

# Alfa-amilasi termostabile per fermentazione ad alto rendimento: liquefazione dell'amido, bioetanolo, distillazione e birrificazione

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

L'**alfa-amilasi termostabile** è un enzima usato per liquefare substrati ricchi di amido prima della saccarificazione e della fermentazione: taglia legami interni dell'amido, riduce la viscosità del mash e rende il substrato più accessibile agli enzimi successivi. Nelle fermentazioni ad alto rendimento non "crea" zuccheri fermentescibili da sola in modo completo, ma prepara l'amido gelatinizzato alla conversione in destrine, maltodestrine e oligosaccaridi più facilmente trasformabili. Le alfa-amilasi microbiche termostabili sono particolarmente rilevanti nei processi industriali caldi, come bioetanolo, distillazione, lavorazione di cereali e idrolisi dell'amido <sup>[1]</sup>.

## Che cos'è l'alfa-amilasi termostabile

L'**alfa-amilasi** è un enzima amilolitico che idrolizza l'amido rompendo legami glicosidici interni nelle catene polisaccaridiche. La sua importanza industriale deriva dal fatto che l'amido, prima di essere fermentato, deve spesso essere reso solubile, fluido e accessibile: l'enzima accorcia le catene polimeriche e trasforma una sospensione densa in una miscela di destrine più gestibile dal punto di vista di agitazione, pompaggio e trattamento termico <sup>[1]</sup>.

La qualificazione **termostabile** indica che l'enzima mantiene funzionalità in condizioni calde più severe rispetto a molte proteine meno robuste. Questo è essenziale perché l'amido diventa più vulnerabile all'idrolisi dopo riscaldamento e gelatinizzazione; tuttavia, proprio queste condizioni possono inattivare enzimi non adatti. Le alfa-amilasi batteriche, in particolare quelle studiate in specie del genere *Bacillus*, sono un riferimento frequente per processi industriali di liquefazione dell'amido perché combinano attività amilolitica e resistenza relativa agli stress termici <sup>[2]</sup>.

Nel contesto di **Thermostable Alpha Amylase For High Yield Fermentation**, la funzione tecnica da attribuire all'enzima è precisa: non è un "acceleratore generico" della fermentazione, ma uno strumento per preparare materie prime amidacee — come cereali, tuberi e farine — a una conversione

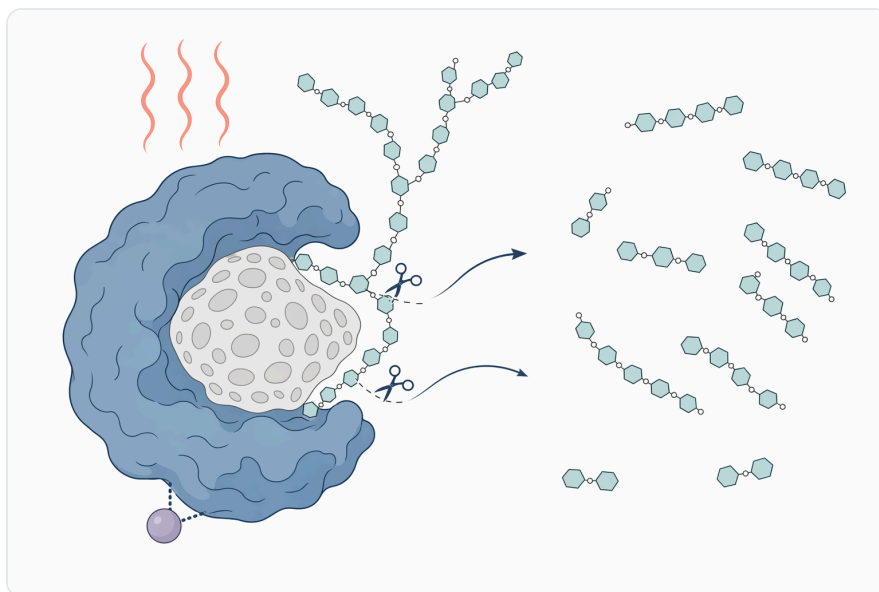
più efficiente. L'obiettivo è ridurre la viscosità e aumentare l'accessibilità dell'amido, così che la successiva fase di saccarificazione possa liberare zuccheri fermentescibili con maggiore regolarità [3].

## Perché la termostabilità è decisiva nella fermentazione da amido

Nei processi industriali che partono da mais, frumento, riso, sorgo, cassava, patata o altre fonti amidacee, l'amido non è sempre immediatamente accessibile. I granuli di amido hanno una struttura fisica ordinata che limita l'attacco enzimatico; il riscaldamento induce gelatinizzazione, rigonfiamento e perdita dell'organizzazione granulare, rendendo il substrato più vulnerabile all'idrolisi. Studi sull'azione dell'alfa-amilasi su amidi nativi e gelatinizzati mostrano proprio la differenza tra substrati fisicamente protetti e substrati resi più accessibili dal trattamento termico [4].

La criticità operativa è che la gelatinizzazione può aumentare fortemente la viscosità. Un mash molto denso è più difficile da agitare, trasferire, riscaldare uniformemente e miscelare con altri componenti di processo. L'alfa-amilasi termostabile interviene in questa finestra: mentre l'amido è caldo e accessibile, l'enzima accorcia le catene e trasforma una massa viscosa in una matrice più fluida, riducendo gli ostacoli fisici che possono limitare la conversione [1].

La termostabilità non significa assenza di denaturazione. Gli studi cinetici sulla denaturazione termica irreversibile dell'alfa-amilasi da *Bacillus licheniformis* evidenziano che anche enzimi industrialmente robusti possono perdere attività in funzione del tempo e delle condizioni termiche. Per questo, in un processo reale, la prestazione non dipende solo dall'identità dell'enzima, ma anche dal profilo termico, dal tempo di esposizione, dalla composizione del mash e dalla sequenza delle fasi operative [2].



**Figure 1.** 내열성 알파-아밀레이스는 발효에 앞서 전분의 내부  $\alpha$ -1,4 결합을 절단해 더 짧은 덱스트린을 형성한다.

## Meccanismo d'azione: cosa taglia e cosa produce

L'amido è costituito principalmente da **amilosio** e **amilopectina**, due polimeri di glucosio con architetture diverse. L'amilosio è prevalentemente lineare, mentre l'amilopectina è ramificata; entrambe contengono legami  $\alpha$ -1,4 nelle catene principali. L'alfa-amilasi agisce come enzima endo-amilolitico: invece di rimuovere unità solo dalle estremità, taglia in punti interni delle catene, provocando una riduzione rapida della lunghezza media dei polimeri [5].

Il risultato immediato non è una soluzione composta esclusivamente da glucosio. La liquefazione produce soprattutto destrine, maltodestrine e oligosaccaridi di diversa lunghezza, oltre a quantità variabili di zuccheri più piccoli a seconda del substrato e del processo. Questa distinzione è fondamentale: l'alfa-amilasi prepara il substrato, mentre la conversione spinta verso zuccheri fermentescibili richiede normalmente una fase successiva, spesso basata su enzimi complementari [1].

Dal punto di vista della fermentazione ad alto rendimento, questo meccanismo è utile perché agisce prima sul principale collo di bottiglia fisico: la viscosità dell'amido gelatinizzato. Una sospensione meno viscosa migliora il contatto tra substrato, acqua, enzimi e microrganismi o enzimi successivi. In applicazioni di bioconversione dell'amido verso prodotti come etanolo, idrogeno o acido succinico, la disponibilità di substrati derivati dall'amido è un passaggio centrale per alimentare la fase biologica successiva [3].

## Dalla materia prima allo zucchero fermentescibile: ruolo dell'alfa-amilasi nelle fasi di processo

L'alfa-amilasi termostabile opera soprattutto nella **liquefazione**, che è la fase in cui l'amido gelatinizzato viene frammentato per ridurre la viscosità. La saccharificazione, invece, mira a convertire le destrine in zuccheri più direttamente utilizzabili dai microrganismi fermentativi. Separare concettualmente queste fasi aiuta a evitare una lettura eccessiva delle prestazioni dell'enzima: un'ottima liquefazione non garantisce da sola una fermentazione completa, ma la rende più praticabile e prevedibile [1].

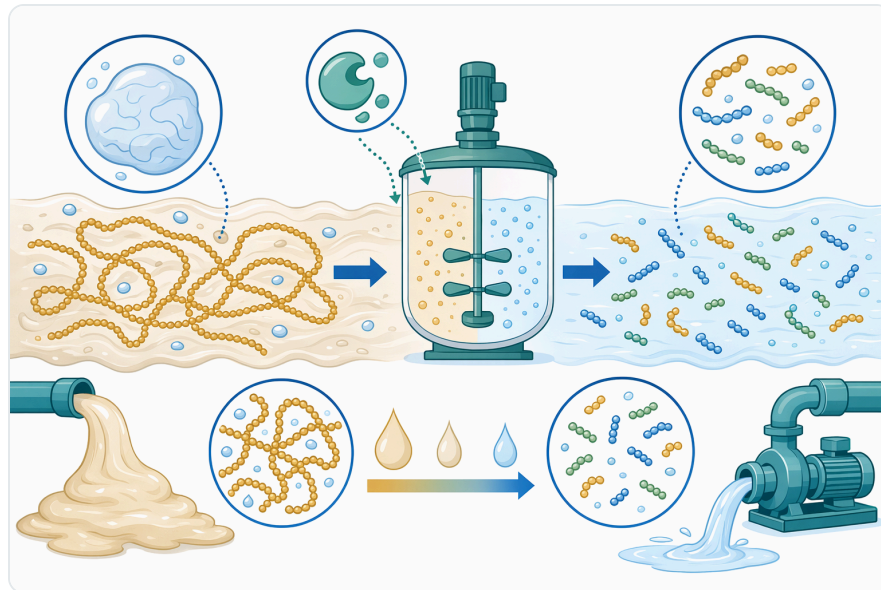
Fase del processo amidaceo	Obiettivo principale	Ruolo dell'alfa-amilasi termostabile	Limite da non confondere
Preparazione e riscaldamento del mash	Idratare e rendere accessibile l'amido	Non è ancora il passaggio centrale dell'enzima, ma prepara le condizioni fisiche del substrato	Se i granuli restano poco accessibili, l'idrolisi può essere incompleta

Fase del processo amidaceo	Obiettivo principale	Ruolo dell'alfa-amilasi termostabile	Limite da non confondere
Gelatinizzazione	Disorganizzare i granuli e aumentare l'accessibilità	L'enzima può agire più efficacemente sull'amido reso vulnerabile	La gelatinizzazione può aumentare molto la viscosità
Liquefazione	Ridurre viscosità e dimensione delle catene	Taglia legami interni $\alpha$ -1,4 e genera destrine più solubili	Non produce da sola una conversione completa a glucosio
Saccarificazione	Liberare zuccheri fermentescibili	Fornisce destrine più adatte agli enzimi successivi	Richiede normalmente enzimi complementari
Fermentazione	Convertire zuccheri in etanolo o altri metaboliti	Contribuisce indirettamente rendendo disponibile il substrato a monte	La resa finale dipende anche da microrganismi, nutrienti e controllo di processo

La tabella evidenzia perché l'alfa-amilasi termostabile è collegata alla “fermentazione ad alto rendimento” in modo indiretto ma tecnicamente importante. Il suo valore non sta nel sostituire la fase fermentativa, bensì nel rendere la matrice amidacea meno resistente e più omogenea. Questo è coerente con la letteratura sulle alfa-amilasi microbiche industriali, che le colloca tra gli enzimi chiave dei processi di conversione dell'amido <sup>[1]</sup>.

## Applicazioni nella produzione di bioetanolo e altri prodotti fermentativi

Nella produzione di **bioetanolo da amido**, la liquefazione è un passaggio essenziale perché i lieviti e molti microrganismi fermentativi non utilizzano direttamente l'amido granulare complesso. Il substrato deve essere prima convertito in molecole più piccole; l'alfa-amilasi termostabile consente di intervenire nella fase calda, riducendo la viscosità del mash e preparando la successiva formazione di zuccheri fermentescibili <sup>[3]</sup>.



**Figure 2.** 젤라틴화된 긴 전분 사슬을 더 짧은 조각으로 자르면 높은 매시 점도를 유발하는 얽힌 고분자 네트워크가 줄어든다.

L'interesse per sistemi amilolitici applicati a prodotti fermentativi non riguarda solo l'etanolo. Studi su bioconversione dell'amido hanno esaminato l'impiego di alfa-amilasi da *Bacillus megaterium* visualizzata in *E. coli* per trasformare amido in prodotti come idrogeno, etanolo e acido succinico. Pur trattandosi di un approccio biotecnologico specifico, il principio di fondo resta comune: l'amido deve essere reso disponibile sotto forma di prodotti idrolizzati prima della conversione microbica <sup>[3]</sup>.

Nelle filiere ad alto contenuto di solidi, la gestione della viscosità ha un peso ancora maggiore. A parità di materia prima, un mash più fluido permette una distribuzione più uniforme del calore e degli enzimi, riducendo zone localmente poco convertite. Questo non equivale a promettere una resa garantita, ma spiega perché la liquefazione enzimatica sia una leva tecnica importante quando l'obiettivo è una fermentazione più stabile e riproducibile <sup>[1]</sup>.

## Distillazione, wash preparation e cereali non maltati

Nella distillazione da cereali, il "wash" o mosto fermentabile può contenere amidi provenienti da materie prime maltate e non maltate. Quando la quota di cereali non maltati è elevata, l'attività enzimatica naturale disponibile può non essere sufficiente per convertire in modo efficiente l'amido gelatinizzato. L'integrazione di un'alfa-amilasi termostabile aiuta a liquefare la frazione amidacea e a creare destrine più adatte alla saccharificazione <sup>[1]</sup>.

Questo aspetto è particolarmente rilevante quando l'impianto lavora materie prime variabili. La struttura dell'amido, la granulometria, la presenza di fibre, proteine e componenti non amidacei influenzano l'accessibilità dell'enzima. La letteratura sulla degradazione dell'amido di pisello durante

germinazione e processi tecnologici mostra che l'idrolisi dipende sia dalla natura del substrato sia dal contesto fisico in cui l'enzima opera [5].

Per la distillazione, il vantaggio pratico dell'alfa-amilasi termostabile è quindi duplice: riduce la viscosità prima della fermentazione e limita la dipendenza da attività amilasiche endogene non sempre prevedibili. La resa alcolica finale, tuttavia, resta determinata dall'intero sistema: conversione dell'amido, efficienza della saccarificazione, performance del lievito, nutrienti, contaminazioni, gestione termica e tempi di processo [1].

## Birrificazione con adjunct e lavorazione di riso, mais o sorgo

Nella birrificazione, adjunct come riso, mais o sorgo possono essere usati per modulare costo, profilo sensoriale o composizione del mosto. Questi ingredienti apportano amido, ma non sempre apportano un corredo enzimatico sufficiente. L'alfa-amilasi termostabile può contribuire alla conversione degli amidi gelatinizzati, soprattutto quando il processo include una fase di cottura o trattamento caldo dell'adjunct [1].

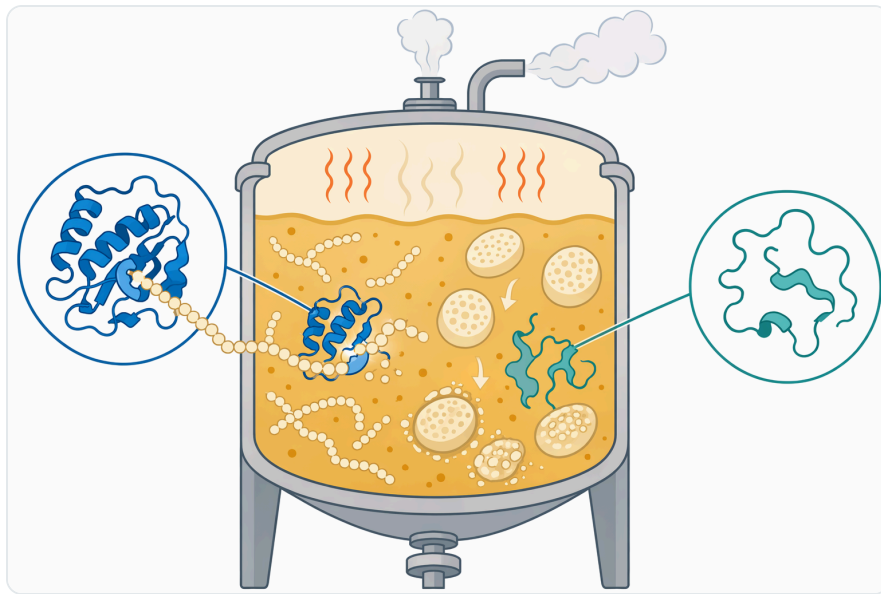


Figure 3. 내열성 알파-아밀레이스는 고온 전분 처리 조건에서도 유용한 접힌 구조를 더 오래 유지한다.

La lavorazione del riso offre un esempio utile di interazione tra calore, struttura dell'amido e attività amilasica. Uno studio sulla bio-estrazione del riso ha esaminato la gelatinizzazione rapida dell'amido e l'attivazione dell'alfa-amilasi in condizioni termomeccaniche, evidenziando quanto il comportamento dell'amido dipenda dalla combinazione tra trattamento fisico e idrolisi enzimatica [6].

In birrificazione, il controllo della degradazione dell'amido non riguarda solo la quantità totale di zuccheri, ma anche il profilo delle destrine e la fermentabilità del mosto. Un uso corretto dell'alfa-amilasi può favorire la fluidità e la disponibilità di substrato; tuttavia, la composizione finale del mosto dipende dalla combinazione di enzimi, cereali, schema termico e obiettivo di prodotto <sup>[1]</sup>.

## Perché le alfa-amilasi microbiche sono così diffuse nell'industria

---

Le alfa-amilasi microbiche sono tra gli enzimi più utilizzati nei processi industriali di conversione dell'amido perché possono essere prodotte con sistemi fermentativi e selezionate per caratteristiche utili al processo, come stabilità, compatibilità con substrati diversi e prestazioni in condizioni operative impegnative. Le applicazioni riportate includono alimentare, fermentazione, biofuel, tessile, carta, detergenza e idrolisi dell'amido <sup>[1]</sup>.

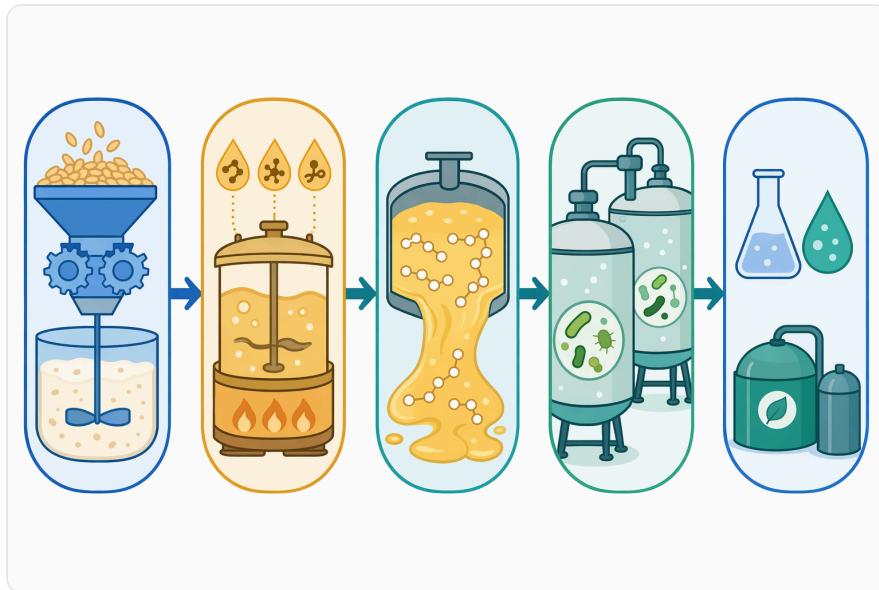
La produzione di alfa-amilasi termostabile mediante fermentazione in stato solido è stata studiata da tempo come possibile via per ridurre i costi di produzione enzimatica e migliorare l'economia dell'idrolisi dell'amido. Il lavoro di Lonsane e colleghi ha inquadrato la produzione batterica di alfa-amilasi termostabile come strumento potenzialmente importante per rendere più economici i processi amilolitici industriali <sup>[7]</sup>.

Anche studi più recenti su *Bacillus subtilis* hanno esaminato condizioni di fermentazione in stato solido e caratterizzazione di alfa-amilasi termostabili. Questi lavori non devono essere letti come specifiche di un prodotto commerciale, ma confermano la centralità dei microrganismi del genere *Bacillus* nella ricerca e nell'ottimizzazione di enzimi amilolitici robusti <sup>[8]</sup>.

## Stabilità termica: cosa dicono le evidenze e dove sono i limiti

---

La stabilità termica è una proprietà misurabile e dipendente dal tempo. Un enzima può funzionare bene in una fase calda, ma subire denaturazione se esposto troppo a lungo o in condizioni non compatibili con la sua struttura. Lo studio cinetico sulla denaturazione irreversibile dell'alfa-amilasi da *Bacillus licheniformis* è rilevante proprio perché mostra che la termostabilità non è una qualità assoluta, ma un equilibrio tra struttura enzimatica, ambiente e durata del trattamento <sup>[2]</sup>.



**Figure 4.** 전분 기반 발효에서는 일반적으로 알파-아밀레이스에 의한 액화 과정을, 보온 효소에 의한 당화 및 미생물 발효와 분리해 진행한다.

La ricerca contemporanea lavora anche sul miglioramento della termostabilità mediante modifiche della sequenza proteica. Uno studio su alfa-amilasi da *Bacillus amyloliquefaciens* ha indagato mutazioni multiple per aumentare la stabilità termica, mostrando che piccoli cambiamenti strutturali possono influenzare la resistenza dell'enzima alle condizioni calde. Questo rafforza l'idea che la termostabilità sia una proprietà ingegnerizzabile, ma specifica della singola proteina <sup>[9]</sup>.

Per l'utilizzatore industriale, la conseguenza pratica è evitare generalizzazioni eccessive. "Alfa-amilasi termostabile" indica una famiglia funzionale adatta a liquefazione calda dell'amido, ma non implica che tutti i prodotti, ceppi o formulazioni abbiano identico comportamento. La prestazione finale dipende da substrato, processo, compatibilità con altre fasi e gestione complessiva della fermentazione <sup>[1]</sup>.

## Integrazione con saccarificazione e fermentazione

L'alfa-amilasi termostabile lavora a monte della fermentazione vera e propria. La sua azione produce destrine più corte, ma il microorganismo fermentativo richiede zuccheri assimilabili. Per questo, nei processi da amido, la liquefazione viene spesso seguita da una saccarificazione che spinge la conversione verso molecole più fermentescibili. La letteratura sulla conversione dell'amido in prodotti come etanolo conferma che l'idrolisi enzimatica del substrato è parte essenziale del percorso verso la fermentazione <sup>[3]</sup>.

Una buona integrazione evita due errori opposti. Il primo è sottodosare o gestire male la liquefazione, lasciando un mash ancora viscoso e poco accessibile. Il secondo è attribuire all'alfa-amilasi il compito di completare la conversione zuccherina. In realtà, l'enzima è particolarmente forte nella rapida

riduzione della dimensione delle catene, mentre la formazione degli zuccheri finali richiede il contributo di attività enzimatiche complementari e condizioni coerenti [1].

Questa distinzione è importante anche per interpretare il concetto di “high yield fermentation”. L’alfa-amilasi termostabile può supportare rese più elevate migliorando la disponibilità del substrato e la regolarità della conversione, ma non elimina le altre variabili di resa: vitalità del lievito o del microorganismo, nutrienti, inibitori, contaminazioni, temperatura di fermentazione, composizione della materia prima e profilo di saccharificazione [3].

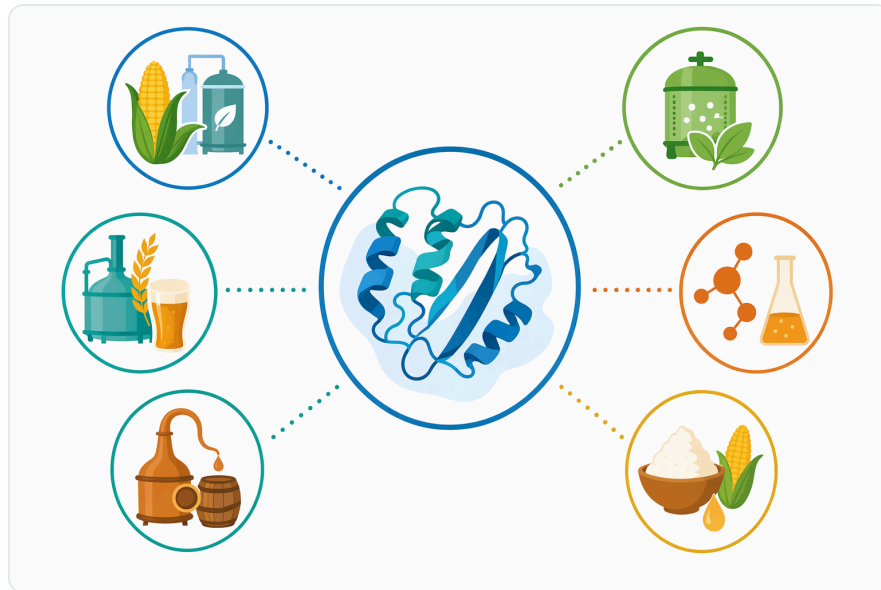


Figure 5. 내열성 알파-아밀레이스는 옥수수, 밀, 카사바, 쌀, 보리, 감자, 고구마 및 전분질 잔류물과 같은 전분이 풍부한 원료와 관련이 있다.

## Effetti sulla viscosità e sulla gestione del mash

La riduzione della viscosità è il beneficio più immediato e osservabile dell’alfa-amilasi termostabile. Quando l’amido gelatinizzato mantiene catene lunghe, il mash può diventare difficile da muovere e da riscaldare in modo uniforme. Il taglio endo-amilolitico accorcia rapidamente le catene, con una diminuzione della resistenza al flusso e una migliore dispersione dei componenti [1].

Dal punto di vista operativo, una matrice più fluida riduce il rischio di zone non omogenee. Se enzimi, acqua e calore non si distribuiscono bene, alcune parti del mash possono restare meno convertite, mentre altre vengono trattate in eccesso. La liquefazione enzimatica serve a portare il sistema verso una condizione più uniforme, che è un presupposto importante per una saccharificazione e una fermentazione più controllabili [4].

La viscosità non dipende solo dall'amido. Fibre, proteine, granulometria, solidi totali e trattamenti meccanici influenzano la reologia della miscela. Tuttavia, nei processi amidacei, la degradazione delle catene di amido resta una leva primaria perché interviene sul componente che più rapidamente può trasformarsi in una massa gelatinizzata e resistente al pompaggio [5].

## Confronto tra alfa-amilasi termostabile e altre funzioni enzimatiche

L'alfa-amilasi termostabile va collocata correttamente rispetto agli altri enzimi usati nelle filiere amidacee. Non è intercambiabile con tutti gli enzimi saccarificanti, né con enzimi che agiscono su fibre, proteine o pareti cellulari. La sua specializzazione è la rottura interna dell'amido, con effetto rapido su viscosità e dimensione media delle molecole [1].

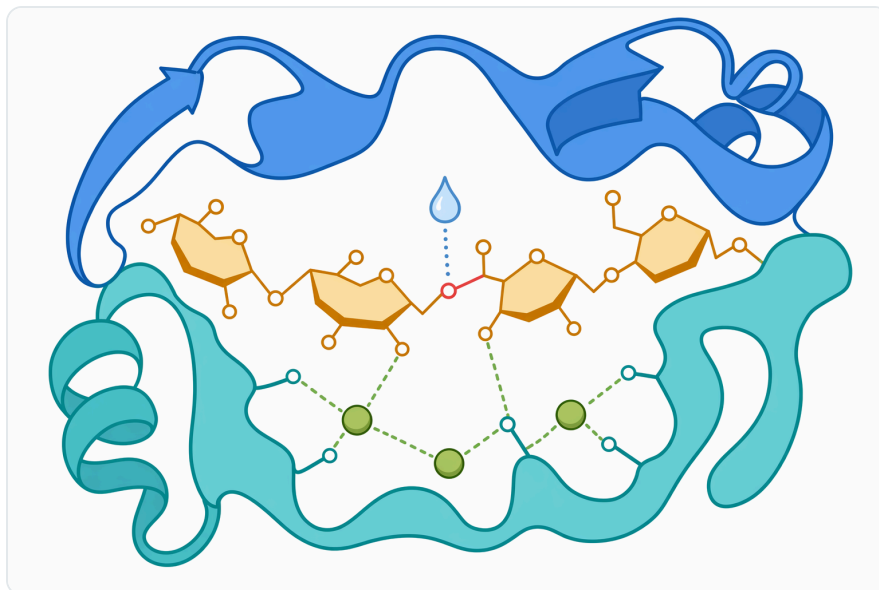
Funzione enzimatica	Substrato principale	Effetto tecnologico	Relazione con la fermentazione
Alfa-amilasi termostabile	Amido gelatinizzato, catene $\alpha$ -1,4	Liquefazione, riduzione viscosità, formazione di destrine	Prepara il substrato alla saccarificazione
Enzimi saccarificanti	Destrine e oligosaccaridi	Produzione di zuccheri più fermentescibili	Alimentano direttamente il metabolismo fermentativo
Enzimi su fibre o pareti vegetali	Polisaccaridi non amidacei	Miglioramento dell'accessibilità o della filtrabilità	Possono supportare processo e resa, ma non sostituiscono l'idrolisi dell'amido
Proteasi	Proteine della matrice	Liberazione di peptidi/amminoacidi e modifica della struttura	Possono influire su nutrienti e processabilità

Questa distinzione aiuta a evitare promesse improprie. L'alfa-amilasi termostabile è spesso indispensabile in un processo da amido, ma la sua efficacia massima emerge quando viene inserita in una sequenza coerente: preparazione della materia prima, gelatinizzazione, liquefazione, saccarificazione e fermentazione. Le review sulle alfa-amilasi microbiche industriali confermano che il loro valore risiede proprio nella conversione dell'amido come parte di sistemi di processo più ampi [1].

## Evidenze scientifiche: solide, ma da interpretare nel contesto

Le evidenze più solide riguardano tre aspetti: il meccanismo endo-amilolitico, l'importanza della gelatinizzazione per rendere l'amido accessibile e la rilevanza industriale delle alfa-amilasi microbiche nella conversione dell'amido. Questi elementi sono ben allineati con l'uso dell'alfa-amilasi termostabile

nei processi di liquefazione per fermentazione [4].



**Figure 6.** 칼슘과 같은 금속 이온은 기질 인식과 촉매 작용을 지원하는 알파-아밀레이스 결합 부위를 안정화하는 데 도움이 될 수 있다.

Un secondo gruppo di evidenze riguarda la produzione e l'ottimizzazione dell'enzima. Studi su fermentazione in stato solido e su ceppi batterici dimostrano l'interesse industriale per alfa-amilasi termostabili prodotte da microrganismi, ma non permettono di trasferire automaticamente ogni risultato sperimentale a qualunque applicazione commerciale. I dati su ceppo, substrato, processo di produzione e formulazione sono specifici del contesto di studio [7].

Un terzo gruppo riguarda innovazioni come ingegneria proteica, sovraespressione o sistemi cellulari per produzione enzimatica. Ad esempio, la sovraespressione di PrsA in *Bacillus subtilis* è stata studiata durante fermentazione fed-batch per produzione di alfa-amilasi, mostrando la complessità biologica della secrezione e produzione enzimatica. Questi studi sono rilevanti per comprendere il settore, non per dedurre automaticamente prestazioni operative di un prodotto specifico [10].

## Inquadramento del prodotto Enzymes.bio

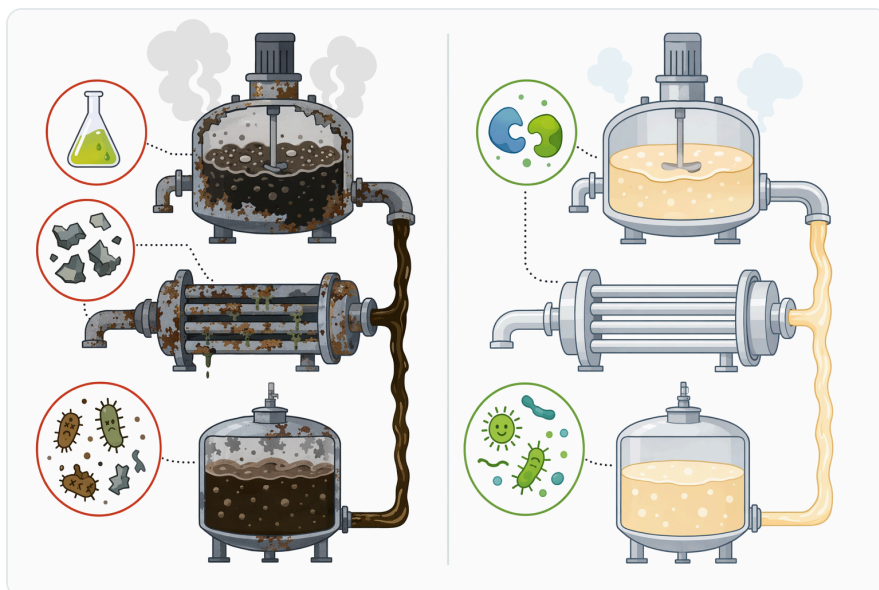
Enzymes.bio deve essere inquadrato correttamente come **fornitore online di enzimi**, non come produttore e non come laboratorio. Il prodotto **Thermostable Alpha Amylase For High Yield Fermentation** rientra nella gamma online dedicata all'amilasi e alle applicazioni di fermentazione, idrolisi dell'amido e distillazione. L'acquisto avviene direttamente online in unità da **1 kg**; la documentazione come **CoA** e **SDS** viene fornita insieme all'ordine .

Questo posizionamento è importante anche dal punto di vista tecnico: il prodotto va considerato un ingrediente enzimatico per processo, non un servizio analitico o una formulazione sviluppata su misura dal sito. Le condizioni operative effettive devono essere integrate con le procedure interne dell'impianto, con le materie prime utilizzate e con la sequenza enzimatica complessiva della fermentazione .

Per le aziende che lavorano substrati amidacei, l'utilità principale è avere accesso a un'alfa-amilasi termostabile orientata alla liquefazione in contesti di fermentazione ad alto rendimento. La valutazione tecnica deve concentrarsi sul ruolo dell'enzima nel processo: riduzione della viscosità, preparazione del substrato alla saccarificazione e supporto indiretto alla produzione di zuccheri fermentescibili <sup>[1]</sup>.

## Cosa aspettarsi realisticamente in fermentazione ad alto rendimento

Un impianto che introduce alfa-amilasi termostabile può attendersi soprattutto un miglioramento nella gestione fisica del mash. La liquefazione rende il sistema meno viscoso, più omogeneo e più accessibile alle fasi successive. Questo può contribuire a una fermentazione più regolare perché riduce i problemi a monte legati a substrati non convertiti o distribuiti in modo non uniforme <sup>[1]</sup>.



**Figure 7.** 알파-아밀레이스는 주로 전분을 액화하며, 글루코아밀레이스, 가지제거 효소, 베타-아밀레이스는 하류에서 서로 다른 탄수화물 전환 역할을 수행한다.

Non è corretto, invece, interpretare l'enzima come garanzia autonoma di resa massima. La resa finale dipende dalla quantità di amido effettivamente disponibile, dalla conversione in zuccheri fermentescibili, dalla capacità del microrganismo di metabolizzarli, dalla presenza di inibitori e dalla

gestione igienico-operativa. L'alfa-amilasi agisce su uno dei passaggi critici, ma non controlla da sola l'intero sistema fermentativo [3].

L'uso più razionale è quindi considerare l'alfa-amilasi termostabile come parte di una strategia integrata. Quando il substrato è correttamente preparato e l'enzima opera nella fase in cui l'amido è più accessibile, la liquefazione diventa più efficace; quando la saccarificazione e la fermentazione sono coerenti con questa fase, aumenta la probabilità di ottenere un processo stabile e adatto a obiettivi produttivi elevati [4].

## Conclusione

---

**L'alfa-amilasi termostabile per fermentazione ad alto rendimento** è un enzima chiave per la liquefazione dell'amido in processi caldi, soprattutto quando si lavorano cereali, tuberi o altre materie prime amidacee destinate a bioetanolo, distillazione, birrificazione con adjunct o altre bioconversioni. Il suo contributo principale è ridurre la viscosità del mash e trasformare l'amido gelatinizzato in destrine più accessibili [1].

Le evidenze scientifiche supportano chiaramente il ruolo dell'alfa-amilasi nella conversione dell'amido, l'importanza della gelatinizzazione per aumentare l'accessibilità del substrato e la rilevanza delle alfa-amilasi microbiche termostabili nei processi industriali. Allo stesso tempo, la resa fermentativa dipende dall'integrazione con saccarificazione, microrganismi, materia prima e controllo di processo [2].

Nel caso di Enzymes.bio, **Thermostable Alpha Amylase For High Yield Fermentation** va descritto come prodotto enzimatico disponibile online in unità da 1 kg presso un fornitore, con CoA e SDS forniti insieme all'ordine. La sua funzione tecnica è chiara: supportare la liquefazione dell'amido e preparare il substrato a una fermentazione più efficiente, senza sostituire le fasi successive necessarie alla produzione completa di zuccheri fermentescibili .

### Ordina Thermostable Alpha Amylase For High Yield Fermentation 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 Thermostable Alpha Amylase For High Yield Fermentation →](#)

## 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. Vengadaramana, A. (2013). Industrial important microbial alpha-amylase on starch-converting process.
2. Violet, M., & Meunier, J. (1989). Kinetic study of the irreversible thermal denaturation of Bacillus licheniformis alpha-amylase. *Biochemical Journal*, 263 3, 665-70 .
3. Gutiérrez-García, A. K., Alvarez-Guzmán, C. L., & León-Rodríguez, A. D. (2020). Autodisplay of alpha amylase from Bacillus megaterium in E. coli for the bioconversion of starch into hydrogen, ethanol and succinic acid. *Enzyme and Microbial Technology*, 134, 109477 .
4. Slaughter, S. L., Ellis, P. R., & Butterworth, P. J. (2001). An investigation of the action of porcine pancreatic alpha-amylase on native and gelatinised starches. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1525 1-2, 29-36 .
5. 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*.
6. Xu, E., Wu, Z., Jiao, A., Long, J., Li, J., & Jin, Z. (2017). Dynamics of rapid starch gelatinization and total phenolic thermomechanical destruction moderated via rice bio-extrusion with alpha-amylase activation. *RSC Advances*, 7, 19464-19478.
7. Lonsane, B. K., & Ramesh, M. V. (1990). Production of bacterial thermostable alpha-amylase by solid-state fermentation: a potential tool for achieving economy in enzyme production and starch hydrolysis. *Advances in Applied Microbiology*, 35, 1-56 .
8. Maity, S., Mallik, S., Basuthakur, R., & Gupta, S. (2015). Optimization of Solid State Fermentation Conditions and Characterization of Thermostable Alpha Amylase from Bacillus subtilis (ATCC 6633). *Journal of bioprocessing & biotechniques*, 2015, 1-7.
9. Yuan, S., Yan, R., Lin, B., Li, R., & Ye, X. (2023). Improving thermostability of Bacillus amyloliquefaciens alpha-amylase by multipoint mutations. *Biochemical and Biophysical Research Communications - BBRC*, 653, 69-75 .
10. Geissler, A. S., Poulsen, L. D., Doncheva, N., Anthon, C., Seemann, S., González-Tortuero, E., Breüner, A., ... et al. (2022). The impact of PrsA over-expression on the Bacillus subtilis transcriptome during fed-batch fermentation of alpha-amylase production. *bioRxiv*, 13.

### 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**

[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.