

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCX.

1913

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXII.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1913

Fisiologia vegetale. — *Nuove ricerche sulla diffusione e localizzazione dei ioni nel corpo delle piante: esperienze con il cerio.* Nota di C. ACQUA, presentata dal Socio R. PIROTTA.

Nei miei studi precedentemente pubblicati sull'argomento io mi sono valso, per le ricerche intorno al diffondersi e localizzarsi dei ioni nel corpo delle piante, di un metodo nuovo, il quale mi ha dato risultati molto soddisfacenti.

Mentre con le sostanze le quali entrano generalmente nella composizione delle soluzioni saline non è possibile di seguire le vicende che subiscono gli ioni, dopo la loro penetrazione nel corpo delle piante riesce, al contrario, con speciali corpi di poter compiere questa indagine direttamente al microscopio. Si tratta di corpi aventi proprietà particolari e tali che i cationi derivanti dalla dissociazione dei loro sali, allorchè si accumulano in determinate regioni, finiscono per dare luogo ad un deposito insolubile e colorato. Così, con i sali di manganese, i cationi accumulati in diverse regioni provocano la formazione di bei depositi rosso-bruni, dovuti con tutta probabilità a biossido di manganese. E ciò senza che la pianta ne risenta nocimento, almeno fino a che il deposito non abbia raggiunto una tale proporzione da impedire l'accrescimento di determinati tessuti. Ma fino a che questo estremo limite critico non sia raggiunto, le piante possono anche, se le soluzioni adoperate sono opportunamente diluite, avere uno sviluppo non solo vigoroso, ma anche uguale a quello delle altre appartenenti ai lotti di controllo.

Io ho creduto di interpretare tali fatti considerandoli provocati da proprietà generali di determinate cellule o di determinati tessuti, per le quali proprietà la separazione dei ioni e l'accumulo di cationi dovrebbero aver luogo anche con i sali nutrienti che o si riscontrano nel terreno o fanno parte delle soluzioni artificiali. La differenza consisterebbe soltanto in ciò: che con il manganese si ottengono localizzazioni di depositi insolubili e colorati, mentre con altri sali ciò non avviene, e, quindi, le vicende che subiscono i vari ioni sfuggono all'osservazione. Si deve anche notare che in questo secondo caso, non originandosi depositi insolubili, l'accumulo dei cationi può essere diminuito o anche annullato da un loro successivo trasporto in altre regioni della pianta. In ogni modo resterebbero dimostrate con il nuovo metodo le regioni nelle quali ha luogo la separazione dei cationi dagli anioni.

In appoggio a tale ipotesi io crederei citare i seguenti fatti, bene accertati. I depositi che si originano per ciascuna pianta sempre nelle stesse regioni, si trovano quasi esclusivamente nella radice; ma essi si accumulano

poi in proporzione straordinariamente grande in vicinanza dei tessuti meristemali iniziatori di nuove produzioni radicali, il che dimostra che essi sono in rapporto con l'attività formativa di nuove cellule e, quindi, anche delle sostanze proteiche. Nelle parti aeree i depositi scarseggiano grandemente; in qualche caso, come nel *Phaseolus*, essi si riscontrarono con qualche abbondanza ma localizzati in speciali cellule albuminifere, il che sta appunto a dimostrare il loro rapporto con la presenza di sostanze proteiche.

Io volli inoltre ricercare se, variando l'anione, i depositi si verificassero ugualmente; e quindi, oltre il nitrato manganoso, adoperai il solfato, il cloruro, il bromuro in soluzioni equimolecolari. Ricontraì che i depositi, in genere, si formano con uguale intensità. Cercai anche di variare il catione, impiegando cioè qualche altro corpo capace di dare depositi come il manganese. Io ritrovai tale proprietà nell'uranio e nel piombo. Questi corpi, sperimentati nei loro sali, sono nocivi, danneggiano sempre più o meno la pianta; anche se adoperati in soluzioni molto diluite, ne ritardano lo sviluppo; tuttavia, si riesce a scorgere egregiamente delle localizzazioni dei cationi (gialle con l'uranio, nere con il Pb dopo il trattamento con H_2S sulle sezioni) *nelle stesse regioni nelle quali hanno luogo con il manganese*. Naturalmente, in tutte queste esperienze le piante, quantunque parzialmente arrestate nel loro sviluppo, si mantennero vive, e il deposito fu quindi provocato da processi biologici e non da processi necrotici.

Dal complesso adunque di tali fatti io concludeva essere la radice l'organo nel quale avviene prevalentemente la separazione dei cationi dagli anioni.

« Per questa funzione la radice può paragonarsi », così io scriveva in una mia precedente comunicazione « a quel reparto di un grande laboratorio nel quale i materiali entrati confusamente debbono essere opportunamente separati e vagliati perchè poi avvenga la successiva distribuzione dei costituenti del detto materiale in altri reparti nei quali debbono essere impiegati. E nel nostro caso, questo lavoro si compie con la separazione degli ioni a opposta carica elettrica, ossia dei cationi dagli anioni. Questo grande continuo lavoro noi non lo seguiamo nelle condizioni ordinarie. Con i sali di manganese e degli altri corpi adoperati, si riesce a metterlo in evidenza ».

Il rapporto poi tra la produzione di tali depositi e l'attività formatrice di nuovi tessuti dimostra che nella radice avvengono i processi i quali conducono alla sintesi delle sostanze proteiche necessarie per le nuove formazioni. Quest'ipotesi contraddice a quanto si è creduto di ammettere in questi ultimi tempi, che cioè le facoltà sintetiche risiedessero esclusivamente negli organi verdi aerei, e particolarmente nelle foglie. Non si deve negare che anche in queste, giungendo gli anioni provenienti dalle radici, possano avvenire le sintesi suddette; ma, in ogni modo, il processo non è da ritenersi ad esse esclusivo e caratteristico.

Queste mie idee non hanno mancato di suscitare — com'era, del resto, prevedibile — delle opposizioni.

Così la Houtermann, ripetendo, dietro suggerimento del prof. Molisch, le mie esperienze ed osservazioni, nel mentre conferma pienamente i fatti da me osservati, ritiene che per la loro spiegazione basti l'ammettere la presenza di un'ossidasi, la quale provocherebbe la formazione del biossido per un processo particolare e specifico, senza che debba quasi ritenersi in rapporto a condizioni generali fisiologiche. Ma i molteplici fatti da me esposti, e dei quali ho dato qui un breve cenno, mostrano come ben altra debba ritenersi la causa, e riferibile ad un ordine di fenomeni più generale.

Ma allo scopo di meglio stabilire se tali processi debbano veramente ritenersi d'indole generale, io ho iniziato esperienze con i sali di altri corpi per ricercare se tra questi ve ne siano di quelli i quali, in seguito al processo di separazione dei ioni e di accumulo dei cationi, siano in grado di dare dei depositi insolubili e colorati. E in questo caso si tratta di ricercare se tali eventuali depositi si originino, o no, sempre nelle stesse regioni. Poichè nel primo caso, ossia se essi si riscontrino sempre negli stessi organi, negli stessi tessuti, resterebbe sempre più confermata l'ipotesi che debba trattarsi di un fenomeno fisiologico generale, quantunque si riveli soltanto con una determinata categoria di corpi, che per loro proprietà specifiche si prestano a questo esame; nel secondo caso, ossia se i varii corpi diano depositi localizzati in regioni differenti, noi avremmo a fare con tutta probabilità con fenomeni anormali, i quali toglierebbero gran parte del suo valore all'ipotesi suesposta.

Nelle mie nuove ricerche ho ottenuto finora ottimi risultati con il cerio, di cui ho sperimentato il cloruro; ed i risultati ottenuti per tre piante — *Triticum sativum*, *Zea Mays*, *Phaseolus vulgaris* — passo brevemente a descrivere.

Triticum sativum. — Il cloruro di cerio in soluzioni anche diluite in acqua distillata, arresta rapidamente lo sviluppo della giovane piantina, derivante da chicchi posti direttamente a germinare in contatto con la soluzione. Il metodo usato è quello precedentemente descritto; soltanto, invece di adoperare dischi di sughero galleggianti, sui quali era tesa della garza, si usarono dei rettangoli costruiti con bacchettine di vetro e sostenuti da piedi di vetro; sul rettangolo era tesa la garza, che si faceva arrivare in contatto del liquido. La soluzione $\frac{1}{5}$ mila arrestò quasi totalmente lo sviluppo; ad $\frac{1}{10}$ mila, $\frac{1}{20}$ mila, lo sviluppo fu discreto, quantunque molto ritardato in confronto dei lotti di controllo, specialmente nel sistema radicale. Tuttavia, le piantine si mantennero sempre bene turgide, non presentando neanche traccia di fenomeni necrotici. All'esame microscopico si riscontrò un deposito giallo perfettamente localizzato ed esclusivo delle radici. Cominciava ad apparire qua e là nel cilindro corticale, non sorpassando mai

l'endodermide. Prolungando la coltura, il deposito divenne più abbondante, riempiendo anche gran parte degli spazi intercellulari. La formazione di radici secondarie nella soluzione del sale di cerio non fu constatata, forse perchè l'azione non favorevole del sale impediva tale formazione. Concludendo: si hanno con il cerio gli identici risultati che si ottennero con il manganese, con l'uranio, con il piombo.

Zea Mays. — Furono adoperate soluzioni $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{50}$ mila. Le radici si svilupparono poco anche nell'ultima soluzione più diluita; ma in questa i germogli crebbero bene, tanto da mostrare ben poca differenza con i lotti di controllo. L'esame microscopico mostrò il deposito bene localizzato nella radice, e precisamente nel cilindro corticale, in cui qua e là si mostrarono pieni anche gli spazi intracellulari. Nel cilindro centrale, in genere, nulla, specialmente nei primi giorni dell'esperienza; poi il deposito cominciò a mostrarsi in alcuni vasi del protoxilema. Nell'asse epicotileo, in genere, il deposito non si riscontrava, tranne che in alcuni fasci, che ne contenevano nel lume dei loro vasi. Le radici secondarie, anche in questo caso, non si formarono, e quelle che erano incipienti si arrestarono, senza mostrare alcun particolare deposito. Come nel caso precedente, anche in questo si ha la conferma di quanto fu trovato col manganese e con altri corpi.

Phaseolus vulgaris. — Questa pianta risente ancor più l'azione nociva del cerio, e si adoperarono soluzioni di cloruro $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{100}$ mila. Ma anche in quest'ultima, l'arresto dell'accrescimento fu molto forte, tanto nelle parti aeree, quanto nelle radicali. Le piante si mantennero però sempre turgide, presentando le loro parti verdi di colore assolutamente normale e non mostrando altra differenza sui controlli se non quella di un arrestato sviluppo. Al microscopio, le radici presentarono abbondante deposito giallognolo, nelle regioni meno profonde del parenchima corticale, e nel cilindro centrale nel quale era particolarmente localizzato nelle regioni meccaniche. Il fusto, in genere, non presentò alcun deposito, e così dicasi anche delle cellule speciali albuminifere che se ne mostrarono sempre prive. Anche per le radici secondarie non si poterono compiere osservazioni positive, parimenti a quanto accadde con le altre due piante precedentemente descritte.

Quindi, anche le nuove esperienze con il *Phaseolus* confermano i risultati descritti nelle altre mie precedenti comunicazioni.

Concludendo, il cerio si comporta come il manganese, con la sola differenza che esso in paragone di questo, è nocivo per lo sviluppo delle piante, e quindi si incontra una certa difficoltà nel prolungare l'esperienza, e non è possibile di compiere osservazioni speciali intorno a taluni fenomeni legati all'accrescimento. Si comporta anche analogamente all'uranio, al piombo. Paragonando fra di loro preparati tolti da piante coltivate nei vari sali di questi corpi, la distribuzione dei depositi appare del tutto identica; la sola differenza sta nella diversa colorazione del deposito stesso.

La mancanza di depositi intorno alla formazione di nuove radici secondarie si spiega facilmente, perchè il cerio arresta tali formazioni. Quanto poi alla mancanza di depositi nelle cellule speciali albuminifere del *Phaseolus*, la cosa è parimenti spiegabile; questi depositi non si formarono, anche con il manganese, se non in determinati casi, e sempre in condizioni assai buone di sviluppo; si comprende adunque la difficoltà a manifestarsi con il cerio.

Da queste nuove ricerche adunque si può trarre un altro argomento a favore dell'ipotesi che i fenomeni osservati di diffusione e localizzazione dei cationi debbano ascriversi ad una causa generale in rapporto ai processi fisiologici che in via ordinaria si svolgono nell'organismo.

Fisiologia vegetale. — Ricerche sull'azione di nitrati isolati sul periodo germinativo dell'*Avena sativa* ('). Nota del dott. F. PLATE, presentata dal Socio R. PIROTTA.

In una serie di ricerche intrapresa intorno all'azione di elettroliti neutri (nitrati) sul periodo germinativo dell'*Avena sativa*, ho voluto non solo studiare l'azione che ogni nitrato esercita sulla piantina, ma vedere ancora se fra i fatti biologici osservati sia normali sia anormali, e le proprietà fisiche e chimiche dei cationi, esistano determinati rapporti.

Gli elettroliti adoperati in questa prima numerosa serie di esperienze erano costituiti esclusivamente dai nitrati, laonde uno solo era l'anione adoperato. Per meglio quindi facilitare le mie ricerche, e per dare anche un ordine sistematico alle medesime, ho eseguito questo studio seguendo i diversi gruppi dall'1-8 del sistema periodico degli elementi; però del gruppo V non ho preso in esame nessun elemento per il carattere prevalentemente metalloidico di essi. In questa prima Nota, anche per ragione di spazio, esporrò i risultati ottenuti coi seguenti cationi del 1° gruppo:

$L_i \cdot Na \cdot K \cdot Cs \cdot Rb \cdot (NH_4)$:

In note successive mi occuperò degli altri cationi.

È cosa ampiamente e da lungo tempo dimostrata che le soluzioni in cui vivono gli organismi vegetali debbono avere una concentrazione che quasi sempre deve rimanere nei limiti del 1-5 ‰. Ma per lo studio di combinazioni determinate di ioni è stato prima nella fisiologia vegetale e poi in quella animale adottato il metodo di escludere o l'uno o l'altro, o quasi tutti gli elementi nutritivi inorganici, per poter meglio studiare così gli effetti biologici prodotti da ogni singolo elemento. Fu appunto per questa

(') Lavoro eseguito nel R. Istituto Botanico di Roma.