

Fitasi termostabile per mangimi animali CAS 37288-11-2: enzima per fosforo fitatico, pollame, suini e acquacoltura

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

La **fitasi termostabile per mangimi animali CAS 37288-11-2** è un enzima impiegato nelle formulazioni feed a base vegetale per idrolizzare il fitato, liberare fosforo inorganico più disponibile e ridurre l'effetto antinutrizionale dell'acido fitico. È particolarmente rilevante per mangimi di pollame, suini e acquacoltura, dove cereali, farine di semi oleosi e sottoprodotti vegetali apportano fosforo in forma spesso poco utilizzabile dagli animali monogastrici ^[1].

Che cos'è la fitasi termostabile per uso mangimistico

La **fitasi** è una fosfoidrolasi che catalizza la rimozione progressiva dei gruppi fosfato dall'acido fitico, noto anche come **myo-inositol hexakisphosphate** o fitato. Il fitato contiene sei gruppi fosfato legati a un anello di inositolo: questa struttura rende il fosforo chimicamente presente nella materia prima vegetale, ma non necessariamente disponibile a livello nutrizionale per l'animale ^[1].

Nei semi, nei cereali e nelle farine vegetali, il fitato è una forma naturale di riserva del fosforo. In molte materie prime vegetali può rappresentare una quota maggioritaria del fosforo totale, spesso indicata in letteratura nell'intervallo del **60-80%** del fosforo presente nei semi e nei derivati vegetali. Il problema nutrizionale nasce dal fatto che pollame, suini e molte specie ittiche non possiedono attività fitasica endogena sufficiente a degradare efficacemente questa molecola durante il tempo di transito digestivo ^[1].

La qualifica "**termostabile**" indica che la preparazione enzimatica è orientata all'impiego in processi mangimistici nei quali il calore può compromettere l'attività degli enzimi più sensibili. Nella produzione di mangimi pellettati o trattati termicamente, temperatura, umidità, pressione e durata dell'esposizione possono ridurre la quota di enzima ancora attivo nel prodotto finito; per questo la stabilità termica è considerata un criterio tecnico importante per le fitasi destinate all'industria feed ^[2].

Enzymes.bio propone online **Thermostable Phytase Enzyme For Animal Feed CAS 37288-11-2** come prodotto per applicazioni mangimistiche e industriali. Enzymes.bio agisce come **fornitore online**, non come produttore né come laboratorio; il prodotto è venduto direttamente in unità da **1 kg**, con **CoA e SDS forniti insieme all'ordine**.

Perché il fitato è un limite nutrizionale nei mangimi vegetali

Il fitato non è soltanto una forma scarsamente disponibile di fosforo. La sua struttura polianionica gli permette di interagire con cationi minerali e con componenti della dieta, formando complessi che possono ridurre la disponibilità di nutrienti. Questo effetto antinutrizionale è uno dei motivi principali per cui la fitasi è diventata un additivo enzimatico centrale nelle diete per monogastrici ^[1].

In una razione basata su mais, frumento, sorgo, soia, colza, girasole, crusche o altri ingredienti vegetali, il fosforo totale misurabile non coincide con il fosforo effettivamente utilizzabile dall'animale. Se una parte rilevante del fosforo resta legata al fitato, la formulazione deve compensare attraverso fonti minerali oppure tramite strategie enzimatiche che rendano più accessibile il fosforo già presente nella dieta ^[2].

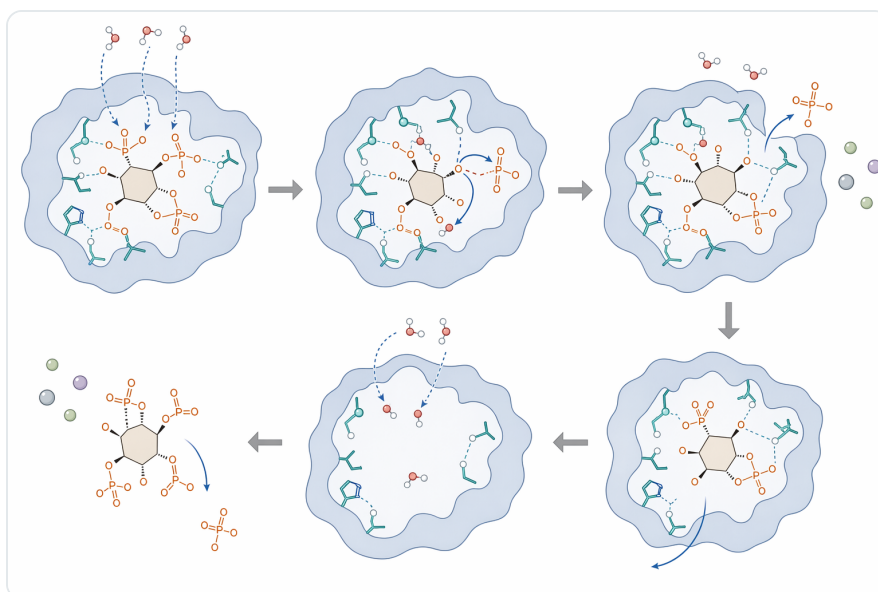


Figure 1. 피테이스는 피테이트의 인산 에스터 결합을 가수분해하여 무기 인산을 방출하고, 인산기가 더 적은 이노시톨 인산 생성물을 형성한다.

La fitasi interviene proprio su questo punto: idrolizza il fitato e libera fosfato inorganico, riducendo gradualmente il grado di fosforilazione della molecola. Durante la reazione si formano intermedi meno fosforilati dell'inositolo, con minore capacità di legare minerali rispetto al fitato completamente fosforilato. Il beneficio non è quindi limitato al fosforo, ma riguarda anche la riduzione del potenziale chelante del fitato nella matrice alimentare ^[3].

Dal punto di vista ambientale, un maggiore utilizzo del fosforo già presente negli ingredienti vegetali può contribuire a ridurre l'escrezione di fosforo non digerito. L'uso di enzimi nei mangimi è infatti descritto come una strategia per migliorare l'efficienza nutrizionale e contenere l'impatto ambientale della produzione animale, specialmente quando riduce le perdite di nutrienti nelle deiezioni ^[4].

Meccanismo d'azione: come la fitasi libera il fosforo

Il substrato principale della fitasi è l'acido fitico o fitato, una molecola con sei gruppi fosfato. L'enzima riconosce il substrato e catalizza l'idrolisi dei legami fosfoestere, rimuovendo i gruppi fosfato in sequenza. Il risultato è la liberazione di fosforo inorganico e la formazione di inositol-fosfati con un numero progressivamente minore di gruppi fosfato ^[1].

Questo meccanismo è importante perché il fosfato inorganico liberato è più accessibile all'assorbimento intestinale rispetto al fosforo trattenuto nel fitato. La reazione avviene prima che il substrato attraversi completamente le sezioni digestive dove l'animale può assorbire nutrienti e minerali; per questo la posizione e la velocità dell'attività enzimatica nel tratto gastrointestinale sono fattori pratici decisivi ^[5].

Il pH è uno dei principali vincoli funzionali. Nei monogastrici, la fitasi deve lavorare in ambienti che possono essere acidi nelle prime porzioni digestive e poi meno acidi più avanti. L'interesse per fitasi attive a **basso pH** deriva dal fatto che una parte importante della degradazione del fitato deve avvenire nelle prime sezioni del tratto digerente, dove il substrato è ancora presente e non ha già formato complessi meno accessibili ^[5].

Anche la proteolisi digestiva può influenzare l'efficacia. Un enzima introdotto nel mangime deve sopravvivere abbastanza a lungo da incontrare il fitato e catalizzarne l'idrolisi. Per questo la letteratura sulle fitasi per feed considera rilevanti stabilità al pH, resistenza relativa agli enzimi digestivi, compatibilità con la matrice alimentare e conservazione dell'attività dopo il trattamento tecnologico ^[2].

Termostabilità: perché conta nella produzione di mangimi

La produzione industriale di mangimi spesso include fasi come miscelazione, condizionamento, granulazione o pellettizzazione. Queste fasi possono migliorare la qualità fisica del mangime, ma espongono gli enzimi a condizioni che possono alterarne la struttura tridimensionale. Poiché l'attività enzimatica dipende dalla conformazione del sito attivo, la denaturazione termica può ridurre l'efficacia della fitasi nel prodotto finale ^[2].



Figure 2. 내열성 피테이스는 컨디셔닝, 펠leting 또는 압출 공정을 견디도록 설계되어, 섭취 후에도 활성 효소가 남아 피테이트 가수분해에 이용될 수 있다.

La **fitasi termostabile** è quindi progettata o selezionata per conservare una quota funzionale di attività dopo l'esposizione a condizioni più severe rispetto a una fitasi meno stabile. "Termostabile", tuttavia, non significa resistente a qualsiasi trattamento: il risultato dipende sempre dalla combinazione di temperatura, tempo, umidità, forma fisica del mangime, punto di aggiunta e composizione della miscela [6].

La ricerca ha esplorato più strategie per migliorare la stabilità delle fitasi. Tra queste rientrano selezione di enzimi da microrganismi naturalmente più robusti, ingegneria proteica, immobilizzazione, incapsulazione e formulazioni protettive. Studi su aggregati reticolati di fitasi, per esempio, mostrano l'interesse verso sistemi in grado di migliorare la degradazione del fitato in condizioni acide rilevanti per l'alimentazione animale [3].

Anche l'immobilizzazione su supporti minerali è stata studiata come approccio per migliorare proprietà utili all'impiego nei mangimi. L'immobilizzazione su nanoparticelle di idrossiapatite e su zeoliti modificate è stata investigata per aumentare stabilità e riutilizzabilità in contesti feed o food, dimostrando che la protezione dell'enzima è un tema tecnico attivo nella ricerca applicata sulle fitasi [7].

Applicazioni nei mangimi per pollame

Nel pollame, la fitasi è impiegata soprattutto in diete a base di cereali e farine proteiche vegetali. Il suo obiettivo primario è aumentare la disponibilità del fosforo fitatico prima che il contenuto digerito proceda oltre le prime sezioni del tratto gastrointestinale, dove l'opportunità di idrolisi e assorbimento è maggiore [2].

Per i broiler, l'interesse pratico riguarda la crescita, l'efficienza alimentare, la digeribilità dei nutrienti e la mineralizzazione ossea. La letteratura recente continua a valutare combinazioni di fitasi con altri enzimi, come xilanasi e proteasi, perché nelle diete vegetali il fitato coesiste con polisaccaridi non amidacei, fibre e componenti proteiche che possono limitare la disponibilità nutrizionale complessiva [8].

L'uso della fitasi nei mangimi per pollame deve essere interpretato dentro la formulazione complessiva. Livelli di calcio, fosforo disponibile, rapporto calcio-fosforo, granulometria e ingredienti influenzano la risposta. Una fitasi può liberare fosforo dal fitato, ma non sostituisce il bilanciamento nutrizionale della razione né corregge automaticamente squilibri minerali o energetici [9].

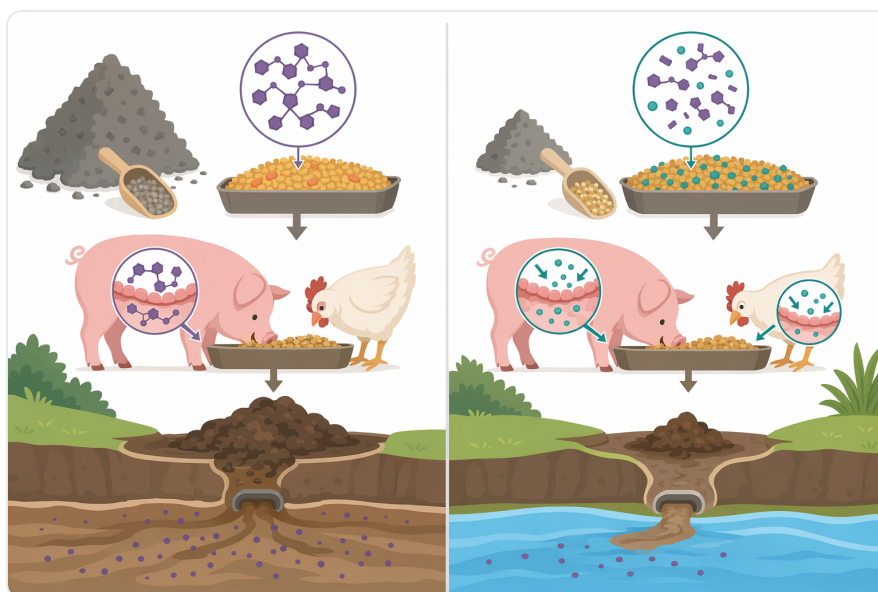


Figure 3. 상업용 피테이스는 동일한 CAS 식별번호를 공유할 수 있지만, 미생물 유래, 최초 공격 위치, pH 특성, 가공 안정성은 서로 다를 수 있다.

Applicazioni nei mangimi per suini

Nei suini, la fitasi è una delle tecnologie enzimatiche più utilizzate per aumentare l'utilizzo del fosforo vegetale. Le diete suinicole includono comunemente mais, frumento, orzo, soia e sottoprodotti vegetali, tutti ingredienti nei quali una parte del fosforo può essere legata al fitato [2].

La degradazione del fitato nelle prime fasi digestive può contribuire a rendere più disponibile il fosforo e a ridurre la quota che raggiunge il tratto distale senza essere utilizzata. Questo aspetto ha valore nutrizionale, economico e ambientale, perché l'efficienza del fosforo è un punto critico nelle formulazioni suinicole intensive [4].

Studi recenti hanno esaminato varianti batteriche di 6-fitasi e il loro impatto sulla digeribilità di energia e amminoacidi nei suini, oltre che su parametri di performance produttiva. Questi risultati indicano che l'interesse per la fitasi non riguarda solo il fosforo, ma anche l'effetto indiretto della riduzione del fitato sulla disponibilità complessiva dei nutrienti ^[10].

Applicazioni in acquacoltura

L'acquacoltura utilizza in misura crescente ingredienti vegetali per ridurre la dipendenza da materie prime marine. Questa transizione introduce però quantità maggiori di fitato nelle diete, soprattutto quando farine vegetali e concentrati proteici sostituiscono una parte delle fonti animali. La fitasi diventa quindi rilevante anche per specie ittiche alimentate con mangimi formulati a base vegetale ^[11].

In pesci come lo snakehead e in altri modelli di acquacoltura, la ricerca ha valutato l'aggiunta di fitasi per osservare crescita, efficienza alimentare e sopravvivenza. I risultati dipendono dalla specie, dalla fisiologia digestiva, dalla presenza o assenza di stomaco funzionale, dalla temperatura dell'acqua e dalla composizione della dieta ^[11].

La fitasi in acquacoltura non deve essere considerata un additivo universale con risposta identica tra specie. Nei pesci carnivori, onnivori o erbivori cambiano anatomia digestiva, pH, tempo di transito e tolleranza agli ingredienti vegetali. Per questo le evidenze sono promettenti ma richiedono una lettura specie-specifica, soprattutto quando si trasferiscono risultati da studi controllati a mangimi commerciali ^[12].

Fitasi da sola o in combinazione con altri enzimi

La fitasi può essere utilizzata come enzima singolo oppure all'interno di strategie multi-enzimatiche. Nei mangimi vegetali, infatti, il fitato non è l'unico fattore che limita la disponibilità nutrizionale: polisaccaridi non amidacei, pareti cellulari vegetali e complessi proteici possono ridurre l'accesso degli enzimi digestivi ai nutrienti ^[2].

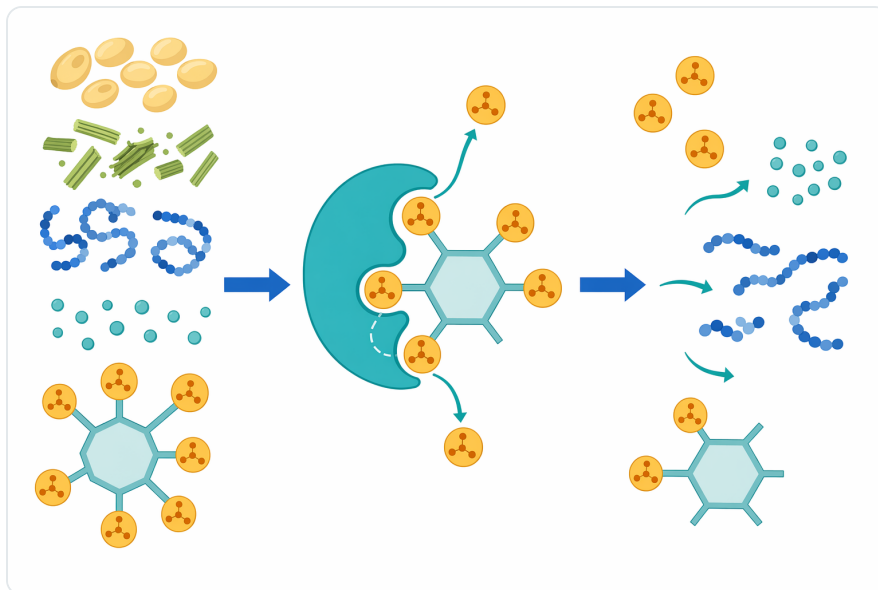


Figure 4. 피테이트의 단계적 탈인산화는 음전하 밀도를 낮추고, 사료 매트릭스 내에서 피테이트가 미네랄 및 단백질과 결합하는 힘을 약화시킨다.

Le combinazioni con xilanasi, proteasi o altri enzimi sono studiate perché possono agire su frazioni diverse della matrice. La xilanasi può contribuire alla degradazione di arabinosilani e componenti fibrose; la proteasi può aumentare l'idrolisi proteica; la fitasi libera fosforo e riduce l'effetto chelante del fitato. L'effetto combinato, tuttavia, non è semplicemente additivo in ogni dieta ^[8].

Studi su *Aspergillus* hanno investigato la produzione combinata di fitasi, proteasi e xilanasi e l'applicazione di cocktail enzimatici nell'idrolisi in vitro di mangimi. Queste ricerche mostrano l'interesse per sistemi integrati che affrontano più barriere nutrizionali nella stessa matrice vegetale, senza implicare che ogni miscela enzimatica commerciale abbia identica efficacia ^[13].

Tabella comparativa: ruolo della fitasi nelle principali specie target

Area applicativa	Problema nutrizionale principale	Ruolo della fitasi	Variabili che influenzano la risposta
Pollame da carne e ovaiole	Fosforo fitatico in cereali e farine vegetali; interazioni con minerali	Libera fosfato inorganico nelle prime sezioni digestive e riduce il potenziale antinutrizionale del fitato	Rapporto calcio-fosforo, forma del mangime, trattamento termico, età dell'animale, combinazione con altri enzimi ^[9]
Suini	Bassa disponibilità del fosforo vegetale e perdita fecale di fosforo non digerito	Aumenta l'utilizzo del fosforo già presente nella dieta e può sostenere la disponibilità di altri nutrienti	Ingredienti, livello di fitato, pH gastrico, tempo di transito, strategia minerale della formulazione ^[10]

Area applicativa	Problema nutrizionale principale	Ruolo della fitasi	Variabili che influenzano la risposta
Acquacoltura	Maggiore inclusione di ingredienti vegetali ricchi di fitato	Migliora l'accessibilità del fosforo fitatico in mangimi vegetali per specie ittiche selezionate	Specie, presenza di stomaco, temperatura dell'acqua, composizione proteica e minerale della dieta [11]
Premix e formulazioni multi-enzimatiche	Presenza simultanea di fitato, fibre e componenti proteiche meno accessibili	Agisce in sinergia potenziale con xilanasi, proteasi o altri enzimi, secondo la dieta	Compatibilità enzimatica, stabilità al processo, distribuzione nella miscela, matrice vegetale [13]

Evidenze scientifiche sul valore della fitasi

L'evidenza più solida riguarda il meccanismo: la fitasi idrolizza il fitato e libera fosforo inorganico. Questo principio è documentato da decenni e spiega perché l'enzima sia diventato una tecnologia standard nella nutrizione dei monogastrici. La review "Phytase, a new life for an old enzyme" descrive la fitasi come un enzima storicamente noto, ma rinnovato dalle applicazioni biotecnologiche e mangimistiche moderne [\[1\]](#).

La ricerca recente continua a caratterizzare fitasi da microrganismi diversi, inclusi ceppi fungini e batterici. Fitasi prodotte da specie di *Aspergillus*, per esempio, sono state studiate per applicazioni feed grazie alla capacità di degradare il fitato e alla rilevanza delle condizioni acide nel tratto digestivo degli animali monogastrici [\[14\]](#).

Gli studi su fitasi da *Aspergillus awamori* associate al tratto gastrointestinale di insetti mostrano l'interesse per nuove fonti microbiche e per profili biochimici potenzialmente utili nel feed. La caratterizzazione di queste fitasi aiuta a comprendere come pH, temperatura e stabilità influenzino la scelta dell'enzima per una determinata applicazione [\[15\]](#).

Un altro filone riguarda l'ingegneria delle fitasi. Il miglioramento dell'attività a basso pH è stato studiato perché l'ambiente acido dello stomaco o delle prime sezioni digestive è cruciale per l'idrolisi del fitato prima che esso interagisca ulteriormente con minerali e proteine. Le varianti ingegnerizzate sono un esempio di come la funzione enzimatica venga adattata alle condizioni reali del feed [\[5\]](#).

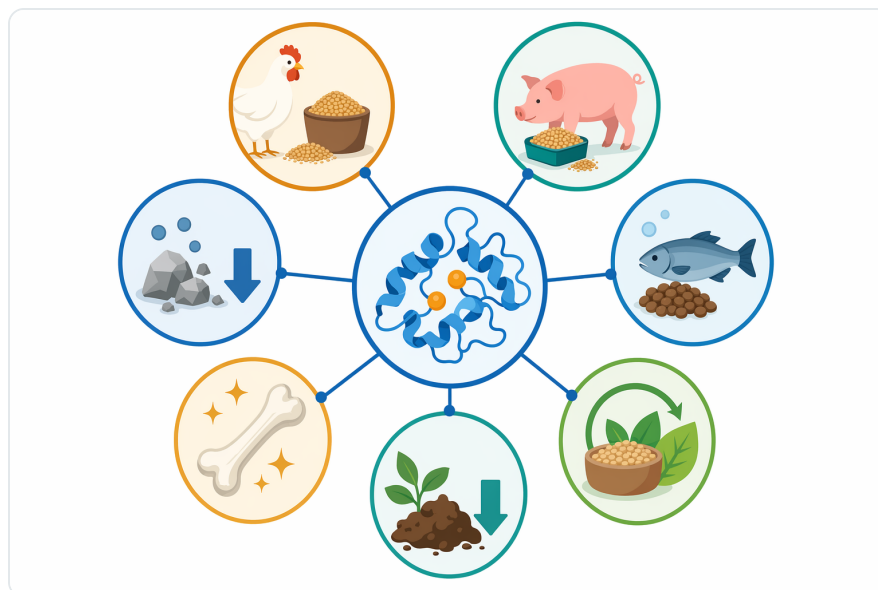


Figure 5. 피테이스는 가금, 돼지, 양식 사료 전반에서 식물성 원료에 결합된 인과 관련 미네랄 영양 지표의 이용성을 개선하기 위해 사용된다.

Stabilità, immobilizzazione e tecnologie di protezione

La stabilità della fitasi è un tema centrale non solo durante la digestione, ma anche prima dell'ingestione. L'enzima deve attraversare produzione, trasporto, stoccaggio e incorporazione nella matrice mangimistica senza perdere completamente la propria funzionalità. Le strategie di protezione mirano a conservare la conformazione attiva fino al momento dell'uso ^[6].

L'incapsulazione in matrici come alginato è stata studiata più in generale per l'immobilizzazione enzimatica tramite spray drying. Questi approcci sono rilevanti perché mostrano come la tecnologia di formulazione possa influenzare stabilità, manipolazione e rilascio degli enzimi, anche se le prestazioni finali dipendono dal sistema specifico e non possono essere generalizzate automaticamente ^[6].

Gli aggregati enzimatici reticolati rappresentano un'altra strategia. Nel caso della fitasi, l'obiettivo è migliorare la degradazione del fitato in condizioni di basso pH, rendendo l'enzima più adatto alle prime sezioni del tratto digestivo. Questo approccio conferma che la stabilità funzionale non è un attributo unico, ma comprende resistenza a pH, temperatura, proteolisi e interazione con la matrice ^[3].

Supporti minerali come idrossiapatite e zeolite modificata sono stati valutati per immobilizzare la fitasi e migliorarne proprietà applicative. Queste ricerche sono utili per il settore feed perché dimostrano che la prestazione di una fitasi non dipende solo dalla sequenza proteica, ma anche dalla forma fisica e dalla protezione formulativa dell'enzima ^[7].

Benefici attesi nella formulazione dei mangimi

Il primo beneficio atteso è l'aumento della disponibilità del fosforo fitatico. Quando la fitasi idrolizza il fitato, una parte del fosforo che sarebbe rimasta meno accessibile diventa disponibile come fosfato inorganico. In formulazione, questo permette di considerare più attentamente il contributo del fosforo vegetale e la strategia minerale complessiva ^[1].

Il secondo beneficio è la riduzione dell'effetto antinutrizionale del fitato. Poiché il fitato può legare minerali e interagire con nutrienti, la sua degradazione può contribuire a migliorare la disponibilità di minerali e, in alcuni contesti, di energia e amminoacidi. Tuttavia, l'entità di questo effetto varia con dieta, specie e condizioni digestive ^[10].

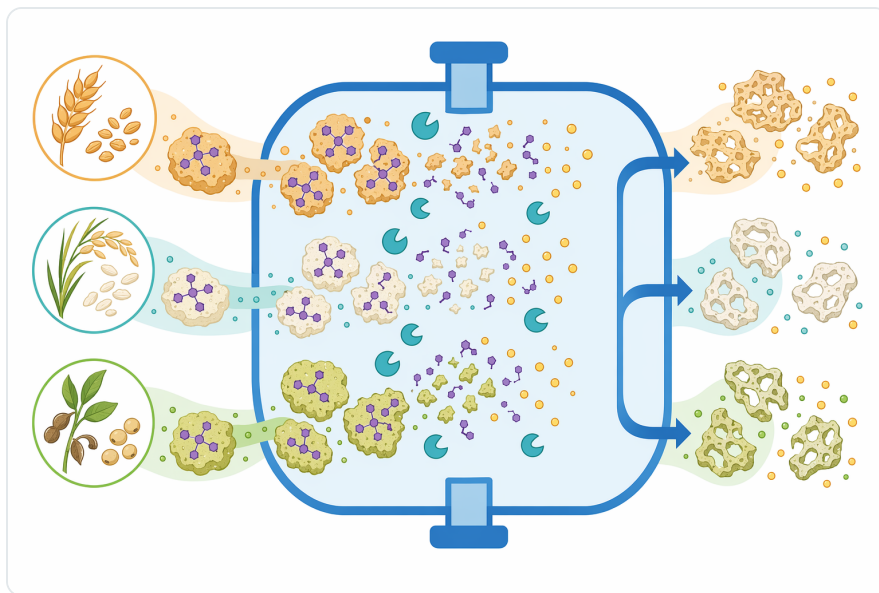


Figure 6. 피테이스는 피테이트 함량이 높은 거와 식물성 부산물에 적용되어, 사료 사용 전 또는 사료 내에서 온전한 피테이트를 줄일 수 있다.

Il terzo beneficio riguarda la sostenibilità. Migliorare l'utilizzo del fosforo alimentare può ridurre la quantità di fosforo escreta e quindi il potenziale carico ambientale associato agli allevamenti. Questo aspetto è particolarmente rilevante nelle aree ad alta densità zootecnica, dove la gestione dei nutrienti nelle deiezioni è un fattore ambientale ed economico ^[4].

Il quarto beneficio è la compatibilità con processi industriali più esigenti. Una fitasi termostabile è più adatta a mangimi che subiscono fasi termiche rispetto a un enzima più fragile. La stabilità al processo non elimina la necessità di una corretta gestione tecnologica, ma amplia la finestra di applicabilità dell'enzima nelle linee di produzione feed ^[2].

Limiti tecnici e interpretazione corretta dei risultati

La fitasi non è un sostituto della formulazione nutrizionale. Funziona su un substrato specifico, il fitato, e la risposta dipende dalla quantità e accessibilità di quel substrato nella dieta. Se una razione ha poco fitato o se altri fattori limitano la performance animale, l'effetto osservabile della fitasi può essere inferiore rispetto a quello atteso in una dieta ricca di fitato ^[2].

Anche il livello di calcio può influenzare la risposta. Un eccesso di calcio può favorire la formazione di complessi con fitato o fosfato, modificando la disponibilità minerale. La fitasi deve quindi essere valutata all'interno del bilanciamento complessivo di calcio, fosforo e altri minerali, non come intervento isolato ^[9].

Le evidenze in vivo sono specie-specifiche e dipendono dal contesto. Studi su broiler, suini o pesci possono mostrare miglioramenti in crescita, digeribilità o mineralizzazione, ma questi risultati non devono essere trasformati in promesse universali. Materie prime, trattamento termico, stato sanitario, genetica animale e gestione dell'allevamento condizionano la risposta finale ^[8].

La parola “termostabile” richiede inoltre un'interpretazione tecnica prudente. Indica una maggiore idoneità a processi con esposizione al calore, ma non garantisce conservazione invariata dell'attività in qualsiasi condizione. La stabilità reale dipende dal profilo del processo e dalla formulazione fisica dell'enzima nel mangime ^[6].

Informazioni sul prodotto Enzymes.bio

Thermostable Phytase Enzyme For Animal Feed CAS 37288-11-2 è presentato da Enzymes.bio come fitasi termostabile per applicazioni nei mangimi animali. Il prodotto è destinato a uso industriale e mangimistico, non al consumo umano diretto. La pagina prodotto indica la disponibilità per acquisto online in unità da **1 kg**.

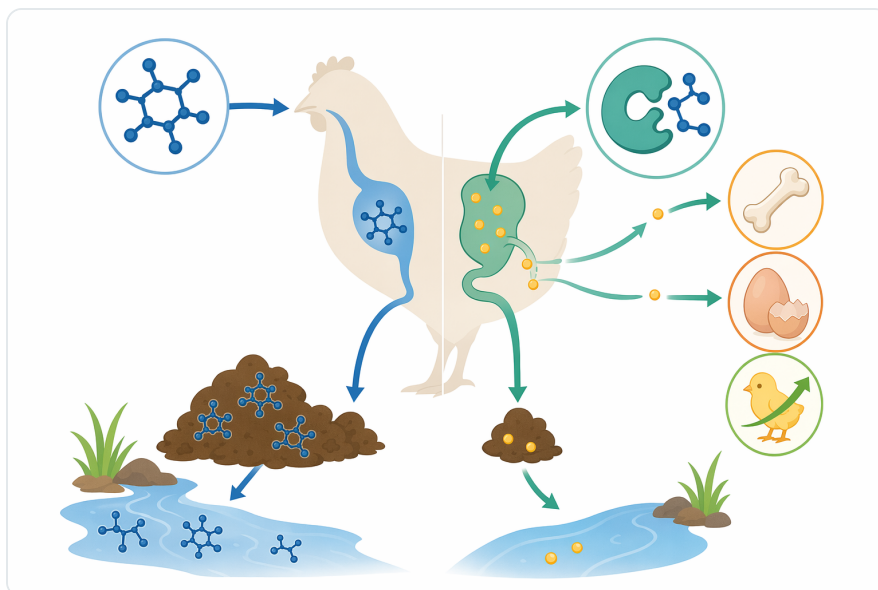


Figure 7. 피테이스는 배설되기 전에 식물성 원료에 결합된 인을 방출함으로써, 사료가 그에 맞게 배합될 경우 더 많은 인이 흡수 가능한 영양소 풀로 이동하도록 할 수 있다.

Enzymes.bio è un fornitore online di enzimi e non deve essere interpretato come produttore, laboratorio di prova o centro di sviluppo formulativo. La funzione del sito è rendere disponibili enzimi per applicazioni B2B e industriali tramite vendita diretta online; per il prodotto, la documentazione **CoA** e **SDS** accompagna l'ordine .

Per l'utilizzatore professionale, la lettura corretta della documentazione associata all'ordine è parte della gestione responsabile del prodotto. In particolare, la scheda di sicurezza informa sulle precauzioni di manipolazione, mentre il certificato di analisi documenta le caratteristiche del lotto fornito senza sostituire la valutazione nutrizionale o tecnologica della formulazione finale .

Conclusion

La **fitasi termostabile per mangimi animali CAS 37288-11-2** è un enzima orientato alla degradazione del fitato nelle diete vegetali di pollame, suini e acquacoltura. Il suo valore tecnico deriva dalla capacità di liberare fosforo inorganico da una forma vegetale poco disponibile e di ridurre l'effetto antinutrizionale del fitato su minerali e nutrienti ^[1].

La termostabilità aggiunge una dimensione tecnologica importante: rende l'enzima più adatto a processi mangimistici nei quali il calore può compromettere la funzionalità di preparazioni meno robuste. Tuttavia, l'efficacia finale dipende sempre da dieta, specie animale, condizioni digestive, trattamento del mangime e corretta integrazione nella strategia formulativa ^[2].

Enzymes.bio rende disponibile questo prodotto come fornitore online in confezioni da **1 kg**, con **CoA e SDS forniti insieme all'ordine**. In un contesto B2B, la fitasi termostabile va considerata uno strumento formulativo basato su un meccanismo scientificamente consolidato, da applicare con attenzione alla matrice vegetale, agli obiettivi nutrizionali e al processo produttivo specifico .

Ordina Thermostable Phytase Enzyme For Animal Feed Cas 37288-11-2 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 Thermostable Phytase Enzyme For Animal Feed Cas 37288-11-2 →

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. Lei, X., Weaver, J. D., Mullaney, E., Ullah, A., & Azain, M. (2013). Phytase, a new life for an "old" enzyme. *Annual Review of Animal Biosciences*, 1, 283-309 .
2. Sureshkumar, S., Song, J., Sampath, V., & Kim, I. (2023). Exogenous Enzymes as Zootechnical Additives in Monogastric Animal Feed: A Review. *Agriculture*.
3. Henninger, C., Hoferer, M., Ochsenreither, K., & Eisele, T. (2023). Cross-linked phytase aggregates for improved phytate degradation at low pH in animal feed. *European Food Research and Technology*, 249, 2377-2386.
4. Improving Animal Nutrition. *Enzymetechnicalassociation*.
5. Tomschy, A., Brugger, R., Lehmann, M., Svendsen, A., Vogel, K., Kostrewa, D., Lassen, S., ... et al. (2002). Engineering of Phytase for Improved Activity at Low pH. *Applied and Environmental Microbiology*, 68, 1907 - 1913.
6. Weng, Y., Ranaweera, S., Zou, D., Cameron, A., Chen, X., Song, H., & Zhao, C. (2022). Alginate Particles for Enzyme Immobilization Using Spray Drying. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
7. Coutinho, T. C., Tardioli, P., & Farinas, C. (2019). Phytase Immobilization on Hydroxyapatite Nanoparticles Improves Its Properties for Use in Animal Feed. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 190, 270-292.
8. Rodríguez-Soriano, F. A., López-Coello, C., Ávila-González, E., Arce-Menocal, J., Fascina, V., & Chárraga-Aguilar, S. (2025). Sfericase protease, phytase, and xylanase combination improves body weight, feed conversion rate, ileal digestibility, and gut morphology in broilers. *Frontiers in Animal Science*.
9. Amiranashvili, E., Yadrishchenskaya, O., Selina, T., Basova, E., & Shpynova, S. (2024). Influence of complex enzyme drug and phytase on growth, digestibility and use of nutrients of wheat and soya compound feed and mineralization of the

drumstick in broiler chickens. *Kormlenie sel'skhozajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo (Feeding of agricultural animals and feed production)*.

10. Vinyeta, E., Velayudhan, D., Aymerich, P., Remus, J., & Dersjant-Li, Y. (2025). PSII-14 Effect of a consensus bacterial 6-phytase variant (PhyG) on energy and amino acid digestibility and the impact on production performance in pigs. *Journal of Animal Science*.
11. Pahlevie, R. J., Amin, M., & Mukti, R. (2023). The Effect of Additional Phytase Enzymes with Different Dosages on Feed to Growth, Feed Efficiency, and Survival of Snakehead Fish (Channa striata). *Journal of aquaculture and fish health*.
12. Bandari, N. M., Abootaleb, M., Nikokar, I., & Karimli, M. (2024). Biologically engineered probiotic supplement production containing phytase enzyme for livestock, poultry, and aquaculture consumption. *Journal of Basic and Applied Zoology*, 85.
13. Oliveira Simas, A. L., Alencar Guimarães, N. C., Glienke, N. N., Galeano, R. M. S., Sá Teles, J. S., Kiefer, C., Souza Nascimento, K. M. R., ... et al. (2024). Production of Phytase, Protease and Xylanase by Aspergillus niveus with Rice Husk as a Carbon Source and Application of the Enzymes in Animal Feed. *Waste and Biomass Valorization*, 15, 3939 - 3951.
14. Mahendran, S., Sankaralingam, S., Maheswari, P., Raja, R., Kathiresan, D., Karthikeyan, S., Subramanian, ., ... et al. (2022). Production, characterization, and feed supplement applications of phytase enzyme from Aspergillus tubingensis isolated from Western Ghats soil. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 14, 8447 - 8457.
15. Lawal, O. T., Onuegbu, C., Afe, A. E., Olopoda, I. A., Igbe, F. O., Ojo, F. M., & Sanni, D. M. (2024). Biochemical characterization of purified phytase produced from Aspergillus awamori AFE1 associated with the gastrointestinal tract of longhorn beetle (Cerambycidae latreille). *Mycologia*, 116, 477 - 486.

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.