



Botanika bezcévných rostlin a protistologie pro učitelské kombinace 2024



Lišejníky 2

David Svoboda



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

stáří lišejníků?

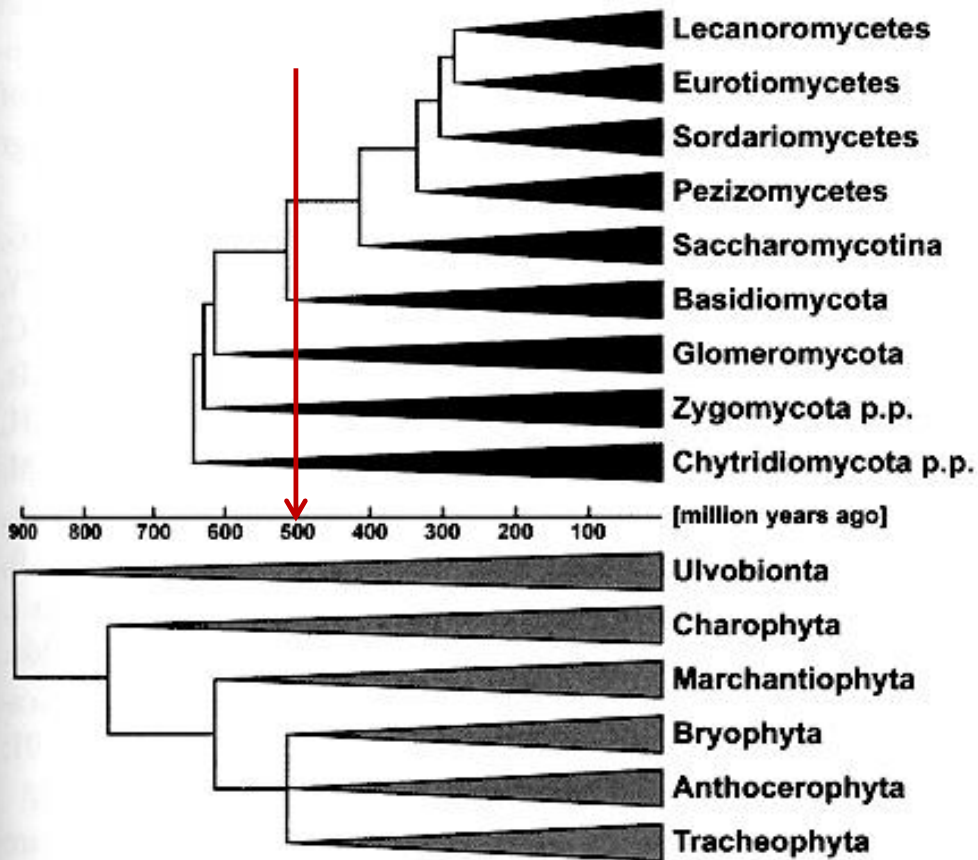


FIG. 2. The recalibrated fungal tree of life compared to the evolution of green plants, based on our most conservative estimates (TABLE IV). Green plant phylogeny and dating combined and simplified from various sources (Wang et al 1999; Heckman et al 2001; Hedges et al 2004; Yoon et al 2004, 2008; Steencamp et al 2006; Berbee and Taylor 2007; Moreira et al 2007; Zimmer et al 2007).

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

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

Lutzoni F. et al.: Assembling the fungal tree of life: progress, classification, and evolution of subcellular traits. *Am J Bot.* 2004, 91(10):1446-80. doi: 10.3732/ajb.91.10.1446.

Lutzoni, F., Pagel, M. & Reeb, V. Major fungal lineages are derived from lichen symbiotic ancestors. *Nature* **411**, 937-940 (2001). <https://doi.org/10.1038/35082053>

nejstarší fosilie lišejníku?

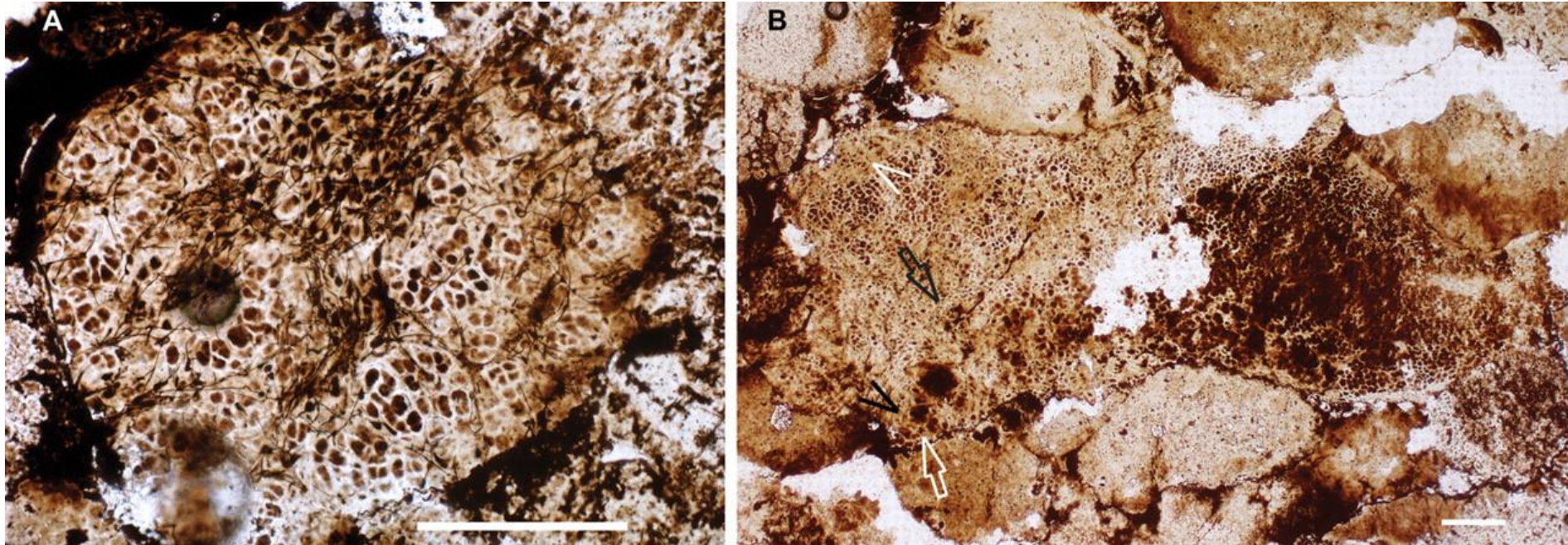
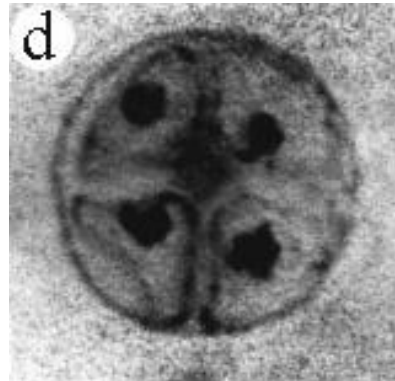
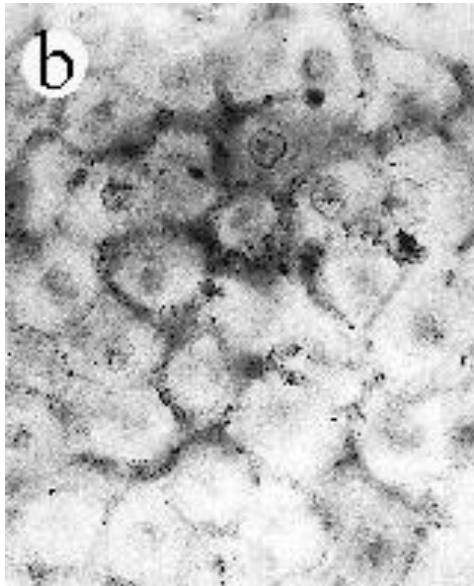
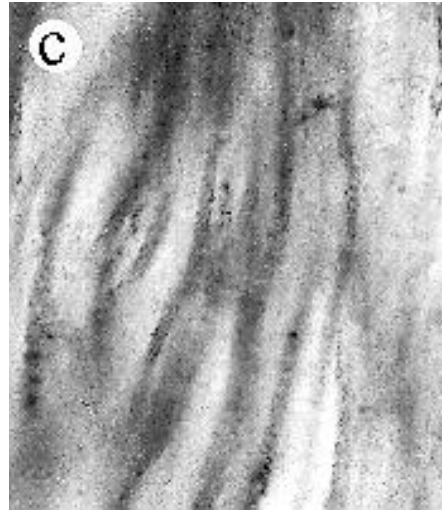
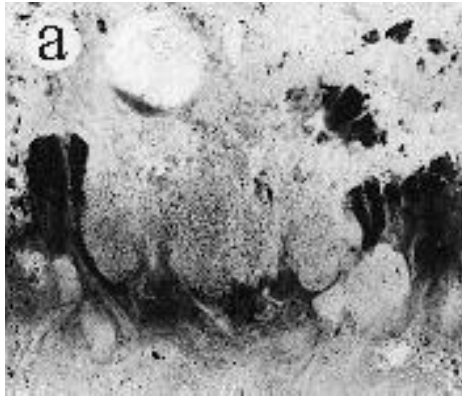


Fig. 1. Thin-section photomicrographs of two better-preserved specimens - Coccoid thallus divided by dense filaments in the middle. Further compartmentalization of coccoid thallus by less densely packed filaments is visible at higher magnification. (551-635 MaBP)

X. Yuan et al. *Science* 2005; 308:1017-1020.

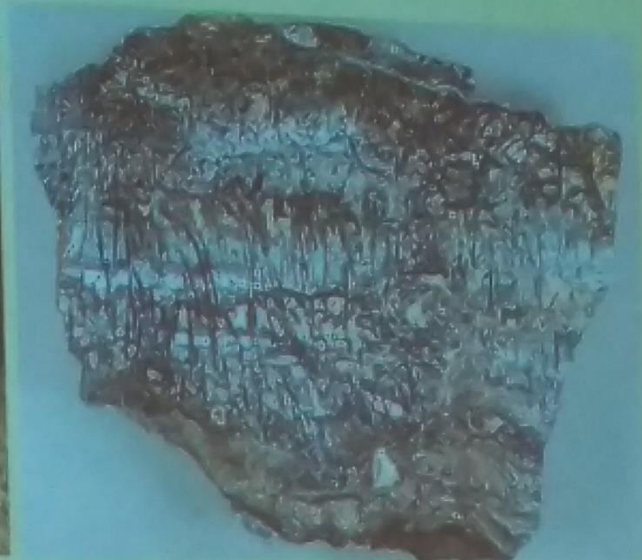
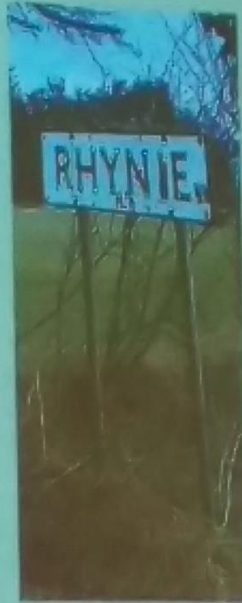
Lobaria - miocén



Rhynia chert – cyanolichen *Winfrenatia reticulata* (Copyright owned by University Münster). (Devon)

Lifelike preservation of diverse organisms: chert

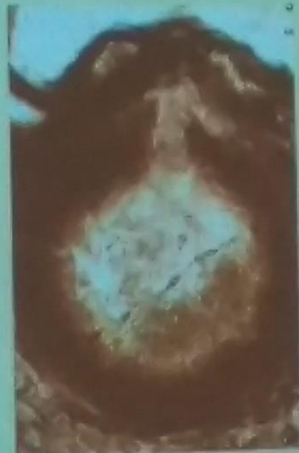
Rhynie Chert, Scotland (early Devonian, 411.5 Ma)



Preservation of soft-bodied microorganisms and arthropods in microscopic fidelity



VA mycorrhizae



Paleopyrenomycites devonicus



Nematode *Paiaeonema* sp.



Harvestman *Eophalangium*
(Opiliones)

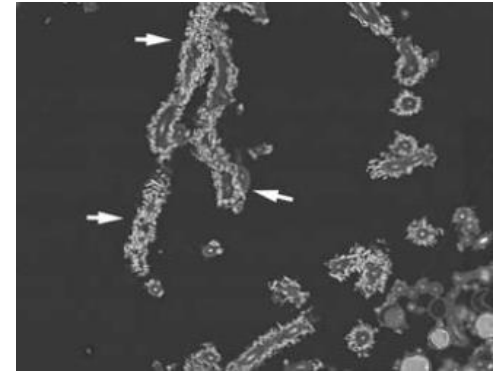
Images courtesy of Hans Kerp (Münster)

Sekundární metabolity v lišejnících

Dvě základní skupiny sloučenin v lišejníku:

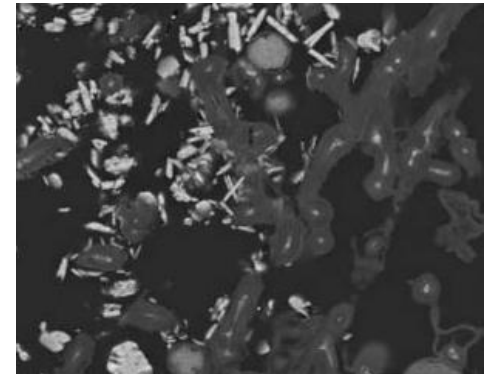
1. Primární metabolity

- 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

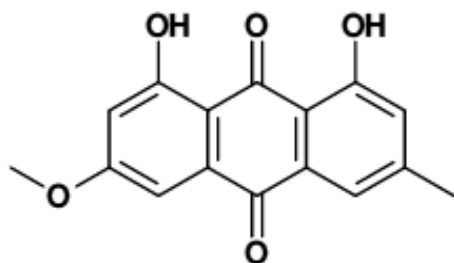
- produkovány mykobiontem
- nezajišťují základní životní děje
- většinou na povrchu hyf
- nerozpustné ve vodě



Sekundární metabolity:

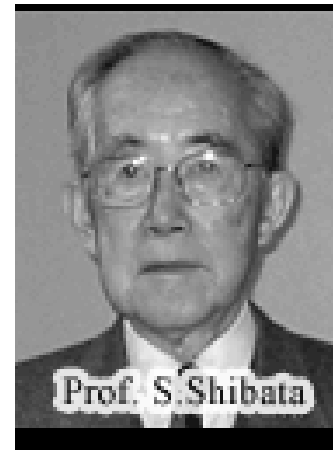
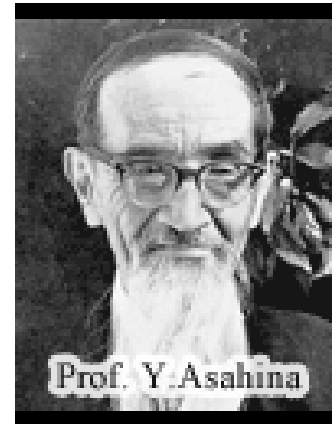
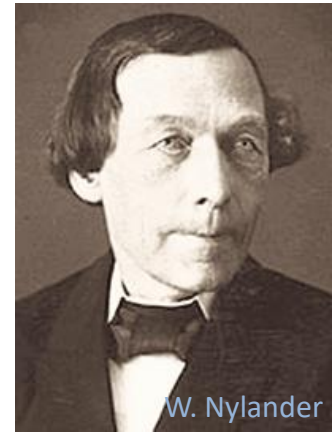
→ v současnosti známých zhruba 1000 sekundárních metabolitů

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



Parietin

Studium sekundárních metabolitů:



- odlišení rodů *Physcia* a *Xanthoria* na základě barvy stélky (přítomnost vs. absence parietinu) – počátek používání sek. metabolitů jako důležitých znaků pro taxonomii (konec. 19. století)
- většina sekundárních metabolitů je ale bezbarvá! – s jejich detekcí je to obtížnější

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 lišících se přítomností určité látky

Table 7.2. Reagents for thalline spot tests

K = 10% aqueous KOH solution

- Turns yellow then red with most *o*-hydroxyl aromatic aldehydes.
- Turns bright red to deep purple with anthraquinone pigments.

C = saturated aqueous $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ or common bleach (NaOCl) solution

- Turns red with *m*-dihydroxy phenols, except for those substituted between the hydroxy groups with a $-\text{CHO}$ or $-\text{CO}_2\text{H}$.
- Turns green with dihydroxy dibenzofurans.

KC = 10% aqueous KOH solution followed by saturated aqueous $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ or common bleach (NaOCl) solution

- Turns yellow with usnic acid.
- Turns blue with dihydroxy dibenzofurans.
- Turns red with C-depsides and depsidones which undergo rapid hydrolysis to yield a *m*-dihydroxy phenolic moiety.

I – detekce polysacharidů



parietin přítomný ve stélce reaguje s K (K+ red)

Stélkové reakce (thallus spot reactions):

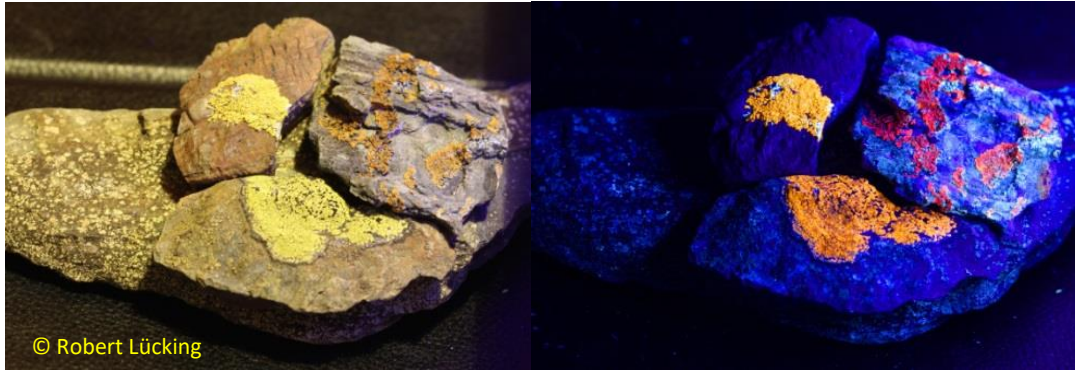


Cladonia arbuscula (Pd+ red)

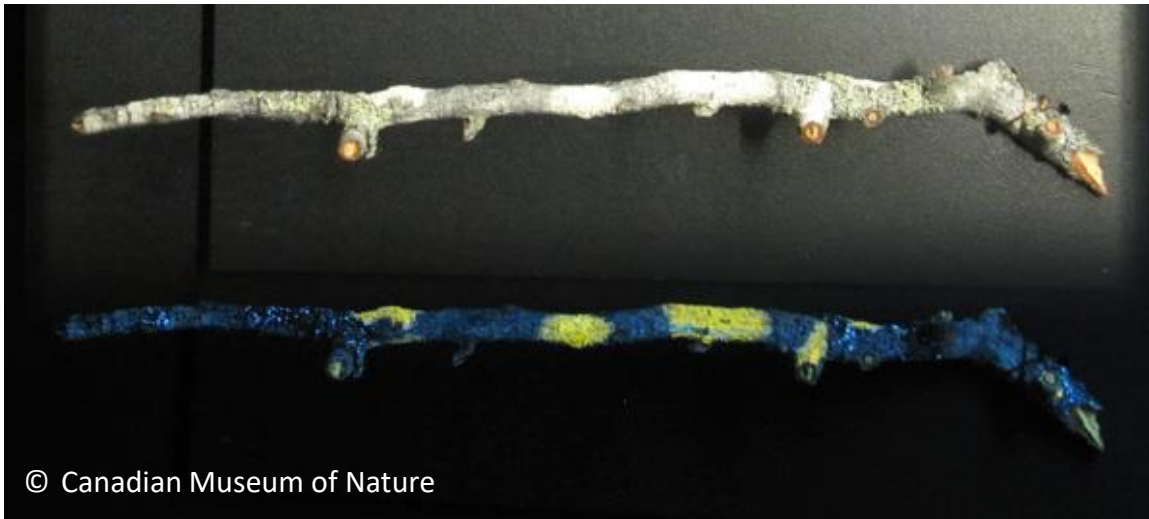


Cladonia ciliata (Pd+ orange)

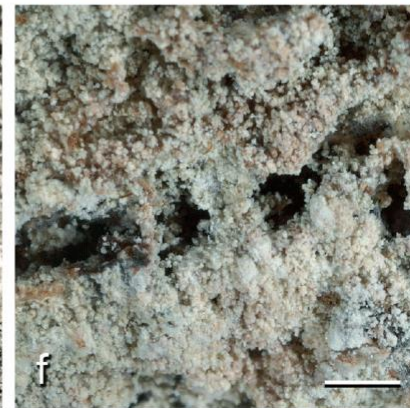
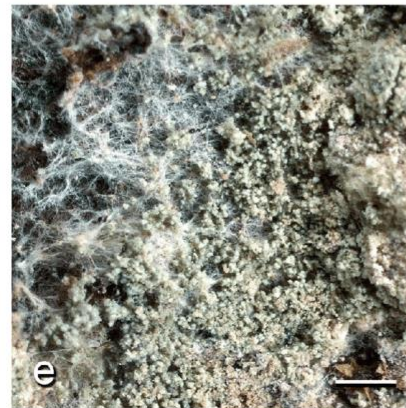
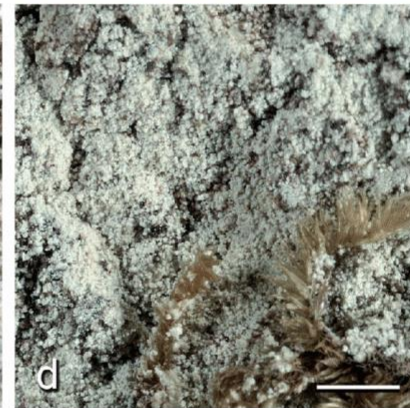
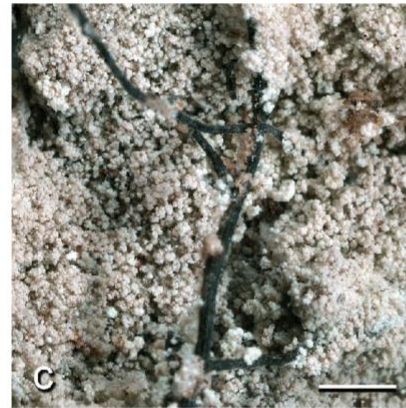
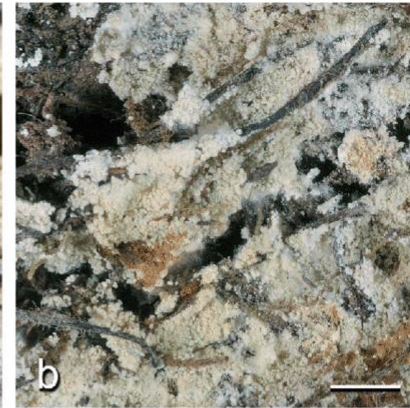
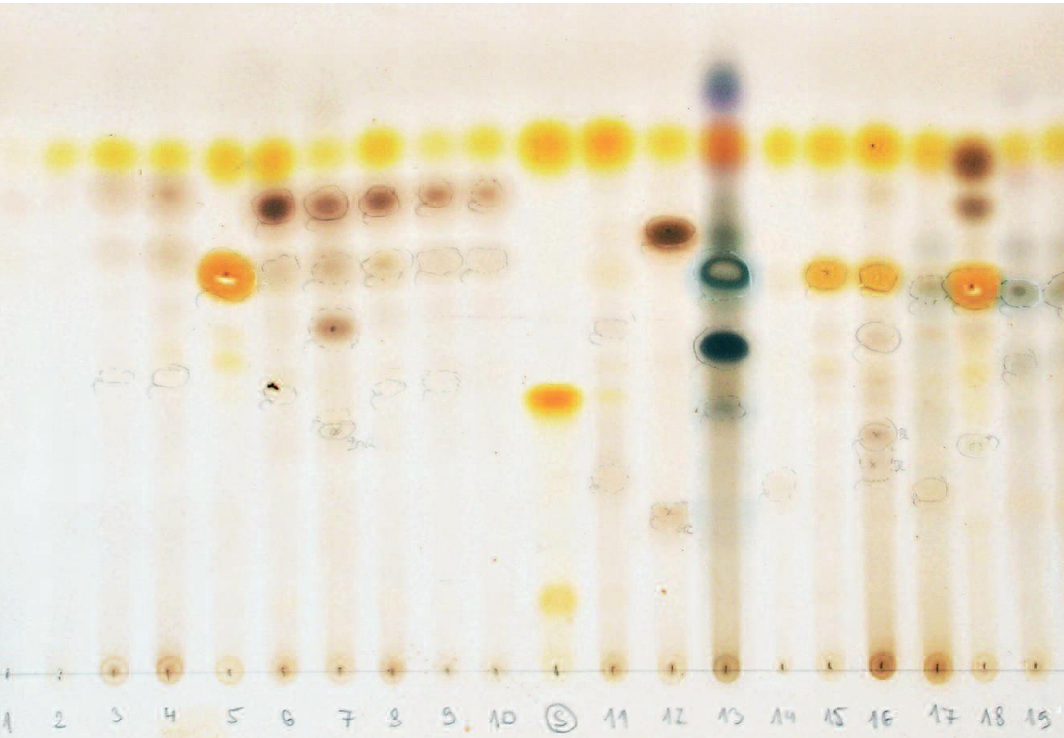
UV světlo



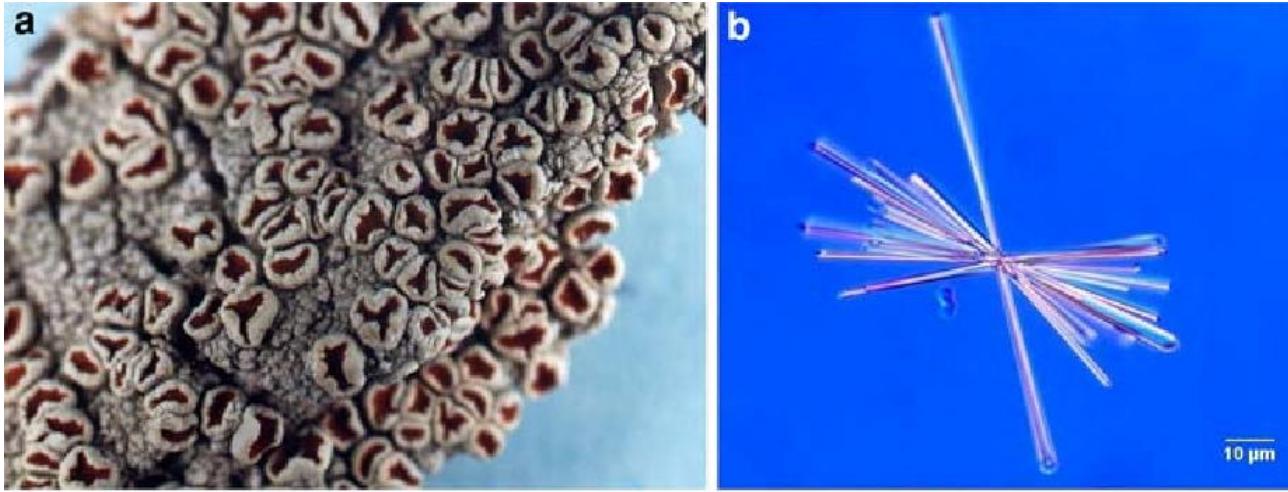
↓ *Cladonia subulata* vs *C. rei* ↑
UV- UV+



TLC: tenkovrstevná chromatografie (thin layer chromatography)

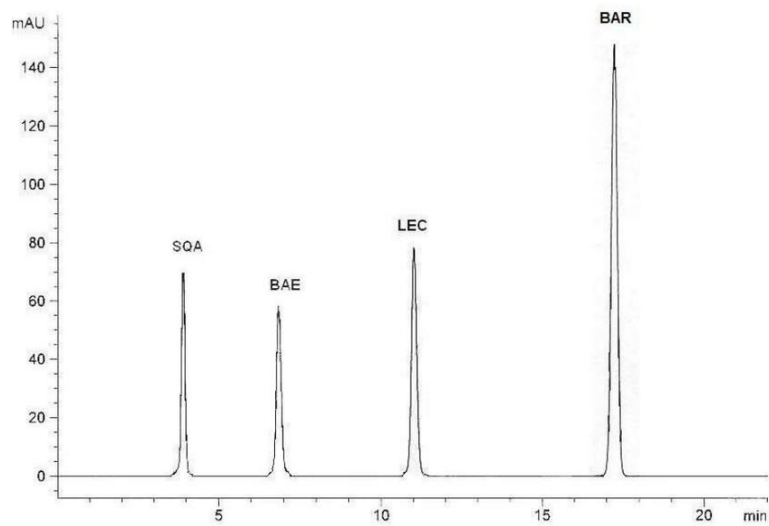


Microkristalizace



[Stocker-Wörgötter et al. 2009](#)

HPLC



Manojlovic et al. 2010

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 mykobiontem a fotobiontem

Ochrana proti herbivorii:

- ➔ sek. metabolity ve dřeni – jsou pod vrstvou s fotobiontem – neslouží tedy jistě jako ochrana proti slunečnímu záření
- ➔ tyto látky mají pravděpodobně antiherbivorní, antimikrobiální či antimykotický význam
- ➔ lišejníky rostou velmi pomalu – musí se tedy dobře chránit před spásáči

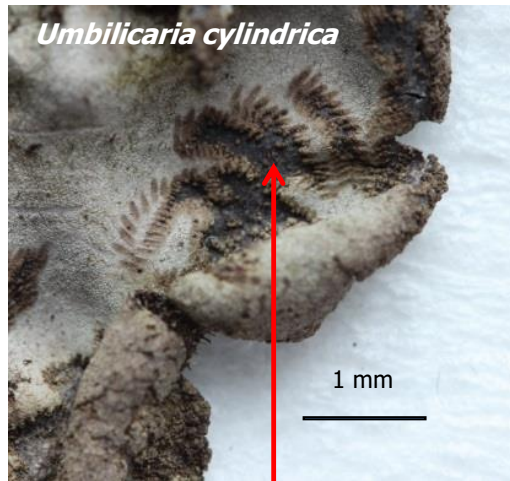
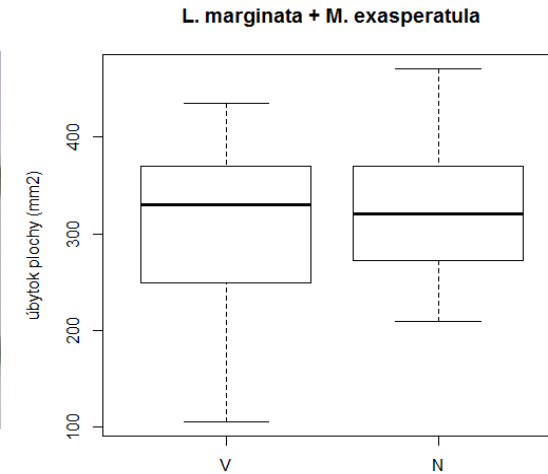
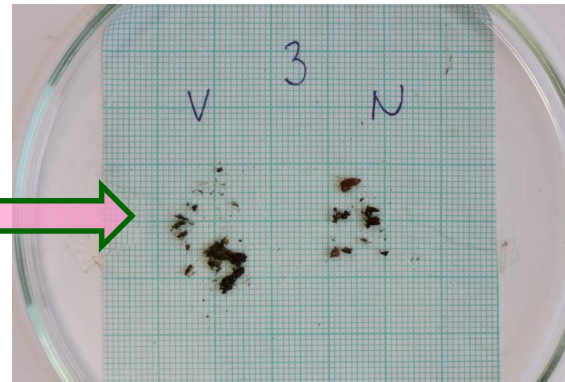
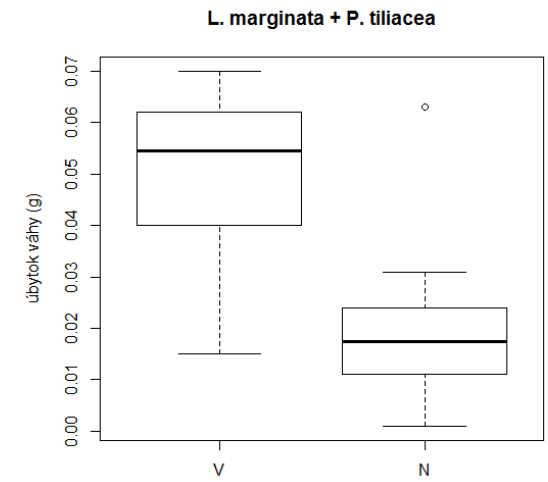


Fig. 5 Grazed *Peltigera polydactyla* (a; in the hydrated state) and *Pseudocyphellaria crocata* (b; air dry state). The gastropods have grazed the upper cortex and the photobiont layer whereas the medulla is not grazed. The gastropods avoided the yellow soralia in *P. crocata*. Unpublished photos: Yngvar Gauslaa (a) and Knut Asbjørn Solhaug (b)



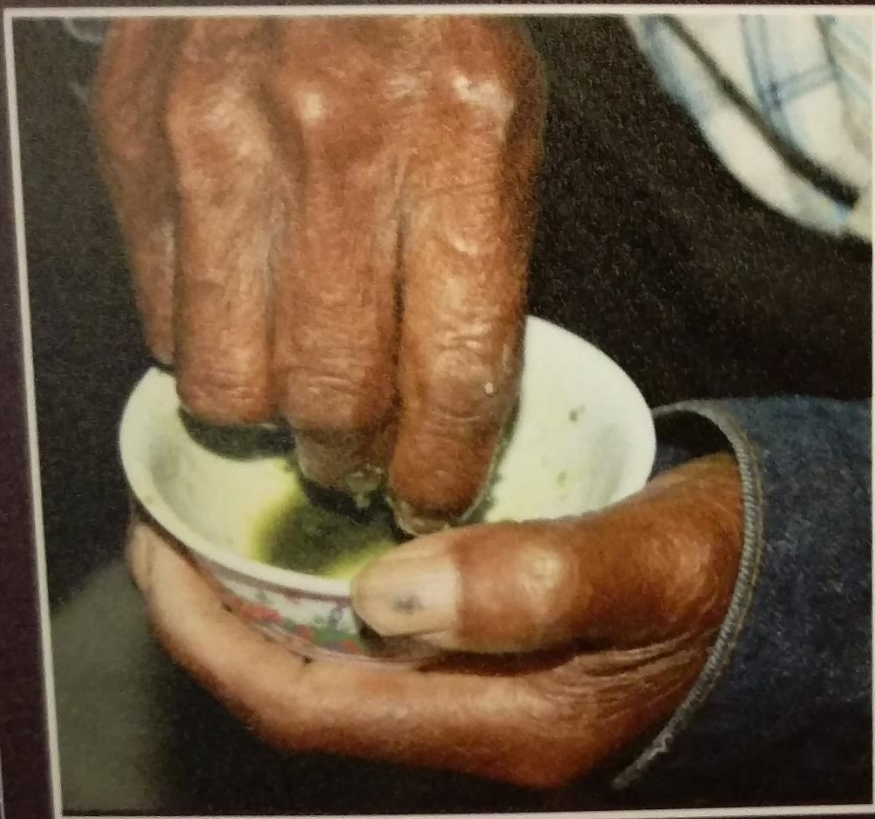


Černajová I. & Svoboda D. (2014): Lichen compounds of common epiphytic Parmeliaceae species deter gastropods both in laboratory and in Central European temperate forests. – *Fungal Ecology*, 11: 8–16.

Využití ve farmakologii a medicíně:

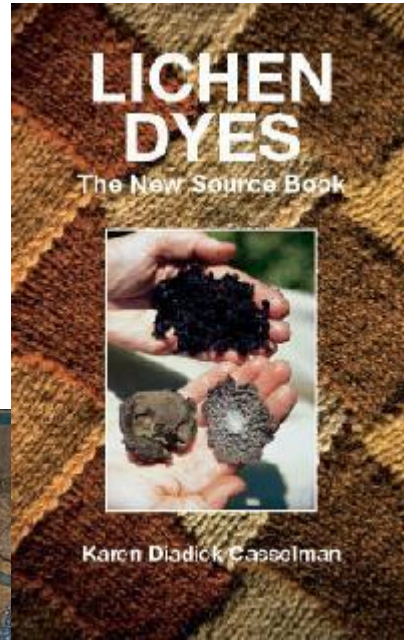
- tradiční medicína (Evropa, Čína, S. Am.) - *Usnea*, *Cetraria islandica* (zápaly plic a záněty průdušek), *Peltigera canina* užívána v Indii k léčbě onemocnění jater (vysoký obsah aminokyseliny methioninu?)
- usnová kyselina: spasmolytické, antivirové, antimikrobiální účinky – ve formě masti účinnější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





Figs. 14 and 15. Preparation and application of lichens (*Usnea*, *Teloschistes*, and others) to heal skin lesions.

Využití lišejníků – Lichen uses



Barvení látek

Xanthoparmelia

Evernia, Roccella,

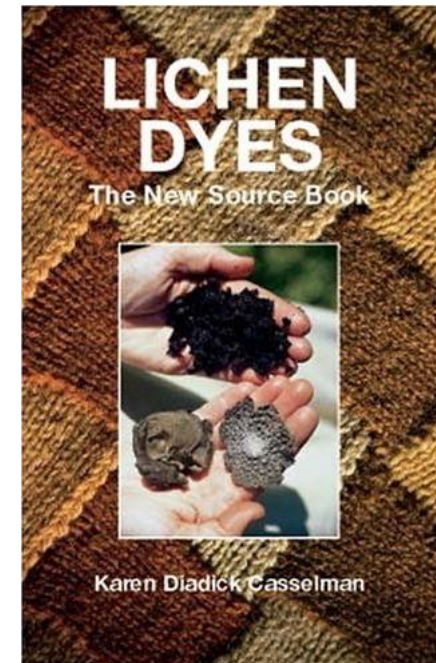
Parmelia



Kanada, native people, Navajo



Skotsko, barvení vlny



Barvení pomocí lišejníků:

- barvení pomocí lišejníků již za antického Řecka (možná i dříve)
- *Rocella montagnei* – červené barvivo v Mediteránu
- „fermentace“ lišejníku (*Rocella, Parmotrema tinctorum...*) s roztokem čpavku – červené barvivo se vyvinulo po ca. 1 týdnu
- Skotsko – barvení vlny: Harris tweed – různé lišejníky (např. *Parmelia omphalodes*)
- dobře se barví vlna, hedvábí (proteiny), hůř bavlna (polysacharidy)



barvení vlny ve Skotsku za pomoci lišejníků



<http://www.harristweed.org/blog/2013/02/dyeing/>

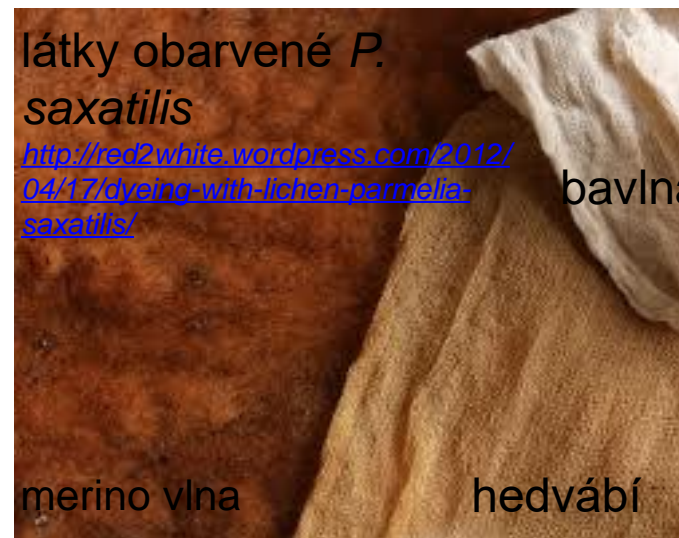
látky obarvené *P. saxatilis*

<http://red2white.wordpress.com/2012/04/17/dyeing-with-lichen-parmelia-saxatilis/>

bavlna

merino vlna

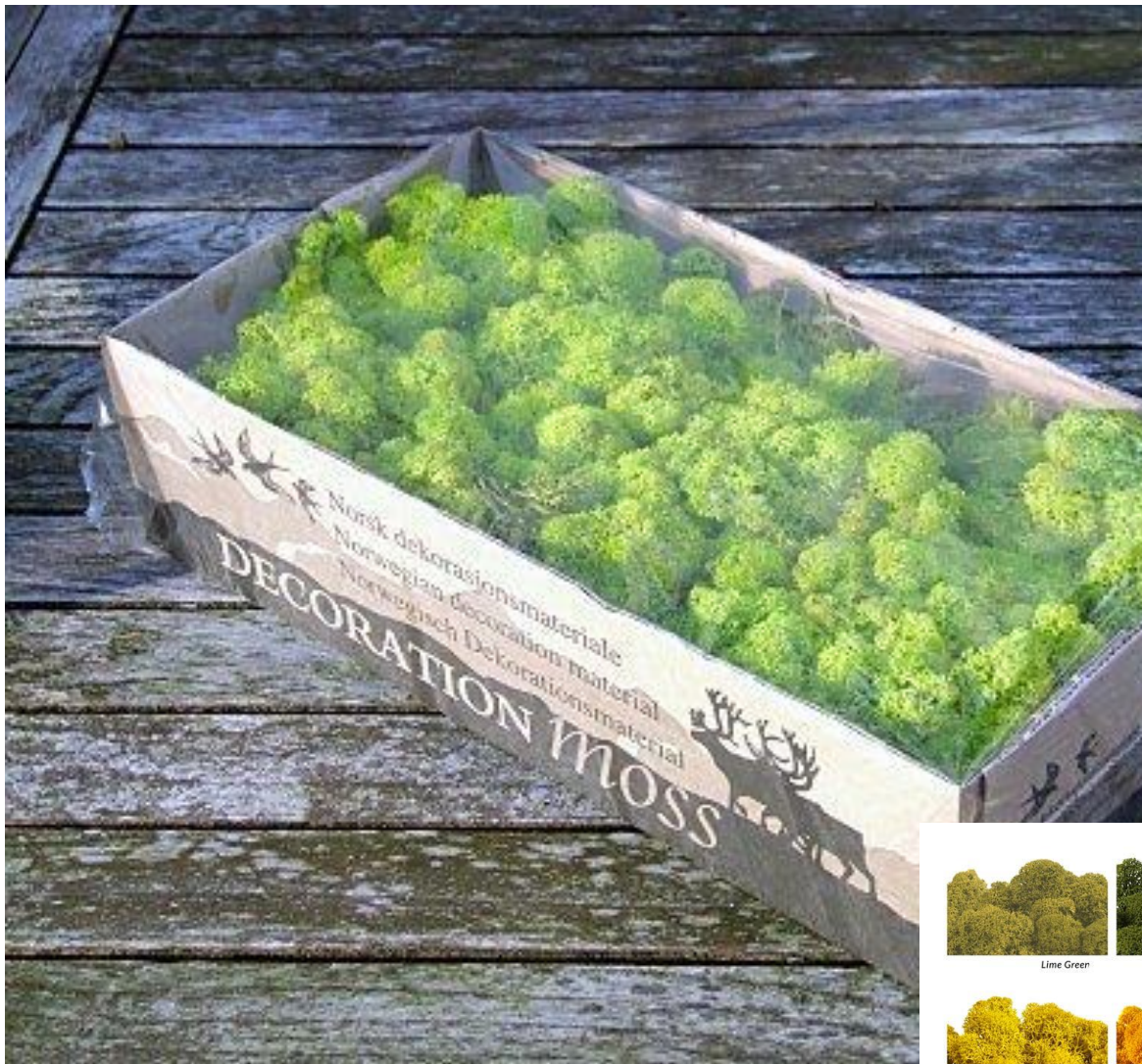
hedvábí



„I fermented three of the different types in a mixture of one third ammonia to two thirds water for a few weeks, shaking and stirring multiple times daily, as oxygen is needed to release the dyestuff. The most exciting one was the rock tripe which started off as a black substance and slowly but surely the liquid turned a brownish red and then later a deeper garnet color. The magic is that it dyes the fibers a beautiful purple color almost instantly with no mordanting or heat required.“

(http://resurrectionfern.typepad.com/resurrection_fern/2010/10/almost-forgot-the-lichen-dyes.html)



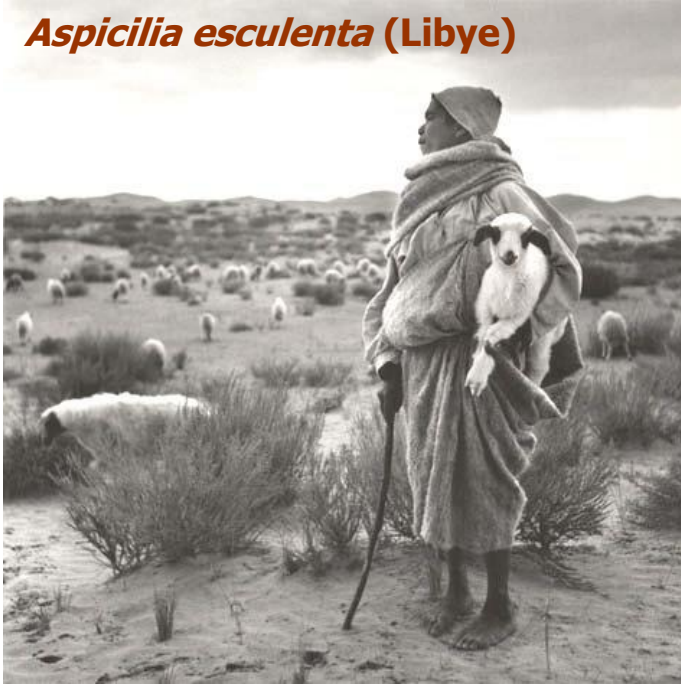


[REINDEER MOSS 500G BOX](#)
 (nabídka Amazonu 3/2018 –
Cladonia stellaris)



potrava lidí...

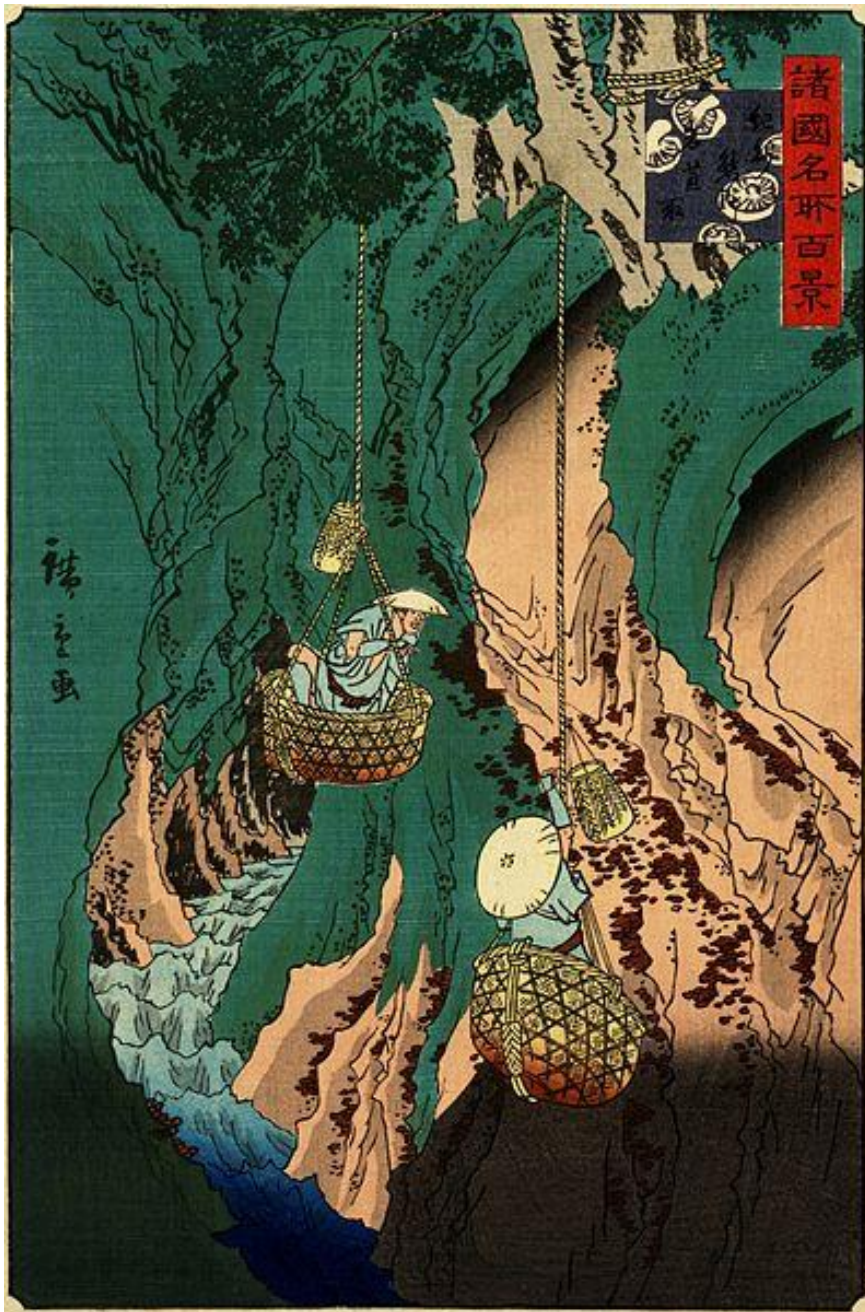
Aspicilia esculenta (Libye)



sobi – *Cladina*, *Cetraria*



↑ Native people near Kamloops, British Columbia placing soaked *Bryoria fremontii* into a pit oven for cooking.
(Photo copyright Sandra Peacock 1992).



„Iwatake mushroom gathering at Kumano in Kishu“ from Hiroshige II's *Shokoku meisho hyakkei* ("100 famous views of the (Japan) provinces") 1860 (Wikipedia).



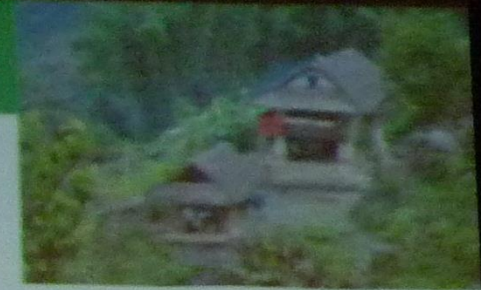
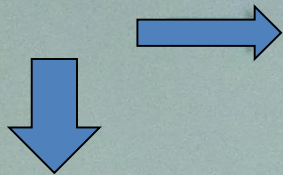
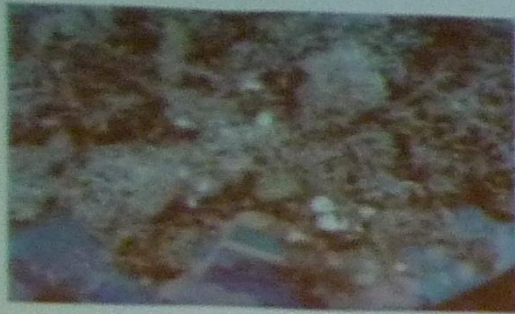
Umbilicaria esculenta



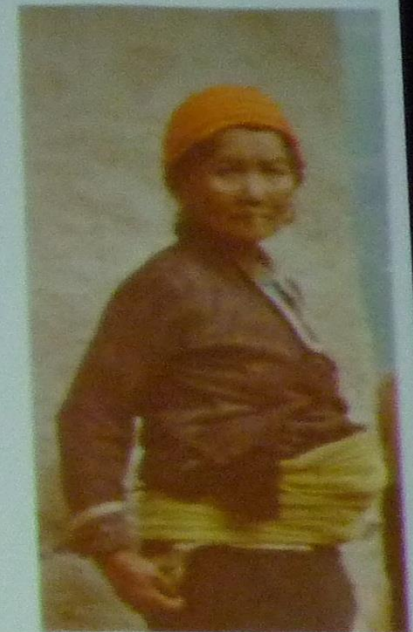
Korean pan-fried *Umbilicaria esculenta* (wiki)

potrava *Nepal, North-Eastern India, Himalaya*

Uses : Foods



A typical Limbu house



Limbu Woman

Parmelia, Ramalina, Everniastrum,...

- Boil lichen in ash solution for 1-2 hours. The lichen product turns grayish in color. Wash with cold water, sun-dry on bamboo mat-*mandro*. Pack and store in plastic bags. The dried *Yangben* is re-hydrated before cooking and or making mixed curry
- Mix with pork-buffalo-sheep blood. Fill up their intestine and deep fried in butter or oil.



← Choroby, škůdci, plevele

[Zahradní stavby](#), [Zahradní technika](#), [Pěstování zeleniny](#), [Pěstování ovoce](#), [Bylinky](#), [Okrasná zahrada](#), [Trávník](#), [Zahradní nábytek](#), [Choroby, škůdci, plevele](#), [Rady do zahrady](#), [Voda v zahradě](#), [Chemie a hnojiva](#), [Pokojové rostliny](#)

Lišejník na ovocných stromech je problém, vyžehňte ho pryč ze zahrady jednou provždy

Lišejník patří k zvláštním organismům, který je složený ze dvou zcela odlišných složek, hub a řas. Možná že si jich na ovocných stromech moc nevšimáte, ale nevíte to dobře. Tento parazit odčerpává stromům živiny, a tím se snižuje jejich výnos. A pokud přemýšlíte nad tím, jak se lišejníku účinně zbavit, pak jste na správném místě. Na následujících řádcích vám přinášíme rady, které se právě této problematice věnují.



Výsadba ostružin

Podzim je ideální pro výsadbu ostružin. Pusťte si v neděli na TV Prima v 11:50 oblíbený Receptář

Proč nesmysl:

- lišejníky se na borce pouze přichytávají
- není žádný důkaz, že by aktivně braly živiny nebo narušovaly živé buňky dřevin
- kromě škůdců poskytují úkryt také jejich predátorům
- informace o nadměrném růstu „vlků“ na dřevinách či stárnutí borky nemají faktický základ

iZAHŘÁDKÁŘ: „První věcí, kterou byste měli po nálezů těchto organismů na kmínku a větvích udělat, je očistit porostlá místa mechanicky pomocí kartáče od odumřelé borky a následně je natřít vápenným mlékem.“ (foto: profimedia.cz)

úkryty bezobratlých





**B.C. woodland caribou face extinction despite government protection.
Industrial development appears to be contributing most to the decline of caribou herds
(photo Garry Beaudry, BC Forest Service)**

na zvířatech (larva, brouk, carapax galapáňských želv)



photo North American Lichens



photo unknown author from web



photo Auckland zoo

- *Evernia prunastri* (oakmoss) a *Pseudevernia furfuracea* (treemoss)
- sbírány ve velkém množství v J Evropě – Francie, Itálie, Balkán
- ročně se vytěží 8000 – 10000 tun stélek

- extrakt stélky (včetně borky stromu) v organickém rozpouštědle + ethanol
- vznikne roztok s obsahem esenciálních olejů a derivátů depsidů
- tento roztok má sladkou „mechovou“ vůni
- používám k fixaci vůně (aby parfém nevyrchl rychle z pokožky)



Aroma Description: mossy forest notes, earthy, hint of sweetness

Emotional Attributes: grounding, relaxing

Cosmetic Uses: perfumery; has excellent fixative properties

Culinary Uses: used as a leavening agent for making bread, and as a hops substitute in beer

Medicinal Attributes: antibiotic properties; used by the pharmaceutical industry

Element Association: Earth

Magical Associations: luck, prosperity

Astrological Association: Capricorn

Planetary Association: Jupiter

Season: Autumn, Winter

Aromatic Note: Base note

Essential Oil: Yes, a highly valued perfumery ingredient with excellent fixative properties. Concretes, absolutes, resins, resinoids, etc. are all manufactured, though they usually include several related lichen species to improve odor quality.

Mixes Well With: basil, burgundy pitch, cedar, chamomile, galbanum, guggul, juniper, labdanum, lavender, mugwort, myrrh, nutmeg, opoponax, palo santo wood, pine needles, pine resin, rose, spikenard, tonka beans, valerian root, etc. Medical Disclaimer: Information on this web site is for entertainment purposes only. This information is NOT intended as medical advice or for use as diagnosis or treatment of a health problem or as a substitute for consulting a licensed medical professional.

farmakologie, parfumerie



Wall Street Journal Magazine, 2009, J.-C. Ellena, Master Perfumer (Hermès): "I was an apprentice essential oilmaker in Grasse at the age of 16, on the night shift. Among other essential oils, we made a lot of oakmoss, and after I'd put the distiller on, I'd lie down on a bed of it and sleep." (Stephen Sharnoff, sec.cit.)

Oakmoss

~~lat. Kingdom Plantae, division Bryophyta~~ Fungi, Lichenes ☺

Other names: Mousse de Chene, 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>)

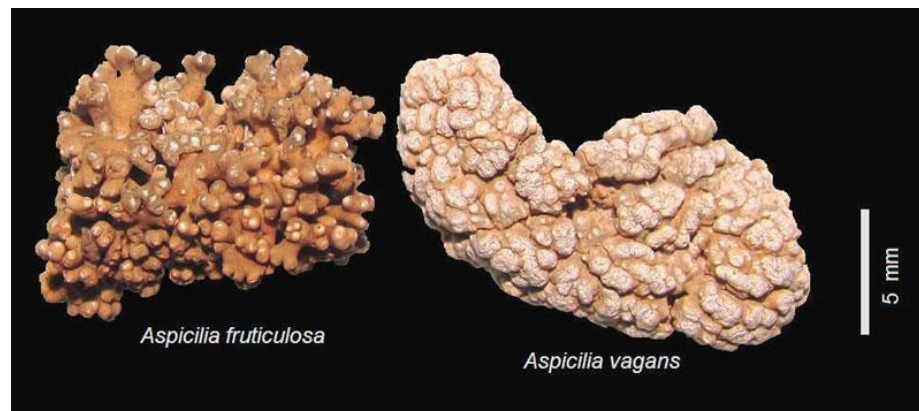


antibiotika, masti

Biostat	Copper Usnate (& Ethoxydiglycol)	Copper usnate , derived from lichens , diluted in ethoxydiglycol	Antibacterial agent for deodorant products in the form of solutions and emulsions.
Evosina®	Sodium Usnate	Sodium usnate derived from lichens	Antibacterial agent in concentrated form for use in deodorant and medical products.
Evosina® 1,3 BG	Sodium Usnate (& Butylene Glycol)	Sodium salt of usnic acid extracted from alpine lichen (<i>Usnea Barbata</i>) and diluted in butylene glycol	Anti-microbial activity toward gram-positive bacteria. Moderately active toward specific gram-negative strains & molds. Specific in-vitro inhibiting activity vs. <i>Propioni bacterium</i> acne. Useful in deodorant products, solutions, & emulsions, anti-acne products, and intimate hygiene products.

stránka věnovaná lichen uses (i recepty):

<http://www.anbg.gov.au/lichen/lichens-people.html>



Cetraria islandica – puklěřka islandská




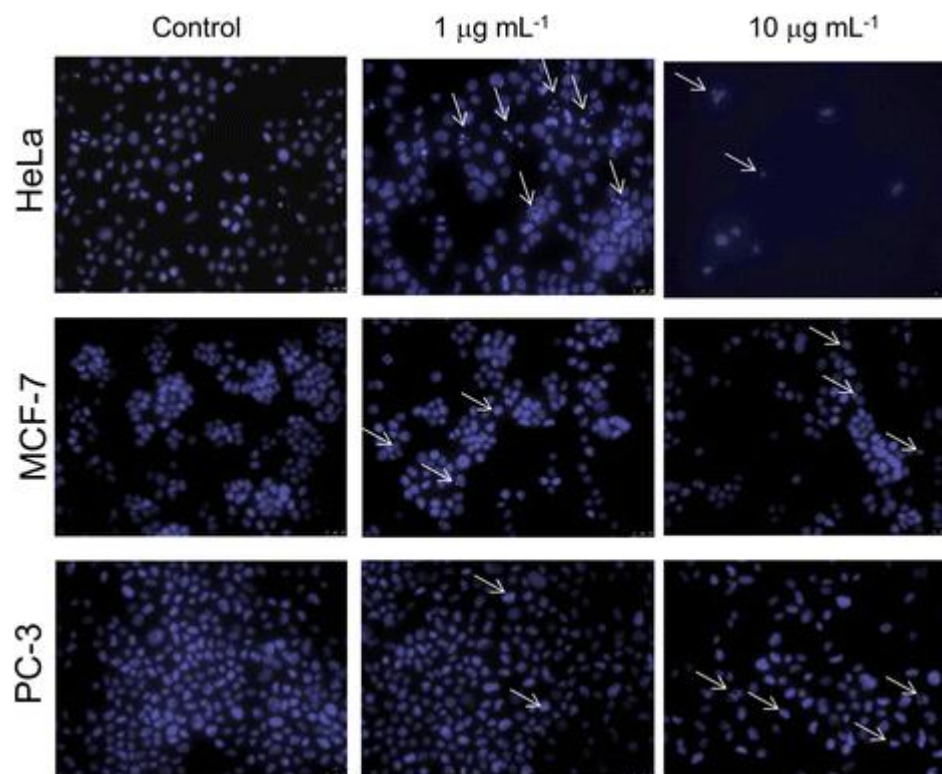
**ICELAND MOSS COCOA, a most nutritious diet for
invalids. SENIOR, opposite Jamison-street.**

Sydney Morning Herald advertisement
18th April 1893, www.anbg.gov.au



Antibacterial and anticancer activities of acetone extracts from in vitro cultured lichen-forming fungi

Agnieszka Felczykowska^{1,2}, Alicja Pastuszek-Skrzypczak¹, Anna Pawlik^{1,3}, Krystyna Bogucka^{1,4}, Anna Herman-Antosiewicz^{1,3} and Beata Guzow-Krzemińska^{1,5*} 



Další „škodlivé“ účinky sekundárních metabolitů lišejníků, zejména Lecanoromycetidae:

- dermatitidy, alergické reakce, podráždění (dřevorubci v Sev. Americe) – (kyselina usnová, evernová, fumarprotocetrarová, stiktová a atranorin)
- atranorin a kys. stiktová mohou způsobovat také fotosenzitivaci kůže
- v Severní Americe umírají sobi – pokud jsou nuceni opustit svůj obvyklý areál a dostanou se do nižších nadmořských výšek – začnou jíst *Xanthoparmelia chlorochroa*, kterou jinak nespásají (kyselina salazinová)

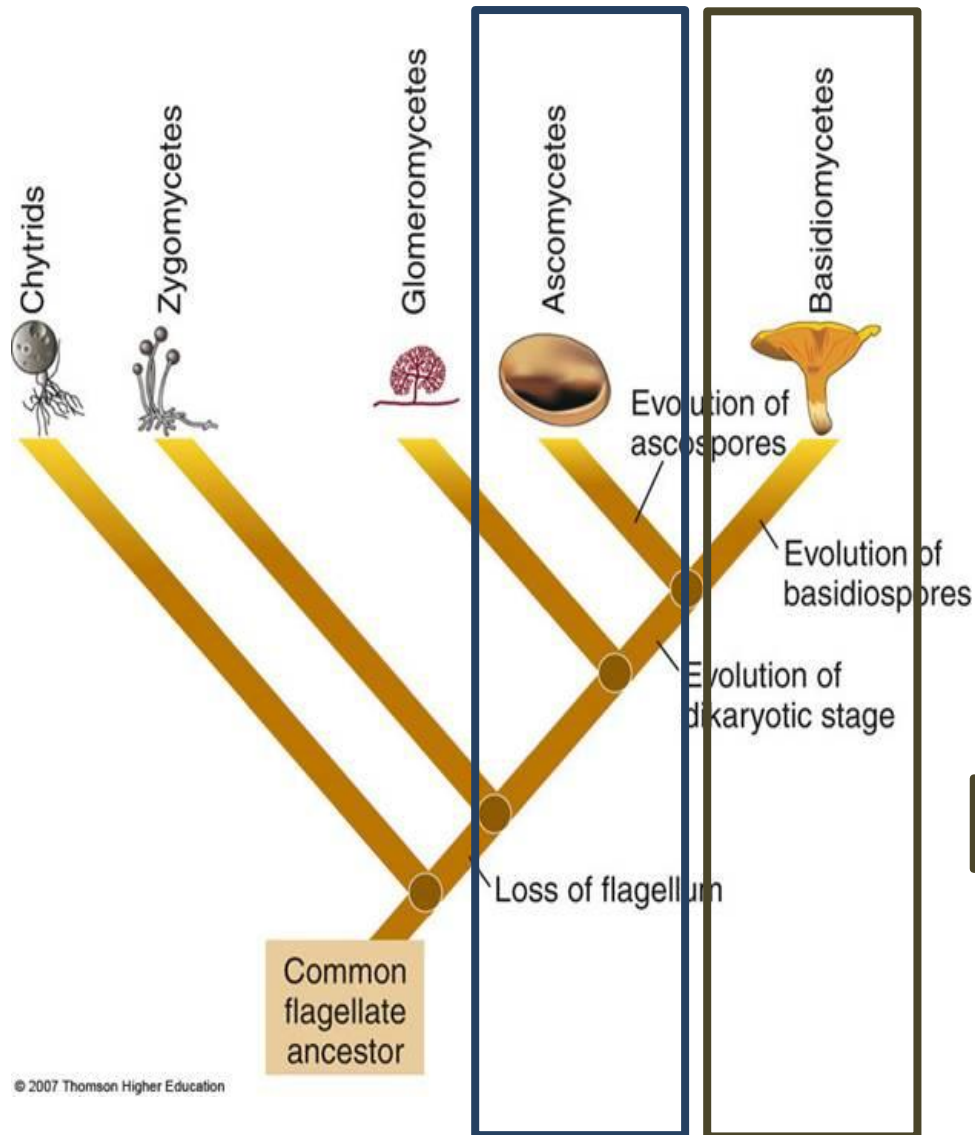


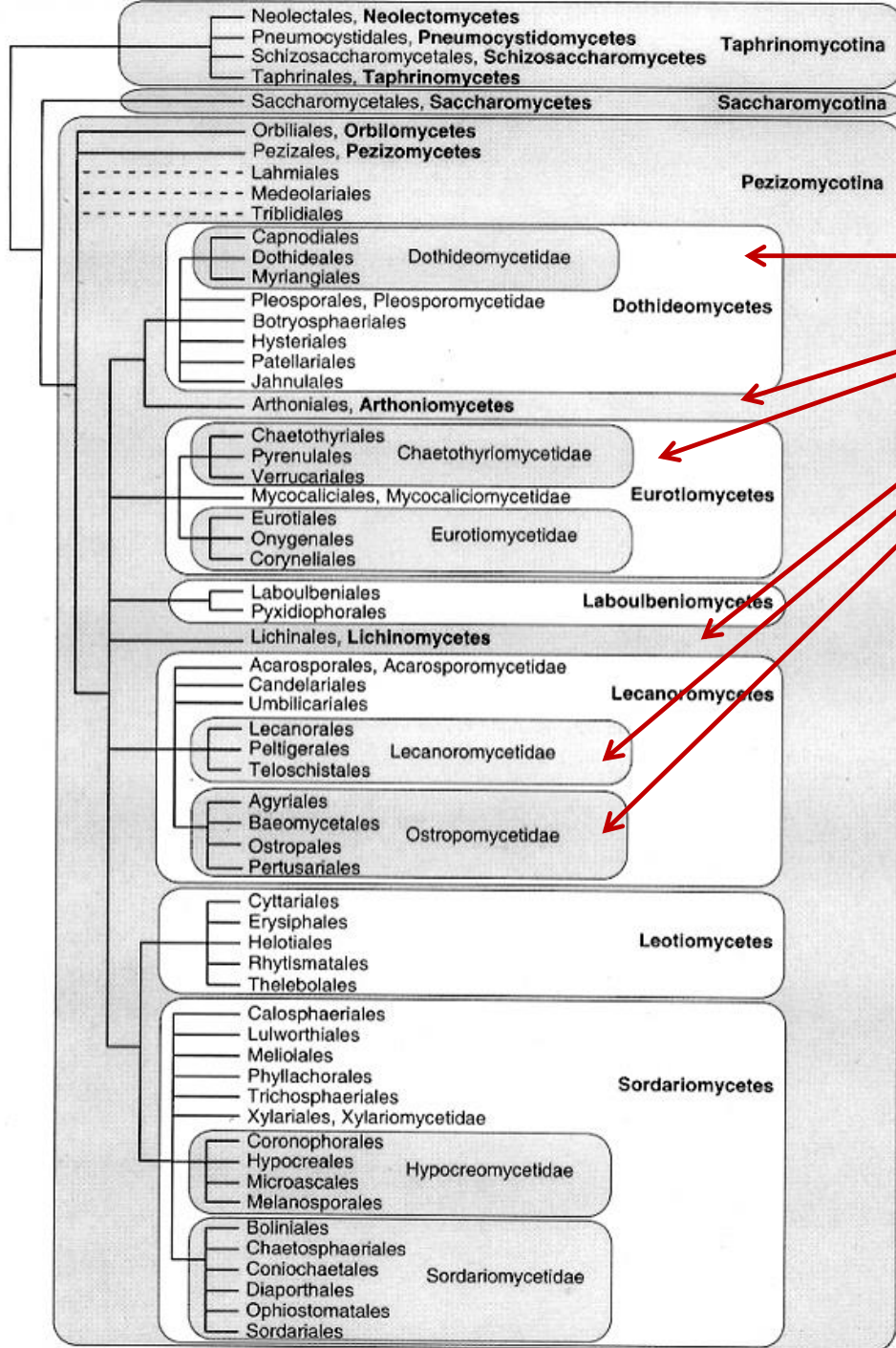
„In Ancient Egypt lichens were used in mummification and a number of mummies, their body cavities stuffed with *Pseudevernia furfuracea*, have been found. The source of the lichen is unknown. In past centuries there have been records of the importation of this lichen into Egypt.“



Schmull, M & Brown, DL. (2009). *Pseudevernia furfuracea*, the mummy's lichen at the Farlow Herbarium. *Opuscula Philolichenum*, **6**, 45-50.

Klasifikace lišejníků





Lichenized Ascomycetes

Ascomycota (> 99 % druhů lišejníků)

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

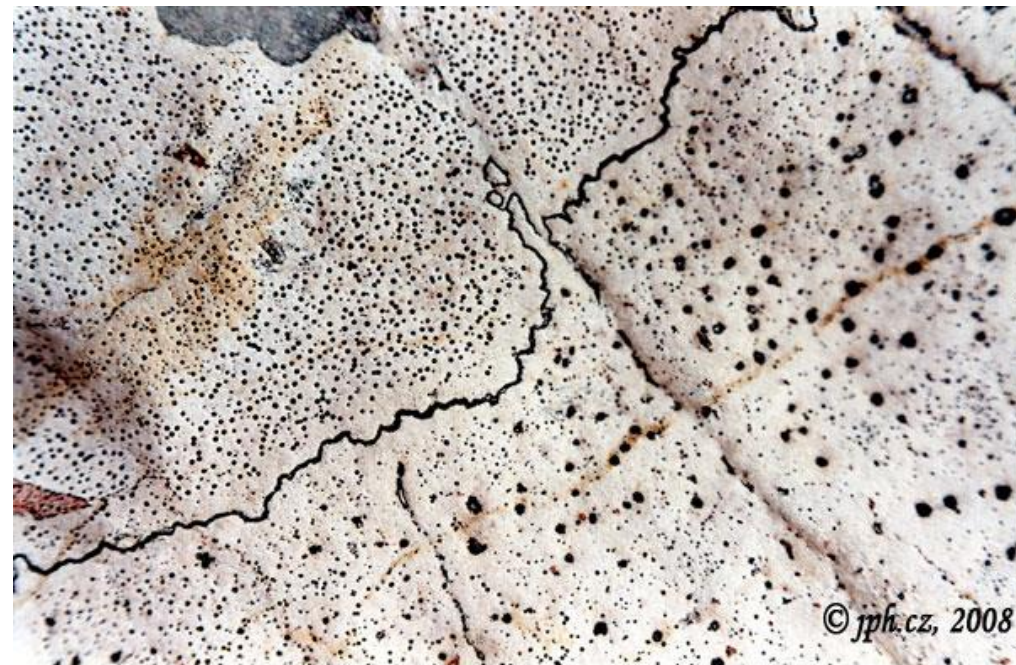
(valná většina lichenizovaných hub (ca 90 %))

Eurotiomycetes: Chaetothyriomycetidae

Verrucariales: *Verrucaria*



často endolitická stélka, skály,
balvany (i ve vodě), borka,
dominanty vápenců



Verrucaria s. lat.

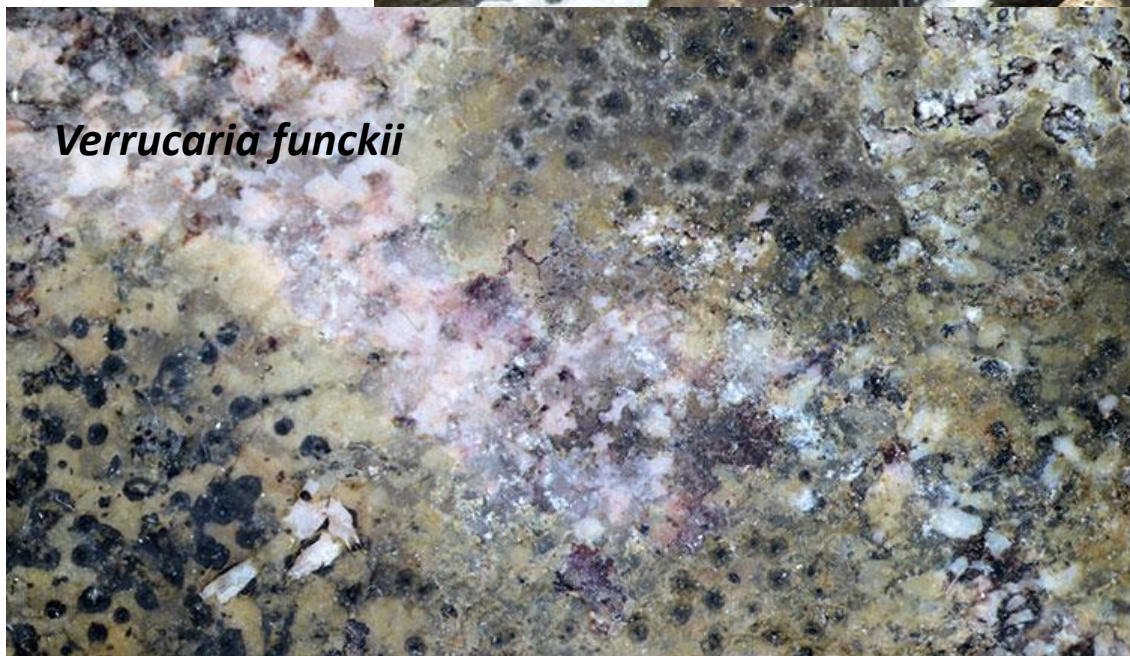


Vodní lišejníky

Verrucariaceae

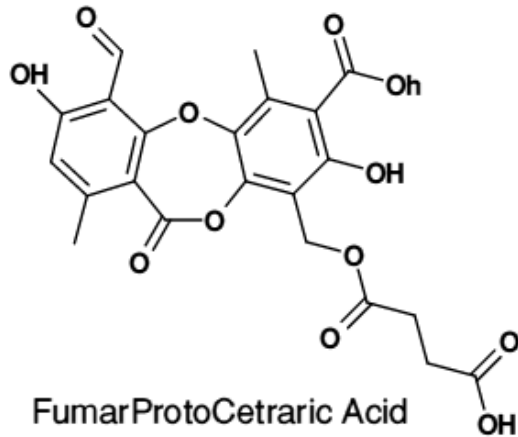


Verrucaria funckii



Lecanoromycetes: Lecanoromycetidae: Lecanorales

Cetraria islandica – puklérka islandská



léčivka – fumarprotocetrarová kyselina, bory, vřesoviště, keříčkovitá stélka

Lecanoromycetidae: Lecanorales:

Cladonia – dutohlávka

kosmopolitní rod



sect. Cladina „sobí lišejníky“



sect. Cladonia – přízemní šupiny a podetia (podécia)

„sobí lišejníky“ – *Cladonia rangiferina*,
C. arbuscula, *C. stellaris* a další

dutohlávka
sobí, lesní,
horská



Bory,
vřesoviště,
tundra, sutě

Lecanoromycetidae: Lecanorales:

Cladonia – dutohlávka

sect. *Cladonia*



Lecanoromycetidae: Lecanorales:

Evernia, *Pseudevernia*

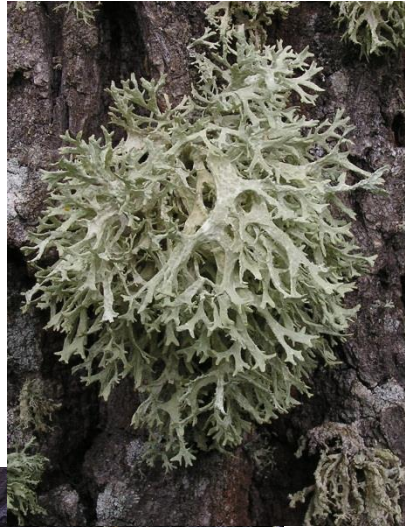
borka stromů

E. prunastri (větvičník slívový)

P. furfuracea

(terčovka otrubčitá)

(„oakmoss, treemoss“)



sběr větvičníků v Makedonii

Lecanoromycetidae: Lecanorales:

Xanthoria parietina - terčovník zední

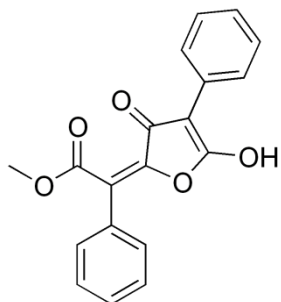
všudypřítomný
nitrofil



skály, borka,
eutrofizovaná
místa

Lecanoromycetidae: Lecanorales:

Letharia vulpina



kys. vulpinová



Letharia colombiana

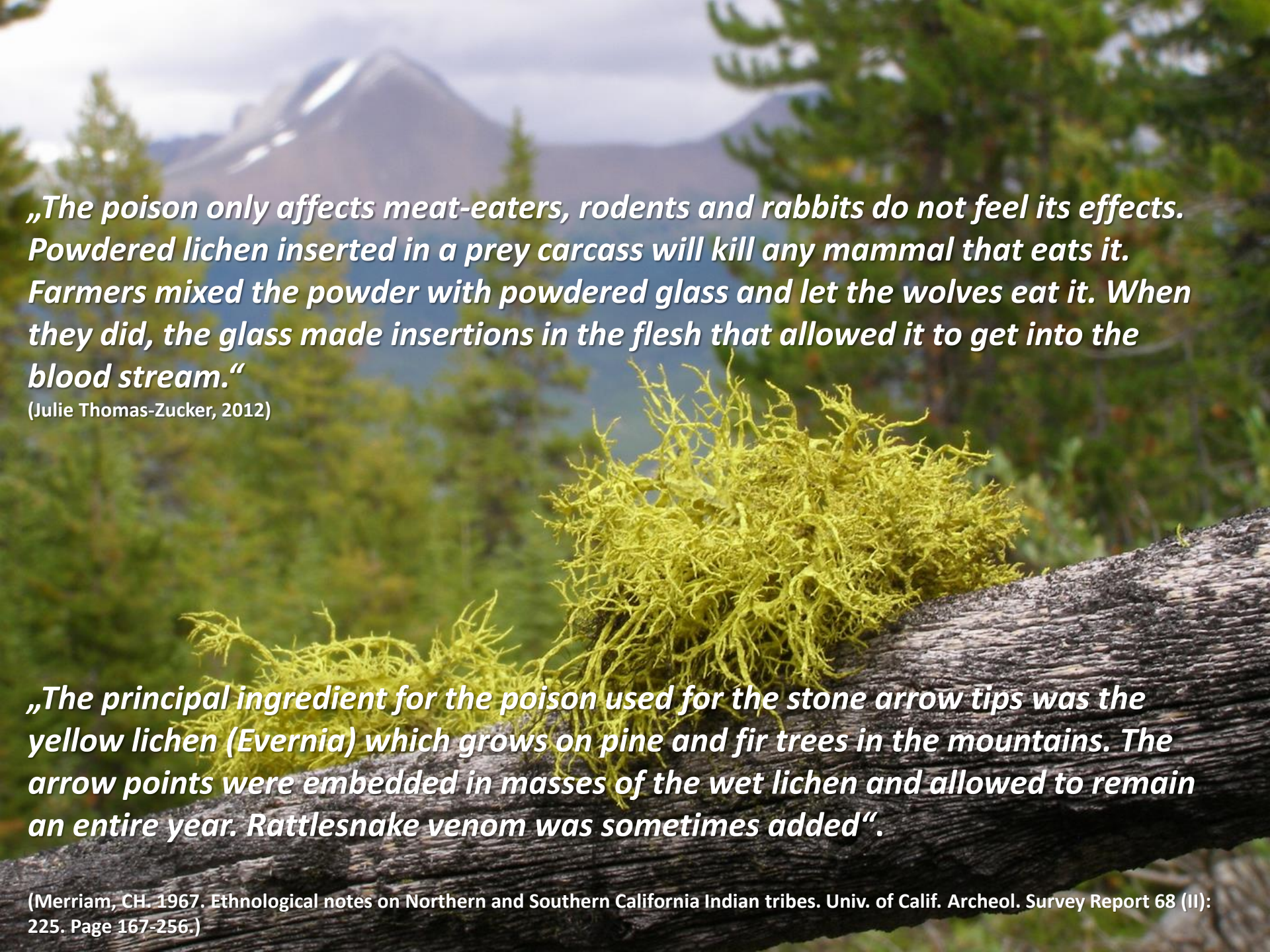


→ v severní Evropě (i Americe)
tradičně užívaná *Letharia vulpina* k
trávení lišek a vlků (účinná na všechny
masožravce) – toxin kyselina vulpinová
– toxická i vůči hmyzu a měkkýšům,
ale myši a králíci jsou rezistentní



Letharia vulpina – jed na vlky a lišky





„The poison only affects meat-eaters, rodents and rabbits do not feel its effects. Powdered lichen inserted in a prey carcass will kill any mammal that eats it. Farmers mixed the powder with powdered glass and let the wolves eat it. When they did, the glass made insertions in the flesh that allowed it to get into the blood stream.“

(Julie Thomas-Zucker, 2012)

„The principal ingredient for the poison used for the stone arrow tips was the yellow lichen (Evernia) which grows on pine and fir trees in the mountains. The arrow points were embedded in masses of the wet lichen and allowed to remain an entire year. Rattlesnake venom was sometimes added“.

(Merriam, CH. 1967. Ethnological notes on Northern and Southern California Indian tribes. Univ. of Calif. Archeol. Survey Report 68 (II): 225. Page 167-256.)



Teen Wolf Wiki

BEACON HILLS ▾

TEEN WOLF ▾

CAST ▾

COMMUNITY ▾

EXP

in: *Teen Wolf Episodes*, *Season 3*, *Season 3B*

Letharia Vulpina



“ This particular lichen is called *letharia vulpina*— 'wolf lichen.' They'd put out pieces of meat with crushed glass and bits of the lichen in it. The glass perforated the intestines of the animal so the vulpinic acid could reach the internal organs faster.”

"What did you do to my wolf?"

"Well, I didn't poison him with lichen... But I *did* give him a powerful paralytic agent. The same one I put on that jar."

"Kanima..."

"I guess we both know a few things, *Ikeda-san*. Born out of the blood of a Nogitsune, this lichen is quite special. More powerful than you know."

"What-what are you going to use it for?"

"There's a Fox hiding inside a teenage

Letharia Vulpina



Episode Information

season	03
number	19
airdate	February 17, 2014
writer	Jeff Davis
director	Russell Mulcahy

Lecanoromycetidae: Peltigerales

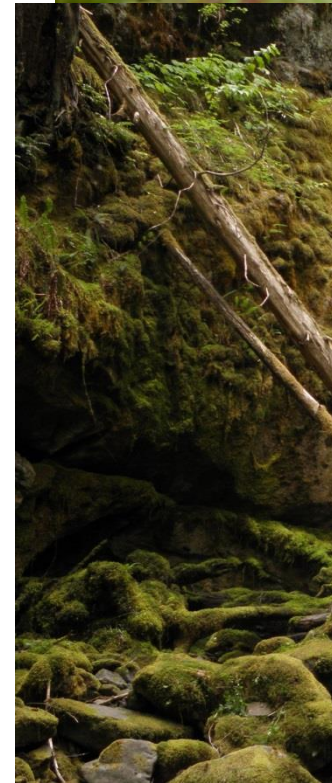
Peltigera praetextata – nejběžnější hávnatka u nás



lesy, vlhčí
místa
výrazné
lupenité
lišejníky,
mezofilní.

Lecanoromycetidae: Peltigerales

Peltigera aphthosa, *P. venosa*, *P. leucophlebia* – hávnatky se zelenou řasou a cephalodii



v současnosti v
Česku velmi
vzácné druhy,
hojnější v boreální
zóně

Lecanoromycetidae: Peltigerales

***Lobaria pulmonaria* – dŭlkatec plicní – kriticky ohrožený druh, indikátor pralesů, biondikace**



Basidiomycota (< 1 % druhů lišejníků)

Cantharellales

(Clavariaceae: **Multiclavula**)

Agaricales

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

Corticiales

(fam. inc. sedis: Marchandiomphalina)

Atheliales

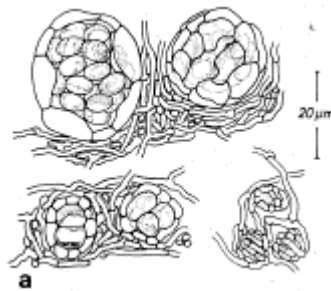
(Atheliaceae: Athelia; ?Lepidostromataceae: Lepidostroma)

Hymenochaetales

(fam. inc. sedis: Cyphellostereum)

Basidiomycota: Agaricomycotina: Agaricomycetes:
Cantharellales: *Multiclavula mucida*

subkosmopolitní,
chladné a vlhké
oblasti, humus,
tlející dřevo



Basidiomycota: Agaricomycotina: Agaricomycetes:
Agaricales: *Lichenomphalia*



L. alpina

globální rozšíření,
některé
endemické druhy

L. hudsoniana - stélka



L. umbellifera



Bioindikace

SO₂, NO_x, eutrofizace,
ekologická kontinuita,
radioaktivní prvky, globální
oteplování, forest
management, ...



Literatura k systému a lišejníkům:

Lumbsch H.T. & Huhndorf S.M. 2010. Myconet Volume 14. Part One. Outline of Ascomycota—2009. Part Two. Notes on Ascomycete Systematics. Nos. 4751–5113. - Fieldiana: Life and Earth Sciences, N.S., 1: 1-64.

Hibbett D.S. et al. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. - Mycological Research 111: 509-547.

Spatafora J.W., Hughes K.W. & Blackwell M. (eds) 2006. A phylogeny for kingdom Fungi. Deep Hypha issue. - Mycologia 98: 829-1106.

Nash III. T. H. (ed.) 2008: Lichen Biology, 2nd edition. Cambridge University Press.

Miadlikowska J. et al. (2014): A multigene phylogenetic synthesis for the class Lecanoromycetes (Ascomycota): 1307 fungi representing 1139 infrageneric taxa, 317 genera and 66 families. - Molecular Phylogenetics and Evolution 79: 132–168.