



Lišejníky

Lobaria pulmonaria (Žůlkatec plicní) Pyreneje (FR)

Lišejník – komplexní symbiotický organismus složený z houbového organismu – mykobionta (jeden i více druhů) a jednoho či více fotobiontů – zelených řas či sinic.

MYKOBIONT (MB)

- Heterotrofní organismus
- Získává od fotobionta C-látky – polyoly, glukóza nebo N-látky (sinice)
- Ascomycota a Basidiomycota
- Fungi Imperfecti
- Regulace světelných podmínek pro FB a vodního režimu
- **Obligátní** postavení při ontogenezi lišejníku
- Není schopen kompetice s ostatními HO
- V kultuře tvoří amorfní stélku
- Stélka obsahuje koncentrická tělíska, krystalické proteiny – ostatní HO ne

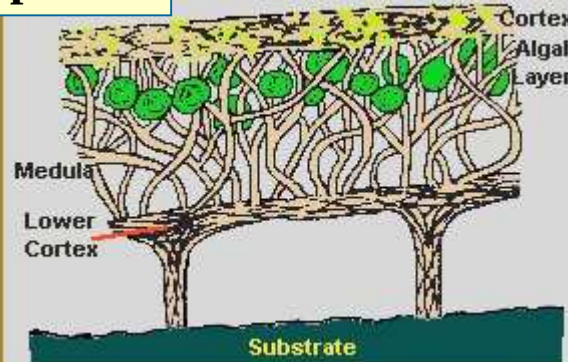
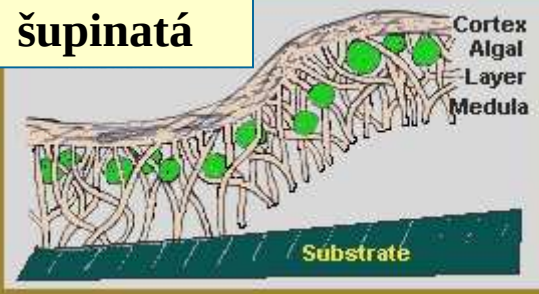
FOTOBIONT (FB)

- Autotrofní organismus
- **Zelené řasy** (Trebouxia*, Trentepohlia, Coccomyxa, Desmocerium, Chlorella, Coccomyxa) a **sinice** (Nostoc, Stigonema) (kokální, sarcinoidní nebo vláknité formy, heterocysty)
- Získává od mykobionta P, N – aminokyseliny
- Sekundární metabolity – extracelulární krystaly
- **Fotosymbiodemy** (málo případů) – vývoj stélky je ontogeneticky řízen FB
- Primární a sekundární fotobiont (**cefalodia**)

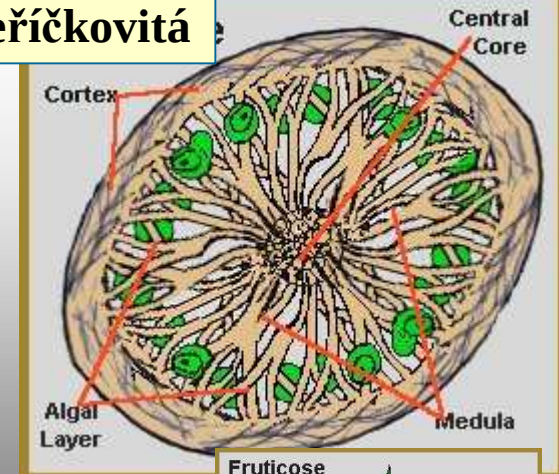
Základní typy stélek

Lupenitá

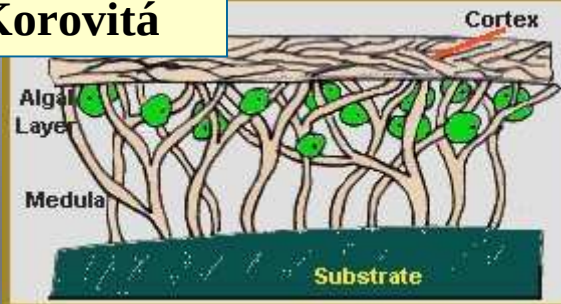
šupinatá



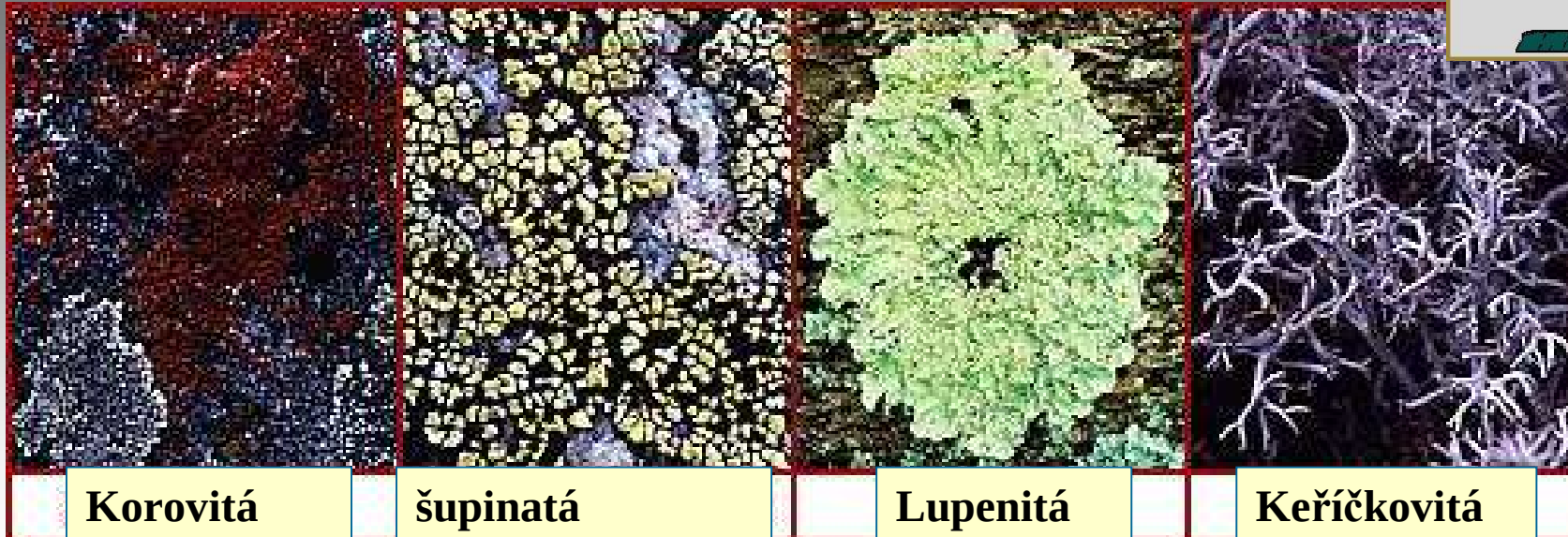
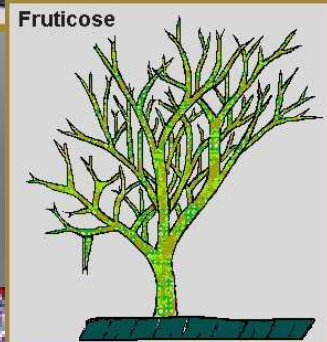
Keříčkovitá



Korovitá



strupovitá



Korovitá

šupinatá

Lupenitá

Keříčkovitá

Collema sp.

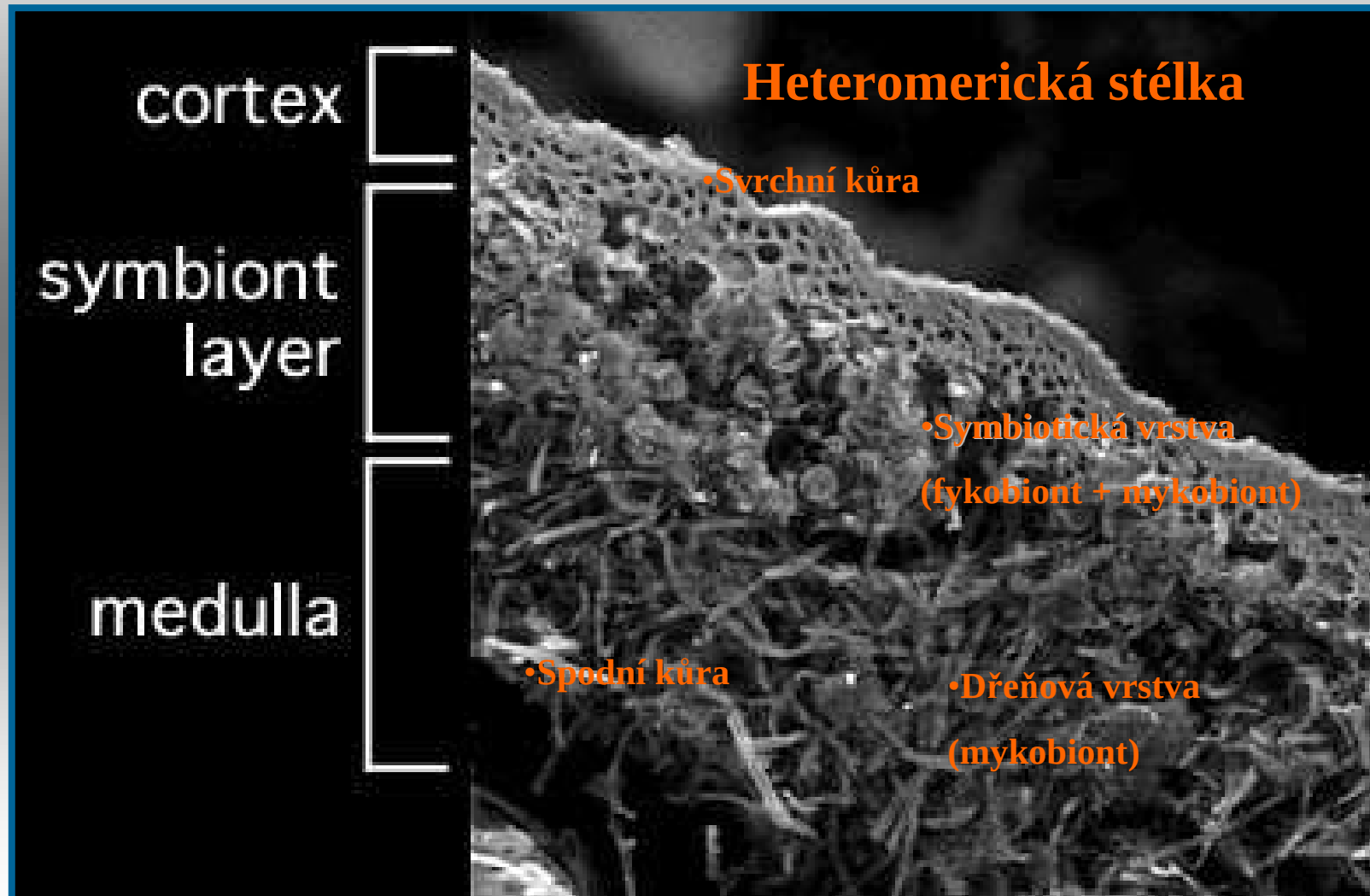
Parmelia saxatilis

<http://www.earthlife.net>

Symbiotické fenotypy:

Vláknitá stélka – trojrozměrná – **keříčkovitá, lupenitá** - 25%

Šupinatá a destičkovitá s vnitřní inkrustací těsně přisedlá k substrátu – 20%



Lišejníky s krustózní stélkou (korovitá, šupinatá a strupovitá)

- Stélka je těsně spojená se substrátem
- Vodní režim je omezen na vrchní část stélky
- **Subtypy:** prašné (leprózní) př. *Lepraria* sp., endophleodické, šupinaté, štítnaté, granulózní, polštářovité, laločnaté, nepravidelná etc.
- Stélky jsou **homoimerické** (buňky fotobionta a vlákna mykobionta jsou volně rozptýleny – stélka je pak rosolovité konsistence (*Collema* sp.), **heteromerické**.



Collema coccophorum

Způsob existence

- Endolitické – vnitřní vrstva kamenů
- Epilithické – povrch kamenů
- Epifytické
- Terikolní
- Kortikolní

- Nepravidelná laločnatá stélka- okrajové laloky jsou radiálně uspořádané a prodloužené – *Caloplaca* sp.



Caloplaca saxicola

Lepraria sp. – leprózní stélka



Leprózní stélka obsahuje drobné granule – **goniocyty** (12-40µm v průměru, granule obsahující buňky fotobionta, obklopené krátkými hyfami tvořící amorfni vrstvu.

Dibaeis baeomyces – šupinatá stélka



Dibaeis baeomyces Kavkova@PrfJU

Caloplaca elegantissima (Namib – Cape Cross)



Areola - povrchové okrouhlé vypoukliny na stélce, v nich je fotosymbiont

Šupinatá areolátní stélka – laloky stélky jsou na okrajích volné,
Peltula euploca



Acarospora sp.



Lecanora muralis – laločnatá krustózní stélka



Lecanora muralis

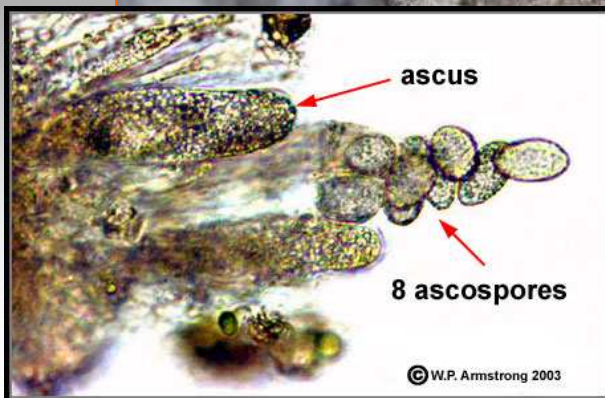




Verrucaria caerulea



Verrucaria marmorea



Lišejníky s lupenitou stélkou

- Listovitá mělká stélka částečně přisedlá k substrátu
- Homoimerní i heteroimerní
- Formy trásnité – radiálně uspořádané laloky (*Parmelia* sp.)
- Laloky se střechovitě překrývají (*Peltigera* sp., *Lobaria* sp)
- **Umbilikátní formy:** nevětvená nebo mnoholaločnatá stélka, která je centrálně připojená k substrátu – č. *Parmeliaceae*, *Dermatocarpaceae*, *Physciaceae*



Dermatocarpon miniatum



Parmelia physoides



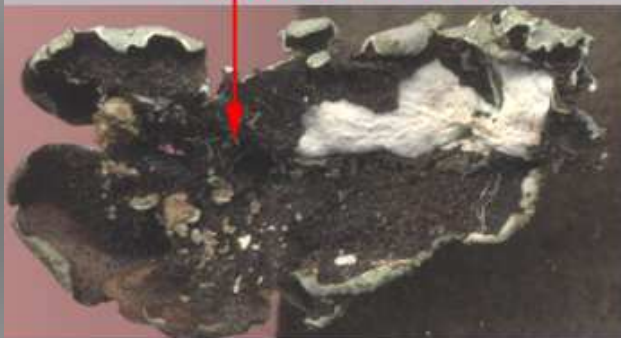
Peltigera canina

FOLIOSE LICHEN

Parmelia squarosa



Lower surface black



Isidia on lobe surface and margins



Pseudocyphellae conspicuous,
especially on ridges





Kavková©

Parmelia convoluta

Namib, Cape Cross



Peltigera canina

J R Crellin 2004



apothecium

Keříčkovité formy lišejníků

Keříčkovité – vlasovité uspořádání stélky (centrální nebo nesymetrické)

Dvojaká stélka: 1.část je keříčkovitá (Thalus verticalis)

2.část stélky je krustózní nebo šupinatá (thallus horizontalis) (*Cladonia* sp.)

Větvené keříčkovité stélky mají vysoký poměr povrchu ku objemu stélky, což rozhoduje o absorpci a odparu vody.

Vyskytují se v deštných pralesích i na pobřežních pouštích.

www.biolib.cz



Cladonia arbuscula



Cladonia forkeana – Dutohlávka červcová

Provazovka – Usnea sp.





Teloschistes flavicans

Namib, Cape Cross

Komunita lišejníků pouště Namib: *Telostiches flavicans*, *Parmelia convoluta*, *Usnea* sp.



Vegetativní struktury - stélka:

Kůra (cortex): sklerotizované hyfy obsahují barevné pigmenty v epinektrální vrstvě, většinou je tvořena pseudoparenchymatickými houbovými pletivy

U druhů s gelatinózní (homoimerní stélkou) jsou pigmenty depozitovány ve vnější vrstvě mykobionta

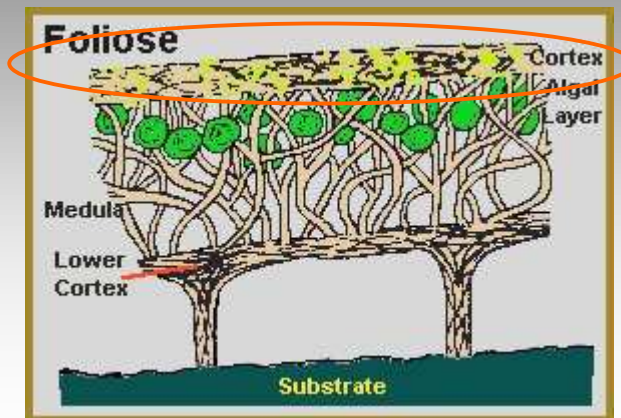
Kůra může být porézní (*Parmelia* sp.) nebo bez pórů (*Cetraria* sp.)

Epinektrální vrstva obsahuje většinou mrtvé a rozbité a gelatinizované buňky fotobionta

Na povrchu kůry může být práškovitý bílý povlak **PRIUNA** (oxal acetát)

Kůra i **pruina** mají funkci především ochranou, regulují energetický metabolismus, chrání lišejníky před herbivory a fotobionta před nadbytečným světlem

V kůře mohou být vzdušné komůrky (*Peltigera* sp.)



Vrstva fykobionta a medula

- dlouhobuněčné zvlněné hyfy uspořádané v chmýřité vrstvě se vzduchovými bublinami

Vrchní část meduly formuje vrstva fotobionta

U mnoha lišejníků je vrstva fotobionta antiklinálně uspořádána a vytváří tak krátké a globózní buňky

Tlustostěnné hyfy v medule definují tvar stélky a mají hydrofóbní vlastnosti

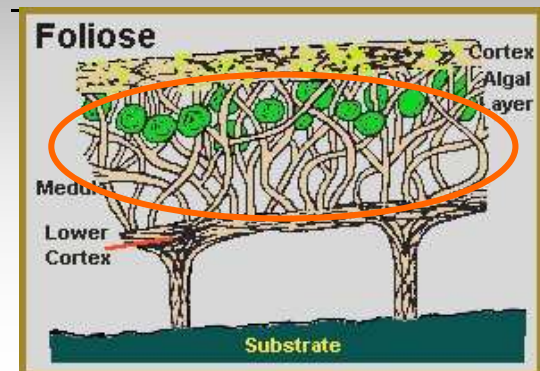
Inkrustace krystalickými produkty – regulují hydrofóbnost

Zelené řasy mohou aktivně fotosyntetizovat při vysoké vzdušné vlhkosti (>85%) a nižší teplotě

Sinice jsou turgidní jen za přítomnosti volné vody (**podecia** *Cladonia* a *Cladina*)



Cladonia deformis

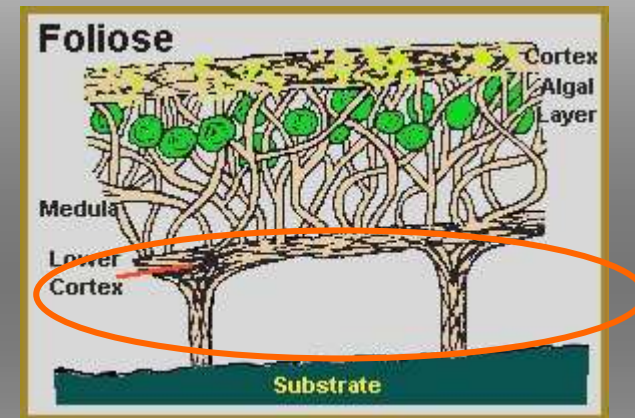


Spodní kůra

- Většinou u lišejníků s lupenitou stélkou
- Z pseudoparenchymatických a prosenchymatických pletiv mykobionta
- Silně pigmentovaná
- Význam při zadržování kapilární vody

Ostatní vegetativní útvary

- Rhiziny – *Peltigera* sp.
- Příchytné orgány (Umbilicaceae)
- Cilia (vláknité výrůstky)
- Tomentum (plstnatá vrstva z krátkých hyf)
- Cyfely a pseudocyfely – praskliny v kůře (cyfely jsou komplexnější, uvnitř prasklin jsou vázané hyfy). Jsou to hydrofobní struktury, které zabezpečují výměnu plynů ve stélce



Ostatní vegetativní útvary

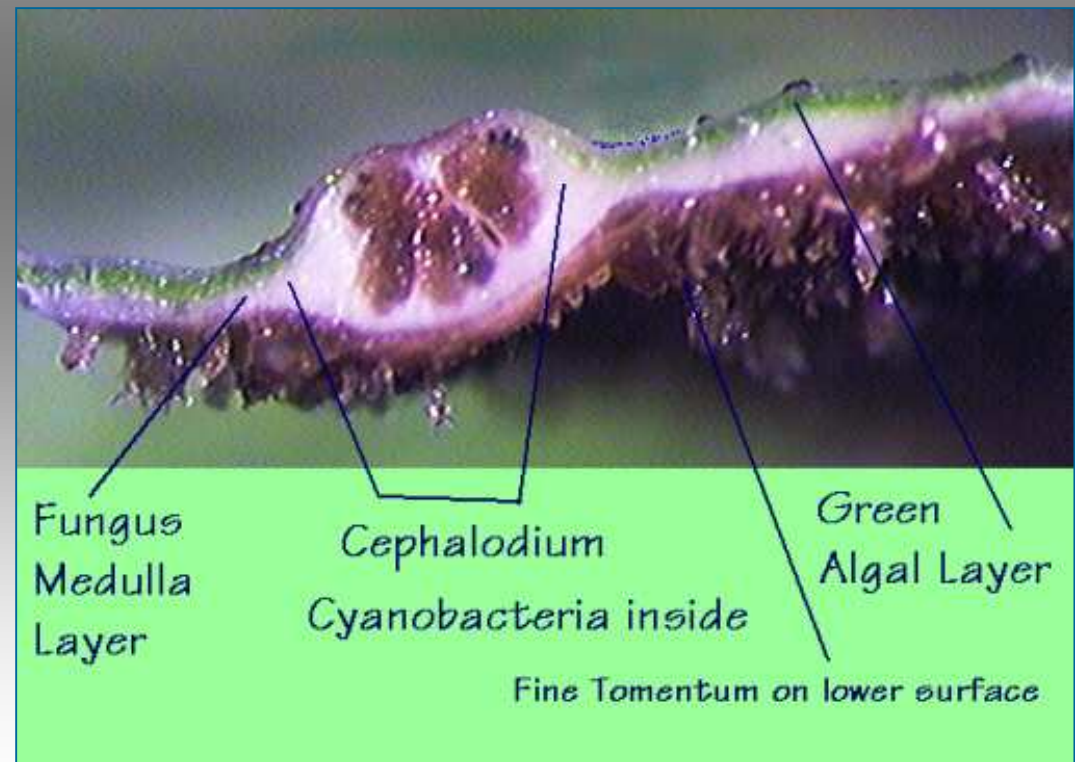
Cephalodia – vrstva sekundárního fotobionta – sinic

Tvoří výběžky různého tvaru a velikosti – bradavičnatá, zploštělá, kulovitá

Lišejníky na extrémně oligotrófních substrátech (Peltigeraceae)



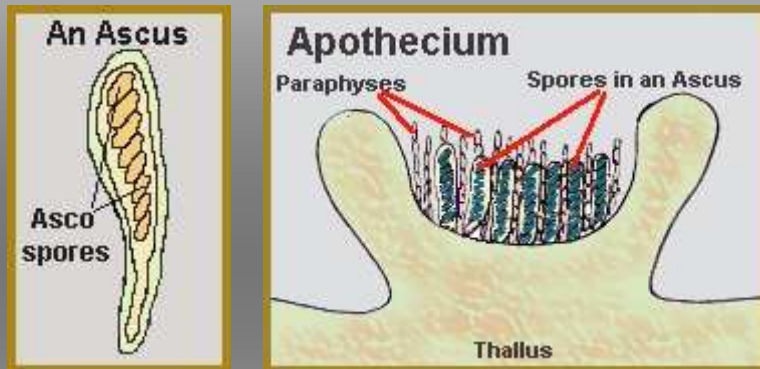
Lobaria amplissima



Reproduktivní struktury

1. Generativní reprodukce

Askomata askohymeniálního (apothecium, perithecium) a askolokulárního původu (pseudothecium)



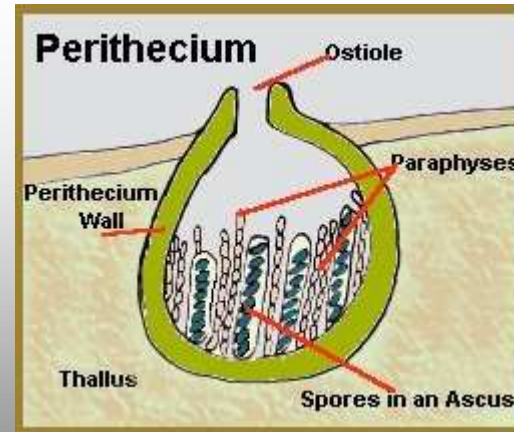
Caloplaca coraloides

Apothecium

S okrajem derivovaným ze stélky

Nebo je okraj derivovaný z plodnice

- Okraj apothecia může být zpevněný a tmavý – **lecideidní**
- nebo nezpevněný a světlý -**biatorní**
- nebo kombinovaný – **zeorinové** apothecium



Dermatocarpon miniatum

perithecia



Přechodné typy:

- Thallinocarpia (Lichinaceae)
- Pycnoascocarpia – ontogenetický typ apothecia /transformace pycnidia do apothecia)

Hysterothecia – štěrbinovitá plodnice



Graphis elegans

Basidioma – resupinátní plodnice
(*Aphylllophorales*)



Dictyonema zahlbruckneri



Photo: Kolbjørn Mohn Jensen

Clavaroidní plodnice



Multiclavula corynoides

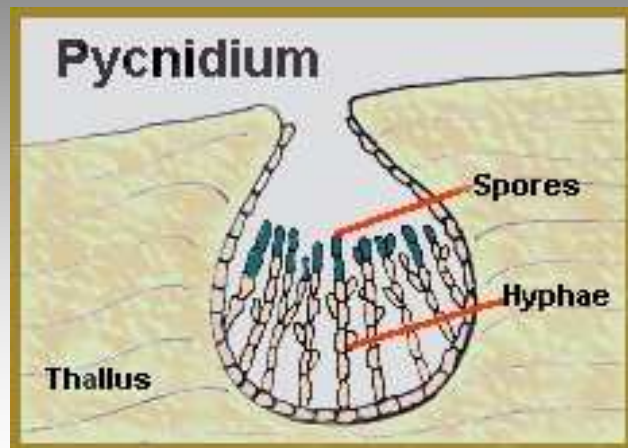
Agarikoidní

Omphalina/Cocomyxa

Vegetativní rozmnožování:

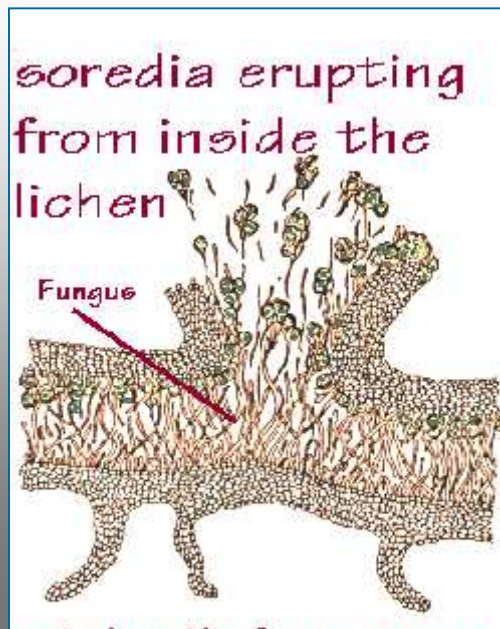
1. Mykobiont, 2. Fykobiont, 3. Symbiotické propagule

- **Pyknidia**- lahvicovitě konidioma (mykobiont)
- **Sporodochium** – polštářkovité konidioma (*Micarea adnata*) (mykobiont)
- **Hyphophores** – speciální nepohlavní struktura u lupenitých lišejníků (mykobiont)
- **Thallospory** – Umbilicaria (mykobiont)
- **Zoospóry** . Řasy (*Anzina carneonivea*) (mykobiont)
- **Hormogonia** – krátké, pohyblivé řetízky sinic (diaspory) (fykobiont)

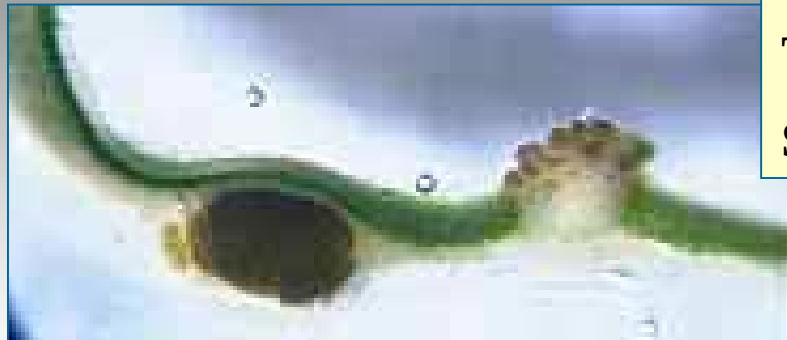


Symbiotické rozmnožovací propagule

- **Fragmentace stélky**
- **Goniocysty** – drobné rozmnožovací granulární stélky
- **Isidia** -jsou roztroušená na povrchu stélky, 30 μ m-1mm. Jsou často cylindrická, koraloidní. Mají funkci nejenom diaspory, ale taky zvětšují fotosynteticky aktivní povrch stélky.
- **Pseudoisidia** : bez fotobionta
- **Hlízky**: kulovité výrůstky na stélce lichenizovaných basidiomycet
- **Schizidie**: u krustoidních forem (*Fulgensia* ps.) a na lupenitých (*Parmelia* sp., *Hypogymnia* sp., *Xanthoria* sp.) – vločky houbovité a řasové vrstvy na okrajích stélky
- **Soredia na soráliích**: z meduly mykobionta , obsahují několik buněk fotobionta obklopených volnými sférickými hyfami. Vznikají proliferací vrstev fotobionta a medulárních vrstev (20-50 μ m).
-



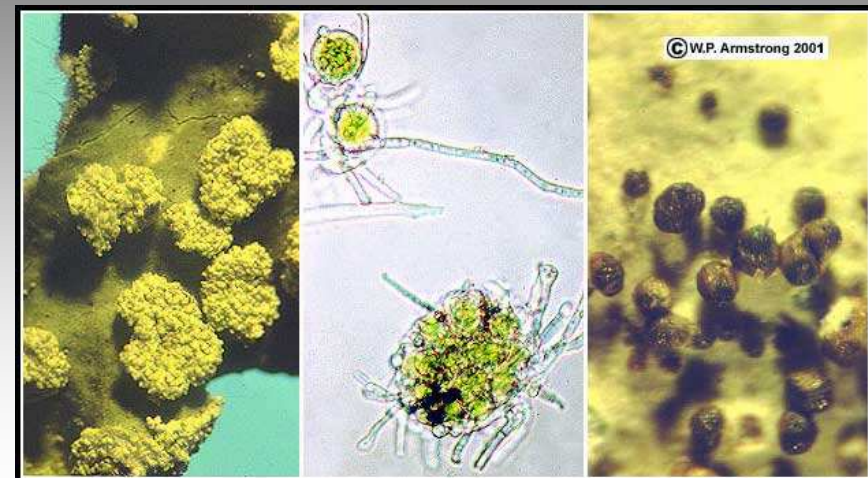
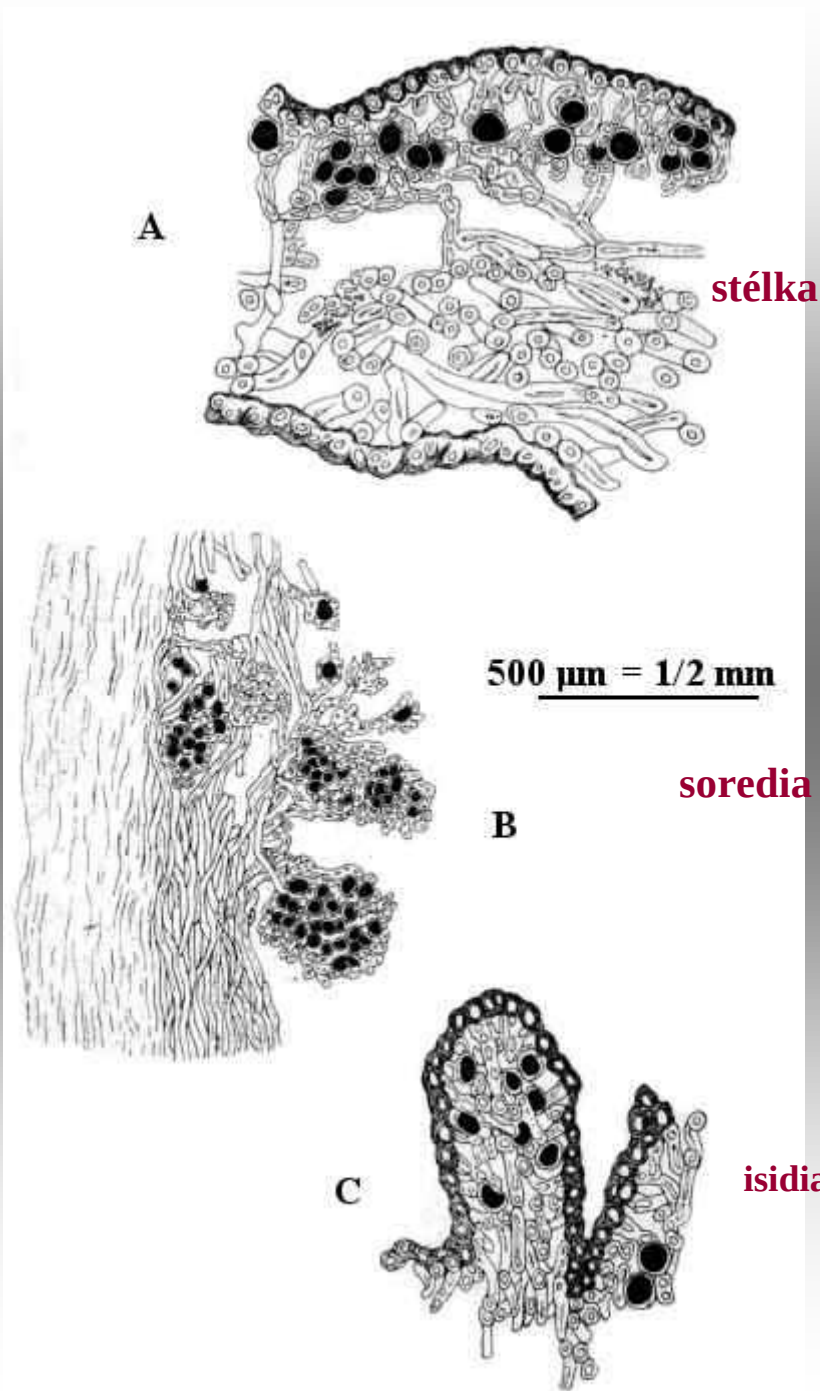
soredia



Průřez stélkou *Lobaria pulmonaria*.

Tmavý kulovitý útvar – **cephalodium**

Světlý útvar nahoře – **soralium plné soredií**



Morfogeneze

Obecně, 85% lichenizovaných hub formuje symbiotické spojení se zelenými řasami, 10% se sinicemi, 3-4% se zelenými řasami a cyanobakteriemi současně.

Rozpoznávací fáze – uvolňování specifických molekul mykobiontem (lektiny aj. specifické vazebné proteiny) a fotobiontem (acyklické polyoly – ribitol, manitol etc.)

Příklady vazeb mezi mykobiontem a fotobiontem:

- Caliciales, Lecanorales – Trebouxia
- Peltigerales – Coccomyxa sp., Dictyochloropsis sp, Nostoc sp.
- Verrucariales – Myrmecia sp.
- Opergraphales – Trentepohlia sp.

Stélky uvedených zástupců se začínají formovat

1/na bázi pseudoparenchymatických pletiv těsně slepených pomocí glukanů a jiných hydrofilních materiálů, nebo 2/ těsně smotaných hyf (plektenchymatických) z nichž některé z nich jsou v těsném kontaktu s fotobiontem.

Prothalus – amorfni nenápadná struktura s vnitřní strukturou a nezpevněnou krustou

Prothalus je diferenciován na zónu apikálního růstu a na bazální póly bez růstu

Buňky fotobionta jsou zachycené v centrální zóně obklopené koglutinačním komplexem - Medulární vrstva ještě není vytvořena, ale specifické rozpoznávací metabolity jsou již produkovány. Heterogenní prothallus a primordiální stádia mohou fúzovat. Podle taxonomického řazení partnerů, různé struktury jako **haustoria** a **apresoria** jsou znatelné na rozhraní mykobiont-fotobiont.

Kompatibilní interakce (neznámé stimuly, morfotypy, chemotypy) dávají podnět ke

- stratifikaci (rozlišení konglutinační zóny – periferální komplex) a plynem vyplněná zóna se mění na řasovou vrstvu a dřev
- Polarizaci primordia, rozlišení apikální růstové zóny a basální nerůstové zóny
- Indukci sekundárních metabolitů od mykobionta.

Růst stélky:

- **Apikální a okrajový růst**, centrální část stélky stárne, kruhovitý charakter , rozmnožovací struktury jsou produkovány na apikálních a okrajových zónách větví a laloků (*Peltigera venosa*, *Cetraria islandica*, *Telostiches chrysophthalamus*) nebo na nerůstových oblastech stélky (*Caloplaca thallincola*, *Xanthoria parietina*, *Menegazia pertruza*).
- **Kombinovaný apikální –okrajový růst**, visací keříčkovité druhy, a lupenité typy, které přisedají k substrátu pouze malou částí stélky (*Lobaria* sp)
- **Pravidelný nebo nepravidelný růst lupenité stélky** – Umbilicariaceae: *Umbilicaria* spp., *Lasallia pustulata*.

Metabolismus:

- Intracelulární primární metabolismus (proteiny, AA, polyoly, karotenoidy, polysacharidy a vitamíny)
- Extracelulární sekundární metabolismus (zpravidla nerozpustné ve vodě, pouze v organických rozpouštědlech)

1. produkty acetyl polymalonylového cyklu (depsony, dibenzofurany, fenolické sloučeniny, antrachinony, xantony, naftalchinony)

2. Produkty kys. mevalonové

Terpenoidní látky, steroidy

3. Produkty kys. šikimové

Terpenylchinony a kys. pulvinová a její deriváty

Sekundární metabolity jsou lokalizovány ve formě krystalů především ve svrchní části kůry.

Chemické komponenty v kůře jsou taxonomicky významné na úrovni rodů.

Př. Teloschistaceae –antrachinony a parietin

Letharia vulpina– kys vulpinová (etnobotaniky, Severoameričtí indiáni využívali tento lišejník k barvení a léčení



Př. *Lecanora somervellii* –calycin a kys. usnovou

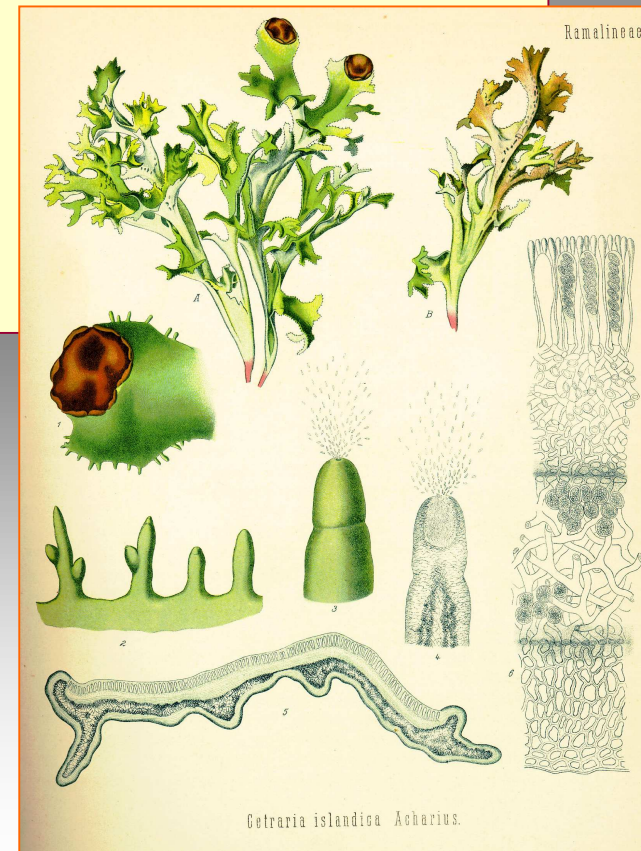


Obsah polysacharidů v buněčné stěně:

Lichenan, isolichenan, galactomannan - diagnostický znak pro phylogenetické jednotky

Př. Taxonomické členění č: Parmeliaceae podle polysacharidů přítomných v buněčné stěně

1. Isolichenan
2. *Xantho-parmelia* lichenan
3. *Cetraria* typ lichenan
4. Ostatní lichenany



Využití ve farmakologii a medicíně

Využití lišejníků: Indiáni, Eskymáci, Severské národy – Evenkové, Čínská a tibetská medicína

Expektorans, proti nachlazení, zánětům průdušek – *Cetraria islandica* (Puklérka islandská), Ďůlkatec plicní (Lobaria), Provazovka (Usnea)

Peltigera canina – regenerace jaterní tkáně

Kyselina usnová – antibiotické účinky

Využití při výrobě parfémů

Evernia prunastri – lišejníky a kůra jsou extrahovány v organických rozpouštědlech a alkoholu – výsledkem je extrakt esenciálních olejů, kromě vůně, extrakt z lišejníků zabezpečuje trvanlivost parfémů.

Barvení: *Rocella montagnei* – červená – purpurová (Antika)

Parmelia omphalodes . Skotsko, barvení vlny - hnědá



Ascomycota

Euascomycetes

Protunikátní asko – ASKOHYMENIÁLNÍ VÝVOJ PLODNICE

Řád Caliciales, Lichinales

Unitunikátní – ASKOHYMENIÁLNÍ VÝVOJ PLODNICE

Řád: Graphidales, Gyalectales, Leotiales (Baeomyces), Ostropales

Bitunikátní– ASKOHYMENIÁLNÍ VÝVOJ PLODNICE

Ř: Dothidiales, Lecanorales*, Pyrenulales

Bitunikátní –ASKOLOKULÁRNÍ VÝVOJ PLODNICE

Ř. Arthoniales, Verrucariales

Basidiomycota

Řád: Homobasidiomycetes

- **Tricholomatales: Omphalina**
- **Clavariales: Multiclavula**
- **Thelephorales: Dyctionema**

Použité zdroje informací:

Nash T.H. (1996) Lichen Biology

www.lichen.com

www.earthlife.net/

[**http://ocid.nacse.org/lichenland/**](http://ocid.nacse.org/lichenland/)

Zvídavá otázka:

**Jak se rozmnožuje rod. *Parmelia* a jak rod *Peltigera* sp. ?
Vypiš všechny známe způsoby u uvedených rodů.**

