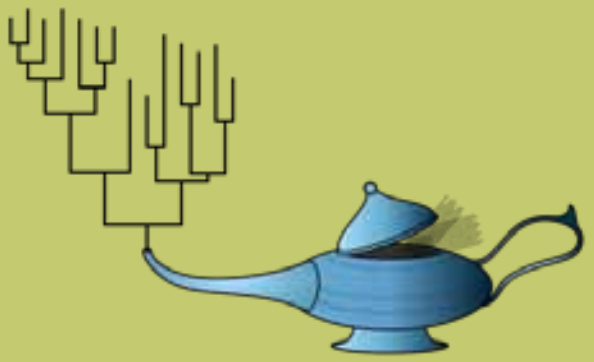
Diverzita, systém a fylogeneze hub

a „houbových organizmů“



http://www.phylogeny.fr/

http://www.ceskatelevize.cz/porady/10193435721-houby-houby-houby/208542154200001/

Kolik je druhů hub?

- známo asi **98 – 100 tis**. druhů hub (98,128 dle *Dictionary of Fungi 2008*)
- bez synonym cca 60 – 90 tis. druhů

- odhad **1,5 - 5 mil.** druhů

Table 2. Published estimates of the extent of fungal diversity to have appeared since 1990.

Author	Estimated species (millions)
Pascoe (1990)	2.7
Hawksworth (1991)	1.5
Hammond (1992)	1
Smith & Waller (1992)	1 (on tropical plants alone)
Hywel-Jones (1993)	1.5 (insect fungi awaiting discovery only)
Rossman (1994)	1
Dreyfuss & Chapela (1994)	1.3 (endophytes alone)
Hammond (1995)	1.5
Shivas & Hyde (1997)	0.27 (plant pathogens alone)
Aptroot (1997)	0.04–7 (world ascomycetes alone)
Cannon (1997)	9.9
Fröhlich & Hyde (1999)	1.5 + (figure viewed as very conservative)
May (2000)	0.5
Arnold *et al.* (2000)	1.5 + (figure markedly underestimates fungal diversity)

Hawksworth (2001)

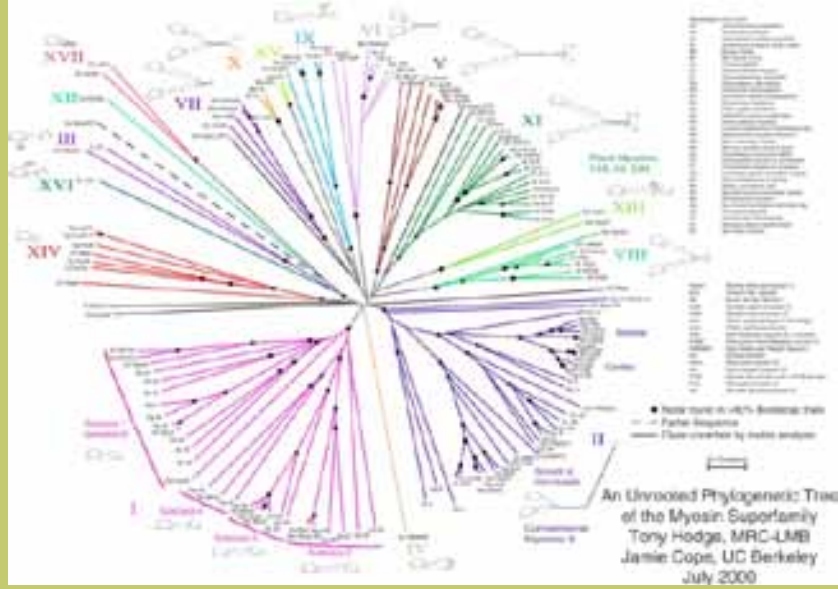
Table 1 – Popular estimations of species diversity in the Fungi. Reproduced from Hawksworth (2001), including some additional estimates [*].

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

Bass & Richards (2011)

Jak se vyvinuly a jak je utřídit?

- **fylogenetika**, **taxonomie** a **nomenklatura**



Rickia Cavara
Rickiomyces R. K. Benj.
Sandrozonomyces R. K. Benj.
Saulomyces L. I. Tav.
Scaphidomyces Thaxt.
Sorlopsomyces Thaxt.
Stegomicrocarpus Santam.
Simuzchou L. I. Tav. & Maj.
Smerinomyces Thaxt.
Sphaleromyces Thaxt.
Stemmatomyces Thaxt.
Stichomyces Thaxt.
Stigmatomyces H. Karst.
Sugiyamamyces I. I. Tav. & Baltazar
Symplectromyces Thaxt.
Sympodomyces R. K. Benj.
Synandromyces Thaxt.
Tawaiella T. Majewski
Teratomyces Thaxt.
Tetrandromyces Thaxt.
Tomamyces Chatton & F. Picard
Triamomyces W. Rossi & A. Weir
Triromyces T. Majewski
Trichoidomyces Thaxt.
Troglomyces S. Colla
Zeugandromyces Thaxt.
Zodiomyces Thaxt.

Pyxidiophorales P. F. Cannon
Pyxidiophoraceae Arnold
Mycorhynchidium Malloch & Cain
Pyxidiophora Bref. & Tavel

Laboulbeniomycetes, genera *incertae sedis*
?*Laboulbeniopsis* Thaxt.

Class *Leotiomycetes* O. E. Erikss. & Winka
Subclass *Acarosporomycetidae* Reeb, Lutzoni & Cl. Roux
Acarosporales Reeb, Lutzoni & Cl. Roux*
Acarosporaceae Zahlbr.
Acarospora A. Massal.
= *Polysporinopsis* Vězda
Glypholeca Nyl.
Lithoglypha Bruce
Pleopsidium Körb.
Polysporina Vězda
Sarcogyne Flot.
Thelocarpella Nav.-Ros. & Cl. Roux

Subclass *Ostropomycetidae* Reeb, Lutzoni & Cl. Roux
Agyriales Clem. & Shear
Agyriaceae Corda*
Agyrium Fr.

Baeomycetales Lumbsch, Huhndorf & Lutzoni*
Baeomycetaceae Dumort.
Abrus Lumbsch & I. Schmitt*
Baeomyces Pers.
Phyllobaeis Gierl & Kalb

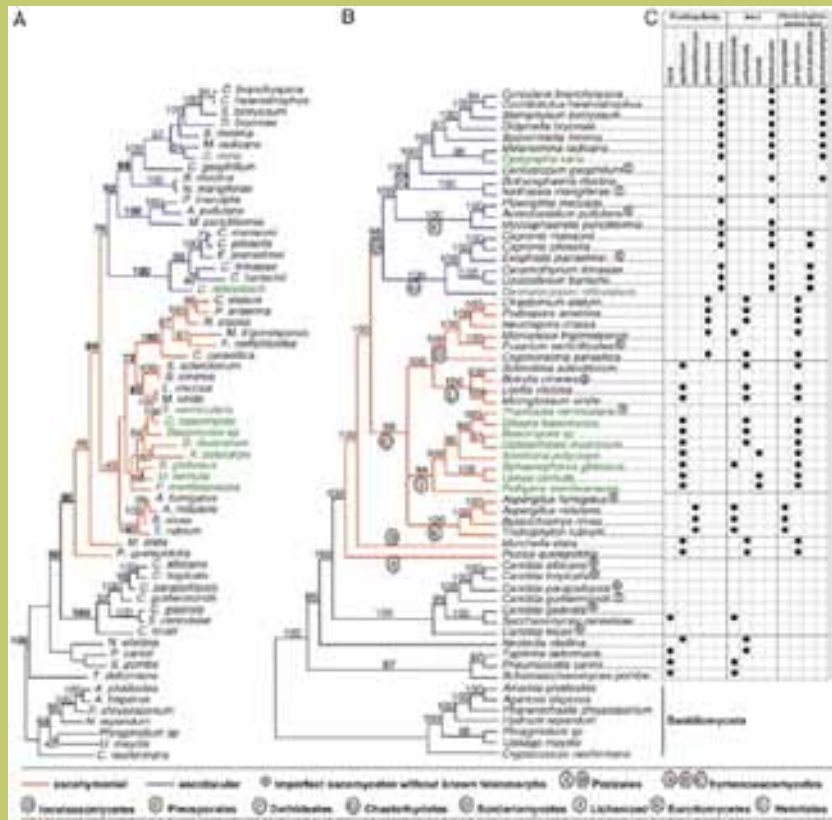
Anamylopsoraceae Lumbsch & Lumke
Anamylopsora Tindal

Trapeliaceae M. Choisy ex Hertel 1970*
Amphora Rambold
Arpiciliopsis (Müll. Arg.) M. Choisy*
Coppinia Lumbsch & Hubel
Lignoscripta B. D. Ryan
Lithographa Nyl.
Orceolina Hertel
Placopsis (Nyl.) Linds.
Placynthiella Elenkin
Psychographa Nyl.
Rimularia Nyl.
Sirosi Fr.
Trapelia M. Choisy
Trapeliopsis Hertel & Gotth. Schneid.
Xylographa (Fr.) Fr.

Ostropales Nannf.*
= *Graphidales* Besey
= *Gyalectales* Henssen ex D. Hawksw. & O. E. Erikss.*
= *Trichothelidales* Hafellner & Kalb*
Cocomyonaceae (Fr.) Stizenb.
Cocomyonium Ehrenb. ex Nees
Dimerella Trevis.

Gomphillaceae W. Watson ex Hafellner
= *Solorinellaceae* Vězda & Poelt*
Actinoplaca Müll. Arg.
Aderkomyces Bat.
Aplanocalonia Lücking, Sérus. & Vězda
Arthothelopsis Vain.
Asterothyrium Müll. Arg.
Aulaxina Fée
Calenia Müll. Arg.
Calomelopsis Vězda & Poelt
Diplochistella Vain.
Echinoplaca Fée
Fernarisia Lücking, Sérus. & Vězda
Gomphillus Nyl.
Gyalectidium Müll. Arg.
Gyalideopsis Letrou
= *Solorinella* Anzi*
Gyalideopsis Vězda
Hypocreopsis Sérus.
Jamesiella Lücking, Sérus. & Vězda
Lithogyalideopsis Lücking, Sérus. & Vězda
Pseudokiliaria Lücking
Phyllogyalidea Lücking & Aptroot*
?*Pseudocincinopsis* Rehm
Relicticola Papong, Thammathaworn & Boonpragob*
Relicticola Lücking, Sérus. & Vězda
?*Sagiolechia* A. Massal.
Trichoria Fée

Graphidaceae Dumort.*
= *Thelotremataceae* (Nyl.) Stizenb.*



Fylogenetika

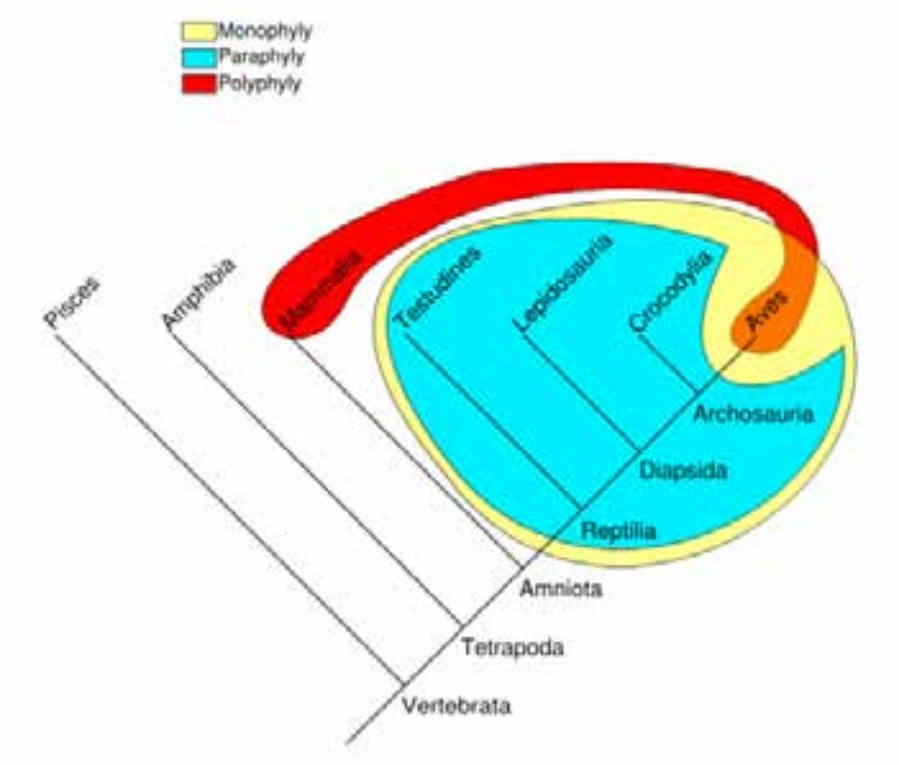
- *phyle/phylon,* φυλή/φῦλον (kmen, rasa) a *genetikos* γενετικός (vztahující se k narození)

= evoluční příbuznosti mezi různými skupinami organizmů (skutečně příbuzné?)

- **fenotypické znaky** a **molekulární data**
- vývojové linie, **fylogenetické stromy** (a jiné formy)

= tj. „co z čeho“

druhy
- **monofyletické**
- **parafyletické**
- **polyfyletické**



http://en.wikipedia.org/wiki/Monophyletic

Taxonomie

- τάξις, *taxis* (řád, nebo uspořádání) and νόμος, *nomos* (právo nebo věda)

= organizace a třídění do hierarchického systému

- jednotky = **taxony**

= tj. „škatulkování“

Nomenklatura

- systém pravidel, postupů a termínů nutných k pojmenovávání taxonů

= tj. „právničina“

- houby dříve pod **botanický kód (ICBN)** (upravován Nomenklatorickou sekcí na Mezinárodním bot. kongresu, cca každých 5 let)

- od července 2011 (IBC, Melbourne), **International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants**

- další kódy pro další organizmy (zoologický, prokaryotní, viry) a souhrnný Phylocode

Nomenklatura

- **kódy** jsou **nezávislé**

= může být totožné jméno

Thysanophora *penicillioides*
(Pezizomycotina)

Thysanophora *plagioptycha*
(Mollusca)

http://www.flickr.com/photos/30197742@N07/4237864865/

Nomenklatura a taxonomie

- základní jednotkou je **druh**
  (x co je druh? druh morfologický vs. biologický vs. fylogenetický, …)

Taxonomická kategorie	Koncovka	Příklad
Oddělení	- mycota	Basidiomycota
Pododdělení	- mycotina	Agaricomycotina
Třída	- mycetes	Agaricomycetes
Podtřída	- mycetidae	Agaricomycetidae
Řád	- ales	Boletales
Čeleď	- aceae	Boletaceae
Rod		***Leccinum***
Druh		***Leccinum scabrum***

„*Bůh stvořil druhy, ostatní kategorie jsou vytvořené člověkem*.“

Nomenklatura a taxonomie

Gymnopus androsaceus (L.) J.L. Mata & R.H. Petersen

rod — druhové epiteton — autorské zkratky

druh

Search Species Fungorum : **Cookies**
Search Bibliography of Systematic Mycology
Search Dictionary of the Fungi Hierarchy

Species Fungorum

Synonymy See Note

Current Name:
Gymnopus androsaceus (L.) J.L. Mata & R.H. Petersen, in Mata, Hughes & Petersen, *Mycoscience* **45**(3): 220 (2004)

Synonymy:
Agaricus androsaceus L., *Sp. pl.* **2**: 1175 (1753)
Agaricus pineti Batsch, *Elench. fung.* (Halle): 73, tab. 3:9 (1783)
Androsaceus androsaceus (L.) Rea, *Brit. basidiomyc.* (Cambridge): 531 (1922)
Chamaeceras androsaceus (L.) Kuntze, *Revis. gen. pl.* (Leipzig) **3**(2): 478 (1898)
Marasmius androsaceus (L.) Fr., *Epicr. syst. mycol.* (Upsaliae): 385 (1838) [1836-1838]
Merulius androsaceus (L.) With., *Arr. Brit. Pl.*, Edn 3 (London) **4**: 148 (1796)
Setulipes androsaceus (L.) Antonín, *Česká Mykol.* **41**(2): 86 (1987)

Synonymy Contributor(s):
Kew Mycology [2011]; Basidiomycota Checklist

Click on an entry to see Index Fungorum data. Please contact Paul Kirk if you have any additions or errors to report.

back to previous page

http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp

Nomenklatura a taxonomie

- **holotyp v herbáři** (sušená položka, lyofilizovaná kultura, preparát, obrázek)
- **protolog**

Pentaster cepaeophilus Koukol, **sp. nov.** Figs 1–2

Teleomorph – anamorph connection: unknown.

Mycobank Accession Number: MB 564337

Vegetative hyphae brown, septate, 4.5–9 µm wide, forming a loose network on the surface of the substrate. Conidiogenous cells determinate, monoblastic, terminal, 5–7 µm wide. Conidia pentaradiate, dark brown in the middle, paler towards the base and the tip. Central axis straight, reaching (98.5)107–136(160) µm length and (10)11.5–15.5(17.5) µm width in the middle, 7–10-septate. Three arms stretching in plane approximately orthogonal to the conidium axis from the middle cell, straight, (35)47–62(70) µm long and (7.5)9.5–12(14) µm wide at the base, 3–5-septate. Apical cells of the central axis and arms hyaline to subhyaline, tapering towards 2.5–5.5 µm. Conidia germinate from terminal cells of each of the arms with hyaline hyphae 2.5–3.5 µm wide.

Holotypus: On surface of empty shell of *Cepaea hortensis* on litter from alder alluvial forest sampled in Benešův Luh forest between Bratronice and Chyšovce (Czech Republic), 30 Nov 2011, leg. O.Koukol & D.Řihová (PRM899945).

Etymology: *cepaeophilus* = referring to the substrate, gastropod of the genus *Cepaea*.

- pozn.: taxonom nikdy nepojmenovává nový druh po sobě, protože za jménem druhu zůstává jeho jméno

Pentaster cepaeophilus Koukol gen et sp. nov.
Nova Hedwigia, 96: 496, 2013

Nova Hedwigia 2013 Vol. 96 issue 3–4, 495–500
published online March 6, 2013

Article

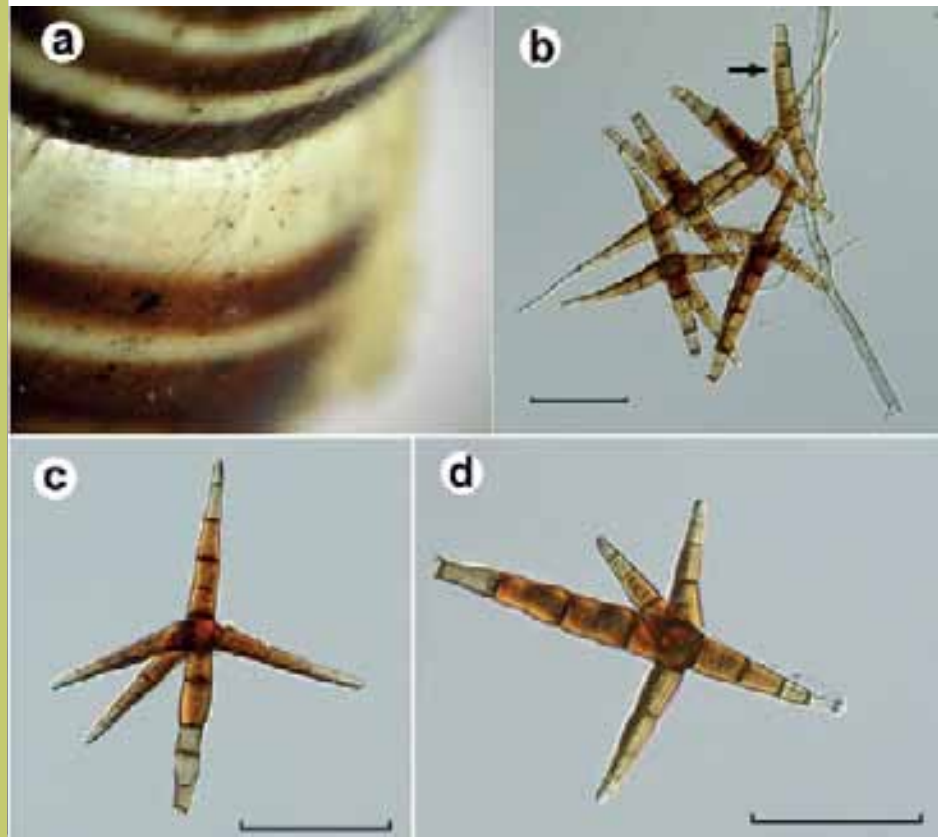
Pentaster cepaeophilus* gen. et sp. nov. described from surface of empty shells of *Cepaea hortensis

Ondřej Koukol [1*] and Dagmar Řihová[2]

[1] Department of Botany, Charles University in Prague, Benátská 2, CZ-128 01 Prague, Czech Republic

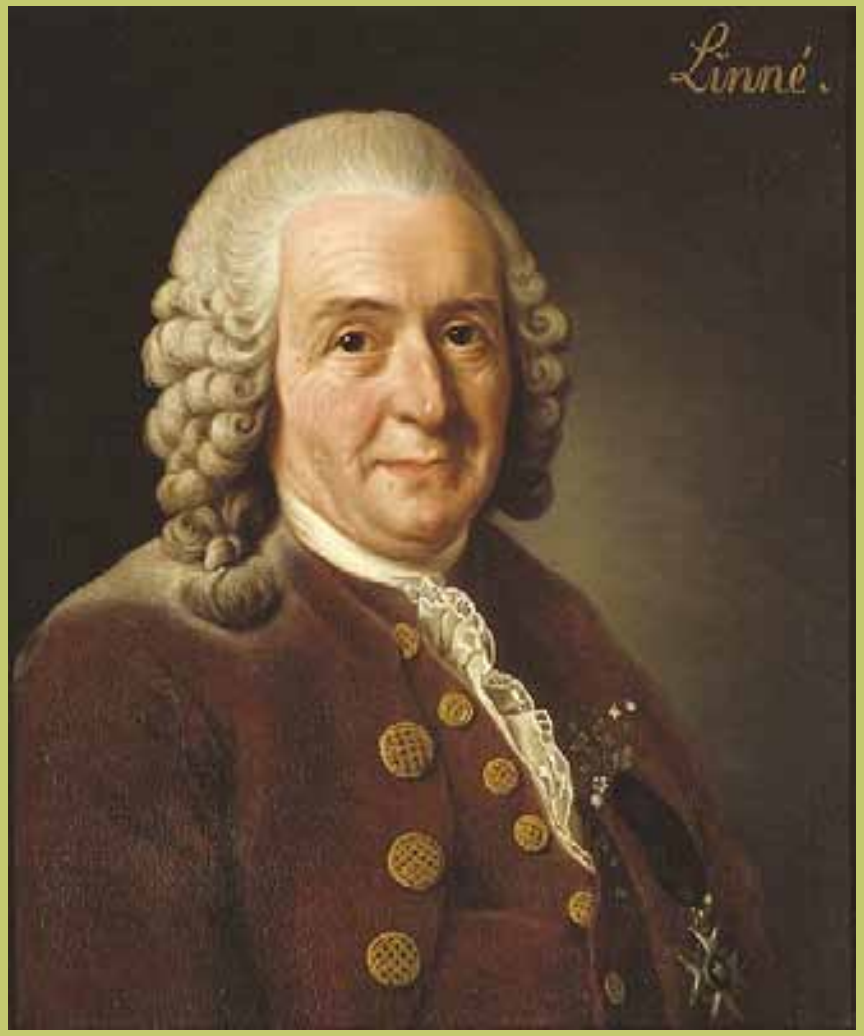
[2] Department of Zoology, Charles University in Prague, Viničná 7, CZ-128 44 Prague, Czech Republic

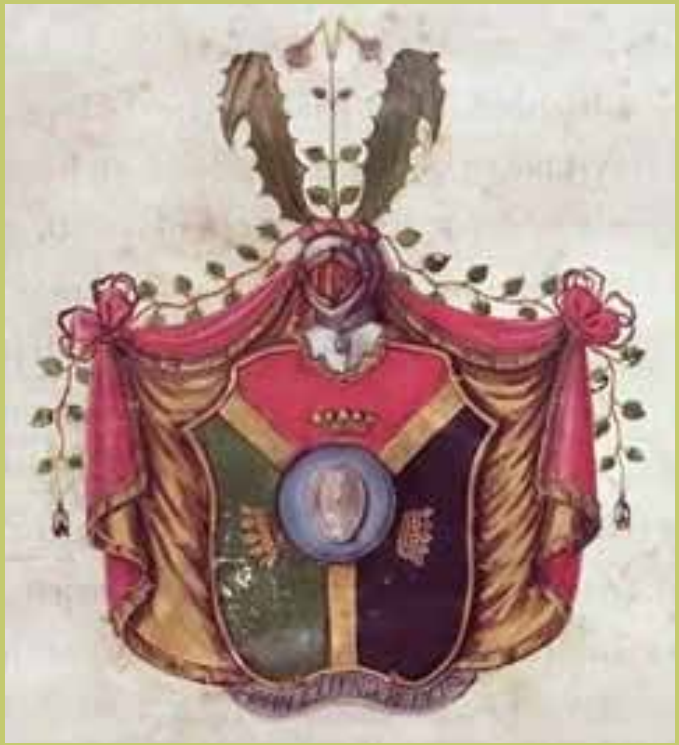
With 2 figures



Trocha historie

Carl von Linné (1707 - 1778)



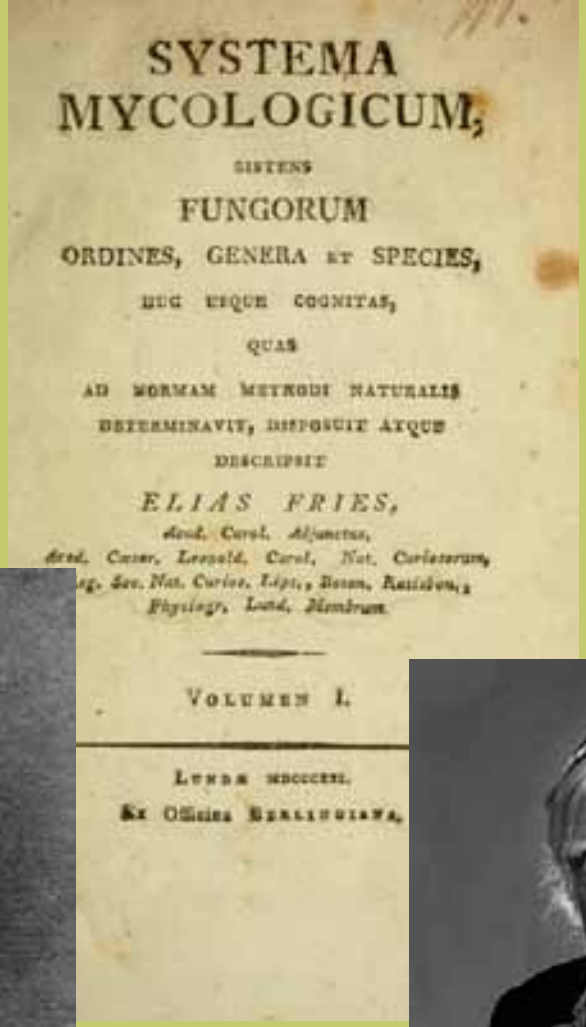


Tři říše dle Linného
- rostliny
- živočichové
- minerály

http://en.wikipedia.org/wiki/Linnaeus

Trocha historie

Elias Magnus Fries (1794 - 1878)
- „otec“ moderní mykologie
- význam mikroskopických znaků



SYSTEMA
MYCOLOGICUM,
SISTENS
FUNGORUM
ORDINES, GENERA ET SPECIES,
HUC USQUE COGNITAS,
QUAS
AD NORMAM METHODI NATURALIS
DETERMINAVIT, DISPOSUIT ATQUE
DESCRIPSIT
ELIAS FRIES,
Acad. Carol. Adjunctus,
Acad. Cæsar. Leopold. Carol. Nat. Curiosorum,
Soc. Nat. Curios. Lipsi., Boton. Rastiden.,
Physiogr. Lund. Hombrum.

VOLUMEN I.

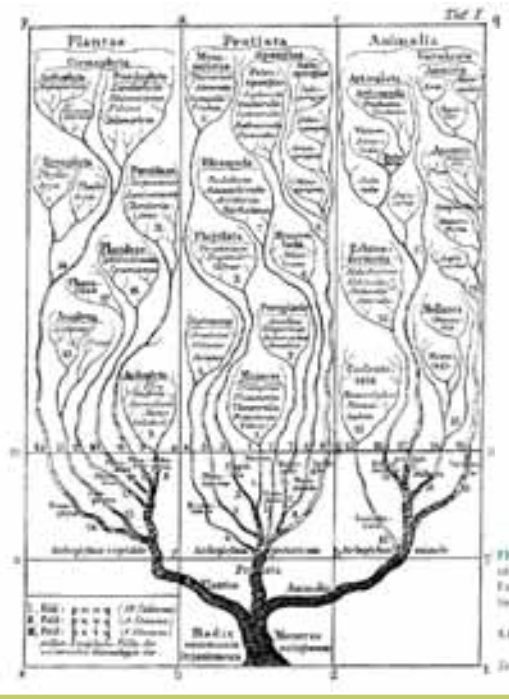
LUNDÆ MDCCCXXI.
EX OFFICINA BERLINGIANA.

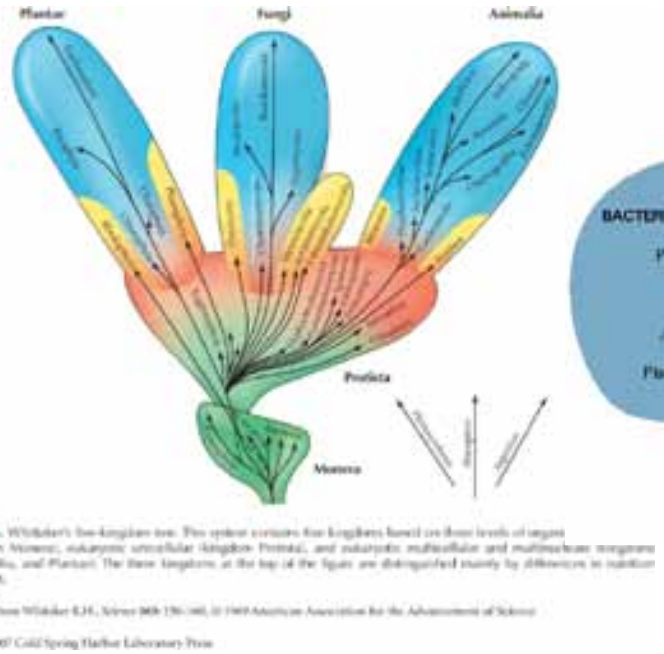
http://www.mushroomthejournal.com/greatlakesdata/Authors/Fries10.html

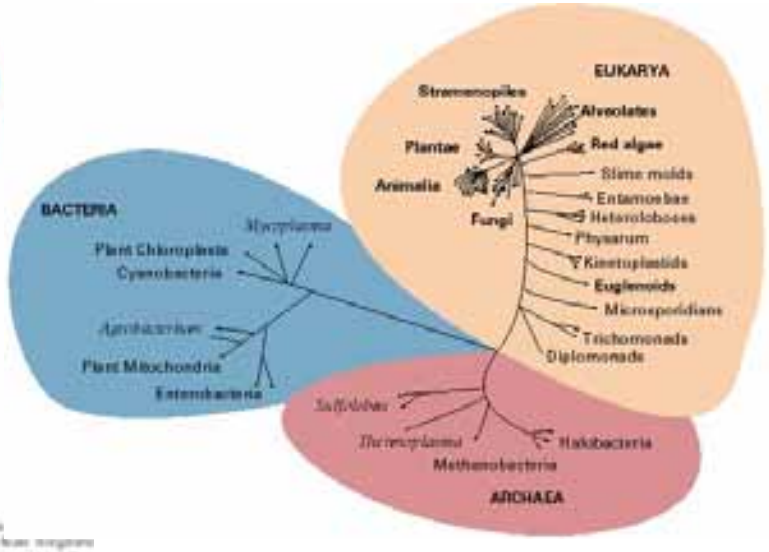
http://www.mycotaxon.com/about/editors.html

Trocha historie

- systém **dynamický**







E. Haeckel 1866 R. H. Whittaker 1969 C. Woese 1980s

Trocha historie

- systém **dynamický**

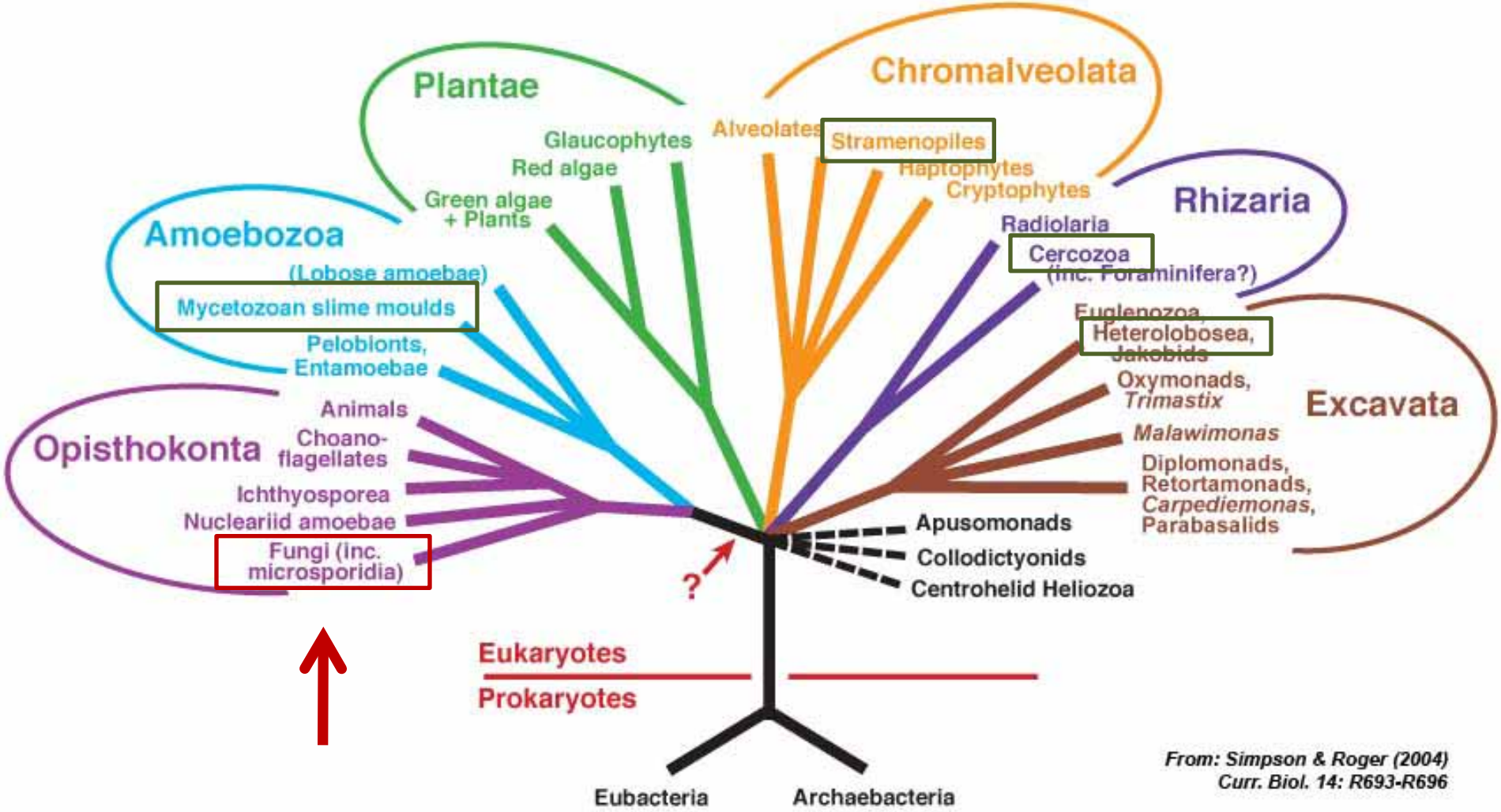
Linnaeus 1735[17] 2 kingdoms	Haeckel 1866[18] 3 kingdoms	Chatton 1925[19][20] 2 empires	Copeland 1938[21][22] 4 kingdoms	Whittaker 1969[4] 5 kingdoms	Woese et al. 1977[5][23] 6 kingdoms	Woese et al. 1990[24] 3 domains	Cavalier-Smith 2004[9] 6 kingdoms
(not treated)	Protista	Prokaryota	Monera	Monera	Eubacteria	Bacteria	Bacteria
					Archaebacteria	Archaea	
		Eukaryota	Protoctista	Protista	Protista	Eukarya	Protozoa
							Chromista
Vegetabilia	Plantae			Fungi	Fungi		Fungi
			Plantae	Plantae	Plantae		Plantae
Animalia	Animalia		Animalia	Animalia	Animalia		Animalia

http://en.wikipedia.org/wiki/Five-kingdom

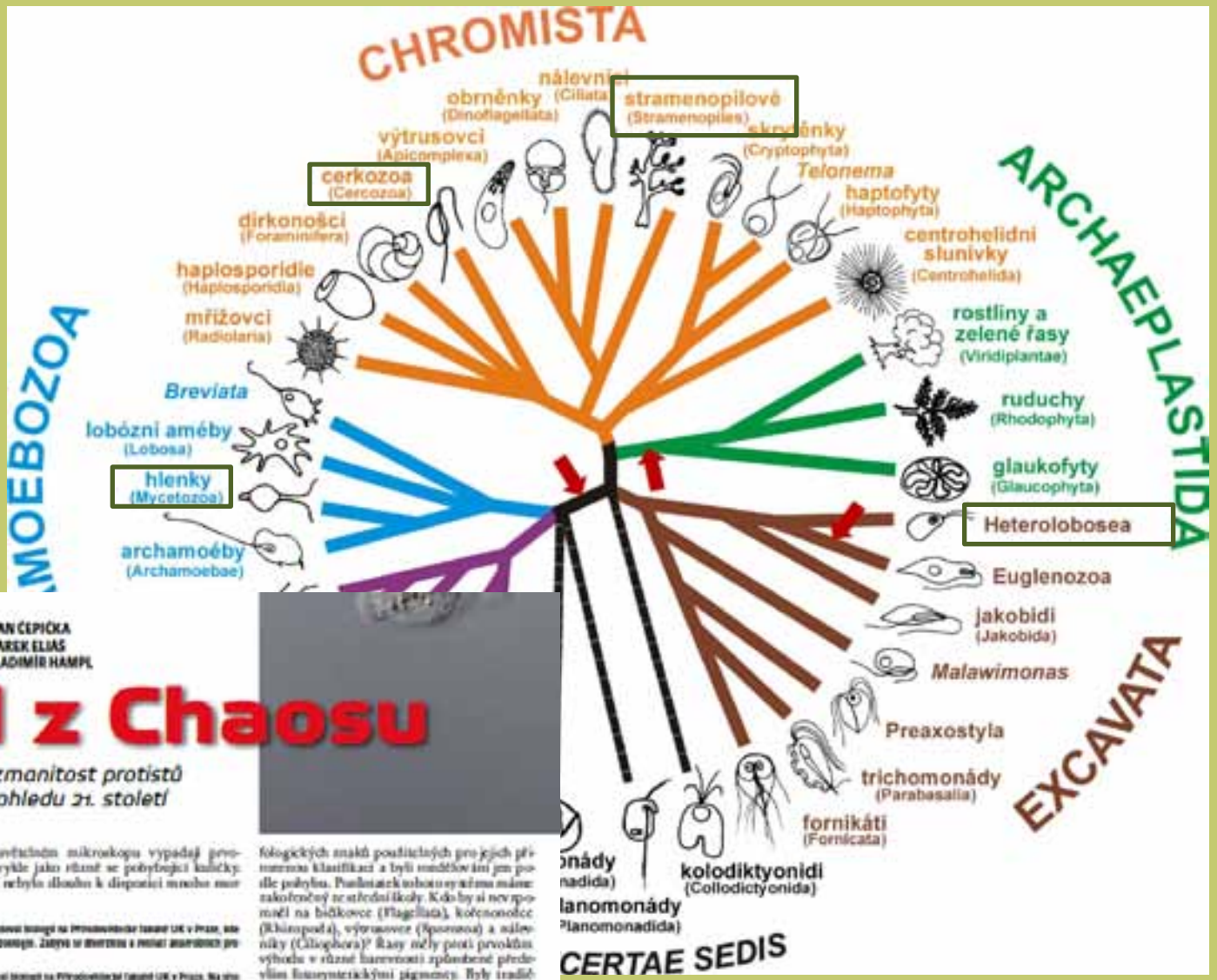
- **který systém nejvhodnější pro výuku?**

Nedávná minulost až současnost

- systém **dynamický**



http://myweb.dal.ca/asimpso2/tree.htm



IVAN ČEPIČKA
MAREK ELIÁŠ
VLADIMÍR HAMPL

Řád z Chaosu

Rozmanitost protistů z pohledu 21. století

Ve světlném mikroskopu vypadají prvoci obvykle jako různě se pohybující kuličky. Proto nebylo zkoumání mnohého

fologických znaků používaných pro jejich přirozenou klasifikaci a byli rozdělováni jen podle pohybu. Pouhá tatínek tohoto systému máme zakořeněný ze střední školy. Kdo by si nevzpomněl na bičíkovce (Flagellata), kořenonožce (Rhizopoda), výtrusovce (Sporozoa) a nálevníky (Ciliophora)? Řasy měly proti prvokům výhodu v různé barevnosti způsobené především fotosyntetickými pigmenty. Byly tradičně děleny na ruduchy (Rhodophyta), zelené řasy (Chlorophyta), hnědé řasy (Chromophyta) ad. Zatímco dělení podle pohybu se ukázalo být zcela umělé a dnes z něj zbyly jen milá vzpomínky, některé tradiční skupiny řas zůstaly platné dodnes.

464 Vesmír 89, Červenec – srpen 2010 | http://www.vesmir.cz

Čepička (2010) - Vesmír

Co tedy studuje mykologie?

- tradičně studium řady nepříbuzných skupin organizmů
- v určitém morfologickém/ekologickém aspektu podobné houbám

Ophistokonta

Fungi – houby

***Chromista* (*Chromalveolata*)**

Labyrinthulomycota – labyrintuly, vodní hlenky
Hyphochytriomycota – hyfochytriomycety
Peronosporomycota (Oomycota) – oomycety, řasovky
(*Rhizaria*)
Plasmodiophoromycota – plasmodiofory

Amoebozoa

Myxomycota (Mycetozoa) – hlenky

Excavata

Acrasiomycota – akrásie

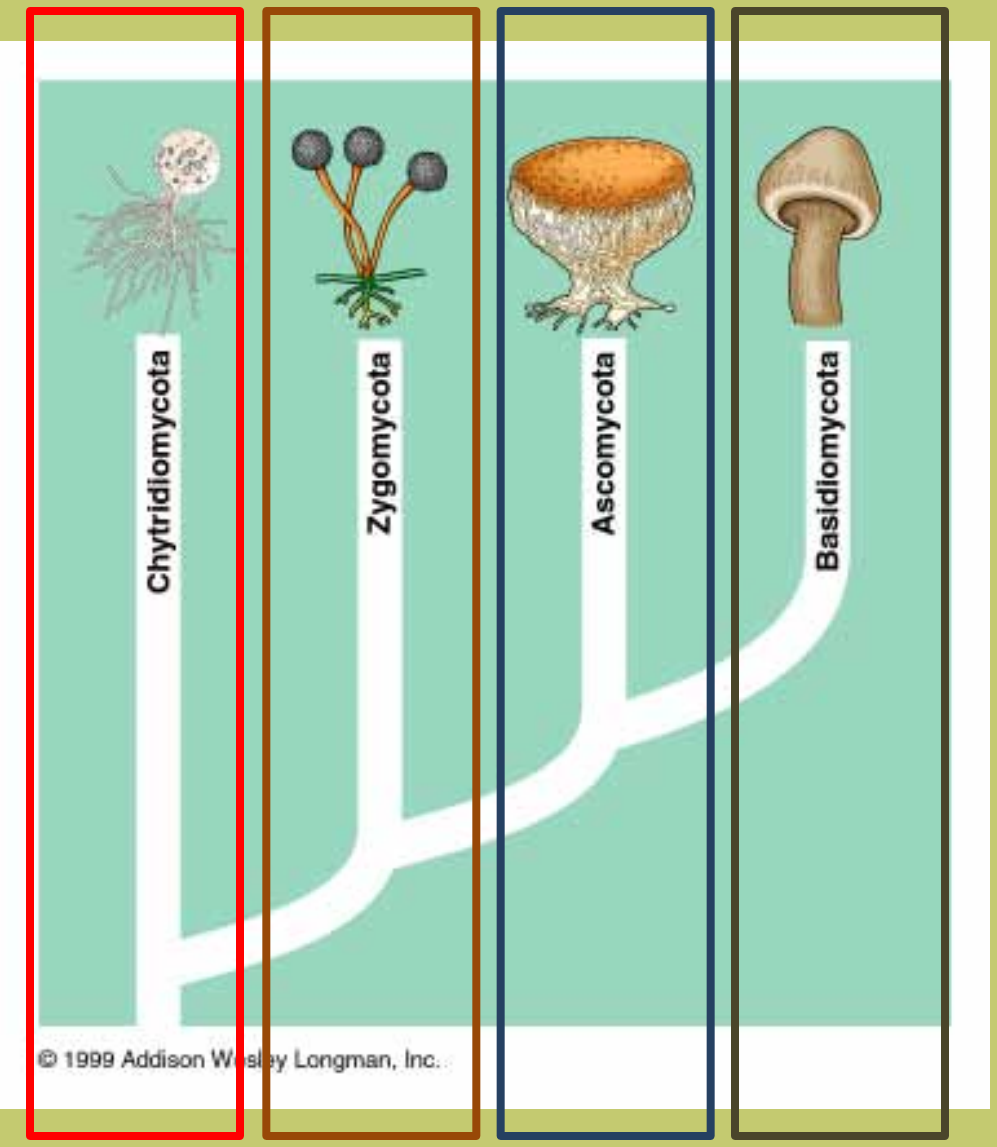
„houbové organizmy“

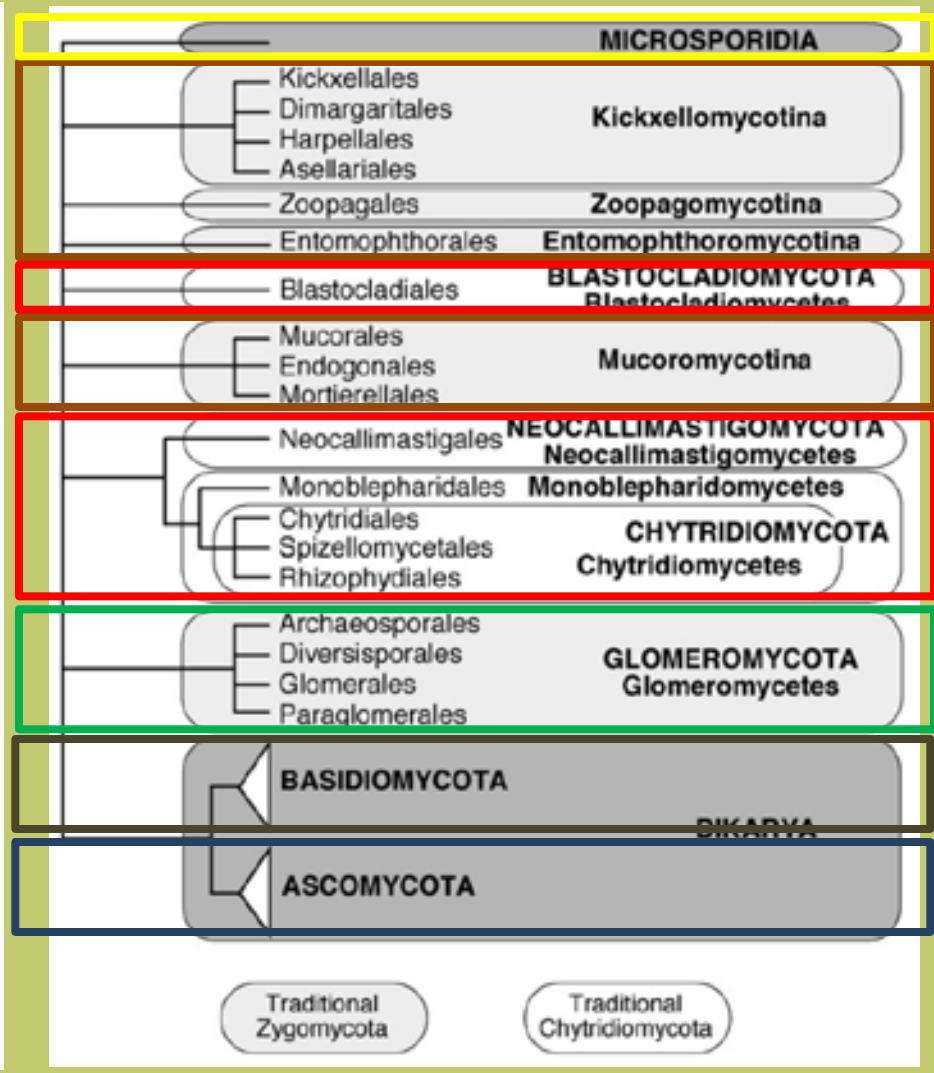
NE! *nižší/vyšší* houby, *vlastní* houby, *tradiční* houby, …

Fungi

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

Fungi





Hibbett & al. (2007)

Fungi

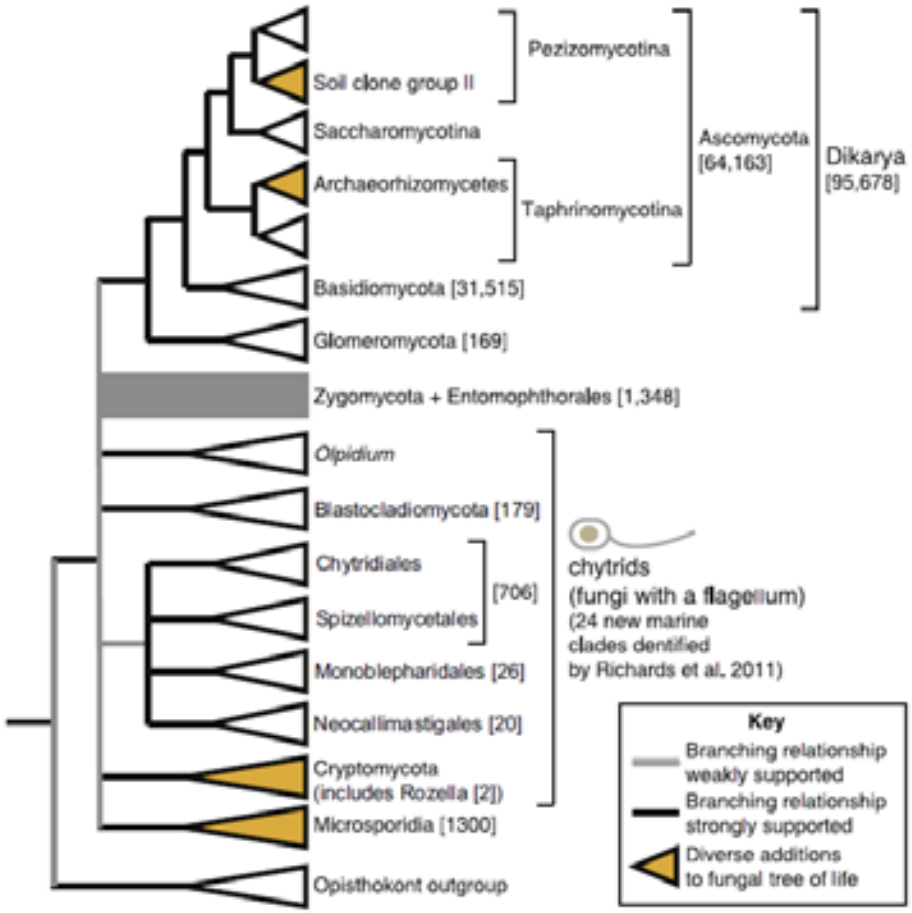


Fig. 1 – Schematic fungal tree of life, representing some recent major additions excluded from fungal counting exercises (Hirt *et al.*, 1999; Jones *et al.*, 2011; Rosling *et al.*, 2011; Schadt *et al.*, 2003). Topology shown is derived from James *et al.* (2006b) but includes many weakly supported branching relationships drawn in grey. Numbers shown in square brackets are taken from Blackwell (2011), Kirk *et al.*, (2008), and refer to described species only.

Bass & Richards (2011)

Fungi

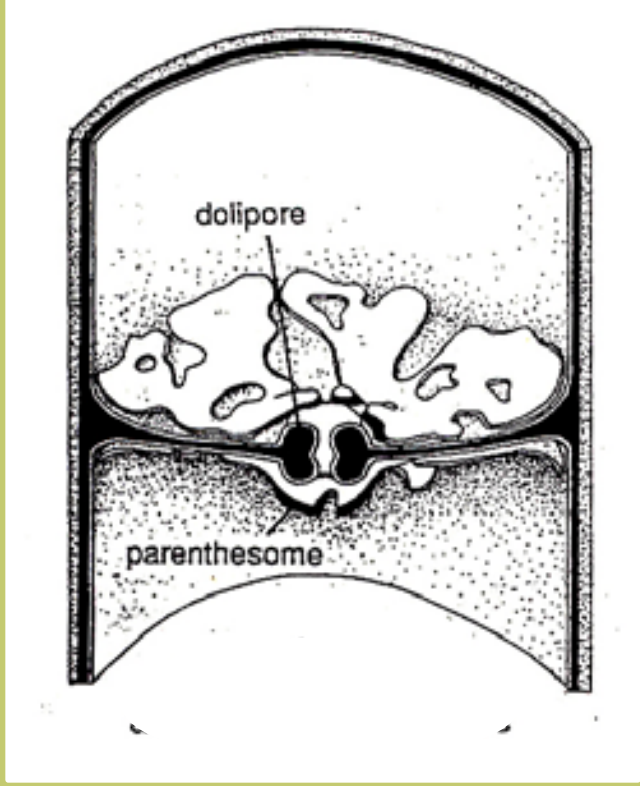
Fungal Phylum	Distinguishing Features of Morphology and Life Cycles	
Chytridiomycota (chytrids)	Flagellated spores	
Zygomycota (zygote fungi)	Resistant zygosporangium as sexual stage	
Glomeromycota (arbuscular mycorrhizal fungi)	Form arbuscular mycorrhizae with plants	
Ascomycota (sac fungi)	Sexual spores (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/31_UN06-Summary-L.jpg

Basidiomycota

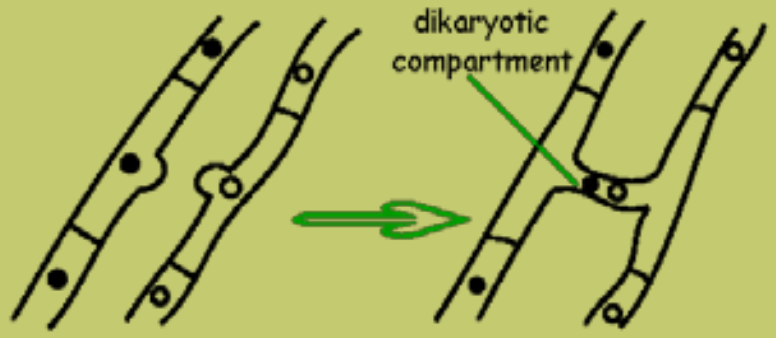
- nejpokročilejší skupina
- asi **31,5 tis**. druhů
- vegetativní stélka tvořena septovaným myceliem, **septa** (přehrádky) s **dolipórem**



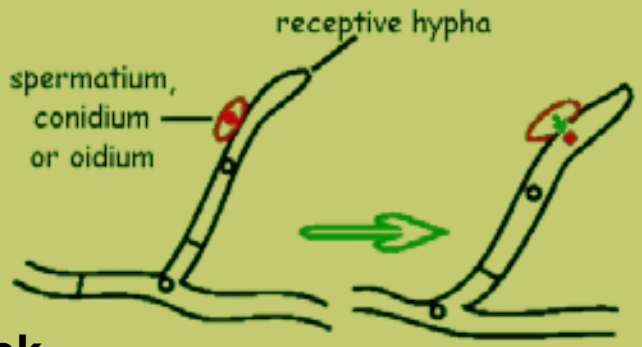
- buněčná stěna z **chitinu**
- **primární mycelium** (jednojaderné) krátkodobé
- **nepohlavní rozmnožování** málo časté, **anamorfa** (nepohlavní fáze) produkující nepohlavní spory, chlamydospory
- životní cyklus **haplodikaryotický**

Basidiomycota

- pohlavní rozmnožování **somatogamie** (splývání hyf)



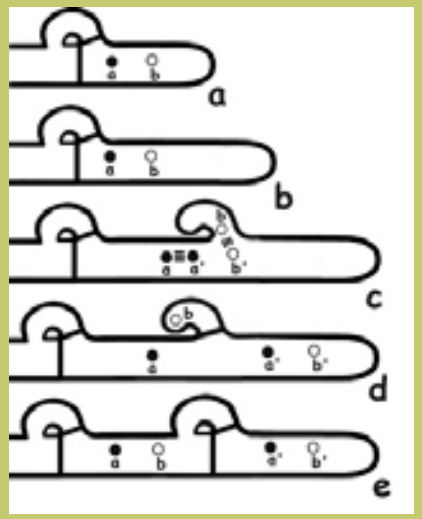
- nebo **gametosomatogamie** (splynutí specializované spory a hyfy)
- časově oddálená karyogamie



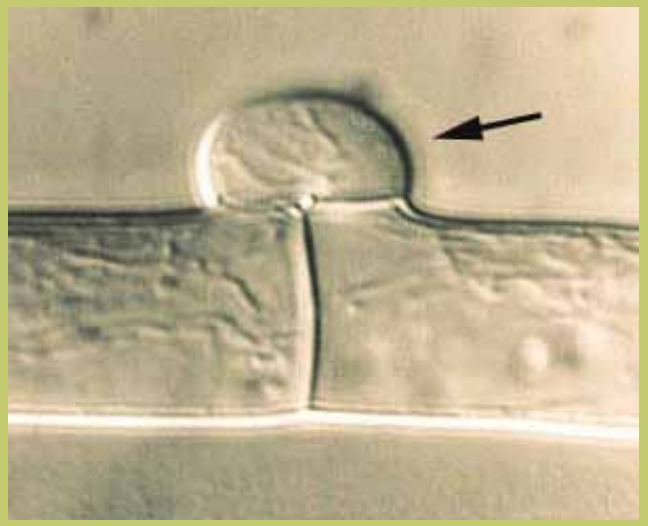
http://www.fungionline.org.uk/7sexual/5dikaryon.html

= **sekundární dikaryotické mycelium**

= konjugované mitózy jader a rozchod pomocí **přezek**



http://www.botany.hawaii.edu/faculty/wong/Bot201/Basidiomycota/Clamp_connection_formation.htm



http://www.apsnet.org/edcenter/illglossary/Pages/A-D.aspx

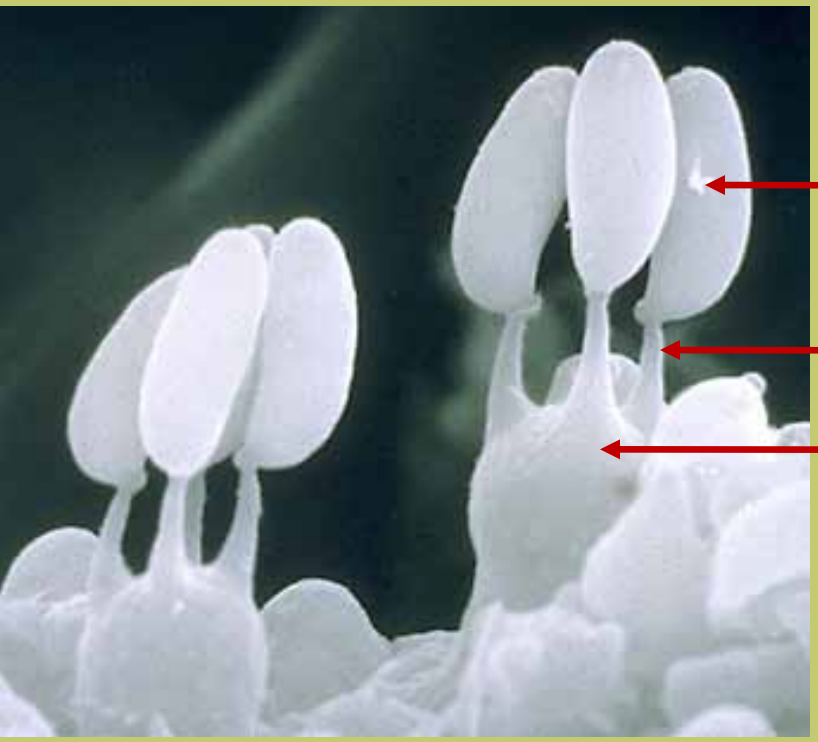
Basidiomycota

- karyogamie až v **bazidii**
= bazidie jedinou diploidní buňkou

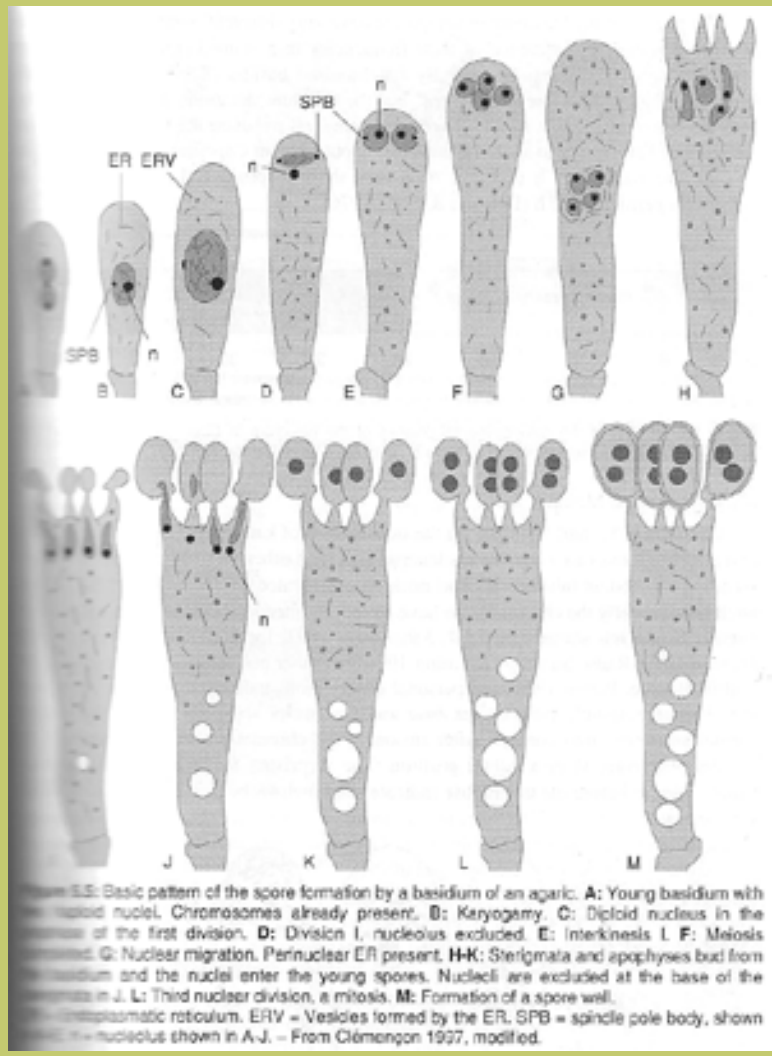
- **R!**

- čtyři haploidní **bazidiospory** na **sterigmatech**
(může být redukce na 2)

- **bazidie** u všech **Basidiomycota**



http://www.apsnet.org/online/Archive/1998/sem088.htm

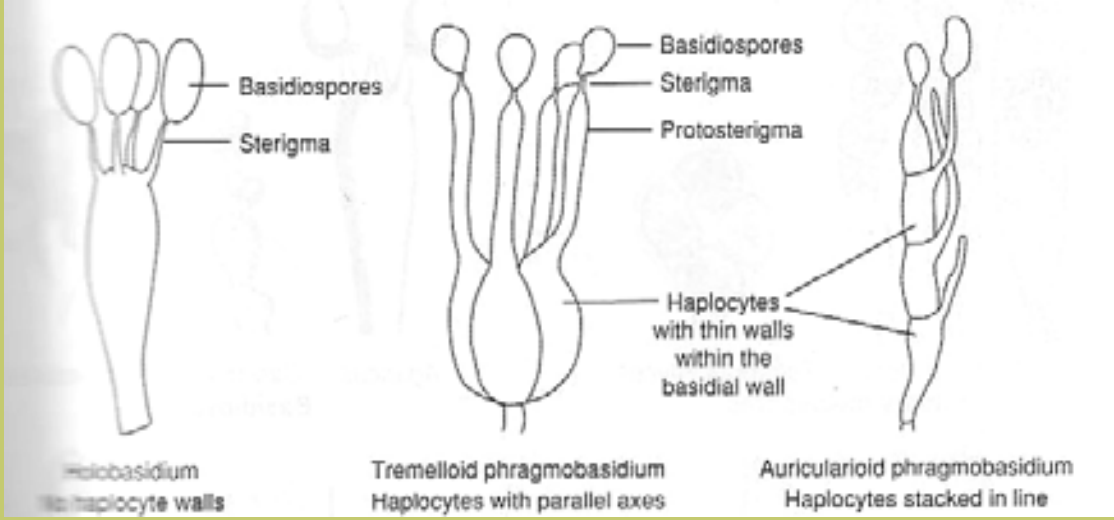


A: Young basidium with nuclei. Chromosomes already present. **B:** Karyogamy. **C:** Diploid nucleus in the first division. **D:** Division I, nucleolus excluded. **E:** Interkinesis I. **F:** Meiosis II. **G:** Nuclear migration. Perinuclear ER present. **H-K:** Sterigmata and apophyses bud from and the nuclei enter the young spores. Nuclecli are excluded at the base of the in J. **L:** Third nuclear division, a mitosis. **M:** Formation of a spore well.
plasmatic reticulum. ERV = Vesicles formed by the ER. SPB = spindle pole body, shown nucleolus shown in A-J. – From Clémençon 1997, modified.

Clémençon (2004)

Basidiomycota

- bazidie dvou základních typů – **holobazidie** vs. **fragmobazidie**



Clémençon (2004)

- bazidiospory dvou základních typů – **odstřelované**

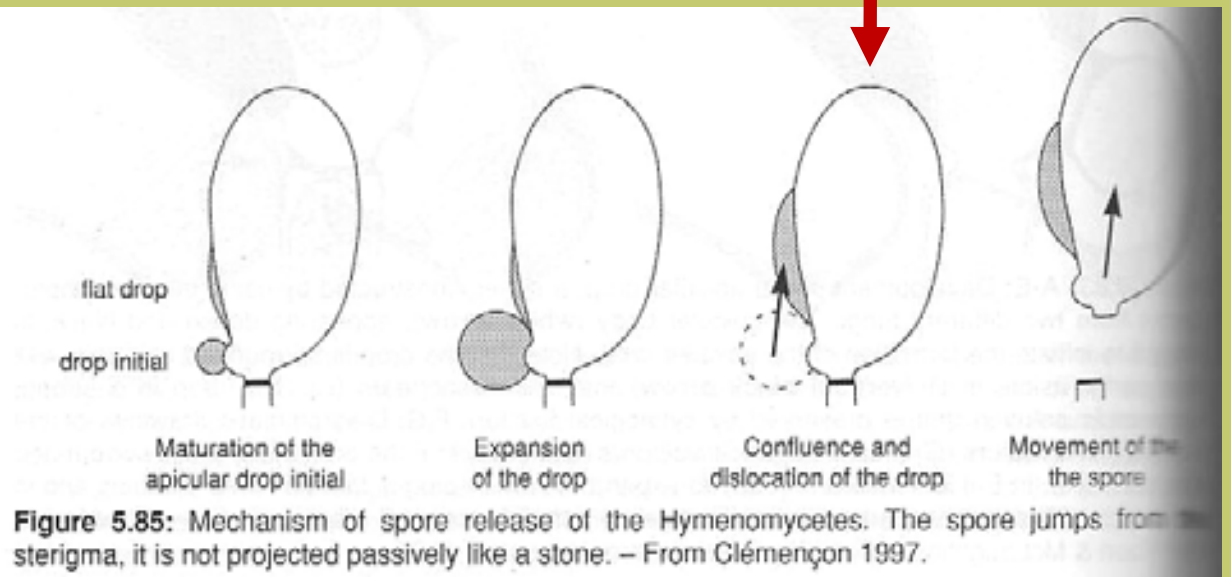
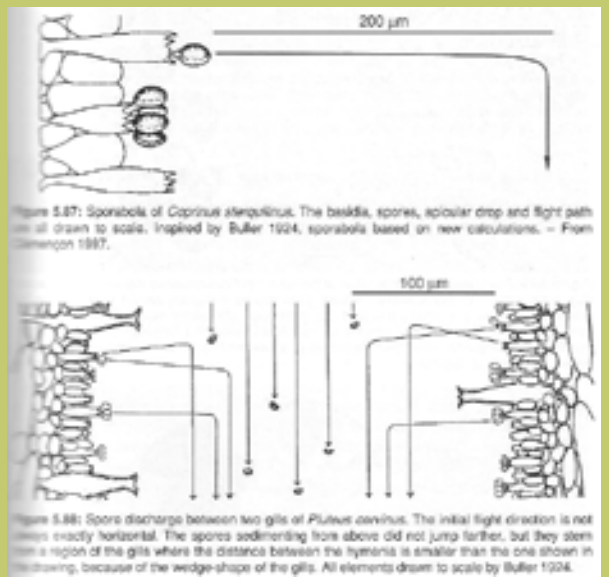


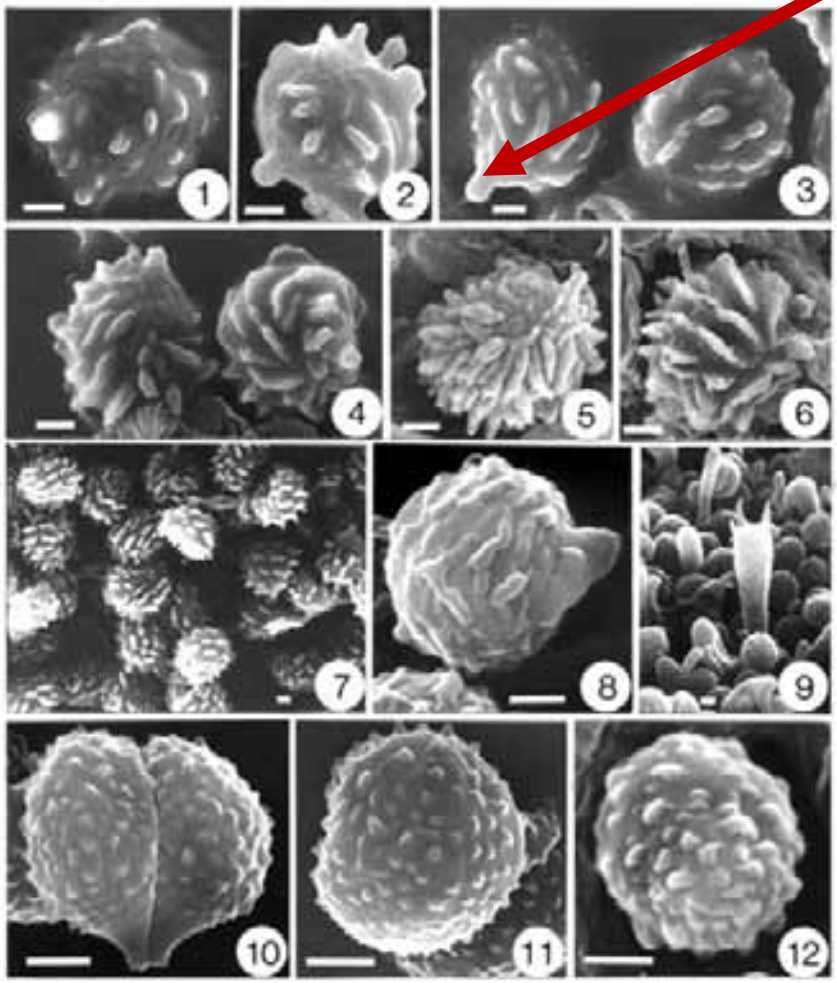
Figure 5.85: Mechanism of spore release of the Hymenomycetes. The spore jumps from the sterigma, it is not projected passively like a stone. – From Clémençon 1997.



Basidiomycota

- bazidiospory různých tvarů

- odstřelované mají nepravidelný tvar a hilum (jizvu po sterigmatu)



Stalpers (1996)

x **neodstřelované** kulovité, někdy stále držící sterigma

Basidiomycota

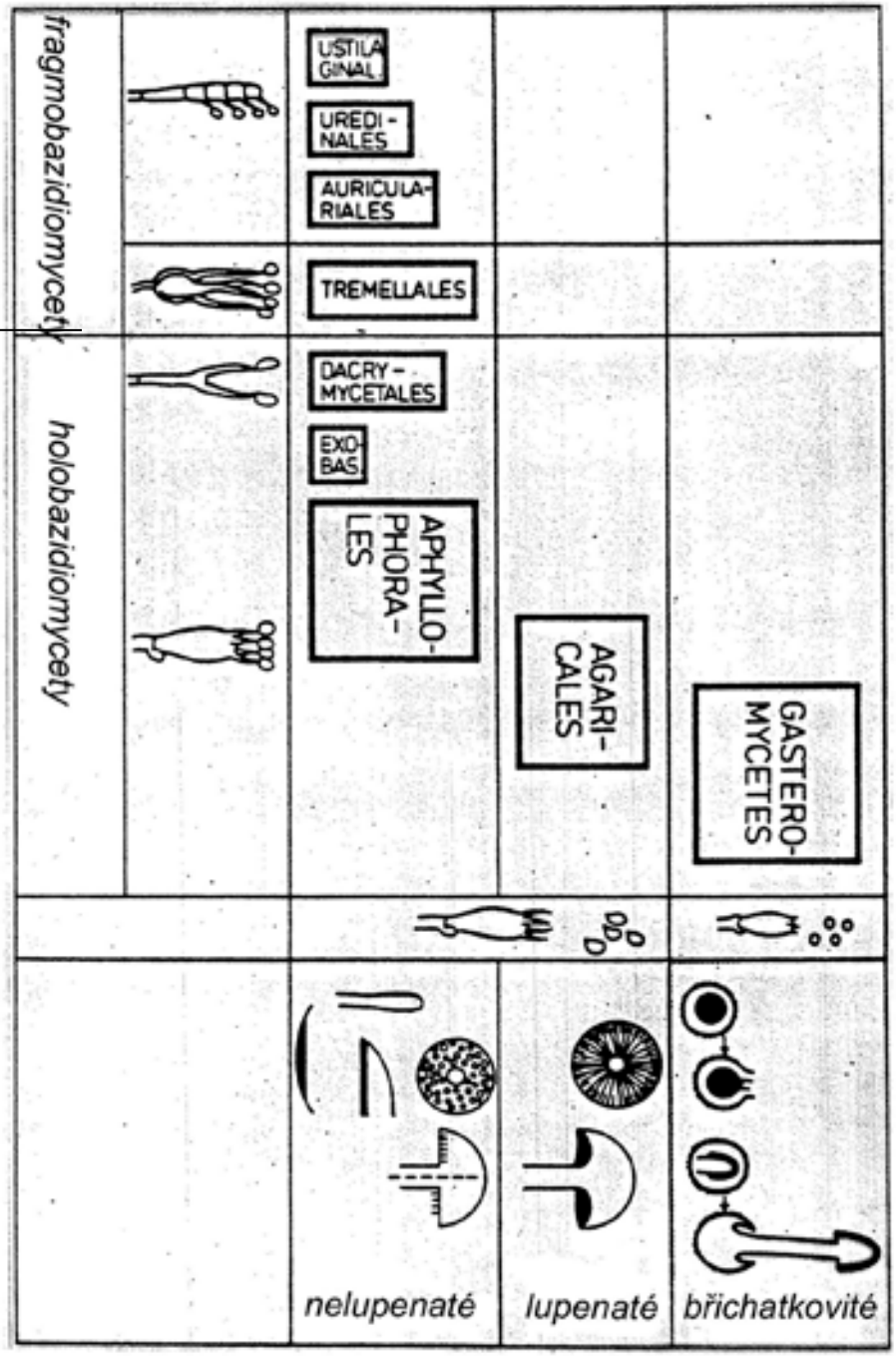
- bazidie, karyogamie a bazidiospory v **plodnici** (**bazidiokarp**) nebo v **ložisku**

Basidiomycota

- systém včera …

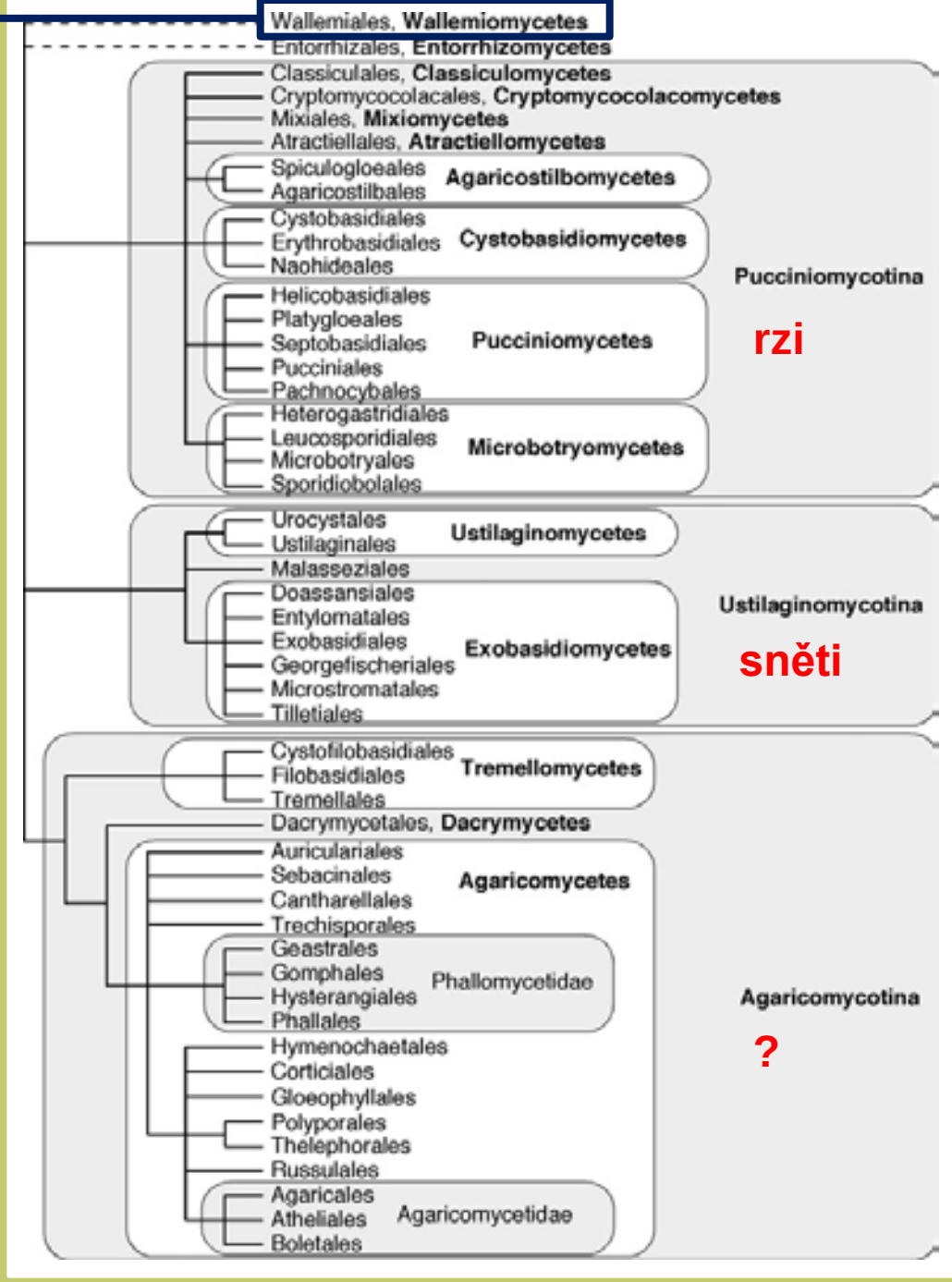
Heterobasidiomycetes

Homobasidiomycetes



7 a 8 Kolonie xerofilní houby *Wallemia sebi* jsou hnědé, sametové. Na povrchu se tvoří tetrády zpočátku krychlovitých, později téměř kulovitých konidií.

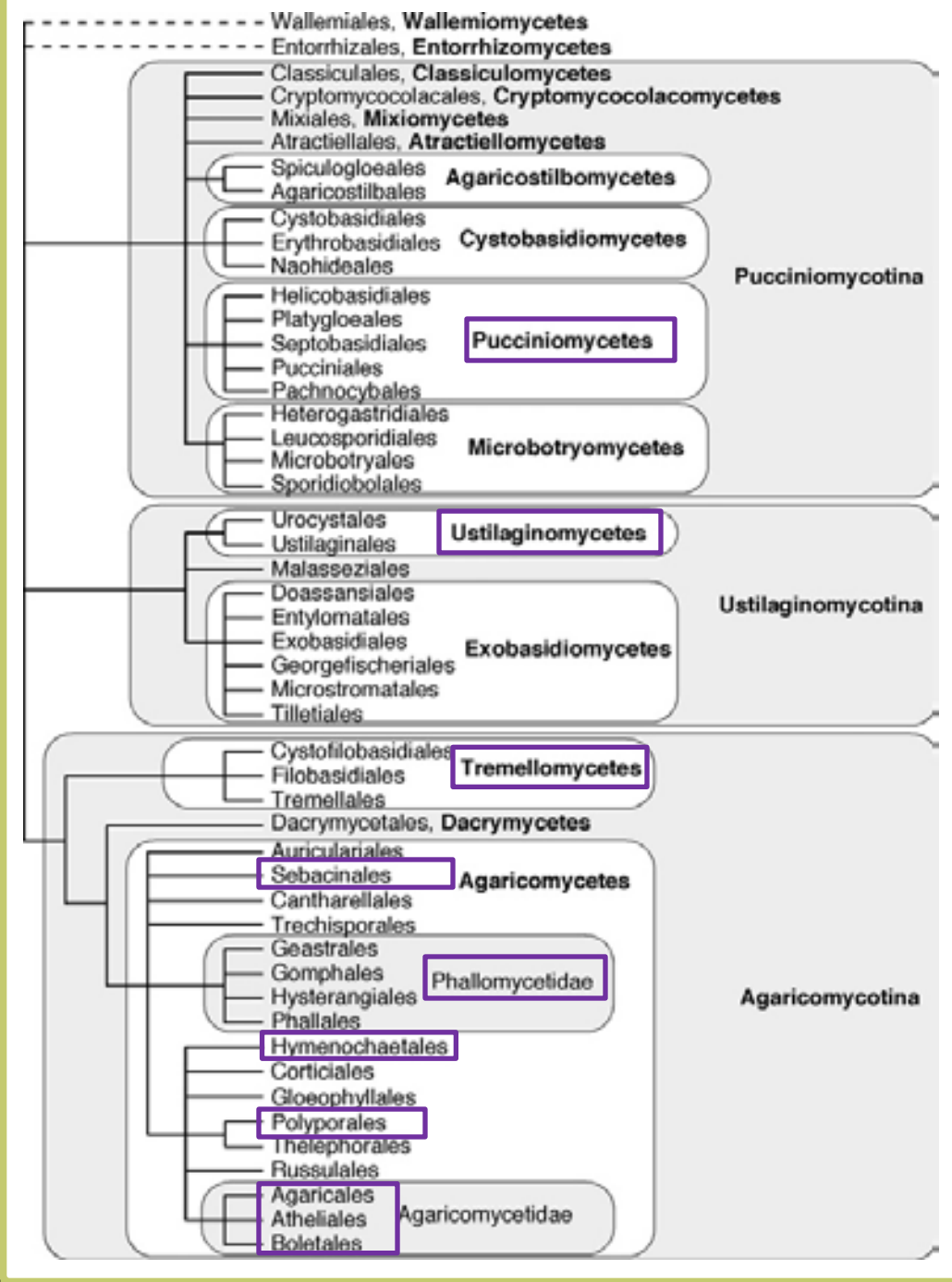
Alena Kubátová (2012)
Houby v našich domácnostech
aneb o čem doma víte i nevíte. - ŽIVA 5/2012



Hibbett & al. (2007)

Basidiomycota

- **co z něj vybrat?**
  - **Pucciniomycetes**
  - **Ustilaginomycetes**
  - **Tremellomycetes**
    - **Sebacinales**
  - **Phallomycetidae**
    - **Hymenochaetales**
    - **Polyporales**
    - **Agaricales** a **Boletales**



Hibbett & al. (2007)

Pucciniomycotina

Pucciniomycetes (rzi)

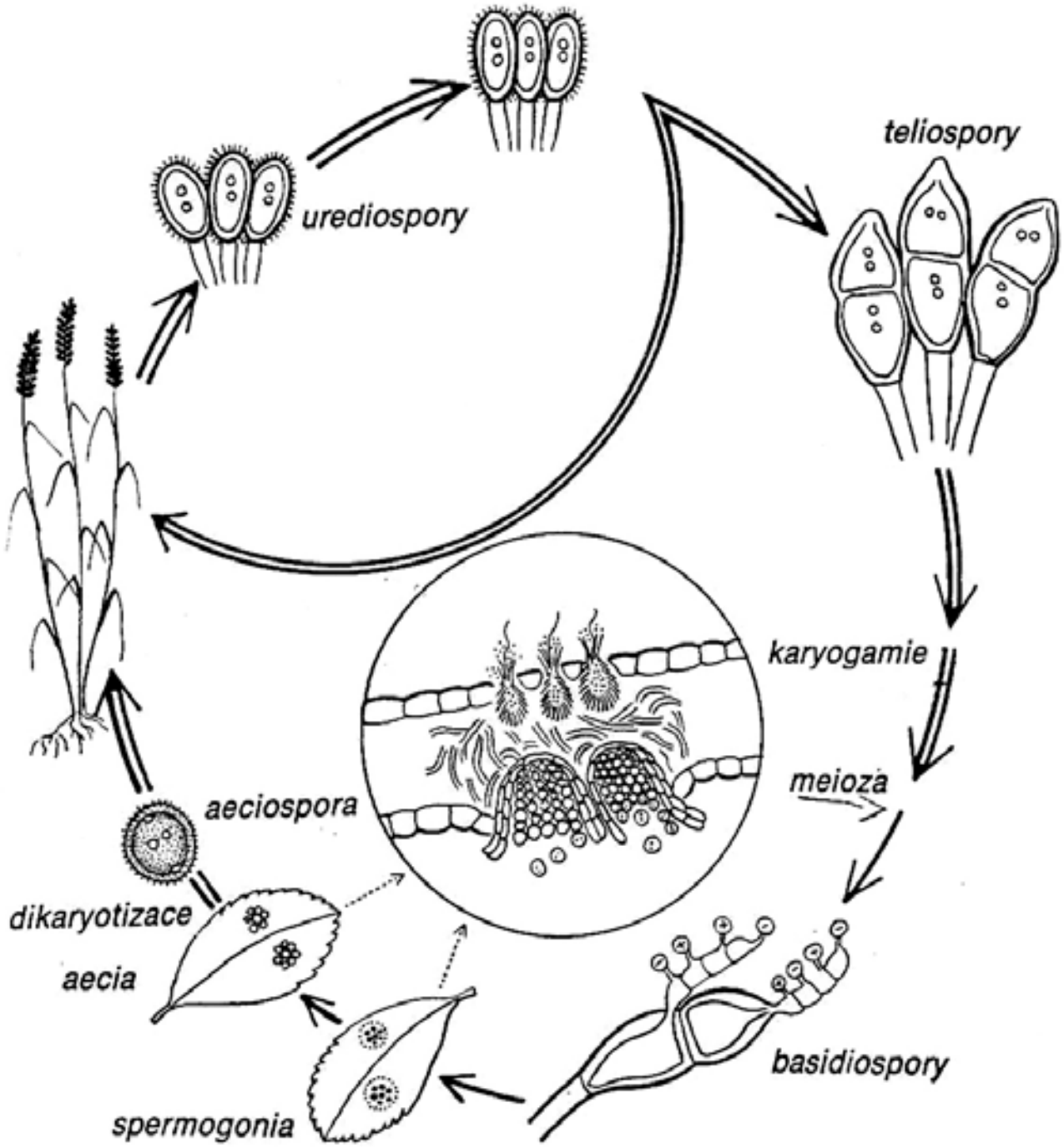
- biotrofní parazité rostlin (vazba na druh, rod hostitele)
- mycelium v mezibuněčných prostorách (do buněk haustoria)
- **ložiska** s výtrusy
- haplodikaryotický životní cyklus s **gametosomatogamií** a **fragmobazidií**
- v rámci životního cyklu střídají hostitele **= heteroecické**
  x pouze na jednom = **autecické**

  mezihostitel: **spermogonia** (pohlavní ložiska), **aecia** (jarní ložiska)

  hlavní hostitel: **uredia** (letní ložiska), **telia** (zimní ložiska)

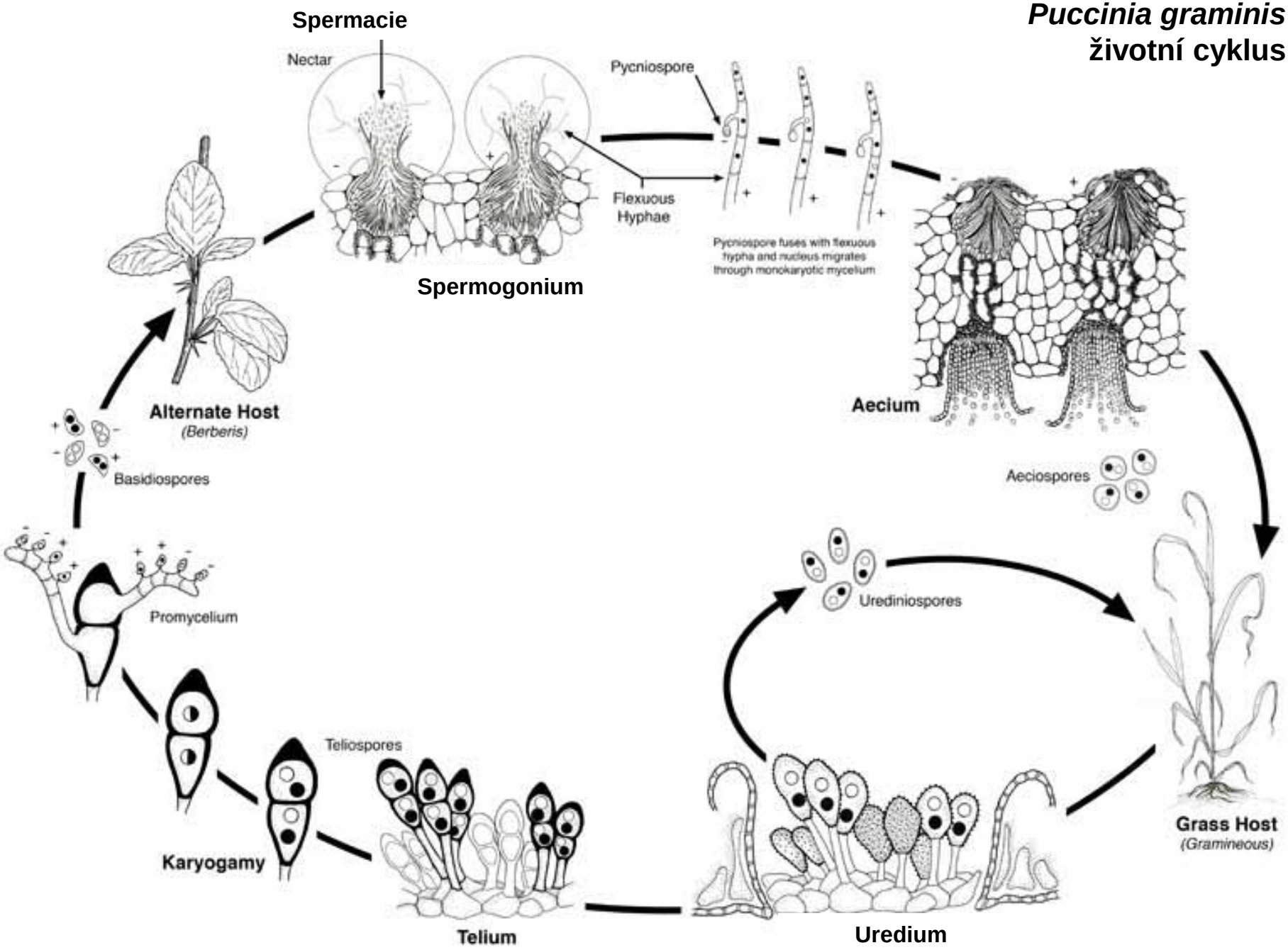
- velký význam pro člověka, škody na hospodářských plodinách
- rody *Puccinia*, *Uromyces*, *Phragmidium*, *Cronartium*

Puccinia graminis
životní cyklus



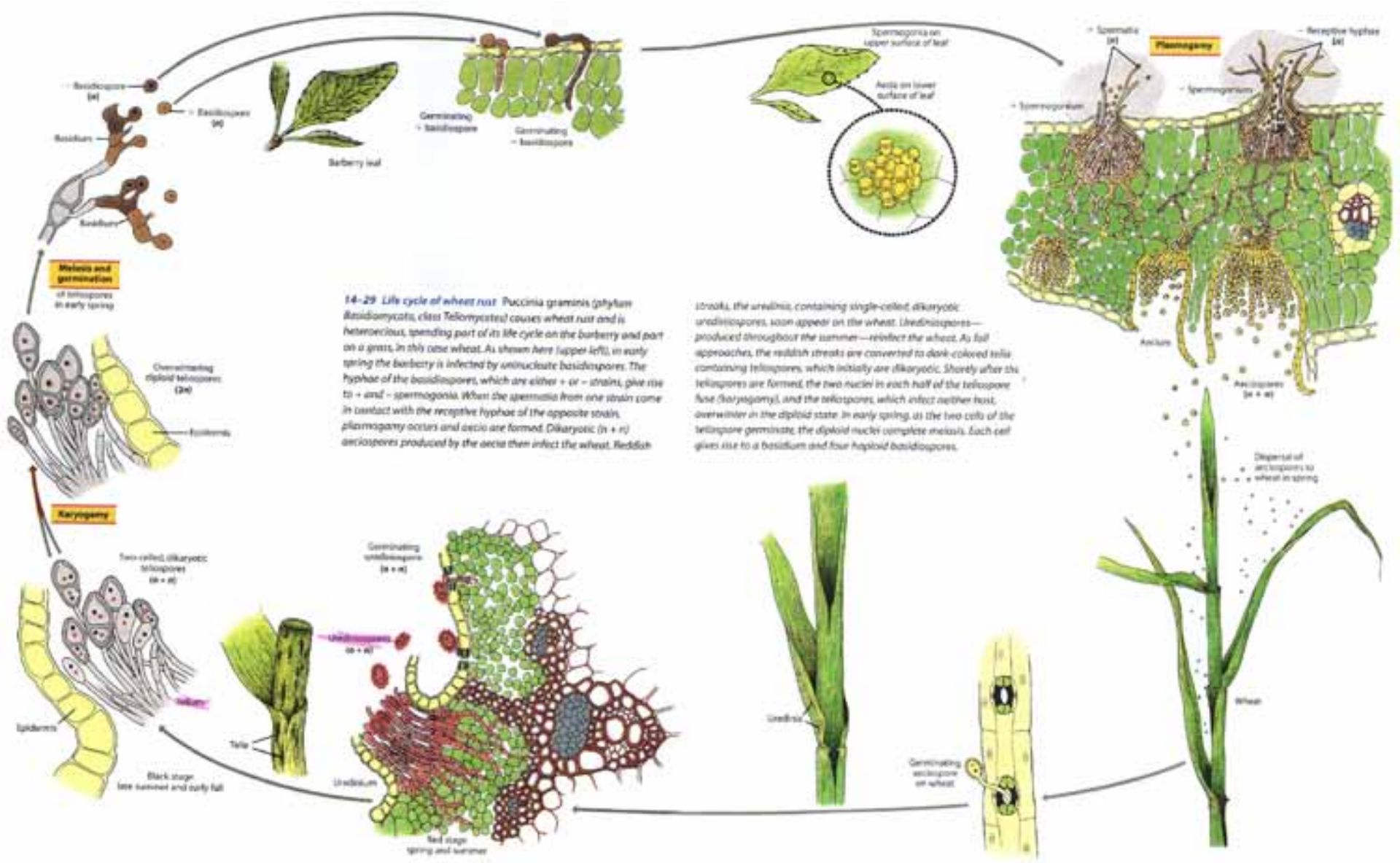
Kalina a Váňa (2005)

Puccinia graminis
životní cyklus



http://www.ars.usda.gov/Main/docs.htm?docid=10787

Puccinia graminis
životní cyklus



14–29 Life cycle of wheat rust Puccinia graminis (phylum Basidiomycota, class Teliomycetes) causes wheat rust and is heteroecious, spending part of its life cycle on the barberry and part on a grass, in this case wheat. As shown here (upper left), in early spring the barberry is infected by uninucleate basidiospores. The hyphae of the basidiospores, which are either + or − strains, give rise to + and − spermogonia. When the spermatia from one strain come in contact with the receptive hyphae of the opposite strain, plasmogamy occurs and aecia are formed. Dikaryotic (n + n) aeciospores produced by the aecia then infect the wheat. Reddish streaks, the uredinia, containing single-celled, dikaryotic urediniospores, soon appear on the wheat. Urediniospores—produced throughout the summer—reinfect the wheat. As fall approaches, the reddish streaks are converted to dark-colored telia containing teliospores, which initially are dikaryotic. Shortly after the teliospores are formed, the two nuclei in each half of the teliospore fuse (karyogamy), and the teliospores, which infect neither host, overwinter in the diploid state. In early spring, as the two cells of the teliospore germinate, the diploid nuclei complete meiosis. Each cell gives rise to a basidium and four haploid basidiospores.

http://chpwner.org:81/wiki-scholars/biology/classification/fungi/basidiomycota/wheat%20rust.jpg

Pucciniomycotina

Pucciniomycetes (rzi)

Puccinia graminis

- hlavním hostitelem obilniny, mezihostitel dřišťál
- **rezistentní kmen Ug99** se šíří v současnosti z Afriky na Střední východ

http://www.botany.hawaii.edu/faculty/wong/Bot201/Basidiomycota/Uredinomycetes/Uredinomycetes.htm

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stem_rust_close_up.jpg

http://www.apsnet.org/publications/imageresources/Pages/PucciniaGraminis.aspx

Pucciniomycotina

Pucciniomycetes (rzi)

Phragmidium mucronatum
- na růžích, velké vícebuněčné teliospory

http://www.senckenberg.de/root/index.php?page_id=13256&PHPSESSID=gvo75r61iv60am6r2c8d2gv0csrr7o3o

Pucciniomycotina

Pucciniomycetes (rzi)

Cronartium ribicola

- mezihostitel borovice vejmutovka (poškození větví, úhyn stromů)
- hlavní hostitel rybíz

http://en.wikipedia.org/wiki/Cronartium_ribicola

Cornell University

Department of Horticulture

Minor Fruits

Gooseberries and Currants

Ribes, spp.

Minor Fruits Home Page

Although many people today are unfamiliar with these fruits, New Yorkers grew 2,730 acres of them in the 1920s.

Legalities of Growing

In the early 1900s, the federal and state governments outlawed the growing of currants and gooseberries to prevent the spread white pine blister rust (*Cronartium ribicola*). This fungal disease attacks both *Ribes* and white pines, which must live in close proximity for the blister rust fungus to complete its life cycle.

Black currants (*Ribes nigrum*) and white pines (*Pinus strobus*) are extremely susceptible, and red currants and gooseberries exhibit varying degrees of susceptibility.

Black Currant

Although the federal ban was rescinded in 1966, some northern states still prohibit the planting or cultivation of black currants. In 2003 though, New York State passed a law that modified its ban to allow commercial growers and home gardeners to legally grow red currants, gooseberries and immune or resistant cultivars of black currants throughout New York State.

Some black currant types, such as the cultivars 'Consort', 'Crusader', and 'Titania' are hybrids that are resistant to the blister rust fungus. They can be planted in areas where other currants and gooseberries are permitted.

Ustilaginomycotina

Ustilaginomycetes (sněti)

- biotrofní parazité rostlin
- krátká haploidní kvasinkovitá fáze, dikaryotické mycelium v mezibuněčných prostorách (do buněk haustoria)
- ložiska s **chlamydosporami**, v nich karyogamie a pak fragmobazidie a bazidiospory
- vazba na druh (rod, čeleď) hostitele a na orgán hostitele (**organotropie**)
- menší význam pro člověka, škody na hospodářských plodinách (*Ustilago*, *Tilletia*)

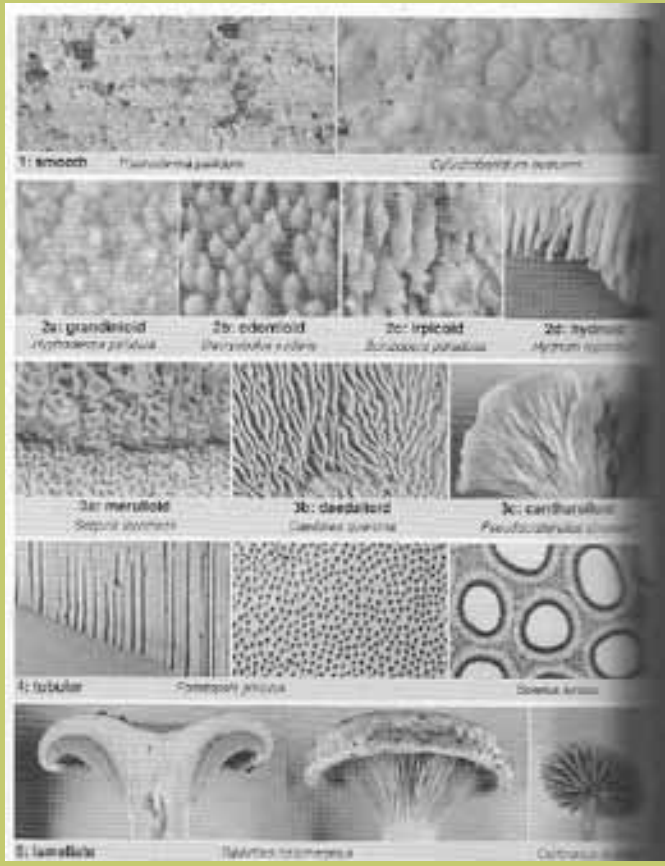
Tilletia tritici
http://visualsunlimited.photoshelter.com/image/I00004y9dRe9awos

Ustilago maydis
http://en.academic.ru/dic.nsf/enwiki/901855

Agaricomycotina

- bazidie, karyogamie a bazidiospory v **plodnici** (**bazidiokarp**) nebo v **ložisku**

hymeniální – bazidie v **hymeniu** (rouško) na charakteristicky tvarovaném **hymenoforu; jsou** odstřelovány



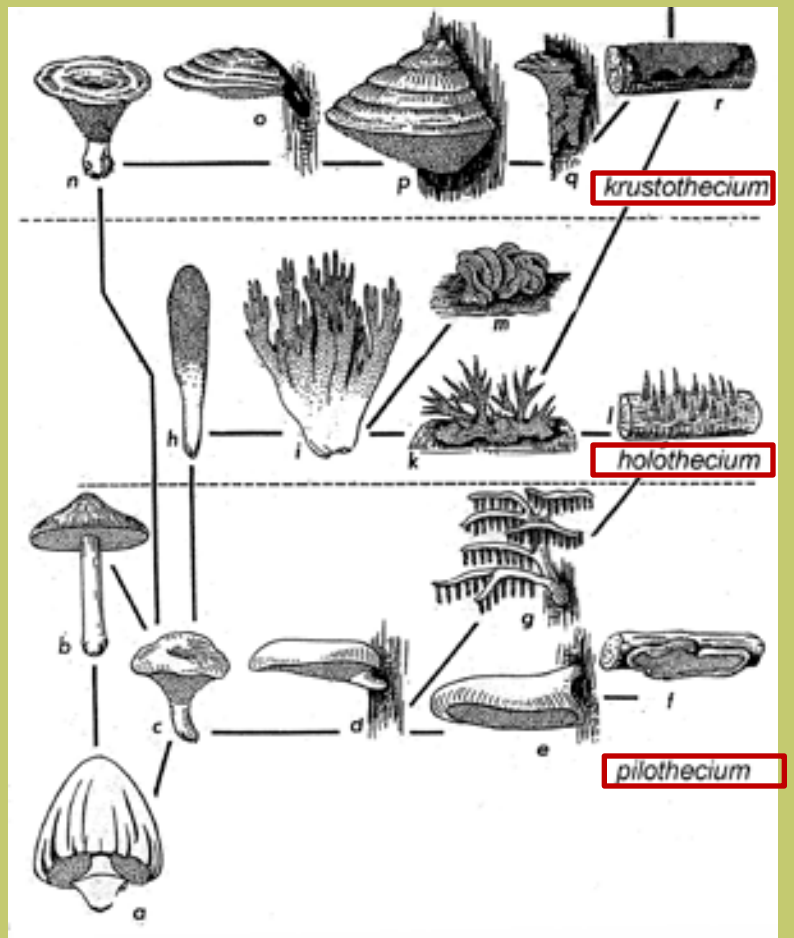
Clémençon (2004)

vs. **gasteroidní –** bazidie v dutinách uzavřených plodnic, nebo rozptýlené; **nejsou** odstřelovány

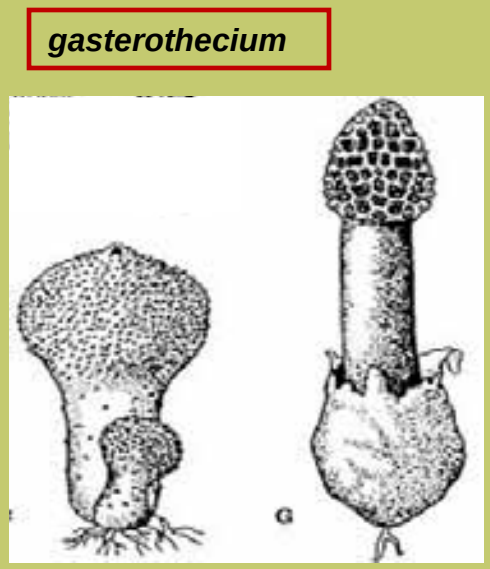
Agaricomycotina

- plodnice **plektenchym**
- různé typy hyf = různá tvrdost a tuhost plodnice (jednoleté vs. víceleté)

hymeniální



gasteroidní



a

b

c

d

e

f

g

h

i

j

Agaricomycotina

- v hymeniu specializované buňky (ochrana, ukládání terpenů, silic, regulace výparu)
- **cystidy**, **sety**, …

Chroogomphus rutilus, cystidy na ostří lupenů

http://www.mycokey.com/MycoKeySolidState/pictures/basi/bole/Chroogomphus/ruti2L.jpg

cystida *Phaeocollybia singularis*

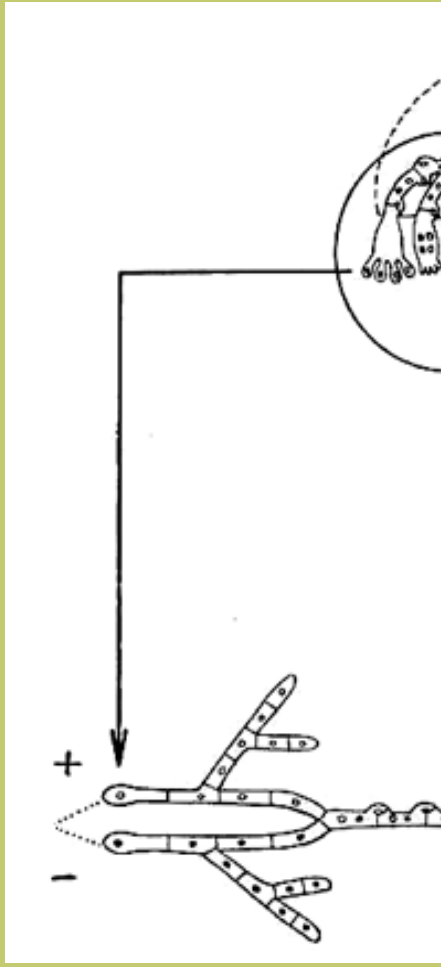
http://www.nybg.org/bsci/res/hall/singularis.html

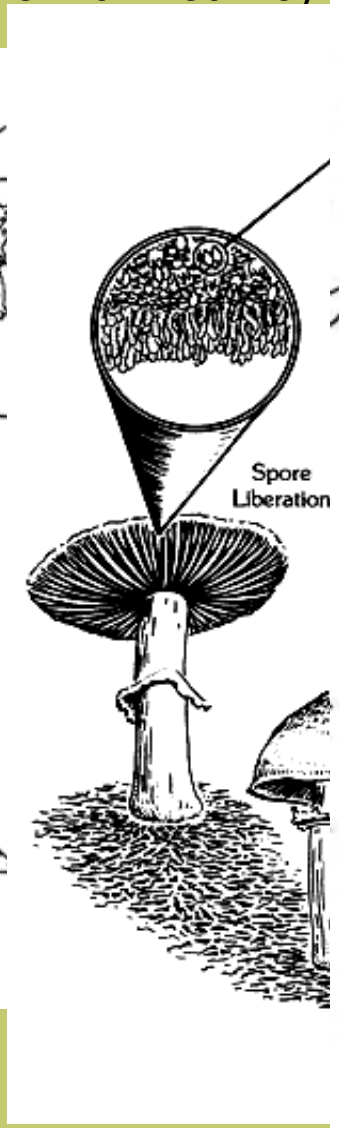
sety u *Inonotus obliquus*

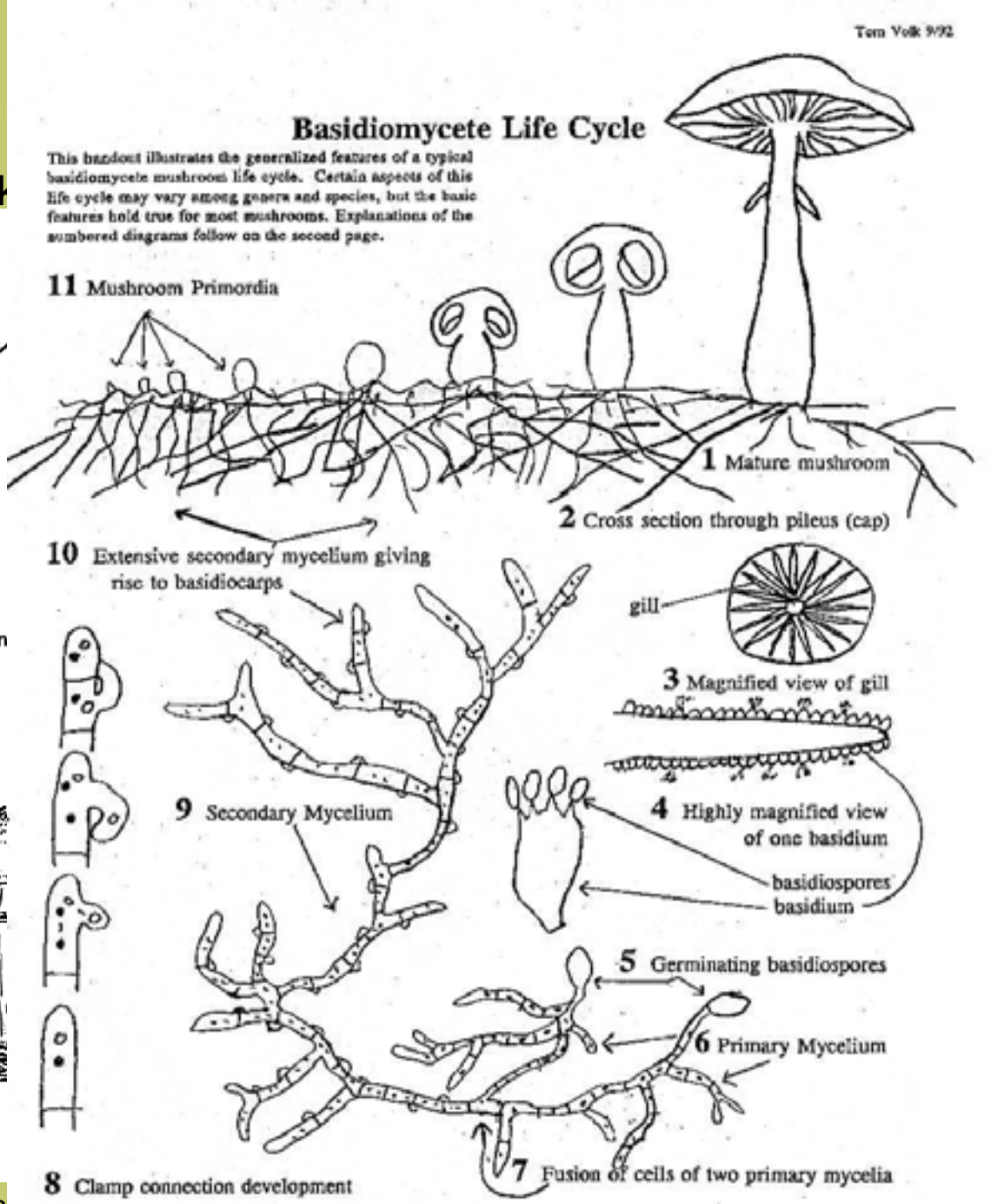
http://www.cerambyx.uochb.cz//nulmi4.htm

Agaricomycotina

- jak vhodně znázornit životní cyk



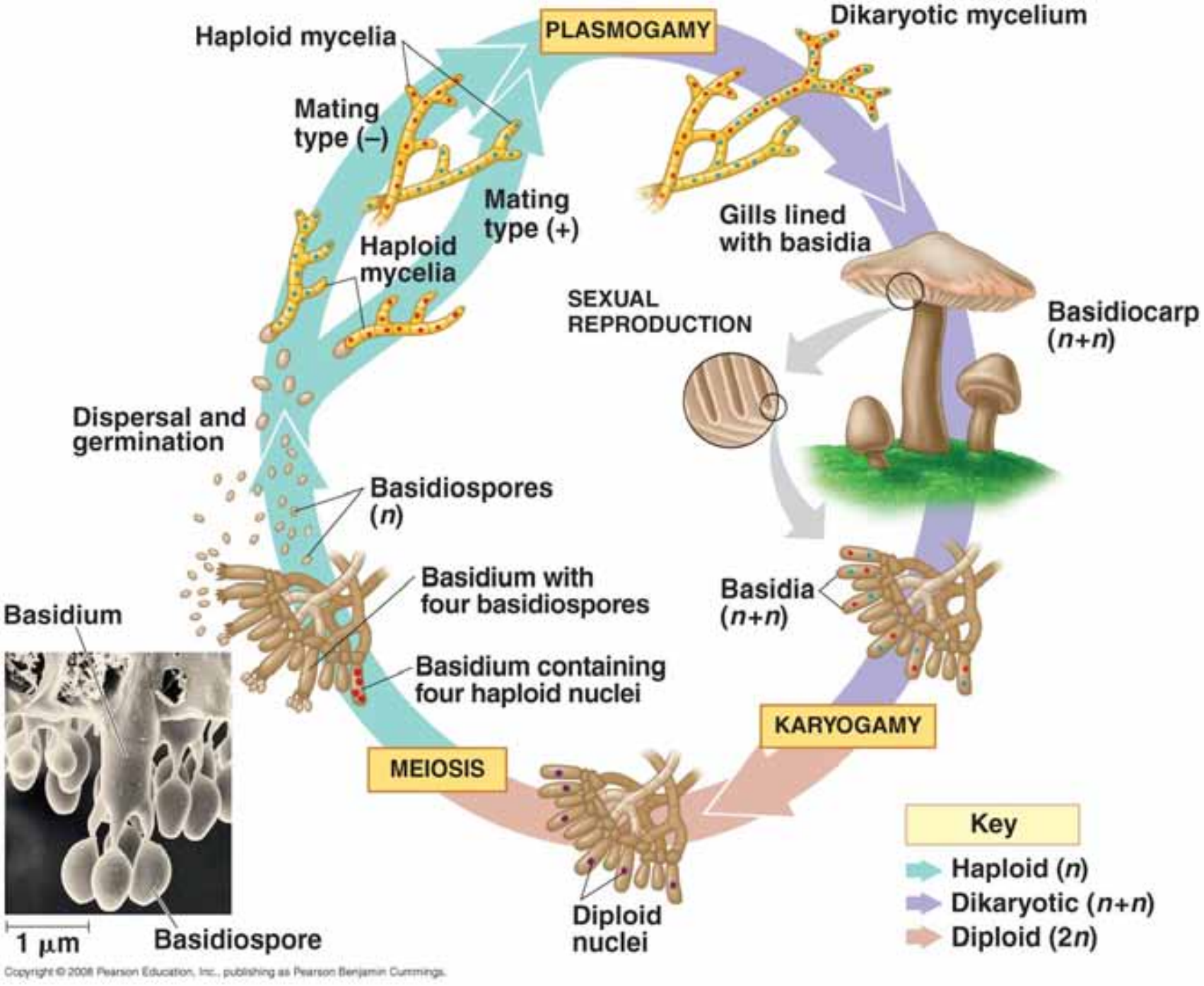




česká skripta?

http://legacy.lclark.edu/~seavey/bio210/images%2

http://botit.botany.wisc.edu/images/332/Basidiomycota/General_basidio/Basidiomycete_Life_Cycle_tjv.jpg

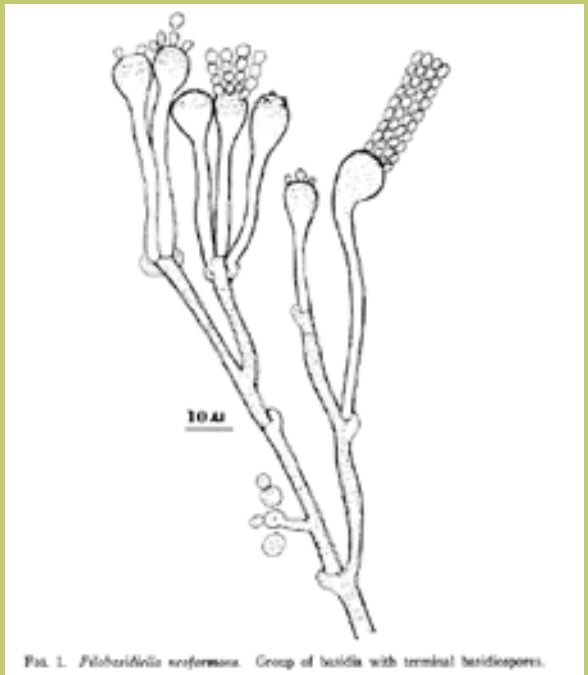


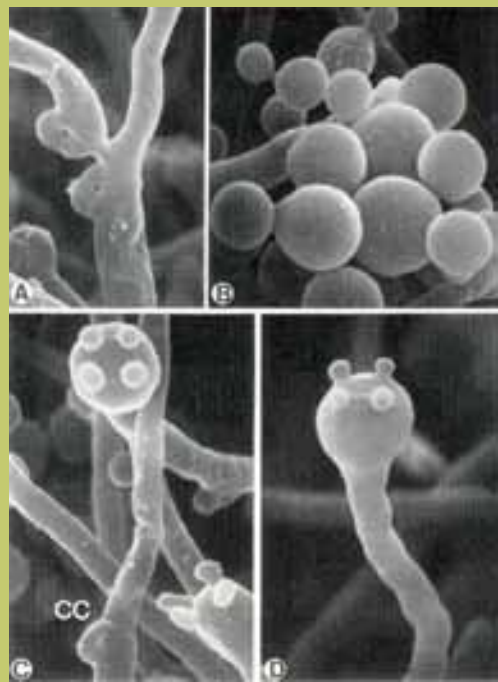
http://science.kennesaw.edu/~jdirnber/Bio2108/Lecture/LecBiodiversity/31_Labeled_Images/31_19BasidioLifeCycle_4-L.jpg

Agaricomycotina

Tremellomycetes

- saprotrofové a parazité jiných hub (vč. lišejníků) a obratlovců
- bazidie podélně dělené i nedělené, bazidiosp. klíčí pučením **= kvasinkovitá fáze**
- plodnice **rosolovité holothecium**, nebo **myceliální**
- smrtelně nebezpečný druh *Cryptococcus* (*Filobasidiella*) *neoformans*, systémová mykóza u imunodeficientních pacientů, nákaza z trusu ptáků a netopýrů
- rody *Tremella*, *Filobasidiella*





Kwon-Chung (1975)

Agaricomycotina

Tremellomycetes

Tremella

- plodnice rosolovité **holothecium**
  fragmobasidie podélně dělené,
- saprotrofové na dřevě a parazité
- v Asii se jedí

Tremella fuciformis

http://www.anbg.gov.au/fungi/images/0081.jpg

Agaricomycotina

Sebacina concrescens

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sebacina_concrescens_57409.jpg

Agaricomycetes

Sebacinales

- **mykorhizní symbionti** tvořící EcM, ErM, OM a endofyté v řadě dalších rostlin
- **bazidie podélně dělené**, bazidiospory alantoidní
- plodnice se většinou netvoří, když už, tak jsou **kožovité**, **rosolovité** až **korálovité** porůstající báze kmenů dřevin, lodyhy rostlin a opad
- rod *Sebacina*

Sebacina incrustans

http://www.mycodb.fr/fiche.php?genre=Sebacina&espece=incrustans&numphoto=2&source=list&filter=&numfiche=3661

Agaricomycotina

Phallomycetidae

- většina rodů s **gasteroidními** plodnicemi

- plodnice **epigeické** (nadzemní), nebo **hypogeické** (podzemní)
  - **peridie** (okrovka, 1–2-vrstevná), **gleba** (teřich) s rozptýlenými bazidiemi, nebo v komůrkách

- bazidie nedělené, bazidiospory elipsoidní až kulovité, nejsou odstřelovány

- převážně saprotrofové, někteří ektomykorhizní, některé druhy jedlé

- rody *Geastrum*, *Phallus, Dictyophora*

Geastrum fimbriatum

http://www.naturfoto.cz/hvezdovka-brvita-fotografie-3594.html

Agaricomycotina

Phallomycetidae

Dictyophora indusiata
http://homepage.mac.com/paulselden/Sites/Website/Phallusweb.jpg
- jedlá a využívána v lékařství

Hysterangium stoloniferum
http://micologia.net/g3/albums/Hysterangium-stoloniferum/Hysterangium_stoloniferum_003.sized.jpg

Agaricomycotina

Phallomycetidae

Phallus impudicus
- **peridie** na povrchu praská a vyroste bílé **receptakulum** s členitou **glebou** na vrcholu, rozšiřování **zoochorní**

http://www.fungi4schools.org/Reprints/Photoset0
Phallus_impudicus_Stinkhorn_('egg').jpg

Mutinus elegans
http://botit.botany.wisc.edu/toms_fungi/images/mut6.jpg

http://www.youtube.com/watch?v=66GN6ZpKvqA&list=UULW2qGoZRiYrSlpzFiI0oaQ

Agaricomycotina

Phallomycetidae

(Gomphales)

- plodnice **pilothecium** a **korálovité holothecium**, bazidiospory odstřelovány
- saprotrofové, vzácně ektomykorhizní

Gomphus kauffmanii
-jedlý, pod názvem *oniusutake*
sbírán v Japonsku
http://kinoko-ya.sakura.ne.jp/00jap/oniusutake.htm

Clavariadelphus junceus
http://mycoweb.narod.ru/fungi/Submitted/SJG3/Clavariadelphus_junceus_1_JS_20061014.jpg

Agaricomycotina

Agaricomycetes

Hymenochaetales

- **krustothecium**, často rozlité, víceleté či jednoleté, pilothecium
- v hymeniu **sety**, bazidiospory elipsoidní, hladké
- převážně saprotrofové i parazité na dřevinách, **bílá hniloba dřeva**, některé mykorhizní

- rody *Hymenochaete*, *Phellinus*, *Coltricia* …

Phellinus igniarius

Agaricomycotina

Agaricomycetes

Hymenochaetales

Coltricia perenis

http://www.hlasek.com/
houbyaphyllophoralesnahledy1an.html

Hymenochaete rubiginosa

http://www.bfig.se/images/Hymenochaete_rubiginosa126.jpg

Agaricomycotina

Agaricomycetes

Polyporales

- **krustothecium**, často rozlité, víceleté či jednoleté
- bazidie nedělené, bazidiospory elipsoidní až kulovité
- převážně saprotrofové, **bílá hniloba dřeva**, některé parazitické na dřevinách, některé jedlé a léčivé
- rody *Polyporus*, *Fomitopsis*, *Daedalea*, *Piptoporus*, *Ganoderma*, *Phanerochaete*, *Trametes, Laetiporus*, …

Fomes fomentarius

http://botit.botany.wisc.edu/toms_fungi/images/fftwo.jpg

Agaricomycotina

Agaricomycetes

Polyporales

Fomitopsis pinicola

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e5/Fomitopsis_pinicola_1.JPG/800px-Fomitopsis_pinicola_1.JPG

- parazit na jehličnanech, hlavně na borovicích a smrku

Ganoderma lipsiense (applanatum)

Agaricomycotina

Agaricomycetes

Polyporales

Ganoderma lucidum

http://www.naturalypure.com/GanodermaLucidum.htm

- využívána v asijském léčitelství, tzv. *reishi*

http://www.nahuby.sk/images/fotosutaz/2007/08/13/jaroslav_maly_75099.jpg

Laetiporus sulphureus

http://www.naturfoto.cz/fotografie/ostatni/sirovec-zlutooranzovy-46783.jpg

- parazit na listnáčích, často na ovocných dřevinách

Daedalea quercina

http://www.hlasek.com/daedalea_quercina_a8819.html

- parazit na řadě listnáčů

Agaricomycotina

Agaricomycetidae
Agaricales

- **pilothecium**, jednoleté, masité až drobné, **nevětvené holothecium**

- bazidie nedělené, bazidiospory elipsoidní až kulovité, různě zbarevené
= různá barva výtrusného prachu

Fig 1 – Spore prints of gilled mushrooms (agarics) obtained from fresh fruiting bodies. (A) Brown spores from *Galerina marginata* TUB 012686. (B) Black spores from *Psathyrella candolleana* TUB 012687. (C) Light-coloured spores from *Laccaria bicolor* TUB 012688.

- převážně saprotrofové a ektomykorhizní (občas introdukovány spolu se semenáčky hostitelských dřevin), některé parazitické na dřevinách, často jedlé

- rody *Agaricus*, *Marasmius*, *Cortinarius*, *Collybia*, *Schizophyllum*, *Lycoperdon,* …

Collybia butyracea

http://mycoweb.narod.ru/fungi/Collybia_butyracea.html

Agaricus campestris

http://www.webalice.it/mondellix/images/Agaricus%20campestris_2.jpg

Cortinarius violaceus

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/ec/Cortinarius_violaceus_in_situ.jpg

Marasmius rotula

Marasmiellus scandens
- parazit na kakaovníku

Marasmiellus scandens; disease symptoms on *Theobroma cacao*

Cannon (2004)

Macrotyphula fistulosa

http://www.orchis.webzdarma.cz/Aphylloporales1/Macrotyphula%20fistulosa.JPG

Nidula candida

Cyathus olla
- bazidie v peridiolách

Cyathus olla; basidiomata

Cannon (2004)

Cyathus striatus; basidiomata

http://www.youtube.com/watch?v=4qEucWlKAlc&feature=c4-overview&list=UULW2qGoZRiYrSlpzFiI0oaQ

Tulostoma brumale

C. striatus

Crucibulum laeve

Agaricomycotina

Agaricomycetidae

Agaricales

Hydnangium carneum + *Eucalyptus* spp.
z Austrálie při výsadbách ve Španělsku

http://forum.funghiitaliani.it/index.php?showtopic=17141

Agaricomycotina

Agaricomycetidae

Agaricales

Amanita phalloides

http://www.orchis.webzdarma.cz/Agaricales1/Agaricales1.htm

- **smrtelně jedovatá**!!

Agaricomycotina

Agaricomycetidae
Boletales

- **pilothecium**, **hymenofor** nejčastěji rourkatý
- časté modrání dužniny – reakce s kyslíkem působením lakázy se chinony mění na barevné antrachinony

Gyroporus cyanescens; basidiomata

Svrček (2004)

- bazidie nedělené, bazidiospory elipsoidní, válcovité, vřetenovité, bezbarvé či pigmentované
- saprotrofní, ektomykorhizní (některé introdukovány spolu se semenáčky dřevin), *Xerocomus parasiticus* mykoparazitický
- *Boletus*, *Chalciporus*, *Leccinum*, *Suillus*, *Melanogaster*, *Rhizopogon*, *Pisolithus*

Agaricomycotina

Agaricomycetidae
Boletales

Melanogaster ambiguus

Cannon (2004)

Leccinum rufum

Suillus variegatus

http://www.orchis.webzdarma.cz/Boletales1/Boletales1.htm

Strobilomyces strobilaceus

Basidiomycota a jak je učit?

- asi dobré zachovat hlavní vývojové větve, tj. pododdělení

- jak je pojmenovat?

Basidiomycota	**/houby stopkovýtrusé**
Pucciniomycotina	**/rzi**
Ustilaginomycotina	**/sněti**
Agaricomycotina	**/<u>pokročilé</u> stopkovýtrusé houby**
Tremellomycetes	
Agaricomycetes	
Tremellales	/mozkovkotvaré
Sebacinales	/pokrytkotvaré
Geastrales	/hvězdovkotvaré
Phallales	/hadovkotvaré
Polyporales	/chorošotvaré
Agaricales	/žampionotvaré
…	…

- kolik zástupců vybrat? Známé či méně známé?
- ne houby podle tvaru (atlasy, praktické) – rostliny také neučíte podle barvy květu!