ATTI

DELLA

REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXII.

1915

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXIV.

1° SEMESTRE.

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1915

Fisiologia vegetale. — *Il magnesio nelle piante albicate e clorotiche* [1]. Nota della dott^ssa^. EVA MAMELI, presentata dal Socio GIOVANNI BRIOSI.

In una precedente Nota [2] dimostrai sperimentalmente che la quantità di clorofilla che si forma negli organi assimilatori epigei è in rapporto con la quantità di magnesio somministrata alla pianta. Infatti:

1° piante diversissime, tanto crittogame quanto fanerogame, appartenenti a diverse specie (*Protococcus viridis*, *Spirogyra majuscula*, *Vaucheria* sp., *Zea Mays*, *Polygonum Fagopyrum*, *Helianthus annuus*, *Torrenia Fournieri*), coltivate in soluzioni prive di magnesio, diedero tallo e foglie completamente eziolate o appena debolmente verdi;

2°) le stesse specie, coltivate in soluzioni contenenti quantità varie di magnesio, svilupparono tallo e foglie la cui intensità di colorazione cresceva col crescere della quantità di magnesio che era stata loro somministrata.

Gli estratti eterei di queste foglie, confrontati con il metodo colorimetrico, dimostrarono che tra clorofilla e magnesio v'è un rapporto *diretto* costante.

Le presenti ricerche mirano a portare un nuovo contributo alla dimostrazione dell'esistenza di questo rapporto, per mezzo del dosaggio quantitativo del magnesio contenuto nelle foglie (o in parti di foglie) verdi ed in foglie (o parti di foglie) bianche o giallognole, appartenenti ad una stessa pianta variegata o clorotica.

Le analisi chimiche, sinora fatte dai diversi autori allo scopo di conoscere le quantità di ceneri, di sostanza organica, di acqua e dei diversi elementi, contenuti sia nelle foglie verdi sia nelle corrispondenti albicate o clorotiche, sono scarse ed i risultati contradditorii, tanto che lo Czapek scrive, per ciò che riguarda il magnesio, nella sua *Biochemie der Pflanze* (II, 796): « che il contenuto, in magnesio, delle foglie eziolate, si differenzi in modo speciale e costante da quello delle foglie verdi, non è finora risultato dalle analisi delle ceneri ».

Tale mancanza di un risultato conclusivo, che compendii tutte le ricerche fatte, è dovuto soprattutto alla disparità del materiale d'analisi usato dai diversi autori, i quali analizzarono, ora foglie *normalmente* albicate,

[1] Lavoro eseguito nell'Istituto botanico della R. Università di Pavia, gennaio, 1915.

[2] Mameli E., *Sulla influenza del magnesio sopra la formazione della clorofilla* (Atti Ist. bot. di Pavia, XV, 151), an. 1912.

appartenenti cioè a piante nelle quali l'albinismo era da molto tempo fissato quale carattere ereditario; ora foglie eziolate per clorosi patologica d'origine recente; ora foglie eziolate perchè provenienti da culture fatte in ambienti privi di luce; ora infine foglie ingiallite, còlte nella stagione invernale.

È evidente che le condizioni fisiologiche generali delle foglie non colorate (o debolmente colorate), in confronto a quelle verdi, debbano essere assai varie a seconda che si tratti di uno o dell'altro di questi quattro casi, e che specialissime poi debbano essere in ciascun caso le condizioni nelle quali avvengono l'assorbimento delle sostanze minerali e il loro accumularsi.

Esaminiamoli partitamente.

Albinismo. — Le prime analisi comparative di foglie verdi e di foglie variegate di bianco e di verde, si debbono al Church [1]. Egli analizzò foglie di *Acer Negundo*, di *Hedera Helix*, e di *Ilex Aquifolium*; e trovò le seguenti percentuali dei componenti le ceneri:

	Acer		Hedera		Ilex	
	f. bianche	f. verdi	f. bianche	f. verdi	f. bianche	f. verdi
Potassio	45,05	12,61	35,30	16,22	47,20	17,91
Calcio	10,89	39,93	21,50	34,43	12,92	48,55
Magnesio	3,95	4,75	3,23	2,43	1,11	1,04
Ferro	?	?	3,11	3,11	2,62	2,31
Fosforo	14,57	8,80	9,51	7.29	10,68	3,87

Si noti che, mentre per i quattro elementi — K, Ca, Fe, e P — le differenze tra foglie bianche e foglie verdi sono concordanti per tutt'e tre le specie, per ciò che riguarda il magnesio v'è invece sconcordanza.

Dopo quelle del Church, le sole analisi di sostanze minerali, nelle foglie albicate, che potei trovare nella bibliografia, sono quelle di Aso [2], che analizzò foglie di *Arundo Donax*, dopo averne separato le parti bianche dalle verdi. Egli trovò che nelle prime è contenuto il 0,455 % di ossido di Mg; nelle seconde, il 0,513 %.

Clorosi. — Ramann [citato da Sorauer [3]] analizzò foglie di pino affètte da clorosi e trovò che esse contengono 0,2791 % di magnesio, mentre le foglie verdi della stessa pianta ne contengono il 0,6069 %. Schulze, nelle viti sane, trovò, invece, meno magnesio che non in quelle malate di clorosi.

(1) Church A., *Variegated leaves* (Gard. Chronicle II, 586), 1877. — *Chemische Untersuchungen über den Albinismus der Pflanzen* (Centr. Agrik. XVI, 429), an. 1887.

(2) *On the different forms of lime in plants* (Bull. of the Coll. of agric. Tokyo V, 239), an. 1912.

(3) Sorauer, *Pflanzenkrankheiten*, Berlin, an. 1909, I, 305.

E per ciò che riguarda il magnesio, non abbiamo altre analisi di piante clorotiche.

Sulle *foglie autunnali ingiallite* abbiamo analisi: di Grandeau e Fliche [1] i quali in foglie di *Robinia*, *Prunus avium*, *Castanea* e *Betula*, constatarono che la quantità di magnesio aumenta in autunno; di Tucker e Tollens [2] che trovarono anch'essi che il magnesio aumenta nelle foglie di platano sino alla loro caduta, e subisce una debole diminuzione alla fine del periodo vegetativo. Stahl [3] fece fare l'analisi di foglie ancora verdi e di foglie gialle (autunnali) di *Evonymus japonicus*, dalle quali risultò che il magnesio è in maggior quantità nelle foglie gialle. Lo stesso autore fa conoscere però il risultato di alcune analisi di Swart, secondo le quali il ferro e il magnesio sono in quantità minori nelle foglie gialle. In un recentissimo lavoro, lo Swart [4] riporta numerose analisi, secondo le quali, durante il decoloramento delle foglie autunnali, la quantità di magnesio resterebbe costante nel maggior numero dei casi, e in alcuni casi diminuirebbe; ma questa variazione è dall'autore attribuita alle condizioni del materiale analizzato.

Come si vede, i dati analitici su questa questione sono troppo scarsi e contradittorii perchè se ne possa fare alcuna deduzione su un probabile rapporto quantitativo fra magnesio e clorofilla. Assai scarsi sono particolarmente i dati che riguardano le piante albicate.

Mi è quindi parso che fosse interessante e opportuno di fare un'accurata ricerca quantitativa del magnesio in un maggior numero di specie presentanti questo fenomeno. Scelsi a questo scopo: *Vinca minor* var. *foliis variegatis*, *Pelargonium zonale* var. *fol. var.*, *Pandanus javanicus* var. *fol. var.*, *Polygonum orientale* var. *fol. var.*, *Acer Negundo* var. *fraxinifolia*, *Spiraea lobata* var. *fol. var.*, *Funkia lancifolia* var. *albo-marginata*, *Evonymus japonicus* var. *fol. var.*, *Haegopodium podagraria* var. *fol. var.* Aggiunsi a queste anche le analisi di foglie appartenenti a individui in qualche loro ramo colpiti da clorosi: *Camellia japonica*, *Rosa bengalensis*, *Catalpa bignonioides*.

Per ogni specie prelevai tutte le foglie da una stessa pianta; e separai le foglie (o le parti di foglie) bianche da quelle verdi, tagliandole, quando era necessario, con le forbici, ed escludendo sempre i picciuoli, e quelle zone fogliari che apparivano non precisamente bianche o verdi e che non avrei potuto includere con sicurezza nè fra le une, nè fra le altre.

(1) Grandeau e Fliche, (Ann. Stat. agron. de l'Est, an. 1878).

(2) Tucker e Tollens, *Ueber den Gehalt der Platanenblätter an Nahrstoffen und die Verwendung dieser Nahrstoffe beim Wachsen und Absterben der Blätter* (Journ. f. Landw. XLVIII), an. 1900

(3) Stahl, *Zur Biologie des Chlorophylls*. Jena, an. 1909, pag. 139.

(4) Swart, *Die Stoffwanderung in ablebenden Blättern*. Jena, an. 1914.

L'incenerimento delle foglie venne fatto secondo il König [1]; per il metodo d'analisi seguii il Fresenius [2], dosando il magnesio allo stato di pirofosfato.

I risultati ottenuti sono riassunti nella tabella riportata alla pagina seguente.

Dai dati analitici ivi riportati si deduce:

1°) che nelle piante affètte da clorosi risultò, in due casi su tre, maggiore la quantità di magnesio contenuta nelle parti clorotiche. Probabilmente la varia natura delle cause fisiologiche, che, a quanto si ritiene oggidì, possono provocare la clorosi, esercita, a seconda dei casi, influenze diverse sull'assorbimento dei sali: di qui i risultati varii ottenuti da queste analisi e da quelle eseguite dagli autori su citati, che dosarono il magnesio contenuto nelle piante clorotiche [3];

2°) che nelle piante albicate la quantità di magnesio risultò, in otto casi su nove, maggiore nelle parti verdi rispetto alle parti bianche dello stesso individuo: risultato che conferma esservi uno stretto rapporto fisiologico tra magnesio e clorofilla.

In base a questi risultati mi permetto di dissentire dallo Swart per ciò che riguarda l'interpretazione dei suoi dati analitici. Secondo quest'autore, non v'è contraddizione tra il fatto che il magnesio non diminuisca nelle foglie ingiallite e la presenza del magnesio nella clorofilla, perchè (a suo avviso), essendo la quantità di magnesio contenuta nella clorofilla una piccola porzione della quantità totale di questo elemento contenuta nella pianta, la variazione di questa piccola quantità, anche se si verificasse, non avrebbe importanza. Ammetto anch'io che contraddizione non vi sia; ma osservo che una più probabile causa della costanza quasi generale che lo Swart constata nella quantità del magnesio durante l'ingiallimento delle foglie, è non l'errore analitico, ma bensì la non avvenuta emigrazione di questo elemento dopo la scissione della clorofilla.

(1) König, *Die Untersuchung landwirtschaftlich und gewertlich wichtiger Stoffe*. Berlin, an. 1906, pag. 194.

(2) Fresenius R., *Traité d'analyse chimique quantitative*. Paris, an. 1909, vol. I, 255 e 644; II, 466.

(3) Per quanto ancora non siano state fatte esperienze in proposito, noto che già da qualche anno trovansi in commercio sostanze a base di sali di magnesio, il cui uso viene consigliato pei terreni calcari ove appare la clorosi. Esempio: il concime « La fertilité » della « Société des produits dolomitiques de l'Hérault ». Infatti, anche nella letteratura si trovano casi di clorosi guarita con somministrazione di sali di magnesio: vedi Soraner (loc. cit.) per la clorosi del pino; Bourcart (*Le maladies des plants*, Paris, an. 1910), e Accardi (*La clorosi delle viti americane*, Napoli, an. 1913), secondo il quale la clorosi permanente deve ascriversi specialmente alla deficienza di assorbimento del magnesio da parte della pianta.

Nome della pianta		Ceneri % sul peso secco	Mg O % sul peso secco	*Osservazioni*
Vinca minor	foglie bianche	15,91	4,09	Foglie totalmente o per metà bianche.
	» verdi	10,74	4,55	
Pelargonium zonale	» bianche	15,85	3,96	Poche foglie bianche; la maggior parte giallastre.
	» verdi	16,52	3,67	
Pandanus javanicus	» bianche	8.12	8,19	Foglie a lunghe zone bianche.
	» verdi	6,14	10,85	
Polygonum orientale	» bianche	11,51	10,94	Foglie con zone bianche e giallastre.
	» verdi	12,11	14,23	
Acer Negundo	» bianche	11,77	4,23	Foglie verdi, e foglie perfettamente e completamente bianche.
	» verdi	9,17	6,98	
Spiraea lobata	» bianche	12,18	5,25	Molte foglie completamente bianche, altre giallognole.
	» verdi	9,29	7,92	
Funkia lancifolia	» bianche	15,01	4,38	Foglie con larghe zone perfettamente bianche.
	» verdi	8,66	6,80	
Evonymus japonicus	» bianche	11,81	4,29	Numerose foglie totalmente bianche; altre zonate di bianco.
	» verdi	10,48	4,43	
Haegopodium podagraria	» bianche	16,90	5,01	Foglie totalmente o per metà bianche.
	» verdi	13,80	6,34	
Camellia japonica	» bianche	6,60	8,52	Piante diverse che nell'estate 1914 presentarono foglie clorotiche, alcune delle quali perfettamente bianche.
	» verdi	5,52	11,56	
Rosa bengalensis	» bianche	7,05	9,17	Pianta in cui alcuni rami apparvero nell'agosto 1909 eziolati, ma in cui le foglie rimasero verdiccie.
	» verdi	11,37	7,00	
Catalpa bignonioides	» bianche	—	9,36	Pianta che nell'estate 1912 presentò un grosso ramo le cui foglie erano quasi totalmente bianche.
	» verdi	—	9,32	

Infatti, che l'assenza della clorofilla sia collegata con una diminuzione del magnesio, è ben dimostrabile con l'analisi, come si rileva dai risultati da me ottenuti; ciò che non sappiamo è quello che avvenga allorchè la clorofilla si scinde o comunque si trasforma (clorosi, ingiallimento autunnale); quali siano cioè i prodotti della decomposizione che emigrano, e quali quelli che permangono nella foglia. Ma osservando che tanto diversi sono i risultati ottenuti dai varii autori (Grandeau e Fliche, Tucker e Tollens, Stahl, Swart) a me pare non improbabile l'ipotesi che, almeno per ciò che riguarda l'emigrazione del magnesio, ogni pianta possa avere un comportamento suo proprio a seconda della natura della sua clorofilla, dell'epoca d'ingiallimento delle sue foglie, della maturazione dei suoi frutti, ecc.; a seconda, cioè, dei varii e complessi mutamenti che avvengono nel chimismo cellulare della pianta durante quel periodo di tempo nel quale essa perde le foglie, e ancora più durante il periodo che immediatamente precede questo fenomeno.

Lo stesso non può dirsi per il caso delle piante albicate, da me studiato a fine di dimostrare la concomitanza dei due fatti: assenza, o quasi, di clorofilla, e minor quantità di magnesio. In questo caso non si tratta di piante nelle quali avvenga un temporaneo e quasi subitaneo fenomeno di squilibrio, come nel caso della clorosi e dell'ingiallimento autunnale; ma di piante nelle quali i germogli, sin dal loro apparire, sono o albicati o verdi, il che dà un'apparenza di fatto quasi normale a questo fenomeno, che non si sa ancora se si debba o no considerare come patologico.

Conclusione.

Dalle analisi comparative di foglie e parti di foglie bianche e verdi appartenenti ad una stessa pianta albicata, si rileva che l'assenza totale, o quasi, di clorofilla nelle foglie, è accompagnata da una minore percentuale del magnesio in esse contenuto. Questi risultati, come quelli resi noti in una mia precedente Memoria, vengono in appoggio alla constatazione, fatta da Willstätter, che la clorofilla è un composto magnesiaco.

Chimica-fisiologica. — *Proprietà chimiche e chimico-fisiche dei muscoli e dei succhi muscolari.* Nota VI: *Sul contenuto in fosforo dei muscoli striati bianchi e rossi,* del dott. G. Quagliariello, presentata dal Corrisp. Filippo Bottazzi.

Chimica-fisica. — *Sullo stato dell'acido carbonico nel sangue.* II: *Mobilità dell'ione* HCO'_3 *a varie temperature.* Nota dei dottori E. D'Agostino e G. Quagliariello, presentata dal Corrispondente F. Bottazzi.

Le Note precedenti saranno pubblicate nel prossimo fascicolo.