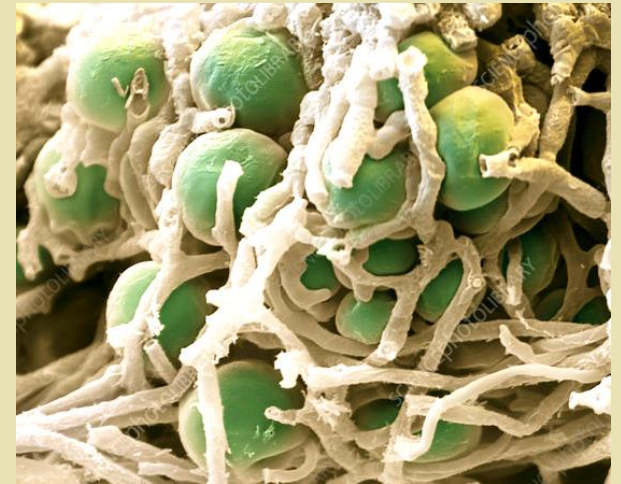


Divisio:  
**LICHENOPHYTA**  
(lišajevi)



# LIŠAJEVI

- Predstavljaju zajednicu **alge (fikobiont)** i **gljive (mikobiont)** – oko 20.000 vrsta, kosmopolitski organizmi
- Većinom je u pitanju uzajamno koristan odnos - **mutualizam**
- **Gljive** - većinom pripadaju podrazdjelu *Ascomycotina* (98% slučajeva), rjeđe podrazdjelu *Basidiomycotina* ili *Deuteromycotina*. Gljiva količinski dominira u talusu. **Uloga gljive**: snabdijeva algu vodom, mineralnim solima, CO<sub>2</sub> i štiti je od spoljašnjih uticaja
- **Alge** - većinom (90% vrsta lišaja) pripadaju razdjelu *Chlorophyta* (najčešće iz rodova *Treuboxia* i *Trentepholia*), a rjeđe *Cyanophyta* (najčešće iz roda *Nostoc*). Čelije alge u lišaju nazivaju se opštim imenom »**gonidije**«. **Uloga alge**: vrši fotosintezu i snabdjeva gljivu organskim materijama



*Treuboxia*



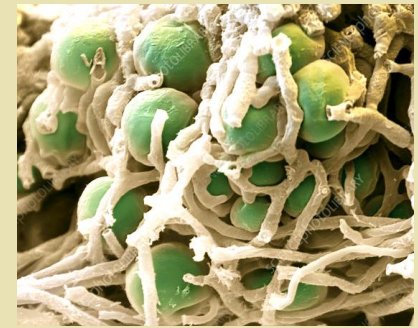
*Trentepholia*



*Nostoc*

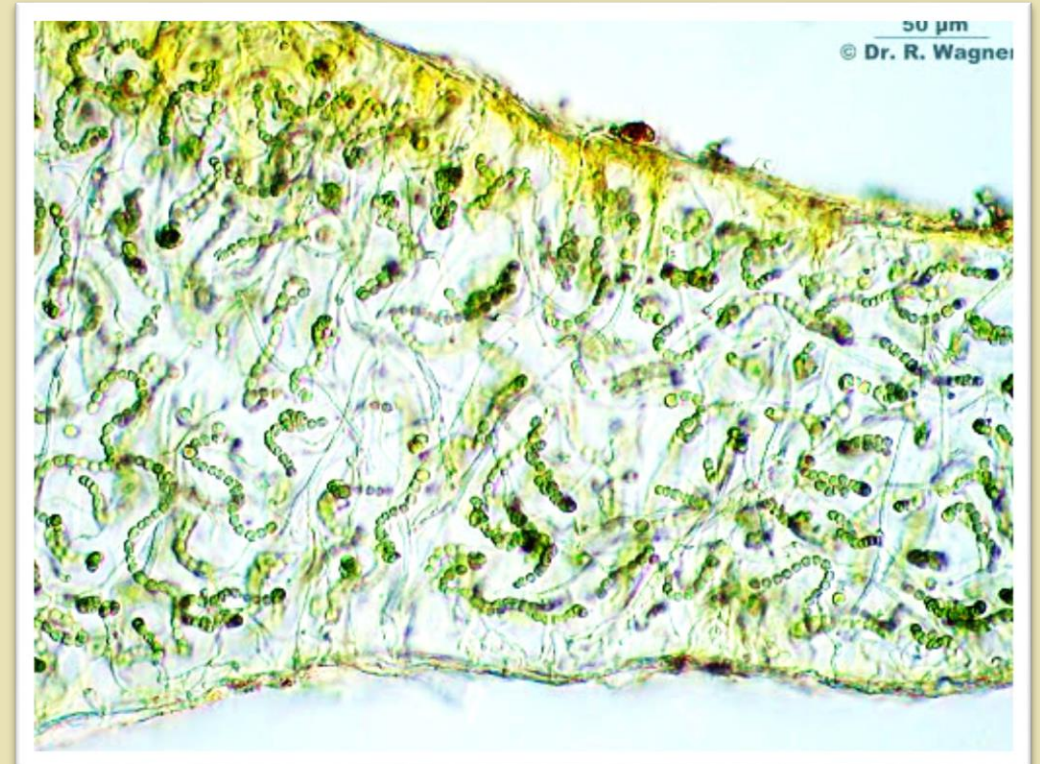
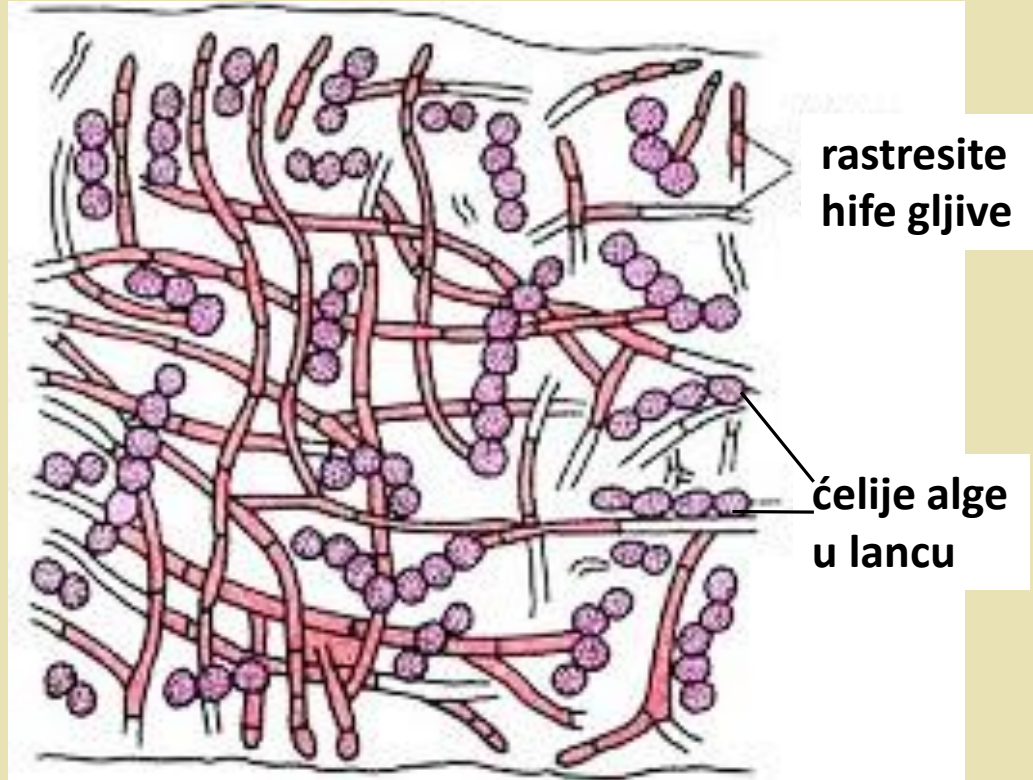


# Anatomska građa talusa



## 1. Homeomerna građa -

hife gljive i ćelije alge ravnomjerno raspoređene po cijelom talusu lišaja

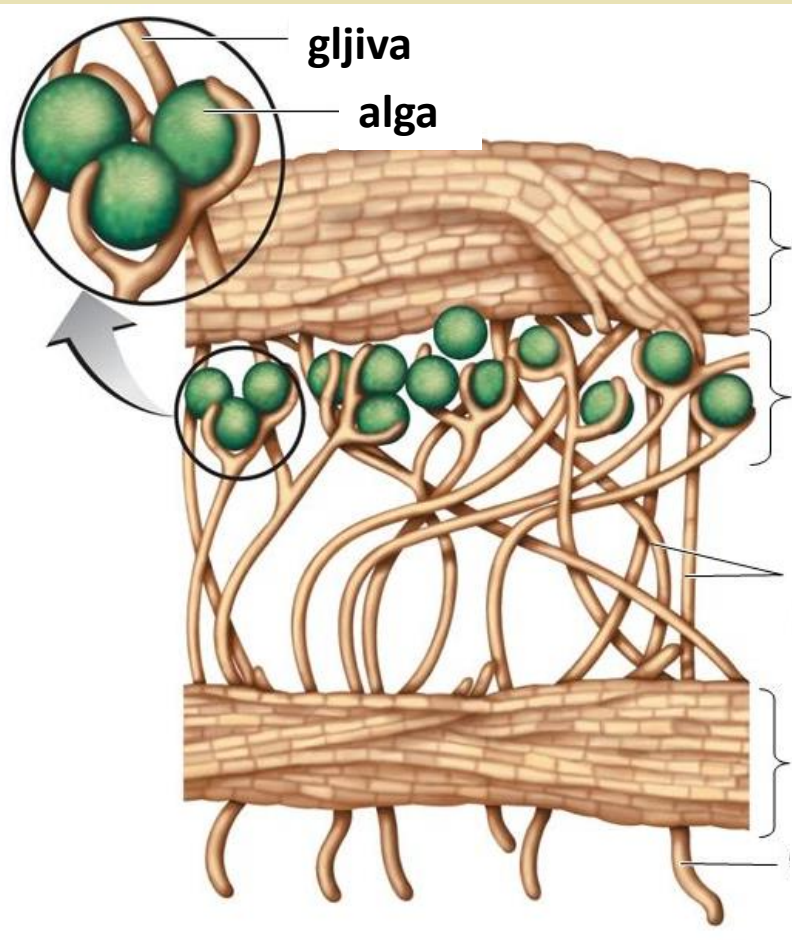
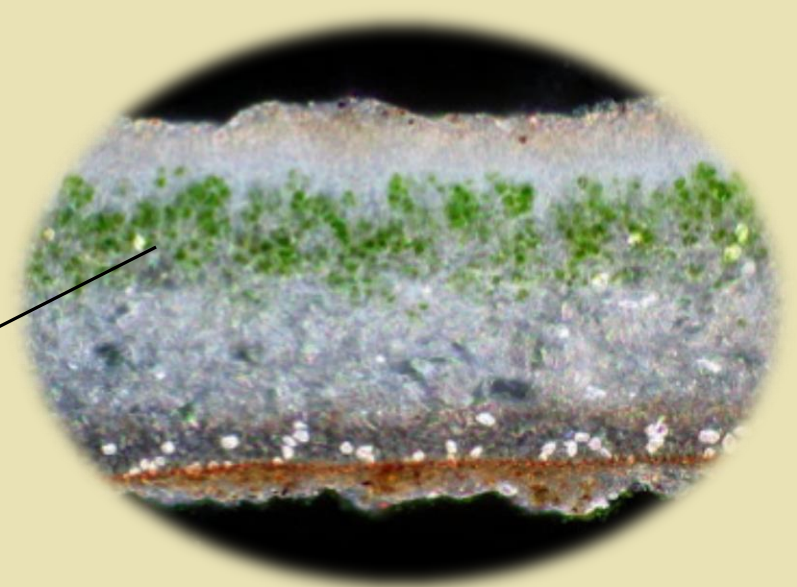




# Anatomska građa talusa

## 2. Heteromerna građa

ćelije alge raspoređene u jednom sloju – gonidijalni sloj



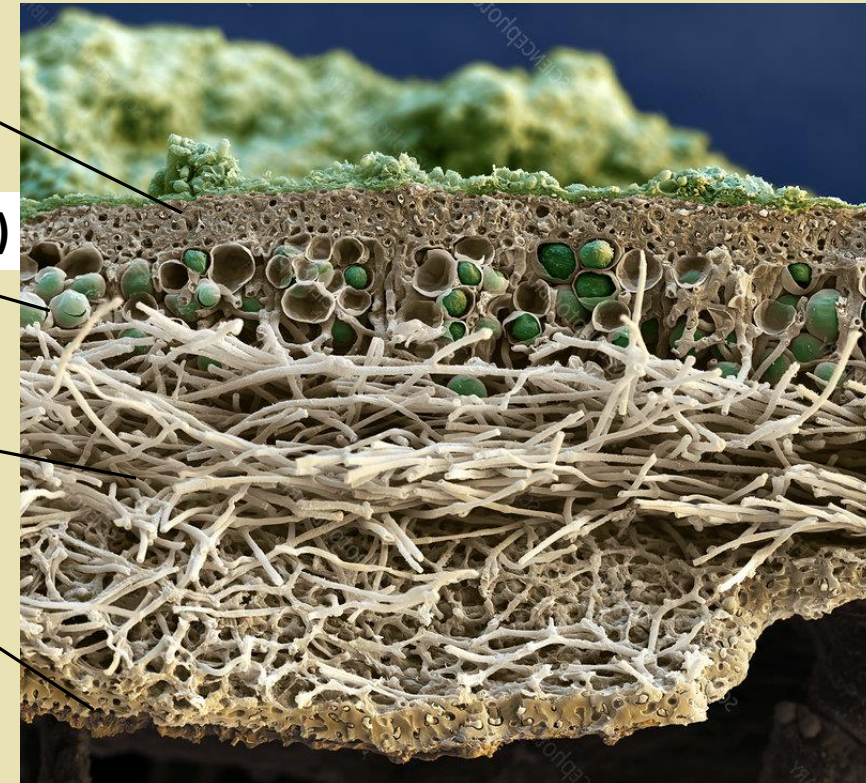
**gornja kora** – gusto zbijene hife

**gonidijalni sloj** (ćelije alge i hife gljive)

**srž** – rastresiti sloj hifa

**donja kora** – gusto zbijene hife

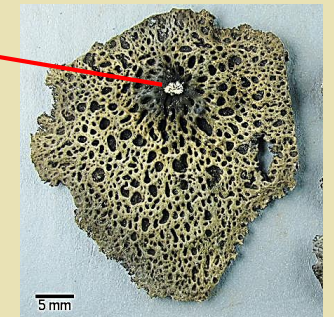
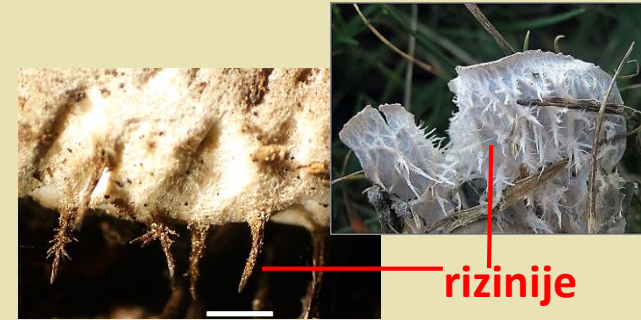
**rizoidi**





# Morfološka građa talusa

- **Korasti (krustozni)** – najprimitivniji, u vidu kore, cijelom površinom čvrsto srasli za podlogu (stijene i drveće). Najotporniji su na nepovoljne uslove (pustinje, visoke planine, Antarktik), najbrojniji su u prirodi i filogenetski najstariji
- **Listasti (foliozni)** - u vidu ploče s režnjevima, nije cijelom površinom pričvršćen za podlogu, već pojedinačnim hifama - rizoidi ili snopovima hifa - rizinije
- **Žbunasti (frutikozni)** - talus je u vidu uspravnih ili visećih žbunića, za podlogu najčešće pričvršćen samo na jednom mjestu - struktura gomfa, najlabije su vezani za podlogu i filogenetski najmlađi
- Evolucija lišajeva - uvećanje fotosintetičke površine talusa, smanjenje njegove zavisnosti od podloge i prelazak na usvajanje vode iz vazdušne sredine





# Korasti (krustozni) lišajevi

**Epilitičan** – na površini stijena



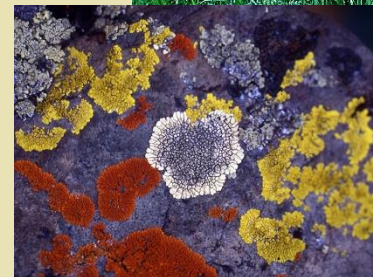
**Endolitičan** – u šupljinama stijena



**Epilitičan** – na površini stijena



**Epilitičan** – na površini stijena



**Epilitičan** – na površini stijena



**Epifleoidan** – na površini drveća





# Listasti (foliozni) lišajevi





# Žbunasti (frutikozni) lišajevi





# Razmnožavanje lišajeva

## 1. **Vegetativno** (najčešći tip)

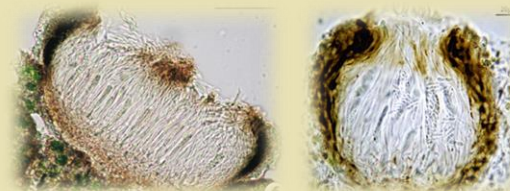
- fragmentacijom talusa
- soredijama
- izidijama
- cefalodijama

## 2. **Alga se razmnožava:**

- diobom
- aplanosporama

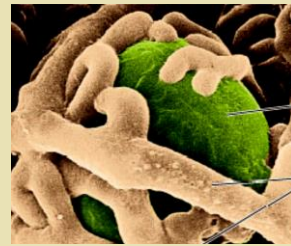
## 3. **Gljiva se razmnožava:**

- bespolno - konidijama
- polno:
  - askosporama (apotecije, peritecije)
  - bazidiosporama (bazidiokarp)

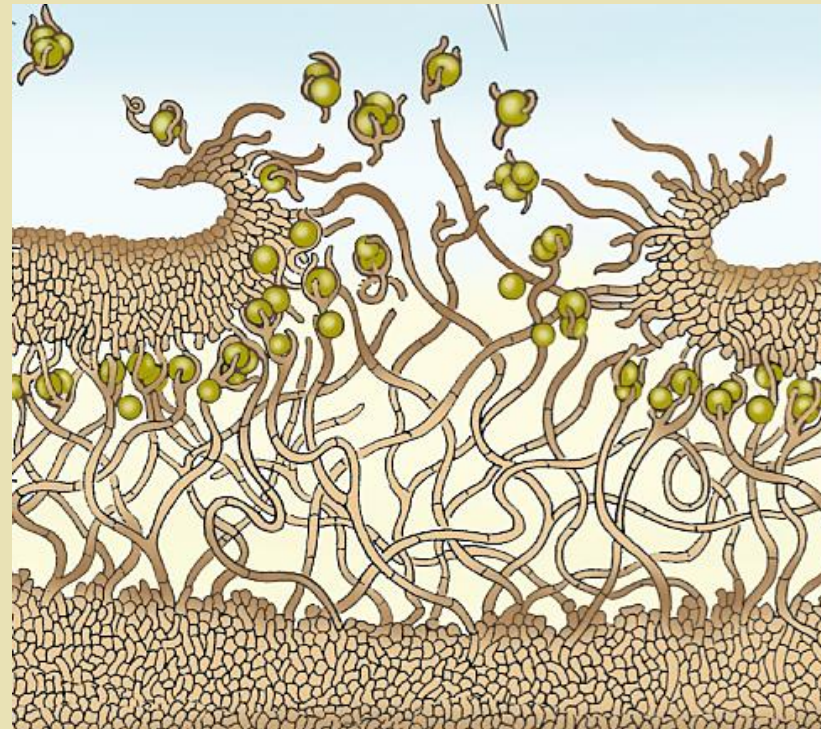


# Vegetativno razmnožavanje - soredijama

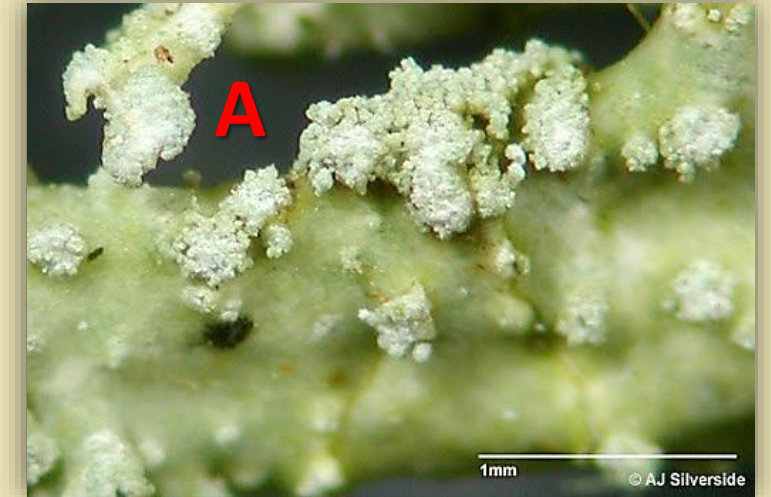
- **Soredije** - loptaste strukture koje se sastoje od jedne ili svega nekoliko ćelija algi obavijenih hifama gljive
- Mogu biti difuzno raspoređene po površini talusa (sl.**A**) ili lokalizovane u strukturama koje se nazivaju **soralije** (sl.**B**)



soredija



Nastanak soredija



soralije sa soredijama



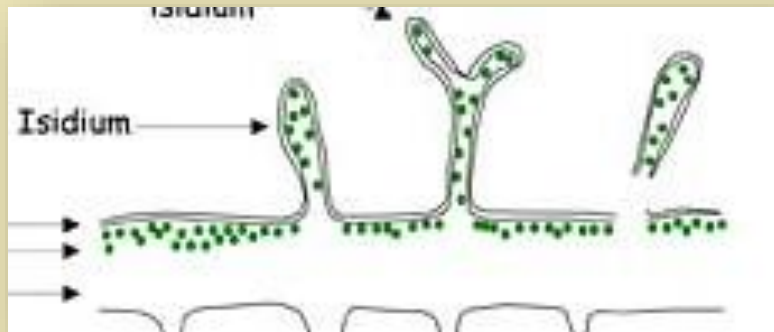
soralija



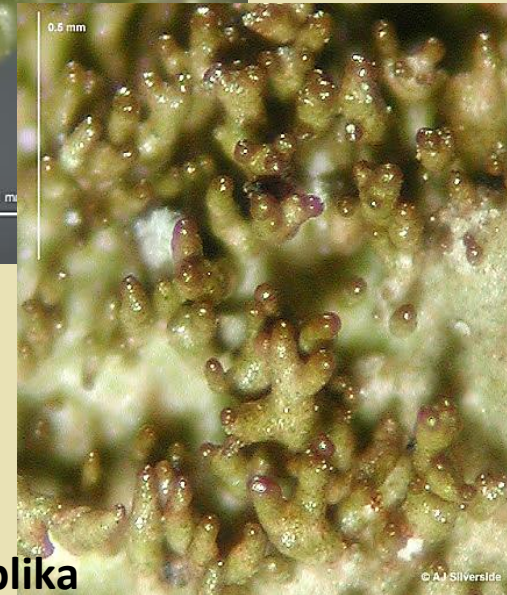
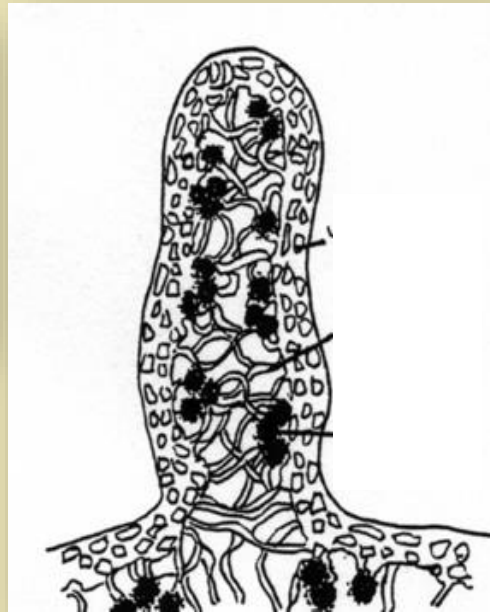
# Vegetativno razmnožavanje - izidijama

**Izidije** - krupnije od soredija, razbacane po površini talusa, u vidu izraštaja različitog oblika (najčešće cilindričnog) i sadrže koru, gonidijalni sloj i srž - kao i sam lišaj.

Pored vegetativnog razmnožavanja, imaju ulogu i u uvećanju površine talusa.



Izidije različitog oblika

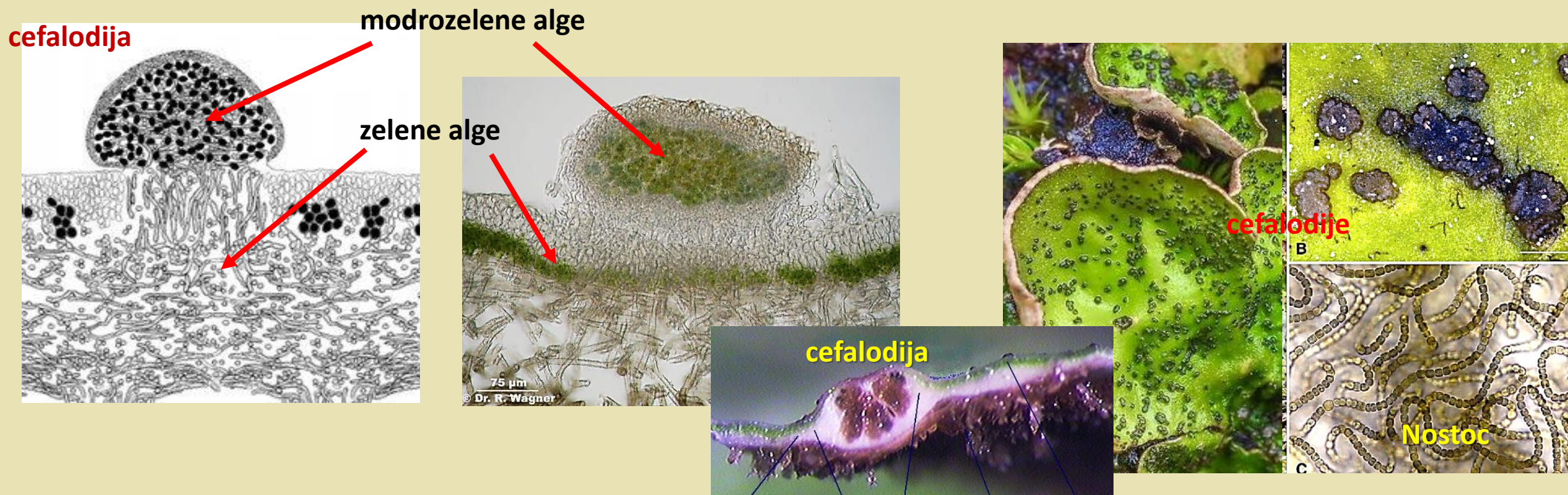


Izidije različitog oblika



# Vegetativno razmnožavanje - cefalodijama

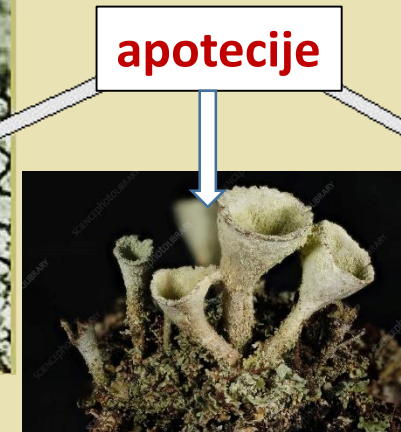
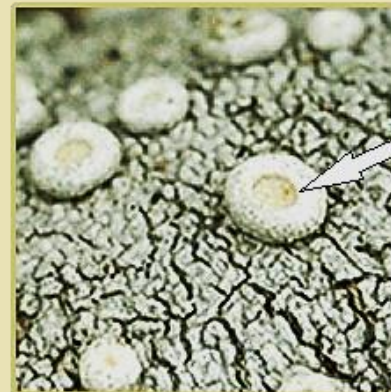
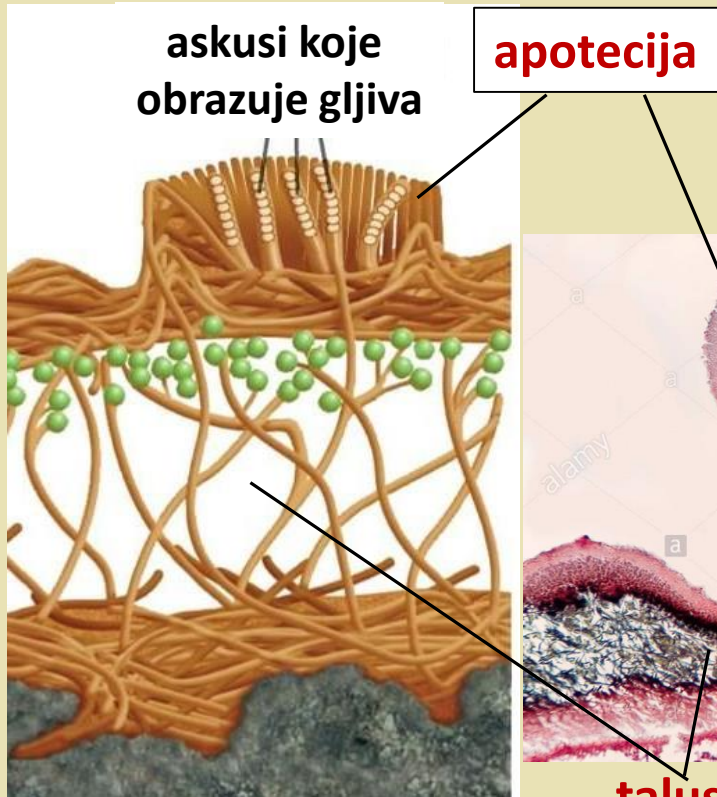
- Neki lišajevi sadrže u talusu dva fikobionta – pored zelene sadrže i modrozelenu algu – fiksacija azota
- **Cefalodije** su strukture u kojima se nalaze modrozelene alge





# Polno razmnožavanje lišaja

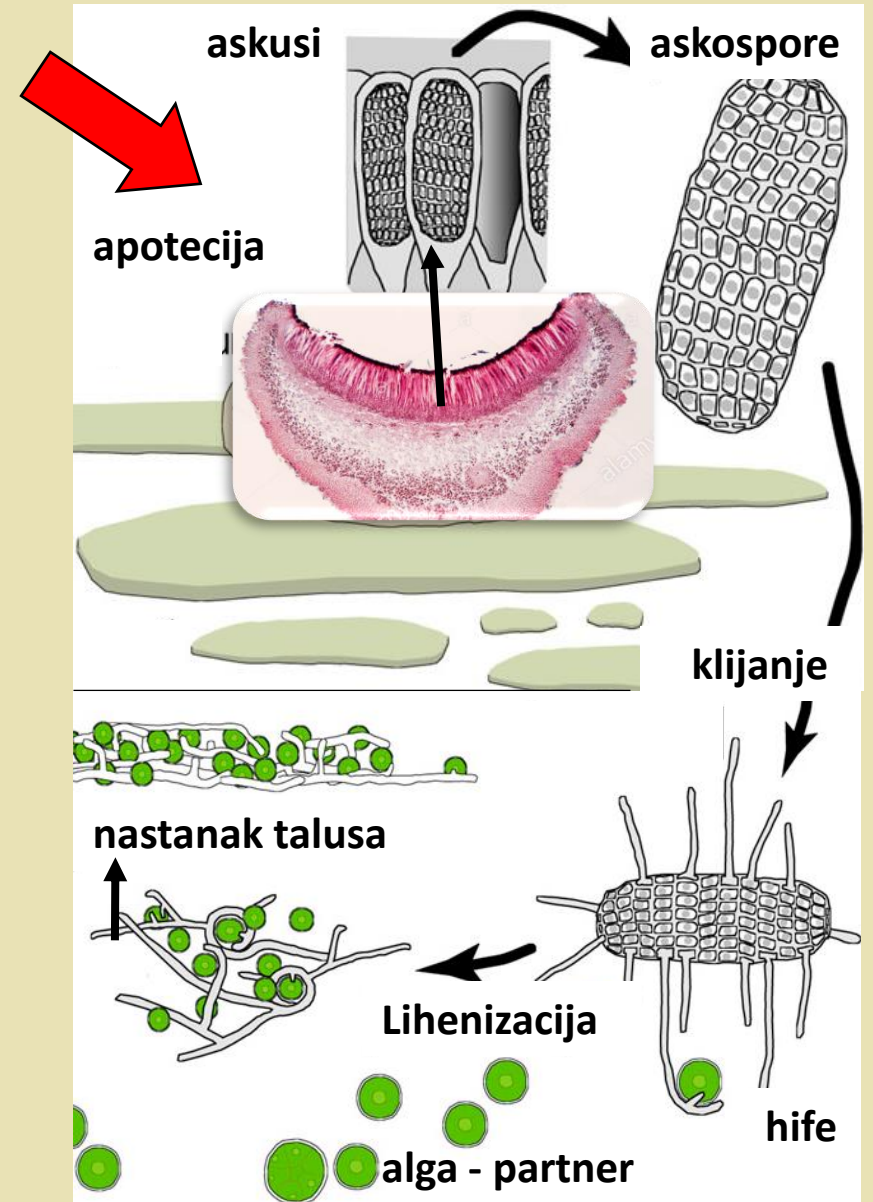
- Samo gljiva se razmnožava polno – **askosporama**
- Kod najvećeg broja vrsta, gljiva obrazuje **apotecije**, rjeđe **peritecije**





# Polno razmnožavanje lišajeva

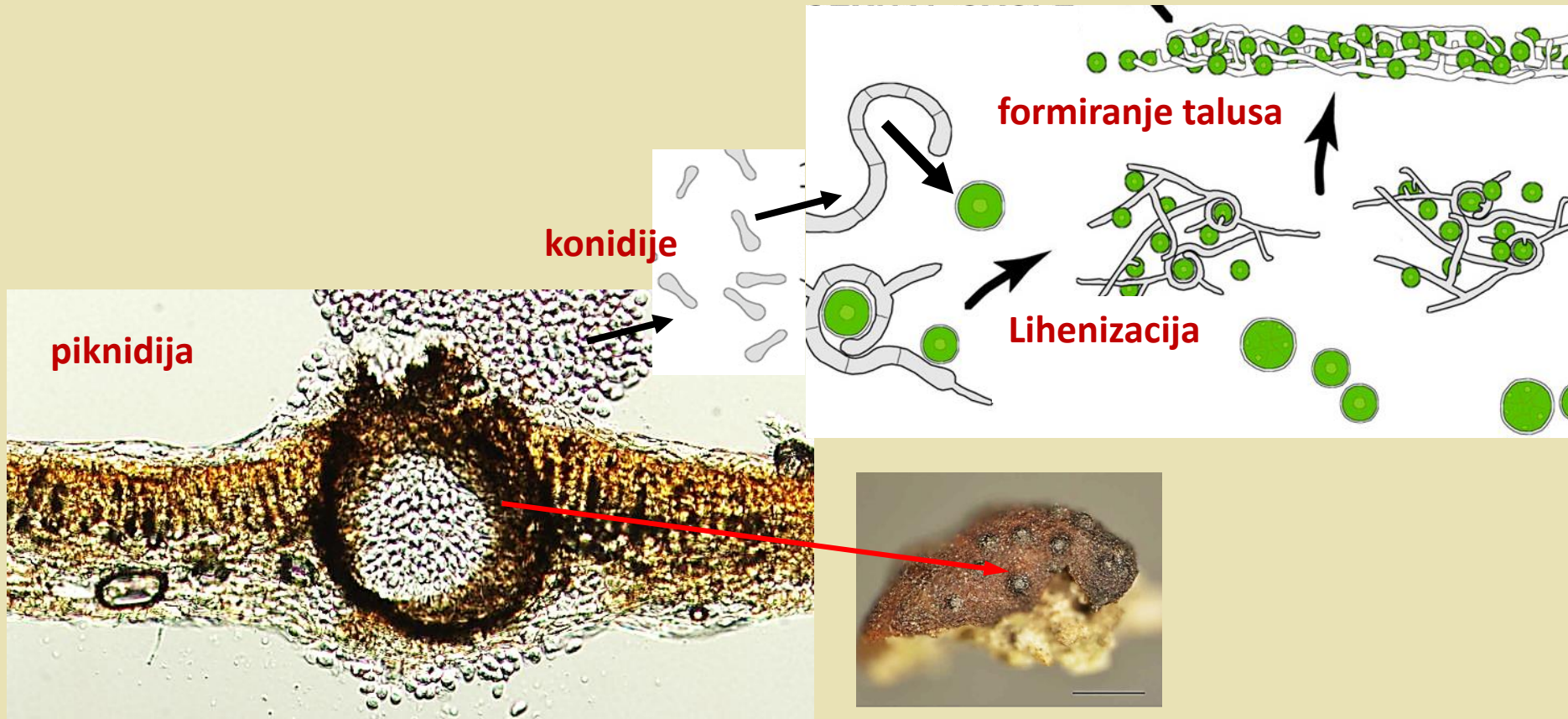
- U apoteciji (periteciji) nastaju askusi sa askosporama
- Nakon odbacivanja spora, spore klijaju i nastaju hife
- Kada hife dođu u kontakt sa odgovarajućom algom – partnerom, ponovo formiraju lišaj – proces lihenizacije





# Bespolno razmnožavanje lišaja

- Gljiva obrazuje spore **konidije** - nastaju u **piknidijama**
- Nakon odbacivanja spora, spore klijaju i nastaju hife, koje, kada dođu u kontakt sa odgovarajućom algom – partnerom, ponovo formiraju lišaj – proces lihenizacije





# Ekologija i upotreba lišajeva

- Kosmopoliti - prisutni od polarnih predjela do tropa
- Žive na stijenama, zemljištu, kao epifiti na drveću, a u tropskim predjelima i na lišću biljaka
- Pioniri u naseljavanju goleti, spori rast talusa
- Dobri indikatori čistoće vazduha – osjetljivi na zagađenje (SO<sub>2</sub>, teški metali...)
- Koriste se za ishranu ljudi, stoke, za dobijanje parfema, bojenje tkanina, lakmus papira itd.
- U farmaciji – npr. islandski lišaj *Cetraria islandica*, zatim *Usnaea* i *Evernia* - usninska kiselina - antiviralno i antibakterijsko dejstvo





# Klasifikacija lišajeva

## Razdio LICHENOPHYTA:

- 1. Klasa Ascolichenes** - u nju spadaju skoro svi lišaji (98% vrsta). U svom sastavu imaju gljive iz podrazdjela *Ascomycotina*. Plodonosna tijela su apotecije, rjeđe peritecije. Gonidije su, kod 90% vrsta, iz grupe zelenih algi, kod nekih su modrozelenene ili obje grupe u istom talusu
- 2. Klasa Basidiolichenes** - mala grupa, koja čini oko 1% od do sada poznatih vrsta lišajeva, naseljavaju uglavnom tropske predjele. Gljiva je iz podrazdjela *Basidiomycotina*. Gonidije su zelene ili modrozelenene alge
- 3. Klasa Deuterolichenes** - (nesavršeni lišaji) - rijetko obrazuju tanki korast talus, većinom su praškasti. Potpuno povezivanje alge i gljive u pravi lišaj nije još uvijek postignuto



# 1. Klasa Ascolichenes

Obuhvata dvije podklase:

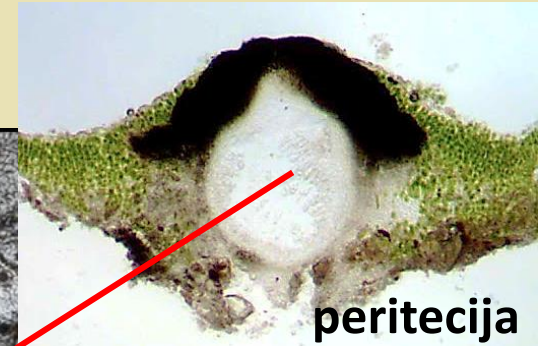
- **Pyrenocarpeae** – peritecije, uglavnom zelene alge, najčešće korast talus:
  - Verrucariales
  - Pyrenulales
  - Pyrenidiales
  
- **Gymnocarpeae** – apotecije, zelene i/ili modrozeleno alge, korast, listast, žbunast talus:
  - Caliciales
  - Graphidales
  - Roccellales
  - Cyanophilales
  - Lecideales
  - Lecanorales
  - Caloplacales



# 1. Podklasa Pyrenocarpae

## Red Verrucuriales

**Verrucaria** - korast talus na stijenama, kiselinama rastvara krečnjak, peritecije



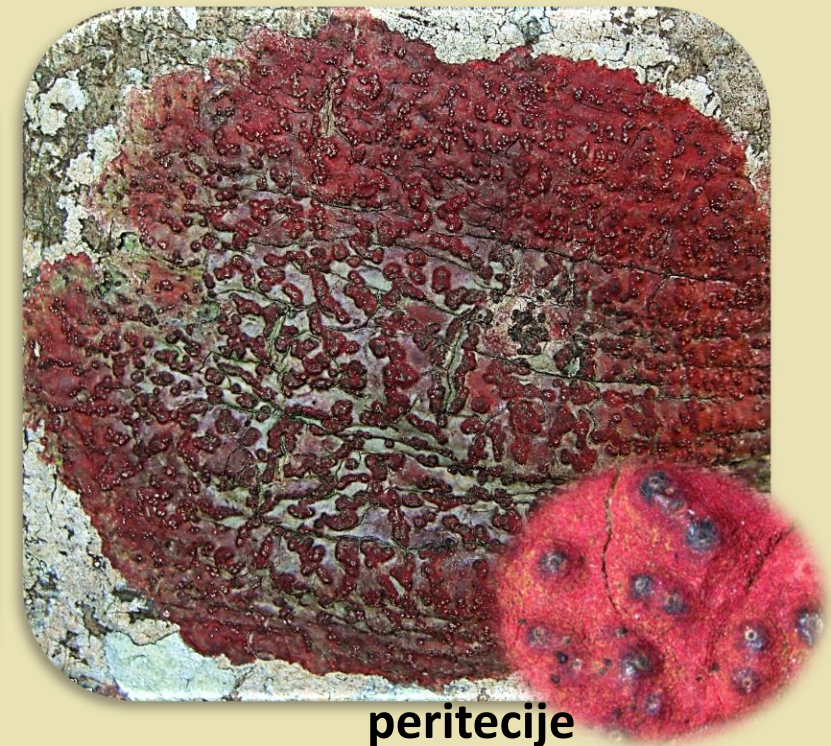
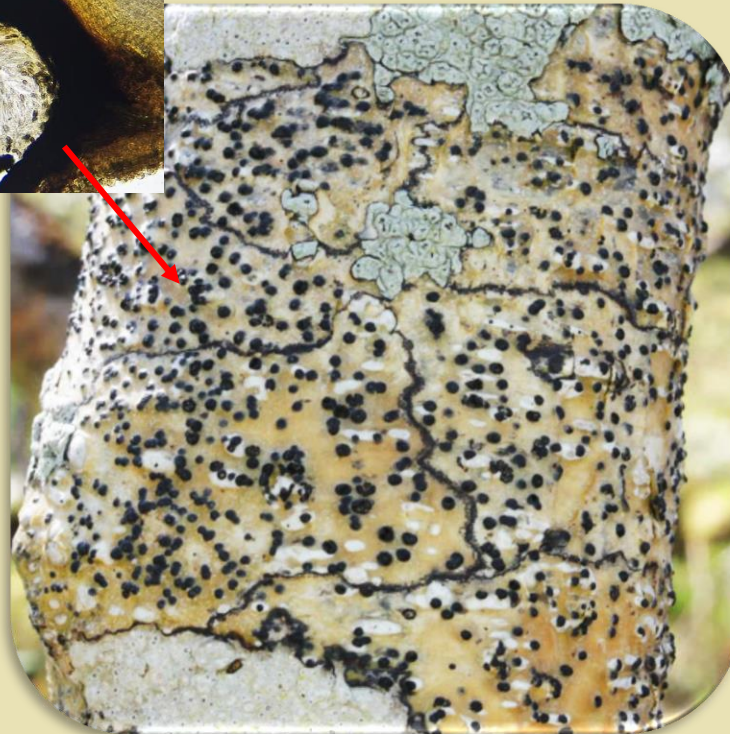
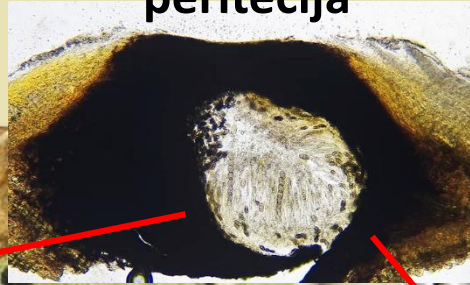


# 1. Podklasa Pyrenocarpae

## Red Pyrenulales

**Pyrenula** - korast talus, sadrži končaste zelene alge i mrke peritecije

peritecija



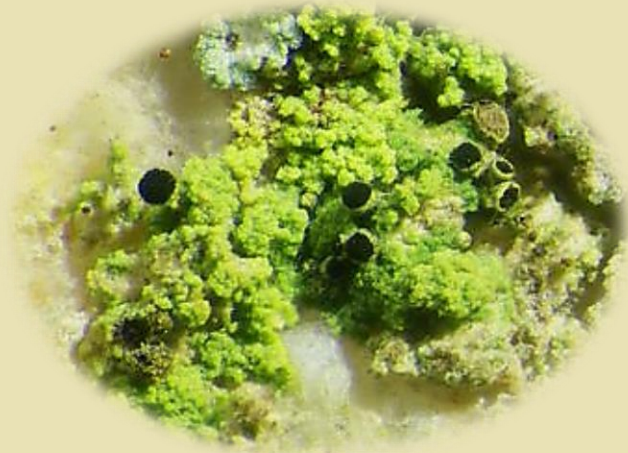
peritecije



## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Caliciales

**Calicium** – korast talus, često u vidu sitnih ljuspica, obično na ili u kori drveća; na površini se javljaju apotecije na drškama





## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Grapphidales

**Graphis scripta** – korast talus, bijele do pepeljaste boje, na ili u kori drveća ili na stijenama. Mrke apotecije u vidu izuvijanih brazdi na talusu

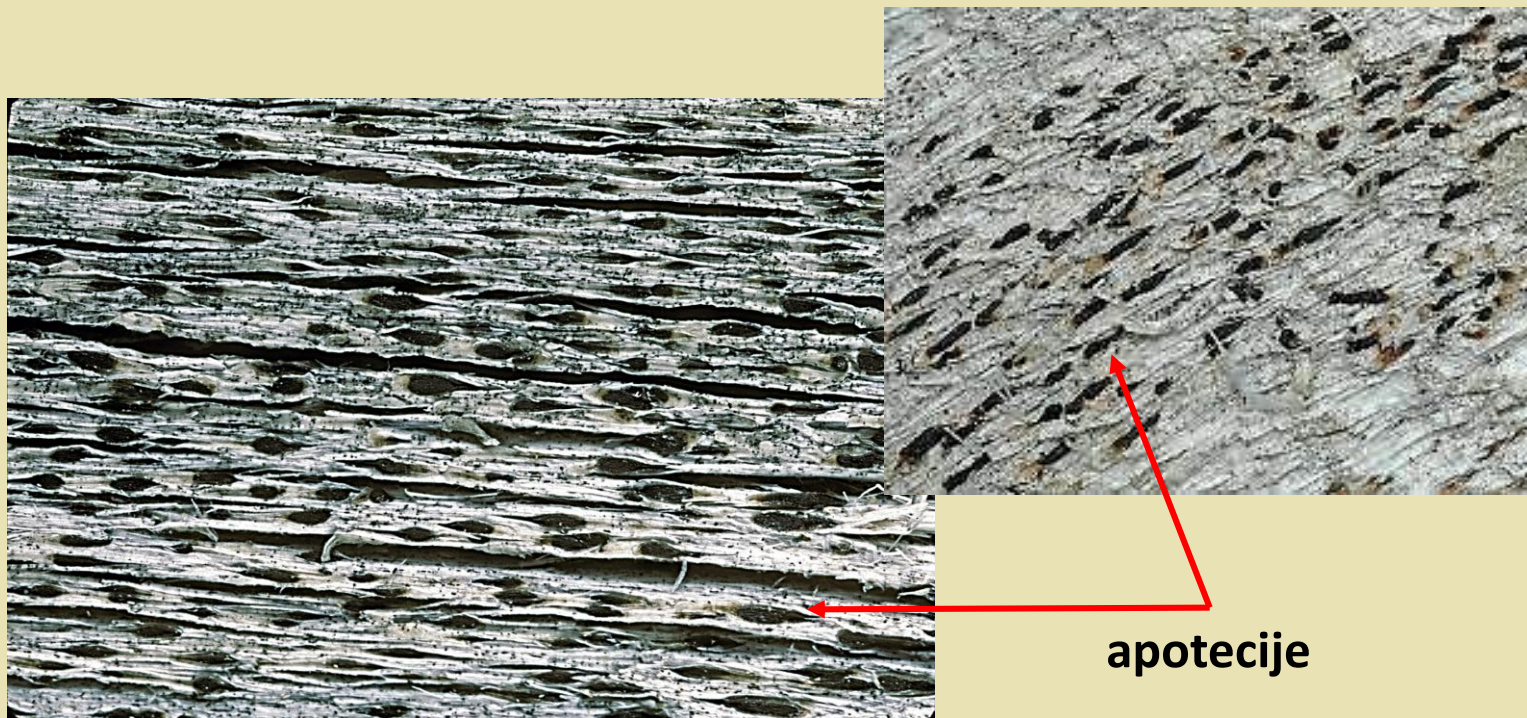




## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Grapphidales

**Xylographa parallela** – korast talus, bijele do pepeljaste boje, na ili u kori drveća ili na stijenama. Formira karakteristične paralelno raspoređene crne apotecije na kori drveća.



apotecije



## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Roccellales

**Rocella** – žbunast talus, rijetko obrazuje apotecije





## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Cyanophylales

**Collema** - listast talus homeomerne građe, u osušenom stanju crne boje. U prisustvu vlage bubri, postaje tamnozelen i sluzav. U njegov sastav ulazi alga *Nostoc* čiji galertni omotač je razlog bubrenja. Obrazuju tanjiraste apotecije.





## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Cyanophylales

**Lobaria pulmonaria** – listast talus, zelen, u suvom stanju siv, površina mu je specifično izbrazdana (po spoljašnjem izgledu podsjeća na pluća); po brazdama talusa raspoređene soredije; apotecije su krupne, tanjiraste, uvijek su po obodu talusa.





## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Cyanophylales

**Peltigera canina** – listast, režnjeviti talus, bez donje kore, pričvršćen za podlogu brojnim krupnim rizinijama; apotecije krupne, tanjiraste, crvenkaste do braon



rizinije



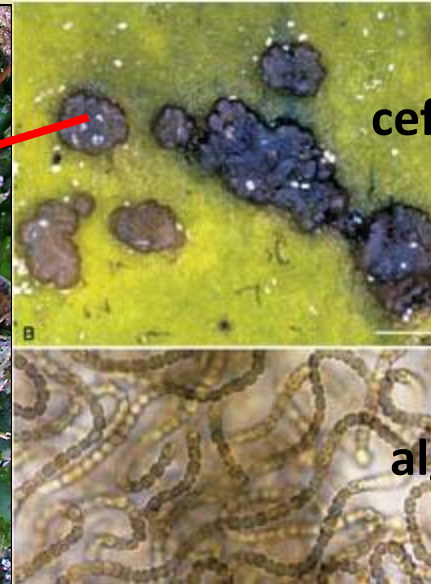
## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Cyanophylales

**Peltigera leucophlebia** – listast, režnjeviti talus, bez donje kore, pričvršćen za podlogu brojnim krupnim rizinijama; posjeduje mrke cefalodije u kojima je alga - *Nostoc*



rizinije



cefalodije

alga Nostoc



## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Lecideales

**Cladonia** - dva tipa talusa: primarni – horizontalan (korast ili listast) i sekundarni – uspravan (podecija), različitog oblika, na njegovom vrhu nastaju apotecije

**Cladonia leporina**



**Cladonia fimbriata**

Jedan od glavnih izvora hrane irvasima u subpolarnim predjelima

**Cladonia stellaris**



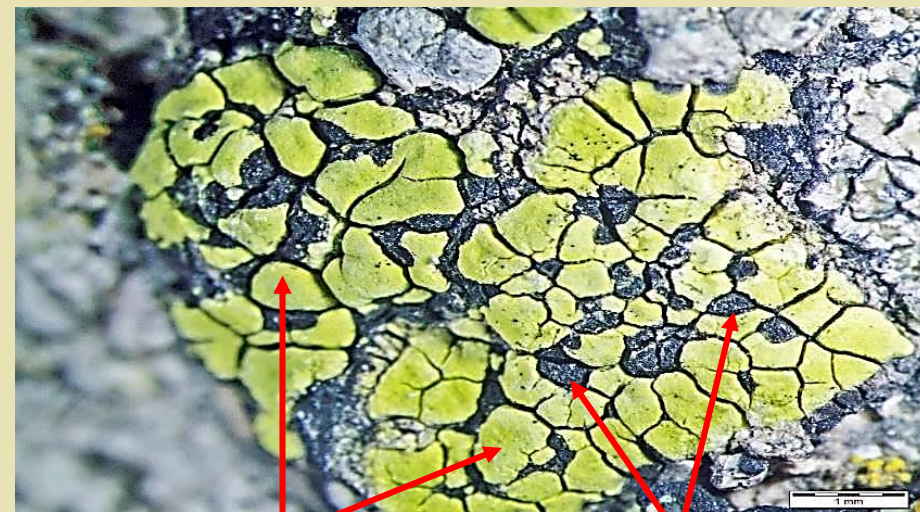
**Cladonia gracilis**



## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Lecideales

**Rhizocarpon geographicum** - talus korast, izgrađen od mnogobrojnih areola, uglastih ili okruglih. Intenzivno je žute boje. Apotecije su uglaste ili okrugle, crne boje. Raste na stijenama na kojima gradi polja slična minijaturnim geografskim kartama (otuda i naziv vrste).



areole

apotecije

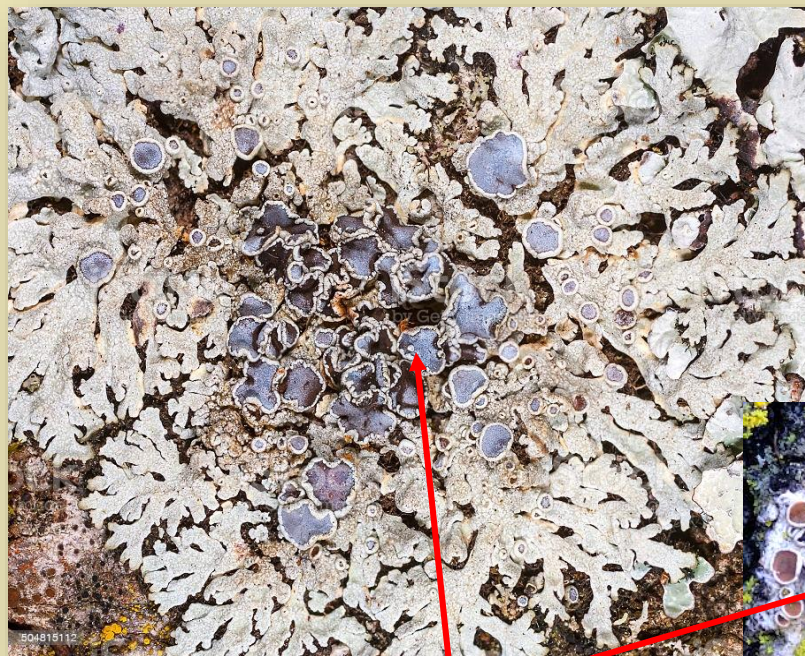
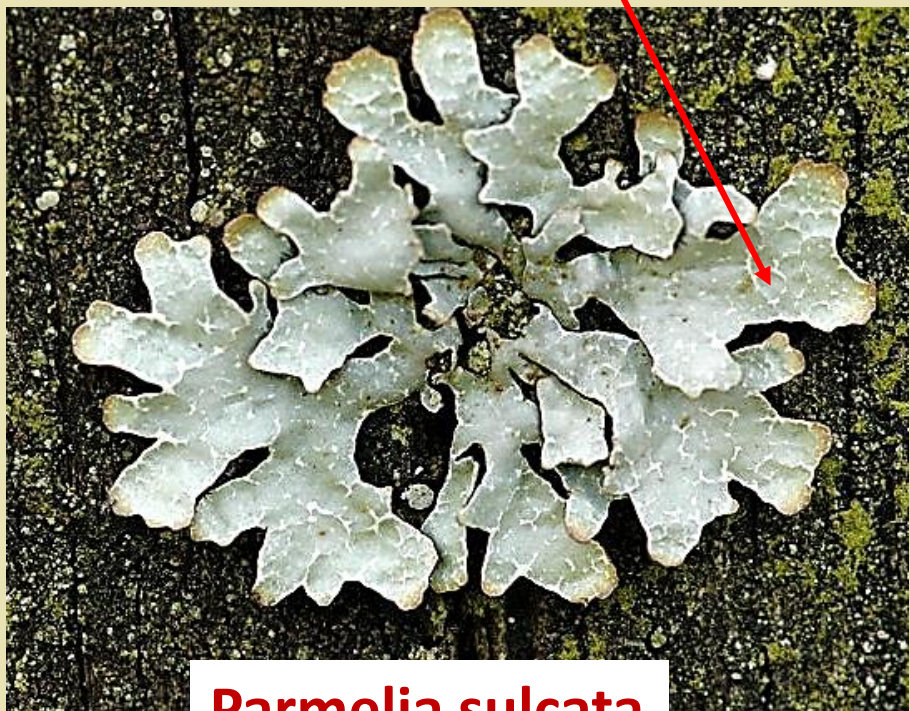


## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Lecanorales

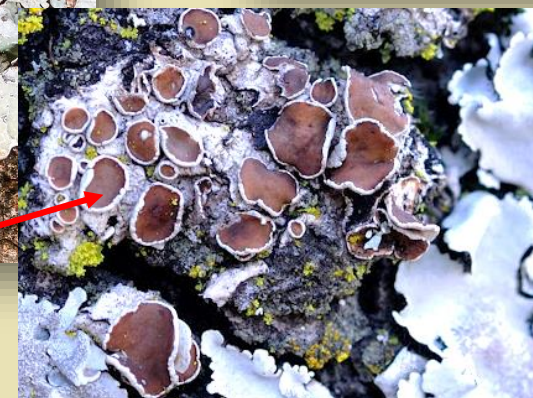
**Parmelia** – talus listast, režnjevit. Dok je mlad, na njemu nastaju pseudocifele (za razmjenu gasova) u vidu mreže. Na tim mjestima, lišaju obično ispuca gornja kora pa se vidi srž koja je bijele boje. Odozdo je crn, ima rizinije. Tolerantne su na zagađenje.

pseudocifele



apotecije

rizinije





## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Lecanorales

**Cetraria islandica** (islandski lišaj) – žbunast talus; planinski predjeli; upotreba u farmaciji, za olakšavanje suvog kašlja i iritiranu sluznicu ždrijela



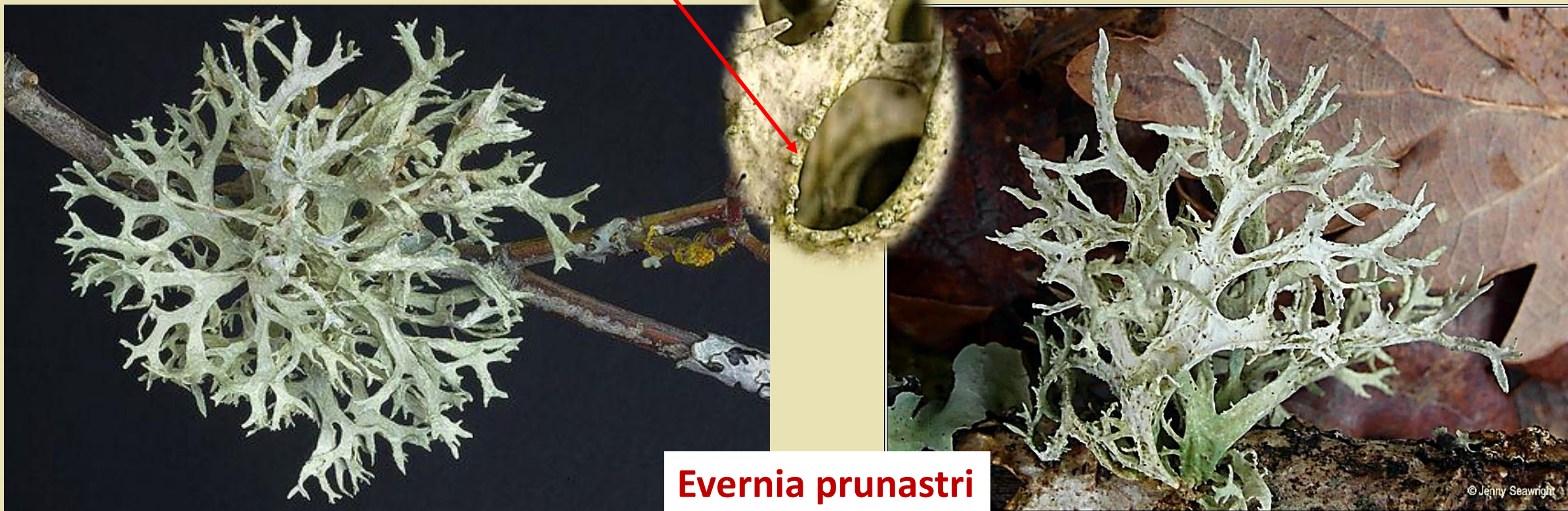


## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Lecanorales

**Evernia** – žbunast, često dihotomo granat talus. Koristi se u parfimerijskoj industriji

soredije





## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Lecanorales

**Pseudoevernia** – žbunast talus, sa spljoštenim granama, odozgo pepeljasto siv, odozdo tamno ljubičast. Na kori četinarara. Koristi se u parfimerijskoj industriji



**P. furfuracea**

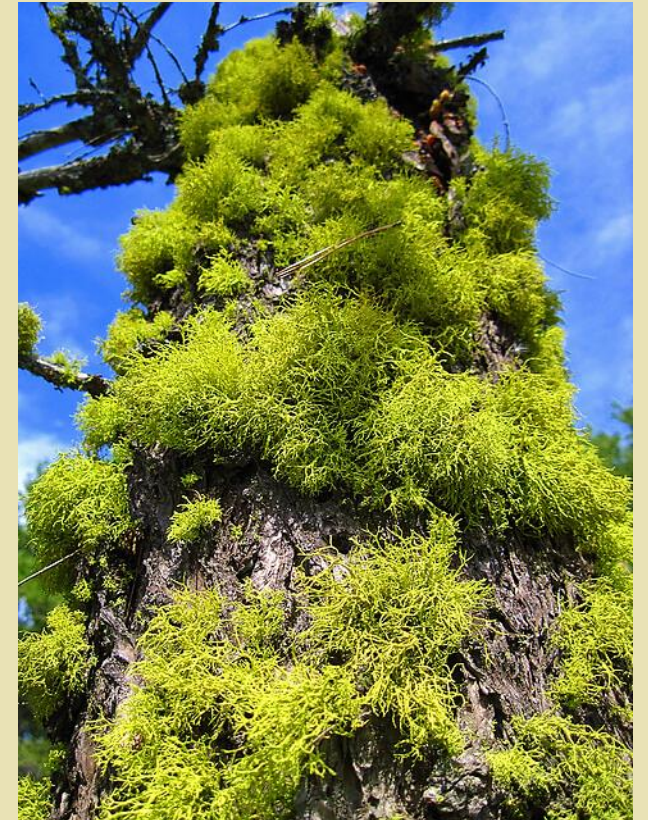




## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Lecanorales

**Letharia vulpina** (vučji lišaj) – žbunast, čvrst talus, jarko žute ili žuto-zelene boje (boja potiče od otrovne vulpinske kiseline). Na četinarima u planinskom području.





## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Lecanorales

**Usnea barbata** – žbunast talus, čije elastične grane su obrasle cilijama, (a takođe i apotecije). Visi sa grana drveća. Usneinska kiselina – antibiotsko dejstvo.



apotecije



soredije





## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Lecanorales



**Alectoria** – žbunast, jako granat talus, visi sa grana drveća; apotecije sitne, rijetke.





## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Lecanorales

**Ramalina** – žbunast, uspravan, dihotomo granat, čvrst talus, najčešće sa spljoštenim granama na čijem vrhu nastaju tanjiraste apotecije.

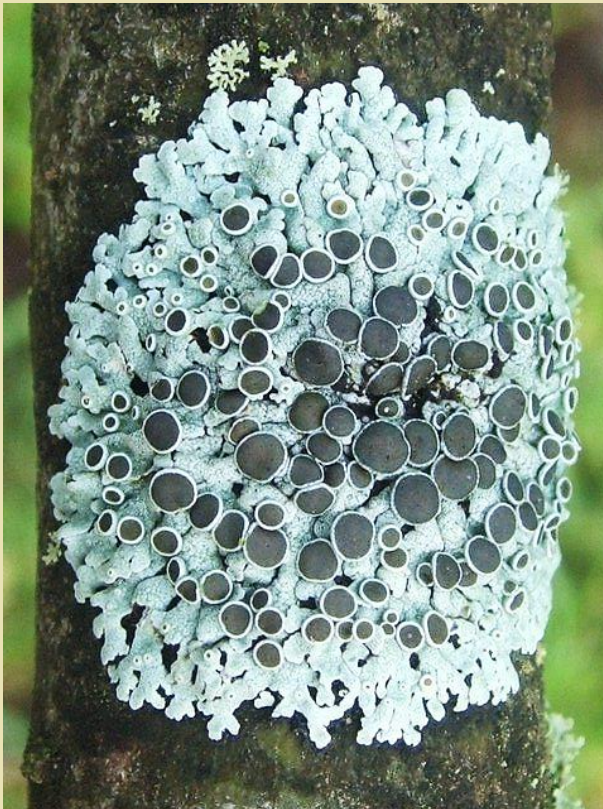




## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Caloplacales

**Physcia** – talus listast, režnjevit, najčešće okrugao, pepeljasto sive boje, sa zdjeličastim apotecijama smještenim na sredini talusa. Česta u blizni ljudskih naselja



apotecije



**Physcia biziana**





## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Caloplacales

**Xanthoria** – talus listat, okrugao, na sunčevoj svjetlosti jarko narandžast (karotenoidi štite od UV, jer vrste naseljavaju uglavnom izložena mjesta – stijene, krovovi, grane), a u sijenci bliedji, žućkasto-zelenkast. Česte u blizini ljudskih naselja. Apotecije obično u centru talusa.



**Xanthoria parietina**





## 2. Podklasa Gymnocarpae

### Red Caloplacales

**Anaptychia ciliaris** – talust žbunast, spljoštenih grana, obraslih cilijama. Apotecije obično na vrhu grana talusa. Uglavnom raste na drveću.



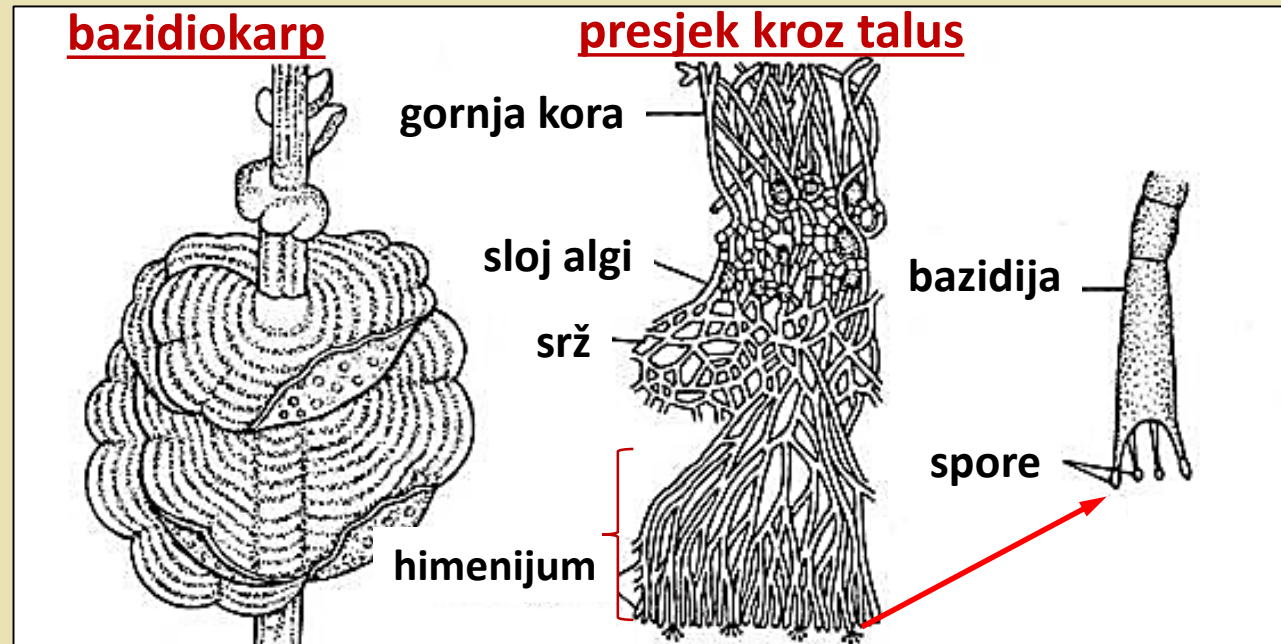


## 2. KLASA Basidiolichenes

- Mala grupa lišajeva koji uglavnom žive u tropima - čine 1% od ukupnog broja vrsta lišajeva
- Gljiva je iz podrazdjela je *Basidiomycotina*, a kao fikobiont su zastupljene zelene ili modrozelenene alge
- Plodonosna tijela – **bazidiokarp** su slični onima kod gljiva iz reda *Aphylophorales* i kada su zreli, na njihovoj donjoj strani se obrazuje himenijum sa bazidijama



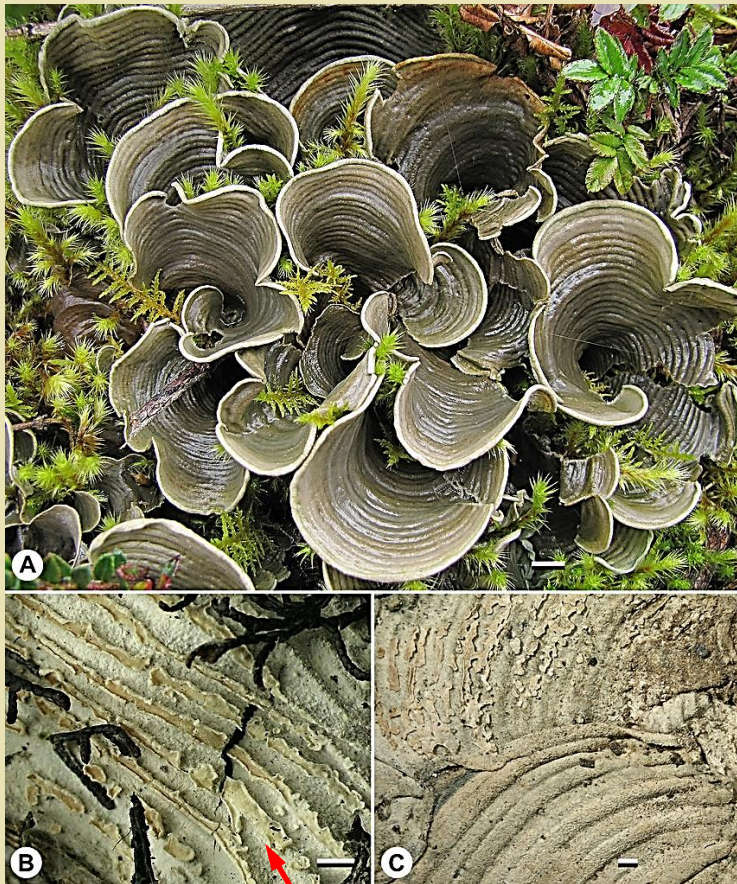
himenofor





# KLASA Basidyolichenes

**Cora pavonia** – talus listast, lepezastog oblika, različite boje zavisno od osvjetljenosti i stepena vlage; sa donje strane se nalazi himenofor sa bazidijama. Tropska vrsta.



himenofor





# KLASA Basidyolichenes

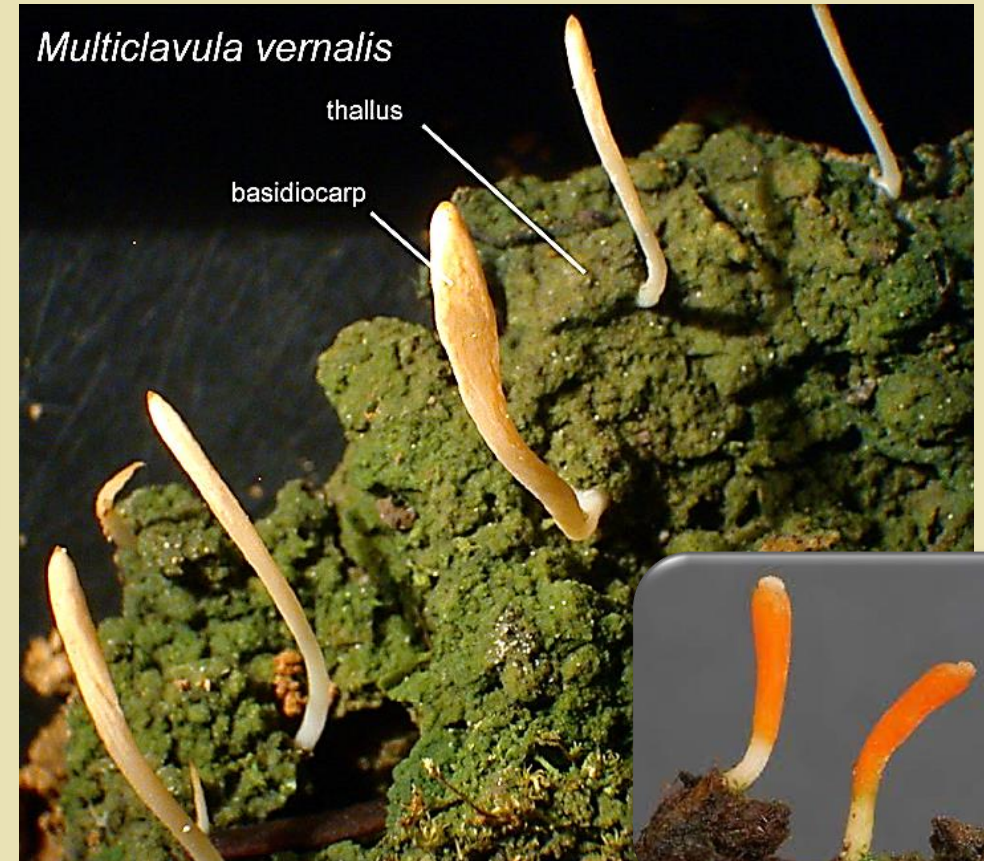
**Lichenomphalia** – talus listast ili sitan, ljuspast, mikroskopke veličine, zelene boje; iz njega izrasta bazidiokarp pečurkastog izgleda. Tropska vrsta.





# KLASA Basidyolichenes

**Multiclavula** – sitan, zelen, ljuspast talus, iz kojeg izrastaju duguljasti bazidiokarpi





# KLASA Deuterolichenes

- Javljaju se u vidu praškaste mase ili sitnih ljuspica. Potpuno povezivanje alge i gljive u pravi lišaj, još uvijek nije postignuto. Plodonosna tijela uopšte se ne obrazuju. Obično se razvijaju na kori drveća, drvnoj masi, zemljištu ili stijenama.

## *Lepraria sp.*

