Houby

eukaryotické mikroorganismy

- unikátní organismy, specifická stavba i funkce buňky
- samostatná říše
- celá řada aktivit s praktickým dopadem (dekompozice, patogeni rostlin a člověka, producenti významných látek)
- 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

- *Saccharomyces cerevisiae*
- *Schizosaccharomyces pombe*
- *Neurospora crassa*

- jedna ze 3 evolučních větví eukaryotických mikrorganismů

Pravé houby

- monofyletická skupina (společný předek)
- eukaryotické

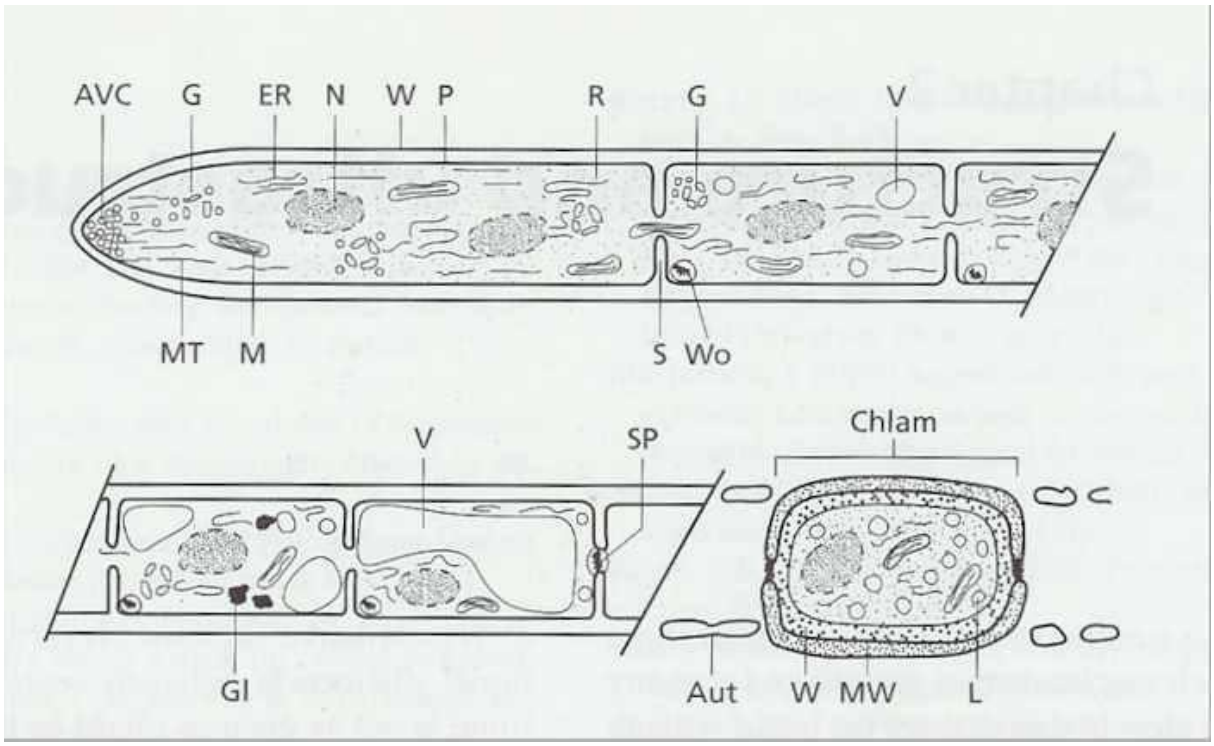
stavba buňky

- typicky haploidní jádro, pučící kvasinky jsou diploidní, v kompartmentech hyf je více jader
- jádro je obdáno membránou a obsahuje několik chromozómů
- membránové organely – mitochondrie, vakuoly
- DNA obsahuje introny
- 80S ribozómy – 18S rRNA je základem pro stanovení fylogenetické příbuznosti
- mycelium – apikální růst
- kvasinky – pučení – často dimorfní – pseudomycelium – průnik do tkání
- chitin v buněčné stěně (a glukany)

- ergosterol v membránách
- heterotrofní metabolismus – využití jednoduchých látek procházejících BS a CM – lytické enzymy vylučované apikálně – degradují komplexní polymery
- pohlavní i nepohlavní rozmnožování
- produkují spory

Hyfa = houbové vlákno

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



Kolonie

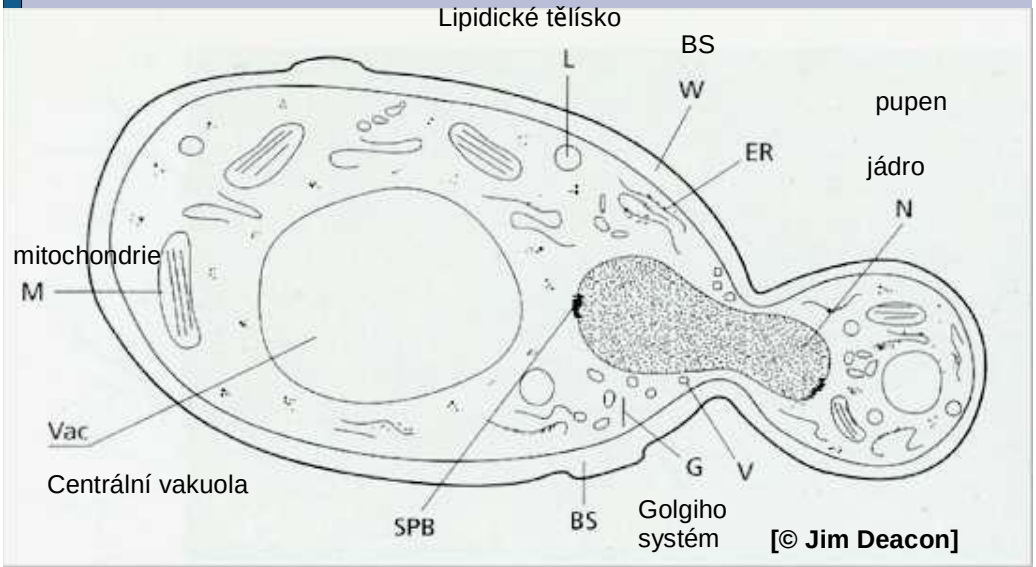
- typicky se vyvíjí z 1 klíčící spory
- vznikající hyfa se větví a dává vznik cirkulární kolonii

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



Jizva po pupenu

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:

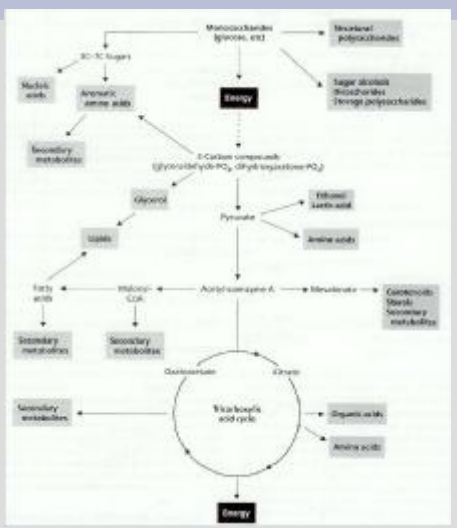
- parazitismus (rostliny, houby, živočichové)
- symbiosa s hmyzem – ambrosiové houby, houby v mycetangiích členovců
- mykorrhiza = symbióza s kořeny cévnatých rostlin
- lichenizované houby = symbióza se zelenými řasami nebo cyanobakteriemi

Fyziologie hub

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

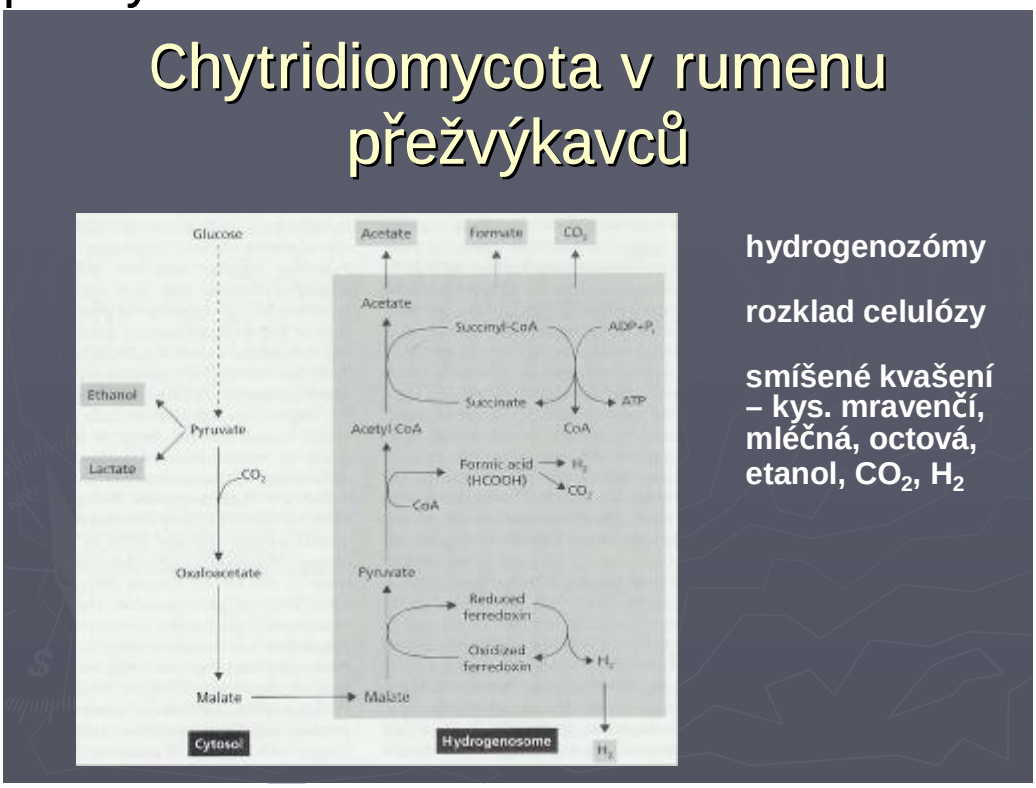
Centrální metabolismus hub

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



Houby a vliv vnějších podmínek

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

Genom hub

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

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

Systém a fylogeneze hub a příbuzných organismů

(Deacon, 2005 – viz Literatura)

►**Ř**ÍŠE: FUNGI (MYCOTA) HOUBY

►Oddělení Chytridiomycota

►Oddělení Zygomycota

►Oddělení Glomeromycota

►Oddělení Ascomycota

►Oddělení Basidiomycota

Houby v širším slova smyslu

►**Ř**ÍŠE: STRAMINIPILA

►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

- *Oomycota*
- liší se někt. základními znaky od hub, bližší rostlinám (celulóza, diploidní jádro, rostlinné steroly)
- ekonomicky významní patogeni rostlin
- *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

- Houba 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

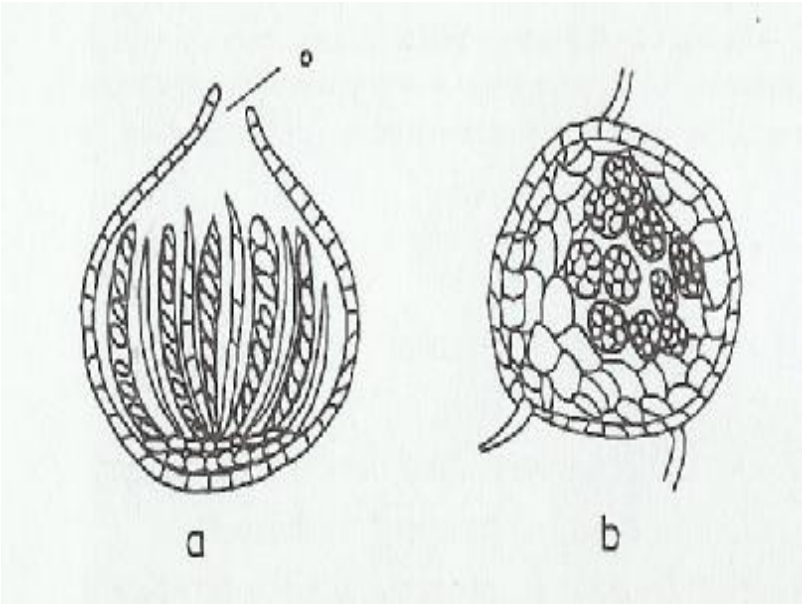
Mucor

- 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

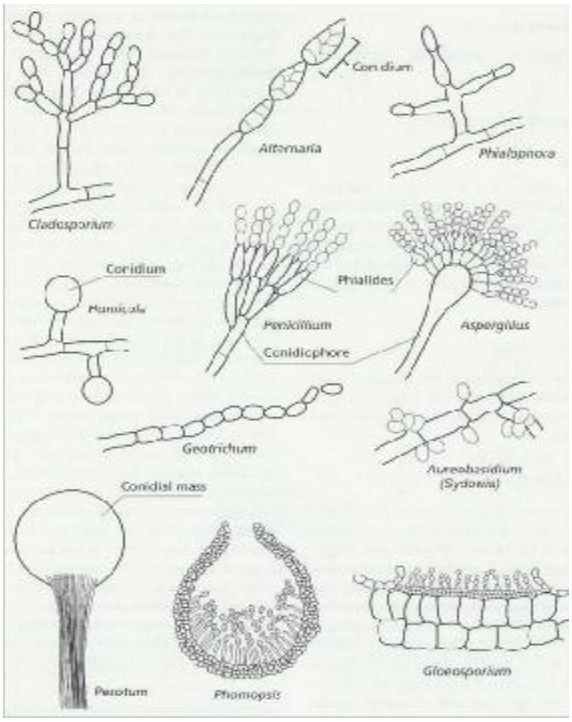
Nejvýznamnější zástupci: *Aspergillus, Eurotium, Penicillium, Fusarium, Saccharomyces, Schizosaccharomyces, Kluyveromyces*

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

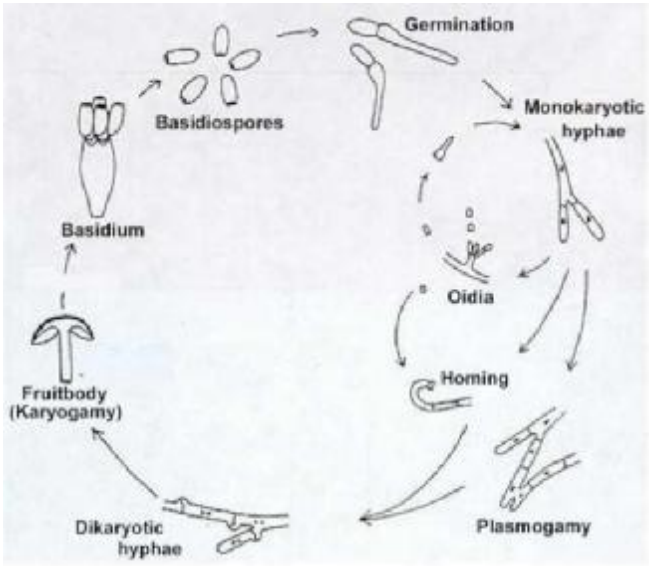
Mitosporické houby

- 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 rhossilliensis

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