



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	101997900572563
Data Deposito	03/02/1997
Data Pubblicazione	03/08/1998

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	05	B		
Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
C	05	F		
Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
A	01	B		

Titolo

FORMA STABILE DI UMATO DI FERRO O DI ALTRI MESO E MICRO ELEMENTI NUTRITIVI
DISPONIBILI PER LA NUTRIZIONE DELLE PIANTE E METODO PER OTTENERLA.

DESCRIZIONE

annessa a domanda di brevetto per INVENZIONE INDUSTRIALE dal titolo:

"Forma stabile di umato di ferro o di altri meso e micro elementi nutritivi disponibili per la nutrizione delle piante e metodo per ottenerla."

a nome: **VALAGRO S.p.A.**, di nazionalità italiana, con sede a Piazzano di Atesa (CH), Zona Industriale.

Inventori designati: **Prof. Paolo Sequi, Dr. Marco Govi, Dr. Claudio Ciavatta**

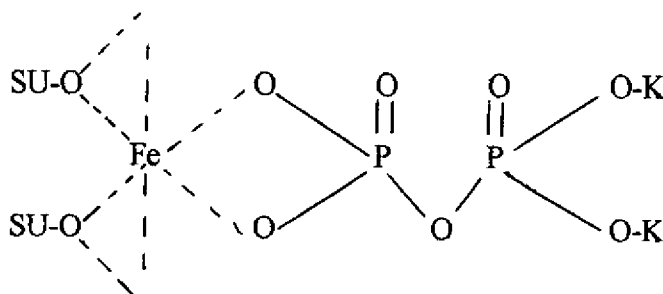
I Mandatari: Ing. Sergio DI CURZIO (Albo Iscr. N.323 BM) , Ing. Paolo BELLOMIA (Albo Iscr. N. 695BM) , c/o BUGNION S. p.A, Piazza dei re di Roma , 21 - 00183 Roma

depositata il.

al N.

RIASSUNTO

Viene descritto un complesso fra le sostanze umiche ed il ferro denominato "umato di ferro" caratterizzato dal fatto di avere una struttura del tipo:



dove il metallo viene protetto dal pirofosfato e dalle sostanze umiche (SU), ottenuto

Ing. Paolo BELLOMIA
Albo Iscr. N. 695 BM

attraverso un procedimento comprendente le seguenti fasi:

- a) dosatura degli estratti umici
- b) purificazione dei detti estratti umici tramite centrifugazione o filtropressatura per eliminare eventuali particelle in sospensione;
- c) trasferimento del prodotto surnatante in un miscelatore;
- d) aggiunta di $K_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$ sciogliendolo completamente;
- e) miscelazione della soluzione d) con una soluzione acquosa di $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ contenente una quantità minima di H_2SO_4 , operando l'aggiunta lentamente e tenendo sotto vigorosa agitazione l'estratto umico;
- f) dopo agitazione di qualche minuto essiccazione rapida a 60-90°C.

DESCRIZIONE

Campo tecnico dell'invenzione.

E' noto come i meso e i microelementi essenziali per la nutrizione delle piante siano fondamentalmente calcio, magnesio, zolfo, ferro, manganese, rame, zinco, boro e molibdeno. Nelle condizioni agrarie si possono verificare situazioni di carenza nutrizionale principalmente per una insufficiente disponibilità di ferro, calcio e magnesio e talora anche degli altri elementi.

In realtà il suolo contiene spesso abbondanti quantitativi di questi elementi, ma la maggior parte di essi può essere presente in forme insolubili, quali ad esempio ossidi (ad esempio Fe_2O_3), idrossidi (ad esempio $Fe(OH)_3$) e carbonati (ad esempio $CaCO_3$ e $MgCO_3$), non disponibili per la nutrizione vegetale in quanto si trovano sotto forma insolubile cristallina o amorfa.

Sono poche le specie vegetali che, in caso di necessità dettata dalla assenza di forme

Ing. Paolo BELLOMIA
Albo Iscritti 695 BM

più disponibili, sono in grado di mettere in moto un efficace, ma dispendioso processo biochimico che permette di riportare in forma solubile elementi precipitati sotto forma di ossidi, idrossidi o carbonati. I meccanismi illustrati negli esempi, oltre che per ferro, calcio e magnesio, possono essere validi per manganese, rame e zinco. Tutti questi elementi nutritivi dovranno pertanto essere presenti nel suolo sotto forma disponibile per la loro assimilazione, per poter essere utilizzati dalle piante.

Nel suolo sono presenti diverse fasi fisiche: una fase gassosa, una liquida ed una solida; quest'ultima è composta da una parte minerale e da materiali organici.

I materiali organici comprendono a loro volta sostanze umiche e sostanze non umificate, e derivano dall'apporto e dalla trasformazione di residui organici animali e vegetali. Le sostanze umiche sono di natura polimerica complessa e possiedono numerosi gruppi funzionali, prevalentemente carbossilici e fenolici; esse risultano molto stabili nel tempo, difficilmente attaccabili dai microorganismi ed in grado di esplicare una serie di funzioni agronomiche mantenendo un determinato livello di fertilità nel suolo.

Le funzioni nutrizionali delle sostanze umiche sono:

- 1) di tipo diretto, quando vi è un rilascio degli elementi nutritivi durante la lenta mineralizzazione delle stesse sostanze umiche;
- 2) di tipo indiretto, quando ad esempio viene utilizzata la loro capacità di complessare e chelare i metalli che si trovano nella fase liquida, per poi cederli alle piante.

In natura detta funzione nutrizionale di tipo indiretto viene considerata la più importante per rendere disponibili diversi elementi nutritivi metallici, quali ad

Ing. Paolo BELLOMIA
Albo Ingeg. n. 695 BM

esempio il ferro, il calcio e il magnesio. Le sostanze umiche, infatti, tendono a chelare i metalli presenti nella soluzione del suolo, impedendone così la precipitazione sotto forma di ossidi, idrossidi o carbonati, inutilizzabili in quanto in forme insolubili, inaccessibili alle radici delle piante. Detta chelazione, invece, rende disponibili i metalli per i processi nutrizionali.

La fertilizzazione si può sostanzialmente effettuare in due modi: per via fogliare o attraverso il suolo. Nella fertilizzazione fogliare il fertilizzante è assorbito attraverso i tessuti che rivestono la parte esterna delle foglie, per cui può avvenire solo con fertilizzanti aventi una struttura molecolare di dimensioni molto ridotte e questo veicolo è utilizzato prevalentemente per risolvere problemi di momentanea carenza nutritiva. Diverso è il caso della fertilizzazione attraverso il suolo, che è il mezzo che assicura in natura la nutrizione delle piante.

Stato rilevante della tecnica nota

Il campo della presente invenzione copre la fertilizzazione che avviene attraverso il suolo, essendo quest'ultimo inteso come mezzo naturale per mettere a disposizione dell'apparato radicale il fertilizzante. Si tratta perciò di evitare che il fertilizzante, costituito da un comune sale, ad esempio il solfato ferroso (FeSO_4), immesso in un suolo carente di ferro, con un pH neutro-alcalino (ad es. pH 7-8) e povero di sostanze umiche, si trasformi in prodotti insolubili quali l'ossido, l'idrossido e il carbonato.

Da un punto di vista ideale, un fertilizzante a base di meso e microelementi da utilizzare per la fertilizzazione del suolo dovrebbe possedere le seguenti caratteristiche:

- 1) avere il metallo legato in forma assimilabile, ossia trasformabile, ove non lo sia

Ing. Paolo BELLOMIA
Albo S. N. 685 BM

già originariamente, in una forma solubile e pertanto disponibile per la nutrizione radicale;

2) avere una forza di legame sufficiente per non perdere il metallo nel suolo, ma non troppo elevata per permettere agli agenti chelanti delle radici di staccarlo e renderlo disponibile per i processi biochimici deputati all'assorbimento da parte dei vegetali;

3) non essere facilmente degradabile nel suolo per poter mantenere il metallo in forma chelata per un tempo abbastanza lungo, corrispondente almeno all'intero ciclo colturale.

Attualmente esistono tre categorie principali di fertilizzanti a base di meso e microelementi:

a) I sali inorganici, che non hanno la capacità di rendere l'elemento fertilizzante disponibile per le radici per un periodo sufficientemente lungo;

b) I complessi organici, che sono sostanzialmente sali organici con gruppi funzionali (es. acido citrico) capaci di legare anche fortemente un metallo.

Detti complessi molto spesso non consentono una buona utilizzazione del metallo sia a causa della biodegradabilità per attacco di microorganismi, sia per la forza di legame troppo intensa, che non permette la liberazione del metallo e la sua immissione nei cicli biologici;

c) I chelati organici che sono caratterizzati dalla complessazione del metallo con più legami di coordinazione da parte di molecole polivalenti che in questo modo lo avvolgono proteggendolo con una configurazione che può essere raffigurata come una tenaglia, od una chela. La struttura di questi composti è perciò tale da offrire un

Ing. Paolo BELLOMIA
Atto 154 n. 695 BM

riparo sufficiente al metallo, mantenendolo in forma disponibile per un tempo sufficientemente lungo. Ciò significa che in teoria un apporto di fertilizzante tramite un chelato organico riesce a soddisfare le esigenze di una coltura per un tempo abbastanza lungo. Questi tipi di chelati, però, non sfuggono alla attività microbica e subiscono quindi una degradazione abbastanza rapida, tale da non consentire la disponibilità del metallo nel suolo per l'intera stagione colturale. E' pertanto possibile che in tal caso le piante coltivate vivano per un periodo dell'anno in una fase di carenza nutrizionale, particolarmente se si tratta di specie poliennali (ad esempio piante da frutto).

E' nota la possibilità di utilizzare come sali organici alcuni derivati dagli acidi tartronici e loro sali nelle varianti con e senza la mobilitazione dei fosfati, come insegnano i brevetti italiani nr. 767605, nr. 788509 e nr. 833128. Altri chelati e sali organici vengono descritti nei brevetti statunitensi 4.181.516 (Gray, 1980) e 4.786.387 (Marhart, 1988) e nel brevetto Europeo 284339 B1 (Marhart, 1991). In questi ultimi due brevetti viene utilizzato acido fulvico (una frazione delle sostanze umiche) unitamente a chelanti vari ed ammoniaca anidra (allo scopo di neutralizzare la miscela) senza ottenere la formazione di strutture di protezione a ponte del tipo che è oggetto della presente invenzione.

In un lavoro pubblicato da D.F.Clemens e coll. in Fertilizer Research Vol 25, pag 127-131 (1990), viene descritta la struttura di agenti chelanti e dei relativi complessi metallici, quali quelli del Fe(III), distinguendola in due classi: gli amminopolicarbossilati e gli idrossicarbossilati (dove il termine carbossilato significa "gruppo funzionale di un acido organico"). Ad esempio alla classe degli amminopoli-

Ing. Paolo BELLOMIA
Albo dei Ric. 695 BM

carbossilati appartengono l'EDTA (acido etilendiammintetracetico), e ancora l'EDDHA (acido etilendiammino di(o-idrossifenilacetico); alla classe degli acidi idrossicarbossilici appartengono, ad esempio, l'acido citrico, l'acido gluconico, l'acido glucoptonico.

La struttura delle sostanze umiche corrisponde alle caratteristiche richieste da un chelante-complessante ideale. Ai fini della nutrizione vegetale le sostanze umiche sono in ogni caso i complessanti ideali per il ferro e per gli altri elementi nutritivi, come è noto dalla letteratura tecnica, ad esempio secondo F.J. Stevenson "Humus Chemistry" J.Wiley & Sons Ed.(1982), e secondo P. Sequi "La sostanza organica nel terreno. Funzioni nutrizionali" L'Italia agricola 113(2):91-112 (1976).

La struttura delle sostanze umiche non è ben definita nella parte che interessa la chelazione dei metalli. E' noto comunque che la molecola umica utilizza prevalentemente gli -OH dei gruppi funzionali per poter complessare gli elementi metallici (Stevenson, 1982). Secondo alcuni autori la struttura del complesso metallo-umato interessa due ossidrilili, uno dei quali carbossilico e uno derivante da un altro gruppo funzionale, alcolico, fenolico o altro. Come riportato da Sequi (1976), la struttura del complesso spesso comprende anche un gruppo fosfato che nella fattispecie ha due funzioni:

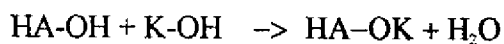
- 1) proteggere il metallo (ad esempio il ferro) dall'essere "avvolto" completamente dalle sostanze umiche e quindi essere meno facilmente disponibile per le piante e
- 2) essere a sua volta disponibile come tale per la nutrizione vegetale.

A questo proposito non si deve dimenticare che anche il fosfato presenta notevoli problemi di disponibilità nel suolo in quanto va incontro facilmente a processi di

Ing. Paolo BELLOMIA
Albo A.C. n. 695 BM

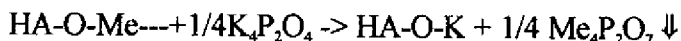
p 1 precipitazione.

Secondo Stevenson (1982), l'estrazione delle sostanze umiche utilizzando una base come NaOH o KOH avviene per salificazione degli acidi umici e fulvici in ambiente alcalino secondo la seguente reazione:



dove HA-OH è l'acido umico. Il K^+ può anche essere sostituito da Na^+ ; il composto che si forma (HA-OK oppure HA-ONa) è un sale dell'acido umico (umato).

Nel caso in cui alla molecola umica sia legato un metallo non alcalino (ad es. il ferro), la sola base (KOH) non è in grado di salificare l'acido umico e l'estrazione dell'acido umico complessato con il metallo deve avvenire con l'aiuto di un sale che possiede un agente chelante, quale il pirofosfato di sodio o di potassio. Secondo quanto riportato da Stevenson (1982) la reazione che porterebbe in soluzione l'acido umico potrebbe essere la seguente:



In altre parole il metallo verrebbe staccato dall'acido umico e sostituito con il K^+ , dando così origine ad un sale dell'acido umico, mentre il metallo verrebbe complessato dal pirofosfato dando origine ad un sale insolubile che precipiterebbe ($\downarrow$).

La suddetta reazione ha probabilità di avvenire solo se il complessante del ferro ha una forza legante inferiore a quella del pirofosfato, ma non può avvenire nel momento in cui il complessante organico (sostanza umica nel caso specifico) ha una forza legante superiore a quella del complessante inorganico (pirofosfato).

In un processo di estrazione delle sostanze umiche, ossia di solubilizzazione, l'azione

Ing. Paolo BELLOMIA
Albo Ingegneri n. 695 BM

combinata dei due estraenti KOH e $K_4P_2O_7$, permette la realizzazione delle seguenti fasi (Stevenson, 1982; E. Bar-Ness e Y. Chen Plant Soil, 130, 35-43, 1991):

- 1) solubilizzazione ad opera del KOH, in forma di sali potassici, delle sostanze umiche non complessate a metalli;
- 2) solubilizzazione ad opera del $K_4P_2O_7$, in forma di sali potassici, delle sostanze umiche legate a metalli con bassa forza chelante con contemporanea precipitazione dei complessi metallo-pirofosfato;
- 3) solubilizzazione ad opera del $K_4P_2O_7$ delle sostanze umiche legate a metalli con elevata forza chelante con formazione di un complesso fra la sostanza umica e il pirofosfato tramite un ponte metallico. Detta fase viene confermata da Stevenson (1982) quando descrive i criteri di estrazione (solubilizzazione) del rame dal suolo: la forma legata alla sostanza organica viene infatti estratta con pirofosfato. La stessa reazione viene descritta nel lavoro di Bar-Ness e Chen (1991), quando si parla di notevole presenza di ferro nella sostanza organica estratta da una torba precedentemente complessata con ferro.

Nelle citate occasioni ed in altri casi in cui si è cercato di preparare chelati metallici a base di sostanze umiche a scopi di ricerca o di fornitura commerciale, per disporre di un prodotto di qualità e prestazioni superiori a quelle dei prodotti presenti sul mercato, si sono riscontrati i seguenti problemi:

- in molti casi, a causa principalmente di errati calcoli stechiometrici, l'aggiunta del metallo all'estratto umico (soluzione acquosa salina contenente le sostanze umiche in forma solubilizzata) portava ad un'immediata flocculazione dell'estratto;
- i chelati a base di sostanze umiche preparati finora si presentavano allo stato

Ing. Paolo BELLOMIA
Albino n. 695 BM

liquido, sotto forma di soluzione, ma la solubilità del prodotto era molto bassa a causa dei fenomeni di polimerizzazione che si verificavano in pochi giorni: solo i complessi dei metalli con gli acidi fulvici (Brevetti USA 4.786.387 ed Europeo 284.339) potevano risultare solubili per la presenza di altre sostanze chelanti come è stato prima già detto;

- la quantità di metallo legata alle sostanze umiche era sempre molto bassa e non sufficiente a giustificare la immissione sul mercato di un formulato commerciale (Lobartini e Orioli, Plant Soil, 106, 153, 1988);
- i prodotti non risultavano solubili dopo l'essiccazione; ciò metteva in evidenza il fatto che la presenza del metallo aveva favorito il formarsi di un polimero chiuso e quindi di un flocculato.

Descrizione dell'invenzione

I detti problemi ed altri presentati dalle tecniche e dai prodotti noti vengono risolti dalla presente invenzione che descrive una composizione stabile di umato di ferro od altri meso e microelementi nutritivi disponibili per la nutrizione vegetale ed il metodo per ottenerla.

Nel caso della presente invenzione le sostanze umiche che si utilizzano come materie prime sono già in forma estratta (ad esempio estratti umici ottenuti per estrazione con KOH delle sostanze umiche da leonardite) e quindi ci si trova di fronte a sali potassici di acidi organici. Si tratta ovviamente di una miscela molto complessa nella quale sono presenti sia composti a bassa che ad alta forza chelante.

Il processo produttivo oggetto della presente invenzione prevede i seguenti passaggi:

- a) All' estratto umico ottenuto per solubilizzazione di sostanze umiche con una

Ing. Paolo BELLOMIA
Albo dei periti n. 695 BM

soluzione acquosa di KOH o di altro reagente alcalino, dopo accurata eliminazione per centrifugazione o filtropressatura delle parti eventualmente in sospensione, viene aggiunta una quantità, da definirsi in funzione delle caratteristiche dell'estratto umico, di una molecola del tipo del pirofosfato ($K_2P_2O_7$). In questa fase non si fa altro che miscelare i componenti senza provocare alcuna reazione specifica.

b) Alla soluzione ottenuta nella fase a), lentamente al fine di rendere possibile la reazione di chelazione/complessazione, ma immediatamente, si aggiunge una soluzione di $FeSO_4$ o di altro sale inorganico completamente solubile in acqua. Se il sale è il detto solfato ferroso, a questo punto il ferro, la sostanza umica e il $K_2P_2O_7$, reagiscono tra loro secondo il meccanismo qui di seguito descritto: le sostanze umiche contenute nell'estratto possono avere forza complessante molto diversa fra di loro, ma ai fini del meccanismo di reazione con il $Fe(II)$ e il $K_2P_2O_7$, ci interessa suddividerle in due categorie: 1) sostanze umiche con forza chelante superiore a quella del $K_2P_2O_7$, e 2) sostanze umiche con forza chelante inferiore a quella del $K_2P_2O_7$. Nel momento in cui uno ione $Fe(II)$ viene aggiunto alla soluzione contenente le sostanze umiche in forma potassica ed il $K_2P_2O_7$, il metallo viene complessato dalla molecola umica con la più elevata forza chelante e contemporaneamente forma un ponte con un fosfato del $K_2P_2O_7$, formando un complesso fosfo-metallo-umato. L'evidenza di questa reazione è data dal fatto che, se il metallo si legasse solo al $K_2P_2O_7$, si formerebbe un precipitato di colore chiaro, mentre se avvenisse una reazione solamente tra la sostanza umica e il ferro, si avrebbe flocculazione della sostanza umica con conseguente formazione di un precipitato scuro. La detta reazione si verifica fino a quando tutte le sostanze umiche con forza chelante

Ing. Paolo BELLOMIA
Albo dei Chimici 695 BM

superiore a quella del $K_4P_2O_7$, non hanno reagito con il ferro e quindi anche con il $K_4P_2O_7$. A questo punto, se si continua ad aggiungere Fe(II) è stato osservato che il metallo viene complessato dal $K_4P_2O_7$, perchè questi è ora il complessante libero con la più alta forza di legame. A riprova di ciò si può osservare la immediata formazione di un flocculato biancastro.

Nel procedimento oggetto della presente invenzione, non bisogna usare sali di composti organici, in quanto non si sarebbe sicuri delle dette reazioni di chelazione/complessazione da parte delle sostanze umiche, ma si rischierebbe di ottenere una miscela di sostanze umiche e del complesso metallico, che presentai problemi più sopra descritti.

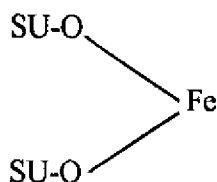
Con il metodo della presente invenzione si viene a formare un complesso solubile tra le sostanze umiche, il metallo e il pirofosfato, abbastanza stabile da poter essere disidratato (la disidratazione deve avvenire immediatamente dopo la fase di preparazione). Il prodotto disidratato può essere completamente ridisciolti in acqua e può quindi essere utilizzato per la concimazione del suolo con la pratica della fertirrigazione. Il prodotto finale ha un contenuto in ferro totale, completamente legato alle sostanze umiche, pari o superiore al 3÷4% in funzione della matrice organica utilizzata per l'estrazione delle sostanze umiche. Utilizzando estratti umici ottimali si riesce ad ottenere un umato di ferro contenente circa il 4,5% di ferro chelato. Detto titolo può risultare inferiore se si usano estratti organici da torbe, compost od altre matrici organiche meno umificate della leonardite. Con alcuni estratti umici da polveri di carbone si è anche ottenuto un titolo pari al 7% in ferro legato.

Ing. Paolo BELLOMIA
Albo Ingeg. 695 BM

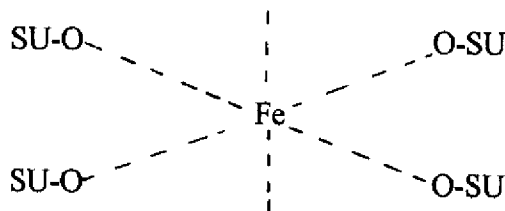
Se si usano metalli aventi peso atomico e valenze diversi da quelli del ferro, è ovvio che i titoli in metallo complessato con le sostanze umiche saranno differenti. Il motivo principale per cui nella maggior parte dei casi ci si riferisce al ferro è che questo elemento nutritivo è, senza dubbio, il più critico nelle carenze nutrizionali da meso e microelementi.

Le quantità dei reagenti devono essere perfettamente calibrate al fine di evitare di aggiungere un eccesso di metallo e quindi di provocare precipitazione di Fe-pirofosfato e/o di sostanze umiche polimerizzate intorno al ferro.

Gli umati di ferro preparati fino ad ora erano caratterizzati, ad un valore del pH da neutro ad alcalino, da una struttura simile alla seguente:



In questa situazione lo ione metallico, nonostante la basicità del mezzo, provoca la rapida polimerizzazione della sostanza umica formando un complesso del tipo:

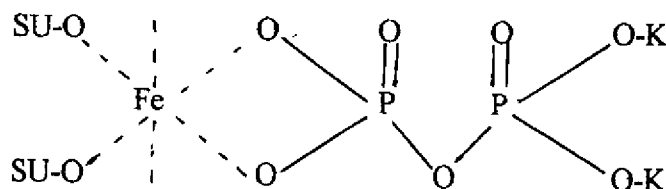


La polimerizzazione poteva essere impedita solamente riducendo drasticamente il contenuto in metallo bivalente (Fe) in modo da affidare al potassio, quale controione, il compito di tenere in soluzione il complesso. In altre parole lo ione potassico deve

Ing. Paolo BELLOMIA
Albo 1994 n. 695 BM

neutralizzare la maggior parte delle cariche dei gruppi funzionali delle sostanze umiche evitando la polimerizzazione ad opera del ferro.

In base a quanto detto ed alle informazioni disponibili si ritiene che l'umato di ferro sia, da un punto di vista chimico, così formato:



Con una tale struttura il metallo viene protetto dal pirofosfato e dalle sostanze umiche e si evita anche la rapida flocculazione del complesso dovuta alla creazione di possibili legami di coordinazione.

Per realizzare i prodotti oggetto della presente invenzione vengono riportati i procedimenti seguenti, a titolo di esempi non limitativi:

Esempio I

Si è provveduto a realizzare le seguenti fasi:

- gli estratti umici sono stati dosati in modo da corrispondere a Kg 3 di estratti umici disidratati;
- detti estratti umici sono stati purificati dalle particelle in sospensione (sostanze argillose e materiale organico colloidale in sospensione), tramite centrifugazione;
- il prodotto surnatante è stato trasferito in un miscelatore;
- nel miscelatore è stata aggiunta una quantità di Kg 1,5 di $K_2P_2O_7 \cdot 10H_2O$ e sciolta completamente;

Ing. Paolo BENIOMIA
ALBO ING. 695 RM

e) separatamente viene preparata una soluzione acquosa di Kg 1 di $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ in 10+15 litri d'acqua, con l'aggiunta di una minima quantità di H_2SO_4 per evitare l'ossidazione del Fe(II) a Fe(III);

f) alla soluzione d) completata è stata aggiunta lentamente la soluzione e), agitando contemporaneamente e velocemente l'estratto umico;

g) l'agitazione è stata protratta per 5 minuti e si è provveduto poi rapidamente alla essiccazione.

Sono stati ottenuti complessivamente Kg 4,5 di prodotto finito con un titolo di ferro legato pari al 4,4%.

Il prodotto ottenuto è stato sottoposto su terreno povero di ferro, in ambiente controllato, a prove agronomiche a confronto con altri chelati classici (EDDHA-Fe) e si sono ottenuti i seguenti risultati:

tutte le piante orticole sperimentate (cetrioli, fragole, ecc.) hanno fornito risultati produttivi nettamente migliori dal punto di vista quantitativo e qualitativo quando erano concimate con umato di ferro, mentre gli altri chelati classici fornivano risultati positivi solo temporanei e discontinui.

Dai risultati suddetti si dimostra la maggior efficienza fertilizzante del prodotto oggetto della presente invenzione, a confronto con prodotti oggi normalmente utilizzati per la nutrizione delle piante.

All'Esempio I sopra riportato esistono numerose varianti in quanto gli estratti umici possono avere diversa provenienza e pertanto possono essere ottenuti con una varietà di solventi, a diverse pressioni e temperature, e provenire da tutte le matrici organiche contenenti sostanze umiche o simili (ad es. torbe, ligniti, leonarditi,

Ing. Paolo BELLOMIA
Albo 1664/1-995 BM

carboni, concimi organici, compost, fanghi, liquami, terreno etc.).

Oltre ai sali di ferro il processo è applicabile anche ai sali di altri metalli essenziali per la nutrizione delle piante quali il calcio, il magnesio, lo zinco, ecc.

Oltre al pirofosfato tetrapotassico decaidrato possono essere utilizzati altri tipi di pirofosfati e metafosfati, l'acido pirofosforico e metafosforico e tutti i composti organici e inorganici contenenti fosforo, a patto di regolare la reazione con sistemi tamponanti.

Esempio II

Un frutteto costituito da venti filari di piante di pero sofferenti per carenza di ferro e di zinco è stato concimato, a gruppi di quattro filari, nel primo filare con un prodotto identico a quello descritto nell'Esempio I, nel secondo filare con un prodotto del tutto analogo, salvo che per la preparazione condotta con solfato di zinco anzichè di ferro, nel terzo filare con una miscela dei due precedenti, mentre nel quarto filare la concimazione veniva omessa. Ogni successivo gruppo di quattro filari veniva concimato per conferma secondo le stesse modalità.

La produzione migliorava nettamente nel primo e secondo filare di ogni gruppo, ma solo nel terzo diveniva abbondante e qualitativamente perfetta. Le piante del quarto filare deperivano e la loro produzione appariva estremamente scadente. Nei cinque anni successivi a quello della concimazione le piante del terzo filare continuavano a manifestare piena vigoria vegetativa e produttiva, mentre quelle del primo e del secondo andavano riducendo la loro produzione ed in quelle del quarto si aveva addirittura la morte di qualche albero, con conseguenti fallanze lungo il filare.

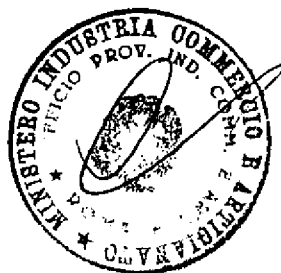
Esempio III

Ing. Paolo BELLOMIA
Alba tel. n. 695 BM

Alcuni filari di un aranceto impiantato su di un terreno fortemente calcareo e carente di ferro venivano concimati o meno , a piante alterne, con un prodotto identico a quello dell'Esempio I, salvo che per la preparazione, che era stata condotta con metafosfato di sodio anzichè con pirofosfato di potassio. Le prove fornivano eccellenti risultati quali-quantitativi nelle sole piante concimate. I risultati positivi venivano confermati per quattro anni dopo la concimazione.

Il trovato così concepito è suscettibile di numerose modifiche e varianti, tutte rientranti nell'ambito del medesimo concetto inventivo.

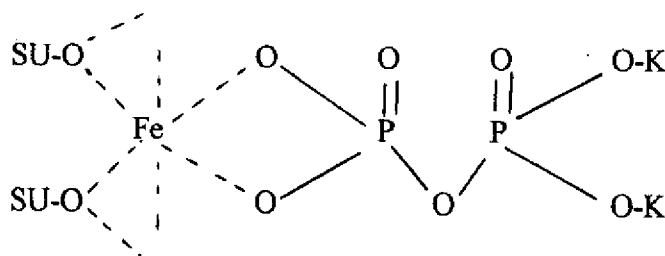
Nelle pratiche sono ovviamente possibili delle modifiche e/o delle migliorie rientranti comunque nell'ambito delle seguenti rivendicazioni.



Ing. Paolo BELLOMIA
Albo n. 695 BM

RIVENDICAZIONI

1. Complesso umico denominato "umato di ferro" avente una struttura del tipo:

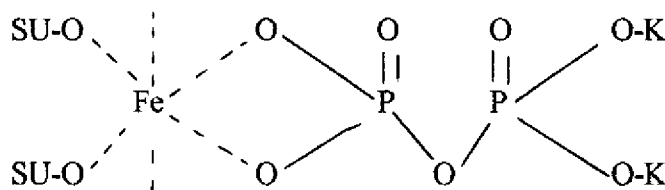


dove il metallo viene protetto dal pirofosfato e dalle sostanze umiche (SU), ottenuto attraverso un procedimento caratterizzato dal fatto di comprendere le seguenti fasi:

- a) dosatura degli estratti umici
- b) purificazione dei detti estratti umici tramite centrifugazione o filtropressatura per eliminare eventuali particelle in sospensione
- c) trasferimento del prodotto surnatante in un miscelatore
- d) preparazione di una soluzione di $K_4P_2O_7 \cdot 10H_2O$
- e) miscelazione della soluzione d) con una soluzione acquosa di $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ contenente una quantità minima di H_2SO_4 operando lentamente e tenendo sotto vigorosa agitazione l'estratto umico
- f) dopo agitazione di qualche minuto essiccazione rapida.

Ing. Paolo BELLOMIA
ALBERTO N. 695 BM

2. Prodotto ottenuto con il procedimento della rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di avere una struttura del tipo:



3. Prodotto ottenuto secondo il procedimento della rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto di contenere quali metalli, in luogo del ferro, il calcio, il magnesio, il manganese, il rame, lo zinco, il cobalto, e qualunque elemento utile per la nutrizione vegetale, nei loro diversi stati di ossidazione.

4. Prodotto ottenuto secondo i procedimenti descritti nelle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di aver impiegato, nel corso della preparazione, molecole diverse dal pirofosfato, ma in grado di formare ponti con il ferro o gli altri metalli che a loro volta sono legati alle sostanze umiche.

5. Prodotto ottenuto secondo uno dei procedimenti descritti nelle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto di contenere sostanze umiche artificiali, o frazioni di sostanze umiche naturali o artificiali, solubili o insolubili.

Roma

In fede

Il Mandatario

Ing. Paolo Bellomia

(Albo Iscr. N. 695BM)

