

# Medium Temperature $\alpha$ -Amylase per idrolisi dell'amido: applicazioni food grade in bevande, cereali, ingredienti amidacei e processi alimentari

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

**Medium Temperature  $\alpha$ -Amylase** è un' $\alpha$ -amilasi food grade destinata a processi professionali in cui l'amido deve essere fluidificato, destrinizzato o reso più accessibile in condizioni termiche moderate. Agisce come endo-enzima sui legami  $\alpha$ -1,4-glicosidici dell'amido, riducendo la viscosità e formando destrine e oligosaccaridi utili in bevande, lavorazione di cereali, estratti vegetali e ingredienti amidacei <sup>[1]</sup>. Enzymes.bio la rende disponibile online in unità da 1 kg e opera come fornitore, non come produttore né come laboratorio; CoA e SDS accompagnano l'ordine.

## Che cos'è una Medium Temperature $\alpha$ -Amylase food grade

Una **Medium Temperature  $\alpha$ -Amylase** è un enzima amilolitico progettato per processi in cui l'amido deve essere idrolizzato senza ricorrere alle condizioni più severe tipiche delle  $\alpha$ -amilasi altamente termostabili impiegate nella liquefazione ad alta temperatura. Nel contesto alimentare, questa distinzione è importante perché molte matrici — succhi, estratti vegetali, mash di cereali, sospensioni di farine o ingredienti amidacei — richiedono una riduzione controllata della viscosità più che una conversione estrema dell'amido in zuccheri semplici <sup>[1]</sup>.

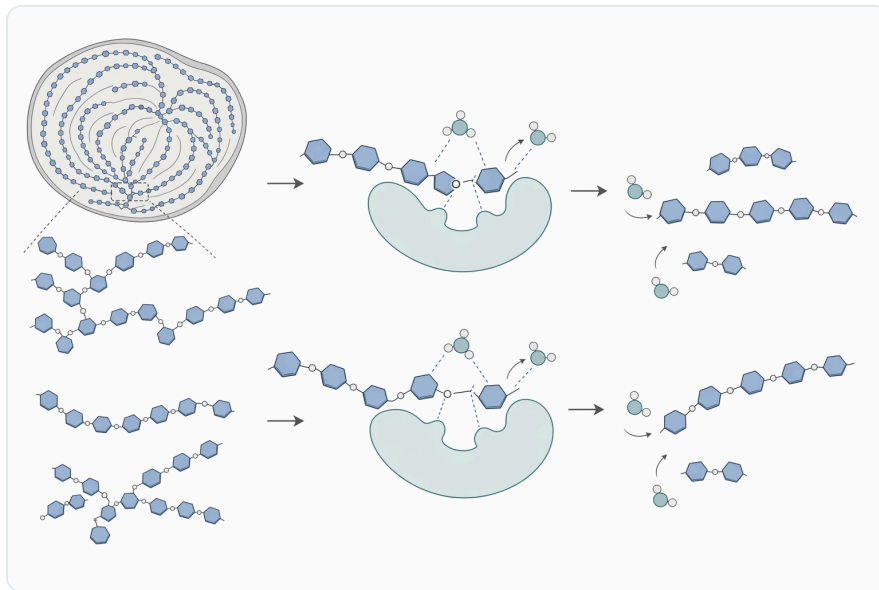
Il termine **food grade** indica che il prodotto è destinato a impieghi compatibili con lavorazioni alimentari professionali, fermo restando che la conformità finale dipende dall'applicazione, dal mercato di destinazione e dal modo in cui l'enzima viene integrato nel processo. In pratica, l' $\alpha$ -amilasi alimentare è usata come coadiuvante tecnologico per modificare una frazione specifica della matrice: l'amido. Non è un dolcificante, non è una glucoamilasi e non va interpretata come un enzima "universale" per qualsiasi problema di torbidità o filtrazione <sup>[2]</sup>.

Le  $\alpha$ -amilasi appartengono alla famiglia degli enzimi che convertono l'amido e condividono una funzione centrale: catalizzare l'idrolisi di legami glicosidici nelle catene glucaniche. La loro rilevanza industriale deriva dal fatto che l'amido gelatinizzato può diventare estremamente viscoso; tagliando le

catene interne, l'enzima produce molecole più corte e più gestibili, con un effetto rapido sulla reologia del sistema <sup>[1]</sup>.

## Meccanismo d'azione: perché riduce la viscosità dell'amido

L'amido è composto soprattutto da **amilosio** e **amilopectina**. L'amilosio è prevalentemente lineare, mentre l'amilopectina è ramificata e contiene legami  $\alpha$ -1,6 nei punti di ramificazione. L' $\alpha$ -amilasi agisce principalmente sui legami  $\alpha$ -1,4 all'interno delle catene, per questo viene descritta come un enzima **endo-attivo**: non procede solo dalle estremità, ma apre la struttura dall'interno generando destrine di lunghezza variabile <sup>[1]</sup>.



**Figure 1.** 중온성 알파-아밀라아제는 호화된 전분 내부의 알파-1,4 글리코시드 결합을 가수분해하여 수용성 덱스트린과 말토스가 풍부한 분해물을 생성합니다.

Questa modalità d'azione spiega la differenza tra  $\alpha$ -amilasi e glucoamilasi. L' $\alpha$ -amilasi è particolarmente efficace nella **liquefazione** o destrinizzazione iniziale, perché frammenta rapidamente le catene lunghe responsabili della viscosità. La glucoamilasi, invece, è un enzima eso-attivo che libera glucosio dalle estremità non riducenti e viene usata quando il processo mira a una saccarificazione più spinta <sup>[1]</sup>.

La riduzione della viscosità non dipende solo dalla quantità di enzima presente, ma anche dall'accessibilità del substrato. L'amido in granuli nativi, l'amido retrogradato o l'amido complessato con lipidi e altri componenti può essere meno disponibile all'attacco enzimatico rispetto all'amido idratato e gelatinizzato. Studi sulla resistenza all'idrolisi dell'amido in farine di banana acerba evidenziano come struttura granulare, composizione e organizzazione molecolare possano limitare l'azione enzimatica <sup>[3]</sup>.

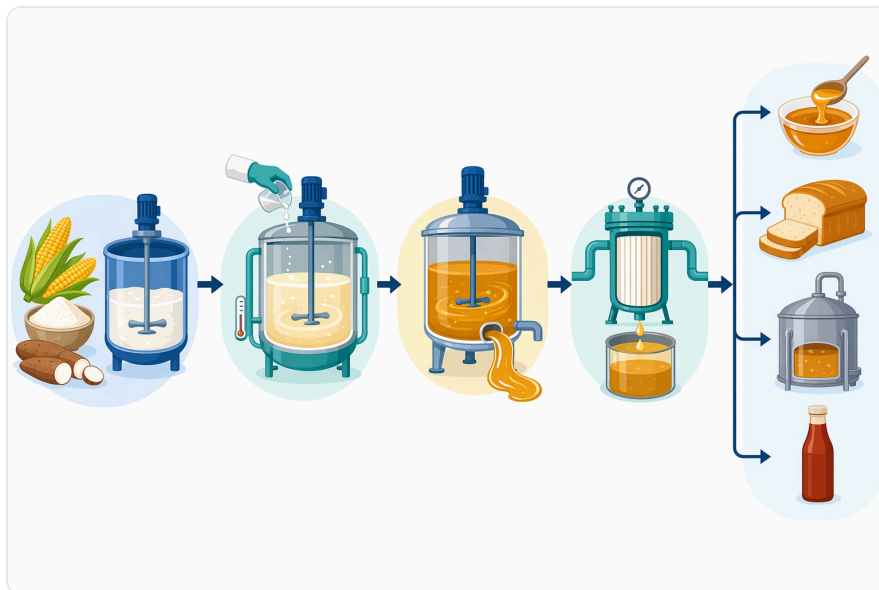
Anche le interazioni con ingredienti alimentari possono modificare la risposta all'enzima. In sistemi a base di amido di pisello, la presenza di lecitina e acidi grassi influenza la complessazione tra amido e lipidi e cambia la struttura dell'amido e la sua idrolizzabilità enzimatica. Questo è rilevante per formulazioni complesse, perché grassi, emulsionanti e proteine possono alterare la velocità effettiva della destrinizzazione <sup>[4]</sup>.

## Dove si colloca rispetto ad altri enzimi per amido

La Medium Temperature  $\alpha$ -Amylase va compresa all'interno di una strategia enzimatica più ampia. In molti processi, il primo obiettivo è rendere la matrice pompabile, miscelabile o filtrabile; in altri casi, l'obiettivo è ottenere zuccheri fermentescibili o sciroppi. La stessa parola "idrolisi dell'amido" può quindi indicare risultati diversi: fluidificazione, formazione di destrine, produzione di maltodestrine, saccarificazione o modifica funzionale di un ingrediente <sup>[1]</sup>.

| Enzima o approccio                        | Azione principale sull'amido                                   | Risultato tecnologico tipico                                       | Quando è più pertinente                                                          |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Medium Temperature $\alpha$ -Amylase      | Taglio endo dei legami $\alpha$ -1,4 nelle catene amidacee     | Riduzione della viscosità, destrinizzazione, migliore lavorabilità | Bevande, cereali, estratti, sospensioni amidacee trattate in condizioni moderate |
| $\alpha$ -Amylase termostabile            | Liquefazione dell'amido in condizioni termiche più severe      | Forte gestione della viscosità in processi ad alta temperatura     | Liquefazione intensiva, amidi industriali, impianti con riscaldamento elevato    |
| Glucoamilasi                              | Rilascio progressivo di glucosio dalle estremità non riducenti | Saccarificazione e aumento degli zuccheri semplici                 | Fermentazioni, sciroppi, processi che richiedono alta conversione in glucosio    |
| Pullulanasi o enzimi deramificanti        | Idrolisi di punti di ramificazione $\alpha$ -1,6               | Maggiore accessibilità delle catene ramificate                     | Processi in cui l'amilopectina limita la conversione completa                    |
| Trattamenti fisici o termici senza enzima | Gelatinizzazione, dispersione o frammentazione meccanica       | Maggiore accessibilità, ma minore selettività chimica              | Pretrattamento o supporto alla fase enzimatica                                   |

La tabella chiarisce un punto operativo: l' $\alpha$ -amilasi a media temperatura non sostituisce automaticamente enzimi destinati alla saccarificazione finale. È invece particolarmente utile quando l'amido rappresenta un problema di viscosità, torbidità o accessibilità e deve essere trasformato in destrine più corte prima di ulteriori fasi di processo <sup>[1]</sup>.



**Figure 2.** 식품 전분 가공에서는 가열된 전분 슬러리에 중온성 알파-아밀라아제를 첨가하여, 후속 정제 및 제품 배합 전에 전분을 액화합니다.

## Applicazioni alimentari principali

### Bevande, succhi ed estratti vegetali

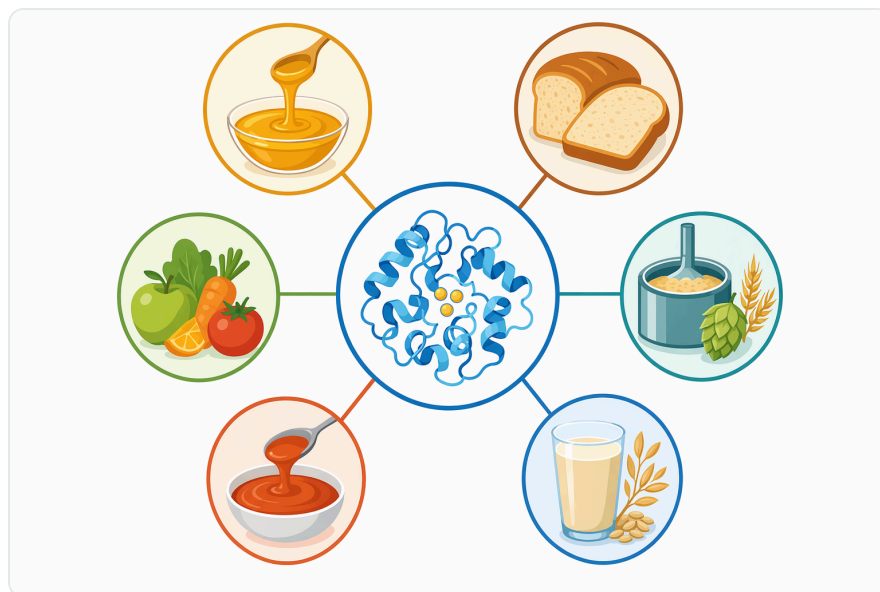
In succhi, bevande vegetali ed estratti, l'amido residuo può generare torbidità, sedimentazione o instabilità durante la conservazione. Se la torbidità è effettivamente legata all'amido, l' $\alpha$ -amilasi può frammentare le catene amidacee e ridurre la tendenza alla formazione di haze. Questo effetto è distinto da quello di pectinasi, proteasi o cellulasi, che agiscono su componenti diversi della matrice <sup>[2]</sup>.

La presenza di amido può essere particolarmente rilevante in estratti ottenuti da cereali, tuberi o materie prime vegetali ricche di polisaccaridi. In questi sistemi, l'enzima può migliorare la fluidità prima di filtrazione, centrifugazione o concentrazione. Tuttavia, il beneficio dipende dalla quota di amido accessibile: se la torbidità è dovuta soprattutto a proteine, pectine, lipidi o particelle insolubili, l' $\alpha$ -amilasi può non essere sufficiente da sola <sup>[4]</sup>.

### Mash di cereali, birrificazione e distillazione

Nei mash di cereali, l'amido gelatinizzato aumenta la viscosità e può ostacolare miscelazione, trasferimento e filtrazione. L' $\alpha$ -amilasi interviene rompendo le catene di amilosio e amilopectina in destrine più corte, rendendo la massa più fluida e preparando il substrato alla possibile azione di altri enzimi amilolitici. Questo principio è alla base dell'uso industriale delle amilasi nella conversione di materie prime ricche di amido <sup>[1]</sup>.

Nella birrificazione e nella distillazione, la composizione del grist o del mash influenza molto la necessità di enzimi aggiunti. Cereali maltati possono fornire attività enzimatica endogena, mentre adjunct, cereali non maltati o ingredienti con minore attività naturale possono richiedere un supporto esterno. L' $\alpha$ -amilasi è utile soprattutto per la fase di destrinizzazione, non necessariamente per ottenere da sola il massimo livello di zuccheri fermentescibili [5].



**Figure 3.** 식품용 중온성 알파-아밀라아제는 전분당, 제빵, 양조, 곡물 음료 및 가공식품의 점도 조절 등 다양한 분야에 사용됩니다.

### Ingredienti amidacei, farine e sospensioni vegetali

Nella produzione di ingredienti, l'idrolisi controllata dell'amido può servire a modificare viscosità, solubilità, comportamento in cottura e funzionalità tecnologica. Studi su amidi di mais e sago sottoposti a doppia modifica, inclusa idrolisi enzimatica, mostrano che la struttura dell'amido può essere modulata per cambiare proprietà fisico-chimiche rilevanti in formulazioni alimentari [6].

L'idrolisi enzimatica può anche essere combinata con altri approcci di modifica dell'amido. Nel caso dell'amido di *Pueraria lobata*, trattamenti combinati enzimatici e acidi sono stati studiati per valutarne l'impatto su struttura e capacità emulsionante. Questo tipo di ricerca conferma che l'enzima non è solo uno strumento di "degradazione", ma anche un mezzo per progettare funzionalità specifiche dell'ingrediente [7].

### Prodotti da forno e sistemi a base di frumento

Nelle formulazioni a base di frumento, l'attività amilasica influenza disponibilità di zuccheri, comportamento dell'impasto e qualità del prodotto finito. Tuttavia, un eccesso o uno squilibrio di attività amilasica può avere effetti negativi. Uno studio sulla late-maturity  $\alpha$ -amylase nel frumento ha

evidenziato che la presenza di  $\alpha$ -amilasi nella materia prima può influenzare le qualità di una salsa bianca fresca, mostrando come l'attività amilasica sia tecnologicamente rilevante anche fuori dalla panificazione classica [8].

In panificazione, le amilasi possono contribuire alla formazione di zuccheri disponibili per la fermentazione e a modifiche della struttura della mollica. La selezione del tipo di amilasi è però decisiva: amilasi con profili di stabilità diversi possono produrre effetti differenti durante impasto, lievitazione e cottura. Per questo, una  $\alpha$ -amilasi a media temperatura va collocata in processi in cui il suo profilo di attività è coerente con il trattamento termico e con il risultato desiderato [2].



**Figure 4.** 산을 이용한 전분 가수분해와 비교할 때, 알파-아밀라아제 액화는 더 온화한 공정 조건, 보다 제어된 덱스트린 형성, 더 적은 원치 않는 부산물을 제공합니다.

## Produzione di destrine e maltodestrine resistenti

La destrinizzazione controllata dell'amido è anche rilevante nella produzione di ingredienti a diverso profilo nutrizionale o funzionale. La ricerca sull'idrolisi di pirodestrine da amido di riso per produrre maltodestrine resistenti mostra come il controllo della trasformazione dell'amido possa orientare la composizione finale e la resistenza alla digestione. Anche se questi processi possono richiedere combinazioni specifiche di trattamento e condizioni, confermano il valore dell'idrolisi enzimatica come leva di progettazione degli ingredienti [9].

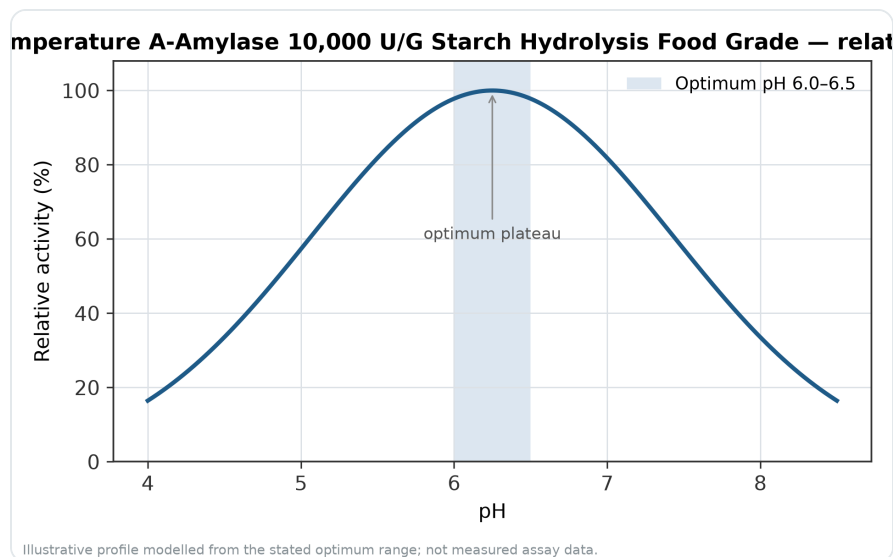
## Evidenze scientifiche più consolidate

La funzione più supportata dell' $\alpha$ -amilasi è l'idrolisi dell'amido con formazione di destrine e oligosaccaridi. La revisione di van der Maarel e colleghi descrive le proprietà degli enzimi della famiglia  $\alpha$ -amilasica e il loro impiego in processi di conversione dell'amido, evidenziando la centralità di questi biocatalizzatori in applicazioni industriali [1].

Anche le ricerche su fonti microbiche confermano l'interesse applicativo delle  $\alpha$ -amilasi. Studi su specie di *Bacillus* termofile hanno esaminato produzione e ottimizzazione dell'enzima e la sua applicazione nella biodegradazione di rifiuti alimentari, un contesto diverso dal food processing ma utile per mostrare la capacità delle amilasi di agire su matrici amidacee complesse [10].

La produzione di  $\alpha$ -amilasi da *Aspergillus oryzae* è stata studiata per applicazioni industriali multiple. *A. oryzae* è storicamente rilevante nelle biotecnologie alimentari, e le amilasi fungine sono spesso considerate interessanti per processi condotti in condizioni più miti rispetto ad alcune amilasi batteriche termostabili [2].

La ricerca strutturale e computazionale sulle  $\alpha$ -amilasi aiuta a spiegare perché enzimi con la stessa funzione generale possano avere prestazioni diverse. Differenze nella sequenza, nella conformazione del sito attivo, nella stabilità e nell'interazione con calcio o altri fattori possono cambiare comportamento rispetto a temperatura, pH e substrato. Per questo, la definizione " $\alpha$ -amilasi" non basta a prevedere ogni risultato applicativo [5].



**Figure 5.** pH에 따른 식품용 중온성 알파-아밀라아제 10,000 U/g 전분 가수분해 효소의 상대 활성으로, pH 6.0–6.5에서 최적 활성 구간을 보입니다.

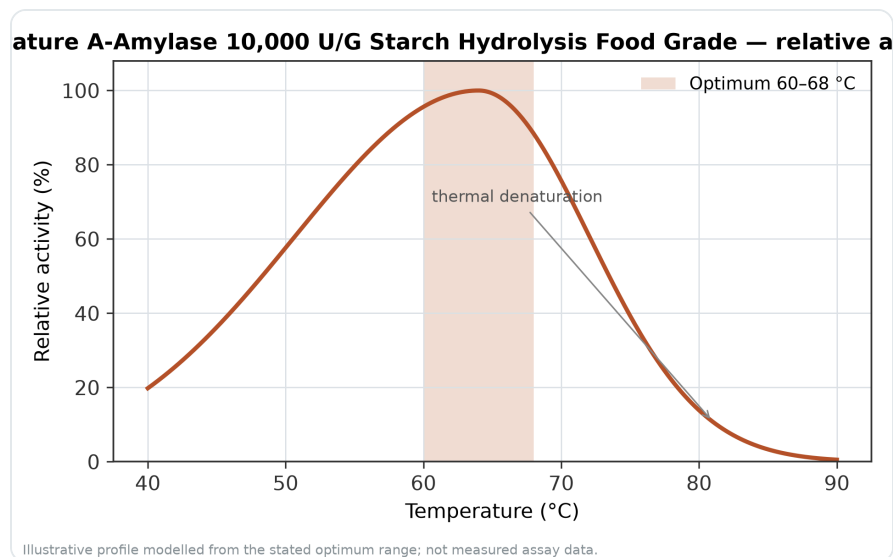
## Limiti tecnici e interpretazione corretta dei risultati

È corretto aspettarsi che l' $\alpha$ -amilasi riduca la viscosità di matrici amidacee accessibili; non è corretto aspettarsi che risolva qualunque problema di processo. La filtrazione lenta, per esempio, può essere causata da amido, ma anche da pectine,  $\beta$ -glucani, proteine, fibre insolubili, colloidali o particelle fini. Se la causa principale non è l'amido, l'effetto dell' $\alpha$ -amilasi sarà parziale o trascurabile [3].

La matrice può opporre resistenza all'idrolisi per ragioni strutturali. La revisione sull'amido e la farina di banana acerba descrive la resistenza all'idrolisi enzimatica come fenomeno multifattoriale, legato a struttura granulare, cristallinità, composizione, interazioni con altri componenti e storia di processo. Questo principio vale più in generale per gli amidi alimentari: la disponibilità fisica del substrato è spesso determinante [3].

Un altro limite riguarda l'obiettivo di conversione. Se il processo richiede principalmente glucosio, l' $\alpha$ -amilasi da sola non è l'opzione più completa, perché produce soprattutto destrine e oligosaccaridi. Per saccarificazione più avanzata, il processo può richiedere enzimi eso-attivi o deramificanti, a seconda della composizione dell'amido e del profilo di carboidrati desiderato [1].

Infine, il risultato sensoriale non va attribuito automaticamente all'enzima. In bevande e prodotti alimentari, dolcezza, corpo, torbidità, colore, stabilità e percezione in bocca dipendono da molte variabili. L' $\alpha$ -amilasi modifica una frazione specifica — l'amido — e gli effetti finali devono essere interpretati nel contesto della formulazione complessiva [8].



**Figure 6.** 온도에 따른 식품용 중온성 알파-아밀라아제 10,000 U/g 전분 가수분해 효소의 상대 활성으로, 60–68°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열변성에 따른 특징적인 활성 감소가 나타납니다.



## Condizioni di processo: principi generali senza valori prescrittivi

L'α-amilasi lavora meglio quando l'amido è idratato e accessibile. Nei processi alimentari, ciò significa spesso che la materia prima viene sottoposta a una fase di riscaldamento o idratazione che aumenta la disponibilità delle catene amidacee. L'amido crudo o poco gelatinizzato può reagire più lentamente, mentre l'amido eccessivamente retrogradato può diventare meno suscettibile all'idrolisi <sup>[3]</sup>.

Il profilo “medium temperature” è utile quando il processo non richiede la robustezza termica delle α-amilasi progettate per condizioni più aggressive. In applicazioni con succhi, estratti, mash o ingredienti sensibili, un enzima destinato a condizioni moderate può essere più coerente con la qualità della matrice e con la sequenza di lavorazione. La scelta deve comunque considerare il trattamento reale, non solo la denominazione commerciale dell'enzima <sup>[5]</sup>.

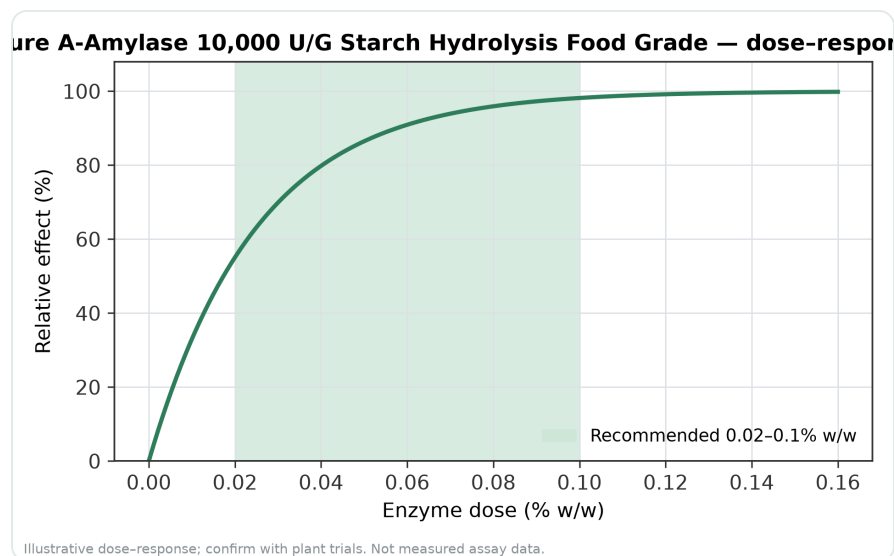
Il pH, il tempo di contatto, la concentrazione di solidi, la viscosità iniziale e la presenza di lipidi o proteine possono modificare l'efficacia. L'interazione tra amido e acidi grassi, per esempio, può ridurre o cambiare l'accessibilità delle catene all'enzima, mentre un sistema molto concentrato può limitare trasferimento di massa e miscelazione. Per questo, in applicazioni professionali l'enzima va integrato come parte del processo, non aggiunto come correzione isolata <sup>[4]</sup>.

## Confronto tra applicazioni e benefici attesi

| Applicazione                                 | Problema legato all'amido                                 | Ruolo della Medium Temperature α-Amylase  | Beneficio tecnico realistico                                                         |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Succhi ed estratti vegetali                  | Torbidità o deposito da amido residuo                     | Idrolisi dell'amido in destrine più corte | Maggiore stabilità visiva se l'amido è la causa principale                           |
| Mash di cereali                              | Viscosità elevata dopo gelatinizzazione                   | Destrinizzazione delle catene amidacee    | Miscelazione, pompaggio e filtrazione più gestibili                                  |
| Birrificazione e distillazione               | Conversione incompleta di adjunct o cereali non maltati   | Supporto alla liquefazione dell'amido     | Substrato più accessibile per ulteriori conversioni                                  |
| Ingredienti amidacei                         | Necessità di modificare funzionalità e reologia           | Idrolisi controllata delle catene         | Cambiamento di viscosità, solubilità e comportamento tecnologico                     |
| Prodotti da forno e formulazioni cerealicole | Disponibilità limitata o eccessiva di destrine e zuccheri | Modulazione della frazione amidacea       | Effetti su fermentazione, struttura o qualità, se il dosaggio di processo è coerente |

| Applicazione               | Problema legato all'amido                    | Ruolo della Medium Temperature $\alpha$ -Amylase       | Beneficio tecnico realistico                                   |
|----------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Matrici vegetali complesse | Amido combinato con fibre, lipidi o proteine | Riduzione parziale della frazione amidacea accessibile | Migliore lavorabilità, ma con effetti dipendenti dalla matrice |

Questi benefici sono realistici quando l'amido è effettivamente un fattore critico. Nelle matrici vegetali complesse, l'idrolisi enzimatica può essere solo una delle leve tecnologiche insieme a trattamento termico, separazione dei solidi, gestione del pH e uso di altri enzimi specifici per pectine, proteine o fibre [7].



**Figure 7.** 권장 사용 범위(0.02~0.1% w/w)에서 식품용 중온성 알파-아밀라아제 10,000 U/g 전분 가수분해 효소의 예시적 용량-반응 관계를 나타낸 것입니다.

## Perché la specificità enzimatica è un vantaggio industriale

Rispetto a trattamenti chimici più drastici, l' $\alpha$ -amilasi offre una modalità di modifica più selettiva. Agisce su legami specifici dell'amido e consente di intervenire sulla viscosità senza degradare indiscriminatamente tutte le componenti della matrice. Questa selettività è uno dei motivi per cui le amilasi sono così diffuse nelle biotecnologie alimentari e industriali [1].

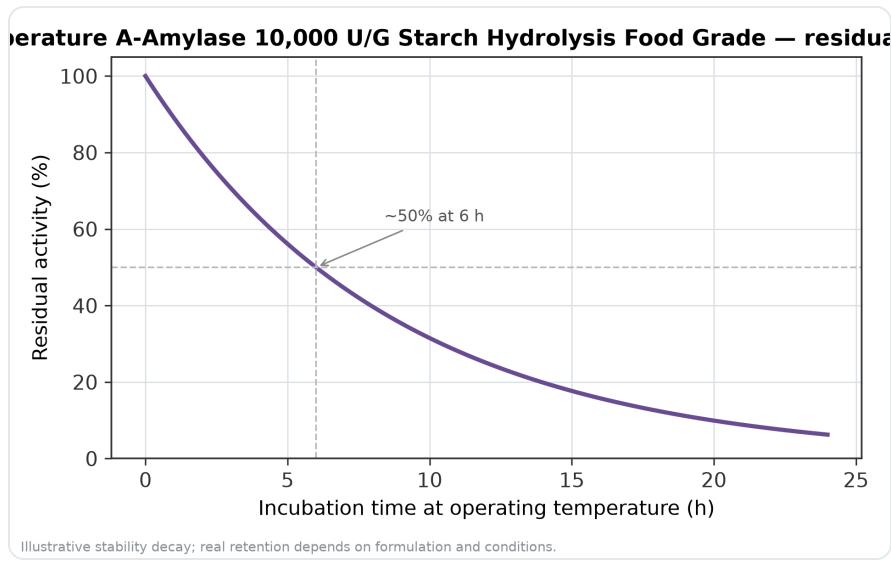
La selettività non significa però assenza di complessità. L'amido non è un substrato uniforme: fonte botanica, rapporto amilosio/amilopectina, dimensione dei granuli, cristallinità, contenuto lipidico e storia termica determinano la risposta all'enzima. Le ricerche su amidi modificati di mais, sago e altre fonti mostrano che l'idrolisi enzimatica può cambiare proprietà fisiche e funzionali in modo specifico per la matrice [6].

L'impiego dell' $\alpha$ -amilasi è quindi più efficace quando il processo è definito in termini di obiettivo: ridurre viscosità, prevenire torbidità da amido, preparare alla saccharificazione, modificare la funzionalità di un ingrediente o migliorare la lavorabilità. Ogni obiettivo richiede un'interpretazione diversa del risultato, anche se l'enzima impiegato appartiene alla stessa categoria <sup>[9]</sup>.

## Informazioni su disponibilità e documentazione Enzymes.bio

Enzymes.bio fornisce **Medium Temperature  $\alpha$ -Amylase** per uso professionale tramite acquisto diretto online in unità da 1 kg. Il ruolo di Enzymes.bio è quello di fornitore: non deve essere interpretato come produttore, laboratorio di analisi o centro di sviluppo formulativo. La documentazione di base, inclusi certificato di analisi e scheda di dati di sicurezza, viene fornita insieme all'ordine .

Per le aziende alimentari, questa documentazione supporta ricezione, identificazione interna, gestione della sicurezza e archiviazione del materiale. L'idoneità normativa finale rimane legata al prodotto finito, al Paese di commercializzazione, alla funzione tecnologica dichiarata e alle procedure interne dell'utilizzatore. Questo è particolarmente importante per gli enzimi food grade, che possono essere impiegati come coadiuvanti di processo in contesti diversi .



**Figure 8.** 식품용 중온성 알파-아밀라아제 10,000 U/g 전분 가수분해 효소의 예시적 열 안정성 감소 양상으로, 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소합니다.

## Conclusion

La **Medium Temperature  $\alpha$ -Amylase per idrolisi dell'amido** è uno strumento enzimatico mirato per ridurre la viscosità, destrinizzare l'amido e migliorare la lavorabilità di matrici alimentari ricche di amido. Il suo valore è maggiore in processi moderati dove l'obiettivo è fluidificare, stabilizzare o

preparare la matrice a trasformazioni successive, senza ricorrere necessariamente a profili termici più severi <sup>[1]</sup>.

Le evidenze scientifiche supportano con forza il ruolo delle  $\alpha$ -amilasi nella conversione dell'amido e nella formazione di destrine e oligosaccaridi. Allo stesso tempo, la risposta applicativa dipende da accessibilità del substrato, struttura dell'amido, interazioni con altri ingredienti e obiettivo tecnologico. Per questo l'enzima va considerato come parte di un processo alimentare progettato, non come soluzione generica a ogni difetto di viscosità, torbidità o filtrazione <sup>[3]</sup>.

Per bevande, cereali, mash, estratti vegetali e ingredienti amidacei, una  $\alpha$ -amilasi food grade a media temperatura offre un equilibrio pratico tra specificità biochimica e flessibilità applicativa. Usata in condizioni coerenti, può contribuire a una matrice più fluida, più gestibile e più adatta alle fasi successive di lavorazione alimentare professionale <sup>[2]</sup>.

### Ordina Medium Temperature A-Amylase 10,000 U/G Starch Hydrolysis Food Grade 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 Medium Temperature A-Amylase 10,000 U/G Starch Hydrolysis Food Grade →](#)

## 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. Maarel, M. V. D., Veen, B. A., Uitdehaag, J., Leemhuis, H., & Dijkhuizen, L. (2002). Properties and applications of starch-converting enzymes of the alpha-amylase family. *Journal of Biotechnology*, 94 2, 137-55 .
2. Porfirif, M. C., Milatich, E. J., Farruggia, B., & Romanini, D. (2016). Production of alpha-amylase from *Aspergillus oryzae* for several industrial applications in a single step. *Journal of chromatography. B, Analytical technologies in the biomedical and life sciences*, 1022, 87-92 .
3. Dibakoane, S. R., Silva, L. S., Meiring, B., Anyasi, T. A., Mlambo, V., & Wokadala, O. C. (2024). The multifactorial phenomenon of enzymatic hydrolysis resistance in unripe banana flour and its starch: A concise review. *Journal of Food Science*.
4. He, X., Zhou, L., Gunness, P., Solah, V., & Sun, Q. (2023). Lecithin enhances the complexation between pea starch and fatty acids in aqueous system, and affects the starch's structure and enzymatic hydrolysis. *Food Chemistry*, 433,

137326 .

5. 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.
6. Xian, L., R., M. E., Kamilah, H., Koh, W. Y., & Utra, U. (2024). Elucidating the impact of dual modification with hydroxypropylation and enzymatic hydrolysis on physicochemical properties of corn and sago starch. *Food Research*.
7. Fang, F., Cheng, S., Huang, L., Tian, Z., Gao, H., Mu, M., & Cai, Y. (2025). Structural modifications and physicochemical characterization of Pueraria lobata starch: Focusing on the impact of combined enzymatic and acid hydrolysis on emulsifying efficiency. *Food Chemistry*, 495 Pt 3, 146647 .
8. Neoh, G. K., Dieters, M., Tao, K., Fox, G., Nguyen, P., & Gilbert, R. (2021). Late-Maturity Alpha-Amylase in Wheat (*Triticum aestivum*) and Its Impact on Fresh White Sauce Qualities. *Foods*, 10.
9. Binh, P., Loi, N., Lam, N. D., & Tuan, P. A. (2025). Optimization of pyrodextrin hydrolysis from rice starch to produce resistant maltodextrin. *Food Research*.
10. MSARAH, M. J., Ibrahim, I., Hamid, A., & Aqma, W. S. (2020). Optimisation and production of alpha amylase from thermophilic *Bacillus* spp. and its application in food waste biodegradation. *Heliyon*, 6.

## 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.