

Alfa-amilasi batterica per idrolisi dell'amido: prodotti di idrolisi, liquefazione, alimenti, tessile e bio-processi

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

L'alfa-amilasi batterica è un enzima tecnico usato per frammentare l'amido in destrine, maltodestrine e oligosaccaridi più gestibili, soprattutto quando occorre ridurre la viscosità di paste amidacee o preparare il substrato a ulteriori conversioni. La sua azione principale è endo-idrolitica: taglia legami interni dell'amido, senza trasformarlo da sola e in modo completo in glucosio. Nelle applicazioni B2B, il valore pratico riguarda liquefazione, lavorabilità, preparazione alla saccarificazione, desizing tessile e altri processi in cui la matrice amidacea deve essere resa più fluida e reattiva ^[1].

Che cos'è lo Starch Hydrolysis Products – Bacterial Alpha Amylase Enzyme

Starch Hydrolysis Products – Bacterial Alpha Amylase Enzyme indica un'alfa-amilasi di origine batterica destinata a processi di idrolisi dell'amido. In termini tecnici, l'enzima agisce sulle catene di glucosio dell'amido, in particolare sui legami α -1,4-glicosidici, generando frammenti più corti. Il risultato operativo non è semplicemente "zucchero", ma una miscela di destrine, maltodestrine, maltosio e altri oligosaccaridi, con composizione dipendente dalla matrice e dalle condizioni di processo ^[1].

Il termine "batterica" è rilevante perché molte alfa-amilasi industriali sono associate a microrganismi del genere *Bacillus*, tra cui ceppi studiati di *Bacillus licheniformis* e *Bacillus amyloliquefaciens*. La letteratura recente continua a indagare l'ottimizzazione della produzione e delle prestazioni di alfa-amilasi batteriche proprio per applicazioni industriali come idrolisi dell'amido, trattamento di reflui e desizing tessile ^{[2][3]}.

Per Enzymes.bio, l'inquadramento corretto è quello di **fornitore B2B online**, non di produttore e non di laboratorio. Il prodotto è acquistabile direttamente online in unità da **1 kg**; CoA e SDS sono forniti insieme all'ordine. Questo documento ha finalità tecnica e applicativa: aiuta a comprendere dove l'enzima è utile, quali meccanismi sono coinvolti e quali limiti vanno considerati.

Perché l'idrolisi enzimatica dell'amido è importante

L'amido è una riserva glucidica abbondante in cereali, tuberi, radici e sottoprodotti agroindustriali. Quando viene disperso e riscaldato in acqua, può gelatinizzare e formare sistemi ad alta viscosità: questo è utile in alcuni alimenti, ma problematico quando il processo richiede pompaggio, miscelazione, filtrazione o conversione successiva. Le tecnologie di conversione enzimatica dei materiali amidacei sono studiate proprio per trasformare substrati convenzionali e non convenzionali in sciroppi, intermedi fermentabili e altri prodotti a valore ^[1].

L'alfa-amilasi batterica riduce la lunghezza media delle catene glucidiche e quindi modifica rapidamente il comportamento reologico della sospensione. La liquefazione enzimatica è perciò un passaggio chiave: non serve soltanto a "rompere l'amido", ma a trasformare una pasta densa in un sistema più gestibile dal punto di vista industriale. In questo senso, l'enzima migliora la maneggevolezza del substrato prima che intervengano eventuali enzimi complementari, come glucoamilasi o enzimi deramificanti ^[4].

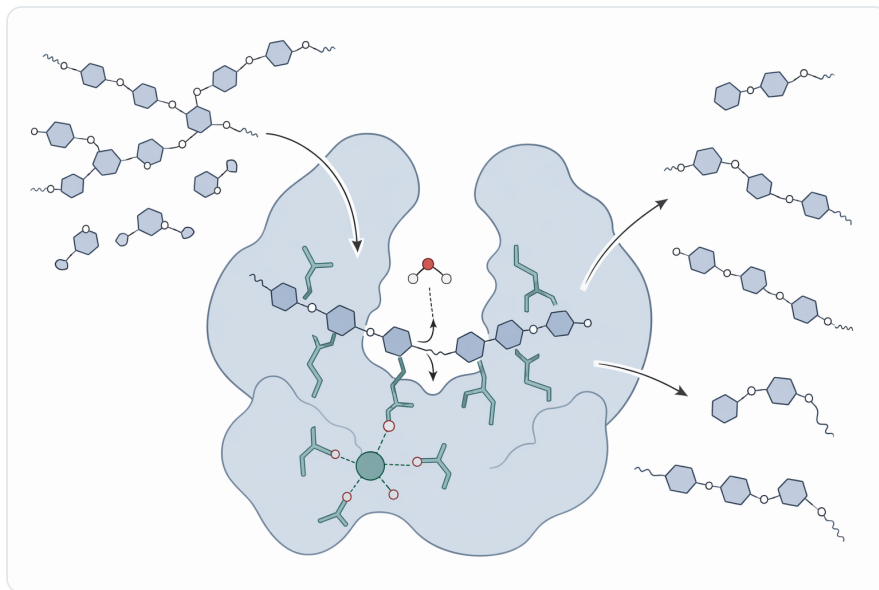


Figure 1. 세균성 알파아밀라아제는 아밀로스 및 아밀로펙틴의 내부 α -1,4 결합을 절단해 젤라틴화된 전분을 액화시키며, 더 짧은 덱스트린과 올리고당을 형성합니다.

La distinzione è importante: l'alfa-amilasi non svolge lo stesso ruolo di tutte le altre amilasi. È particolarmente utile nella fase iniziale o intermedia della conversione, quando l'obiettivo è abbassare la viscosità e produrre oligosaccaridi; per massimizzare il glucosio libero o ottenere profili zuccherini specifici, si usano spesso sistemi enzimatici più articolati. Le review sulla conversione di materiali amidacei per sciroppi di glucosio mostrano infatti che la filiera richiede una sequenza ragionata di trattamenti, non un singolo intervento universale ^[1].

Meccanismo: come l'alfa-amilasi batterica taglia l'amido

L'amido è formato principalmente da **amilosio** e **amilopectina**. L'amilosio è una catena prevalentemente lineare di unità di glucosio unite da legami α -1,4; l'amilopectina è invece ramificata, con catene α -1,4 e punti di ramificazione α -1,6. L'alfa-amilasi batterica agisce soprattutto come endoenzima sui legami α -1,4 interni: questo significa che può creare molti punti di taglio lungo la catena, producendo una rapida riduzione della dimensione molecolare media ^[5].

Questa modalità di azione spiega il forte effetto sulla viscosità. Una catena lunga contribuisce alla viscosità molto più di numerosi frammenti corti: quando l'enzima riduce la lunghezza delle catene, il sistema diventa meno resistente al flusso. Per l'utilizzatore industriale, il beneficio si osserva come migliore miscelabilità, minore tendenza alla formazione di masse dense e maggiore facilità di trasferimento del materiale amidaceo ^[1].

L'enzima non elimina però le ramificazioni α -1,6 dell'amilopectina. Per questo, dopo l'azione dell'alfa-amilasi, possono rimanere destrine limite o oligosaccaridi ramificati. Quando il processo richiede una conversione più completa, possono entrare in gioco enzimi complementari come la pullulanasi, che ha un ruolo specifico nella deramificazione dell'amido e nella valorizzazione dei processi di idrolisi ^[4].

Prodotti di idrolisi: cosa si ottiene realmente

Il termine "starch hydrolysis products" copre una famiglia di prodotti, non una singola molecola. Dopo l'azione dell'alfa-amilasi batterica, la miscela può contenere destrine di varie lunghezze, maltodestrine, maltosio, maltotriosio e oligosaccaridi più lunghi. La distribuzione dipende dalla fonte dell'amido, dal grado di gelatinizzazione, dalla durata del trattamento, dalle condizioni operative e dalla presenza di altri enzimi o ingredienti ^[1].

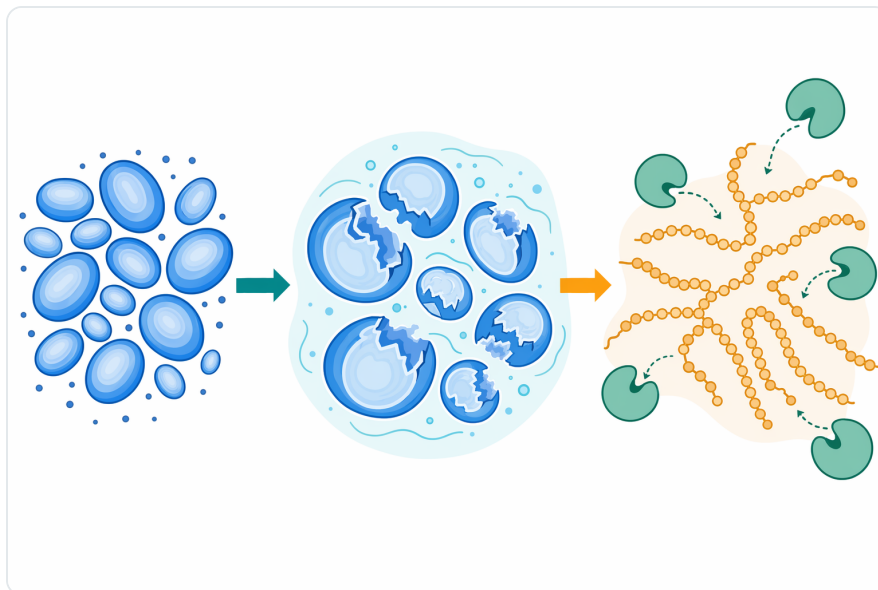


Figure 2. 젤라틴화는 전분 구조를 열어 효소가 가수분해 가능한 α -1,4 결합에 더 쉽게 접근하도록 합니다.

La differenza tra destrine, maltodestrine e zuccheri fermentescibili è essenziale. Le destrine e maltodestrine sono frammenti ancora relativamente complessi: possono contribuire a corpo, viscosità residua, funzionalità tecnologica o successiva conversione. Glucosio e maltosio sono invece zuccheri più direttamente utilizzabili da microrganismi in molti processi fermentativi. L'alfa-amilasi prepara il sistema, ma non sempre definisce da sola il profilo zuccherino finale ^[6].

Questa distinzione evita un errore comune: considerare l'alfa-amilasi come equivalente a una glucoamilasi. La glucoamilasi rimuove unità glucosidiche dalle estremità delle catene e può contribuire maggiormente alla formazione di glucosio; l'alfa-amilasi taglia internamente e accelera la frammentazione. In molti processi, la sinergia tra enzimi è più importante dell'azione isolata di un singolo biocatalizzatore ^[4].

Confronto tra enzimi coinvolti nella conversione dell'amido

Enzima o classe enzimatica	Bersaglio principale	Effetto sul substrato	Ruolo tipico nei processi amidacei	Limite operativo da ricordare
Alfa-amilasi batterica	Legami α -1,4 interni dell'amido	Riduce la lunghezza delle catene e la viscosità	Liquefazione, produzione di destrine e preparazione alla saccarificazione	Non rimuove in modo specifico le ramificazioni α -1,6 ^[1]
Pullulanasi	Legami di ramificazione	Deramifica amilopectina e destrine ramificate	Supporta conversioni più spinte e profili	Non sostituisce la funzione liquefattiva

Enzima o classe enzimatica	Bersaglio principale	Effetto sul substrato	Ruolo tipico nei processi amidacei	Limite operativo da ricordare
	α -1,6		zuccherini più controllati	dell'alfa-amilasi ^[4]
Glucoamilasi	Estremità non riducenti delle catene	Libera progressivamente glucosio	Saccarificazione dopo liquefazione	Lavora meglio su substrati già accessibili e frammentati ^[1]
Alfa-glucan fosforilasi	Glucani α -legati	Trasformazioni fosforolitiche dei glucani	Applicazioni biocatalitiche e industriali specialistiche	Non è l'enzima standard per la semplice liquefazione dell'amido ^[7]
LPMO su polisaccaridi recalcitranti	Polisaccaridi strutturali resistenti	Ossidazione/attivazione di catene polisaccaridiche	Conversione di biomasse recalcitranti, soprattutto non amidacee	Non va confuso con un enzima primario per amido gelatinizzato ^[8]

Applicazioni nella lavorazione dell'amido e negli sciroppi

La lavorazione dell'amido è l'applicazione più diretta. L'alfa-amilasi batterica viene impiegata quando il substrato amidaceo deve passare da una fase densa e poco maneggevole a una miscela più fluida, adatta a processi successivi. Nelle filiere degli sciroppi, l'idrolisi enzimatica permette di trasformare amidi provenienti da diverse materie prime in intermedi utilizzabili per ulteriori passaggi di saccarificazione e raffinazione ^[1].

La ricerca più recente dedica attenzione anche ai **materiali amidacei non convenzionali**, inclusi substrati agroindustriali e fonti locali, perché possono offrire alternative alla materia prima standard. Ciò non cambia il principio di base: l'accessibilità dell'amido, la presenza di fibre, proteine o lipidi e la struttura del granulo influenzano l'efficacia dell'enzima. Un'amido altamente accessibile e gelatinizzato tende a essere più facilmente idrolizzabile rispetto a un granulo nativo protetto da matrici complesse ^[1].

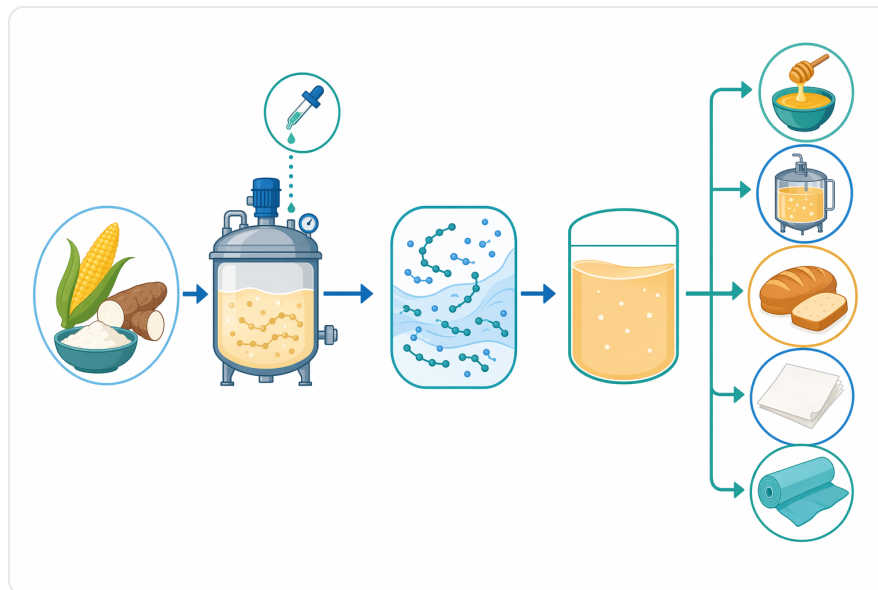


Figure 3. 일반적인 액화 공정은 전분을 물에 분산시키고, 열로 젤라틴화한 뒤, 세균성 알파아밀라아제를 첨가하여 점도가 낮아질 때까지 유지한 다음, 액화된 흐름을 사용하거나 추가 전환 공정으로 보내는 순서로 진행됩니다.

Esistono alfa-amilasi studiate per l'azione su amidi crudi o meno trattati, ma questa capacità non deve essere data per scontata per ogni prodotto commerciale. Un lavoro su AmyZ1, alfa-amilasi da un batterio marino del genere *Pontibacillus*, ha evidenziato interesse verso enzimi con attività su amidi crudi, mostrando che la digeribilità del granulo nativo è una proprietà specifica dell'enzima e della sua origine ^[9]. Per l'uso pratico, quindi, è prudente distinguere tra idrolisi di amido gelatinizzato e idrolisi di amido crudo.

Applicazioni alimentari: bevande, panificazione e fermentazioni

Nell'industria alimentare, le amilasi sono impiegate per modulare viscosità, disponibilità di zuccheri e proprietà sensoriali o fisico-chimiche di prodotti a base di cereali. Uno studio su bevande d'avena ha valutato l'effetto del tipo di alfa-amilasi e del tempo di attivazione sulle proprietà sensoriali e fisico-chimiche dell'oat milk, confermando che l'idrolisi dell'amido può modificare in modo percepibile struttura e caratteristiche del prodotto ^[10].

In panificazione e processi fermentativi, l'interesse riguarda la disponibilità di zuccheri derivati dall'amido e la gestione della struttura dell'impasto o del mosto. L'alfa-amilasi può contribuire a liberare frammenti più corti utilizzabili in passaggi successivi, ma il risultato finale dipende da ricetta, materia prima, enzimi presenti naturalmente, eventuali enzimi aggiunti e condizioni di lavorazione. La conversione enzimatica dell'amido è quindi una leva di processo, non un correttivo generico valido in ogni formulazione ^[1].

Nei processi di fermentazione industriale, la logica è simile: l'amido non è direttamente utilizzabile da molti microrganismi finché non viene convertito in zuccheri più semplici. Sistemi enzimatici sintetici e multi-enzimatici sono stati studiati per trasformare l'amido in prodotti come mannitolo, mostrando quanto sia importante progettare la sequenza di reazioni in funzione del prodotto finale desiderato ^[6].

Applicazioni tessili: rimozione dell'amido di imbozzimatura

Nel tessile, l'amido è spesso usato come agente di imbozzimatura per proteggere i filati durante la tessitura. Prima di tintura, finissaggio o ulteriori trattamenti, questo amido deve essere rimosso. L'alfa-amilasi batterica è utile perché degrada selettivamente la componente amidacea senza ricorrere necessariamente a trattamenti chimici più aggressivi sulla fibra ^[3].

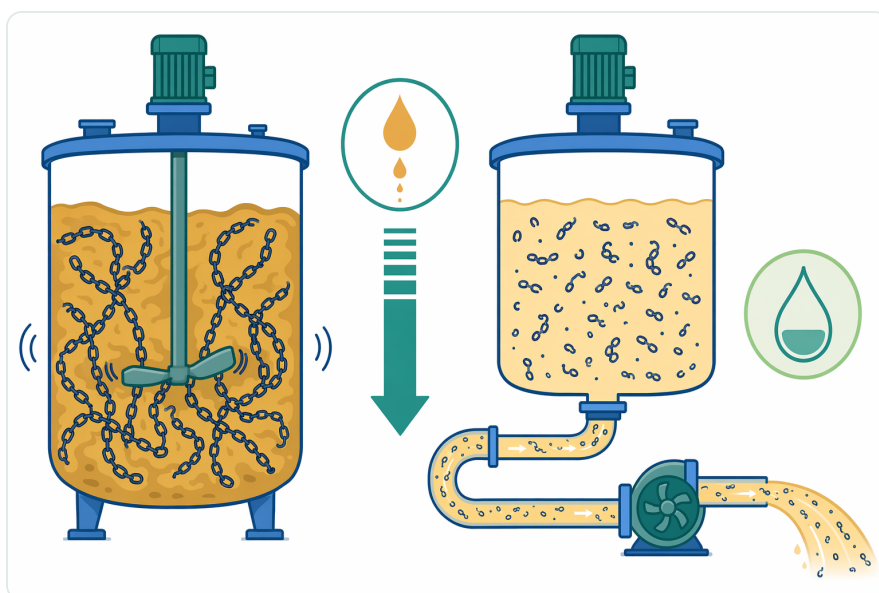


Figure 4. 사슬 길이가 짧아지면 가열된 전분 페이스트를 혼합하고 펌핑하기 어렵게 만드는 얽힌 고분자 네트워크가 감소합니다.

Uno studio su alfa-amilasi da *Bacillus amyloliquefaciens* ha collegato l'ottimizzazione dell'enzima a due applicazioni industriali particolarmente concrete: trattamento di acque reflue industriali e desizing tessile. Questo conferma che l'interesse per le alfa-amilasi batteriche non è limitato agli alimenti, ma riguarda anche processi tecnici nei quali l'amido è un residuo da rimuovere o convertire ^[3].

La qualità del desizing dipende dalla penetrazione dell'enzima nella struttura del tessuto, dall'accessibilità dell'amido e dalla compatibilità con il bagno di processo. L'alfa-amilasi agisce sull'amido, non sulle cere, sugli oli, sulle proteine o su altri ausili tessili; se la formulazione di imbozzimatura è complessa, possono essere necessarie fasi complementari non riconducibili all'attività amilasica ^[3].

Carta, detergenza e trattamento di matrici tecniche

Le amilasi sono rilevanti anche in settori come carta, detergenza e trattamenti tecnici dove l'amido può essere presente come additivo, sporco, residuo o componente funzionale. In questi contesti, la capacità di modificare selettivamente catene amidacee può contribuire alla rimozione di residui, alla regolazione della viscosità o alla preparazione di superfici e sospensioni ^[11].

Nel settore carta, l'amido può essere utilizzato in collatura, patinatura o come componente funzionale; la sua modifica enzimatica può essere utile quando si vuole intervenire sulla viscosità o sul comportamento della sospensione. Nella detergenza, invece, la logica è la degradazione di sporchi amidacei: l'enzima rende i residui più solubili o più facilmente rimovibili, senza svolgere però il ruolo di proteasi o lipasi ^[11].

Il trattamento di acque reflue industriali è un'area in cui l'idrolisi di componenti organiche può facilitare processi successivi. L'uso di alfa-amilasi in contesti legati a reflui e substrati amidacei è documentato da studi applicativi, ma la performance dipende fortemente dalla composizione del refluo e dalla presenza di sostanze che possono interferire con la proteina enzimatica ^[3].



Figure 5. 알파아밀라아제는 내부 α -1,4 결합 절단 방식과 주된 액화 역할을 통해 글루코아밀라아제, 베타아밀라아제, 탈분지 효소와 구별됩니다.

Fonti batteriche e robustezza industriale

Le alfa-amilasi batteriche sono oggetto di ricerca perché possono offrire profili adatti a condizioni operative industriali. Studi su *Bacillus licheniformis* hanno esplorato il miglioramento dell'attività tramite radiazione UV e composizione modificata del mezzo, mentre altri lavori hanno valutato

produzione da substrati come albedo di pomelo o sistemi con cellule immobilizzate e immerse [\[2\]\[12\]\[13\]](#).

Questi studi non devono essere letti come specifiche del prodotto venduto da Enzymes.bio, ma come evidenza del fatto che l'origine microbica e le condizioni di produzione influenzano le caratteristiche dell'enzima. La comparazione tra produttori batterici e fungini di alfa-amilasi mostra che le fonti microbiche possono differire in stabilità, profilo catalitico e idoneità applicativa; "alfa-amilasi" non è quindi sinonimo di prestazione identica in ogni contesto [\[11\]](#).

La ricerca su fermentazione allo stato solido, co-colture batteriche e uso di residui agroindustriali come bucce di banana evidenzia inoltre l'interesse per processi produttivi più efficienti e sostenibili. Anche in questo caso, il messaggio pratico è che le alfa-amilasi batteriche sono una piattaforma enzimatica matura, ma con varianti e formulazioni che possono comportarsi diversamente in applicazione [\[14\]\[15\]](#).

Fattori che influenzano la performance applicativa

Il primo fattore è la **natura dell'amido**. Amidi di mais, frumento, tapioca, patata, riso o altre fonti possono differire per rapporto amilosio/amilopectina, dimensione del granulo, cristallinità, contenuto di lipidi e proteine associate. Le review sui materiali amidacei non convenzionali sottolineano che la materia prima influenza la conversione enzimatica e il profilo dei prodotti ottenuti [\[1\]](#).

Il secondo fattore è l'**accessibilità del substrato**. La gelatinizzazione o altri pretrattamenti possono rendere le catene più disponibili all'enzima; al contrario, un granulo crudo o una matrice ricca di fibre può ostacolare il contatto tra enzima e legami glicosidici. Gli studi su enzimi attivi su amidi crudi mostrano che questa è una proprietà specifica e ricercata, non un requisito universale di tutte le alfa-amilasi [\[9\]](#).

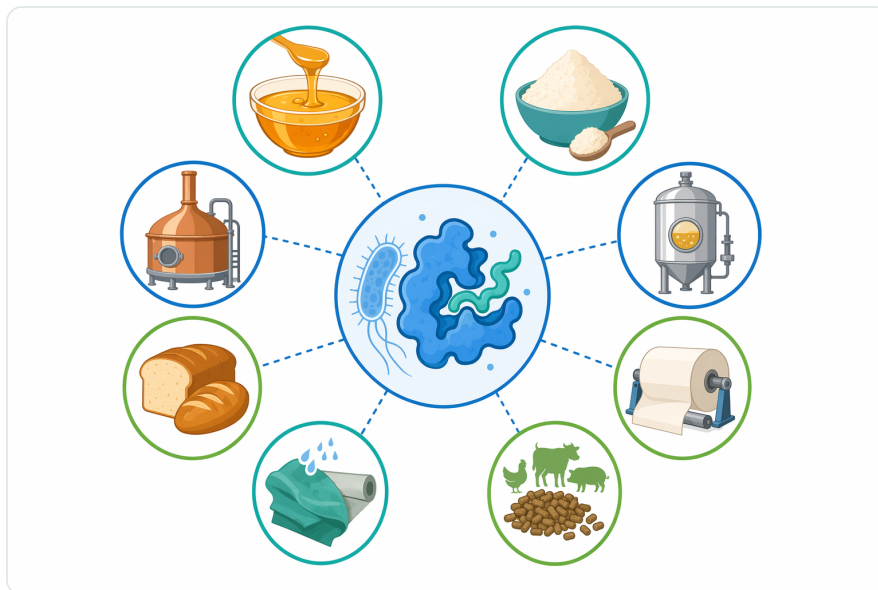


Figure 6. 동일한 α -1,4 전분 가수분해 화학은 식품 전분 가공, 감미료 중간체 생산, 양조 및 발효, 섬유 호발 제거, 제지 응용, 전분 잔류물 세척에 활용됩니다.

Il terzo fattore è la **compatibilità del processo**. pH, temperatura, sali, solidi sospesi, tensioattivi, agenti ossidanti o altri ingredienti possono influenzare la struttura proteica e quindi l'attività. La letteratura sulla produzione e applicazione di alfa-amilasi batteriche mostra che la robustezza dell'enzima è un tema centrale, ma sempre collegato alla specifica fonte enzimatica e alla formulazione ^{[2][11]}.

Il quarto fattore è l'**obiettivo finale**. Se l'obiettivo è solo ridurre viscosità, l'alfa-amilasi può essere l'enzima principale. Se l'obiettivo è produrre glucosio, mannitolo, sciroppi con profilo zuccherino definito o substrati fermentabili, può essere necessario un sistema enzimatico sequenziale. I sistemi in vitro per conversione dell'amido in mannitolo mostrano chiaramente che il prodotto finale dipende dall'architettura dell'intero percorso enzimatico ^[6].

Dove l'alfa-amilasi batterica è forte e dove non basta

L'alfa-amilasi batterica è particolarmente forte quando il problema è la **viscosità dell'amido**. Tagliando le catene α -1,4, genera rapidamente frammenti più corti e rende il sistema più fluido. Questo beneficio è rilevante in alimenti liquidi, sospensioni amidacee, preparazione di sciroppi, reflui con carico amidaceo e processi tessili di rimozione dell'amido ^{[1][3]}.

L'enzima è invece meno indicato quando il bersaglio principale non è l'amido. Non sostituisce cellulasi, xilanasi, pectinasi, proteasi o lipasi: ciascuna classe enzimatica ha un substrato e un meccanismo diverso. Anche nella conversione di biomasse complesse, enzimi ossidativi come le LPMO sono studiati per polisaccaridi recalcitranti, ma appartengono a una logica catalitica diversa rispetto alla liquefazione dell'amido ^[8].

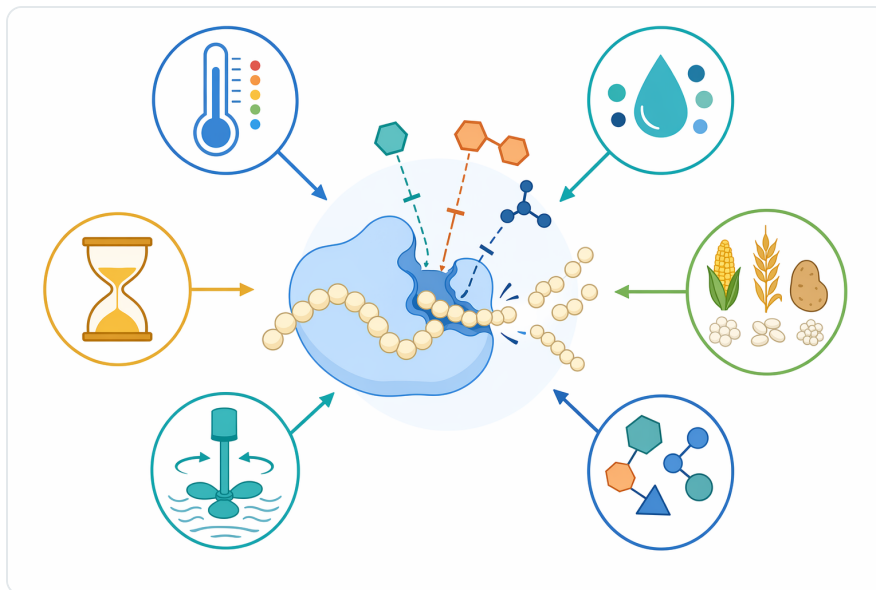


Figure 7. 알파아밀라아제의 성능은 기질 접근성, 온도, pH, 반응 시간, 전분 원료, 혼합 상태, 매트릭스 성분에 따라 달라집니다.

Non basta neppure quando si vuole controllare con precisione le ramificazioni dell'amilopectina. In quel caso, la pullulanasi e altri enzimi deramificanti possono essere necessari per modificare i punti α -1,6 e aumentare la disponibilità di catene lineari per successive reazioni. La pullulanasi ha infatti un ruolo specifico nella tecnologia dell'idrolisi dell'amido e nelle applicazioni industriali correlate ^[4].

Evidenza scientifica: cosa è consolidato e cosa è più specialistico

L'uso dell'alfa-amilasi per l'idrolisi dell'amido è consolidato: la conversione di materiali amidacei in sciroppi e intermedi fermentabili è un tema ampiamente trattato nella letteratura tecnica. Le applicazioni più solide sono liquefazione, riduzione della viscosità, preparazione alla saccarificazione e supporto a processi alimentari o industriali con substrati amidacei ^[1].

Le applicazioni tessili sono anch'esse ben coerenti con il meccanismo enzimatico: l'amido di imbozzimatura è un bersaglio diretto dell'alfa-amilasi. Gli studi recenti che collegano alfa-amilasi da *Bacillus* a desizing e trattamento di reflui confermano la rilevanza industriale di questa applicazione, pur senza trasformare ogni alfa-amilasi in una soluzione automatica per qualunque bagno tessile ^[3].

Alcune aree sono più specialistiche. Alfa-amilasi da ambienti marini, ceppi ottimizzati, substrati agroindustriali per la produzione enzimatica e sistemi multi-enzimatici sintetici mostrano il dinamismo della ricerca, ma non devono essere confusi con una promessa universale di prestazione. Sono evidenze utili per comprendere l'evoluzione tecnologica, non specifiche automatiche del prodotto acquistato ^{[9][6][15]}.

Sicurezza, manipolazione e documentazione

Gli enzimi industriali sono proteine biologicamente attive e devono essere manipolati con buone pratiche di sicurezza, soprattutto evitando esposizione non necessaria a polveri o aerosol. Le linee guida e i documenti dell'Enzyme Technical Association trattano la sicurezza nella manipolazione degli enzimi e sono un riferimento generale per l'uso responsabile in ambienti industriali ^[16].

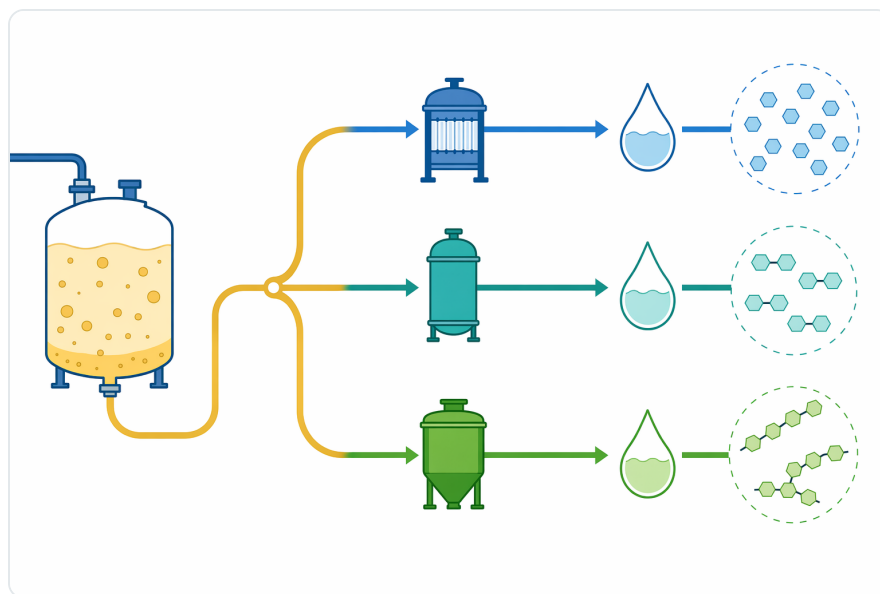


Figure 8. 세균성 알파아밀라아제는 액화된 덱스트린 중간체를 생성하며, 특정한 최종 당 조성이 필요할 경우 추가 효소가 필요할 수 있습니다.

Per il prodotto venduto online da Enzymes.bio in formato da 1 kg, **CoA e SDS sono forniti insieme all'ordine**. La SDS è il documento di riferimento per manipolazione, stoccaggio e precauzioni generali; il CoA accompagna il lotto fornito. Questi documenti non trasformano Enzymes.bio in produttore o laboratorio: descrivono e accompagnano il prodotto fornito nel canale di vendita online.

Sintesi per l'utilizzatore B2B

La **Bacterial Alpha Amylase Enzyme** per prodotti di idrolisi dell'amido è utile quando occorre frammentare l'amido, ridurre viscosità e ottenere destrine o oligosaccaridi utilizzabili in passaggi successivi. Il suo meccanismo endo-idrolitico sui legami α -1,4 la rende adatta a liquefazione, lavorazione di materiali amidacei, applicazioni alimentari, desizing tessile, detergenza tecnica e processi in cui l'amido deve essere modificato o rimosso ^{[1][3]}.

Il suo impiego va però interpretato con precisione: non è un enzima universale per tutti i polisaccaridi, non sostituisce enzimi deramificanti o saccarificanti quando servono profili zuccherini specifici e non garantisce la stessa efficacia su amido crudo, gelatinizzato o inserito in matrici complesse. La scelta

applicativa deve quindi basarsi sul bersaglio reale — amido accessibile e legami α -1,4 — e sull'obiettivo di processo ^{[4][9]}.

Enzymes.bio fornisce questo enzima come prodotto acquistabile online in unità da **1 kg**, con CoA e SDS inclusi insieme all'ordine. Per chi lavora con matrici amidacee, il valore tecnico principale è chiaro: rendere l'amido più fluido, più frammentato e più adatto a successive trasformazioni industriali.

Ordina Starch Hydrolysis Products - Bacterial Alpha Amylase Enzyme 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 Starch Hydrolysis Products - Bacterial Alpha Amylase Enzyme →](#)

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. Borges, L. A., Ramos, K., Felisberto, M. H. F., & Efraim, P. (2025). Towards enzymatic conversion of non-conventional starchy materials for glucose syrup production: A review. *Food Research International*, 218, 116907 .
2. Khatun, M., Zarin, F., Tasnim, K. Z., & Sarmin, F. (2023). Improvement of Alpha-amylase Activity from Bacillus Licheniformis using UV Radiation and Modified Media Composition. *Bioresearch communications*.
3. Abd-Elhalim, B. T., Gamal, R., El-Sayed, S., & Abu-Hussien, S. H. (2023). Optimizing alpha-amylase from Bacillus amyloliquefaciens on bread waste for effective industrial wastewater treatment and textile desizing through response surface methodology. *Scientific Reports*, 13.
4. Hii, S., Tan, J., Ling, T., & Ariff, A. (2012). Pullulanase: Role in Starch Hydrolysis and Potential Industrial Applications. *Enzyme Research*, 2012.
5. Brunt, K., Sanders, P., & Rozema, T. (1998). The enzymatic determination of starch in food, feed and raw materials of the starch industry. *Starch-starke*, 50, 413-419.
6. Wei, X., Li, Q., Hu, C., & You, C. (2021). An ATP-free in vitro synthetic enzymatic biosystem facilitating one-pot stoichiometric conversion of starch to mannitol. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 105, 1913 - 1924.
7. Ubiparip, Z., Beerens, K., Franceus, J., Vercauteren, R., & Desmet, T. (2018). Thermostable alpha-glucan phosphorylases: characteristics and industrial applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102, 8187 - 8202.
8. Meier, K. K., Jones, S. M., Kaper, T., Hansson, H., Koetsier, M., Karkehabadi, S., Solomon, E., ... et al. (2017). Oxygen Activation by Cu LPMOs in Recalcitrant Carbohydrate Polysaccharide Conversion to Monomer Sugars. *Chemical Reviews*, 118, 2593 - 2635.

9. Fang, W., Xue, S., Deng, P., Zhang, X., Wang, X., Xiao, Y., & Fang, Z. (2019). AmyZ1: a novel α -amylase from marine bacterium *Pontibacillus* sp. ZY with high activity toward raw starches. *Biotechnology for Biofuels*, 12.
10. Pek, M. P. A., & Dewi, D. P. A. P. (2025). The Effect of Alpha-Amylase Types and Time of Enzyme Activation Towards the Sensory and Physicochemical Properties of Oat Milk. *Indonesian Journal of Life Sciences*.
11. Soler, M. (2019). Comparative study of bacterial and fungal alpha-amylase industrial producers.
12. Tran, T. N., Chen, S., Doan, C., & Wang, S. (2025). Unlocking the Potential of Pomelo Albedo: A Novel Substrate for Alpha-Amylase Production Using *Bacillus licheniformis*. *Fermentation*.
13. Mahmoudnia, F. (2024). Comparison of the synthesis of the alpha-amylase enzyme by the native strain *Bacillus licheniformis* in immobilized and immersed cells. *Iranian Journal of Microbiology*, 16, 827 - 834.
14. Abdullah, R., Naeem, N., Aftab, M., Kaleem, A., Iqtedar, M., Iftikhar, T., & Naz, S. (2018). Enhanced Production of Alpha Amylase by Exploiting Novel Bacterial Co-Culture Technique Employing Solid State Fermentation. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science*, 42, 305-312.
15. Fazil, M. M., Javed, I., Ali, K., Waheed, H., & Dastagir, N. (2023). Production Optimization and Industrial Applications of Amylase From Indigenous Bacterial Species Using Banana Peels. *BioSight*.
16. Documents. *Enzymetechnicalassociation*.

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

© 2026 Enzymes.bio · Fornitura di enzimi industriali e per la lavorazione alimentare · Non destinato al consumo umano né alla vendita al dettaglio.