

Uvod u lihenologiju

By Monika Kovaljesko (Kornati islands)

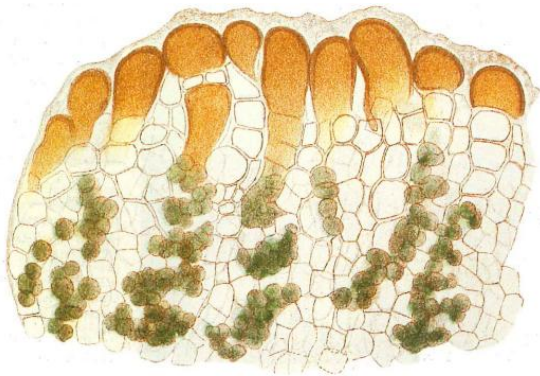


dr. sc. Maja Maslač Mikulec, *mag.biol.exp.*

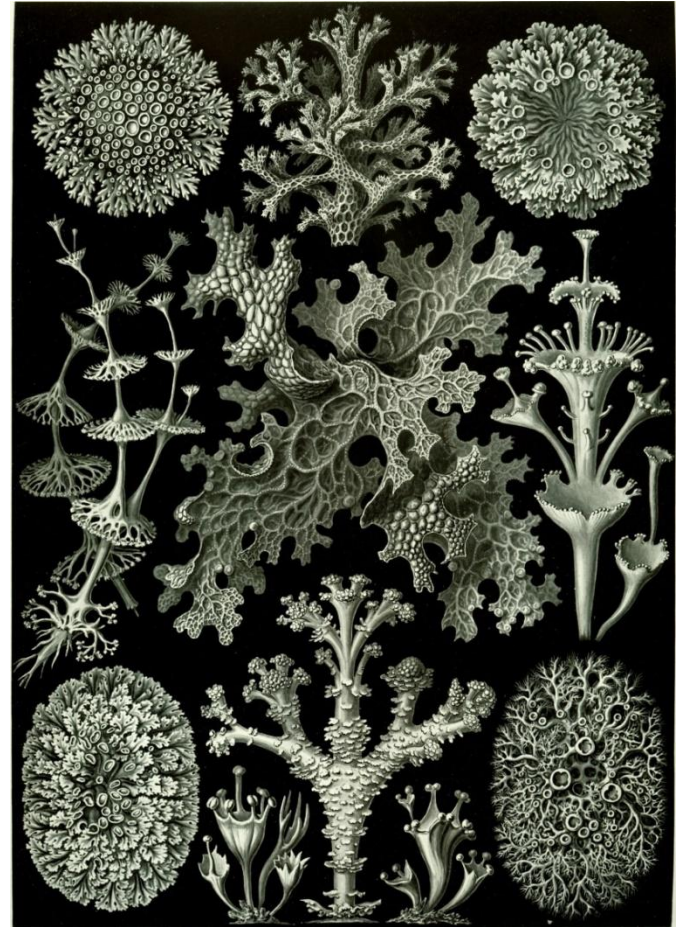
LIHENOŠKOLA; Zagreb, 25.03.2026.

Povijest istraživanja lišajeva

- **Tournefort** (1694) prvi grupirao lišajeve u jedinstvenu grupu
- **Erik Acharius** (1757-1819) „otac lihenologije“ *
- **Simon Schwendener** (1867) – lišajevi = dva organizma



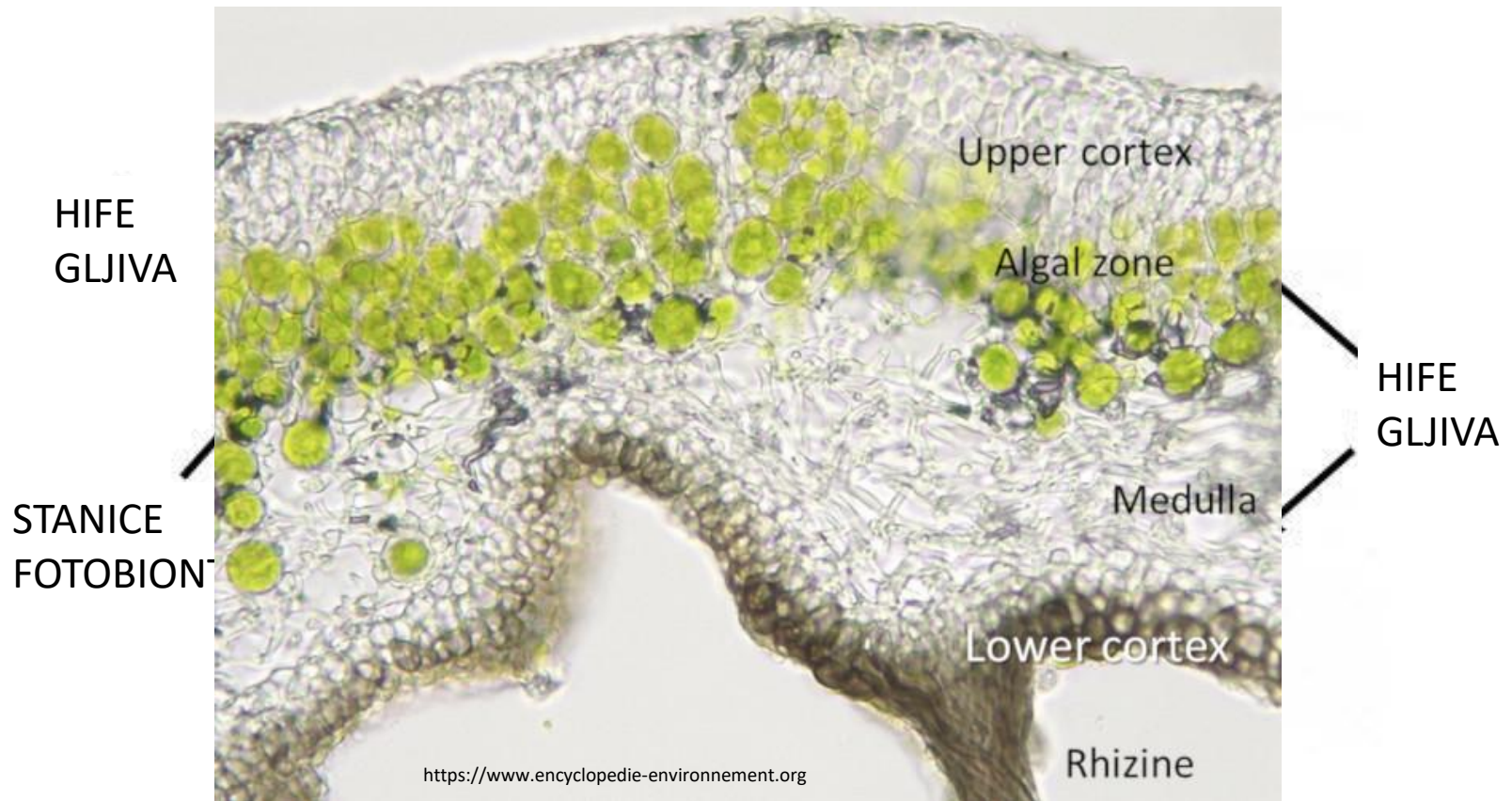
Simon Schwendener (1869) : sekcija lišaja



Ernst Haeckel (1904) : „Kunstformen der Natur“

- Lišaj se definira kao zajednica gljive (**mikobionta**) i fotobionta (**alga i/ili cijanobakterija**) koja rezultira stabilnim talusom (steljkom) specifične strukture

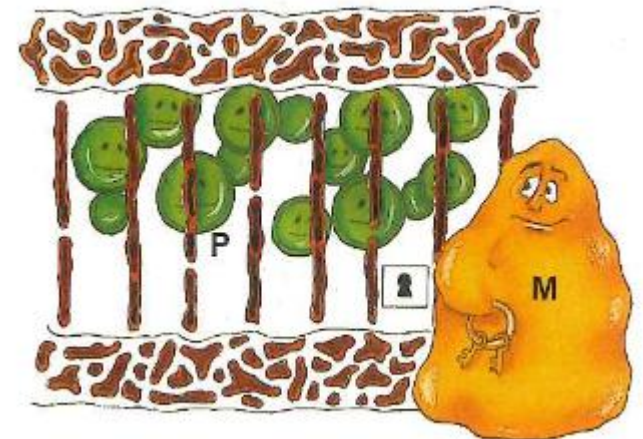
(International Association of Lichenology, 1982)



Simbioza

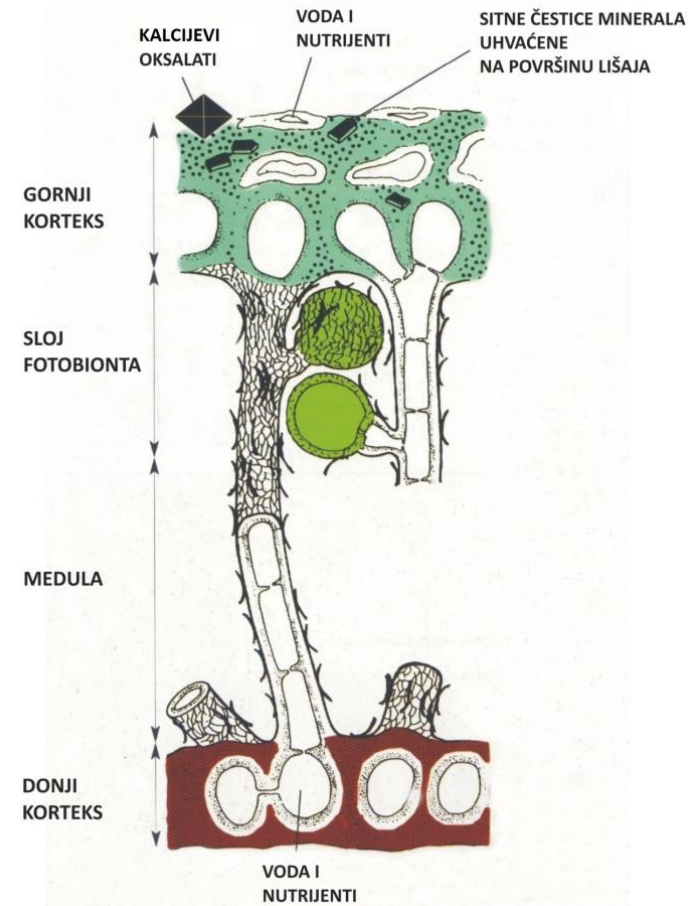
- Riječ „simbioza” je prvi puta u biološkom polju upotrijebio **Bennett 1877. godine** i to upravo za **lišajeve!**
- Mutualizam ili kontrolirani parazitizam?
- **Schwendener** mislio da gljive parazitiraju na algama

„This master is a fungus of the class Ascomycetes, a parasite which is **accustomed to live upon others' work**. Its slaves are green algae, which it has sought out, or indeed caught hold of, and compelled into its service. „



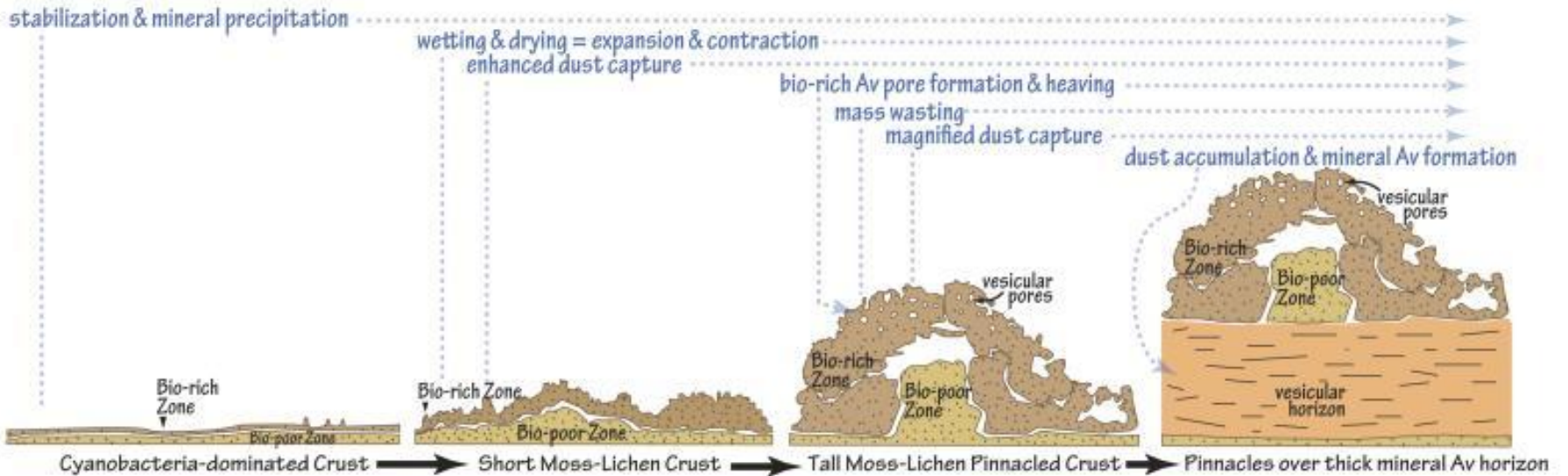
Koristi za partnere

- **Mikobiont** dobiva potrebnu energiju od fotobionta. Od cijanobakterija (ukoliko su dio tog lišaja) dobiva i dušik.
- **Fotobiont** dobiva zaštitu od isušivanja i prejakog Sunčevog zračenja.



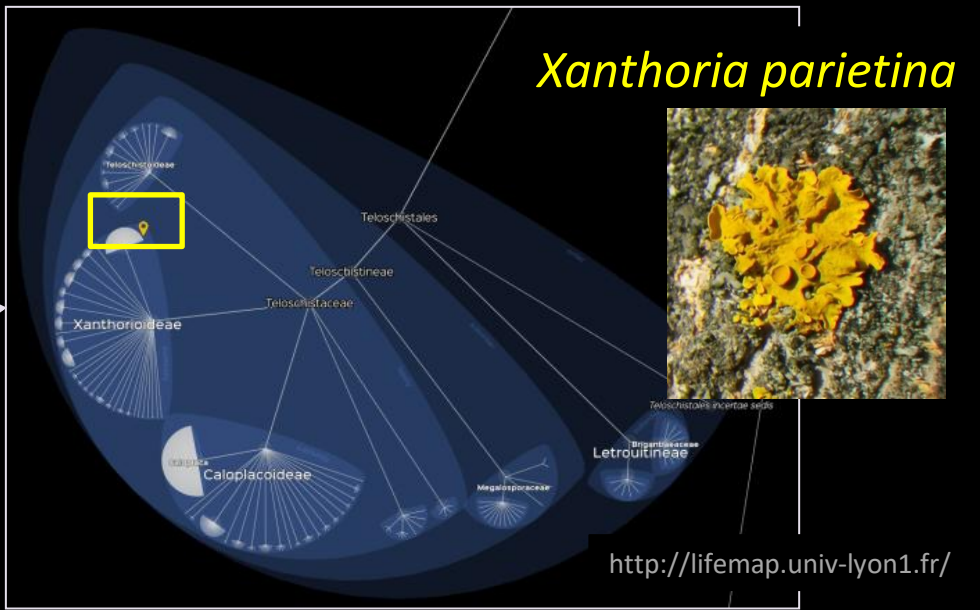
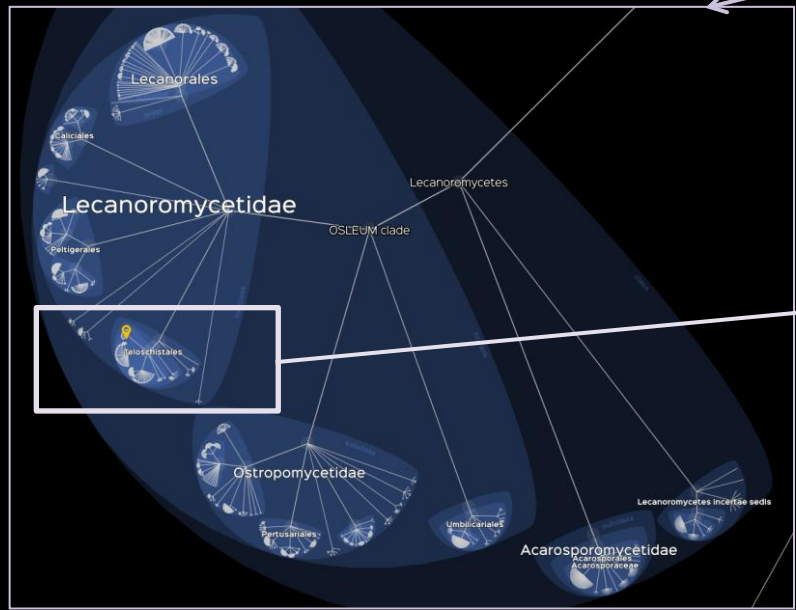
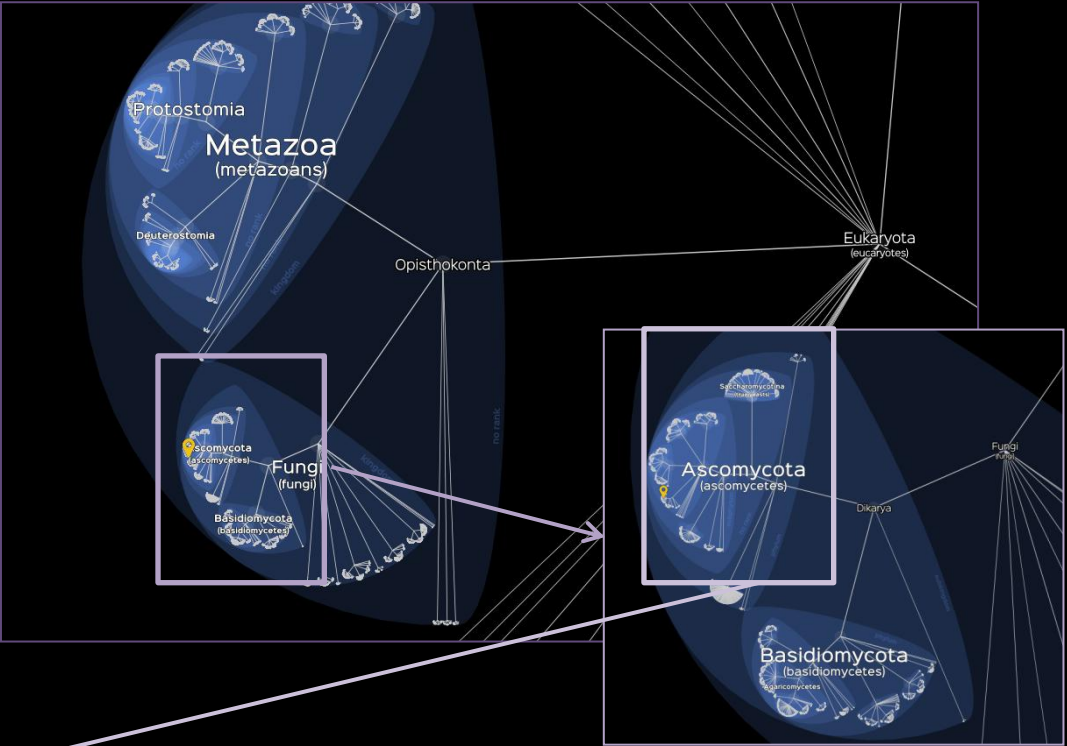
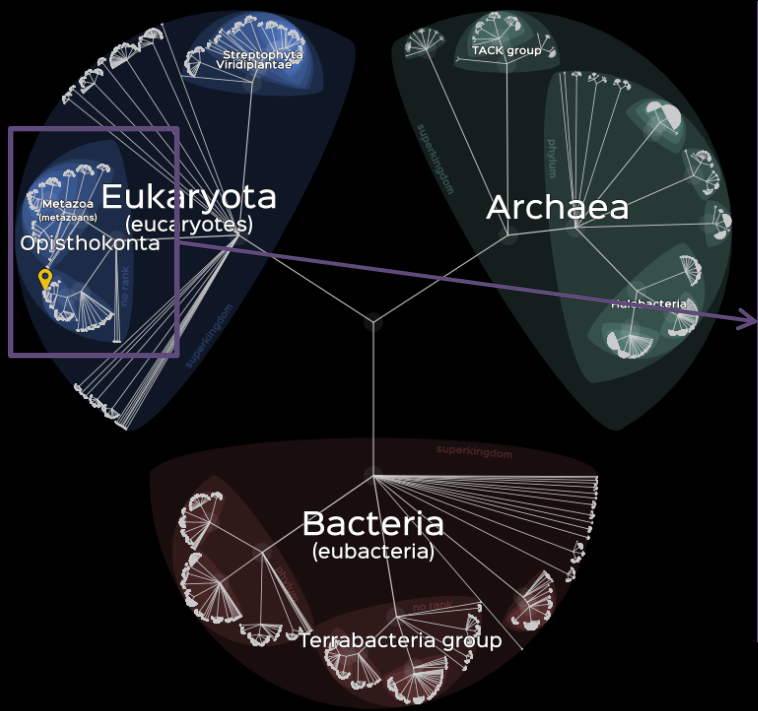
- Iznimno uspješna simbioza!
- Nastanjuju gotovo sva staništa na Zemlji – čineći ih pogodnijima za druge organizme (**pioniri vegetacije**)
- Preživjeli **eksperiment u svemiru**





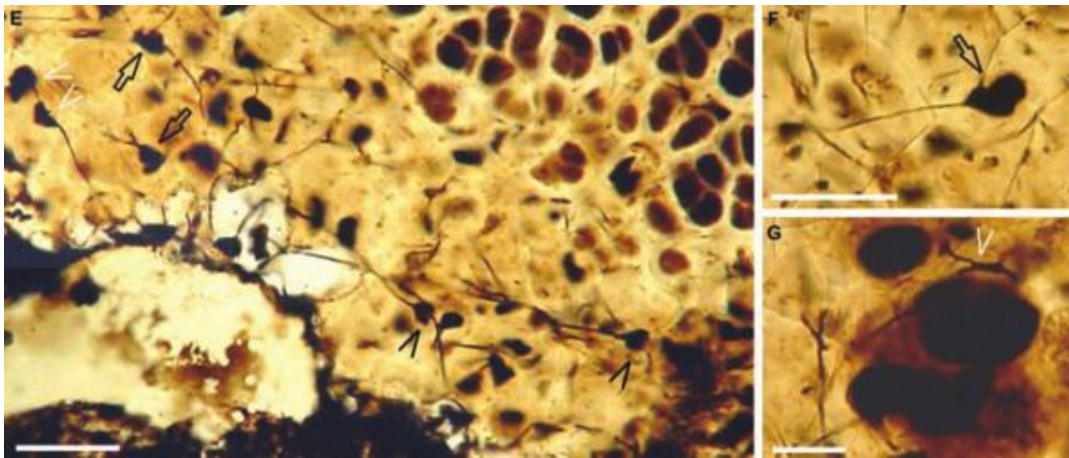
Taksonomija lišajeva

- Lišajevi se **taksonomski klasificiraju** unutar kraljevstva gljiva (Fungi), odnosno prema liheniziranoj gljivi (mikobiontu)
- Oko **20% gljiva** su lihenizirane
- Većina mikobionta su u koljenu mješinarke (**Ascomycota**), međutim postoje i lihenizirane gljive stapčarke (**Basidiomycota**)
- Alge i cijanobakterije koje sudjeluju u simbiozi su manje raznolike od mikobionta
- Najčešći rodovi algi su **Trebouxia** i **Trenopholia**, a od cijanobakterija je rod **Nostoc**



Evolucija lišajeva

- 600 mil. g. : vlaknaste hife u interakciji s cijanobakterijama i/ili algama; vjerojatno vodeni okoliš – **pojava prije vaskularnih biljaka**
- Simbioza kod lišajeva se pojavila više puta (**polifiletska skupina**)
- Jantar – potencijalno izvrsno očuvani fosili



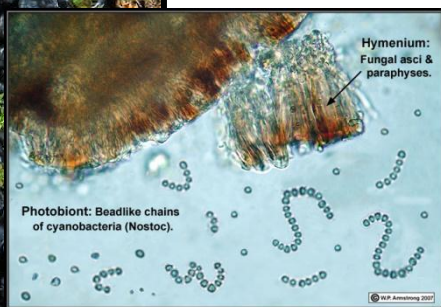
Detalj očuvanog fosila lišaja. Starost između 551 i 635 milijuna godina. (Yuan i sur. 2005)

Raznolikost simbiotskih odnosa

- Najčešće je mikobiont dominantan (izuzev „**žele-lišajeva**“, kao što je rod *Collema*)
- Mogući su **tripartitni lišajevi**, gdje je alga fotobiont, a cijanobakterije fiksiraju dušik za lišaj u posebnim strukturama koje se zovu cefalodiji



Collema sp.

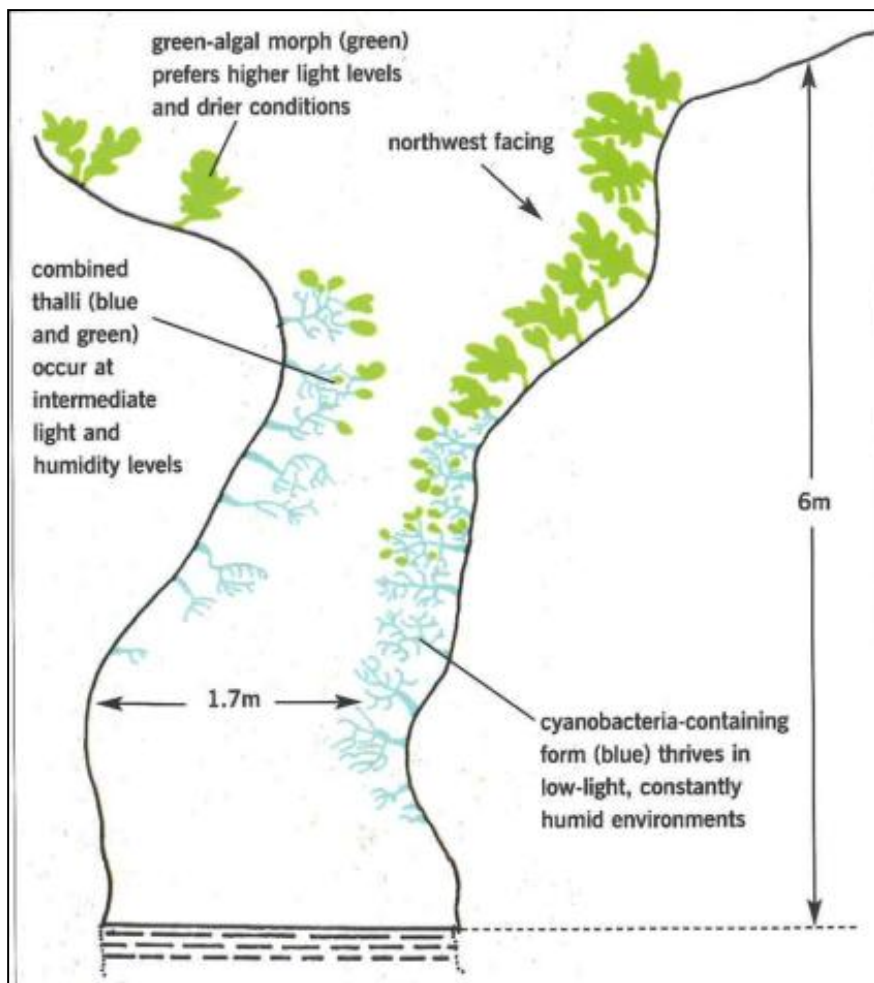


Tripartitni lišajevi
cefalodiji



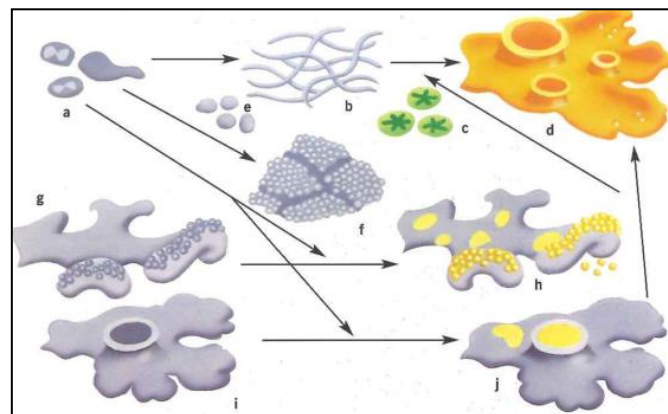
Raznolikost simbiotskih odnosa

- **Fotomorfi**



Purvis, 2000

- **Mehanički hibridi**

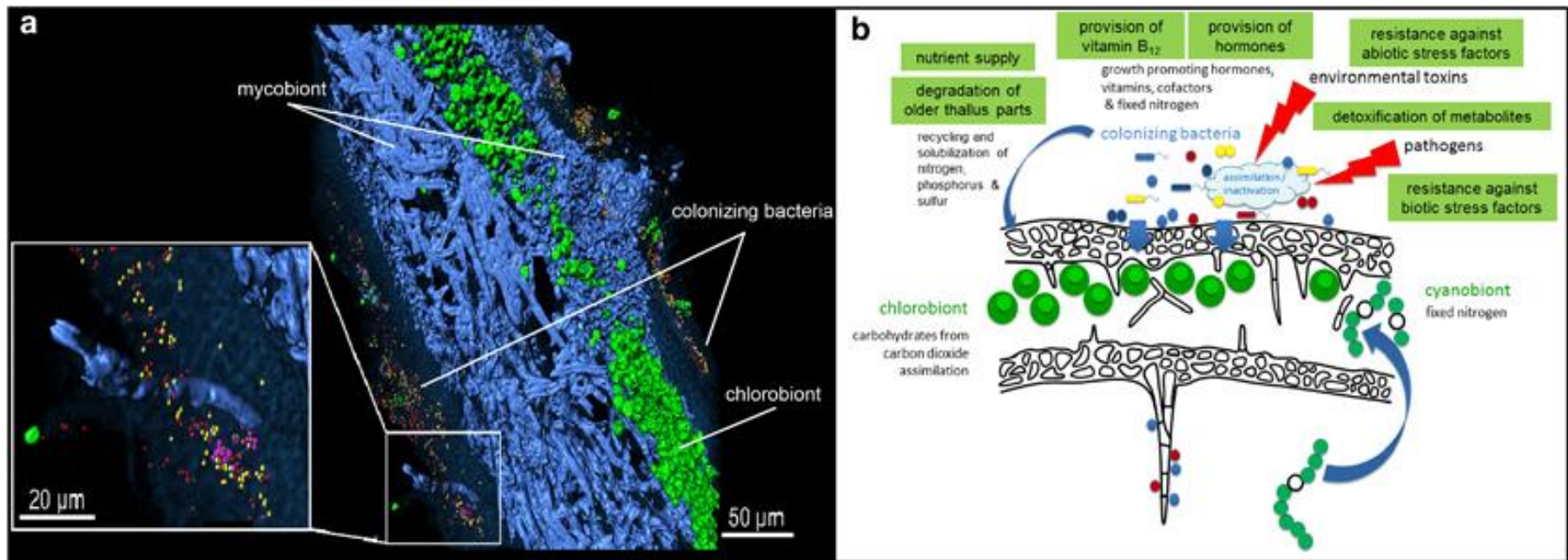


- **Parazitski lišajevi**



Neočekivani partneri u simbiozi

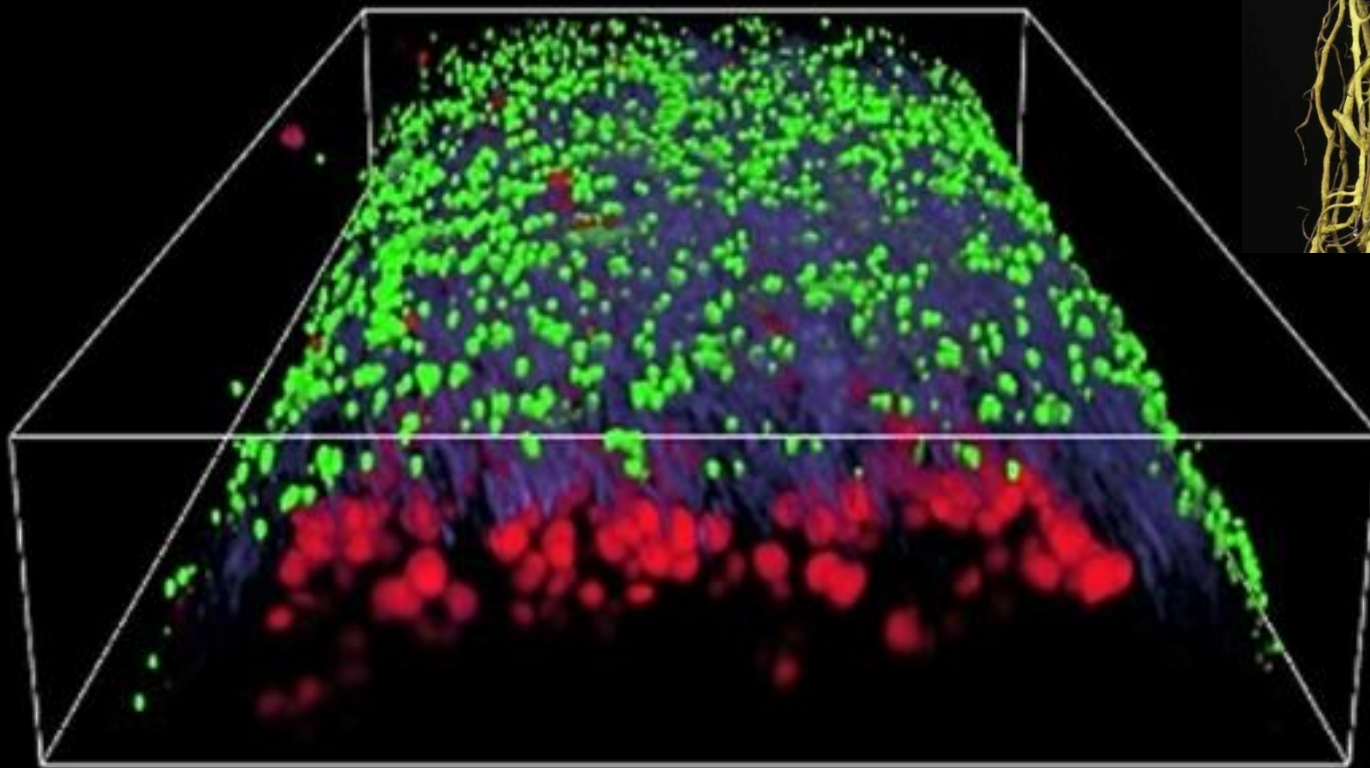
- Bakterije



Neočekivani partneri u simbiozi

- *Science* (2016)
- „kvasac” (Basidiomycota)
= **treći partner!**
- *Cyphobasidium* spp.



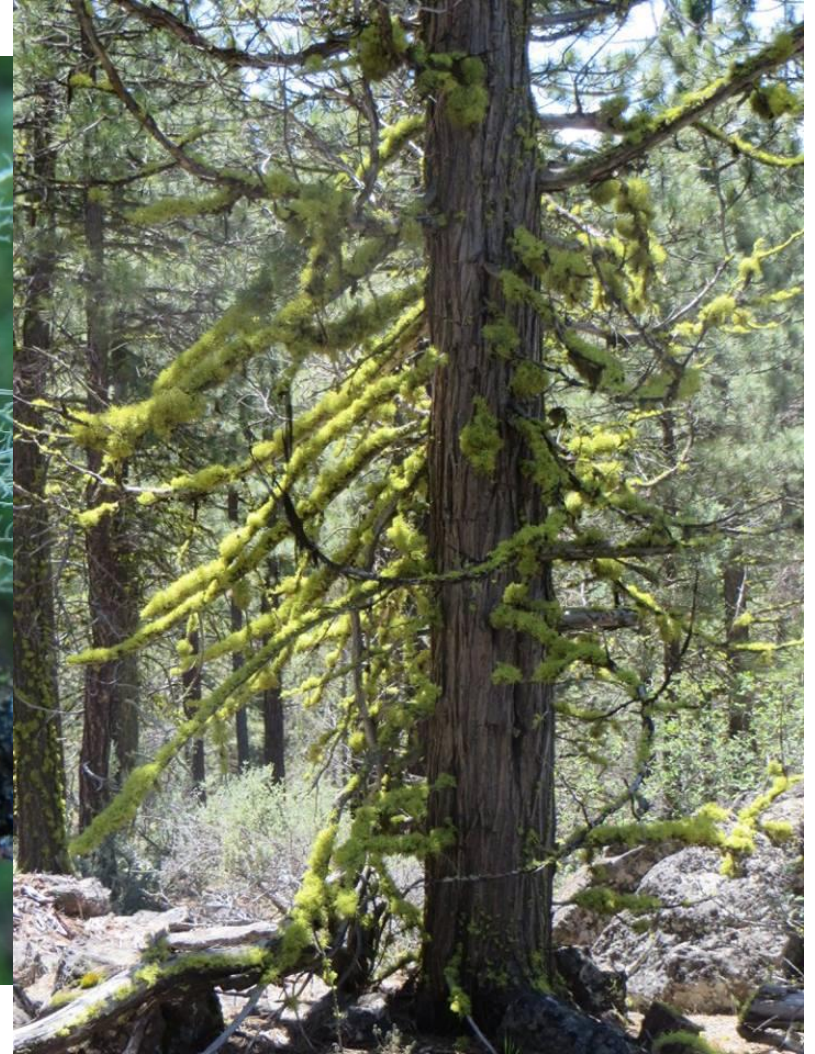


Slika fluorescentne mikroskopije uzdužno presječenog lišaja *Bryoria* sp.:
zeleno su „kvasci” (Basidiomycota) ,**plavo** je gljiva (Ascomycota), **crveno** su alge

Bioraznolikost...



Bioraznolikost...



Bioraznolikost...



Bioraznolikost...




Photographer: Heino Lepp

Bioraznolikost...



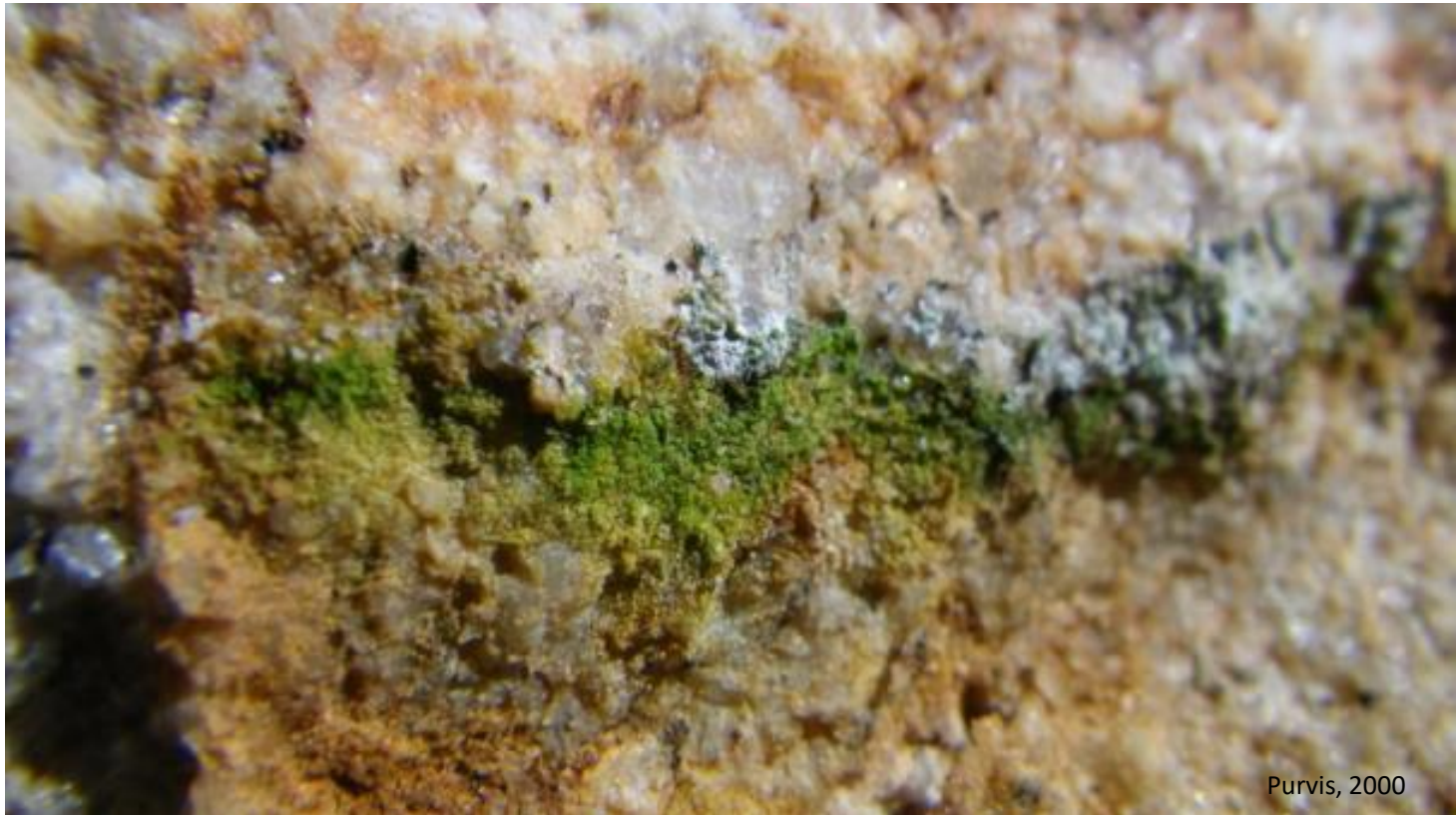
Bioraznolikost...



 Lichens connecting people!

Bioraznolikost...

- Kriptoendolitički!

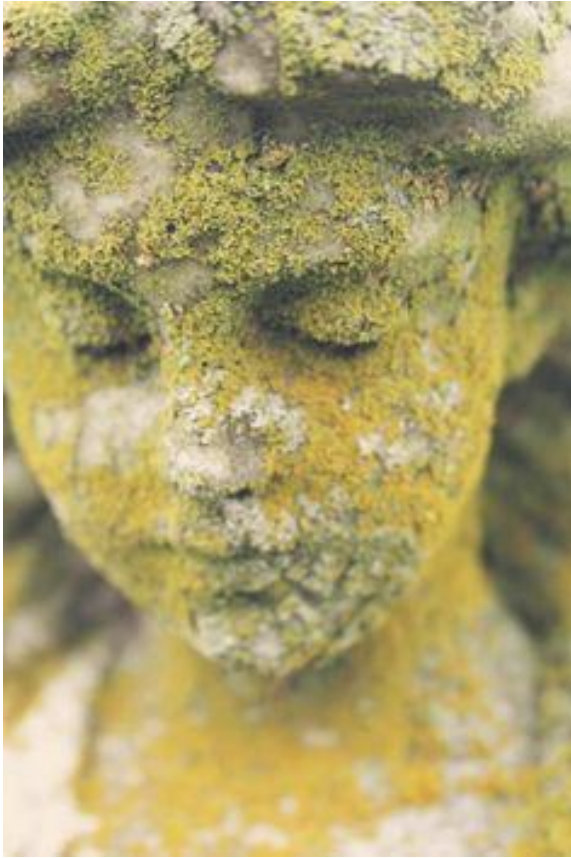


Purvis, 2000

Bioraznolikost...



Bioraznolikost...



Bioraznolikost...



Bioraznolikost...

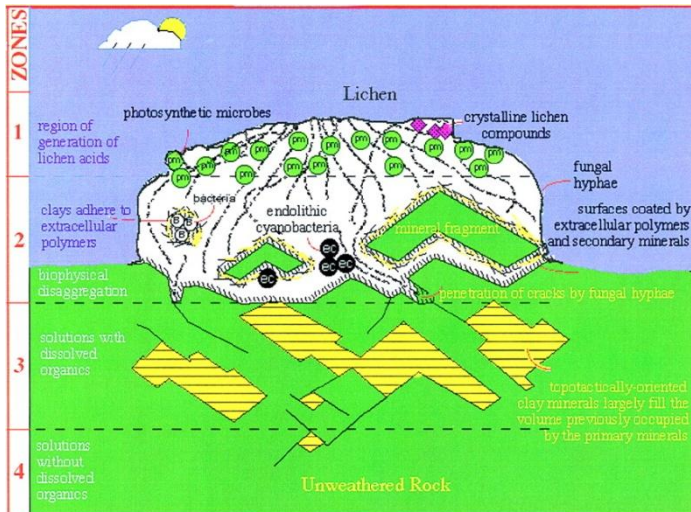
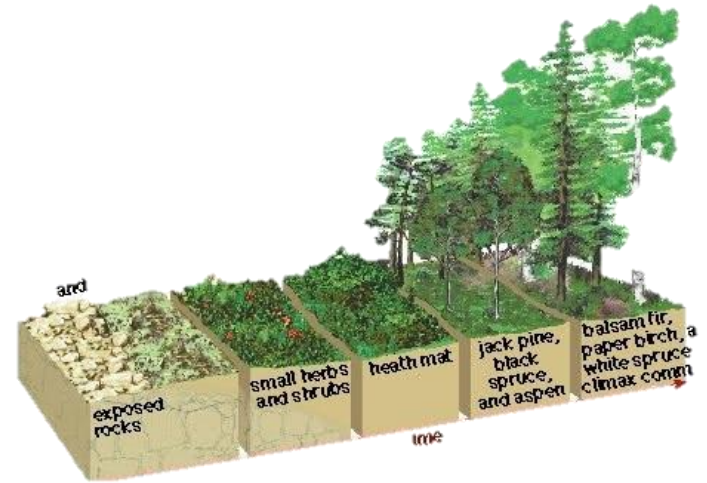


???



Ekološke uloge

- Pioniri kolonizacije
- Kruženje tvari
- Dio prehrambene mreže
- Lišajevi i životinje



Antropocentričan pogled na stvari....

- Protuvirusno (HPV, HIV...)
- Antibakterijski
- Protutumorski
- Parfemi, kozmetika
- Islandski lišaj
- Otrovi protiv vukova
- Piva (umjesto hmelja)
- Hrana
- Droge
- Lakmus papir
- Bojanje tkanina
- Alkohol



Lihenologija u hrvata



Briološko-lihenološka sekcija

Ovo je najmlađa sekcija Hrvatskog botaničkog društva, a osnovana je krajem 2024. godine. Mahovinarima i lišajima u Hrvatskoj bavi se mali broj stručnjaka, a cilj sekcije je povezati domaće istraživače međusobno, ali i s kolegama iz drugih zemalja. Zadnjih nekoliko godina održio je interes za rad s ovim skupinama te se stvorila potreba za sustavnim djelovanjem. Prije osnivanja sekcije, članovi su sudjelovali na brojnim briološko-lihenološkim ekskurzijama, a u veljači 2024. organizirali su međunarodnu ekskurziju na Lohinj, Cres i Susak, za 54 sudionika iz 9 zemalja čiji je cilj bio skupiti podatke o tim slabo istraženim područjima.

Cilj sekcije je također motivirati buduće stručnjake i amatere za rad s ovim skupinama, kroz različite radionice, predavanja, stručne ekskurzije, ali i projekte inventarizacije.

Članovi sekcije administriraju nacionalne baze mahovina i lišaja koje su pridružene bazi Flora Croatica Database (FCDB).



MARKO DOBOŠ

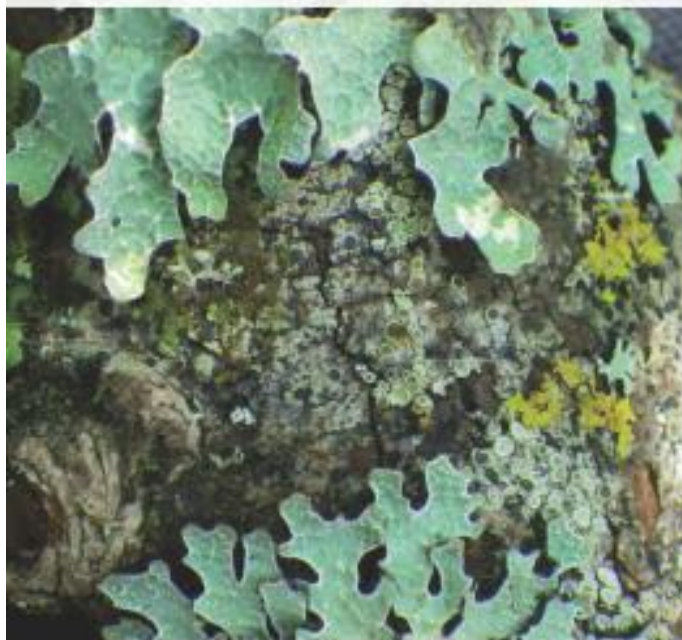


+ diplomski Azre Mehmedović

* FCD, Sekcija HBoD – Marko Doboš

Okoliš

LIŠAJEVI kao **BIOINDIKATORI**
zagađenja u OKOLIŠU



ULAGANJE U BUDUĆNOST

PROJEKT JE SUFINANCIRALA EUROPSKA UNIJA
IZ EUROPSKOG SOCIJALNOG FONDA



www.okolis.biol.pmf.hr

Sadržaj ovog štampanog materijala nikako nije odgovoran
Predsednice matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Web stranica:

<http://www.okolis.biol.pmf.hr>

<http://www.strukturnifondovi.hr/>

Lišajevi kao bioindikatori/biomonitori



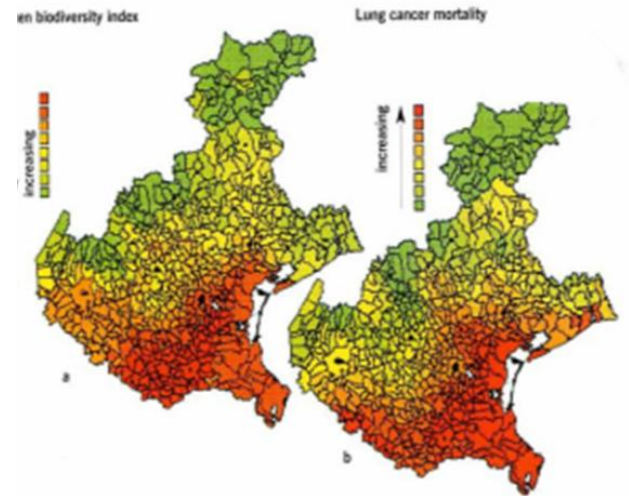
Lišajevi sve potrebne
tvari i vodu uzimaju iz
zraka

Xanthoria parietina

Pollution sensitivity / Osjetljivost na onečišćenje



Forme lišajeva (s lijeva na desno: korasta, listasta, grmasta forma)



Indeks bioraznolikost lišajeva u korelaciji sa brojem smrtnih slučajeva od raka pluća po broju stanovnika (Cislaghi & Nimis 1997, Nature)

Grupa 1. Izrada i razvoj programa praćenja za lišaje



Glavni stručnjak

Maja Maslač Mikulec,

Geonatura d.o.o.

Odgovorni za provedbu usluge

KOORDINATOR Maja Maslač Mikulec, Geonatura d.o.o.

GLAVNI STRUČNJAK Maja Maslač Mikulec, Geonatura d.o.o.

DODATNI STRUČNJACI Marko Doboš, v. suradnik
Tena Miličević, Geonatura d.o.o.

DODATNO OSOBLJE dr. sc. Hrvoje Peternel, Geonatura d.o.o.
dr. sc. Lorena Derežanin, v. suradnik
Marta Justić, Geonatura d.o.o.
dr. sc. Anja Rimac, v. suradnik
Petra Vizec, Geonatura d.o.o.
Matej Baneković, Geonatura d.o.o.
Ivana Kovačić, Geonatura d.o.o.

UREDNIK Maja Pavlinić, Zavod za zaštitu okoliša i prirode, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja



USLUGA RAZVOJA PROGRAMA PRAĆENJA ZA VRSTE I STANIŠNE TIPOVE OD INTERESA ZA EU

Grupa 1. Izrada i razvoj programa praćenja za lišaje

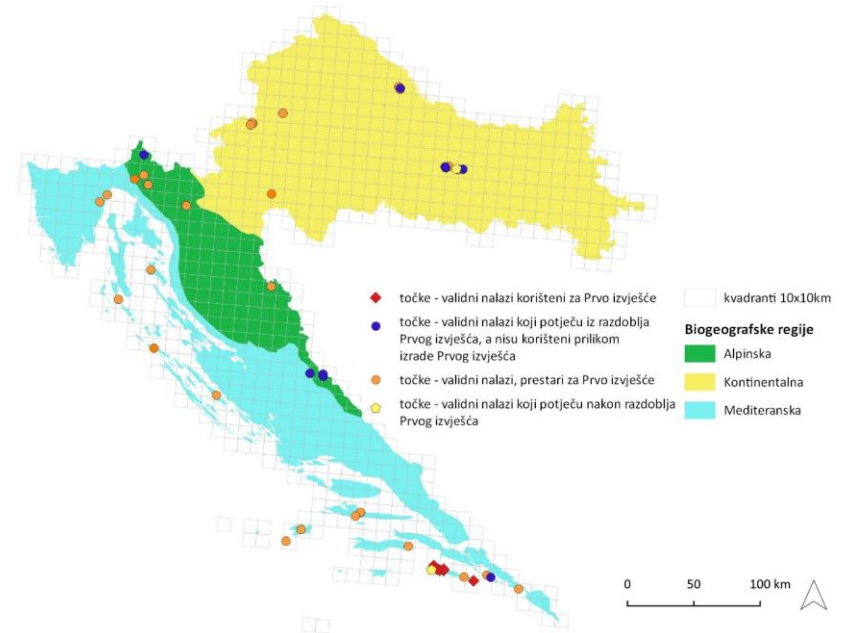
- Program praćenja stanja očuvanosti (za vrste od interesa za EU)

Zagreb, rujan 2023.



Lišaji roda *Cladonia* podrod *Cladina*

- Direktiva o staništima: **Prilog V.** (vrste čije sakupljanje u divljini i iskorištavanje može biti podložno mjerama upravljanja)



Id	Label	Status	Status Modified	Notation
1378	<i>Cladonia</i> (<i>Cladina</i>) subsp.	Valid	22.03.2019	1378
5203	<i>Cladonia arbuscula</i>	Valid	22.03.2019	5203
5204	<i>Cladonia ciliata</i>	Valid	22.03.2019	5204
5205	<i>Cladonia mediterranea</i>	Valid	22.03.2019	5205
5206	<i>Cladonia mitis</i>	Valid	22.03.2019	5206
5207	<i>Cladonia portentosa</i>	Valid	22.03.2019	5207
5208	<i>Cladonia rangiferina</i>	Valid	22.03.2019	5208
5209	<i>Cladonia stellaris</i>	Valid	22.03.2019	5209
5210	<i>Cladonia stygia</i>	Valid	22.03.2019	5210
5424	<i>Cladonia conspicua</i>	Valid	22.03.2019	5424

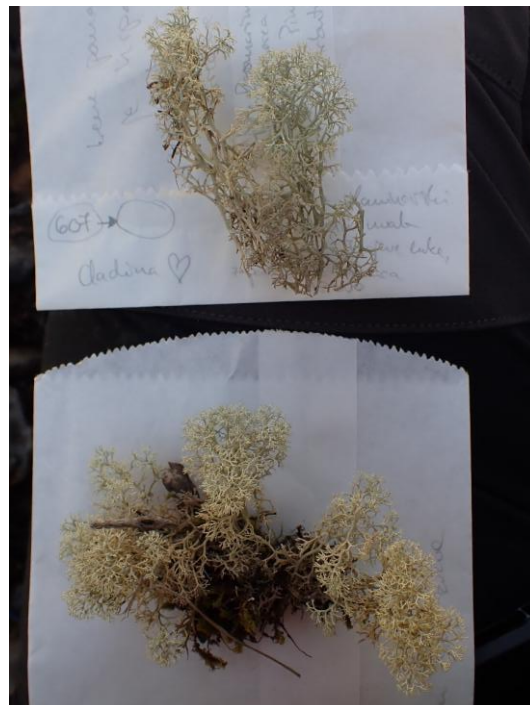
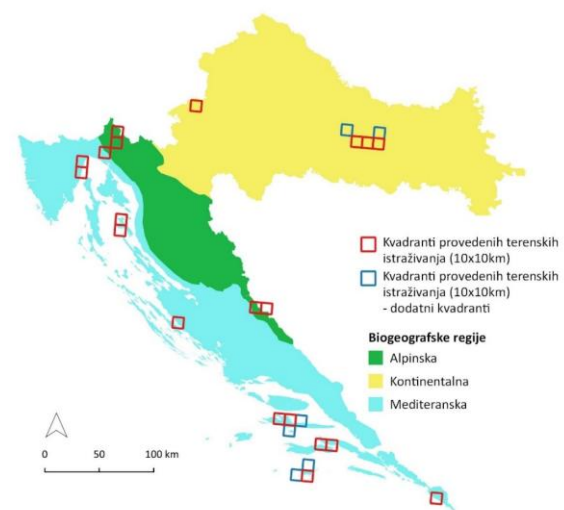
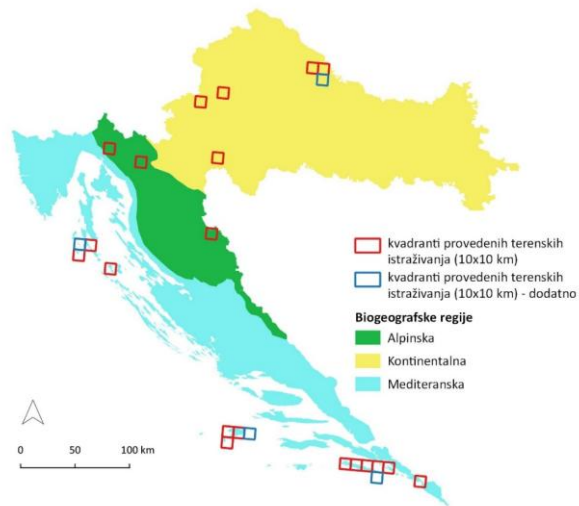
Legend: FV Favourable XX Unknown U1 Unfavourable-Inadequate U2 Unfavourable-Bad

Current selection: 2013-2018, Non-vascular plants, overall assessment.

Species	Regions													
	ALP	ATL	BLS	BOR	CON	MAC	MED	PAN	MATL	STE	MBAL	MMAC	MMED	MBSL
<i>Cladonia</i> (<i>Cladina</i>) subsp.	U1	XX			U1	XX	FV	XX	U1					



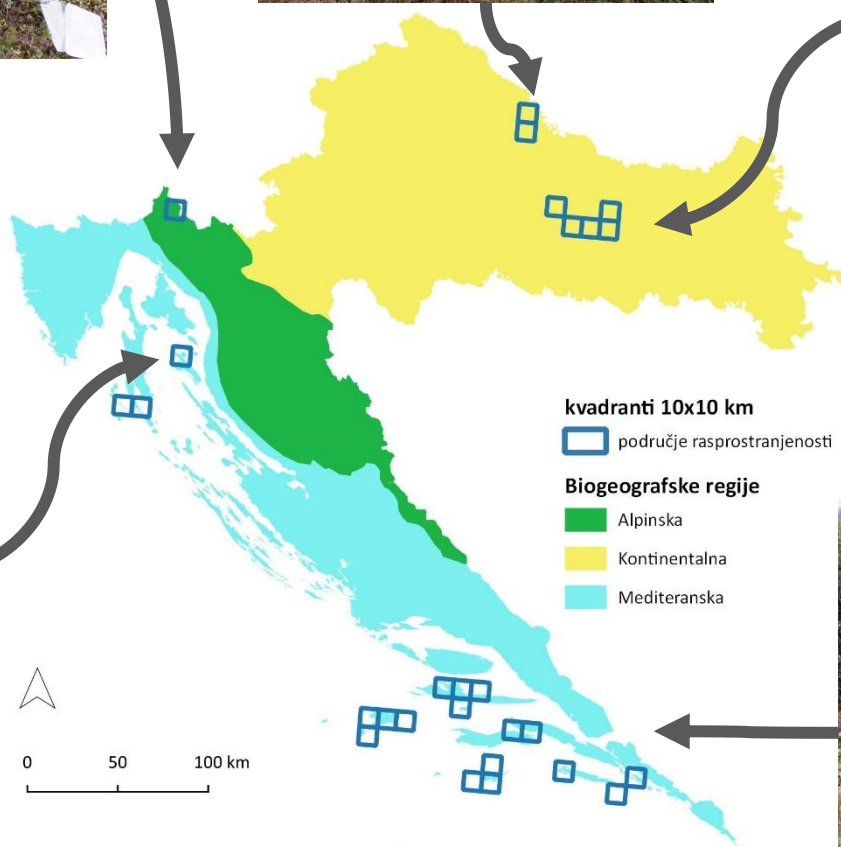
Terenska istraživanja:
40 kvadranta (DoN) +
dodatno istraženih 9 =
85 tim/dana





3 → 27
10x10km
kvadranta

65 1x1km
kvadranta



Terenski obrazac	Evidencija opažanja
Datum	
Ime i prezime istraživača	
Šifra lokaliteta (GPS oznaka)	
Ime lokaliteta (toponim)	
Koordinata (x, y)	
Šifra kvadranta 10x10 km	
Šifra kvadranta 1x1 km	
Procijenjena pokrivenost lišajevima u m ² za „prekrivače“ veći od 30 cm do samo jedna jedinka (napisati procijenjenu površinu na kojoj se nalaze lišaji + uzeti s GPS-om granice nalaska)	
Stanje i veličina (razvijenost) jedinki: odrasli/veliki i razvijeni do iznimno mali (oko 1cm)	
Biljne vrste koje okružuju nalazište lišaja (u pojasu 2 metra) ili one s kojima se lišaji mezofitno pojavljuju. Potrebno je zabilježiti i invazivne vrste.	
Prisutne invazivne vrste	DA / NE
Znakovi opozorenosti	DA / NE
Zabilježeni pritisci i prijetnje (*kodovi objašnjeni na drugoj stranici)	
Opis staništa (NKS kod)	
Napomena	

Izazovi: specifični zahtjevi različitih vrsta, mikrolokacije, dostupnost lokacija, neprecizne pedološke karte, manjak stručnjaka

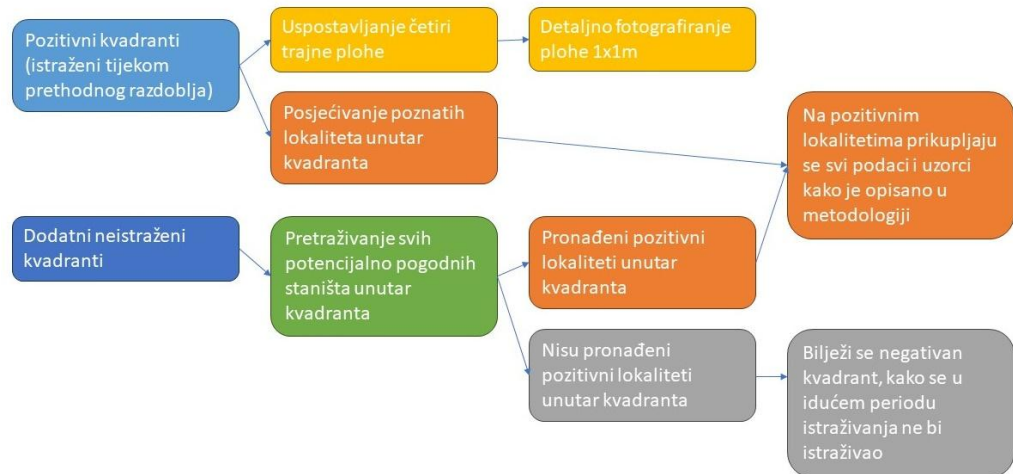


Foto: Anamarija Partl





Hvala na pozornosti? Pitanja?

GREENSHIELD LICHEN THIS PACE

