



# MASARYKOVA UNIVERZITA

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

ÚSTAV EXPERIMENTÁLNÍ BIOLOGIE

## ČESKÁ SBÍRKA MIKROORGANISMŮ

<http://www.sci.muni.cz/ccm>



## Mikroskopické houby (Bi6620)

### *Ekologie hub*



<http://en.wikipedia.org/wiki/Mycorrhiza>

<http://abys-mal.tumblr.com/post/34723991202/frontal-cortex-it-all-started-with-cordyceps>

# Ekologie hub

## Ekologické skupiny hub

dle způsobu získávání živin

**Paraziti** - (obligátní, fakultativní) - získávají živiny z živých buněk rostlin, živočichů či jiných hub

**Predátoři** – "dravé houby"

**Saprofyté** - získávají živiny z odumřelých těl rostlin či živočichů

**Symbionti** - rovněž absorbují živiny z buněk živého organismu, ale za to hostiteli prokazují službu (mutualistická symbióza); rostlinám například pomáhají absorbovat z půdy minerální látky (mykorhiza)



## Ekologie hub

### Saprotrofní houby

- ☒ základní skupinou saprotrofních hub jsou **houby terrestrické** (pozemní), rozkládající vrstvu opadu a detritu

Dle substrátu:

- ☒ **houby lignikolní** - dřevokazné houby
- ☒ **koprofilní houby** - rostoucích na exkrementech
- ☒ **amoniové houby** - rostoucí na substrátech bohatých na alkalické zdroje dusíku
- ☒ **keratinofilní houby** - specializované na odumřelé části těl živočichů obsahující rohovinu (rohy, kopyta, ptačí brka)
- ☒ **antrakofilní houby** - rostou na stanovištích ovlivněných ohněm

## Ekologie hub



<http://www.zin.ru/Animalia/Coleoptera/eng/mycetob.htm>

### Symbiotické vztahy s živočichy

- ▣ houby mohou růst na povrchu nebo uvnitř živočišných těl aniž by poškozovaly svého hostitele (nezpůsobují onemocnění ani smrt)
- ▣ na povrchu kolonizují srst, kůži, peří, exoskeleton; houba se často omezuje na mrtvou tkáň a nezpůsobuje obrannou reakci organismu, ale je vystavena vnějšímu prostředí a často je zde nízká dostupnost vody a živin
- ▣ uvnitř těl je obvykle stálé prostředí, dostatek vody a volně dostupných živin, ale houby se musí vypořádat s hojným výskytem bakterií, nízkým obsahem kyslíku, nízkým pH a silnou peristaltikou (trávicí soustava) nebo se silnou imunitní reakcí (krevní oběh)

## Ekologie hub

### Symbiotické vztahy s živočichy Endosymbióza

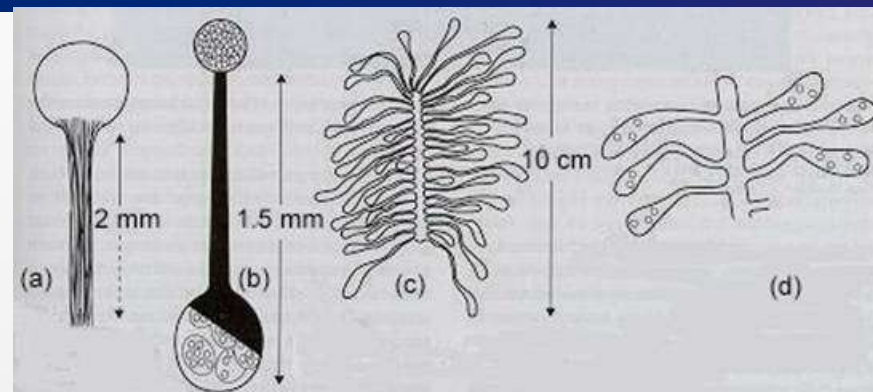
- ❖ celý život tráví uvnitř těla živočicha
- ❖ nejčastějšími endosymbionty bývají kvasinky nebo houby tvořící kvasinkovitá stadia, žijící v trávicím traktu různých živočichů
- ❖ součást mikroflóry **býložravců** - obligátní anaerobové oddělení *Neocallimastigomycota* (dříve *Chytridiomycota*), jsou schopny fermentovat celulózu, xylany, hemicelulózu, škrob na kyselinu mravenčí, mléčnou, octovou
- ❖ spojeny s **hmyzem** (kvasinky, hyfomycety); vyskytují se v trávicím traktu, malpigických trubcích nebo žijí ve speciálních tkáních či ve speciálních buňkách
- ❖ houby dodávají hmyzu některé aminokyseliny a vitamíny, též pomáhají rozkládat dusíkaté produkty metabolismu (močovinu, kyselinu močovou)
- ❖ přenos houby na další jedince je uskutečňován prostřednictvím trávicího traktu, odkud je houba vylučována => přichází do kontaktu s kladenými vajíčky nebo potomstvem
- ❖ mezi organizmy, které hojně roznášejí spory hub (saprotrofních i mykorrhizních) v trávicím traktu i na povrchu těl, patří chvostoskoci a roztoči



<http://cs.wikipedia.org/wiki/Chvostoskoci>

## Ekologie hub

### Synbiotické vztahy s živočichy



<http://www.biology.ed.ac.uk/archive/jdeacon/FungalBiology/dutchelm.htm>

- ☒ symbiotické houby žijící **mimo těla živočichů** nebo **na jejich povrchu**
- ☒ známé je **soužití hub s kůrovci**, jejichž chodbičky prorůstají druhy (*Ophiostoma* spp.), které rozkládají celulózu a lignin a slouží jako potrava pro vylíhlé larvy. Dospělí brouci pak roznášejí houbu na další stromy ve specializovaných orgánech (samičky mají na povrchu těla, pod povrchem nebo mezi články zadečku "kapsy", v nichž přenášejí mycelium nebo konidie, tzv. mycetangia => při kladení vajíček "kladou" i spory hub
- ☒ **houby ambróziové** (ambrózia jsou tenkostěnné buňky tvořící souvislou vrstvu vystýlající vnitřní stěny chodbiček ve dřevě) – označení pro houby prorůstající chodbičky hmyzu a šířené hmyzem (obecně)
- ☒ v užším slova smyslu jsou právě ambróziové houby jsou jen ty, které nosí hmyz ve specializovaných orgánech (mycetomech, mycetangiích)



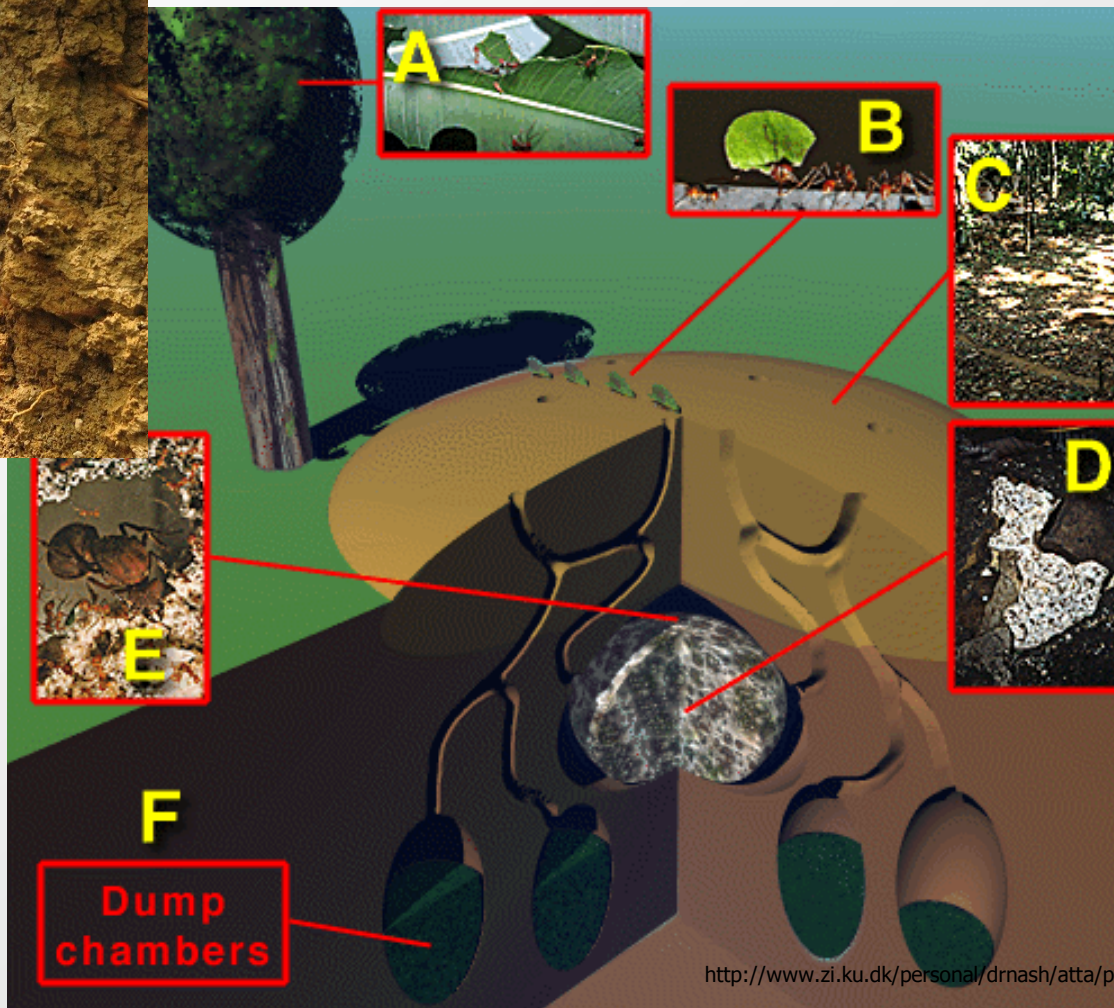
## Ekologie hub

### Symbiotické vztahy s živočichy

- ❏ **"Pěstování" hub** bylo popsáno u mravenců a termitů z tropických oblastí
- ❏ do mraveniště nosí listí a větévky, které rozkoušou na drť => drť inokulují fragmenty houby z čeledi *Agaricaceae* (jednotlivé druhy mravenců mají "svůj" druh hub) => přežvýkané kousky listí porostou hustým myceliem => hyfy pak slouží za potravu mravencům, kteří jsou **obligátně mykofágní** => dělníci sklízí ztlustlé konce hyf a v útrokách je distribuují larvám i dalším dospělcům (larvy jsou na této výživě pravděpodobně životně závislé, u dospělců nejsou tak zásadní složkou výživy).
- ❏ u těchto hub nebyla zjištěna sporulace a k šíření pravděpodobně dochází přenosem mycelia s královnou při založení nové kolonie
- ❏ mravenci mají rovněž schopnost odstraňovat kontaminující druhy hub (mechanismus rozpoznání je dosud neznámý), z přineseného materiálu odebírají kontaminující spory a ve speciálních váčcích je odnášejí mimo kolonii
- ❏ kromě toho mají mravenci v otvorech na těle symbiotické bakterie (rody *Streptomyces* nebo *Pseudonocardia*), které využívají sekrety vylučované mravenci a ony jim za to produkují látky potlačující růst nežádoucích hub

# Ekologie hub

## A nest of an *Atta* leaf-cutter ant:





# Ekologie hub

## Symbiotické vztahy

### Mykorrhiza

- ❑ symbiotický vztah houby (mykobionta) a rostliny (fytobionta)
- ❑ **mykorrhizní** – houby schopné tvořit mutualistické symbiózy s rostlinami
- ❑ **mykotrofní** – rostliny schopné tvořit mutualistické spojení s myceliem
- ❑ mykorrhizu tvoří většina rostlin, asi 5 % druhů mykorrhizu netvoří (vodní a mokřadní rostliny, též některé ruderalní)

### Přínos rostliny:

- ❑ stabilní přísun organických živin v půdním prostředí, které je v zásadě oligotrofní
- ❑ jeví se že rostliny jsou schopné rozpoznat "své" mykorrhizní houby a produkovat látky podporující tvorbu a růst jejich hyf.

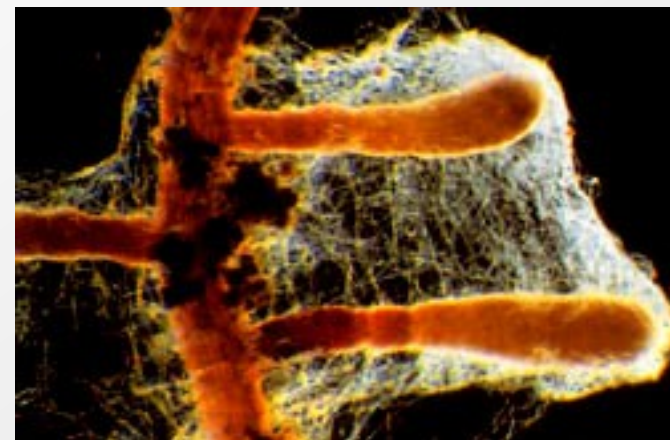
### Přínos houby:

- ❑ přísun vody a minerálních látek
- ❑ zásobování fosforem (fosfatázou rozloží fosfáty => z nerozpustných sloučenin uvolní a rostlině předává fosfor)
- ❑ zásobování dusíkem (proteinázy rozloží proteiny a aminokyseliny =>  $\text{NH}_4^+$ )



## Ekologie hub

### Mykorrhiza



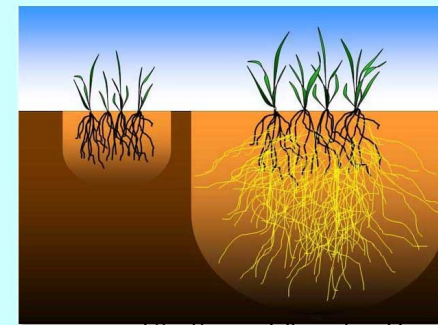
- ❖ **fakultativně mykorrhizní** druhy - mohou žít mykorrhizně, saprotrofně i paraziticky
- ❖ **obligátně mykorrhizní** houby - nepřežijí zánik symbiotického vztahu v důsledku nedostatečné enzymatické výbavy
- ❖ obtížná kultivovatelnost mykorrhizních hub
- ❖ endomykorrhizní houby - kultivovatelné pouze v "kultuře" s hostitelskou rostlinou nebo na agaru s tkáňovou kulturou modifikovaných kořenů

## Ekologie hub

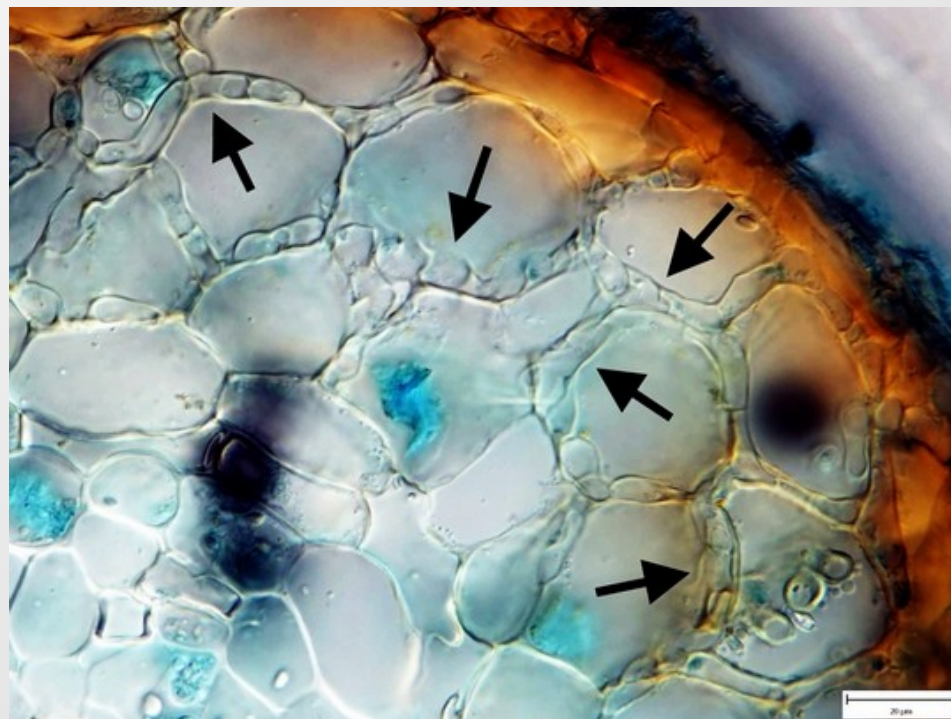
### Mykorhiza

#### Ektotrofní mykorhiza (ektomykorhiza)

- houba neproniká do buněk rostlin, pouze do mezibuněčných prostor, kde vytváří kolem jednotlivých buněk tzv. **Hartigovu síťku**



<http://www.violka.eu/symbiom.htm>



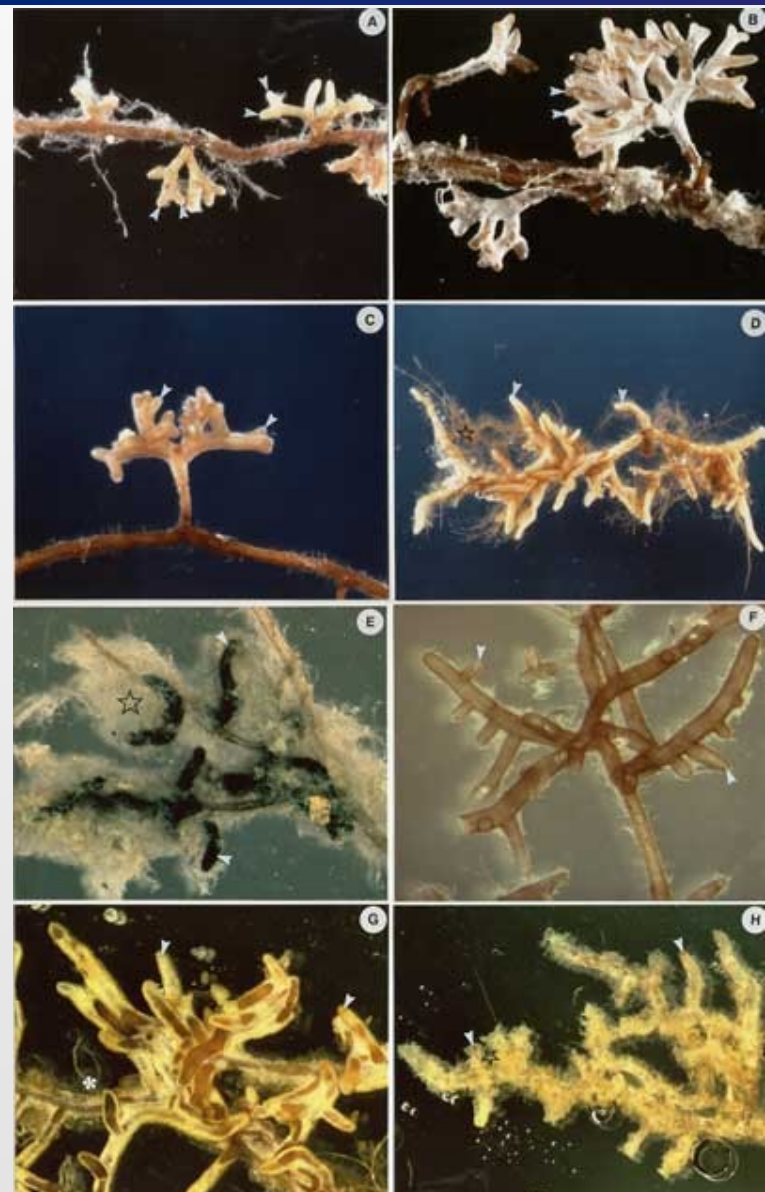
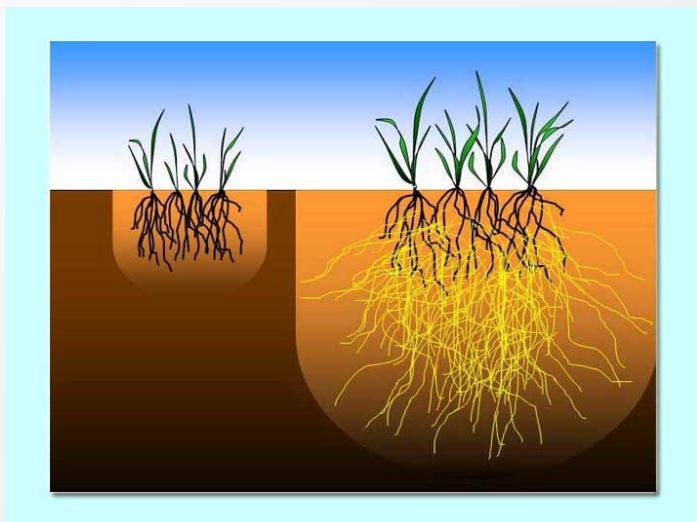
Detail Hartigovy sítě v kořeni borovice (šipky). Barveno trypanovou modří. Foto (c) M. Vohník

## Ekologie hub

### Mykorrhiza

#### Ektotrofní mykorrhiza (ektomykorrhiza)

- ☒ viditelná i makroskopicky – pseudoparenchymatické houbové pletivo tvoří **hyfový plášť** na povrchu kořínků a tak zvětšují savou plochu kořenového systému
- ☒ **ektomykorrhizní houby**

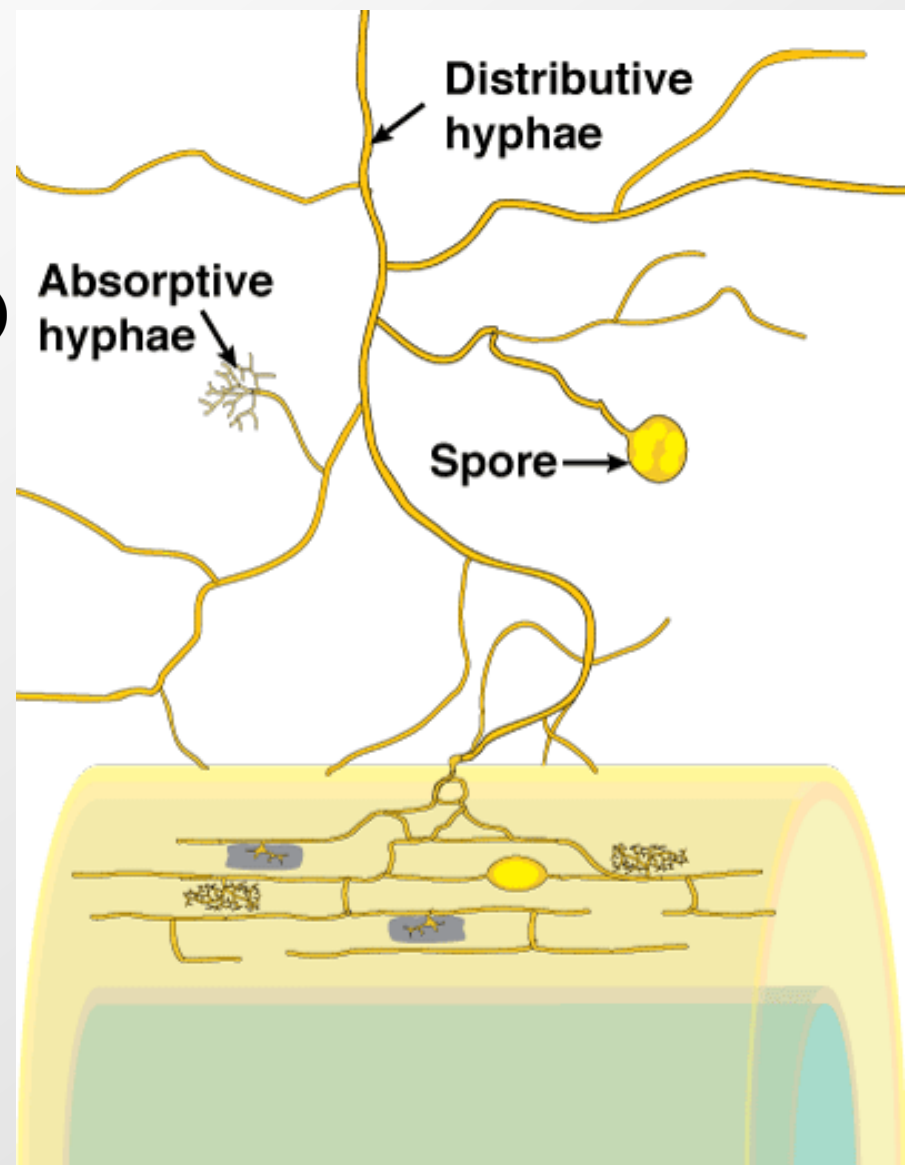


## Ekologie hub

### Mykorhiza

#### Endotrofní mykorhiza (endomycorhiza)

- ☒ houba proniká do buněk rostlin
- ☒ 75% rostlin
- ☒ **endomycorhizní houby**
- ☒ arbuskulární mykorhizní symbióza
- ☒ erikoidní mykorhizní symbióza
- ☒ orchidoidní mykorhizní symbióza



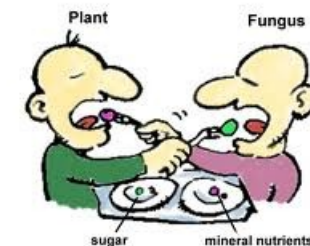
## Ekologie hub

### Mykorhiza

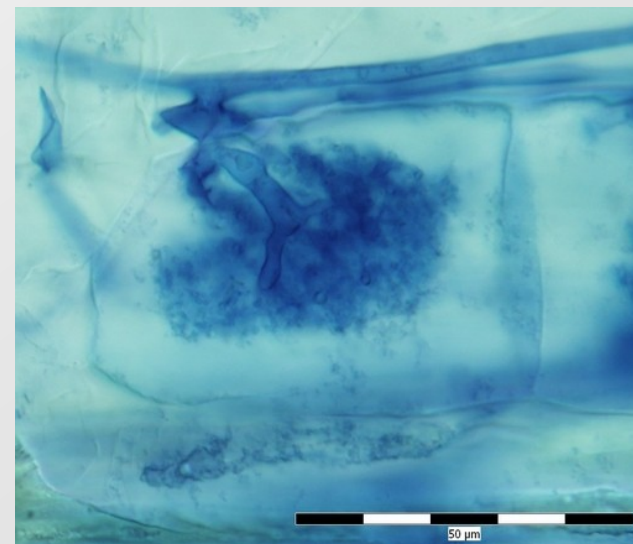
#### Arbuskulární mykorhizní symbióza

- ☒ charakteristická tvorbou **vnitrobuněčných arbuskulí** v kůře kořenů hostitelské rostliny
- ☒ některé mykorhizní houby mohou uvnitř kořene tvořit i **zásobní vezikuly**
- ☒ rody z řádu *Glomerales* (dříve v oddělení *Zygomycota*, nyní *Glomeromycota*)

Arbuscular mycorrhizal symbiosis



zásobní vezikuly, Foto (c) Ú. Oskarsson



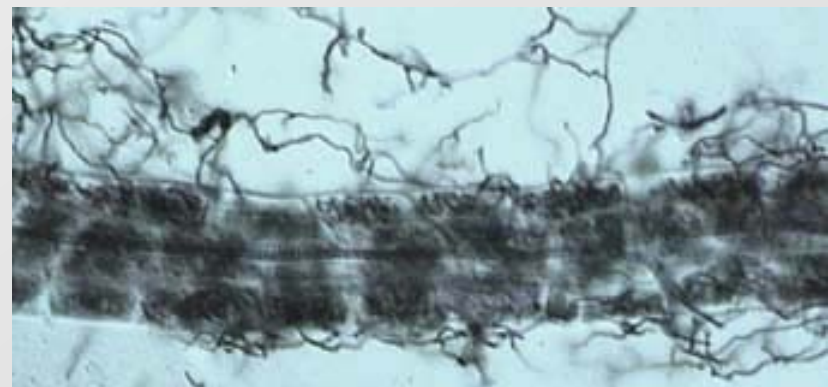
vnitrobuněčná arbuskula, Foto (c) M. Vohník

# Ekologie hub

## Mykorhiza

### Erikoidní mykorhizní symbióza

- ❏ tvorba **vnitrobuněčných hyfových klubíček** a **smyček** po proniknutí hyfy do buňky
- ❏ charakteristickou strukturou jsou tenké kořínky erikoidních rostlin, tzv. vlasové kořeny z nichž vyrůstá do okolního substrátu síť mimokořenového mycelia
- ❏ hyfy kolonizují pouze buňky vnější korové vrstvy kořenů – hypodermis
- ❏ erikoidní mykorhizní houby: imperfektní rod *Oidiodendron* nebo askomycety (z řádu *Helotiales* a *Leotiales*) nebo některé basidiomycety
- ❏ rostliny z čeledí *Ericaceae* (vřesovcovité) rostoucí obvykle na silně kyselých a živinami chudých půdách (vegetace vřesovišť, tunder)

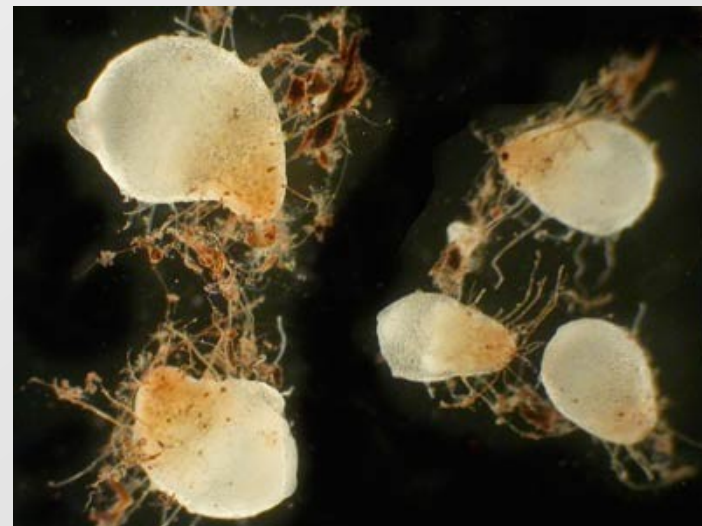
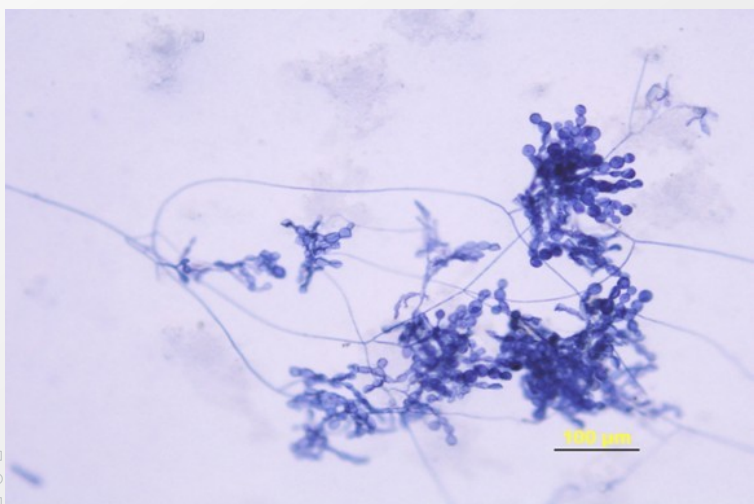


## Ekologie hub

### Mykorhiza

### Orchideová mykorhizní symbióza

- ❑ tvoří **vnitrobuněčné hyfová klubička (pelotony)**
- ❑ tvoří orchideje (zřejmě všechny druhy čeledi *Orchidaceae*) s rody oddělení *Basidiomycota* tvořící anamorfy z rodu *Rhizoctonia*
- ❑ tvoří anastomózující extraradikální (mimokořenové) mycelium, na kterém se mohou vytvářet řetízky ztlustlých "monilioidních" buněk; jejich nahloučením vznikají sklerocia, ve kterých houby přežívají zhoršené podmínky

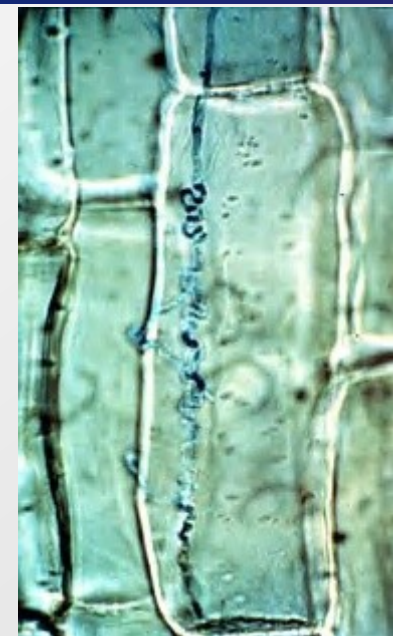




## Ekologie hub

### Endofytické houby

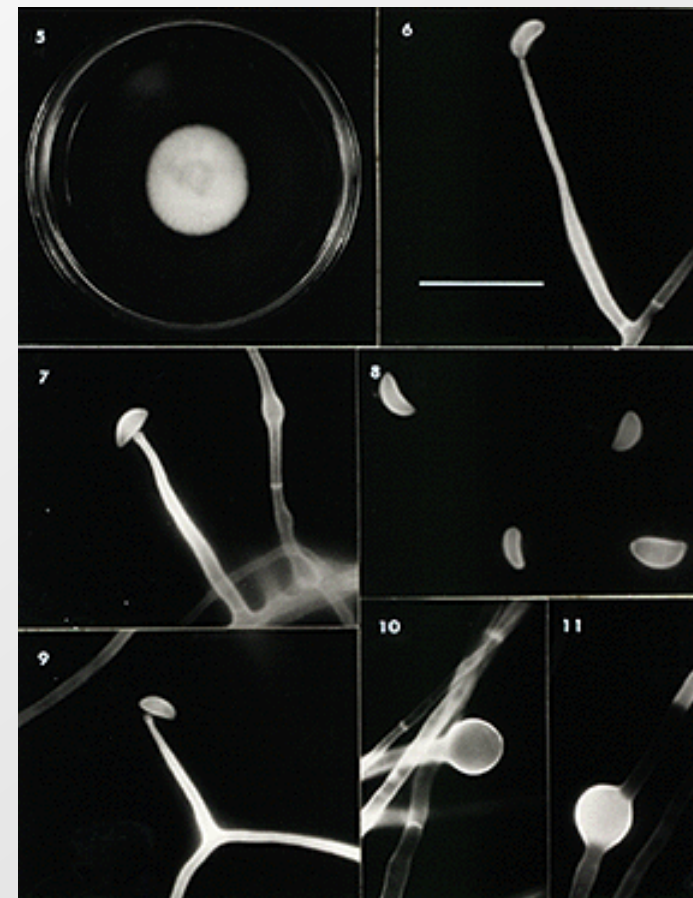
- ❑ žijí v mezibuněčných prostorech rostlinných pletiv
- ❑ nejsou parazity ani symbionty propojenými s buňkami rostlin
- ❑ na rostlině nejsou viditelné žádné projevy kolonizace
- ❑ rostliny poskytují stabilní prostředí pro růst a zdroj organického uhlíku a naopak metabolity hub mohou rostliny chránit proti herbivornímu hmyzu (*Phomopsis*, *Lecanocillium*), patogenním houbám, bakteriím a jiným organismům
- ❑ mezi endofytické houby patří zástupci téměř všech oddělení hub (především anamorfy oddělení *Ascomycota*),
- ❑ kolonizují jednotlivé buňky nebo prorůstají celými stonky, listy a kořeny
- ❑ druhy široce rozšířené (ekologicky i geograficky) ale i druhy s úzkou hostitelskou specificitou a vzácným a omezeným výskytem
- ❑ mechanismy kterými rostlina omezuje růst endofytické houby bývají fyzikální a chemické (produkce fenolických aj. sloučenin)



## Ekologie hub

### Endofytické houby

- přenos spor endofytických hub se uskutečňuje vzduchem, prostřednictvím hmyzu nebo v semenech (*Neotyphodium* specifický endofyt travin)



<http://www.rci.rutgers.edu/~white/images/neoculture.gif>

## Ekologie hub

### Endofytické houby

- ☒ k endofytům lze přiřadit i houby tvořící **DSE-asociace** (Dark Septate Endophytes), projevující se nesymptomatickou kolonizací kořenů jehličnanů, bylin (trávy)
- ☒ jedná se o anamorfy saprotrofních vřeckatých hub s melanizovanými hyfami (např. *Phialocephala fortinii*, *Meliniomyces variabilis*, *Cadophora finlandica*)

## Ekologie hub

### Endofytické houby

- ❏ silné melanizované hyfy vytvářejí hustou síť okolo hostitelského kořene, často tvoří apresoria, pronikají do pletiv kořene
- ❏ uvnitř jednotlivých buněk tvoří typické struktury tzv. mikrosklerocia
- ❏ tento typ symbiózy převažuje v chladných oblastech chudých na živiny, ale i v polosuchých stepích
- ❏ DSE houby se nevyskytují ve vodních, popř. podmáčených ekosystémech, byly ale nalezeny například v půdních vzorcích na Antarktickém poloostrově

mikrosklerocia



## Ekologie hub

### Epifytické houby

- ❑ využívají listové exudáty a nepronikají do pletiv
- ❑ jsou obvykle melanizované a některé jsou schopné rozrušovat tuky a tak využít voskovou vrstvičku na povrchu listů
- ❑ epifyté a endofyty nepoškozují zdravé pletivo hostitele
- ❑ fyziologické změny v pletivu nebo změny vnějšího prostředí mohou vést ke změně symbionta v patogena (např. *Alternaria* se stane patogenem při nedostatku draslíku)



<http://en.wikipedia.org/wiki/Alternaria>

*Seuratia millardetii*

A newly reported epiphytic fungus on *Camellia* species



<http://www.pnwfungi.org/featuredfungallery2.htm>

# Ekologie hub

## Lichenismus

- ☒ pevný, stabilní a soběstačný vztah mezi houbou (**mykobiontem**) a řasou nebo sinicí (**fotobiont**)
- ☒ fotobiont dodává svému partneru asimiláty
- ☒ mykobiont zajišťuje zdroj vody a minerálních látek

### Druhy stélek:



**korovitá**

**lupenitá**



**keříčkovitá**



**vláknitá**



## Ekologie hub

Mapovník zeměpisný  
(*Rhizocarpon geographicum*)



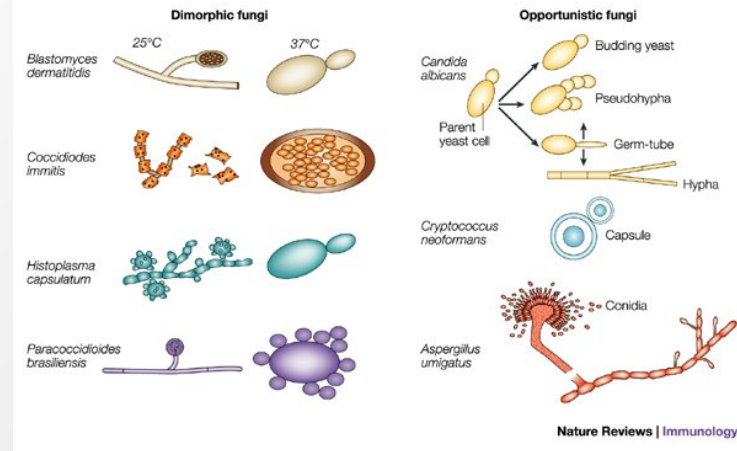
## Lichenismus

- většina lichenizovaných hub patří do oddělení *Ascomycota* (zejména třídy ***Lecanoromycetes***) včetně imperfektních zástupců, pár procent druhů pak najdeme v různých skupinách třídy ***Agaricomycetes*** (*Basidiomycota*)
- **lichenikolní houby** – houbový paraziti na stélkách lišejníků
- **parasymbiotické houby** - žijí volně, ale mohou přistoupit k lišejníkové symbióze jako příležitostný partner a kdykoli zase vypadnout

# Ekologie hub

## Parazitismus

## Zoopatogenní houby



<http://bioidea.net/resources/deadly-molds/>

- ❏ houboví **parazité živočichů** patří převážně mezi *Ascomycota*
- ❏ způsobují **povrchové dermatomykózy** na kůži nebo sliznicích a **systemové mykózy** zasahující vnitřní orgány
- ❏ v poslední době stoupá počet případů mykóz u člověka
  - možnými důvody jsou slabší imunita lidí
  - příliš častá léčba antibiotiky (potlačuje veškerou bakteriální flóru => snazší invaze houbového patogena)
  - případně rozmach cestování (přenos hub z jiných oblastí)



## Ekologie hub

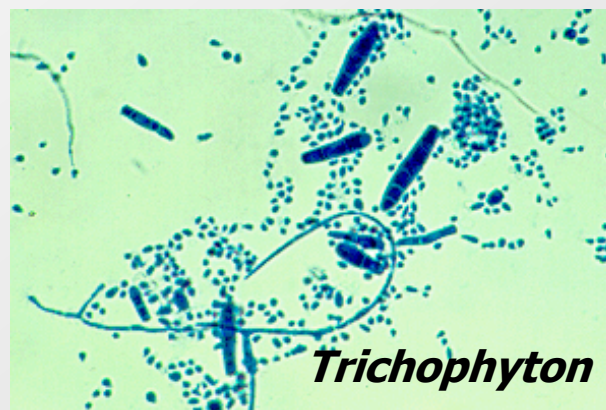
### Zoopatogenní houby

#### Dermatomykózy

- kožními parazity jsou nejčastěji druhy rodů *Epidermophyton*, *Trichophyton*, *Microsporum* (anamorfy askomycet)
- parazitují na keratinových strukturách – u člověka na kůži, nehtech, vlasech, u zvířat na chlupech, peří, rozích (na mrtvých buňkách)



[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Epidermophyton\\_floccosum\\_01.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Epidermophyton_floccosum_01.jpg)



[http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal\\_Descriptions/Dermatophytes/Trichophyton/mentagrophytes.html](http://www.mycology.adelaide.edu.au/Fungal_Descriptions/Dermatophytes/Trichophyton/mentagrophytes.html)



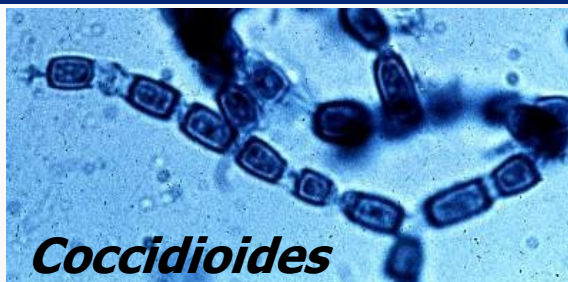
<http://www.studyblue.com/notes/note/n/lab/deck/2399138>

## Ekologie hub

### Zoopatogenní houby

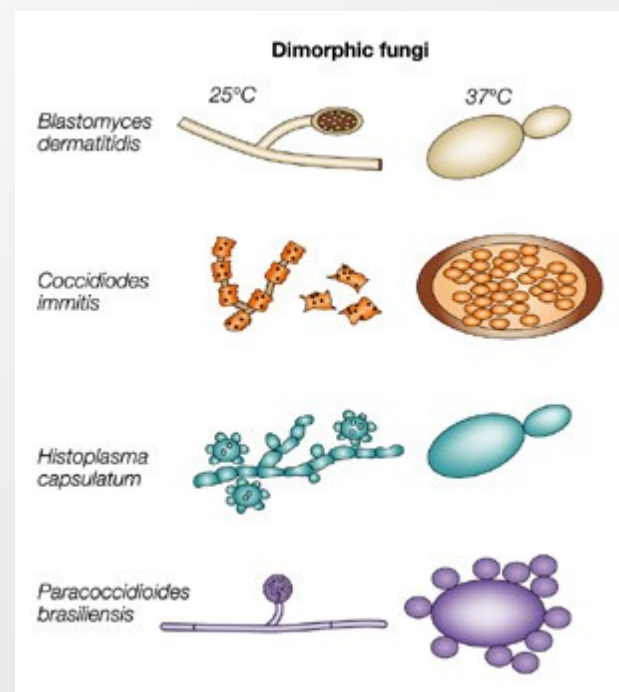
### Systemové mykózy

- způsobují jednak specializovaní, jednak příležitostní (oportunní) patogeni
- specializovaní patogeni** jsou anamorfy hub z řádu *Onygenales*, způsobující kožní a plicní onemocnění – *Histoplasma*, *Blastomyces*, *Coccidioides* a *Paracoccidioides*



*Coccidioides*

[http://botit.botany.wisc.edu/toms\\_fungi/jan2002.html](http://botit.botany.wisc.edu/toms_fungi/jan2002.html)



<http://bioidea.net/resources/deadly-molds/>



*Blastomyces*

<http://thunderhouse4-yuri.blogspot.cz/2012/12/blastomyces-dermatitidis.html>



*Histoplasma*

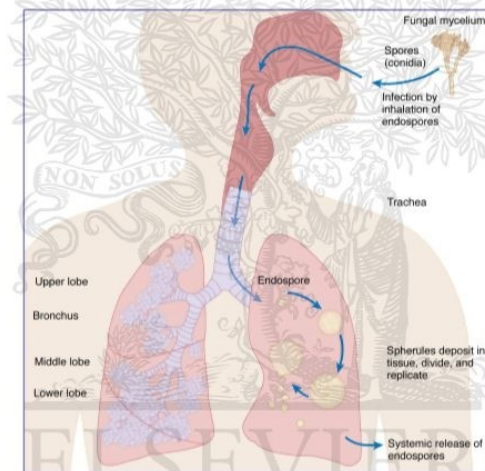
<http://catalog.nucleusinc.com/generateexhibit.php?ID=8827>

## Ekologie hub

## Zoopatogenní houby

## Systémové mykózy

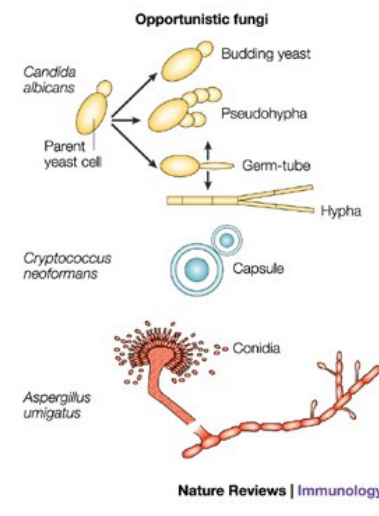
- ☒ centra jejich výskytu jsou v různých oblastech amerických kontinentů, infekce je možná vdechováním spor (riziko infekce vyšší pro lidi z oblastí, kde se tyto houby přirozeně nevyskytují, zatímco "domorodci" mívají často vyvinutu přirozenou imunitu)
- ☒ primárně napadají plíce, které jsou "vstupní branou" infekce, ale v kvasinkovité formě se šíří krevním oběhem i na další orgány



©ELSEVIER, INC. – ELSEVIERIMAGES.COM

# Ekologie hub

<http://bioidea.net/resources/deadly-molds/>



## Zoopatogenní houby

### Oportunní mykózy

- způsobuje celá řada saprotrofních hub, když napadnou oslabené nebo poškozené tkáně či orgány
- případem je pomnožení kvasinky ***Candida albicans***, běžně se vyskytující na povrchu i uvnitř těla – saprotrofní fáze je kvasinkovitá, šíří se blastokonidiiemi
- vzniknou-li podmínky k pomnožení (např. působením antibiotik, zejména širokospektrých, které zredukuje bakteriální flóru => snížení kompetice o živiny), přechází v parazitickou pseudomyceliální formu => pronikne-li do krve, je roznesena po těle a často způsobí vleká onemocnění kůže, plic nebo trávicí soustavy

## Ekologie hub

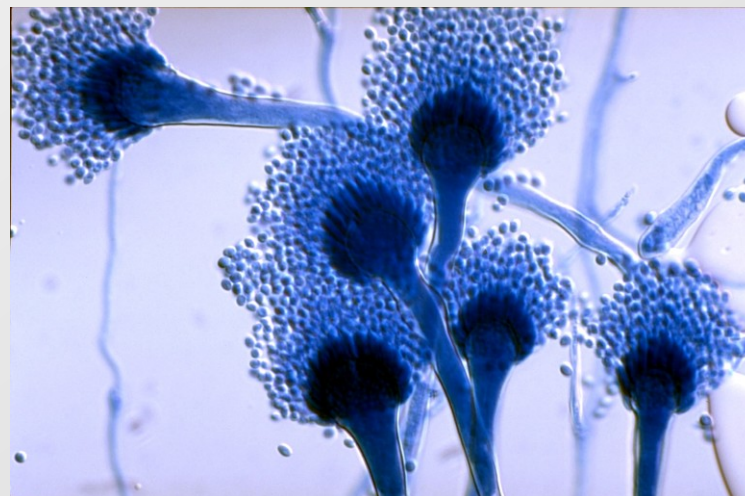
### Zoopatogenní houby

### Oportunní mykózy

- ❑ ***Cryptococcus neoformans*** (anamorfa stopkovýtrusné houby *Filobasidiella*) napadá kůži a sliznice, kosti, plíce i nervovou soustavu; vyskytuje se často u domácích zvířat (zejména kopytníků), ve městech jsou jeho přenašeči holubi (spory se šíří v jejich exkrementech => následně větrem)
- ❑ **mukormykózy** (druhy rodů *Mucor*, *Rhizopus*, *Absidia*)
- ❑ **aspergilózy** (druhy rodu *Aspergillus*, například *A. fumigatus*) trávicího traktu, plic



[http://en.wikipedia.org/wiki/Cryptococcus\\_neoformans](http://en.wikipedia.org/wiki/Cryptococcus_neoformans)



<http://www.pfdb.net/html/species/s11.htm>

## Ekologie hub

### Zoopatogenní houby

### Oportunní mykózy

- ❏ k mykózám vnitřních orgánů dochází při oslabené imunitě vlivem jiného onemocnění (bezprostřední příčinou smrti u nemocných AIDS bývají často kandidózy, v menší míře i aspergilózy či mukormykózy) nebo vlivem podaných léků, typicky po transplantacích

# Ekologie hub

## Zoopatogenní houby

CZECH MYCOL. 63(1): 65–75, 2011

### *Geomyces destructans*, phenotypic features of some Czech isolates

ALENA KUBÁTOVÁ<sup>1\*</sup>, ONDŘEJ KOUKOL<sup>1</sup>, ALENA NOVÁKOVÁ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Botany, Faculty of Science, Charles University in Prague, Benátská 2, CZ-128 01 Praha 2, Czech Republic

<sup>2</sup>Institute of Soil Biology, Biology Centre Czech Academy of Sciences, Na Sádkách 7, CZ-370 05 České Budějovice, Czech Republic

\*corresponding author; [kubatova@natur.cuni.cz](mailto:kubatova@natur.cuni.cz)

Kubátová A., Koukol O., Nováková A. (2011): *Geomyces destructans*, phenotypic features of some Czech isolates. – Czech Mycol. 63(1): 65–75.

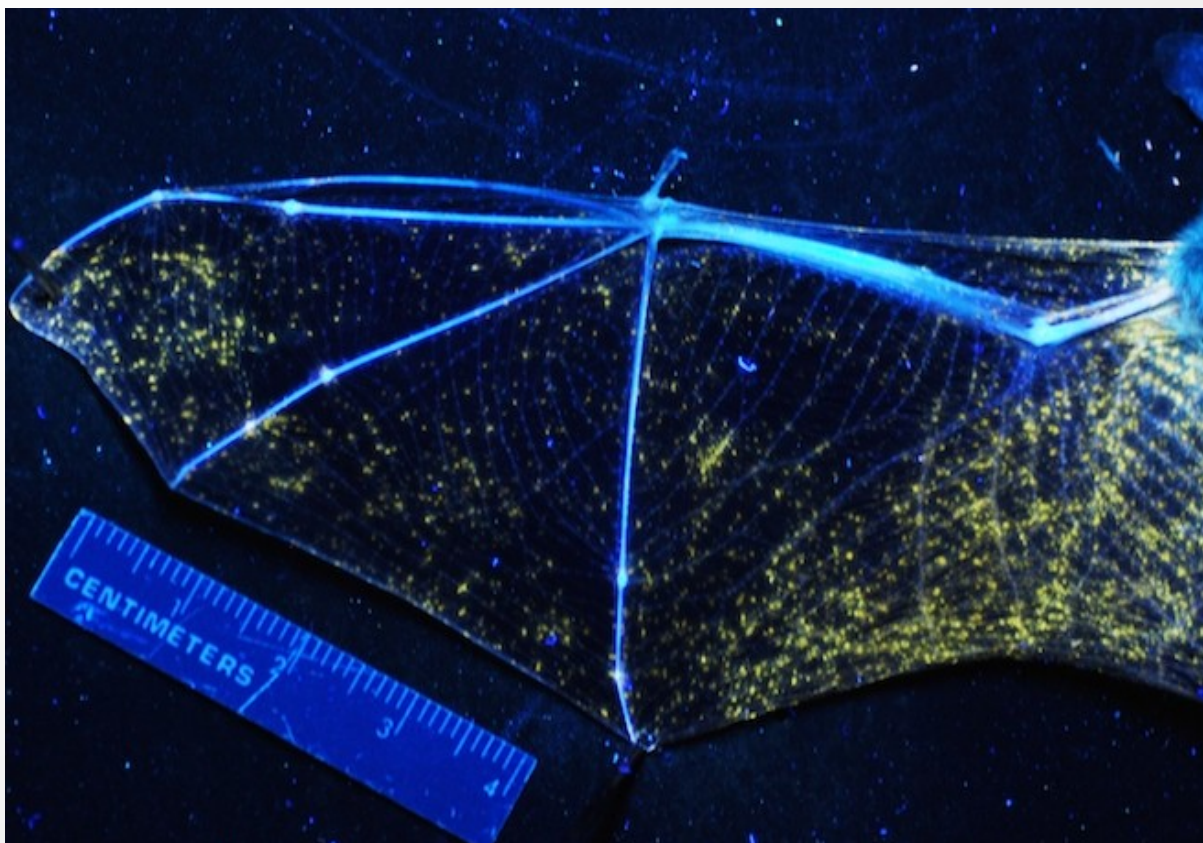
The microscopic fungus *Geomyces destructans* is a psychrophilic dermatophyte causing since 2006 a serious bat disease in North America called white-nose syndrome (WNS). In Europe, *G. destructans* has also been recorded, however less commonly and without striking lethal effects. Currently seven isolates of *G. destructans* isolated from greater mouse-eared bat (*Myotis myotis*) from four localities are maintained in the Culture Collection of Fungi (CCF) in Prague. Growth tests at 12 and 15 °C on eight agar media demonstrated that the fungus grows somewhat faster at 12 °C than at 15 °C. Growth was observed on nutrient rich media. No further isolates of *G. destructans* were recovered in screening of bat-associated environments.



# Ekologie hub

## Zoopatogenní houby

### Ultrafialové světlo umožňuje detekci syndromu bílého nosu u netopýrů





# Ekologie hub

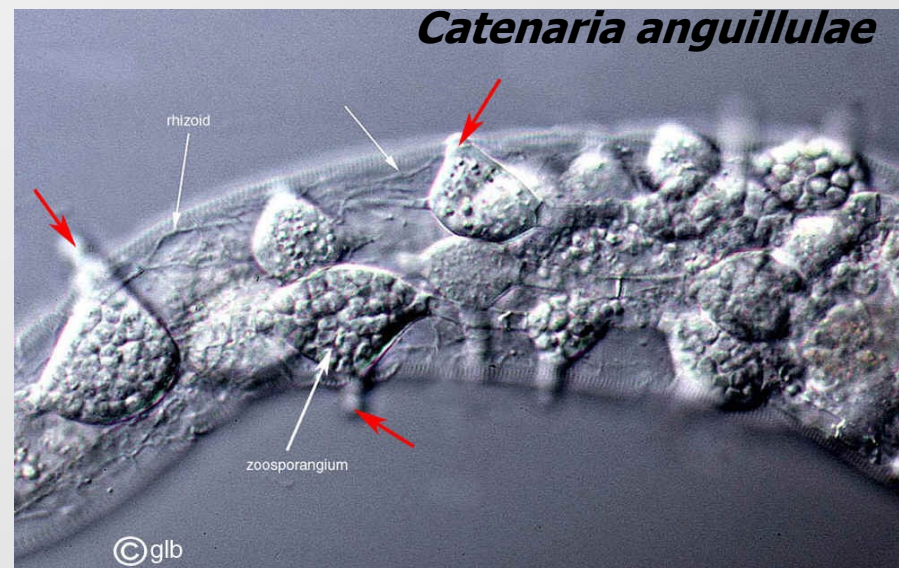
## Zoopatogenní houby

### Nematofágní houby

- ☒ houby napadající hlístice
- ☒ jen málo z nich jsou klasičtí parazité, jako je například *Catenaria anguillulae* (*Blastocladiomycota*)
- ☒ většina nematofágních hub jsou saprotrofní, obohacují si zdroj živin o dusík; nejsou na zdroji nematod přímo závislé



<http://cs.wikipedia.org/wiki/Hl%C3%ADstice>



<http://www.uoguelph.ca/~gbarron/2008/catenar0.htm>

## Ekologie hub

### Zoopatogenní houby

### Nematofágní houby



#### ☞ způsoby získávání živin:

- **pasivní** => hyfa houby se přilepí na hlísta => vytvoří se apresorium a následně vstřebávací hyfa. Přilepení je vyvoláno dotekem hlísta, který vyvolá vyloučení lepkavé kapky s obsahem lektinů (povrchových proteinů). Tyto proteiny mohou být specifické pro různé druhy.

- **aktivní "lovení"** => houba se chová jako predátor uplatňující různé typy návnad, pastí, sítí a lapacích struktur:

např. druhy rodů *Arthrobotrys* nebo *Dactylaria* vytvoří z mycelia smyčku (někdy také produkují atraktanty – látky, které lákají kořist) => vlez-li hlíst do smyčky, buňky houby se "nafouknou" a sevřou kořist => hyfami jsou poté vstřebávány živiny

## Ekologie hub

### Zoopatogenní houby

### Nematofágní houby

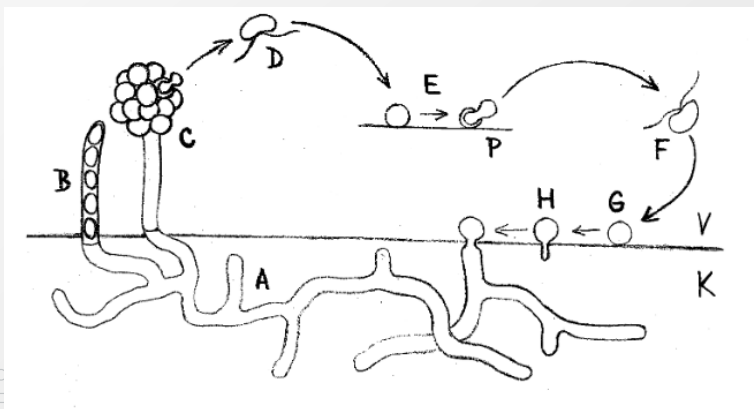
- ❏ lapací struktury jsou produkovány spontánně (nalezneme je i v čisté kultuře) nebo se vytvoří v přítomnosti kořisti (po chemické indukci)
- ❏ druhy hub jsou zcela "nevybíravé" (co se týče kořisti, např. *Zoophagus pectosporus*), jiné naopak loví specificky třeba zástupce konkrétní čeledi háďátek (*Monacrosporium ellipsosporum*)

## Ekologie hub

### Zoopatogenní houby

#### "vodních plísně"

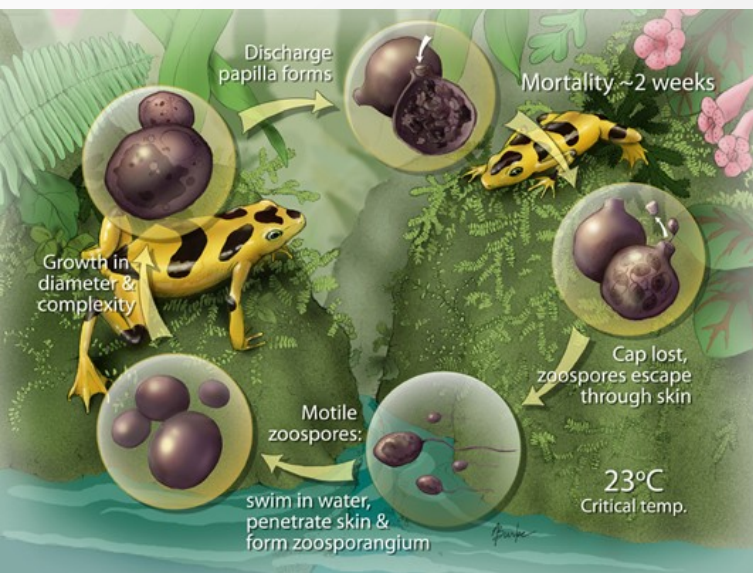
- zástupci z řádu *Saprolegniales* (*Oomycota*) jsou významnými parazity vodních živočichů, zejména ryb
  - Saprolegnia parasitica* je přirozeným obyvatelem našich vod, ale vážný problém znamená její pomnožení v chovech ryb
  - Aphanomyces astaci* (zavlečený z USA do Evropy) likviduje místní populace raků
- Račí mor - projevuje se neklidem a neobvyklou denní aktivitou postižených jedinců, křečemi, upadáváním končetin a hynutím



## Ekologie hub

### Zoopatogenní houby "vodních plísně"

☒ *Batrachochytrium dendrobatidis*  
(*Chytridiomycota*) celosvětový  
problém s úbytkem  
obojživelníků



### Jak zabíjí *Batrachochytrium*

Houba *Batrachochytrium dendrobatidis* se šíří světem a masově zabíjí obojživelníky. Některé druhy už zcela vyhubila. Vědci zjistili, že choroba zabíjí živočichy narušením rovnováhy iontů.

Od konce 80. let minulého století to jde se žábami a dalšími obojživelníky s kopce. Vyhnulo jich asi 120 druhů. Tři čtvrtiny z nich má na svědomí nebezpečné onemocnění vyvolávané houbou *Batrachochytrium dendrobatidis*. O její rozšíření se významně přičinil člověk, který chorobu nevědomky roznášel po celém světě s nakaženými africkými žábami drápatkami druhu *Xenopus laevis*. Ty se hojně využívaly nejen k výzkumu, ale například i pro těhotenské testy. Dnes najdeme houbu na všech kontinentech. Obojživelníky považují vědci shodně za nejohroženější obratlovce.



Žába

Foto: Marián Vožtek

Houba *Batrachochytrium dendrobatidis* byla jako hlavní příčina celosvětového úbytku obojživelníků odhalena na konci 90. let. Stále však zůstávalo záhadou, jak žáby zabíjí. Tým vědců vedený Jamiem Voylesem z Univerzity Jamese Cooka v australském Townsville zjistil, že kůže žab zasažená houbou nedokáže transportovat ionty. V důsledku toho klesá koncentrace sodíku a draslíku v krvi. V konečném stádiu onemocnění je rovnováha iontů v těle narušena natolik, že to brání v práci srdeční svaloviny. Srdce žab přestane bít. Když vědci podávali žabám iontové roztoky, zvýšili výrazně jejich odolnost k onemocnění. Tento postup může pomoci vzácným žabám chovaným v zajetí. Pro zvýšení odolnosti obojživelníků ve volné přírodě vsázejí vědci na bakterii *Janthinobacterium lividum*. Mikrob žije v kůži obojživelníků bez toho, že by jim škodil, a produkuje látku violacein, jež je pro houbu *Batrachochytrium dendrobatidis* toxická.

## Ekologie hub

### Zoopatogenní houby

### Entomopatogenní houby

- ▣ parazité hmyzu
- ▣ využívány v biologickém boji
- ▣ specializovaní na určité vývojové stadium hmyzu – larvy a kukly napadají hlavně půdní druhy, zatímco paraziti imag se šíří vzduchem
- ▣ na larvách, kuklách i dospělých různého hmyzu parazitují druhy rodu *Cordyceps* (řád *Hypocreales*) => napadené tělo prorostou a mumifikují => vzniká pseudosklerocium, ze kterého následně vyrůstají stromata

### *Cordyceps*

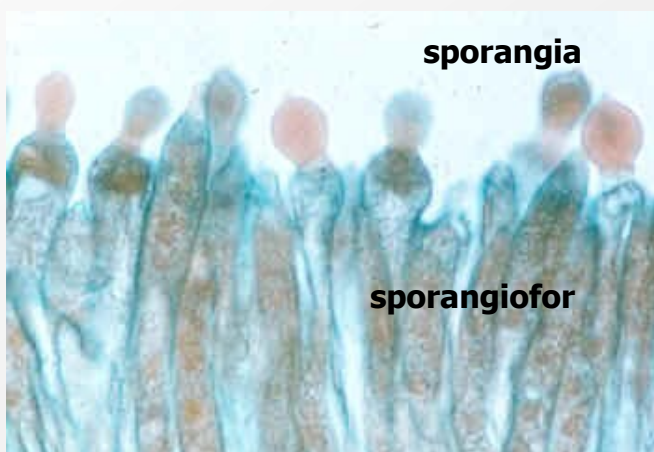


## Ekologie hub

### Zoopatogenní houby

### Entomopatogenní houby

- ☒ *Entomophthora* infikuje hmyz slizovitými konidii => vyklíčí v mycelium s apresorii => hyfy pronikají do těla => rozpadají se na hyfová tělíska (jedno- nebo vícebuněčné fragmenty) => ta jsou roznášena hemolymfou po těle => na povrchu těla houba sporuluje (jednosporová sporangia na nevětvených sporangioforech)
- ☒ *Entomophthora muscae* parazituje na mouchách, *E. grylli* napadá sarančata



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



[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Entomophthora\\_muscae\\_on\\_Scathophaga\\_stercoraria\\_%28lateral\\_view%29.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Entomophthora_muscae_on_Scathophaga_stercoraria_%28lateral_view%29.jpg)

# Ekologie hub

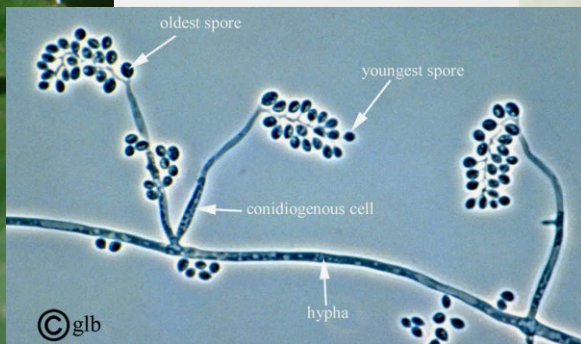
## Zoopatogenní houby

## Entomopatogenní houby

- ☒ velké množství entomopatogenních druhů je mezi imperfektními houbami *Beauveria* či *Metarhizium* (u některých jde o fakultativní parazitismus)
- ☒ *Rhodotorula glutinis*, žijící symbioticky ve střevech žab => uvolní-li se do vody s exkrementy má to decimující vliv na larvy samic moskytů



***Beauveria***



© glb

[www.potato beetle.org](http://www.potato beetle.org)

<http://www.uoguelph.ca/~gbarron/MISCELLANEOUS/nov01.htm>



***Metarhizium***

UGA1276025

<http://www.invasive.org/browse/detail.cfm?imgnum=1276025>

[http://www.daff.qld.gov.au/26\\_12335.htm](http://www.daff.qld.gov.au/26_12335.htm)

<http://morrisontrichristiane.blogspot.cz/>



# Biologická ochrana proti klíšťatům

Abstract ▾

Send to: ▾

*Exp Appl Acarol*, 2011 Nov;55(3):273-81. doi: 10.1007/s10493-011-9471-3. Epub 2011 Jul 3.

## Control of tick populations by spraying *Metarhizium anisopliae* conidia on cattle under field conditions.

Kaaya GP<sup>1</sup>, Samish M, Hedimbi M, Gindin G, Glazer I.

### + Author information

#### Abstract

Conidia of the entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae*, in oil/water formulation ( $1 \times 10^8$  conidia/ml) were sprayed at 3 weekly intervals on *Rhipicephalus evertsi evertsi* and *Rhipicephalus (Boophilus) decoloratus* ticks while feeding on Afrikana bulls grazing in paddocks for a period of 1 year. The fungus reduced the on-host tick populations by 83% 3 month after commencement of the experiment. The formulation by itself had only minimal effect on the tick population. Tick populations and fungal efficacy were highest at the peaks of rainfall and relative humidity or soon thereafter. Fed and unfed adult *R. e. evertsi* and *R. (B.) decoloratus* collected at the end of the experiment from the fungus-sprayed and from the control cattle and incubated in the laboratory exhibited a mortality of 93% in oil formulated conidia and 14% in oil control. The corresponding mortality in *R. (B.) decoloratus* was 100% in fungus and 11% in oil control. Ticks on the fungus-sprayed groups had significantly higher mortality ( $P < 0.05$ ) than on the control groups. Furthermore, no significant difference ( $P < 0.05$ ) was observed in fungus-induced mortality between the two tick species. Mortalities induced by Triton X-100 (0.05%), sunflower oil (20%) and water alone were low, suggesting that they were non-toxic to ticks at the concentrations used and no significant difference was observed among them. No physical or behavioral abnormalities were observed in the fungus-sprayed cattle at any time during the course of the experiment. All groups of cattle gained weights during the experimental period.

PMID: 21725837 [PubMed - indexed for MEDLINE]



## Biologická ochrana proti klíšťatům

Klíště druhu *Ixodes ricinus* infikované entomopatogenní houbou  
***Metarhizium anisopliae***



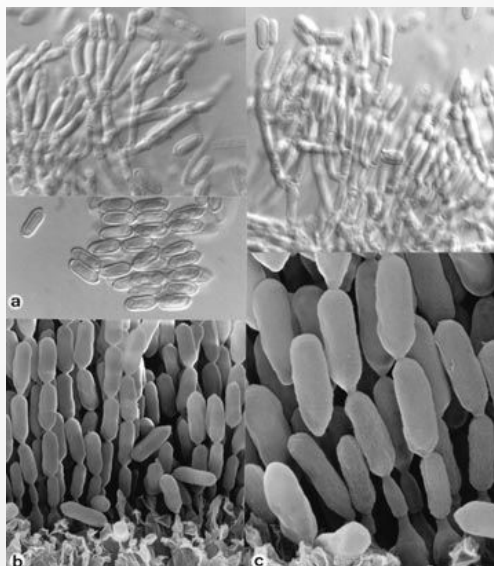
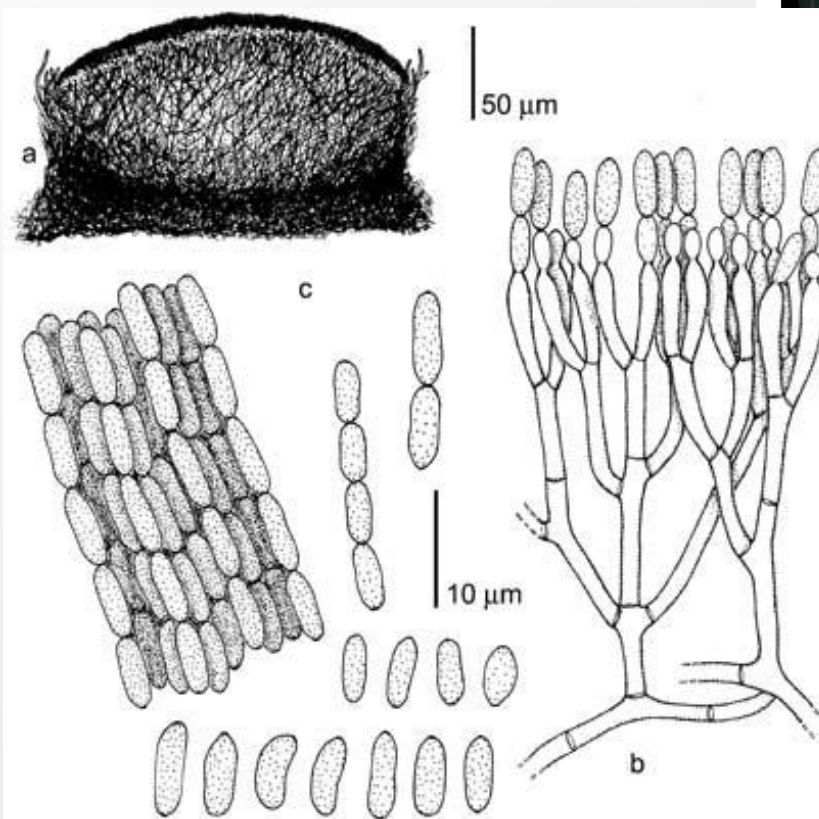
# Biologická ochrana proti klíšťatům

## *Metarhizium anisopliae*

Fungi, Ascomycota, Pezizomycotina, Sordariomycetes, Hypocreomycetidae, Hypocreales, Clavicipitaceae



PDA, 21 dnů



## Biologická ochrana proti klíšťatům

### *Metarhizium anisopliae*

#### **Hostitelské spektrum:**

kosmopolitně rozšířený, polyfágní druh entomopatogenní houby s širokým spektrem hostitelů; parazituje na půdním hmyzu; houba infikuje více než 100 druhů hmyzu z rozdílných řádů; infikuje především druhy z řádu rovnokřídlí, ploštice, brouci, dvoukřídlí, motýli a blanokřídlí, rovnokřídlí.

#### **Biopreparáty:**

Komerční produkty na bázi této houby jsou např. Bio 1020 (Bayer, Německo), BioBlast (USA), Bio-Cane Granules (Austrálie), Gran Met-P (Rakousko, Itálie), Green Muscle (UK, Francie), Metarhizium Schweizer (Švýcarsko) a další.

## Ekologie hub

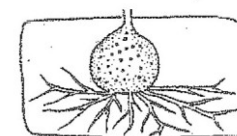
### Parazitizmus

#### Parazité prvoků

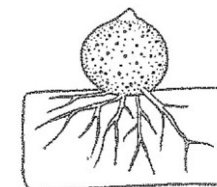
- ☒ řada hub parazituje na prvocích a jiných jednobuněčných organismech
- ☒ houby z řádu *Zoopagales* (*Zoopagomycotina*, dříve *Zygomycota*) napadají měňavky

#### Parazité řas

- ☒ zejména z oddělení *Chytridiomycota*
- ☒ většinou s eukarpickými monocentrickými stélkami
- ☒ důležitá úloha při regulaci populací fytoplanktonu
- ☒ druhy rodu *Rhizophydium* nebo *Polyphagus*



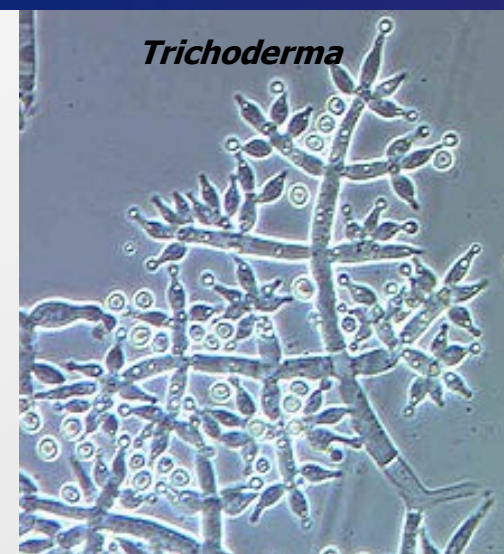
stélka endobiotická



stélka epibiotická



## Ekologie hub



<http://en.wikipedia.org/wiki/Trichoderma>

### Parazitismus

### Mykoparazité

#### Nekrotrofní parazité

- ☒ druhy anamorfního rodu *Trichoderma* => proniknou do cizí hyfy => toxiny zahubí buňky => jejich obsah pak rozloží
- ☒ druhy rodu *Trichoderma* jsou využívány v "biologickém boji" proti různým fytopatogenním houbám
- ☒ z kvasinek je nekrotrofním parazitem hyfomycetů *Pichia guilliermondii* (*Saccharomycetales*)
- ☒ z oddělení *Oomycota* – *Pythium oligandrum* napadá endomykorhizní houby rodu *Glomus*, spájkivé houby nebo hyfomycety

# Ekologie hub

## Parazitizmus

### Mykoparazité

- řada druhů řádu *Dimargaritales* parazituje biotrofně na *Mucorales*
- *Piptocephalis* (řád *Zoopagales*) roste na koprofilních saprotrofech
- *Catenaria allomycis* roste endobioticky v buňkách hub rodu *Allomyces* (*Blastocladiomycota*)



***Piptocephalis***



# Ekologie hub

## Parazitizmus

### Fytopatogenní houby

- ☒ parazité rostlin celé řady taxonomických skupin
- ☒ napadení rostlin parazitem (patogenem) způsobuje změny ve vývinu, růstu nebo fyziologických procesech hostitele
- ☒ viditelné projevy napadení se označují jako **symptomy**:
  - **hniloba** - rozklad pletiva působením enzymů patogena
  - **výron pryskyřice** může být doprovodným symptomem napadení
  - **vadnutí** - naruší-li patogen kořenový systém, případně je-li narušeno vedení vody z kořenů do vrcholových částí prýtu
  - **padání klíčnic rostlin** jež působí např. *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium* nebo *Rhizoctonia*
  - **čarověník, hálky** nebo **nádory** - hypertrofie nebo hyperplazie
  - tvorba **ložisek** v pletivu (pyknidy, acervuli, sporodochia), je charakteristická pro řadu imperfektních hub
  - **barevné změny** mohou být i virového či fyziologického původu

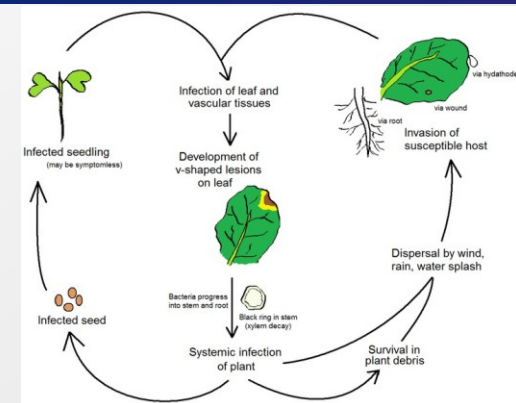
## Ekologie hub

## Parazitismus

## Fytopatogenní houby

Faktory ovlivňující vznik infekce:

- **patogena:** virulence, množství infekčních částic, účinnost jejich šíření a schopnost přežívání
- **hostitele:** zdravotní stav (nekrotrofové spíš napadnou oslabené jedince, zatímco biotrofové potřebují zdravého hostitele), náchylnost k danému patogenu, vývojové stadium, struktura populace (monokultury jsou ideálním porostem pro plošnou infekci)
- **prostředí:** teplota, vlhkost (důležitá zejména pro organismy, jejichž spory klíčí ve vodě), světlo, provzdušnění, pH a dostupnost živin (pro houby šířící se v půdě), vítr (v případě šíření vzduchem), znečištění prostředí (působí nepřímo, oslabením rostlin)



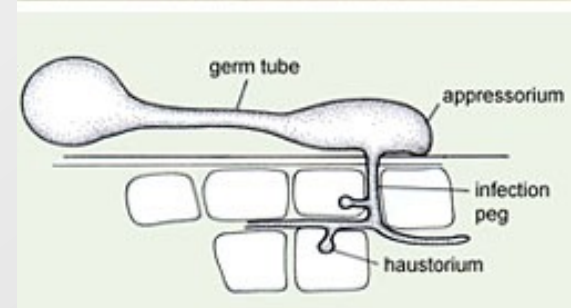
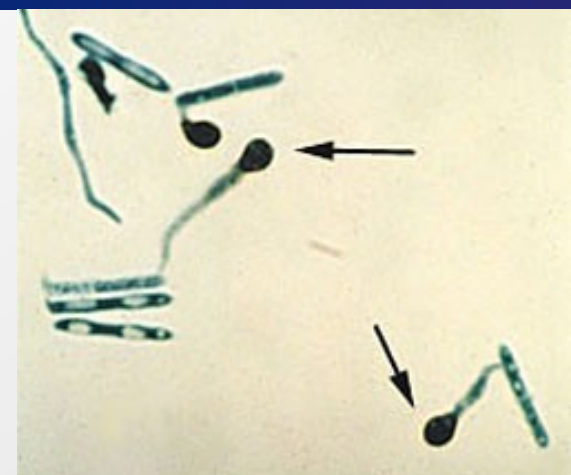
[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Black\\_rot\\_lifecycle.tif](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Black_rot_lifecycle.tif)

# Ekologie hub

## Parazitismus

### Fytopatogenní houby

- ☒ **inokulace** - prvotní kontakt parazita s hostitelem
- ☒ houby pronikají do pletiv hostitelů z různých prostředí
  - z půdy
  - vzduchem
  - vodou
  - z osiva
  - přenos hmyzem (nejčastěji jde o hmyz s bodavým nebo sacím ústním ústrojím, penetrujícím pletivo rostliny)

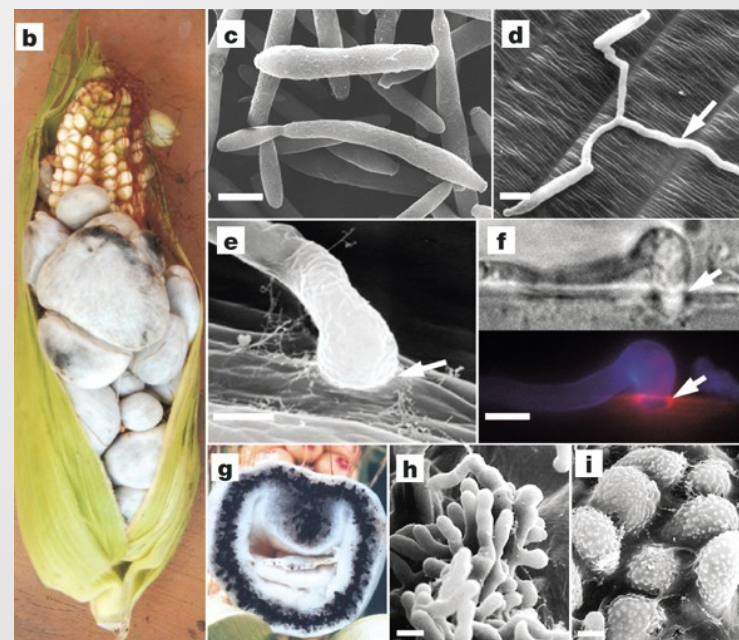
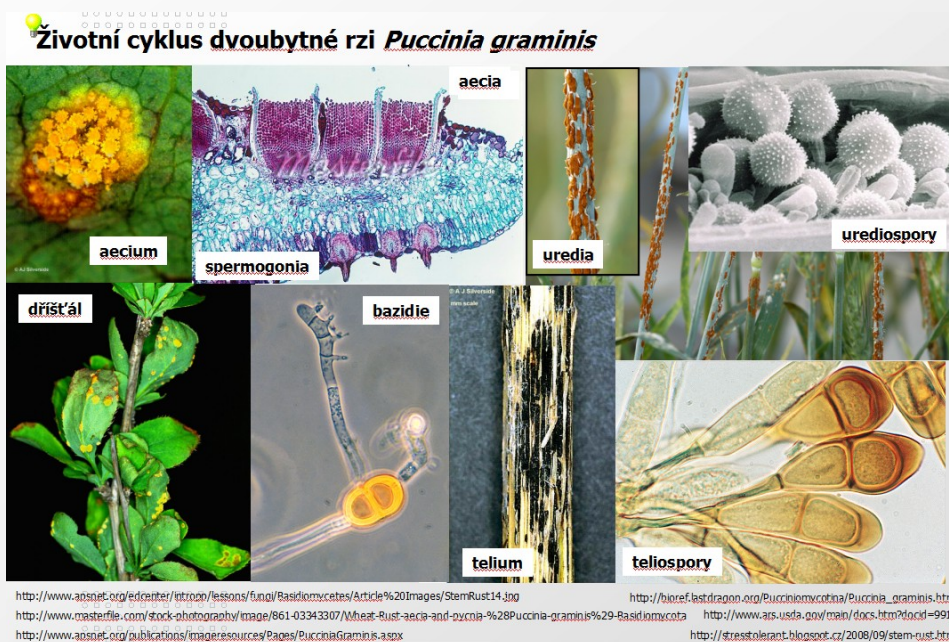


# Ekologie hub

## Parazitizmus

### Typy parazitických vztahů

- ▣ **obligátní parazité** jsou **biotrofní**; typickými příklady jsou *Peronosporales*, *Taphrinales*, padlí, rzi, sněti nebo *Exobasidiales* – žijí výhradně na živých hostitelích nebo jejich pletivech



# Ekologie hub

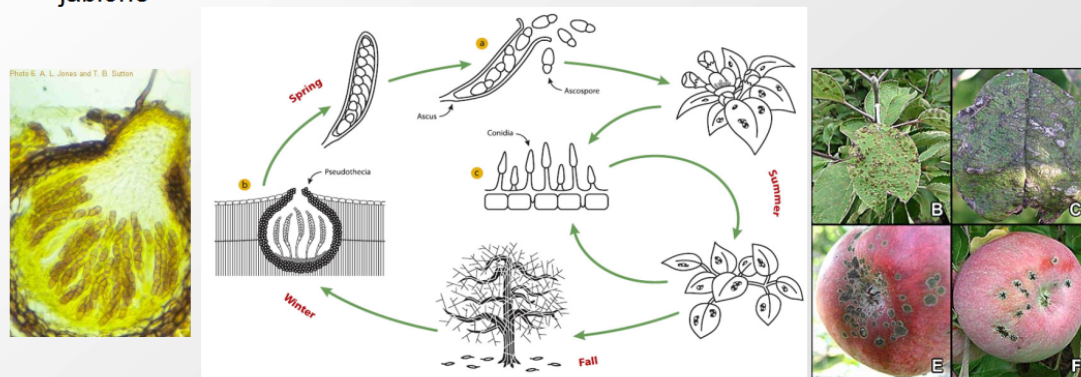
## Parazitismus

### Typy parazitických vztahů

➤ **ektoparazitismus** - houba porůstá povrch rostliny, padlí (*Erysiphales*) nebo *Venturia*

### *Dothideales*

➤ *Venturia inaequalis*, konidiové stádium *Spilocaea pomi*, způsobuje strupovitost jabloně



<http://www.caf.wvu.edu/learn/evsfile/wvufarm8.html>

<http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/research/2004/strobilurin/>

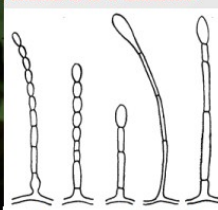
<http://www4.agr.gc.ca/AAFC-AAC/display-afficher.do?lang=eng&id=1234199585484>

### *Erysiphales* (padlí)

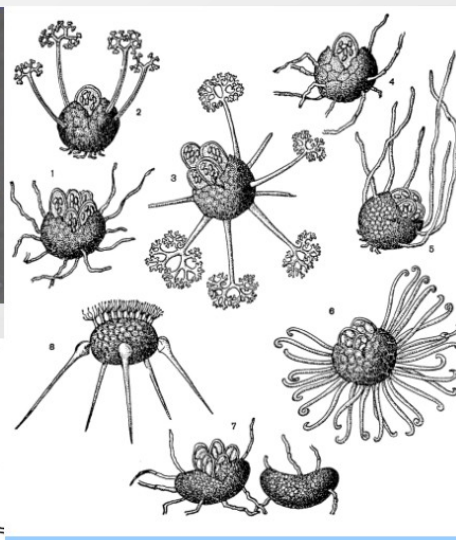


Microsphaera alphitoides  
Kavkova@PrJU

<http://mykweb.prf.jcu.cz/erysiphaceae/>



oidie – anamorfní stádium



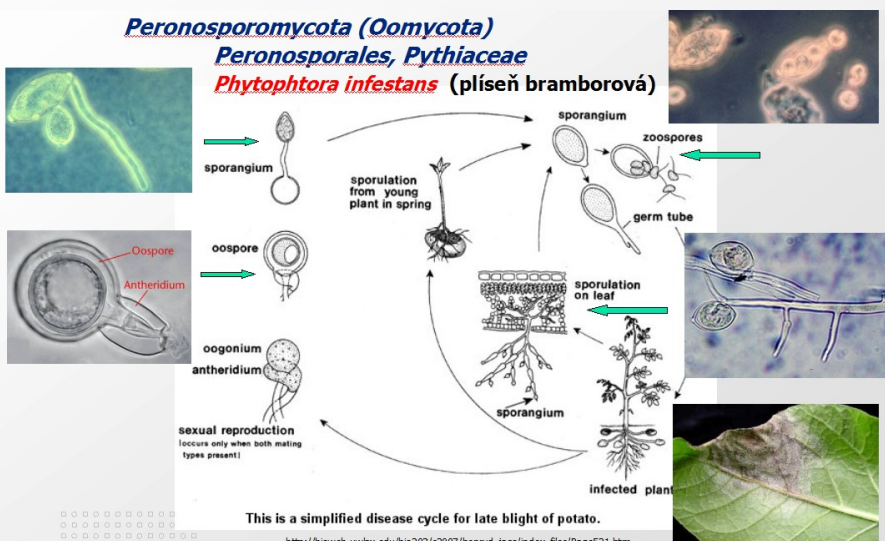
plodnice s různými typy přívěsků

# Ekologie hub

## Parazitismus

### Typy parazitických vztahů

- ☒ **endoparazitismus** - mycelium se nerozrůstá jen na povrchu, ale prorůstá i mezibuněčnými prostory pletiv, *Peronosporales*, *Taphrinales* nebo *Pucciniales*



**Ascomycota**  
**Taphrinomycotina**  
**Taphrinomycetes**

***Taphrina deformans***  
 ☒ původce kadeřavosti listů

© 2007 Jaroslav Rod  
[http://old.botany.uoxl.cz/atlas/system/gallery\\_ohp?entity=Taphrina%20deformans](http://old.botany.uoxl.cz/atlas/system/gallery_ohp?entity=Taphrina%20deformans)  
<http://www.associationmycolobocoustoulouse.uns-tlse.fr/spip.php?article25>

# Ekologie hub

## Parazitismus

### Typy parazitických vztahů

- ❏ **fakultativní parazité** jsou nejčastěji **saproparazité**, mající schopnost využívat jak živé, tak mrtvé tkáně hostitele
- ❏ většina fakultativních parazitů jsou **perthotrofové** (perthofyté) – organismy vyživující se z mrtvé tkáně dosud živého hostitele
- ❏ **hyperparazité** jsou označováni parazité parazitů (*Sphaeropsis visci*)

