

Prime osservazioni ultrastrutturali

sul «sistema conduttore» di *Mnium undulatum* Weiss.

Casi di differenziazione interna sono noti per le Briofite; in particolare, per le *Marchantiales* e le *Sphagnales*, vengono ricordate forme di specializzazione di talune cellule parenchimatiche, le quali giocano un importante ruolo per l'accumulo e la circolazione dell'acqua.

Per questo motivo sin dal secolo scorso vari AA. hanno fermato la loro attenzione su questa sorta di «tessuto conduttore» delle Briofite in vista di chiarirne il significato funzionale. Più recentemente tale studio è stato affrontato a livello ultrastrutturale. SMITH (1964, 1966) ha trovato che in alcune Epatiche gli idroidi presentano perforazioni che ricordano le punteggiature delle tracheidi.

Poiché i pareri sulla funzionalità delle «strutture conduttrici» delle Briofite sono da lungo tempo controversi, abbiamo ritenuto opportuno studiare l'ultrastruttura della parete degli idroidi di *Mnium undulatum* Weiss., per vedere se anche nei Muschi si ritrovano quelle stesse perforazioni, descritte da SMITH (1964, 1966) per le Epatiche, che rendono gli idroidi simili alle tracheidi almeno a livello morfologico, anche in considerazione dell'importanza filogenetica connessa a tale problema.

Riferiamo in questa nota i primi risultati delle ricerche condotte su questo argomento.

MATERIALE E METODI

Come primo materiale di studio abbiamo utilizzato il gametofito di *Mnium undulatum* Weiss. in quanto è noto che nel genere *Mnium* è presente un cordone conduttore di soli idroidi.

Inoltre la forma allungata del fusticino della specie prescelta si mostrava particolarmente adatta allo scopo.

Per quanto riguarda la tecnica utilizzata per le osservazioni al microscopio ottico, ci siamo serviti del fissativo Craff I ed abbiamo dovuto apportare al metodo classico delle piccole modifiche (*) al fine di evitare le coartazioni cellulari che si manifestavano, in particolare, nella zona dell'apice. Alla stessa maniera sono stati trattati i frammenti prelevati nella zona mediana del fusticino e nel tratto basale dello stesso, ricco di rizoidi. Il materiale è stato lasciato nel fissativo per 1 h sotto vuoto a temperatura ambiente. Per il resto abbiamo seguito i consueti metodi per l'imparaffinamento ed abbiamo anche effettuato vari quanto inutili tentativi, con appropriati coloranti, al fine di mettere in evidenza un'eventuale presenza di tracce di lignina. A ciò siamo stati indotti dai risultati ottenuti da SIEGEL (1962) il quale, nel corso di prove fatte su *Marchantia*, ha rinvenuto nella parete cellulare degli idroidi tracce di un precursore della lignina: l'eugenolo.

Anche per l'osservazione al microscopio elettronico abbiamo dovuto superare alcune difficoltà di ordine tecnico relative a prove di fissazione e di inclusione. Le osservazioni sono state compiute su serie di sezioni provenienti dalla parte basale, dalla zona mediana e dalla porzione apicale del fusticino.

È stato usato come fissativo il KMnO_4 al 2 % in buffer Veronal acetato a pH 7,4 per 30' a 4° C.

Dopo la fissazione si è proceduto al lavaggio nel tampone di cui sopra e quindi alla disidratazione dei frammenti con una serie di alcoli etilici a concentrazione crescente.

Quale resina includente si è usata l'araldite. I blocchetti, ottenuti per polimerizzazione in stufa a 60° C per 48 h, sono stati sezionati con un ultramicrotomo Ultratome III della LKB.

(*) Riportiamo le percentuali da noi usate:

Acido cromico 2% (in luogo di: 1%): ml 20.

Acido acetico 3% (in luogo di: 1%): ml 75.

Alc. formica 40% (in luogo di: 35%): ml 5.

Abbiamo poi contrastato le sezioni, dello spessore di 400-500 Å, per 5' in acetato di uranile e 15' in citrato di piombo.

Le osservazioni e le microfotografie sono state eseguite utilizzando un microscopio elettronico Siemens Elmiskop 1A.

OSSERVAZIONI

Le sezioni di *Mnium undulatum* Weiss. osservate al microscopio ottico mostrano, a partire dall'interno verso l'esterno:

a) uno strato di tre o quattro file di cellule, a pareti ispessite, denominate stereidi, che costituiscono nel loro insieme un ipoderma di sostegno;

b) sei o sette strati di cellule il cui diametro appare notevolmente maggiore di quello delle stereidi, riunite a costituire un parenchima verde;

c) il centro della sezione è, infine, occupato da un cordone conduttore fatto di una cinquantina di idroidi dalla sezione notevolmente ridotta e sviluppati in lunghezza circa venti volte il diametro. Mancano nella specie da noi studiata i leptoidi. (Tav. I, A).

Osservando a maggiore ingrandimento sezioni trasversali fatte a diversi livelli del fusticino, sono stati notati, sulle pareti delle cellule del parenchima verde ed in maggior misura dell'ipoderma, dei tratti meno ispessiti: in corrispondenza di questi ultimi il microscopio elettronico ha rivelato la presenza di numerose perforazioni anche in zone piuttosto prossime all'apice. La genesi di queste discontinuità appare sempre legata alla presenza di tubuli, derivanti molto verosimilmente da quelle porzioni di reticolo endoplasmatico che attraversano la parete in corrispondenza dei plasmodesmi (Tav. I, B e C).

Per quanto riguarda gli idroidi le osservazioni al microscopio elettronico di sezioni trasversali eseguite a diversi livelli ci hanno consentito di apprezzare le modificazioni che subiscono questi elementi a mano a mano che si passa dalla regione dell'apice alla zona mediana e quindi a quella basale del fusticino.

La differenziazione degli idroidi è caratterizzata dalla progressiva degenerazione del citoplasma il quale appare sempre meno denso. Segni di degenerazione si manifestano anche nei mitocondri che spesso presentano rotture nello strato esterno della doppia membrana limitante e considerevole riduzione e frammentazione delle creste. In conseguenza di ciò appaiono nella massa citoplasmatica numerose vescicole e citomembrane provenienti anche dalla degenerazione dei plastidi, dei dictiosomi, del reticolo endoplasmatico e della membrana del nucleo. Questo, infatti, si modifica progressivamente al punto da non essere più, alla fine, distinguibile in seno al citoplasma (Tav. II, A).

Nel corso di queste osservazioni ci è stato dato di notare, sulle pareti degli idroidi della porzione basale e quindi completamente differenziati, delle perforazioni che le attraversano, mettendo in comunicazione elementi conduttori adiacenti. Tali punteggiature si ritrovano su tutta quanta la parete cellulare (Tav. II, B).

Abbiamo tentato di seguire a maggior ingrandimento ed in sezioni ricavate a diversi livelli la genesi di queste perforazioni descritte finora soltanto per le Epatiche da SMITH (1964, 1966) e da questi appunto denominate punteggiature. Ed anche in questo caso ci sembra di poter concludere che esse si costituiscono in corrispondenza di plasmodesmi, i quali in un primo momento mettono in rapporto i protoplasmici di idroidi adiacenti e successivamente degenerano lasciando canalicoli del tutto pervi (Tav. I, D).

CONCLUSIONI

Da quanto detto in precedenza risulta che idroidi più prossimi alla base del fusticino si presentano del tutto vuoti a maturità e con pareti pervie in moltissimi punti; più in alto, al di sotto dell'apice, gli idroidi non presentano apprezzabili differenziazioni e mostrano soltanto sulle pareti le tracce delle future perforazioni.

Molti AA. negano ai rizoidi dei Muschi la capacità di assorbimento ed agli idroidi la funzione di trasporto delle soluzioni; l'ascesa di queste avverrebbe per capillarità all'esterno del fusticino. Di qui le soluzioni passerebbero nell'ipoderma e quindi nel parenchima verde (BOWEN, 1963a, 1963b, 1963c).

L'importanza della conduzione esterna è, tuttavia, innegabile e potrebbe essere facilitata dalla presenza delle perforazioni riscontrate sulle pareti delle cellule dell'ipoderma.

D'altra parte le punteggiature da noi notate sulle pareti degli idroidi lascerebbero, invece, pensare ad una certa funzionalità di questi, quanto meno nel tratto più basso del fusticino dove le punteggiature sono bene sviluppate e gli idroidi differenziati.

Siamo sempre, tuttavia, lontano dai veri vasi e piuttosto in presenza di abbozzi di strutture testimoni di un'antica condizione in cui le Briofite erano dotate di idroidi e leptoidi ben differenziati (HASKELL, 1949; CRONQUIST, 1960; HÉBANT, 1964, 1965, 1966a, 1966b, 1967).

RIASSUNTO

Le prime osservazioni ultrastrutturali sul « sistema conduttore » di *Mnium undulatum* Weiss. hanno rivelato la presenza sulle pareti degli idroidi di particolari punteggiature, che li rendono simili alle tracheidi, almeno a livello morfologico.

Seguendo al microscopio elettronico la genesi di tali punteggiature sembra che esse si costituiscano in corrispondenza dei plasmodesmi, i quali in un primo momento mettono in rapporto idroidi adiacenti e, successivamente, con la degenerazione del protoplasma, lasciano canalicoli del tutto pervi.

Esistono attualmente dubbi sulla funzione conduttrice degli idroidi; la presenza delle punteggiature potrebbe essere interpretata come prova di una funzionalità nel senso da noi sopraindicato.

SUMMARY

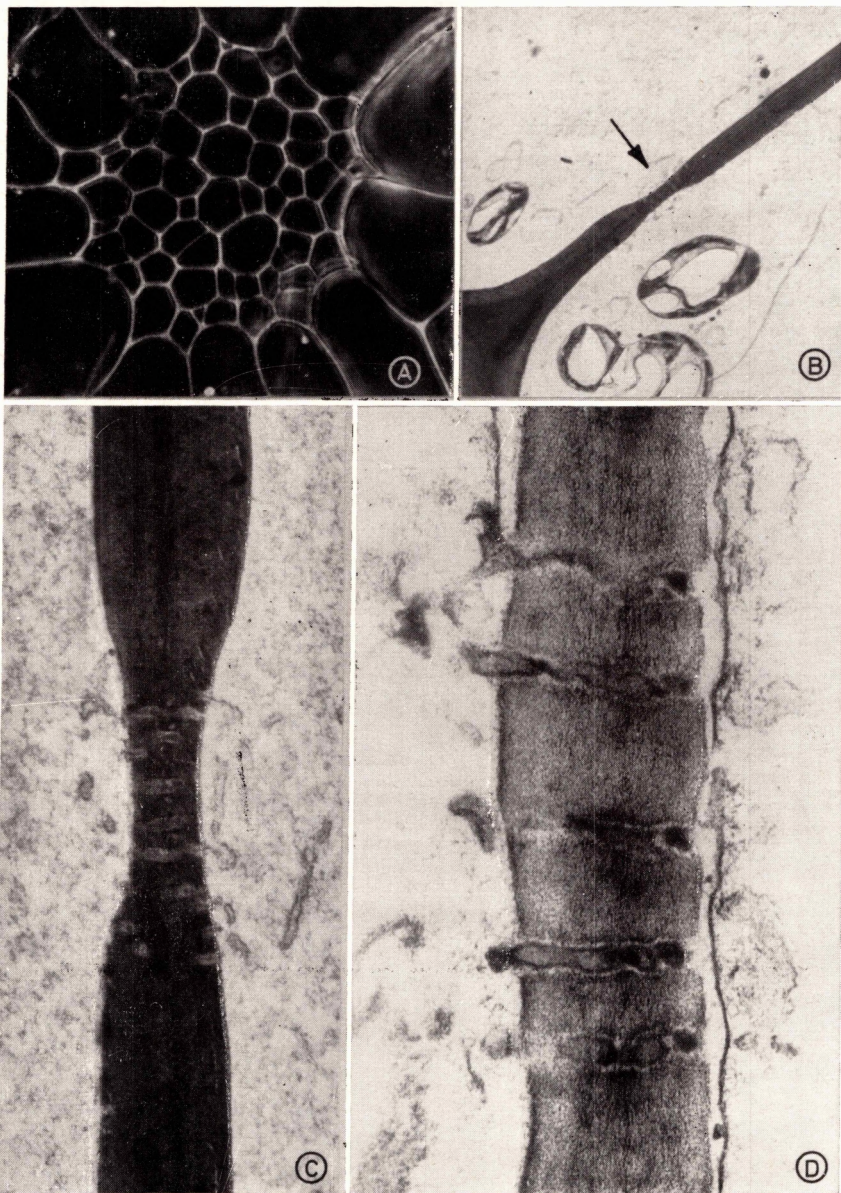
First ultrastructural observations on the «conducting system» of *Mnium undulatum* Weiss. revealed the presence of particular pits on the walls of the hydroids that make them similar to the tracheids, at least on the morphological level.

When examining the genesis of such pits by electron microscope, they seem to form on the spot where are the plasmodesmata which link together adjacent hydroids at the initial stage and give rise to quite bored canaliculi subsequently, as the protoplasm degenerates.

The conducting function of the hydroids is in doubt for the moment; the presence of the above mentioned pits could be taken as an evidence of such a functionality.

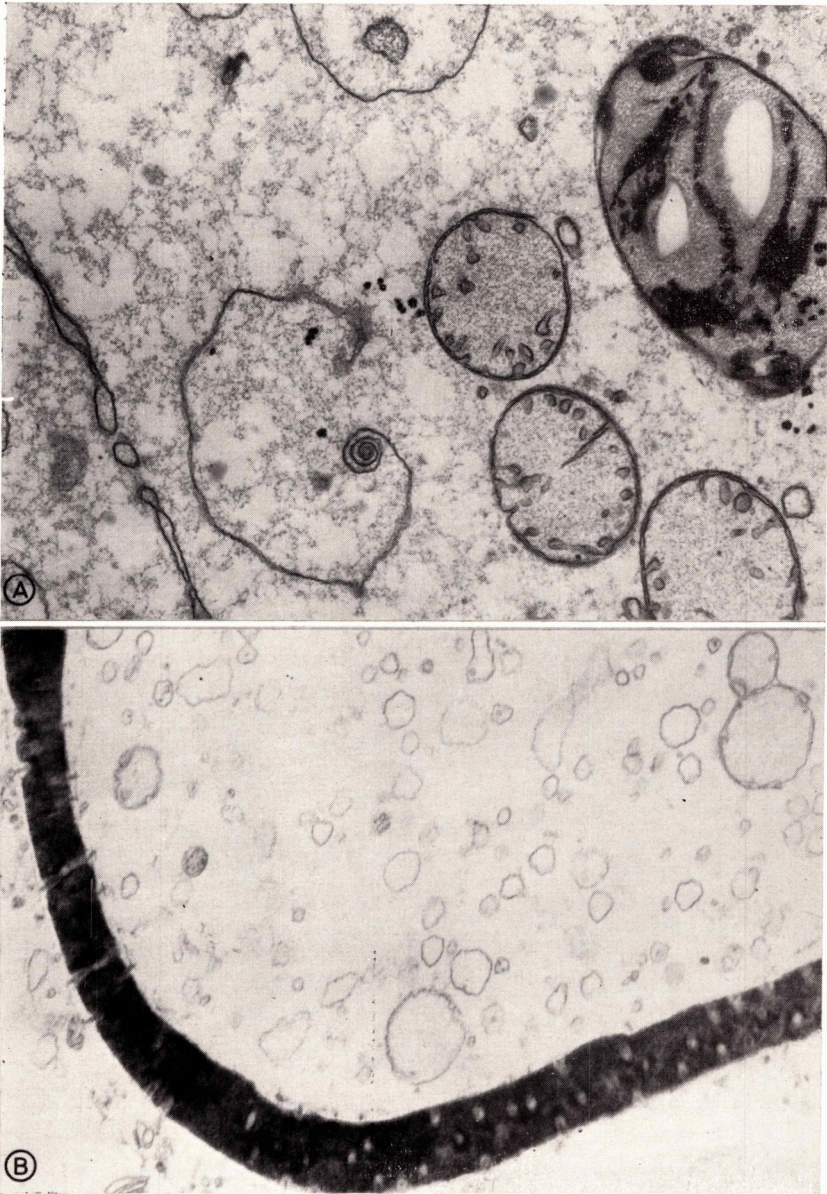
BIBLIOGRAFIA

- BOWEN, E. J., 1933a. *The Mechanism of Water Conduction in the Musci considered in Relation to Habitat. I. Mosses growing in Wet Environments.* Annals of Botany, **47**: 401-422.
- , 1933b. *The Mechanism of Water Conduction in the Musci considered in Relation to Habitat. II. Mosses growing in Damp Situations.* Annals of Botany, **47**: 635-661.
- , 1933c. *The Mechanism of Water Conduction in the Musci considered in Relation to Habitat. III. Mosses growing in Dry Environments.* Annals of Botany, **47**: 889-912.
- CRONQUIST, A., 1960. *The Divisions and Classes of Plants.* Bot. Rev., **26**: 425-482.
- HASKELL, G., 1949. *Some evolutionary problems concerning the Bryophyta.* The Bryologist, **52**: 49-57.
- HÉBANT, C., 1964. *Sur les leptoides des Bryophytes.* C. R. Acad. Sc. Paris, **258**: 3339-3341.
- , 1964-1965. *Signification et évolution des tissus conducteurs chez les Bryophytes.* Naturalia Monspeliensia, **16**: 79-86.
- , 1966a. *Différenciation des tissus conducteurs dans la tige feuillée de Polytrichum juniperinum Willd. (Mousses Polytrichales).* C. R. Acad. Sc. Paris, **262**: 2585-2588.
- , 1966b. *Précisions nouvelles sur la signification et la répartition des tissus conducteurs dans la tige feuillée des Mousses.* C. R. Acad. Sc. Paris, **263**: 1065-1068.
- , 1967. *Sur la comparaison des tissus conducteurs des Bryophytes et des Plantes vasculaires.* C. R. Acad. Sc. Paris, **264**: 901-903.
- SIEGEL, S. M., 1962. *The Plant Cell Wall*, **2**: 70-71. Oxford.
- SMITH, J. L., 1964. *Water-conducting System of Symphyogyna.* Nature, **202**: 617.
- , 1966. *The Liverworts Pallavicinia and Symphyogyna and their conducting System.* Univ. of Calif. Public. in Bot., **39**: 1-46.



- A: Sezione trasversale del «cordone conduttore» di *Mnium undulatum* Weiss. con idroidi ben differenziati ($\times 1.500$).
B: Particolare della parete di cellule dell'ipoderma in sezione trasversale. La freccia indica uno dei tratti meno ispessiti della parete ($\times 2.500$).
C: Particolare di B a più forte ingrandimento ($\times 10.000$).
D: Particolare della parete di un idroide con punteggiature non ancora pervie ($\times 16.000$ circa).

A: Fotografia al microscopio ottico in contrasto di fase;
B, C, D: Fotografie al microscopio elettronico.



A: Particolare del citoplasma di un idroide in via di degenerazione ($\times 13.500$).

B: Particolare della parete di un idroide maturo con punteggiature ormai pervie. Si noti l'avanzata degenerazione del citoplasma ($\times 13.500$).