

Beta-Glucanase: enzima beta glucanase per birrificazione, vino, mangimi ed estrazione vegetale

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

La **Beta-Glucanase** è una carboidrasi che idrolizza i β -glucani, cioè polisaccaridi del glucosio con legami β , riducendo la lunghezza delle catene che contribuiscono a viscosità, intasamento filtrante e resistenza della matrice. In ambito B2B è usata soprattutto in birrificazione, lavorazione di bevande, mangimi a base di cereali, trasformazione vegetale ed estrazione botanica, dove i β -glucani limitano filtrabilità, separazione solido-liquido o accessibilità dei nutrienti. Enzymes.bio la propone come fornitore online di enzimi, non come produttore o laboratorio, con vendita diretta in unità da 1 kg e documentazione CoA/SDS fornita insieme all'ordine.

Che cos'è la Beta-Glucanase

Con il termine **Beta-Glucanase** non si indica una singola molecola universale, ma una famiglia funzionale di enzimi capaci di scindere legami glicosidici presenti nei β -glucani. I substrati più rilevanti per le applicazioni industriali includono β -glucani dei cereali, come quelli dell'orzo, e glucani di origine microbica o fungina; la distinzione è importante perché una preparazione efficace su un β -glucano misto β -1,3/ β -1,4 non è automaticamente equivalente a una beta 1 3 glucanase mirata a glucani prevalentemente β -1,3 ^[1].

Nei cereali, i β -glucani sono polisaccaridi strutturali della parete cellulare e possono presentare sequenze con legami β -1,3 e β -1,4. Gli studi classici sulle malt β -glucanases hanno analizzato sia la struttura del β -D-glucano d'orzo sia la specificità di endo- β -glucanasi capaci di agire su questi polimeri, chiarendo perché la degradazione enzimatica dipenda dalla disposizione dei legami lungo la catena ^[1].

Nel linguaggio applicativo, "enzima beta glucanase" può quindi riferirsi a preparazioni diverse: **endo- β -glucanasi**, che tagliano legami interni della catena; **exo-glucanasi**, che lavorano progressivamente dalle estremità; e forme con attività su glucani misti, spesso chiamate lichenasi quando orientate verso β -1,3/ β -1,4-glucani. La letteratura riporta, ad esempio, enzimi endo-1,4- β -glucanasi, exo-1,3- β -glucanasi e β -1,3-1,4-glucanasi con proprietà operative differenti ^[2].

Come funziona: idrolisi dei β -glucani e riduzione della viscosità

Il principio di funzionamento è l'idrolisi del legame glicosidico: l'enzima riconosce regioni compatibili del β -glucano, stabilizza il complesso enzima-substrato e catalizza la rottura del legame tramite aggiunta di acqua. Il risultato non è la "scomparsa" del polisaccaride, ma la trasformazione di catene lunghe in oligosaccaridi e frammenti più corti, con un forte impatto sulle proprietà fisiche della matrice [3].

Questa riduzione della lunghezza molecolare è particolarmente rilevante perché i β -glucani ad alto peso molecolare trattengono acqua, aumentano la viscosità e possono formare reti colloidali che ostacolano pompaggio, filtrazione e separazione. Gli studi sui prodotti formati dall'idrolisi del β -D-glucano d'orzo da parte di endo- β -glucanasi hanno mostrato che l'azione enzimatica genera frammenti definiti, coerenti con un meccanismo di taglio selettivo sulla catena polisaccaridica [4].

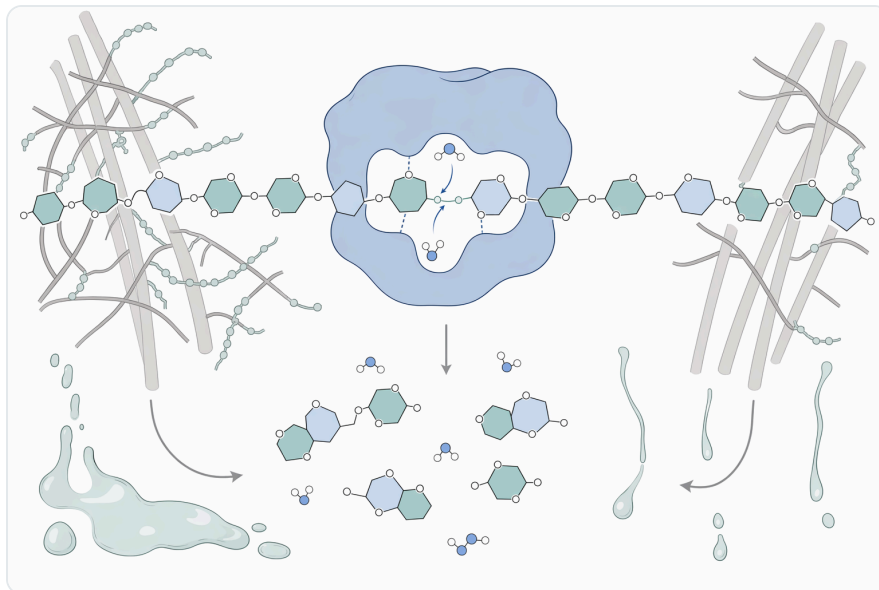


Figure 1. 베타-글루카나아제는 베타-글루칸 다당류를 더 짧은 올리고당으로 가수분해하여 곡물 세포벽의 점도를 낮춥니다.

La specificità enzimatica spiega perché le prestazioni cambino da una matrice all'altra. Un'endo-1,4- β -glucanasi da *Trichoderma reesei*, ad esempio, è stata studiata per la sua azione su oligomeri e polimeri β -1,4 derivati da D-glucosio e D-xilosio, mentre altre glucanasi sono state caratterizzate per glucani misti β -1,3/ β -1,4 o per substrati β -1,3 [5].

Endo-glucanasi, exo-glucanasi e beta 1 3 glucanase

Le **endo-glucanasi** agiscono all'interno della catena polisaccaridica e sono particolarmente utili quando l'obiettivo tecnologico è ridurre rapidamente viscosità e dimensione media delle catene. Le endo-1,4- β -glucanasi sono state studiate in diversi microrganismi, inclusi *Trichoderma*, *Bacillus* e batteri ambientali, con profili di substrato e stabilità variabili [6].

Le **exo-glucanasi** agiscono invece dalle estremità della catena, liberando progressivamente unità o piccoli oligomeri; in certi processi possono essere più adatte quando l'obiettivo è una conversione più spinta o un profilo specifico di prodotti di idrolisi. Una exo-1,3-beta glucanase da *Meyerozyma guilliermondii* è stata studiata, ad esempio, per la produzione del dolcificante naturale siamenoside I, mostrando come la selettività verso legami β -1,3 possa essere sfruttata in biotrasformazioni specializzate [2].

La dicitura **beta 1 3 glucanase** è particolarmente rilevante per glucani di lieviti, funghi e alcune matrici botaniche o microbiche, dove i legami β -1,3 sono strutturalmente importanti. Una "Beta-Glucanase" destinata a cereali non dovrebbe quindi essere interpretata automaticamente come una beta 1 3 glucanase pura: per applicazioni reali conta il profilo della preparazione e il substrato dominante nel processo [7].

Tipo di attività glucanasica	Legami o substrati tipici	Effetto tecnologico prevalente	Applicazioni più coerenti
Endo-1,4- β -glucanasi	Segmenti β -1,4 in glucani e substrati cellulósici	Taglio interno della catena, riduzione della dimensione molecolare	Trasformazione vegetale, biomasse, matrici ricche di polisaccaridi [5]
β -1,3-1,4-glucanasi / lichenasi	β -glucani misti dei cereali, in particolare orzo	Riduzione viscosità e miglioramento filtrabilità	Birrificazione, cereali, mangimi [8]
Beta 1 3 glucanase / exo-1,3- β -glucanasi	Glucani β -1,3 di origine fungina, microbica o specifiche biotrasformazioni	Idrolisi mirata di strutture β -1,3	Lieviti, funghi, applicazioni specialistiche [2]
Glucanasi bifunzionali	Più substrati glucanici, secondo l'enzima	Combinazione di attività su diverse frazioni polisaccaridiche	Matrici complesse, processi con più polisaccaridi [9]

Perché i β -glucani sono un problema di processo

I β -glucani diventano critici quando la loro concentrazione, solubilità o struttura aumenta la viscosità del sistema. In una sospensione di cereali, in un mosto o in un estratto vegetale, catene polisaccaridiche lunghe possono trattenere acqua e creare una fase liquida meno scorrevole; questo influenza tempi di trasferimento, separazione dai solidi, portata filtrante e stabilità operativa [1].

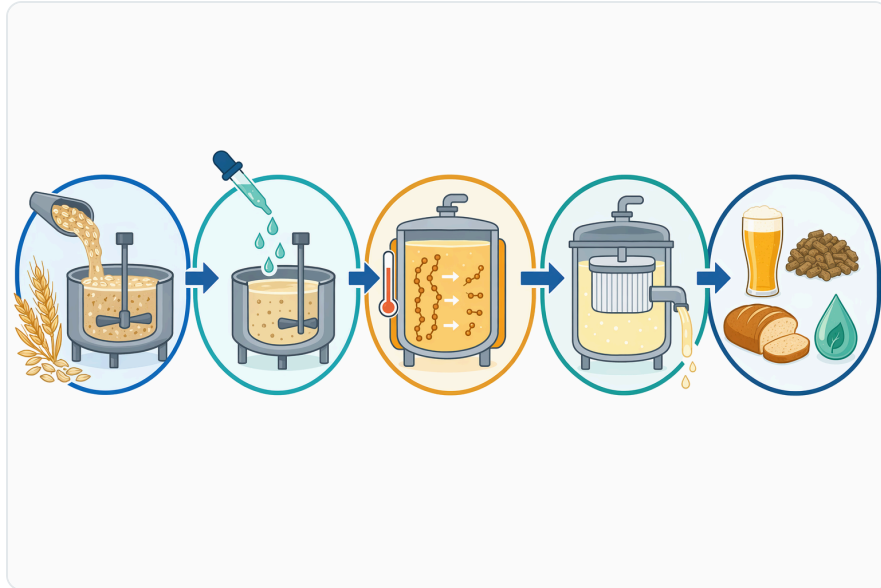


Figure 2. 산업용 베타-글루카나아제 공정은 점성이 높은 곡물 베타-글루칸을 양조, 사료, 제빵 및 발효에 적합한 저점도 흐름으로 전환합니다.

Nel caso dell'orzo e del malto, l'interesse scientifico per la struttura del β -D-glucano e per l'azione delle malt β -glucanases è collegato proprio alla necessità di prevedere come questi polimeri si comportino durante la lavorazione. L'idrolisi controllata riduce la capacità dei glucani di formare sistemi viscosi e facilita la gestione del mosto, senza svolgere la stessa funzione delle amilasi sull'amido [4].

Nelle matrici vegetali non cerealicole, il problema può essere meno legato alla birrificazione e più alla resistenza della parete cellulare. Endo- β -1,4-glucanasi identificate in diversi organismi, inclusi insetti e microrganismi, sono state studiate per la loro capacità di modificare substrati glucanici e componenti cellulosici, confermando l'interesse industriale delle glucanasi nella destrutturazione parziale delle matrici vegetali [10].

Applicazioni principali della Beta-Glucanase

Birrificazione e lavorazione del malto

La birrificazione è una delle applicazioni più intuitive della Beta-Glucanase perché l'orzo contiene β -glucani misti che possono sopravvivere in parte alla maltazione e influenzare ammostamento, lautering e filtrazione. Quando il grist contiene orzo poco modificato, cereali ricchi di fibra o frazioni non maltate, la degradazione enzimatica dei β -glucani può contribuire a un mosto più gestibile e a una separazione più regolare ^[1].

L'effetto ricercato non è l'aumento diretto degli zuccheri fermentescibili, ma il miglioramento della reologia del mash e del mosto. Gli studi sul meccanismo delle malt β -glucanases mostrano che l'idrolisi produce frammenti più piccoli del β -D-glucano d'orzo, coerenti con una riduzione della capacità del polimero di generare viscosità e ostacoli filtranti ^[4].

L'interesse applicativo è confermato anche da studi sulla produzione di birra con ceppi di *Saccharomyces cerevisiae* ingegnerizzati per modificare l'espressione di beta glucanase, segno che la degradazione dei β -glucani è stata esplorata non solo come aggiunta enzimatica, ma anche come leva biologica di processo. Per un uso industriale standard, tuttavia, la logica rimane quella di integrare l'enzima nella fase in cui il substrato glucanico è accessibile ^[11].

Vino, bevande fermentate e chiarifica

Nel vino e in altre bevande fermentate, i β -glucani possono provenire da pareti cellulari di lieviti o da funghi associati alla materia prima. Questi polimeri possono contribuire a torbidità, instabilità colloidale o difficoltà di filtrazione, soprattutto quando la matrice contiene glucani più resistenti alle normali operazioni di chiarifica ^[7].

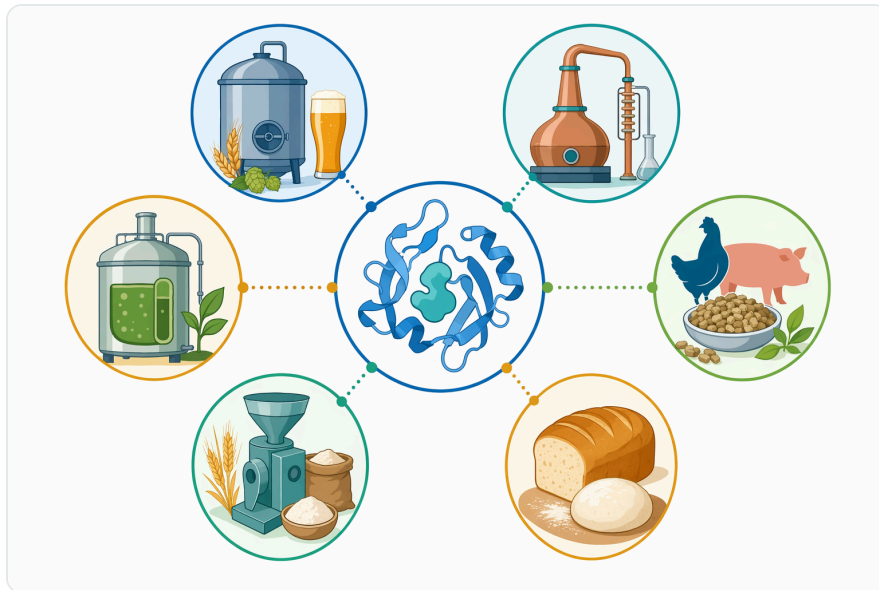


Figure 3. 베타-글루카나아제는 주로 양조, 증류, 동물 사료, 제빵, 곡물 가공 및 바이오매스 관련 발효에 사용됩니다.

In questo contesto, una preparazione con attività glucanasica può essere utile per frammentare le catene responsabili dell'aumento di viscosità o della bassa filtrabilità. La scelta tra attività più orientate a β -1,3, β -1,4 o glucani misti dipende dal tipo di glucano presente, perché le pareti di lieviti e funghi non hanno necessariamente la stessa architettura dei β -glucani dei cereali ^[2].

È importante evitare aspettative eccessive: la Beta-Glucanase non sostituisce chiarifica, filtrazione o gestione corretta della fermentazione. Funziona meglio quando il collo di bottiglia è effettivamente legato alla componente glucanica; se la torbidità deriva da proteine, pectine, tannini o particelle minerali, altre tecnologie o altri enzimi possono essere più rilevanti ^[9].

Mangimi per pollame, suini e razioni a base di cereali

Nei mangimi, i β -glucani rientrano nella categoria dei polisaccaridi non amidacei che possono ridurre l'efficienza nutrizionale, soprattutto nelle specie monogastriche. L'effetto pratico non è solo chimico, ma fisico: un contenuto intestinale più viscoso può limitare il contatto tra enzimi digestivi, nutrienti e superficie assorbente, con conseguenze sulla disponibilità della razione ^[12].

Le β -glucanasi sono quindi impiegate per degradare frazioni glucaniche dei cereali e supportare la digeribilità, spesso insieme ad altre carboidrasi come xilanasi o cellulasi. Le tendenze attuali nell'uso di enzimi per la produzione industriale di broiler includono proprio l'impiego di enzimi capaci di agire sui polisaccaridi non amidacei, con l'obiettivo di migliorare l'utilizzo delle materie prime vegetali ^[12].

Nella pratica, il beneficio è più plausibile in formulazioni dove cereali o sottoprodotti ricchi di β -glucani contribuiscono in modo misurabile alla viscosità o alla scarsa disponibilità dei nutrienti. Anche qui non è corretto descrivere l'enzima come una soluzione universale: il risultato dipende da composizione della razione, specie animale, fase produttiva e combinazione con altre attività enzimatiche [12].

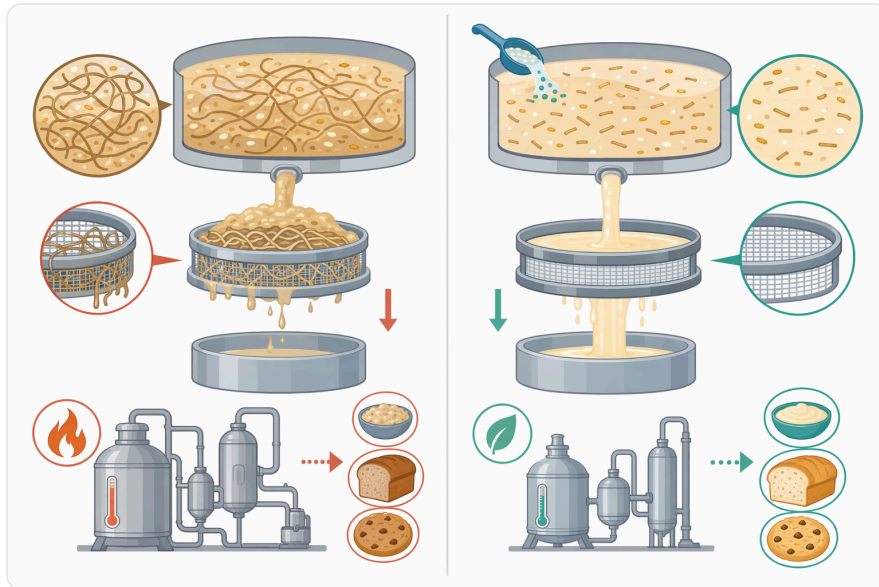


Figure 4. 고온 처리가 많이 필요한 공정이나 무처리 공정에 비해, 베타-글루카나아제 처리는 점도를 낮추고 여과성과 추출물 회수율을 향상시킵니다.

Estrazione vegetale e trasformazione botanica

Nei processi di estrazione botanica, i β -glucani e altri polisaccaridi di parete possono trattenere liquido, ostacolare la diffusione dei soluti e rendere più difficile la separazione tra estratto e residuo solido. L'aggiunta di Beta-Glucanase può contribuire a indebolire selettivamente alcune frazioni glucaniche, rendendo la matrice più permeabile e meno viscosa [10].

Questa logica si applica a matrici vegetali, cereali, biomasse e materiali contenenti strutture glucaniche accessibili in fase acquosa. Una endo-1,4- β -glucanasi cold-adaptive da *Burkholderia pyrrocinia*, ad esempio, è stata descritta per espressione, caratterizzazione e modalità d'azione, mostrando come glucanasi di origini diverse possano essere studiate in relazione a condizioni operative specifiche [13].

In estrazione, la Beta-Glucanase va vista come strumento di destrutturazione controllata, non come agente indiscriminato di "rottura della fibra". Se la matrice contiene anche pectine, emicellulose, proteine o lignina, una sola attività glucanasica può non essere sufficiente a modificare l'intero comportamento del sistema; il vantaggio si manifesta quando la frazione glucanica è una causa reale del limite di processo [14].

Biomasse, sottoprodotti e matrici complesse

Le glucanasi sono studiate anche per substrati più complessi, incluse biomasse vegetali e frazioni lignocellulosiche, dove cellulosa, emicellulose e glucani coesistono. Enzimi endo-1,4- β -glucanasi e glucanasi bifunzionali possono contribuire alla frammentazione di componenti glucanici, ma l'accessibilità del substrato rimane un fattore critico perché le pareti cellulari non sono polimeri puri [5].

La caratterizzazione di una β -glucanase da fungo ruminale *Orpinomyces* sp. Y102, descritta con attività cellobioidrolasica e cellotrioidrolasica, illustra come alcuni enzimi possano avere profili d'azione più ampi sui glucani. Questo è rilevante per matrici complesse, dove la coesistenza di legami e strutture diverse richiede attività complementari [15].

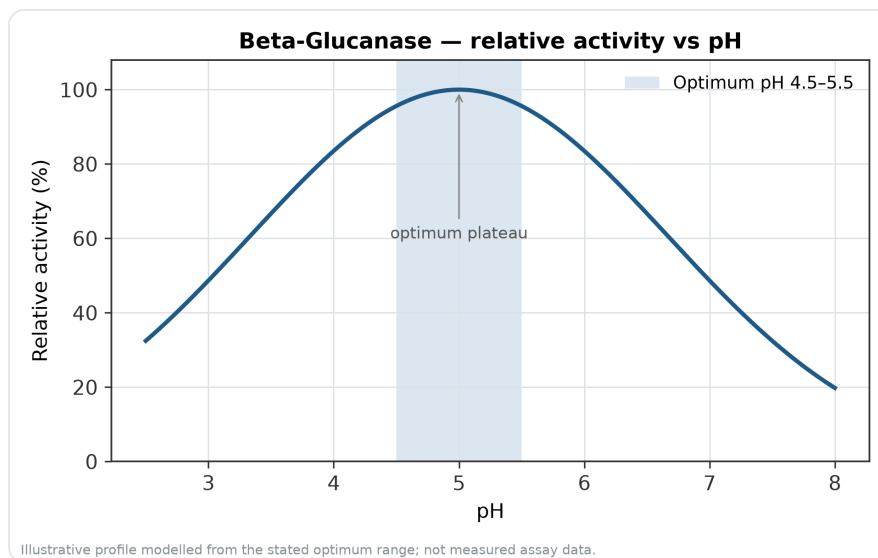


Figure 5. pH에 따른 베타-글루카나아제의 상대 활성으로, pH 4.5~5.5에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

Le glucanasi bifunzionali, come quelle con attività lichenasica e cellobioidrolasica descritte in batteri marini del genere *Streptomyces*, rafforzano l'idea che non esista una sola "Beta-Glucanase" valida per ogni substrato. Per un utilizzatore B2B, la domanda tecnica corretta non è se l'enzima "funzioni", ma se il suo profilo d'azione sia coerente con il glucano presente nel processo [9].

Parametri che influenzano la prestazione

La resa applicativa della Beta-Glucanase dipende da pH, temperatura, tempo di contatto, contenuto d'acqua, accessibilità del substrato e presenza di altre componenti della matrice. Studi su β -glucanasi acide da *Bacillus* e su enzimi termoattivi o adattati a condizioni particolari mostrano che le proprietà biochimiche possono variare significativamente tra enzimi di origine diversa [6].

La temperatura non va considerata solo come fattore di “velocità”: può favorire l’attività fino a un certo limite, ma oltre la stabilità dell’enzima diventa il punto critico. La letteratura include β -1,3-1,4-glucanasi termoattive da *Clostridium thermocellum* e lavori di miglioramento della termostabilità di glucanasi da *Bacillus amyloliquefaciens*, evidenziando l’importanza della stabilità per processi caldi come ammostamento o trattamenti di biomasse [8].

Anche il pH è determinante perché influenza sia la conformazione dell’enzima sia lo stato del substrato. Sono stati descritti interventi di evoluzione diretta per migliorare la capacità catalitica di una β -1,3-1,4-glucanasi termostabile da *Paecilomyces thermophila* in condizioni acide, un esempio utile per capire perché enzimi simili per nome possano comportarsi diversamente in processi alimentari, mangimistici o fermentativi [16].

La forza ionica e la composizione minerale della matrice possono inoltre influire sulle prestazioni. Una endo- β -1,4-glucanasi salt-tolerant Cel5A isolata da un ceppo di *Vibrio* proveniente da suolo di mangrovia è stata studiata proprio per la tolleranza al sale, caratteristica rilevante quando il processo contiene sali, estratti concentrati o acque di processo non standard [14].

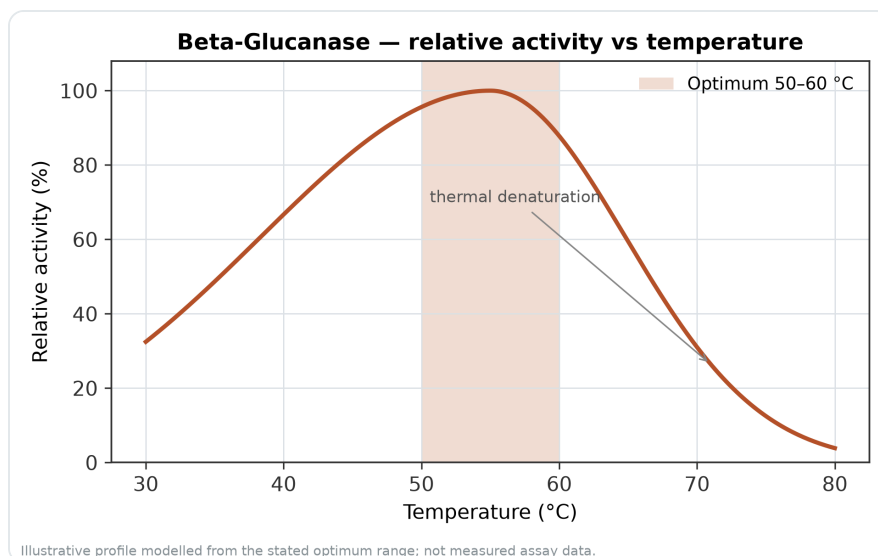


Figure 6. 온도에 따른 베타-글루카나아제의 상대 활성으로, 50~60°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도를 넘으면 열 변성으로 인해 활성이 특징적으로 감소합니다.

Benefici industriali realistici

Il beneficio più comune della Beta-Glucanase è la riduzione della viscosità nei sistemi dove i β -glucani formano catene idratate e resistenti al flusso. Questo può migliorare pompabilità, miscelazione, trasferimento e separazione, ma l’entità dell’effetto dipende dalla quantità di β -glucani accessibili e dal tempo in cui l’enzima resta attivo nella matrice [4].

Il secondo beneficio è il miglioramento della filtrabilità. In birrificazione questo riguarda soprattutto la separazione del mosto e la gestione del carico colloidale; in bevande fermentate e estratti vegetali riguarda la capacità del liquido di attraversare il mezzo filtrante senza rapido intasamento. La degradazione delle catene glucaniche riduce la tendenza a formare reti viscosi, ma non elimina cause non glucaniche di torbidità o fouling ^[1].

Il terzo beneficio è la maggiore accessibilità della matrice. Nei mangimi, questo significa rendere meno penalizzanti alcuni polisaccaridi non amidacei; nell'estrazione botanica, significa facilitare il rilascio di frazioni solubili intrappolate in strutture di parete; nelle biomasse, significa aprire parzialmente substrati glucanici che possono essere ulteriormente lavorati da altre attività enzimatiche ^[12].

Limiti e interpretazione corretta delle evidenze

Le evidenze scientifiche supportano con forza il meccanismo di base: le β -glucanasi idrolizzano β -glucani e modificano le proprietà fisiche o chimiche dei substrati glucanici. Tuttavia, uno studio su un'endo-1,4- β -glucanasi, una lichenasi o una exo-1,3- β -glucanasi non può essere trasferito automaticamente a ogni preparazione commerciale o a ogni matrice industriale ^[5].

Un errore frequente è confondere β -glucani e β -glucanasi. I β -glucani sono polisaccaridi; la Beta-Glucanase è l'enzima che li degrada. Per questo l'enzima non va presentato come ingrediente salutistico o fonte di benefici nutrizionali propri dei β -glucani: la sua funzione è tecnologica, legata alla modifica del substrato durante un processo controllato ^[3].

Un secondo errore è assumere che "più enzima" significhi sempre più risultato. Se il substrato non è accessibile, se le condizioni inattivano rapidamente l'enzima o se il limite di processo è causato da pectine, proteine o particolato insolubile non glucanico, l'aggiunta di Beta-Glucanase può avere un effetto limitato. La selettività osservata negli studi sulle malt β -glucanases e sugli enzimi endo- β -glucanasici conferma che substrato e contesto sono decisivi ^[1].

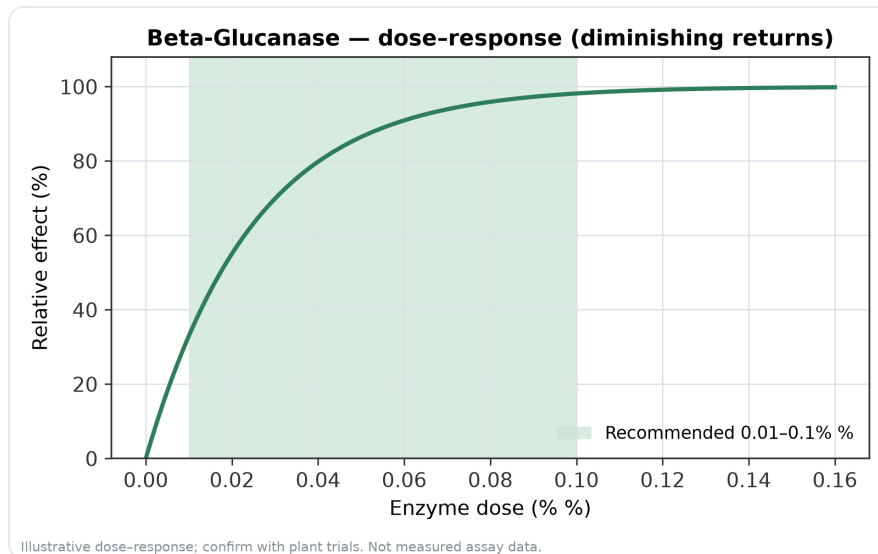


Figure 7. 권장 사용 범위(0.01~0.1%)에서 베타-글루카나아제의 용량-반응 관계를 예시적으로 보여줍니다.

Integrazione con altri enzimi di processo

Nelle matrici naturali, i β -glucani raramente sono l'unico polimero rilevante. Cereali, bucce, pareti vegetali, lieviti e funghi possono contenere anche xylani, mannani, pectine, cellulosa, proteine e composti fenolici; per questo la Beta-Glucanase è spesso più efficace se inserita in una strategia enzimatica coerente con la composizione della matrice ^[9].

In mangimistica, l'associazione concettuale con xilanasi e altre carboidrasi è particolarmente comune perché i polisaccaridi non amidacei dei cereali includono famiglie strutturalmente diverse. Le tendenze industriali nella produzione di broiler evidenziano l'uso di enzimi per migliorare l'impiego di materie prime vegetali, ma la scelta dell'attività enzimatica dipende dalla frazione limitante della razione ^[12].

In birrificazione o trasformazione vegetale, la Beta-Glucanase può essere affiancata da enzimi che agiscono su amido, pectine o emicellulose, mantenendo però ruoli distinti. La β -glucanasi non sostituisce amilasi, pectinasi o proteasi: interviene sul contributo dei β -glucani alla viscosità e alla filtrabilità, mentre gli altri enzimi risolvono limiti di natura diversa ^[5].

Uso B2B con Enzymes.bio

Enzymes.bio opera come **fornitore online B2B di enzimi**, non come produttore e non come laboratorio di analisi. La Beta-Glucanase disponibile nel catalogo è destinata a impieghi industriali e di trasformazione, con acquisto diretto online in unità da 1 kg; CoA e SDS sono forniti insieme all'ordine, così che l'utilizzatore disponga della documentazione associata al prodotto acquistato .

Per l'acquirente tecnico, il valore del prodotto non va interpretato come promessa di un effetto identico in ogni impianto, ma come disponibilità di un'attività enzimatica coerente con processi in cui i β -glucani sono un fattore limitante. Le applicazioni più pertinenti sono birrificazione, bevande fermentate, mangimi, estrazione vegetale e food processing, cioè contesti in cui la degradazione dei glucani può incidere su viscosità, filtrazione o accessibilità della matrice .

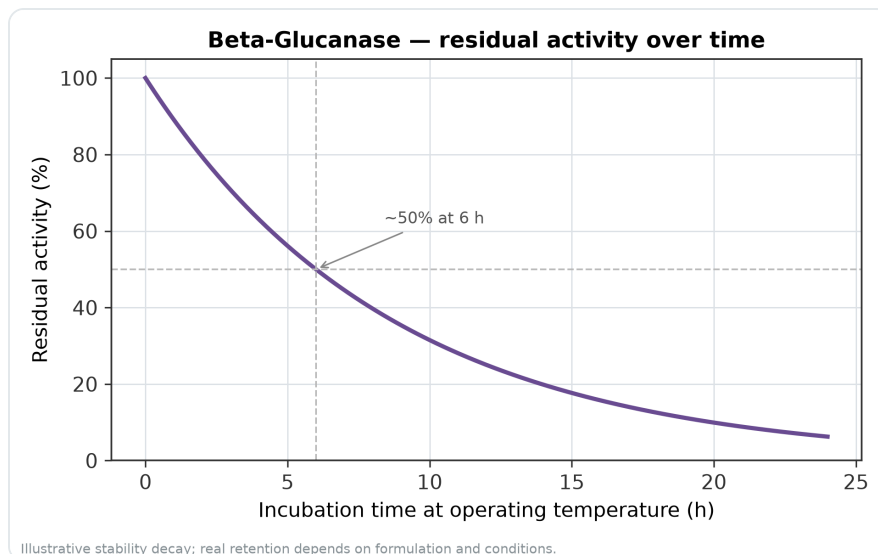


Figure 8. 베타-글루카나아제의 열 안정성 감소 예시 – 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소합니다.

Il corretto posizionamento è quindi quello di un **enzima di processo**. La Beta-Glucanase non è un ingrediente per consumo diretto, non è un trattamento medico e non è una soluzione universale per ogni problema di torbidità o resa; è uno strumento tecnico da integrare dove la chimica della matrice indica la presenza di β -glucani rilevanti .

Conclusione

La Beta-Glucanase è una famiglia di enzimi capace di idrolizzare β -glucani con legami β -1,3, β -1,4 o misti, a seconda della specificità della preparazione. Il suo impiego industriale è giustificato quando i β -glucani aumentano viscosità, riducono filtrabilità, limitano separazione solido-liquido o ostacolano l'accesso ai nutrienti e ai composti estraibili [1].

Le applicazioni più solide riguardano birrificazione, mangimi a base di cereali, bevande fermentate ed estrazione vegetale, con differenze importanti tra endo- β -glucanasi, exo-glucanasi, lichenasi e beta 1 3 glucanase. La scelta tecnica deve quindi partire dal substrato e dal problema di processo: ridurre viscosità, migliorare filtrazione, destrutturare pareti cellulari o supportare la digeribilità [9].

Per clienti B2B, Enzymes.bio offre Beta-Glucanase tramite vendita online in unità da 1 kg, con documentazione CoA e SDS fornita insieme all'ordine. Il ruolo di Enzymes.bio è quello di fornitore, non di produttore o laboratorio; l'enzima va usato come supporto tecnologico in processi industriali in cui la gestione dei β -glucani è un fattore operativo misurabile .

Ordina Beta-Glucanase 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 Beta-Glucanase →](#)

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. Luchsinger, W. W., Chen, S., & Richards, A. W. (1965). Mechanism of action of malt beta-glucanases. 9. The structure of barley beta-D-glucan and the specificity of A11-endo-beta-glucanase. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 112 3, 531-6 .
2. Wang, H., Xie, H., Zhong, A., & Xie, Q. (2025). Efficient production of the high-intensity natural sweetener siamenoside I by the exo-1,3-beta glucanase (Exo15) from *Meyerozyma guilliermondii* LHGNSJ-VS01. *3 Biotech*, 15.
3. Hehre, E., Brewer, C., Uchiyama, T., Schlesselmann, P., & Lehmann, J. (1980). Scope and mechanism of carbohydrase action. Stereospecific hydration of 2,6-anhydro-1-deoxy-D-gluco-hept-1-enitol catalyzed by alpha- and beta-glucosidases and an inverting exo-alpha-glucanase. *Biochemistry*, 19 15, 3557-64 .
4. Luchsinger, W. W., Chen, S. C., & Richards, A. W. (1965). Mechanism of action of malt beta-glucanases. 8. Structures of products formed during hydrolysis of barley beta-D-glucan by A11-endo-beta-glucanase. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 112 3, 524-30 .
5. Biely, P., Vršanská, M., & Claeysens, M. (1991). The endo-1,4-beta-glucanase I from *Trichoderma reesei*. Action on beta-1,4-oligomers and polymers derived from D-glucose and D-xylose. *European Journal of Biochemistry*, 200 1, 157-63 .
6. Ozaki, K., & Ito, S. (1991). Purification and properties of an acid endo-1,4-beta-glucanase from *Bacillus* sp. KSM-330. *Journal of General Microbiology*, 137 1, 41-8 .
7. Kuo, H., Zeng, J., Wang, P., & Chen, W. (2015). A Novel Exo-Glucanase Explored from a *Meyerozyma* sp. Fungal Strain. *Advances in Enzyme Research*, 03, 53-65.
8. Schimming, S., Schwarz, W., & Staudenbauer, W. (1991). Properties of a thermoactive beta-1,3-1,4-glucanase (lichenase) from *Clostridium thermocellum* expressed in *Escherichia coli*. *Biochemical and Biophysical Research*

Communications - BBRC, 177 1, 447-52 .

9. Lee, Y., Jo, E., Lee, Y., Kim, M. J., Gajanayaka, N. D., Zoysa, M. D., Park, G., ... et al. (2024). Lichenase and Cellobiohydrolase Activities of a Novel Bi-Functional β -Glucanase from the Marine Bacterium *Streptomyces* sp. J103. *Marine Drugs*, 22.
10. Willis, J. (2009). Identification and Characterization of Novel Cellulases from *Dissosteira carolina* (Orthoptera: Acrididae) and Molecular Cloning and Expression of an Endo-beta-1,4-Glucanase from *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae).
11. Shengli, Y., Zhongshan, L., Shengzhou, C., Sheng, H., Qingwei, M., Congcong, L., Yi, L., ... et al. (2009). Production of Beer with a Genetically Engineered Strain of *S. cerevisiae* with Modified Beta Glucanase Expression. *Journal of The Institute of Brewing*, 115, 361-367.
12. Diana, B. (2023). Current Trends with Enzymes Applications in Industrial Broilers Production. *Asian Journal of Dairy and Food Research*.
13. Chen, F., Ye, J., Kameshwar, A. K. S., Wu, X., Ren, J., Qin, W., & Li, D. (2020). A Novel Cold-Adaptive Endo-1,4- β -Glucanase From *Burkholderia pyrrocinia* JK-SH007: Gene Expression and Characterization of the Enzyme and Mode of Action. *Frontiers in Microbiology*, 10.
14. Gao, Z., Ruan, L., Chen, X., Zhang, Y., & Xu, X. (2010). A novel salt-tolerant endo- β -1,4-glucanase Cel5A in *Vibrio* sp. G21 isolated from mangrove soil. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 87, 1373-1382.
15. Chen, Y., Chen, W., Liu, J., Tsai, L., & Cheng, H. (2014). A highly active beta-glucanase from a new strain of rumen fungus *Orpinomyces* sp.Y102 exhibits cellobiohydrolase and cellotriohydrolase activities. *Bioresource Technology*, 170, 513-521 .
16. Li, Y., Jia, H., Yan, Q., Jiang, Z., & Yang, S. (2011). [Improvement of catalytic capability of *Paecilomyces thermophila* J18 thermostable beta-1,3-1,4-glucanase under acidic condition by directed evolution]. *Sheng wu gong cheng xue bao = Chinese journal of biotechnology*, 27 12, 1797-804 .

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.