

# $\beta$ -Amylase alimentare liquida per produzione di maltosio: applicazioni in sciroppi, brewing e fermentazioni

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

La  **$\beta$ -amilasi alimentare liquida** è un enzima amilolitico usato quando il processo deve convertire amidi accessibili in una frazione zuccherina ricca di **maltosio**, anziché spingere la saccarificazione verso glucosio o destrine casuali. È particolarmente pertinente per sciroppi ad alto maltosio, mash cerealicoli, brewing, distilling e fermentazioni in cui il profilo degli zuccheri fermentescibili deve essere controllato. Enzymes.bio la fornisce online in unità da **1 kg**; CoA e SDS accompagnano l'ordine .

## Che cos'è la $\beta$ -amilasi e perché è orientata al maltosio

La  $\beta$ -amilasi è un enzima della famiglia delle amilasi, cioè degli enzimi che catalizzano l'idrolisi dell'amido e dei suoi derivati. A differenza dell' $\alpha$ -amilasi, che taglia legami interni nelle catene amidacee e riduce rapidamente la viscosità, la  $\beta$ -amilasi agisce in modo prevalentemente eso-amilolitico: procede dalle estremità non riducenti delle catene accessibili e rilascia soprattutto unità di **maltosio**, un disaccaride formato da due unità di glucosio <sup>[1]</sup>.

Questo comportamento rende la  $\beta$ -amilasi uno strumento tecnico specifico quando il valore del processo non è semplicemente "rompere l'amido", ma ottenere una composizione zuccherina più ricca in maltosio. La selettività della reazione deriva dal modo in cui il sito attivo dell'enzima posiziona il substrato e controlla l'esito stereochimico dell'idrolisi; studi meccanicistici sulla  $\beta$ -amilasi hanno mostrato che la struttura proteica contribuisce a determinare il prodotto e l'orientamento della reazione catalizzata <sup>[2]</sup>.

Nel prodotto **Food-Grade  $\beta$ -Amylase - High-Activity Liquid Enzyme For Maltose Production**, l'espressione "liquid enzyme" indica una formulazione liquida, adatta a essere incorporata in flussi di processo idratati, sospensioni amidacee, mash e sistemi di saccarificazione. Enzymes.bio opera come **fornitore online**, non come produttore né come laboratorio; il prodotto è acquistabile direttamente in confezione da **1 kg**, con documentazione CoA e SDS fornita insieme all'ordine .

## Il meccanismo tecnico: dall'amido al maltosio

L'amido alimentare è costituito principalmente da due frazioni: **amilosio**, più lineare, e **amilopectina**, fortemente ramificata. Entrambe sono composte da unità di glucosio collegate soprattutto da legami  $\alpha$ -1,4; nell'amilopectina sono presenti anche punti di ramificazione  $\alpha$ -1,6. Questa architettura è importante perché l'enzima non "vede" l'amido come una massa uniforme: la velocità e l'estensione dell'idrolisi dipendono da accessibilità, gelatinizzazione, struttura del granulo, ramificazioni e lunghezza delle catene disponibili [1].

La  $\beta$ -amilasi libera maltosio procedendo dalle estremità non riducenti delle catene  $\alpha$ -1,4. Quando incontra una ramificazione  $\alpha$ -1,6, non la supera in modo efficace; per questo, su amilopectina e destrine ramificate, l'idrolisi tende a lasciare **destrine limite**. Questo limite non è un difetto, ma una caratteristica di selettività: è ciò che distingue un processo orientato al maltosio da una degradazione più completa verso glucosio o da una semplice liquefazione destrinizzante [1].

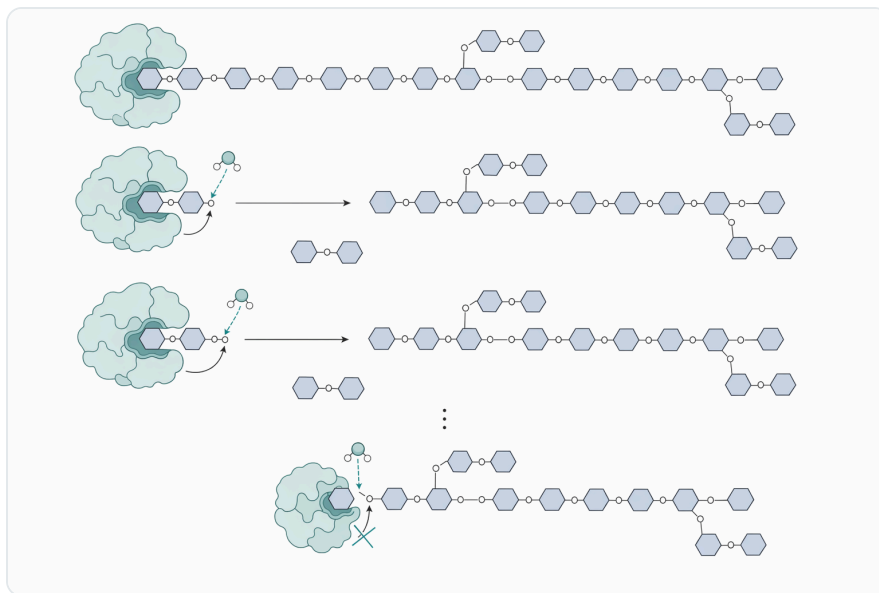


Figure 1.  $\beta$ -아밀라아제는 호화 전분의 비환원 말단에서 맥아당 단위를 방출하며, 분지점에 도달하면 한계 덱스트린이 형성됩니다.

L'accessibilità del substrato è centrale. Granuli di amido nativo, soprattutto se compatti o poco gelatinizzati, possono ostacolare l'ingresso dell'enzima. Gli studi sull'idrolisi enzimatica degli amidi mostrano che dimensione delle particelle, contenuto solido e stato fisico del substrato influenzano in modo marcato la conversione; nel caso dell'amido di patata dolce, la disponibilità di  $\beta$ -amilasi endogena non basta da sola a rendere uniforme l'idrolisi se la matrice limita l'accesso dell'enzima [3].

Per questo, nei processi industriali orientati al maltosio, la  $\beta$ -amilasi è spesso più efficace dopo una fase di preparazione dell'amido: idratazione, riscaldamento, gelatinizzazione o liquefazione controllata. L' $\alpha$ -amilasi, quando impiegata prima, taglia legami interni e riduce la viscosità, generando destrine più accessibili; la  $\beta$ -amilasi può poi convertire le estremità disponibili in maltosio. Studi su  $\alpha$ -amilasi e amidi di cereali o tuberi confermano che la struttura del granulo e la distribuzione tra guscio esterno e blocchi interni influenzano il percorso di idrolisi <sup>[4]</sup>.

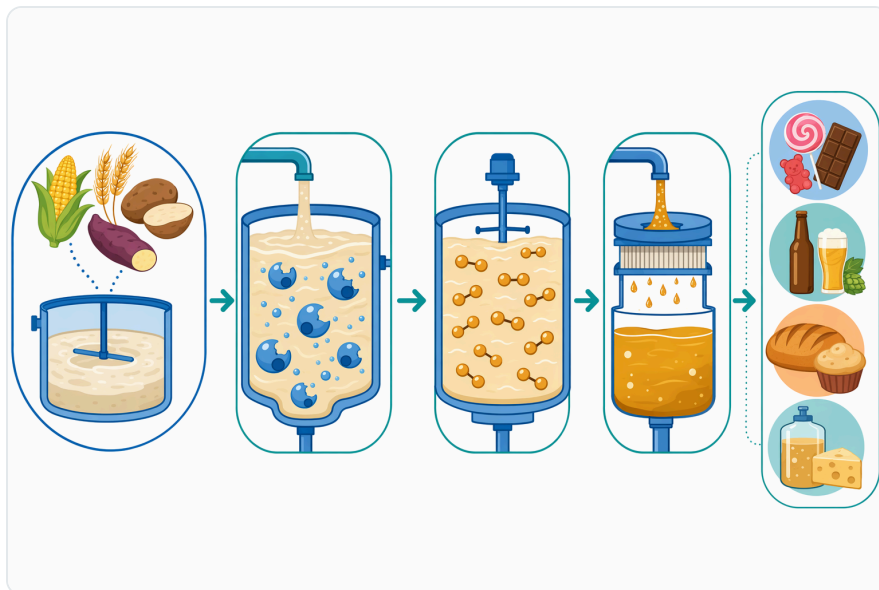
## $\beta$ -amilasi, $\alpha$ -amilasi e glucoamilasi: differenze operative

La scelta dell'amilasi non è intercambiabile: dipende dallo zucchero finale desiderato e dalla fase del processo. Una distinzione chiara evita errori di formulazione, per esempio usare un enzima liquefacente quando il vero obiettivo è un profilo maltosico, oppure usare un enzima fortemente glucogenico quando si vuole limitare la formazione di glucosio.

Enzima	Tipo di azione prevalente	Prodotto o effetto principale	Uso più coerente	Limite tecnico principale
<b><math>\alpha</math>-amilasi</b>	Endo-azione su legami interni $\alpha$ -1,4	Destrine, riduzione della viscosità, liquefazione	Preparazione dell'amido, riduzione viscosità, destrinizzazione	Non è progettata per massimizzare selettivamente il maltosio
<b><math>\beta</math>-amilasi</b>	Eso-azione dalle estremità non riducenti	Maltosio, con destrine limite su strutture ramificate	Sciroppi maltosici, mash fermentescibili, saccarificazione orientata al maltosio	Non supera efficacemente i punti $\alpha$ -1,6 dell'amilopectina
<b>Glucoamilasi</b>	Rilascio progressivo di glucosio dalle estremità	Glucosio	Conversione più spinta verso zuccheri semplici	Può ridurre la quota relativa di maltosio se l'obiettivo è uno sciroppo maltosico
<b>Maltogenic <math>\alpha</math>-amilasi</b>	Azione amilolitica con rilascio di zuccheri maltosici e modifica delle destrine	Maltosio e destrine modificate, effetto su retrogradazione	Prodotti da forno, gestione della shelf life, modifiche funzionali dell'amido	Non è equivalente alla $\beta$ -amilasi classica in un processo di sciroppo ad alto maltosio

Le maltogenic  $\alpha$ -amilasi sono utili da citare perché mostrano quanto la selettività enzimatica modifichi non solo gli zuccheri, ma anche la struttura residua dell'amido. In studi su granuli di amido di frumento, l'idrolisi con maltogenic  $\alpha$ -amilasi è stata collegata a cambiamenti nella retrogradazione, cioè

nel riordinamento delle catene amidacee durante conservazione e raffreddamento [5].



**Figure 2.** 식품용  $\beta$ -아밀라아제는 전분 액화 후 덱스트린을 고맥아당 시럽으로 전환하는 데 사용되며, 식품 및 발효 시장에 활용됩니다.

La  $\beta$ -amilasi resta però distinta: il suo valore principale è la generazione di maltosio a partire da catene accessibili. Nella pratica industriale, questa distinzione è importante perché il maltosio offre una combinazione diversa di dolcezza, fermentescibilità, comportamento osmotico e impatto formulativo rispetto al glucosio. L'enzima deve quindi essere scelto in funzione del profilo zuccherino, non solo della velocità di idrolisi.

## Perché il maltosio è importante nei processi alimentari

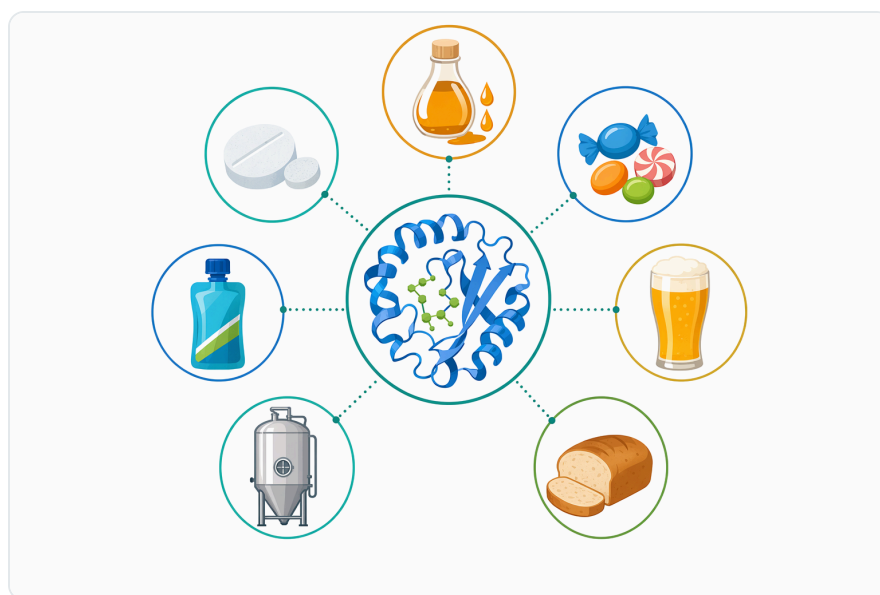
Il maltosio ha un ruolo tecnico rilevante perché è fermentescibile da molti microrganismi industriali, contribuisce alla dolcezza in modo diverso dal glucosio e può modificare il comportamento di sciroppi, mash e ingredienti amidacei. In una fermentazione, non conta solo la quantità totale di zuccheri disponibili: conta anche la sequenza con cui glucosio, maltosio e maltotriosio vengono accumulati e consumati [6].

Uno studio sull'idrolisi enzimatica dell'amido di sorgo in un sistema fermentativo ha osservato la progressiva riduzione del peso molecolare dell'amido e la comparsa di frazioni a grado di polimerizzazione più basso, con dinamiche di glucosio, maltosio e maltotriosio nelle prime fasi. Questo conferma che la gestione enzimatica dell'amido influenza il tempo di disponibilità degli zuccheri fermentescibili, non soltanto la resa finale [6].

Negli sciroppi maltosici, il maltosio è ricercato perché consente di ottenere un profilo diverso da sciroppi prevalentemente glucosici. In bevande fermentate e distillazione, invece, la quota di maltosio può incidere sulla cinetica fermentativa e sul bilancio tra zuccheri rapidamente assimilabili e zuccheri consumati più gradualmente. Nei prodotti da forno e nelle preparazioni cerealicole, la gestione enzimatica degli zuccheri può influenzare fermentazione, colore, aroma e struttura, anche se le applicazioni bakery spesso usano combinazioni enzimatiche differenti dalla sola  $\beta$ -amilasi [5].

## Integrazione nel processo: preparazione, liquefazione e saccharificazione

Un processo orientato al maltosio parte dalla preparazione dell'amido. L'enzima non può compensare completamente una gelatinizzazione incompleta, una dispersione insufficiente o una matrice troppo compatta. Gli studi sull'idrolisi dell'amido mostrano che la struttura multiscala del granulo — superfici esterne, regioni cristalline, pori, blocchi interni e organizzazione delle catene — condiziona l'accessibilità enzimatica e quindi il profilo dei prodotti [7].



**Figure 3.**  $\beta$ -아밀라아제로 만든 고맥아당 시럽은 제과, 양조, 제빵, 발효, 영양 및 부형제 용도에 적합합니다.

La sequenza concettuale più comune è composta da quattro fasi. Prima si rende l'amido accessibile mediante idratazione e trattamento termico coerenti con la materia prima. Poi, se il sistema è troppo viscoso, si usa una fase di liquefazione con  $\alpha$ -amilasi per ridurre la lunghezza media delle catene e migliorare la movimentazione. Successivamente si introduce la  $\beta$ -amilasi per liberare maltosio dalle estremità non riducenti delle destrine disponibili. Infine, il processo viene stabilizzato attraverso le normali condizioni produttive previste per il prodotto finale.

La fase di liquefazione non deve essere confusa con la saccarificazione maltosica. Una liquefazione troppo aggressiva può generare un profilo di destrine diverso da quello desiderato; una liquefazione insufficiente può lasciare un substrato poco accessibile alla  $\beta$ -amilasi. L'obiettivo è creare abbastanza estremità accessibili e ridurre la viscosità, senza perdere il controllo sul rapporto tra maltosio, destrine residue e altri zuccheri.

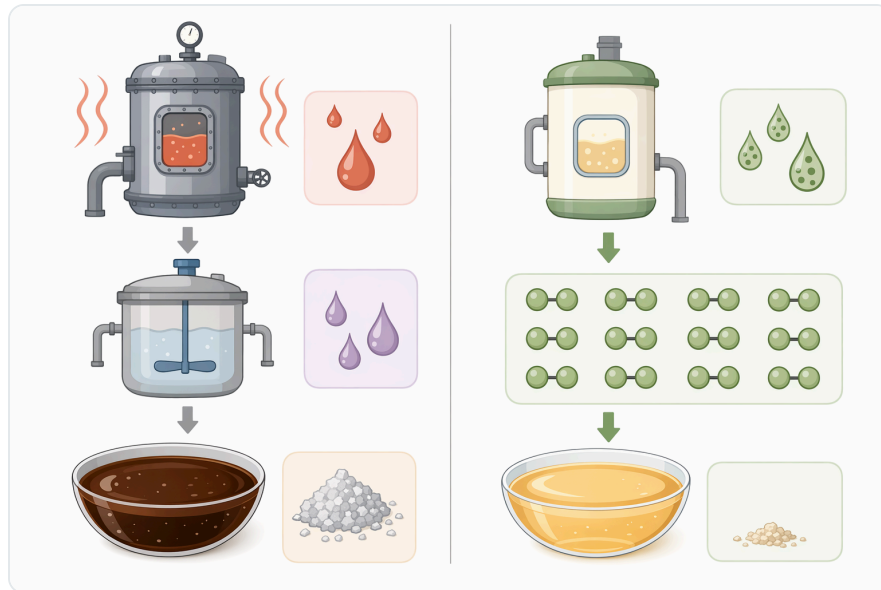
Tempo, temperatura e pH influenzano la reazione, ma non devono essere trattati come parametri universali. Le amilasi di origine diversa hanno finestre operative diverse; inoltre, la matrice alimentare può alterare la risposta effettiva dell'enzima rispetto a un sistema modello. La letteratura sulle amilasi sottolinea che proprietà molecolari, origine enzimatica e condizioni del substrato determinano prestazioni e stabilità in modo congiunto [1].

## Fattori della matrice che influenzano la resa in maltosio

---

La materia prima amidacea è uno dei principali fattori di variabilità. Mais, frumento, riso, sorgo, orzo, patata e tapioca non differiscono soltanto per contenuto di amido: differiscono per granulometria, rapporto amilosio/amilopectina, temperatura di gelatinizzazione, presenza di lipidi, proteine, fibre e composti minori. Questi elementi possono modificare l'accessibilità dell'enzima e la quota di destrine limite.

Anche il contenuto solido incide. In sistemi più concentrati, il contatto enzima-substrato può essere favorito dalla maggiore disponibilità di amido, ma la viscosità, la miscelazione e la diffusione diventano più critiche. Il lavoro sull'amido di patata dolce ha evidenziato che dimensione del materiale e contenuto solido influenzano l'idrolisi mediata da  $\beta$ -amilasi endogena, mostrando che la conversione non dipende solo dalla presenza dell'enzima [3].



**Figure 4.** 산 가수분해와 비교할 때,  $\beta$ -아밀라아제 당화는 원치 않는 부산물이 적고 더 깨끗한 맥아당 풍부 시럽을 얻을 수 있는 온화한 공정입니다.

La resistenza all'idrolisi può derivare anche dalla formazione di strutture meno accessibili. Gli amidi resistenti, inclusi sistemi complessati o riorganizzati, possono limitare l'attacco enzimatico perché le catene glucaniche risultano meno disponibili al sito attivo. Analisi recenti sui meccanismi di resistenza dell'amido RS-5 mostrano che la struttura del substrato può ridurre l'idrolizzabilità anche quando l'enzima è presente <sup>[8]</sup>.

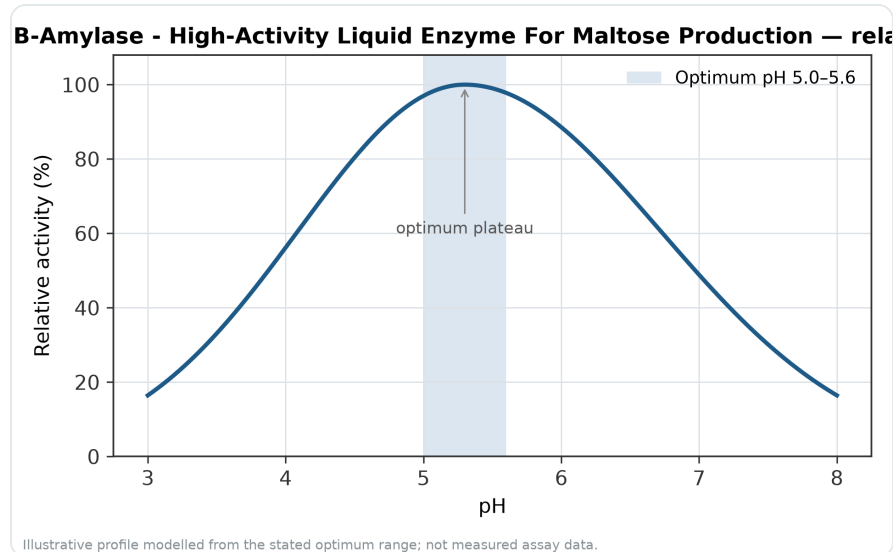
In alcune matrici alimentari sono presenti composti fenolici, fibre solubili o polisaccaridi non amidacei che possono cambiare la cinetica apparente della saccarificazione. Per esempio, studi sul ruolo dell'acido clorogenico hanno confrontato modalità di inibizione dell'idrolisi enzimatica dell'amido in funzione del trattamento, indicando che composti minori e condizioni di processo possono modulare l'accesso o l'attività enzimatica <sup>[9]</sup>.

## Applicazioni principali della $\beta$ -amilasi alimentare liquida

### Sciropi ad alto contenuto di maltosio

L'applicazione più diretta è la produzione di sciropi in cui la frazione maltosica è il target tecnologico. Dopo gelatinizzazione e, quando necessario, liquefazione, la  $\beta$ -amilasi converte destrine e catene lineari accessibili in maltosio. Il risultato atteso non è una conversione totale dell'amido in glucosio, ma una saccarificazione selettiva compatibile con dolcificanti, basi fermentescibili, ingredienti per bevande e preparazioni alimentari.

In questi sistemi, la gestione delle ramificazioni è decisiva. L'amilopectina lascia destrine limite perché i punti  $\alpha$ -1,6 interrompono la progressione della  $\beta$ -amilasi; per aumentare ulteriormente la conversione maltosica possono essere necessari processi enzimatici integrati, ma la scelta deve restare coerente con il profilo zuccherino desiderato. La  $\beta$ -amilasi è quindi più utile quando il formulatore vuole controllare la composizione, non semplicemente massimizzare il grado di idrolisi.



**Figure 5.** pH에 따른 식품용  $\beta$ -아밀라아제(맥아당 생산용 고효율성 액상 효소)의 상대 활성으로, pH 5.0–5.6에서 최적 활성 구간을 보입니다.

## Brewing e mash cerealicoli

Nel brewing, il maltosio è uno degli zuccheri chiave per la fermentazione del mosto. Il malto contiene attività amilolitiche naturali, ma adjunct, cereali non maltati o condizioni di processo particolari possono modificare la disponibilità enzimatica. Una  $\beta$ -amilasi alimentare liquida può essere inserita quando si desidera supportare la produzione di maltosio da amidi già resi accessibili, mantenendo distinta la fase di liquefazione dalla fase di saccharificazione.

L'uso va interpretato nel contesto dell'intero mash: proteine,  $\beta$ -glucani, amido danneggiato, temperatura e viscosità contribuiscono alla filtrabilità e alla fermentescibilità. Ricerche su  $\beta$ -glucano d'orzo hanno mostrato che componenti non amidacei possono influenzare la risposta glicemica e l'ambiente digestivo senza necessariamente agire come semplici inibitori dell'amilolisi; questo ricorda che le matrici cerealicole sono sistemi complessi, non substrati puri <sup>[10]</sup>.

## Distilling e fermentazioni cerealicole

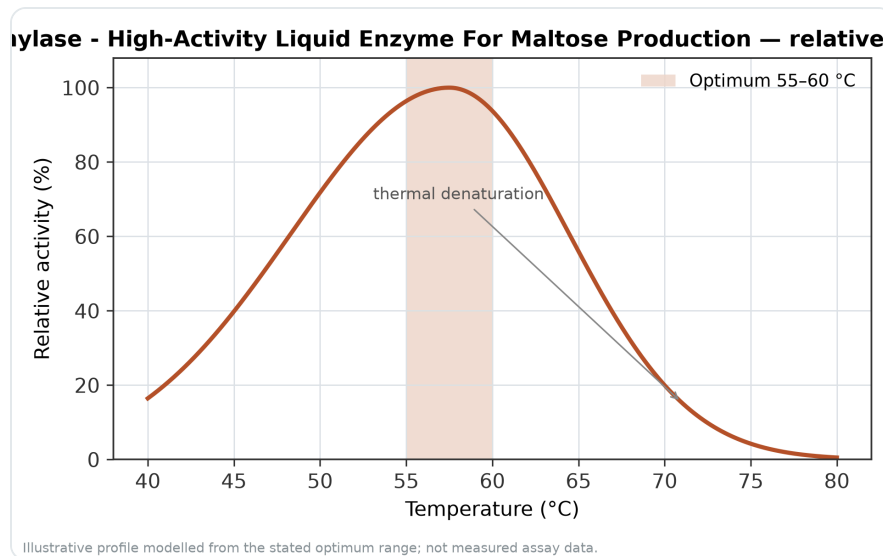
Nella distillazione e nelle fermentazioni a base di cereali, il controllo degli zuccheri fermentescibili condiziona resa, velocità fermentativa e gestione del processo. La  $\beta$ -amilasi può contribuire alla disponibilità di maltosio, mentre altri enzimi possono essere usati per liquefazione, debranching o

conversioni più spinte. La scelta dipende dal microrganismo, dalla materia prima e dal bilancio desiderato tra maltosio, glucosio e destrine.

Le fermentazioni tradizionali mostrano bene questa complessità. Nel Baijiu di sorgo, l'idrolisi dell'amido e l'evoluzione del peso molecolare delle frazioni glucidiche sono state collegate alla dinamica degli zuccheri nelle prime fasi fermentative [6]. Per un utilizzatore industriale, il punto pratico è che la  $\beta$ -amilasi non agisce isolatamente: il suo contributo si misura nell'interazione tra substrato, microbiota o coltura selezionata, altri enzimi e condizioni operative.

## Ingredienti alimentari da matrici vegetali

La  $\beta$ -amilasi può essere rilevante anche nella trasformazione di ingredienti vegetali ricchi di amido, dove la saccarificazione controllata serve a modificare dolcezza, fermentescibilità, viscosità o comportamento in lavorazione. In questi casi, la matrice contiene spesso proteine, fibre, lipidi e composti fenolici che possono influenzare l'idrolisi; perciò la prestazione non va dedotta solo dalla quantità teorica di amido.



**Figure 6.** 온도에 따른 식품용  $\beta$ -아밀라아제(맥아당 생산용 고효율성 액상 효소)의 상대 활성으로, 55-60 °C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열변성에 따른 특징적인 활성 감소가 나타납니다.

Le ricerche sulle amilasi in matrici complesse mostrano che l'idrolisi dell'amido dipende dal percorso enzimatico e dalla struttura residua del granulo. Studi comparativi su vie diverse di idrolisi con maltogenic  $\alpha$ -amilasi hanno evidenziato differenze nella struttura multilivello, nell'accessibilità enzimatica e nelle proprietà di pasting dei granuli di amido [7]. Anche se non si tratta di  $\beta$ -amilasi classica, il principio è trasferibile: enzimi diversi producono architetture residue diverse.

## Benefici pratici per l'utente B2B

---

Il primo beneficio è la **selettività verso il maltosio**. Invece di usare un'amilasi generica e accettare un profilo zuccherino meno prevedibile, la  $\beta$ -amilasi consente di progettare una saccharificazione più coerente con sciroppi maltosici, mosti fermentescibili e ingredienti in cui il maltosio è funzionalmente preferito al glucosio. Questa selettività deriva dal suo meccanismo eso-amilolitico sulle estremità non riducenti <sup>[1]</sup>.

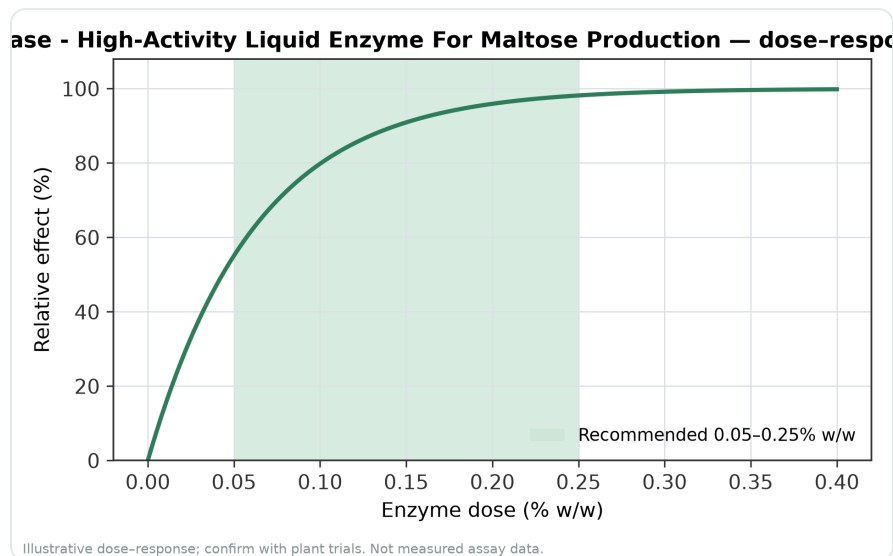
Il secondo beneficio è la possibilità di integrarla in impianti che già gestiscono amidi idratati o gelatinizzati. La forma liquida è pratica per sistemi di processo acquosi, dove l'enzima può essere distribuito nel mash o nella sospensione amidacea con le normali operazioni di miscelazione. Il vantaggio non è una promessa assoluta di resa, ma la facilità di collocare la fase maltosica all'interno di una sequenza produttiva già definita.

Il terzo beneficio è il maggiore controllo della variabilità rispetto alla sola attività enzimatica naturale della materia prima. Cereali e tuberi possono variare per stagione, varietà, conservazione, danneggiamento dell'amido e pretrattamento. L'inserimento di un enzima dedicato alla formazione di maltosio aiuta a separare la funzione di saccharificazione dal comportamento incostante del substrato, pur senza eliminare la necessità di controllare gelatinizzazione e accessibilità <sup>[3]</sup>.

## Limiti tecnici e uso responsabile

---

La  $\beta$ -amilasi non è l'enzima più adatto quando il problema principale è una sospensione estremamente viscosa di amido non liquefatto. In quel caso, l'azione endo dell' $\alpha$ -amilasi è più coerente con la riduzione rapida della lunghezza delle catene e della viscosità. La  $\beta$ -amilasi funziona meglio quando trova estremità accessibili e un substrato già sufficientemente preparato <sup>[4]</sup>.



**Figure 7.** 권장 사용 범위(0.05–0.25% w/w)에서 식품용 β-아밀라아제(맥아당 생산용 고효성 액상 효소)의 예시적 용량-반응 관계를 보여줍니다.

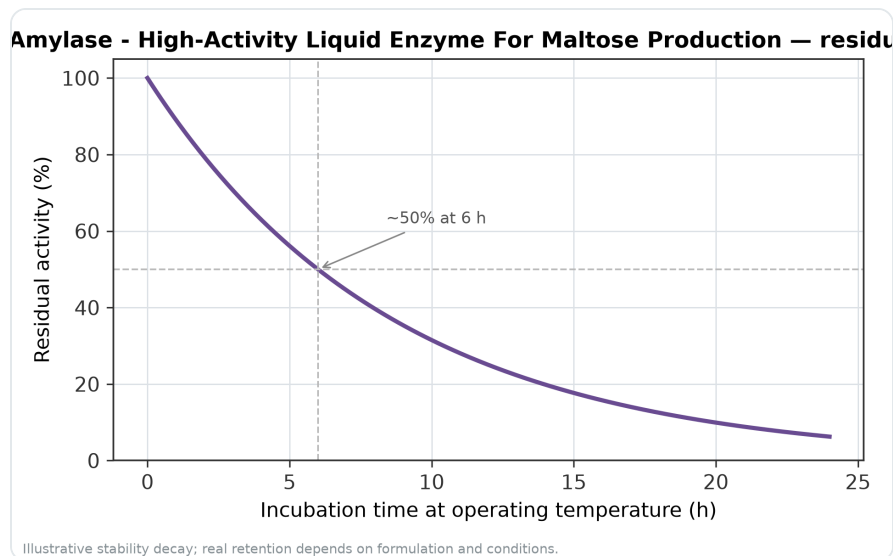
Non è nemmeno l'opzione più coerente se il target è la produzione prevalente di glucosio. In un processo glucogenico, enzimi con azione orientata al rilascio di glucosio sono più adatti; usare β-amilasi in quel contesto può lasciare destrine limite e mantenere una quota maltosica non desiderata. Viceversa, aggiungere enzimi troppo spinti verso il glucosio in un processo maltosico può compromettere il profilo ricercato.

Un altro limite è rappresentato dalle ramificazioni dell'amilopectina. Poiché la β-amilasi non supera efficacemente i punti α-1,6, la presenza di amilopectina porta fisiologicamente alla formazione di destrine limite. Questo aspetto deve essere considerato nella progettazione del processo: una certa frazione residua non è necessariamente un'anomalia, ma una conseguenza della struttura dell'amido e della specificità enzimatica <sup>[1]</sup>.

Infine, la matrice alimentare può contenere componenti che rallentano o modulano l'idrolisi. Amidi resistenti, complessi amido-lipide, composti fenolici e strutture semicristalline possono ridurre l'accessibilità. Gli studi sui meccanismi di resistenza dell'amido e sull'interazione tra composti bioattivi e amilolisi confermano che l'efficienza enzimatica va interpretata nel contesto reale del substrato <sup>[8][9]</sup>.

## Posizionamento del prodotto Enzymes.bio

**Food-Grade β-Amylase - High-Activity Liquid Enzyme For Maltose Production** è posizionata per utilizzatori B2B che cercano un enzima liquido alimentare destinato alla produzione di maltosio da substrati amidacei. Enzymes.bio presenta una gamma di amilasi per applicazioni in lavorazione dell'amido, alimenti, bevande, baking, brewing e settori industriali correlati; in questo contesto, la β-amilasi è la scelta mirata quando il risultato desiderato è una saccarificazione più maltosica .



**Figure 8.** 식품용 β-아밀라아제(맥아당 생산용 고효율 액상 효소)의 예시적 열안정성 감소 곡선으로, 운전 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소함을 보여줍니다.

È importante descrivere correttamente il ruolo di Enzymes.bio: l'azienda opera come fornitore online e non deve essere confusa con un produttore o un laboratorio di analisi. Il prodotto è venduto direttamente online in unità da **1 kg**; la documentazione di accompagnamento, inclusi **certificato di analisi** e **scheda di sicurezza**, viene fornita insieme all'ordine .

Per l'utilizzatore, il valore pratico sta nella chiarezza applicativa: non una "amilasi universale", ma un enzima liquido alimentare da inserire in processi in cui l'amido è già accessibile e il maltosio è il target. In sciroppi, mash e fermentazioni, questo significa distinguere con precisione tra liquefazione, saccarificazione maltosica e conversione verso glucosio.

## Conclusion

La β-amilasi alimentare liquida è uno strumento tecnico per processi in cui la conversione dell'amido deve essere orientata al **maltosio**. Il suo meccanismo eso-amilolitico, la dipendenza dall'accessibilità dell'amido e il limite imposto dalle ramificazioni dell'amilopectina spiegano perché funziona meglio dopo una preparazione adeguata del substrato e, quando necessario, dopo una liquefazione controllata.

Le evidenze scientifiche sulle amilasi confermano che struttura del granulo, condizioni del substrato, tipo di enzima e composizione della matrice determinano il profilo degli zuccheri generati <sup>[1][3]</sup>. Per sciroppi maltosici, brewing, distilling e fermentazioni cerealicole, **Food-Grade β-Amylase - High-**

**Activity Liquid Enzyme For Maltose Production** fornita da Enzymes.bio è quindi più correttamente intesa come una soluzione di saccarificazione selettiva: utile quando l'obiettivo non è solo degradare l'amido, ma ottenere un profilo zuccherino più ricco in maltosio.

## Ordina Food-Grade B-Amylase - High-Activity Liquid Enzyme For Maltose Production 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 Food-Grade B-Amylase - High-Activity Liquid Enzyme For Maltose Production →](#)

## 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. Horváthová, V., Janeček, Š., & Šturdík, E. (2001). Amylolytic enzymes: molecular aspects of their properties. *General Physiology and Biophysics*, 20 1, 7-32 .
2. Kitahata, S., Chiba, S., Brewer, C., & Hehre, E. (1991). Mechanism of maltal hydration catalyzed by beta-amylase: role of protein structure in controlling the steric outcome of reactions catalyzed by a glycosylase. *Biochemistry*, 30 27, 6769-75 .
3. Purwadi, R., Lestari, D., Lohoo, C. A., & Tirtaadi, J. L. (2021). The effect of size and solid content in hydrolysis of sweet potato starch using endogenous beta-amylase enzyme. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1143.
4. Fan, Y., Ma, M., Zhang, X., Du, S., Sui, Z., & Corke, H. (2026). Mechanism of  $\alpha$ -amylase hydrolysis in maize and potato starches: Insight into outer shells and inner blocklets. *Food Chemistry*, 522, 149966 .
5. Zhai, Y., Li, X., Bai, Y., Jin, Z., & Svensson, B. (2021). Maltogenic  $\alpha$ -amylase hydrolysis of wheat starch granules: mechanism and relation to starch retrogradation. *Food Hydrocolloids*.
6. Матвеев, Ю., & Аверьянова, Е. В. (2022). ON THE MECHANISM OF PEA STARCH HYDROLYSIS BY ALPHA-AMYLASE DURING GERMINATION AND IN TECHNOLOGICAL PROCESSES. *Южно-Сибирский научный вестник*.
7. Zhang, B., Bai, Y., Li, X., Dong, J., Wang, Y., & Jin, Z. (2025). Mechanism analysis for the differences in multi-level structure, enzyme accessibility and pasting properties of starch granules caused by different hydrolysis pathways of maltogenic  $\alpha$ -amylase. *Food Chemistry*, 471, 142789 .
8. Zhong, H., She, Y., Yang, X., Wen, Q., Chen, L., Wang, X., & Chen, Z. (2024). Analysis of the mechanism of resistance to enzymatic hydrolysis of RS-5 resistant starch. *Food Chemistry*, 452, 139570 .

9. Wang, Y., Wang, D., Xing, M., Ji, M., Jiang, X., Jia, L., Li, L., ... et al. (2025). Effect and mechanism of chlorogenic acid inhibition of starch enzymatic hydrolysis: Comparison of different processing methods. *Food chemistry: X*, 29.
10. Malunga, L., Ames, N., Zhouyao, H., Blewett, H. J., & Thandapilly, S. (2021). Beta-Glucan From Barley Attenuates Post-prandial Glycemic Response by Inhibiting the Activities of Glucose Transporters but Not Intestinal Brush Border Enzymes and Amylolysis of Starch. *Frontiers in Nutrition*, 8.

## 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](tel:+15074286057)

[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.