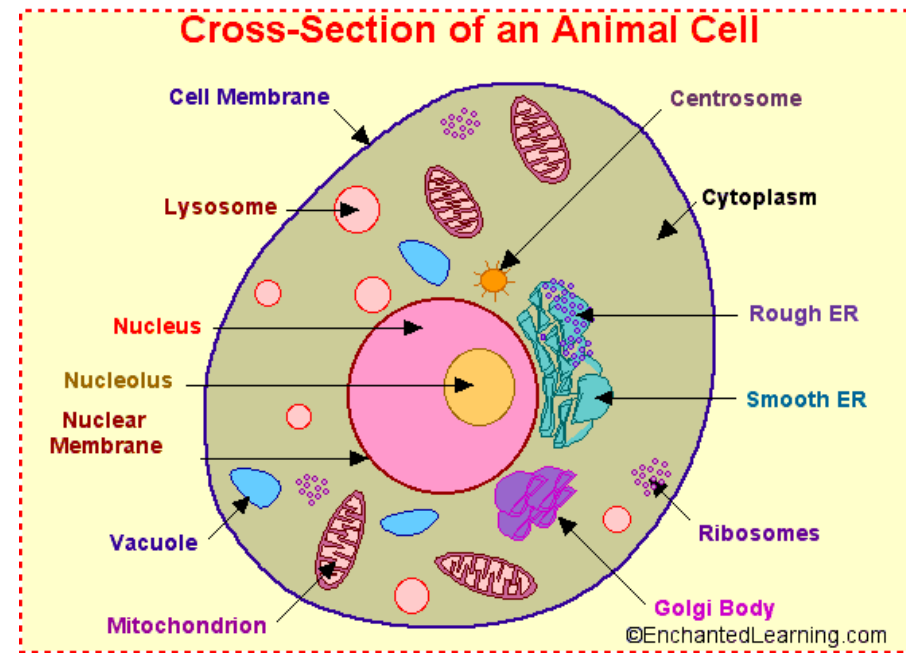
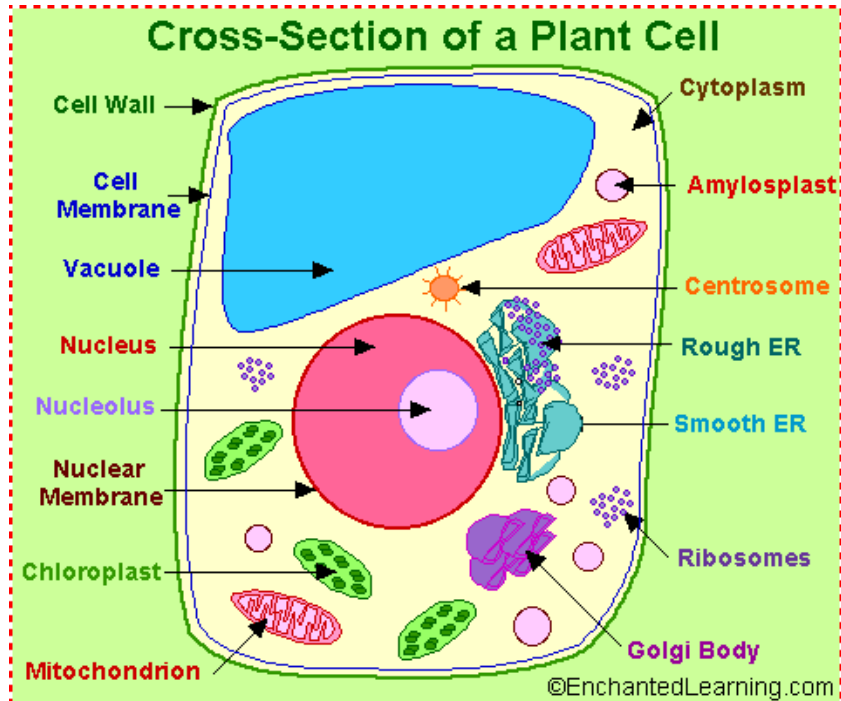


# Biologie houbových organismů

Buňka, hyfa, pletiva, metabolismus,  
rozmnožování

# Rozdíly mezi buňkou rostlinnou, živočišnou a **houbovou**



R jsou autotrofní organismy

R – sitosterol aj. fytosteroly

Hlavní komponent buněčné stěny je –  
celulóza, vosky

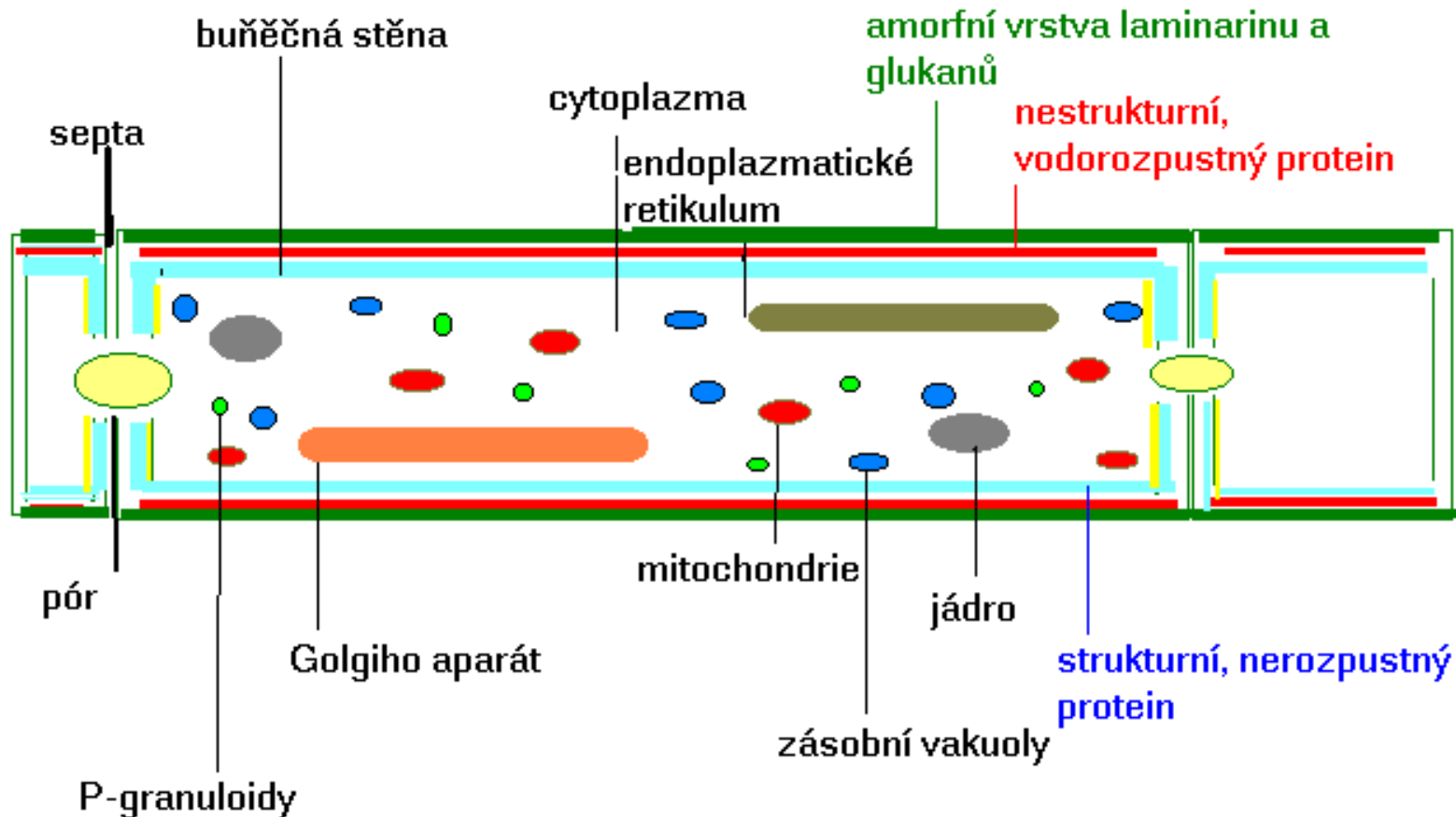
Zásobní látky – sacharidy, škroby

Ž – jsou heterotrofní digestivní organismy

Ž – cholesterol

Zásobní látky – tuky, steroly, glykogen

## STRUKTURA BUŇKY VYŠŠÍCH HUB



1. Hlavní komponent buněčné stěny je **CHITIN**, bs JE TŘÍVRSTEVNÁ, membrány obsahují zásobní látku **EGOSTEROL** (živočichové)
2. Houby jsou převážně HAPLOIDNÍ ORGANISMY
3. Houby jsou heterotrofní **absorptivní** organismy – tráví exogenně (exogenní enzymy)

## Některé další odlišnosti....

**4. Syntéza lysinu** u hub - jedinečný způsob syntézy z alfa ketoglutarátu + AcoA - přes kyselinu alfa amino adipovou (AAA) – (říše Fungi – pravé houby)

- rostliny a houbové organismy (Oomycota, Hypochytridiomycota) které se fylogeneticky řadí k hnědým řasám syntetizují lysin z pyruvátu a semialdehydu aspartamu

**5.** Houby obsahují typické rozpustné C látky: disacharid – **trehalóza**, polyoly – **manitol a arabitol** a zásobní látku – **glykogen a ergosterol**

### 6. Ultrastruktura

- **Vesikuly** derivované na diktyozómech a Golgiho aparátu
- Talířovité krysty v mitochondriích (živočichové)
- Tubulární cisternum nesploštělé v GA

## Jádro houbové buňky

- Cca (1-2  $\mu\text{m}$ )
- Malé chromosomy
- Množství DNA podobné prokaryotickým org.
- Struktura chromatinu odpovídá eukaryotickým org.

## Mitochondrie

Oxidativní fosforylace

Liší se velikostí, tvarem, (talířovité vs. křehké) dle druhu HO, a podmínek prostředí

*mtDNA* (mitochondriální genom)

Endosymbiotický původ

## Hydrogenosom

- Anaerobní druhy
- Fermentativní metabolismus
- Většinou ve flagelární části buňky
- Endosymbiotický původ  
pravděpodobně byl derivován z mitochondrií ?
- Membranózní – 2 membrány
- Invaginovaná vnitřní membrána
- Postrádá DNA
- Malát a malát dehydrogenáza (substrát pro fermentaci)

## Mikrotělíška (Microbodies)

- Organely obklopené vlastní membránou
- Hrají významnou roli při využití N a C zdrojů ze substrátu
- **Peroxisómy** →
  1. Peroxidázy - oxidace substrátů
  2. Hlavní fce při  $\beta$ -oxidaci mastných kyselin – **acetyl-CoA**
- **Glyoxysómy** – glyoxalátový cyklus
- Mikrotělíška ve spórách hub jsou obklopeny lipidovými kapénkami – rychlý zdroj energie při klíčení spóry

## Plasmidy

- Krátké řetězce (acyklické, cyklické) které jsou schopny se nezávisle replikovat – jsou zodpovědné za specifické reakce

- **Př.** *Saccharomyces cerevisiae*

*Kluyveromyces lactis*

Buňky s ds DNA lineární plasmid - „killer yeast“ které produkují toxiny zabíjející ostatní kvasinky bez plasmidu (zastavuje buněčný cyklus v G1 fázi)

- **Př.** *Podospora anserina*

„senDNAs“ plasmid – šíří se askospórami a myceliem

## Viry

- Mykoviry nemají extracelulární fázi, šířit se mohou pouze intracelulárně tj. myceliem a spórami.
- Většina ds RNA viry
- U hub mohou ovlivňovat plodnost a patogenitu vůči rostlinným hostitelům (*Cryphonectria parasitica*, *Magnoprote grisea*).
- Přítomnost viru v HO nemá výrazný fenotypický projev – výjimkou jsou deformace plodnic u žampionu (*Agaricus bisporus*)
- Zabijácké kvasinky (K1, K2, K28 toxiny podle proteinů jež kódují)

## Zásobní látky

- Lipidy a lipidová tělíska
- Glykogen (polysacharid) (až 10% sušiny HO)
- Trehalóza – neredukující cukry

(transportní cukr – P), chrání spóry proti nepříznivým podmínkám prostředí

- Trehalóza → trehalasa → glukóza
- Cukerné alkoholy – polyoly
  1. Glycerol (3C)
  2. Erythritol (4C)
  3. Arabitol a ribitol (5C)
  4. Manitol (6C)

(trehalóza a polyoly mohou tvořit až 15% sušiny)

- Polyfosfáty



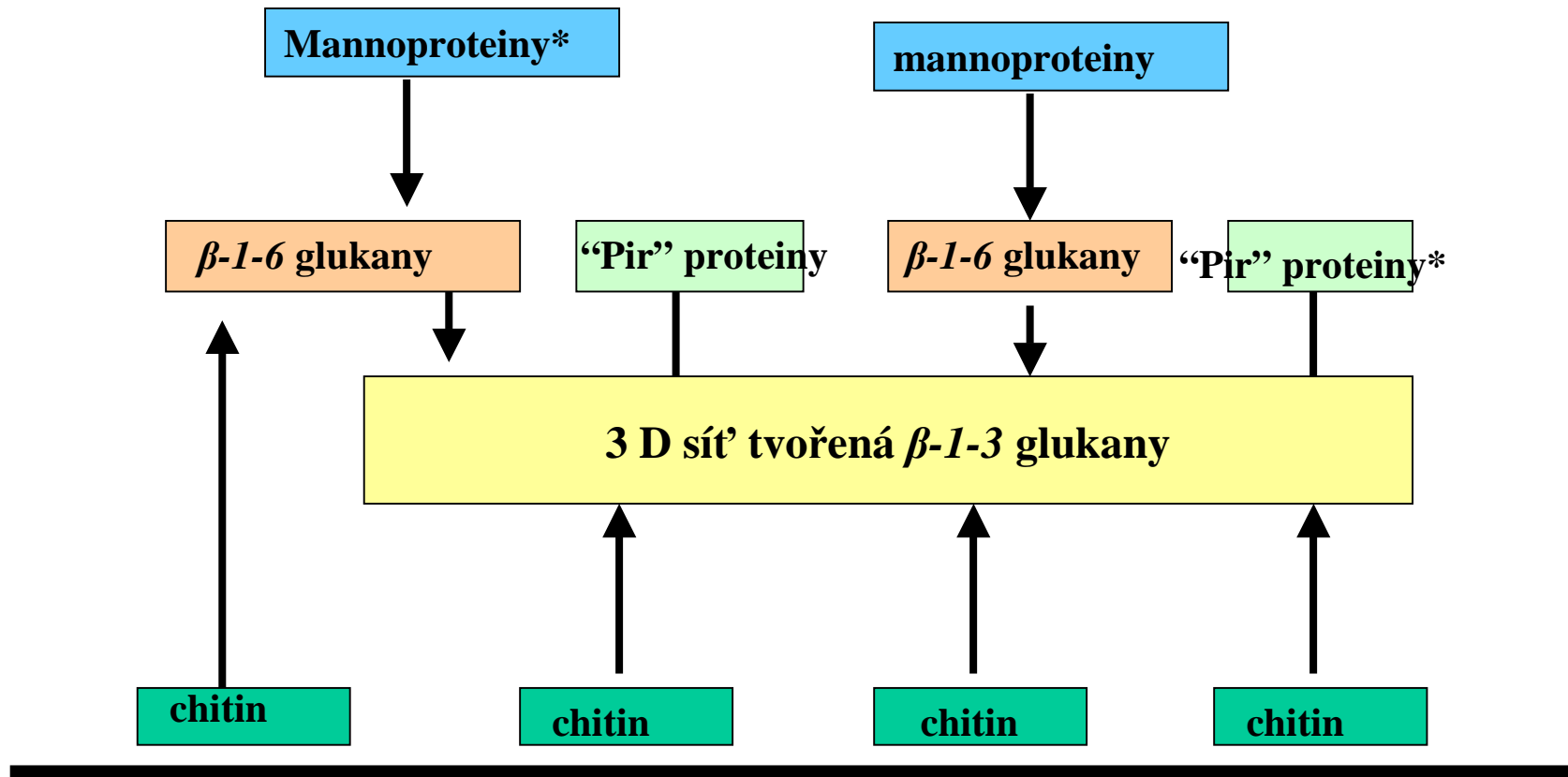
## vakuoly

- Ovlivňují růst a dělení houbových buněk
  - Depozice vody a živin
  - Depozice odpadních metabolitů
  - **Nejsou** ve růstovém vrcholu hyfy
  - Jsou typické pro sub-apikální články hyfy
  - **Pro rostoucí HO hrají vakuoly tyto role:**
    1. Zásobárna metabolitů a kationtů
    2. Regulace pH a iontové homeostáze v cytoplasmě
    3. (ekv. živ. lysosymů) zdroj lytických enzymů
  - Vakuolární membrána (tonoplast)- přenos protonů (ATPáza), vnitřek vakuoly je zachováván v kyselém pH
- Př. Zásadité AA se do vakuoly dostávají proti koncentračnímu gradientu – proton/AA“antiport“ systém s využitím elektrochemického potenciálu. **Polyfosfáty** slouží nejen jako zdroj P pro metabolické dráhy ale i jako zásobárna iontů pro +AA a kationty nebo jako pH regulátor.
- Vakuolární hydrolytické enzymy – recyklace cytoplasmatického materiálu během růstu buněk, autolýza senescentních buněk

# Plasmatická membrána

- **Ergosterol**
- Buněčná stěna hub je dynamická 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 polygalakturonová kyselina – Zygomycota
  3. Celulóza a jiné glukany – Oomycota
- **Glykoproteiny v BS:**
  1. Glykosylphosphatidylinosidol (GPI) ( v ER)
  2.  $\beta$ -1-3 a  $\beta$ -1-6 glukany tzv. “Pir” proteiny (opakující se AA sekvence)
  3. Hydrofobiny- vysoký obsah Cys
  4. Tmavé pigmenty: melanin, katechol, naftaleny – deriváty fenolických metabolitů

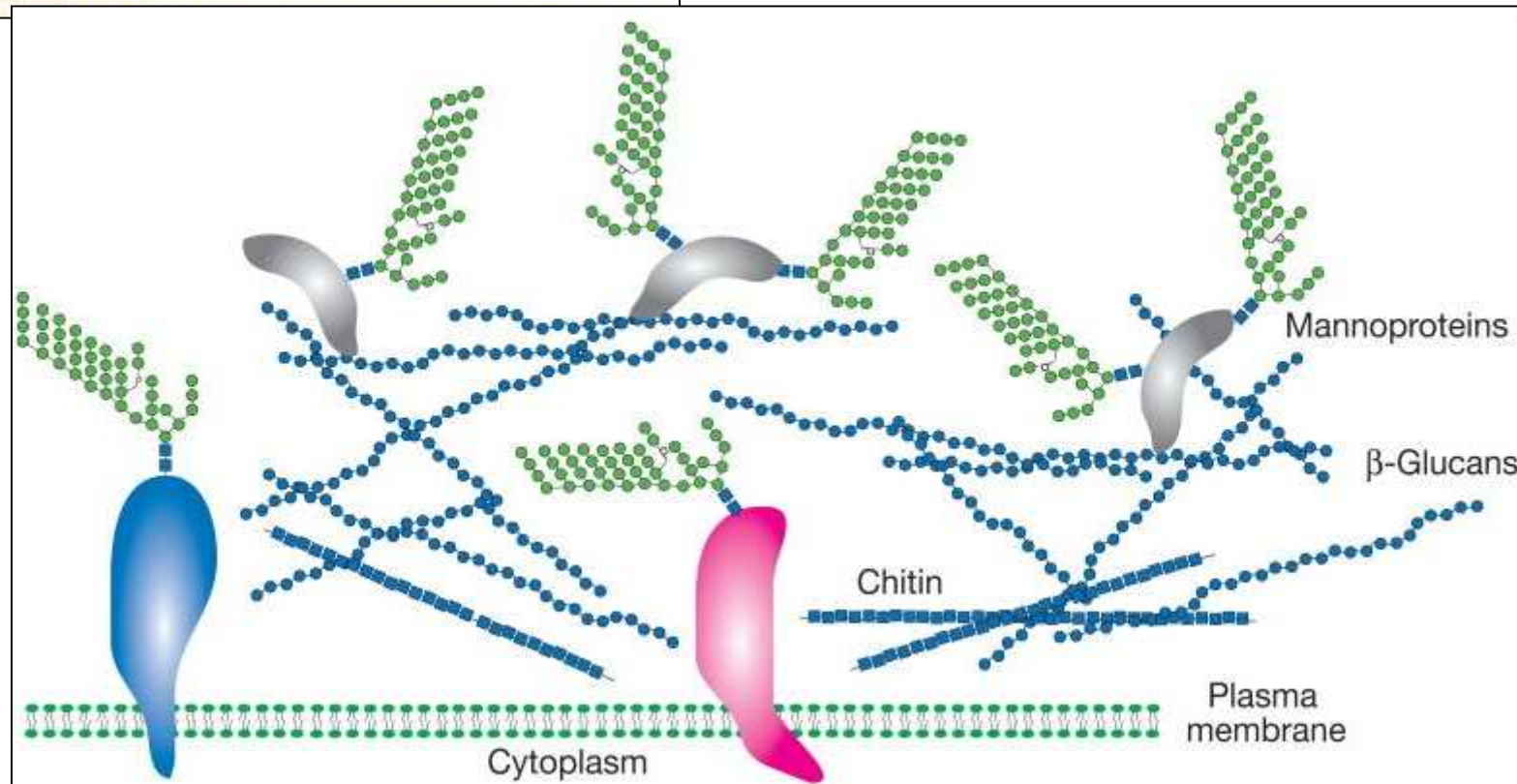
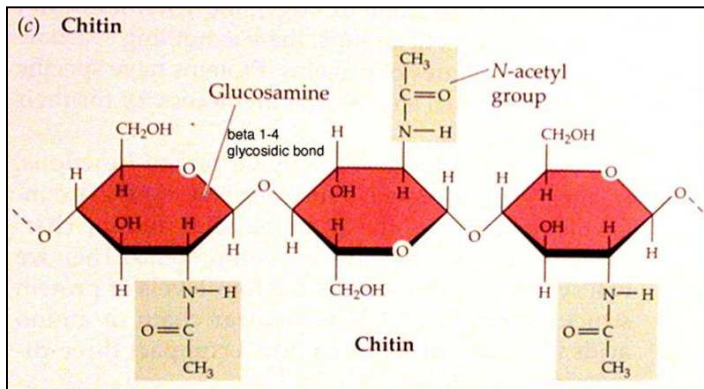
# Architektura buněčné stěny HO



*Plasmatická membrána*

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

\*GPI CWP – glykosyl fosfatidylinositolová kotva



**Buněčná stěna hub** – přítomnost glykoproteinů a manoproteinů ve vrstvách. Kombinace glykoproteinů a polysacharidů se liší v závislosti na druhu HO. Mezi jednotlivými komponenty jsou kovalentní vazby – makromolekulární struktury. Chitin je vázán přímo na plasmatickou membránu, na chitinovou vrstvu navazuje vrstva glukánů. Některé manoproteiny jsou vázány na  $\beta$ -1,6 glukany glykosyl fosfatidylinositolovou vazbou, proteiny (Pir-CWP) jsou spojené s  $\beta$ -1-3 glukany.



# Hyfa



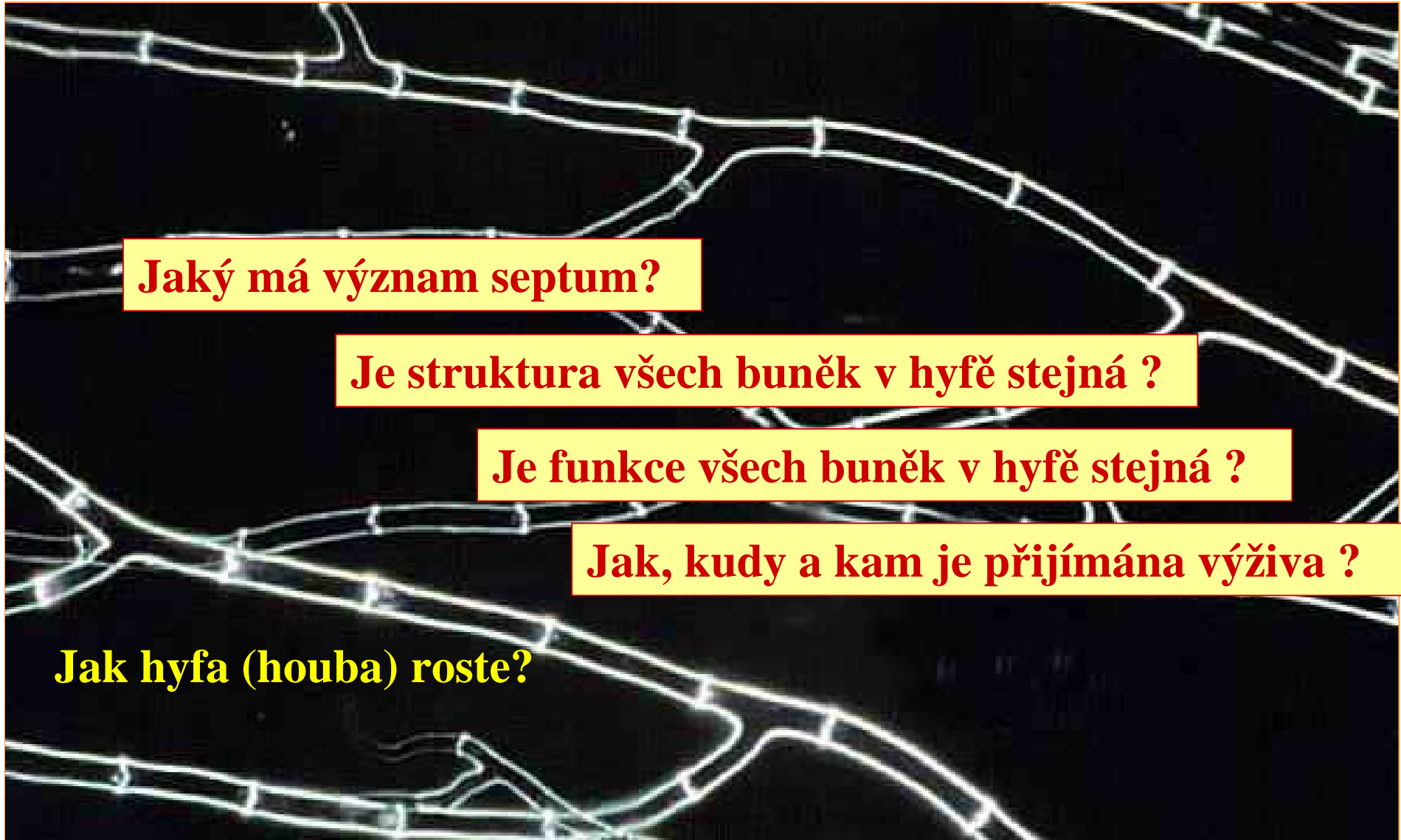
**Jaký má význam septum?**

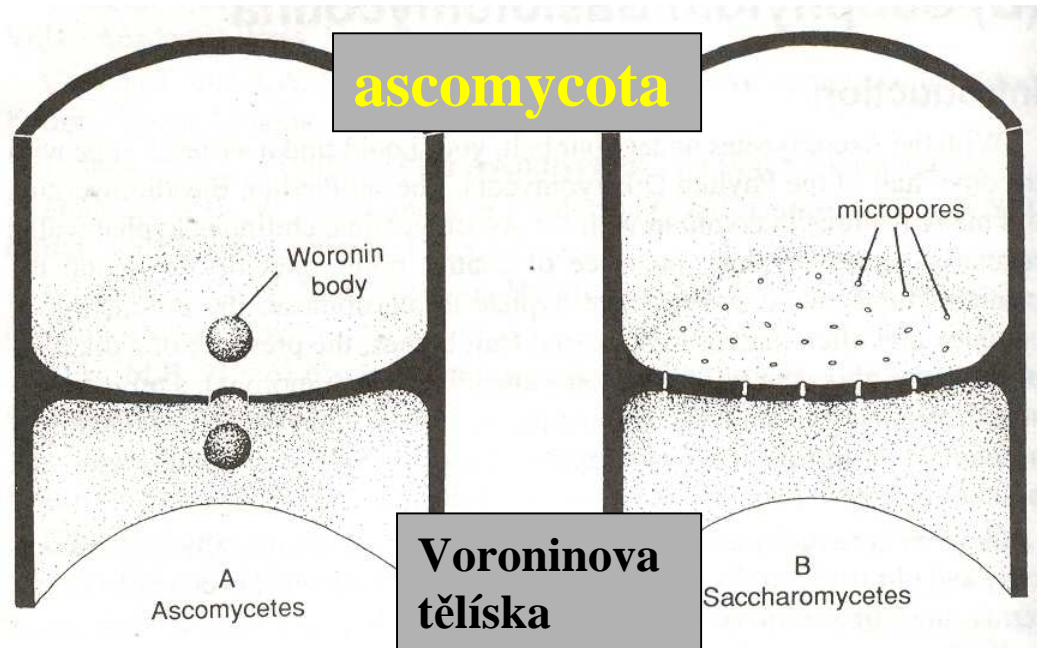
**Je struktura všech buněk v hyfě stejná ?**

**Je funkce všech buněk v hyfě stejná ?**

**Jak, kudy a kam je přijímána výživa ?**

**Jak hyfa (houba) roste?**





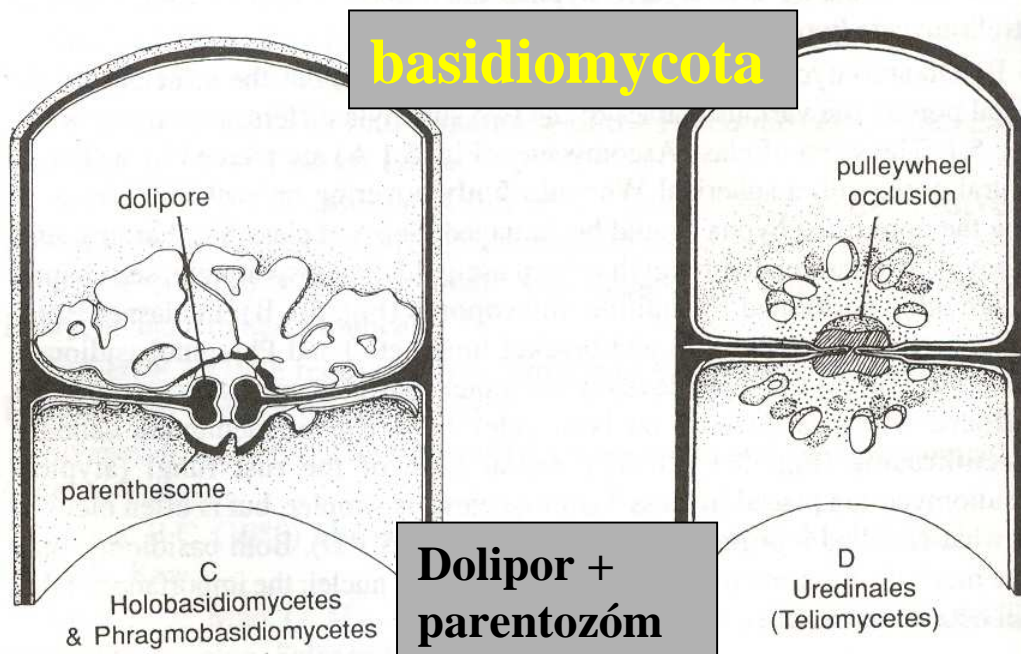
## septum

- Pravé septum se nachází u oddělení Ascomycota a Basidiomycota

- Slouží k oddělení jednotlivých článků hyfy (jednojaderné nebo dvoujaderné)

- 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



# Členění hyfy

## Apikální segmenty

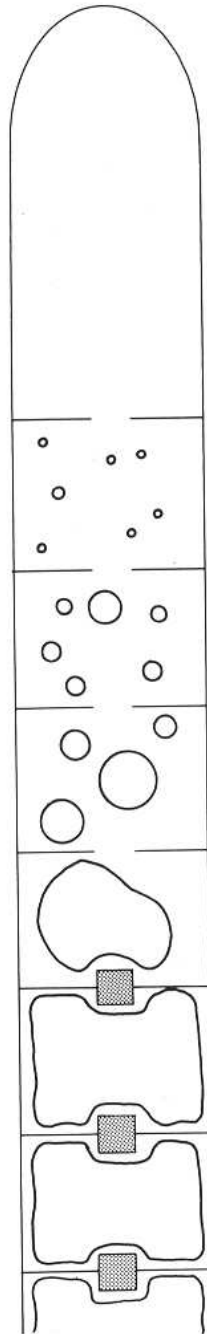
- Prodlužovací růst
- Formace sekundární BS
- Dospívání BS
- Formace sept

## Komunikační segmenty

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

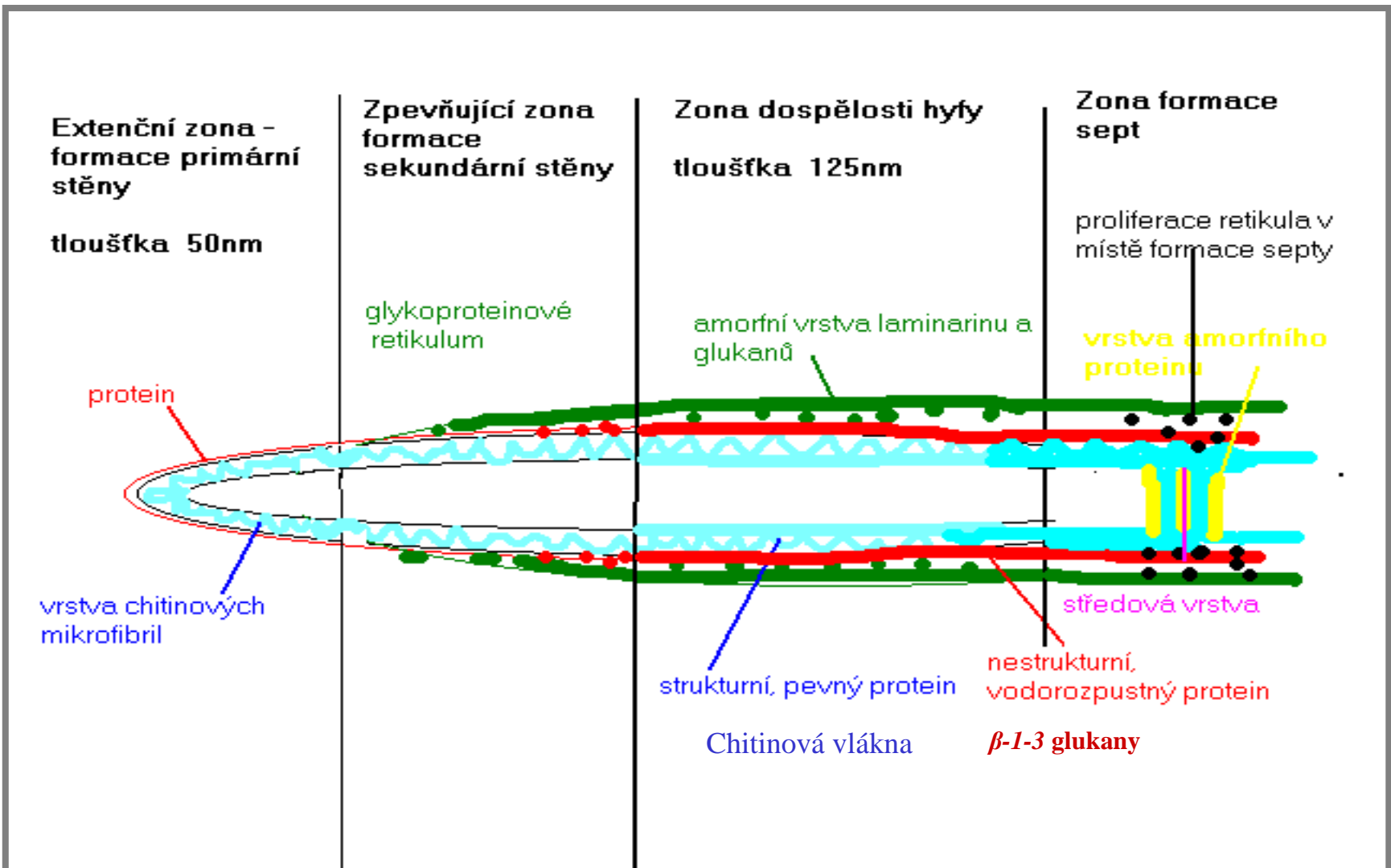
## Izolované segmenty

- Diferenciace pletiv
- Sekundární metabolismus
- Uzavření septálních pórů



**Zóna periferálního růstu**

**Zóna bez růstových aktivit**

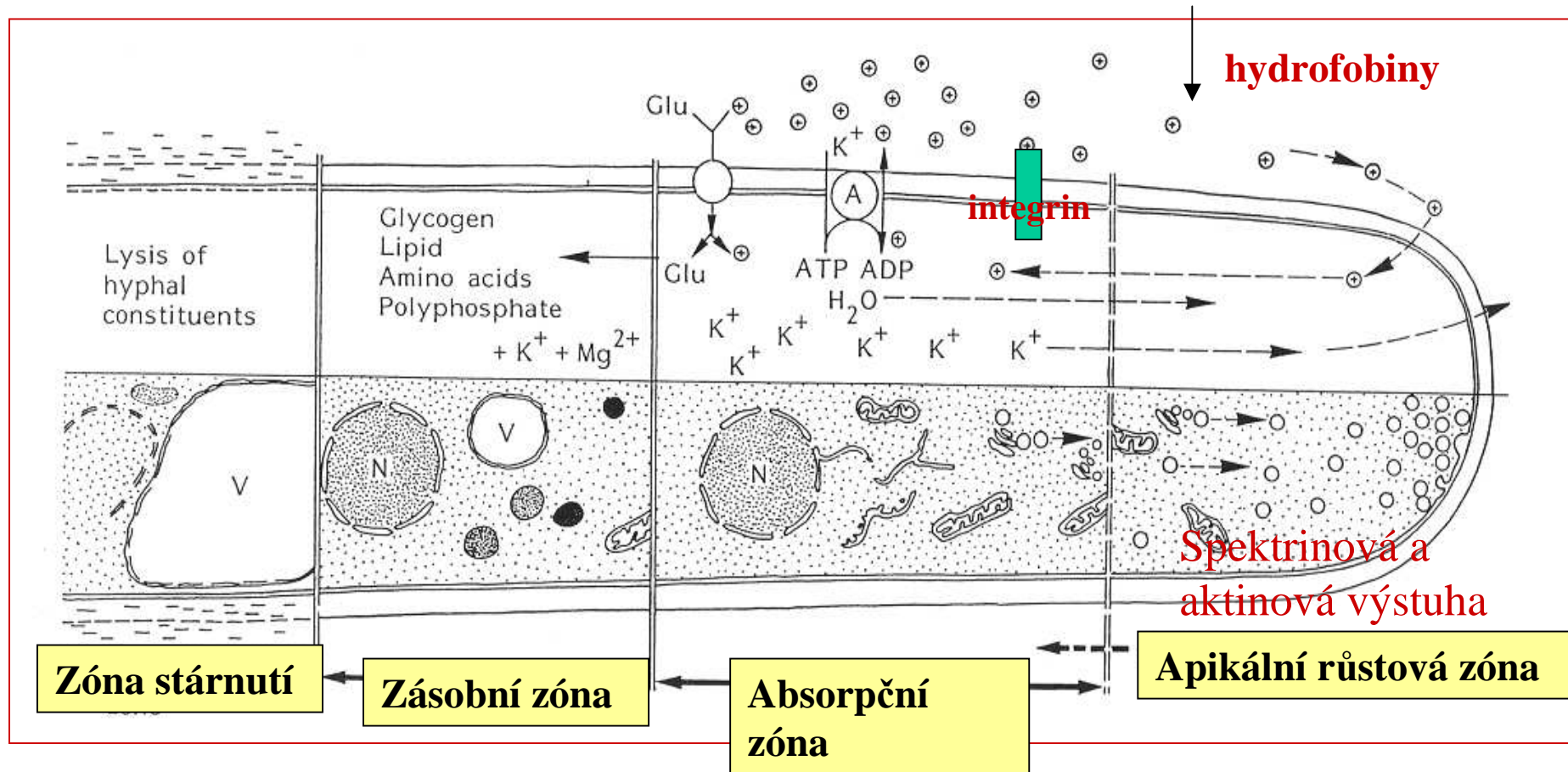


**Prodlužovací růst a zóna formace sekundární stěny a sept**



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

Cirkulace protonů proti gradientu



## Cytoskeleton v hyfě

- Hyfa roste jen za určitého povrchového napětí a tlaku
- Musí být redukován okolní vodní potenciál a to akumulací látek jako je glycerol, mannitol, nebo trehaloza uvnitř hyfy
- **Cytoskeleton** – mikrotubuly a aktinová vlákna jsou v hyfě orientovány longitudiálně a slouží především k transportu vesikulů směrem od místa syntézy k apexu.

## Buněčná stěna

- Architektura BS zabezpečuje hyfě **plasticitu** a **permeabilitu**
- **Výstuha** – vnitřní vrstva chitinových vláken je spojena s vrstvou strukturních glukanů ( $\beta$ -1,3 a  $\beta$ -1,6) a strukturním (a nestrukturním) proteinem (oligosacharidy a polypeptidy, mannoproteiny).
- Za syntézu BS zodpovídají primárně chitosómy (vesikuly s inaktivním chitinem), chitin je aktivován až po kontaktu s lipidovou dvouvrstvou.

## Sekrece enzymů a membránový transport živin a iontů

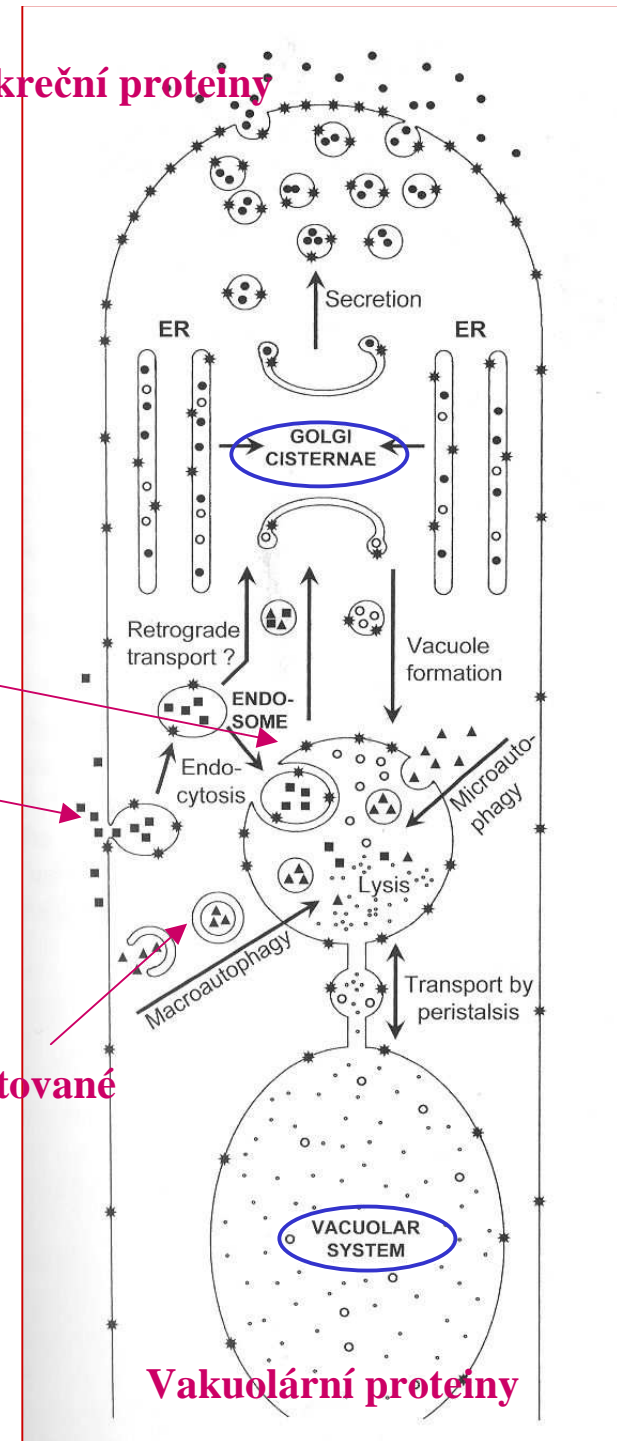
- Produkce exogenních enzymů k degradaci substrátu
- Jejich sekrece začíná syntézou oligopeptidů v ER a pokračuje transportem přes vesikuly syntetizované v GA
- GA – sekrece chitosomů (mikrovesikuly)
- V sub-apikální části hyfy dochází k tzv. ENDOCYTÓZE a EXOCYTÓZE, které mají regulovat množství materiálu potřebného k růstu vrcholu hyfy. Hlavním místem pro tento membránový materiál je **vakuola**.
- V období nedostatku živin dochází k **autofagocytóze**.

Membránové proteiny\*

Endocytované proteiny

Autofagocytované proteiny

Sekreční proteiny

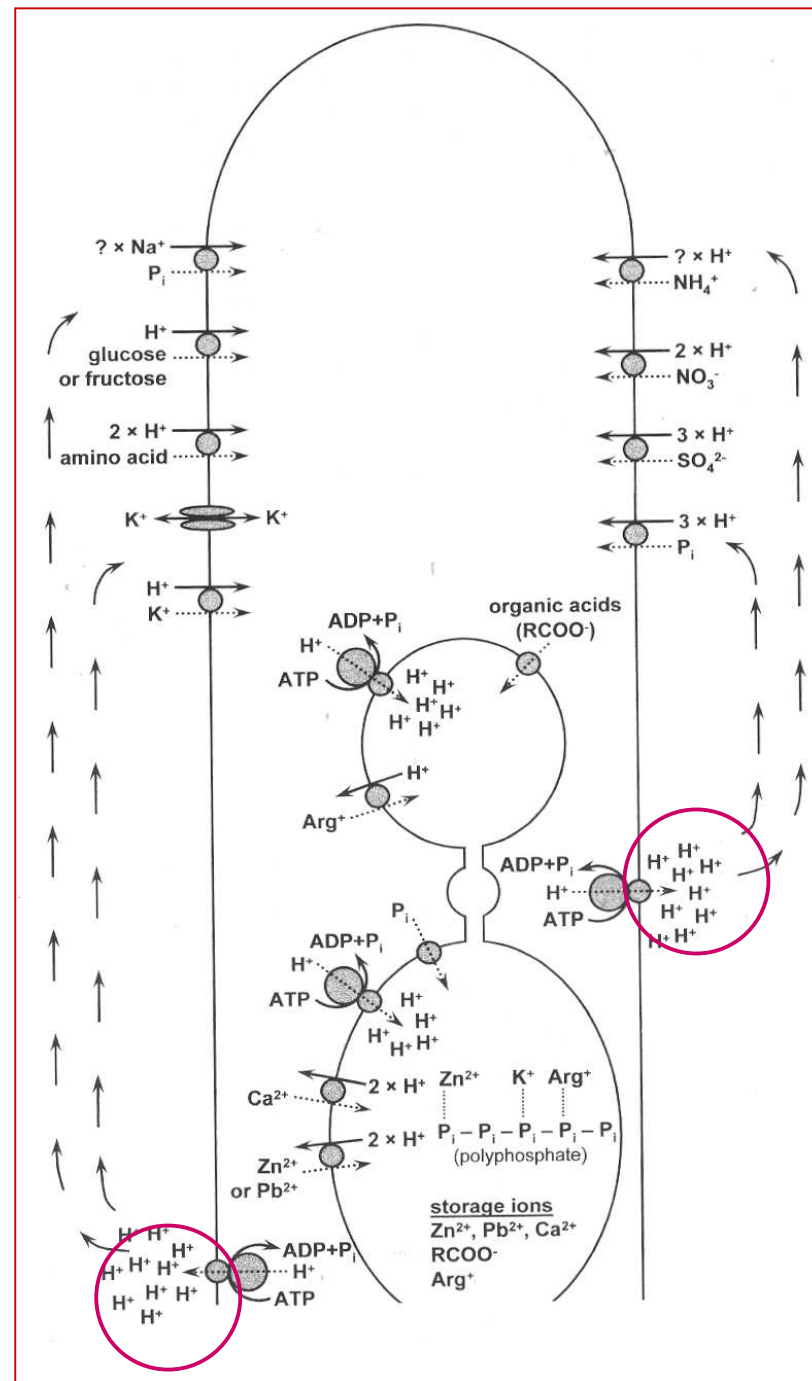


Vakuolární proteiny

**Tok živin** (iontů se uskutečňuje skrze plasmatickou membránu přes **proteinové póry**, propustné pouze pro některé živiny a ve kterých dochází k difúzi podle koncentračního gradientu nebo jsou to **speciální nosiče**, jenž přenáší ionty živin přes membránu **proti** gradientu (ATP, ATPázy (H<sup>+</sup>)- okyselování prostředí hyfy). Nosiče jsou známy pro NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ionty, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, AA, hexózy a orthofosfáty aj.

**ATPázy** energeticky dotují **aktivní transport živin** (H<sup>+</sup> pumpa) fungují v sub-apikální oblasti nebo v oblasti dospělé hyfy, kdežto v v apikální části pouze k jejich cirkulaci, na čemž se podílejí speciální nosiče.

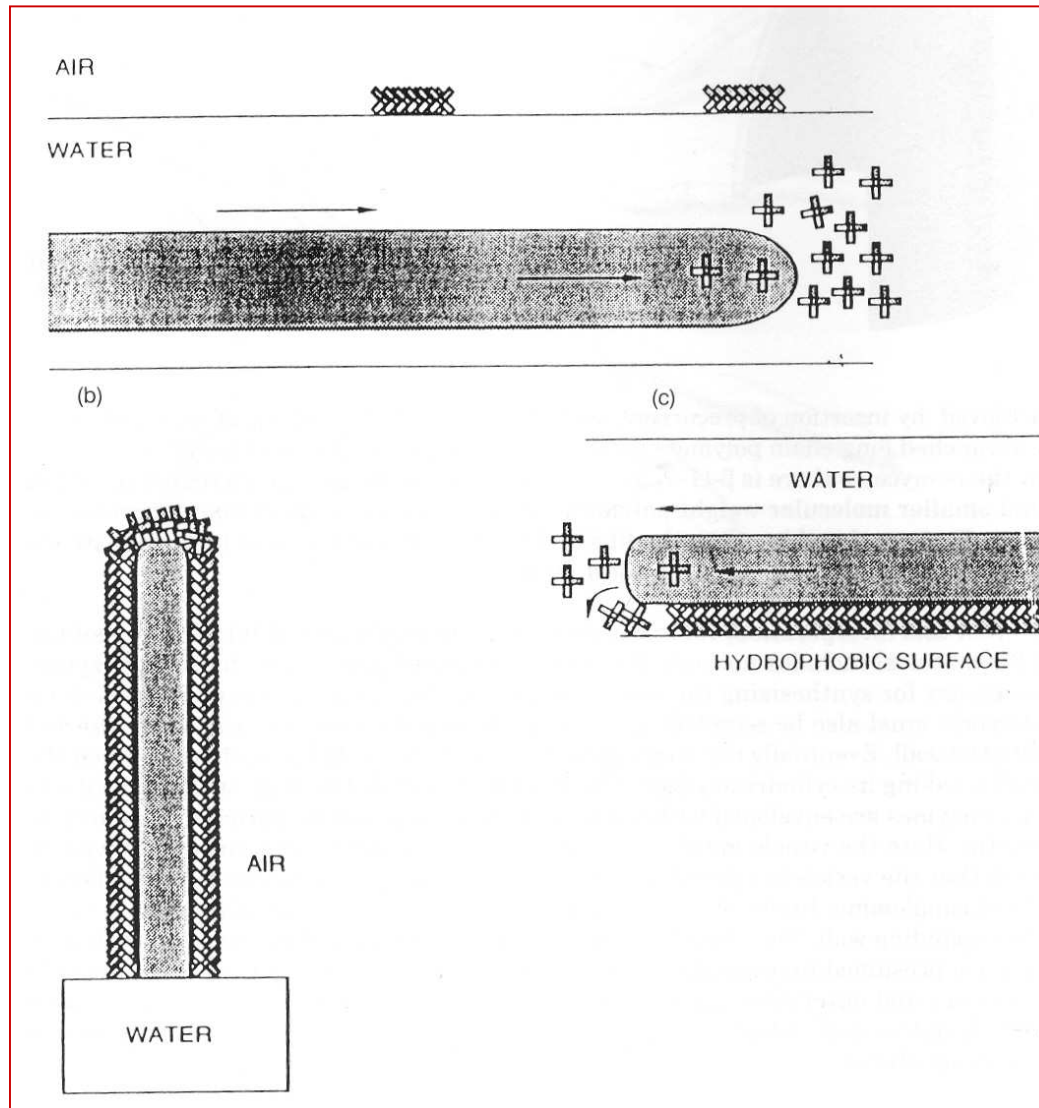
Tím, že ATPázy uvolňují H<sup>+</sup> ionty do prostředí, **okyselují prostředí hyfy** a upravují si tak membránový gradient a elektrochemická potenciál.



## Apikální růstová zóna

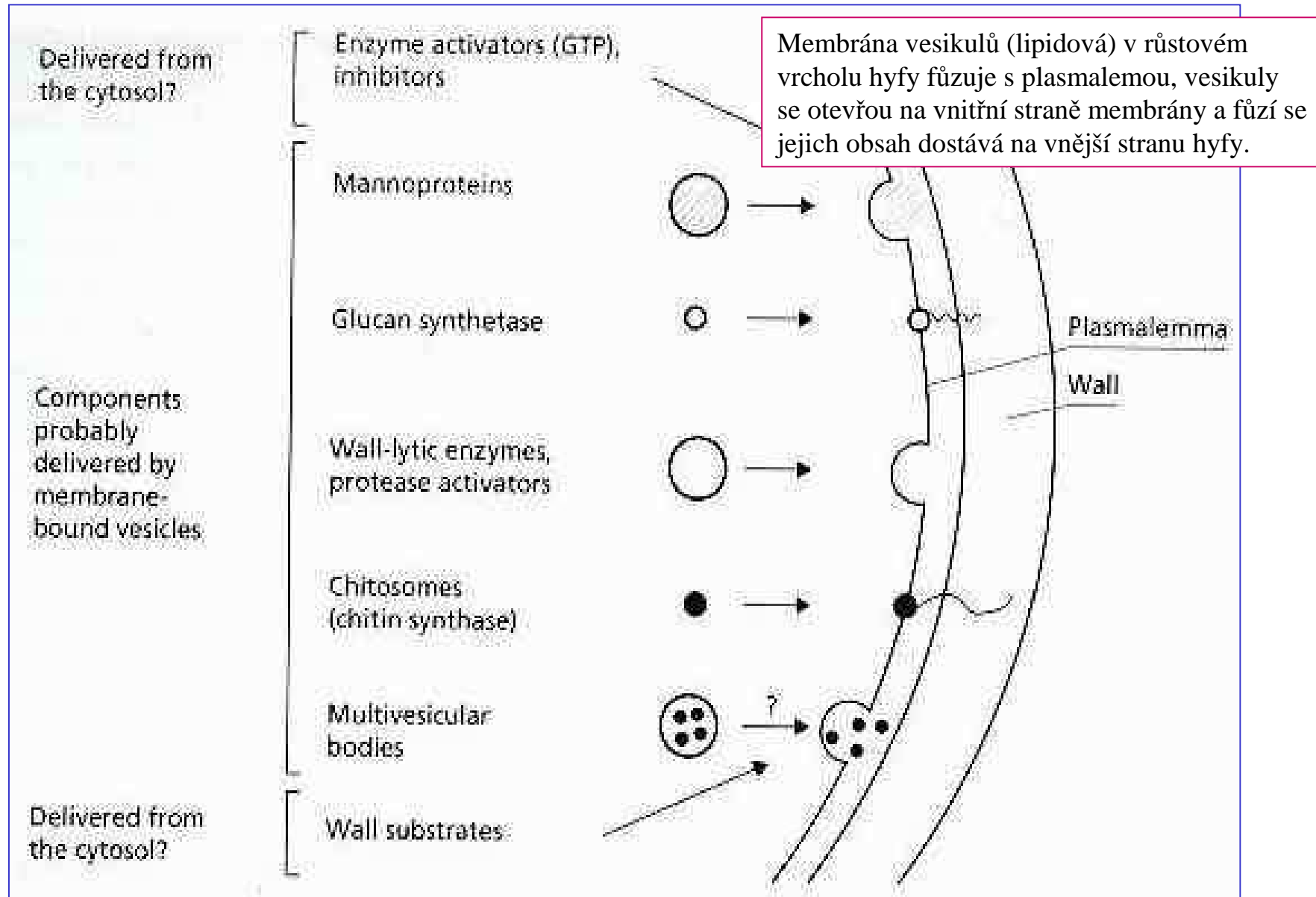
- cylindrický tvar
- polární růst
- specifická část hyfy je cílem **vesikulů** nesoucích hydrolytické enzymy či syntetázy, vesikuly jsou obaleny lipidovou membránou, fúzí s plazmalemou a uvolňují obsah
- Vesikuly derivovány z **diktyozómů** nebo **Golgiho aparátu**
- depozice prekurzorů chitinu, glukanů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

# Hydrofobiny – chrání růstový vrchol před vysycháním a nepříznivými vlivy prostředí, udržují povrchové napětí



Hydrofobiny – proteiny, s hydrofobními a hydrofilními vlastnostmi, vytváří hydrofobní vrstvu na rozhraní vodního a vzdušného prostředí např. když hyfa roste na listech rostlin.

# Růstový vrchol - detail



# Absorpční zóna

- absorpce živin z vnějšího prostředí skrze BS a plazmalemu
- živiny jsou transportovány přes membránu prostřednictvím protonové pumpy –  $\text{ATP} \rightleftharpoons \text{ADP}$  (uvolnění  $\text{H}^+$  do prostředí, akumulace  $\text{K}^+$  v hyfě)
- Uvolnění  $\text{H}^+$  do prostředí ...acidifikace, rozdíl mezi mediem (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  $\text{K}^+$  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**.

Zvídavá otázka č.2. Jaké vlastnosti musí mít hyfa dřevokazných hub a jaké hyfy hub saprofytických, aby mohla úspěšně kolonizovat substrát?

# Zóna stárnutí

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

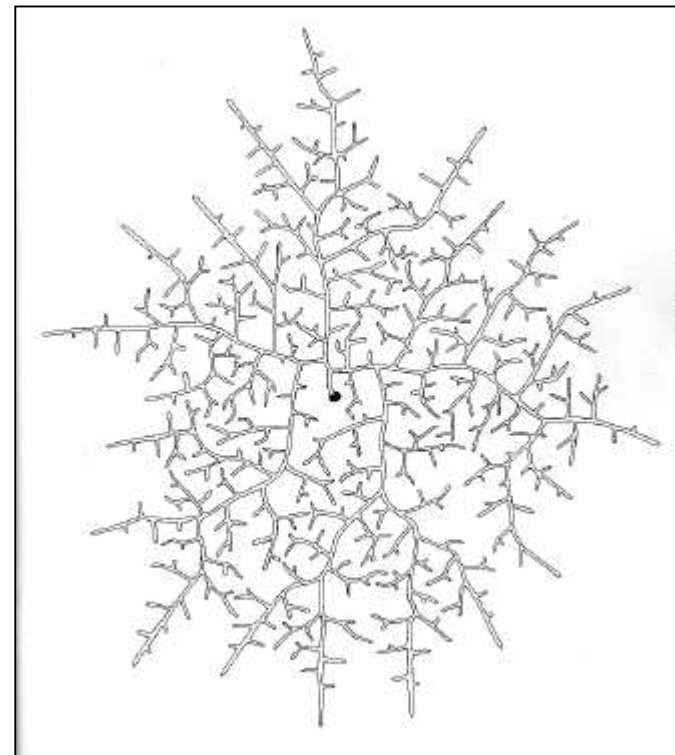
# Mycelium

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

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<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> 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

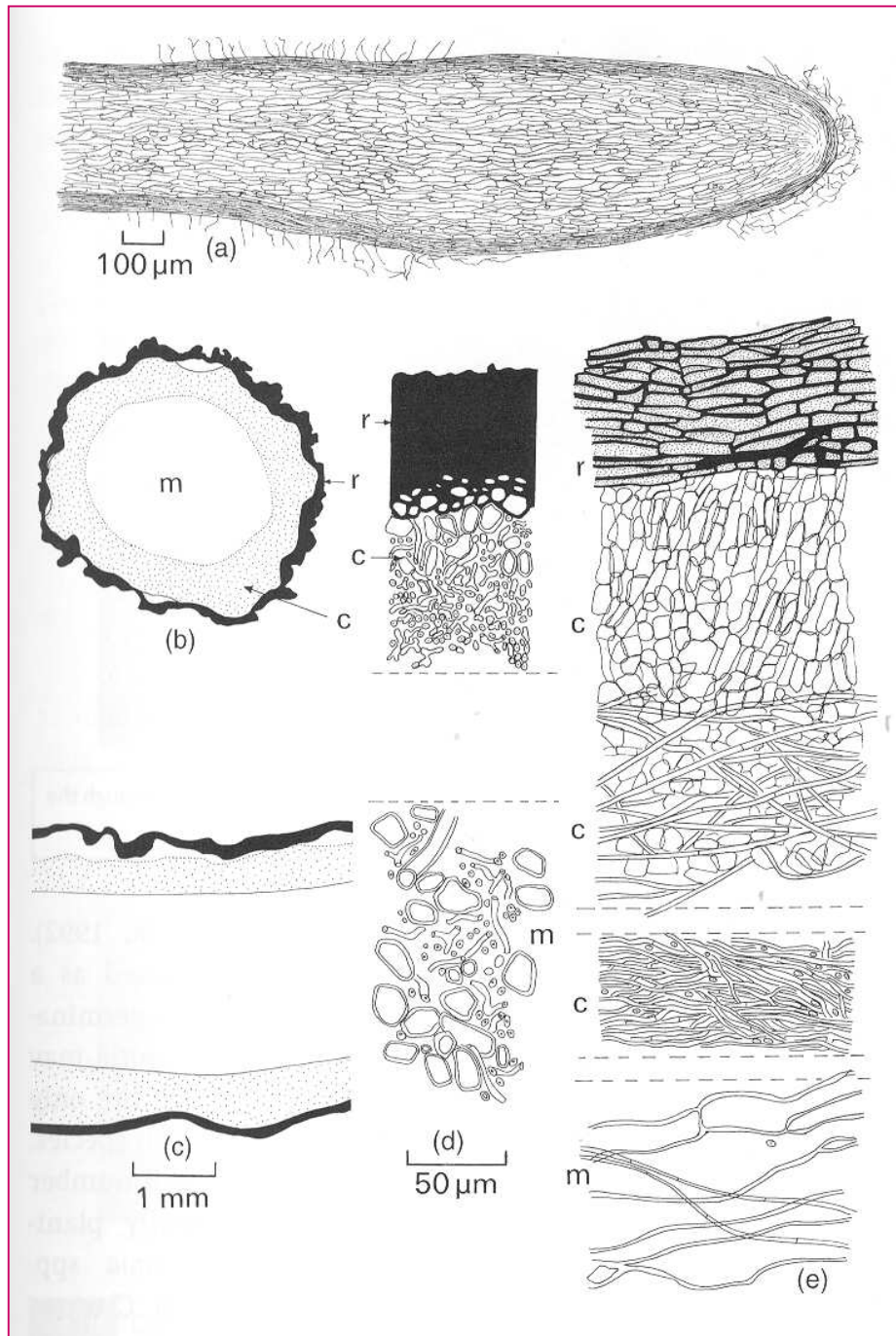
Nejsou zcela známy faktory a okolnosti za kterých dochází k tvorbě myceliárních agregátů – **myceliární provazce, rhizomorfy a sklerocia = vegetativní modifikované hyfy**

## 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



Odd: Askomycota – rhizomorfy vznikají paraelním zesílením hyf

Odd: Basidiomycota –formuje se melanizovaný kortex, medula a centrální stěrbina

**Rhizomorfa Václavky obecné (*Armillaria mellea*)**

**a-podélný řez**

**b- transverzální řez**





*Armillaria mellea, A. ostoye*

Václavka smrková, V. obecná

rhizomorfy





## Sklerocium

- hyfální agregáty pseudoparenchymatických pletiv, 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
- Jádro je tvořené zásobními buňkami (lipidy, glycerol, polyoly a glukany).
- Sklerocium může zpočátku produkovat exudáty.
- Do fáze aktivního růstu se dostává za vhodných podmínek a pokračuje růstem mycelia nebo produkcí nepohlavních spór nebo plodnic s pohlavními spórami

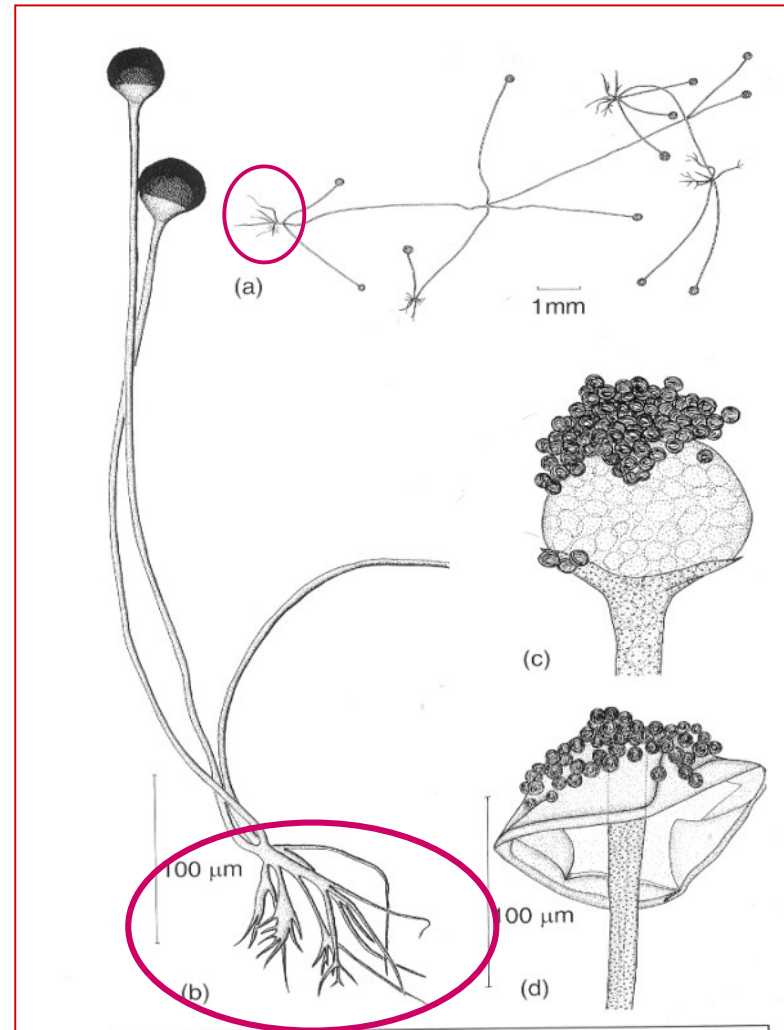
## Sklerocia námele (*Claviceps purpurea*: Ascomycota)



© GARY MUNKVOLD

# Rhizoidy

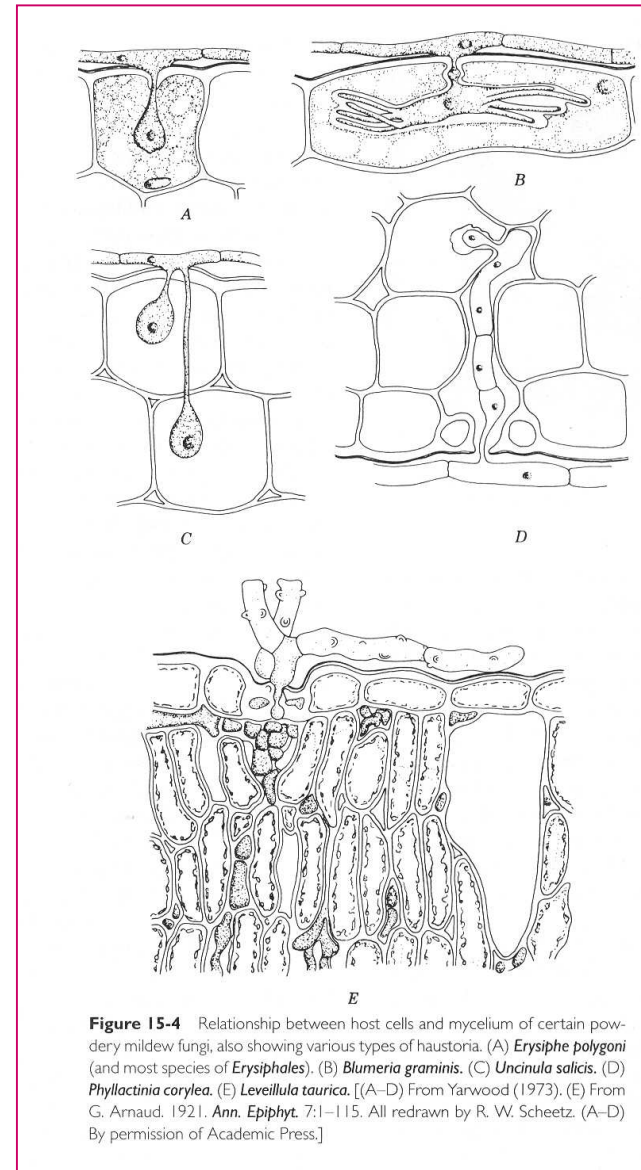
- Př. Zygomycota
- Ukotvují houbovou stélku v substrátu
- Příjem živin ze substrátu



# Hyfa uzpůsobená k parazitismu

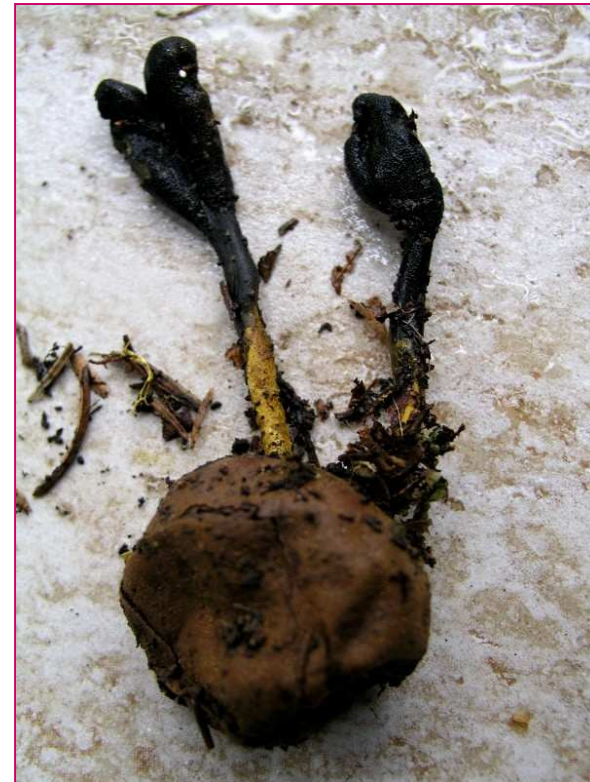
## Haustorium

- 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, Urediniales etc.



# Plodnice

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



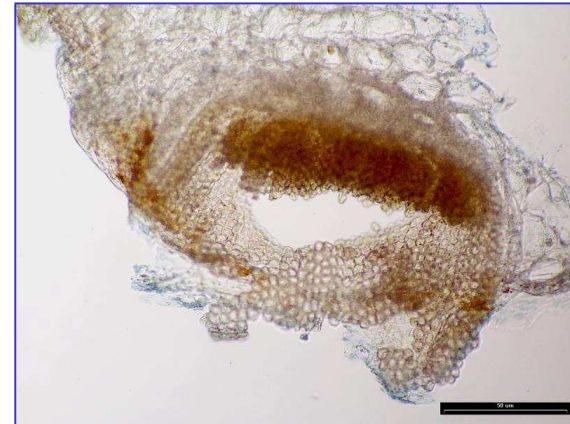
# Rozmnožování houbových organismů

## Idiofáze

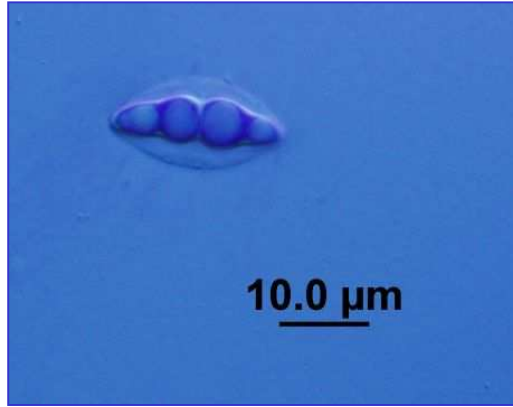
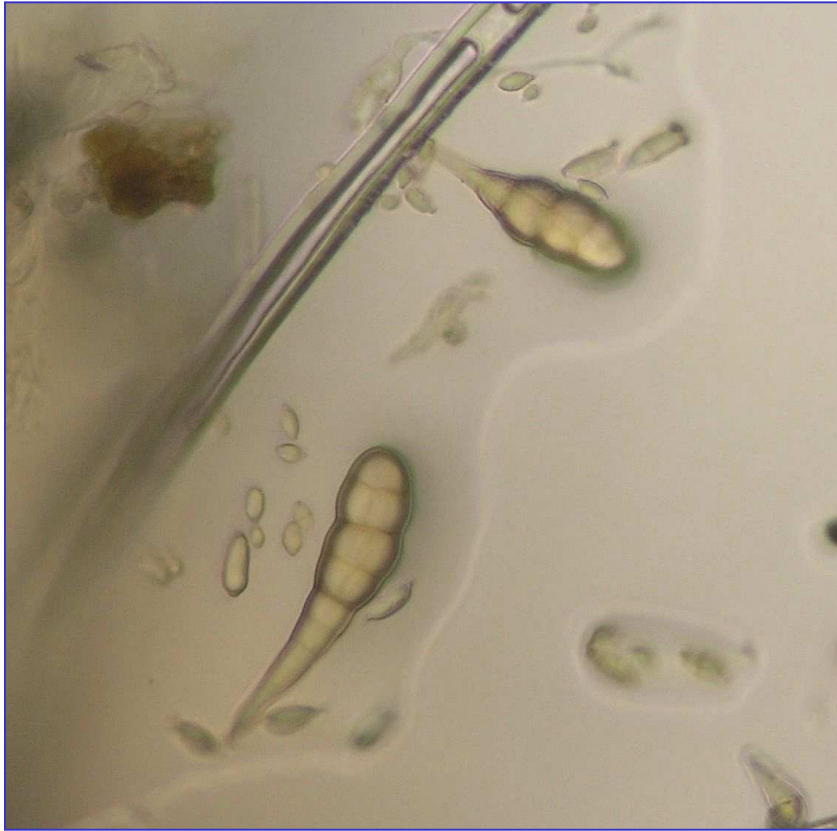
- 1/ indukce a regulace rozmnožování
- 2/ propagule (spóry)
- 3/ dormance a aktivace propagulí (spór)

### ad 1/ indukce a regulace rozmnožování

V určitém období trofického růstu dochází k jeho zpomalení či zastavení a mycelium přechází do reprodukční fáze. HO musí mít dostatek somatického materiálu k tomu, aby z něho vytvořil reprodukční struktury a reprodukční materiál.



**reprodukce a/ vegetativní, b/ asexuální, c/ sexuální + podmínky a faktory prostředí a konstituce HO**



## 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\*viz.př
- Druhy hub, u nichž není známá pohlavní fáze života se označují jako „mitosporické druhy“ (dříve umělá třída Deuteromycetes)



## 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 CO<sub>2</sub> a O<sub>2</sub>



*Sclerotinia fructigena*



*Schizophyllum commune*

Klanolístka obecná – obsah N a modré spektrum světla

limituje tvorbu plodnice a obsah C – růst plodnice

## Využití regulace podmínek prostředí

- Znalost nutričních, tepelných a světelných podmínek pro růst plodnic nám umožňuje umělé kultivace hub včetně velkopěstíren jedlých hub
  - Regulací světelných a tepelných podmínek dosáhneme rychlé produkce antibiotik či cytostatik (sekundární metabolity)
  - Kultivační média – různé nutriční zastoupení podle účelu\*
    1. Povrchové kultury na agarových médiích pevných
    2. Povrchové kultury na tekutých médiích
    3. Submerzní kultury
    4. Kontinuální kultivace – chemostatická regulace kultury
- \*chci sledovat klíčení a vegetativní růst, chci indukovat sporulaci – intenzívně nebo omezeně, chci vidět pohlavní rozmnožování a tvorbu pohlavních plodnic, chci vidět nepohlavní fázi... etc.

## Regulace idiofáze autonomními mechanismy (geneticky regulované samotným HO) (říše Fungi)

- Druhy HO **homothalické** (bez párovacích faktorů)
- Druhy HO **heterothalické** (kompatibilní párovací typy)
- hormonální systémy – hormony a feromony

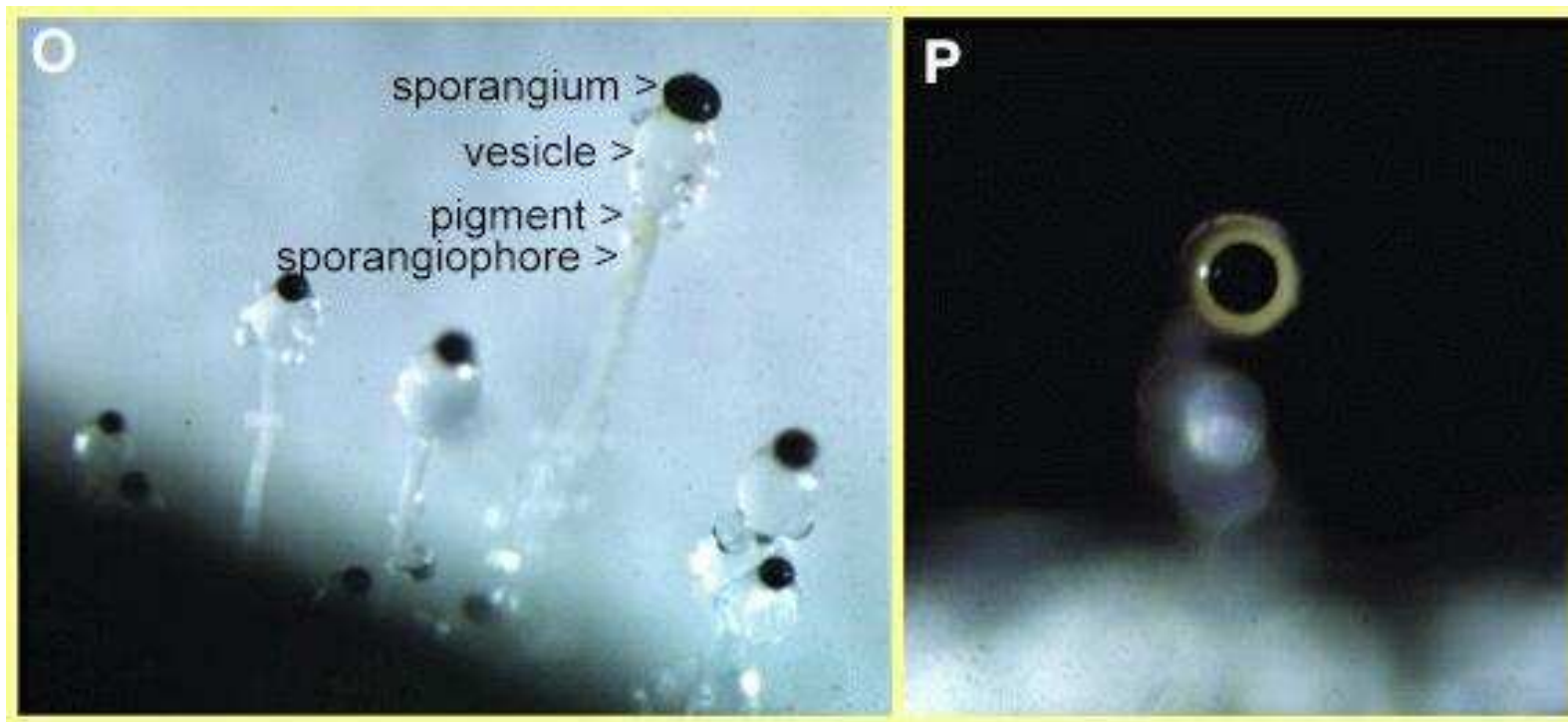


## Efekt světelných podmínek

- Pro některé druhy hub je světlo limitujícím faktorem pro jejich sporulaci (Myxomycota – *Physarum polycephalum*, Zygomycota – *Pilobolus kleinii*, koprofilní druhy obecně, Basidiomycota – *Schizophyllum commune*)
  1. Světlo většinou indukuje sporulaci a pro dokončení sporulačního procesu je potřeba tma (*Botrytis cinnerea*, *Alternaria alternata*)
  2. Světlo ovlivňuje také rytmus sporulace – sporofóry se tvoří v kruzích (denní a noční zóny)
  3. Fototaxe a fototropismus
    - 3.1. Dictyostelida– sporogenní část plasmodia leze za světlem
    - 3.2. Řada vláknitých hub (Basidio + Asco) jsou tzv. **pozitivně fototropické**

**Fotoreceptory hub** - záleží na druhu HO. (flavoproteiny – FMN, FAD)

## Nepohlavní spóry rodu *Pilobolus* (Zygomycota)





*Alternaria cucumerinum*

Čerň okurková

## Propagule (spóry)

a/ 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**



	<b>MEMNOSPORY</b>	<b>XENOSPORY</b>
<b>Fyzikální vlastnosti</b>	Variabilní velikost - větší	Variabilní velikost – menší
	Tendence být silnostěnné	tenkostěnné
	Různý tvar, ale převažuje sférický	Vysoce variabilní tvar s adaptací k disperzi vodou vzduchem apod.
	Jsou součástí parentálního mycelia a oddělují se zpravidla lyzí	Rychle se oddělují od parentálního mycelia, často pomocí speciálních mechanismů
<b>Fyziologické vlastnosti</b>	Přežívají dlouhé období	Krátká přeživná perioda
	Neschopné okamžitého klíčení ani ve vhodných podmínkách	Schopnost okamžitého klíčení
	Obecně představují dormantní typ spór – vyžadují specifické stimuly prostředí ke klíčení	Zpravidla nejsou dormantní



## MEMNOSPORY (POHL)

Oospóry (Oomycota)

Zygospóry (zygosporangium, Zygomycota)

Askospóry (asko, askoma, Askomycota)

Basidiospóry (basidie, basidioma,

Basidiomycota)

Sklerocia, chlamydospory –dormantní spóry

## XENOSPORY (NEPOHL)

Zoospóry (zoosporangium)

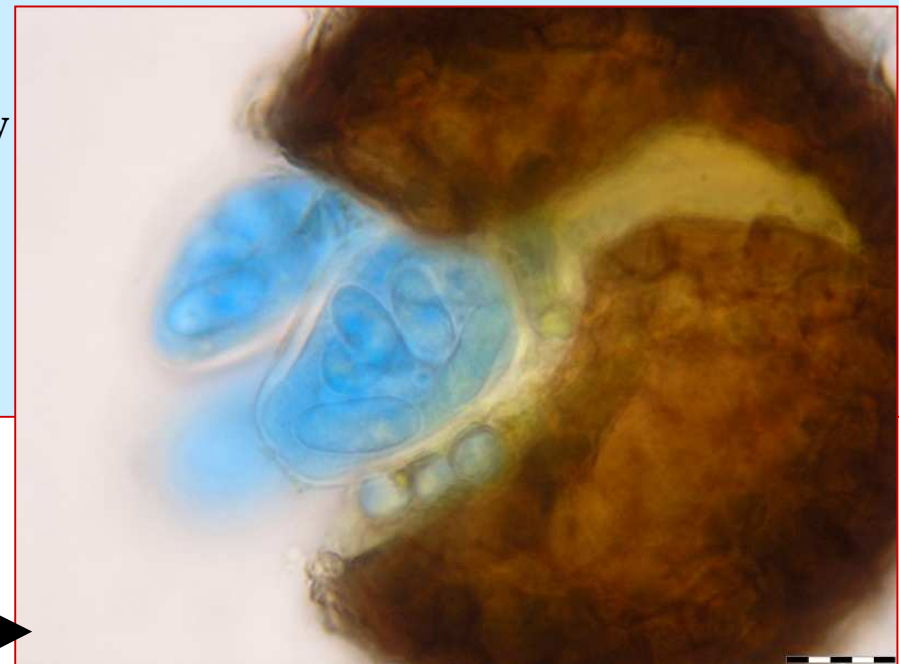
Sporangiospory (sporangiofór,  
sporangium,  
sporangogeneze)

Konidie (konidiofór, různé uspořádání,  
konidiogeneze)

Askokarp (kleistotecium) aska a askospóry

Padlí dubového (*Microsphaera alphitoides*)

Erysiphales: Ascomycota

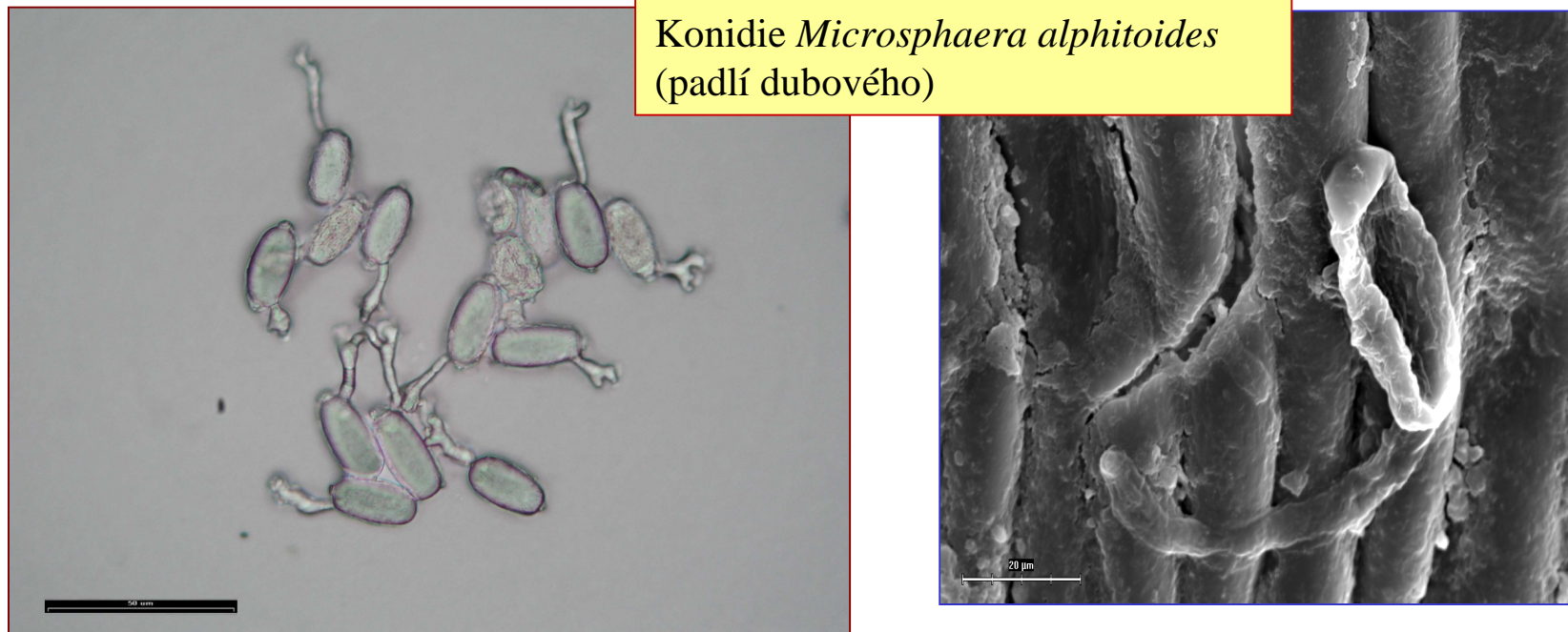




**Životoschopnost spóry** – potenciál spóry dávat vznik potomstvu, buď přímo nebo produkcí dalších spór v závislosti na podmínkách prostředí.

Spóra může být živá, ale neživotná – je neschopná vyklíčit kvůli exo a endo-genním faktorům.

**Klíčivost** – schopnost (potenciál) životné spóry demonstrovat životnost díky vhodným podmínkám.



## Uvolnění a šíření spór

- Od matečného organismu (z hyfy, z plodnice, z basidie etc.) se spóry uvolňují
  1. **Aktivně** (energií aktivovanou z matečného HO)
  2. **Pasivně** (energií aktivovanou z prostředí)
- V obou případech se spóry uvolní buď enzymatickými mechanismy (lyzí) nebo mechanicky odlomením
- Ad 2. Pasivní spóry mají povrch suchý – a. hydrofobní nebo jsou b. hydrofobní, ale smáčitelný přírodními surfaktanty (nebo c. slizký-lepivý. Tento fakt souvisí z jejich ekologií způsobem šíření. (Př)\*

**Př\***hydrofóbní prašné spóry – *Penicillium* sp., *Aspergillus*, *Trichoderma* sp. aj.

Hydrofobní se smáčitelným povrchem – *Fusarium* sp., *Mucor*. (sporické kapky)

Lepivý povrch – některé entomopatogenní druhy hub, rod *Graphium* a *Ceratocystis*, myrmekofágní druhy aj.

# Šíření spór

## **Pasivně uvolňované spóry**

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

## **Aktivně uvolňované spóry**

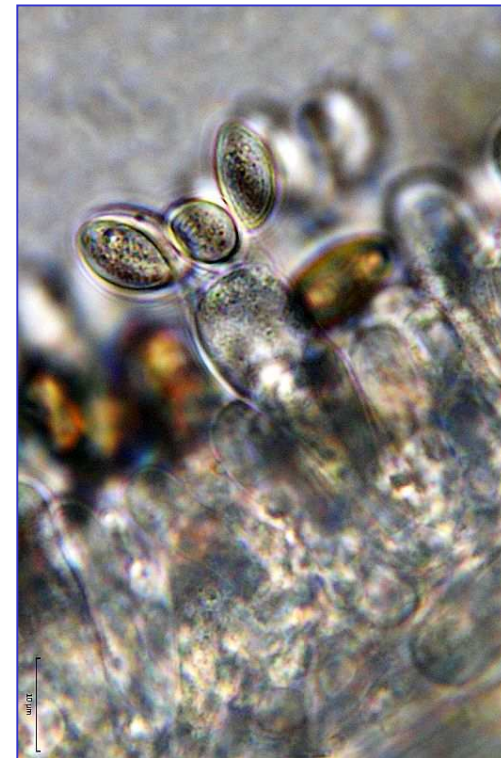
- Zrající spóra vyvíjí tlak na stěnu sporangia (askospóry v asku)
- Změna tvaru
- Odstřelení – **balistospóry**
- Zoospóry – aktivní pohyb

## Dormance

- Exogenní dormance – je dána podmínkami prostředí, které jsou kauzální 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,  $\beta$ -ioniny etc.)
  2. Mycostáze (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 melaniny, 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

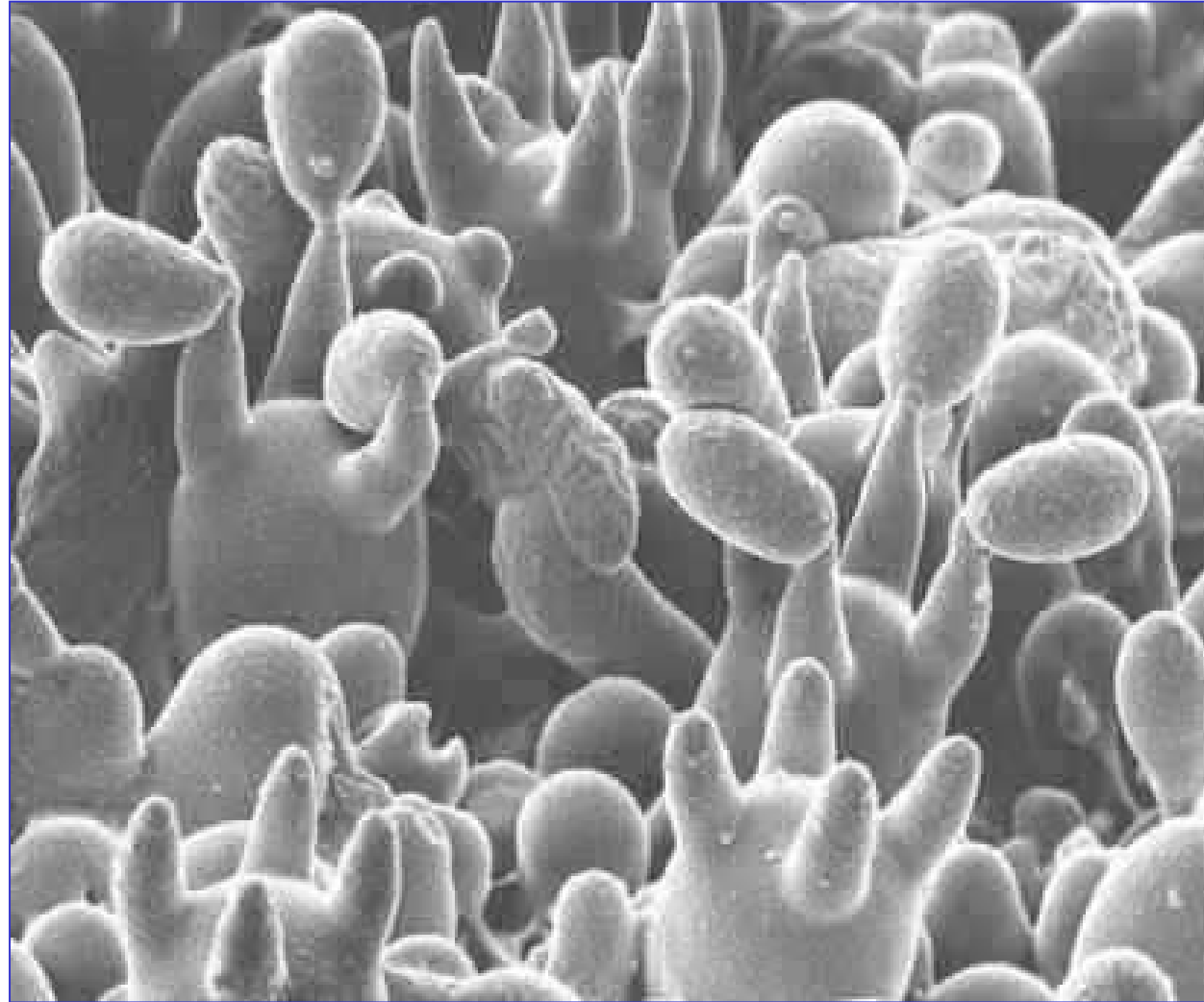


# Klíčení

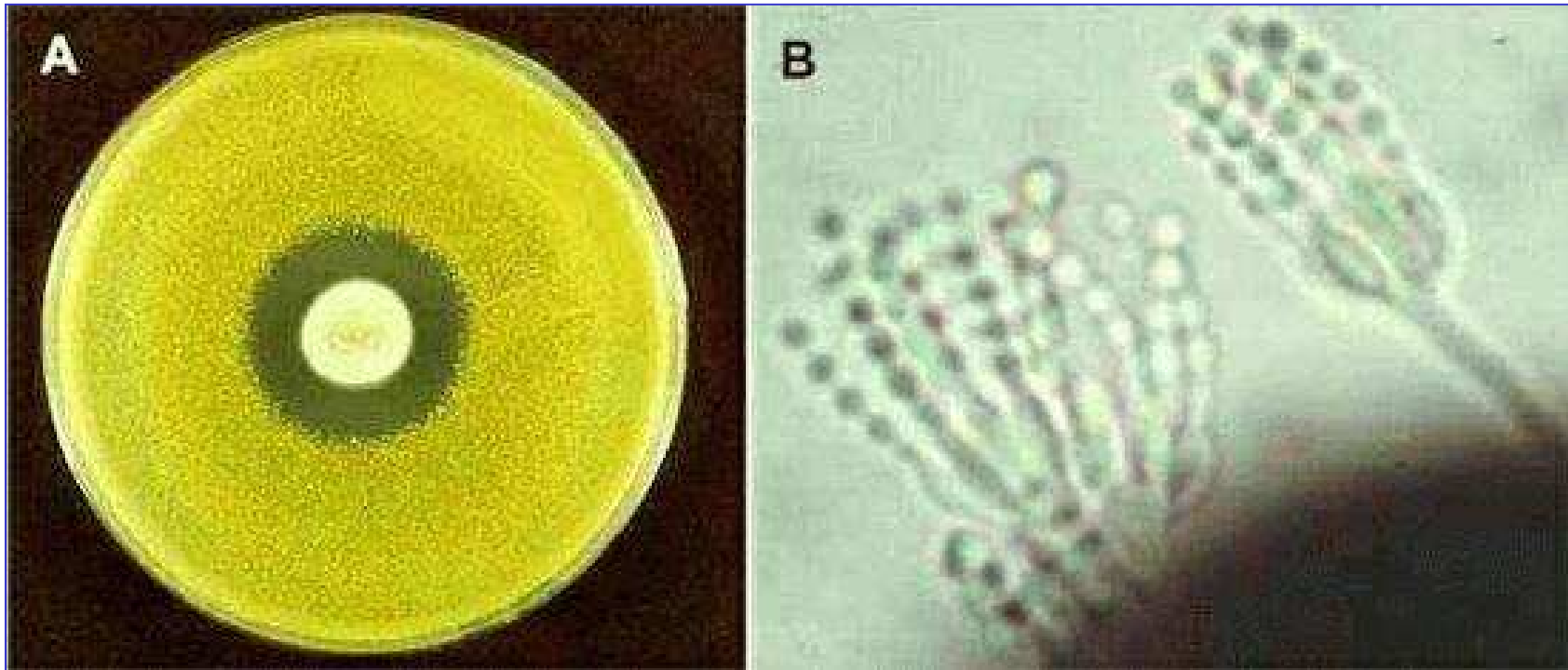
- **Klíčení** – souhrn biochemických, fyziologických procesů vedoucí k iniciaci, expresi a růstu klíčního vlákna (klíčící hyfy).
- **Dvě teorie o klíčení spóry:**
  - A/ **klíčící vlákno vzniká z pre-existující stěny spóry** – vesikuly se naakumulují v místě, kde se bude tvořit klíčící vlákno a využívají stavební materiál z pre-existující stěny vícečetných spór
  - B/ **klíčící vlákno vzniká z nové vnitřní stěny spóry (klíčící stěna)** – akumulace vesikulů v periferální cytoplazmě, syntéza stěny
- **Tropismus klíčícího vlákna** – orientační růst klíčícího vlákna ovlivněný vlastnostmi organismu a prostředí



basidiospóry



Kultura rodu *Penicillium* sp. *in vitro* a konidie





*Phragmidium mucronatum* Rez růžová (teliospóry)

## Použité zdroje informací:

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

<http://www.mycology.com>

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

<http://www.mykoweb.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