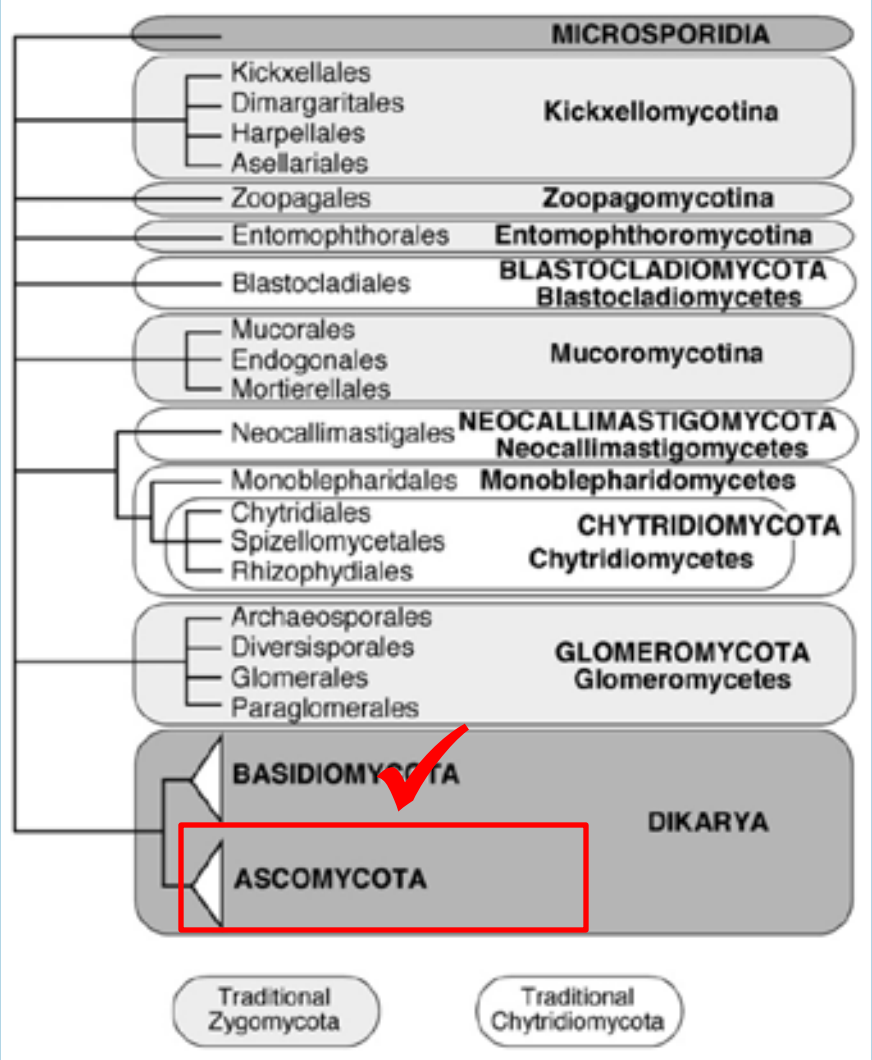
Systém a fylogeneze hub a „houbových organizmů“



Hibbett & al. (2007)

Fungi

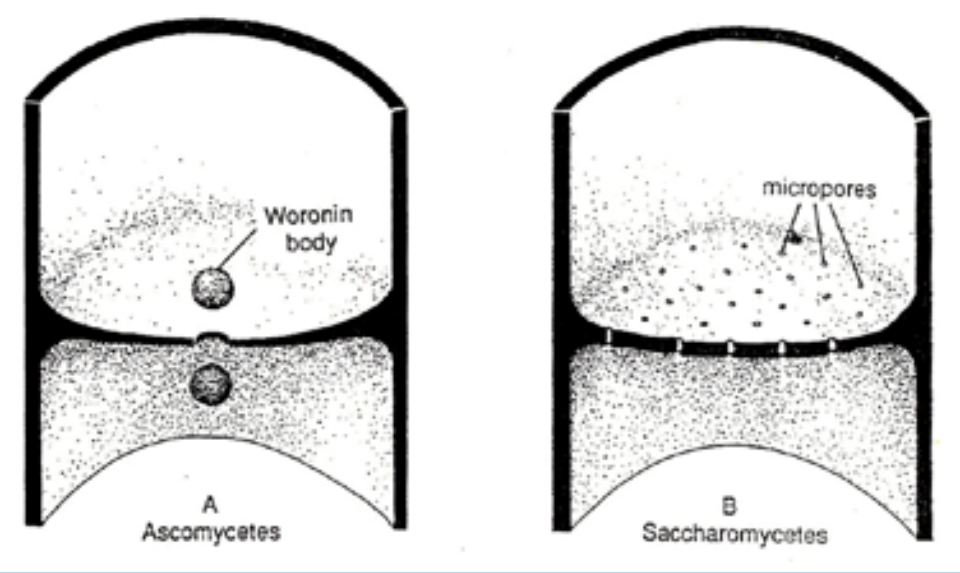
Fungal Phylum	Distinguishing Features of Morphology and Life Cycles	
Chytridiomycota (chytrids)	Flagellated spores	
Zygomycota (zygote fungi)	Resistant zygosporangium as sexual stage	
Glomeromycota (arbuscular mycorrhizal fungi)	Form arbuscular mycorrhizae with plants	
Ascomycota (sac fungi)	Sexual spores (ascospores) borne internally in sacs called asci; ascomycetes also produce vast numbers of asexual spores (conidia)	
Basidiomycota (club fungi)	Elaborate fruiting body (basidiocarp) containing many basidia that produce sexual spores (basidiospores)	

Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

http://science.kennesaw.edu/~jdirnber/Bio2108/Lecture/LecBiodiversity/31_Labeled_Images

Ascomycota

- nejpočetnější skupina hub
- asi **65 tis.** druhů
- vegetativní stélka tvořena septovaným (přehrádkovaným) myceliem, septa s mnoha jednoduchými póry
- časté **kvasinkovité** pučící buňky



- buněčná stěna z **chitinu** (případně s β-glukanem a β-mananem)
- převažující **mycelium haploidní**
- životní cyklus **haplodikaryotický** (některé skupiny haplodiploidní a diploidní)
- v životním cyklu se střídá **anamorfa** (nepohlavní) a **teleomorfa** (pohlavní fáze)

  = dohromady **holomorfa**

Ascomycota

Holomorfa

- anamorfa a teleomorfa jsou morfologicky odlišné, většinou časově a prostorově oddálené
  x identický organizmus (tj. identická DNA)

- v minulosti **pojmenovávány zvlášť**

= platné jméno holomorfy je pouze **jedno**

- u některých skupin není anamorfa/teleomorfa známa (dosud nenalezená, vůbec se netvoří?)

- některé teleomorfní rody spojeny s několika typy anamorfy (odlišný typ konidiogeneze)

doi:10.5598/imafungus.2011.02.02.01 IMA FUNGUS · VOLUME 2 · NO 2: 113–120

One Fungus = One Name: DNA and fungal nomenclature twenty years after PCR

John W. Taylor

University of California Berkeley, 111 Koshland Hall, Berkeley, CA 94720-3102, USA; e-mail: jtaylor@berkeley.edu

Abstract: Some fungi with pleomorphic life-cycles still bear two names despite more than 20 years of molecular phylogenetics that have shown how to merge the two systems of classification, the asexual "Deuteromycota" and the sexual "Eumycota". Mycologists have begun to flout nomenclatorial regulations and use just one name for one fungus. The International Code of Botanical Nomenclature (ICBN) must change to accommodate current practice or become irrelevant. The fundamental difference in the size of fungi and plants had a role in the origin of dual nomenclature and continues to hinder the development of an ICBN that fully accommodates microscopic fungi. A nomenclatorial crisis also looms due to environmental sequencing, which suggests that most fungi will have to be named without a physical specimen. Mycology may need to break from the ICBN and create a MycoCode to account for fungi known only from environmental nucleic acid sequence (i.e. ENAS fungi).

Key words:
Amsterdam Declaration
ENAS
MycoCode
nomenclature
pleomorphic fungi

Article info: Submitted: 8 June 2011; Accepted: 15 June 2011; Published: 12 July 2011.

Ascomycota

Anamorfa

- **konidie** (nepohlavně vzniklé spory)

- **konidiogenní buňky** na konidioforech, proces **konidiogeneze**

- v minulosti kladen velký význam na morfologii a vznik konidií

- konidiogenní buňky se tvoří na **povrchu mycelia** x **uvnitř uzavřených útvarů**

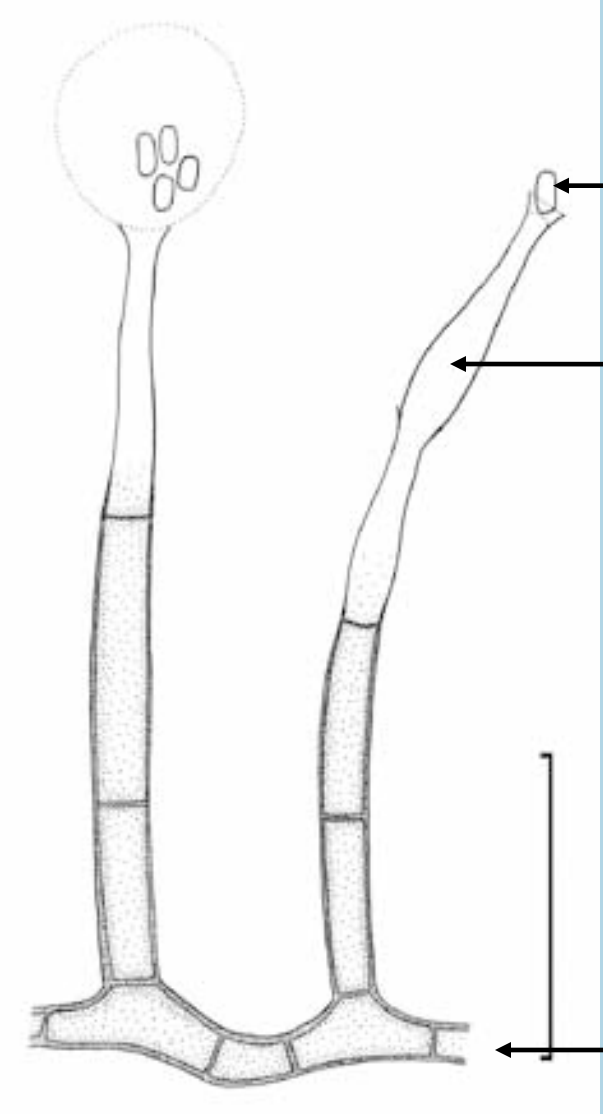
= **umělý systém** se skupinami **hyfomycety** a **coelomycety**, souhrnně označované jako *Deuteromycetes*, *Fungi Imperfecti*, *Mitotic Fungi*, …

x díky DNA lze dnes i anamorfy zařadit do **přirozeného systému**
(anamorfní názvy hub používány hlavně v praxi)

Anamorfy

Drechslera spicifiera anamorfa druhu *Cochliobolus spicifer* (Dothideomycetes, Pleosporales)

Anamorfy



Chloridium preussii anamorfa druhu *Chaetosphaeria preussii* (Sordariomycetes, Chaetosphaeriales)

Anamorfy

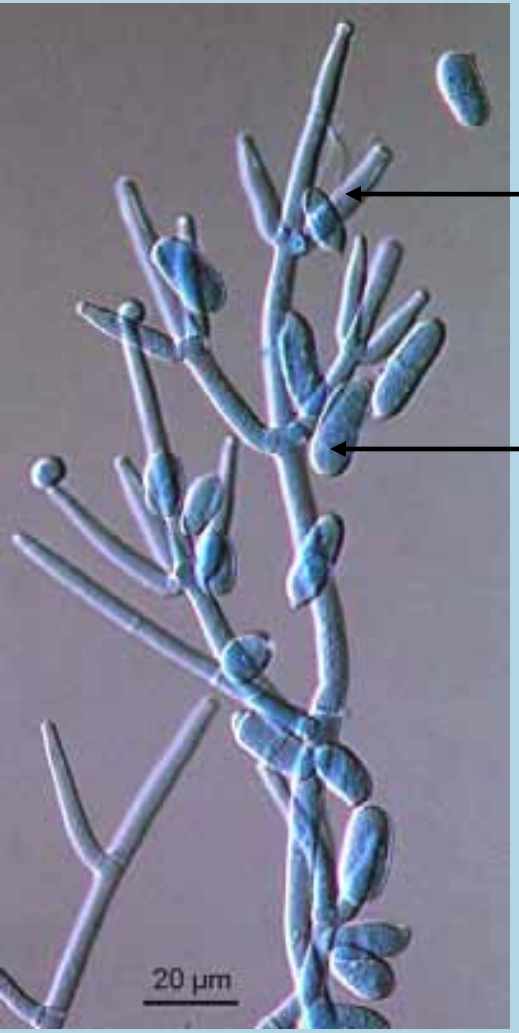
konidie

konidiogenní buňka

konidiofor

Verticicladium trifidum, anamorfa druhu *Desmazierella acicola* (Pezizomycetes, Pezizales)

Anamorfy



konidiogenní buňka

konidie

konidiofor

Cladobotryum mycophilum anamorfa druhu *Hypomyces odoratus*
(Sordariomycetes , Hypocreales)

© A. Kubátová

Anamorfy

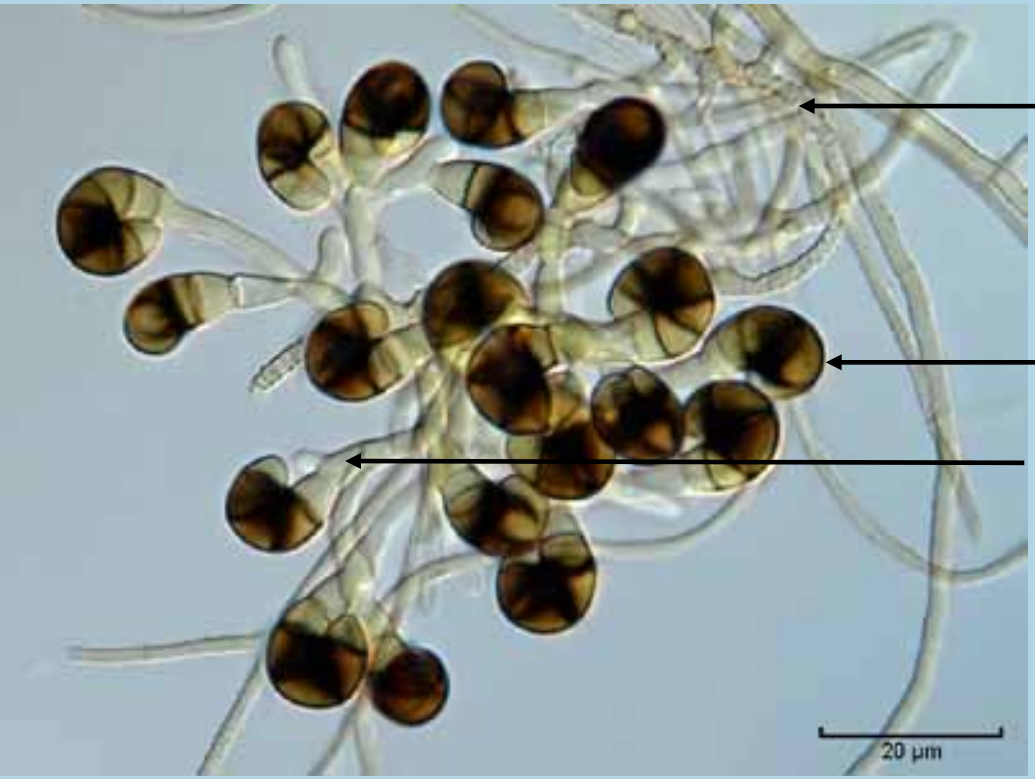
konidie

konidiogenní buňka

konidiofor

Calcarisporium arbuscula, teleomorfa neznámá
(Sordariomycetes, Hypocreales)

Anamorfy



vegetativní mycelium

konidie

konidiogenní buňka

Slimacomyces monosporus, teleomorfa neznámá
(Pezizomycotina inc. sed.)

Anamorfy

konidiogenní buňka

konidie

konidiofor

Chaetopsis grisea, teleomorfa neznámá
(Pezizomycotina inc. sed.)

Anamorfy

konidiogenní buňka

konidiofor

konidie

vegetativní mycelium

Chalara piceae-abietis, teleomorfa neznámá
(Leotiomycetes, Helotiales)

Anamorfy

konidiogenní buňka

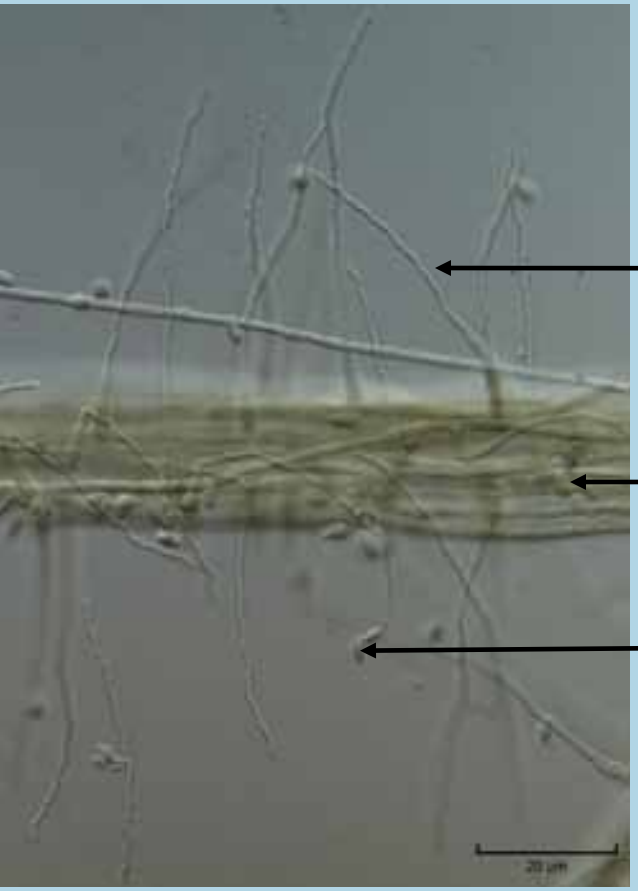
konidie

konidiofor

Penicillium griseofulvum, teleomorfa neznámá
(Eurotiomycetes, Eurotiales)

© A. Kubátová

Anamorfy



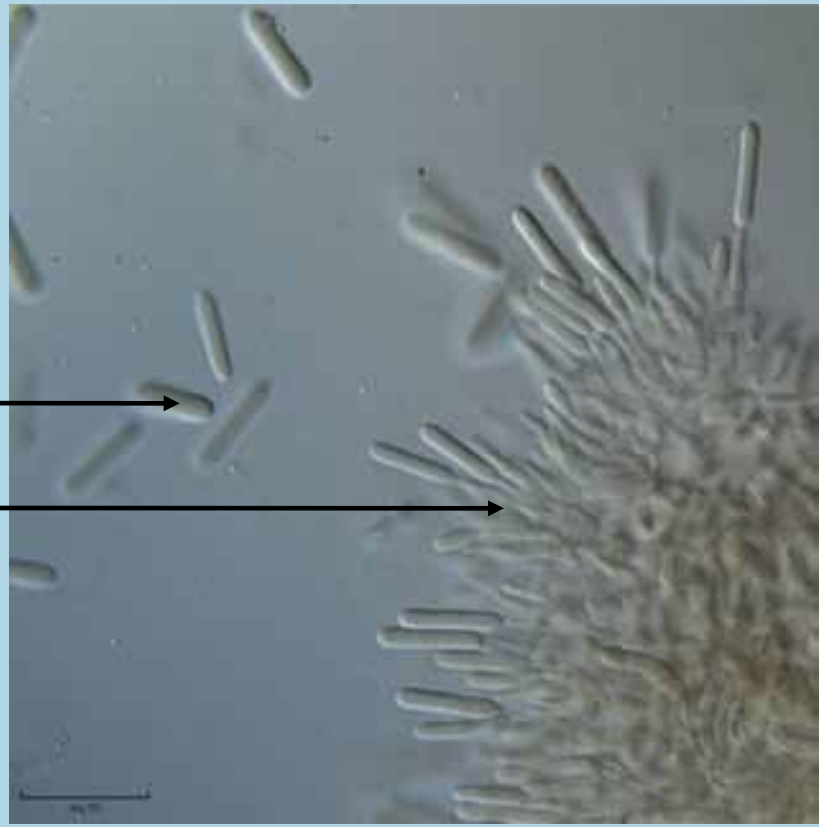
Acrodontium crateriforme, teleomorfa neznámá
(Pezizomycotina inc. sed.)

Anamorfy

konidie

konidiogenní buňka

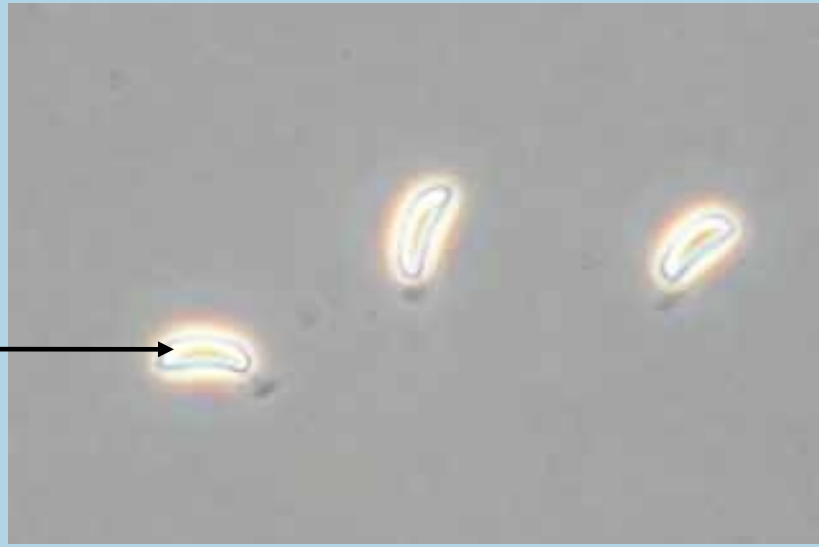
pyknida



Ceuthospora pinastri anamorfa druhu *Phacidium lacerum* (Leotiomycetes, Helotiales)

Anamorfy

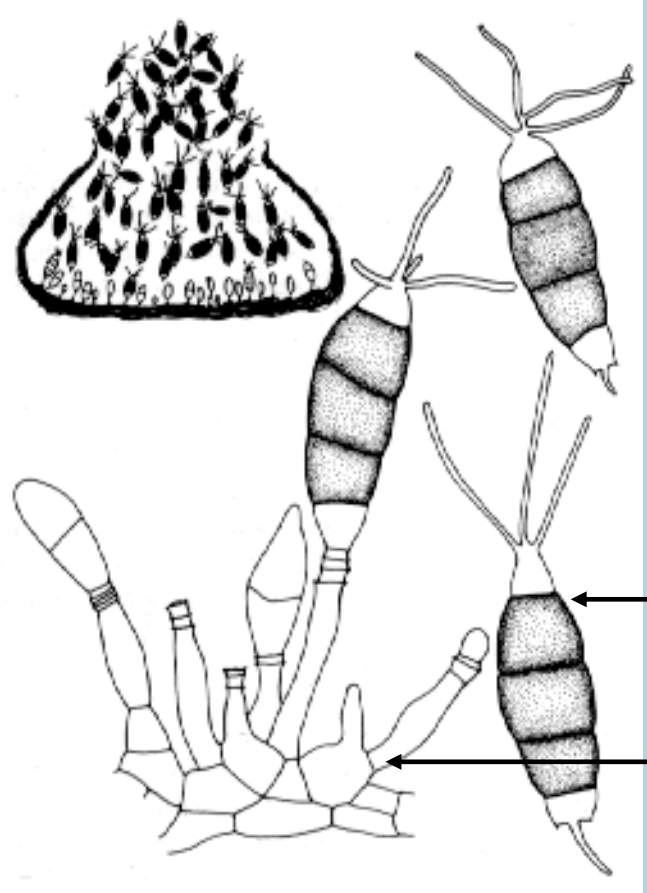
konidie



pyknida

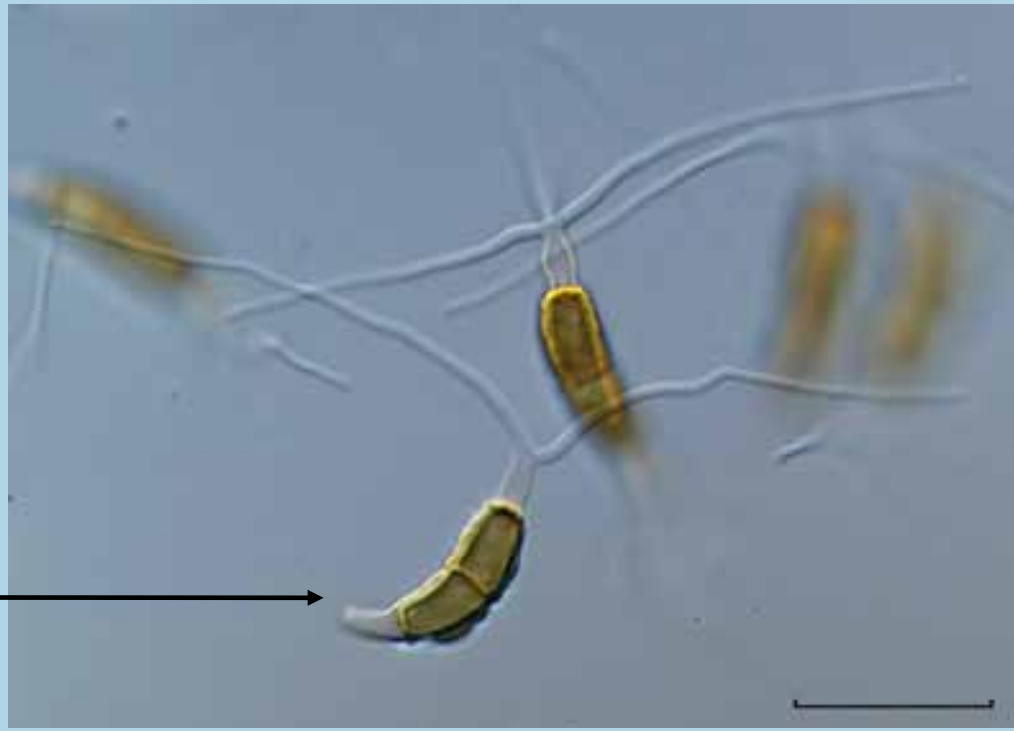
Allantophomopsis lycopodina, teleomorfa neznámá
(Leotiomycetes, Helotiales)

Anamorfy



konidie

konidiogenní buňka



Pestalotipsis sp. teleomorfa neznámá
(Sordariomycetes, Xylariales)

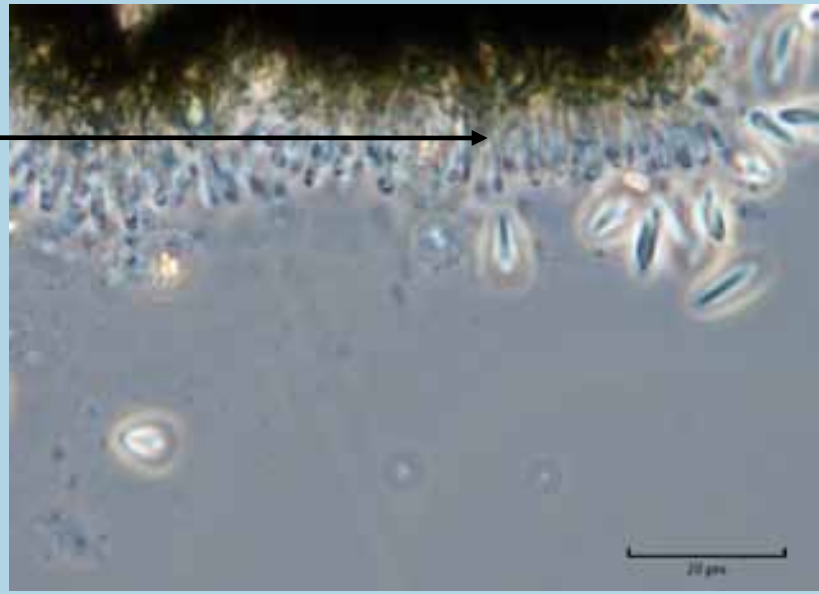
http://website.nbm-mnb.ca/mycologywebpages/Moulds/Pestalotiopsis.html

Anamorfy

konidie

pyknida

konidiogenní buňka



chlupy na
povrchu pyknidy

Chaetomella atra, teleomorfa neznámá
(Pezizomycotina inc. sed.)

… a několik (desítek) tisíc dalších druhů

Ascomycota

Teleomorfa

-pohlavní proces v plodnici

- **gametangiogamie**, **gametogamie** nebo **somatogamie**

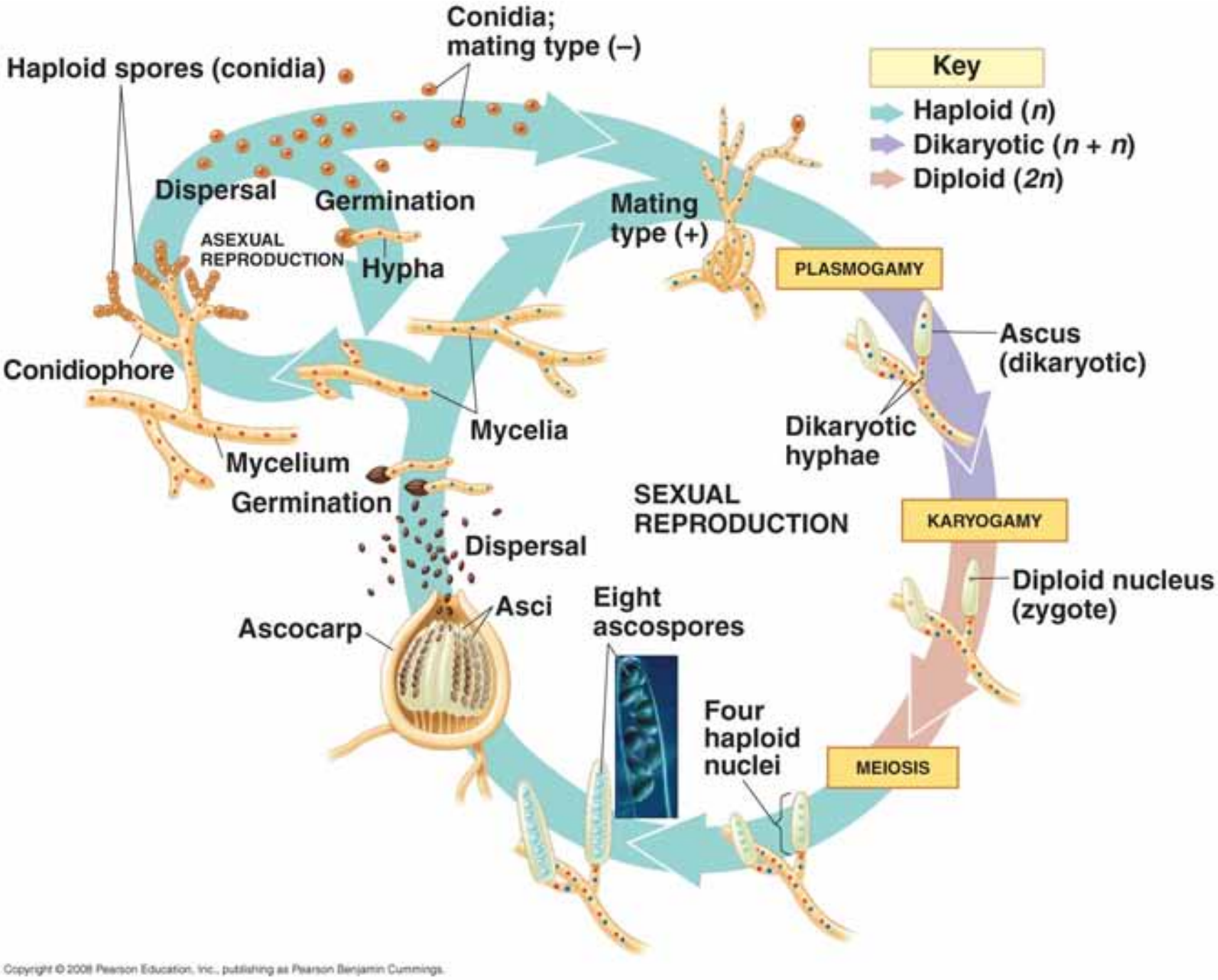
- samičí **askogon** s **trichogynem** oplozen ze samčího **antheridia**, nebo **spermacií**

- krátká dikaryotická fáze (**askogenní hyfy**)

- na askogenních hyfách mladá **vřecka (ascus)**, uvnitř **karyogamie**, **R!** a **konjugovaná mitóza**

- **vřecko s 8 askosporami**

- **vřecko** s askosporami charakteristické pro celé **Ascomycota**



http://science.kennesaw.edu/~jdirnber/Bio2108/Lecture/LecBiodiversity/31_Labeled_Images

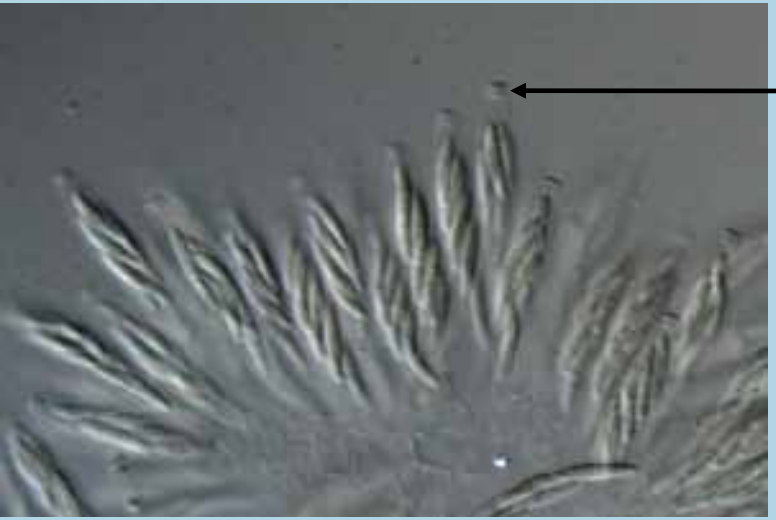
Ascomycota

Teleomorfa

- základní počet **askospor ve vřecku** je **8**

- možná redukce až na 1 nebo další mitózy
  a až stovky askospor

- otevírání **prasknutím stěny** (primitivnější skupiny),
  víčkem a nebo vytlačením askospor přes **askoapikální aparát**



askoapikální aparát

Niesslia sp.

Anthostomella formosa

Ascomycota

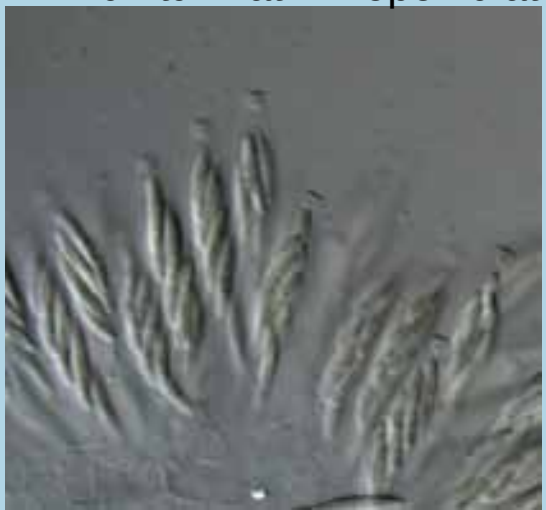
Teleomorfa

- vřecka prototunikátní (otevírají se **rozpadem stěny**)
  unitunikátní (**víčko** nebo skrz **askoapikální aparát**)
  bitunikátní (**jack-in-the-box**)

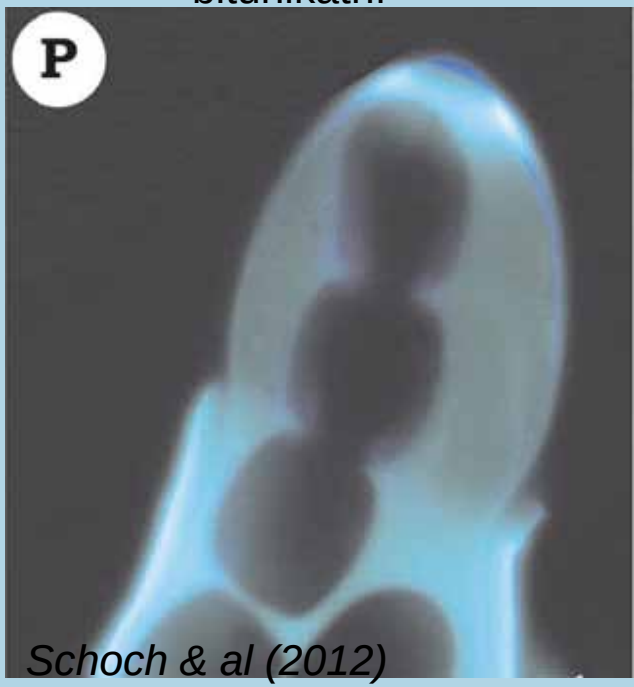
unitunikátní operkulátní

prototunikátní

unitunikátní inoperkulátní



bitunikátní



Schoch & al (2012)

Ascomycota

Teleomorfa

- askospory 1-více buněčné, světlé či tmavé, s či bez přívěsků a slizových obalů

Propolis versicolor

Actidium hysterioides

Mytilinidion mytilinelum

Ascomycota

Teleomorfa

- plodnice (**askokarp**) odvozené ze tří základních typů:

kleistothecium – kulovité, uzavřené, otvírá se nejčastěji prasknutím; vřecka tvořená nepravidelně uvnitř plodnice

apothecium – miskovité, vřecka umístěna v otevřeném **hymeniu**

perithecium – kulovitá až lahvicovitá plodnice s vřecky tvořenými v **hymeniu** uzavřeném v plodnici (na bázi nebo po stěnách)

- může dojít k jejich přeměně v typy zcela nepodobné původnímu tvaru (apothecium → uzavřená podzemní plodnice)

- mohou být samostatné (jednotlivé, nebo ve shlucích), nebo prorážející ze substrátu, nebo zanořené ve **stromatu**

Ascomycota

Teleomorfa

- hlavní vývojové skupiny dle morfologie plodnice

Hemiascomycetes
Ascomycetes

Ascomycetes

askokarp, je-li vyvinut, buď bez otvoru, nebo štítovitý anebo s vřecky nepravidelně uspořádanými	askokarp za zralosti široce rozevřený, vřecka v paralelních řadách	askokarp lahvicovitý, otvírající se za zralosti ostiolami; vřecka v paralelních řadách
Plectomycetes	*Discomycetes*	*Pyrenomycetes*
1. *Plectascales*	1. *Pezizales*	1. *Hypocreales*
2. *Erysiphales*	2. *Helvellales*	2. *Dothideales*
3. *Exoascales*	3. *Tuberales*	3. *Sphaeriales*
	4. *Phacidiales*	4. *Laboulbeniales*
	5. *Hysteriales*	

Domin (1944)

Ascomycota

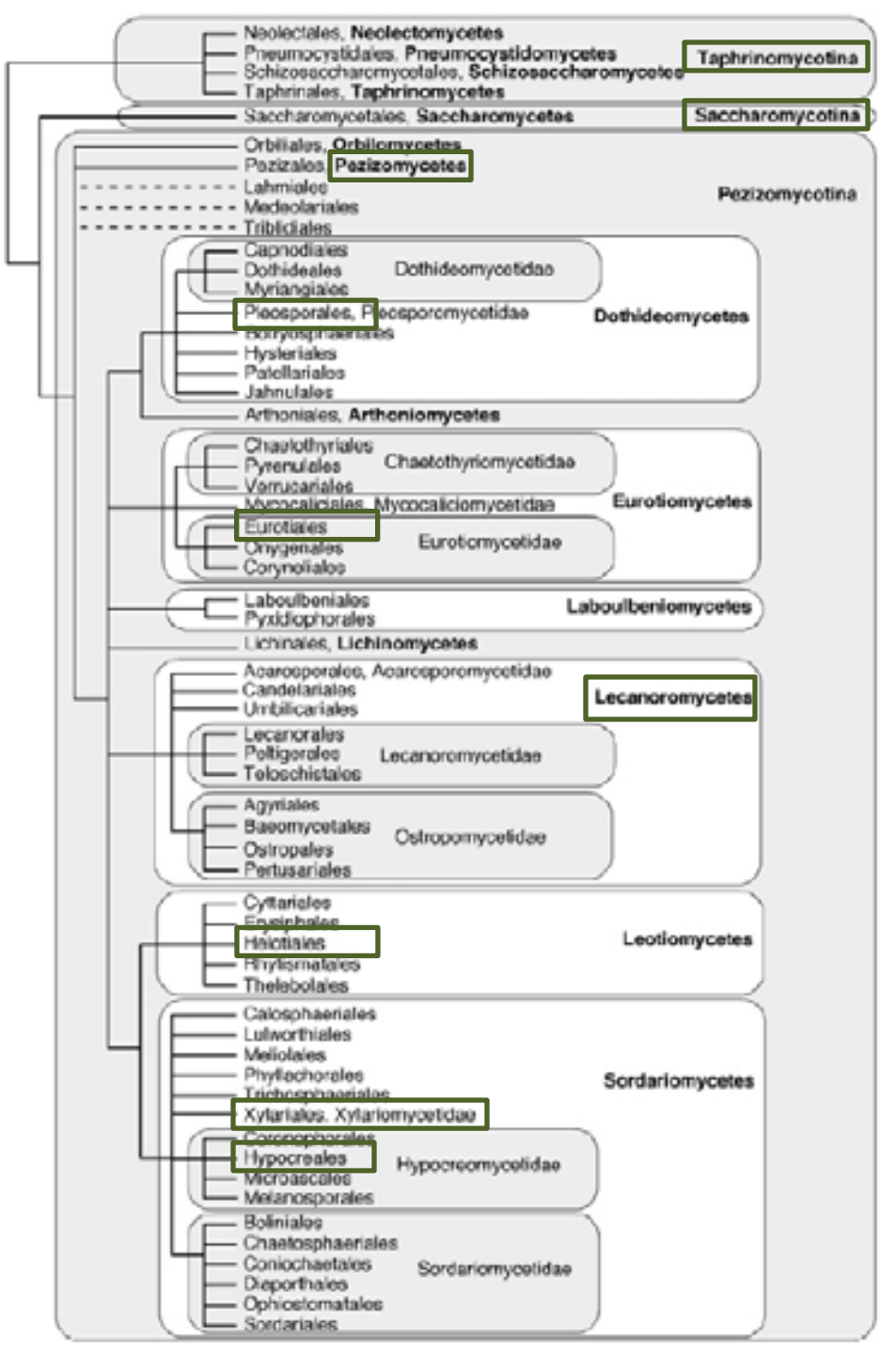
- systém dnes

- **co z něj vybrat?**

  - **Taphrinomycotina**
  - **Saccharomycotina**

    - **Pezizomycetes**
    - **Dothideomycetes**
      - **Pleosporales**
    - **Eurotiomycetes**
      - **Eurotiales**
    - **Lecanoromycetes**
    - **Leotiomycetes**
      - **Helotiales**
    - **Sordariomycetes**
      - **Xylariales**
      - **Hypocreales**

Hibbett & al. (2007)



Ascomycota

Taphrinomycotina

- bazální skupina askomycetů

- definována teprve nedávno na základě molekulárních dat

= obsahuje různorodé skupiny (dříve různě řazené, některé dokonce i mimo Fungi)

Neolectomycetes

- monotypická, rod *Neolecta* (4 druhy)

- terestrický saprotrof (?mykorhizní - asociace se stromy?), **apothecium**

- S Amerika, S Evropa a Asie

Neolecta irregularis
http://en.wikipedia.org/wiki/Neolecta

Ascomycota

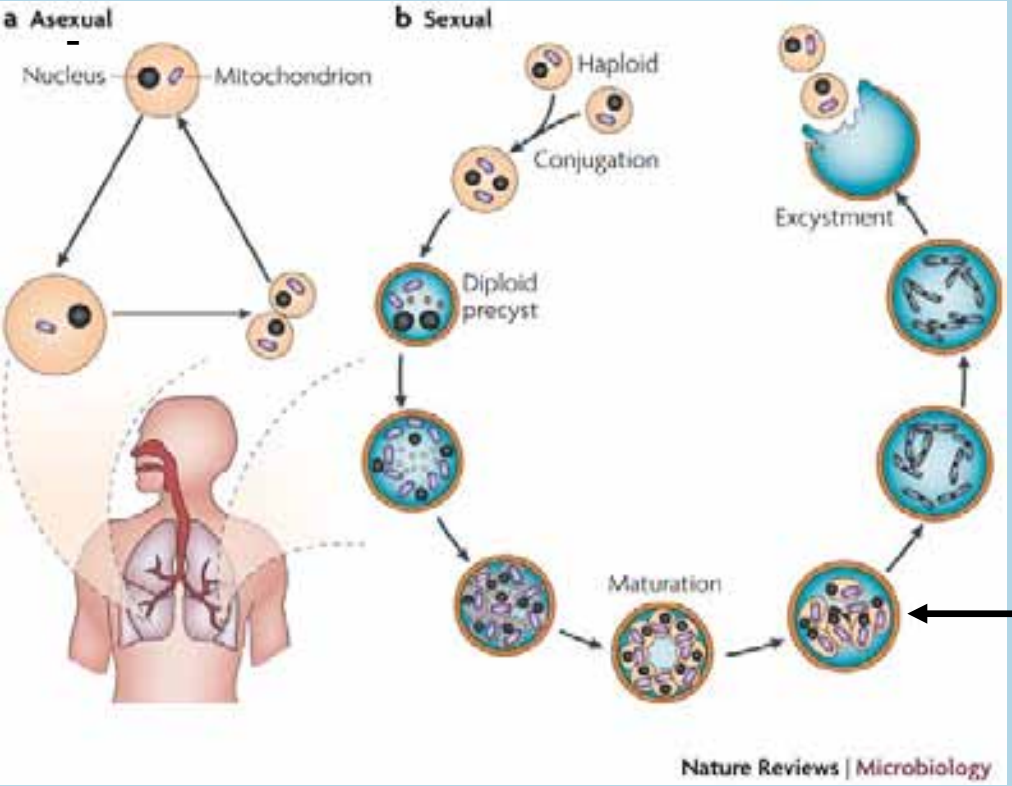
Taphrinomycotina

Pneumocystidomycetes

- monotypická, rod *Pneumocystis* (5 druhů), dřív Protozoa

- komenzál savců vč. člověka, běžně přítomen v dýchacích cestách

x HIV nakažení a lidé po transplantaci citliví, onemocnění **pneumocystóza**



vřecko s askosporami!

Thomas (2007) Nature Reviews Microbiology **5**, 298-308

Ascomycota

Taphrinomycotina

Taphrinomycetes

- **biotrofní organotropní** rostlinní parazité

- dikaryotické veget. mycelium, bez plodnic, vřecka vznikají přímo z pletiva hostitele

- *Taprina*

Taphrina deformans
- vřecka na listech a symptomy na stromě
http://opera3.over-blog.com/article-marre-du-taphrina-deformans-51489595.html

Ascomycota

Taphrinomycotina

Taphrinomycetes

Taphrina betulina
- čarověníky na břízách

Taphrina johansonii
- deformace květů topolů

http://www.forestryimages.org/browse/tax.cfm?fam=730&genus=Taphrina

Ascomycota

Saccharomycotina

Saccharomycetes

- jednotlivé **kvasinkovité pučivé buňky**, za nepříznivých podmínek pučivé **pseudomycelium,** buněčná stěna s β-glukanem a β-mananem

- nepohlavní rozmnožování nejčastěji **pučivými konidiemi**

- **pohlavní proces somatogamie** (splývají 2 buňky), zygota se mění ve **vřecko**, **R!**

- životní cyklus haplobiontní, **haplo-diplobiontní (*S. cerevisiae*)** nebo diplobiontní

- **saprotrofové** všudypřítomní, substráty s dostatkem jednoduchých živin

- určování do druhů na základě enzymatického profilu

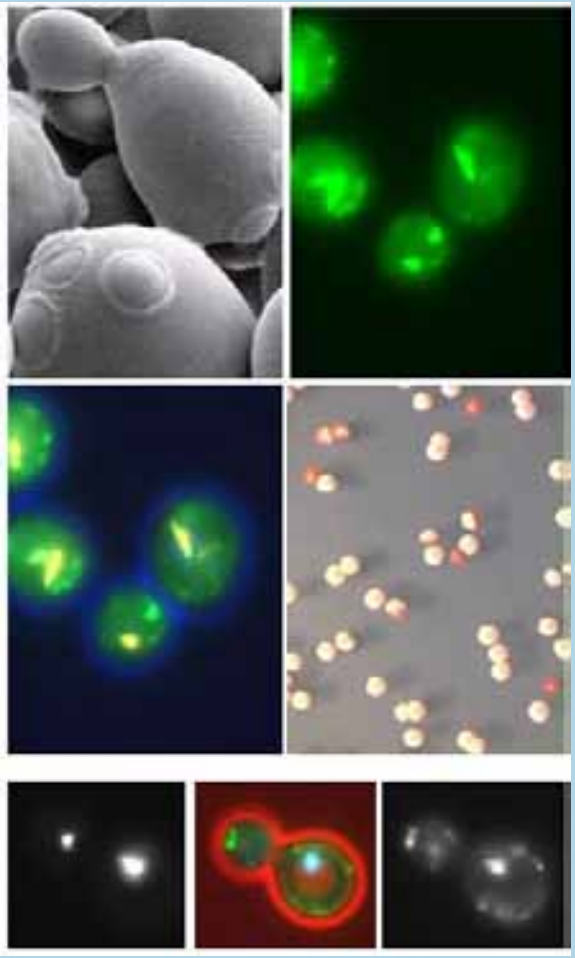
- *Saccharomyces, Pichia*

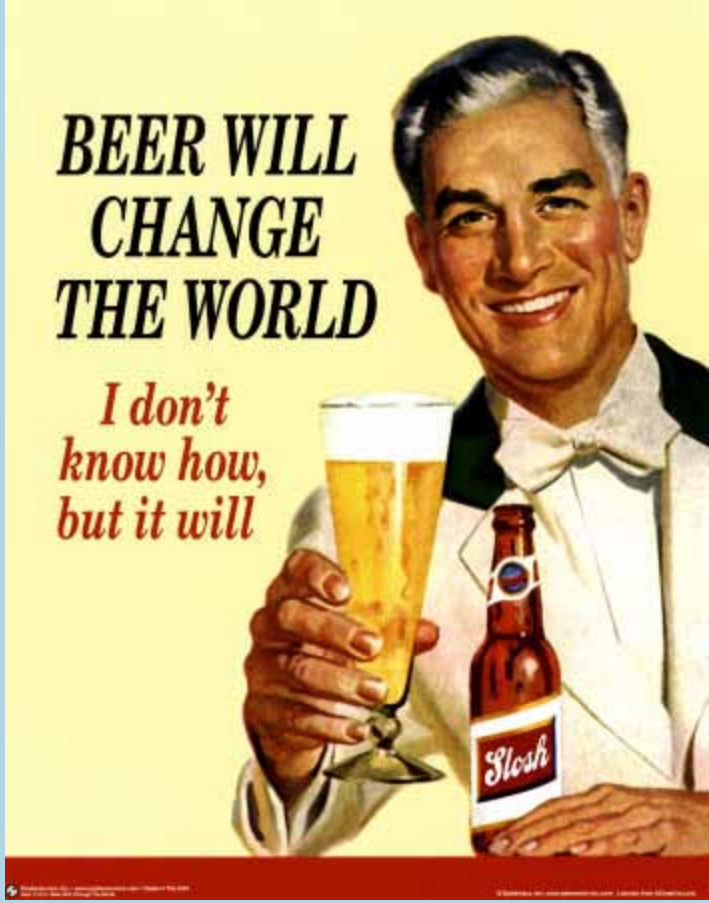
pozn. ***Endomycetes*** *– v některých učebnicích, buď jako synonymum Saccharomycetes, nebo obsahovalo i Taphrinomycotina; zcela* ***umělá a dnes už překonaná jednotka, NEPOUŽÍVAT!***

Ascomycota

Saccharomycotina

Saccharomycetes





S. cerevisiae – jak ji znáte i neznáte

http://www.bio.davidson.edu/courses/genomics/2004/Bossie/MFYG.html

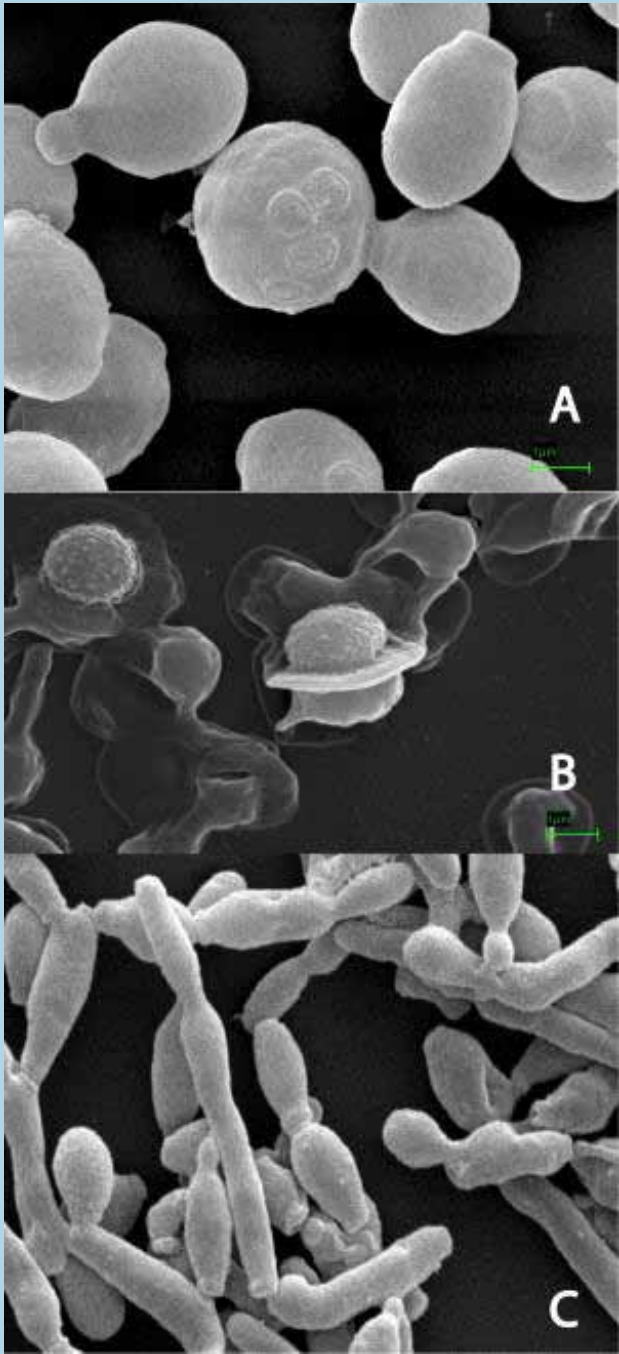
Ascomycota

Saccharomycotina

Saccharomycetes

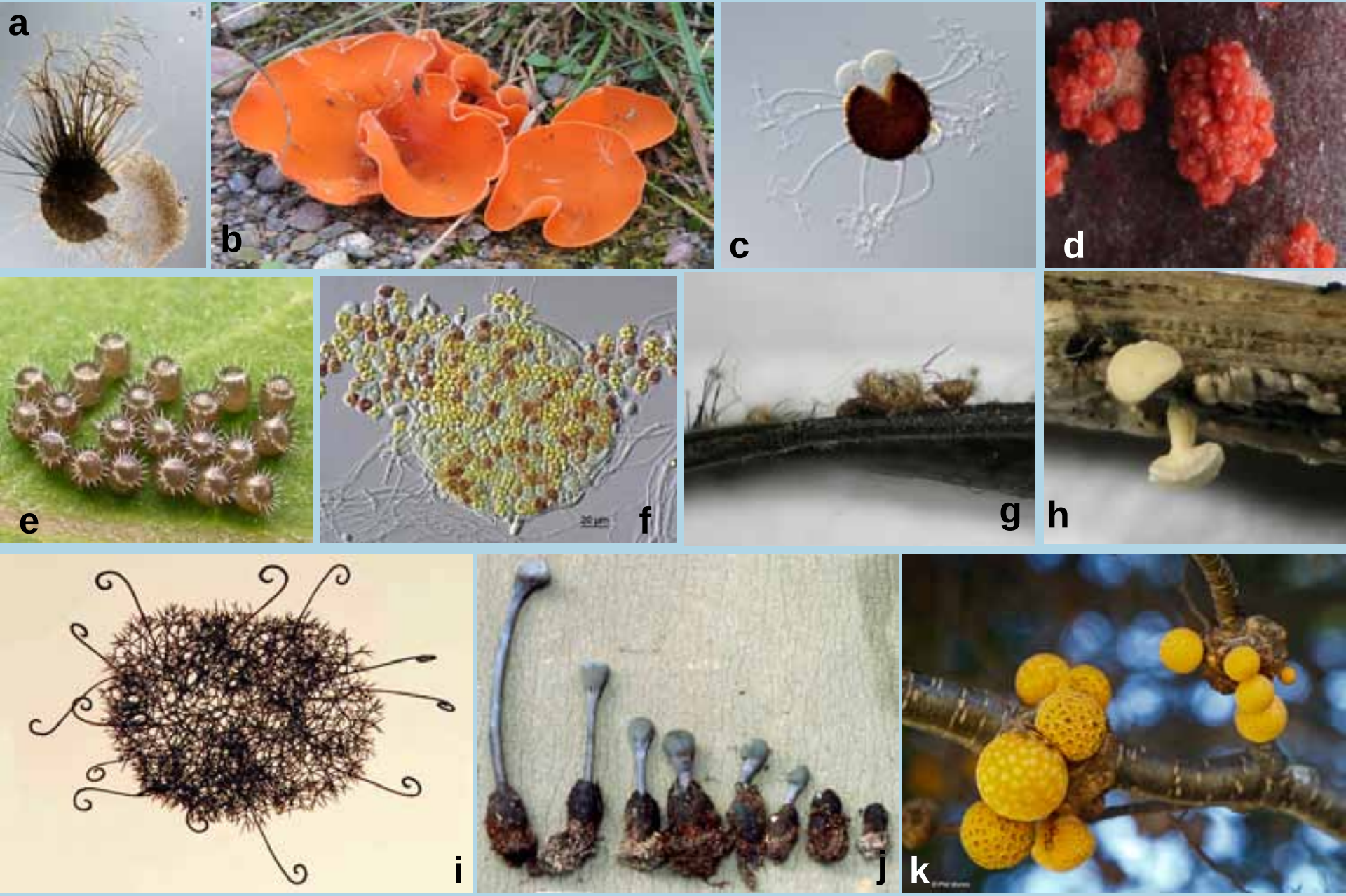
Pichia

- běžní saprotrofové na tlejícím materiálu
- častí symbionti v trávicím systému bezobratlých živočichů
- fermentace řady sacharidů, potenciál pro biopaliva
- modelový druh ve výzkumu, průmyslová produkce enzymů
- osekvenován genom u *S. cerevisiae* a *P. pastoris*



Pichia stiptica

http://www.sciencedaily.com/releases/2007/03/070305141222.htm


a
b
c
d
e
f
g
h
i
j
k

Ascomycota

Pezizomycotina

Pezizomycetes

- makroskopické plodnice typu **apothecium**, často různé **přetvořené**
- saprotrofní (půda, opad, koprofilní)
- vřecko se otevírá **víčkem**, askospory jednobuněčné, hladké i ornamentované
- anamorfa většinou není známá
- *Peziza*, *Morchella, Tuber*, *Terfezia*, *Helvella*

Peziza arvenensis
http://forum.fungiworld.com/index.php?topic=4129.0c

Ascomycota

Pezizomycotina

Pezizomycetes

Sarcoscypha austriaca

Verpa bohemica

http://www.hlasek.com/cchoubyascomycetes1an.html

Ascomycota

Pezizomycotina

Pezizomycetes

Morchella

- dlouze stopkaté **apothecium**, na jaře na mulči v zahradách

Morchella conica

http://www.smrzovka.cz/index.asp

Ascomycota

Pezizomycotina

Pezizomycetes

Tuber magnatum

- podzemní plodnice z uzavřených **apothecií**
- nejvíce ceněný druh lanýže, rekord je 330 tis. USD za plodnici 1,5 kg!!!

Tuber aestivum
- vzácně nacházen i u nás

http://burle.blog.cz/1010/lanyz-cesky-z-raje-to-ma-nekdo-stesti-aneb-stesti-preje-pripravenym

http://en.wikipedia.org/wiki/Truffle_(fungus)

Ascomycota

Pezizomycotina

Pezizomycetes

Terfezia

- podzemní plodnice z uzavřených **apothecií**
- výskyt v pouštních oblastech Středního Východu

- byla to posvátná mana, kterou nakrmil Mojžíš Izraelský lid po odchodu z Egypta?

Exodus 16:15-31

http://botit.botany.wisc.edu/toms_fungi/manna.html

Ascomycota

Pezizomycotina

Eurotiomycetes

Eurotiales

- plodnice typu **kleistothecium**, někdy jen obalené sítí hyf (gymnothecium)

- **saprotrofní** (půda, opad, koprofilní), často na potravinách, osmofilní a termofilní, producenti řady **toxinů**

- vřecko jednoduché, otevírá se lyzí, askospory jednobuněčné, často s prstenci

- anamorfa často převládá, jednobuněčné prašné konidie vznikají z úzkých lahvicovitých buněk (**fialid)**

- *Penicillium* (teleomorfa *Eupenicillium* a *Talaromyces*), *Paecilomyces*, *Aspergillus* (teleomorfa *Eurotium, Emericella*), *Elaphomyces*

Ascomycota

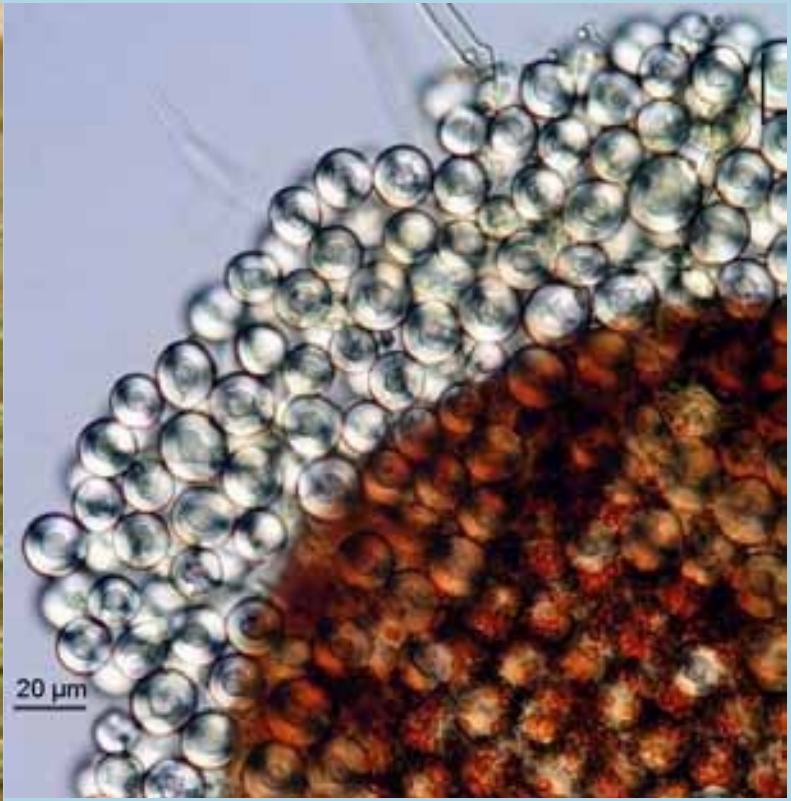
Pezizomycotina

Eurotiomycetes

Eurotiales

Emericella nidulans (anam. *Aspergillus nidulans*)

- kontaminant potravin a krmiv, termotolerantní (růst při 37 C), toxin sterigmatocystin



© A. Kubátová

Ascomycota

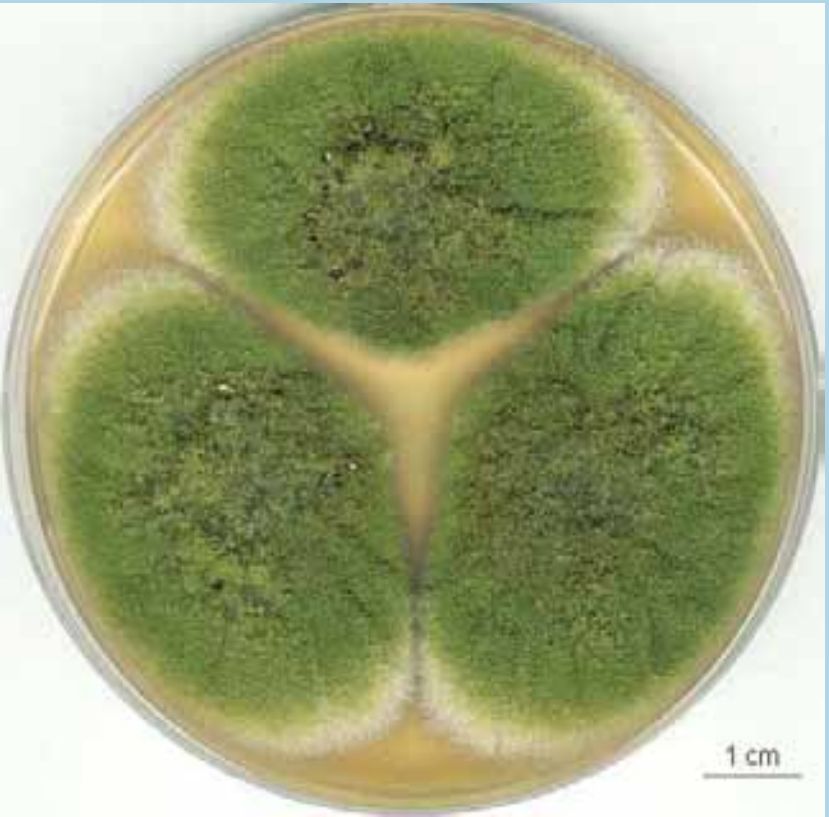
Pezizomycotina

Eurotiomycetes

Eurotiales

Aspergillus flavus

- častý půdní druh v teplejších oblastech, kontaminant potravin (arašídy a koření)
- mykotoxiny **aflatoxin B1**, 3-nitropropionová kyselina a cyklopiazonová kyselina



© A. Kubátová

Ascomycota

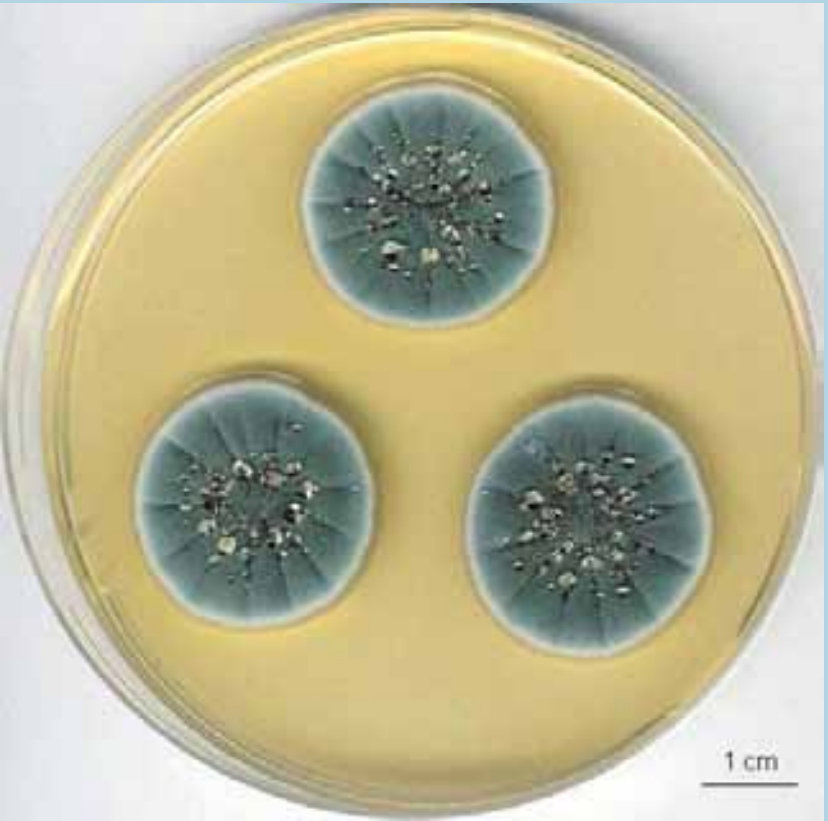
Pezizomycotina

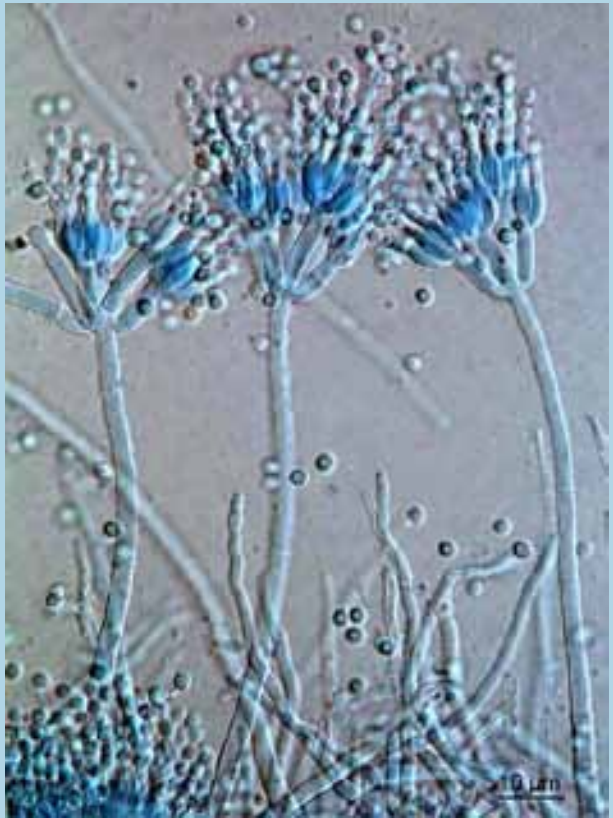
Eurotiomycetes

Eurotiales

Penicillium citrinum

- běžný druh v půdě, na potravinách, krmivech
- mykotoxin citrinin (poškozuje ledviny)





© A. Kubátová

Ascomycota

Pezizomycotina

Eurotiomycetes

Eurotiales

Umělá inokulace citronu
- *P. digitatum* (šedozelený porost)
- *P. italicum* (modrozelený porost)

http://www.youtube.com/watch?v=RgMD8URvCug&feature=c4-overview-vl&list=PLv2z0U2Hw5sQiMvPGw1oxsug68SNpPWZU

Umělá inokulace jablka *P. expansum*

© A. Kubátová

Ascomycota

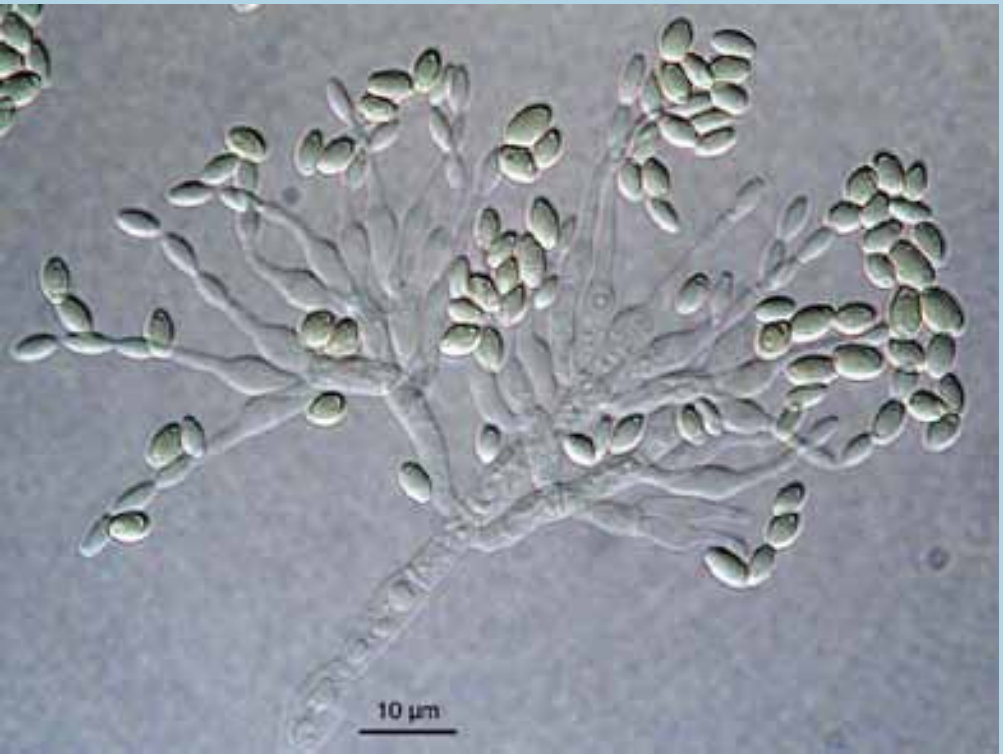
Pezizomycotina

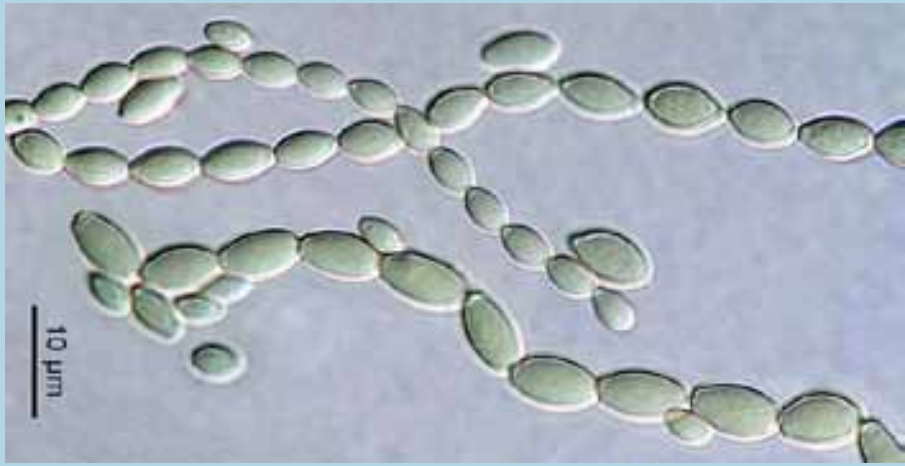
Eurotiomycetes

Eurotiales

Paecilomyces variotii

- častý kontaminant potravin a krmiv, producent **patulinu** a **viriditoxinu**, příležitostně patogen člověka





© A. Kubátová

Ascomycota

Pezizomycotina

Lecanoromycetes

- převážně **lichenizovaná** skupina

- vegetativní stélka tvořena houbovým symbiontem s autotrofním symbiontem (řasou nebo sinicí) v tenké vrstvě pod povrchem

- dle přichycení k substrátu a celkového vzhledu (více typů = **dimorfní**)

korovitá

keříčkovitá

lupenitá

http://science.kennesaw.edu/~jdirnber/Bio2108/Lecture/LecBiodiversity/31_Labeled_Images/31_23-Lichens-U.jpg

Ascomycota

Pezizomycotina

Lecanoromycetes

- houba tvoří plodnici (apothecium nebo perithecium)

- rozmnožování pomocí **askospor** (**pohlavní**, pouze **mykobiont**) nebo specializovaných útvarů

= **sorédie** (houbová vlákna obalující řasy), vznik v **sorálech**

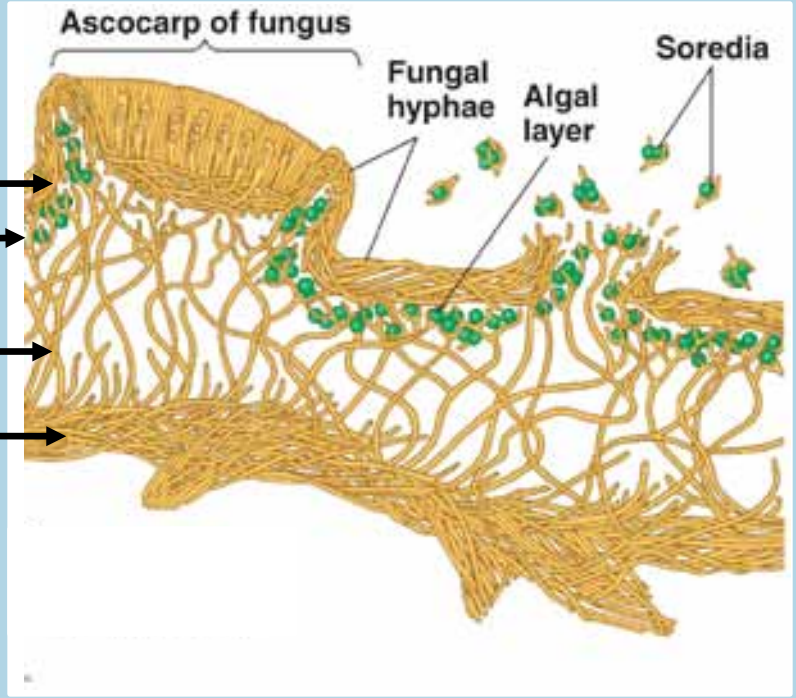
= **izídie** (části stélky určené k odlomení, obsahují houbu i řasu)

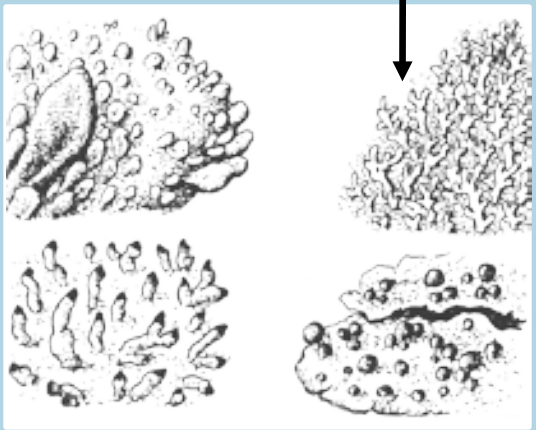
svrchní korová vrstva

gonidiová vrstva

dřeň

spodní korová vrstva





http://science.kennesaw.edu/~jdirnber/Bio2108/Lecture/LecBiodiversity/31_Labeled_Images/31_23-Lichens-U.jpg

Cetraria islandica

Cladonia stellaris

Thamnolia vermicularis

Solorina saccata

http://en.wikipedia.org/wiki
http://poronmaitohoitola.com/?page_id=7

Ascomycota

Pezizomycotina

Leotiomycetes

Helotiales

- plodnice typu **apothecium**, většinou miniaturní, často výrazně barevné
- saprotrofové (parazité)

- *Bisporella*, *Hymenoscyphus*

Bisporella citrina

Hymenoscyphus pseudoalbidus

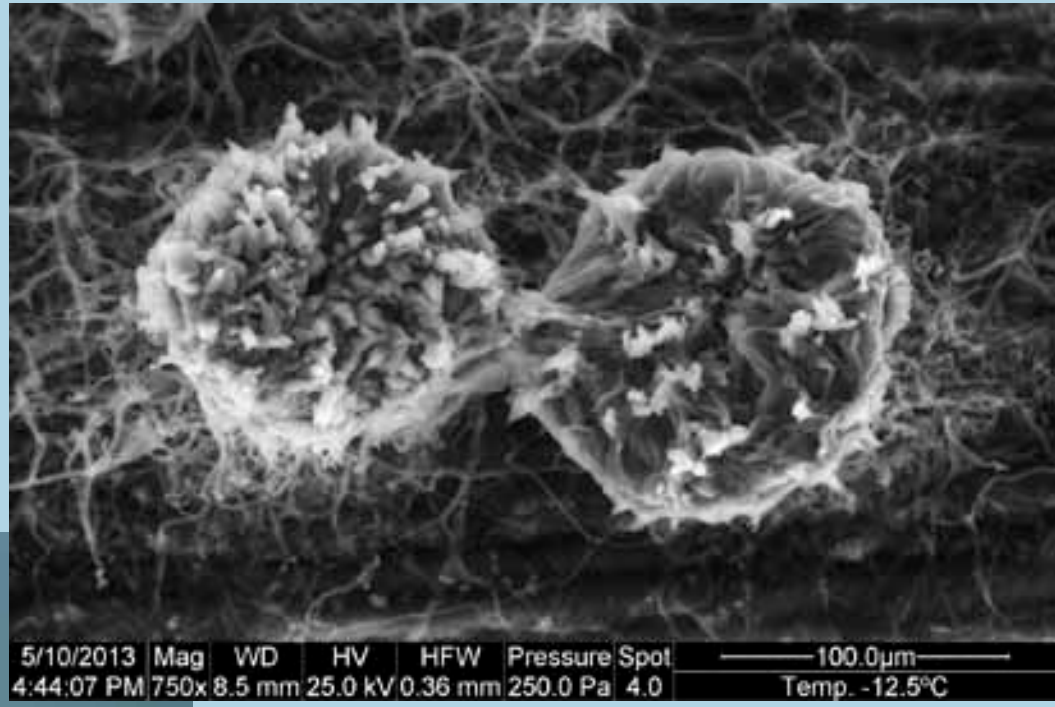
Ascomycota

Pezizomycotina

Leotiomycetes

Helotiales

- plodnice typu **apothecium**



Unguicularia unguiculata
- v kultuře apothecia

Ascomycota

Pezizomycotina

Sordariomycetes

Xylariales

- plodnice typu **perithecium**, často zanořená v tvrdém **stromatu**, stroma charakteristicky tvarované a nejčastěji černě zbarvené

- **lignikolní** saprotrofové (parazité), jediné askomycety schopné **bílé hniloby dřeva**

- *Xylaria*, *Hypoxylon*

Xylaria polymorpha
- stroma a jeho řez s plodnicemi

http://botit.botany.wisc.edu/toms_fungi/apr2000.html

Ascomycota

Pezizomycotina

Sordariomycetes

Xylariales

Xylaria hypoxylon
- stroma s **plodnicemi** (spodní, černá část) a **anamorfou** produkující konidie (svrchní bílá část)

Hypoxylon howeanum
- mladá stromata s větvenou **anamorfou**

http://www.nasehouby.cz/houby/description.php?key=Hypoxylon%20howeanum

Ascomycota

Pezizomycotina

Sordariomycetes

Xylariales

Rosellinia gigaspora
askoapikální aparát (J+)

Ascomycota

Pezizomycotina

Sordariomycetes

Hypocreales

- plodnice typu **perithecium**, často zanořená v dužnatém **stromatu**, stroma většinou polštářovité nebo stopkaté , výrazně barevné

- saprotrofové na rostlinném opadu a parazité (rostliny, houby a hmyz)

- ekologicky i biotechnologicky významné anamorfy (produkce toxinů, parazité hospodářských plodin x průmyslově využitelné enzymy)

- *Hypocrea*, *Claviceps*, *Cordyceps*, *Epichloë*, *Nectria* (teleomorfy)

- *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Tubercularia, Beauveria* (anamorfy)

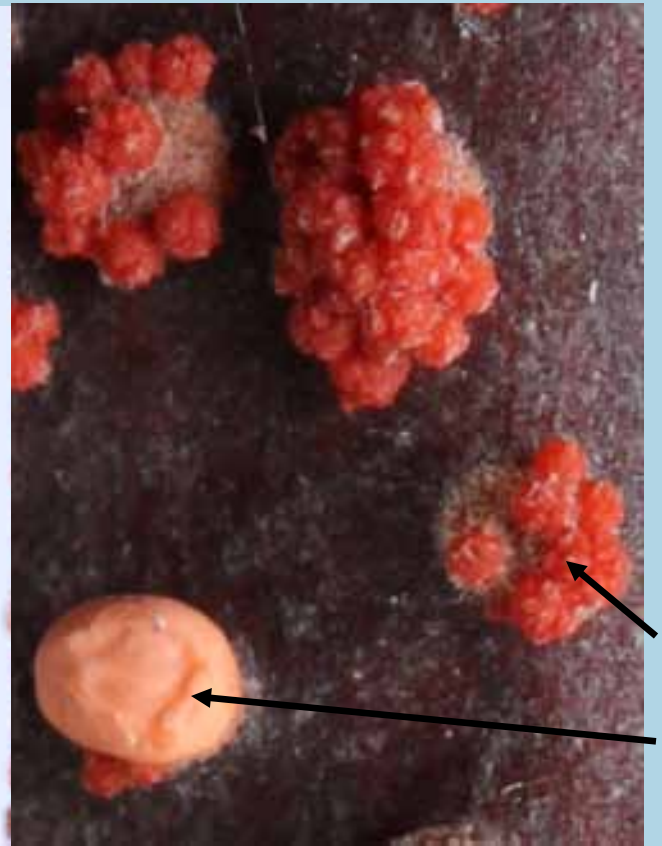
Ascomycota

Pezizomycotina

Sordariomycetes

Hypocreales

Epichloë typhina
- stromata na stéblech, endofyt
(anamorfa rodu *Neotyphodium*)



Nectria coccinea
- perithecia na větvičce

+ anamorfa rodu *Tubercularia*

Hypocrea gelatinosa
http://www.biolib.cz/en/image/id69566/

Ascomycota

http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/1097181328-udalosti/213411000101104/obsah/289117-parazit-likviduje-lesy-v-krusnych-horach/

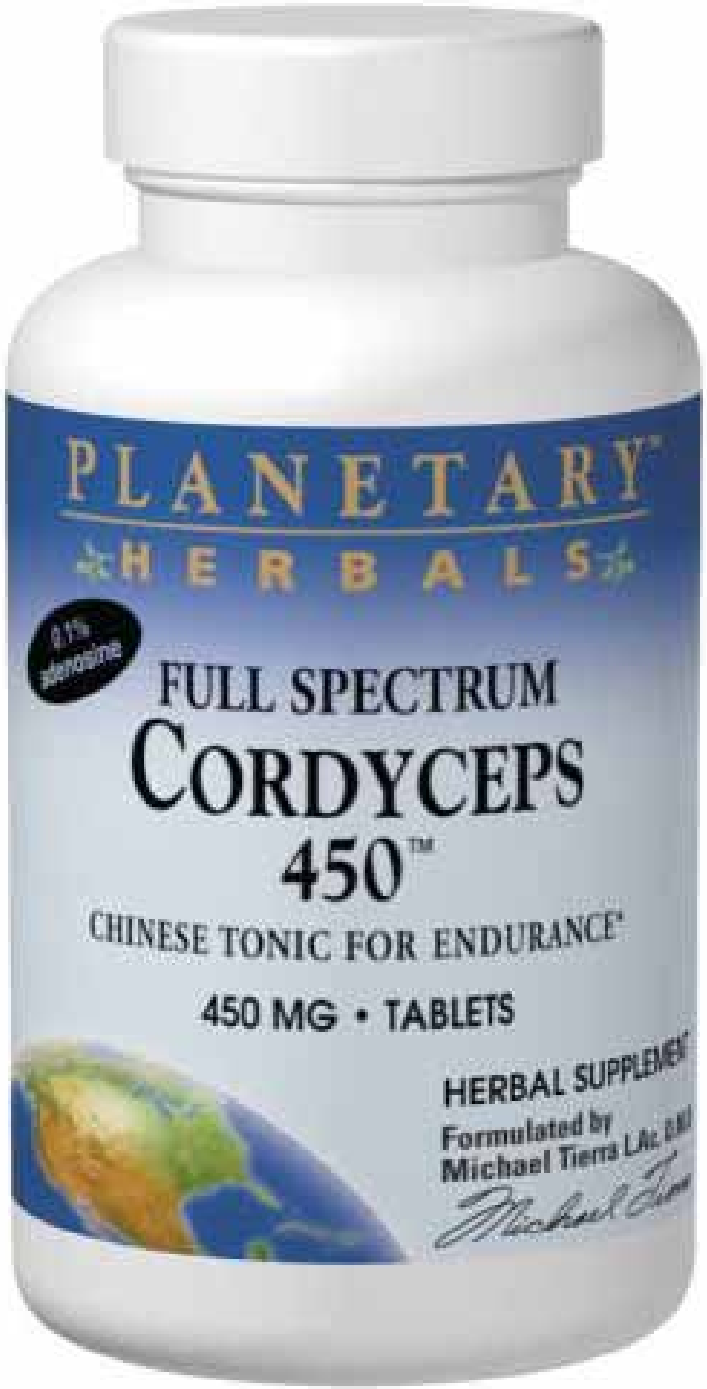
Pezizomycotina

Sordariomycetes

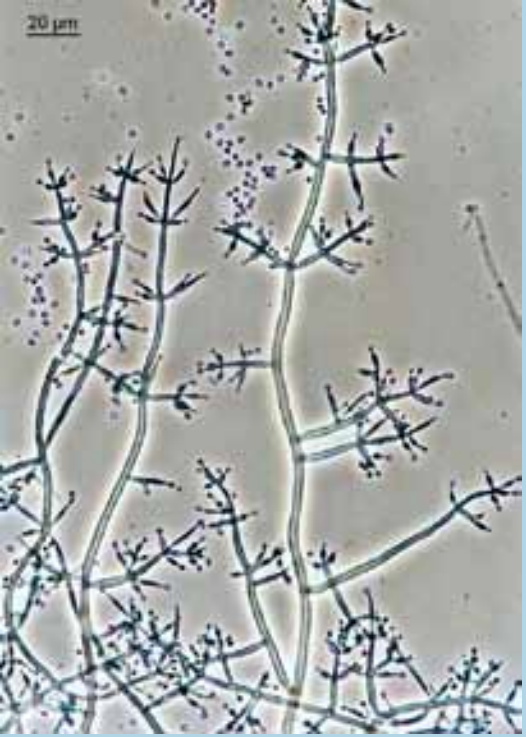
Hypocreales

http://www.arboristika.sk/skodci/sdata/128.htm

Cordyceps ophioglossoides
vs. *Elaphomyces granulatus*
http://grzyby.strefa.pl/Cordyceps_ophioglossoides.html



Cordyceps spp.
http://www.bbc.co.uk/nature/life/Cordyceps
http://www.utexas.edu/courses/zoo384l/sirena/species/fungi/



Trichoderma harzianum
- běžný druh v půdě a na rostlinných zbytcích
- toxinogenní celulolytická houba

© A. Kubátová

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

Gliocladium roseum

www.osel.cz

"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 nimochodem 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 lihové 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

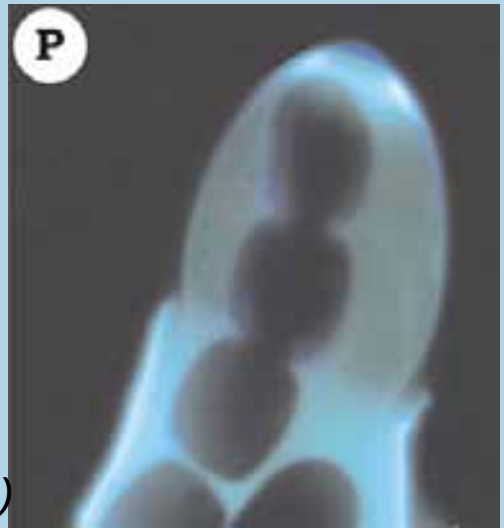
Ascomycota

Pezizomycotina

Dothideomycetes

Pleosporales

- **plodnice ve stromatu,** vřecka bitunikátní, askospory septované
- saprotrofové na rostlinném opadu, koprofilní, endofyté a parazité (rostlin, hub a bezobratlých)
- *Cochliobolus*, *Pleospora*, *Venturia* (teleomorfy)
- *Alternaria*, *Drechslera* (anamorfy)



Schoch & al. (2011)

Sporormiella intermedia
- vřecko, detail jack-in-the-box

http://www.mykoweb.com/articles/Dung-through-the-Ages.html

Drechslera spicifera anamorfa druhu *Cochliobolus spicifer*
- může způsobovat alergické reakce

Venturia inaequalis
http://tilia.zf.mendelu.cz/ustavy/551/ustav_551/aplikace/choroby.htm

Ascomycota a jak je učit?

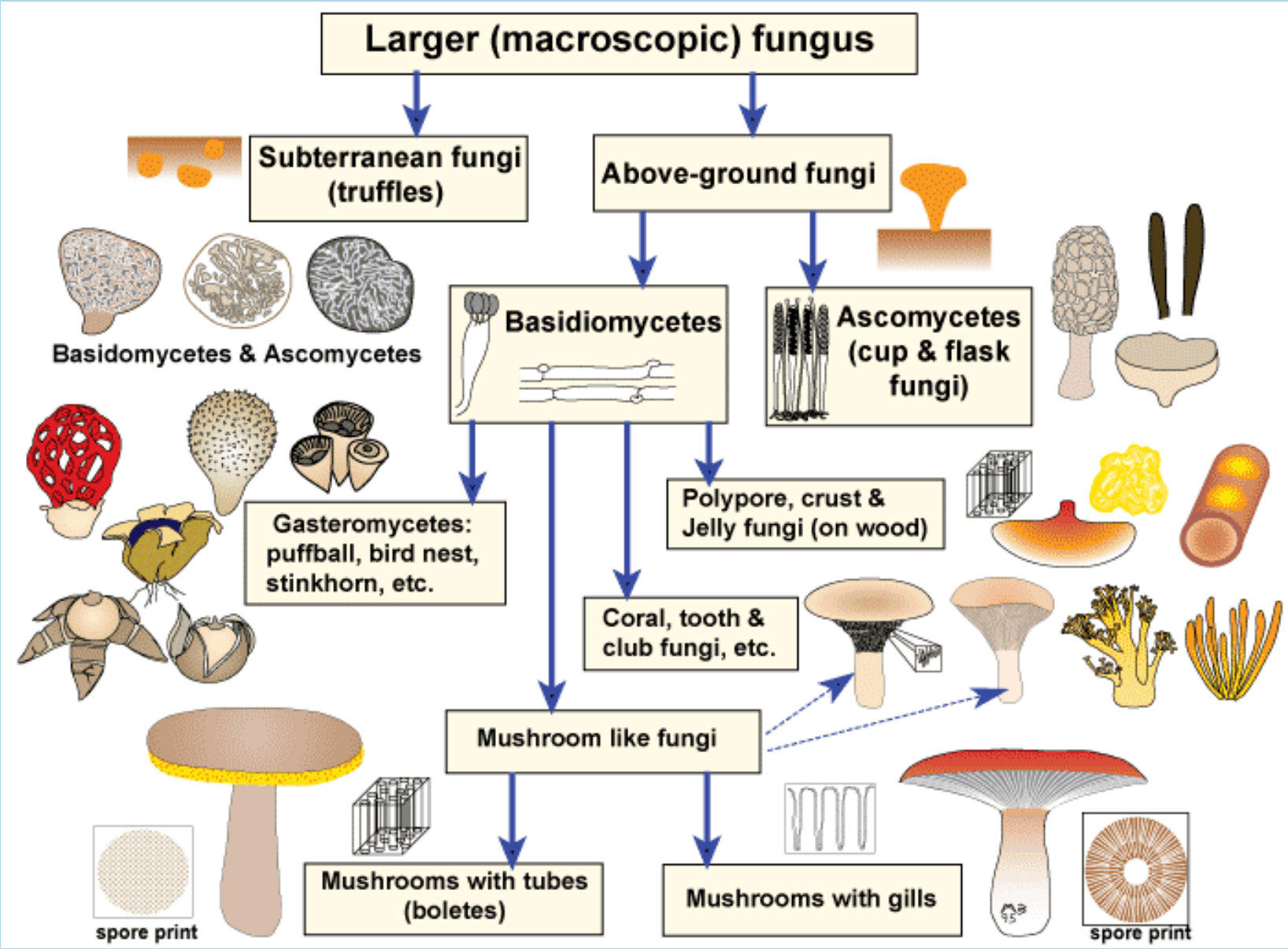
- asi dobré zachovat hlavní vývojové větve, tj. pododdělení

- jak je pojmenovat?

Ascomycota / houby vřeckovýtrusé

- **Taphrinomycotina /kadeřavky**
- **Saccharomycotina /kvasinky**
- **Pezizomycotina /<u>pokročilé</u> vřeckovýtrusé houby**
  - Pezizomycetes
  - Lecanoromycetes
    - Eurotiales
    - Xylariales
    - Hypocreales

- kolik zástupců vybrat? Známé či méně známé?



http://mycorrhizas.info/ecmf.html