

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCVIII.

1901

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME X.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1901

**Anatomia vegetale.** — *Anatomia dell'apparato senso-motore dei cirri delle Cucurbitacee.* Nota preventiva del Corrispondente A. BORZÌ.

Questa brevissima Nota giova ad annunziare e a riassumere i risultati di una serie di ricerche da me compiute sull'apparato senso-motore dei cirri delle Cucurbitacee. Un lavoro particolareggiato su questo argomento è già pronto per la stampa ed io non ho bisogno ora che soltanto accennare alle principali deduzioni, quelle, cioè, che principalmente interessano la dottrina del meccanismo dei moti di detti organi. Non è nemmeno necessario il ricordare che le meravigliose attitudini di senso e moto che i cirri manifestano in contatto ad appropriati sostegni hanno già formato oggetto di particolare studio da parte di molti fisiologi; mentre le ragioni strumentali, morfologiche e prime che presiedono alla esplicazione di tali fenomeni restano tuttora molto oscure o di gran lunga manchevoli a rappresentare fedelmente al pensiero l'essenza del meccanismo di funzionamento dei cirri. L'odierna dottrina dei moti di questi organi infatti si fonda sul principio che in presenza di un sostegno di determinate qualità fisiche, variano le condizioni d'incremento dei tessuti situati lungo le due facce opposte del cirro, in modo che quelli corrispondenti al lato esterno crescono molto più che quelli della faccia interna, i quali anzi contemporaneamente contraggonsi. Come effetto finale di coteste due azioni antagonistiche il cirro s'avvolge torno torno al sostegno e vi si avvicicchia tenacemente. Siffatto variare delle condizioni incrementali dei tessuti, secondo la teoria, è determinato dallo stimolo della pressione esercitata da corpi duri e scabri sulla superficie del cirro. In realtà trattasi di un mutamento istantaneo, come ce lo dimostra il microscopio orizzontale opportunamente disposto, mutamento che continua e diventa più distinto se non cessa l'azione dello stimolo, ma che vien meno se l'eccitazione stessa è sospesa. In quest'ultimo caso l'organo conserva la suscettibilità a nuove eccitazioni.

Date tali condizioni di funzionamento, è chiaro che le manifestazioni dell'attività di un cirro non possono attribuirsi a variazioni nei processi ordinari d'accrescimento, essendo questi, com'è noto, molto tardi e lentissimi nei loro effetti, ma invece esse ci si palesano come fatti consoni all'attività caratteristica del protoplasma. E spontanea sorge la domanda se alla specifica differenziazione della sensibilità dei cirri presiedano particolari protoplasti, quali ne sono i caratteri e il modo loro di funzionamento.

Le cognizioni anatomiche sui cirri non sono state ancora sufficientemente approfondite. I vecchi lavori del Palm e del Mohl sono troppo superficiali. Lo stesso si può dire di quelli più recenti del Leclerc du Sablon e del

Müller, Pfeffer e Haberlandt studiando i cirri di alcune Zucche notavano nei protoplasti epidermici delle minutissime emergenze papilliformi ed attribuirono ad esse la funzione tattile.

Non altro che questo ci è noto. Queste mie ricerche, spero, valgano a colmare le molte lacune che presenta l'argomento.

Premetto anzitutto che ho potuto rivolgere la mia attenzione ad una sessantina di specie di Cucurbitacee: in tutte il piano fondamentale di struttura dei cirri è il medesimo, salvo lievissime insignificanti differenze.

La considerazione di un cirro va fatta naturalmente nel momento in cui esso ha raggiunto quel grado di maturità fisiologica normale che lo rende idoneo al suo pieno funzionamento.

Ciò posto, si noti che l'arrampicamento di un cirro è un fatto d'indole ecologica (biologica): i cirri stessi non sono che organi biologici per eccellenza. Come tale considerato, il fenomeno si compone di tre momenti distinti che rappresentano altrettante fasi caratteristiche della vita di un cirro. A ciascuna di esse corrispondono determinate condizioni morfologiche esterne ed intime dell'organo, le quali occorre passare in rassegna.

Tali fasi biologiche sono:

1. Appoggio al sostegno per mezzo dell'estremità libera e circumnutante nello spazio;
2. Ravvolgimento al sostegno per mezzo della porzione superiore.
3. Consolidamento definitivo di tutto il cirro al sostegno.

*Prima fase.* — Il cirro è diritto, salvo all'apice, ove presenta una lieve incurvatura. L'estremità è costituita da una sostanza resistente, quasi cornea, lucida, dovuta a una particolare conformazione della epidermide e a straordinario ispessimento della cuticola in quella regione. Curvatura dell'apice e callosità terminale rappresentano due distinte disposizioni biologiche degne di nota. La prima giova ed assicura al cirro un pronto appoggio o appiglio al sostegno, mentre che esso, sospinto dal crescere e dai moti di circumnutazione e apogeotropici dei rami, si solleva e si aggira attorno in cerca di un punto di appoggio. Di fatti non essendo possibile immaginare nell'aria una calma assoluta, la forma uncinata dell'apice del cirro serve a favorire l'appoggio momentaneo di questo, mentre tanto le parti della pianta, quanto il sostegno sono agitati e tenuti in movimento dalle correnti aeree. La callosità è non solo in armonia a tale necessità biologica, ma giova altresì a favorire il procedere innanzi dell'apice del cirro durante il moto attorno il sostegno.

La incurvatura dell'apice del cirro è determinata da una lieve differenza di accrescimento dei tessuti posti sui due lati dell'organo nella sua parte estrema.

*Seconda fase.* — Il cirro, appoggiato già al sostegno, vi si avvolge, descrivendo parecchi passi di spirale. In tal guisa il ramo, a cui appartiene il cirro, è da questo tirato e portato sempre più in vicinanza al sostegno.

Solo una parte della porzione basale dell'organo resta esclusa dall'arrampicamento.

Durante questa fase sono messe in azione tutte le attitudini sensibili caratteristiche del cirro. Il grado di sensibilità varia nelle diverse regioni di uno stesso cirro. Sensibilissima al contatto è la faccia concava o interna, così pure lo sono le due regioni longitudinali marginali; nulla o debolissima è la sensibilità del lato convesso o esterno.

L'anatomia di un cirro qualunque dà ragione di tali condizioni. Difatti alle indicate tre regioni sensibili di un cirro corrispondono altrettanti fasci sottoepidermici di fibre protoplasmatiche d'aspetto collenchimatoideo, eminentemente contrattili. Ampio è il fascio mediano corrispondente alla faccia interna e distinto dai due laterali che sono più esili.

La contrazione delle fibre ha luogo sotto l'azione dello stimolo della pressione; la quale azione è trasmessa da particolari protoplasti periferici corrispondenti topograficamente e morfologicamente a quelli epidermici.

Siffatti protoplasti dunque assumono il carattere di elementi di *senso*, mentre le fibre vanno considerate come elementi di *moto*. Morfologicamente gli uni e gli altri sono differenti: i primi provengono e appartengono all'epidermide; gli altri sono d'origine periblemica.

Tutti i protoplasti epidermici di un cirro (salvo quelli della porzione basale dell'organo) sono cellule di senso. Ma più adatti all'esercizio della funzione sensitiva sono quelli che appartengono alle regioni particolarmente sensibili dell'organo.

Ogni cellula di senso è fornita nella sua parte direttamente in contatto coll'ambiente di una o 3, 5, 7, 9, 11 particolari appendici di recezione o *corpi tattili*. Questi sono in forma di brevissime papille protoplasmatiche a sommità tozza e slargata, le quali attraversano le pareti esterne della epidermide e raggiungono sotto il livello della cuticola. Verso i reattivi coloranti il protoplasma dei corpi tattili accenna a comportarsi in modo tutto affatto particolare o almeno sembra che differisca da quello interno. Gli stessi reattivi in preparati fissati coll'acido picrico-solforico, rivelano nel corpo cellulare una marcatissima struttura fibrillare. Il nucleo è relativamente molto grosso. Allo stato fresco si scorgono sovente attivissime correnti protoplasmatiche.

Le aperture parietali attraversate dai corpi tattili, viste dall'alto, hanno la forma di un'ellissi più o meno allungata: l'asse maggiore è perpendicolare a quello longitudinale del cirro. Gli orli dell'apertura sono ispessiti a mo' di labbra, ma meno o nulla lo sono ai poli della figura, in modo che l'apertura si può facilmente restringere nel senso longitudinale quando il cirro comincia a curvarsi. Per effetto di tale costrizione la sommità del corpo tattile viene più fortemente eccitata. Un aumento di eccitazione può seguire per intrusione di minutissimi corpi cristallini dentro la sostanza delle papille (Haberlandt) tattili.

I protoplastici di senso stanno in connessione tra di loro mediante laterali appendici protoplastiche. Queste attraversano le membrane cellulari sotto forma di tenuissime fibre protoplasmatiche. Ai punti di passaggio di dette fibrille esistono delle placche minutamente forate.

La connessione tra le cellule di senso e le fibre di moto si stabilisce mediante eguali processi fibrillari protoplasmatici, di facile rilievo per lo sviluppo notevole che prendono. Anche nei punti di comunicazione si notano delle piastrine forellate.

Le fibre motrici hanno pareti relativamente spesse, ma formate di una materia eminentemente compressibile e di consistente colloide quale si riscontra in tutti gli elementi caratteristici del collenchima. Fra le diverse fibre componenti un medesimo fascio, esistono dei meati intercellulari più o meno vistosi. Il protoplasma di ogni fibra è copioso, denso di granulazioni che si scorgono spesso in attivo movimento di circolazione. V'è un nucleo molto vistoso, allungato, sovente fusiforme.

Il grado di compressibilità e di contrazione delle fibre motrici è veramente notevole, come lo dimostra la plasmolisi. Ogni fibra può allora ridurre il primitivo volume del 25 al 30 %. I circostanti meati intracellulari agevolano la contrazione delle fibre motrici.

Date quindi tali condizioni di struttura, è possibile concepire come l'azione dello stimolo della pressione possa trasmettersi alle fibre motrici, per mezzo dei protoplasmi epidermici: le *appendici* o *corpi tattili* di cui sono forniti questi ultimi rappresentano la prima parte, deputata alla funzione recettiva dell'apparato senso-motore de cirri.

Ma il tradursi di siffatto impulso esterno in movimento esige nuove particolari disposizioni meccaniche, morfologiche, strumentali. E difatti allo stato crettile e vergine tutti i tessuti interni e specialmente il parenchima possiedono un elevato grado di tensione, così come risulta dalle indagini di tutti gli autori e particolarmente del De Vriese, e come la plasmolisi chiaramente mette in rilievo. Lo stimolo, di cui l'azione è trasmessa alle fibre motrici, su queste agisce modificando lo stato di loro normale turgescenza; anzi abbassando e deprimendo il potere osmotico del protoplasma, così che, divenuto questo impotente a ritenere la propria acqua d'imbibizione, la fibra diviene floscia e si contrae passivamente.

Essendo il fascio di fibre motrici posto sopra una faccia dell'organo, verrà appunto verso questa parte a mancare la resistenza allo espandersi dei circostanti tessuti. Il cirro dovrà in conseguenza curvarsi sul lato corrispondente al fascio di fibre motrici, cioè sulla faccia interna. Iniziato il movimento, questo si propaga; la curvatura si fa più profonda, mentre che nuovi punti di contatto si stabiliscono tra la faccia interna del cirro e il sostegno.

A completare il meccanismo di avvolgimento si aggiungono alcuni espedienti morfologici. Essi sono:

1. La forma convessa, sporgente dalle pareti esterne dell'epidermide della faccia sensibile. I corpi tattili essendo situati nel punto più culminante di detta regione sporgente, si comprende la facilità e rapidità colle quali tali appendici possano essere influenzate dalla pressione.

2. L'estrema compressibilità degli strati cuticulari interni delle pareti esterne epidermiche. Ciò è dovuto al fatto che detti strati risultano di una sostanza quasi di consistenza colloide. In tal modo la più lieve compressione esercitata sulla cuticola si può immediatamente trasmettere sulla sommità delle papille.

3. La presenza di minutissime frequenti rughe trasversali poste sul lato convesso del cirro e di un ampio solco longitudinale che percorre lo stesso lato a partire dalla base. Tali depressioni hanno il medesimo significato meccanico-morfologico delle pliche a mantice che si osservano trasversalmente ai cuscinetti fogliari delle Sensitive, e giovano quindi a facilitare l'incurvatura e la espansione dei tessuti corrispondenti alla faccia convessa del cirro.

*Terza fase.* — Il cirro acquista una consistenza quasi sublignea ed una grande elasticità. La porzione basale non ravvolta al sostegno si contorce e descrive varî passi di spirale di una perfetta regolarità geometrica. In tal guisa il ramo si accosta sempre più al sostegno. In ciò consiste il consolidamento definitivo dell'organo. La spirale della parte libera, com'è noto, rappresenta un apparato a molla destinato a regolare i rapporti fra la pianta e il sostegno in presenza degli urti bruschi e delle scosse determinate dagli agenti esterni e specialmente dal vento.

La considerazione di questo periodo della vita di un cirro è importante, perchè serve a stabilire un limite netto fra ciò che spetta all'attività del protoplasma e di particolari elementi sensibili, e ciò che dipende da processi incrementali e azioni meccaniche. Tutti coloro che si sono occupati della ricerca del meccanismo di moto dei cirri hanno esclusivamente rivolto la loro attenzione a questi ultimi fattori concomitanti del movimento stesso.

Si noti infatti che se il contatto fra cirro e sostegno non è continuato per alcuni istanti, il cirro medesimo non perde la facoltà di subire l'impulso di nuove eccitazioni. Solo invecchiando, in esso vien meno tale capacità, e rimane alla mercè dei processi incrementali. Si può allora contorcere ma irregolarmente; nè raggiunge quel vigore caratteristico dei cirri normalmente avviticchiati a un sostegno; anzi ben presto dissecca e cade come un corpo morto. Il contatto dunque sveglia nuove intime attitudini che la chimica o fisica possono determinare solo nei loro effetti ultimi.

La durata dello stato di contrazione delle fibre motrici e quindi del movimento dei cirri attivi e sensibilissimi essendo in rapporto alla durata delle eccitazioni, è necessario che quando l'organo ha raggiunto l'*optimum* delle condizioni utili al suo funzionamento, renda definitiva e stabile la sua posizione; cioè, occorre che la sua forma venga *fissata*. A questo scopo giova un

particolare plesso di fibre sclerenchimatiche o meccaniche, il quale propongo di chiamare *lamina del Bianconi*. È stato infatti il prof. Bianconi di Bologna, nel 1856, il primo a notare che nei cirri della Zucca esiste in vicinanza dei fasci libero-legnosi, sul lato spettante alla faccia concava dell'organo, un plesso molto compatto di elementi fibriformi, lignificati, e ne intuì subito l'ufficio meccanico. Questi elementi sono comuni a molti cirri ed esistono in tutti quelli delle Cucurbitacee. Essi prendono origine di buon'ora da modificazione delle cellule del parenchima che circonda i fasci, ma soltanto sul lato prospiciente la faccia interna del cirro. Sicchè la lamina del Bianconi ha una posizione unilaterale ed è separata dalle fibre motrici da un doppio o triplo strato di cellule parenchimatiche. Sulla sezione trasversale di un cirro piglia la forma di un arco che segue il perimetro dei 5 o 7 fasci libero-legnosi, ed aperto verso il lato convesso o esterno del cirro. Quest'arco tende a chiudersi a misura che ci avviciniamo alla base del cirro; ma non si chiude giammai perfettamente restando così in posizione unilaterale.

La lamina del Bianconi, appena il cirro ha cominciato le sue circonvoluzioni attorno al sostegno, si lignifica; e questo processo si propaga man mano verso la base, assicurando all'organo quella necessaria tenacità e resistenza utile al suo funzionamento.

Nella parte libera del cirro, mentre le fibre della lamina del Bianconi ispessiscono e lignificano le loro pareti, le cellule del parenchima circostante crescono di volume. Evvi così uno spiccato antagonismo di accrescimento, rappresentando la predetta lamina una resistenza all'accrecimento dei tessuti circostanti; antagonismo che ha per risultato finale la contorsione a spira della porzione libera dell'organo.

Anche a tarda età le pareti delle cellule del parenchima del cirro si lignificano senza subire un notevole ispessimento. Le membrane delle fibre motrici diventano allora rigide e quasi cornee.

**Meccanica.** — *Sopra la deformazione dei cilindri sollecitati lateralmente.* Nota II <sup>(1)</sup> del prof. EMILIO ALMANZI, presentata dal Socio VOLTERRA.

1. In una Nota precedente ho dimostrato che il problema di determinare la deformazione di un cilindro, sollecitato alle basi e sulla superficie laterale, nel caso che le componenti  $\tau_1, \tau_2, \tau_3$  della tensione che agisce sulla superficie laterale siano espresse da polinomi della forma  $\Sigma g_n z^n, \Sigma h_n z^n, \Sigma l_n z^n$ , ove  $g_n, h_n, l_n$  sono quantità indipendenti da  $z$  (come asse delle  $z$  si è assunto l'asse del cilindro) può sempre ridursi al problema di determinare la deformazione del cilindro sollecitato soltanto alle basi, purchè si

(1) V. pag. 333.