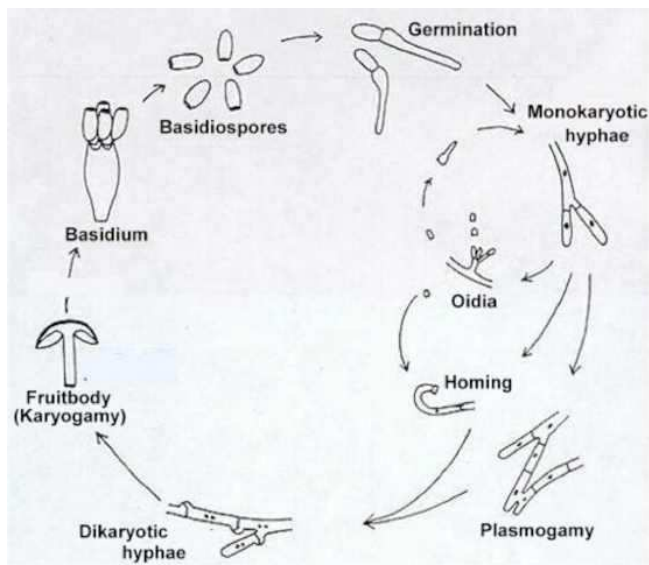
## **Mitosporické houby**

- dříve Deuteromycota
- dnes zpravidla zařazeny do *Ascomycota*
- pouze nepohlavní stádium
- formální rody
- různé typy konidií – vznikají mitotickým dělením
- *Aspergillus, Penicillium, Cladosporium, Alternaria*



## ***Basidiomycota***

- houby tvořící plodnice
- kvasinkovité houby - *Rhodotorula*
- patogeni rostlin a člověka
- basidium – meióza – basidiospory (na sterigmatech)
- septa brání průchodu jader
- dvoujaderné části hyf



*Puccinia graminis*

**Houby jsou původci onemocnění rostlin, živočichů, hmyzu, člověka**

**Houby – parazité rostlin**

- ▶ *Ophiostoma ulmi* (Ascomycota)
- ▶ *Botrytis cinerea* (Ascomycota)

**Entomofágní houby**

*Beauveria bassiana*

*Hirsutella rhossiliensis*

## Houby – původci onemocnění člověka

- ▶ onemocnění způsobená houbami - mykózy – asi 200 – 300 druhů hub
- ▶ další zdravotní problémy - alergie, působení toxinů
- ▶ 5 skupin onemocnění způsobených houbami (mykóz)
- ▶ 1. dermatofytické houby
- ▶ 2. onemocnění způsobená běžnými komenzály po narušení rovnováhy – *Candida albicans*
- ▶ 3. onemocnění způsobená druhy s drobnými sporami, které se dostávají do alveolů – plicní onemocnění – u imunokompromitovaných pacientů
- ▶ 4. infekce ran, především u oslabených jedinců, rozklad tkáně – melanizované stěny hyf -*Phialophora*, *Cladosporium* a *Sporothrix*
- ▶ 5. *Pneumocystis jirovici* – specializované jednoduché houbám podobné organismy, imunokompromitovaní jedinci

**Mykotoxiny** – toxiny produkované mikroskopickými vláknitými houbami

## Houby a potraviny

# Houby v symbiotických vztazích

## Mykorrhiza

- **endomykorrhiza (90%)** - schopnost mykorrhizní houby kolonizovat buňky primární kůry kořene
  - vezikulo-arbuskulární
- **ektomykorrhizu** -rozvoj endofytické houby je omezen na mezibuněčné prostory kořenového kortexu

## Lišejníky