


Ekologie hub



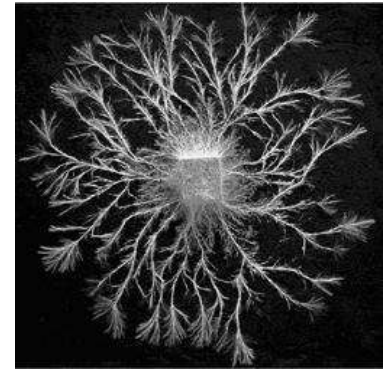
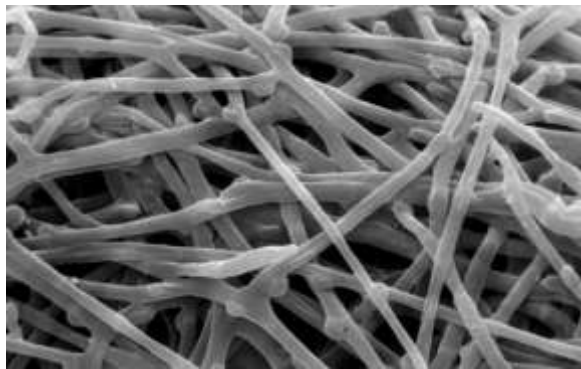
Doc., Mgr. Ondřej Koukol, Ph.D.
katedra botaniky, UK PŘF

Ekologie hub

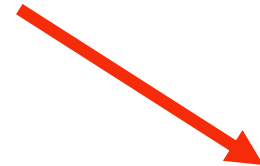
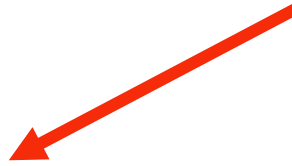
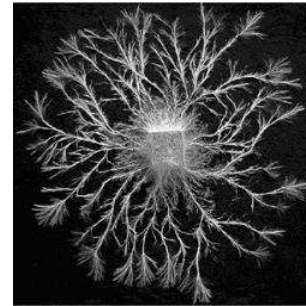
- z čeho a jak houby rostou?
- kdy a za kterých podmínek houby rostou a tvoří plodnice?
- jak svým růstem ovlivňují substrát, jiné houby a ostatní organizmy v prostředí?

Když houby rostou ...

Mycelium – systém **hyf** prorůstajících substrát, získávání živin v daném místě, růst za živinami v rámci substrátu



Když houby rostou ...



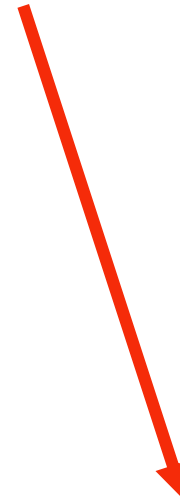
myceliální provazce



rhizomorfy



kvasinkovitá stélka



spory



plodnice



Když má růst nejen mycelium ...

Vzduch, kyslík

Voda a vlhkost

Teplota

Světlo

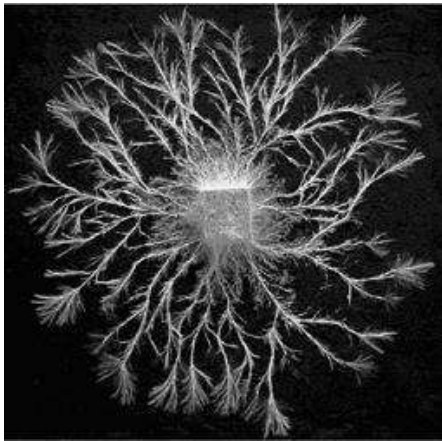
Gravitace



Voda

Mycelium potřebuje přijímat vodu

- udržení **turgoru** uvnitř hyf (tlaku) nutné pro růst **hyf** i **plodnic** (stopkovýtrusé houby – **primordium**), transport látek



Amanita vaginata (Agaricales, Basidiomycota)

Voda

Mycelium potřebuje přijímat vodu

- udržení **turgoru** uvnitř hyf (tlaku) nutné pro růst **hyf** i **plodnic** (stopkovýtrusé houby – **primordium**), transport látek

- plodnice dokáže prorazit i asfalt
- v přepočtu by jedna plodnice uzvedla 133 kg! →

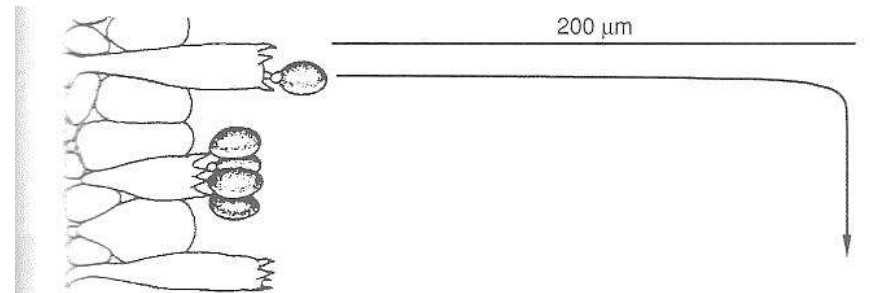
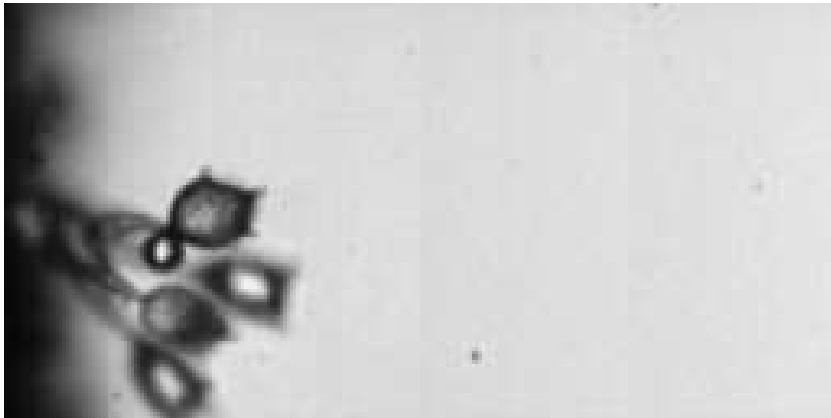


Phallus impudicus (Phallales, Basidiomycota)

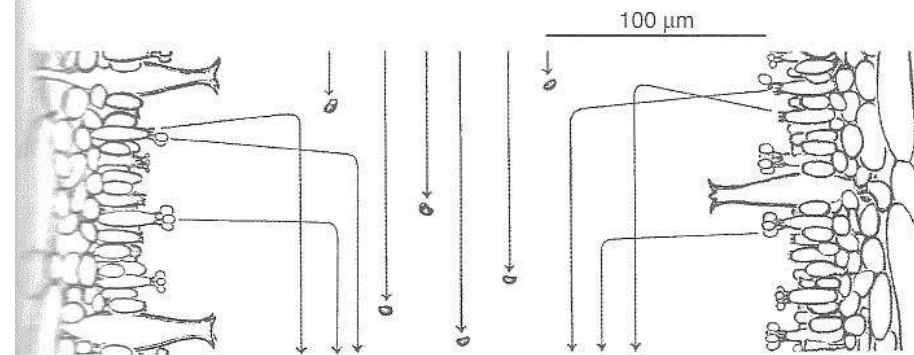
Voda

Odstřelování bazidiospor

- odstřelení bazidiospor do prostoru mezi lupeny (v rource)



5.87: Sporobola of *Coprinus sterquilinus*. The basidia, spores, apicular drop and flight path are drawn to scale. Inspired by Buller 1924, sporobola based on new calculations. – From Merçon 1997.



5.88: Spore discharge between two gills of *Pluteus cervinus*. The initial flight direction is not always exactly horizontal. The spores sedimenting from above did not jump farther, but they stem from a region of the gills where the distance between the hymenia is smaller than the one shown in the drawing, because of the wedge-shape of the gills. All elements drawn to scale by Buller 1924.

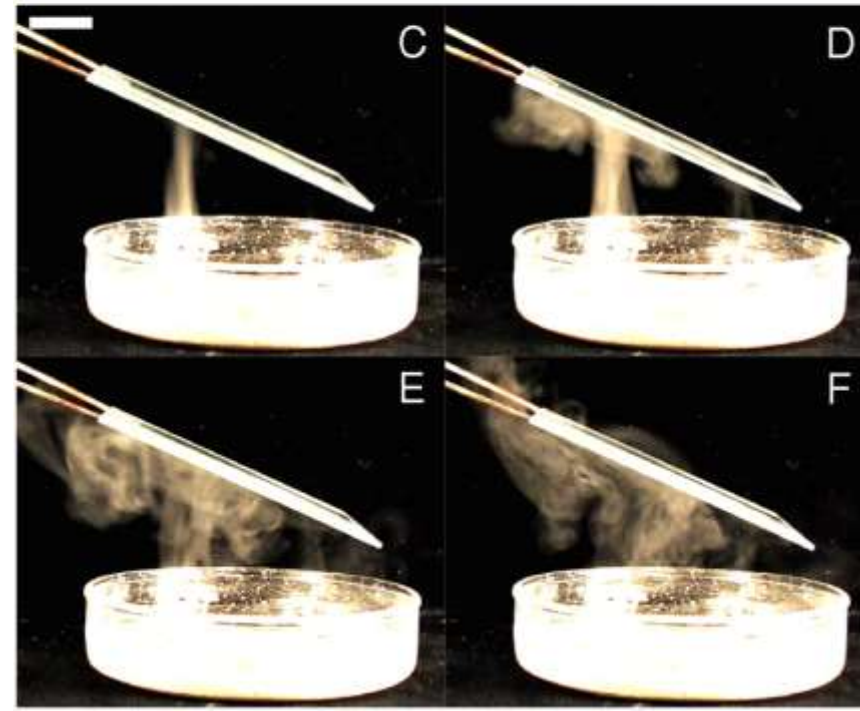
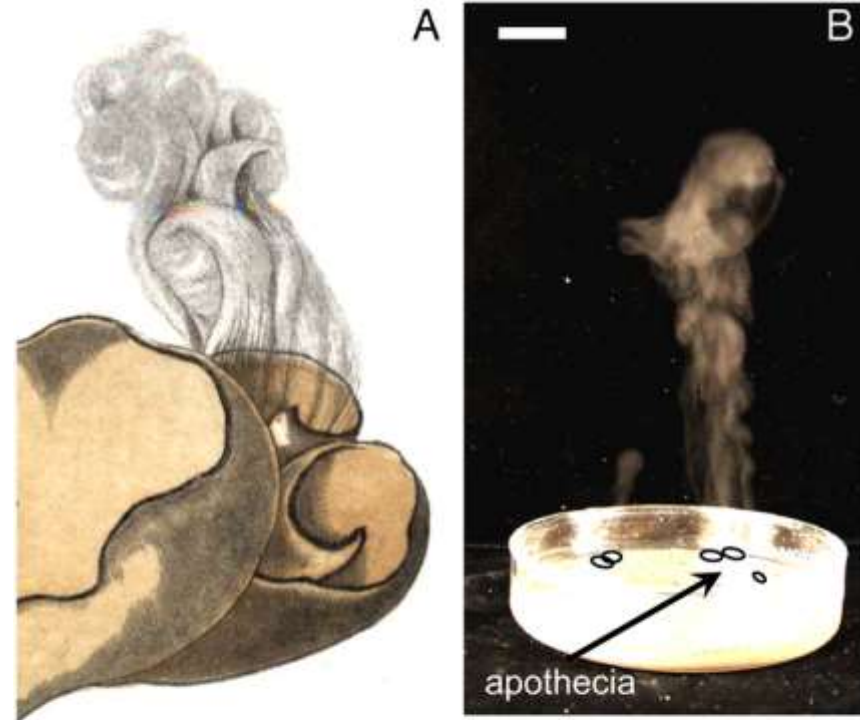
Voda

Odstřelování askospor

- spory vystřeleny 2-25 m s⁻¹
- pro lepší šíření vzduchem



Peziza vesiculosa (Pezizales, Ascomycota)



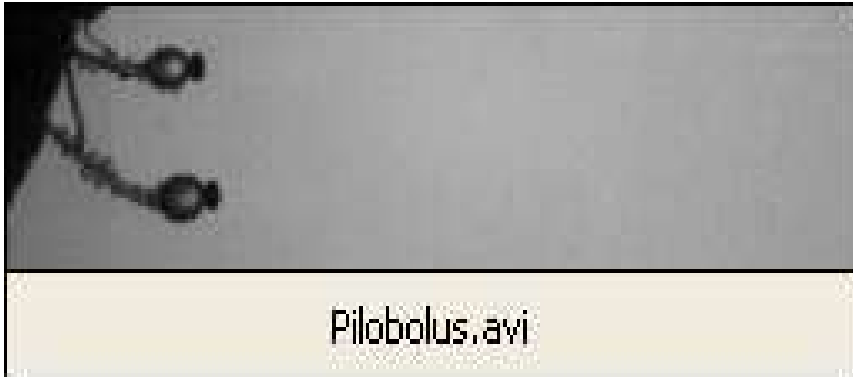
Voda

Odstřelování sporangií

- u některých zástupců Mucoromycota
- zrychlení 20.000 – 180.000 g, dostřel až 2,5 m

Pilobolus kleinii (Mucorales, Mucoromycota)

- **největší zrychlení**, kopofilní druh
- **snaha dostat sporangia na stébla trav (spasena)**



Pilobolus.avi



Voda

Xerofilní (osmofilní) druhy

- optimum růstu v suchých podmínkách či koncentrovaných roztocích

Halofilní (halotolerantní) druhy

- snáší vysoké koncentrace solí



Schizophyllum commune (Agaricales, Basidiomycota)

Teplota

Mezofilní druhy

- většina druhů, dokáže růst 4°C - 30°C, optimum 20 - 25°C

Termotolerantní a termofilní druhy

- typické půdní druhy v teplých oblastech



Fig. 9. *Thermomyces lanuginosus*, conidia with coarsely warty walls (K(M) IMI 197411). Bar = 10 μ m.

Teplota

Psychrotolerantní druhy

- optimum $\pm 20^{\circ}\text{C}$, dokáží růst i při $\pm -3^{\circ}\text{C}$
- temperátní a boreální zóna = část sezóny mráz (půda pod sněhem nezamrzá = mycelia rostou!)



Flammulina velutipes (Agaricales, Basidiomycota)

Teplota

Psychrotolerantní druhy

- optimum $\pm 20^{\circ}\text{C}$, dokáží růst i při $\pm -3^{\circ}\text{C}$
- temperátní a boreální zóna = část sezóny mráz (půda pod sněhem nezamrzá = mycelia rostou)

Geobiology

Geobiology (2011), 9, 266–279

DOI: 10.1111/j.1472-4669.2011.00274.x

Pioneering fungi from the Damma glacier forefield in the Swiss Alps can promote granite weathering

I. BRUNNER,¹ M. PLÖTZE,² S. RIEDER,¹ A. ZUMSTEG,¹ G. FURRER³ AND B. FREY¹

¹Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, WSL, Birmensdorf, Switzerland

²Institute for Geotechnical Engineering, Department of Civil, Environmental and Geomatic Engineering, ETH Zürich, Zürich, Switzerland

³Institute of Biogeochemistry and Pollution Dynamics, Department of Environmental Sciences, ETH Zürich, Zürich, Switzerland

Fungi were isolated from fine granitic sediments, which were collected at 15 sampling points within a 20 m \times 40 m area in front of the Damma glacier in the central Swiss Alps. From the 45 fungal isolates grown on nutrient-rich agar media at 4 $^{\circ}\text{C}$, 24 isolates were selected for partial sequencing and identification based on the small subunit ribosomal DNA. Sequencing data revealed that the isolated fungi represented three fungal phyla and 15 species. The weathering potential of 10 of the 15 fungal species was tested with dissolution experiments using powdered granite material ($<63 \mu\text{m}$). The results showed that the zygomyceteous species *Mucor hiemalis*, *Umbelopsis isabellina* and *Mortierella alpina* dissolved the granite powder most efficiently due to the release of a variety of organic acids, mainly citrate, malate and oxalate. In particular, the high concentrations of Ca, Fe, Mg and Mn in the solutions clustered well with the high amounts of exuded citrate. This is the first report on fungi that were isolated from a non-vegetated glacier forefield in which the fungi's capabilities to dissolve granite minerals were examined.

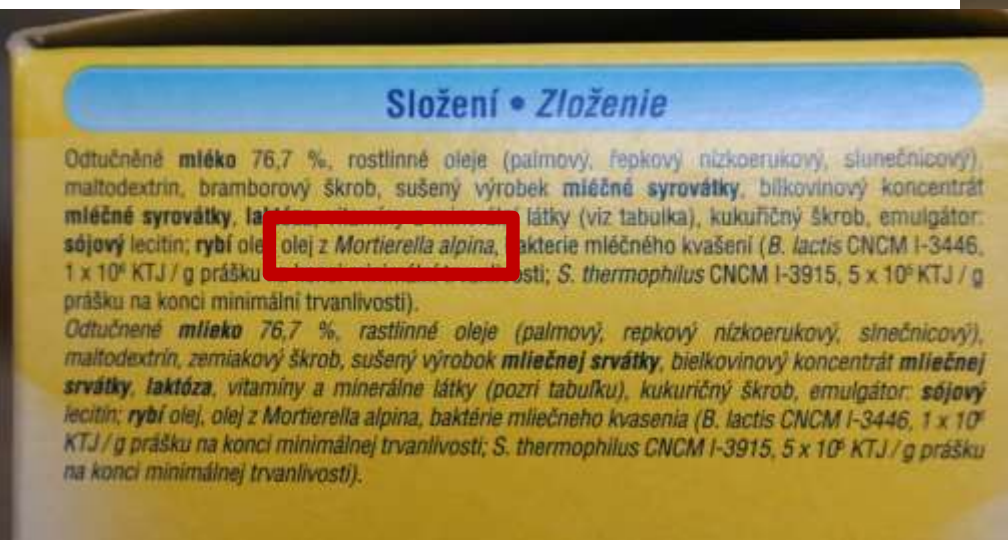


Mortierella alpina (Mortierellales, Mucoromycota)

Teplota

Psychrotolerantní druhy

- optimum $\pm 20^{\circ}\text{C}$, dokáží růst i při $\pm -3^{\circ}\text{C}$
- temperátní a boreální zóna = část sezóny (půda pod sněhem nezamrzá = mycelia roste)



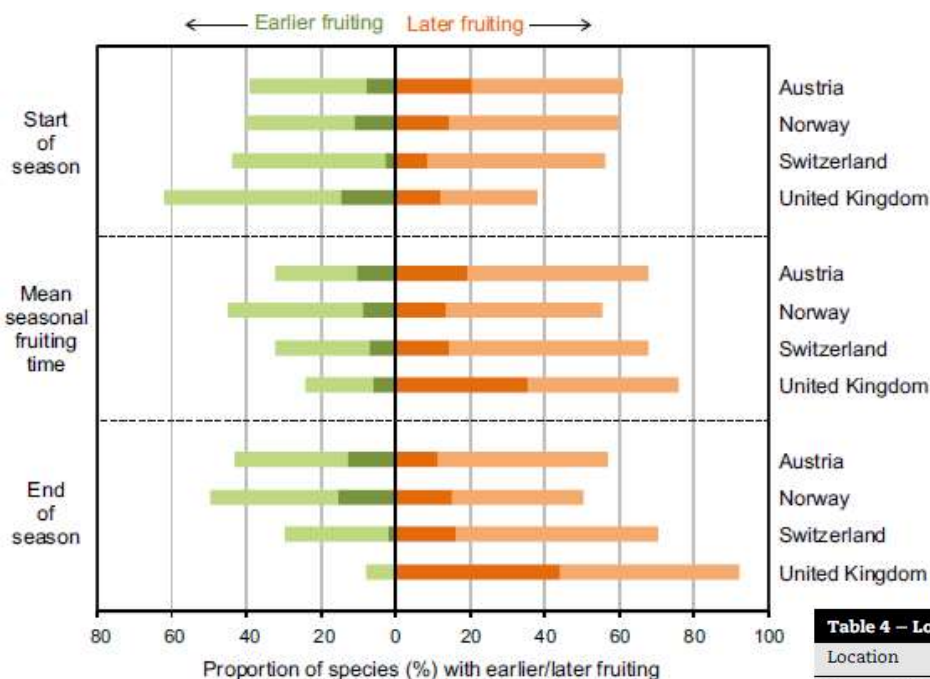
Teplota + vlhkost



Piceomphale bulgarioides (Helotiales, Ascomycota)
číšovka šišková

Sclerotinia sclerotiorum (Helotiales, Ascomycota)
hlízenka obecná

Teplota + vlhkost



effects. For example, elevated Jul. temperature and Aug. rainfall resulted in earlier fruiting on average of spring fruiting species in Norway and the UK, whereas elevated Oct. temperature was correlated with delayed fruiting the following spring (Kause et al., 2010). Different studies have shown different effects, presumably relating to differences between ecological groups, ecosystems and types of data available. No clear pattern emerges, so we just present examples for saprotrophs here. In southern UK, over 90% of all saprotrophs that normally fruit early in the autumn season (in Sep.) showed a significant relationship between average fruiting date and late summer temperature and rainfall (Moore et al., 2008). In years when Jul. and Aug. temperatures were high and rainfall low, fruiting was delayed, concurring with other single-season studies (Salerni

Podíl druhů, jejichž začátek, střed a konec období fruktifikace se změnil mezi lety 1970 - 2007

FOREST ECOSYSTEMS 10 (2014) 11–22

available at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Journal homepage: www.elsevier.com/locate/funeco



Climate variation effects on fungal fruiting



Lynne BODDY^{a,c}, Ulf BÜNTGEN^{b,c}, Simon EGLI^b, Alan C. GANGE^d, Einar HEEGAARD^e, Paul M. KIRK^f, Aqilah MOHAMMAD^g, Håvard KAUSERUD^h

Table 4 – Long-term dataset analyses of climate change effects on basidiocarp yields

Location	Period	Type of data	Factors correlated with high yield	References
Yunnan, China	2000–2010	Counts of <i>Tricholoma matsutake</i> (4 578)	Positive correlation: high temperature and high precipitation in Aug. Negative correlation: high temperature in Jun; and high humidity in Nov/Dec (the preceding year) to May.	Yang et al. (2012)
Yukon, Alaska	1993–2007	Counts and biomass of epigeous basidiocarps (8 650)	Positive correlation: Jun. rainfall (current year) and previous year May rainfall.	Krebs et al. (2008)
Catalonia, Spain	1997–2001	Weights of epigeous basidiocarps (16 103) (ECM + some saprotrophs)	Positive correlation: mean annual precipitation; and precipitation minus Sep./Oct. evapotranspiration plus minimum Aug. soil temperature.	Martínez de Aragón et al. (2007)
France, Italy, Spain	1970–2006	Truffle (<i>Tuber melanosporum</i>) harvest data	Positive correlation: summer precipitation. Negative correlation: summer temperature.	Büntgen et al. (2012a)
La Chanéaz, Switzerland	1975–2006	Counts of epigeous ECM basidiocarps (65 631)	Positive correlation: summer precipitation. Positive correlation: Aug. maximum temperature and weighted week of appearance.	Büntgen et al. (2012b)
La Chanéaz, Switzerland	1975–1999 ^a	Counts of epigeous basidiocarps (71 222)	Positive correlation: precipitation in Jun.–Oct.	Straatsma et al. (2001)
La Chanéaz, Switzerland	1977–2006	Counts of epigeous basidiocarps	Positive correlation: tree growth (tree ring width).	Egli et al. (2010)
Northern Ireland	1974–1987	Counts of epigeous fruit bodies	Positive correlation: temperature 2–4 months prior to recording dates over a 10-yr-period; precipitation in the prior 5 months except if immediately before fruiting.	Eveling et al. (1990)

^a Excluding 1980–1983.

Kdy a za kterých podmínek houby rostou a
tvoří plodnice

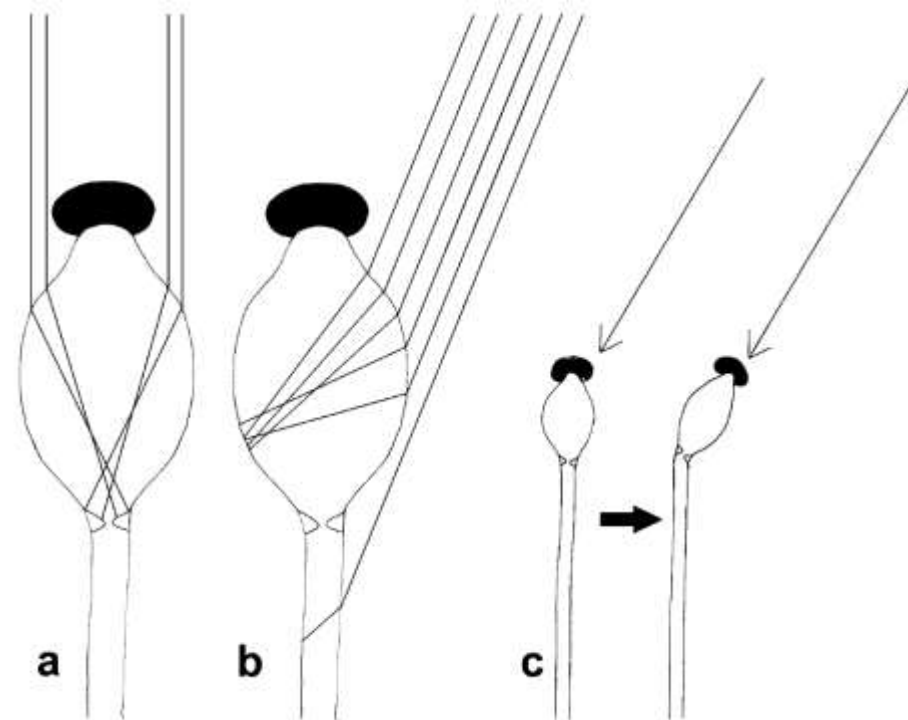
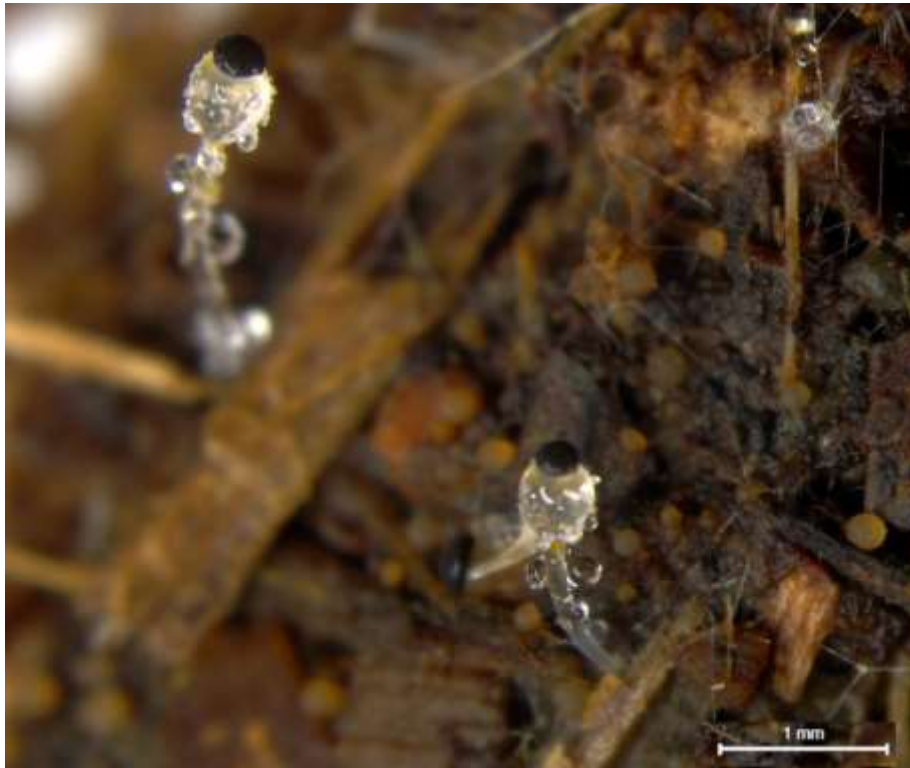
aneb

Směřované podněty a reakce hub

Světlo

Střídání světelné / temnostní fáze

- nutné pro tvorbu plodnic u některých druhů
- nutné pro sporulaci, růst směrem ke slunečnímu záření



Světlo

Bioluminescence

- reakce kyslíku s látkou **hispidin** za účasti enzymu **luciferáza**
- = dosud známá pouze u dřevokazných a opad rozkládajících bazidiomycetů
(*Panellus*, *Pleurotus*, *Mycena*, *Armillaria mellea*, ...)



Mycena chlorophos
<https://sites.google.com>

Světlo

Bioluminescence

- reakce kyslíku s látkou **hispidin** za účasti enzymu **luciferáza**
- = dosud známá pouze u dřevokazných a opad rozkládajících bazidiomycetů
(*Panellus*, *Pleurotus*, *Mycena*, *Armillaria mellea*, ...)



Mycena sp. parazitující na listech *Fuchsia paniculata* (Panama)

Kombinace různých faktorů

- u plodnic bazidiomycetů je růst třeně negativně gravitropický, zatímco rourky a lupeny rostou pozitivně gravitropicky
- úzce souvisí i s reakcí na světlo a výsledek často vychází z jejich kombinace (střídání)
- klobouk souvisí s ochranou před deštěm i vyschnutím

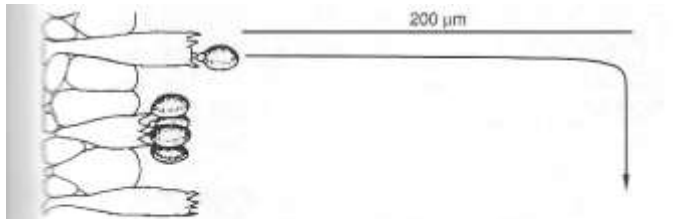


Figure 5.87: Sporoblast of *Coprinus sterquilinus*. The basidia, spores, apiculate drop and flight path are all drawn to scale. Inspired by Buller 1924; sporoblast based on new calculations. - From Galloway 1997.

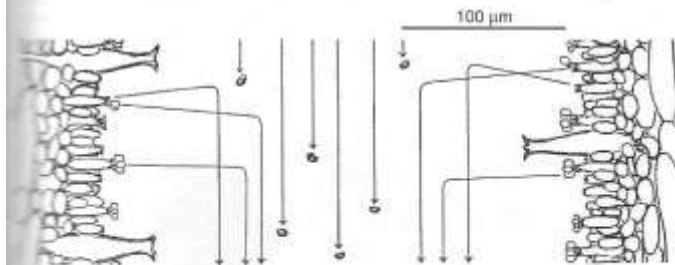
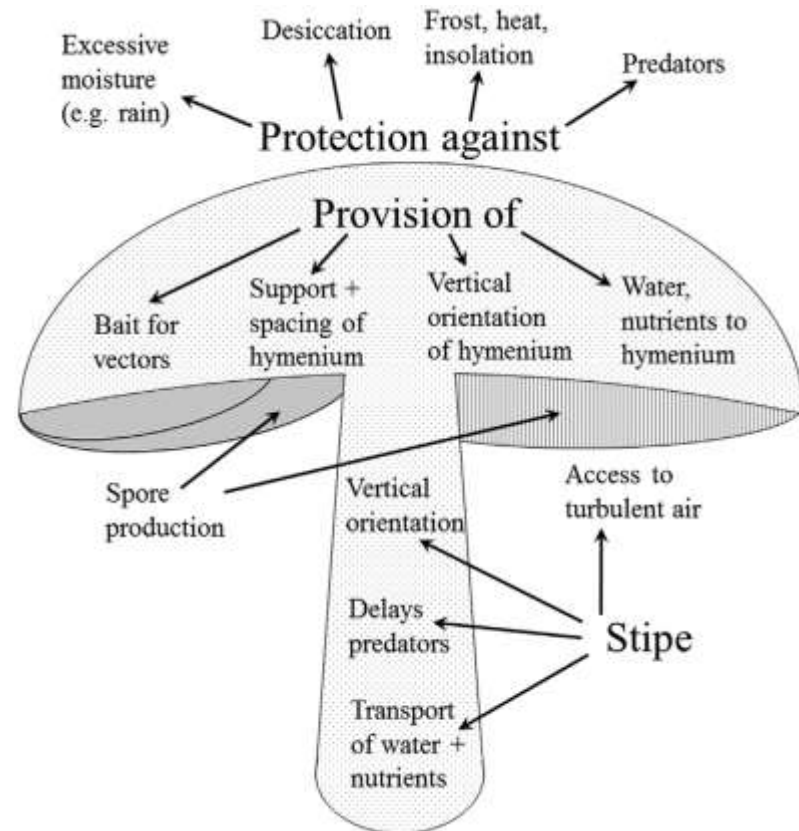


Figure 5.88: Spore discharge between two gills of *Pluteus cervinus*. The initial flight direction is not always exactly horizontal. The spores sedimenting from above did not jump farther, but they stem from a region of the gills where the distance between the hymenium is smaller than the one shown in the drawing, because of the wedge-shape of the gills. All elements drawn to scale by Buller 1924.



Gravitace

Gravimorfogeneze

- zcela se změní růst plodnice
- nová plodnice orientovaná správně (víceleté chorošovité houby)

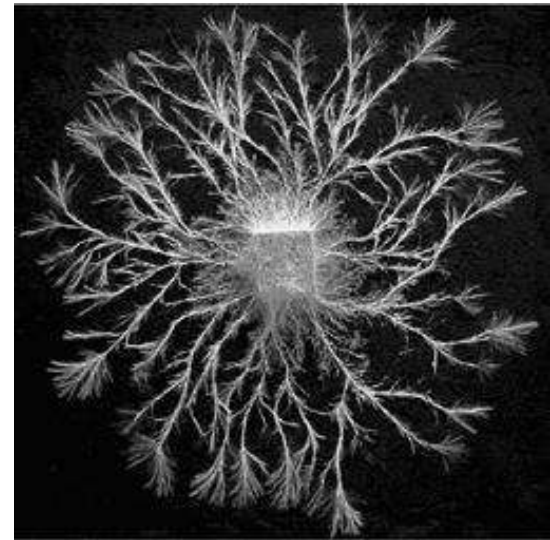


Fomes fomentarius (Polyporales, Basidiomycota)
trouduš kopytovitý

Z čeho a jak houby rostou
a co pro to dělají

Výživa hub

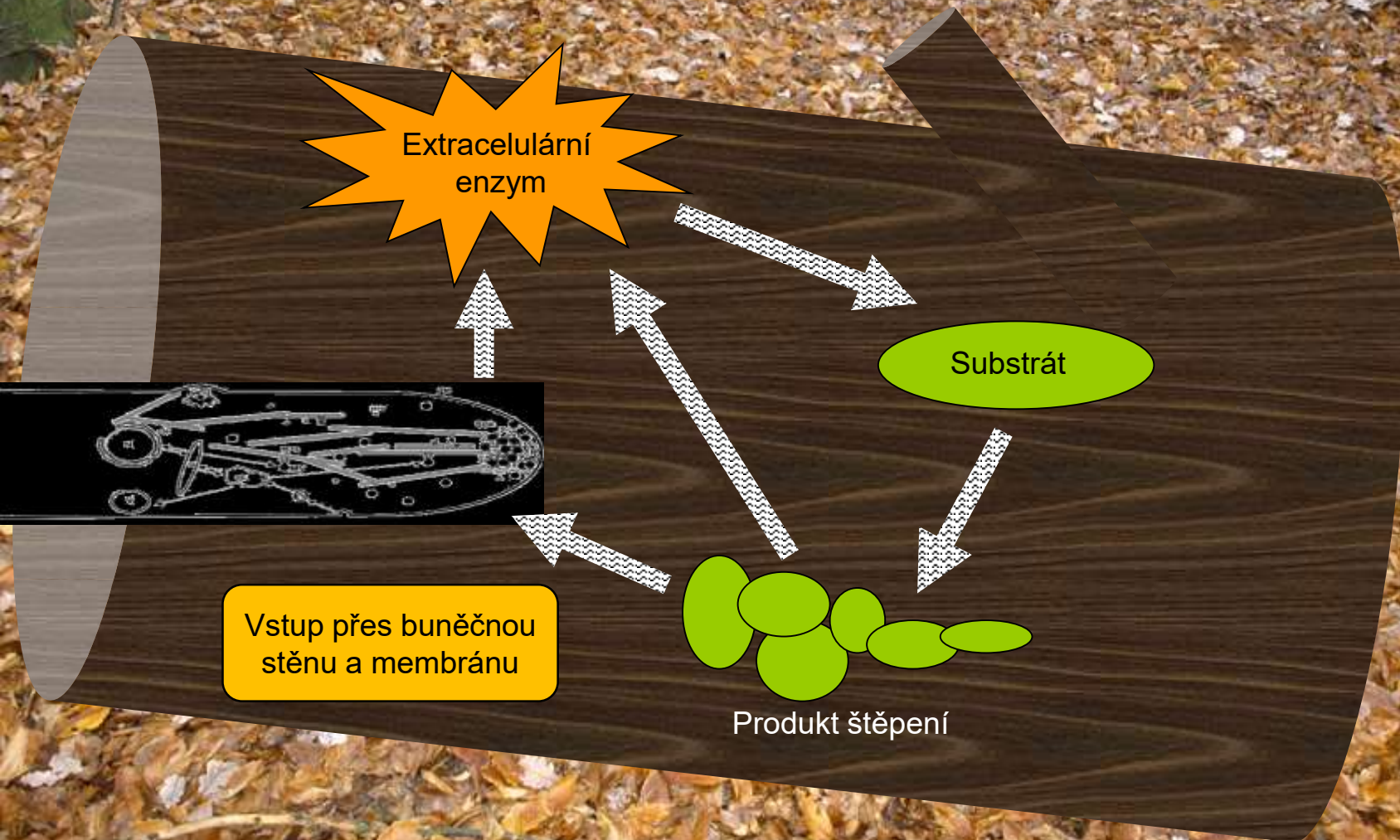
- **saprotrofové = dekompozice** mrtvé organické hmoty
 - rostlin
 - živočichů
 - jiných hub
- **paraziti**
 - rostlin
 - živočichů (vč. člověka)
 - jiných hub
- **mutualističtí symbionti**
 - s rostlinami
 - s živočichy



Výživa hub - saprotrofové



Výživa hub - saprotrofové



Výživa hub - saprotrofové

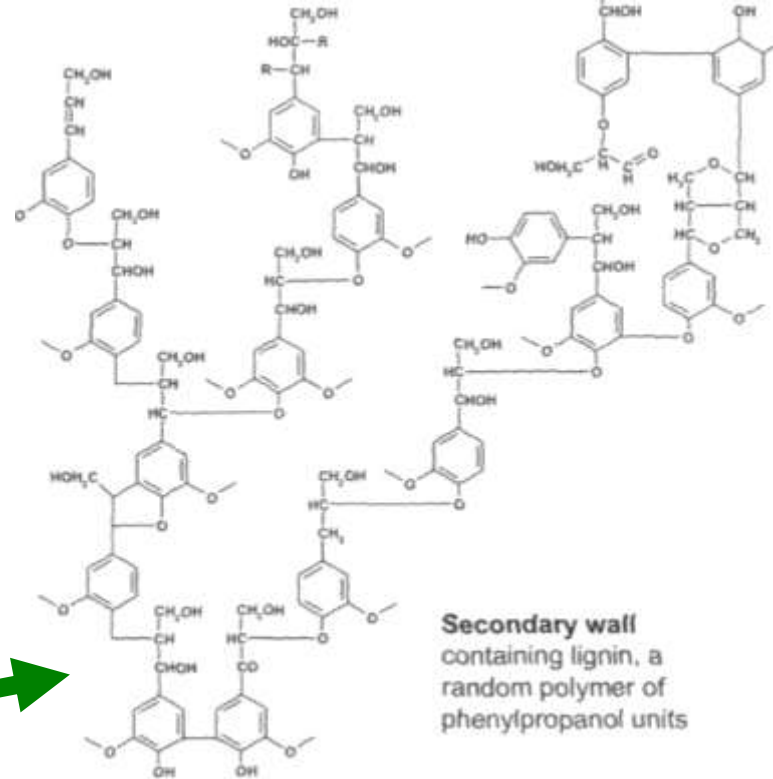
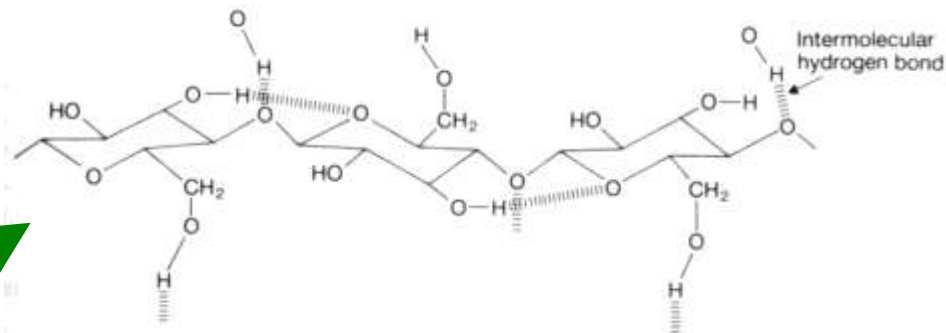
Zdroje uhlíku:

- rozkladem pletiv rostlin škrob (α -amyláza), **celulóza (celulolytické)**, **lignin (ligninolytické houby)**

Zdroje dusíku:

- rozkladem převážně živočišné hmoty **aminokyseliny a proteiny, chitin (chitinolytické houby)** a keratin (**keratinofilní houby**), recyklací vlastního mycelia

Dekompozice v opadu



Složení opadu (suché hmotnosti)

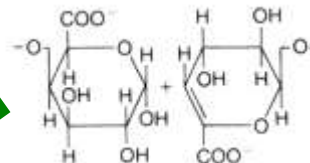
celulóza (15-60%)

hemicelulóza (10-30%)

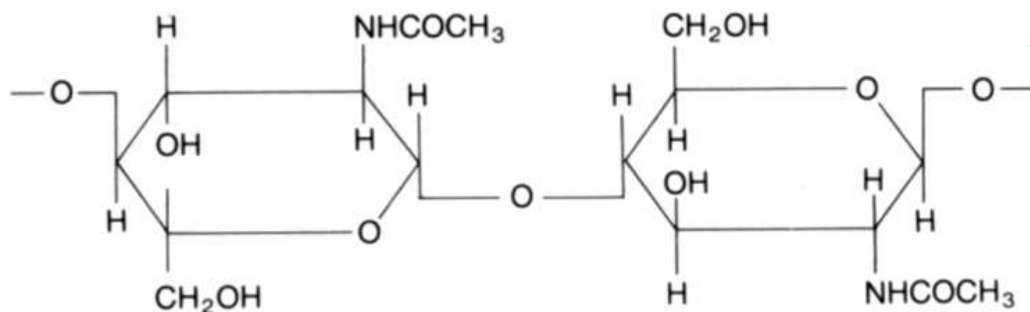
lignin (5-30%)

rozpuštěné uhlovodíky

taniny



+ suberin, proteiny, lipidy, pektiny, zásobní polysacharidy, chitin, keratin, ...



Dřevokazné houby

hnědá hniloba

bílá hniloba



Dřevokazné houby

houby hnědé hniloby (*BR, brown rot*)

- rozkládají pouze pektiny, celulózu a hemicelulózu, lignin zanedbatelně, podobně jako SR



- málo druhů, **bazidiomycety**
Serpula, Gloeopyllum
- lámání v kostičkách

Dřevokazné houby

houby bílé hniloby (*WR*, *white rot*)

- nejsilnější enzymatická výbava, rozkládají lignin, ale pouze společně s celulózou nebo hemicelulózou



- především **bazidiomycety** (*Stereum*, *Trametes*, *Pleurotus*, *Phanerochaete*, *Pycnoporus*, *Daedalea*, ***Ganoderma***)

- dále askomycety čel. *Xylariaceae* (*Xylaria*, *Kretzschmaria*, *Daldinia*, *Hypoxylon*, ...)

Ganoderma applanatum (Polyporales, Basidiomycota)

Dřevokazné houby

houby bílé hniloby (*WR, white rot*)

- nejsilnější enzymatická výbava, rozkládají lignin, ale pouze společně s celulózou nebo hemicelulózou



Xylaria hypoxylon (Xylariales, Ascomycota)

- především bazidiomycety (*Stereum, Trametes, Pleurotus, Phanerochaete, Pycnoporus, Daedalea, Ganoderma*)

- dále **askomycety** čel. **Xylariaceae** (*Xylaria, Kretzschmaria, Daldinia, Hypoxylon, ...*)

Rozklad živočišných tkání

Keratin

- zástupci řádu **Onygenales** (Ascomycota)



Onygena corvina

- **keratinofilní** saprotrof na trusu dravců



<http://www.biolib.cz/IMG/GAL/BIG/76587.jpg>

Onygena equina

- **keratinofilní** saprotrof na kostech

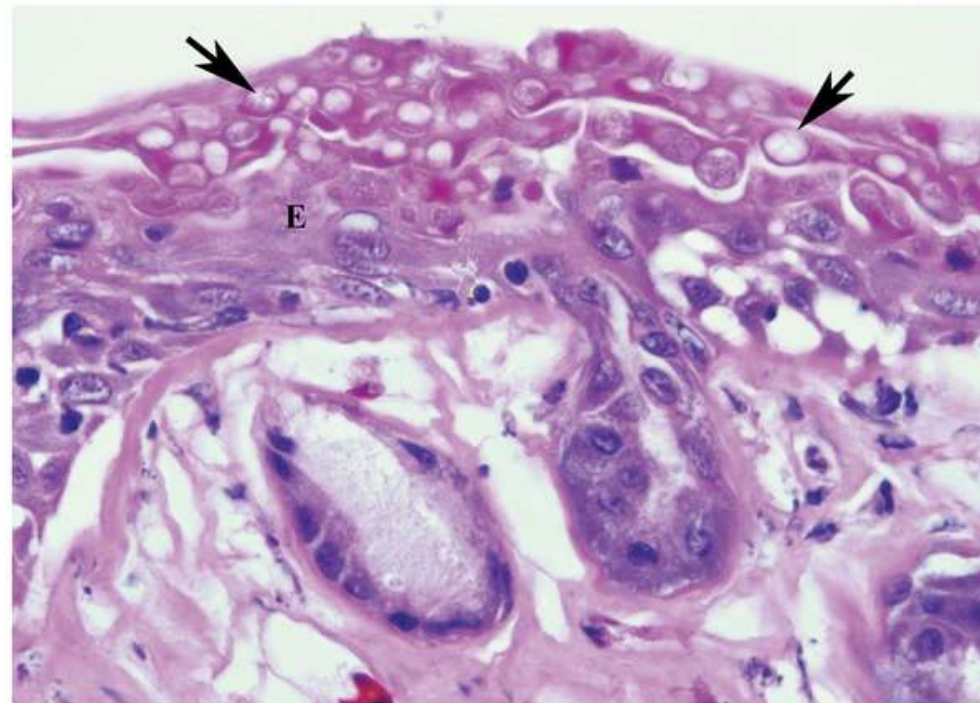
Rozklad živočišných tkání

Keratin

- zástupci **Chytridiomycota**

Batrachochytrium dendrobatidis

- **keratinofilní** obligátní parazit obojživelníků



sporangia (šipka) *B. dendrobatidis* v epidermis (E)

Živiny ze symbiocy

s autotrofními organizmy

Symbiózy (nejen) s rostlinami ...

Mykorrhiza (Ektomykorrhiza, Arbuskulání, Orchideoidní)

Endofyti

Lišejníky

Mykoheterotrofní rostliny

Parazité(!)

Kolik rostlin mykotrofních?

- **90 - 95 % všech druhů rostlin** (225 000)
- alespoň část druhů z každé větší taxonomické jednotky říše *Plantae* tvoří AM
(tedy např. i játrovky, kapradiny, dřeviny, ...)
- cca 2/3 druhů mají arbuskulární mykorhizu (AM)
- cca 8.000 druhů má ektomykorhizu (ECM)

Evolve mykorhizy

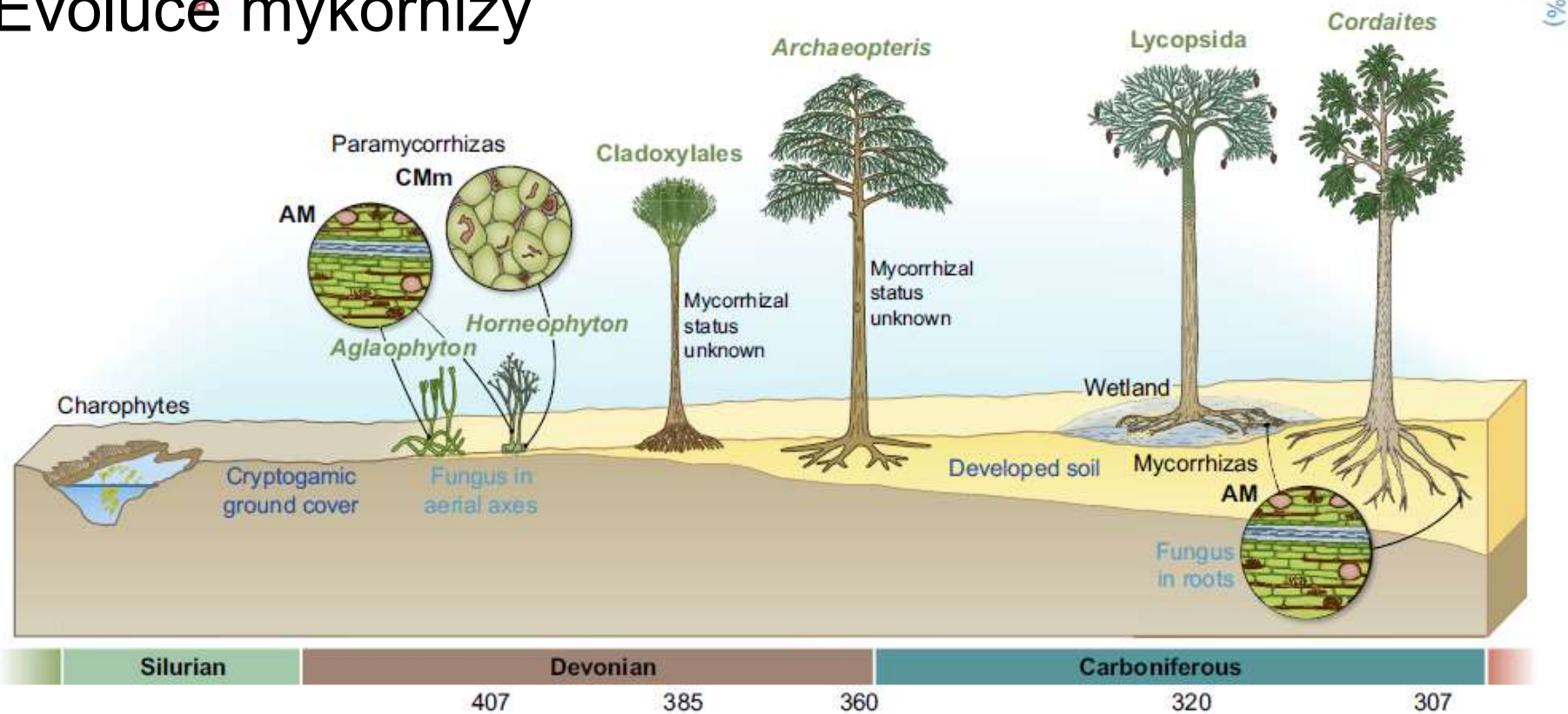
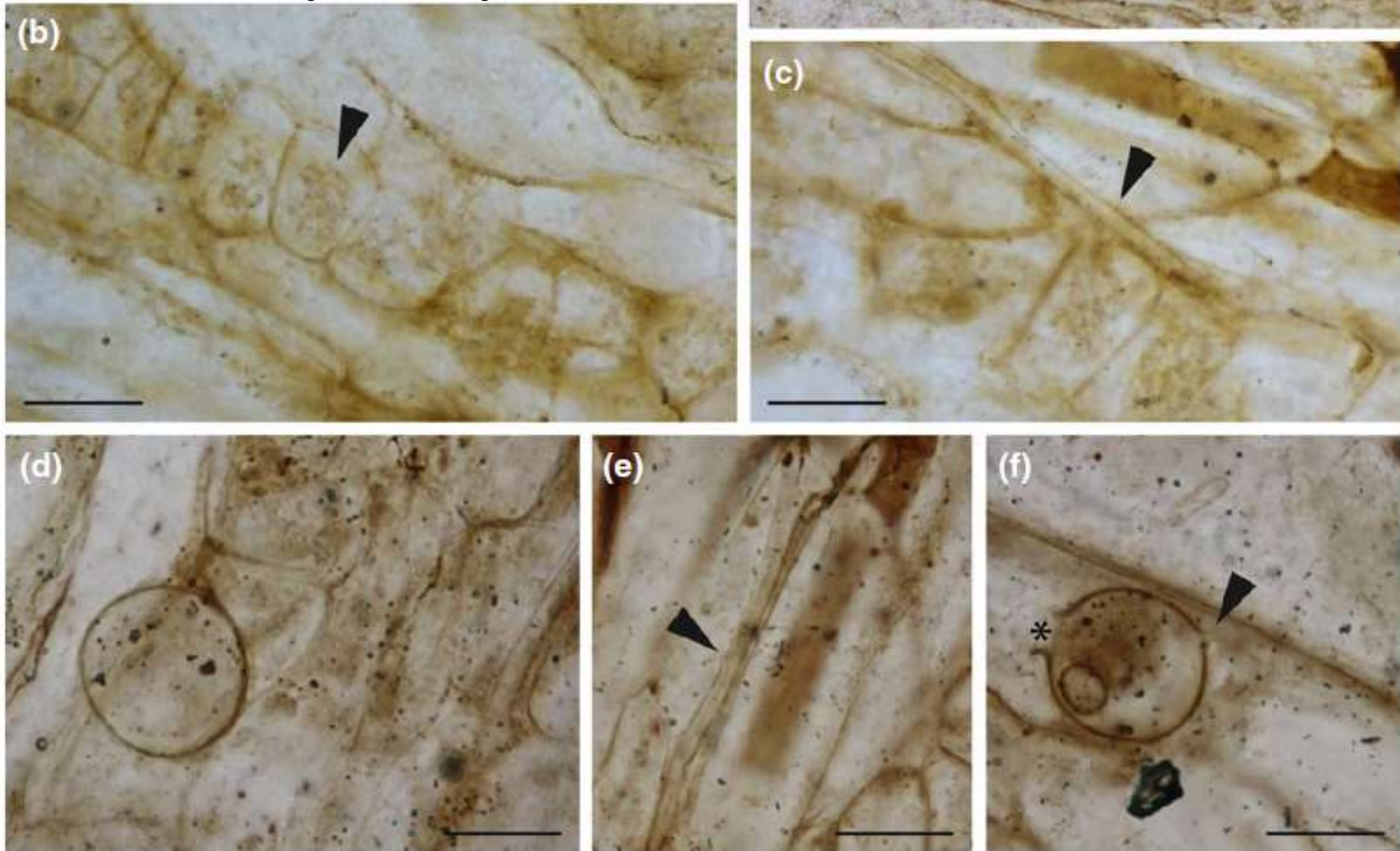


Fig. 3 Evolution of the endomycorrhizal symbioses during the Palaeozoic, from early plants to trees. Left to right, early life on land was mostly microbial. Elements of the common symbiotic signalling pathway developed first in charophycean algae (courtesy Jean-Michel Ané and Anthony Bortolazzo, University of Wisconsin, USA). The first window onto the evolution of mycorrhizas is the exceptional preservation of the 407 million-yr-old Rhynie chert. Paramycorrhizas (i.e. mycorrhizal-like structures) involving Mucoromycotina and Glomeromycotina were well developed in small ($c. < 20$ cm tall) rootless stem group vascular plants (*Aglaophyton majus*, *Horneophyton lignieri*). Soil depths were of the order of millimetres to centimetres. By $c. 385$ million yr ago (Ma), tree-like growth forms ($c. 8$ m tall) evolved in the fern stem group (Cladoxylales) and by 370 Ma arborescence had evolved independently in several groups, including progymnosperms (*Archaeopteris*, which were > 30 m tall). Soil depths were of the order of decimetres to a metre. The second window on the evolution of endomycorrhizas is the preservation in 315–303 million-yr-old deposits. Glomeromycotina developed in the rooting systems of large swamp-dwelling tree lycopods (*Lepidodendron* > 30 m tall) and trees in the conifer stem group (*Cordaites* $c. 20$ – 40 m tall). Soil depths could exceed several metres. Atmospheric O_2 increased from 0.9 present atmospheric level (PAL) $c. 400$ Ma to $c. 1.3$ PAL $c. 300$ Ma. Models of atmospheric CO_2 indicate that the Early Palaeozoic interval commenced with an exceptionally high CO_2 atmosphere; concentrations during the latter part of the Carboniferous Period were close to modern values (Royer, 2014; Glasspool *et al.*, 2015; Wilson *et al.*, 2017. Part of the figure adapted from Fig. 1, Montañez, 2016 and Fig. 4, Wilson *et al.*, 2017; courtesy Royer, 2014, reprinted with permission from Elsevier). AM, arbuscular mycorrhizas; CMm, coil-forming mycorrhizas in Mucoromycotina.

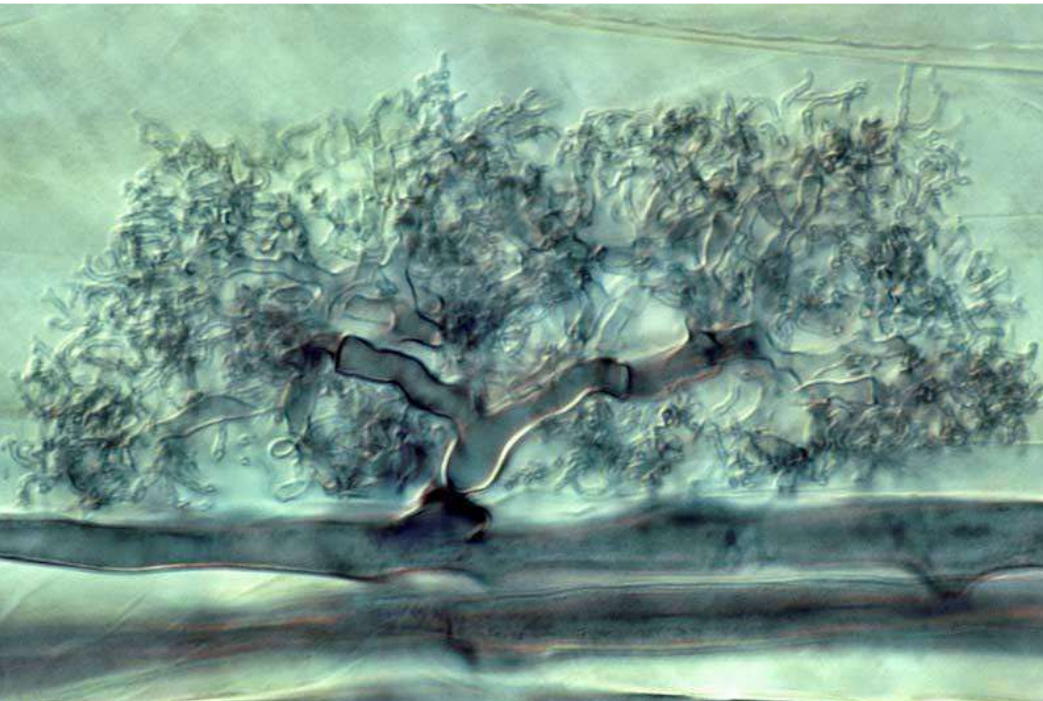
Evolve mykorhizy



Palaeoglosum boullardii (Rhyniophyta)
- devon (407 mil let), **arbuskuly v kořenu**

Arbuskulární mykorrhiza

- **arbuskuly**, větvené útvary vrůstající do buněk kořene; výměna živin s rostlinou (styk membrány arbuskule + rostliny)
- mimo kořen tzv. extraradikální mycelium
- zásobní látky ve **vezikulech**



Arbuskulární mykorrhiza

- rody *Glomus*, *Gigaspora* (Glomales, Mucoromycota)
- minimální saprotrofní schopnosti
- = zcela závislí v příjmu organických látek na svém hostiteli
- = obtížně kultivovatelné – pouze v „kultuře“ s hostitelskou rostlinou

- uchovávání kultur a pokusy
např. s kulturou kukuřice

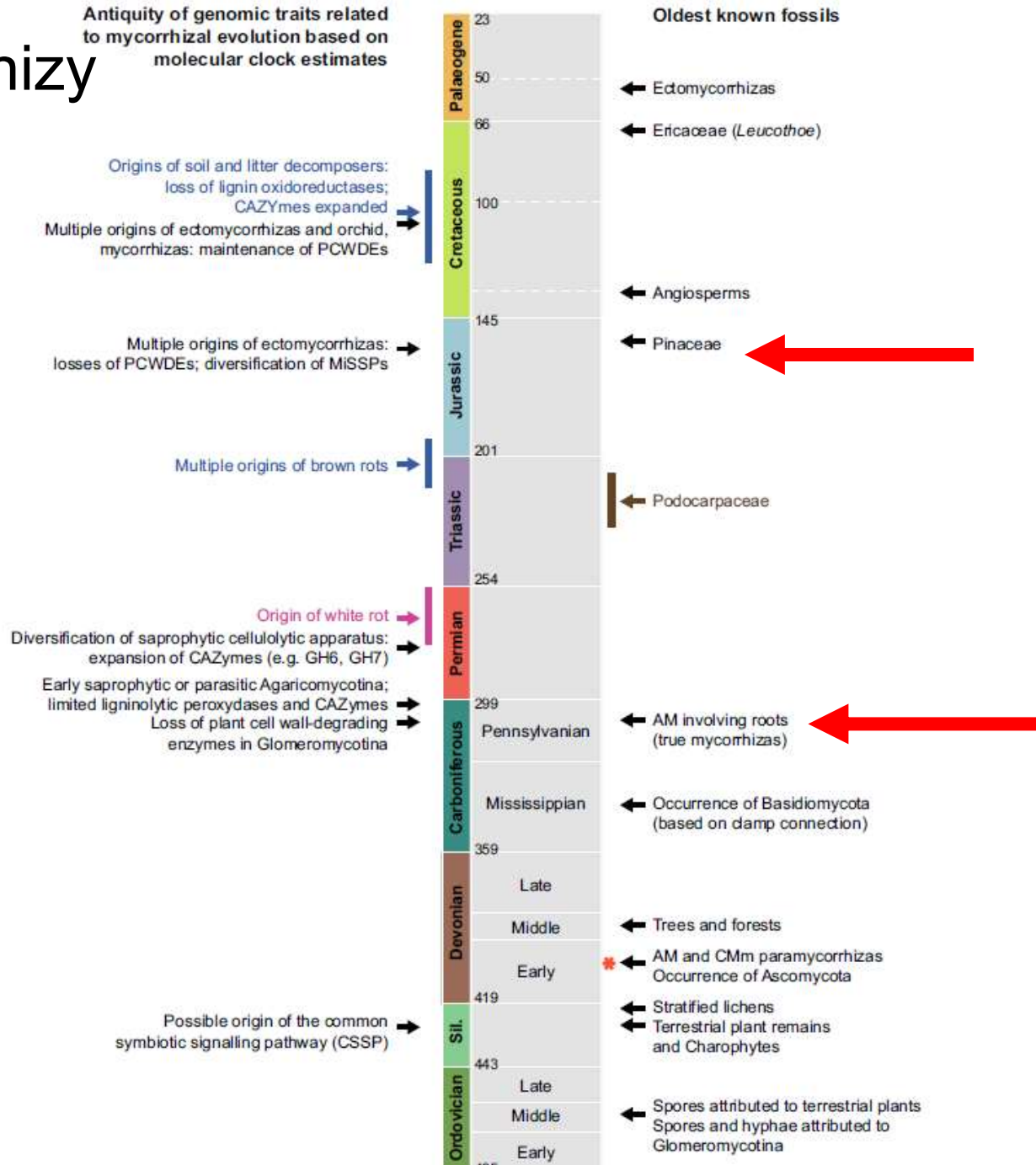


Arbuskulární mykorhiza

- vyšší příjem P a vody pro **rostlinu**; pro **houbu** výlučný zdroj organických látek
- ochrana rostliny před stresem ze sucha, před těžkými kovy



Evolve mykorrhizy



Ektomykorhiza



Ektomykorhiza

- rostliny tvoří zkrácené, tupě zakončené, často dichotomicky větvené kořeny
- houbovými symbionty **bazidiomycety** a askomycety, hlavně z řádů *Russulales*, *Boletales* a *Agaricales*, a další (Pezizales, Helotiales z askomycetů)
- bez symbiotické rostliny **houby netvoří plodnice**



Boletus edulis (Boletales, Basidiomycota)



Ektomykorhiza

- pro **rostlinu** transport P, N a vody; pro **houbu** významný příjem organických látek
- chrání rostlinu před kořenovými parazity, pomáhá rostlině získávat minerální živiny



Orchideoidní mykorrhiza

- všechny orchideje (30 tis. druhů) alespoň z počátku zcela závislé na houbě (semena nemají zásobní látky, **organické látky od houby**)
- = tj. forma parazitizmu, houba nepřijímá z rostlin žádné org. látky



kořenové buňky *Goodyera oblongifolia* obsahující klubíčka hyf, pravděpodobně mykorrhizní houba *Rhizoctonia* (Basidiomycota)

http://www.mycolog.com/orchid_mycorrhiza3.jpg



Goodyera pubescens

http://www.missouriplants.com/Whitealt/Goodyera_pubescens_plant.jpg

Mykoheterotrofní rostliny

- cca 400 druhů rostlin (játrovky, kapradiny, orchideje, *Ericaceae*, *Pyrolaceae*, *Monotropaceae*, *Gentianaceae*)
- přesnější je termín epiparazitické, neboť **parazituji na houbách** a potažmo rostlinách
- symbionty jsou často houby **ECM, AM** i **saprotrofní**



Sciaphila sp.

<http://phytosoc.h.kobe-u.ac.jp/~hyogobio/seibutu/plant/photo/uematsusou.JPG>



Gymnosiphon minutum

http://staff-www.uni-marburg.de/~b_morpho/gallery.html

Mykoheterotrofní rostliny

- některé nezelené po celý život, jiné jen zpočátku, některé druhy mají i jedince fotosyntetizující / nefotosyntetizující



FIG. 1 Examples of myco-heterotrophic and partially myco-heterotrophic plants from different angiosperm families: (A) *Pterospora andromedea*, (B) *Sarcodes sanguinea* (both Pterosporaceae; Monotropoideae; Ericaceae), (C) *Voyria clavata* (Gentianaceae), (D) *Cephalanthera damasonium* (Orchidaceae), (E) *Kupea martinetuei* (Triuridaceae), and (F) *Afrothismia hydra* (Thismiaceae).

Mykoheterotrofní rostliny



Foto: R. Tešan

Pterospora andromedea
= symbiontem *Rhizopogon salebrosus*
(Boletales, Basidiomycota)

Endofyti

- **nesymptomatictí** kolonizátoři **mezibuněčných** prostor v **kterémkoliv** živém pletivu rostlin (vyšších, ale i mechorostů a kapradin!)
 - = na rostlinách nejsou vidět žádné známky kolonizace
- omezení na pár hyf, metabolicky neaktivní
 - x i kolonizace celé rostliny, produkce bioaktivních látek
- nízká až vysoká druhová diverzita (stovky až tisíce kmenů od desítek druhů), různé části **živých** rostlin (kořeny, listy, jehlice, stonky, větvičky, ...)

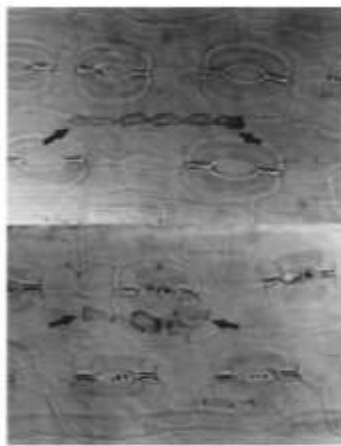


FIGURE 12.1 Intercellular *Blastothele parkeri* hyphae (arrows) in Douglas fir (*Pseudotsuga taxifolia* var. *milleri*) ($\times 500$).



FIGURE 12.2 Intercellular *Phyllosticta adactyni* hyphae (arrows) in Giant fir (*Abies grandis*) needles ($\times 500$).

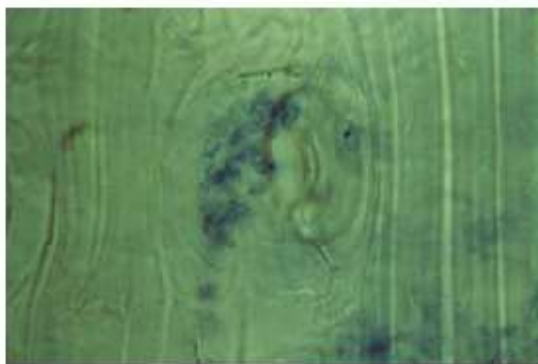


FIGURE 12.3 Hypha of an unidentified endophyte in epidermal cells of *Picea pungens*. Needles were cleared in 10% KOH and stained with 0.05% trypan blue in lactoglycerol.

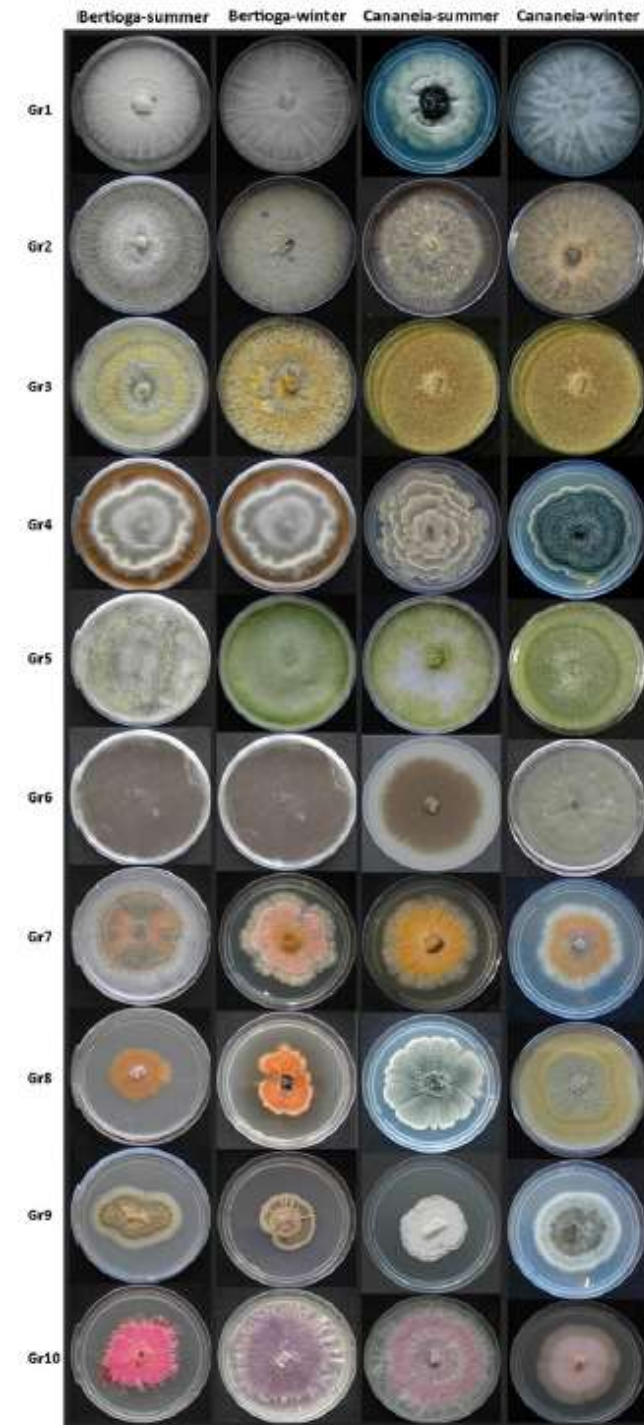
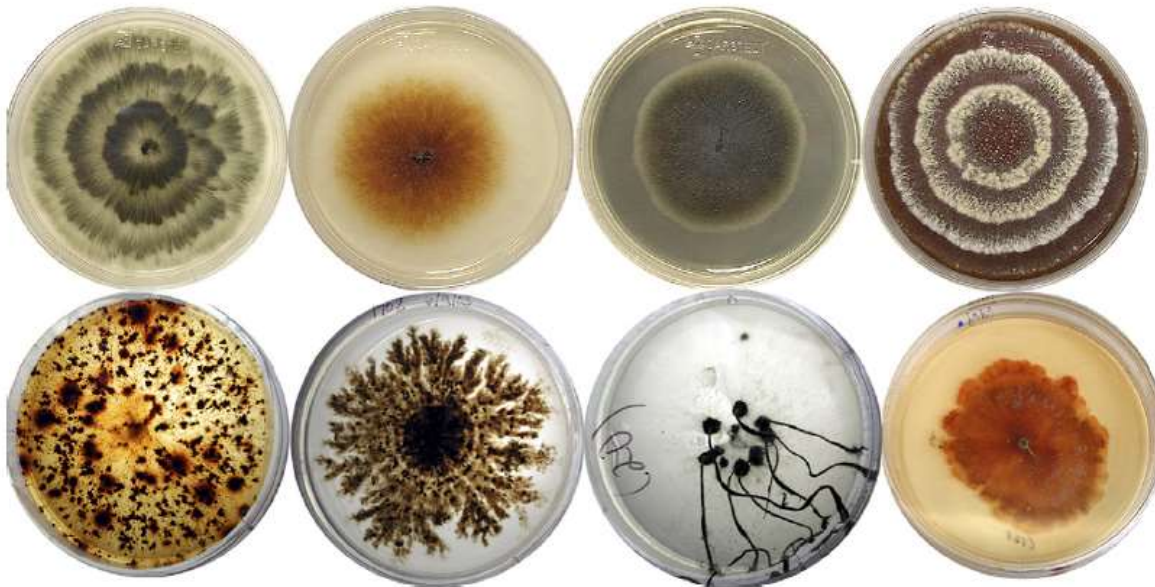


FIGURE 12.4 Hypha of *Stagonospora innumerata* in an epidermal cell of *Junceus effusus* var. *pacificus*. The epidermis was excised with a razor blade, cleared by boiling in lactophenol-ethanol (1:2 v/v), and stained in acid fuchsin-malachite green (Cabral et al. 1993).

Endofyti

- kolonizace není patrná, jejich detekce buď izolací
nebo pomocí metod analýzy DNA

= **skrytá diverzita**



Endofyti

- bioaktivní látky, např. sekundární metabolity s různými funkcemi např. **proti herbivorům**



Phialocephala scopiformis (Helotiales, Ascomycota)
- producent **rugulosinu** toxického vůči obalečům rodu *Choristoneura*

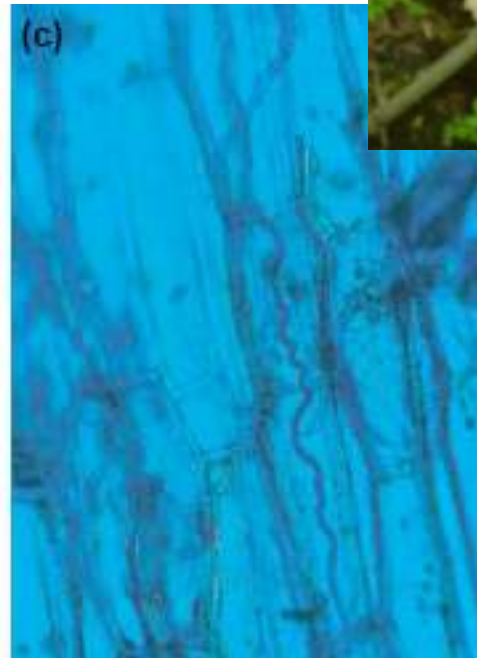
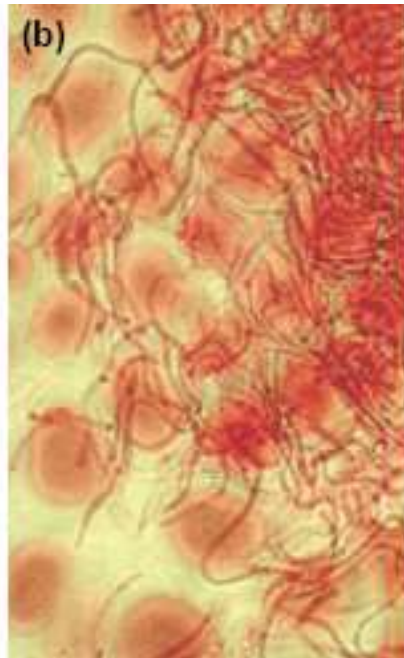
Endofyti

- bioaktivní látky, např. sekundární metabolity s různou funkcí např. **proti herbivorům**

x ve stresu mohou rostlinu oslabit



Epichloë typhina



Neotyphodium sp. hyfy v semeni a v listu

Endofyti

- mohou se z nich stát **patogeni**
- po opadu kolonizovaného orgánu jsou prvními kolonizátory – **dekompozice**



Lophodermium corconticum (Rhytismatales, Ascomycota)

- slabý patogen na jehlicích kleče v Krkonoších

Lišejníky

- symbióza **hub** (**askomycety**, bazidiomycety) a **řas** (nebo sinic, případně obou)
- většinu stélky tvoří **houba**, řasa pouze v tenké vrstvě pod svrchní kůrou



Xanthoria parietina



Omphalina hudsoniana

Lišejníky

Jedinečné schopnosti

- fotosyntetizovat i při nízkých teplotách (až -40°C)
- růst na nehostinných substrátech, první kolonizátoři

- rychle přecházet z vyschlého do aktivního stavu
- dlouhá životnost stélky
- produkce specifických **sekundárních metabolitů**
 - = ochrana před herbivory
 - = antibiotické účinky
 - = mykotoxiny
 - = ochrana před UV

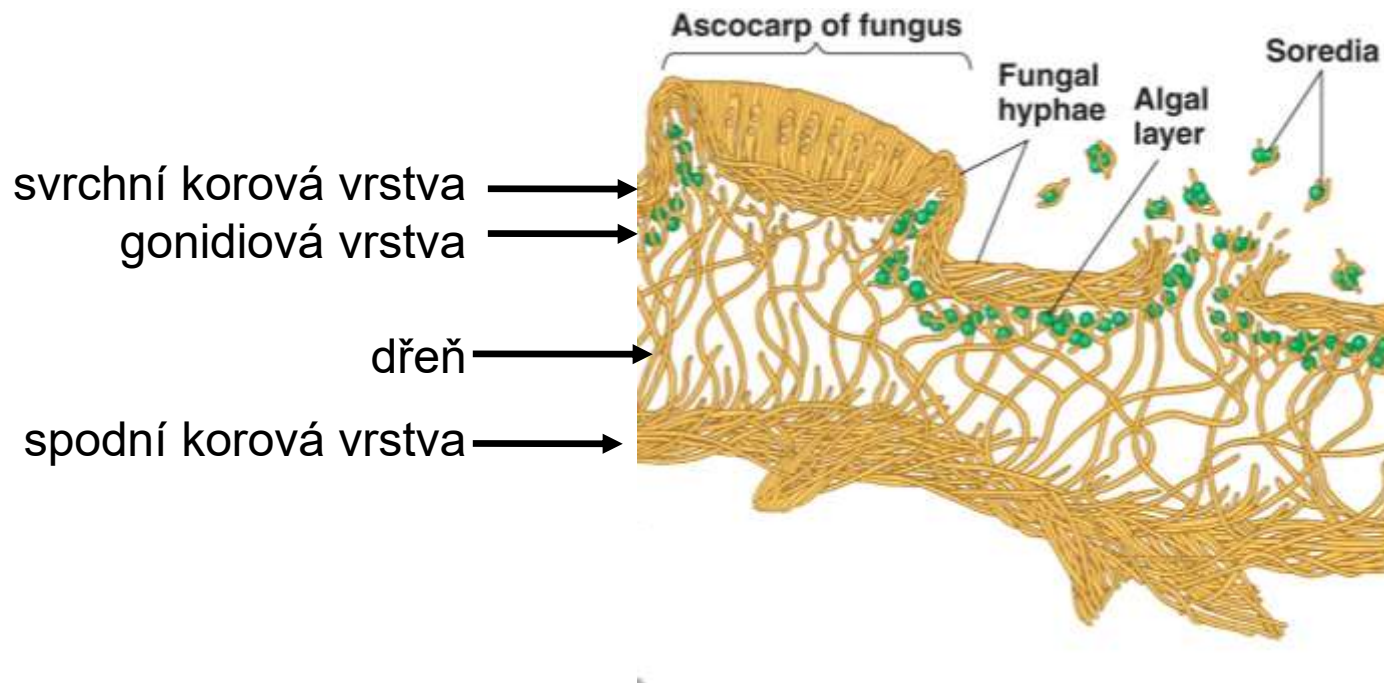
= arкто-alpinská tundra, tajga, temperátní deštné lesy,

= **8% zemského povrchu** – lišejníky dominují



Lišejníky

- houba tvoří plodnici (**miskovité apotecium** u askomycetů), **klobouk** a **třeň** u bazidiomycetů
- rozmnožování i **nepohlavní** pomocí specializovaných útvarů
 - = **sorédie** (houbová vlákna obalující řasy), vznik v **sorálech**
 - = **izídie** (části stélky určené k odlomení)



sorédie



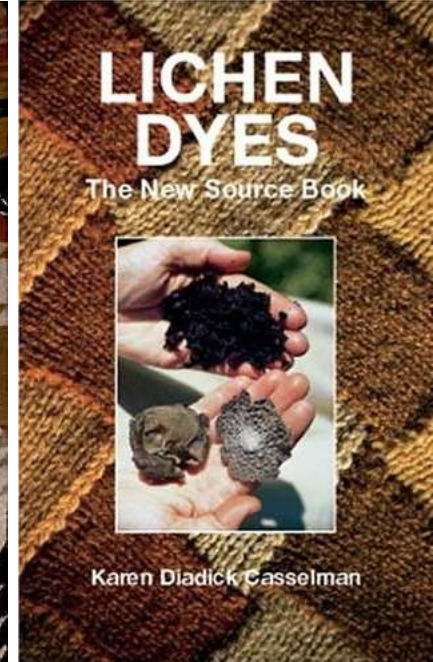
izídie



Lišejníky

Význam pro člověka

- zdroj přírodních barviv (*Evernia*, *Roccella*)
- doplněk potravy (*Bryoria*, *Aspicilia*)
- léčiva (antibiotika, *Cetraria islandica*)
- výroba jedů (*Letharia vulpina*)
- esence do voňavek (*Evernia prunastri*)



Lišejníky

Význam pro člověka

- částí kolonizátoři ovocných dřevin v sadech a zahradách

The screenshot shows the homepage of 'ekolist.cz'. At the top, there is a navigation bar with links for 'zprávy o přírodě, životním prostředí a ekologii', 'ekolist.cz / publicistika / názory a komentáře', and a search bar. Below the navigation bar, there are several article teasers under the heading 'Nejčtenější články'. The main article is titled 'David Svoboda: Jsou lišejníky v sadu škodlivé?' and features a photograph of a tree branch with green lichens. The article text begins with 'Začíná nám přivíjet, a mnoho z nás už srbčejí nuce při patkách na zahrádky, zahrady, políčka a sady. Začíná toho moc nerabí, ale venku nemrzne. Nerábím vyradit na chvíli ven vyplet na podzim...'.

The screenshot shows a comment thread. The first comment is from user 'vaber' on 22.2.2024 at 09:28. The comment text is: 'nevím jestli lišejníky škodí, ale na stromě vypadají hrozně a mám dojem že nějak strom duší, několikrát jsem se pokusil lišejníky kartáčem očistit, jde to dobře když je mokro a lišejníky jsou měkké, když je sucho není šance je odstranit, ale byla to zbytečná práce, další rok narostly nové, lišejníky a mechy v nynějších teplých zimách rostou víc než je zdrávo, asi budou invazivní'. Below the comment is a button 'Odpovědět'. The second comment is from user 'JŘ' on 22.2.2024 at 09:40. The comment text is: 'vždyt se píše, že jde o vztah symbiotický. Lišejníkové vousy jsou super a vždyť to ten strom ozdobí.'. Below this comment is also a button 'Odpovědět'.

Různé symbiózy

s bezobratlými a obratlovci

Bezobratlí živící se plodnicemi

Mykofágní hmyz - obligátní mykofágové (mycetobionti)

- larvy i dospělci se živí pouze plodnicemi, např. drabčíkovití (Staphylinidae)



Gyrophana boleti

<http://www.commanster.eu/commanster/Insects/Beetles/SuBeetles/Gyrophana.boleti.html>



Mycetophagus quadripustulatus

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

Hmyz živící se sporami



- šíření spor, např. u *Phallus impudicus* (Phallales, Basidiomycota)

Hmyz pěstující houby

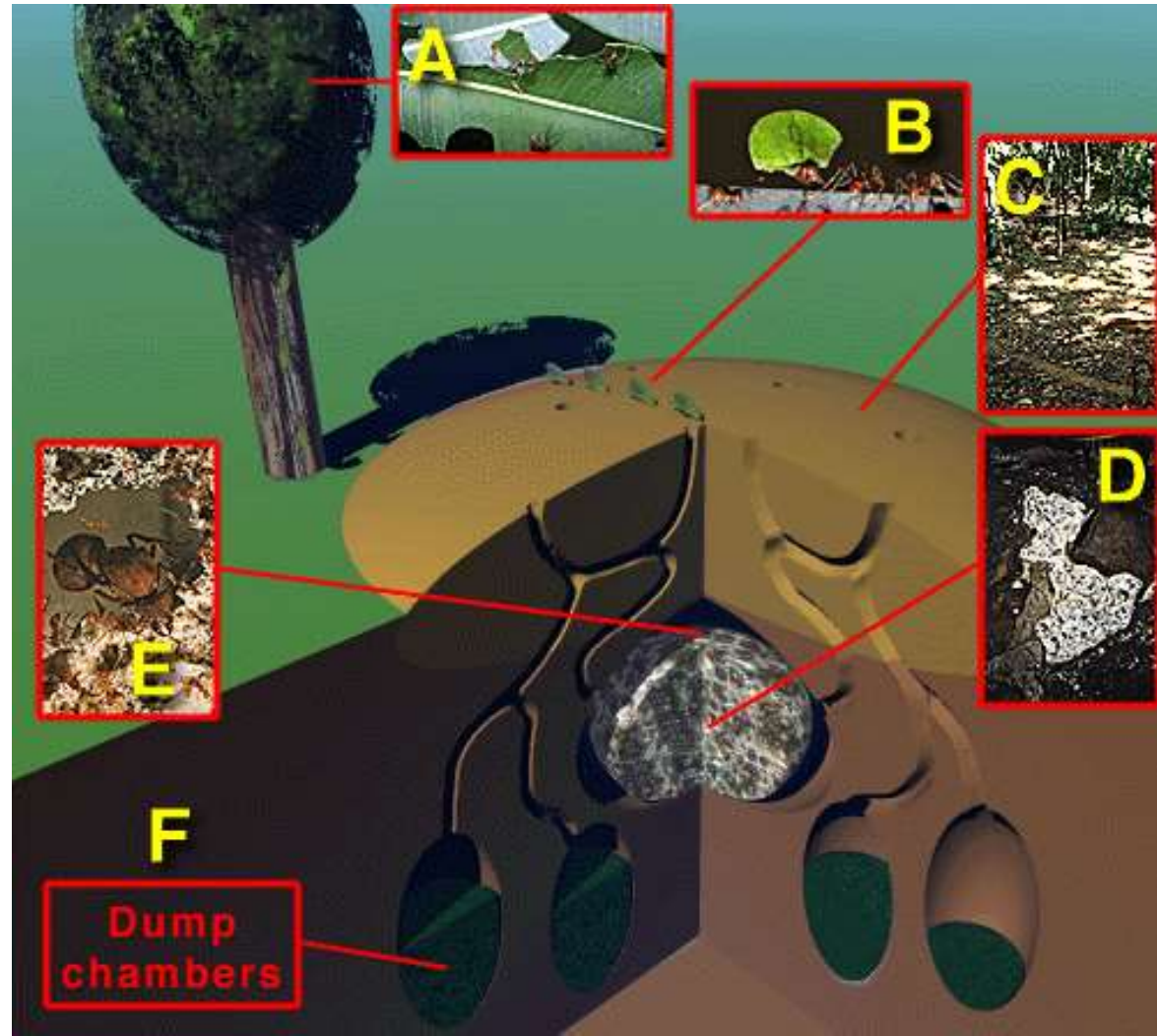
- mravenci tribu Attini, tropická skupina (stř. a J Amerika)
- hnízda (mraveniště) ohromná (několik ha), hloubka až 6 m, klimatizované chodby



Atta mexicana

[http://blog.lib.umn.edu/denis036/
thisweekinevolution/Ant.jpeg](http://blog.lib.umn.edu/denis036/thisweekinevolution/Ant.jpeg)

[http://www.zi.ku.dk/personal/
drnash/Atta/Pages/lcd.html](http://www.zi.ku.dk/personal/drnash/Atta/Pages/lcd.html)



Hmyz pěstující houby



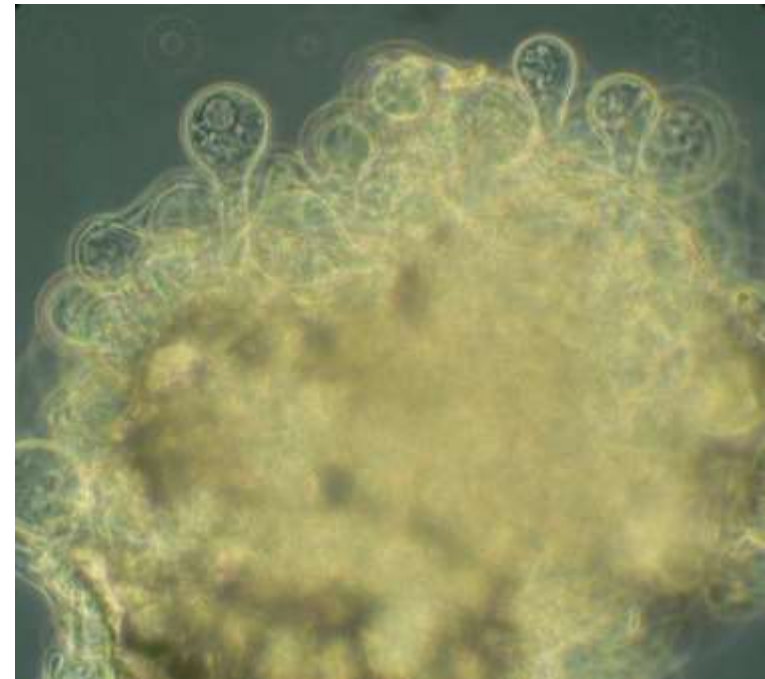
- mravenci rozděleni na kasty: **střihači**, **nosiči**, **porcovači**, **zahradníci**

- **královna** přenáší inokulum do nového hnízda



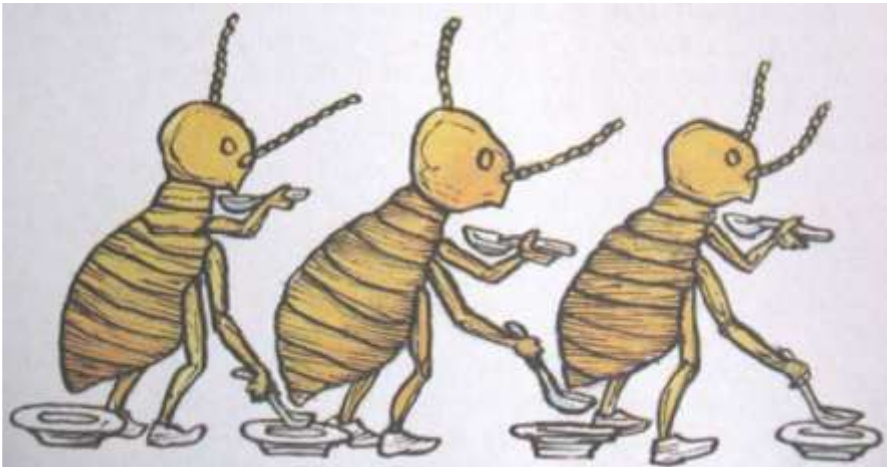
Hmyz pěstující houby

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



Hmyz pěstující houby

- houbové symbiosy pouze u **Macrotermitinae v Asii a Africe**
- houbu pěstuje na výkalech (zbytková celulóza, lignin) kde tvoří gongylidia bohaté na **N, cukry, enzymy**
- 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



Hmyz pěstující houby

- houbovými symbionti rody *Termitomyces* (Agaricales, Basidiomycota)
- jedlé a velmi chutné houby



T. robustus (Agaricales, Basidiomycota)
<http://content.herbalgram.org/wholefoodsmarket/>



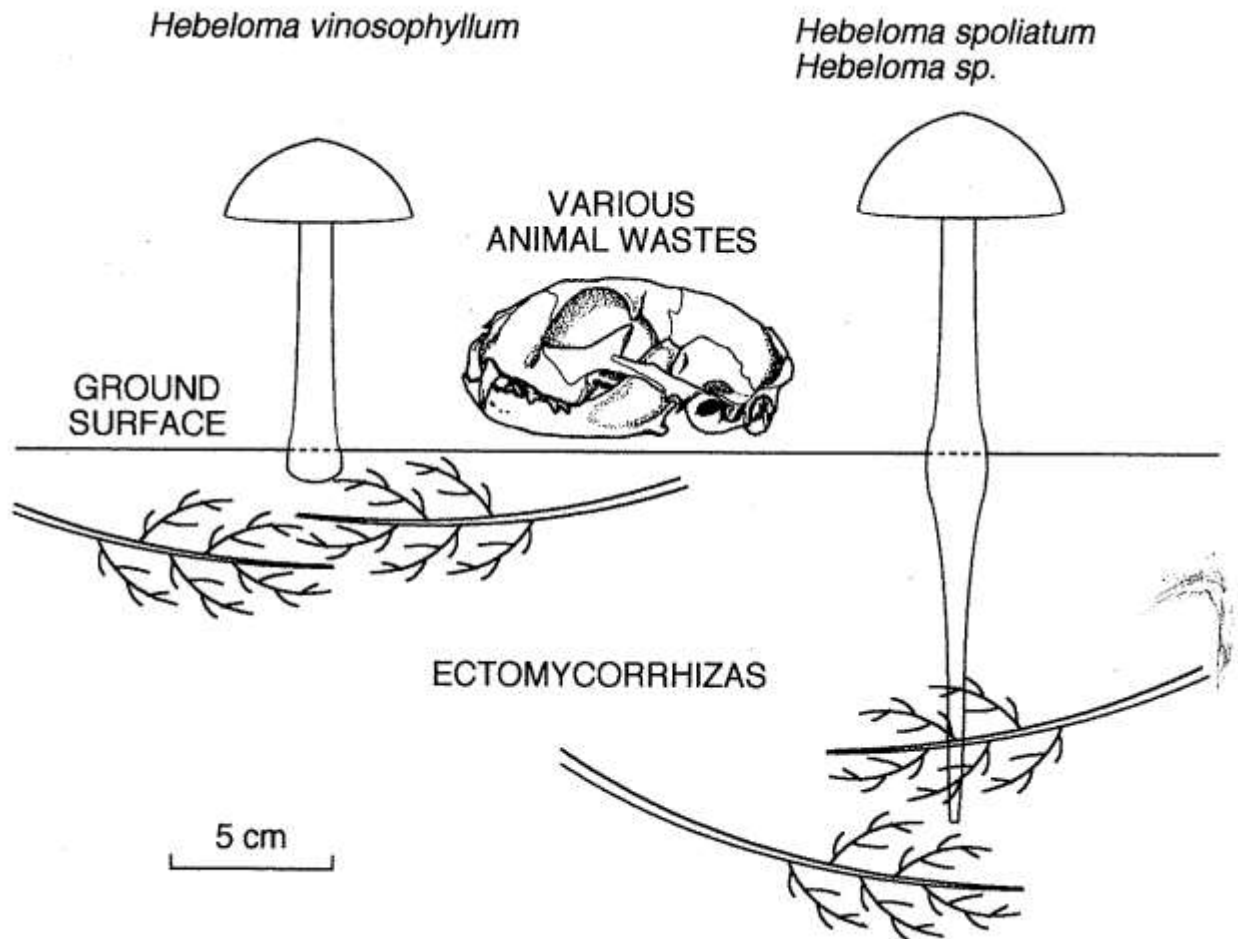
Termitomyces heimii

Interakce s obratlovci

I mrtví obratlovci přispívají k tvorbě nových habitatů

- řada druhů hub vázaná tvorbou plodnic na místa s mrtvolkami

Hebeloma spoliatum
= corpse finder



Interakce s obratlovci



Blackpoll Warbler nest, Mt. Mansfield, VT



Horse Hair Fungus, (*Marasmius androsaceus*) on Balsam Fir, Mt. Mansfield, VT



Bicknell's Thrush nest, Mt. Washington, NH

Gymnopus androsaceus (Agaricales, Basidiomycota)
- rhizomorfy v hnízdech drozda newfoundlandského

Mykofágní obratlovci

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 Kalifornii



Mykofágní obratlovci

Mykofágní obratlovci - obligátní mykofágové

- *Potorous longipes*

- žije vzácně v eukalyptových lesích JV Austrálii

- plodnice hub tvoří >90% denní stravy



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

© Dave Watts

Mykofágní obratlovci

- velmi šikovní ve vyhledávání
 - = ve výkalech nalezeny spory cca 50 druhů hub s podzemními plodnicemi, řada z nich vůbec nenalezena při mykologických průzkumech
- vůně obsahují **alkoholy, ketony a estery** (dimethyl sulfid)
- někdy je **důležitá směs**, než jednotlivé látky
- mechanismus lákání není vždy jistý, mohou to být **analogy pohlavních hormonů**

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



Mykofágní obratlovci

Příležitostní mykofágové

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



Mykofágní obratlovci

Příležitostní mykofágové

- vliv na šíření, stimulaci klíčení spor?



Eutypa maura (Xylariales, Ascomycota)
- ohryzaná stromata na větvičce



Vuilleminia comedens (Corticiales, Agaricomycota)

Mykofágní obratlovci

Příležitostní mykofágové

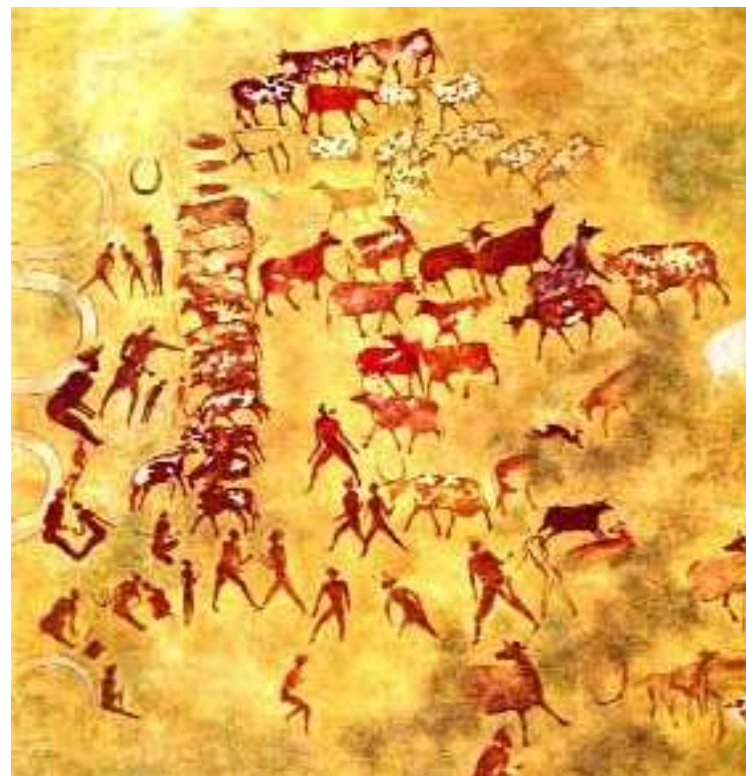
- vliv na šíření, stimulaci klíčení spor?



Cryptostroma corticale (Xylariales, Ascomycota)
- sazná nemoc javorů klenů

Význam hub pro člověka

Historie a první zobrazení



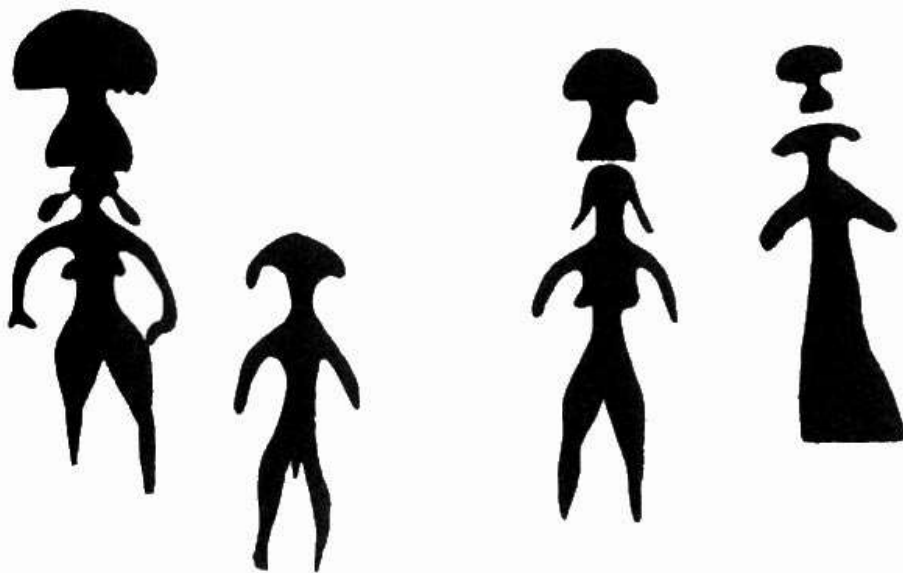
<http://www.jamtan.com/>

jeskyně Tassili N'Ajjer (Alžír) nástěnné skalní malby z 9000 – 7000 př. n. l.
- podobné malůvky i jinde po Africe z neolitických dob, kdy byla Afrika hustě osídlena

<http://www.wikipedia.org>

Historie a první zobrazení

řeka Pegtymel, Čukotka (Rusko)
nástěnné malby v jeskyních z 1000 – 2000 př. n. l.
pravděpodobně *Amanita muscaria*



Approximations of Petroglyphs from the Pegtymel River (proposed *A. muscaria* depiction)
Image from imaginaria.org



Drawing of Siberian Petroglyph (*A. muscaria* related?)
from *Plants of the Gods*, © 1992 Schultes & Hofmann

<http://www.erowid.org/plants/amanitas/>

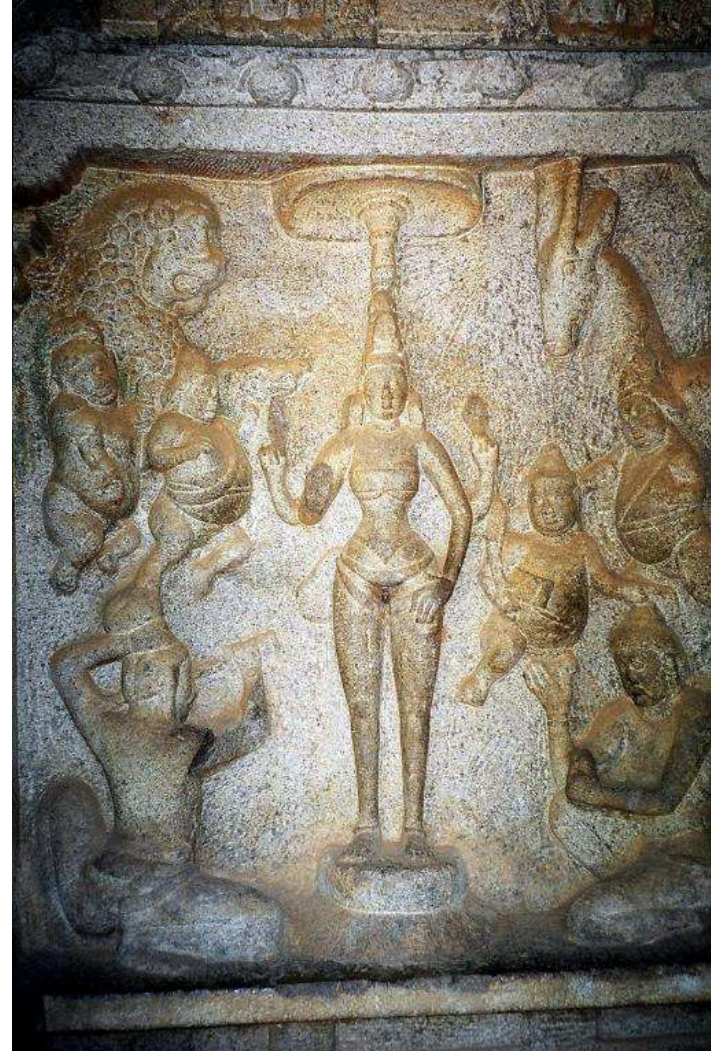
Historie a první zobrazení

Soma

- hinduistický „elixír života“ a „nápoj nesmrtelnosti“



Indie, přibližně 1 000 př. n. l.



Mahabalipuram (Indie),
5. – 8. stol. n.l.

Historie a první zobrazení

Houbové kameny, El Salvador, 300 - 600 n. l.



Mexiko, 1000 - 500 př. n. l.

Historie a první zobrazení

Teonáctli

- prostředník k Bohům, psychedelická látka užívaná rituálně šamany od 3. stol. n.l.



Codex Magliabechiano (Mexico), pol. 16. stol.

rituální používání *Psilocybe caerulescens* nebo *P. mexicana*, *Panaeolus campanulatus* a nebo *Stropharia cubensis*

Historie a první zobrazení

Teonáactl

- prostředník k Bohům, psychedelická látka užívaná



Codex Magliabechiano (Mexico), pol. 16. stol.
rituální používání *Psilocybe caerulescens* nebo *Psilocybe*
campanulatus a nebo *Stropharia cubensis*

<http://www.funghiitaliani.it> <http://knark.com>

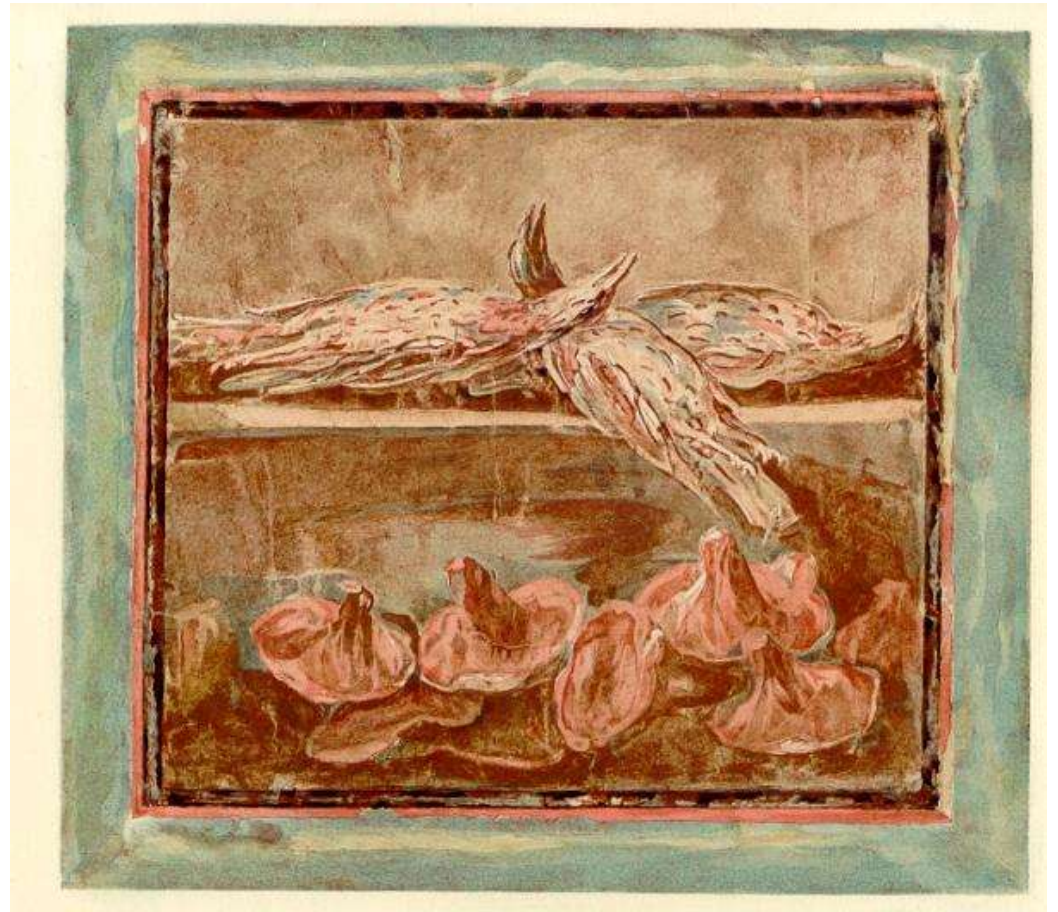


Psilocybe caerulescens
(Agaricales, Basidiomycota)



Panaeolus campanulatus
(Agaricales, Basidiomycota)

Historie a první zobrazení



Lactarius deliciosus (Agaricales, Basidiomycota)

freska z Herculanea (Itálie)

- 79 n. l. pohřbeno po erupci sopky Vesuvu
- patrně nejstarší vyobrazení jedlých hub v Evropě

Historie a první zobrazení



Podzim, Giuseppe Arcimboldo
(1527-1593)

Historie a první zobrazení



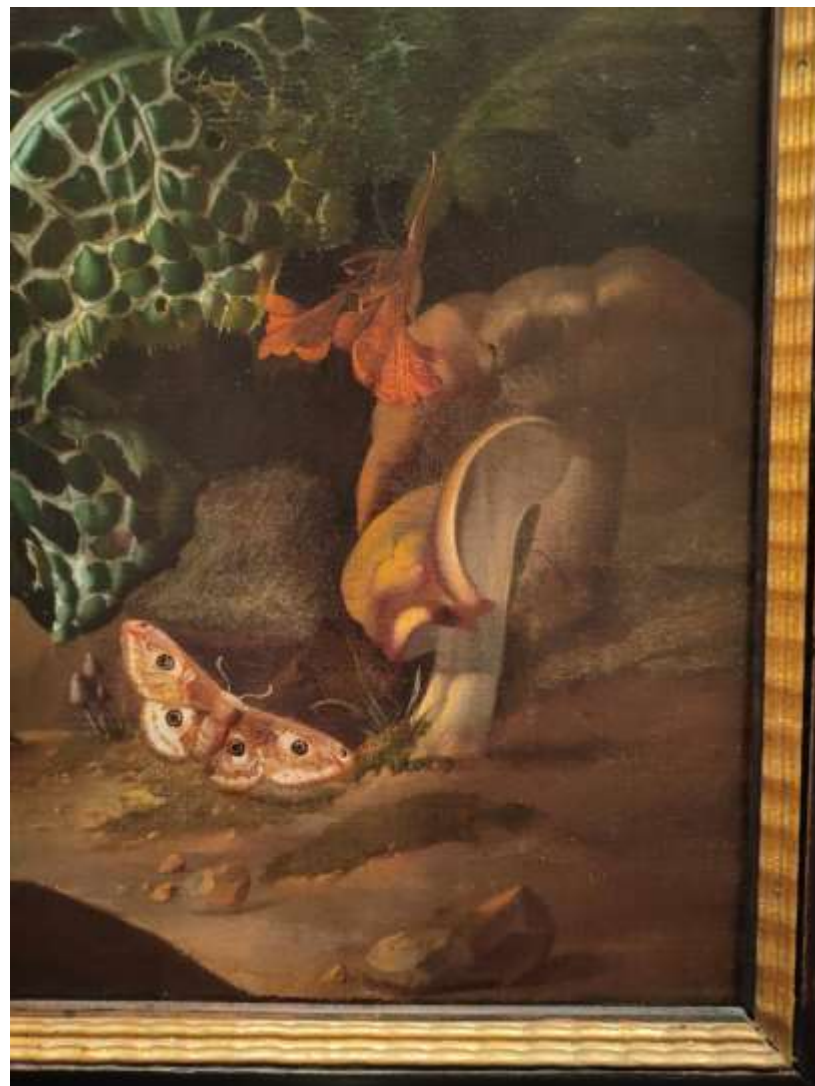
The Greengrocer, Giovanni Francesco Barbieri, early 17th century

Historie a první zobrazení



Les Lorettes: Jésus! comment que tu oses manges les champignons!! Les champignons, ma belle, c'est comme les hommes, rien ressemble aux bons comme les mauvais), Gavarni, Paul. 1804-1866

Historie a první zobrazení



Lesní porost. Ruysch, Rachel 1664-1750

Historie a první zobrazení

- Viktoriánská Anglie (19. stol)



Historie a první zobrazení



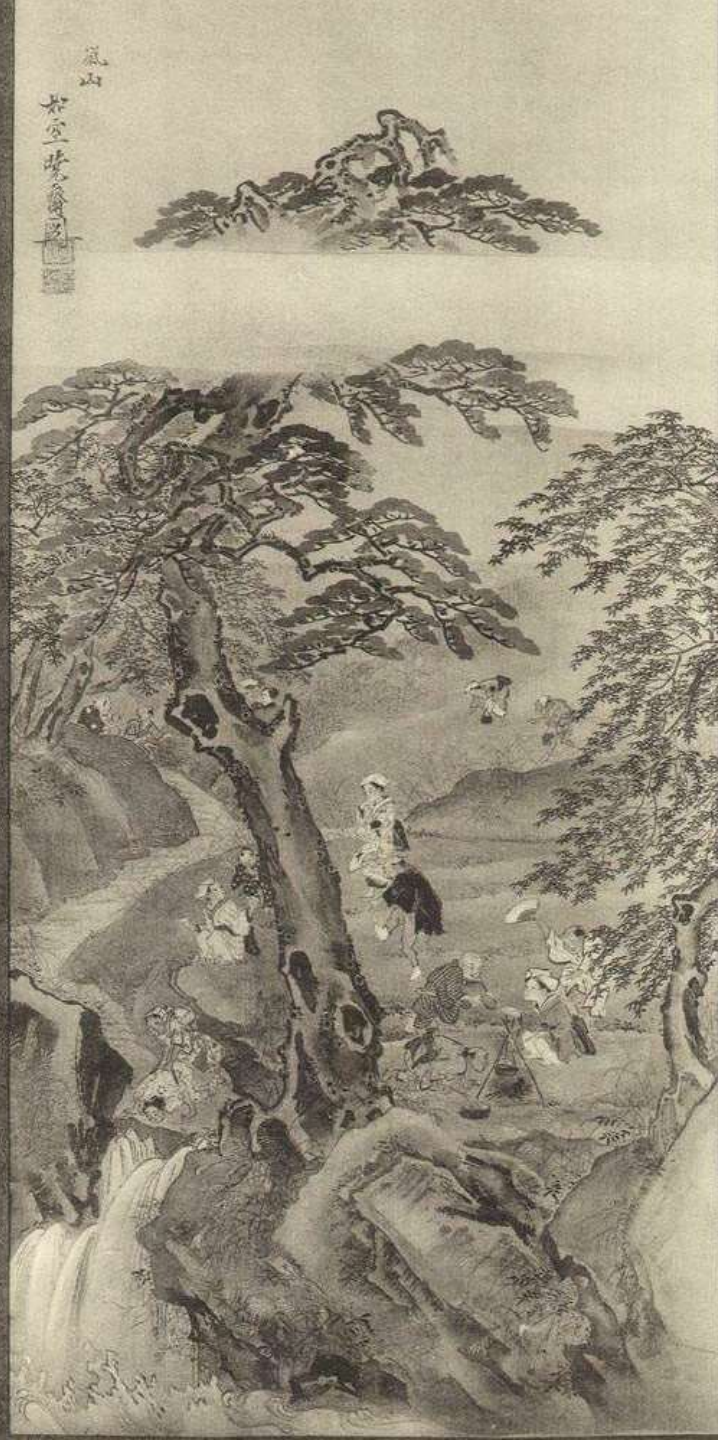
Veselé sbírání hub

Nišikava Sukenobuo (1674-1754), Japonsko

Historie a první zobrazení

Sběr hub v Arashiyania

Kawanabe Kyosai (1831-1889), Japonsko



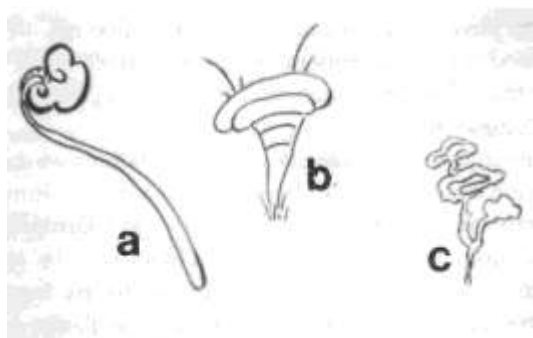
Historie a první zobrazení

Ganoderma lingzhi

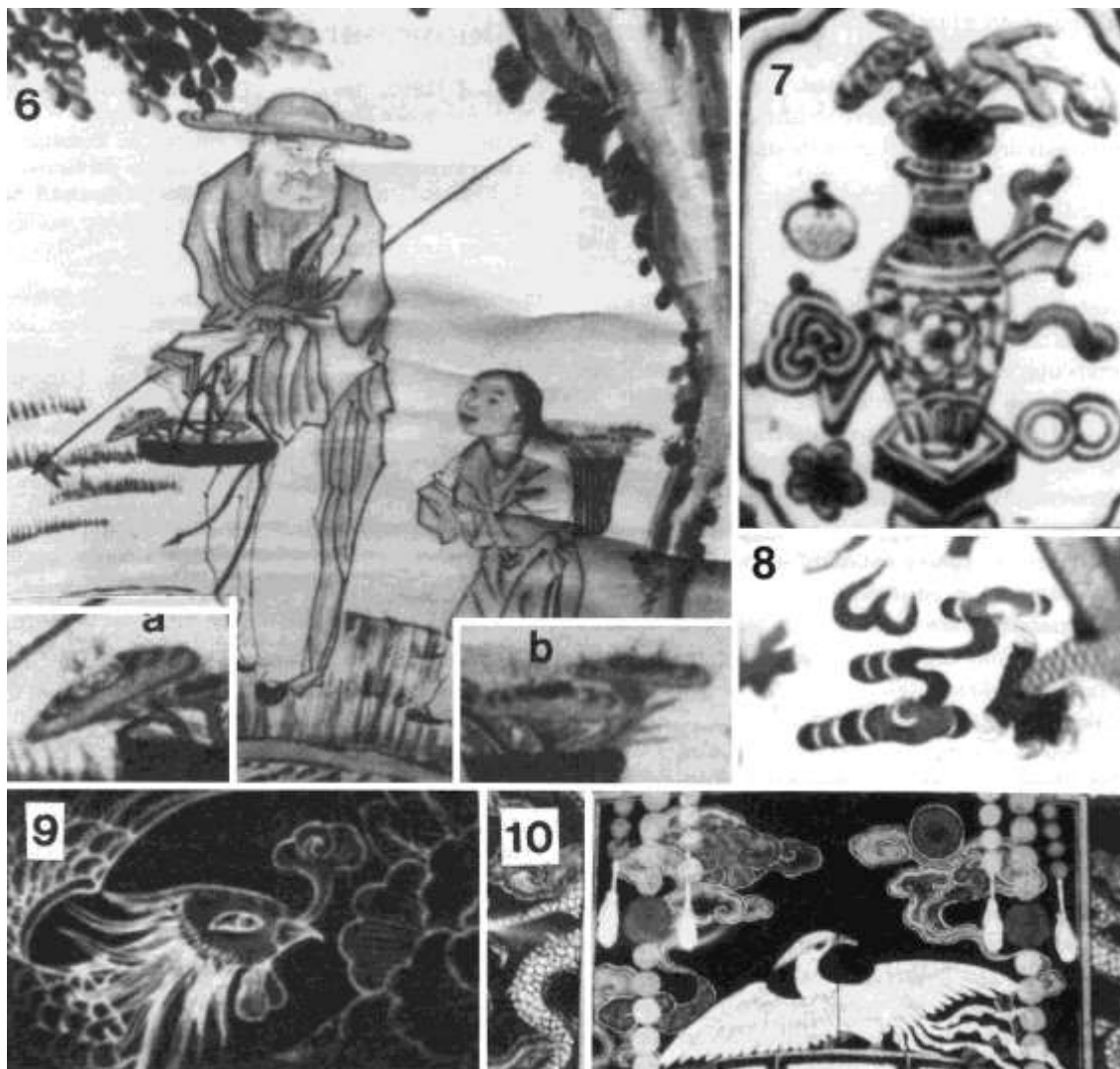
- v Číně považována za *Ling Chih* (*Linghzhi*, *ling-chi*), neboli svatou houbu z níž lze získat nápoj nesmrtelnosti
- nejedlá, tuhá, lze konzumovat pouze extrakty/výluhy



Historie a první zobrazení



- často zobrazována na malbách
bud' detailně nebo symbolicky



- různé vyobrazení *G. lingzhi* na malbách a
čínském porcelánu

Historie a první zobrazení



Lady Xuanwen Jun Giving Instructions on the Classics
Chen Hongshou (1598 – 1652), Čína

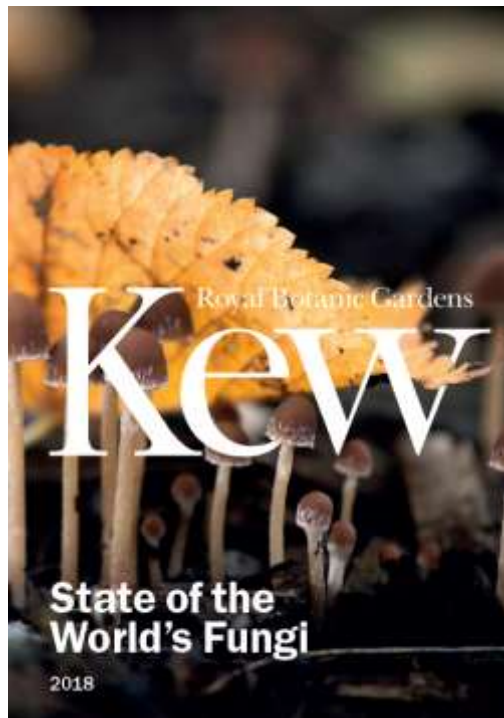
Houby a technologie

- co nám houby dávají?
- co se získává z hub za látky?
- jak využíváme houby?
- jak budeme houby využívat v budoucnu?

Houby a techno

TABLE 1: AN OVERVIEW OF THE HUMAN APPLICATIONS OF FUNGI

AGRICULTURE	Species of <i>Trichoderma</i> are used to enhance the growth of crops and as a source of enzymes added to improve animal feeds ^[49,50] . Fungi are also the source of an important class of agricultural fungicides called strobilurins ^[51] . <i>Aspergillus flavus</i> is used as a biocontrol agent on peanut crops to out-compete aflatoxin-producing fungi ^[52] .
BEVERAGES	Yeasts underpin alcoholic drink production from beer to wine to spirits. Soft drinks contain citric acid that is produced from the fermentation of <i>Aspergillus niger</i> ^[53] . Glucoamylase from species of <i>Aspergillus</i> is used to convert starch to high-fructose corn syrup, which is used as a sweetener in soft drinks ^[54] .
BIOFUELS	Second-generation bioethanol makes use of species of <i>Trichoderma</i> to break down agricultural waste such as maize straw into sugars that can be fermented using yeast to produce ethanol ^[47] .
BIOREMEDIATION	White rot fungi, including <i>Pleurotus ostreatus</i> and <i>Trametes versicolor</i> , can degrade toxic polychlorinated biphenyl (PCB) chemicals in soil and polluted wastewaters ^[55,56] .
COTTON PROCESSING	Catalase enzymes from species of <i>Aspergillus</i> are used to break down excess bleach in the wastewater from cotton processing ^[57] . <i>Trichoderma</i> cellulases are used to remove fine cotton threads, which prevents the fibre aggregating into pills ^[57] .
FOOD	At least 350 edible mushroom species are known to be collected for food ^[2] . The meat substitute Quorn™ is manufactured using a fungus (<i>Fusarium venenatum</i>) ^[5] . Moulds such as <i>Penicillium camemberti</i> and <i>P. roqueforti</i> are integral to the ripening process in many types of cheese ^[6] . Live yeast and fungal enzymes are used in breadmaking ^[58] . The food colourings lycopene and beta-carotene are now produced from the fungus <i>Blakeslea trispora</i> ^[59] . Soy sauce is produced using koji (<i>Aspergillus oryzae</i>) and the Asian snack tempeh makes use of <i>Rhizopus microsporus</i> ^[60,61] .
HALLUCINOGENS	Worldwide, 216 species of fungi are believed to be hallucinogenic – of these, 116 species belong to the genus <i>Psilocybe</i> ^[62] .
LEATHER PROCESSING	Leather hides are degreased with lipase enzymes from <i>Aspergillus oryzae</i> ^[63,64] .
MEDICINES	Many drugs come from fungi. Penicillin from <i>Penicillium rubens</i> revolutionised the treatment of bacterial infections and cyclosporine from <i>Tolypocladium inflatum</i> made organ transplantation possible ^[11–13] . Gestodene is an active ingredient in third-generation contraceptive pills; a key step in its synthesis is achieved using fungal fermentation with <i>Penicillium raistrickii</i> ^[65] .
PAPER MANUFACTURING	Cellulase enzymes produced by species of <i>Trichoderma</i> and <i>Humicola</i> are used to speed up the pulping process thereby reducing water usage ^[17,38] .
PLASTICS AND BIOMATERIALS	Plastic car parts, synthetic rubber and Lego™ are made using itaconic acid derived from species of <i>Aspergillus</i> ^[66,67] . Additionally, fungal mycelium-based products are now being used as replacements for polystyrene foam, leather and building materials ^[68–70] .
RESEARCH	Since 2010, more than a quarter of Nobel prizes for physiology or medicine were awarded for work based on yeast ^[71] .
VITAMINS	The vitamin B2 used for vitamin supplements is produced by fermentation of the fungus <i>Eremothecium gossypii</i> ^[72] .
WASHING DETERGENTS	Cellulase enzymes produced by the thermophilic fungus <i>Humicola insolens</i> are added to washing powders and liquids. They trim the fine cotton threads on the surface of cotton fabric to produce a smoother, newer feel ^[41,73] . Lipase enzymes from the same species are also added to break down fat stains ^[40,41] .



Houby a technologie

potravinářství

- pivo, víno, chléb, pečivo, fermentace jídel, pěstování na plodnice, plísňové sýry, kys. citronová, ...

farmacie

- antibiotika, léčiva, probiotika



Houby a technologie

- národy mykofilní a mykofobní

guardian.co.uk

[News](#) [Sport](#) [Comment](#) [Culture](#) [Business](#) [Money](#) [Life & style](#) | [1](#)

[News](#) [World news](#) [Italy](#)

Italian mountain mushrooms claim lives

At least 18 deaths in 10 days, mainly through falls, as country's *fungaioli* take dangerous risks in search for prized mushrooms

John Hooper in Rome
guardian.co.uk, Sunday 29 August 2010 23:10 BST
[Article history](#)



A mushroom stall in a vegetable market in Venice. Photograph: Cephas Picture Library/Alamy

At least 18 Italians have died in the past 10 days in the shadow of the Alps and Apennines – not because of rock falls or mountaineering accidents, but for the love of mushrooms.

Recent weather conditions have brought about an explosion in the number of edible fungi clinging to tree stumps and undergrowths in northern Italy. Coming after weeks of dearth, the sudden abundance has caused a correspondingly abrupt surge in the number of pickers or "*fungaioli*" – many of whom seem willing to take extraordinary risks in



Figure 3
Typical wild mushroom stand in Mexican tropics, mushrooms are signed by an alphas.



Figure 4
Typical wild mushroom stand in Turganay Mexico.



Houby a technologie

- národy mykofilní a mykofobní



Houbové enzymy

- v detergentech (proteinázy, lipázy, celulázy)
- v krmivech pro zvířata
- při pečení a výrobě cereálií (endoxylanázy)
- úprava tuků a masa
- transformace laktózy z mléka (laktáza)
- čištění vod (lakázy)
- džusy, šňávy, kečupy (pektinázy, celulázy)
- zpracování kůže
- textilní průmysl (pektinázy, celulázy, xylanázy)
- ...



FIGURE 4: FUNGAL ENZYMES IN INDUSTRY

Nearly 70% of all industrially used fungal enzymes are derived from just seven species of fungi.

[Data from the Association of Manufacturers and Formulators of Enzyme Products^[84]]

141 industrial fungal enzymes



Houby a technologie

- biologický boj
- v zahradnictví a lesnictví
- rekultivace a bioremediace
- biodegradace

...



Beauveria bassiana (Hypocreales, Ascomycota)

Houby vs. technologie

- i ve vodě z kohoutku a **balené vodě**
- nebezpečné pro zdravotnické zařízení
- **kontaminace, znehodnocení**
- = **výrobky**, potraviny, budovy, ...



Fig. 5 – Wet Lap contaminated with mold.

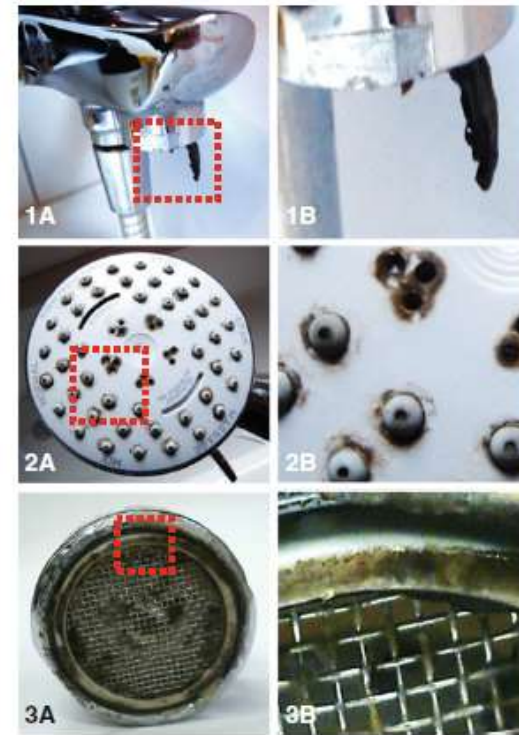
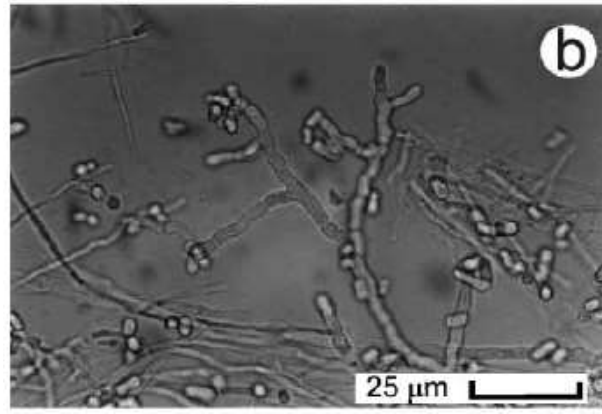
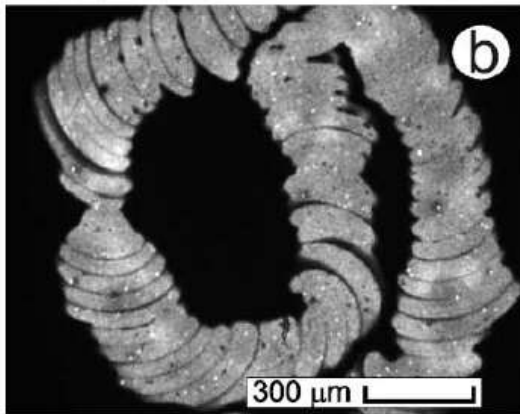
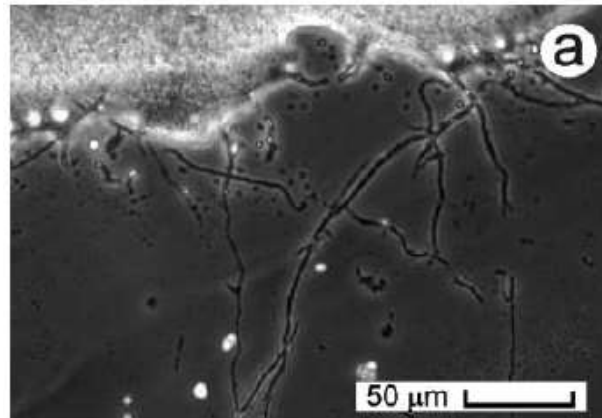
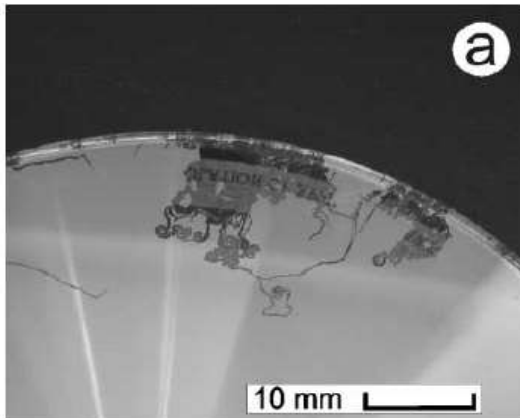


Fig. 1 Examples of typical *dark pigmented* biofilms at water outlet fittings in indoor environments; 1A, 1B biofilm hanging from water tap; 2A, 2B *dark* biofilm growing on a shower head; 3A, 3B: *dark* biofilm growing on aerator



Houby vs. technologie

- poprvé objeveno v Belize, další záznamy Mexika, Panamy, Hong Kongu, ...
- askomycet druhu *Geotrichum candidum* (Saccharomycetales, Ascomycota)
- konzumuje Al-polykarbonátovou vrstvu



BBC HOME PAGE | WORLD SERVICE | EDUCATION low graphics version | feedback | help

BBC NEWS

You are in: Sci/Tech
Friday, 22 June, 2001, 13:13 GMT 14:13 UK

Fungus 'eats' CDs



Could your CD collection be at risk?
Scientists in Spain have identified a new form of fungus that eats compact discs.

A geologist at the Museum of Natural History in Madrid discovered the fungus, which belongs to the common *Geotrichum* family, on CDs brought back from the central American state of Belize.

The fungus had attacked the outer edge of the disc, consuming plastic and even aluminium. It rendered the CD unplayable.

Experts say it is unusual but not unknown for a fungus to attack manmade substances like plastics.

Javier Garcia-Guinea, head of Geology at the museum, said he believed it was the first documented case of a fungus attacking CDs.

66 Even though this fungus widespread it could only develop on a CD in high humidity and high temperature, which is not the case most of the time

Marc Valls, National Centre for Biotechnology, Spain

33

Search BBC News Online

Advanced search options

Launch console for latest audio/video

- BBC RADIO NEWS
- BBC ONE TV NEWS
- WORLD NEWS SUMMARY
- BBC NEWS 24 BULLETIN
- PROGRAMMES GUIDE

See also:

- 07 Aug 00 | Sci/Tech
Fantastic fungus find

Top Sci/Tech stories now:

- Astronomy's next big thing
- Ancient rock points to life's origin
- Mobile spam on the rise
- Giant telescope project gets boost
- New hope for Aids vaccine
- Replace your mouse with your eye
- Device could detect overdose drugs
- Wireless internet arrives in China

Links to more Sci/Tech stories are at the foot of the page.

Houby vs. památky

- nebezpečí pro **muzea**, **archivy** (knihy, obrazy, sochy, filmy, ...)

BBC Mobile News Sport Weather Travel TV Radio More Search BBC News

NEWS SCIENCE & ENVIRONMENT

Home UK Africa Asia-Pac Europe Latin America Mid-East South Asia US & Canada Business Health Sci/Environment Tech Entertainment Video

8 September 2010 Last updated at 11:23 GMT

Emerging fungal threat to historical film archives

By Pamela Rutherford
Reporter, BBC News

A record of British life on film could be threatened from an emerging 'disease' which eats away at film.

Home movies on cine film, videos and even TV and film archive can end up covered in fungal mould if they are not stored correctly.

Researchers hope to develop special sensors to detect the mould before it does serious damage.

Gavin Bingley is investigating films stored at the North West Film Archive at Manchester Metropolitan University.

Cinematographic film has a layer of gelatin on its surface. This emulsion layer is where the image is formed but also provides ideal food for fungi like *Aspergillus* and *Penicillium*.

If the fungus forms a layer of mould on a film it produces enzymes which allow it to use the film as food and to grow.

So the damage it can cause is irreversible as the mould "eats" the image stored on the film's surface.

While all film is potentially at risk, it is film that has been stored in damp conditions that is most likely to become infected in this way.

Mould on badly stored film can eat away and destroy its contents

Top Stories

- S Korea in military show of force
- Obama hails nuclear treaty vote
- Life for Argentina ex-head Videla
- Trio guilty of Sydney attack plot
- California hit by intense storm

Features & Analysis

- Nativity ob-scene? Catalans' cheeky take on the Christmas story
- According to Hoyle 1972 book shows tricky art of predicting the future
- Boar war French hunters urged to deploy against army of wild pigs
- Russian supercars Should Ferrari and Lamborghini worry?

Most Popular

Shared Read

Wpelpedijstergal blackout 1



Houby vs. památky

- nebezpečí pro **muzea**, **archivy** (knihy, obrazy, sochy, filmy, ...)



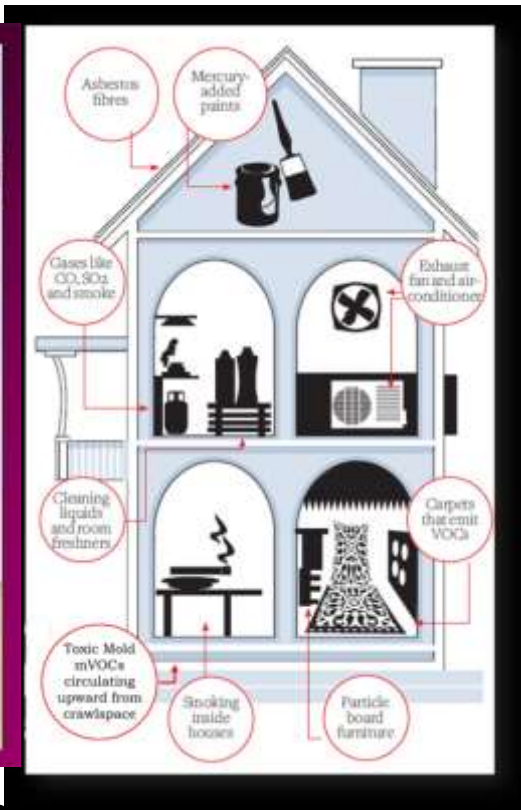
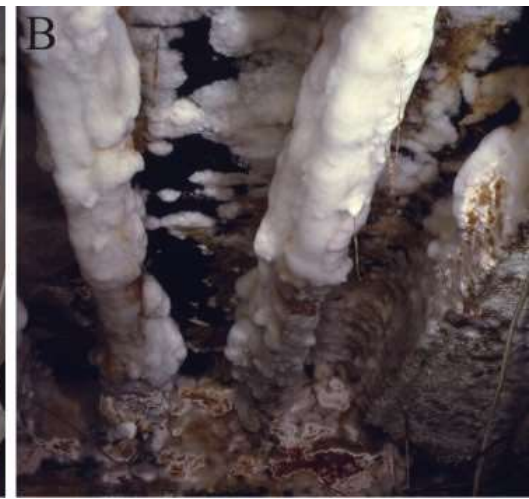
, B) Marble facade of the Celsus library in Ephesus (Turkey) with biopitting caused by microcolonial fungi. (C, D) Contamination of archaeological findings and historical helmets due to storage in tight cardboard boxes. (E) Fungal growth on textile tapestry on museum wall caused by wall temperature falling below the dew-point level. (F) The tight fit of racks for storage of paintings does not allow sufficient ventilation and thus increases the risk of fungal growth.

Fig. 1 – (A, B) Part of a wood ceiling with 12th century paintings. The paint layer was deteriorated by *Aspergillus* sp. (C) Pastel painting with fungal contamination due to packing in plastic foil. (D) Mould on imperial Austrian horse trappings made of textiles. (E) Historical frames with gold leaf strongly contaminated by fungi. (F) Dense lawn of *Trichoderma* sp. on historical book.

Houby vs. člověk

- kontaminace, znehodnocení

= výrobky, potraviny, muzea, archivy, **budovy**, ..



- Sick Building Syndrome

Houby a technologie v budoucnosti



ecovative

The world leader in mycelium technology.

Enter here for more information about our technology and capabilities, licensing, technology transfer and development programs.



TextileBio

Durable. Beautiful. Animal Free.

Our textiles are grown, not manufactured.

Houby a technologie v budoucnosti

- stavební, izolační a obalové materiály



Houby a technologie v budoucnosti

Myklio

Domů | O nás | Projekty | Myklio | Kontakt | 14

ART OF KATYKA

Navrženo přírodou
pro udržitelné
zítřky



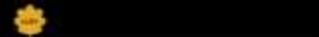
REBORN DESIGN
UPCYCLING RECYKLOVANÝCH MATERIÁLŮ

Experimentální design z mycelia

Partner výzvy: MYMO & REBORN DESIGN

REBORN DESIGN
UPCYCLING RECYKLOVANÝCH MATERIÁLŮ

Myklio soutěž v ČR 2022 v Praze je sřížem v kategorii Experimentální design v myceliu. Myklio soutěž byla vytvořena s cílem podpořit udržitelný design a technologie budoucnosti.



MYCELIUM

STYL & VÝTVAR
Kategorie: Experimentální design v myceliu

ODVĚDY
2022 - Myklio soutěž 2022
2022 - Myklio soutěž 2022 - Kategorie: Experimentální design v myceliu
2022 - Myklio soutěž 2022 - Kategorie: Experimentální design v myceliu

PROJEKT
2022

PLÁN
2022



Děkuji za pozornost