Machine Translated by Google

International Journal of Science and Research Archive
eISSN: 2582-8185
Cross Ref DOI: 10.30574/ijsra
Journal homepage: https://ijsra.net/

(RESEARCH ARTICLE)

Zeolite cabazitica nella coltivazione e protezione spray di *Vitis vinifera*

Domenico Prisa *

CREA Centro di ricerca per le colture orticole e ornamentali, Consiglio per la ricerca e l'economia agraria, Via dei Fiori 8, 51012 Pescia, PT, Italia.

Archivio dell'International Journal of Science and Research, 2023, 09(02), 630–638

Storia della pubblicazione: Ricevuto il 25 giugno 2023; revisionato il 05 agosto 2023; accettato l'8 agosto 2023

Articolo DOI: https://doi.org/10.30574/ijsra.2023.9.2.0637

Astratto

Obiettivo della ricerca: Questo articolo si propone di evidenziare come la zeolite cabazite possa portare a una migliore crescita e protezione delle piante di vite, in particolare i benefici che può apportare alle colture in termini di sviluppo delle piante, ridotta incidenza di malattie fungine e riduzione dei pesticidi.

Materiali e Metodi: Gli esperimenti, iniziati nel gennaio 2023, sono stati condotti nelle serre CREA-OF a Pescia (Pt), Toscana, Italia (43°54ÿN 10°41ÿE) su *Vitis vinifera* cv 'Moscato giallo' e piante di 'Passerina'. Le piante sono state poste in vasi del diametro di 16,50 piante per 3 repliche, per un totale di 150 piantine per tesi sperimentale. La prima prova su *Vitis vinifera* ha riguardato le seguenti tesi (irrigate e concimate): i) torba 70% + pomice 30%; ii) torba 70% + pomice 20% + zeolite cabazite 10%; iii) torba 70% + pomice 10% + zeolite chabazite 20%. Il secondo
la sperimentazione prevedeva trattamenti a spruzzo con zeolite micronizzata sulle foglie per valutare il controllo di malattie come la *Botrytis cinerea, Oidium tuckeri* e peronospora. La prova comprendeva le seguenti tesi (irrigate e concimate):

- Controllo con trattamento con acqua nebulizzata sulle foglie ogni 10 giorni;
- Controllo con trattamento a base di rame 1 kg/hl (ossicloruro di rame + calce) + folpet + zolfo 200 g/hl, ogni 10 giorni;
- Trattata con zeolite cabazitica 1,5 kg/hl + 250 g/hl (ossicloruro di rame) + zolfo, ogni 10 giorni.

Il 17 luglio 2023 sono stati determinati l'altezza della pianta, il peso vegetativo, il volume e la lunghezza delle radici, l'area fogliare e il numero di microrganismi nel substrato. È stato inoltre valutato il numero di piante colpite da *Botrytis cinerea, Oidium tuckeri* e peronospora.

Risultati e discussione: L'esperimento ha mostrato che l'uso di zeolite ha cabazite aggiunto al substrato di coltivazione al tasso del 10-20% può migliorare efficacemente la crescita vegetativa e radicale di *Vitis vinifera.* Inoltre, quando la zeolite cabazite micronizzata viene irrorata sulle foglie, riesce a contenere meglio malattie come *Botrytis cinerea, Oidium tuckeri* e Peronospora, rispetto all'utilizzo del solo rame e zolfo. Secondo i ricercatori, hanno svolto ricerche approfondite su sostanze chimiche che hanno un'eccellente attività antimicotica contro un'ampia varietà di malattie della frutta e della verdura, ma possono anche essere applicate in modo sicuro alle colture. Ciò li ha portati a scoprire che le zeoliti contenenti rame hanno un'eccellente attività fungicida pur non mostrando problemi di fitotossicità. I funghi fitopatogeni vengono controllati utilizzando la zeolite cristallina (in particolare la chabazite), un fungicida agricolo e orticolo.

Conclusioni: Negli ultimi anni, la rapida crescita della popolazione e l'urbanizzazione hanno limitato la capacità dell'area agricola di produrre più raccolti. Per svolgere attività agricole più efficienti, sono necessari tassi di applicazione di nutrienti più elevati e devono essere utilizzati sistemi di irrigazione dell'acqua più efficienti. Il problema, tuttavia, è che una notevole quantità di sostanze nutritive potrebbe essere dilavata, inquinando le risorse idriche e riducendo la resa dei prodotti se vengono applicati alti tassi di fertilizzanti

* Autore corrispondente: Domenico Prisa

Copyright © 2023 Gli autori detengono il copyright di questo articolo. Questo articolo è pubblicato secondo i termini della Creative Commons Attribution Liscense 4.0.

Machine Translated by Google

suoli. Per questo motivo, è essenzialmente necessaria una soluzione economica, pervasiva e verde per aumentare i raccolti. Le zeoliti sono state ampiamente studiate per migliorare la produttività agricola.

Parole chiave: substrati alternativi; Zeoliti; Crescita delle piante; Vite; Rizosfera

1. Introduzione

Il genere *Vitaceae* è presente in Europa dall'Eocene più recente (circa 40 milioni di anni fa), mentre *Vitis vinifera,* almeno a giudicare dai reperti fossili finora ritrovati, è datata al Pleistocene, circa un milione di anni fa [1]. Tuttavia, secondo vari autori, la presenza della vite può essere fatta risalire ad epoche ancora precedenti, da 65 a 100 milioni di anni fa. La prima classificazione sistematica della *Vitis vinifera* di tipo linneano risale al 1774, ad opera del botanico tedesco Johann Friedrich Gmelin, ed è praticamente la stessa di oggi. La vite appartiene all'ordine *Rhamnales,* famiglia *Vitaceae* o *Ampelidaceae,* a cui appartengono le due sottofamiglie *Lecoldeae* e *Ampelideae* [2]. Alla sottofamiglia Ampelideae appartengono i generi *Ampelopsis, Cissus, Parthenocissus, Ampelocissus* e *Vitis . La Vitis vinifera sylvestris,* da cui deriva l'odierna *Vitis vinifera* sativa coltivata, è frequente nei boschi e si può trovare, come altri vitigni, sulle rocce e in varie situazioni allo stato naturale, ad esempio in montagna fino a 1.500 metri sul mare livello 3]. Le viti coltivate oggi sono originarie dell'oriente, ma non sono arrivate in occidente passivamente, cioè non sono state trasportate di proposito, ma sono state sottoposte nei secoli a vari tipi di mutazione e incroci naturali [4].

Inoltre, è stato recentemente dimostrato da Mario Sanges e collaboratori che, ad esempio, alcuni vitigni erano presenti spontaneamente nell'isola di Sardegna e non vi furono portati né dai Fenici né da altri popoli. Al genere *Vitis* appartengono i sottogeneri *Muscadinia* ed *Euvitis* [5]. Il sottogenere *Muscadinia* è utilizzato solo per sperimentazione, essendo resistente alle malattie crittogamiche, alla fillossera e ai nematodi; viene quindi ibridato con *Vitis vinifera* allo scopo di ottenere portainnesti resistenti ai suddetti patogeni. *La Vitis rotundifolia,* caratterizzata da grandi bacche, è originaria degli Stati Uniti e del Messico dove viene anche coltivata. Il sottogenere *Euvitis,* che ha 19 doppi cromosomi, ha semi d'uva piriformi [6].

1.1. Il ciclo biologico annuale della vite

Il ciclo annuale della vite si esprime attraverso due fasi fenologiche: il ciclo vegetativo e il ciclo riproduttivo [7]. Il ciclo vegetativo comprende il periodo di crescita, il periodo di lavorazione e il periodo di riposo invernale. Il ciclo vegetativo è costituito dalla ripresa vegetativa e inizia con il pianto, che consiste nella fuoriuscita di linfa incolore e trasparente dai rami potati, in quantità variabile, da pochi decilitri a qualche litro per le piante più vigorose [8]. L'impianto dura dai 15 ai 20 giorni, avviene tra la fine di marzo e l'inizio di aprile e indica la ripresa vegetativa della vite dopo il riposo invernale [9]. Il pianto è una conseguenza del rapido aumento dell'attività dell'apparato radicale e del conseguente notevole aumento dell'assorbimento di acqua e sali minerali. Va tenuto presente che l'apparato radicale continua la sua attività anche durante il periodo invernale e raggiunge la sua massima attività in primavera, durante la pianticella e il germogliamento, e poi in autunno [10,11]. L'alta concentrazione di sali minerali nelle radici e quindi nel fusto e nei rami provoca un forte aumento della pressione osmotica, che è causa della fuoriuscita della linfa, cioè del pianto. Per prevenire il pianto, la potatura viene eseguita precocemente in modo che la ferita del taglio di potatura abbia il tempo di guarire [12]. Il primo processo che testimonia chiaramente la ripresa vegetativa della pianta è il germogliamento, che consiste nell'ingrossamento del germoglio, l'apertura delle brattee e poi l'apertura dei germogli, cioè l'emersione del germoglio. Con l'apertura dei boccioli cessa il fenomeno del pianto. Il trattamento del vigneto con idrogenocianammide, in particolare, favorisce il germogliamento e un generale anticipo delle varie fasi fenologiche [13,14]. Terminato il germogliamento inizia la crescita, che procede piuttosto lentamente, in seguito all'aumento della temperatura atmosferica, dell'umidità del terreno e dell'azione ormonale, raggiungendo il massimo sviluppo in concomitanza con la fioritura; poi rallenta con la siccità estiva e termina verso la fine di luglio quando il germoglio ha raggiunto la sua massima e definitiva lunghezza.

Invece l'ingrossamento del germoglio è opera del cambio, come avviene in tutte le specie vegetali [15]. I tralci che si sviluppano maggiormente sono quelli verticali che soffrono maggiormente la dominanza apicale rispetto a quelli ricurvi, essendo la vite una pianta acrotona. Vari fattori intervengono nella regolazione dell'accrescimento del tralcio, soprattutto gli ormoni prodotti dalla vite stessa esercitano una netta influenza [16].

1.2. Zeolite e zeolitite in agricoltura

Durante la stagione di vincita del Premio Nobel del 1909, il chimico tedesco Fritz Haber convertì l'azoto gassoso dell'atmosfera, che è abbondante ma non reattivo, in azoto reattivo che può essere ossidato o volatilizzato. Nei decenni che seguirono, molte industrie iniziarono a trasformare tonnellate di ammoniaca industriale in fertilizzanti sintetici grazie all'idea di Haber [17]. Un chimico tedesco, Carl Bosch, sviluppò un metodo per sfruttare industrialmente l'idea di Haber. L'invenzione di Haber-Bosch è considerata una delle scoperte più importanti nel campo dello sviluppo della popolazione [18]. La Rivoluzione Verde è stata definita come un processo che ha influenzato la pratica agricola tra il 1940 e il 1970 e che, a seguito dell'uso di varietà vegetali geneticamente modificate, fertilizzanti, pesticidi, acqua, nonché nuove

Machine Translated by Google

mezzi tecnologici e meccanici, hanno dato impulso alla produzione agricola in tutto il mondo [19,20]. Con i fertilizzanti sintetici, gli agricoltori hanno potuto coltivare terreni poveri o sfruttare continuamente lo stesso terreno con la stessa coltura per aumentare la produzione. Come risultato della capacità di produrre coltura dopo coltura senza consentire ai nutrienti di rigenerarsi naturalmente nel suolo, è stata favorita la crescita della popolazione, con la popolazione mondiale che crescerà da 1,6 a 6 miliardi entro la fine del 21° secolo [21]. Le pratiche agricole attualmente in uso, che non rigenerano naturalmente i nutrienti, hanno un costo elevato: fertilizzanti, potassio, azoto e fosforo vengono aggiunti artificialmente al suolo allo scopo di ottenere raccolti sempre più buoni, ma portano inevitabilmente a problemi ambientali [22]. L'uso diffuso di agrofarmaci (in particolare sali di rame altamente solubili) come trattamento fogliare contro insetti fitofagi e micropatogeni che danneggiano gravemente le colture ha gravi conseguenze ambientali [23]. A causa della loro lisciviazione da parte dell'acqua piovana e dell'acqua di irrigazione, i suoli sottostanti vengono inquinati, con conseguente perdita di fertilità. È stato descritto in diversi articoli in letteratura [24,25]. Tuttavia, pochissimi articoli scientifici descrivono l'uso delle zeoliti in agricoltura e come gli agricoltori possono trarre vantaggio dal loro utilizzo [26]. Questo articolo si propone di evidenziare come la zeolitite chabazite possa portare a una migliore crescita e protezione delle piante di vite **(Figura** 1), in particolare i benefici che può apportare alle colture in termini di crescita delle piante, ridotta incidenza di malattie fungine e riduzione dei pesticidi.

Figura 1 Dettagli dei substrati e delle piante utilizzate nell'esperimento al CREA-OF

2. Materiali e metodi

Gli esperimenti, iniziati nel gennaio 2023, sono stati condotti nelle serre CREA-OF a Pescia (Pt), Toscana, Italia (43°54ÿN 10°41ÿE) su Vitis vinifera cv 'Moscato giallo' e ' *Passerina* ' impianti.

Le piante sono state poste in vasi del diametro di 16, 50 piante per 3 repliche, per un totale di 150 piantine per tesi sperimentale.

Tutte le piante sono state fertilizzate con un fertilizzante a rilascio controllato (2 kg m-3 Osmocote Pro®, 9-12 mesi con 190 g/kg N, 39 g/kg P, 83 g/kg K) miscelato con il terreno di coltura prima del trapianto . La prova è stata suddivisa in due prove parallele con diversi substrati. La prima sperimentazione su *Vitis vinifera* ha riguardato le seguenti tesi (irrigate e concimate)

- Torba 70% + pomice 30% (CTRL)
- Torba 70% + pomice 20% + zeolite cabazite 10% (ZEO10)
- Torba 70% + pomice 10% + zeolite chabazite 20% (ZEO20)

La seconda sperimentazione su *Vitis vinifera* ha previsto trattamenti a spruzzo con zeolite micronizzata sulle foglie per valutare il controllo di malattie come *Botrytis cinerea, Oidium tuckeri* e peronospora. La prova comprendeva le seguenti tesi (irrigate e concimate)

- Controllo con trattamento con acqua nebulizzata sulle foglie (CTRL) ogni 10 giorni;
- Controllo con trattamento a base di rame 1 kg/hl (ossicloruro di rame + calce) + Folpet + zolfo 200 g/hl (CTRL2), ogni 10 giorni
- Trattata con zeolite cabazitica 1,5 kg/hl + 250 g/hl (ossicloruro di rame) + zolfo (ZEOCHAB), ogni 10 giorni.

Le piante venivano annaffiate una volta al giorno e crescevano per sette mesi. Le piante sono state irrigate a goccia. L'irrigazione era attivata da un timer il cui programma veniva regolato settimanalmente in base alle condizioni meteorologiche e alla frazione di lisciviazione.

Machine Translated by Google

Il 17 luglio 2023 sono stati determinati l'altezza della pianta, il peso vegetativo, il volume e la lunghezza delle radici, l'area fogliare e il numero di microrganismi nel substrato. È stato inoltre valutato il numero di piante colpite da *Botrytis cinerea, Oidium tuckeri* e peronospora.

2.1. Metodi di analisi

Conta microbica: determinazione diretta della conta microbica totale mediante microscopia delle cellule contenute in un volume noto di campione mediante camere di conteggio (camera di Thoma). La superficie del vetrino è incisa con una griglia di quadrati, di cui è nota l'area. Determinazione della carica microbica vitale dopo diluizioni seriali decimali, semina a spatola (1 ml) e conteggio in piastra dopo l'incubazione.

2.2. Statistiche

L'esperimento è stato condotto in un disegno a blocchi completi randomizzati. I dati raccolti sono stati analizzati mediante ANOVA unidirezionale, utilizzando la procedura univariata GLM, per valutare differenze significative *(P* ÿ 0,05, 0,01 e 0,001) tra i trattamenti.
I valori medi sono stati quindi separati dai test a più intervalli LSD *(P* = 0,05). Statistiche e grafici erano supportati dai programmi Costat (versione 6.451) ed Excel (Office 2010).

3. Risultati

L'esperimento ha dimostrato che l'uso di zeolite con cabazite aggiunta al substrato di coltivazione al tasso del 10-20% può migliorare efficacemente la crescita vegetativa e radicale di *Vitis vinifera* (Tabella 1). Inoltre, quando la zeolite cabazitica micronizzata viene irrorata sulle foglie, riesce a contenere meglio malattie come *Botrytis cinerea, Oidium tuckeri* e Peronospora, rispetto all'utilizzo del solo rame e zolfo (Tabella 2).

In generale, nel primo esperimento con zeolite aggiunta al substrato di coltura su *Vitis vinifera,* è stato osservato un aumento significativo dell'altezza della pianta con il 20% di zeolite (ZEO20), seguito da tesi con il 10% di zeolite e il controllo non trattato (CTRL) (Figura 2).

Tutte le tesi erano significativamente migliori del controllo (CTRL) con torba e pomice. La stessa tendenza è stata osservata per quanto riguarda la crescita vegetativa, la crescita delle radici (Figura 3), l'area fogliare e la lunghezza delle radici. Un aumento della biomassa microbica è stato osservato anche nei substrati delle tesi con zeolite rispetto al controllo.

Nella seconda prova riguardante l'uso di zeolite spray micronizzata per la protezione delle piante, l'applicazione di zeolite cabazite in combinazione con rame e zolfo (ZEOCHAB) ha determinato un significativo miglioramento della protezione delle piante contro Botrytis cinerea, Oidium tuckeri (Figura 4) *e Peronospora* rispetto all'uso del solo rame e zolfo (CTRL2).
La tendenza è stata la stessa per tutti i tipi di malattia.

Tabella 1 Valutazione dell'uso di diversi substrati su *Vitis vinifera*

Gruppi	Altezza della pianta (cm)	Substrato totale batteri (Log CFU/g suolo)	Vegetativo peso (G)	Radici volume (cm3)	Radici lunghezza (cm)	Zona fogliare (mm2)
CTRL	22,94 c	1,64 c	56,87 c	36,41 c	9,30 c	300,53 c
ZEO10	26.06 b	3,89 b	60,38 b	39,34 b	11,36 b	321,84 b
ZEO20	29.27 un	4.63 un	63,83 a	42,92 a	13,63 a	330,22 a
ANOVA	***	***	***	***	***	***

ANOVA unidirezionale; ns – non significativo; *,**,*** – significativo a P ÿ 0,05, 0,01 e 0,001, rispettivamente; lettere diverse per lo stesso elemento indicano differenze significative secondo il test multi-range di Tukey (HSD) (P = 0.05). Legenda: (CTRL) torba 70% + pomice 30%; (ZEO10) torba 70% + pomice 20% + zeolite cabazite 10%; (ZEO20) torba 70% + pomice 10% + zeolite cabazite 20%

Machine Translated by Google

Figura 2 Confronto delle tesi con torba 70% + pomice 30% (CTRL) e torba 70% + pomice 10% + zeolite chabazite 20% (ZEO 20) sullo sviluppo vegetativo delle varietà 'Passerina' (A) e 'Moscato giallo (B)

Figura 3 Confronto delle tesi con torba 70% + pomice 30% (CTRL) e torba 70% + pomice 10% + zeolite chabazite 20% (ZEO 20) sull'accrescimento radicale della varietà 'Passerina'

Tabella 2 Valutazione (numero di piante con sintomi di malattia) dell'uso di diversi trattamenti spray con zeolite cabazitica micronizzata sul controllo di alcune malattie fungine

Gruppi	***Botrite cinerea*** **(n°)**	***Oidio tuckeri*** **(n°)**	**Peronospora (n°)**
CTRL	5.21 un	13:24	15.11
CTRL2	3,62 un	6.41 b	7,83 b
ZEOCAB	1,88 b	3,44 c	5,81 c
ANOVA	**	***	***

ANOVA unidirezionale; ns – non significativo; *,**,*** – significativo a P ÿ 0,05, 0,01 e 0,001, rispettivamente; lettere diverse per lo stesso elemento indicano differenze significative secondo il multiple-range test di Tukey (HSD) (P = 0.05). Legenda: (CTRL) trattamento con acqua nebulizzata sulle foglie; (CTRL2) controllo con trattamento a base di rame 1 kg/hl (ossicloruro di rame + calce) + Folpet + zolfo 200 g/hl; (ZEOCHAB) zeolite cabazitica 1,5 kg/hl + 250 g/hl (ossicloruro di rame) + zolfo

Machine Translated by Google

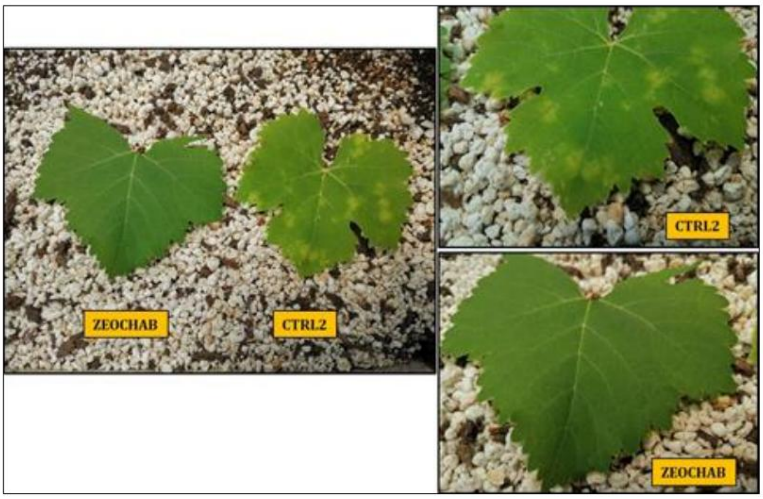

Figura 4 Confronto delle tesi con trattamento con rame 1 kg/hl (ossicloruro di rame + calce) + Folpet + zolfo 200 g/hl (CTRL2) e zeolite cabazite 1,5 kg/hl + 250 g/hl (ossicloruro di rame) + zolfo (ZEOCHAB) nella protezione contro *Oidium tuckeri*

4. Discussione

In generale, le zeoliti sono minerali naturali costituiti da più di 50 minerali diversi con varie proprietà fisiche e chimiche [27]. Questi minerali vengono estratti o sintetizzati in tutto il mondo. In sostanza, le zeoliti sono alluminosilicati idrati costituiti da cationi di sodio, potassio, calcio e magnesio [28]. Tipicamente, le zeoliti si trovano in rocce sedimentarie non metamorfosate e sono particolarmente comuni nelle rocce vulcaniche ricoperte di materiale bianco.

La zeolite sintetica viene prodotta o sintetizzata rompendo e/o creando legami chimici attraverso una o più reazioni chimiche [29,30]. I composti sono descritti come complessi idrati di alluminio-silato di cationi alcalini e alcalino-terrosi con una struttura strutturale tridimensionale di SiO4 e AlO4 tetraedri [31]. Combinano rarità, bellezza, complessità e abitudini cristalline uniche. Le applicazioni ambientali, agricole e sanitarie dipendono dalle proprietà fisiche e chimiche uniche della zeolite [32]. Esistono molte applicazioni ambientali per la zeolite, tra cui il trattamento delle acque e delle acque reflue, il controllo dell'inquinamento, la rimozione degli ioni ammonio e la purificazione di aria e gas.

Le applicazioni agricole includono fungicidi ed erbicidi, acquacoltura, condizionamento del suolo, integratori alimentari e vettori di insetticidi a rilascio lento [33-35]. A causa della loro limitata efficacia contro una ristretta gamma di malattie e fitotossicità per le colture, molti fungicidi non sono soddisfacenti [36]. Di conseguenza, si desidera sviluppare prodotti chimici ad alte prestazioni che abbiano poca fitotossicità e siano efficaci a basse dosi [37,38]. Secondo i ricercatori, hanno svolto ricerche approfondite su sostanze chimiche che hanno un'eccellente attività antimicotica contro un'ampia varietà di malattie della frutta e della verdura, ma possono anche essere applicate in modo sicuro alle colture [39-41]. Ciò li ha portati a scoprire che le zeoliti contenenti rame hanno un'eccellente attività fungicida pur non mostrando alcuna fitotossicità problematica [42,43]. I funghi fitopatogeni sono controllati utilizzando zeolite cristallina (cabazite, clinoptilolite, phillipsite e faujasite), un fungicida agricolo e orticolo [44,45]. Argilla caolina, argilla attapulgite, bentonite, terra alba, pirofilite, talco, terra di diatomee, calcite, polvere di gambo di mais, polvere di guscio di noce, urea, solfato di ammonio, biossido di silicio idrato sintetico, lignosulfonato di calcio, laury solfato di sodio, monooleato di poliossietilene sorbitano e acqua sono esempi di vettori inerti.

I fungicidi agricoli e orticoli possono essere ottenuti dallo scambio ionico di rame del silicato di alluminio [46]. In realtà, l'alluminosilicato contenente rame non ha una forte attività fungicida per contenuto di rame e non può compensare il difetto delle sostanze chimiche inorganiche contenenti rame convenzionali. Per essere altamente efficace con un basso dosaggio di rame, è stata sviluppata una sostanza chimica con un'elevata attività fungicida per contenuto di rame. Il contenuto di rame nella zeolite cristallina determina un'attività estremamente elevata. Nella maggior parte dei casi, il presente fungicida può essere applicato con qualsiasi metodo o combinazione di metodi utilizzati dagli esperti del settore, come l'applicazione del fogliame, il trattamento del terreno, la disinfezione dei semi, ecc. [47]. I fungicidi agricoli e orticoli lo utilizzano come ingrediente attivo e il dosaggio varia a seconda della coltura da proteggere, della malattia da controllare, dell'intensità dell'epidemia, dei metodi di preparazione, del tempo di applicazione, delle condizioni meteorologiche e del contenuto di rame. Come risultato delle caratteristiche uniche delle zeoliti, la loro applicazione può migliorare l'efficienza dell'uso dell'acqua (WUE) aumentando il contenuto idrico del suolo. L'infiltrazione e la conducibilità idraulica sono due delle più importanti proprietà fisiche del suolo migliorate dalle zeoliti [48]. Secondo un'ampia ricerca, l'ammendante del suolo che utilizza materiali zeolitici migliora la ritenzione idrica e ne impedisce la percolazione profonda, il che riduce il consumo di acqua nelle applicazioni agricole. Molti studi hanno indagato il loro impatto sulle proprietà idrauliche del suolo [49].

La zeolite può migliorare il WHC dei terreni a tessitura leggera. Le zeoliti naturali mostrano una capacità di scambio cationico (CEC) compresa tra 100 e 200 cmol (+) kgÿ1. La zeolite è un minerale silicato le cui caratteristiche differiscono da altri minerali silicati come

Machine Translated by Google

che ha ampi pori e canali all'interno della sua struttura. Le zeoliti naturali sono cariche di cationi come sodio (Na+), potassio (K+) e calcio (Ca2+) [50]. Questi composti possiedono una serie di proprietà significative e ben note. Il primo è un CEC elevato, che è molto maggiore di quello dei suoli, il secondo è una grande quantità di acqua libera all'interno dei loro canali strutturali e il terzo è un'elevata superficie di adsorbimento [51]. Questo esperimento condotto su *Vitis vinifera* mostra sia un miglioramento della crescita della pianta nelle tesi trattate con zeolite aggiunta al substrato a causa dell'aumento dell'assorbimento di acqua e nutrienti e delle interazioni microbiologiche nella pianta, sia un significativo miglioramento della protezione dalle fitopatologie quando la zeolite micronizzata viene spruzzato sulle foglie. Oltre ad avere un effetto repellente contro gli insetti, la zeolite ha un effetto disgregante e disidratante. Il prodotto provoca problemi all'apparato respiratorio, brucia l'esoscheletro, problemi in volo e riflette la luce. Inoltre la zeolite cabazitica, avendo una struttura ruvida, provoca problemi di adesione sulla foglia.

5. conclusione

Negli ultimi anni, la rapida crescita della popolazione e l'urbanizzazione hanno limitato la capacità dell'area agricola di produrre più raccolti. Per svolgere attività agricole più efficienti, sono necessari tassi di applicazione di nutrienti più elevati e devono essere utilizzati sistemi di irrigazione dell'acqua più efficienti. Il problema, tuttavia, è che una notevole quantità di sostanze nutritive potrebbe essere dilavata, inquinando le risorse idriche e riducendo la resa dei prodotti se vengono applicati al suolo alti tassi di fertilizzanti. Per questo motivo, è essenzialmente necessaria una soluzione economica, pervasiva e verde per aumentare i raccolti. Le zeoliti sono state ampiamente studiate per migliorare la produttività agricola. I comportamenti fisici dei suoli possono essere influenzati dalle zeoliti. Gli impatti più notevoli sono la riduzione della densità apparente del suolo e l'aumento della porosità del suolo. Questi effetti, in combinazione con il loro elevato volume interno dei pori, possono aiutare a migliorare la ritenzione idrica. Inoltre, la rete aperta della struttura delle zeoliti può portare alla formazione di nuove vie per il movimento dell'acqua, che possono di conseguenza migliorare il tasso di infiltrazione e la conducibilità idraulica satura. Nelle applicazioni agricole, le zeoliti naturali possono essere sfruttate per le loro eccezionali proprietà chimiche e fisiche, come l'elevata capacità di scambio cationico e l'affinità per K+ e NH4+. Una valutazione approfondita del rischio di lisciviazione di tensioattivi tossici vagamente attaccati alla superficie della zeolite dovrebbe essere condotta prima di qualsiasi applicazione commerciale. Le zeoliti naturali, sintetiche e modificate possono essere utilizzate per preparare fertilizzanti a lenta cessione di azoto, potassio e zolfo in base alle loro proprietà di scambio ionico. Una combinazione di scambio ionico di zeolite e dissoluzione minerale (simile alla roccia fosfatica) può anche essere utilizzata per controllare e rilasciare lentamente il fosforo. Gli impatti dell'applicazione della zeolite sulle proprietà fisiche e chimiche del suolo sono generalmente determinati da una varietà di condizioni sperimentali, tra cui il tipo di zeolite e il tasso di applicazione, il metodo di applicazione, la consistenza del suolo, la struttura, la dimensione delle particelle di zeolite e la salinità dell'acqua. Un emendamento alla zeolite può avere un impatto maggiore sui suoli a tessitura grossolana rispetto a quelli a tessitura fine.

Rispetto degli standard etici

Ringraziamenti

La ricerca fa parte del progetto **ZEOVIT:** STUDIO DELLE ZEOLITI PER LA COLTIVAZIONE E LA PROTEZIONE DELLA VITE DA VINO E ORNAMENTALE. Si ringrazia la società ZEOLITE-ITALIA per la collaborazione e per la fornitura dei prodotti per la ricerca, in particolare il sig. Antonio Olivieri.

Riferimenti

[1] Baldini E, Intrieri C. Meccanizzazione della vendemmia e della potatura, Clueb, Bologna, 1984.

[2] Blouin J, Guimberteau G. Maturazione e maturità dell'uva, Il Corriere vinicolo, Unione Italiana Vini, Milano, 2004.

[3] Brancadoro L, Colombari L, Scienza A. Scelte dell'impianto del vigneto e risposte produttive e qualitative del Sangiovese, L'Informatore agrario, 2002.

[4] Calò A, Giorgessi F, Sansone L. Influenza dell'epoca di cimatura sulla funzione delle foglie, sulle rese dell'uva e sulla maturazione. Interazione con la fertilità del suolo, Rivista di vitivoltura ed enologia, 2002.

[5] Calò A, Scienza A. Vitigni d'Italia, Calderini Edagricole, 2001.

[6] Cosmo I. Manuale del viticoltore, Fratelli Marescalchi, Casale Monferrato, 1980.

[7] Cosmo I. Viticoltura pratica, Vallecchi, 1968.

[8] Dalmasso G. Problemi di viticoltura moderna, Editrice Ambrosiana, 1947.

[9] Dalmasso G, Eynard I. Viticoltura moderna, Hoepli, 1990.

Machine Translated by Google

[10] Fontana M. Come la gestione in verde influenza la qualità delle uve, Vignevini, 2007.

[11] Fregoni M. Viticoltura generale, Reda, 1985.

[12] Fregoni M. Origini della vite e della viticoltura, Musumeci editore, 1991.

[13] Fregoni M. Viticoltura di qualità, Edagricole, 2002.

[14] Fregoni M, Boselli M, Miravalle R. Potatura della vite, Reda, 1982.

[15] Sicheri G. La storia della vite e del vino, S.E. Tip. Offset, 2001.

[16] Valli R, Corradi C. Viticoltura, Edagricole, 1999.

[17] Al-Busaidi A, Yamamoto T, Inoue M, Eneji AE, Mori Y, Irshad M. Effetti della zeolite sui nutrienti del suolo e crescita di orzo previa irrigazione con acqua salina. J. pianta nutriente. 2008; 31: 1159–1173.

[18] Kotoulas A, Agathou D, Triantaphyllidou I, Tatoulis T, Akratos C, Tekerlekopoulou A, Vayenas D. Zeolite come mezzo potenziale per il recupero dell'ammonio e il secondo trattamento del siero di latte. Acqua (Svizzera). 2019; 11: 136.

[19] Alimi T, Ajewole OC, Olubode-Awosola OO, Idowu EO. Fertilizzante organico e inorganico per la produzione di ortaggi in condizioni tropicali. J Agric Rural Dev. 2007; 1: 120-136.

[20] Allen ER, Ming DW. Recenti progressi nell'uso delle zeoliti naturali in agronomia e orticoltura. Al Naturale Zeoliti (1993). A cura di DW Ming e FA Mumpton. 1995; 477-490.

[21] Andronikashvili TG, Kadava MA, Gamisonia MK. Effetto delle zeoliti naturali sul paesaggio microbico di alcuni suoli in Georgia. Abstracts, Sofia International Zeolite Meeting. 1995; 111–112.

[22] Andrzejewska A, Diatta J, Spizewski T, Krzesinski W, Smurzynska A. Applicazione di zeolite e bentonite per stabilizzare il piombo in un terreno contaminato. Inzynieria ÿ Ekol. 2017; 18: 1–6.

[23] Hermassi M, Valderrama C, Font O, Moreno N, Querol X, Batis NH, Cortina JL. Recupero di fosfato da soluzione acquosa mediante K-zeolite sintetizzata da ceneri volanti per successiva valorizzazione come fertilizzante a lenta cessione. Sci. Ambiente totale. 2020; 731: 139002.

[24] Martínez TLM, Ivanova S, Louis B, Odriozola JA. Metodi di sintesi e identificazione per zeoliti e MOF. Zeoliti Met. Telaio. 2019; 25–52.

[25] Bandura L, Franus M, Panek F, Woszuk A, Franus W. Caratterizzazione delle zeoliti e loro utilizzo come adsorbenti di sostanze petrolifere. Prem. Chim. 2015; 94: 323–327.

[26] Bandura L, Panek R, Madej J, Franus W. Sintesi di compositi zeolite-carbonio utilizzando ceneri volanti ad alto tenore di carbonio e loro capacità di adsorbimento verso sostanze petrolifere. Carburante. 2021; 283: 119173.

[27] Wang B, Chu C, Wei H, Zhang L, Ahmad Z, Wu S, Xie B. Effetti migliorativi del fertilizzante al silicio sulla comunità batterica del suolo e pakchoi (Brassica chinensis *L.)* cresciuto su suolo contaminato da più metalli pesanti. Dintorni. Inquinare. 2020; 267: 115411.

[28] Belviso C. Zeolite per il potenziale assorbimento di metalli tossici dal suolo contaminato: una breve rassegna. Processi. 2020; 8: 820.

[29] Cataldo EC, Salvi LS, Paoli FP, Fucile MF, Masciandaro GM, Manzi DM, Masini CMM, Mattii GBM. Application of zeoliti in agricoltura e altri potenziali usi: una rassegna. Agronomia. 2021; 11: 1–14.

[30] Baghbani-Arani A, Jami MG, Namdari A, Karami Borz-Abad R. Influenza dei regimi di irrigazione, zeolite, concimi inorganici e organici sull'efficienza dell'uso dell'acqua, fertilità del suolo e resa del girasole in un terreno sabbioso. Comune. Sci del suolo. Pianta Anal., 2020; 51: 711-725.

[31] Czarna-Juszkiewicz D, Kunecki P, Panek R, Madej J, Wdowin M. Impatto del frazionamento delle ceneri volanti sulla zeolitizzazione processi. Materiali (Basilea). 2020; 13: 1–13.

[32] Eslami M, Khorassani R, Fotovat A, Halajnia A. NH4+-K+ co-caricato clinoptilolite come fertilizzante binario. Arco. Agron. Sci del suolo. 2020; 66: 33–45.

[33] Bikkinina LH, Ezhkov VO, Faizrakhmanov RN, Gazizov RR, Ezhkova AM, Fayzrakhmanov D, Ziganshin B, Nezhmetdinova F, Shaydullin R. Effetto delle zeoliti sulla modificazione del suolo e sulla produttività. BIO Web Conf. 2020; 17:00117.

[34] Cadar O, Dinca Z, Senila M, Torok AI, Todor F, Levei EA. Immobilizzazione di elementi potenzialmente tossici in terreni contaminati mediante zeolite naturale trattata termicamente. - Materiali (Basilea). 2021; 14: 3777.

Machine Translated by Google

[35] Czuma N, Baran P, Franus W, Zabierowski P, Zarÿbska K. Sintesi di zeoliti da ceneri volanti con l'uso del metodo idrotermale modificato in due fasi e test preliminari di assorbimento di SO2 . Adsorbimento. Sci. Tecnol. 2019; 37: 61–76.

[36] Cie´sla J, Kedziora K, Gluszczyk J, Szerement J, Jozefaciuk G, Franus W, Franus M. Modifiche rispettose dell'ambiente della zeolite per aumentarne l'assorbimento e le proprietà di scambio anionico. Studi fisico-chimici dei materiali modificati. 2019; 10: 112-126.

[37] Prisa D. Zeolitite cabazitica italiana e Microrganismi efficaci per il miglioramento qualitativo degli olivi. Sono. rauco Sci. Nat., Mem. 2018; 125: 13-17.

[38] Prisa D. Microrganismi efficaci e zeoliti cabazitiche per il miglioramento della qualità degli ibridi di Echinopsis. Giornale di ricerca accademica asiatica multidisciplinare. 2019; 6(2): 23–34.

[39] Prisa D, Burchi G, Antonetti M, Teani A. Uso di substrati organici o inorganici per ridurre l'uso di torba e migliorare la qualità dei bulbi e delle infiorescenze nel giglio asiatico. Acta Horticulturae. 2011; 900: 143–148.

[40] Prisa D. Zeoliti cabatitiche con humus di lombrico aggiunto ai substrati di coltivazione per migliorare la germinazione e la crescita delle piante orticole. Giornale internazionale di ricerca scientifica in studi multidisciplinari. 2020; 6(5): 24–31.

[41] Prisa D. Confronto tra zeolite sterilizzata e zeolite naturale nel Pero Cactus *(Opuntia Ficus-Indica* L. Mill.) in crescita. Ricerca avanzata e revisioni dell'SGC. 2020; 04(03): 007–014.

[42] Asilian H, Mortazavi S, Kazemian H, Phaghiehzadeh S, Shahtaheri S, Salem M. Rimozione dell'ammoniaca dall'aria, utilizzando tre zeoliti naturali iraniane. Giornale iraniano di sanità pubblica, 2004; 33(1), 45–51.

[43] Bansiwal AK, Rayalu SS, Labhasetwar NK, Juwarkar AA, Devotta S. Zeolite modificata con tensioattivi come fertilizzante a rilascio lento per il fosforo. Rivista di chimica agraria e alimentare, 2006; 54(13): 4773–4779.

[44] Bautista JM, Kim H, Ahn D, Zhang R, Oh Y. Cambiamenti nelle proprietà fisico-chimiche e nelle emissioni gassose del letame suino in compostaggio modificato con allume e zeolite. Giornale coreano di ingegneria chimica, 2011; 28(1): 189–194.

[45] Bernardi AC, Oliviera PPA, De Melo Monte MB, Souza-Barros F. Uso della zeolite sedimentaria brasiliana in agricoltura. Materiali microporosi e mesoporosi, 2013; 167: 16–21.

[46] Elliot AD, Zhang D. Fertilizzanti zeolitici a rilascio controllato: un prodotto a valore aggiunto prodotto da ceneri volanti, 2005.

[47] Enamorado-Horrutiner Y, Villanueva-Tagle M, Behar M, Rodríguez-Fuentes G, Dias JF, Pomares-Alfonso M. Zeolite cubana per assorbimento di piombo: applicazione per la decontaminazione dell'acqua e la quantificazione dei metalli nell'acqua utilizzando tecniche non distruttive. Rivista internazionale di scienze e tecnologie ambientali, 2016; 13(5): 1245–1256.

[48] Filippidis A. Applicazioni ambientali, industriali e agricole della zeolite naturale ellenica. Giornale ellenico di Geoscienze, 2010; 45:91

[49] Gonzales R, Fuentes R. Esperienza cubana con l'uso di substrati naturali di zeolite nella coltura fuori suolo. 1988; 13–21

[50] Hershey D, Paul J, Carlson R. Valutazione della clinoptilolite arricchita di potassio come fonte di potassio per l'invasatura media *[Chrysanthemum morifolium].* HortScience (Stati Uniti). 1980.

[51] Kazemian H, Gedik K, Imamoglu I. Applicazioni ambientali di zeoliti naturali. Manuale di zeoliti naturali. 2012; 473.