

Aplikovaná mykologie

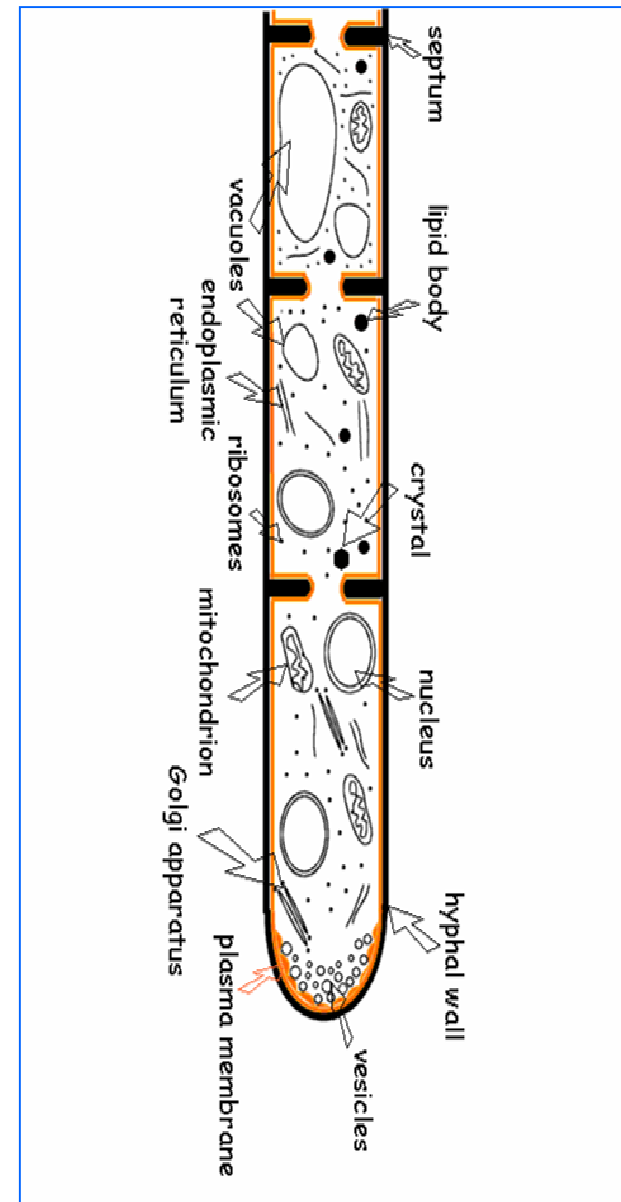
....jak se dají prakticky využít houby

úvod



- Eukaryotický organismus (heterotrófní)
- Tělo = stélka (jednobuněčná kokální, vláknitá =hyfa)
- Hyfa je typická apikálním růstem, bohatě se větví a vytváří 3D myceliární síť - MYCELIUM
- Rozmnožuje se vegetativně (myceliární fragmenty), nepohlavními spórami a generativně-pohlavními spórami
- Nepohyblivý organismus?
- Absorptivní způsob výživy
- Charakteristické transportní (glykogen) a zásobní látky (cukerné alkoholy – manitol a arabitol) a trehalóza (disacharid)
- Základní komponentou buněčné stěny je CHITIN

Houba jako organismus



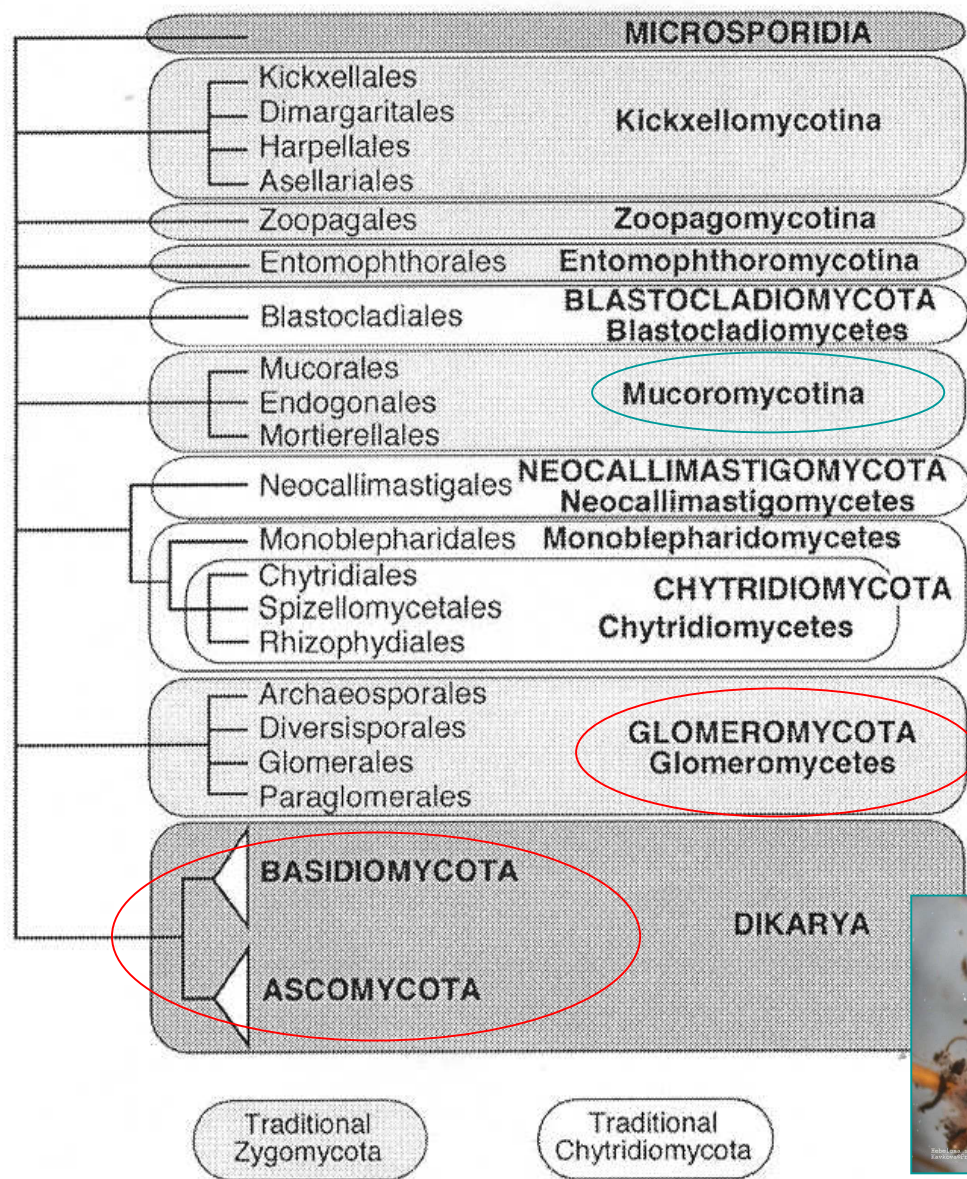


Fig 1 – Phylogeny and classification of Fungi. Basal Fungi and Dikarya. Branch lengths are not proportional to genetic distances. See Table 1 for support values for clades.

Říše: FUNGI

Outline classification of Fungi in 21st Century Guidebook to fungi. Moore D., Robson D.G., Trinci P.J., 2011

Říše: EUMYCOTA (Fungi, pravé houby)

Phylum:

- Chytridiomycota (706 species in 105 genera)
- Blastocladiomycota (179 species in 14 genera)
- Neocallimastigomycota (20 species in 6 genera)
- Microsporidia (1300+ species in 170 genera)
- Glomeromycota (169 species in 12 genera)
- Ascomycota (64 163 species in 6355 genera)
- Basidiomycota (31 515 species in 1589 genera)



Podříše: Dikarya



Subphylum:

dříve phylum Zygomycota

- Mucoromycotina (*insertae sedis*)
- Entomophthoromycotina
- Zoopagomycotina
- Kickxellomycotina



Říše: Chromista

Phylum: Oomycota

Ph: Hypochytriomycota

Ph: Labyrinthulomycota

Říše: Protozoa*

Phylum: Plasmodiophoromycota

Ph: Acrasiomycota

Ph: Myxomycota

Ph: Chanozoa



Obecné charakteristiky říše Fungi

Základní vývojové skupiny

Phylum:

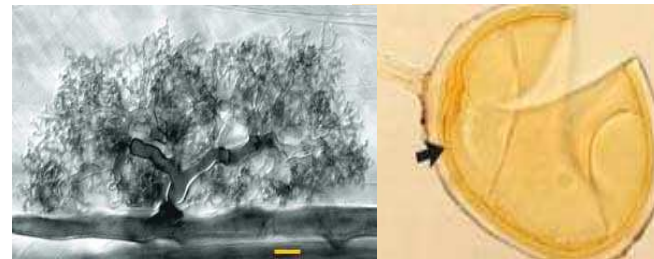
Chytridiomycota: (800)

- Coenocytické mycelium
- Zoospory s jedním bičíkem
- vodní & terestrické druhy
- Netvoří plodnice



Glomeromycota: (200)

- Vyčleněné ze Zygomycota
- coenocytické mycelium
- Neznámé pohlavní rozmnožování
- Vesikulo arbuskulární druhy – endomykorhiza
- Netvoří plodnice



Subphylum:

- Mucoromycotina (*insertae sedis*)
- Entomophthoromycotina
- Zoopagomycotina
- Kickxellomycotina



Říše: Fungi:

Podříše: Dicarya

Basidiomycota: (22.500)

- Septátní mycelium
- přezky
- Septa + dolipor
- dikaryotické, haploidní mycelium
- Basidiospóry na basidiích (exospory)
- basidiokarpy (makrokarpy, plodnice)
- Nepohlavní rozmnožování - konidie

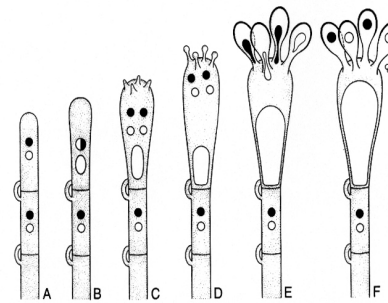
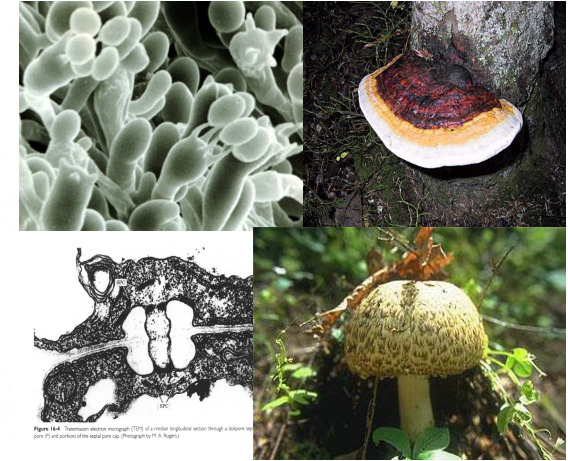
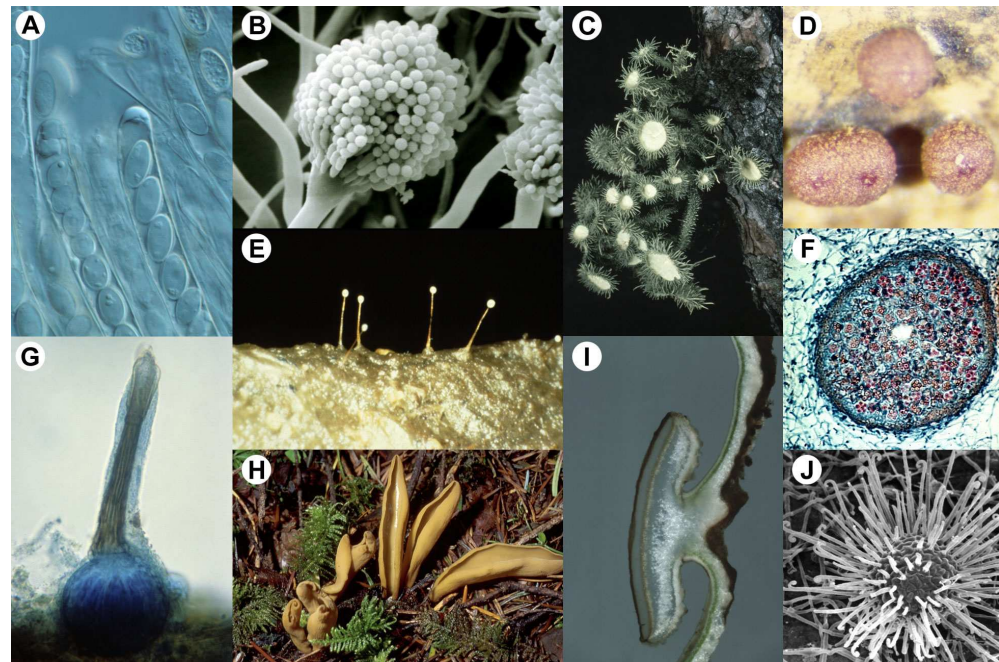


Figure 16-4 Successive stages in development of a basidium and basidiospores. (A) Binucleate hyphal tip. (B) Uninucleate, diploid basidium following karyogamy. (C) Postmeiotic basidium with four haploid nuclei. Sterigmata have begun to develop. (D) Basidiospore initials on sterigmata and nuclei preparing to migrate into the spore initials. (E) Migration of nuclei into basidiospore initials. (F) Highly vacuolate, maturing basidium bearing four young uninucleate basidiospores. (Drawing by Carol Gubbins Hahn.)

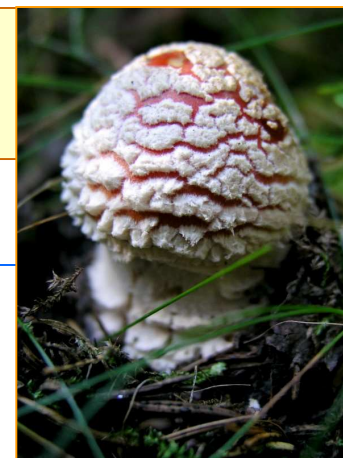


Ascomycota: (35.000)

- Septátní mycelium
- Septum + Voroninova tělíska
- monokaryotické, haploidní mycelium
- Askospory v asku (endospory)
- Askokarpy (plodnice)
- Nepohlavní rozmnožování - konidie



Houby, civilizace a historie



Systematické studie byly započaty před 250 lety

Paleolitické období

Tassili (5.000bc)- jeskynní malba

Oetzi (ledový muž, Alpy) – zavěšené choroše (*Piptoporus betulinus*) a troudu (*Fomes fomentarius*).

Starověký Egypt-**fermentace** je dar boha Osira

Starověké Řecko – Bacchalie

Římská říše – Jupiter jako dárce hub a lanýžů

Střední doba kamenná (Maglemose, Dánsko) – Troudnatec kopytovitý (kys. listová, ergosterol, anti –B aglutinin)

Národy Jižní Ameriky- Guatemala a Mexiko-využívání halucinogenních hub – *Amanita muscaria*, *Psilocybe cubensis*

Severoamerické národy – *Fomitopsis officinalis*, *Piptoporus betulinus* –hubky při rozdělování ohně, zastavení krvácení

- **Nutriční a ekologické adaptace** – **symbionti**, parazité rostlin, **parazité** obojživelníků, ryb, ptáků a savců, **saprofyté**

příklady

- **Symbionti rostlin** – endofyté travin, mykorhizní druhy hub

Scleroderma citrinum -
ektomykorhiza

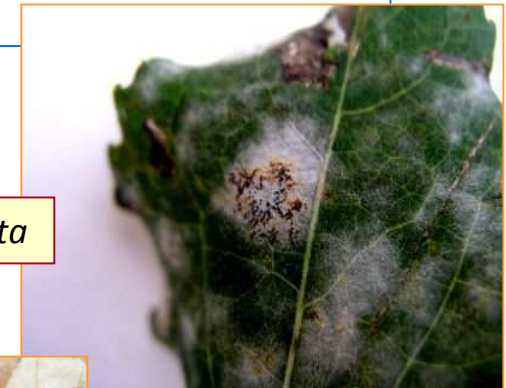


- **Parazité rostlin** – obligátní nebo fakultativní, biotrófní, nekrotrofní a přechodné formy

- **Parazité živočichů** – mykózy

- **Saprofyté** – rozklad organické hmoty

Microsphaera penicillata

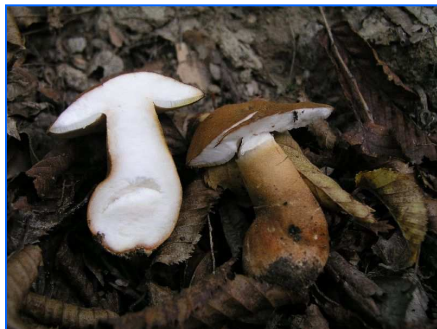


- **Parazité hub**

Spinellus fusiger



Helvella crispa



Houby a člověk

Vztahy pozitivní a prospěšné



- **Biotransformace** - **Fermentace** – kvasinky (alkohol, chleba, steroidy)
- **Využití metabolitů** – antibiotika, rostlinné hormony, cytostatika, alkaloidy
- **Využití enzymatických aktivit hub** – zrající sýry, tempeh, sojová omáčka, organické kyseliny
- **Využití biomasy** – zdroj proteinů, enzymů, barviv, organických kyselin
- **Biologická ochrana** – zemědělství – využití entomofágních a nematofágních a mykoparazitických hub k eliminaci škůdců a parazitických hub
- **Lesnictví a zemědělství** - využití mykorhizních hub k produkci rostlin, využití hub při **bioremediaci** toxických látek z půdy



Houby v ovzduší – aeromykologie (alergologie, hygienické stanice, fytopatologická prognóza a signalizace)





Negativní vliv hub

Choroby rostlin – ohrožení produkce zemědělských plodin

Phaeoannellomyces werneckii

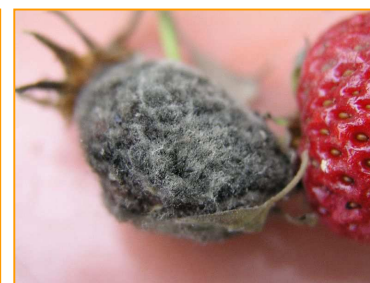
Mykózy – zvířata a lidé



Ustilago maydis

Mykotoxiny – sekundární metabolity

Alergie



Hniloby a kazivost – potraviny, organické produkty

Mykorhizní houby

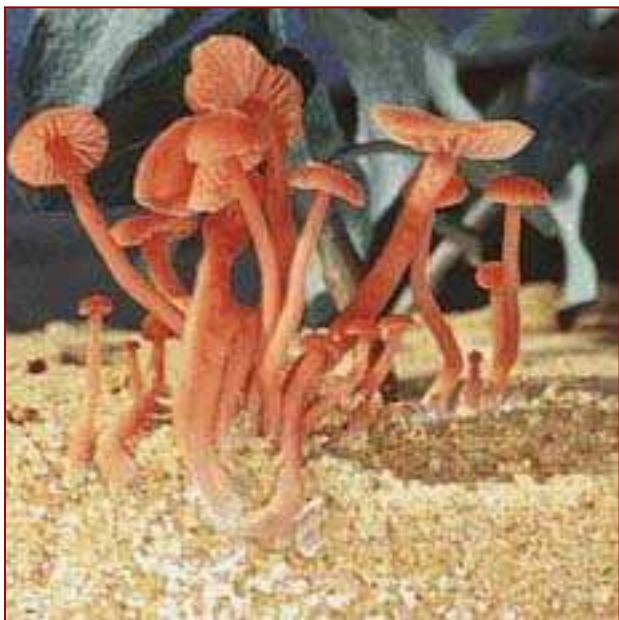
- **Ektomykorhizní**

- jedlé druhy – jako potravina
- všechny –**inokulum** vhodné pro semenáčky nebo vzrostlé stromy --zvyšuje adaptabilitu, odolnost proti půdním patogenům, tolerance vůči stresovým podmínkám (sucho, nevhodná půda, půdy chudé na mikrobiální aktivitu etc.)
- inokulum** se získává *in vitro* kultivací ze spór nebo plodnic
- nachází se v boreálním pásmu lesů (stromy)
- Odd: Basidiomycota a Ascomycota**

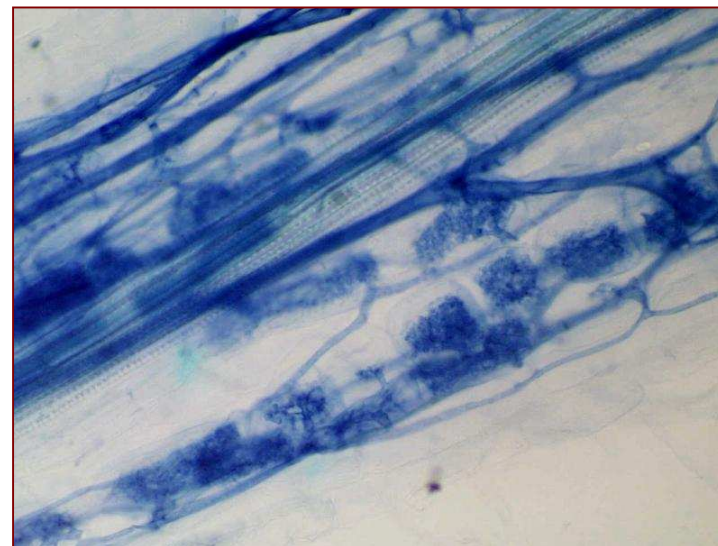
- **Endomykorhizní**

- Symbionti bylin a trav
- zprostředkovávají rostlině výživu, aktivují a zvyšují rezistentní mechanismy, zvyšují násadu květu a výnos
- Nedají se kultivovat *in vitro* na umělých půdách, pouze přes živé rostliny (trap-cultures)
- Mírné pásmo, tropy a subtropy
- **Odd: Glomeromycota**





Laccaria laccata plodnice a ektomykorhiza



Endomykorhiza: kořen s arbuskuly a spora





Cantharellus cibarius



*Tuber
melanosporum*



Tuber gibbosum





Morchella conica



Morchella esculenta

Parazitické a saproparazitické druhy

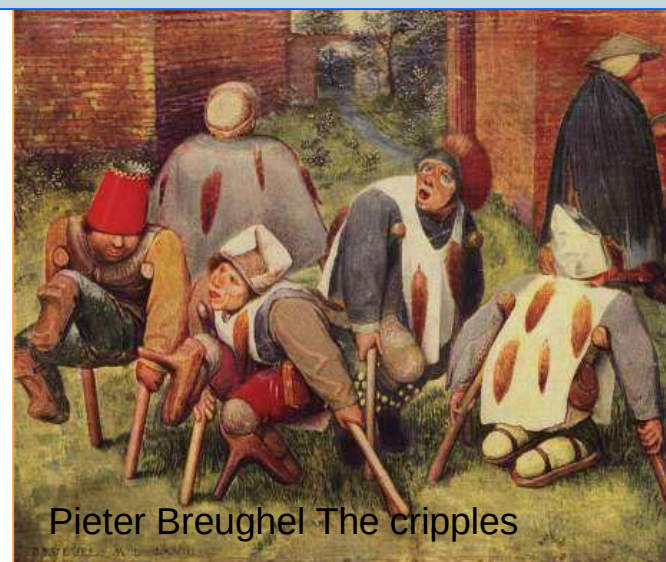
- **Basidiomycota** – mnohé druhy jsou závažnými parazity stromů, ale jejich nebezpečnost je daná v mnohých případech neuváženým chováním člověka ve vztahu k přírodě. Př. *Armillaria melea*, *A. gallica* (Václavka obecná, V. galská). Mnohé druhy jsou schopné růst i saprofytický (fakultativní parazitismus): Př. *Pleurotus ostreatus* (Hlíva ústříčná). Mohou být jedlé nebo produkují metabolity s pozitivním účinkem na lidské zdraví *Ganoderma lucidum* (Lesklokorka lesklá).
- **Ascomycota** – parazitické druhy s praktickým využitím spadají do různých taxonomických skupin askomycet a uplatňují se v biologickém boji proti škůdcům a patogenům zemědělských plodin a lesa (entomopatogenní, nematofágní a mykoparazitické druhy). V lékařství mají využití druhy produkující alkaloidy – rod: *Claviceps* sp. – Námel. (řád Hypocreales, Tř. Euascomycetes) (parazituje na travách a obilninách).



Armillaria sp. na olši



Námel- *Claviceps purpurea*
(Paličkovice nachová)



Pieter Breughel The cripples



Mšice parazitovaná
houbou *Verticillium lecanii*



Saprofytické druhy

- Mají v přírodě nezastupitelnou roli (rozkládají organické substráty –dřevo, kosti, peří, slámu aj. na jednoduché molekuly a podílí se na koloběhu C, H a N). Lze je rozdělit do tří skupin:

1. **Primární dekompositoři** – první kolonizují neživý substrát, jsou rychle rostoucí, produkují enzymy degradující celulózu a lignin, nemají dostatečnou konkurenční schopnost vůči dalším saprofytům.

Př: Hlíva ústříčná (*Pleurotus ostreatus*), Shiitake (*Lentinula edodes*), Límcovka vrásčitoprstenná (*Stropharia rugosoanulata*).

2. **Sekundární dekompositoři** – navazují na primární dekompository a kolonizují substrát narušený primárními druhy hub. Typický je jejich růst na kompostovaných substrátech ve spojení s aktinomycety a bakteriemi. Mají vyšší nároky na N látky.

Př: *Agaricus brunescens* syn. *A. bisporus* (Žampion dvouvýtrusý)

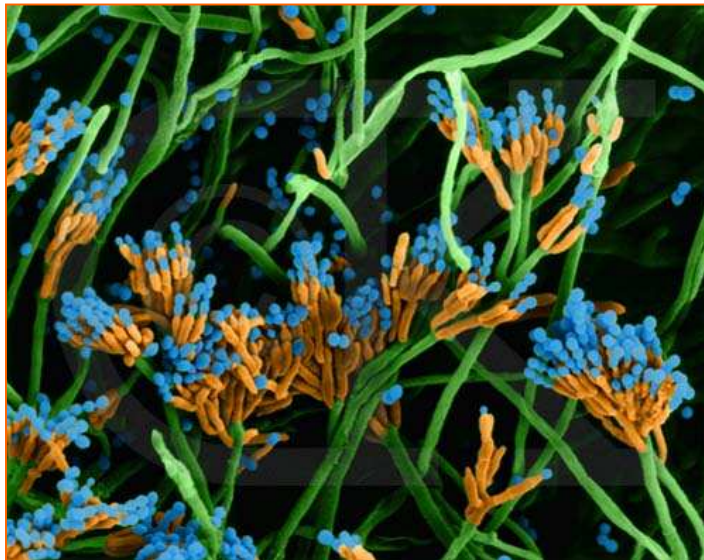
3. **Terciální dekompositoři** - osidlují dobře rozložený substrát primárními a sekundárními dekompository.

Př: některé druhy žampionu, *Agrocybe aegerita* (Polnička topolová)

Typickými terciálními dekompository odd: Ascomycota jsou mikromycety produkující sekundární metabolity prakticky využívané v lékařství

Př: *Penicillium biguttatum* (penicilin) nebo *Tolypocladium* spp. (cyklosporiny).

Také druhy entomopatogenní, nematofágní a mykoparazitické využívané v **biologické ochraně rostlin** jsou terciální dekompositoři.



Průmyslové využití plísní a hub

1. Antibiotika – chemické látky produkovány mikroorganismy – bakterie, vláknité mikromycety a aktinomyce, mající schopnost usmrcovat nebo inhibovat růst jiných mikroorganismů.

1.2. Penicilin

Sir A. Flemming a jeho kolegové Florey a Chain – 1939-1941 (*Penicillium notatum*, *Penicillium chrysogenum*)

1.3. Tetracykliny – *Streptomyces aureofadens* (chlortetracyklin)

2. Kyselina citrónová

- medicina, vůně, esence, barvení textilií, rytiny
- *Aspergillus niger* (1923)
- Aerobní fermentace na různých substrátech

3. Enzymy

Aspergillus sp., *Penicillium sp.*, *Mucor sp.*, *Rhizopus sp.*

Amylázy (hydrolýza škrobů ve farmacii, potravinářství), **invertázy** (potravinářství), proteázy (koželužny, lepidla, textilní průmysl, etc.), **pektinázy** (potravinářství, textilní průmysl)

Mechanismy v biologické ochraně

1. **Řízený antagonismus**- hyperparasitismus/predace - př. *Ampelomyces quisqualis*, *Trichoderma viridae*
2. **Specifický antagonismus** –Antibióza (fenaziny, cyklické polypeptidy), Lytické enzymy (chitinázy, glukánázy, proteázy), odpadní produkty (NH_4 , CO_2), Fyzikální a chemická interference (blokování půdních pórů, chelatické vazby, etc.)
3. **Nespecifický antagonismus** – kompetice (exudáty, sideofóry, kumulace v nikách), indukce hostitelské rezistence (kontakt rustlinné buněčné stěny s fungální, elicitory vs. obranné mechanismy rostliny, indukce fytohormonů etc.)

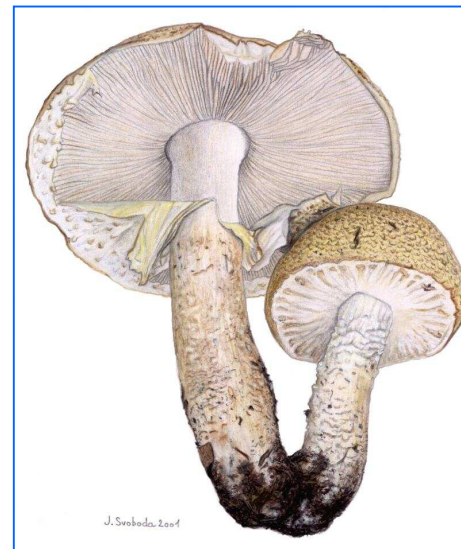
Agaricus bisporus



Agaricus subrufescens



Agaricus augustus



My shiitake mushrooms grown in logs



Tricholoma giganteum



Stropharia rugosoanulata



Sapro- parazitické houby – produkce cyklosporinu



Isaria sinclarii (teleomorfa)

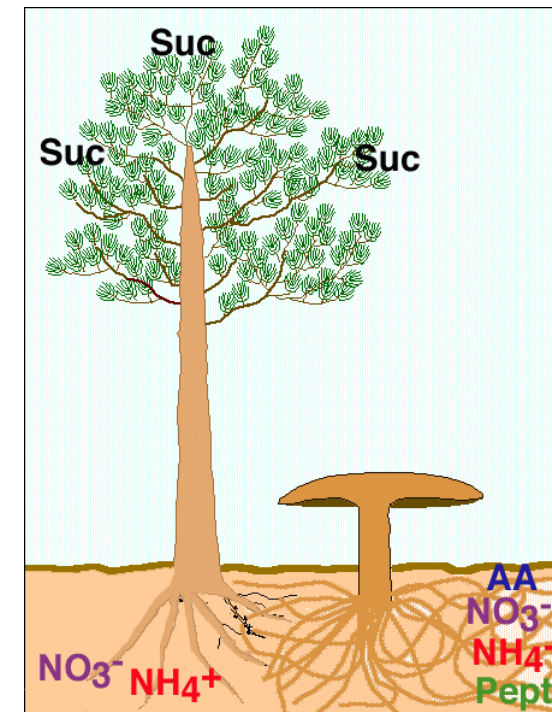


Tolypocladium inflatum
(anamorfa)



Výživa hub

- **Mykorrhizní druhy hub** – potřebují ke svému vývoji látky produkované rostlinou – zejména produkty fotosyntézy (glukóza, aminokyseliny). Rostou pomalu v umělých *in vitro* kulturách. Další faktory ovlivňující tvorbu plodnic a růst mycelia je světlo, teplota, poměr O a CO₂ a vlhkost.
- **Saprofyté** – enzymaticky rozkládají jednotlivé komponenty podle nutriční strategie
- **Parazité** – enzymaticky a fyzikálně narušují pletiva hostitele tak ze dochází k narušení jeho životních funkcí nebo ke smrti. Parazité hmyzu využívají ke kolonizaci hemolymfy hmyzu tzv. **dimorfismus** – to je vlastnost hyfy chovat se, růst a množit v tekutém prostředí jako kvasinka- blastospora.



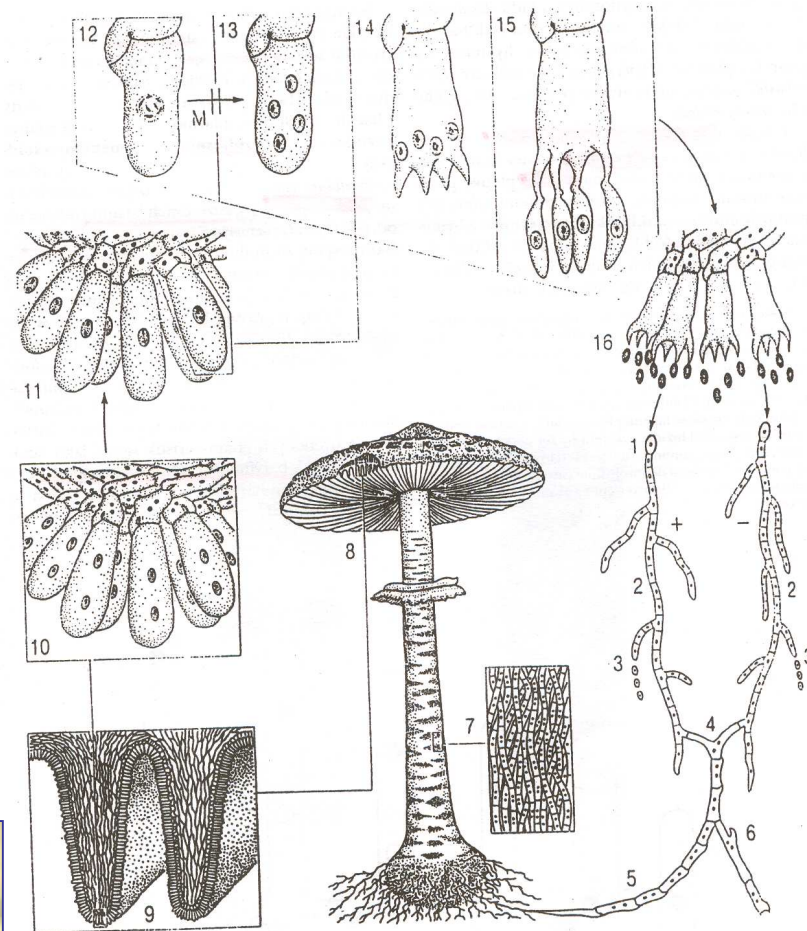


Александр Николаевич ПЕДЖИДИНОВ
www.pedjidinov.ru

Životní cyklus hub

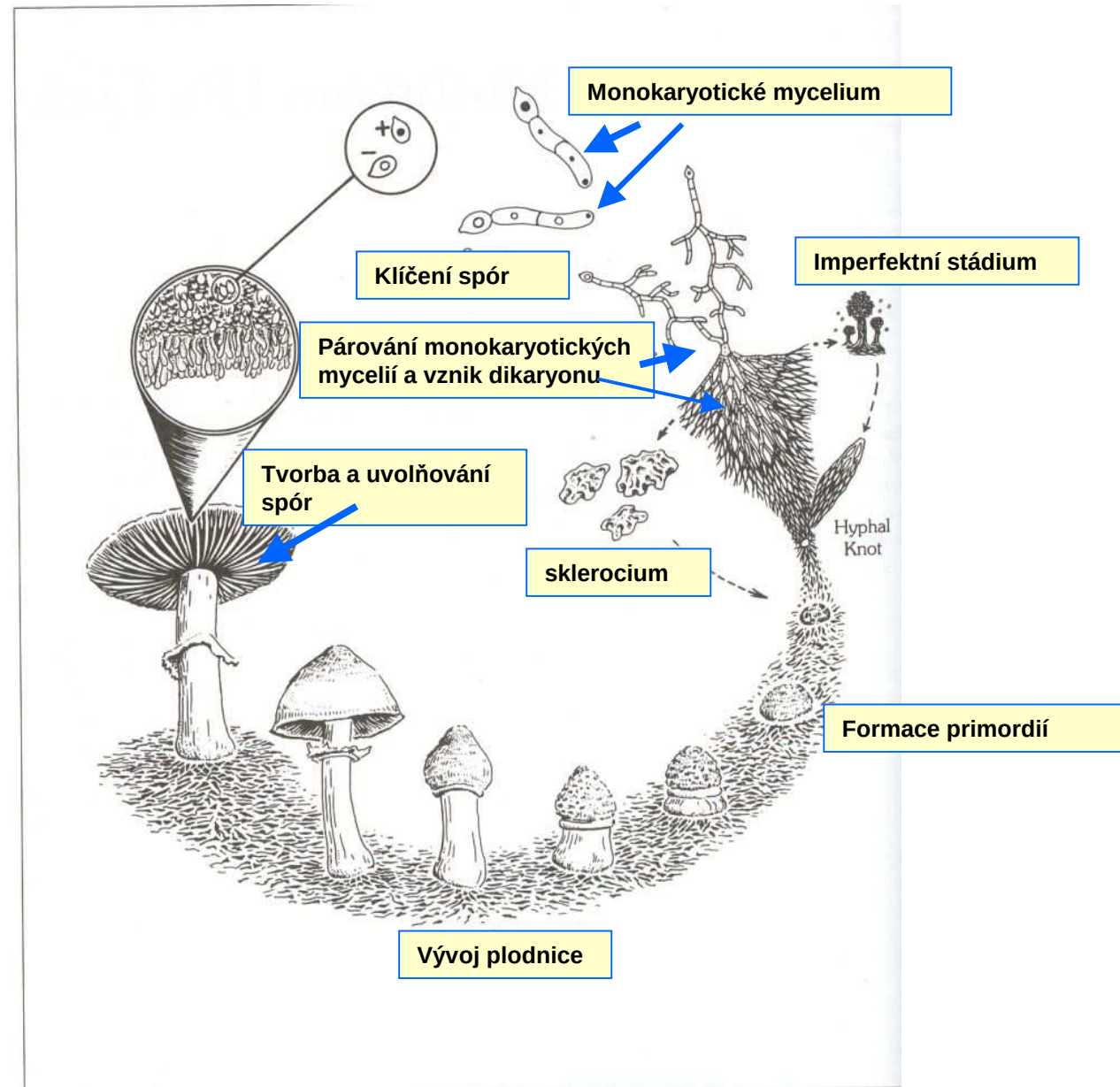
- **Basidiomycota**

- Spora – monokaryotické mycelium (dočasně)
- Dvě mycelia se spojují do dikaryonu (přezky)
- Myceliární síť
- Formace pletiv
- Tvorba primordia
- Vývoj plodnice
- Sporulace



Obr. 68: Životní cyklus stopkovýtřusé houby *Lepiota procera* (Basidiomycetes).

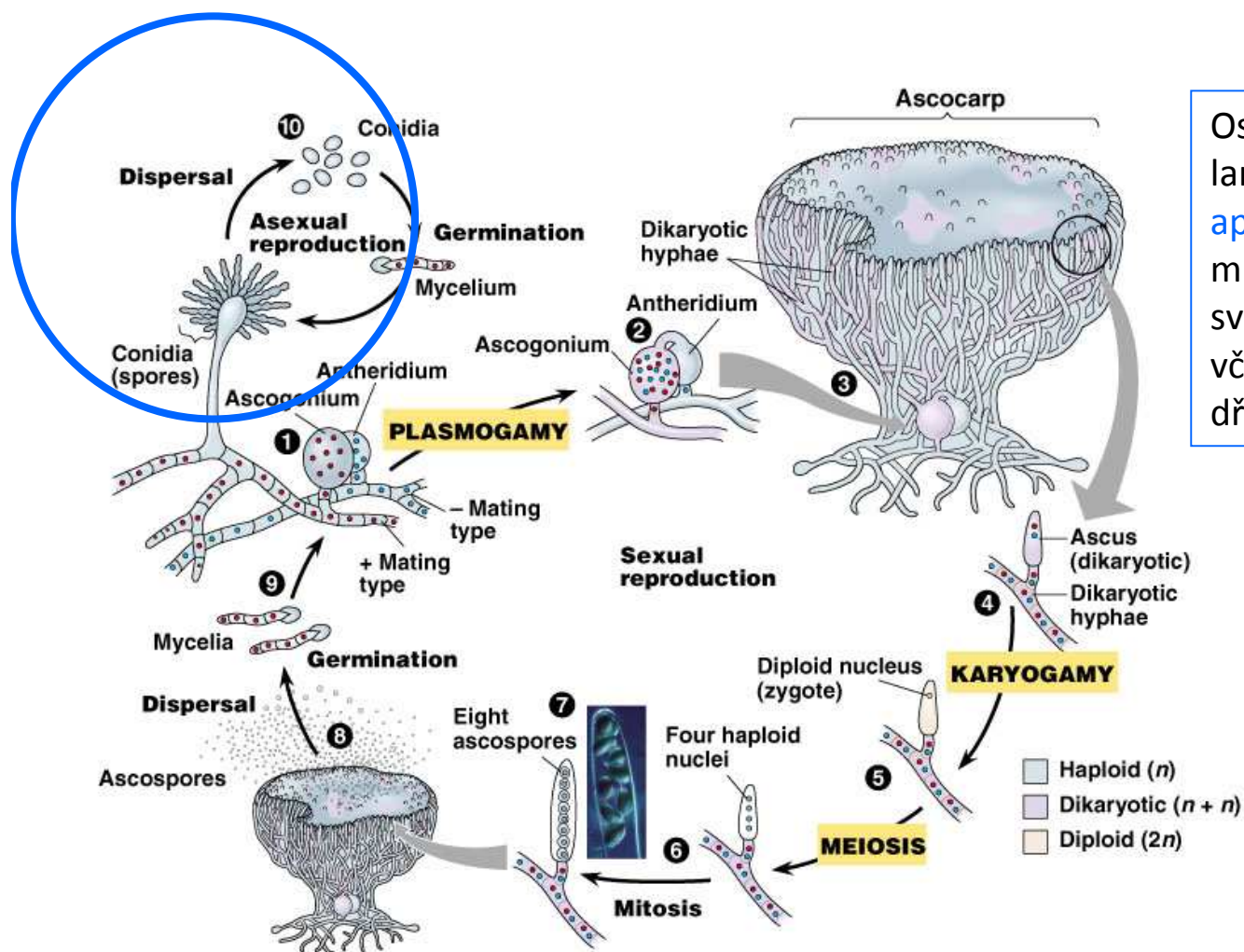
- 1 - klíčící bazidiospory,
- 2 - primární (haploidní) mycelium,
- 3 - tvorba konidií,
- 4 - somatogamie mezi dvěma kompatibilními primárními mycelii,
- 5, 6 - sekundární (dikaryotické) mycelium,
- 7 - bazidiokarp, v detailu plektenchymatická struktura (terciární mycelium),
- 8 - lupeny s hymeniem,
- 9 - detail průřezu lupenů s hymenoforem,
- 10 - mladá dikaryotické bazidie,
- 11 - karyogamie,
- 12 - mladá diploidní bazidie,
- 13 - bazidie po meiozi,
- 14 - počátek tvorby sterigmat a migrace jader,
- 15 - mladé bazidiospory na sterigmatech,
- 16 - uvolňování bazidiospor (podle LLIMONA et al.)



U ECM druhů je nezbytné spojení s hostitelským stromem

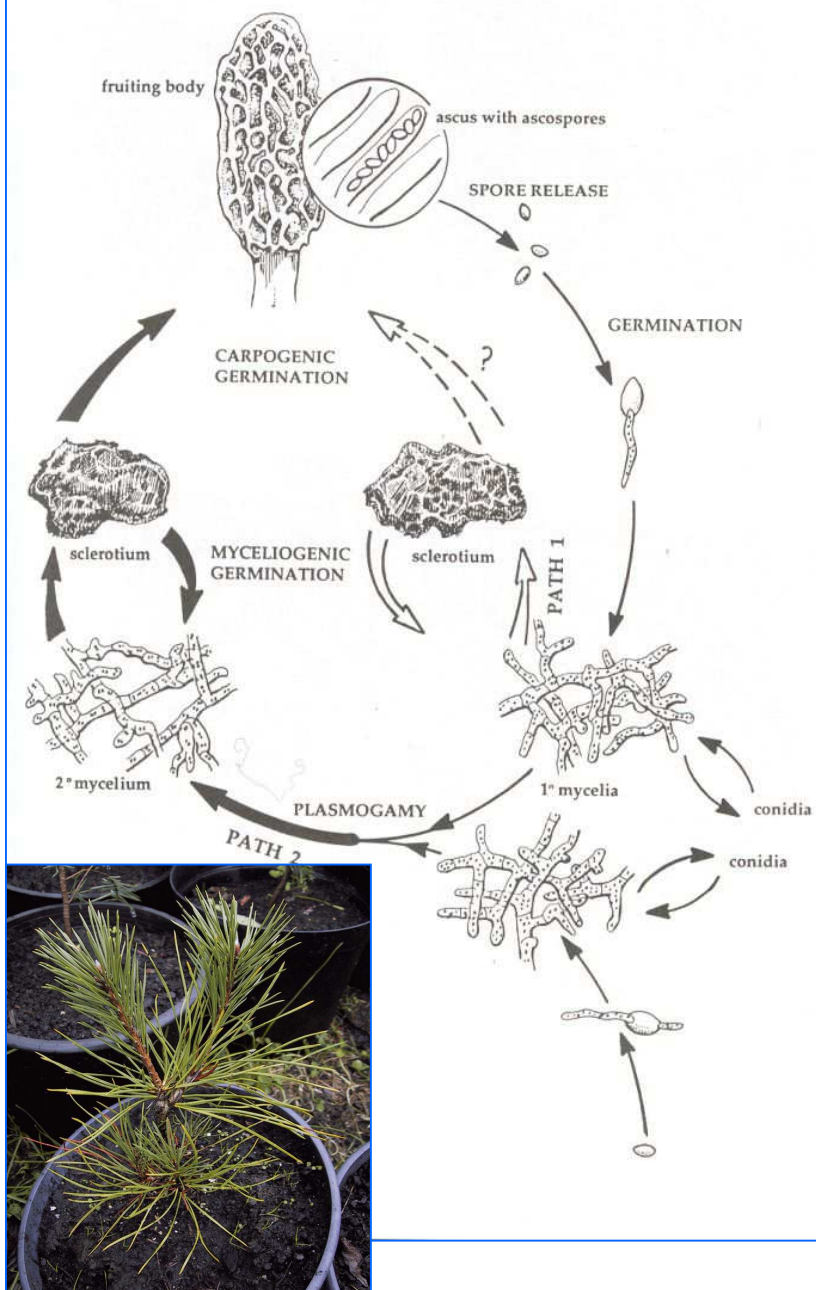
Ascomycota - generalizovaný životní cyklus

Střídání pohlavní (teleomorfa) a nepohlavní fáze (anamorfa)



Ostatní pěstované druhy – lanýže a smrže musí vytvořit **apothecium** – plodnici, takže musí projít celým cyklem a mají svoje specifika a zvláštnosti včetně vazby na hostitelskou dřevinu.

Smrže – *Morchella esculenta*, *M. conica*



Použité informace:

- Stamets P. (2000) Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms 3th Ed. 574 pp
- Jablonský I. A Šasek V. (2006) Jedlé a léčivé houby 263pp
- www.fao.org
- <http://www.biology.lsu.edu>
- www.insectscience.org
- www.sbioinformatics.com
- www.ecoyardfarming.com
- www.discoveriesinmedicine.com
- http://botit.botany.wisc.edu/toms_fungi/images/lsariasinclairii.jpg
- www.mushroomexpert.com
- www.hdc.org.uk
- www.ccma.csic.es
- www.idsystem.cz