

***INTRODUZIONE ALLA BRIOLOGIA E AL
BIOMONITORAGGIO AMBIENTALE.***

AGR0312

CdL Scienze Forestali ed Ambientali

A.A. 2022/23

Docente: Prof. C. Colacino (SAFE)

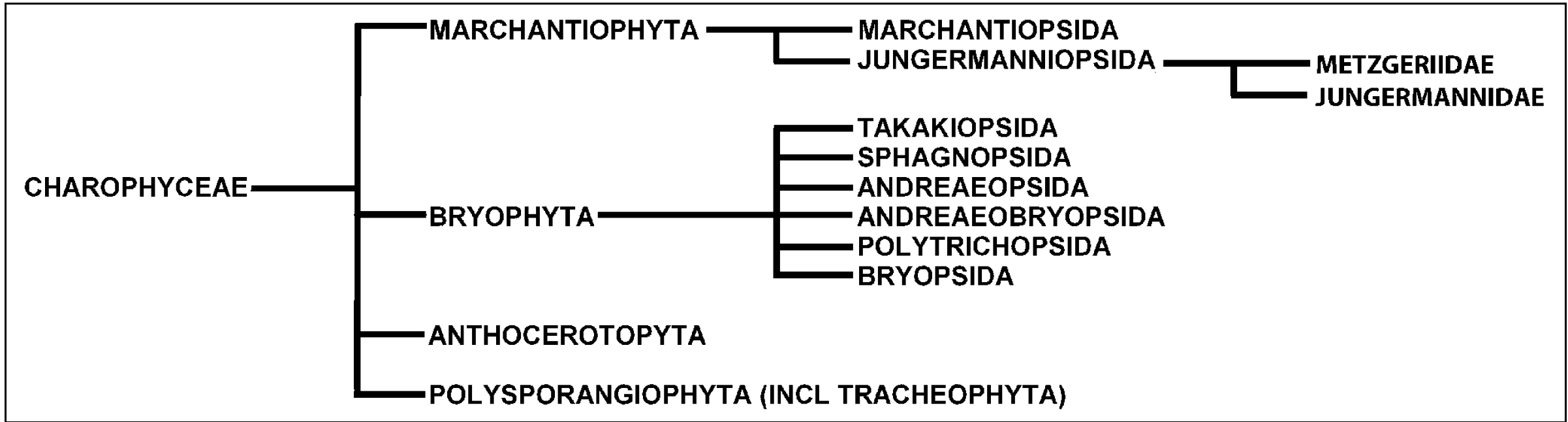


Figure 29. Schematic representation of the **Bryobiotina** phyla and classes related to other members of the Plant Kingdom (**Polysporangiophyta**), based on Shaw & Goffinet 2000.

Figure e parte del testo tradotto da Bryophyte Ecology, Glime

Gruppi non trattati

- Bryophyta – **TAKAKIOPSIDA**: muschi primitivi con molte caratteristiche simili a quelle delle epatiche. Due specie in un genere (*Takakia*); caratterizzati da **capsule** che si aprono a spirale in valve.



Figure 5. *Takakia*. **Left:** vegetative plant of *Takakia lepidozoides* showing filamentous leaves. **Middle:** leafy plant of *Takakia ceratophyllum* with young capsule. **Right:** dehiscent capsule of *Takakia ceratophyllum* showing spiral split and exposed spores. Note single suture that splits, hence a single valve. Photo permissions on left from www.botany.ubc.ca/bryophyte/LAB8.htm; photo in middle from website of the Hattori Botanical Laboratory; photo on right from Ken McFarland, Mosses website, through fair use.

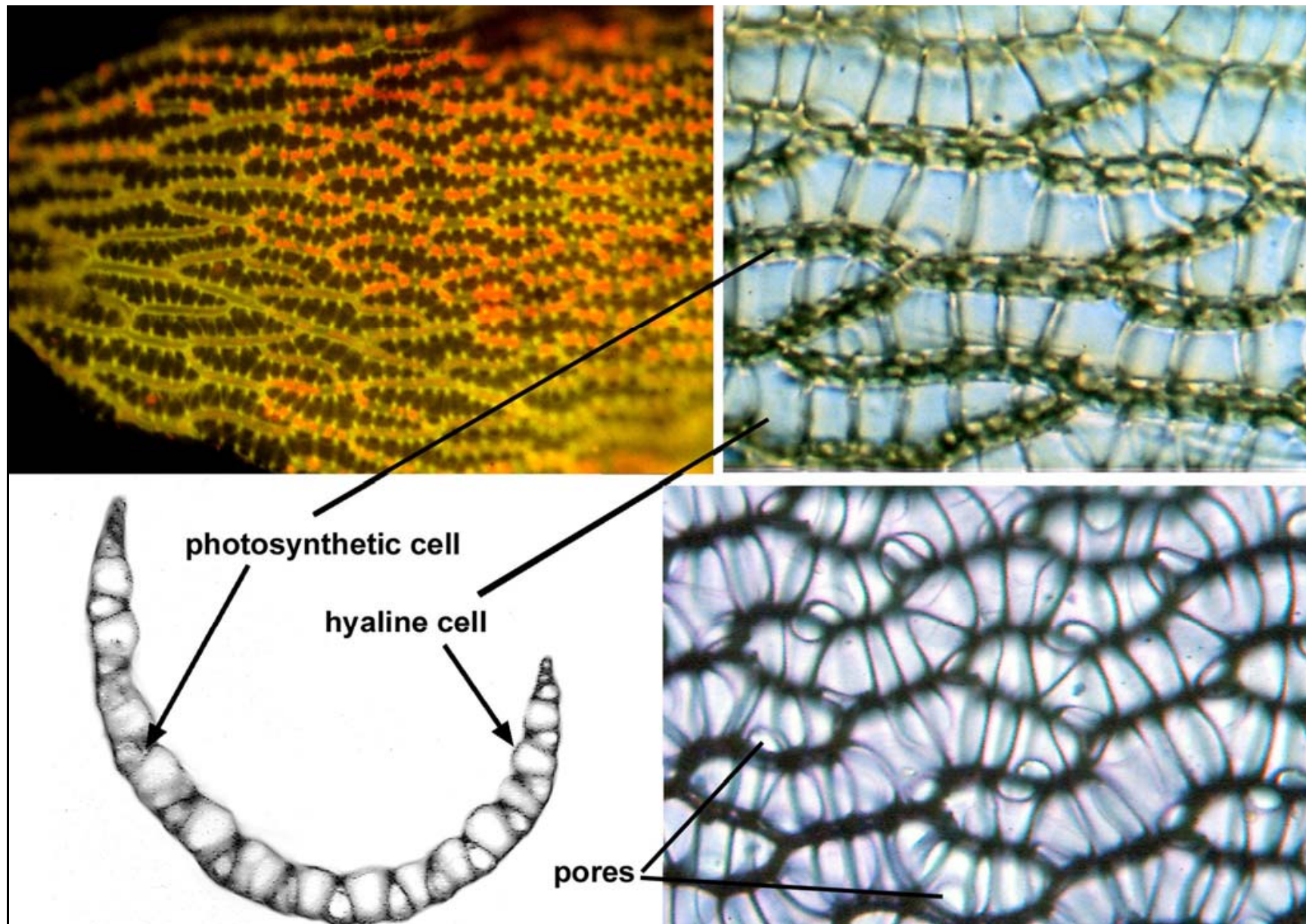
Gruppi non trattati

- Bryophyta –
SPHAGNOPSIDA: molto importanti ecologicamente ma non presenti in Italia meridionale continentale (presenti in Sicilia, Toscana e nord Italia). Per alcuni un gruppo indipendente rispetto alle briofite s.s.



Figure 1. *Sphagnum papillosum* with capsules. Photo by Janice Glime.

SPHAGNOPSISIDA



BRYOPHYTA : ANDREAEOPSIDA, ANDREAEOBRYOPSIDA, POLYTRICHOPSIDA

ANDREAEOPSIDA – Muschi del granito

In climi freddi, su rocce silicee, un solo genere ma con circa 100 specie.

Tipicamente nerastri o rossastri, fragili e piccoli (Figura 1). Facilmente riconoscibili, strofinando la mano su di essi restano frammenti attaccati alla mano, cosa potenzialmente utile per la dispersione. Foglie unistratificate (Figura 2), in alcune specie con ispessimento al centro formando una costa. (Figura 3).

Protonema talloide.

Importante ecologicamente, *Andreaea* is autoico (con anteridi e archegoni in gruppi separati sullo stesso individuo); Figura 5- Figura 7).



ANDREAEOPSISIDA

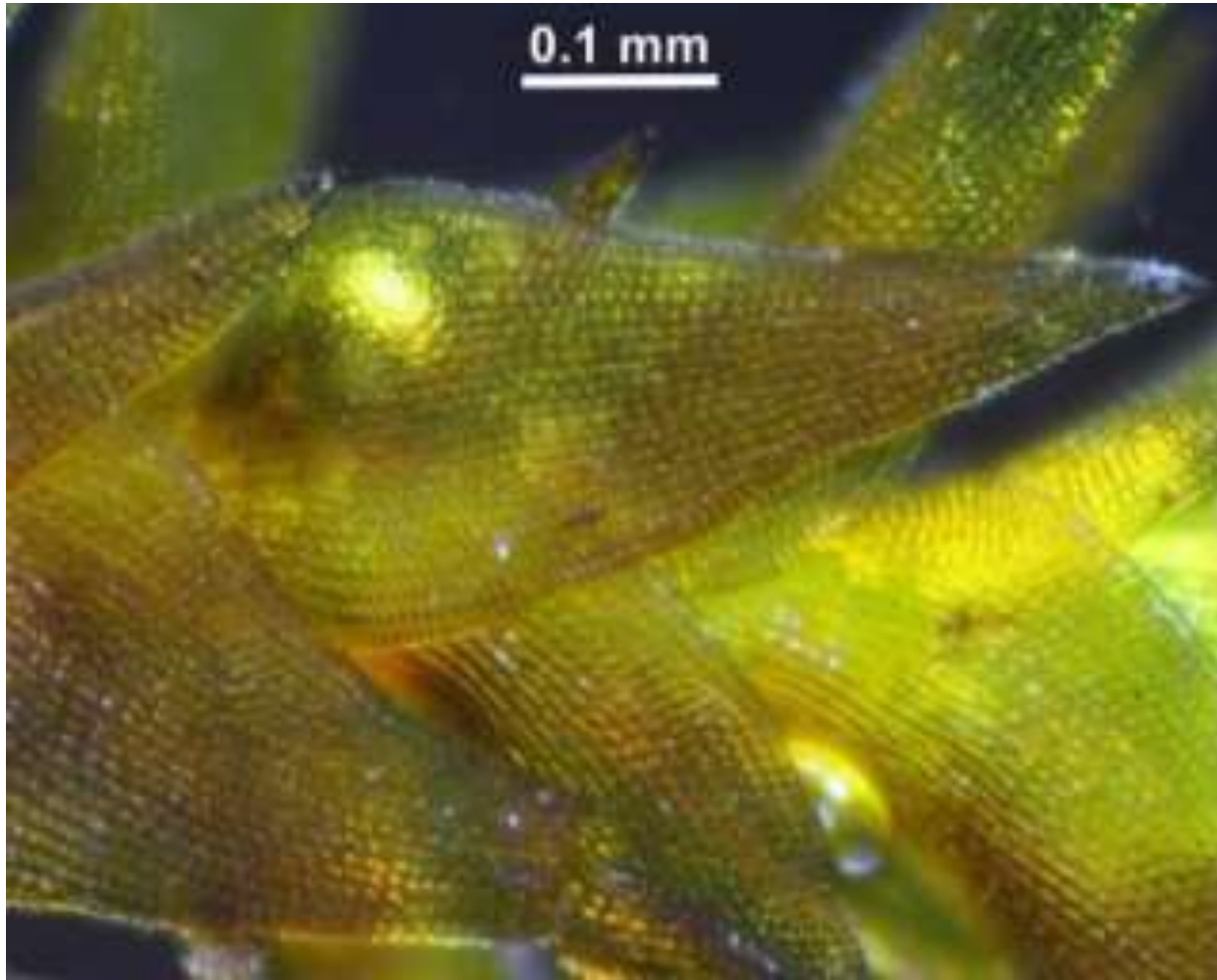


Figure 2. *Andreaea mutabilis* leaves with no costa. Photo by Tom Thekathyil, with permission.

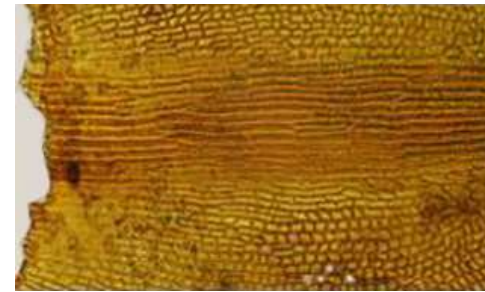


Figure 3. *Andreaea subulata* leaf showing costa. Photo by Tom Thekathyil, with permission.

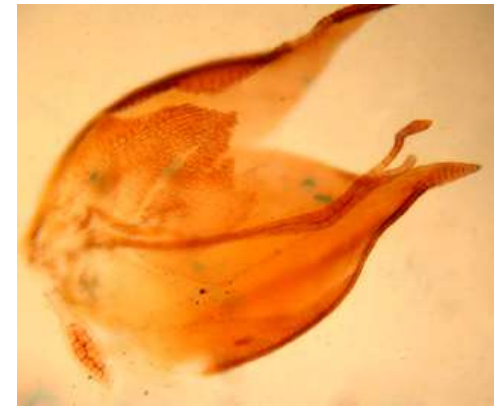


Figure 6. *Andreaea nivalis* perigonium crushed to reveal paraphyses. Photo from website of Botany Department, University of British Columbia, with permission.

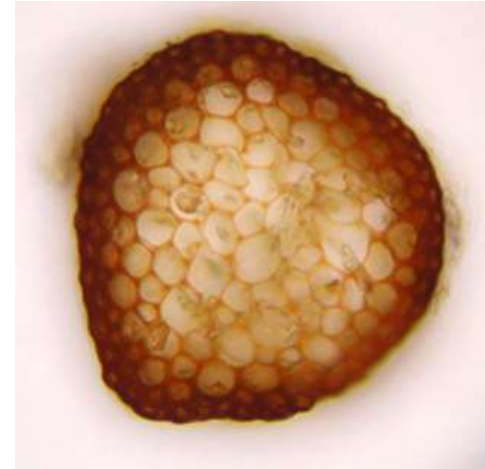


Figure 4. *Andreaea* stem cross sections. Photo from website of Botany Department, University of British Columbia, with permission.

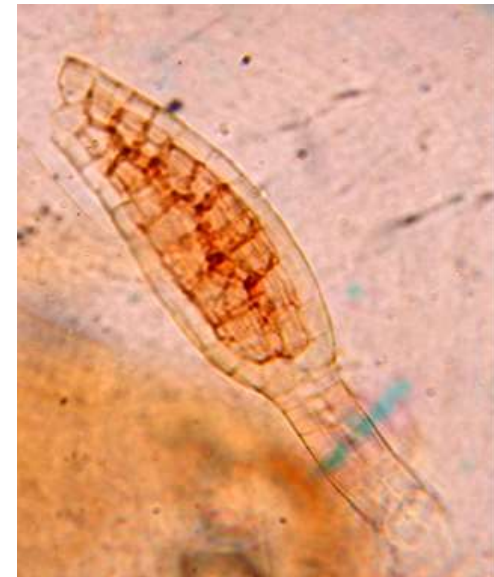


Figure 7. *Andreaea nivalis* antheridium. Photo from website of Botany department, University of British Columbia, with permission.



Figure 5. *Andreaea nivalis* perigonium. Photo from website of Botany department, University of British Columbia, with permission.

The capsule is reminiscent of liverworts, opening in **four valves**, but having the tips remaining **attached** to each other, making it look like those paper lanterns we made as children for Halloween (Figure 8). Unlike the liverworts, it **lacks elaters**. And unlike most liverworts and Bryopsida, it **lacks a seta** and has a gametophyte **pseudopodium**, a character in common with **Sphagnopsida**, a stalk produced at capsule maturity from the gametophyte tissue.

ANDREAEOPSIDA

La capsula ricorda quella delle epatiche e si apre in quattro valve, ma con le parti terminali che restano attaccate tra loro, facendola somigliare ad una lanterna cinese (Figura 8). A differenza delle epatiche non presenta elateri. Diversamente dalla maggior parte di epatiche e Bryopsida non presenta una seta e ha uno pseudopodio, un carattere in comune con Sphagnopsida, uno stelo prodotto alla maturità della capsula da tessuto del gametofito.



Figure 8. *Andreaea rupestris*, Class **Andreaeopsida**, gametophyte with sporophyte showing four valves of capsule and pseudopodium of gametophyte. Photo by Janice Glime.

ANDREAEOBRYOPSIDA

Anche questa classe comprende un solo genere, *Andreaeobryum* (Figura 9), che era stato considerato parte delle Andreaeopsida e recentemente separato. Si differenzia per essere dioico (anteridi e archegoni su individui differenti) e per avere una seta. La caliptra è piú grande e copre la capsula, la capsula è valvata, ma a differenza di Andreaeopsida, l'apice è eroso e le valve sono libere. La distribuzione è limitata al Canada nord-occidentale e l'adiacente Alaska, dove cresce su rocce calcaree.



Figure 9. *Andreaeobryum macrosporum* with valvate capsules. Photo from Biology 321 Course Website, UBC, with permission

POLYTRICHOPSIDA

- Le Polytrichopsida presentano specie dioiche, un carattere considerato primitivo, con specie monoiche (tipiche delle Bryopsida) generalmente derivate dal raddoppiamento del numero cromosomico (poliploidia). Parimenti, i denti nematodonti del peristoma (con pareti cellulari ispessite uniformemente e cellule morte intere senza pareti erose, Figura 10) delle Polytrichopsida sembrerebbero essere uno sviluppo che precede lo sviluppo dei denti artrodonti delle Bryopsida.

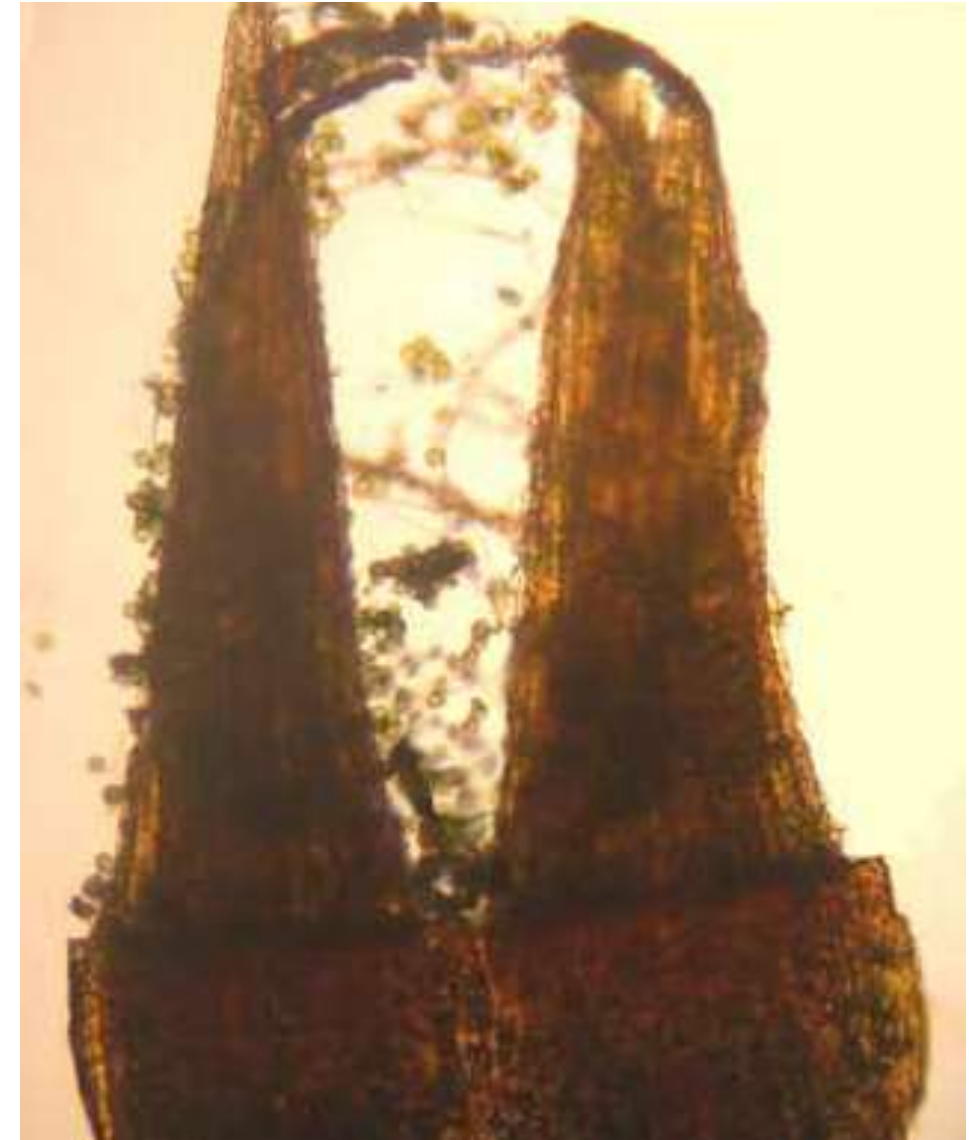


Figure 10. Nematodontous peristome teeth of *Tetraxis pellucida* (Polytrichopsida). Note the separation at the tips. Photo from Biology 321 Course Website, UBC, with permission.

POLYTRICHOPSIDA

- Tutte le Polytrichopsida presentano uno sporofito con seta allungata, che sostiene una capsula opercolata con peristoma e una columella colonnare, caratteri più avanzati che in Sphagnopsida ma tipici delle Bryopsida. Le spore sono prodotte per meiosi in un singolo eventi nel tessuto sporogeno che circonda la columella (Figure 11e 12).



Figure 11. Cross section of immature *Polytrichum* capsule showing sporogenous tissue. Photo by Janice Glime.

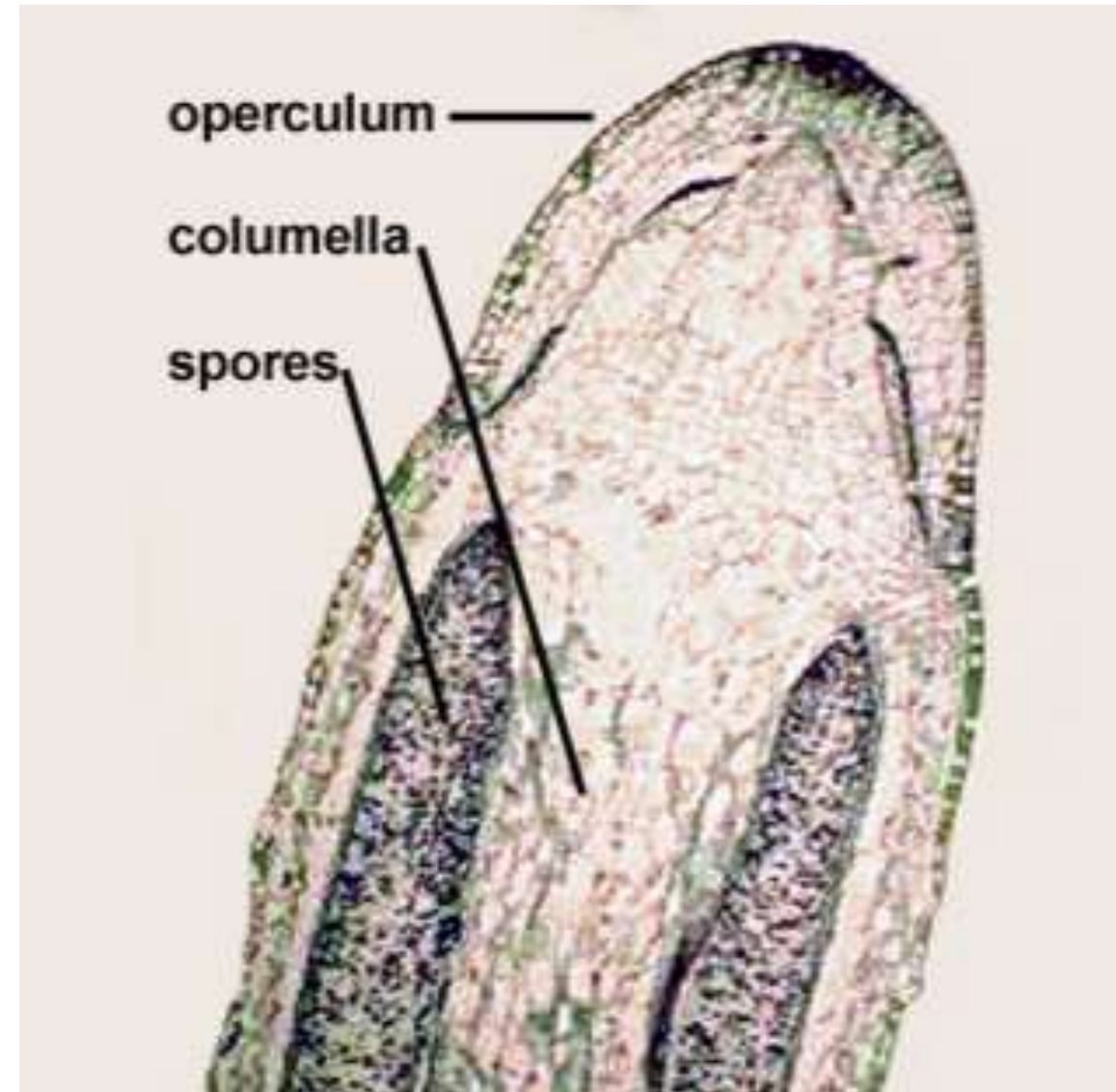


Figure 12. Longitudinal section of *Polytrichum* capsule. Photo by Janice Glime.

POLYTRICHOPSIDA

- Il gametofito è spesso molto specializzato, essendo caratterizzato da caulidi con un filamento centrale, raggiungendo il massimo di sviluppo nelle Polytrichaceae (Figura 13), con presenza di idroidi (cellule conduttrici di acqua) e leptoidi (cellule conduttrici di zuccheri). I fillidi della classe sono tutti costati (con costa - una struttura simile alla nervatura di una foglia; Figura 14).

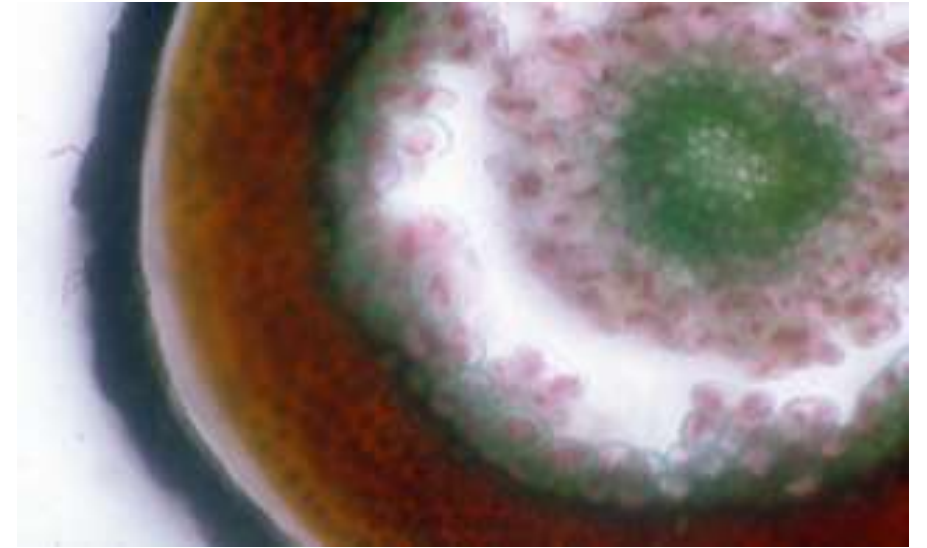


Figure 13. Cross section of a *Polytrichum* stem showing green **hydroids** in center and larger **leptoids** surrounding them. Photo by Izawa Kawai, with permission.



Figure 14. *Tetraphis pellucida* showing leaves with a **costa**. Photo by Des Callaghan, with permission.

POLYTHRICHACEAE



Figure 15. *Dawsonia longifolia* from New South Wales, Australia. Photo by Janice Glime.

- Ha caratteristiche che fanno avvicinare questa famiglia alle tracheofite. Più alte di quanto lo sia un tipico muschio, possono raggiungere quasi mezzo metro di altezza, nel caso di *Dawsonia longifolia* (Figura 15). *Polytrichum commune* (Figura 16) può parimenti raggiungere dimensioni simili, ma con il sostegno di altri individui formando un hummock (struttura a collinetta). Anche nei climi freddi delle Isole Macquarie (tra Nuova Zelanda e Antartide), *P. juniperinum* raggiunge altezze (nello hummock) di 30 cm.

POLYTRICHACEAE

- Le Polytrichaceae mostrano una complessità insolita con i loro fillidi con lamelle; Figura 21) con una struttura interna che ricorda quelle delle foglie di acero. In effetti, nel genere *Polytrichum*, alcune specie hanno la porzione esterna della lamina ripiegata sulle lamelle (Figura 24), formando una camera interna che assomiglia a mesofillo a palizzata circondato da epidermide. La cuticola (in questo caso, un rivestimento ceroso, idrofobo, sulla superficie esterna della foglia) di *Polytrichum* è più sviluppato che nella maggior parte delle altre briofite, e *Polytrichum* sembra in effetti respingere l'acqua dalle sue foglie piuttosto che assorbirla (Figura 23), un fenomeno che può impedire che gli spazi tra le lamelle vengano saturati di acqua bloccando l'accesso della CO_2 ai cloroplasti presenti al loro interno. I suoi rizoidi non hanno solo la funzione di ancoraggio, ma sembrano anche facilitare i movimenti all'esterno dell'acqua.

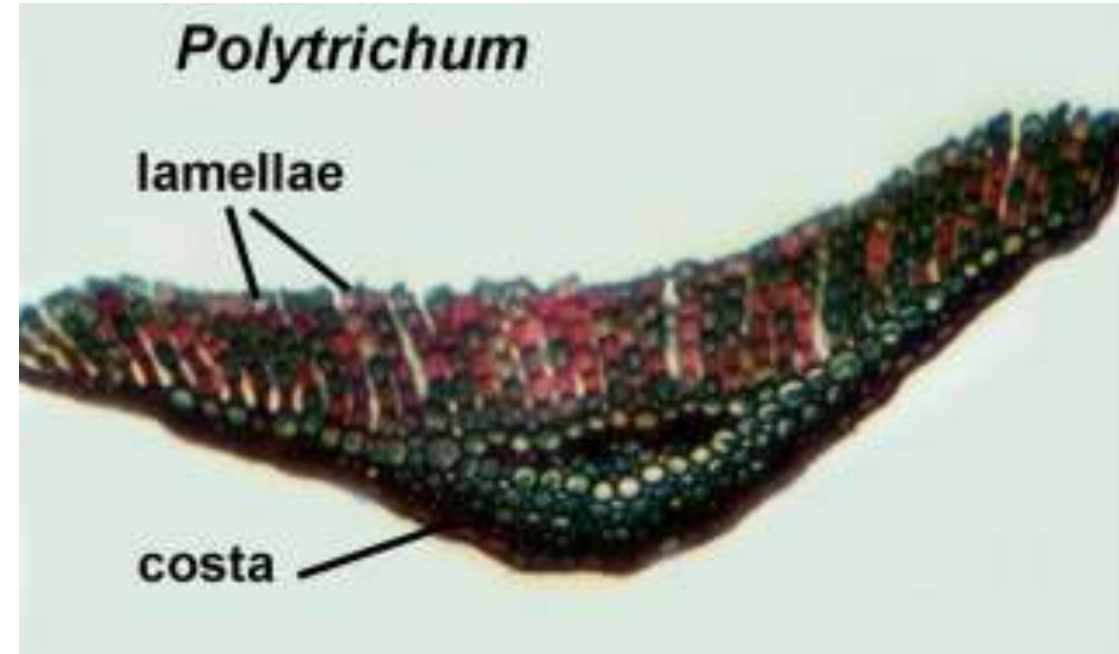


Figure 21. Stained leaf cross section of *Polytrichum* showing vertical lamellae. Photo by Janice Glime.



Figure 24. *Polytrichum juniperinum* leaf cross section showing lamellae and edges of leaf folded over them. Photo by John Hribljan, with permission.

POLYTRICHACEAE



Figure 23. *Polytrichum juniperinum* with waxy leaves and lamina that rolls over the lamellae. Photo by Janice Glime.

ALTRE POLYTHRICHOPSIDA

- Includono la famiglia **TETRAPHIDACEAE** caratterizzata dal peristoma di soli quattro denti nematodonti allungati e dalla presenza di **scífuli** (*Splash Cups*) per la diffusione di gemme vegetative (si tratta di strutture caliciformi, a scodella, con funzione di ausilio alla distribuzione di spermatozoidi o gemme – come in questo caso - mediante spruzzi d'acqua). Altra caratteristica è il protonema di forma ad aletta (flaps).

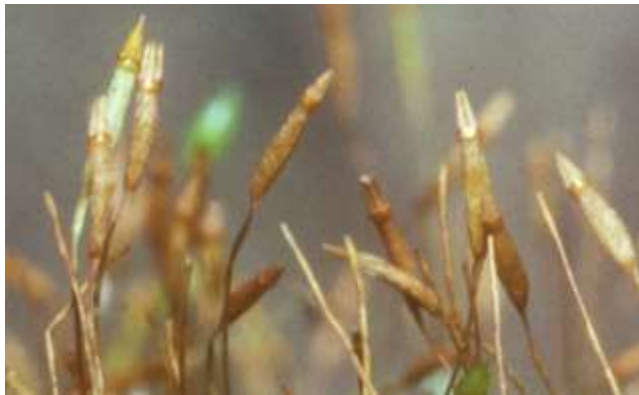


Figure 40. Capsules of *Tetraphis pellucida*, lacking calyptra and operculum (lid), exposing the 4 peristome teeth. Photo by Janice Glime.

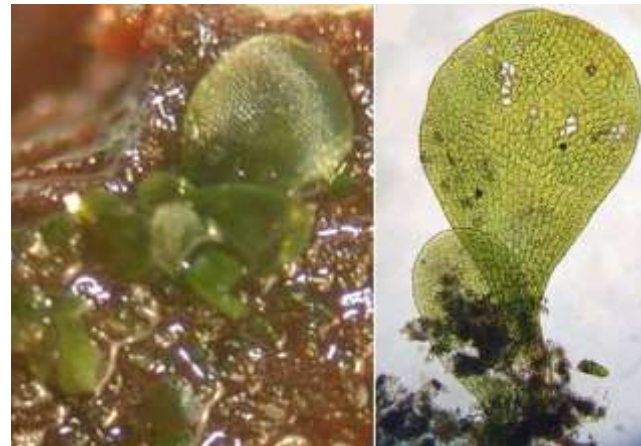


Figure 37. Protonemal flaps of *Tetraphis pellucida*. Photos from University of British Columbia Biology 321 Course Website, with permission.



Figure 36. Gemma cup with gemmae of *Tetraphis pellucida*. Photo by Janice Glime.

ALTRE POLYTHRICHOPSIDA

- Includono la famiglia **BUXBAUMIACEAE** con specie con caratteristiche peculiari quali, mancanza di fusti fogliosi, anteridi e archegonia che si sviluppano direttamente dal protonema, che è persistente, e di conseguenza anche lo sporofito si forma sul protonema. Capsule con denti ma che si aprono formando un'apertura.
- L'interno della capsula di *Buxbaumia* è divisa in camere spugnose, simile al mesofillo spugnoso delle Magnoliophyta. In natura è tipicamente associate a epatiche fogliose nerastre quali *Cephalozia* (Figure 46).
-



Figure 41. *Buxbaumia viridis* sporophyte and protonema. Photo by Bernd Haynold, through Wikimedia Commons.

ALTRE POLYTHRICHOPSIDA - BUXBAUMIACEAE



Figure 46. *Cephalozia bicuspidata*, member of a genus of tiny liverworts that often occur with *Buxbaumia aphylla*. Photo by Kristian Peters, through Wikimedia Commons.



Figure 43. Unopened capsule of *Buxbaumia aphylla*, illustrating the flat side with a beaked operculum that has earned it the common names of bug-on-a-stick and Aladdin's lamp moss. Note the absence of a leafy gametophyte. Photo by Michael Lüth, with permission.

ALTRE POLYTHRICHOPSIDA

- Includono la famiglia **DIPHYSCIACEAE**
- *Diphyscium* è presente per la maggior parte nell'emisfero nord. I suoi tre generi sono stati recentemente ridotti ad uno solo, questo presenta una capsula asimmetrica (Figure 51- 53 - 54) simile a quella di *Buxbaumia* e mancante di un fusto foglioso femminile eccetto per le foglie pericheziali (Figura 54), la piante maschile invece presenta foglie grandi e nastriformi (Figure 47- 48 - 51). L'apertura della capsula è molto piccola ed i denti ne sporgono come un ciuffo di capelli (Figura 54). Le foglie pericheziali sono insolite, presentando una lunga costa escorrente e spesso sono fimbriate ai margini (Figure 53-54).
-



Figure 47. Male plant of *Diphyscium foliosum* showing strap-shaped leaves. Photo by Hermann Schachner, through Creative Commons.



Figure 48. Leaf of male plant of *Diphyscium foliosum* showing weak costa and rows of cells. Photo by Hermann Schachner, through Creative Commons.

ALTRE POLYTHRICHOPSIDA - **DIPHYSCIACEAE**



Figure 51. *Diphyscium foliosum* female plants with young sessile capsules surrounded by perichaetial leaves. These are clumped here among male plants with green, strap-shaped leaves. Photo by Janice Glime.



Figure 53. Capsules and perichaetial leaves of *Diphyscium foliosum*. Photo by Michael Lüth, with permission.



Figure 54. *Diphyscium foliosum* female plant with perichaetial leaves and capsule showing small opening and peristome teeth. Photo by Jan-Peter Frahm, with permission.

Punti principali

Le **Bryophyta** presentano sei classi: **Takakiopsida**, **Sphagnopsida**, **Andreaeopsida**, **Andreaebryopsida**, **Polytrichopsida**, e **Bryopsida**, che differiscono nella struttura della capsula.

I gametofori di **Andreaeopsida**, **Andreaebryopsida**, e **Polytrichopsida** producono archegoni e/o anteridi all'apice e l'embrione si sviluppa all'interno dell'archegonio.

Gli sporofiti restano attaccati al gametofito e producono spore per meiosi. Queste classi, e tutte le Bryophyta, producono spore dallo sporofito **solo una volta**.

Takakiopsida, **Andreaeopsida**, e **Andreaebryopsida** presentano capsule che si dividono in valve, ma mancano di elateri. Le **Sphagnopsida** non presentano valve e hanno un opercolo che è rilasciato al momento del rilascio delle spore, mancano di denti del peristoma. Nelle capsule di **Polytrichopsida** e **Bryopsida**, un opercolo generalmente copre i denti del peristoma che spesso aiutano nel rilascio delle spore, in contrasto con ciò che avviene nelle epatiche laddove la capsula si divide in quattro valve con elateri che facilitano il movimento delle spore.

Le **Polytrichopsida** presentano denti del peristoma nematodonti; le **Bryopsida** hanno i denti del peristoma artrodonti. **Tutte le altre classi di Bryobiotina non presentano peristomi**. Le **Andreaebryopsida** sono **dioiche** (anteridi e archegoni su individui distinti) e posseggono una seta (stelo della capsula), laddove le **Andreaeopsida** sono **monoiche** (anteridi e archegoni sullo stesso individuo) e non presentano una seta.