

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCIX.

1912

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXI.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1912

la suddetta pressione diviene

$$dK + dH/2R$$

che vale anche se il liquido ha la superficie concava, purchè si prenda R negativo. È da notare che:

$$dK/dH = h/(h^2 + r^2)$$

quindi poichè h ed r sono quantità piccolissime, dK è grandissimo rispetto a dH .

Per ottenere la pressione totale occorrerebbe ora eseguire la triplice integrazione di ciascun termine rispetto ad h , r ed n , cioè trovare la somma delle infinite attrazioni elementari prima per ogni elemento e per tutti gli anelli che compongono lo strato sferico di raggio r , quindi per tutti gli strati sferici di raggio crescente da zero al raggio massimo dell'azione molecolare e poi per tutti gli elementi M dalla colonnetta nello strato superficiale; questa integrazione è certamente impossibile perchè è affatto incognita la forma della funzione φ . Essa d'altronde non è necessaria quando si voglia solo porre tale pressione nella forma oramai classica datale da Lagrange.

Difatti per un qualsiasi ma determinato valore di n , h ed r i valori di dK e dH non variano allorchè varia la curvatura della superficie, quindi neppure la somma degl'infiniti valori di dK e dH che si ottengono dando ad n , h , r tutti i valori possibili varierà e potrà porsi $\Sigma dK = K$, $\Sigma dH = H$ e la pressione dovuta alla coesione assumerà la nota forma

$$K + H/2R,$$

dove K è grandissimo rispetto ad H e, nè K nè H dipendono dalla curvatura della superficie del liquido. Il passaggio dal caso di una superficie sferica a quello di una superficie a doppia curvatura si fa nel modo solito.

Chimica agraria. — *Sull'ufficio fisiologico del Magnesio nella pianta verde* ⁽¹⁾. Nota di LUIGI BERNARDINI e GIUSEPPE MORELLI, presentata dal Socio E. PATERNÒ.

In una Nota precedente uno di noi ⁽²⁾ ha dimostrato che l'assimilazione dell'acido fosforico è regolata dalle quantità relative di magnesio assorbite dalla pianta per la relazione $\frac{CaO}{MgO} : P^2O^5$ esistente nell'economia del vegetale e nella Nota, *Sulla composizione chimica dell'embrione del riso*, dopo

⁽¹⁾ Lavoro eseguito nel Laboratorio di Chimica-Agraria della R. Scuola Sup. d'Agricoltura, Portici.

⁽²⁾ L. Bernardini e A. Siniscalchi, Staz. Agr. Sper. It., 1909, Fasc. IV-VI.

aver portato nuovi dati a sostegno di quell'affermazione ha potuto dare un primo appoggio sperimentale all'ipotesi che il magnesio, fra gli altri uffici, ha anche quello di mobilizzare l'acido fosforico. In quest'ultima Nota veniva posto in rilievo la grande ricchezza in fosforo dell'embrione del riso e veniva dimostrato che in quest'organo la massima parte del fosforo trovasi sotto forma di fitina, e, in base al fatto che nell'embrione del riso di fronte ad un alto contenuto in magnesio si ha una deficienza in calcio, veniva fatto osservare che, data la insufficienza della calce, nell'embrione del riso la fitina, fin'ora ritenuta come un sale calcico-magnesiaco dell'etere esaforico dell'inosite ⁽¹⁾ molto verosimilmente deve esservi rappresentata come sale magnesiaco.

La presenza di grandi quantità di fosforo nell'embrione del riso sotto forma di sale magnesiaco dell'etere esaforico dell'inosite facilmente idrolizzabile per azione enzimatica ⁽²⁾ ci portò (Bernardini) a concepire questa sostanza, la fitina, come la forma sotto cui la pianta immagazzinerebbe l'acido fosforico di riserva e dalla quale il fosforo sarebbe mobilizzato sotto forma di fosfato di magnesio. Il magnesio perciò mentre regolerebbe l'assimilazione dell'acido fosforico per la relazione $\frac{\text{CaO}}{\text{MgO}} : \text{P}^2\text{O}^5$ da noi dimostrata (Bernardini e Siniscalchi) avrebbe anche l'ufficio di mobilizzare l'acido fosforico dai luoghi di riserva ai luoghi di utilizzazione.

Poichè il fosfato di magnesio (fosfato secondario) è facilmente idrolizzabile, in fisiologia vegetale era stata emessa l'ipotesi che il trasporto dell'acido fosforico avvenisse per opera del magnesio, ma quest'ipotesi fino ad oggi non aveva mai potuto avere il suffragio di un dato sperimentale, e siccome d'altra parte le conclusioni dedotte dalle ricerche sulla composizione chimica dell'embrione del riso non danno che una dimostrazione indiretta di questa ipotesi, noi abbiamo cercato di darne una dimostrazione sperimentale diretta. A questo scopo abbiamo seguito nel seme di frumento germinante all'oscurità e alla luce in assenza di sostanze nutritive l'evoluzione del fosforo organico e inorganico e quello del magnesio in combinazione salina fosfo-organica e minerale.

Il seme fu fatto germinare su pura sabbia di quarzo umida per acqua distillata e il periodo germinativo all'oscurità è stato diviso in 4 stadii: ciascuno stadio fu caratterizzato dalla lunghezza raggiunta dal germoglio e cioè: il 1° semi con germogli di circa mm. 3, il 2° semi con germogli di circa mm. 10, il 3° semi con germogli di circa mm. 40 ed il 4° con ger-

⁽¹⁾ Vedi a questo proposito e per la letteratura la Nota di L. Bernardini, *Sulla composizione chimica dell'embrione del riso*. Stesso fascicolo.

⁽²⁾ Susuki, Yoshimura e Takaishi, Bull. of the Coll. Agric., Tokio, vol. VII.

mogli di circa mm. 100. Nella germinazione alla luce il periodo germinativo è stato invece distinto in tre stadii e la caratterizzazione di ciascuno di questi è stata basata sulla presenza della clorofilla nel germoglio: il 1° stadio è dato da semi con germogli eziolati di mm. 3 circa (identico perciò al 1° stadio del periodo germinativo all'oscurità), il 2° da semi con germogli nei quali comincia ad apparire la clorofilla, di circa mm. 10 di lunghezza, il 3° da semi con germogli completamente verdi, di circa mm. 40 di lunghezza.

Nelle ricerche per ogni stadio furono impiegati 500 semi e in questi fu determinato il fosforo dei fosfatidi (solubile in etere e in alcool) e quello solubile in HCl all'1% dopo l'esaurimento del materiale con etere ed alcool assoluto e bollente, in questo liquido fu inoltre determinato il fosforo fitinico e il magnesio. In altri 500 semi fu poi determinato il magnesio solubile in acqua. Il procedimento seguito per la determinazione delle sostanze fosforate è quello esposto nella Nota: *Sulla composizione chimica dell'embrione del riso*, il magnesio è stato determinato nella cenere ottenuta portando a secco i liquidi e incenerendo il residuo.

Nelle tabelle seguenti riportiamo i risultati ottenuti: i risultati sono riferiti a 1000 semi anzichè ad un'unità di peso; 1° perchè ci sembra più logico riferirli ad unità fisiologiche, 2° e principalmente perchè solo in questo modo è possibile paragonare fra loro i risultati forniti dai diversi periodi del processo germinativo. È noto infatti che nella germinazione all'oscurità e anche nei primi periodi della germinazione alla luce si ha perdita di sostanza per ossidazioni intramolecolari: il riferire i risultati alla sostanza contenuta nei semi germoglianti porta perciò a numeri che non rappresentano il vero andamento del fenomeno mentre d'altra parte l'uniformità del peso dei granelli di frumento, anche se non selezionati con molta cura, rende possibile il confronto.

TABELLA I. — *Seme non germinato.*

P ² O ⁵	In 1000 semi	Mg O	In 1000 semi
	gr.		gr.
Totale	0,6060	Totale	0,1220
Fosfatidica	0,0192	Solubile in HCl all'1%	0,1200
Solubile in HCl all'1%	0,5120	Solubile in H ² O	0,0120
Fitinica	0,4160		

TABELLA II. — *Seme germogliante all'oscurità.*

PERIODO GERMINATIVO	P ² O ⁵ in 1000 semi			% di P ² O ⁵ fitinica rispetto P ² O ⁵ solub. HCl 1% ^o	Mg O in 1000 semi		% di Mg O solub. in H ² O rispetto MgO solub. HCl 1% ^o
	Fosfatidica	Solub. in HCl all'1% ^o			Solubile HCl all'1% ^o	Solubile in H ² O	
Senza germinare.	gr. 0,0192	gr. 0,5120	gr. 0,4160	76,20	gr. 0,1200	gr. 0,0120	10,00
1° Stadio	0,0138	0,5120	0,3072	56,10	0,1216	0,0824	67,70
2° Stadio	tracce	0,4600	0,1228	26,60	0,1130	0,1000	89,10
3° Stadio	"	0,4224	0,0460	10,80	0,1040	0,0960	91,70
4° Stadio	—	0,4226	tracce	—	0,0940	0,0868	92,30

TABELLA III. — *Seme germogliante alla luce.*

PERIODO GERMINATIVO	P ² O ⁵ in 1000 semi		Mg O in 1000 semi Solubile in H ² O
	Fosfatidica	Solub. in HCl all'1% ^o	
Senza germinare .	gr. 0,0192	gr. 0,5120	gr. 0,0120
1° Stadio	0,0138	0,5120	0,0824
2° Stadio	0,0320	0,2368	0,0520
3° Stadio	0,0550	0,2680	0,0288

Dall'esame delle cifre riportate risultano i seguenti dati di fatto:

1°. Nella germinazione all'oscurità il fosforo dei fosfatidi e quello della fitina va continuamente diminuendo; la demolizione della fitina segue l'andamento caratteristico delle scissioni idrolitiche enzimatiche. Nelle stesse condizioni il fosforo solubile in HCl all'1%^o si mantiene relativamente costante al pari del magnesio solubile nello stesso reattivo; il magnesio solubile in acqua invece segue un andamento caratteristico: va aumentando mano mano che la fitina è demolita.

2°. Nella germinazione alla luce il fosforo dei fosfatidi tende ad aumentare coll'apparire della clorofilla, come già fu da noi dimostrato (1), quello della fitina nelle stesse condizioni non aumenta. Il magnesio solubile in acqua segue una curva costituita da un ramo ascendente e da uno di-

(1) L. Bernardini e G. Chiarulli, Staz. Agr. Sper. It., 1909, Fasc. I-II.

scendente: aumenta nei primi periodi del processo germinativo ma comincia a diminuire coll'apparire della clorofilla.

Dai fatti osservati derivano le seguenti conclusioni:

Nel seme di frumento durante il processo germinativo in assenza di sostanze nutritive e della fotosintesi la fitina viene demolita completamente, e poichè il fosforo fitinico rappresenta i due terzi del fosforo totale, il 67%, devesi ammettere che il fosforo di riserva sia contenuto nel seme sotto forma di fitina (¹). È vero che nelle stesse condizioni anche il fosforo dei fosfatidi va diminuendo fino a scomparire ma, a parte che il fosforo fosfatidico rappresenta solo una piccolissima frazione del fosforo totale, lo 0,03%, se la neoformazione di fosforo fosfatidico che si osserva nella germinazione alla luce in presenza della clorofilla, può far dubitare se i fosfatidi sieno da considerarsi come possibili riserve di fosforo, lecitinico ad esempio (vedi a questo proposito L. Bernardini e G. Chiarulli, loc. cit.), nel caso della fitina non possono sussistere dubbi od incertezze poichè il fosforo fitinico non aumenta alla luce quando incomincia e s'intensifica il lavoro clorofilloso. Si potrebbe muovere l'obbiezione che nella germinazione alla luce non si è dosato il fosforo fitinico, ma ciò era superfluo poichè, essendo la fitina solubile in HCl all'1%, trovando che nella germinazione alla luce il fosforo solubile in questo reattivo non aumenta, anche ammettendo che tutto questo fosforo sia fitinico, resta il fatto ch'esso non aumenta.

Parallelamente alla demolizione della fitina si ha un aumento di magnesio solubile in acqua: ora, benchè per difficoltà tecniche ed analitiche non ci è stato possibile determinare direttamente il fosfato magnesiacco, dimostreremo che l'aumento del magnesio solubile in acqua mano mano che la fitina è demolita deve essere attribuito alla formazione di fosfato di magnesio. Difatti nella germinazione all'oscurità si ha che mentre il fosforo solubile in HCl all'1% si mantiene relativamente costante quello fitinico va diminuendo fino a scomparire e così mentre il magnesio solubile in HCl all'1% si mantiene relativamente costante quello solubile in acqua va aumentando fino a raggiungere la quasi totalità di quello solubile in HCl all'1%: ora, poichè la fitina è insolubile in acqua ma solubile in HCl all'1%, il fosforo solubile in questo reattivo comprenderà quello della fitina e quello dei fosfati inorganici e parimenti il magnesio solubile in HCl all'1% comprenderà quello che salifica la fitina e quello dei fosfati minerali, l'aumento del magnesio solubile in acqua che si osserva avvenire col progredire della demolizione della fitina non può essere spiegato quindi se non ammettendo che la demolizione della fitina dia luogo a formazione di fosfato di magnesio ed inosite. L'inosite infatti, come fu già osservato da M. Soave (²),

(¹) Posternak C. R. (1903) trova che la fitina è largamente rappresentata in tutti gli organi dove si accumulano sostanze di riserva come semi, bulbi, rizomi ecc.

(²) M. Soave, R. Acc. Agricolt. di Torino, vol. XLIX, 1906.

che non è contenuta allo stato libero nel seme in riposo, compare nel seme in germinazione.

La demolizione della fitina nel processo germinativo dei semi avviene quindi per un processo idrolitico che saponifica il sale dell'etere esafosforico dell'inosite in fosfato di magnesio ed inosite, restando così dimostrato che effettivamente esiste nella pianta accanto alla fitina il suo enzima, la « fitasi », capace di saponificarla, enzima che già Susuki, Yoshimura e Takaishi ⁽¹⁾ avrebbero trovato nella pula di riso.

Ciò porta necessariamente a considerare la « fitina » contenuta nel seme di frumento come un sale magnesiaco dell'etere esafosforico dell'inosite ed infatti, come già facemmo osservare per l'embrione del riso, nel seme di frumento mentre è contenuta la quantità di magnesio necessaria a salificare l'etere esafosforico dell'inosite quivi presente, manca la quantità di calcio necessaria a salificare quest'etere a sale calcico-magnesiaco: 1000 semi di frumento contengono gr. 0,4160 di P^2O^5 fitinica, gr. 0,1220 di MgO e gr. 0,0712 di CaO, ora per salificare a sale doppio di calcio e di magnesio gr. 0,4160 di P^2O^5 fitinica occorrono gr. 0,1171 di MgO e gr. 0,1640 di CaO.

Resta dunque dimostrato che l'acido fosforico di riserva contenuto nel seme sotto forma di fitina nella germinazione è mobilizzato sotto forma di fosfato di magnesio per un processo enzimatico che scinde, idrolizza la fitina in inosite e fosfato di magnesio.

La dimostrazione fornita che il trasporto dell'acido fosforico dai luoghi di riserva ai luoghi di utilizzazione avviene sotto forma di fosfato di magnesio, messa in relazione con le ben note ricerche del Willstätter sulla costituzione chimica della clorofilla, pone in luce quale importante ufficio abbia il magnesio nell'economia della pianta verde: il magnesio mobilizza l'acido fosforico dai luoghi di riserva ai luoghi di utilizzazione dove l'acido fosforico è utilizzato per la sintesi dei nucleoproteidi e in genere delle sostanze organiche fosforate plastiche, costitutive della cellula, nel mentre che il magnesio viene utilizzato per la costruzione della molecola della clorofilla. Difatti il fosfato di magnesio che si forma a spese della fitina nei primi periodi del processo germinativo (vedi tab. III) comincia a scomparire col l'apparire della clorofilla nel germoglio e sempre più quanto più il germoglio inverdisce.

⁽¹⁾ Loc. cit.