

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCVIII.

1911

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XX.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1911

Citologia. — *Sull'origine e sull'ufficio dell'ossalato di calcio nelle piante.* Nota del dott. IOANNES POLITIS, presentata dal Socio G. BRIOSI.

I numerosi studi che fin qui sono stati fatti intorno ai cristalli di ossalato di calcio non hanno potuto risolvere l'intricata questione riguardante la loro origine ed il loro significato biologico.

Arnò Aè⁽¹⁾ in seguito a esperienze sul *Crataegus Oxyacantha* ritiene l'ossalato di calcio un materiale di riserva. Questo, secondo l'autore, si trasporta dalle foglie morenti nei rami e nella primavera seguente, sciogliendosi, emigra nelle giovani foglie per servire come alimento.

De Vries⁽²⁾ ammette che l'acido ossalico sia un prodotto secondario degli albuminoidi, che si forma in tutte o quasi le cellule turgescanti e quivi si combina con la calce, e sostiene che l'ossalato di calcio in forma di soluzione nel succo cellulare emigra dal luogo ove si forma nelle cellule ove noi lo troviamo cristallizzato.

De Vries basa questa sua ipotesi specialmente sul fatto che nelle cellule cristallogore finora non si sono riscontrati nè amido nè zucchero, sostanze dalle quali si possono formare acidi organici.

C. Acqua⁽³⁾ in opposizione alle idee del De Vries fin dal primo suo lavoro sull'ossalato di calcio, sostiene che l'ossalato di calcio è generalmente insolubile nel succo cellulare e si accumula nelle stesse cellule nelle quali fu formato.

A tale conclusione giunse l'Acqua basandosi sulla osservazione che nella *Pircunia dioica* l'eliminazione dell'ossalato dal corpo della pianta avviene, oltrechè nel modo ordinario, anche per mezzo della cuffia radicale e sul fatto che egli rilevò sperimentalmente, che i cristalli di ossalato di calcio, una volta formati nella cuffia, non vengono più ridisciolti.

Ulteriori ricerche condussero l'Acqua⁽⁴⁾ alle seguenti conclusioni:

⁽¹⁾ Arnò Aè., *Ueber die Physiologische Bedeutung des in der Pflanzen vorkommen den Oxalsauren Kalks.* Flora, 1869.

⁽²⁾ De Vries; *Ueber die Bedeutung der Kalkablagerungen in der Pflanzen* Landwirth. Jahrbücher, Bd. X, Heft. 1 u. 2, 1881.

⁽³⁾ C. Acqua, *Contribuzione allo studio dei cristalli di ossalato di calcio nelle piante.* Annuario del R. Istituto Botanico di Roma, anno III, 1887-89.

⁽⁴⁾ C. Acqua, *Nuova contribuzione allo studio dei cristalli di ossalato di calcio nelle piante.* Malpighia, anno III, vol. III, 1889.

« L'acido ossalico ha origine in tutte le cellule turgide dei parenchimi corticali e midollari, dove combinasi con il potassio e si getta negli spazi intercellulari, con i quali probabilmente le cellule comunicano direttamente.

« Circolando negli spazi, l'ossalato solubile può giungere in contatto con le cellule cristallofore, ovvero può arrivare a queste per le comunicazioni intercellulari indipendentemente da essi.

« Nel suo tragitto non può combinarsi con i sali di calcio, che provengono dal terreno e si diffondono tra le molecole cellulosiche della parete, perchè è protetto, nell'interno delle cellule, dall'ectoplasma; negli spazi dai rivestimenti di questi.

« Una volta giunto nelle cellule cristallofore, l'ossalato potassico s'incontrerà con il calcio, poichè le proprietà speciali dell'ectoplasma di queste cellule sono appunto tali da lasciare entrare i sali di calcio.

« Le cellule cristallofore rappresentano adunque il luogo in cui si origina l'ossalato di calcio, ma non quello in cui si forma l'acido ossalico ».

Lo stesso autore, più tardi ⁽¹⁾, ha intrapreso nuove ricerche sull'origine dell'ossalato di calcio, sperimentando sul *Mesembryanthemum acinaciforme* Linn, e sull'*Evonymus Japonicus* Linn.

In seguito a tali osservazioni l'autore conclude che nell'*Evonymus Japonicus* le pareti delle cellule cristallofore, specie nei tessuti verdi, hanno la proprietà di accumulare i sali di calcio che si diffondono allo stato di soluzione nel corpo della pianta; che la formazione dell'ossalato calcico in questa pianta avviene nelle stesse cellule ove si trova depositato; e che in fine anche le osservazioni compiute sul *Mesembryanthemum acinaciforme* parlano in favore di questa ipotesi.

Di fronte a siffatti risultati l'Acqua insiste nella sua prima opinione contro l'ipotesi della solubilità dell'ossalato di calcio nel succo cellulare.

Schimper ⁽²⁾, in opposizione a tale opinione, basandosi sul fatto da lui osservato che, specialmente nelle foglie di *Symphoricarpus*, di *Alnus* e di *Crataegus*, l'ossalato di calcio formatosi in origine in forma di macie nel mesofillo, si ridiscioglie per emigrare in appositi elementi delle nervature, ammette che questo sale presenti una grande mobilità, simile a quella dei prodotti dell'assimilazione.

Il medesimo autore distingue, rispetto alle condizioni in cui si forma, tre sorta di ossalato di calcio che designa coi nomi di primario, secondario e terziario.

Quello secondario, di cui specialmente si occupò l'autore, deriverebbe principalmente dalla scomposizione del nitrato ed anche del solfato e del

⁽¹⁾ C. Acqua, *Alcune osservazioni sul luogo di origine dell'ossalato calcico nelle piante*. Malpighia, anno III, vol. III, 1889.

⁽²⁾ A. F. W. Schimper, *Ueber Kalkoxalatbildung in den Laubblättern*, Bot. Zeit., 1888, N. 5-10.

fosfato di calcio, che provengono dal terreno. Questi si decompongono nei tessuti verdi ove si accumulano, per opera della clorofilla sotto l'influenza della luce. In seguito a tale scomposizione si ha precipitazione del calcio sotto forma di ossalato e formazione di sostanze organiche azotate.

Tale ipotesi spiega il fatto da lui osservato che nelle foglie conservate all'oscurità, in quelle clorotiche e nelle fascie incolori delle variegature abbondano i nitrati, mentre il contrario accade nelle foglie esposte alla luce solare e nelle parti verdi delle piante variegature.

Schimper inoltre ha portato le sue indagini sulla questione dell'ufficio della calce nell'economia della pianta.

Egli, in seguito a culture di mais, piselli ecc., in soluzioni ora complete ed ora prive di alcuni elementi essenziali (calce, azoto, potassa, magnesia) giunse alla conclusione che la calce sarebbe necessaria per permettere il trasporto degli idrati di carbonio o combinandosi con essi in combinazioni capaci di attraversare le membrane, o rendendo queste ultime permeabili.

Così si spiega il fatto da lui rilevato che nelle piante, coltivate in soluzioni nutritive prive di sali di calcio, l'amido non ha facoltà di emigrare in altri luoghi e si accumula nelle stesse cellule ove fu formato.

Finalmente, secondo Schimper, la calce, dopo avere compiuto l'ufficio accennato, viene rimessa in libertà e si combina con l'acido ossalico per formare l'ossalato.

Mentre Aë', De Vries e Schimper ammettono che l'ossalato di calcio può disciogliersi ed emigrare dalle cellule in cui fu formato colla stessa facilità colla quale emigrano gli idrati di carbonio, Wehmer⁽¹⁾, dopo avere ripetuto le osservazioni dello Schimper riguardanti l'emigrazione dell'ossalato di calcio, arriva a conclusioni opposte, concludendo che una tale emigrazione non ha fondamento.

Kohl⁽²⁾, Palladin ed altri autori, ammettono che l'ossalato di calcio si formi durante la formazione degli albuminoidi dalle amidi col concorso degli idrati di carbonio.

Wehmer⁽³⁾, in seguito all'osservazione che la presenza di una base attiva la formazione dell'acido ossalico, crede che la calce non venga assorbita dalla pianta per neutralizzare l'acido, ma probabilmente serva per concorrere alle trasformazioni chimiche che avvengono nell'ambiente cellulare. Parrebbe secondo questo autore più probabile che la formazione dell'acido

(¹) C. Wehmer, *Das Verhalten des oxalsauren Kalkes in den Blättern von Symphoricarpos, Alnus, und Crataegus*. Bot. Zeit. Nr. 9-10, 1889.

(²) Kohl, *Anatomische Untersuchung der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanzen*. Marburg, 1889.

(³) Wehmer, *Zur Physiologie der Kakteen*. Monatsschrift für Kakteen Kunde. Berlin, 1892.

ossalico sia causata dalla presenza della calce, piuttosto che questa sia assorbita per neutralizzare l'acido.

Wehemer infine insiste ancora nella sua opinione che l'ossalato di calcio, una volta formato, non si discioglie e resta depositato nelle cellule in cui si è formato senza potere essere impiegato in alcuna maniera.

Tale opinione non è condivisa dal Kraus (1) il quale, con Schimper ed Aè, considera l'ossalato di calcio accumulato nella corteccia degli alberi e degli arbusti come un materiale di riserva.

G. Kraus si è indotto a questa conclusione, poichè osservò nel *Ribes sanguineum*, nel *Pirus Malus* e nella *Rosa canina*, che nella primavera, durante lo sviluppo dei germogli, una parte dell'ossalato di calcio depositato nella corteccia si ridiscioglie ed emigra verso altre parti della pianta.

Egli sostiene che quest'ossalato si scioglie lentamente negli acidi ordinari che trovansi di solito nei vegetali e nei loro sali.

In appoggio a una tale ipotesi vengono anche le osservazioni del Wahrlich (2).

Questo autore osservò una corrosione dei cristalli nei cotiledoni dei Lupini, quando essi vengono coltivati in terreno privo di calce, e accertò che i cristalli isolati della *Tradescantia discolor* e del *Bryophyllum calicinum* si sciolgono quando queste piante vengono coltivate in substrato come il precedente. Come solvente principale dei cristalli accennati servirebbe l'acido ossalico.

Anche Frank (3) ed altri autori osservarono il fenomeno della ridissoluzione dell'ossalato di calcio che riscontrai anch'io nei tubercoli del rizoma di *Bletia hyacinthina* Ait.

Buscalioni (4) poi osservò che in molte specie vegetali in cui si formano delle druse, queste, quando si trattano con un sale di rame, danno luogo quasi sempre alla formazione di un precipitato cuprico che si localizza nel cosiddetto « nucleo organico » delle druse, posto in evidenza per la prima volta dal Sanio (5).

Un altro fenomeno che mise in luce lo stesso Buscalioni è che simili precipitati (che egli chiamò « liberi » per distinguerli da quelli inclusi nelle

(1) G. Kraus, *Ueber das Kalkoxalat der Baumrinden*. Bot. Cent. XLIX, pag. 181.

(2) Warlich, *Ueber Calcium-Oxalat in der Pflanzen*, Inaug. Dissert.; Marburg, 1892.

(3) Frank, *Ueber die anatomische Bedeutung und die Entstehung der vegetabilischen Schleime*. Pringsheim's Jahrb., f. Wissenschaftl. Bot. V, pag. 161.

(4) Buscalioni, *Studi sui cristalli di ossalato di calcio*. Malpighia, voll. IX-X, 1895-96.

(5) Sanio, *Ueber die in der Rinde dicot. Holzgewächse vorkomm. Krystallinischen Niederschläge, und deren Anat. Verbreitung*. Monatsber. d. Kgl. Akad. d. Wissenschaft. Berlin, 1857.

druse) si formano costantemente nei parenchimi dove avviene la formazione delle druse.

Buscalioni, dai molteplici tentativi che fece, non ha potuto risolvere la natura dei precipitati accennati, però ha notato che un dato sale di rame precipita sopra una sostanza organica e che, dalle reazioni che presenta, risulta essere mucillaggine di natura callosica o forse anche pectica.

Da ciò Buscalioni conclude che i cristalli di ossalato di calcio si originano in seno al plasma in quelle cellule ove trovansi accumuli delle mucillagini suddette.

Groom⁽¹⁾ ammette con Böhm e Schimper che la calce serve a neutralizzare l'acido ossalico, come velenoso per la pianta; senza calce il fenomeno dell'assimilazione verrebbe rallentato per l'accumulo di ossalato di potassio che nuoce all'anilasi.

Amar⁽²⁾ è di parere contrario a tale ipotesi. Egli, in seguito ad esperienze ed osservazioni sopra un grande numero di piante contenenti cristalli di ossalato di calcio, conchiude che la calce sotto forma di nitrati, essendo necessaria alla costituzione ed al buon funzionamento fisiologico della pianta, viene assimilata fino ad una certa proporzione che varia secondo le specie; al disotto di questa proporzione essa si elimina sotto forma di cristalli di ossalato di calcio come un prodotto inutile. Da ciò l'autore deduce che la formazione di ossalato di calcio avrebbe per scopo l'eliminazione della calce superflua piuttosto che la neutralizzazione dell'acido ossalico.

Da questi cenni storici si vede quale divergenza di opinioni regna intorno all'origine e all'ufficio biologico dell'ossalato di calcio che è così ampiamente diffuso nel regno vegetale.

In un mio lavoro⁽³⁾ ho esposto le ragioni che mi hanno indotto ad ammettere che la mucillaggine dei tuberi di *Orchis*, anziché come la cellulosa, si comporti come il glicogeno.

Ivi inoltre notavo che questo idrato di carbonio si riscontra anche in altri generi appartenenti sia alle Orchidacee sia alle Bromeliacee, ove si forma costantemente nelle cellule in cui più tardi compare l'ossalato di calcio in forma di rafidi.

Di fronte a questi fatti concludevo che esiste una relazione tra glicogeno e ossalato di calcio.

Subito dopo, in un altro lavoro⁽⁴⁾, in seguito a nuove ricerche, mettevo

(1) Groom, Ann. of. Botany, X, 1896, n. 37, pag. 91.

(2) Amar, *Sur le rôle de l'oxalate de calcium dans la nutrition des végétaux*. Annales des Sciences Nat., tome XIX, 1904, pag. 195.

(3) I. Politis, *Sulla presenza del glicogeno nelle fanerogame e sua relazione col l'ossalato di calcio* (Atti dell'Ist. Bot. di Pavia, vol. XIV.)

(4) I. Politis, *Sulla presenza di Amiloide nelle cellule cristallofore del Philodendron melanochrysum Linden., e del Ph. oxycardium Schott* (Atti dell'Ist. Bot. di Pavia, vol. XIV.)

in rilievo che nel *Philodendron oxycardium* Schott., e nel *Philodendron melanochrysum* Linden., si forma costantemente nelle cellule, destinate a diventare cristallofore, una sostanza mucillagginosa che si comporta come l'amiloide. Ciò mi fece concludere che tra l'amiloide ed i cristalli di ossalato di calcio deve esistere un intimo rapporto.

Ora vediamo se tali conclusioni possono servire a portare un po' di luce sulla questione riguardante il luogo di origine e l'ufficio biologico dell'ossalato di calcio nelle piante da me studiate.

Da molto tempo Claude Bernard ⁽¹⁾ notò che nell'amnios dei Ruminanti si trovano dei cristalli di ossalato di calcio e li considerò come un prodotto di ossidazione del glicogeno.

A questa opinione si è associato anche Errera ⁽²⁾ per spiegare la formazione dell'ossalato di calcio nel *Pirolobolus* e in molti altri funghi dove esso si trova diffuso.

Come sopra si è detto, De Vries sostiene in appoggio alla sua ipotesi riguardante il luogo di origine dell'ossalato di calcio, che nelle cellule ove esso si trova depositato non sono stati mai riscontrati amido e zucchero, i quali possono considerarsi come materiale di formazione degli acidi organici.

Adesso però, dopo che io ho rilevato che nelle cellule cristallofore di diverse monocotiledoni si formano speciali idrati di carbonio (glicogeno, amiloide) e che esiste una relazione tra questi e la formazione dell'ossalato di calcio, credo che venga a mancare il principale argomento che De Vries porta in favore della sua ipotesi e che in opposizione ad essa si possa così concludere:

L'acido ossalico e l'ossalato di calcio hanno origine nelle cellule in cui questo sale si trova cristallizzato. L'acido ossalico proverrebbe dal glicogeno o dall'amiloide per ossidazione.

Ufficio biologico. — Seguendo lo sviluppo delle cellule rafidiofore di varie monocotiledoni, osservai ⁽³⁾ che esse, mentre da prima assomigliavano alle cellule vicine, poi si differenziano e diventano formatrici di speciali idrati di carbonio. Siccome questi ultimi si formano costantemente nelle cellule cristallofore suddette, ammi, come già dissi, che fra essi e l'ossalato di calcio, che subito dopo appare in queste cellule, debba esistere una relazione e cioè che l'acido ossalico che serve alla formazione dell'ossalato, provenga dai detti idrati di carbonio. Questi si formerebbero dunque costantemente in determinati elementi per dare origine all'acido ossalico. È necessario quindi ammettere che quest'acido deve compiere una determinata funzione,

⁽¹⁾ Cl. Bernard. *Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux*, 1878-1879, t. I, pp. 237-238.

⁽²⁾ L. Errera, *L'épithème des Ascomycètes et le glycogène des végétaux*. Recueil de l'Inst. Bot. de Bruxelles, t. I, pag. 25.

⁽³⁾ Politis, l. c.

che potrebbe essere per esempio quella di eliminare la calce superflua, come suppone Amar, o quella di formare cristalli di ossalato di calcio aventi qualche speciale ufficio biologico.

Ciò supposto credo che sia da escludersi l'ipotesi del Groom, del Böhm e dello Schimper, secondo la quale la formazione dell'ossalato di calcio avrebbe per scopo la neutralizzazione dell'acido ossalico come sostanza tossica per la pianta.

PERSONALE ACCADEMICO

Il PRESIDENTE comunica che hanno inviato ringraziamenti all'Accademia per la loro recente elezione: i Soci nazionali ANGELI e RICCÒ; il corrispondente TEDONE; i Soci stranieri: DEDEKIND, HALE, LARMOR, ORTH e WAGNER.

PRESENTAZIONE DI LIBRI

L'accademico Segretario MILLOSEVICH presenta le pubblicazioni giunte in dono, segnalando quelle inviate dai Soci nazionali BASSANI, DALLA VEDOVA, PASCAL, TARAMELLI; dai Corrispondenti SILVESTRI, VENTURI; dai Soci stranieri HOWARD DARWIN e LACROIX; e dai signori ANTONIAZZI e SILVA, AGAMENNONE e CAVASINO, ALMERICO DA SCHIO, DE ANGELIS D'OSSAT e DE TONI. Fa poscia menzione dell'opera del duca D'ORLÉANS: *Campagne arctique de 1907*; dello studio del dott. RINTARO MORI: *Japan und seine Gesundheitspflege*, e di un volume, che fa parte dei lavori della Commissione per lo studio del beri-beri, pubblicato dalla sezione giapponese.

Il Presidente BLASERNA presenta il vol. II dell'insigne opera: « Corpus Nummorum Italicorum » inviato in dono da S. M. IL RE: questo volume riguarda: *Piemonte-Sardegna; Zecche d'oltremonti di Casa Savoia*. L'Accademia incarica unanime il Presidente di ringraziare l'Augusto Donatore pel dono prezioso.

Il Socio PIZZETTI fa omaggio a nome dell'Accademico prof. MAGGI, dell'opera: *Dinamica fisica* e ne parla.

CORRISPONDENZA

Aperta la seduta, il Presidente BLASERNA dà il benvenuto ai Collegli, e prima di iniziare i lavori del nuovo anno accademico, inneggia all'impresa