

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

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 ascrivere 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.

via che autori come Sachs, Knop, ecc., poterono stabilire delle determinate soluzioni nutritizie, che sono continuamente usate in laboratorio. Ma non basta vedere quali sono gli elementi utili e quali i dannosi; bisogna invece anche studiare l'azione delle diverse concentrazioni, tenendo sempre presenti anche le condizioni fisiche dell'esperienza; e ciò per poter stabilire anche un limite di velenosità, che come vedremo varia non solo da elemento a elemento, ma anche secondo le concentrazioni. Per poter far ciò occorre partire da un punto di determinata concentrazione per tutti gli elettroliti; e che io ho creduto opportuno fissare alla $N/50$. Quindi per tutti i nitrati adoperati furono stabilite le seguenti soluzioni normali:

$$N/50 \quad N/100 \quad N/200 \quad N/400 \quad N/800 \quad N/1600 \quad N/3200$$

Ogni serie di prove veniva ripetuta per 5 volte e controllata con piantine in acqua distillata, in acqua di fonte ed in soluzione Knop. Era interessante anche studiare l'azione dell'anione NO_3 , facendo uso di soluzioni normali di acido nitrico, ma di ciò mi occuperò in seguito.

I chicchi di Avena opportunamente scelti fra i più pesanti, dopo essere stati privati delle loro glume, venivano in precedenza accuratamente lavati con acqua distillata ed alcool. Indi venivano messi su dischi di carta da filtro umidi posti in capsule Petri coperte e messi a germinare in termostato a 25° . Siccome la temperatura più elevata favorisce, e accelera lo sviluppo dell'embrione, così il periodo germinativo, nel caso mio, può considerarsi completato in media nei 15 giorni, cioè all'esaurimento dei materiali di riserva, e su questa base ho diretto le mie ricerche.

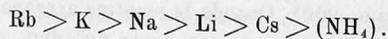
Dopo vari tentativi per trovare gli apparecchi adatti per queste esperienze, mi sono deciso alla scelta di provette di vetro di Jena (diametro mm. 35 e altezza mm. 200). Quando le piantine avevano raggiunto un certo stadio di sviluppo, venivano lavate con acqua distillata, pesate, e messe una per provetta; queste furono preventivamente lavate e sterilizzate con cura. Per ogni serie sono state eseguite le pesate, notate le curve di accrescimento sia della radice sia del caulicino, osservate le proprietà morfologiche esterne ed esaminata microchimicamente la presenza dei cationi ed anione. Come si vede trattasi in questa prima serie di ricerche più che altro di determinazioni qualitative, dovendo io invece per le ricerche quantitative procedere con altri metodi.

Al primo gruppo degli elementi, oltrechè i metalli alcalini, appartiene anche il gruppo (NH_4). Mi occuperò dunque dei metalli alcalini, i quali hanno dato risultati veramente interessanti. Non potendo per tirannia di spazio riportare le curve più caratteristiche ottenute, mi limiterò ad esporre la media delle diminuzioni o aumenti reali ottenuti per il peso in ciascuna concentrazione rispetto al peso originale prima dell'esperienza:

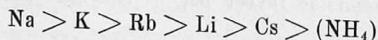
	$N/50$	$N/100$	$N/200$	$N/400$	$N/800$	$N/1600$	$N/3200$	Totale
KNO_3 . . . gr.	-0.644	-0.0358	0.194	0.1580	0.1810	0.2234	0.2928	0.7744
$RbNO_3$. . . "	0.0146	0.0254	0.1386	0.1562	0.1516	0.1734	0.1786	0.8384
$CsNO_3$. . . "	-0.0672	-0.0454	-0.0216	0.0315	0.0672	0.1084	0.1192	0.1921
$NaNO_3$. . . "	-0.0568	-0.0324	0.0200	0.1234	0.1976	0.2230	0.2714	0.7282
$LiNO_3$. . . "	-0.0496	-0.0184	0.0280	0.0450	0.1376	0.1358	0.1290	0.3822
$(NH_4)NO_3$. . . "	-0.0734	-0.0522	-0.324	0.0222	0.0372	0.0482	0.0596	0.0092

Dalle mie ricerche risulta anzitutto confermato che quelle parti di radici, che si trovano in contatto diretto con le soluzioni, costituiscono anche quelli organi, che direttamente reagiscono sulle proprietà favorevoli o sfavorevoli delle soluzioni. Risulta inoltre che i diversi cationi esercitano azioni specifiche diverse, come si può rilevare sia dal peso, sia dalle curve di accrescimento del germoglio e della radice, sia dalle proprietà morfologiche esterne. Quindi *nessuno di questi cationi può sostituire l'altro, ma ognuno ha delle proprietà specifiche proprie.*

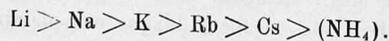
Nelle *condizioni normali di vegetazione* l'aumento di peso delle piante in riguardo alla sostanza secca è uno degli indici migliori del benessere; a cui corrisponde anche un aumento del peso fresco. Nei casi presi in esame il peso fresco aumenta più o meno regolarmente con il diminuire delle concentrazioni, talchè per esempio le piantine trattate con il catione Rb raggiungono in totale il peso maggiore. Onde rispetto al peso noi otteniamo la seguente serie progressiva andando dalla media massima raggiunta alla minima di ogni serie completa, e cioè



Interessanti riescono poi le curve di accrescimento sia del germoglio, sia della radice che segnano delle caratteristiche speciali per ogni catione, degne di nota, e che mi riserbo riportare per esteso nella Memoria di prossima pubblicazione. Mi basta solo per ora ricordare che per le curve di accrescimento della radice i cationi alcalini si seguono per la loro azione nell'ordine seguente:



mentre per l'accrescimento del germoglio abbiamo quest'altro ordine



È opportuno rilevare che le prime concentrazioni $N/50$, $N/100$ e $N/200$ sono in generale di esito mortale per le piante, fatta eccezione per il Rb, ove solo la $N/50$ si dimostra veramente nociva.

Ma nello studio delle azioni di diversi elettroliti non basta a controllare semplicemente il peso e le dimensioni raggiunte dalle piantine, ma bisogna soprattutto considerare i rapporti che passano fra i diversi organi, studiare in altri termini i rapporti correlativi in cui questi organi si trovano. Allora soltanto noi potremo costituirci un'idea esatta dei fatti osservati. Noi sappiamo che nella ontogenesi della pianta, lo sviluppo degli organi viene diretto dai così detti rapporti correlativi; vale a dire che si ammette che normalmente nei diversi organi esistano dei rapporti intimi di scambio anche in riguardo all'assunzione e localizzazione dei componenti delle ceneri più importanti: per cui la pianta nei suoi diversi organi non dispone solo in ogni momento di quantità determinate di questi componenti, ma essi medesimi vengono a costituire fra di loro dei rapporti determinati, i di cui valori procedono di pari passo col processo ontogenetico. Ma quando intervengono però delle cause meccaniche, fisiche o chimiche ad influenzare l'organismo in punti determinati di esso (nel caso nostro la parte sommersa delle radici) allora questi rapporti correlativi possono venire più o meno fortemente alterati in modo che o l'organismo di fronte a questo nuovo stato di cose prende dei nuovi adattamenti, oppure è condannato a morire. Siccome nel caso delle piantine di avena dalle numerosissime esperienze controllo risulta che lo stato migliore dell'organismo durante il periodo germinativo è dato da una maggiore lunghezza della radice principale di fronte al germoglio, così chiamerò il rapporto fra i due accrescimenti *positivo* quando l'accrescimento della radice è maggiore di quello del germoglio, che è del resto il caso normale, e *negativo* nel caso opposto. Ben inteso che questa distinzione ha per ora valore solo pel caso preso in esame e che si riferisce solo pel periodo germinativo della piantina. Così per il KNO_3 avremo la serie seguente di rapporti:

$\frac{N}{300}$	$\frac{N}{400}$	$\frac{N}{500}$	$\frac{N}{1000}$	$\frac{N}{3200}$
1.9	3.2	6.5	0.5	— 3.3

dove il *rapporto positivo massimo raggiunto* è dato appunto dalla soluzione $\frac{N}{500}$, a cui corrisponde, difatti, anche lo sviluppo migliore delle piantine. Per il NaNO_3 abbiamo invece la graduazione seguente:

$\frac{N}{300}$	$\frac{N}{400}$	$\frac{N}{500}$	$\frac{N}{1000}$	$\frac{N}{3200}$
— 1.3	— 7.4	— 3.7	6.7	7.9

e difatti sono appunto queste due ultime piantine, in cui abbiamo il maggiore rapporto positivo, che danno anche lo sviluppo migliore di tutta la serie.

Per il CsNO_3 troviamo invece risultati quasi tutti negativi eccetto nella prima:

$\frac{N}{400}$	$\frac{N}{800}$	$\frac{N}{1600}$	$\frac{N}{3200}$
0.9	— 2.9	— 3.5	— 3.8

a cui difatti corrisponde l'esito mortale di tutte le colture della serie.

Il LiNO_3 poi, mentre presenta un graduale sviluppo del germoglio fin dalla $\frac{N}{50}$, la radice invece per le prime 4 soluzioni non si sviluppa affatto; poi di colpo si ha uno sviluppo forte della radice alla $\frac{N}{800}$ ed è da qui che la radice si mantiene nello stesso limite anche per le altre due soluzioni susseguenti: difatti abbiamo

$\frac{N}{800}$	$\frac{N}{1600}$	$\frac{N}{3200}$
— 1.5	— 1.9	— 3.5

a cui corrisponde difatti uno stato anormale delle piantine che verso la fine del periodo germinativo cominciano tutte ad avvizzire.

Ma il caso più interessante ci è rappresentato senza dubbio dal RbNO_3 . Esso è l'unico fra gli elettroliti alcalini esaminati, il quale permette l'accrescimento graduale sia della radice sia del germoglio fin dalla soluzione più concentrata, e che ci dà un rapporto positivo costante e con poche variazioni come risulta benissimo dalla seguente serie

$\frac{N}{50}$	$\frac{N}{100}$	$\frac{N}{200}$	$\frac{N}{400}$	$\frac{N}{800}$	$\frac{N}{1600}$	$\frac{N}{3200}$
0.3	0.9	1.4	0.5	1.7	0.4	0.9

Da questi rapporti risulta anzitutto che essi sono tutti positivi e variano poco fra di loro: dippiù, mentre gli accrescimenti si mantengono in limiti ristretti tanto da impedire quasi un maggiore accrescimento in altezza e lunghezza, pure le piantine raggiungono quasi tutte uno sviluppo rigogliosissimo, che è dimostrato ampiamente dalle caratteristiche morfologiche, fra cui principali è il sistema radicale fornito abbondantemente di peli lunghi e di numerosissime radici secondarie, ed il sistema fogliare che presenta fin foglie guainanti magnifiche, tutte ben sviluppate⁽¹⁾, d'un color verde intenso, e che presentano la lamina fogliare molto allargata fin dalla base, e che raggiunge una larghezza di mm. 9, mentre ordinariamente la guaina fogliare dell'Avena allo stato germinativo non supera i 5 mm.

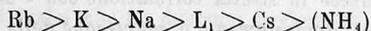
(¹) In uno dei casi le foglie guainanti misuravano rispettivamente, la prima 96 mm., la seconda 89, la terza 85, la quarta 62 di lunghezza: del resto in tutti gli altri le medie poco si discostano da queste cifre.

Come ho detto avanti, ho creduto opportuno aggiungere alla serie dei cationi alcalini anche il gruppo NH_4 che come sappiamo ha funzioni metalliche. Esso costituisce una serie di rapporti negativi.

$$\begin{array}{cccc} \frac{N}{400} & \frac{N}{800} & \frac{N}{1600} & \frac{N}{3200} \\ - 1.7 & - 4.4 & - 3.4 & - 2.6 \end{array}$$

a cui corrisponde difatti uno sviluppo assolutamente anormale e quindi mortale in tutte le piantine.

Quindi volendo ora prendere in considerazione lo sviluppo complessivo delle piantine delle diverse serie alcaline esaminate, noi otterremo la serie seguente:



in cui il primo posto spetta senza dubbio al Rb, a cui in ordine decrescente seguono gli altri termini della serie. Fatta eccezione per gli ultimi due cationi, gli altri penetrano anche nella parte aerea, specialmente nei tessuti meristematici: il Cs e (NH_4) vengono invece arrestati al cilindro corticale della radice.

Riassumendo ora i risultati ottenuti per i metalli alcalini, noi possiamo elencare i detti elementi a seconda della loro azione nel modo seguente:

- 1^a serie Cs > Rb > K > Na > Li serie decrescente del peso atomico.
- 2^a " Rb > K > Na > Li > (Cs) peso dell'intera pianta.
- 3^a " Na > K > Rb > Li > (Cs) accrescimento radice.
- 4^a " Li > Na > K > Rb > (Cs) " germoglio.
- 5^a " Rb > K > Na > L > (Cs) sviluppo correlativo.
- 6^a " Li < Na < K < Rb > Cs serie crescente del peso atomico.

Da questo quadro sintetico risulta anzitutto che nessuno degli elementi suddetti agisce secondo le proprietà chimiche finora conosciute del gruppo cui appartiene, ma ognuno ha delle proprietà biologiche specifiche, per cui le diverse serie 2^a, 3^a, 4^a e 5^a formano delle serie di transizione fra la 1^a e la 6^a. Pertanto risulta confermato che al peso secco maggiore ed al peso fresco maggiore corrisponde lo sviluppo correlativo migliore, *sempre nelle condizioni normali di vegetazione*, per cui i termini della serie 2^a e 5^a coincidono fra di loro.