

Glucoamilasi liquida per birrificazione, distillazione alcolica e fermentazioni a base di amido

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

La glucoamilasi liquida è un enzima di processo usato per convertire amido, destrine e oligosaccaridi in glucosio fermentescibile, migliorando la saccarificazione in birrificazione, distillazione alcolica e altre fermentazioni basate su materie prime amidacee. In pratica, è utile quando il mosto contiene cereali non maltati, adjuncts o frazioni destriniche residue che il lievito non fermenterebbe in modo completo. Enzymes.bio fornisce online il prodotto **Liquid Glucoamylase Enzyme For Beer Brewing And Alcohol Distillation** in unità da 1 kg, con CoA e SDS forniti insieme all'ordine; Enzymes.bio opera come fornitore online, non come produttore né laboratorio.

Che cos'è la glucoamilasi e perché è rilevante nei processi alcolici

La glucoamilasi, nota anche come glucoamylase o glucan 1,4- α -glucosidase, appartiene al gruppo degli enzimi amilolitici. La sua funzione tecnica è idrolizzare progressivamente le catene glucidiche derivate dall'amido, liberando glucosio dalle estremità non riducenti. Rispetto ad altri enzimi amilolitici, è particolarmente importante nella fase di saccarificazione finale, perché trasforma destrine e oligosaccaridi in zuccheri più facilmente fermentabili dai lieviti e da altri microrganismi industriali ^[1].

Nei processi di produzione di birra, wash per distillazione, rice wine, fermentazioni miste e substrati agricoli amidacei, la conversione dell'amido è spesso un punto critico. L'amido nativo non è direttamente fermentabile da *Saccharomyces cerevisiae* convenzionale; deve essere prima gelatinizzato o reso accessibile, poi frammentato in destrine e infine convertito in zuccheri fermentescibili. La glucoamilasi interviene in questa terza funzione, aumentando la quota di glucosio disponibile per la fermentazione ^[1].

La forma liquida è scelta nei contesti produttivi perché si integra facilmente nei flussi di processo: può essere dispersa in mosti, mash, sospensioni amidacee o intermedi fermentativi già acquosi. L'interesse industriale verso preparazioni di glucoamilasi è confermato dalla letteratura su fonti microbiche e applicazioni industriali, che descrive l'enzima come una tecnologia consolidata per la trasformazione dell'amido e per la produzione di alcol e zuccheri fermentabili ^[1].

Meccanismo d'azione: da amido e destrine a glucosio fermentescibile

L'amido è costituito principalmente da amilosio e amilopectina. L'amilosio è formato da catene lineari di unità di glucosio collegate prevalentemente da legami α -1,4; l'amilopectina contiene invece anche ramificazioni α -1,6. Durante l'ammontamento o la preparazione di un mash da distillazione, l'alfa-amilasi e altre attività amilolitiche riducono le catene lunghe in destrine più corte, maltosio, maltotriosio e oligosaccaridi ^[1].

La glucoamilasi completa questo lavoro agendo in modo eso-amilolitico: invece di tagliare casualmente all'interno della catena come fa l'alfa-amilasi, procede dalle estremità non riducenti e rilascia unità di glucosio. Questo comportamento è rilevante perché molte destrine residue possono rimanere non fermentabili o solo parzialmente fermentabili per i lieviti da birra tradizionali; l'enzima le trasforma in un substrato metabolico più semplice ^[1].

Dal punto di vista fermentativo, l'effetto non è soltanto "più zuccheri", ma una modifica della distribuzione degli zuccheri. Un mosto ricco di destrine tende a mantenere corpo, viscosità e dolcezza residua; un mosto più saccarificato contiene una frazione maggiore di zuccheri fermentescibili e tende a produrre una fermentazione più completa. Per questo la glucoamilasi è uno strumento potente, ma va inserita con intenzione nel profilo di prodotto: può essere ideale per birre secche o wash da distillazione, meno adatta se l'obiettivo è preservare un residuo destrinico elevato ^[2].

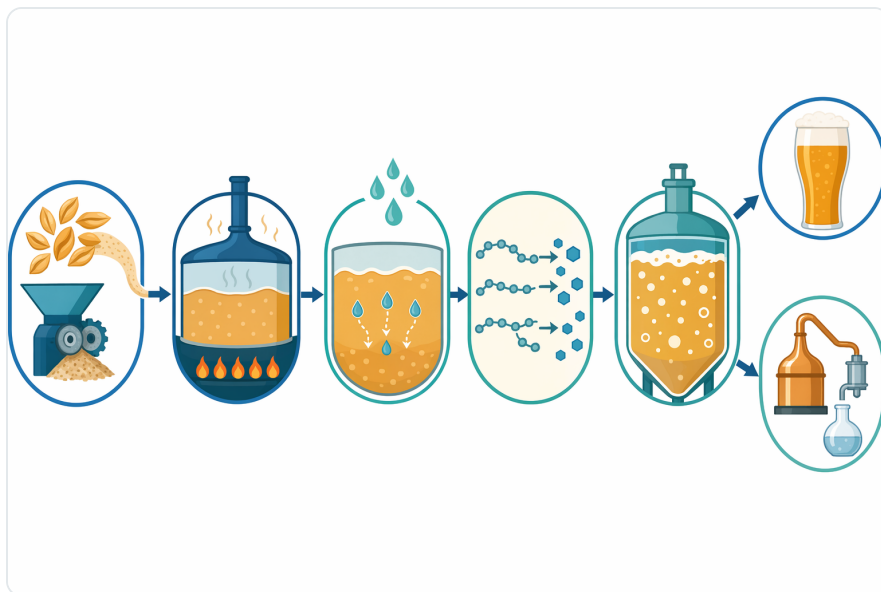


Figure 1. 전분을 알코올로 생산하는 과정은 전분을 준비하고, 덱스트린을 발효 가능한 포도당으로 전환한 뒤, 효모가 그 당을 에탄올로 발효하도록 하는 데 달려 있습니다.

Dove si inserisce rispetto ad alfa-amilasi, lievito e altri enzimi

La glucoamilasi non svolge lo stesso ruolo dell'alfa-amilasi. L'alfa-amilasi riduce rapidamente la dimensione delle molecole di amido, contribuendo alla liquefazione del mash e alla riduzione della viscosità; la glucoamilasi opera più a valle, convertendo frammenti e destrine in glucosio. Nei processi ad alto carico amidaceo, le due attività sono spesso complementari perché la prima aumenta l'accessibilità del substrato e la seconda spinge la saccarificazione verso zuccheri fermentescibili ^[1].

Il lievito completa il processo trasformando gli zuccheri in etanolo, CO₂ e composti secondari di aroma. Tuttavia, i lieviti birrari standard non sono sempre in grado di utilizzare destrine più lunghe. Alcuni lieviti diastatici, come *Saccharomyces cerevisiae* var. *diastaticus*, possono produrre glucoamilasi extracellulare e fermentare una quota più ampia di carboidrati; proprio per questo sono studiati sia come risorsa tecnologica sia come possibile causa di iperattenuazione e alterazioni indesiderate nei prodotti confezionati ^[2].

L'uso di una glucoamilasi di processo permette di introdurre questa funzione in modo controllato, senza dipendere da microrganismi diastatici vivi nel prodotto. La distinzione è importante: un enzima aggiunto in una fase definita del processo ha una funzione tecnologica; un microrganismo contaminante capace di produrre enzima può continuare a modificare il prodotto in modo non previsto, con rischi per stabilità, pressione in confezione e profilo sensoriale ^[3].

Applicazioni nella birrificazione

Adjuncts e cereali non maltati

La birrificazione moderna utilizza spesso riso, mais, frumento non maltato, sorgo, legumi, cereali locali o altre fonti amidacee oltre al malto d'orzo. Questi ingredienti possono contribuire estratto e caratteristiche sensoriali, ma non forniscono sempre un corredo enzimatico sufficiente per una saccarificazione completa. La ricerca su mosti alternativi, inclusi quelli a base di legumi, evidenzia l'importanza della composizione delle materie prime e della gestione enzimatica quando si costruiscono matrici fermentabili non convenzionali ^[4].

In una ricetta con adjuncts, la glucoamilasi può aumentare la conversione delle destrine generate durante l'ammontamento, riducendo il residuo carboidratico non fermentato. Questo può rendere il processo più prevedibile quando la frazione di malto è ridotta o quando la materia prima contiene amido ma poca attività diastatica naturale. Il beneficio non è automatico: dipende dalla disponibilità del substrato, dalla gelatinizzazione dell'amido, dall'azione di altri enzimi e dal profilo fermentativo del lievito ^[1].

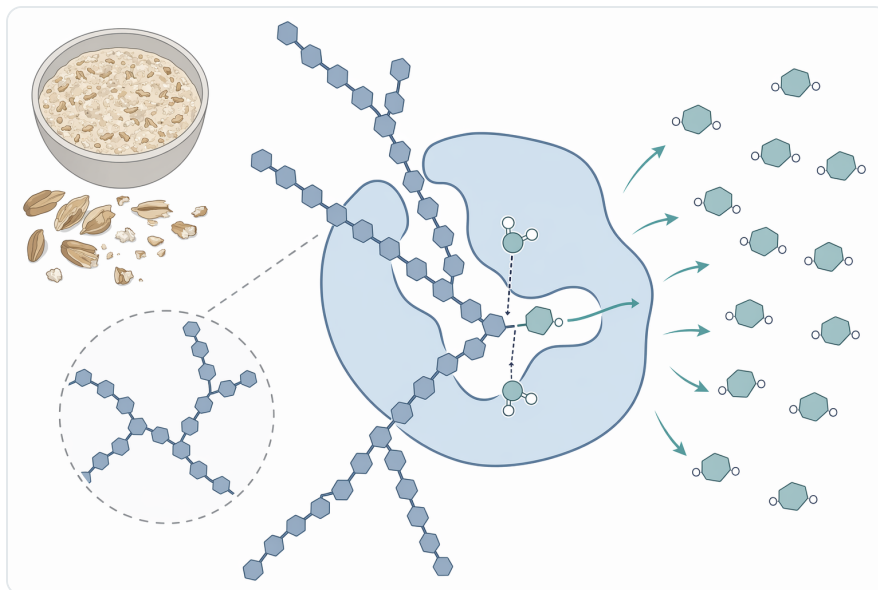


Figure 2. 알파-아밀라아제는 호화된 전분을 덱스트린으로 짧게 분해하고, 글루코아밀라아제는 덱스트린 사슬의 말단에서 포도당을 방출합니다.

Birre ad alta attenuazione e profilo secco

Per alcuni prodotti, come birre molto attenuate, dry beer, brut-style beer o basi fermentate destinate a miscelazione, l'obiettivo è ridurre dolcezza residua e carboidrati non fermentati. La glucoamilasi supporta questo obiettivo convertendo destrine in glucosio, che il lievito può metabolizzare con maggiore facilità. La letteratura sui lieviti diastatici mostra chiaramente che l'attività glucoamilasica può aumentare la capacità di attenuazione, anche se nel caso dei contaminanti questo stesso effetto diventa un rischio di processo ^[2].

Il punto tecnico è il controllo. Se l'enzima viene impiegato in modo coerente con lo stile, può aiutare a ottenere un finale più secco e una fermentazione più profonda. Se invece l'enzima continua ad agire oltre il profilo desiderato, oppure se il prodotto viene confezionato con zuccheri residui ancora convertibili e lievito vitale, possono emergere effetti indesiderati: perdita di corpo, aumento non previsto dell'alcol, sovracarbonazione o instabilità sensoriale. Gli studi su *S. cerevisiae* var. *diastaticus* sono utili proprio perché evidenziano il legame tra attività glucoamilasica extracellulare e iperattenuazione ^[3].

Materie prime innovative e sviluppo prodotto

La glucoamilasi è anche rilevante quando un birrificio sviluppa prodotti con materie prime non tradizionali. Lavori recenti su mosti a base di legumi mostrano che l'innovazione nella birrificazione passa sempre più attraverso substrati alternativi, con sfide specifiche di estrazione, composizione e

fermentabilità ^[4]. In questi contesti, la glucoamilasi non sostituisce la progettazione della ricetta, ma aiuta a gestire una variabile chiave: la trasformazione del carboidrato complesso in zucchero fermentescibile.

L'uso dell'enzima deve essere valutato anche rispetto all'identità sensoriale. In una birra dove corpo, rotondità e dolcezza residua sono desiderati, una saccarificazione troppo spinta può non essere coerente. In una birra leggera, secca o ad alta attenuazione, invece, la riduzione delle destrine può essere un vantaggio. La stessa attività tecnologica può quindi essere positiva o negativa a seconda dell'obiettivo di prodotto ^[2].

Applicazioni nella distillazione alcolica

Nella distillazione, la priorità è spesso massimizzare la conversione del carboidrato disponibile in etanolo fermentabile, perché il profilo aromatico finale sarà poi influenzato anche da fermentazione, tagli di distillazione, materia prima e maturazione. In un mash a base di cereali, tuberi o residui amidacei, la glucoamilasi contribuisce a trasformare destrine e amido idrolizzato in glucosio, aumentando il potenziale fermentativo della massa ^[1].

La letteratura su ceppi amilolitici e bioetanolo mostra la rilevanza dell'integrazione tra saccarificazione e fermentazione. Uno studio del 2024 ha descritto la costruzione di un ceppo di *Saccharomyces cerevisiae* con copie integrate di geni per alfa-amilasi e glucoamilasi, finalizzato alla produzione di bioetanolo da residui di patata dolce. Anche se questa strategia usa un microrganismo ingegnerizzato e non una preparazione enzimatica aggiunta, il principio tecnologico è lo stesso: rendere disponibile lo zucchero fermentescibile da una matrice amidacea ^[5].



Figure 3. 액상 글루코아밀라아제는 덱스트린을 포도당으로 전환해야 하는 맥주 양조, 증류, 대체 전분 가공 공정에 활용됩니다.

Un altro esempio applicativo riguarda la produzione di glucoamilasi da *Saccharomycopsis fibuligera* e l'idrolisi di bucce di cassava per la produzione di alcol. Il valore di questi studi non è trasferire direttamente condizioni sperimentali a ogni distilleria, ma confermare che l'idrolisi enzimatica di residui amidacei è un asse tecnico importante per generare substrati fermentabili in processi alcolici [6].

Altre fermentazioni: rice wine, Baijiu, aceto e matrici complesse

Molte fermentazioni tradizionali asiatiche si basano su una combinazione di saccarificazione e fermentazione. Nel Baijiu, ad esempio, starter e comunità microbiche producono una rete di attività enzimatiche che trasformano cereali e altri substrati in zuccheri, acidi, alcoli e precursori aromatici. Lo studio della fermentazione solida del Daqu evidenzia dinamiche di comunità microbica e attività enzimatiche durante la preparazione dello starter, mostrando quanto la conversione enzimatica sia centrale nei sistemi fermentativi complessi [7].

La glucoamilasi è quindi rilevante anche oltre la birra occidentale e il distillato di cereali. Nelle fermentazioni con riso, cereali misti, paste fermentate o substrati vegetali, la liberazione di glucosio può influenzare sia il metabolismo microbico sia la formazione di composti secondari. Studi su fermentazioni tradizionali, come paste di soia arricchite con ingredienti vegetali, mostrano che le attività enzimatiche e i composti aromatici evolvono insieme durante il processo [8].

Anche le matrici vegetali ricche di fibra e pareti cellulari possono cambiare durante la fermentazione. Le revisioni sulla fermentazione di crusca di frumento e su componenti funzionali derivati da matrici naturali mostrano che i processi microbici ed enzimatici possono degradare polimeri vegetali e modificare la disponibilità di composti nutritivi o funzionali ^[9]. Per la glucoamilasi, il punto centrale resta però la frazione amidacea: dove sono presenti amido, destrine o oligosaccaridi glucidici accessibili, l'enzima può contribuire alla generazione di zuccheri fermentabili.

Tabella comparativa: impiego della glucoamilasi per diversi processi

Processo	Substrato tipico	Funzione principale della glucoamilasi	Effetto atteso sul processo	Aspetto da controllare
Birrificazione con adjuncts	Riso, mais, cereali non maltati, legumi	Conversione di destrine e frazioni amidacee idrolizzate in glucosio	Maggiore fermentabilità del mosto e minore residuo destrinico	Equilibrio tra attenuazione, corpo e profilo sensoriale ^[4]
Birre secche o ad alta attenuazione	Mosto già saccarificato ma ricco di destrine	Spinta della saccarificazione finale	Finale più secco e fermentazione più completa	Rischio di attenuazione superiore all'obiettivo ^[2]
Wash da distillazione	Cereali, tuberi, residui amidacei	Generazione di glucosio fermentescibile prima o durante fermentazione	Migliore disponibilità di zuccheri per la produzione di etanolo	Accessibilità dell'amido e coerenza con il profilo aromatico desiderato ^[6]
Fermentazioni tradizionali a base di cereali	Riso, sorgo, grani misti, starter complessi	Supporto alla saccarificazione in sistemi microbici misti	Maggiore disponibilità di substrato per comunità fermentative	Interazione con altre attività enzimatiche e microbiota ^[7]
Bioetanolo e fermentazioni industriali	Residui agricoli amidacei	Idrolisi enzimatica di carboidrati complessi	Aumento della frazione fermentabile	Necessità di integrare saccarificazione, fermentazione e gestione del substrato ^[5]

Fonti microbiche e produzione industriale dell'enzima

La glucoamilasi industriale è storicamente associata a fonti microbiche, in particolare funghi filamentosi e altri microrganismi capaci di secernere enzimi extracellulari. La review classica sulle glucoamilasi descrive fonti microbiche, applicazioni industriali e aspetti di biologia molecolare, confermando che l'enzima è stato studiato a lungo come biocatalizzatore per processi basati sull'amido [1].

Diversi studi recenti e meno recenti hanno esaminato la produzione di glucoamilasi mediante fermentazione solida o sommersa su residui agroindustriali. *Aspergillus oryzae* coltivato su crusca di frumento è stato studiato per la produzione di glucoamilasi, alfa-amilasi e cellulasi, mentre *Aspergillus niger* è frequentemente investigato in processi di fermentazione per la produzione di glucoamilasi [10] [11]. Questi lavori non vanno letti come descrizione del prodotto specifico fornito da Enzymes.bio, ma come contesto scientifico sul modo in cui la categoria enzimatica viene studiata e prodotta.

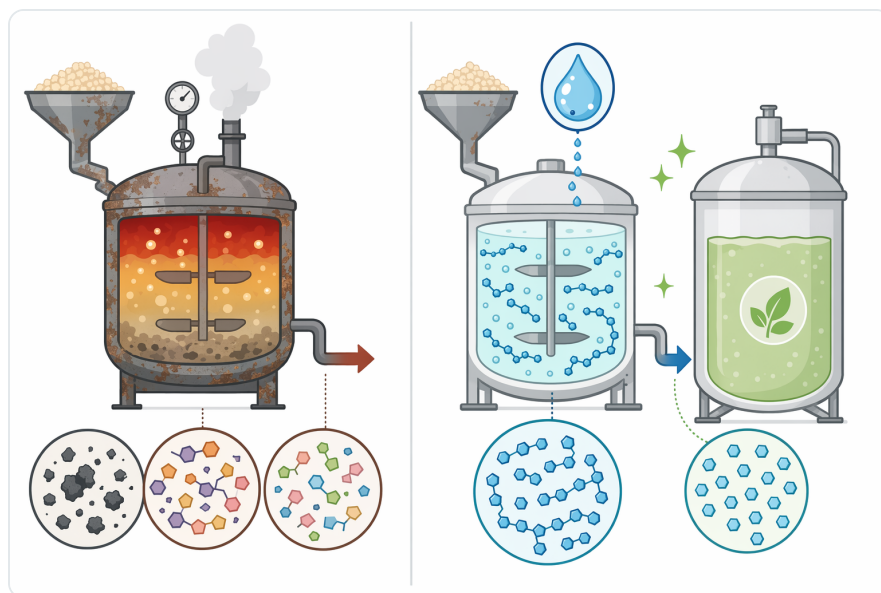


Figure 4. 전분 가공 효소는 작용하는 기질, 매시에 미치는 영향, 양조 또는 증류에서의 실제 역할에 따라 다릅니다.

La ricerca più recente esplora anche substrati di scarto e residui alimentari come fonti economiche per la biosintesi enzimatica. Studi su bucce di frutta, suoli associati a scarti vegetali e residui agroindustriali mostrano l'interesse per ceppi batterici o fungini capaci di produrre glucoamilasi in modo efficiente [12] [13]. Questa direzione è coerente con una tendenza più ampia: valorizzare flussi secondari agricoli o alimentari per generare biocatalizzatori e ingredienti di processo.

Benefici tecnici per utilizzatori B2B

Il primo beneficio è l'aumento della disponibilità di glucosio fermentescibile. Nei processi dove la conversione dell'amido è incompleta, una parte dell'estratto resta in forma destrinica o oligosaccaridica e non viene pienamente utilizzata dal lievito. La glucoamilasi riduce questo collo di bottiglia, migliorando la relazione tra estratto potenziale della materia prima e fermentazione effettiva [\[1\]](#).

Il secondo beneficio è la flessibilità formulativa. Un birrificio o un impianto fermentativo può lavorare con materie prime alternative, cereali locali, frazioni non maltate o residui agricoli sapendo che la conversione enzimatica può essere supportata tecnologicamente. Studi su residui di patata dolce per bioetanolo e su bucce di cassava per alcol indicano che la valorizzazione di matrici amidacee richiede proprio la combinazione tra idrolisi enzimatica e fermentazione [\[5\]\[6\]](#).

Il terzo beneficio è la maggiore prevedibilità del processo. Le materie prime agricole variano per composizione, granulometria, contenuto di amido, fibra e proteine. L'enzima non elimina questa variabilità, ma può ridurre l'incertezza associata alla frazione carboidratca convertibile. Nei sistemi fermentativi complessi, la misurazione e il controllo delle attività enzimatiche sono infatti parte integrante della comprensione del processo [\[7\]](#).

Limiti tecnologici e rischi da gestire

La glucoamilasi non è un correttivo universale. Non risolve problemi di contaminazione, vitalità del lievito, carenza nutrizionale, ossigenazione insufficiente, gestione termica scorretta o instabilità microbiologica. Se il substrato non è accessibile, se l'amido non è stato adeguatamente reso disponibile o se le condizioni del processo non sono compatibili con l'attività enzimatica, l'effetto può essere limitato [\[1\]](#).

Il limite sensoriale più importante è la perdita di corpo o dolcezza residua quando l'attenuazione aumenta oltre il profilo desiderato. Le ricerche su *Saccharomyces cerevisiae* var. *diastaticus* mostrano che la produzione di glucoamilasi extracellulare può essere associata a superattenuazione e problemi di stabilità in birra. Anche se un enzima aggiunto volontariamente non equivale a una contaminazione da lievito diastatico, il meccanismo biochimico che aumenta la fermentabilità è collegato allo stesso tipo di trasformazione dei carboidrati [\[2\]](#).

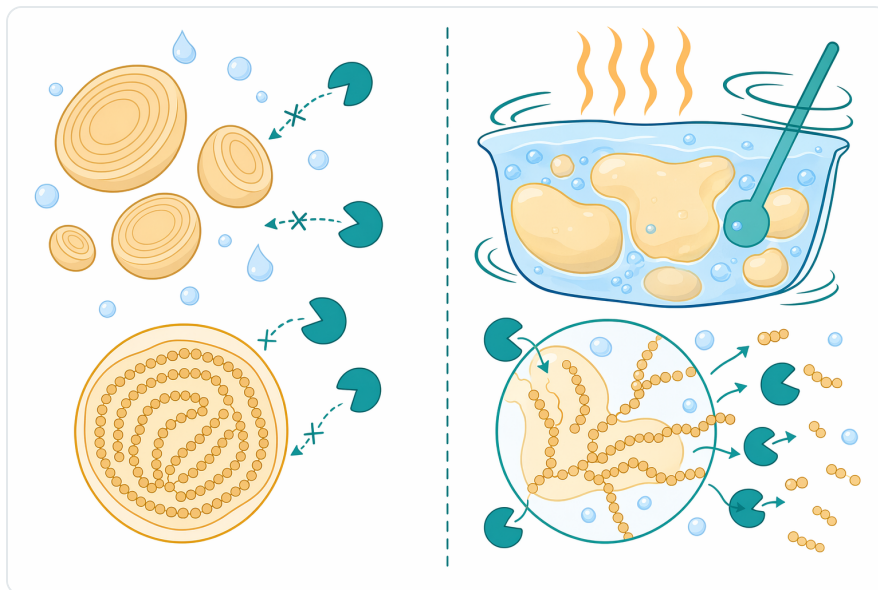


Figure 5. 글루코아밀라아제의 성능은 수화되고, 익혀지고, 호화되며, 액화된 전분 유래 덱스트린에 물리적으로 얼마나 잘 접근할 수 있는지에 달려 있습니다.

Un altro aspetto è l'interazione con il processo a valle. In birrificazione, maggiore fermentabilità può cambiare gradazione alcolica, carbonazione, mouthfeel e bilanciamento aromatico. In distillazione, può modificare la cinetica fermentativa e la composizione del wash, con possibili effetti indiretti sui congeners. Nelle fermentazioni tradizionali, la liberazione di glucosio può influenzare la competizione tra microrganismi e la formazione di acidi, alcoli e composti aromatici ^[8].

Uso responsabile in birrificio e distilleria

L'approccio più solido è considerare la glucoamilasi come parte di un sistema, non come additivo isolato. Il risultato dipende da materia prima, macinazione, idratazione, disponibilità dell'amido, attività di altri enzimi, ceppo di lievito, temperatura, pH, tempo di contatto e obiettivo finale. La letteratura sulle applicazioni industriali delle glucoamilasi mostra che l'enzima è efficace quando il processo è progettato per valorizzarne il meccanismo d'azione ^[1].

In birrificio, l'uso responsabile significa decidere prima quale profilo si vuole ottenere: una birra più secca, una maggiore attenuazione, una migliore fermentabilità di adjuncts o un recupero di estratto da materie prime non convenzionali. In distilleria, l'obiettivo può essere una conversione più completa del mash in zuccheri fermentabili, ma senza trascurare le implicazioni sulla fermentazione e sul profilo aromatico del distillato ^[6].

Nei processi con lieviti o comunità microbiche particolari, la glucoamilasi va valutata insieme al metabolismo del microrganismo. Le applicazioni dei lieviti diastatici in brewing, distilling e biofuel mostrano che l'attività amilolitica può essere sia vantaggiosa sia problematica: vantaggiosa quando è

prevista e controllata, problematica quando emerge come contaminazione o continua oltre il target tecnologico ^[3].

Posizionamento del prodotto fornito da Enzymes.bio

Liquid Glucoamylase Enzyme For Beer Brewing And Alcohol Distillation è presentato da Enzymes.bio come glucoamilasi liquida per applicazioni in brewing, fermentazione alcolica, distillazione e altri processi fermentativi legati alla conversione dell'amido. Il prodotto è disponibile per acquisto diretto online in unità da 1 kg; CoA e SDS sono forniti insieme all'ordine. Enzymes.bio deve essere intesa come fornitore online del prodotto, non come produttore né come laboratorio di analisi .



Figure 6. 이 액상 글루코아밀라아제 제품은 온라인에서 1kg 단위로 판매되며, 제품 문서와 함께 배송됩니다.

Dal punto di vista applicativo, il valore del prodotto è la funzione enzimatica: convertire destrine e frazioni amidacee idrolizzate in glucosio fermentescibile. Questa funzione è coerente con l'uso storico e industriale delle glucoamilasi nei processi di trasformazione dell'amido, nella produzione di alcol e nella fermentazione di substrati agricoli ^[1].

È importante non confondere la descrizione commerciale con una promessa universale di resa o qualità sensoriale. La glucoamilasi può migliorare la fermentabilità, ma il risultato finale dipende dal processo in cui viene inserita. In una birra, può spingere verso secchezza e attenuazione; in un mash da distillazione, può aumentare la disponibilità di zuccheri fermentabili; in una fermentazione tradizionale, può interagire con molte altre attività enzimatiche e microbiche ^[7].

Conclusione

La glucoamilasi liquida è uno strumento tecnico mirato per birrificazione, distillazione alcolica e fermentazioni a base di amido. Il suo meccanismo è specifico: idrolizza destrine e oligosaccaridi derivati dall'amido liberando glucosio, così da aumentare la frazione fermentescibile del substrato. Questa funzione è supportata da una lunga letteratura su fonti microbiche, applicazioni industriali e processi fermentativi amidacei ^[1].

Per gli utilizzatori B2B, il vantaggio principale è il controllo della saccarificazione: maggiore conversione, migliore utilizzo delle materie prime e possibilità di lavorare con adjuncts o substrati alternativi. Il limite principale è lo stesso che rende l'enzima efficace: aumentando la fermentabilità, può modificare attenuazione, corpo, dolcezza residua e stabilità del prodotto se non viene integrato correttamente nel processo ^[2].

Enzymes.bio fornisce online il prodotto in unità da 1 kg con documentazione CoA e SDS insieme all'ordine, senza configurarsi come produttore o laboratorio. La scelta tecnica deve quindi concentrarsi sulla compatibilità tra funzione enzimatica, matrice amidacea, obiettivo fermentativo e profilo finale desiderato .

Ordina Liquid Glucoamylase Enzyme For Beer Brewing And Alcohol Distillation 150000 U/G 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 Liquid Glucoamylase Enzyme For Beer Brewing And Alcohol Distillation 150000 U/G →](#)

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. James, J., & Byong-Lee (1997). GLUCOAMYLASES: MICROBIAL SOURCES, INDUSTRIAL APPLICATIONS AND MOLECULAR BIOLOGY — A REVIEW. *Journal of Food Biochemistry*, 21, 1-52.
2. Meier-Dörnberg, T., Kory, O. I., Jacob, F., Michel, M., & Hutzler, M. (2018). Saccharomyces cerevisiae variety diastaticus friend or foe?—spoilage potential and brewing ability of different Saccharomyces cerevisiae variety diastaticus yeast isolates by genetic, phenotypic and physiological characterization. *FEMS Yeast Research*, 18, &NA;

3. Nemenyi, J. L., Cárdenas-Pinto, S., Martin-Ryals, A., Boz, Z., Budner, D., MacIntosh, A., Zhang, B., ... et al. (2024). Applications of diastatic *Saccharomyces cerevisiae* in brewing, distilling and biofuel production. *Journal of the Institute of Brewing*.
4. Deoghare, N., Sarlin, T., & Krogerus, K. (2025). Evaluating the Potential of Legume-Based Wort for Brewing Applications. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*, 83, 176 - 191.
5. Wang, X., Guo, N., Hu, J., Gou, C., Xie, X., Zheng, H., Liao, A., ... et al. (2024). Construction of an amylolytic *Saccharomyces cerevisiae* strain with high copies of α -amylase and glucoamylase genes integration for bioethanol production from sweet potato residue. *Frontiers in Microbiology*, 15.
6. Kongkiattikajorn, J. (2013). Production of Glucoamylase from *Saccharomycopsis Fibuligera* sp. and Hydrolysis of Cassava Peels for Alcohol Production.
7. Zeng, Y., Wang, Y., Chen, Q., Xia, X., Liu, Q., Chen, X., Wang, D., ... et al. (2022). Dynamics of microbial community structure and enzyme activities during the solid-state fermentation of Forgood Daqu: a starter of Chinese strong flavour Baijiu. *Archives of Microbiology*, 204.
8. Fu, W., Ren, J., Li, S., Ren, D., Li, X., Ren, C., Zhao, X., ... et al. (2023). Effect of Peony (*Paeonia ostii*) Seed Meal Supplement on Enzyme Activities and Flavor Compounds of Chinese Traditional Soybean Paste during Fermentation. *Foods*, 12.
9. Fan, L., Ma, S., Li, L., & Huang, J. (2024). Fermentation biotechnology applied to wheat bran for the degradation of cell wall fiber and its potential health benefits: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 133529 .
10. Fadel, M., Abd-elhalim, S. A., Sharada, H., Yehia, A., & Ammar, M. (2020). Production of Glucoamylase, α -amylase and Cellulase by *Aspergillus oryzae* F-923 Cultivated on Wheat Bran under Solid State Fermentation. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 8-22.
11. Gupta, K., & Nagar, S. (2020). Solid State Fermentation of Wheat Bran for Production of Glucoamylase by *Aspergillus niger*. *SSR Institute of International Journal of Life Sciences*.
12. Kiran, A., Shahid, M. G., Ullah, N., Sarwar, A., Tahir, S., Nadeem, M., Nelofar, R., ... et al. (2025). Using fruit peel as a substrate for the isolation, biosynthesis, and optimization of glucoamylase by *Bacillus* sp. under submerged fermentation. *Italian Journal of Food Science*.
13. Hosmath, D., & Patil, J. (2025). Isolation, Characterization, and Optimization of Glucoamylase – Producing Bacteria from Fruit Waste Soil for Industrial Applications. *BioMed and BioSci Advances*.

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

