

Soybean Meal Hydrolysis Enzyme per farina di soia, farina di mais, mixed meal e crusca di frumento: applicazioni in idrolisi, mangimi e valorizzazione di sottoprodotti vegetali

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

Soybean Meal Hydrolysis Enzyme è una preparazione enzimatica per il trattamento idrolitico di farine vegetali come farina di soia, farina di mais, mixed meal e crusca di frumento. Il suo ruolo pratico è rendere più accessibili proteine, fibre e polisaccaridi strutturali, favorendo la produzione di idrolizzati, ingredienti per mangimi, substrati fermentativi e frazioni vegetali a maggiore solubilità o lavorabilità.

Per un utilizzatore B2B, questo enzima va interpretato come uno **strumento di processo**, non come una soluzione universale: la risposta dipende dalla matrice, dalla granulometria, dall'acqua disponibile, dal tempo di trattamento, dal pH, dalla temperatura e dall'obiettivo tecnico. La letteratura su ingredienti feed, farina di soia, co-prodotti mais-soia e crusca di frumento mostra che l'idrolisi enzimatica può modificare digeribilità potenziale, cinetica di digestione proteica, fermentescibilità, rilascio di composti fenolici e de-costruzione della fibra, ma con risultati strettamente legati all'origine botanica e alla tecnologia di processo ^[1].

Che cos'è Soybean Meal Hydrolysis Enzyme

Nel contesto industriale, "Soybean Meal Hydrolysis Enzyme" indica un enzima di processo destinato alla trasformazione controllata di materie prime vegetali macinate o semi-macinate. Le matrici indicate — farina di soia, farina di mais, mixed meal e wheat bran — sono sistemi complessi: contengono proteine, amido residuo, polisaccaridi non amidacei, fibre insolubili, fitati, lipidi residui e composti fenolici legati alla parete cellulare. Studi su ingredienti per mangimi mostrano che la composizione botanica influenza in modo marcato l'idrolisi enzimatica della fibra insolubile e la successiva fermentazione in vitro, soprattutto nelle diete basate su co-prodotti mais-soia ^[2].

L'idrolisi enzimatica non "scioglie" genericamente la materia prima: rompe legami specifici. Le proteasi agiscono sui legami peptidici delle proteine; le carboidrasi intervengono su emicellulose, glucani, cellulosa amorfa e arabinoxilani; le fitasi favoriscono la defosforilazione del fitato durante i processi

digestivi simulati; altre attività accessorie possono contribuire al rilascio di zuccheri o di composti fenolici legati alla fibra ^[3].

Per la farina di soia, l'interesse principale riguarda spesso la componente proteica e la riduzione della complessità del substrato. Uno studio sulla fermentative hydrolysis dei prodotti di lavorazione della soia ha valutato l'impiego di colture miste di microrganismi probiotici per migliorare l'efficienza della trasformazione fermentativa, evidenziando che la soia processata può essere vista non solo come fonte proteica, ma anche come substrato trasformabile mediante sistemi biologici ^[4].

Per la crusca di frumento, l'interesse si sposta maggiormente sulla parete cellulare. La ricerca sulla macinazione della crusca ha mostrato che la dimensione e la struttura fisica delle particelle influenzano digestibilità, idrolisi e proprietà nutrizionali delle proteine della crusca durante digestione in vitro; questo è rilevante perché l'enzima lavora meglio quando il substrato è accessibile, non semplicemente quando è presente in alta quantità ^[5].

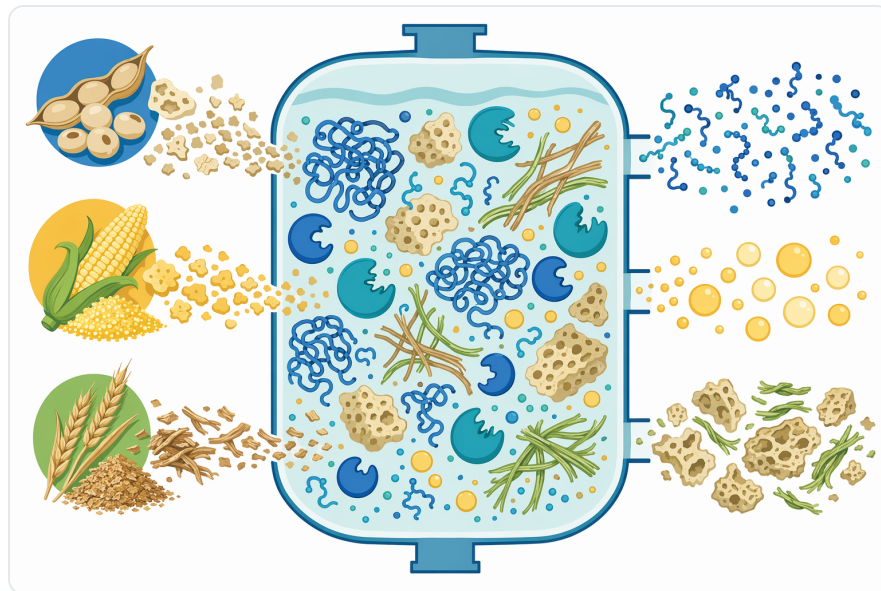


Figure 1. 효소적 가수분해는 온전한 식물성 박류 구조를 더 작고 접근하기 쉬운 단백질 및 탄수화물 분획으로 전환한다.

Meccanismo di azione: proteine, fibre, fitati e composti legati alla parete cellulare

Idrolisi proteica: da proteine compatte a peptidi più accessibili

Nelle farine vegetali, una quota importante di azoto è contenuta in proteine strutturate o associate alla matrice fibrosa. L'azione proteolitica taglia queste catene in frammenti più brevi, modificando solubilità, viscosità della sospensione, disponibilità di gruppi terminali e velocità di digestione potenziale. Gli studi

sulla quantificazione della cinetica di digestione proteica negli ingredienti feed mostrano che non basta misurare “quanta” proteina è presente: è importante valutare anche “quanto rapidamente” e “in quale frazione” la proteina diventa accessibile durante l’incubazione digestiva simulata ^[1].

Nel mixed meal, la cinetica può essere più difficile da prevedere perché fonti diverse competono per acqua, enzima e spazio di contatto. Una frazione proteica del mais, una proteina di soia e una proteina associata alla crusca non rispondono nello stesso modo: differiscono per solubilità, struttura secondaria, associazione con carboidrati e grado di denaturazione dovuto ai trattamenti precedenti. Per questo, l'idrolisi proteica è più accuratamente descritta come una trasformazione di distribuzioni molecolari, non come una semplice conversione lineare della proteina totale ^[2].

Idrolisi della fibra: apertura della matrice e rilascio di frazioni solubili

La fibra insolubile limita l’accesso agli enzimi perché intrappola proteine e carboidrati all’interno di pareti cellulari. Le carboidrasi agiscono su punti specifici: xilanasi sugli arabinoxilani, β -glucanasi sui glucani, cellulasi su regioni accessibili della cellulosa, β -glucosidasi su oligosaccaridi derivati dalla cellulosa e attività accessorie sulle ramificazioni laterali. La de-costruzione della crusca di frumento con cocktail enzimatici da *Penicillium* spp. e *Trichoderma harzianum* ha evidenziato l’importanza della supplementazione con β -glucosidasi, indicando che l’effetto del cocktail dipende dall’equilibrio tra attività principali e attività accessorie ^[6].

Nel caso della crusca, la fibra non è soltanto un ostacolo: è anche una fonte di molecole valorizzabili. Studi sull'idrolisi enzimatica della crusca di frumento hanno mostrato che la selezione dell’enzima e delle condizioni di idrolisi può aumentare la solubilità degli acidi fenolici e modificare attività antiossidanti e antinfiammatorie misurate in sistemi sperimentali ^[7].

Fitati e disponibilità minerale potenziale

Il fitato lega fosforo e minerali, riducendone la disponibilità potenziale nei mangimi. La defosforilazione enzimatica del fitato durante processi digestivi simulati è stata studiata in diversi feed e ingredienti feed, confermando il ruolo della trasformazione enzimatica nel modificare la quota di fosforo fitico lungo il percorso digestivo in vitro ^[3].

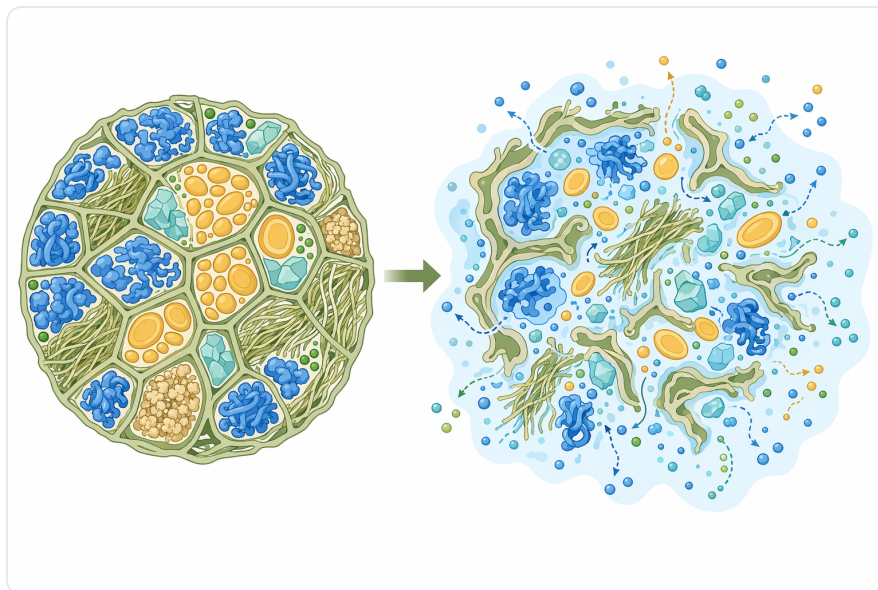


Figure 2. 가수분해는 대두박, 옥수수박, 밀기울 매트릭스의 화학적 특성과 물리적 접근성을 모두 변화시킨다.

In una matrice come soybean meal o mixed meal, la presenza di fitato non deve essere considerata isolatamente. L'accessibilità del fitato dipende anche dalla struttura fisica della particella, dalla presenza di fibre e dalla competizione con altri componenti. Per questo l'idrolisi enzimatica orientata ai mangimi può combinare azioni su proteine, carboidrati strutturali e fitati, con l'obiettivo di migliorare la disponibilità potenziale dei nutrienti anziché intervenire su un solo parametro ^[3].

Differenze tra farina di soia, farina di mais, mixed meal e crusca di frumento

Le quattro matrici indicate nel nome del prodotto non sono equivalenti. La farina di soia è tipicamente trattata come matrice proteica; la farina di mais può contenere amido, proteine e fibra con un profilo diverso; il mixed meal è una miscela variabile; la crusca di frumento è una matrice ricca di pareti cellulari e composti legati alla fibra. Le ricerche su co-prodotti mais-soia in diete per suini hanno mostrato che l'origine botanica modifica l'idrolisi enzimatica della fibra insolubile e la fermentazione, confermando che la stessa strategia enzimatica può produrre effetti diversi in base alla composizione del substrato ^[2].

Matrice	Ostacolo tecnologico principale	Azione enzimatica più rilevante	Effetto tecnico atteso	Evidenza collegata
Farina di soia	Proteine concentrate, fibra, fitati, componenti antinutrizionali	Proteolisi, carboidrasi accessorie, possibile azione su fitato	Peptidi più piccoli, migliore accessibilità della matrice, substrato più adatto a trasformazioni successive	Idrolisi fermentativa di prodotti di soia [4]
Farina di mais	Proteine e carboidrati in matrice amidacea/fibrosa	Proteasi e carboidrasi, in funzione della frazione da trasformare	Modifica della digeribilità potenziale e della fermentescibilità	Co-prodotti mais-soia e risposta legata all'origine botanica [2]
Mixed meal	Composizione variabile, competizione tra substrati	Cocktail enzimatico bilanciato in base alla matrice prevalente	Riduzione dell'eterogeneità funzionale della miscela	Cinetiche proteiche negli ingredienti feed [1]
Crusca di frumento	Pareti cellulari, arabinoxilani, fibra insolubile, fenolici legati	Xilanasi, β -glucanasi, cellulasi, β -glucosidasi, attività accessorie	Rilascio di zuccheri, aumento solubilità fenolica, miglioramento della de-costruzione	Enzyme selection e idrolisi della crusca [7] ; cocktail con β -glucosidasi [6]

Questa distinzione è importante per evitare una lettura semplicistica del prodotto. Un enzima per soybean meal hydrolysis può contribuire alla trasformazione di mixed meal e wheat bran, ma il risultato dipende dalla frazione limitante: in una miscela ricca di proteina il collo di bottiglia può essere la proteolisi, mentre in una matrice ricca di crusca può essere la de-costruzione degli arabinoxilani o della fibra insolubile [\[5\]](#).

Applicazioni principali nella lavorazione di farine vegetali

Ingredienti per mangimi e miglioramento della digeribilità potenziale

L'uso di enzimi nella trasformazione di ingredienti feed risponde a un problema concreto: molte materie prime vegetali hanno nutrienti presenti ma parzialmente non accessibili. La valutazione in vitro della biodisponibilità potenziale di proteine e lipidi in ingredienti feed per specie ittiche mostra che la qualità nutrizionale non coincide solo con la composizione chimica, ma dipende anche dalla frazione realmente liberabile durante la digestione simulata [\[8\]](#).

Nel caso di soybean meal e mixed meal, la proteolisi può aumentare la frazione peptidica più rapidamente disponibile, mentre carboidrasi e fitasi possono ridurre barriere fisiche o chimiche. Non è corretto promettere automaticamente un miglioramento in vivo, perché specie animale, dieta completa e processo digestivo influenzano il risultato; tuttavia, le prove in vitro su feed ingredients forniscono un quadro utile per comprendere come la trasformazione enzimatica modifichi la disponibilità potenziale dei nutrienti ^[1].

Valorizzazione della crusca di frumento

La crusca di frumento è una delle matrici più studiate per l'idrolisi enzimatica perché contiene fibra, proteine, zuccheri potenzialmente liberabili e composti fenolici legati alla parete cellulare. La co-coltivazione di funghi con idrolisi integrata è stata studiata per valorizzare la crusca, fornendo zuccheri e ingredienti per alimentazione animale; questo conferma che la crusca può passare da sottoprodotto fibroso a substrato di bioconversione ^[9].

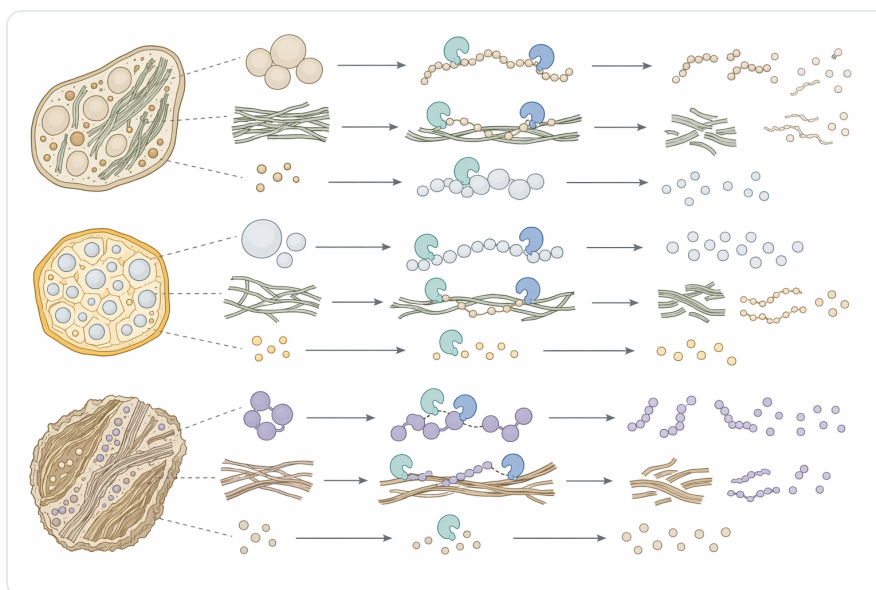


Figure 3. 프로테아제 중심의 가수분해는 대두 단백질의 펩타이드 결합을 절단하여 질소 분획을 큰 단백질에서 더 짧은 펩타이드와 가용성 아미노산 질소 조각으로 이동시킨다.

Altri lavori hanno valutato funghi per la produzione di enzimi idrolitici e per la successiva idrolisi della crusca destinata alla coltivazione di lieviti oleaginosi. Questo approccio è rilevante per le filiere che cercano di ottenere, dalla stessa matrice, sia nutrienti solubili sia substrati per fermentazione ^[10].

La produzione di acido ferulico totale da crusca di frumento mediante fermentazione di *Aspergillus niger* ed idrolisi enzimatica è un esempio specifico di valorizzazione mirata: gli acidi fenolici sono spesso legati alla struttura degli arabinoxilani, quindi la loro liberazione richiede una de-costruzione

coordinata della parete cellulare, non una semplice sospensione della crusca in acqua ^[11].

Produzione di substrati fermentativi

Gli idrolizzati di farina vegetale possono fornire azoto, peptidi, zuccheri e micronutrienti a microrganismi industriali. La trasformazione fermentativa dei prodotti di lavorazione della soia con colture probiotiche miste indica che i sottoprodotti della soia possono essere convertiti in matrici più adatte a processi biologici, purché il sistema sia impostato in funzione del microrganismo e del risultato finale ^[4].

Anche la crusca è adatta a questa logica. La ricerca sulla coltivazione sostenibile di funghi ascomiceti su crusca di frumento per la produzione di enzimi idrolitici mostra un doppio interesse industriale: la crusca può essere substrato per produrre enzimi e, allo stesso tempo, matrice da idrolizzare per ottenere frazioni più semplici ^[12].

Miglioramento funzionale e frazioni bioattive

L'idrolisi non serve solo a rendere una matrice più digeribile. Può anche modificare proprietà funzionali come solubilità, capacità antiossidante, interazione con il microbiota o potenziale prebiotico. L'idrolisi enzimatica della crusca di frumento ha migliorato la solubilità degli acidi fenolici e le attività antiossidanti e antinfiammatorie in modelli sperimentali, indicando che la trasformazione della parete cellulare può cambiare il profilo funzionale della matrice ^[7].

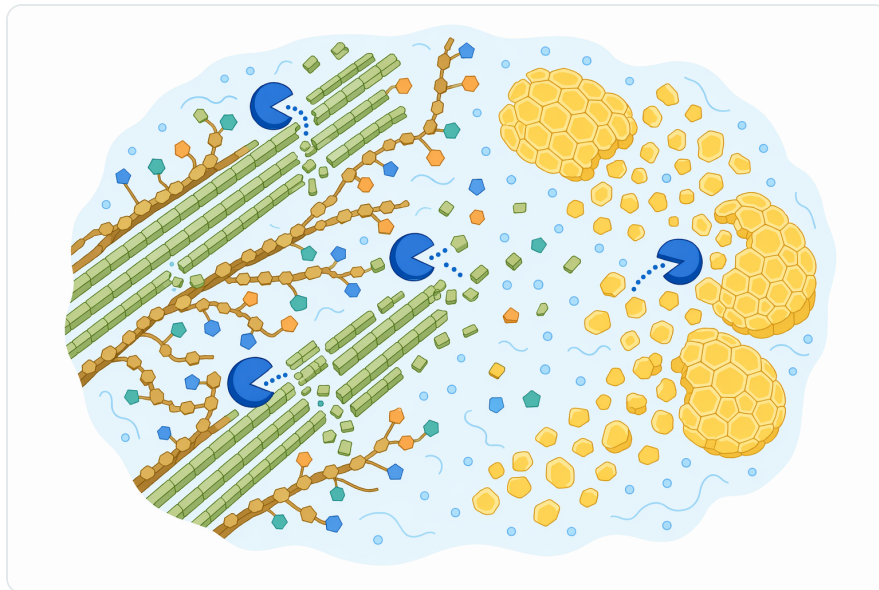


Figure 4. 탄수화물 활성 효소에 의한 가수분해는 밀기울이 풍부한 세포벽 구조를 느슨하게 하고 가용성 탄수화물 분획에 대한 접근성을 높일 수 있다.

La co-modificazione della crusca di grano nero mediante estrusione e idrolisi enzimatica ha inoltre influenzato proprietà fisico-chimiche e potenziale prebiotico. Questo punto è importante per chi lavora su ingredienti funzionali: un pretrattamento fisico può alterare l'accessibilità del substrato e rendere l'idrolisi più efficace o più selettiva ^[13].

Il ruolo dei pretrattamenti fisici

L'enzima agisce sulle superfici accessibili. Se la particella è troppo grossolana o la fibra mantiene una struttura compatta, parte del substrato rimane schermata. La macinazione della crusca di frumento modifica digestibilità, idrolisi e proprietà nutrizionali della proteina della crusca durante digestione in vitro, mostrando che la riduzione dimensionale e la modifica strutturale possono cambiare la risposta enzimatica ^[5].

La steam explosion è un altro esempio di pretrattamento. Uno studio sull'effetto della steam explosion sulla crusca di frumento ha esaminato l'impatto su idrolisi enzimatica e qualità di panificazione, evidenziando che la tecnologia applicata prima dell'enzima può influenzare sia la conversione del substrato sia le proprietà finali della matrice trattata ^[14].

Per soybean meal, corn meal e mixed meal, il principio è analogo: macinazione, trattamento termico precedente, estrusione e grado di denaturazione possono cambiare l'accessibilità delle proteine e dei polisaccaridi. In pratica, la stessa preparazione enzimatica può dare risposte diverse se applicata a una farina appena macinata, a un co-prodotto estruso o a una miscela già trattata termicamente ^[2].

Parametri di processo che influenzano il risultato

L'idrolisi richiede contatto tra enzima, acqua e substrato. I fattori più influenti sono umidità, distribuzione dell'enzima nella massa, temperatura, pH, tempo di contatto, granulometria e rapporto tra proteine e fibre. La letteratura sulle cinetiche di digestione proteica degli ingredienti feed conferma che la velocità di rilascio e la quota idrolizzata dipendono dalla matrice e dalle condizioni di incubazione, quindi il risultato non è descritto in modo adeguato da un solo valore composizionale ^[1].



Figure 5. 산성, 중성 및 알칼리성 프로테아제 환경은 서로 다른 기질 변화를 유도할 수 있으며 각각 다른 공정상 주의가 필요하다.

Nelle matrici miste, è utile distinguere tra obiettivo proteico e obiettivo fibroso. Se l'obiettivo è aumentare la frazione peptidica, l'attenzione va alla proteolisi e al controllo dell'eccessiva frammentazione. Se l'obiettivo è liberare zuccheri, ridurre fibra insolubile o aumentare solubilità fenolica, il processo deve favorire l'azione delle carboidrasi e delle attività accessorie. Gli studi sui cocktail enzimatici per crusca di frumento mostrano che la β -glucosidasi può essere determinante nella de-costruzione complessiva, perché completa l'azione di altre attività idrolitiche sui prodotti intermedi [6].

Il pH e la temperatura devono rimanere compatibili con la stabilità dell'enzima e con la qualità della matrice. Condizioni troppo blande possono produrre idrolisi insufficiente; condizioni eccessivamente aggressive possono denaturare proteine, modificare il colore, aumentare viscosità indesiderata o generare profili sensoriali non adatti. Gli studi su tecnologie combinate, come estrusione più idrolisi enzimatica, mostrano che la sequenza dei trattamenti modifica le proprietà fisico-chimiche finali, quindi il processo deve essere pensato come una catena, non come una singola aggiunta enzimatica [13].

Lettura equilibrata dei benefici

I benefici potenziali di Soybean Meal Hydrolysis Enzyme riguardano quattro aree: accessibilità nutrizionale, lavorabilità, valorizzazione di sottoprodotti e preparazione di substrati biologici. Negli ingredienti feed, la ricerca su digestione proteica e biodisponibilità potenziale conferma che l'idrolisi può cambiare il modo in cui proteine e nutrienti diventano disponibili durante processi digestivi simulati [1].

Il secondo beneficio è la de-costruzione della fibra. Per wheat bran, la letteratura mostra che enzimi, funghi e pretrattamenti possono favorire rilascio di zuccheri, solubilizzazione di composti fenolici e trasformazione della matrice in ingrediente più funzionale o più adatto alla fermentazione ^[9].

Il terzo beneficio riguarda la gestione dei fattori antinutrizionali. La defosforilazione enzimatica del fitato durante digestione simulata indica che l'azione enzimatica può modificare la disponibilità potenziale di fosforo e minerali nei feed ingredients, anche se l'effetto finale dipende dalla dieta e dalla specie animale ^[3].

Il quarto beneficio è la flessibilità applicativa. La stessa logica di idrolisi può essere applicata a farine proteiche, co-prodotti amidacei, miscele vegetali e crusca; tuttavia, gli studi sui co-prodotti mais-soia mostrano che la risposta varia in funzione dell'origine botanica, quindi l'applicazione deve essere adattata al substrato reale ^[2].



Figure 6. 가수분해 식물성 박류는 단백질 접근성과 매트릭스 효과가 중요한 가금, 반추동물, 양식 및 부산물 고부가가치화 응용 분야와 관련이 있다.

Limiti tecnici e interpretazione delle evidenze

Le evidenze disponibili supportano il principio dell'idrolisi enzimatica, ma non autorizzano affermazioni assolute. Molti studi sono in vitro, cioè misurano digestione, idrolisi o fermentazione in condizioni controllate. Questi dati sono utili per comprendere i meccanismi, ma non equivalgono automaticamente a performance zootecnica, resa industriale o beneficio nutrizionale in ogni impianto ^[8].

Un secondo limite riguarda la variabilità del mixed meal. La composizione può cambiare tra lotti e formulazioni: quota di soia, mais, crusca, trattamento termico precedente e granulometria influenzano la risposta. Le ricerche su co-prodotti in diete mais-soia indicano chiaramente che l'origine botanica altera idrolisi enzimatica della fibra e fermentazione, quindi il concetto di "mixed meal hydrolysis" deve sempre essere collegato alla composizione effettiva della miscela ^[2].

Un terzo limite è la possibile sovra-idrolisi. Una proteina troppo frammentata può generare profili peptidici non desiderati per viscosità, sapore, funzionalità o prestazione tecnologica. Allo stesso modo, una fibra eccessivamente destrutturata può cambiare assorbimento d'acqua e comportamento reologico. Gli studi sulla crusca trattata con macinazione, estrusione, steam explosion e idrolisi enzimatica mostrano che la tecnologia modifica simultaneamente proprietà nutrizionali e fisico-chimiche, quindi l'obiettivo deve essere definito in modo operativo ^[5].

Posizionamento per l'acquisto online su Enzymes.bio

Enzymes.bio fornisce Soybean Meal Hydrolysis Enzyme come prodotto per applicazioni B2B nella trasformazione di farine vegetali e ingredienti di origine agricola. Enzymes.bio non deve essere interpretata come produttore, laboratorio di analisi o centro di sviluppo formulativo; il suo ruolo è quello di fornitore del prodotto acquistabile online.

Il prodotto è venduto direttamente online in unità da **1 kg**. Dopo l'ordine, **CoA e SDS sono forniti insieme alla spedizione**, così l'utilizzatore dispone della documentazione associata al prodotto ricevuto.

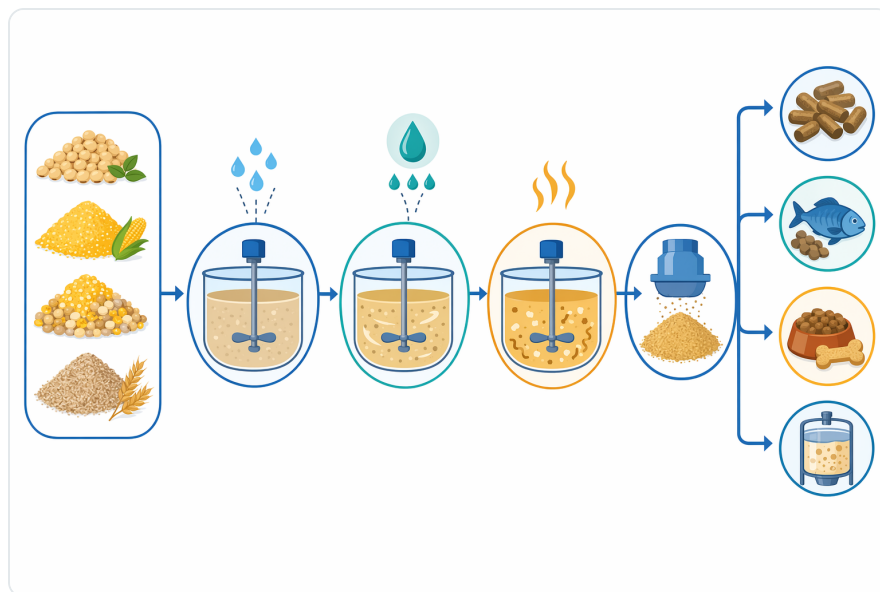


Figure 7. 가수분해는 미생물이 추가로 바이오매스, 유기산, 대사산물 및 변형된 사료 성분으로 전환할 수 있는 펩타이드와 가용성 탄수화물을 제공할 수 있다.

Dal punto di vista applicativo, Soybean Meal Hydrolysis Enzyme è più adatto a processi in cui l'utilizzatore vuole trasformare farina di soia, farina di mais, mixed meal o crusca di frumento in idrolizzati, ingredienti feed, substrati fermentativi o frazioni vegetali più accessibili. La scelta del processo deve basarsi sulla matrice reale e sull'obiettivo: proteolisi per aumentare la frazione peptidica, carboidrasi per aprire la fibra, fitasi quando il problema è il fitato, oppure combinazioni quando la miscela contiene più barriere contemporaneamente ^[3].

Sintesi operativa

Soybean Meal Hydrolysis Enzyme è un coadiuvante tecnologico per l'idrolisi di matrici vegetali complesse. La sua funzione è facilitare la rottura controllata di proteine, fibre e componenti legati alla parete cellulare, con applicazioni in mangimi, valorizzazione di sottoprodotti, produzione di substrati fermentativi e miglioramento della lavorabilità di farine vegetali.

Le evidenze più rilevanti mostrano che la risposta enzimatica dipende da composizione botanica, struttura fisica, pretrattamento e condizioni di processo. La farina di soia richiede attenzione alla frazione proteica e ai fattori antinutrizionali; la farina di mais e i co-prodotti mais-soia rispondono in modo legato all'origine botanica; il mixed meal è variabile per definizione; la crusca di frumento richiede una strategia mirata alla de-costruzione della fibra e al rilascio di composti legati alla parete cellulare ^[2].

Per un impiego industriale responsabile, il prodotto va quindi considerato come una leva di processo: efficace quando è integrato con una corretta preparazione della matrice, una buona dispersione, parametri coerenti con l'enzima e una chiara definizione del risultato desiderato. In questa prospettiva, Soybean Meal Hydrolysis Enzyme supporta la trasformazione di ingredienti vegetali da semplici farine o co-prodotti a materiali più accessibili, fermentescibili e funzionali.

Ordina Soybean Meal Hydrolysis Enzyme Soybean Meal Corn Meal Mixed Meal Wheat Bran Hydrolysis Processing 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 Soybean Meal Hydrolysis Enzyme Soybean Meal Corn Meal Mixed Meal Wheat Bran Hydrolysis Processing →

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. Zhang, S., Jonge, L., Vries, S., & Gerrits, W. (2025). Quantifying protein digestion kinetics of feed ingredients using a modified in vitro incubation assay. *Journal of Animal Science*, 103.
2. Fushai, F., Tekere, M., Masafu, M., Akinsola, C., Siebrits, F., Nherera-Chokuda, F., & Kanengoni, A. (2019). Co-products in maize-soybean growing-pig diets altered in vitro enzymatic insoluble fibre hydrolysis and fermentation in relation to botanical origin. *South African Journal of Animal Science*.
3. Rivière, A., Nothof, T., Greiner, R., Tranchimand, S., Noiret, N., Robert, F., & Mireaux, M. (2021). In vitro assessment of enzymatic phytate dephosphorylation during digestive process of different feeds and feed ingredients. *Animal Feed Science and Technology*.
4. Kalashnikova, O., Sukhikh, S., Kriger, O., Babich, O. O., & Laricheva, K. (2021). Study of Effect of Mixed Culture of Probiotic Microorganisms on the Efficiency of Fermentative Hydrolysis of Soybean Processing Products. *IOP Conference Series: Earth and Environment*, 852.
5. Li, Y., Wang, H., Wang, L., Qiu, J., Li, Z., & Wang, L. (2022). Milling of wheat bran: Influence on digestibility, hydrolysis and nutritional properties of bran protein during in vitro digestion. *Food Chemistry*, 404 Pt A, 134559 .
6. Hamann, P. R. V., Martins, H. S., Costa, P. D., Azevedo Brito, D. T., Silva, V. R., Tavares, Y. F., Quirino, B., ... et al. (2026). Enhancing wheat bran deconstruction with enzyme cocktails from *Penicillium* spp. and *Trichoderma harzianum*: the impact of β -glucosidase supplementation. *Brazilian Journal of Microbiology*, 57.
7. Bautista-Expósito, S., Tomé-Sánchez, I., Martín-Diana, A., Frías, J., Peñas, E., Rico, D., Serrano, M. J. C., ... et al. (2020). Enzyme Selection and Hydrolysis under Optimal Conditions Improved Phenolic Acid Solubility, and Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Wheat Bran. *Antioxidants*, 9.
8. Toledo-Solís, F. J., Martínez-García, R., Díaz, M., Marín, E. S. P., Yorío, M. P. D., Vissio, P., Álvarez-González, C., ... et al. (2020). Potential bioavailability of protein and lipids in feed ingredients for the three-spot cichlid *Amphilophus trimaculatus* : An in vitro assessment. *Aquaculture Research*, 51, 2913-2925.
9. Mittermeier, F., Fischer, F., Hauke, S., Hirschmann, P., & Weuster-Botz, D. (2024). Valorization of Wheat Bran by Co-Cultivation of Fungi with Integrated Hydrolysis to Provide Sugars and Animal Feed. *BioTech*, 13.
10. Conti, F., Pilz, M., Castellan, N., Qoura, F., & Brück, T. B. (2024). Enzymatic Activity of Fungi for Hydrolysis of Wheat Bran and Cultivation of Oleaginous Yeasts. *CONNECT. International Scientific Conference of Environmental and Climate Technologies*.
11. Chen, L., Zhao, J., Li, P., Kong, T., Gao, J., Han, X., Chen, S., ... et al. (2025). Optimization of *Aspergillus Niger* fermentation for enzyme production and enzymatic hydrolysis of wheat bran for total ferulic acid via RSM. *Scientific Reports*, 15.
12. Pilz, M., Castellan, N., Conti, F., Qoura, F., & Brück, T. B. (2024). Sustainable Cultivation of Ascomycete Fungi on Wheat Bran for Hydrolytic Enzyme Production. *Environmental and Climate Technologies*, 28, 510 - 526.
13. Kong, C., Duan, C., Zhang, S., Liu, R., Yuan-Sun, & Zhou, S. (2023). Effects of Co-Modification by Extrusion and Enzymatic Hydrolysis on Physicochemical Properties of Black Wheat Bran and Its Prebiotic Potential. *Foods*, 12.

14. Aktas-Akyildiz, E., Mattila, O., Sozer, N., Poutanen, K., Köksel, H., & Nordlund, E. (2017). Effect of steam explosion on enzymatic hydrolysis and baking quality of wheat bran. *Journal of Cereal Science*, 78, 25-32.

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.