

Alfa amilasa termoestable para hidrólisis de almidón: aplicaciones en licuefacción, alimentos, fermentación, detergentes y textiles

Equipo de investigación de Enzymes.bio · Wellington, Nueva Zelanda · June 21, 2026

La **Starch Hydrolysis Enzyme Alpha Amylase Thermostable Enzyme** es una alfa amilasa termoestable utilizada para romper enlaces internos del almidón, reducir viscosidad y generar dextrinas u oligosacáridos más fáciles de procesar. Su valor técnico está en combinar hidrólisis del almidón con resistencia a condiciones térmicas exigentes, algo relevante para licuefacción, alimentos, fermentación, limpieza enzimática, detergentes, desengomado textil y tratamiento de materias primas amiláceas ^[1].

Enzymes.bio suministra esta enzima como proveedor en línea, no como fabricante ni laboratorio. El producto está disponible directamente en unidades de **1 kg**, y el **CoA** y la **SDS** se proporcionan junto con el pedido.

Qué es una alfa amilasa termoestable para hidrólisis de almidón

Una **alfa amilasa** es una enzima hidrolítica que actúa sobre el almidón cortando enlaces glucosídicos internos de tipo **α -1,4** en las cadenas de glucosa. A diferencia de enzimas exo-actantes que liberan unidades desde los extremos de la cadena, la alfa amilasa ataca puntos internos, por lo que reduce rápidamente el tamaño molecular promedio del sustrato y cambia propiedades macroscópicas como viscosidad, solubilidad y comportamiento de pasta ^[2].

El almidón industrial no es una molécula única, sino una mezcla de **amilosa** y **amilopectina**. La amilosa es mayoritariamente lineal, mientras que la amilopectina contiene una estructura ramificada con enlaces α -1,4 en los segmentos lineales y puntos de ramificación α -1,6. La alfa amilasa actúa principalmente sobre los tramos α -1,4; por eso, cuando se requiere una desramificación más profunda de la amilopectina, pueden intervenir enzimas complementarias como pullulasas o amilopullulasas ^[3].

La palabra **termoestable** indica que la enzima está orientada a procesos donde el calor forma parte de la operación. En la hidrólisis de almidón esto es especialmente importante porque muchas materias primas amiláceas se calientan para dispersar gránulos, facilitar la gelatinización, disminuir contaminación microbiana y mejorar la transferencia de masa. Las revisiones sobre amilasas termoestables destacan precisamente su utilidad en procesos industriales donde la actividad enzimática debe mantenerse bajo condiciones que desestabilizarían proteínas menos robustas [1].

En la práctica, una alfa amilasa termoestable para hidrólisis de almidón se utiliza cuando se desea convertir una suspensión espesa o una pasta de almidón en una mezcla más fluida de dextrinas y carbohidratos de menor tamaño. Este cambio no solo modifica la composición química; también altera propiedades de proceso como bombeabilidad, mezclado, transferencia de calor, filtrabilidad y compatibilidad con etapas posteriores de sacarificación o fermentación [4].

Mecanismo de acción: cómo reduce viscosidad y modifica el almidón

El mecanismo básico puede entenderse como una reacción de **corte interno de cadenas**. En una pasta de almidón, las cadenas largas de glucosa se hidratan, se entrelazan y retienen agua, lo que aumenta la viscosidad. Cuando la alfa amilasa rompe enlaces α -1,4 dentro de esas cadenas, disminuye la longitud promedio de los polímeros y se reduce la capacidad de formar una red viscosa continua [5].

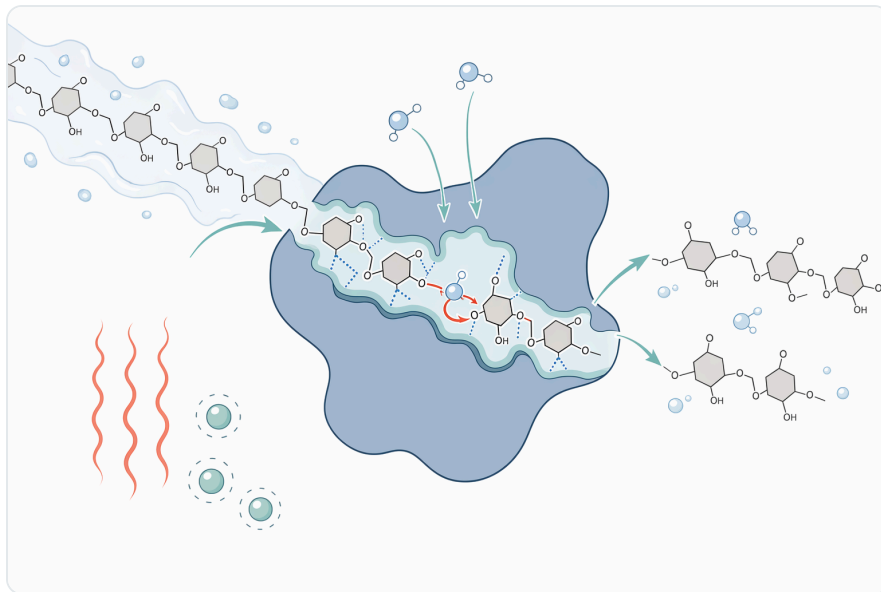


Figure 1. 알파-아밀레이스는 아밀로스 및 아밀로펙틴 내부의 알파-1,4 결합을 절단해 더 짧은 덱스트린과 수용성 탄수화물을 만들어 전분 페이스트의 점도를 빠르게 낮춥니다.

La reducción de viscosidad aparece antes de que todo el almidón se transforme en azúcares pequeños. Este punto es importante para aplicaciones industriales: la función primaria de una alfa amilasa termoestable en licuefacción suele ser desestructurar rápidamente la pasta y generar dextrinas; si se buscan azúcares fermentables en mayor proporción, normalmente se integran etapas posteriores con otras enzimas sacarificantes. La literatura sobre amilasas termoestables diferencia precisamente entre la licuefacción por alfa amilasa y procesos más completos de conversión de carbohidratos [2].

La accesibilidad del sustrato determina la velocidad y profundidad de la hidrólisis. Los gránulos de almidón tienen regiones amorfas y cristalinas, capas externas y bloques internos que no se exponen de la misma forma a la enzima. Estudios recientes sobre maíz y patata describen que la hidrólisis por alfa amilasa no progresa como una erosión uniforme: la estructura de la superficie, los canales, los poros y la organización interna condicionan qué zonas se atacan primero [6].

El tratamiento térmico también cambia el mecanismo operativo. Cuando el almidón se calienta en presencia de agua, los gránulos se hinchan, pierden orden interno y exponen más cadenas glucosídicas. Esto suele aumentar la accesibilidad enzimática, aunque el resultado depende de la fuente botánica del almidón y de la historia térmica del material. En productos de cebada del altiplano, por ejemplo, se ha descrito que distintos tratamientos térmicos modifican la estructura del almidón y su digestión enzimática [7].

También pueden intervenir componentes no amiláceos. Lípidos, polifenoles, hidrocoloides, proteínas y sales pueden alterar la disponibilidad del almidón o interactuar con la enzima. Se ha estudiado, por ejemplo, cómo el ácido clorogénico puede inhibir la hidrólisis enzimática del almidón según el procesamiento aplicado, lo que muestra que la matriz real del alimento o del proceso puede ser tan relevante como la enzima seleccionada [8].

Por qué la termoestabilidad importa en procesos con almidón

La hidrólisis industrial del almidón rara vez ocurre en condiciones ideales de laboratorio. Las suspensiones pueden ser densas, calientes, heterogéneas y ricas en sólidos. Una enzima termoestable permite trabajar más cerca de las condiciones térmicas en las que el almidón se dispersa o gelatiniza, reduciendo la necesidad de enfriar el proceso antes de iniciar la licuefacción enzimática [1].

La termoestabilidad no significa actividad ilimitada ni resistencia absoluta. Toda enzima conserva una estructura tridimensional que puede alterarse por calor excesivo, tiempos prolongados, pH incompatible, agentes oxidantes, cizalla, surfactantes u otros componentes de formulación. La investigación sobre amilasas termoestables insiste en que la estabilidad es una propiedad dependiente de la secuencia proteica, de la estructura, del entorno químico y del modo de aplicación [2].

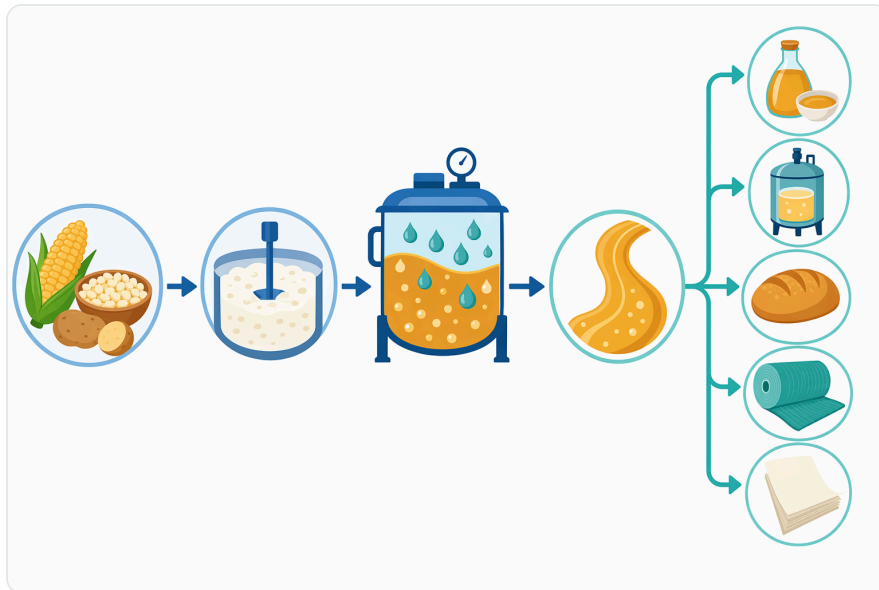


Figure 2. 내열성 알파-아밀레이스는 가열 전분 공정에 적합합니다. 호화 과정에서 전분 사슬이 노출되고, 효소는 팽윤된 페이스트를 액화할 만큼 충분한 활성을 유지하기 때문입니다.

Muchas alfa amilasas termoestables estudiadas proceden de bacterias del género **Bacillus** o de microorganismos termófilos. Se han caracterizado enzimas de *Bacillus licheniformis* con potencial industrial, incluyendo variantes descritas como termoestables y, en algunos casos, compatibles con condiciones ácidas o con aplicaciones exigentes de proceso ^[9].

También se investigan fuentes ambientales extremas. La minería metagenómica en manantiales geotérmicos se ha utilizado para identificar genes de alfa amilasa termoestable, lo que confirma que los ambientes calientes son reservorios de biocatalizadores con interés para industrias que procesan almidón bajo estrés térmico ^[10].

Aplicaciones industriales principales

Licuefacción y procesamiento de almidón

La aplicación central de una alfa amilasa termoestable es la **licuefacción del almidón**. En esta etapa, la enzima reduce la viscosidad de una pasta amilácea mediante cortes internos, generando dextrinas que pueden pasar a etapas posteriores. Para plantas que trabajan con almidón de maíz, trigo, arroz, yuca, patata u otras fuentes, la reducción de viscosidad puede mejorar mezclado, transferencia de calor y manejo de sólidos ^[4].

El resultado técnico depende de si el objetivo es solo fluidificar, preparar una sacarificación, modificar textura o generar un perfil concreto de dextrinas. Una alfa amilasa por sí sola no equivale necesariamente a una conversión completa a glucosa; su papel se centra en romper polímeros grandes. La conversión posterior a azúcares más simples suele requerir otras enzimas, condiciones específicas o tiempos de proceso adaptados [2].

Alimentos y bebidas

En alimentos, las alfa amilasas se utilizan para modificar almidones, ajustar viscosidad, facilitar procesamiento y generar carbohidratos más cortos que influyen en textura y fermentabilidad. La literatura sobre alfa amilasa de *Aspergillus oryzae* y sobre amilasas microbianas muestra su relevancia en múltiples aplicaciones alimentarias, aunque las propiedades concretas dependen de la fuente enzimática y de la formulación [11].

En panificación, cereales, bebidas fermentadas y preparados con almidón, la hidrólisis controlada puede cambiar la disponibilidad de sustratos para microorganismos, la manejabilidad de masas o suspensiones y la percepción de textura. Estudios sobre malteado de arroz paddy han relacionado la hidrólisis enzimática del almidón con cambios estructurales medibles durante la transformación del grano, lo que ilustra la importancia del mecanismo en alimentos basados en cereales [12].

Fermentación y producción de sustratos fermentables

En fermentación, el almidón debe convertirse en moléculas que los microorganismos puedan utilizar con mayor facilidad. La alfa amilasa termoestable se emplea como enzima de apertura del sustrato: reduce viscosidad y genera dextrinas que luego pueden transformarse en azúcares fermentables mediante enzimas adicionales. Este principio es relevante en procesos de alcoholes, ácidos orgánicos, ingredientes fermentados y bioprocesos que parten de cereales o tubérculos [13].

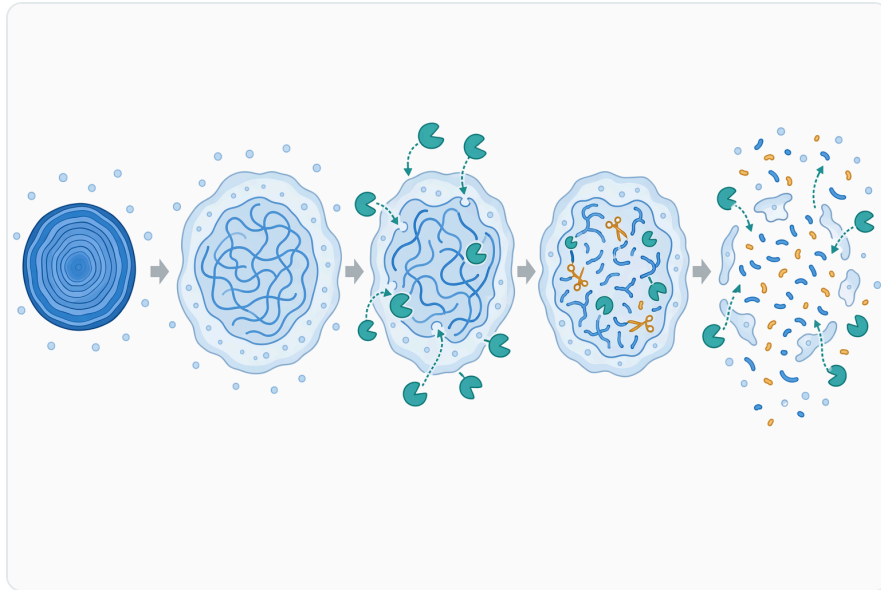


Figure 3. 초기 가수분해는 기공을 만들고 더 많은 전분 사슬을 노출시켜, 효소가 과립 구조 내부로 점진적으로 접근할 수 있게 합니다.

La ventaja de la termoestabilidad es especialmente clara cuando el sustrato se somete a calentamiento antes de la fermentación. En esos casos, la enzima puede integrarse en una etapa de preparación del mosto o suspensión amilácea, ayudando a que el sistema pase de una pasta difícil de mezclar a una fase más fluida y apta para conversiones posteriores [1].

Detergentes y limpieza de residuos de almidón

Los residuos de alimentos ricos en almidón, como salsas, papillas, almidones cocidos y espesantes, forman películas adherentes en textiles, utensilios y superficies. Las amilasas en detergentes ayudan a fragmentar esos residuos, reduciendo su adhesión y facilitando que surfactantes y acción mecánica los retiren. Las alfa amilasas termoestables y alcalinas han sido objeto de estudio por su potencial en formulaciones detergentes que operan bajo condiciones exigentes [2].

En limpieza industrial, la función no es “blanquear” ni oxidar, sino degradar la estructura polisacáridica que mantiene la mancha o el residuo. Al cortar el almidón, la enzima aumenta la solubilidad y disminuye la cohesión de la capa adherida. Este mecanismo es distinto del de proteasas o lipasas, por lo que las amilasas suelen ser complementarias en sistemas de limpieza que tratan mezclas de proteínas, grasas y carbohidratos [1].

Textiles: desengomado enzimático de almidón

En la industria textil, el almidón puede utilizarse como apresto para proteger hilos durante el tejido. Antes de teñir o terminar la tela, ese apresto debe eliminarse. La alfa amilasa hidroliza el almidón del apresto en fragmentos más solubles, permitiendo retirarlo con menor agresividad que algunos

tratamientos químicos severos [14].

La matriz textil puede contener lípidos, auxiliares, tensioactivos o impurezas que influyen en el desengomado. Investigaciones sobre lípidos emulsificados y saponificados en el desengomado enzimático muestran que los componentes de la formulación pueden modificar la accesibilidad del almidón y el rendimiento del proceso, por lo que la enzima debe evaluarse dentro de la matriz real y no como un reactivo aislado [14].

Piensos y materias primas agrícolas

En piensos, cereales y subproductos agrícolas, la hidrólisis del almidón puede mejorar la disponibilidad de carbohidratos o facilitar el procesamiento de harinas y mezclas. La alfa amilasa se ha investigado incluso en sistemas inmovilizados para hidrólisis eficiente en alimentación avícola, lo que refleja el interés por controlar la conversión de almidón en matrices de nutrición animal [15].



Figure 4. 알파-아밀레이스는 빠른 내부 사슬 절단과 액화 효과를 통해 베타-아밀레이스, 글루코아밀레이스, 가지 제거 효소와 가장 잘 구별됩니다.

También hay aplicaciones en la valorización de subproductos ricos en carbohidratos. Estudios sobre producción de amilasa usando cáscaras de banana como sustrato muestran el interés biotecnológico de enzimas amilolíticas en cadenas agrícolas, tanto por su uso en procesamiento como por la posibilidad de integrar residuos vegetales en esquemas de bioconversión [13].

Comparación técnica con enzimas relacionadas

La alfa amilasa termoestable suele formar parte de una familia de soluciones enzimáticas para carbohidratos. No todas las enzimas que actúan sobre almidón hacen lo mismo; algunas cortan enlaces internos, otras eliminan ramificaciones y otras liberan azúcares desde extremos de cadena. Esta diferencia es clave para seleccionar la función correcta dentro de un proceso.

Enzima o grupo enzimático	Enlace o acción principal	Resultado típico en el proceso	Aplicación donde aporta valor
Alfa amilasa termoestable	Corte interno de enlaces α -1,4	Rápida reducción de viscosidad; formación de dextrinas	Licuefacción, alimentos, fermentación, detergentes, desengomado textil
Pullulanasa / enzimas desramificantes	Ataque a puntos α -1,6 en estructuras ramificadas	Desramificación de amilopectina o pullulano; mayor linealización	Sacarificación más profunda, modificación de textura, mejora de perfiles de carbohidratos
Amilopululanosas termoestables	Actividad combinada sobre enlaces de almidón y pullulano según la enzima	Conversión más amplia de polisacáridos ramificados	Procesos integrados donde se busca resistencia térmica y acción sobre ramificaciones
Glucanasas o enzimas de carbohidratos no amiláceos	Otros polisacáridos, según especificidad	Cambios en viscosidad o estructura de matrices vegetales	Piensos, alimentos con fibra, procesamiento de cereales

Las enzimas desramificantes no sustituyen completamente a la alfa amilasa: cumplen una función distinta. En productos como fideos de bellota, se ha estudiado cómo la hidrólisis con pullulanasa modifica propiedades texturales al actuar sobre la estructura ramificada del almidón, lo que evidencia que el tipo de enlace atacado determina el efecto final en la matriz ^[16].

Las amilopululanosas termoestables son relevantes cuando se desea combinar estabilidad térmica con acción sobre varios sustratos relacionados. Sin embargo, su perfil no debe confundirse con el de una alfa amilasa estándar: cada enzima tiene especificidad, productos de reacción y compatibilidad de proceso propios ^[3].

Factores que influyen en el rendimiento

Fuente y estructura del almidón

El almidón de maíz, patata, arroz, trigo, sorgo, cebada o leguminosas no se comporta igual. Cambian el tamaño de gránulo, la proporción de amilosa y amilopectina, la cristalinidad, la presencia de lípidos complejados y la arquitectura interna. Estas diferencias explican por qué una misma alfa amilasa puede producir perfiles de hidrólisis distintos en materias primas diferentes ^[6].

En almidones de leguminosas, cereales y tubérculos, la superficie del gránulo y las zonas amorfas pueden determinar los primeros puntos de ataque. Estudios sobre hidrólisis de almidón de guisante durante germinación y procesos tecnológicos muestran que el estado fisiológico y tecnológico del grano influye en la manera en que la alfa amilasa accede al sustrato ^[17].

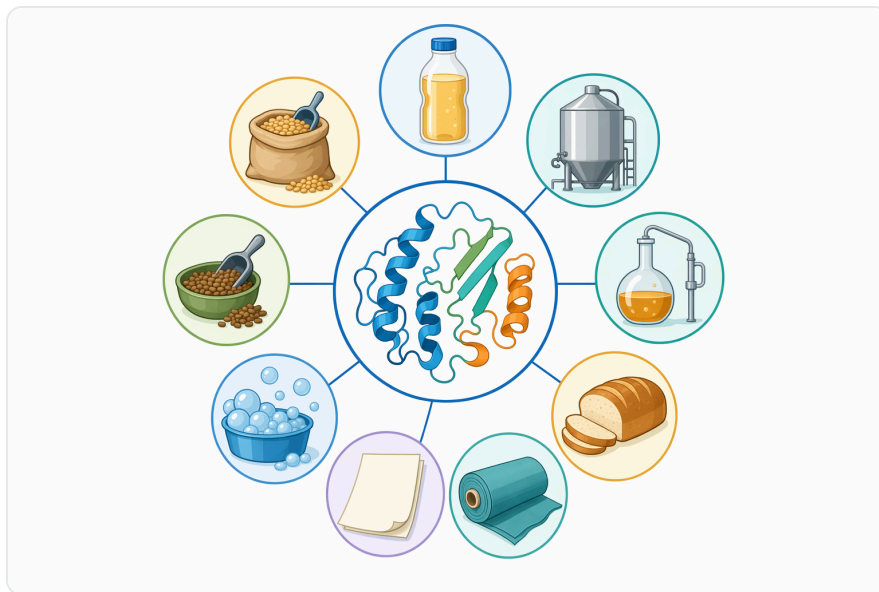


Figure 5. 내열성 알파-아밀레이스는 액화 공정, 식음료 가공, 섬유 호발, 전분이 풍부한 잔류물 관리, 세정, 사료 및 바이오매스 응용 등 다양한 분야에서 사용 됩니다.

Gelatinización, humedad y transferencia de masa

La alfa amilasa necesita acceso físico a los enlaces glucosídicos. En gránulos intactos y poco hidratados, la accesibilidad puede ser limitada; cuando el almidón se hidrata y se calienta, la estructura se abre y la enzima puede actuar con mayor facilidad. Por eso, la historia térmica y la disponibilidad de agua son variables críticas en la hidrólisis ^[7].

La mezcla también importa. En suspensiones viscosas, la enzima puede no distribuirse de forma homogénea si el sistema no se fluidifica progresivamente. Una reducción inicial de viscosidad mejora la transferencia de masa y puede acelerar el contacto entre enzima y sustrato, generando un efecto práctico acumulativo durante la licuefacción ^[4].

pH, sales y composición de la matriz

Las alfa amilasas tienen rangos de pH compatibles que dependen de su origen y formulación. Algunas variantes de *Bacillus licheniformis* se han descrito como termoestables y ácido-estables, mientras que otras amilasas industriales se orientan a entornos neutros o alcalinos. Por tanto, el pH de proceso no debe tratarse como un detalle secundario: afecta ionización del sitio activo, estabilidad proteica y carga del sustrato ^[9].

Los iones también pueden influir. La estabilidad de alfa amilasas se ha estudiado en relación con calcio y tratamientos físicos como ultrasonido, observándose que la estructura de la enzima puede modificarse para mejorar estabilidad o eficiencia catalítica bajo ciertas condiciones. Esto no significa que cualquier formulación requiera la misma adición, sino que el entorno iónico puede cambiar el comportamiento de la proteína ^[18].

Ingredientes que pueden limitar la hidrólisis

En alimentos y formulaciones complejas, compuestos fenólicos, hidrocoloides, lípidos y proteínas pueden modular la hidrólisis. Los hidrocoloides, por ejemplo, pueden afectar retrogradación, digestibilidad y disponibilidad del almidón al modificar la movilidad del agua y la estructura de la matriz ^[19].

Los lípidos pueden formar complejos con amilosa o alterar la superficie del sustrato. En aplicaciones textiles, la presencia de lípidos emulsificados o saponificados se ha relacionado con cambios en el desengomado enzimático, lo que confirma que la eficiencia de la alfa amilasa depende no solo del almidón, sino del conjunto de componentes que lo rodean ^[14].

Beneficios técnicos esperables

El primer beneficio es la **reducción de viscosidad**. Al acortar cadenas largas de almidón, la alfa amilasa transforma una pasta espesa en una mezcla más manejable. Esto puede facilitar bombeo, agitación, dosificación, intercambio de calor y separación posterior, especialmente en procesos con alto contenido de sólidos ^[5].

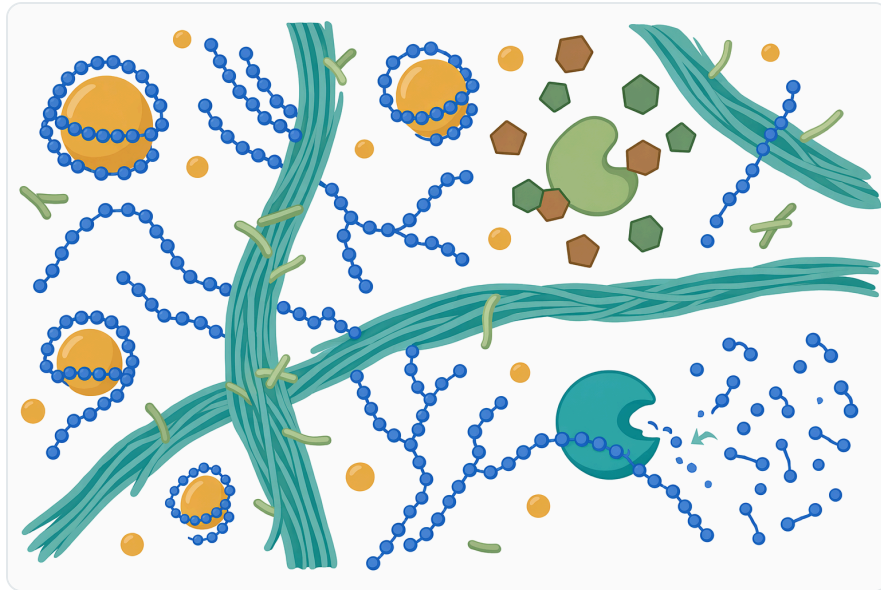


Figure 6. 실제 원료 매트릭스는 효소가 전분과 접촉하는 것을 제한하거나 물리적·화학적 장벽을 만들어 알파-아밀레이스의 작용을 늦출 수 있습니다.

El segundo beneficio es la **preparación de sustratos para etapas posteriores**. Las dextrinas generadas por alfa amilasa pueden servir como intermediarios para sacarificación, fermentación, modificación de textura o formulación. La alfa amilasa no debe verse solo como una enzima de “degradación”, sino como una herramienta para ajustar el estado molecular del almidón antes de otra operación [2].

El tercer beneficio es la **compatibilidad con condiciones térmicas de proceso**. La termoestabilidad permite que la hidrólisis se integre en operaciones donde el calentamiento es necesario para dispersar el almidón o mantener higiene de proceso. Este atributo es una de las razones por las que se investigan amilasas de microorganismos termófilos y ambientes calientes [10].

El cuarto beneficio es la **sustitución parcial de tratamientos químicos más agresivos** en ciertas aplicaciones. En textiles y limpieza, la enzima actúa de forma específica sobre el almidón, evitando depender exclusivamente de condiciones severas para remover aprestos o residuos. La literatura sobre aplicaciones sostenibles de alfa amilasas termoestables destaca este valor en procesos industriales más selectivos [1].

Límites técnicos y consideraciones realistas

Una alfa amilasa termoestable no resuelve todos los problemas de una matriz amilácea. Si el almidón está protegido por una matriz lipídica, atrapado en una red proteica, poco hidratado o altamente cristalino, el acceso enzimático puede ser limitado. Por eso, dos materias primas con igual contenido nominal de almidón pueden responder de forma muy distinta [6].

Tampoco debe asumirse que la termoestabilidad equivale a compatibilidad con cualquier detergente, alimento, disolvente, pH o temperatura de proceso. Las enzimas son proteínas funcionales y pueden perder actividad cuando se combinan condiciones estresantes. Las revisiones sobre amilasas termoestables señalan avances importantes en producción e ingeniería, pero también muestran que cada enzima tiene un perfil operativo específico [2].

Algunas publicaciones describen capacidades especiales, como hidrólisis de almidón granular o producción de almidón poroso. Por ejemplo, se ha investigado una alfa amilasa termoestable recombinante de *Geobacillus* sp. DS3 para producción de almidón poroso, una aplicación distinta de la simple licuefacción de pasta gelatinizada [20]. Estos resultados son valiosos, pero no deben extrapolarse automáticamente a cualquier producto comercial o cualquier materia prima.



Figure 7. 내열성 알파-아밀레이스는 고온 적응 미생물과 관련이 있으며, 단백질 공학을 통해 성능을 개선할 수도 있습니다.

La respuesta del proceso también puede depender de interacciones con otros aditivos. En almidones modificados con diferentes alfa amilasas, se han descrito cambios en propiedades antitixotrópicas y mecanismos moleculares asociados, lo que muestra que el tipo de alfa amilasa y el patrón de hidrólisis pueden cambiar propiedades reológicas finales, no solo el grado general de degradación [5].

Disponibilidad a través de Enzymes.bio

Enzymes.bio ofrece **Starch Hydrolysis Enzyme Alpha Amylase Thermostable Enzyme** como producto enzimático disponible para compra directa en línea en unidades de **1 kg**. Enzymes.bio actúa como proveedor: no se presenta como fabricante, laboratorio de ensayo ni desarrollador de cepas o métodos analíticos.

La documentación de acompañamiento, incluyendo **certificado de análisis —CoA—** y **ficha de datos de seguridad —SDS—**, se proporciona junto con el pedido. Esta documentación apoya la gestión interna del producto, la seguridad de manipulación y el registro documental del material recibido.

Conclusión técnica

La **alfa amilasa termoestable para hidrólisis de almidón** es una herramienta biocatalítica para transformar almidón viscoso en dextrinas y carbohidratos de menor tamaño, con valor directo en licuefacción, procesamiento de alimentos, fermentación, detergentes, limpieza y desengomado textil. Su mecanismo se basa en cortes internos de enlaces α -1,4, lo que reduce rápidamente el tamaño molecular promedio del almidón y modifica propiedades funcionales como viscosidad, solubilidad y textura ^[4].

La termoestabilidad amplía su utilidad en procesos donde el calor es parte de la operación, pero el rendimiento final depende de la fuente de almidón, gelatinización, pH, sales, ingredientes de la matriz y objetivo de conversión. Para usuarios industriales, la interpretación correcta es práctica: esta enzima no es un simple aditivo, sino un catalizador específico para controlar la estructura del almidón y mejorar la manejabilidad de procesos amiláceos bajo condiciones térmicamente exigentes ^[1].

Pedir Starch Hydrolysis Enzyme Alpha Amylase Thermostable Enzyme en línea

Se vende en unidades de 1 kg, en stock y listo para enviar. Haga su pedido directamente en nuestra tienda: pague en línea y procesaremos su pedido. Con cada pedido se incluyen un Certificado de Análisis y una Ficha de Datos de Seguridad.

[Comprar Starch Hydrolysis Enzyme Alpha Amylase Thermostable Enzyme →](#)

Referencias

Numeradas por orden de primera cita. Fuentes de acceso abierto, verificadas como disponibles en el momento de publicación; los números de cita en el texto enlazan aquí.

1. Jaiswal, N., & Jaiswal, P. (2024). Thermostable α -Amylases and Laccases: Paving the Way for Sustainable Industrial Applications. Processes.
2. Vala, V., Suhagia, T. A., Raina, V., Gurjar, A., Srivastava, S. K., Jain, P., & Alle, M. (2025). Thermostable amylases from thermophilic microbes: advances in production, engineering, and industrial applications. Nanotechnology, 37.
3. Soma, M. (2024). Thermostable Amylopullulanases: Sources and Applications. Industrial Biotechnology, 20, 268 - 278.

4. Kholikov, A., Vokhidov, K., Murtozoyev, A., Tóth, Z. S., Nagy, G., Vértessy, B. G., & Makhsumkhanov, A. A. (2025). Characterization of a Thermostable α -Amylase from *Bacillus licheniformis* 104.K for Industrial Applications. *Microorganisms*, 13.
5. Zhang, B., Bai, Y., Li, X., Wang, Y., Dong, J., & Jin, Z. (2024). Enhancing the anti-thixotropic properties of waxy maize starch modified by different α -amylases and its underlying molecular mechanism. *International Journal of Biological Macromolecules*, 131234 .
6. Fan, Y., Ma, M., Zhang, X., Du, S., Sui, Z., & Corke, H. (2026). Mechanism of α -amylase hydrolysis in maize and potato starches: Insight into outer shells and inner blocklets. *Food Chemistry*, 522, 149966 .
7. Wu, Y., Liu, Y., Jia, Y., Ren, F., & Zhou, S. (2025). Effect of different thermal treatments on starch digestion of Tsamba (Highland barley products): Insights from starch structural properties and enzyme activity. *Food Chemistry*, 473, 143054 .
8. Wang, Y., Wang, D., Xing, M., Ji, M., Jiang, X., Jia, L., Li, L., ... et al. (2025). Effect and mechanism of chlorogenic acid inhibition of starch enzymatic hydrolysis: Comparison of different processing methods. *Food chemistry: X*, 29.
9. Wu, X., Wang, Y., Tong, B., Chen, X., & Chen, J. (2018). Purification and biochemical characterization of a thermostable and acid-stable alpha-amylase from *Bacillus licheniformis* B4-423. *International Journal of Biological Macromolecules*, 109, 329-337 .
10. Chauhan, G., Kumar, V., Arya, M., Kumari, A., Srivastava, A., Khanna, P., & Sharma, M. (2023). Mining of Thermostable Alpha-amylase Gene from Geothermal Springs using a Metagenomics Approach. *Journal of Pure and Applied Microbiology*.
11. 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 .
12. Kalita, D., Bhattacharya, S., & Srivastava, B. (2018). Predicting enzymatic starch hydrolysis mechanism during paddy malting by vibrational spectroscopy and multivariate calibration analysis. *Food Chemistry*, 259, 89-98 .
13. 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*.
14. Zhang, X., Fan, X., & Li, W. (2024). Effect of emulsified lipid and saponified lipid on the enzyme desizing of starch and its mechanism. *International Journal of Biological Macromolecules*, 131835 .
15. Motahar, S. Y. S., Tiyoula, F. N., Motamedi, E., Zeinalabedini, M., Kavousi, K., & Ariaeenejad, S. (2023). Computational Insights into the Selecting Mechanism of α -Amylase Immobilized on Cellulose Nanocrystals: Unveiling the Potential of α -Amylases Immobilized for Efficient Poultry Feed Hydrolysis. *Bioconjugate chemistry*.
16. Chen, P., Xie, Q., Wang, R., Wang, S., Cheng, J., & Zhang, B. (2022). Effects of pullulanase enzymatic hydrolysis on the textural of acorn vermicelli and its influencing mechanism on the quality. *Food Research International*, 156, 111294 .
17. 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*.
18. Abedi, E., Torabizadeh, H., & Orden, L. (2023). Enhancement of Alpha-amylase's Stability and Catalytic Efficiency After Modifying Enzyme Structure Using Calcium and Ultrasound. *Food and Bioprocess Technology*, 17, 1546 - 1562.

19. Lu, X., Kraithong, S., Theppawong, A., Liu, Y., Sangsawad, P., Bunyameen, N., & Lee, S. (2025). The multifunctional role of hydrocolloids in modulating retrogradation, starch hydrolysis, and the gut microbiota. *Food Chemistry*, 489, 144974
20. Kurniawan, D. C., Rohman, M. S., & Witasari, L. (2024). Heterologous expression, characterization, and application of recombinant thermostable α -amylase from *Geobacillus* sp. DS3 for porous starch production. *Biochemistry and Biophysics Reports*, 39.

Contactar con Enzymes.bio

¿Tiene preguntas sobre un pedido? Nuestro equipo estará encantado de ayudarle.

CORREO ELECTRÓNICO wholesale@enzymes.bio

TELÉFONO (EE. UU.) **+1 (507) 428-6057**

[Contáctenos →](#)



400+ Clientes B2B



60+ socios universitarios de investigación



54 atendidos en todo el mundo

© 2026 Enzymes.bio · Suministro de enzimas industriales y para procesamiento de alimentos · No apto para consumo humano ni venta minorista.