Trofické interakce

s houbami a jinými organizmy

http://prehravac.rozhlas.cz/audio/2936692

Interakce

- s **jinými houbami** a s **ostatními organizmy**

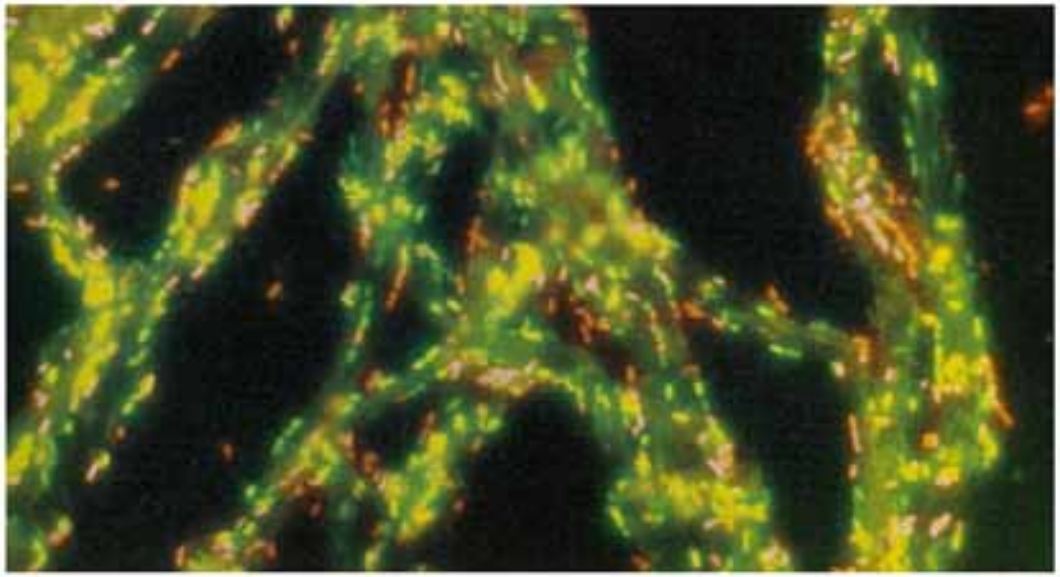
- *parazitizmus*
- *mutualizmus*
- *predace*

- **komenzálizmus**
- **kompetice**

Komenzálizmus

- získ živin od jiných organizmů bez újmy (endofyti, kvasinky v trávicí soustavě bezobratlých a obratlovců,…)

- dekompozice ztrátový proces
  = spoustu volných živin v okolí, meziprodukty rozkladu
  = dostupné pro okolní mikroorganizmy



Living (green) and dead (red) bacteria stained with the viability stain Live/dead, adhering to the hyphae of an ectomycorrhizal fungus.

Modern soil microbiology; J.D. van Elsas, 2007

Kompetice

- primární získání substrátu
- především **„ruderální“ druhy**

- udržení substrátu
- **kompetičně silné druhy**
- relativně dlouhodobý habitat s neměnnými podmínkami

= kmeny stromů, jehličnatý opad, trus, …

x pokud se podmínky mění, výhodu mají **stres tolerantní druhy**

http://shop.lenswork.com/index.asp?PageAction=VIEWPROD&ProdID=264

Kompetice

Antagonizmus na dálku
- **těkavé látky**
- toxické látky → detoxifikace
- často **sesquiterpeny**, **aldehydy**, **halogenderiváty**

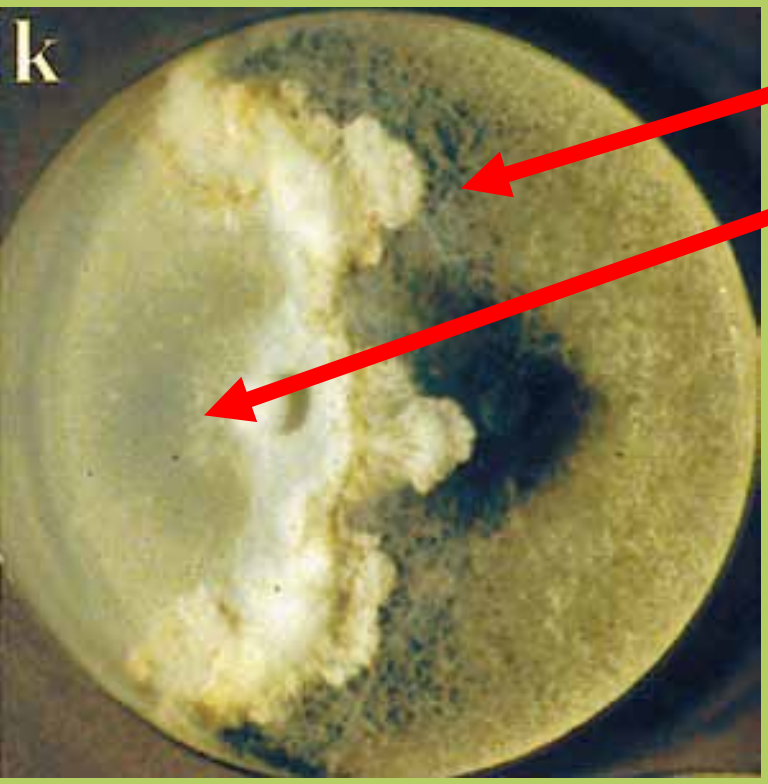
- rezidua v substrátu ovlivňují další kolonizaci houbami
- působí i na bezobratlé, bakterie, …

Přímý kontakt hyf a mycelií

Boddy (2000)

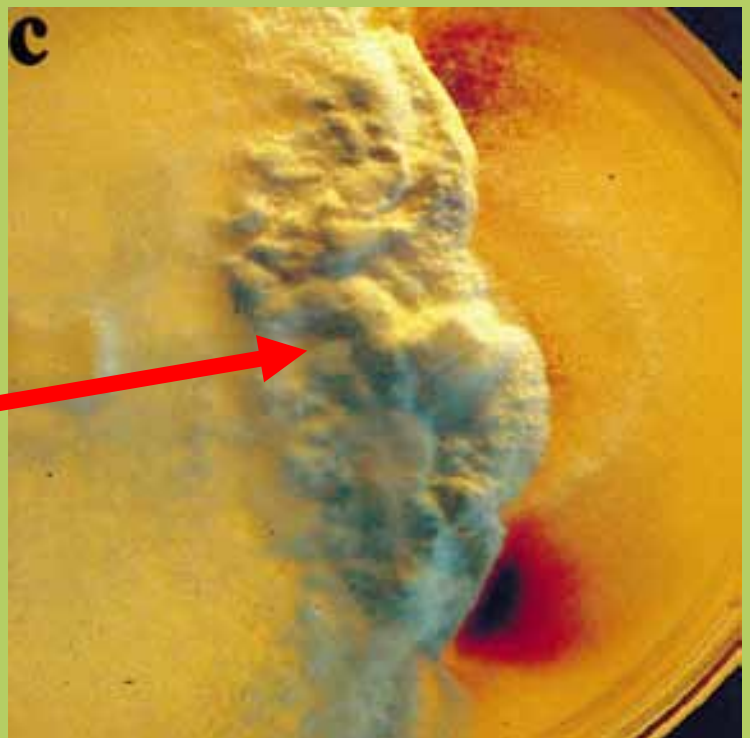
Kompetice

Přímý kontakt hyf a mycelií
- párové kompetice na agaru



„*myceliální vějíře*“ pronikající do mycelia slabšího kompetitora

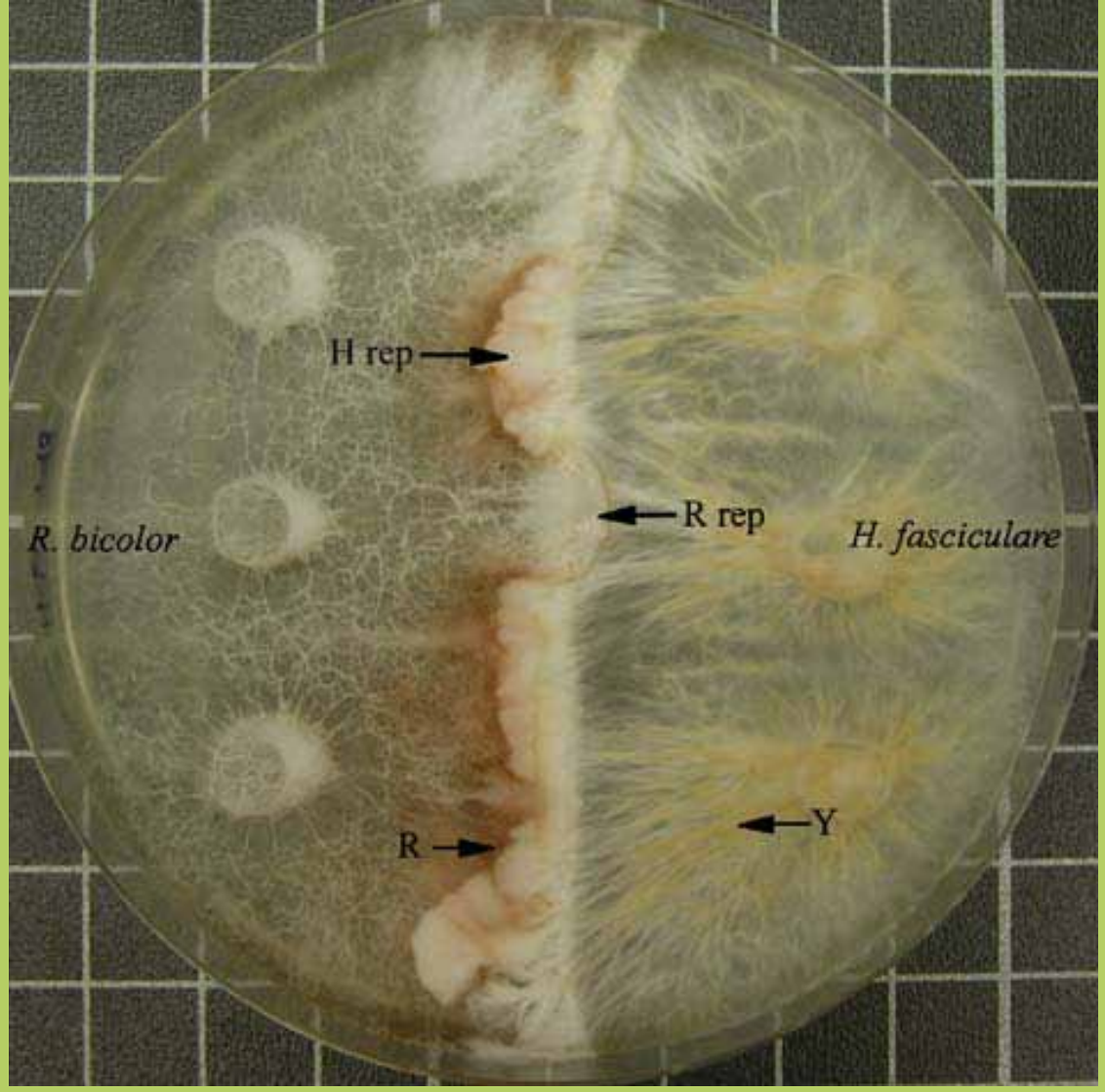
změna hustoty mycelia ve prospěch kompetiční zóny
Trametes versicolor (Agaricomycotina)
vs. *Daldinia concentrica* (Pezizomycotina)



„*invazivní myceliální čela*“
Stereum hirsutum (Agaricomycotina)
vs. *Lopadostoma turgidum* (Pezizomycotina)

Boddy (2000)

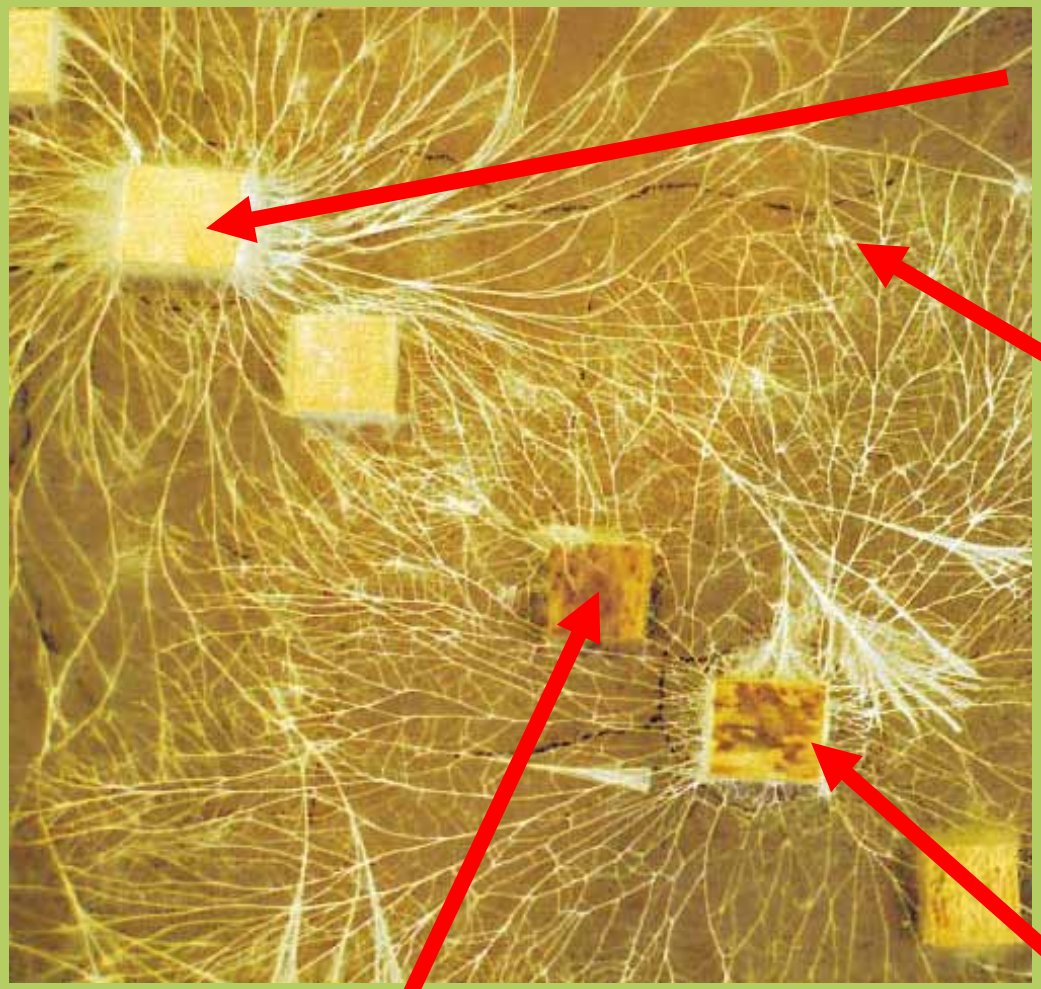
Kompetice



Resinicium bicolor interacting with *Hypholoma fasciculare*. *Resinicium bicolor* is partially replacing *H. fasciculare* (R rep) and *vice versa* (H rep). Note that there is dark red/brown pigment production by *R. bicolor* (R), and yellow pigment production around cords of *H. fasciculare* (Y).

Hynes & al. (2007)

Kompetice



Phanerochaete velutina
(Agaromycotina)

interakce
myceliálních provazců

myceliální provazce od *P. velutina*
kolonizují dřevo obsazené *P. impudicus*

Phallus impudicus
(Agaromycotina)

Boddy (2000)

Kompetice

Verticicladium trifidum vs. *Lophodermium pinastri*

(oba Pezizomycotina)

- růst druhu *V. trifidum* omezen přehrádkami tvořenými druhem *L. pinastri*

Kompetice

Jakou má kompetice povahu z hlediska zisku pro jedno či obě mycelia?

- zisk substrátu a živin z poraženého protivníka

x některé mechanizmy, např. produkce **oxidativních enzymů**, poškozuje obě mycelia

- **energeticky náročné**

- z výsledků několika párových interakcí nelze odvozovat výsledky dalších interakcí, tj. **platí A>B>C**, ale také **A>B, B>C, C>A**

Jaká je hranice mezi kompeticí a nekrotrofním parazitizmem?

- cílem je zbavit se kompetitora, získat likvidací kompetitora substrát pro sebe
- získat z hostitele (potenc. kompetitora) jím získané živiny v prostředí chudém na živiny

Interakce s ostatními (mikro)organizmy

- bakterie
- protista
- bezobratlí
- obratlovci

Interakce s bakteriemi

- bakterie původně dominantními organizmy na Zemi
- přechod života na souš → interakce a kompetice s houbami o zdroje
- silná antibiotika proti bakteriím

x řada druhů s bakteriemi v symbiózách

Typy interakcí s bakteriemi:

Rozklad komplexních substrátů

Povrch (vnitřek) hyf

Mykofágní bakterie

***Cyanolišejníky**, kapitola pro lichenology*

Interakce s bakteriemi

Komplexní substráty

- aerobní rozklad ***celulózy*** převážně houbová záležitost

x v anaerobních podmínkách bakterie (*Acetivibrio*, *Clostridium*)
- ale *Neocallimastix* v bachoru!

- aerobní bakterie a aktinomycety **vyšší pH**

x houby kyselé pH (dřevo samo o sobě kyselé + org. kyseliny z hub)

- v kompostech, při zvyšování pH amonifikací výhoda pro bakterie

Lignin

- pouze aerobní rozklad, hlavně Agaricomycotina a Xylariales (Pezizomycotina)

- růst aktinomycetů a bakterií na ligninu *in vitro*

x v přirozených podmínkách zanedbatelný podíl

Interakce s bakteriemi

Komplexní substráty

- lignocelulózový komplex, jednoduché cukry a fenolické látky – interakce hub a bakterií komenzální až mutualistické

+ 1) bakterie využívají látky aniž houba strádá, a zároveň produkují vitamíny, růstové faktory, fixují N, odbourávají toxické metabolity

2) bakterie je využívají, ale houba nestrádá

- 3) bakterie je využívají a „okrádají“ houbu

Pro každou houbu, ostatní podmínky a druh bakterie jiné.

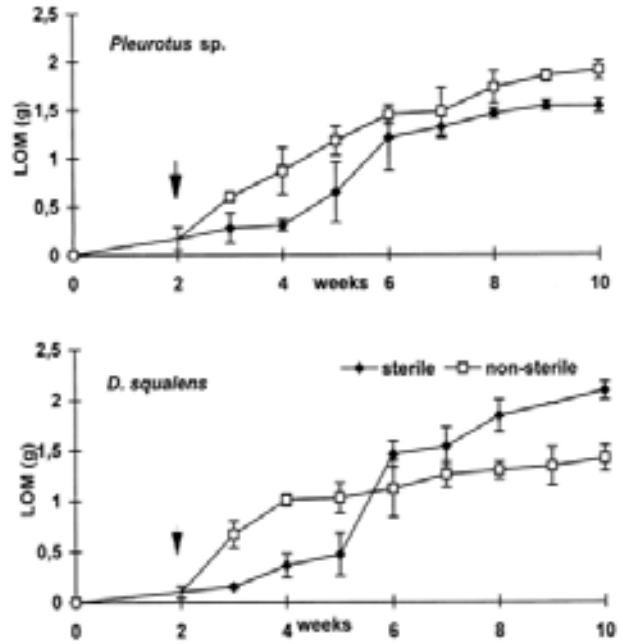


Fig. 1. Loss of organic matter of the straw compartment during growth of *Pleurotus* sp. strain Bhutan and *Dichomitus squalens* in solid state straw-soil cultures in the presence (nonsterile soil, open symbols) and absence (sterile soil, solid symbols) of soil microorganisms. Arrow indicates the time soil was added. Mean values and standard deviations of four replicates are given.

Lang & al. 1998

Interakce s bakteriemi

Povrch hyf

- zcela nové habitaty pro bakterie
- manitol a trehalóza (*Pseudomonas*)
- organické kyseliny (*Methylobacterium, Streptomyces*)
- selekce bakterií odolných vůči houbovým antibiotikům (G+ vs. G-)

http://soils.usda.gov/sqi/concepts/soil_biology/bacteria.html

Interakce s bakteriemi

Mykofágní bakterie

- velmi málo údajů

- penetrace spor a ovíjení řetízků *Streptomyces* kolem hyf; **dekompozitor mrtvých hyf** v půdě

x rozklad bakterií kvůli N ? (*Pleurotus ostreatus,* Agaricomycotina)

- bakteriální skrvrnitost žampionů *Pseudomonas toalasii* + *Agaricus bisporus*

http://www.plantwise.org/?dsid=45019&loadmodule=plantwisedatasheet&page=4270&site=234

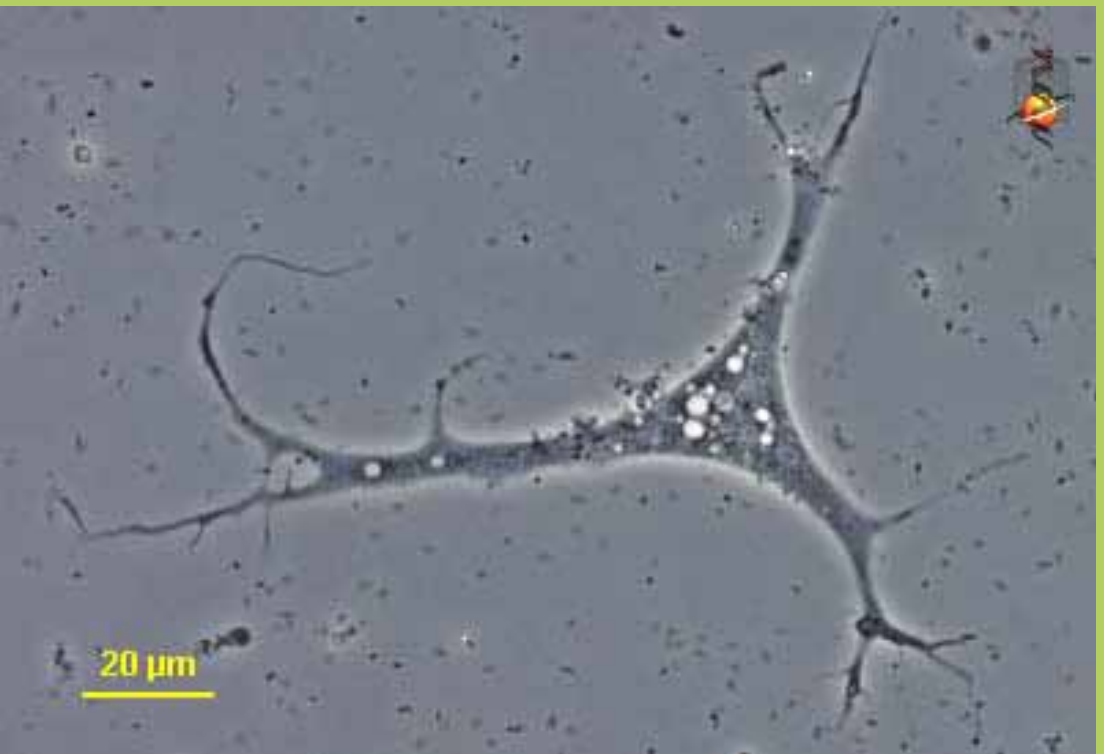
Interakce s protisty

Vampyrellidae (Rhizaria, Cercozoa)

- draví kořenonožci, konzumují houby

Leptomyxa reticulata vysává obsah hyf

Arachnula vysává obsah hyf a spor



http://starcentral.mbl.edu/

Interakce s protisty

- améby vyžírají spory hub
- otvorem v buněčné stěně

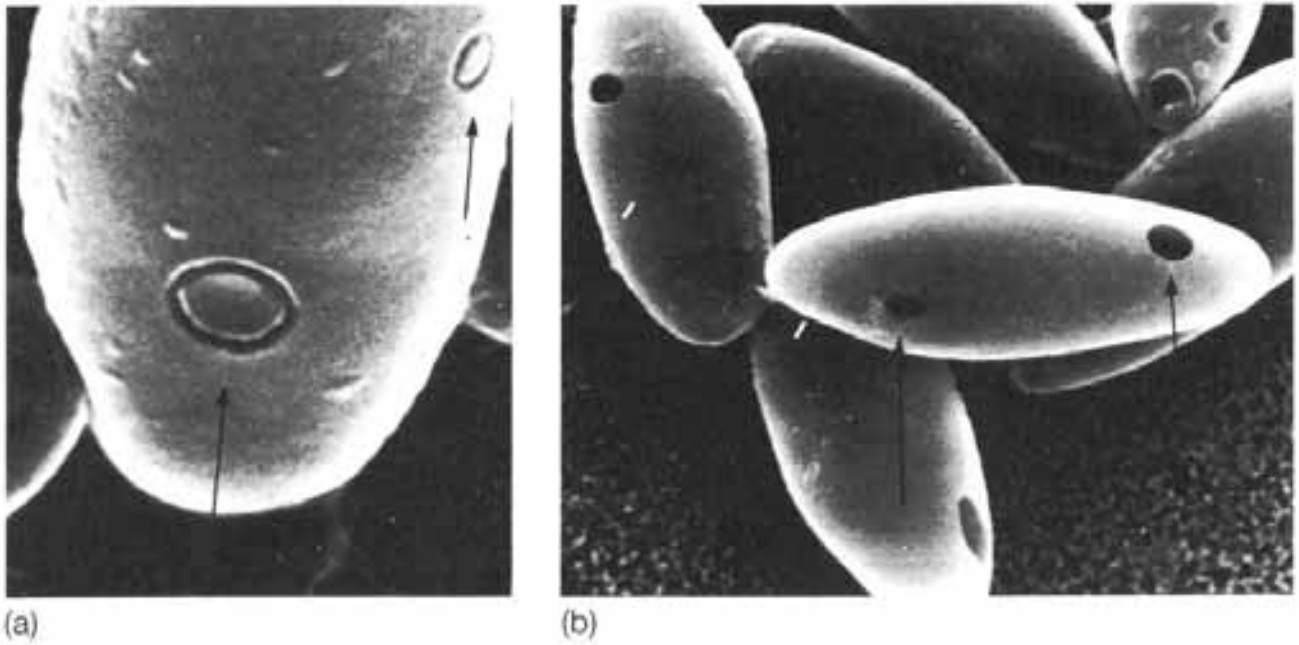


Fig. 6.3 Destruction of spores by soil amoebae. (a) Conidium of *Cochliobolus sativus* with annulations caused by contact with mycophagous amoebae; (b) conidia with large perforations resulting from removal of discs produced via annulation (from Anderson & Patrick, 1978, © American Phytopathological Society).

Cooke & Whipps (1993)

Houby živící se bezobratlými

Nematofágní houby

Parazitické houby

Houby lovící chvostoskoky

Bezobratlí živící se houbami

Mykofágní hmyz

Obligátní mykofágové (mycetobionti)
- larvy i dospělci se živí pouze plodnicemi

Fakultativní mykofágové (mycetofilové)
- živí se plodnicemi v některé fázi svého životního cyklu, ale nepotřebují houby pro svůj vývoj

Náhodní „mykooblézači“
- jsou nacházeni na plodnicích, ale neživí se jimi

Bezobratlí živící se plodnicemi

Mykofágní hmyz

Obligátní mykofágové (mycetobionti)

Drabčíkovití (Staphylinidae)

Gyrophaena boleti

http://www.commanster.eu/commanster/Insects/Beetles/SuBeetles/Gyrophaena.boleti.html

Bezobratlí živící se plodnicemi

Mykofágní hmyz

Obligátní mykofágové (mycetobionti)
Mycetophagidae

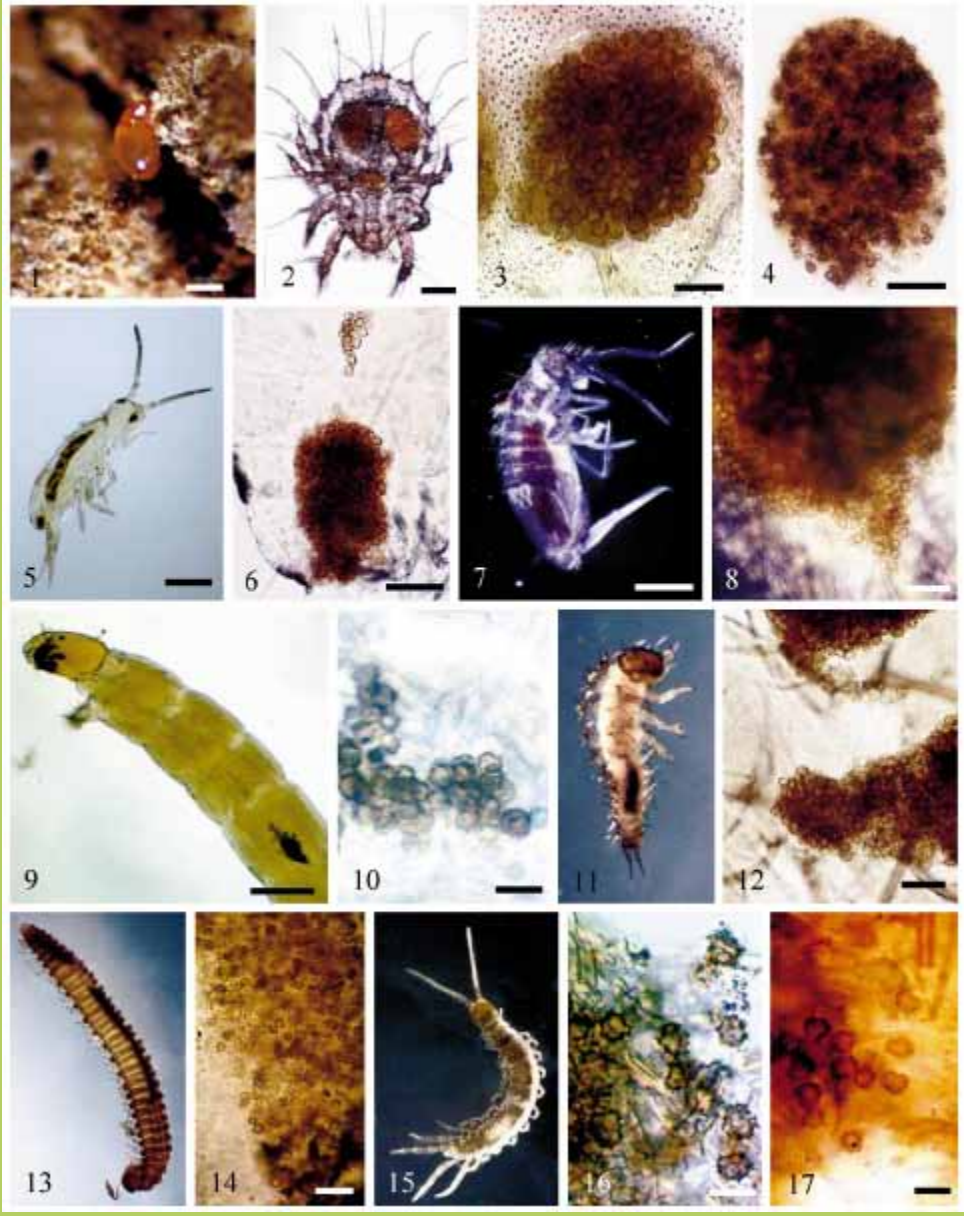
Mycetophagus quadripustulatus

http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id11251/?taxonid=14086

Bezobratlí živící se plodnicemi

- okus plodnic umožňuje šíření spor
  např. *Tomentella pillosa*
  (Agaricomycotina)

- jinak význam bezobratlých přeceňován
  = spory **nepřežijí trávení**



Lileskov & Bruns (2005)

http://www.tomentella.net/images/pilosa.html

Symbiózy s bezobratlými

Kde najdeme symbiotické houby?

- **endosymbionti** ve střevě, v tukovém tělese a v malpigických trubicích (70% hmyzu, korýši…)

- **ektosymbionti** pěstovaní mimo tělo (mravenci, termiti, pilořitky, kůrovci, ...)
- larvy a dospělci herbivorních a detritofágních členovců

Symbiózy s bezobratlými

Které houby se účastní?

- různé řády askomycetů, bazidiomycetů a specializovaná skupina zygomycetů (Trichomycetes)

- symbiosa závazná (**obligátní**) či příležitostná (**fakultativní**)

Houby

- obligátní symbionti - nejsou známy z jiné ekologické role
- fakultativní symbionti - mají volně žijící fázi (vstupují do obligátních i fakultativních symbióz)

- často vznikly z fytopatogenních, entomopatogenních či endofytických předků

Symbiózy s bezobratlými

Co můžou dát houby ?

- pro hmyz parazitující na rostlinách (dřevinách), nebo žijící z mrtvé rostlinné biomasy

= **využití rostlinných substrátů, zvýšení C:N, zpřístupnění vody**

= hmyz, kromě termitů a rybenek, není schopen trávit celulózu a lignin a syntetizovat 10-14 různých AK, steroly, b-vitaminy, různé mastné kyseliny, …

= **syntéza prekurzorů steroidních látek (hormony atd.)**

= hmyz nedokáže syntetizovat cholesterol (prekurzor steroidních hormonů)

= **detoxifikace**

= sekundární metabolity rostlin slouží hlavně jako ochrana proti herbivorům (nikotin, kofein, různé flavonoidy, taniny, glykosidy atd.)

= **ochrana před predátory a konkurenty** (antibiotické vlastnosti)

= **fytopatogenní houby aktivně oslabují rostlinu**

Symbiózy s bezobratlými

Co může dát bezobratlý?

- **stále prostředí** (vlhkost a teplota)

- **šíření na nový substrát**

- **ochrana před predátory a konkurenty**

- **substrát bohatý na dusík a fosfor**

Symbiózy s bezobratlými

Adaptace hub
- adaptace na kontinuální malé poškození při spásání, koncentrace živin v „plodech“ (**chlamydospory, gongylidia, terminální obří spory**)

- lepkavé spory

- **kvasinkovitá fáze** u endosymbiontů

Adaptace členovců
- **mycetangia** (kůrovci, bejlomorky, pilořitky, lesanovití)
- u mykofágů pozměněná kusadla

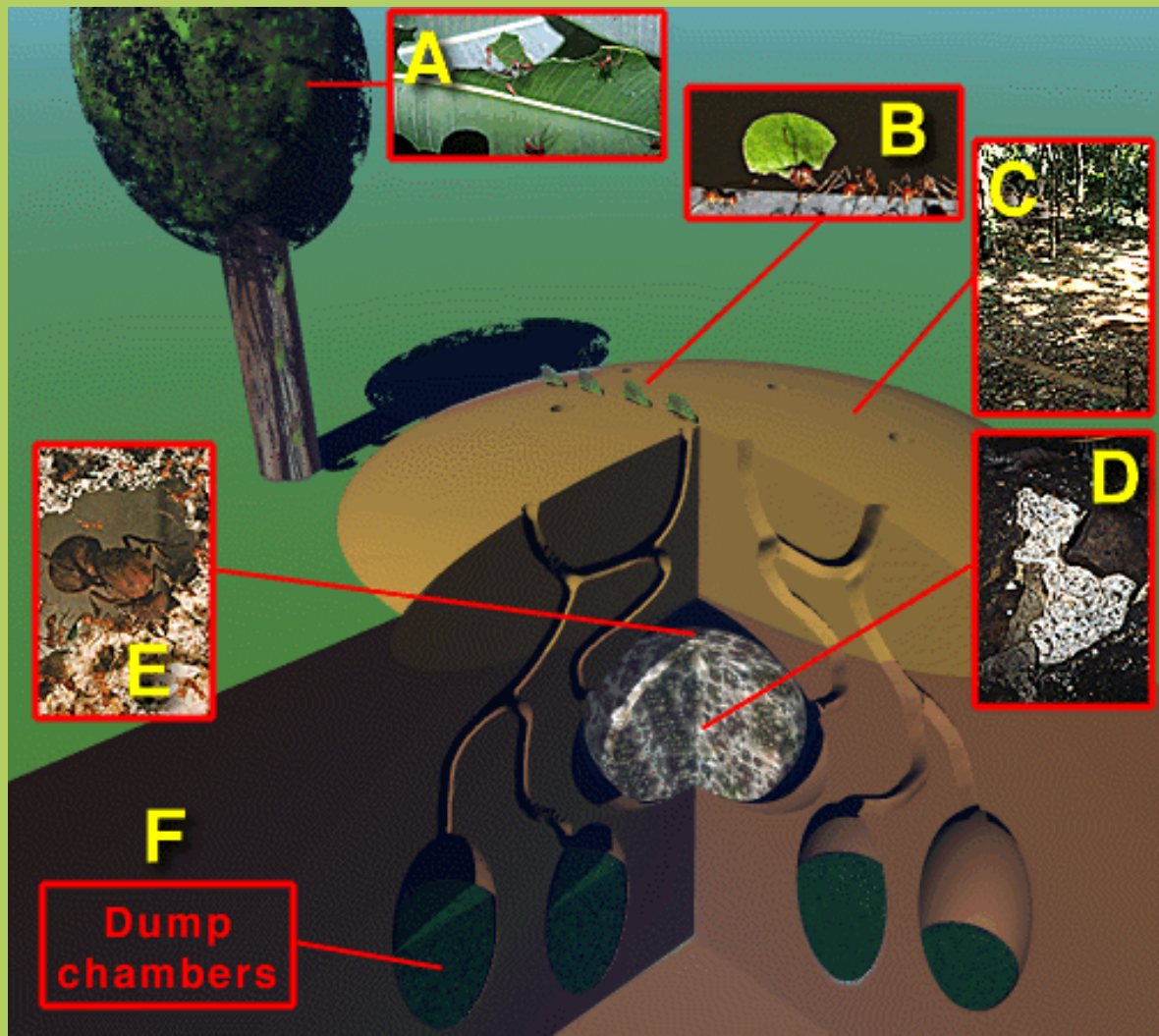
Lymexylon navale
http://www.galerie-insecte.org/galerie/image/dos34/big/photo_inconue.jpg

Mravenci tribu Attini

- tropická skupina (stř. a J Amerika)
- hnízda (mraveniště) ohromná (několik ha), hloubka až 6 m, klimatizované chodby
- mravenci rozděleni na kasty

Atta mexicana
http://blog.lib.umn.edu/denis036/thisweekinevolution/Ant.jpeg

Delgado (2011)



http://www.zi.ku.dk/personal/drnash/Atta/Pages/lcd.html

Mravenci tribu Attini

- **střihači**, **nosiči**, **porcovači**, **zahradníci**
- **královna** přenáší inokulum do nového hnízda

Mravenci tribu Attini

- symbióza s bazidiomycety druhů *Leucocoprinus gongylophorus* (bělohnojník paličkonosný), *Attamyces bromatificus* a druhy čeledi Pterulaceae (vše Agaricomycotina)
- houba roste na přinesených listech
- na myceliu tvoří ***gongylidia*** obsahující **proteiny, steroidy, lipidy**
- mravenci okusují pouze gongylidia
- zároveň chrání před dalšími parazitickými houbami a bakteriemi, čistí mycelium a zajišťují optimální teplotu a vlhkost
- houba vzácně tvoří plodnice, ale nerozmnožuje se sama, spoléhá na rozšiřování mravenci do nových kolonií

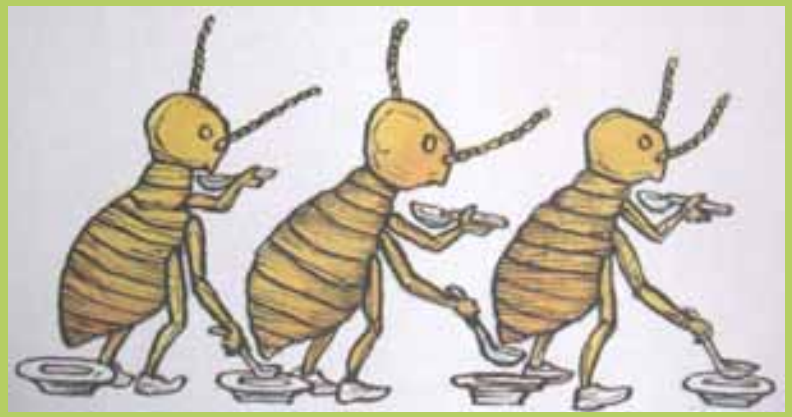
Mravenci tribu Attini

Apterostigma collare

Atta cephalotes

Termiti

- všichni termiti mají symbiózu s prokaryoty, houbami, nebo prvoky
- **houbové** symbiosy pouze u **Macrotermitinae v Asii a Africe**
- houbu pěstuje na výkalech (zbytková celulóza, lignin) kde tvoří gongylidia bohaté na **N, cukry, enzymy (celulázy a xylanázy**)
- termiti sice sami štěpí celulozu, ale houba notně vypomáhá
- termiti stále přidávají výkaly na vrch zahrádky a ze spodu žerou houbu, či jednou za čas sežerou celou část zahrady



- mladé nymfy se infikují tzv. anální trofalakací

Termiti

- houbovými symbionti rody *Termitomyces* (Agaricomycotina)
- jedlé a velmi chutné houby

T. robustus

http://content.herbalgram.org/wholefoodsmarket/

T. heimii

Pegler (2002)

Podkorní hmyz

Floémofágové (**lýkožraví** brouci)

= tesaříci, krasci, živí se z floému

Xylémofágové (**ambrosioví** brouci)

= kůrovci, jádrohlti, lesanovití, nedokáží rozložit dřevo, živí se houbou, houby obligátně symbiotické (tzv. ambrosiové houby)

Ips typographus

Lýkožraví brouci

Pro brouky

- doplněk potravy (syntéza klíčových steroidních látek)
- oslabení dřeviny

Pro houbu

- prostředí bohaté na dusík, přenos na nového hostitele v **mycetangiích**
- např. *C. fagacearum* a *Pseudopityophthorus minutissimus*

Ceratocystis fagacearum (Pezizomycotina)
http://www.eppo.org/

http://bugguide.net/node/view/471692

Trofické interakce s dalšími bezobratlými

- pancířníci, chvostoskoci, korýši, … důležitou součástí edafonu
- živí se silně rozloženým opadem, řasami, houbami, detritem nebo jsou predátoři

- když opad, tak **silně rozložený** (nízké C:N), tzn. již **kolonizovaný houbami**

  - když houby, tak ne chitinolytické (aby je houba nesežrala)

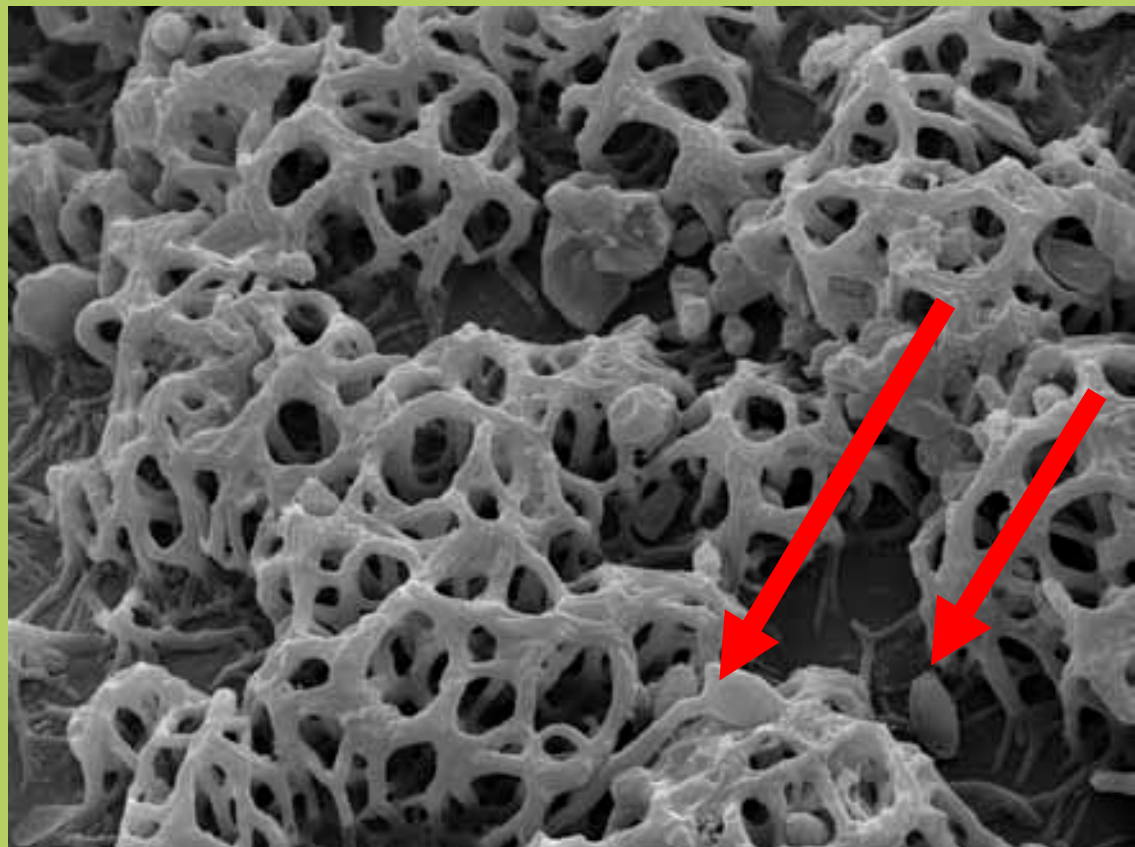
  x nejčastějším druhem asociovaným s pancířníky je *Beauveria bassiana* (Pezizomycotina, chitinolytická!)

- roztoči rozšiřující spory hub ve skladech = šíří kontaminaci a toxinogenní houby v domácnostech = silnější alergie

Interakce s chvostoskoky a roztoči

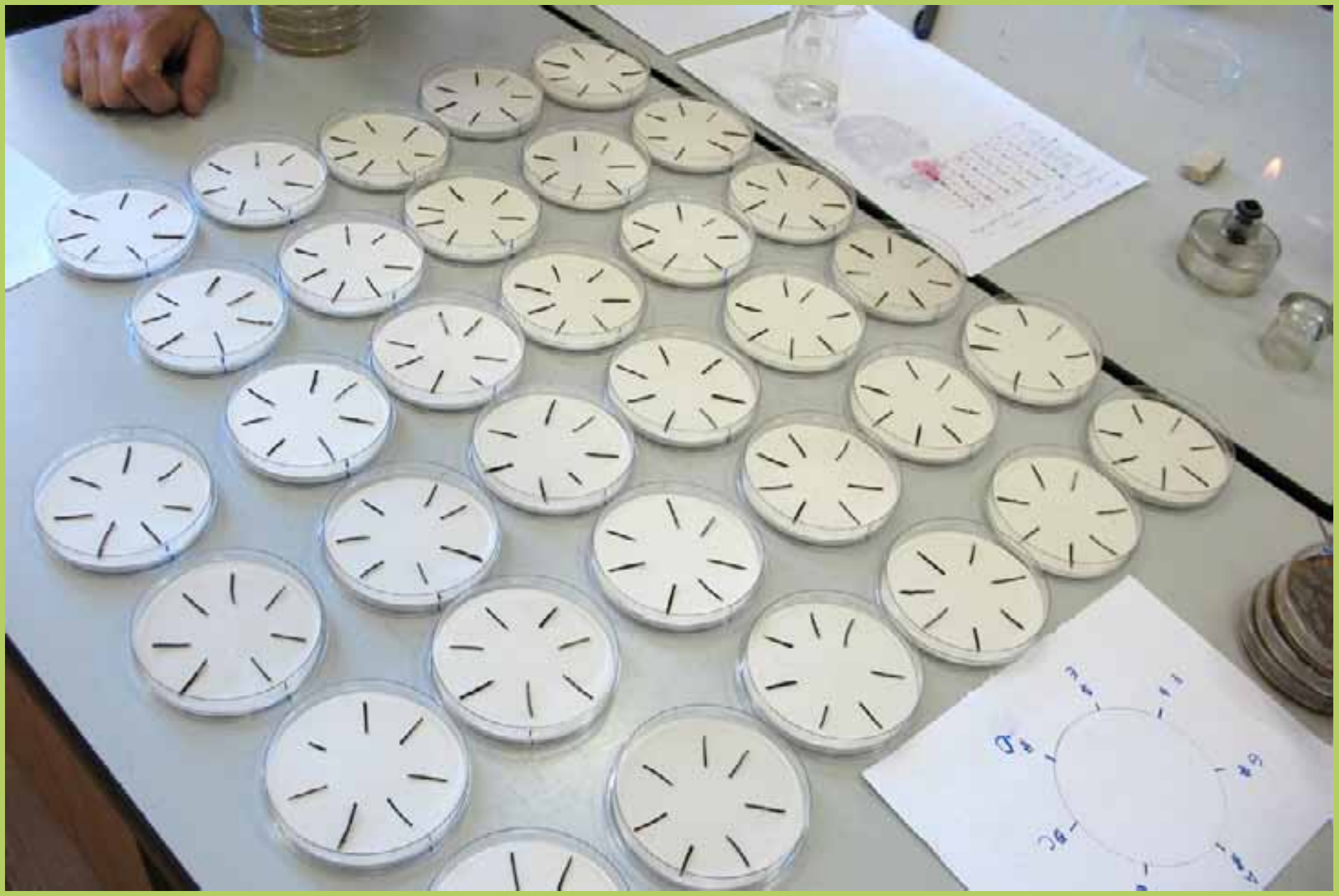
Další funkce

- roznášejí spory AM a saprotrofních hub v trávicím traktu a na povrchu
- udržují diverzitu hub v půdě
- okusem stimulují růst, odstraňují staré hyf, stimuluje růst nových
- vylučují rychle dostupný dusík v močovině



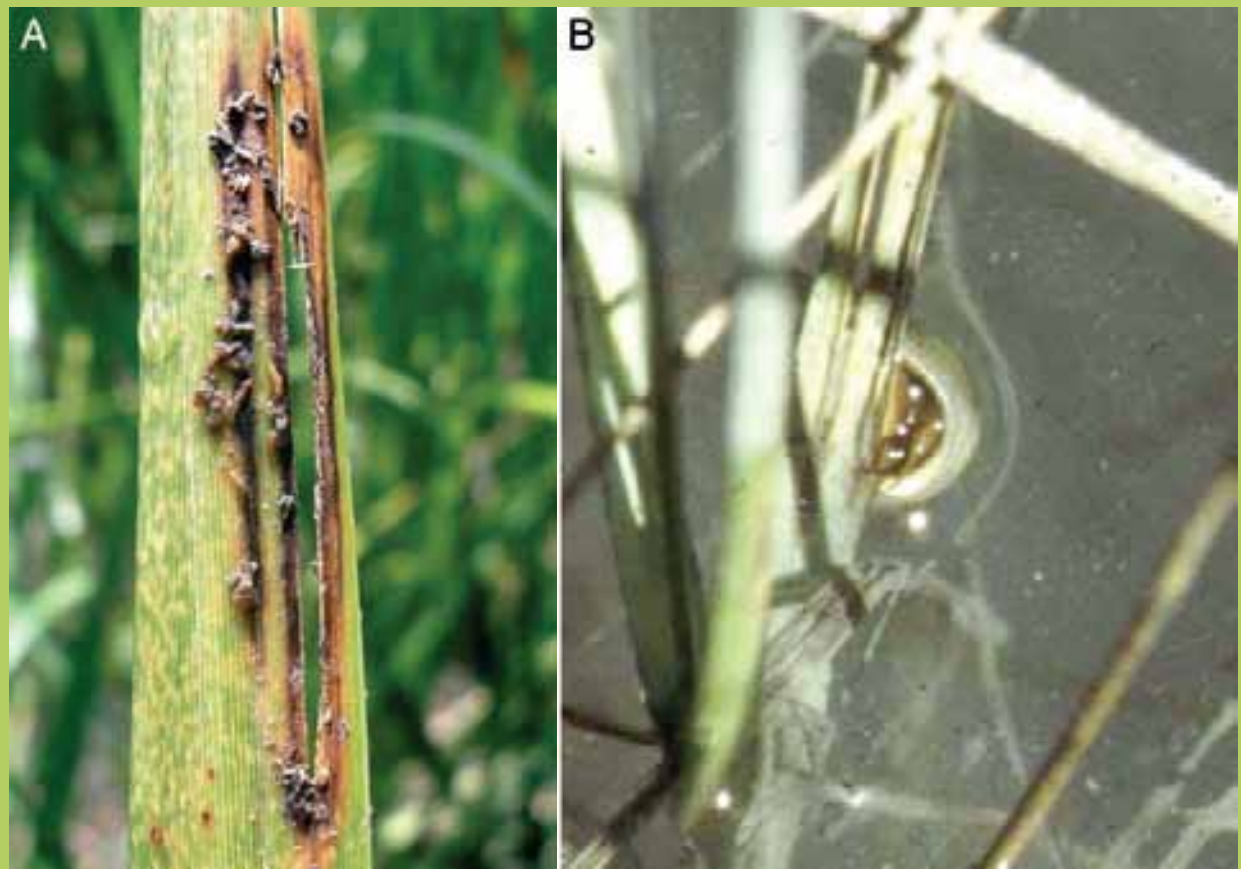
Belba bartosii cerotegument
© Mourek 2007

Interakce s chvostoskoky a roztoči



Pěstují si plži své houby …

- *Spartina* na slaniskách
- plži nakoušou listy a z výkalů nainokulují houby do ranek (*Phaeosphaeria* a *Mycosphaerella*, Pezizomycotina)
- vrací se a spásají mycelium



Littoraria irrorata
http://www.jaxshells.org/litor.htm

… nebo žerou hlenky?

- hlenky slouží jako potrava pro některé druhy plžů (závornatky)

© H. Deckerová 2009

Interakce s obratlovci

Obratlovci vytvořili spoustu nových habitatů pro houby

- zvířata často hromadí zásoby a staví si hnízda
- ptačí hnízda bohatý zdroj pro **keratinofilní** druhy
- uvnitř krokodýlích hnízd se snůškou žijí **termofilní** druhy

http://www.image-archeology.com/Alligator_Nest_California_Alligator_Farm_Los_Angeles_Cal.jpg

Interakce s obratlovci

Obratlovci vytvořili spoustu nových habitatů pro houby

- *Dipodomys spectabilis* hromadí zásoby semen, které jsou kolonizovány netoxinogenními druhy rodu *Penicillium* (Pezizomycotina)

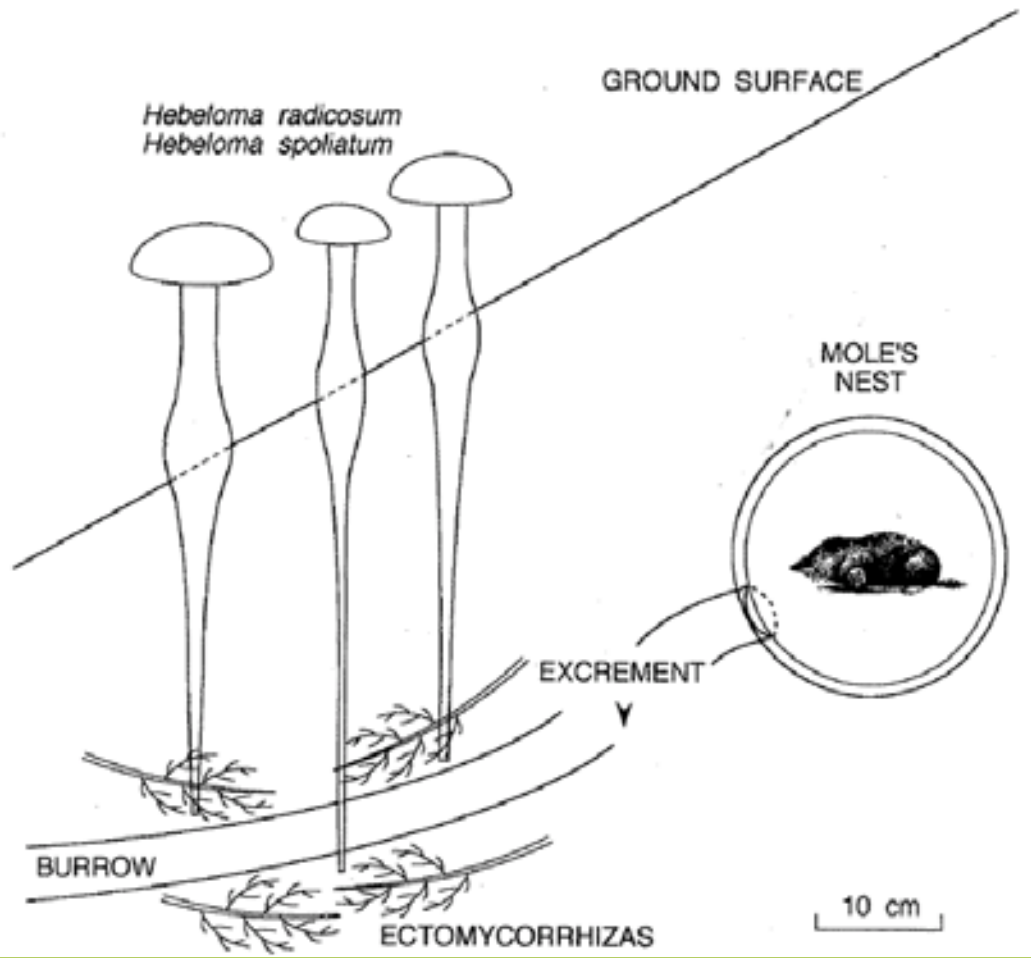
- selekce na netoxinogenní druhy umožňuje přežít oběma

http://www.mnh.si.edu/mna/image_info.cfm?species_id=69

Interakce s obratlovci

Obratlovci vytvořili spoustu nových habitatů pro houby

- *Hebeloma radicosum* (Agaricomycotina) vyrůstá z podzemních chodeb krtků (z míst kam chodí vylučovat – vysoký obsah N)



Sagara (1995)

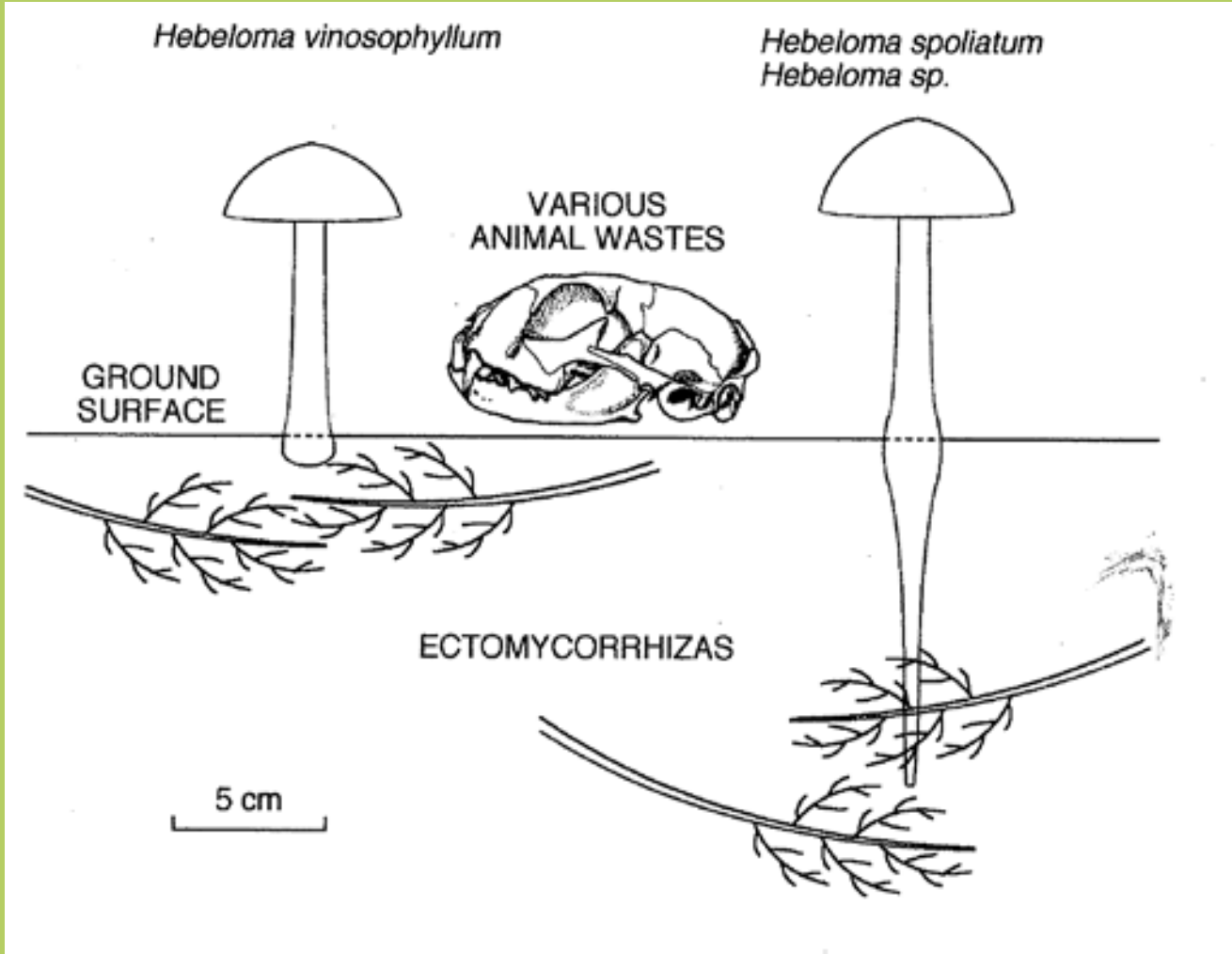
Takayama (1985)

Interakce s obratlovci

I mrtví obratlovci přispívají k tvorbě nových habitatů

- řada druhů hub vázaná tvorbou plodnic na místa s mrtvolkama

Hebeloma spoliatum
(Agaricomycotina)
= *corpse finder*



Sagara (1995)

Mykofágní obratlovci

Mykofágie

- řada obratlovců je mykofágních, živí se plodnicemi hub

- podobné jako u bezobratlých

obligátní mykofágové
- živí se výhradně houbami

preferenční mykofágové
- živí se výhradně houbami po určitou část roku

příležitostní mykofágové
- občas se přiživí na houbách

náhodní mykofágové
- pozřou houbu spolu s jinou stravu, většinou tedy neúmyslně

Mykofágní obratlovci

obligátní mykofágové

- *Clethrionomyces californicus*

- živí se podzemními plodnicemi ECM hub; když nejsou, tak lišejníky spadlé na zem

- musí mít plodnice po celý rok
= pobřežní vlhké lesy v Oregonu a S Californii

http://www.flickr.com/photos/terryandchristine/2699639823/

Mykofágní obratlovci

obligátní mykofágové

- *Potorous longipes* (klokánek dlouhoprstý)
- žije vzácně v eukalyptových lesích JV Austrálii
- plodnice hub tvoří >90% denní stravy

http://www.arkive.org/media/EE/Presentation.Large/photo.jpg

Mykofágní obratlovci

preferenční mykofágové

- u některých pozemních hlodavců můžou tvořit plodnice až 100 % stravy v průběhu určitého období (léto, podzim)

- *Bettongia gaimardii* (klokánek králíkovitý) převážně mykofágní po celý rok

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/

Mykofágní obratlovci

- plodnice **podzemních hub**
- velmi šikovní ve vyhledávání
  = ve výkalech nalezeny spory z cca 50 druhů hub

- vůně obsahují alkoholy, ketony a estery (dimethyl sulfid)
- někdy je důležitá směs, než jednotlivé látky
- mechanizmus lákání není znám, mohou to být analogy pohlavních hormonů, ale ne vždy

Mykofágní obratlovci

Mohou savci pomáhat při rozšiřování houby?

druhy s podzemními plodnicemi nemohou rozšiřovat své spory větrem

x jsou v teplotně a vlhkostně stabilnějším prostředí, lákají své konzumenty vůní – vyhrábávání šetří energii houby na rozšiřování spor

Glaucomys sabrinus x *Elaphomyces granulatus* (Pezizomycotina)

http://www.eichhoernchenfreunde.de/

Mykofágní obratlovci

Mohou savci pomáhat při rozšiřování hub?

- spory často nejsou poškozeny po průchodu traktem, někdy to i stiumuluje
- trus některých zvířat vhodný pro experimentální inokulaci skleníkových rostlin

x pro úspěšnou kolonizaci semenáčku ale efektivnější mycelium v půdě

Glaucomys sabrinus x *Elaphomyces granulatus* (Pezizomycotina)

http://www.eichhoernchenfreunde.de/

Mykofágní obratlovci

Příležitostní mykofágové

Ursus arctos horribilis

- houby činí 1-7 % potravy

- hřibovité (*Suillus* spp.), holubinkovité (*Russula* spp.), druhy s podzemní plodnicí (*Rhizopogon*) a pýchavka (*Calvatia*, vše Agaricomyctoina)

- nejvíce „houbaří“ na podzim (září)

http://farm2.static.flickr.com/

Mykofágní obratlovci

Příležitostní mykofágové

- průchod zažívacím traktem u některých druhů stimuluje klíčení spor

- vliv na šíření, stimulaci klíčení spor?

http://wdfw.wa.gov/wlm/diversity/soc/fisher/graph/fisher_fullbody.jpg

http://www.fwi.co.uk/blogs/rural-life/moose-1.jpg

http://museum.utep.edu/chih/theland/animals/mammals/spilgrac.jpeg

Mykofágní obratlovci

Příležitostní mykofágové

Homo sapiens

http://www.nasehory.cz/fotosoutez06/048.jpg

http://img.ihned.cz/attachment.php/20/15784020/ait34CEF7ILMOklbcdfghxz0TUw2ARVm/90831_tema_houby_houbar_m.jpg

http://www.vojnuvmestec.cz/upload/2004-07-27-09-29-04-a.jpg

Mykofágní obratlovci

Příležitostní mykofágové

- i Yetti je zřejmě příležitostný mykofág!!!

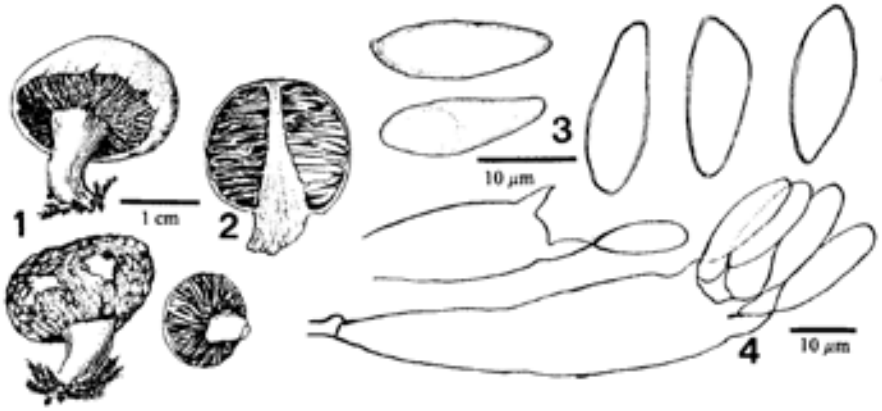


图 1 喜马拉雅灰包菇 1. 担子果；2. 担子果纵切面；3. 担子孢子；4. 担子和担孢子。

Fig. 1. *Sectium himalaicum* Zang et Doi, sp. nov.

云 南 植 物 研 究 1995; 17 (1): 30—32
Acta Botanica Yunnanica

喜马拉雅灰包菇——相传是"喜马拉雅雪人"的一种食物*

臧 穆[1] 土居祥兑[2]
([1] 中国科学院昆明植物研究所隐花植物标本馆，昆明 650204)
([2] 日本国立科学博物馆植物部，东京 160)

摘要 喜马拉雅灰包菇 *Secotium himalaicum* Zang et Doi，由 Dr. Teizo Ogawa 采于尼泊尔境内的喜马拉雅山带，据当地居民云，该菌为喜马拉雅雪人的一种食物。所谓雪人可能是高山雪线一带的动物。本文对该菌的分类特征和雪人的有关讨论作了介绍。原模式存日本国立科学博物馆。

关键词 喜马拉雅灰包菇，喜马拉雅雪人

SECOTIUM HIMALAICUM SP. NOV. FROM NEPAL—A FOLKLORE CONCERNING THE FOOD OF ABOMINABLE SNOWMAN

ZANG Mu[1] Yoshimichi DOI[2]
([1]*Cryptogamic Herbarium, Kuming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences*, Kunming 650204)
([2]*The Mycological Herbarium, National Science Museum*, Tokyo 160, JAPAN)

Abstract While examining herbarium material kept in the Mycological Herbarium, National Science Museum, Tokyo, Japan (TNS) and recent field collection. One new taxon *Secotium himalaicum* Zang et Doi was collected from elliptical, subfusiform, thick-walled, hyaline basidiospores (14.3—19.5 × 6—7.5 μm) and lamellar gleba, the gleba is cellular, but as maturity is approached the elongate cavities and assumes the gill appearance. It is close to *Secotium agaricoides*. (Czerniaiev) Hollos, but differs in the much larger size of the basidiospores, the latter about the size of spores is smaller, only 5—9 μm diameter.

The new taxon, on such dry specimens is a kind of food of Abominable snowman that has strengthened been credulity by the legends current among the Tibetan people and the Sherpa natives. Abominable snowman (Mi-te of Chinese Tibetan; Yeti of Sherpa natives, Nepal) is a mythical monster supposed to inhabit the Himalayas at about the high level of the snowline.

Several specimens of hair allegged to have come form Abominable snowman have proved on scientific examintion to be hairs of bears, antelopes, yaks or other well-knowm animals. However, the story of local bogyman is usually take delight in talking about this mythical moster in Himalayan moutain areas by people. Although no one has ever seen an Abominable snowman, yet the fungus it may be is an edible one.

* 国家自然科学基金资助项目 39470004
1994-07-08 收稿

Mykofágní obratlovci

- konzumace hlavně čerstvých plodnic, ale někteří obratlovci si houby uchovávají sušené

- obligátní mykofágové mají **uzpůsobené střevo** k trávení i buněčné stěny hub

- **symbiotické anaerobní** mikroorganizmy

= získávají **maximum živin z hub**

- ostatní hlavně vodu, proteiny, aminokyseliny, vitamíny, …

Interakce s obratlovci

Datli a strakapoudi se podílí na rozšiřování dřevokazných hub

ohňovec borový *Phellinus pini* (Agaricomycotina) + strakapoud kokardový *Picoides borealis*

- hnízda v dutinách ve stromech s **jádrovým dřevem** změklým působením dřevokazné houby x stále tvrdé bělové

+ pravděpodobné šíření houy

+

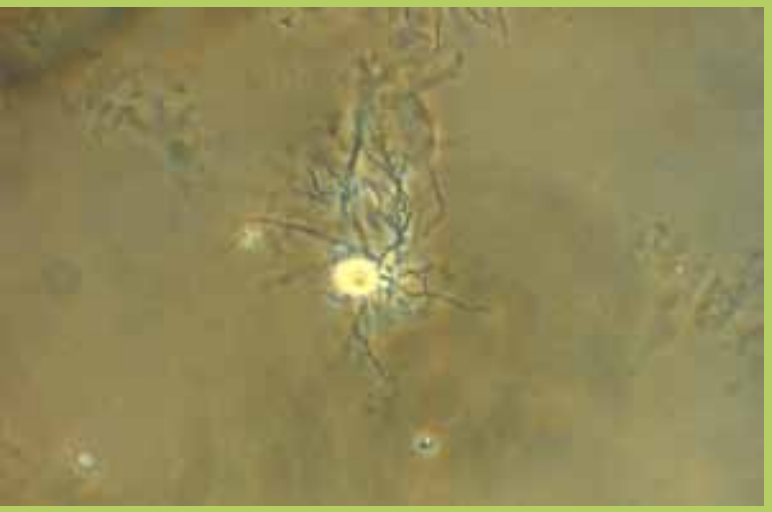
http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=2250085

http://en.wikipedia.org/wiki/Red-cockaded_woodpecker

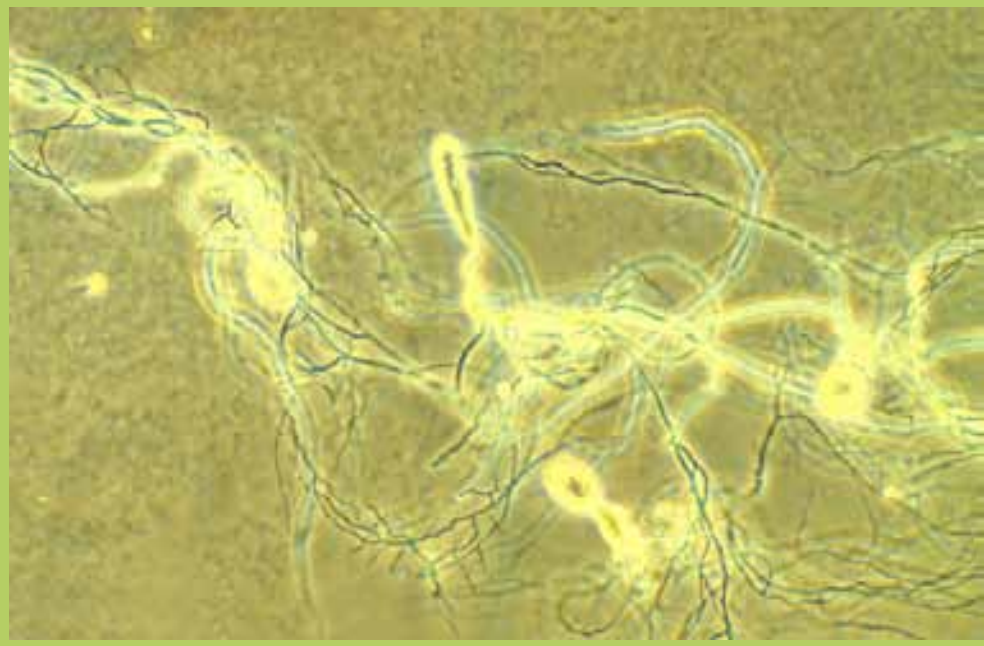
Život uvnitř obratlovců

Anaerobní bachorové chytridie (Neocallimastigomycota)
- bachor přežvýkavců i střeva býložravců, nepřežvýkavců
- zcela anaerobní prostředí
- oxid uhličitý a methan, stopy kyslíku zužitkovány fakultativními anaeroby

rod *Neocallimastix*
- schopni fermentovat celulózu, xylany, hemicelulózu, škrob na kys. mravenčí, mléčnou, octovou



Piromyces communis



Neocallimastix frontalis

http://www.bsu.edu/classes/ruch/msa/wubah.html

Život uvnitř obratlovců

Anaerobní bachorové chytridie (Neocallimastigomycota)
- symbióza s bachorovými bakteriemi
= chytridie mechanické narušení substrátu
- bakterie produkcí metanu zvyšují aktivitu enzymů chytridií a účinnost rozkladu

- umí přežít kyslík jako spory při přenosu z matky na potomka

http://www.wallpapercube.com/

Trofické interakce s bezobratlými - shrnutí

- podoby a výsledky kompetice (soupeření) mezi houbami
- živočichové (skupiny živočichů) s nimiž jsou houby ve více či méně úzké asociaci
- živočichové (skupiny živočichů), kteří jsou na houbách životně závislí
- jiné vztahy mezi živočichy a houbami, než ty „konzumační“

Náměty pro výuku, domácí úkoly, zamyšlení …

Jak se musí houby přizpůsobit úzké asociaci s živočichy?