

# Alpha Amylase Distillers' Enzyme: conversione dell'amido in zuccheri per distillazione, bioetanolo e fermentazioni ad alta resa

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

**Alpha Amylase Distillers' Enzyme** è un enzima amilolitico usato per liquefare substrati ricchi di amido prima della fermentazione, riducendo la viscosità del mash e trasformando le catene di amido in destrine e oligosaccaridi più accessibili. Nei processi per distillati, bioetanolo e fermentazioni industriali, l' $\alpha$ -amilasi è soprattutto l'enzima della fase di liquefazione: prepara l'amido alla successiva saccarificazione, ma non sostituisce necessariamente enzimi come la glucoamilasi quando l'obiettivo è massimizzare il glucosio fermentescibile <sup>[1]</sup>.

## Che cos'è l'Alpha Amylase Distillers' Enzyme

L' $\alpha$ -amilasi è un enzima che catalizza l'idrolisi dei legami  $\alpha$ -1,4-glicosidici presenti nell'amido, nel glicogeno e in polisaccaridi correlati. È definita "endo-amilasi" perché agisce in punti interni della catena, non solo alle estremità: questo comportamento frammenta amilosio e regioni lineari dell'amilopectina in destrine, maltodestrine e oligosaccaridi, rendendo il substrato più fluido e più reattivo per le fasi successive <sup>[1]</sup>.

Nel linguaggio della distillazione, "Distillers' Enzyme" indica un impiego pratico: trattare cereali, farine, tuberi o altri materiali amidacei prima della fermentazione alcolica. I lieviti distillatori non fermentano l'amido nativo con la stessa immediatezza con cui fermentano glucosio, maltosio o altri zuccheri assimilabili; per questo la conversione enzimatica dell'amido è una fase critica nella preparazione del mosto o della slurry fermentabile <sup>[2]</sup>.

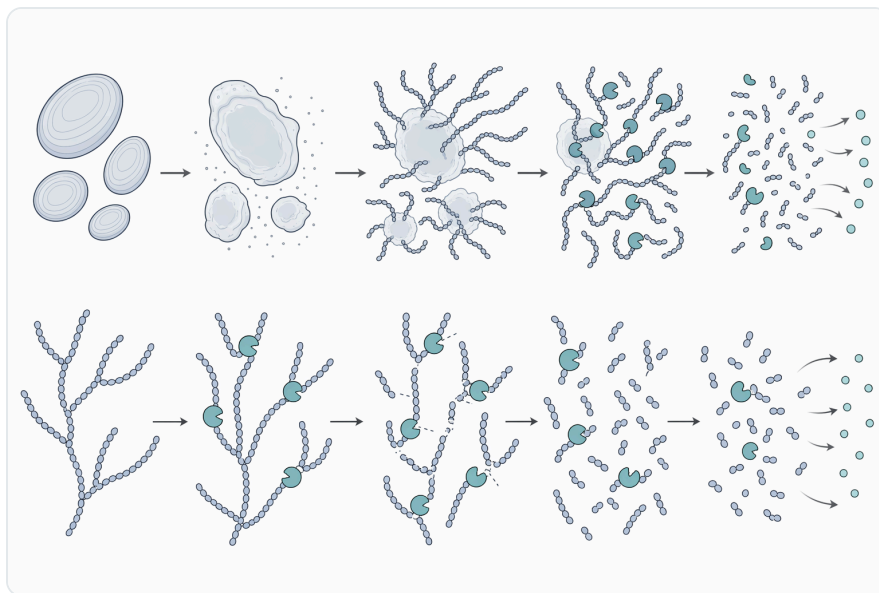
L'amido è composto principalmente da due frazioni: amilosio, più lineare, e amilopectina, fortemente ramificata. L' $\alpha$ -amilasi attacca i tratti  $\alpha$ -1,4 delle catene glucosidiche, mentre i punti di ramificazione  $\alpha$ -1,6 dell'amilopectina richiedono altri contributi enzimatici per una conversione più profonda. Questa distinzione spiega perché l' $\alpha$ -amilasi è eccellente per la liquefazione, ma non sempre sufficiente da sola per ottenere una saccarificazione completa a glucosio <sup>[3]</sup>.

Enzymes.bio propone questo prodotto come fornitore online, non come produttore né come laboratorio. Il prodotto è acquistabile direttamente online in unità da **1 kg**; il certificato di analisi e la scheda di dati di sicurezza sono forniti insieme all'ordine .

## Perché l' $\alpha$ -amilasi è centrale prima della fermentazione ad alta resa

Nei processi ad alta resa, l'obiettivo non è semplicemente "aggiungere un enzima", ma trasformare una matrice amidacea poco fermentabile in un substrato utilizzabile dai microrganismi. Quando farina, mais macinato, frumento, riso, sorgo, manioca o altre fonti di amido vengono idratati e riscaldati, i granuli di amido gelatinizzano: assorbono acqua, si gonfiano e liberano catene più accessibili all'azione enzimatica. Senza una liquefazione efficace, il sistema può diventare viscoso, difficile da miscelare e meno uniforme dal punto di vista del contatto enzima-substrato <sup>[1]</sup>.

L' $\alpha$ -amilasi interviene in questa fase accorciando rapidamente le catene amidacee. Il risultato operativo è duplice: da un lato diminuisce la viscosità del mash, dall'altro aumenta il numero di estremità e frammenti disponibili per ulteriori enzimi saccarificanti. In un processo di distillazione o bioetanolo, questo significa che l'amido viene spostato da una forma polimerica complessa a una miscela di molecole più corte, più solubili e più adatte alla generazione di zuccheri fermentescibili <sup>[2]</sup>.



**Figure 1.** 알파-아밀라아제는 아밀로스 및 아밀로펙틴의 내부  $\alpha$ -1,4 결합을 가수분해하여 덱스트린과 더 작은 수용성 탄수화물을 만들며,  $\alpha$ -1,6 분지점은 다른 효소가 작용하도록 남겨 둡니다.

È importante formulare correttamente l'aspettativa tecnica. L'espressione "conversione dell'amido in zucchero" è utile in ambito commerciale, ma dal punto di vista biochimico l' $\alpha$ -amilasi produce soprattutto destrine e zuccheri a catena corta, non esclusivamente glucosio libero. Quando il processo

richiede un'elevata quota di glucosio fermentescibile, l' $\alpha$ -amilasi viene spesso combinata con enzimi complementari, in particolare glucoamilasi, che lavora dalle estremità non riducenti delle catene e libera unità di glucosio [3].

## Meccanismo d'azione: dal granulo di amido alla slurry liquefatta

Il meccanismo può essere letto in tre passaggi. Il primo è la disponibilità fisica del substrato: l'amido nativo è organizzato in granuli semicristallini, e questa struttura limita l'accesso dell'enzima. La gelatinizzazione modifica tale organizzazione, aumentando l'idratazione e l'esposizione delle catene di glucosio; l' $\alpha$ -amilasi può quindi raggiungere più facilmente i legami  $\alpha$ -1,4 interni [1].

Il secondo passaggio è l'idrolisi endo-catalitica. A differenza degli enzimi esolitici, che rimuovono unità zuccherine dalle estremità, l' $\alpha$ -amilasi taglia internamente le catene. Un singolo taglio interno può ridurre in modo marcato la lunghezza media delle molecole presenti nel mash; molti tagli distribuiti lungo la matrice determinano un calo della viscosità e la formazione di destrine di dimensioni diverse [3].

Il terzo passaggio è la predisposizione alla saccarificazione. Le destrine prodotte dall' $\alpha$ -amilasi contengono ancora legami glicosidici e non rappresentano tutti zuccheri fermentabili per il lievito. Tuttavia, sono più accessibili a glucoamilasi e ad altri sistemi enzimatici, che possono completare la conversione verso glucosio, maltosio o altri zuccheri assimilabili a seconda del processo [4].

### Tabella comparativa: ruolo dell' $\alpha$ -amilasi rispetto ad altri enzimi amilolitici

Enzima	Tipo di azione prevalente	Legami o substrati interessati	Prodotti principali	Ruolo tipico prima della fermentazione
<b><math>\alpha</math>-amilasi</b>	Endo-azione su catene interne	Soprattutto legami $\alpha$ -1,4 dell'amido	Destrine, maltodestrine, oligosaccaridi	Liquefazione, riduzione viscosità, preparazione alla saccarificazione
<b>Glucoamilasi / amiloglicosidasi</b>	Eso-azione dalle estremità	Estremità non riducenti; può contribuire anche su ramificazioni	Glucosio	Aumento del glucosio fermentescibile dopo o insieme alla liquefazione
<b>Enzimi debranching</b>	Azione su ramificazioni	Legami $\alpha$ -1,6 dell'amilopectina	Catene meno ramificate, più accessibili	Supporto alla conversione più completa di amilopectina

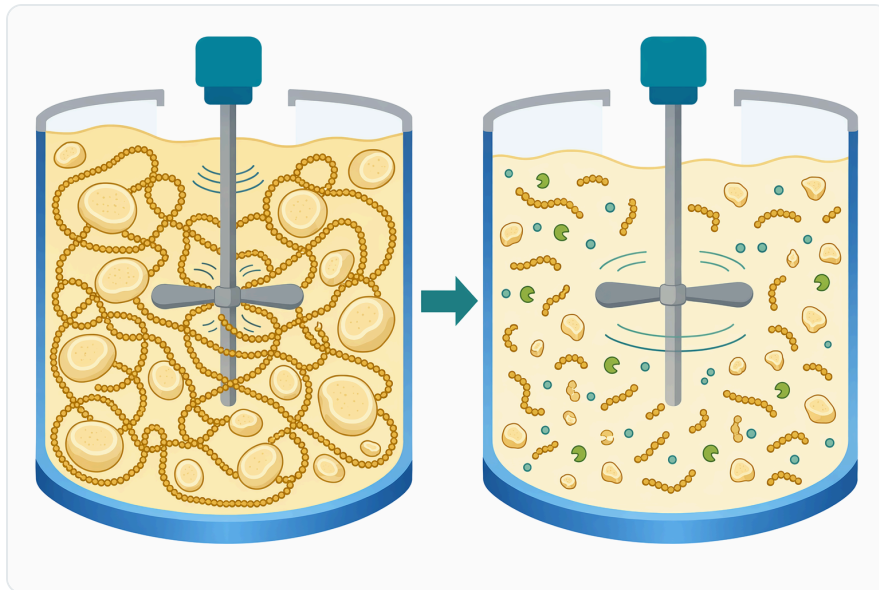
Enzima	Tipo di azione prevalente	Legami o substrati interessati	Prodotti principali	Ruolo tipico prima della fermentazione
<b>Complessi enzimatici misti</b>	Azione combinata	Matrici amidacee o lignocellulosiche complesse	Zuccheri fermentescibili e frammenti solubili	Valorizzazione di sottoprodotti e feedstock industriali variabili

Questa comparazione è utile perché evita un errore frequente: attribuire a una singola  $\alpha$ -amilasi l'intera conversione dell'amido in glucosio. La letteratura su idrolisi enzimatica e fermentazione mostra che la produzione di zuccheri fermentescibili da biomasse amidacee o miste dipende spesso da sequenze enzimatiche, combinazioni di enzimi e condizioni di processo, non da una sola attività catalitica isolata <sup>[4]</sup>.

## Evidenze scientifiche sulla conversione dell'amido e sull'uso industriale

Le  $\alpha$ -amilasi sono tra gli enzimi industriali più studiati perché collegano direttamente biochimica dell'amido e processi produttivi: alimenti, bevande fermentate, bioetanolo, tessile, detergenza e lavorazione dei carboidrati. Le review recenti ne descrivono la produzione microbica, l'ottimizzazione di processo e l'ampia diffusione applicativa, con particolare attenzione alla capacità di ridurre polisaccaridi amidacei in frammenti più corti <sup>[1]</sup>.

La ricerca più recente ha anche esaminato le caratteristiche strutturali dell' $\alpha$ -amilasi e le strategie di produzione industriale. Gli studi computazionali e biotecnologici sono rilevanti perché la stabilità, la conformazione del sito attivo e la tolleranza alle condizioni di processo influenzano l'efficienza catalitica nei contesti reali, dove il substrato non è amido puro ma una matrice complessa <sup>[3]</sup>.



**Figure 2.** 젤라틴화된 긴 전분 사슬을 더 짧은 조각으로 자르면 고분자 얽힘이 줄어들어 매시의 점도가 눈에 띄게 낮아집니다.

Nel caso della manioca, uno studio sulla produzione di bioetanolo da amido di cassava ha integrato idrolisi enzimatica, fermentazione e nanofiltrazione ex situ. Il punto importante per l'applicazione dell' $\alpha$ -amilasi è che l'amido di manioca deve essere convertito in zuccheri fermentabili prima che il microorganismo possa trasformarli efficacemente in etanolo; l'idrolisi enzimatica è quindi una fase funzionale, non accessoria [2].

Un'altra linea di evidenza riguarda i sottoprodotti amidacei. La saccarificazione enzimatica del sago hampas, un residuo ricco di carboidrati, è stata studiata con alimentazione sequenziale del substrato e caricamento sequenziale degli enzimi per aumentare la produzione di zuccheri fermentabili. Questo conferma che, quando la matrice è eterogenea, la strategia enzimatica può essere tanto importante quanto la scelta del singolo enzima [4].

Anche l'idrolisi di amidi non convenzionali è stata studiata in relazione alla conversione a bioetanolo. Il pretrattamento fisico combinato con idrolisi enzimatica può aumentare la disponibilità degli zuccheri, mostrando che l'accessibilità del substrato e l'azione enzimatica sono strettamente collegate. Per l' $\alpha$ -amilasi, questo è coerente con il suo ruolo: rendere più rapida e gestibile la trasformazione di catene amidacee in frazioni solubili [5].

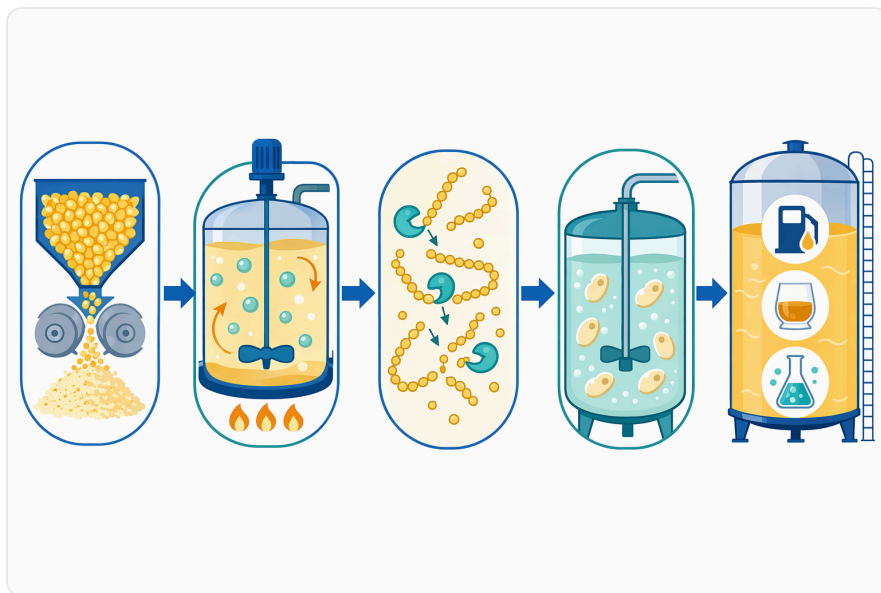
La valorizzazione di materiali come brewer's spent grain dimostra inoltre che fermentazione, attività enzimatiche e rilascio di zuccheri solubili possono essere integrati in strategie di recupero di valore da sottoprodotti agroindustriali. Anche quando il materiale non è una fonte amidacea pura, l'aumento di zuccheri solubili e la modifica della matrice sono obiettivi centrali per rendere il feedstock più utile nei processi fermentativi [6].

## Applicazioni: distillazione, bioetanolo e substrati amidacei

### Distillazione da cereali e materie prime amidacee

Nella distillazione, l' $\alpha$ -amilasi è impiegata per preparare mash a base di mais, frumento, riso, sorgo o miscele di cereali. La fase critica è trasformare l'amido gelatinizzato in destrine più corte, abbassando la viscosità e facilitando la successiva saccarificazione. Un mash più fluido permette un contatto più omogeneo tra enzima e substrato e riduce le zone poco convertite, che possono limitare la disponibilità di zuccheri per il lievito [1].

Per ottenere una fermentazione ad alta resa, però, la liquefazione deve essere vista come parte di una sequenza. L' $\alpha$ -amilasi migliora la lavorabilità e la frammentazione dell'amido; la fermentabilità finale dipende anche da quanti zuccheri assimilabili vengono effettivamente generati. Nei processi alcolici, la presenza di glucosio e altri zuccheri fermentescibili è ciò che alimenta il metabolismo del lievito e la produzione di etanolo [2].



**Figure 3.** 알파-아밀라아제는 제분, 수화, 가열로 전분 구조가 열리고 난 뒤 가장 효과적으로 작용합니다. 접근 가능한 젤라틴화 전분이 액화를 위한  $\alpha$ -1,4 결합을 더 많이 노출하기 때문입니다.

### Bioetanolo da amido e residui agroindustriali

Nel bioetanolo da amido, l' $\alpha$ -amilasi è collegata alla prima conversione del polisaccaride in molecole più corte. L'esempio della cassava mostra che l'amido può essere inserito in una filiera che comprende idrolisi enzimatica e fermentazione, con l'obiettivo di trasformare una riserva carboidratica in etanolo recuperabile [2].

La ricerca su substrati come sago hampas, amidi non convenzionali e residui di lavorazione evidenzia una tendenza industriale: usare enzimi per aumentare gli zuccheri fermentabili da feedstock che altrimenti avrebbero valore limitato. In questi casi l' $\alpha$ -amilasi può svolgere la funzione di apertura e liquefazione della frazione amidacea, mentre enzimi successivi completano la saccharificazione [4].

### **Fermentazioni industriali non necessariamente alcoliche**

Gli zuccheri ottenuti dall'idrolisi dell'amido non servono solo alla produzione di etanolo. Possono diventare feedstock per microrganismi che producono acidi organici, biomassa microbica, ingredienti fermentati o altri metaboliti. Le amilasi industriali sono infatti considerate strumenti trasversali per convertire carboidrati complessi in substrati più semplici e utilizzabili [1].

Uno studio sulla fermentazione di brewer's spent grain con *Bacillus velezensis* ha mostrato miglioramenti nei profili di zuccheri solubili, proteine solubili e attività enzimatiche. Pur non essendo un esempio identico a una distillazione da amido puro, è rilevante perché mostra come l'attività enzimatica durante la fermentazione possa modificare il valore nutrizionale e la disponibilità di carboidrati in matrici agroindustriali [6].

### **Applicazioni in alimenti fermentati e sistemi tradizionali**

L' $\alpha$ -amilasi compare anche in studi su fermentazioni alimentari tradizionali, inclusi sistemi in cui la conversione dell'amido contribuisce alla disponibilità di zuccheri durante la fermentazione. La ricerca sull'immobilizzazione dell' $\alpha$ -amilasi nella fermentazione tradizionale di bevande alcoliche segnala l'interesse per forme d'uso che migliorino recuperabilità, stabilità operativa o riutilizzo dell'attività catalitica [7].

Questi esempi non devono essere interpretati come equivalenti diretti al prodotto commerciale, ma rafforzano un punto comune: dove c'è amido e serve fermentazione, la disponibilità di enzimi amilolitici influenza la quantità e la velocità con cui si formano carboidrati utilizzabili dai microrganismi [7].



Figure 4. 전분 전환 효소들은 서로 보완적인 역할을 하며, 알파-아밀라아제는 전분을 액화하고 다른 효소들은 당화를 더 진행하거나 분지를 제거합니다.

## Benefici operativi attesi nella preparazione del mash

Il beneficio più immediato dell' $\alpha$ -amilasi è la riduzione della viscosità. In un mash amidaceo, catene lunghe e granuli idratati possono generare una massa densa, difficile da agitare e trasferire. Tagliando internamente le catene  $\alpha$ -1,4, l'enzima riduce la lunghezza media dei polimeri e rende la slurry più maneggevole, con vantaggi su miscelazione, uniformità e contatto tra enzima e substrato [1].

Un secondo beneficio è l'aumento dell'accessibilità dell'amido. La frammentazione in destrine non equivale alla fermentazione completa, ma crea più punti di attacco per enzimi successivi. Questa è una ragione tecnica per cui molte strategie di saccharificazione usano sequenze o combinazioni enzimatiche: l'azione iniziale dell' $\alpha$ -amilasi rende più efficiente la conversione ulteriore verso zuccheri fermentescibili [4].

Un terzo beneficio è la flessibilità su diverse materie prime. L' $\alpha$ -amilasi può essere pertinente per cereali e tuberi, ma anche per residui agroindustriali con frazioni amidacee. Studi su cassava, sago hampas, amidi non convenzionali e sottoprodotti confermano che il principio di fondo è comune: aumentare il rilascio di carboidrati fermentabili tramite idrolisi enzimatica, adattando la strategia alla matrice specifica [2].

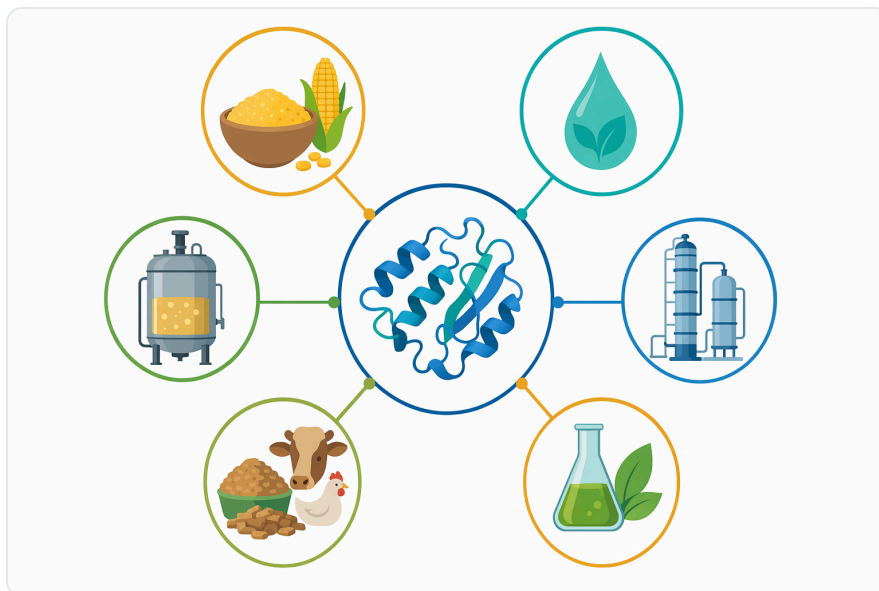
Il quarto beneficio riguarda la gestione della resa come variabile di processo. Una fermentazione ad alta resa non dipende solo dalla presenza dell'enzima, ma l'assenza di una buona liquefazione può diventare un collo di bottiglia. Se l'amido resta intrappolato in frazioni poco accessibili o troppo

viscose, anche lieviti efficienti e nutrienti adeguati possono non sfruttare completamente il potenziale del substrato [5].

## Variabili di processo che influenzano la conversione

La prima variabile è la struttura della materia prima. Mais, frumento, riso, sorgo, manioca e residui amidacei differiscono per contenuto di amido, rapporto amilosio/amilopectina, presenza di proteine, lipidi, fibre e composti che possono influenzare l'idratazione e l'accessibilità enzimatica. Per questo due mash con lo stesso contenuto nominale di amido possono comportarsi in modo diverso durante la liquefazione [3].

La seconda variabile è il grado di gelatinizzazione. Se l'amido non è sufficientemente aperto alla fase acquosa, l' $\alpha$ -amilasi incontra meno legami accessibili; se invece la matrice è ben idratata e dispersa, l'enzima può agire in modo più uniforme. Questo non significa che esista una singola condizione universale, ma che l'accessibilità fisica del substrato è parte integrante della prestazione enzimatica [1].



**Figure 5.** 이와 같은 전분 절단 화학 반응은 증류, 양조 보조원료 처리, 섬유 호발 제거, 식품 및 제빵 개질, 기타 전분 가공 분야에 활용됩니다.

La terza variabile è la sequenza enzimatica. In molti processi la fase di  $\alpha$ -amilasi è seguita da una fase con glucoamilasi o da un sistema combinato. La letteratura sulla saccarificazione enzimatica con carichi sequenziali mostra che l'ordine e l'integrazione degli enzimi possono influenzare la produzione di zuccheri fermentabili da matrici complesse [4].

La quarta variabile è la fermentazione stessa. Anche se l'idrolisi genera zuccheri, la resa finale dipende dalla capacità del microrganismo di consumarli, dalla vitalità della coltura, dalla nutrizione, dall'assenza di inibitori e dalla gestione dell'ambiente fermentativo. In altre parole, l' $\alpha$ -amilasi migliora la disponibilità potenziale del carbonio, ma non controlla da sola l'intero bilancio fermentativo <sup>[2]</sup>.

## Limiti tecnici: cosa l' $\alpha$ -amilasi non fa da sola

---

L' $\alpha$ -amilasi non è un enzima "total conversion" in senso stretto. La sua funzione principale è liquefare e destrinizzare l'amido; non è progettata per convertire tutte le ramificazioni dell'amilopectina in glucosio. I legami  $\alpha$ -1,6 presenti nei punti di ramificazione richiedono contributi enzimatici diversi o complementari, soprattutto quando l'obiettivo è massimizzare la quota di zuccheri fermentescibili <sup>[3]</sup>.

Non elimina inoltre la variabilità della materia prima. Residui agricoli, farine, cereali e tuberi possono contenere frazioni resistenti, fibre, proteine o composti che limitano l'accesso all'amido. Gli studi sui feedstock non convenzionali mostrano che pretrattamento, idrolisi e fermentazione sono spesso integrati proprio perché la matrice reale è più complessa dell'amido purificato <sup>[5]</sup>.

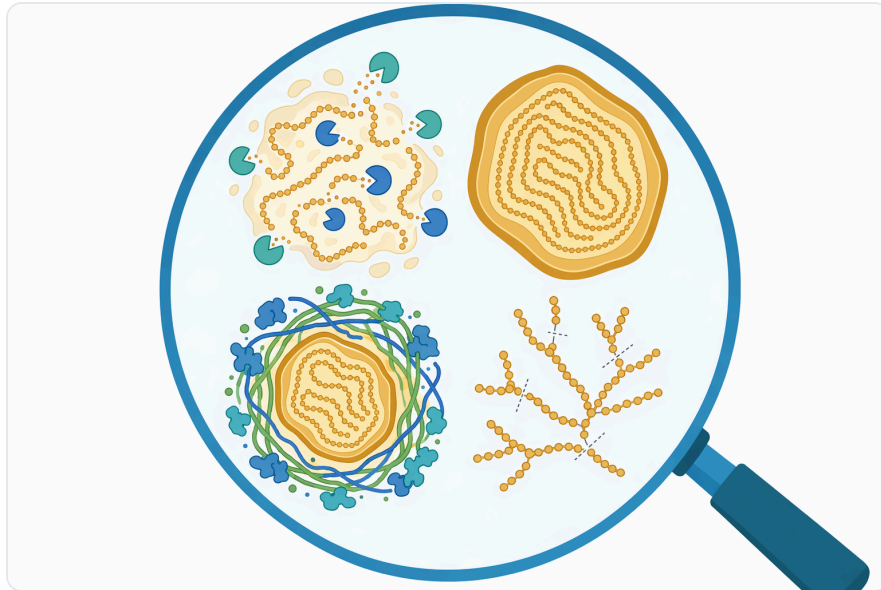
Non garantisce, da sola, una resa alcolica elevata. Una resa alta richiede che la liquefazione sia seguita da saccarificazione efficace, fermentazione controllata e recupero corretto del prodotto finale. L'evidenza su cassava e altri substrati dimostra il valore dell'idrolisi enzimatica, ma sempre come parte di una filiera di conversione più ampia <sup>[2]</sup>.

Infine, non sostituisce la valutazione documentale del prodotto acquistato. Per un utilizzo professionale, le informazioni specifiche accompagnano l'ordine attraverso CoA e SDS; tali documenti sono quelli da considerare per identificazione del lotto, sicurezza e gestione del materiale fornito .

## Posizionamento del prodotto Enzymes.bio

---

Enzymes.bio rende disponibile **Alpha Amylase Distillers' Enzyme for Conversion of Starch Into Sugar Before High Yield Fermentation** come prodotto acquistabile direttamente online in unità da **1 kg**. Il posizionamento corretto è quello di un fornitore online: Enzymes.bio non deve essere inteso come produttore dell'enzima né come laboratorio di analisi .



**Figure 6.** 관찰되는 액화 정도는 전분의 접근성, 입자 구조, 수화, 젤라틴화, 그리고 단백질, 섬유질, 분지 텍스트린의 존재에 따라 달라집니다.

Per utilizzatori B2B, il valore del prodotto è nella sua funzione applicativa: integrare una fase di liquefazione enzimatica nei processi che partono da amido. In un flusso tipico, l' $\alpha$ -amilasi aiuta a passare da una massa gelatinizzata e viscosa a una matrice destrinizzata, più adatta a successive fasi di saccarificazione e fermentazione [1].

La descrizione “before high yield fermentation” va interpretata in modo tecnico: l’enzima supporta le condizioni necessarie per una fermentazione più efficiente perché aumenta la disponibilità della frazione amidacea, ma la resa finale resta il risultato dell’intero processo. Materia prima, idratazione, gelatinizzazione, enzimi complementari, microrganismo e gestione fermentativa contribuiscono tutti al risultato [4].

## Conclusion

L’Alpha Amylase Distillers’ Enzyme è uno strumento tecnico consolidato per la conversione iniziale dell’amido in frammenti più corti prima della fermentazione. Il suo contributo principale è la liquefazione: taglia internamente i legami  $\alpha$ -1,4 dell’amido, riduce la viscosità del mash e prepara destrine e oligosaccaridi alla saccarificazione successiva [1].

Nei processi di distillazione, bioetanolo e fermentazioni industriali, l' $\alpha$ -amilasi deve essere vista come parte di una strategia enzimatica, non come l’unico fattore di resa. Le evidenze su cassava, sago hampas, amidi non convenzionali e altri feedstock confermano che l’idrolisi enzimatica è decisiva per liberare carboidrati fermentabili, ma la conversione completa dipende dall’interazione tra matrice, enzimi e fermentazione [2].

Enzymes.bio fornisce il prodotto online in unità da 1 kg; CoA e SDS accompagnano l'ordine. Per chi lavora con substrati amidacei, l'uso corretto dell' $\alpha$ -amilasi consiste nel valorizzarne il ruolo specifico: rendere l'amido più fluido, più accessibile e più pronto alla trasformazione in zuccheri fermentescibili prima della fermentazione .

## Ordina Alpha Amylase Distillers' Enzyme For Conversion Of Starch Into Sugar Before 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 Alpha Amylase Distillers' Enzyme For Conversion Of Starch Into Sugar Before 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. Farooq, M. A., Ali, S., Hassan, A., Tahir, H. M., Mumtaz, S., & Mumtaz, S. (2021). Biosynthesis and industrial applications of  $\alpha$ -amylase: a review. *Archives of Microbiology*, 203, 1281 - 1292.
2. Wangpor, J., Prayoonyong, P., Sakdaronnarong, C., Sungpet, A., & Jonglertjunya, W. (2017). Bioethanol production from cassava starch by enzymatic hydrolysis, fermentation and ex-situ nanofiltration. *Energy Procedia*, 138, 883-888.
3. Shad, M., Hussain, N., Usman, M., Akhtar, M., & Sajjad, M. (2023). Exploration of computational approaches to predict the structural features and recent trends in  $\alpha$ -amylase production for industrial applications. *Biotechnology and Bioengineering*, 120, 2092 - 2116.
4. Alias, N. H., Abd-Aziz, S., Phang, L. Y., & Ibrahim, M. F. (2021). Enzymatic Saccharification with Sequential-Substrate Feeding and Sequential-Enzymes Loading to Enhance Fermentable Sugar Production from Sago Hampas.
5. Olguín-Maciel, E., Jiménez-Villarreal, I. A., Toledano-Thompson, T., Alzate-Gaviria, L., & Tapia-Tussell, R. (2022). Effect of ultrasound pretreatment combined with enzymatic hydrolysis of non-conventional starch on sugar yields to bioethanol conversion. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 14, 11469 - 11477.
6. Zeng, J., Huang, W., Tian, X., Hu, X., & Zhen-Wu (2021). Brewer's spent grain fermentation improves its soluble sugar and protein as well as enzymatic activities using *Bacillus velezensis*. *Process Biochemistry*.
7. Nguyen, B. P., & Vo, T. (2025). STUDY ON IMMOBILIZATION OF ENZYME ALPHA-AMYLASE IN TRADITIONAL ALCOHOL WINE FERMENTATION. *Thu Dau Mot University Journal of Science*.

## 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.