

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXI.

1914

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXIII.

2° SEMESTRE.



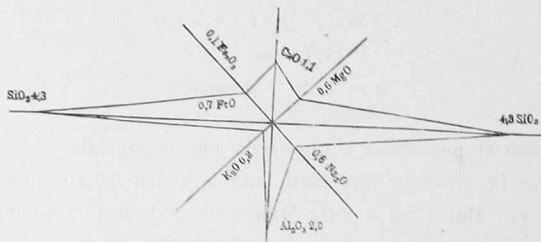
ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1914

accenna ad una maggiore basicità; basicità che pur si rileva dal seguente diagramma :



Fisiologia vegetale. — *Sull'assorbimento artificiale di liquidi nelle piante per mezzo delle parti aeree* ⁽¹⁾. Nota di C. ACQUA, presentata dal Socio R. PIROTTA ⁽²⁾.

Allorquando, per determinate esperienze di fisiologia, si vuol provocare l'assorbimento di speciali sostanze solute da parte delle piante, si suol ricorrere ai consueti metodi che possono riassumersi come appresso. Si coltiva l'intera pianta in soluzione nutritizia, o completa o incompleta o con l'aggiunta di altre sostanze, che non fanno parte di quelle che normalmente hanno valore per la nutrizione, ma delle quali si vuole studiare l'azione; ovvero si fa sviluppare la pianta in un mezzo inerte, come ad esempio polvere di vetro, aggiungendo le diverse soluzioni. In questi casi l'assorbimento può dirsi artificiale fino ad un certo punto; artificiale, perchè tale è il complesso delle condizioni nelle quali la pianta vive, ma il meccanismo dell'assorbimento avviene nella sua parte essenziale in via ordinaria, cioè a dire per mezzo del sistema radicale. Ma questo sistema, il cui ufficio predominante è quello di facilitare l'assorbimento delle sostanze solute dal terreno e di contribuire anche all'elevazione nelle parti superiori per mezzo della pressione radicale, ha indubbiamente anche altre proprietà specifiche, tra cui molto probabilmente quelle di operare una separazione degli ioni a opposta carica elettrica, e di facilitare quindi la dissociazione elettrolitica delle soluzioni saline assorbite, come tendono a dimostrare i miei studi compiuti in questi ultimi anni. Può dunque interessare al fisiologo di provocare l'assorbimento di talune sostanze, a prescindere dal sistema radicale. Passiamo così ad un secondo metodo, assai semplice, che consiste nel tagliare nettamente e sotto la soluzione un ramo della pianta che si vuol sottoporre all'esperienza, e provocare così l'assorbimento diretto. Ma con questo metodo, che è il più usato, si producono alterazioni gravissime, sia provenienti dal trauma in se stesso, sia dal fatto che il ramo tagliato resta privo di un organo essenziale, cioè della radice.

⁽¹⁾ Lavoro eseguito nel R. Istituto botanico di Roma.

⁽²⁾ Pervenuta all'Accademia il 28 luglio 1914.

Un terzo metodo fu anche adoperato recentemente da qualche sperimentatore, e consiste nello scavare una cella nel fusto di piante, introducendovi delle sostanze, delle quali si vuol provocare l'assorbimento. Ma senza entrare nell'esame dei casi particolari nei quali fu usato, certo è che questo metodo non può ritenersi consigliabile dal punto di vista fisiologico generale. Qualche altro tentativo di provocare l'assorbimento per mezzo di parti aeree si riscontra raramente o vagamente accennato nella letteratura, senza che però su di esso sia stato compiuto uno studio metodico atto a rivelarne il valore.

Io mi sto da parecchio tempo occupando dell'argomento, ed in questa prima comunicazione preventiva rendo note le mie esperienze le quali dimostrano la possibilità di fare assorbire ad una pianta, in condizioni normali di vegetazione, notevoli quantità di liquidi, con il minore trauma possibile, e cioè per mezzo di picciuoli di foglie tagliati o di lembi fogliari, o di apici di fusti parimenti tagliati. Ma prima di passare alla descrizione della parte sperimentale, non sarà inutile di accennare al concetto dal quale mossero le mie ricerche.

Noi sappiamo che per opera delle radici si genera una pressione positiva, la quale si rivela nel comune fenomeno, noto in fisiologia, dell'emissione di liquidi da parte di una pianta troncata verso la base, emissione che spesso avviene con naturale pressione, come è rilevato da ricerche manometriche. Ma, salendo man mano verso le parti superiori, la pressione positiva tende a diminuire e ad annullarsi, per passare poi negativa. Ciò è comunemente noto, talchè superfluo è l'insistere. Ora è evidente che troncando sotto acqua, o sotto una soluzione, una parte aerea nella quale esista pressione negativa, avverrà assorbimento del liquido, almeno fino a che non sia stato ristabilito l'equilibrio.

Inoltre io mossi anche da altre considerazioni. Sappiamo che, mentre le soluzioni assorbite dal sistema radicale si dirigono verso l'alto, una altra corrente muove dalle parti aeree verdi, nelle quali ha avuto luogo la formazione degli idrati di carbonio, e si diffonde per le varie parti del vegetale. Gli idrati di carbonio, prodotti per fotosintesi, quando non siano utilizzati sul posto, si raccolgono verso i fasci conduttori, e sono da questi trasportati per opera di loro elementi specifici. Ora, se noi poniamo un fascio, nettamente troncato, a contatto di una soluzione, contenente, ad esempio, del glucosio, non potrà analogamente aver luogo la conduzione? E, dato che il fenomeno si verifichi, che cosa avverrà se, invece del glucosio, siano usate altre sostanze, o sia invece fornita dell'acqua semplice?

Tali furono i quesiti che mi indussero a sperimentare.

I primi saggi furono compiuti nel decorso ottobre con una giovane pianta del comune gelso (*M. alba*). Verso la metà di detto mese, io operai dei tagli trasversali nelle foglie all'apice di un ramo, con un rasoio, in

modo che i lembi delle foglie medesime restassero troncati verso la metà; e feci pescare il ramo in una soluzione zuccherina (zucchero comune) al 5%. Il taglio suddetto era stato operato sotto liquido. Si constatò ben presto un notevole assorbimento di liquido, che in questa prima esperienza non fu misurato. Il ramo restò immerso per circa dieci giorni, durante i quali fu rinnovata per tre volte la soluzione. Poi l'esperienza fu interrotta. Si trattava di un tentativo compiuto, più che altro, per curiosità, non mi curai quindi di compiere ulteriori ricerche anche perchè dovetti poco dopo assentarmi. Ma quando, qualche tempo appresso, con l'avanzarsi dell'autunno, caddero le foglie, io constatai con sorpresa che il ramo trattato si manteneva perfettamente in vegetazione con tutte le sue foglie. In queste condizioni rimase fino ai primi del gennaio successivo, quando sopravvenne una forte gelata, che, trovando il ramo in istato di attiva vegetazione, lo uccise. Si trattava adunque di un risultato ben netto e che doveva incoraggiare ad ulteriori ricerche.

Queste furono iniziate nella primavera di questo stesso anno, e continuata fino a questi ultimi giorni. Fu scelta una pianta di rapido sviluppo, sulla quale ripetere le prove: il comune lupino.

Esperienza n. 1. — Si lasciarono sviluppare delle piante di lupino in vasi su comune terra di giardino; allorquando raggiunsero le dimensioni di circa 12-15 cm., e le prime due foglie presentarono nei loro picciuoli una lunghezza di circa 4-5 cm., si fece una sezione netta con rasojo all'estremità superiore del picciuolo di dette due foglie, immergendo subito i monconi in tubetti di vetro contenenti una soluzione di glucosio in acqua distillata al 5% in un'esperienza, al 10% in un'altra.

Quest'operazione riesce facilmente, perchè i picciuoli sono cedevoli e si possono curvare verso il basso, facendoli pescare nella soluzione senza provocare lesioni e danneggiare la pianta. L'assorbimento del liquido cominciò subito, e fu notevolissimo dopo poche ore; però con questa differenza: che la pianta avente i picciuoli immersi in soluzione al 10% assorbiva circa la metà meno in paragone dell'altra con i picciuoli immersi nella soluzione 5%. Man mano che il liquido era assorbito i tubetti venivano riempiti, mediante un contagocce, con nuova soluzione. Dopo 12 ore, si erano dovute aggiungere per ciascun tubetto 25 gocce per ristabilire il primitivo livello della soluzione 5%; il peso di ogni goccia era, in media, di gr. 0,034. È facile dunque comprendere come notevolissimo fosse l'assorbimento del glucosio.

L'esperienza ebbe principio il 15 marzo; dopo alcuni giorni si dovette abbandonare, per una ragione casuale, l'esperienza in soluzione 10%. Si continuò l'altra in sol. 5%, nella quale l'assorbimento continuava sempre notevolissimo; in questa esperienza, la pianta trattata era contenuta in uno stesso vaso insieme con altre sei piante non trattate, che servivano come controllo. Dopo circa una settimana, trovandosi il vaso in uno stanzino in cui

non era molta la circolazione dell'aria, ed inoltre essendo stato inaffiato piuttosto abbondantemente (condizione, questa, non favorevole per lo sviluppo dei lupini), tutte le piante non trattate cominciarono a soffrire, mostrando le loro foglie parzialmente avvizzite e presentando anche delle macchie nerastre, dovute probabilmente ad un'azione parassitaria. Ma la pianta trattata si mantenne sanissima, sviluppando nuove foglie rigogliose e di colore normale. Al 7 aprile l'appassimento era generale in tutto il vaso; le piante erano anche marcite verso la base, ed erano tutte abbattute; *la sola pianta trattata si manteneva pienamente rigogliosa*. Fu presa una fotografia di questo curioso fenomeno, la quale sarà a suo tempo inserita in una nuova pubblicazione.

Ma intanto un altro fatto notevole si era manifestato: dopo circa due settimane, lungo il picciuolo, e specialmente verso la zona d'inserzione sul fusto, erano cominciate ad apparire delle macchie biancastre, che rapidamente ingrossavano; esse ben presto si rivelarono costituite da *glucosio trasudato*, che solidificava al contatto dell'aria. Ben presto il trasudamento raggiunse notevoli proporzioni. In una esperienza ulteriore, dopo sei giorni dacché era cominciato il trasudamento, il piccolo blocco di glucosio emesso da un solo picciuolo pesava gr. 0,07.

Esperienza n. 2. — In questa si volle ricercare in quale rapporto fosse l'attività dell'assorbimento con la concentrazione della soluzione. Furono fatte quattro prove, in ciascuna delle quali fu studiato l'assorbimento di acqua comune e di soluzioni in essa di glucosio al 2,5-5-10-20 %. La prima soluzione (2,5) dette un assorbimento poco dissimile da quello dell'acqua semplice; le altre soluzioni mostrarono, nella media delle quattro esperienze, che l'assorbimento è inversamente proporzionale alla concentrazione. Per la parte quantitativa fu confermato quanto ho esposto nella 1^a esperienza con soluzione al 5 %.

Esperienza n. 3. — Si ripete la prova dell'assorbimento della soluzione 5 % in quattro piantine, due per vaso, coltivate insieme con altre negli stessi due vasi, non trattate e che servono di controllo. L'assorbimento questa volta è operato per un solo picciuolo tagliato. L'esperienza ebbe principio il 15 di aprile, e fu compiuta nel solito stanzino. I vasi erano inaffiati piuttosto abbondantemente per provocare condizioni non troppo favorevoli. Alla fine di aprile, la maggior parte delle piante di controllo era appassita; quelle trattate si mantenevano in condizioni ordinarie. Al 9 maggio le piante di controllo erano tutte perite; delle quattro trattate, due in un vaso erano solo un poco sofferenti: le altre due nell'altro vaso si mantenevano perfettamente sane. Il trasudamento del glucosio aveva avuto luogo come nella prima esperienza.

Esperienza n. 4. — Questa fu iniziata alla metà di giugno, quando il caldo cominciava ad essere notevole, specialmente nello stanzino esposto a

mezzogiorno. Si compì in due vasi, in ciascuno dei quali una pianta era trattata (mediante l'assorbimento in due picciuoli), e le altre servivano di controllo. La soluzione adoperata era sempre al 5%. Dopo circa 12 giorni, l'appassimento era generale nei due vasi; soltanto le due piante sottoposte all'esperienza si mantenevano vive, sebbene anch'esse alquanto sofferenti. Si ripeteva il fenomeno del trasudamento.

Esperienza n. 5. — Ebbe luogo dal 12 al 25 luglio. In due vasi due piantine di lupino erano sottoposte all'esperienza come sopra, ma i picciuoli tagliati pescavano in soluzione di glucosio 10%. Alcune delle altre piante di controllo subirono lo stesso troncamento all'apice di due picciuoli, ma i monconi furono lasciati liberi all'aria. Per tal modo si operava su questa parte dei controlli la stessa operazione delle altre piante destinate all'assorbimento. Alla fine dell'esperienza tutte le piante di controllo indistintamente erano marcite ed abbattute, delle due piante trattate, una si presentava rigogliosissima, l'altra, sebbene un po' sofferente, si manteneva pure turgida e quindi in vita.

In un altro vaso si operò allo stesso modo l'assorbimento da parte di una pianta del saccarosio al 5%. Il risultato fu lo stesso. La pianta trattata si mantenne sana, in mezzo alle altre marcite.

La conclusione di queste esperienze è evidente. L'assorbimento della soluzione di glucosio giova alle piante, permette ad esse di resistere a condizioni sfavorevoli culturali. Questa resistenza fu massima quando la temperatura era più mite, e quando quindi le condizioni generali di ambiente si mantenevano migliori; fu minore col progredire della stagione verso la temperatura estiva; ma la differenza tra piante sottoposte ad esperienza e piante di controllo fu così decisa da non lasciare alcun dubbio sull'importanza esercitata dall'assorbimento. Nell'ultima esperienza, a stagione molto calda, sembrò giovar meglio la soluzione più concentrata al 10%.

L'esame microscopico non rivelò differenze notevoli. Io mi posi inoltre il quesito se il glucosio agisse con le sue proprietà nutritive, ovvero come sostanza capace di provocare nel vegetale una maggiore pressione osmotica, la quale avrebbe potuto difendere eventualmente le piante contro azioni sfavorevoli dell'ambiente. A questo scopo eseguii altre esperienze, provocando l'assorbimento di una sostanza capace di agire osmoticamente, ma non avente speciale importanza dal punto di vista della nutrizione. Usai il cloruro di sodio, che, se può ritenersi in qualche modo favorevole ai vegetali, pure non fa parte dei sali necessari per la loro nutrizione. La soluzione adoperata era equimolecolare a quella di glucosio al 5%. L'esperienza era condotta con piante di controllo non trattate e con altre trattate con il glucosio. Ma il risultato di questa nuova esperienza fu negativo; il cloruro di sodio non salvò le piante dall'appassimento che avvenne come nelle piante non trattate, mentre sole resistevano quelle trattate con glucosio. Tuttavia necessitano cer-

tamente prove anche con altre sostanze prima di potere addivenire ad una soddisfacente conclusione sull'argomento.

Esperienze con glicerina. — Fu adoperata in diluizione con acqua al mezzo, al quarto. Dopo l'assorbimento, seguì un rapido appassimento di tutta la pianta, specialmente delle giovani foglioline al di sopra dei due picciuoli assorbenti. Sostituita l'acqua semplice al posto della glicerina, la pianta riprese tosto il suo turgore. Questa esperienza ha un certo valore, perchè mostra il rapido diffondersi, nella pianta, della sostanza assorbita dai picciuoli, la quale provocò una plasmolisi transitoria.

Esperienze con sostanze tossiche. — Furono adoperati l'acido salicilico e l'acido borico. Scopo delle esperienze era di constatare la diffusione del liquido assorbito che era accusata dall'appassimento delle varie parti della pianta. Una soluzione satura di acido salicilico, fatta assorbire a piante bene sviluppate e per mezzo di picciuoli inseriti a circa la metà del caule, provoca, dopo un giorno, la mortalità di tutta la parte superiore; le foglie poste inferiormente sono ancora in parte vegete, e appassiscono completamente soltanto più tardi. Analogamente si comportano le soluzioni al 10, 5, 2.5 % di acido borico. La soluzione 1 % è bene tollerata nei primi tre o quattro giorni; poi ha luogo la morte, ancorchè il trattamento sia stato sospeso. Queste esperienze confermano la facilità di diffusione delle sostanze assorbite dapprima nelle parti superiormente ai picciuoli assorbenti, poi anche in quelle site inferiormente.

Esperienze sull'accrescimento. — Per ricercare se l'assorbimento del glucosio avesse influenza sulla rapidità dell'accrescimento non soltanto delle parti aeree, ma anche del sistema radicale, feci sviluppare delle piantine in soluzione nutritizia, nelle quali a un certo punto provocai l'assorbimento, al solito modo, del glucosio; ma lo sviluppo fu assolutamente uguale a quello dei lotti di controllo: soltanto, anche in questo caso le piante trattate mostrano un aspetto migliore.

Altre esperienze sono state iniziate con altre sostanze, fra le quali la asparagina; ma se ne attendono tuttora i risultati.

Inoltre fu studiato l'assorbimento anche in altre piante, per es. nella vite, per mezzo degli apici caulinari troncati, ed anche per mezzo dei picciuoli. Quantunque queste esperienze siano all'inizio e si stiano tuttora continuando, pure dimostrano che l'assorbimento è operato, e spesso in misura assai rilevante,

Questi studi, per quanto limitati ai pochi casi descritti, mostrano la facilità con la quale nel corpo di una pianta possiamo far penetrare delle sostanze solute, sia per mezzo di una foglia, sia mediante un ramo troncato, ma in modo da non produrre che lesioni lievissime, e incapaci di alterare le condizioni generali di vegetazione. Abbiamo visto le sostanze assorbite produrre notevoli effetti, come nel caso del gelso che mantenne in vegetazione fino

nel cuore dell'inverno il ramo che aveva assorbito il saccarosio, o nel caso dei lupini, che, con l'assorbimento del glucosio, e in una esperienza anche del saccarosio, si salvano più o meno completamente dall'appassimento e dal marciume provocati da sfavorevoli condizioni di ambiente. È adunque evidente che un nuovo campo di ricerca può dischiudersi con questo metodo, mediante il quale è facile di provocare il diretto assorbimento e la successiva diffusione di sostanze, all'infuori del sistema radicale, e senza danneggiare la pianta. Se ne possono quindi trarre dei vantaggi dal punto di vista della sperimentazione di laboratorio, assai meglio che non con i metodi finora usati; e potrebbero anche, in taluni casi, aversene applicazioni pratiche, sulle quali tuttavia non devono farsi apprezzamenti aprioristici, essendo necessario di procedere in questo campo con la maggiore prudenza e sempre con il sussidio delle esperienze.

Tuttavia, una cosa sembrami dimostrata: la possibilità di affrontare con il metodo descritto lo studio di importanti problemi nel campo della biologia vegetale.

Chimica. — *Sugli equilibrii dell'idrogenazione* (1). Nota di M. PADOA e di B. FORESTI, presentata dal Socio G. CIAMICIAN (2).

Le numerose applicazioni del teorema di Nernst alla previsione delle costanti d'equilibrio per casi non ancora esplorati sperimentalmente mediante i soli dati termici (3), ci hanno fatto pensare che tali principi si potessero applicare nei casi di equilibrio gassoso in presenza di catalizzatori, e in modo speciale pel caso in cui due sostanze capaci di idrogenarsi si trovino in presenza di un difetto d'idrogeno (4).

(1) Lavoro eseguito nel Laboratorio di chimica generale dell'Università di Bologna.

(2) Pervenuta all'Accademia il 1° agosto 1914.

(3) Vedi la numerosa raccolta di Pollitzer, *Berechnung chemischer Affinitäten* ecc., an. 1912.

(4) Anni or sono, uno di noi con U. Fabris (questi Rendiconti, 1908, I, 3; II, 124) si è occupato dei processi invertibili derivanti dalla tensione di scomposizione di un corpo idrogenato in presenza di un catalizzatore, come ad esempio l'equilibrio $C_{10}H_8 + 2H_2 = C_{10}H_{12}$, ricercandone sperimentalmente le condizioni. Dello stesso argomento si sono occupati segnatamente Ipatiew (vedi, ad es., *Berichte*, XL, 1270) e Zelinsky (*Berichte*, XLIV, 3121).

Assai recentemente siamo venuti a conoscenza di uno studio di U. Grassi, pubblicato sul Nuovo Cimento (LIX, I, pag. 85; II, pag. 164): questo autore determinò con precisione le condizioni dell'equilibrio $CH_3 \cdot CHOHCH_3 = CH_2 \cdot COCH_3 + H_2$, e nella seconda Nota risale dalla costante determinata sperimentalmente, mediante il teorema di Nernst, al calore sviluppato nella reazione precedente ed in altre consimili. La teoria riceve da questi risultati una buona conferma.