

Tannase enzyme: applicazioni in tè, bevande, succhi, estratti vegetali e gestione dei tannini

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

La **Tannase**, o tannin acyl hydrolase, è un enzima che idrolizza legami estere e depsidici nei tannini idrolizzabili, trasformando gallotannini, ellagitannini e substrati galloilati in molecole più piccole come acido gallico, zuccheri e intermedi fenolici. Nelle applicazioni alimentari e beverage, la tannase enzyme è usata soprattutto per ridurre astringenza, torbidità, precipitazioni e instabilità associate ai tannini in tè, infusi, succhi, bevande fermentate ed estratti botanici ^[1].

Enzymes.bio rende disponibile la Tannase per acquisto diretto online in unità da **1 kg**; il **certificato di analisi** e la **scheda di dati di sicurezza** sono forniti insieme all'ordine. Questo articolo descrive meccanismo, impieghi e limiti tecnici dell'enzima senza presentarlo come una soluzione universale: la sua utilità dipende dalla chimica dei tannini presenti nella matrice e dall'obiettivo di processo.

Che cos'è la Tannase e perché è rilevante nei processi ricchi di polifenoli

La Tannase è un enzima idrolitico studiato per la sua capacità di degradare tannini, in particolare tannini idrolizzabili e composti galloilati. In letteratura viene descritta come enzima microbico di interesse industriale, con applicazioni collegate alla trasformazione di biomasse ricche di tannini e alla riduzione dell'impatto ambientale di residui agroindustriali contenenti polifenoli complessi ^[2]. La parola "tannase" compare spesso in contesti diversi — alimenti, bevande, fermentazioni, bioconversione — ma il principio operativo rimane lo stesso: l'enzima rompe legami chimici specifici che stabilizzano alcune strutture tanniche.

Dal punto di vista chimico, i tannini idrolizzabili comprendono molecole in cui unità fenoliche, come gruppi galloilici o strutture correlate, sono esterificate a una base zuccherina o collegate tra loro attraverso legami sensibili all'idrolisi. Quando la Tannase agisce, questi legami vengono scissi e la molecola di partenza perde parte della sua complessità. Studi su substrati vegetali ricchi di ellagitannini galloilati, come il camu-camu, mostrano che attività extracellulari di tannase in microrganismi fermentativi possono contribuire alla biotrasformazione di tali polifenoli ^[3].

La rilevanza industriale nasce dal fatto che i tannini non sono solo “composti bioattivi” o antiossidanti: sono anche molecole altamente interattive. Possono legarsi a proteine, polisaccaridi, sali, alcaloidi e altre frazioni colloidali, influenzando gusto, limpidezza, sedimentazione, filtrabilità e stabilità durante lo stoccaggio. Per questo la Tannase non va interpretata come un additivo sensoriale generico, ma come uno strumento enzimatico di processo utile quando la causa del problema è effettivamente riconducibile a tannini idrolizzabili o esteri galloilati [1].

Meccanismo d’azione: idrolisi mirata di legami estere e depsidici

Il meccanismo tecnico della Tannase consiste nell’idrolisi di legami estere e depsidici presenti in composti tannici. I legami estere collegano spesso gruppi fenolici a zuccheri o altre strutture organiche; i legami depsidici collegano invece unità fenoliche tra loro. La rottura di questi legami può liberare acido gallico e altri prodotti di idrolisi, riducendo la dimensione molecolare media e modificando la solubilità e la reattività dei tannini [4].

Questa trasformazione ha conseguenze pratiche. Una molecola tannica grande e multivalente può interagire con più siti proteici o colloidali, contribuendo a sensazioni di secchezza e astringenza oppure alla formazione di complessi insolubili. Dopo idrolisi, i frammenti generati possono avere comportamento colloidale diverso: minore capacità di reticolare macromolecole, diversa solubilità e minore tendenza a formare precipitati in alcune matrici. Nei trattamenti del tè, la razionalità tecnologica della Tannase è infatti legata alla riduzione di torbidità e alla qualità dell’infusione, aspetti studiati anche attraverso strategie di miglioramento della stabilità dell’enzima [1].

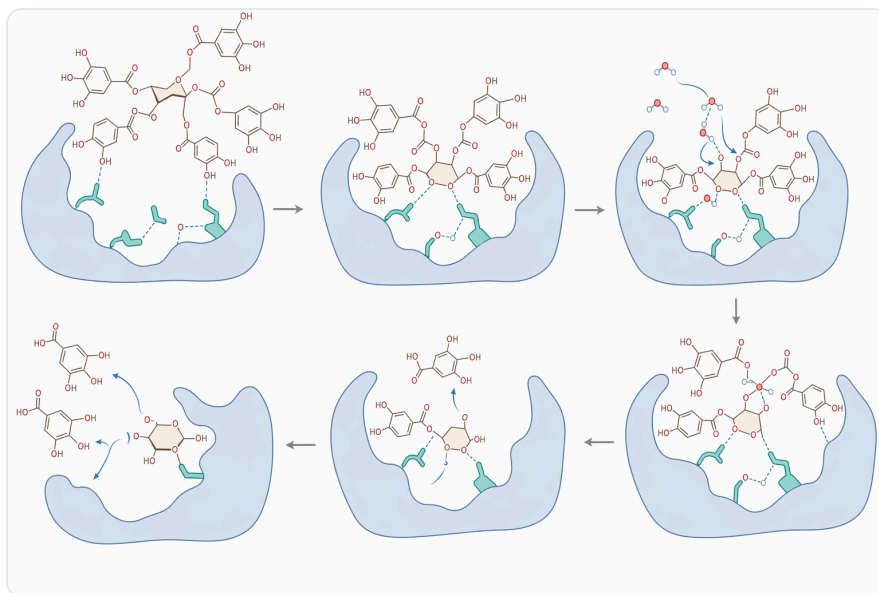


Figure 1. 탄나아제는 큰 가수분해성 탄닌과 갈레이트 에스터를 갈산 같은 더 작은 페놀성 화합물로 전환하여, 이들이 불용성 복합체를 형성하려는 경향을 줄입니다.

È importante distinguere i tannini idrolizzabili dai tannini condensati. I primi sono più coerenti con il bersaglio classico della Tannase; i secondi, costituiti da unità flavanoliche legate da legami carbonio-carbonio, non rispondono allo stesso modo al meccanismo di idrolisi esterasica. Per questo un risultato debole non implica necessariamente “inefficacia” dell’enzima: può indicare che la frazione responsabile di astringenza o torbidità non è principalmente composta da substrati adatti alla Tannase [3].

Fonti microbiche e variabilità funzionale dell’enzima

La Tannase è prodotta da diversi microrganismi, inclusi funghi e batteri. La letteratura documenta la produzione da fonti come **Penicillium** e **Bacillus**, con studi dedicati alla caratterizzazione dell’enzima o alla modellazione della sua produzione in sistemi fermentativi [5][4]. Questa varietà biologica è significativa perché “Tannase” non indica una singola proteina identica in ogni contesto, ma una famiglia di attività enzimatiche accomunate dalla capacità di idrolizzare specifici substrati tannici.

Le differenze tra Tannasi possono riguardare affinità per substrati galloilati, stabilità in condizioni di processo, comportamento in matrici acide, sensibilità alla temperatura e compatibilità con componenti vegetali. Nelle applicazioni pratiche ciò significa che il risultato dipende sia dall’enzima sia dalla matrice: tè verde, tè nero, succo di frutta, estratto botanico, birra e vino non offrono lo stesso ambiente chimico né la stessa composizione polifenolica [1].

Anche la sicurezza delle fonti microbiche è un tema distinto dall’efficacia tecnologica. Alcuni organismi industriali, tra cui **Aspergillus niger**, **Aspergillus oryzae** e **Trichoderma reesei**, sono ampiamente discussi nella biotecnologia industriale, con attenzione al potenziale di metaboliti secondari e micotossine [6]. Questo non trasforma automaticamente ogni enzima microbico in un prodotto equivalente: per l’utente professionale contano la documentazione che accompagna il prodotto, la destinazione d’uso prevista e la conformità al processo specifico.

Applicazioni principali della Tannase: dove il trattamento è più razionale

Le principali **tannase uses** riguardano matrici vegetali e bevande in cui i tannini creano problemi di qualità percepita o stabilità fisica. L’enzima è particolarmente rilevante quando la matrice contiene gallotannini, ellagitannini o esteri dell’acido gallico, perché questi substrati corrispondono al meccanismo di idrolisi su cui si basa la sua funzione [3].

Area applicativa	Problema tecnico frequente	Ruolo potenziale della Tannase	Aspettativa realistica
Tè caldo, tè freddo, tè istantaneo	Torbidità, precipitazione, ridotta limpidezza dopo raffreddamento	Idrolisi di componenti tanniche e galloilate coinvolte nella formazione di complessi	Migliore stabilità visiva quando la torbidità è legata ai tannini
Infusi e bevande botaniche	Astringenza, note secche, sedimenti	Riduzione della complessità di tannini idrolizzabili	Profilo più gestibile, ma non eliminazione di ogni nota fenolica
Succhi ricchi di polifenoli	Instabilità, interazioni con proteine e colloidali	Modifica della frazione tannica reattiva	Supporto alla chiarificazione e alla stabilità, se la causa è tannica
Vino e birra	Equilibrio fenolico, limpidezza, precipitazioni	Intervento mirato su tannini idrolizzabili o esteri galloilati	Uso da valutare con cautela per non impoverire struttura e identità sensoriale
Estratti botanici	Solubilità, filtrabilità, precipitazioni in formulazione	Biotrasformazione di tannini e composti galloilati	Migliore lavorabilità, non garanzia automatica di claim funzionali
Valorizzazione biomasse	Residui agroindustriali ricchi di tannini	Degradazione enzimatica di polifenoli complessi	Possibile supporto a bioprocessi e riduzione di carichi tannici

Tè, infusi e bevande a base di tè

Il tè è una delle applicazioni più intuitive della Tannase perché contiene polifenoli capaci di influenzare colore, limpidezza, astringenza e stabilità durante raffreddamento o conservazione. Nelle infusioni concentrate e nei tè pronti da bere, la torbidità può derivare dalla formazione di complessi tra polifenoli, caffeina, proteine e altre componenti solubili. La Tannase interviene sulla parte tannica idrolizzabile o galloilata di questo sistema, riducendo la propensione di alcune molecole a partecipare a complessi insolubili ^[1].



Figure 2. 탄나아제는 펙틴, 단백질, 셀룰로오스 또는 전분이 아니라 탄닌의 에스터 결합과 뎀사이드 결합을 표적으로 한다는 점에서 펙티나아제, 프로테아아제, 셀룰라아제, 아밀라아제와 구별됩니다.

La ricerca recente sul tè verde ha dedicato attenzione anche al miglioramento della termostabilità di Tannasi specifiche, proprio perché le condizioni di trattamento del tè possono esporre l'enzima a temperature operative non trascurabili. Questo indica che l'interesse industriale non riguarda soltanto "aggiungere un enzima", ma integrare una biocatalisi stabile nel processo di infusione o trattamento dell'estratto [1].

Un altro punto pratico è che la Tannase non deve sostituire per definizione filtrazione, centrifugazione o altre fasi di chiarificazione. Più correttamente, può ridurre la formazione o la persistenza di alcune frazioni responsabili di torbidità, rendendo più efficace il percorso complessivo di stabilizzazione. In prodotti come tè freddo e tè istantaneo, questo approccio è utile quando la perdita di limpidezza compare dopo raffreddamento o durante lo stoccaggio.

Succhi, infusi di frutta e bevande botaniche

Succhi di frutta, infusi di bacche, estratti di bucce, bevande botaniche e basi vegetali possono contenere tannini in quantità sufficiente da generare astringenza o instabilità. In queste matrici, la Tannase può contribuire a trasformare tannini idrolizzabili in composti meno complessi, riducendo la capacità della frazione fenolica di interagire con proteine e colloidali. L'azione è particolarmente plausibile nelle materie prime naturalmente ricche di ellagitannini o gallotannini [3].

Il caso degli ellagitannini galloilati è utile per comprendere la specificità dell'enzima. La biotrasformazione di polifenoli galloilati da parte di attività tannasica extracellulare dimostra che il trattamento può modificare non solo l'intensità sensoriale, ma anche il profilo chimico dell'estratto.

Tuttavia, la direzione del cambiamento dipende dalla materia prima: un succo ricco di pectine, proteine o particelle fini può richiedere anche altre strategie di stabilizzazione [3].

In termini sensoriali, la riduzione dell'astringenza non equivale sempre a "miglioramento" universale. Alcune bevande botaniche sono apprezzate proprio per una presenza fenolica marcata; in altre, la secchezza eccessiva rende il prodotto difficile da bere. La Tannase è quindi più adatta a una modulazione tecnica del profilo che a una cancellazione indiscriminata dei tannini.

Vino, birra e bevande fermentate

Nelle bevande fermentate, i polifenoli partecipano a struttura, colore, protezione ossidativa e identità sensoriale. Una gestione troppo aggressiva della frazione tannica può ridurre corpo e complessità; d'altra parte, un eccesso di tannini reattivi può favorire astringenza ruvida, torbidità o sedimentazione. La Tannase può essere presa in considerazione quando la componente da controllare è coerente con tannini idrolizzabili o substrati galloilati.

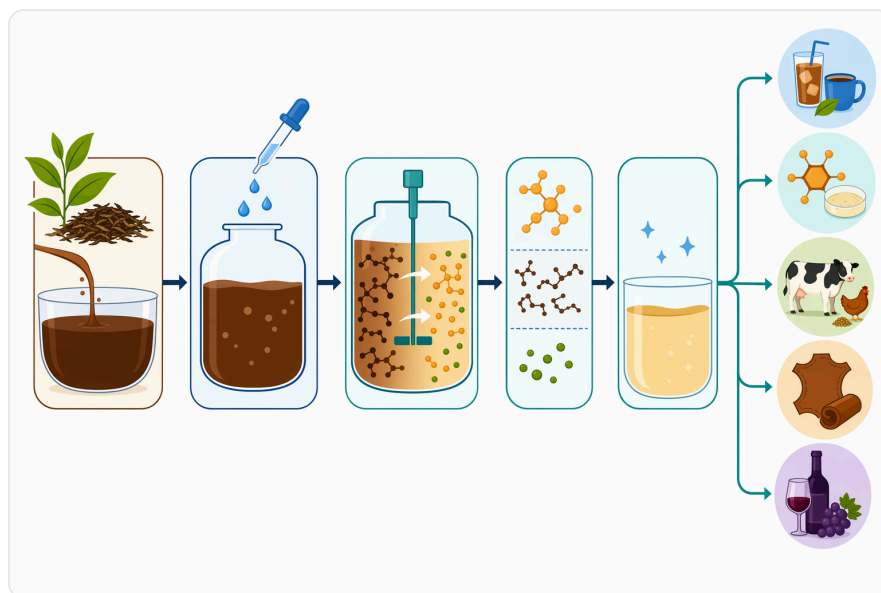


Figure 3. 차 가공에서 탄나아제는 후속 분리 공정 전에 차 폴리페놀의 탈갈로일화를 촉진하여 티 크림, 혼탁, 저온 불용성을 줄입니다.

Nel vino, la questione è particolarmente delicata perché i tannini possono provenire da bucce, vinaccioli, legno e processi di affinamento. Non tutti questi composti sono substrati ideali per la Tannase. Nella birra, invece, l'instabilità colloidale può coinvolgere interazioni tra polifenoli e proteine: se la frazione tannica idrolizzabile è significativa, l'enzima può essere parte di una strategia di stabilizzazione; se prevalgono altre cause, il suo contributo può essere limitato.

Queste applicazioni richiedono aspettative realistiche. La Tannase non è una scorciatoia per correggere ogni difetto sensoriale o ogni torbidità, ma un intervento mirato quando il problema deriva da legami e strutture che l'enzima può effettivamente idrolizzare ^[4].

Estratti botanici, ingredienti funzionali e polveri vegetali

Negli estratti botanici, i tannini possono creare difficoltà di filtrazione, concentrazione, solubilizzazione e miscelazione con altri ingredienti. Possono inoltre complessare proteine o interagire con polisaccaridi, formando sedimenti o opalescenze dopo diluizione. In questo contesto la Tannase può migliorare la gestibilità tecnologica dell'estratto trasformando composti tannici complessi in molecole più piccole ^[2].

È però importante separare il piano tecnologico da quello salutistico. La trasformazione enzimatica dei polifenoli può modificare il profilo chimico di un estratto, ma non autorizza automaticamente affermazioni su biodisponibilità, efficacia terapeutica o benefici per la salute. Studi su matrici fermentate e componenti funzionali mostrano che le biotrasformazioni possono essere rilevanti per il profilo dei composti ottenuti, ma le conclusioni vanno riferite alla matrice e al processo studiati ^[7].

Per produttori di ingredienti, bevande e preparati vegetali, la Tannase è più solida come strumento per ridurre instabilità, precipitazione e astringenza che come base per claim nutraceutici generali. Qualsiasi comunicazione al consumatore deve essere distinta dalla funzione tecnologica del trattamento enzimatico.

Confronto con altri approcci di stabilizzazione e chiarificazione

La gestione dei tannini può avvenire con più strategie: filtrazione, adsorbimento, chiarificanti proteici o minerali, regolazione di pH e temperatura, fermentazione, trattamenti enzimatici o combinazioni di questi approcci. La Tannase si differenzia perché non rimuove genericamente una frazione, ma catalizza una trasformazione chimica mirata. Questo può essere vantaggioso quando si vuole modificare la reattività dei tannini senza eliminare in modo indiscriminato tutti i polifenoli.



Figure 4. 탄나아제는 가수분해성 탄닌이나 갈로일화 화합물이 혼탁, 침전, 떫은 맛, 항영양 효과 또는 갈산 수율에 영향을 미치는 분야에서 가장 효과적으로 활용됩니다.

Approccio	Meccanismo prevalente	Punti di forza	Limiti rispetto ai tannini
Tannase	Idrolisi di legami estere/depsidici in tannini idrolizzabili	Intervento selettivo sulla struttura tannica	Non agisce allo stesso modo su tannini condensati o torbidità non tanniche
Filtrazione/centrifugazione	Rimozione fisica di particelle e colloidi	Migliora limpidezza fisica	Non modifica i precursori solubili della torbidità
Chiarificanti/adsorbenti	Legame e rimozione di composti target	Può ridurre polifenoli o proteine reattive	Può rimuovere anche composti desiderabili
Fermentazione	Metabolismo microbico e biotrasformazione	Può generare profili sensoriali complessi	Meno selettiva e più dipendente dal microorganismo
Trattamento termico	Denaturazione, solubilizzazione o precipitazione	Integrabile in molti processi	Può alterare aroma, colore e composti sensibili

L'aspetto distintivo della Tannase è quindi la specificità. Se la torbidità nasce da pectine, amidi, proteine termolabili, particelle insolubili o contaminazioni microbiologiche, l'enzima può non essere sufficiente. Se invece il problema è la presenza di tannini idrolizzabili che formano complessi o generano astringenza e precipitazione, la Tannase è una scelta tecnicamente coerente ^[1].

Parametri di processo: cosa influenza il risultato senza ridurre tutto a un dosaggio

L'efficacia della Tannase dipende dal contatto tra enzima e substrato. Una matrice molto viscosa, ricca di particelle sospese o con tannini già legati in complessi insolubili può rendere più lenta o meno completa la trasformazione. Per questo il punto di aggiunta nel processo è spesso importante: l'enzima tende a essere più utile quando i tannini sono ancora accessibili, prima che precipitino o vengano intrappolati in strutture colloidali difficili da raggiungere.

Anche pH, temperatura, tempo di contatto e composizione della matrice influenzano il comportamento dell'enzima. Le Tannasi provenienti da fonti diverse possono mostrare proprietà differenti; la ricerca su Tannasi di microrganismi come **Penicillium** o **Bacillus** riflette proprio l'interesse per caratterizzazione, stabilità e adattabilità a condizioni di processo diverse ^{[5][4]}. In una bevanda acida, in un estratto caldo o in un concentrato vegetale zuccherino, la stessa attività enzimatica può esprimersi in modo differente.

Un ulteriore fattore è la presenza di altri enzimi o trattamenti. In molte matrici vegetali, torbidità e filtrabilità dipendono contemporaneamente da pectine, emicellulose, proteine e polifenoli. La Tannase può essere parte di una sequenza più ampia, ma la sua funzione rimane specifica: intervenire sui tannini idrolizzabili e sulle strutture galloilate, non degradare ogni classe di macromolecole.

Benefici tecnici attesi nelle applicazioni B2B

Il primo beneficio atteso è la riduzione dell'astringenza quando essa deriva da tannini idrolizzabili reattivi. L'astringenza nasce in gran parte dall'interazione tra polifenoli e proteine salivari o alimentari; riducendo la dimensione e la multivalenza di alcune molecole tanniche, la Tannase può diminuire la capacità di formare complessi percepiti come secchezza o ruvidità.

Il secondo beneficio riguarda limpidezza e stabilità visiva. Nei tè freddi, nelle bevande botaniche e in alcuni estratti, la torbidità può comparire dopo raffreddamento o conservazione perché molecole inizialmente solubili formano aggregati. L'idrolisi enzimatica può ridurre la quota di precursori tannici coinvolti in questi fenomeni, migliorando la stabilità del prodotto quando il meccanismo di instabilità è effettivamente polifenolico ^[1].

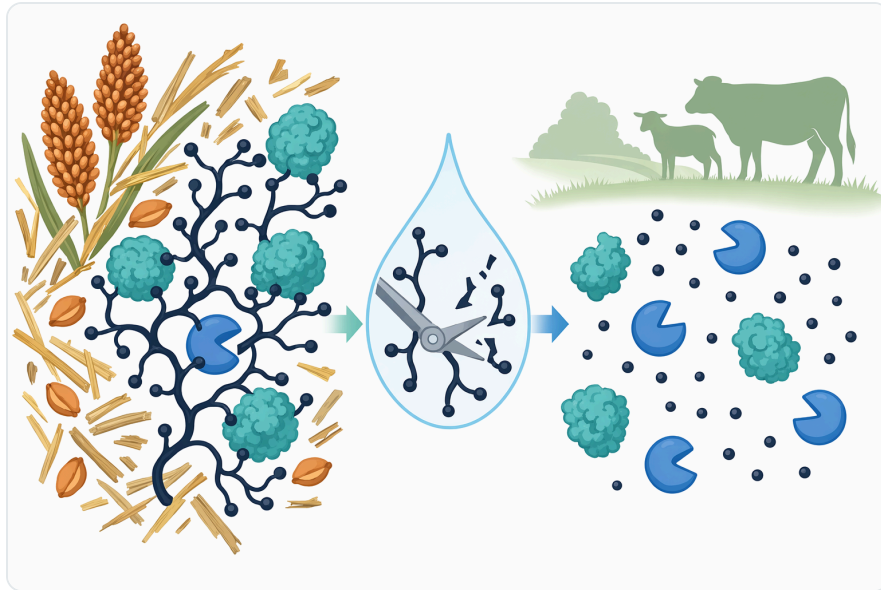


Figure 5. 사료 처리에서 탄나아제는 가수분해성 탄닌 구조를 가수분해하여 탄닌이 단백질과 소화 효소에 결합하는 것을 줄입니다.

Il terzo beneficio è la lavorabilità dell'estratto. Una frazione tannica meno reattiva può facilitare filtrazione, concentrazione e formulazione, soprattutto in sistemi in cui i tannini complessano proteine, polisaccaridi o altri ingredienti. Questo è rilevante per estratti vegetali, basi beverage, infusi concentrati e ingredienti botanici destinati a miscelazione.

Infine, la Tannase può supportare processi di valorizzazione di residui ricchi di tannini. Studi sulla produzione dell'enzima da rifiuti industriali e sul suo potenziale nella riduzione dell'inquinamento mostrano l'interesse per l'enzima anche oltre il prodotto finito alimentare, in contesti di bioprocesso e trattamento di substrati vegetali complessi ^[2].

Limiti tecnici e interpretazione corretta dei risultati

Il limite principale della Tannase è la specificità. Se la matrice contiene prevalentemente tannini condensati, pigmenti polimerici non idrolizzabili o colloidali non fenolici, l'effetto può essere parziale. L'enzima è progettualmente coerente con legami estere e depsidici, non con ogni interazione responsabile di torbidità o astringenza ^[4].

Un secondo limite riguarda il bilanciamento sensoriale. In alcune bevande, i tannini forniscono corpo, persistenza e struttura; ridurli troppo può rendere il profilo piatto. Nei prodotti fermentati o negli estratti premium, l'obiettivo non è necessariamente minimizzare i tannini, ma regolare quelli più problematici mantenendo la complessità desiderata.

Un terzo limite è la variabilità della materia prima. Due lotti di foglie, frutti, bucce o estratti possono avere profili polifenolici diversi per varietà botanica, maturazione, essiccazione, estrazione e stoccaggio. La Tannase agisce sulla chimica disponibile nel momento del trattamento; non può compensare completamente variabilità estreme di materia prima o difetti generati da ossidazione, contaminazione o formulazione instabile.

Infine, è opportuno evitare affermazioni funzionali non supportate. Il trattamento enzimatico può trasformare polifenoli e generare prodotti di idrolisi interessanti, ma l'effetto sulla salute, sulla biodisponibilità o su marcatori fisiologici richiede dati specifici della matrice, del processo e del prodotto finito. Le review su componenti funzionali derivati da fermentazione confermano il valore scientifico delle biotrasformazioni, ma non sostituiscono evidenze specifiche per ogni applicazione commerciale ^[7].

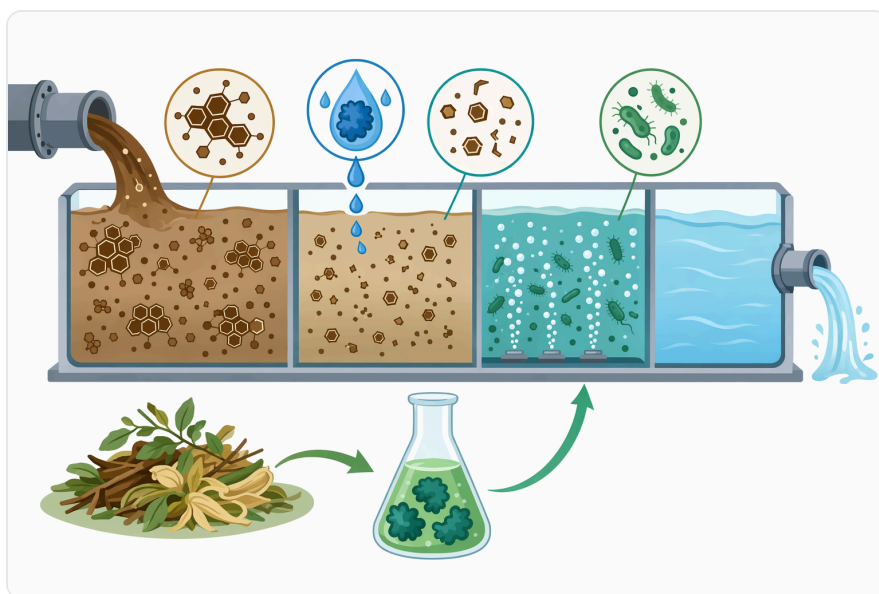


Figure 6. 탄나아제는 복합 탄닌을 더 작은 분자로 분해함으로써 더 넓은 범위의 폐수 처리 및 순환 처리 시스템에서 기능할 수 있습니다.

Tannase e sostenibilità di processo

La Tannase è rilevante anche per il trattamento di residui vegetali ricchi di tannini, come scarti agroindustriali, bucce, foglie, vinacce, semi e sottoprodotti di estrazione. I tannini possono rendere queste biomasse meno facili da fermentare o valorizzare perché inibiscono microrganismi ed enzimi, complessano proteine e riducono la disponibilità di nutrienti. L'idrolisi enzimatica può contribuire a rendere più gestibili tali flussi, riducendo la reattività della frazione tannica ^[2].

Questa applicazione non va confusa con una promessa automatica di recupero totale della biomassa. La valorizzazione richiede un processo integrato: pretrattamento, eventuale fermentazione, separazione, stabilizzazione e destinazione del prodotto o del residuo. La Tannase può essere una leva utile quando i tannini sono il collo di bottiglia, ma non risolve da sola problemi legati a lignina, cellulosa cristallina, carica microbica o contaminanti.

La ricerca sulla produzione microbica dell'enzima, inclusa la modellazione di processi con **Bacillus cereus**, dimostra l'interesse verso strategie più efficienti di ottenimento e applicazione della Tannase in bioprocessi ^[5]. Per l'utilizzatore B2B, il punto centrale è capire se il trattamento dei tannini migliora realmente resa, filtrabilità, stabilità o qualità del flusso in esame.

Informazioni per l'acquisto su Enzymes.bio

Enzymes.bio offre Tannase per acquisto diretto online in unità da **1 kg**. Il prodotto è destinato a utilizzatori professionali che cercano un enzima per applicazioni in alimenti, bevande, estratti vegetali o processi in cui i tannini idrolizzabili rappresentano un fattore tecnico rilevante .

Il **CoA** e la **SDS** sono forniti insieme all'ordine. Enzymes.bio opera come fornitore online: le informazioni tecniche disponibili devono essere interpretate nel quadro del processo dell'utilizzatore, della matrice trattata e degli obiettivi di qualità. La Tannase è più appropriata quando l'applicazione è coerente con il suo meccanismo d'azione: idrolisi di tannini idrolizzabili, riduzione di astringenza tannica, supporto alla limpidezza e miglioramento della lavorabilità di estratti ricchi di polifenoli.

Ordina Tannase 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 Tannase →](#)

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. Zhou, H., Cao, S., Zhang, C., Wang, M., Tang, Y., Chen, J., Zhu, L., ... et al. (2025). [Enhancing the Thermostability of a New Tannase Through Rational Design and Site-Directed Mutagenesis: A Quality Improvement Strategy for Green Tea](#)

Infusion. Beverages.

2. Prakash, P. D. S. R. S., & Deedi, M. (2020). Production of Tannase enzyme from Industrial Waste to abate Environmental Pollution. *Asian Journal of Biological and Life Sciences.*
3. Pulido-Mateos, E. C., Lessard-Lord, J., Desjardins, Y., & Roy, D. (2024). Biotransformation of camu-camu galloylated ellagitannins by Lactiplantibacillus plantarum with extracellular tannase activity. *Food & Function.*
4. Zaki pour-Molkabadi, E., Hamidi-Esfahani, Z., Sahari, M., & Azizi, M. (2013). A New Native Source of Tannase Producer, Penicillium sp. EZ-ZH190: Characterization of the Enzyme. *Iranian Journal of Biotechnology*, 11, 244-250.
5. Mendoza, D., Niño, L., & Gelves, G. (2021). Dynamic Modeling of Tannase Production from Bacillus cereus: A Framework Simulation based on Fed Batch Strategy. *Journal of Physics: Conference Series*, 2049.
6. Frisvad, J., Møller, L. L. H., Larsen, T. O., Kumar, R., & Arnau, J. (2018). Safety of the fungal workhorses of industrial biotechnology: update on the mycotoxin and secondary metabolite potential of Aspergillus niger, Aspergillus oryzae, and Trichoderma reesei. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102, 9481 - 9515.
7. Cante, R. C., Nigro, F., Passannanti, F., Lentini, G., Gallo, M., Nigro, R., & Budelli, A. (2024). Gut health benefits and associated systemic effects provided by functional components from the fermentation of natural matrices. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23 3, e13356 .

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.