Ekologie hub

9. Společenstva, aplikace, technologie, atd.

Problém se časem může vytratit, avšak lidé, kteří pracují na jeho řešení, přetrvávají.

(Murphyho zákon)

Houby dle substrátů

- řada druhů hub je nespecifická, tzv. houby „v půdě, opadu, na dřevě, odumřelých částech rostlin, …“

- řadu druhů ***nacházíme*** na substrátu vymezeném funkčně

- řadu druhů ***nacházíme (pouze) na*** určitém substrátu vymezenému taxonomicky

Houby dle substrátů

Parazitické druhy - panuje silná vazba na druh hostitele
(daná vztahem gen – gen)

Phyllactinia fraxini

http://botany.upol.cz/atlasy/system/nazvy/phyllactinia-fraxini.html

Houby dle substrátů

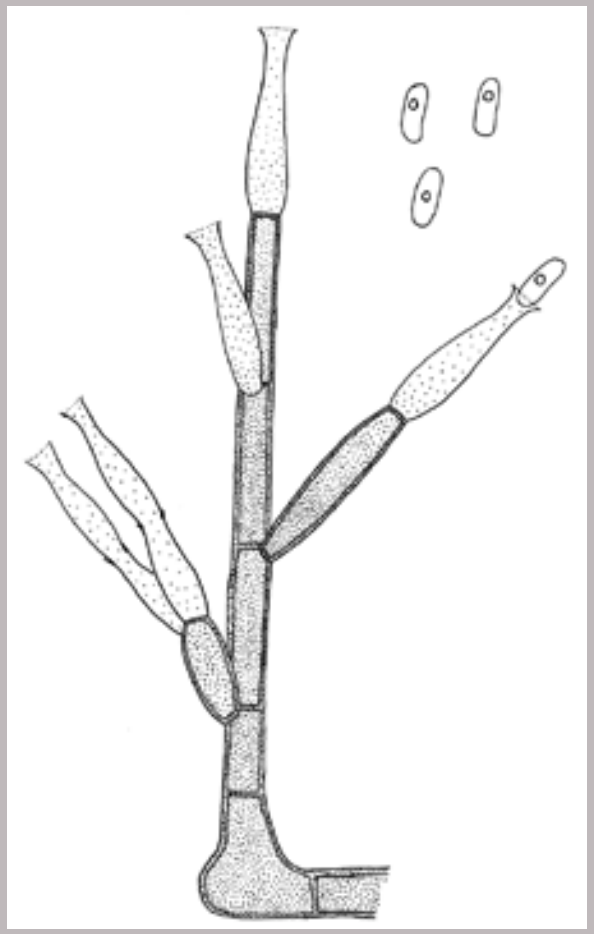
Parazitické druhy

- některé rody hub mají přes tisíc druhů, každý vázaný na jiného hostitele
- některé rody dřevin mají stovky specifických druhů hub vázaných na jejich druhy
- rozdíl dán i stupněm „prostudovanosti“

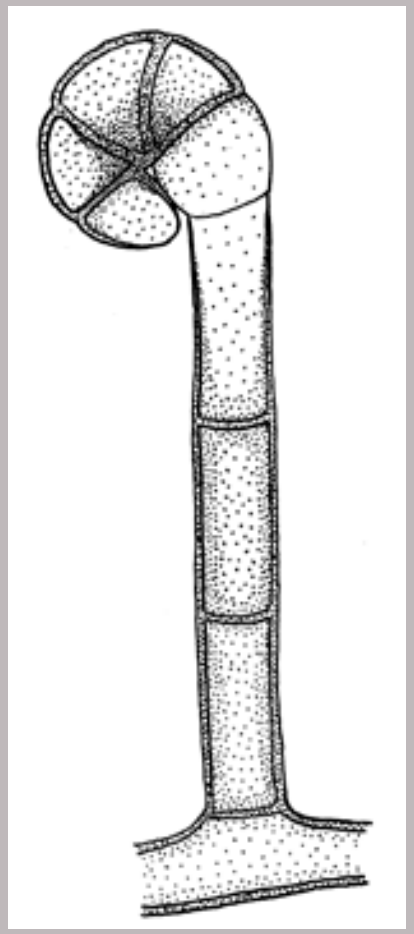
Eucalyptus camaldulensis
http://www.anbg.gov.au/cpbr/WfHC/Eucalyptus-camaldulensis/images/tree-portrait-800.jpg

Houby dle substrátů

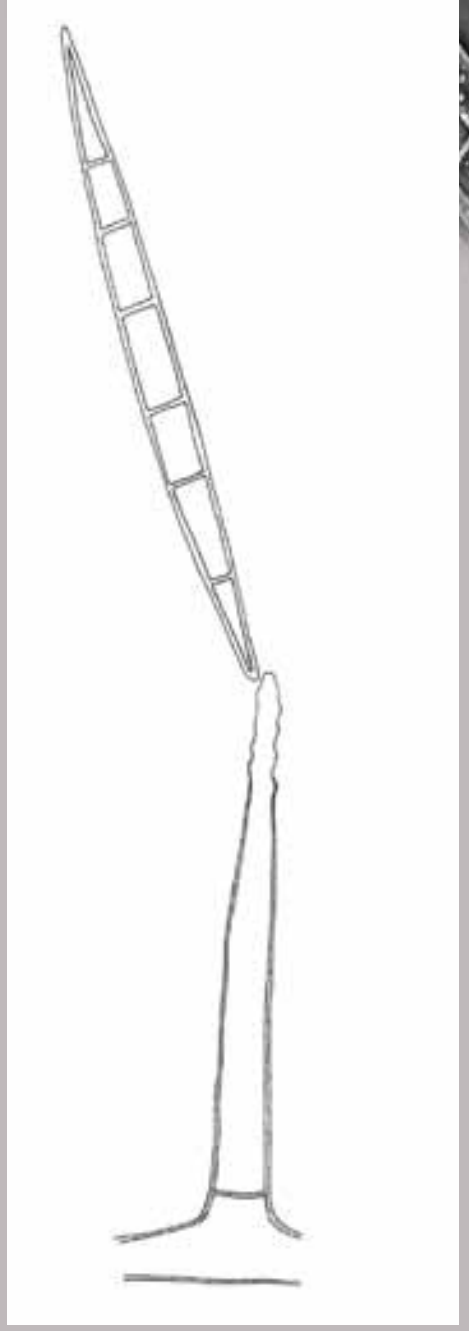
Ale co ti saprotrofní?
- pouze na opadu borovic



Pheostalagmus peregrinus



Slimacomyces monosporus



Pseudocercospora deightonii

Houby dle substrátů

- **počty druhů hub známých výlučně z některých druhů (skupin) rostlin**

Pinus sylvestris – 893 druhů (186 pouze na ní)
Eucalyptus globosus - 282 druhů (150 pouze na něm)
Quercus suber – 590 druhů
palmy – 112 druhů na jednom druhu palmy,
ostatní druhy palem sdílejí 75%

Urtica dioica – 92 druhů (17 pouze na ní)
Oryza sativa – 135 druhů (2 pouze na ní)
Phragmites australis – 77 druhů
…

Houby dle substrátů

Vztah hub k substrátu:

preference *(„preference“)*
- akt vůle a výběru, nevhodné pro houby

= z toho důvodu Zhou & Hyde (2001) navrhli:

symbionti
specificita *(„specificity“)*
- čerpá živiny z živých rostlin, ale pouze z omezeného spektra, ačkoliv má v okolí k dispozici další druhy; pouze pro parazity, mykorhizy a endofyty

saprotrofové
exkluzivita *(„exclusivity“)*
- výskyt saprotrofních druhů na jednom substrátu

návratovost *(„recurrence“)*
- vyskytuje se častěji na určitém substrátu (druhu), ale může se vyskytovat v omezené četnosti i jinde; platí to pro parazity, mykorhizy i saprotrofy

Houby dle substrátů

- pokud nacházíme často jeden druh saprotrofní houby na jednom konkrétním substrátu:
    - je to ***specifický*** endofyt hostitelské rostliny přecházející po jejím úhynu na saprotrofní výživu
    - je to saprotrof s vysokou ***návratovostí*** danou tím, že daný substrát má nejvhodnější podmínky (chemické složení, fyzikální stav)
    - nebo nevíme ještě vše o jeho životním cyklu?

- platí teorie „**všude je vše, prostředí selektuje**“ i pro houby? (AM snad)
- naše poznání, kde co roste, je neúplné

Houby dle substrátů

Klasický přístup v hodnocení

- spektrum druhů podle pozorovaných plodnic (konidioforů) případně jejich izolací
- přístupy molekulární biologie

x nedostatek dat v GenBanku, …

- překvapivá data týkající se detekce nečekaných druhů

x řada sekvencí bez jména

Je praktické dosud udržovat klasické kategorie?

= koprofilní, antrakofilní, nivikolní, sladkovodní, mořské, …

Koprofilní houby

- rostou na výkalech, především od býložravců
- tyto jsou bohaté na dusík, vitamíny, růstové faktory, … (mrtvá biomasa bakterií)
- přítomny jednoduché cukry i strukturní polysacharidy
- vysoký obsah vody (zpočátku)
- měnící se složení substrátu, různá rychlost fruktifikace = **sukcese**

http://www.ms.mff.cuni.cz/~jhum8111/hory/all_in_one.php?path=schladminger_tauern_2006/big_pictures

- ovlivněno druhem zvířete (a tudíž i jeho potravou), vlhkostí, kontaktem s okolní vegetací, půdou, koprofilním hmyzem, interakcemi s ostatními mikroorganizmy, ...

Koprofilní houby

- existují rozdíly ve společenstvech podle živočicha (způsob trávení, výběr potravy)
- specializované útvary hub (háčky, slizový obal spor, vystřelování na dálku, …)

= pro jistější přenos na živočicha a do něj

Amoniové houby

- obdobná skupina, neboť rostou na substrátu bohatém na alkalický zdroj N (močovina, výkaly, mrtvolky, …)
- *Amblyosporium botrytis, Ascobolus denudatus, Hebeloma vinosophyllum, Tephrocybe tesquorum*

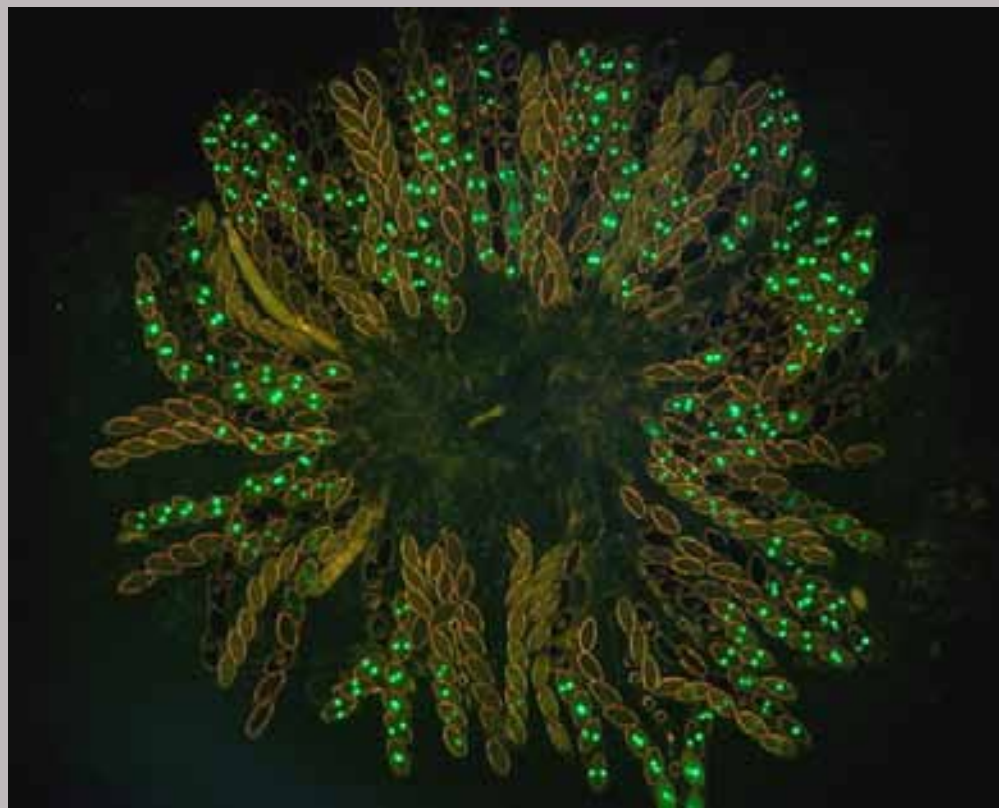
http://users.skynet.be/bs133881/champis/tephrocybe_tesquorum_(yd)_7873.htm

Anthrakofilní houby

(foenikolní, pyrofilní, karbonikolní)

- pravidelné přirozené požáry, úmyslné požáry, výbuchy sopek
- popel vysoké pH
- stoupá pH i pod popelem vlivem vymývání deštěm
- velké množství minerálů, ale často vodou nerozpustné
- dochází ke sterilizaci substrátu
  = menší kompetice

  x kompetice antrakofilních hub
- některé druhy vyšší teploty stimulují ke klíčení spor



Neurospora crassa
- v tropech častá antrakofilní

http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Neurospora_big.jpg

Anthrakofilní houby

- některé druhy jsou mykorhizní (ECM)

= fruktifikace reakcí na ztrátu (oslabení) hostitelské dřeviny požárem??

Geopyxis carbonaria

http://www.pontix.com/mushrooms/Gallery/Ascomycetes/Geopyxis%20carbonaria.jpg

Sladkovodní houby

- velké množství habitatů ve vodě (potůčky, potoky, řeky, louže, rybníky, termální prameny, močály, …)
- nacházíme tam řadu hub, některé ale nejsou autochtonní (tj. např. *Cladosporium, Alternaria,* …)

Sladkovodní houby

Oomycota

- saprotrofové i parazité (*Aphanomyces astaci*)

saprotrof např. *Leptomitus lacteus*
= tvoří velké porosty ve vodě
znečištěné organickými látkami

http://protist.i.hosei.ac.jp/PDB/Galleries/Klos/Bavaria/Leptomitus_1.html

Chytridiomycota

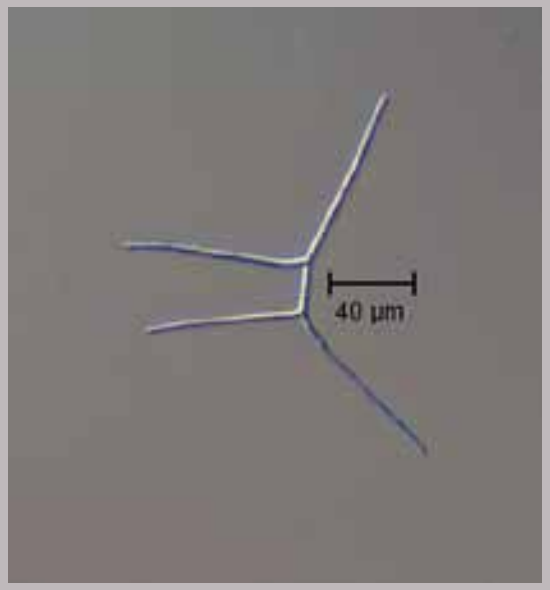
- řada parazitů i saprotrofů

- také např*. Rhizophidium* – na pylových zrnech

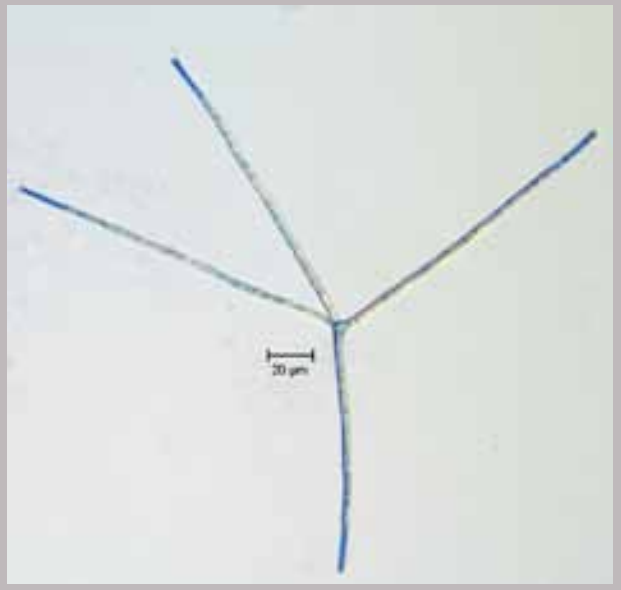
Sladkovodní askomycety

- cca 300 druhů, kosmopolitní rozšíření
- rychle tekoucí čistá voda s napadaným opadem z listnatých dřevin
- konidie velké, typický tvar (tetraradiátní, sigmoidní)

Canalisporium pulchrum



Tricladium chaetocladium

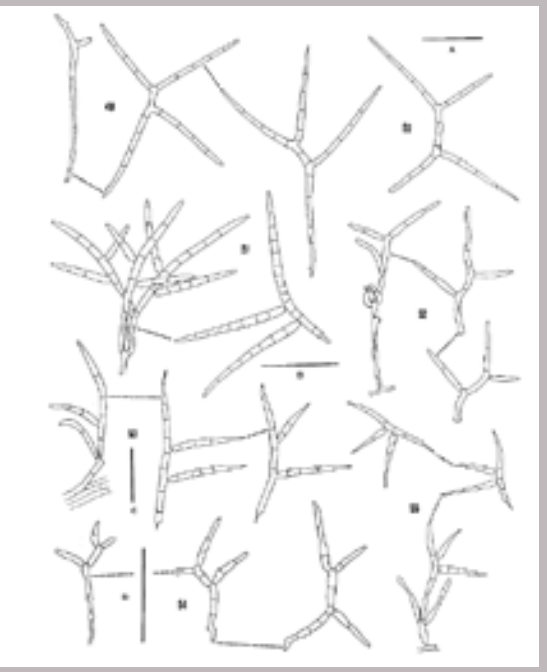


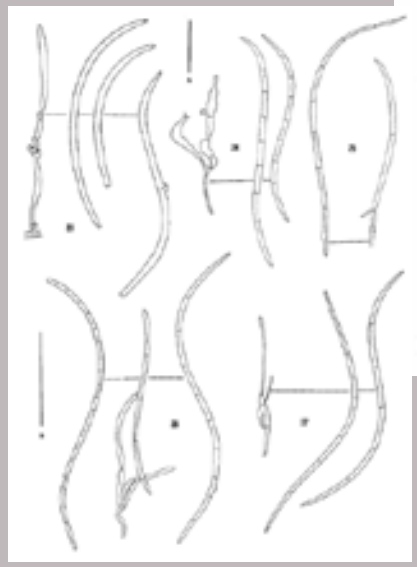
Tetrachaetum elegans

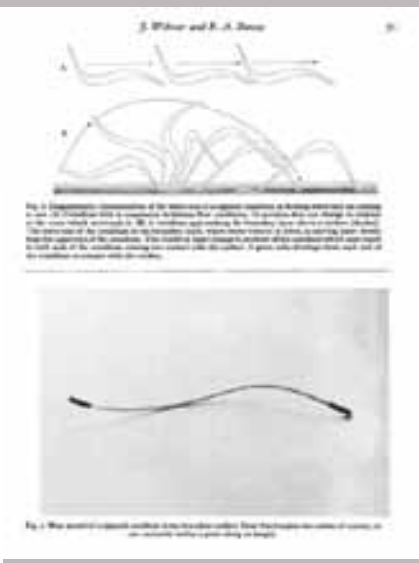
http://www.life.uiuc.edu/fungi

Sladkovodní askomycety

- cca 300 druhů, kosmopolitní rozšíření
- rychle tekoucí čistá voda s napadaným opadem z listnatých dřevin
- konidie velké, typický tvar (tetraradiátní, sigmoidní)







Sladkovodní askomycety

„***Ingoldian fungi***“ podle Prof. C.T. Ingolda (†18. 6. 2010)
(u nás hlavně Dr. Ludmila Marvanová, Brno)

THE INDEPENDENT OBITUARIES

16° London Hi 17°C / Lo 6°C

COMING SOON Watch out for your Saturday edition of i

ie business school — Master in Biotechnology Management

News | Opinion | Environment | Sport | Life & Style | Arts & Lists | Travel | Money | IndyBest | Blogs | i | Student | Shop

UK | World | Business | People | Science | Media | Education | Video | Obituaries | Corrections | Weather | News Wall

Professor C Terence Ingold: Foremost authority on the study of fungi whose work spanned eight decades

By Peter Marren

Professor Terence Ingold, who has died at the great age of 104, was the Grand Old Man of mycology (the study of fungi). His academic career spanned much of the 20th century and he will always be known as the discoverer of an important group of aquatic fungi known as Ingoldian fungi in his honour.

As well as his scientific work, Ingold was an able administrator, setting up universities in southern Africa

ENLARGE

These are now known to play a fundamental role in aquatic ecosystems, supporting life by processing dead vegetation and recycling nutrients. Before Ingold they were completely unknown.

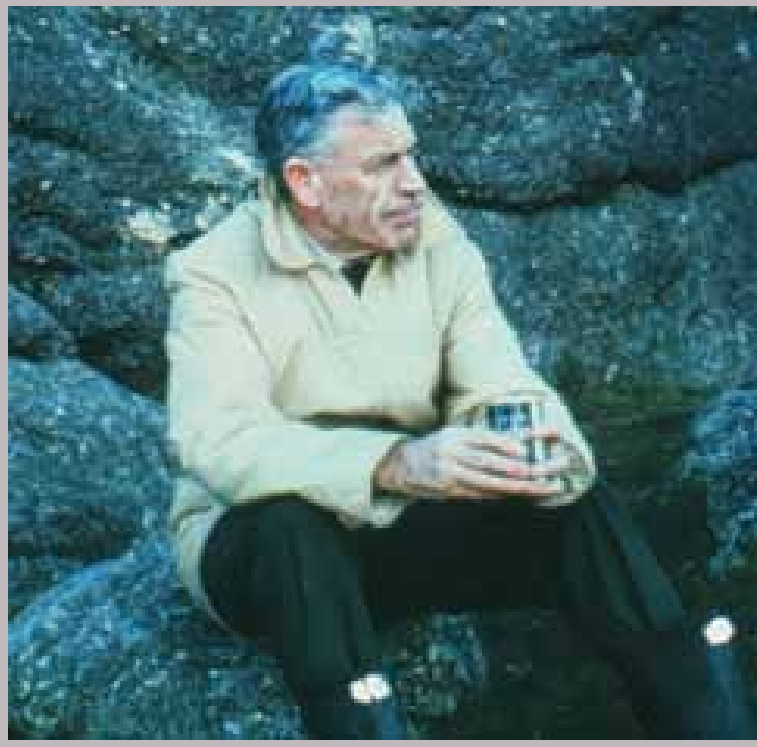
Unlike most leading mycologists today, Ingold was a naturalist as well as a specialist, skilled at observation, microscopy, and with an ability to draw, beautifully and accurately, and so capturing the distinctive "jizz" of a fungus. His research interests were exceptionally wide. Beyond detailed studies of jelly fungi, cup fungi, pin-moulds, parasitic "chytrids" and many other groups, Terence Ingold was an authority on spore discharge, and followed his mentor Reginald Buller in working out the mechanisms by which spores are hurled from the body of the fungus like tiny ballistic missiles.

EDITOR'S CHOICE

Your one-stop portal to Swiss education

swissuniversity.ch

ie business school



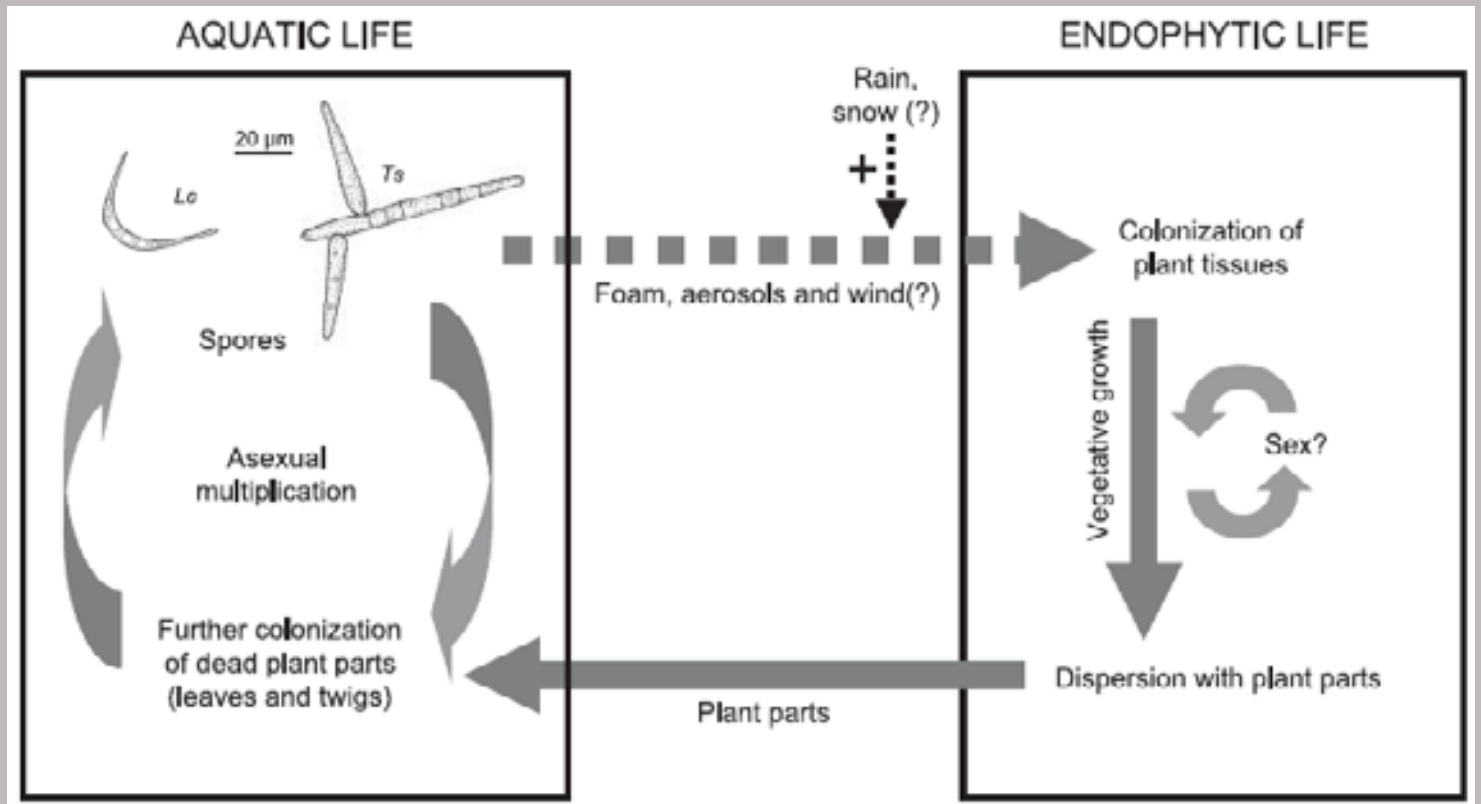
Sladkovodní askomycety

- velký význam pro vodní bezobratlé – zlepšují kvalitu a chuť opadu (zvyšují obsah proteinů a fosforu) = napomáhají rozkládat opad

- mohou být nalézány i na souši
  = mohou mít teleomorfu se vzduchem šiřitelnými askosporami

- jako **endofyté** v *Salix* a *Alnus*, ale i v dřevinách ne „vodních“

- jak se dostanou proti proudu?



Selosse & al. (2008)

Mořské houby

- pouze cca 500 druhů z moří (kontrast s plochou souše a počtem druhů)
- houby ovlivňuje množství soli, pH (7,5 – 8,5), teplota, množství O_2
- v hloubkách s anaerobním prostředím nejsou, tam pouze bakterie
- výskyt ale i v Mrtvém moři

- Chytridiales, Lagenidiales, Thraustochytriales, Labyrinthulales
  = parazité mořských řas a jiných breberek, někteří saprotrofové

Mořské houby

Ascomycota + Basidiomycota
- cca 300 druhů
- převažují askomycety a anamorfní druhy
- někteří nekrotrofní parazité
  (na velkých řasách)

- většina saprotrofové
  = mrtvé řasy a vodní živočichové
  napadané listí ze břehu
  zbytky z lodí
  ponořené dřevěné stavby
  „*drift wood*“ dřevo nesené vodou

http://oregonphotoblog.org/gallery/albums/Carters-Photos/drift_wood_001.jpg

Mořské houby

- sigmoidní konidie, nebo s výběžky = zpomalené klesání ve vodním sloupci
- lignikolní mají podíl na dekompozici (připomíná *soft rot*)

Remispora stellata

Corollospora maritima

http://cryo.naro.affrc.go.jp/sougou/joho

Marinospora calyptorata

Slaništní houby

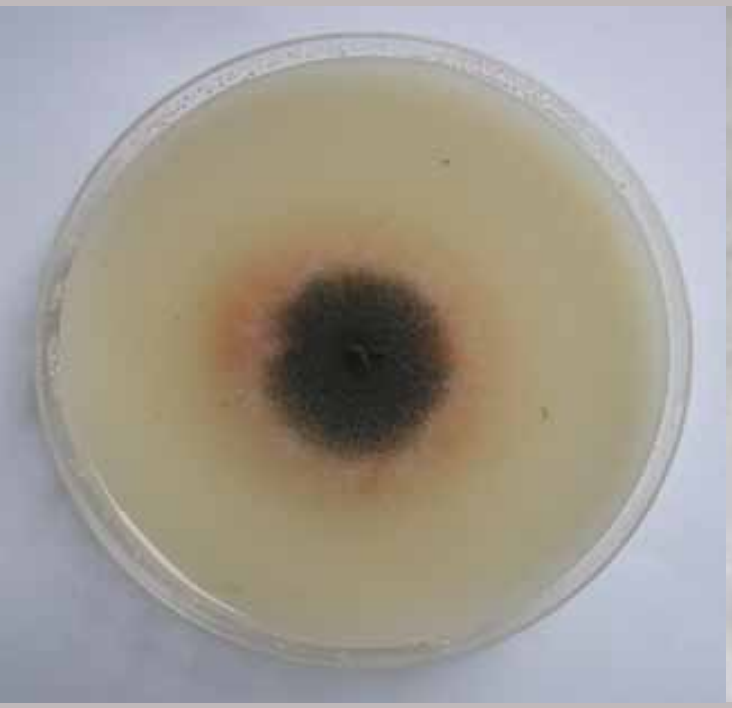
- přímořské ekosystémy s dominantními trávami rodu *Spartina*
- houby zcela zásadní pro dekompozici a jako potrava pro bezobratlé

Spartina anglica
http://www.soton.ac.uk/~imw/jpg-Hurst/6HS-Spartina.jpg

***Lulworthia* sp.**
http://cryo.naro.affrc.go.jp/sougou/joho

„Slaništní houby“

- stanoviště s vysokým obsahem solí, např. půda i minerálních vývěvů
- u nás např. NPR Soos
- časté halofilní druhy



Lulwoana sp.

Sukcese hub

Sukcese

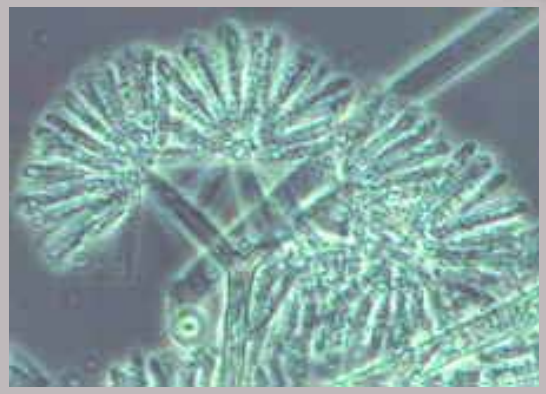
- časová sekvence druhů kolonizujících určitý substrát, habitat, …
- kromě **času** rozhoduje především **kvalita substrátu**, která se postupně mění
- nejlépe prozkoumány sukcese v **opadu**, **dřevě** a **exkrementech**

Sukcese hub

Exkrementy

- velmi zjednodušeně

Zygomycety (*Pilobolus, Piptocephalis*)



Askomycety (*Ascobolus, Podospora*)

Bazidiomycety (*Stropharia, Coprinus*)

http://www.mycolog.com/chapter11a.htm

- ovlivněno druhem zvířete (a tudíž i jeho potravou), vlhkostí, kontaktem s okolní vegetací, půdou, koprofilním hmyzem, interakcemi s ostatními mikroorganizmy, ...

Sukcese hub

Dřevo

- primární kolonizace ***parazitickými druhy***, které mohou žít i v mrtvém dřevě

primární saprotrofové např. na smrku
(*Fomitopsis pinicola, Fomes fomentarius*)

http://www.mykonet.ch/images/Porlinge/fomitopsis_pinicola_rotrandiger_baumschwamm300.JPG

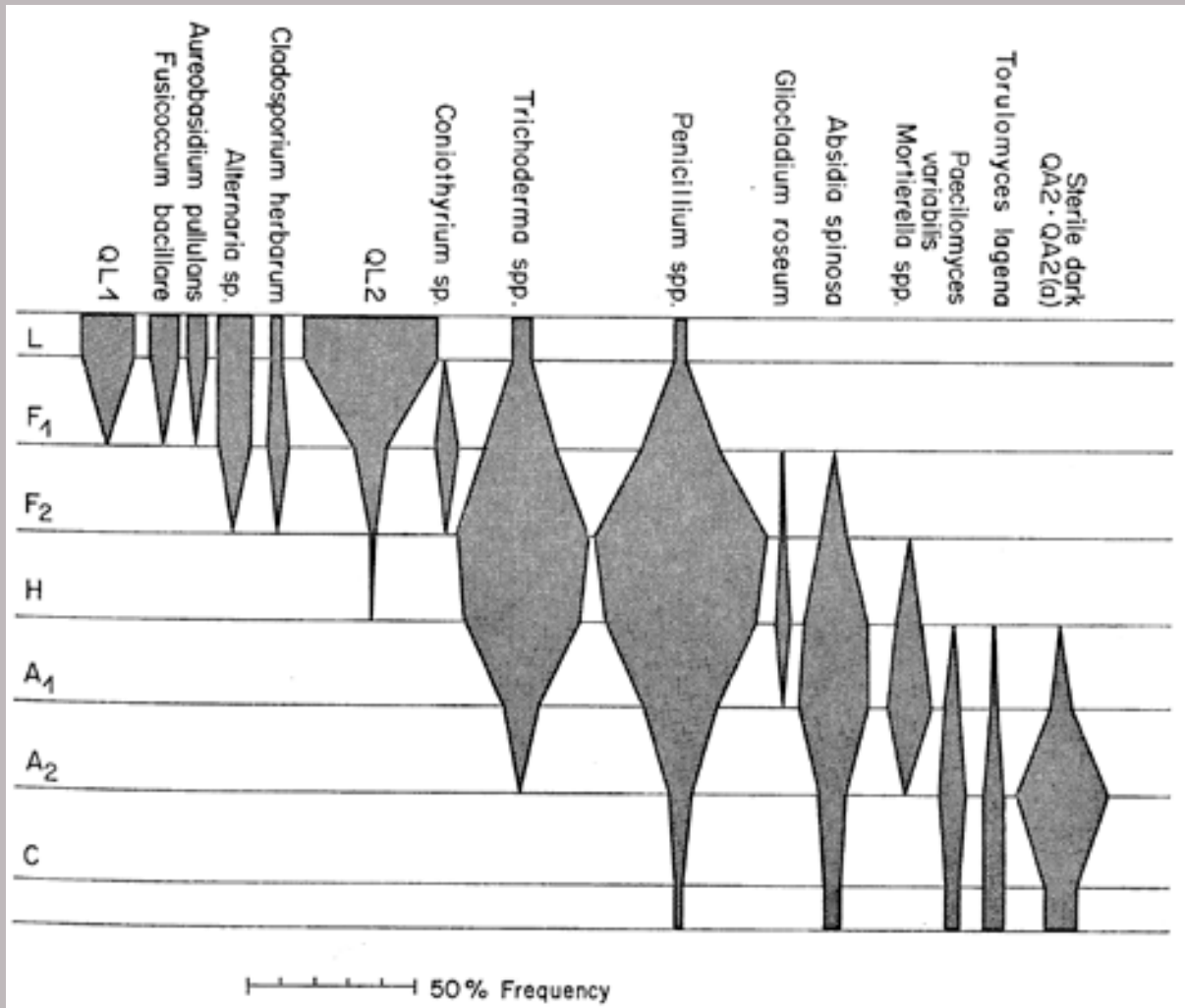
sekundární saprotrofové
(*Pycnoporellus fulgens*)

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

Sukcese hub

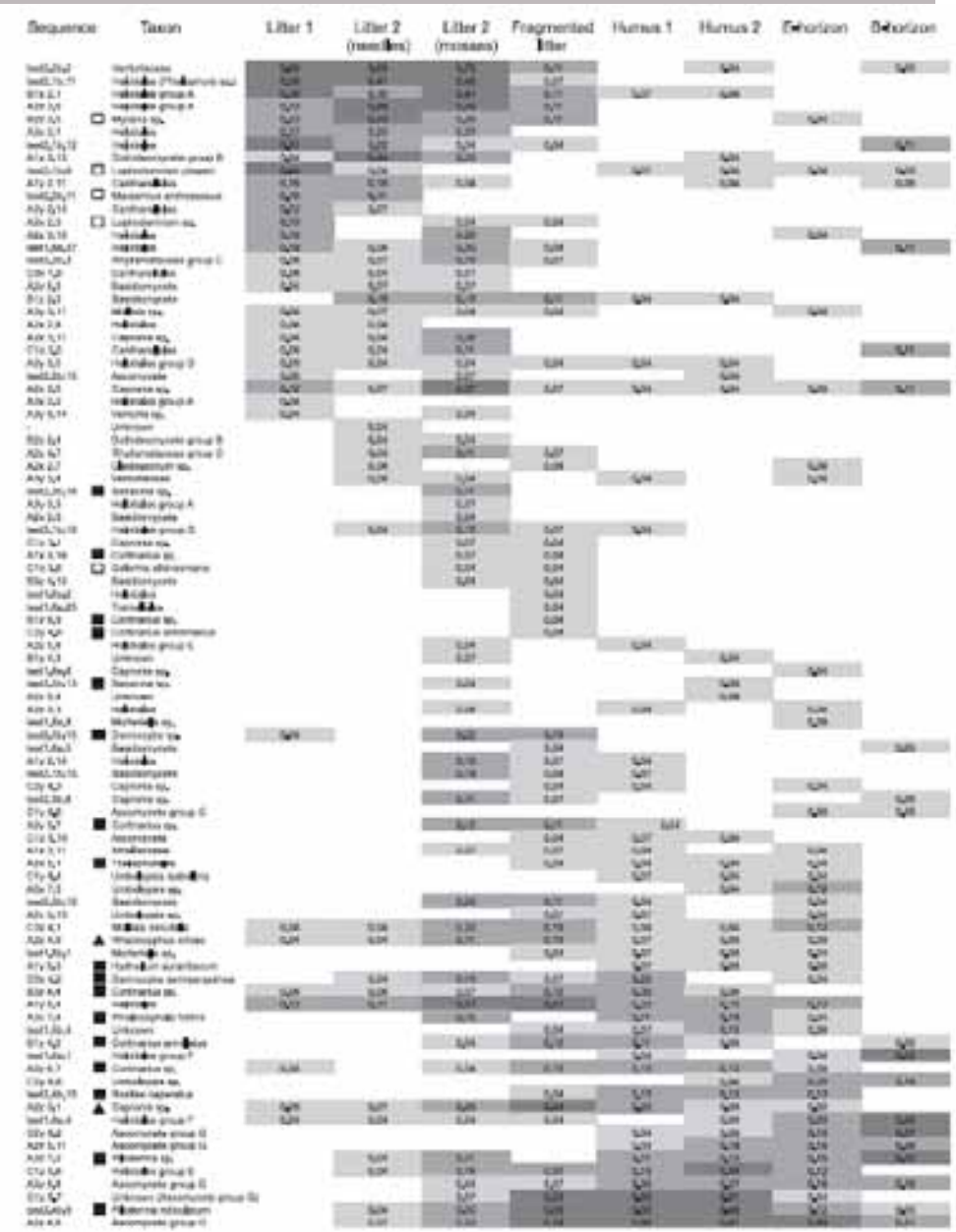
Opad

- sběr a přímé pozorování, kultivace ve vlhkých komůrkách, na agarových médiích
- tradičně nadhodnoceny rychle rostoucí a sporulující druhy



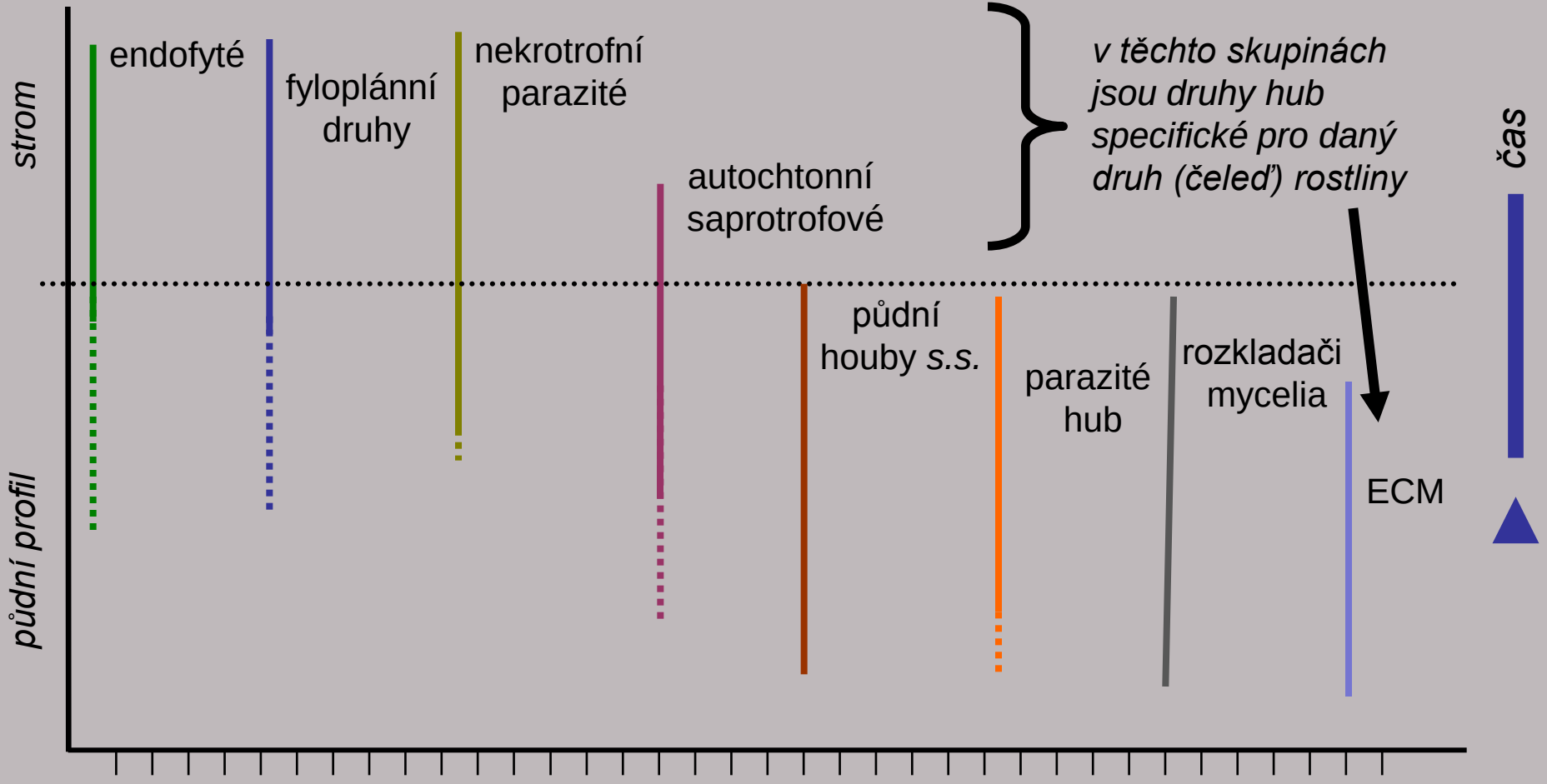
Widden & Parkinson (1973)

Sukcese hub



Lindahl & al. (2007)

Sukcese hub


strom
endofyté
fyloplánní druhy
nekrotrofní parazité
autochtonní saprotrofové
půdní houby *s.s.*
parazité hub
rozkladači mycelia
ECM
v těchto skupinách jsou druhy hub specifické pro daný druh (čeleď) rostliny
půdní profil
čas

Místa skryté diverzity

- kořeny rostlin, houby asociované s hmyzem, půda, obecně tropy, endofyti, …

Are we losing the battle in describing fungal biodiversity?

Number of novel fungal species described per year[1]

Year	Total	Seq.[2]	PubMed[3]	Strains[4]
2003	1268	176	74	141
2004	1522	336	134	281
2005	1008	267	113	207
2006	846	210	71	172
2007	853	162	35	134
Total	5497	1151 (21%)	427 (7.8%)	935 (17%)

[1] Data taken from MycoBank.
[2] Novelties for which DNA sequence data were located in GenBank.
[3] Species published in journals indexed by PubMed.
[4] Ex-type strains located in long term Biological Resource Centres.

Estimates for the number of undescribed fungi vary from one to several million, and where these fungi are 'hiding', has frequently proven to be a topic of many hotly debated sessions, workshops and papers (Hawksworth 1991, 2004, Crous et al. 2006). If all goes according to plan, we will be celebrating the international year of biodiversity in 2010, which will hopefully also generate attention for the kingdom Fungi. However, as shown above, not all is well with fungal taxonomy. For one, we are describing less than the commonly perceived number of 1200–1400 species per year. That the decline is happening even after the employment of molecular techniques, which enables us to easily recognise cryptic taxa, is alarming. It is generally known that describing novelties does not guarantee highly cited papers, and thus these biodiversity papers do not fare well with funding agencies, again fuelling momentum away from basic fungal systematics. Another worrisome fact is that close to 80 % of the yearly harvest of novelties are not known from their DNA, and thus not compatible with modern BLAST or DNA Barcode approaches. A further interesting point is that of the strains deposited in Biological Resource Centres, most were also subjected to DNA sequence analysis and these data deposited in GenBank.

REFERENCES

Crous PW, Rong IH, Wood A, Lee S, Glen H, Botha W, Slippers B, Beer WZ de, Wingfield MJ, Hawksworth DL. 2006. How many species of fungi are there at the tip of Africa? Studies in Mycology 55: 13–33.

Hawksworth DL. 1991. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. Mycological Research 95: 641–655.

Hawksworth DL. 2004. Fungal diversity and its implications for genetic resource collections. Studies in Mycology 50: 9–18.

P.W. Crous, V. Robert
CBS Fungal Biodiversity Centre, Uppsalalaan 8, 3584 CT Utrecht, The Netherlands.

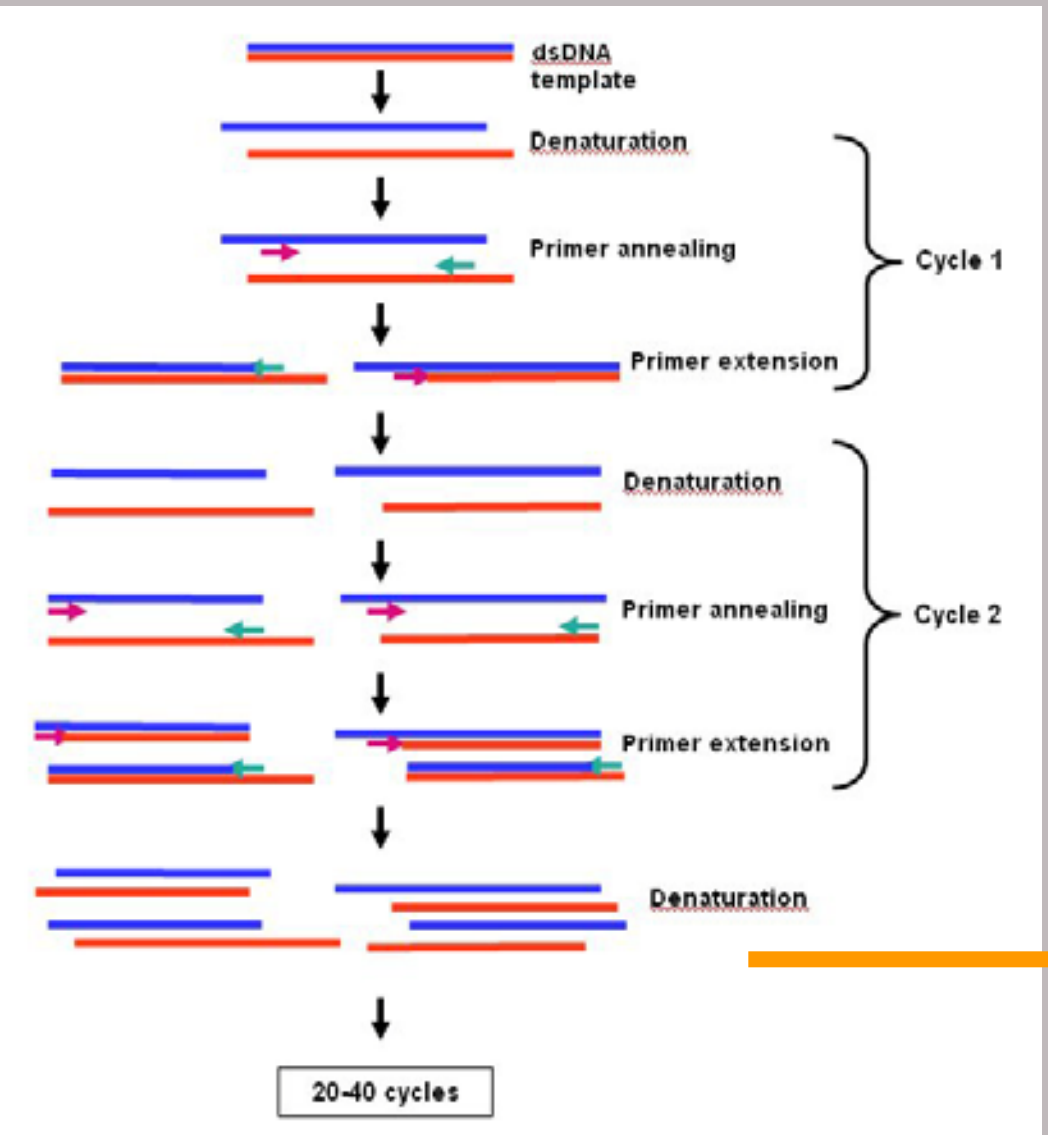
Jak je můžeme počítat bez izolací?

- izolace environmentální DNA
- z libovolného substrátu

směs DNA z různých organizmů

Jak je můžeme počítat bez izolací?

- směs DNA z různých organizmů



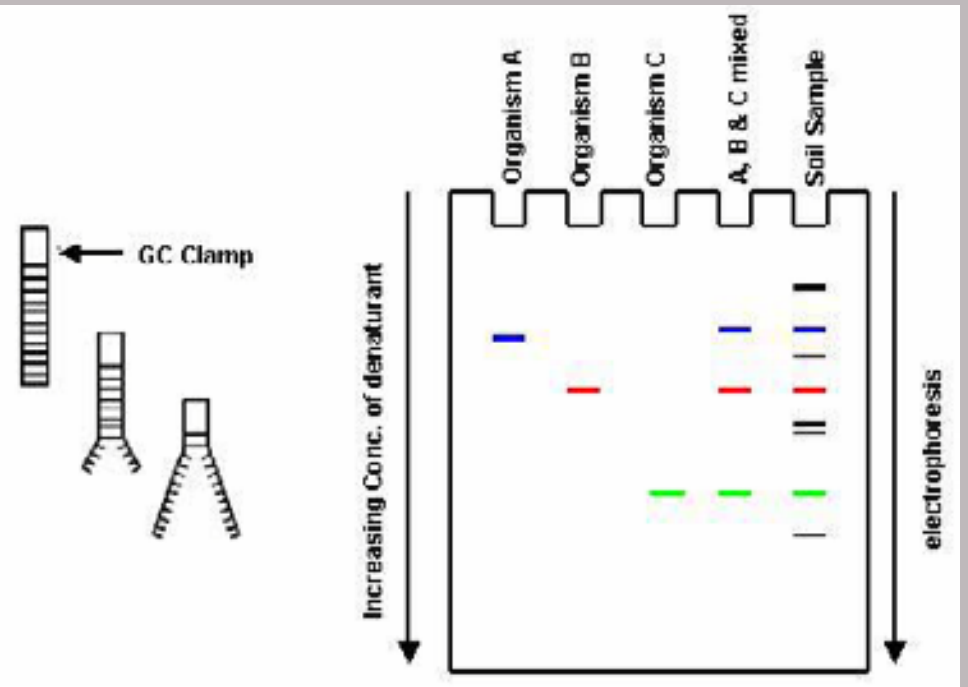
- PCR se specifickými primery pro houby

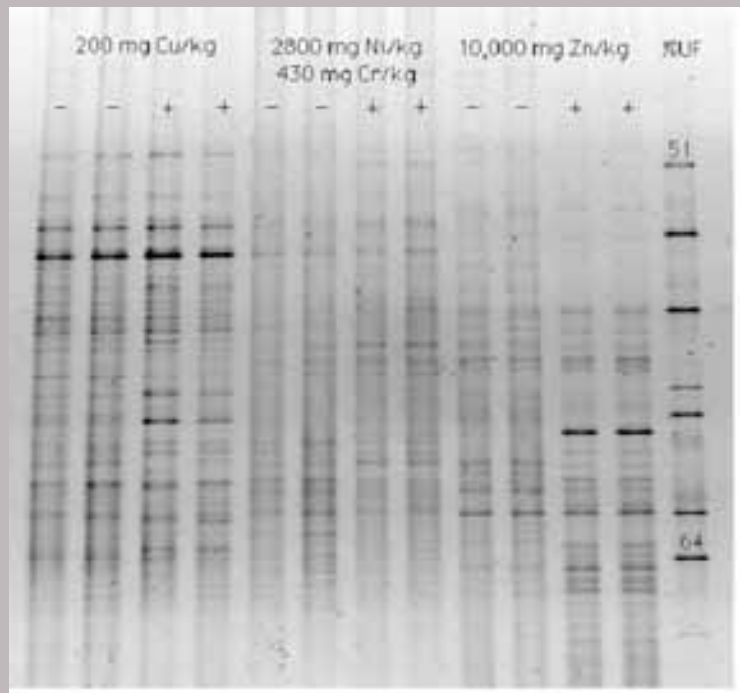
- směs namnožených úseků různých druhů hub

Jak je můžeme počítat bez izolací?

- rozdělení odlišných DNA (sekvence)

  TGGE, DGGE, t-RFLP, pyrosekvenování

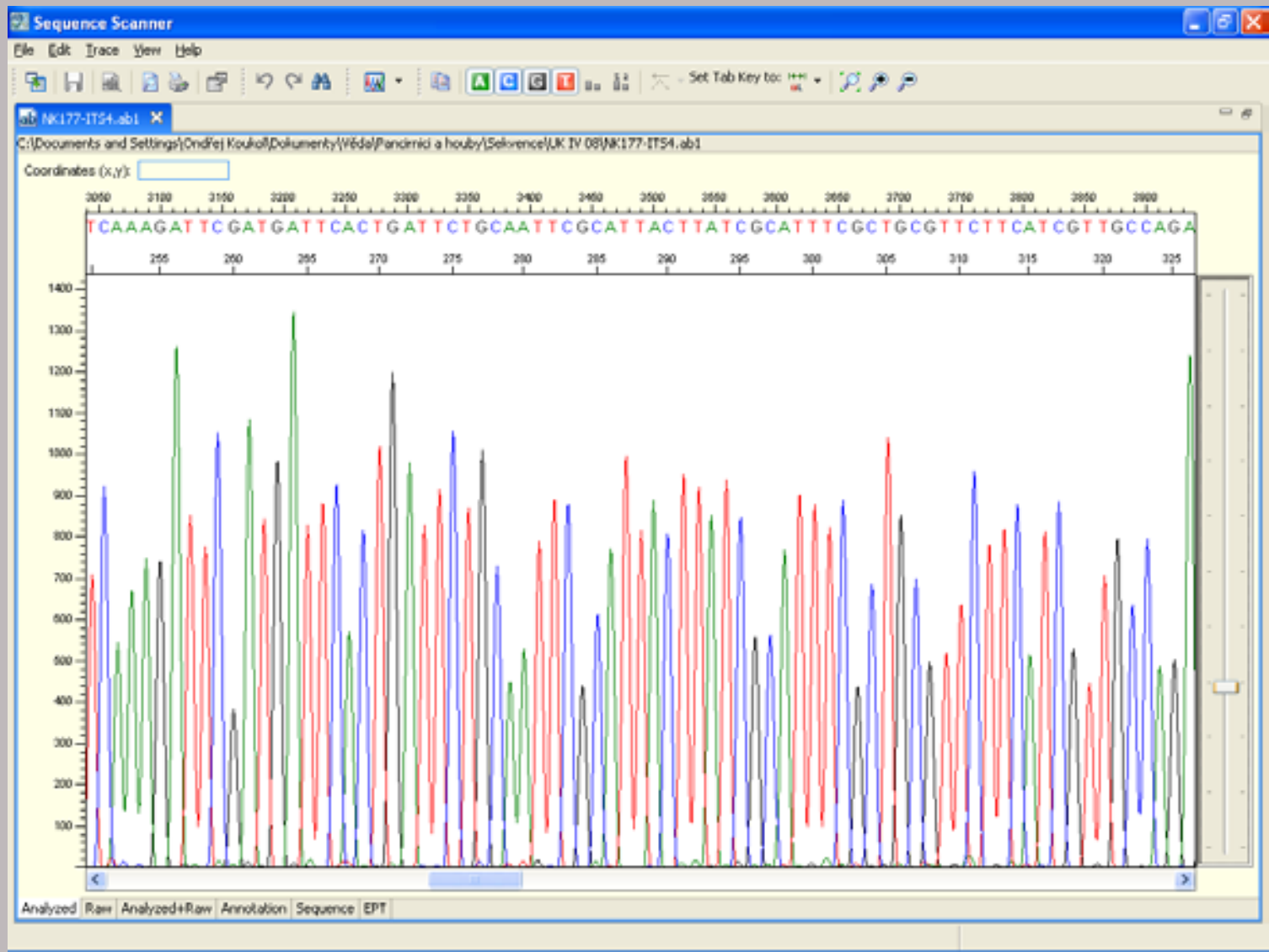




DNA profiles (DGGE)

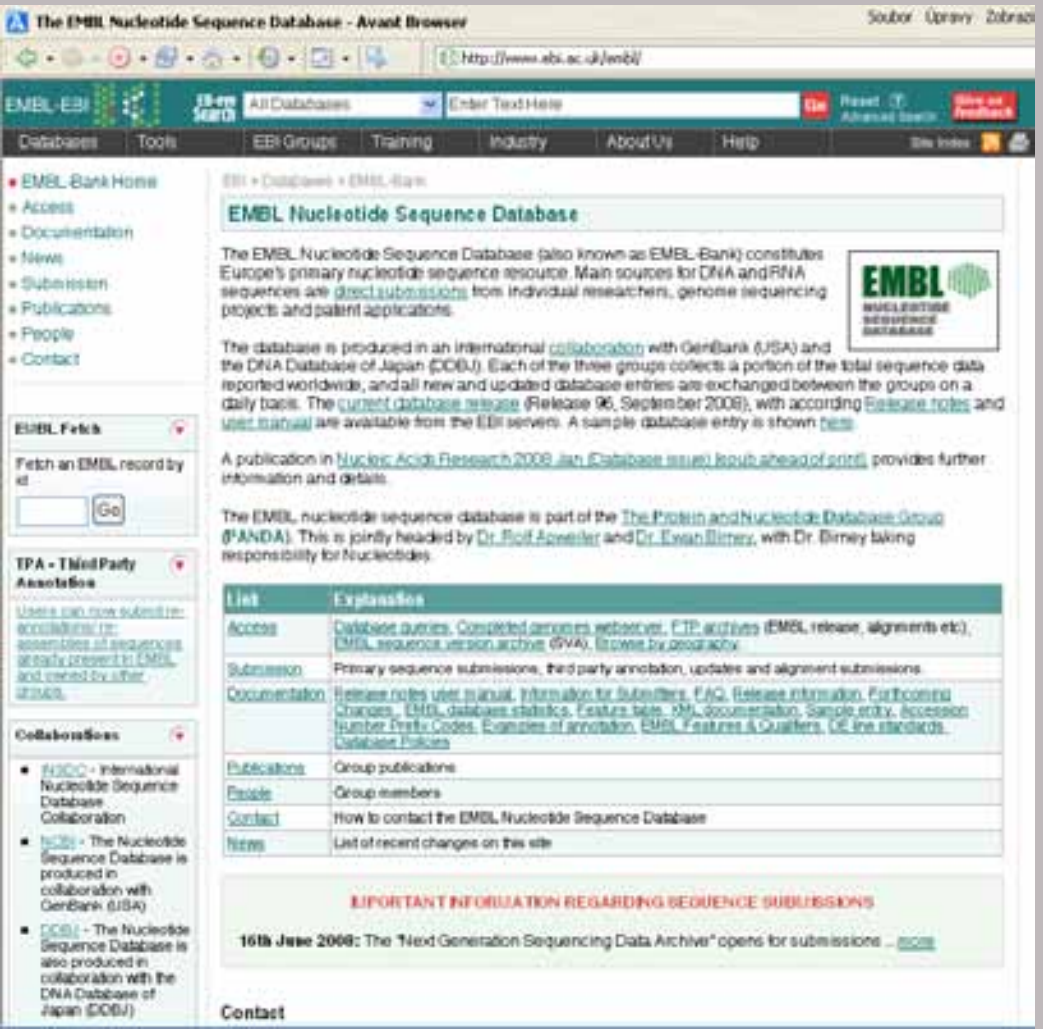
Jak je můžeme počítat bez izolací?

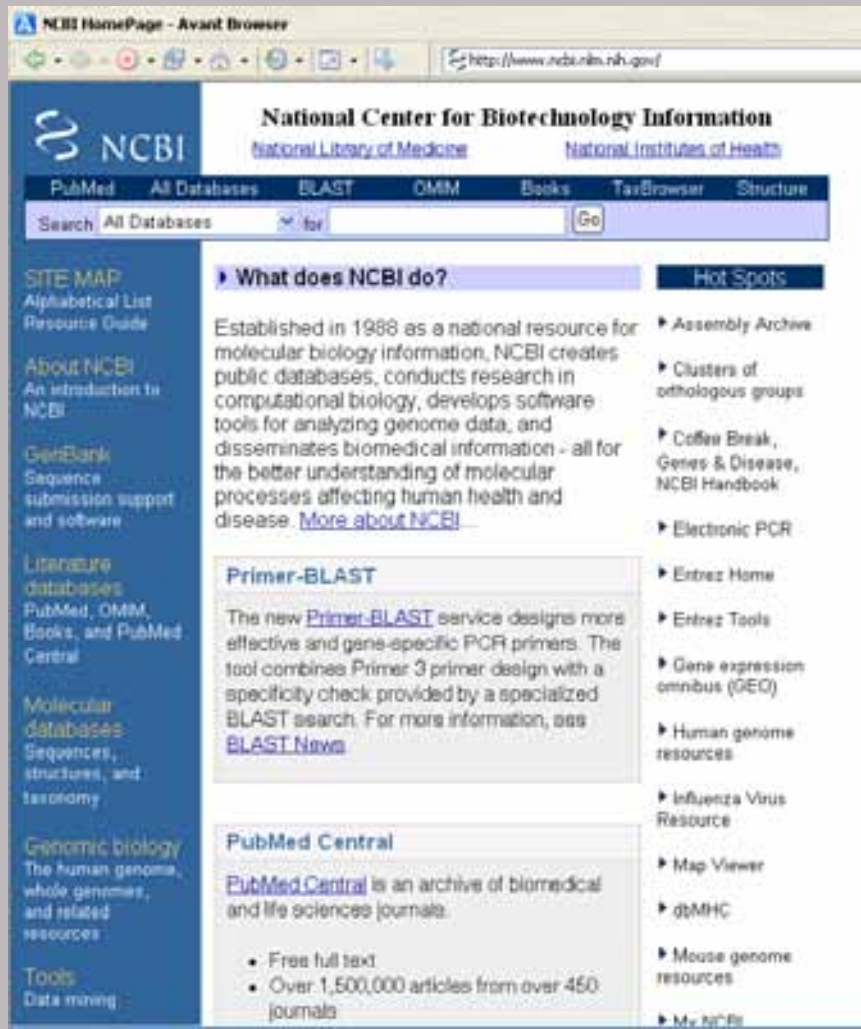
- purifikace DNA z proužku a sekvenování (případně naklonování)



Jak je můžeme počítat bez izolací?

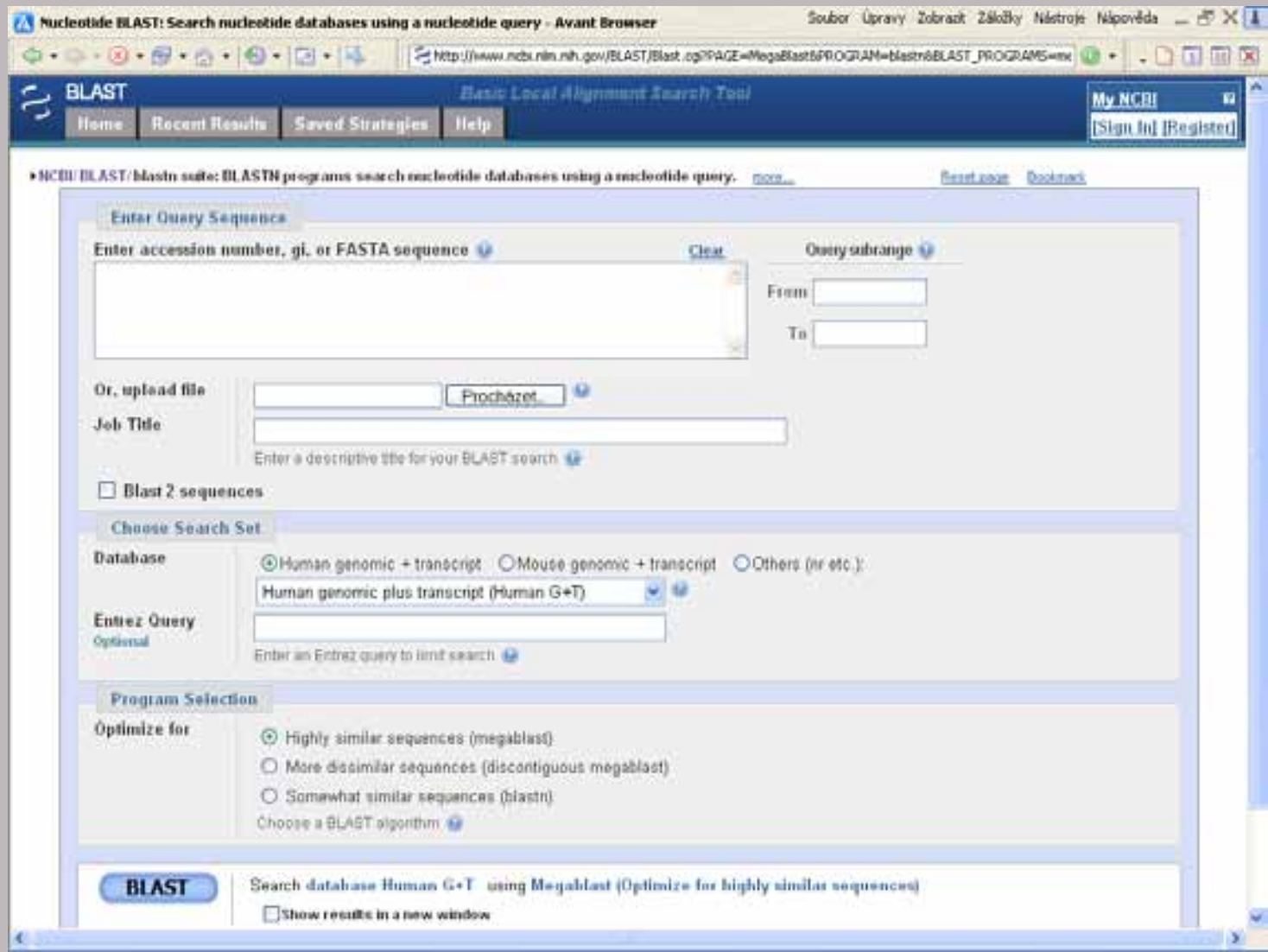
- srovnání sekvence získané se sekvencí uloženou ve veřejné databázi (GenBank, EMBL, UNITE, …)





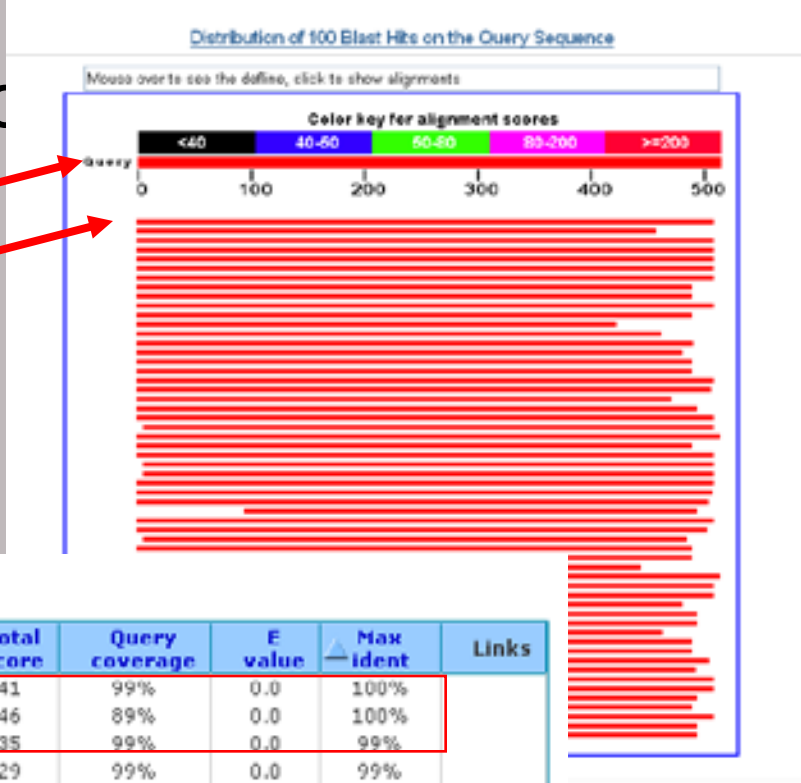
Jak je můžeme počítat bez izolací?

- vyhledávací a srovnávací programy, např. BLAST



Jak je můžeme počítat bez izo

- sekvence neznámého druhu
- nejbližší příbuzné sekvence

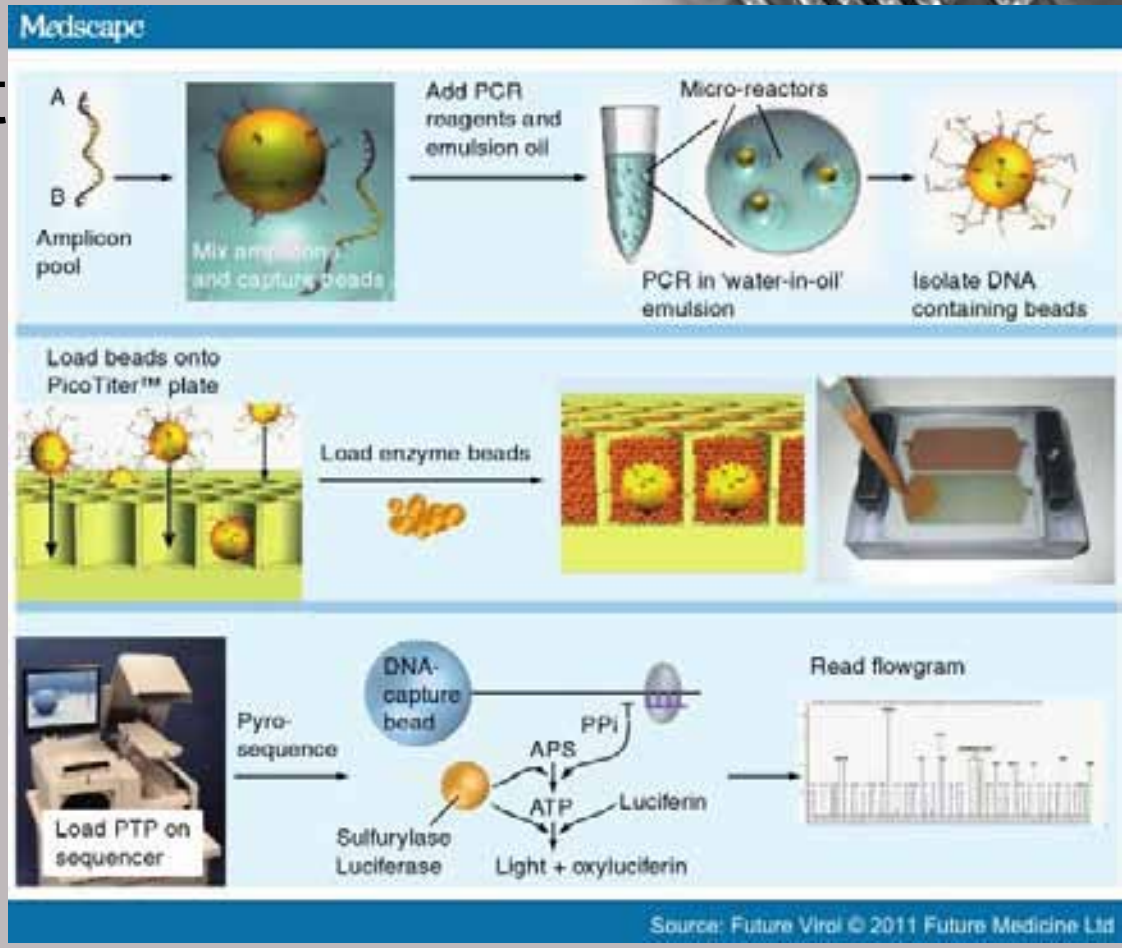


Sequences producing significant alignments:
(Click headers to sort columns)

Accession	Description	Max score	Total score	Query coverage	E value	Max ident	Links
gi|3687751|AF062793.1	Oidiodendron griseum strain UAMH 1403 18S ribosomal RNA gen	941	941	99%	0.0	100%	
gi|54065841|AY618676.1	Oidiodendron griseum strain WRCF-ABS 18S ribosomal RNA gene	846	846	89%	0.0	100%	
gi|3687752|AF062794.1	Oidiodendron griseum strain UAMH 1693 18S ribosomal RNA gen	935	935	99%	0.0	99%	
gi|3687768|AF062810.1	Myxotrichum arcticum 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	929	929	99%	0.0	99%	
gi|3687754|AF062796.1	Oidiodendron griseum strain UAMH 8528 18S ribosomal RNA gen	929	929	99%	0.0	99%	
gi|3687753|AF062795.1	Oidiodendron griseum strain UAMH 4080 18S ribosomal RNA gen	929	929	99%	0.0	99%	
gi|3687755|AF062797.1	Oidiodendron griseum strain UAMH 8925 18S ribosomal RNA gen	913	913	99%	0.0	99%	
gi|13492017|AF307764.1	Oidiodendron griseum strain CLM 571.96 18S ribosomal RNA gen	870	870	95%	0.0	98%	
gi|13492027|AF307774.1	Oidiodendron tenuissimum strain CLM 573.96 18S ribosomal RNA	865	865	95%	0.0	98%	
gi|3687750|AF062792.1	Oidiodendron flavum 18S ribosomal RNA gene, partial sequence:	894	894	99%	0.0	98%	
gi|13492016|AF307763.1	Oidiodendron flavum strain MUCL 15080 18S ribosomal RNA gen	857	857	95%	0.0	98%	
gi|95140226|AM262342.1	Oidiodendron sp. SS-1774 5.8S rRNA gene, ITS1 and ITS2, isola	743	743	82%	0.0	98%	
gi|54126046|AY624310.1	Oidiodendron griseum voucher UAMH 5971 internal transcribed s	811	811	90%	0.0	98%	
gi|71066929|DQ069042.1	Oidiodendron sp. aurim609 18S ribosomal RNA gene, partial seq	856	856	95%	0.0	98%	
gi|54126048|AY624312.1	Oidiodendron griseum voucher UAMH 9007 internal transcribed s	841	841	93%	0.0	97%	
gi|13492018|AF307765.1	Oidiodendron griseum strain MUCL 4146 18S ribosomal RNA gen	776	776	95%	0.0	95%	
gi|13492026|AF307773.1	Oidiodendron tenuissimum strain MUCL 1057 18S ribosomal RNA	769	769	95%	0.0	95%	
gi|3687765|AF062807.1	Oidiodendron tenuissimum strain UAMH 8511 18S ribosomal RNA	800	800	99%	0.0	95%	
gi|3687766|AF062808.1	Oidiodendron tenuissimum strain UAMH 8512 18S ribosomal RNA	791	791	98%	0.0	94%	
gi|54126047|AY624311.1	Oidiodendron tenuissimum voucher UAMH 8943 internal transcrib	730	730	91%	0.0	94%	
gi|71060547|A1784399.2	Oidiodendron setiferum 18S rRNA gene (partial), 5.8S rRNA gene	761	761	96%	0.0	94%	
gi|3687767|AF062809.1	Oidiodendron truncatum 18S ribosomal RNA gene, partial sequer	780	780	99%	0.0	94%	
gi|3687769|AF062811.1	Myxotrichum cancellatum 18S ribosomal RNA gene, partial seque	769	769	97%	0.0	94%	
gi|133753230|EF434136.1	Uncultured fungus clone TN13_OTU192 small subunit ribosomal R	784	784	100%	0.0	94%	
gi|13492028|AF307775.1	Oidiodendron truncatum strain MUCL 8222 18S ribosomal RNA ge	743	743	95%	0.0	94%	
gi|3687763|AF062805.1	Oidiodendron setiferum 18S ribosomal RNA gene, partial sequen	774	774	99%	0.0	94%	
gi|3687749|AF062791.1	Oidiodendron echinulatum 18S ribosomal RNA gene, partial sequ	752	752	97%	0.0	93%	
gi|3687773|AF062815.1	Myxotrichum setosum 18S ribosomal RNA gene, partial sequence	752	752	97%	0.0	93%	

Jak je můžeme počít

- pyrosekvenování



FEMS

RESEARCH ARTICLE

Multiple markers pyrosequencing reveals highly diverse and host-specific fungal communities on the mangrove trees *Avicennia marina* and *Rhizophora stylosa*

Yonathan Arfi[1,2], Marc Buée[3], Cyril Marchand[4], Anthony Levasseur[1,2] & Eric Record[1,2]

[1]INRA, UMR1163 – Biotechnologie des Champignons Filamenteux, ESIL, Marseille Cedex 09, France; [2]Aix-Marseille Univ, UMR1163 – Biotechnologie des Champignons Filamenteux, ESIL, Marseille Cedex 09, France; [3]INRA, UMR 1136 – Nancy Université, Interactions Arbres/Microorganismes, INRA Nancy, Champenoux, France; and [4]Institut de Recherche pour le Développement (IRD), UR 206/UMR 7590 IMPMC, Nouméa, Nouvelle Calédonie

FEMS Microbiol Ecol 79 (2012) 433–444

Jak je můžeme pojmenovat bez izolací?

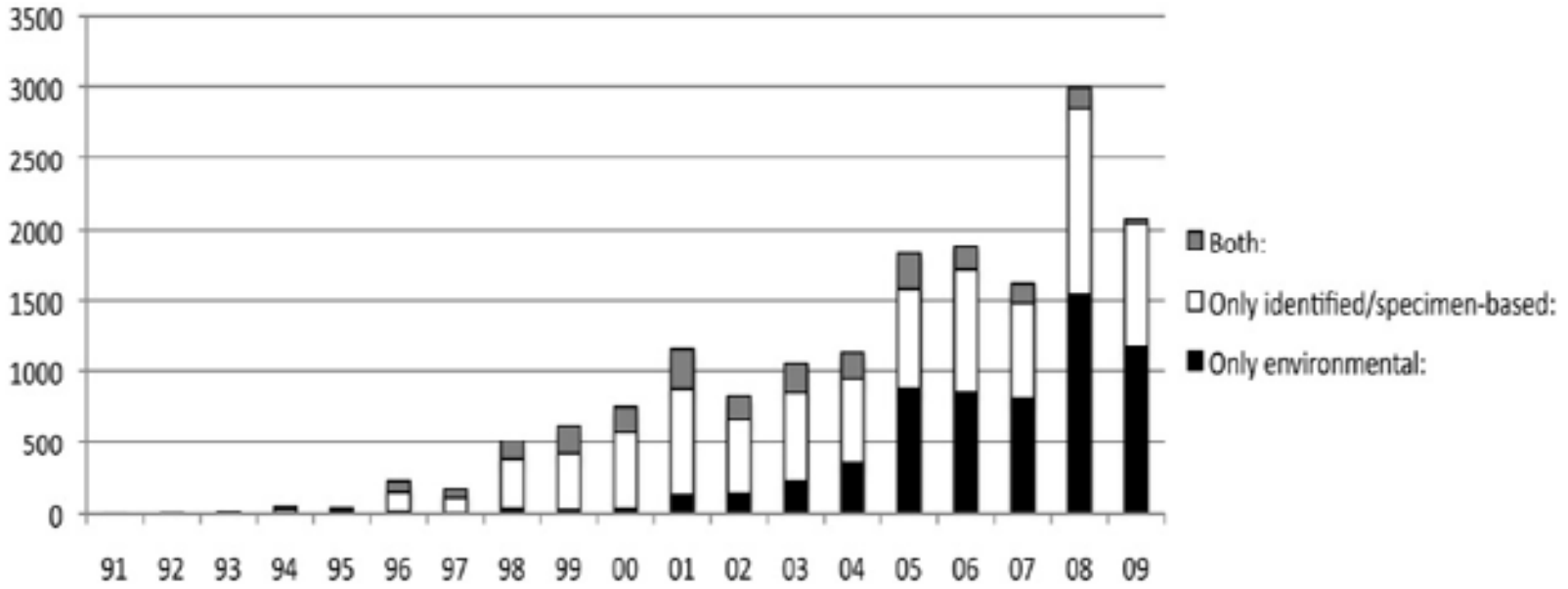


Fig. 3 – Rate of deposition of clusters of ITS sequences grouped with 93 % average similarity in ITS1 and ITS2 containing specimen-based (white), environmental (black), or both specimen-based and environmental (gray) sequences in GenBank, 1991–2009.

Jak je můžeme pojmenovat bez izolací?

Progress in molecular and morphological taxon discovery in *Fungi* and options for formal classification of environmental sequences

David S. HIBBETT[a,*], *Anders OHMAN*[a], *Dylan GLOTZER*[a], *Mitchell NUHN*[a], *Paul KIRK*[b], *R. Henrik NILSSON*[c,d]

[a]Biology Department, Clark University, Worcester, MA 01610, USA
[b]CABI UK, Bakeham Lane, Egham, Surrey TW20 9TY, UK
[c]Department of Plant and Environmental Sciences, University of Gothenburg, Box 461, 405 30 Göteborg, Sweden
[d]Department of Botany, Institute of Ecology and Earth Sciences, University of Tartu, 40 Lai St., 51005 Tartu, Estonia

FUNGAL BIOLOGY REVIEWS 25 (2011) 38–47

Reference sequence locality: Japan: Shizuoka, Gotenba, Mt. Fuji, 1450–1600 m asl.

Synonyms: *Inocybe* sp. 2 (Ryberg *et al.*, 2008); *Inocybe* sp. 3 (Nara, 2006).

Phylogenetic notes: Strongly supported as monophyletic (parsimony bootstrap = 100 %). Environmental sequence AY702727 was placed as the sister group (parsimony bootstrap = 95 %).

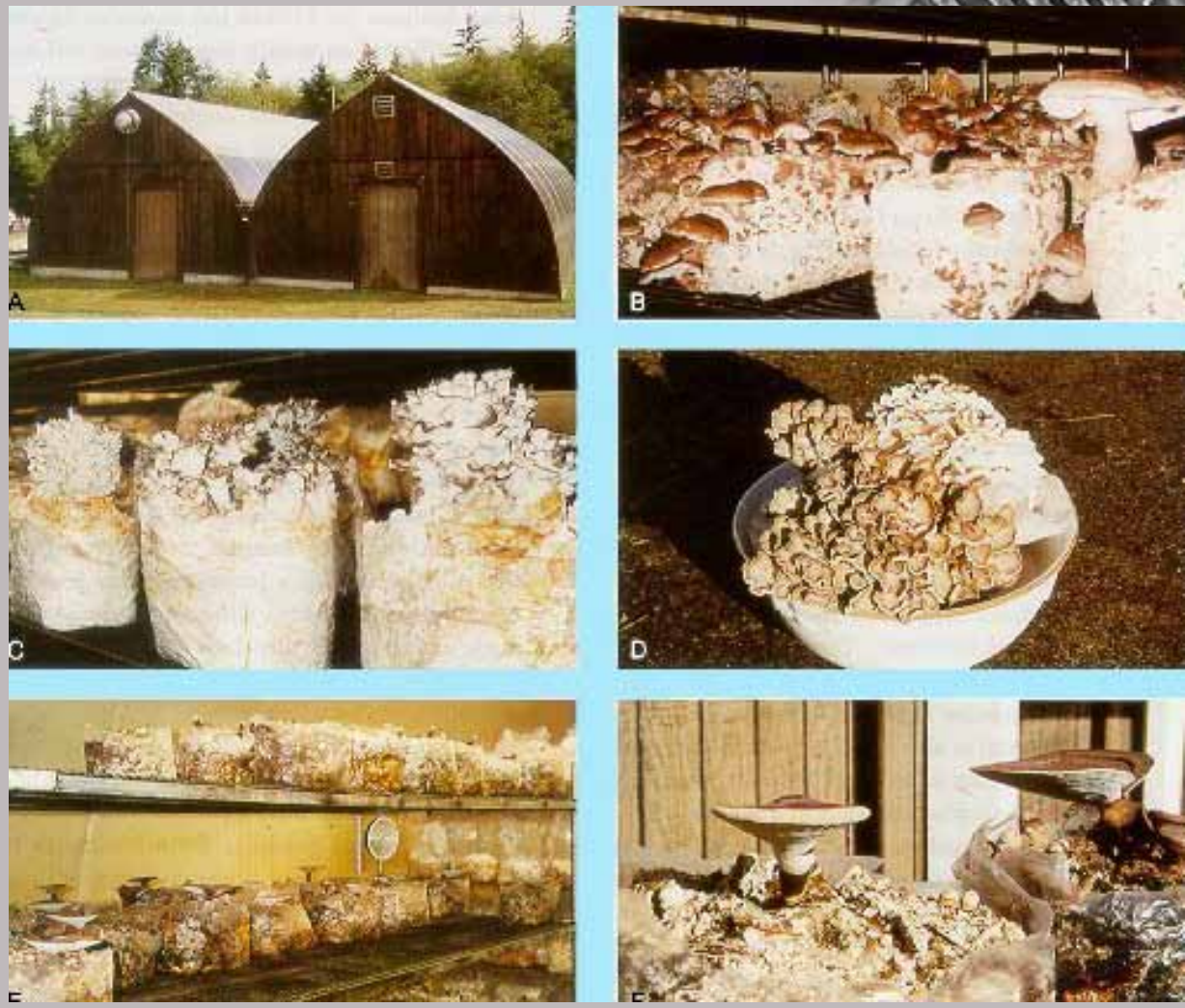
Ecological notes: The reference sequence was obtained from an ectomycorrhizal root tip of *Larix kaempferi* in the "volcanic desert" of Mt. Fuji, Japan. Nara considered this to be a later-stage species in succession. The other included sequence was obtained from soil at ca. 50 cm depth under beech and chestnut at ca. 1000 m asl on the extinct volcano, Monte Amiata, Tuscany, Italy. The closely related undescribed sequence AY702727 was obtained from ectomycorrhizal root tips of *Abies* sp. at 2600 m asl in the Sierra National Forest, California, USA (Izzo *et al.*, 2005).

Houby a technologie

Houby a technologie

- pivo, víno
- chléb, pečivo
- antibiotika
- léčiva, probiotika
- pěstování hub
- kyselina citrónová
- fermentace jídel
- plísňové sýry

…



Grifola frondosa a *G. lucidum*
http://fungus.org.uk/images/stamets.jpg

- inokulace semenáčků mykorhizními houbami
- využití entomopatogenních hub, …

Houby a technologie

Auricularia auricula-judae
- oblíbená v asijské kuchyni

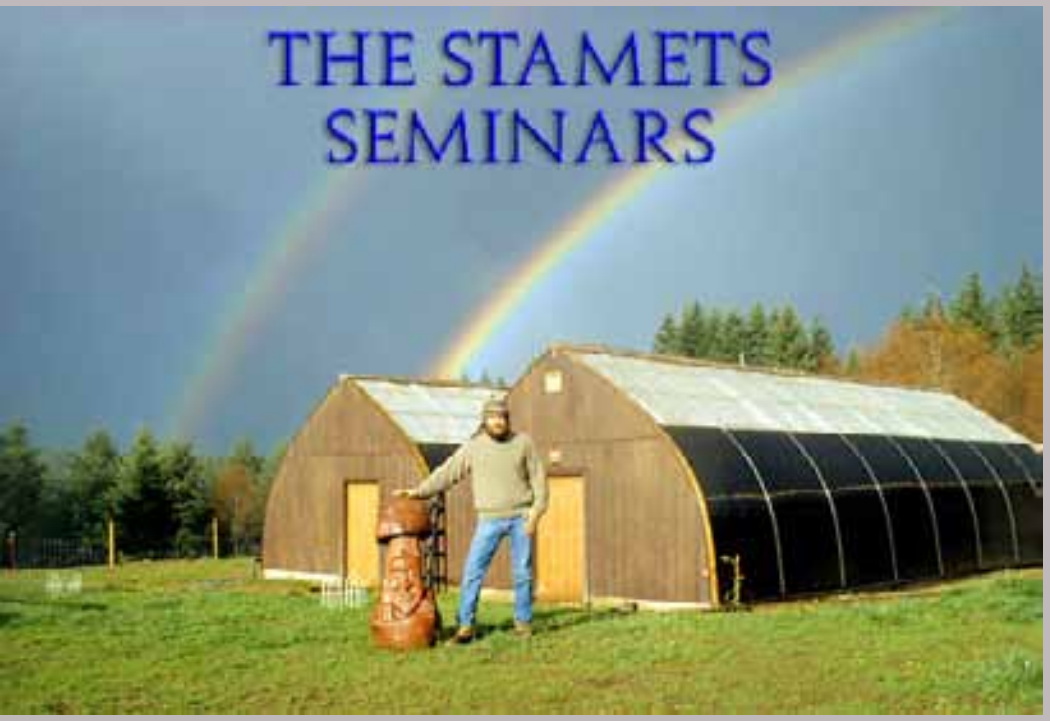
Penicillium spp.
- chrání před nežádoucími bakteriemi (*Serratia liquefaciens, Enterobacter cloacae* a *Proteus vulgaris*)

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

Houby a technologie

Paul Stamets (*1955 -)

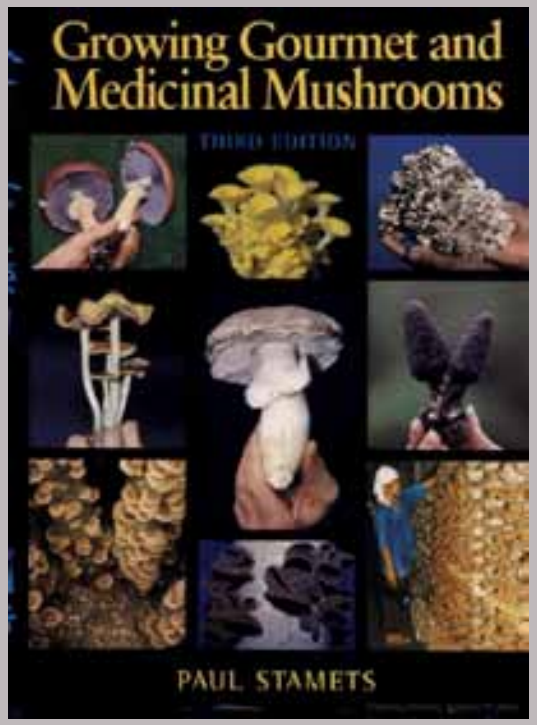
- Americký mykolog, velkopěstitel, vynálezce, …



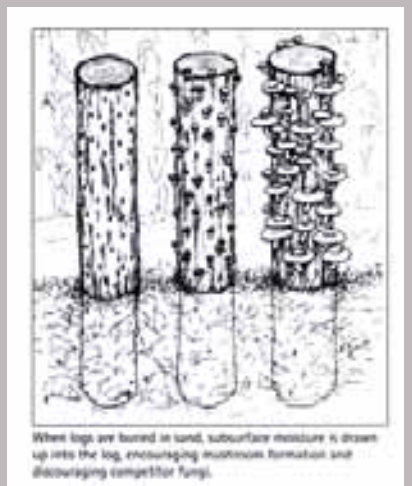
http://www.fungi.com/seminars/seminarpics/seminars/paul-growrooms.jpg

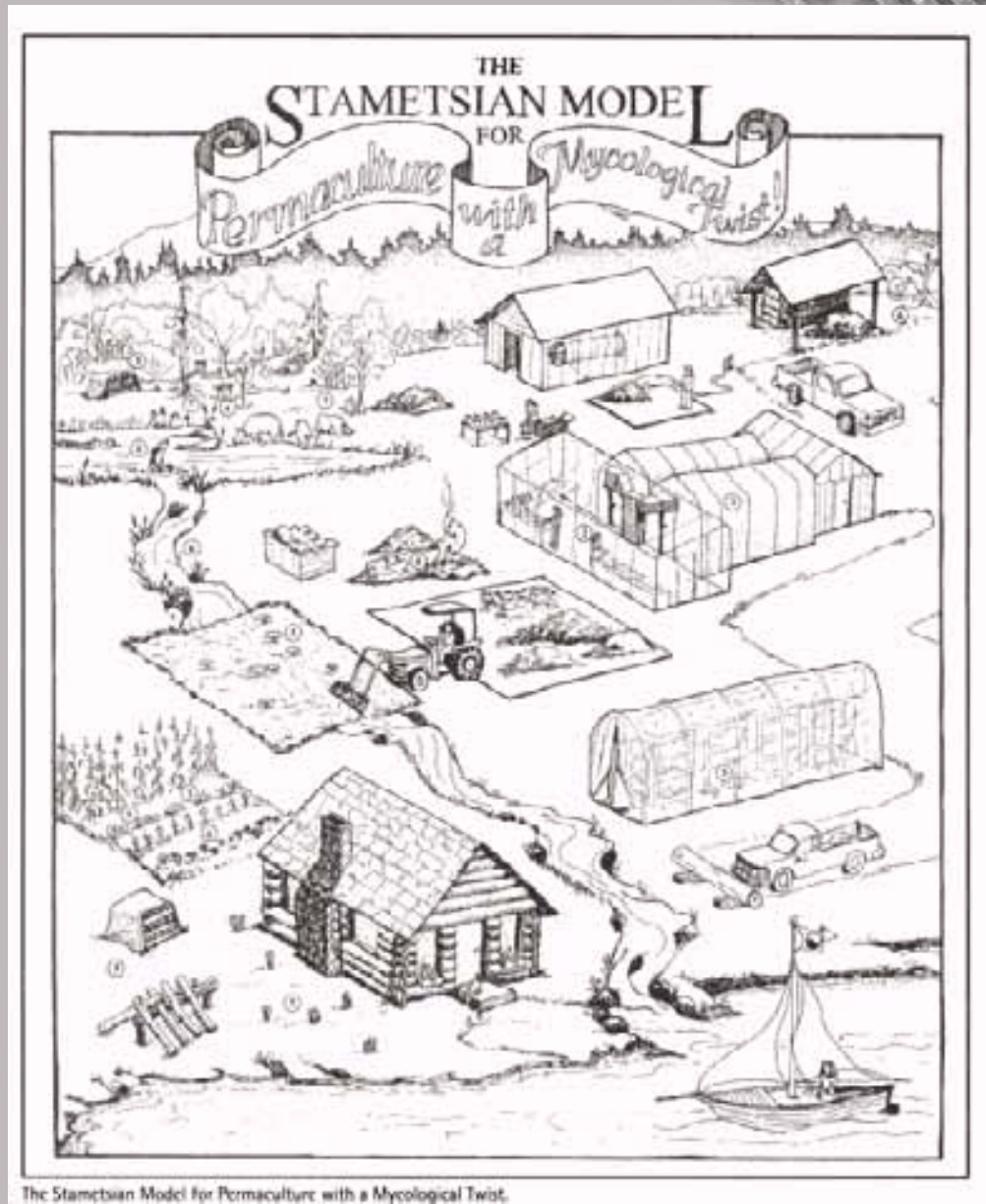
http://www.treehugger.com/files/2008/10/bioneers-speeches-david-orr-paul-stamets-greg-watson-and-more.php

Houby a technologie




Drilling and inoculating a stump with plug spawn.


When logs are buried in sand, subsurface moisture is drawn up into the log, encouraging mushroom formation and discouraging competitor fungi.



The Stametsian Model for Permaculture with a Mycological Twist.

Remediace

- **fytoremediace** (těžké kovy)

  = významná funkce mykorhizních hub

- **stabilizace**

  = mykorhizy zpevňují půdy, zabraňují erozi, vymývání živin, …

- **biodegradace** (PCB, ropné deriváty, barviva)

  = inokulace ploch *in situ* a substrátů *in vitro*

- slibné jsou houby **bílé hniloby**, nejsilnější enzymy
- mycelium je silně absorpční pro řadu látek
- kam s kontaminovaným myceliem?

„Výživa“ – těžké kovy

Mykorhizní houby a těžké kovy – využití v praxi

1) jak ovlivnit rostliny, aby vůbec rostly i na kontaminovaných stanovištích (haldy)

2) jak ovlivnit rostliny, aby přijímaly z půdy co nejméně těžkých kovů (tabák + Cd)

3) jak ovlivnit rostliny, aby naopak vysávaly z půdy co nejvíc těžkých kovů a akumulovaly v biomase → sklízení rostlin → likvidace (fytoremediace)

„Výživa“ – těžké kovy

+ využití hub v likvidaci zdrojů radioaktivních kovů

BBC NEWS

Fungi to fight 'toxic war zones'

Fungi could help clean up toxic war zones, scientists at a Scottish university have discovered.

Dundee University researchers have found evidence that fungi can "lock" depleted uranium into a mineral form.

This would make it more difficult for the heavy metal - used in armour-piercing shells - to find its way into plants, animals or the water supply.

The fungal-produced minerals are capable of long-term uranium retention, the scientists say.

Prof Geoffrey Gadd, from the university's College of Life Sciences, said: "This work provides yet another example of the incredible properties of micro-organisms in effecting transformations of metals and minerals in the natural environment.

Fomina & Gadd (2008)

Houby a technologie

- inokulace semenáčků mykorhizními houbami
- využití entomopatogenních hub při biologickém boji, …

http://www.trevorwilliams.info/natural_enemies.htm

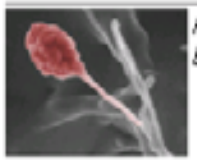
Beauveria bassiana

http://www.sbioinformatics.com/images/Bassiana.jpg

Houby a ropné produkty

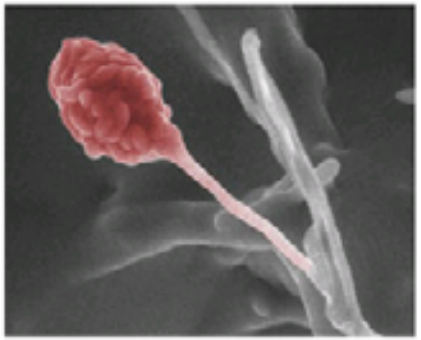
Pomohou houby při výrobě a zpracování ropy?

"Houbová nafta" může být další nadějí pro biopaliva



Houba, která umí rostlinný odpad přeměnit přímo na pohonnou hmotu může umožnit výrobu biopaliv, která nekonkuruje produkci potravin.

V listech jihoamerického stromu ulmo (Eucryphia cordifolia), jehož dřevo je ceněno pro svou trvanlivost, byla objevena houba, která produkuje naftové výpary. To je mimochodem mnohem výhodnější skupenství pro extrakci a čištění paliva než kapalina.
Gary Strobel z Montana State University in Bozeman identifikoval jako zdroj naftových par endofyt Gliocladium Roseum. Tato houba svými metabolity pravděpodobně likviduje ostatní houby, čímž způsobuje výjimečnou trvanlivost ulmového dřeva. Ve vyhledávači lze pod druhovým jménem Gliocladium Roseum rovněž najít mnoho aplikací na poli biologické ochrany rostlin před houbovými chorobami.



***Gliocladium roseum* - houba produkující těkavé uhlovodíky. (Montana State University)**

Zvětšit obrázek

Gary Strobel

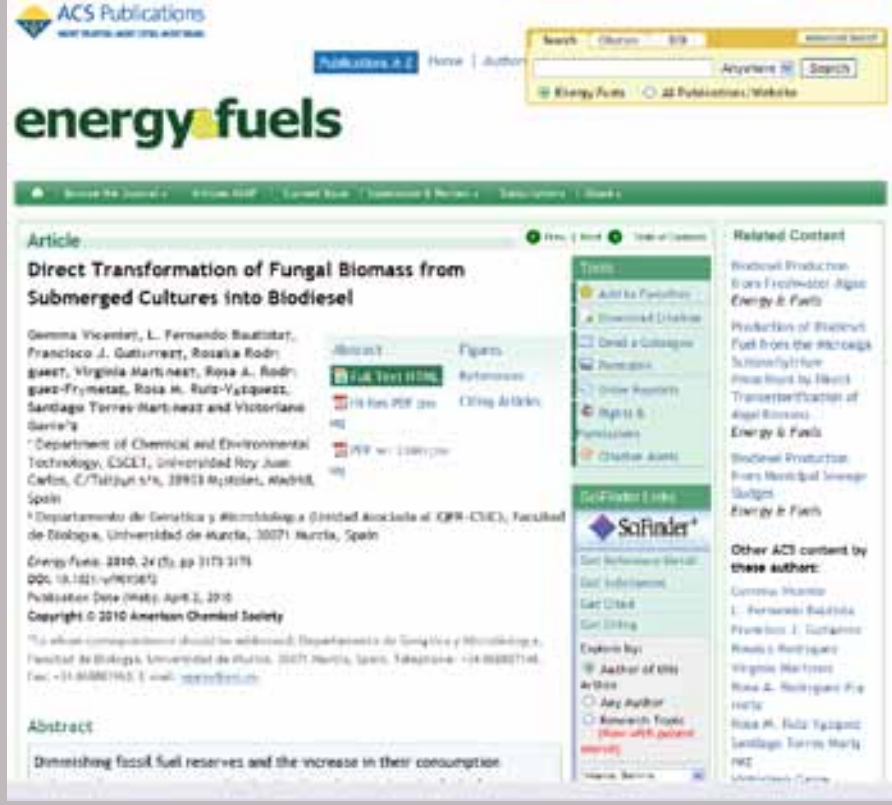
Dosud si ale asi nikdo nevšiml její "petrochemické" aktivity a podle Garyho Strobela zatím není znám jiný organizmus s podobnými vlastnostmi. Analýza výparů odhalila, že jsou bohaté na uhlovodíky nacházející se v pohonných hmotách, jako je oktan. Dále byly nalezeny lehké (nízkouhlíkové?) alkoholy a estery, které jsou spalovány mnohem efektivněji a čistěji než klasická paliva.

Dalším nesporným bonusem je schopnost houby růst na celulóze, která obsahuje vysoké procento uhlovodíků, ale je velmi náročné ji na tyto uhlovodíky rozložit.
Celulózy je všude dost a většinou je pouhým odpadem. Podle Strobela by mělo být možné prostřednictvím naftové houby získávat za použití fermentace celulózy obrovská množství uhlovodíkových par použitelných rovnou bez dalších úprav. Vidina je to krásná, ale jak už to u podobných zpráv bývá, je Strobel zatím teprve v začátcích a bude třeba ještě dalšího výzkumu, aby se

www.osel.cz

Houby a ropné produkty

Pomohou houby při výrobě a zpracování ropy?



Microbiology (2008), **154**, 3319–3328 DOI 10.1099/mic.0.2008/022186-0

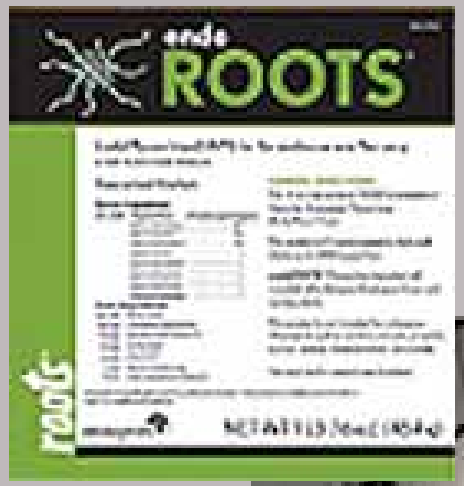
The production of myco-diesel hydrocarbons and their derivatives by the endophytic fungus *Gliocladium roseum* (NRRL 50072)

Gary A. Strobel,[1] Berk Knighton,[2] Katreena Kluck,[1] Yuhao Ren,[1] Tom Livinghouse,[2] Meghan Griffin,[3] Daniel Spakowicz[3] and Joe Sears[4]

Houbové enzymy

- v detergentech
- v krmivech pro zvířata
- při pečení a výrobě cereálií
- úprava tuků a masa
- čištění vod
- mlékárenství
- zpracování kůže
- v zahradnictví a lesnictví
- textilní průmysl
- výroba ethanolu – biolíh z biomasy

…



http://www.novozymes.com

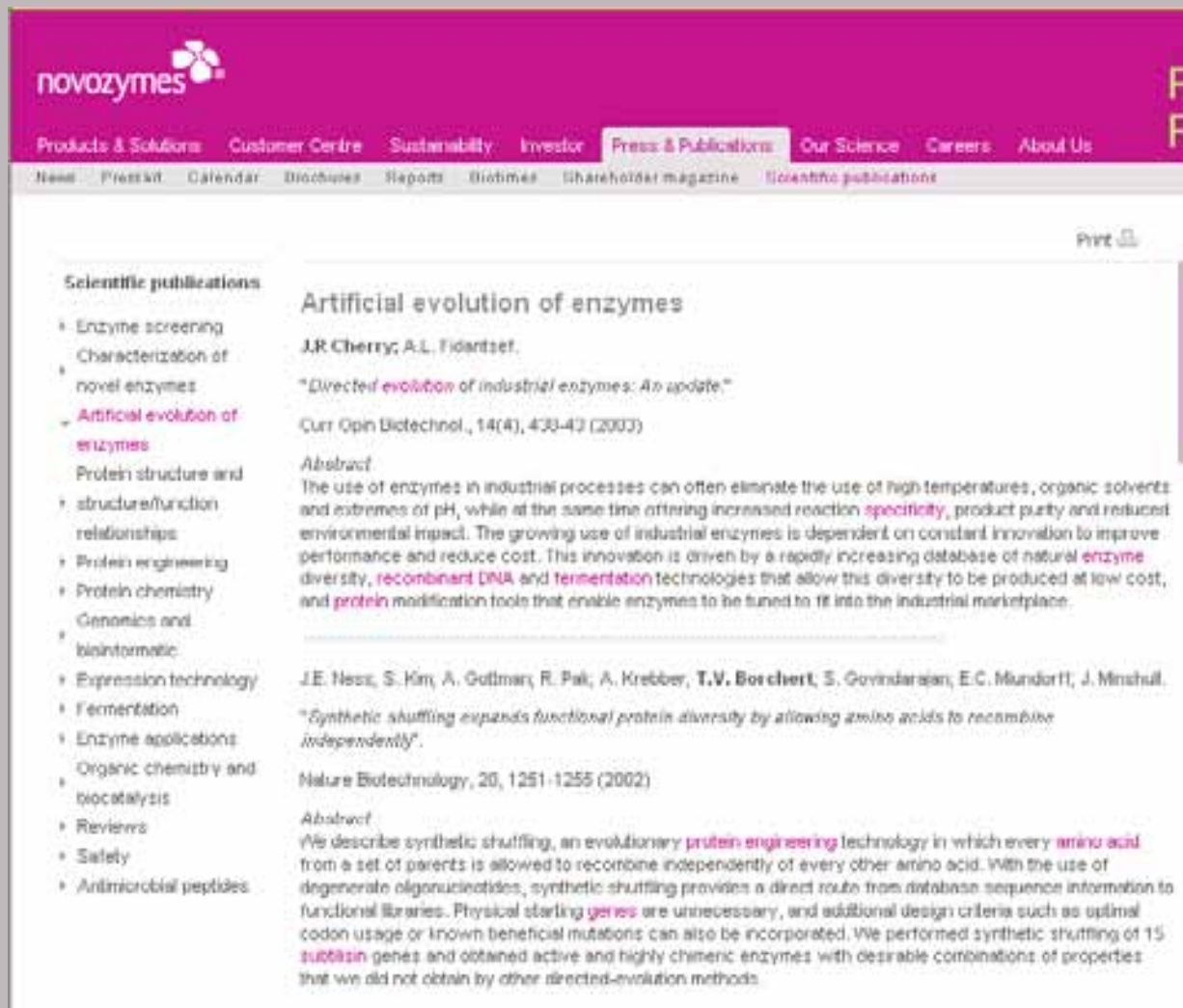
http://www1.eere.energy.gov/biomass/printable_versions/news_detail.html?news_id=9004

Houbové enzymy

- screening kmenů v přírodě pro specifické účely (exprese enzymu, produkce sekundárních metabolitů, rychlost růstu

novozymes®

Unlocking the magic of nature



http://www.novozymes.com

Houbové enzymy

- genetická modifikace kmenů ve sbírkách
- **heterologní exprese**

novozymes®

Unlocking the magic of nature

Recombinant enzymes from fungi.

Enzyme	Host	Donor
Catalase	*A. niger*	*Aspergillus* sp.
Cellulase	*A. oryzae*	*Humicola* sp.
Cellulase	*T. reesei* (*longibrachiatum*)	*Trichoderma* sp.
β-galactosidase	*A. oryzae*	*Aspergillus* sp.
β-glucanase	*T. reesei* (*longibrachiatum*)	*Trichoderma* sp.
Glucose oxidase	*A. niger*	*Aspergillus* sp.
Lipase	*A. oryzae*	*Candida* sp. *Rhizomucor* sp. *Thermomyces* sp.
Phytase	*A. niger*, *A. oryzae*	*Aspergillus* sp.
Xylanase	*A. niger* (and *var. awamor*), *A. oryzae*, *T. reesei* (*longibrachiatum*)	*Aspergillus* sp. *Aspergillus* sp. *Thermomyces* sp. *Trichoderma* sp.
Chymosin	*A. niger var. awamori*	Calf
Protease	*A. oryzae*	*Rhizomucor* sp.


Food Research International 42 (2009) 577–587

Contents lists available at ScienceDirect

Food Research International

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

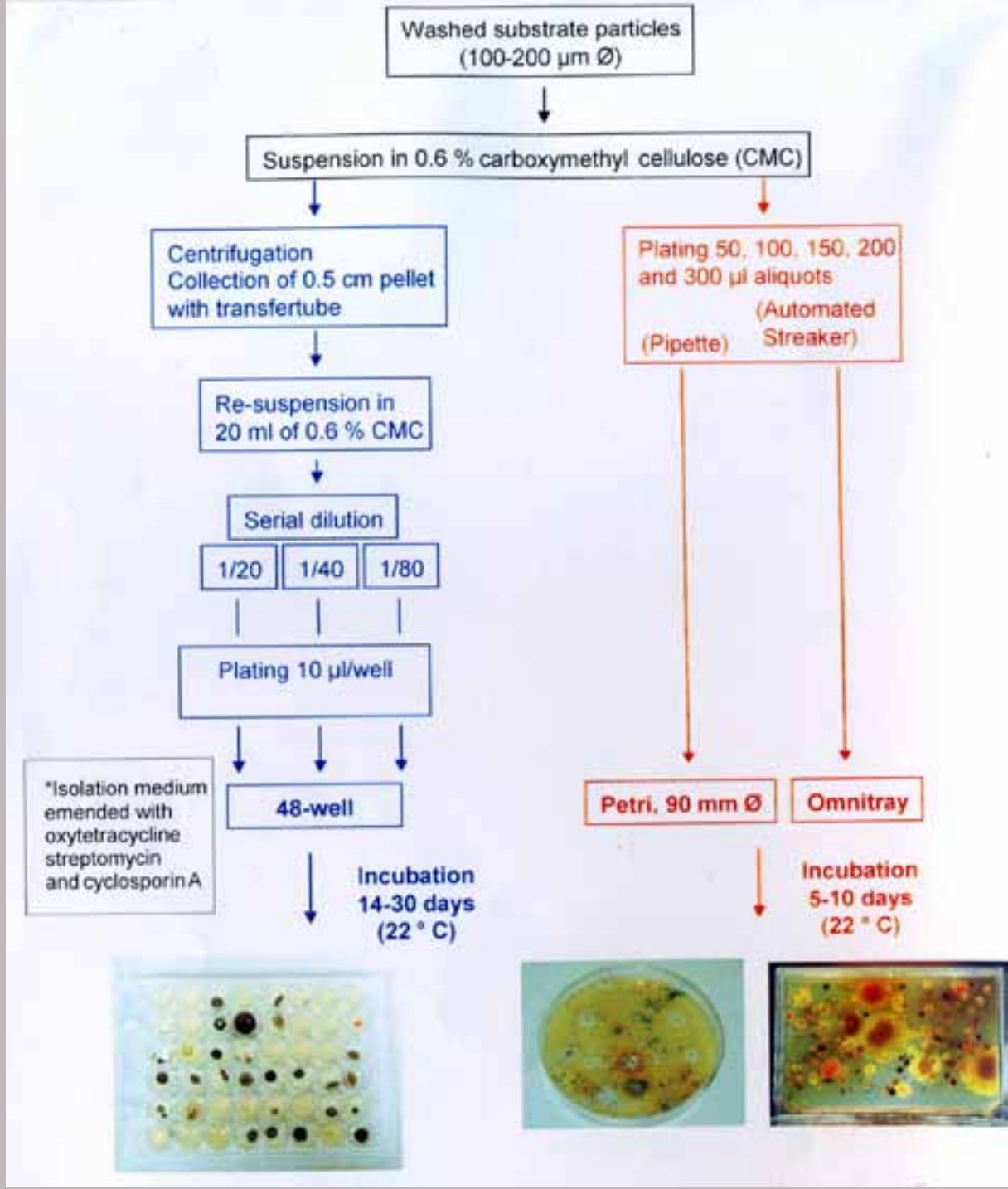
Review

Fungal biotechnology in food and feed processing

Shakuntala Ghorai, Samudra Prosad Banik, Deepak Verma, Sudeshna Chowdhury, Soumya Mukherjee, Suman Khowala *

Screening

- nové metody zpracování vzorků, sledování biodiverzity

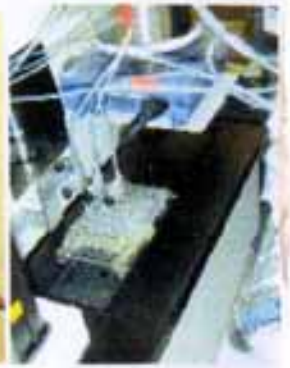


Bills 2006

Screening

Manual plate filling with peristaltic pump and manifold

Plate Preparation for Extinction Culturing



MAP-C2 Agar Dispensing System for filling Omnitray well, 48-well plates, and 96 well plates (Tilertek, Huntsville, AL, USA)

Automated application of particle suspensions in 48-well plates

stirred suspension in CMC

Bills 2006

Houbové stavby?

- odpadní materiál ze zemědělství
- **kolonizace dřevokaznou houbou**

http://www.treehugger.com/green-architecture/mycotecture-mushroom-bricks-philip-ross.html

http://www.ecovativedesign.com/mushroom-materials/

Houby vs. památky

- biofilm na památkách
- bakterie a tmavé houby, často kvasinkovité

Akropole (Řecko)

Piazza Armerina, Sicílie

Krumbein (2005)

Houby vs. památky

- muzea, archivy, …

BBC

NEWS SCIENCE & ENVIRONMENT

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

8 September 2010

Emerging fungal threat to historical film archives

By Pamela Rutherford

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

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

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

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

Should an badly stored film can eat away and destroy its contents

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

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

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

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

Top Stories

S Korea in military show of force

Obama halts nuclear treaty vote

Life for Argentina ex-head Videla

Two guilty of Sydney attack plot

California hit by intense storm

Features & Analysis

Nativity ob-scene?

Cinderella's cheeky take on the Christmas story

According to Hoyle

1972 book shows tricky art of predicting the future

Boar war

French hunters urged to deploy against army of wild pigs

Russian supercars

Should Ferrari and Lamborghini worry?

Most Popular

Shared Read

Wipeout[illegible] global blackout

Fig. 2 – (A, B) Marble facade of the Celsus library in Ephesos (Turkey) with biopitting caused by microcolonial fungi. (C, D) Fungal contamination of archeological findings and historical helmets due to storage in tight cardboard boxes. (E) Fungal growth on textile tapestry on museum wall caused by wall temperature falling below the dew-point level. (F) The tight assembly of racks for storage of paintings does not allow sufficient ventilation and thus increases the risk of fungal growth.

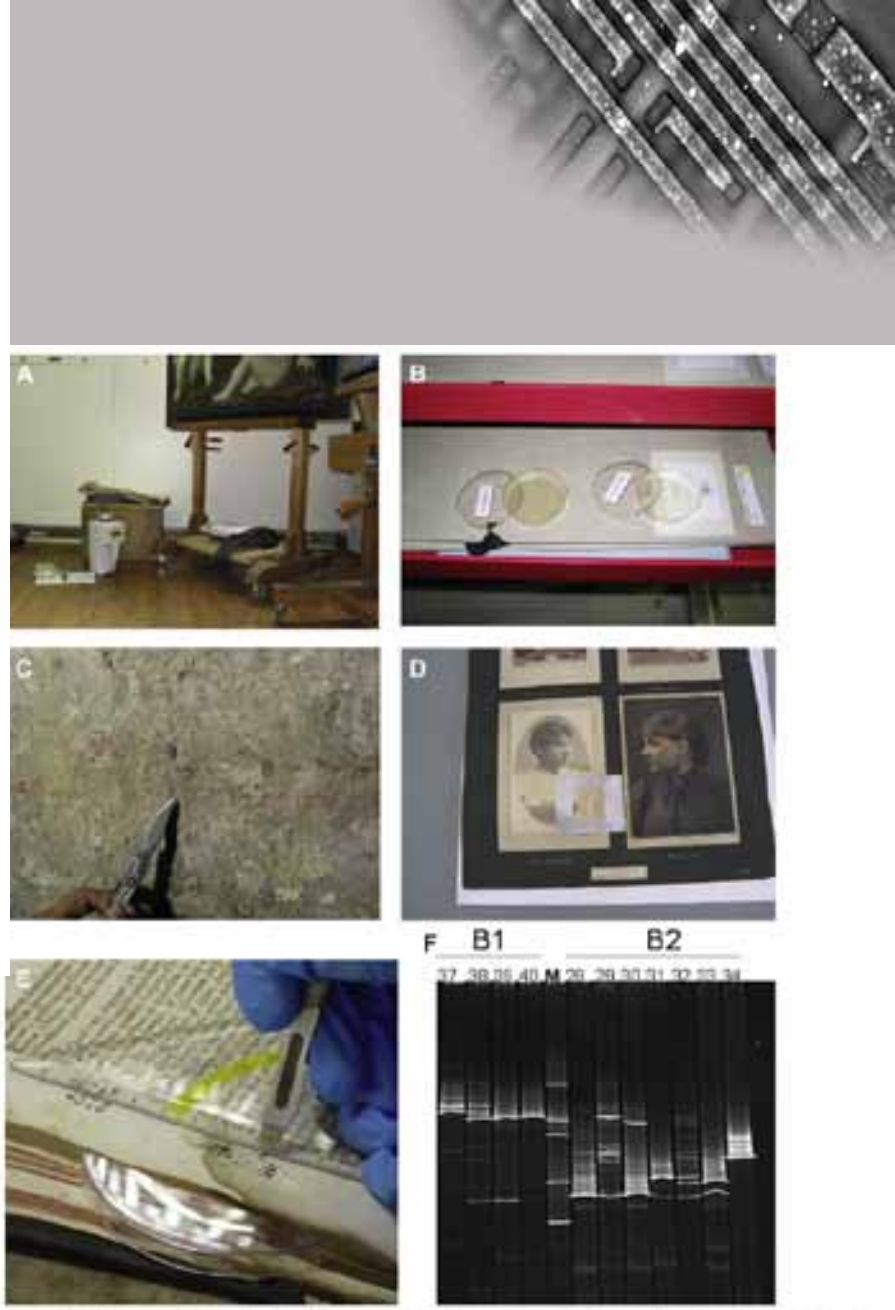


Fig. 3 – (A) Air sampling in a restoration studio carried out with MD8 air sampler. (B) Sedimentation plates for monitoring in a museum depot. (C) Sampling of medieval wall painting. (D) Sampling of photographs by swab within a marked area. (E) Sampling of fungal mycelium on a historical book. (F) DGGE fingerprint of a fungal population of contaminated library material showing remarkable differences between the books sampled (B1/B2) and between samples within books that were taken from different macroscopically visible deterioration phenomena (lanes 37–40 and 28–34).

Steflinger (2010)

Houby vs. technologie

- poprvé objeveno v Belize, další záznamy Mexika, Panamy, Hong Kongu, …
- *Geotrichum candidum*
- rozkládá velmi odolnou Al-polykarbonátovou vrstvu

BBC NEWS

Fungus 'eats' CDs

Could your CD collection be at risk?

Scientists in Spain have identified a new form of fungus that eats compact discs.

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

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

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

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

See also

Top Sci/Tech stories now:

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

Compact disk sample

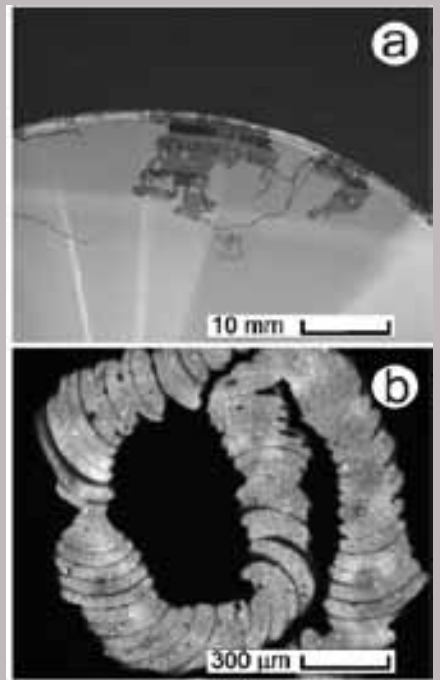
Last summer, one of the authors, Victor Cárdenes, made a social visit to Belmopan, Cayo District, Belize, Central America, where he stayed with his friends Miguel Cano and Zayda Villar. While talking about life in Belize, Victor's hosts showed him a CD (Fig. 1a–c), which contained clearly visible biodeterioration paths on its surface and joked, "Look, life is so strong here, we even have something that eats CDs". The paths on the CD caught Victor's (a geologist) interest because of their similarity with the trails left by burrowing worms, a subject he had recently been studying. Miguel and Zayda gave him the affected CD (by the Kronos Quartet, issued by Elektra Entertainment of Warner Communications, Baltimore, USA) and he brought it back to Spain with him at the end of his trip.

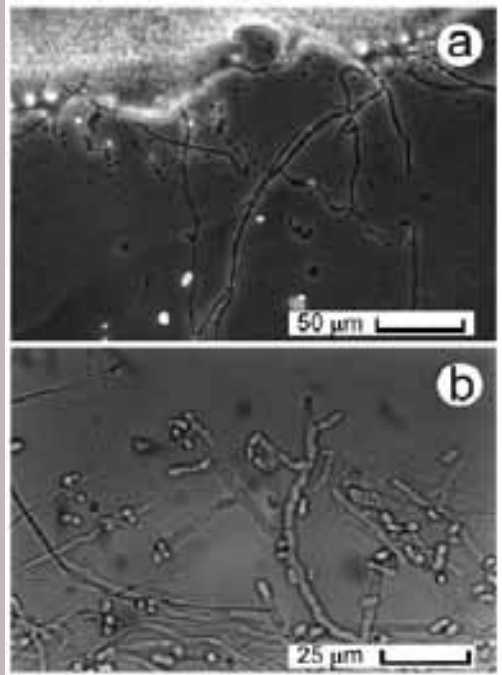
Naturwissenschaften (2001) 88:351–354
DOI 10.1007/s001140100249

SHORT COMMUNICATION

Javier Garcia-Guinea · Victor Cárdenes
Angel T. Martínez · María Jesús Martínez

Fungal bioturbation paths in a compact disk





Houby vs. technologie

- mohou být i ve vodě z kohoutku
- nebezpečné pro zdravotnické přístroje
- mohou růst i v redestilované vodě a čerpat živiny pouze ze vzduchu (prach, …)
- nebezpečí pro dialýzní centra, pacienty po transplantacích s oslabeným imunitním systémem
- v hadičkách a aparatuře pro umělé dýchání, …

http://www.ahs.health.wa.gov.au/images/op_theatre.jpg

Houby vs. technologie

- továrny zpracovávající přírodní materiály, …

Fig. 5 – Wet Lap contaminated with mold.

Jerusik (2010)

- houbové kolonie nalezeny v kyselinách, v 0,5% fosforečné a sírové
- podíl na korozi

Fig. 2 – (A, B) Marble facade of the Celsus library in Ephesos (Turkey) with biopitting caused by microcolonial fungi. (C, D) Fungal contamination of archeological findings and historical helmets due to storage in tight cardboard boxes. (E) Fungal growth on textile tapestry on museum wall caused by wall temperature falling below the dew-point level. (F) The tight assembly of racks for storage of paintings does not allow sufficient ventilation and thus increases the risk of fungal growth.

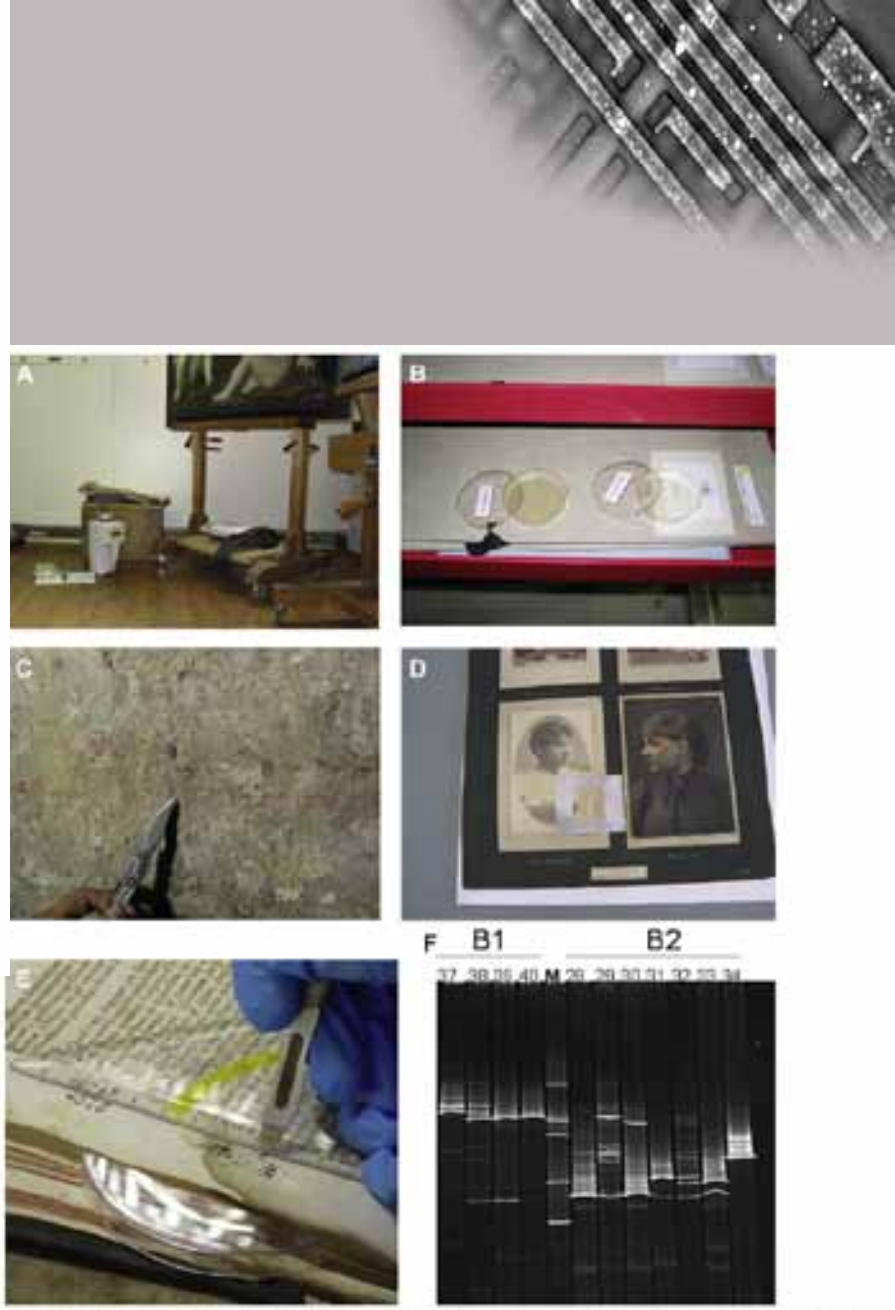


Fig. 3 – (A) Air sampling in a restoration studio carried out with MD8 air sampler. (B) Sedimentation plates for monitoring in a museum depot. (C) Sampling of medieval wall painting. (D) Sampling of photographs by swab within a marked area. (E) Sampling of fungal mycelium on a historical book. (F) DGGE fingerprint of a fungal population of contaminated library material showing remarkable differences between the books sampled (B1/B2) and between samples within books that were taken from different macroscopically visible deterioration phenomena (lanes 37–40 and 28–34).

Steflinger (2010)

Houboví alkoholici

- *tmavé zbarvení stěn skladů a palíren*
- *prokazatelně při vyšší koncentraci ethanolu ve vzduchu*

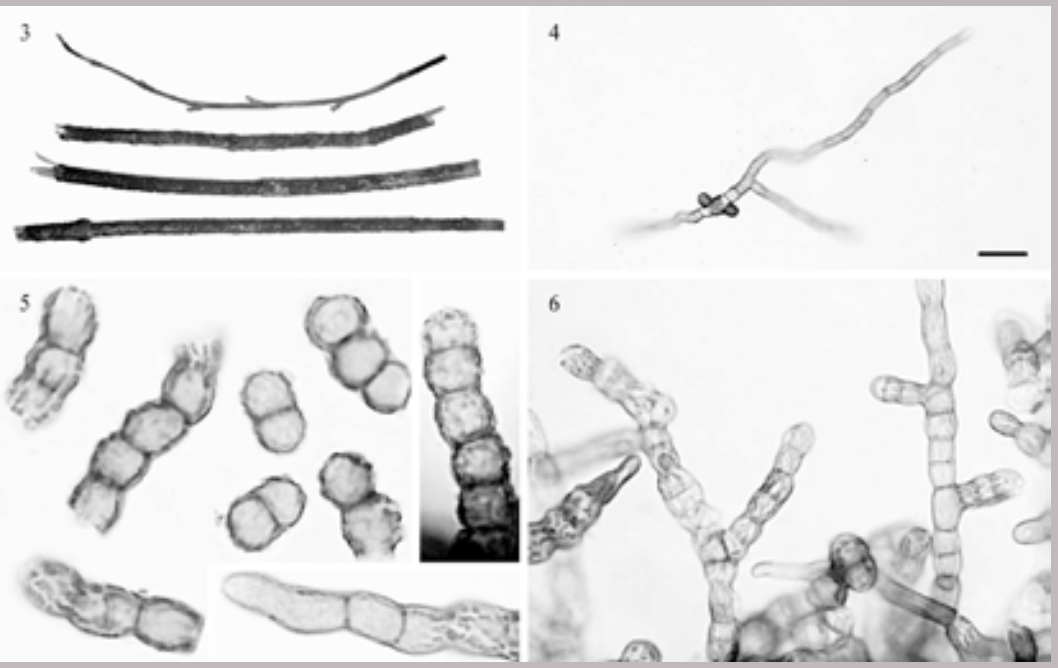
http://www.sporometrics.com/wordpress/wp-content/uploads/2008/05/P5140100b.jpg

http://www.botanicalgarden.ubc.ca/potd/2011/12/baudoinia-compniacensis.php

Houboví alkoholici

- poprvé ve Francii (Cognac, 19. stol.)

- nedávno v Ontariu (Kanada), popis nového druhu Baudoinia compniacensis



"I put maybe a shot of whiskey in a liter of agar and filled the petri plates with it. That made it grow a hell of a lost faster," Scott says.

Mycologia, 99(4), 2007, pp. 592–601.

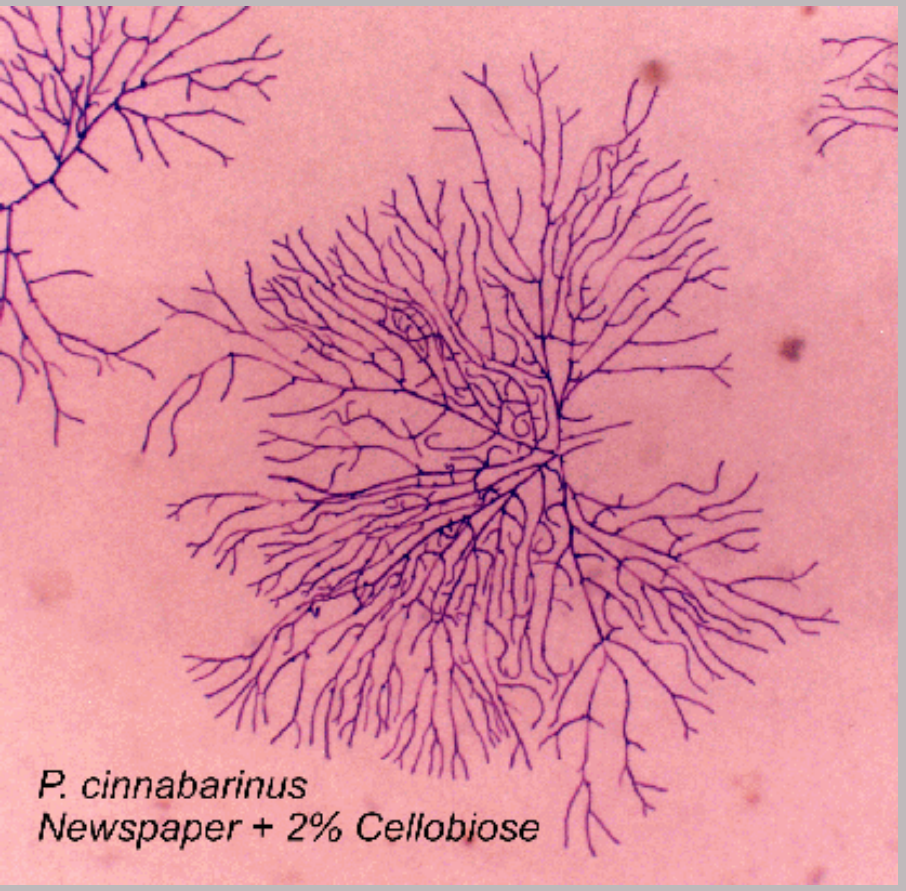
Baudoinia*, a new genus to accommodate *Torula compniacensis

James A. Scott[1]

sooty, fungal growth, socalled "warehouse staining".

http://www.wired.com/magazine/2011/05/ff_angelsshare/all/1

Houby *in silico*



http://www.swin.edu.au/chem/bio/cs96/camjones.htm

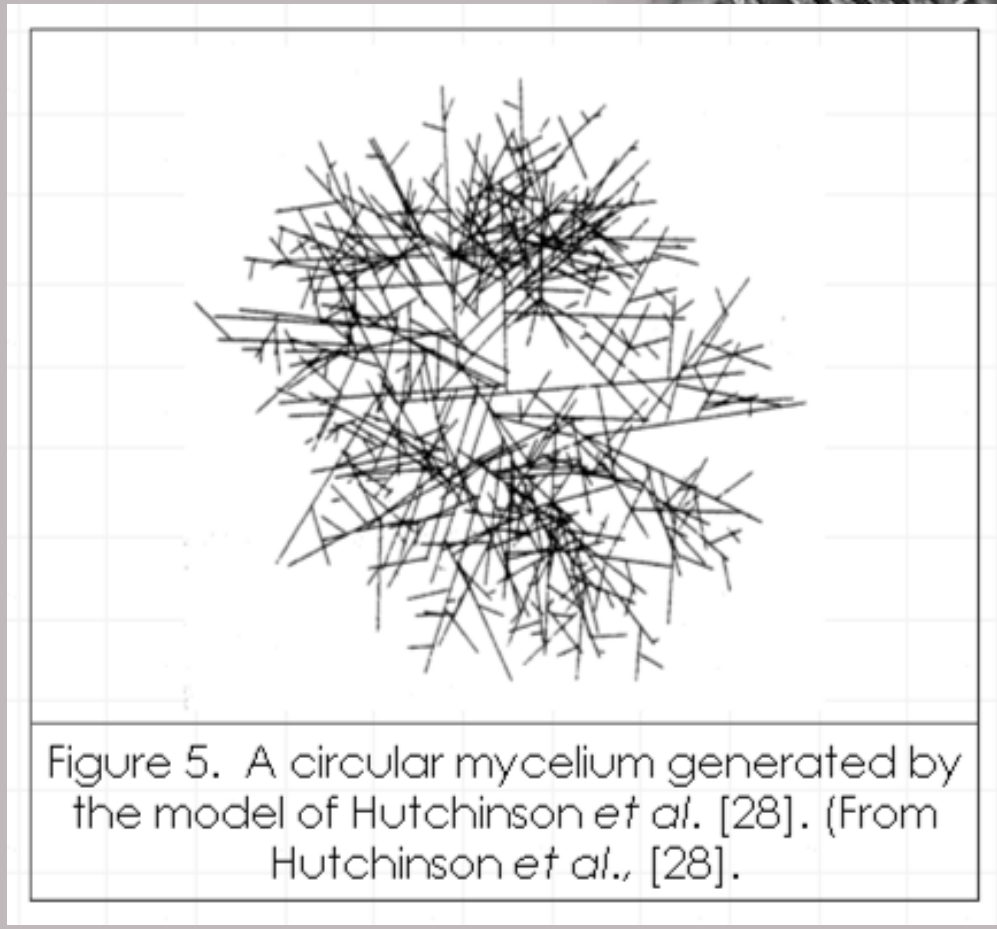
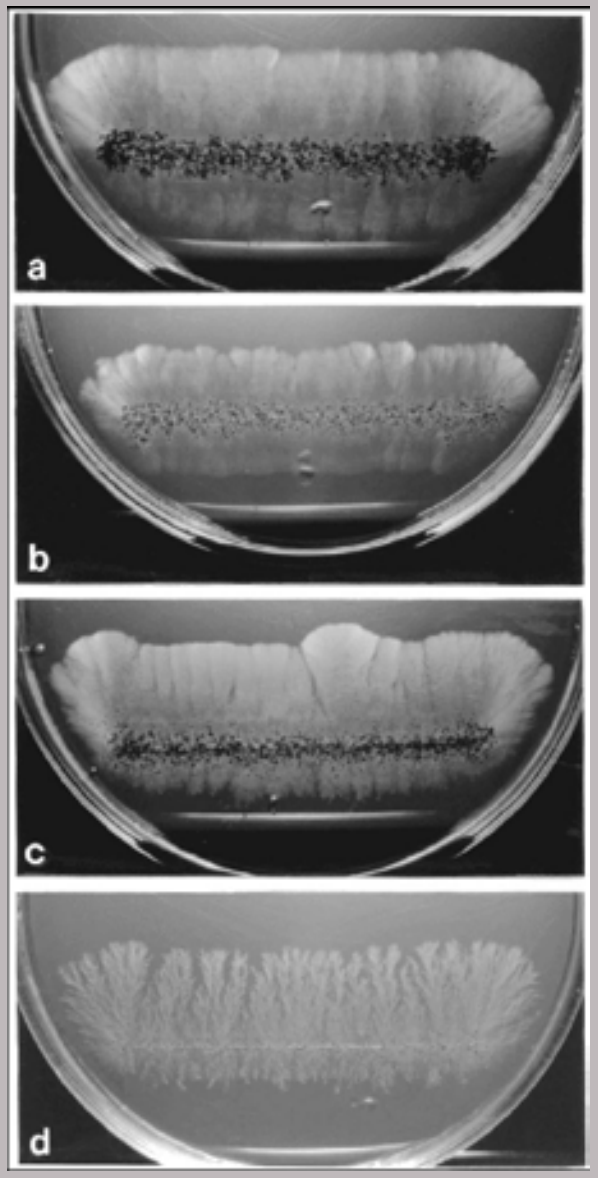


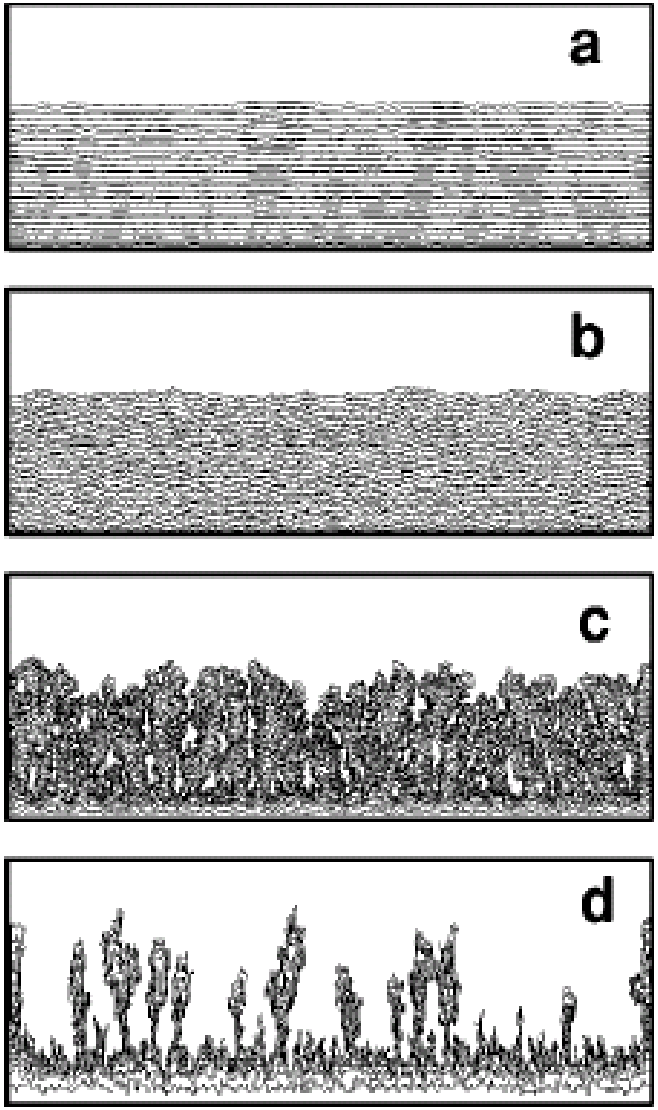
Figure 5. A circular mycelium generated by the model of Hutchinson *et al.* [28]. (From Hutchinson *et al.*, [28].

http://www.world-of-fungi.org/Kinetics/index.htm

Houby *in silico*

- houby a počítačové simulace
- fraktální dimenze



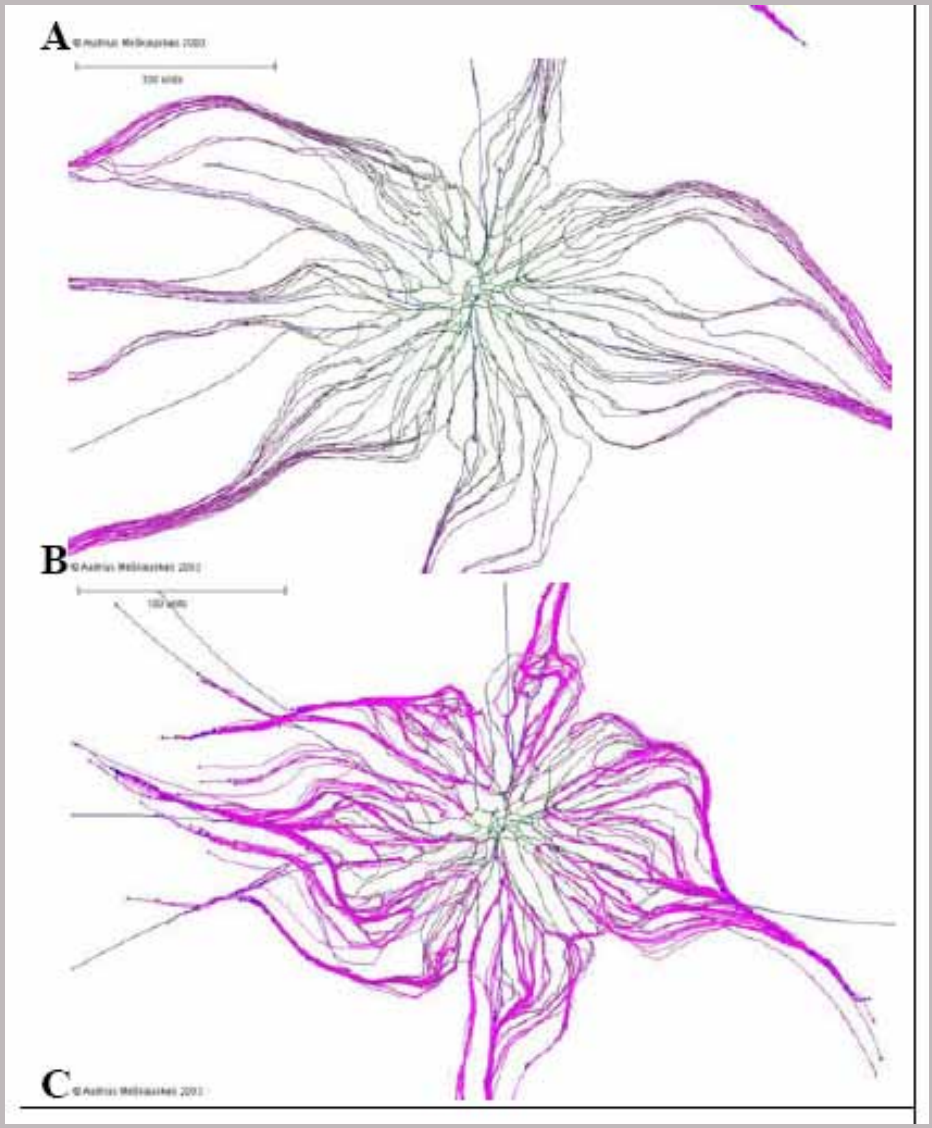


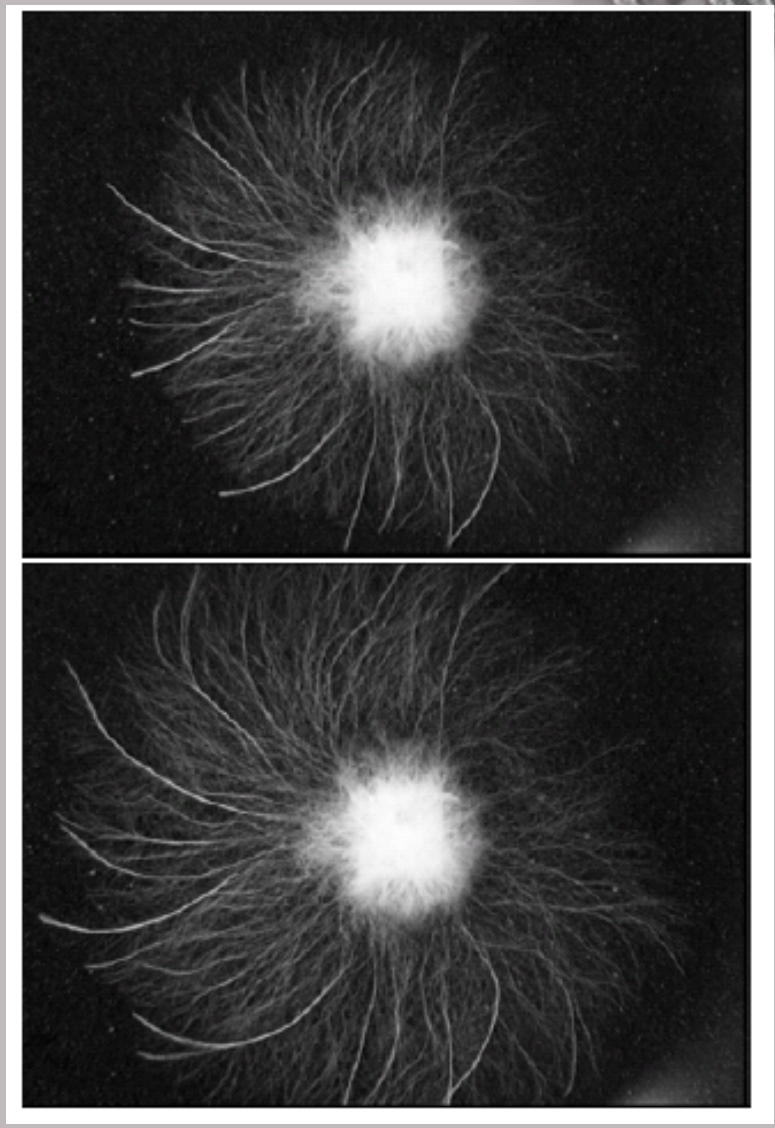
Lopez & al. 2002

Aspergillus oryzae

- růst na různých půdách a matematický model růstu kolonie

Houby *in silico*

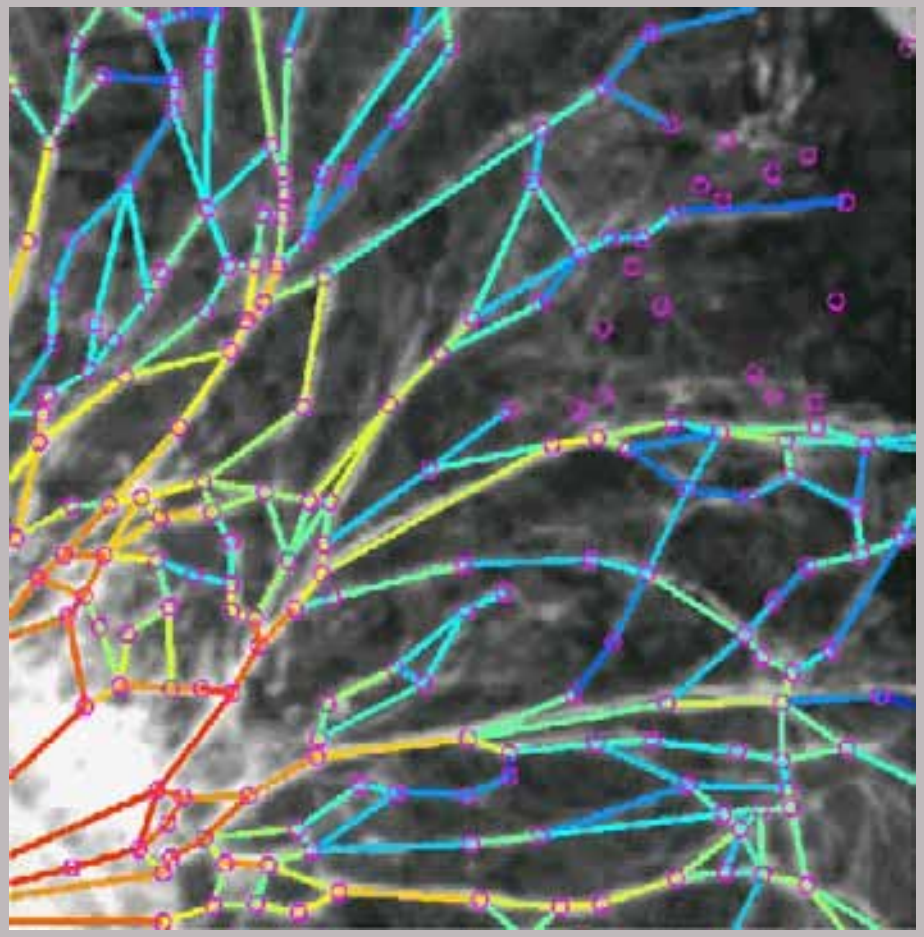




Meškauskas & al. 2004

Houby *in silico*

- maximalizace efektivního transportu, vznik a zánik transportních drah v myceliu



Fricker (2007)

Houby *in silico*

- využití

= umělé neurální sítě („*artificial neural network*“)

= modelování a řešení problémů v transportu, dopravních uzlech, …

http://www.ljlindhurst.com/images/highway.jpg

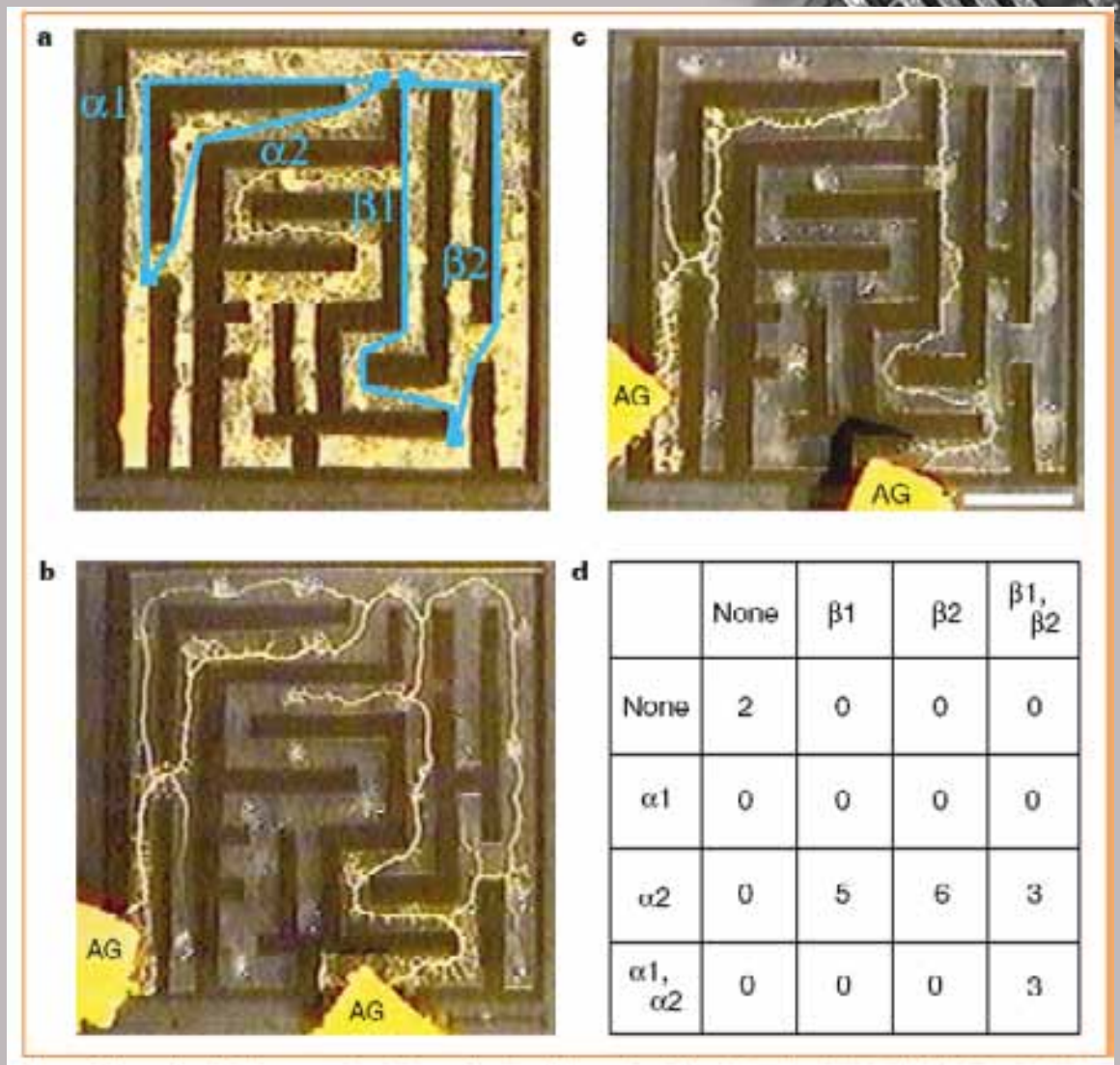
Nevíš kudy kam?

… zeptej se hlenek

Physarum polycephalum

- jakmile našlo cestu z bludiště, upravilo své plazmodium tak, aby co nejkratší cestou propojilo dva zdroje

Nakagaki & al. (2000) - ***Nature***

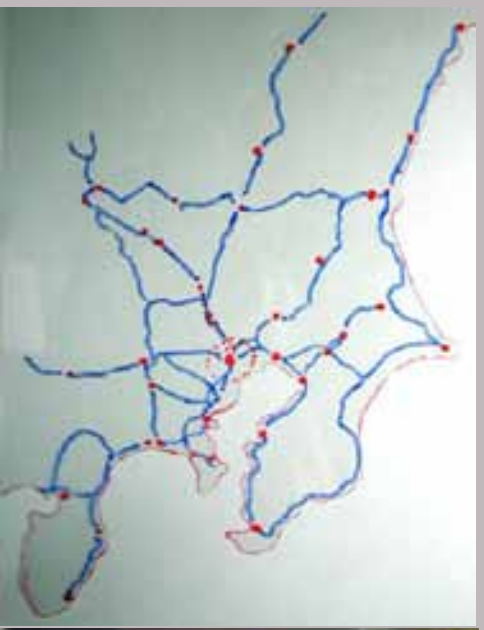


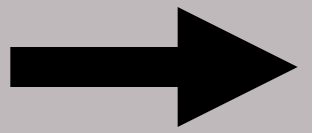
d

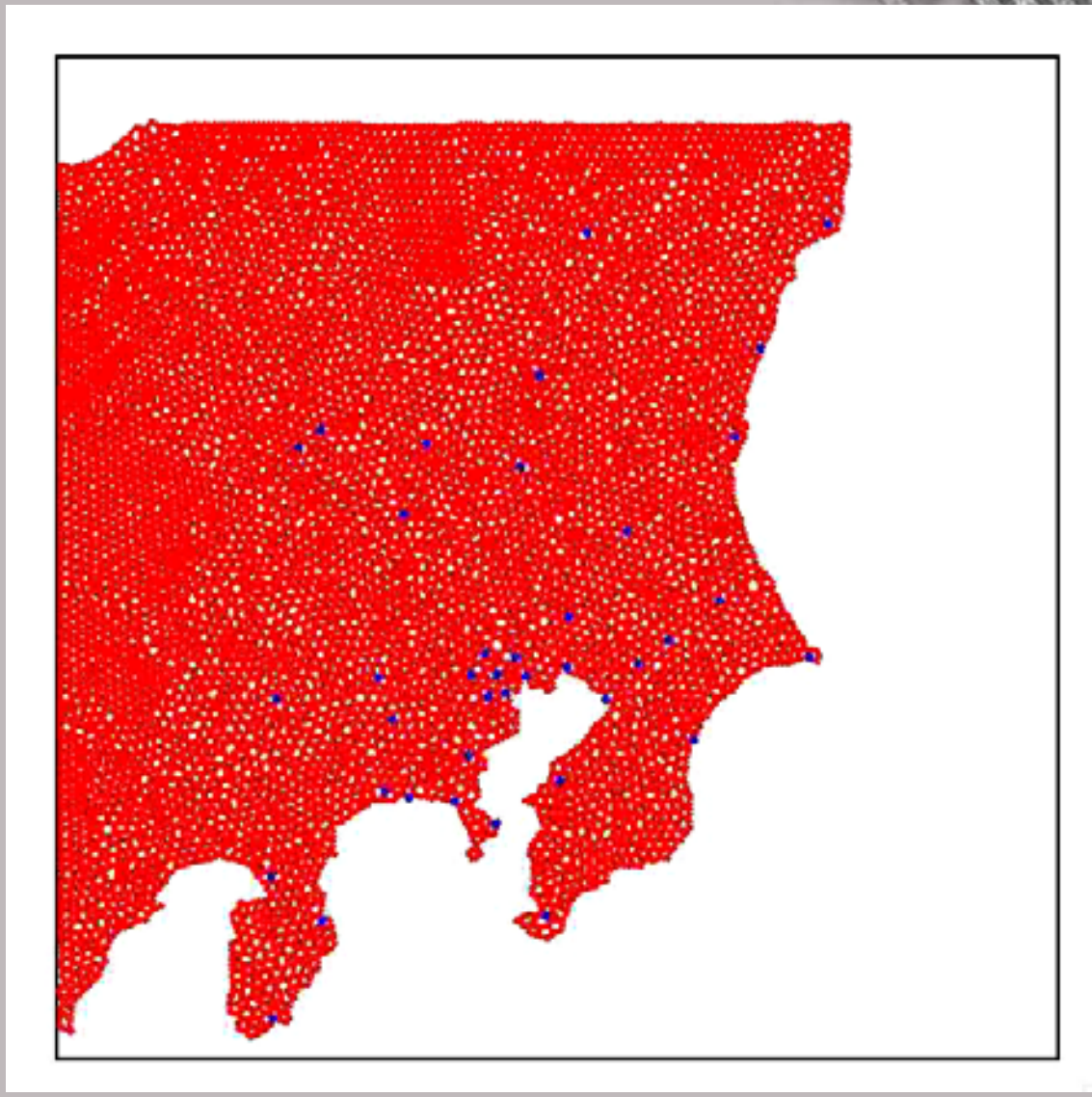
	None	β1	β2	β1, β2
None	2	0	0	0
α1	0	0	0	0
α2	0	5	6	3
α1, α2	0	0	0	3

Figure 1 Maze-solving by *Physarum polycephalum*. **a**, Structure of the organism before finding the shortest path. Blue lines indicate the shortest paths between two agar blocks containing nutrients: α1 (41 ± 1 mm); α2 (33 ± 1 mm); β1 (44 ± 1 mm); and β2 (45 ± 1 mm). **b**, Four hours after the setting of the agar blocks (AG), the dead ends of the plasmodium shrink and the pseudopodia explore all possible connections. **c**, Four hours later, the shortest path has been selected. Plasmodium wet weight, 90 ± 10 mg. Yellow, plasmodium; black, 'walls' of the maze; scale bar, 1 cm. **d**, Path selection. Numbers indicate the frequency with which each pathway was selected. 'None', no pseudopodia (tubes) were put out. See Supplementary Information for an animated version of **a**–**c**.

Japonská železnice a *Physarum*

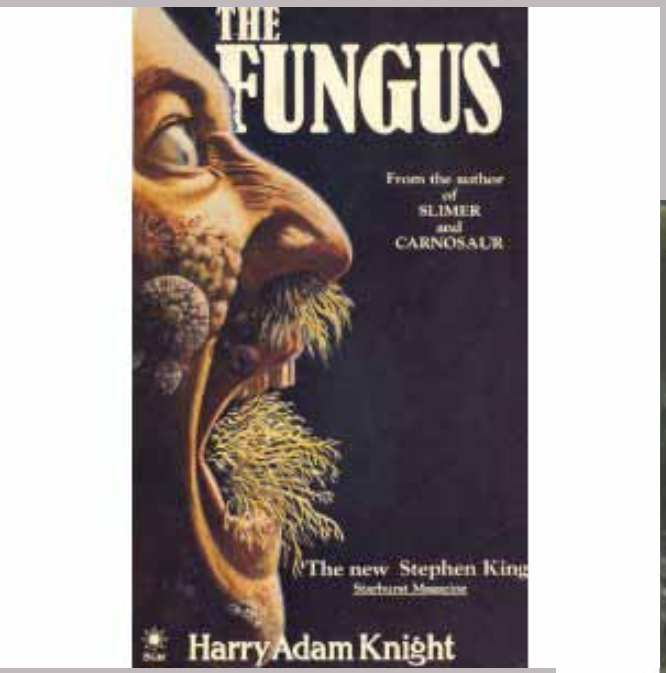


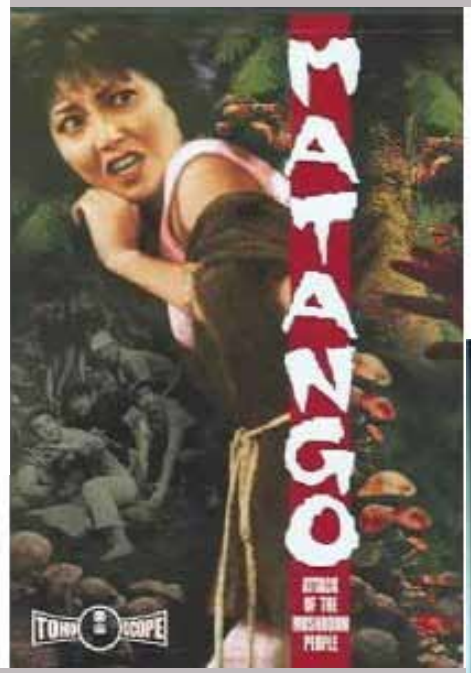




Fricker (2007)

Budoucnost …


THE FUNGUS
From the author of SLIMER and CARNOSAUR
"The new Stephen King"
Harry Adam Knight


MATANGO
ATTACK OF THE MUSHROOM PEOPLE