

Fitasi per mangimi avicoli, suini, ruminanti e acquacoltura: enzima per fosforo fitico, efficienza minerale e formulazione dei feed

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

La fitasi è un enzima per mangimi che idrolizza il fitato, la forma vegetale di riserva del fosforo, rendendo più disponibile il fosforo nelle diete a base di cereali, semi oleosi e leguminose. Nei mangimi per pollame e suini è particolarmente rilevante perché questi animali hanno una capacità limitata di degradare il fitato senza supporto enzimatico; nei ruminanti e nei pesci l'interesse dipende maggiormente dalla dieta, dalla fisiologia digestiva e dall'obiettivo nutrizionale ^[1].

Enzymes.bio fornisce online **Phytase Enzyme For Poultry Feed – Livestock Ruminant Animals Feed Enzymes** in unità da **1 kg**; Enzymes.bio è un fornitore, non un produttore né un laboratorio. Il certificato di analisi e la scheda di dati di sicurezza sono forniti insieme all'ordine, a supporto dell'uso professionale documentato .

Che cos'è la fitasi nei mangimi animali

La fitasi è una fosfatasi specializzata nella degradazione dell'acido fitico e dei suoi sali, indicati come fitati. Dal punto di vista chimico, l'acido fitico è **mio-inositolo esafosfato**, spesso abbreviato come IP6: una struttura a sei gruppi fosfato che lega fosforo e può interagire con minerali e proteine presenti nella dieta ^[2].

Nelle materie prime vegetali usate nei mangimi — mais, frumento, orzo, crusche, farina di soia, altri panelli proteici e leguminose — il fitato rappresenta una quota importante del fosforo totale. Il problema nutrizionale non è la mancanza assoluta di fosforo nella materia prima, ma il fatto che una parte consistente sia intrappolata in una forma poco accessibile, soprattutto per animali monogastrici come polli, tacchini e suini ^[3].

Le fitasi usate nei mangimi sono per lo più di origine microbica o ricombinante. La letteratura riporta fitasi da funghi, lieviti e batteri, incluse fitasi associate ad **Aspergillus**, **Bacillus**, **Escherichia coli** e altri sistemi microbici studiati per applicazioni feed e food ^[4]. Questa diversità è importante perché origine

enzimatica, struttura, stabilità e comportamento nel tratto digerente possono influenzare il risultato nutrizionale.

Perché il fitato è un problema nelle diete vegetali

Il fitato funziona come deposito vegetale di fosforo, ma negli animali monogastrici l'idrolisi spontanea lungo il tratto digerente è insufficiente per liberare pienamente i gruppi fosfato. Di conseguenza, una parte del fosforo presente nella razione può attraversare l'intestino senza essere utilizzata in modo efficiente, aumentando la necessità di correggere la dieta con fonti minerali e contribuendo all'escrezione di fosforo non trattenuto [1].

Il fitato non limita solo il fosforo. La sua struttura carica negativamente può formare complessi con cationi minerali, in particolare calcio, zinco, ferro e altri oligoelementi; inoltre può interagire con proteine ed enzimi digestivi, modificando la disponibilità dei nutrienti. Per questo la fitasi viene descritta non solo come enzima "liberatore di fosforo", ma anche come strumento per ridurre l'effetto antinutrizionale del fitato nelle formulazioni a base vegetale [5].

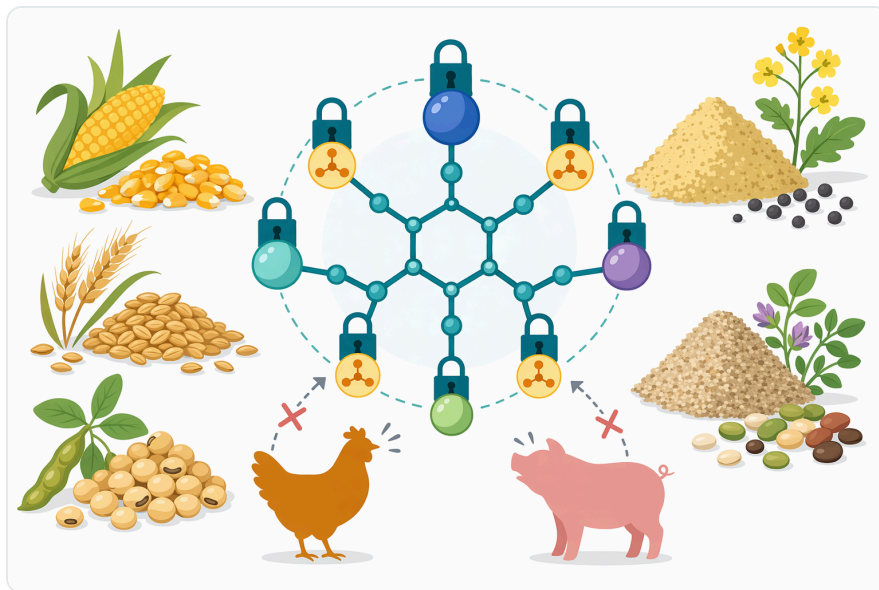


Figure 1. 식물성 사료 원료에는 피테이트 형태의 인이 들어 있을 수 있으며, 가금류와 기타 단위동물은 효소적 가수분해 없이는 이를 효율적으로 이용하기 어렵습니다.

Nel mangime moderno il problema è accentuato dall'uso efficiente di ingredienti vegetali ad alta densità nutrizionale. La farina di soia, per esempio, è una fonte proteica centrale in molte diete avicole e suinicole, ma contiene fitato associato alla frazione minerale della materia prima; le revisioni sulla nutrizione della soia indicano la fitasi come uno degli interventi enzimatici utili per valorizzare meglio questo ingrediente [3].

Meccanismo d'azione: cosa fa la fitasi al fitato

La fitasi catalizza la rimozione progressiva dei gruppi fosfato dall'IP6. In termini biochimici, l'enzima trasforma il fitato in inositol-fosfati con un numero inferiore di gruppi fosfato, fino alla liberazione di fosfato inorganico disponibile per l'assorbimento. L'effetto dipende dalla presenza del substrato, dal tempo di contatto, dal pH del tratto digerente, dalla solubilità del fitato e dalla matrice alimentare [5].

Le fitasi vengono spesso classificate in base al punto iniziale di attacco sulla molecola, con denominazioni come **3-fitasi** e **6-fitasi**. Questa distinzione non è solo tassonomica: indica percorsi diversi di defosforilazione dell'IP6 e riflette differenze tra famiglie enzimatiche, origini microbiche e proprietà catalitiche osservate nei prodotti studiati per mangimi [2].

Un aspetto meccanicistico importante è che la fitasi non “aggiunge” nutrienti alla dieta: rende più accessibile il fosforo già presente negli ingredienti vegetali. Questo significa che il valore dell'enzima è strettamente collegato al contenuto di fitato della razione; una dieta ricca di ingredienti vegetali fitinici offre un substrato più rilevante rispetto a una dieta povera di fitato [6].

La degradazione del fitato può anche ridurre la formazione di complessi insolubili tra fitato e minerali. Quando il numero di gruppi fosfato sulla molecola diminuisce, si riduce la capacità del fitato di legare cationi, con potenziali effetti positivi sulla disponibilità di calcio, zinco, ferro e altri minerali coinvolti in crescita, metabolismo osseo, risposta immunitaria e attività enzimatica endogena [4].

Applicazioni principali nei mangimi per pollame

Nei broiler, la fitasi è uno degli enzimi più consolidati nelle diete a base vegetale. Il suo ruolo principale è migliorare l'utilizzazione del fosforo fitico, sostenendo la mineralizzazione ossea e la crescita quando la formulazione tiene conto della quota di fosforo resa disponibile dall'enzima. Le revisioni sugli enzimi esogeni nella nutrizione monogastrica indicano la fitasi come esempio centrale di additivo con valore nutrizionale e ambientale [1].

Nelle galline ovaiole, il bilanciamento tra calcio e fosforo è essenziale per metabolismo osseo e qualità del guscio. La fitasi può contribuire alla disponibilità del fosforo vegetale, ma la risposta deve essere interpretata insieme al profilo minerale completo della dieta, alla fase di deposizione e alla gestione del calcio alimentare. La letteratura recente sulle diete avicole considera la fitasi parte di strategie enzimatiche più ampie, talvolta combinate con carboidrasi [6].

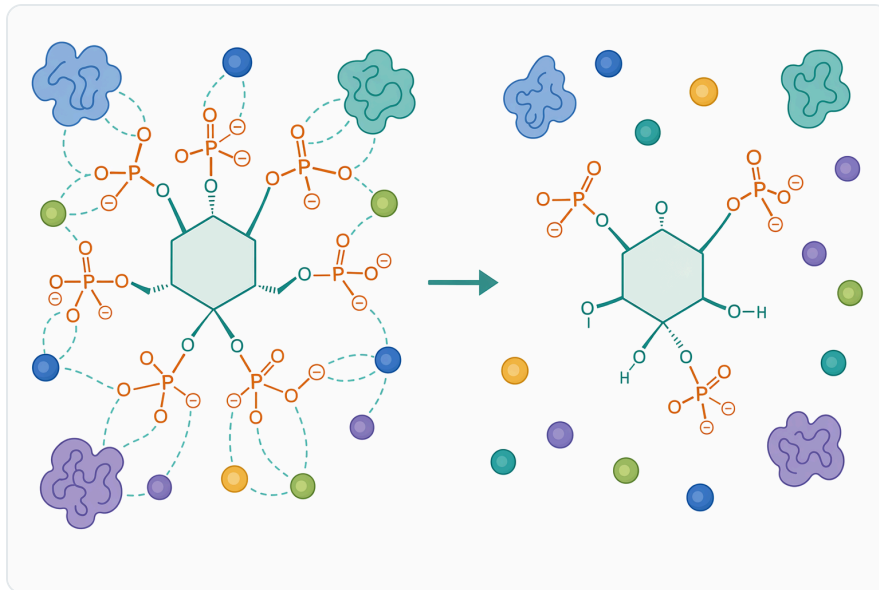


Figure 2. 온전한 피테이트는 미네랄과 단백질에 결합할 수 있지만, 탈인산화가 진행되면 전하 밀도와 미네랄 결합력이 감소합니다.

Tacchini, anatre e altre specie avicole condividono con il pollo la limitata capacità di usare autonomamente il fosforo fitico. Tuttavia, fabbisogni minerali, velocità di crescita, consumo di mangime e caratteristiche digestive non sono identici tra specie; per questo l'uso della fitasi richiede una formulazione specifica e non una semplice trasposizione da un programma broiler ^[7].

Nei mangimi avicoli contenenti ingredienti fibrosi o sottoprodotti vegetali, la fitasi viene spesso discussa insieme a xilanasi, β -glucanasi o altri enzimi digestivi. La logica non è che gli enzimi siano intercambiabili, ma che agiscano su substrati diversi: la fitasi sul fitato, le carboidrasi sui polisaccaridi non amidacei e le proteasi su frazioni proteiche specifiche ^[6].

Applicazioni nei suini

Nei suini, la fitasi risponde a un problema analogo a quello del pollame: una dieta ricca di cereali e soia contiene fosforo fitico poco utilizzabile senza idrolisi enzimatica sufficiente. L'integrazione di fitasi consente al formulatore di valorizzare meglio il fosforo vegetale e di impostare strategie di riduzione del fosforo minerale aggiunto, quando la dieta viene ribilanciata in modo coerente ^[1].

L'effetto è particolarmente rilevante nelle fasi in cui l'accrescimento osseo e la deposizione di tessuto magro richiedono un apporto minerale ben controllato. Tuttavia, la risposta alla fitasi non va interpretata come automatica: dipende dal rapporto calcio-fosforo, dalla solubilità del fitato, dalla granulometria, dalla composizione dell'alimento e dalle condizioni di lavorazione del mangime ^[5].

La revisione del 2024 su carboidrasi e fitasi in nutrizione avicola e suinicola sottolinea che l'uso degli enzimi va oltre una semplice "matrice" di nutrienti ed energia. In pratica, la fitasi può influenzare la disponibilità minerale e la degradazione del fitato, ma il risultato produttivo dipende dall'interazione con digestione, microbiota, ingredienti e obiettivi della formulazione [6].

Ruminanti: perché il razionale è diverso

Nei ruminanti, il rumine ospita una comunità microbica in grado di contribuire alla degradazione del fitato. Questo rende l'applicazione della fitasi esogena meno lineare rispetto a pollame e suini: l'animale possiede già, attraverso il microbiota ruminale, una capacità di trasformazione che i monogastrici non hanno nella stessa misura [2].

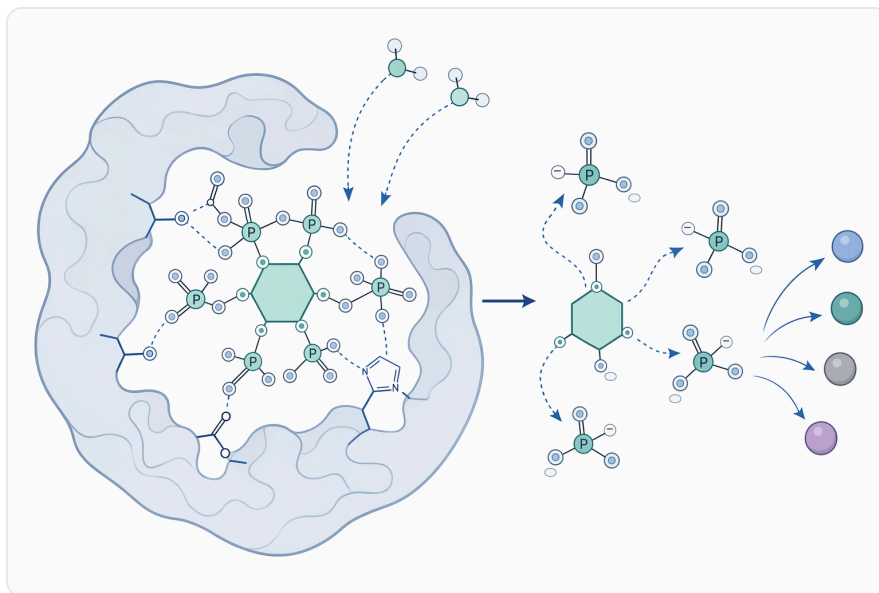


Figure 3. 피타아제는 피테이트의 인산 에스터 결합을 가수분해하여 무기 인산과 저분자 이노시톨 인산을 단계적으로 방출합니다.

Ciò non significa che la fitasi sia irrilevante per tutti i ruminanti. In razioni ad alto contenuto di concentrati, in programmi mirati all'efficienza del fosforo o in condizioni in cui la quota di fitato alimentare e il transito digestivo limitano l'idrolisi completa, la fitasi può essere considerata come parte di una strategia tecnica. Tuttavia, l'evidenza applicativa è più dipendente dal contesto rispetto alle diete per broiler e suini [8].

Per i mangimi destinati a bovini da latte, bovini da carne, ovini o caprini, il punto chiave è evitare promesse generiche. La formulazione deve distinguere tra fosforo totale, fosforo realmente disponibile, contributo microbico ruminale e obiettivo ambientale legato all'escrezione minerale. La fitasi può essere uno strumento, ma non sostituisce la valutazione della razione complessiva [9].

Acquacoltura e specie ittiche

L'interesse per la fitasi si estende anche all'acquacoltura, dove l'uso crescente di ingredienti vegetali nei mangimi per pesci introduce fitato nella dieta. Nei pesci, la capacità di utilizzare il fosforo fitico varia tra specie, stadio di crescita, temperatura dell'acqua, formulazione e struttura del mangime. Le revisioni su fitasi e potenziale microbico nei feed per pesci indicano che la fitasi può migliorare l'utilizzazione minerale quando il substrato fitico è rilevante ^[10].

Uno studio recente sulla tilapia del Nilo ha valutato la supplementazione con fitasi osservando parametri come performance di crescita, morfologia intestinale e metabolismo. Anche se i risultati non devono essere generalizzati a tutte le specie ittiche, il lavoro conferma che l'applicazione della fitasi non è limitata al pollame: può essere parte di formulazioni vegetali per acquacoltura quando la fisiologia della specie e la dieta lo giustificano ^[11].

Tabella comparativa: ruolo della fitasi per specie e obiettivo nutrizionale

Area applicativa	Problema principale legato al fitato	Ruolo della fitasi	Note di formulazione
Broiler e pollame da carne	Fosforo fitico poco disponibile in cereali e soia	Libera fosforo e riduce l'effetto antinutrizionale del fitato	Evidenza molto consolidata nei monogastrici; utile in programmi di efficienza minerale ^[1]
Galline ovaiole	Necessità di bilanciare calcio e fosforo per ossa e guscio	Supporta la disponibilità del fosforo vegetale	Va integrata con una gestione accurata del calcio e della fase produttiva ^[7]
Suini	Bassa degradazione endogena del fitato	Migliora l'utilizzo del fosforo e può ridurre l'escrezione minerale	Risposta influenzata da rapporto calcio-fosforo e composizione della dieta ^[6]
Ruminanti	Fitato presente nei concentrati, ma degradazione microbica ruminale già attiva	Applicazione più contestuale	Valutare razione, transito e obiettivi di efficienza del fosforo ^[8]
Acquacoltura	Aumento di ingredienti vegetali nei mangimi per pesci	Può migliorare disponibilità di fosforo e minerali	Effetto variabile tra specie e condizioni di allevamento ^[10]

Benefici nutrizionali attesi

Il beneficio più diretto della fitasi è il miglioramento dell'utilizzo del fosforo fitico. In una formulazione corretta, questo consente di considerare meglio il contributo del fosforo vegetale e di ridurre lo spreco di un minerale economicamente e ambientalmente rilevante. Il valore tecnico dell'enzima nasce proprio dal collegamento tra digestione, costo della formula ed escrezione ^[1].

Un secondo beneficio riguarda la disponibilità minerale. Riducendo l'integrità dell'IP6, la fitasi può diminuire la capacità del fitato di complessare minerali. Questo aspetto è particolarmente importante per calcio e fosforo, ma può interessare anche oligoelementi come zinco e ferro, che partecipano a funzioni enzimatiche, immunitarie e metaboliche ^[4].

Un terzo beneficio riguarda l'efficienza complessiva della dieta. Quando il fitato viene degradato, possono cambiare le interazioni tra minerali, proteine e digesta; per questo la fitasi viene spesso considerata non solo un enzima "minerale", ma un additivo che può influenzare più dimensioni della nutrizione animale, specialmente nelle formulazioni ricche di ingredienti vegetali ^[5].

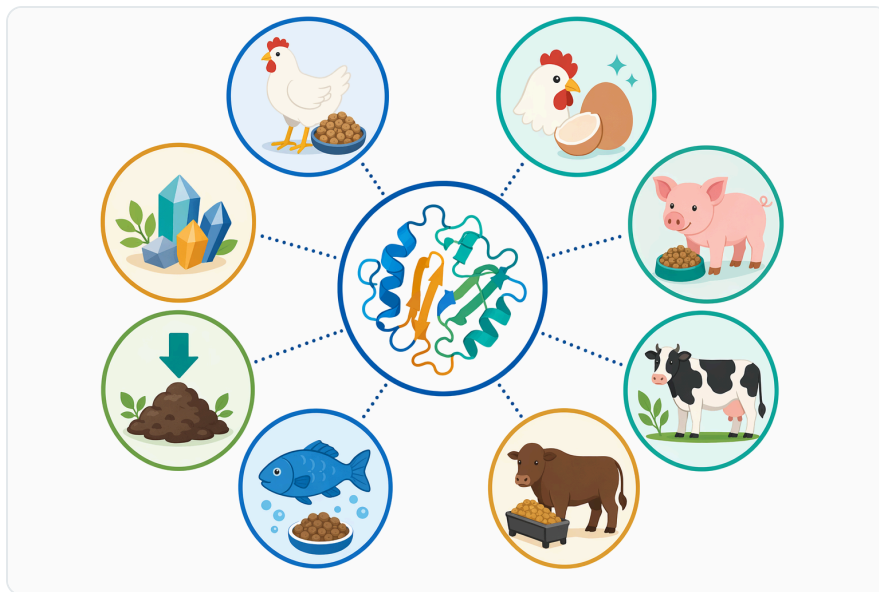


Figure 4. 곡류와 유지종자박 위주의 사료에는 피테이트가 포함되어 있고 조류는 내인성 피타아제 활성이 제한적이기 때문에, 가금류는 피타아제 활용이 가장 잘 확립된 사례입니다.

Infine, la fitasi è collegata alla riduzione dell'impatto ambientale delle deiezioni. Se il fosforo vegetale viene utilizzato meglio, una quota minore può essere eliminata con feci e reflui. Studi e revisioni sul ruolo della fitasi nei mangimi indicano questo effetto come uno dei motivi principali del suo ampio impiego nei sistemi intensivi avicoli e suinicoli ^[12].

Stabilità tecnologica e lavorazione del mangime

Perché la fitasi funzioni, l'enzima deve rimanere attivo fino al momento in cui incontra il fitato nel tratto digestivo. Processi come miscelazione, condizionamento, pellettatura o estrusione possono esporre l'enzima a calore, umidità e pressione; la sensibilità a queste condizioni varia in base alla fonte enzimatica e alla forma commerciale ^[13].

La letteratura recente ha esaminato l'effetto della temperatura di riscaldamento e del tipo di fitasi su attività enzimatica, calcio e fosforo nei mangimi completi per pollame. Il messaggio operativo è che la lavorazione del feed non è neutra: la compatibilità tra enzima, processo e forma finale del mangime influisce sulla quantità di attività residua disponibile all'animale ^[13].

Anche la stabilità a pH acido è rilevante, perché l'idrolisi del fitato può iniziare nelle porzioni anteriori del tratto gastrointestinale. Studi su aggregati di fitasi reticolati hanno indagato strategie per migliorare la degradazione del fitato a basso pH, confermando che resistenza e funzionalità in ambiente acido sono temi centrali nello sviluppo di fitasi per mangimi ^[14].

Questi aspetti non devono essere confusi con un protocollo di prova: per l'utilizzatore professionale significano semplicemente che l'integrazione della fitasi deve essere coerente con il processo produttivo del mangime. Un enzima adatto a una determinata linea di lavorazione può non comportarsi allo stesso modo in un processo più severo o in una diversa matrice alimentare ^[13].

Fitasi, carboidrasi e proteasi: sinergie e differenze

La fitasi viene spesso usata insieme ad altri enzimi per mangimi, ma ogni classe ha un bersaglio specifico. Le carboidrasi degradano componenti della parete cellulare e polisaccaridi non amidacei; le proteasi agiscono su frazioni proteiche; la fitasi agisce sul fitato. La formulazione enzimatica efficace nasce quindi dalla corrispondenza tra enzima e substrato presente nella dieta ^[6].

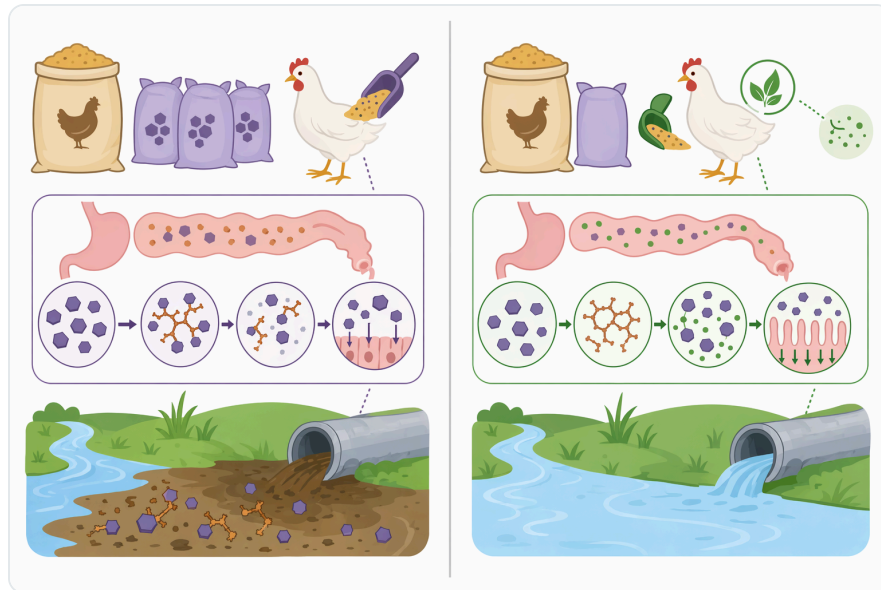


Figure 5. 반추동물에서는 반추위 미생물이 하부 장관에서 소화되기 전에 식물성 피테이트를 이미 변형할 수 있으므로, 피타아제 사용은 반추동물보다 단위 동물에서 더 직접적입니다.

Nelle diete a base di frumento, orzo o sottoprodotti fibrosi, le carboidrasi possono ridurre viscosità o liberare nutrienti intrappolati nella matrice vegetale. La fitasi, invece, lavora sulla frazione fitinica, con effetti minerali e antinutrizionali distinti. La combinazione può essere razionale, ma non va descritta come una somma automatica di benefici indipendenti dalla dieta ^[7].

Le revisioni più recenti invitano a guardare oltre la sola sostituzione di nutrienti nella matrice di formulazione. In altre parole, la fitasi non è solo un numero da sottrarre al fosforo minerale: modifica la chimica del digesta e l'interazione tra nutrienti. Questo è il motivo per cui due diete con lo stesso fosforo totale possono rispondere diversamente alla stessa strategia enzimatica ^[6].

Origini microbiche e fitasi ricombinanti

Le fitasi microbiche hanno avuto ampia diffusione perché possono essere prodotte tramite fermentazione e selezionate per caratteristiche utili al mangime. Le review sulle applicazioni biotecnologiche descrivono fitasi provenienti da microrganismi diversi, con differenze in optimum di pH, stabilità, specificità e comportamento in matrici alimentari ^[4].

Le fitasi ricombinanti rappresentano un'area importante di sviluppo industriale. Studi e revisioni recenti discutono strategie di produzione in sistemi come lieviti e batteri, con l'obiettivo di ottenere enzimi più adatti alle condizioni del tratto digestivo e alla lavorazione dei mangimi ^[15].

Tra gli esempi studiati, la fitasi da **Aspergillus niger** è stata valutata anche con approcci bioinformatici per applicazioni in mangimi per livestock, mentre fitasi da **Bacillus subtilis** sono state investigate per la loro capacità di migliorare la disponibilità nutrizionale in food e feed. Questi lavori confermano che la fitasi non è una singola entità uniforme, ma una famiglia di enzimi con proprietà diverse [16][17].

La letteratura recente include anche approcci con supplementi probiotici biologicamente ingegnerizzati contenenti fitasi, destinati a livestock, pollame e acquacoltura. Questo filone non sostituisce l'uso diretto di fitasi nei mangimi, ma mostra l'interesse verso strategie integrate per aumentare la degradazione del fitato lungo il sistema digestivo [18].

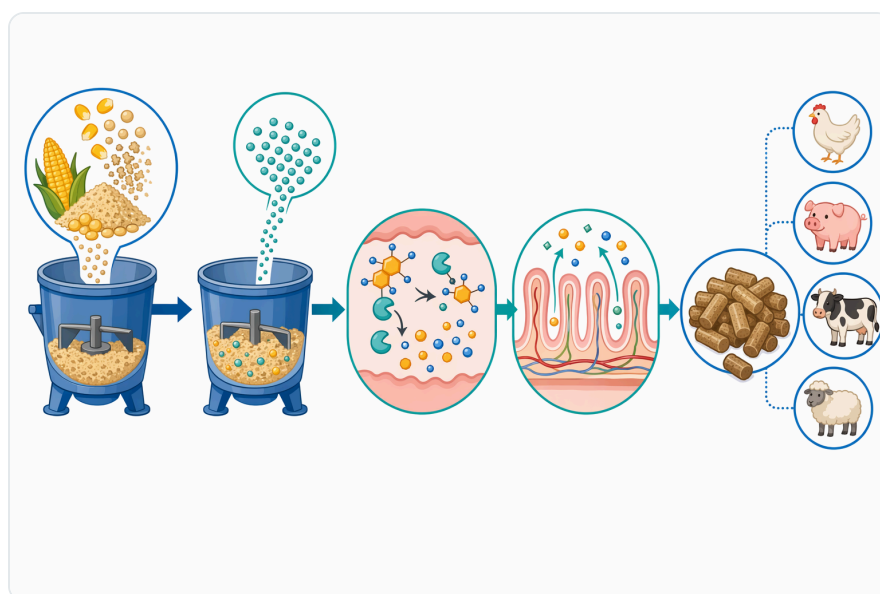


Figure 6. 사료용 피타아제가 피테이트와 접촉해 인산을 방출하려면 혼합, 취급, 가공, 섭취 및 장내 조건을 거치는 동안 활성을 유지해야 합니다.

Effetti ambientali: perché il fosforo escreto conta

Il fosforo è essenziale per la crescita animale, ma quando è fornito in eccesso o rimane non digerito può aumentare il carico minerale delle deiezioni. Nei sistemi intensivi, l'accumulo di fosforo nei reflui e nel suolo è un tema di sostenibilità, perché può contribuire a squilibri ambientali se la gestione agronomica non è adeguata [9].

La fitasi aiuta a intervenire alla fonte: migliorare l'utilizzazione del fosforo alimentare prima che venga escreto. Questo approccio è diverso dal trattamento a valle delle deiezioni; mira a ridurre la quota non utilizzata già nella fase di formulazione e digestione. Le applicazioni della fitasi nei mangimi sono infatti spesso discusse insieme agli obiettivi di riduzione del fosforo ambientale [12].

Studi su interazioni suolo-pianta in risposta a letame avicolo e fitasi, rispetto a fertilizzanti fosfatici inorganici, indicano che il destino del fosforo non si esaurisce nell'animale. La gestione del fosforo coinvolge mangime, digestione, escrezione, suolo e colture; per questo l'enzima ha rilevanza sia nutrizionale sia ambientale ^[9].

Limiti tecnici e uso responsabile

La fitasi non è una soluzione universale né un correttivo indipendente dalla formulazione. Se una dieta contiene poco fitato, se il rapporto calcio-fosforo è sbilanciato o se il processo produttivo inattiva una parte significativa dell'enzima, la risposta può essere inferiore alle aspettative. Il risultato è sempre un'interazione tra enzima, substrato, specie animale e tecnologia del mangime ^[5].

Anche l'uso nei ruminanti deve essere presentato con cautela. La presenza di microbi ruminali capaci di degradare fitato rende l'effetto della fitasi esogena meno prevedibile rispetto ai monogastrici. L'impiego può avere senso in contesti specifici, ma non dovrebbe essere comunicato come equivalente all'uso in broiler o suini ^[2].

La fitasi, come gli altri enzimi per mangimi, deve essere manipolata professionalmente. Gli enzimi in polvere possono richiedere attenzione per evitare inalazione e contatto non necessario; la scheda di dati di sicurezza fornita con l'ordine è il documento operativo da seguire per gestione, stoccaggio e protezione degli operatori .

Posizionamento del prodotto fornito da Enzymes.bio

Phytase Enzyme For Poultry Feed – Livestock Ruminant Animals Feed Enzymes è proposto da Enzymes.bio come enzima per mangimi destinato ad applicazioni in feed avicolo, livestock, ruminanti e altri sistemi in cui la degradazione del fitato sia rilevante. Il prodotto è acquistabile direttamente online in unità da **1 kg**, con documentazione CoA e SDS fornita insieme all'ordine .

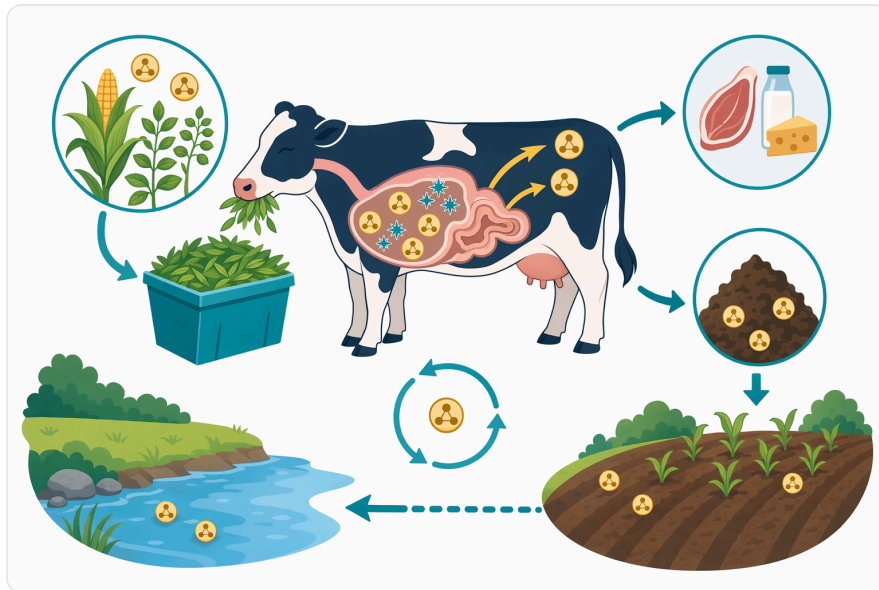


Figure 7. 방출되는 식물성 인을 고려해 사료를 배합하면, 피타아제는 분변으로 배출되는 미소화 인의 양을 줄일 수 있습니다.

È importante descrivere correttamente il ruolo commerciale: Enzymes.bio è un **fornitore online**, non un produttore di enzimi e non un laboratorio di analisi. Per questo, la pagina prodotto va letta come punto di accesso all'acquisto professionale del prodotto, mentre l'integrazione nella formula del mangime rimane responsabilità tecnica del nutrizionista o del formulatore .

Il valore del prodotto, dal punto di vista applicativo, è legato alla funzione enzimatica della fitasi: idrolisi del fitato, liberazione di fosforo, riduzione dell'effetto antinutrizionale dell'IP6 e supporto a formulazioni minerali più efficienti. Questi effetti sono ben documentati come razionale generale della fitasi nei mangimi, soprattutto per specie monogastriche ^[1].

Conclusion

La fitasi è uno degli enzimi più importanti nella nutrizione animale perché affronta un limite strutturale delle diete vegetali: il fosforo presente come fitato è poco disponibile, soprattutto per pollame e suini. Idrolizzando l'IP6, la fitasi rende più accessibile il fosforo, riduce l'effetto chelante del fitato e può contribuire a una migliore efficienza minerale della dieta ^[5].

Le applicazioni più consolidate riguardano broiler, galline ovaiole, tacchini e suini; l'uso nei ruminanti e nei pesci richiede invece una valutazione più contestuale, legata a fisiologia digestiva, ingredienti e obiettivi ambientali. La letteratura recente conferma che la fitasi va considerata non come additivo isolato, ma come parte di una strategia di formulazione che integra minerali, ingredienti vegetali, processo produttivo e specie animale ^[6].

Per gli utilizzatori professionali, il messaggio corretto è equilibrato: la fitasi non crea fosforo e non sostituisce la formulazione, ma può valorizzare il fosforo già presente nelle materie prime vegetali e ridurre le perdite nutrizionali. Enzymes.bio fornisce il prodotto online in unità da 1 kg, con CoA e SDS inclusi con l'ordine, mantenendo il ruolo di fornitore e non di produttore o laboratorio .

Ordina Phytase Enzyme For Poultry Feed - Livestock Ruminant Animals Feed Enzymes 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 Phytase Enzyme For Poultry Feed - Livestock Ruminant Animals Feed Enzymes →](#)

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. Bedford, M. (2000). Exogenous enzymes in monogastric nutrition - their current value and future benefits. *Animal Feed Science and Technology*, 86, 1-13.
2. Shanmugam, G. (2018). Characteristics of Phytase Enzyme and its Role in Animal Nutrition. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7, 1006-1013.
3. Lei, X., & Porres, J. (2011). Phytase: An Enzyme to Improve Soybean Nutrition.
4. Handa, V., Sharma, D., Kaur, A., & Arya, S. (2020). Biotechnological applications of microbial phytase and phytic acid in food and feed industries. *Biocatalysis and agricultural biotechnology*, 25, 101600.
5. Kryukov, V., Glebova, I., & Zinoviev, S. V. (2021). Reevaluation of Phytase Action Mechanism in Animal Nutrition. *Biochemistry (Moscow)*, 86, S152 - S165.
6. Júnior, D. T. V., Genova, J., Kim, S. W., Saraiva, A., & Rocha, G. (2024). Carbohydrases and Phytase in Poultry and Pig Nutrition: A Review beyond the Nutrients and Energy Matrix. *Animals*, 14.
7. Sijid, S. A., Hafsan, H., & Khudaer, F. (2024). Harnessing Enzymes for Optimal Poultry Feed Formulations (Mini Review). *Sainsmat*.
8. Kananykhina, O., & Turpurova, T. (2025). PHYTASE AS A FACTOR IN PHOSPHORUS ABSORPTION. *Grain Products and Mixed Fodder's*.
9. Poblete-Grant, P., Parra-Almuna, L., Pontigo, S., Rumpel, C., Mora, M. L., & Cartes, P. (2025). Mechanisms Involved in Soil-Plant Interactions in Response to Poultry Manure and Phytase Enzyme Compared to Inorganic Phosphorus Fertilizers. *Agronomy*.

10. Haetami, K., Amanda, T. R., & Abun, A. (2025). The Phytase and Microbial Potential in Fish Feed: A Review. *JURNAL BIOLOGI TROPIS*.
11. Negm, A., Abo-Raya, M. H., Gabr, A. M., Baloza, S. H., El-Nokrashy, A., Prince, A., Arana, D., ... et al. (2024). Effects of phytase enzyme supplementation on growth performance, intestinal morphology and metabolism in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Journal of animal physiology and animal nutrition*.
12. Shah, K. (2025). Optimization, Partial Purification and Application of Phytase Enzyme in decreasing Phosphorus Level in Environment using Phytase as Poultry Feed. *Ecology, environment & conservation*.
13. Sobur, S., Tafsin, M., & Julianti, E. (2024). Differences in Heating Temperature and Type of Phytase Enzyme on Enzyme Activity, Calcium and Phosphorus Levels in Complete Poultry Feed. *Jurnal Agripet*.
14. 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.
15. Hossain, S. A. (2025). RECOMBINANT PHYTASE: ADVANCES IN PRODUCTION STRATEGIES AND INDUSTRIAL APPLICATIONS – A REVIEW. *Borneo Science | The Journal of Science and Technology*.
16. Maulana, H., Widyastuti, Y., Herlina, N., Hasbuna, A., Al-Islahi, A. S. H., Triratna, L., & Mayasari, N. (2023). Bioinformatics study of phytase from *Aspergillus niger* for use as feed additive in livestock feed. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 21.
17. M, M., & Shah, H. (2025). Phytase from *Bacillus subtilis* BGS3: Purification, Characterization, and Evaluation of its Potential to Enhance Nutritional Availability in Food and Feed. *Biosciences Biotechnology Research Asia*.
18. 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.

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.