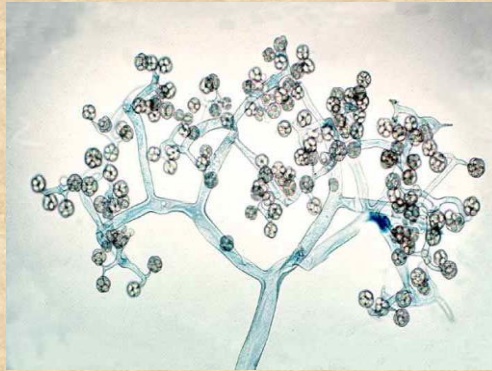


Vláknité mikromycety



Doména *Eukarya*

Doména *Eukarya* zahrnuje 5 říší organizmů:

- *Protozoa*
- *Fungi*
- *Chromista*
- *Plantae*
- *Animalia*

Mikromycety (mikroskopické houby)

- Vícebuněčné nebo jednobuněčné eukaryotní organizmy s heterotrofní výživou
- Většina je saprotrofická – role destruentů v ekosystémech, významný podíl na koloběhu látek a energie
- Osídlují rozmanité biotopy, jsou morfologicky i fyziologicky rozmanité
- Využití k výrobě potravin (mléčné výrobky, alkoholické nápoje, droždí) nebo organických látek (enzymy, kyseliny, vitamíny, antibiotika)
- Kontaminace potravin, krmiv
- Choroby rostlin, zvířat i infekční onemocnění člověka
- Způsobují alergie a otravy
- **Dělíme je na: vláknité mikromycety (vláknité mikroskopické houby) a kvasinky a kvasinkovité mikroorganizmy**

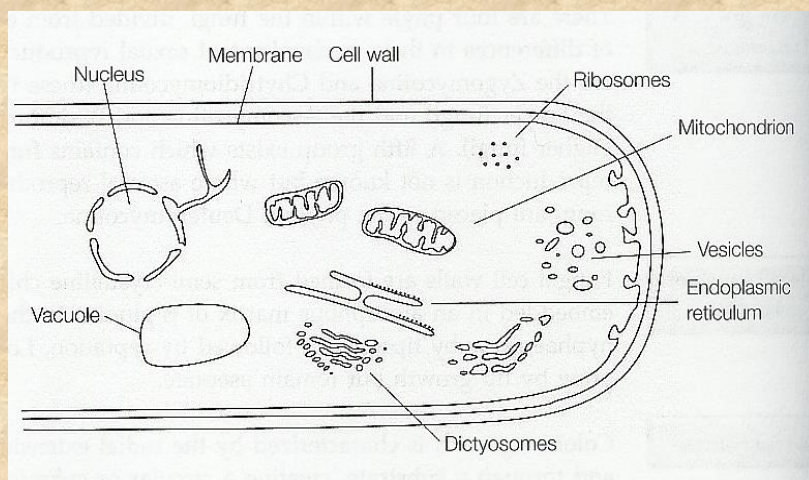
Základní charakteristika eukaryotické buňky Porovnání prokaryotické (P) a eukaryotické (E) buňky

- **Velikost** - P - jednotky μm x E – desítky μm
- **Membrána** - P – cytoplazmatická membrána x E – více membrán, každá organela
- **Buněčná stěna** – P peptidoglykan x E převládá chitin, hemicelulóza, bílkoviny a tuky
- **Organely** – P bez organel x E mitochondrie, ER, Golgiho aparát
- **Jádro** – P nukleoid x E pravé jádro
- **Dělení jádra** – P replikace DNA x E mitotické dělení jádra
- **Ribozómy** – P většinou rozptýlené x E vázané na endoplazmatické retikulum
- **Vakuoly** – P naplněny plynem (pokud jsou) x E zásobní látky

Mikromycety

- Pro vláknité mikromycety se všeobecně používá termín **plísně**
- V **mykologii** má však termín "**plísně**" užší význam, označuje pouze houby podkmene Oomycota (např. *Phytophthora infestans* - plíseň bramborová), Chytridiomycota (např. *Synchytrium endobioticum*) a Zygomycota (např. *Mucor mucedo* - plíseň hlavičková)
- V některých populárních lékařských příručkách se tento termín používá dokonce i pro označení kvasinek

Struktura buňky hyfy



Buněčná stěna – chemické složení

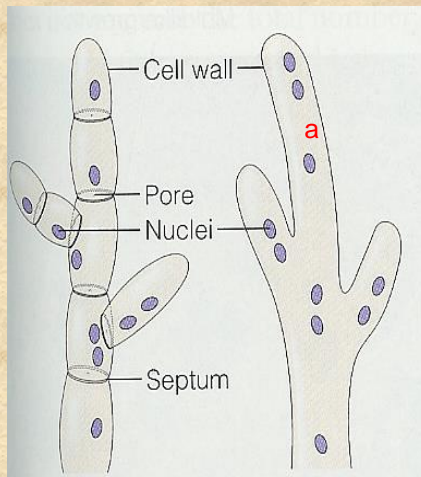
- **Polysacharidy** (až 80 %)
 - **chitin** (N-acetylglukozamin)
 - **chitosan** (deacetylovaný chitin)
 - **glukany, manany**
 - **další polysacharidy** tvořené z 6-deoxyhexóz (např. rhamnóza-6-deoxy-L-manóza)
 - **celulóza**
 - látky podobné **ligninu** (zvyšují pevnost stěny)
- **bílkoviny**
- **tuky**
- **vosky** (zodpovědné za minimální smáčivost)
- **barviva**

Cytoplazmatická membrána

- Je zodpovědná za transport látek a osmoregulaci
- 7,5 – 8 nm silná
- Lipidy a proteiny
- Je místem syntézy některých komponent buněčné stěny
- **Není** sídlem enzymů oxidativní fosforylace, neobsahuje dýchací enzymy
- Invaginace nejsou tak časté jako u kvasinek

Jádro

- Dvojitá jaderná membrána s velkými póry
- Umístěno přibližně ve středu buňky
- Chromatin (DNA + bílkoviny)
- Buňky hyf jsou většinou **cenocytické** (jednobuněčné, mnohjaderné – **a**)
- Ve sporách je jádro jedno
- Počet chromozomů v haploidním jádře – 3 až 20
- **Jadérko** – volné nebo přisedlé na membránu, syntéza rRNA



Základní cytoplazma

- Složením a funkcí se neliší od cytoplazmy kvasinek
- Hlavní zásobní látkou jsou lipidy
- Lipidy jsou ukládány ve vakuole, základní cytoplazmě
- U starších buněk jsou lipidy z buněk uvolňovány a mohou být zaměněny za spory
- Neobsahuje plastidy a fotosyntetické pigmenty
- Obsahuje karoteny, xantofyly, melaniny, fenolická barviva aj.
- Obsahuje organely (ER, Golgiho aparát, mitochondrie, vakuoly..)

Organely

- **Endoplazmatické retikulum**

Obsahuje enzymy, zásobní látky

Význam při metabolismu buňky

Hladké ER – syntéza lipidů, bez ribozomů

Drsné ER – s ribozomy, syntéza bílkovin

- **Mitochondrie**

Dvě membrány, vnitřní tvoří kristy

Bílkoviny, lipidy, fosfolipidy, RNA a DNA

Sídlo dýchacích enzymů a systému oxidativní fosforylace

Syntéza mitochondriálních bílkovin (tRNA, mRNA, ribozomy)

Organely

- **Vakuoly**

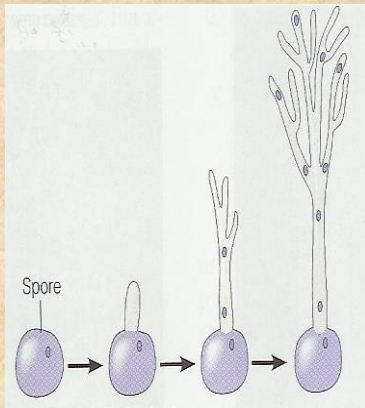
Obsahují hydrolytické enzymy (např. proteinázy, ribonukleázy, esterázy) a rezervní látky

- **Golgiho aparát**

Ploché měchýřky a cisterny rovnoběžně uložené vedle sebe

Funkce - transport prekurzorů buněčné stěny z cytoplazmy přes cytoplazmatickou membránu

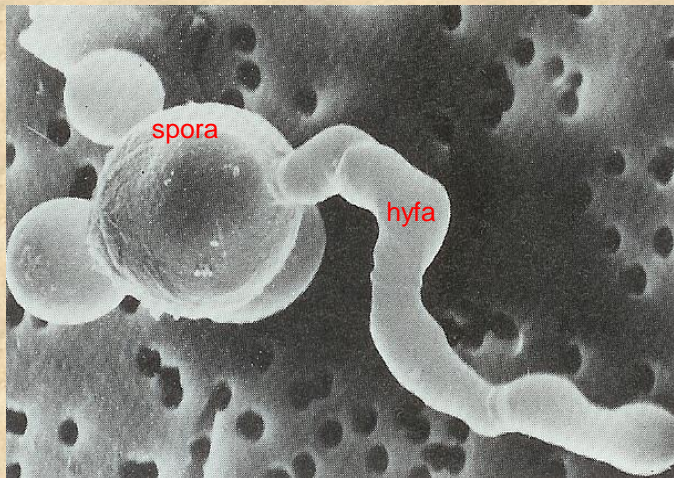
Mycelium



Němec, Matoušková: Základy obecné mikrobiologie

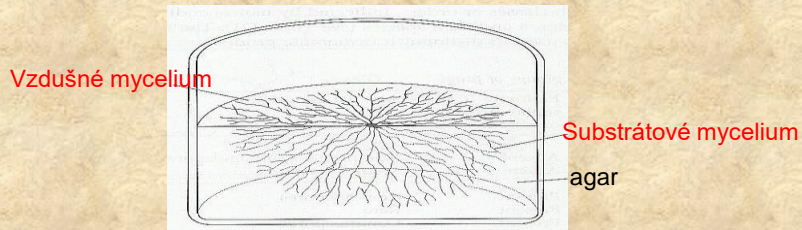
- Spora
- Hyfa (vlákno)
- Postupné větvení
- Mycelium – spleť hyf
- Plektenchym – hyfy tvoří nepravá pletiva, např. plodnice hub, stromata a sklerocia, u druhů netvořících spory
- Sklerocium – tvrdý polokulovitý útvar tvořený hustou spleť hyf, přežívání nepříznivých podmínek
- Stroma – kožovitá spleť hyf (např. na ovoci)

Klíčení spory - *Cephalosporium*



Fotografie z elektronového mikroskopu, zvětšení 6000x

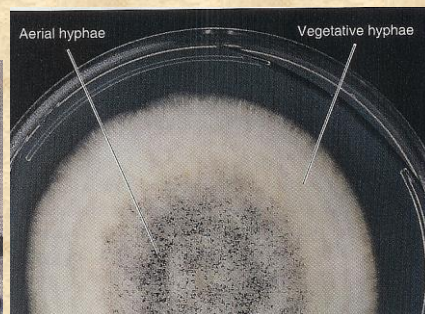
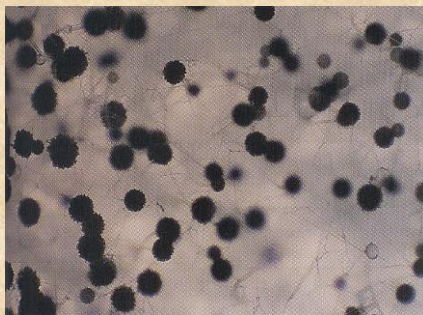
Mycelium substrátové a vzdušné



Vzdušné mycelium – rozmnožovací funkce, reprodukční mycelium

Hyfy *Aspergillus niger*

- Vzdušné mycelium
s vegetativními
sporami



Mycelium

- U **parazitických hub** pokrývá povrch hostitele, přisává se pomocí tzv. apresorií

- Průnik do hostitele

- do mezibuněčných prostor – **intercelulární mycelium**

Živiny od hostitele přijímají přes buněčnou stěnu nebo tzv. haustorii – výběžky pronikající přes BS

- do buněk – **intracelulární mycelium**

Živiny přijímají přímo z protoplazmy hostitele

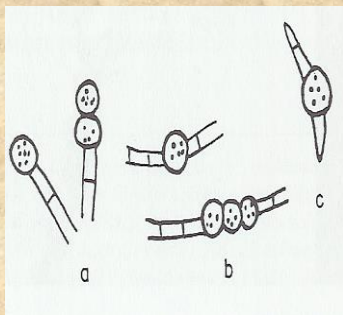
Rozmnožování mikromycet

- Nepohlavní
- Pohlavní

Rozmnožování mikromycet - nepohlavní

- U řady druhů dominantní způsob rozmnožování
- Stádium hub rozmnožující se pouze nepohlavně – tzv. **anamorfa** (imperfektní, nepohlavní stádium)
- **Dělením hyf, fragmentací hyf** nebo stélky
- **Nepohlavní spory** se tvoří na
 - vegetativních hyfách (artrospory neboli oidie)
 - fruktifikačních orgánech
 - exospory (exogenně na koncích hyf, konidie, konidiospory)
 - endospory (uvnitř výtrusnice – sporangia, sporangiospory)

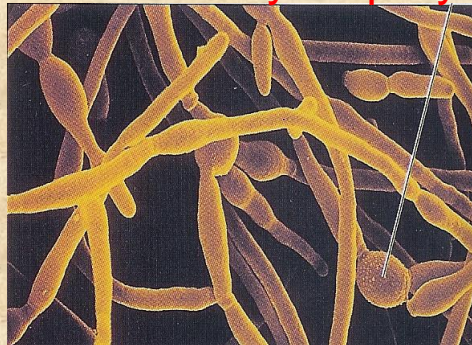
Nepohlavní spory na - vegetativních hyfách



(Šilhánková, 2002)

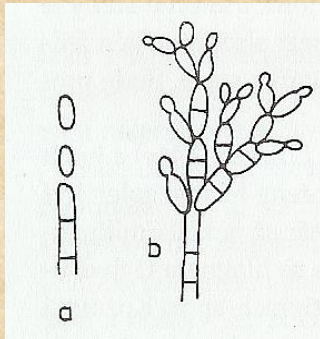
- a – koncové (terminální)
- b - interkalární
- c – v makrokonidii

chlamydospory

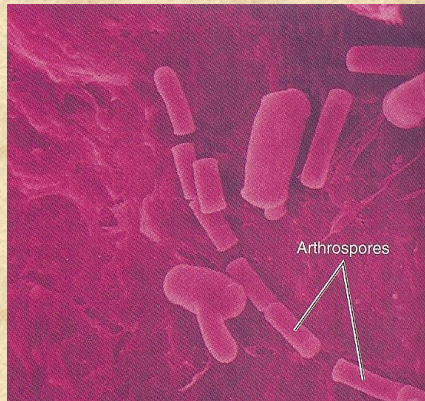


Chlamydospory – silný obal kolem jednotlivých buněk (cytoplazma je silně zahuštěna, zrnitá)

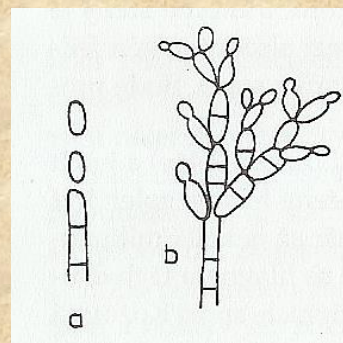
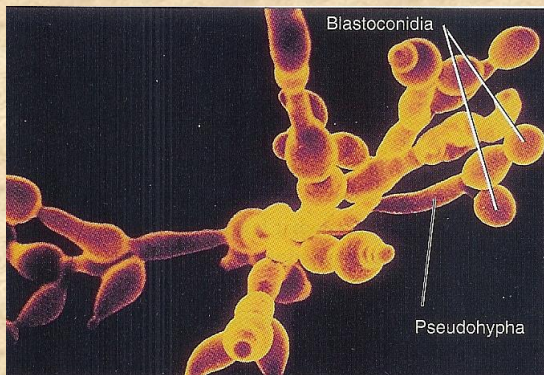
Nepohlavní spory na - vegetativních hyfách



a – oidie (artrospory) vznikají
rozpadem vláken
b – blastospory



Nepohlavní spory na - vegetativních hyfách



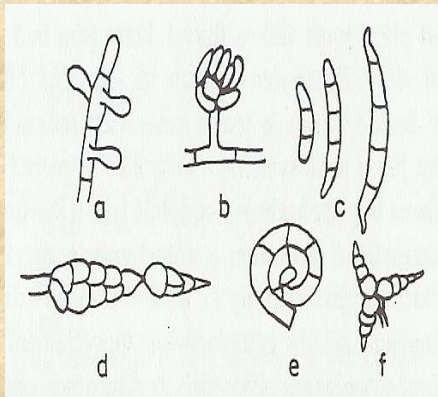
b – **blastospory** (*Cladosporium* sp.) - vznik
pučením z předchozí buňky (tj. bazifugálně)

Štíhánková, 2002

Tvar a umístění exospor

Konidie - mikrokonidie a makrokonidie

Vznik odškrcováním ze základní buňky - bazipetálně



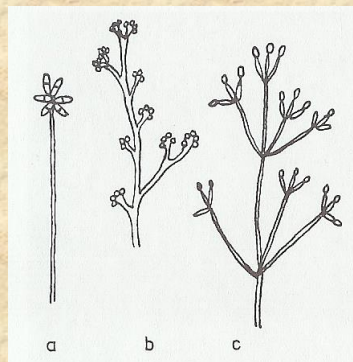
Šilhánková, 2002

- a – jednotlivé spory na septovaném myceliu (*Sporotrichum*)
- b - nepravá palička vzniklá z řetízku spor (*Cephalosporium*)
- c – rohlíčkové makrokonidie (*Fusarium*)
- d – řetízek příčně a podélně septovaných makrokonidií (*Alternaria*)
- e – spirálovitá makrokonidie (*Helicoma*)
- f – hvězdicovitá makrokonidie

Typy konidioforů

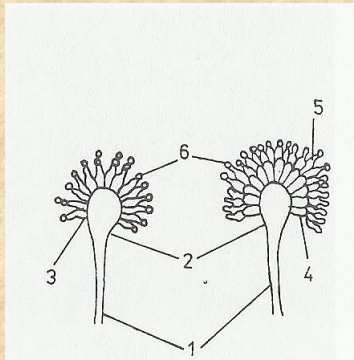
- Jednoduchý - **a**
(*Trichothecium roseum*)
- Nepravidelně větvený - **b**
(*Botrytis cinerea*)
- Přeslenovitě větvený - **c**
(*Verticillium* sp.)

Konidiofor = hyfa nesoucí konidie



(Šilhánková, 2002)

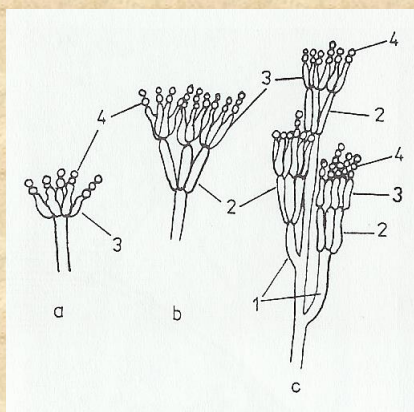
Typy konidioforů – rod *Aspergillus*



(Mareňiak a kol., 1987)

- 1 – konidiofor
- 2 – vezikula
- 3 – fialidy
- 4 – metuly (primární fialidy)
- 5 – sekundární fialidy
- 6 - konidie

Typy konidioforů – rod *Penicillium*



1 - větve (Mareňiak a kol., 1987)

2 - metuly

3 - fialidy

4 - konidie

a – sekce

Monoverticillata

b – sekce

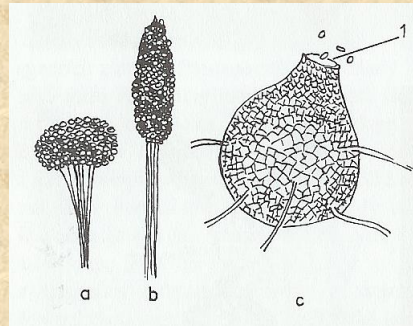
Biverticillata Symetrica

c – sekce

Asymetrica

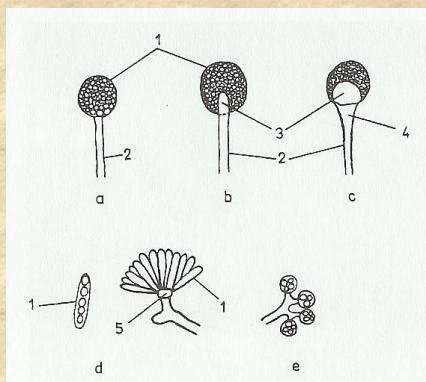
Zvláštní uspořádání konidioforů

- a – koremium ze stejně dlouhých konidioforů
- b – koremium z různě dlouhých konidioforů
- c – pyknidium
1 - ostiola



(Šilhánková, 2002)

Rozmnožování mikromycet – nepohlavní – endospory ve sporangiu



- a – bez kolumely
(r. *Mortierella*)
- b – s kolumelou (r. *Mucor*)
- c – s kolumelou
a apofýzou (r. *Rhizopus*)
- d - válcovitá sporangia
(r. *Piptocephalis*)
- e – sporangioly
(r. *Thamnidium*)

- 1 – sporangium (výtrusnice)
- 2 - sporangiofor
- 3 - kolumela
- 4 - apofýza
- 5 – bazální buňka

Rozmnožování mikromycet

pohlavní

- Stádium hub schopné pohlavního rozmnožování – tzv. **teleomorfa** (perfektní, sexuální stádium)
- Spájení pohlavních buněk – **gamet**
- Gamety se tvoří v pohlavních orgánech – **gametangiích**
- Splývání i celých gametangií
- Gametangia samčí (**antheridium**)
- Gametangia samičí (**oogonium**)
- **Splývání + a – hyf** u morfologicky neodlišených pohlavních orgánů (sexuální polarita kódována geny **mat**)

Rozmnožování mikromycet

pohlavní

- Splývání gamet nebo gametangií na téže stélce – houby **homotalické**
- Splývání gamet nebo gametangií na různých stélkách – houby **heterotalické**
- **Během spájení proběhne:**
 1. plazmogamie
 2. karyogamie
 3. meióza (vznik pohlavní spory – zygoty)
- **Pohlavně vzniklé spory:**
Oospory, zygospory, askospory, bazidiospory

Rozmnožování mikromycet pohlavní

• Oospory

Silnostěnné spory

Vznik z oplozené oosféry po splynutí anteridia s oogoniem

Vakuola se zásobními látkami

Jedno nebo více jader

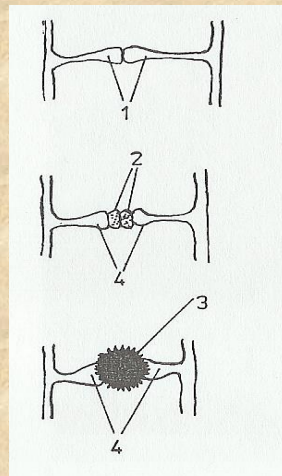
Tvorba např. u fytopatogenních hub *Phytophthora infestans*
– plíseň bramborová, *Plasmopara viticola* – plíseň réвовá

Rozmnožování mikromycet pohlavní → izogamní žebříčkovité spájení

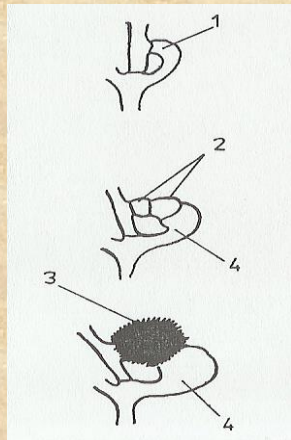
• Zygospory

- Silný obal, tmavé zbarvení, výrůstky
- Ze zygospory vyroste sporangiofor nesoucí sporangium s haploidními endosporami jednoho pohlavního typu

- 1 – prometangium
- 2 – gametangium
- 3 – zygospora v zygosporangiu
- 4 - suspenzor

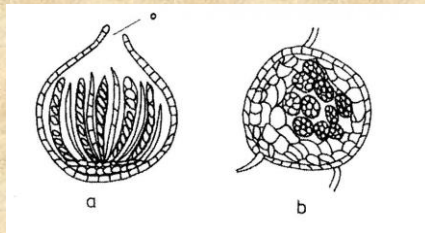


Rozmnožování mikromycet - pohlavní → heterogamní spájení



- 1 – prometangium
- 2 – gametangium
- 3 – zygospora
- 4 – suspenzor
(rozšířený konec hyfy)

Rozmnožování mikromycet pohlavní



Tmavé askospory hnojenky výkalové *Sordaria fimicola* v peritheciu

Askospory – tvorba v asku (vřecku) po 8
Vznik z dvoujaderných hyf

Volné nebo ve fruktifikačních orgánech
(askomatech)

a – umístění askospor v **peritheciu**

b – umístění askospor v **kleistotheciu**

o – ostiola

Tvorba askospor:

Dvoujaderná buňka – karyogamie



Vznik diploidního jádra



Meióza – čtyři haploidní jádra



Mitóza – vznik osmi askospor v asku

Typické pro kmen *Ascomycota*

Rozmnožování mikromycet

pohlavní

Bazidiospora – exogenně na **sterigmatech** (stopkách)

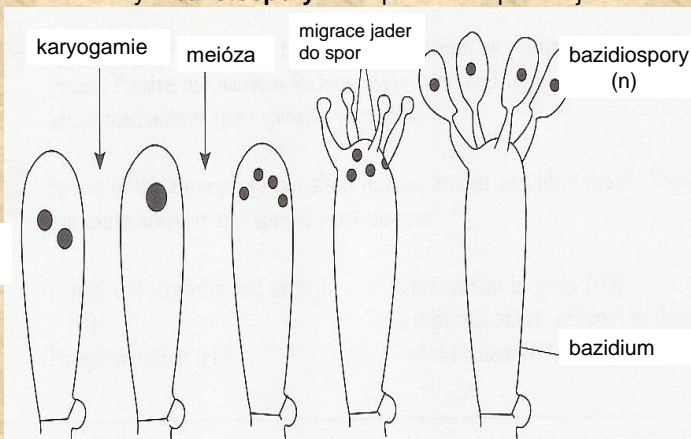
Nejčastěji po 4 z bazidie (plodné buňky)

Bazidie vyrůstají z **hymenia** (výtrusorodé vrstvy) na povrchu nebo uvnitř plodnic

Bazidiospory jsou odmršťovány – **balistospory** nebo pasivně odpadávají (**statispory**)

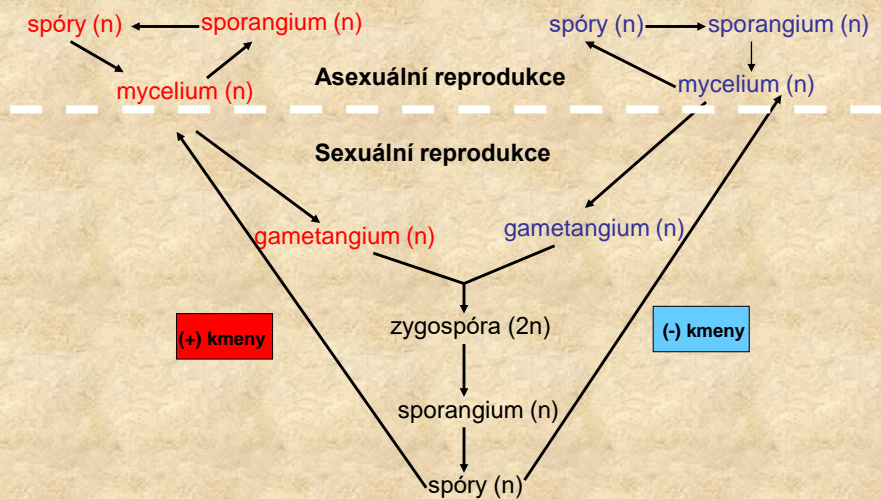
Typické pro kmen *Basidiomycota*

dikaryotický konec hyfy



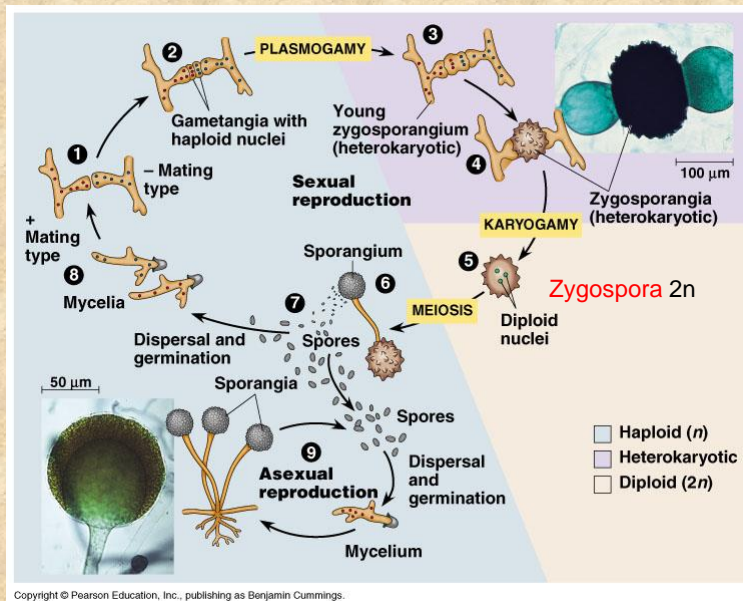
Weber, 1993, upraveno

Životní cyklus mikromycet – obecné schéma



Němec, Matoulková: Základy obecné mikrobiologie

Životní cyklus zygomycet



Životní cyklus askomycet

Přehrádkované mycelium

Převažuje **nepohlavní rozmnožování** – **blastokonidie**, **artrokonidie**, **porokonidie** – taxonomický znak imperfektních hub

Konidiogeneze - talický způsob (fragmentací vláknité stélky)
- blastický (pučením z konidiogenní buňky)

Přítomnost **dikaryofáze** – forma askogenních hyf, pohlavní spory v asku

Známé **konidiové formy askomycet** – rod *Aspergillus* – kropidlák, rod *Penicillium* – štětičkovec

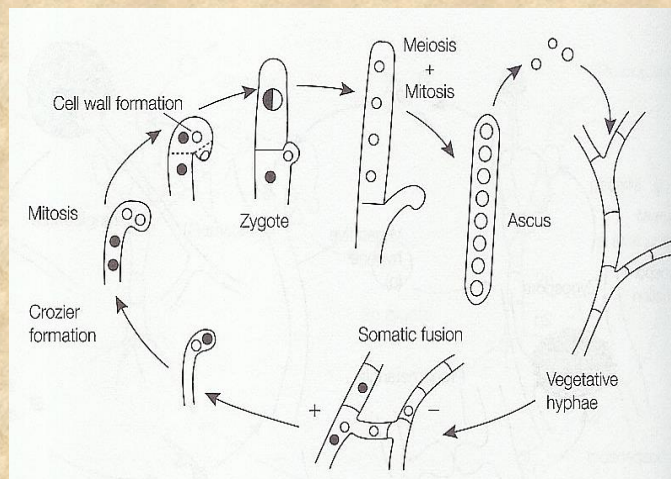
Střídání morfologicky i fyziologicky zcela odlišné nepohlavní anamorfy s **pohlavní** teleomorfoou (dohromady **holomorfa**)

Anamorfa – množení konidii

Teleomorfa – produkce pohlavních spor procesem gametangiogamie, následuje dikaryotická fáze (askogenní hyfy s háky, zde karyogamie), vznik asků s askosporami

Vřecko praskne nebo se otevře pomocí askoapikálního aparátu

Životní cyklus askomycet



Weber, 1993