



# OBEČNÁ MYKOLOGIE

(místy se zvláštním zřetelem k makromycetům)

- Vymezení pojmů „houby“ a „mykologie“** • Historický výskyt a teorie o původu hub
- Stavba houbové buňky (cytoplazma, organely, jádro a bun. cyklus, bun. stěna)
  - Výživa a obsahové látky hub • Vegetativní stélka hub (nemyceliální houby, hyfy, hyfové útvary, pletivné útvary, stélka lišejníků, růst houbové stélky)
    - Rozmnožování hub (vegetativní, nepohlavní, pohlavní) • Genetika hub
    - Plodnice hub (sporokarpy, askokarpy, bazidiokarpy, anatomie plodnic, hymenofor, hymeniální elementy) • Spory hub (typy a stavba, šíření a klíčení)

# VYMEZENÍ POJMŮ „HOUBY“ A „MYKOLOGIE“

## **MYKOLOGIE = VĚDA O HOUBÁCH**

Jednoduchá definice necht' nám pro začátek postačí, chceme-li říci, o čem bude pojednávat text, jehož první řádky máte před sebou.

Ať se to zastáncům "samostatnosti" líbí nebo ne, byla mykologie historicky součástí "klasické" botaniky (zahrnující v širokém pojetí "vše zelené anebo nepohyblivé"), s níž ji dodnes spojují mnohé aspekty, jako například metody výzkumu, taxonomická pravidla, společná stanoviště a ekologické nároky hub a rostlin...

Na druhou stranu již Fries hovořil o houbách jako "třetí říši" a současné fylogenetické studie vyloučily blízkou příbuznost houbových a rostlinných organismů. K tomu se však dostaneme za chvíli...

Pojďme se na úvod podívat, jaké skupiny organismů jsou předmětem zájmu mykologie – a podobně jako na příkladu široce pojímané botaniky i zde můžete vidět, že "věda o houbách" se v tradiční šíři zabývá organismy spadajícími dnes do různých říší.

Tradiční říše **Fungi** je nyní vřazována do superskupiny **Opisthokonta** (více viz "vývojové trendy" v další kapitole). Vývojově bazální jsou zoosporické houby (oddělení **Chytridiomycota**, **Blastocladiomycota** a pár dalších), za odvozené jsou pak považovány "vlastní houby" neboli dřívější **Eumycota** (pravděpodobně polyfyletická skupina, zahrnující několik vývojových linií spájivých hub, vřeckaté a stopkovýtrusné houby); tolik v kostce, systematická problematika nemá být a nebude náplní tohoto textu.

Objektem studia mykologie jsou též lišejníky – jakkoli tím nechci popírat postavení lichenologie coby samostatné vědy o těchto autotrofních a ekologicky vyhraněných organismech, v systematice je v současné době prosazováno zařazování lišejníků do patřičných skupin hub podle jejich mykobiontů. Jistě, lišejníky patří mezi producenty, což v případě jejich vřazení do systému hub nabourává ekologickou definici hub jako třetí říše – ale nutno na tomto místě zdůraznit, že producenti, konzumenti a destruenti jsou "ekologické říše", které nelze spojovat s postavením skupin organismů v přirozeném systému.

Recentně je (na základě analýz RNA a proteinů) k houbám přiřazována též skupina jednoduchých organismů s nejasnými vývojovými vztahy – **mikrosporidie** (*Microsporidia* nebo *Microspora*, vnitrobuněční parazité protist a živočichů, řazení dříve mezi prvoky).

Kromě hub (*Fungi*) jsou historicky předmětem mykologických studií i další skupiny organismů s jednobuněčnými i vláknitými stélkami.

Do značné míry se z pojetí hub vymykají *Oomycota* neboli *Peronosporomycota* (+ vedle stojící oddělení *Hyphochytriomycota* a *Labyrinthulomycota*), která jsou v dnes již klasickém systému Cavalier-Smithe řazena do říše *Chromista*, nověji do říše *Chromalveolata* a nyní SAR jako paralelní skupina vedle (v klasickém pojetí) řasového oddělení *Chromophyta*, respektive *Heterokontophyta* (za významný rozdíl bylo považováno, že *Oomycota* jsou diplobionti, zatímco jim domněle nejpříbuznější *Xanthophyceae* haplobionti – to je samozřejmě stále jeden ze znaků, kterým lze skupinu vymežit, avšak rozhodující pro klasifikaci jsou dnes i zde molekulární analýzy).

Na příkladu uvedených oddělení lze dobře demonstrovat prolínání (respektive paralelní výskyt) autotrofie a heterotrofie => heterotrofie není znakem, kterým by bylo možno houby a podobné organismy vymezovat vůči jiným skupinám (známe ostatně heterotrofně žijící ruduchy, rozsivky, o vyšších rostlinách nemluvě; u oddělení *Dinophyta* a *Euglenophyta* heterotrofové dokonce převažují). Pravděpodobně na eukaryotické úrovni se rozvíjela autotrofie s heterotrofií současně (ani jednu nelze bezpečně označit za primární).

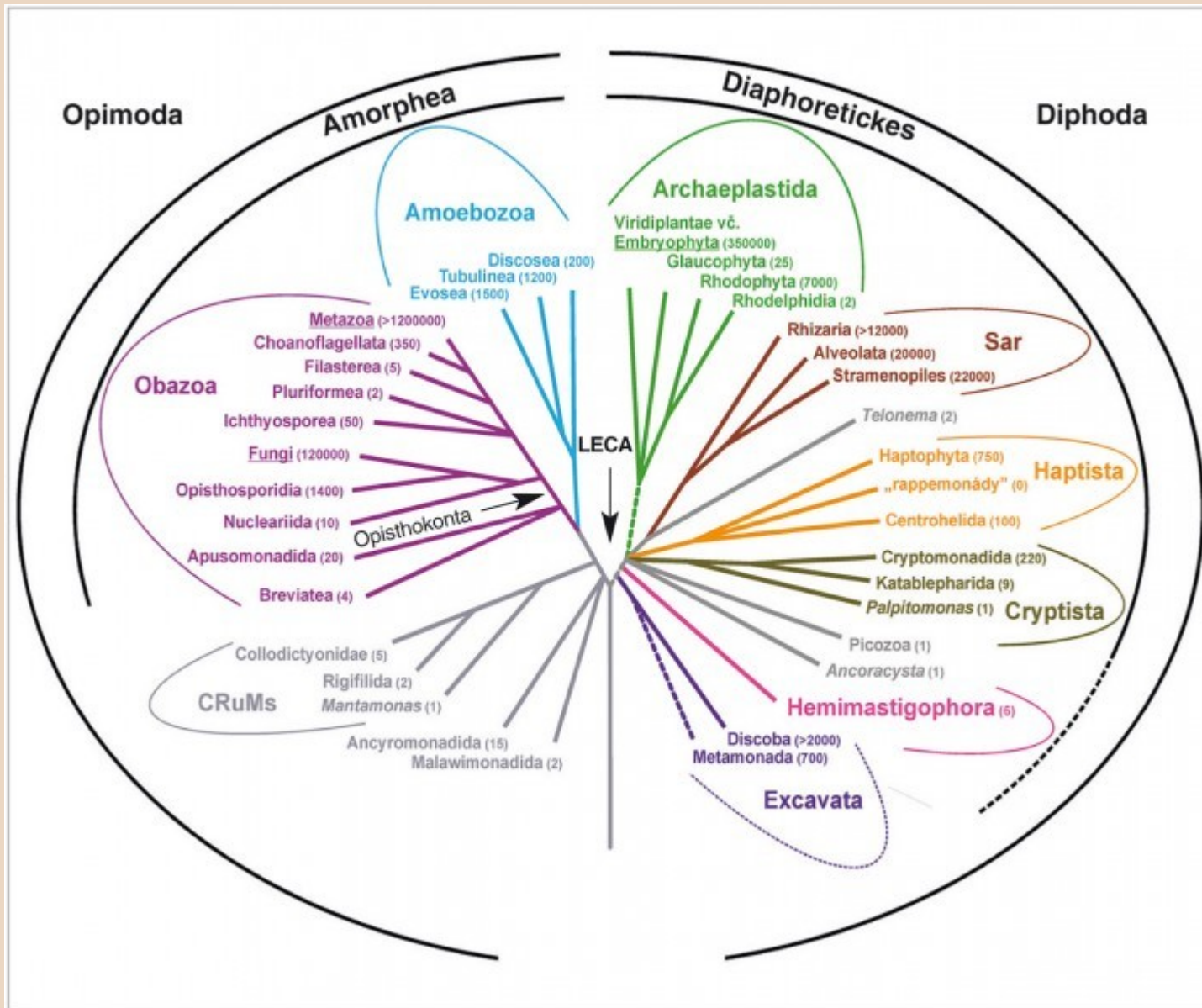
V neposlední řadě jsou objektem zájmu mykologů i plazmodiální organismy, vykazující s houbami některé společné znaky: jsou prostorově vázány na určité místo a alespoň v určitém úseku životního cyklu mají celulózní nebo chitinózní buněčnou stěnu (u výtrusů, resp. cyst).

- *Acrasiomycota* (*Acrasida*) a *Myxomycota* (*Mycetozoa*, hlenky) na rozdíl od hub nejsou rozkladači, ale konzumenti, jedná se o primitivní živočišnou výživu (fagocytóza, holozoická výživa).

- *Plasmodiophoromycota* (*Plasmodiophorea*, nádorovky) – parazité, kteří přijímají i vylučují organickou hmotu celým povrchem těla (i kromě tohoto znaku jsou s hlenkami pramálo příbuzné, viz úvod ke kapitole o historickému výskytu).

Systematická poznámka: Zatímco v závěru minulého století byl pro jednobuněčné a plazmodiální organismy obvyklý "sběrný koš" jménem *Protozoa* (nebo *Protista*), v novém pojetí systemu organismů jsou protozoální skupiny řazeny do různých říší – jen pro "houbové" (rozuměj houbám podobné či příbuzné) organismy je jich pět: *Amoebozoa* (hlenky), *Excavata* (akrasie), *Rhizaria* (nádorovky) a *Chromalveolata* (labyrintuly), obé nyní v SAR, a nakonec i *Opisthokonta* (mikrosporidie).

# Aktuální klasifikace eukaryotických organismů.



Ivan Čepička: Diverzita protist. Živa 5/2019, str. 220. <https://ziva.avcr.cz/2019-5/diverzita-protist.html>

Přehled hlavních evolučních linií eukaryot. Neprotistní linie jsou podtrženy, superskupiny vyznačeny barevně.

Uvedeny jsou i taxony nadřazené superskupinám – Diaphoretickes, Amorphea, Opimoda a Diphoda. Orig. I. Čepička.

## CO HOUBY SPOJUJE?

Byť u takto široké skupiny je jakýkoli pokus o definici velmi problematický, pokusme se o to:

**Houby** jsou pokročile heterotrofní skupinou eukaryotických organismů, které jsou především destruenty organické hmoty v přírodě (v krajním případě i cestou parazitismu), jejich buňky mají organely shodné s rostlinami kromě plastidů, charakteristickou buněčnou stěnu (alespoň v některém stadiu vývoje), vakuoly a produktem výživy je glykogen.

Tuto charakteristiku lze doplnit přehledem nejdůležitějších znaků, typických pro houby či společných s živočichy nebo rostlinami.

**Znaky, které se vyskytují jen u pravých hub** (rozuměj skupinu *Eumycota*) a ne u žádných jiných skupin organismů:

- dikaryotická fáze (pouze u oddělení *Ascomycota* a *Basidiomycota*);
- přehrádky vlastních hub jsou perforované (u rostlin nejsou, u oddělení *Oomycota* také ne; houby ze skupiny *Zygomycota* mají ale přehrádky rovněž plné) buď jednoduchými póry, nebo s vytvořením složitější struktury (dolipory, viz dále); mimochodem charakter přehrádek je důvodem, proč jsou dnes některými autory vydělovány rzi ze stopkovýtrusých hub (s určitou podporou "nezbytných" molekulárních analýz a v kombinaci s dalšími znaky – netvoří plodnice a tvoří samčí gamety, spermacie, podobně jako některé evolučně starší skupiny).

## **Znaky, které spojují houby (*Eumycota*) s živočichy:**

- heterotrofní výživa;
- glykogen jako produkt metabolismu a zásobní látka;
- v buňkách se vyskytují lyzosomy (obvykle chybějí u rostlin);
- v poslední době molekulární data (analýzy sekvencí DNA, rRNA a některých proteinů).

## **Znaky, které naopak spojují houby (*Eumycota*) s rostlinami**

(aneb proč byly historicky "házeny do jednoho pytle"):

- nepohyblivá vegetativní stélka;
- organizační stupně shodné s recentními řasovými skupinami (kokální, trichální, sifonální, sifonokladální, pletivé stélky);
- též shodné organizační stupně mají houby a protozoální organismy;
- střídání generací je princip rostlinný i houbový – od něj už je jen krůček ke střídání jaderných fází (mono- a dikaryotické), což je sice specificita hub, ale vzniká v návaznosti na ontogenetický proces stejný jako u rostlin.



## KLASIFIKACE HUB

Houby lze – tak jako jiné organismy – v principu klasifikovat ve dvou typech systémů: přirozených a umělých. Systémy umělé jsou z praktického hlediska i dnes používány pro heterogenní, ale jasně definované skupiny (*Deuteromycota* = *Fungi imperfecti*, *Lichenes*).

Snaha vědy směřuje k vytvoření přirozeného systému, v maximální možné míře odpovídajícího fylogenezi.

Každý systém (umělý i přirozený) je hierarchický <= to je samozřejmě dáno praktickou potřebou hodnotit organismy na jasně vymezených taxonomických úrovních (i když v přírodě žádné ostré "schody" nejsou).

Historicky je klasifikace založena hlavně na fenotypu ("viditelných" znacích, počínaje makromorfologií přes stavbu reprodukčních orgánů k ultrastrukturním znakům), dnes se stále více prosazuje kladistika, numerická taxonomie (prezentující primárně rozdíly v genotypu). Každý z těchto přístupů má své plus i své mínus:

- kladistika nám jasně ukáže míru podobnosti různých organismů, a to nejen ve zjevných znacích => může odhalit případ konvergence a tím i polyfyletičnost zdánlivě kompaktní skupiny => napomůže lepšímu rozřazení organismů;
- na druhou stranu kladistika pouze kvantifikuje rozdíl mezi recentními organismy – z kladogramu nelze vyčíst pravděpodobné stáří taxonů, potenciální předky a vývojové vztahy, resp. vývojové řady, a obtížně nahrazuje "subjektivní" hledisko určující, které znaky mají stěžejní význam a které jsou podružné.

## Znaky používané pro určování a klasifikaci hub:

- morfologické: makroskopické, zejména plodnice (*Ascomycota*, *Basidiomycota*), a mikroskopické – spory (tvar, povrchová struktura), konidie a jejich vznik;
- výživa a fyziologie: omezená možnost využití, používá se u kvasinek;
- chemické: složení buněčné stěny, proteiny, enzymy, antigeny;
- molekulární: sekvence bazí DNA, rRNA, mitochondriální DNA.

## Jak se skládá "mozaika" zvaná **fylogeneze** (s příklady):

- morfologie a ultrastruktura: největší význam mají znaky (a jejich prezenze nebo absence), které zjevně nevznikly v průběhu fylogeneze vícekrát – např. bičík (tradičně byl tento znak používán k vymezení *Chytridiomycota* versus *Eumycota* – avšak zmýlená neplatí, skupina *Eumycota* shrnuje houby druhotně bezbičíkaté a k této redukci dochází v evoluci "na více frontách") nebo dolipor (*Basidiomycota*);
- metabolismus: např. biosyntéza lysinu přes  $\alpha$ -aminoadipovou kyselinu (*Chytridiomycota* a *Eumycota*) nebo diaminopimelovou kyselinu (*Oomycota*);
- v současnosti nejvíce numerická analýza molekulárních dat: nejstabilnější znaky, ale omezená interpretace (v kladogramech se odráží jen rozdílnost recentních organismů, viz výše).

**Kolik je na světě hub?** Kdo ví... V současné době je známo zhruba 155 000 druhů (což přiznejme že ve srovnání s rostlinami, neřkuli živočichy není mnoho :o), odhady realistů se však pohybují mezi 1–10 miliony druhů. Kolik nepoznaných ještě čeká mezi endofyty, v půdě, v tropických oblastech...?

Druhy hub v šíři jejich variability – nahoře příklad rozmanitosti mycelia v závislosti na kmeni nebo substrátu: kolonie *Scleroconidioma sphagnicola* na kukuřičném (a) a sladínovém agaru (b).

Dole plodnice *Hypholoma fasciculare* na dřevním substrátu v přirozeném prostředí, pelety v živném roztoku a mycelium na agarové půdě.

převzato z [http://botany.natur.cuni.cz/koukol/ekologiehub/EkoHub\\_1.ppt](http://botany.natur.cuni.cz/koukol/ekologiehub/EkoHub_1.ppt)

