Parazité

a predátoři

http://www.ceskatelevize.cz/porady/10314241266-hobby-nasi-doby/213562223000030/video/

Na čem houby parazitují?

Biotrofní parazité rostlin

Obligátní biotrofní parazité – potřebují hostitele živého

- úzka **vazba druhu-druh**
- **koevoluce** gen-gen
- **geny rezistence**, **šlechtění**

Taphrina deformans (Taphrinomycotina)
http://opera3.over-blog.com/article-marre-du-taphrina-deformans-51489595.html

padlí jabloňové
(*Podosphaera leucotricha,* Pezizomycotina)

Biotrofní parazité rostlin

- **haustoria** do hostitele

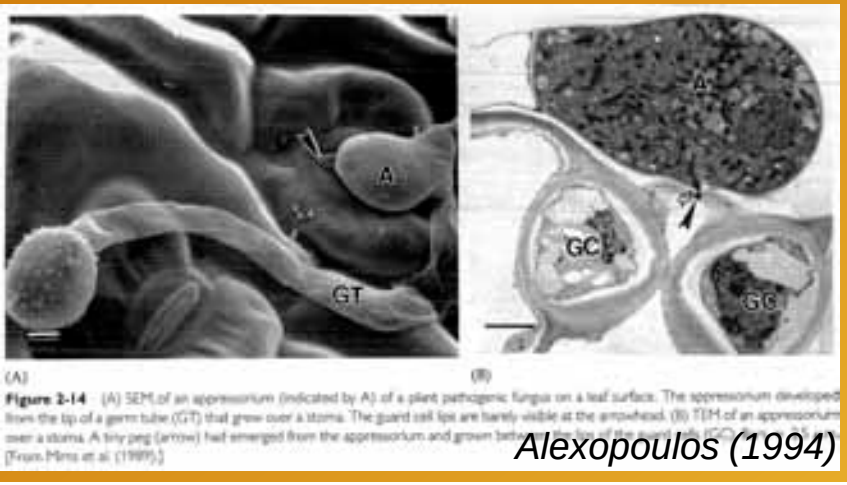
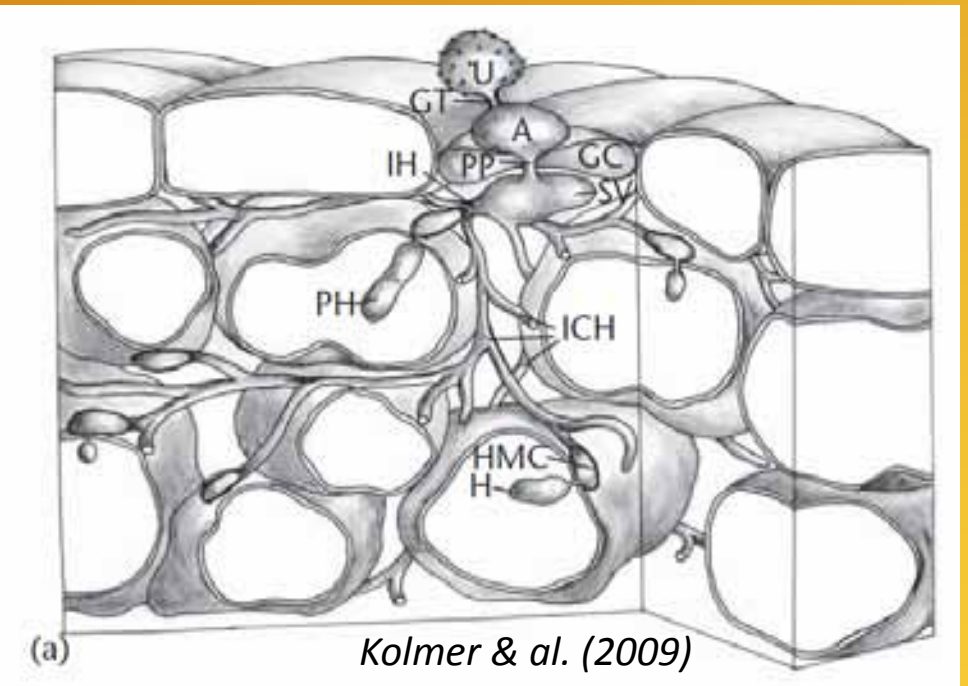


Figure 2-14 (A) SEM of an appressorium (indicated by A) of a plant pathogenic fungus on a leaf surface. The appressorium developed from the tip of a germ tube (GT) that grew over a stoma. The guard cell lips are barely visible at the arrowhead. (B) TEM of an appressorium over a stoma. A tiny peg (arrow) had emerged from the appressorium and grown beh[illegible] the lips of the guard cells (GC) [illegible] [From Mims et al. (1989).]

Alexopoulos (1994)



Kolmer & al. (2009)

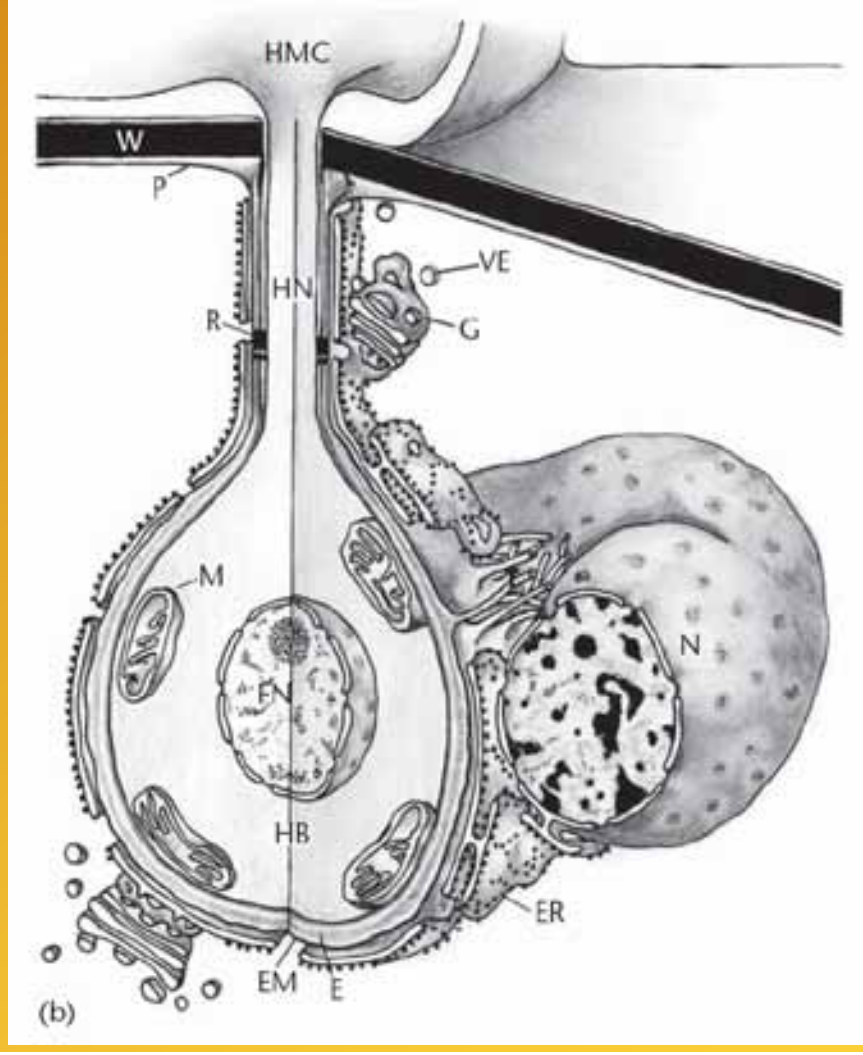


Figure 2 Diagrammatic representation of infection structures of a cereal rust fungus. (a) Uredinial infection structures at 60 h. U, urediniospore; GT, germ tube; A, appresoria; GC, stomatal guard cell; PP, penetration peg; SV, substomatal vesicle; IH, infection hyphae; PH, primary haustoria; ICH, intercellular hyphae; H, additional haustoria. Drawn by James Chong. Reproduced from Harder (1984). (b) Cross section of invaded host cell at the site of penetration to show three-dimensional representation of a mature haustoria and association with host cell organelles. E, EH, extrahaustorial matrix; EM, extrahaustorial membrane; ER, endoplasmic reticulum; FN, fungal nucleus; G, golgi body; HB, haustorial body; HMC, haustorial mother cell; HN, haustorial neck; M, mitochondria; N, host nucleus; P, plasmalemma; R, ring neck; T, tubule complex; V, vesicle; W, host cell wall. Drawn by James Chong. Reproduced from Harder and Chong (1984).

Biotrofní parazité rostlin

- **tigmotropizmus**

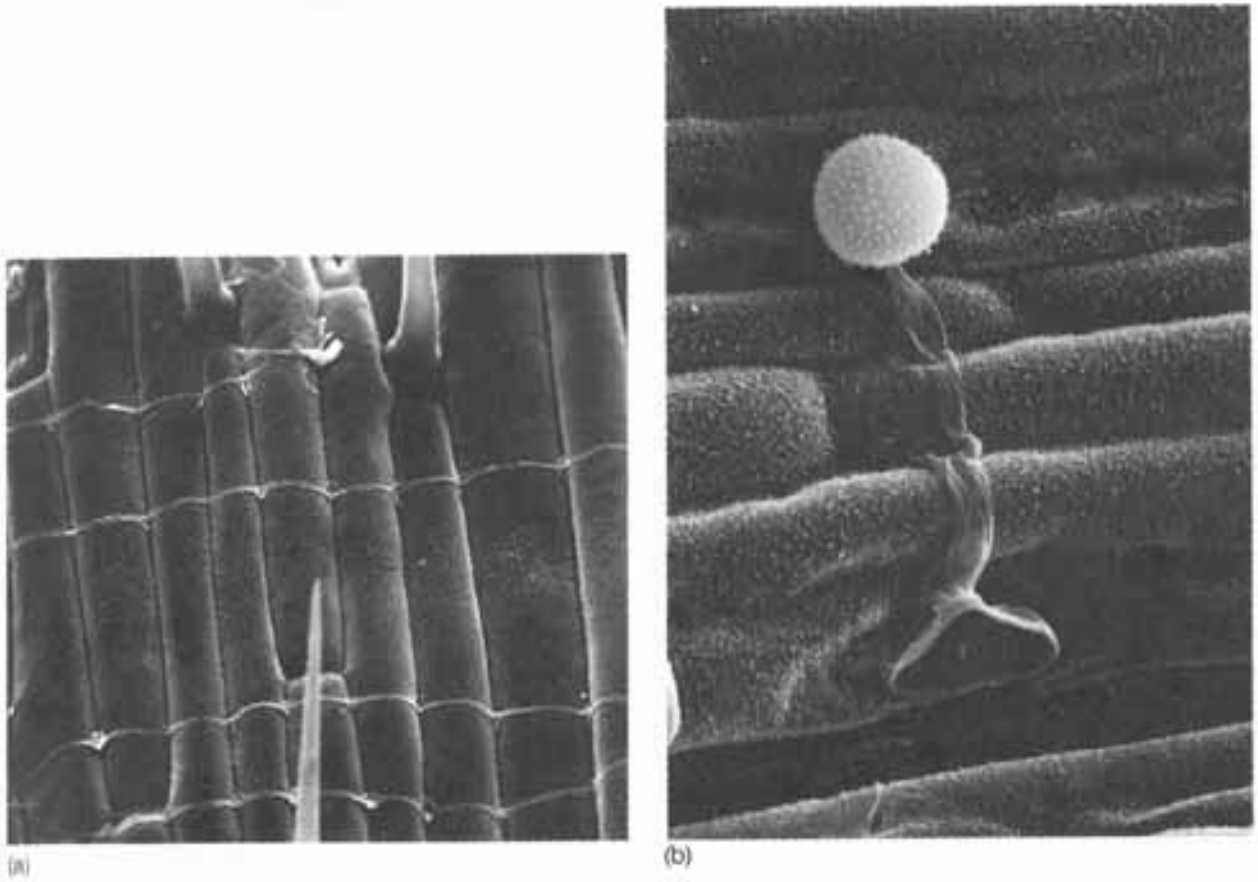


Fig. 9.2 Directional growth of urediniospore germ tubes. [a] *Puccinia graminis tritici*, four germ tubes growing across a wheat leaf at right angles to the long axis of the leaf (from Lewis & Day, 1972, © British Mycological Society); [b] *Puccinia sorghi*, urediniospore on a maize leaf with the germ tube extending at right angles to the long axis of the epidermal cells. A terminal appressorium has formed over a stoma (photograph by W.K. Wynn, by courtesy of V.A. Wilmot).

Alexopoulos (1994)

Houboví parazité rostlin

Nekrotrofní parazité – zabijí hostitele a pak jej dál zužitkovávají

- **toxiny** vedoucí k usmrcení
- **lytické enzymy** pro rozklad

„Rice blast“, Magnaporthe grisea (Pezizomycotina)

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Rice_blast.jpg

Houboví parazité rostlin

Fakultativní parazité – saprotrofové, příležitostní parazité (nekrotrofní)

- hostitel **oslaben stresem**, **juvenilní**

Nectria fuckeliana (Pezizomycotina)

http://www.padil.gov.au/

Nekróza jasanů (*ash dieback*)

- první symptomy v pol. 90. let (Pobaltí, Polsko)
- *Fraxinus excelsior*

Nekróza jasanů (*ash dieback*)

- izolace hub z listů, výhonů, nekróz

Nekróza jasanů (*ash dieback*)

- *Chalara fraxinea* (Pezizomycotina, Kowalski 2006)

Nekróza jasanů (*ash dieback*)

- ověření patogenity
  (Kowalski & Holdenrieder 2009)

Fig. 1. Symptom development after inoculation of *Chalara fraxinea* on ash: (a) wilting after 2 months, (b) extended lesion after 2 months, (c) lesion appearing superficially localized after 2 months, (d) same lesion as in c, after removal of the outer bark; (e) extended lesion 12 months after inoculation, note the bark incision (inoculation wound); (f) lamellar discolouration on a lesion; (g) extended lesion which had stopped at the nodium (12 months after inoculation); (h) compartmentalized lesion, 12 months after inoculation.

Nekróza jasanů (*ash dieback*)

- je teleomorfa *Hymenoscyphus albidus*? (Pezizomycotina, Helotiales, Kowalski & Holdenrieder 2009)

- běžný v Evropě, saprotrof (!?)

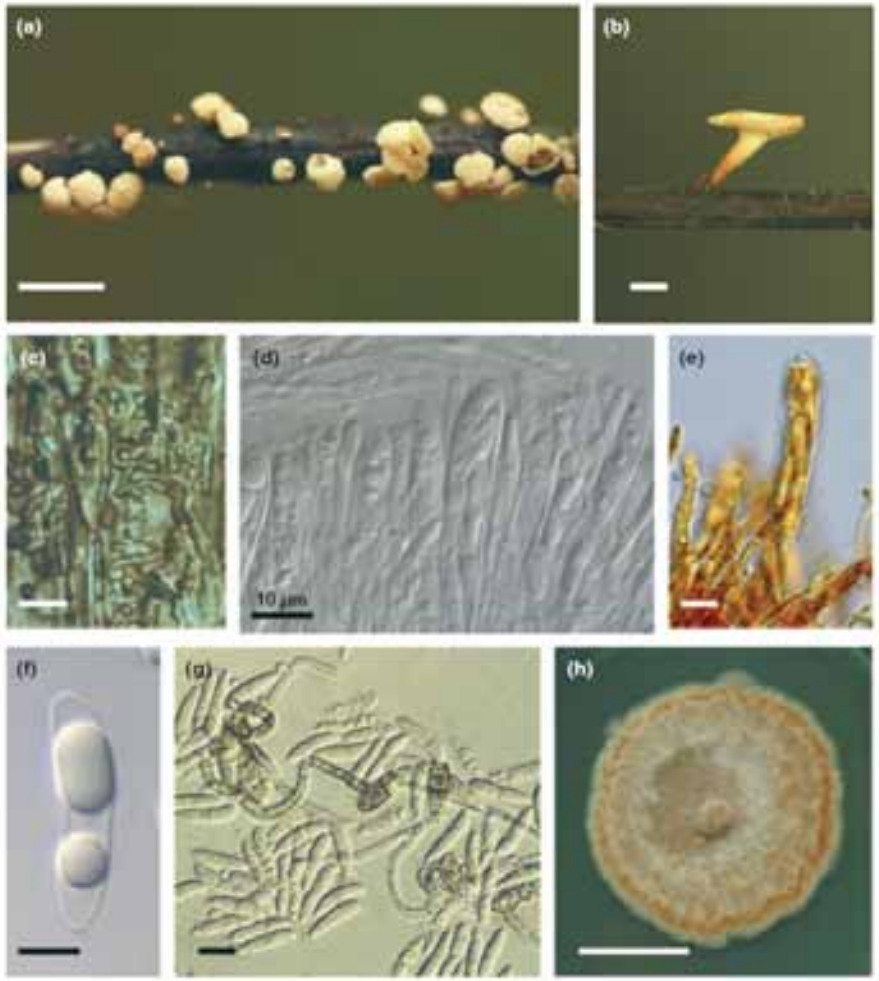


Fig. 1. Morphology of *H. albidus* from Poland. (a) Apothecia on ash petiole (bar = 5 mm); (b) apothecium in side view (bar = 1 mm); (c) pseudosclerotial plate on the substrate surface (bar = 10 µm); (d) hymenium (bar = 10 µm); (e) ascus stained in Lugol's solution (bar = 10 µm); (f) ascospore (bar = 10 µm); (g) germinating ascospores on MEA (bar = 10 µm); (h) culture on MEA (bar = 1 cm).

Nekróza jasanů (*ash dieback*)

- nový druh *Hymenoscyphus pseudoalbidus* (Pezizomycotina, Helotiales, Queloz & al 2010)

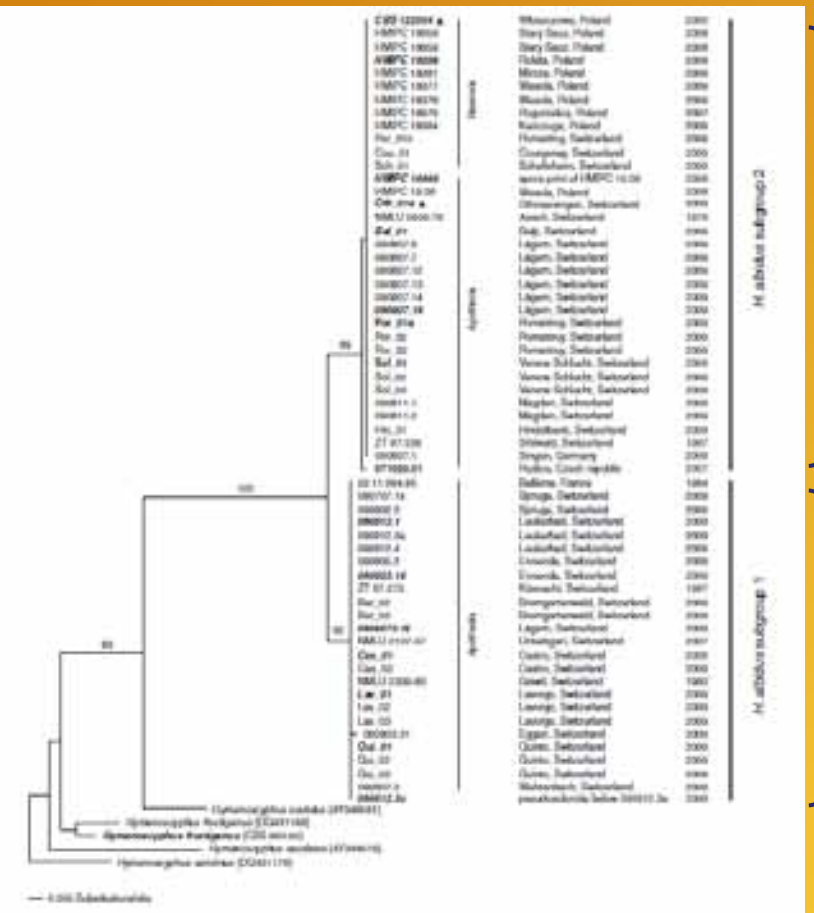


Fig. 1. Phylogenetic relationships within *Hymenoscyphus albidus* and among other *Hymenoscyphus* species based on DNA sequences of the ITS regions. Strains selected for genotyping (bold; see Fig. 2), type specimens (▲).

parazitický
z plodnic
a nekróz

saprotrofní
z plodnic

Hymenoscyphus pseudoalbidus V. Queloz, C.R. Grünig, R. Berndt, T. Kowalski, T.N. Sieber & O. Holdenrieder sp. nov.

Hymenoscyphus albidus morphologia similis, sed sequentia nucleotidium valde distinctus, viz. ob 'calmodulin' positiones 37(C), 49 (T), 83(G), 124(A), 127(A), 127(A), 150(C), 163(C), 223(C), 244(C), 247(T), 256(A), 271(A), 278(A), 283(C), 284(T), 347(C), 424(G), 425(A), 439(A), 439(A); 'translation elongation factor 1-α' positiones 40(A), 67(T), 89(G), 127(C), 143(T), 148(C), 180(C), 189(T), 192(A), 199(C), 211(G), 215(T), 223(T), 230(C), 236(G), 241(G), 260(A), 453(A).

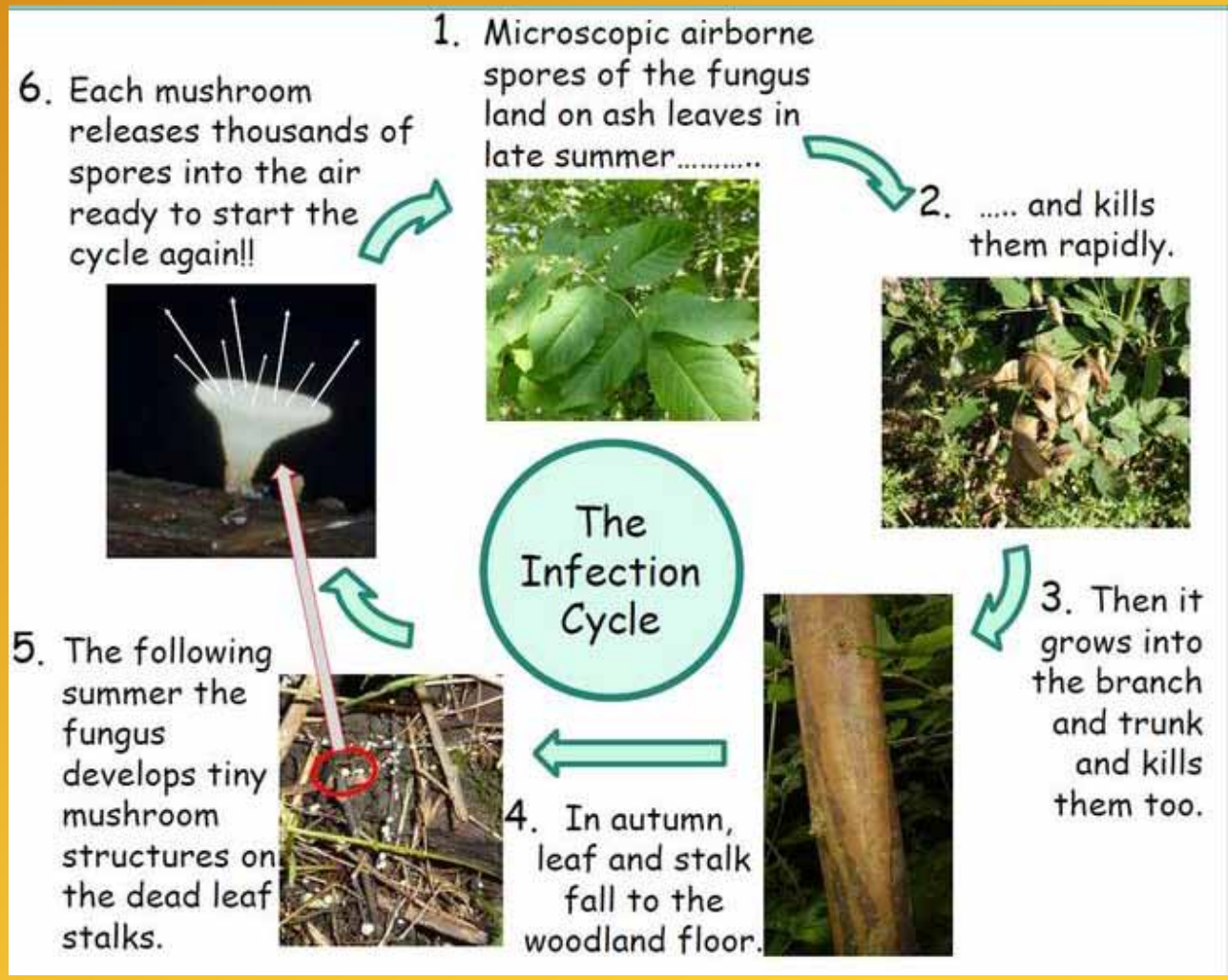
In petiolis foliorum *Fraxini excelsioris*.

HOLOTYPUS: Switzerland, Othmarsingen, forest site Gislisberg, N 47°23'56.0"/E 08°13'55.0", on rachises of previous year's leaves of *Fraxinus excelsior* within an Aceri-Fraxinetum typicum, leg. V. Queloz 21.07.2009 (ZT Myc 2022).

Hymenoscyphus pseudoalbidus is morphologically similar to *H. albidus*, but differs in the following fixed nucleotide characters: calmodulin positions 37(C), 49(T), 83(G), 124(A), 127(A), 150(C), 163(C), 223(C), 244(C), 247(T), 256(A), 271(A), 278(A), 283(C), 284(T), 347(C), 424(G), 425(A), 439(A), 439(A); translation elongation factor 1-a positions 40(A), 67(T), 89(G), 127(C), 143(T), 148(C), 180(C), 189(T), 192(A), 199(C), 211(G), 215(T), 223(T), 230(C), 236(G), 241(G), 260(A), 453(A).

Nekróza jasanů (*ash dieback*)

- nový druh *Hymenoscyphus pseudoalbidus* (Pezizomycotina, Helotiales, Queloz & al 2010)



http://theconversation.com/we-must-develop-the-genetic-tools-to-fight-ash-dieback-18931

Nekróza jasanů (*ash dieback*)

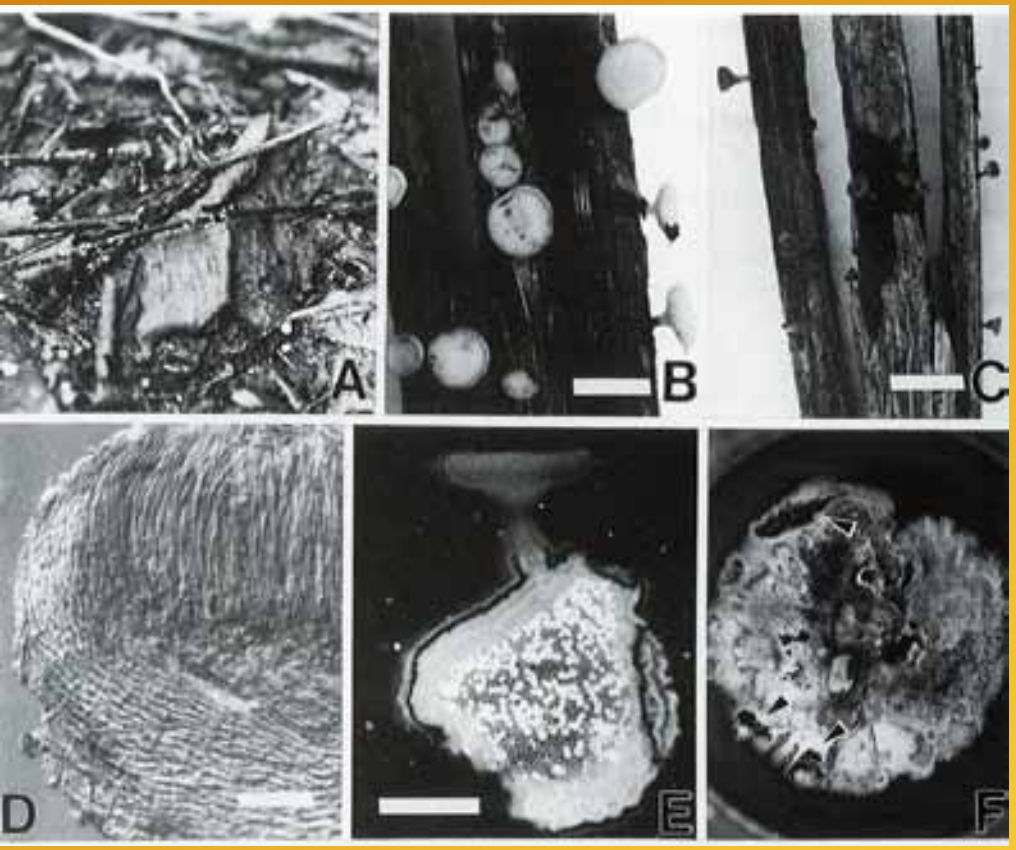
- invazivní šíření

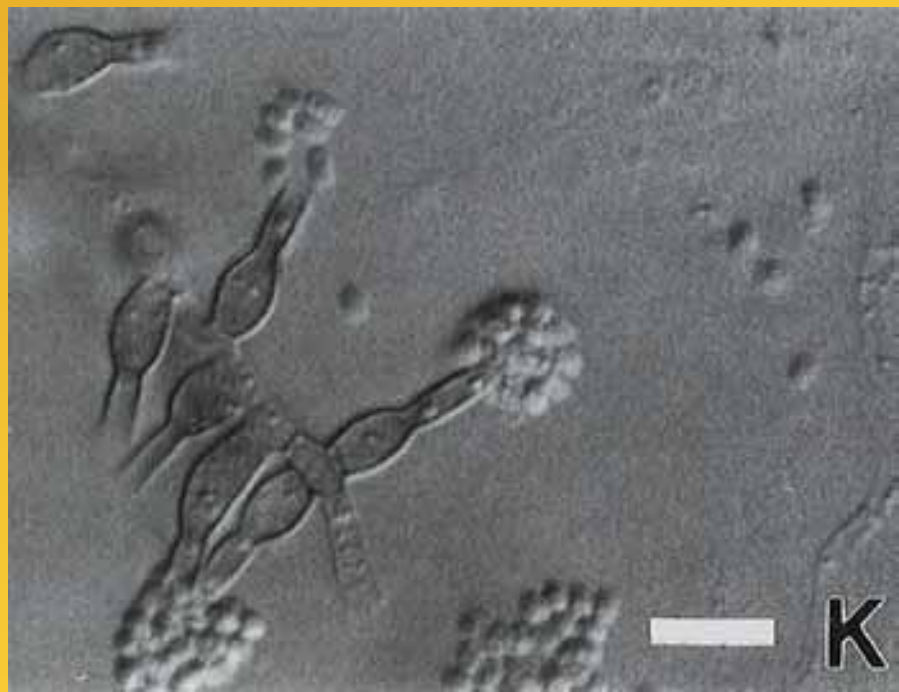
Fraxinus excelsior
Fraxinus angustifolia
Fraxinus ornus
Fraxinus americana
Fraxinus mandschurica

http://www.bbc.co.uk/news/science-environment-20128172

Nekróza jasanů (*ash dieback*)

- vznik mutací? zkřížením? introdukce?
- introdukce! Z Japonska, z *F. mandshurica*!





Hosoya & al. ***(1993)!!!***

Nekróza jasanů (*ash dieback*)

- ekologické souvislosti = **nahrazení** a **extinkce** původního *H. albidus*
- *H. albidus* již pouze v Z Francii

FUNGAL ECOLOGY 5 (2012) 663–669

available at www.sciencedirect.com

SciVerse ScienceDirect

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

ELSEVIER

Rapid invasion by an aggressive pathogenic fungus (*Hymenoscyphus pseudoalbidus*) replaces a native decomposer (*Hymenoscyphus albidus*): a case of local cryptic extinction?

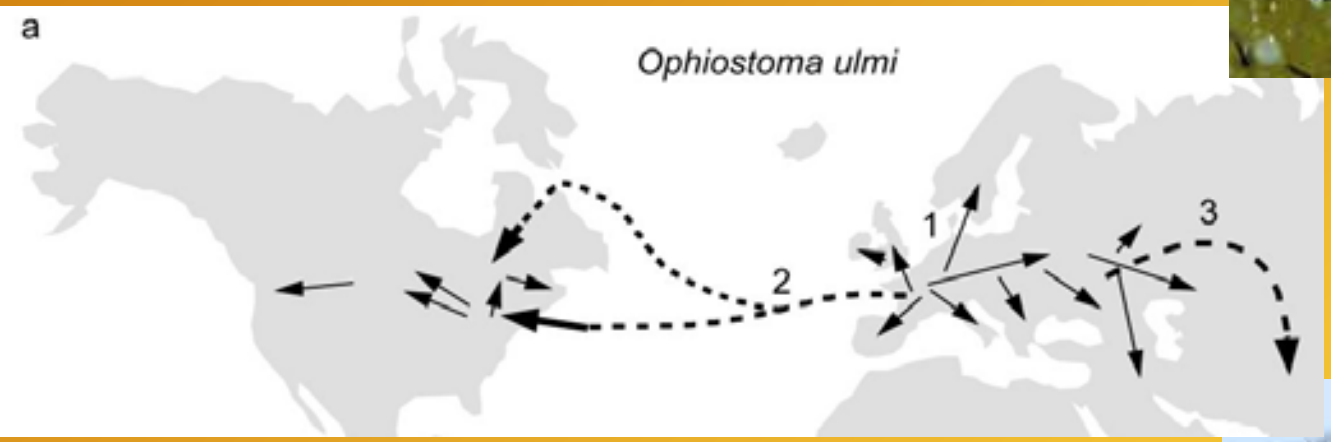
L.V. MCKINNEY[a], I.M. THOMSEN[a], E.D. KJÆR[a], S.B.K. BENGTSSON[b], L.R. NIELSEN[a,*]

[a]Forest & Landscape, Faculty of Science, University of Copenhagen, Rolighedsvej 23, DK-1958 Frederiksberg C, Denmark
[b]Department of Forest Mycology and Pathology, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), Box 7026, SE-75007 Uppsala, Sweden

Grafióza jilmů (*dutch elm disease*)

- *Ophiostoma* (*Graphium*) *ulmi* (Pezizomycotina)
- (z Asie?) do Evropy kolem r. 1910, likvidace 10 – 40% porostů s jilmy
- přenašeč *Scolytus*

http://www.forestryimages.org/browse/detail.cfm?imgnum=5366740

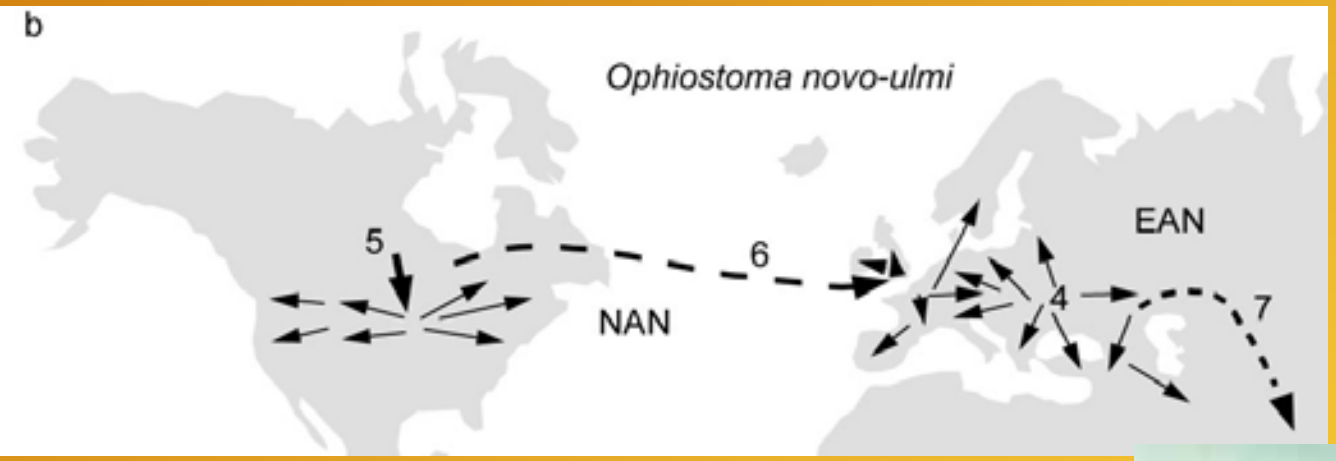


Brasier (2001)

http://www.extension.umn.edu/yardandgarden/YGLNews/YGLNewsJuly12007.html

Grafióza jilmů (*dutch elm disease*)

- *Ophiostoma novo-ulmi* (Pezizomycotina)
- z V Evropy do celého světa kolem r. 1940, ještě agresivnější
- přenašeč *Scolytus*



Brasier (2001)

http://www.invasive.org/gist/esadocs/ophiulmi.html

Plíseň bramborová (*potato blight*)

Phytophthora infestans (Peronosporomycota)

- příčina hladomoru v Irsku (1845 - 1852) *a Skotsku (1846 - 1852)*

- třetina lidí závislých na bramborách
- 1 mil. smrt, 1 mil. do USA

http://botany.upol.cz/atlasy/system/system.php#chromista

http://stoneheadcroft.com/2008/08/20/potato-blight-hits-hard/

http://en.wikipedia.org/

Plíseň bramborová (*potato blight*)

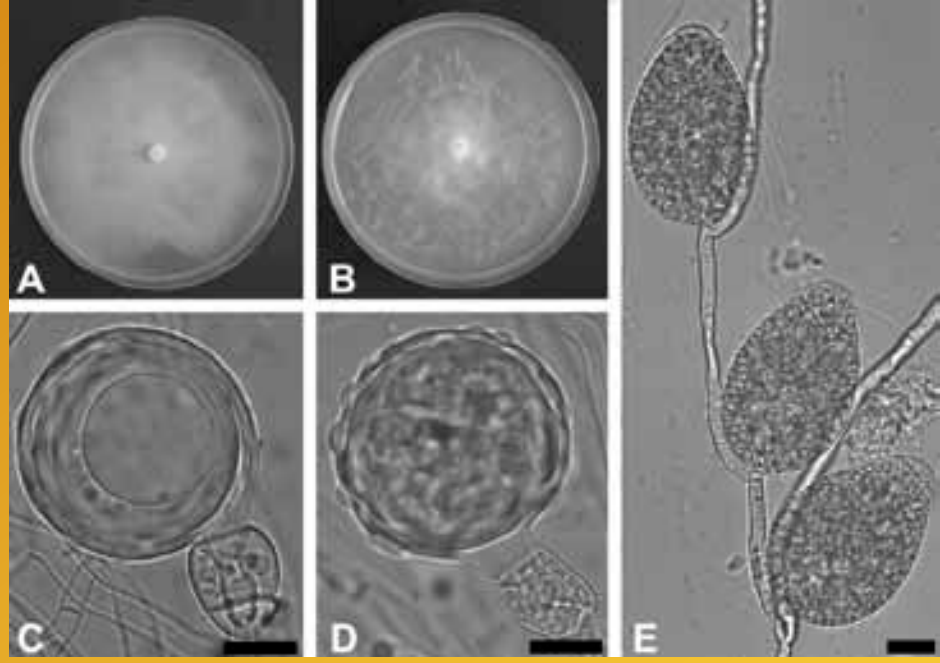
Phytophthora infestans (Peronosporomycota)

http://en.wikipedia.org/

Chřadnutí olší

Phytophthora alni (Peronosporomycota)

- odumírání porostů v Evropě



© Karel Černý

Rez kávovníková

*Hemileia vastatrix (*Pucciniomycotina*)*

- napadá **kávovníky** (*Coffea* spp.)
- poprvé v Keni 1861
- Srí Lanka 1869
- Afrika a Asie 1920
- nahrazována **čajovníky** a kaučukovníky

http://upload.wikimedia.org/

Rostlinní parazité

- mohou významné ovlivňovat populace a společenstva rostlin
- větší efekt, pokud jsou rostliny ve stresu (změny klimatu, znečištění ovzduší, …)

- díky člověku kalamitní stavy:

jednodruhové plantáže (pole, školky, …)

introdukce exotických rostlin (okrasné dřeviny)

introdukce nových patogenů (náhodné, nerespektování karantény)

- volný pohyb výrobků a surového dřeva (**turisti!**)
- **palety a krabice ze dřeva (!)**

Houboví parazité živočichů

- houby mohou napadat ***povrch*** nebo ***vnitřek***

- lokální a systemické **mykózy**

- parazitických druhů na zvířatech méně než na bezobratlých

  = teplokrevnost je zřejmě **významná bariéra pro houby**

Parazité bezobratlých

http://www.uoguelph.ca/~gbarron/MISCELLANEOUS/entomoph.htm

Entomophthora muscei

(Entomophthoromycotina)

E. grylli
- sarančata

http://spatafora.science.oregonstate.edu/images/random/Entomophthora%20sp.JPG

Parazité bezobratlých

Cordyceps spp. (Pezizomycotina)

- *summit disease*

- ovládá **nervovou soustavu**

Cordyceps dipterigina

Cordyceps lloydii

http://www.utexas.edu/courses/zoo384l/sirena/species/fungi/

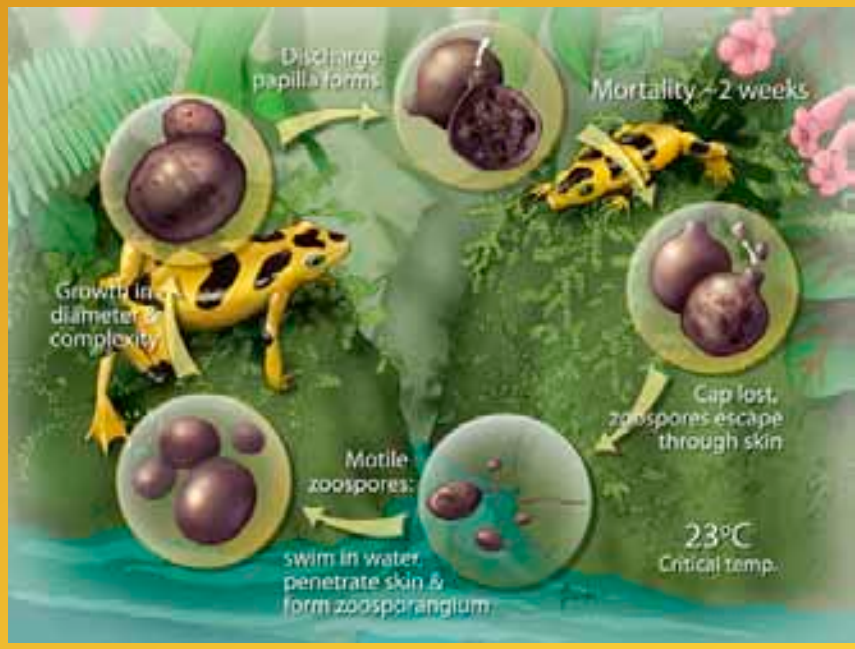
Parazité bezobratlých

http://www.metacafe.com/watch/331826/ant_fungus/

Parazité obratlovců

Batrachochytrium dendrobatidis (Chytridiomycota)

- globální masivní **vymírání obojživelníků**
- oteplování ovlivňuje šíření
- **keratinofilní**, v pokožce



http://www.habitatadvocate.com.au/?tag=batrachochytrium-dendrobatidis

Parazité obratlov

Batrachochytrium dendrob

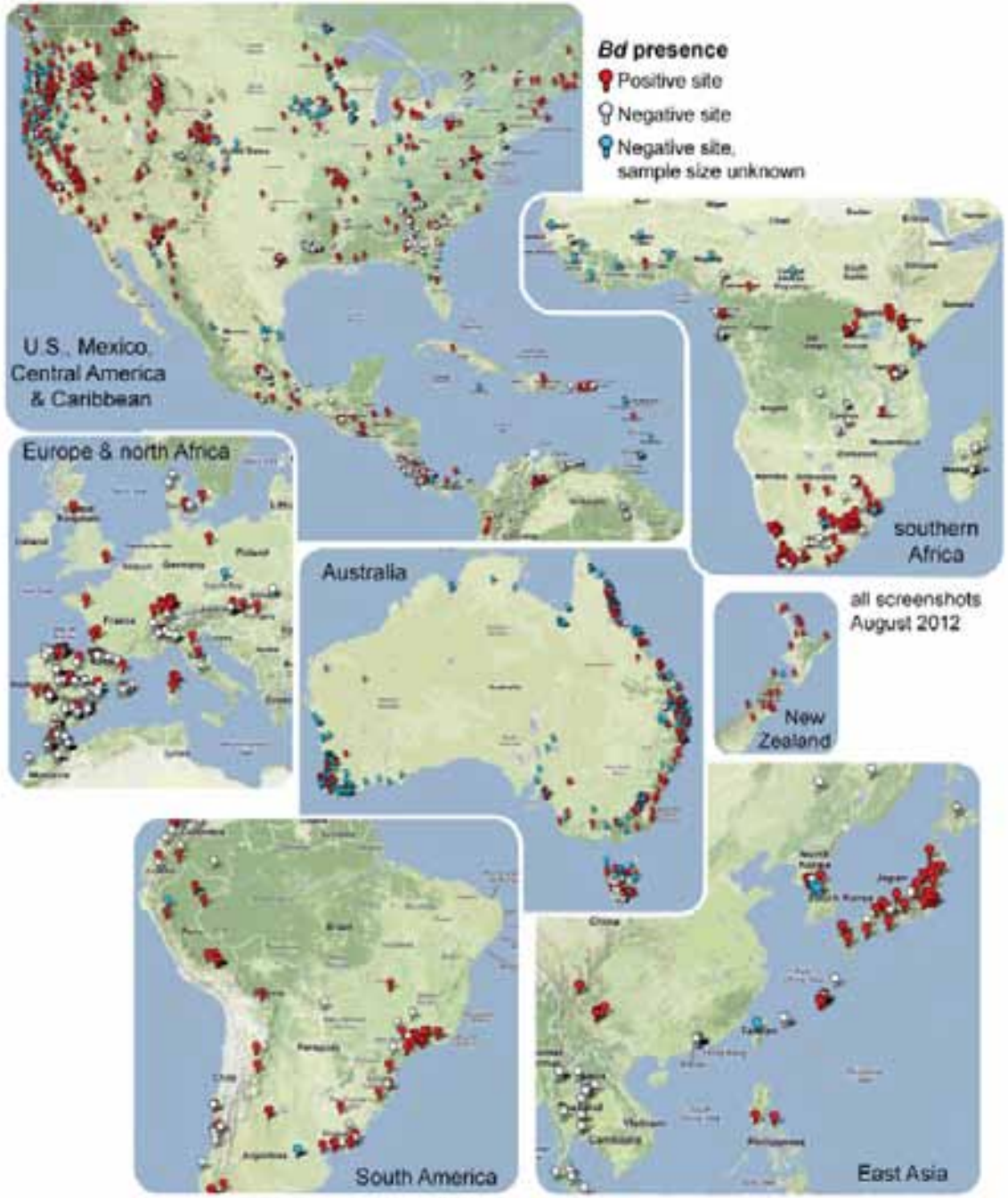


Figure 1. Global distribution of the amphibian chytrid fungus, *Batrachochytrium dendrobatidis* (*Bd*). Maps downloaded from www.Bd-maps.net (15 August 2012): *Bd*-positive (red) and *Bd*-negative (white, blue) sites are shown.
doi:10.1371/journal.pone.0056802.g001

Olson & al. (2013)

Parazité obratlovců

Batrachochytrium salamandrivorans (Chytridiomycota)

- objeven a popsán 2013
- nižší teplotní optimum
- letální pro mloky skvrnité
- v Evropě!

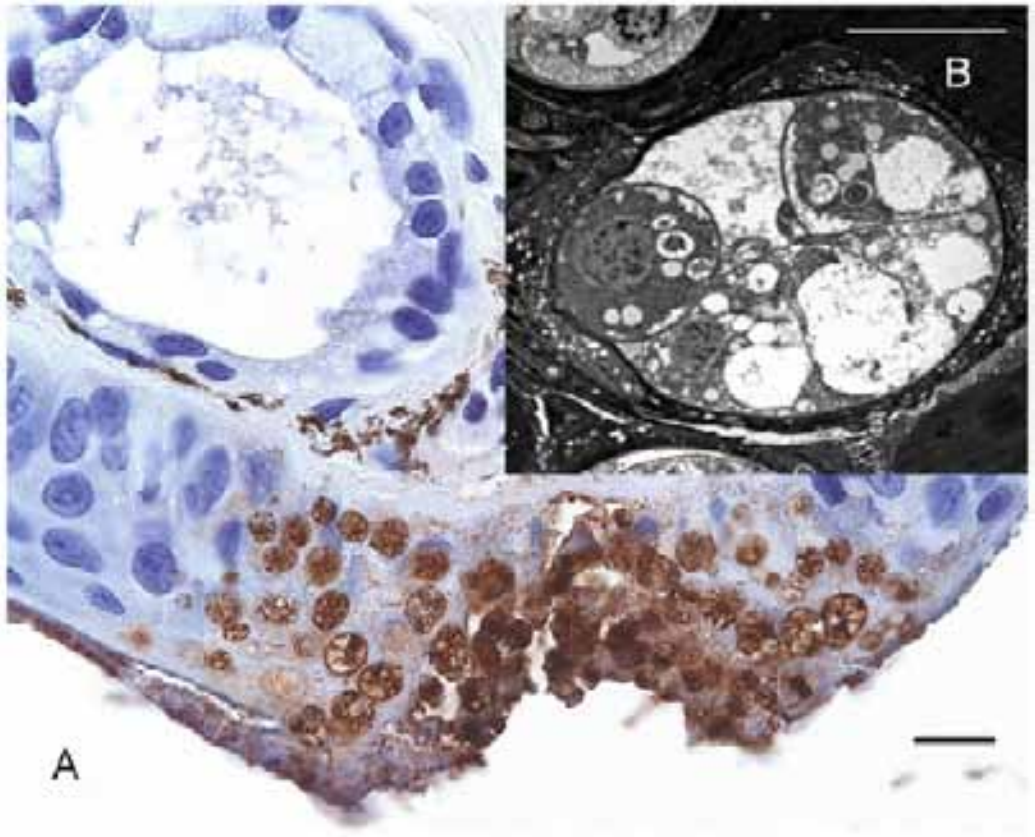
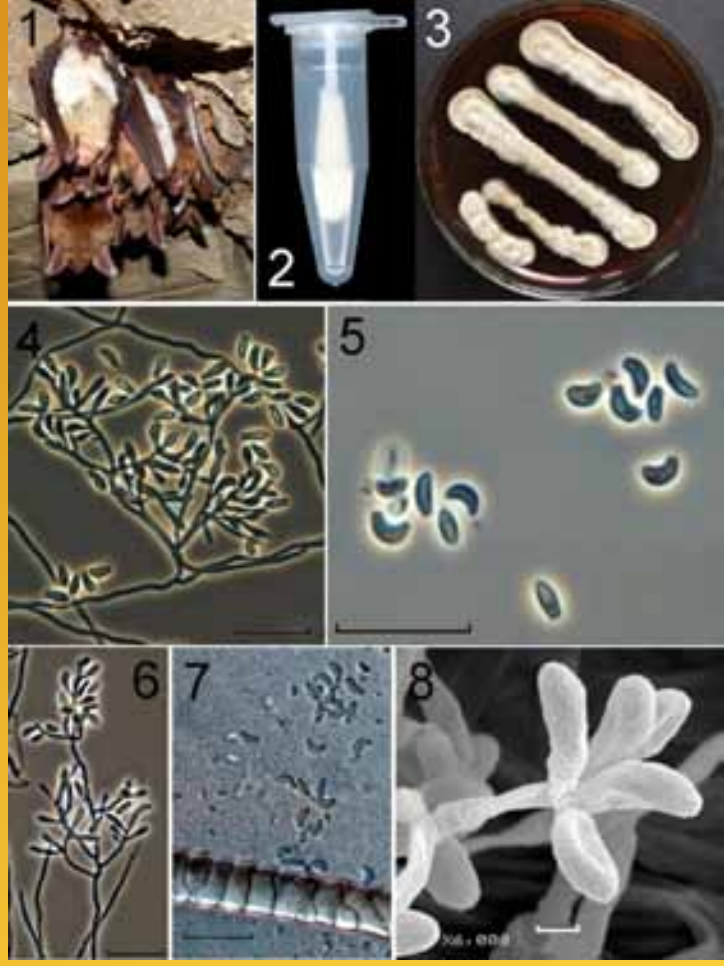


Fig. 3. Microscopy of the skin of a fire salamander that died due to infection with *B. salamandrivorans*. (*A*) Immunohistochemical staining of a 5-μm skin section. Intracellular colonial thalli abound throughout all epidermal cell layers and are associated with erosive lesions. (Scale bar, 20 μm.) (*B*) Transmission electron microscopy picture of an intracellular colonial thallus of *B. salamandrivorans* inside a keratinocyte (Scale bar, 4 μm.)

White nose syndrom

Pseudogymnoascus (*Geomyces*) *destructans* (Pezizomycotina)

- zimující netopýři
- předčasně probuzení = vyčerpání a smrt
- **keratinofilní** a **psychrofilní**



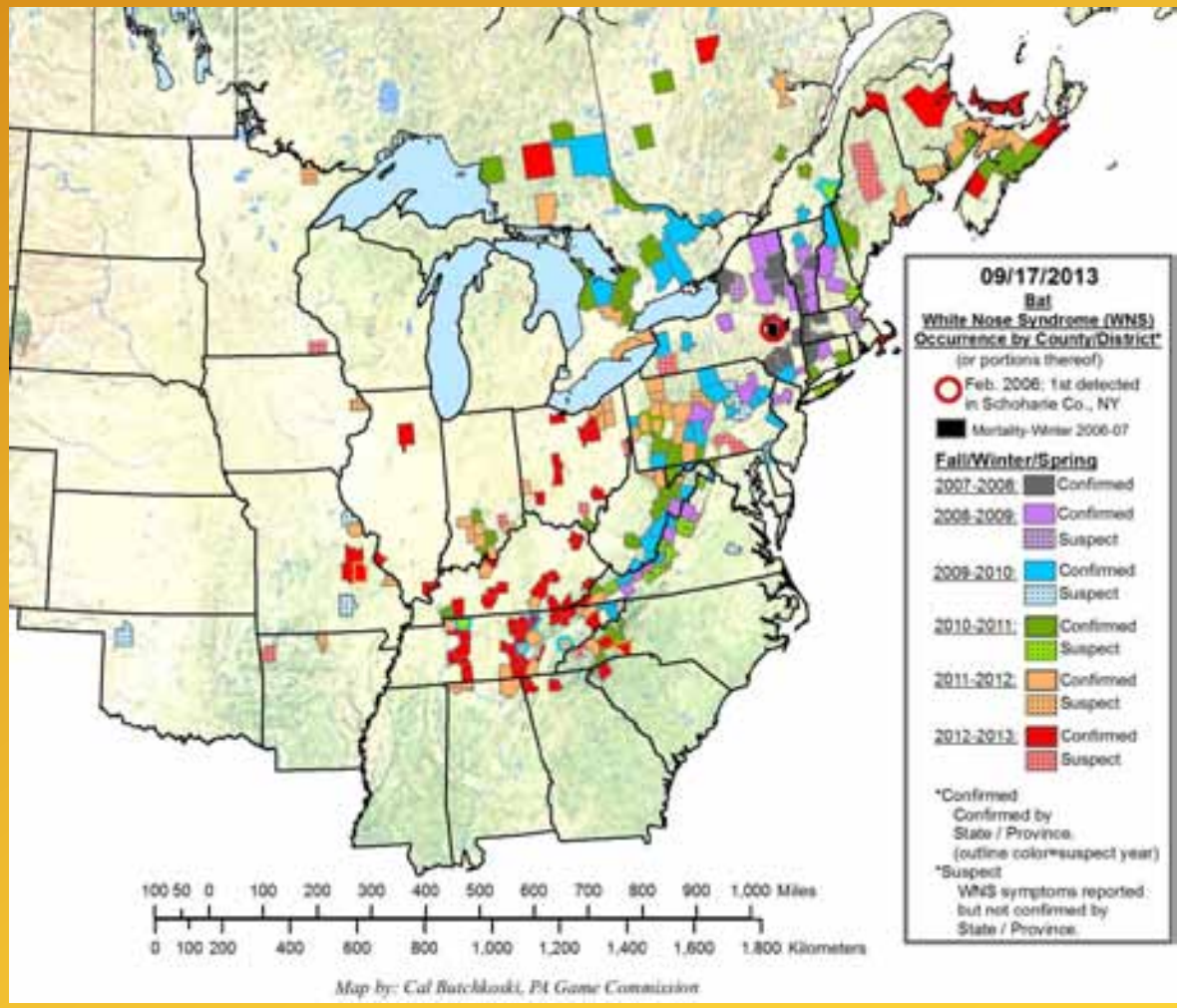
© Kubátová & Koukol (2011)

napadení netopýři *Myotis myotis*, Býčí skála, 2010

White nose syndrom

Pseudogymnoascus (*Geomyces*) *destructans*
(Pezizomycotina)

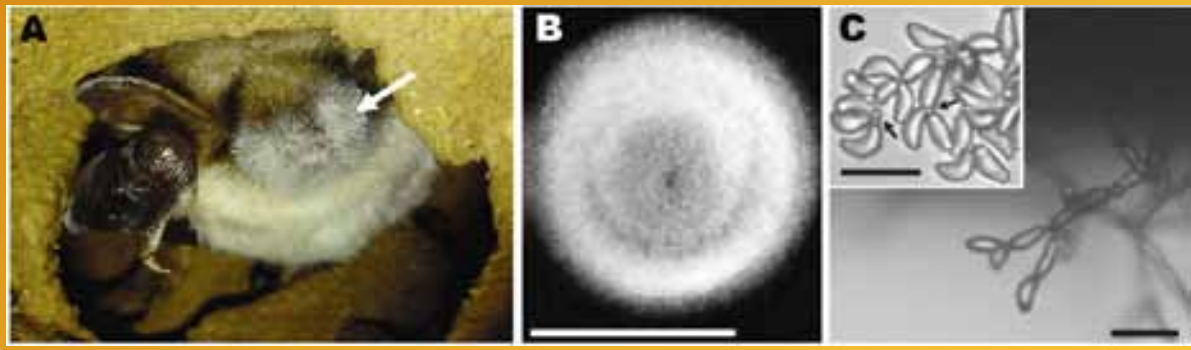
- obří kolonie v jeskyních v USA



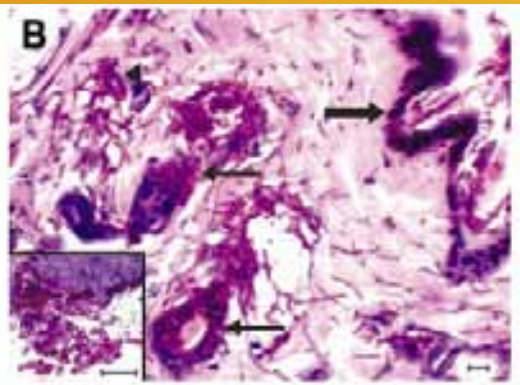
http://whitenosesyndrome.org/resources

White nose syndrom

- boltce, blány, čenich



Puechmalle & al. (2010)



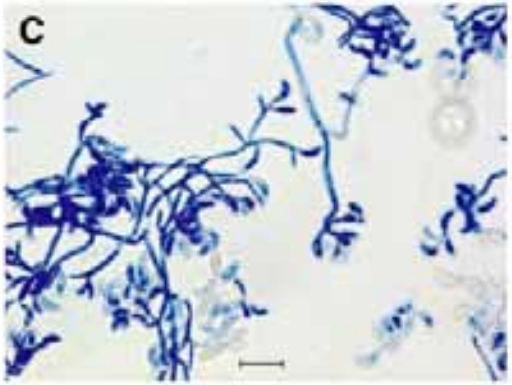


Fig. 1. (**A**) A little brown bat, found in Howes Cave on 6 January 2008, exhibits white fungal growth on its muzzle, ears, and wings. (**B**) Fungal invasion of bat skin (periodic acid–Schiff stain). Hyphae cover the epidermis (thick arrow); fill hair follicles, sebaceous glands, and sweat glands (thin arrows); breach the basement membrane; and invade regional tissue (arrowhead). (Inset) Curved conidia associated with the epidermis. (**C**) WNS-associated *Geomyces* spp. isolate stained with lactophenol cotton blue. Scale bars indicate 10 μm.

*Blehert & al. (2009) – **Science!***

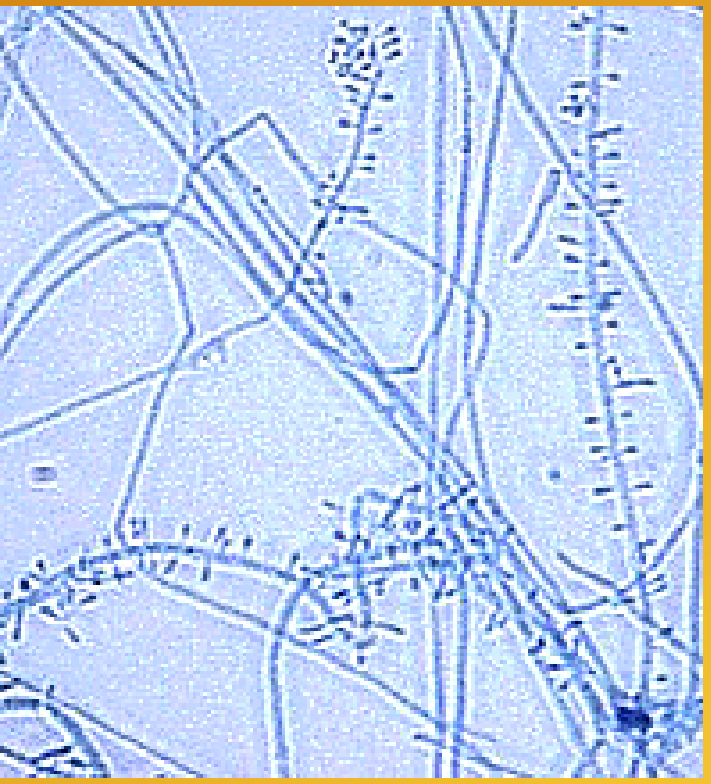
Parazité člověka

Mykózy

- omezené lokálně na kůži a kožní deriváty, záněty, ***dermatomykózy***

= vlasy, nehty, citlivá kůže ve vlhku a teple (mezi prsty na nohou)

= vzácně dýchací trubice (*Schizophyllum commune*, Agaricomycotina)



Trichophyton rubrum
http://www.medmicro.wisc.edu/

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

Parazité člověka

Mykózy

- vysoký výskyt hlavně v tropech x časté i v ČR
- vysoká druhová diverzita
- přesná identifikace nutná pro úspěšnou léčbu

Vít Hubka, Naďa Mallátová

Vláknité houby z povrchu lidského těla

Mikroskopické vláknité houby, často laicky označované jako plísně, jsou organismy běžně izolované z povrchu lidského těla při podezření na dermatomykózu – mykotické onemocnění kůže, nehtů, vlasů, vousů a sliznic. V řadě případů jde skutečně o původce, mnohdy ale není souvislost s chorobou jednoznačná a je zapotřebí dalších postupů k potvrzení role izolovaného organismu. Problematické někdy bývá i jeho definitivní určení, které může pomoci při rozhodování o léčbě a představuje cennou informaci pro epidemiologii. K poznatkům z oblasti biologie dermatomykologicky významných hub přibyla v posledních letech řada důležitých objevů, a to nejen díky pokrokům molekulární biologie. Ekologie těchto druhů je velmi pestrá a zajímavá, ale v některých případech jsou naše poznatky jen útržkovité, navzdory jejich lékařské významnosti.

ŽIVA 3/2012

Parazité člověka

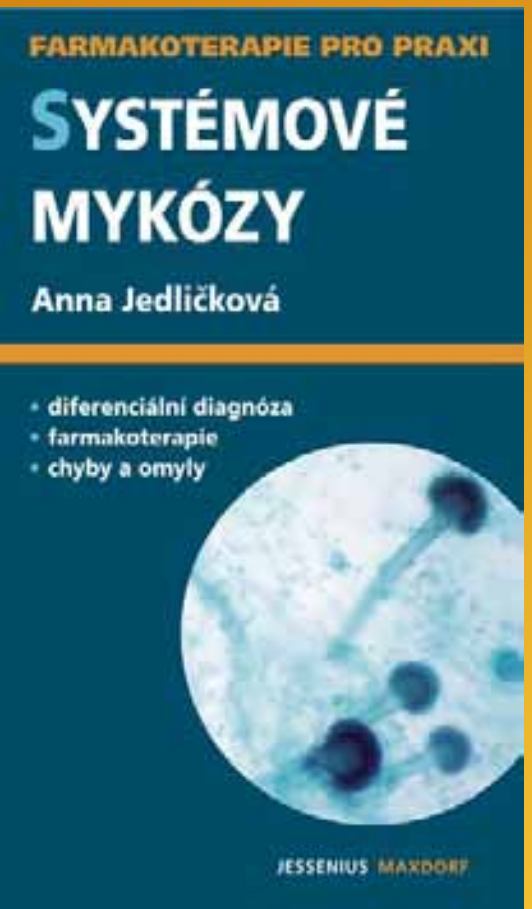
Mykózy

- **systémové mykózy**

= plíce (*Aspergillus fumigatus*, Pezizomycotina)

= celý organizmus (*Candida albicans*, Saccharomycotina)

- léčba obtížná, podobnost s lidským tělem



http://www.digitalapoptosis.com/archives/science/Candida.jpg

Mykoparazitizmus

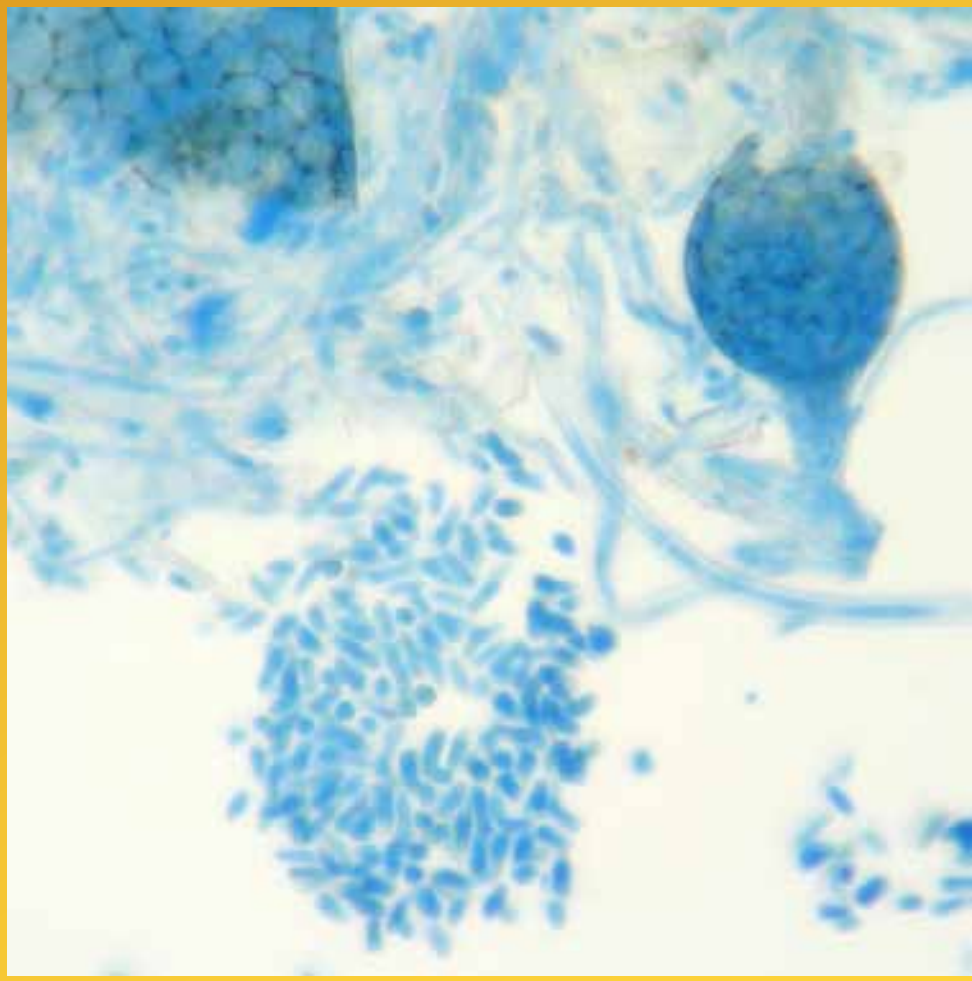
- **mycelia** obou hub **vždy v kontaktu**
- penetrace nebo apresorium
- biotrofní nebo nekrotrofní výživa

- v kultuře obtížný růst a sporulace bez hostitele
- **pozitivní chemotropizmus** k hostitelské hyfě

Mykoparazitizmus

Ampelomyces quisqalis (Dothideomycetes)

- **hyperparazit**
- pyknidy na myceliu a plodnicích padlí

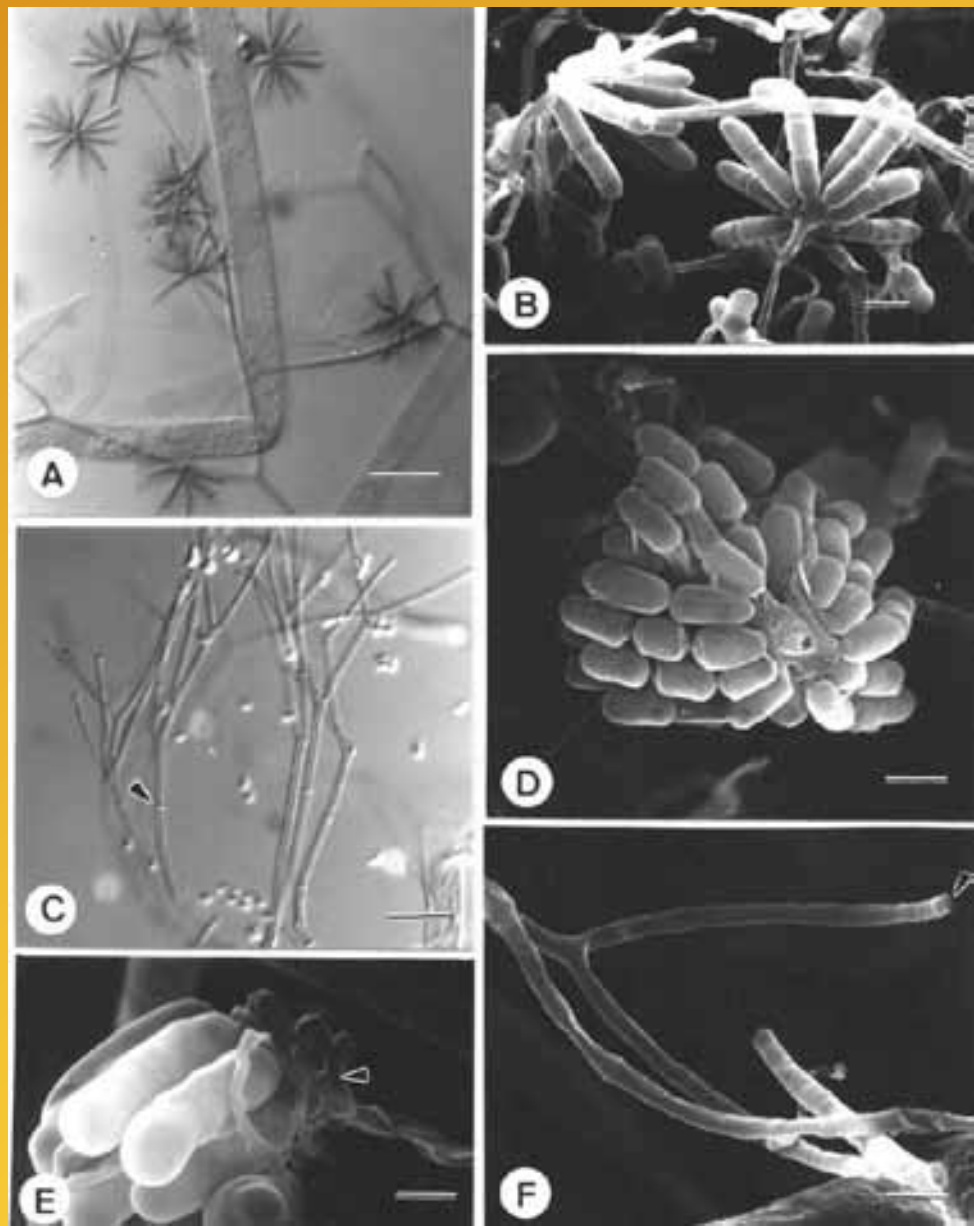


http://www.discoverlife.org/mp/20p?see=I_MWS61387&res=640

Mykoparazitizmus

Piptocephalis fimbriata (Zygomycota)

- na koprofilních saprotrofech



http://taibif.org.tw/nbrpp/fungi.php?select=Piptocephalis+fimbriata

Mykoparazitizmus

Boletus parasiticus vs. *Scleroderma citrinum*

(Agaricomycotina)

http://www.messiah.edu/Oakes/fungi_on_wood/puffball/species%20pages/Scleroderma%20citrinum.htm

Cordyceps ophioglossoides
vs. *Elaphomyces granulatus* (Pezizomycotina)

http://grzyby.strefa.pl/Cordyceps_ophioglossoides.html

Mykoparazitizmus

Spinellus fusiger (Zygomycota)

vs. plodnice *Mycena* spp.

Dutchi, nevim, co po nás de, ale vsadil bych si, že nějaká *Dactylellina*
klídek, ta má jen fixní oka
hlavně, ať to není *Drechslerella* se stahujícími oky

Predátoři chvostoskoků

- ECM houby loví chvostoskoky

Laccaria bicolor
https://publicaffairs.llnl.gov

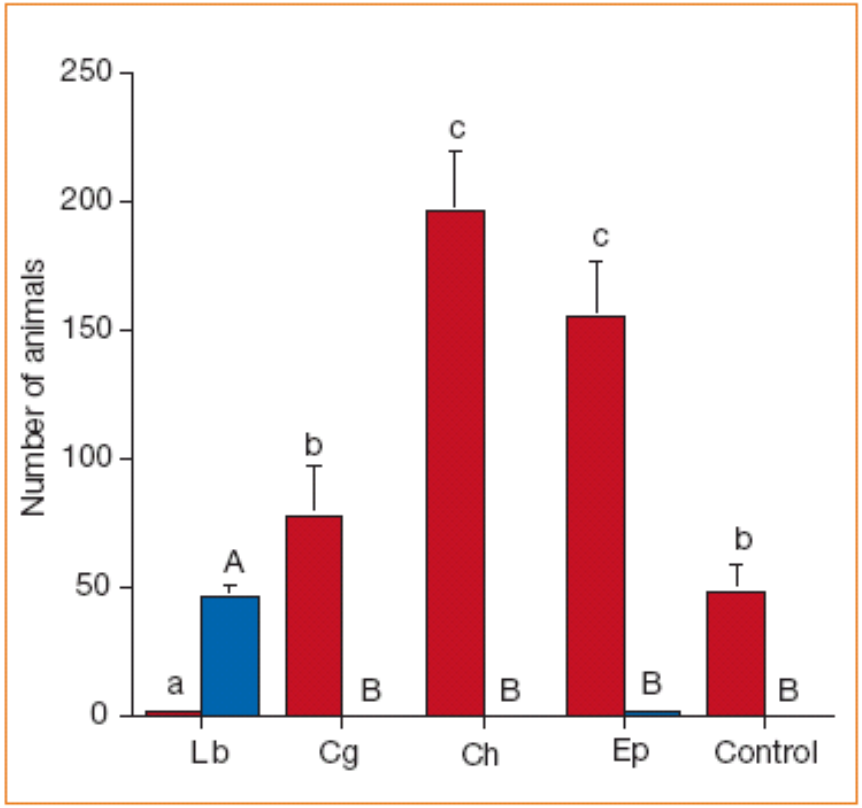


Figure 1 Predation on animals by an ectomycorrhizal fungus. Effect of different soil fungi on the survival of springtails is shown, where 'Lb' and 'Cg' represent the ectomycorrhizal fungi *Laccaria bicolor* and *Cenococcum geophilum*, respectively, which are both associated with the tree roots of *Pinus strobus*; Ch, *Cladosporium herbarum* and Ep, *Epicoccum purpurascens*, both fungal saprobes; control, no fungus. All organisms were collected from a forest dominated by *P. strobus* in Ontario, Canada. Experimental units consisted of a single fungus growing on nutrient agar in Petri dishes. Fifty springtails placed on the fungal cultures were incubated for two weeks at 20 °C and the number of living (red bars) and dead (blue bars) springtails then recorded. Animals were sectioned and analysed for internal hyphal infection. Lettering on bars represents differences at the significance level $P < 0.05$ following a Tukey *post-hoc* test; $n = 10$. Error bars represent 1 s.e.

*Klironomos & Hart (2001) - **Nature***

Nematofágní houby

Proč háďátka?

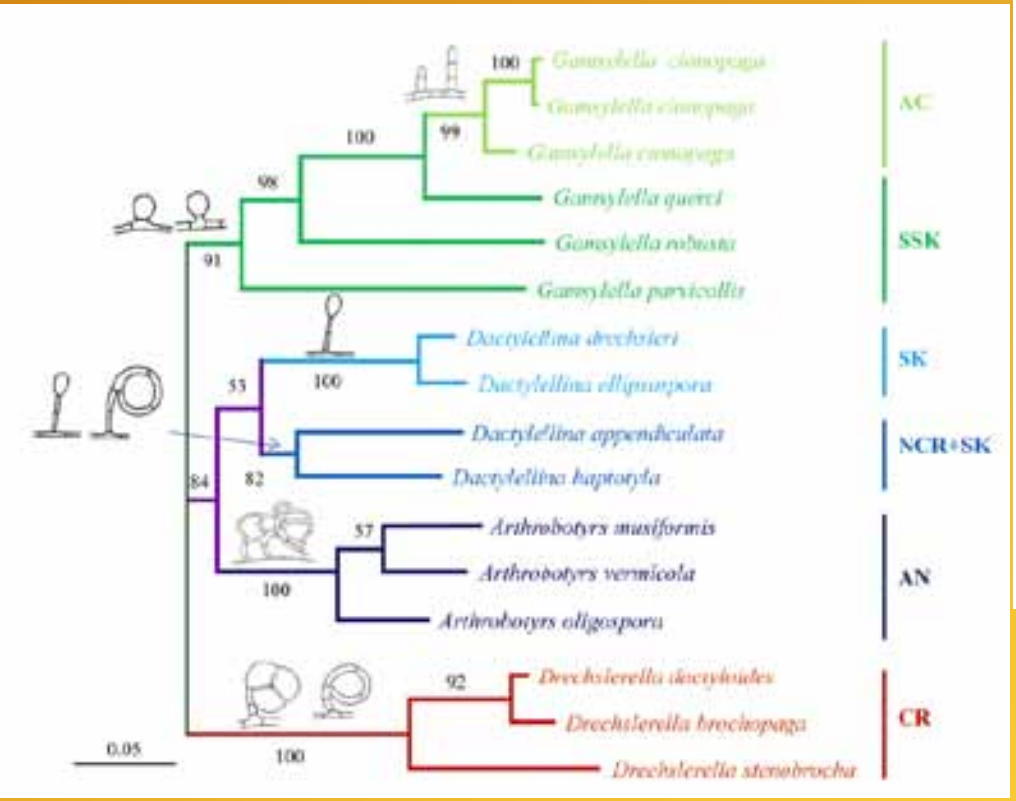
- v půdě, na opadu a tlejícím dřevě
- početná a druhově bohatá skupina bezobratlých

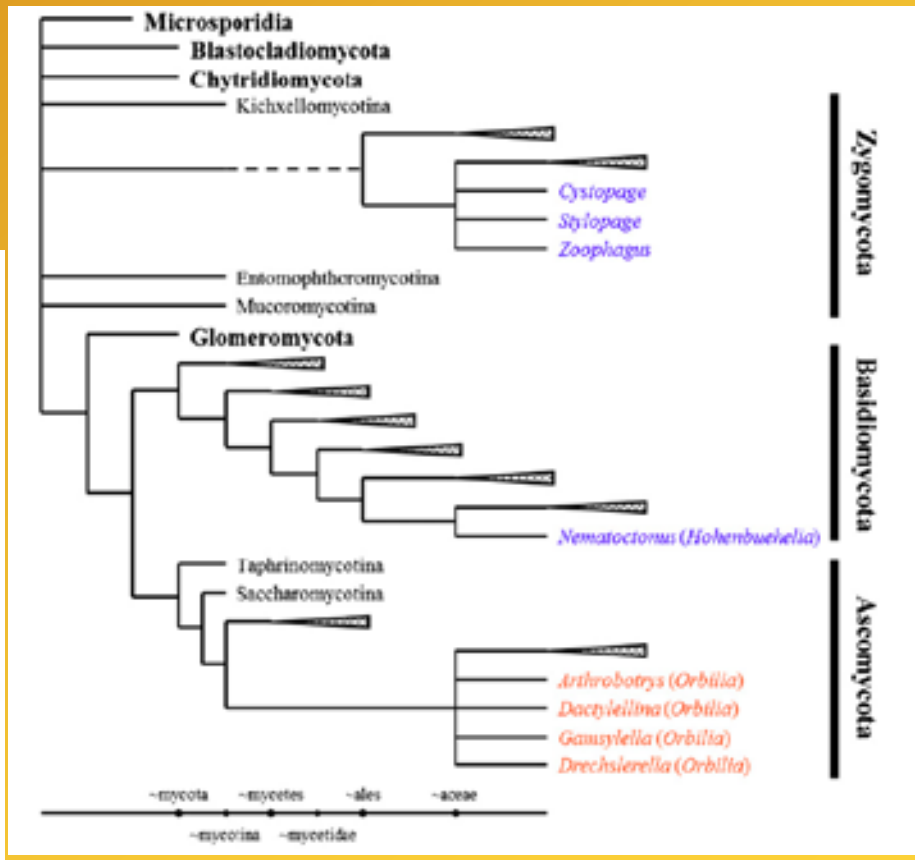
Jak je lovit?

- **pasti**, **sítě** a **lapače**
- chemické **atraktanty** pro háďátka
- **toxiny** a **narkotizační** látky pro znehybnění kořisti

Nematofágní houby

- vznik nematofagie vzácný
- hlavní divergence pastí u Orbilia (Pezizomycotina)





Yang & al (2013)

Nematofágní houby

Koho lovit?

- nespecifické

x specificita na čeleď háďátek

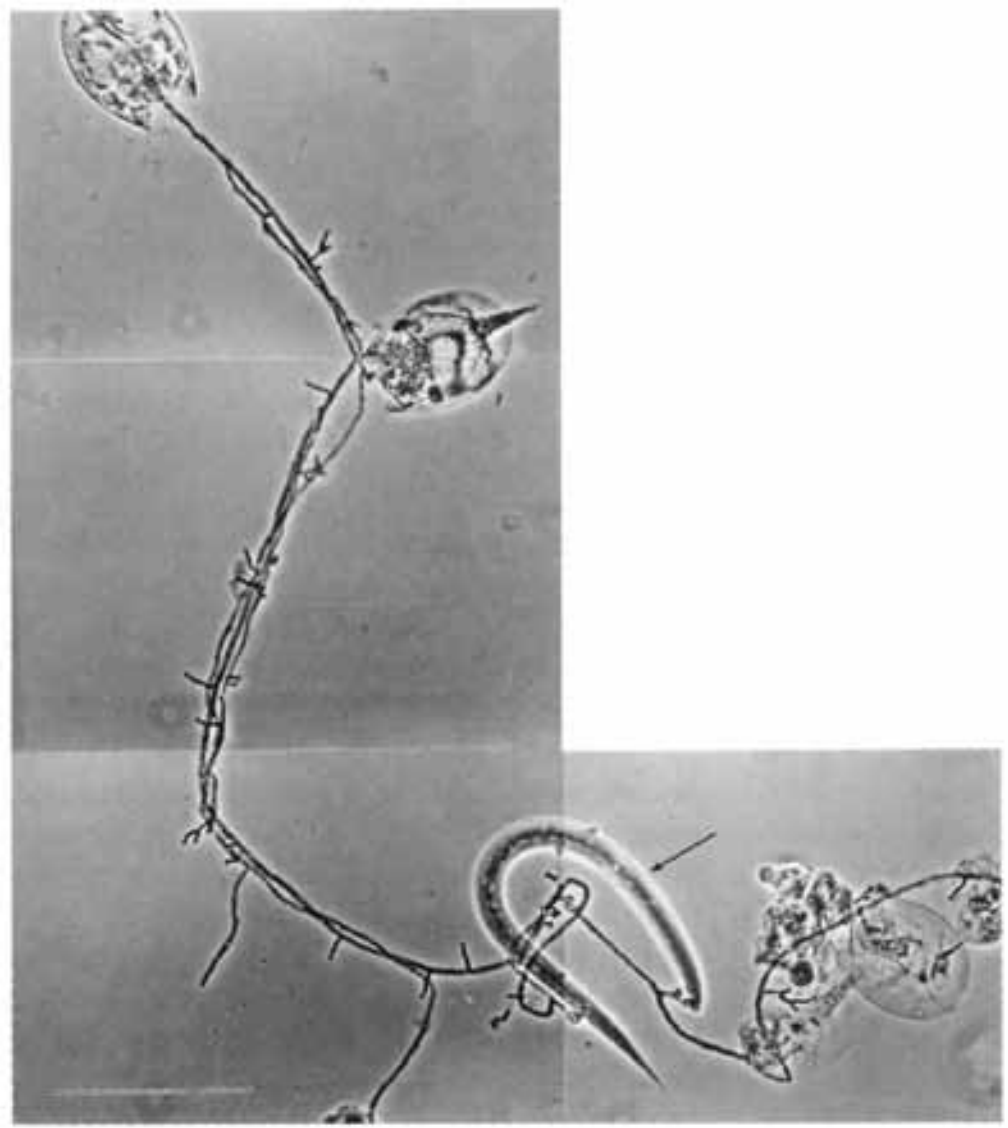


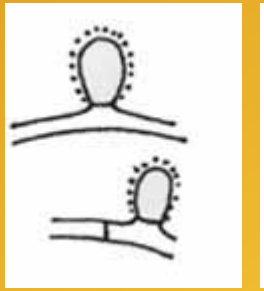
Fig. 10.5 Capture of rotifers by *Zoophagus pectosporus*. Several rotifers caught on the same hyphal system as a single nematode (arrowed). Bar = 100 µm (from Saikawa *et al.*, 1988, *Mycologia*, **80**, © 1988 New York Botanical Garden).

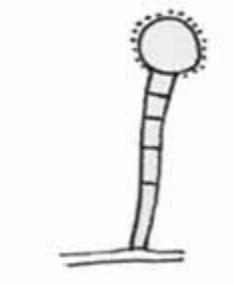
Cooke & Whipps (1993)

Nematofágní houby

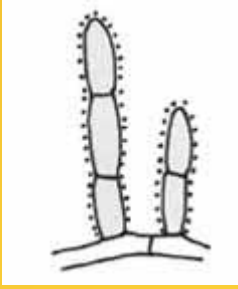
Typy pastí

Lepkavý knoflík („*sessile adhezive knob*“) – výběžek na hyfě, háďátko se přilepí po kontaktu; *Nematoctonus* (Agaricomycotina)





Postranní myceliální větve („*adhezive columns*“) – několikabuněčné lepkavé útvary; *Gamsylella* (Pezizomycotina)



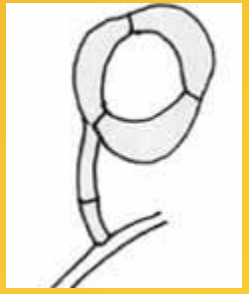
http://www.masozravky.com/rody/houba/DraveHouby/pasti.htm

Nematofágní houby

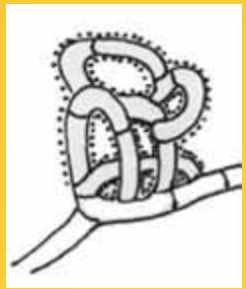
Typy pastí

Fixní oka („*non-constricting rings*“) – neselektivní, na drobná háďátka, spolu s knoflíky lepivými neboť méně účinné; *Dactylellina* (Pezizomycotina)

Stahující oka („*constricting rings*“) - zvětší objem během 0,1 s, nejrychlejší pohyb u obligátních parazitů; *Drechslerella* (Pezizomycotina)



Sítě („*nets*“) – lepkavé po celém povrchu, 3D, v prostoru, nespecifický lov; *Arthrobotrys* (Pezizomycotina)

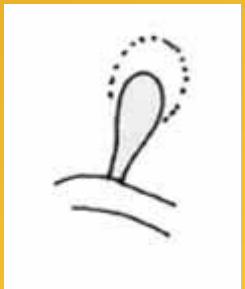


http://www.masozravky.com/rody/houba/DraveHouby/pasti.htm

Nematofágní houby

Typy pastí

Sekreční buňky („*secretion cells*“) – obsahují toxin paralyzující háďátka, ti jsou pak prorůstáni myceliem; *Pleurotus* (Agaricomycotina)



Toxické mycelium („*toxic mycelium*“) – nespecifický útvar, háďátko napíchne hyfu a je otráveno, nové hyfy jej obrostou a kolonizují; *Hyphoderma* (Agaricomycotina)

http://www.masozravky.com/rody/houba/DraveHouby/pasti.htm

Nematofágní houby

Ekologický význam

- saprotrofové
- kompetitivní výhoda při nedostatku N
- vliv na populace háďátek

x řada půdních háďátek **mykofágní** (vysává hyfy)

Parazité a predátoři - shrnutí

- kterými mechanizmy je houba přizpůsobena k parazitování rostlin?
- se kterými parazity živočichů se můžeme běžně setkat?
- co získávají houby predací háďátek

Náměty pro výuku, domácí úkoly, zamyšlení …

Které faktory vedly k propuknutí rozsáhlých epidemií parazitů?

Které epidemie parazitů měly význam pro lidskou společnost?