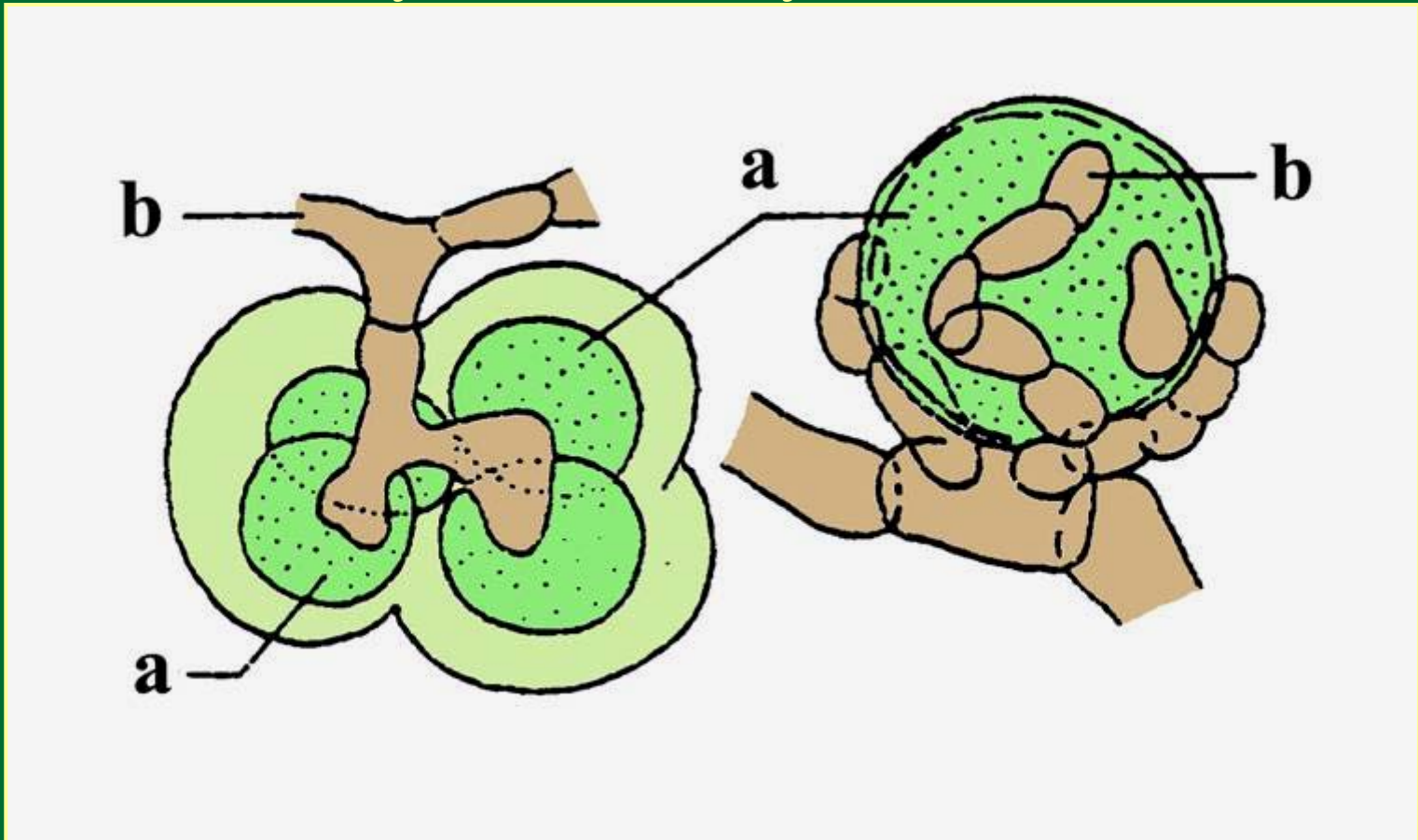


## Zuzmók - *Lichenophyta* (*Lichenes*)

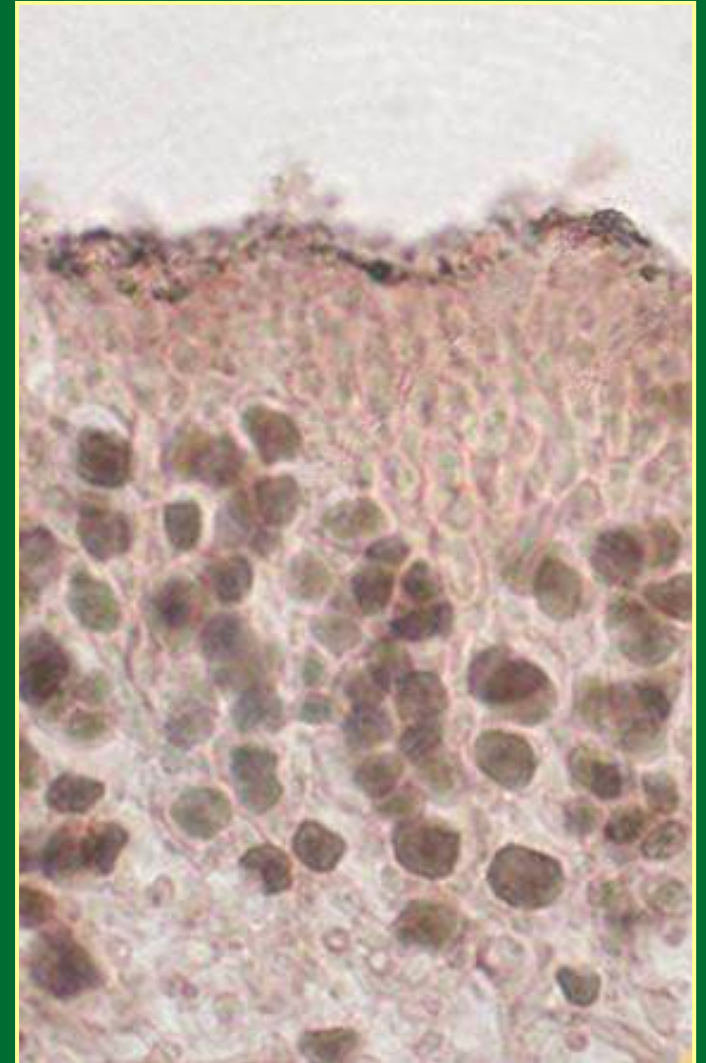
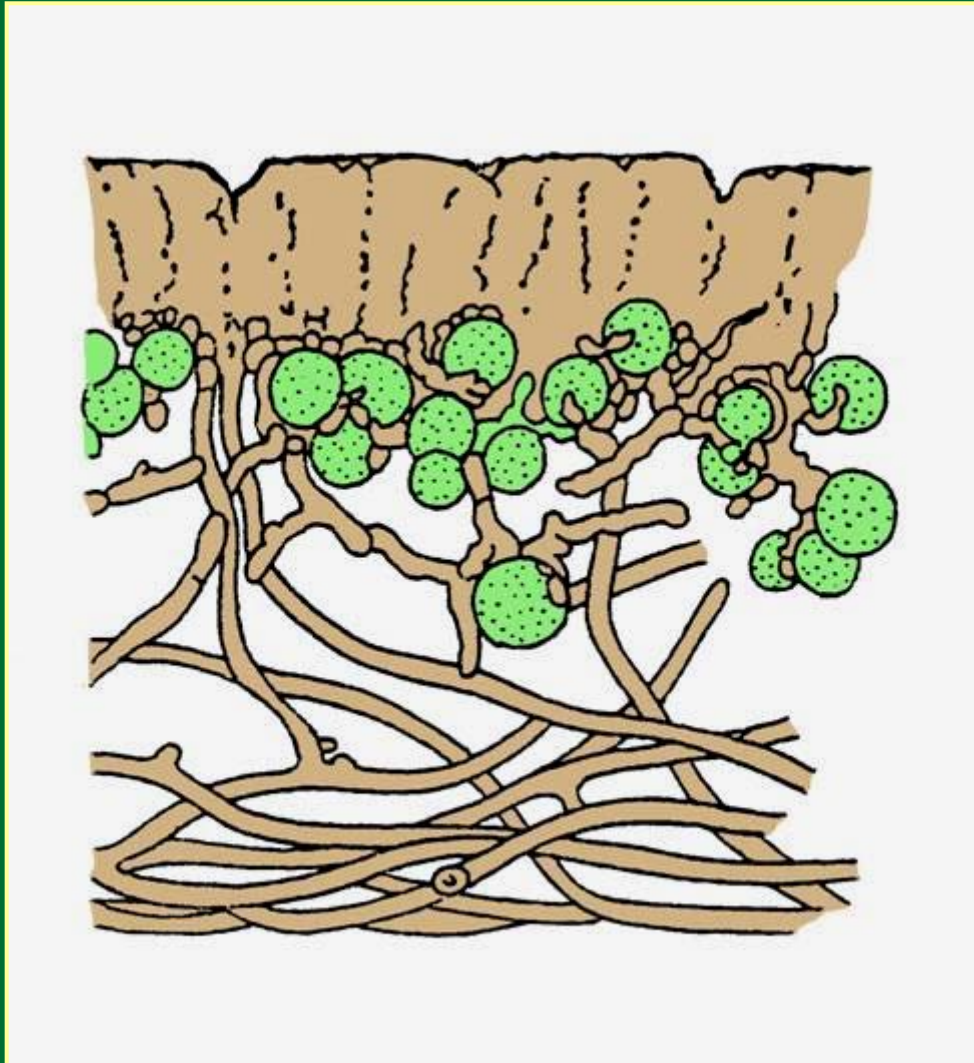


## *A zuzmók általános jellemzése*

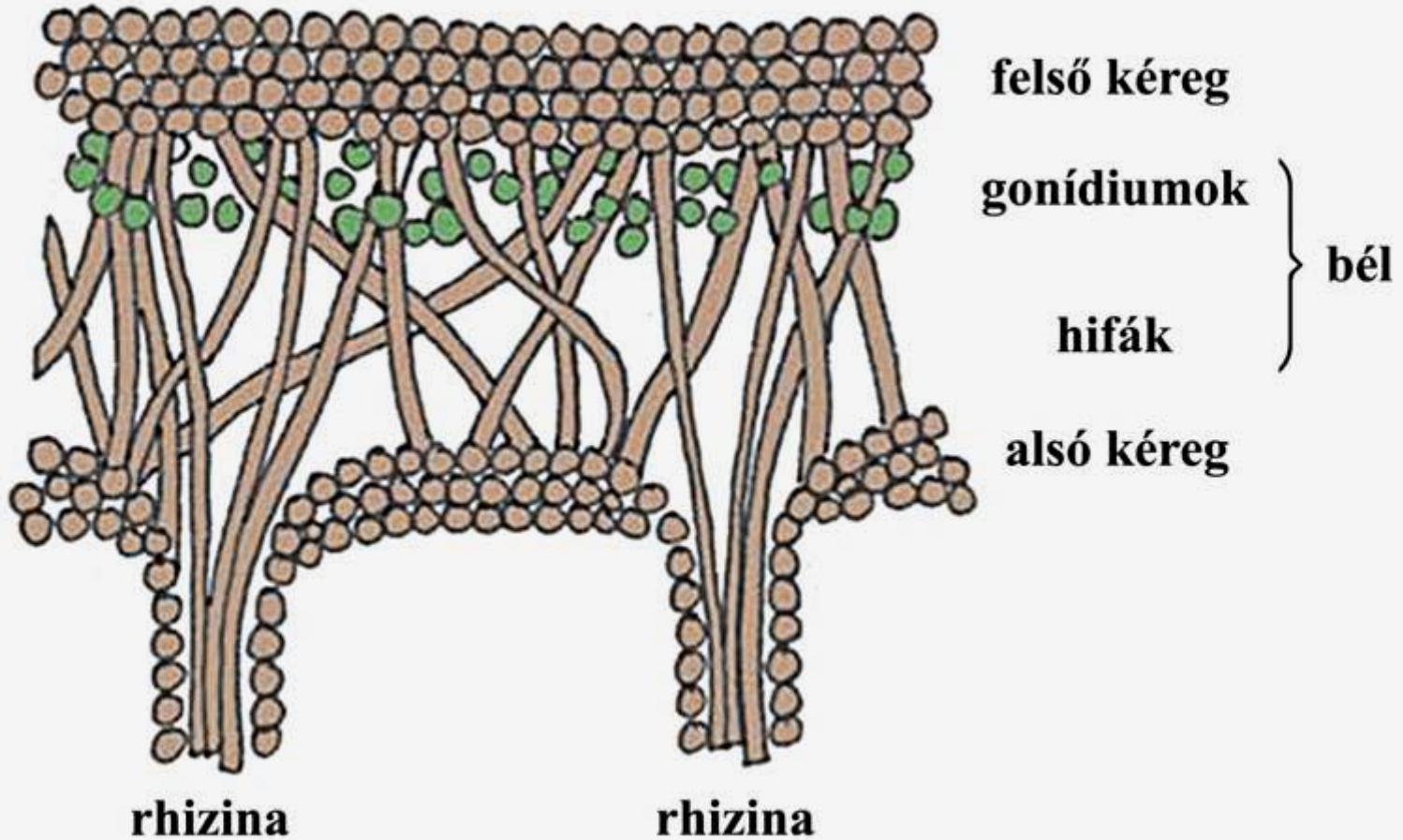
- két különböző típusú élőlény: moszat (*fotobionta*) (a) + gomba (*mikobionta*) (b) együttélése révén létrejövő új szervezetek a zuzmók
- A Földön kb. 20 000 faj, hazánkban 900 faj



- telepes felépítésű, szimbionta élőlények, alaki és élettani egységek
- a zuzmók alakját és védelmét a gombák adják

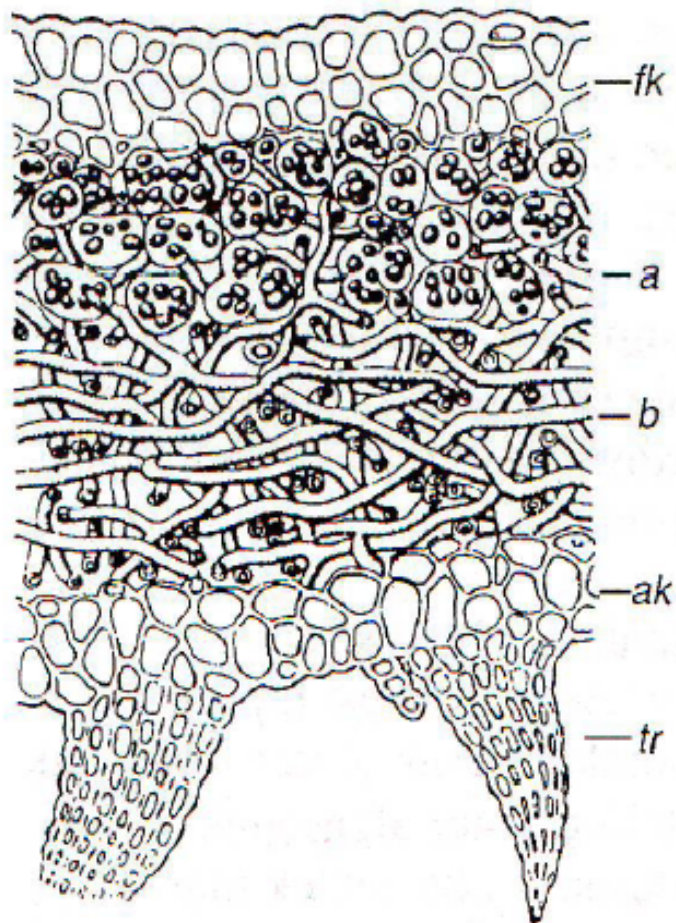


- a zuzmók felépítése: felső kéreg + gonídiumok (moszatsejtek) + gombafonalak (hifák) = bél + alsó kéreg



Telep lehet:

- homomer – ritka, ált. trópusi zuzmók
- heteromer – gyakori, mérsékeltövi, tajga-tundra zuzmói



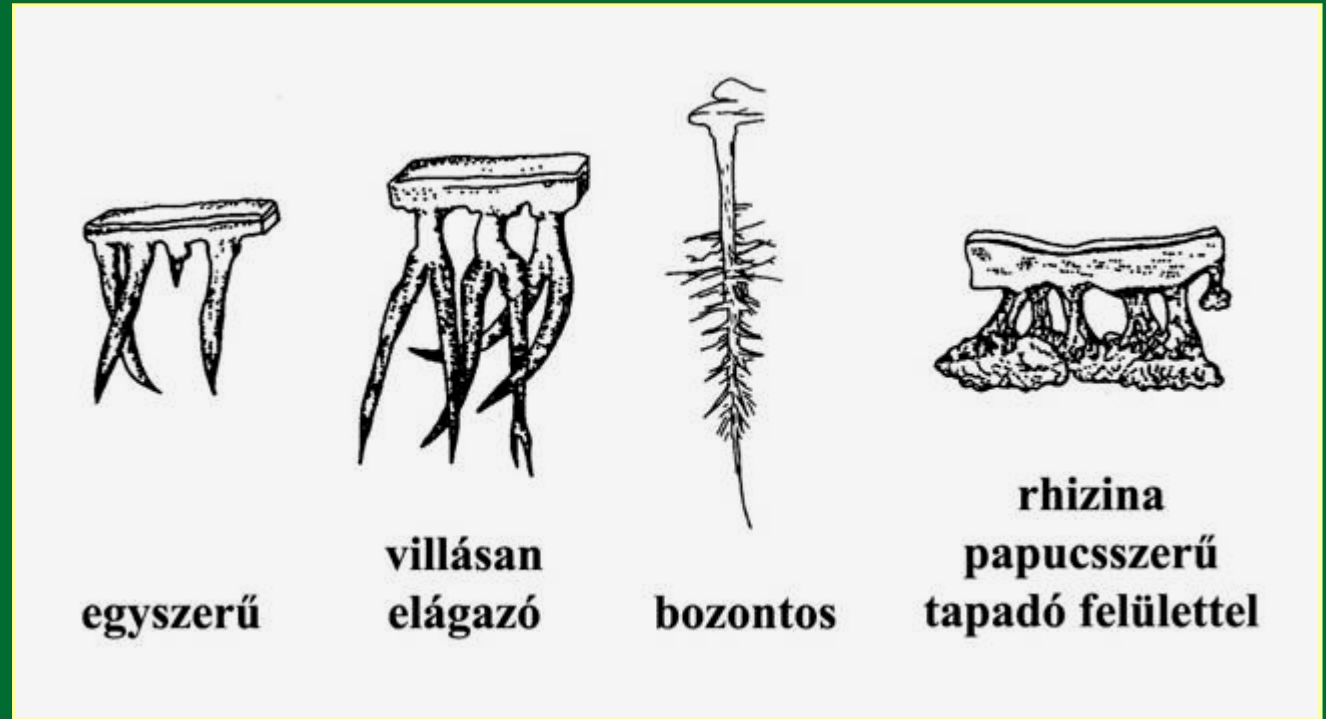
87. ábra. Zuzmó (*Sticta fuliginosa*) heteromer telepének keresztmetszete

fk) felső kéreg, a) algaréteg, b) bél, ak) alsó kéreg, tr) tapadó rostok (SACHS nyomán)

- a gombák az algasejtek által előállított szerves vegyületekkel táplálkoznak, az algasejtek a gombák által felvett vizet és ásványi anyagokat hasznosítják
- az alsó kéregből gyökérszerű hifafonalak (rhizina) eredhetnek → rögzítés

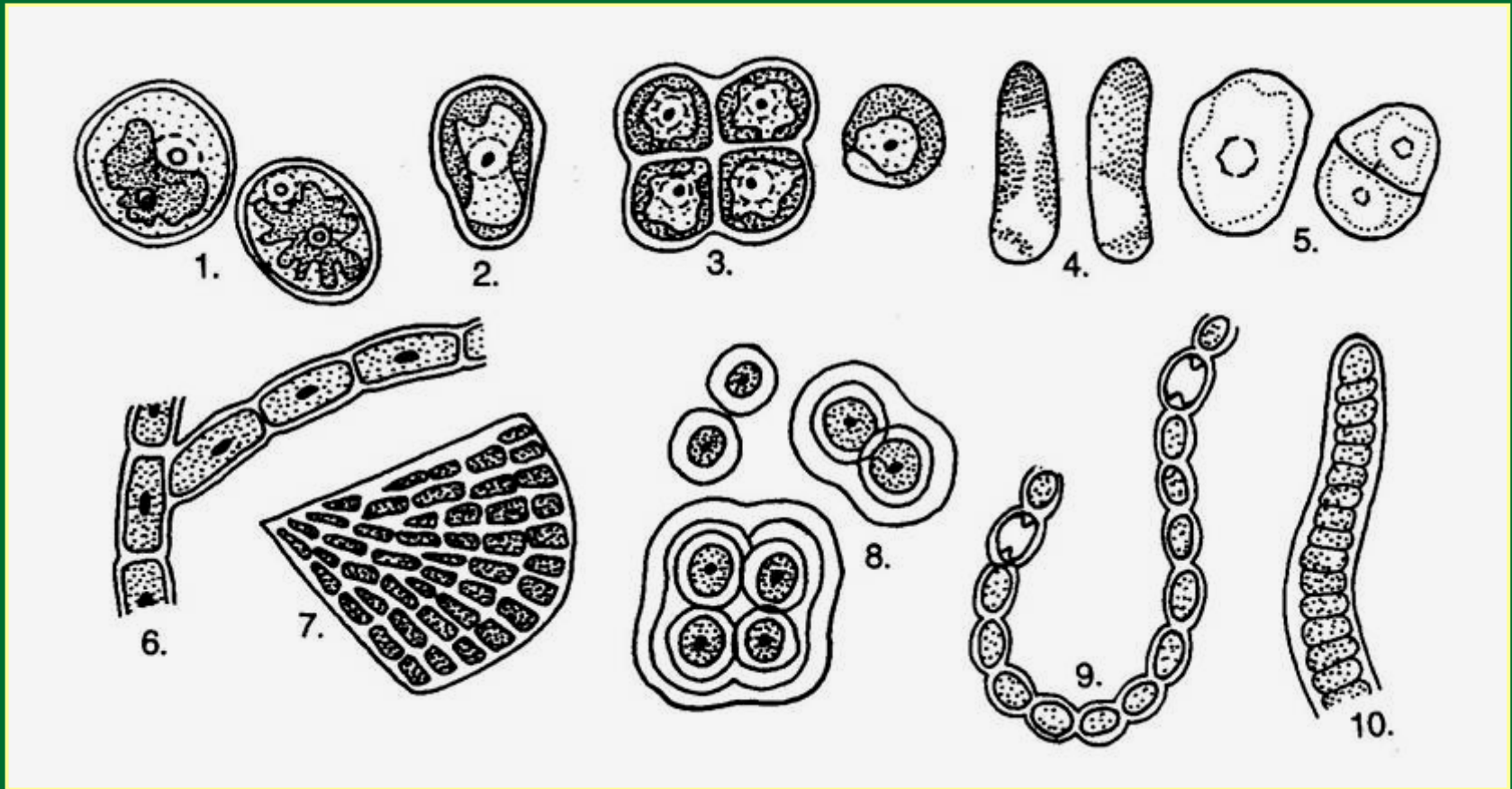


**Rhizina**  
hosszmetszet



**Rhizina típusok**

- a gonídiumok alkotói egysejtű vagy fonalas kék- ill. zöld moszatok



### A hazai zuzmókban előforduló leggyakoribb algafajok

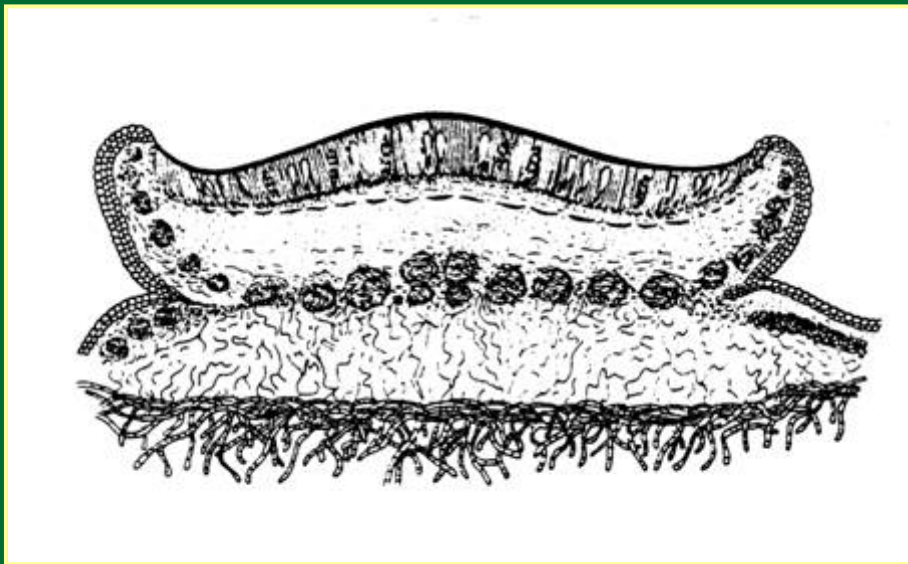
1. *Trebouxia*; 2. *Myrmecia*; 3. *Pleurococcus*; 4. *Coccomyxa*; 5. *Pseudochlorella*;  
6. *Trentepohlia*; 7. *Phycopeltis*; 8. *Gloeocapsa*; 9. *Nostoc*; 10. *Scytonema*.

- a gombapartner túlnyomó részben tömlősgomba, a többi gomba altagozat csak elvétve fordul elő
- meghatározott gombafajok meghatározott moszatokkal alkotnak zuzmót

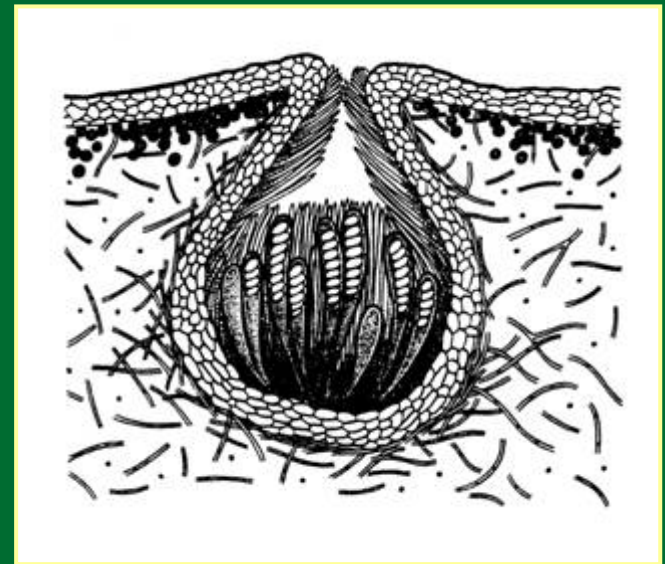




- a moszatok önállóan is megélnek, a gombafajok viszont elvesztették már önállóságukat
- szaporodásuk moszat-, gomba- és zuzmómódon történik
  - a moszatok kettéosztódással és zoospórákkal szaporodnak, ivarosán nem
  - a gombák termőtestet (pl. apotécium, peritécium) fejleszthetnek, a spóra csak akkor hajt ki, ha gonídiumokkal összekerül, egyébként elpusztul



**Apotécium hosszmetset**

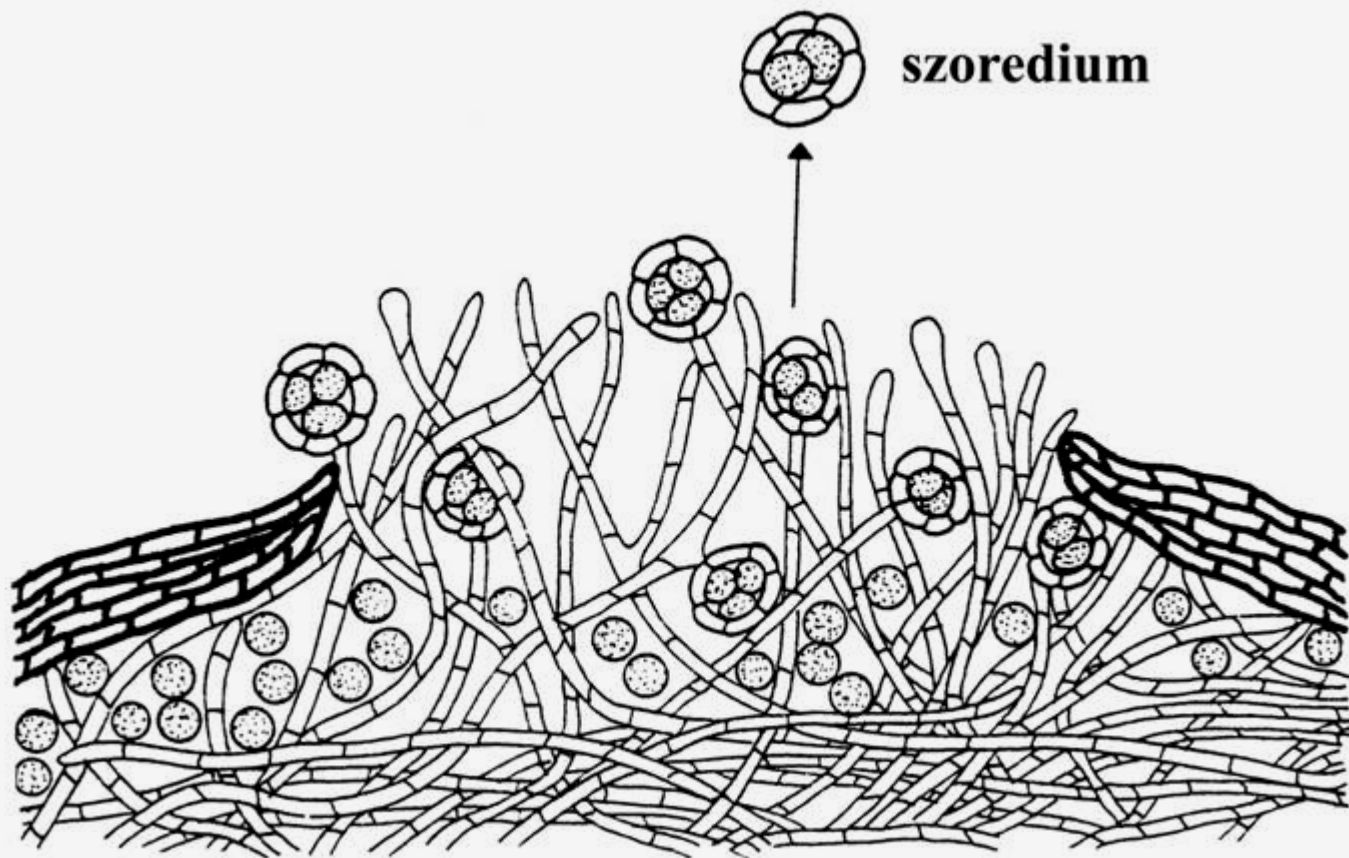


**Peritécium hosszmetset**

– a zuzmószaporodás vegetatív úton négyféle lehet:

1. *teleprészekkel* (teleptöredékkel)

2. *szorediumokkal* (osztódó moszatok + körülvevő hifák a telep belsejében) → lisztszerű képződmények





“szegély-”



“hasadási-”



“ajak-”



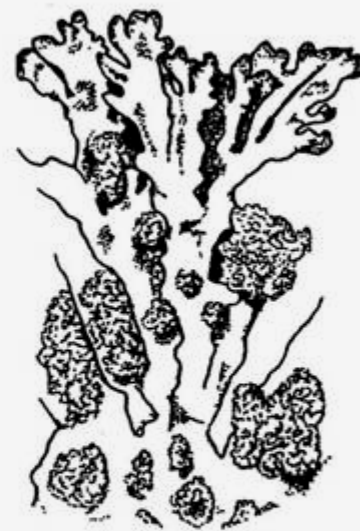
“fej”



“sisak-”



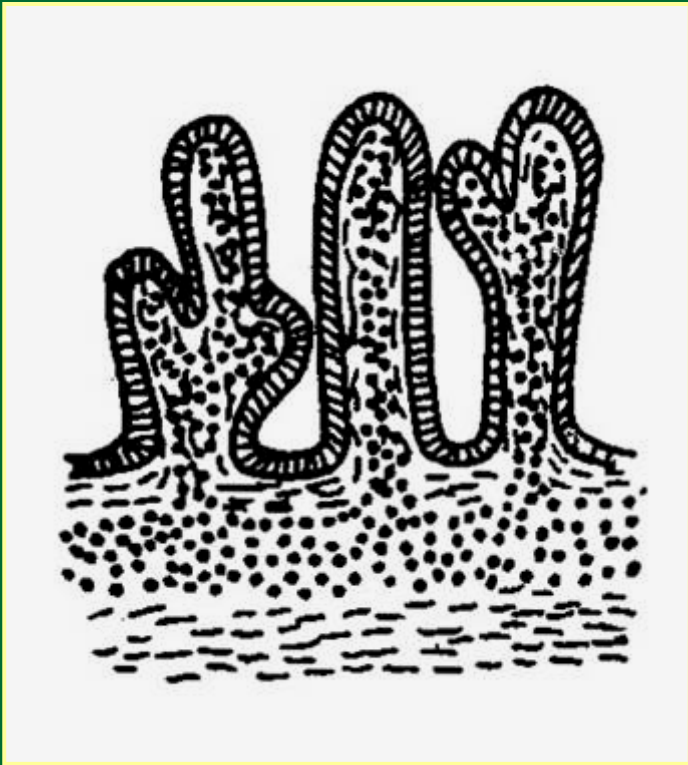
“diffúz-”



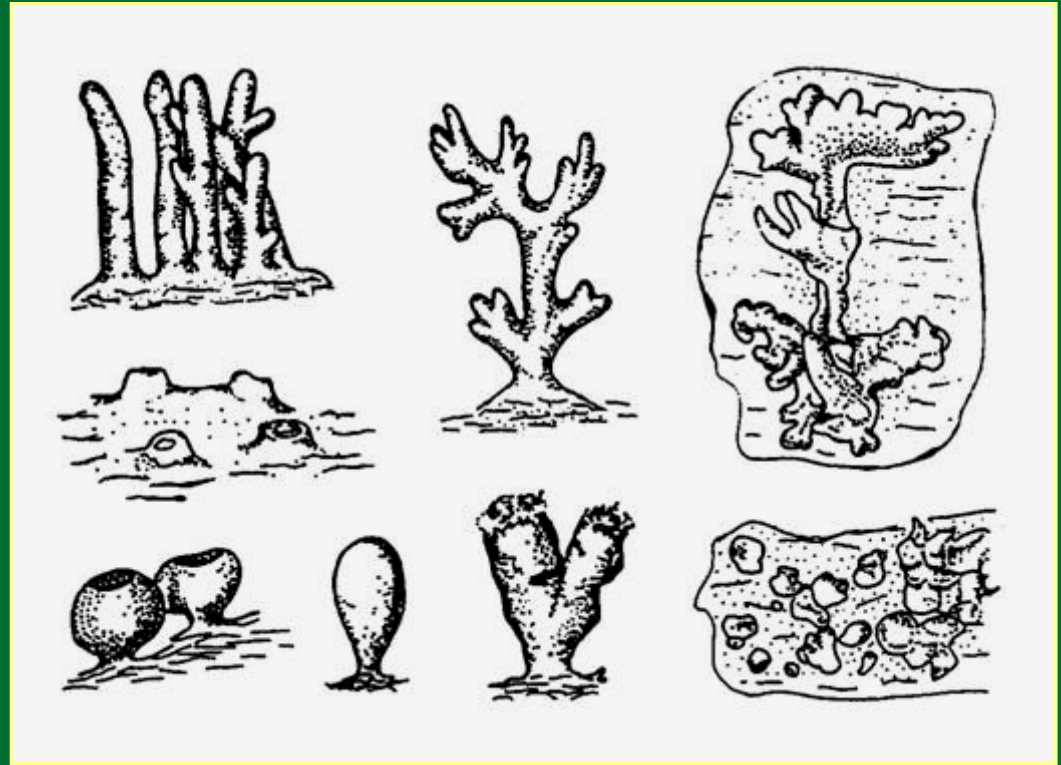
“gömb-”

## Szoredium típusok

3. *izidiumokkal* (a telep felületén található kéreggel borított kinövések)



**Izidium**  
hosszmetszet



**Különféle alakú**  
izidiumok

- szerte a Földön elterjedtek, szélsőségesen termőhelyeken (pl. sziklák, sivatagok, tundrák) különösen sikeresek
- lassan növekvő, hosszú életű szervezetek
- ellenállnak a kiszáradásnak (poikilohidrikusak), elsősorban fényigényesek
- a zuzmók speciális terméke a zuzmósav, mely a legellenállóbb szubsztrátot is kimarja



- a zuzmók életterei:
  - epifita fajok
    - kéreglakók (*kortikol*)



- áglakók (*ramikol*)



- levéllakók (*epifill*)





- szárazföldi fajok
  - sziklalakók (*szaxikol*)



- talajlakók (*terrikol*)



- elterjedésüket elsősorban az aljzat és a klimatikus tényezők szabják meg
- olyan helyeken tudnak megtelepedni, ahol nincs konkurencia más élőlény részéről
- rendszerezésükben a gombák szaporító szerveit, a telep felépítését, alakját veszik figyelembe
- 20 ezer fajukból hazánkban 900 faj él
- a zuzmókkal foglalkozó tudományág a *lichenológia*

*A zuzmók mesterséges csoportosítása  
(a telep külső megjelenési formái)*

*1. Kéregtelepű zuzmók*

- telepük egész felületével tapadnak az aljzathoz, leválaszthatatlanok



- az aljzat (szubsztrátum) lehet: kőzet, fakéreg, antropogén aljzat
- bizonyos fajok a kőzet vagy fakéreg belsejében élnek
- a telep lehet összefüggő, repedezett (mezőcskés), szemcsés, szemölcsös, szegélyezett, stb.

## *2. Leveles (lombos) zuzmók*

- telepük az aljzatra lazán ráfekvő, könnyen leválasztható
- a telep levélszerű, lapos, dorziventrális, szélein ± felemelkedő
- az aljzat lehet: kőzet, fakéreg, talaj



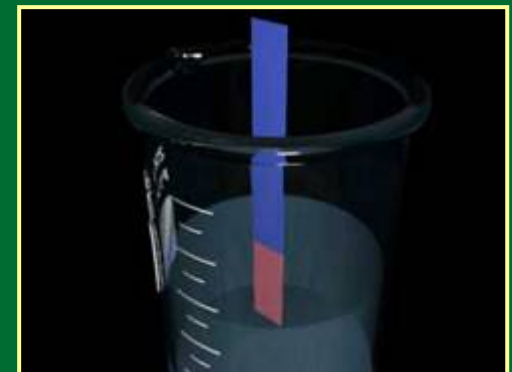
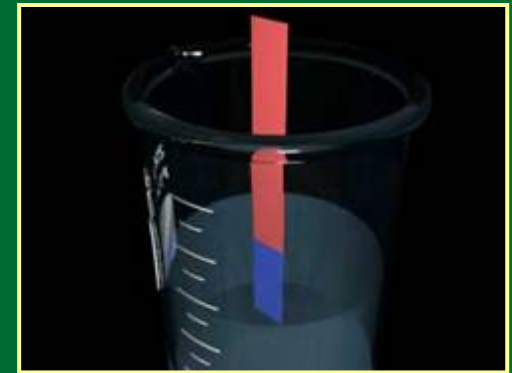
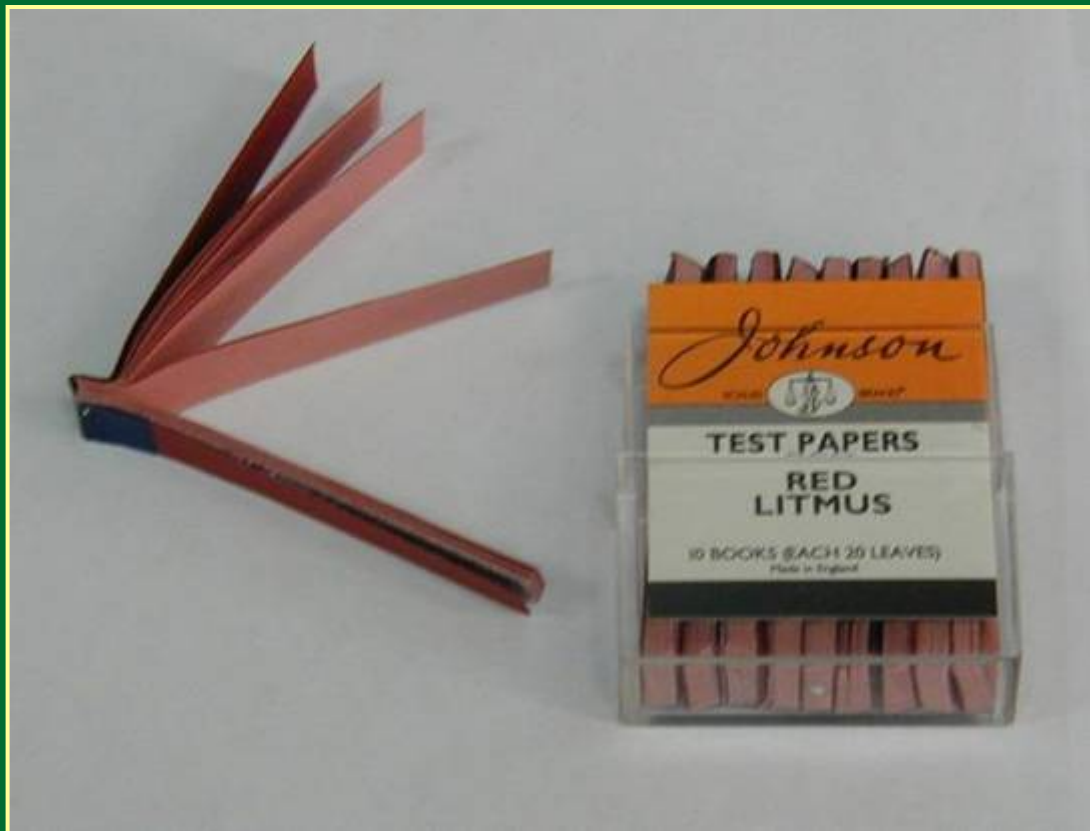
### *3. Bokros zuzmók*

- telepük apró bokrokhoz hasonló, amely nem mindig rögzül az aljzathoz
- a telep sallangos, szalag alakú vagy fonalas, illetve elágazó vagy egyszerű, ill. felegyenesedő vagy lelógó



## *A zuzmók ökológiai jelentősége*

- a zuzmósav antibakteriális hatású
- a lakmusz is zuzmókból készül





- pionír szervezetek (humuszképzés, talajkötés, kőzetmállasztás)
- állati takarmányok (pl. rénszarvas)

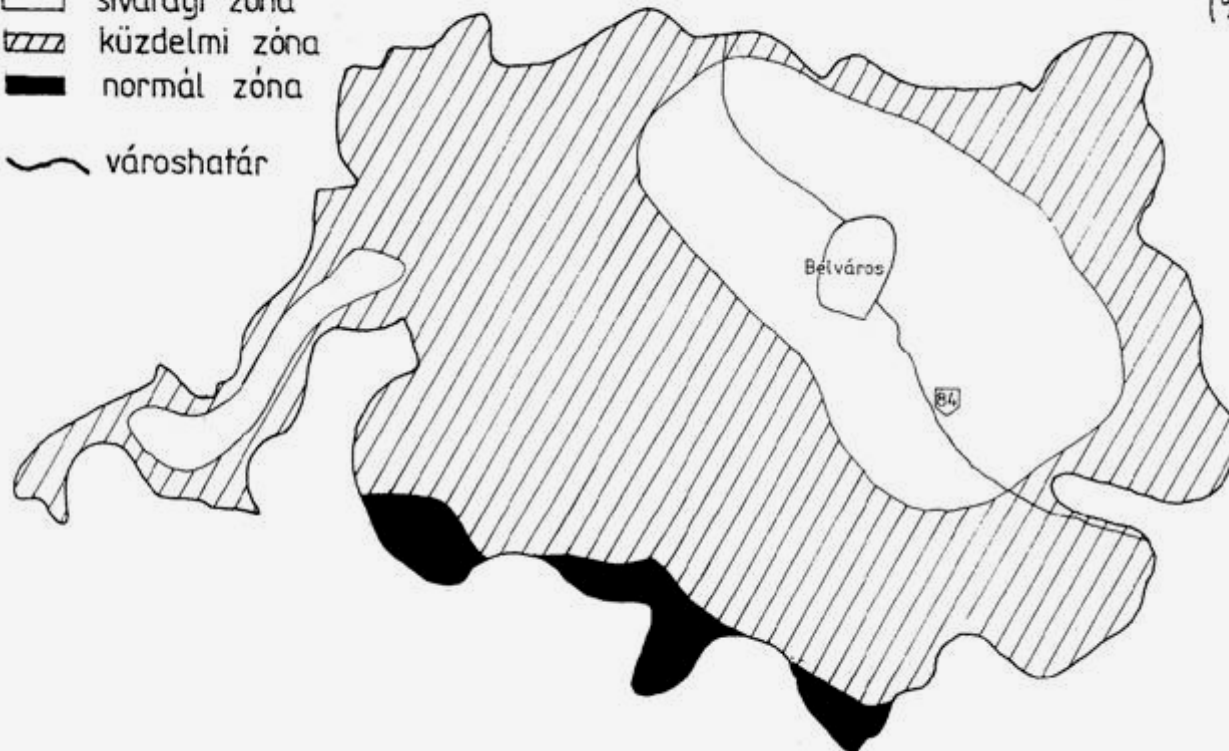


- indikátorok → légszennyeződés (zuzmósivatagok)
- termesztett növényeken közvetve okoznak kárt (élőhelyek más kór- és károkozók számára)

## SOPRON ZUZMÓTÉRKEPE

- sivatagi zóna
- ▨ küzdelmi zóna
- normál zóna
- ~ városhatár

Szélirányok évi gyakorisága Sopronban (%)



- műtárgyakat (pl. beton, vakolat, téglá) közvetlenül károsíthatnak
- egykoron bizonyos fajok emberi táplálékként is szolgáltak (mannazuzmók)
- nehézfémeket képesek megkötni



# Zuzmóskála

© Copyright 1992, 1994 by E. Bylinska & P. Sendecki & Z. Dajdok

© Fot. Z. Nawara



## Hogyan alkalmazzuk a zuzmóskálát ?

- ☐ Vizsgáljátok meg a zuzmókról, illetve algákról készült képeket; figyeljétek a formákra, méretekre és színekre.
- ☐ A fákon kutassátok fel a zuzmóelőhelyeket.
- ☐ Hasonlítsátok össze a fákon talált és a képen ábrázolt zuzmókat.
- ☐ Jelöljétek meg a kén-dioxid koncentráció értékét ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$  légtéri levegő), amelynél az állatok talált zuzmók megélenek, valamint a légszennyezettségi zóna számát.
- ☐ Folytassátok a közeli fákon növő zuzmók megfigyelését, így pontosabb légszennyezettségi felmérést készíthettek.

## Mi is az a zuzmóskála ?

A zuzmóskála tulajdonképpen különböző fákgeren lakó alga- és zuzmófajokat ábrázoló képsorozat. Az adott fajok a kén-dioxid érzékenyséjük alapján kerültek kiválasztásra. Kén-dioxid – az ipari létesítmények által egyre növekvő mennyiségben a légtérbe kibocsátott igen káros anyag, amely pusztítja érdeinket. A képeket a szennyezettségi zónáknak megfelelően állítottuk sorba. Szennyezettségi zóna egy adott kén-dioxid koncentráció mellett előfordulnak zuzmófajokkal is jellemezhető terület.

A zónákat – 0 tól 7-ig – a kén-dioxid koncentráció maximális értéke határolja be, amely koncentráció mellett a zuzmók előfordulnak (magasabb zóna számhoz – alacsonyabb  $\text{SO}_2$  koncentráció tartozik). A skála alkalmazásával bárki könnyen becsülheti a környezet szennyezettségét.

A skála hasznos eszközhöz bizonyul a tanárok, diákok és a környezetvédelmi oktatásban érdekeltek számára (iskolák, NGO-k). A skálán a közép-európai régióra jellemző zuzmófajok találhatók.

## Különleges élőlények

A zuzmók különleges élőlények, mivel két különböző, együttélő organizmusból (élőlényből) állnak: algából és gombából. Ez a szimbiózis lehetővé teszi, hogy a zuzmók csupasz sziklákon, fákon, kerítéseken, sőt, akár házfalakon is megélejenek. A gomba vízzel és ásványi anyagokkal táplálja az algát, így biztosítva életbenmaradását. Cserébe az alga, fotoszintetikus képességeinek köszönhetően szerves anyagokat állít elő, amelyek tápanyagként szolgálnak mindkét növény számára. A zuzmók képesek közvetlenül a levegőből is tápanyagokhoz jutni, többek között a porban és gázokban lévő anyagokat is felveszik, így elnyelve a zuzmótelepen felhalmozódott mérgező anyagokat. A zuzmók magukba gyűjtik a légtéri szennyeződések, így módon alkalmasak a légszennyezettségi szint mérésére (biomonitoring); előnyük, hogy a növekedéshez nincs szükségük talajra, esővízen is megélenek.

## Zuzmózónák

- ZÓNA 0 – Az első zóna – vagy „zuzmósvatag”. Sem alga, sem zuzmó nem él meg ezen a területen. A kén-dioxid koncentráció itt magasabb, mint  $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- ZÓNA 1 – Az 1 zónában olyan algák találhatók (pl. *Desmococcus*), amelyek sokkal ellenállóbbnak bizonyulnak az  $\text{SO}_2$  – vel szemben, mint a zuzmók. Alacsonyabb  $\text{SO}_2$  koncentráció mellett megjelennek a szennyezést legjobban tűrő kéregzuzmók (pl. *Lepraria*, *Lecanora*).
- ZÓNA 2 3 – A 2. és 3. zónákat „küzdőzónáknak” nevezik – küzdelem a túlélésért a szennyezett környezetben.
- ZÓNA 4 5 – A 4. és 5. zónákban leveles zuzmók (*Hypogymnia*, *Parmelia*) találhatóak.
- ZÓNA 6 7 – A 6. és 7. zónákban – a legalacsonyabb  $\text{SO}_2$  koncentráció mellett – megélenek a bokros zuzmók (*Evernia*). Ezek a szennyezést legkevésbé tűrő zuzmófajok. A 7. zónában találjuk a legérzékenyebb és a legritkábban előforduló zuzmókat – a bokros zuzmók különböző fajait – pl. *Usnea*.



A „Zuzmóskála” készítői: dr. Ewa Bylinska és az „Environment Aid” csoport: P. Sendecki, Z. Sendecka, Z. Dajdok, Z. Nawara  
Instytut Botaniczny U.W., ul. Kanonia 6/8, 50-328 Wrocław, tel. 22-86-14



**Izlandi zuzmó**



**Tölcéséres zuzmó**



**Tölgyfazuzmó**



**Rénszarvaszuzmó**





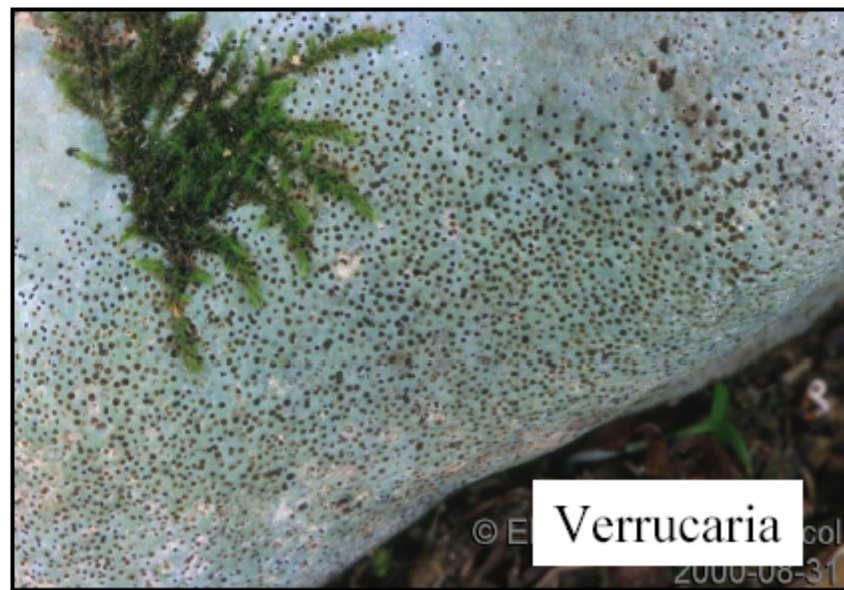
Írászuzmó



Térképszuzmó



Xanthoria sp



Verrucaria



Szakállzuzmó



szakállzuzmó



Hypogymnia

Tüdőzuzmó/  
Lobularia



# Mohák - *Bryophyta*





Kezdetleges hajtásos növények

Evolúciós zsákutca!

Ivaros szaporodás, nemzedékváltkozás

Májmohák

Lombos mohák

tőzegmohák

valódi lombos mohák

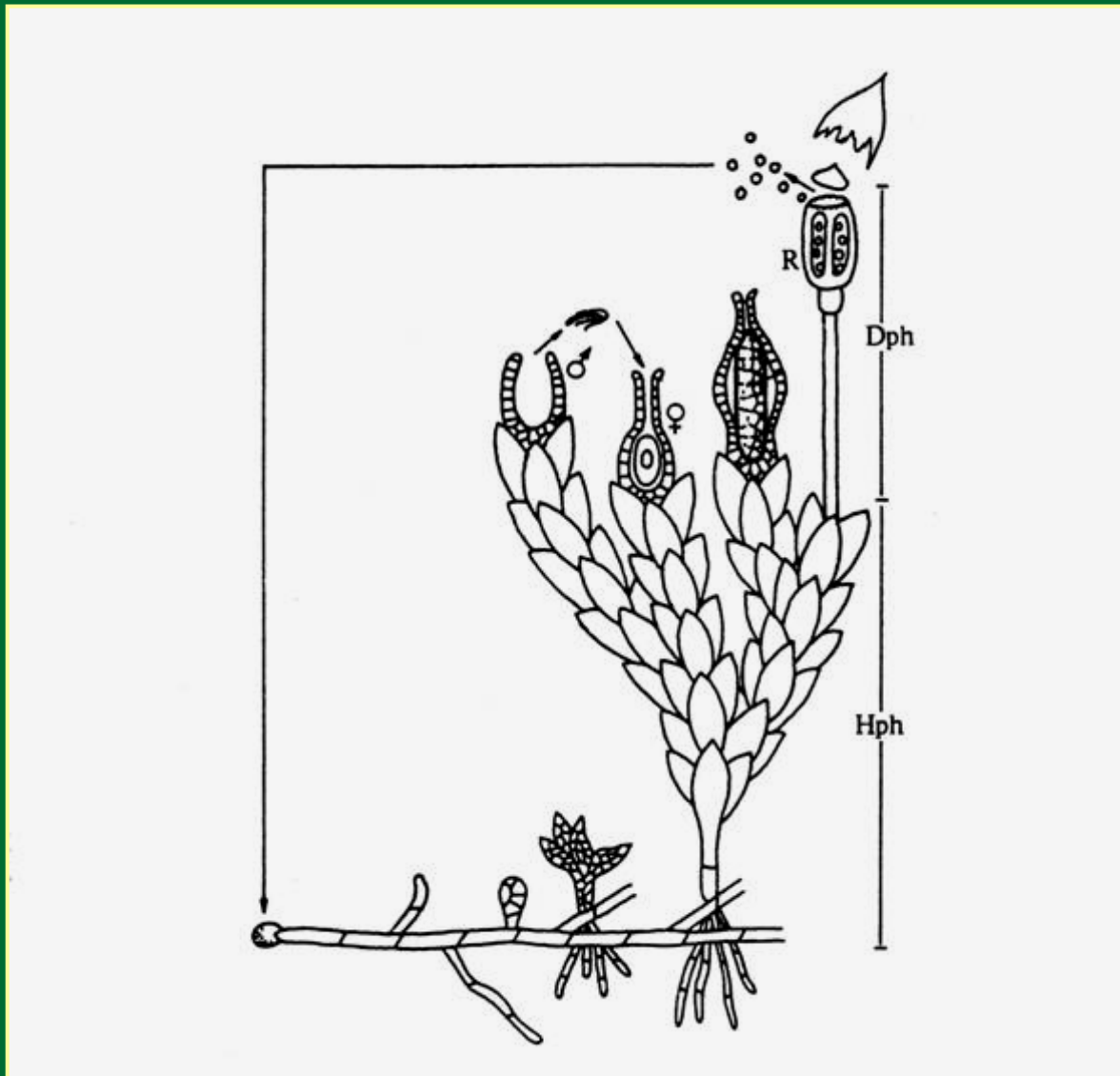
**Marchantia polymorpha/csillagos májmoha**



- életciklusuk: spóra (haploid) → fonál- vagy lemezszerű protonéma → mohanövényke → archegónium + antheridium (kétstoros spermatozoida) → zigóta → sporogónium (toknyél + spóratartó tok) → spóra

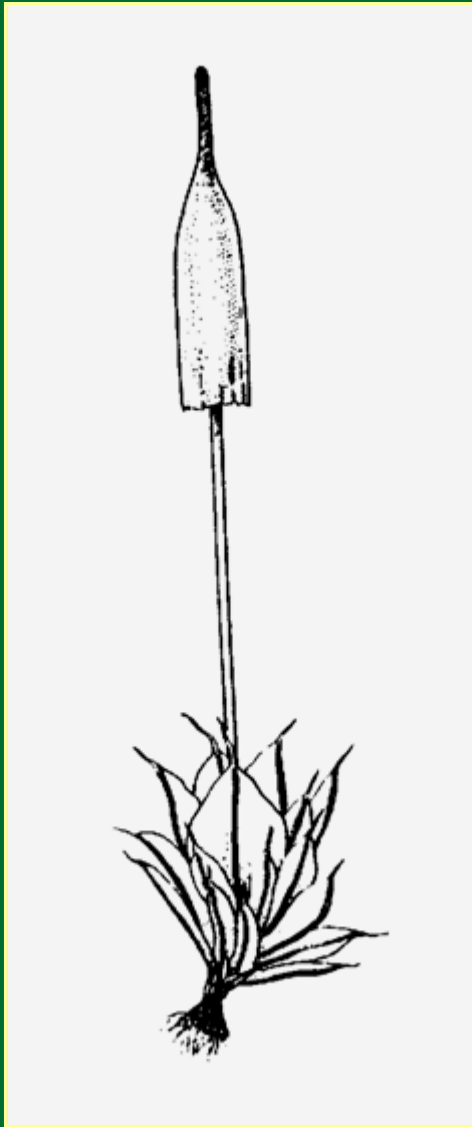


- „nemzedékváltkozás”: gametofiton + sporofiton



Hph: haploid életszakasz; Dph: diploid életszakasz; R: redukciós osztódás

- gyökereik nincsenek, helyettük csak rhizoidok vannak



- testük vagy telepszerű, vagy szár- és levélszerű képletekre tagolódik



- gyakori a vegetatív szaporodás (feldarabolódás, sarjmorzsák, sarjsejtek) is
- a mohanövénykéek rendszerint sűrűn, párnaszerűen tömörülnek



- mintegy 23 ezer fajukból 600 él hazánkban
- a mohákkal foglalkozó tudomány a *bryológia*

# 1. o: Májmohák - *Hepaticopsida* (*Hepaticae*)

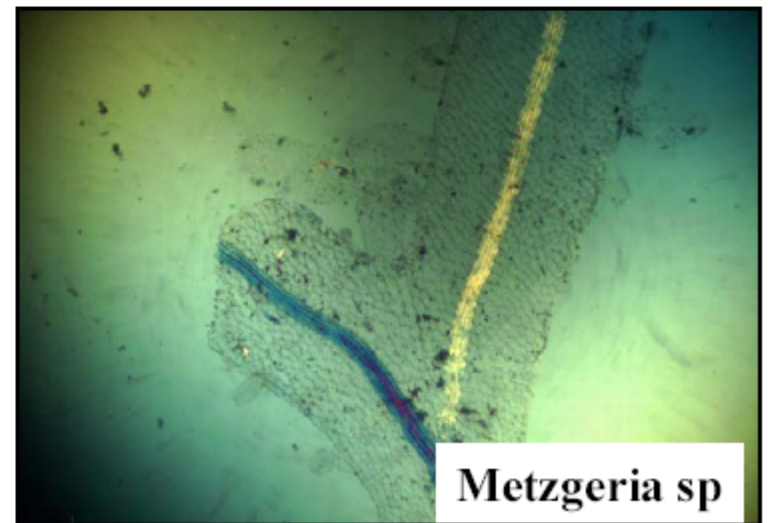
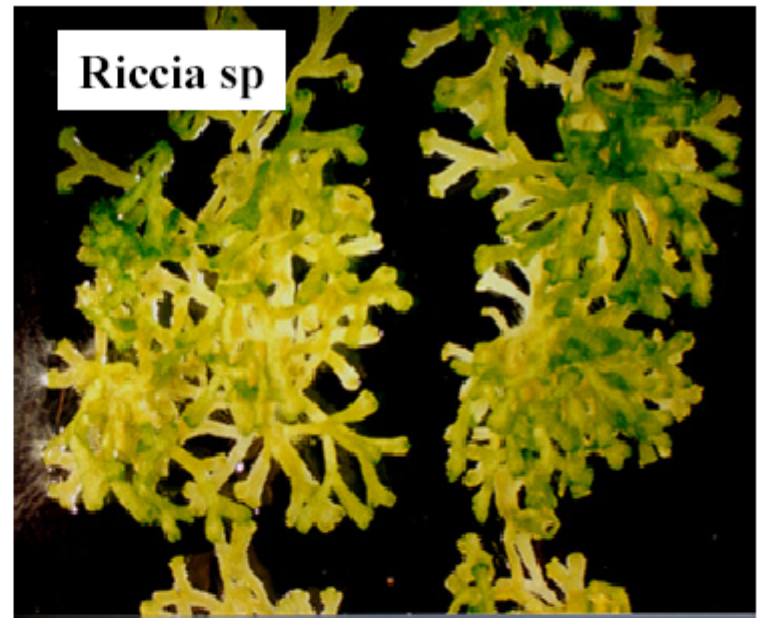


- dorziventrális telepű növények
- a protonemából egy növény fejlődik
- a test lehet leveles vagy telepes (leveles és telepes májmohák)





# Májmohák



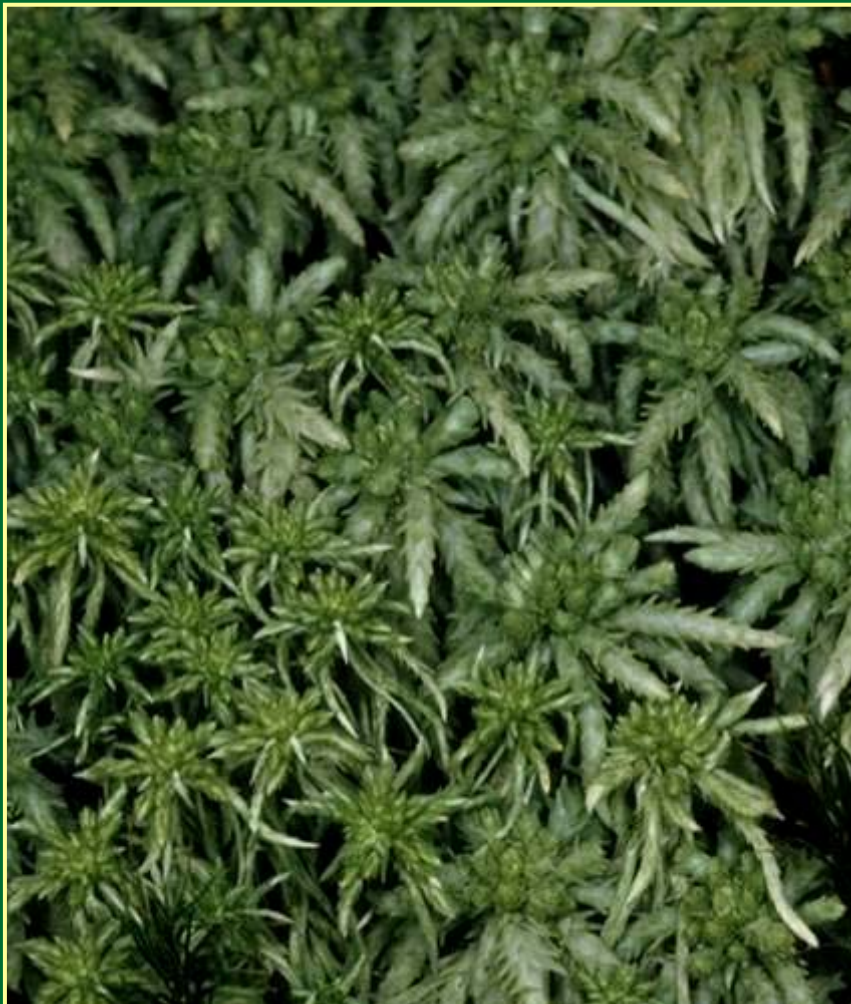
## 2. o: Lombosmohák - *Bryopsida (Musci)*



- a gazdagon elágazó protonemán sűrűn egymás mellett állnak a mohanövénykéék
- a növénykéék mindig levelesek, radiális szimmetriájúak
- spóraszóró fonalak nincsenek
- a levélkének van középere általában
- a rhizoidok többsejtűek, elágaznak

## 1. ao: Tőzegmohák - *Sphagnidae*

- száruk dúsan elágazik, sápadt zöld színűek, víztartó sejtjeik vannak



- lápos helyeken nőnek → tőzeget képeznek
- hazánkban 20 fajuk él, védettek



# Tőzegmohafélék



## 2. ao: Valódi lombos mohák - *Bryidae*

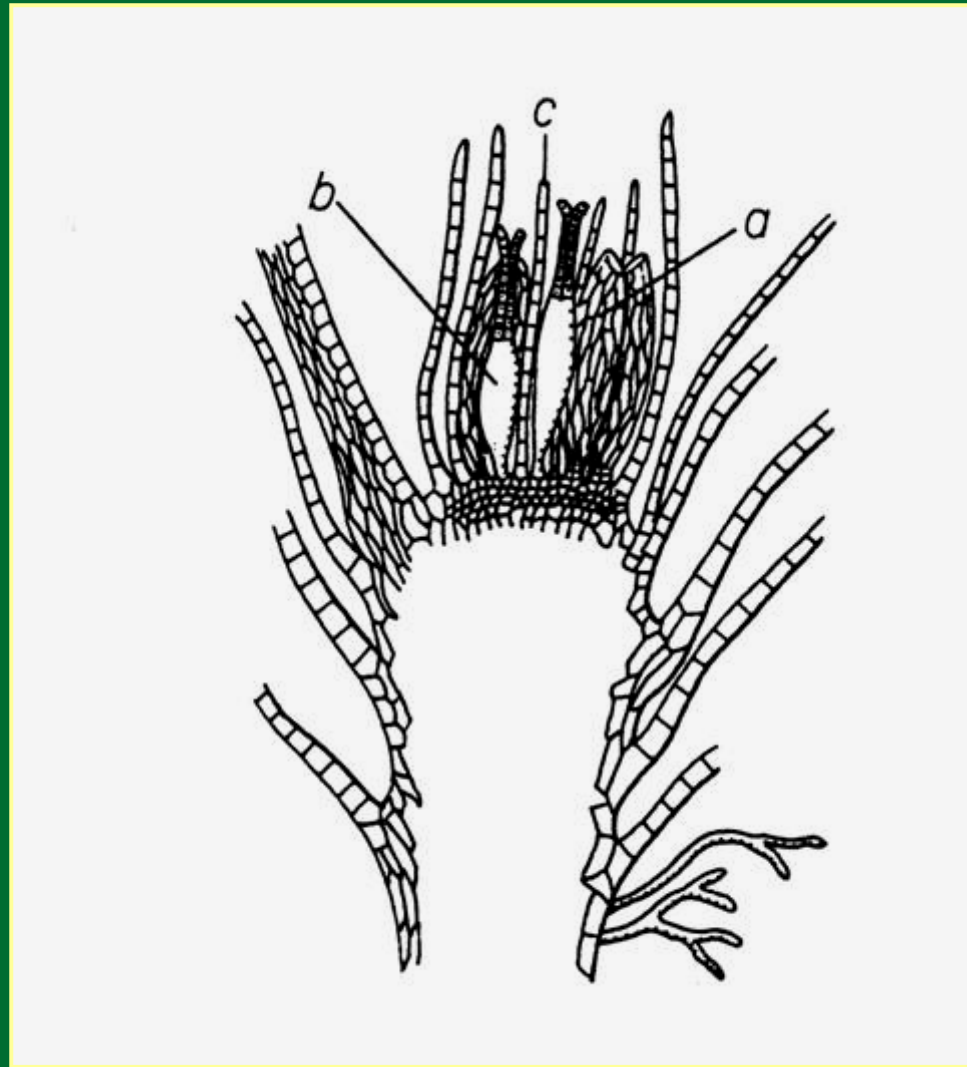
- élénkzöld növények, elfekvő (oldalt termő) vagy felálló (csúcson termő) száracskákkal



- a sporogónium részei: talp, nyél, spóratok (tokfedő + fogacskák), süveg







**Egylaki lombosmoha (*Bryum bimum*) ivarszervei a szár csúcsán**  
a: antheridium; b: archegónium; c: meddő támasztófonal (paraphysis)

*Tortula ruralis* / háztetőmoha



*Leucobryum glaucum* / ezüstös vánkospoha





© Ciprusmoha



© Fácskamoha



Szőrmoha



Szőrmoha gametofiton

## *A mohák ökológiai jelentősége*

- határozott termőhelyi igényük van, ragaszkodnak az aljzathoz

### **epiphyta mohák**

– kéreglakók (*kortikol*)

– áglakók (*ramikol*)

– levéllakók (*epifill*)

### **vízi mohák**

### **szárazföldi mohák**

– talajlakók (*terrikol*)

– humuszlakók (*humikol*)

– sziklalakók (*szaxikol*)

– tőzeglakók (*turfikol*)

- sejtfaluk általában hemicellulózból épül fel → könnyű vízáttjárhatóság
- levélkéik többnyire egyetlen sejtsorból épülnek fel
- poikilohidratúrs növények (gyors vízfelvétel - gyors vízleadás) → latens állapotba kerülhetnek
- szélsőséges termőhelyeken (pl. sziklák, futóhomok, magashegységek, sarkvidékek) pionír szerepet töltenek be a zuzmókkal együtt
- mohapárna jobban véd a párolgás ellen
- szárazanyagtömegük 2-15-szörösére is megduzzadhatnak

- a hirtelen leeső csapadékot gyorsan elraktározzák
- az erdők mohaszintje fontos víztároló
- elterjedési területük rendszerint nagy → sok a kozmopolita faj
- talaj- és klímajelzők
- indikátorok (pl. kortikol fajok a légszennyeződést jelzik)
- tőzegképzők (*Sphagnum* fajok)
- állati táplálékok (pl. rénszarvasok)
- egyes fajok nehézfémeket (pl. rezet) jeleznek