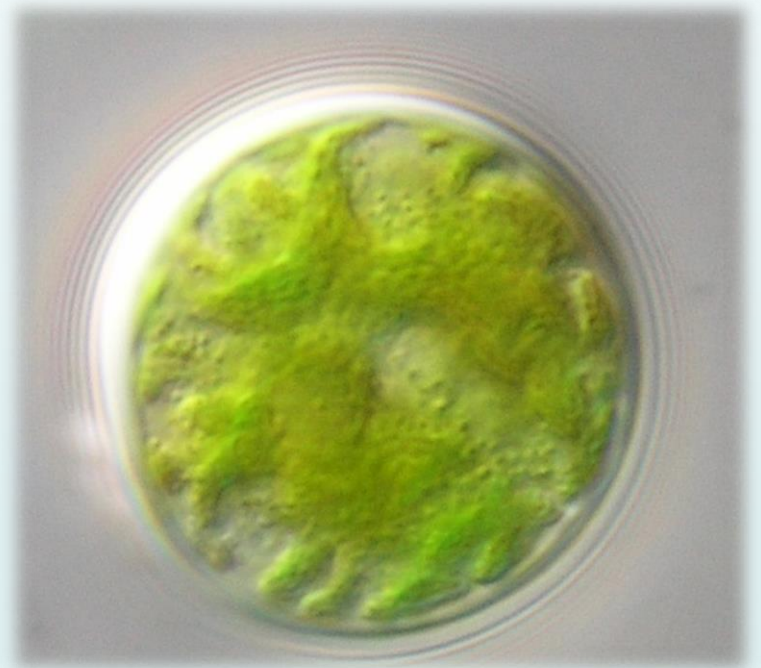
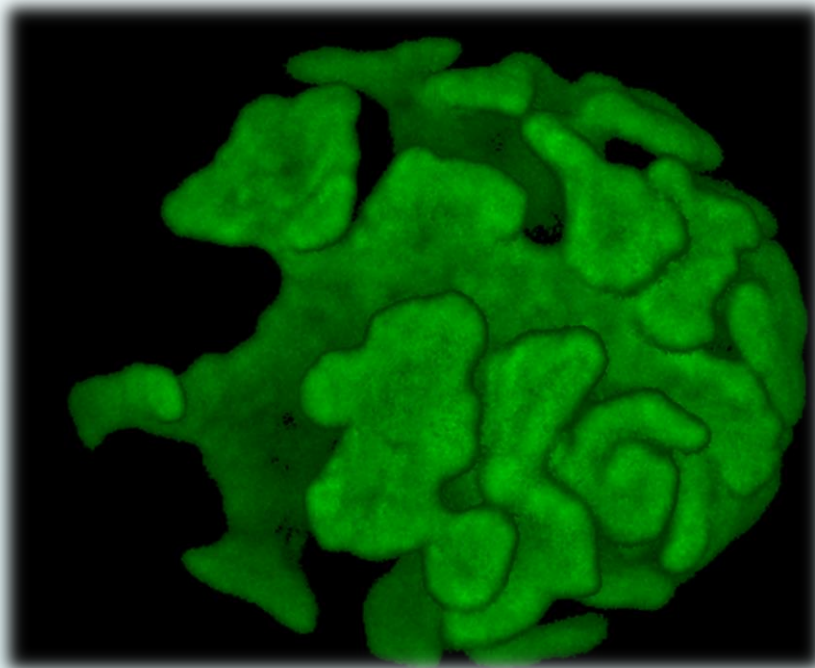


# Jak se vyznat v diverzitě protist

*aneb*

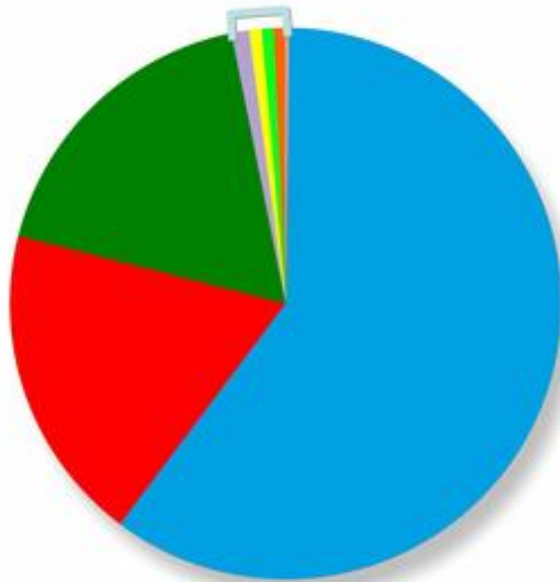
Vymezení druhových hranic na příkladu symbiotických řas



# Diverzita protist

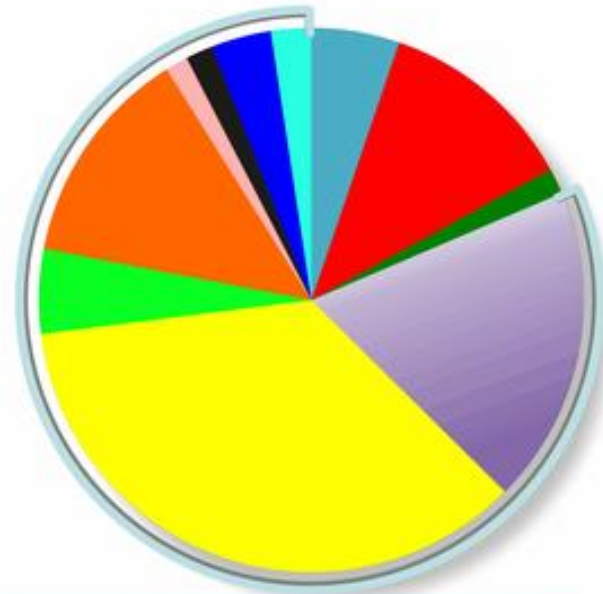
- Pawlowski et al. (2012): miliony druhů protist

A. Catalogued species  
( $N_{tot} \approx 2$  million)



Metazoa  
Fungi  
Streptophyta

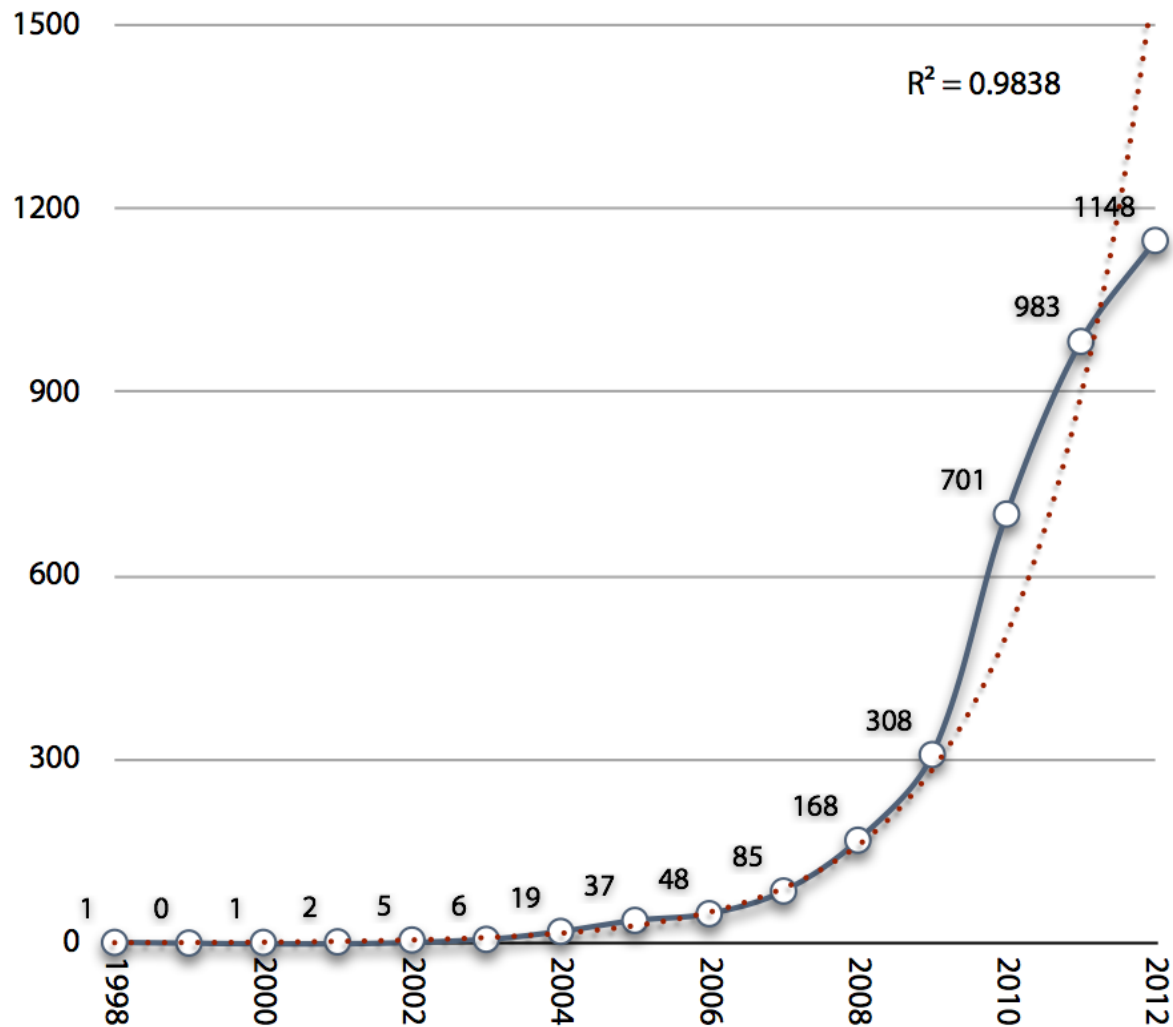
B. Environmental OTUs  
(1430 18S V4 rDNA 97%)



Stramenopila  
Alveolata  
Archaeplastida  
Rhizaria  
Amoebozoa  
Excavata  
`Hacrobia`  
Opisthokonta

PROTISTS

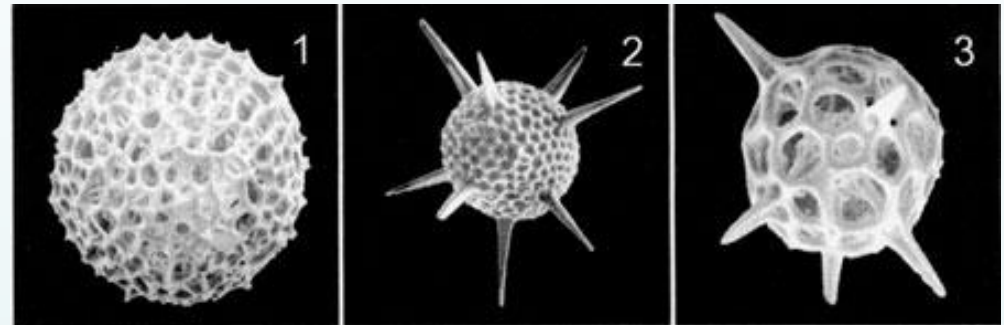
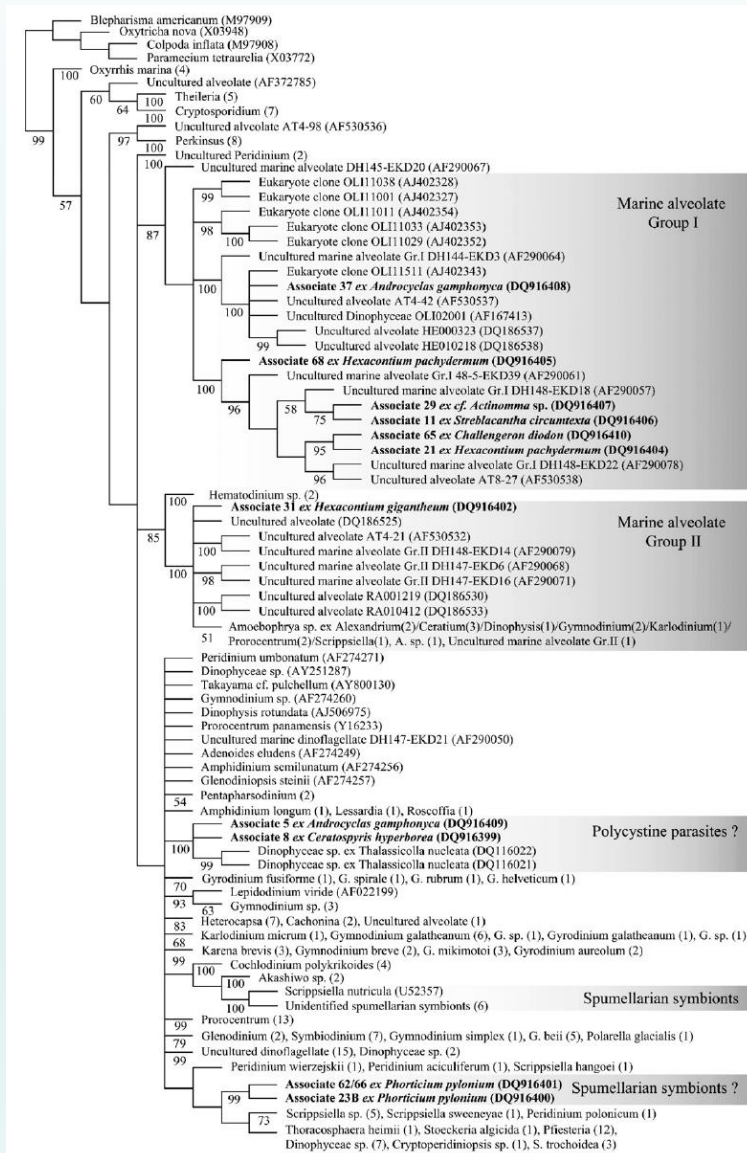
# Environmenální sekvenace, metagenomika



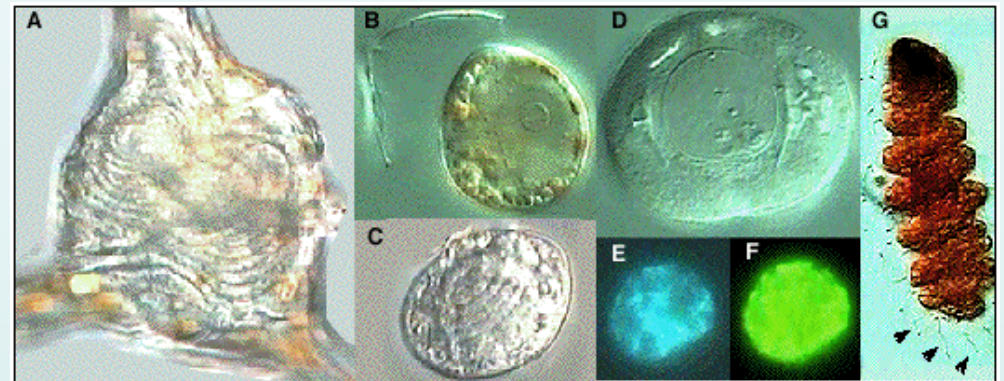
○ Published papers mentioning "Metagenomics" or "Metagenome" in PubMed

# Studium diverzity protist

## • Environmentální sekvenování SSU rDNA



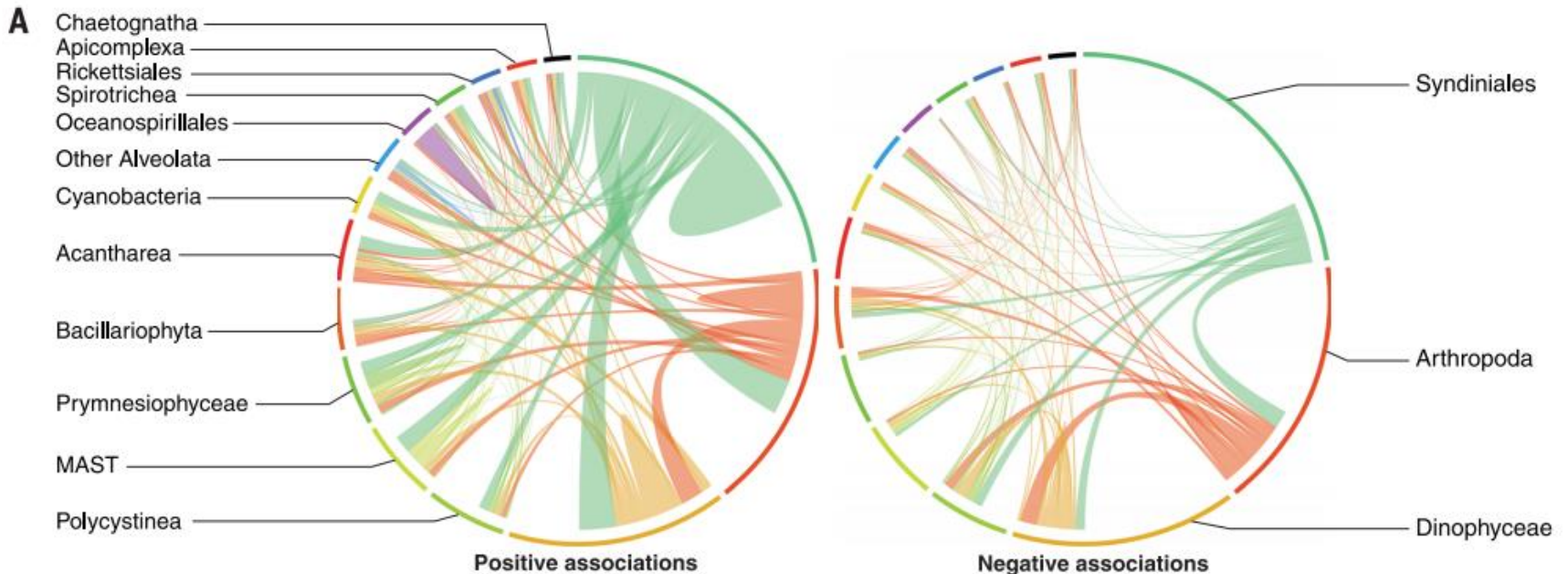
MAGI – symbionti Radiolarií



MAGII – paraziti obrněnek

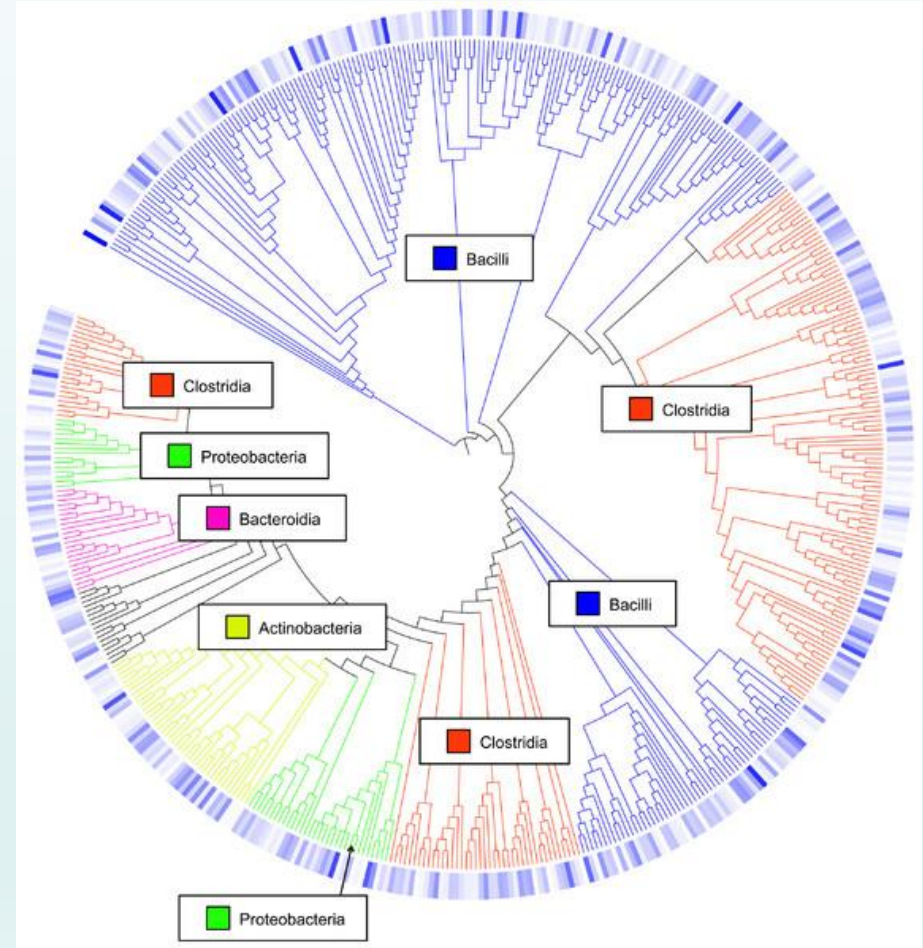
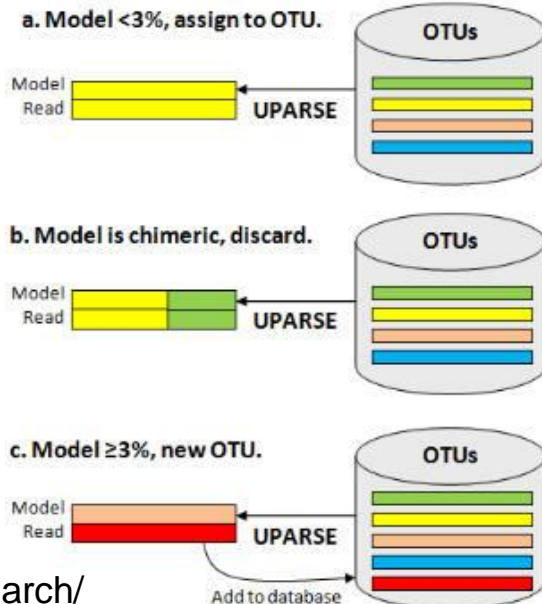
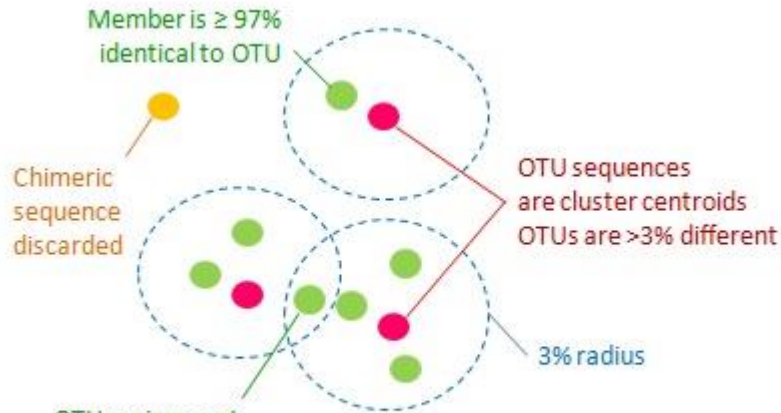
Dolven et al. (2007): *Protist*

# Studium diverzity protist



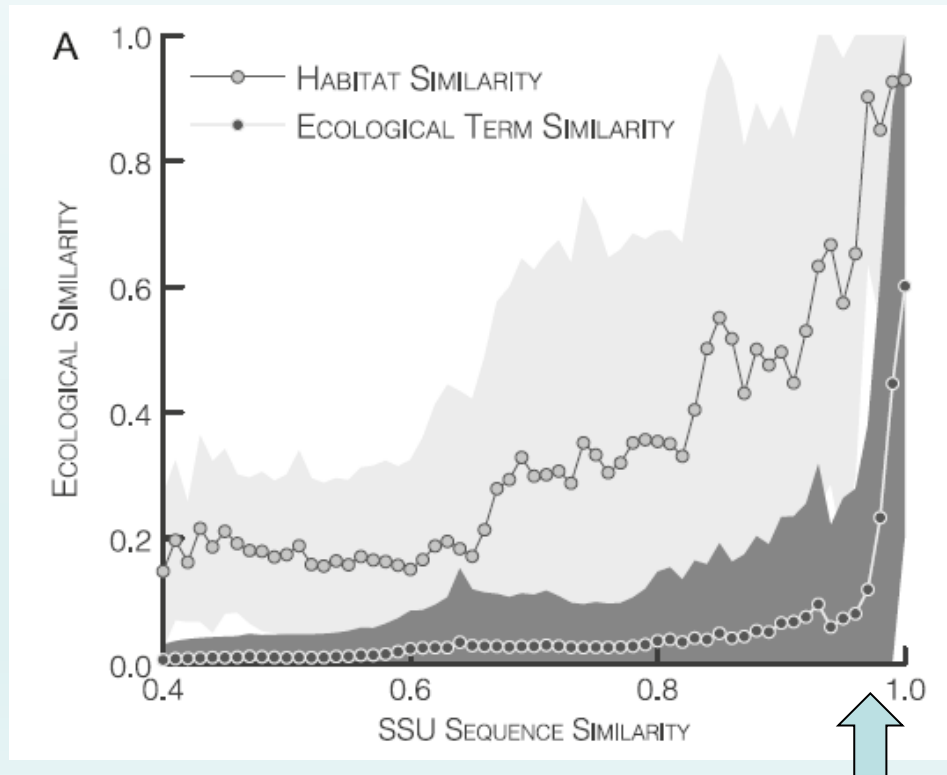
# Studium diverzity protist

- OTU (operational taxonomic unit)
  - na základě podobností SSU rDNA sekvencí (97% podobnost)



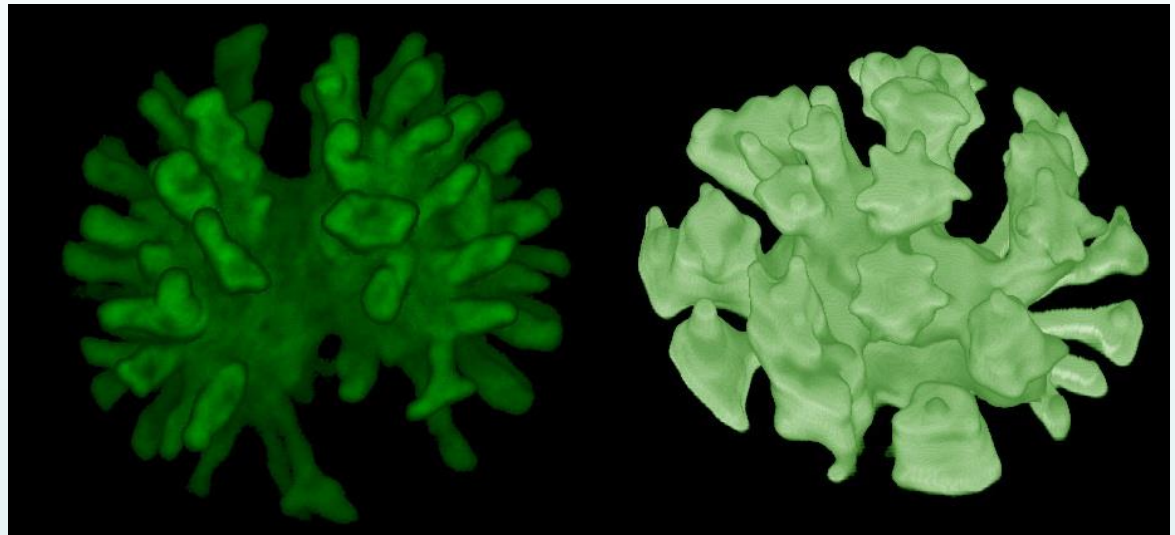
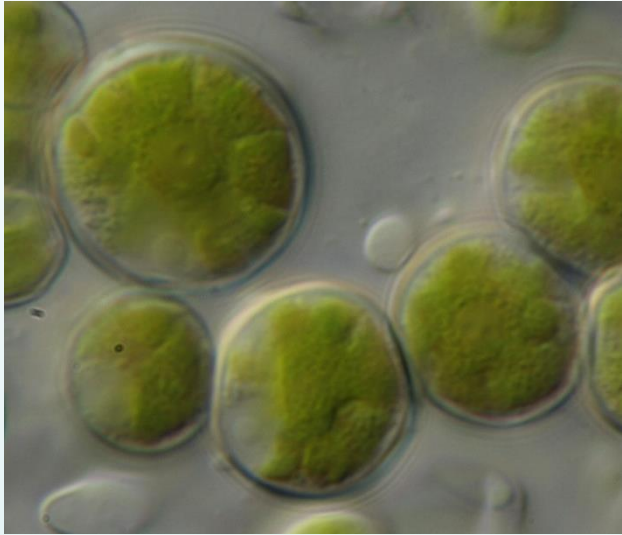
# Studium diverzity protist

- OTU (operational taxonomic unit)
  - na základě podobností SSU rDNA sekvencí
- Je tato metoda vhodná pro definici druhů?



# Diverzita lišejníkůvých fotobiontů

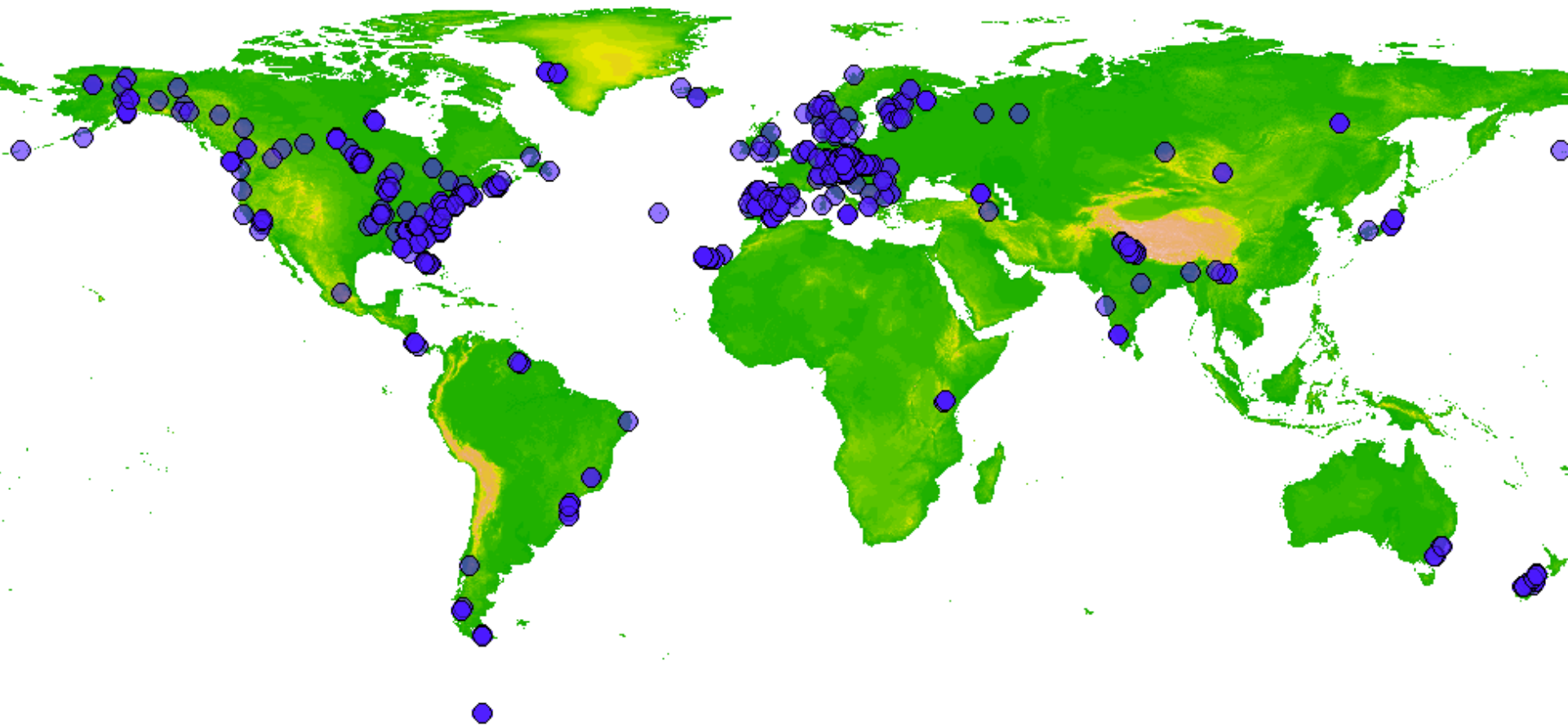
- *Trebouxia*, *Asterochloris*





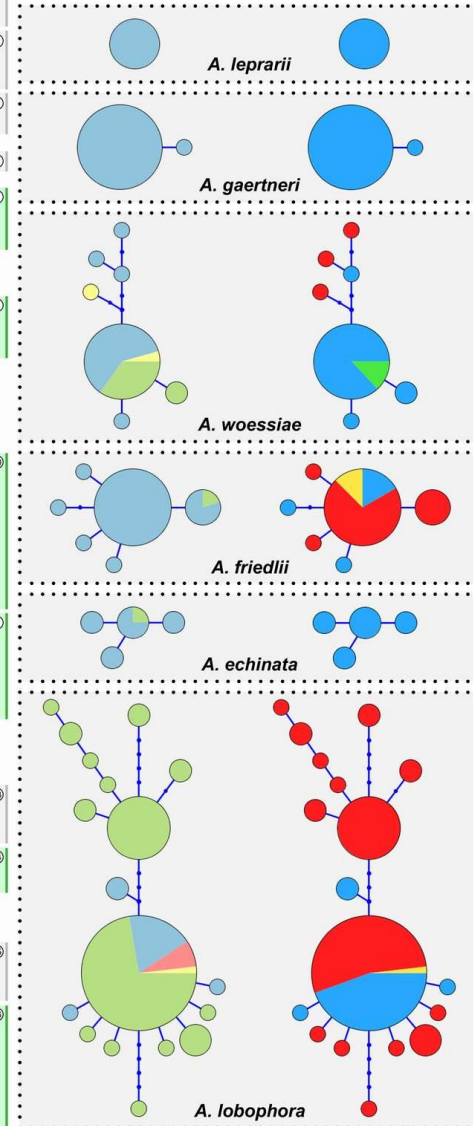
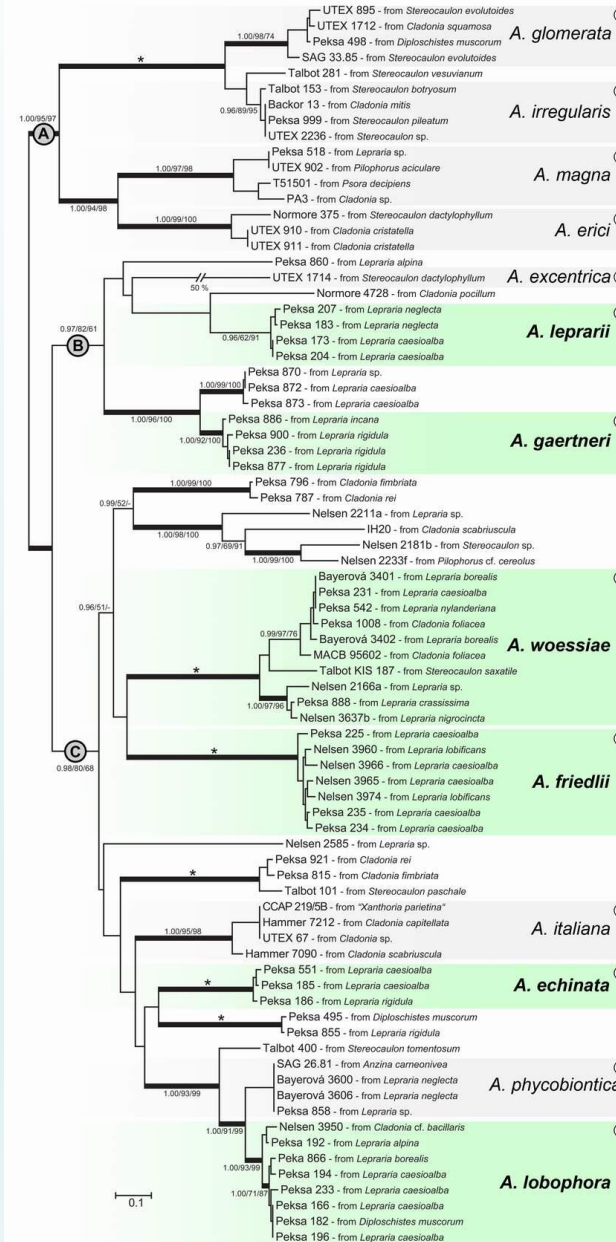
# Diverzita lišejníkových fotobiontů

- *Trebouxia*, *Asterochloris* – celosvětový dataset



# Symbionti lišejníků - definice druhů

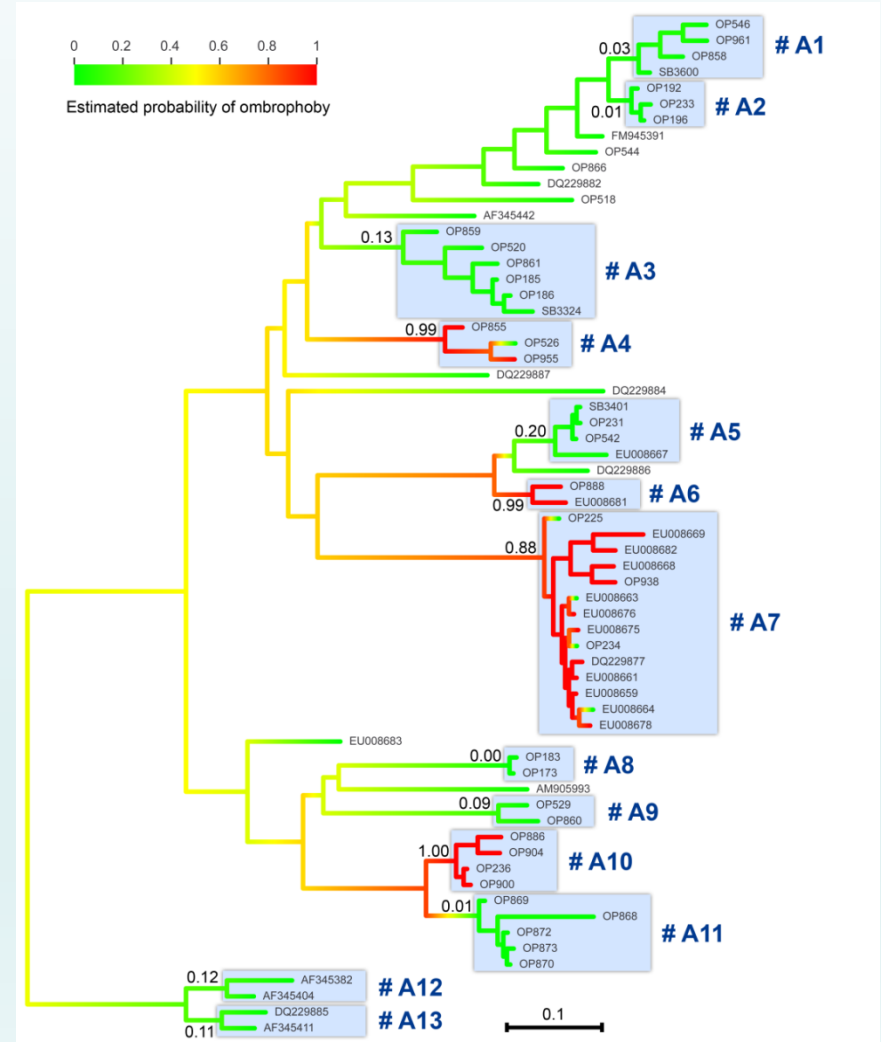
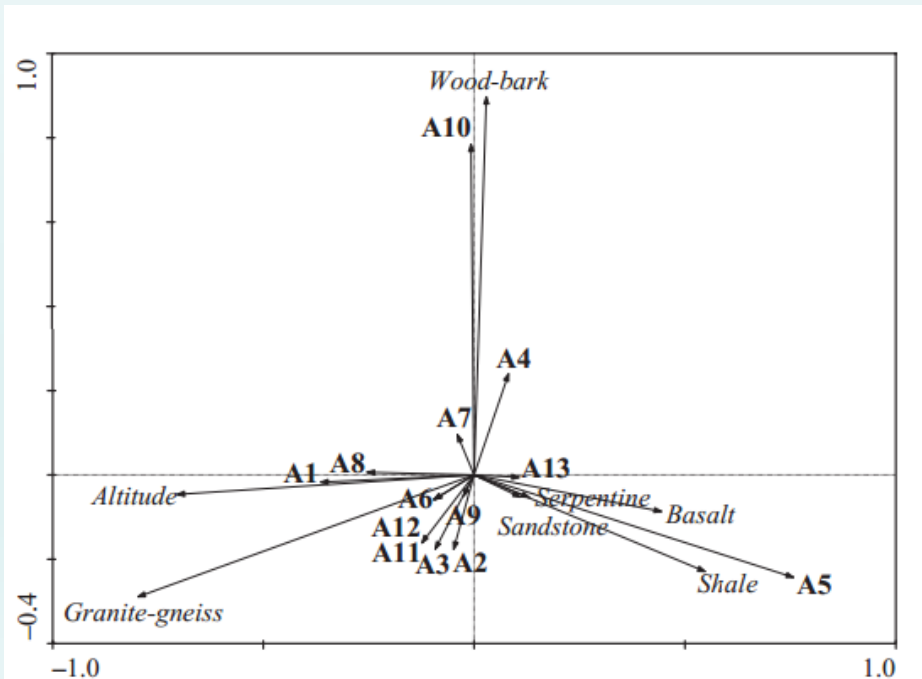
- molekulární data (ITS rDNA + actin)



# Symbionti lišejníků - definice druhů

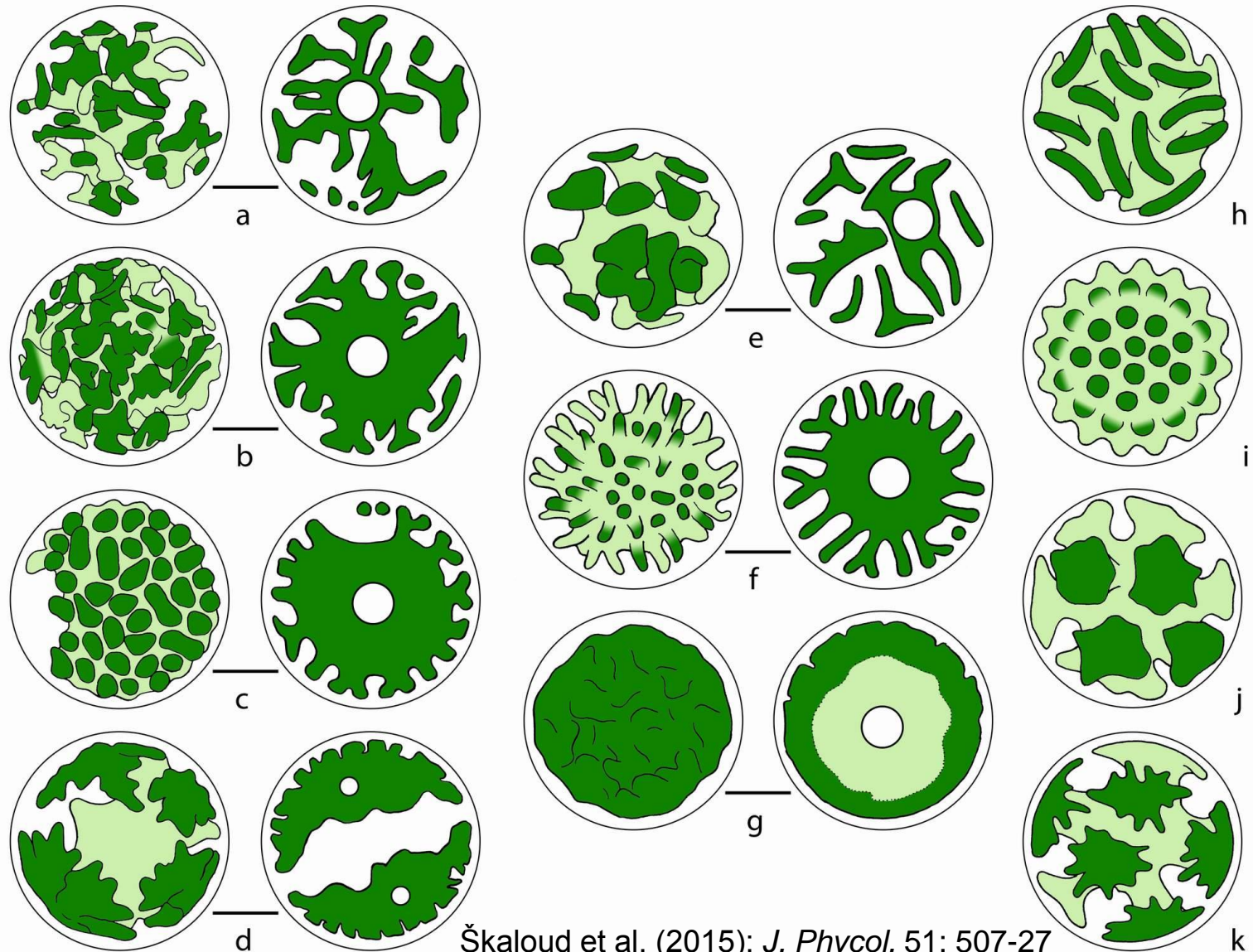
- ekologie...
  - substrátová specifita, nadmořská výška, ombrotrofie

Trait	Pagel's $\lambda$		
	$\lambda$	Likelihood ratio	P-value
Exposure to rain	0.946	1.53	<0.0001
Altitude	0.045	1.01	<0.0001
Substrate type	0.652	1.05	0.0011

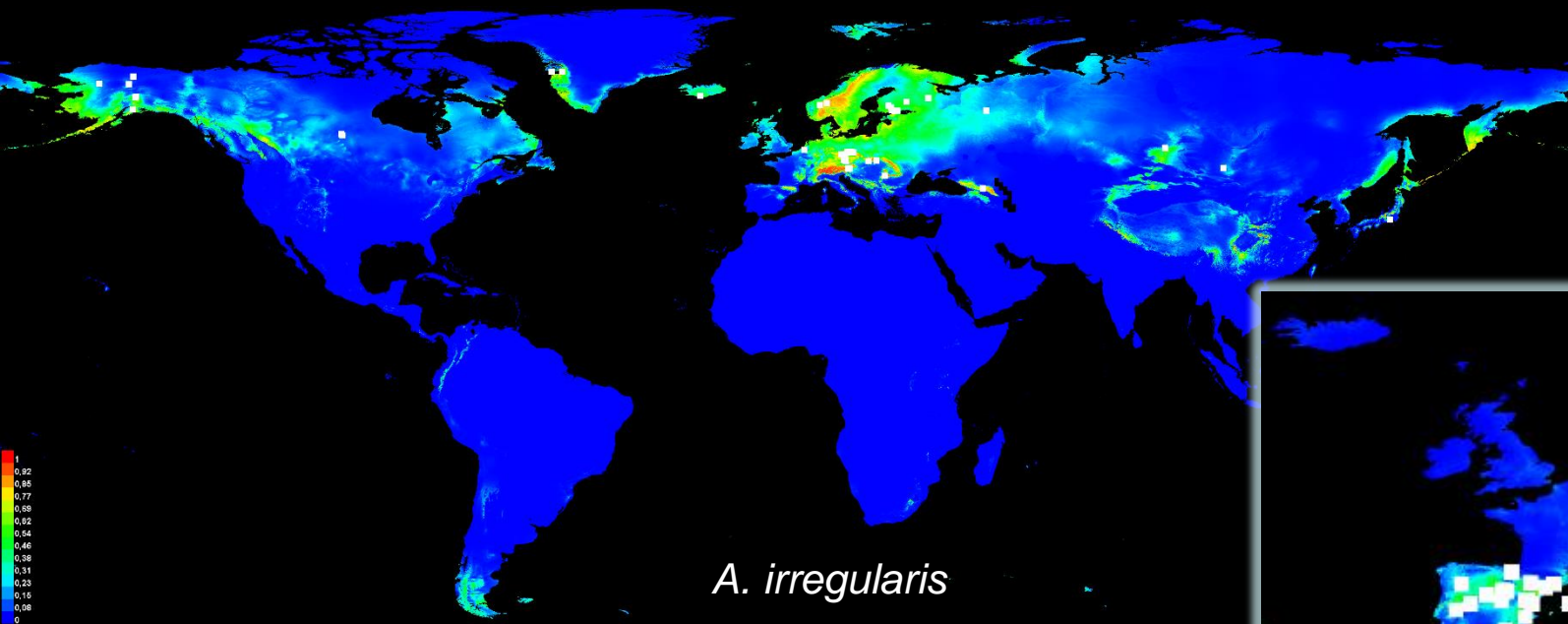


# Symbionti lišejníků - definice druhů

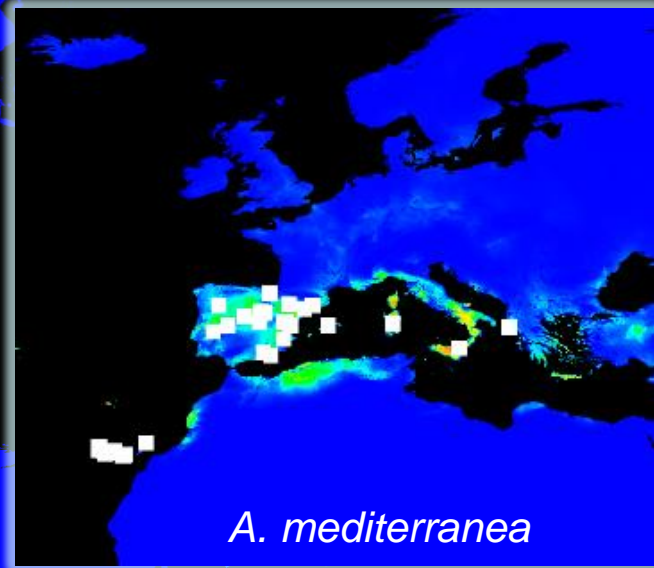
- morfologie chloroplastu



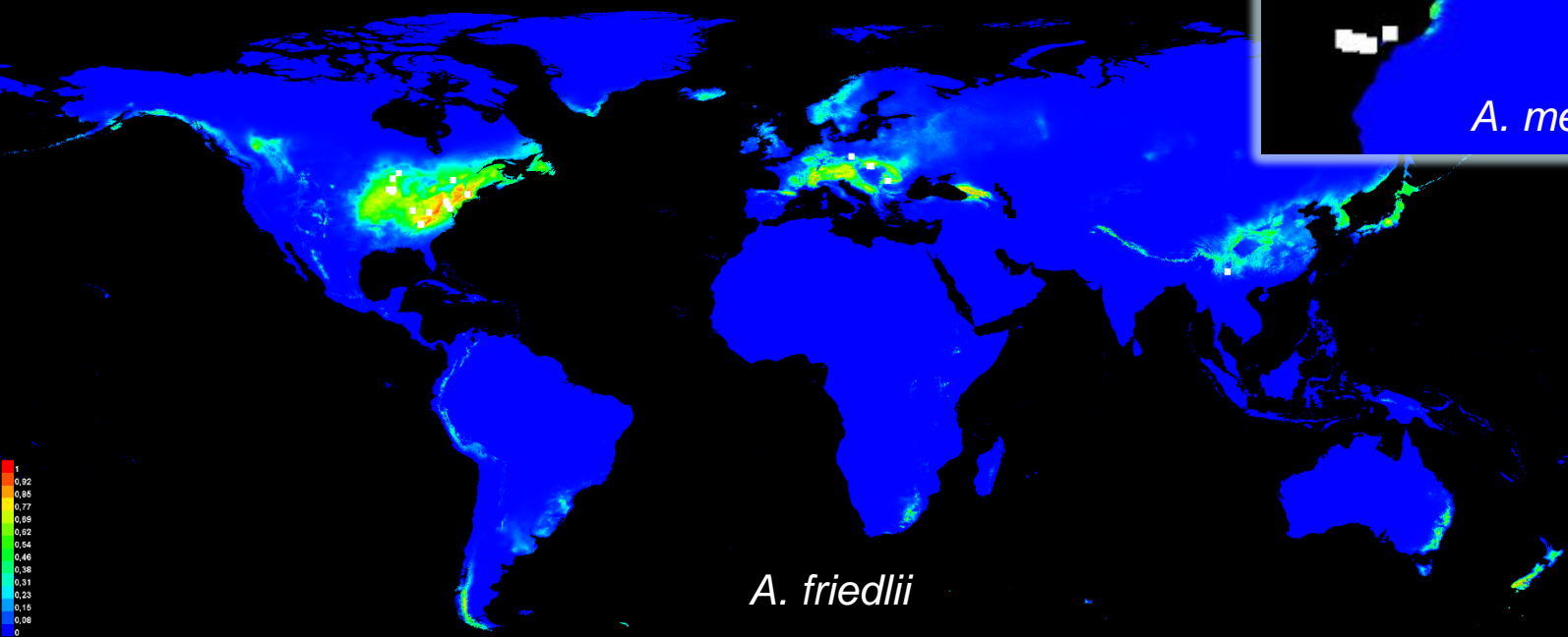
- biogeografie...



*A. irregularis*



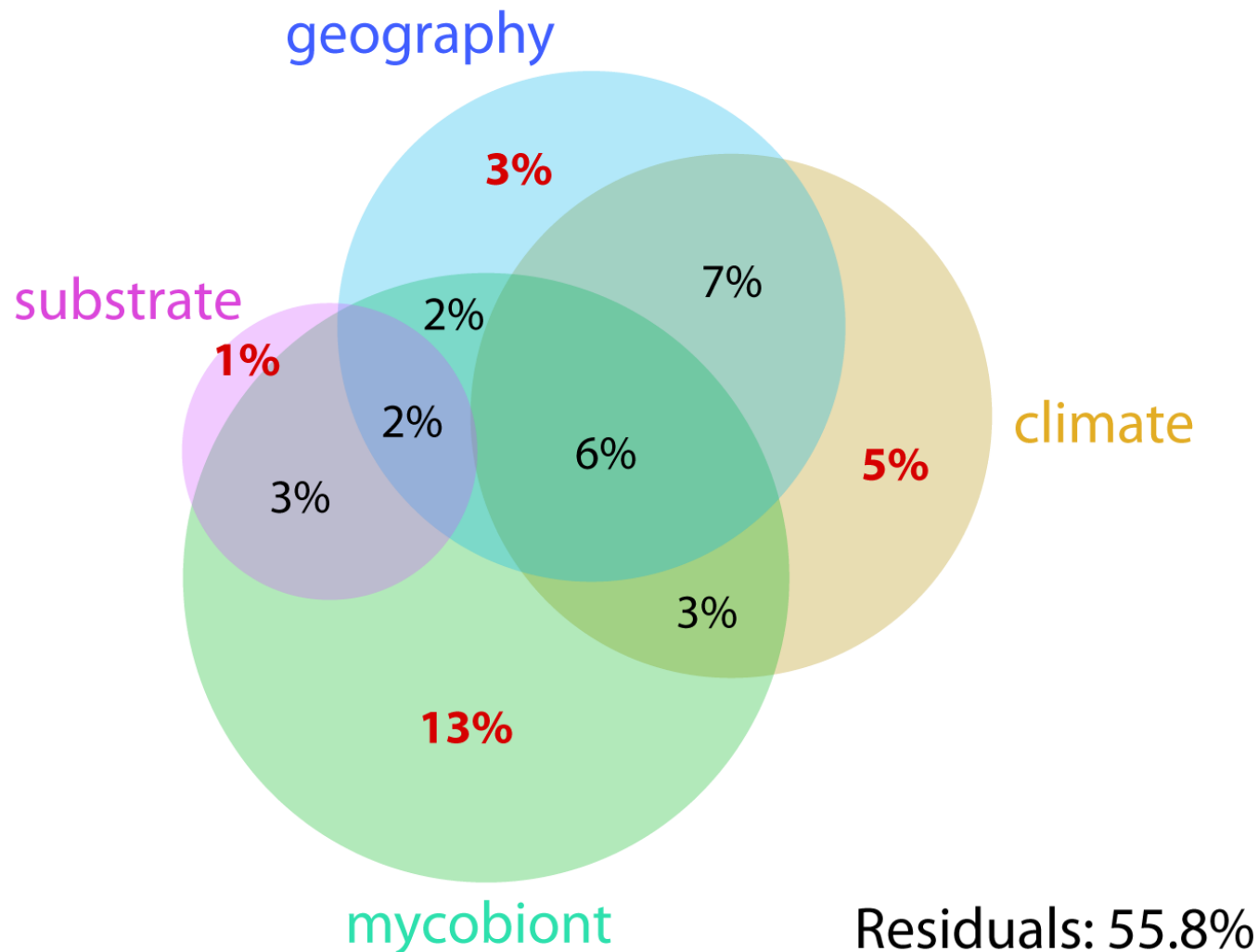
*A. mediterranea*



*A. friedlii*

# Symbionti lišejníků - definice druhů

- selekce houbovým partnerem

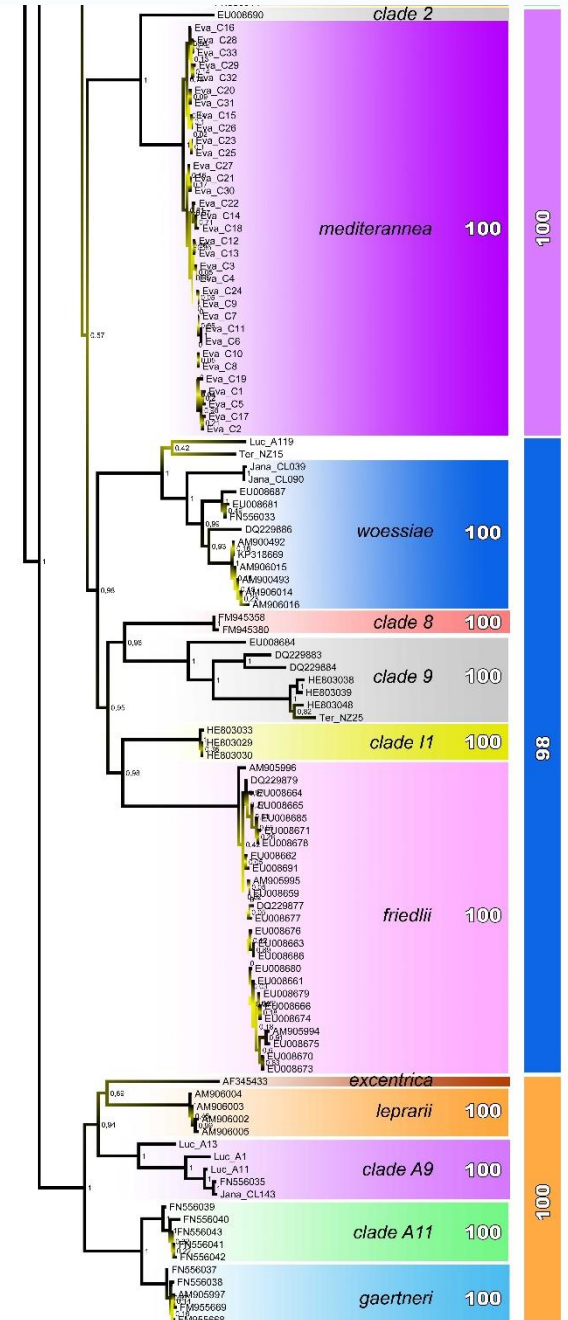
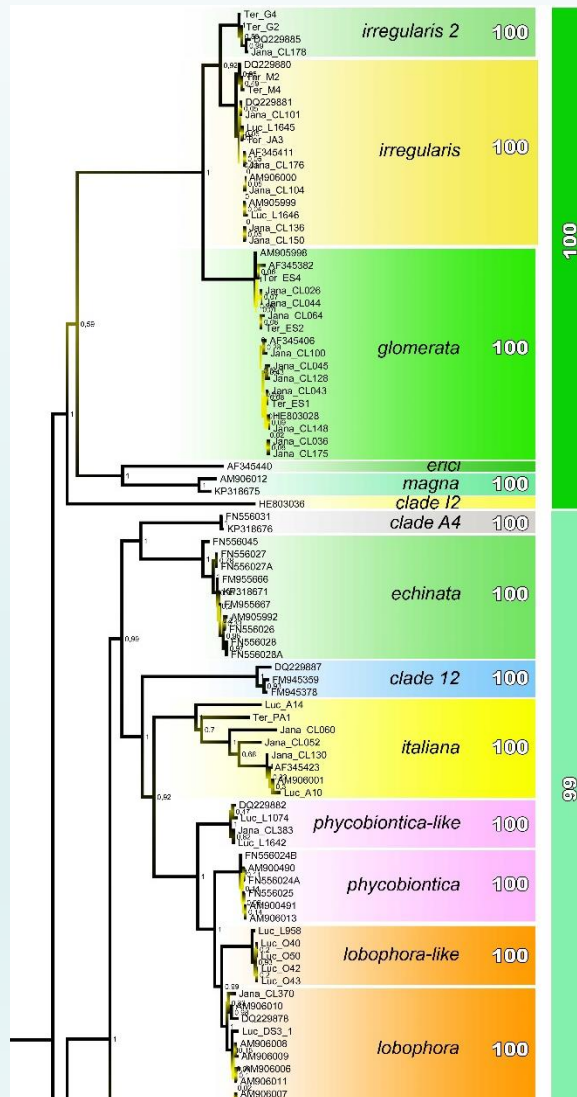


# Symbionti lišejníků - definice druhů

- Symbionti lišejníků – definice druhů na základě několika nezávislých znaků:

- morfologie
- ekologie
- rozšíření
- preferencie k mykobiontům

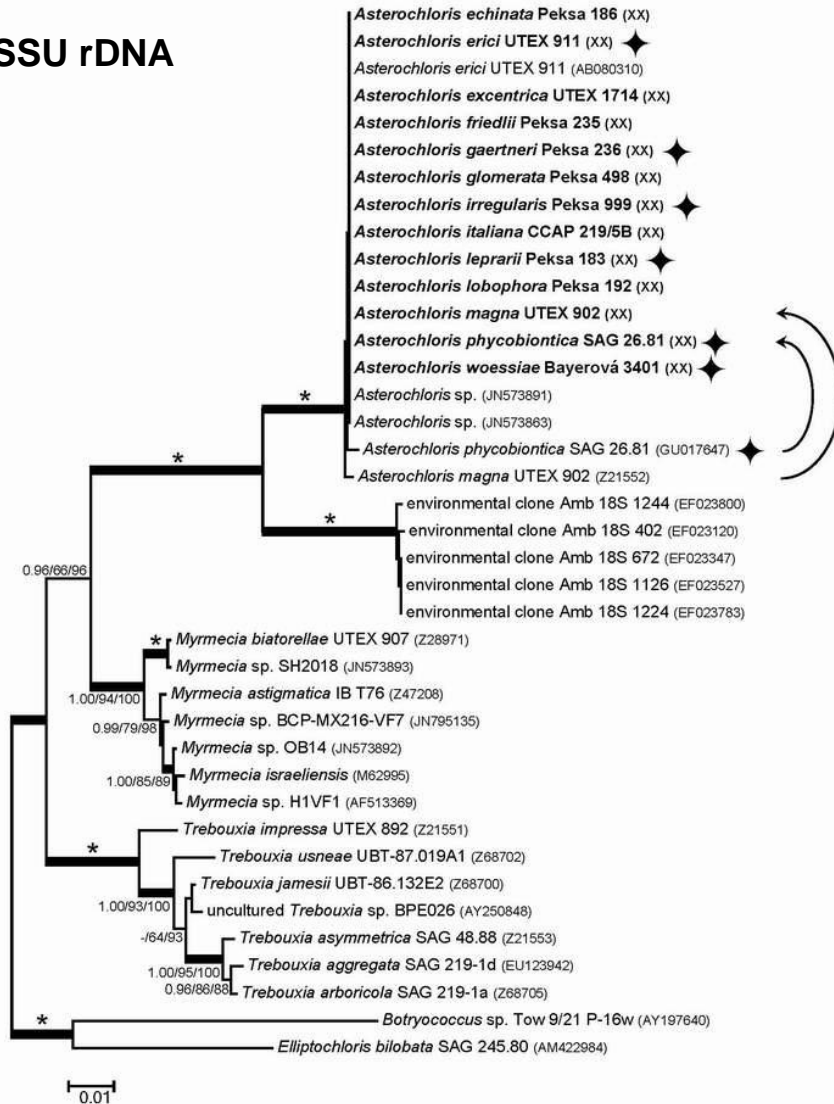
ML analýza konkatenovaných sekvencí ITS rDNA + intronů v genu pro aktin



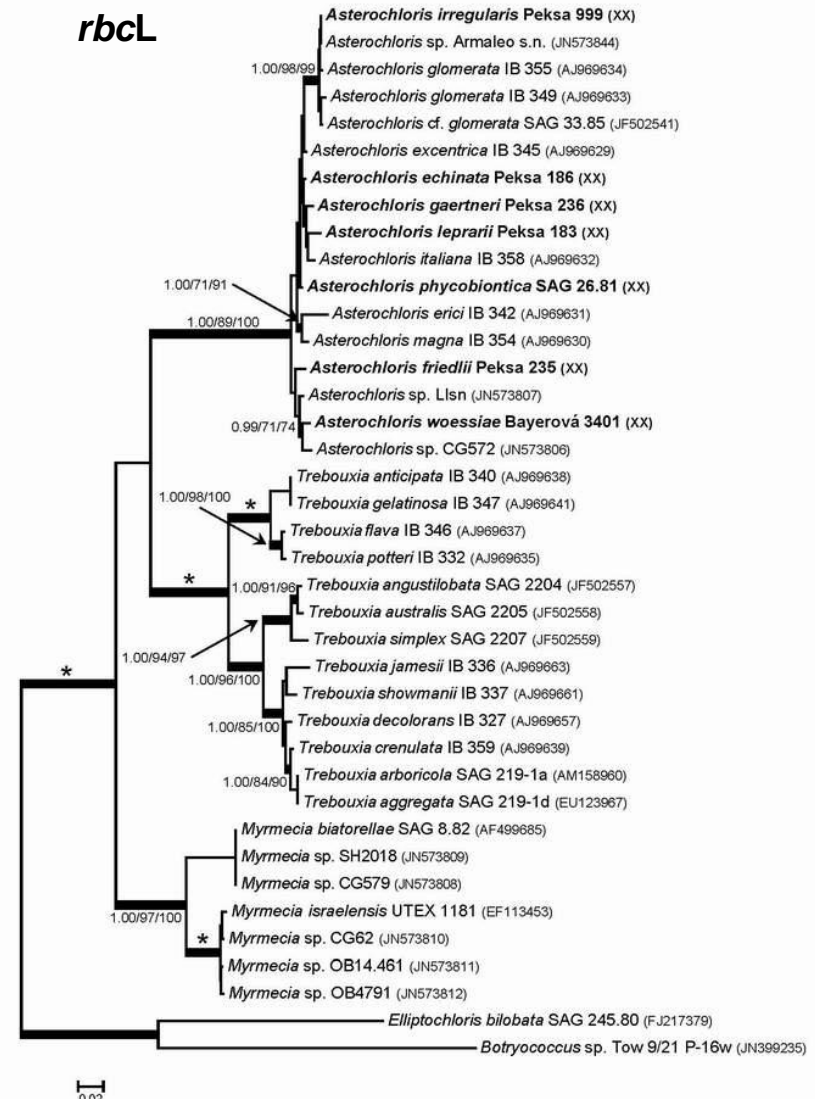
# Symbionti lišejníků - definice druhů

- molekulární data

SSU rDNA



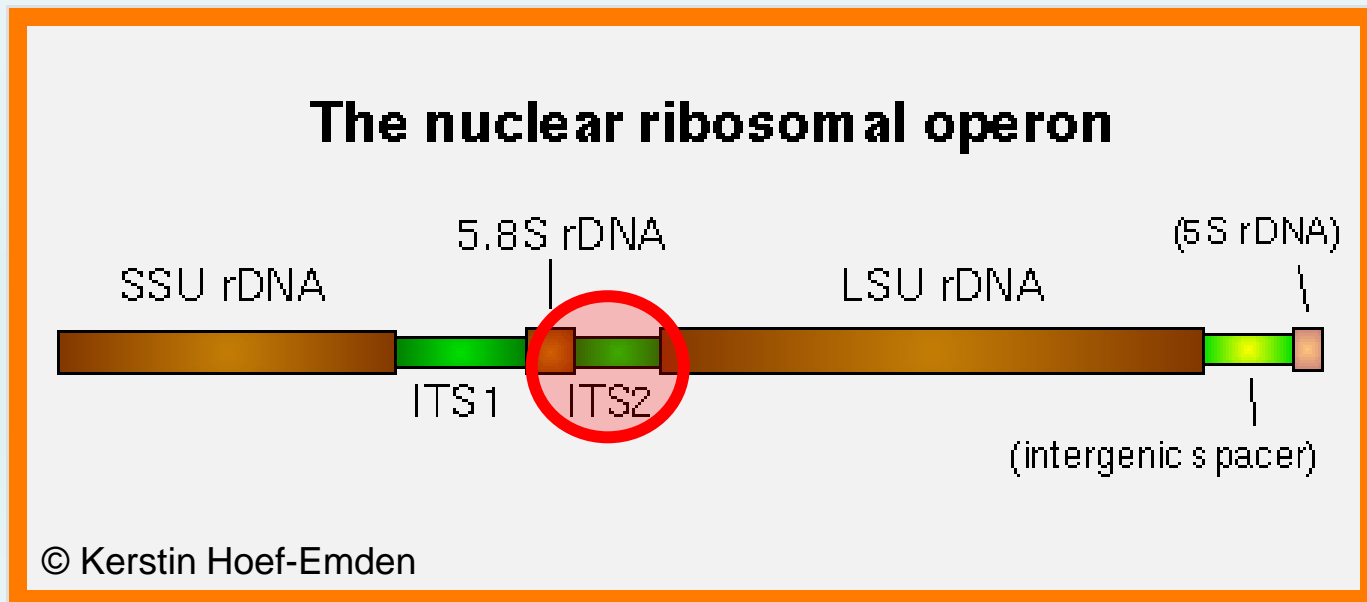
rbcl





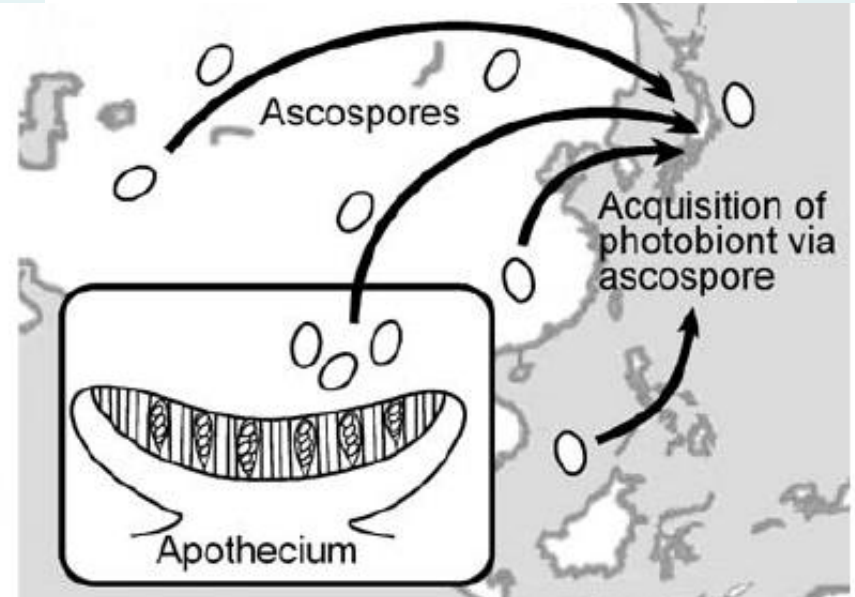
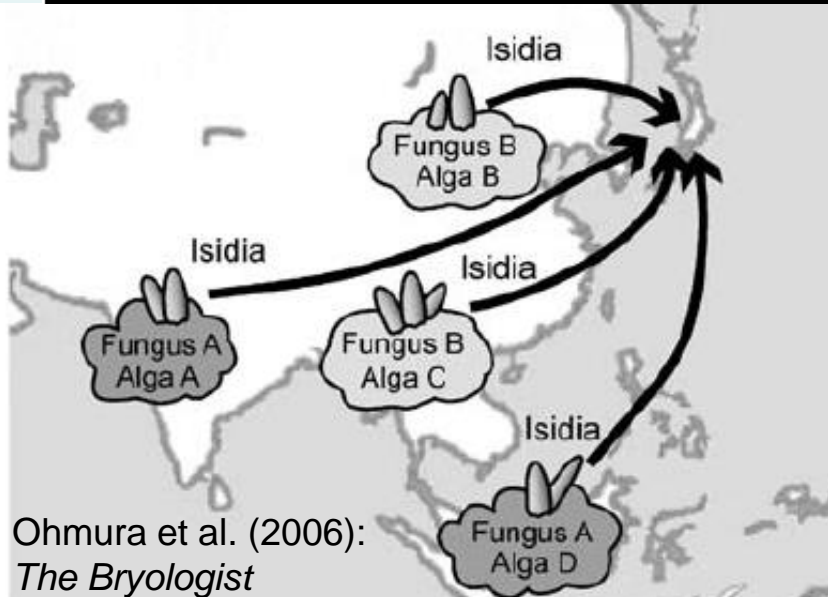
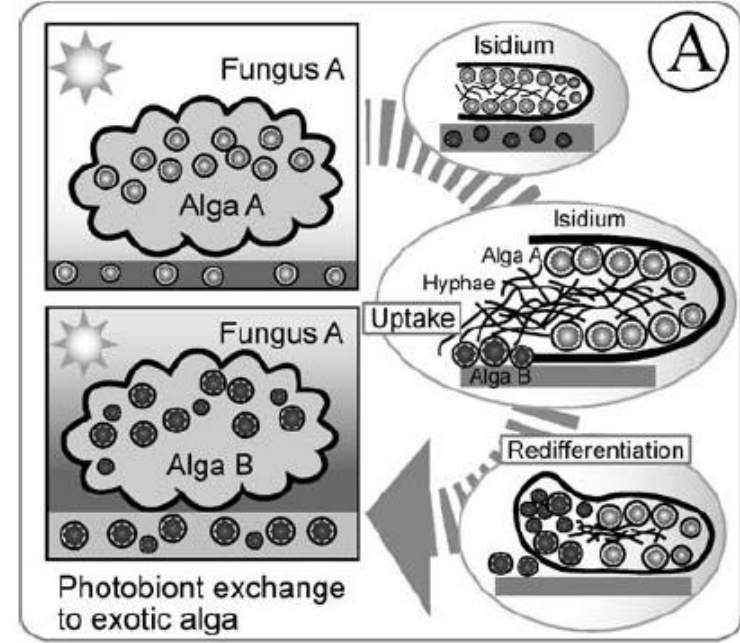
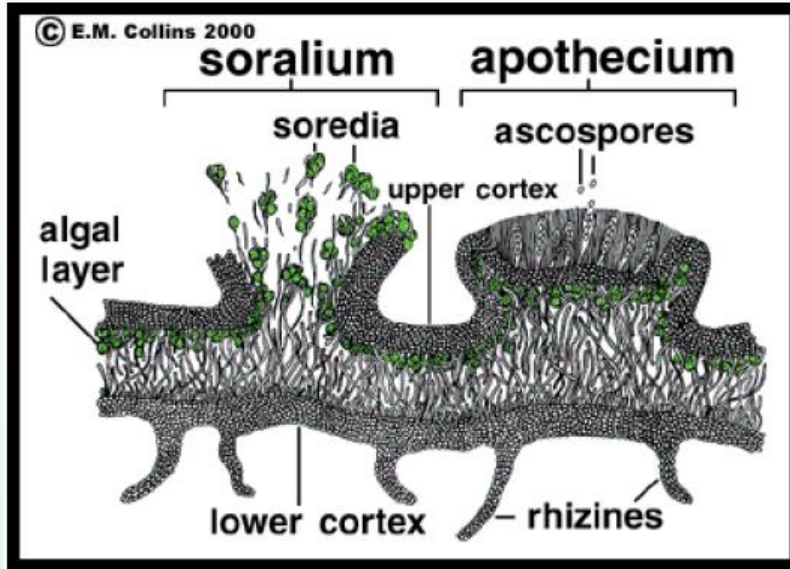
# Diverzita lišejníkových fotobiontů

- Separátní, dobře definované druhy mohou mít shodnou 18S rDNA sekvenci!
- Celkové množství druhů může být mnohonásobně vyšší, než jsou naše aktuální odhady
- Kromě SSU rDNA je nutné využít i variabilnější úseky (ITS rDNA)



# Diverzita lišejníkůvých symbiontů

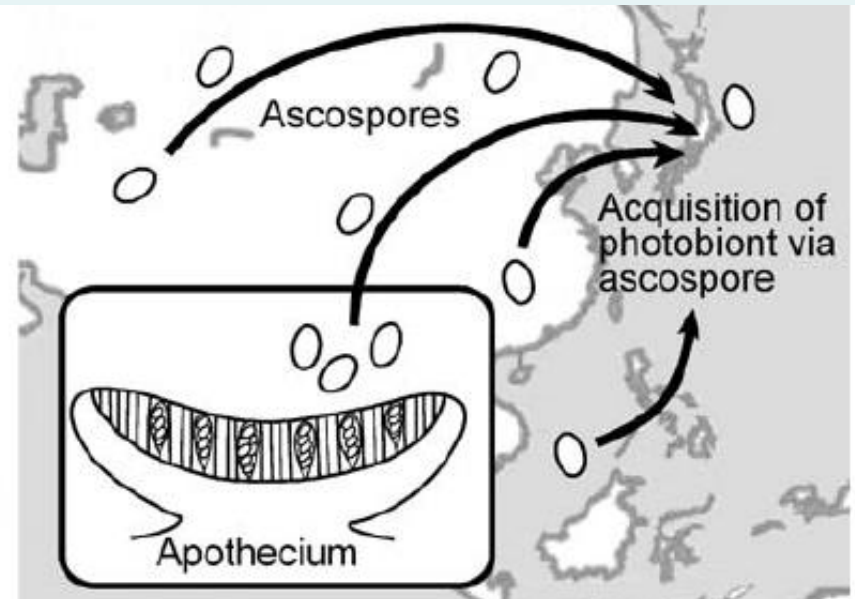
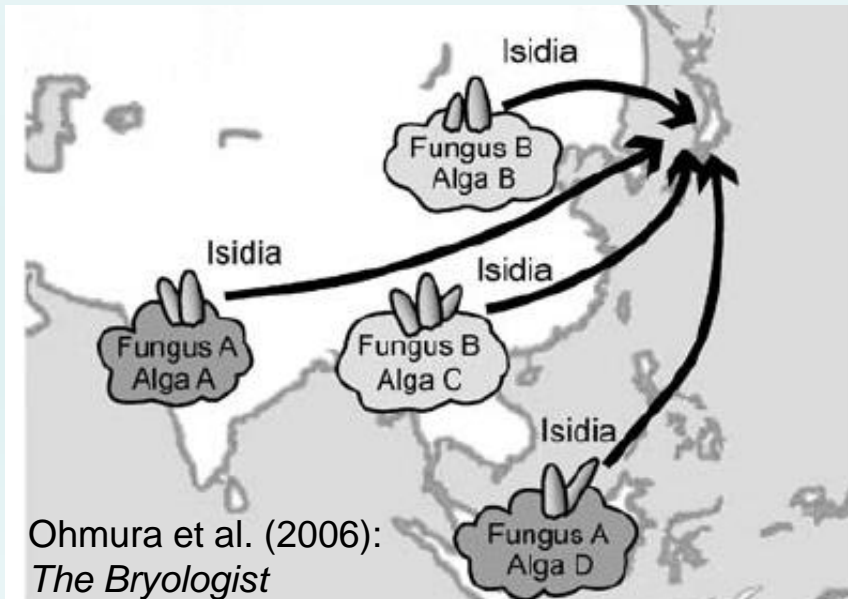
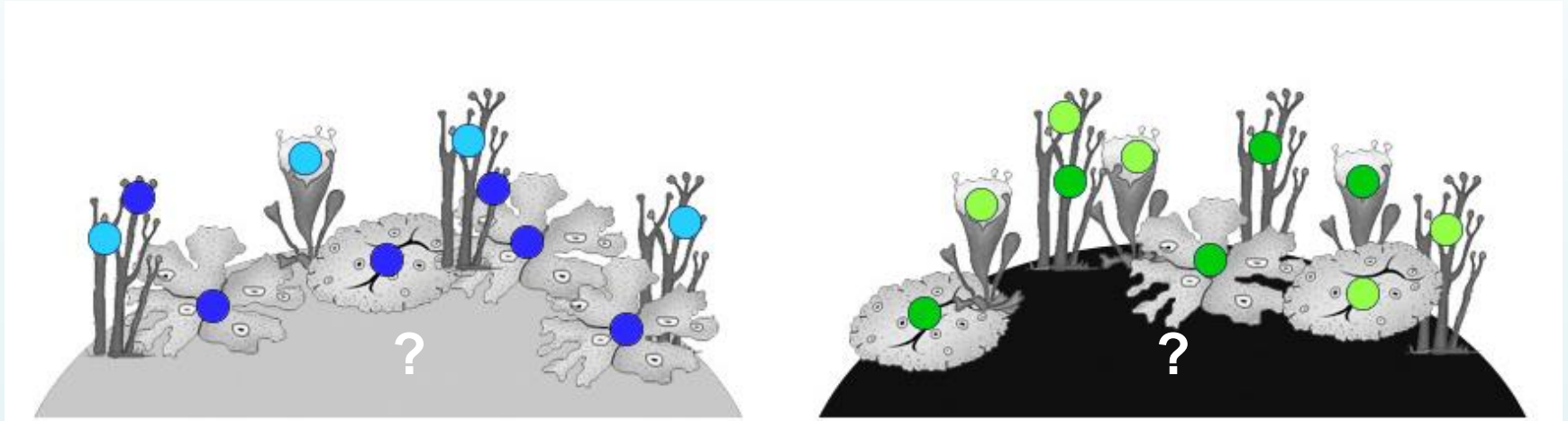
- Vznik symbiotické interakce



Ohmura et al. (2006):  
*The Bryologist*

# Diverzita lišejníkůvých symbiontů

- Vznik symbiotické interakce = environmentální sekvenování lokální diverzity symbiotických partnerů (mykobionti, fotobionti)



Ohmura et al. (2006):  
*The Bryologist*

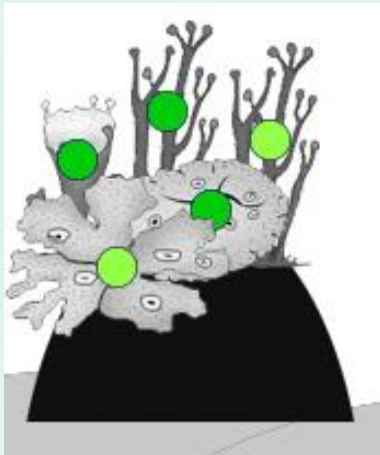
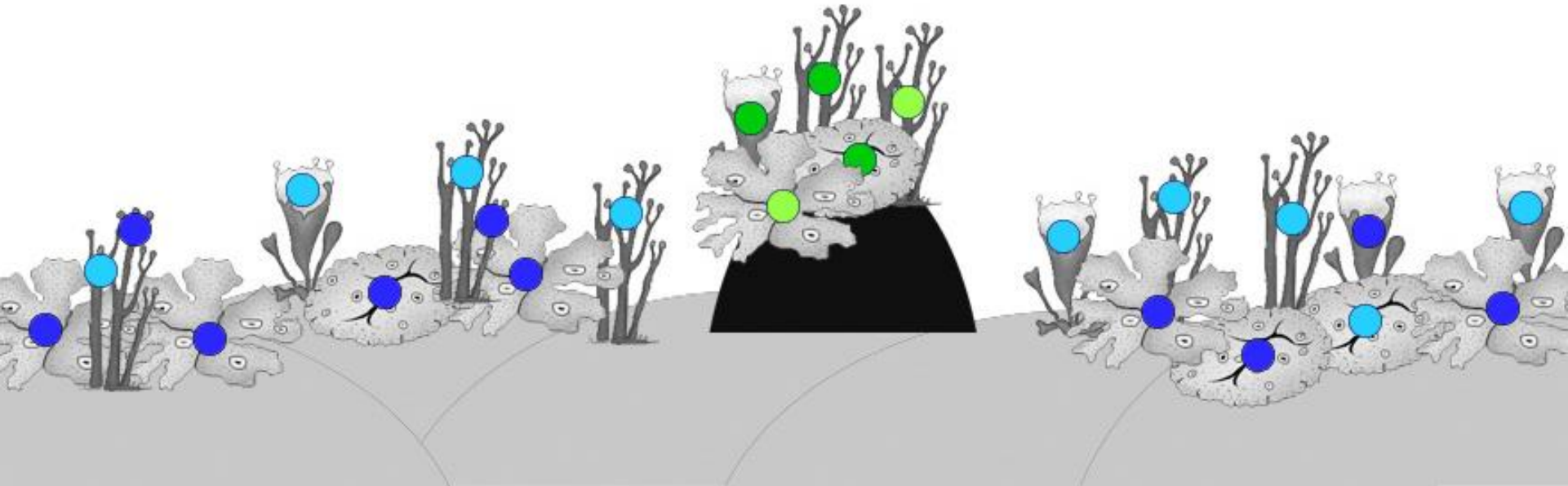
# Diverzita lišejníkových symbiontů

- Vznik symbiotické interakce (pískovec, beton)



# Diverzita lišejníkových symbiontů

- Vznik symbiotické interakce



## lišejníkové stélky:

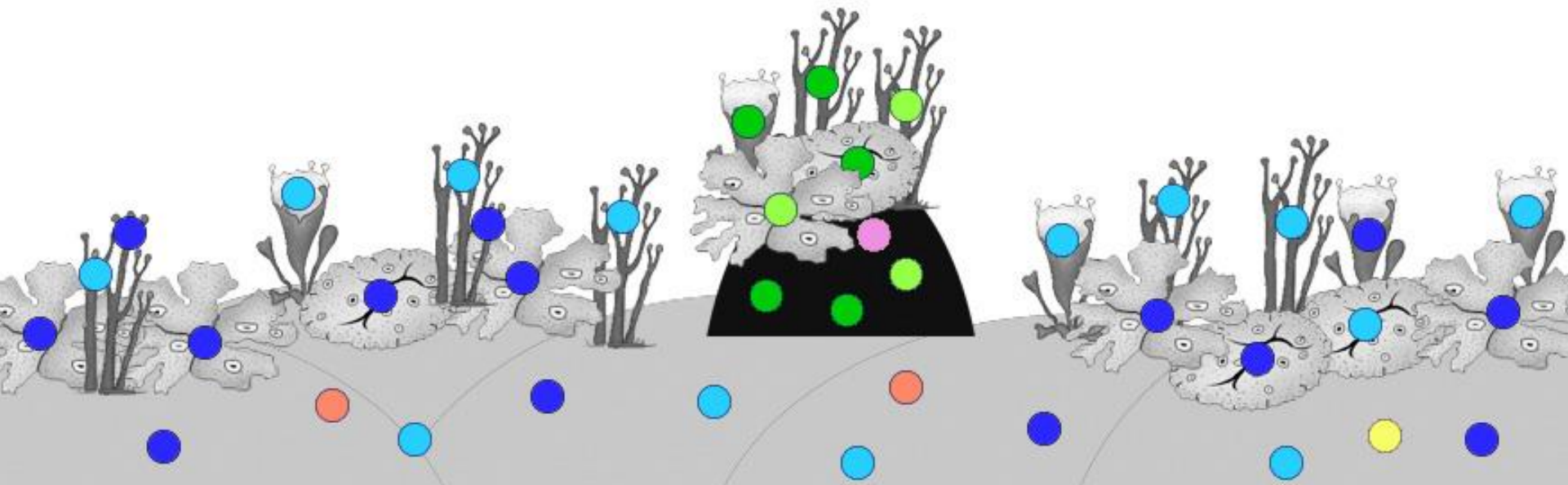
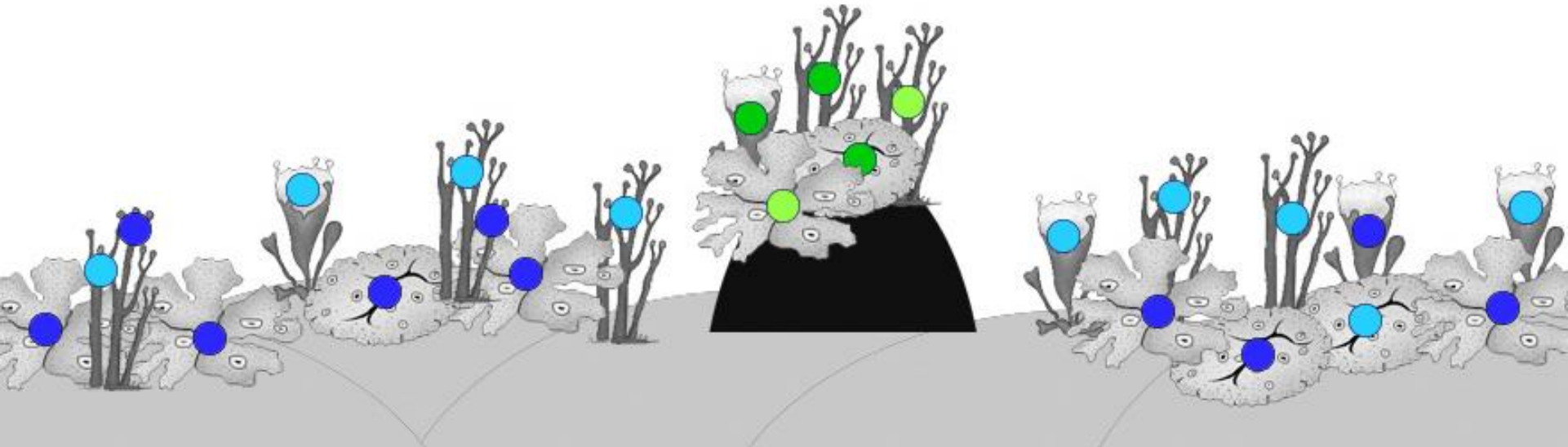
- 7 druhů mykobiontů, 5 druhů fotobiontů

## environmentální sekvenace (4300 velmi kvalitních sekvencí):

- 56 druhů mykobiontů, 24 druhů fotobiontů

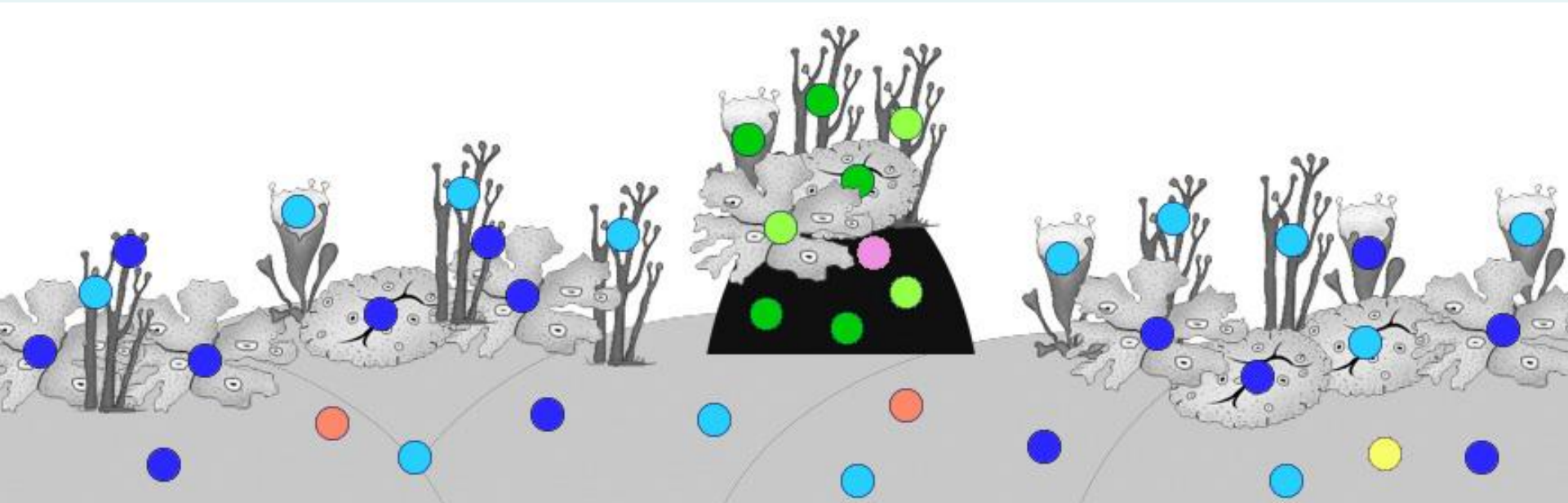
# Diverzita lišejníkůvých symbiontů

- Vznik symbiotické interakce



# Diverzita lišejníkových symbiontů

- Zatímco mykobionti rostoucí na pískovci byli nalezeni i na betonu (pravděpodobně ve formě spor či sorédií), na pískovec vázané řasy zde zcela chyběly.
- Mykobiont si musí vybrat vhodného řasového partnera z lokální nabídky.
- Prostředí funguje jako velmi silný filtr i u protistních organismů!



# Děkuji za pozornost

## Poděkování:

- Ondřej Peksa
- Jana Steinová
- Tereza Řídká
- Lucie Vančurová
- Helena Bestová
- Jiří Malíček



• Visegrad Fund

