

A T T I
DELLA
SOCIETÀ TOSCANA
DI
SCIENZE NATURALI
RESIDENTE IN PISA

MEMORIE - SERIE B

VOL. LXXXV - ANNO 1978

ARTI GRAFICHE PACINI MARIOTTI - PISA - 1978

I N D I C E

RIFFALDI R., LEVI-MINZI R., CARLONI L., LONI A. - Caratterizzazione dell'humus sotto diverse coperture vegetali <i>Characteristics of humus in soil under different vegetation</i> . . .	Pag. 1
BORDONI A., CARFÌ S. - Nota preliminare sulle strutture del lobo laterale dell'organo copulatore in alcuni coleotteri stafilinidi (Coleoptera, Staphylinidae) <i>Preliminary note on the lateral aedeagus lobe peg-setae in some Coleoptera Staphylinidae</i> . . .	» 11
FERRARINI E., MARCHETTI D. - Note su <i>Trichomanes speciosum</i> Willd., <i>Thelypteris limbosperma</i> (All.) H. P. Fuchs, <i>Dryopteris dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray, <i>Dryopteris assimilis</i> S. Walker nelle Alpi Apuane <i>Notes about Trichomanes speciosum Willd., Thelypteris limbosperma (All.) H. P. Fuchs, Dryopteris dilatata (Hoffm.) A Gray, Dryopteris assimilis S. Walker on the Apuan Alps</i> . . .	» 21
FERRARINI E., MARRACCINI L. - Pollini fossili in depositi lacustri della Valle della Farma (Toscana meridionale) <i>Fossil pollens in lacustrine deposits of Farma Valley (Southern Tuscany)</i> . . .	» 29
FORMICOLA V., FORNACIARI G. - Resti umani rinvenuti in grotte site a sud delle Apuane <i>Human remains from caves to the south of Apuan district</i> . . .	» 36
MORSELLI I., MARI M. - Alacaridi di acque lagunari e costiere della Toscana meridionale <i>Halacaridae from lagoon and sea waters of Southern Tuscany</i> . . .	» 63
FERRARINI E., MARCHETTI D. - Un relitto alpino sulle Alpi Apuane: <i>Hieracium porrifolium</i> L. (Compositae) <i>An Alpin relict on the Apuan Alps: Hieracium porrifolium L. (Compositae)</i> . . .	» 93
INSOM E., DEL CENTINA P., CARFÌ S. - Osservazioni preliminari al S.E.M. sul dattilopodite della chela di alcuni Crostacei Decapoidi <i>Preliminary S.E.M. observations on the chela dactylopodite in some Decapod Crustacea</i> . . .	» 101
MANNUCCI P., SIMONETTA A. M. - Is <i>Caloramphus fuliginosus</i> (aves) a Capitonid? <i>Caloramphus fuliginosus (uccelli) è un Capitonide?</i> . . .	» 115
ROMÈ A. - Il Cavaliere d'Italia - <i>Himantopus himantopus</i> (L.) - in Toscana <i>The Black-winged Skilt - Himantopus himantopus (L.) - in Tuscany</i> .	» 131

- GALLEN L. - Policladi delle coste toscane - III - Echinoplana celerrima Haswell planoceride nuovo per il Mediterraneo e note sul genere Echinoplana
Polyclads of the Tuscan coasts. III. Echinoplana celerrima Haswell, a new planocerid for the Mediterranean and notes on the genus Echinoplana » 139
- PAPASOGLI G. L. - Osservazioni anatomo-istologiche sulle gonadi del Dittero *Platystoma lugubre*, reperito in Versilia (Lucca)
An anatomic and histologic study about the gonads of Diptera Platystomidae, living in Versilia (Lucca) » 149
- BORGOGNINI TARLI - Studio antropologico dei resti scheletrici provenienti dalle cave di Cursi (Maglie, Lecce)
Anthropological study of the skeletal remains from the «cave di Cursi» (Maglie, Lecce) » 163
- DEL PRETE C., TOMASELLI M. - Il paesaggio vegetale della conca del Lago Torbido e del Lago Turchino al Monte Rondinaio (Appennino lucchese-modenese). Il contributo. Note miscellanee su alcune piante rare o di interesse fitogeografico
Floristic and vegetational aspects of the glacial valley of Torbido and Turchino Lakes near Mount Rondinaio (Northern Apennines). II Contribution. Miscellaneous notes on some rare and phytogeographically interesting plants » 181
- BERTINI D., CORSI G., NUTI V. - Sulla presenza di piombo in campioni di taglio raccolti in natura e commerciali. Primo contributo
On the lead occurrence in Tilia specimens coming from nature and factories. First contribution » 207
- MONTI G., DEL PRETE C. - I modelli ceroplastici dell'Istituto ed Orto Botanico Pisano: i funghi di Luigi Calamai
The wax models of the Botanical Institute of Pisa: the mushrooms modelled by Luigi Calamai » 217
- MICELI P., CELA RENZONI G. - *Althenia filiformis* Petit subsp. *filiformis* (Zannichelliaceae): analisi morfologica ed embriologica
Althenia filiformis Petit subsp. filiformis (Zannichelliaceae): a morphological and embryological analysis » 233
- BADINO G. - Differenziamento della gonade e sessualità giovanile in *Sphaerium corneum* L. (Bivalvia)
Gonad differentiation and juvenile sexuality in Sphaerium corneum L. (Bivalvia) » 251
- TOMEI P. E., MARIOTTI L. - Studi sulla flora e vegetazione del Monte Pisano (Toscana nord-occidentale). IV. Nota preliminare sulle sfagnete di S. Lorenzo a Vaccoli
Investigations on the flora and vegetation of Monte Pisano (North-Western Tuscany). IV. Preliminary report on the Sphagnum-communities of S. Lorenzo a Vaccoli » 261
- DEL PRETE C. - Contributo alla conoscenza delle Orchidaceae d'Italia. VII. *Ophrys x domitia* Del Prete, hybr. nat. nov.
Contributions to the knowledge of Orchidaceae of Italy. VII. Ophrys x domitia Del Prete, hybr. nat. nov. » 269
- Raffaello Parenti (1907-1977). Necrologio » 273
- Notiziario della Società » 285
- Elenco dei Soci per l'anno 1978 » 287

P. MICELI (*), G. CELA RENZONI (*)

ALTHENIA FILIFORMIS PETIT SUBSP. *FILIFORMIS* (ZANNICHELLIACEAE): ANALISI MORFOLOGICA ED EMBRIOLOGICA

Riassunto — *Althenia filiformis* Petit, pianta alofila di lagune e stagni salmastri, studiata già da PRILLIEUX nel 1864 da un punto di vista morfologico, viene riesaminata con tecniche più moderne ed analizzata anche dal punto di vista embriologico.

L'apparato vegetativo non presenta notevoli differenze da quanto riportato da PRILLIEUX. Sono state più chiaramente evidenziate a livello sia dei nodi, che degli internodi dello stolone e della parte ortotropa del fusto, effimere tracheidi anulo-spiralate, che, tuttavia, non costituiscono una struttura stelare tipica, analogamente a quanto avviene in altre idrofite (*Potamogeton*, *Zannichellia*, ecc.). Sono stati individuati elementi istologici più specifici a livello sia del fusto che degli altri organi vegetativi, per quanto la differenziazione sia poco accentuata in ogni struttura.

Anche l'apparato riproduttivo presenta scarsa differenziazione istologica. E' stata osservata, in contrasto con i dati di PRILLIEUX, un'antera a due logge, come in *Zannichellia*. La microsporogenesi è risultata normale e di tipo successivo con formazione di una tetrade di microspore a disposizione bilaterale; la maturazione del polline avviene completamente dentro l'antera.

Il gametofito femminile è 8-nucleato come in *Zannichellia*, ma monomegasporiale e si sviluppa secondo il tipo *Polygonum*, all'interno di un ovulo anatropo, crasinocellato. L'embriogenesi segue il tipo *Caryophyllad* con endosperma di tipo *Helobiale*.

La struttura del frutto, concorda con i reperti di PRILLIEUX, ed il seme è costituito da un embrione nel cui grosso asse ipocotile è contenuto abbondante amido di riserva.

Summary — *Althenia filiformis* Petit subsp. *filiformis* (Zannichelliaceae): a morphological and embryological analysis. *Althenia filiformis* Petit subsp. *filiformis*, a typical halophyte of salt lacunae and pools studied morphologically by PRILLIEUX (1864), has been reinvestigated and also analyzed from an embryological point of view. The vegetative apparatus agrees with PRILLIEUX's reports.

Ephemeral anular-helical tracheids, both at the level of the nodes and the internodes, in the stolone and orthotropous part of the stem have been located. They

(*) Istituto di Botanica dell'Università di Pisa diretto dal Prof. Paolo Meletti.

nevertheless do not constitute a typical stelar structure, as in other hydrophytes (*Potamogeton*, *Zannichellia*, etc.).

More specific histological structures have been individualized either at the level of the stem and the other vegetative organs; however the differentiation is not accentuated. Also the reproductive apparatus shows slight histological differentiations. In opposition to PRILLIEUX's data, an anther with two loculi as in *Zannichellia*, but bisporangiate, has been observed. The microsporogenesis is normal and of successive type, resulting in a tetrad of microspores with bilateral arrangement; the pollen grains are 3-nucleate, when they shed.

The ovule is anatropous and crassinucellar. The female gametophyte is 8-nucleate and it develops into a *Polygonum*-type.

The embryogeny follows the *Caryophyllad*-type and the endosperm is *Helobial*.

The fruit structure is according to PRILLIEUX, and the seed includes an embryo, having a big hypocotyl with starch as storage.

INTRODUZIONE

Althenia filiformis Petit nelle due sottospecie *filiformis* e *barandonii* (Duval-Jouve) Aschers. et Graebner fa parte della sezione *Eualthenia* Graebner, che, insieme alla sezione *Lepilaena* (Drumm.) Aschers. peraltro più ricca di specie, costituisce il genere *Althenia* (ASCHERSON et GRAEBNER, 1907).

HUTCHINSON (1959) ha proposto di elevare queste due sezioni, supposte vicarianti, al rango tassonomico di genere. Ciò trova sostegno oltre che nel diverso areale di distribuzione delle specie appartenenti alle due sezioni, anche in una differenziazione a livello cariologico, messa in evidenza recentemente da ONNIS (1970).

Althenia filiformis Petit è una specie alofila, tipica di lagune e stagni salmastri costieri del Mediterraneo centro-occidentale e dell'Atlantico, il cui areale di distribuzione si è arricchito di nuovi reperti grazie agli studi di ONNIS (1964; 1967 a, b; 1968; 1969 a, b), che ha portato notevoli contributi alla conoscenza di questo genere anche dal punto di vista fisioecologico (ONNIS, 1971, 1974).

Gli studi morfologici ed anatomici risalgono al 1864 e sono dovuti a PRILLIEUX, che ne ha descritto con documentato rigore i vari caratteri. Non sono invece noti fino ad oggi reperti embriologici; pertanto abbiamo ritenuto opportuno di colmare questa lacuna e, nello stesso tempo, di riesaminare anche le strutture vegetative, in vista di un'indagine che puntualizzi eventuali modificazioni strutturali legate al variare del grado di salinità delle acque in cui la specie si sviluppa.

MATERIALI E TECNICHE

Semi di *Athenia filiformis* Petit subsp. *filiformis* provenienti dalla Laguna di Orbetello, dove erano stati raccolti nell'estate del 1970, sono stati messi a germinare in vasche di vetro, su substrato di sabbia mista a terra, a cui era stata aggiunta acqua di mare diluita due volte (concentrazione salina 13,5‰ ca.), in condizioni di luce naturale e temperatura normale, secondo la tabella di LANGLOIS (ONNIS e MAZZANTI, 1971).

Le piantine, allevate nelle stesse condizioni fino alla fruttificazione, sono state poi raccolte e fissate in Karpetschenko nell'estate del 1971.

Il materiale utilizzato per lo studio è stato incluso in paraffina, previa disidratazione con alcool butilico normale e terziario. E' stato poi tagliato in sezioni di ca. 18 μ per i preparati embriologici e ca. 20-22 μ per quelli anatomici. Per lo studio embriologico sono stati anche utilizzati fiori a vari stadi di maturazione provenienti dallo stagno di Sale Porcus (Oristano, Sardegna) dove sono stati raccolti nel 1976 e fissati in loco in Karpetschenko.

Le colorazioni usate sono state l'ematossilina ferrica Heidenhein e il carminio verde-iodio. Preparati temporanei sono stati allestiti contemporaneamente e, per una migliore individualizzazione degli elementi istologici, sono stati colorati con blu di toluidina, Sudan nero, Sudan rosso e cloro-ioduro di zinco.

APPARATO VEGETATIVO

Athenia filiformis Petit subsp. *filiformis* presenta un fusto a ramificazione simpodiale. Ciascun asse di accrescimento, come riferisce PRILLIEUX (1864), consta di una porzione strisciante di due internodi (stolone) provvista di una foglia vaginale (incompleta) a ciascun nodo e di una porzione ortotropa (fusto propriamente detto) ad internodi molto più corti, provvista di foglie e fiori.

Le ramificazioni, che contribuiscono ad allungare indefinitamente la porzione strisciante ed a complicarne la vegetazione, si originano all'ascella della seconda foglia di ciascun asse.

Stolone

Le sezioni trasversali condotte a livello dell'internodo presentano una forma pressoché circolare, delimitate all'esterno da uno

strato di cellule epidermiche molto appressate, prive di spazi intercellulari. La parete esterna di queste cellule è più spessa e presenta una marcata stratificazione. Prove specifiche per la cutina, hanno risposto positivamente. Queste cellule presentano inoltre numerosi cloroplasti per lo più addossati lungo le pareti radiali e tangenziali interne. PRILLIEUX non fa cenno di questo: la presenza di cloroplasti nelle cellule epidermiche, tuttavia, è un carattere assai frequente in quelle piante, come le piante sommerse, che non godono di condizioni ottimali di illuminazione.

Il parenchima sottostante è molto lasso per l'abbondanza di spazi intercellulari, talora piuttosto grandi, ed è anch'esso ricco di cloroplasti. Le pareti cellulari sono molto sottili e sinuose. Gli strati più esterni sono più compatti e differenziati in un collenchima di tipo angolare. Le cellule parenchimatiche contengono frequentemente granuli di amido. Lo strato più interno è costituito da una guaina compatta, le cui pareti risultano più spesse e ugualmente positive alle colorazioni cui rispondono le cellule epidermiche. Essa circonda il fascio conduttore. Quest'ultimo è formato da cellule a lume molto più piccolo delle cellule parenchimatiche corticali le quali nella sezione trasversale non rivelano alcun ispessimento parietale di rilievo, tranne quelle che circondano una lacuna situata in posizione centrale. In alcune sono visibili dei grossi nuclei e, sulla base delle loro dimensioni, è possibile individuare quattro raggruppamenti di cellule a lume più grande rispetto alla massa fondamentale (fig. 1).

Nelle sezioni longitudinali dell'internodo, le cellule epidermiche risultano allungate parallelamente all'asse longitudinale, analogamente alle cellule del parenchima, che presentano anche in questa sezione pareti molto sinuose, come già riportato da PRILLIEUX (1864). Non è sempre ben evidenziabile la guaina del fascio, ben visibile invece nelle sezioni trasversali. Nel fascio conduttore abbiamo individuato, contrariamente a PRILLIEUX, delle sottilissime tracheidi anulo-spiralate e delle cellule allungate con parete trasversale obliqua e più spessa che ricordano i tubi cribrosi. La scarsa lignificazione che caratterizza questa pianta ha reso sempre molto difficile le colorazioni di contrasto.

A livello del nodo si osservano cambiamenti anatomici di notevole rilievo: il parenchima corticale è più compatto e di conseguenza gli spazi intercellulari sono molto più piccoli e meno numerosi.

Nella sezione longitudinale sia le cellule epidermiche, che quelle parenchimatiche a questo livello sono più o meno isodiametriche e molto appressate le une alle altre. Nel fascio centrale si osservano nitidamente le tracheidi anulo-spiralate ed i tubi cribrosi.

Fusto

La struttura anatomica della porzione ortotropa del fusto è pressoché identica a quella osservata nello stolone (fig. 2). Nelle sezioni sia trasversali che longitudinali internodali abbiamo notato una disposizione più regolare delle cellule del parenchima. Ampie lacune di evidente origine schizogena sono situate più internamente e disposte a cerchio intorno al cilindro centrale. Le dimensioni delle cellule parenchimatiche sono gradualmente più piccole procedendo dalla periferia verso il centro. Frequentemente sono state osservate, adiacenti alle lacune, cellule del tipo degli idioblasti di differente grandezza. Queste ultime in genere sono disposte in prossimità delle lacune aerifere e sono riunite in gruppi diametralmente opposti. Questa particolare differenziazione si osserva soprattutto in quegli internodi prossimi a ramificazioni. Il fascio centrale è più piccolo e gli elementi istologici sono più difficilmente individuabili. La lacuna centrale è anch'essa molto esigua. Le stesse osservazioni che abbiamo fatto per la zona nodale dello stolone, valgono anche per la porzione ortotropa del fusto. Nella fig. 3 è chiaramente visibile un gruppo di tracheidi anulospiralate.

Radice

La radice ha un aspetto molto esile, filiforme; generalmente ne troviamo una in corrispondenza di ogni secondo nodo dello stolone, là dove si sviluppa la porzione eretta del fusto.

In sezione trasversale ha forma pressoché circolare: presenta uno strato di cellule rizodermiche molto grandi, regolari a pareti molto sottili alternate a cellule pilifere (fig. 4). Queste ultime presentano una caratteristica forma a fiasco con pareti radiali e collo ispessiti fino all'estremità che sembra beante; il nucleo ha una posizione basale, contrariamente a quanto normalmente si osserva nei peli radicali.

Al di sotto di questa assise, notiamo un secondo strato di cellule molto più piccole, a sezione sferico-rettangolare in senso tan-

genziale (ne contiamo normalmente 2-3 per ogni cellula rizodermica) con parete più consistente.

Segue un terzo strato, formato da cellule a sezione quadrata, più grosse di quelle rizodermiche, con pareti tangenziali esterne e radiali ispessite. Questo ispessimento presenta evidenti stratificazioni.

Più internamente il parenchima, costituito da 2-3 strati, è viceversa ricco di ampi spazi intercellulari. E' presente infine, analogamente al fusto, una guaina uniforme, che circonda un insieme di cellule indifferenziate piccole, molto appressate fra loro, in alcune delle quali si è osservato il nucleo. Non è stata individuata in alcun tipo di sezione differenziazione di elementi conduttori, in accordo con PRILLIEUX.

Nella sezione longitudinale, le cellule rizodermiche risultano allungate in senso longitudinale, a contorno sinuoso e un po' più lunghe delle cellule pilifere. Anche le cellule parenchimatiche sono allungate longitudinalmente e di dimensioni maggiori rispetto all'assise superficiale, tranne che in corrispondenza di ciascuna cellula pilifera, dove ci sono 2-3 cellule parenchimatiche notevolmente più piccole rispetto alle altre. Una situazione analoga nelle radici di *Potamogeton* viene interpretata da TSCHERMAK-WOESS (in CUTTER, 1969) come risultato di una induzione a dividersi esercitata dal tricoblasto sulle cellule sottostanti in relazione ad un accumulo di nutrimenti.

Foglia

In *Althenia* si distinguono due tipi di foglie: complete e incomplete, a secondo che siano provviste o meno di lembo. Le foglie incomplete, dette anche vaginali, sono situate sullo stolone. Nella foglia completa la parte inferiore è detta guaina, quella superiore, filiforme, lembo.

In sezione trasversale la foglia vaginale risulta bistratificata. Lo strato esterno dorsale è costituito da cellule più grandi a sezione rettangolare con pareti sottili; non sono presenti stomi nè rivestimenti cuticolari, nè peli.

Lo stato interno o ventrale è formato da cellule molto più piccole e numerose. Entrambi gli strati cellulari contengono cloroplasti. Non si osservano nervature nè cellule conduttrici di alcun tipo sparse.

La sezione trasversale di una foglia completa a livello del lem-

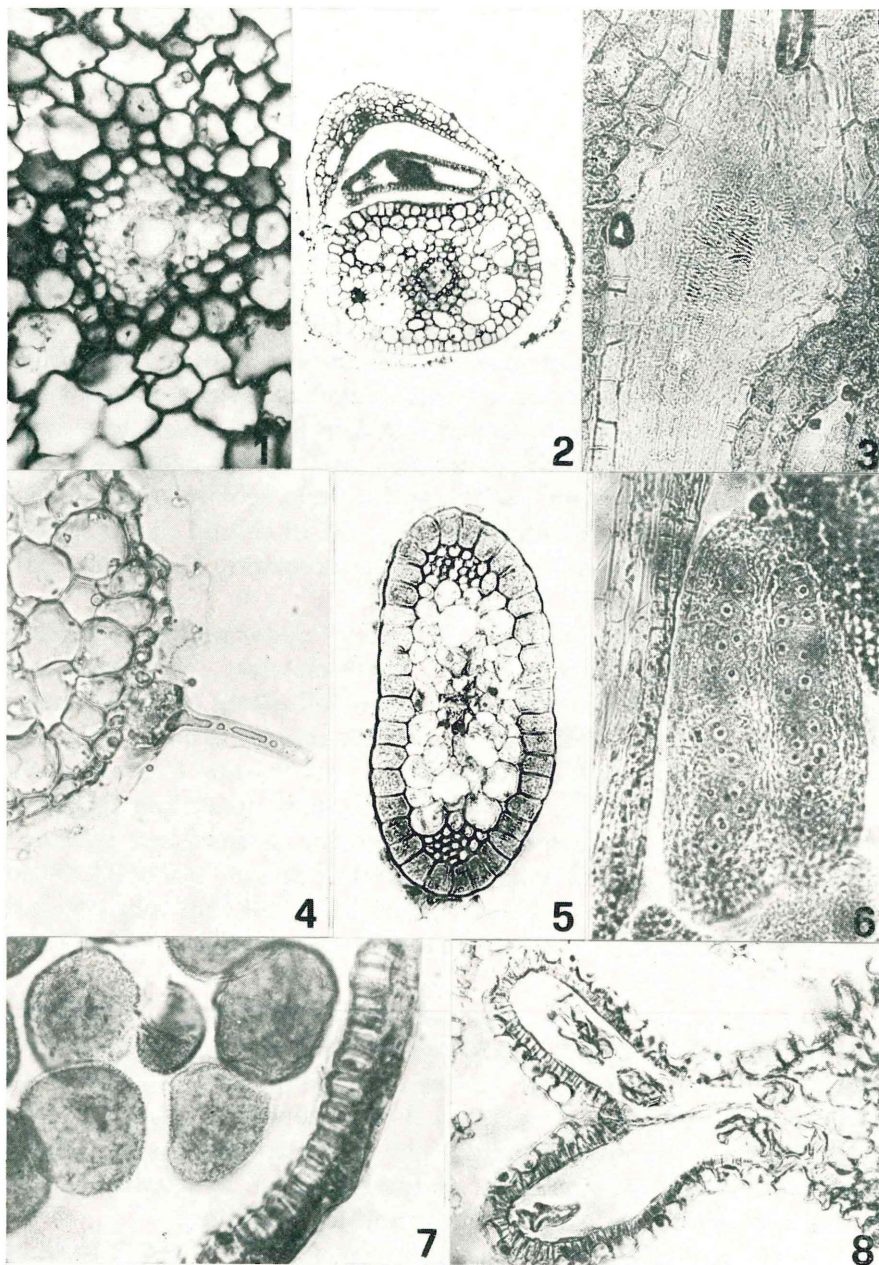


Fig. 1 - Particolare di una sezione trasversale di stolone, relativa al cilindro centrale. (x 225 ca.).

Fig. 2 - Sezione trasversale di un internodo di fusto. Nella sezione sono interessate una foglia e una ramificazione. (x 75 ca.).

Fig. 3 - Sezione longitudinale di fusto a livello del nodo. (x 225 ca.).

Fig. 4 - Particolare di sezione trasversale di radice. (x 575 ca.).

Fig. 5 - Sezione trasversale di lembo fogliare. (x 215 ca.).

Fig. 6 - Sezione longitudinale di antera. (x 225 ca.).

Fig. 7 - Particolare di sezione di antera. (x 500 ca.).

Fig. 8 - Sezione trasversale di antera. (x 225 ca.).

bo (fig. 5) presenta una forma lenticolare; non ci sono differenze tra le due facce del lembo; presenta, anche dal punto di vista anatomico, i caratteri di una foglia isolaterale. Le cellule epidermiche, molto grosse, a sezione rettangolare, formano uno strato continuo privo di aperture stomatiche. La parete cellulare è uniforme e ugualmente sottile su ogni faccia (la colorazione non ha dato prove di presenza di cutina). Si osservano molti cloroplasti rotondeggianti. Segue un parenchima aerifero, con scarsi cloroplasti, e molto lasso. Sono presenti numerose lacune (5 - 6). Alle due estremità della sezione notiamo due masse cellulari con parete molto ispessita, che chiaramente dimostrano la loro natura meccanica, le cui cellule, tuttavia in via di differenziazione, sono ancora provviste di nucleo. Secondo PRILLIEUX si tratta di nervature accessorie. Al centro troviamo, circondato da una guaina, con cellule a pareti più spesse del parenchima, ma più sottili dello sclerenchima, l'unico fascio vascolare. E' costituito da un insieme di cellule che in sezione trasversale non manifestano strutture differenziate. Molte di queste hanno il nucleo evidente.

Nella sezione longitudinale, le cellule epidermiche, poco differenziate, si presentano più o meno isodiametriche. Al contrario le cellule del parenchima risultano un poco allungate, parallelamente all'asse longitudinale della foglia. La presenza di granuli di amido indica una funzione più specializzata in un tessuto di riserva che di assimilazione. A livello del fascio si osservano cellule molto allungate e strette con pareti uniformi, prive di qualsiasi struttura differenziata: tra queste sono individuabili alcune tracheidi anulo-spiralate. In qualche caso sono evidenziabili degli esili tubi cribrosi. Il tessuto meccanico risulta formato da cellule allungate in senso longitudinale (fibre).

La sezione trasversale a livello della guaina (fig. 2) presenta una simmetria dorso-ventrale. L'epidermide inferiore, monostratificata, è costituita da cellule molto più grandi dell'epidermide superiore o ventrale. Un parenchima di tipo aerifero (numerosi spazi intercellulari e 2-3 grosse lacune) con al centro un fascio conduttore, costituiscono il mesofillo. Il fascio, unico, è avvolto da una guaina monostratificata di cellule a parete ispessita.

Cellule conduttrici, molto piccole e con parete molto sottile ed elementi cribrosi, poco individuabili sono presumibilmente presenti tra le piccolissime cellule costituenti la massa fondamentale del fascio.

Lateralmente la struttura fogliare si continua in due lamine bi-

stratificate costituite dall'accostamento delle due epidermidi. In queste porzioni, sotto l'epidermide dorsale sono evidenti raggruppamenti di 2-5 cellule con parete ispessita e con funzione chiaramente meccanica.

APPARATO RIPRODUTTIVO

Althenia filiformis Petit subsp. *filiformis* è specie monoica con fiori unisessuali: quelli maschili presentano un solo stame sessile protetto alla base da un involucro sterile cupuliforme terminante con tre denti. Inseriti inferiormente rispetto a quelli maschili, i fiori femminili constano di tre carpelli liberi, stipitati e provvisti di un lungo stilo con stimma imbutiforme. L'involucro perigoniale è trimerico e formato da un solo verticillo.

Antera

L'antera, con cui praticamente si identifica lo stame, consta di due logge (figg. 6, 8) allungate longitudinalmente, separate da un connettivo bi-tristratificato che decorre lungo le logge stesse, che risultano così adnate. PRILLIEUX (1864) riporta una sola loggia.

Nella giovane antera distinguiamo un rivestimento monostratificato con cellule più o meno isodiametriche, cui segue uno strato di cellule non ancora differenziate ed in stretta continuità col connettivo che distingue le due logge. Più internamente è presente il tessuto archesporiale, costituito da cellule a stretto contatto tra loro, a contorno poligonale. Questo tessuto è ben distinguibile dai circostanti per il denso citoplasma ed i grossi nucleoli che presentano le sue cellule.

In uno stadio successivo di sviluppo le cellule costituenti l'esotecio si presentano ricche di vacuoli, allungate in senso anticlinale in conseguenza, presumibilmente, ad un processo di distensione cellulare. A ciascuna cellula epidermica corrispondono da 8 a 10 cellule dell'endotecio, che, nel frattempo ha subito una serie di modificazioni e si è trasformato in tessuto meccanico (fig. 7). Le cellule dell'endotecio sono isodiametriche o leggermente allungate in senso periclinale e presentano sulle facce laterali e sulla parete tangenziale interna caratteristiche bande di ispessimento in rapporto alla deiscenza dell'antera, che è chiaramente di tipo longitudinale. Il tessuto archesporiale a sua volta ha differenziato il tappeto e le

cellule madri delle microspore. Il tappeto è costituito da uno o due strati di cellule, che mantengono la condizione uninucleata fino alla maturità, quando si trasforma in un tessuto di tipo ameboide, il *periplasmodio*. Questa evoluzione si manifesta già durante il processo meiotico, secondo il sottotipo *Triglochin* della classificazione di CLAUSEN (1927).

Alla fine della meiosi, infatti, la parete dell'antera ben distinguibile dalla cavità della loggia, risulta costituita da due soli strati cellulari: l'esotecio e l'endotecio (fig. 7).

Microsporogenesi e sviluppo del gametofito maschile

La microsporogenesi è normale e di tipo successivo: la prima divisione, come si verifica frequentemente nelle Monocotiledoni, porta alla formazione di una diade i cui costituenti, in seguito alla seconda divisione meiotica, formeranno una tetradè di microspore a disposizione bilaterale.

L'evoluzione della microspora porta alla formazione, nell'ambito della stessa antera, di granuli pollinici trinucleati.

Nello stadio a due nuclei la parete presenta già una struttura bistratificata, ma senza ornamentazioni evidenti. E' presente un grosso vacuolo che spinge alla periferia il citoplasma ed i nuclei. I nuclei in un primo momento sono molto vicini tra loro e si nota bene la differente dimensione e forma: il vegetativo grande, sferico e con grosso nucleolo, il generativo più piccolo.

Allo stadio trinucleato, la parete del granello è completamente formata: presenta lo strato più esterno completo di ornamentazioni a forma di areole più o meno poliedriche, delimitate da ispessimenti più sporgenti.

Ovario e ovulo

L'ovario stipato è supero e sormontato da un lungo stilo che persiste anche dopo la maturazione del seme; termina con uno stimma peltato. Nella sezione trasversale del peduncolo che sostiene l'ovario, si notano due cordoni di cellule anulospiralate che nel punto d'inserzione con l'ovario si biforcano in due rami laterali. Due o tre file di cellule anulo-spiralate percorrono anche il funicolo e si possono seguire fino alla zona calazale dell'ovulo.

L'ovario è costituito da una parete pluristratificata e contiene

nel suo interno un singolo ovulo, anatropo, provvisto di due tegumenti bistratificati. La condizione anatropa viene raggiunta quando il gametofito è allo stadio binucleato.

Nella nocella, di tipo crassinocellato, una sola cellula si differenzia come cellula madre. La meiosi determina la formazione di quattro megaspore con disposizione lineare nel senso micropilocalazale. La spora che origina il gametofito è quella situata in posizione più calazale. Le altre tre degenerano, spinte verso il micropilo e i loro resti persistono a lungo fino agli stadi maturi dello sviluppo del gametofito (figg. 9, 10, 11, 12).

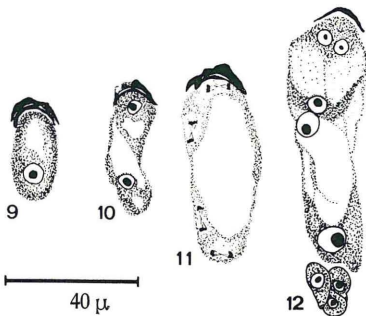


Fig. 9 - Gametofito mononucleato.

Fig. 10 - Gametofito binucleato.

Fig. 11 - Gametofito tetranucleato in anafase.

Fig. 12 - Giovane gametofito ottonucleato.

Sviluppo del gametofito femminile e dell'embrione.

Il gametofito femminile monomegasporiale, si sviluppa secondo il tipo *Polygonum* 8-nucleato.

Allo stadio di binucleato e di tetranucleato la cavità del sacco embrionale si accresce notevolmente. Nella fig. 11 è visibile la tipica disposizione perpendicolare dei fusi mitotici, che determinano il passaggio dallo stadio 4-nucleato a quello 8-nucleato. Al centro si osserva un grosso vacuolo, mentre i nuclei rimangono addossati alla parete, immersi in una fascia citoplasmatica.

Allo stadio 8-nucleato, in seguito alla cellularizzazione, si ha la formazione dell'oangio emisporale, costituito dalle due sinergidi e dall'oosfera. Le une di forma triangolare con la base vacuolizzata in prossimità dell'oosfera stessa e con il nucleo nella porzione apicale più stretta; l'altra col citoplasma a forma semilunare contenente un grosso nucleo. In posizione diametralmente opposta troviamo le antipodi in numero di tre, e con una disposizione a T. Al

centro infine la cellula proendospermatICA con i due nuclei polari, inizialmente separati da un grosso vacuolo mediano. Nei giovani stadi 8-nucleati è stato possibile osservare come la cellularizzazione abbia inizio dalla parte calazale, e proceda verso quella micropilare. All'inizio di questo evento avviene spesso anche la fusione dei due nuclei polari. In questo stadio si notano ancora i resti delle megaspore degenerate (fig. 12).

In seguito alla fecondazione, lo zigoto da una parte e la cellula proendospermatICA dall'altra, danno inizio alle divisioni che porteranno alla formazione rispettivamente dell'embrione e dell'endosperma. L'embriogenesi segue il *Caryophyllad-type*: lo zigote subisce una divisione trasversale (fig. 13) e delle due cellule originate la cellula basale, da cui deriverà il sospensore, non subisce più altre divisioni. Si ingrossa, diventa vescicolosa con un grosso nucleo pressoché centrale immerso in una massa citoplasmatica densa, tenuta in sito da due vacuoli posti alle due estremità della cellula. Il suo aspetto è piriforme, con l'estremità più stretta a contatto con la parete dell'ovulo e insinuata nel canale micropilare. La cellula che darà l'embrione viceversa subisce una prima divisione trasversale dando due cellule sovrapposte (fig. 14).

Successive divisioni trasversali interessano la cellula intermedia (figg. 15; 16 a, b; 17), mentre la cellula terminale inizia la serie di divisioni longitudinali che interessano successivamente tutte le altre cellule, portando ad una struttura tridimensionale l'embrione stesso.

Il sospensore monocellulare è sempre molto evidente per la sua caratteristica forma, il grosso nucleo ed i due vacuoli ben sviluppati. La fig. 18 rappresenta un embrione allo stadio globulare, circondato dalle cellule dell'endosperma.

Lo sviluppo dell'endosperma è di tipo *Helobiale* (figg. 14, 16 a, b) con la camera micropilare nucleare. La camera calazale, perfettamente integra e mononucleata, è stata osservata molto frequentemente nell'estremità inferiore della cavità del sacco embrionale.

Frutto e seme

Il frutto è una capsula di forma ovoidale, con la base slargata e appiattita e l'estremità affusolata che si prolunga nello stilo persistente. A maturità si apre lungo una fessura longitudinale.

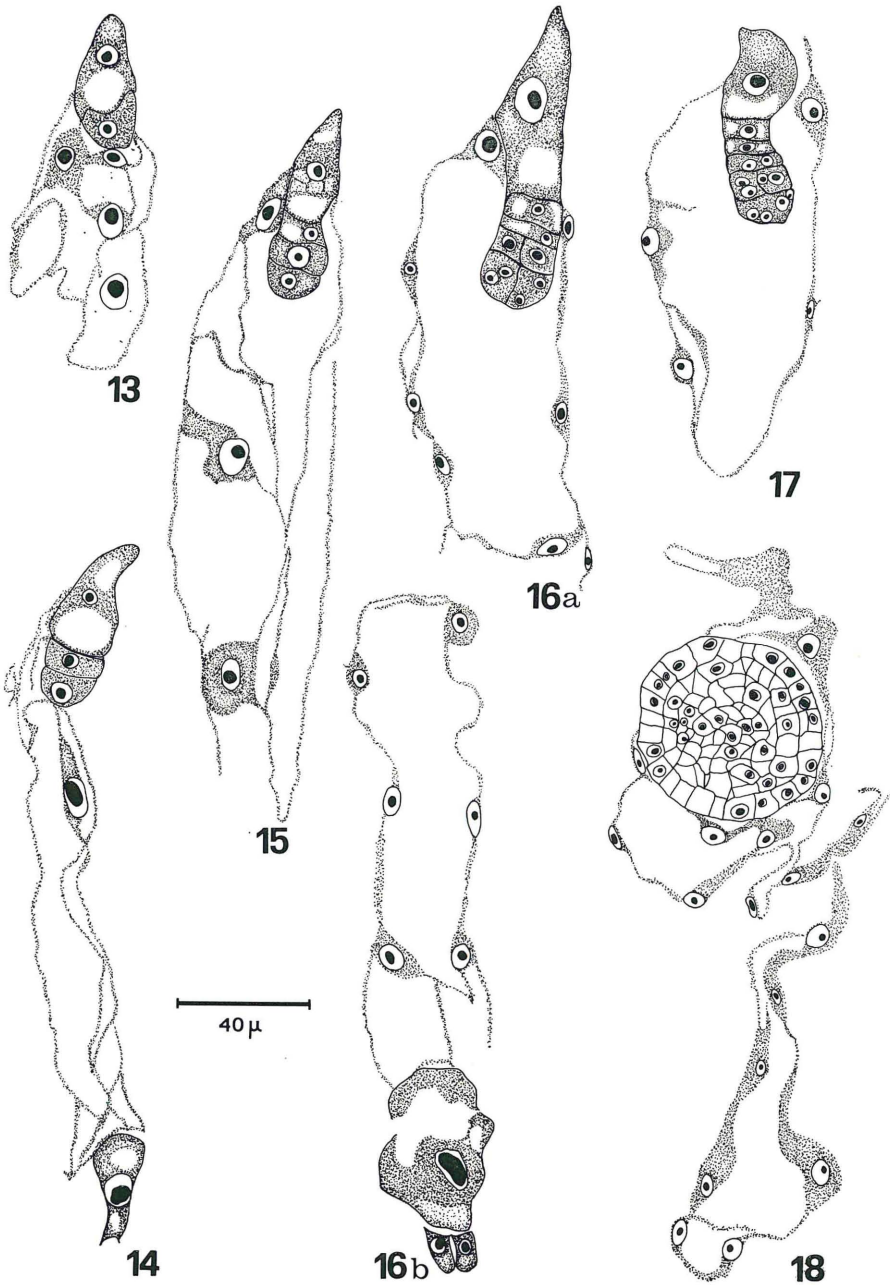


Fig. 13 - Proembrione 2-cellulare.

Fig. 14 - Proembrione 3-cellulare con cellula basale indivisa. E' visibile la cellula che distingue la camera endospermatrica calazale.

Fig. 15 - Proembrione 4-cellulare.

Fig. 16 a - Proembrione in stadio più avanzato di sviluppo: le cellule terminali sono state interessate da divisioni longitudinali.

Fig. 16 b - Porzione calazale di endosperma: è visibile una parte dell'endosperma micropilare nucleare e la camera calazale monocellulare. Due antipodi sono ancora persistenti.

Fig. 17 - Proembrione a 5 strati cellulari.

Fig. 18 - Embrione in stadio globulare.

Dal punto di vista anatomico presenta:

- a) l'epicarpo, monostratificato, costituito da cellule poliedriche a sezione rettangolare appiattite tangenzialmente, piccole (se ne contano due per ogni cellula del mesocarpo), provviste di una parete sottile cellulosica. Questo strato si rompe con facilità e lascia scoperte le sclereidi sottostanti che danno al frutto un aspetto rugoso;
- b) il mesocarpo, monostratificato, di tipo meccanico, le cui cellule, — osteoblasti — sono molto allungate in senso perpendicolare alla superficie del frutto;
- c) l'endocarpo, bi-tristratificato, con cellule allungate longitudinalmente e appiattite in senso tangenziale, le cui pareti fortemente lignificate, si presentano molto sinuose e ripiegate. La massa delle sclereidi, situate in corrispondenza della costolatura della capsula, forma due protuberanze all'interno delle quali notiamo, in sezione, dei vasi legnosi. Le cellule dell'endocarpo che delimitano la linea di apertura della capsula non presentano pareti né ispessite né sinuose.

All'interno del pericarpo, il seme presenta un rivestimento di spessore molto esile nel quale tuttavia è possibile distinguere uno strato di cellule con funzione meccanica situato all'esterno e una zona più interna continua in cui la struttura cellulare non è stata individuata.

L'embrione presenta un caratteristico cotiledone avvolto a spirale dal lato dorsale dell'embrione ed un grosso asse ipocotile che contiene come materiale di riserva numerosi granuli di amido, che presentano un ilo ramificato. Le cellule che contengono l'amido, sono a sezione poligonale ed a mutuo contatto fra loro. Alla base del cotiledone si nota una fessura gemmare. Nel seme non è presente l'endosperma.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La struttura dell'apparato vegetativo di *Althenia filiformis* Petit subsp. *filiformis* concorda sostanzialmente con quella riportata da PRILLIEUX nel 1864.

L'esame anatomico degli assi di accrescimento individuale del complesso sistema simpodiale ha rivelato una condizione di estre-

ma semplicità soprattutto a livello della stele, in rapporto presumibilmente alla condizione di pianta acquatica completamente sommersa.

L'aspetto più complesso della stele si realizza nel fusto a livello dei nodi, ma nella maggior parte dei casi è limitato ad un tessuto floematico che circonda un semplice passaggio xilematico.

Solo degli esili vasi anulati e spiralati sono stati individuati qua e là con grande difficoltà nel fusto ad eccezione delle porzioni nodali o delle porzioni più giovani dove però non hanno una disposizione definita da individuare una struttura stelare tipica. Una situazione analoga viene riportata in *Potamogeton pectinatus* (SCHENCK, in ARBER, 1920) e *Zannichellia* (CASPARY, in ARBER, 1920).

La lignificazione del resto è particolarmente scarsa a livello di qualsiasi struttura e ciò è in accordo con i caratteri distintivi delle idrofite, dove la conduzione non è condizionata dal possesso di pareti ispessite, nè, essendo assente il flusso traspirante, possono verificarsi fenomeni di obliterazione dei vasi e dove è il turgore cellulare ad esercitare una funzione meccanica. In piante acquatiche come *Elodea*, *Ceratophyllum* manca qualsiasi tipo di ispessimentracheale anche a livello nodale (ARBER, 1920).

Contrariamente a quanto si verifica in *Potamogeton pulcher*, non si osservano in *Althenia* differenze strutturali nel cilindro centrale tra stolone e asse infiorescenziale. Il cilindro corticale viceversa in questo ultimo è più lasso, con lacune ordinatamente disposte e caratterizzate dalla presenza di idioblasti che contribuiscono a rinforzarne la struttura.

Peculiare è l'aspetto della radice. Per quanto la pianta non presenti alcun rivestimento protettivo nei confronti dell'acqua, tuttavia a livello del rizoderma fanno spicco dei grossi peli, con parete fortemente ispessita che fanno pensare a veri tubi aspiranti. La presenza di un grosso nucleo è indice della vitalità di queste cellule. Ciò è da mettere in relazione col tipo di « trasporto attivo » che certamente devono attuare facendo da tramite tra il mezzo con elevato grado di salinità in cui *Althenia* normalmente vive e i tessuti interni. E' da notare inoltre la particolare anatomia di questo organo, dove il cilindro corticale presenta una successione di strati diversamente strutturati. Tale disposizione non è certamente casuale e contrasta con la semplicità del cilindro centrale in cui non solo non è individuabile alcuna traccia di actinostelia, ma è assente qualsiasi tipo di differenziazione istologica.

Della struttura fogliare, oltre ai caratteri comuni a tutte le foglie sommerse, come l'assenza di stomi, di cutinizzazione, di rivestimento tricomatoso, la mancata differenziazione tra palizzata e lacunoso, la presenza di cloroplasti nell'epidermide, dobbiamo rilevare la sua estrema delicatezza. Anche a livello della foglia si è realizzata infatti una notevole riduzione che raggiunge il suo massimo nella struttura della foglia vaginale.

Come in *Elodea canadensis* (ARBER, 1920) anche in questo caso il tessuto assimilatore è ridotto ai soli due strati epidermici che, intercalati da alcune cellule meccaniche, costituiscono l'intero mesofillo.

Analogamente l'apparato riproduttivo presenta, anche se in grado minore rispetto a quello vegetativo, una certa semplicità di struttura. I fiori sono unisessuali con elementi perianziali ridottissimi; quello maschile rappresentato da un solo stame è a breve distanza da quello femminile, un poco più complesso, nei cui carpelli, provvisti di stimma imbutiforme, può riversare il polline a maturità.

In contrasto con i dati di PRILLIEUX (1864) l'antera risulta costituita da due logge come in *Zannichellia* e la costituzione istologica della parete è stata più chiaramente descritta. E' stato inoltre rilevato un tappeto (periplasmodio) di tipo ameboide, evolventesi secondo il sottotipo *Triglochin*.

Dal punto di vista embriologico è stato osservato un granulo pollinico a sviluppo succedaneo precoce che completa la sua maturazione nell'interno dell'antera. Nell'ovulo, unico, anatropo, bitegumentato e crassinocellato, lo sviluppo del gametofito femminile in contrasto con *Zannichellia* (CAMPBELL, in DAVIS, 1966) avviene secondo *Polygonum type*, ha origine monomegasporiale e l'oangio è unisporiale. Non sono presenti fenomeni di poliantipodia.

Lo sviluppo dell'endosperma è di tipo *Helobiale* e si esaurisce presto: non è presente nel seme, contrariamente a quanto avviene nella maggior parte delle monocotiledoni. Questo carattere però è comune a tutti i rappresentanti dell'ordine delle *Helobiales*.

Lo sviluppo dell'embrione è conforme al *Caryophyllad-type*. Il sospensore è costituito dalla sola cellula basale. La presenza nel seme di un grosso ipocotile in cui sono particolarmente immagazzinate le riserve amilacee a cui l'embrione può attingere durante la germinazione, è altro indice, secondo ARBER (1920), di un buon adattamento alla vita acquatica.

Gli AA. desiderano ringraziare il Prof. A. Onnis per i validi suggerimenti, il Dott. B. De Martis, dell'Istituto Botanico di Cagliari, per il materiale che gentilmente ha inviato per questa indagine ed il Sig. F. Ruberti per la collaborazione tecnica.

BIBLIOGRAFIA

- ARBER A. (1920) - Water plants. A study of aquatic Angiosperms. Cambridge University Press, London, 436 pp.
- ASCHERSON P., GRAEBNER P. (1907) - *Potamogetonaceae*. In A. ENGLER, Pflanzenreich, **31**, 158-160.
- CAMPBELL D. H. (1897) - (in DAVIS, 1966).
- CASPARY R. (1858) - (in ARBER, 1920).
- CLAUSEN J. (1927) - (in MAHESHWARI, 1950).
- CUTTER E. G. (1969) - Plant Anatomy: Experiment and interpretation. Part I. Cells and Tissues. Edward Arnold (Publishers) Ltd. London, pp. 168.
- DAVIS G. (1966) - Systematic embryology of the Angiosperm. John Wiley & Sons Inc. New York, London, Sydney, pp. 528.
- HUTCHINSON J. (1959) - The families of flowering plants. *II*. Monocotyledons. Oxford, University Press, London, pp. 792.
- MAHESHWARI P. (1950) - An introduction to the Embryology of Angiosperms. McGRAW-HILL BOOK COMPANY, Inc. New York, Toronto, London, pp. 453.
- MAHESHWARI P. (1963) - Recent advances in the Embryology of Angiosperms. International Society of Plant Morphologists University of Delhi, pp. 467.
- ONNIS A. (1964) - Ricerche sulla flora, vegetazione ed ecologia dello Stagno di Simbirizzi (Quartu S. Elena, Sardegna Meridionale). *Ann. Bot. (Roma)*, **28**, 71-100.
- ONNIS A. (1967a) - Contributo alla conoscenza dell'areale e dell'ecologia di *Althenia filiformis* Petit in Sardegna. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.*, ser. B, **74**, 1-20.
- ONNIS A. (1967b) - *Althenia filiformis* Petit, nuova specie per la Toscana. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.*, ser. B, **74**, 68-72.
- ONNIS A. (1968) - *Althenia filiformis* Petit in Puglia. *Giorn. Bot. Ital.*, **102**, 574.
- ONNIS A. (1969b) - *Althenia filiformis* Petit in Puglia: nuovi dati sulla distribuzione ed ecologia. *Giorn. Bot. Ital.*, **103**, 47-57.
- ONNIS A. (1969b) - *Althenia filiformis* Petit in Sicilia. *Giorn. Bot. Ital.*, **103**, 623.
- ONNIS A. (1970) - Il numero cromosomico di *Althenia filiformis* Petit. *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.*, ser. B, **77**, 51-55.
- ONNIS A. (1974) - *Althenia filiformis* Petit: contributo alla conoscenza dell'ecologia della germinazione. *Giorn. Bot. Ital.*, **108**, 105-111.
- ONNIS A., MAZZANTI M. (1971) - *Althenia filiformis* Petit: azione della temperatura e dell'acqua di mare sulla germinazione. *Giorn. Bot. Ital.*, **105**, 131-143.
- PRILLIEUX E. (1864) - Recherches sur la végétation et la structure de la *Althenia filiformis* Petit. *Ann. Sci. Nat. Bot.*, ser. 2, **5**, 169-190.
- SCHENCK H. (1886) - (in ARBER, 1920).
- TSCHERMAK-WOESS E., HASITSCHKA G. (1953) - (in CUTTER, 1969).

(ms. pres. il 28 dicembre 1978; ult. bozze il 13 febbraio 1979).