

# Phytase per mangimi, food processing e ingredienti vegetali: applicazioni su fitato, fosforo e biodisponibilità minerale

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

La **phytase**, o **fitasi**, è un enzima che idrolizza l'acido fitico presente in cereali, legumi, semi oleosi e sottoprodotti vegetali, liberando fosfato e formando inositol-fosfati meno fosforilati. In applicazioni feed e food processing, viene usata per ridurre l'effetto antinutrizionale del fitato, migliorare l'utilizzo del fosforo e supportare la biodisponibilità di minerali in matrici vegetali ricche di fitato <sup>[1]</sup>.

Enzymes.bio fornisce phytase per applicazioni industriali e di trasformazione food/feed, con vendita online in unità da **1 kg**. Enzymes.bio opera come fornitore B2B: non è un produttore né un laboratorio; CoA e SDS sono forniti insieme all'ordine .

## Che cos'è la phytase e perché è rilevante nelle filiere vegetali

La **phytase** è una fosfatasi specializzata nella degradazione del **fitato**, cioè il sale dell'acido fitico o **mio-inositolo esafosfato**. La molecola di partenza contiene un anello di mio-inositolo esterificato con **6 gruppi fosfato**; questi gruppi possono essere rimossi in modo sequenziale, generando intermedi meno fosforilati e liberando fosfato inorganico. Questa reazione è alla base dell'interesse industriale per la fitasi in mangimistica e trasformazione alimentare <sup>[1]</sup>.

Il fitato è concentrato soprattutto nei tessuti di riserva delle piante: cereali, legumi, semi oleosi, crusche, farine integrali e sottoprodotti come la crusca di riso. In queste matrici, il fosforo è in larga parte "stoccato" in forma fitica; per gli animali monogastrici e per molte applicazioni alimentari, tale forma non è automaticamente disponibile. Per questo, la phytase è impiegata come biocatalizzatore per convertire una frazione del fosforo legato in fosfato più accessibile <sup>[2]</sup>.

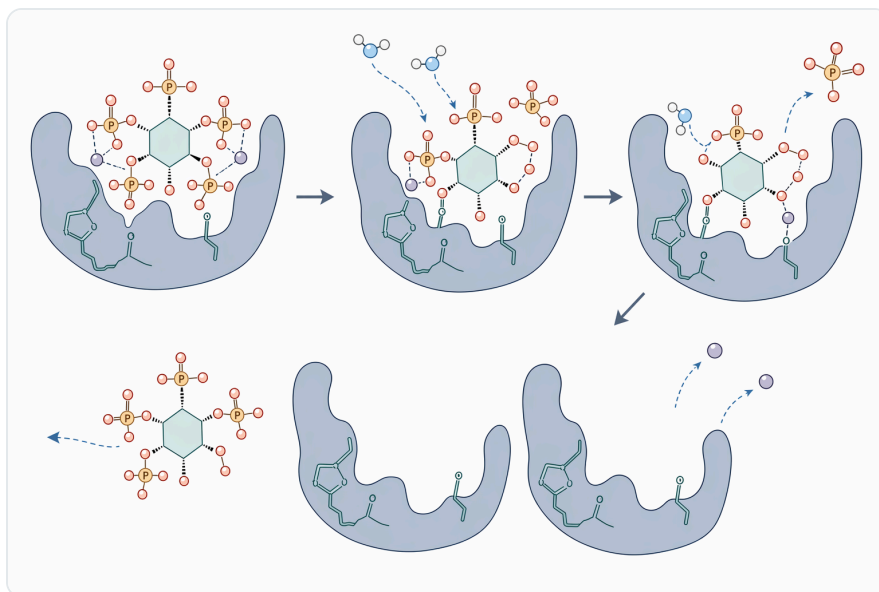
Il punto tecnico non è solo il fosforo. Il fitato può complessare cationi minerali e interagire con proteine o altri componenti della matrice, riducendo la disponibilità nutrizionale di calcio, zinco, ferro, magnesio e altri micronutrienti. Le ricerche sulle **phytase-producing lactic acid bacteria** descrivono infatti la degradazione del fitato come una strategia per aumentare la biodisponibilità dei micronutrienti in alimenti ricchi di fitato <sup>[3]</sup>.

Nelle ricerche online compare spesso l'espressione **“foods high in phytase”**, ma nel contesto industriale è più corretto distinguere tra alimenti o ingredienti **ricchi di fitato** e fonti biologiche capaci di produrre fitasi. Molte applicazioni non cercano un alimento naturalmente “alto in phytase”, bensì un trattamento enzimatico controllato su matrici come soia, cereali, legumi o crusca di riso, dove il fitato è il vero substrato tecnologico [4].

## Meccanismo d'azione: dalla molecola IP6 agli inositol-fosfati inferiori

La reazione catalizzata dalla phytase consiste nell'idrolisi dei legami fosfoestere del fitato. Il substrato iniziale può essere indicato come **IP6**, perché contiene sei gruppi fosfato; l'azione enzimatica porta a forme come IP5, IP4, IP3 e composti ulteriormente defosforilati, a seconda del tipo di fitasi, del tempo di contatto e delle condizioni della matrice. La liberazione progressiva di fosfato è il meccanismo che rende l'enzima utile per migliorare l'utilizzazione del fosforo vegetale [1].

La defosforilazione riduce anche la capacità del fitato di trattenere minerali. Quando il numero di gruppi fosfato diminuisce, diminuisce in genere anche il potenziale di formazione di complessi insolubili o scarsamente disponibili con cationi minerali. Questa è la ragione per cui la phytase non viene considerata soltanto un enzima “per il fosforo”, ma anche uno strumento per attenuare un fattore antinutrizionale tipico delle formulazioni vegetali [3].



**Figure 1.** 피테이스는 피틴산을 단계적으로 가수분해하여 IP6를 더 낮은 이노시톨 인산으로 전환하면서 유리 인산을 방출한다.

Le fitasi non sono tutte uguali. In letteratura compaiono, ad esempio, **3-phytase** e **6-phytase**, denominate in base alla posizione della molecola di fitato da cui inizia l'idrolisi. Una valutazione di sicurezza ha riguardato una **3-phytase** prodotta da un ceppo geneticamente modificato di *Aspergillus*

*niger*, mentre studi più recenti discutono varianti batteriche di **6-phytase** applicate alla nutrizione suina [5][6].

Queste differenze contano perché l'efficacia applicativa dipende dal profilo dell'enzima: comportamento in ambiente acido o più alcalino, stabilità durante la lavorazione, tolleranza a condizioni di processo e capacità di agire sul fitato nella matrice reale. La letteratura include, ad esempio, una fitasi alcalofila prodotta da *Cobetia marina* per uso come supplemento nei mangimi animali, a conferma dell'interesse per enzimi con profili biochimici diversi [7].

## Perché il fitato è un problema tecnico in feed e food processing

---

Nei mangimi per pollame e suini, il problema principale è che questi animali non degradano efficacemente il fitato con enzimi endogeni. Una quota del fosforo presente in ingredienti vegetali può quindi attraversare il tratto digerente senza essere utilizzata in modo efficiente. L'aggiunta di phytase mira a liberare fosforo già presente nella dieta, riducendo la dipendenza da fosforo inorganico supplementare e migliorando l'efficienza nutrizionale della formulazione [2].

Il secondo problema riguarda l'escrezione. Se il fosforo fitico non viene utilizzato, viene eliminato nelle deiezioni, contribuendo al carico di fosforo degli effluenti zootecnici. Le review sulla phytase in acquacoltura e nei mangimi animali collegano l'uso dell'enzima non solo alla crescita e alla nutrizione, ma anche alla mitigazione ambientale, perché una migliore utilizzazione del fosforo può ridurre la quota non assorbita [8].

Nel food processing, il fitato è rilevante per la qualità nutrizionale di farine, frazioni proteiche, idrolizzati vegetali, prodotti da forno, ingredienti a base di cereali e preparazioni da legumi. L'obiettivo non è "fertilizzare" la matrice con fosforo, ma ridurre un composto che può limitare l'assorbimento di micronutrienti e influenzare proprietà funzionali degli ingredienti vegetali [9].

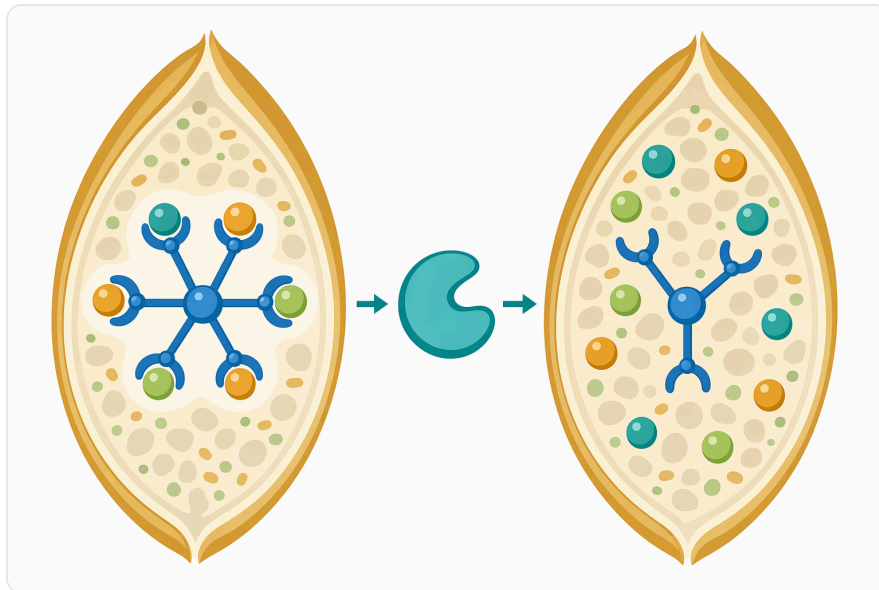
La soia è un esempio importante. Studi su isolati proteici di soia e idrolizzati proteici hanno valutato trattamenti assistiti da phytase per ridurre l'acido fitico e modificare proprietà fisico-chimiche o funzionali delle proteine. Questo è particolarmente rilevante per ingredienti vegetali ad alto contenuto proteico, dove la gestione del fitato può accompagnare obiettivi nutrizionali e tecnologici [10][9].

## Applicazioni principali della phytase

Area applicativa	Matrici tipiche	Obiettivo tecnico	Meccanismo rilevante	Evidenze disponibili
Mangimi per pollame	Mais, frumento, soia, sottoprodotti vegetali	Migliorare disponibilità del fosforo e ridurre l'impatto del fitato	Idrolisi IP6 e rilascio di fosfato	Ampio uso come additivo funzionale nei mangimi per monogastrici <sup>[11]</sup>
Mangimi per suini	Cereali, farina di soia, formulazioni vegetali	Aumentare utilizzazione di fosforo, energia e nutrienti	Degradazione del fitato nel tratto gastrointestinale	Studi su phytase e varianti batteriche in diete suine <sup>[12][6]</sup>
Acquafeed	Ingredienti vegetali in mangimi per pesci e crostacei	Migliorare nutrient utilization e ridurre carico ambientale	Liberazione di fosforo fitico e riduzione di complessi minerali	Review dedicate a crescita, nutrienti e mitigazione ambientale <sup>[8]</sup>
Ingredienti proteici vegetali	Soia, isolati proteici, idrolizzati	Ridurre acido fitico e migliorare proprietà nutrizionali/funzionali	Defosforilazione del fitato associato alla matrice proteica	Studi su soia e proteine isolate assistite da phytase <sup>[10][9]</sup>
Cereali, crusche e riso	Crusca di riso, farine, frazioni integrali	Valorizzare sottoprodotti e ingredienti ricchi di fitato	Accesso enzimatico al fitato in sistemi idratati	Studio sulla trasformazione della crusca di riso in alimento funzionale <sup>[4]</sup>
Fermentazioni alimentari	Alimenti vegetali fermentati, colture lattiche	Aumentare biodisponibilità dei micronutrienti	Produzione o attività fitasica durante la fermentazione	Lactic acid bacteria come "cell factories" per alimenti ricchi di fitato <sup>[3]</sup>

### Mangimi per pollame

Nel pollame, la phytase è tra gli enzimi funzionali più consolidati perché affronta un limite nutrizionale molto specifico: la scarsa utilizzazione del fosforo fitico. Le diete avicole includono spesso ingredienti vegetali ricchi di fitato; l'enzima rende più accessibile il fosforo e contribuisce a ridurre l'effetto antinutrizionale associato alla molecola IP6 <sup>[11]</sup>.



**Figure 2.** 온전한 피테이트는 미네랄 양이온과 결합할 수 있지만, 피테이스에 의한 탈인산화는 이러한 결합 경향을 줄인다.

Le applicazioni avicole richiedono attenzione al processo produttivo del mangime. La pellettizzazione, il condizionamento termico e la distribuzione dell'enzima nella miscela possono influire sull'efficacia finale. Uno studio su broiler ha considerato phytase, mais frantumato prima della pellettizzazione e livello proteico della dieta tramite metodologia di superficie di risposta, mostrando quanto l'effetto dell'enzima vada interpretato nel contesto della formulazione e della lavorazione <sup>[13]</sup>.

### Mangimi per suini

Nei suini, l'aggiunta di phytase è impiegata per aumentare la disponibilità del fosforo proveniente da ingredienti vegetali e per supportare la performance produttiva in fasi come nursery e accrescimento. Studi sul cosiddetto "super-dosing" hanno valutato l'impatto della fitasi sulle performance durante periodi di crescita diversi, indicando l'interesse industriale per l'enzima oltre il semplice dosaggio nutrizionale di base <sup>[12]</sup>.

La ricerca recente include anche varianti di **6-phytase** batterica progettate per migliorare digestibilità di energia e amminoacidi oltre alla gestione del fosforo. Questo non significa che ogni prodotto generi automaticamente gli stessi effetti, ma conferma che la phytase viene studiata come parte di una strategia nutrizionale più ampia nei suini, dove fitato, proteine e disponibilità energetica possono interagire <sup>[6]</sup>.

## Acquafeed

Nell'acquacoltura, l'aumento dell'uso di ingredienti vegetali nei mangimi ha reso più importante la gestione del fitato. Pesci e crostacei possono mostrare una capacità limitata di utilizzare il fosforo fitico, con conseguenze sulla crescita, sull'efficienza alimentare e sull'escrezione di nutrienti. Le review sulla phytase in aquafeed collegano l'enzima a crescita, utilizzazione dei nutrienti e mitigazione ambientale <sup>[8]</sup>.

In questa applicazione, la matrice e il processo sono particolarmente importanti. I mangimi acquatici possono subire estrusione, essiccazione o altre lavorazioni che mettono sotto stress l'enzima; inoltre, l'efficacia dipende dal tempo di permanenza nel tratto digestivo e dalla solubilità del substrato. Per questo la phytase va considerata come parte della formulazione complessiva, non come intervento isolato <sup>[8]</sup>.

## Ingredienti di soia e proteine vegetali

La soia è una matrice centrale per le applicazioni della phytase perché combina alto valore proteico e presenza di fitato. Studi sugli isolati proteici di soia hanno mostrato che la lavorazione assistita da phytase può modificare proprietà fisico-chimiche e funzionali, oltre a ridurre il contenuto di acido fitico. Questo rende l'enzima interessante per ingredienti plant-based, formulazioni proteiche e prodotti alimentari ad alta densità nutrizionale <sup>[9]</sup>.

Un lavoro su idrolizzati proteici di soia ha combinato trattamento con phytase e processi meccanici per ridurre l'acido fitico. Il messaggio applicativo è che la degradazione enzimatica può essere integrata in processi più complessi, dove accessibilità del substrato, struttura della matrice e sequenza dei trattamenti determinano il risultato finale <sup>[10]</sup>.



**Figure 3.** 피테이스가 작용하기 전에는 더 많은 인이 피테이트에 결합된 상태로 남아 있지만, 작용 후에는 더 많은 인산이 방출되고 미네랄 결합이 감소한다.

## Cereali, crusca di riso e alimenti vegetali funzionali

La crusca di riso è un sottoprodotto ricco di componenti nutrizionalmente interessanti ma anche di fitato. Studi recenti sulla trasformazione della crusca di riso per consumo umano hanno considerato strategie di processo per renderla più adatta a prodotti funzionali, evidenziando l'importanza di controllare fattori antinutrizionali nelle frazioni cerealicole [4].

Anche nei cereali e nei legumi fermentati, la phytase può essere importante. Alcuni batteri lattici produttori di fitasi sono studiati come “cell factories” per aumentare la biodisponibilità dei micronutrienti in alimenti ricchi di fitato. Questo approccio è diverso dall'aggiunta diretta di un enzima commerciale, ma si basa sullo stesso principio: degradare il fitato per attenuarne l'effetto antinutrizionale [3].

## Produzione e sviluppo tecnologico delle phytase: cosa dice la ricerca

La produzione microbica di phytase è ampiamente studiata. La fermentazione allo stato solido è stata valutata con organismi diversi, inclusi funghi come *Rhizopus oligosporus*, e continua a essere oggetto di ottimizzazione per aumentare la produttività enzimatica in sistemi industrialmente interessanti [14].

Studi bioinformatici e sperimentali hanno esplorato la produzione di phytase da diversi microrganismi e l'ottimizzazione delle condizioni di fermentazione. Queste ricerche sono importanti perché proprietà come stabilità, profilo di attività e compatibilità applicativa dipendono anche dall'origine biologica e dal modo in cui l'enzima viene ottenuto e formulato [15].

La letteratura recente discute inoltre phytase ricombinanti, mutazioni mirate e sostituzioni amminoacidiche per migliorare caratteristiche applicative nel settore mangimistico. Questo filone comprende lavori su strategie di produzione industriale e modifiche di sequenza finalizzate a migliorare le prestazioni dell'enzima in condizioni d'uso reali <sup>[16][17]</sup>.

È importante separare questo contesto scientifico dal ruolo commerciale di Enzymes.bio. Enzymes.bio rende disponibile phytase per clienti B2B tramite vendita online, ma non deve essere descritto come produttore, laboratorio di sviluppo o ente di analisi. La documentazione ordinaria, inclusi CoA e SDS, accompagna l'ordine .

## Stabilità di processo: pH, calore, protezione e immobilizzazione

La phytase lavora solo se resta sufficientemente attiva durante le fasi in cui incontra il substrato. Nelle applicazioni feed, può essere esposta a miscelazione, condizionamento, pellettizzazione o stoccaggio; nel food processing, può incontrare impasti, sospensioni, fermentazioni, trattamenti termici o condizioni acide. La compatibilità tra profilo dell'enzima e processo è quindi un criterio tecnico centrale <sup>[13]</sup>.



**Figure 4.** 피테이스의 주요 동물 사료 용도는 피테이트를 함유한 식물성 원료 기반의 가금류, 돼지, 수산양식 사료이다.

La ricerca ha affrontato la stabilità a basso pH tramite aggregati enzimatici cross-linkati, studiati per migliorare la degradazione del fitato in condizioni acide tipiche di alcune fasi digestive o processuali. Questo tipo di lavoro mostra che il limite non è soltanto “avere phytase”, ma preservarne la funzionalità nel punto in cui deve agire <sup>[18]</sup>.

Un'altra linea di sviluppo riguarda carrier e sistemi di protezione. Idrogel core-shell resistenti all'acido sono stati studiati per proteggere la phytase dallo stress della trasformazione alimentare, evidenziando l'interesse per formulazioni che mantengano l'enzima operativo nonostante condizioni sfavorevoli di processo <sup>[19]</sup>.

Sono stati valutati anche approcci di immobilizzazione, ad esempio su zeolite modificata con ferro, per applicazioni nei settori feed e food. L'immobilizzazione può avere senso quando l'obiettivo è migliorare stabilità, riutilizzo o gestione dell'enzima in sistemi controllati, anche se non ogni processo industriale richiede questa impostazione <sup>[20]</sup>.

## Benefici attesi e limiti da considerare

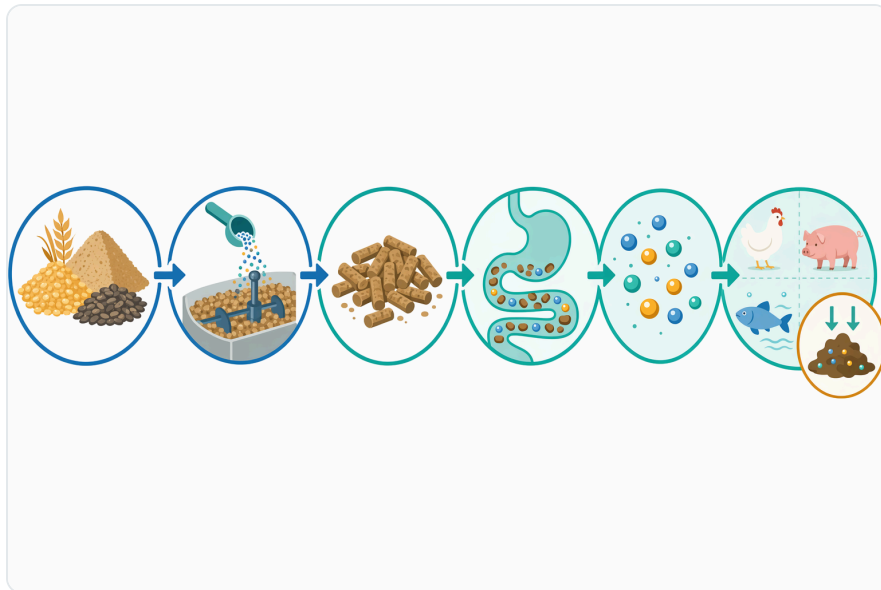
---

Il beneficio più diretto della phytase è il rilascio di fosforo dal fitato. In mangimistica, questo può supportare formulazioni più efficienti, perché una quota maggiore del fosforo vegetale diventa nutrizionalmente utilizzabile. In termini pratici, l'enzima aiuta a valorizzare fosforo già presente negli ingredienti invece di trattarlo come completamente indisponibile <sup>[2]</sup>.

Il secondo beneficio è la riduzione dell'effetto antinutrizionale del fitato. Meno fitato intatto significa minore tendenza a formare complessi con minerali e, in alcuni casi, una matrice più favorevole alla biodisponibilità dei micronutrienti. Questa logica è alla base sia delle applicazioni enzimatiche dirette sia degli studi su fermentazioni con batteri lattici produttori di fitasi <sup>[3]</sup>.

Il terzo beneficio riguarda la sostenibilità della nutrizione animale. Se il fosforo della dieta viene utilizzato meglio, può diminuire la frazione eliminata nelle deiezioni. Nelle review sull'acquacoltura e sulla nutrizione animale, la phytase è infatti discussa anche come additivo funzionale per ridurre l'impatto ambientale associato al fosforo non utilizzato <sup>[8]</sup>.

Tuttavia, la phytase non è una soluzione universale indipendente dal contesto. L'effetto dipende da contenuto e accessibilità del fitato, specie animale, struttura della dieta, umidità, pH, temperatura, tempo di contatto, presenza di proteasi e sequenza di lavorazione. Due formulazioni con la stessa quantità di ingredienti vegetali possono rispondere in modo diverso se la distribuzione del fitato o le condizioni di processo cambiano <sup>[13]</sup>.



**Figure 5.** 피테이스가 효과적으로 작용하려면 활성 효소, 접근 가능한 피테이트 기질, 충분한 수분, 적절한 pH, 그리고 충분한 접촉 시간이 필요하다.

Inoltre, la prestazione di una fitasi non può essere ridotta a un singolo dato numerico. Le differenze tra 3-phytase, 6-phytase, enzimi fungini, batterici o ricombinanti, formulazioni protette e sistemi immobilizzati incidono sul comportamento applicativo. Per il lettore tecnico, la domanda corretta è come l'enzima interagisca con la matrice e il processo, non solo se “contenga phytase” <sup>[16]</sup>.

## Sicurezza, impiego professionale e documentazione

Le fitasi destinate a food e feed sono valutate nel contesto della loro origine, del processo produttivo e dell'uso previsto. La valutazione di una 3-phytase da un ceppo geneticamente modificato di *Aspergillus niger* mostra che la sicurezza degli enzimi alimentari viene considerata a livello specifico, cioè legata al ceppo, al prodotto enzimatico e all'applicazione dichiarata <sup>[5]</sup>.

Per le aziende, questo significa che la phytase deve essere gestita come ingrediente tecnico o ausiliario di processo professionale, non come prodotto generico da consumo diretto. Enzymes.bio posiziona il prodotto per uso industriale e di trasformazione food/feed; l'acquisto avviene online in unità da **1 kg**, con CoA e SDS forniti insieme all'ordine .

Questa impostazione è coerente con un uso B2B: il prodotto entra in processi, formulazioni o attività di sviluppo applicativo gestite da operatori professionali. Non va presentato come integratore destinato al consumatore finale, né come prodotto retail, né come soluzione medica o nutraceutica per assunzione diretta .

## Come leggere correttamente il termine “phytase” nelle schede applicative

Quando una scheda tecnica o una pagina prodotto parla di **phytase**, il termine identifica la funzione enzimatica generale: idrolisi del fitato. Ma, nella pratica, possono esserci differenze significative tra una fitasi pensata per agire in condizioni digestive acide, una formulazione progettata per tollerare stress termici, una fitasi alcalofila studiata per ambienti meno acidi e un enzima destinato a processi alimentari idratati [7][19][18].

Per questo, nelle applicazioni feed si ragiona spesso in termini di compatibilità con specie animale, matrice vegetale e processo di produzione del mangime. Nei suini e nel pollame, il focus è l'utilizzo del fosforo e la riduzione del fitato; in acquacoltura, si aggiunge l'attenzione al rilascio di nutrienti in sistemi alimentari e ambientali particolarmente sensibili [11][8].

Nel food processing, il ragionamento cambia leggermente: l'obiettivo può essere ridurre l'acido fitico in un ingrediente, migliorare il profilo nutrizionale di una frazione proteica, facilitare la valorizzazione di una crusca o accompagnare una fermentazione. In tutti questi casi, la phytase è efficace solo se il fitato è accessibile e se il processo consente un contatto sufficiente tra enzima e substrato [10][9][4].

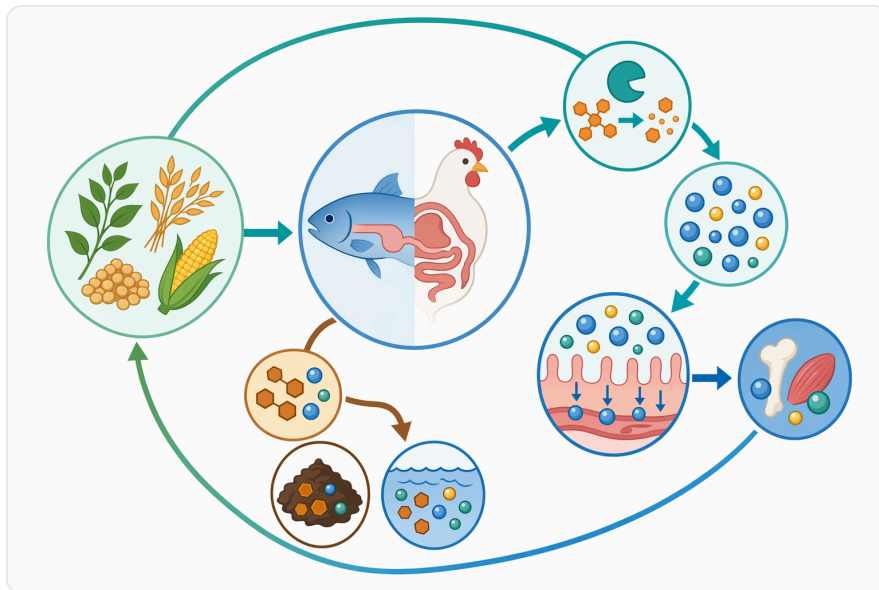


Figure 6. 피테이스는 피테이트에서 인산을 방출함으로써 인 이용률을 높이고 사료 시스템에서 사용되지 않는 인의 손실을 줄일 수 있다.

## Phytase disponibile da Enzymes.bio

Enzymes.bio rende disponibile **phytase** per applicazioni B2B in mangimi, food processing e formulazioni a base vegetale. Il prodotto è acquistabile direttamente online in unità da **1 kg**; CoA e SDS sono forniti insieme all'ordine, a supporto della gestione professionale del materiale .

Il ruolo di Enzymes.bio è quello di fornitore online, non di produttore e non di laboratorio analitico. Di conseguenza, la descrizione corretta dell'offerta non deve attribuire a Enzymes.bio attività di produzione, ricerca, validazione analitica o sviluppo su misura; il valore per il cliente è l'accesso diretto a un enzima tecnico per impieghi industriali e di trasformazione .

## Sintesi operativa per tecnologi alimentari e formulatori feed

La phytase è un biocatalizzatore mirato per la gestione del fitato. Agisce su una molecola con **6 gruppi fosfato**, riducendola progressivamente a inositol-fosfati meno fosforilati e liberando fosfato; questo spiega il suo ruolo nei mangimi per monogastrici, negli acquafeed e negli ingredienti vegetali destinati al food processing <sup>[1]</sup>.

Le evidenze più robuste riguardano la nutrizione animale, soprattutto pollame e suini, dove la phytase supporta l'utilizzo del fosforo vegetale e può contribuire a ridurre l'escrezione di fosforo. La ricerca più recente estende l'interesse a varianti batteriche, strategie ricombinanti, formulazioni protette e applicazioni in acquacoltura <sup>[16][6][8]</sup>.

Nel food processing, le applicazioni più pertinenti riguardano soia, proteine vegetali, cereali, crusche, legumi e alimenti fermentati ricchi di fitato. Qui la phytase è utile quando il processo è progettato per rendere il substrato accessibile all'enzima e per preservare l'attività nelle condizioni operative previste <sup>[3][10][9]</sup>.

In sintesi, la phytase non è un additivo generico: è un enzima specifico per convertire il fitato da fattore antinutrizionale e fonte di fosforo poco disponibile a componente più gestibile dal punto di vista nutrizionale e tecnologico. Usata nel contesto corretto, può supportare formulazioni feed più efficienti, ingredienti vegetali con migliore profilo nutrizionale e processi alimentari più coerenti con la valorizzazione delle materie prime vegetali.

### Ordina Phytase 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 →](#)

## 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. Lei, X., & Porres, J. (2011). Phytase: An Enzyme to Improve Soybean Nutrition.
3. Sharma, N., Angural, S., Rana, M., Puri, N., Kondepudi, K., & Gupta, N. (2020). Phytase producing lactic acid bacteria: Cell factories for enhancing micronutrient bioavailability of phytate rich foods. *Trends in Food Science and Technology*, 96, 1-12.
4. Baruah, D. M., Das, P., Nath, T., Neog, B., & Barooah, M. J. (2025). Processing Raw Rice Bran to Potential Functional Food for Human Consumption. *Asian Journal of Dairy and Food Research*.
5. Lambré, C., Baviera, J. M. B., Bolognesi, C., Cocconcelli, P., Crebelli, R., Gott, D., Grob, K., ... et al. (2024). Safety evaluation of the food enzyme 3-phytase from the genetically modified *Aspergillus niger* strain NPH. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 22.
6. 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*.
7. Boyadzhieva, I., Berberov, K., Atanasova, N., Krumov, N., & Kabaivanova, L. (2025). Isolation, Purification and In Vitro Characterization of a Newly Isolated Alkalophilic Phytase Produced by the Halophile *Cobetia marina* Strain 439 for Use as Animal Food Supplement. *Fermentation*.
8. Yadav, N. K., Patel, A. B., Kashyap, S., Deepti, M., Savaliya, B. D., Singh, Y., & Sahu, A. (2025). Phytase as a functional feed additive in aquaculture: growth promotion, nutrient utilization, and environmental mitigation. *Aquaculture International*, 33.
9. Wang, H., Chen, Y., Hua, Y., Kong, X., & Zhang, C. (2014). Effects of phytase-assisted processing method on physicochemical and functional properties of soy protein isolate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62 45, 10989-97 .
10. Chelombitkin, M. A., Barakova, N., Sharova, N., Baskovtceva, A., & Samodelkin, E. A. (2023). The efficiency of phytase and impact-disintegrator-activator processing of soybean for reducing phytic acid in soy protein hydrolysates. *Processes and Food Production Equipment*.
11. Oketch, E. O., & Heo, J. M. (2025). Prospects of feed additive incorporation in laying hen diets: a narrative review of principal biological effects and recent developments. *Journal of Animal Science and Technology*, 68, 50 - 71.
12. Holloway, C., Boyd, R., Koehler, D., Gould, S., Li, Q., & Patience, J. F. (2018). The impact of "super-dosing" phytase in pig diets on growth performance during the nursery and grow-out periods. *Translational Animal Science*, 3, 419 - 428.
13. Moss, A., Chrystal, P., Dersjant-Li, Y., Selle, P., & Liu, S. (2019). The influence of phytase, pre-pellet cracked maize and dietary crude protein level on broiler performance via response surface methodology. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 10.

14. Sabu, A., Sarita, S., Pandey, A., Bogar, B., Szakács, G., & Soccol, C. (2002). Solid-state fermentation for production of phytase by *Rhizopus oligosporus*. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 102-103, 251-260.
15. Elkhateeb, Y., & Fadel, M. (2022). Bioinformatic Studies, Experimental Validation of Phytase Production and Optimization of Fermentation Conditions for Enhancing Phytase Enzyme Production by Different Microorganisms under Solid-State Fermentation. *Open Microbiology Journal*.
16. Hossain, S. A. (2025). RECOMBINANT PHYTASE: ADVANCES IN PRODUCTION STRATEGIES AND INDUSTRIAL APPLICATIONS – A REVIEW. *Borneo Science | The Journal of Science and Technology*.
17. Samsudin, N., Salleh, H., Noorbacha, I., & Amid, A. (2010). Amino acids substitution to improve PhyFAUIA1 phytase activity for animal feed production.
18. 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.
19. Yang, E., Khongkomolsakul, W., Dadmohammadi, Y., & Abbaspourrad, A. (2025). Protecting phytase from food processing stress using acid-resistant core-shell hydrogel carriers. *Food Research International*, 222 Pt 2, 117759 .
20. Lopes, M., Coutinho, T. C., Malafatti, J., Paris, E., Sousa, C. P., & Farinas, C. (2021). Immobilization of phytase on zeolite modified with iron(II) for use in the animal feed and food industry sectors. *Process Biochemistry*, 100, 260-271.

## Contatta Enzymes.bio

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

EMAIL [wholesale@enzymes.bio](mailto: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.