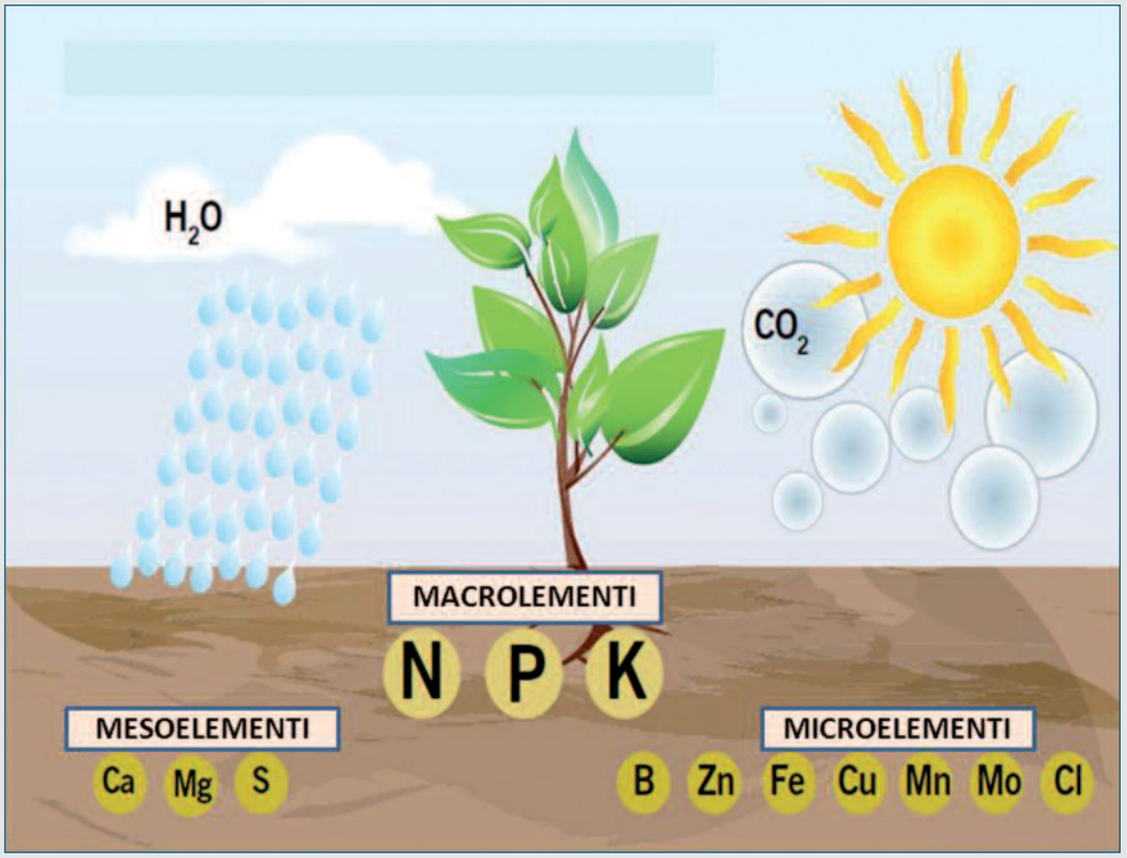


Carlo Gessa, Ferruccio Trifirò*

**Ordinario di Chimica Agraria*

LA CHIMICA NELLA VITA QUOTIDIANA: I CONCIMI MINERALI

Nell'articolo si descrive la natura chimica dei concimi minerali che contengono i diversi elementi nutritivi necessari per lo sviluppo dei vegetali. Gli elementi nutritivi - principali, secondari e microelementi - sono presenti nei concimi essenzialmente come sali, addotti, complessi e chelati e, per l'azoto, anche come NH_3, urea e calciocianammide. In questi ultimi anni l'industria chimica dei fertilizzanti ha rivolto una particolare attenzione alla produzione di concimi fogliari e per fertirrigazione e ha sviluppato particolari tecnologie per la sintesi di concimi specialistici e a lento rilascio per diminuire le perdite e l'impatto ambientale.

Il termine fertilizzante comprende le sostanze che per il loro contenuto in elementi nutritivi o per le loro caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche, contribuiscono a migliorare la fertilità del terreno e la nutrizione delle piante, quindi ad aumentare la produttività delle colture.

I fertilizzanti si suddividono in quattro tipologie:

1) i concimi: forniscono alle colture gli elementi nutritivi necessari alle piante per lo svolgimento del loro ciclo vegetativo e produttivo;
2) gli ammendanti: modificano la struttura del suolo migliorandone le proprietà fisico-meccaniche, quali la porosità e la permeabilità, e l'attività biologica (in genere si tratte di sostanze organiche);
3) i correttivi: modificano le proprietà chimico-fisiche dei suoli anomali (suoli acidi, salini, sodici e alcalini);
4) i substrati di coltivazione: materiali diversi dai suoli per coltivazione

in vaso, serra o a scopi ornamentali (ad esempio torba, letame, argilla, lignite, zeoliti, leonardite etc.).

I fertilizzanti offerti dalla aziende e rintracciabili nel sito di Federchimica [1] sono così divisi: a) concimi minerali, b) concimi organo-minerali, ammendanti e substrati organici, c) fertilizzanti specialistici.

In questa nota tratteremo solo i concimi minerali che utilizzano, come materie prime, composti ottenuti per trattamenti fisico-chimici di materiali inorganici o di petrolio, gas naturale o carbone.

In questi ultimi anni nel campo dei concimi minerali sono state realizzate molte innovazioni [2-4] che hanno portato a ridurre le emissioni nell'ambiente e le perdite di concime, ad aumentare l'efficienza energetica ed a diminuire il consumo di materie prime nella loro produzione, a migliorare la qualità dei prodotti (maggiore disponibilità dei nutrienti per le colture), a realizzare una maggiore flessibilità nelle applicazioni (sia come epoche che come numero di applicazioni), a portare sul mercato prodotti assolutamente innocui per le colture e per l'uomo, a mettere a punto tecnologie innovative di distribuzione dei concimi (fertirrigazione e concimazione fogliare), a produrre composti contenenti più elementi nutritivi nella stessa struttura chimica (non preparati per miscelazione, ma per sintesi chimica) ed a portare sul mercato molti concimi specialistici (prodotti idrosolubili, prodotti a rilascio controllato dei nutrienti e prodotti con effetto biostimolante).

Gli elementi nutritivi

Le ricerche sulla nutrizione delle piante, impostate con metodologia sperimentale, si possono far risalire a Leonardo; coltivando una pianta di zucca con parte dell'apparato radicale immerso nell'acqua e considerando la notevole quantità di acqua consumata dalla piantina, Leonardo giunse a questa conclusione: "Per forza della sola acqua condusse a perfezionare tutti li frutti che ella potè generare li quali furono 60 zucche e di quelle più lunghe".

L'interpretazione che Leonardo dà al risultato di questa esperienza non poteva essere diverso, ma il metodo proposto è rivoluzionario; ad una domanda si cerca di rispondere con un approccio sperimentale. Dovranno trascorrere diversi secoli prima che Liebig possa porre le basi della sua teoria mineralistica della nutrizione vegetale.

Liebig scrive: "Gli alimenti di tutte le piante sono sostanze inorganiche e minerali. La pianta vive di acido carbonico, ammoniaca, acido fosforico, silice, calce, magnesio, potassio, ferro; ve ne sono di quelle che reclamano sale marino…".

La sintesi di ammoniaca, la reazione chiave per produrre fertilizzanti azotatati, è stata il primo processo industriale realizzato sotto pressione; l'ossidazione di SO_2 a SO_3 per la sintesi di acido solforico, utilizzato per produrre fertilizzanti fosfatici, è stato il primo processo catalitico industriale; l'ossidazione di NH_3 ad NO per la sintesi di acido nitrico è stato il primo processo catalitico realizzato ad alta temperatura e a bassi tempi di contatto su reti di catalizzatore.

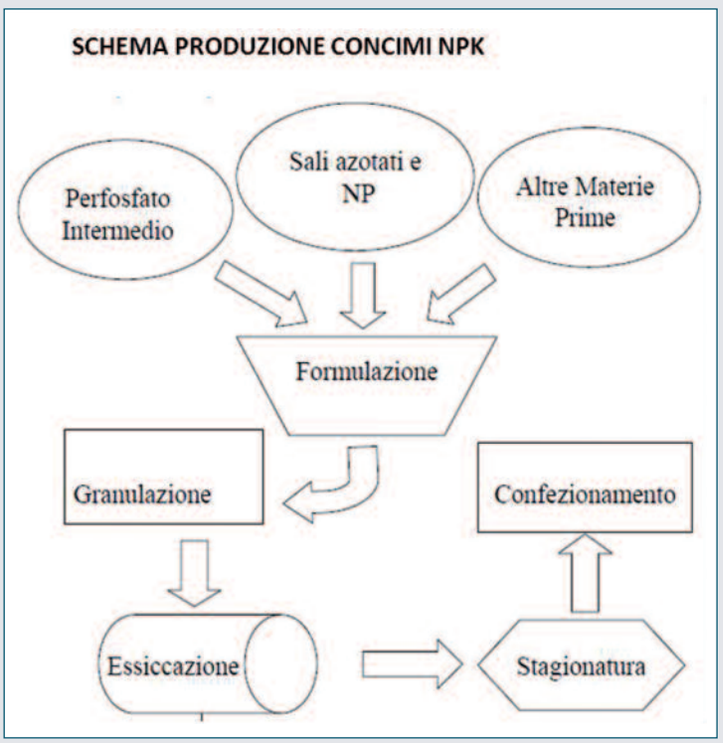
Lo sviluppo delle tecniche analitiche ha permesso di avere informazioni più precise sulla composizione delle ceneri e sui rapporti che intercorrono tra l'assorbimento degli elementi minerali e l'accrescimento dei vegetali. Le ricerche effettuate allevando piante in soluzioni nutritive di composizione nota sono state particolarmente utili per l'interpretazione dei dati sperimentali (il suolo, corpo naturale molto eterogeneo e complesso rappresenta a questo proposito, una complicazione di difficile soluzione). I risultati di questa ricerca hanno dimostrato che gli elementi essenziali per la nutrizione delle piante erano 10: C, H, O, N, P, K, S, Mg, Ca, e Fe [6].

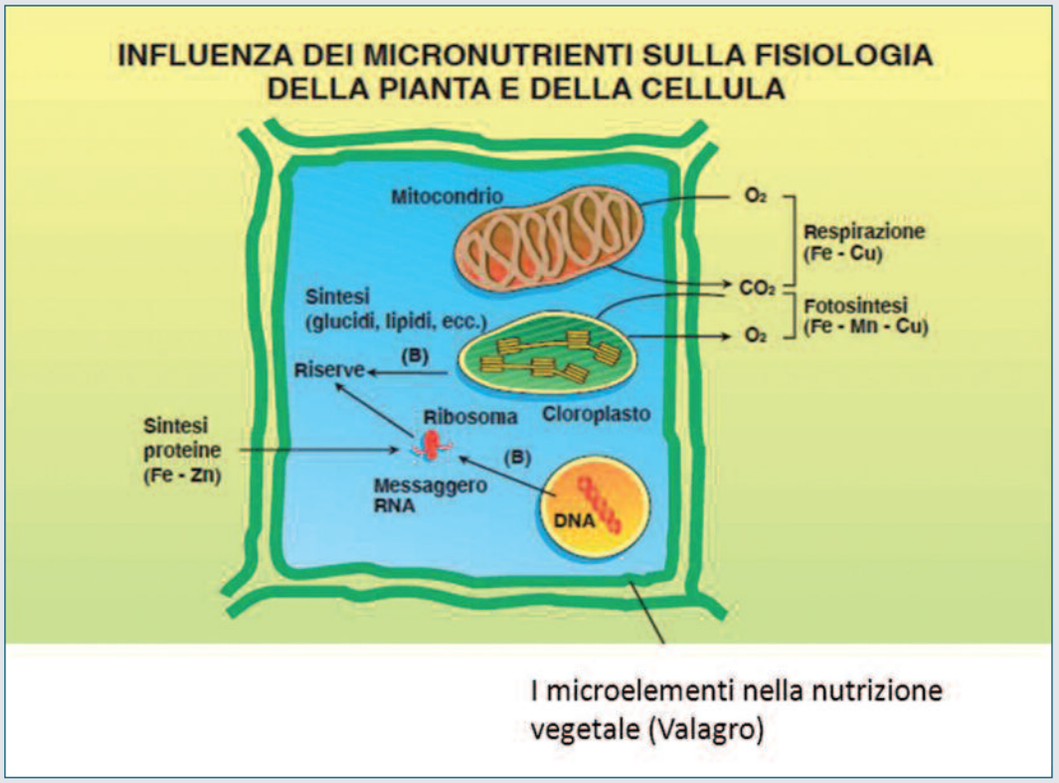
Successivamente, quando furono disponibili sali molto puri e strumenti analitici più avanzati, anche B, Mn, Cu, Zn, e Mo furono inclusi tra gli elementi essenziali. Nella pianta, oltre agli elementi essenziali, se ne trovano altri - definiti accessori - le cui funzioni biologiche non sono ad oggi sufficientemente conosciute. Ricordiamo tra questi Se, Cl, Na, Co, Al, F, Br, V, W.

Tra gli elementi essenziali ed accessori si osservano inoltre casi di "vicarianza"; un elemento può sostituirne un altro in parte delle funzioni. Per esempio, nella barbabietola da zucchero il sodio può sostituire in parte il potassio; il vanadio è essenziale per alcuni organismi inferiori in cui può essere presente anche in elevate concentrazioni (tra 60-320 mg/kg in *Amanita muscaria*) e può sostituire il molibdeno nella nitrogenasi.

Ad eccezione di carbonio, idrogeno ed ossigeno, tutti gli altri elementi nutritivi provengono dalle fasi solide del suolo e vengono trasferiti mediante l'apparato radicale a tutti gli organi della pianta (attraverso le foglie nell'irrigazione fogliare); vengono distinti in macro nutrienti e micronutrienti a seconda che essi siano necessari alla pianta in grande o in piccola quantità.

Dall'analisi chimica del suolo e dei tessuti vegetali è possibile avere importanti indicazioni sullo stato nutritivo delle piante; basse concen-





I microelementi nella nutrizione vegetale (Valagro)

trazioni segnalano uno stato di carenza; alte concentrazioni riflettono un'eccessiva disponibilità nel suolo, che non si traduce però in aumento delle produzioni ma, nel caso dei microelementi, spesso può dar luogo a fenomeni di tossicità.

I macronutrienti sono presenti nei tessuti vegetali in concentrazione maggiore a 10 mg/g di sostanza secca; l'azoto, il fosforo e il potassio sono contenuti nel suolo in quantità insufficiente e pertanto devono essere continuamente distribuiti alle colture con la concimazione [7, 8].

Il calcio, il magnesio e lo zolfo si ritrovano anch'essi nei vegetali in concentrazione superiore ai 10 mg/g di sostanza secca ma, poiché il loro contenuto nel suolo è normalmente sufficiente per le esigenze nutritive delle piante, vengono considerati nutrienti secondari o mesonutrienti.

I micronutrienti Cu, Zn, Mn, B e Mo sono richiesti dai vegetali in quantità molto piccole, inferiori a 0,1 mg/g di sostanza secca; si ritrovano generalmente nel suolo in quantità sufficienti; il ferro, di cui la pianta ha un'esigenza non inferiore a 0,1 mg/g di sostanza secca, essendo ben rappresentato nel suolo in forme poco disponibili, può risultare carente per molte colture.

Un concime minerale, contenente virtualmente tutti gli elementi essenziali, potrebbe avere la seguente composizione in peso: macroelementi 10-30%, mesoelementi 1,0-8%, microelementi 0,05-0,1%.

Sulla base della loro funzione gli elementi nutritivi vengono distinti in strutturali, catalitici e dinamici.

Al primo gruppo appartengono C, H, O, N, P, e S, costituenti di biomolecole molto importanti e presenti in grande quantità nei tessuti vegetali; nel secondo gruppo vengono compresi Fe, Mn, Cu, Zn, e Mo, essenziali per la funzionalità dei sistemi enzimatici (metallo-enzimi); nel terzo gruppo troviamo K, Mg, Ca, e B che sono coinvolti in diverse funzioni del metabolismo vegetale. Carbonio, ossigeno e idrogeno sono costituenti fondamentali di tutte le biomolecole e devono essere quindi disponibili in grande quantità sotto forma di CO_2 e H_2O.

I concimi industriali

La sintesi di ammoniaca in Italia è realizzata da Yara a Ferrara a partire da gas naturale, mentre l'acido nitrico viene prodotto dalla stessa azienda a Ravenna. L'acido solforico viene prodotto in gran parte a partire da zolfo proveniente dalle raffinerie di petrolio e, in particolare, a Scarlino (GR) da parte della Nuova Solmine e a San Martino di Trecate (NO) da parte di Esseco e Marchi Industriale SpA.

Oggigiorno il mercato offre concimi azotati, fosfatici e potassici; sono chiamati semplici, quando contengono solo uno dei tre elementi nutritivi, binari o ternari, quando contengono rispettivamente due o tre di questi elementi. I concimi binari e ternari si distinguono in "composti", se sono ottenuti da semplice miscelazione a secco di sostanze che contengono i singoli elementi; "complessi", se sono ottenuti per reazione chimica o da miscelazione allo stato liquido o da polve-

ri in maniera che ogni granulo abbia la stessa composizione. Il 70% dell'azoto, il 15% del fosforo ed il 26% del potassio vengono forniti in concimi semplici, ed il complemento a 100 di questi in concimi binari e ternari ed in quantità molto piccole in concimi organici ed organici-minerali.

Inoltre sono disponibili sul mercato: a) concimi minerali a base di mesoelementi e di microelementi, e concimi specialistici che, insieme ai macroelementi, contengono anche mesoelementi e/o microelementi; b) concimi minerali di varia tipologia, in pellet, granulari, micro-granulari, granulari compattati, utilizzati tutti per la concimazione di fondo e per la presemina. I microgranuli hanno dimensioni da 0,5 a 1 mm, i granulari da 1,5 mm a 5 mm e con dimensioni controllate da 1 a 3 mm per essere introdotti insieme ai semi; in polvere solubili o liquidi sono utilizzati in sospensione per fertirrigazione o per la concimazione fogliare. La fertirrigazione e la concimazione fogliare sono due moderne tecniche agronomiche e sono utilizzate per fare assumere più volte gli elementi nutritivi nel corso dell'anno; sono applicabili in tutte le fasi del ciclo vegetativo e minimizzano gli effetti negativi dei processi di immobilizzazione che avvengono nel terreno e che riducono la disponibilità dei nutrienti per i vegetali. La fertirrigazione permette di utilizzare come terreni anche dune sabbiose, di soddisfare giornalmente le esigenze nutritive delle piante ottimizzando le dosi di fertilizzante da impiegare. La concimazione fogliare non sostituisce quella radicale ma viene utilizzata per fornire micronutrienti o piccole quantità di macronutrienti. Interventi di concimazione fogliare possono essere programmati anche in situazioni particolari di carenza, nel caso di gelate o in presenza di parassiti sul terreno. Per la fertirrigazione e la concimazione fogliare sono utilizzati prodotti molto solubili, privi di elementi tossici per i vegetali; le sostanze chimiche presenti devono essere prontamente disponibili e totalmente assimilabili e devono avere un elevato grado di purezza.

La scelta del tipo di concime da utilizzare dipende da molti fattori: dal tipo di coltura; dalla presenza di particolari fisiopatie delle piante (nanismo, clorosi ferrica etc.); dalla natura del terreno; dallo stadio fenologico del vegetale; dalle condizioni climatiche; dalla tecniche agronomiche impiegate.

Nei concimi minerali, oltre agli elementi nutritivi, possono essere presenti le seguenti sostanze addizionali: composti che ritardano la decomposizione di principi attivi (come nel caso di alcuni fertilizzanti azotati); coformulanti (sostanze adesivanti, tensioattivi e veicolanti) che ne migliorano l'assorbimento fogliare e consentono una veloce traslocazione degli elementi nutritivi nei siti di utilizzo; resine che coprono i concimi per permettere un lento rilascio o evitare lo scioglimento a causa dell'umidità e biostimolanti (attivatori dell'assorbimento dei nutrienti).

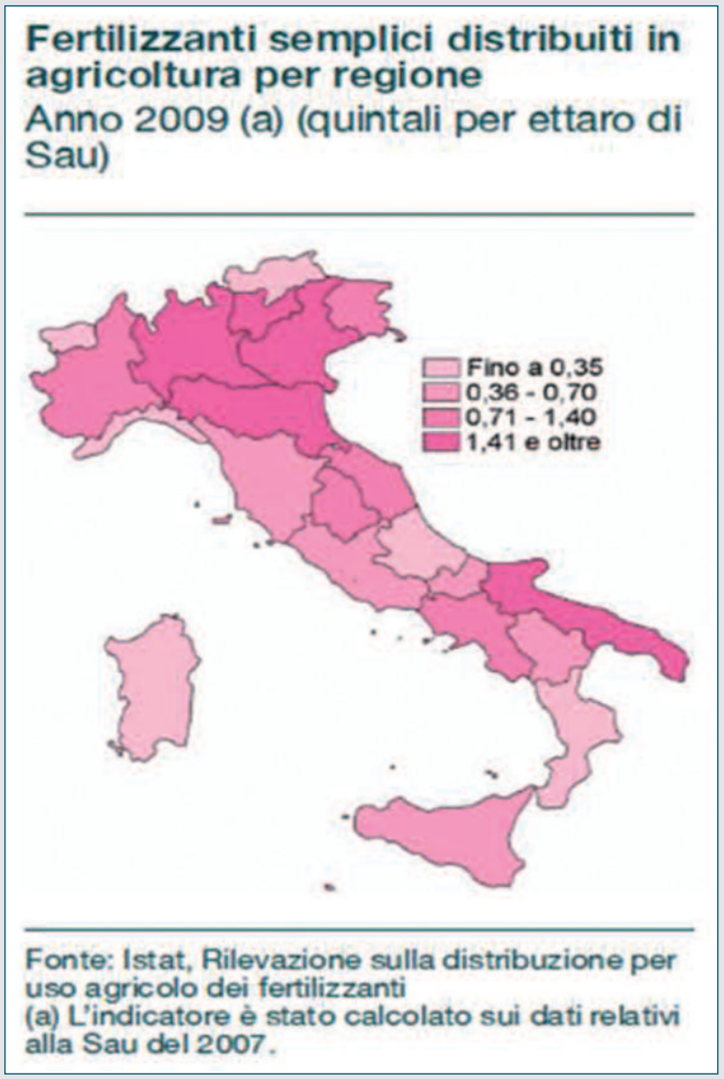
I composti chimici presenti nei concimi minerali

Gli elementi nutritivi necessari allo sviluppo dei vegetali forniti con la concimazione sono presenti in famiglie di composti chimici molto diverse come: sali inorganici (i più utilizzati), complessi, chelati, ossidi, addotti, acidi, ammidi, e, in pochi casi, come singole sostanze (NH_3 e S) [9-12]. La prima caratteristica di tutte queste sostanze è la presenza degli elementi in forme chimiche uguali a quelle che vengono assorbite dai vegetali, per garantire il massimo assorbimento e compatibilità con i tessuti vegetali o eventualmente diverse, che però devono essere facilmente trasformate nelle precedenti e l'utilizzo di quest'ultime è motivato dal poter avere vantaggi addizionali. La seconda proprietà di tutte queste sostanze è la loro elevata solubilità in acqua, per essere facilmente mobilizzate e assimilate dai vegetali; fanno eccezione alcuni sali che contengono fosforo che presentano una media solubilità. I composti utilizzati nei concimi devono avere anche una bassa degradabilità e fotodegradabilità e non devono contenere specie chimiche dannose o cationi tossici come Al che, oltretutto, formano sali insolubili con gli anioni (fosfati) degli elementi nutritivi. Inoltre le sostanze utilizzate non devono essere pericolose per l'uomo e per l'ambiente: NH_4NO_3 deve essere utilizzato diluito, per esempio con calcare al 28%, altrimenti può esplodere; HNO_3 ed H_2SO_4 non sono utilizzati nel nostro Paese perché pericolosi, così come anche NH_3.

Le sostanze utilizzate come concimi non devono avere un costo elevato; per questo motivo si preferisce miscelare allo stato liquido o solido composti dei singoli elementi o al massimo ottenere composti binari. Inoltre la miscelazione permette di offrire il rapporto ottimale degli elementi, come richiesto dai vegetali, che oltretutto è variabile da coltura a coltura.

Concimi a base di macroelementi

L'azoto è assimilato dai vegetali quasi esclusivamente come anione NO_3^- ed in piccolissime quantità come NH_4^+. L'ideale sarebbe quindi

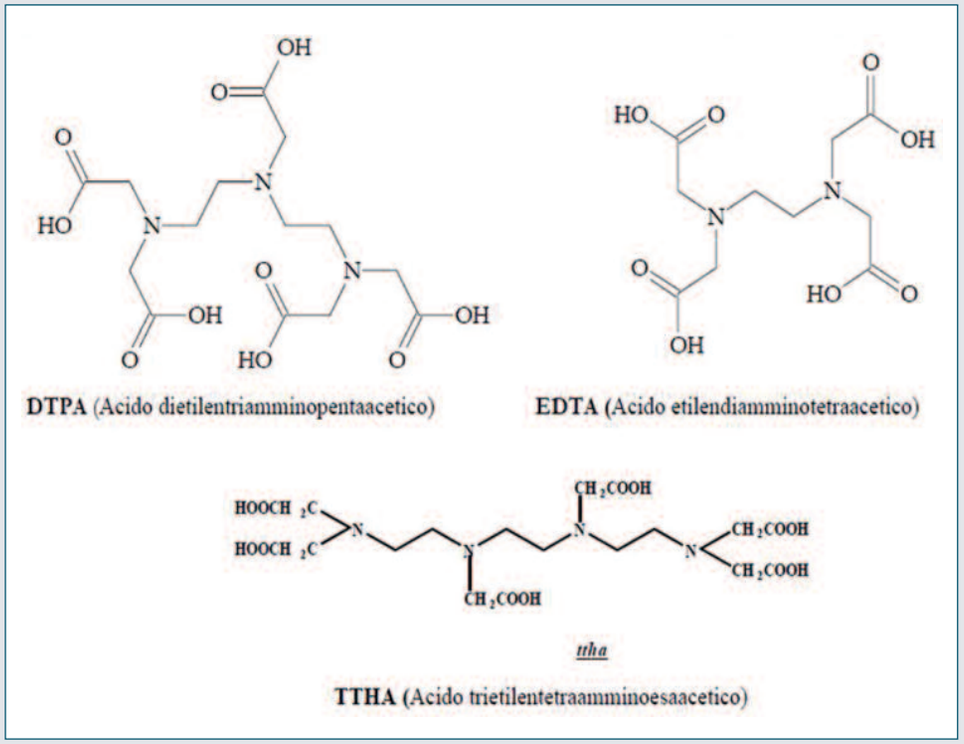


fornirlo come nitrato, tuttavia, il nitrato non è adsorbito dal terreno e, se non viene assorbito subito dai vegetali, viene lisciviato andando ad inquinare le falde acquifere ed i corsi d'acqua. Quindi i nitrati, devono essere forniti solo in copertura, nella misura in cui sono assorbiti dai vegetali. Per questo l'azoto viene in gran parte fornito come sale di ammonio; lo ione NH_4^+ nel terreno, per azione dei microrganismi, si trasforma lentamente in nitrato (60-90 giorni) e come tale viene assorbito dai vegetali; la lenta conversione a nitrato ne riduce la perdita per lisciviazione. Ioni ammonio nei periodi caldi e nei suoli basici tendono a vaporizzare come ammoniaca con grosse perdite di azoto. I concimi azotati a lento rilascio e con minori perdite sono quelli a base di urea che nel terreno tramite microrganismi si trasforma in ione ammonio; anche la calciocianammide che si trasforma in urea tramite i microrganismi del terreno, per formare successivamente ioni ammonio e nitrati. L'impiego dell'urea non elimina la volatizzazione dell'ammoniaca prodotta; inoltre può esserci l'inconveniente di una sua impurezza, il biureto, tossico per le piante. In commercio ci sono concimi che contengono contemporaneamente azoto nitrico, ammoniacale, ureico ed organico. La chimica industriale dei fertilizzanti azotati parte dalla sintesi di ammoniaca e dalla sua successiva trasformazione ad urea e ad acido nitrico e solo la calciocianammide, che viene ottenuta dal carburo di calcio, ha una via di sintesi diversa. Le sostanze più utilizzate nei concimi minerali semplici azotati nel nostro Paese sono urea, ammonio nitrato, calcio nitrato e ammonio solfato. Altri concimi semplici che sono utilizzati in piccole quantità nel nostro Paese sono $(NH_4)_2S_2O_3$, polimeri urea-formaldeide (per un lento rilascio dell'azoto), calciocianammide (storicamente uno dei primi concimi azotati) ed addotti dell'urea. Gli addotti con urea sono concimi azotati che hanno un lento rilascio dell'azoto ed evitano la sua volatilizzazione come ammoniaca e sono a base di urea con calcio nitrato o acido solforico o ammonio nitrato o ammonio solfato. In altri Paesi sono utilizzati anche NH_3 gassosa o liquida (in USA), NH_4Cl (in Giappone e India), sodio nitrato (nei Paesi del Nord i cui terreni hanno bisogno di sodio). Come concime binario l'azoto può essere fornito come $NH_4H_2PO_4$, $(NH_4)_2HPO_4$ e KNO_3 ed addotto $CO(NH_2)_2$-H_3PO_4. Per capire la natura degli addotti come esempio si porterà l'addotto urea-acido fosforico, dove allo stato cristallino sono presenti ponti idrogeno fra il carbonile dell'urea ed un protone dell'acido. In alcuni fertilizzanti industriali si aggiungono degli inibitori di nitrasi e di ureasi, come la diciannammide e il 3,4-dimetilpirazolofosfato (3,4-DMPP) che rallentano la trasformazione di ammoniaca a nitrati e idrochinone, che rallenta la trasformazione di urea ad ammonio.

Il fosforo è assorbito dai vegetali esssenzialmente come $H_2PO_4^-$ (ma anche come HPO_4^{2-}) e gran parte dei fertilizzanti utilizzati sono sali di questo anione. La chimica industriale dei concimi fosfatici parte dalla sintesi di acido solforico per ossidazione dello zolfo, oramai ottenuto essenzialmente come sottoprodotto della raffinazione del petrolio; l'acido solforico viene utilizzato per il trattamento solubilizzante dei diversi minerali fosfatici (fosforiti):

$Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow Ca(H_2PO4)_2 + 2CaSO_4$ perfosfato semplice
$Ca_3(PO_4)_2 + 3H_2SO_4 \rightarrow 2H_3PO_4 + 3CaSO_4$ acido fosforico + solfato di calcio
$Ca_3(PO_4)_2 + 4H_3PO_4 \rightarrow 3Ca(H_2PO_4)_2$ perfosfato triplo
$Ca_3(PO_4)_2 + 4HNO_3 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 + 2Ca(NO_3)_2$ nitrofosfato

Il perfosfato semplice è una miscela di fosfato e solfato di calcio; mentre nella produzione di acido fosforico il solfato di calcio viene separato per precipitazione, il perfosfato triplo non contiene $CaSO_4$ ed il nitrofosfato è una miscela di fosfato e nitrato di calcio. Il perfosfato semplice e quello triplo sono i concimi semplici più utilizzati in Italia, mentre il nitrofosfato è più utilizzato in altri paesi europei. Il problema dei concimi a base di fosfati di calcio e l'insolubilizzazione del fosforo per formazione di $Ca_3(PO_4)_2$ se il terreno è calcareo e la loro bassa solubilità che non li rende adatti per la concimazione fogliare o per fertirrigazione. Per queste applicazioni viene utilizzato acido fosforico o concimi binari come $NH_4H_2PO_4$, $(NH_4)_2HPO_4$, KH_2PO_4 e l'addotto urea-acido fosforico. Esistono comunque altri concimi che non sono a base di ortofosfati, ma di fosfiti e di polifosfati che poi vengono trasformati in ortofosfati dopo somministrazione.



Sono, infatti, utilizzati i fosfiti praticamente di tutti i nutrienti cationici per applicazione nei concimi fogliari e in concimi per fertirrigazione in quanto sono più facilmente assimilabili e sono anche attivatori dei meccanismi naturali di autodifesa delle piante contro batteri e funghi con la produzione di fitotossine. Per esempio il fosfito di potassio KH_2PO_3 può essere utilizzato anche nella lotta alla peronospora della vite. Inoltre i fosfiti hanno il vantaggio di avere il fosforo più concentrato, infatti a parità di peso portano più fosforo e di poter essere introdotti con i fitofarmaci e non formare sali insolubili con il Ca e il Mg. I polifosfati sono miscele di sali a diverso grado di polimerizzazione; il vantaggio del loro utilizzo consiste nel fatto che vengono idrolizzati lentamente ed hanno quindi un rilascio graduale del fosforo (nel giro di 45 giorni). Questi composti sono ottenuti per neutralizzazione con ammoniaca a 200 °C di KH_2PO_4 e H_3PO_4. È utilizzato anche il pirofosfato tetrapotassico ($K_4P_2O_7$) che garantisce nelle piante la formazione di tessuti più turgidi, molto consistenti e maggiormente resistenti alle malattie.

Il potassio viene assorbito dai vegetali come K^+ e le perdite in genere sono molto basse, differentemente dagli altri due precedenti elementi. Le materie prime contenenti potassio vengono ottenute da minerali diversi per trattamenti fisici di purificazione, più che per trattamenti chimici. I sali utilizzati come concimi sono KCl, K_2SO_4, in maggiori quantità, ed anche $K_2S_2O_3$ ed in concimi binari sali come KNO_3, KH_2PO_4, K_3PO_4. Questi sali sono tutti molto solubili e per evitare il loro dilavamento vengono ricoperti da resine. È utilizzato anche potassio ossido complessato con acido gluconico ed amminoacidi levogiri e questi concimi sono più facilmente assimilabili e traslocabili all'interno della pianta e sono accettati dall'agricoltura biologica.

Concimi ternari

Mentre i concimi binari in gran parte sono sali contenenti due dei macroelementi, quindi sono dei "complessi", ossia preparati per reazione chimica, i ternari sono in gran parte miscele di sali contenenti i tre elementi e quindi sono dei composti. Ci sono comunque alcuni ternari che vengono chiamati "complessi", perché sono preparati per reazione chimica o per miscelazione allo stato liquido. Il primo è ottenuto dal fosfato-nitrato, una soluzione di acido nitrico e fosforico che viene salificata con ioni ammonio e/o potassio dando luogo alla precipitazione dei due sali. Si ottiene una miscela di sali, ma non per miscelazione, come la maggior parte dei ternari, ma per coprecipitazione. Esistono, invece, due sali ternari, il pirofosfato ed il fosfato di ammonio potassio, con i tre elementi nello stesso sale. L'ammonio potassio polifosfato è ottenuto per reazione fra urea-acido fosforico e K polifosfato o per reazione fra ammonio ortofosfato con potassio fosfato in presenza di ammoniaca a 200 °C. Questi ternari sono a lento rilascio ed essendo leggermente solubili evitano perdite e fenomeni di tossicità sui vegetali. Esiste inoltre un sale ternario dalla formula $(NH_4)_{(1-x)}K_xH_2PO_4$ studiato in questi ultimi anni che comunque è ancora poco utilizzato come concime. Vantaggi dell'uso di questi ternari sono la maggiore facilità di trasporto e di conservazione (minore ingombro), semplicità di distribuzione sul terreno e notevole risparmio di tempo. Questi concimi vengono preparati in forma granulare per cui ogni granulo è un piccolo alimento completo contenente tutti i principi nutritivi, ma presentano l'inconveniente di avere costi più elevati.

Mesoelementi

Il calcio ed il magnesio sono assorbiti dai vegetali come Ca^{2+} e Mg^{2+} e per questo sono introdotti come composti di questi cationi. I concimi utilizzati sono a base di sali in particolare solfati, fosfati, nitrati, in minor misura potrebbero essere impiegati come ossidi, fosfiti, tiosolfati, chelati con EDTA e complessi con acidi organici. In particolare come complessanti sono utilizzati anche amminoacidi liberi e oligopeptidi che rendono facile la loro distribuzione via fogliare e radicale, in quanto l'organico veicola gli elementi all'interno delle cellule vegetali. Lo zolfo è assorbito dai vegetali come anione SO_4^{2-} e quindi la gran parte

Tab. 1 - Chelanti utilizzati

DTPA	dietilentriamminopentaacetico
EDTA	etilendiammimotetraacetico
EDDHA	etilendiammino-N-N'-di(orto-idrossifenilacetico)
HEEDTA	acido idrossi-2-etilendiamminotriacetico
HEDDCHA	etilediammino-N,N'-di(5-carbossi-2-idrossifenilacetico)
IDHA	acido imminodisuccinico

Tab. 2 - Aziende attive in Italia nella produzione concimi minerali	
Adriatica Spa	K+S agricoltura Spa
Cerealtoscana Spa	PM Chemical SL
Chimsider Logica e Servizi Srl	Pavoni & C. Spa
Consorzio Agrario di Ravenna Scrl	Siriac Srl
Compo Agro Specialities Srl	Puccioni Spa
Esseco Srl	Sadepan Chimica Srl
Europhyto T.S.A. Srl	Sinapak Srl
Fabbrica Cooperativa Perfosfati Cerea Srl	Timac Agro Italia Spa
HI-Agri Srl	Yara Italia Spa

dei concimi è a base di solfati di quasi tutti i cationi utilizzati come nutrienti ed in maggiori quantità dello ione ammonio e potassio. Lo zolfo è fornito ai vegetali anche come zolfo granulare (a lento rilascio) e come addotto $CO(NH_2)_2$-H_2SO_4, come ammonio solfito, ammonio meta solfito e ammonio e potassio tiosolfato. In particolare il vantaggio dell'utilizzo del tiosolfato consiste nel fatto che questo sale viene ossidato prima nel terreno a solfato contribuendo all'abbassamento del pH e ciò favorisce la mobilitazione dei microelementi. Inoltre i tiosolfati riducono il Fe^{3+} ed il Mn^{4+} eventualmente presenti in forme più facilmente disponibili per i vegetali.

Microelementi

La gran parte dei microelementi sono assorbiti dai vegetali come cationi bivalenti, mentre altri elementi sono assorbiti rispettivamente come anioni MoO_4^{2-}, $B(OH)_4^-$ e Cl^- ed il boro anche come H_3BO_3. I cationi bivalenti sono introdotti nei concimi come sali, in gran parte come solfati, ma anche come nitrati, fosfati e tiosolfati, come ossidi (escluso il ferro), come chelati e come complessi con acidi organici. Se sono forniti come sali c'è l'inconveniente che i cationi reagiscono con i componenti del terreno formando sali insolubili e quindi vengono immobilizzati. I complessi con acidi organici hanno l'inconveniente di formare legami molto stabili e quindi di cedere troppo lentamente i cationi. I chelati, invece, che legano il metallo con legami multipli di coordinazione circondando l'elemento evitando così la sua perdita, sono i composti ideali, ma sono solo più cari dei precedenti composti. Inoltre i chelati sono i concimi ideali per fertirrigazione o irrigazione fogliare. I chelanti utilizzati per i cationi bivalenti sono riportati in Tab. 1. Inoltre l'innovativo agente chelante IDHA totalmente biodegradabile e in grado di cedere gli elementi in funzione della temperatura e dell'umidità del suolo, in sintonia con le reali esigenze della pianta. Agenti complessanti possono essere acido gluconico, acido eptagluconico, acido ligninsolfonico, acidi umici o fulvici, idrolizzati di proteine animali e vegetali, polipeptidi, amminoacidi ed estratti vegetali contenenti tannini. La formazione di metallo-complessi con composti naturali è uno dei metodi più indicati per veicolare oligoelementi e superare tutti i problemi legati a una loro carenza con la garanzia che essi vengono assorbiti completamente con minor dilavamento nel terreno e conseguente riduzione di consumi e di possibili inquinamenti del suolo. Il boro viene fornito ai vegetali come H_3BO_3, $Na_2B_4O_7$, $Na_2B_{10}O_{16}$, $K_2B_8O_7$, Ca B_4O_7, come estere di acido borico con 2-etanolammina (utilizzato per fertirrigazione o irrigazione fogliare). Il molibdeno viene fornito ai vegetali come Na_2MoO_4 o $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$ e diversamente da tutti gli altri elementi è più assimilabile in terreni alcalini che acidi.

Caratteristiche dell'industria dei fertilizzanti

In Tab. 2 sono riportate le aziende attive nella produzione di concimi minerali in Italia aderenti a Federchimica: la quasi totalità ha un sito web dove è possibile prendere informazioni sui diversi concimi commerciali. Le aziende presenti in Italia che operano nel settore dei fertilizzanti sono multinazionali o imprese nazionali di media-grande dimensione, per quanto riguarda la produzione di fertilizzanti di base o commodities, mentre sono soprattutto piccole-medie imprese italiane quelle che caratterizzano la produzione di concimi specialistici, organici e organo-minerali. La caratteristica dell'industria dei fertilizzanti in Italia è l'elevato grado di importazione di quelli di base circa il 50% da Paesi extra UE, in particolare i concimi a base di azoto vengono importati per 86%, mentre c'è un'esportazione di concimi specialistici. Il consumo complessivo di fertilizzanti si aggira attorno ai 5,5 milioni di tonnellate di cui circa 4,4 milioni di tonnellate di concimi e 1,1 milioni di tonnellate di ammendanti e substrati. Il fatturato 2009 è stato di circa 900 milioni di euro e rappresenta circa il 2% dell'intero settore chimico italiano. I concimi minerali, sono utilizzati in Italia con una quota del 63% della totalità dei fertilizzanti ed una quota di fatturato totale del 68%. I concimi organici e organo minerali costituiscono il 13% delle quantità totali vendute e il 13% del fatturato del settore. Gli ammendanti, i correttivi e i substrati per coltura, costituiscono il 24% in termini di volume e il 9% in termini di fatturato. All'interno di queste tre categorie è possibile evidenziare un gruppo di concimi specialistici, che, statisticamente, rappresenta circa il 6% della somma dei concimi minerali e dei concimi organici e organo minerali, ma contribuisce al 10% del fatturato totale del settore dei fertilizzanti.

Bibliografia

[1] www.assofertilizzanti.it
[2] http://www.fertilizer.org
[3] http://europa.eu/legislation_summaries/other/l21118_it.htm
[4] www.amiat.it/images/leg_amb/d%20lgs%2075_2010%20normativa%20fertilizzanti.pdf
[5] www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/10075dlp.pdf
[6] C. Gessa, G. Zocchi, Nutrizione minerale dei vegetali: assorbimento dei nutrienti in biochimica agraria, a cura di L. Scarponi, Patron Editore, 2003.
[7] www.acutis.it/Materiale_Agronomia/LEZIONE_%20Fertilizzazione_28_5_08.pdf
[8] www.verdiincontri.com/articoli/art09098Mi.htm
[9] M. Perelli, Nutrire le piante, Arvan Editore, Venezia, 2009.
[10] http://risorseidriche.arsia.toscana.it/UserFiles/File/idrico/RIANPA/12-Fertilizzanti.pdf
[11] www.biopiante.it/datiutili/Fertilizzanti_agricoltura.pdf
[12] www.soil.ncsu.edu/publications/Soilfacts/AG-439-18/

4th EuCheMS Chemistry Congress

August 26–30, 2012, PRAGUE, Czech Republic **www.euchems-prague2012.cz**

With great pleasure and pride, we would like to officially invite you to attend the 4th EuCheMS Congress, taking place on 26–30 August 2012 in Prague, Czech Republic. The biannual congress will offer you a possibility to learn from experts in the field of chemistry, share experiences with companies, scientists, academics and debate about challenging topics.

Registering for The Congress means:

- attending almost 2000 scientific and professional practice paper presentations
- learning from international leading key note speakers
- joining an event, where both scientific and real business experts are brought together
- enjoying our social networking events
- explore the exhibition of companies and entr epreneurs from the filed

Don't miss this opportunity! It's NOW time for Prague! Go to **www.euchems-prague2012.cz** for mor e information, to register and to submit your papers.

Kind regards,
We are looking forward to seeing you in Prague
Congress Organisers

IMPORTANT DATES

Registration opening	May 2011
Online abstract submission opening	To be announced
Early registration deadline	May 5, 2012
Abstract submission deadline	May 5, 2012
Exhibition space booking deadline	May 31, 2012

NÜRNBERG 2010 RESULTS:

Total number of registrants	2'465
Countries r epresented	63
Oral lectures	532
Posters	1401

4th EuCheMS WILL BE HONOURED TO WELCOME A NUMBER OF RENOWNED SPEAKERS:

NOBELISTS

Ciechanover Aaron, Tumor and Vascular Biology Research Center, Haifa, Israel
Grubbs Robert H., California Institute of Technology, Pasadena, USA
Lehn J. M., Université Louis Pasteur, Strasbourg, and Collège de France, Paris, France
Tsien Roger Y., Howard Hughes Medical Institute La Jolla, USA
Wüthrich Kurt, The Scripps esearch Institute, La Jolla, USA
Yonath Ada, Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel

VIPs

Andrew Evans, University of Liverpool, Liverpool, UK
Bach Thorsten, Technische Universitaet Muenchen, Garching, DE
Bonacic-Koutecky Vlasta, Humboldt Universität zu Berlin, DE
Fürstner Alois, Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, Mülheim/Ruhr, DE
Hudlický Tomáš, Brock University, St. Catharines, Canada
Knochel Paul, Ludwig-Maxmilians-Universität, München DE
Lipshutz Bruce H., University of California, Santa Barbara, USA
Paterson Ian, University of Cambridge, Cambridge, UK
Reetz Manfred T., Max - Planck - Institut für Kohlenforschung, Mülheim/ Rhur, DE
Siegel Jay S., Organisch-chemisches Institut, Universität Zürich, CH
Snyder Scott A., Columbia University, New York, USA
Tureček František, University of Seattle, USA
Yamamoto Hisashi, The University of Chicago, USA

... and many more to be confirmed and announced.

CONGRESS VENUE

Prague Congress Centre is one of the dominant points of the City of Prague. It is located on one of Prague's hills, which provides visitors with a beautiful view of the world famous Prague panorama where the silhouette of Prague Castle, together with a myriad of towers belonging to churches, cathedrals, palaces and ancient buildings from the historical centre, rise over the Vltava River and extensive parks.

MAIN CONGRESS TOPICS:

- Analytical chemistry Electrochemistry
- Education and History, Professional chemists
- Food Chemistry
- Environment, Energy and Green Chemistry
- Inorganic Chemistry
- Life Sciences
- Nanochemistry, Nanotechnology
- Organic Chemistry, Polymers
- Physical, Theoretical and Computational Chemistry
- Solid State Chemistry