



EKOLOGIE HUB

(místy se zvláštním zřetelem k makromycetům)

- Houby a jejich prostředí • Životní strategie a vzájemné působení hub
- Ekologické skupiny hub, saprofytismus (terestrické houby, detrit a opad, dřevo aj. substráty) • Symbiotické vztahy hub (ektomykorhiza, endomykorhiza, endofytismus, lichenismus, bakterie, vztahy se živočichy) • **Parazitismus (parazité živočichů a hub, fytopatogenní houby, typy parazitických vztahů)**
 - Houby různých biotopů (jehličnaté lesy, listnaté lesy, břízy a nelesní stanoviště, společenstva hub) • Šíření a rozšíření hub • Ohrožení a ochrana hub



PARAZITISMUS, PATOGENNÍ HOUBY

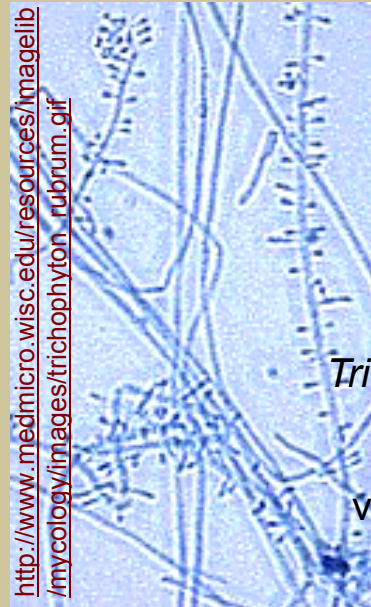
ZOOPATOGENNÍ HOUBY

Houboví **parazité živočichů** patří převážně mezi vřeckaté nebo imperfektní (na člověku ale byly zjištěny i dvě stopkovýtrusné houby – z nehtů, patra a dýchací trubice izolováno *Schizophyllum commune*, v srdeční nitrobláně mycelium *Coprinus cinereus*). Způsobují buď povrchové dermatomykózy na kůži nebo sliznicích (takových je většina), nebo systémové mykózy zasahující i vnitřní orgány. Pro úspěšné napadení hostitelského organismu je obvykle nutné překonat epidermis nebo chitinovou kutikulu a uvnitř těla hostitele se vyrovnat s odezvou imunitního systému, nedostatkem kyslíku, pufrovat pH, ...

V poslední době stoupá počet případů mykóz u člověka – možnými důvody jsou slabší imunita lidí, příliš častá léčba antibiotiky (potlačuje veškerou bakteriální biotu => snazší invaze houbového patogena), případně rozmach cestování (přenos hub z jiných oblastí) – těžko ale označit jeden konkrétní faktor, vždy jde o souhru více faktorů.

Dermatomykózy jsou obvykle více nepříjemné než nebezpečné, často ale přecházejí do chronického stadia. Kožními parazity jsou nejčastěji druhy rodů *Epidermophyton*, *Trichophyton*, *Microsporum* (anamorfy vřeckatých hub), obvykle různé druhy na různých živočiších (což ovšem nevylučuje, že se řada "zvířecích" druhů může přenést na člověka).

Parazitují na keratinových strukturách – kůži a jejích derivátech, nehtech, vlasech aj., u zvířat na chlupech, peří, rozích; některé houby jsou specializovány jen na tento tzv. "tvrdý keratin" (zřejmě jsou eliminovány přítomností antifungálního faktoru v živých tkáních). Mycelium se rozrůstá po mrtvých vrstvách buněk a šíří rozpadem vláknem – tvorbou arthrospor (v tomto vegetativním stavu jsou houby neurčitelné, determinovat je lze za pomoci kultivace) => k jejich šíření pak dochází na úlomcích kůže (v šatnách, sprchách atd.).

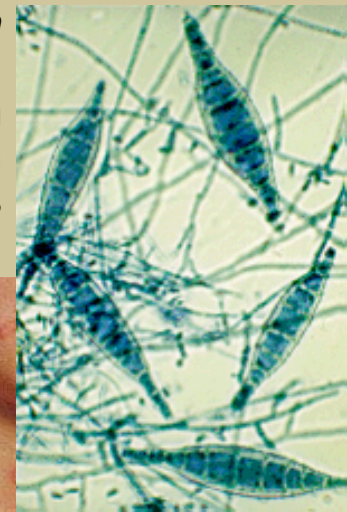


http://www.medmicro.wisc.edu/resources/imageilib/mycology/images/trichophyton_rubrum.gif



http://dermatology.cdlib.org/1411/case_presentations/tinea_barbae/xavier.html

Trichophyton rubrum, symptom ve vousech a hyfy s konidiemi



Microsporum canis, symptomy (nákaza od infikované kočky) a makrokonidie



http://mycology.adelaide.edu.au/Fungal_Descriptions/Dermatophytes/Microsporum/Microsporum_canis.html

<http://www.denstoredanske.dk/@api/deki/files/12561>

Za vhodných podmínek (například bývá-li kůže delší dobu zapařená, typicky k tomu dochází v teple a vlhku mezi prsty, kde je kůže zároveň tenká a citlivá) mohou určité druhy přejít k přímému parazitismu na živých buňkách. Zánětlivé reakce pak způsobuje imunitní odezva organismu na metabolity houby.

Dojde-li ke vzniku prasklinek v kůži => obnažení živých buněk, je to ideální "vstupní brána" pro sekundární infekce – např. druhy rodu *Sporothrix*, dimorfické houby, které pronikají rankami a způsobuje subkutikulární infekce, ale mohou zde přejít z hyfové formy v kvasinkovitou a být roznášeny lymfatickým systémem dále po těle => napadení vnitřních orgánů. Sekundární infekce bývají obvykle záležitostí příležitostných patogenů (zmíněné druhy jsou jinak půdní saprotrofové žijící na rostlinných zbytcích s teleomorfami v rodu *Ophiostoma*).

Někdy může dojít i k záměně s vážnějším onemocněním – "tinea nigra" způsobená druhem *Hortaea werneckii* (anamorfa z *Capnodiales*, *Dothideomycetes*) má podobný symptom jako rakovina kůže.

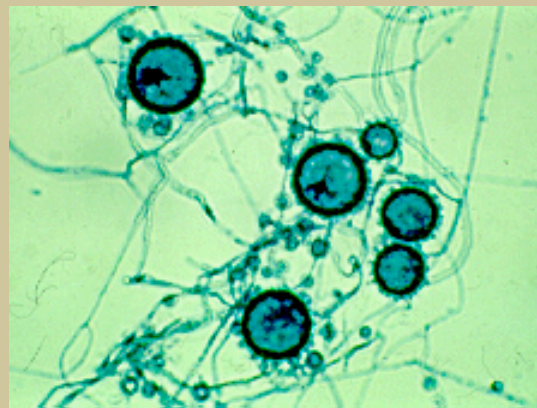
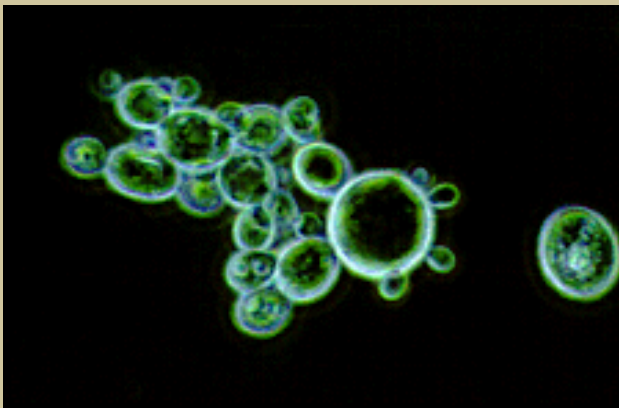


Figura 1: Mancha acastanhada, com 1,5cm de diâmetro, limites precisos, na palma da mão direita / Figure 1: Brown stain, 1.5 cm in diameter, well-defined borders on the palm of the right hand

Systémové mykózy způsobují jednak specializovaní, jednak příležitostní (oportunní) parazité.

Praví **specializovaní patogeni** jsou anamorfy hub z řádu *Onygenales*, způsobující kožní a plicní onemocnění – *Histoplasma*, *Blastomyces* (teleomorfy v rodech *Ajellomyces*, *Gymnoascus*), *Coccidioides* a *Paracoccidioides*. Centra jejich výskytu jsou v různých oblastech amerických kontinentů, ale již při krátkém pobytu zde je možno se infikovat, stačí vdechování spor (riziko infekce představuje problém hlavně pro lidi z oblastí, kde se tyto houby přirozeně nevyskytují, zatímco "domorodci" mívají často vyvinutu přirozenou imunitu). Primárně tyto houby napadají plíce (ty jsou také hlavní "vstupní branou" infekce do těla), ale v kvasinkovité formě (taktéž jde o dimorfické houby) se šíří krevním oběhem i na další orgány.

Histoplasma capsulatum, makrokonidie a mikrokonidie



http://mycology.adelaide.edu.au/Fungal_Descriptions/Dimorphic_Pathogens/Histoplasma/

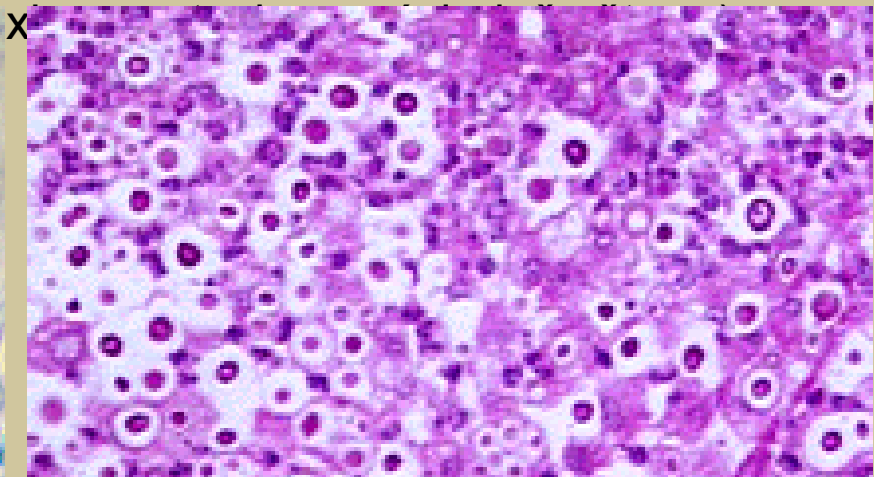
Paracoccidioides brasiliensis, pučící kvasinkovité buňky

http://mycology.adelaide.edu.au/Fungal_Descriptions/Dimorphic_Pathogens/Paracoccidioides/

Oportunní mykózy způsobuje celá řada normálně saprotrofních hub, když napadnou oslabené nebo poškozené tkáně či orgány.

Vážné mohou být mukormykózy (druhy rodů *Mucor*, *Rhizopus*, *Absidia*) nebo aspergilózy (druhy rodu *Aspergillus*, například *A. fumigatus*) trávicího traktu, plic nebo částí hlavy. Oslabení organismu je často zásadní – v roce 2021 došlo k masovému šíření mukormykóz mezi covidovými pacienty v Indii.

Cryptococcus neoformans (anamorfa stopkovýtrusné houby *Filobasidiella*) napadá kůži a sliznice, kosti, plíce i nervovou soustavu; vyskytuje se často u domácích zvířat (zejména kopytníků), ve městech jako přenašeči mohou



Filobasidiella neoformans, bazidiospory

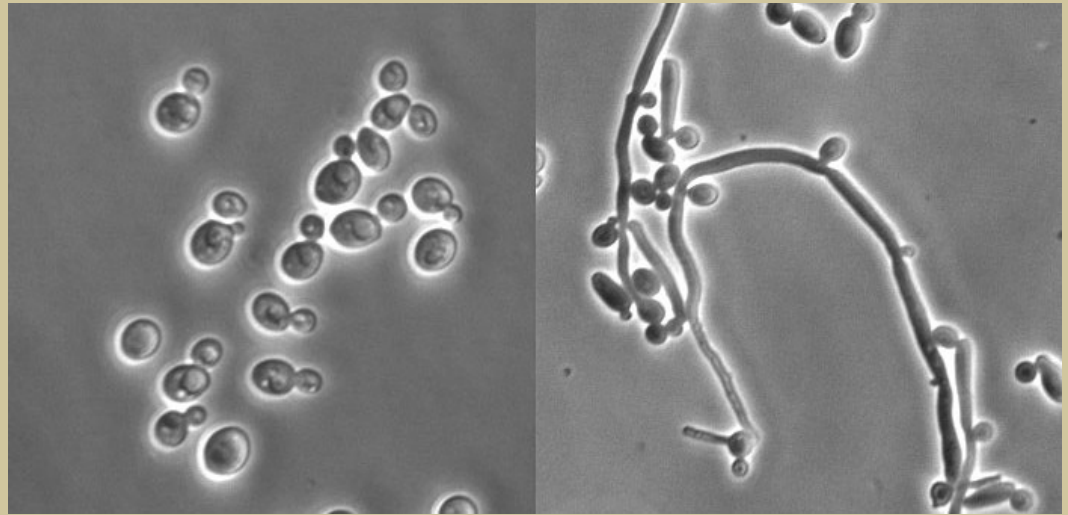
Cryptococcus neoformans, buňky v mozkové tkáni

http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal_Descriptions/Yeasts/Cryptococcus/C_neoformans.html

http://www.medmicro.wisc.edu/resources/imagelib/mycology/images/HE_c_neoformans_brain.html

Nejčastějším případem je pomnožení kvasinky *Candida albicans*, běžně vegetující na povrchu i uvnitř těla (tedy v aerobních i anerobních podmínkách) – saprotrofní fáze je kvasinkovitá, šíří se blastosporami.

Dostane-li *Candida* podmínky k pomnožení (i zde mohou negativně zapůsobit antibiotika, zejména se "širokým záběrem", když zredukuje bakteriální biotu => uvolnění



Saprotrofní kvasinkovité stadium, parazitická vláknitá forma.
<http://www.digitalapoptosis.com/archives/science/Candida.jpg>



níky pro houby, odbourání kompetice o živiny), přechází v parazitickou pseudomyceliální formu => pronikne-li do krve, je roznesena po těle a často způsobí vleklá onemocnění kůže, plic nebo trávicí soustavy.

<http://www.candidablog.com/what-are-male-yeast-infections.php>

Candida albicans na stěnách střeva a na povrchu ledvin (bílé skvrny).

Obecně mykózy vnitřních orgánů snadněji propuknou při oslabené imunitě – ať už vinou vrozené vady, vlivem jiné nemoci (bezprostřední příčinou smrti u nemocných AIDS bývají často kandidózy, v menší míře i aspergilózy či mukormykózy) nebo podaných medikamentů, typicky po transplantacích (díky tomu jsou tyto mykózy vážným problémem současnosti, zatímco v minulosti se tolik nevyskytovaly).

Proti houbovým patogenům jsou zkoušeny fungicidní sloučeniny, které vyřazují z činnosti plazmatické membrány houbových buněk (polyeny produkované *Streptomyces* se váží na ergosterol, jenž je jejich součástí => membrána se stane propustnou; syntetické azoly blokují již tvorbu sterolů). Obecně je fungicidních látek celá řada, ale jen velmi omezený počet je možno aplikovat v medicíně (aby zároveň nepoškozovaly živočišná pletiva); k léčbě mykóz je používán například griseofulvin. Často však nelze houbovou infekci úplně vyléčit a opakovaně se vrací.

Spory některých hub působí jako **alergeny** (podobně jako třeba prach, pyl aj.) – projevem takovéto alergie může být astma.

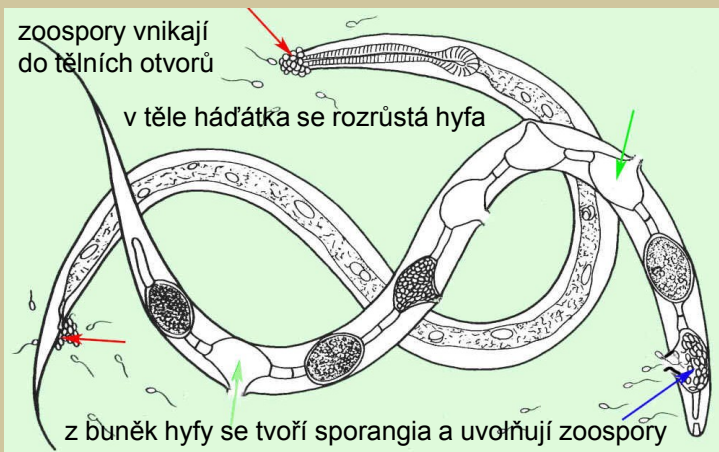
Příkladem mohou být aspergilózy (*Aspergillus flavus*, *A. niger* – normálně půdní saprofyty), které jsou spíše alergickým projevem při vdechování velkého množství spor => dochází k rozrůstání hyf v orgánech (zejména jde o plíce), nejsou zde ale produkovány aflatoxiny.

Aspergillus fumigatus patří k druhům uplatňujícím se za vysoké teploty v procesu kompostování (viz kapitolu *Saprofytismus*) => alergenní působení spor ve větším množství je problémem lidí pracujících s kompostem či siláží.

Dalšími běžnými saprotrofy na rostlinách jsou druhy rodů *Cladosporium* (více v chladnějších a vlhčích oblastech) a *Alternaria* (i v teplých suchých územích) – jejich spory jsou ve velkém množství uvolňovány při sklizni, což představuje problém v zemědělských oblastech.

V neposlední řadě nelze zapomínat ani na alergenní účinek velkého množství spor v pěstírnách kloboukatých hub (hlívárny, žampionárny).

Obecné tvrzení o snadnějším propuknutí nemoci při oslabené imunitě platí obdobně i pro alergie, které u zdravého člověka ani nemusí propuknout (silný imunitní systém houby snáze eliminuje).



Houby napadající hlísty jsou jen v malém počtu případů klasičtí parazité, jako je např. *Catenaria anguillulae* (*Blastocladiomycota*).

Zdroj: George Barron, <http://www.uoguelph.ca/~gbarron/2008/catenar0.htm>

U většiny nematofágních hub (zejména z řad imperfektních) jde v principu o saprotrofy, kteří si takto "doplňují jídelníček" o zdroj dusíku; zisk z živočišné tkáně jim také dává

kompetitivní výhodu při jeho nedostatku. Na druhou stranu nejsou na živočišném zdroji živin přímo závislé – mohou tak ovlivňovat početnost populací hlístů, ale samy nejsou limitovány jejich nedostatkem.

Z háďátek, která často tvoří v půdě, na opadu a tlejícím dřevě nejpočetnější a druhově nejbohatší skupinu bezobratlých, získávají živiny dvěma způsoby: První je pasivní, hyfa se přilepí na hlísta => vytvoří se apresorium a následně vstřebávací hyfa. Přilepení je vyvoláno dotekem hlísta, který vyvolá vyloučení lepkavé kapky s obsahem lektinů (povrchových proteinů), které se váží na látky obsažené v kutikule. (Tyto proteiny mohou být specifické, například *Arthrobotrys ellipsospora* produkuje látky citlivé na mukopolysacharidy, zatímco látky *Arthrobotrys oligospora* se váží na N-acetylgalaktosamin, když kutikula háďátek obsahuje galaktózu. Vedle nich se ovšem tvoří i pomocné nesespecifické adhezivní látky, které se váží na lecjaké sacharidové řetězce – namísto hlístů se tak mohou chytat třeba kvasinky a lapací místa tak blokovat.)

Druhým způsobem je aktivní "lovení" – houba se chová jako predátor (označují se jako "houby-dravci"), uplatňující různé typy návnad, pastí, sítí a lapacích struktur.



http://www.masozravky.com/rody/drave_houby/arthroba.htm



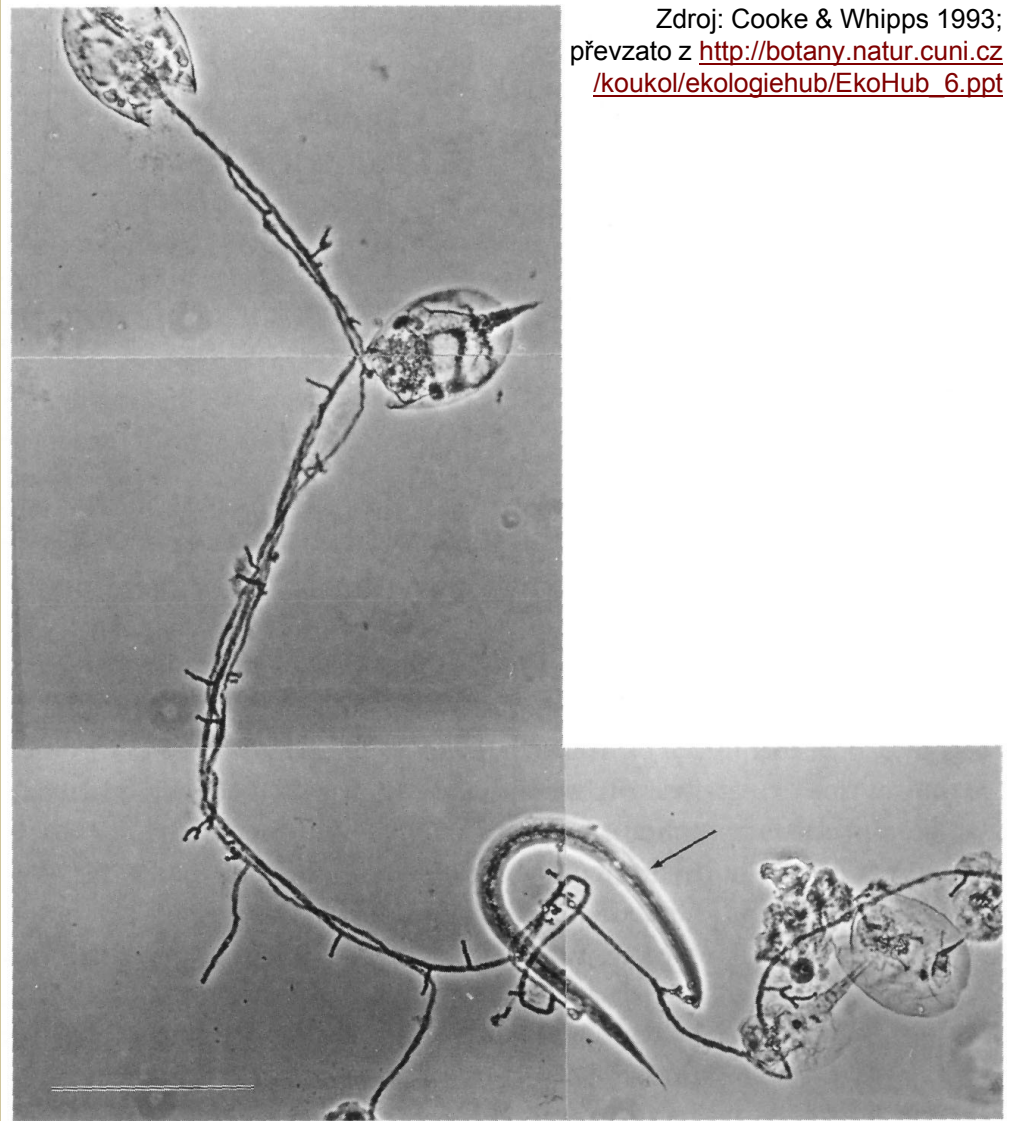
Například druhy rodů *Arthrobotrys* nebo *Dactylaria* vytvoří z mycelia smyčku (někdy též produkují atraktanty – látky, které lákají kořist) => vlezou-li hlísta do smyčky, buňky houby se "nafouknou" a sevrou kořist => pak přicházejí ke slovu hyfy, jimiž jsou vstřebávány živiny. Jiný způsob "lovu" využívají hlívy (anamorfy druhů z rodů *Hohenbuehelia* nebo *Resupinatus*), které nevytvářejí smyčky, ale lapají hádátka ve dřevě na výrůstky s lepkavou hmotou => po přilepení hlísta vyloučí látku, která ho znehybní => mycelium roste do tělní dutiny. (Na hádátkách znehybněných působením vyloučených toxinů nebo narkotizačních látek se mohou spontánně "přiživit" i jiné houby.)

/Více o různých typech lapacích struktur viz v kapitole *Vegetativní stélka hub*, odstavci *Specializované buňky a výběžky hyf.*/

Lapací struktury jsou v některých případech produkovány spontánně (nalezneme je i v čisté kultuře), zatímco v jiných případech se vytvoří v přítomnosti kořisti (tedy po chemické indukci).

Některé druhy hub jsou zcela "nevybíravé" (co se týče kořisti, např. *Zoophagus pectosporus*), jiné naopak loví specificky třeba zástupce konkrétní čeledi háďátek (*Monacrosporium ellipsosporum*).

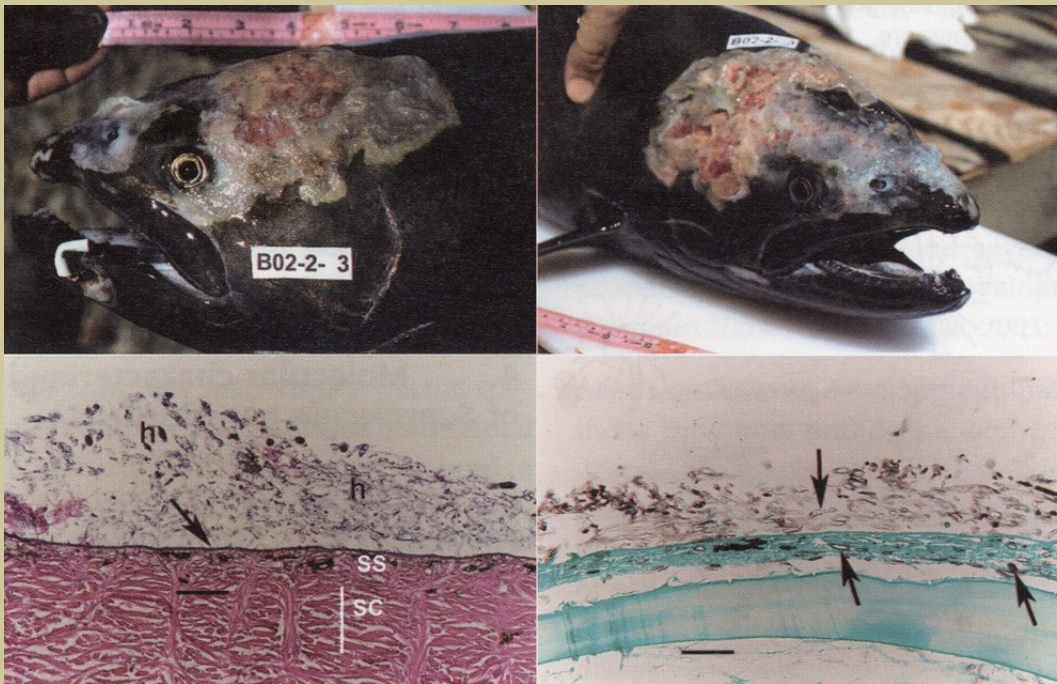
Dlužno dodat, že vztah "lovec-kořist" není mezi houbami a hlísty pouze jednostranný – řada půdních háďátek dokáže vysávat hyfy a negativně tak ovlivňovat kupříkladu společenstva ektomykorhizních hub.



Zdroj: Cooke & Whipps 1993;
převzato z http://botany.natur.cuni.cz/koukol/ekologiehub/EkoHub_6.ppt

Fig. 10.5 Capture of rotifers by *Zoophagus pectosporus*. Several rotifers caught on the same hyphal system as a single nematode (arrowed). Bar = 100 μ m (from Saikawa *et al.*, 1988, *Mycologia*, **80**, © 1988 New York Botanical Garden).

Zástupci "**vodních plísní**" z řádu *Saprolegniales* (*Peronosporomycota*) jsou významnými parazity vodních živočichů, zejména ryb; *Saprolegnia parasitica* (foto vlevo) je přirozeným obyvatelům našich vod, ale vážný problém znamená její pomnožení v chovech ryb (ať už venku v rybnících nebo třeba v akváriích). Jiné druhy z této skupiny napadají bezobratlé; *Aphanomyces astaci* (zavlečený z USA do Evropy; foto vpravo) likviduje místní populace raků.



Zdroj: West 2006; převzato z http://botany.natur.cuni.cz/koukol/ekologiehub/EkoHub_6.ppt

Foto: Andrzej Martin Kasiński, http://www.nurkomania.pl/fauna_raki.htm,
resp. <http://www.nurkomania.pl/atlas/n285.jpg>

Zřejmě nejnebezpečnější houbou, šířící se ve vodním prostředí, je ale v současnosti *Batrachochytrium dendrobatidis* (*Chytridiomycota*).
 Není známo, odkud pochází (velký vliv na její šíření má lidský transport, určitý vliv má možná i oteplování), ale má na svědomí celosvětový problém s úbytkem obojživelníků.

Davidson et al. 2003; převzato z http://botany.natur.cuni.cz/koukol/ekologiehub/EkoHub_3.ppt

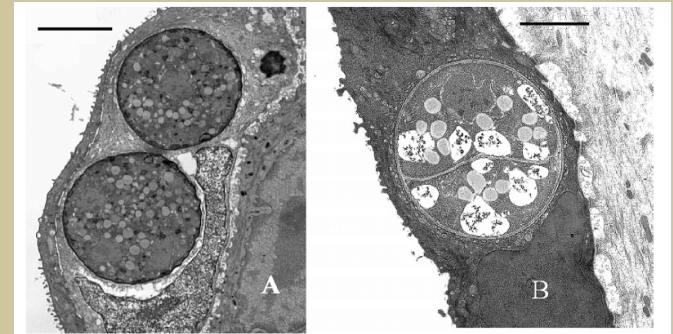


Fig. 2. Developing monocentric (A) and colonial (B) thalli in the keratinized skin layer of *Ambystoma tigrinum*. Electron micrographs. Bar = 4 μ m.

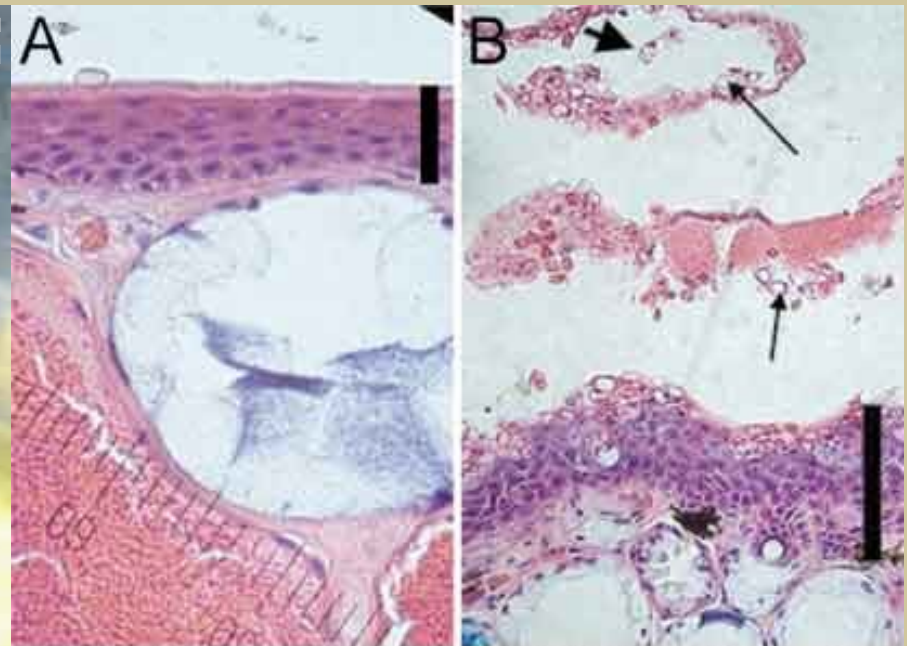


Figure 4. (A) Photomicrograph of a section of healthy *X. tropicalis* skin. Notice a uniform epidermal layer (vertical bar). (B) Photomicrograph of a section of skin from a *X. tropicalis* with chytridiomycosis. Notice thalli of *B. dendrobatidis* in the sloughing layers of epidermis (thin arrows) and the zoospores present in one thallus (thick arrow). Notice the irregularity of the epidermis (vertical bar).

Figure 3. *X. tropicalis* illustrating hyperpigmentation, dysecydysis, loss of slime layer, and excessive buoyancy

Nejvíce je **parazitů hmyzu** (též jsou asi nejznámější díky využití v "biologickém boji", i když účinněji jsou využívány bakterie nebo viry – úspěšnost houbové infekce je více závislá na podmínkách prostředí umožňujících klíčení spor). Obvykle jsou specializovaní na určité stadium vývoje hmyzu – larvy a kukly napadají hlavně půdní druhy, zatímco paraziti imag se šíří vzduchem.

Hmyzomorky (*Entomophthora*) infikují hmyz slizovitými konidii => vyklíčí v mycelium s apresorii => hyfy pronikají do těla (je enzymaticky rozrušován skelet) => rozpadají se na hyfová tělíška (jedno- nebo vícebuněčné fragmenty) => ta jsou roznášena hemolymfou po těle => další dělení => z hyf vyrůstajících na povrch těla se tvoří konidiofory a konidie => bývají odmršťovány a mohou se šířit na další jedince. *Entomophthora muscae* (viz foto) parazituje na mouchách, příbuzný druh *Entomophthora grylli* napadá sarančata a může za vlhkého počasí decimovat celé populace.

Entomophthorales (recentní pododdělení *Entomophthoromycotina* z linie spájiných hub *Zoopagomycota* zahrnuje vedle obligátních parazitů i saprotrofy) jsou hlavně houbami mírných pásů; některé druhy zabíjejí hmyz rychle (během pár dnů), jiné jsou naopak "šetrné", napadený hmyz přežívá a je přenašečem šířícím uvolňované spory.



Na larvách, kuklách i dospělých různého hmyzu parazitují housenice (*Cordyceps*, řád *Hypocreales*), jedny z nejčastějších parazitů hmyzu zejména v tropech (ale i u nás roste řada druhů tohoto rodu, například *Cordyceps militaris* může mít značný význam při regulaci populací některých parazitických druhů hmyzu). Napadené tělo prorostou a "mumifikují" => vzniká pseudosklerocium (často v půdě, přetrvávající stadium), ze kterého následně vyrůstají stromata. Housenice jsou oblíbená potrava některých živočichů (např. srnci je požírají i s mumifikovaným hmyzem) i lidí (lahůdka v Číně nebo Austrálii).



Zleva housenice červená (*Cordyceps militaris*), h. střevlíková (*C. entomorphiza*) vyrůstající z kukly, vpravo nahoře *C. dipterigena* na mouše, dole *C. lloydii* na mravenci rodu *Camponotus*.

Chceš být jako Pakonen?

Sam Pakonen
2005 Muscle Mania Champion!
June 5th 2005, Chicago, Illinois



"I have NO doubt that Crouching Tiger gave me the competitive edge that helped me take first place in the Musclemania competition. What a product!"

Sam Pakonen - Crouching Tiger User



only \$24.95
100 capsules



Cordyceps attracted the attention of the general public and the health profession in 1993 when a group of Chinese runners broke nine world records in the World Outdoor Track and Field Championships in Germany. Afterwards the coach attributed those results to the athletes regular use of a cordyceps based tonic. Because Cordyceps helps increase stamina, energy levels, and endurance, it has become one of the top selling sports supplements amongst the worlds' elite competitive athletes. It has also been revered for its amazing ability to restore libido,erectile function and virility in men.

For more info call - 1-800-641-6802

Tak dlabej čínskou housenicí!

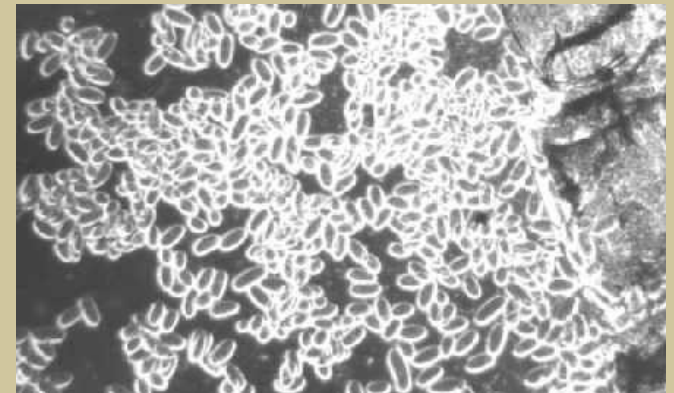
Množství entomopatogenních druhů (přinejmenším stovky) je mezi imperfektními houbami (*Beauveria*, *Metarhizium*; u některých jde o fakultativní parazitismus): spora vyklíčí na povrchu těla a houba pronikne dovnitř (podobné jako u hmyzomerek), šíří se hemolymfou jako kvasinkovité buňky (některé přitom produkují toxiny) => po smrti hmyzu přechází zpět do hyfové formy a prorůstá tělo.

Larvy dvoukřídlých napadá *Coelomomyces* (*Blastocladales*) – jeho působení je v tropech využíváno proti moskýtům.

Vlevo *Beauveria bassiana* vyrůstající mezi články těla *Pantorhytes plutus*.



Vpravo *Coelomomyces* sp., hyfová tělíska v hemolymfě *Dicrotendipes californicus*.



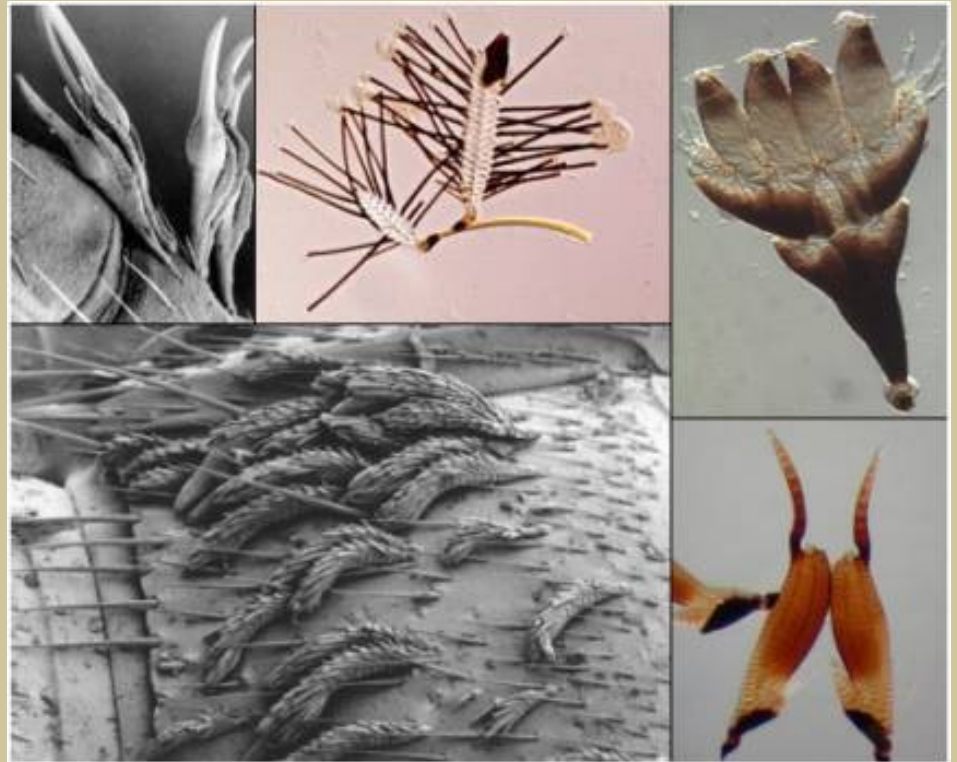
http://www.dropdata.org/cocoa/cocoa_biological.htm

Foto J. Robert Harkrider, <http://empidid.com/NatEm/coelomom.html>

Tentýž druh houby může být pro jeden organismus symbiontem a pro druhý patogenem – příkladem je kvasinka *Rhodotorula glutinis*, žijící zřejmě symbioticky ve střevech žab => uvolní-li se do vody exkrementy s touto kvasinkou (zřejmě stačí i když působí její metabolity), má to decimující vliv na larvy samic moskýtů (vyšší úmrtnost, některé se nezakuklí, vylíhlá imaga jsou menší – proč působí jen na samice, zůstává dosud otázkou).

Zřejmě komenzálové

(pravděpodobně svým hostitelům příliš neškodí, nanejvýš se mluví o slabém parazitismu) jsou *Laboulbeniales* (roztřepenky), tvořící velmi specifické asociace (jeden druh houby roste jen na velmi omezeném okruhu příbuzných druhů hmyzu). Rostou na povrchu těla hmyzu a vysílají haustoria do povrchových buněk kutikuly, odkud zřejmě čerpají veškeré živiny – lze tak hovořit o obligátním komenzalismu.



Možná parazité a možná též komenzálové jsou též houby řazené dříve do třídy *Trichomyctes* (řády *Harpellales* a *Asellariales*, spájivé houby dnes též patřící mezi *Zoopagomycota*, pododd. *Kickxellomycotina*), rostoucí ve střevech členovců. Jde i o věc pojetí – zda je parazitem z principu každý organismus, který svému hostiteli odebírá živiny, nebo zda hovořit o komenzalismu, pokud hostitel není viditelně poškozen; v případě *Trichomyctes* není prokázáno, do jaké míry tyto houby omezují výživu svého hostitele.

PARAZITÉ PRVOKŮ, ŘAS A HUB

Řada hub parazituje na prvocích a jiných **jednobuněčných organismech**.

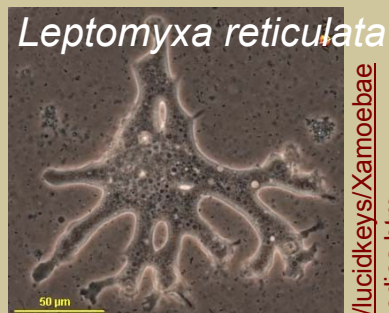
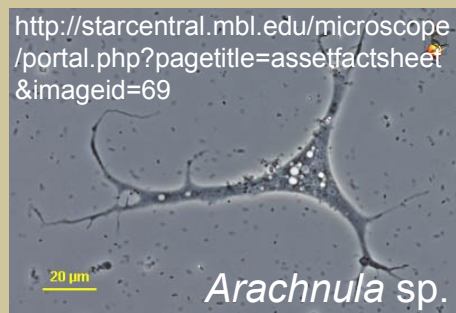
Druhy z řádu *Zoopagales* (*Zoopagom.*) napadají měňavky: na buňku se přilepí hyfa (reakce buňky je "mrtvý brouk", tedy se přestane hýbat) nebo lepkavá konidie => houba vrostle dovnitř a vytvoří v buňce vstřebávací hyfy.

Podobně se druhy rodu *Zoophagus* (taktéž *Zoopagales*) přichycují na vířníky.

Hyfový čep *Zoophagus insidans* vrůstající do těla vířníka.

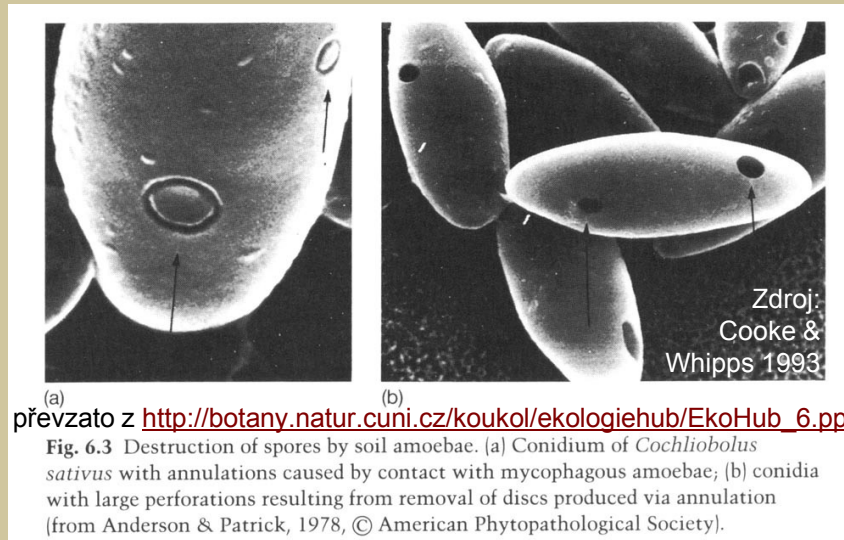


Na druhou stranu se setkáme i s případy, kdy houby jsou v roli obětí – draví kořenonožci ze skupiny *Vampyrellidae* (odd. *Cercozoa*, skup. *Rhizaria*) vysávají obsah hyf (*Leptomyxa reticulata*), resp. hyf i spor (*Arachnula*).



http://microscope.mbl.edu/baypaul/microscope/lucidkeys/Xamoebae/html/LMEB_branchbodies.htm

Plazmodia hlenek vylučují chitinázy a mohou "konzumovat" mycelium, pohlcovat konidie i rozkládat plodnice makroskopických hub.



Parazité řas jsou zejména z oddělení *Chytridiomycota* – obvykle jde o obtížně určitelné organismy, většinou s eukarpickými monocentrickými stélkami a tvarově uniformními zoosporami. Hrají důležitou úlohu při regulaci populací fytoplanktonu, ve sladkovodních jezerech mohou být v určitých fázích i nejbohatší složkou vodní biocenózy.

Druhy rodu *Rhizophydium* parazitují na rozsivkách, krásnoočkách, zelených řasách (ale i na hlístech nebo pylových zrnech), *Polyphagus* (obé *Chytridiales*) také na krásnoočkách.

Vlevo sporangia *Rhizophydium* sp. na schránce rozsivky.

Vpravo *Polyphagus euglenae* – zoospora, rhizomycelium propojující napadené buňky, průběh pohlavního procesu a tvorba zoosporangií.

<http://protist.i.hosei.ac.jp/pdb/images/Eumycota/Rhizophydium/index.html>

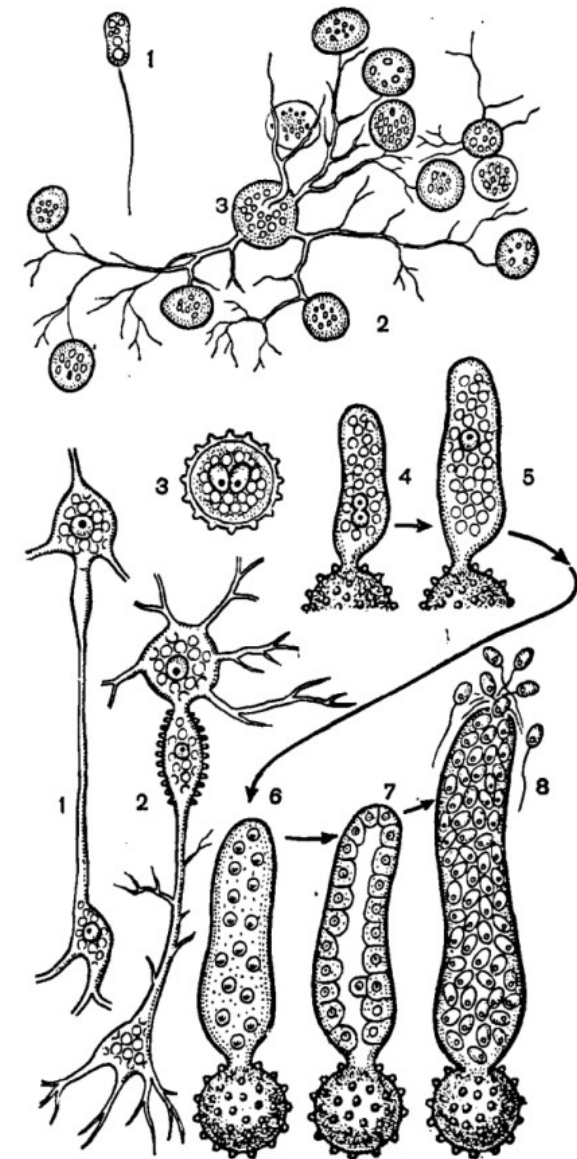


Рис. 10. Гриб полифагус эвгленовый (*Polyphagus euglenae*):

Вверху: 1 — зооспора; 2 — ризомицелий, внедрившийся в эвглену; 3 — тело бывшей зооспоры. Внизу — половой процесс: 1—2 — слияние мужской (меньшей) и женской (большей) особей; 3 — зигота; 4—6 — прорастание зиготы с образованием зооспорангия.

Mykoparazitismus je, jak se ukazuje, v přírodě nikterak vzácným jevem (uvádí se až 3000 druhů parazitujících na jiných houbách). Vždy dochází ke kontaktu mycelií parazitické a hostitelské houby na základě rozeznání mycelia hostitele reakcí povrchových lektinů; následuje přilepení apresoria nebo penetrace hostitelské buňky a biotrofní nebo nekrotrofní výživa. (*Typy parazitismu viz dále.*)

Biotrofní parazité obvykle přimknou své hyfy těsně k napadeným, pronikají buněčnou stěnou (mají jen chitinolytické enzymy, ale ne enzymy, které by usmrtily buňku) a vytvářejí uvnitř buňky haustoria.

Nejvíce biotrofních mykoparazitů je mezi spájjivými houbami (*Zygomycota*):

- *Spinellus* (řád *Mucorales*) parazituje na plodnicích různých stopkovýtusných hub;
- řada druhů řádu *Dimargaritales* parazituje biotrofně



Spinellus fusiger



Piptocephalis sp.

<http://www.mycolog.com/CHAP3b.htm>

na *Mucorales* (v kultuře obtížně rostou a nesporulují, pokud nemají hostitele), přičemž uplatňují pozitivní chemotropismus k hostitelským hyfám;

- *Piptocephalis* (řád *Zoopagales*) roste na koprofilních saprotrofech; ač jsou tyto houby nacházeny na výkalech, nejde o koprofilní druhy, nýbrž o jejich parazity.

Ještě k rodu *Piptocephalis* ... Zdroj: Cooke & Whipps 1993; převzato z http://botany.natur.cuni.cz/koukol/ekologiehub/EkoHub_6.ppt



(a)



(b)

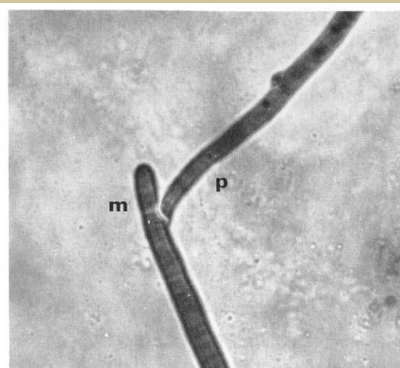
Fig. 10.8 *Piptocephalis fimbriata* attacking a mature colony of *Mycotypha microspora*. (a) Marginal hyphae of an uninfected host colony; (b) swollen and abnormally branched marginal hyphae of an infected colony (from Curtis *et al.*, 1978, © *New Phytologist*).

Další skupinou, kde najdeme biotrofní mykoparazity, jsou *Blastocladiomycota* – *Catenaria allomycis* roste endobioticky v buňkách hub rodu *Allomyces* z téhož oddělení.

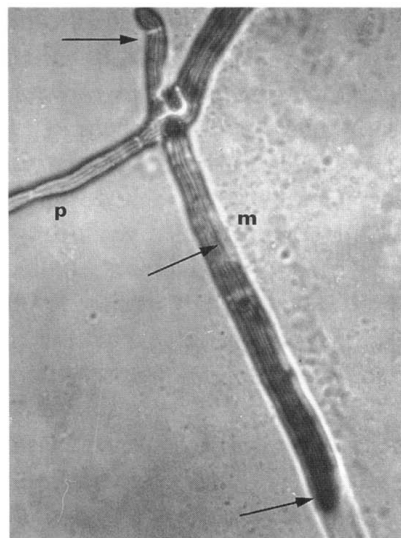
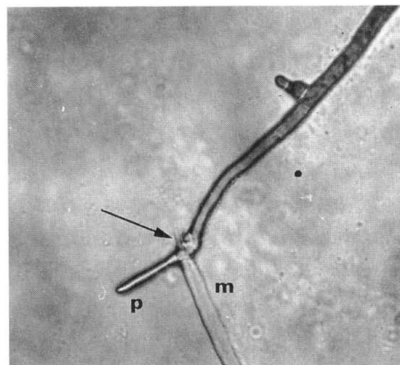
Mezi biotrofními houbami jsou i hyperparazitě (tedy parazitě parazitů), například *Phoma glomerata* napadající padlí; naproti tomu kvasinkovité *Tilletiopsis* disponují enzymy, které padlí likvidují.

Nekrotrofní parazity najdeme například mezi kvasinkami, *Pichia guilliermondii* (*Saccharomycetales*) je nekrotrofním parazitem hyfomycetů.

Známými nekrotrofními parazity jsou druhy rodu *Trichoderma*,



(a) Zdroj: Cooke & Whipps 1993



(b) převzato z <http://botany.natur.cuni.cz/> (c) http://koukol/ekologiehub/EkoHub_6.ppt

Fig. 10.12 Rapid killing of a hypha of *Mycocentrospora acerina* (m) by *Pythium oligandrum* (p). (a) Contact between host and mycoparasite; (b) same hyphae 14 minutes later with loss of opacity of host hypha (transparent tip of host hypha arrowed), and continued growth of the mycoparasitic hypha; (c) appearance 70 minutes after contact with *Pythium oligandrum* producing side branches (arrowed) within the host hypha (from Lutchmeah & Cooke, 1984, © British Mycological Society).

kteří proniknou do cizí hyfy => toxiny zahubí buňky => jejich obsah pak rozloží. Výše popsanému předchází thigmotropická reakce mycelia – při styku s hyfou potenciálního hostitele (zřejmě jde o reakci na exudáty hyfy,

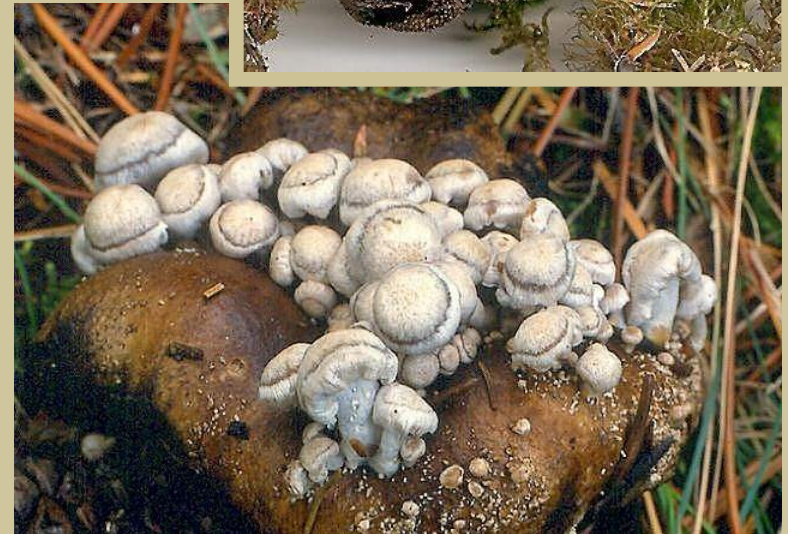
různí parazité mají různou specifitu) se kolem ní začnou ovíjet hyfy parazita. Druhy rodu *Trichoderma* jsou využívány v "biologickém boji" proti různým fytopatogenním houbám. Významní nekrotrofní parazité jsou též mezi oomycety: *Pythium oligandrum* napadá endomykorhizní houby rodu *Glomus*, spájkivé houby nebo hyfomycety ("útok" je dosti rychlý, řádově během desítek minut je hostitelská hyfa usmrcena a *Pythium* roste dál).

I makromycety mají své parazity, jakými jsou například hřib cizopasný (*Pseudoboletus parasiticus*) na pestercích (*Scleroderma*), rovetky (*Asterophora*) na holubinkovitých houbách (*Russulaceae*), rosolovky (*Tremella*) na pevnících (*Stereum*) nebo housenice cizopasná (*Elaphocordyceps ophioglossoides*, řád *Hypocreales*) na jelenkách (*Elaphomyces*). Plodnice parazitických hub nalézáme v některých případech (*Asterophora*) až na mrtvých plodnicích hostitelských hub – je pak obtížné rozlišovat, zda jde o saprotrofy nebo parazity (zda již parazitovaly ve formě mycelia ještě za života hostitele).



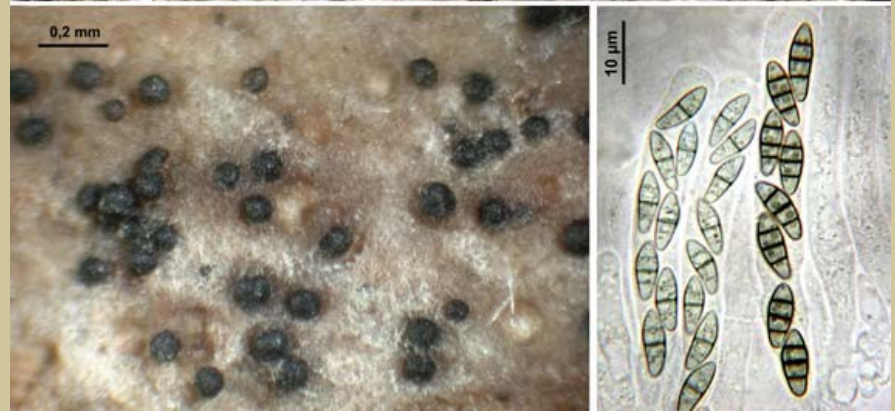
*Elaphocordyceps
ophioglossoides*

*Pseudoboletus parasiticus,
Asterophora parasitica*



Na plodnicích jiných hub ale rostou i druhy, které pravděpodobně nejsou parazity – příklady lze najít v čeledi *Herpotrichiellaceae* (*Chaetothyriales*): *Capronia porothenia* rostoucí na plodnicích *Laxitextum bicolor* je sice udávána jako parazit, ale opravdu pevníku škodí?

Capronia porothenia



http://houby.humlak.cz/big_html/laxitextum_bicolor_1.htm

<http://myco-cheype.chez-alice.fr/classification/ascomycetes/Ascomycetes.htm>

Jiný případ představují vztahy mezi dřevožijnými houbami (týká se pouze pár druhů, například *Trametes gibbosa* versus *Bjerkandera* spp. nebo *Lenzites betulina* versus *Coriolus* spp.) – "útočník" tu spíš jen vypadá jako "parazit", ale jde hlavně o to, aby obsadil substrát zabraný "hostitelskou" houbou.