



FYLOGENEZE A DIVERZITA HUB A PODOBNÝCH ORGANISMŮ

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

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

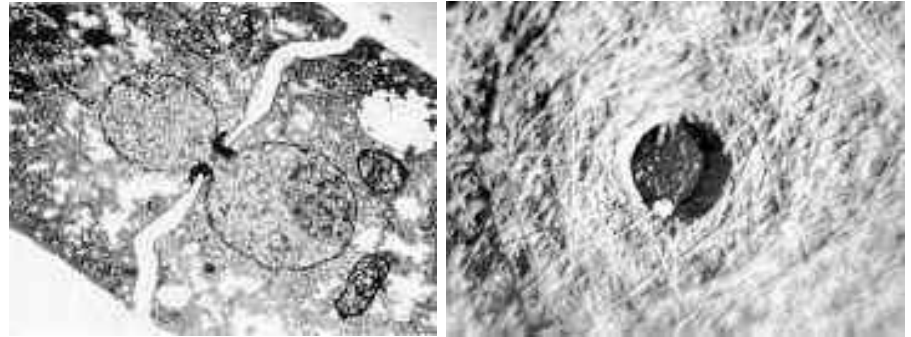
Skupina: DIKARYA

Oddělení: ASCOMYCOTA – HOUBY VŘECKATÉ

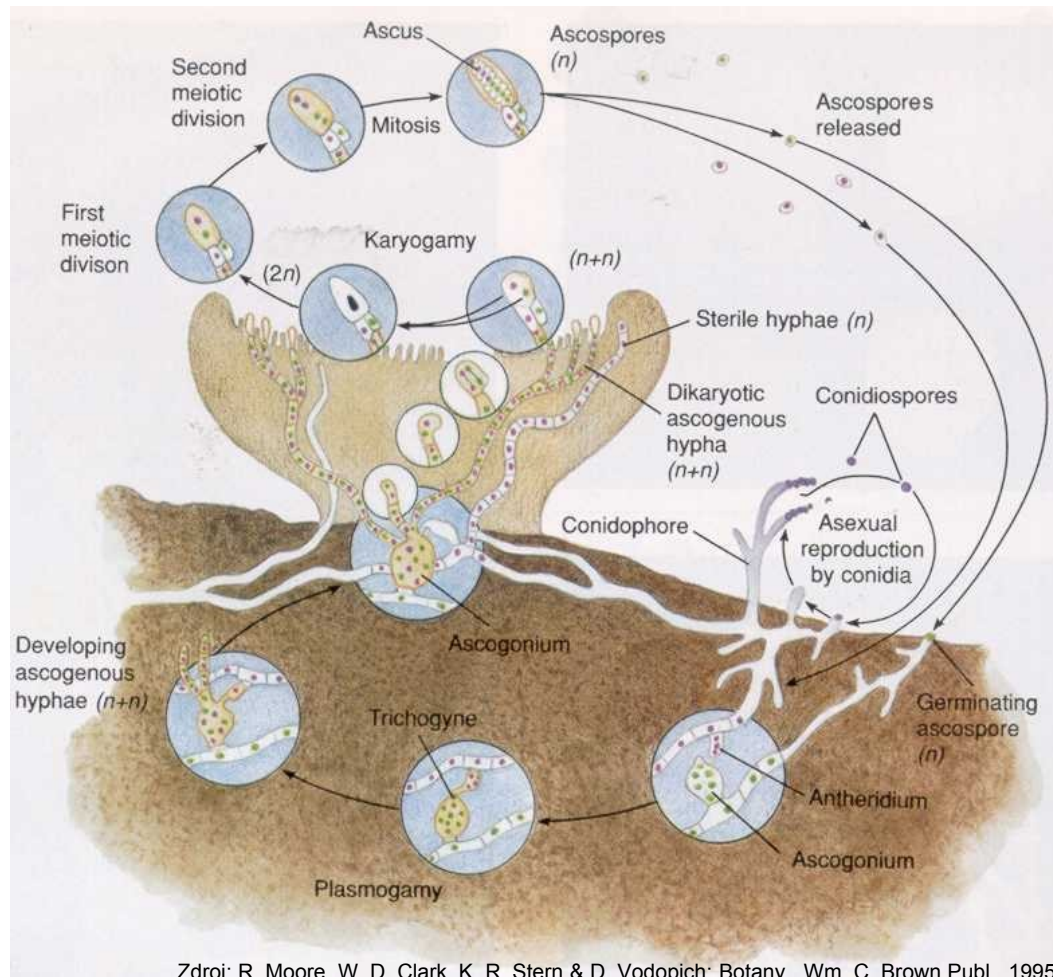
- skupina sdružující houby, jejichž výtrusy vznikají ve (více či méně dokonale vyvinutém) **vřecku** (latinsky **ascus**, množné číslo **asci**)
- vřecko má povahu meiosporangia - zralé vřecko je diploidní buňka, ve které dochází k meiozi při vzniku spor (obvykle je jedinou diploidní buňkou v živ. cyklu)
- 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**

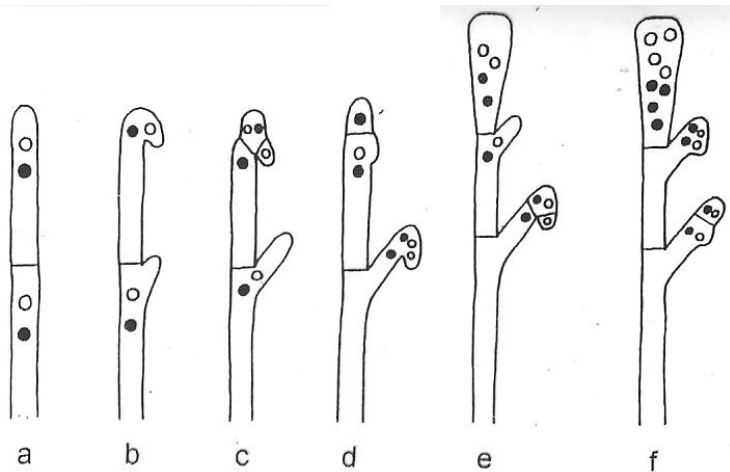
- "**pravé**" **vřeckaté** houby, u kterých dochází k tvorbě **plodnic** (askokarpů nebo askomat /1. pád jedn. č. askoma/)
- přítomna pravá **dikaryotická fáze** - tu představují **askogenní hyfy**, na kterých se vytvářejí vřečka
- vegetativní stélku tvoří vláknité, větvené, přehrádkované **mycelium**; přehrádky vrůstají centripetálně, uprostřed zůstává jednoduchý pór (umožňuje přechod plazmy i jader) – póry uzavírají různá tělísky, jejichž 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/
- buněčná stěna dvouvrstevná, základní složkou je chitin a β -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**



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



- životní cyklus je haplo-dikaryotický s převažující haploidní fází
- 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)

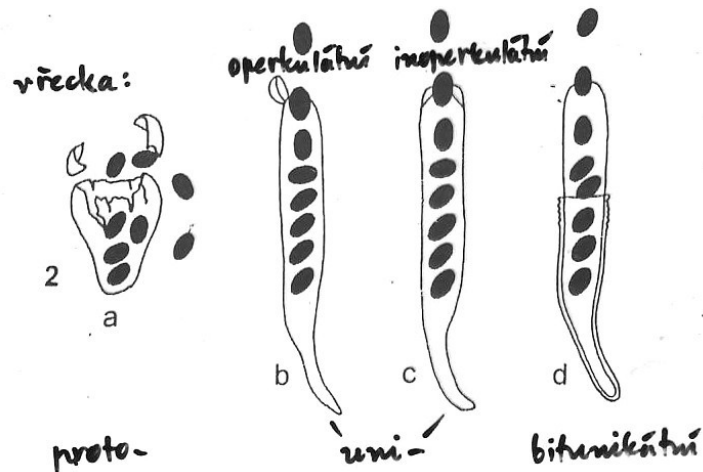


- **vřecko** je meiosporangium, v jeho vývoji jediná diploidní buňka v životním cyklu
vřecko je obvykle protáhlé nebo elipsoidní až kulovité, je vždy jednobuněčné
– při jeho tvorbě dochází na askogenních hyfách k tzv. **hákování** (obr. vlevo)

- důležitou charakteristikou je struktura stěn vřeka – dle ní rozlišujeme vřeka
– **pro(to)tunikátní** s jednovrstevnou stěnou bez otevíracího aparátu, spory se pasivně uvolňují po rozpadu nebo zeslizovatění stěny vřeka

- **unitunikátní** s funkčně jednovrstevnou stěnou, otevírají se současně pórem či štěrbinou (vřeka **inoperkulátní**) nebo víčkem (**operkulátní**)

- **bitunikátní** se stěnou vícevrstevnou

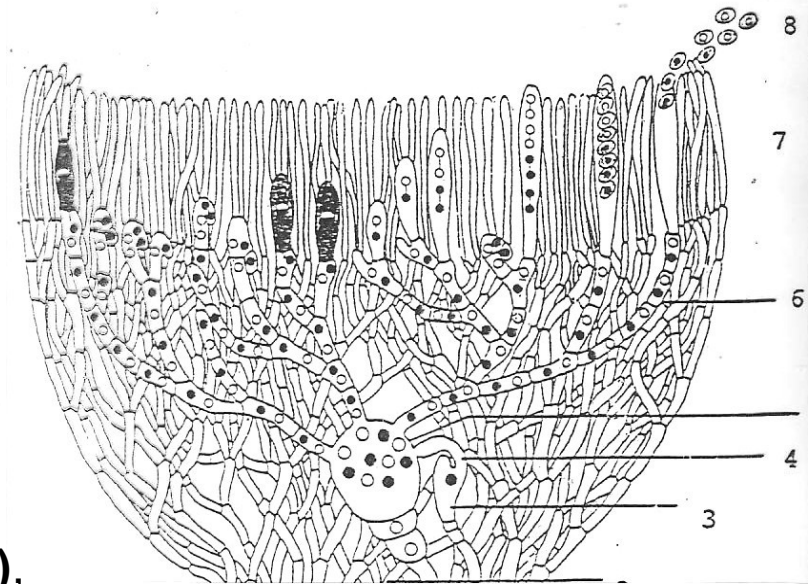


rozdělenou na dvě funkčně rozdílné vrstvy => zde exoascus praská, endoascus vyhřeze a prodlouží se a teprve ten se později otevírá (vždy inoperkulátní); z uni- a bitunikátních vřecek jsou spory vymršťovány turgorem buněk

- **spory** vznikají obvykle po 8 ve vřecku najednou (simultánní dělení), vzácněji postupně (sukcesivně)

- **plodnice (askokarpy, askomata)**

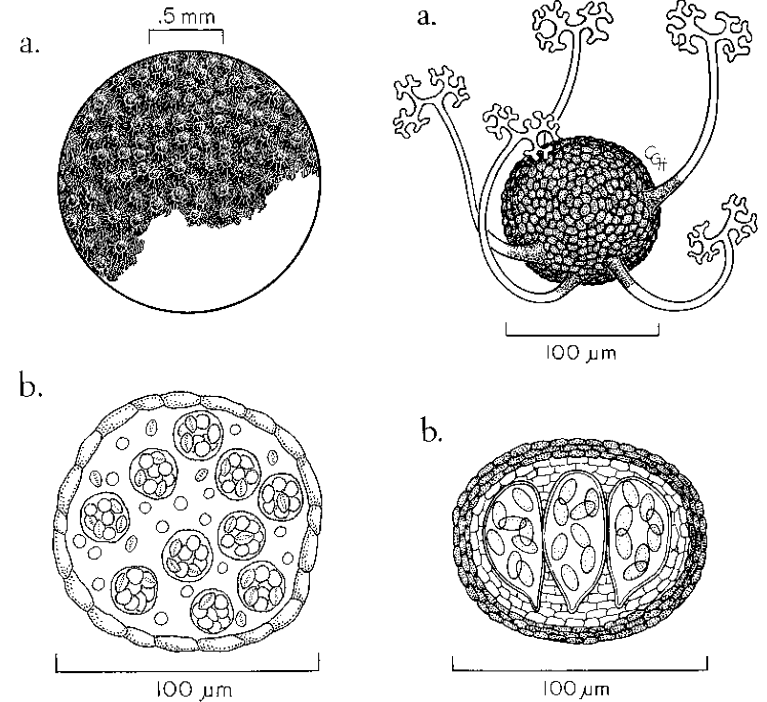
jsou tvořeny jednak pletivou z haploidních (monokaryotických) hyf, tvořícími sterilní část plodnice, a jednak hyfami dikaryotickými, vzniklými na základě pohl. procesu – stěna plodnice (**peridie**) obklopuje tzv. **centrum** (obojí tvořeno z haploidních hyf), kde dochází k vytváření vřecek (na dikaryotických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



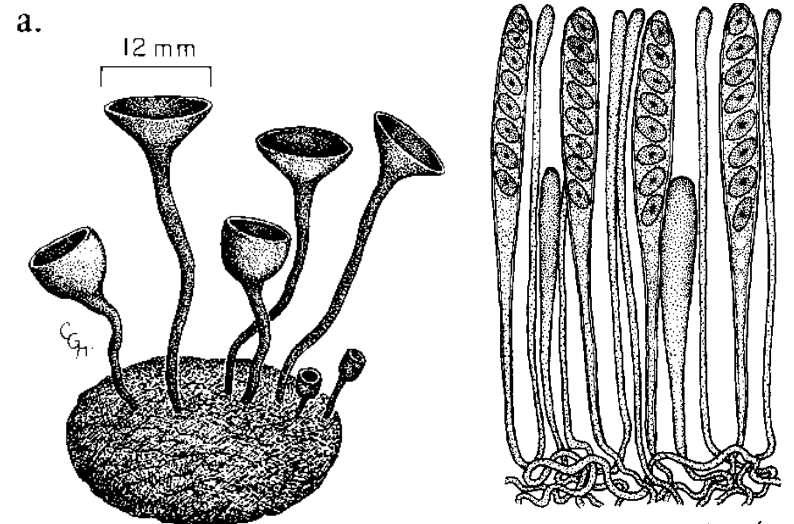
- členění typů plodnic podle ontogenetického vývoje:

- 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 jsou uspořádány v theciu na povrchu; vřecka dozrávají současně, spory jsou vystřelovány (stimulem bývá vnější podnět, např. světlo)



Nahoře vlevo kleistothecia *Eurotium amstelodami*, vpravo plodnice padlí *Microsphaera penicillata* (označované různými autory jako chasmothecia, kleistothecia nebo erysiphální perithecia); dole vlevo apothecia *Monilinia fructicola* (vyrůstající ze sklerocia), vpravo vřecka a parafýzy v theciu



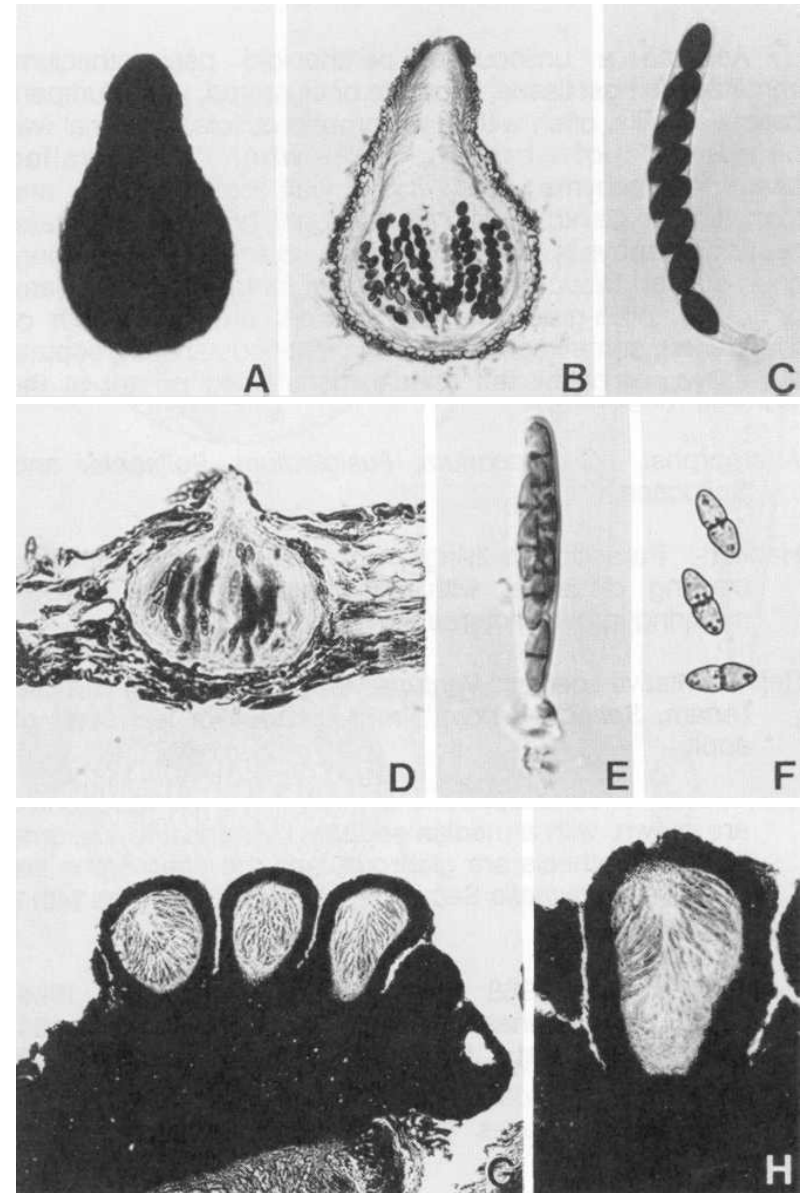
Zdroj obrázků ozn. a nebo b: Hanlin, Illustrated Genera of Ascomycetes, vol. I a II., 1990 a 1998.
 Obr. vpravo dole: kresba Rebecca Stritch,
http://biodidac.bio.uottawa.ca/thumbnails/filedet.htm?File_name=Asco012b&File_type=gif

– **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 apothecium)

- askolokulární houby mají pseudoapothecia, pseudoperithecia (morfologicky podobná, ale s askolokulárním vývojem)



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

Zdroj: Hanlin 1990.

výskyt, ekologie:

- saprotrofové, 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 (především různé druhy rodu *Penicillium*)

system:

větší množství tříd, odpovídajících fylogenetickým liniím

původní členění morfologické, podle typu plodnic, je dodnes používané v praxi 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)

Třída: **EUROTIOMYCETES**

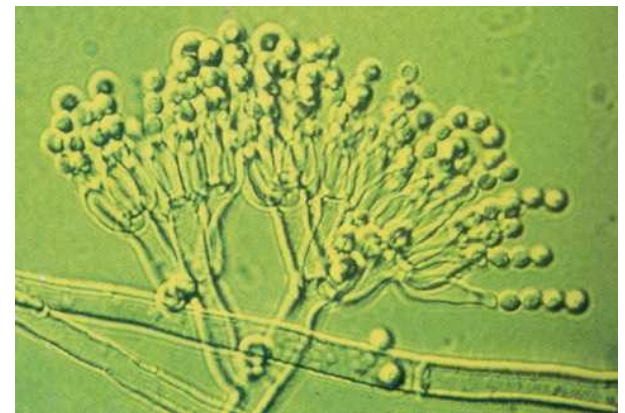
podtřída **Eurotiomycetidae**

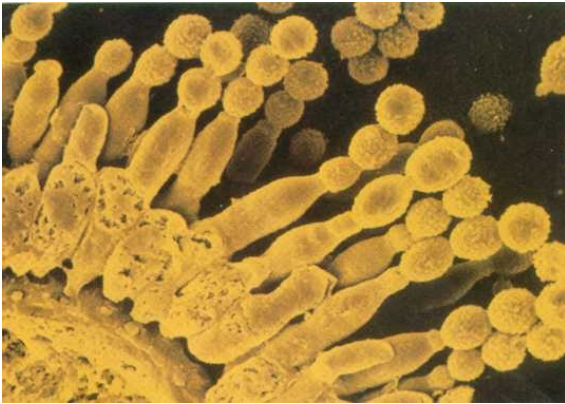
tvorí protothecia nebo primitivní kleistothecia s prototunikátními vřecky

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
- zástupci jsou saprotrofové, řidčeji 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) – druhy vytvářející štětčkovité 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.





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

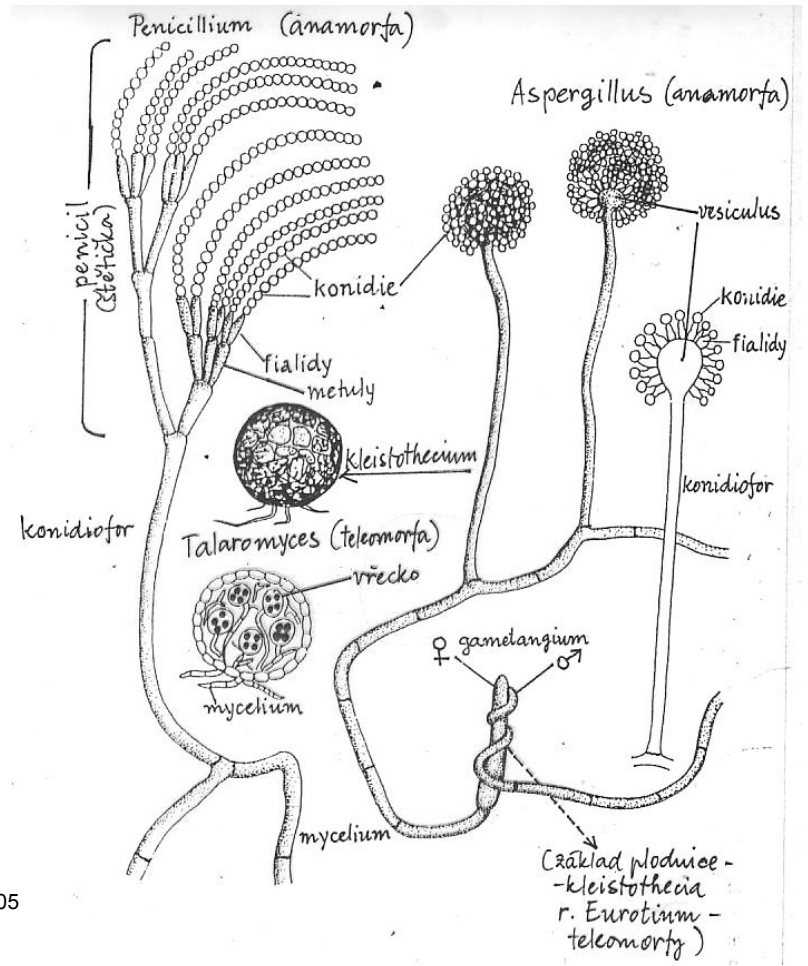
- *Aspergillus* (kropidlák) - druhy s konidiofory na konci měchýřkovitě rozšířenými; patogenní druhy (způsobující těžká onemocnění, např. *A. fumigatus*), produkce aflatoxinů (*A. flavus*), i druhy využívané k fermentaci nebo produkci organických kyselin (*A. niger*)

- v perfektním stadiu (teleomorfy) 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).





čeleď *Elaphomycetaceae*

- makroskopická kleistothecia pokrytá silnou peridií, prototunikátní vřecka
- podzemní houby, půdní saprotrofové nebo mykorrhizní houby, díky své vůni často vyhrabávané zvěří (*Elaphomyces* - jelenka)

řád *Onygenales*

- plodnice protothecia nebo primitivní kleistothecia, vřecka prototunikátní
- nepohlavní rozmnožování – tvorba konidií, rozpad mycelia na kvasinkovité buňky
- saprotrofové nebo koprofilní druhy, řada z nich má enzymy umožňující rozklad celulózy nebo keratinu
- *Onygena* (kaziroh) – saprotrof na rozkládajících se rozích, kopytech, paznehtech aj.



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

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, ale vřečka bitunikátní
- plodnice perithecia nebo pseudoperithecia
- nepohlavní pyknozoory se tvoří v pyknidách
- osídlují hlavně anorganické substráty, suchozemské i vodní (*Verrucaria* - bradavnice, *Dermatocarpon* - nitroplodka)

*Dermatocarpon
miniatum*

<http://www.britishlichens.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 vřeka 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
- spory aktivně vymršťovány (až několik centimetrů)
- plodnice miskovité, kalichovité, přisedlé i stopkaté, u odvozených typů kuželovité nebo čepcovité se zprohýbaným povrchem a sterilním "třeněm"; od počátku otevřené nebo zpočátku uzavřené, posléze se otevírající
- saprotrofové na půdě nebo organických zbytcích, případně spáleništích (*Pyronema* – ohnivka)
- červeně zbarvené miskovité plodnice mají *Sarcoscypha* (ohnivec), *Aleuria* (mísenka), *Scutellinia* (kosmatka), žluté protáhle stopkaté má *Otidea* (ouško), ...



Mísenka oranžová (*Aleuria aurantia*)

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

... hnědé miskovité plodnice – *Peziza* (řasnatka),
Discina (destice), 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



Řasnatka
olivově
hnědá



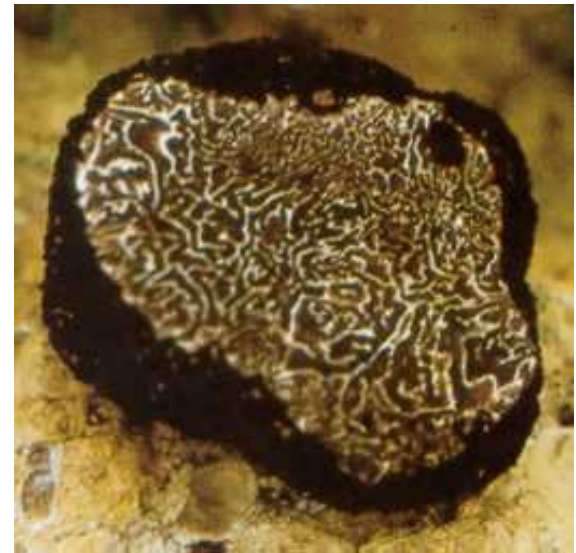
Ucháč obecný



Chřapáč
kadeřavý

čeleď *Tuberaceae* - odvozená v rámci tohoto řádu

- 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 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)
- mykorhizní houby, aromatické, vyhrabávané zvěří



Lanýž černovýtrusý
(*Tuber melanosporum*)

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

Třída: **LEOTIOMYCETES**

- v aktuálním pojetí jediná **podtřída *Leotiomycetidae*** zahrnuje houby rozdílného vzhledu i ekologie – saprotrofy i parazity rostlin, drobné i s makroskopickými apothecii
- několik řádů, sdružených na základě molekul. analýz
- tyto houby mají unitunikátní vřecka, plodnicemi jsou chasmothecia, apothecia nebo hysterothecia

řád ***Erysiphales*** - padlí

bývá v současnosti vřazován do řádu *Helotiales*

- 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 zvané *Oidium*
- pohlavní rozmnožování na povrchu hostitele, askogon (bez trichogynu) oplodněn anteridiem

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



© 2007 Jaroslav Rod



© 2007 JH+MS



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

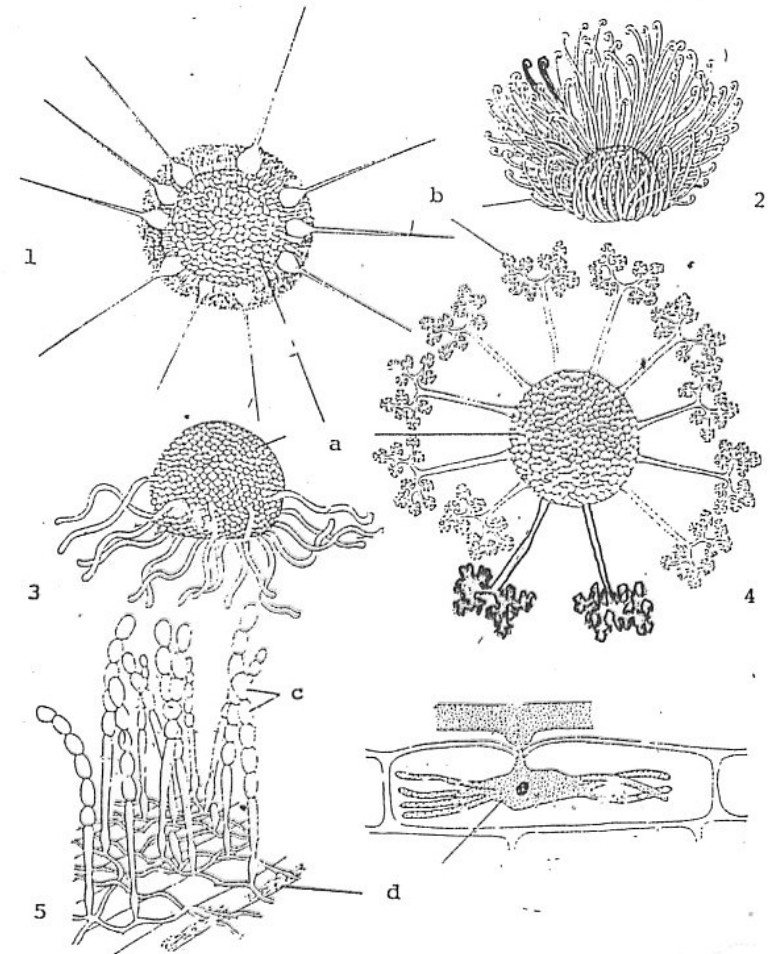
© M Sedlářová, 2004

- askomata jsou drobná chasmothecia (některými autory považována za primitivní perithecia nebo kleistothecia) 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/atlas/sy/system/gallery.php?entry=Uncinula%20necator>



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

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1 – <i>Phyllactinia</i> , | a – askomátia, |
| 2 – <i>Uncinula</i> , | b – přívěsky, |
| 3 – <i>Erysiphe</i> , | c – sporidie, |
| 4 – <i>Microspora</i> , | d – větvené haustorium v buňce hostitele (podle KENDRICKA). |
| 5 – anamorf z rodu <i>Didymium</i> . | |

- 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 saprotrofní i parazitičtí

• 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

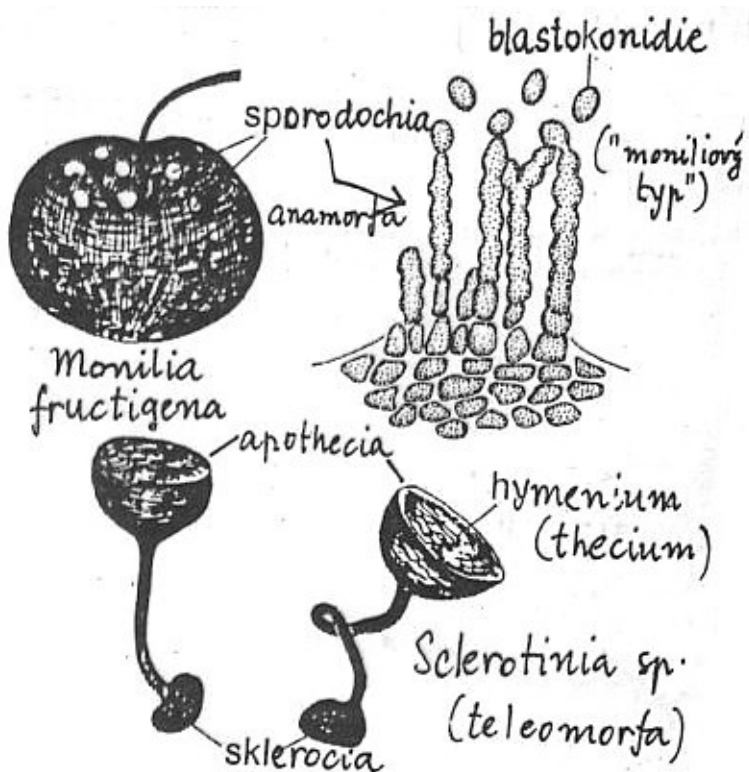
Vlevo vodnička potoční (*Hymenoscyphus clavus*),
vpravo patyčka rosolovitá (*Leotia lubrica*) Hagara et al., 1999.



- 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>



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

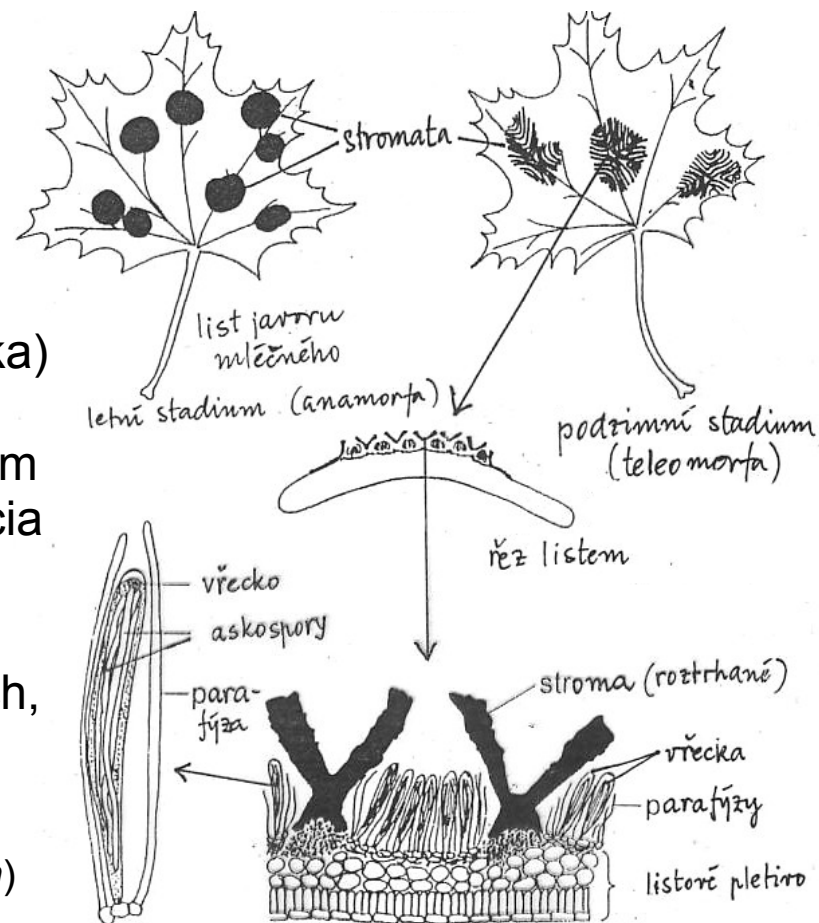
- nepohlavní rozmnožování – ve stromatech zanořeny pyknidy
- vývoj plodnice spíše askolokulární, vytváří se nejprve stroma a v něm mnohojaderné askogony s trichogyny
- netvoří se anteridia, oplození spermacií, jádru z trichogynu nebo somatogamie
- unitunikátní vřecka vrůstají do pletiva stromatu, spory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

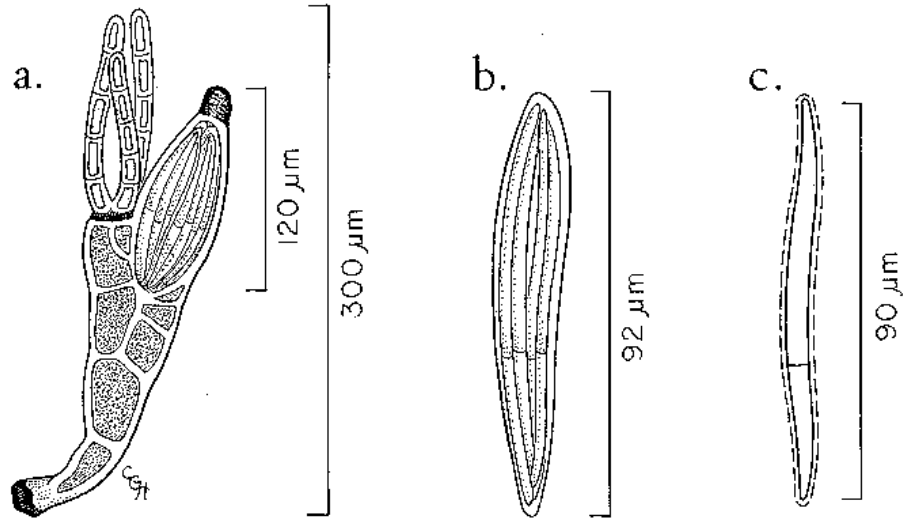
Zdroj fotografie: L. Hagara, V. Antonín, J. Baier: Houby, Aventinum, Praha, 1999.



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 komenzalizmu)



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

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

Třída: **SORDARIOMYCETES**

obsahuje tvrdohouby s askohymeniálním vývojem a unitunikátními vřecky

podtřída **Hypocreomycetidae**

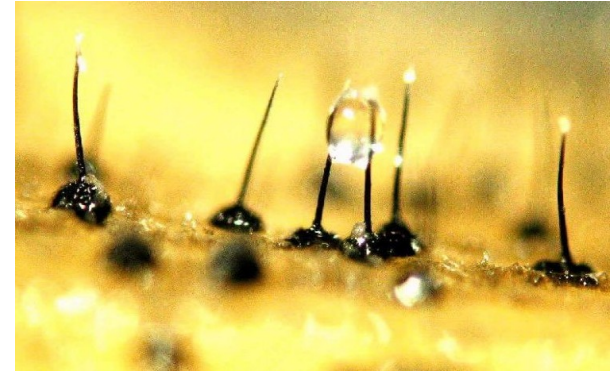
řád **Microascales**

- netvoří stromata, plodnice jsou drobná perithecia nebo kleistothecia
- většina druhů jsou půdní saprotrofové
- patří sem rod *Ceratocystis*, způsobující (zejména jeho anamorfy) tracheomykózní onemocnění dřevin

řád **Hypocreales**

- plodnicemi jsou perithecia, u mnoha rodů zanořena do sterilní hmoty stromat
- kromě stromat též tvorba sklerocií (též sterilní útvary, které ovšem neobsahují perithecia; mohou být kromě houbových pletiv tvořena i pletivy napadené rostliny)
- podstata vývoje plodnice je askohymeniální
- vřecky unitunikátní, inoperkulátní, spory dvou- až vícebuněčné
- převažuje nepohl. rozmnožování, tvorba blastokonidií, často ve sporodochiích
- saprotrofové nebo parazité na rostlinách, řidčeji živočišných nebo houbách

http://draaf.lorraine.agriculture.gouv.fr/phpwebgallery/picture.php?cat=6&image_id=70



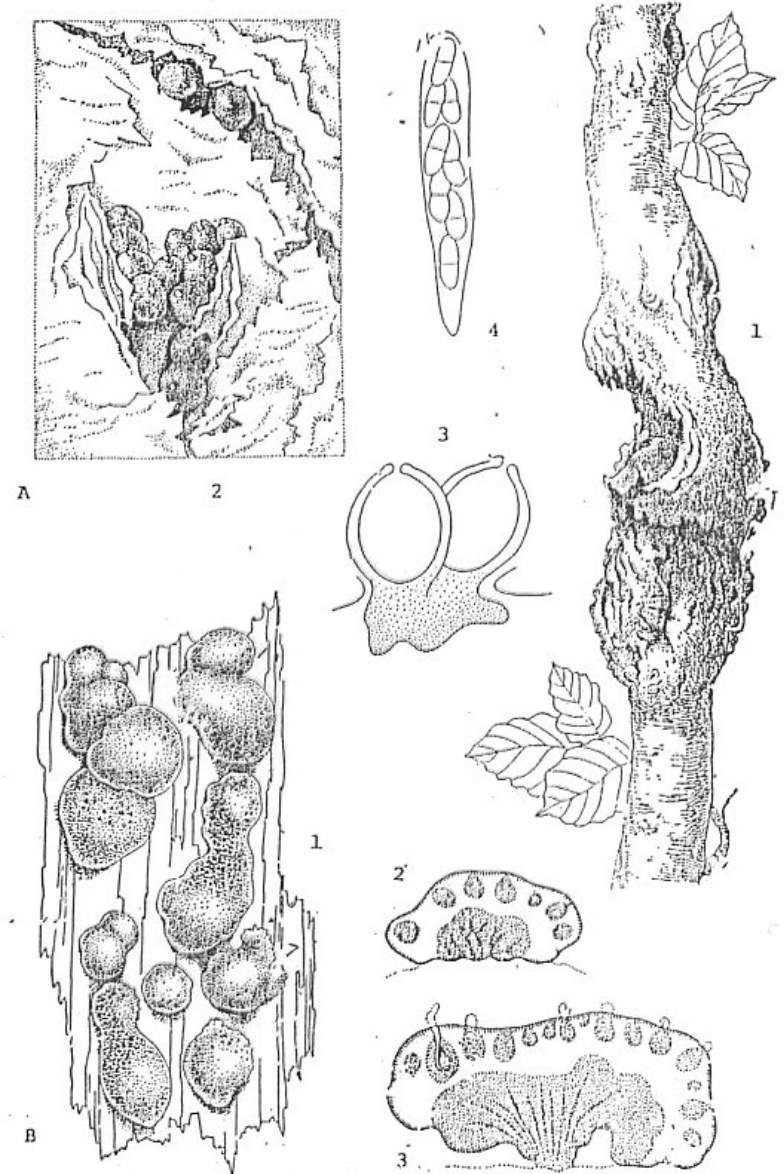
Perithecia Ceratocystis fimbriata

- *Hypocrea* (masenka) - barevná stromata na dřevě, *Nectria* (rážovka) - volná červená perithecia na dřevě, *Gibberella* - modrá perithecia, produkuje gibereliny (růstové hormony rostlin), druhy 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.



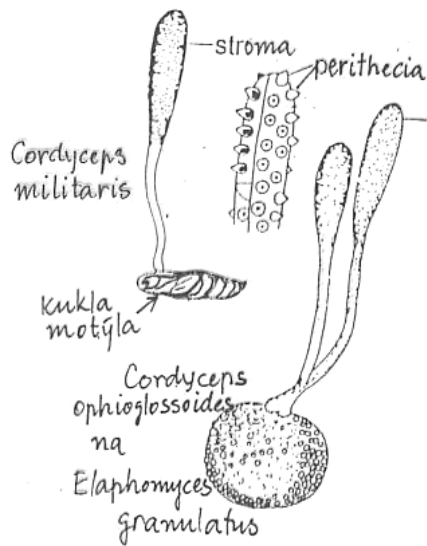
Obr. 58: *Hypocreales*.

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*:

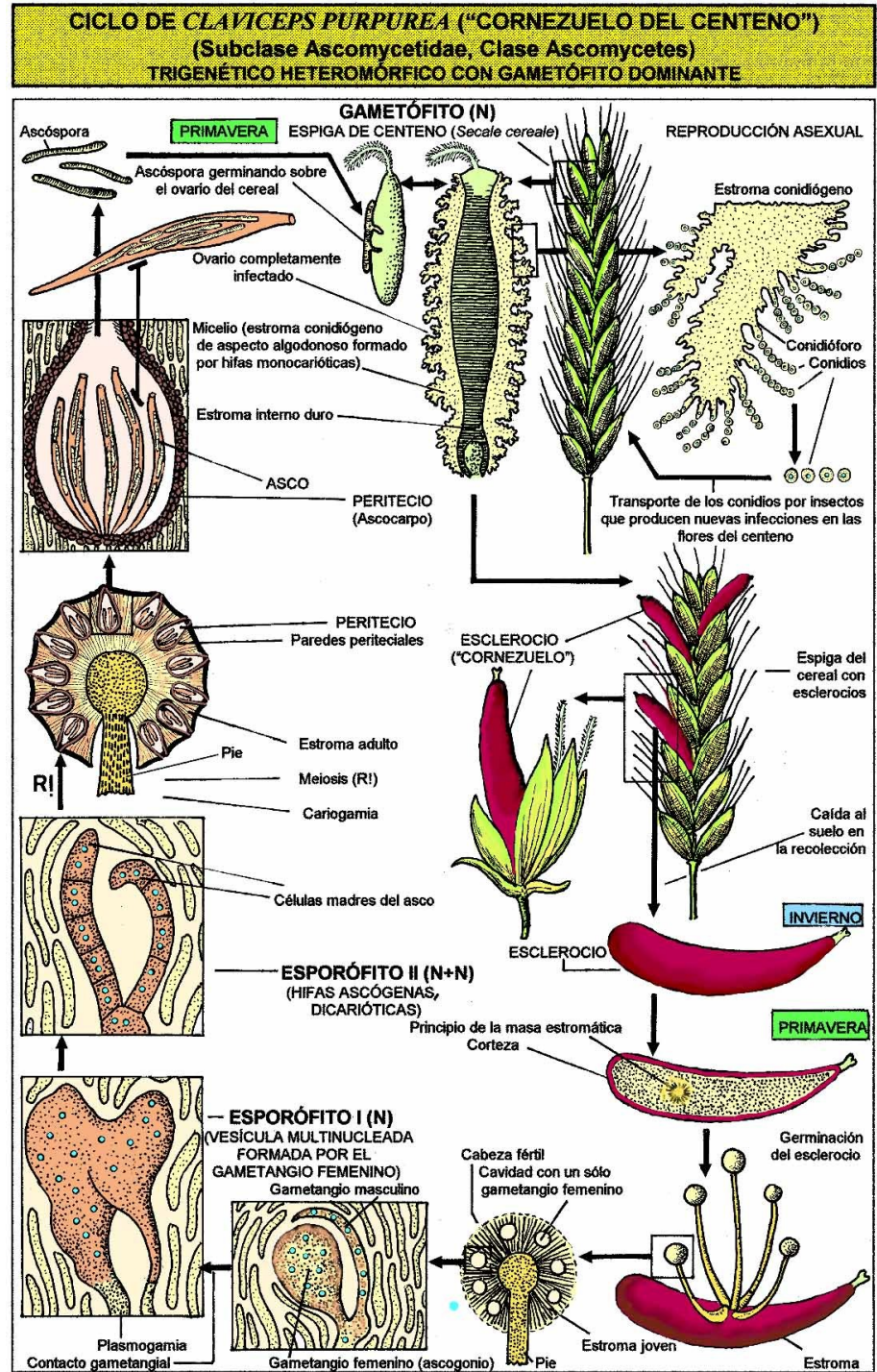
- 1 – stromata na substrátu,
- 2-3 – řezy stromatem s různě zralými perithecií



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

Housenice červená (*Cordyceps militaris*)

- *Cordyceps* (housenice) cizopasí 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;
- Claviceps purpurea* (p. nachová) obsahuje jedovaté alkaloidy, využívané i k výrobě léčiv



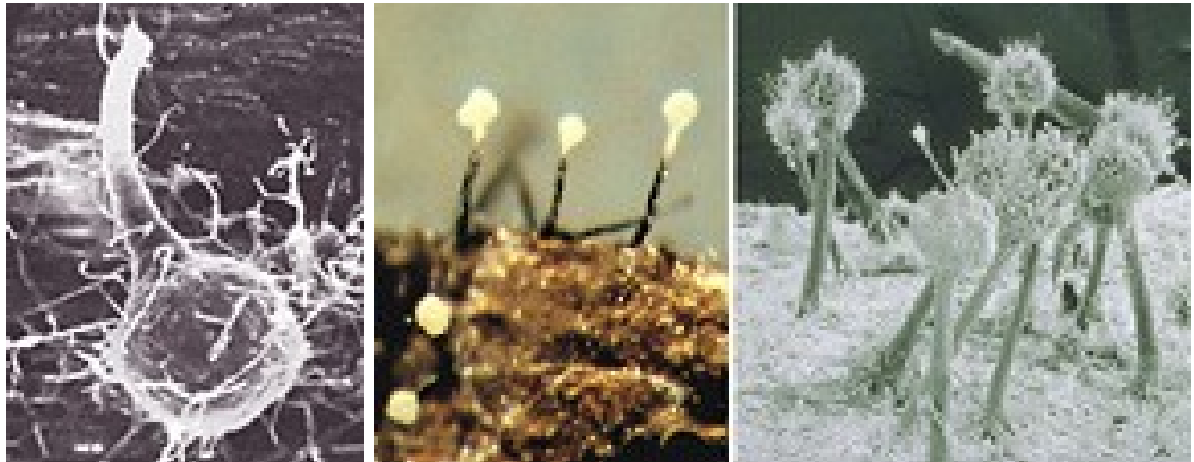
podtřída *Sordariomycetidae*

řád *Ophiostomatales*

- milimetrová perithecia protažená v dlouhé rostrum (několik milimetrů), v něm ostiolum vystlané perifýzami
- vřecka prototunikátní, zralé spory se seskupují v řetízky nebo zůstávají v kapičce u ústí perithecií
- saprotrofové 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* (synonymum *Graphium ulmi*) - původce grafiózy jilmů, hubící jilmy po celém světě

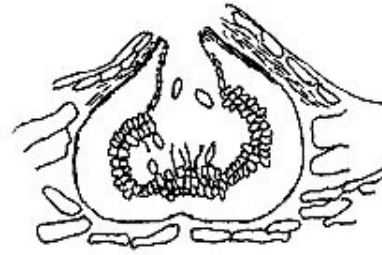
Ophiostoma ulmi,
vlevo: perithecium
s dlouhým rostrem;
uprostřed a vpravo:
anamorfa - synnemata
(svazky konidioforů).

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



řád *Diaporthales*

- většinou dřevní houby, vytvářející stroma zanořené do dřevního a lýkového pletiva
- nepohlavní rozmnožování: tvorba konidií v pyknidách nebo acervulech
- vývoj plodnice askohymeniální
- vřecka unitunikátní, inoperkulátní
- většina zástupců jsou saprotrofové, někteří zhoubní parazité rostlin (*Diaporthe* - čárovka)



Cross-section

Pycnidium in dead branch



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

Diaporthe citri

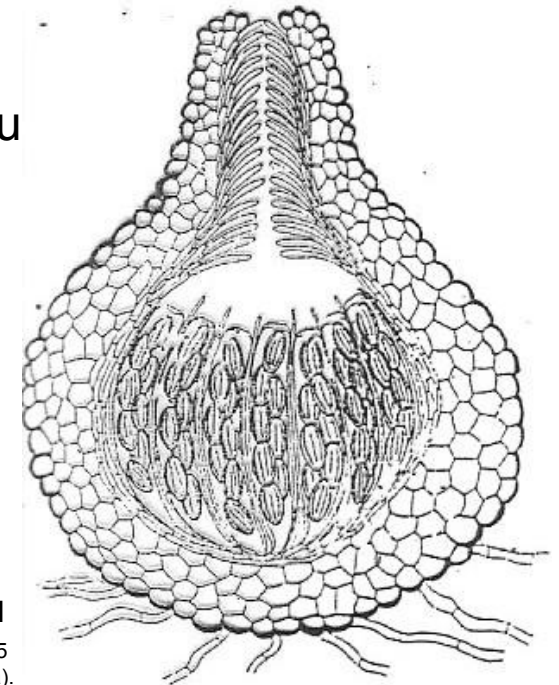
<http://>

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

řád *Sordariales*

- 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
- saprotrofové 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*

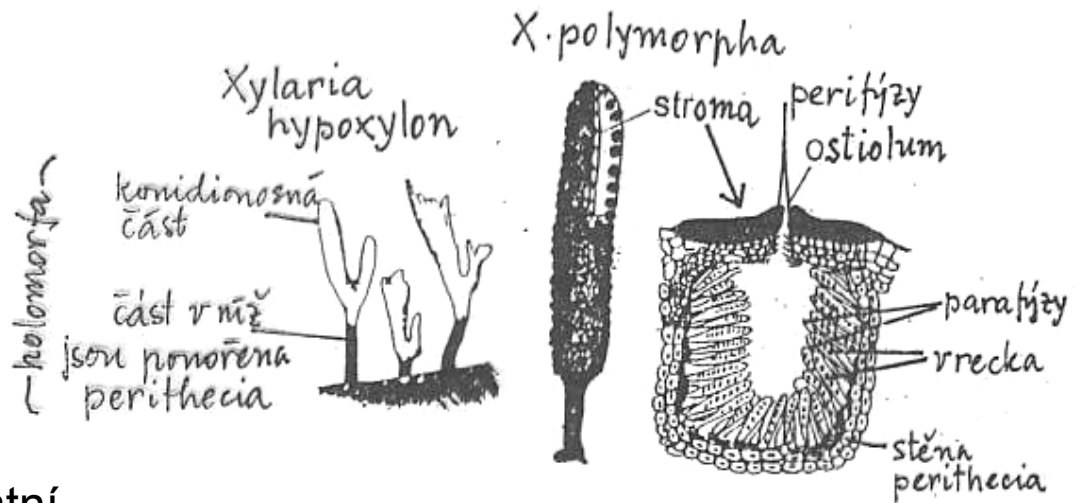
řád *Xylariales*

- mycelium ve dřevě, na jeho povrchu se vytváří makroskopická stromata, v nichž jsou zanořena černá perithecia
- vývoj askohymeniální, vréčka unitunikátní nebo pseudounitunikátní, inoperkulátní
- převážně endofytické houby a saprotrofové na mrtvém 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 – saprotrofové i parazité rostlin, řas, živočichů i hub

podtřída ***Dothideomycetidae***

řád *Capnodiales* – sem patří tzv. "černě", saprotrofní houby 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* (tečkovka), resp. anamorfní stadia druhů z rodů *Cladosporium*, *Phoma*, *Cercospora* (různé anamorfy s různými typy konidií)

Mycosphaerella fragariae Foto Michal Maňas, <http://eol.org/pages/6112>



podtřída *Pleosporomycetidae*

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

Tom Volk, http://botit.botany.wisc.edu/toms_fungi/sep2002.html

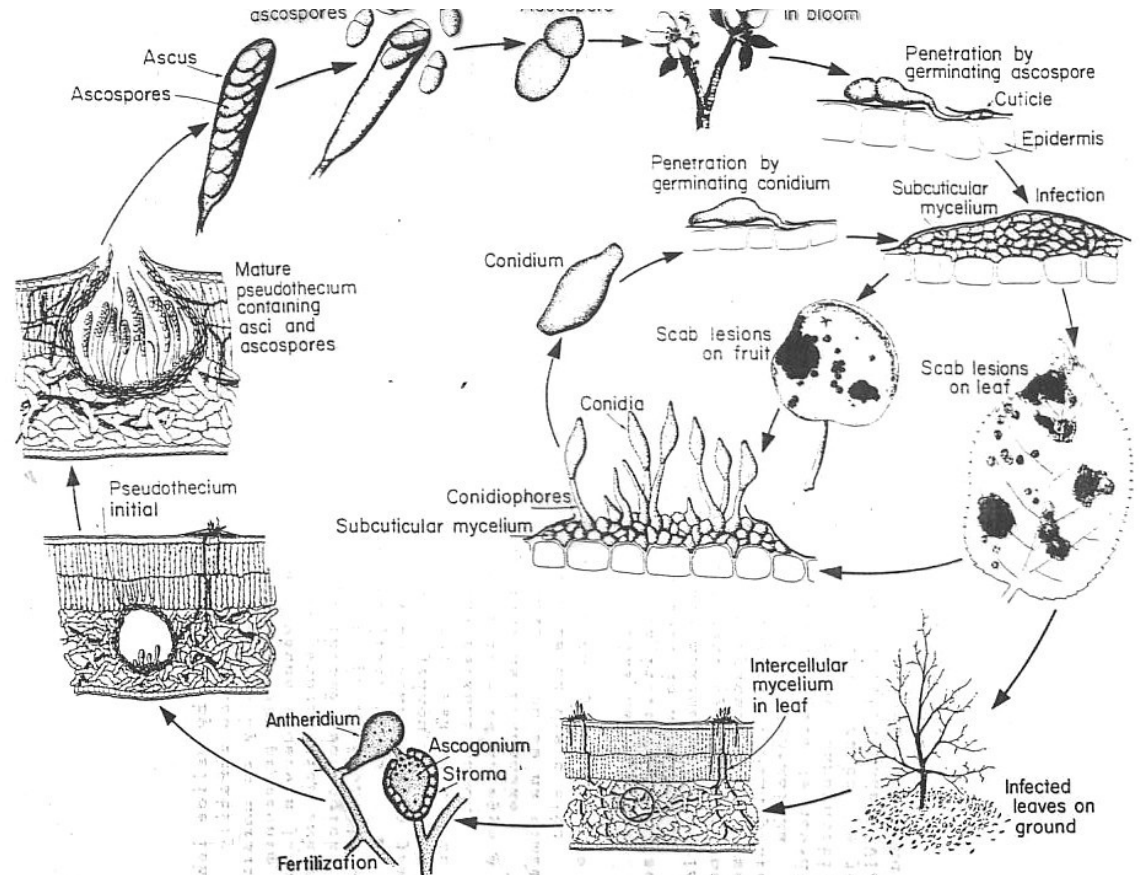
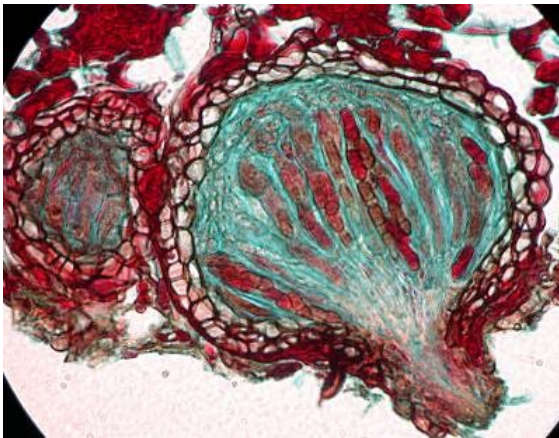


FIGURE 11-71 Disease cycle of apple scab caused by *Venturia inaequalis*.

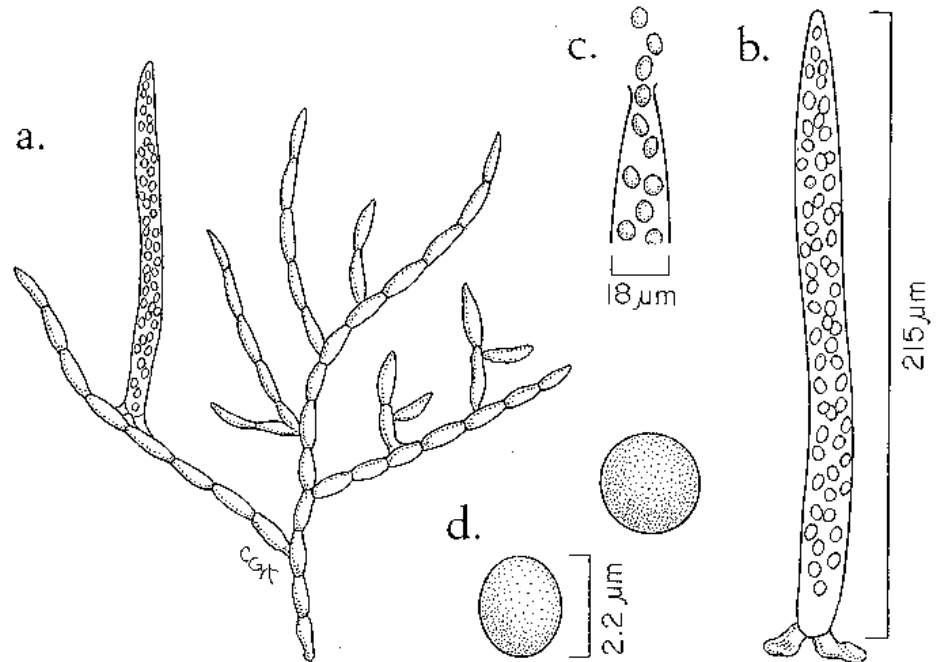
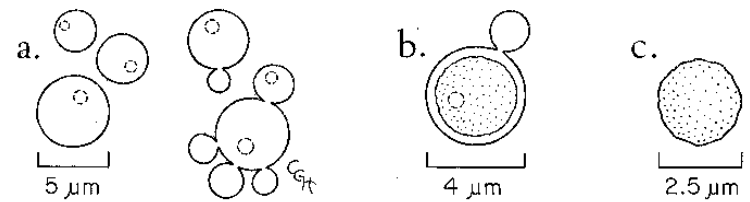
Strupatka jabloňová (*Venturia inaequalis*) – vlevo pseudoperithecium, vpravo životní cyklus

Pododdělení: **SACCHAROMYCOTINA**

Třída: **SACCHAROMYCETES - KVASINKY**

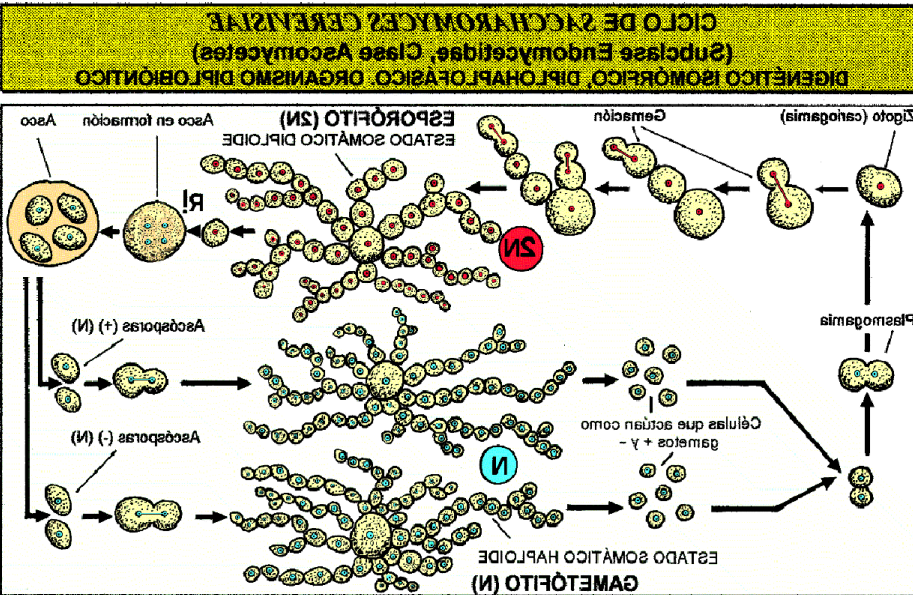
- samostatné buňky nebo pučivé pseudomycelium, převažuje nepohlavní rozmnožování (tvorba blastospor)
- převážně saprotrofové, jejich fermentace cukrů (rozklad na etanol a CO₂) a syntéza různých organických látek jsou bohatě využívány v biotechnologii

- *Endomyces* - tvorba arthrospor (mycelium se rozpadá na úseky)
- *Dipodascus* - vláknité endofytické mycelium, mnohosporová vřečka, zvláštností je kopulace gametangií

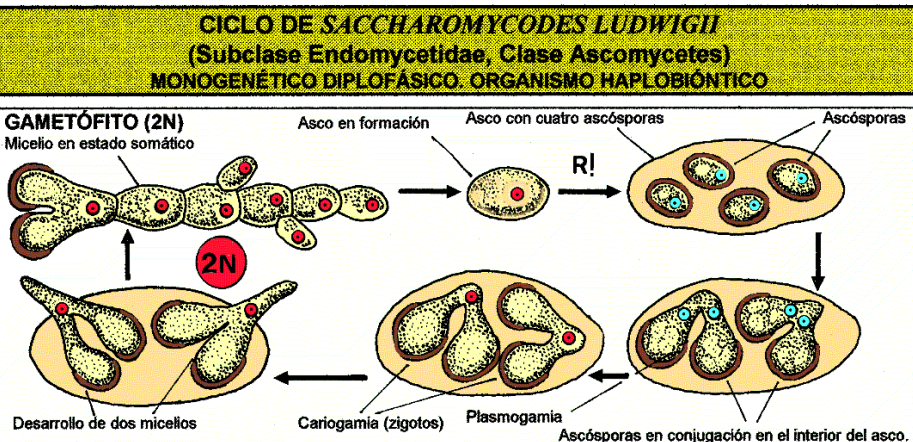


Obr. nahoře: *Debaryomyces hansenii*, a. veget. buňky, pučení, b. jednoduché vřečko, c. askospora;
dole: *Dipodascus albidus*, a. mycelium, b. a c. vřečka, d. askospory. Hanlin: Illustrated Genera of Ascomycetes, vol. II, 1998.

- *Saccharomyces cerevisiae* (kvasinka pивní) – výroba piva, droždí
- haplo-diplobiotický cyklus, v kultuře pohromadě haploidní i diploidní buňky



- pohlavní rozmnožování somatogamické => v zygotě je pouze 1 jádro => vřečka vznikají přímo ze zygoty (holozygotní) nebo jako výrůstek ze zygoty (exozygotní) 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*)

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**

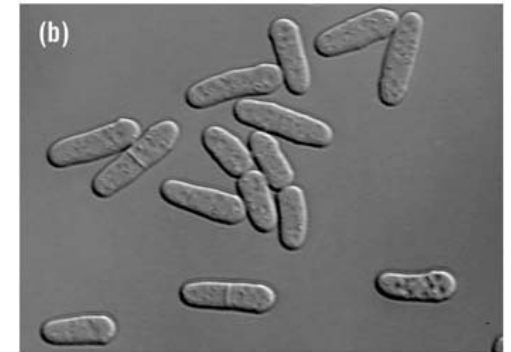
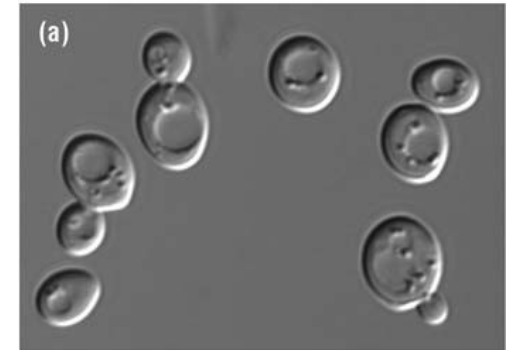
Schizosaccharomyces pombe

- výroba "afrického piva" z prosa,

Schizosaccharomyces octosporus

- ve fících a hroznech (kvašení vína)

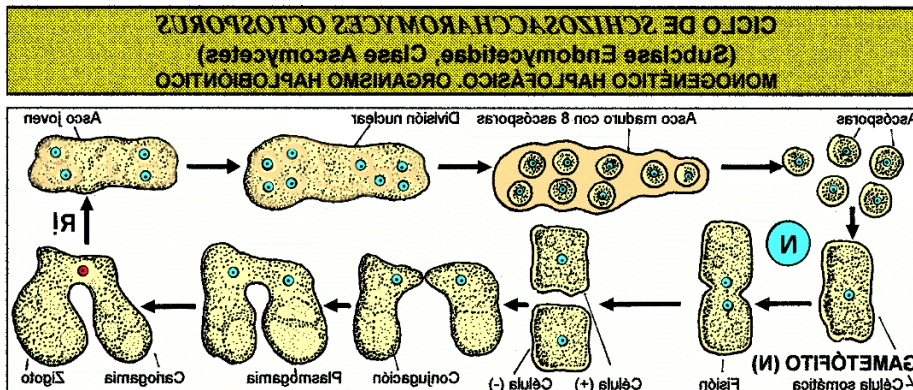
From **The Cell Cycle: Principles of Control**
by David O Morgan



© 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*

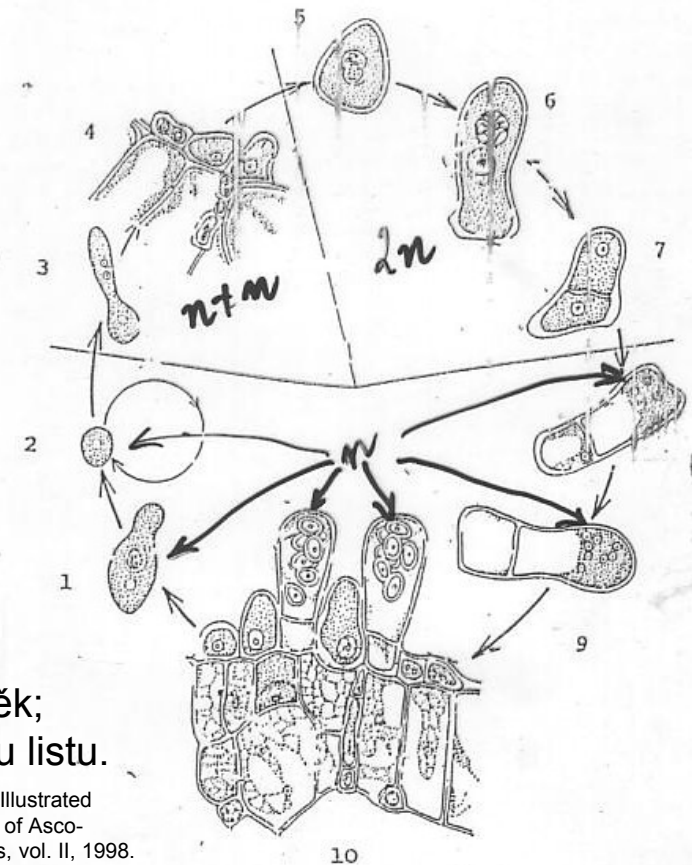


<http://www.new-science-press.com/browse/cellcycle/illustrations/2/>

Třída: *TAPHRINOMYCETES*

řád *Taphrinales*, čeleď *Taphrinaceae*

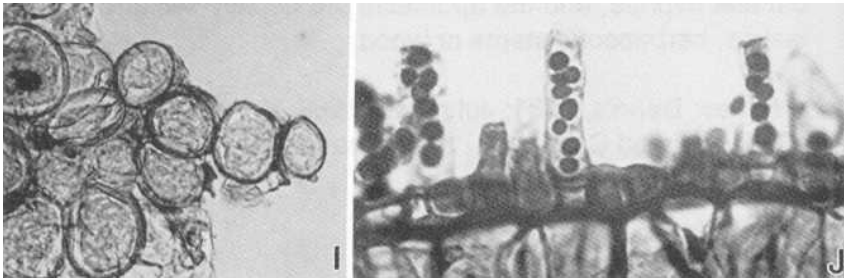
- parazité rostlin, liší se od předchozích tříd (i od druhé čeledi v této třídě) tvorbou dikaryotického parazitického mycelia
- saprotrofní haploidní fáze – kvasinkovité buňky, ze kterých pučí blastospory
- z buněk dikaryotického mycelia se na povrchu pletiva hostitele tvoří chlamydo-spory a z nich vřečka s askosporami



Hanlin: Illustrated
Genera of Asco-
mycetes, vol. II, 1998.

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

- 1 – pučící askospóra,
- 2 – tvorba blastospor,
- 3 – plazmogamie a vznik dikaryotického mycelia,
- 4 – chlamydo-spory na pletivu hostitele,
- 5 – karyogamie,
- 6 – mitotické dělení buňky,
- 7 – bazální buňka a základ vřečky,
- 8 – vřečka po meiozi,
- 9 – vřečka po následující mitóze,
- 10 – zralá vřečka se sporami v pletivu hostitele (podle URBANA a KALINY).



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

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

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

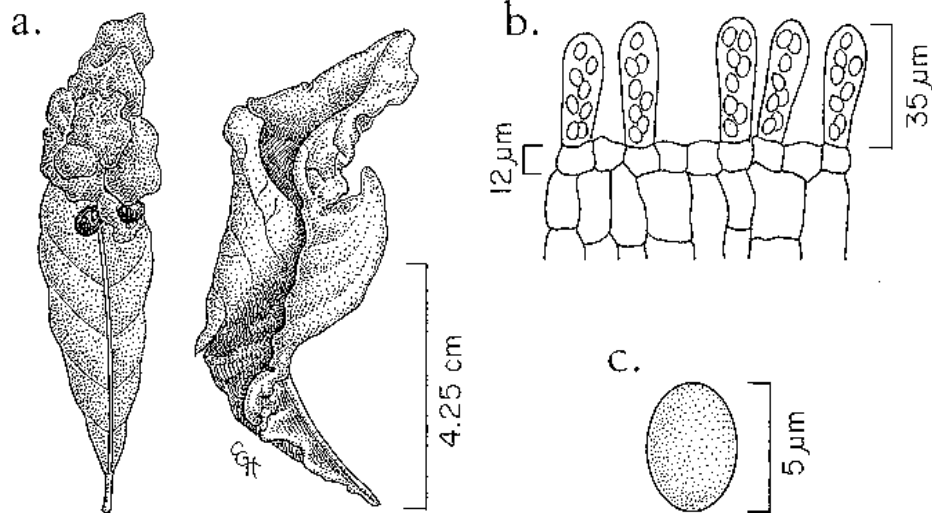
+ foto vpravo/

***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://ocvus.us.es/produccion-vegetal/sanidad-vegetal/Sanidad_vegetal/Tema%2021_HTML/page_09.htm

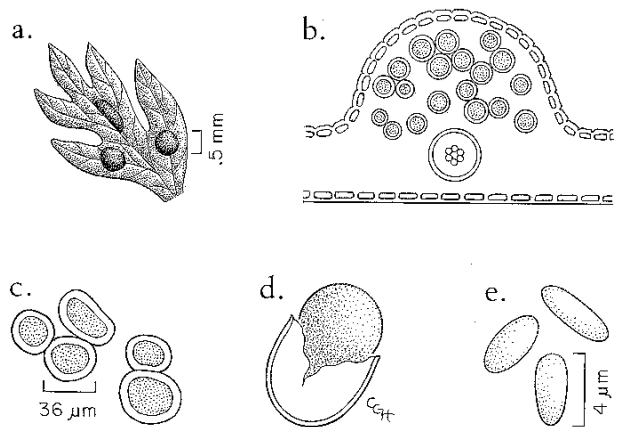
čeleď *Protomycetaceae* – parazité rostlin s mezibuněčným, přehrádkovaným myceliem s mnohoadernými buňkami, zjištěna u nich celulóza v buněčné stěně

- na myceliu se vytvářejí tlustostěnné chlamydospory, ve kterých po přezimování dojde k pomnožení jader a vzniká tzv. synaskus - shluk "bezblanných vřecek"

- *Protomyces macrosporus* - parazit miříkovitých rostlin

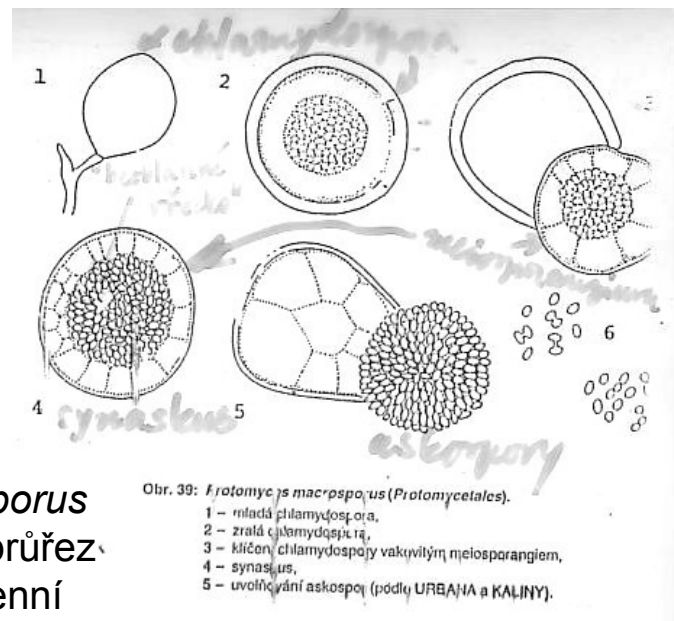


Foto Carl Farmer, <http://www.nature-diary.co.uk/2007-09-15.htm>



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.



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