



## FYLOGENEZE A DIVERZITA HUB A PODOBNÝCH ORGANISMŮ

(část přednášky *Fylogeneze a diverzita řas a hub*)

- SAR - Straminipila: Peronosporomycota / Labyrinthulomycota / Hyphochytriomyc.
  - Rhizaria: Plasmodiophorida • Excavata: Acrasida • Amoebozoa: Mycetozoa
- Opisthokonta - Fungi: Microsporidiomycota / Chytridiomycota / Blastocladiomycota  
/ skupina *Zygomycota* - Mucoromycota, Zoopagomycota, Glomeromycota  
/ **Dikarya - Ascomycota: Taphrinomycotina, Saccharomycotina, Pezizomycotina**  
- *pomocné skupiny Deuteromycota a Lichenes*  
- Basidiomycota: Pucciniomycotina, Ustilaginomycotina, Agaricomycotina

## Skupina: *DIKARYA* Oddělení: *ASCOMYCOTA* – HOUBY VŘECKATÉ

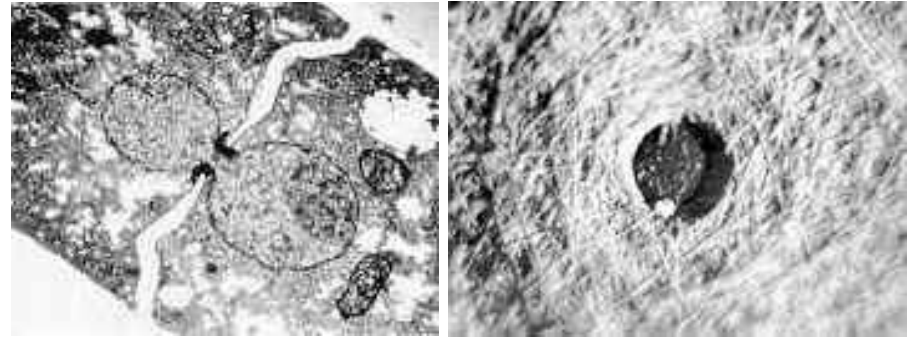
- skupina sdružující houby, jejichž výtrusy vznikají ve (více či méně dokonale vyvinutém) **vřecku** (latinsky **ascus**, množné číslo **asci**)
- vřecko má povahu meiosporangia - zralé vřecko je diploidní buňka, ve které dochází k meiozi při vzniku spor (obvykle je jedinou diploidní buňkou v živ. cyklu)
- spory se tvoří endogenně, obvykle v počtu 8 v jednom vřecku (po meioze ještě 1 mitóza, ale může jich být i jiný počet)
- u mnoha zástupců se vřeka a askospory za normálních podmínek vůbec netvoří a houba žije jen v imperfektním stadiu (anamorfa)
- vegetativní stélka - přehrádkované **mycelium** (u kvasinek i jednotlivé buňky, resp. jejich kolonie, příp. pučivé pseudomycelium); vegetativní mycelium je haploidní (výjimky opět u kvasinek)
  - přehrádky mají ve středu **jednoduchý pór** (výjimečně chybí)
- u zástupců pododd. *Pezizomycotina* při pohlavním procesu dochází ke vzniku dikaryotických hyf, tvořících **plodnice (askomata)** => v plodnicích pak dochází ke karyogamii v koncových buňkách **askogenních hyf** – z nich vznikají vřeka
  - vegetativní dikaryotické mycelium se vyskytuje u *Taphrinomycetes*
- jedná se o nejpočetnější skupinu hub, zahrnující cca 60 % známých taxonů
- do tohoto pododdělení patří většina známých lichenizovaných hub a taktéž většina známých imperfektních hub (žijících pouze jako anamorfy) přísluší sem

## Pododdělení: ***PEZIZOMYCOTINA***



- "**pravé**" **vřeckaté** houby, u kterých dochází k tvorbě **plodnic** (askokarpů nebo askomat /1. pád jedn. č. askoma/)
- přítomna pravá **dikaryotická fáze** - tu představují **askogenní hyfy**, na kterých se vytvářejí vřečka

- vegetativní stélku tvoří vláknité, větvené, přehrádkované **mycelium**; přehrádky vrůstají centripetálně, uprostřed zůstává jednoduchý pór (umožňuje přechod plazmy i jader) – póry uzavírají různá tělísky, jejichž

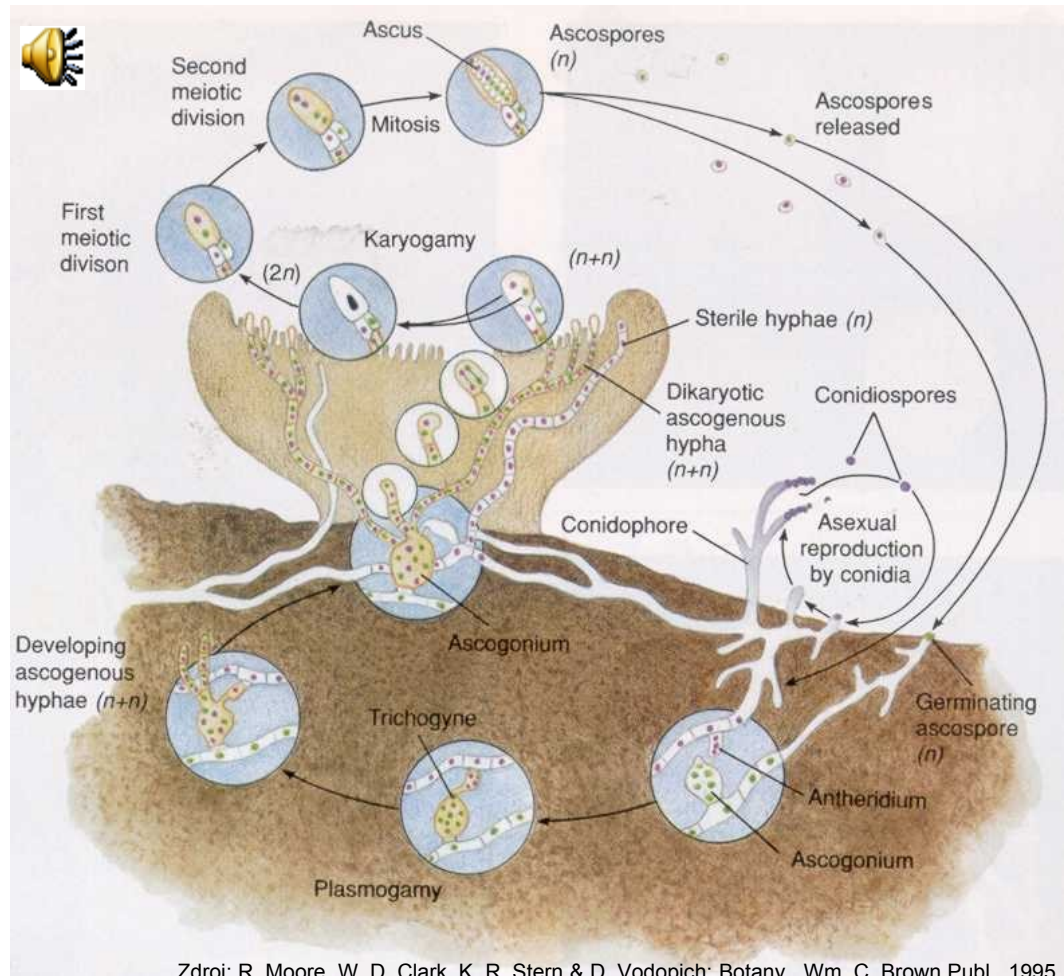


- póry uzavírají různá tělísky (vznik je spojen s Woroninovými tělísky (krystalické útvary v buňce poblíž pórů) /na obr. vlevo průchod jádra pórem; vpravo pór z pohledu z nitra buňky, při spodním okraji Woroninovo tělísko/

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

- buněčná stěna dvouvrstevná, základní složkou je chitin a  $\beta$ -1,3-polyglukan, příp. další látky
- nepohlavní **rozmnožování** dělením (vzácné), fragmentací stélky nebo **konidiemi** (to je zde naopak velmi běžné)
- pohlavní rozmnožování - základním typem je **gametangiogamie** (gametangia obvykle vícejaderná): samčí větev mycelia nese **anteridium**, samičí i několik obvykle kulovitých **askogonů**, z nichž vybíhají vláknité výrůstky – **trichogyny**

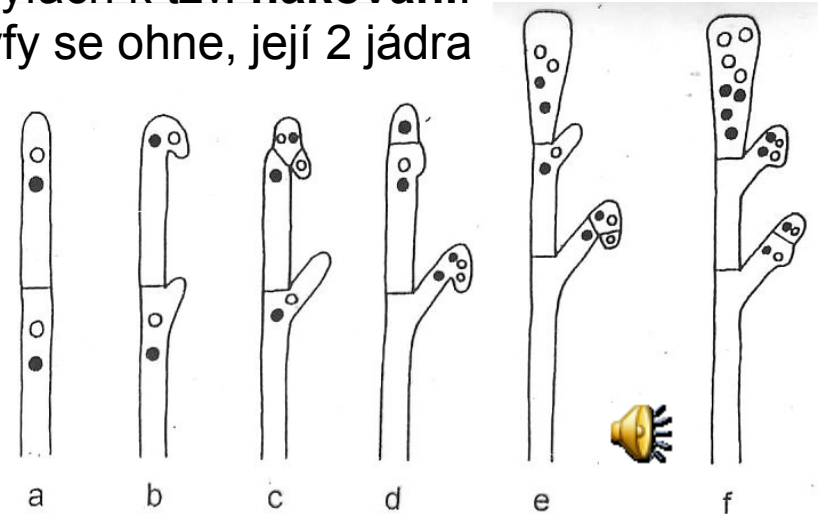
- Životní cyklus je haplo-dikaryotický s převažující haploidní fází: askospora klíčí v haploidní (monokaryotické) mycelium => na něm (resp. v základu plodnice u asko- lokulárních typů – viz později) se tvoří gametangia – na jednoduché samčí větvi anteridium, na větvené samičí (tzv. archikarpu) askogony => k trichogynu (jehož jádra degenerovala) se přiblíží anteridium => splynutí obsahů buněk – plazmogamie => v oplozeném askogonu párování jader => vyrůstají dikaryotické hyfy – askogenní hyfy, tvořící plodnice => koncové buňky askogenních hyf ve výtrusorodé vrstvě se stávají mateřskými buňkami vřecek (askogenními b.) => v nich karyogamie => meioza => obvykle ještě jedna mitóza (nebo ne anebo více) => výsledkem je zralé vřecko se (4-)8(-více) askosporami



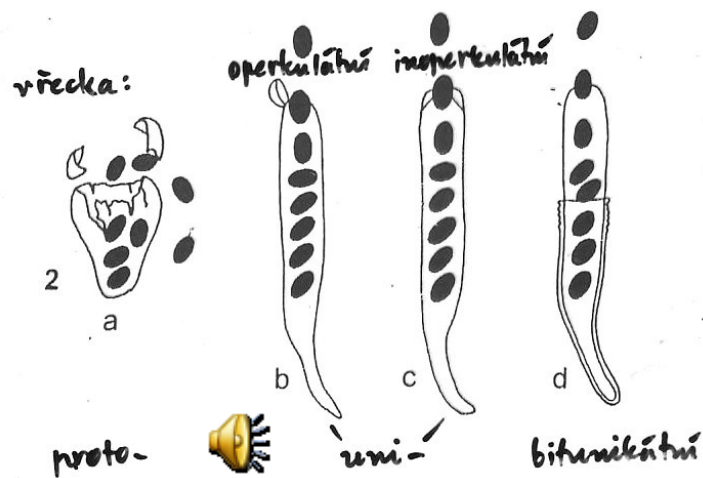
Zdroj: R. Moore, W. D. Clark, K. R. Stern & D. Vodopich: Botany. Wm. C. Brown Publ., 1995.

- modifikace pohlavního procesu:
  - gameto-gametangiogamie (= spermatizace): namísto anteridií oplodňují askogon aplanogamety - spermacie, vznikající na spermacioforech nebo v ložiscích - spermogoniích (funkci spermacií mohou převzít i konidie, sloužící jinak k nepohlavnímu rozmnožování)
  - somato-gametangiogamie: askogon oplodněn přímo jádrem ze somatické hyfy, anteridia se netvoří
  - somatogamie: splynutí dvou somatických hyf => póry v přehrádkách se přesunou jádra do tvořícího se základu askogonu
  - autogamie (vzácná): párování jader uvnitř mnohojaderného askogonu

- **vřecko** je meiosporangium, v jeho vývoji jediná diploidní buňka v životním cyklu vřecko je obvykle protáhlé nebo elipsoidní až kulovité, je vždy jednobuněčné
  - při jeho tvorbě dochází na askogenních hyfách k tzv. **hákování**: terminální buňka dikaryotické askogenní hyfy se ohne, její 2 jádra se rozdělí => přehrádky oddělí střed buňky se 2 různými jádry od 1-jaderných "zbytků" => středový úsek se stává terminální buňkou => vřečkem, v něm karyogamie => meioza; "zbytky" splynou zase v dikaryotickou (nyní subterminální) buňku (=> ta se může znovu hákovat => pak vzniká svazek vřecek)



– důležitou charakteristikou je struktura stěn vřecka – dle ní rozlišujeme vřecka



- **pro(to)tunikátní** s jednovrstevnou stěnou bez otevíracího aparátu, spory se pasivně uvolňují po rozpadu nebo zeslizovatění stěny vřecka

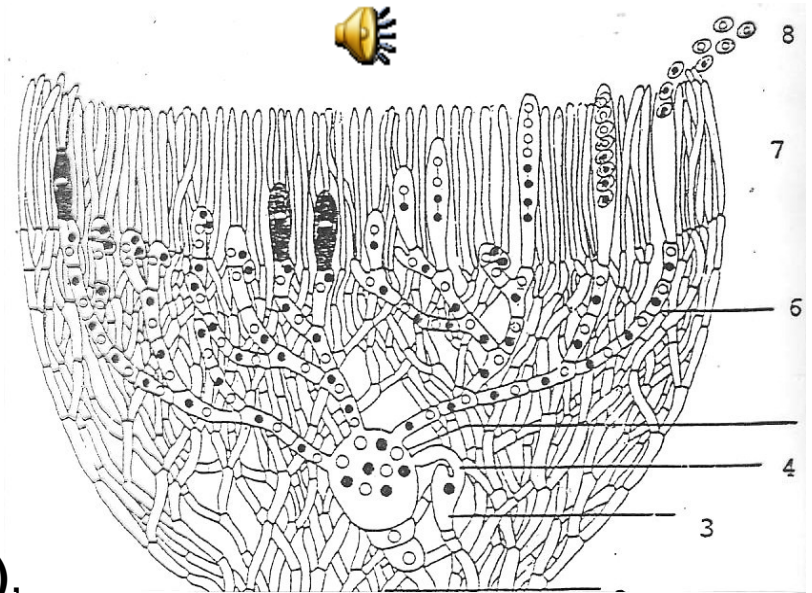
- **unitunikátní** s dvouvrstevnou stěnou členěnou na exoascus a endoascus – obě vrstvy tenké a spojené, otevírají se současně pórem či štěrbinou (vřecka **inoperkulátní**) nebo víčkem (**operkulátní**)

- **bitunikátní** se stěnou vícevrstevnou rozdělenou na dvě funkčně rozdílné vrstvy => zde exoascus praská, endoascus vyhřezne a prodlouží se a teprve ten se později otevírá (vždy inoperkulátní); z uni- a bitunikátních vřecek jsou spory vymršťovány turgorem buněk

- **spory** vznikají obvykle po 8 ve vřecku najednou (simultánní dělení), vzácněji postupně (sukcesivně)
  - výjimky: namísto 8 jednojaderných mohou vzniknout 4 dvoujaderné, případně více dělení jader ve sporách => oddělení přehrádkami => vícebuněčné spory - dvoubuněčné didymospory, vícebuněčné fragmospory (buňky v jedné řadě) a diktyospory (dělení ve více směrech => zdřovité uspořádání)
  - jednobuněčné spory nazýváme amerospory; popsané názvy jsou používány i pro konidie

- **plodnice (askokarpy, askomata)**

jsou tvořeny jednak pletivou z haploidních (monokaryotických) hyf, tvořícími sterilní část plodnice, a jednak hyfami dikaryotickými, vzniklými na základě pohl. procesu – stěna plodnice (**peridie**) obklopuje tzv. **centrum** (obojí tvořeno z haploidních hyf), kde dochází k vytváření vřecek (na dikaryotických askogenních hyfách) vřečka u odvozených typů plodnic vystylají výtrusorodou vrstvu - **thecium (hymenium)**, česky výtrusorodé rouško



členění typů plodnic podle ontogenetického vývoje:

- typ **askohymeniální**: nejprve dojde k pohlavnímu procesu, poté se v tom místě vytváří plodnice souběžně s růstem askogenních hyf => vřečka (obvykle unitunikátní) se tvoří na povrchu plodnice nebo v primárních dutinách (vzniklých při vývoji plodnice)
- typ **askolokulární**: primárně se vytvoří pseudoparenchymatický útvar (askostroma - základ plodnice), ve kterém teprve dojde k vytvoření gametangií a k pohlavnímu procesu => následně teprve vznikají lyzigenně tzv. sekundární dutiny, do nichž prorůstají již vytvořeným pletivem askogenní hyfy a v nichž se tvoří vřečka (obvykle bitunikátní)

členění plodnic podle morfologie

(základní askohymeniální typy):

- **kleistothecium** je uzavřená plodnice s vytvořenou stěnou, otvírá se rozpadem;

vřecka nejsou nijak uspořádána

- **apothecium** je primárně miskovitá

plodnice (odvozeně pak různých tvarů);

vřecka a parafýzy – konce haploidních hyf (někdy přesahují v tzv. epithecium) jsou

uspořádány v theciu na povrchu; vrstva hyf pod theciem tvoří tzv. hypothecium, sterilní

okraj apothecia (tvořen haploidními hyfami) je nazýván excipulum; vřecka dozrávají

současně, spory jsou též vystřelovány

(stimulem bývá vnější podnět, např. světlo)

Nahoře vlevo kleistothecia *Eurotium amstelodami*,

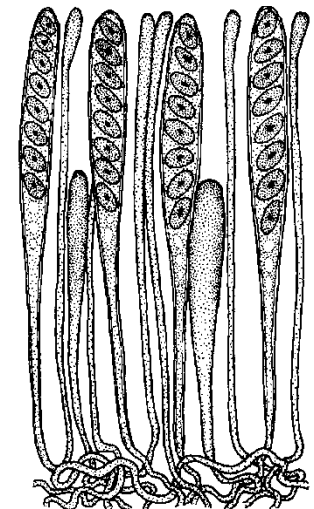
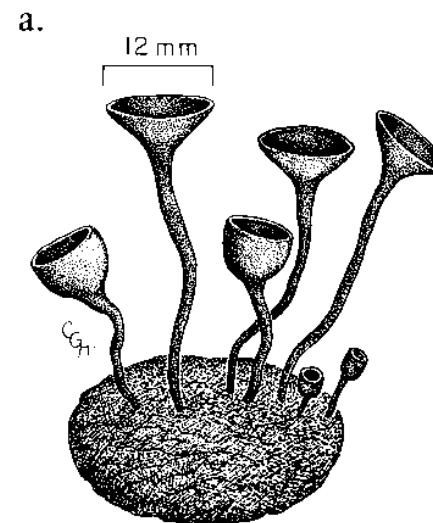
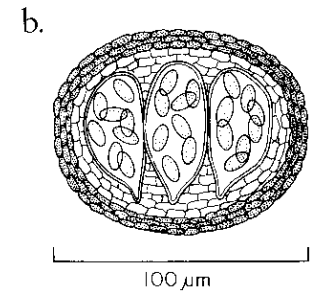
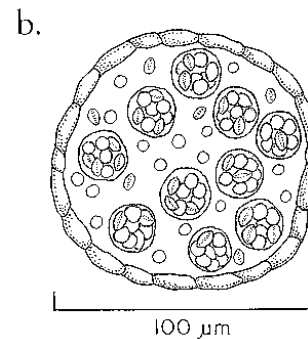
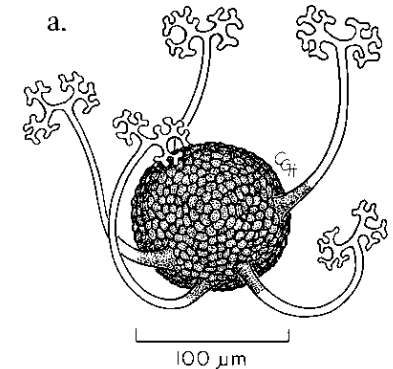
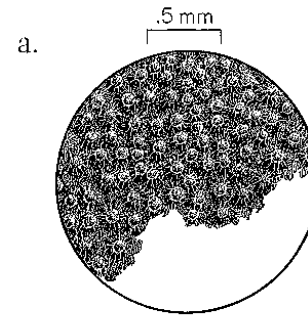
vpravo plodnice padlí *Microsphaera penicillata*

(označované různými autory jako kleistothecia

nebo erysiphální perithecia);

dole vlevo apothecia *Monilinia fructicola* (vyrůstající

ze sklerocia), vpravo vřecka a parafýzy v theciu



Zdroj obrázků ozn. a nebo b: Hanlin, Illustrated Genera of Ascomycetes, vol. I a II., 1990 a 1998.

Obr. vpravo dole: kresba Rebecca Stritch,

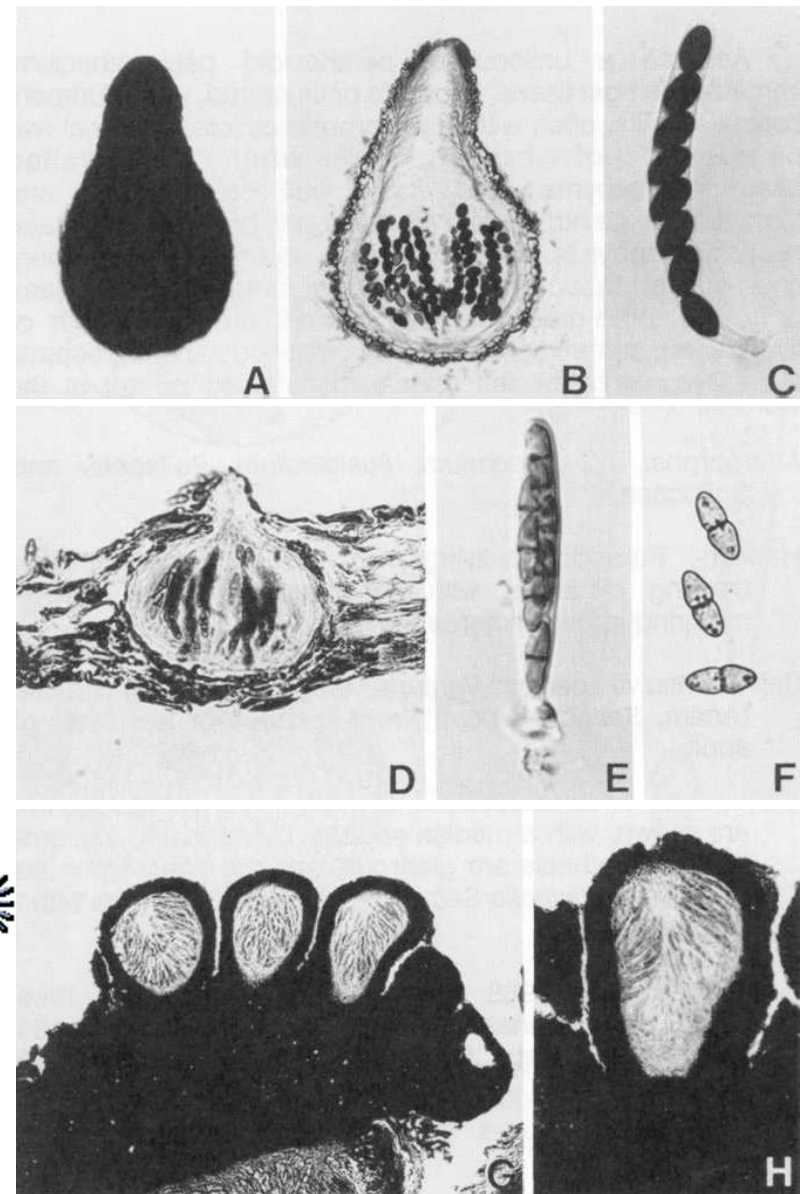
[http://biodidac.bio.uottawa.ca/thumbnails/filedet.htm?File\\_name=Asco012b&File\\_type=gif](http://biodidac.bio.uottawa.ca/thumbnails/filedet.htm?File_name=Asco012b&File_type=gif)



- **perithecium** je kulovitá nebo protáhlá plodnice (často bývají zanořeny ve sterilní hmotě stromatu), vřecka jsou uspořádána uvnitř v theciu (dozrávají postupně), mezi nimi se tvoří sterilní hyfová zakončení - parafýzy; spory jsou vystřelovány z vřecek a vycházejí ven ústím (ostiolem) vystlaným perifýzami (parafýzy a perifýzy se tvoří z haploidních hyf)

- kromě těchto základních typů rozlišujeme protothecium (jen spleť hyf obklopujících vřecka), tuberothecium (jak je někdy odlišováno druhotně uzavřené apoth.) nebo myriothecium (polštářovitá plodnice se sestavou dutin, v každé 1 vřecko)

- askolokulární houby mají pseudoapothecia, pseudoperithecia (morfologicky podobná, ale s askolokul. vývojem), thyriothecia (síťovité pseudoperith.) nebo hysterothecia (štěrbínovitá pseudoapoth.)

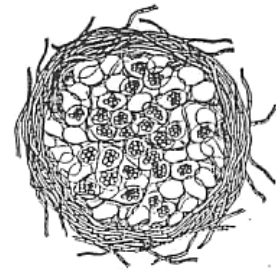


ABC: volné perithecium *Sordaria fimicola*, DEF: pseudoperithecium *Venturia liriodendri*, GH: lokuli ve stromatu *Apiosporina morbosa*.

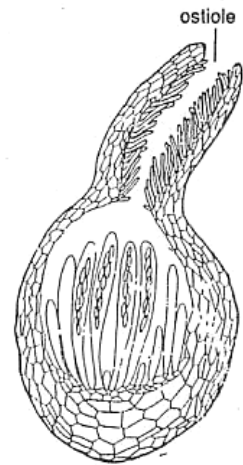
Zdroj: Hanlin 1990.

# pro zopakování ...

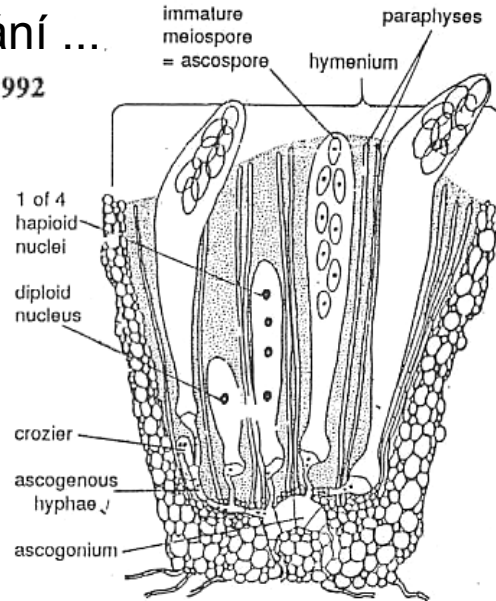
Smple & Kendrick, 1992



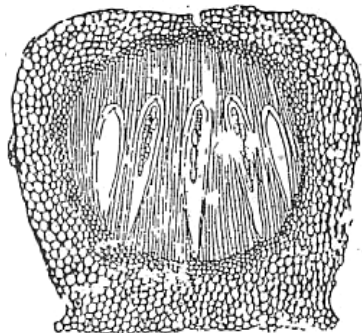
4.5 Cleistothecial ascoma.



4.4 Perithecial ascoma.



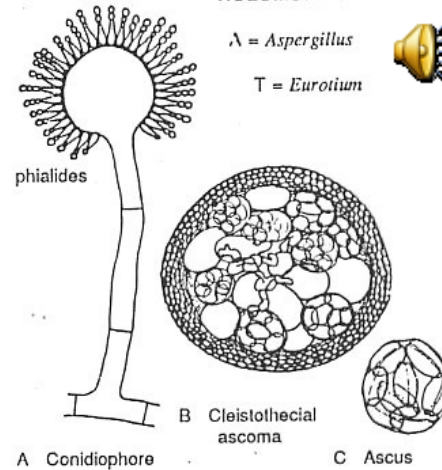
4.3 Apothecial ascoma.



4.6 Pseudothecial ascoma.

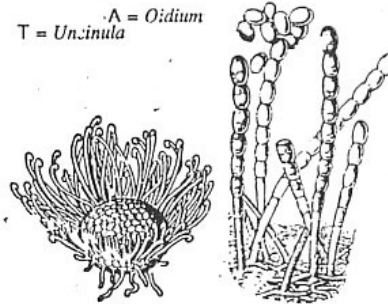
T6-

HOLOMORPH = TELEOMORPH (T) + ANAMORPH (A)



A Conidiophore

4.7 Eurotialean holomorph.



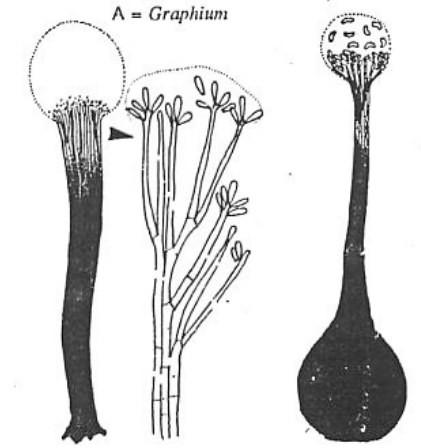
A Ascoma

B Conidiophores

4.9 Erysiphalean holomorph.

Evolutionary Survey of Fungi, Algae and Plants

T = *Ophiostoma*

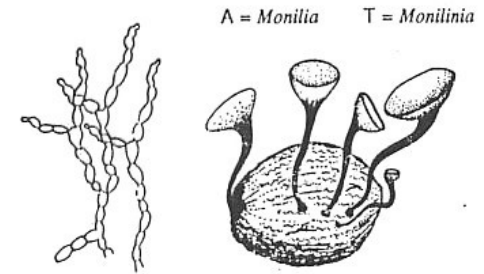


A Synnema

B Detail of Head

C Ascoma

4.8 Ophiostomatalean holomorph.



A Conidial chains

B Apothecial ascomata on peach


4.10 Leotialean holomorph.

nemnoho zástupců (10–12 %) se vyskytuje v pleomorfické holomorfě (vytváří teleo- i anamorfu, tzv. pleomorfický životní cyklus); většina jich je známa v meiotické holomorfě (netvoří anamorfu) anebo v mitotické holomorfě (netvoří teleomorfu)

## **výskyt, ekologie:**

- saprofyté, fakultativní i obligátní parazité rostlin i živočichů (patogenní druhy)
- symbiotické vztahy – lichenismus (mykobionti většiny lišejníků jsou právě *Pezizomycotina*), mykorhiza
- zastoupeny ve všech možných biotopech vodních i suchozemských
- využití některých druhů jako jedlé houby, ale zejména pak průmyslově v potravinářství a farmacii (zejména různé druhy rodu *Penicillium*)

## **system:**

původní členění morfologické, podle typu plodnic (dnes používané již pouze pro souhrnné označení skupin se shodným typem plodnice): *Plectomycetes* (též česky plektomycety) - kleistotheciální typy; *Pyrenomycetes* (česky tvrdohouby, pyrenomycety) - peritheciální typy (včetně příbuzných typů, i pseudoperithecia); *Discomycetes* (česky terčoplodé, diskomycety) - apotheciální typy (včetně příbuzných typů, i pseudoapothecia) 

fylogeneticky věrnější byl systém členící vřeckaté houby podle vývoje plodnice - primitivní *Protoascomycetidae*, askohymeniální *Ascohymenomycetidae* a askolokulární *Ascoloculomycetidae*

i tento systém je v aktuálním pojetí již opuštěn jakožto neodpovídající fylogenezi a pododdělení *Pezizomycotina* je členěno na více menších tříd

## Třída: *EUROTIOMYCETES*

### podtřída *Eurotiomycetidae*

tvoří protothecia nebo primitivní kleistothecia s prototunikátními vřecy zhruba odpovídá dřívější podtřídě *Protoascomycetidae*



**řád *Eurotiales*** (tzv. „nepravé plísně“) – bohatý řád mikroskopických hub, v jehož rámci převažuje zastoupení anamorf (u mnohých zástupců se v jejich životě ani teleomorfa nevyskytuje) => díky mohutné produkci konidií jsou rozšířeny prakticky všude

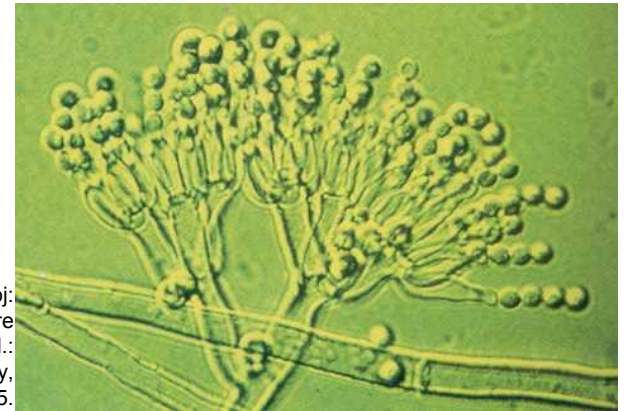
- vzácné pohlavní rozmnožování – červovitý askogon, kolem kterého se ovíjí anteridia => z buněk nesoucích askogon vyrůstají hyfy, které vytvoří stěnu kolem anteridií a dají základ plodnici typu protothecia nebo kleistothecia

– dochází i k somatogamii

- zástupci jsou saprofyté, řídčeji parazité rostlin i živočichů, řada z nich produkuje mykotoxiny
- značný hospodářský význam zejména v potravinářském, farmaceutickém a chemickém průmyslu, ale i značné škody („plesnivění“)

*Penicillium* (štětičkovec) - anamorfní rod, druhy vytvářející štětičkovité konidiofory; využívány

k produkci antibiotik (*P. chrysogenum*, *P. griseofulvum*), zrání sýrů (*P. roqueforti*, *P. camemberti*), i druhy způsobující běžné plesnivění ovoce (*P. italicum*)



Zdroj:  
Moore  
et al.:  
Botany,  
1995.

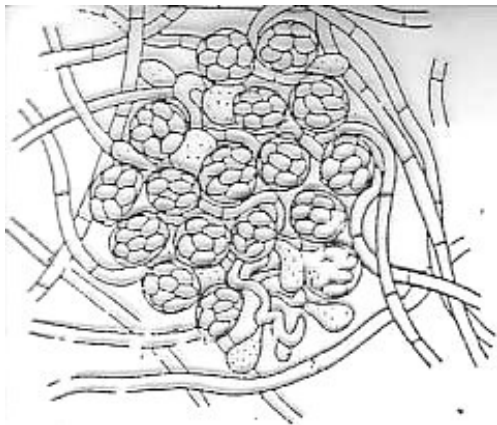


*Aspergillus* (kropidlák) - též anamorfní rod, druhy s konidiofory na konci měchýřkovitě rozšířenými; patogenní druhy (způsobující těžká onemocnění, např. *A. fumigatus*), produkce aflatoxinů (*A. flavus*), i druhy využívané k fermentaci nebo produkci organických kyselin (*A. niger*)

Zdroj: R. Moore, W. D. Clark, K. R. Stern & D. Vodopich: Botany. Wm. C. Brown Publ., 1995.

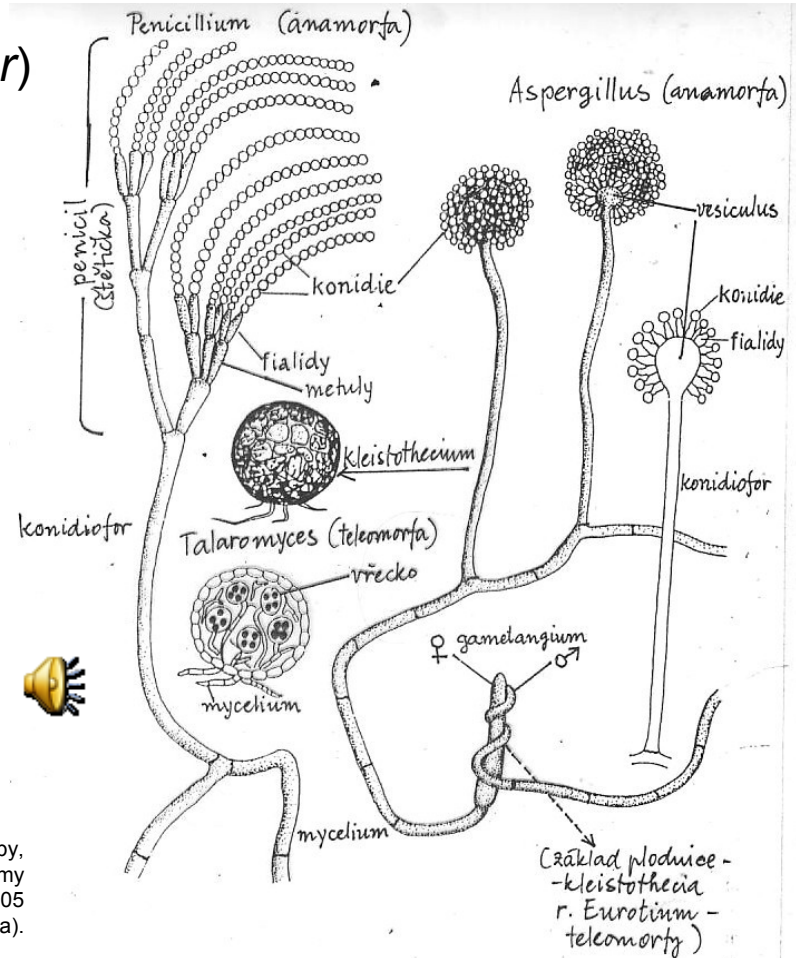
jejich teleomorfy (pro *Penicillium* v rodech *Talaromyces*, *Eupenicillium*, pro *Aspergillus* v rodech *Eurotium* a dalších) tvoří mikroskopická kleistothecia a uvnitř nich volně uložená prototunikátní vřecka;

jiné rody (*Byssochlamys*) tvoří jen plodnice typu protothecium - shluky hyf kolem vřecek



Vlevo: Protothecium *Byssochlamys nivea*

Zdroj: Kalina et Váňa: Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii, Karolinum, Praha, 2005 (podle Müllera a Loefflera).





**čeled' *Elaphomycetaceae*** (v pojetí některých autorů řád *Elaphomycetales*) – makroskopická podzemní kleistothecia pokrytá silnou peridií, prototunikátní vřecka

půdní saprofyty nebo mykorrhizní houby, díky své vůni často vyhrabávané zvěří (*Elaphomyces* - jelenka)



**řád *Onygenales*** – plodnice protothecia nebo primitivní kleistothecia, vřecka prototunikátní

- nepohlavní rozmnožování – tvorba konidií, u některých druhů rozpad mycelia na kvasinkovité buňky
- saprofyty nebo koprofilní druhy, řada z nich má enzymy umožňující rozklad celulózy nebo keratinu

*Onygena* (kaziroh) – saprofyt na rozkládajících se rozích, kopytech, paznehtech aj.

jiné rody rostou na živé kůži a kožních útvarech => způsobují dermatomykózy (*Trichophyton* - anamorfa od *Arthroderma*) nebo mykózy plic (*Chrysosporium*) i jiných orgánů (*Histoplasma*, anamorfa od *Ajellomyces*)

Obr. nahoře: jelenka obecná (*Elaphomyces cervinus*); dole: kaziroh ovčí (*Onygena corvina*)



## podtřída *Chaetothyriomycetidae*

řád *Verrucariales* – lichenizované houby s obvykle korovitou stélkou (vzácněji jiných typů), rostoucí ponejvíce endoliticky (zanořené ve skalním substrátu)

- vývoj plodnice je u studovaného rodu

*Dermatocarpon* askohymeniální (platí pro celý řád?), ale vřečka bitunikátní, plodnice perithecia nebo pseudoperithecia; nepohlavní pyknozoosporie se tvoří v pyknidách

- osídlují hlavně anorganické substráty, suchozemské i vodní (*Verrucaria*, *Dermatocarpon* - nitroplodka)



*Dermatocarpon  
miniatum*

<http://www.britishtlichens.co.uk/species/Dermatocarpon%20miniatum%20small.jpg>



## Třída: **PEZIZOMYCETES** 📢

tzv. operkulární diskomycety – tvoří plodnice typu apothecií (příp. tuberothecií, viz níže) s unitunikátními operkulárními vřecky

- třída obsahuje jediný **řád *Pezizales*** tvořící často pestře zbarvená apothecia, jejichž vřecky se otvírají víčkem
- u většiny druhů známa pouze teleomorfa
- mycelium je podzemní, někdy se tvoří sklerocia (nikdy stromata)
- gameto-gametangiogamie (spermatizace) – askogon oplodněn spermacií, netvoří se anteridium
- vřecky unitunikátní, operkulární, výjimka (praskají štěrbinou) u koprofilního rodu *Ascobolus* (hovník), spory aktivně vymršťovány (až několik centimetrů)
- plodnice miskovité, kalichovité, přisedlé i stopkaté, u odvozených typů kuželovité nebo čepcovité se zprohýbaným povrchem a sterilním "třeněm"; gymnokarpní (od počátku otevřené) nebo hemiangiokarpní (zpočátku uzavřené, posléze se otevírající)

saprofyté na půdě nebo organických zbytcích, příp. spáleništích (*Pyronema* - ohnivka)

červeně zbarvené miskovité plodnice mají *Aleuria* (mísenka), *Sarcoscypha* (ohnivec), *Scutellinia* (kosmatka)

Mísenka oranžová (*Aleuria aurantia*)

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





hnědé miskovité plodnice – *Peziza* (řasnatka),  
*Discina* (destice), protáhle stopkaté - *Otidea*  
(ouško)

poduškovité plodnice na půdě – *Rhizina* (kořenitka)  
ve stipitátních rodech (plodnice se "třeněm")

najdeme dobré jedlé houby – *Morchella* (smrž),  
*Verpa* (kačenka), *Helvella* (chřapáč), i prudce  
jedovaté – *Gyromitra* (ucháč)



Smrž jedlý



Kačenka  
česká



Chřapáč  
kadeřavý



Řasnatka  
olivově  
hnědá



Ucháč obecný

**čeleď *Tuberaceae*** – odvozená v rámci tohoto řádu (některými autory hodnocena jako samostatný řád)



- podzemní plodnice - druhotně uzavřená apothecia (tzv. tuberothecia), na povrchu krytá peridií, vnitřní část (nazývaná gleba) se zprohýbanými stěnami => systém komůrek s theciem na stěnách, kde se formují vřečka
- plodnice angiokarpní - uzavřené až do zralosti, rozpadají se až tlakem zralých vřecek
- vřečka inoperkulátní, spory (bývá jich méně, 2-4) se uvolňují rozpadem plodnice
- vyhledávané jedlé houby – černé plodnice *Tuber* (lanýž) s výraznou vůní, méně pak světle okrové *Choiromyces* (bělolanýž)
- mykorrhizní houby, aromatické, vyhrabávané zvěří



Lanýž černovýtrusý  
(*Tuber melanosporum*)

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

## Třída: *LEOTIOMYCETES*

Foto Jaroslav Rod, <http://botany.upol.cz/atlas/system/gallery.php?entry=Microsphaera%20alphitoides>

v aktuálním pojetí jediná **podtřída *Leotiomycetidae*** zahrnuje houby rozdílného vzhledu i ekologie – saprofyty i parazity rostlin, drobné i s makroskopickými apothecii několik řádů, sdružených na základě molekulárních analýz

tyto houby mají unitunikátní vřecka, plodnicemi jsou erysifální perithecia (dle jiných autorů typ kleistothecií), apothecia nebo hysterothecia

**řád *Erysiphales* (padlí)** – obligátní parazité cévnatých rostlin, jejich porosty tvoří jakoby "pomoučení" vytvářejí na povrchu pletiv hostitele (extramatrikálně) přehrádkované mycelium, pronikající haustorii do buněk epidermis (mycelium některých druhů proniká i intramatrikálně)

- nepohlavní rozmnožování – tvorba oidií (arthrokonidie, rozpadá se myceliální vlákno), anamorfy v rodu *Oidium*
- pohlavní rozmnožování na povrchu hostitele, askogon (bez trichogynu) oplodněn anteridiem



© 2007 Jaroslav Rod



© 2007 JH+MS



Foto Michaela Sedlářová, <http://botany.upol.cz/atlas/system/gallery.php?entry=konidie>  
© M. Sedlářová, 2004



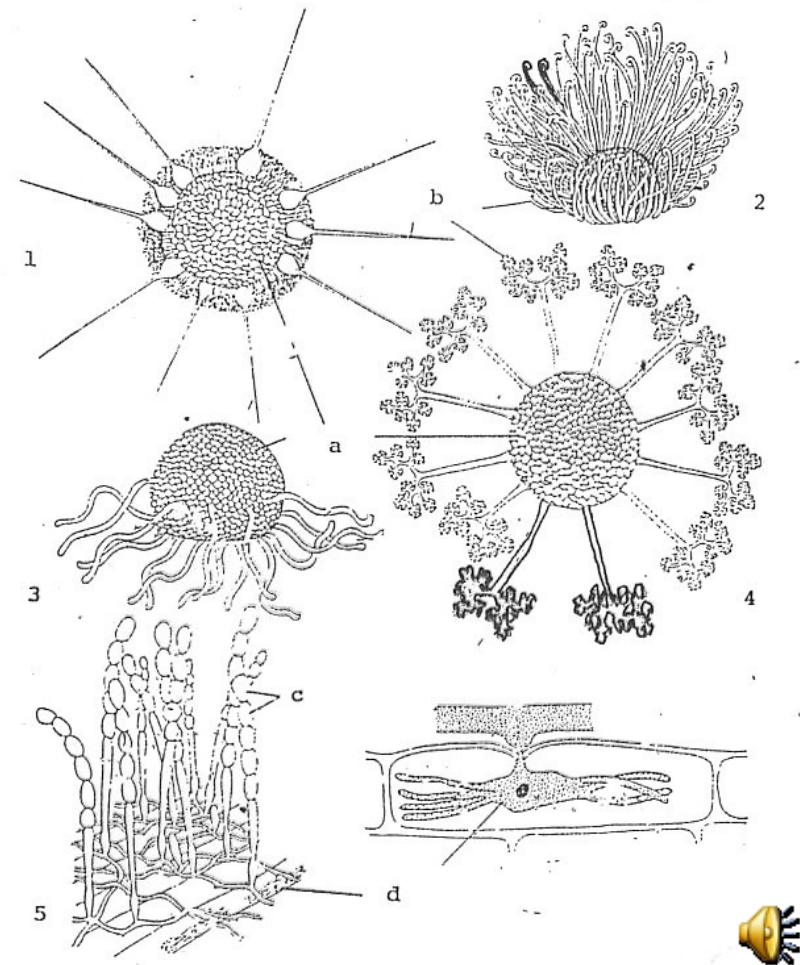
Shora padlí dubové (*Microsphaera alphitoides*), askomata s vřečky *Erysiphe* sp. a oidie *Podosphaera xanthii*

- askomata jsou drobná kulovitá kleistothecia (některými autory považována za primitivní perithecia) s větvenými přívěsky (rodově charakteristické)
- plodnice se otvírají štěrbinou pod tlakem zralých vřecek, i ta praskají štěrbinou na povrchu (ve ztenč. prstenci pod vrcholem)
- vřečka jsou unitunikátní, spory aktivně vymršťovány

*Uncinula necator*



Foto Michaela Sediářová, <http://botany.upol.cz/latasys/system/gallery.php?entry=Uncinula%20necator>



Obr. 53: Askomata a mycelium zástupců řádu *Erysiphales*.

- 1 – *Phyllactinia*,
- 2 – *Uncinula*,
- 3 – *Erysiphe*,
- 4 – *Microspora*,
- 5 – anamorfa z rodu *Oidium*.

- a – askomata,
- b – přívěsky,
- c – ostie,
- d – větvené haustorium v buňce hostitele (podle KENDRICKA).

- některé druhy významné jako fytopatogenní – *Sphaerotheca mors-uvae* (padlí angreštové), *Erysiphe graminis* (p. travní), *Uncinula necator* (p. révové) a další

## řády *Helotiales* a *Leotiales* – inoperkulátní diskomycety



- časté nepohlavní rozmnožování, tvorba blastokonidií
- askogony oplodňovány spermaciemi, anteridia se netvoří
- apothecia přisedlá nebo stopkatá, velikosti několik milimetrů až centimetrů, vznikají někdy na sterilních útvarech – sklerociích nebo stromatech
- vřecka unitunikátní, inoperkulátní, otevírají se pórem, spory jsou jedno- nebo vícebuněčné
- zástupci sparofytičtí i parazitičtí

Vlevo vodnička potoční (*Hymenoscyphus clavus*),  
vpravo patyčka rosolovitá (*Leotia lubrica*) Hagara et al., 1999.

### • řád *Leotiales*

- *Bulgaria* (klihatka) tvoří makroskopická černá miskovitá apothecia na borce
- *Leotia* (patyčka) s hnědými apothecii na zbytcích rostlin



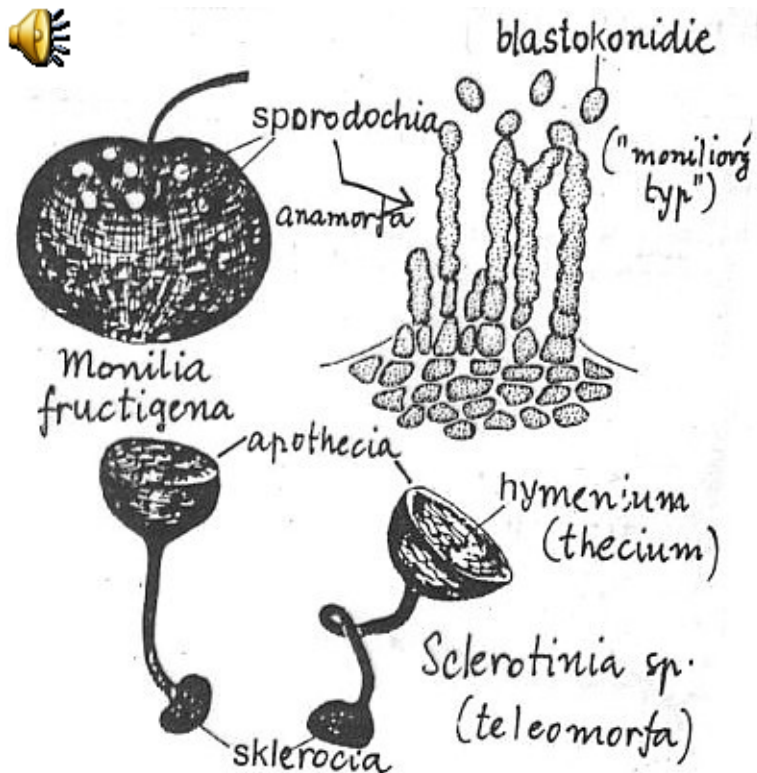
### • řád *Helotiales*

- *Mitrula* (čapulka) - žlutá kyjovitá apothecia na organických zbytcích ve vodě nebo vlhku, *Helotium* (voskovička) - drobné terčovité plodnice na dřevě, *Chlorociboria* (zelenitka) způsobuje zelenání dřeva, *Lachnellula* (brvenka) - plodnice na nádorech modřínů

- do řádu *Helotiales* patří i řada hospodářsky významných parazitů - *Botryotinia* (anamorfa *Botrytis*) na plodech rostlin, *Drepanopeziza* na rybízu, *Pseudopeziza* na jeteli (tvorba stromat => usychání listů)
- *Sclerotinia* (hlízenka) tvoří sklerocia a stromata na podzemních orgánech bylin, *Monilinia* (anamorfa *Monilia*) napadá větve a plody => plod prorostlý myceliem se stává pseudosklerociem

Mumifikované jablko se sporodochii *Monilia fructigena*

<http://www.biology.ed.ac.uk/research/groups/ideacon/microbes/applerot.htm>



- zřejmě mimo tyto řády stojí *Geoglossum* (jazourek) - černá kyjovitá apothecia

**řád *Rhytismatales*** – parazitické houby s intracelulárním myceliem, tvořící stromata v asimilačním pletivu rostlin; vzácněji saprofyté

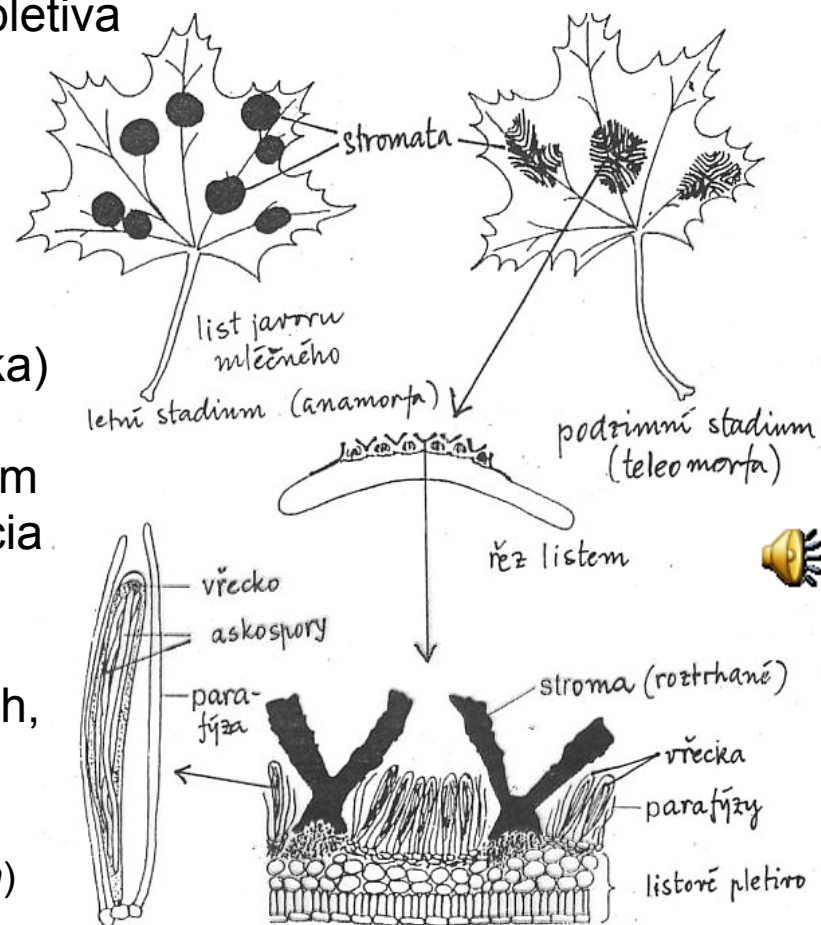
- nepohlavní rozmnožování – ve stromatech zanořeny pyknidy
- vývoj plodnice spíše askolokulární, vytváří se nejprve stroma a v něm mnohojaderné askogony s trichogyny
- netvoří se anteridia, oplození spermacií, jádry z trichogynu nebo somatogamie
- tvořící se unitunikátní vřecka vrůstají do pletiva stromatu, spory vystřelovány (až 1 metr)
- plodnice jsou v širším pojetí apothecia, v užším pojetí zanořená pseudoapothecia /vzhledem k askolokulárnímu vývoji/ nebo štěrbinovitá hysterothecia



*Rhytisma* (svrašťelka) - černá stromata na listech, na podzim se tvoří hysterothecia.  
*Lophodermium* (sypavka) - černá stromata na jehlicích, působí usychání a předčasný opad

Foto i obr.: Svrášťelka javorová (*Rhytisma acerinum*)

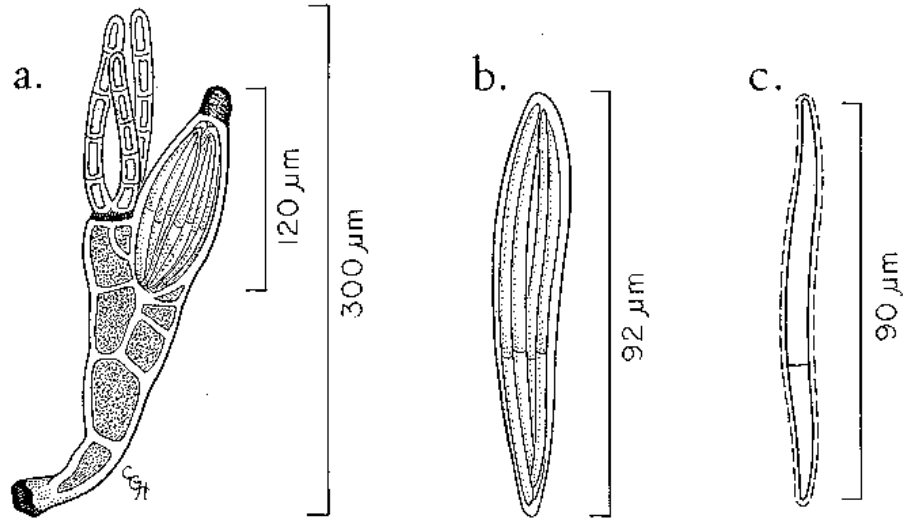
Zdroj fotografie: L. Hagara, V. Antonín, J. Baier: Houby, Aventinum, Praha, 1999.



## Třída: **LABOULBENIOMYCETES** 🍄

obsahuje jediný řád **Laboulbeniales** – velmi specializovaná skupina obligátních parazitů členovců

- netvoří žádné mycelium, stélku tvoří jen jedna nebo několik řad buněk (počet je druhově specifický) s přívěsky; ukotvení bazální buňkou v těle hostitele
- jsou známy pouze jako teleomorfy
- vývoj plodnice askohymeniální, je zde gameto-gametangiogamie – askogon oplodněn spermacií (tvoří se v anteridiu), vytváří se askoma tvaru perithecia, vřecka prototunikátní
- výskyt zejména v subtropích a tropech, obligátní ektoparazité především na tělech hmyzu (nejeví známky onemocnění => úvahy o komenzalismu)



*Laboulbenia*, a. veget. stélka s peritheciem, b. vřecko, c. askospora.

R. T. Hanlin: Illustrated Genera of Ascomycetes, vol. II, 1998.



## Třída: **SORDARIOMYCETES**

obsahuje tvrdohouby (*Pyrenomycetes* v dřívějším pojetí, vytvářejí perithecia) s askohymeniálním vývojem a unitunikátními vřečky (výjimkou jsou zřejmě nejpůvodnější *Microascales* a *Ophiostomatales*)

### podtřída **Hypocreomycetidae**

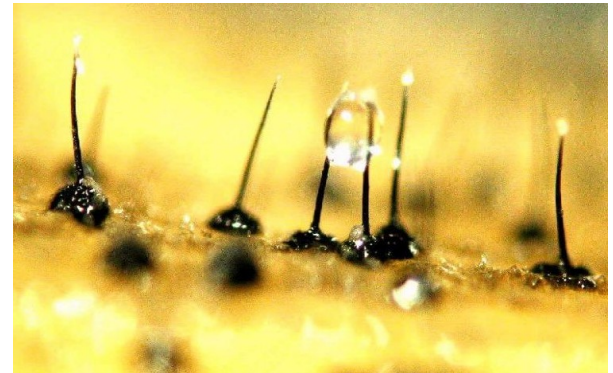
**řád *Microascales*** – netvoří se stromata, plodnice jsou drobná perithecia nebo kleistothecia; většina druhů jsou půdní saprofyty  
– patří sem rod *Ceratocystis*, způsobující (zejména jeho anamorfy) tracheomykózní onemocnění dřevin

**řád *Hypocreales*** – plodnicemi jsou perithecia, u mnoha rodů zanořena do sterilní hmoty stromat

- u rodů, kde se stromata nevytvářejí, může perithecium obklopovat spleť hyf; kromě stromat též tvorba sklerocií (též sterilní útvary, které ovšem neobsahují perithecia; mohou být kromě houbových pletiv tvořeny i pletivy napadené rostliny)
- podstata vývoje plodnice je askohymeniální, vřečka unitunikátní, inoperkulátní, spory dvou- až vícebuněčné
- převažuje nepohl. rozmnožování, tvorba blastokonidií, často ve sporodochiích
- řád zahrnuje saprofyty nebo fakultativní parazity na rostlinách, řídčeji živočiších



[http://draaf.lorraine.agriculture.gouv.fr/phpwebgallery/picture.php?cat=6&image\\_id=70](http://draaf.lorraine.agriculture.gouv.fr/phpwebgallery/picture.php?cat=6&image_id=70)



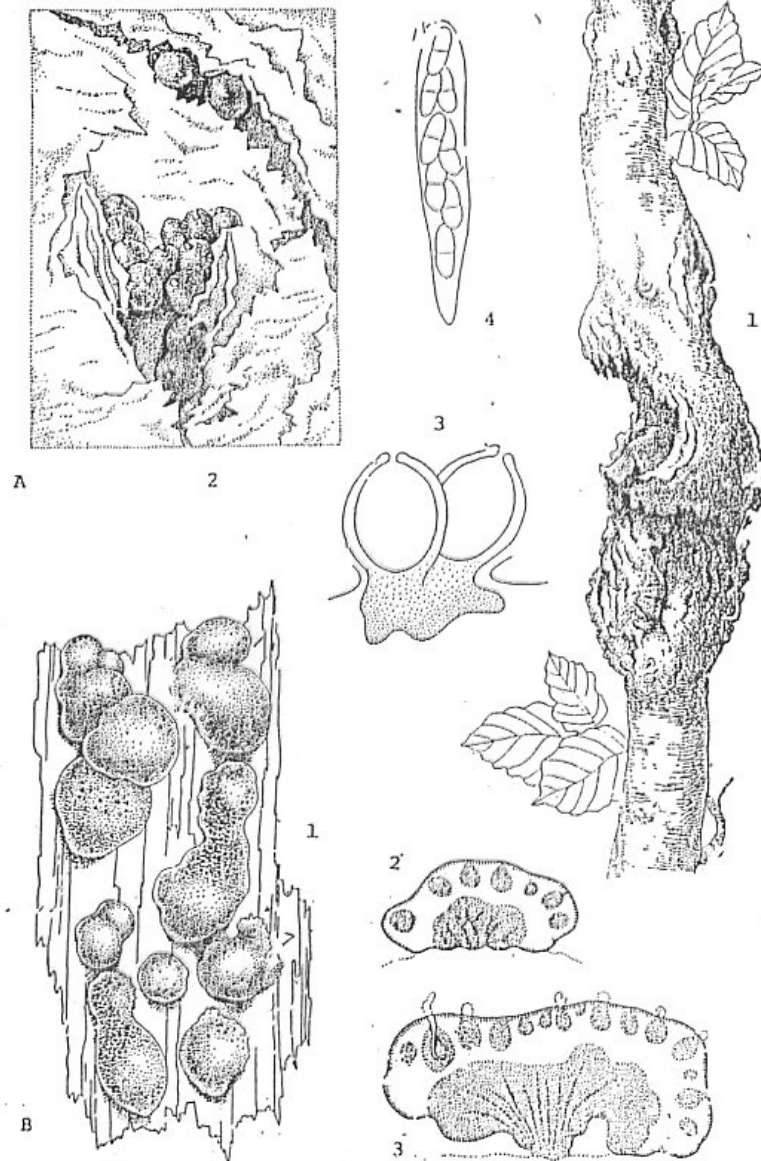
Perithecia *Ceratocystis fimbriata*

- *Hypocrea* (masenka) - barevná stromata na dřevě, *Nectria* (rážovka) - volná červená perithecia na dřevě, *Gibberella* - modrá perithecia, produkuje gibereliny (růstové hormony rostlin), anamorfy z rodu *Fusarium* působí choroby rostlin
- parazity na plodnicích vřeckatých a stopkovýtrusných hub jsou druhy rodu *Hypomyces* (nedohub)



Vlevo:  
Nedohub  
zelený  
(*Hypomyces  
viridis*) na  
lupenech  
holubinky

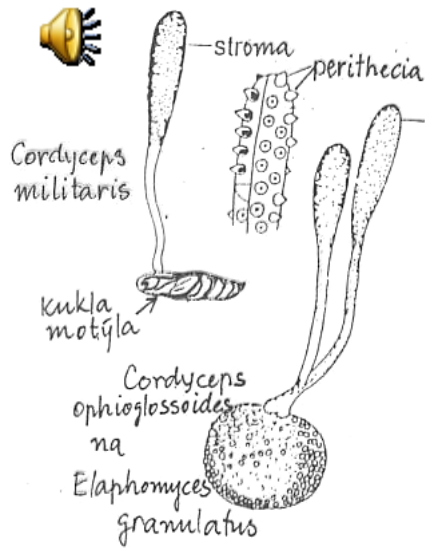
Zdroj: L. Hagara,  
V. Antonín, J. Baier:  
Houby, Aventinum,  
Praha, 1999.



Obr. 58: *Hypocreales*.

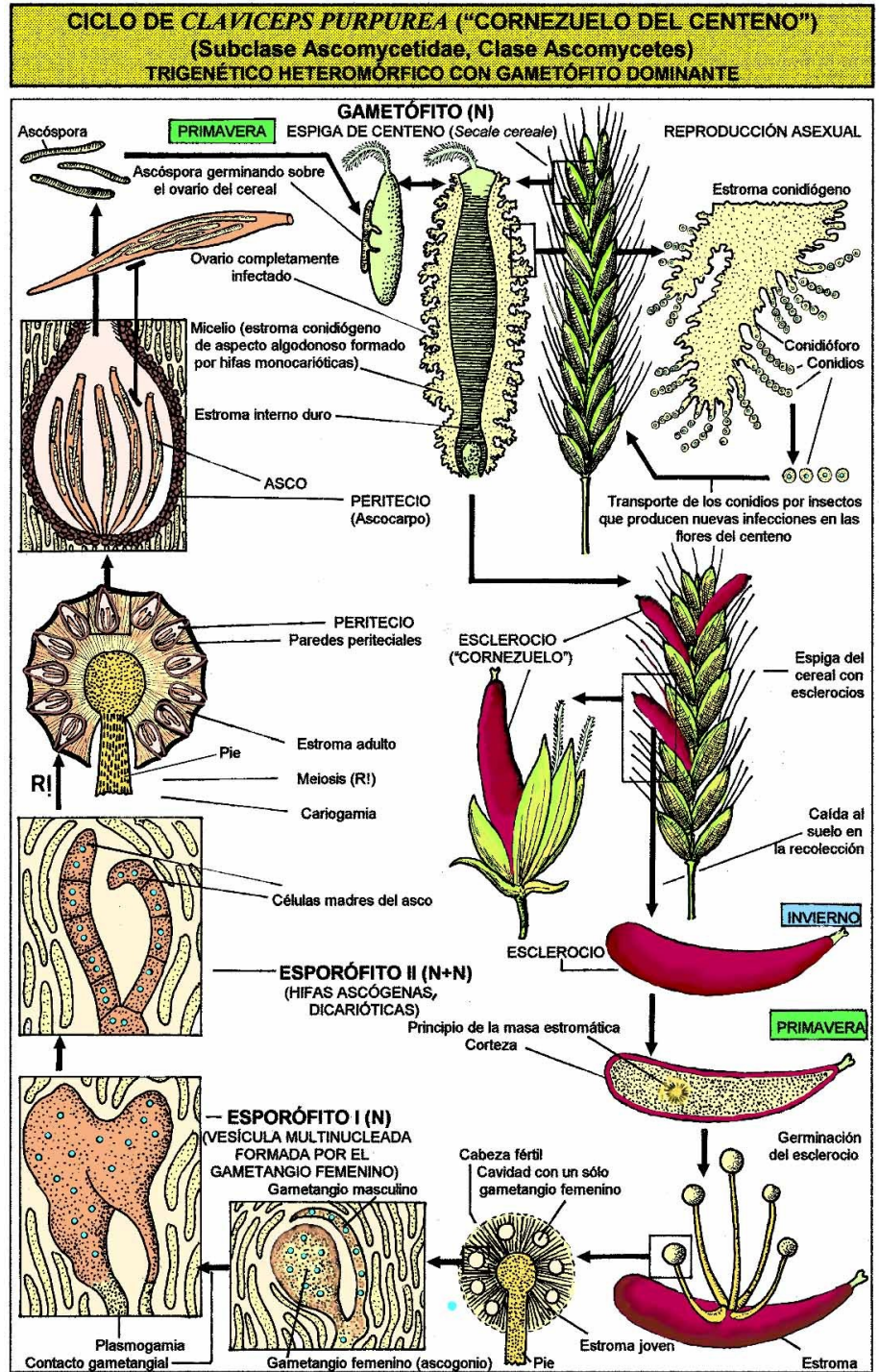
- A – *Nectria ditissima*:  
 1 – rakovinný nádor na buku,  
 2 – ložisko s perithecií,  
 3 – řez perithecií a bazálním stromatem,  
 4 – vřečko s dvoubuněčnými askosporami;  
 B – *Hypocrea rufa*:  
 1 – stromata na substrátu,  
 2-3 – řezy stromatem s různě zralými perithecií  
 (zdroj: LIBRANA a KALINA)





Vpravo: L. Hagara, V. Antonín, J. Baier: Houby, Aventinum, Praha, 1999.  
 Housenice červená (*Cordyceps militaris*)

– *Cordyceps* (housenice) parazituje na larvách hmyzu nebo jelenkách  
 – *Claviceps* (paličkovice) - parazit trav, z napadeného semeníku se vytváří sklerocium - přezimující útvar, ze kterého další sezónu vyrostou stromata s perithecií; *C. purpurea* (p. nachová) obsahuje jedovaté alkaloidy, využívané i k výrobě léčiv

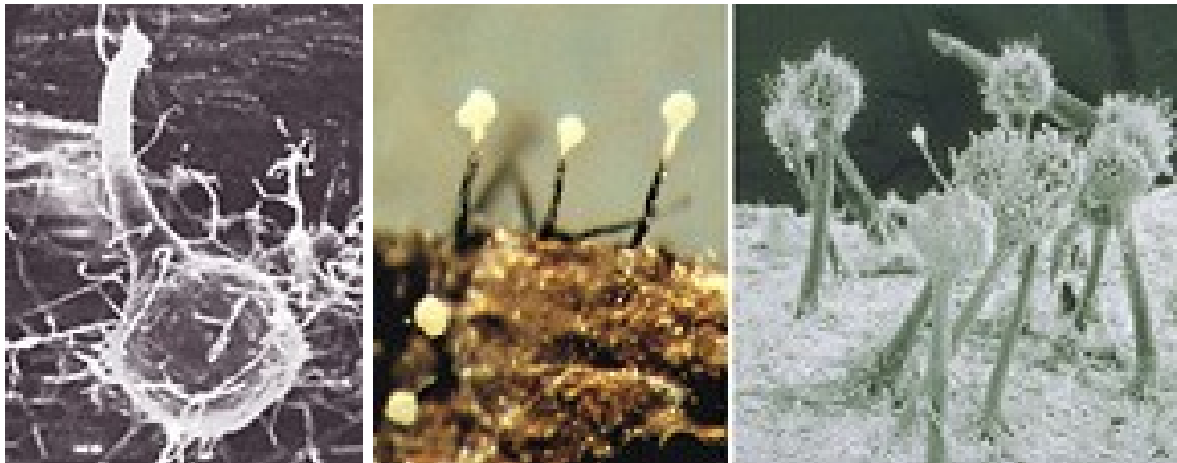


## podtřída *Sordariomycetidae*

řád *Ophiostomatales* – milimetrová perithecia protažená v dlouhé rostrum (několik mm), v něm ostiolum vystlané perifýzami



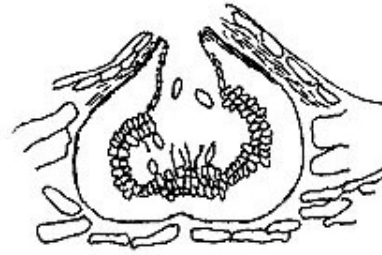
- vřecka prototunikátní, zralé spory se seskupují v řetízky nebo zůstávají v kapičce u ústí perithecií
- saprofyté nebo významní parazité, způsobující tzv. tracheomykózy dřevin – růstem ve vodivých pletivech způsobují jejich ucpání a usychání korun a následně celých dřevin (některé též produkují mykotoxiny)
  - tzv. "ambrosiové houby" patří mezi výše uvedené parazity, jsou roznášeny kůrovci (určitá forma symbiózy)
  - *Ophiostoma ulmi* (anamorfa *Graphium ulmi*) - původce grafiózy jilmů, hubící jilmy po celém světě



Vlevo: *Ophiostoma ulmi*, perithecium s dlouhým rostrem;  
uprostřed a vpravo: anamorfa *Graphium ulmi*, synnemata (svazky konidioforů).

<http://www.apsnet.org/Education/LessonsPlantPath/DutchElm/pathbio.htm>

**řád *Diaporthales*** – většinou dřevní houby, vytvářející stroma zanořené do dřevního a lýkového pletiva (část spolutvořená pletivem dřeviny se označuje jako endostroma, část na povrchu jako ektostroma; méně druhů stroma netvoří)



Cross-section

Pycnidium in dead branch



Exudation of pycnidiospores to form spore horn. Spores are embedded in a viscid substrate and dispersed when struck by raindrops

*Diaporthe citri*

<http://>

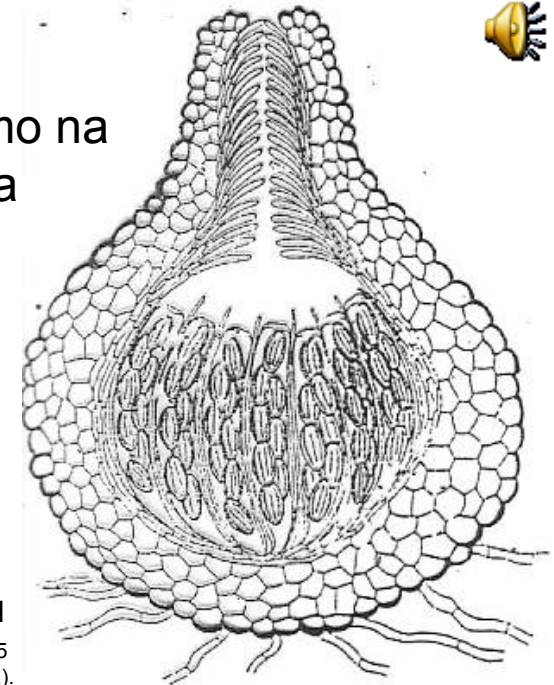
[www.agnet.org/library/eb/481/](http://www.agnet.org/library/eb/481/)

- nepohlavní rozmnožování: tvorba konidií v pyknidách nebo acervulech
- vývoj plodnice askohymeniální, vřecka unitunikátní, inoperkulátní
- většina zástupců jsou saprofyté, někteří zhoubní parazité rostlin (*Diaporthe* - čárovka)

**řád *Sordariales*** – vytváří volná perithecia většinou přímo na myceliu na povrchu substrátu, málo druhů tvoří stromata

- vývoj plodnice askohymeniální, vřecka pseudounitunikátní, inoperkulátní, spory se uvolňují po zeslizovatění stěn vřecek
- saprofyté nebo koprofilní druhy
- *Chaetomium* (chlupatec) je rozkladačem celulózy, *Neurospora* je častým objektem genetických studií

Perithecium *Neurospora terricola* se zřetelnými perifýzami v ostiolu



Zdroj: Kalina et Váňa: Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii, Karolinum, Praha, 2005 (podle Müllera a Loefflera).

## podtřída *Xylariomycetidae*

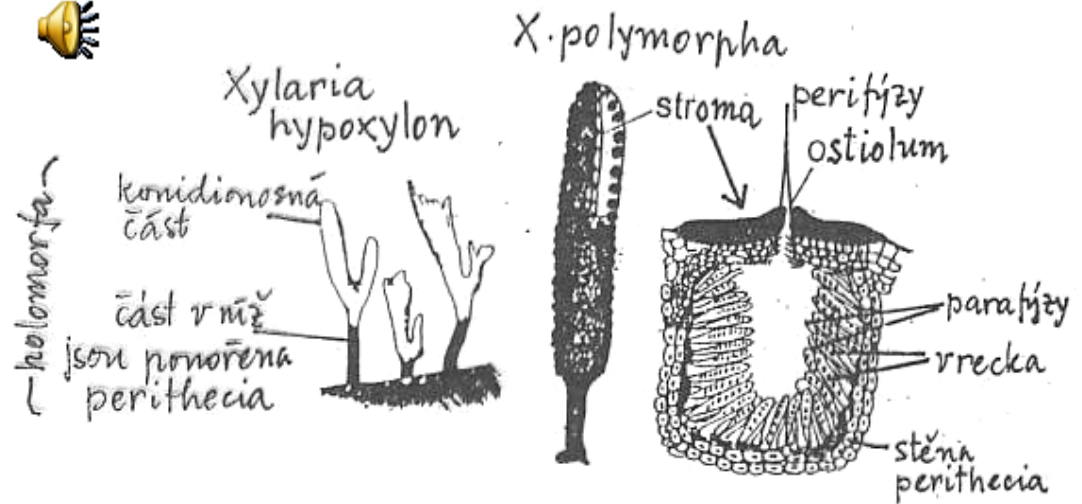
řád *Xylariales* – mycelium ve dřevě, na jeho povrchu se vytváří pevná makroskopická stromata, v nichž jsou zanořena černá perithecia

- vývoj plodnice askohymeniální, vřečka unitunikátní nebo pseudounitunikátní, inoperkulátní (pod vrcholovým pórem mají zónu s 1 nebo více prstenci)
- převážně saprofyté na dřevě (*Xylaria* - dřevnatka, *Hypoxylon* - dřevomor), vzácněji parazité dřevin (spálenka - *Kretzschmaria*)

Dřevomor červený (*Hypoxylon fragiforme*)

Ladislav Hoskovec,

<http://botany.cz/cs/hypoxylon-fragiforme/>



Dřevnatka parohatá (*Xylaria hypoxylon*)

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

## Třída: **DOTHIDEOMYCETES** 📢

- samičí pohlavní orgány představují archikarpy tvořené 1 nebo více askogony a jedním trichogynem; k oplození dochází procesem gametangiogamie, spermatizace nebo somatogamie
- vývoj plodnice askolokulární, tvoří se askostroma, v něm se vytvoří dutiny a do nich vrůstají vřecka a pseudoparafýzy;  
morfologicky jsou plodnice typu pseudoperithecia nebo odvozených typů
- vřecka bitunikátní, po prasknutí exoasku se endoaskus prodlouží asi třikrát, spory se přesunou do jeho vrcholové části a jsou aktivně uvolňovány
- ekologicky různé skupiny – saprofyté i parazité rostlin, řas, živočichů i hub

### podtřída **Dothideomycetidae**

**řád Capnodiales** – sem patří tzv. "černě", saprofyté žijící epifyticky na listech a čerpající živiny z výměšků rostlin a hmyzu (při vniknutí haustorií do buněk mohou i parazitovat)

– významným parazitickým rodem je *Mycosphaerella* (terčovka), resp. její anamorfy z rodů *Cladosporium*, *Phoma*, *Cercospora* (druhy 1 teleomorfního rodu mají různé anamorfy s různými typy konidií)



## podtřída *Pleosporomycetidae*

řád *Pleosporales* – početně velký řád zahrnující většinu askolokulárních hub  
– druhy rodu strupatka - *Venturia* (anamorfy *Fusicladium*) způsobují strupovitost na různých ovocných stromech

Tom Volk, [http://botit.botany.wisc.edu/toms\\_fungi/sep2002.html](http://botit.botany.wisc.edu/toms_fungi/sep2002.html)

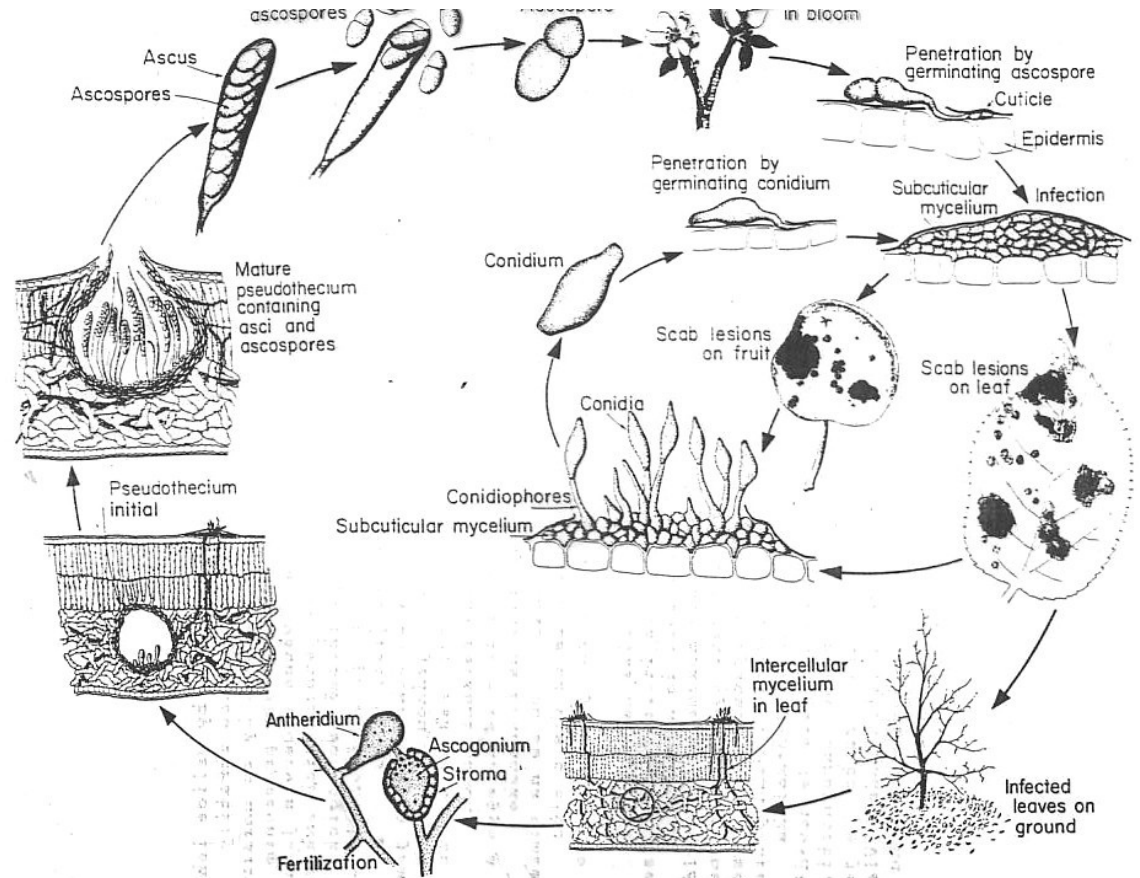
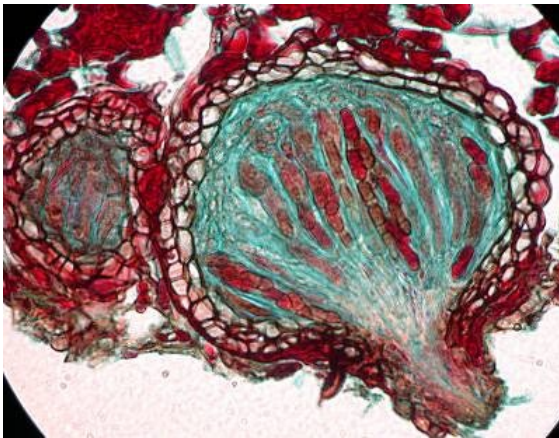


FIGURE 11-71 Disease cycle of apple scab caused by *Venturia inaequalis*.

Strupatka jabloňová (*Venturia inaequalis*) – vlevo pseudoperithecium, vpravo životní cyklus



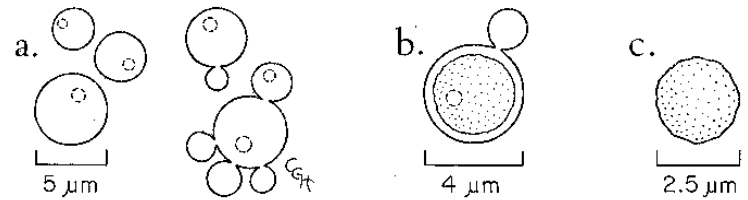


## Pododdělení: **SACCHAROMYCOTINA**

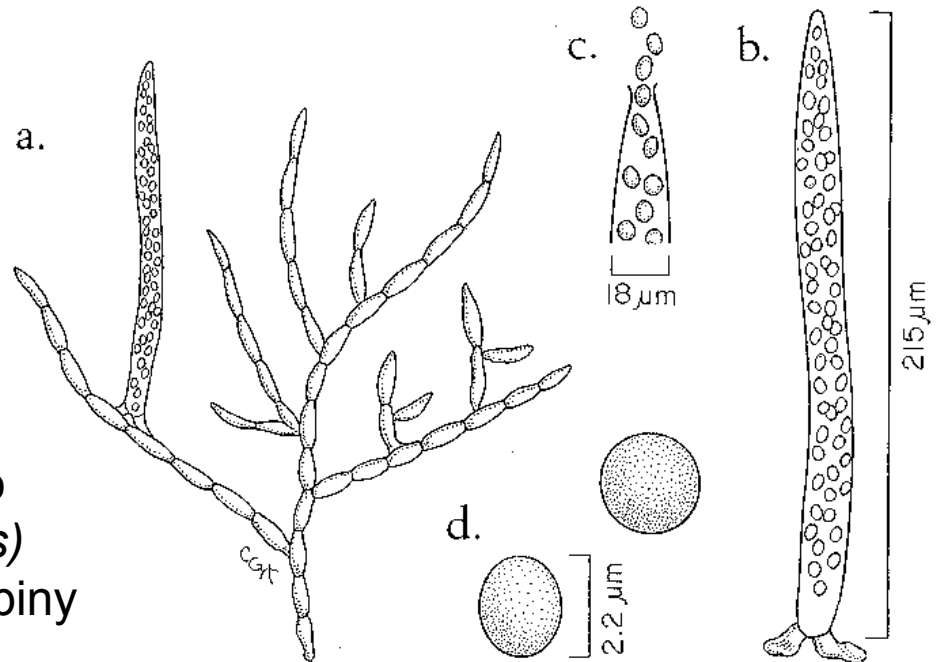


### Třída: **SACCHAROMYCETES - KVASINKY**

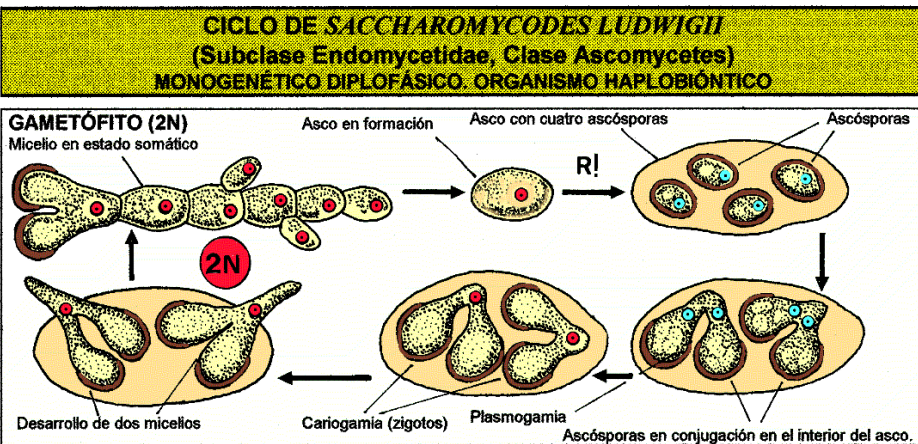
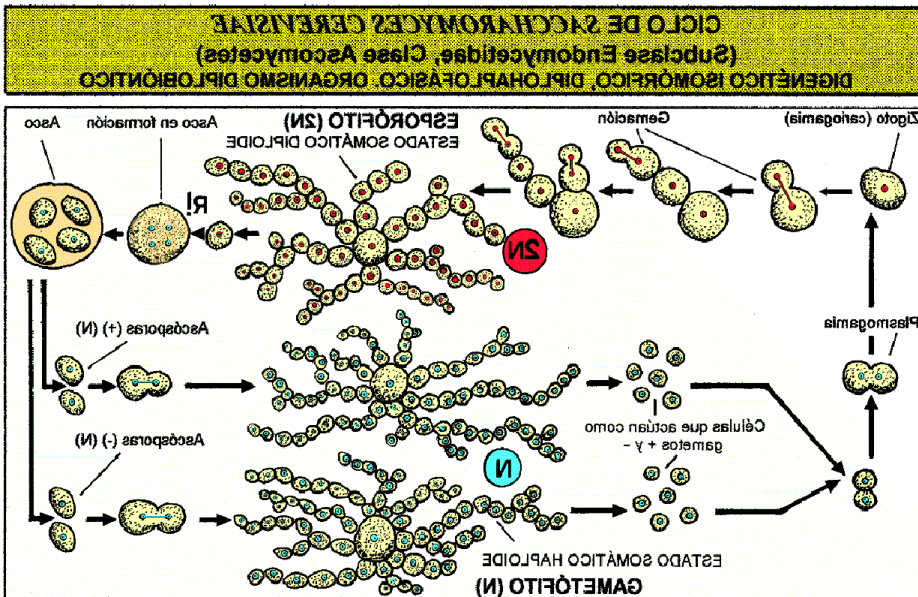
- samostatné buňky nebo pučivé pseudo-mycelium, převažuje nepohlavní rozmnožování (tvorba blastospor)
- převážně saprofyté, jejich fermentace cukrů (rozklad na etanol a CO<sub>2</sub>) a syntéza různých organických látek jsou bohatě využívány v biotechnologii



*Saccharomyces cerevisiae* (kvasinka pivní) - výroba piva, droždí; haplo-diplobiotický cyklus, v kultuře pohromadě haploidní i diploidní buňky  
*Endomyces* - tvorba arthrospor (mycelium se rozpadá na úseky)  
*Dipodascus* - vláknité endofytické mycelium, zvláštností je kopulace gametangií; na podobnosti pohlavního procesu s *Endogonales* (*Zygomycetes*) byla založena teorie o vývinu této skupiny právě od předků spájivých hub



Obr. nahoře: *Debaryomyces hansenii*, a. veget. buňky, pučení, b. jednoduché vřecko, c. askospora;  
dole: *Dipodascus albidus*, a. mycelium, b. a c. vřecka, d. askospory. Hanlin: Illustrated Genera of Ascomycetes, vol. II, 1998.



- pohlavní rozmnožování somatogamické (vzácněji kopulují gametangia nebo aplanogamety) => v zygotě je pouze 1 jádro (splývaly-li vícejaderné buňky, ostatní jádra degenerují) => vřečka vznikají přímo ze zygoty (holozygotní) nebo jako výrůstek ze zygoty (exozygotní druhy) nebo ze zygoty vyroste diploidní mycelium a na něm se vytvoří vřečka => spory se uvolní rozpadem vřečka nebo pórem na vrcholku
- životní cyklus u různých druhů haplobiotický, haplo-diplobiotický (převážně izomorfická rodozměna, viz *Saccharomyces*) nebo diplobiotický (*Saccharomycodes*)

Zdroj: <http://www.uniovi.es/bos/Asignaturas/Botanica/9.htm>



## Pododdělení: *TAPHRINOMYCOTINA*

pravděpodobně parafyletická skupina, "slepená" na základě molekulárních analýz, stojí na bázi vývoje vřeckatých hub

## Třída: *SCHIZOSACCHAROMYCETES*

- morfologicky podobná třídě *Saccharomycetes*, ale znaky v sekvencích DNA a RNA ukazují spíše na příbuznost s dalšími řády než s pravými kvasinkami
- jednotlivé buňky, netvoří se vláknité typy
- nepohlavní rozmnožování **dělením a rozpadem buněk**

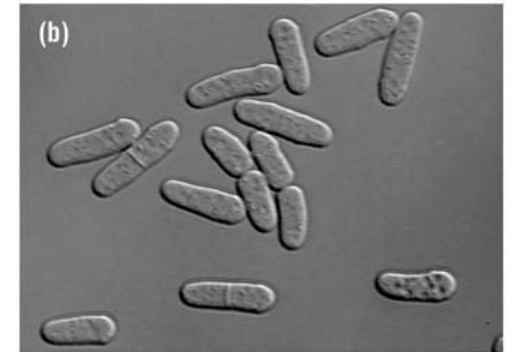
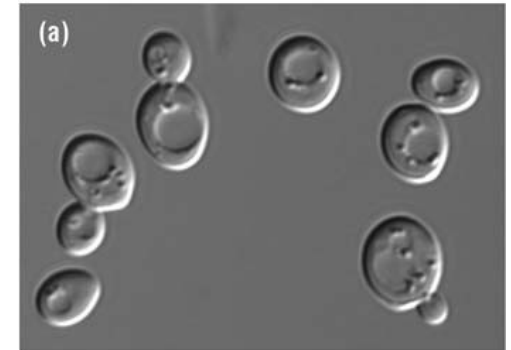
*Schizosaccharomyces pombe*

- výroba "afrického piva" z prosa,

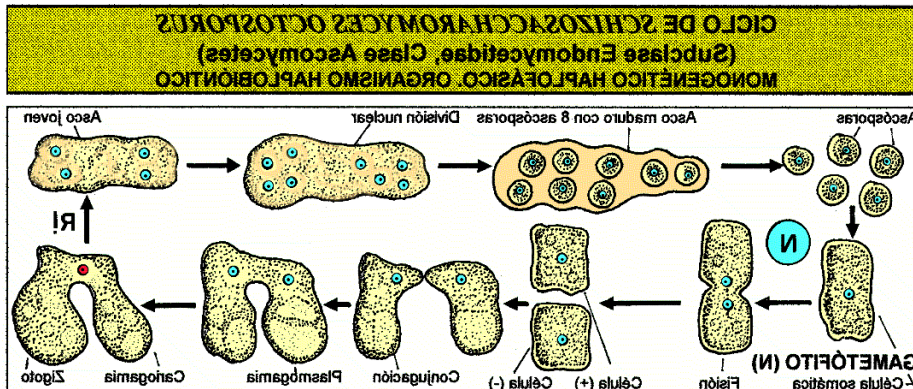
*Schizosaccharomyces octosporus*

- ve fíciích a hroznech (kvašení vína)

From **The Cell Cycle: Principles of Control**  
by David O Morgan



© 1999–2007 New Science Press



Zdroj:

<http://www.uniovi.es/bos/Asignaturas/Botanica/9.htm>

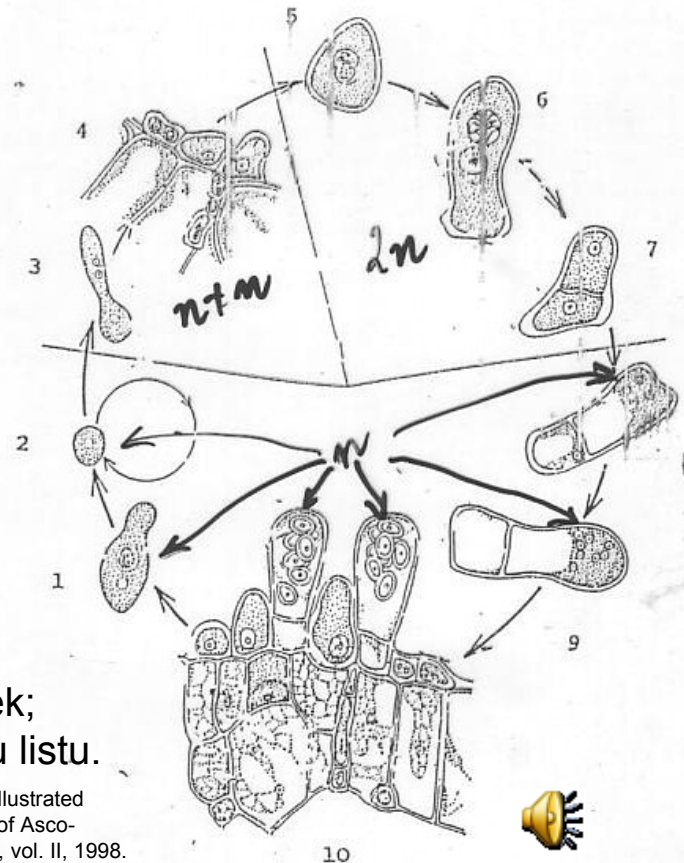
Srovnání způsobů tvorby nových buněk:  
(a) pučení u *Saccharomyces cerevisiae*,  
(b) dělení buněk *Schizosaccharomyces pombe*

<http://www.new-science-press.com/browse/cellcycle/illustrations/2/>

## Třída: *TAPHRINOMYCETES*

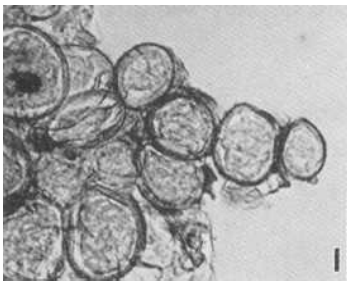
řád *Taphrinales*, čeleď *Taphrinaceae* – parazité rostlin, liší se od předchozích tříd (i od druhé čeledi v této třídě) tvorbou dikaryotického parazitického mycelia

haploidní fáze je saprofytická – kvasinkovité buňky => kopulace vypučivších blastospor nebo párování jader v pseudomyceliu => dikaryotické mycelium (parazitické, přehrádkované; netvoří se gametangia ani askogenní hyfy), vytváří na povrchu hostitele chlamydospory => v nich karyogamie => zygota => rozdělení ve dvě buňky => bazální degeneruje, z terminální se vyvine vřecko s dvojrstevnou stěnou => spory se uvolňují pod tlakem štěrbinou => zase pučí (mohou se takto pomnožit už ve vřecku)



I: *Protomyces macrosporus*, shluk askogenních buněk;

J: *Taphrina deformans*, vřečka se sporama na povrchu listu.



Hanlin: Illustrated Genera of Ascomycetes, vol. II, 1998.

Obr. 40: Životní cyklus druhu *Taphrina deformans* (*Taphrinales*).

- |   |   |
|---|---|
| 1 – pučící askospora,                           | 7 – bazální buňka a základ vřetka,              |
| 2 – tvorba blastospor,                          | 8 – vřecko po meiozi,                           |
| 3 – plazmogamie a vznik dikaryotického mycelia, | 9 – vřecko po následující mitóze,               |
| 4 – chlamydotické spory na povrchu hostitele,   | 10 – zralá vřečka se sporama v pleťvu hostitele |
| 5 – karyogamie,                                 | (podle URBANA a KALINY).                        |
| 6 – mitotické dělení buňky,                     |   |

***Taphrina deformans* způsobuje kadeřavost listů broskvoní**

/kresba: a. listy, b. vřecka, c. spora

Zdroj: R. T. Hanlin: Illustrated Genera of Ascomycetes, vol. II, 1998.

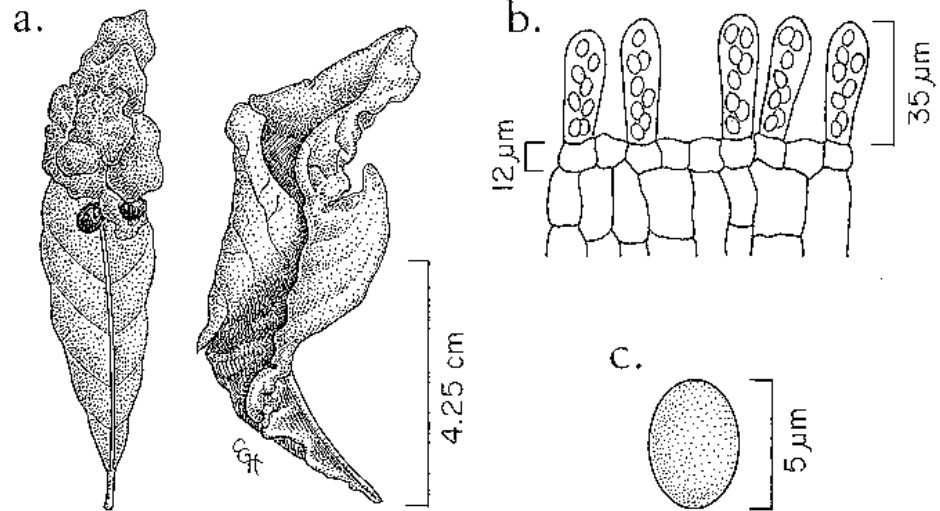
+ foto vpravo/

***T. pruni* - bouchoře (nedozrávající a zpotvořené plody slivoní)**

/foto uprostřed/

***T. cerasi*, *T. betulina* parazitují v pletivech pupenů, způsobují tvorbu čarověníků (zmnožení větví)**

/foto vlevo/



<http://www.commanster.eu/commanster/Mushrooms/Asco/SpAsco/Taphrina.betulina.html>



<http://www.nature-diary.co.uk/2005-09-16c.htm>



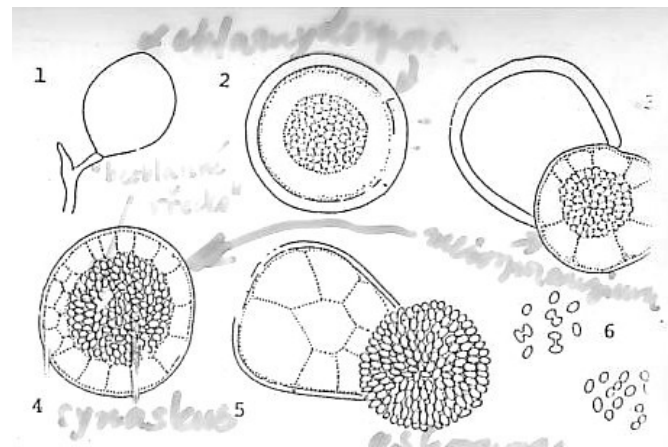
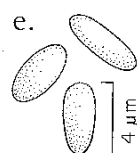
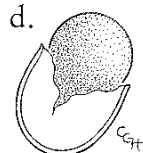
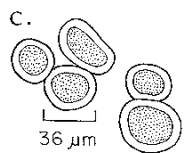
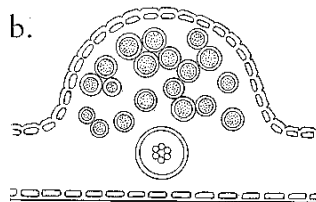
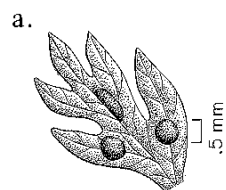
[http://ocwus.us.es/produccion-vegetal/sanidad-vegetal/Sanidad\\_vegetal/Tema%2021\\_HTML/page\\_09.htm](http://ocwus.us.es/produccion-vegetal/sanidad-vegetal/Sanidad_vegetal/Tema%2021_HTML/page_09.htm)

**čeled' *Protomycetaceae*** – parazité rostlin s mezibuněčným, přehrádkovaným myceliem s mnohoadernými buňkami, zjištěna u nich celulóza v buněčné stěně na myceliu se vytvářejí interkalárně tlustostěnné chlamydospory s dvouvrstevnou stěnou – po přezimování praská vnější exospor, vyhřezne endospor => je z něj meiosporangium => meioza => čtveřice jader vzniklých dělením jednotlivých jader představují "bezblanné vřecko", celý útvar se nazývá synaskus => tlakem zvětšující se vakuoly jsou jádra vypuzena ze synasku => buď se množí pučením, nebo kopulují => diploidní mycelium => další infekce

*Protomyces macrosporus* - parazit miříkovitých



Foto Carl Farmer, <http://www.nature-diary.co.uk/2007-09-15.htm>



Obr. 39: *Protomyces macrosporus* (*Protomycetales*).  
 1 – mladá chlamydospóra,  
 2 – zralá chlamydospóra,  
 3 – klíčící chlamydospóra v aktivním meiosporangiu,  
 4 – synaskus,  
 5 – uvolňování askospor (pódlé URBAHA a KALINY),  
 6 – askospory

Vlevo „hálky“ *Protomyces macrosporus* na bršlici; uprostřed a. „hálky“, b. průřez hálkou, c. chlamydospory - askogenní buňky, d. uvolnění vřecka, e. askospora

Kresba: R. T. Hanlin: Illustrated Genera of Ascomycetes, vol. II, 1998.

