

Medium Temperature α -Amylase para hidrólisis de almidón: aplicaciones alimentarias en reducción de viscosidad, panificación y fermentación

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

Medium Temperature α -Amylase Food Grade es una preparación enzimática de α -amilasa para procesos alimentarios en los que se busca hidrolizar almidón bajo condiciones térmicas moderadas. Su función principal es cortar cadenas internas del almidón, reducir la viscosidad de pastas o suspensiones amiláceas y generar dextrinas u oligosacáridos útiles en ingredientes, panificación, bebidas y fermentación. Enzymes.bio la suministra como proveedor en unidades de 1 kg para compra directa en línea; el CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido.

Qué es una α -amilasa de temperatura media y por qué importa en alimentos

La α -amilasa es una enzima amilolítica que actúa sobre el almidón, un polisacárido formado principalmente por amilosa y amilopectina. La amilosa es esencialmente lineal, mientras que la amilopectina contiene ramificaciones; en ambos casos, la α -amilasa corta enlaces internos de las cadenas glucosídicas y transforma macromoléculas largas en fragmentos más pequeños. Esta acción reduce el tamaño molecular medio del sustrato y cambia propiedades físicas críticas como viscosidad, fluidez, retención de agua y accesibilidad a otras enzimas o microorganismos fermentativos ^[1].

El término “temperatura media” debe entenderse como una descripción comercial de uso, no como una categoría bioquímica universal. En la práctica, diferencia a esta preparación de α -amilasas diseñadas para procesos de calor extremo y la orienta hacia operaciones alimentarias donde el almidón se encuentra hidratado, cocido, parcialmente gelatinizado o suficientemente accesible. La literatura sobre hidrólisis enzimática en alimentos subraya que la temperatura, el pH, la estructura del sustrato y el tiempo de reacción determinan el rendimiento de la transformación y la funcionalidad final del ingrediente ^[2].

En procesos alimentarios, la α -amilasa no se utiliza solo para “romper almidón”; se emplea para controlar una consecuencia tecnológica concreta. Cuando el almidón se hidrata y se calienta, los gránulos absorben agua, se hinchan, pierden orden cristalino y generan sistemas viscosos. Al cortar cadenas largas, la α -amilasa disminuye la capacidad de esas cadenas para formar redes espesantes, lo que puede facilitar bombeo, mezcla, transferencia de calor, extrusión, fermentación y estandarización de textura ^[3].

Mecanismo de hidrólisis del almidón: de gránulo hinchado a dextrinas funcionales

La acción de la α -amilasa es de tipo endo: en lugar de retirar unidades de glucosa una por una desde los extremos, corta puntos internos accesibles de las cadenas de almidón. Este comportamiento explica por qué los cambios de viscosidad pueden aparecer antes de que exista una conversión profunda a azúcares simples. Una pequeña proporción de cortes internos en cadenas largas puede reducir de forma marcada el peso molecular efectivo del almidón y, con ello, la resistencia al flujo de la suspensión ^[1].

La accesibilidad del sustrato es decisiva. En almidones nativos, las cadenas están empaquetadas dentro de gránulos con regiones semicristalinas y amorfas, y esa arquitectura limita el acceso enzimático. La hidratación y el calentamiento abren la estructura, aumentan el hinchamiento y exponen segmentos de amilosa y amilopectina. Por eso, en muchos procesos alimentarios, la α -amilasa funciona mejor cuando se incorpora en una etapa donde el almidón ya está suficientemente hidratado o parcialmente gelatinizado ^[4].

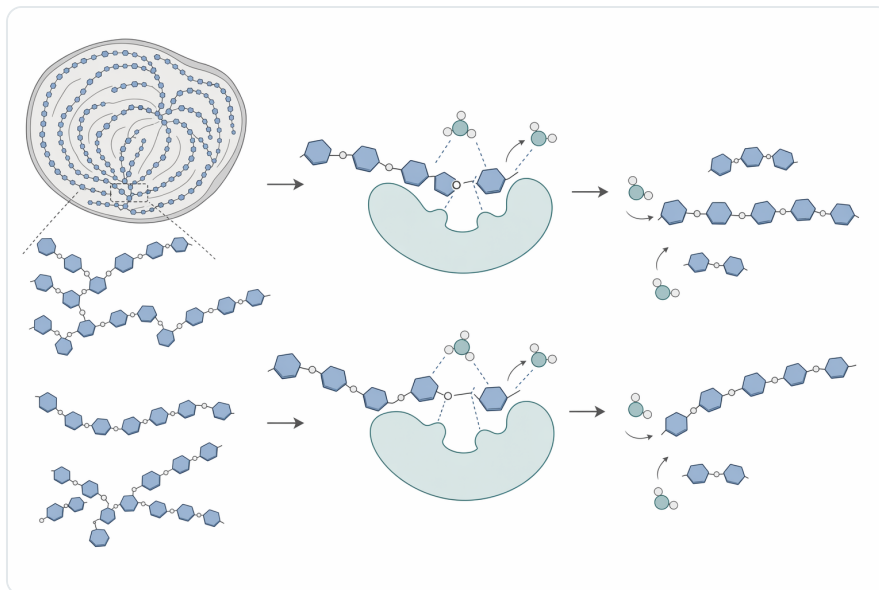


Figure 1. 중온성 알파-아밀라아제는 호화된 전분의 내부 알파-1,4 글리코시드 결합을 가수분해하여 수용성 덱스트린과 말토스가 풍부한 분해물을 생성합니다.

Los productos de reacción dependen del tiempo de contacto, del tipo de almidón, de la matriz y de si intervienen otras enzimas. La α -amilasa genera dextrinas y malto-oligosacáridos; si se busca una conversión más profunda hacia glucosa u otros azúcares fermentables, normalmente se combina con enzimas complementarias en etapas posteriores. Esta distinción es importante: la α -amilasa es especialmente eficaz para licuefacción y reducción de viscosidad, mientras que la sacarificación completa requiere una estrategia enzimática más amplia ^[5].

Diferencia entre hidrólisis moderada y degradación excesiva

En aplicaciones alimentarias, “más hidrólisis” no siempre significa mejor resultado. Una hidrólisis moderada puede mejorar fluidez, manejabilidad y textura; una hidrólisis excesiva puede reducir demasiado la viscosidad, alterar la sensación en boca o modificar la estructura del producto final. Estudios sobre almidones modificados muestran que la hidrólisis parcial y su combinación con otros tratamientos cambian propiedades reológicas, estructura y funcionalidad, por lo que el grado de tratamiento debe alinearse con el objetivo de proceso ^[3].

Este equilibrio es visible en matrices de almidón de maíz, sago, ñame, guisante u otros vegetales. La hidrólisis enzimática puede reducir tamaño molecular y modificar capacidad de gelificación, transparencia, retrogradación, estabilidad y comportamiento bajo cizalla, pero la dirección y magnitud del cambio dependen de la fuente botánica y de la historia térmica del almidón. En estudios de doble

modificación con hidroxipropilación e hidrólisis enzimática, por ejemplo, la combinación de tratamientos cambió propiedades fisicoquímicas de almidones de maíz y sago de manera específica para cada matriz ^[6].

Por esta razón, una α -amilasa de temperatura media debe verse como una herramienta de control de proceso. Su valor no reside únicamente en la actividad catalítica, sino en la posibilidad de detener o limitar la reacción cuando la viscosidad, la estructura o la funcionalidad del ingrediente llegan al punto deseado. La inactivación posterior, el cambio de condiciones de proceso o la integración en una etapa térmica posterior son formas habituales de estabilizar el resultado, siempre de acuerdo con el diseño de fabricación aplicable ^[7].



Figure 2. 식품용 전분 가공에서는 가열된 전분 슬러리에 중온성 알파-아밀라아제를 첨가하여, 이후의 정화 공정과 제품 배합 전에 전분을 액화합니다.

Aplicaciones alimentarias principales de Medium Temperature α -Amylase

Procesamiento de almidón y producción de dextrinas

La aplicación más directa es la hidrólisis parcial de suspensiones de almidón para producir sistemas menos viscosos y más fáciles de manejar. En una pasta de almidón gelatinizado, las cadenas largas aumentan la resistencia al flujo; al fragmentarlas, la α -amilasa convierte una mezcla espesa en una suspensión más fluida. Esto puede facilitar operaciones de calentamiento, bombeo, agitación, filtración, concentración o incorporación en formulaciones alimentarias ^[2].

En la producción de maltodextrinas o ingredientes de carbohidratos a partir de materias primas vegetales, la α -amilasa suele participar como etapa de apertura o licuefacción. Un trabajo sobre valorización de biomasa de piña mediante hidrólisis enzimática ilustra cómo residuos ricos en carbohidratos pueden transformarse en maltodextrina, mostrando el interés de estas rutas para convertir matrices vegetales en ingredientes de mayor funcionalidad [5].

Panificación, masas congeladas y productos horneados

En panificación, la α -amilasa puede aumentar la disponibilidad de carbohidratos fermentables para la levadura y modificar el comportamiento de la masa. Al generar dextrinas y azúcares de menor tamaño, puede influir en fermentación, coloración de corteza, suavidad de miga y evolución de textura durante almacenamiento. Su uso debe ser controlado, porque una hidrólisis excesiva puede debilitar la estructura o generar masas pegajosas en formulaciones sensibles [8].

La investigación sobre partículas de almidón microporoso de maíz y distintos tiempos de hidrólisis enzimática muestra que la duración del tratamiento altera estructura y propiedades del almidón, con aplicaciones estudiadas en masas congeladas. Este tipo de evidencia es relevante para panificación industrial porque las masas congeladas combinan estrés térmico, cambios de agua disponible, retrogradación y necesidad de estabilidad estructural durante almacenamiento y horneado [9].

Bebidas, cereales cocidos y fermentación

En bebidas a base de cereales, bases para fermentación y matrices cocidas con almidón, la α -amilasa ayuda a convertir una suspensión espesa en un medio más procesable. Esta reducción de viscosidad mejora la transferencia de calor y puede aumentar la disponibilidad de carbohidratos para levaduras, bacterias u otras etapas enzimáticas. La hidrólisis enzimática en alimentos se estudia precisamente por su capacidad de modificar materias primas de forma selectiva, con menor severidad que algunos tratamientos químicos o térmicos intensivos [2].

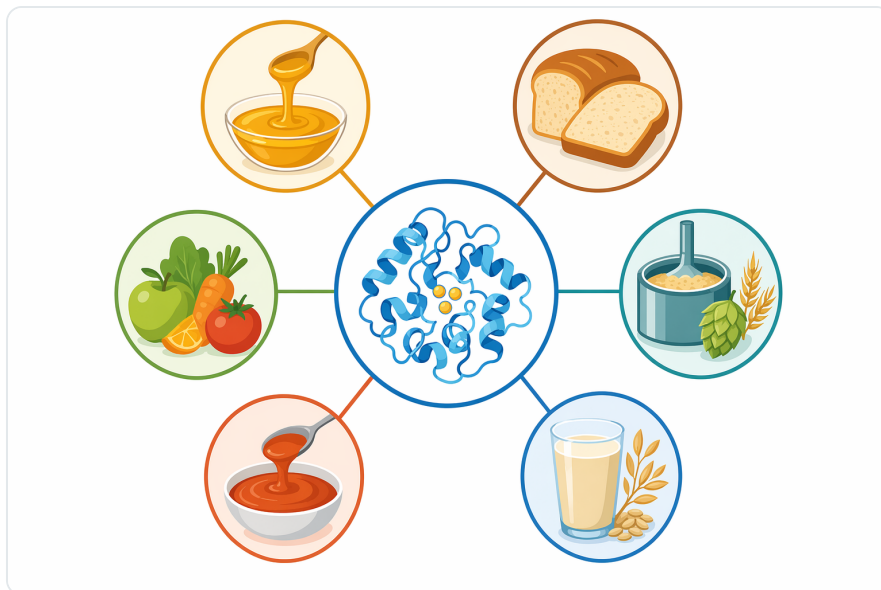


Figure 3. 식품 등급 중온성 알파-아밀라아제는 전분당, 제빵, 양조, 곡물 음료 및 가공식품의 점도 조절 등 다양한 분야에 사용됩니다.

En fermentación, la α -amilasa no sustituye necesariamente a enzimas sacarificantes, pero prepara el sustrato. Al romper cadenas internas de almidón, genera más extremos y fragmentos que pueden ser transformados posteriormente. En biomasa rica en almidón, las α -amilasas de la familia GH-13 se investigan por su contribución a la sacarificación y al aprovechamiento de sustratos amiláceos en procesos más eficientes ^[1].

Extrusión y alimentos procesados a base de cereales

La extrusión combina calor, humedad, presión y cizalla, condiciones que modifican intensamente el almidón. Una α -amilasa compatible con la etapa de proceso puede reducir el tamaño molecular del almidón durante o antes de la transformación termomecánica, alterando expansión, textura, viscosidad de masa fundida y digestibilidad. El punto crítico es sincronizar accesibilidad del almidón, tiempo de residencia y estabilidad enzimática para evitar degradación insuficiente o excesiva ^[2].

En alimentos a base de cereales, maíz, arroz, trigo, patata o tapioca, la respuesta depende de la fuente botánica del almidón. Las diferencias en relación amilosa/amilopectina, tamaño de gránulo, cristalinidad, lípidos asociados y tratamientos previos modifican la velocidad de hidrólisis. Revisiones sobre resistencia a la hidrólisis en harina de banana verde y su almidón muestran que la matriz, el estado de madurez y la organización granular pueden limitar la acción enzimática incluso cuando existe almidón abundante ^[4].

Ingredientes funcionales, películas de almidón y matrices compuestas

La hidrólisis enzimática también se estudia para ajustar propiedades de materiales alimentarios basados en almidón, incluidos recubrimientos, películas y matrices compuestas. En películas de almidón de maíz, la optimización de la hidrólisis enzimática se ha investigado como una forma de mejorar propiedades mecánicas para envases alimentarios sostenibles. Aunque este tipo de aplicación no es idéntico al procesamiento de alimentos líquidos o masas, demuestra cómo el control del tamaño molecular del almidón cambia funciones tecnológicas medibles [10].

Otros trabajos han combinado almidón con fibras, lípidos, proteínas o modificaciones químicas suaves para crear funcionalidades específicas. Por ejemplo, la incorporación de nanofibras de celulosa procedentes de subproductos vegetales en películas de almidón se ha estudiado junto con hidrólisis enzimática, mostrando que la estructura final depende tanto del almidón como de los componentes de refuerzo. Para formuladores, esto refuerza la idea de que la α -amilasa debe evaluarse dentro de la matriz completa, no como ingrediente aislado [11].



Figure 4. 산을 이용한 전분 가수분해와 비교할 때, 알파-아밀라아제 액화는 더 온화한 공정 조건, 보다 제어된 덱스트린 형성, 그리고 원치 않는 부산물 감소라는 장점을 제공합니다.

Tabla comparativa de aplicaciones y efectos tecnológicos

Aplicación alimentaria	Función de la α -amilasa	Efecto tecnológico esperado	Consideraciones de formulación
Suspensiones de almidón y bases	Corte interno de cadenas de amilosa y amilopectina	Reducción de viscosidad y mejor transferencia de	Requiere almidón hidratado o suficientemente accesible

Aplicación alimentaria	Función de la α -amilasa	Efecto tecnológico esperado	Consideraciones de formulación
cocidas		calor	
Panificación y masas congeladas	Generación de dextrinas y carbohidratos disponibles	Apoyo a fermentación, coloración y textura	Exceso de hidrólisis puede alterar pegajosidad y estructura
Bebidas de cereales y fermentación	Licuefacción parcial del almidón	Flujo más uniforme y sustrato más accesible	Puede requerir enzimas posteriores si se busca alta fermentabilidad
Extrusión y cereales procesados	Modificación del almidón bajo calor, humedad y cizalla	Ajuste de viscosidad, expansión y textura	La respuesta depende del tiempo de residencia y de la matriz
Ingredientes y películas de almidón	Control del peso molecular del polímero	Cambios en mecánica, gelificación o estabilidad	Interacciones con fibras, lípidos y proteínas pueden modificar el resultado

La comparación muestra que el mismo mecanismo —hidrólisis interna del almidón— produce beneficios distintos según el proceso. En masas, el interés puede ser fermentación y textura; en suspensiones, fluidez; en películas, propiedades mecánicas; en fermentación, disponibilidad de carbohidratos. Estudios sobre almidones modificados por hidrólisis parcial y retrogradación confirman que los cambios estructurales se traducen en propiedades reológicas y funcionales diferenciadas ^[3].

Variables que controlan el rendimiento en proceso

Temperatura y estabilidad enzimática

La temperatura acelera la reacción hasta un punto compatible con la estabilidad de la proteína; después, el riesgo dominante es la pérdida de actividad por desnaturalización. Las α -amilasas termoestables de distintos microorganismos se han estudiado precisamente porque la industria necesita enzimas que mantengan función en procesos con calor. Sin embargo, una preparación de temperatura media no debe tratarse como equivalente a una enzima diseñada para condiciones extremas ^[12].

La estabilidad térmica depende de la estructura proteica de la enzima. Investigaciones sobre α -amilasa de *Bacillus amyloliquefaciens* muestran que cambios multipunto en la proteína pueden mejorar la termoestabilidad, lo que evidencia que pequeñas diferencias estructurales alteran de forma importante

el comportamiento bajo calor. Para el usuario, esto significa que las condiciones de trabajo deben basarse en la documentación del producto y en validación interna de proceso, no en extrapolaciones desde otras α -amilasas [13].

pH, sales e ingredientes acompañantes

El pH afecta la ionización de aminoácidos del sitio activo y de regiones que estabilizan la conformación de la enzima. Si el pH de la matriz se aleja de la ventana compatible, la unión al sustrato o la catálisis pueden disminuir, incluso cuando el almidón está disponible. En alimentos reales, el pH puede estar determinado por cereales fermentados, frutas, ácidos orgánicos, sales, agentes leudantes, proteínas o sistemas tampón propios de la formulación [2].

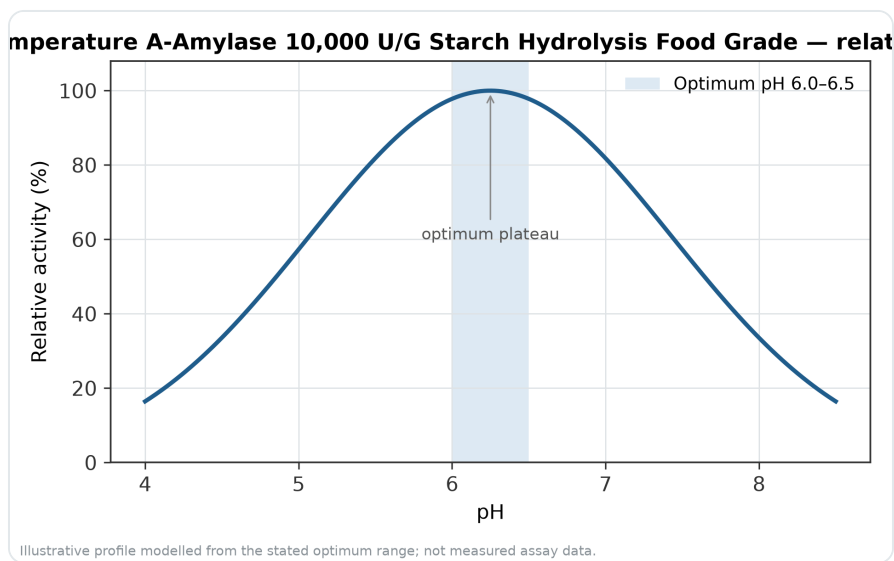


Figure 5. pH에 따른 Medium Temperature A-Amylase 10,000 U/G Starch Hydrolysis Food Grade의 상대 활성으로, pH 6.0–6.5에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

Los ingredientes acompañantes también pueden alterar la hidrólisis. La lecitina, por ejemplo, se ha estudiado por su capacidad de influir en la complejación entre almidón de guisante y ácidos grasos, afectando estructura y digestibilidad enzimática del almidón. Este tipo de interacción es relevante porque lípidos, emulsionantes y componentes anfifílicos pueden cambiar la exposición de las cadenas de almidón a la α -amilasa [14].

Fuente botánica y estructura del almidón

No todos los almidones responden igual. La proporción de amilosa, el patrón de ramificación de la amilopectina, el tamaño de gránulo, la presencia de lípidos, proteínas o fibra, y el grado de daño mecánico o térmico condicionan la velocidad de hidrólisis. El almidón de banana verde, por ejemplo, se

describe como resistente a la hidrólisis por una combinación de factores estructurales y de matriz, no por una sola causa aislada ^[4].

En almidones de raíces y tubérculos, la hidrólisis parcial puede combinarse con retrogradación para modificar funcionalidad. El estudio de almidón de ñame de agua modificado mediante hidrólisis parcial y retrogradación muestra que estos tratamientos cambian estructura y propiedades reológicas, lo que es útil para diseñar ingredientes con comportamiento específico. La conclusión práctica es que el mismo protocolo enzimático puede producir resultados distintos en maíz, trigo, tapioca, patata, arroz o tubérculos tropicales ^[3].

Tiempo de reacción y punto de parada

El tiempo de reacción define cuánto se acortan las cadenas y, por tanto, cuánto cambia la viscosidad. En etapas iniciales, pueden observarse reducciones de viscosidad importantes con hidrólisis limitada; si la reacción continúa, pueden generarse dextrinas más pequeñas y cambios sensoriales o funcionales no deseados. En almidón microporoso de maíz, diferentes tiempos de hidrólisis modificaron estructura y propiedades, evidenciando que el tiempo no es un detalle operativo sino una variable funcional ^[9].

La estabilización del resultado requiere detener o limitar la actividad enzimática cuando se alcanza el objetivo. Esto puede lograrse por una etapa posterior del proceso que reduzca la actividad de la proteína, siempre que sea compatible con el alimento. Estudios sobre inactivación de α -amilasa mediante campos eléctricos pulsados muestran que la estructura proteica, incluidos residuos aromáticos como triptófano, puede verse afectada por tratamientos físicos, lo que ilustra la sensibilidad conformacional de la enzima ^[7].

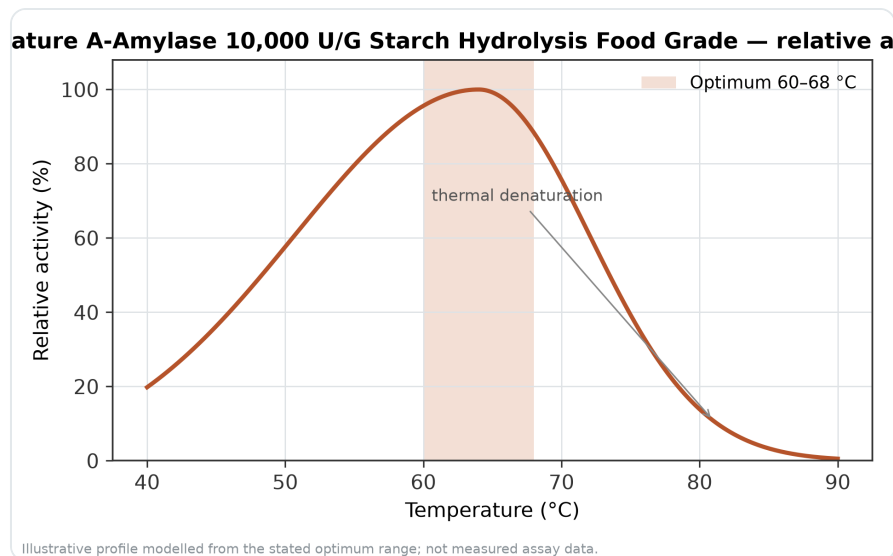


Figure 6. 온도에 따른 Medium Temperature A-Amylase 10,000 U/G Starch Hydrolysis Food Grade의 상대 활성으로, 60–68°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도를 넘으면 열 변성에 따른 전형적인 활성 감소가 나타납니다.

Seguridad alimentaria y alcance regulatorio

“Food grade” indica orientación al uso alimentario, pero no elimina la necesidad de cumplir la legislación aplicable en cada mercado y aplicación. Las enzimas alimentarias se evalúan considerando origen, proceso de obtención, pureza, exposición dietaria y ausencia de preocupaciones toxicológicas relevantes. La EFSA, por ejemplo, ha publicado evaluaciones de seguridad para enzimas alimentarias de α -amilasa de origen microbiano, lo que muestra el tipo de escrutinio regulatorio que puede aplicarse a esta categoría ^[15].

Esa evidencia regulatoria no debe interpretarse como una aprobación universal de todas las α -amilasas ni como sustituto de la documentación específica del lote. Enzymes.bio actúa como proveedor, no como fabricante ni laboratorio. El certificado de análisis y la ficha de datos de seguridad se proporcionan junto con el pedido, y el usuario debe integrar esa documentación en su propio sistema de calidad, especificaciones internas y requisitos normativos de destino.

Límites técnicos: cuándo la α -amilasa puede no resolver el problema

La α -amilasa no corrige todos los problemas de textura en alimentos con almidón. Si la viscosidad procede principalmente de hidrocoloides, proteínas gelificadas, fibras insolubles o emulsiones concentradas, la hidrólisis del almidón puede tener un efecto parcial o incluso imperceptible. También puede ocurrir que una matriz muy ácida, muy seca, rica en inhibidores o con almidón poco accesible limite la actividad real aunque la enzima sea adecuada en condiciones estándar ^[16].

Existen ingredientes vegetales que contienen inhibidores naturales de α -amilasa, particularmente en algunas legumbres y semillas. Un estudio sobre métodos de procesado en legumbres subutilizadas evaluó el impacto de tratamientos sobre inhibidores de tripsina, quimotripsina y α -amilasa, destacando que la matriz vegetal puede contener componentes capaces de modular la actividad enzimática. En formulaciones con harinas de legumbres, salvados o extractos vegetales, este factor puede ser relevante [16].

La presencia de lípidos y emulsionantes también puede cambiar la digestibilidad del almidón al favorecer complejos almidón-lípido o reorganizar la matriz. En sistemas con almidón de guisante y ácidos grasos, la lecitina afectó la complejación y la hidrólisis enzimática, lo que sugiere que no basta con conocer la cantidad de almidón: importa cómo está organizado dentro del alimento [14].

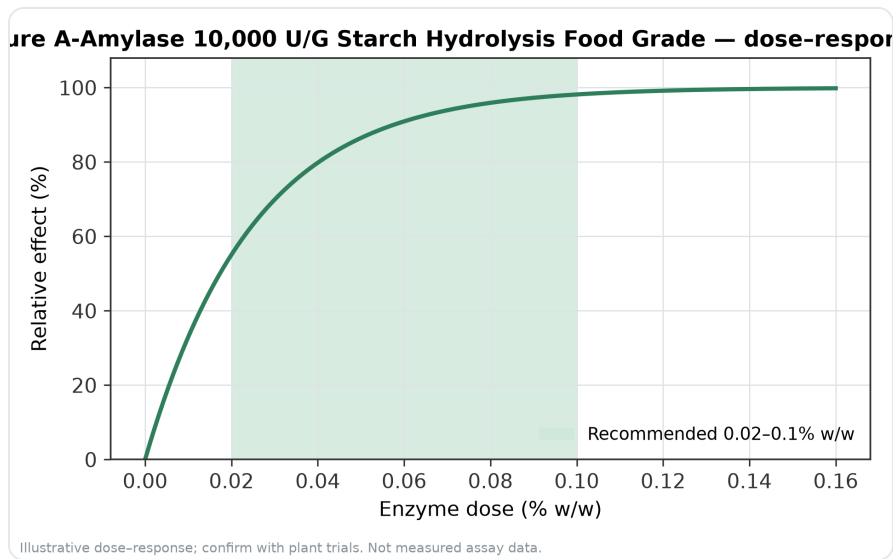


Figure 7. 권장 사용 범위(0.02–0.1% w/w)에서 Medium Temperature A-Amylase 10,000 U/G Starch Hydrolysis Food Grade의 예시적 용량-반응 관계를 보여줍니다.

Uso responsable en desarrollo de producto

El uso técnico responsable de una α -amilasa de temperatura media parte de una pregunta funcional: qué propiedad se desea modificar. En una bebida de cereal, la prioridad puede ser fluidez; en panificación, disponibilidad de sustrato para fermentación y textura; en un ingrediente, perfil de dextrinas; en una matriz extruida, comportamiento bajo cizalla y expansión. La literatura sobre hidrólisis enzimática en alimentos enfatiza que las enzimas son herramientas selectivas, pero su efecto final depende del sistema completo [2].

También conviene distinguir entre hidrólisis como etapa de proceso e hidrólisis como modificación de ingrediente. En una etapa de proceso, la enzima actúa temporalmente para facilitar manejo, cocción o fermentación. En una modificación de ingrediente, el objetivo es generar un almidón con propiedades nuevas y estables antes de incorporarlo a otra formulación. Estudios de almidones modificados por tratamientos combinados muestran que esta diferencia influye en cómo se interpretan viscosidad, retrogradación, emulsificación y textura final ^[17].

La validación interna debe centrarse en variables de proceso y atributos de producto, no en asumir equivalencia entre enzimas. Dos α -amilasas pueden compartir nombre funcional, pero diferir en estabilidad, sensibilidad al pH, respuesta a sales o preferencia por sustratos. La investigación en α -amilasas de fuentes microbianas y metagenómicas confirma la diversidad de estas enzimas y su potencial para sacarificación de biomasa rica en almidón, pero también demuestra que sus propiedades no son intercambiables sin evaluación ^[1].

Rol de Enzymes.bio como proveedor

Enzymes.bio suministra Medium Temperature α -Amylase Food Grade para hidrólisis de almidón como producto disponible para compra directa en línea en unidades de 1 kg. La empresa no se presenta como fabricante ni como laboratorio, y este documento no sustituye la documentación específica que acompaña al pedido. El CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido para apoyar la gestión documental del usuario.

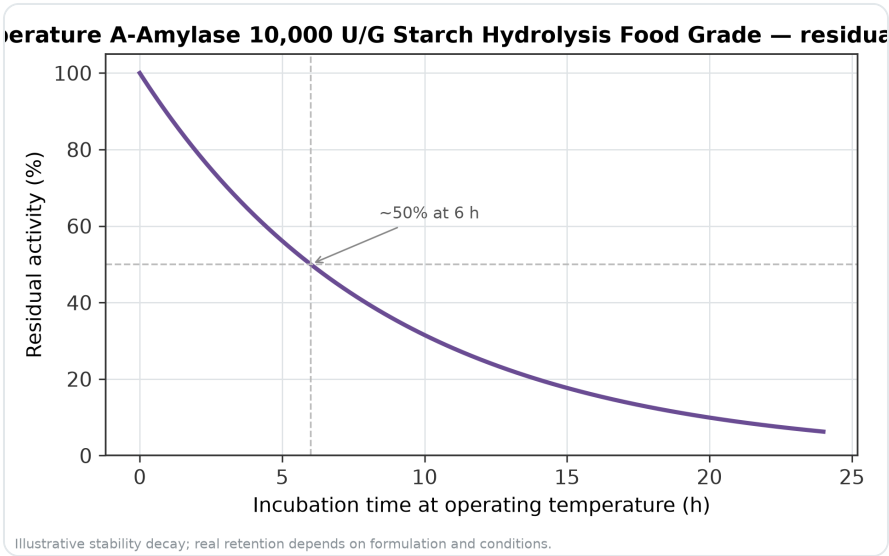


Figure 8. Medium Temperature A-Amylase 10,000 U/G Starch Hydrolysis Food Grade의 예시적 열 안정성 감소로, 운전 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소합니다.

Para clientes B2B, el valor de esta preparación está en su aplicación como herramienta de proceso: reducción de viscosidad, licuefacción parcial, generación de dextrinas y mejora de manejabilidad en matrices alimentarias con almidón. La base científica de la α -amilasa está bien establecida, pero el desempeño concreto depende de la matriz, las condiciones de proceso y el objetivo funcional definido [2].

Conclusión técnica

Medium Temperature α -Amylase Food Grade es una preparación de α -amilasa orientada a la hidrólisis de almidón en procesos alimentarios con condiciones térmicas moderadas. Su mecanismo central es el corte interno de cadenas de almidón, lo que reduce peso molecular, disminuye viscosidad y genera dextrinas u oligosacáridos aprovechables en panificación, bebidas, fermentación, extrusión, ingredientes y matrices procesadas [1].

La evidencia científica respalda firmemente el uso de α -amilasas para transformar almidón, pero también muestra que la respuesta depende de accesibilidad del sustrato, fuente botánica, tiempo de reacción, temperatura, pH e interacciones con lípidos, fibras, proteínas o inhibidores vegetales. Por ello, la enzima debe integrarse como una herramienta controlada dentro del proceso, con un punto de reacción definido y una estabilización posterior compatible con el producto final [4].

En términos prácticos, su mayor utilidad aparece cuando el problema tecnológico está claramente relacionado con almidón: pastas demasiado viscosas, suspensiones difíciles de mezclar, necesidad de dextrinización parcial o preparación de sustratos para fermentación. Bajo esas condiciones, una α -amilasa de temperatura media puede aportar una solución específica, eficiente y basada en un mecanismo bioquímico bien comprendido [2].

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

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. Mansuri, J., Dadheech, T., Chauhan, P. S., Thakkar, A. B., Rank, D., Joshi, C. G., Patel, H., ... et al. (2026). Cloning, molecular modelling, and docking analysis of GH-13 alpha-amylase from rumen metagenome for saccharification of starch rich biomass for greener future. *Biocatalysis and Biotransformation*, 44, 45 - 62.
2. Akimova, D., Kakimov, A., Suychinov, A., Urazbayev, Z., Zharykbasov, Y., Ibragimov, N., Bauyrzhanova, A., ... et al. (2024). Enzymatic hydrolysis in food processing: biotechnological advancements, applications, and future perspectives. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*.
3. Trinh, K., Nguyen, V., Pham, T. T., & Nguyen, M. H. (2025). Structural and Rheological Properties of Modified Water Yam Starch Through Partial Hydrolysis and Retrogradation for Enhanced Functional Applications. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*.
4. 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*.
5. Nurhadi, B., M.TP, P., Ermawar, R. A., Sondari, D., Sikin, A. M., Mahani, Indiarto, R., ... et al. (2025). Upcycling pineapple biomass waste to produce maltodextrin through enzymatic hydrolysis. *International Journal of Food Properties*, 28.
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. Guionet, A., Fujiwara, T., Sato, H., Takahashi, K., Takaki, K., Matsui, M., Tanino, T., ... et al. (2021). Pulsed electric fields act on tryptophan to inactivate α -amylase. *Journal of Electrostatics*.
8. Kelly, J. H., Thompson, A., & Hauvermale, A. L. (2025). Exploring preharvest sprouting (PHS) and late-maturity alpha-amylase (LMA) in wheat through proteomics: A review. *Crop science*.
9. Lei, M., Yuan, H., Jia, R., Huang, Z., Yang, Y., Liang, Q., Liu, X., ... et al. (2025). Effects of different enzymatic hydrolysis times on the structures and properties of corn microporous starch particles and their applications in frozen dough. *Food Hydrocolloids*.
10. Ghizdareanu, A., Banu, A., Pasarin, D., Afilipoaei, A. I., Nicolae, C., Gabor, A., & Pătroi, D. (2023). Enhancing the Mechanical Properties of Corn Starch Films for Sustainable Food Packaging by Optimizing Enzymatic Hydrolysis. *Polymers*, 15.
11. Souza Rocha, P., Pagno, C., Crizel, T. M., Flôres, S. H., & Hertz, P. (2024). Olive pomace upcycling: Eco-friendly production of cellulose nanofibers by enzymatic hydrolysis and application in starch films. *Journal of Food Science*.
12. Widiana, D., Phon, S., Ningrum, A., & Witasari, L. (2022). Purification and characterization of thermostable alpha-amylase from *Geobacillus* sp. DS3 from Sikidang Crater, Central Java, Indonesia. *Indonesian Journal of Biotechnology*.
13. Yuan, S., Yan, R., Lin, B., Li, R., & Ye, X. (2023). Improving thermostability of *Bacillus amyloliquefaciens* alpha-amylase by multipoint mutations. *Biochemical and Biophysical Research Communications - BBRC*, 653, 69-75 .

14. 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 .
15. Silano, V., Bolognesi, C., Castle, L., Chipman, K., Cravedi, J., Fowler, P., Franz, R., ... et al. (2018). Safety evaluation of the food enzyme alpha-amylase from a genetically modified Bacillus licheniformis (strain NZYM-AN). *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 16.
16. Choi, W. C., Parr, T., & Lim, Y. S. (2018). The impact of four processing methods on trypsin-, chymotrypsin- and alpha-amylase inhibitors present in underutilised legumes. *Journal of food science and technology*, 56, 281-289.
17. 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 .

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.