Ekologie hub

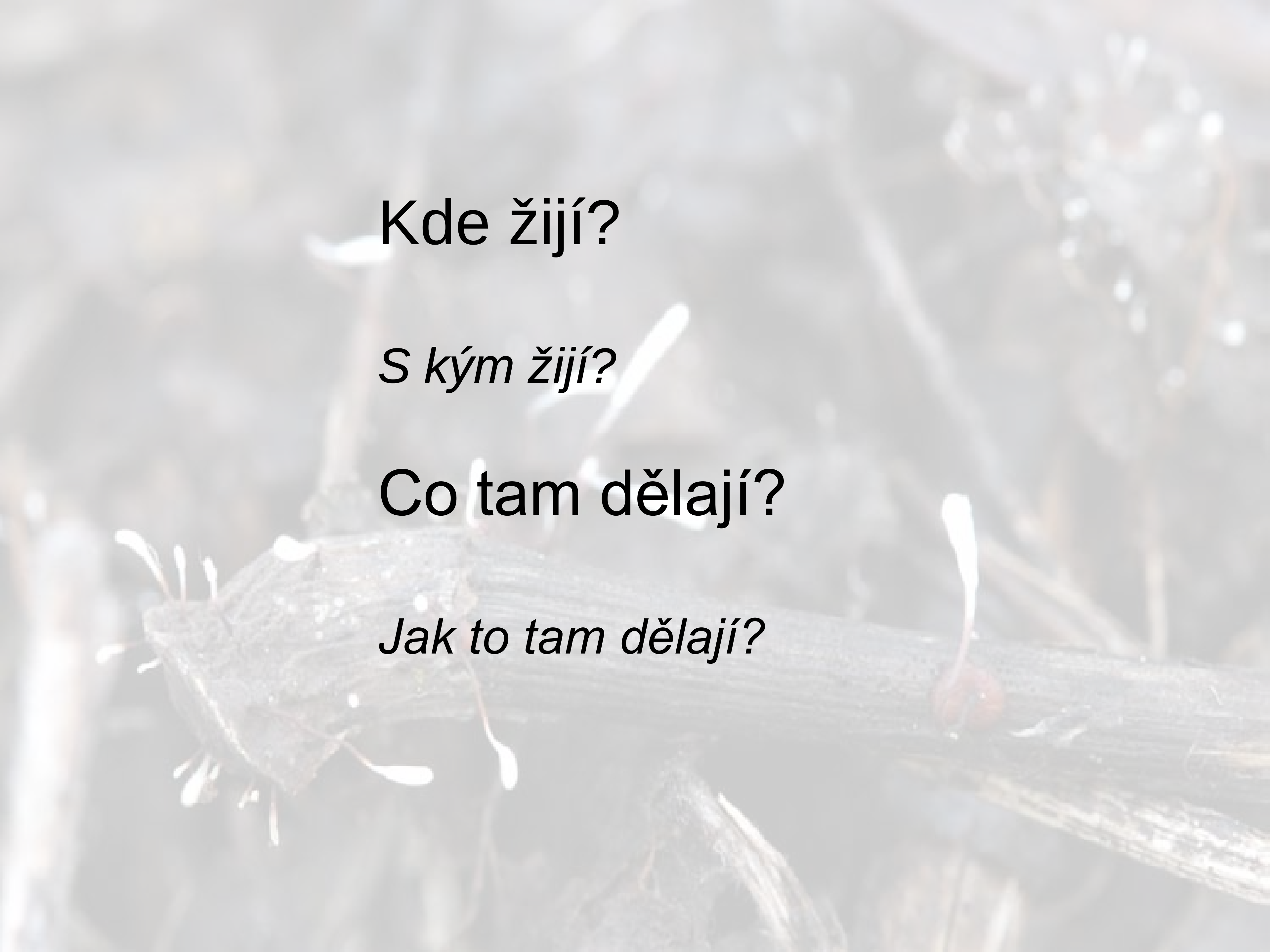
1. Diverzita a formy výskytu hub

Studium ekologie jakéhokoliv organizmu včetně hub je podmíněno jeho správnou identifikací

(Christensen 1989)

Má-li možnost, bude vám příroda lhát přímo do očí.

(Darwinův zákon)



Kde žijí?

S kým žijí?

Co tam dělají?

Jak to tam dělají?

Mycologia

81(1)
January–February 1989

Official Publication of the Mycological Society of America

A VIEW OF FUNGAL ECOLOGY[1]

MARTHA CHRISTENSEN

Department of Botany, University of Wyoming, Laramie, Wyoming, 82071-3165

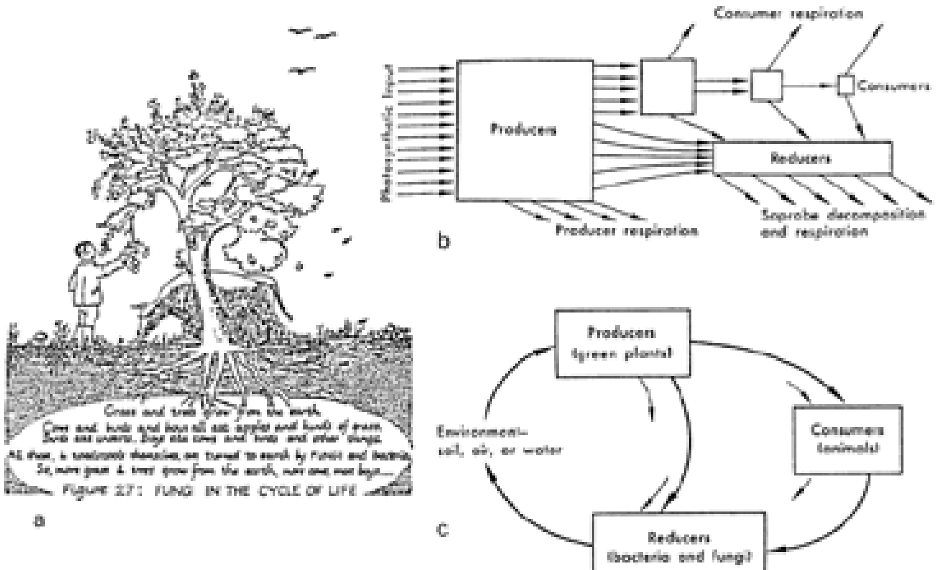


FIG. 1. Fungi in relation to the producers and consumers in ecosystems. a. Figure from the British children's book, *Fungi for Fun*, by Elizabeth Dobbs (reprinted with the author's permission). b. Flow of energy in a natural community. c. Circulation of materials between environment and organisms in an ecosystem. Figures "b" and "c," from Whittaker (172), are reprinted with the publisher's permission.

TABLE I

PRINCIPAL FUNCTIONS OF FUNGI IN ECOSYSTEMS

1.	*Decomposition of organic matter.* This function involves the volatilization of C, H, and O, reduction in volume, fragmentation, increase in homogeneity, and assimilation by microbes and detritus feeders.
2.	*Elemental release.* The mineralization of N, P, K, S and other ions from organic and inorganic materials commonly accompanies decomposition.
3.	*Elemental storage against leaching.* Storage in microbial cytoplasm reduces leaching, but can result in "immobilization" and hence a deficiency in the soil solution.
4.	*Facilitation of transport of essential elements and water from soil to plant roots.* Entries 4–6 are functions of mycorrhizal fungi, primarily.
5.	*Possible facilitation of plant-to-plant movement of essential elements and carbohydrates.*
6.	*Alteration in rates of water and ion movement through aerial plant parts.*
7.	*Accumulation of toxic materials.*
8.	*Modification of soil permeability and promotion of aggregation.*
9.	*Modification of soil ionic exchange and water holding capacities.*
10.	*Detoxification of soil.* This function is a derivative of chemical or physical alteration, *e.g.*, degradation, volatilization, or sequestering.
11.	*Synthesis of humic substances.*
12.	*Participation in saprophytic food chains.*
13.	*Instigation of parasitic symbioses.*
14.	*Instigation of mutualistic symbioses.* These symbioses include mycorrhizae, lichens, and mutualistic associations between fungi and leaves or stems or animals.
15.	*Predation.* Examples include rotifer- and nematode-trapping fungi.
16.	*Production of environmental biochemicals.* Many antibiotics and immunosuppressants, for example, are products of shunt metabolism in fungi.
17.	*Enhancement of seed germination through seed coat erosion.*
18.	*Cultivation for enzymes or food.* Gardening ants and mycophagous insects, for example, can grow fungi which meet their specific nutritional needs.
19.	*Promotion and alteration of niche development.* Pathogenic fungi, for example, can reduce or eliminate other species in the biota.
20.	*Primary weathering.* Fungi in contact with parent materials can promote the entry of ions into biotic systems.

Mycologia 81(1) January–February 1989
Official Publication of the Mycological Society of America

A VIEW OF FUNGAL ECOLOGY[1]

MARTHA CHRISTENSEN
Department of Botany, University of Wyoming, Laramie, Wyoming, 82071-3165

- ohromná druhová diverzita, minimum znalostí o geografii a světlé zítřky!

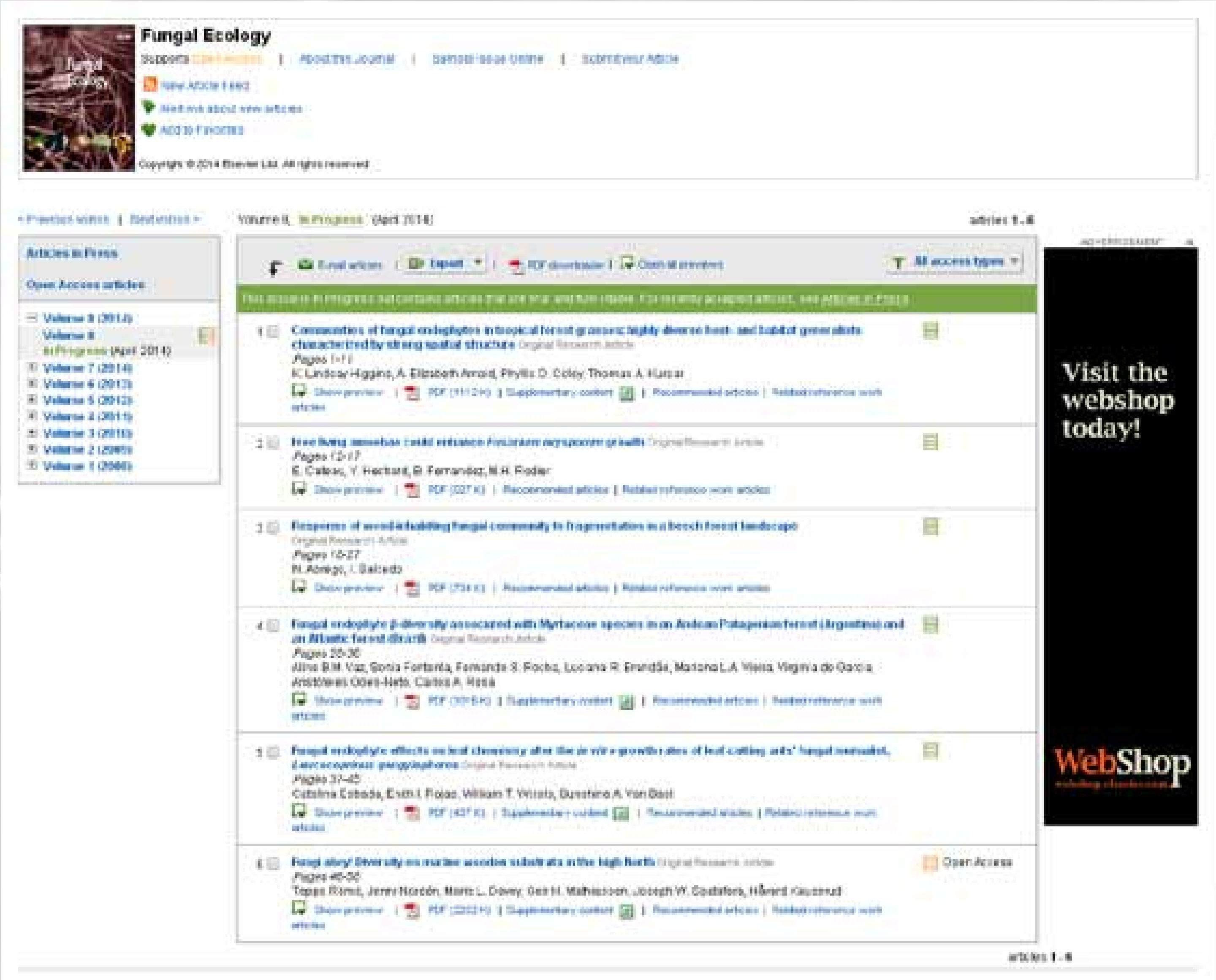
Geographical information can reveal floristic relatedness and so suggest origins of floras (floristic elements), and when floristic provinces are discernible, that can aid interpretations of autecological and synecological phenomena (**43, 52, 79, 131, 148, 174**). For most fungi, however, our knowledge of geographical occurrence is starkly inadequate, allowing neither generalization nor the testing of biogeographical theory (**43, 105, 169, 174**).

1200 isolates ranged from 185 to 286 for the three sets of soils, but, spectacularly, there was no end in sight for species richness! We were still adding 8 to 15 previously unseen species with each incremental group beyond 1100 isolates (Christensen, unpubl.). Diversity here appears to resemble that noted in tropical rain forests for plants and insects, which "give the impression of an evolution, based on refinement of niche differences and elaboration of niche space, that has no well-defined limit" (**173**).

Just as the producer organisms and associated consumers in any given community or community type are distinctive for that community, so also are the soil-inhabiting microfungi. Badura, who has studied the soil microfungi in Polish and Italian beech forests (**13**), and those of us who have seen the same species from western Europe and North American soils, can identify a beech forest as readily by its mycoflora as by its cover vegetation!

Ekologie hub dnes?

Fungal ecology, IF=2,85



Ekologie hub dnes?

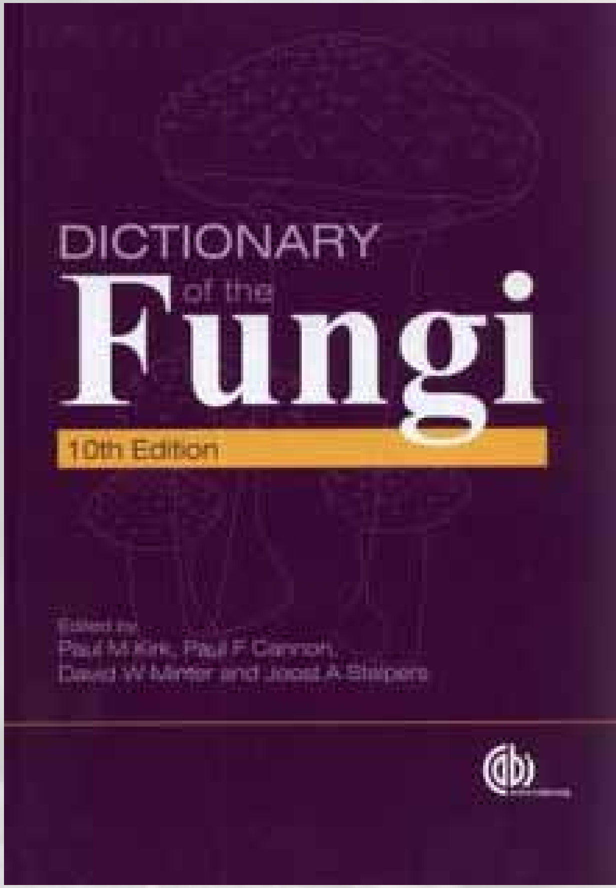
1. **Dekompozice organické hmoty**
   - uvolňování C, H, O, redukce objemu, fragmentace
2. **Uvolňování prvků**
   - mineralizace N, P, K, S a dalších iontů z organických i anorganických substrátů
3. **Zadržování prvků proti vyplavení**
   - uložení v myceliu redukuje vyloužení, může vést až k immobilizaci a tudíž nedostatku v okolním půdním roztoku
4. **Umožňují transport vody a minerálních prvků mezi půdou a rostlinami**
5. **Umožňují výměnu vody a organických látek mezi rostlinami**
6. **Upravují rychlost pohybu vody a iontů v rostlinných orgánech a pletivech**
7. **Akumulují toxické látky**
8. **Modifikují půdní propustnost a umožňují agregaci půdních částic**
9. **Modifikují půdní výměnnou kapacitu a vodní kapacitu**
10. **Detoxifikují půdy**
    - mění chemické nebo strukturní vlastnosti látek, degradují je
11. **Chrání rostliny před patogeny a herbivory**
12. **Tvoří parazitické symbiózy**
13. **Tvoří mutualistické symbiózy**
    - mykorhizy, lišejníky, další asociace mezi houbami a kořeny rostlin, s živočichy, apod.
14. **Predátoři**
15. **Produkují environmentálně aktivní chemické látky**
16. **Podporují klíčení rostlin skrzevá narušování obalů semen**
17. **Podporují nebo upravují složení a diverzitu nik**
    - patogenní druhy můžou způsobit až vymizení organizmu z niky
18. **Zvětrávání hornin a nerostů**
    - můžou uvolňovat ionty prvků přímo z mateční horniny do ekosystému
19. **Transport a delokalizace prvků v půdě**
20. **Umožňují přežívání rostlin v extrémních podmínkách.**

Diverzita hub

- popsáno **60 - 100 tis. druhů hub** (Kirk & al. 2008)
- existuje **1,5 - 5 mil.** druhů

Table 1 – Popular estimations of species diversity in the Fungi. Reproduced from Hawksworth (2001), including some additional estimates [*].

Publication	Estimated species number
Pascoe (1990)	2,700,000
Hawksworth (1991)	1,620,000
Hammond (1992)	1,000,000
Rossman (1994)	1,000,000
Hammond (1992)	1,500,000
Cannon (1997)	9,900,000
Fröhlich and Hyde (1999)	1,500,000
Hawksworth (2001)	2,270,000
May (2000)	500,000*
O'brien et al. (2005)	3,500,000–5,100,000*
Schmit and Mueller (2007)	712,000*
Mora et al. (2011)	611,000 (+/− SE = 297,000)*



American Journal of Botany

American Journal of Botany 98(3): 000–000. 2011.

The Fungi: 1, 2, 3 … 5.1 million species?[1]

Meredith Blackwell[2]

Conclusions: Fungi are essential to the survival of many groups of organisms with which they form associations. They also attract attention as predators of invertebrate animals, pathogens of potatoes and rice and humans and bats, killers of frogs and crayfish, producers of secondary metabolites to lower cholesterol, and subjects of prize-winning research. Molecular tools in use and under development can be used to discover the world's unknown fungi in less than 1000 years predicted at current new species acquisition rates.

Diverzita hub

- zapomíná se na houby?

Table 2. Currently catalogued and predicted total number of species on Earth and in the ocean.

Species	Earth			Ocean		
	Catalogued	**Predicted**	**±SE**	**Catalogued**	**Predicted**	**±SE**
Eukaryotes						
Animalia	953,434	7,770,000	958,000	171,082	2,150,000	145,000
Chromista	13,033	27,500	30,500	4,859	7,400	9,640
Fungi	43,271	611,000	297,000	1,097	5,320	11,100
Plantae	215,644	298,000	8,200	8,600	16,600	9,130
Protozoa	8,118	36,400	6,690	8,118	36,400	6,690
Total	1,233,500	8,740,000	1,300,000	193,756	2,210,000	182,000
Prokaryotes						
Archaea	502	455	160	1	1	0
Bacteria	10,358	9,680	3,470	652	1,320	436
Total	10,860	10,100	3,630	653	1,320	436
Grand Total	**1,244,360**	**8,750,000**	**1,300,000**	**194,409**	**2,210,000**	**182,000**

How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?

Camilo Mora[1,2]*, Derek P. Tittensor[1,3,4], Sina Adl[1], Alastair G. B. Simpson[1], Boris Worm[1]

1 Department of Biology, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada, 2 Department of Geography, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, United States of America, 3 United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, United Kingdom, 4 Microsoft Research, Cambridge, United Kingdom

PLoS Biology | www.plosbiology.org 1 August 2011 | Volume 9 | Issue 8 | e1001127

Diverzita hub

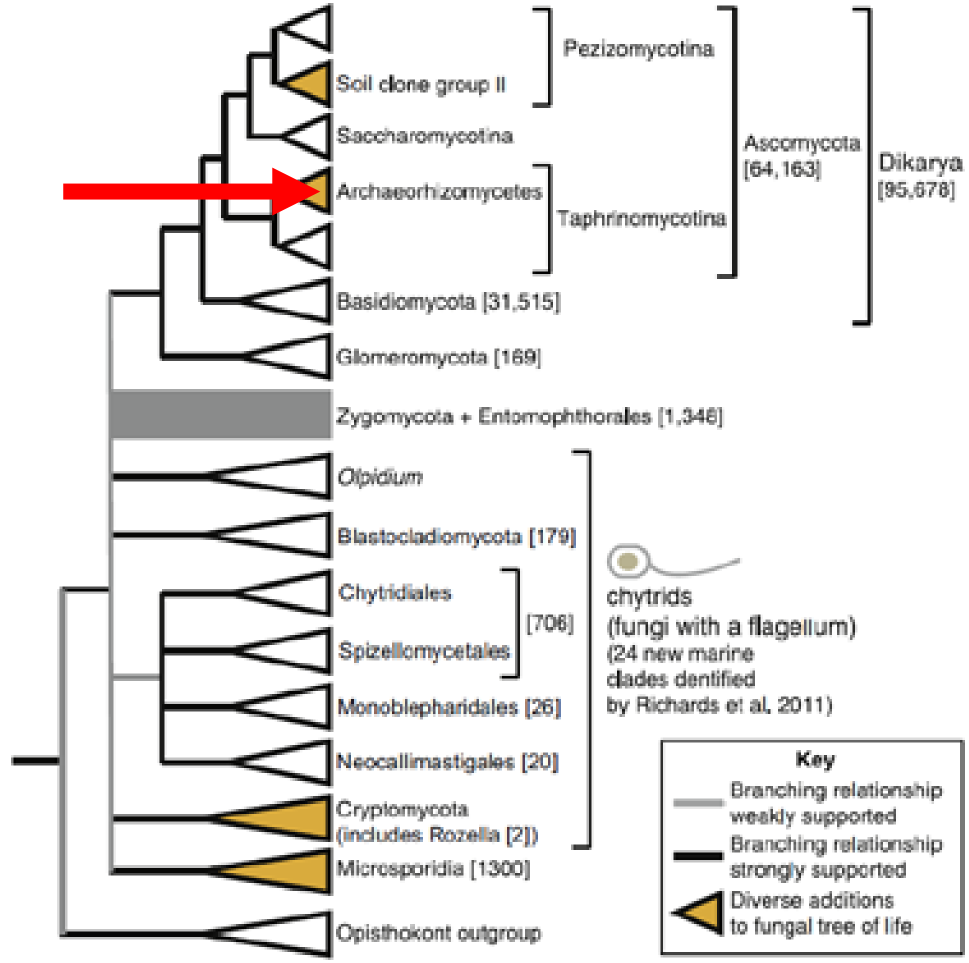

FUNGAL BIOLOGY REVIEWS 25 (2011) 159–164

Review

Three reasons to re-evaluate fungal diversity 'on Earth and in the ocean'

David BASS[a,*], Thomas A. RICHARDS[b]

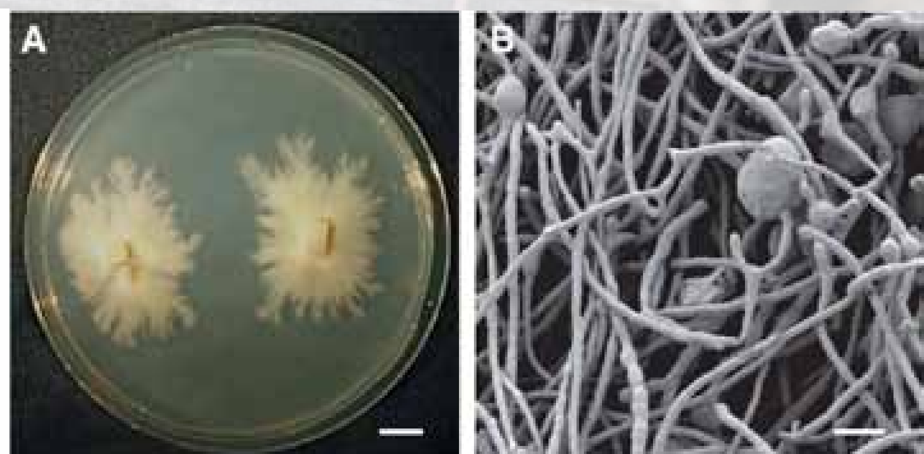
[a]Department of Zoology, The Natural History Museum, Cromwell Road, London SW5 7BD, UK
[b]Biological Sciences, University of Exeter, Geoffrey Pope Building, Exeter EX4 4QD, UK




Archaeorhizomycetes: Unearthing an Ancient Class of Ubiquitous Soil Fungi

Anna Rosling, Filipa Cox, Karelyn Cruz-Martinez, Katarina Ihrmark, Gwen-Aëlle Grelet, Björn D. Lindahl, Audrius Menkis, Timothy Y. James

Estimates suggest that only one-tenth of the true fungal diversity has been described. Among numerous fungal lineages known only from environmental DNA sequences, Soil Clone Group 1 is the most ubiquitous. These globally distributed fungi may dominate below-ground fungal communities, but their placement in the fungal tree of life has been uncertain. Here, we report cultures of this group and describe the class, Archaeorhizomycetes, phylogenetically placed within subphylum Taphrinomycotina in the Ascomycota. Archaeorhizomycetes comprises hundreds of cryptically reproducing filamentous species that do not form recognizable mycorrhizal structures and have saprotrophic potential, yet are omnipresent in roots and rhizosphere soil and show ecosystem and host root habitat specificity.



Jak jich tolik může obývat stejné stanoviště?

- ve Skandinávii spočítány druhy kolonizující dřevo cca 2.500 druhů
  vs. kolik je možných nik, na které se mohou specializovat

Druh dřeviny *Picea, Abies, Fagus, …*	> 10
Substrát *kmen, větev, větvička*	> 3
Kmen *stojící, padlý*	2
Stáří *měsíc, rok, desítky let, …*	> 5
Část dřeva *borka, běl, jádro*	> 3
Příčina úmrtí stromu *přirozeně stářím, kůrovec, ožer, požár, …*	> 5
Fyzikální faktory *vlhko, přemokření, oslunění, …*	> 5
Ostatní *interakce s organizmy, …*	> 5
Celkem možných nik	> 100.000

Stenlid & al. (2008)

Výskyt hub v ekosystémech

- **jsou všude**

= rozšiřování
= přizpůsobení podmínkám

Specifika hub (a houbových organismů)

- eukaryotické jednobuněčné i mnohobuněčné organizmy; buněčná stěna z **chitinu** nebo **ß-polyglukanu**
- zásobní látkou **glykogen**
- výživa **absorbční**, oxidativní (fermentativní metabolizmus)
- získávají energii a živiny **oxidací** (fermentací) organických látek
- základní stavební jednotkou je **hyfa** tvořící **mycelium**
- rozmnožují se pomocí **spor** (zoospor) tvořených v **plodnicích** nebo na/v nepohlavních strukturách

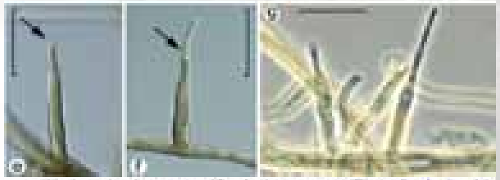
Specifika hub (a houbových organismů)

Houby jsou (převážně) modulární organismy!

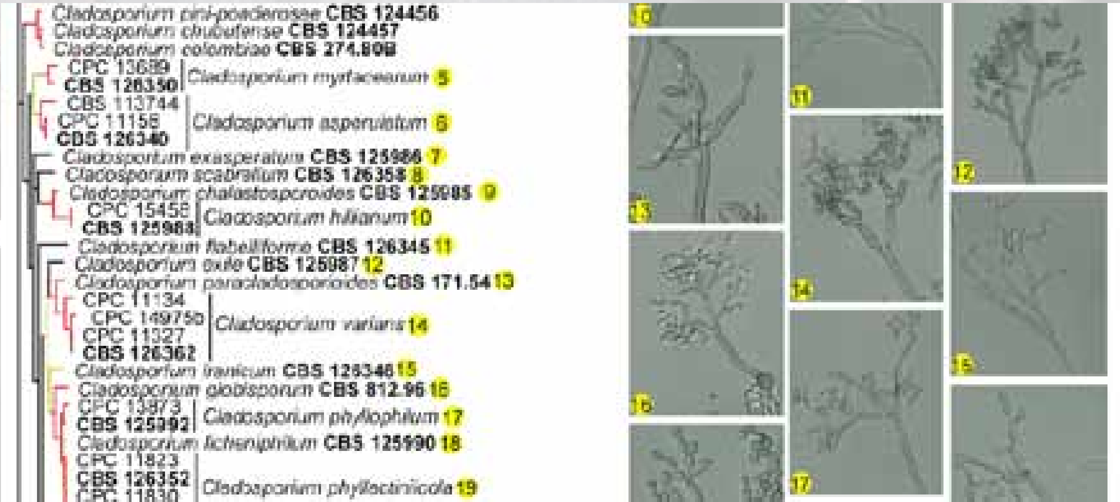
Druh houby

- charakteristické **nároky**, **výskyt**, **interakce** s ostatními organizmy, **vzhled** a další vlastnosti
- určité **rozmezí vlastností**
- schopnost pohlavního procesu s jedinci stejného druhu
  x častá absence pohlavního stádia, mezidruhoví kříženci
- možnost identifikace a **pojmenování**

= morfologický druh, biologický druh, fylogenetický druh, kryptický druh …



Chalara hyalocuspica Koukol, sp. nov. (Figs. 5e–h, 9a, b)
Mycobank No.: MB561121
Teleomorph. Unknown.
Coloniae in agaro maltoso griseo-viridae, hyphae 2–4 µm latae. Conidiophora reducta, simplicia, recta, pallide flavo-viridea, laeve (25)28.5–39(48) µm longa, 3.5–5 µm lata. Phialides lageniformes, hyalinae vel pallide brunneae, laeves, (14.5)18.5–30(33) µm longae, venter cylindraceus, (14.5)17–24.5(27.5) µm longus, 3–5 µm latus; collum cylindraceum, ad apices hyalinum, 7.5–10 µm longum, 2–2.5 µm latum, transitio e ventre ad collum abrupta. Phialoconidia cylindracea, utrinque rotundata, aseptata, hyalina, in catenas extrusa, 4.5–7.5(9.5)×1.5–2.5 µm.



Specifika hub (a houbových organismů)

Kmen houby

- unikátní **jedinec**
- zcela **konkrétní projevy** metabolismu, vzhledu
- podrobné studie a možnost zopakování výsledků; **patentování** kmenů, uchování v **kulturách** (živé, lyofilizované, …)

Izolát

- může být rovněž odlišný jedinec x pokud to není zřejmé (izolovaný např. ze stejného substrátu)

Populace

- soubor kmenů stejného druhu houby na daném území (ale i na jediné jehlici, kontinentu, …)

Společenstvo – soubor druhů na určitém substrátu, v habitatu

x

Houba – zjednodušené označení vhodné do terénu, na demonstraci na exkurzích

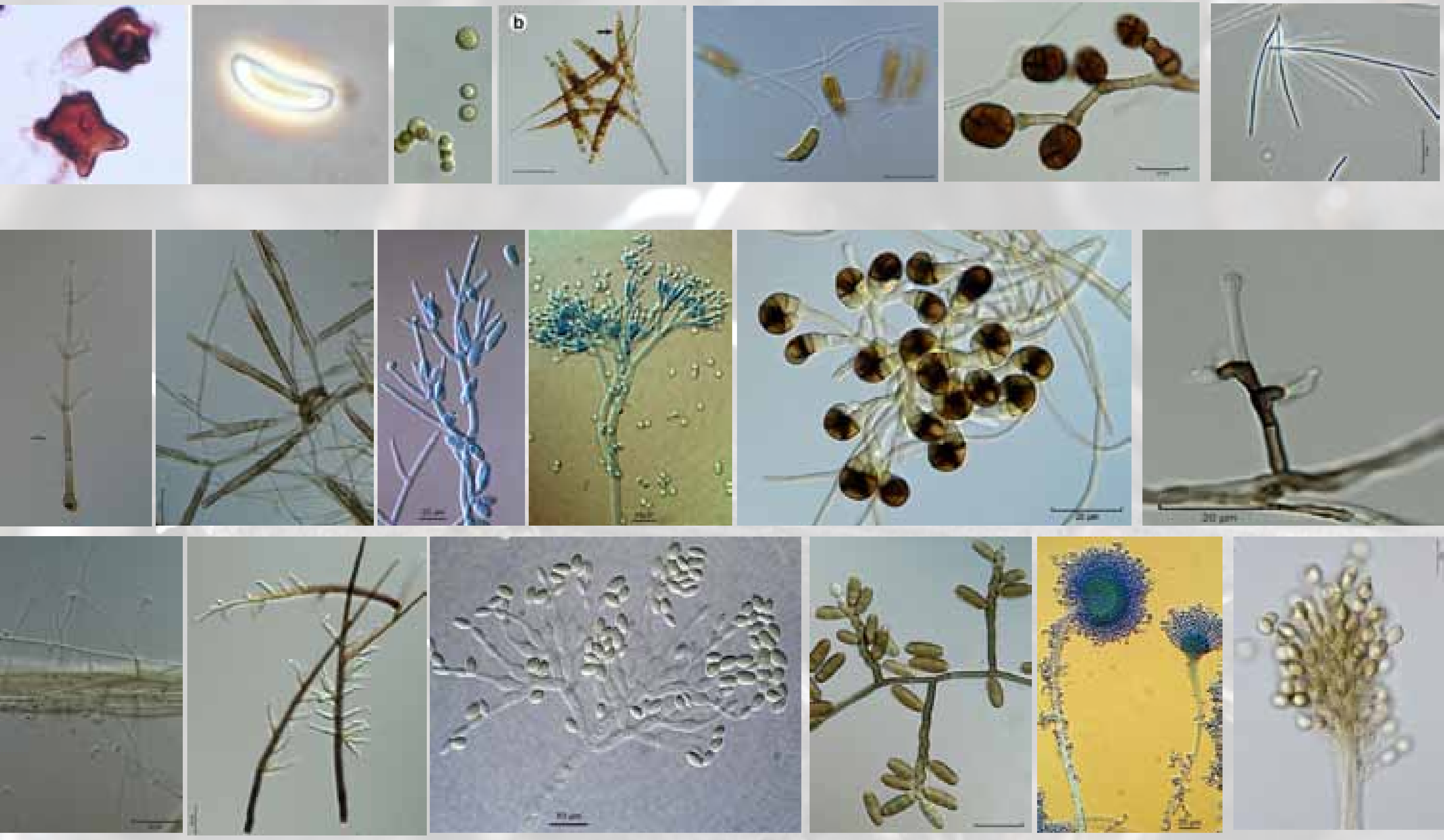
Výskyt hub v ekosystémech

- **jsou všude**

= **rozšiřování**
= přizpůsobení podmínkám

Formy výskytu hub v ekosystému

Spory - jedno – vícebuněčné, lepivé nebo prašné, s přívěsky nebo bez, …



Formy výskytu hub v ekosystému

Spory – sexuální a asexuální sporulace, rozšiřování, přežívání, …

Table 4.1 The role of spores and analogous structures in the dispersal and dormant survival of representative fungi

Group and species	Role[a]			
	Dispersal, with no capacity for dormancy	Predominantly dispersal	Predominantly survival	Survival, with dispersal improbable
Slime moulds				
Dictyostelium discoideum	–	Sporangiospores	–	Macrocysts
Physarum polycephalum	Flagellates	Sporangiospores	Cysts	Sclerotia
Oomycetes				
Phytophthora infestans	Zoospores	Sporangia	Cysts	Oospores
Other lower fungi				
Allomyces macrogynus	Zoospores, zygotes	–	Meiosporangia	–
Mucor mucedo	–	Sporangioispores	–	Zygospores
Higher fungi				
Aspergillus nidulans	–	Conidia	Ascospores	Hülle cells[b]
Saccharomyces cerevisiae	–	Vegetative cells	Ascospores	–
Coprinus cinereus	–	Basidiospores, oidia	–	Chlamydospores

[a] Deduced from spore morphology, physiology and behaviour.
[b] Hülle cells are produced singly at the tips of hyphae associated with developing ascocarps. They have very thick walls and resemble chlamydospores.

Carlile & al. (2004)

Formy výskytu hub v ekosystému

- **variabilita tvarů a velikostí**
  x není vždy jasné proč

- malé dostatečně na pasivní odnášení
  větrem od země do výšky
  (simulace dýmem)

- tvar souvisí s aerodynamikou
- velikost a hmotnost souvisí s obsahem živin
- **10 µm** je kompromis mezi doletem a
  obsahem živin

= teoreticky **neomezený dolet**

Lowman & Rinker (2004)

Výskyt hub v ekosystému

- velký dolet vs. **jistota vhodného substrátu** ve svém okolí

carried away into the turbulent mixing layer can be carried by the wind for days before deposition (Pedgley 1986). As reviewed in Okubo and Levin (2001) medium-sized spores (14 × 6 μm diam, volume = 923 μm³) can be carried to a height of 165 m and a horizontal distance of 2865 km, settling within five and a half days. Small spores (5 × 3 μm diam, volume = 26 μm³) can be carried even farther to a height of 650 m and a horizontal distance of 44 571 km, settling within 86 d. If this upward movement is significant it could be important for long distance dispersal, although obviously such long distance transport do not guarantee successful establishment.

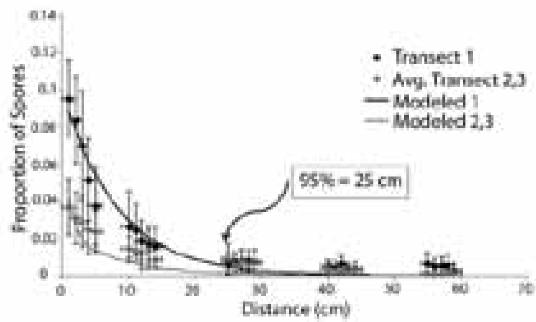


FIG. 2. Actual and modeled downwind (transect 1) and backwind (av. transect 2, 3) dispersal data collected for *Suillus brevipes* sporocarps (n = 5). The y axis represents the proportion of basidiospores dispersed and the x axis represents distance from the sporocarp in centimeters with 0 cm being directly beneath the cap. Actual dispersal data was measured only at specific distances on the microscope slides while the model estimates dispersal at all distances. Backwind transects 2 and 3 (i.e. at ± 120° downwind) were averaged because the model predicts the same dispersal curve for each. Error bars represent one standard deviation of the mean proportion of basidiospores for all sporocarps of *Suillus brevipes* at that distance (cm). The model predicts that 95% of this species' basidiospores will fall within 25 cm of the cap (r^2 = 0.75).

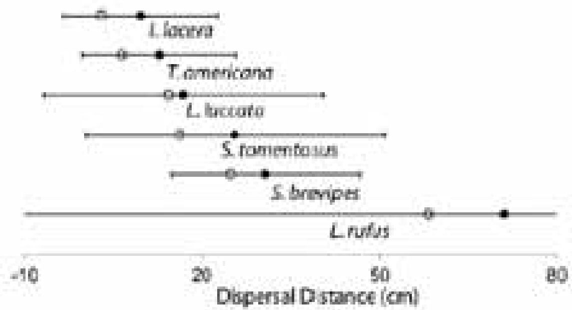


FIG. 3. 90% confidence interval for 95% dispersal distance of the six species studied. Solid circles represent the mean of the individuals' dispersal modeled separately. Open circles represent the modeled 95% dispersal distance with all individuals in a species included. Sample size is 5 for all species studied except *Inocybe lacera* (4), and *Laccaria laccata* and *Lactarius rufus* (2). Error bars for *Lactarius rufus* range from −189 to 331.

downwind of the sporocarp for which less than 5% of basidiospores were estimated to have traveled) was 58 cm. While 5% may not seem like a large proportion, if a single sporocarp were to produce and successfully release an estimated 1 × 10⁹ basidiospores (Buller 1909), then 5 × 10⁷ could

Mycologia, 103(6), 2011, pp. 1175–1183. DOI: 10.3852/10-388

95% of basidiospores fall within 1 m of the cap: a field- and modeling-based study

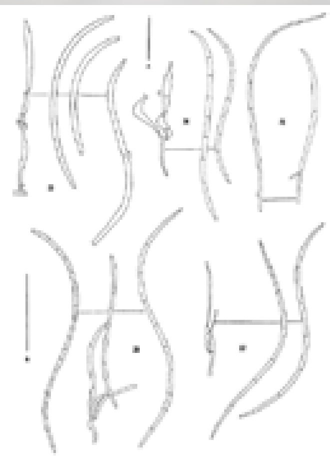
Tera E. Galante[1]
Department of Forest and Wildlife Ecology, University of Wisconsin at Madison, 120 Russell Labs, 1630 Linden Drive, Madison, Wisconsin 53706-1520

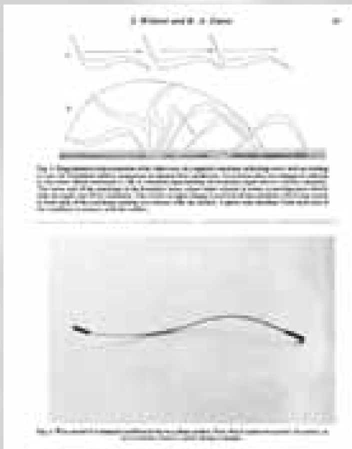
means that environmental factors, not dispersal limitations, influence the observed range of EMF species (Finlay 2002). However studies have shown that this is not always the case (Dickie and Reich 2005,

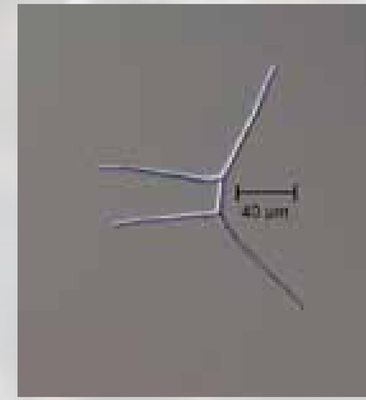
Formy výskytu hub v ekosystému

Spory tetraradiátní

- s výběžky pro zachycení ve vodním proudu (kotva) a stabilní přichycení k substrátu

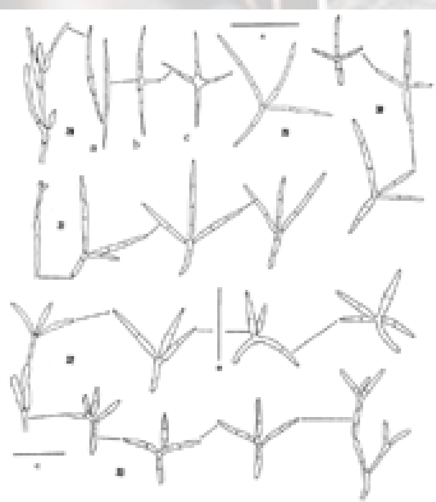


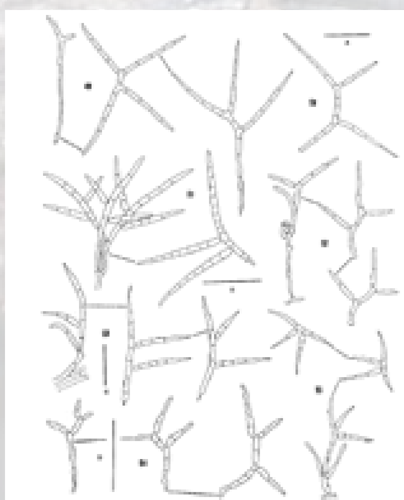




Tricladium chaetocladium

http://fungi.life.uiuc.edu/mitosporic/aquatic_hyphomycetes/tricladium_chaetocladium.jpg

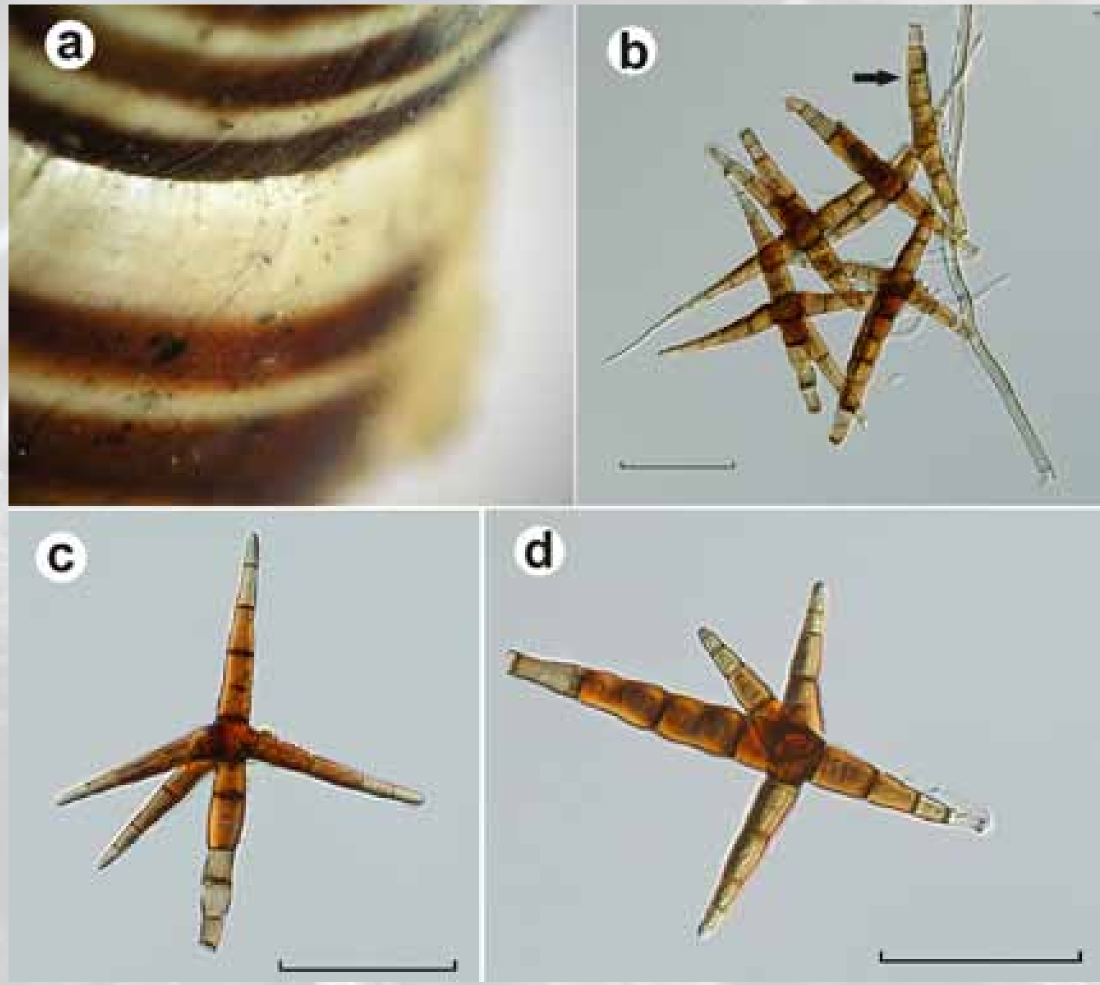




Formy výskytu hub v ekosystému

Spory i pentaradiátní

- *Pentaster cepaeophillus* na ulitách páskovek
- k čemu větvení?



Koukol & Říhová (2012)

Formy výskytu hub v ekosystému

Plodnice (Asco + Basidiomycota)
– útvary vzniklé po pohlavním procesu sloužící k tvorbě a rozšiřování pohlavních spor
– desítky typů, tvarů, barev a forem

PROČ???

Aseroë rubra
http://www.sapmea.asn.au/conventions/imc8/index.html

Dictyophora indusiata
http://homepage.mac.com/paulselden/Sites/Website/Phallusweb.jpg

Formy výskytu hub v ekosystému

Table 3.10 Examples of exogenous stimuli which induce initiation of multihyphal structures

Structure	Fungus	Stimulus
Mycelial strands[a]	*Serpula lacrymans*	High C/N ratio in substratum Inorganic nitrogen source Bridging between nutrient resources Presence of competing fungi Lowered water potential
Rhizomorphs	*Armillaria mellea*	Critical C/N ratio in substratum Ethanol Indoleacetic acid Aminobenzoic acid
Synnemata (coremia)	*Penicillium claviforme* *Penicillium isariiforme*	Glutamic acid in substratum Light
Sclerotia[c]	*Sclerotium rolfsii*	Critical C/N ratio Threonine Lactose
	Coprinus cinereus	Ammonium
	Morchella esculenta	Bridging between poor and rich nutrient resources
Fruiting bodies	*Coprinus cinereus*	Dark → light transfer 30 → 20°C temperature change
	Lentinus edodes	Proteinase inhibitors in substratum Dark → light transfer Temperature drop to 16°C
	Agaricus bisporus	Temperature drop Removal of carbon dioxide

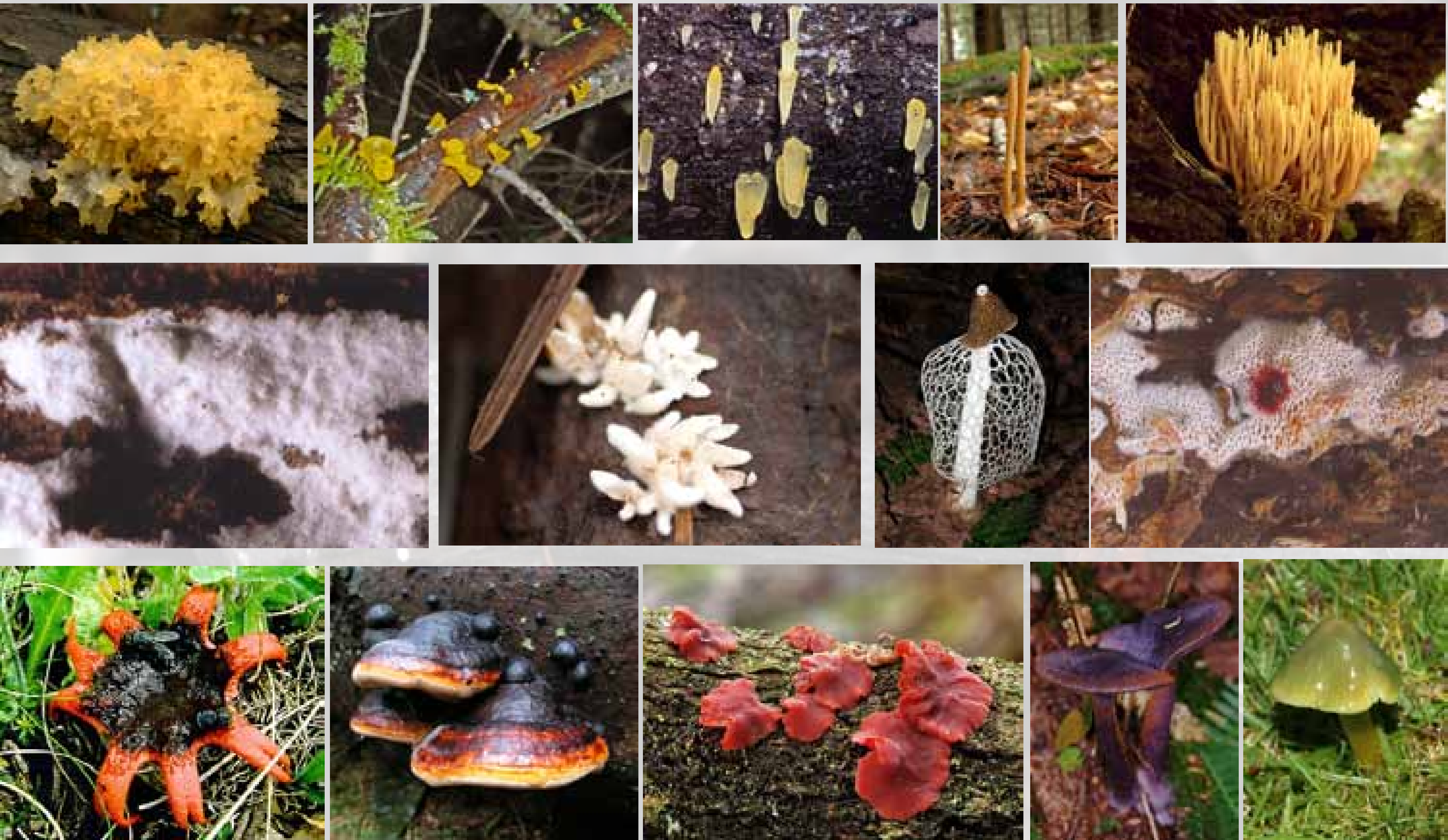
[a] Also termed mycelial cords.

- pozitivní i negativní signály, hodnoty

Carlile & al. (2004)

Formy výskytu hub v ekosystému

Plodnice (Basidiomycota)



Formy výskytu hub v ekosystému

Plodnice (Ascomycota)

Formy výskytu hub v ekosystému

Stroma (Ascomycota)

– útvar specificky vzniklý pro **ochranu** plodnic (pyknid)

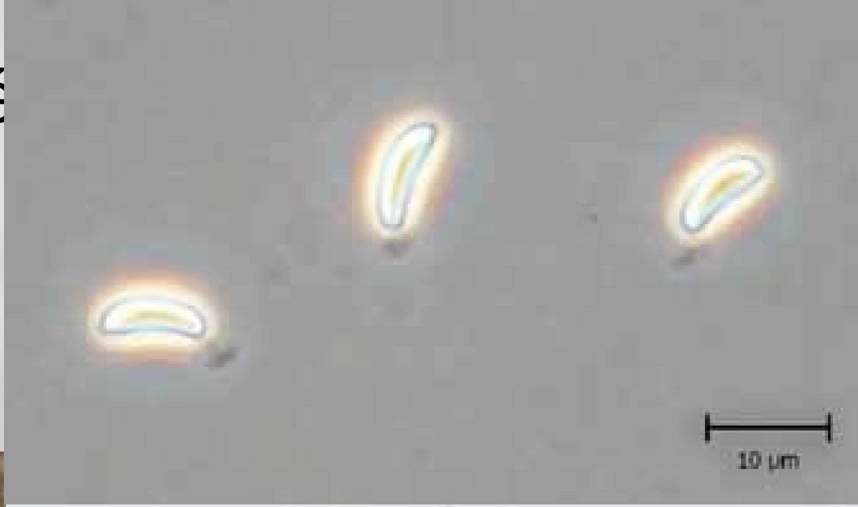
– chrání před okusem, vyschnutím, mechanickým poškozením (barva?)

Diatrype disciformis
http://www.pilzfotopage.de/Ascomyceten/slides/Diatrype_disciformis_jpg_orig.html

Hypocrea sp.
http://www.hiddenforest.co.nz/fungi

Formy výskytu hub v ekosysté

Konidioma (Ascomycota)
– více či méně uzavřené útvary
– uvnitř nepohlavní spory (**konidie**)



pyknidy *Allantophomopsis lycopodina*

Formy výskytu hub v ekosystému

Přívěsky (Erysiphales, Ascomycota)

– křehké, jemné, ale ve velkém počtu

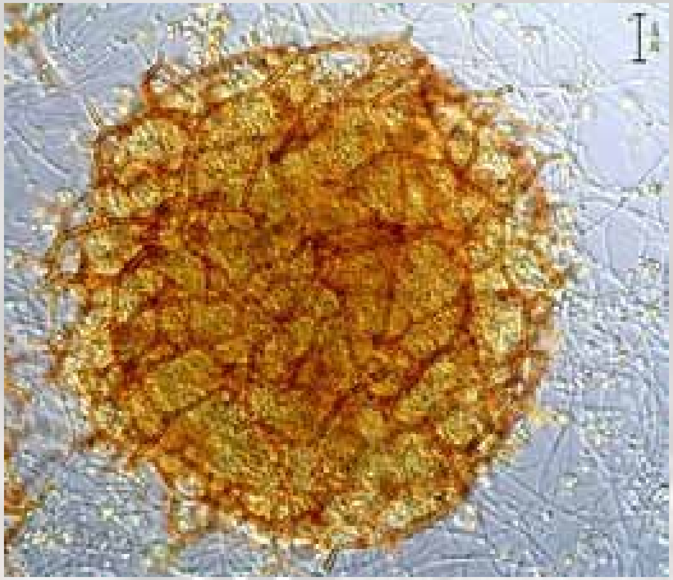
= „suchý zip“, přichycení k podkladu (borka) a přezimování

Erysiphe palczewskii

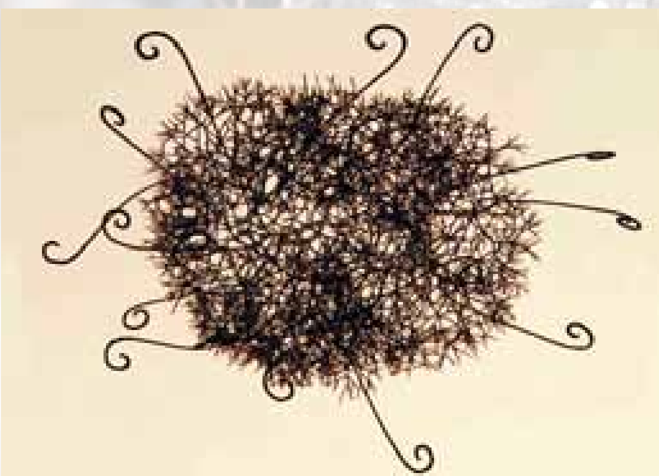
http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/brief/2006/peatree/

Formy výskytu hub v ekosystému

Přívěsky (Myxotrichaceae, Asc.)



Auxarthron umbrinum



Myxotrichum chartarum

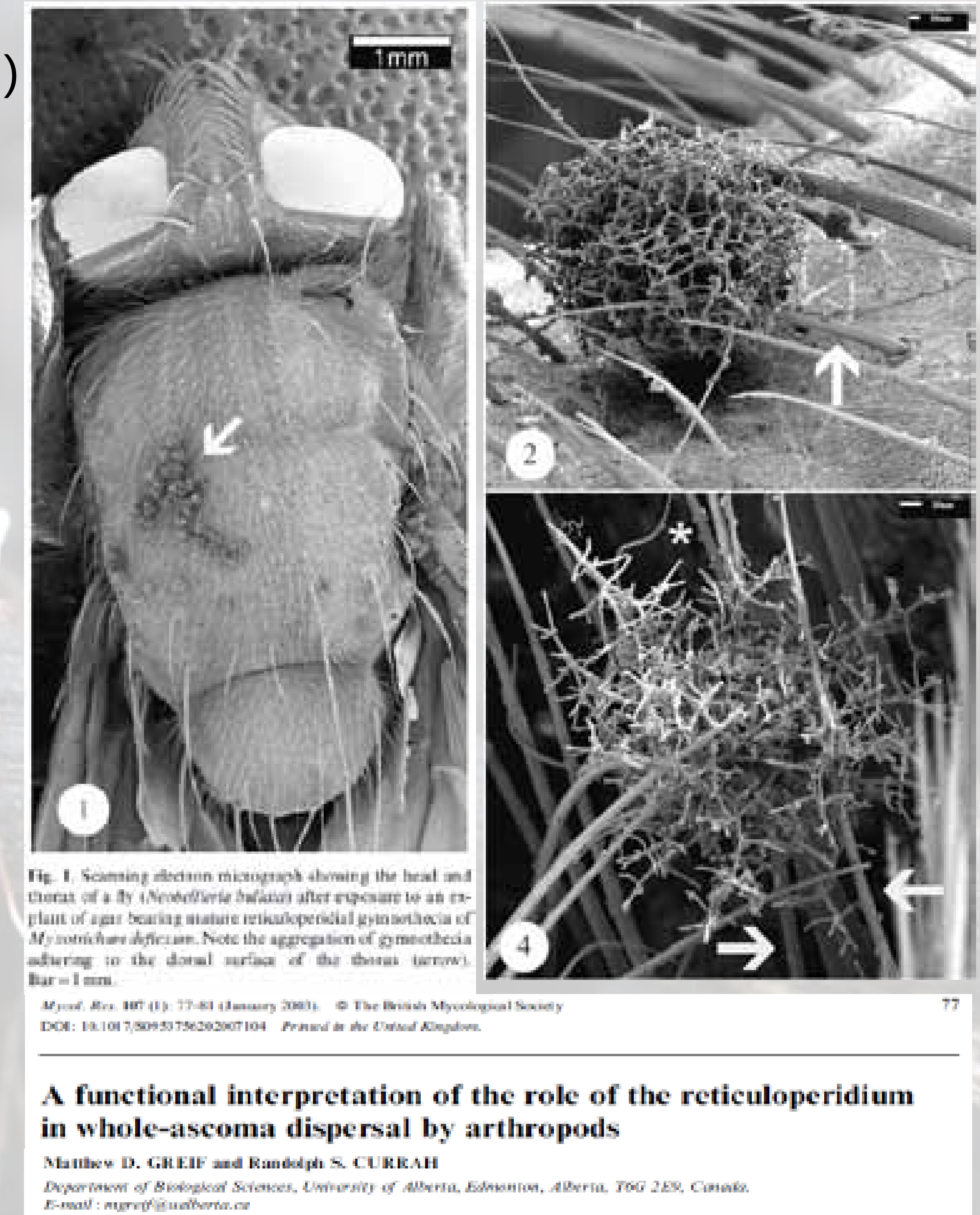


Fig. 1. Scanning electron micrograph showing the head and thorax of a fly (*Neobellieria bullata*) after exposure to an explant of agar bearing mature reticuloperidial gymnothecia of *Myxotrichum deflexum*. Note the aggregation of gymnothecia adhering to the dorsal surface of the thorax (arrow). Bar = 1 mm.

Mycol. Res. 107 (1): 77–81 (January 2003). © The British Mycological Society 77
DOI: 10.1017/S0953756202007104 *Printed in the United Kingdom.*

A functional interpretation of the role of the reticuloperidium in whole-ascoma dispersal by arthropods

Matthew D. GREIF and Randolph S. CURRAH
Department of Biological Sciences, University of Alberta, Edmonton, Alberta, T6G 2E9, Canada.
E-mail : mgreif@ualberta.ca

Formy výskytu hub v ekosystému

Lákání hmyzu (Phallales, Baz.)

Formy výskytu hub v ekosystému

- **konvergence** tvarů

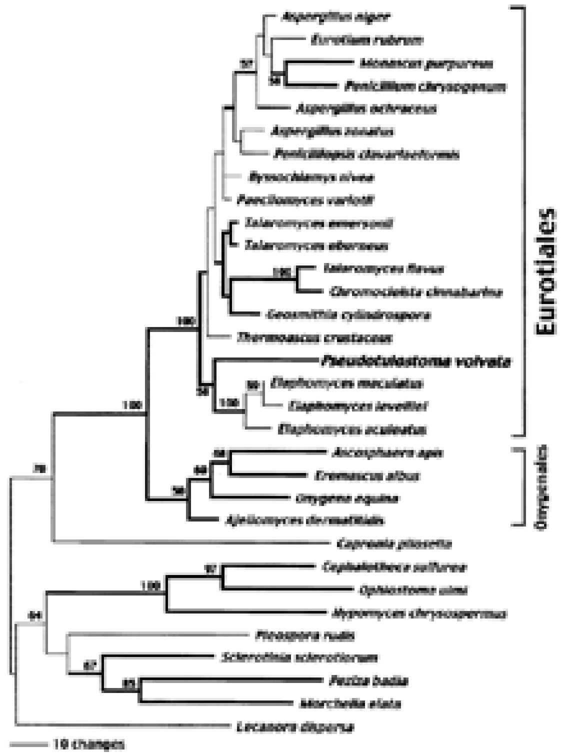
Phallus impudicus

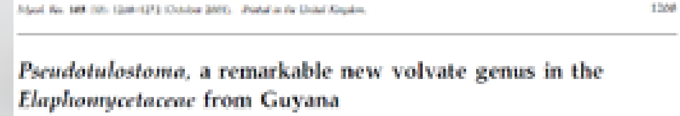
Tulostoma brumale

?

Pseudotulostoma volvata

...systému





Pseudotulostoma, a remarkable new volvate genus in the *Elaphomycetaceae* from Guyana

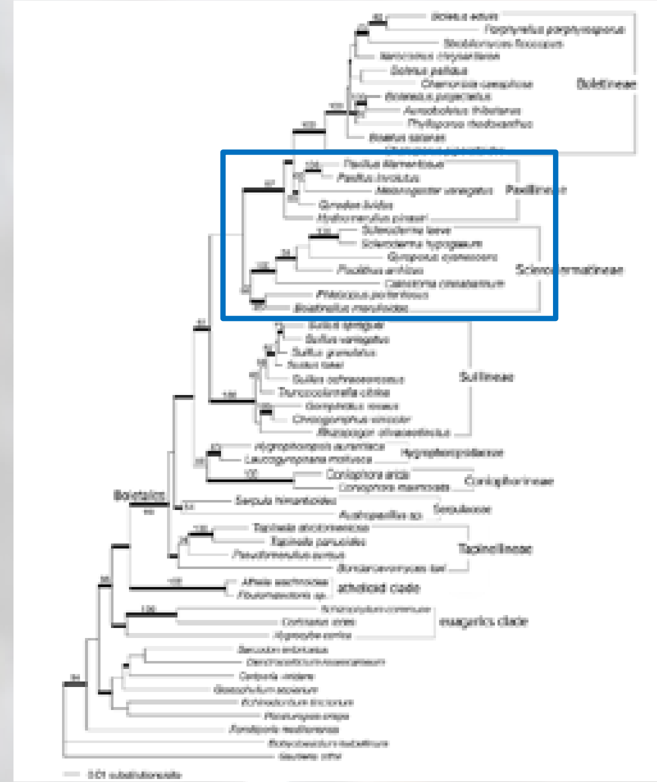
Pseudotulostoma volvata

Elaphomyces granulatus

!

Formy výskytu hub v ekosystému

- **konvergence** tvarů



Elaphomyces granulatus

!

Scleroderma citrinum

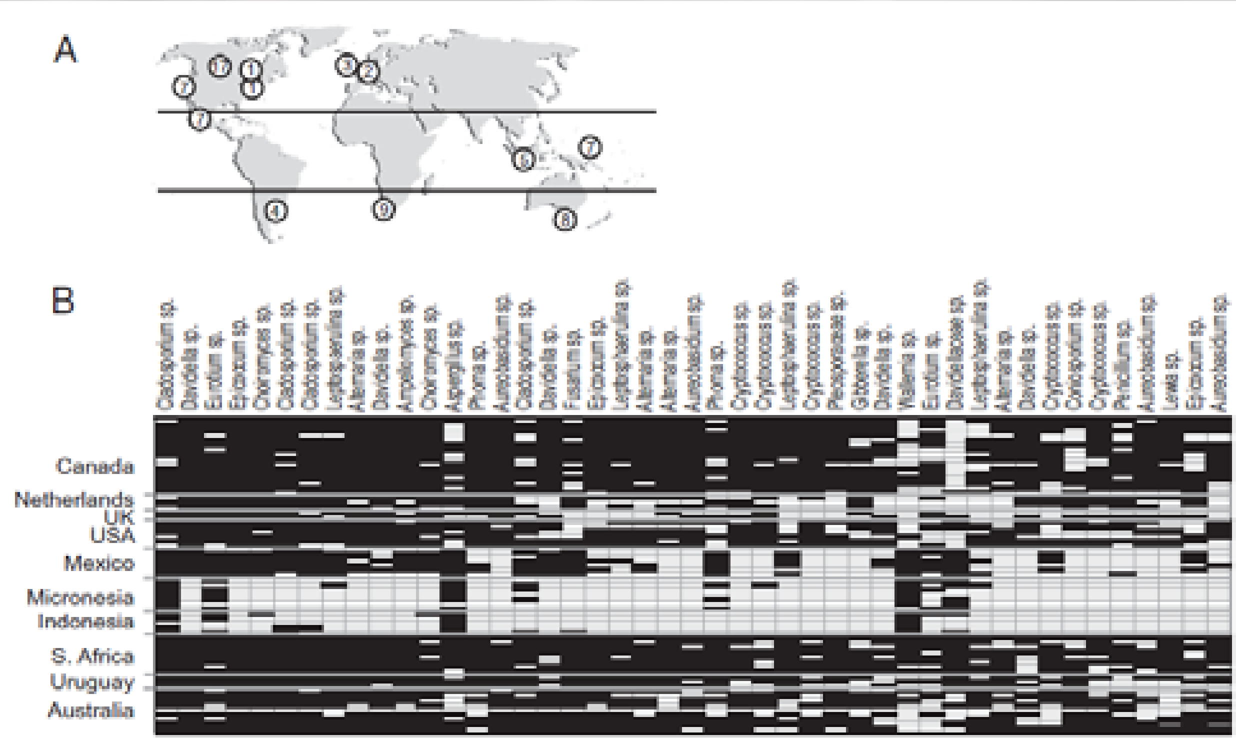
Formy výskytu hub v ekosystému

High diversity of fungi in air particulate matter

Janine Fröhlich-Nowoisky[a,b], Daniel A. Pickersgill[a], Viviane R. Després[a,c,1], and Ulrich Pöschl[a,1]

[a]Biogeochemistry Department, Max Planck Institute for Chemistry, Johann-Joachim-Becher-Weg 27, 55128 Mainz, Germany; [b]Institute of Geosciences, Johannes Gutenberg University, Johann-Joachim-Becher-Weg 21, 55128 Mainz, Germany; and [c]Institute of General Botany, Johannes Gutenberg University, Johannes-von-Müller-Weg 6, 55128 Mainz, Germany

12814–12819 | PNAS | August 4, 2009 | vol. 106 | no. 31 www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0811003106



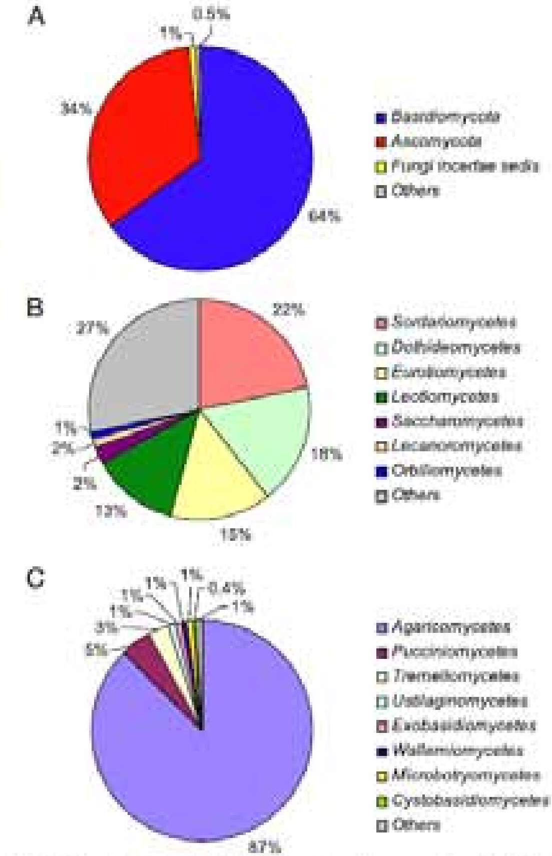


Fig. 1. Species richness of airborne fungi: relative proportions of different phyla (A), different classes of *Ascomycota* (B), and different classes of *Basidiomycota* (C).

Indoor fungal composition is geographically patterned and more diverse in temperate zones than in the tropics

Anthony S. Amend[a,1], Keith A. Seifert[b], Robert Samson[c], and Thomas D. Bruns[a]

[a]Department of Plant and Microbial Biology, University of California, Berkeley, CA 94720-3102; [b]Biodiversity Theme, Agriculture and Agri-Food Canada, Ottawa, ON, Canada K1A 0C6; and [c]CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, 3508 AD, Utrecht, The Netherlands

13748–13753 | PNAS | August 3, 2010 | vol. 107 | no. 31 www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1000454107

Výskyt hub v ekosystémech

- **jsou všude**

= rozšiřování
= **přizpůsobení podmínkám**

Výskyt hub v ekosystému

Habitat (lat. *habitatio* – obydlí, bydlení) – soubor vlastností prostředí a substrátu, který kolonizuje daná populace určitého druhu houby

Nika – soubor abiotických i biotických vlastností prostředí

x biotop (stanoviště *s.s.*)

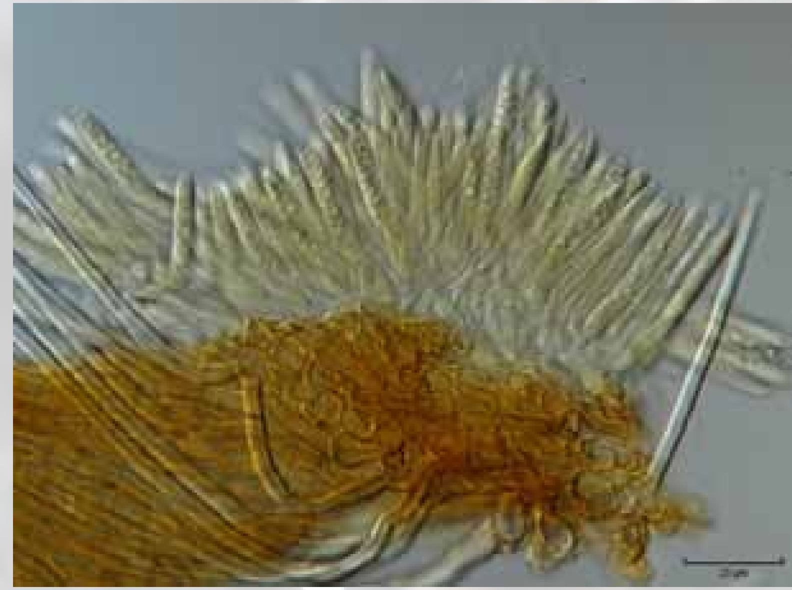
opad *Pinus sylvestris*

Výskyt hub v ekosystému

Mikrohabitat – ještě detailnější označení

Substrát
substrate – přírodnina, kterou houba kolonizuje

substratum – konkrétní chemická složka, kterou je houba schopna zužitkovat



Ciboria amentacea
http://www.cegep-sept-iles.qc.ca/raymondboyer/champignons/Images/Ciboria_amentacea.JPG

Hyalotricha trichodea

Formy výskytu hub v ekosystému

Heydenia alpina (Pezizales, Ascomycota)

- psychrotolerantní
- rostlinný opad a mech

- dřevěné zbytky základny
- mořský sediment
- továrna na kys. hyaluronovou

The taxonomic position of the genus *Heydenia* (Pyronemataceae, Pezizales) based on molecular and morphological data

Adrian Leuchtmann · Heinz Clémençon

Formy výskytu hub v ekosystému

Pyronema domesticum (Pezizales, Ascomycota)

- termotolerantní
- spáleniště

Sterilization of Products Contaminated with Pyronema domesticum
Lampe, Carol M;Hansen, Joyce M;Rymer, Therese M;Sargent, Harold
Biomedical Instrumentation & Technology; Nov/Dec 2009; 43, 6; ProQuest Central
pg. 489

INSTRUMENTATION RESEARCH

Sterilization of Products Contaminated with *Pyronema domesticum*

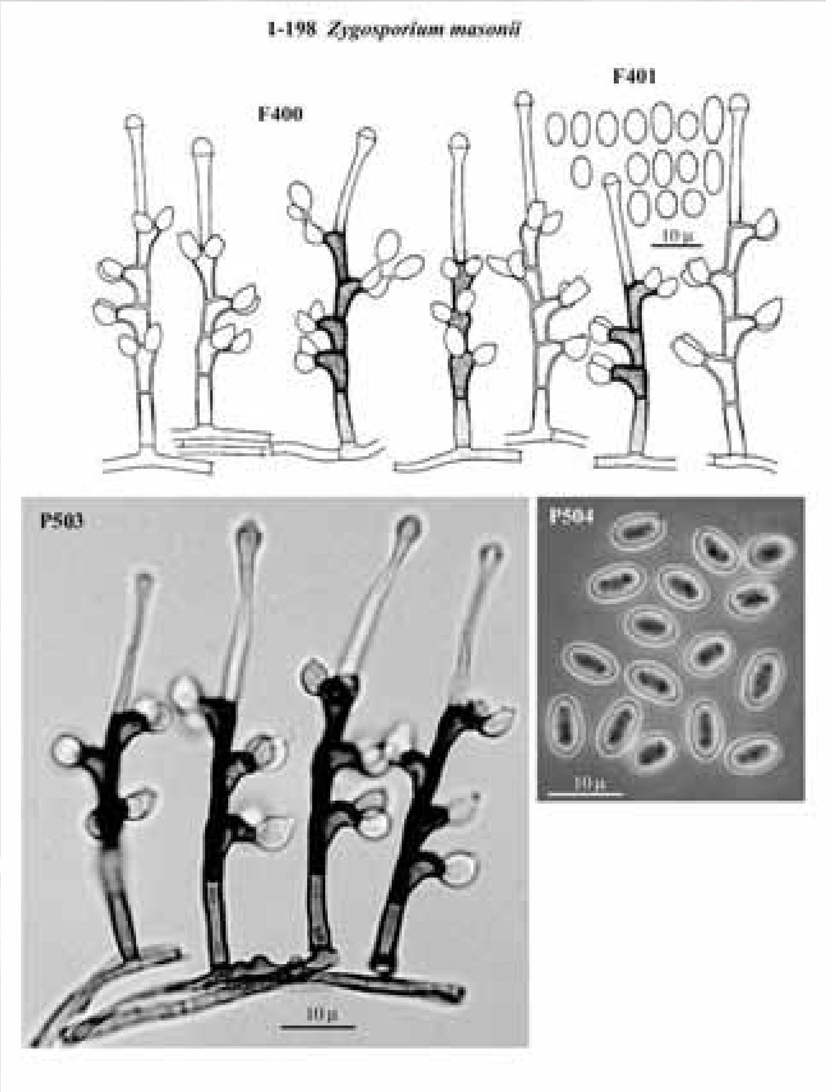
Carol M. Lampe, Joyce M. Hansen, Therese M. Rymer, Harold Sargent

Formy výskytu hub v ekosystému

Zygosporium masoni (Incertae sedis, Ascomycota)
Hughes (1931)
- opad *Dracaena*, Gold Coast (Queensland, Austrálie)

Matsushima (1975)
- opad *Daphniphyllum macropodi*; Kyoto
- opad *D. teijsmanni*; Hachijo Island, Tokyo
- opad *Ilex latifolia*; Bunkyo Ward, Tokyo

CBS
- Západní Virginie, Kuba, Kalifornie, Itálie




20 µm

Formy výskytu hub v ekosystému

- nejbližší záznamy v GenBanku (399/400 bp)

HQ316570 Xylariales sp. 4-16
- korál v moři u pobřeží Číny

FJ612791 fungal sp. ARIZ L365
- endofyt v semeni *Cecropia insignis*; ostrov Barro Colorado, Panama

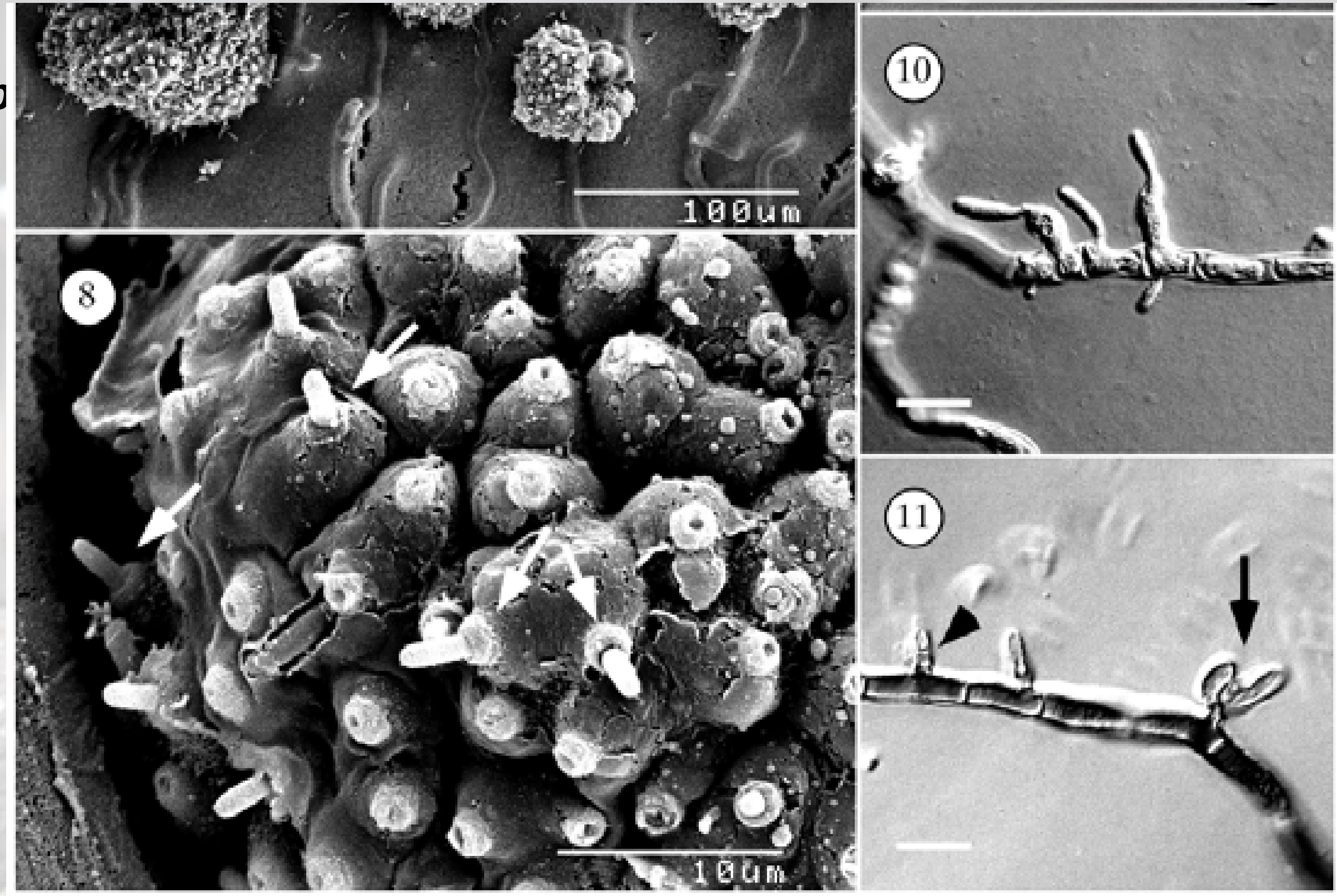
EF060424 Xylariales sp. LM40
- mořská voda, Hawaii

GU370746 uncultured fungus B30a_25
- mořský sediment, Indický oceán

= anamorfa Xylariales, Ascomycota
= kosmopolitní saprotrofní druh s endofytickou fází a příležitostně i jako mořský druh

Formy výskytu hub v ekosystému

Scleroconidioma sp



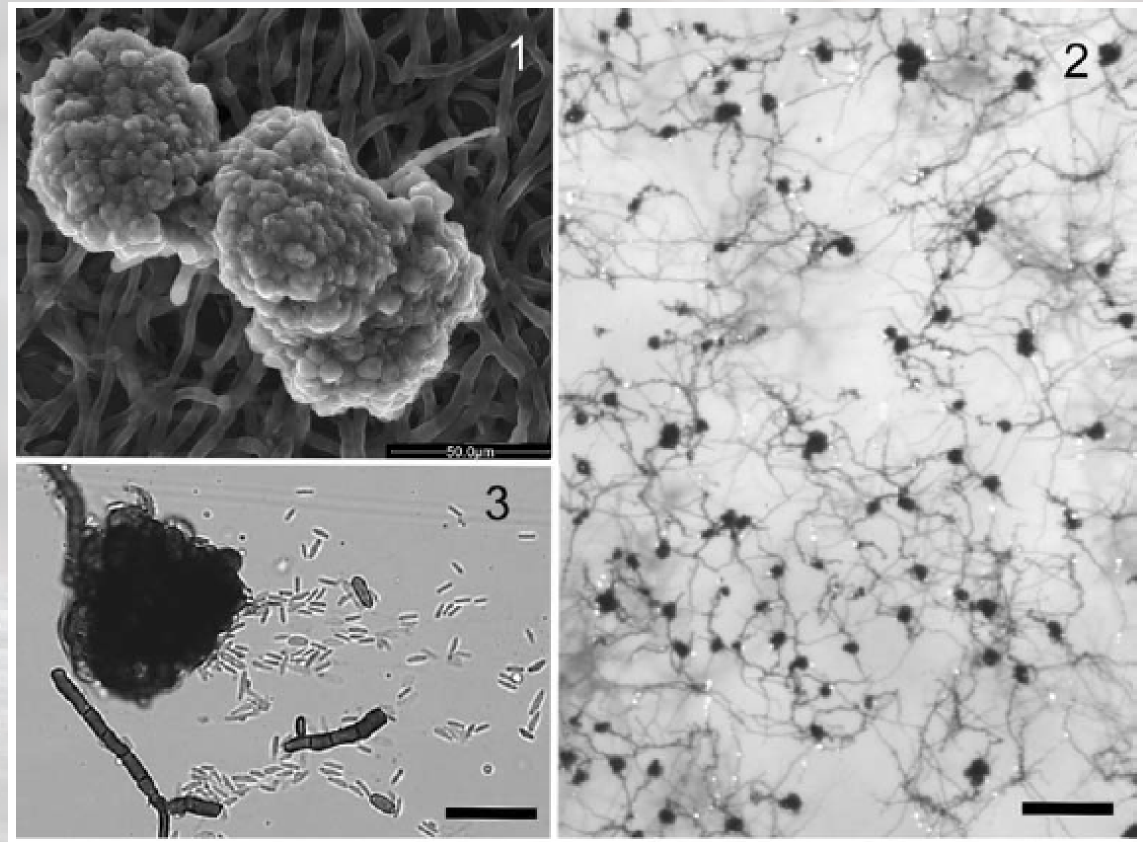
Scleroconidioma, a new genus of dematiaceous Hyphomycetes

A. Tsuneda, M.N. Thormann, and R.S. Currah

Can. J. Bot. 78: 1294–1298 (2000)

Formy výskytu hub v ekosystému

Scleroconidioma sphagnicola



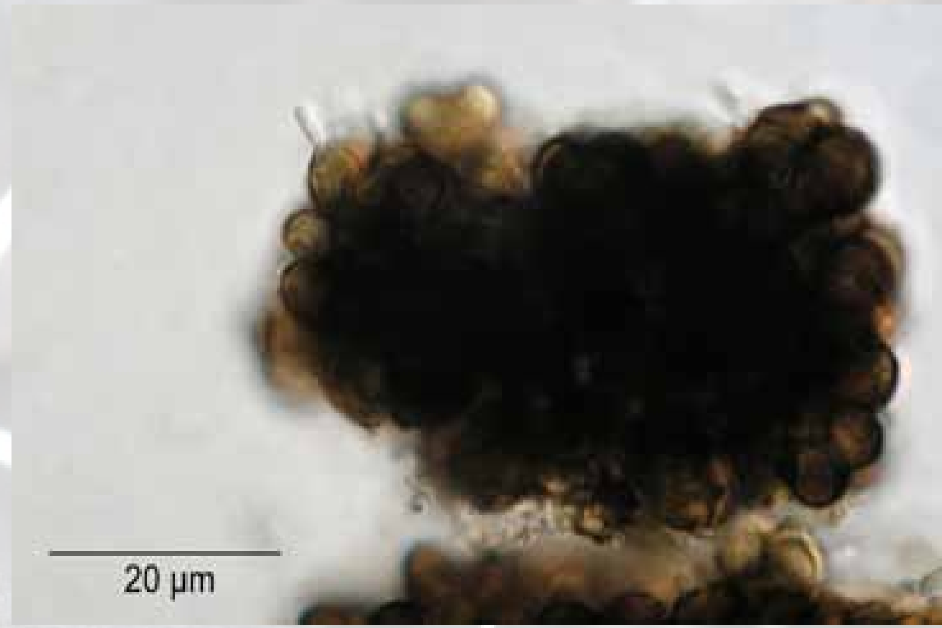
CZECH MYCOL. 59(1): 111–123, 2007

Autecology of *Scleroconidioma sphagnicola* particularly in Šumava National Park (Czech Republic)

ONDŘEJ KOUKOL[1, 2] and MARCELA KOVÁŘOVÁ[2]

Formy výskytu hub v ekosystému

Scleroconidioma sphagnicola



Cultures from CCF

I checked the morphology of 12 strains that were isolated during the last decade and preserved in the CCF collection as "*Aureobasidium*-like." One strain (AK156/99) resembled *S. sphagnicola* when grown on CMAD. An analysis of its ITS rDNA confirmed the identification. This strain was isolated from soil in a spruce (*Picea abies*) forest at Mt. Plechý (1378 m a.s.l.) in Šumava National Park by Alena Kubátová in July 1999. At approximately the same time, *S. sphagnicola* was isolated in Canadian peat bogs and described as a new species (Tsuneda et al. 2000).

CZECH MYCOL. 61(1): 117–124, 2009

Geographical distribution of *Scleroconidioma sphagnicola* in coniferous forests in Europe and Canada

ONDŘEJ KOUKOL

Výskyt hub v ekosystémech

Kryptická speciace?

- např. *Chorioactis geaster* (Pezizales, Ascomycota)

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Devil%27s_cigar_Chorioactis_geaster.jpg

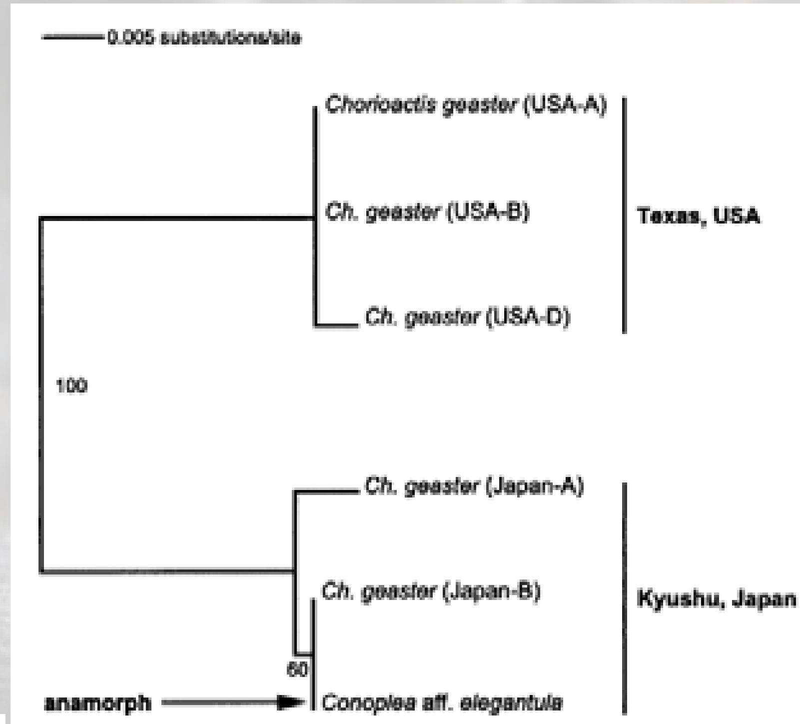


FIGURE 4. ITS phylogeny of the divergence between the Old World (Kyushu, Japan) and New World (Texas, USA) lineages of *Chorioactis* demonstrating the phylogenetic connection between Japanese *Chorioactis* and its *Conoplea* anamorph. The phylogeny was inferred using the maximum likelihood criterion, the K80 base substitution model, and an exhaustive search, which found one tree with a score of -Ln = 946.54.

PHYLOGENY AND BIOGEOGRAPHY OF *CHORIOACTIS GEASTER* (PEZIZALES, ASCOMYCOTA) INFERRED FROM NUCLEAR RIBOSOMAL DNA SEQUENCES

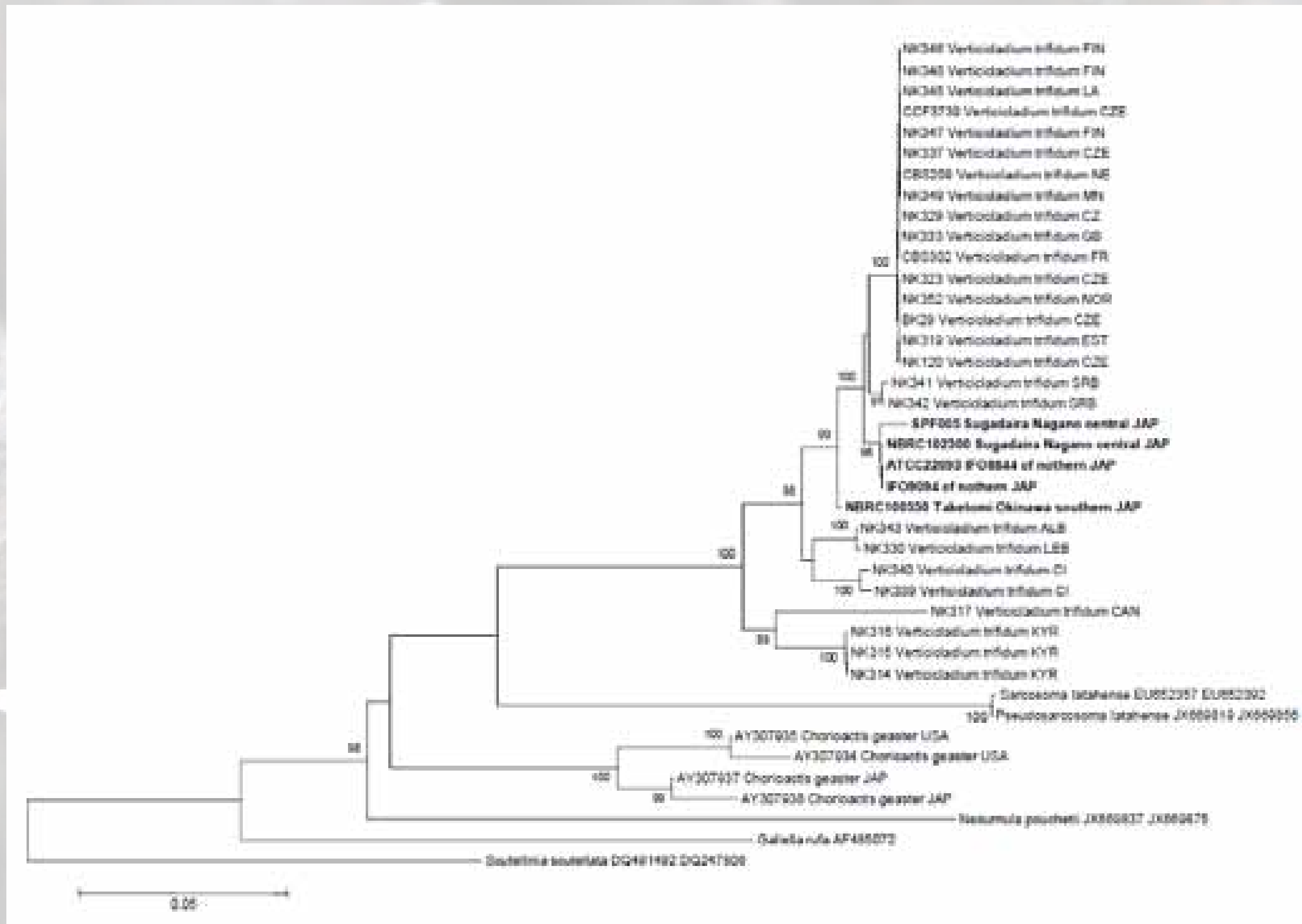
KRISTIN R. PETERSON,[1] CHARLES D. BELL,[2] SHUICHI KUROGI,[3] AND DONALD H. PFISTER[1]

Harvard Papers in Botany, Vol. 8, No. 2, 2004, pp. 141–152.

Výskyt hub v ekosystému

Geografické areály?

- *Desmazierella acicola* (anam.*Verticicladium trifidum,* Pezizales, Ascomycota)
- souvisí areál s rozvojem *Pinaceae*?

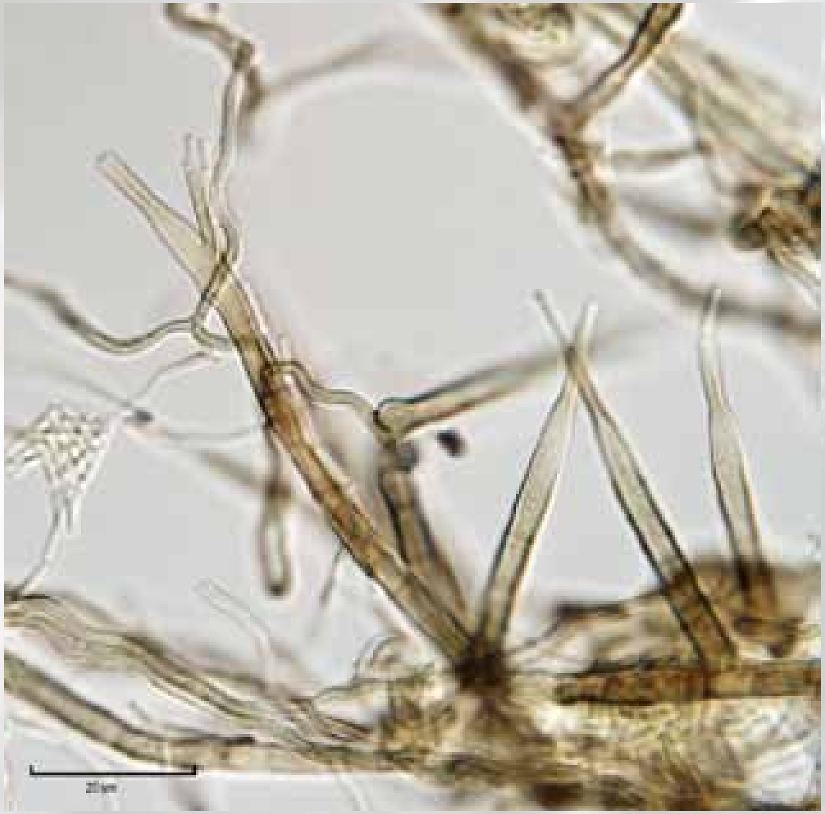


Výskyt hub v ekosystému

Endemité?

- bariéry geografické, hostitelé

x naše nedostatečné poznání?
- *Chalara novae-zelandiae* izolována
  z Kamchatky




MYCOTAXON

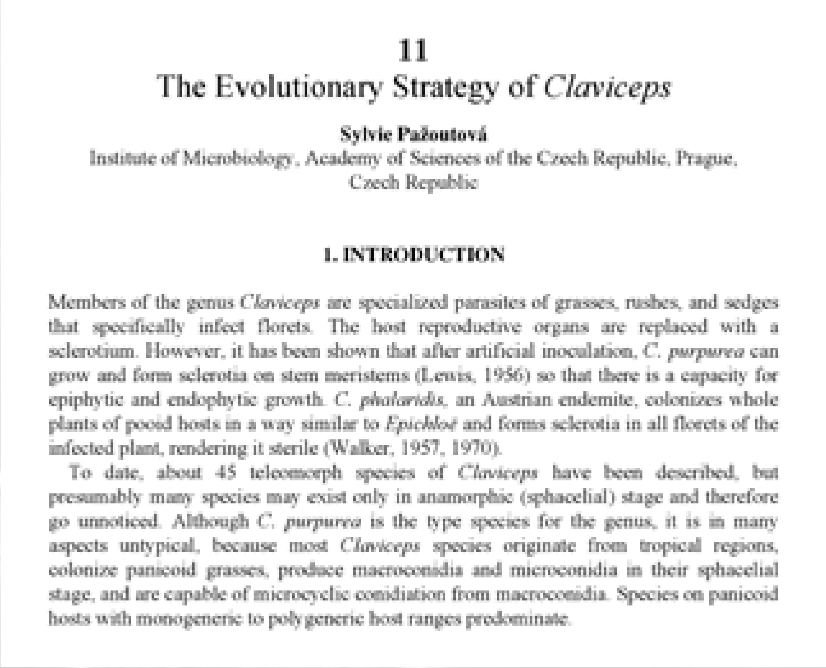
Search

Home :: About the Journal :: Publications :: Indices :: How to Order :: Instructions to Authors :: Online Resources

Chlebicki, Andrzej & Markéta Suková. Fungi of 'alpine islands' of *Dryas octopetala* in the Carpathians. **Mycotaxon 90:** 153–178. 2004.

ABSTRACT: 39 ascomycete fungi and some anamorphs are reported from the Western and Eastern Carpathians, among them *Lachnum ...*, *Leptosphaeria ...*, *... alpinum* and *... dryadicola*. Analysis of Dryas-specific fungi of the Carpathians, Alps, Scandinavia and the Urals shows some similarities between these areas. This indicates that the Carpathian population of *Dryas octopetala* has been influenced by migrational waves of Dryas, as much from the west (the Alps), as from the east (the Urals and Scandinavia). The most similar populations were found in the Malá Fatra Mts., Chočské vrchy Mts., Západné (Zachodnie) Tatry Mts., Vysoké Tatry Mts. and Belianske Tatry Mts. The most distinct and isolated areas in the western part of the Tatry Mts., named the Zachodnie Tatry Mts., which have a greater number of exclusive species and a single endemite, *... margaretae*. The dispersion of fungi in smaller 'islands' is mostly accidental, resulting from the decline of the host population and the extinction of fungi that follows it.

KEYWORDS: arcto-alpine fungi, distribution, mycogeography


11

The Evolutionary Strategy of *Claviceps*

Sylvie Pažoutová

Institute of Microbiology, Academy of Sciences of the Czech Republic, Prague, Czech Republic

1. INTRODUCTION

Members of the genus *Claviceps* are specialized parasites of grasses, rushes, and sedges that specifically infect florets. The host reproductive organs are replaced with a sclerotium. However, it has been shown that after artificial inoculation, *C. purpurea* can grow and form sclerotia on stem meristems (Lewis, 1956) so that there is a capacity for epiphytic and endophytic growth. *C. phalaridis*, an Austrian endemite, colonizes whole plants of pooid hosts in a way similar to *Epichloë* and forms sclerotia in all florets of the infected plant, rendering it sterile (Walker, 1957, 1970).

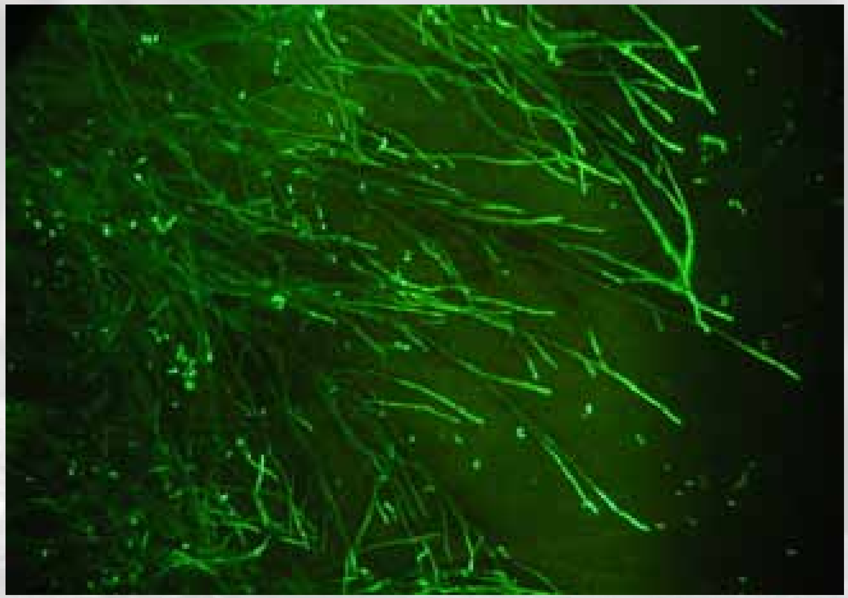
To date, about 45 teleomorph species of *Claviceps* have been described, but presumably many species may exist only in anamorphic (sphacelial) stage and therefore go unnoticed. Although *C. purpurea* is the type species for the genus, it is in many aspects untypical, because most *Claviceps* species originate from tropical regions, colonize panicoid grasses, produce macroconidia and microconidia in their sphacelial stage, and are capable of microcyclic conidiation from macroconidia. Species on panicoid hosts with monogeneric to polygeneric host ranges predominate.

Formy výskytu hub v ekosystému

- aktivní **vegetativní** stádia (mycelium, kvasinkovité buňky)
- **sporulující** struktury
- **fruktifikační** struktury (plodnice)
- **dormantní** stádia (spory, sklerocia, …)

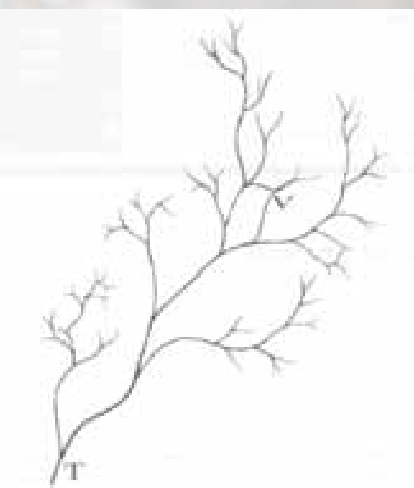
Formy výskytu hub v ekosystému

Mycelium - systém **hyf** prorůstajících substrát, překonávající vzdálenosti
x náchylné na poškození mikrooorganismy, živočichy, vyschnutí, …



Chalara longipes
DIOC$_6$ fluorescence hyf

Hypholoma fasciculare



Anatome Plantarum (1675 – 1679), *Marcello Malpighi*
- nejstarší vyobrazení mycelia

Formy výskytu hub v ekosystému

Fricker (2007)

Formy výskytu hub v ekosystému

Hyfy

- **apikální růst**

- apikální tělísko, *Spitzenkörper*

http://www.bsu.edu

Cooke & Whipps (1993)

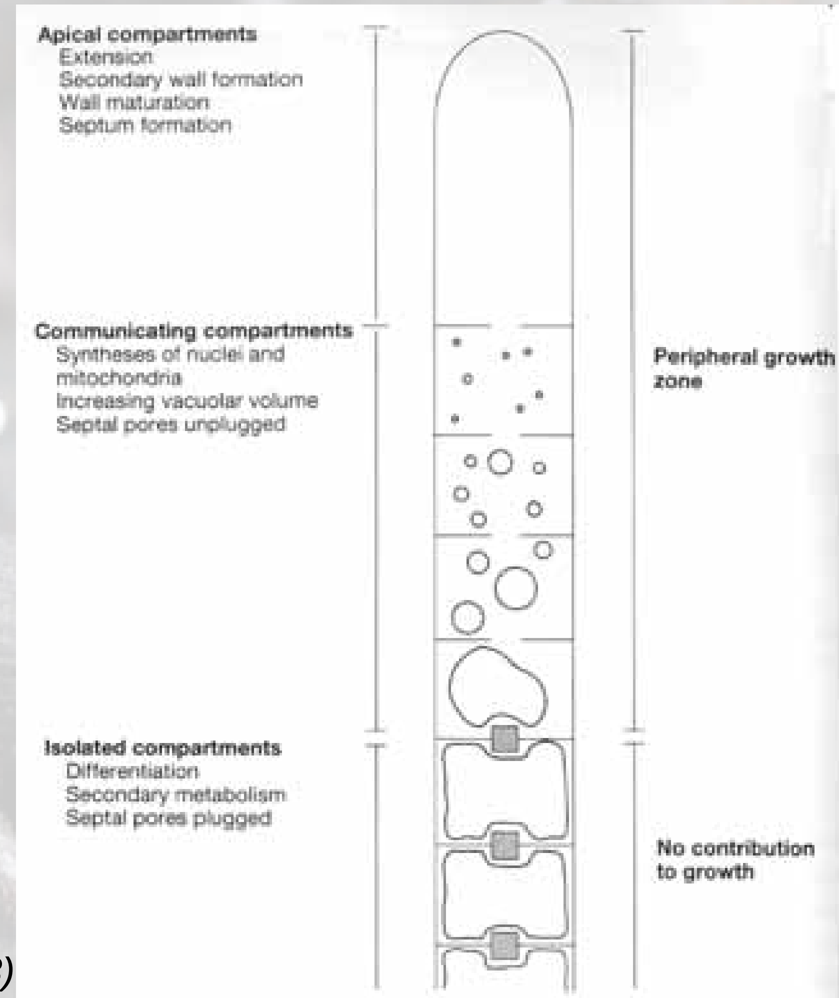


Fig. 3.5 Diagrammatic representation of the various hyphal compartments and their contribution to hyphal function.

Formy výskytu hub v ekosystému

Hyfy

- v určitých případech růst i mimo špičku

  = interkalární **prodlužování u plodnic bazidiomycetů**

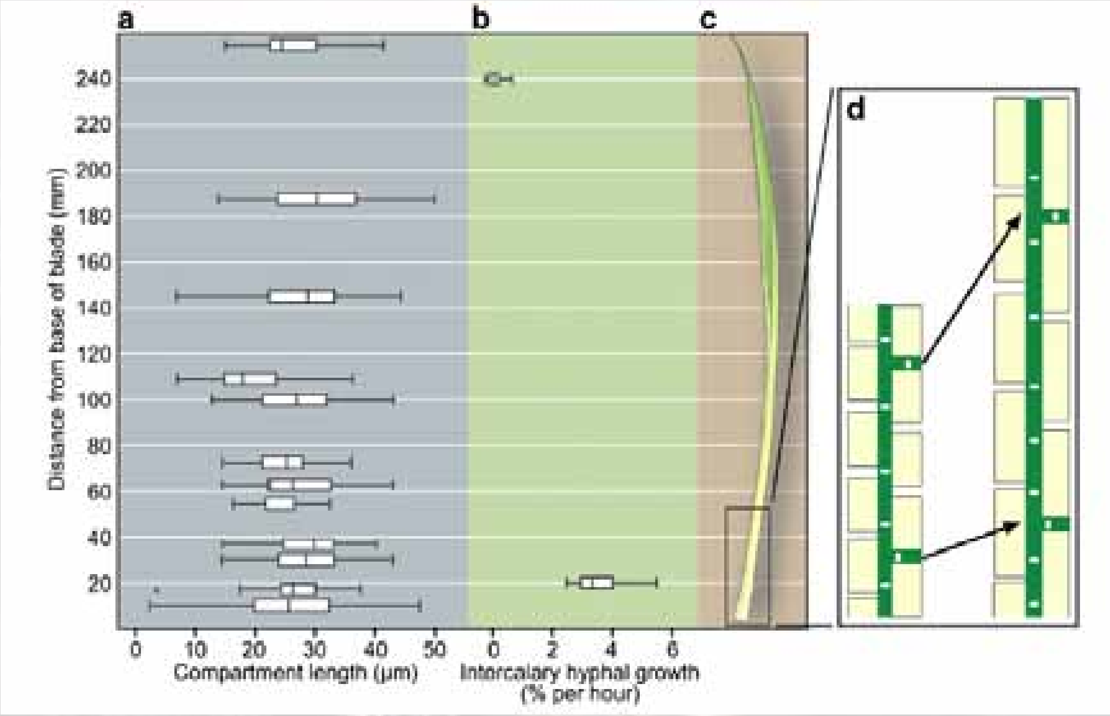
  založení primordia – několikanásobné prodloužení a zvětšení buněk

  = interkalární **prodlužovací růst včetně nových přehrádek** u travních endofytů (*Epichloë*), nutné v prodlužovací části listu, kde hyfy asociovány s buňkami trávy

  = u **stélky lišejníků** (*Usnea*)

  = u **rhizomorf**


FUNGAL BIOLOGY REVIEWS 24 (2010) 123–131
ELSEVIER
bms British Mycological Society promoting fungal science
journal homepage: www.elsevier.com/locate/fbr
Review
Intercalary growth in hyphae of filamentous fungi
Christine R. VOISEY*
AgResearch, Grasslands Research Centre, Private Bag 11008, Palmerston North, New Zealand



Formy výskytu hub (nejen) v ekosystému

Mycelium
- variabilita

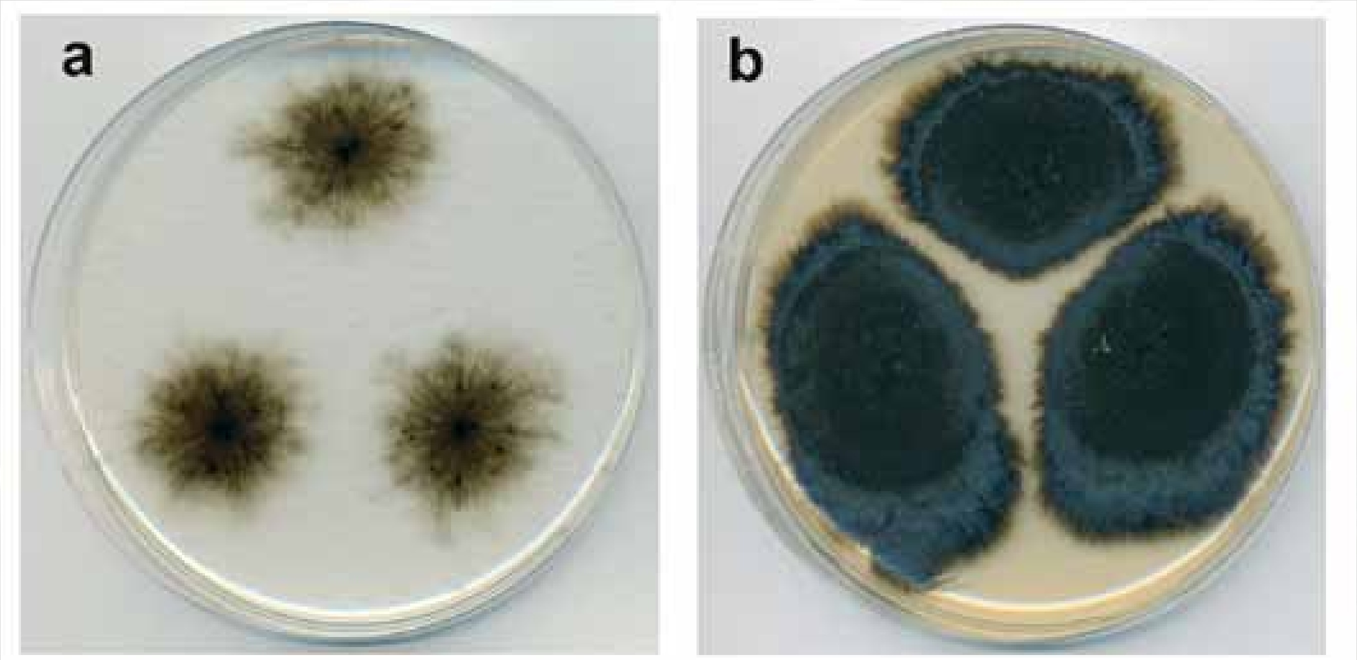
Fusarium spp.

Aspergillus spp.

Formy výskytu hub (nejen) v ekosystému

Mycelium
- variabilita v morfologii mycelia závislá i na kmeni, nebo použitém médiu

Scleroconidioma sphagnicola
– růst na kukuřičném agaru (CMA) x sladinovém agaru (MEA)



Mycosphaerella graminicola – braničnatka pšeničná

Růst hub

- růst mycelia v laboratorních podmínkách většinou **neukončený** (v přírodě?)
- vyčerpání živin, nadbytek sek. metabolitů → stacionární fáze
(= přeočkováním na čerstvá média, roztoky, nižší teplota)

x někdy (při častém) přeočkování přestává růst i na čerstvém a optimálním médiu
= vypínání enzymů při chybějícím substrátu, podmínkách prostředí, …
= přídavek přírodnin k médiu (jehlice, dřívko, …)

x dostatek „volného času“ a absence stresu → produkce sek. metabolitů
(až v krystalické podobě!)



Růst hub

x determinovaný růst

Rhabdocline parkerii

- po opadu jehlic vytvoří plodnice, uvolní askospory a mycelium odumírá
- dokázáno i při inokulačních pokusech na opadu

Rhabdocline pseudotsugae

http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/research/rhabdocline/

http://podospora.igmors.u-psud.fr/more.html

Podospora anserina

- v kultuře max. 25 dní (koprofilní, adaptace na krátkodobý substrát)

Růst hub

Je václavka největší organizmus na Zemi?
- jeden kmen může porůst plochu několik hektarů a růst tisíce let

x je to opravdu stále jeden organizmus?


letters to nature

Nature 356, 428 - 431 (02 April 1992); doi:10.1038/356428a0

The fungus *Armillaria bulbosa* is among the largest and oldest living organisms

MYRON L. SMITH*, JOHANN N. BRUHN & JAMES B. ANDERSON*

*Department of Botany/Centre for Plant Biotechnology, University of Toronto, Mississauga, Ontario L5L 1C6, Canada

†School of Forestry and Wood Products, Michigan Technological University, Houghton, Michigan 49931, USA

ASEXUALLY reproducing organisms occur in a variety of taxa in all biological kingdoms[1] and distinguishing asexually propagated genotypes is essential for the understanding of their population biology. Among the higher fungi, however, the clonal 'individual' is especially difficult to define[2] because most of the fungal thallus consists of a network of anastamosing hyphae embedded in the substratum. Whether fruit-bodies, the most recognizable part of a fungus, are produced by a single supporting mycelium can only be determined by establishing direct physiological continuity or genetic identity. We report a means by which individual fungi can be unambiguously identified within local populations and identify an individual of *Armillaria bulbosa* that occupies a minimum of 15 hectares, weighs in excess of 10,000kg, and has remained genetically stable for more than 1,500 years.

Armillaria gallica
http://www.lancing-nature.bn15.net/fungi.html

Růst hub

Je václavka největší organizmus na Zemi?

- *A. ostoyae* - 965 ha, 8.650 let, cca stovky t

X

Sequoiadendron giganteum
- 1.500 m^3, 2.100 t, stáří cca tisíce let

Balaenoptera musculus
- délka 23 - 30.5 m, až 180 t

BBC NEWS

You are in: Sci/Tech

Front Page | World | UK | UK Politics | Business | Sci/Tech | Health | Education | Entertainment | Talking Point | In Depth | AudioVideo

Monday, 7 August, 2000, 13:15 GMT 14:15 UK

Fantastic fungus find

Shoestring-like rhizomorphs spread from tree to tree

By BBC News Online's Jonathan Amos

Researchers in the US have found what is probably the largest living organism on Earth.

It is a fungus that is growing through the earth and roots of trees in the Malheur National Forest in the Blue Mountains of eastern Oregon.

Scientists say it covers 890 hectares (2,200 acres) of land - an area equivalent to about 1,220 football pitches.

The fungus is called *Armillaria ostoyae*, but is more popularly known as the honey mushroom. This particular specimen is calculated to be about 2,400 years old, although it could be two to three times this age.

Dr Tina Dreisbach
The fungus encourages nutrient recycling
real 28k

Search BBC News Online
GO
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:

- 04 Aug 99 | Sci/Tech
  The mother of all plants
- 14 Sep 99 | Sheffield 99
  Why are there only two sexes?
- 01 Feb 00 | Sci/Tech
  World's biggest flower bears fruit

Internet links:

- USDA Forest Service Pacific Northwest Research Station
- Armillaria Root Disease

The BBC is not responsible for the content of external internet sites

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

SCIENTIFIC AMERICAN

Strange but True: The Largest Organism on Earth Is a Fungus

The blue whale is big, but nowhere near as huge as a sprawling fungus in eastern Oregon

Růst hub

Fomitiporia ellipsoidea - největší **plodnice**

Fig 1 – A basidiocarp of *Fomitiporia ellipsoidea*.

BBC

NATURE

Home | News | Features | Blog | Video collections | Wildlife | Prehistoric

1 August 2011 Last updated at 01:38

Giant fungus discovered in China

By Matt Walker
Editor, BBC Nature

The most massive fruiting body of any fungus yet documented has been discovered growing on the underside of a tree in China.

The fruiting body, which is equivalent to the mushrooms produced by other fungi species, is up to 10m long, 80cm wide and weighs half a tonne.

That shatters the record held previously by a fungus growing in Kew Gardens in the UK.

The new giant fungus is thought to be at least 20 years old.

The first example of the new giant fungus was recorded by scientists in 2008 in Fujian Province, China, by Professor Yu-Cheng Dai of the Herbarium of biology at the Chinese Academy of Sciences in Shenyang and his assistant Dr Cui.

Small fragments have broken off the single giant fungus

"But the type collection was not huge," Prof Dai told BBC Nature.

However, "we found [the] giant one in Hainan Province in 2010."

FUNGAL BIOLOGY XXX (2011) 1–2

ELSEVIER

British Mycological Society promoting fungal science

journal homepage: www.elsevier.com/locate/funbio

Fungal Biology

Fomitiporia ellipsoidea has the largest fruiting body among the fungi

Yu-Cheng DAI[a,*], Bao-Kai CUI[b]

[a]Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China
[b]Institute of Microbiology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

ARTICLE INFO

Article history:
Received 28 May 2011
Received in revised form
9 June 2011
Accepted 14 June 2011

ABSTRACT

A giant polypore, *Fomitiporia ellipsoidea*, was found in Hainan Island in southern China. It was 20 y old, and its estimated volume was 409 000–525 000 cm^3 and weight was 400–500 kg. This is the first report of the largest fungal fruiting body both in volume and weight.

20.8.2011 8:10 Čro 2 – Meteor
http://www.rozhlas.cz/leonardo/zpravy/_zprava/929090

Formy výskytu hub v ekosystému

Myceliální provazce (Basidiomycota)
- hyfy jednotlivé, spojování do provazce
- hyfy s **extracelulární matrix**, na povrchu vrstva **melanizovaných** hyf se silnou a tmavou buněčnou stěnou (ochrana před vyschnutím, požerem)
- uvnitř silně vakuolizované, či autolyze a dutina (transport)

Phanerochaete velutina, *Agaricus bisporus*, *Hypholoma fasciculare,* *Serpula lacrymans, …*

Ceuthospora pinastri vs. *Hypholoma fasciculare*

http://www.anbg.gov.au

Formy výskytu hub v ekosystému

Myceliální provazce (Basidiomycota)

- pro překonání nevhodného prostředí; dosažení substrátu
- transport vody a živin kupředu
- vznikají rovněž při kompetici

- myceliální provazce druhu *Hypholoma fasciculare*

Formy výskytu hub v ekosystému

Rhizomorfy (Basidiomycota)
– „meristém, dřeň, kůra, kořenová čepička“ jako u kořene

- přirůstání na vrcholu, zjištěn i prodlužovací růst u povrchových buněk

- někdy synonymum pro myceliální provazce

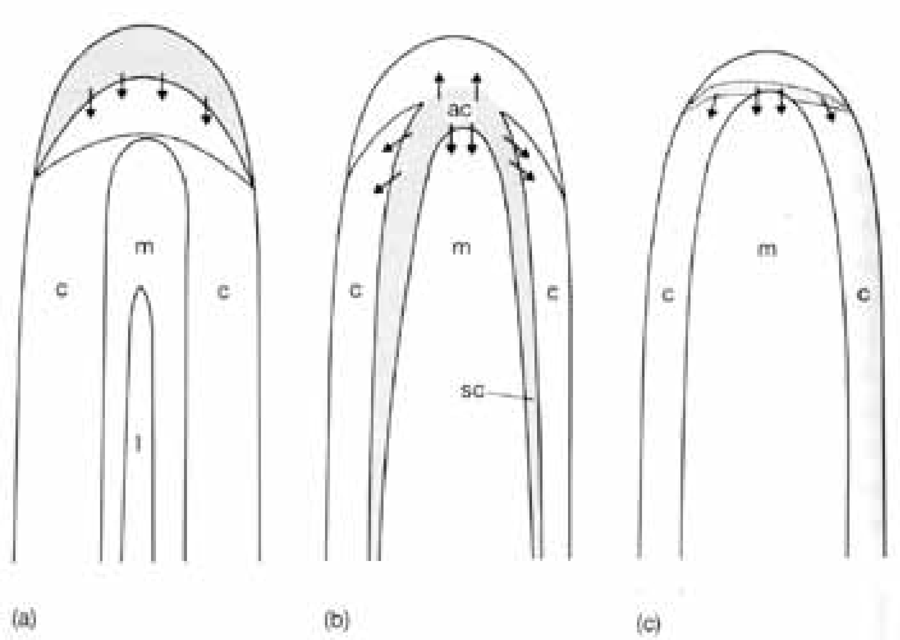


Fig. 3.10 Apical structure of rhizomorphs. (a) *Sphaerostilbe repens* (from Botton & Dexheimer, 1977, © Gustav Fischer Verlag); (b) *Armillaria mellea* and *Armillaria tabescens* (from Motta, 1969; Motta & Peabody, 1982, *Mycologia*, 74, © 1982 New York Botanical Garden); (c) *Armillaria bulbosa* (from Rayner *et al.*, 1985, © Cambridge University Press). Meristematic regions (shaded) produce cells predominantly in the direction indicated by arrows: c, cortex; m, medulla; l, lacuna; ac, apical centre; sc, subcortex.

Cooke & Whipps (1993)

Formy výskytu hub v ekosystému

Rhizomorfy – uvnitř duté, výměna plynů, transport dalších látek

Marasmius androsaceus

Armillaria spp.

Formy výskytu hub v ekosystému

***Armillaria* air pores and rhizomorphs really do conduct oxygen**
*Pareek M., Ashford A.E. & Allaway W.G. (2002) - **IMC7 Abstracts** No. 439*

Armillaria luteobulbalina
http://www.anbg.gov.au/fungi/mycelium.html

Formy výskytu hub v ekosystému

Sklerocia – opakované větvení hyf, přehrádkování, silná bun. stěna, mechanismus odlišný pro každý druh houby

Botrytis cinerea, *Sclerotium cepivorum* – dřeň (zás. látky), kůra, vrstva mrtvých bb.

Claviceps purpurea – přezimující útvar

- pro parazitické druhy výhoda, že přezimují v půdě, v blízkosti kořenů rr.

Hypholoma tuberosum
http://www.anbg.gov.au/fungi/mycelium.html

Claviceps purpurea
http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de

Formy výskytu hub v ekosystému

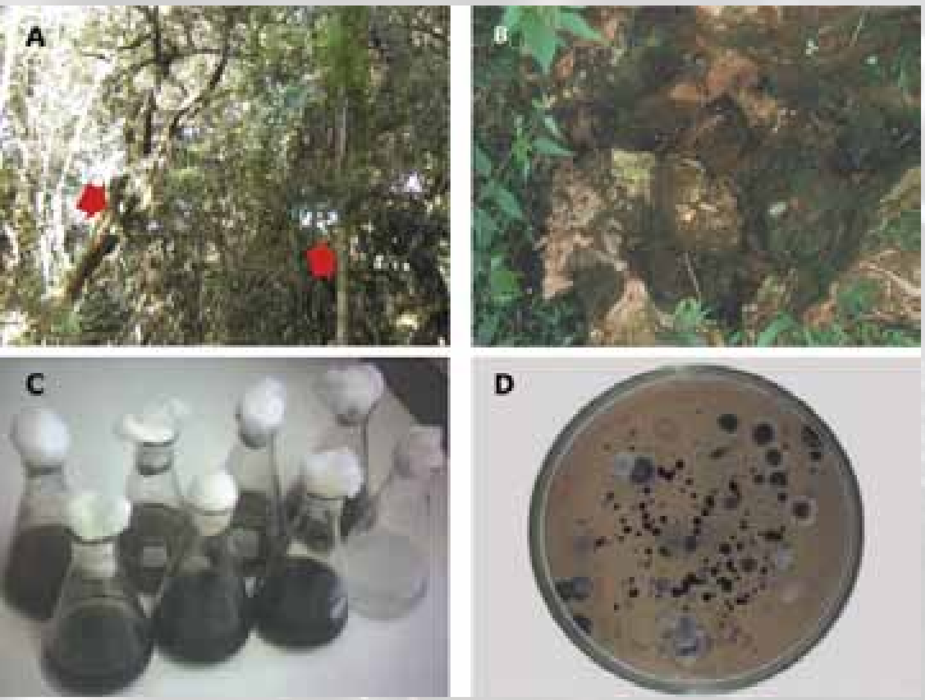
Mikrosklerocia

– zásobárna živin u symbiotických hub v kořenech rostlin (DSE houby)

mikrosklerocium houby *Acephala applanata* v kořeni *Vaccinium myrthilus*

Formy výskytu hub v ekosystému

Černé kvasinkovité houby
(*black yeast-like fungi*)
- osmotrofní, extr. podmínky
- kvasinkovité a „meristematické“



available online at www.studiesinmycology.org
doi:10.3114/sim.2008.61.14
STUDIES IN MYCOLOGY 61: 137–144. 2008

Environmental isolation of black yeast-like fungi involved in human infection

V.A. Vicente, D. Attili-Angelis, M.R. Pie, F. Queiroz-Telles, L.M. Cruz, M.J. Najafzadeh, G.S. de Hoog, J. Zhao and A. Pizzirani-Kleiner

available online at www.studiesinmycology.org
doi:10.3114/sim.2009.64.06
STUDIES IN MYCOLOGY 64: 123–133. 2009

Phylogeny of rock-inhabiting fungi related to *Dothideomycetes*

C. Ruibal, C. Gueidan, L. Selbmann, A.A. Gorbushina, P.W. Crous, J.Z. Groenewald, L. Muggia, M. Grube, D. Isola, C.L. Schoch, J.T. Staley, F. Lutzoni, G.S. de Hoog

Výskyt hub v ekosystémech

- **jsou všude**

= **rozšiřování**

x schopnost neomezené disperze je jen půlkou úspěchu

= **přizpůsobení podmínkám**

x nutnost vhodných klimatických podmínek

nutnost vhodného substrátu

nutnost vhodného hostitele (parazité, ECM)

Výskyt hub v ekosystémech

Podle toho, kde sbírány, či odkud izolovány:

- *Fylosférní (fyloplánní)* – na povrchu živých listů
- *Rhizosférní* – v těsné blízkosti kořenů rostlin
- *Fruktikolní* – na plodech
- *Lignikolní* – na dřevě
- *Antrakofilní* – na spáleném dřevě
- *Amoniové houby* – na substrátech bohatých na amoniak
- *Koprofilní* – na exkrementech
- *Keratinofilní* – na derivátech pokožky, kostí (drápy, parohy, chlupy)
- …

Má cenu ještě držet tyto kategorie?

Typhula erythropus