

IL CITOPLASMA VEGETALE AL MICROSCOPIO ELETTRONICO

GIACOMINO SARFATTI

Direttore Incaricato dell'Istituto di Botanica, Università di Camerino

Lo studio del protoplasma ha fatto molti progressi da quando si è impiegato il microscopio elettronico, che permette ingrandimenti di decine di migliaia di volte e specialmente da quando si è trovato il modo di fare sezioni ultrasottili dello spessore di poche decine di millimicron. Al microscopio elettronico appaiono bene evidenti e di particolare interesse, per la generalità della loro distribuzione, alcune inclusioni viventi del citoplasma, che descrivo qui molto succintamente. Non tratto del nucleo, il cui studio è risultato per ora molto difficile al microscopio elettronico, se non per quanto riguarda la membrana che lo circonda, la quale fa parte del reticolo endoplasmatico; nè tratto di alcune strutture assai diffuse ma ancora poco conosciute. Così pure, limitandomi ad esaminare le cellule vegetali meristematiche o molto giovani, non parlo dei plastidi adulti, anche perché i cloroplasti sono oggetto di studi molto approfonditi e la complessità della loro struttura non può essere riassunta nel breve spazio a disposizione.

Limitiamoci quindi alle cellule meristematiche vegetali: con l'ausilio dello schema a fig. 1 e delle micrografie elettroniche a figg. 2-4, ecco una breve descrizione delle principali inclusioni viventi.

1) *Reticolo endoplasmatico*: è costituito da tubicini e vescicole che formano un sistema reticolare presente in tutta la massa citoplasmatica. Nelle sezioni esaminate al microscopio il reticolo appare naturalmente come se fosse formato da elementi non collegati. Le membrane di queste strutture

vescicolari si pensa siano di natura lipoproteica, similmente alle altre membrane plasmatiche. Il reticolo endoplasmatico è in connessione colla membrana nucleare; questa, anzi, è considerata come parte del reticolo endoplasmatico a spese del quale appare costituirsi, intorno ai nuclei figli, dopo la cariocinesi. Il reticolo endoplasmatico è in connessione colla membrana plasmatica esterna, cioè colla sottilissima « pellicola » che forma lo strato più esterno del citoplasma e che non va confusa colla parete cellulare fatta di cellulosa e di sostanze pectiche. Inoltre il reticolo endoplasmatico di una cellula entra in rapporto con quello delle cellule vicine per mezzo di « connessioni intercellulari », di filamenti del reticolo cioè, che passano da una parte all'altra della parete pectocellulosica all'interno dei « plasmodesmi » (sottili briglie citoplasmatiche che, attraverso le minute perforazioni normalmente presenti nelle pareti cellulosiche, collegano i citoplasmi delle cellule adiacenti).

Spesso sulla superficie esterna degli elementi filamentosi del reticolo si notano i « granuli di Palade », piccole granulazioni di 100-200 Angströms, che si pensa siano macromolecole di ribonucleoproteine e quindi responsabili della sintesi delle proteine specifiche e specialmente degli enzimi.

Tutti questi caratteri del reticolo endoplasmatico ed il fatto che esso fornisce una grande superficie di contatto colla matrice citoplasmatica, lo fanno ritenere un apparato che svolge un importantissimo ruolo elaboratore.

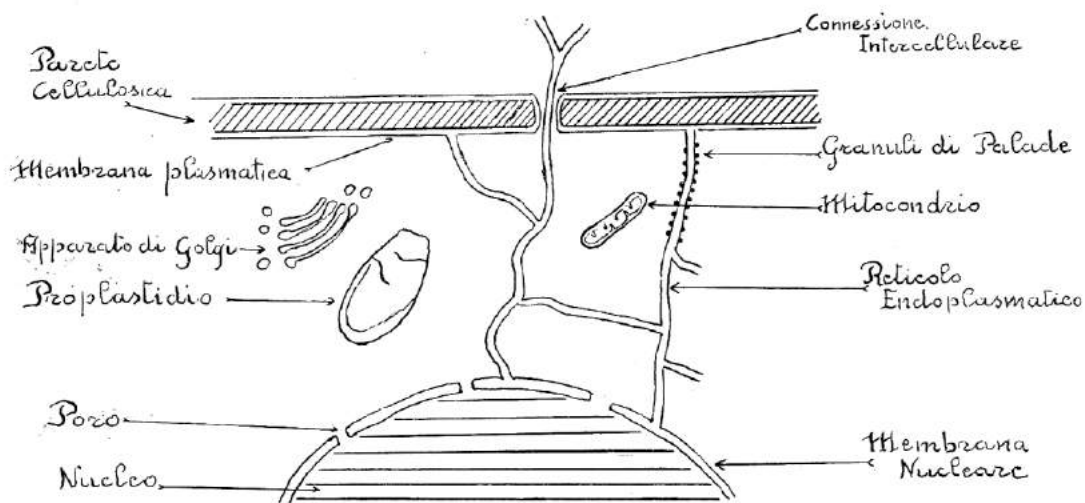


Fig. 1. - Schema delle principali inclusioni viventi del citoplasma di una cellula vegetale meristematica.

2) *Mitocondri*: sono corpi misuranti pochi micron, di forma molto varia. Sono circondati da due membrane, l'interna delle quali si ripiega in dentro a formare lamelle o « creste ». Doppia membrana esterna e creste sono esse pure di natura lipoproteica, cioè formate da strati proteici racchiudenti uno strato fosfolipidico. I mitocondri constano essenzialmente di proteine e sono ricchissimi di enzimi e di sistemi ossidoriduttori: sono cioè responsabili di varie reazioni ossidative (ciclo dell'acido citrico). Essi regolano inoltre i processi di fosforilazione, cioè il fissaggio di PO_4H_3 sulla molecola del glucosio, che viene così resa pronta a subire il processo catabolico della respirazione o della fermentazione. Possiamo insomma considerare l'apparato mitocondriale anche come il centro respiratorio ed energetico della cellula.

3) *Apparato di Golgi*: questo termine in microscopia ottica era stato applicato a componenti cellulari di difficile interpretazione e che sono stati alla base di numerose controversie. Questo è avvenuto specialmente nel campo animale dove si sono osservati inclusi di forma varia, molto spesso a forma di quarto di luna, o anche dei sistemi reticolari. Nelle cellule vegetali l'esistenza dell'apparato di Golgi è stata definitivamente accertata pochissimi anni fa per merito della microscopia elettronica; tale termine è oggi applicato dai botanici a strut-

ture meglio definite e più semplici che non le corrispondenti inclusioni delle cellule animali.

L'apparato di Golgi delle cellule meristematiche è costituito da pile di sacchi o « cisterne » piatte, ognuna circondata da membrana ed associata agli orli con vescicolette rotondeggianti. Gli apparati di Golgi sono bene evidenti quando le cisterne sono sezionate nel senso dello spessore e non della larghezza ed appaiono quindi come dei tubi un po' curvati. Il numero delle cisterne può variare, ma è generalmente piccolo: lungo i margini si rigonfiano e producono le vescicole, che ho già detto, in numero e di aspetto variante col variare della attività cellulare. Queste vescicolette si staccano via via e rappresentano il prodotto dell'attività elaboratrice del Golgi, che viene così immesso nel citoplasma circostante.

4) *Proplastidi*: strutture delle quali sono meglio conosciute le forme adulte (amiloplasti, cloroplasti, ecc.). Nelle cellule meristematiche appaiono come organuli più grandi dei mitocondri e talvolta sembrano essere limitati da due membrane; spesso mostrano anche membrane interne ma di aspetto assai diverso dalle creste dei mitocondri. Non sempre però è facile distinguere i mitocondri o almeno i mitocondri immaturi dai proplastidi, né è facile seguire l'evoluzione dei proplastidi in plastidi. Si notano spesso proplastidi in atto di divider-

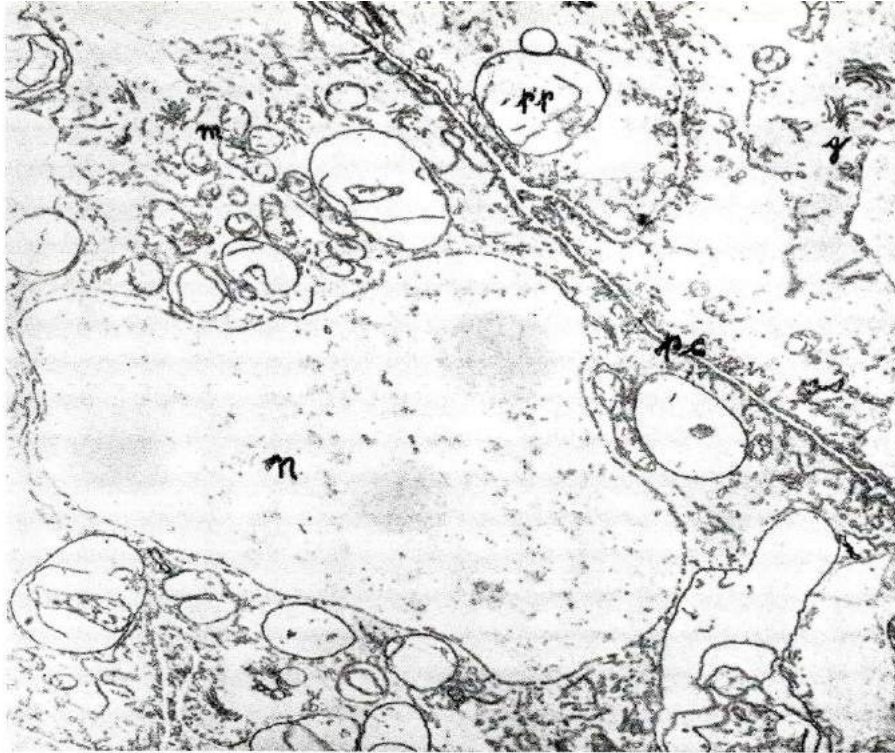


Fig. 2. - Cellule di albume di mandorlo, particolari. Si vedono le porzioni confinanti di tre cellule, separate dalle pareti ancora giovanissime e perciò molto sottili. Si nota un nucleo coi nucleoli e la membrana nucleare; molti proplastidi, mitocondri e apparati di Golgi. Tutto il citoplasma è ricco di filamenti e vescicolette del reticolo endoplasmatico, che sono particolarmente addensati lungo le pareti in formazione. g = apparato di Golgi; m = mitocondrio; n = nucleo; pc = parete cellulosica; pp = proplastidio. Ingrandimento: $\times 7.500$.

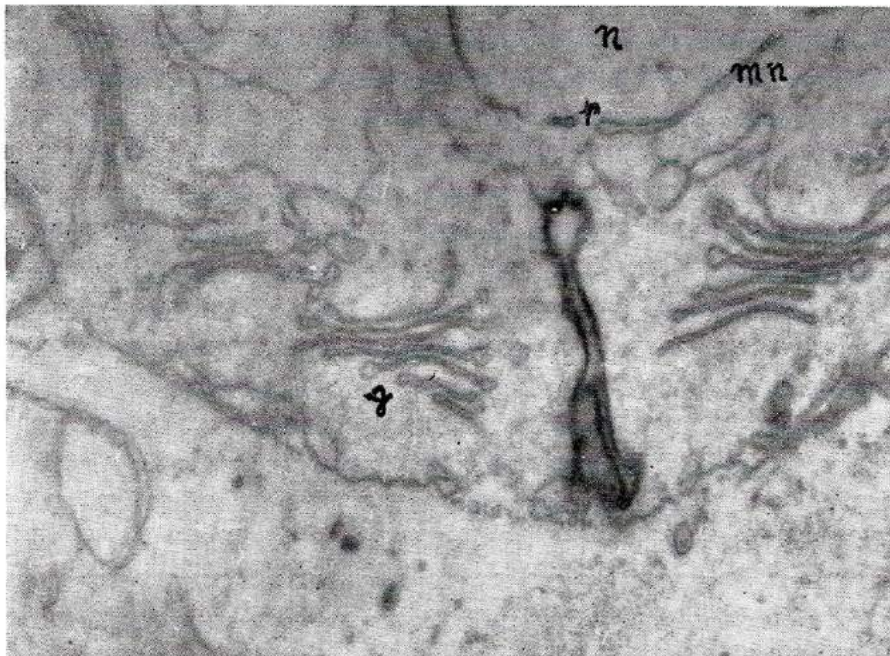


Fig. 3. - Quattro apparati di Golgi con le piccole vescicole che se ne distaccano. È visibile una porzione di nucleo colla doppia membrana provvista di pori. Il corpo scuro al centro e una inclusione citoplasmatica probabilmente di natura grassa. g = apparato di Golgi; mn = membrana nucleare; n = nucleo; p = poro della membrana nucleare. Ingrandimento: $\times 31.600$.

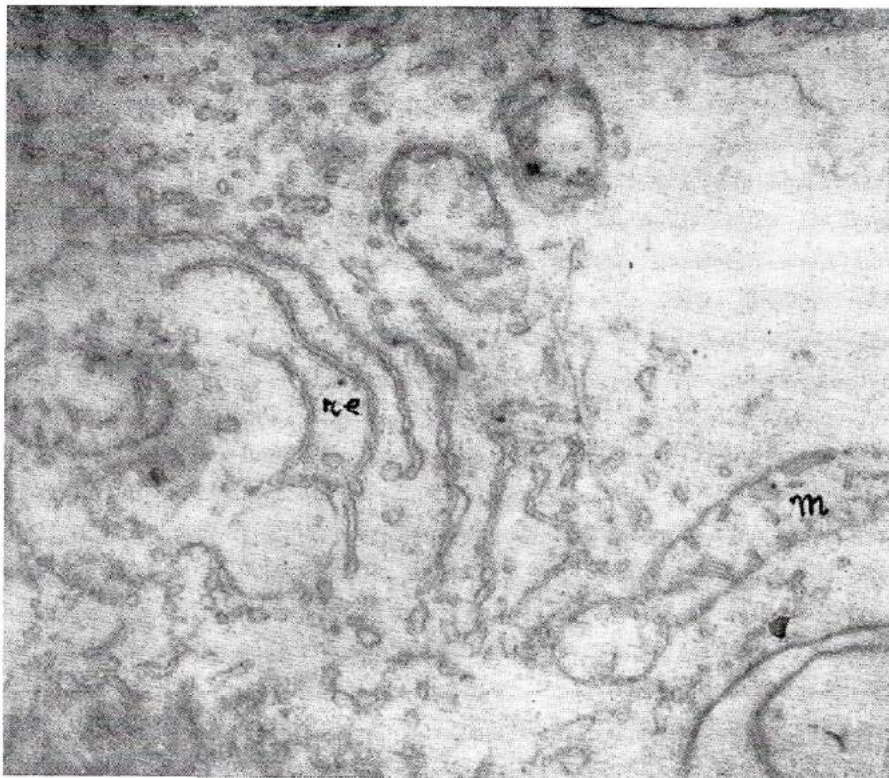


Fig. 4. - Filamenti e vescicole del reticolo endoplasmatico e mitocondri, uno dei quali sezionati per lungo. m = mitocondrio; re = reticolo endoplasmatico. Ingrandimento: $\times 27.500$.

si, ma non sappiamo se è questo il solo mezzo che hanno per riprodursi.

5) *Membrana plasmatica*: è apparentemente unistratificata, ma è più difficile metterla in evidenza che non le altre membrane delle quali ho già parlato. La superficie del protoplasma è talvolta regolare e la membrana appare in sezione come una linea dritta; talvolta è irregolare e la membrana plasmatica mostra numerose rientranze ed invaginazioni. In queste invaginazioni superficiali può essere che avvenga una specie di digestione esterna di particelle plurimolecolari, come può essere, al contrario che venga emesso materiale fuori del protoplasto. Abbiamo già veduto che il reticolo endoplasmatico è in connessione col reticolo endoplasmatico delle altre cellule e colla membrana plasmatica; anche questa può essere in connessione colle membrane delle cellule vicine, attraverso la parete cellulo-

sica, sempre per mezzo dei plasmodesmi attraverso i quali passano anche le connessioni intercellulari del reticolo endoplasmatico.

Queste dunque le strutture principali del citoplasma vegetale, così come ci appaiono ai forti ingrandimenti oggi possibili. La microscopia elettronica è però ancora un mezzo di indagine giovane ed è difficile dire se e quali delle conoscenze attuali verranno modificate, anche sostanzialmente. Però è importante notare che la microscopia elettronica ha confermato l'importanza delle strutture e specialmente dei sistemi di membrane, nonché la fondamentale unitarietà dell'architettura e della costituzione del protoplasma in tutto il mondo vivente.

(Disegno e foto dell'Autore; fotografie eseguite nel Centro Universitario di Microscopia Elettronica di Firenze).