

MECHOROSTY – LIŠEJNÍKY

BRYOLOGIE – LICHENOLOGIE

P R E Z E N T A C E K PŘEDNÁŠCE

obecná část pro obě skupiny: snímky 2-15

bryologie: snímky 17-86

lichenologie: snímky 87-147

další odkazy:

<https://botany.natur.cuni.cz/bryo/terminy.htm>

(terminologický slovník a fotogalerie nejběžnějších druhů mechorostů)

Kremer B.P. et Muhle H. (1998): Lišejníky, mechorosty a kaprad'orosty. Evropské druhy. – Průvodce přírodou, nakladatelství Ikar, ISBN 80-7176-804-9 (Knižní klub, Praha).

(obrazová publikace nejběžnějších lišejníků a mechorostů, které u nás můžete naléznout)

MECHOROSTY – LIŠEJNÍKY

BRYOLOGIE - LICHENOLOGIE

Nesourodé skupiny, ale překvapivě mnoho společného!



Vědecké bryologicko-lichenologické společnosti

Odborné časopisy (např. Hedwigia, Revue bryologique et lichénologique, Bryonora)

Proč? – viz dále!

Společné charakteristiky

- malá velikost
- srovnatelné skupiny co do počtu zástupců
- poikilohydrie
- stélka (absence vodivých pletiv)
- slabá konkurenční schopnosti vůči cévnatým rostlinám
- životní strategie a ekologické nároky (tolerance vůči stresu)
- bioindikační vlastnosti
- častý pomalý růst a dlouhověkost

ad. Malá velikost

stélky od méně než 1 mm (vzácně i jen několik desítek μm !) až po několik metrů

Mechorosty (příklady „obři a trpaslíci“):

Fontinalis (pramenička) – mech rostoucí na kamenech v potocích, u nás poměrně častý druh *Fontinalis antipyretica* – pramenička obecná, může dosáhnout délky až asi 0,5 m)

Ephemerum (prchavka) – velmi drobný efemerní mech rostoucí i u nás

Dawsonia superba – exotický mech příbuzný našim ploníkům (čeleď Polytrichaceae); u nás největší *Polytrichum commune* (až 60 cm délky!) na vlhkých stanovištích

Lišejníky (příklady „obři a trpaslíci“):

Usnea (provazovka) – epifytické lišejníky reagující velmi výrazně na znečištění ovzduší (keřovitá stélka s velkým povrchem), z našeho území je zaznamenán výskyt 16ti druhů; naši běžnější zástupci dosahují délky několika cm až několika dm délky

Candelariella (svícník) – četní zástupci tohoto rodu představují lišejníky s korovitou stélkou osidlující biotopy s vysokým obsahem nitrátů

řada efemerních vzácných lišejníků může však dosahovat velikosti i pod 0,5 mm!

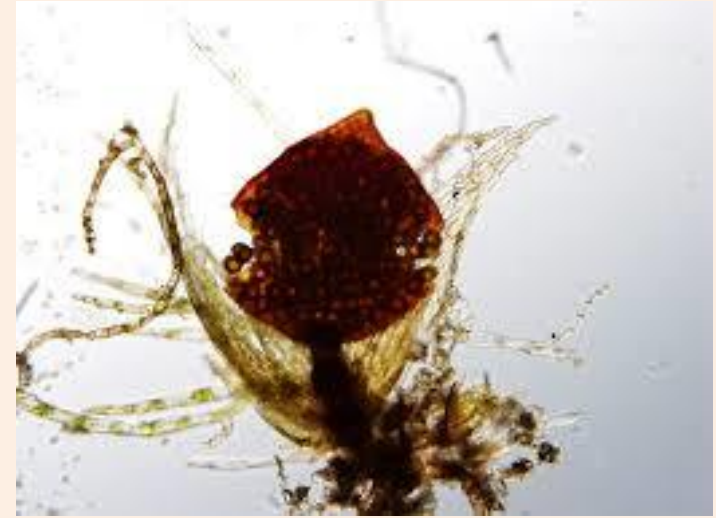
Fontinalis dalecarlica

(vodní druh, např. severní Evropa – až 2 m délky)



Ephemerum serratum

(mezi travou na pastvinách a na obnažené půdě – výška 1-2 mm; vytrvalé protonema)



Dawsonia superba

(indomalajská oblast a Austrálie – výška až 90 cm)



Usnea longissima (provazovka) – z našeho území historický nález na Šumavě (konec 19. století); délka stélky může dosáhnout až 30 metrů!!!



Candelariella aurea (svícník) – relativně běžný korovitý lišejník; svítivě žlutá apotécia měří jen asi 0,5 mm



ad. Srovnatelné skupiny co do počtu zástupců

- **Mechorosty**

celosvětově: 16-20 tisíc druhů (150-200 druhů hlevíků, 6-8 tisíc druhů játrovek a 10-12 tisíc druhů mechů)

ČR: 863 druhů (pouze 4 druhy hlevíků, 207 druhů játrovek a 652 druhů mechů)

- **Lišejníky**

celosvětově: 13,5-17 tisíc druhů

ČR: 1526 druhů

ad. Poikilohydrie

Poikilohydrie je nedostatek schopnosti (strukturálního nebo funkčního mechanismu) udržovat a nebo regulovat obsah vody pro dosažení homeostázy buněk a tkání spojené s rychlou rovnováhou obsahu vody a tkáňové vody s okolním prostředím. Často je spojena se schopností tolerovat dehydrataci nízkého obsahu vody a zotavit se z ní bez fyziologického poškození rostlin.

Poikilohydrické rostliny přijímají vodu (a samozřejmě i v ní rozpuštěné živiny) celým povrchem těla! Příchytná vlákna – rhizoidy (mechorostů) a rhiziny (lišejníků) tedy plní pouze mechanickou funkci přichycení a udržení rostlin na substrátu.

ad. Stélka (absence vodivých pletiv)

Obě skupiny jsou řazeny do bezcévných stélkatých organismů s absencí pravých vodivých pletiv. Od cévnatých rostlin – Tracheophyta, Cormophytae – je v případě mechorostů odlišuje nepřítomnost lignifikovaných cévních svazků, fyziologická funkčnost průduchů aj.

Pozn.: u některých mechorostů jsou vyvinuta jednoduchá vodivá pletiva složená z podlouhlých živých i mrtvých buněk, ale vždy bez přítomnosti ligninu. Připomínají floém a xylém, typické sítkovice a cévy však chybějí.

ad. Slabá konkurenční schopnosti vůči cévnatým rostlinám

Nízká konkurenční schopnost vůči cévnatým rostlinám se projevuje především v preferenci biotopů, kde cévnaté rostliny netvoří vegetační dominantu, tedy na místech, které se vyznačují vyšší mírou stresu (nedostatek vody a minerálních živin, nízká nebo vysoká teplota, krátké vegetační sezona atd.) a konkurence ostatních rostlin je tak výrazně omezena.

Podle preference substrátu rozlišujeme tři základní typy:

- 1. Epifytické**, tedy rostoucí na jiných rostlinách (v našich podmínkách především kortikolní druhy na borkách stromů, v tropech též epifylitické na neopadavých listech rostlin).
- 2. Epilitické či saxikolní**, tedy rostoucí na kamenech a skalách (výrazná reakce na pH substrátu – rozlišujeme bazifilní a acidofilní druhy).
- 3. Terestrické**, tedy rostoucí na zemi.

V některých ekosystémech mohou mechorosty a lišejníky tvořit dominantní složku vegetace.



Rašeliniště (Jizerské hory)



Skály (Český les)



Epifytická společenstva (Borneo)



Lesní mechové patro (Šumava)



Soliterní dřeviny (alej na Třeboňsku,
plot Velká Británie)



Suťová pole a skály v horách (Šumava nahoře, Aljaška dole)



ad. Životní strategie a ekologické nároky (tolerance vůči stresu)

Mechorosty a lišejníky mají mnoho společného i z hlediska životních strategií. Nalezneme velké množství druhů rudерálních (na synantropních stanovištích poznamenaných člověkem), pionýrských (osidlující jako první nově vzniklé biotopy či niky, ale i velké množství xerothermních druhů suchých stanovišť s adaptacemi na malou dostupnost vody (snesou i několikaměsíční nedostupnost) atd.



ad. Bioindikační vlastnosti

Velmi senzitivní bioindikátory změn kvality (znečištění) prostředí (ovzduší, půda i voda)

Hlavní důvody:

1. Příjem vody (a tím též veškerých škodlivin!) celým povrchem těla – viz poikilohydrie.
2. Metabolismus během roku: i při velmi nízkých teplotách mírně nad a dokonce i pod stupněm mrazu probíhá zpravidla celoročně fotosyntéza (např. u mechorostů dosahuje při 1 – 2 °C okolo 70% vůči optimu při 15-20 °C).
3. Vysoká schopnost kumulace těžkých kovů, radioaktivních izotopů a dalších toxických látek do svých stélek (oproti cévnatým rostlinám je až desetkrát vyšší!), a to aniž by byly další metabolické pochody ve stélce blokovány.
4. U řady druhů velmi citlivá reakce na složení substrátu (acidofilní, bazofilní, ferofilní atd. druhy).
5. Dlouhověkost organismů – možno sledovat změny i po dobu dlouhé časové osy.

Míra senzitivity u druhů na různých substrátech:

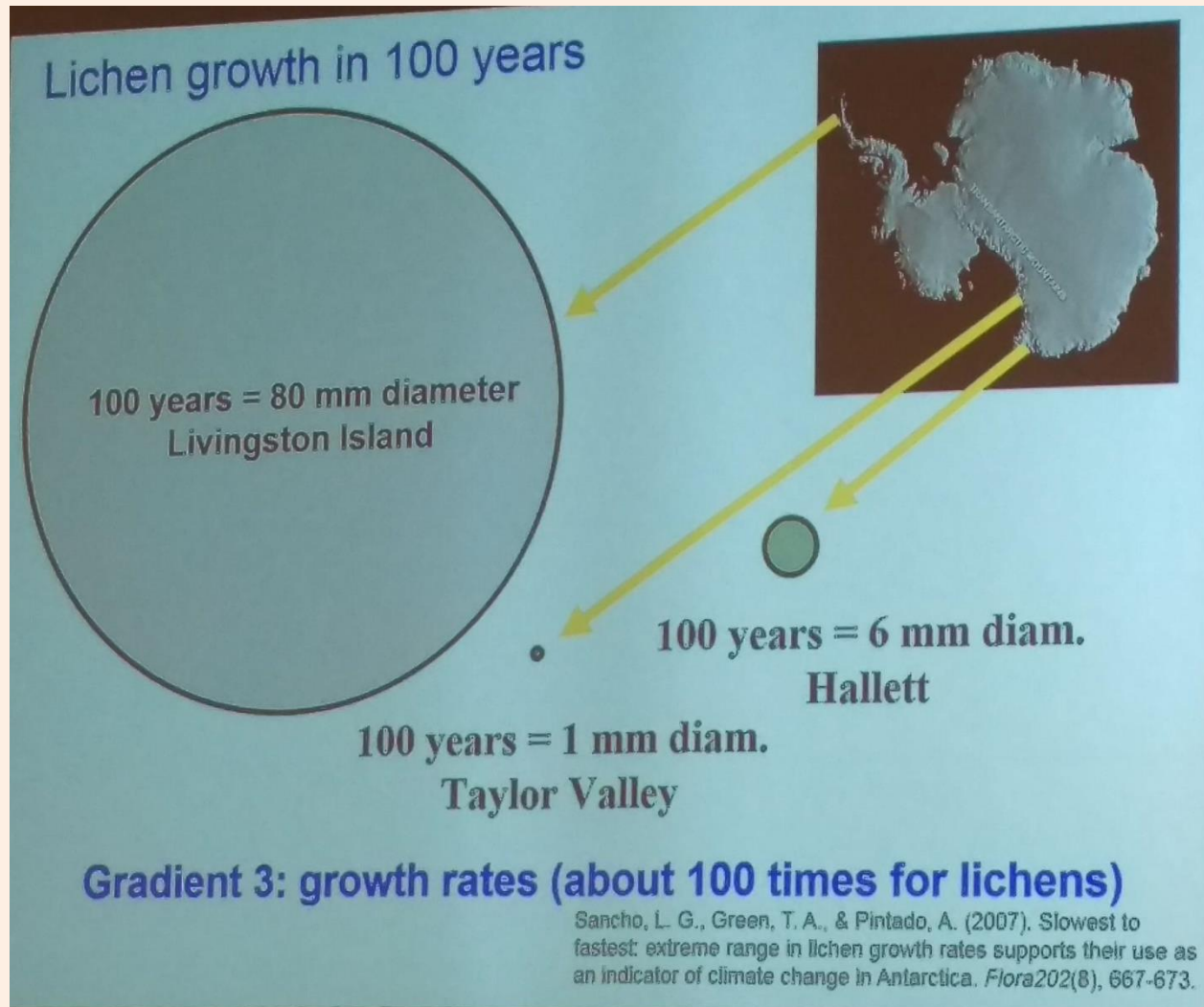
Nejcitlivější epifyty (nízká pH borky, expozice bez sněhové pokrývky v zimním období), mírná citlivost u epilitických a nejvyšší míra tolerance vůči znečištění v případě půdních (terestrických) druhů především díky vysoké pufrací kapacitě půdy.

ad. Častý pomalý růst a dlouhověkost

Vedle efemerních druhů, kde je životní cyklus omezen pouze na měsíce (vzácně i jen týdny), je velké množství druhů dlouhověkých (desítky až stovky let).

Příkladem dlouhověkosti mohou být např. zástupci rašeliníků (rod *Sphagnum*), kde je charakteristický neomezený růst. Starší části gametofytu se rozpadají a podílejí se na tvorbě rašeliny a vrcholná část (zelená, asimilující) stále dorůstá. Pokud se nezmění podmínky např. na rašeliništi v důsledku zazemění, ztráty vody na stanovišti, změn okolní vegetace apod., pak mohou být rašeliníky na tomto stanovišti staré i mnoho stovek let.

Pomalý růst lišejníků zdokumentovaný z území Antarktidy (za sto let se stélka v extrémních podmínkách rozrostla pouze o 1 mm!)



MECHOROSTY



Orientace v systému

EUKARYOTA

říše **PLANTAE**

podříše **VIRIDIPLANTAE**

vývojová linie **STREPTOPHYTA**

Heterogenní parafiletická/monofyletická? skupina se třemi monofyletickými odděleními:

- Játrovky **MARCHANTIOPHYTA**
- Hlevíky **ANTHOCEROTOPHYTA**
- Mechy **BRYOPHYTA**

Příslušnost k vyšším rostlinám (Embryophyta)

- Tvorba embrya vyživovaného z mateřské rostliny
- Mnohobuněčná gametangia s vícevrstevnými obaly
- Tvorba kutikuly (tobolka)
- Sporopolenin ve stěně spor
- Způsob replikace centrozomu

Odlišnosti mechorostů od ostatních vyšších rostlin

- charakteristický životní cyklus; převaha **gametofytu**
- krátkověkost sporofytu, závislost na gametofytu, sporofyt je vždy nevětvený
- absence ligninu
- gametofyt = protonema (prvoklíček) a gametofor (tedy část nesoucí gamety)
- gametofor přirůstá činností tzv. apikální buňky, nikoliv meristematického pletiva

Plodná frondózní játrovka se sporofytem
(výrazný deštníkovitý gametangiofor)

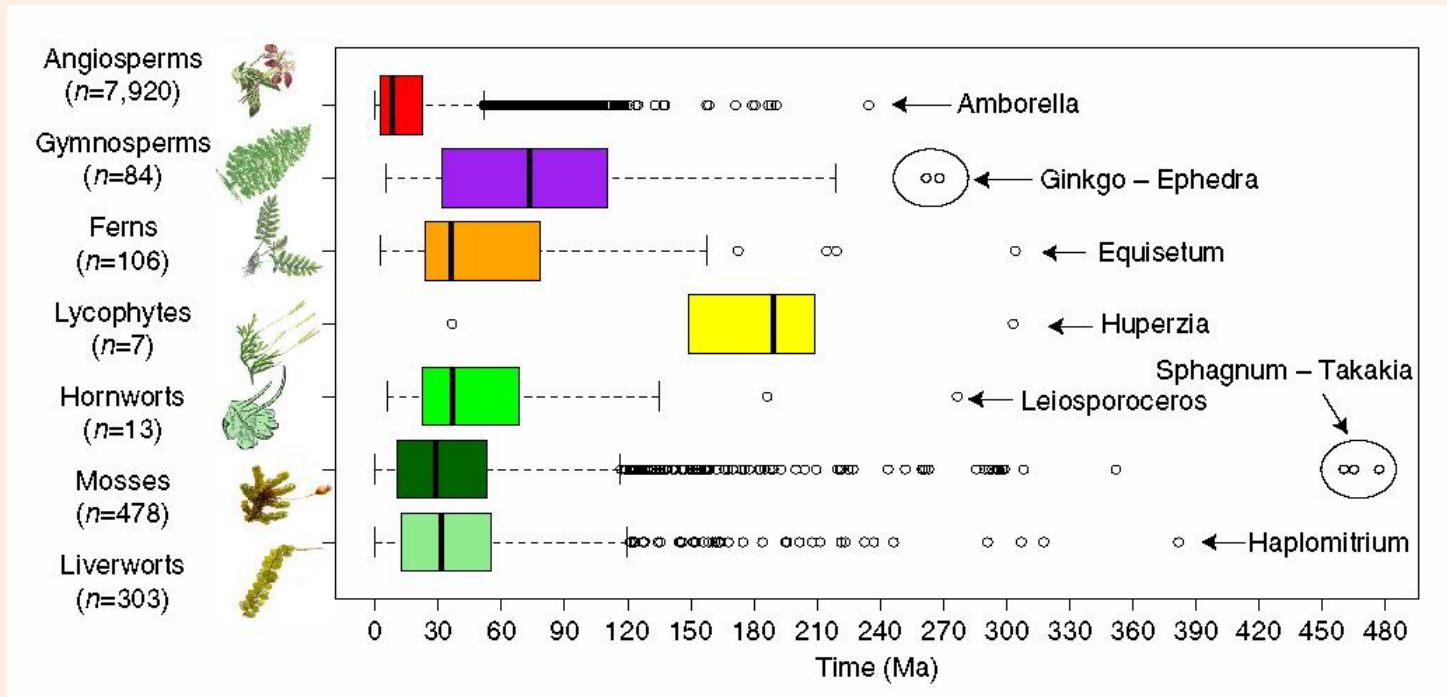
Plodný hlevík se sporofytem
(tvořeným pouze rohovitou
tobolkou)



Plodný mech
s raným sporofytem
(výrazná oranžová
čepička)

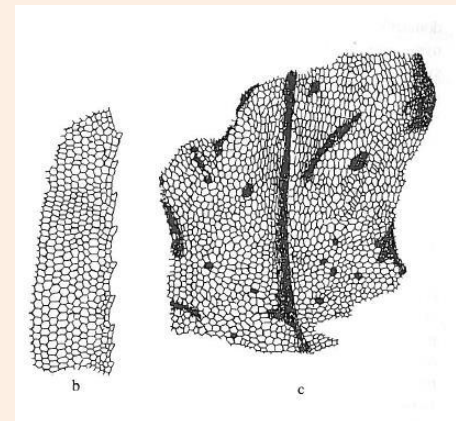


Mechorosty - jedny z nejstarších suchozemských rostlin, které opustily brakické vody a vydaly se na souš před 390-360 miliony let (ordovik-spodní silur).



Pallavicinites devonicus

Nejstarší fosílie mechorostu: lupenitá játrovka ze svrchního devonu, tedy nález starý 370-350 milionů let.



Ekologická role mechorostů

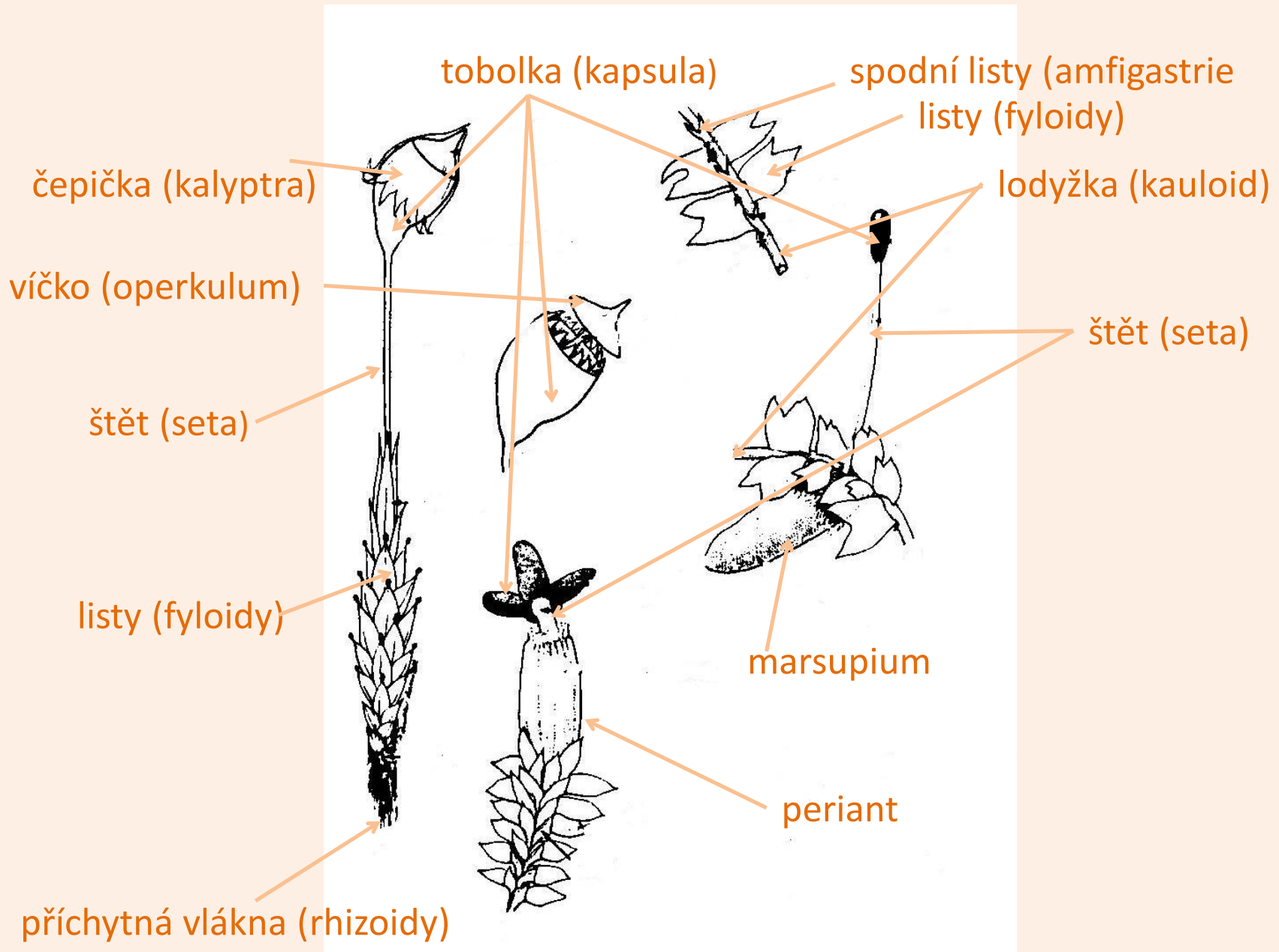
- životní prostředí pro organismy (roztoči, želvušky, vířníci)
- vysoká retenční schopnost – vodní režim krajiny
- složka biomasy, někde dominantní, fotosyntéza, fixace uhlíku, dekompozice
- kolonizační schopnost, stabilizace substrátu, tvorba humusu
- tvorba a ukládání travertinu (viz foto – Císařská rokle u Berouna)



Mechorosty - obecná charakteristika

- Zelené pozemní rostliny mající chlorofyl a, b, škrob, celulózní buněčné stěny, někdy též kutikulu (např. povrch štětu u mechů), vykazují rodozměnu (haploidní gametofyt a diploidní sporofyt); lignin není přítomen.
- Sporofyt je krátkodobý nebo až 1-roční.
- Sporofyt (ačkoliv u mechů fotosynteticky aktivní po převážnou dobu trvání před dozráním výtrusů) je vždy přichycen na gametofytu a je na něm alespoň částečně závislý. Báze sporofytu (noha) penetruje do tkáně gametofytu.
- Sporofyt je nevětvený a produkuje jedno terminální sporangium. Povrch výtrusů je kutinizován. Výtrusy se většinou rozšiřují za pomoci větru (anemochorně).
- Gametofyt je většinou vytrvalý, sestává z pomíjivé juvenilní fáze (prvoklíček – protonema) a vytrvalejšího gametoforu, kde jsou vytvářeny pohlavní orgány.

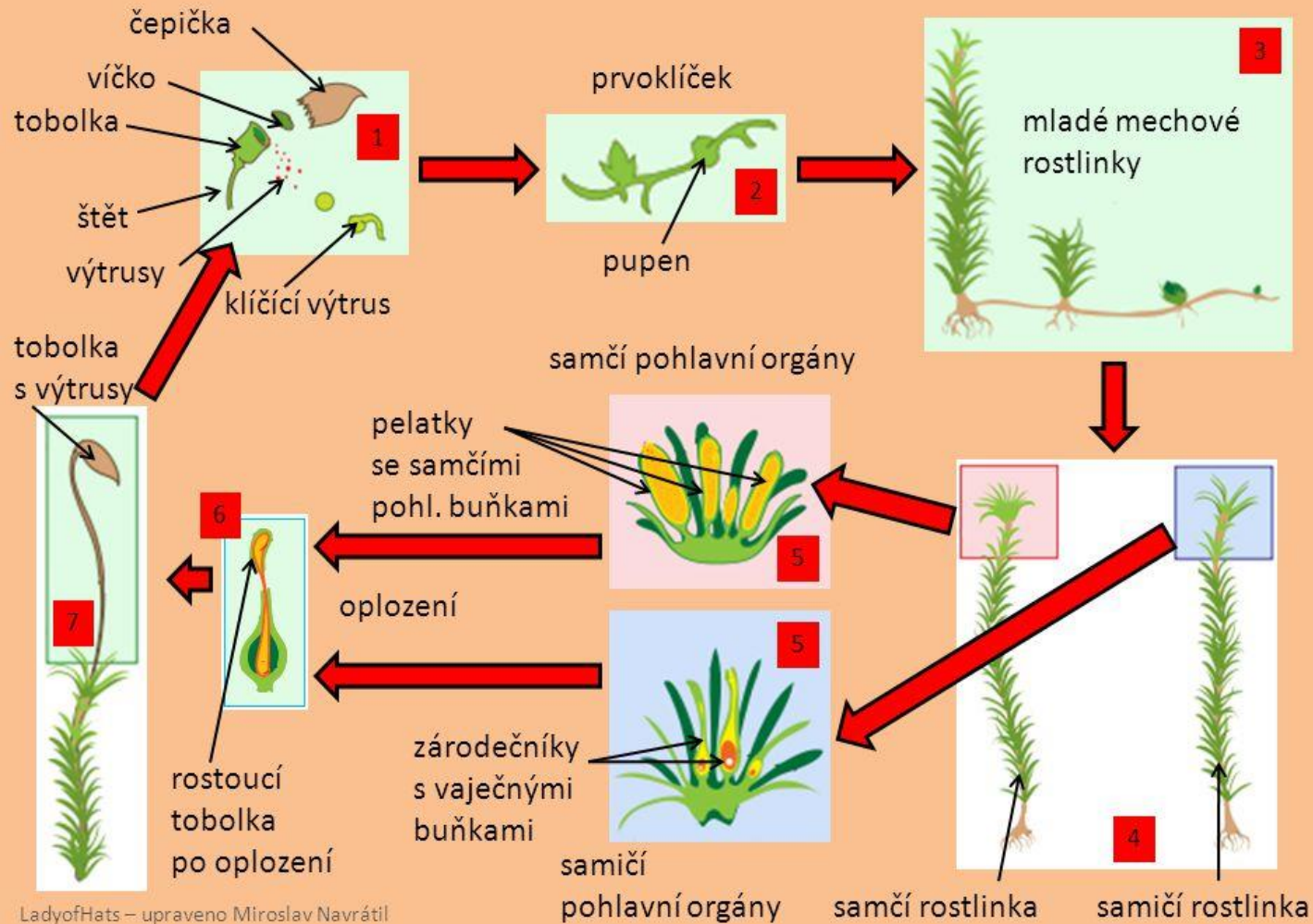
- Samčí gamety (spermatozoidy) jsou vytvářeny v pelatkách (anteridium), jsou dvoubičíkaté a vaječné buňky (oosféry) mohou aktivně dosáhnout jen prostřednictvím vodního filmu. Vakovitá pelatka je tvořena jednovrstevným obalem a mnohobuněčnou vnitřní částí, kde každá buňka produkuje jeden spermatozoid.
- Vaječné buňky jsou vytvářeny v zárodečnicích (archegonium), které jsou lahvicovitého tvaru, krk je tvořen jednovrstevným obalem, kdežto spodní část je vícevrstevná. Každý zárodečník obsahuje pouze jednu vaječnou buňku.
- Růst gametoforu se uskutečňuje nejčastěji jedinou apikální iniciálou, zřídka meristemickou tkání.
- Rhizoidy (příchytná vlákna) gametofytu neplní funkci rozvodu vody a živin, jsou určeny pouze k přichycení rostliny k substrátu.

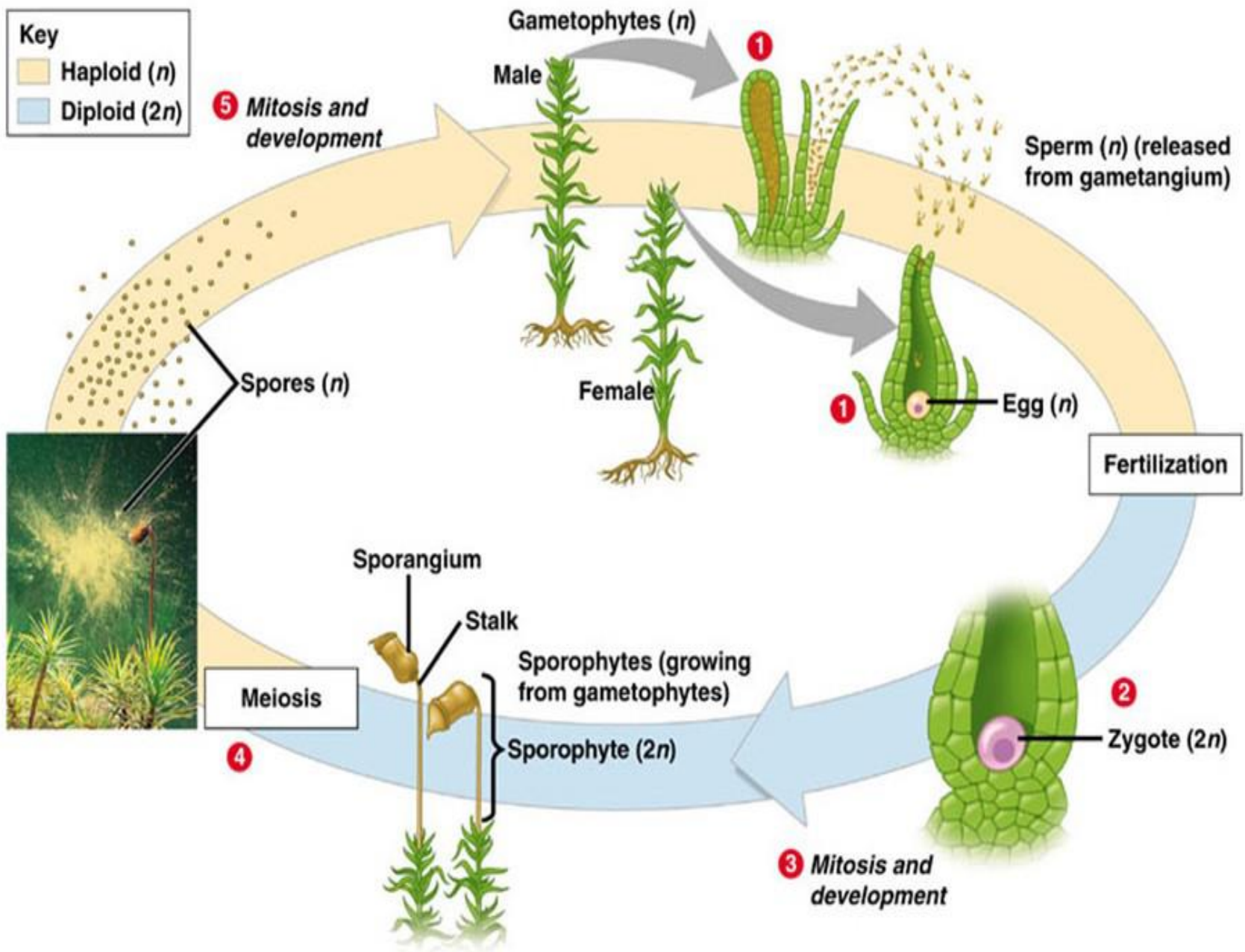
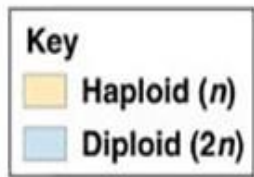


Základní morfologie stélky

Životní cyklus mechorostů

Rozmnožování mechu schéma:



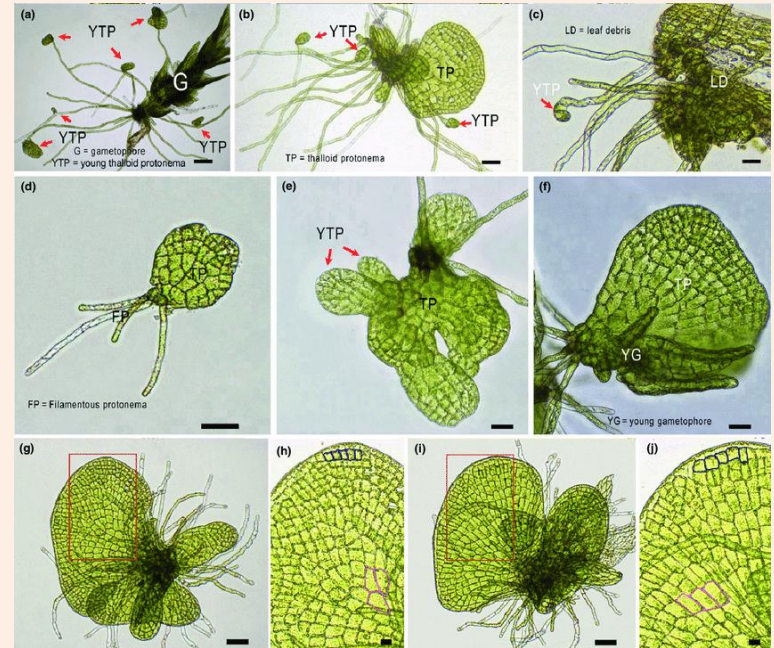
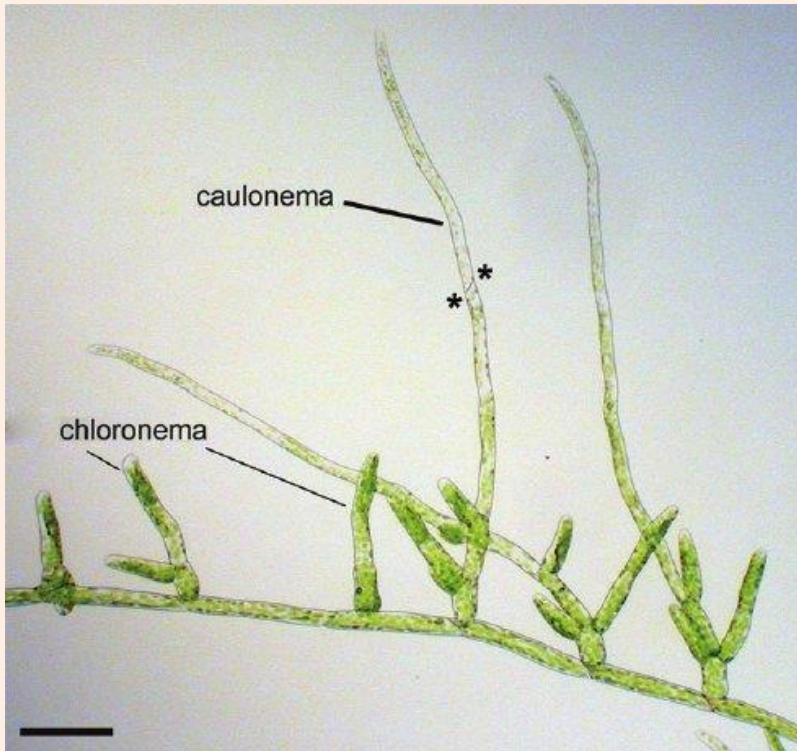


výtrusy - spóry

- **Velikost a počet** – důležité při životní strategii; malé spóry (< 20 μm) – velké množství (*Buxbaumia aphylla* 5,5 milionu výtrusů v tobolce, *Dawsonia beccarii* var. *limbata* 80 milionů v tobolce, jsou přenášeny na větší vzdálenosti, ale nebezpečí stresu (nízké teploty, UV záření); velké spóry (> 20 μm) – malé množství (*Archidium alternifolium* 1-20 spor v tobolce); přenos z tobolky – anemochorie = 97% do 2 m od tobolky, 1 % do 15 m, ale známy přenosy až na vzdálenost mnoha stovek kilometrů (hypotéza – přenos větrem i mezi kontinenty)
- **Dormance** – blokování klíčení po dobu tvorby v tobolce, prokázáno u játrovek r. *Riccia*

protonema - prvoklíček

vláknité vs. lupenité



Schistostega pennata (dřípovičník),
tzv. „svítící mech“ („svítící“ efekt viz vpravo dole)



Drobné protonema tohoto druhu typického pro osidlování biotopů pod převisy skal a v jeskyních, kde je nedostatek světla, je zakončeno skupinou buněk s čočkovitě vypouklou buněčnou stěnou, která kumuluje sporé sluneční záření k bázi buněk, kde jsou nahloučeny chloroplasty. Při odrazu světla zpět dochází ke světelnému efektu – bioluminiscenci.



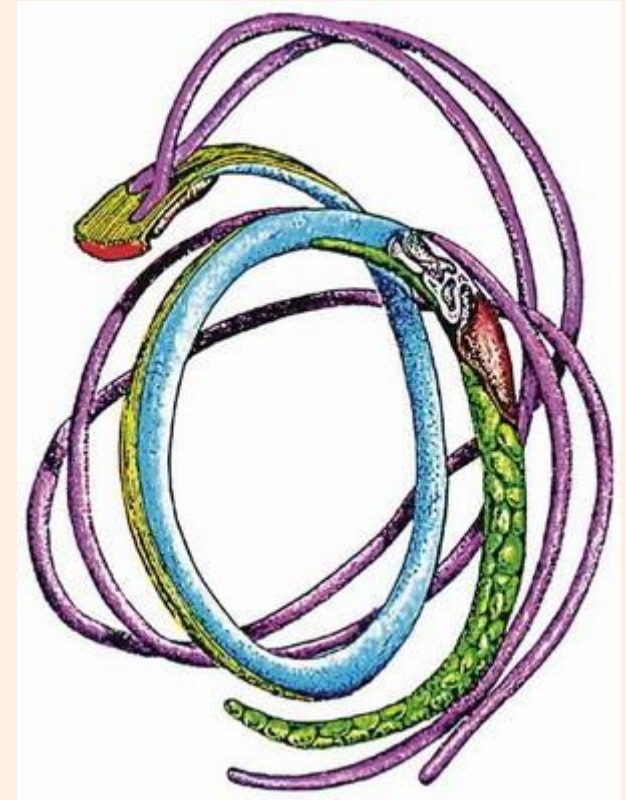
Dvoudomé mechy – samčí rostliny vytvářejí tzv. **splash cups**

(= „roztříkovací pohárky“ se samčími gametangii), které umožní rozšíření gamet na delší vzdálenosti)

(*Polytrichum piliferum* – ploník chluponosný)



(*Polytrichum juniperinum* – ploník jalovcový)



dvoubičíkatý permatozoid

(pomalý, aktivní pohyb ve vodním filmu až do vzdálenosti několika decimetrů – chemotaxí lákán k hrdlu archegonia)

Játrovky - obecná charakteristika

- Prvoklíček (protonema) je redukováno jen na malý počet buněk (lupenitý vzhled).
- Příchytná vlákna (rhizoidy) jsou vždy jednobuněčná a nevětvená.
- Pohlavní orgány vždy bez přítomnosti sterilních vláken (parafýz).
- Listy vždy pouze jednovrstevné a bez žebra.
- Gametofor buď lupenitý (frondózní) nebo listnatý (foliozní).
- Buňky listů isodiametrické, často s rohovitými ztlustlinami.
- Buňky gametoforu často se siličnými tělísky (tzv. „oil bodies“).
- Listy u foliózních játrovek často s více laloky.
- Vnější obal sporangia většinou jednovrstevný, vždy bez průduchů.
- Tobolka (sporangium) se otvírá čtyřmi chlopněmi.
- Sloupek (kolumela) se v tobolce nevytváří, v tobolce jsou četné mrštníky (elatery).

- Štět po celou dobu bez chlorofylu (hyalinní).
- Štět už po několika dnech pomíjivý (velké buňky na povrchu ztrácejí vnitřní turgor po mechanickém porušení).
- Štět se prodlužuje až po diferenciaci tobolky (sporangia).

příklady listnatých (foliózních) jätrovek



Bazzania (rohozec)



Chiloscypus (obhřebenka)



Plagiochila (kaprad'ovka)



Trichocolea (pěknice)

příklady lupenitých (frondózních) jätrovek



Conocephalum (mřížkovec)



Riccia (trhutka); nahoře terestrický typ,
dole vodní)



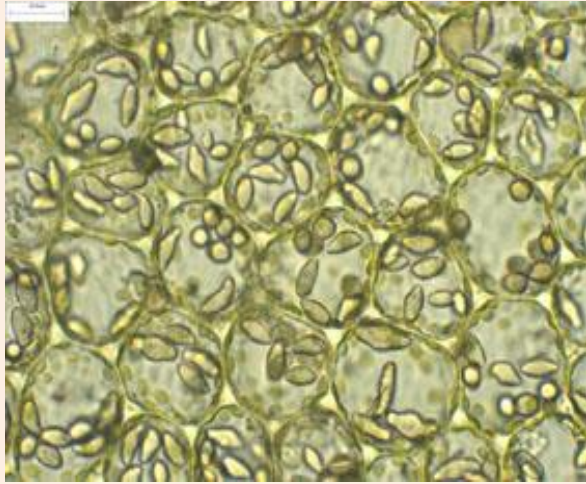
Metzgeria (kroknice)



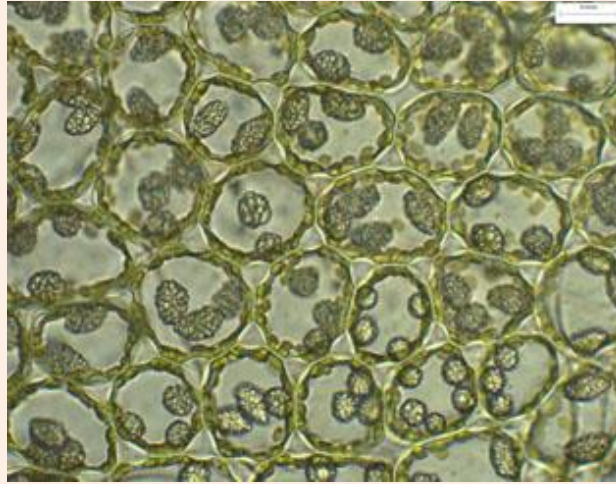
Foto: Vladimír Pelikán

Riccia fluitans (zvětšeno)

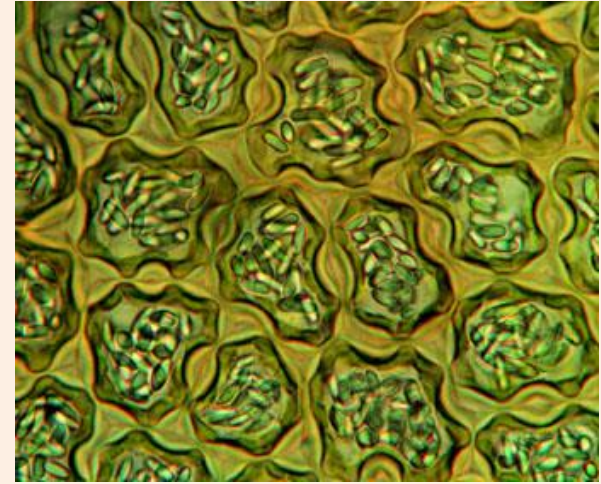
Buňky a siličná tělíska jätrovek



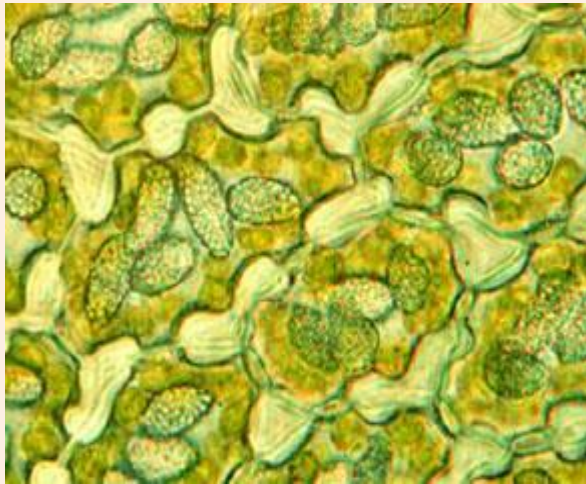
Jungermannia



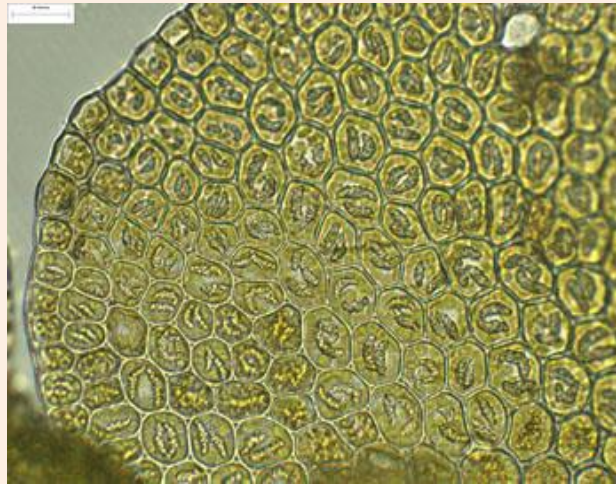
Nardia lescurii



Jubulopsis novae-zelandiae



Frullania squarrosula



Rectolejeunea maxonii



Lophocolea bicuspidata

System jatrovek

oddělení: Marchantiophyta

Třídy:

- **Haplomitriopsida**: výchozí skupina pro evoluci jatrovek směr listnaté i lupenité
- **Marchantiopsida**: lupenité jatrovky, převážně vícevrstevná stélka
- **Jungermannniopsida**: lupenitá i listnatá stélka, lupenitá stélka jednoduchá

Haplomitrium hookeri – příměnka Hookerova

Druh rostoucí vzácně i v ČR (Krkonoše, Jeseníky).



Marchantia polymorpha – porostnice mnohotvárná

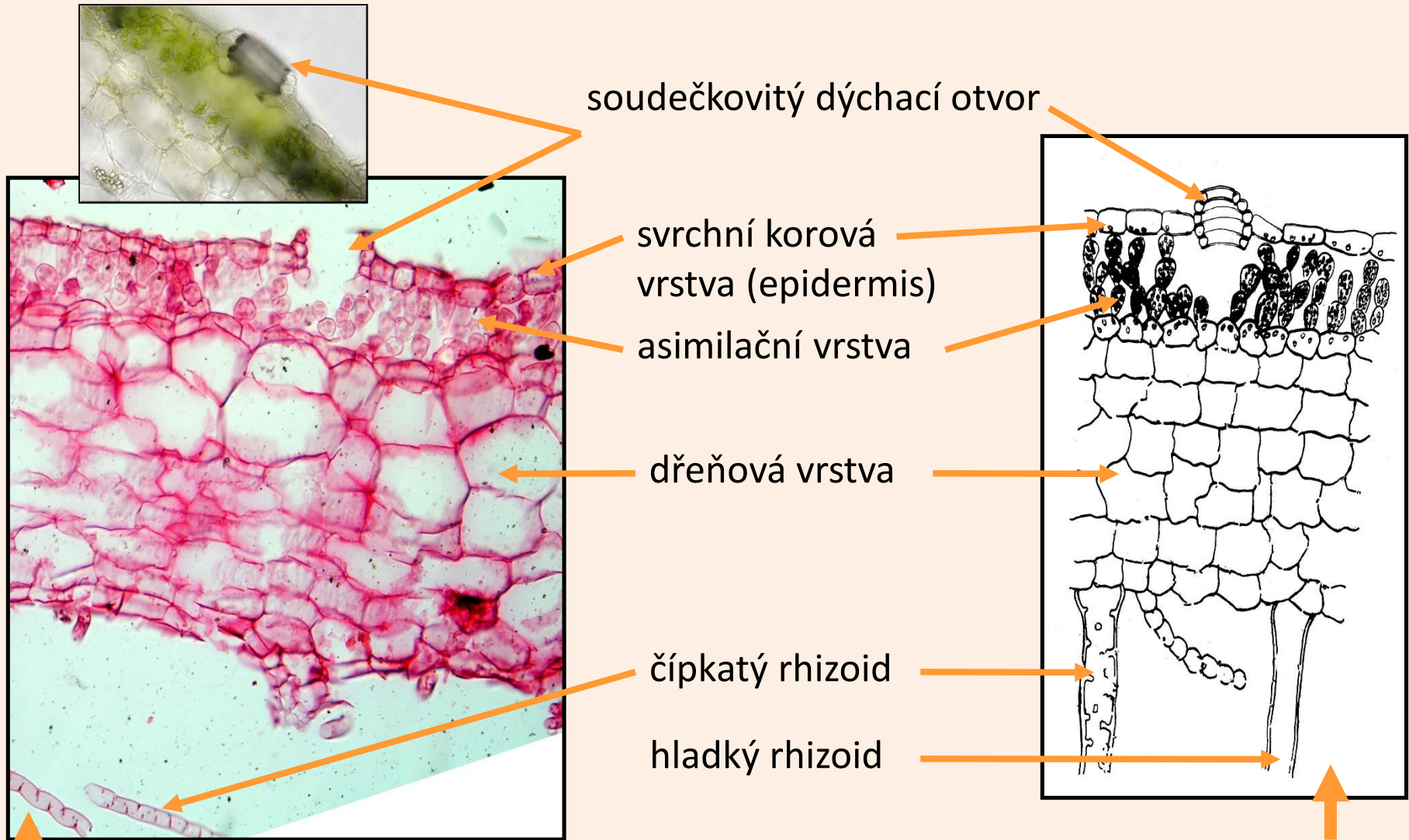


Na dorzální straně stélky jsou i pouhým okem patrná „políčka“ dýchacích dutin se světlejšími dýchacími otvory



Výskyt: na nejrůznějším podkladu, často např. na kamenech podél potoků ve volné přírodě, ale i na sušších stanovištích v okolí lidských sídel; velmi variabilní a hojná játrovka.

Příčný řez frondózní stélkou *Marchantia polymorpha*



fotografie příčného řezu

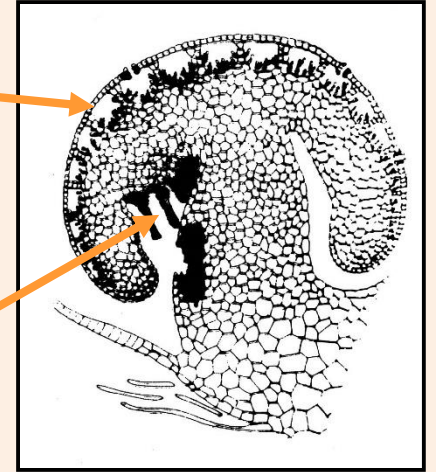
schema příčného řezu

Marchantia polymorpha

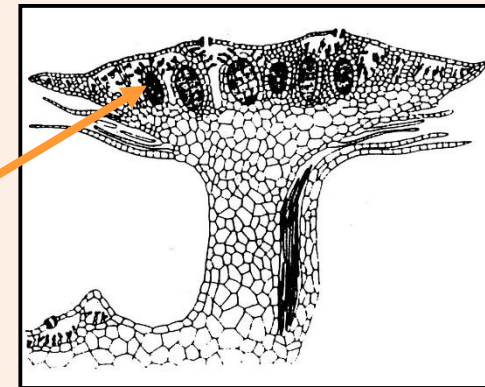
porostnice mnohotvárná



Samičí gametangiofor zpravidla více než 1 cm vysoký, na vrcholu hluboko v 7-10 úzkých laloků rozdřípený, archegonia vyvinuta na spodní straně deštníkovitých útvarů.



Samčí gametangiofor nižší, okrouhlý, k okrajům ztenčený, antheridia vytvářena na svrchní straně deštníkovitých útvarů.



Marchantia polymorpha

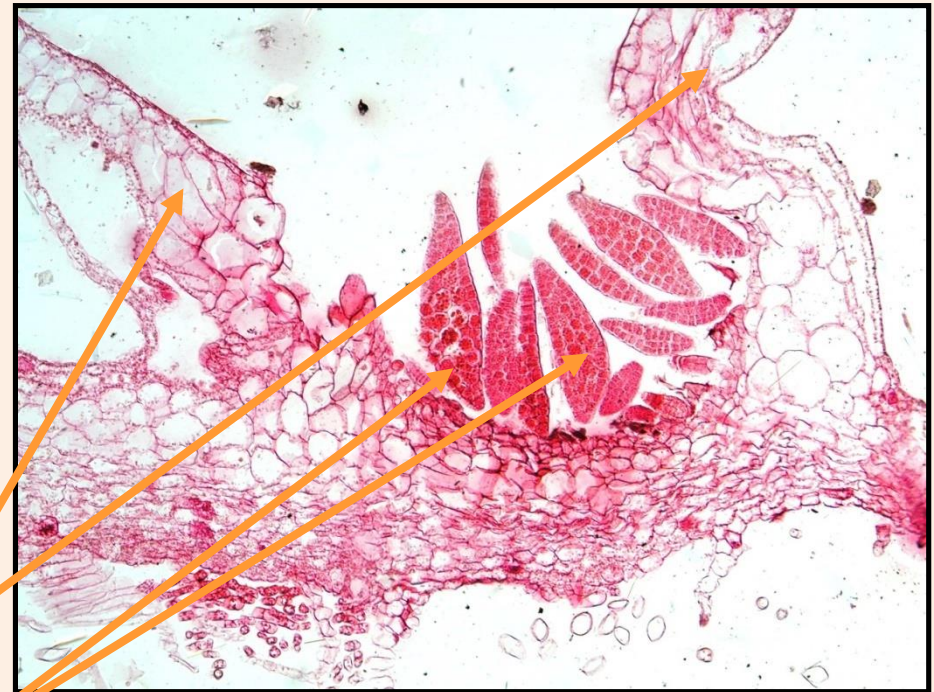
porostnice mnohotvárná

Vegetativní rozmnožování

– na povrchu stélky se vytvářejí pohárkovité útvary, které obsahují četné čočkovité mnohobuněčné množilky (gemy).



okraje pohárku



gemy

příčný řez stélkou v místě pohárku
s množilkami (obarveno)

Lunularia cruciata – lunatka křížatá (pohárky s gemami jsou poloměsíčné, nikoliv uzavřené jako u porostnice mnohotvárné)

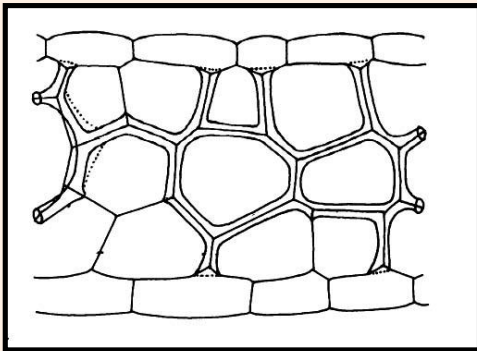


Převážně mediteránní druh zavlékaný mimo areál do střední Evropy s půdou do parků, zahrad a skleníků; můžete též sami shlédnout v bohatém porostu na dvorku Pedagogické fakulty v Praze!

Pellia epiphylla – pobřežnice obecná



Výskyt: roste na velmi vlhkých místech u potoků, řek a v prameništích.



Stélka je na příčném řezu homogenní, pouze se svrchní a spodní epidermis.

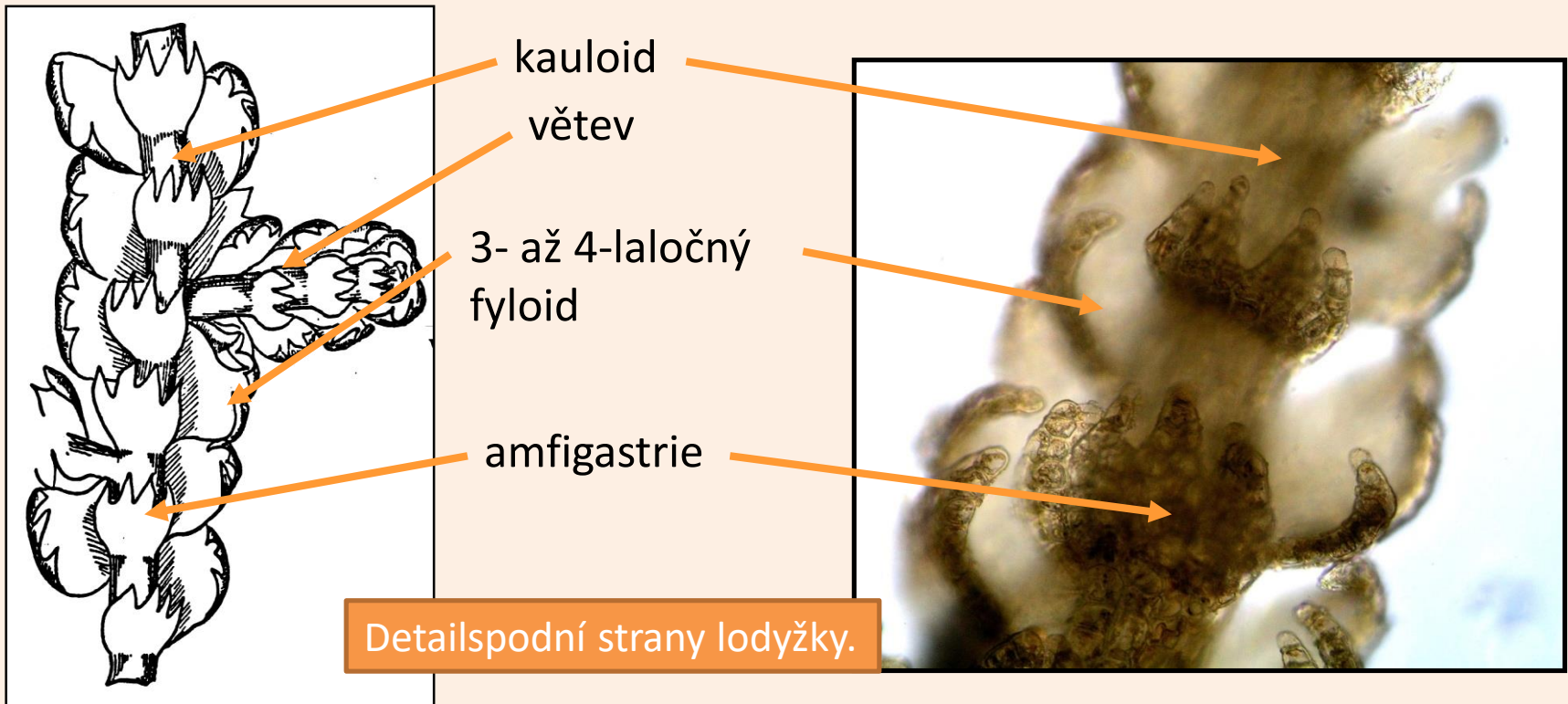


Rostliny s nápadnými hyalinními štěty (NPR Zemská brána, Orlické hory)

Lepidozia reptans - plevinka plazivá



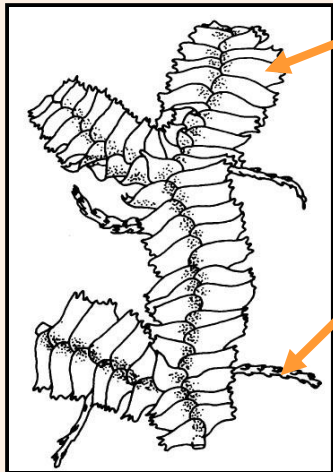
Výskyt: velmi běžná játrovka na kyselých stanovištích; roste na humózních půdách, bázích kmenů i na trouchnivějícím dřevě či na skalách.



Bazzania trilobata – rohozec trojlaločný



Výskyt: často v hustých, vysokých porostech, především na vlhké půdě ve smrčinách, na rašelinné půdě, na trouchnivějících kmenech i silikátových skalách, od podhůří do hor.



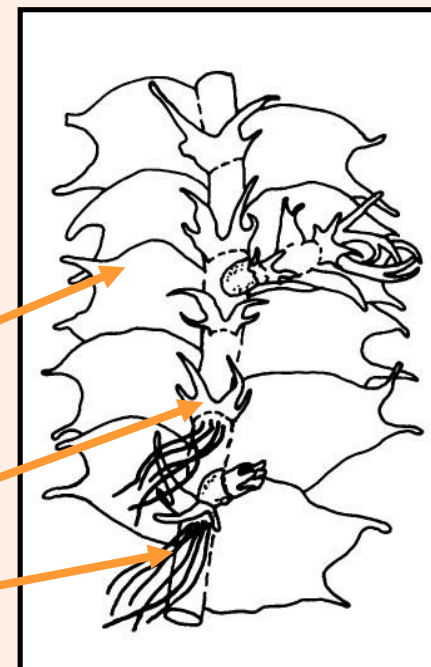
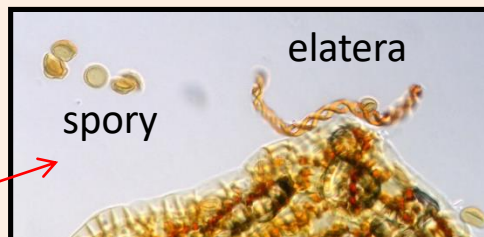
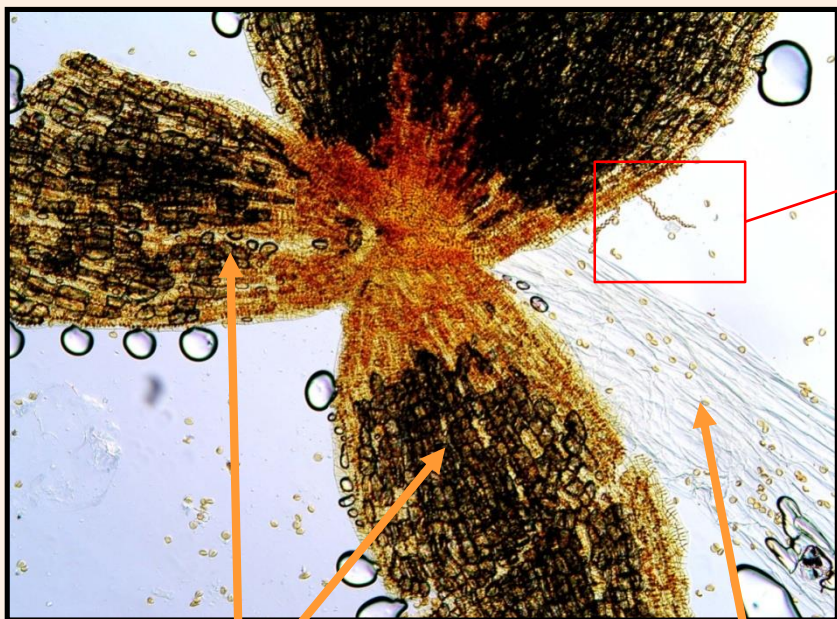
Fyloidy na kauloidu nadsazené, na vrcholu uťaté, se třemi drobnějšími zuby;

četné šlahounovité výběžky vyrůstají na ventrální straně v úžlabí amfigastrií.



Chiloscyphus profundus – obhřebenka dvouzubá

Tobolka se štětem.



dvoulaločný
fyloid

amfigastrie

rhizoidy

hyalinní štět

laloky otevřené
tobolky

Výskyt: nejčastěji na tlejícím dřevě,
borce stromů, řezné ploše pařezů;
vzácně na půdě.



Ptilidium ciliare – brvitec chlupatý

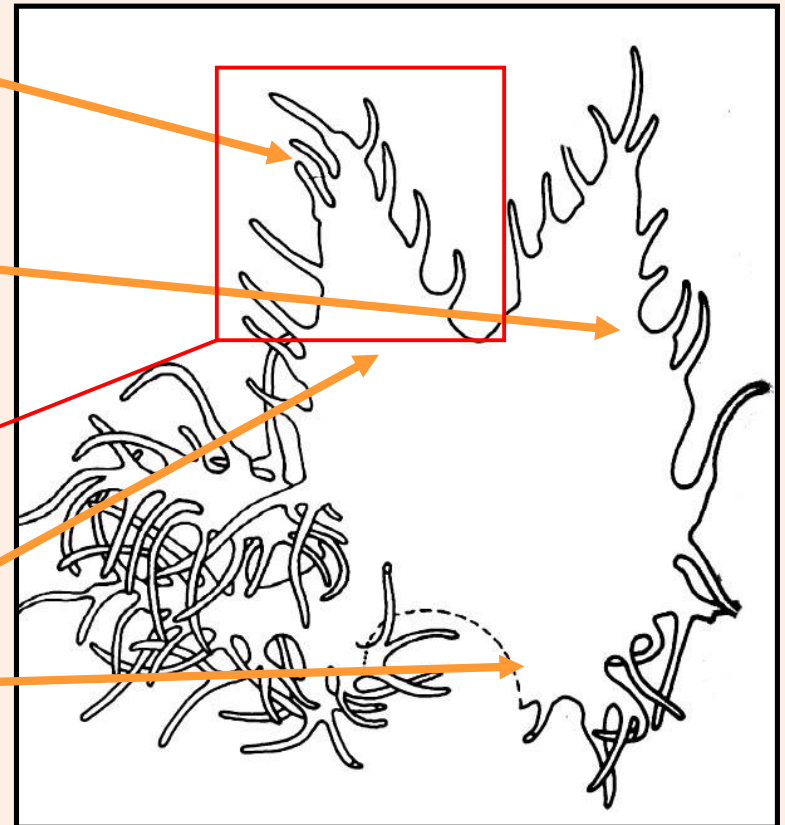
Celkový vzhled části rostliny.



Výskyt: na zemi na kyselých substrátech (např. vřesoviště, bory, rašeliniště), řidčeji i epifyticky na bazích stromů.

Detail listu.

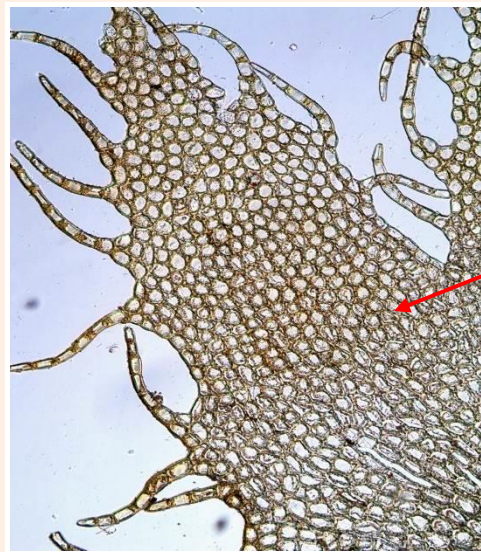
cílie
přední lalok



zadní lalok

místo, kde fyloid
přisedá na kauloid

kresba fyloиду



Využití jätrovek

- Medicína a antibiotika - *Marchantia polymorpha* - záněty jater (Čína)
- *Riccia* sp. – potlačení kožních chorob (Himálaj)
 - *Conocephalum, Marchantia* – v kombinaci s rostlinným olejem na kousnutí, spáleniny, otevřené rány (Čína)
 - *Herbertus* – použití místo filtru při kouření (Himálaj)
 - jätrovky (obecně) = látky potlačující růst bakterií (antibiotické účinky)



Herbertus aduncus



Hlevíky – obecná charakteristika

- Pouze lupenitá (frondózní) dorziventrální stélka tvořící růžice.
- Hladké rhizoidy.
- Každá buňka gametoforu obsahuje pouze jediný hvězdicovitý chloroplast s pyrenoidem.
- Častá symbióza se sinicemi v dutinkách stélky.
- První dělení zygoty je podélné – tuto charakteristiku nemají mechy ani játrovky.
- Sporofyt je bez štětu.
- Čepička je na mladém sporofytu vyvinuta.
- Otevírání tobolky 1-3 podélnými štěrbinami.
- Sloupek (kolumela) je v tobolce přítomen.
- V tobolce se vytvářejí pseudoelatery.

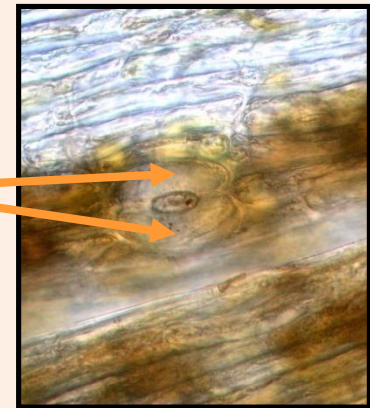
Anthoceros agrestis – hlevík tečkovaný



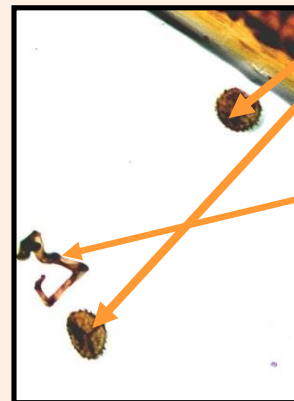
Výskyt: na vlhké půdě, často na polích a úhorech, ale i na loukách a pasekách, především v nižších a středních polohách; poměrně hojný druh.

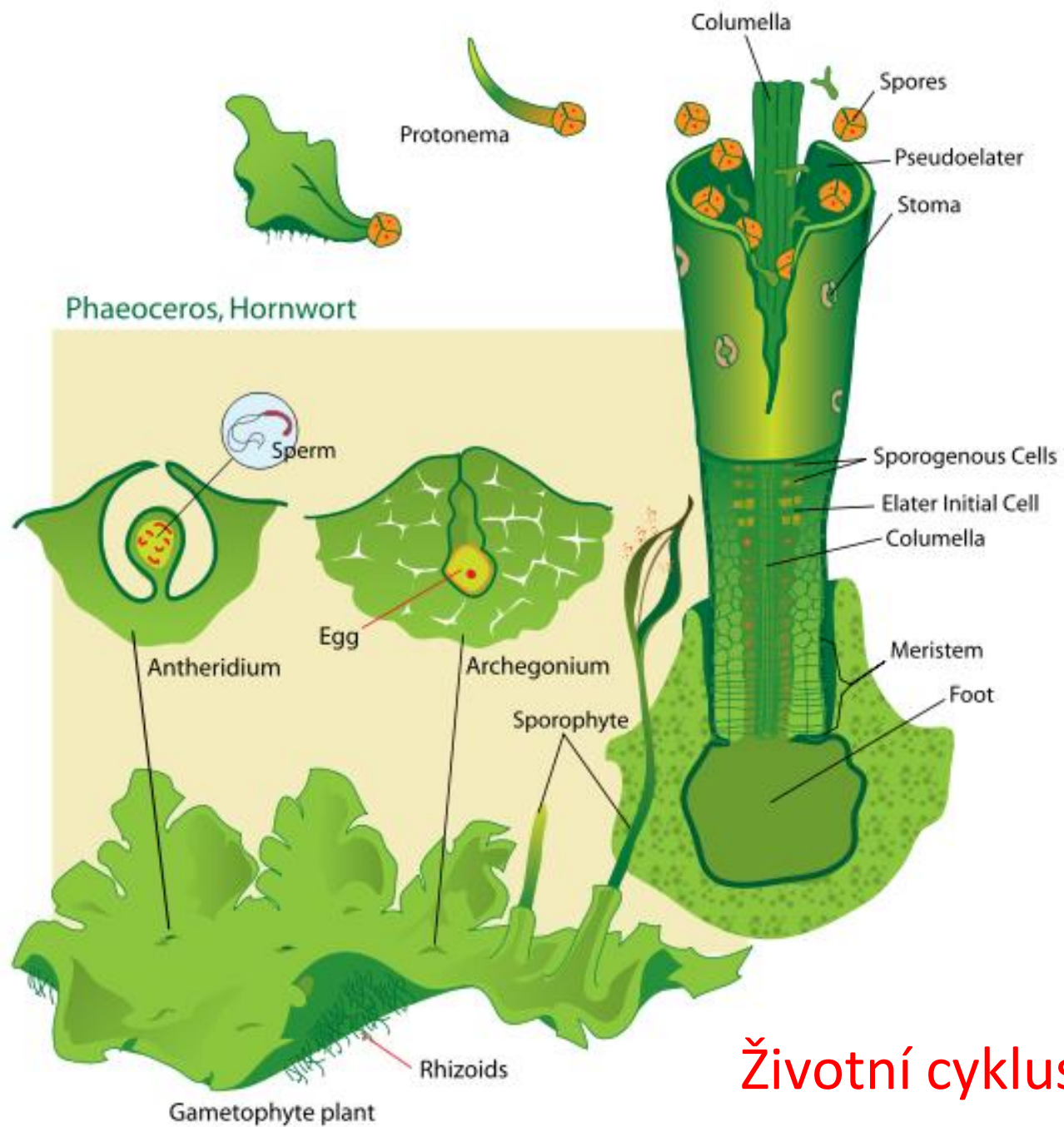


Na povrchu tobolky jsou vytvořeny nepravé (stále otevřené) průduchy tvořené dvojicí ledvinitých buněk.



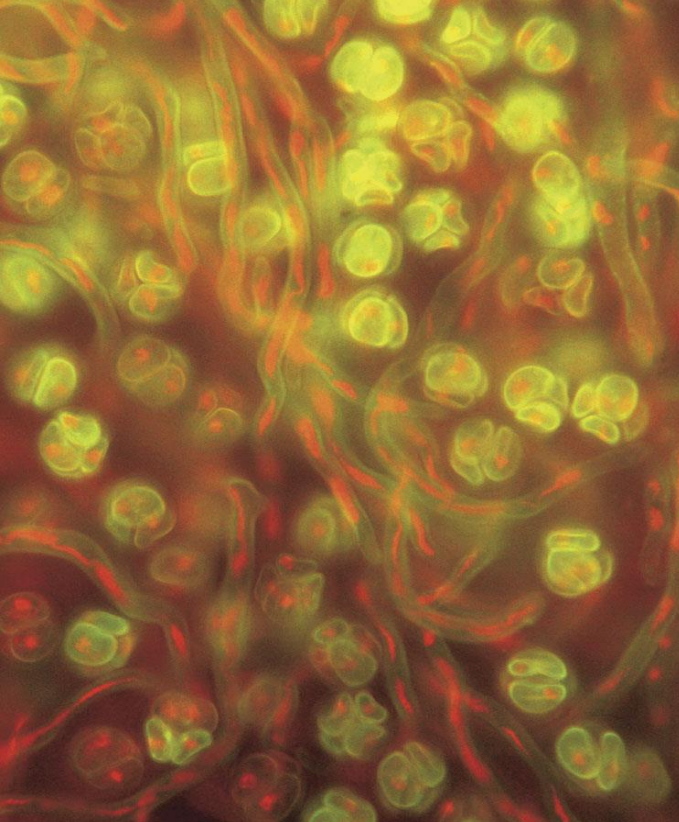
Výtrusy jsou v době zralosti černavé, na povrchu s vidličnatými ostny, pseudoelaterie šedé, 2-5 buněčné, s nepravidelnými ztlustlinami.



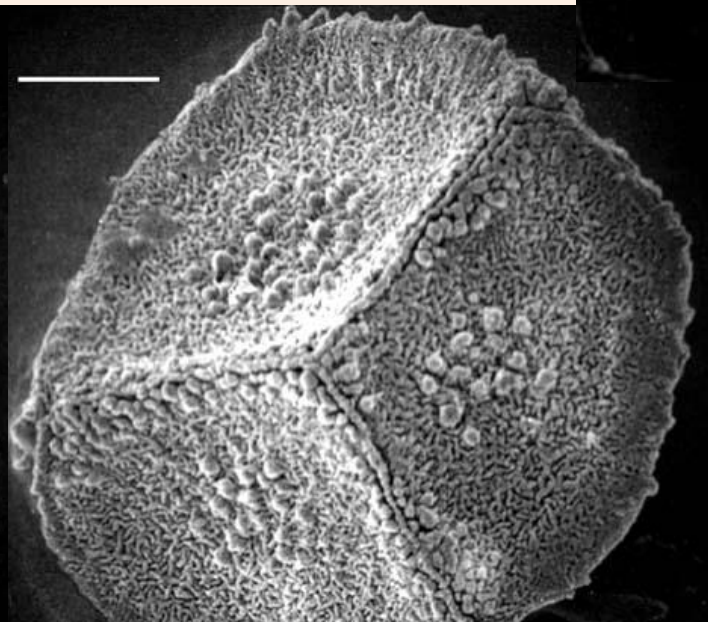
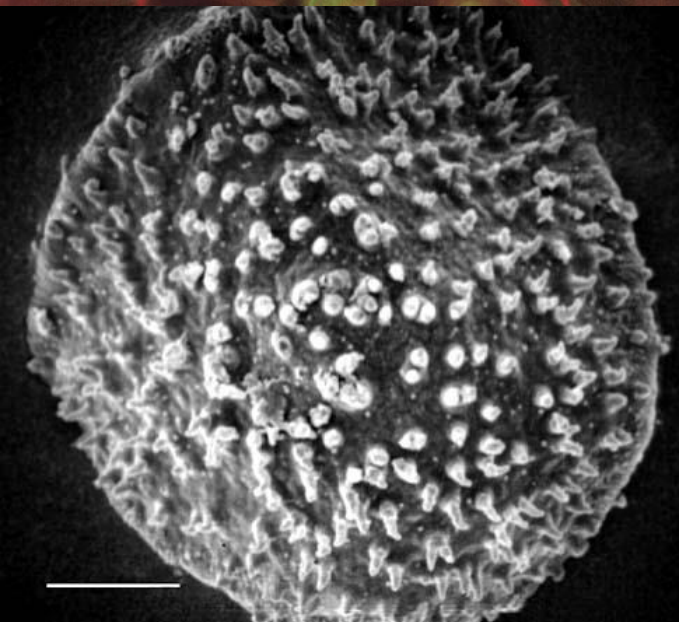


Phaeoceros, Hornwort

Životní cyklus hlevíků



Hlevíky spory



Phaeoceros carolinianus,
proximální a distální povrch spor
mírka = 10 μm .; tetrády
s pseudoelaterý;

Leiosporoceros dussii, tetrády
spor s pseudoelaterý

Mechy - obecná charakteristika

- Protonema tvoří extenzivní, většinou vláknitou fází životního cyklu. Jeho příčné přehrádky jsou často šikmé vůči podélné ose.
- Rhizoidy jsou vždy mnohobuněčné, větvené, neobsahují chlorofyl a buněčné stěny jsou často hnědě pigmentovány, případně povrchově ornamentovány.
- Gametofyt je vždy listnatý a listy jsou radiálně uspořádány ve více jak třech řadách.
- Anteridia a archegonia jsou promíšena se sterilními vlákny (parafýzami), které plní ochrannou funkci.
- Listy gametoforu jsou většinou jednovrstevné kromě vícevrstevného středního žebra. Žebro je jednoduché nebo dvojité, někdy však chybí. Listy nejsou laločnaté, je někdy na okrajích zubaté.
- Buňky listů jsou často prodloužené a zřídka jsou buněčné stěny v rozích ztlustlé, neobsahují siličná tělíska.
- Vak sporangia je několikavrstevný.

- Tobolka (sporangium) má často alespoň při bázi výtrusnice nepravé průduchy (jsou tvořeny dvěma rohlíčkovitými buňkami, ale ty nemají schopnost reagovat na změny vlhkosti prostředí regulací velikosti otvoru).
- Sporangium se obvykle otevírá víčkem (operkulum) – tzv. stegokarpická tobolka (vzácně bez víčka – kleistokarpická tobolka, tj. otevírající se rozpadem).
- Po odpadnutí víčka se často odkrývá kruhovitě obústí (peristom) tvořené 1 či dvěma koncentrickými řadami hygroskopických zubů obústních sestávajících pouze z mrtvých buněk.
- Uvnitř tobolky je sterilní sloupek (kolumela).
- Tobolka je obvykle na delším rigidním štětu.
- Čepička (kalyptra) chrání vrchol sporofytu, je pozůstatkem ochranného obalu archegonia (tedy haploidní!) a záhy od tobolky odpadá.
- Štět se prodlužuje ještě před tím, než je tobolka diferenciována; po určité době jde o fotosynteticky aktivní orgán.

System mechů

oddělení: Bryophyta

Třídy:

- **Takakiopsida** (ancestrální exotický mech pouze se dvěma druhy)
- **Sphagnopsida** (rašeliníky)
- **Andraeopsida** (štěrbovky)
- (**Andraeobryopsida**)
- (**Oedipodopsida**)
- **Polytrichopsida** (ploníky)
- **Tetraphidopsida** (hojný zástupce v ČR – *Tetraphis* – čtyřzoubek)
- **Bryopsida** (nejpočetnější a nejvíce diverzifikovaná třída)

Andreaea rupestris štěrbovka skalní

Nahoře celý trs, vpravo dole detail
tobolky otevírající se atypicky čtyřmi štěrbinami
a tvořící se na haploidním pseudopodiu, tedy
nikoliv na diploidním štětu.



Takakia



Tetraphis pellucida - čtyřzoubek průzračný

Vlevo celkový pohled, vpravo dole detail tobolky se čtyřmi zuby obústními. Roste velmi hojně na starém tlejícím dřevě nebo na pískovcových skalách



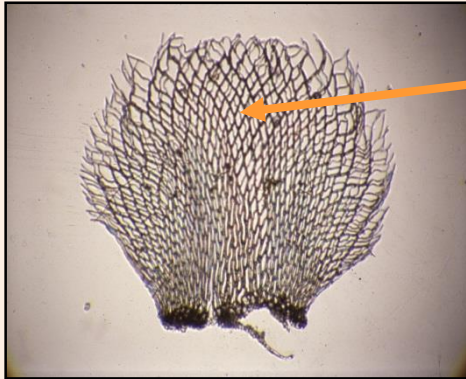
Fig. 5.5 A scanning electron micrograph of the top of the capsule of *Tetraphis pellucida*. The capsule is unique in having only four large peristome teeth. The chief habitat of this moss is rotting tree stumps (photo: Biological Sciences Department, Exeter University).



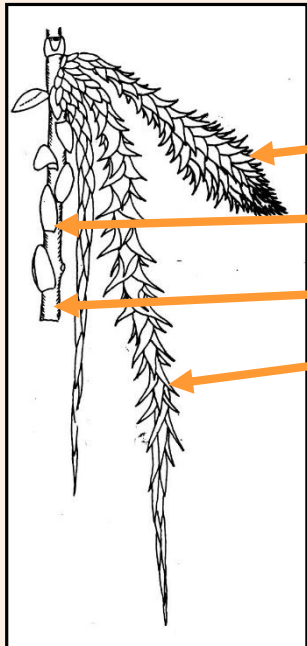
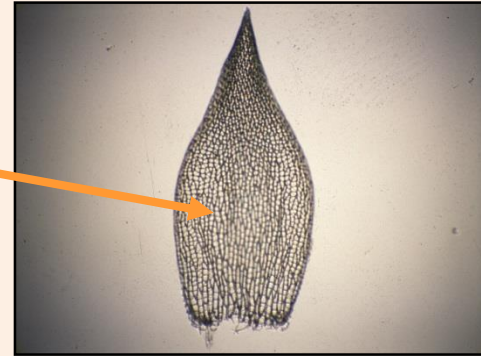
Na konci lodyžek se vytvářejí „kalíšky“, kde se tvoří čočkovité množilky – gemy.

Sphagnum sp. – rašeliník

heterofylie – rozdílný tvar lodyžního a větevního lístku



lodyžní fyloid
větevní fyloid



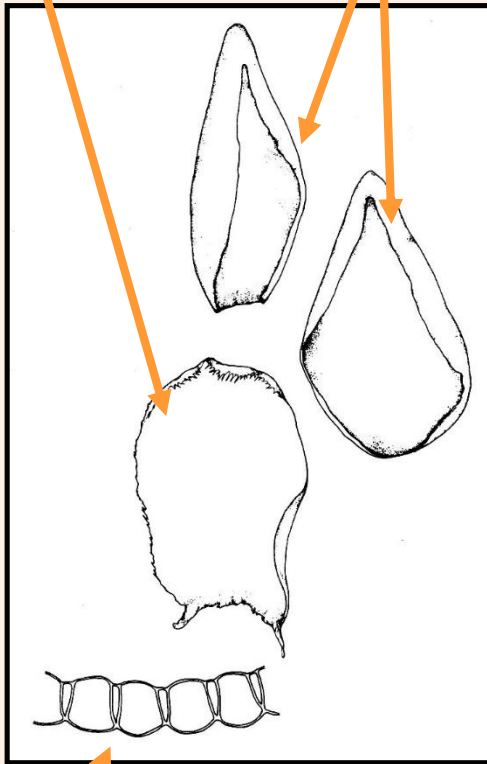
hlavička (kapitulum)
odstálá větev
lodyžní fyloid
kauloid
splývavá větev



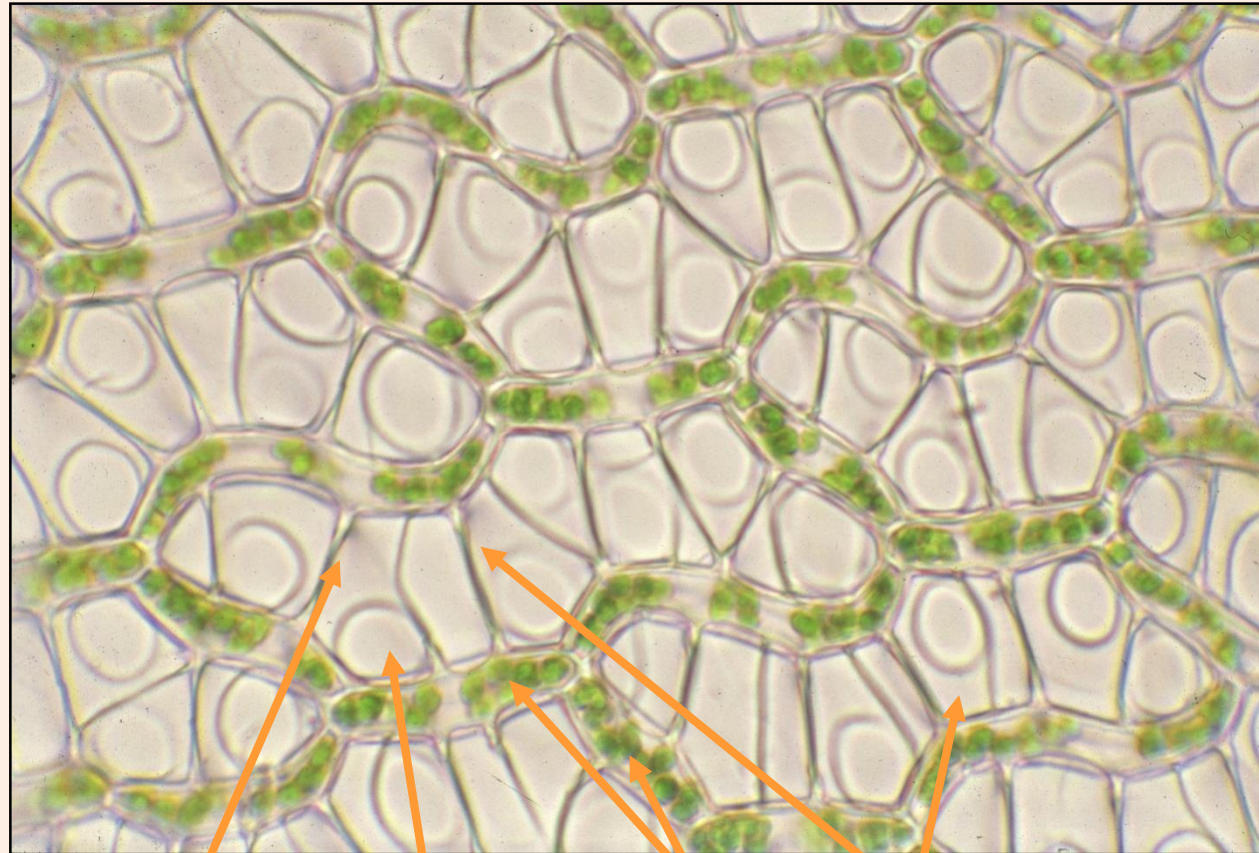
Buněčná síť větvního fyloidu *Sphagnum palustre*

větvní fyloidy

lodyžní fyloid



příčný řez částí fyloidu



pór

chlorocyty

hyalocyty

spirální vzpěra

Sphagnum sp. – rašeliník



Celkový habitus některých rašeliníků: *Sphagnum magellanicum*, *S. capillifolium* a *S. balticum*.

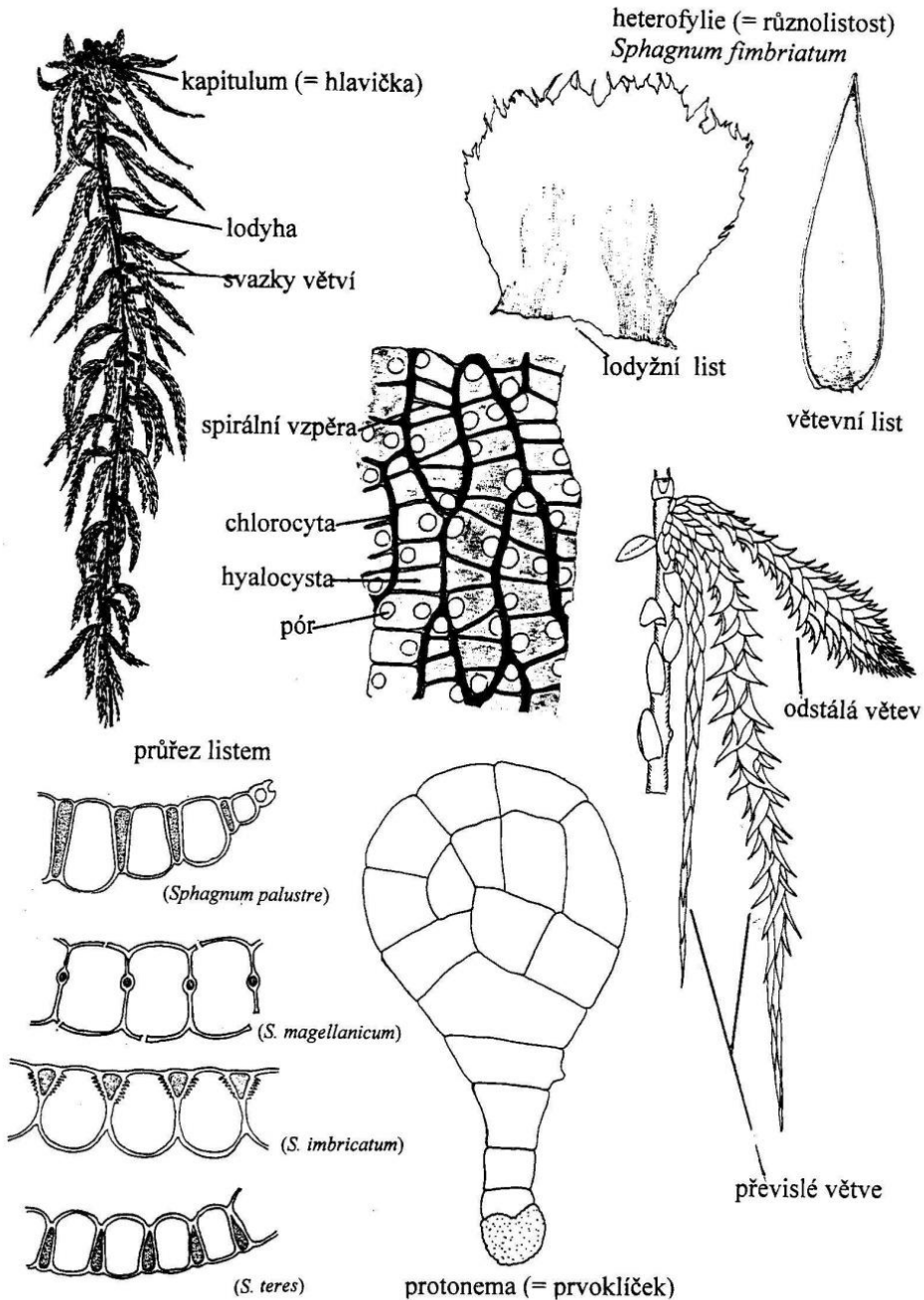


Sporofyt je tvořen polokulovitou tobolkou bez obústí, která vyrůstá na hyalinním haploidním útvaru - pseudopodiu (štět zde tedy chybí)

Celkem je v ČR známo 35 druhů rašeliníků.

Výskyt: ve vlhkých lesích, prameniště, bažiny, příkopy, břehy potoků, vrchoviště, ale i na humusu skal (*S. quinquefarium*).

SPHAGNUM – RAŠELINÍK



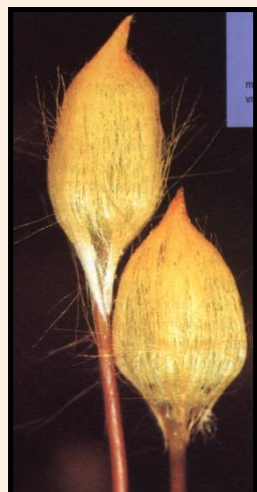
(ještě jednou
ve formě
perokresby)

Polytrichum formosum – ploník ztenčený



Výskyt: velmi běžný druh na půdě nejčastěji v jehličnatých lesích.

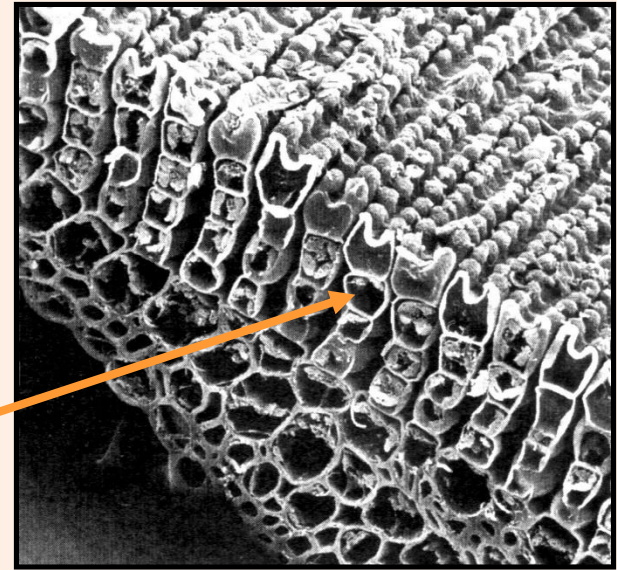
Často pozorovatelné „květy“ – shluky antheridií ve „splash cups“



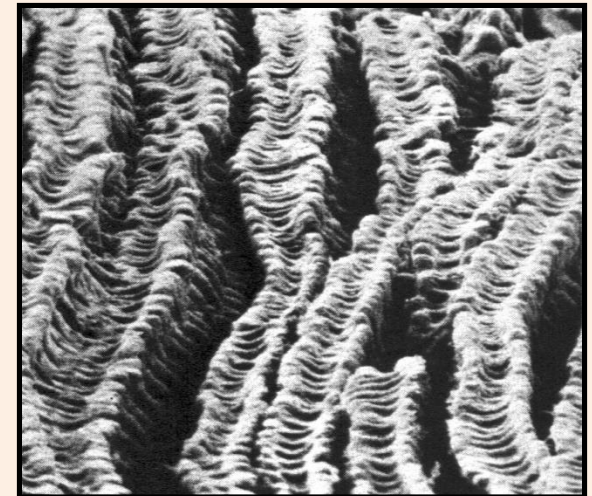
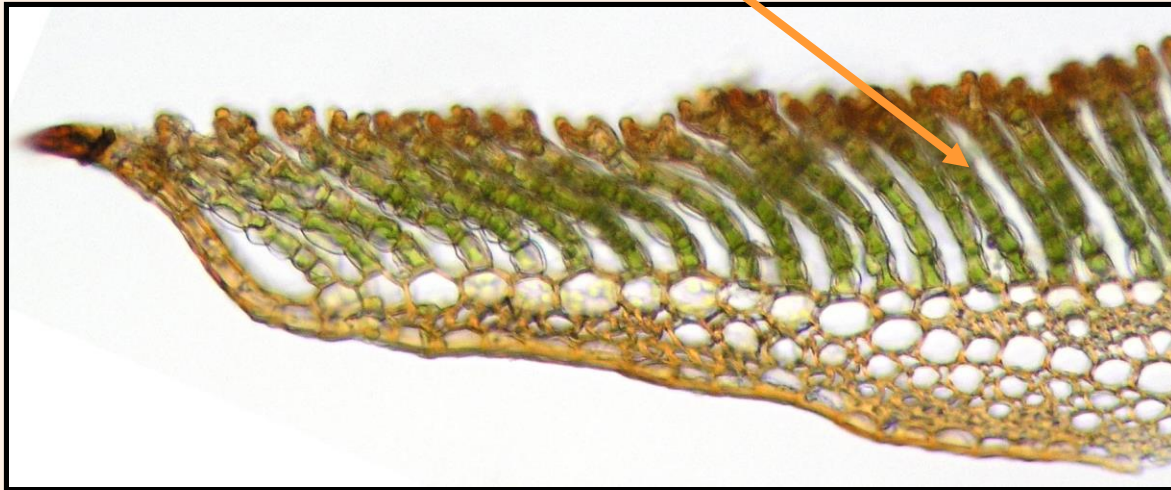
P. commune se od běžnějšího druhu *P. formosum* odlišuje tvarem terminální buňky na lamelách, které jsou pozorovatelné na příčném řezu listem (*P. commune* je typický druh vlhkých míst – např. rašeliniště).

Vědecké jméno rodu je odvozeno z chlupovitého charakteru čepičky.

Na příčném řezu vícevrstevném fyloidem je patrna soustava v podélné ose fyloidu probíhajících paralelních asimilačních lamel s rozšířenou a vykrojenou terminální buňkou. Lamely slouží k vedení a udržení vody.



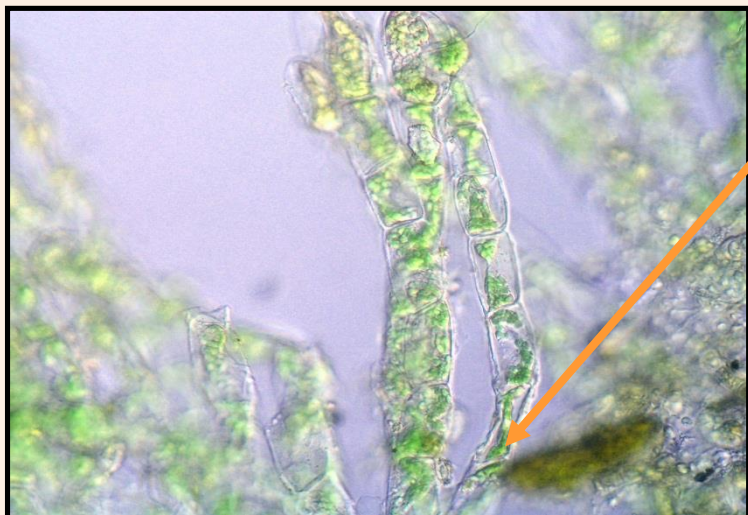
lamely



detailní pohled na
lamely shora



Dicranella heteromalla - dvouhroteček různotvárný



Pro vláknitý prvoklíček (protonema) mechů jsou charakteristické šikmé příčné přehrádky mezi buňkami.



Prvoklíček se může rozrůst i do větších rozměrů a může připomínat vláknitou řasu. U většiny mechorostů je však prvoklíček pomíjivý a s vývojem gametofytu záhy zaniká.



Výskyt: všeobecně rozšířený, pionýrský druh; roste především na zemi podél lesních cest, ale i na silikátových skalách (zejména pískovce).

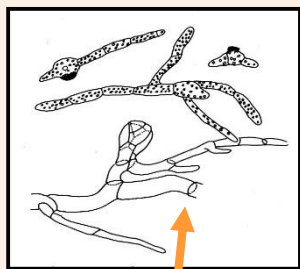
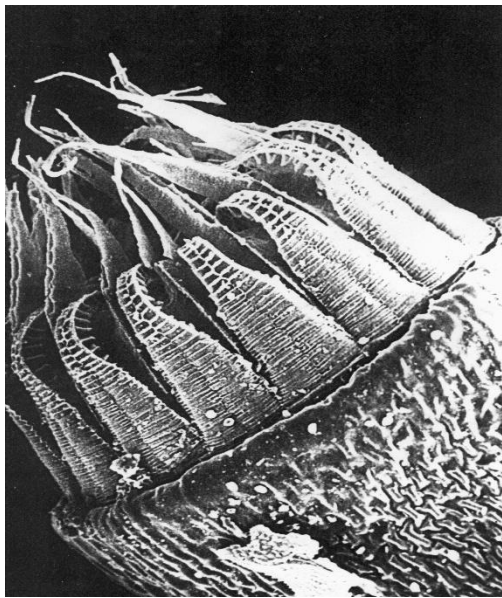


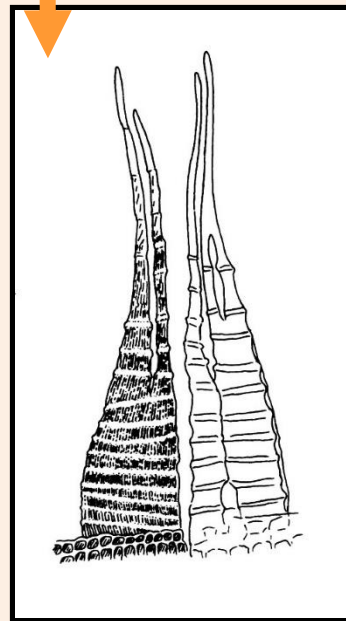
schéma prvoklíčku

Dicranella heteromalla – dvouhroteček různotvárný

Jenoduché obústí (peristom) tobolky je tvořeno šestnácti zuby, které jsou přibližně do poloviny své délky rozeklány ve dvě ramena. Zejména na vnějším povrchu obústních zubů je patrná podélně čárkovitá struktura.



detail obústních zubů



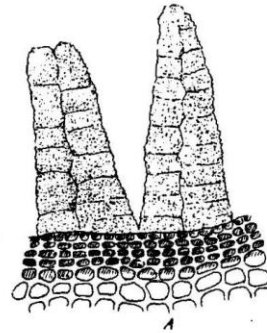
Některé druhy mechů mohou mít dvojité obústí rozlišené na vnitřní endostom a vnější exostom či může obústí chybět.

obústí

zbytek sloupku

Peristom - obústí

FIGURE 8-20
Peristome teeth of Bryidae.
(A) *Macromitrium zimmermannii* (×240). (B) *Mielichhoferia mielichhoferi* (×200). (C) *Dicranum* sp., showing external view (left), and view of internal surface (right) (×110). (D) *Rhacomitrium lanuginosum* (×200). (A, C, D, after Fleischer, 1900–1902; B, after Janzen, 1918.)



Specifická struktura mechu pozorovatelná po odpadnutí víčka. Peristom je tvořen stálým počtem zubů obústních v počtu 2^n a je tvořen mrtvými, vysoce hygroskopickými buňkami (rozevření za sucha a zakrytí ústí tobolky za vlhka).

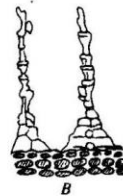
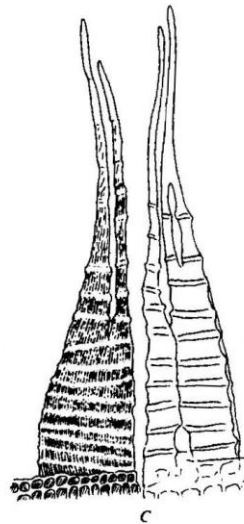
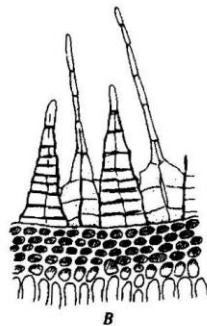
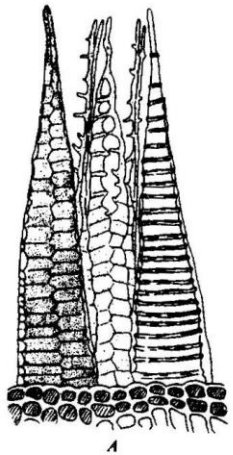
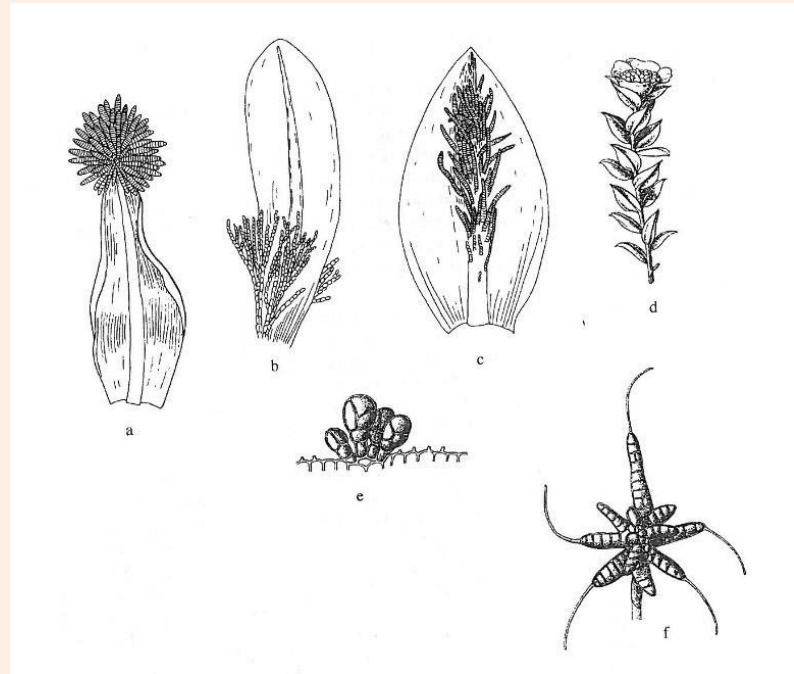
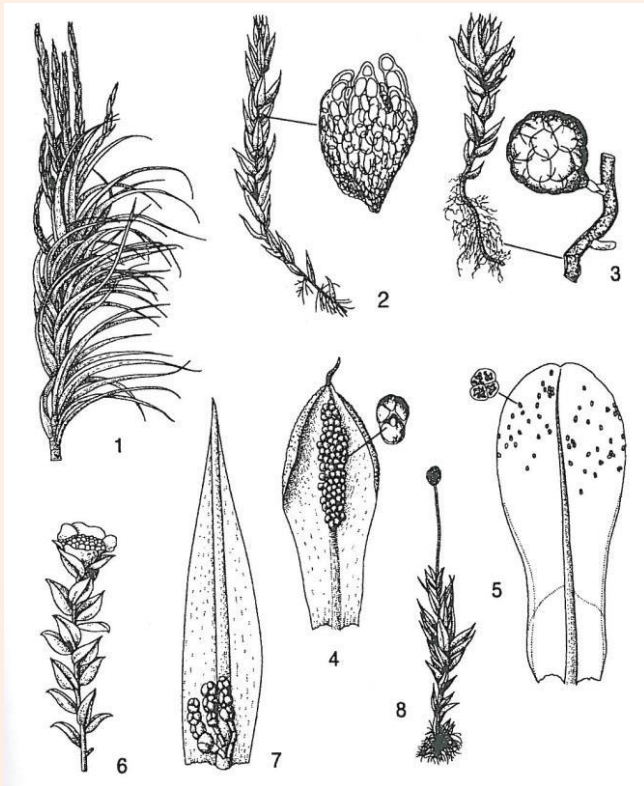


FIGURE 8-21
Peristome teeth of Bryidae, showing both exostomial and endostomial teeth. (A) *Bryum caespiticium*, showing external surface of exostomial tooth (far left), internal surface of exostomial tooth (far right), and endostomial teeth between the exostomial teeth (×160). (B) *Orthodontium infractum* (×200). (A, after Janzen, 1918; B, after Fleischer, 1900–1902.)

U mechů velmi časté vegetativní rozmnožování!

- rozmnožovací větvičky
- fragmentace lístů či jejich částí, příp. i lodyžek
- množilky = gemy v paždí listů (axilární), na listech, na protonematu či na rhizoidech



rhizoidální gemy
u prutníku (*Bryum*)



listové gemy
u šurpku (*Orthotrichum*)



axilární gemy
u paprutky (*Pohlia*)



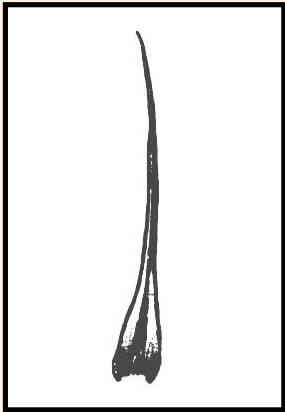
Dicranodontium denudatum – hyčovka lámavá



Výskyt: na rašelinné půdě, humusu, trouchnivějícím dřevě pařezů a padlých kmenech stromů, ale i na lesní půdě a na pískovcových skalách od nížiny do hor.



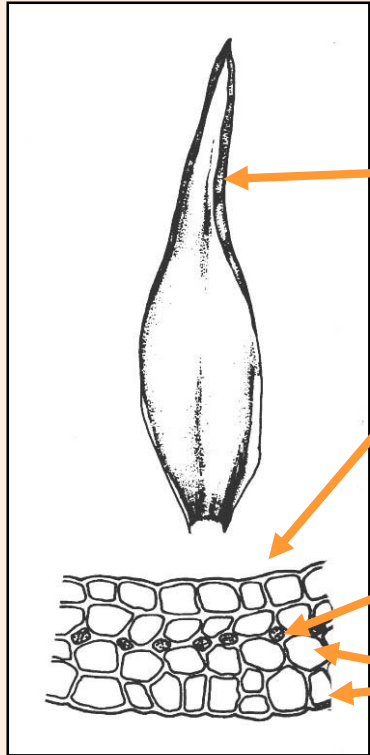
Snadno lámavé fyloidy se při dotyku rukou či při jiném mechanickém působení při bázi odlamují od kauloidu. Tento jev umožňuje účinné šíření mechu vegetativní cestou.



dlouze šídlovitý fyloid

Leucobryum glaucum – bělomech sivý

Výskyt: hojný druh borů a smrčín tvořící často nápadně mohutné polštářovité porosty; za sucha bělavě zelené barvy.



fyloid

příčný řez
fyloidem při bázi

chlorocyty

hyalocyty

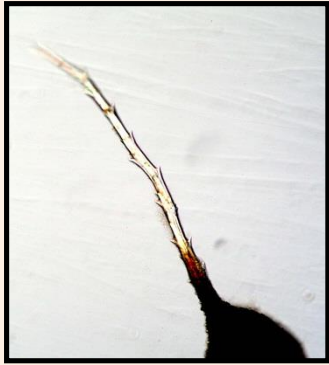


Xerothermní mechy

tj. druhy suchých stanovišť s vysokou adaptací na malou dostupnost vody:

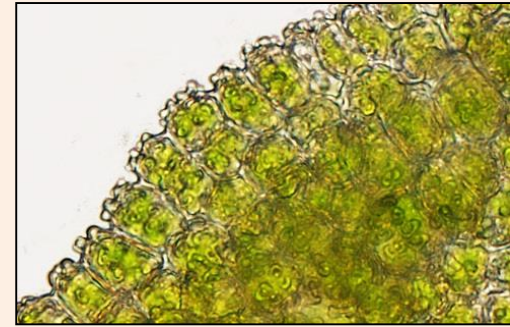
- tolerance obsahu až jen 10 % vody
- chlupatost – žebro vybíhá z čepele listu ve formě hyalinního chlupu či je část listu tvořena mrtvými bělavými buňkami (světlejší barva za sucha – odraz světla /efekt albedo/ a menší zahřívání rostliny, tj. zamezení ztráty vody)
- hustě sevřené trsy
- drobné a na povrchu papilnaté buňky
- malé vakuoly a hustá plasma
- mění se prostupnost membrány pro ionty, ER, GA redukce na fragmenty, rozptýlení ribozómův plasmě, mitochondrie a plastidy kulovité, tylakoidy méně pravidelné

Syntrichia ruralis – rourkatec obecný



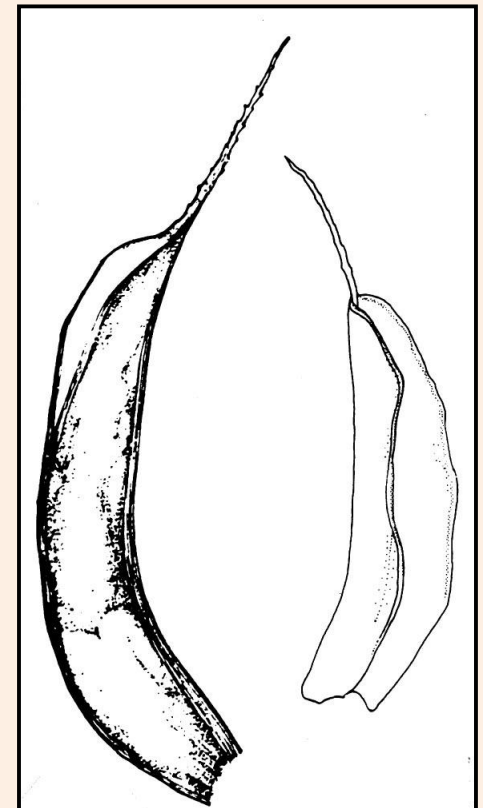
detail zubatého chlupu

Výskyt: hojný mech rostoucí na otevřenějších stanovištích: na zemi, často na skalách (zejména vápencových), zdech, střeších apod., od nížiny vysoko do hor.

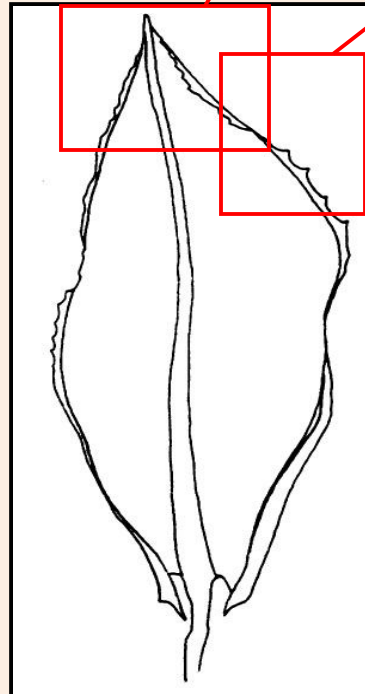
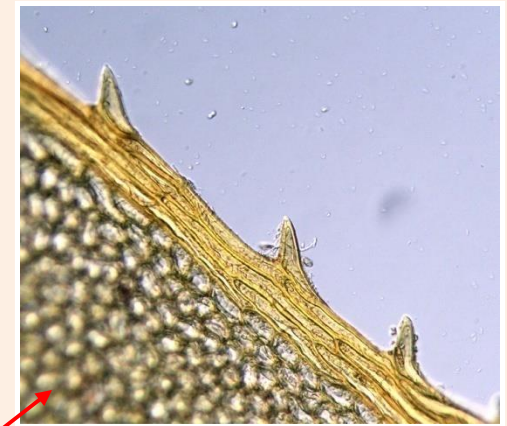
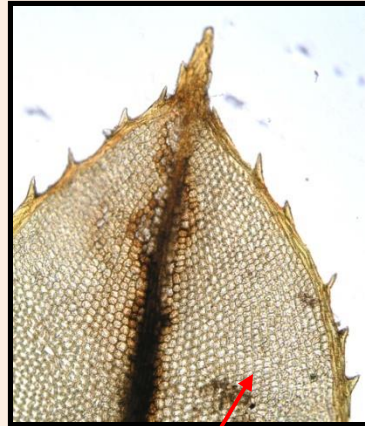
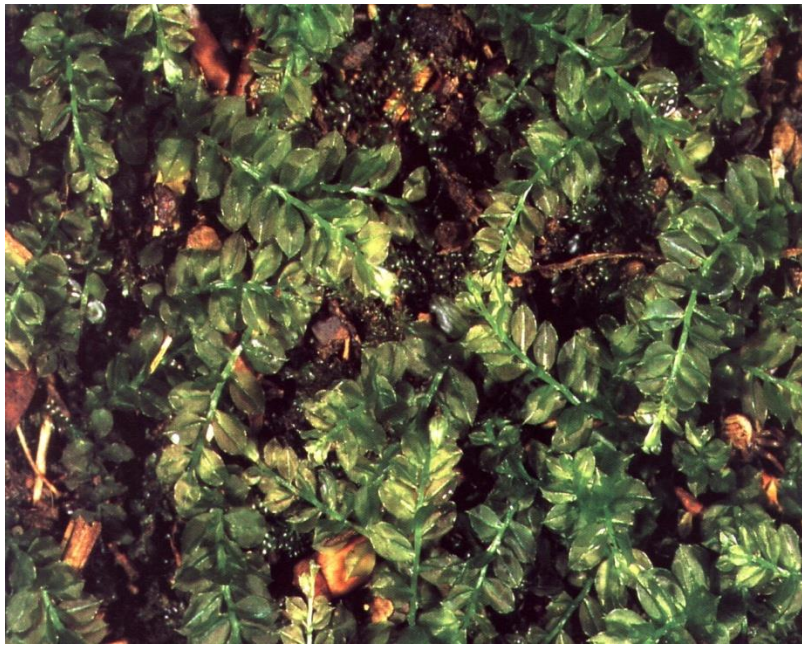


Žebro vystupuje z fyloиду ve formě dlouhého hyalinního chlupu.

Buňky v horní části fyloidu jsou silně papilnaté, při bázi bez papil.



Plagiomnium cuspidatum – měřík bodlavý

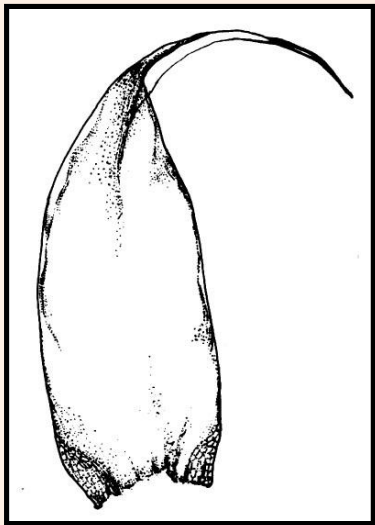


Výskyt: hojný lesní druh stinných stanovišť, roste na zemi, bázích kmenů i na humusem pokrytých skalkách a trouchnivějícím dřevě.

Fyloid je v horní polovině na okraji zubatý a po celé délce lemovaný několika řadami prosenchymatických buněk. Žebro zpravidla hrotitě vystupuje z fyloidu.

Hypnum cupressiforme – rokyt cypřišovitý

Výskyt: obecně se vyskytující bokoplodý mech na nejrůznějších substrátech (terestricky, epifyticky i epiliticky rostoucí); extrémně variabilní.



Fyloidy jsou na kauloidu, zejména však na větvích zpravidla srpovitě dolů stočené, žebro je jen velmi krátké a dvojité.



Využití mechorostů

- potrava hmyzu, výjimečně sobů (hořká chuť, *Sphagnum* do skotské)
- rašelina
- bytové zařízení
- doba kamenná – přidáváno do keramiky (*Neckera pennata*)
- Indie – rohožky, filtry proti kouři
- knoty lamp (*Dicranum elongatum*)
- těsnění spár, škvír, člunů (*Fontinalis antipyretica* - antiohňový mech)
- obalový materiál
- věci či potrava k přepravě, balení a ochrana jídla (otravy botulotoxiny vzrostly na Aljašce po odklonu od této metody až 12x), slamníky (*Hypnum* = spací mech (z latiny))
- předchůdce toaletního papíru odnepaměti (*Sphagnum*)
- oblečení–dekorace klobouků (Británie – *Climacium*) a šatů (Filipíny), knoflíky (Evropa z rašeliny)
- Německo – *Sphagnum* přidávané do vlny pro zlevnění oděvů

- Mexiko – tmavé skalní druhy barvení látek
- *Sphagnum* a *Dicranum scoparium* – plenky USA, Kanada, Skandinávie, Aljaška (USA v souč.), dámské vložky (Kanada), obalení miminek (dlouhé růžové lodyžky *Sphagnum magellanicum*), do postýlek se to používá doteď
- Německo a severské země – vložky do bot, i trekových

Těžba rašeliny: dobývání rašeliny u Mrtvého rybníka u Hřebečné a příprava borek používaných k vytápění. Datum: 20. léta 20.stol.



Torfstich bei Henzslererben, Erzgebirge.

Další „zajímavosti“ u mechorostů

- Entomochorie
- Symbiosa
- Saprofytismus

Entomochorie

Pouze zástupci mechové čeledi volatkovitých (Splachnaceae) se nerozšiřují větrem (tedy anemochorně), ale jsou entomochorní.

Jde o druhy koprofilní, tedy rostoucí často na exkrementech býložravců. Úspěšnému přenosu výtrusů slouží evolučně vyvinutý vztah s masařkovitými mouchami, které jsou lákány dvojitým atraktans na rozšířenou sterilní část tobolky – apofýzu: výrazná barva (červená, žlutá) a zde mechem vylučované organické aromatické sloučeniny (např. pro člověka zápachem velmi nepříjemná kyselina máselná). Po dosednutí sají mouchy tyto látky jako energetický zdroj a díky lepkavým výtrusům se jimi obalí a následně je velká pravděpodobnost na přenos na další exkrement býložravce.



Splachnum ampullaceum (volatka baňatá) v ČR rostoucí především na exkrementech jelenů na rašelištích v horách s ampulovitou apofýzou (výtrusnice se sporami je pouze zúžená horní část, kde jsou vidět zpět ohrnuté oranžové zuby obústní a na vyhřezlou kolumelu nalepené zelenkavé chomáče výtrusů).

S. luteum (volatka žlutá) rostoucí např. ve Skandinávii či na Islandu se žlutou výrazně deštníkovitou apofýzou.



Splachnum ampullaceum (volatka baňatá)



Symbiosa

U některých frondozních jätrovek a u hlevíků se ve stélce vytvářejí drobné kulovité dutinky (asi 1 mm v průměru) s otvorem na ventrální straně stélky , které obsahují symbionta – sinici rodu *Nostoc*, která dodává mechorostu dusík (fixace vzdušného dusíku za pomoci specializovaných buněk - heterocyt). Mechorost zase ve svých dutinkách nabízí pro sinici stále prostředí s dostatkem vody.

Blasia pusilla – jamuška drobná

U nás poměrně častá játrovka s tmavými dutinkami ve stélce obsahující sinici a zúženými prodlouženými hrdly nad velkými dutinami, kde se vytvářejí množilky – gemy.



Stélka hlevíku s rohovitými tobolkami



Saprofytismus

Sporofyt mechorostů je závislý výživou na gametoforu. Výjimkou je poměrně vzácný druh *Buxbaumia aphylla* (šikoušek bezlistý), u kterého se sporofyt vyživuje pouze saprofytický, protože během dozrání se gametofor rozpadá a již neasimiluje.

Jedinou játrovkou, která se vyživuje pouze saprofytický po celou dobu svého života je druh *Cryptothallus mirabilis*, který roste v rašeliníku či pod vrstvou humusu např. v západní a severní Evropě.

Buxbaumia viridis (šikoušek zelený)

Vzácný druh epixylického mechu
(tj. rostoucího na mrtvém tlejícím dřevě).
Mravenci často pojídají dozrávající (ještě
zelené) výtrusy mechů pro jejich vysoký
obsah cukrů.



Buxbaumia aphylla (šikoušek bezlistý)

Typické jsou u tohoto druhu
asymetricky „seřízlé“ tobolky na
asi 1 cm vysokých štětech.



Cryptothallus mirabilis

Vzácně se vyskytující saprofytická frondózní játrovka. Vlevo dole členitý gametofor, uprostřed a vpravo se vytvářejí sporofyty – hyalinní štěty a tmavší protáhlé tobolky se zrajícími výtrusy.



LIŠEJNÍKY

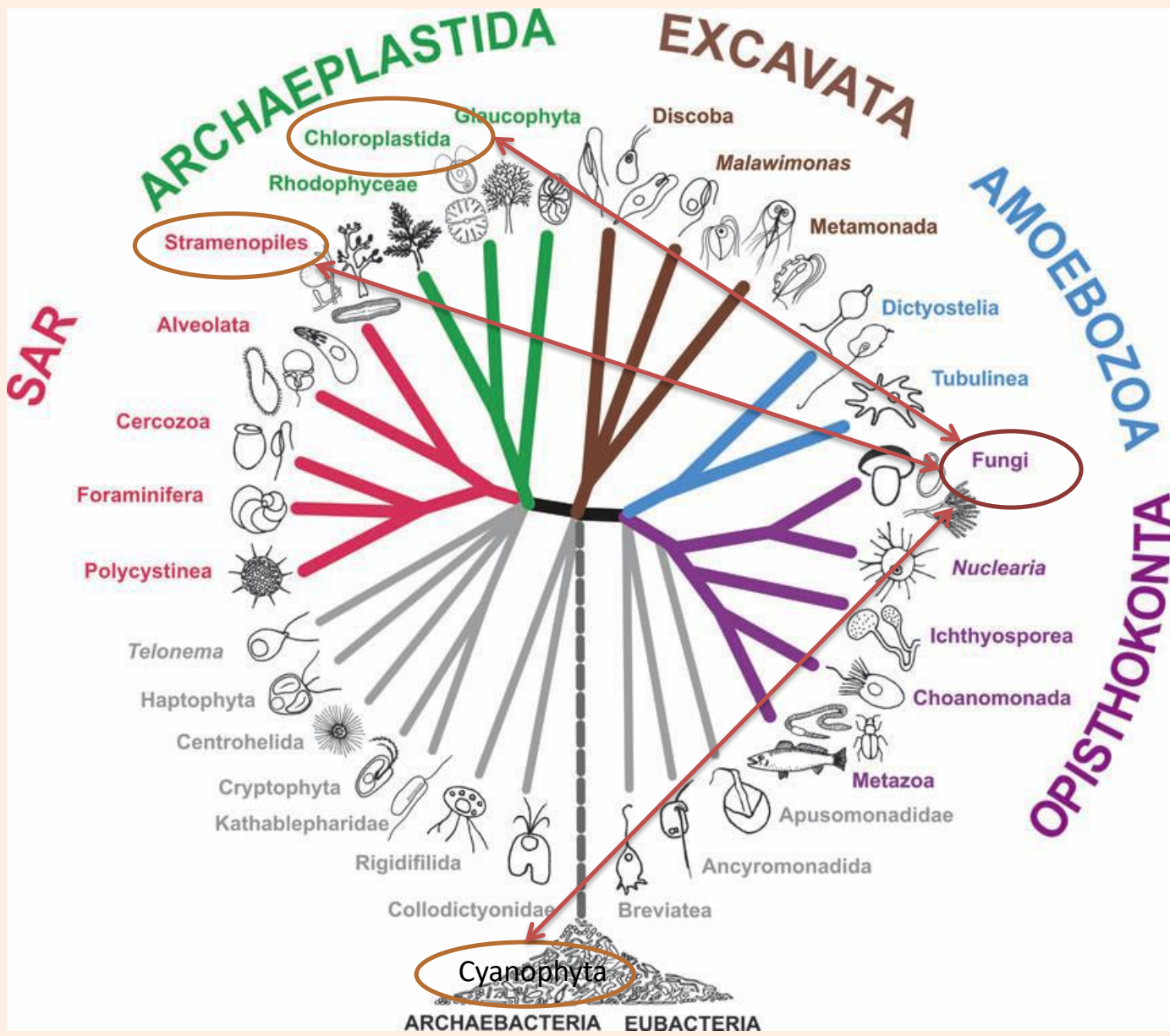


ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA LICHENIZOVANÝCH HUB, tedy lišejníků

- Komplexní, složené organismy tvořené dvěma složkami: mykobiontem (houbou) a fotobiontem (řasou či sinicí, případně i oběmi) nemající však v přírodě obdoby.
- Jde o ekologickou (nikoliv taxonomickou!) skupinu, která je začleňována do systému hub podle na tvorbě stélky výrazněji se podílejícího mykobionta.
- Asi v 97-99 % se na stavbě lišejníků podílejí vřeckovýtrusé houby (tř. Lecanoromycetes a tř. Chaetothyriomycetes), ve zbytku pak stopkovýtrusé houby (tř. Agaricomycetes).

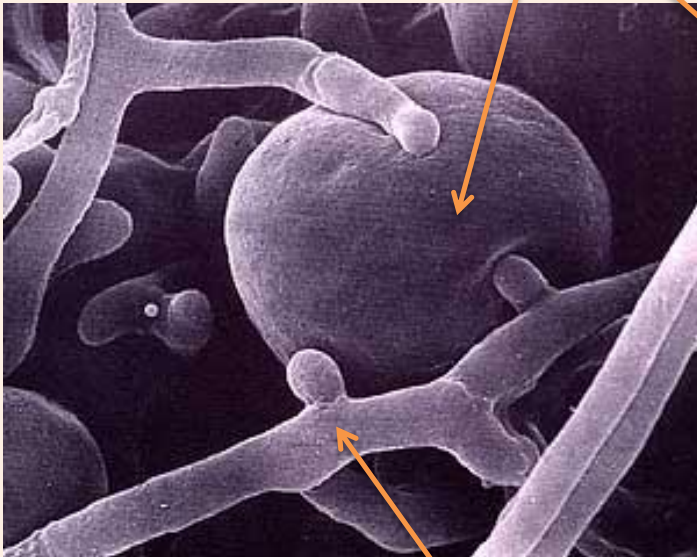
- U lišejníků lze pozorovat širokou škálu nepohlavního rozmnožování.
- Při pohlavním procesu se rozmnožuje pouze houba, převažují gymnokarpní typy nad pyrenokarpními (viz dále).
- Jde o pionýrské organizmy, ekologicky významné především v extrémních biotopech a ekosystémech (vysokohoří, polární oblasti, pouště apod.), s jedinečnými bioindikačními vlastnostmi.

Kde se v celém systému pohybujeme?

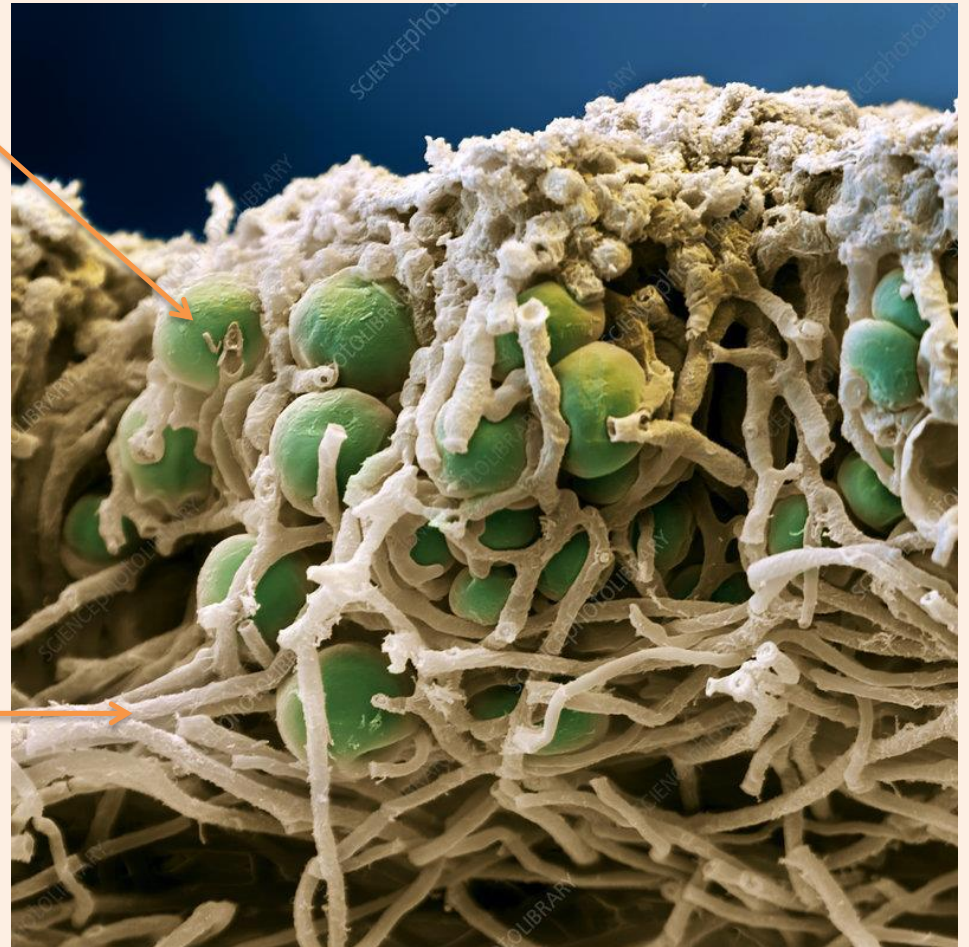


Lichenismus = asociace houby a zelené řasy/sinice za tvorby specifické stélky

Buňka fotobionta (kokální řasa)



Hyfy mykobionta (houba)



Obtížná charakteristika asociace:

Symbióza?

Mutualismus?

Parasitismus?

Kontrolovaný parasitismus?

Fotobiont součást struktury lišejníku

chráněn mykobiontem (UV, vyschnutí, herbivoři)

rozšíření niky

fotosyntéza

modifikovaná struktura (menší bb, větší chloroplasty)

nepohlavní rozmnožování (velmi vzácně i pohlavní)

Mykobiont tvoří strukturu („tělo lišejníku“)

od fotobionta výživa

výživa a ochrana fotobionta (UV, vyschnutí,)

rozšíření niky (chladná, suchá místa)

stavba stélky

pohlavní rozmnožování

Důležité vlastnosti lišejníků:

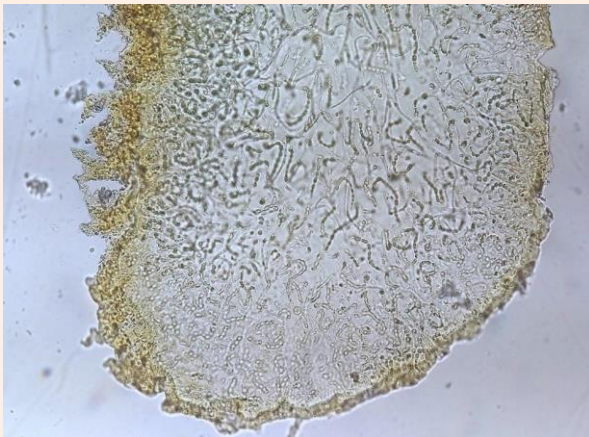
- reviviscence: schopnost rychle a reversibilně přecházet ze suchého do hydratovaného stavu
- odolnost proti nízkým teplotám: asimilace až do $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (naměřený extrém)
- schopnost růst na různých (nehostinných) substrátech
- schopnost produkce sekundárních metabolitů, z nichž většinu houba ani řasa nejsou schopné samostatně vyrábět (barevné pigmenty, lišejníkové kyseliny)
- organismy s dlouhou životností (korovité lišejníky řádově stovky let).

Základní morfologie stélky lišejníků

Typy stélek dle anatomie - průřezu stélkou:

1. **Homeomerická**, tedy na příčném řezu nerozlišená na kůru, asimilační vrstvu a dřeň (např. rod *Collema* - huspeník)
2. **Heteromerická**, tedy rozlišena na svrchní kůru, asimilační vrstvu, dřeň, popř. spodní kůru (např. rod *Peltigera* – hávnatka)

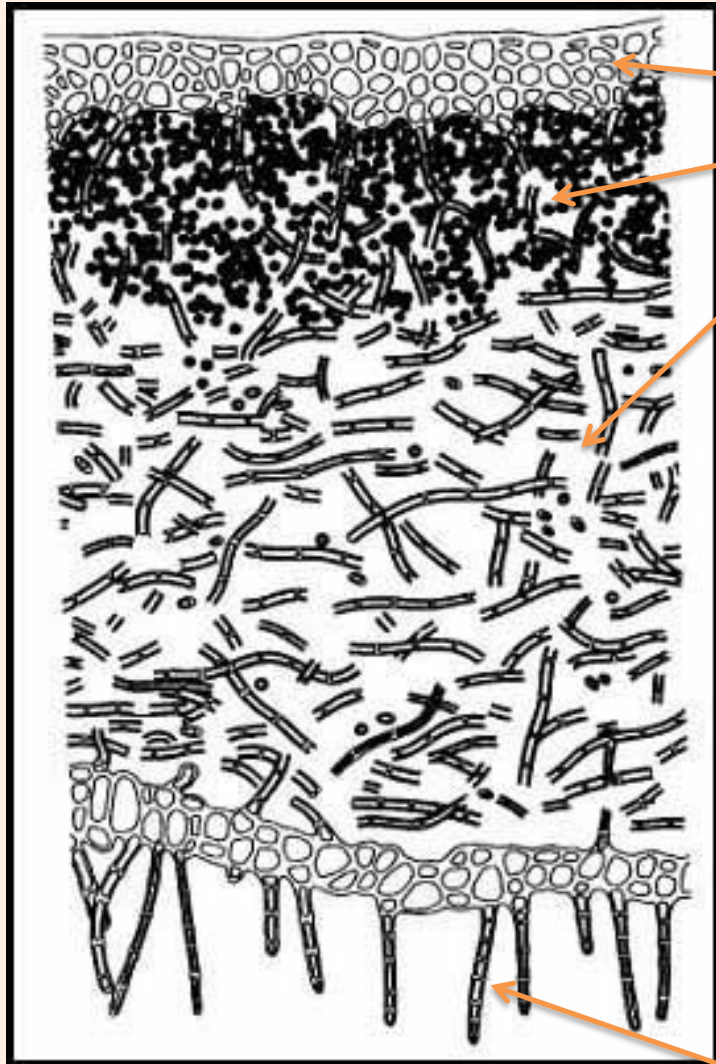
Homeomerická stélka (méně častá)



Heteromerická stélka (výrazně běžnější)



Schema průřezu heteromerickou stélkou

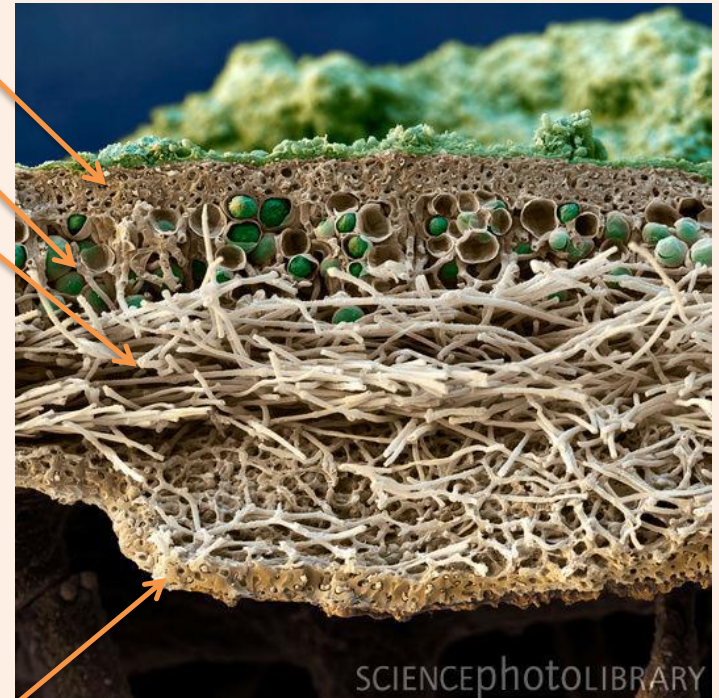


Svrchní korová vrstva (epidermis)

Řasová (gonidiová) vrstva fotobionta

Dřeňová vrstvy (výlučně mykobiont)

Rhiziny



Spodní korová vrstva

SCIENCEPHOTOLIBRARY

Průřez homeomerickou stélkou



Collema - huspeník

Typy stélek dle morfologie:

1. **Korovitá** – lišejník celou stélkou přitisknut k podkladu, netvoří žádné lístky či jiné útvary, např. zástupci rodů *Rhizocarpon*, *Lecidea*
2. **Lupenitá** – lišejník není tak těsně přitisknut k spodní stranou k podkladu, tvoří různě zahnuté laloky, např. zástupci rodů *Collema*, *Peltigera*
3. **Keříčkovitá** – lišejník tvoří malé keříčky, upevněn je často k podkladu jen v jednom bodě, např. zástupci rodů *Cetraria*, *Usnea*, *Cladonia*

Pozn.: Toto členění je pouze orientační; řada druhů vytváří stélky přechodné mezi jednotlivými základními typy!

Korovitá stélka



Keříčkovitá stélka

Lupenitá stélka



Další typy stélek

Dimorfická – smíšená; rozlišení na přízemní šupiny a na kmínky - podetia nesoucí apothecia (např. rod *Cladonia* – dutohlávka).



Leprosní (práškovitá); řasové buňky jsou obaleny hyfami bez kompaktní struktury. (např. rod *Lepraria* – prášenka).



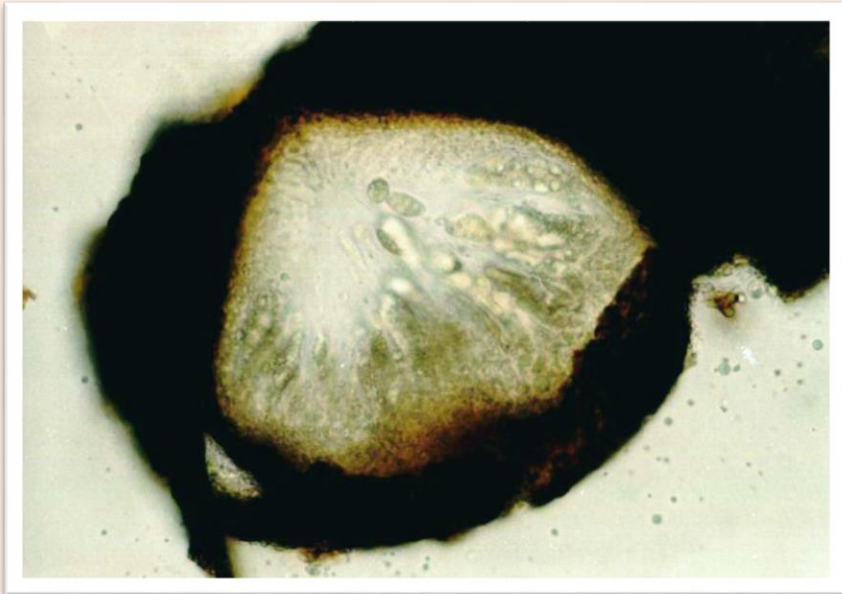
Rozmnožování a rozmnožovací útvary

- 1. Pohlavní** – zúčastňuje se pouze houba, tedy mykobiont, který vytváří plodnice (apothecia, perithecia či plodnice rozčleněné na třeň a klobouk)

Apothecium (mističkovitá plodnice): vlevo průřez plodnicí, vpravo pohled na celou stélku shora



Perithecium (lahvicovitá plodnice zanořená ve stélce): vlevo průřez plodnicí, vpravo pohled na celou stélku shora



Plodnice rozlišená na třeň
a klobouk



Typy apothecií

lekanorovitě – tvoří stélkový okraj (margo thallinus),
tzv. excipulum, které je světlejší než vnitřní terč
apothecia

lecideovitě – pouze vlastní okraj (margo proprinus), který je
karbonizovaný (černý) a barevně shodný s vnitřním
terčem apothecia

(biatorinní) – pouze vlastní okraj, který je hyalinní (bezbarvý, nikdy není černý)

(zeorinní) – vlastní i stélkový okraj

lecanorovitě apothecium



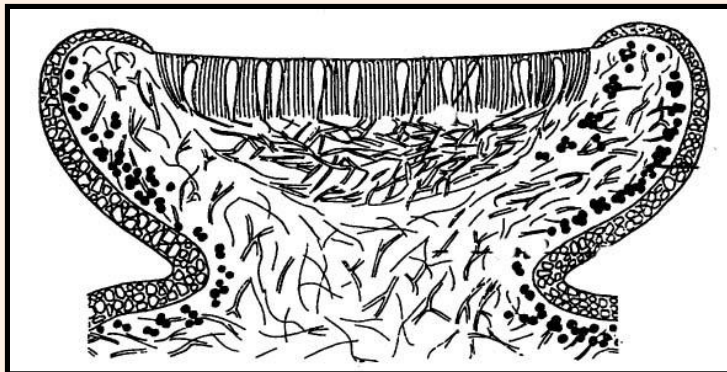
lecideovitě apothecium



Lekanorovit  apothecium

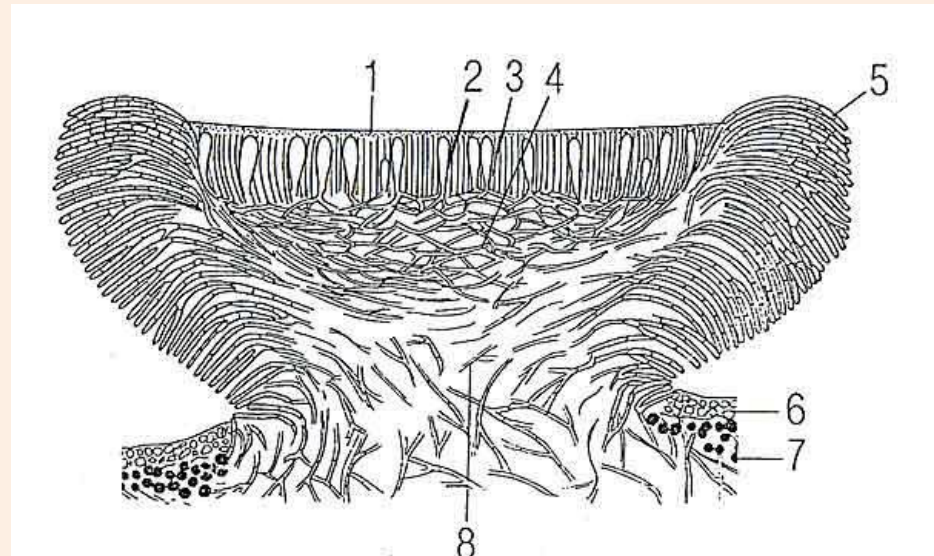


Korov vrstva i vrstva asimilační vybhj až ke stlkovmu okraji

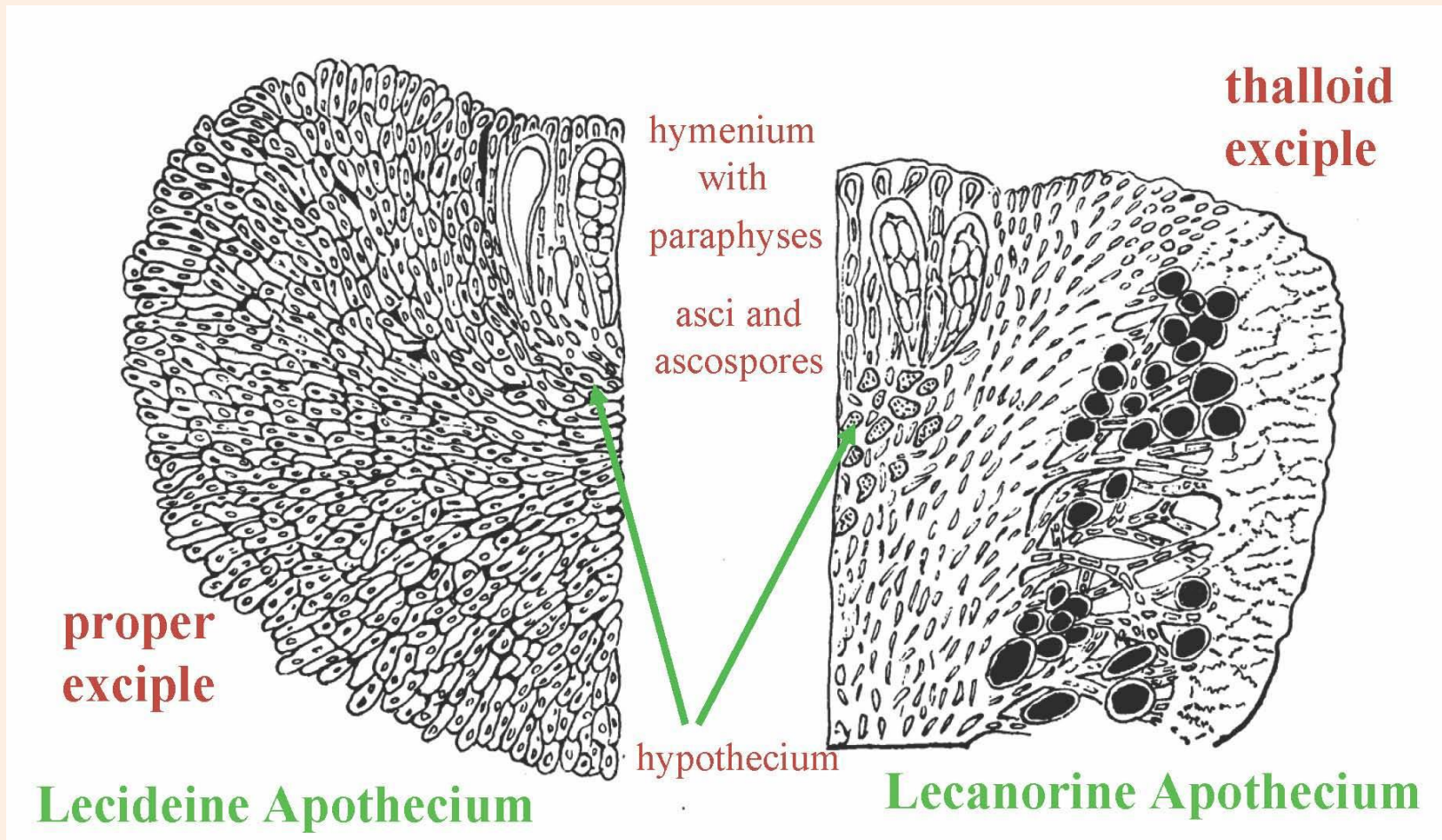


Lecideovité apothecium

Korová vrstva i vrstva asimilační nevybíhají až ke stélkovému okraji, ale končí pod zúženou bazální částí apothecia

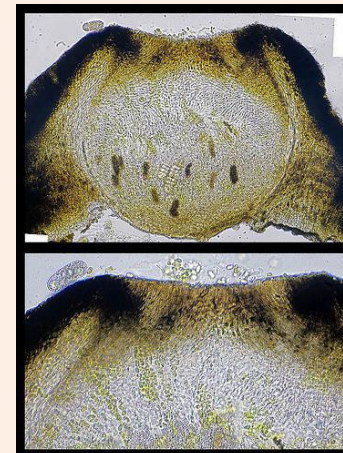


Srovnání rozdílů mezi lekanorovitým a lecideovitým apotheciem



Perithecium - lahvicovitá či džbánovitá plodnice zapuštěná do stélky

Podhled na stélku shora

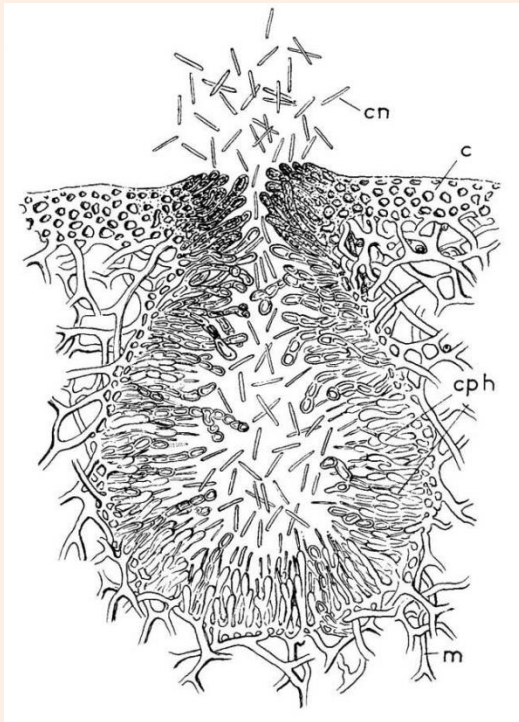


Průřezy stélky
s peritheciem

Rozmnožování a rozmnožovací útvary (viz návaznost na snímek č. 100)

2. Nepohlavní

Schema průřezu pyknidou
s uvolňujícími se konidiami



- a. **Pyknidy**
- b. **Sorédie**
- c. **Izídie**

Ad a. **Pyknidy** – nepohlavního procesu se zúčastňuje pouze houba, která vytváří nepohlavní výtrusy – konidie ve specializovaných lahvicovitých útvarech – pyknidách (po dopadu konidie na nové stanoviště se však musí „spojit“ s fotobiontem!).

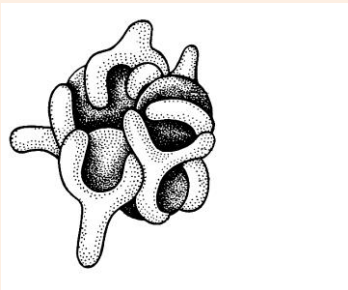
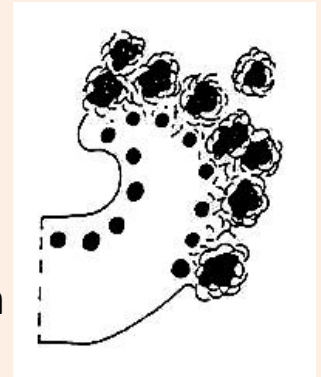
ad b. Sorédie

Skrze praskliny v kůře stélky se uvolňují řasové buňky obalené hyfami mykobionta – **sorédie**. Často jsou vytvářeny ve specializovaných útvarech zvaných **sorály**. Sorédie jsou velmi malé a jsou produkovány ve velkém množství.

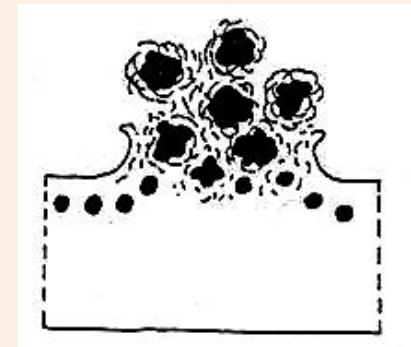
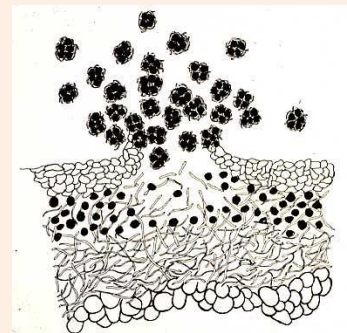


B3500220 [RM] © www.visualphotos.com

Schema povrchových a okrajových (vpravo nahoře) sorálů.



Detail soredie (perokresba dole) a snímek (vlevo nahoře) ze SEM mikroskopu.



Ad c. Izídie

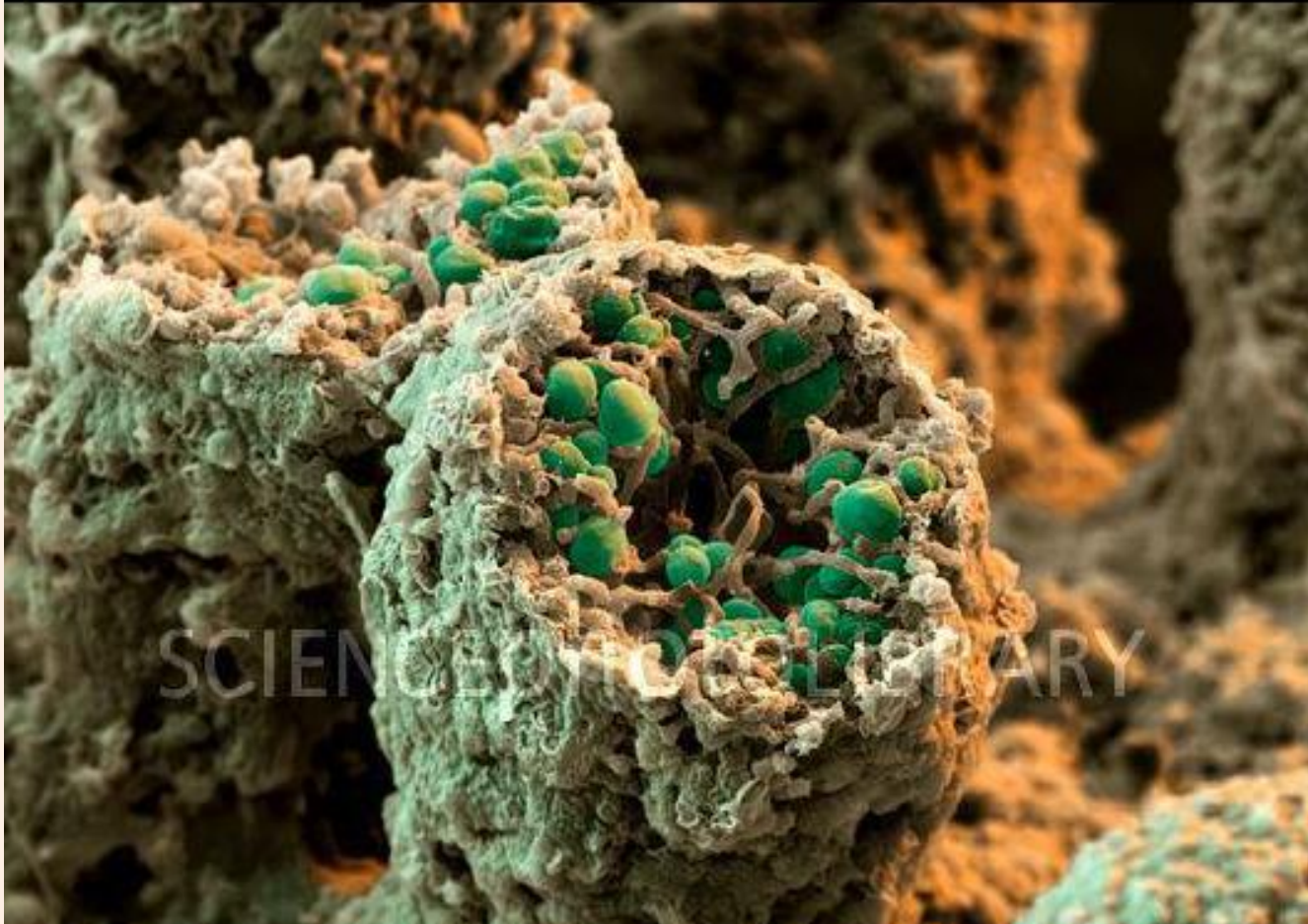
Izídie jsou morfologicky rozmanité výrůstky, které zachovávají strukturu stélky, tzn. mají korovou a řasovou vrstvu i dřev (popř. mají strukturu jako homeomerická stélka). Oproti sorédiím jsou větších rozměrů a jsou vytvářeny v menším počtu.



Průřez stélkou s izídiemi.



SEM snímek izídie



Vznik lišejníků

Lutzoni et al. 2004: Lichenizace vznikla vícekrát nezávisle na sobě

Lutzoni et al. 2001: ztráta lichenismu během evoluce (Eurotiomycetes)

Tehler et al. 2003: Lichenizace primárně ve vodě před vstupem hub na souš

Nejstarší fosílie

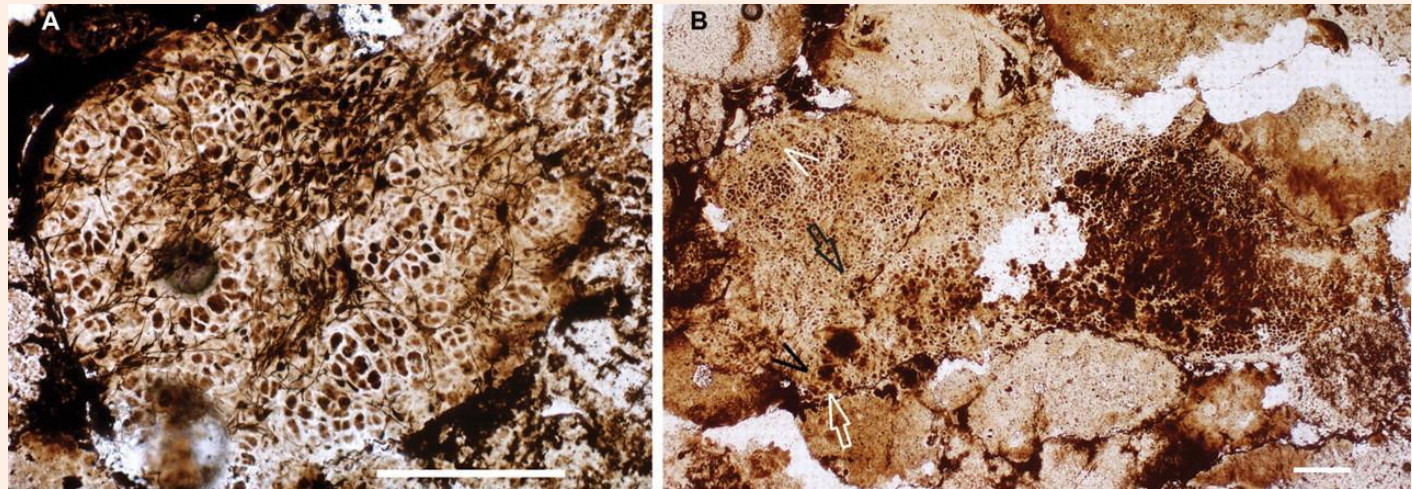


Fig. 1. Thin-section photomicrographs of two better-preserved specimens-Coccoidal thallus divided by dense filaments in the middle. Further compartmentalization of coccoidal thallus by less densely packed filaments is visible at higher magnification.(551-635 MaBP)



Lobaria - miocén



Sekundární metabolity

Dvě základní skupiny sloučenin v lišejnících:

1. Primární metabolity

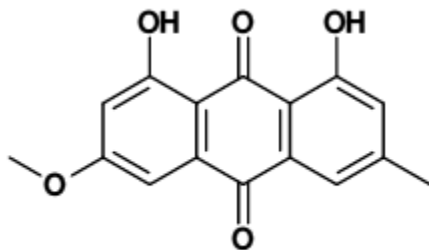
- produkuje řasa i houba
- zajišťují základní životní děje
- proteiny, aminokyseliny, polysacharidy, karotenoidy, vitamíny atd.
- v protoplastu, popř. v buněčné stěně
- často rozpustné ve vodě

2. Sekundární metabolity

- produkovány mykobiontem
- nezajišťují základní životní děje
- většinou na povrchu hyf
- nerozpustné ve vodě

V současnosti známých zhruba 1000 sekundárních metabolitů

Většina látek produkována výhradně v lichenizované stélce; ca. 50 látek i jinými organismy - např. parietini v nelichenizovaných houbách (např. *Aspergillus*, *Penicillium*) a rostlinách (např. rebarbora, šťovík)



Parietin

Význam sekundárních metabolitů

- produkce sekundárních metabolitů je energeticky náročná (sek. metabolity až 30% hmotnosti lišejníku) –mají pravděpodobně adaptivní význam
- rozdílné názory na význam jednotlivých metabolitů (často i rozporující si názory)
- ochrana před nadměrným slunečním zářením (především UV složkou, ale i PAR)
- ochrana proti herbivorii
- pomáhají zvyšovat toleranci vůči kovům (inhibují jejich toxické působení)
- allelopatické účinky
- antimikrobiální účinky
- obrana proti parazitům
- hydrofobní látky ve dřeni napomáhají zachovávat optimální podmínky pro fotosyntézu i ve vlhku
- upevňování vazby mezi jednotlivými komponenty - mykobiontem a fotobiontem

Specifické stélkové reakce

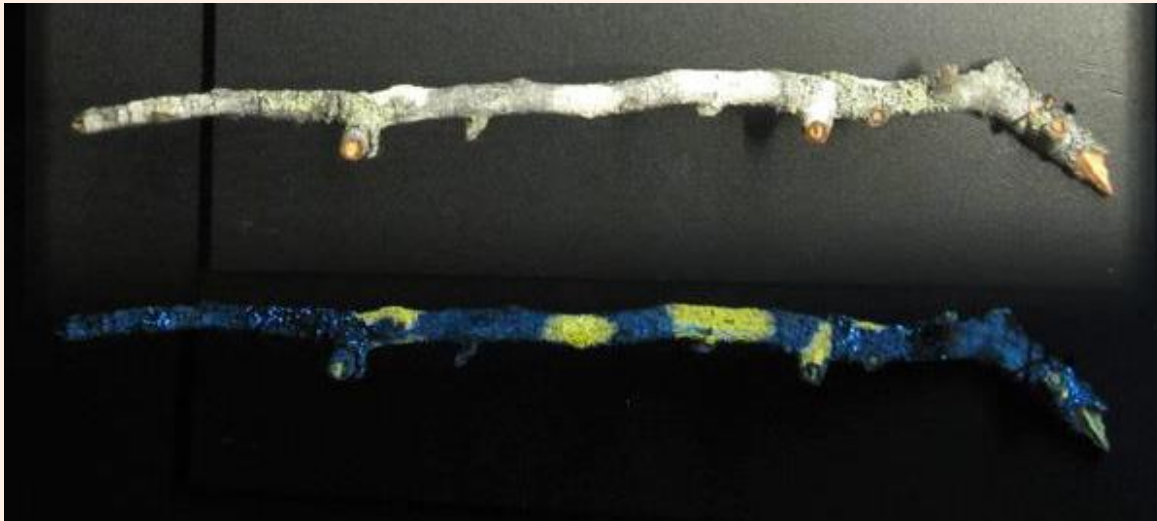
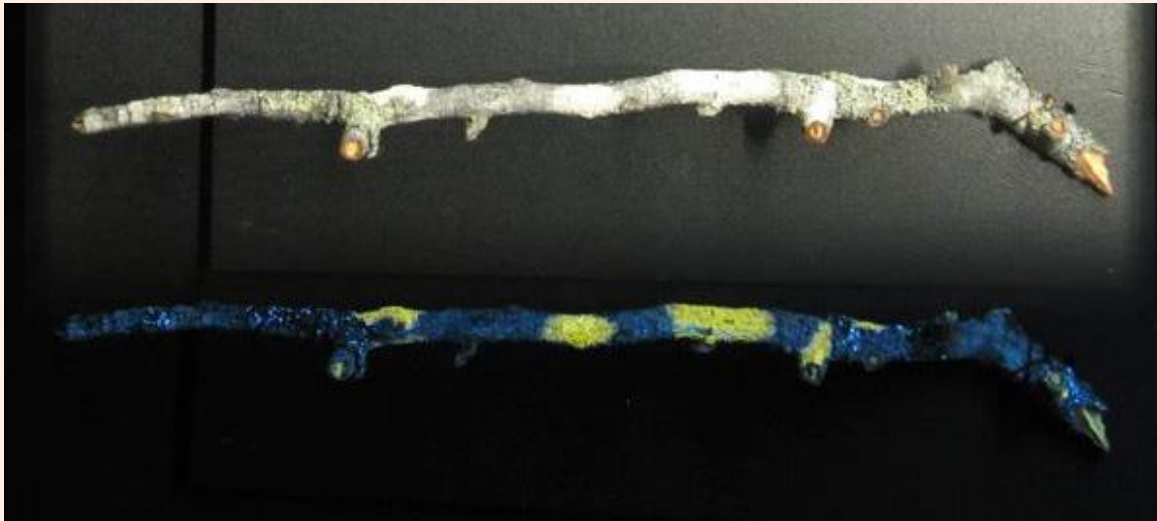
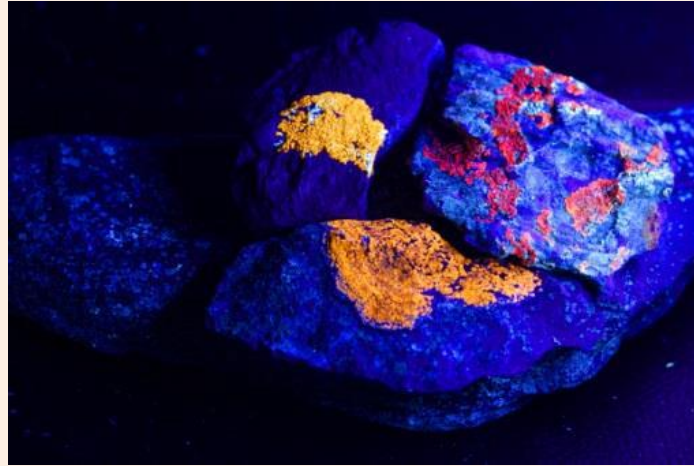
- rychlé, jednoduché – na rozdíl od ostatních metod se dají použít v terénu
- vhodné spíše na předběžné určení – konkrétní látku vhodné dále potvrdit citlivější metodou
- používá se i tam, kde je nemožné sbírat materiál – stěny kostelů, náhrobky
- pomáhají detekovat nejen přítomnost studovaných látek (resp. skupin látek), ale i jejich konkrétní umístění ve stélce
- vhodné také k odlišení blízce si příbuzných druhů lišicích se přítomností určité látky



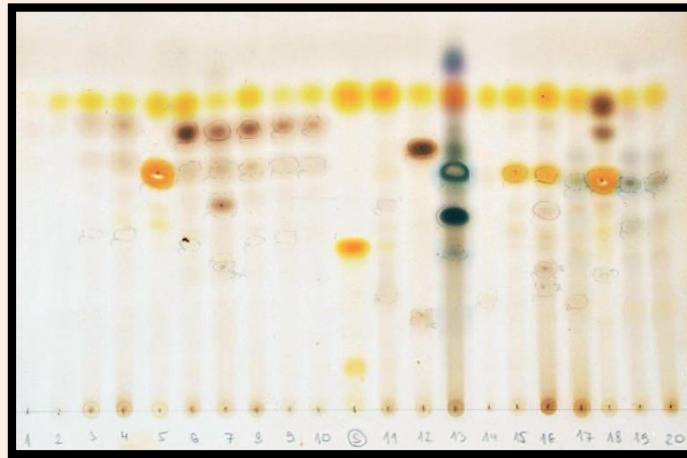
Parietin přítomný ve stélce reaguje s K (K+ red).

Další metody studia lišejníků

Sledování pod UV světlem:



TLC: tenkovrstevná chromatografie (thin layer chromatography)



Mikrokrystalizace



Využití lišejníků



Využití ve farmakologii a medicíně:

- tradiční medicína (Evropa, Čína, Severní Amerika) - *Usnea*, *Cetraria islandica* (zápaly plic a záněty průdušek), *Peltigera canina* užívána v Indii k léčbě onemocnění jater (vysoký obsah aminokyseliny methioninu?)
- usnová kyselina: spasmolytické, antivirové, antimikrobiální účinky (ve formě masti účinnější na vnější zranění než penicilin)
- prokázány antitumorové účinky některých lišejníkových látek
- produkce látek, které mírní projevy Alzheimerovy choroby (*C. macilenta*)



Barvení látek

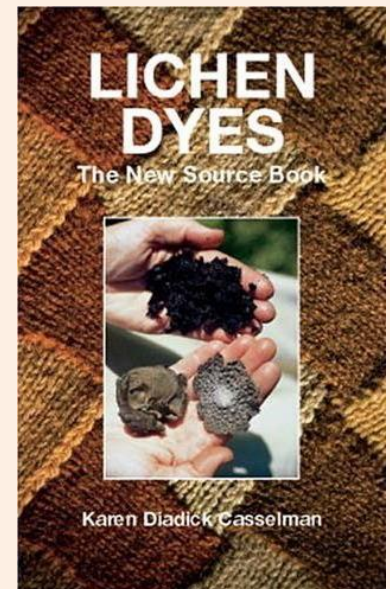
Xanthoparmelia
Evernia, Roccella,
Parmelia



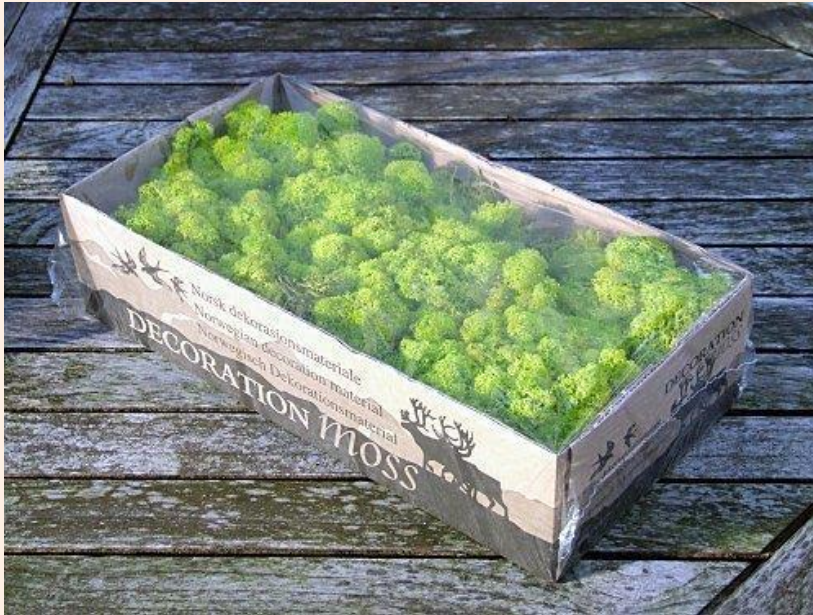
Skotsko – barvení vlny.



Kanada, native people,
Navajo.



Dekorace



REINDEER MOSS 500G BOX (nabídka
Amazonu 3/2018 – *Cladonia stellaris*)

Sobi – *Cladonia*, *Cetraria*.

Potrava pro člověka a zvířata

*Aspicilia
aesculenta*
- Lybie.



Parfumerie



Oakmoss

lat. *Kingdom Plantae, division Bryophyta*
Other names: *Mousse de Chêne, treemoss*

Group: **WOODS AND MOSSES**



Odor profile: An inky, bitter-smelling forest floor evocative, prized essence coming from the lichen that grows on oak trees in Europe (harvested in the Balkans). Nowadays severely restricted under skin sensitization concerns, it is nevertheless an essential part of chypre fragrances and fougère fragrances.

Since 2001 International Fragrance Association-IFRA has listed oakmoss as a restricted ingredient – should not be used in consumer products if their quantity exceeds 0.1 % to prevent adverse dermatological reactions. Following this, many houses reformulated their epic perfumes, some (Guerlain) has found the way to preserve original versions extracting the specific molecule not allowed by IFRA.....
(<https://www.fragrantica.com/notes/Oakmoss-39.html>)

Klasifikace - systém lišejníků

System vytvořen podle houby – hlavního komponenta stélky, nikoliv podle fotobionta!

1. **Ascomycota** (vřeckovýtrusné houby)

> 99 % druhů lišejníků!

Jednotlivé třídy:

Dothideomycetes (pouze desítky rodů lichenizovaných, Trypetheliaceae)

Arthoniomycetes (desítky rodů převážně lichenizovaných nebo lichenikolních hub)

Eurotiomycetes (nelichenizované i lichenizované, subclass Chaetothyriomycetidae – Verrucariales, Pyrenulales)

Lichinomycetes (výlučně lichenizované druhy, desítky rodů)

Lecanoromycetes (valná většina lichenizovaných hub - ca 90 %)

2. Basidiomycota (stopkovýtrusné houby)

(< 1 % druhů lišejníků)

Jednotlivé řády:

Cantharellales (Clavariaceae: *Multiclavula*)

Agaricales (Hygrophoraceae: *Cora*, *Dictyonema*, ***Lichenomphalia***; Marasmiaceae: *Marasmiellus*)

Corticiales

(fam. inc. sedis: *Marchandiomphalina*)

Atheliales

(Atheliaceae: *Athelia*; ?*Lepidostromataceae*: *Lepidostroma*)

Hymenochaetales

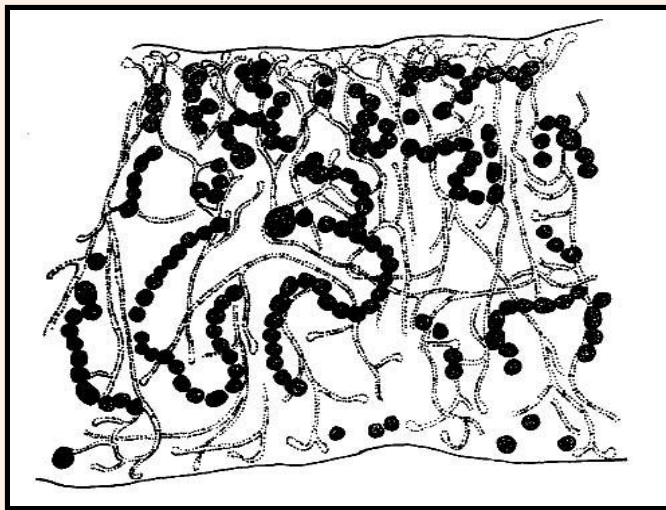
(fam. inc. sedis: *Cyphellostereum*)

Collema cristatum – huspeník hřebenitý

Příklad lišejníku s homeomerickou stélkou tvořenou úzkými, žlábkovitými laloky, na okrajích s drobnějšími naduřelými lalůčky; fotobiontem je sinice r. *Nostoc*; stélka za vlhka mnohonásobně zvětší svůj objem a má rosolovitý charakter.

Výskyt: na vlhkých vápencových skalách

Celkový pohled



Schema příčného řezu stélkou s nerozlišenou gonidiovou a dřeňovou vrstvou (oba komponenty jsou +/- rovnoměrně v celém profilu propleteny).



Celkový vzhled lišejníku za vlhka

Peltigera aphthosa – hávnatka bradavičnatá



Živě jablkově zelené zbarvení stélky tohoto druhu způsobeno hlavním symbiontem – zelenou kokální řasou. Většina hávnatek však obsahuje jediného symbionta - sinici *Nostoc* a jejich stélky jsou proto za vlhka modrošedé.

bradavičnatá cefalodia na povrchu stélky s druhým symbiontem (*Nostoc*)

Výskyt: travnatá vlhká místa v lesích, často porůstá mechy; podobně jako řada dalších druhů tohoto rodu dnes vzácná.

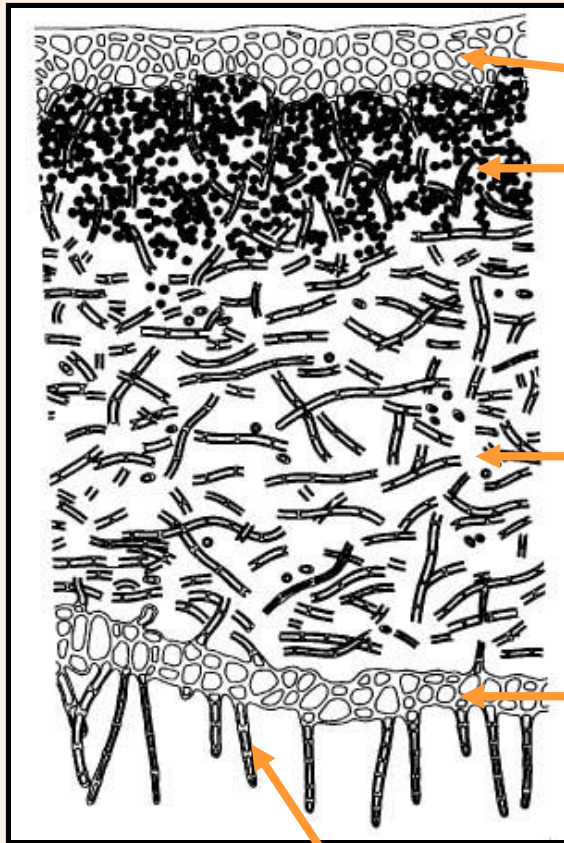


Výskyt: vlhká místa v lesích,
v ČR kriticky ohrožený druh.

Příčný řez heteromerickou stélkou (*Peltigera aphthosa*)

Obecné schéma příčného řezu heteromerickou stélkou

Fotografie příčného řezu stélkou *Peltigera aphthosa*



svrchní korová vrstva (epidermis)

řasová -
gonidiová vrstva
(fotobiont)

dřeňová vrstva

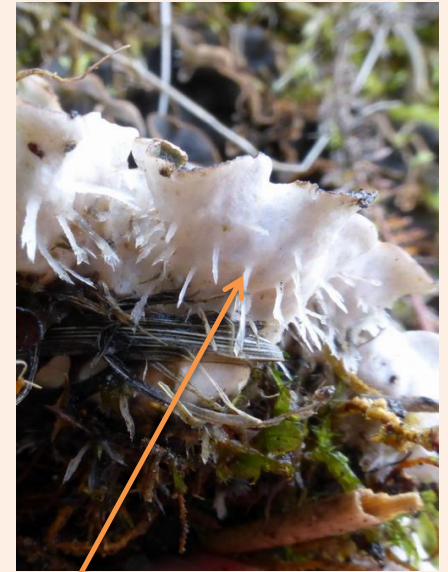
spodní korová
vrstva (u rodu
Peltigera není
spodní kůra
vyvinuta!)

rhiziny

cefalodium
(Nostoc)



Peltigera aphthosa – hávnatka bradavičnatá



Rhiziny vystupující ze spodní strany stélky. Ta je bělavá, protože u tohoto rodu chybí spodní korová vrstva.

Výskyt: mezofilní druh, vlhká místa v lesích, v ČR asi nejhojnější zástupce rodu. Lupenitá stélka, fotobiontem je pouze sinice rodu *Nostoc*. Světle hnědavé útvary na okraji stélky představují plochá apothecia.

Lobaria pulmonaria – důlkatec plicní

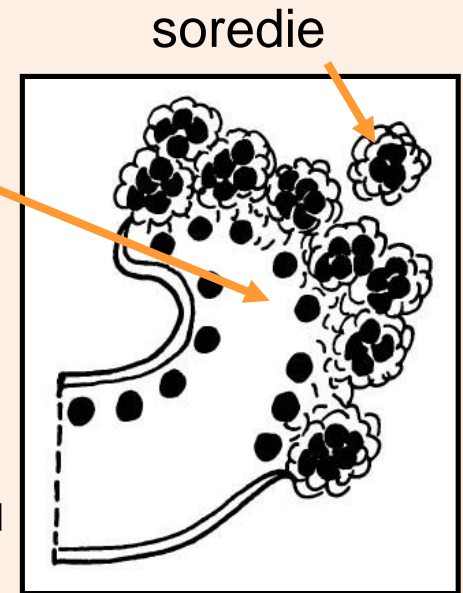


Výskyt: vzácný epifytický druh pralesů mírného pásma s obrovskou (i několik dm v průměru) lupenitou stélkou. Vynikající indikátor zachovalých starých porostů; v ČR kriticky ohrožený druh (vzácně se vyskytující na Šumavě, v Českém lese a v Novohradských horách).

Hypogymnia physodes – terčovka bublinatá



Rtovité sorály jsou charakteristické pro vzhůru ohrnuté okraje laloků stélek. Na povrchu laloků možno pozorovat též drobné, četné pyknidy.



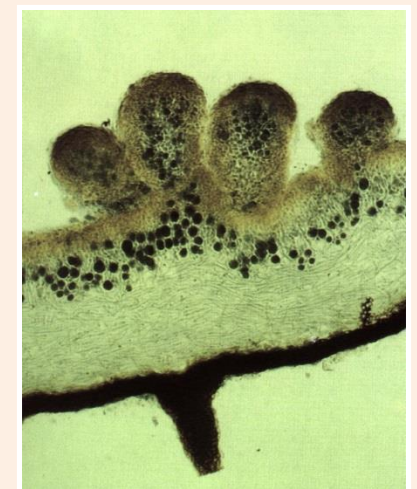
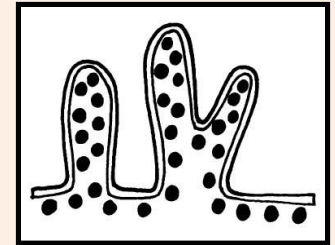
Výskyt: jeden z nejběžnějších epifytických lišejníků s lupenitou stélkou (méně často roste též epilíticky); relativně toxitolerantní vůči mírnému znečištění ovzduší.

Pseudevernia furfuracea – terčovka otrubčitá



Schéma a fotografie příčného řezu stélkou s izídiemi (tmavé kulovité útvary – buňky fotobionta)

Celkový vzhled terčovky; střední část stélky (tmavší zbarvení) hustě pokrývají nápadné válcovité izídie

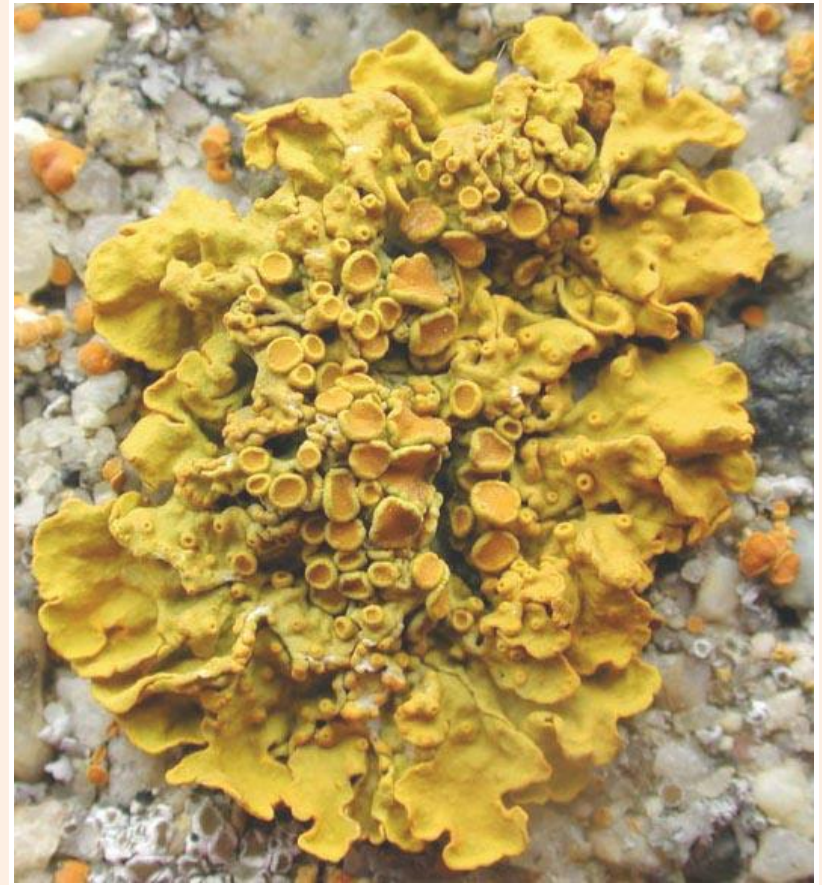


Keříčkovitý lišejník se šedivou stélkou (avšak na rubu alespoň při bázi sazově černou); velmi variabilní druh. Výskyt: epifyt, hojný především ve vyšších polohách na kyselých substrátech (např. smrk, bříza).

Xanthoria parietina – terčník zední



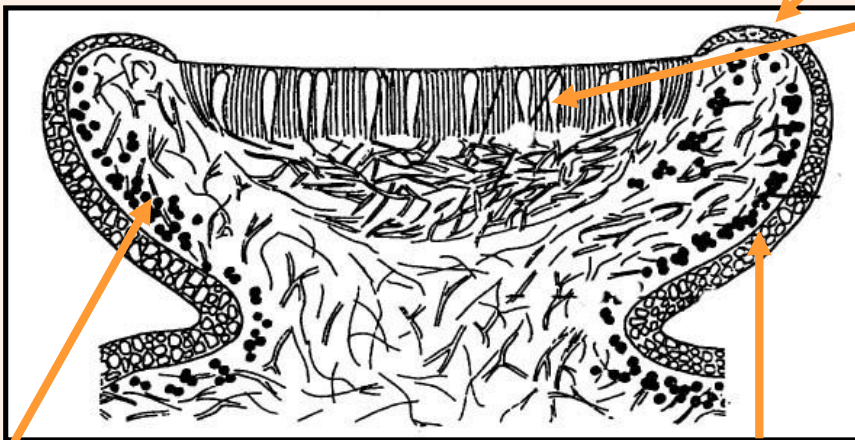
Lupenitá stélka s lekanorovitým typem apothecií; žluté zbarvení je způsobeno antrachinony.



Výskyt: epifyticky na dřevě, zvláště na stromech podél komunikací, dřevě či epiliticky na skalách; častý nitrofilní druh.

Lecanora conizaeoides – mísnička zelenavá

Schéma lekanorovitého typu
apothecia



stélkový okraj (excipulum)

Hymenium (výtrusorodá vrstva)



gonidiová vrstva a korová vrstva (epidermis)
vybíhají až k okraji hymenia

Výskyt: drobný a nenápadný epifyt
invazního charakteru rostoucí na
borkách jehličnanů a listnatých dřevin
i v silně znečištěných oblastech
(tzv. „lišejníková poušť“) v centrech městských
a průmyslových aglomerací).

Cetraria islandica - puklčka islandská

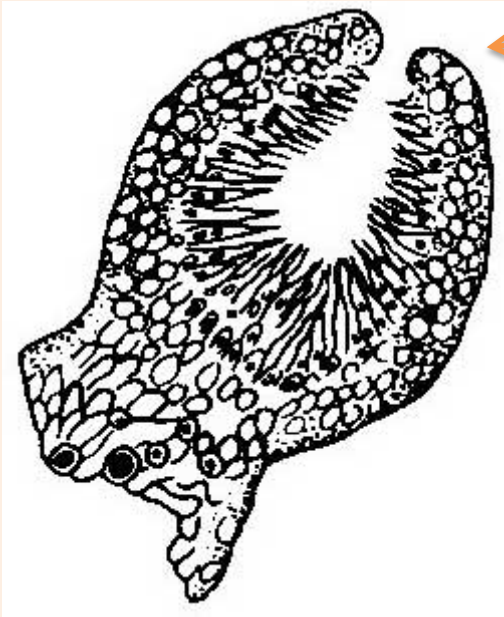


Na keříčkovité stélce možno pozorovat podlouhlé prohlubeniny - pseudocyfely, sloužící k výměně plynů. Odumírající bazální části stélky často zbarveny do oranžova - fumarprotocetrarová kyselina, látka využívaná jako léčivo.



Výskyt: vřesoviště, bory, rašeliniště i vysokohorská bezlesí; častý, velmi variabilní druh.

Cetraria islandica - puklérka islandská



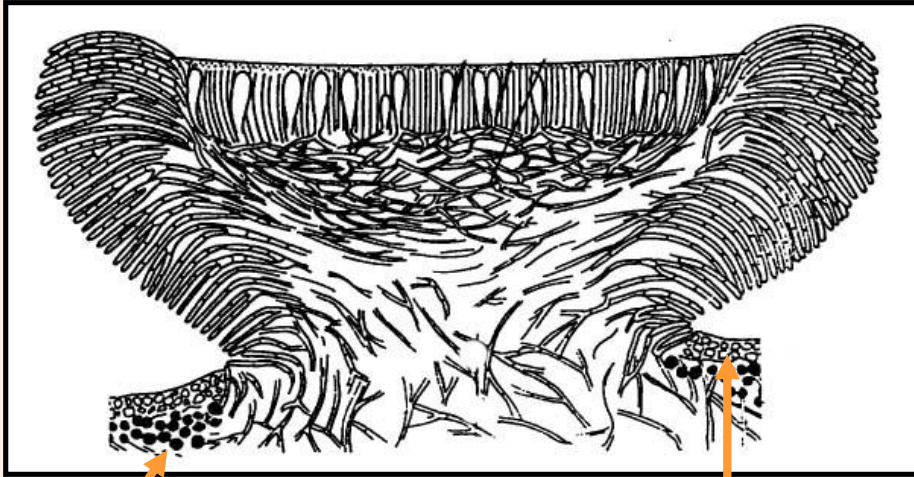
Detail pyknid



Lecidea sp. – šálečka

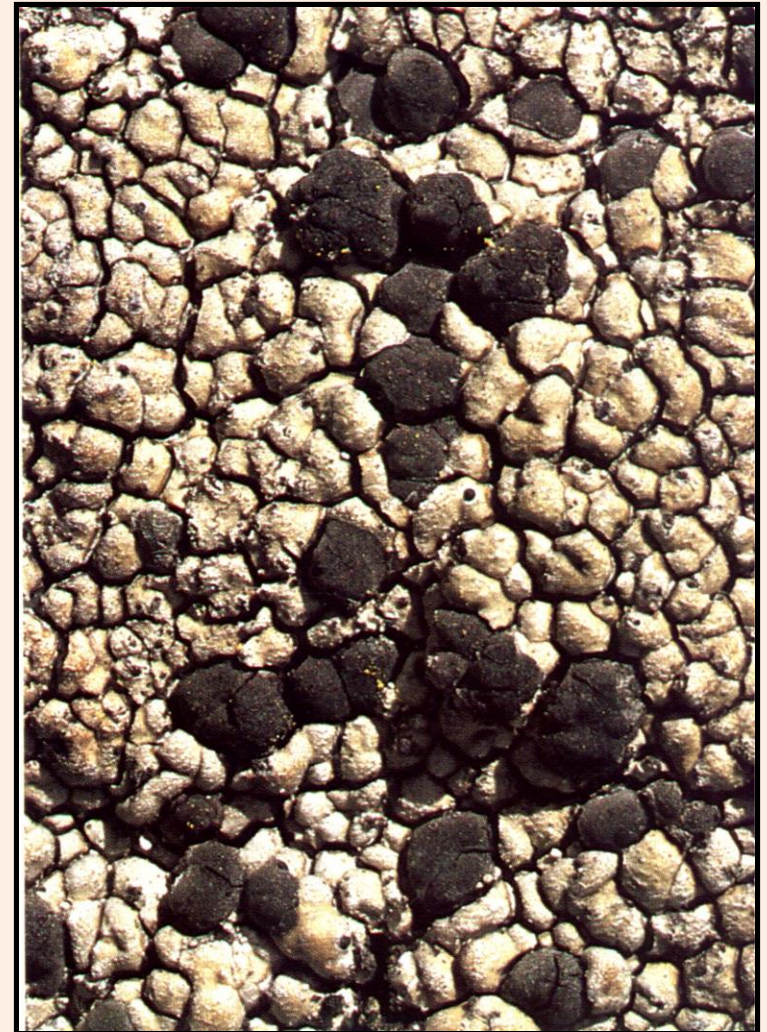
Lecidea fuscoatra

Schema lecideovitého typu apothecia

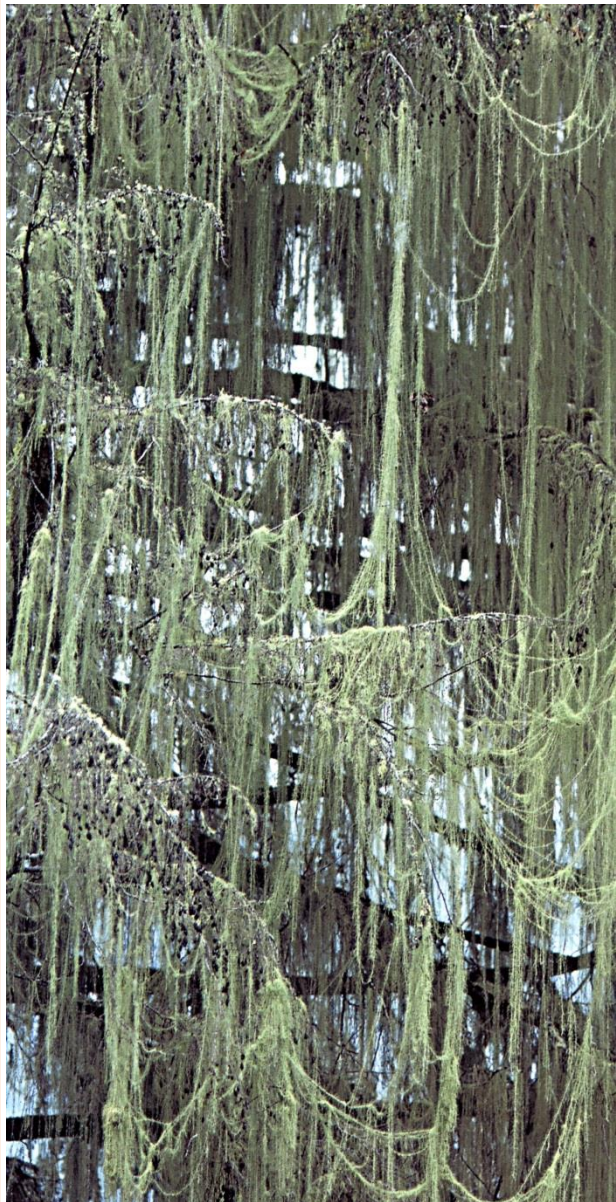


Řasová vrstva a korová vrstva
(epidermis) končí pod apotheciem

Korovité lišejníky s tmavě zbarvenými apothecii
rostoucí na kyselých horninách; řada podobných
rodů rozlišitelných pouze mikroskopicky.



Usnea sp. – provazovka

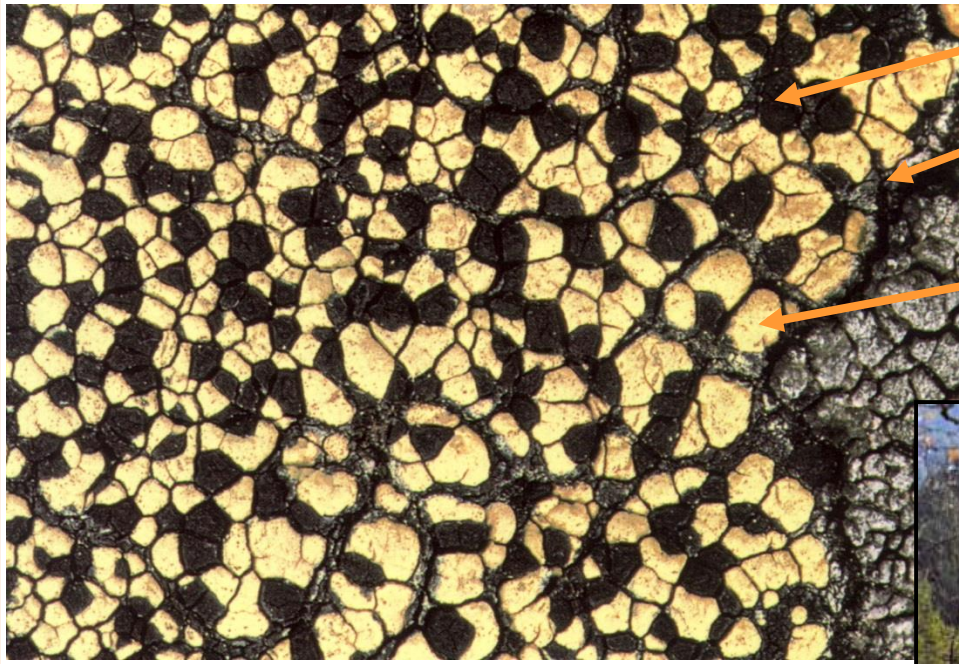


Epifyticky rostoucí keříčkovité stélky řady druhů provazovek mohou být i velmi dlouhé (např. druh *Usnea longissima*, nalezený v ČR naposledy na Šumavě v polovině 19. století, dosahuje až několika metrů délky!) a mohou zejména v horských oblastech bez výrazného znečištění ovzduší vytvářet na větvích stromů i souvislé a nepřehlédnutelné „záclonovité“ porosty.



Usnea hirta – provazovka srstnatá; příklad zpravidla poněkud drobnějšího druhu provazovky, který se velmi pozvolna v současné době navrácí na původní stanoviště.

Rhizocarpon geographicum – mapovník zeměpisný



apothecium lecideovitého typu

prothalus na okraji stélky a mezi aerolami (pouze mykobiont)

žlutá aerolovitá korovitá stélka

Výskyt: na silikátových skalách a balvanech, vzácněji též např. na zdech z přírodního kamene od nížin do vysokohoří; častý druh.



Sutě jsou také velmi typickým biotopem tohoto druhu

Cladonia fimbriata – dutohlávka třásnitá



Podrod *Cladonia* je charakterizován tzv. dimorfickou stélkou; vyvíjejí se různě tvarované duté kmínky (podécia) a bazální přízemní šupiny.

Druh *Cladonia fimbriata* má kmínky náhle před vrcholem rozšířené a jejich povrch je sorediózní.

Výskyt: na mechatých skalách, trouchnivějícím dřevě, bázích stromů i na holé lesní půdě či na vřesovištích a rašeliništích; velmi hojný druh.

Cladonia macilenta – dutohlávka vyzáblá



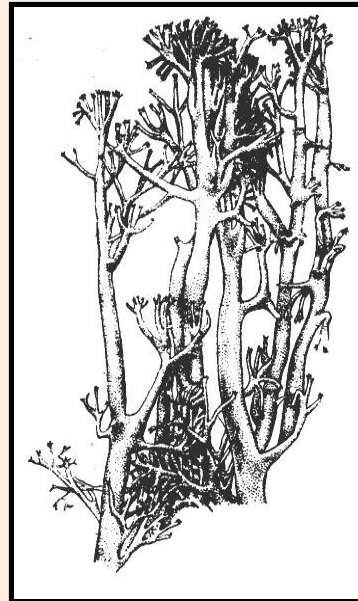
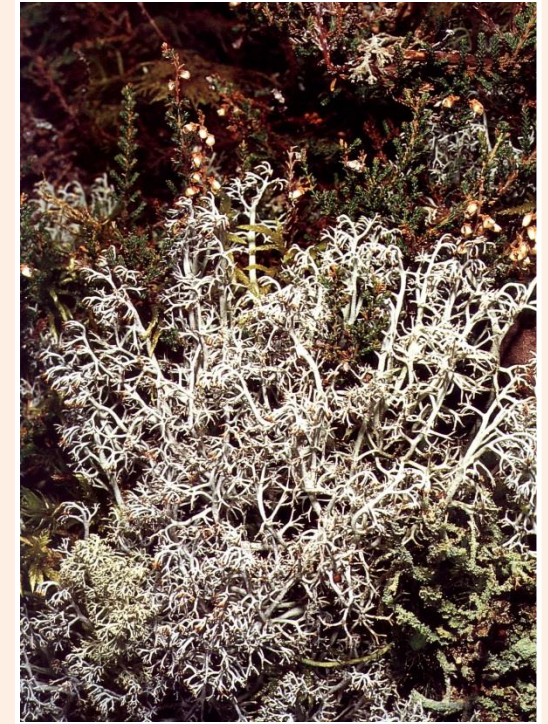
Přízemní šupiny drobné, kmínky (podécia) bez pohárků, na vrcholku s nápadnými, šarlatově červenými apotécií. Povrch kmínků je pokryt jemně zrnitými sorediemi.

Výskyt: na kyselých, humózních či písčitých stanovištích, ale také na trouchnivějícím dřevě či odumírajícím mechu.

Cladonia rangiferina – dutohlávka sobí



Dutohlávka sobí je řazena do podrodu *Cladina* charakterizovaného vzpřímenou keříčkovitou stélkou bez šupin a s povrhem kmínků (podécií) bez korové vrstvy.



Výskyt: na kyselých půdách, v borech, na vřesovištích, rašeliništích, pastvinách, kamenných sutích i lesnatých stráních; častý druh.

Kmínky šedé, popelavé až bělavé, koncové větévky jednostranně převislé.

Srovnání morfologie stélek různých druhů keříčkovitých dutohlávek



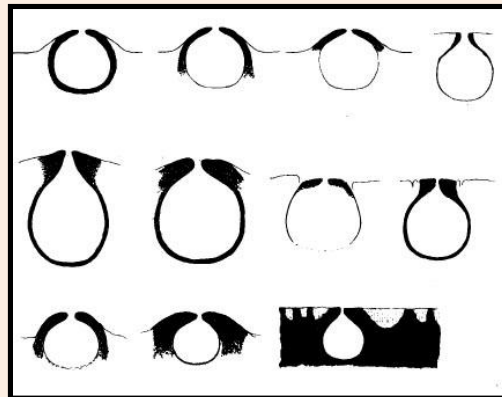
Zleva: *Cladonia stellaris* – dutohlávka horská, *C. rangiferina* – d. sobí, *C. arbuscula* – d. lesní, *C. uncialis* – d. hvězdovitá.

Verrucaria sp. – bradavnice



Verrucaria dufourii se vyskytuje v horských až alpínských polohách na vápencích.

Četní zástupci r. *Verrucaria* jsou korovité pyrenokarpní (= vytvářející plodnice – perithecia) lišejníky, které často rostou zanořeny do substrátu (endolitický růst). Druhy tohoto rodu jsou charakteristické zejména pro krasové oblasti, kde urychlují zvětrávání vápnitých hornin, některé druhy však rostou i na kamenech a skalách ponořených ve vodě.



Ukázka schémat různých typů do substrátu zanořených perithecií v rámci rodu *Verrucaria*.

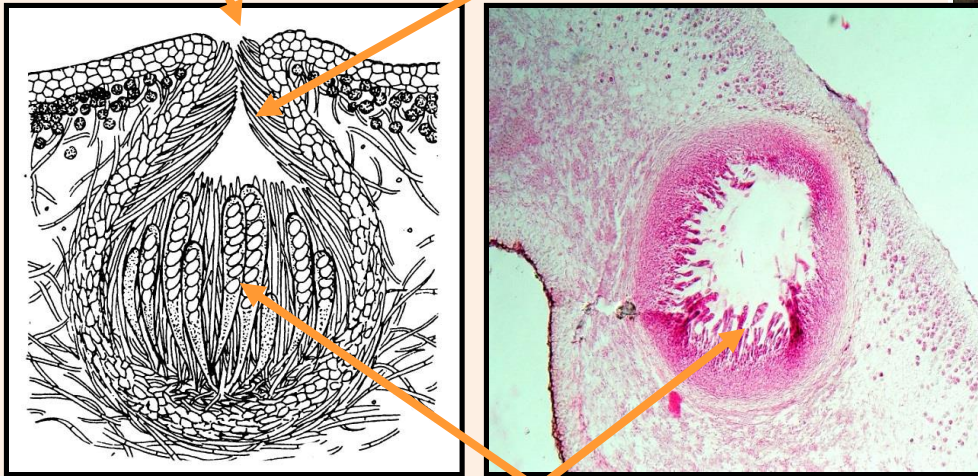
Dermatocarpon luridum – nitroplodka říční

Výskyt: na silikátových kamenech podél břehů horských potoků s neznečištěnou vodou (bioindikátor), zvláště pak v horských oblastech.



Ostiolum = ústí peritécia

perifýzy



vřečka a parafýzy

Schéma peritécia a fotografie příčného řezu stélkou (řez zde neprochází ostiolem)

Pyrenokarpní lišejník se svrchní stranou stélky šedou, olivově nebo nahnědle černou, avšak za vlhka zelené barvy (prosvítá fotobiont), s laloky střechovitě se kryjícími.

Lichenomphalina hudsoniana

– kalichovka Hudsonova



Stélka šupinkovitá , sestávající s mušlovitých, za vlhka sytě zelených šupin, z nichž může vyrůst asi 1-3 cm vysoká kloboukatá plodnice (mykobiontem je zde stopkovýtrusá houba).

Výskyt: vzácně na kyselé rašelině, surovém humusu, na mechu, většinou na zastíněných, vlhkých a chladných stanovištích, na vrchovištích a severních svazích krytých po dlouhou dobu sněhem.