

FYLOGENEZE A DIVERZITA HUB A PODOBNÝCH ORGANISMŮ

(část přednášky Fylogeneze a diverzita rostlin)

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

Pomocné oddělení: *DEUTEROMYCOTA (FUNGI IMPERFECTI)*

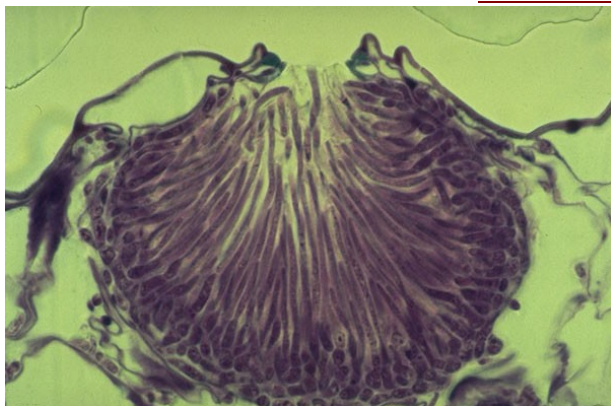
není přirozenou taxonomickou jednotkou (členění na pomocné třídy, řády, čeledi a rody se zdaleka nemusí krýt v pojetí rodů a druhů s přirozeným systémem), je vytvořena pro účely klasifikace **hub v anamorfní fázi**

- různé pojetí šíře této skupiny
 - zahrnuje pouze druhy, u nichž se nevytváří teleomorfa (žijí tedy v mitotické holomorfě - rozmnožují se pouze mitosporami, příp. "přesedlaly" na parasexuální proces) nebo teleomorfa není známa (v přirozených podmínkách nevzniká anebo vzniká, ale zatím nebyla objevena spojitost s danou anamorfoou)
 - zahrnuje anamorfy všech druhů, tedy i těch, u kterých teleomorfa známa je (souběžně jsou klasifikovány v přirozeném systému); u většiny těchto druhů je anamorfa převládajícím stadiem, ke tvorbě teleomorfy dochází vzácněji
- podle vlastností mycelia (přehrádkované mycelium, jednojaderné buňky, jednoduché póry v přehrádkách) *Deuteromycota* reprezentují převážně anamorfy vřeckatých hub (potvrzeno i molekulárně)
- **výskyt:** na všech možných biotopech, suchozemských i vodních, zástupci saprotrofní i parazitičtí (většinou fakultativně, ale i obligátně, někteří dokonce hyperparazitě), i významné patogenní houby
- **systém** byl historicky založen na morfologii konidií (dnes již ustupuje do pozadí), v současnosti preferováno členění podle tvorby mycelia a konidiomat

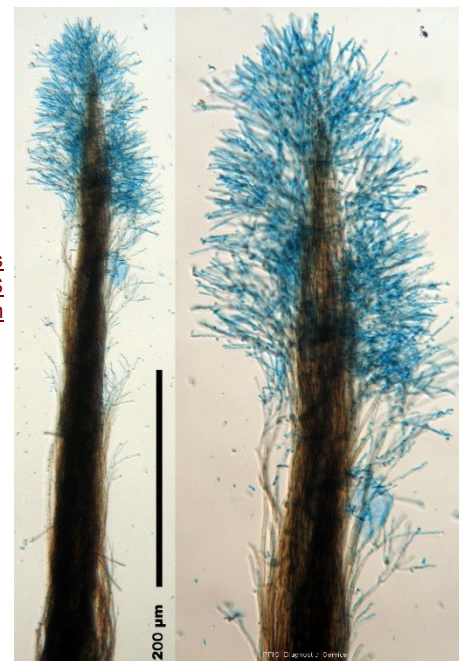
- základním způsobem **rozmnožování** je tvorba **konidií**, a to jak přímo na myceliu, tak na **konidioforech**
- konidiofory vyrůstají jednotlivě nebo v **konidiomatech** (obdoba plodnic) – pyknidách, acervulech, sporodochiích nebo synnematech)

<http://www.pri.wur.nl/UK/research/research+themes/Interaction+between+plants+pests+and+diseases/photowheat/>

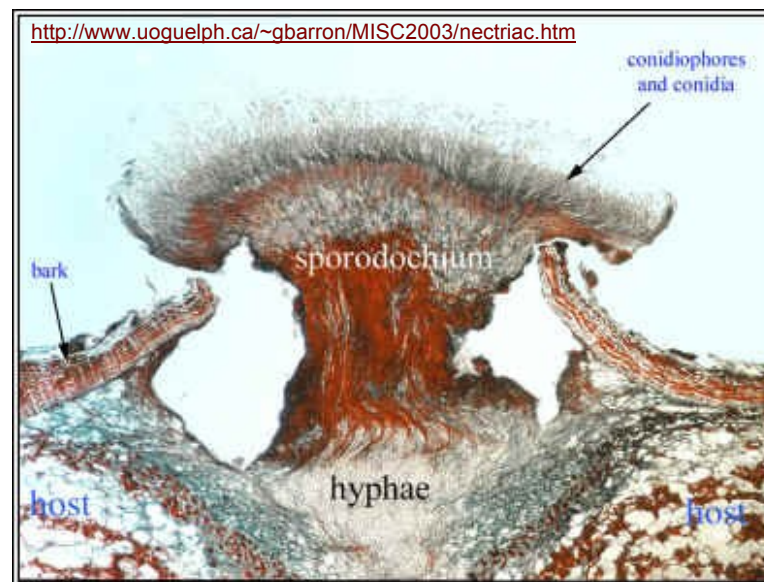
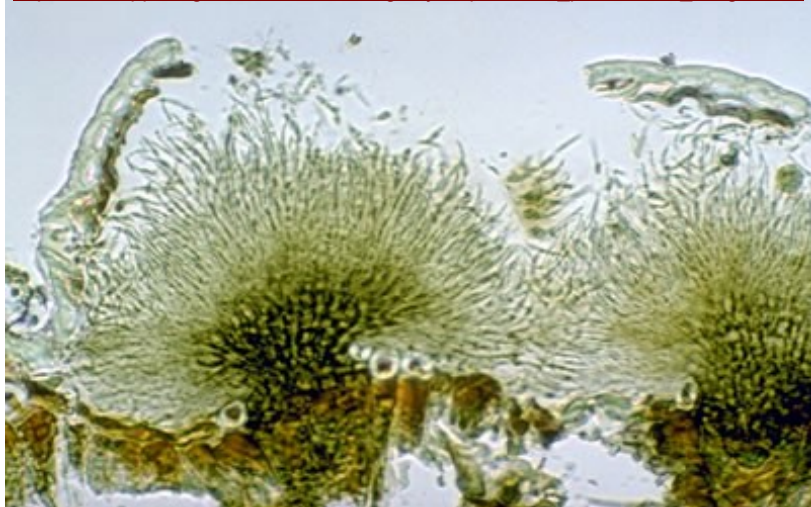
http://www.ppis.moag.gov.il/ppis/plant_disease_gallery/D_S_W_S/Rosellinia_necatrix_08-9.htm

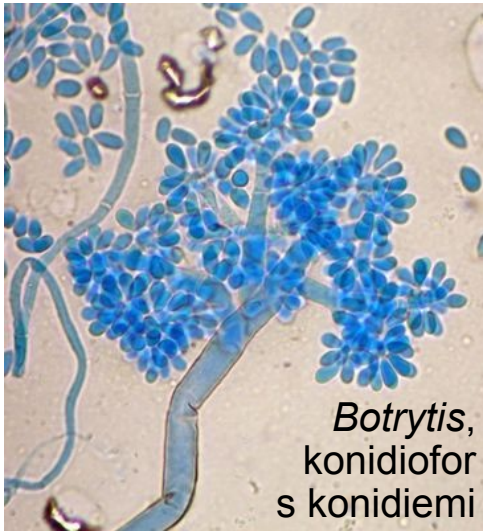


Vlevo: pyknida *Mycosphaerella graminicola*; vlevo dole: acervulus *Mycosphaerella pini* (anamorfa *Dothiostroma*); vpravo dole: sporodochium *Nectria cinnabarina* (anamorfa *Tubercularia*); vpravo: synnema (= korémie) *Rosellinia necatrix*.



http://www.eppo.org/QUARANTINE/fungi/Mycosphaerella_pini/SCIRPI_images.htm

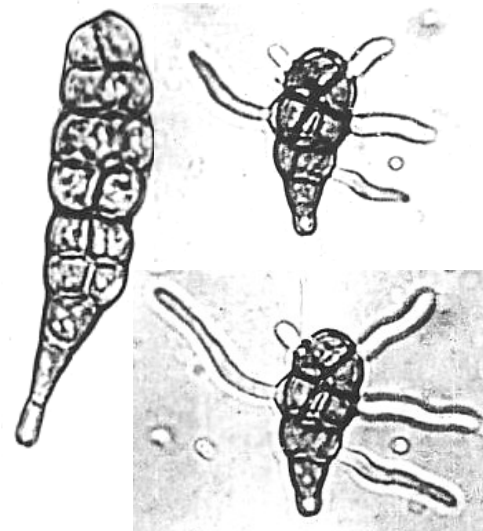




Botrytis,
konidiofor
s konidii



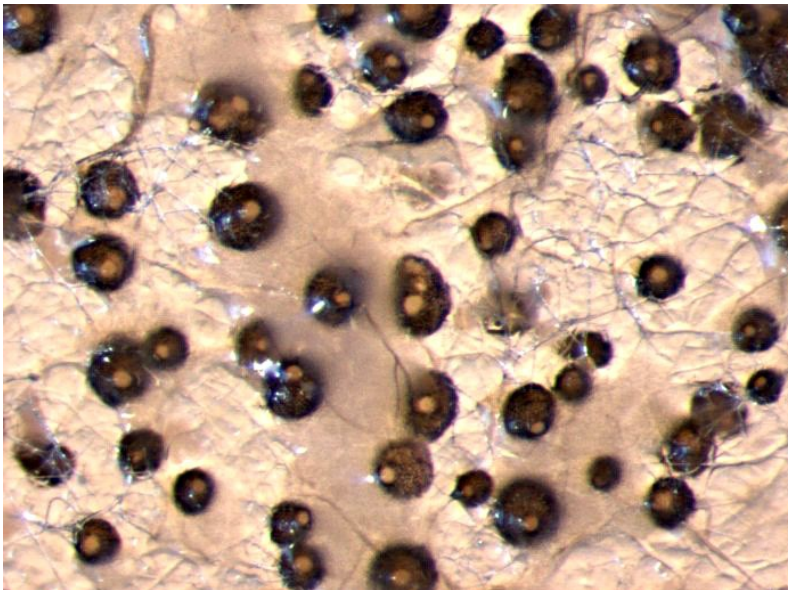
Fusarium,
vícebuněčné
makrokonidie



„Zd'ovitá“
konidie
Alternaria
tenuissima
a klíčení
Alternaria
alternata
(*Dothideom.*,
Pleosporales)
z pěti buněk
současně
(čas. odstup
1 hodina)

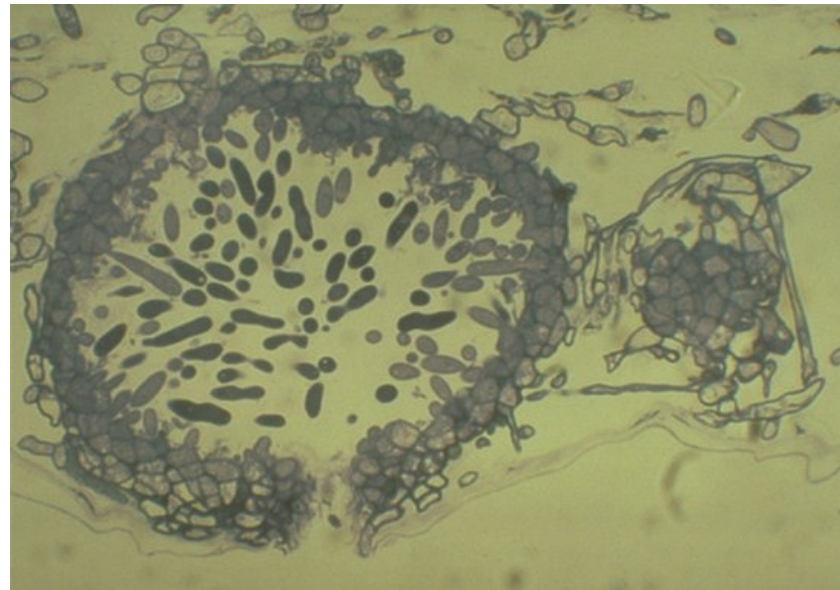
Joëlle Dupont, <http://www.mnhn.fr/microchampignons/joelle.html>

<http://www.globalcyran.com/usmicro/newimages/Fusarium.jpg>



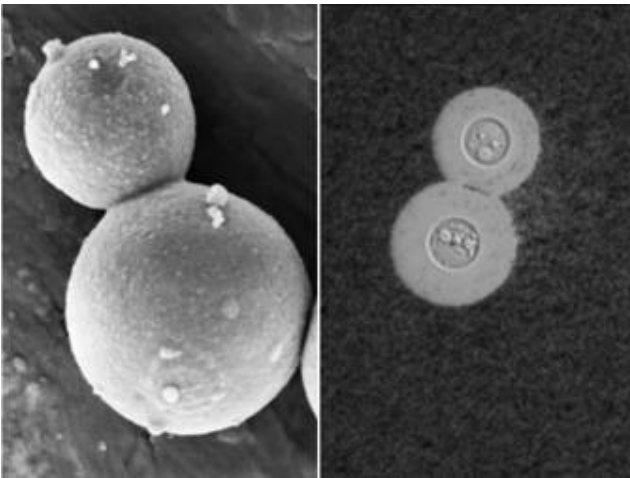
Phoma trachelii (*Pleosporales*), pyknidy

Foto: Magnus Gammelgaard, <http://www.plante-doktor.dk/phoma.htm>



Ascochyta fabae (*Pleosporales*), průřez pyknidou

B. Tivoli, <http://www.inra.fr/hyp3/images/6030092.jpg>



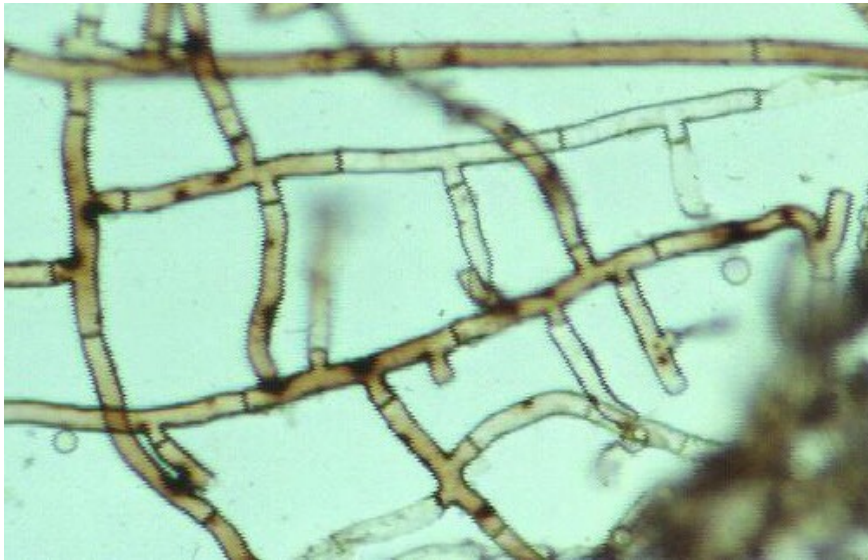
Cryptococcus neoformans,
kvasinkovité
stadium
stopkovýtrusné
houby z rodu
Filobasidiella

<http://www.bio.tamu.edu/USERS/xlin/research1.html>



Vpravo nahoře: *Lepraria incana*

Foto J. K. Lindsey, <http://www.commanster.eu/commanster/Mushrooms/Lichens/Lichens/Lepraria.incana.html>



Rhizoctonia sp.

<http://www.botany.hawaii.edu/faculty/wong/Bot201/Deuteromycota/rhizoc2.jpg>



Sclerotium rolfsii

http://www.botany.hawaii.edu/faculty/wong/Bot201/Deuteromycota/Sclerotium_rolfsii1.jpg

Pomocné oddělení: *LICHENES* - LIŠEJNÍKY

je obtížné přesně definovat, co je lišejník – definice různých autorů se o to pokouší zhruba ve smyslu, že jde o morfologicko-fyziologickou jednotku, ve které je obligátně vázán určitý druh houby (mykobiont) s určitým druhem řasy nebo sinice (fotobiont)

mykobiont – houbová složka je u více než 90 % druhů vřeckatá houba, zbytek tvoří houby stopkovýtrusné

- mezi vřeckatými houbami najdeme řadu rodů, čeledí i některé řady pouze s lichenizovanými zástupci – u stopkovýtrusných jde nanejvýš o rody, ale v řadě případů obsahuje jeden rod lichenizované i nelichenizované druhy (*Omphalina* s. l.)
- druhy hub tvořící lišejníky jsou obvykle specificky lichenizované, neschopné samostatného života



Vpravo lichenizovaná *Omphalina umbellifera*, vlevo nelichenizovaná *O. discorosea* (kalichovka lužní)

Foto Jaroslav Malý, <http://www.naturfoto.cz/kalichovka-luzni-fotografie-3676.html>

Foto Stephen et Sylvia Sharnoff, <http://www.lichen.com/bigpix/Oumbellifera.html>

fotobiont – fotosyntetizující složka řasová (v tom případě lze mluvit o fykobiontu) nebo sinicová (cyanobiont)

- nejčastějšími fotobionty jsou zelené řasy, po nich sinice a v ojedinělých případech různobrvky a chaluhy
- fotobionty lišejníků jsou běžně řasy (*Trebouxia* aj.) nebo sinice (*Nostoc* aj.), které se vyskytují jak volně, tak vázané v symbióze s houbou
- jeden druh řasy nebo sinice může být fotobiontem mnoha (i systematicky zcela nepříbuzných) lichenizovaných hub
- přímý kontakt mezi buňkami jednotlivých složek (ale nemusí k němu dojít) – z hyf mykobionta pronikají haustoria do buněk fotobionta

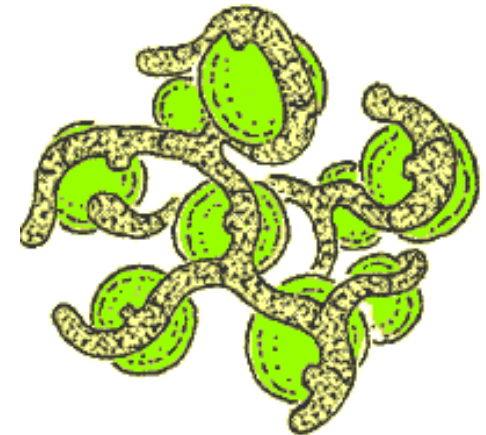


Terčovka brázditá (*Parmelia sulcata*) a buňky rodu *Trebouxia* ve stélce terčovky (měřítko 20 μm)

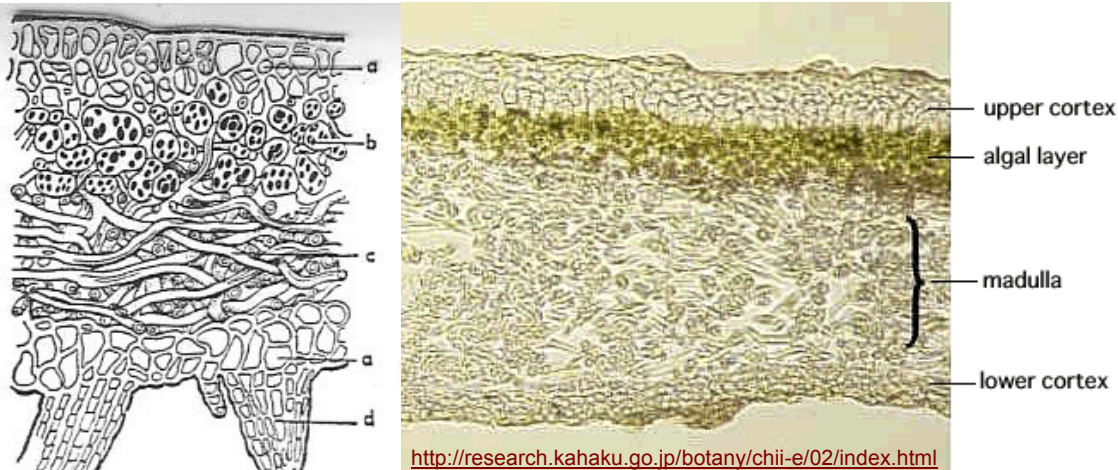
- vztah mykobionta a fotobionta je zjednodušeně označován jako **mutualistická** (oboustranně prospěšná) **symbióza**
- ve vztahu myko- a fotobionta nemusí jít vždy o pravou symbiózu – jde i o případy, že houba žije saprotrofně na odumřelých buňkách fotobionta, nebo dochází i k parazitismu z jedné i druhé strany (=> vede k teoriím, že v lišejníku jde obecně o "kontrolovanou" formu parazitismu – čím fylogeneticky starší, tím ustálenější)

stavba stélky – podle anatomie rozlišujeme dva typy:

- **stélka homeomerická** – buňky fotobionta a vlákna mykobionta volně rozptýleny mezi sebou; tyto lišejníky mívají stélku rosolovité konzistence (pod tento typ lze zařadit i vláknité lišejníky – vlákno fotobionta obklopené hyfami mykobionta)
– tvar homeomerických stélek určuje spíše fotobiont, zatímco tvar heteromerických stélek určuje mykobiont



<http://www.backyardnature.net/lichens.htm>

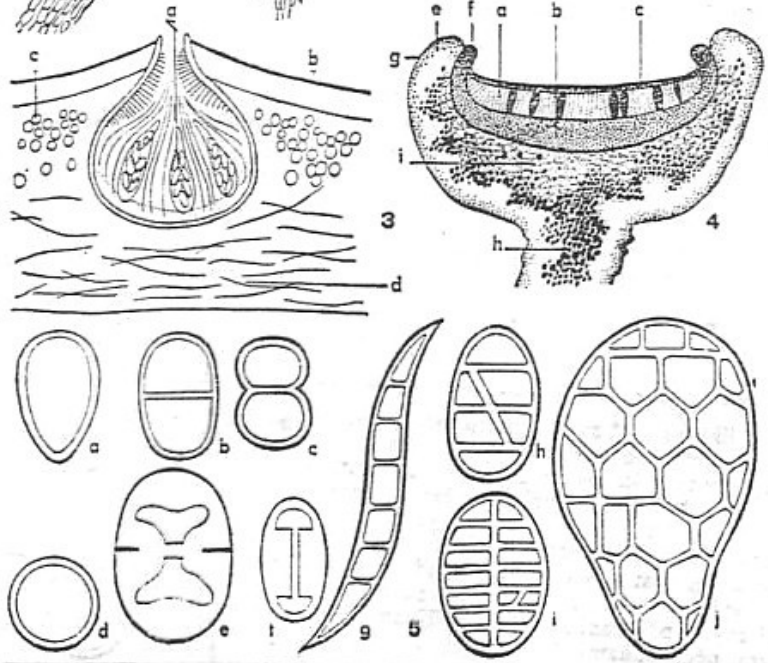


<http://research.kahaku.go.jp/botany/chii-e/02/index.html>

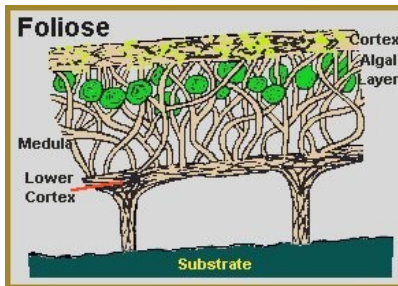
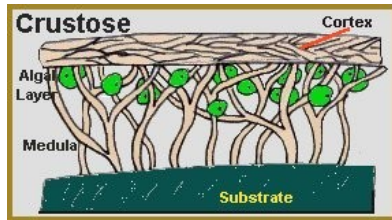
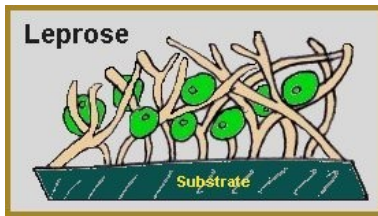
• **stélka heteromerická**

– diferencovaná
 na jednotlivé vrstvy:
 – **svrchní kůru** tvoří pevné izodiametrické buňky mykobionta (mechanická ochrana, omezení výparu),

- ve vrstvě **gonidiové** jsou buňky fotobionta, mezi nimi řídce hyfy (pronikají do buněk haustorii nebo ne),
- vrstva **dřeňová** obsahuje rozvolněná vlákna mykobionta,
- případně je u některých vytvořena spodní kůra stejné stavby jako svrchní
- ze spodní kůry mohou vybíhat do substrátu **rhiziny** (obdoba kořínků)



Stavba stélky a plodnic lišejníků: 1 svislý řez heteromerickou stélkou, a kůra, b stélkové řasy, c dřeň, d rhiziny; 2 různé druhy sorálů, a rtovitý, b jazykovitý, c kápovitý; 3 svislý řez peritheciem, a vřečka s výtrusy, b kůra, c stélkové řasy, d dřeň; 4 svislý řez apotheciem, a thecium, b hypothecium, c epithecium, e stélkový okraj apothecia, f viastní okraj apothecia (excipulum), g kůra, h stélkové řasy, i dřeň; 5 různé druhy výtrusů, a, d jednobuněčné, b, c, e, f dvoubuněčné, g mnohobuněčné s příčnými přehrádkami, h, i mnohobuněčné s příčnými a podélnými přehrádkami



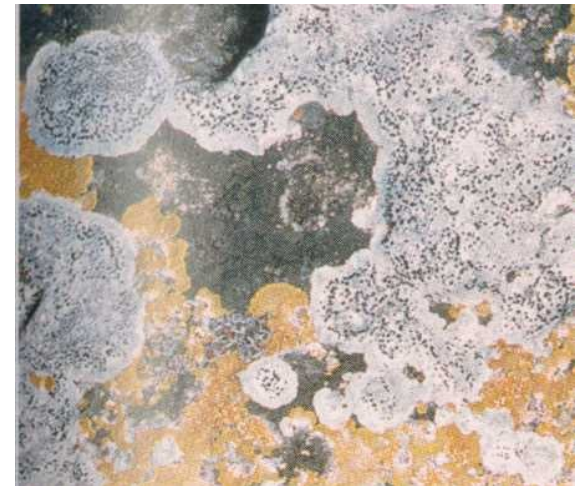
Leprariová, korovitá
a lupenitá stélka
na příčném řezu

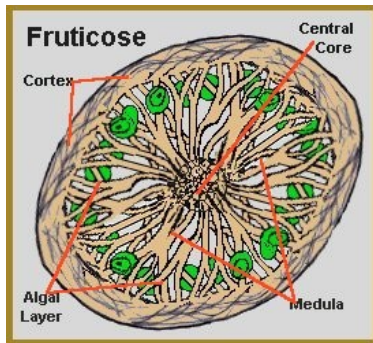
<http://www.earthlife.net/lichens/lichen.html>

dělení typů stélek podle **morfologie**:

podle morfologie dělíme vlastně jen heteromerické stélky; homeomerické jsou rosolovité (díky slizu cyanobionta), vláknité nebo tzv. leprariové (práškovité, rozpadavé – anamorfní stadium)

- stélka **korovitá** je celou svou plochou přirostlá (nebo vrostlá) na substrát, obvykle chybí spodní kůra
- stélka **lupenitá** je také rozložená do plochy, ale k podkladu přirůstá jen některými místy, část zláčnatělé stélky může od podkladu odstávat; na spodní straně stélky bývají vytvořeny rhiziny – "kořenující" svazky hyf vrůstající do substrátu





Příčný řez svislou částí keříčkovité stélky

<http://www.earthlife.net/lichens/lichen.html>



- stélka **keříčkovitá** je v kontaktu se substrátem jen svojí "bází", je vystoupavá nebo naopak visící ("vousatá" u epifytických druhů), je charakteristická radiální stavbou (na řezu tvoří vrstvy korová, gonidiová a dřeňová soustředné kruhy, nejsou "nad sebou" jako u ploše rozložených stélek)
 - přechodným typem je stélka **dimorfická** – část stélky je lupenitá (thallus horizontalis) a část keříčkovitě vystoupavá (thallus verticalis)
- keříčkovité, válcovité nebo pohárkovité útvary – **podecia** – na svém vrcholu nesou plodnice (např. u dutohlávek)



R. Moore, W. D. Clark, K. R. Stern & D. Vodopich: Botany, 1995 (2x).



Foto Pavel Hošek, <http://www.vesmir.kav.cas.cz/Madagascar>

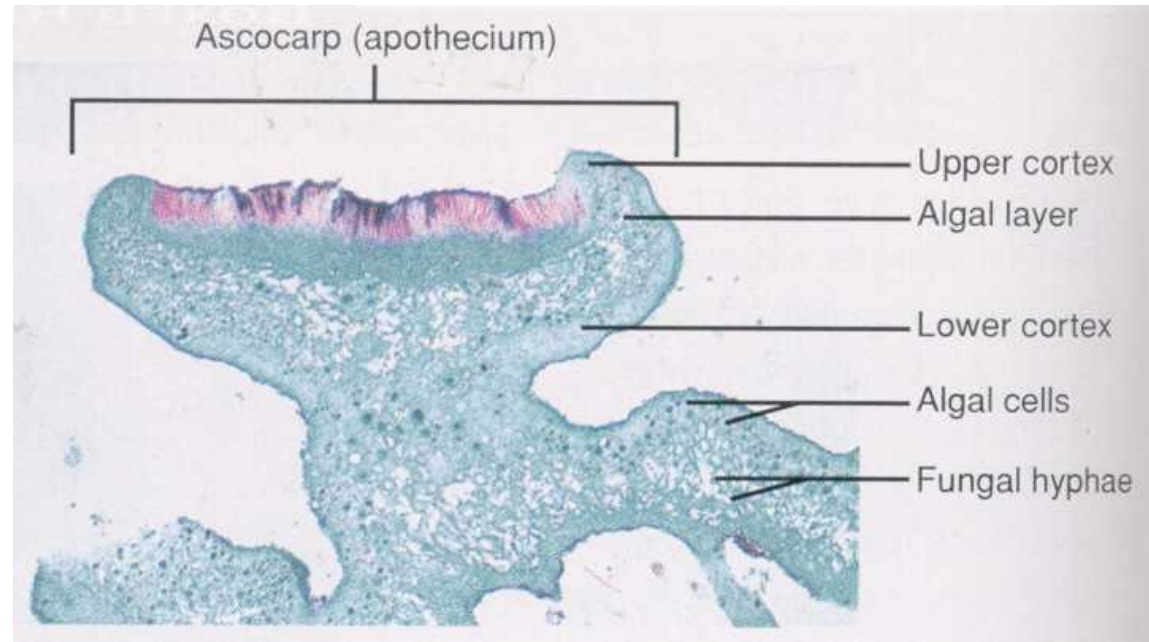
Vpravo keříčkovitá stélka, uprostřed dimorfická, vlevo podecia dutohlávky

rozmnožování:

pohlavní rozmnožování je pouze záležitostí mykobionta – v případě rozmnožování askosporami (resp. bazidiosporami) je pak odkázán na opětovné "setkání" se svým fotobiontem; některé druhy proto tvoří tzv. hymeniální gonidie – buňky řas, které pronikají do thecia (hymenia) plodnic a šíří se spolu se sporama

Průřez apotheciem
vystupujícím z povrchu
heteromerické stélky

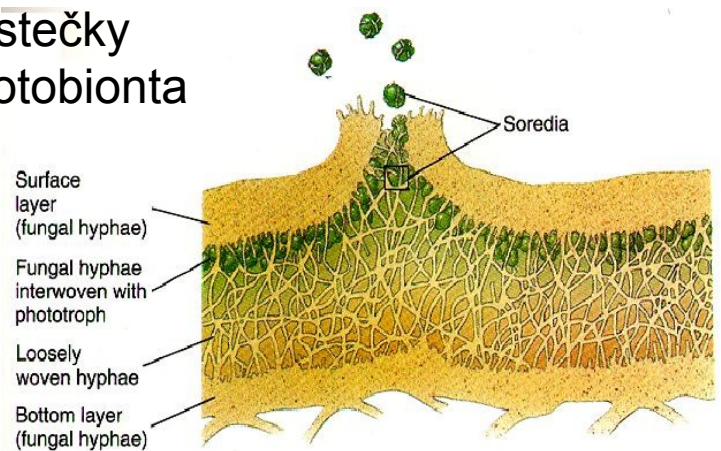
Zdroj: R. Moore, W. D. Clark, K. R. Stern & D. Vodopich:
Botany. - Wm. C. Brown Publ., 1995.



společné šíření obou složek zajišťuje rozmnožování **nepohlavní**

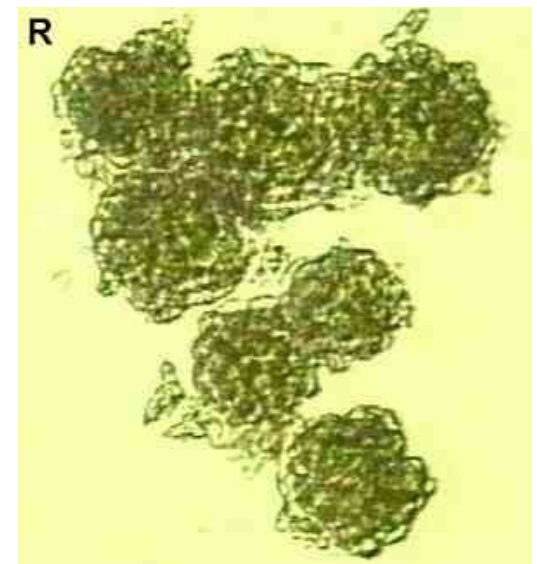
- nejjednodušším typem je fragmentace stélky a růst nových stélek z úlomků

- o něco složitější typ představují **soredie** – částičky stélky tvořící se na povrchu, obsahující buňky fotobionta propletené hyfami houby => jejich odlomení od stélky vede k šíření
- soredie se tvoří buď nahodile na povrchu stélky, nebo na určitých okrajových částech zvaných sorály
- odvozeným typem rozmnožovacích útvarů jsou **isidie** - válcovité výrůstky z povrchu stélky, v nichž je zachována heteromerická stavba všech tří vrstev => také šíření jejich odlomením
- bývají odlišovány též fylidie (lupenitá obdoba isidií) a schizidie (odtržení povrchu stélky s fotobiontem)



Isidie *Xanthoparmelia australasica*

<http://www.anbg.gov.au/cryptogams/underworld/panel-4/index.html>



Nahoře: schéma uvolňování soredií z povrchu stélky

http://biology.unm.edu/ccouncil/Biology_203/Summaries/Fungi.htm

Dole: soredie *Physcia grisea*

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

výskyt: od rovníku k pólům, na nejrůznějších stanovištích (extrém v Antarktidě – zcela uvnitř kamenů)

kvůli svému pomalému růstu (desítky let, nejstarší korovité stélky odhadem 4500 let) nejsou kompetičně silné, rostou hlavně na stanovištích, kde jiné organismy růst nemohou – zde jsou často prvotním sukcesním stadiem, jejich odumřelé stélky tvoří první organickou složku půdy tvořící se na čistě minerálním podkladu

- produkce "lišejníkových látek" - mohou sloužit jako zásobní látky, působit antibioticky (proti bakteriím i jiným houbám) i odpuzovat býložravce, ale klidně být i prostým "odpadem" metabolismu
- některé druhy produkují jedovaté látky působící na nervovou soustavu (deriváty kyseliny vulpinové, používány ve Skandinávii k hubení vlků)

využití: vzácně jako potrava ("mana" - *Lecanora esculenta*), spíše jako krmivo, potrava pro zvěř

- některé druhy využívány v lidovém lékařství (*Lobaria pulmonaria*), při výrobě barviv, v parfumerii aj.
- řada druhů slouží jako dobré indikátory čistoty ovzduší
- hromadění radioaktivních látek ve stélkách – možnost sledování zamoření oblastí jejich výskytu

system: dnes jsou řazeny do systému hub podle svého mykobionta

- v rámci vřeckatých hub některé řády obsahují jen lichenizované houby
- lichenizované stopkovýtrusné houby nalezneme jen mezi houbami rouškatými

Třída: *LECANOROMYCETES* (pokračování přehledu pododd. *Pezizomycotina*)

obsahuje několik řádů lichenizovaných hub, zde je zmíněn nejvýznamnější *Lecanorales* v širším pojetí

(pro účely redukované přednášky jsou sem vřazeni též zástupci dalších řádů lichenizovaných vřeckatých hub)

řád *Lecanorales* – početný řád (přes 5800 druhů) lichenizovaných hub (zahrnuje asi polovinu druhů lišejníků)

- různé typy stélek i fotobionti, plodnice apothecia s askohymeniálním vývojem, vřecka tlustostěnná, tzv. lekanorový typ (něco mezi uni- a bitunikátními vřecky – otevírání vřecka je dvoustupňové, ale nedojde k vyhrěznutí vnitřní vrstvy mimo vnější)

– *Collema* (huspeník) – slizovitá homeomerická stélka, promíšena vlákna houby a buňky fotobionta (*Nostoc*)



Huspeník *Collema coccophorum*

<http://www.lichen.com/bigpix/Ccoccophorum.html>

- běžné rody s lupenitou stélkou: *Parmelia*, *Hypogymnia* (česky oboje terčovka), *Physcia* (terčovník), *Xanthoria* (terčník), *Peltigera* (hávnatka), *Lobaria* (důlkatec), *Umbilicaria* (pupkovka) – přirostlá k substrátu jen v jednom místě
- stélku lupenitě-keříčkovitou mají *Cetraria* (puklérka), *Pseudevernia*, *Evernia* (větvičník)

Terčovka bublinatá (*Hypogymnia physodes*)

Foto Jiří Bohdal, <http://www.naturephoto-cz.eu/hypogymnia-physodes-picture-1610.html>

Větvičník otrubičný
(*Pseudevernia furfuracea*)

Foto Stephen Sharnoff, http://www.sharnoffphotos.com/lichensF/pseudevernia_furfuracea.html

Vpravo dole:

Hávnatka psí (*Peltigera canina*)

<http://www.mezistromy.cz/cz/fotogalerie/byliny>

Terčník zední (*Xanthoria parietina*)

<http://www.fotoaparar.cz/index.php?r=25&rp=464151&gal=photo>





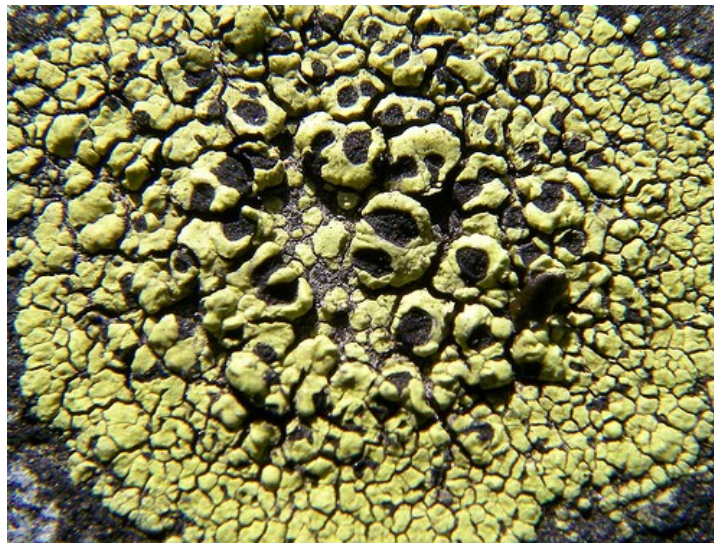
- *Cladonia* (dutohlávka) – druhy s lupenitým základem stélky a vzhůru trčícími podecii, nesoucími apothecia
- čistě keříčkovité jsou druhy rodů *Usnea* (provazovka), *Alectoria* (vousatec) – oboje epifyté, stélky visí z větví
- k substrátu zcela přirostlé korovité lišejníky – *Rhizocarpon* (mapovník), *Lecidea* (šálečka)

Vlevo nahoře: Dutohlávka *Cladonia diversa*

Foto Carl Farmer, <http://www.nature-diary.co.uk/2007-05-26.htm>

Vlevo dole: Provazovka *Usnea florida*

Foto J. R. Crellin, <http://www.floralimages.co.uk/pusneafiori.htm>



Mapovník
Rhizocarpon sp.

<http://www.flickr.com/photos/laajala/485461821/>