



OBEČNÁ MYKOLOGIE

(místy se zvláštním zřetelem k makromycetům)

- Vymezení pojmů „houby“ a „mykologie“ • Historický výskyt a teorie o původu hub
- Stavba houbové buňky (cytoplazma, organely, jádro a bun. cyklus, bun. stěna)
 - Výživa a obsahové látky hub • Vegetativní stélka hub (nemyceliální houby, hyfy, hyfové útvary, pletivné útvary, stélka lišejníků, růst houbové stélky)
 - **Rozmnožování hub** (vegetativní, nepohlavní, pohlavní) • Genetika hub
 - Plodnice hub (sporokarpy, askokarpy, bazidiokarpy, anatomie plodnic, hymenofor, hymeniální elementy) • Spory hub (typy a stavba, šíření a klíčení)

ROZMNOŽOVÁNÍ HUB

Reprodukční struktury jsou vše, co není vegetativní stélka: konidiofory s konidii, sporangiofory a sporangia, plodnice a spory, u hlenek sporokarpy nebo sorokarpy.

Vlastními rozmnožovacími buňkami jsou spory (vzniklé nepohlavní cestou v/na specializovaných útvarech anebo v návaznosti na pohlavní proces), které pak za příhodných podmínek klíčí nejčastěji hyfou (u některých primitivních skupin z odpočívající spory vyrůstá sporangium nebo vyrejdí zoospory).

Vznikající diaspory mohou mít dvojí úlohu – buď slouží k šíření houby nebo k přečkání nepříznivého období:

- roli pouze rozšiřovací mají bičíkaté buňky (monády u hlenek, zoospory u dalších oddělení "houbových organismů");
- roli hlavně rozšiřovací (ale přežívací není vyloučena) mají sporangiospory, konidie, asko- a bazidiospory;
- roli hlavně přežívací mají cysty (hlenky, oomycety), případně též askospory;
- roli výhradně přežívací mají makrocysty a sklerocia (hlenky), oospory (oomycety), zygozospory (zygomycety) a chlamydozospory.

Spory sloužící hlavně k šíření jsou malé a tvořené ve velkém množství (jen malá část z nich se "uchytne" ve vhodném prostředí). Jejich uvolňování bývá načasováno do co nejpříznivějších podmínek pro rychlé "uchycení" (eliminace možnosti setkání s nepříznivými podmínkami, na jejichž překonání nejsou vybaveny), například i do určité fáze dne.

Spory přeživací bývají obvykle větší (dostatek zásobních látek), kulovité (nejekonomičtější tvar z hlediska tvorby stěny) a málokdy se oddělují od mycelia (není-li toto rozrušeno). Mohou se vytvářet i různé typy spor u jednoho druhu v závislosti na podmínkách prostředí.

M. J. Carlile et S. C. Watkinson: *The Fungi*. Academic Press, London, 1994.

Table 4.1 The role of spores and analogous structures in the dispersal and dormant survival of representative fungi

Group and species	Role ^a			
	Dispersal, with no capacity for dormancy	Predominantly dispersal	Predominantly survival	Survival, with dispersal improbable
Slime moulds				
<i>Dictyostelium discoideum</i>	–	Sporangiospores	–	Macrocyts
<i>Physarum polycephalum</i>	Flagellates	Sporangiospores	Cysts	Sclerotia
Oomycetes				
<i>Phytophthora infestans</i>	Zoospores	Sporangia	Cysts	Oospores
Other lower fungi				
<i>Allomyces macrogynus</i>	Zoospores, zygotes	–	Meiosporangia	–
<i>Mucor mucedo</i>	–	Sporangiospores	–	Zygosporos
Higher fungi				
<i>Aspergillus nidulans</i>	–	Conidia	Ascospores	Hülle cells ^b
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	–	Vegetative cells	Ascospores	–
<i>Coprinus cinereus</i>	–	Basidiospores, oidia	–	Chlamydo-spores

^aDeduced from spore morphology, physiology and behaviour.

^bHülle cells are produced singly at the tips of hyphae associated with developing ascocarps. They have very thick walls and resemble chlamydo-spores.

Table 3.10 Examples of exogenous stimuli which induce initiation of multihyphal structures

Structure	Fungus	Stimulus
Mycelial strands ^a	<i>Serpula lacrymans</i>	High C/N ratio in substratum Inorganic nitrogen source Bridging between nutrient resources Presence of competing fungi Lowered water potential
Rhizomorphs	<i>Armillaria mellea</i>	Critical C/N ratio in substratum Ethanol Indoleacetic acid Aminobenzoic acid
Synnemata (coremia)	<i>Penicillium claviforme</i> <i>Penicillium isariiforme</i>	Glutamic acid in substratum Light
Sclerotia ^c	<i>Sclerotium rolfsii</i>	Critical C/N ratio Threonine Lactose
	<i>Coprinus cinereus</i>	Ammonium
	<i>Morchella esculenta</i>	Bridging between poor and rich nutrient resources
Fruiting bodies	<i>Coprinus cinereus</i>	Dark → light transfer 30 → 20°C temperature change
	<i>Lentinus edodes</i>	Proteinase inhibitors in substratum Dark → light transfer Temperature drop to 16°C
	<i>Agaricus bisporus</i>	Temperature drop Removal of carbon dioxide

^a Also termed mycelial cords.

M. J. Carlile et S. C. Watkinson: The Fungi. Academic Press, London, 1994.

Signály pro spuštění tvorby přeživacích nebo reprodukčních struktur (sporulaci, fruktifikaci) jsou obvykle změny podmínek v prostředí nebo dostupnosti vody a živin (uhlík, dusík, fosfor, případně změna poměru C:N); též některé sekundární metabolity mohou působit jako hormony stimulující tvorbu těchto struktur. Řada druhů má i specifické požadavky na přísun konkrétních živin pro nastartování reprodukce.

Hojný výskyt vegetativního a nepohlavního rozmnožování činí z hub principiálně klonální organismy – jednotliví jedinci tvoří spoustu "klonů" a produkují diaspory (fragmenty stélky nebo nepohlavní spory) geneticky shodné s mateřskou stélkou.

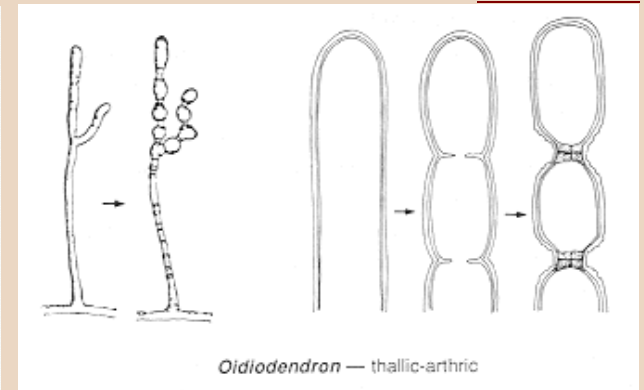
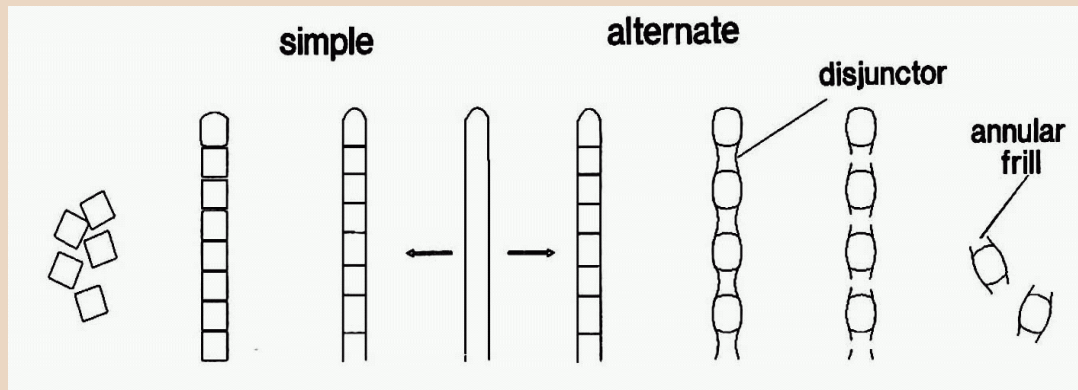
VEGETATIVNÍ ROZMNOŽOVÁNÍ

Rozmnožovací částičky (označované pro zjednodušení též konidie) nevznikají na speciálních nosičích, ale na prostém myceliu. Fragmentací hyf (přeměnou normálních vegetativních buněk) vznikají tzv. **artrokonidie** (též artrospory; některé houby mohou tvořit artrokonidie /primitivnější způsob/ i pravé konidie):

- Tenkostěnné **oidie** jsou u vřeckatých hub haploidní, u stopkovýtrusných se oidie tvoří v haploidní i dikaryotické fázi (zatímco další 2 typy artrospor pouze v dikaryofázi).

Oidie vznikají obvykle na hyfách, které již přestaly růst => sekundární stěna vytvoří dvojité septum => následuje rozpad na jednotlivé buňky. Další možností je tvorba "mezibuňky", která se následně rozpadne nebo její stěna zeslizovává; případně může zeslizovatět stěna celé hyfy, z níž se oidie tvoří.

<http://www.mycolog.com/CHAP4a.htm>



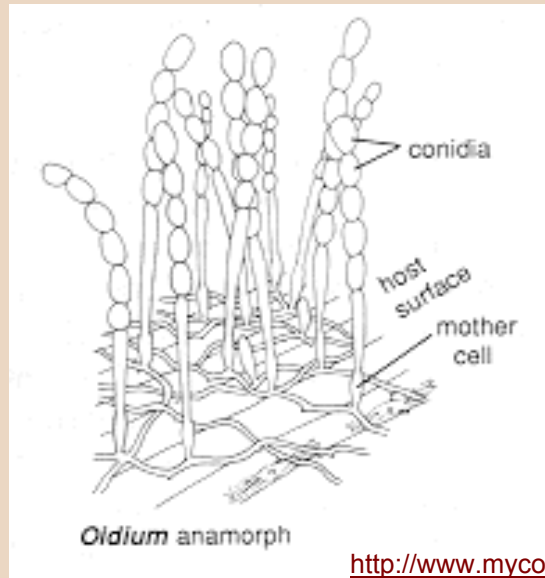
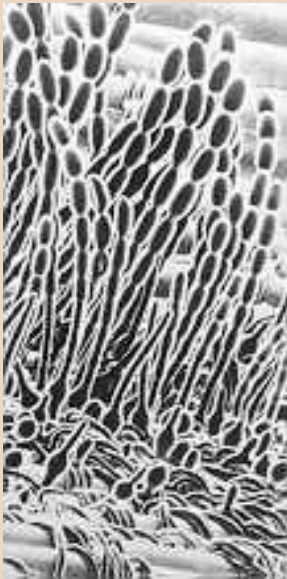
Vzhledem k tomu, že ***Oidium*** je jménem anamorfního rodu, odmítají někteří autoři pojem oidie jako morfologický termín a používají obecnější termín artrokonidie nebo artrospory.

<http://botany.upol.cz/atlas/system/gallery.php?entry=Oidium>



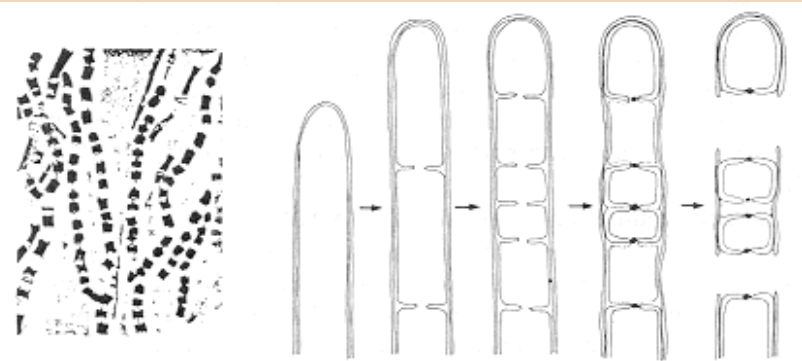
© 2007 Jaroslav Rod

Nahoře *Oidium neolycopersici* na listu rajčete;
dole oidiová anamorfa od *Erysiphe graminis*.

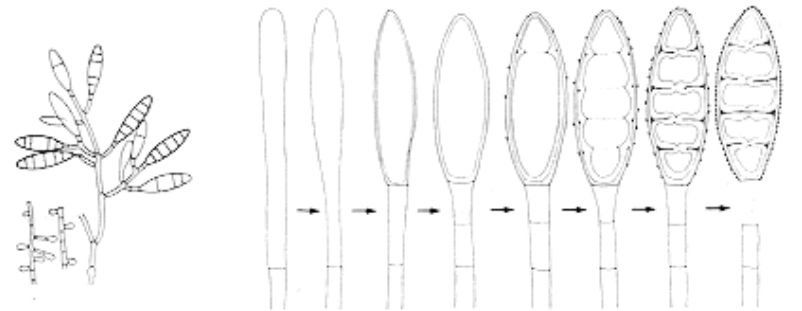


<http://www.mycolog.com/CHAP4a.htm>

Makroskopicky se oidie jeví jako poprášení povrchu ("suché" oidie) nebo jako sliz ("mokré" oidie, mají slizovou vrstvu v buněčné stěně; sliz může působit i jako atraktant pro jinou hyfu => v případě fúze této hyfy s oidií dochází k heterokaryotizaci).



Coremiella — alternate-arthric



Microsporium — thallic-solitary

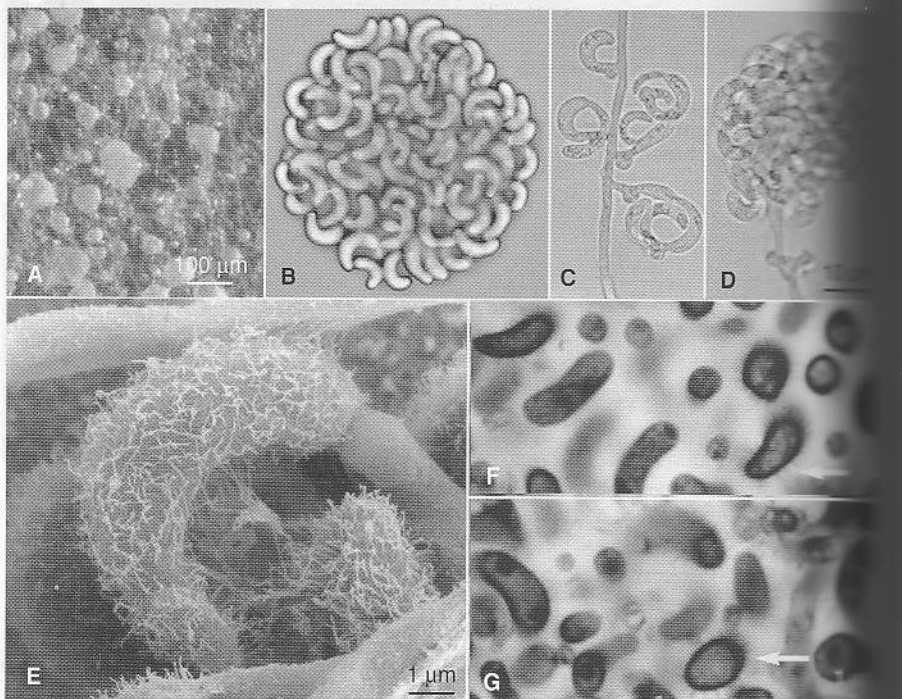


Figure 4.8: Slimy drops (A,B) of curved mitospores born in spiral chains (C) conglomerating into small heads (D) produced by *Simocybe sumptuosa* show a fur-like cover of pili (E) sometimes visible in the light microscope (some indicated by arrows in F, G). B: Tip of a slime drop deposited on a cover glass. F, G: Microtome sections through a slime drop. Glutaraldehyde, methanol, aluminium zirconium haematoxylin; contrast electronically enhanced.— Original photographs.

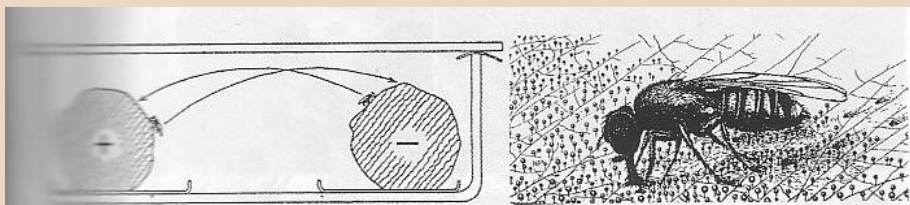


Figure 4.7: Experimental evidence of mutual dikaryotization of monokaryotic mycelia of *Coprinus* by arthroconidia carried by *Drosophila*-flies from one mycelium to the other. Left figure: experimental setup; right figure: a fly feeding on the slimy conidial heads. — From Brodie 1931.

Cléménçon: Cytology and Plectology of the Hymenomycetes, 2004.

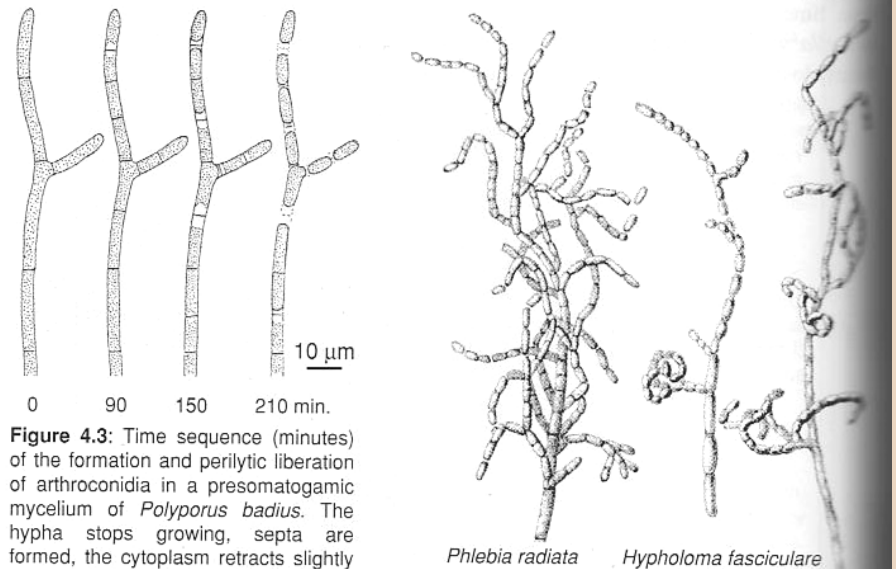


Figure 4.3: Time sequence (minutes) of the formation and perilytic liberation of arthroconidia in a presomatogamic mycelium of *Polyporus badius*. The hypha stops growing, septa are formed, the cytoplasm retracts slightly and produces conidial walls. The wall of the mother hypha gellifies. — From Ingold 1986.

Figure 4.4: Historical drawings of arthroconidia. — From Brefeld 1889.

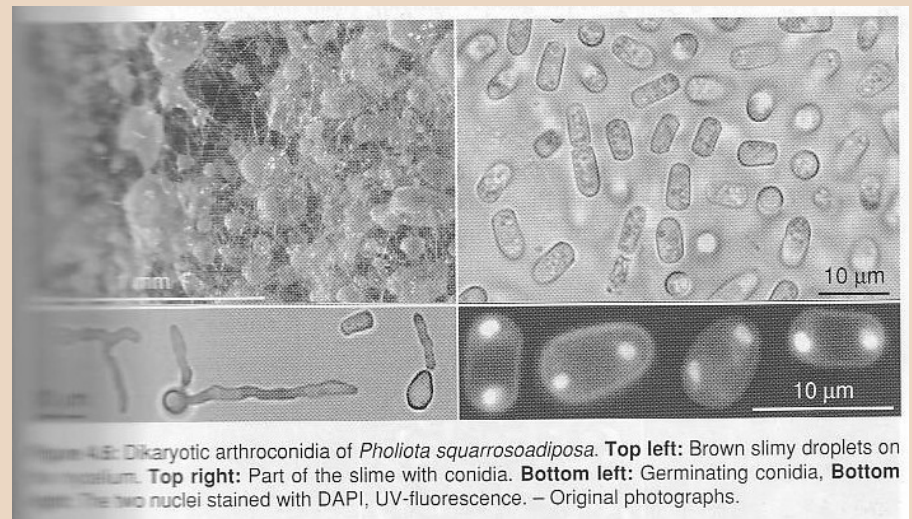
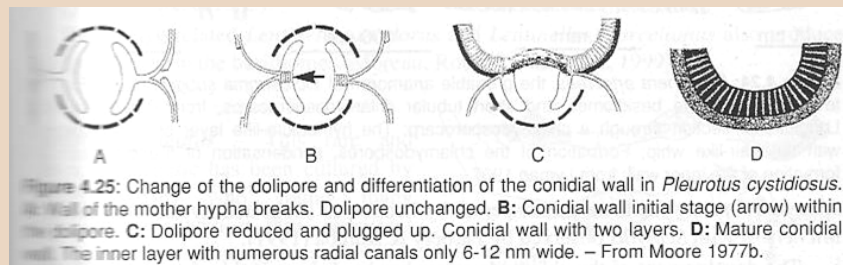


Figure 4.6: Dikaryotic arthroconidia of *Pholiota squarrosoadiposa*. Top left: Brown slimy droplets on mycelium. Top right: Part of the slime with conidia. Bottom left: Germinating conidia. Bottom right: The two nuclei stained with DAPI, UV-fluorescence. — Original photographs.

Různé formy oidíí stopkovýtusných hub – vlevo nahoře slizové „kapky“ obsahující shluky oidíí („mokré“ oidie), vpravo dole details dvojjaderných oidíí ve společném slizu a jejich klíčení. Vlevo dole schéma experimentu s přenosem oidíí a jejich následnou fúzí s kompatibilními hyfami.

Pojetí pojmu artrokonidie se různí – buď je používán pouze pro oidie (pak je mezi tyto termíny v zásadě možno položit rovnítko) nebo je brán v širším pojetí i pro tlustostěnné buňky, jež se mohou uvolnit rozpadem hyf, ale nemusí k tomu bezprostředně docházet (jejich hlavní úloha netkví v šíření, ale v přežívání – viz hyfy a jejich modifikace):

- buňky oddělující se z terminální pozice – **aleuriospory**;
- buňky tvořící se v hyfách mimo terminální pozice – **chlamydospory**.



Tvorba stěny a oddělení chlamydospory *Pleurotus cystidiosus*.

Heinz Cléménçon: Cytology and Plectology of the Hymenomycetes. Bibliotheca Mycologica, vol. 199. J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 2004.

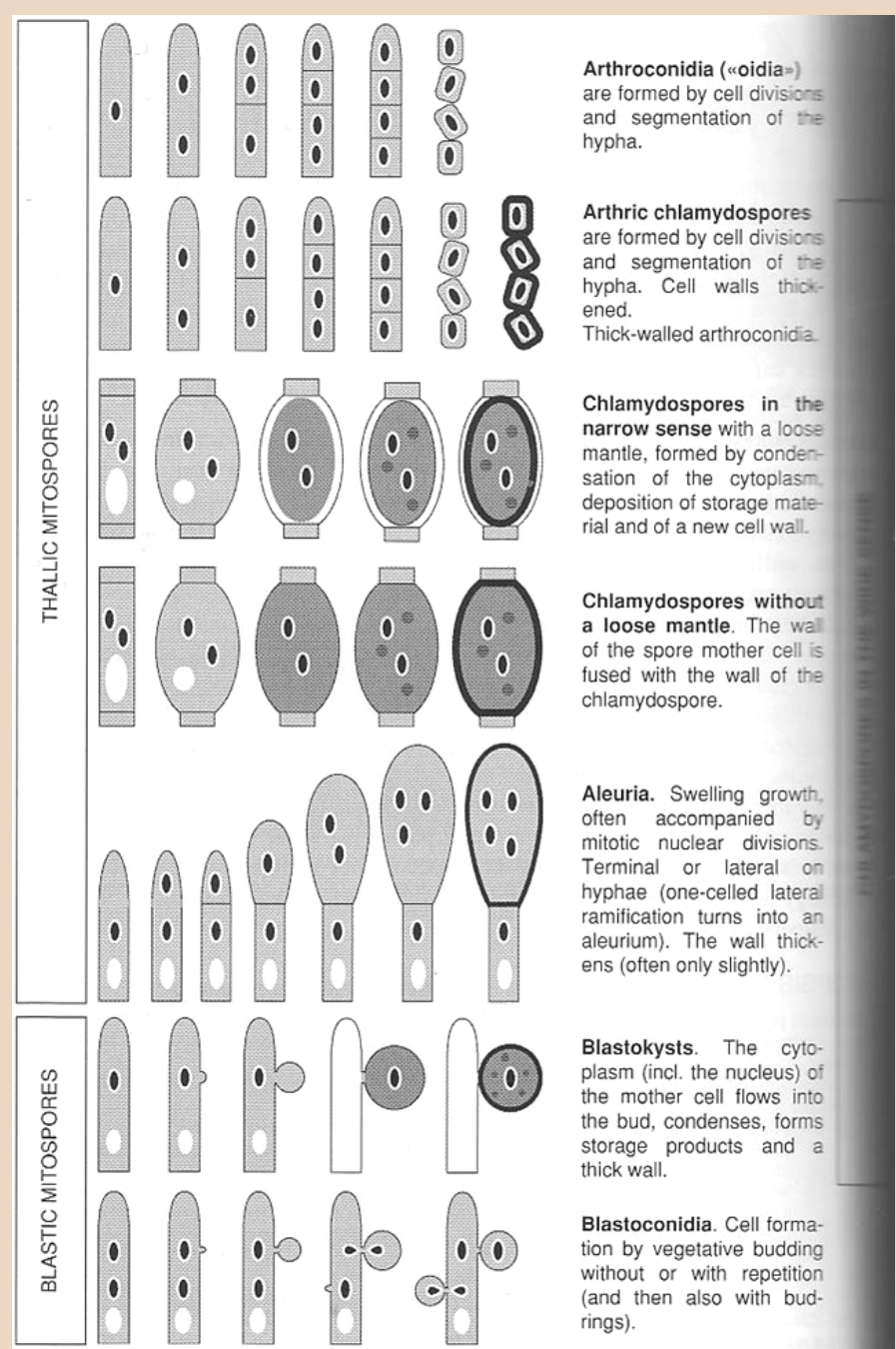


Figure 4.1: Summary diagrams of the mitospores of the Hymenomycetes and of their mode of formation.

Tlustostěnné buňky mohou přežívat déle než mycelium – houba tak do jisté míry nepotřebuje asko- nebo bazidiospory, jež touto cestou "nahrazuje"; tvorba těchto buněk je vzácnější u vřeckatých, častější u stopkovýtusných hub.

Uvedené "přeživací spory" se vytvářejí na vegetativním myceliu (*Phanerochaete* /anamorfa *Sporotrichum*/, *Rhodotus*, aleuriospory na vzdušných hyfách *Botryobasidium*), na plodnicích (*Asterophora lycoperdoides*, *A. parasitica*, *Pleurotus dryinus*, viz též modifikace hyf) nebo dochází i k tvorbě speciálních "chlamydosporokarpů" (aneb "anamorfní plodnice", jaké vytváří např. rod *Ptychogaster*, zahrnující anamorfy od *Oligoporus/Postia* či *Laetiporus*). K uvolnění těchto buněk dojde rozpadem mycelia, příp. oddělením z povrchu plodnic nebo chlamydosporokarpů, na kterých se vytvořily.

Cléménçon: Cytology and Plectology ..., 2004

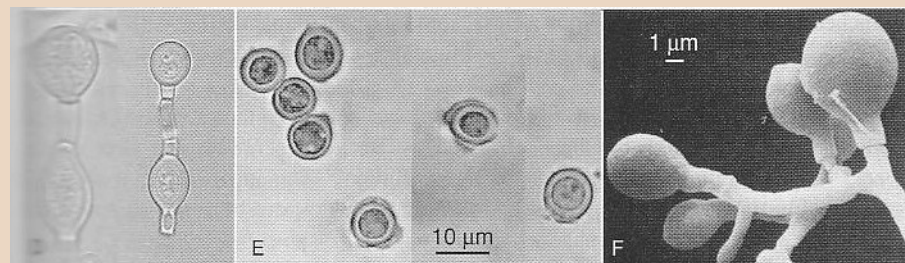
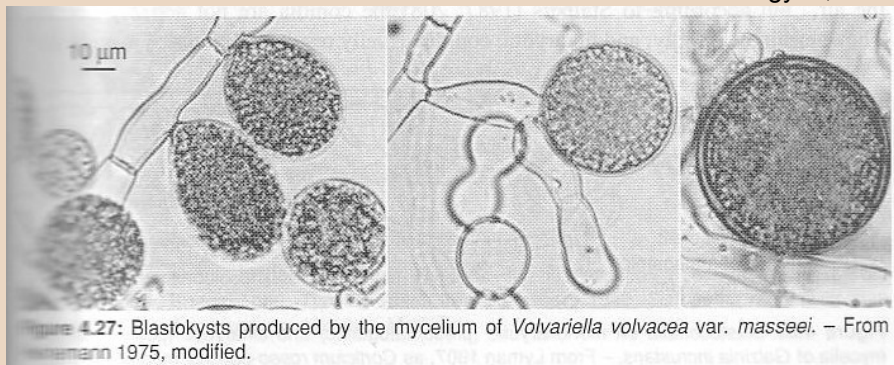


Figure 4.15: *Sporotrichum versisporum* anamorph of the polypore fungus *Laetiporus sulphureus*. A: Copious growth of aleuria-producing aerial hyphae on malt extract agar after 1 month. B: Young aleuria. C: Mature aleuria. D: Intercalary chlamydo-spores from the mycelium. E: Aleuria in Baral's saline solution, some with clearly visible mother cell wall («mantle»). F: Aleuria in the scanning electron microscope, showing the rupture of the wall prior to liberation. – A-E original photographs; F by *Stalpers 1984.*

Specifickým případem jsou tzv. **blastocysty** (viz obr. vlevo), mající obdobnou úlohu jako předchozí dva typy, ale odlišný vznik: vytvoří se (jakoby odpučí, proto "blasto-") dceřiná buňka, ale (oproti blastokonidiím, viz dále) do ní přejde celý obsah mateřské buňky a obalí se tlustou stěnou.



Foto Milan Zelenay, www.nahuby.sk/obrazok_detail.php?obrazok_id=17169

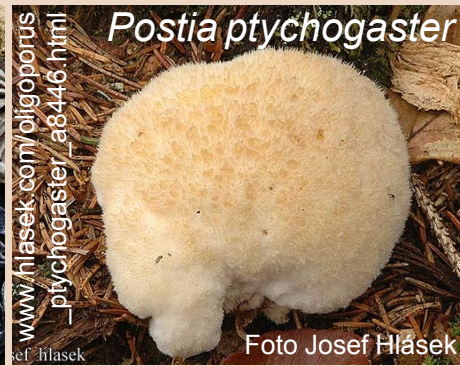


Foto Josef Hlásek

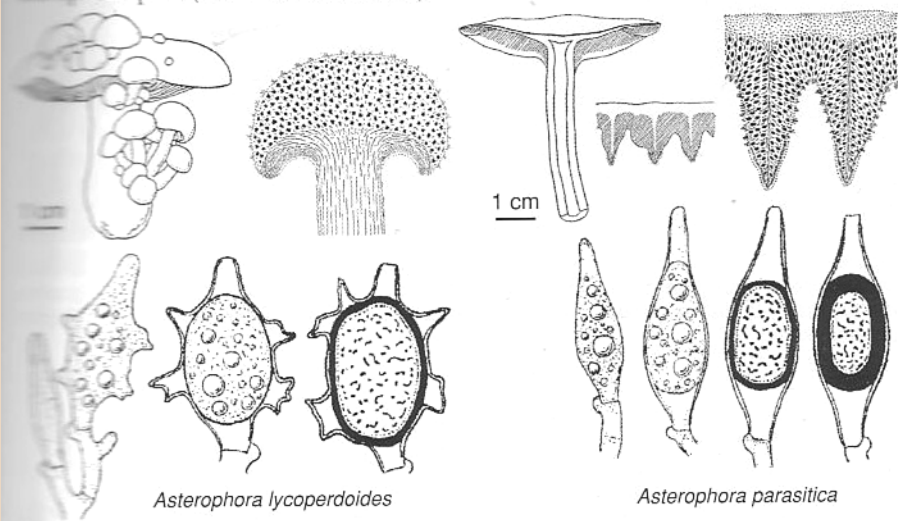


Figure 4.12: Chlamydospores produced in the basidiomes of *Asterophora*. Both species grow on fruit bodies of *Russula* and *Lactarius* species. **Top:** Identification of the chlamydosporogenic zones: pileus context in *A. lycoperdoides*; gill trama in *A. parasitica* (with fertile basidia near the gill edge). **Bottom:** Developmental stages during chlamydospore formation, showing the withdrawal of the cytoplasm from the mother cell wall and synthesis of a new wall. **Photograph:** Chlamydospores from *Asterophora lycoperdoides* (microtome section). Two spores show two nuclei (in one cell indicated by an **arrow**), but in the upper left spore only one nucleus is visible. Glutaraldehyde, methacrylate, aluminium zirconium haematoxylin. Drawings from Smith 1908 and Corner 1966. Original photograph.

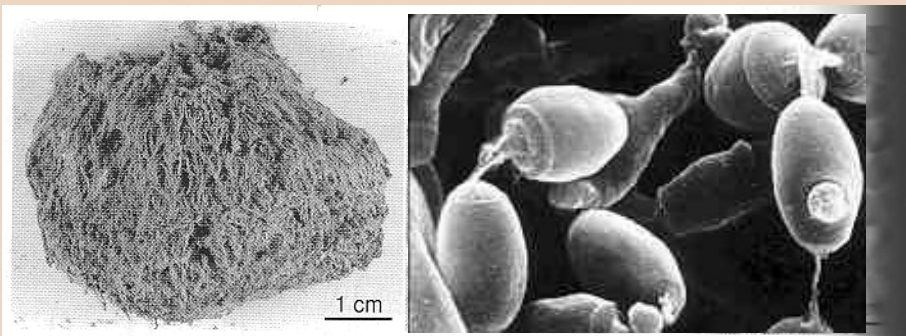
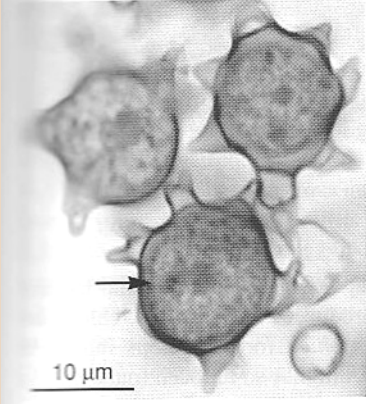


Figure 4.13: *Ptychogaster pulverulentus* (= *Pt. albus*; *Ceriumyces albus*). **Left:** The hemispherical chlamydosporocarp with hairy surface is the anamorph of *Postia ptychogaster* (= *Oligoporus ptychogaster*, *O. ustilaginoideis*; *Tyromyces ptychogaster*). **Right:** Chlamydospores. – Original photographs. Cléménçon: Cytology and Plectology of the Hymenomycetes. Bibliotheca Mycologica, vol. 199. J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 2004.

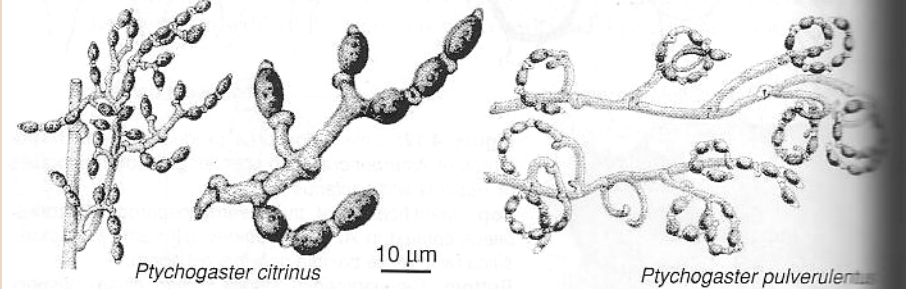


Figure 4.14: Chlamydospores of two *Ptychogaster* species. – From Brefeld 1889, modified.

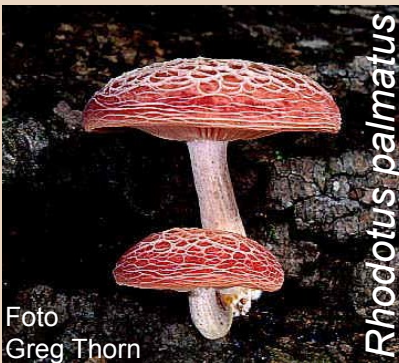


Foto Greg Thorn <http://www.uoguelph.ca/%7Egbaron/GILL%20FUNGI/PINK/rhodotus.htm>

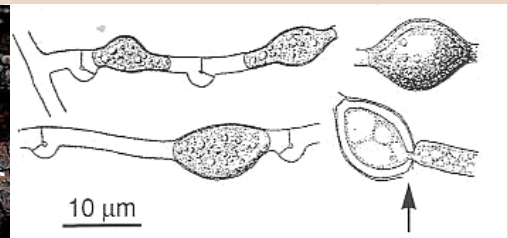


Figure 4.26: Mycelial chlamydospores of *Rhodotus palmatus* in laboratory culture. The thin mantle is easily observed during germination (**arrow**). – From Doguett 1956.

Stopkovýtrusné houby tvořící chlamydospory na plodnicích, anamorfních útvarech a myceliu.

Kromě popsaných jednotlivých buněk se mohou u některých hub odlamovat vícebuněčné fragmenty ("ramified conidia") – tvorba diaspor se zvětšeným povrchem a případně větvených do různých směrů se vyplatí při šíření vodou ("vodní hyfomycety", příp. druhy rostoucí na zaplavovaných stanovištích).

Zvláštním případem vegetativního rozmnožování je tvorba stilboidů (název podle *Stilbum flavidum*, anamorfy od *Mycena citricolor*) – tvoří je multihyfální "stopka", na níž se vytvoří a následně je odmrštěna "hlavička" (též pro tuto "hlavičku" byl mykology používán termín gema), která se po dopadu přichytí na substrát a klíčí z ní další hyfy.

Clémenton: Cytology and Plectology ..., 2004

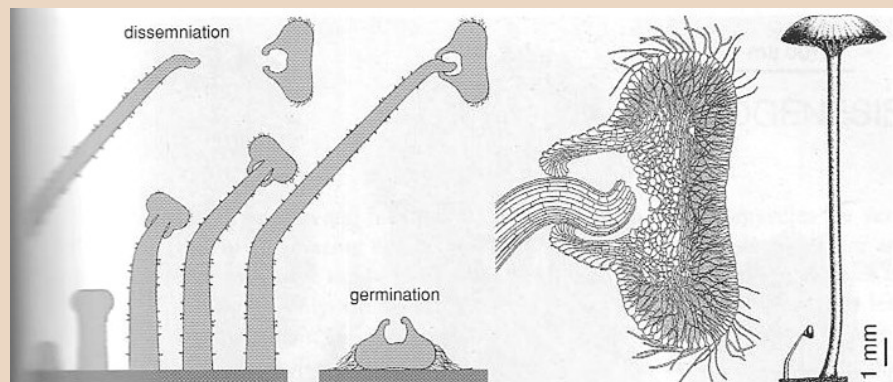
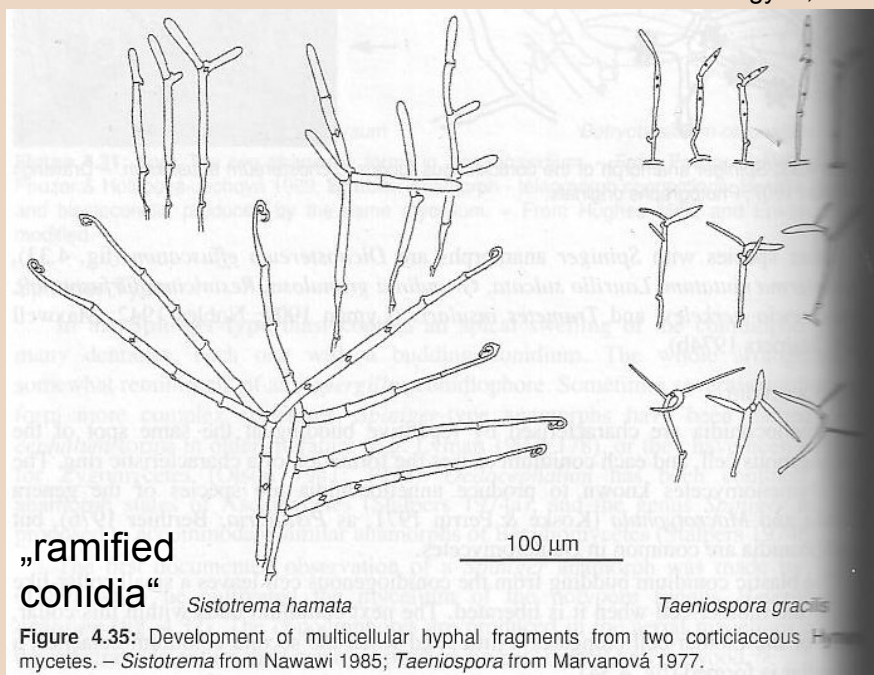


Figure 9.82: Diagram of the development of the stilboids and the release of the apokybium from the basidiome. At the far right relative sizes of stilboid and basidiome of *Mycena citricolor*. – Scale applies to the right most figure only. From Buller 1934, modified.

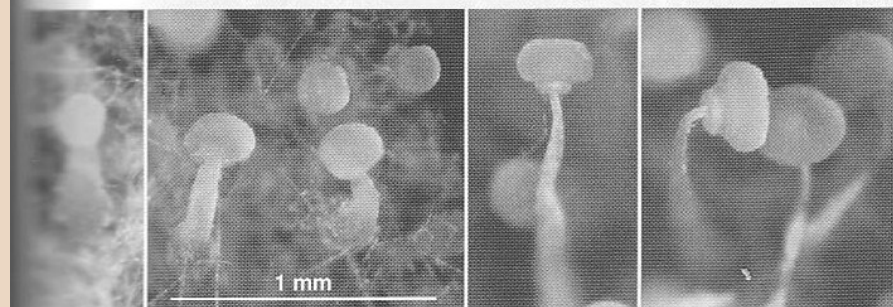


Figure 9.83: Stilboids of different ages after 2 weeks of growth on malt extract agar. The hyphae belong to the mycelium. – Original photographs.