

Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme: enzima per fertilizzanti idrosolubili, formulazioni amminoacidiche, fertirrigazione e nutrizione vegetale

Team di ricerca Enzymes.bio · Wellington, Nuova Zelanda · June 20, 2026

Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme è un ingrediente enzimatico professionale per applicazioni legate a fertilizzanti idrosolubili, soluzioni amminoacidiche e sistemi di nutrizione vegetale in cui la disponibilità locale dei nutrienti dipende da trasformazioni biochimiche. Non va interpretato come un fertilizzante NPK autonomo: il suo ruolo tecnico è catalizzare reazioni utili, supportare la trasformazione di matrici organiche e integrarsi con programmi agronomici già bilanciati.

Enzymes.bio fornisce il prodotto online in unità da 1 kg per uso professionale; non è un produttore agricolo, un laboratorio di analisi o un consulente agronomico. CoA e SDS accompagnano l'ordine, mentre l'uso finale resta soggetto a etichetta, normative locali e compatibilità con la formulazione o il programma colturale applicato.

Che cos'è Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme

Il nome **Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme** identifica una categoria applicativa: un enzima destinato a sistemi in cui fertilizzanti idrosolubili, amminoacidi, peptidi, idrolizzati proteici o ingredienti organici azotati vengono impiegati per nutrizione vegetale. In questo contesto, l'enzima non "aggiunge" nutrienti come farebbe una fonte minerale di azoto, fosforo o potassio; interviene invece sulla velocità e sulla direzione di specifiche trasformazioni molecolari, quando sono presenti substrati compatibili e condizioni fisico-chimiche adeguate.

La distinzione è essenziale per evitare aspettative eccessive. Un fertilizzante amminoacidico fornisce composti organici contenenti azoto, mentre un enzima agisce come catalizzatore: può contribuire alla scomposizione di matrici proteiche, alla generazione di frazioni più solubili o al supporto di processi biologici nella rizosfera. Studi sui fertilizzanti amminoacidici indicano che questi prodotti possono influenzare resa e qualità anche attraverso il reclutamento di microrganismi benefici nella rizosfera, un meccanismo che collega nutrizione organica, microbioma radicale e salute del suolo ^[1].

Nel linguaggio pratico della fertilizzazione, “idrosolubile” significa che il sistema deve restare disperdibile o solubile in acqua e compatibile con l’applicazione prevista, come fertirrigazione, trattamento al suolo o applicazione fogliare. Un enzima impiegato in questo ambito deve quindi essere considerato un ingrediente funzionale: la sua efficacia dipende da contatto con il substrato, ambiente di reazione, tempi di permanenza, umidità, temperatura e compatibilità con sali fertilizzanti, agenti complessanti o altri componenti della miscela.

Perché enzimi e fertilizzanti aminoacidici sono collegati

Gli aminoacidi sono unità strutturali delle proteine e partecipano a numerose funzioni del metabolismo vegetale e microbico. In agricoltura, le formulazioni aminoacidiche possono essere utilizzate come fonti organiche di azoto, coadiuvanti nutrizionali o componenti di prodotti speciali per la gestione di fasi fisiologiche sensibili. L’interesse verso questi prodotti è confermato da studi in cui fertilizzanti contenenti aminoacidi vengono valutati in colture diverse, tra cui mais, vite, orticole e sistemi in coltura protetta ^[2].

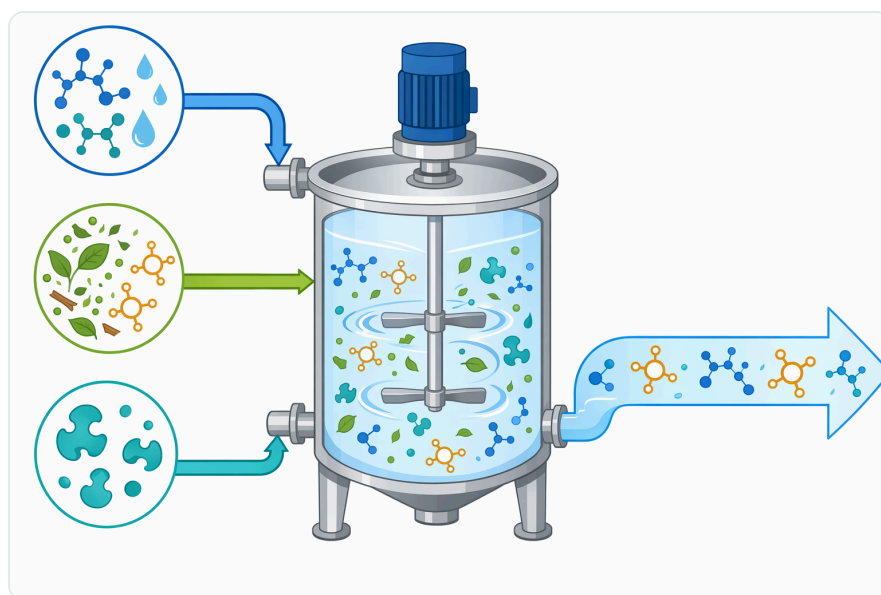


Figure 1. 이 효소는 아미노산 기반 수용성 영양소와 유기 인 전환이 만나는 지점에서 촉매적 가공 성분으로 작용한다.

Il collegamento tecnico con gli enzimi nasce soprattutto dall'idrolisi. Quando una matrice organica contiene proteine o peptidi complessi, una preparazione enzimatica idonea può accelerare la rottura di legami peptidici, aumentando la quota di peptidi più piccoli e aminoacidi liberi. Questo principio è ampiamente utilizzato in biotecnologie alimentari e fermentative, dove il profilo di idrolisi proteica e il metabolismo degli aminoacidi vengono studiati in matrici diverse, anche se tali studi non devono essere trasferiti automaticamente alle prestazioni agronomiche di un singolo prodotto commerciale ^[3].

In campo agricolo, l'effetto non dipende solo dalla presenza di amminoacidi. Conta anche il modo in cui questi composti interagiscono con il suolo, la radice e la comunità microbica. In un frutteto di mirtillo, ad esempio, fertilizzanti organici hanno modificato le comunità microbiche del suolo e aumentato il contenuto di metaboliti amminoacidici, evidenziando che la nutrizione organica può rimodellare il metabolismo della rizosfera, non solo fornire nutrienti in senso stretto ^[4].

Meccanismo d'azione: cosa può fare un enzima in un sistema fertilizzante

Catalisi e idrolisi di matrici organiche

Un enzima riduce l'energia richiesta per una reazione specifica e accelera la conversione del substrato in prodotti di reazione. Nel caso di formulazioni amminoacidiche, il razionale più rilevante è la trasformazione di materiale proteico o peptidico in frazioni a peso molecolare inferiore, più compatibili con soluzioni acquose e potenzialmente più accessibili a microrganismi o piante. Se la matrice di partenza è scarsamente solubile, la catalisi enzimatica può contribuire a migliorare la gestione tecnologica del sistema; se invece mancano substrati compatibili, l'enzima non può generare benefici sostanziali.

Questo punto è importante anche per le aspettative applicative. La sola presenza di un enzima non garantisce rilascio di nutrienti, aumento di resa o miglioramento qualitativo: serve un substrato adeguato, un ambiente non denaturante e un tempo di contatto sufficiente. La letteratura sulle idrolisi enzimatiche di biomasse lignocellulosiche mostra che fattori inibenti e condizioni della matrice possono limitare in modo significativo l'efficienza della catalisi; il principio generale vale anche per altri processi enzimatici complessi, pur con substrati e obiettivi diversi ^[5].

Supporto ai cicli dei nutrienti nella rizosfera

Nel suolo, molte trasformazioni nutrizionali dipendono da enzimi prodotti da radici, funghi, batteri e residui microbici. Enzimi come fosfatasi, proteasi, ureasi e deidrogenasi sono spesso usati come indicatori funzionali della fertilità biologica, perché riflettono processi legati a mineralizzazione dell'azoto, rilascio di fosforo organico, decomposizione della sostanza organica e attività microbica. Uno studio sulla sostituzione a lungo termine con fertilizzanti a base di biochar ha integrato attività enzimatiche e metabolomica non mirata per spiegare il miglioramento della qualità del suolo e della resa del mais, mostrando quanto i processi enzimatici siano centrali nella valutazione della fertilità funzionale ^[6].

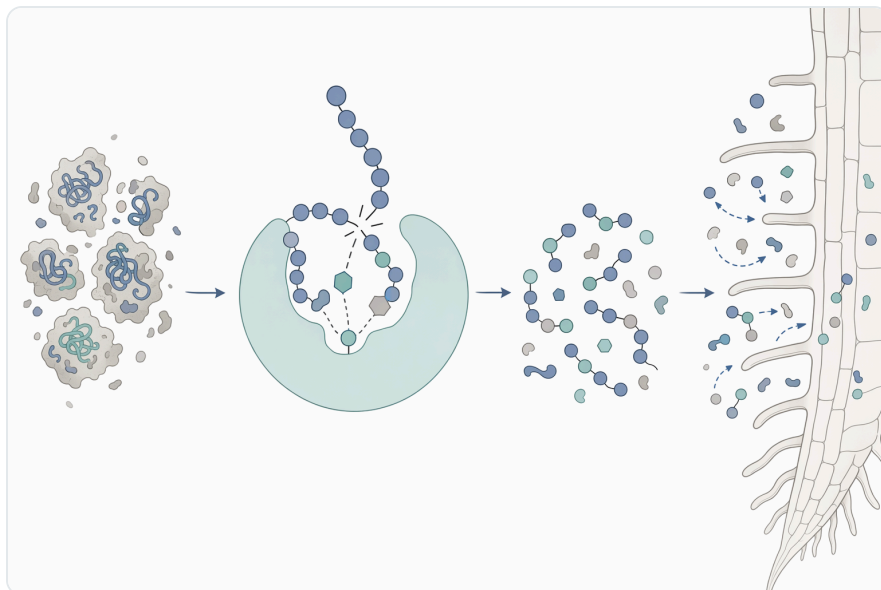


Figure 2. 가수분해는 기존 염을 단순히 용해하는 것이 아니라 피틴산 계열 기질에서 인산기를 점진적으로 제거한다.

Nel caso di un enzima commerciale per fertilizzanti idrosolubili, questo non significa che il prodotto replichi da solo l'intero sistema enzimatico del suolo. Significa piuttosto che il suo uso è più razionale quando viene inserito in un ambiente dove esistono substrati organici, umidità sufficiente e un'interazione reale con la zona radicale. La rizosfera è un microambiente altamente dinamico: essudati radicali, amminoacidi, acidi organici e microrganismi formano un sistema in cui piccole variazioni nella disponibilità dei nutrienti possono modificare l'attività biologica.

Interazione con fosforo, sostanza organica e microrganismi

Una delle sfide della fertilizzazione è che una quota dei nutrienti applicati o presenti nel suolo può diventare poco disponibile. Il fosforo, per esempio, può essere immobilizzato in forme minerali o organiche non immediatamente accessibili alla pianta. La ricerca su fertilizzanti fosfatici con acidi umici ha esaminato la trasformazione delle forme del fosforo e i meccanismi chimici e microbici della sua disponibilità, confermando che la nutrizione fosfatica non dipende solo dalla quantità apportata, ma anche dalle conversioni tra forme chimiche e dall'attività microbica ^[7].

In sistemi dove sono presenti amminoacidi e sostanza organica, i microrganismi possono utilizzare queste molecole come fonti di carbonio e azoto, modificando la composizione della comunità rizosferica. Lo studio sui fertilizzanti amminoacidici ha evidenziato un rafforzamento degli effetti su resa e qualità attraverso il reclutamento di microbi benefici della rizosfera, un risultato coerente con l'idea che la nutrizione organica agisca anche tramite reti biologiche, non solo tramite assorbimento diretto di nutrienti ^[1].

Applicazioni principali nei fertilizzanti idrosolubili

Formulazioni amminoacidiche e idrolizzati proteici

La prima applicazione naturale di **Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme** riguarda la preparazione o l'impiego di sistemi amminoacidici. Le formulazioni basate su amminoacidi e peptidi richiedono stabilità in acqua, compatibilità con altri nutrienti e coerenza con la modalità di distribuzione. In tale scenario, l'enzima può essere usato come supporto tecnologico in processi in cui matrici proteiche o organiche devono essere rese più solubili o più uniformemente integrabili nella soluzione finale.



Figure 3. 수용액 효소 처리는 무기 성분과 아미노산 성분이 수용성 비료 배합으로 최종화되기 전에 선택된 유기 영양 분해를 전환할 수 있다.

È però necessario separare il concetto di “prodotto amminoacidico” dal concetto di “enzima per prodotti amminoacidici”. Un concime amminoacidico può contenere amminoacidi già presenti nel formulato; l'enzima, invece, è utile solo se è ancora funzionale nel contesto in cui viene impiegato. Gli studi su fertilizzanti a base di amminoacidi in coltura mostrano interesse applicativo, ma non autorizzano a promettere effetti universali indipendenti da coltura, dose agronomica, stadio fenologico e ambiente pedoclimatico ^[8].

Fertirrigazione e applicazione al suolo

Nei sistemi di fertirrigazione, l'obiettivo è portare nutrienti disciolti nella zona radicale in modo controllato. Un enzima inserito in un sistema idrosolubile può essere rilevante quando la sua funzione si svolge nel volume di suolo effettivamente bagnato, dove substrato, radici e microrganismi entrano in

contatto. L'effetto atteso non è una “spinta” immediata paragonabile a un fertilizzante minerale prontamente disponibile, ma un supporto ai processi di trasformazione e disponibilità locale.

La gestione dell'acqua è cruciale perché l'attività enzimatica richiede un mezzo in cui substrato ed enzima possano incontrarsi. In condizioni di siccità, la diffusione molecolare si riduce e l'attività biologica del suolo diminuisce; in saturazione eccessiva, invece, possono cambiare ossigenazione e metabolismo microbico. La ricerca sull'efficienza ecologica della produzione cerealicola in Cina, in un contesto di riduzione delle emissioni di carbonio e controllo della crescita dei fertilizzanti, evidenzia l'importanza di usare gli input fertilizzanti in modo più efficiente, non semplicemente in quantità maggiori ^[9].

Applicazioni fogliari e colture specializzate

Le applicazioni fogliari con prodotti contenenti amminoacidi sono studiate per risposte fisiologiche e biochimiche, soprattutto quando associate a micronutrienti o in fasi di stress. In un ibrido di mais da foraggio, fertilizzanti fogliari contenenti zinco e amminoacidi sono stati valutati rispetto a risposte fisiologiche e biochimiche, indicando che l'interesse tecnico riguarda non solo la nutrizione minerale ma anche la modulazione di parametri metabolici della pianta ^[2].

Per un enzima, tuttavia, la foglia rappresenta un ambiente più restrittivo rispetto al suolo: radiazione solare, essiccamento della goccia, pH della soluzione, salinità e compatibilità con coformulanti possono incidere sulla stabilità della proteina enzimatica. Per questo, l'uso fogliare deve essere valutato solo quando coerente con la formulazione finale e con le istruzioni applicabili, senza presumere che un enzima progettato per sistemi idrosolubili abbia automaticamente attività prolungata sulla superficie fogliare.

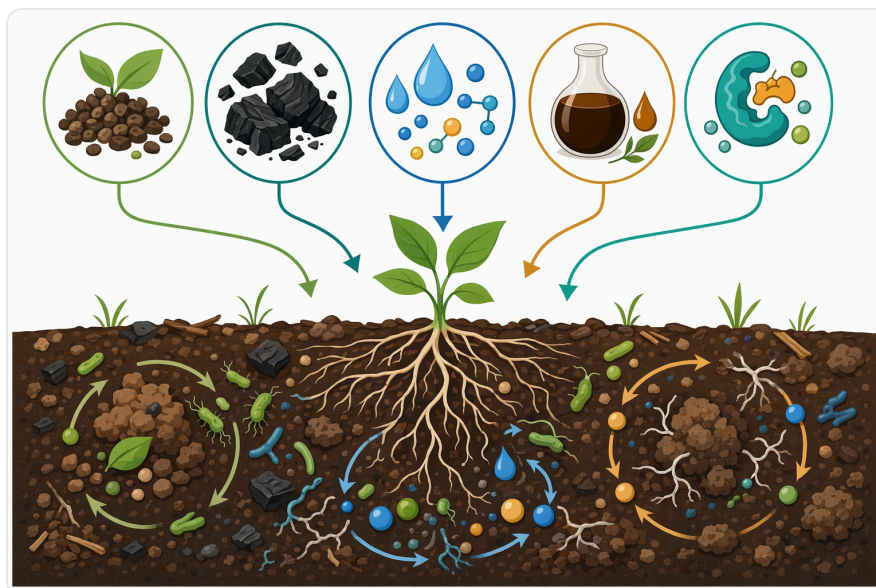


Figure 4. 비료 성능은 토양 효소, 유기탄소, 미생물, 뿌리, 영양소 형태가 관여하는 생화학적 순환과 연결되어 있다.

Confronto tra ingredienti funzionali per nutrizione vegetale

Categoria di input	Funzione principale	Meccanismo più rilevante	Punti di forza	Limiti da considerare
Enzima per fertilizzanti idrosolubili	Catalisi di trasformazioni biochimiche	Conversione di substrati organici o supporto a processi della rizosfera	Può aumentare la velocità di reazioni specifiche quando il substrato è presente	Non apporta nutrienti minerali in quantità rilevante; sensibile a condizioni ambientali e formulative
Fertilizzante amminoacidico	Apporto di amminoacidi, peptidi o azoto organico	Nutrizione organica e interazione con microbi della rizosfera	Può contribuire a resa, qualità e microbioma in condizioni idonee	Effetto variabile in base a coltura, suolo, dose e composizione [1]
Fertilizzante fosfatico con componenti umiche	Migliorare disponibilità del fosforo	Trasformazione di forme di P e interazioni chimico-microbiche	Utile in suoli dove il fosforo tende a immobilizzarsi	Non sostituisce la diagnosi agronomica del fabbisogno fosfatico [7]
Fertilizzante organico o biochar-based	Migliorare qualità del suolo	Aumento della sostanza organica, attività enzimatica e metabolismo microbico	Può agire su struttura, microbioma e fertilità nel lungo periodo	Risultati dipendenti da suolo, clima e gestione pluriennale [6]

Categoria di input	Funzione principale	Meccanismo più rilevante	Punti di forza	Limiti da considerare
Microrganismi benefici	Supportare crescita e difesa	Colonizzazione radicale, competizione, solubilizzazione, produzione di metaboliti	Possono interagire con enzimi e nutrienti nella rizosfera	Vitalità, formulazione e condizioni di campo sono determinanti ^[10]

Questa tabella aiuta a collocare **Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme** nel punto corretto della strategia nutrizionale. È un catalizzatore funzionale, non una fonte completa di nutrienti, né un sostituto di ammendanti organici, inoculi microbici o fertilizzanti minerali. Il valore tecnico emerge quando viene abbinato a un sistema in cui la trasformazione enzimatica ha un substrato chiaro e un obiettivo agronomico realistico.

Evidenze scientifiche rilevanti per resa, qualità e stress

Fertilizzanti amminoacidici e microbioma radicale

La prova più direttamente collegata al tema è lo studio sui fertilizzanti amminoacidici che descrive un rafforzamento degli effetti su resa e qualità attraverso il reclutamento di microrganismi benefici nella rizosfera. Questo suggerisce un modello meccanicistico preciso: gli amminoacidi non agiscono solo come nutrienti organici, ma possono modificare le reti microbiche attorno alla radice, con effetti indiretti sulla salute del suolo e sull'efficienza nutrizionale ^[1].

Per un enzima collegato a formulazioni amminoacidiche, questa evidenza è pertinente ma indiretta. L'enzima può contribuire alla disponibilità di frazioni amminoacidiche o alla trasformazione di matrici organiche; l'effetto agronomico finale, però, dipende da come tali frazioni vengono percepite e utilizzate da pianta e microbi. In altri termini, l'enzima può partecipare alla "preparazione" o al funzionamento del sistema, ma non garantisce da solo il risultato osservato in studi su specifici fertilizzanti amminoacidici.

Qualità del suolo e attività enzimatica

L'attività enzimatica del suolo è spesso un indicatore della capacità biologica del sistema di ciclare nutrienti. Nello studio su sostituzione con fertilizzante a base di biochar, l'integrazione tra attività enzimatiche e metabolomica ha permesso di collegare cambiamenti biochimici del suolo con qualità del suolo e resa del mais. Questo rafforza l'idea che le prestazioni di un programma nutrizionale dipendano dalla rete di processi biochimici nel suolo, non solo dal bilancio elementare N-P-K ^[6].

Questo non equivale a dire che l'aggiunta di un singolo enzima aumenti sempre l'attività enzimatica del suolo o la resa. In campo, le attività misurate derivano da piante, microrganismi, residui organici e condizioni ambientali. Un enzima esogeno può essere utile quando si inserisce in questa rete con una funzione specifica, ma può anche essere inattivato o non trovare substrato sufficiente se il contesto non è adatto.

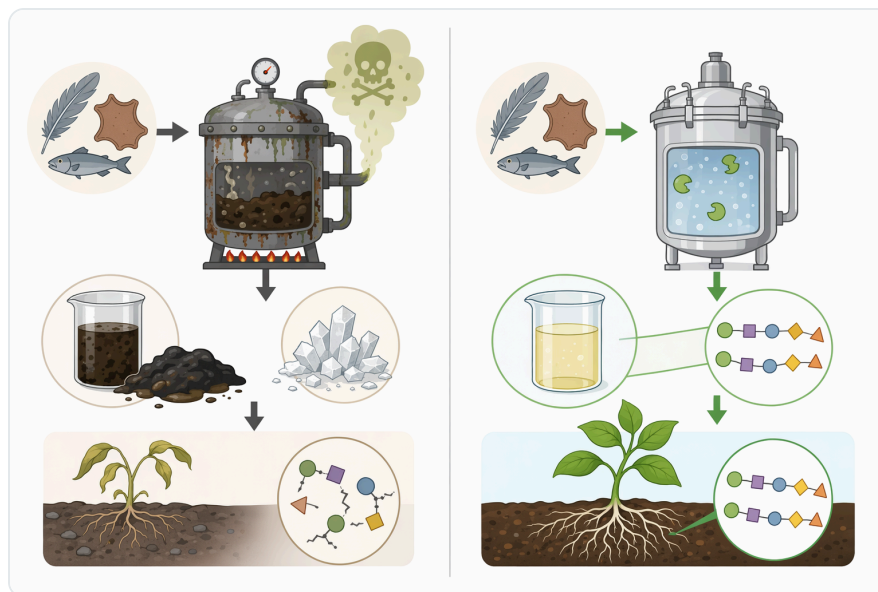


Figure 5. 무기염, 아미노산 원료, 촉매 효소, 휴믹 물질, 바이오차 개량제는 각각의 주요 기능과 작용 메커니즘이 다르다.

Stress ossidativo, siccità e fertilizzanti funzionali

Le piante sottoposte a siccità, salinità o altri stress abiotici possono accumulare specie reattive dell'ossigeno. I sistemi antiossidanti includono enzimi come superossido dismutasi, catalasi e perossidasi, oltre ad antiossidanti a basso peso molecolare; questi meccanismi servono a limitare il danno ossidativo a membrane, proteine e acidi nucleici [\[11\]](#).

La relazione con i fertilizzanti funzionali è studiata in diversi contesti. Un lavoro sul rivestimento fertilizzante del seme in mais ha esaminato la riduzione dello stress ossidativo indotto da siccità, mostrando che la nutrizione e il posizionamento degli input possono influenzare risposte biochimiche della pianta in condizioni di stress [\[12\]](#). Per **Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme**, questo è un razionale di contesto: non dimostra un effetto antistress diretto del prodotto, ma spiega perché i sistemi nutrizionali funzionali vengono studiati anche in relazione alla fisiologia dello stress.

Biocontrollo, microbi utili e difesa biochimica

Le strategie biologiche in agricoltura includono microrganismi benefici, metaboliti e meccanismi di competizione, antibiosi, induzione di resistenza e miglioramento della crescita. Una revisione sugli agenti di controllo biologico descrive meccanismi d'azione, selezione, formulazione e sfide in agricoltura, evidenziando che l'efficacia di input biologici dipende da stabilità, ambiente e interazione con la pianta ospite ^[10].

Questo è rilevante perché enzimi, amminoacidi e microbi possono coesistere nello stesso programma agronomico, ma non sono intercambiabili. Un enzima catalizza una reazione; un microrganismo colonizza, compete e metabolizza; un fertilizzante fornisce nutrienti. Confondere queste funzioni porta a promesse poco credibili. Una comunicazione tecnica corretta deve invece spiegare come ciascun input contribuisce a un processo distinto.

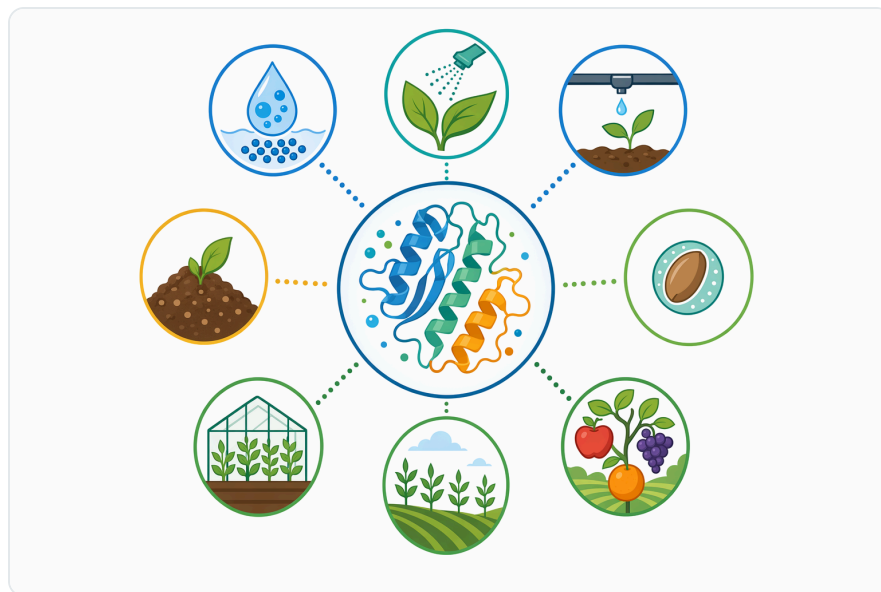


Figure 6. 이 효소는 수용성 가공, 아미노산 배합, 유기 원료의 고도화, 또는 시설 재배용 영양 관리에서 유기 인 전환이 필요한 경우에 가장 관련성이 높다.

Condizioni che influenzano la prestazione enzimatica

L'attività di un enzima è legata alla sua struttura tridimensionale. Estremi di pH, temperature non idonee, alte concentrazioni saline, ossidanti, solventi incompatibili o metalli reattivi possono alterare il sito attivo o ridurre la stabilità della proteina. Anche in processi industriali ben studiati, l'idrolisi enzimatica può essere limitata da inibitori, accessibilità del substrato e composizione della matrice, quindi è ragionevole applicare lo stesso principio di cautela alle miscele fertilizzanti complesse ^[5].

Nel suolo, la prestazione dipende anche dalla distribuzione spaziale. Un enzima deve trovarsi dove è presente il substrato: nella soluzione circolante, sulla superficie di particelle organiche, vicino alla radice o in microambienti colonizzati da microrganismi. Se viene diluito in un volume eccessivo o immobilizzato lontano dal substrato, la probabilità di reazione utile diminuisce. Per questo, l'integrazione con irrigazione, umidità del suolo e tempi applicativi è parte del razionale tecnico, pur senza trasformarsi in una raccomandazione agronomica universale.

La compatibilità con fertilizzanti idrosolubili richiede attenzione alla formulazione finale. Sali ad alta forza ionica, pH estremi o miscele con componenti aggressivi possono compromettere l'attività enzimatica. Allo stesso tempo, una formulazione troppo povera di substrati organici può non offrire alcun bersaglio reazionale significativo. L'enzima deve quindi essere visto come un componente funzionale di un sistema, non come un additivo "sempre attivo" in qualunque miscela.

Uso professionale e ruolo di Enzymes.bio

Enzymes.bio opera come fornitore online B2B di enzimi e non come produttore, laboratorio di prova o ente di certificazione agronomica. Il prodotto è disponibile direttamente online in unità da 1 kg; CoA e SDS vengono forniti insieme all'ordine. Le condizioni di vendita e d'uso fanno riferimento alla responsabilità dell'acquirente professionale nella gestione sicura, nella conformità normativa e nell'idoneità dell'impiego finale.

Questa impostazione è importante per il lettore tecnico. L'acquisto di un enzima professionale non sostituisce la validazione della formulazione finale, la conformità alle normative sui fertilizzanti o biostimolanti nel Paese di destinazione, né la corretta gestione agronomica della coltura. Enzymes.bio fornisce l'ingrediente enzimatico; l'utilizzatore professionale resta responsabile dell'integrazione nel proprio processo o programma applicativo.

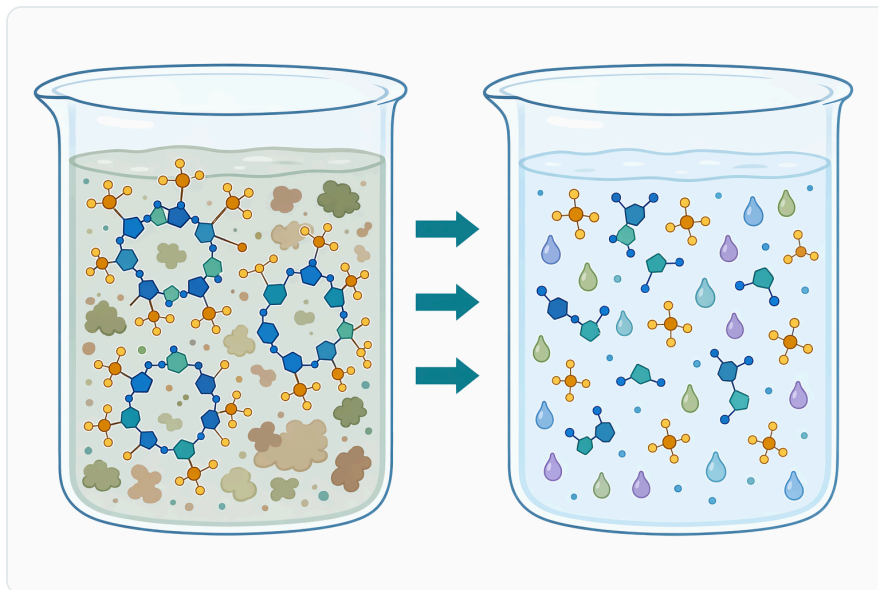


Figure 7. 효소 처리는 피틴산을 포함한 혼합물을 더 작은 인 중간체와 방출된 인산염 쪽으로 전환시킨다.

Benefici realistici e limiti da dichiarare

I benefici potenziali di **Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme** sono più credibili quando vengono formulati in termini di supporto funzionale: migliorare la trasformazione di substrati organici compatibili, facilitare l'integrazione con formulazioni amminoacidiche, contribuire a processi locali nella rizosfera e inserirsi in strategie orientate all'efficienza nutrizionale. Questo linguaggio è coerente con la ricerca che collega fertilizzanti amminoacidici, microbi benefici e salute del suolo, senza trasformare un razionale biologico in garanzia di prestazione ^[1].

I limiti sono altrettanto importanti. L'enzima non sostituisce una fertilizzazione bilanciata, non corregge automaticamente carenze minerali, non risolve stress idrici severi e non assicura aumento di resa in assenza di condizioni favorevoli. Inoltre, gli effetti osservati in studi su biochar, fertilizzanti organici, amminoacidi o inoculi microbici non possono essere attribuiti automaticamente a un singolo enzima commerciale se non sono stati valutati nello stesso sistema colturale e formulativo ^[6].

Conclusione

Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme si colloca nell'intersezione tra enzimi industriali, fertilizzanti idrosolubili, formulazioni amminoacidiche e nutrizione vegetale funzionale. Il suo valore tecnico non deriva dall'apporto diretto di nutrienti minerali, ma dalla capacità potenziale di catalizzare trasformazioni utili quando sono presenti substrati, condizioni e obiettivi applicativi coerenti.

La letteratura disponibile sostiene il ruolo dei fertilizzanti amminoacidici nel modulare resa, qualità e microbioma della rizosfera, e conferma l'importanza delle attività enzimatiche nella qualità biologica del suolo ^[1]. Per un uso professionale corretto, il prodotto va quindi considerato un ingrediente enzimatico di supporto, da integrare in sistemi nutrizionali ben progettati, con aspettative realistiche e nel rispetto delle condizioni tecniche, normative e di sicurezza applicabili.

Ordina Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme online

Venduto in unità da 1 kg, disponibile a magazzino e pronto per la spedizione. Ordina direttamente dal nostro store: [paga online](#) e noi elaboriamo il tuo ordine. Un Certificato di Analisi e una Scheda Dati di Sicurezza sono inclusi in ogni ordine.

[Acquista Amino Acid Water-Soluble Fertilizer Enzyme →](#)

Riferimenti

Numerati in ordine di prima citazione. Fonti open access, ciascuna verificata come raggiungibile al momento della pubblicazione; i numeri di citazione nel testo rimandano qui.

1. Wang, X., Zhang, Y., Xu, W., Cheng, J., Liu, J., Pei, W., Wang, J., ... et al. (2023). Amino acid fertilizer (AAF) strengthens its fertilizer effects on crop yield and quality by recruiting beneficial rhizosphere microbes, which contributes to improved soil health. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.
2. Tóth, B., Moloi, M. J., Mousavi, Illés, Á., Bojtor, C., Szőke, L., & Nagy, J. (2022). The Evaluation of the Effects of Zn, and Amino Acid-Containing Foliar Fertilizers on the Physiological and Biochemical Responses of a Hungarian Fodder Corn Hybrid. *Agronomy*.
3. Warakaulle, S., Ayyash, M. M., & Kamal-Eldin, A. (2025). Profiling protein hydrolysis and amino acid metabolism in camel and bovine milk fermented by Lactobacillus helveticus, L. bulgaricus, and Streptococcus thermophilus. *Scientific Reports*, 15.
4. Tan, Y., Wang, J., He, Y., Yu, X., Chen, S., Penttinen, P., Liu, S., ... et al. (2022). Organic Fertilizers Shape Soil Microbial Communities and Increase Soil Amino Acid Metabolites Content in a Blueberry Orchard. *Microbial Ecology*, 85, 232-246.
5. Agrawal, R., Verma, A., Singhania, R., Varjani, S., Dong, C. D., & Patel, A. K. (2021). Current understanding of the inhibition factors and their mechanism of action for the lignocellulosic biomass hydrolysis. *Bioresource Technology*, 332, 125042 .
6. Wang, J., Sun, L., Ya-Sun, Yang, S., Qin, Q., & Xue, Y. (2025). Integrated enzyme activities and untargeted metabolome to reveal the mechanism that allow long-term biochar-based fertilizer substitution improves soil quality and maize yield. *Environmental Research*, 120935 .

7. Xiong, Q., Wang, S., Lu, X., Xu, Y., Zhang, L., Chen, X., Xu, G., ... et al. (2023). The Effective Combination of Humic Acid Phosphate Fertilizer Regulating the Form Transformation of Phosphorus and the Chemical and Microbial Mechanism of Its Phosphorus Availability. *Agronomy*.
8. Babaev, T. P., Kiselyov, M. V., Kondrat'ev, V., Radishevsky, D. Y., & Solodyannikov, M. D. (2024). The effectiveness of soil dressing with fertilizers containing amino acids in indau under conditions of light culture. *The Agrarian Scientific Journal*.
9. Zhang, Z., Hou, L., Qian, Y., & Wan, X. (2022). Effect of Zero Growth of Fertilizer Action on Ecological Efficiency of Grain Production in China under the Background of Carbon Emission Reduction. *Sustainability*.
10. Villavicencio-Vásquez, M., Espinoza-Lozano, F., Espinoza-Lozano, L., & Coronel-León, J. (2025). Biological control agents: mechanisms of action, selection, formulation and challenges in agriculture. *Frontiers in Agronomy*.
11. Jomová, K., Alomar, S., Alwasel, S., Nepovimova, E., Kuča, K., & Valko, M. (2024). Several lines of antioxidant defense against oxidative stress: antioxidant enzymes, nanomaterials with multiple enzyme-mimicking activities, and low-molecular-weight antioxidants. *Archives of Toxicology*, 98, 1323 - 1367.
12. Matłok, N., Piechowiak, T., Królikowski, K., & Balawejder, M. (2022). Mechanism of Reduction of Drought-Induced Oxidative Stress in Maize Plants by Fertilizer Seed Coating. *Agriculture*.

Contatta Enzymes.bio

Hai domande su un ordine? Il nostro team è lieto di aiutarti.

EMAIL wholesale@enzymes.bio

TELEFONO (USA) **+1 (507) 428-6057**

Contattaci →



400+ Clienti B2B



60+ partner di ricerca universitari



54 serviti in tutto il mondo

© 2026 Enzymes.bio · Fornitura di enzimi industriali e per la lavorazione alimentare · Non destinato al consumo umano né alla vendita al dettaglio.