

mykologie



Mkavkova@prf.jcu.cz

www.mykoweb.prf.jcu.cz (UNB myko)

Proč studujeme houby?

- **Nedílná součást ekosystému** – energetické cykly, přeměna organické a anorganické hmoty

1. rozklad dřevní hmoty
2. zpřístupňování živin pro jiné organismy
3. rozklad kostní hmoty a rohoviny
4. akumulace a transformace těžkých kovů
5. Úprava pH substrátů, výměna plynů ...
etc.
6. Produkce metabolitů



• **Široká geografická valence** – od severního pólu po tropy, adaptace na vysokou nadmořskou výšku, tlak, vysoké teploty, zasolení, sucho , kyselé pH, aerobní podmínky

příklady

Hymenoscyphus ericae pH –2-3, symbiont vřesovištních rostlin

Serpula lachrymans – Dřevomorka domácí- Adaptace na suché dřevo a jsou schopné eliminovat vysoké dávky Zn a Cu (fungicidy)

Debaryomyces hansenii – mořská kvasinky regulace turgoru (K^+ > Na^+)

Dactylaria gallopava – termální prameny, 60°C

Talaromyces flavus- 80°C

- **Nutriční adaptace** – symbionti, parazité rostlin, parazité obojživelníků, ryb, ptáků a savců, saprofyté

příklady

- **Symbionti rostlin** – endofyté travin, mykorhizní druhy hub

Scleroderma citrinum -
ektomykorhiza



- **Parazité rostlin** – obligátní nebo fakultativní, biotrofní, nekrotrofní a přechodné formy

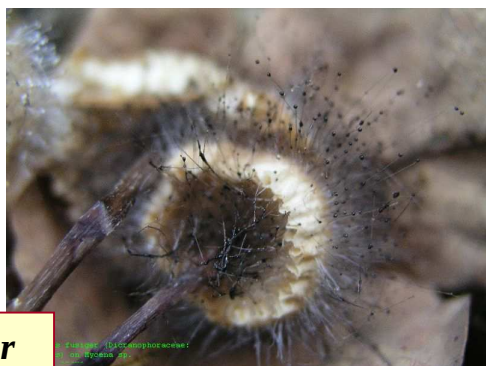
- **Parazité živočichů** – mykózy

- **Saprofyté** – rozklad organické hmoty

Microsphaera penicillata



- **Parazité hub**



Spinellus fusiger



Helvella crispa



Houby a člověk

Vztahy pozitivní a prospěšné



- **Biotransformace - Fermentace** – kvasinky (alkohol, chleba, steroidy)
- **Využití metabolitů** – antibiotika, rostlinné hormony, cytostatika, alkaloidy
- **Využití enzymatických aktivit hub** – zrající sýry, tempeh, sojová omáčka, organické kyseliny
- **Využití biomasy jako potravin** – zdroj proteinů
- **Biologická ochrana** – zemědělství – využití entomofágních a nematofágních a mykoparazitických hub k eliminaci škůdců a parazitických hub
- **Lesnictví a zemědělství** - využití mykorhizních hub k produkci rostlin





Negativní vliv hub

Choroby rostlin – ohrožení produkce zemědělských plodin

Phaeoannellomyces werneckii

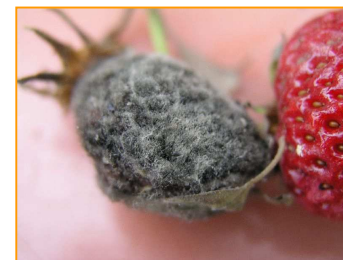
Mykózy – zvířata a lidé



Ustilago maydis

Mykotoxiny – sekundární metabolity

Alergie



Hniloby a kazivost – potraviny, organické produkty

Úloha hub v historii lidstva-Etnomykologie

Systematické studie byly započaty před 250 lety

Starověký Egypt-fermentace je dar boha Osira

Starověké Řecko – Bakchálie

Římská říše – Jupiter jako dárce hub a lanýžů



Národy Jižní Ameriky- Guatemala a Mexiko-využívání halucinogenních hub – *Amanita muscarina*, *Psilocybe cubensis*

Severoamerické národy – *Fomitopsis officinalis*, *Piptoporus betulinus* –hubky při rozdělávání ohně, zastavení krvácení

• **Asie** – Sibiřské národy – *A.muscarina* – halucinogenní účinky

Čína – tradiční medicína – *Ganoderma*, *Shitake*, *Flamullina*,

Tremella fuciformis

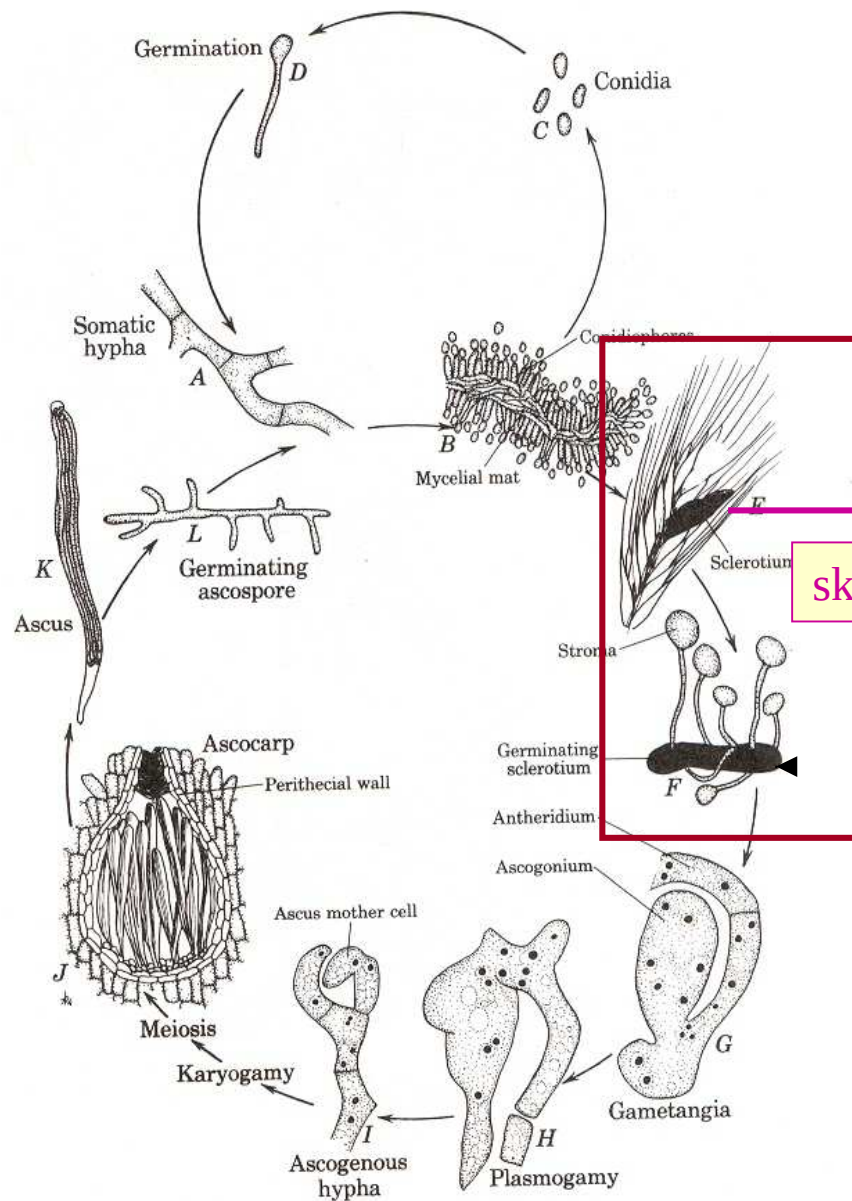


• **Středověká Evropa** – **ergotismus** – *Claviceps purpurea* –
námel, *Paličkovice nachová* – postižení nervové soustavy -Tanec
svatého Víta (střední a severní Evropa)

Vředovitá gangrenózní forma –svatý oheň (západní Evropa)

Claviceps purpurea

Námel, Paličkovice nachová



sklerocium



Figure 12-2 Life cycle of *Claviceps purpurea*. [(G-I) Redrawn from O. Brefeld, in A. A. Engler and K. A. E. Prantl. 1897. *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*, Teil I, Abt. I. Wilhelm Engelmann, Leipzig.]

19.Století – vystěhování Irů a Skotů do Severní Ameriky
– **Plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*)**- zničila úrodu
brambor a způsobila hladomor, negativně ovlivnila populaci v Irsku
od roku (hladomor, úmrtnost, vystěhování) 1845-1921



Říše: FUNGI

Outline classification of Fungi in 21st Century Guidebook to fungi. Moore D., Robson D.G., Trinci P.J., 2011

Říše: EUMYCOTA (Fungi, pravé houby)

Phylum:

- Chytridiomycota (706 species in 105 genera)
- Blastocladiomycota (179 species in 14 genera)
- Neocallimastigomycota (20 species in 6 genera)
- Microsporidia (1300+ species in 170 genera)
- Glomeromycota (169 species in 12 genera)
- Ascomycota (64 163 species in 6355 genera)
- Basidiomycota (31 515 species in 1589 genera)



Podříše: Dikarya



Subphylum:

dříve phylum Zygomycota

- Mucoromycotina (*insertae sedis*)
- Entomophthoromycotina
- Zoopagomycotina
- Kickxellomycotina



Říše: Chromista

Phylum: Oomycota

Ph: Hypochytriomycota

Ph: Labyrinthulomycota

Říše: Protozoa*

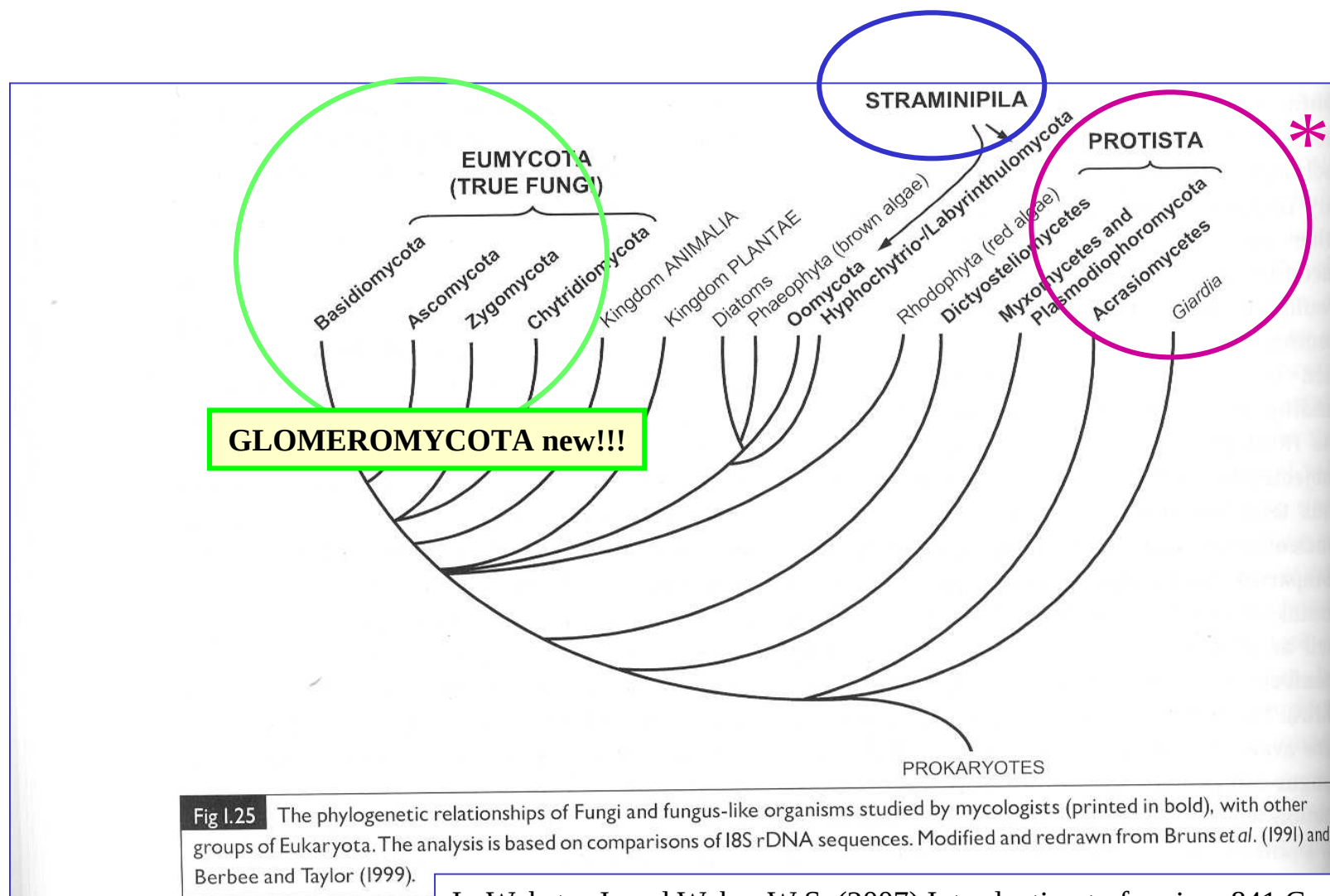
Phylum: Plasmodiophoromycota

Ph: Acrasiomycota

Ph: Myxomycota

Ph: Chanozoa





In: Webster J. and Weber W.S. (2007) Introduction to fungi pp 841 Cambridge University Press.

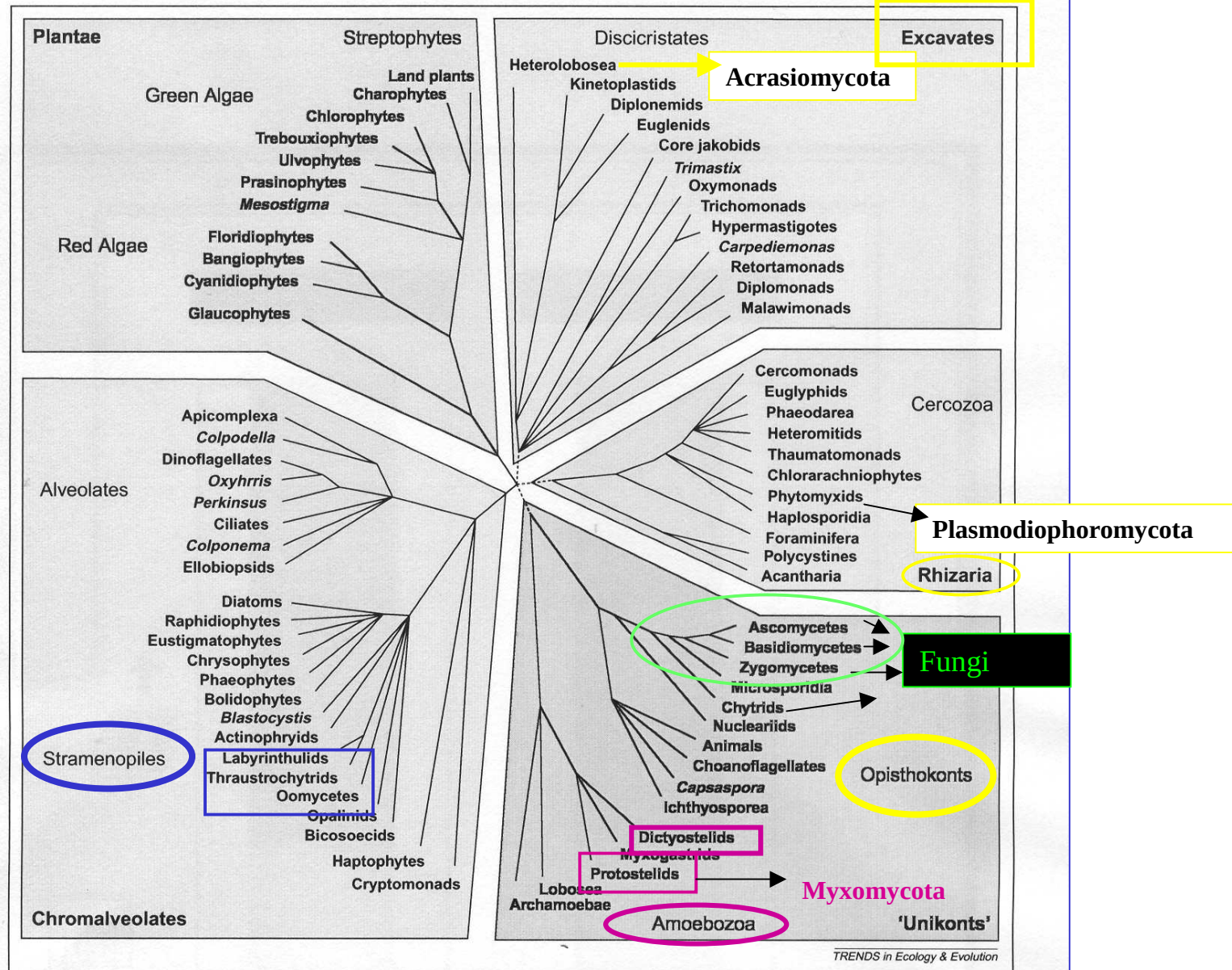
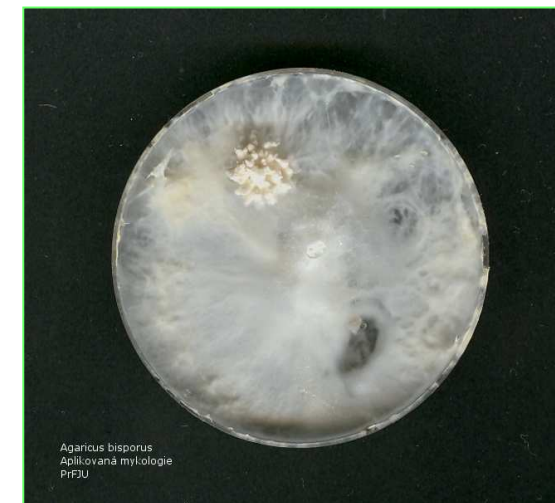


Figure 1. A tree of eukaryotes. The tree is a hypothesis composed from the various types of data discussed in the text, including molecular phylogenies and other molecular characters, as well as morphological and biochemical evidence. Five 'supergroups' are shown, each consisting of a diversity of eukaryotes, most of which are microbial (mostly protists and algae). Relationships are left unresolved (i.e. where several branches emerge simultaneously) when there is little or no evidence for the branching order. Other branches are shown dotted when there are only preliminary indications for this relationship. A handful of 'orphan' genera and two groups, Apusozoa and centrohelid Heliozoa, are not shown. There are few data from these organisms and they are not yet associated with any of these groups.

Znaky, které se používají při klasifikaci hub v systému

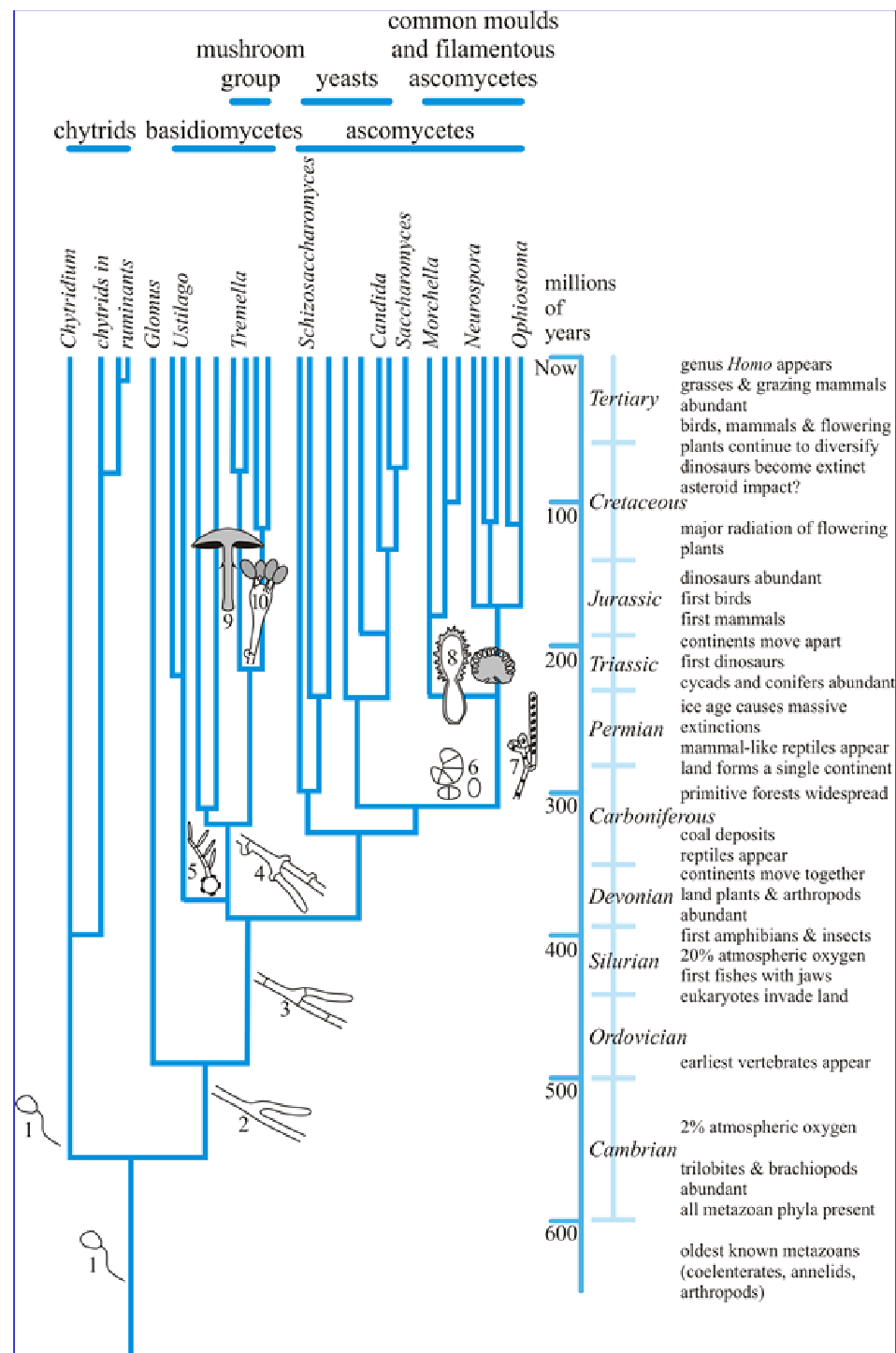
- Morfologie
- Výživa a fyziologie hub
- Chemické složení nízkomolekulárních látek – chemotaxonomie (lišejníky – sekundární metabolity, rod *Cortinarius* aj)
- Antigenní vlastnosti – tvorba protilátek u savců – imuno elektroforéza
- Sacharidy a komponenty buněčné stěny
- Proteiny – enzymatická aktivita
- Nukleové kyseliny (PCR, sekvenace)



Průběh evoluce u hub – trendy

- Přirozené prostředí a ekologické souvislosti
- **Buňka a kolonie (hyfa a mycelium)**
- Životní cyklus a sexualita u hub





Co jsou tedy houby zač?

Rostliny

Autotrofní (fototrófní)
organismy

Živočichové

Heterotrofní digestivní
organismy

Houby

- 1. Eukaryota**
- 2. Heterotrofní**
- 3. Absorptivní**
- 4. Tělo: améba, stélka – vláknitá nebo kokální**
- 5. Zásobní látka - ergosterol**

Ad 2 Houby jako **heterotrófní** organismy

- **Saprotrófové**
- **Sapro-parazité**
- **Parazité**
- **Mutualisté**



Různé substráty:

- Organický materiál rostlinného i živočišného původu s různým obsahem anorganických částic.
- Koprofilní druhy
- Spáleništní druhy
- Vřesovištní druhy (nízké pH)
- Entomofágní, nematofágní
- Fytopatogenní
- Mykoparazitickéetc.
- Symbióza (mykorhiza aj.)



Ad 3. Houby jako **absorptivní organismy**

Houby produkují do prostředí **ENZYMY**, kterými natráví substrát (naštípají na jednodušší komponenty) a ty pak transportními membránovými mechanismy přes buněčnou stěnu translokují do cytoplasmy)

Příklady:

Dřevokazné druhy hub: celulázy, hemicelulázy a lignolytické enzymy

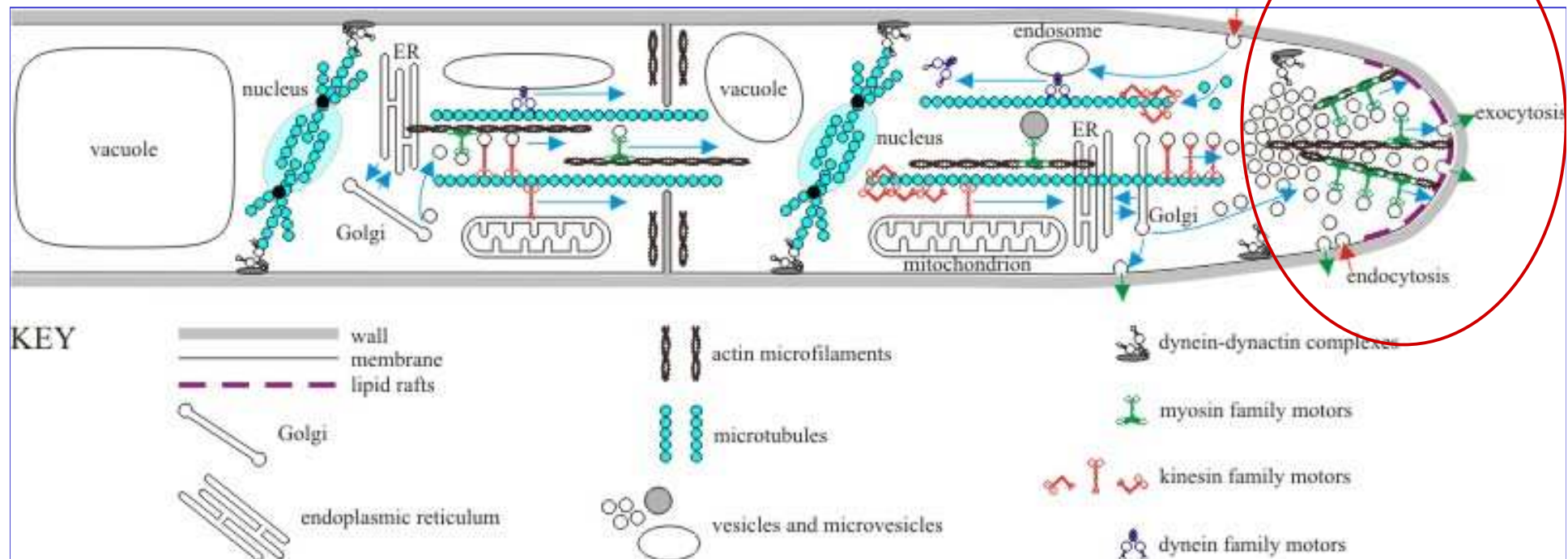
Houby způsobující hniloby ovoce: pektinázy

Houby rozkládající peří a kosti: keratinolytické enzymy

Entomopatogenní houby: chitinázy, kutinázy etc.

Ad 4 - hyfa

Apex - růstový vrchol hyfy



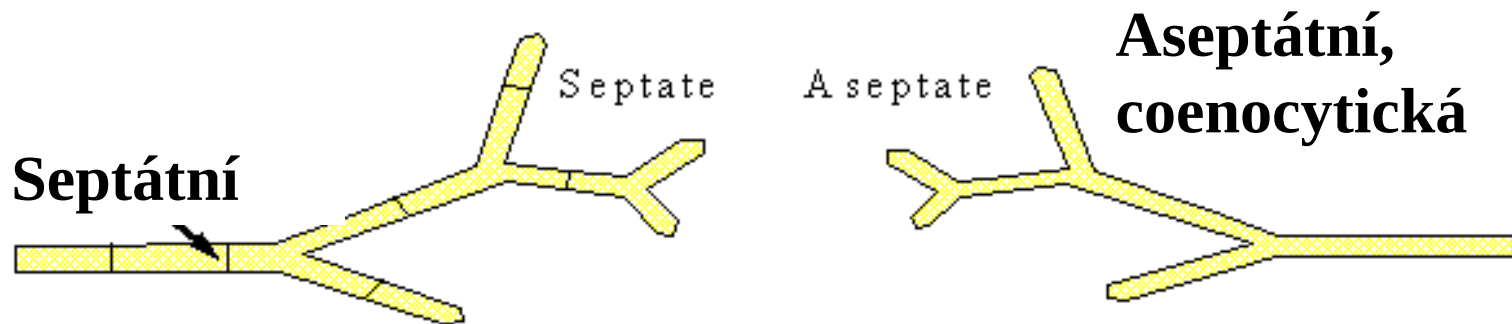
Hyfa

Y e a s t



Stélka kokální

H y p h a e



Stélka vláknitá

Stélka kokální - jednobuněčná, n nebo $2n$ (kvasinky (Ascomycota: Saccharomycetales nebo Basidiomycota: Ustilaginales) *sensu stricto* nebo pouze kvasinkovité stádium jako reakce na podmínky prostředí (obecný jev u hub) - **DIMORFISMUS**



Stélka vláknitá – **hyfa**, tubulární útvar, mnohobuněčný s **přepážkami** a jednojadernými nebo dvoujadernými úseky.

Tubulární útvar bez přepážek – **hyfa coenocytická** a mnohojaderná.

Hyfa je charakteristická **apikálním růstem**, větví se a vytváří 3D síť - **MYCELIUM**.

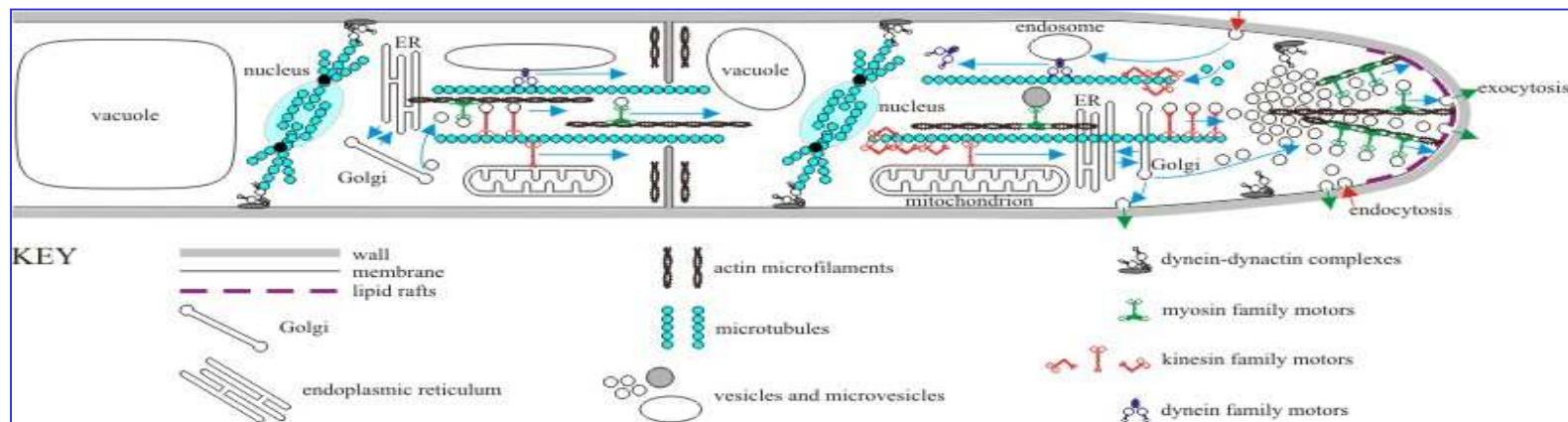


Buněčná stěna hyfy:

Třívrstevná

Formuje se postupně v souladu s růstem hyfy od vnitřní vrstvy

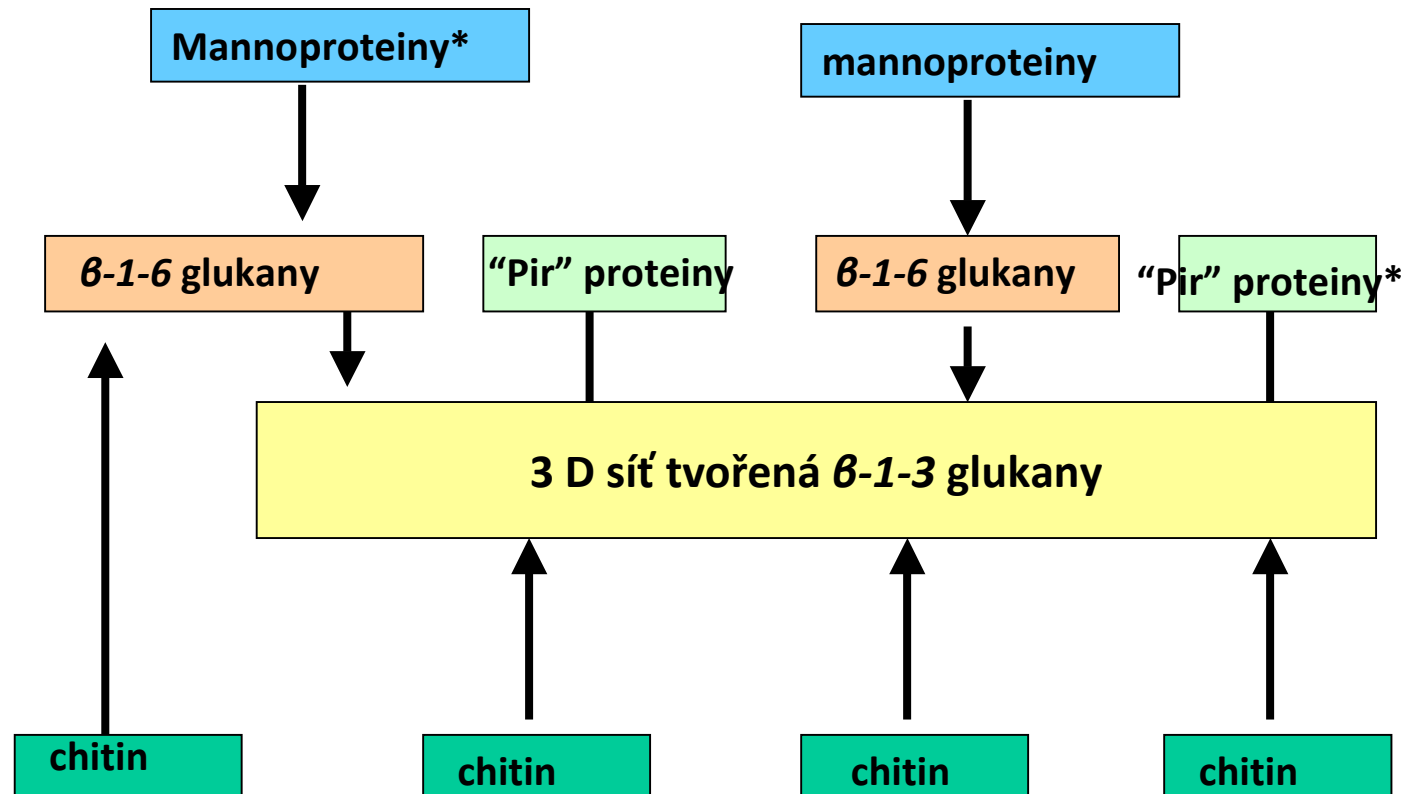
- Vnější vrstva: vrstva laminarinu, β -1,3 a β -1,6 glukany
- Střední vrstva: rozpustný protein
- Vnitřní vrstva: strukturní pevný protein – vrstva mikrofibril + mannoproteiny, polymery – chitin
- Pozor!!! Je odlišná struktura BS v apikálním segmentu hyfy nebo v **apexu** a u dospělé hyfy!



Plasmatická membrána

- **Ergosterol**
- Buněčná stěna hub je dynamiccká vyvíjející se struktura, jejíž složení ovlivňuje:
 1. Prostředí (osmotický tlak etc.)
 2. Vývojová fáze HO
- Hlavní komponenty:
 1. **Chitin**, glukan a manoproteiny (Basidio-, Asco-, a mitosporické houby)
 2. Chitosan, chitin a polygalacturonová kyselina – Zygomycota
 3. Celulóza a jiné glukany – Oomycota
- **Glykoproteiny v BS:**
 1. Glykosylphosphatidylinosidol (GPI) (v ER)
 2. β -1-3 a β -1-6 glukany tzv. “Pir” proteiny (opakující se AA sekvence)
 3. Hydrofobiny- vysoký obsah Cys
 4. Tmavé pigmenty: melanin, katechol, naftaleny – deriváty fenolických metabolitů

Architektura buněčné stěny HO

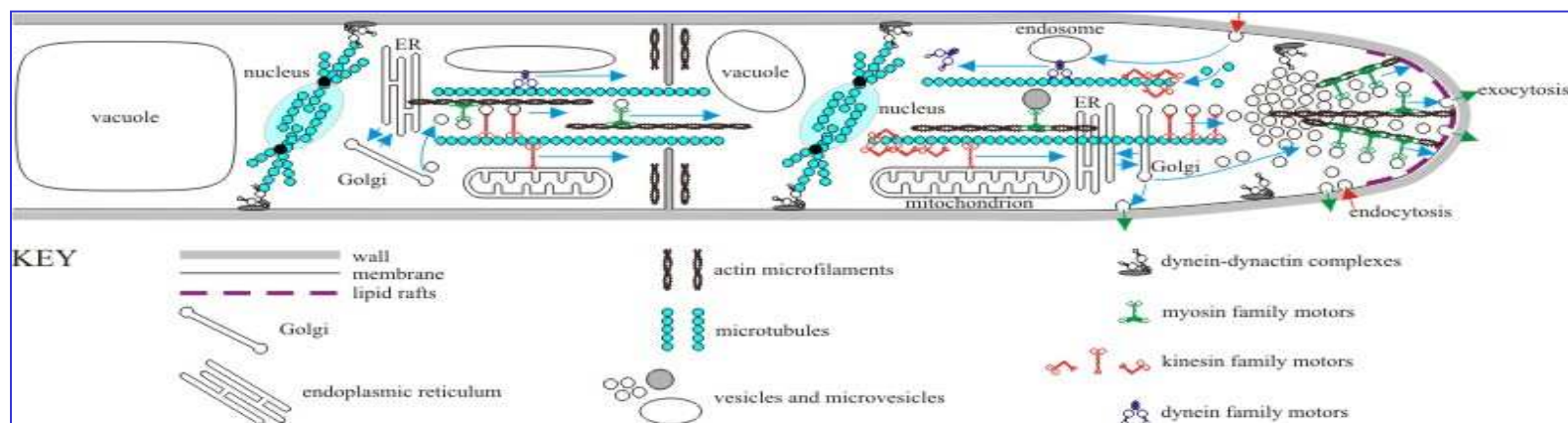


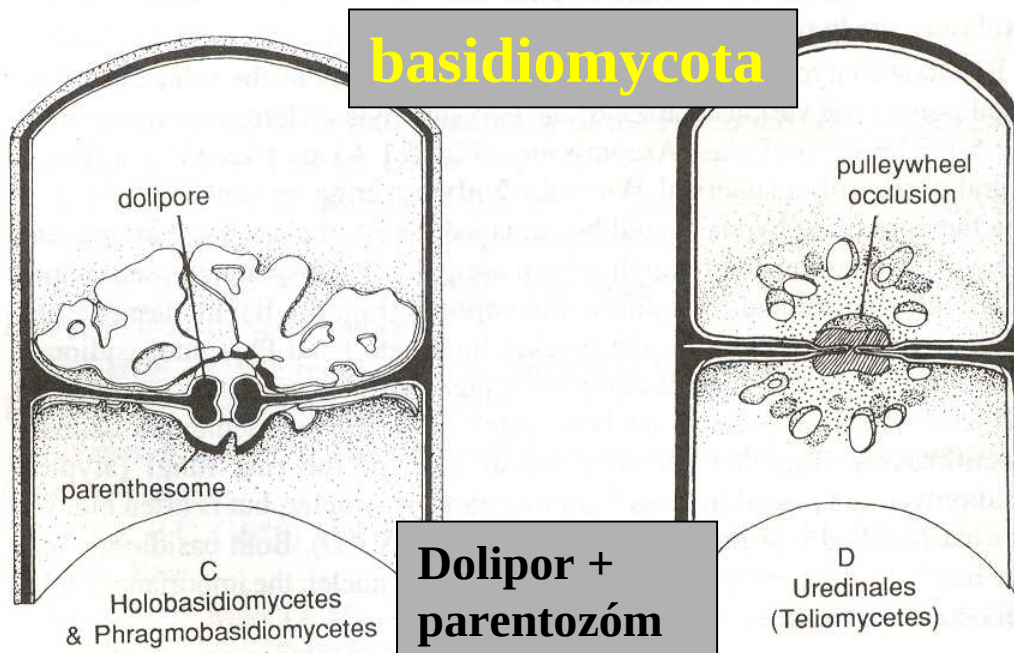
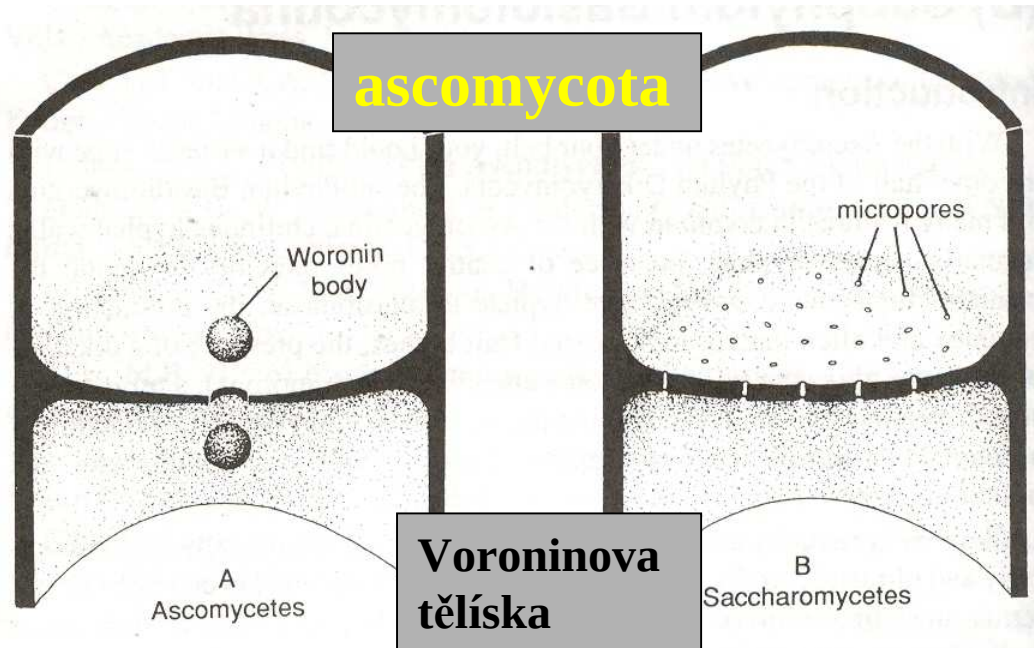
Plasmatická membrána

*Pir CWP – Pir proteiny buněčné stěny (mají 10 bázový opakující se motiv)

*GPI CWP – glykosyl phosphatidylinositolová kotva

- Architektura BS zabezpečuje hyfě **plasticitu** a **permeabilitu**
- **Výstuha** –vnitřní vrstva chitinových vláken je spojená s vrstvou strukturních glukánů (β -1,3 a β -1,6) a strukturním (a nestrukturním) proteinem (oligosacharidy a polypeptidy, mannoproteiny).
- Za syntézu BS zodpovídají primárně **chitosómy** (vesikuly s inaktivním chitinem) obklopené lipidivou membránou – transport po aktinových vláknech do růstového vrcholu (apexu hyfy)
- V apexu vesikuly fúzí s plasmalemou a obsah vesikulu přichází do kontaktu s plasmalemou





septum

- Pravé septum se nachází u oddělení Ascomycota a Basidiomycota
- Slouží k oddělení jednotlivých článků hyfy (jednojaderné nebo dvou jaderné)
- Septa je porézní nebo má otvor .- komunikace mezi články hyfy, výměna iontů, živin, sub-organel – vesikuly, proudění cytoplazmy
- Otvory jsou uzavíratelné – oddělují pak stárnoucí část hyfy

Apikální segmenty

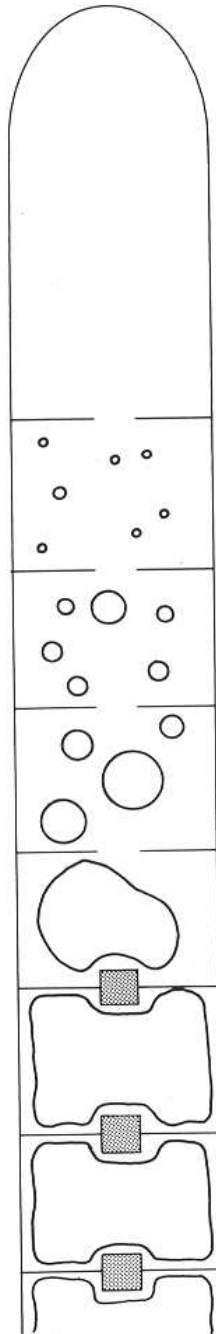
- Prodlužovací růst
- Formace sekundární BS
- Dospívání BS
- Formace sept

Komunikační segmenty

- Syntéza jader a mitochondrií
- Syntéza vakuol
- Póry (septa) jsou průchodné

Izolované segmenty

Diferenciace pletiv
Sekundární metabolismus
Uzavření septálních pórů



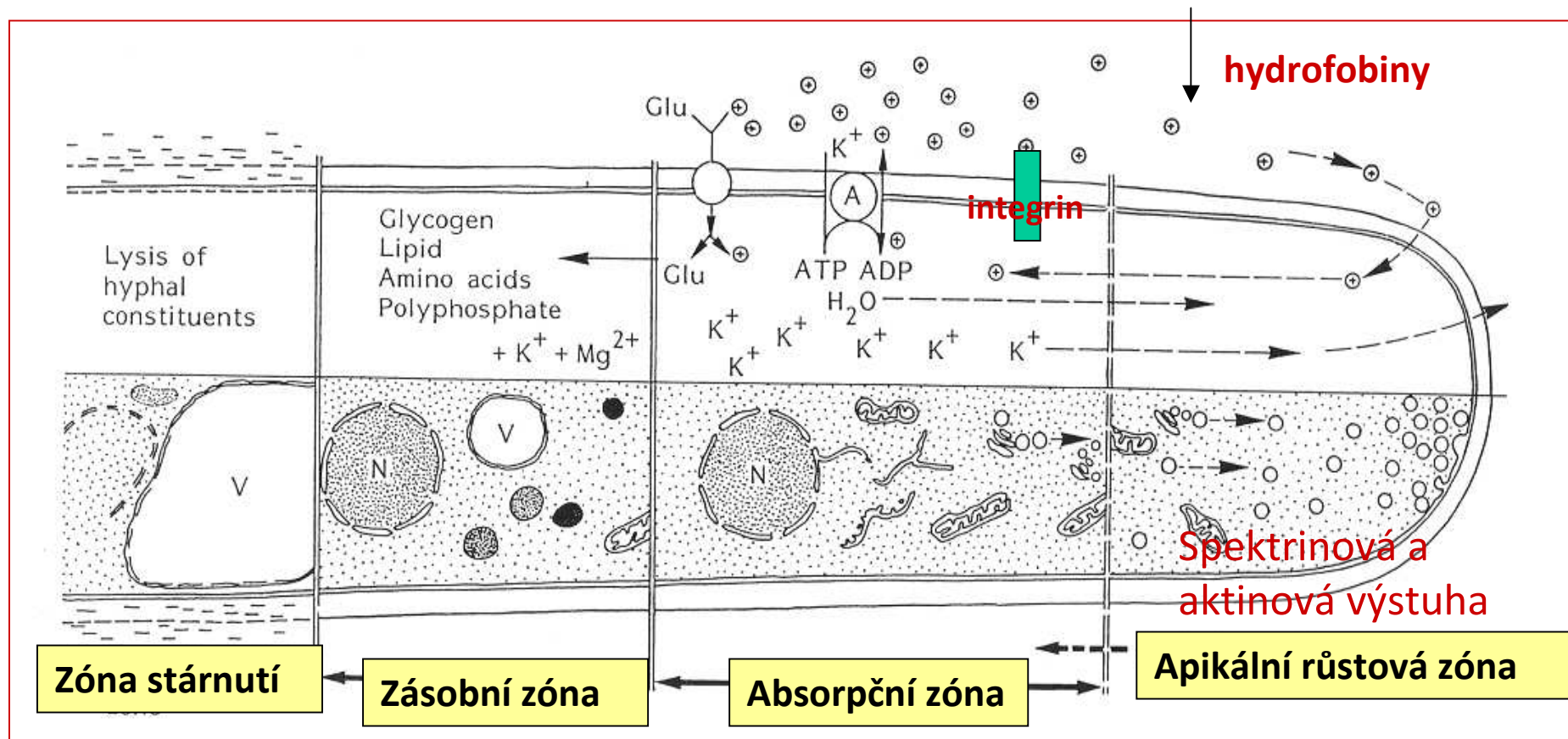
Členění hyfy z hlediska
fyziologie růstu hyfy

**Zóna periferálního
růstu**

**Zóna bez
růstových
aktivit**

Hyfa z hlediska **fyziologické funkce** – absorpce a transformace živin

Cirkulace protonů proti gradientu



Absorpční růstová zóna



Apikální růstová zóna

- cylindrický tvar
- polární růst
- specifická část hyfy je cílem **vesikulů** nesoucích hydrolytické enzymy či syntetázy, vesikuly jsou obaleny lipidovou membránou, fúzí s plazmalemou a uvolňují obsah
- Vesikuly derivovány z **diktyozómů** nebo **Golgiho aparátu**
- depozice prekursorů chitinu, glukanu a jejich polymerizace
- xylo a galakto – mannoproteiny
- mikrofibrily
- Prodlužování růstového vrcholu je doprovázeno uvolňováním hydrofobinů (proteiny s aktivním povrchem)

- absorpce živin z vnějšího prostředí skrze BS a plazmalemu
- živiny jsou transportovány přes membránu prostřednictvím protonové pumpy – ATP ADP (uvolnění H⁺ do prostředí, akumulace K⁺ v hyfě)
- Uvolnění H⁺ do prostředí ...**acidifikace**, rozdíl mezi médiem (substrátem) a vnitřkem hyfy – **elektrochemický potenciálový gradient** (difúzní gradient) podél plazmalemy, který řídí pohyb látek přes plasmalemu
- Pohyb a difúze protonů a rozpustných látek jsou řízené **permeázami**
- Tento způsob transportu živin – **aktivní protonový symport**
- **Koncentrace K⁺ určuje osmotický potenciál hyfy - difúzní gradient** (permeázy – nosiče protonů)
- V absorpční zóně se také derivují vesikuly nesoucí **extracelulární hydrolytické enzymy ke štěpení substrátu**
- Tyto enzymy jsou uvolňovány apexem
- K digesci přijatých molekul dochází v cytoplasmě
- Naštěpené molekuly jsou absorbovány v absorpční zóně pomocí aktivních molekul – aminokyseliny, proteiny

Aktivní spolupráce mezi apexem a absorpční zónou, jejíž výsledkem je prodlužování a růst hyfy se nazývá **trofofáze** nebo **fáze trofického růstu**.



Zóna stárnutí

- Ukládání pigmentů (melaniny)
- Uzavření pórů
- Sekundární metabolismus
- Autolytická proces řízený DNA úseky - VLP – (cyklická DNA)

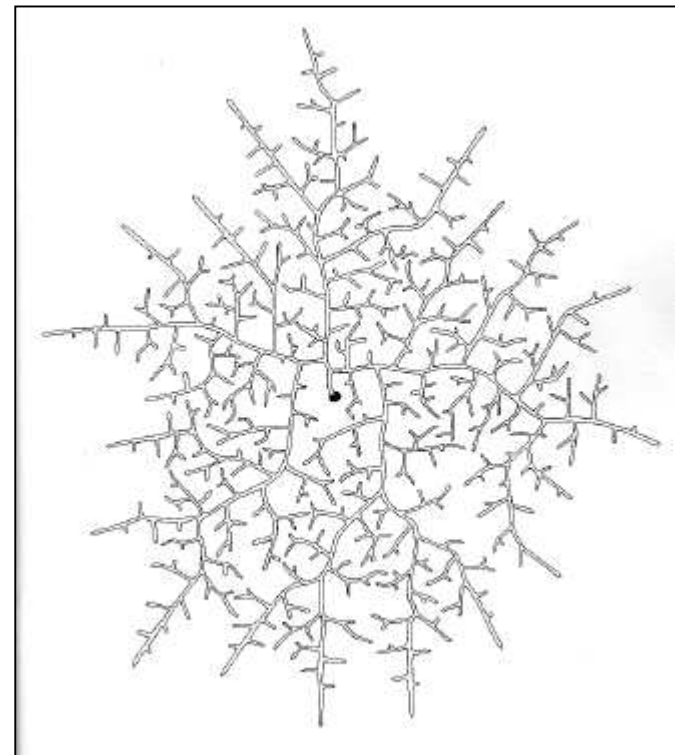
Mycelium

Mycelium vzniká větvením, **anastomózami (hyfální můstky)** a růstem hyf

Charakter mycelia určuje substrát, podmínky prostředí a autonomní mechanismy daného HO

Pravidelné radiální kolonie mycelia vznikají *in vitro* na Petriho miskách s vrstvou živné půdy, kde živiny jsou rovnoměrně rozloženy

Mycelium je trojrozměrné –limitujícími faktory jsou: **poměr vody, O_2 , CO_2 a živin**



Agregace a fúze hyf - morfogeneze

K agregacím hyf dochází **srůstáním stěn** nebo prostřednictvím **anastomóz** jako reakce na změny prostředí

Výsledkem jsou plektenchymatická a pseudoplektenchymatická pletiva jenž jsou základem např. pro plodnice, různé **vegetativní** a **generativní** struktury

Vegetativně modifikované hyfy – rhizomorfy

dlouhé lineární struktury, které slouží HO k prostorovému překlenutí nevhodné niky

- Jsou to silné sklerotizované vodivé hyfy s centrálním kanálem
- Typické pro dřevokazné a dřevorozkladné houby



Armillaria mellea – václavka obecná
rhizomorfy



Sklerocia – hyfální agregáty, které představují vegetativní vytrvalou a odpočívající fázi HO

- obecně vznikají proliferací a stlačením hyfálních větví z pomalu rostoucího mycelia. Výjimkou je rod *Claviceps* (námel) kde sklerocia vznikají z extensivního rychle rostoucího mycelia. Povrch tvoří kortex – melanizovaná pletiva jádra, které je tvořené zásobními buňkami (lipidy, glycerol, polyoly a glukany).

- Sklerocium může zpočátku produkovat exudáty.



Myceliární provazce

- Ascomycota a Basidiomycota
- Vznikají z dobře vyvinutého mycelia
- Pravděpodobně mají transportní funkci (voda, živiny)
- Okolo hlavního provazce je spousta úponkovitých hyf spojených anastomózami

Rhizomorfy – dlouhé lineární struktury, které slouží HO k prostorovému překlenutí nevhodné niky

- Jsou to silné sklerotizované vodivé hyfy s centrálním kanálem
- Typické pro dřevokazné a dřevorozkladné houby
- Na myceliu se mohou nacházet hypertrofované melanizované buňky - mikrosklerocia

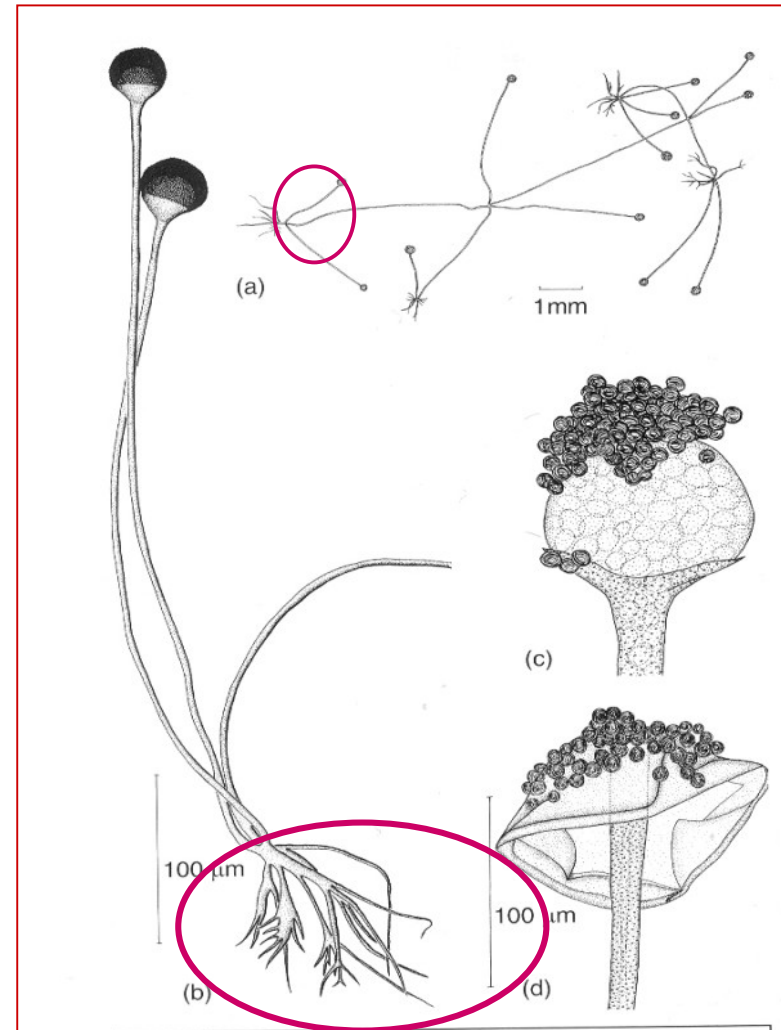
Tvorba primordií – základy plodnic *in vitro*

Podmínky: živiny, O₂, CO₂, voda, teplota



Rhizoidy

- Mucoromycotina, Ascomycota (lišejníky)
- Ukotvují houbovou stélku v substrátu
- Příjem živin ze substrátu



Hyfa uzpůsobená k parazitismu

Haustorium

- modifikace hyfy u parazitických hub, penetruje hostitelskou buňku a invaginuje se do hostitelského protoplastu, ze kterého odčerpává živiny a vodu.
- Různý tvar a velikost
- Př. řády Erysiphales, Uredinales etc.

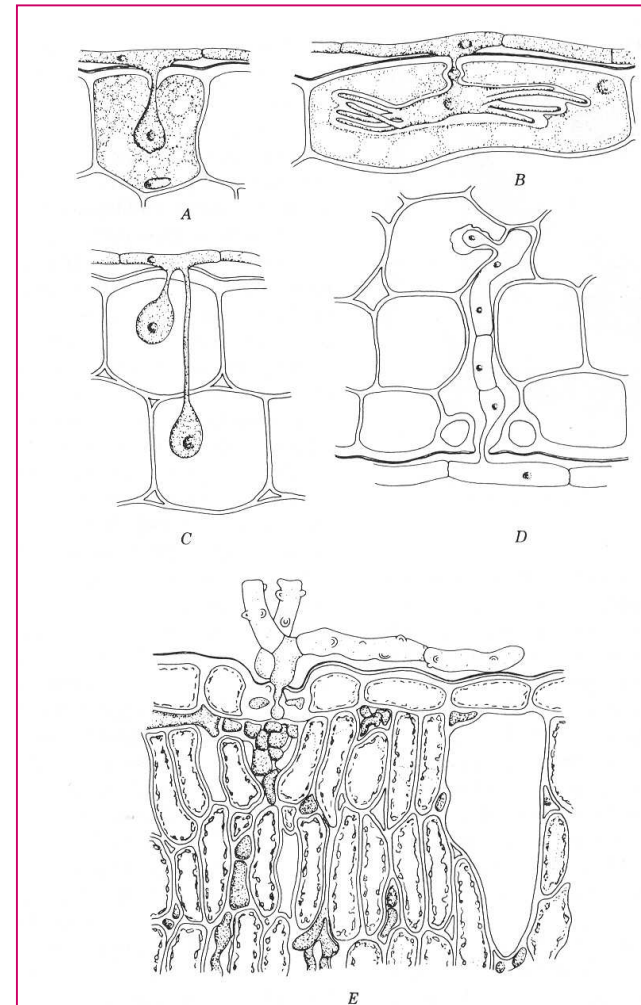
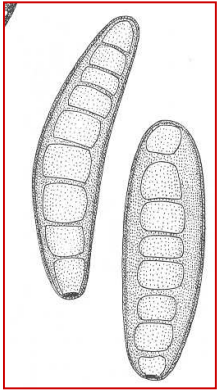


Figure 15-4 Relationship between host cells and mycelium of certain powdery mildew fungi, also showing various types of haustoria. (A) *Erysiphe polygoni* (and most species of *Erysiphales*). (B) *Blumeria graminis*. (C) *Uncinula salicis*. (D) *Phyllactinia corylea*. (E) *Leveillula taurica*. [(A–D) From Yarwood (1973). (E) From G. Arnaud, 1921. *Ann. Epiphyt.* 7:1–15. All redrawn by R. W. Scheetz. (A–D) By permission of Academic Press.]

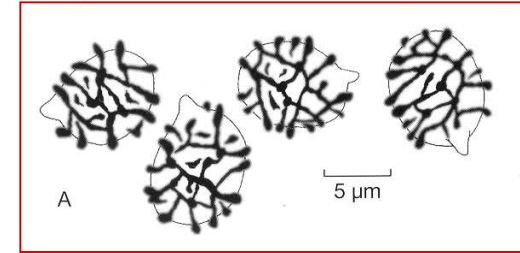
Plodnice

- **Askomycota** – askomata - různé formy (apothecium, kleistothecium a perithecium)
- Nepohlavní: synnema, pycnidium a sporodochium
- **Basidiomycota** – basidiomata – pilethecium, krustothecium a holothecium

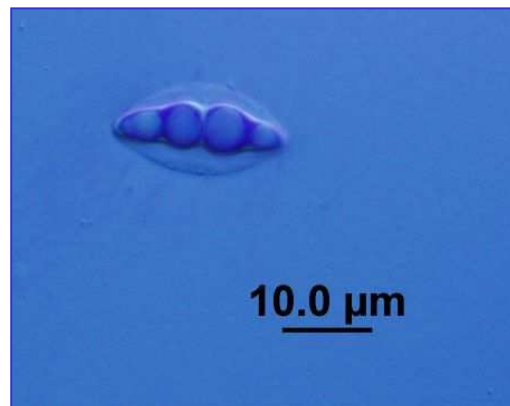
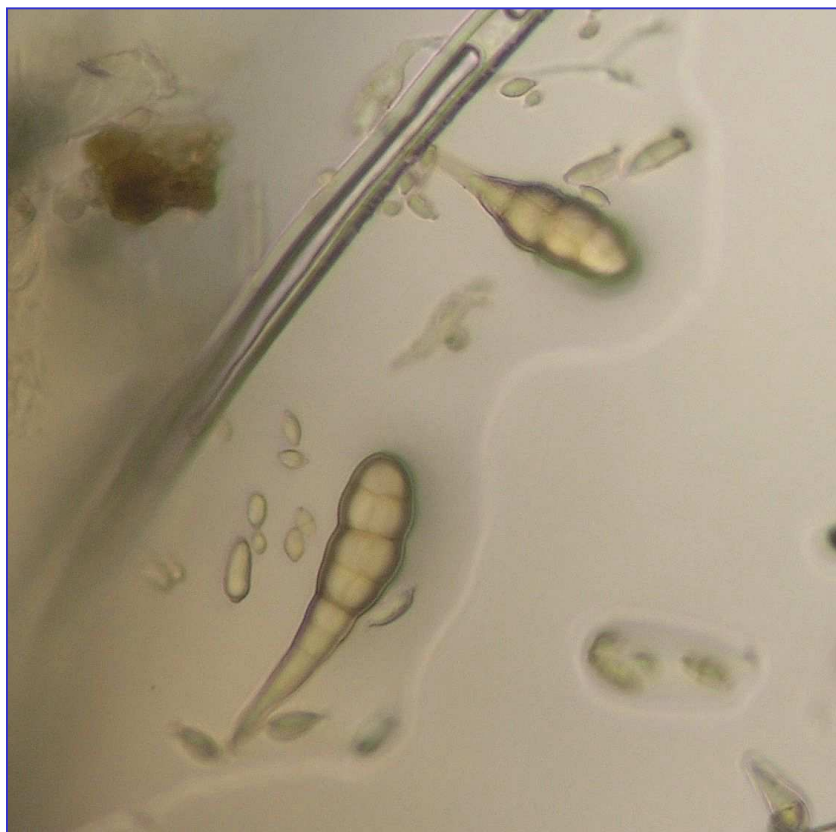




Spóry, dormance a disperze



- Sporulace – proces při které dochází k produkci spór
- Spóry se tvoří na speciálních myceliárních nosičích – sporofóry
- Sporulace je výsledkem **pohlavního procesu** a nebo **nepohlavního** (mitosporické houby)
- Různé druhy hub se obvykle během životního cyklu rozmnožují oběma uvedenými způsoby v závislosti na charakteru substrátu a podmínkách prostředí
- Druhy hub, u nichž není známá pohlavní fáze života se označují jako „mitosporické druhy“ (dříve umělá třída Deuteromycetes)
- spóra představuje základní rozmnožovací jednotku
- b/ jaderná jednotka delimitovaná parentální stélkou, bez cytoplazmatického toku a vakuol (vyjímky), s nízkou metabolickou aktivitou, zvýšená úroveň energeticky bohatých zásobních látek (glykogen, lipidy, trehalóza)
- c/ jsou specializované na : disperzi, reprodukci a (nebo) přežití



Příklady „Jak podmínky prostředí ovlivňují sporulaci hub?“

- Světlo versus tma – diurnální cykly →
- Vyčerpání exogenního zdroje N
- Vyčerpání exogenního zdroje C
- Reakce na různá světelná spektra
- Tma – fotoreceptory v plasmatické membráně hub (Zygomycota: *Phycomyces* ps., *Pilobolus* sp. etc) – flavoproteinové membránové receptory na UV a modré spektrum, mykochrom (*Alternaria*, *Botrytis* aj.), cyklohexenonové mycosporiny (Zygomycotina, Asko, Deutero aj.)
- Teplota
- Poměr CO₂ a O₂



Sclerotinia fructigena



Schizophyllum commune

Klanolístka obecná – obsah N a modré spektrum světla
limituje tvorbu plodnice a obsah C – růst plodnice

Šíření spór

Pasivně uvolňované spóry

- Tekutinou produkovanou HO - stopková kapénka (tekutina může být atraktant pro hmyz, hádátka etc.
- Deštěm, mlhou, prouděním vzduchu

Aktivně uvolňované spóry

- Zrající spóra vyvíjí tlak na stěnu sporangia (askospóry v asku)
- Změna tvaru
- Odstřelení – **balistospóry**
- Zoospóry – aktivní pohyb

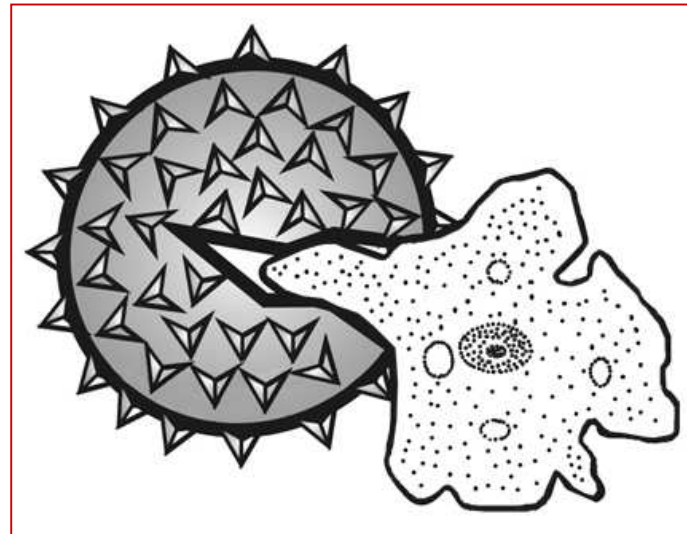


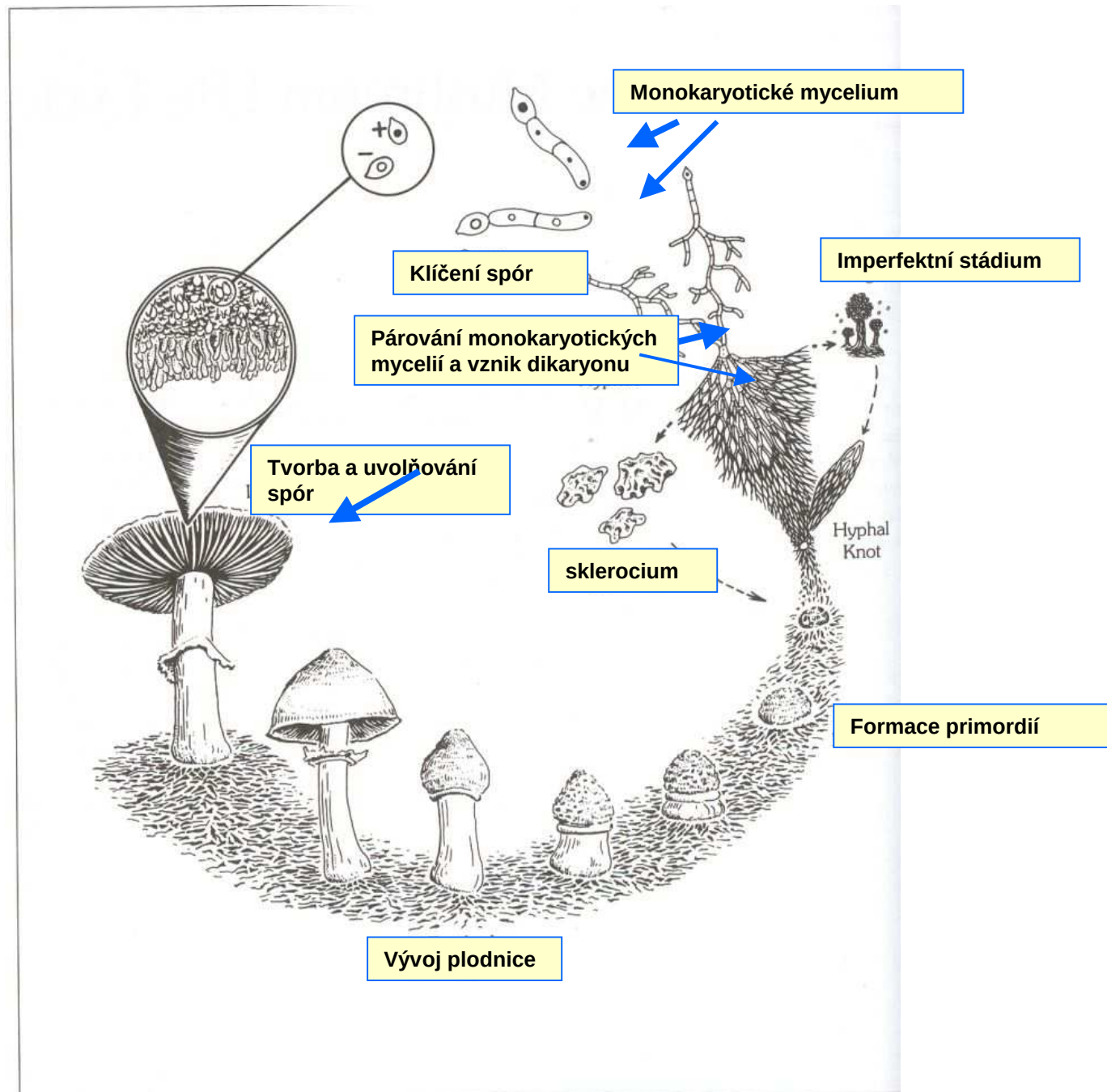
Dormance

- Exogenní dormance – je dána podmínkami prostředí, které jsou kausální pro klíčení spóry
 - Endogenní dormance (konstitutivní) – závisí na strukturních a metabolických vlastnostech spóry
1. Vlastní inhibice klíčení – některé spóry (rzi, sněti, *Peronospora* sp. etc.) pokud se vyskytují v mase zamezují vzájemně klíčení produkcí různých inhibitorů. (der. kys. skořicové, β -ioniny etc.)
 2. Mykostáze (fungistasis) v nesterilních půdách kvůli aktivitě jiných organismů – vyčerpání živin, produkce metabolitů.
 3. Zásobní látky v spórách – v membránových vakuolách, v cytoplasmě nebo jako granuloidy v BS – polyoly, trehalóza, lipidy
 4. Buněčná stěna dormantních spór obsahuje melanimy, fenolické deriváty, sporopolleniny

Aktivace klíčení

- - biochemické reakce, nárůst metabolických aktivit a morfologické změny = spóra se mění na růstovou vegetativní buňku
- Obecné faktory pro klíčení: dostatek volné vody v substrátu, poměr O_2 a CO_2
- Specifické stimuly – podle druhu HO





Říše: FUNGI

Outline classification of Fungi in 21st Century Guidebook to fungi. Moore D., Robson D.G., Trinci P.J., 2011

Říše: EUMYCOTA (Fungi, pravé houby)

Phylum:

- Chytridiomycota (706 species in 105 genera)
- Blastocladiomycota (179 species in 14 genera)
- Neocallimastigomycota (20 species in 6 genera)
- Microsporidia (1300+ species in 170 genera)
- Glomeromycota (169 species in 12 genera)
- Ascomycota (64 163 species in 6355 genera)
- Basidiomycota (31 515 species in 1589 genera)



Podříše: Dikarya

Subphylum:

dříve phylum Zygomycota

- Mucoromycotina (*insertae sedis*)
- Entomophthoromycotina
- Zoopagomycotina
- Kickxellomycotina



Říše: Chromista

Phylum: Oomycota

Ph: Hypochytriomycota

Ph: Labyrinthulomycota

Říše: Protozoa*

Phylum: Plasmodiophoromycota

Ph: Acrasiomycota

Ph: Myxomycota

Ph: Chanozoa



Obecné charakteristiky říše Fungi

Základní vývojové skupiny

Phylum:

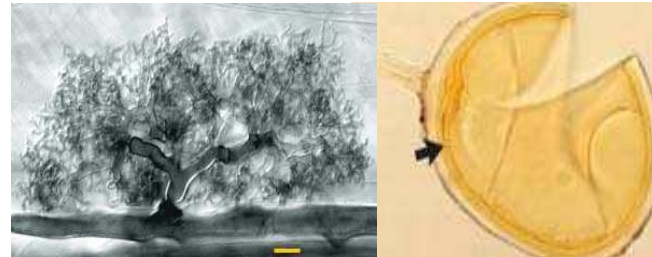
Chytridiomycota: (800)

- Coenocytické mycelium
- Zoospory s jedním bičíkem
- vodní & terestrické druhy
- Netvoří plodnice



Glomeromycota: (200)

- Vyčleněné ze Zygomycota
- coenocytické mycelium
- Neznámé pohlavní rozmnožování
- Vesikulo arbuskulární druhy – endomycorhiza
- Netvoří plodnice



Subphylum:

- Mucoromycotina (*insertae sedis*)
- Entomophthoromycotina
- Zoopagomycotina
- Kickxellomycotina



Říše: Fungi:

Podříše: Dicarya

Basidiomycota: (22.500)

- Septátní mycelium
- přezky
- Septa + dolipor
- dikaryotické, haploidní mycelium
- Basidiospóry na basidiích (exospory)
- basidiokarpy (makrokarpy, plodnice)
- Nepohlavní rozmnožování - konidie

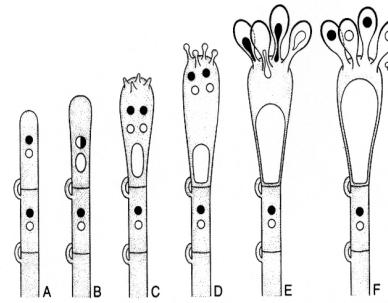
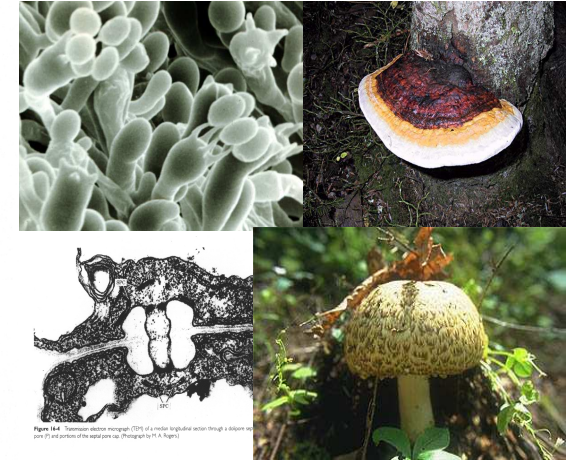
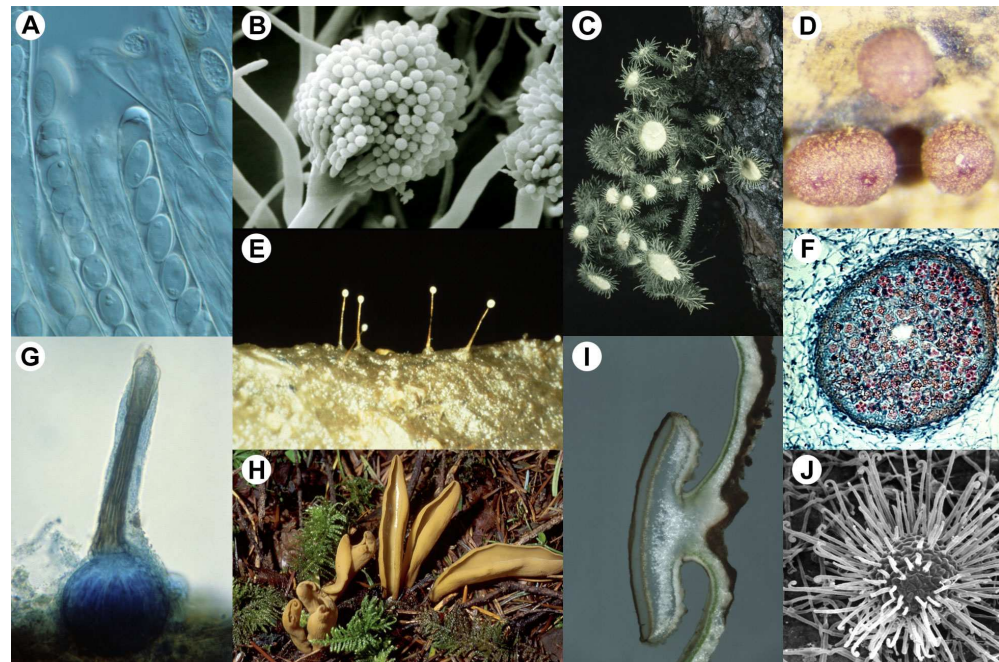


Figure 16-4 Successive stages in development of a basidium and basidiospores. (A) Binucleate hyphal tip. (B) Uninucleate, diploid basidium following karyogamy. (C) Postmeiotic basidium with four haploid nuclei. Sterigmata have begun to develop. (D) Basidiospore initials on sterigmata and nuclei preparing to migrate into the spore initials. (E) Migration of nuclei into basidiospore initials. (F) Highly vacuolate, maturing basidium bearing four young uninucleate basidiospores. (Drawing by Carol Gubbins Hahn.)



Ascomycota: (35.000)

- Septátní mycelium
- Septum + Voroninova tělíska
- monokaryotické, haploidní mycelium
- Askospory v asku (endospory)
- Askokarpy (plodnice)
- Nepohlavní rozmnožování - konidie



Nomenklatura

Amanita muscaria



Kingdom - **Fungi**

Phylum - **Basidiomycota**

Class - **Agaricomycetes**

Order - **Agaricales**

Family - **Amanitaceae**

Genus - **Amanita**

Species - ***A. muscaria***

Rozmnožování:

1. Fragmentace hyfy

2. Spóry – pohlavní a nepohlavní

Phyllum -mycota	hyfa	Nepohlavní rozmnožování	Pohlavní rozmnožování
Chytridiomycota	Kokální coenocytická	Fragmentace stélky, spóry	oospóry
Mucoromycotina	coenocytická	sporangiospóry	Zygospora zygosporangium
Ascomycota	Vyvinutá septa Jednojaderné úseky	Konidie Blastospóry chlamydospóry	Askospóry askokarp
Basidiomycota	Vyvinutá septa dvoujaderné úseky	Konidie Blastospóry chlamydospóry	Tvorba plodnic basidiokarp basidiospóry

Použité zdroje informací:

<http://www.mycoweb.com/boletes/about.html>

<http://www.mycology.com>

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

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

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

<http://tolweb.org/Fungi>

<http://www.ilmyco.gen.chicago.il.us>

<http://botany.upol.cz>

<http://www.mushroomexpert.com>

Webster and Weber, Introduction to fungi 3th Ed. (2007)

Jennings D.H.& Lysek G., Fungal Biology 2th Ed.

Alexopoulos C.J., Mims C.W., Blackwell (1996) Introductory Mycology pp 868

Carlile M.J., Watkinson S.C., Gooday G.W. (2007) The fungi pp 588

Moore, D., Robson, D.G., Trinci P.J (2011) 21stCentury Guidebook to Fungi (pp 625)



Russula parazurea
Kavkova PRf