



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)**

SPORY HUB

Jako **spory** (česky **výtrusy**) jsou označovány buňky sloužící k reprodukci (případně též k přežívání určitého období), z nichž může po vyklíčení vzniknout nový jedinec.

Na rozdíl od semen vyšších rostlin nejsou tvořeny specializovanými strukturami a jsou jednobuněčné (případně vícebuněčné, tvořené více stejnými buňkami); sporou může být nazvána každá buňka (příp. vícebuněčný útvar), odpovídající uvedené charakteristice. Charakteristickými znaky těchto buněk (ve srovnání s vegetativními) bývá silnější stěna, hustší cytoplazma a pomalejší metabolismus.

Podle způsobu vzniku lze rozlišit dva základní typy – **mitospory** (zoospory, sporangiospory, konidie, viz kapitolu [rozmnožování hub](#)) a **meiospory** (zygo-, asko-, bazidiospory).

Rozměry spor jsou mikroskopické, v rozsahu zhruba od 2 do 200 mikrometrů. Tvar a ornamentika výtrusů a barva stěny (určující pak barvu výtrusného prachu) jsou druhově stálými znaky, sloužícími jako dobrá pomůcka pro určování.

V přírodě hrají spory hub úlohu při šíření druhu a obsazování nových stanovišť => přínosem může být genetická výměna s jinými jedinci tam rostoucími, případně velký "nálet" spor může být základem k prosazení v kompetičním "boji" s jinými organismy.

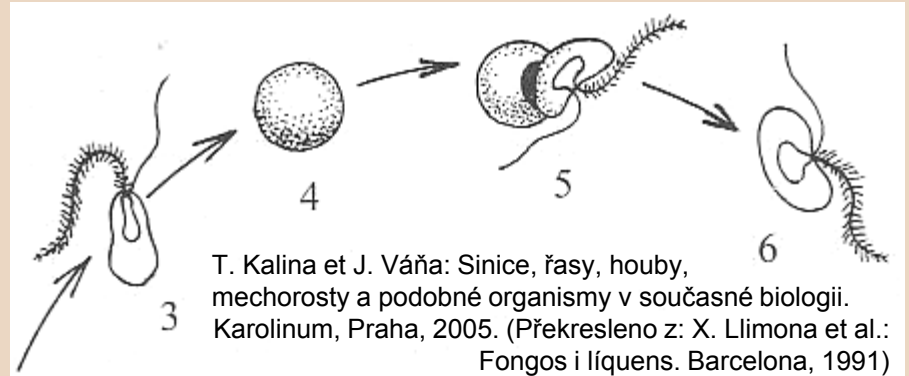
TYPY A STAVBA SPOR

Jednoduché organismy se rozmnožují a šíří nejčastěji nepohlavně vznikajícími **zoosporami**:

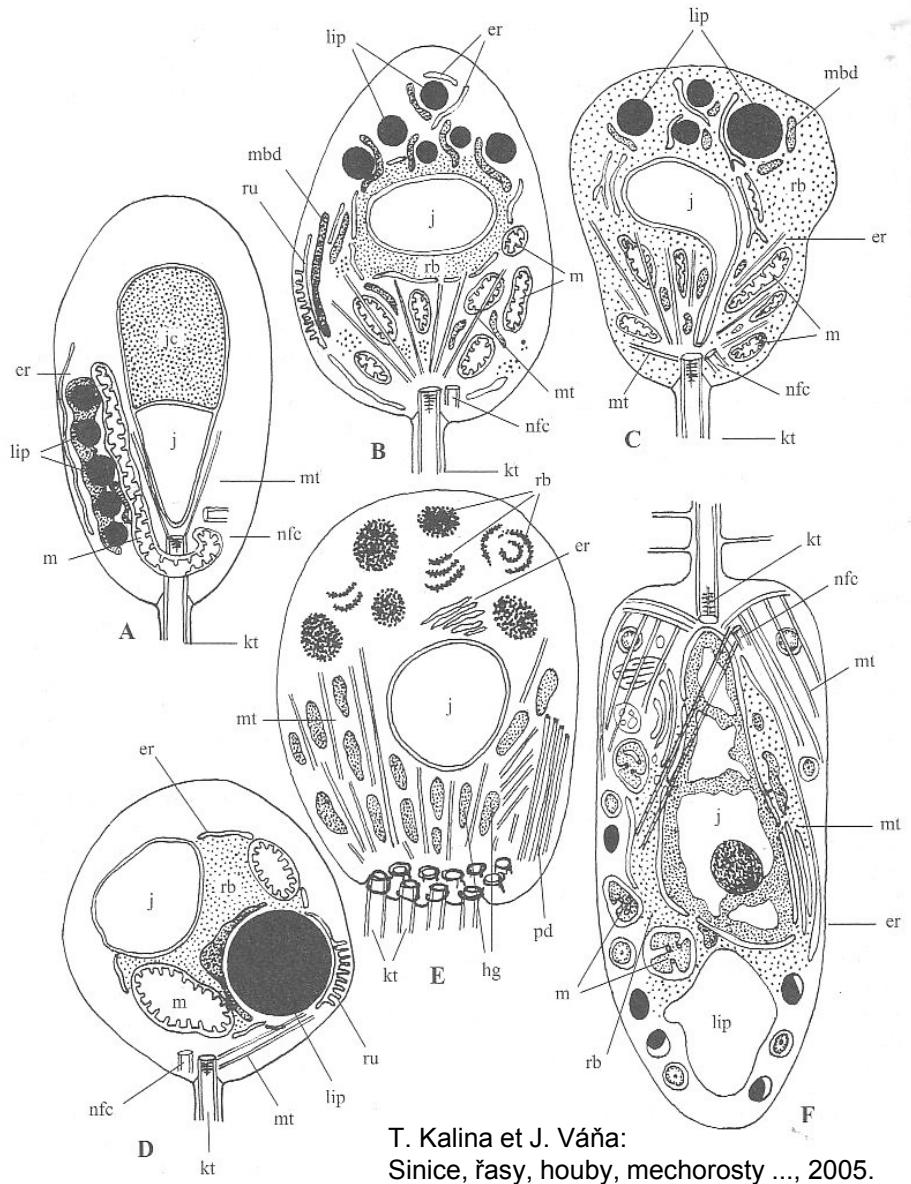
- *Oomycota* vytvářejí akrokontní (s bičíky na přední straně buňky) primární zoospory, ty se encystují a z cyst následně vyrejdí sekundární zoospory, které jsou pleurokontní (s bičíky vycházejícími na boku);

vzhledem k příbuznosti s heterokontními řasami mají i *Oomycota* dva různé bičíky, delší péřitý (se dvěma řadami tubulárních mastigonemat) a kratší hladký (obdobný pár bičíků mají zoospory labyrintul). Tato dvě bičíkatá stadia v životním cyklu mají druhy diplanetické (běžné mezi *Saprolegniales*), redukce primárních zoospor vede k monoplanetismu a nakonec u suchozemských aplanetických druhů žádné zoospory nevyrejdí a sporangia klíčí přímo hyfou; šíření *Peronosporales* zajišťují odlomená sporangia, typicky monosporická – vzhledem k podobě a klíčení hyfou označovaná mylně za konidie (pravá konidie však má jednu buněčnou stěnu, zatímco zde jsou dvě: vnější vrstva patří sporangiu, vnitřní pak obsažené spoře).

- Dva různé bičíky mají i zoospory nádorovek (*Plasmodiophoromycota*).



• Naproti tomu na zoosporách odd. *Chytridiomycota* (v širším, již opuštěném pojetí *Chytridiomycota* sensu lato, tedy včetně *Blastocladales* a *Neocallimastigales*, hodnocených dnes na úrovni samostatných oddělení) lze demonstrovat příbuznost hub a živočichů – právě u těchto organismů se totiž tvoří pohyblivá stadia s jedním opisto-kontním (na zadní straně buňky umístěným) neboli tlačným bičíkem (výjimkou jsou *Neocallimastigales* s více bičíky). V poslední době bylo uznáváno pět řádů a u každého lze najít specifickou ultrastrukturu zoospor; u řádů *Chytridiales* a *Monoblepharidales* byl na zoosporách pozorován tzv. rumposom, propojený mikrotubuly s kinetosomem a považovaný za fotoreceptor.



T. Kalina et J. Váňa:
Sinice, řasy, houby, mechorosty ..., 2005.

Obr. 119. Ultrastrukturální diagnostické znaky zoospor u jednotlivých řádů oddělení Chytridiomycota (Fungi, A–E) a u oddělení Hypochytridiomycota (Chromista, F). A – *Catenaria* (Blastocladales), B – *Monoblepharella* (Monoblepharidales), C – *Spizellomyces* (Spizellomycetales), D – *Rhizophyidium* (Chytridiales), E – *Neocallimastix* (Neocallimastigales), F – *Rhizidiomyces* (Hypochytriales). er – endoplazmatické retikulum, hg – hydrogenozomy, j – jádro, jc – čepička jádra (ribozomy), kt – kinetosom, lip – tukové kapky, m – mitochondrie, mbd – „microbody“, mt – mikrotubuly, nfc – nefunkční centriola, pd – „posteriorní dóm“, rb – ribozomy, ru – rumposom. (Podle MARGULISOVÉ et al., 1991, a McLAUGHLINA et al., 2000, překresleno.)

Pohlavně vzniklé silnostěnné útvary (**cysty** nádorovek, **oospory** u oddělení *Oomycota*, **trvalá sporangia** chytridií) slouží hlavně k přečkání určitého období v prostředí (v našich podmínkách obvykle přezimování) před vyklíčením hyfy nebo vyrejděním zoospor.

Hlenky vytvářejí silnostěnné spory, které se pasivně uvolňují ze sporokarpů a následně z nich vyjdou myxomonády.

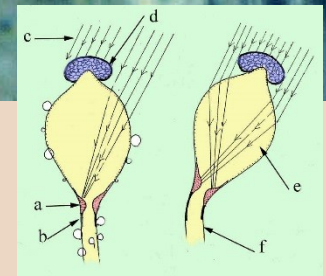
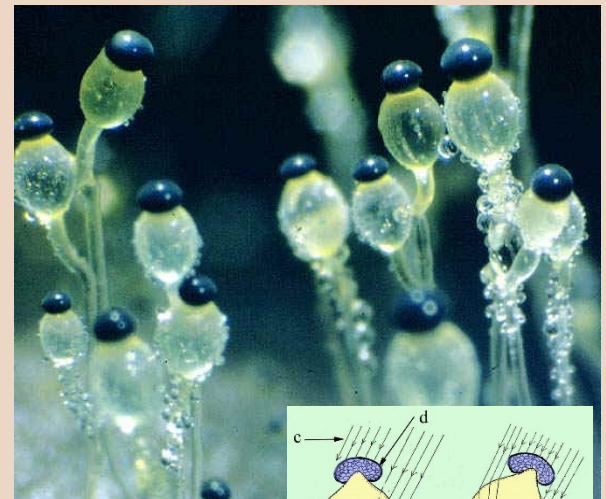
Zygospory spájitých hub (principiálně se jedná o zygosporangium obsahující jednu zygosporu, ale běžně jsou tyto pojmy slučovány) se uvolňují pasivně a jejich velikost a silná stěna je předurčuje k přežití delšího období, ne však k šíření na velké vzdálenosti.

<http://www.uoguelph.ca/~gbarron/MISCELLANEOUS/pilobolu.htm>

K aktivnímu uvolňování a šíření může dojít v případě nepohlavních spor vznikajících ve sporangích.

Příkladem je **Pilobolus** (česky měchomršť), jenž má pod sporangiem ztlustlinu (subsporangialní vak), působící jako čočka, která soustřeďuje světlo => natočení sporangia za světlem; při dostatku vody (srážející se kapky, typicky rosa v přirozeném prostředí houby) ve ztlustlině vzrůstá turgor, až nakonec dojde k odtržení a **odmrštění** celého sporangia

(vlastní odmrštění asi přímo nezávisí na světle – právě tato houba v případě "zatemnění" uplatní své "biologické hodiny", viz dále).



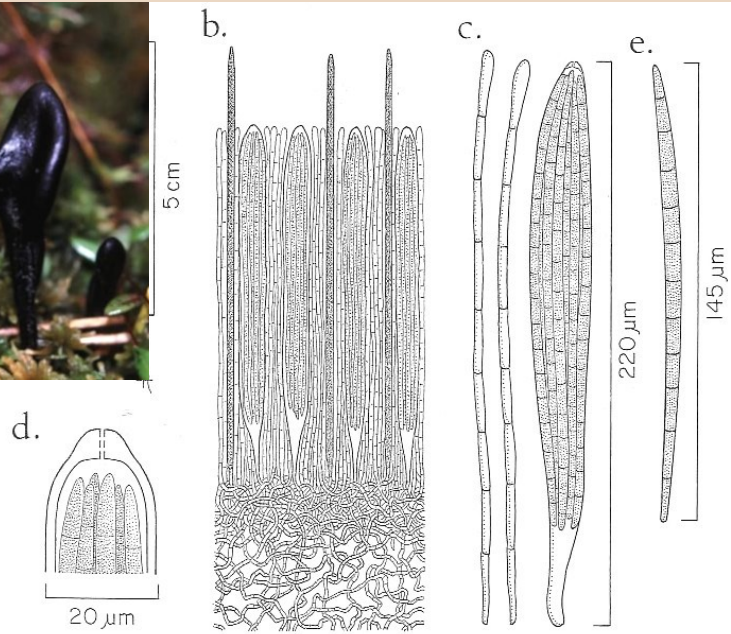
Askospory vřeckatých hub (poznámka: ve striktním pojetí by se neměly označovat jako meiospory, protože při typickém počtu 8 jejich vytvoření přímo předchází "dodatečná" mitóza a nevznikají tedy přímo meioticky – nicméně běžně se o nich mluví jako o meiosporách) se tvoří ve vřečkách, z nichž vycházejí ven různými způsoby:

- pasivní uvolňování u primitivních skupin – rozpad stěn prototunikátních vřecek;
- naproti tomu u odvozenějších typů je uvolňování aktivní (vřecka unitunikátní a bitunikátní): s dozráváním stoupá turgor cytoplazmy uvnitř vřecka => na vrcholu praská stěna nebo se odtrhne víčko, stěna vřecka se smrští => spory jsou vytlačeny ven; protože spory vřeckatých hub při svém uvolnění směrem nahoru musejí překonávat odpor vzduchu i gravitaci, je potřeba značné síly na jejich vystřelení (také mají značný "dostřel" – v extrému až 3 metry) a jsou obvykle větší a těžší než spory hub stopkovýtrusných.

Podzemní plodnice (např. Tuberaceae) vydávají intenzivní vůni, jež láká živočichy, kteří pak mechanicky rozruší pevný obal plodnice (tu obvykle sežerou a spory šíří ve svých útrokách, viz dále u endozoochorie).

Půdní houby jako např. Fusarium nebo Trichoderma jsou příkladem hub tvořících slizké spory (resp. konidie), které pak na sebe mohou nalepit různé organismy.

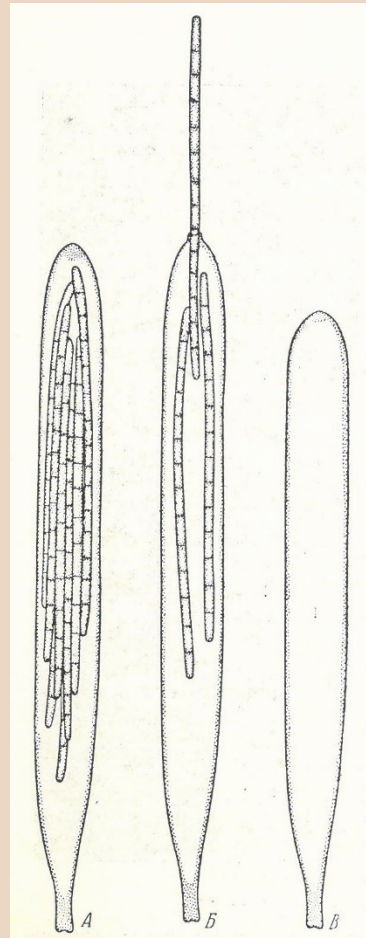
Spory jsou běžně jednobuněčné, není však vzácností tvorba mnohobuněčných spor – např. u **jazourků** (čeleď *Geoglossaceae*) se tvoří mnohobuněčné jehlicovité spory až 200 μm dlouhé (každá buňka může vyklíčit vlastní hyfou).



Trichoglossum hirsutum. a. Ascomata on soil. b. Section through portion of hymenium with setae, asci, paraphyses, and excipulum. c. Paraphyses, and ascus with ascospores. d. Thickened ascus apex. e. Mature ascospore.

Richard T. Hanlin: Illustrated Genera of Ascomycetes, vol. 2. APS Press, St. Paul, 1997.

Foto Martina Vašutová, <http://botany.upol.cz/atlas/system/gallery.php?entry=Trichoglossum%20hirsutum>



Фиг. 16. *Trichoglossum hirsutum* ($\times 380$).
 А. Зрелая сумка, содержащая восемь нитевидных спор. Б. Через несколько секунд после выбрасывания первых пяти спор. В. Еще позже, после выбрасывания восьмой споры.

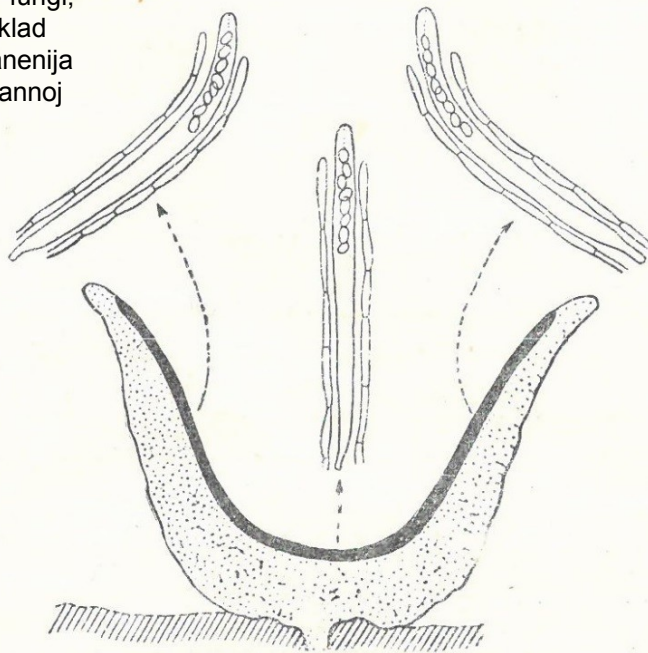
Vpravo: postupné uvolnění spor z vřečka

C. T. Ingold: Dispersal of fungi, Oxford, 1953. Ruský překlad Puti i sposoby rasprostraneniya gribov, Izd. inostran. literatury, Moskva, 1957.

U některých hub dochází k přerůstání zralých vřecek nad úroveň thecia (hymenia) u plodnic typu apothecium nebo k prorůstání vřecek ven z ostiola v případě perithecií (viz dále).

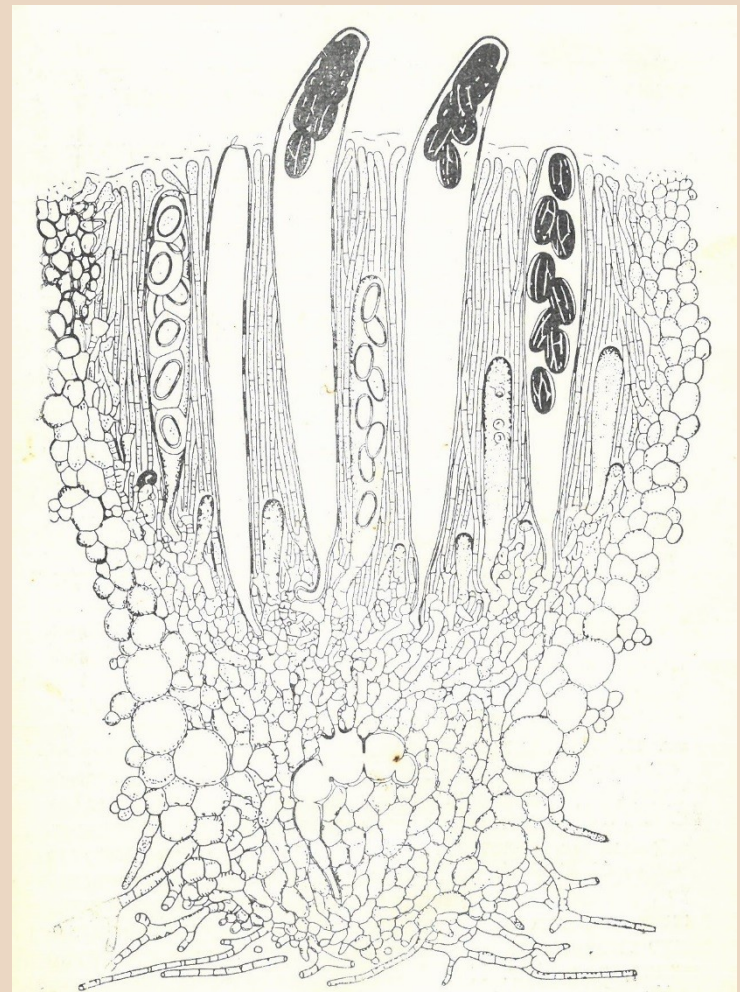
C. T. Ingold: Dispersal of fungi, Oxford, 1953. Ruský překlad Puti i sposoby rasprostraneniya gribov, Izdatel'stvo inostrannoj literatury, Moskva, 1957.

Zralá vřečka se natáčejí vzhůru pro efektivní vystřelení spor do prostoru.



Ф и г. 12. Продольный разрез апотеция *Aleuria vesiculosa* ($\times 4$) (по Буллеру, 1934).

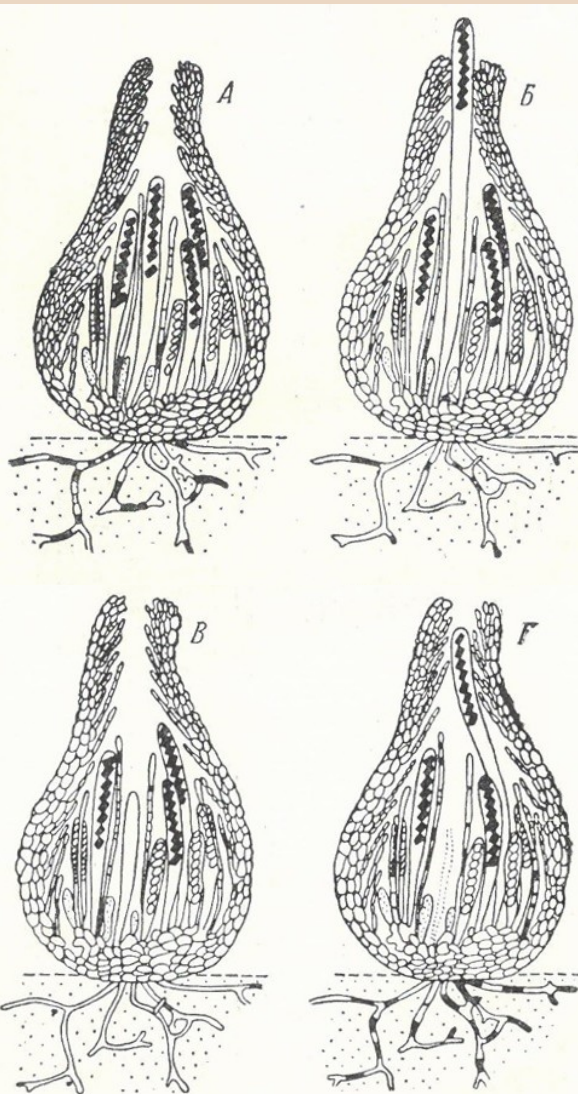
Гимений зачернен. Показаны сумка ($\times 146$) и две парафизы, взятые из трех участков, показанных стрелками.



Ф и г. 10. Продольный разрез апотеция *Ascobolus stercorarius* ($\times 216$) (по Корнеру, 1929).

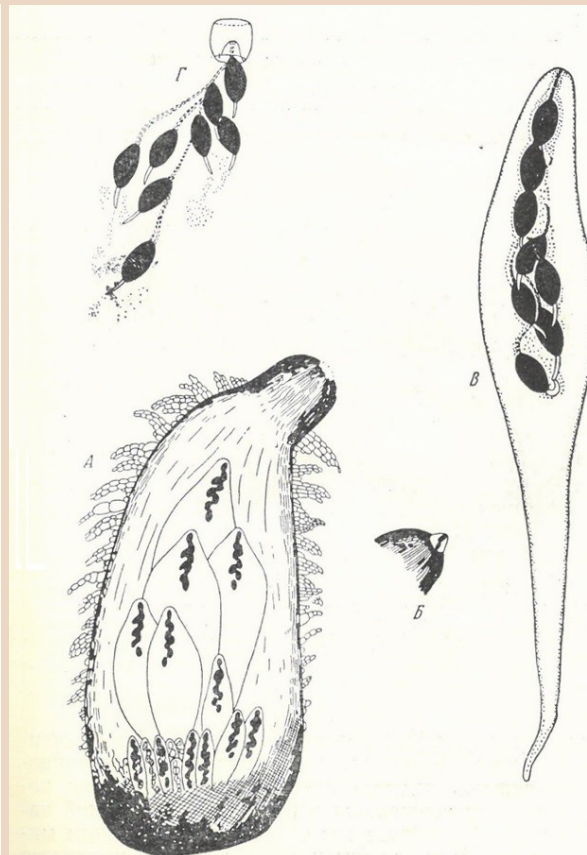
Высывающиеся сумки изогнуты в направлении источника света.

Konidie a artrospory (nepohlavní spory vřeckatých a vzácněji i stopkovýtrusných hub) a jejich vznik byly popsány v textu o nepohlavním a vegetativním rozmnožování.



Фиг. 17. Схема выбрасывания спор у *Sordaria* sp.

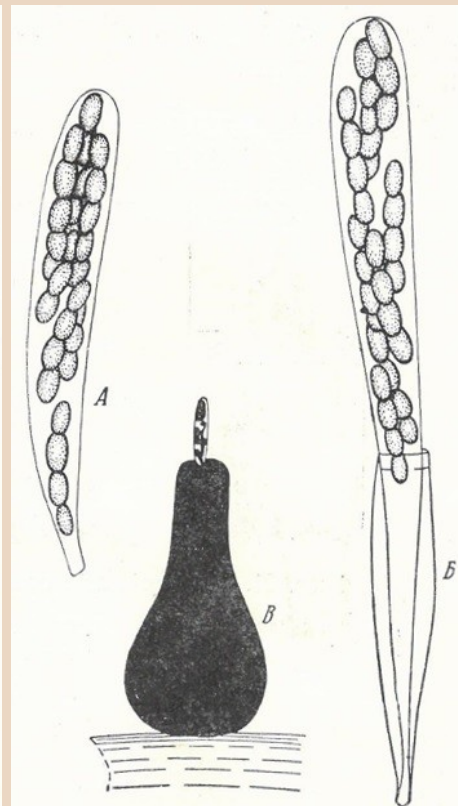
А. Перед вхождением верхушки одной из сумок в канал шейки перитеция. Б. Через несколько минут: верхушка сумки высовывается из отверстия. В. Следующее мгновение: сумка лопнула и пустая оболочка втянулась в перитеций. Г. Через несколько минут: старая пустая сумка разрушается и к каналу шейки вытягивается другая сумка.



Фиг. 18. *Sordaria curvula*.

А. Перитеций с сумками, видимыми через полупрозрачную стенку (X 83). Б. Область верхушечного отверстия того же перитеция через 10 мин.: верхушка самой длинной сумки в А выступила наружу и сейчас будет выбрасывать споры (X 83). В. Отдельная сумка, только что начавшая разбухать. Г. Выброшенная спорная масса вместе с крышечкой сумки, частично вывернутой наизнанку и прикрепленной к верхней споре (X 270).

Uprostřed: u *Sordaria curvula* se uvolňuje z vřečka masa spojených spor (nahore s utrženým askoapikálním aparátem).



Фиг. 20. *Sporormia intermedia*.

А. Сумка перед разрывом наружной оболочки (X 700). Б. Другая сумка после разрыва наружной оболочки и удлинения внутренней оболочки (X 700). В. Перитеций на кусочке соломы в конском навозе, с высывающейся верхушкой сумки (X 124).

Vpravo: endoaskus bitunikátního vřečka prorůstá ven z perithecia.

Bazidiospory stopkovýtrusných

hub (ani zde to není s termínem meiospory jednoznačné, protože buňkami vzniklými přímo meiozou vlastně nejsou spory, ale haplocyty) jsou typicky jednobuněčné a základní tvar je eliptický, obvykle drobně prohloubený (supra-apikulární deprese) nad **apikulem** ("stopečka" v místě, kde spora vyrůstá ze sterigmatu), kde po odlomení zůstává "jizva" - hilum (mnohdy je jako hilum označován apikulus).

Rozměry jsou drobné (řádově několik mikrometrů), vzhledem k vypadávání z hymenoforu nebo vyfoukávání z teřichu nepotřebují být "dělové koule" jako u vřeckatých hub a naopak je výhodou být malé a lehké pro snadný přenos.

Cléménçon: Cytology and Plectology of the Hymenomycetes, 2004.

Foto Merton F. Brown et Harold G. Brotzman,

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

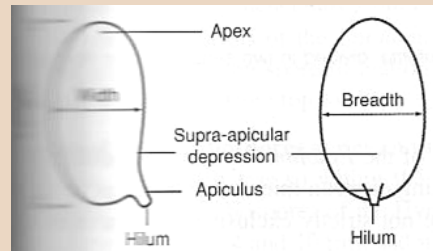


Figure 5.36: Basic geometry of the heterotropic basidiospore of the Hymenomycetes. The hilum is the scar at the lower side at the end of the apiculus left by the separation of the spore from the sterigma. – From Cléménçon 1997.

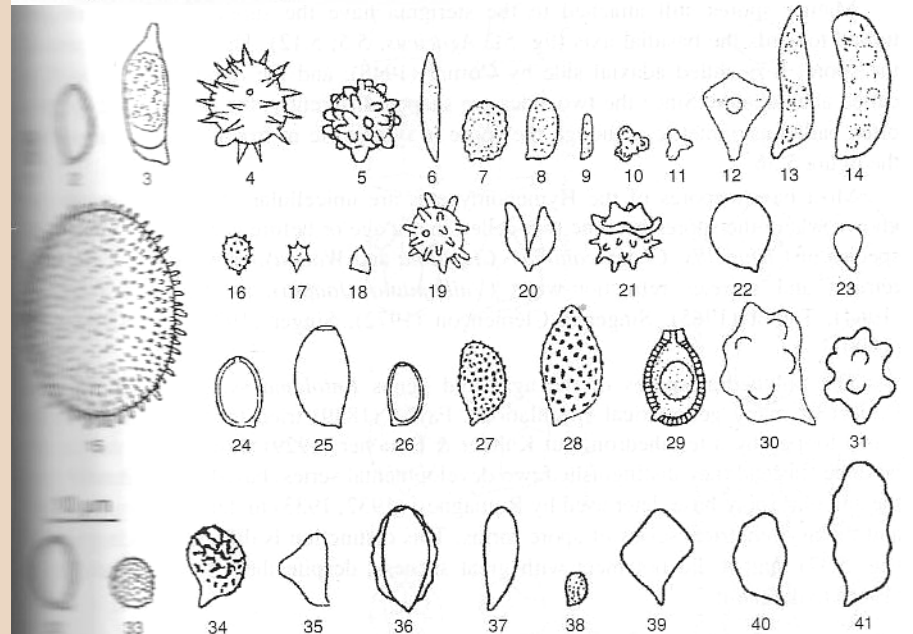
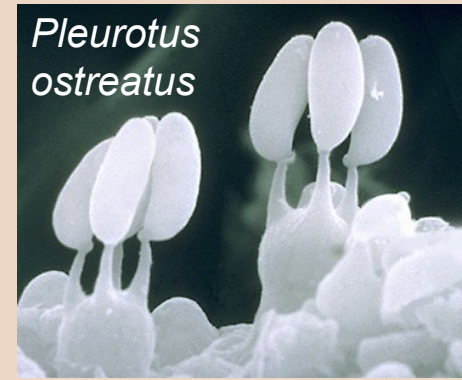
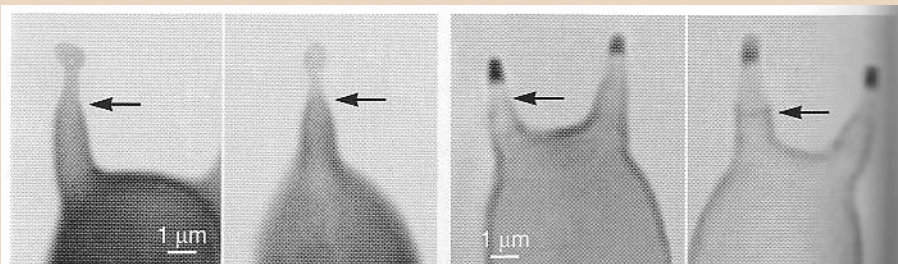


Figure 5.35: A small sample of basidiospores to illustrate their morphological diversity.

- 1: *Coniophora subincarnata*; 2: *Coniophora olivacea*; 3: *Jaapia argillacea*; 4: *Tomentellastrum alutaceo-umbrinum*;
- 5: *Coniophora mucidula*; 6: *Subulicystidium longisporum*; 7: *Hypochnicium analogum*; 8: *Hyphoderma*;
- 9: *Lepidomyces subcalceus*; 10: *Tylospora fibrillosa*; 11: *Tylospora asterophora*; 12: *Xenosperma*;
- 13: *Tubulicium vermiferum*; 14: *Vuilleminia comedens*; 15: *Aleurodiscus amorphus*; 16: *Trechispora*;
- 17: *Trechispora farinacea*; 18: *Trechispora subsphaerospora*; 19: *Botryohypochnus isabellinus*; 20: *Galzinia*;
- 21: *Lindtneria trachyspora*; 22: *Clavulina cinerea*; 23: *Clitocybe gibba*; 24: *Macrolepiota puellaris*;
- 25: *Clavulina prona*; 26: *Pholiota alnicola*; 27: *Gymnopilus laricicola*; 28: *Cortinarius affinis*; 29: *Ganoderma*;
- 30: *Inocybe pseudoasterospora*; 31: *Inocybe napipes*; 32: *Inocybe olivaceo-brunnea*; 33: *Leucopaxillus*;
- 34: *Russula consobrina*; 35: *Lyophyllum transforme*; 36: *Coprinus cinereofloccosus*; 37: *Hemimycena*;
- 38: *Lepista densifolia*; 39: *Entoloma rhombisporum*; 40: *Entoloma sericellum*; 41: *Entoloma*

13-19 from Christiansen 1960; 12 from Hjortstam & al. 1988; 20 from Jülich 1984b; 21 from Favre 1994; 22-28, 30-34, 37-41 from Favre 1948, 1955, 1960; 29 from Gilbertson & Ryvarden 1986; 35 from Cléménçon 1986; 36 from Orton & Watling 1979.

Nejpůvodnější(?) způsob uvolňování je repetitivní "pučení spor" u "stopkovýtrusných kvasinek" (*Sporobolomyces*), kde se vytvoří sterigma => spora a po jejím odlomení se může vytvořit z téže buňky zas další sterigma => spora ...



Young sterigmata with apophyses. Fuchsiene. *Tricholoma gausapatum* Old sterigmata with apical plugs. SDS Congo red. *Tricholoma ustale*

Figure 5.13: The rupture of the outer basidial wall by the sterigma (arrows) can sometimes be observed with the light microscope. Note the asymmetrical shape of the young apophysis and the intensely staining sterigmatal plug in the old basidium that has shed its spores. – *Tricholoma gausapatum* from Cléménçon 1997, background cleaned electronically; *Tricholoma ustale* original photographs.

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

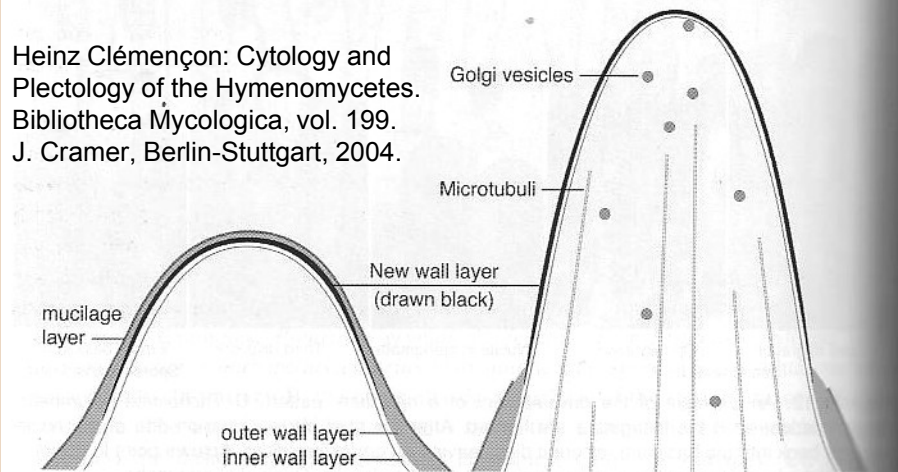


Figure 5.14: Diagram of the wall structure of the sterigma. Within the wall of the dome shaped sterigma initial (left) a new wall layer appears. Then the mucilage layer and the outer wall layer are ruptured. Microtubuli guide the Golgi vesicles charged with wall material to the apical growth region of the sterigma. The wall of the tip of the sterigma and of the apophysis is different from the wall of the basidium. – Composite drawing after the indications given by McLaughlin 1973 and 1982; from Cléménçon 1997, slightly modified.

Tvorbě spor u typických zástupců oddělení *Basidiomycota* předchází meiotické dělení a formování **sterigmat**, do kterých vstupují vzniklá haploidní jádra => na vrcholcích sterigmat se vytváří apofýzy (protržení stěny bazidie => na povrchu apofýzy se vytváří nová stěna, odlišná od stěn hyf a bazidií), asymetricky narůstají (na vrcholcích sterigmat, ale do strany) a po vstupu jader se z nich formují spory.

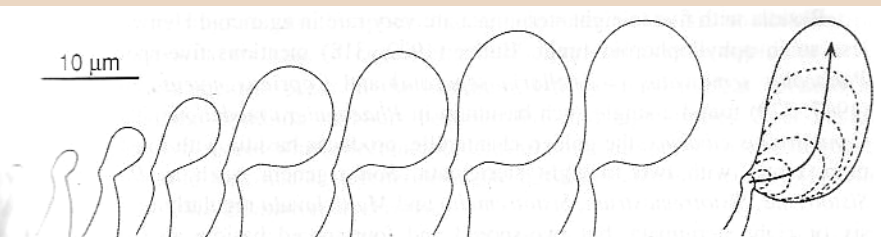


Figure 5.15: Asymmetric growth of the apophysis. The initial spherical stage is placed symmetrically on the tip of the sterigma. Subsequent growth is restricted to the abaxial side, away from the axis of the basidium located at the left of the drawing. At first, growth is directed at the upper right, then almost straight up. – Drawn after the indications given by Miller 1988 for *Lactarius lignyotellus*, from Cléménçon 1997.

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

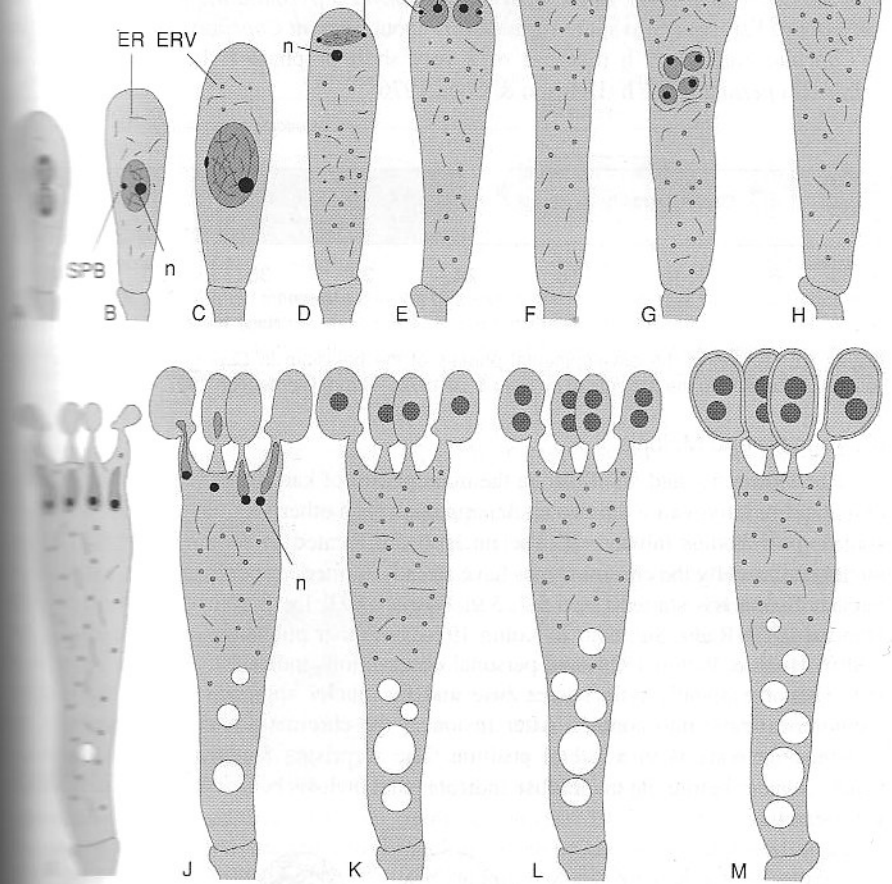


Figure 5.5: Basic pattern of the spore formation by a basidium of an agaric. **A:** Young basidium with two diploid nuclei. Chromosomes already present. **B:** Karyogamy. **C:** Diploid nucleus in the process of the first division. **D:** Division I, nucleolus excluded. **E:** Interkinesis I. **F:** Meiosis completed. **G:** Nuclear migration. Perinuclear ER present. **H-K:** Sterigmata and apophyses bud from the basidium and the nuclei enter the young spores. Nucleoli are excluded at the base of the sterigmata in J. **L:** Third nuclear division, a mitosis. **M:** Formation of a spore wall. ER = Endoplasmatic reticulum. ERV = Vesicles formed by the ER. SPB = spindle pole body, shown in A. n = nucleolus shown in A-J. – From Cléménçon 1997, modified.

Zároveň u báze bazidie narůstají vakuoly (nebo jedna velká vakuola), která vtačí cytoplazmu skrz sterigmata do tvořících se spor; ty se tvoří typicky v počtu čtyř na jedné bazidii, ale u různých druhů se mohou tvořit různé počty od 2 do 8.

U většiny druhů totiž dochází po meioze ještě k mitóze ("třetí jaderné dělení"), ale obvykle čtyři ze vzniklých jader zůstanou v bazidii a abortují.

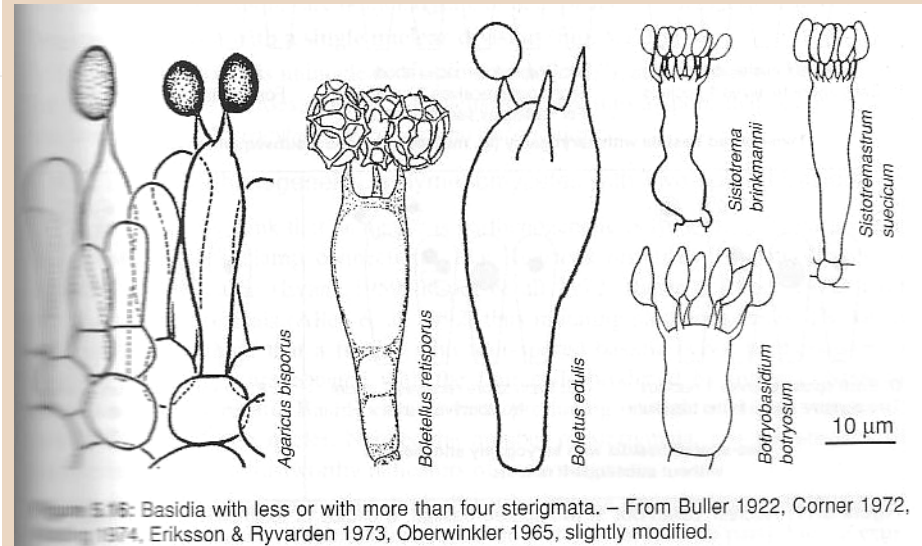
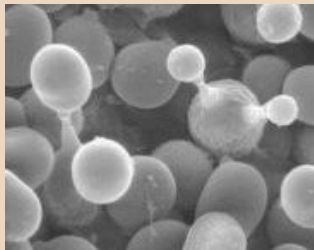
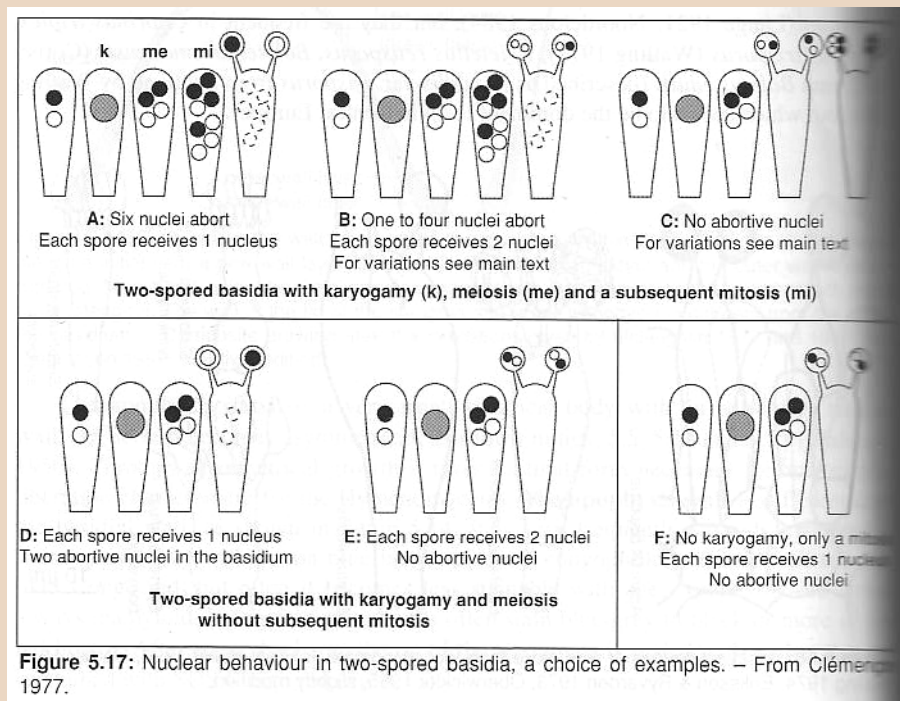


Figure 5.16: Basidia with less or with more than four sterigmata. – From Buller 1922, Corner 1972, Buller 1974, Eriksson & Ryvarden 1973, Oberwinkler 1965, slightly modified.

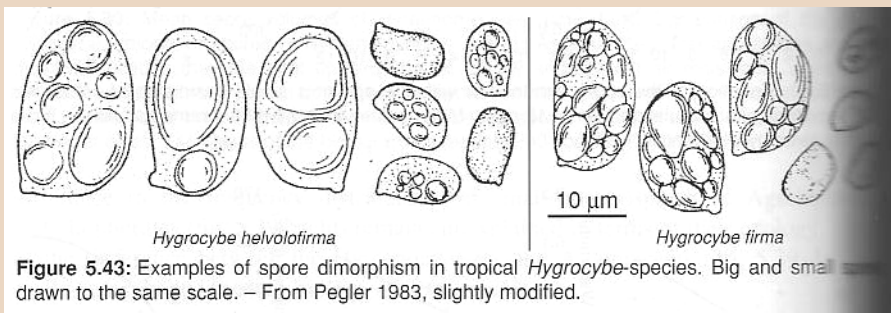
Ke vzniku bisporické bazidie může dojít několika cestami: některá jádra zůstanou v bazidii a abortují nebo se vytvoří čtyři jádra, ale jen dvě sterigmata => vzniknou dvojjaderné spory, které mohou být i heterokaryotické (případ sekundárního homothalismu jako u *Agaricus bisporus*, viz obr. vlevo), nebo nedochází ke karyogamii a meioze, ale jen k mitóze.



<http://www.biolog.pl/content-58.html>



Poznámka: jen vzácně vznikají spory stopkovýtrusných hub partenogeneticky, tedy jen v haploidním cyklu bez plasmogamie, karyogamie a meiozy – jak patrně výše, vznik bisporických bazidií zdaleka nemusí být důsledkem partenogeneze.



Zvláštností některých tropických druhů je dimorfismus spor – tvorba dvou typů spor výrazně jiné velikosti na téže plodnici.

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

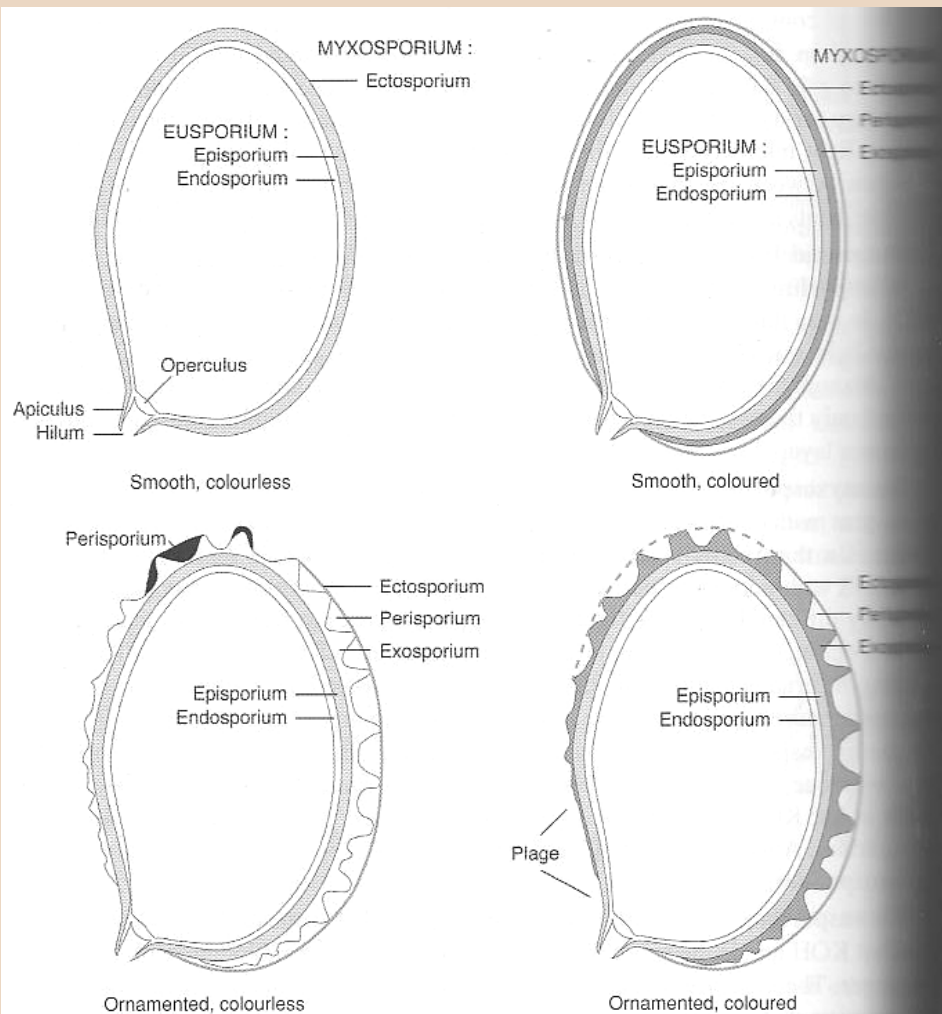


Figure 5.45: Diagrams to illustrate the terminology of the spore wall layers of basidiospores, as elaborated with the light microscope. The myxosporium is soluble in hot KOH, the eusporium is KOH-resistant. The ornamentations are due to the exosporium, which may be colourless or coloured. Smooth, colourless spores lack an exosporium. The ectosporium may disappear in some ornamented spores. The perisporium is inamyloid, amyloid or dextrinoid. The plage is an amyloid, reduced exosporium located in the supra-apicular depression. Note the lack of logic (e.g. the perisporium is not on the outside, and the episporium is not on top of all layers). – Adapted from Perreau-Bertrand 1967 and redrawn from Cléménçon 1997, strongly modified.

Stěna výtrusů je u různých druhů hladká nebo ornamentovaná, bezbarvá nebo zbarvená; skládá se z několika vrstev:

- vnitřní **eusporium** (vzniká z vnitřní vrstvy stěny apofýzy) je obvykle bezbarvé, dělí se na:
 - endosporium – zcela vnitřní vrstva stěny;
 - episporium – základ stěny spory, pevná a bezbarvá vrstva.

Jiné dělení eusporia (na základě elektronové mikroskopie): uvnitř průsvitné corium, vně tmavší coriotunika (u rodu *Entoloma* rozlišeno též epicorium – vnější vrstva pod myxosporiem, která se podílí na formování ornamentiky; obr. viz dále spolu s tunikou).

Schizophyllum nebo *Mycena* tvoří tenkostěnné, hladké a bezbarvé spory bez eusporia – stěnou spory zůstává stěna apofýzy (protože ta je odlišná od stěn hyf, projeví se odlišnost ve stěně při klíčení hyfy, viz dále).

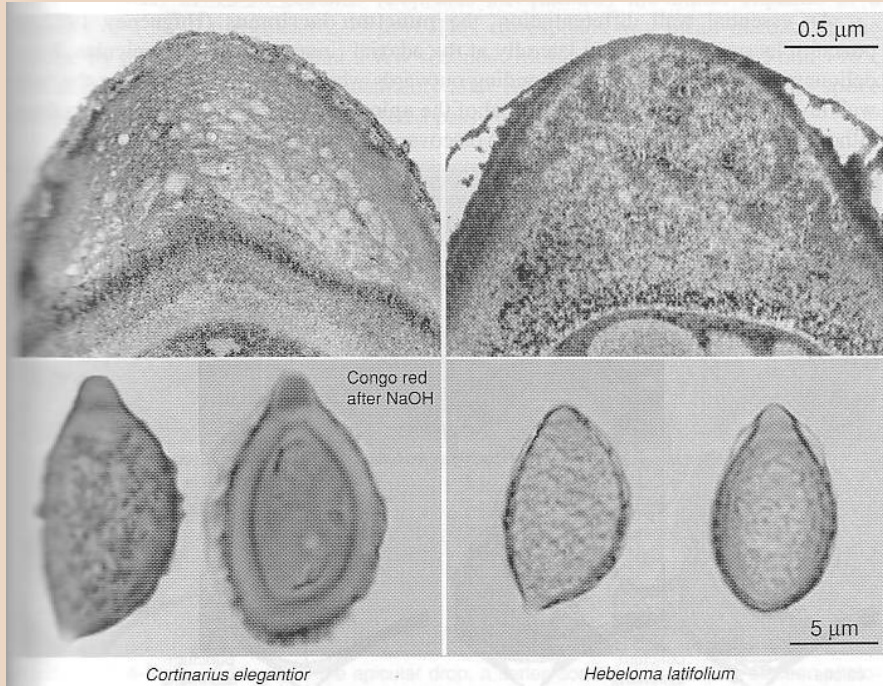


Figure 5.80: Examples of spores with an apical papilla. They are made from an expanded and very heterogeneous coriotunica covered with a very thin, but continuous epitunica. – Electron micrographs of permanganate-treated spores, from Cléménçon 1997; light micrographs of fresh spores mounted in alkaline solution, one spore photographed in Congo red, after treatment with 10% NaOH at 90°C for 4 hours. The papilla and the innermost layer of the coriotunica are stained dark red; the coriotunica is swollen. Original photographs.

Spory některých *Cortinariaceae* mají na vrcholu papilu – oblast ztlustlého eusporia (coriotuniky).

Cléménçon: Cytology and Plectology ..., 2004

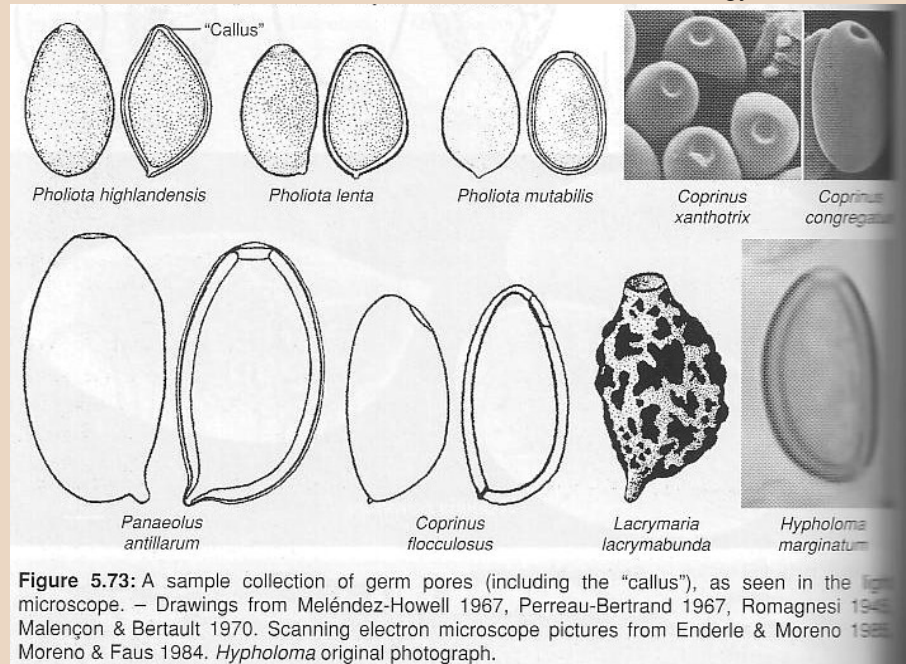


Figure 5.73: A sample collection of germ pores (including the "callus"), as seen in the light microscope. – Drawings from Meléndez-Howell 1967, Perreau-Bertrand 1967, Romagnesi 1945, Malençon & Bertault 1970. Scanning electron microscope pictures from Enderle & Moreno 1982, Moreno & Faus 1984. *Hypholoma* original photograph.

Tlustostěnné spory řady druhů mají na vrcholku založen klíčící pór – "otvor" v episporiu, vyplněný strukturálně i chemicky odlišnou hmotou z endosporia tvořící "dřeň", "víčko" (z čel. *Strophariaceae*, *Coprinaceae*, *Bolbitiaceae*) nebo "zátku" (bedly aj. *Agaricaceae*). Malé klíčící póry vznikají lokálním ztenčením eusporia.

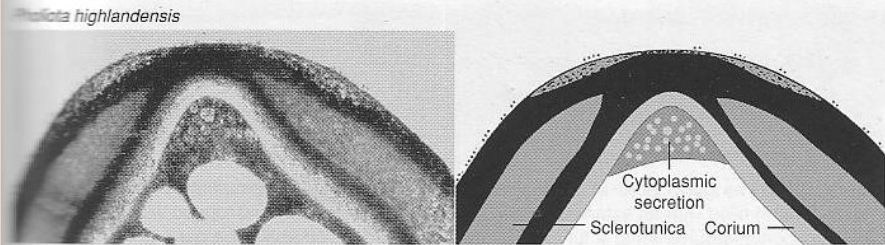


Figure 5.74: The germ pores of *Pholiota highlandensis* and *Hebeloma radicosum* have been called "callus" by Heim 1931, a term rejected by Kühner (1980) and in this book. – From Cléménçon 1997.

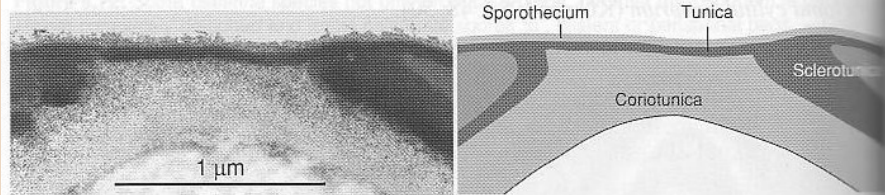


Figure 5.76: The germ pore of *Agrocybe semiorbicularis* is an interruption of the sclerotunica (myxosporium) filled with an extension of the coriotunica (eusporium) and topped with a thin layer of the myxosporium equivalent to a tunica. The sporothecium covers the germ pore, and no differentiation can be seen within it. – From Cléménçon 1997.

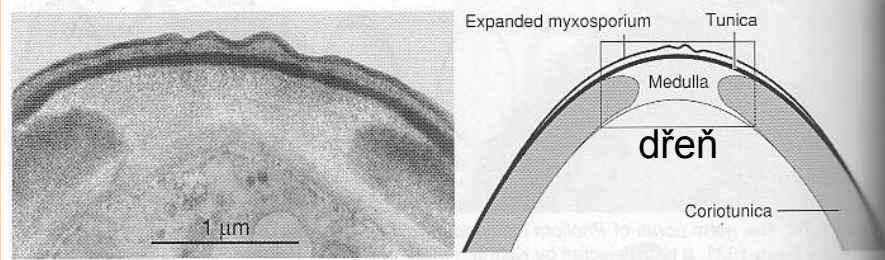


Figure 5.77: The germ pore of *Coprinus truncorum* is an interruption of the coriotunica, filled with medulla derived from the corium that is restricted to the apical region of the spore. The myxosporium consists of a thin layer of residual mucostratum so dense that it is equivalent to a tunica. It is continuous over the germ pore. The sporothecium closely adheres to the tunica except in the apical region. There is no differentiation within the sporothecium. – From Cléménçon 1997.

Figure 5.78: The germ pore of *Coprinus lagopides* shows a well developed lid (operculus) consisting of a tunica limited to the apical region of the spore. The medulla is formed by granular transformation of the coriotunica. The corium is continuous under the germ pore. The sporothecium is detached from the operculus. The ectosporothecium and endosporothecium are clearly visible. At the inside it is lined by a spurious residual mucostratum. – From Cléménçon 1997, modified.

malé klíčnı pory

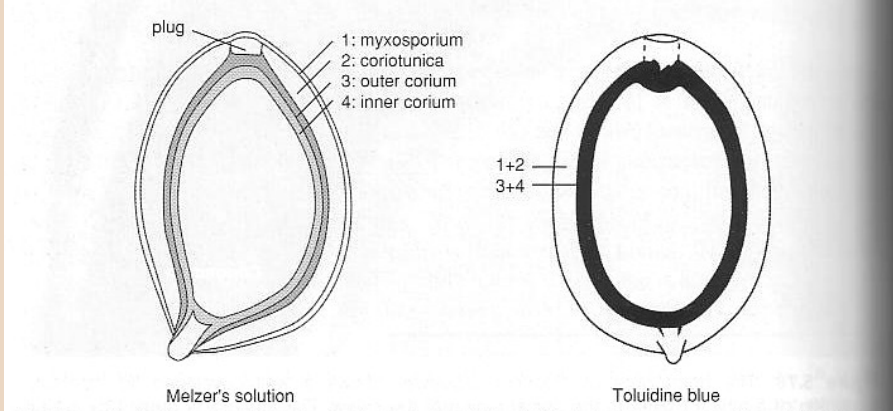
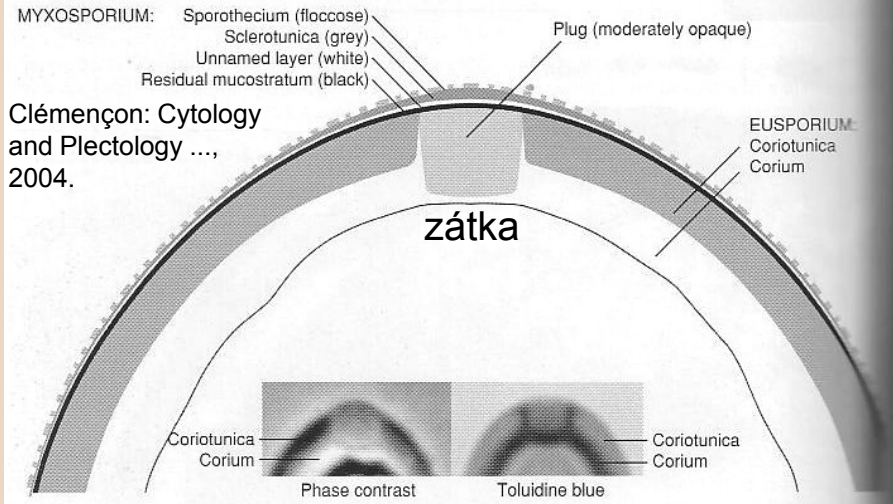
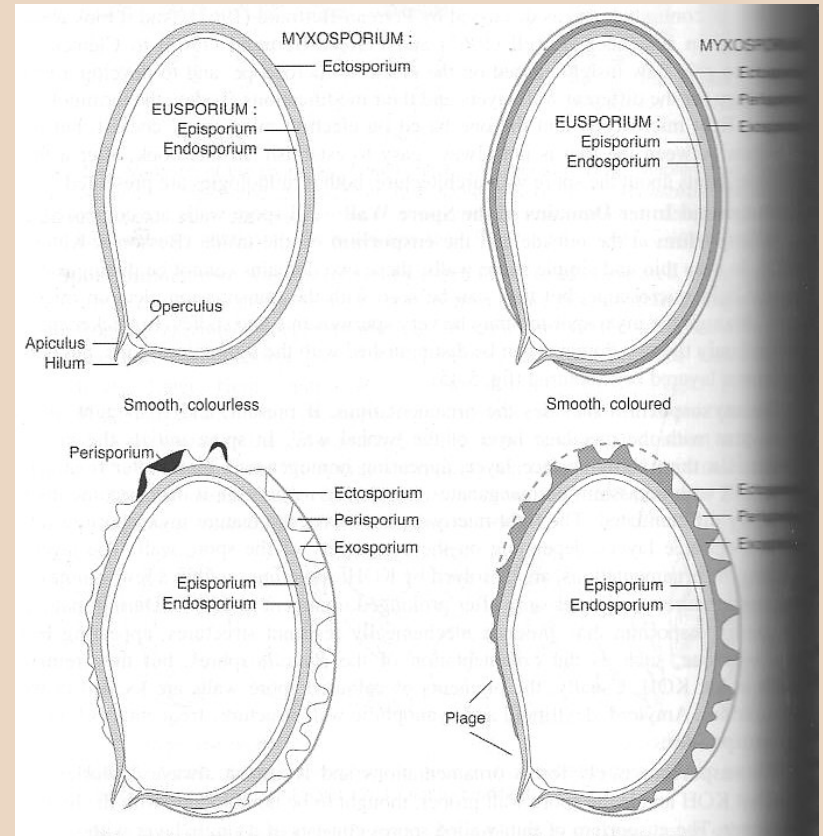
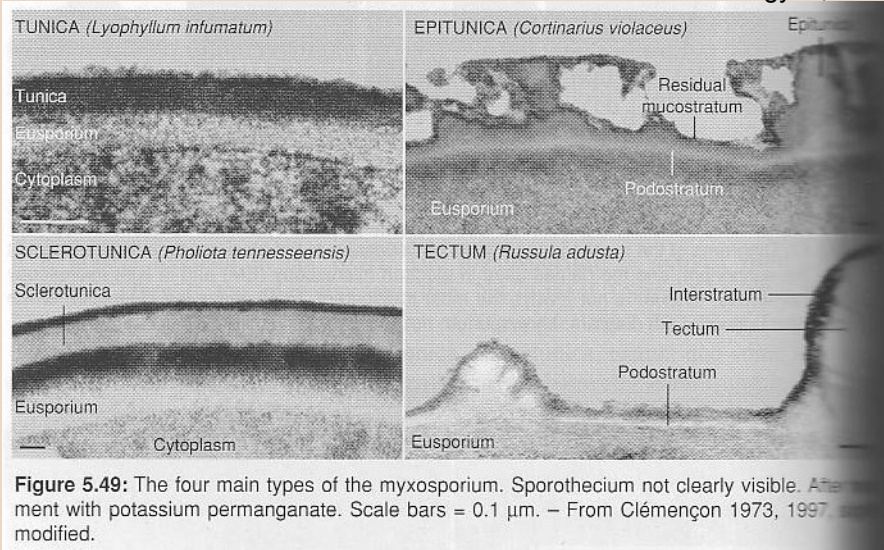


Figure 5.79: Germ pore structure and wall architecture of *Macrolepiota procera*. The myxosporium is slightly thickened over the germ pore forming both, a thin sclerosporium, and a new, very thin unnamed wall layer limited to the spore apex. - From Cléménçon 1977, Locquin 1943, Kühner 1934.



- vnější **myxosporium** (vzniká z vnější vrstvy stěny apofýzy) – zde se v průběhu dozrávání tvoří mechanicky odolné struktury + případná ornamentika; dělí se na:
 - exosporium – zprvu gelatinózní, posléze chrupavčitá a dosti odolná vrstva; zde se formuje ornamentika a zbarvení stěny;
 - perisporium – vnější vrstva zralých spor, gelatinózní a bezbarvá, často rozpraskaná;
 - ectosporium – zcela vnější tenká vrstva, za zralosti slizovatí a mizí.

Cléménçon: Cytology and Plectology ..., 2004



Myxosporium se vytváří jako tzv. primární mukostratum => může zůstat jako měkká struktura (reziduální mukostratum), ale obvykle struktura tvrdne => mění se na (podle stoupající tvrdosti) tuniku, epituniku, sklerotuniku nebo tectum; případně báze myxosporia ztvrdne v podostratum, z něž se vytváří ornamentika.

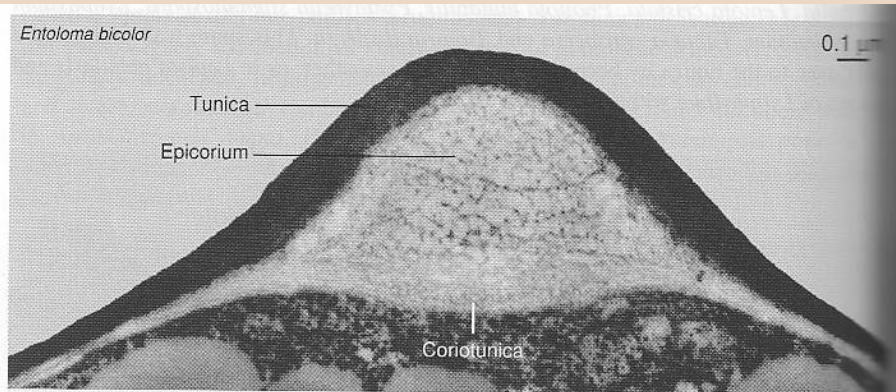


Figure 5.56 (Diagram 2b): Relation between the tunica and the granular myxosporium. The myxosporium becomes denser and smoother, and finally turns into a tunica. A new structure, the epicorium, arises between the coriotunica and the tunica. It takes the form of hemispherical pads, longitudinal ridges or a regular network of veins. – From Cléménçon 1970.

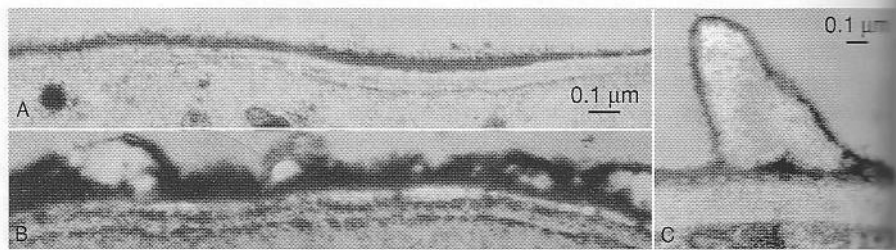


Figure 5.62 (Diagram 5): Development of the spore ornamentation of *Russula sardonia*. **A:** Young and still thin primary mucostratum, eusporium thin. **B:** Primary mucostratum well developed. Beginning of the formation of the electron-transparent podostratum and of the clods of the future tectum within the mucostratum. **C:** Mature spine and residual mucostratum. – From Cléménçon 1970.

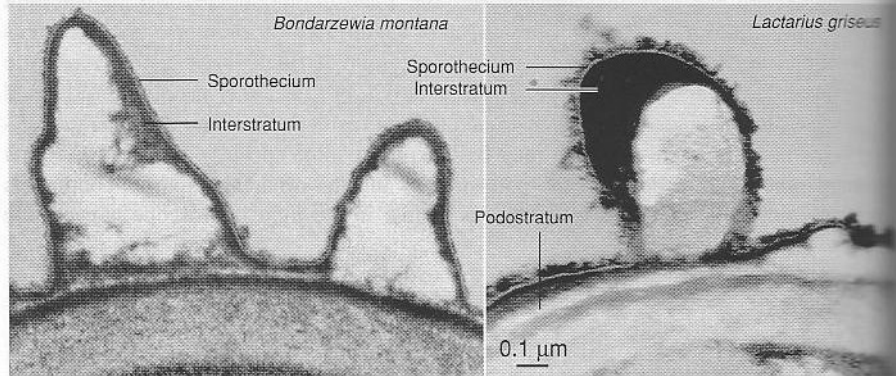


Figure 5.63 (Diagram 5): Mature spines, composed of clods of the tectum, bearing the amyloid interstratum covered with the sporothecium sharply differentiated into an endo- and an ectosporothecium. – From Keller 1974, Cléménçon 1970.

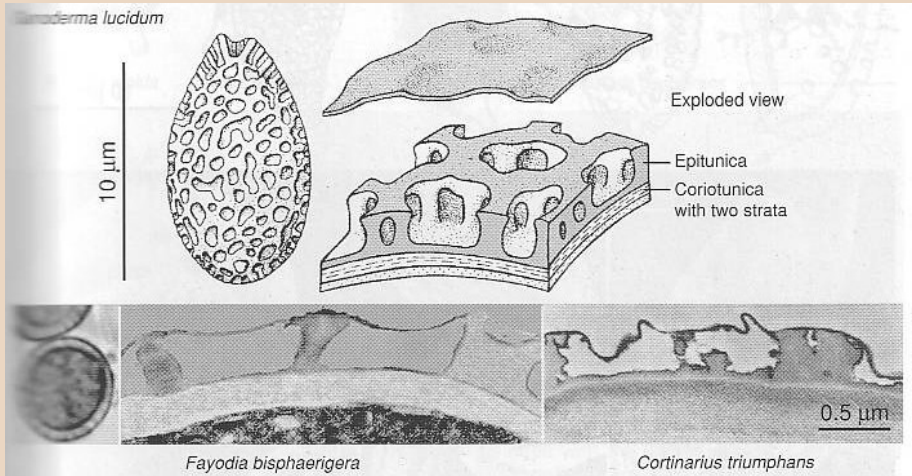


Figure 5.58 (Diagram 3b): Epitunica with cavities on a coriotunica. The podostratum is clearly visible in *Cortinarius*. The residual mucostratum lines the walls of the cavities. Leftmost: Spores of *Fayodia bisphaerigera* seen in the light microscope; diameter approximately 9 μm. – From Perreau 1973 (*Ganoderma*), Cléménçon 1973 (*Cortinarius*) and 1997; light microphotograph is original.

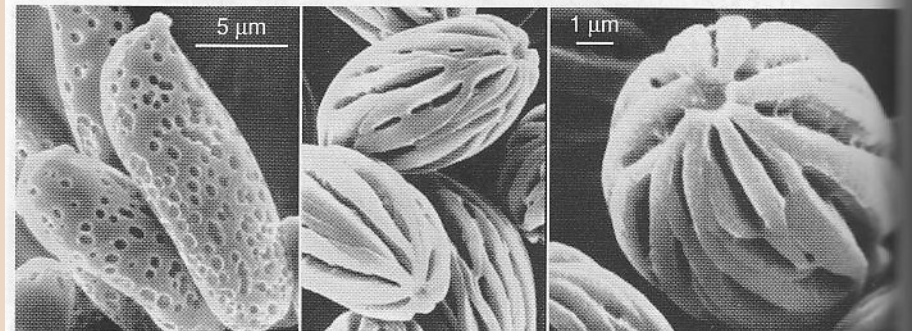
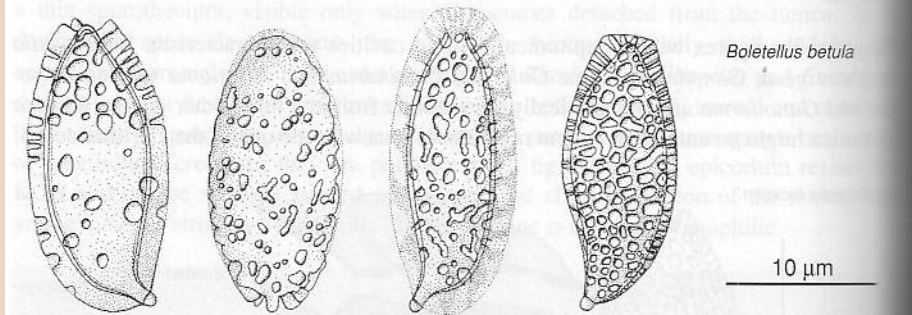
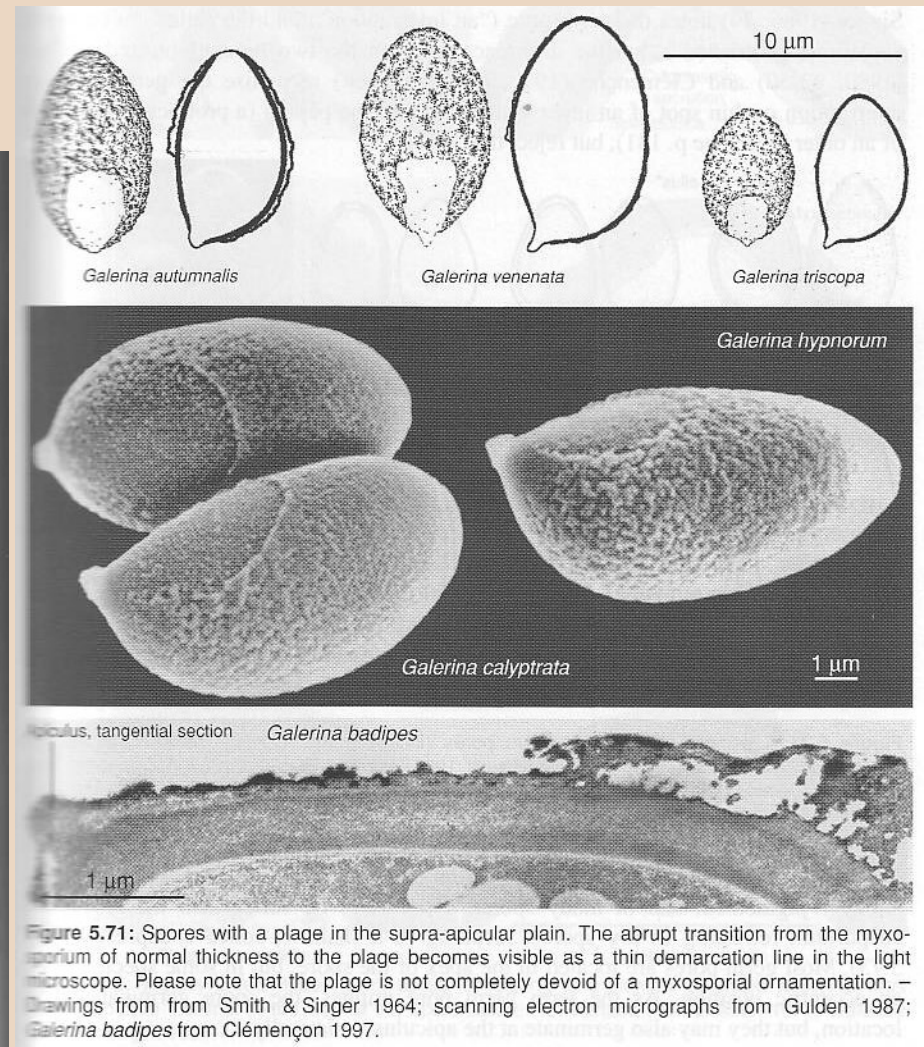
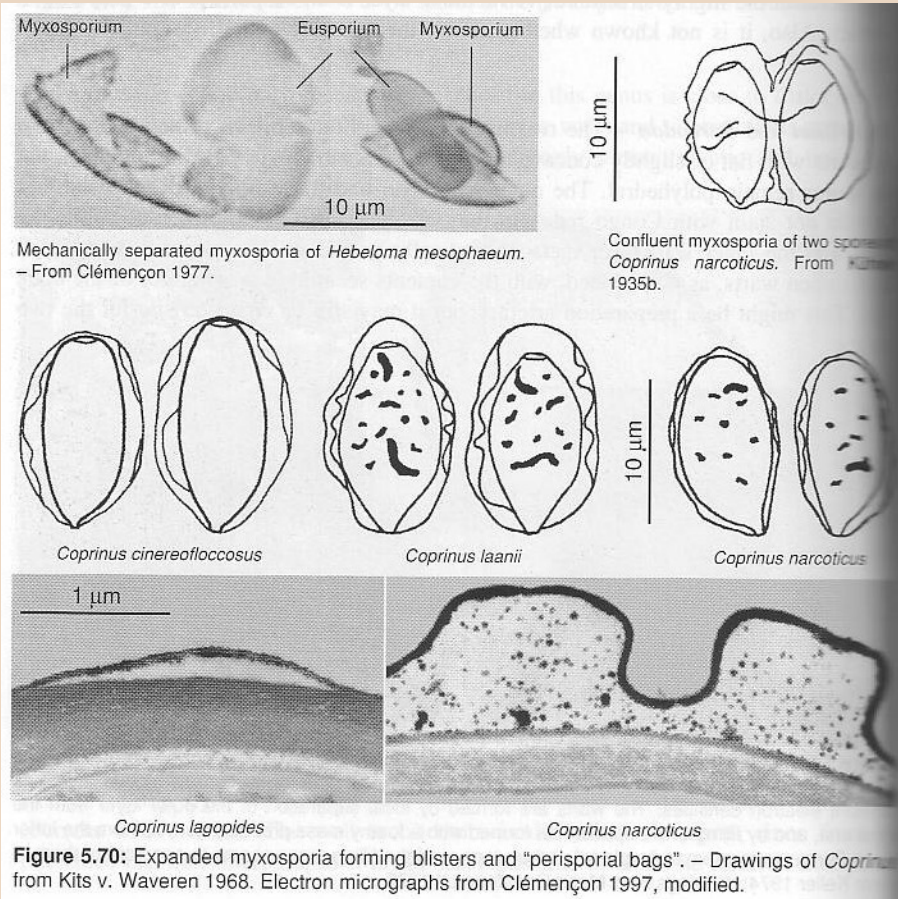


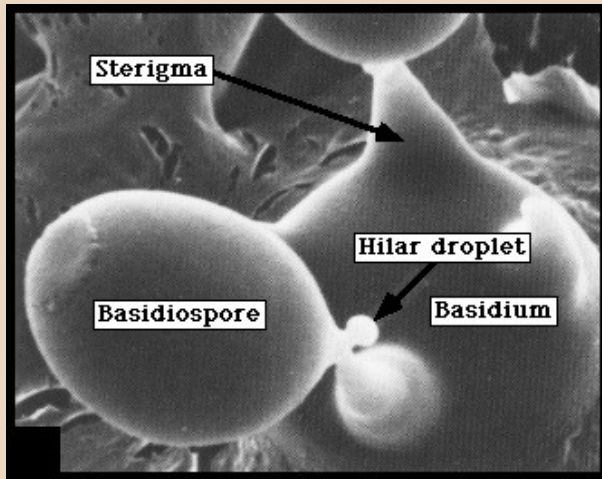
Figure 5.60 (Diagram 4b): Spores with a sculptured sclerotunica. The spore walls of both species are coloured. – Drawings from Perreau 1964; SEM photographs from Grand & Moore 1971.

Zvláštními modifikacemi myxosporia jsou expandující myxosporium (odděluje se od eusporia, vzniká "perisporiální vak") nebo "pláž" (oblast bez ornamentiky v supra-apikulární oblasti).



Typické pro **rouškaté houby** jsou aktivně odmršťované **balistospory**.

Na stěně spory (v oblasti supra-apikulární deprese) se vytváří plochá kapka a zároveň zformovaná spora vylučuje kapku v místě, kde přirůstá na sterigma (je známa pod názvem hilární nebo Bullerova kapka – nejedná se o čistou vodu, ale hygroskopický roztok cukrů a proteinů) ...



<http://tolweb.org/Basidiomycota/20520>; převzato z: McLaughlin et al.: Ultrastructure and evolution of ballistosporic basidiospores. Bot. J. Linnean Soc. 91: 253-271, 1985.

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

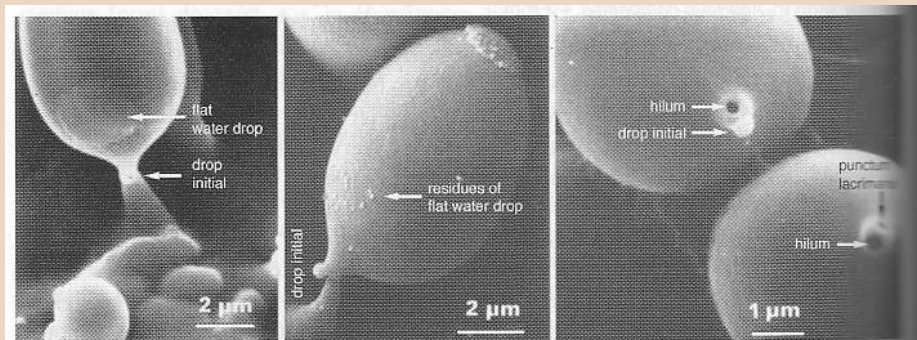
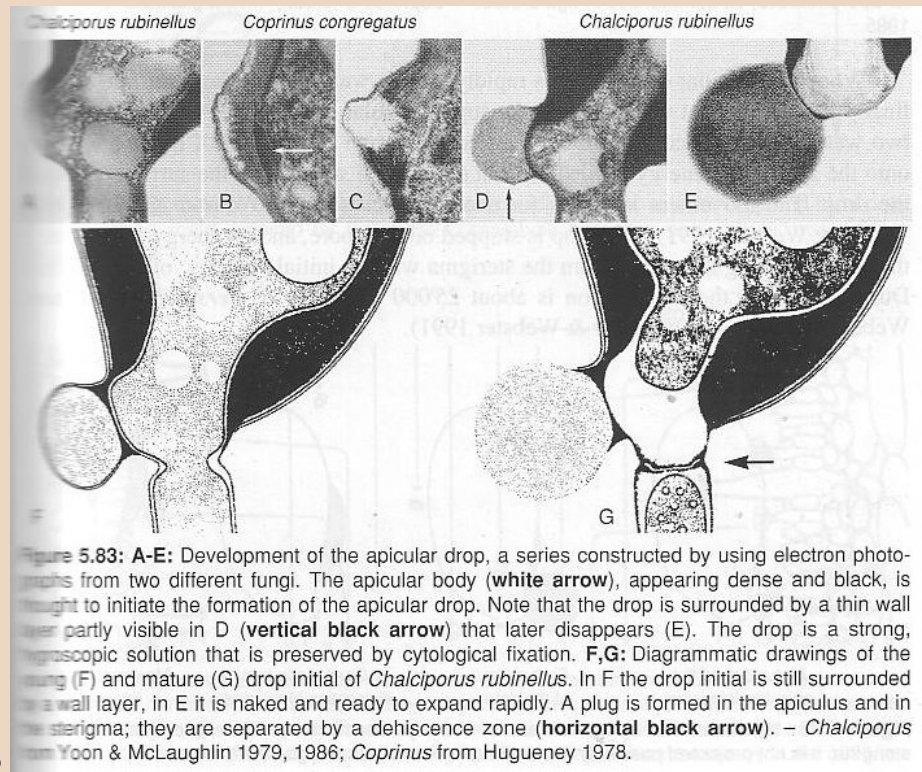


Figure 5.84: Anatomy of the apiculus with the flat water drop and the apicular drop initial necessary for spore release, as summarised in figure 5.85. – *Coprinus cinereus*; McLaughlin, Beckett & Yoon 1985.

=> současně v oblasti apikulu centripetálně vrostle přepážka mezi sporu a sterigma a v témže místě se zeslabí stěna (u tenkostěnných spor se stěna prostě zbortí, u tlustostěnných vzniká pod vlastní přepážkou "zátka", případně ještě bazální čepička)

=> Bullerova kapka postupně narůstá, ale ve finále rychle nasaje vlhkost z prostředí (příklad: pětinasobné zvětšení během 5–30 sekund)

=> zvětšená kapka dosáhne kontaktu s plochou kapkou na stěně spory a dojde k jejich rychlému splynutí
=> prudká změna těžiště odtrhne a "odstřelí" sporu od sterigmatu v místě přepážky, kde zbyde "jizva" – **hilum**

(energii dodá též uvolnění povrchového napětí při splynutí kapek)
=> osiřelá bazidie se následně "bortí".

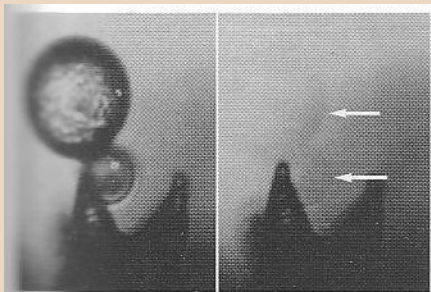


Figure 5.86: Basidiospore discharge. Photographs of a basidiospore one second before discharge and during discharge. The right photograph shows the ghost image of the spore and its apicular drop (arrows), because discharge occurred whilst the camera shutter was open (for 60 ms). *Oudemansiella mudica*. From Webster & Chien 1990.

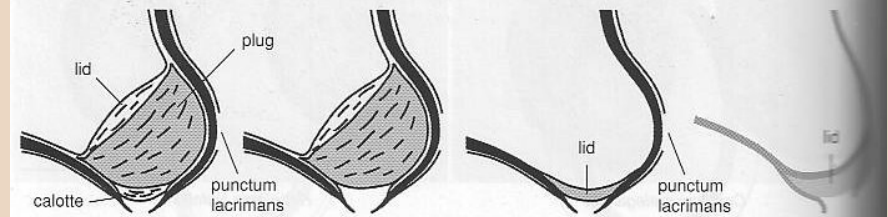
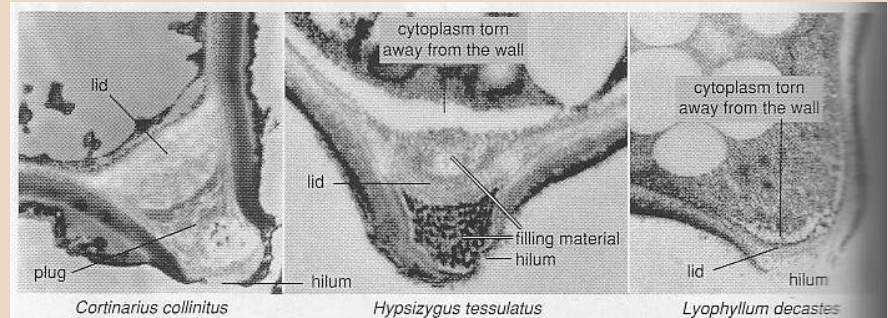


Figure 5.81: Different structures of the apiculus of thick- and thin-walled spores. In the electron photographs, the hilum is visible, but the punctum lacrimans is not (out of the plane of the section). In thick-walled spores the innermost wall layer is formed last. It lines the apiculus wall and forms the lid. In thin-walled spores the lid is strongly reduced. The calotte below the plug is often missing in some spores, e.g. in *Hypsizygus tessulatus*, a cytoplasmic filling material similar to the one found in the callus accumulates between the lid and the cytoplasm, and a parietal filling material accumulates temporarily in the hilum. – From Cléménçon 1997; *Hypsizygus* original.

Cléménçon: Cytology and Plectology of the Hymenomycetes.

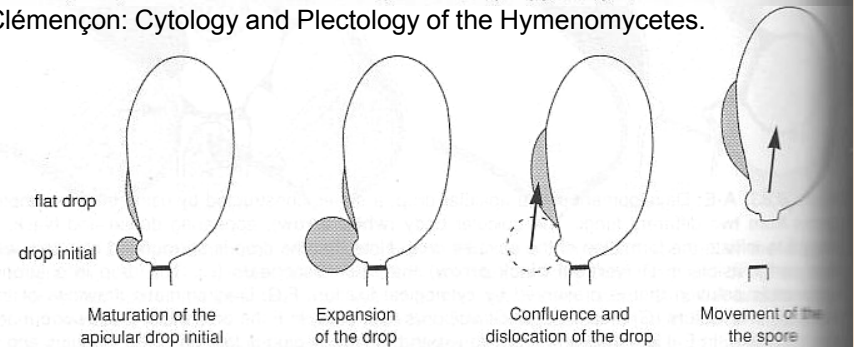


Figure 5.85: Mechanism of spore release of the Hymenomycetes. The spore jumps from the sterigma, it is not projected passively like a stone. – From Cléménçon 1997.

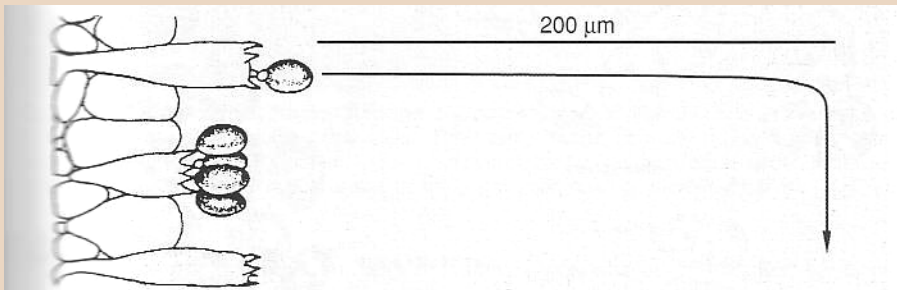


Figure 5.87: Sporabola of *Coprinus sterquilinus*. The basidia, spores, apical drop and flight path are all drawn to scale. Inspired by Buller 1924, sporabola based on new calculations. – From Cléménçon 1997.

Heinz Cléménçon: Cytology and Plectology of the Hymenomycetes, 2004.

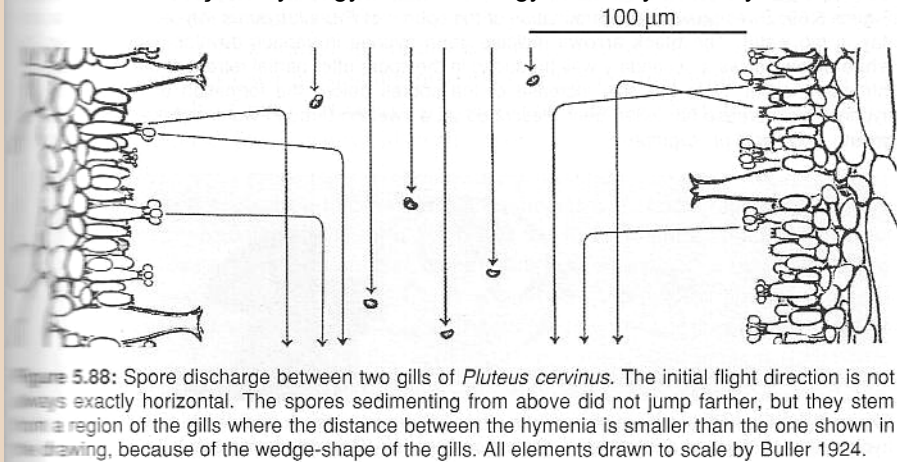


Figure 5.88: Spore discharge between two gills of *Pluteus cervinus*. The initial flight direction is not always exactly horizontal. The spores sedimenting from above did not jump farther, but they stem from a region of the gills where the distance between the hymenia is smaller than the one shown in the drawing, because of the wedge-shape of the gills. All elements drawn to scale by Buller 1924.

Balistická dráha vystřelené spory je označována termínem sporabola; na rozdíl od "extrémních výkonů" spor vřeckatých hub jsou zde spory vystřelovány na vzdálenost v řádu desetin milimetru (max. 1,5 mm) a "dostřel" u různých druhů obvykle je v přímé úměře ke vzdálenosti sousedních lupenů (nebo ostnů, průměru pórů aj.) – jde o to, aby spory úspěšně vypadly z hymenoforu, málokdy se uchytily na protějším lupenu (ostnu, stěně póru aj.).

Podobné vystřelování je známo i u některých konidií (například u *Tremellales*) – tzv. balistokonidie.

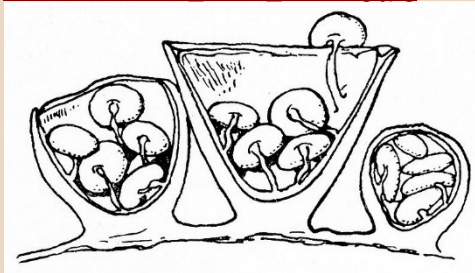
Dozrávání spor probíhá u lupenatých hub víceméně současně (izotropické hymenium) nebo postupně – na jednom lupenu mohou být spory v různých fázích vývoje (formující se bazidie, zralé spory i zborčené bazidie po oddělení spor – anizotropické hymenium, viz kapitolu *Plodnice hub*).

Faktory, které ovlivňují uvolňování výtrusů z plodnice, jsou na jedné straně genetické faktory a biologický rytmus houby a na straně druhé vliv klimatických podmínek (vlhkost, teplota, vítr).



R. Moore, W.D. Clark,
K.R. Stern, D. Vodopich:
Botany - Wm.C. Brown Publishers, 1995.

[http://commons.wikimedia.org/wiki/
File:Crucibulum_laeve_drawing.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Crucibulum_laeve_drawing.jpg)



Břichatky nemají balistospory; spory jsou uzavřeny v plodnici a uvolňují se za zralosti otvorem – peristomem. Jejich uvolňování může napomáhat déšť nebo nárazy větého písku na plodnici => dojde ke stlačení plodnice a vyfouknutí spor.

Foto Paľo °; [http://www.nahuby.sk/
/obrazok_detail.php?obrazok_id=143712](http://www.nahuby.sk/obrazok_detail.php?obrazok_id=143712)

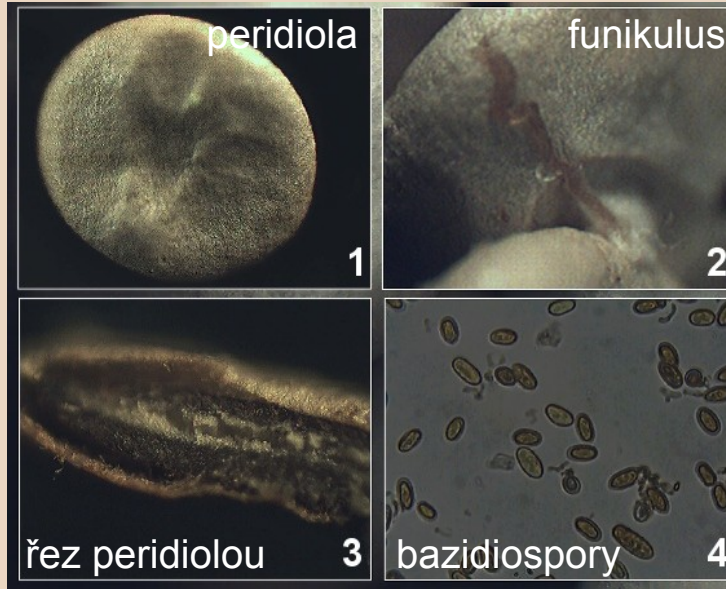


Foto: Paľo °; [http://www.nahuby.sk/
/obrazok_detail.php?obrazok_id=143694](http://www.nahuby.sk/obrazok_detail.php?obrazok_id=143694)

Číšenky a pohárovky mají pohárkovité plodnice, kryté v mládí tenkou blankou – epifragmou (v průběhu dozrávání se roztrhá podobně jako plachetky rouškatých hub). Uvnitř nalezneme drobné peridioly ("plodničky" obsahující spory), přichycené na dně pohárku vláknem – funikulem => dopadem dešťové kapky je peridiola vymrštěna ven a funikulem se uchytí na trávě => čeká až ji sežere býložravec => teprve po průchodu jeho trávicím traktem spory klíčí.

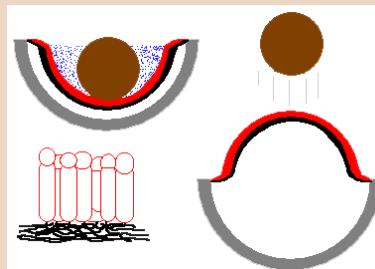
Speciální vyvrstování má hrachovec (*Sphaerobolus*): peridiola je uložena v "kalíšku", jehož vrstvy tvoří vnitřní a vnější okrovka – v buňkách jedné z vrstev vnější okrovky probíhá hydrolýza glykogenu na glukózu => vysoká koncentrace glukózy => způsobí osmotický tlak =>

pro jeho vyrovnání buňky prudce nasávají vodu => vrstvička nabobtná a vytlačí vzhůru vnitřní okrovku, která tak "vystřelí" peridiolu (až na vzdálenost 4 metrů!).

Uvolňování spor napomáhá i když některé části plodnic hygroskopicky nabobtnají – např. pohyby vláken (elater)

v okrovce *Battarraea* – nebo když dojde za sucha ke svinutí cípů vnější okrovky => vytlačení spor u hvězdáku (*Astraeus*).

Množství spor vyprodukovaných jednou plodnicí je různé od řádu miliónů u malých plodnic po 10^{15} (7×10^{15} spor v teřichu *Langermannia gigantea*, srovnatelné množství je $5,5 \times 10^{15}$ z rouškaté plodnice *Ganoderma applanatum* za 6 měsíců).



Sphaerobolus stellatus

Kresba: <http://www.anbg.gov.au/fungi/birds-nest-cannonball.html>

Foto: L. Hagara, V. Antonín, J. Baier: Houby. Aventinum, Praha, 1999.



Battarraea stevenii



Foto Jiří Polčák, http://www.nahuby.sk/obrazok_detail.php?obrazok_id=95937



Foto Pavol Keselák, http://www.nahuby.sk/obrazok_detail.php?obrazok_id=102115

Langermannia gigantea