

Amilasa maltogénica para panificación: enzima anti-staling para pan de molde, buns, rolls, tortillas y vida útil

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

La **amilasa maltogénica para panificación** es una enzima amilolítica usada para retrasar el envejecimiento de la miga al modificar el almidón gelatinizado y reducir su tendencia a retrogradar durante el almacenamiento. En panes de molde, buns, rolls, tortillas y productos fermentados suaves, su valor principal es mantener una textura más blanda, elástica y cohesiva durante más tiempo, sin presentarla como sustituto universal de una buena formulación, horneado, enfriamiento y empaque ^[1].

Enzymes.bio suministra **Maltogenic Amylase Enzyme For Baking** como ingrediente enzimático para aplicaciones de panificación y procesamiento alimentario; no es fabricante ni laboratorio de desarrollo. El producto se vende directamente en línea en unidades de 1 kg, y el CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido .

Qué es la amilasa maltogénica y por qué se usa en panificación

La **amilasa maltogénica** es una enzima que actúa sobre enlaces glucosídicos del almidón y de dextrinas relacionadas, con una acción asociada a la generación de maltosa y otros oligosacáridos cortos. En panificación se diferencia de muchas alfa-amilasas convencionales porque se valora menos por aumentar la fermentación y más por modificar el almidón de manera que la miga envejezca más lentamente ^[2].

En un pan, el almidón no es un relleno inerte: durante el horneado absorbe agua, se hincha, pierde parte de su orden granular y forma una fase gelatinizada que participa en la estructura de la miga. Después del horneado, esa fase cambia de nuevo: las cadenas de almidón, especialmente las ramificaciones externas de la amilopectina, se reorganizan y forman estructuras más ordenadas, lo que aumenta la firmeza y reduce la elasticidad de la miga ^[3].

La amilasa maltogénica se usa precisamente porque interviene antes de que esa reorganización sea completa. Al recortar cadenas accesibles del almidón gelatinizado, disminuye la capacidad de esas cadenas para alinearse y recrystalizar; por eso se la describe con frecuencia como una enzima **anti-**

staling, es decir, orientada a retrasar el endurecimiento y la pérdida de frescura del pan durante la vida útil [4].

Esta función no debe confundirse con “añadir humedad” al producto. La enzima no crea agua ni corrige por sí sola una hidratación baja; su efecto tecnológico se basa en cambiar la movilidad, longitud y comportamiento de las cadenas de almidón, lo que puede mejorar la percepción de suavidad y reducir la firmeza medida de la miga durante el almacenamiento [5].

Mecanismo concreto: del almidón gelatinizado a una miga más estable

Durante el amasado y la fermentación, parte del almidón dañado de la harina ya está disponible para las enzimas, pero la mayor ventana de acción relevante para la amilasa maltogénica aparece cuando el almidón se calienta y gelatiniza. En esa fase, la matriz de almidón se abre, las cadenas se vuelven más accesibles y la enzima puede cortar fragmentos que posteriormente interferirán con la recristalización [4].

El envejecimiento del pan combina varios fenómenos, pero la retrogradación de la amilopectina es uno de los factores centrales del endurecimiento progresivo de la miga. La amilosa tiende a reorganizarse antes, mientras que la amilopectina contribuye de forma importante al aumento de firmeza durante el almacenamiento; por eso una intervención sobre las cadenas externas de la amilopectina puede tener un efecto apreciable en textura [3].

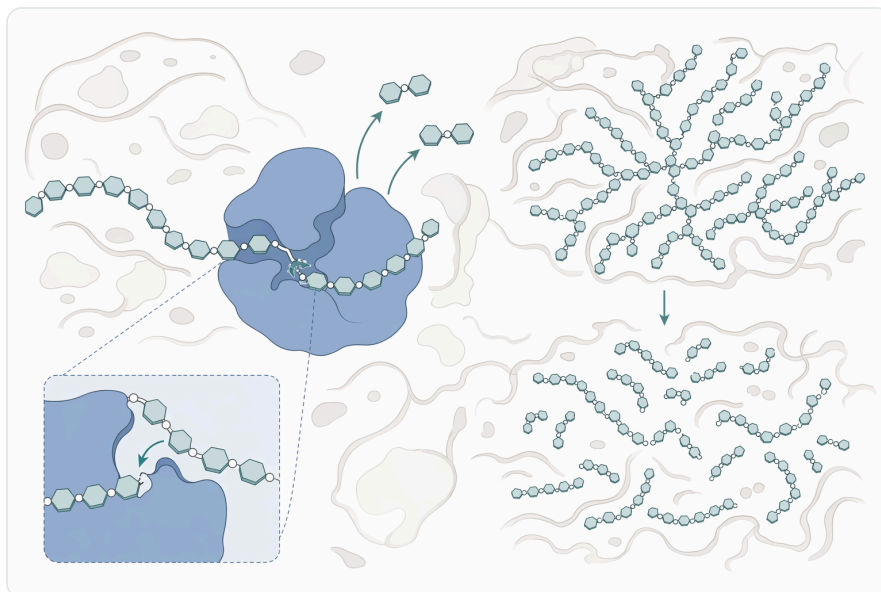


Figure 1. 말토제닉 아밀라아제는 굽는 동안 호화된 전분에 작용해 맥아당과 짧은 말토올리고당을 생성하며, 이는 이후 빵 속살이 단단해지는 현상을 줄여줍니다.

La acción de la amilasa maltogénica genera dextrinas y azúcares cortos que no se comportan igual que las cadenas largas originales. Esos fragmentos tienen menor capacidad de formar redes cristalinas extensas, pueden interferir con el alineamiento de cadenas vecinas y modifican la distribución del agua dentro de la miga; el resultado esperado es una estructura menos rígida y más resiliente al paso del tiempo [6].

Este mecanismo explica por qué el efecto se observa con mayor claridad en productos donde el atributo crítico es la miga blanda durante almacenamiento: pan de molde rebanado, buns para food service, rolls envasados, tortillas y panes planos que deben conservar flexibilidad. En estos productos, pequeñas diferencias en firmeza, cohesión y elasticidad pueden afectar la percepción de frescura y la resistencia al rebanado, doblado o manipulación [1].

Evidencia científica relevante para pan, miga y vida útil

La literatura reciente respalda que la amilasa maltogénica tiene un papel técnico específico en panificación. Un estudio sobre una amilasa maltogénica de *Bacillus licheniformis* R-53 informó mejoras significativas en la calidad del pan y una extensión de la vida útil, lo que coincide con su uso industrial como enzima para textura y frescura [1].

La misma línea de investigación avanzó después mediante evolución dirigida de esa amilasa maltogénica, con el objetivo de mejorar actividad y termoestabilidad; el trabajo relacionó esas mejoras con mejor calidad de pan y mayor vida útil. Esto es importante porque en panificación no basta con que una enzima funcione en solución: debe conservar actividad útil durante una ventana térmica corta y dentro de una matriz compleja de harina, agua, sal, levadura, grasa y otros ingredientes [7].

También se ha estudiado la actividad directa de la amilasa maltogénica de *Geobacillus stearothermophilus* en pan blanco, lo que ayuda a conectar la bioquímica de la enzima con el sistema real de panificación. Esa clase de investigación es relevante porque la disponibilidad del sustrato, el calentamiento de la miga y la inactivación térmica determinan cuánto puede actuar la enzima dentro del producto, no solo en condiciones aisladas [4].

Otro estudio comparó el impacto de amilasa maltogénica y amilasa maltotetraogénica sobre la liberación de azúcares en pan de trigo. La comparación es útil porque muestra que no todas las amilasas producen el mismo perfil de hidrólisis: cambiar el tipo de enzima puede modificar los azúcares liberados, las dextrinas formadas y, por extensión, el comportamiento de la miga durante almacenamiento [6].

La investigación sobre pan blanco elaborado con amilasa maltogénica o amilomaltasa también subraya que estas enzimas no solo afectan la textura, sino la funcionalidad y digestibilidad del almidón. Para formuladores, esto significa que el uso de enzimas sobre almidón debe evaluarse como una intervención estructural en la matriz del pan, no simplemente como un “mejorador” genérico [3].

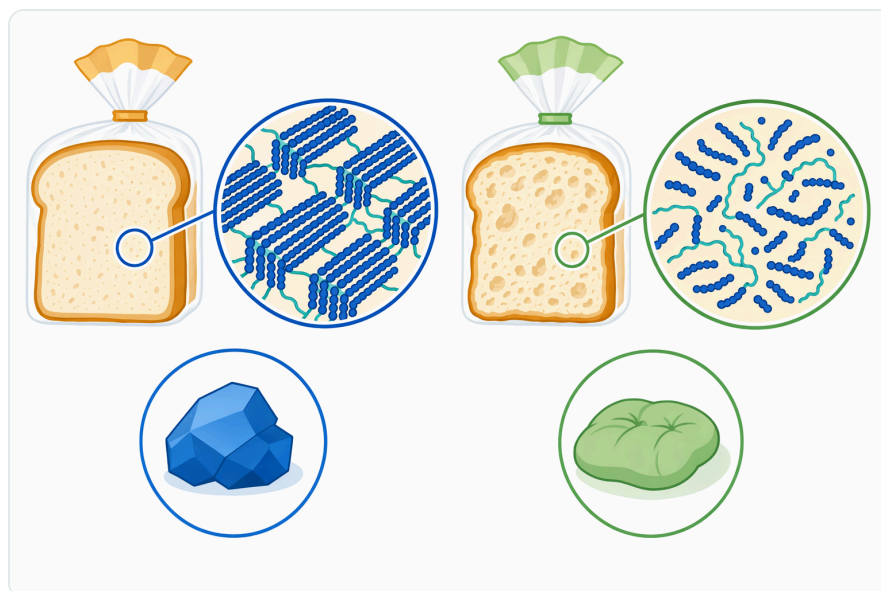


Figure 2. 빵은 포장된 상태에서도 굳을 수 있는데, 이는 굽고 난 뒤 빵 속살 안에서 전분 분자들이 다시 결합하기 때문입니다.

Tabla comparativa de evidencia aplicada

Fuente de evidencia	Sistema estudiado	Qué aporta para panificación	Implicación práctica
Amilasa maltogénica de <i>Bacillus licheniformis</i> R-53	Pan	Mejora de calidad y extensión de vida útil	Respalda el uso como enzima anti-staling en pan suave [1]
Evolución dirigida de la misma enzima	Pan	Mayor actividad y termoestabilidad asociadas a mejor desempeño	La estabilidad durante el proceso térmico es clave para el resultado [7]
Actividad directa en pan blanco	Pan blanco	Estudio de la acción en una matriz real de pan	La eficacia depende de la disponibilidad del almidón y del horneado [4]
Comparación con amilasa maltotetraogénica	Pan de trigo	Diferencias en liberación de azúcares	La selección del tipo de amilasa cambia el perfil tecnológico [6]
Amilasa maltogénica frente a amilomaltasa	Pan blanco de trigo	Cambios en funcionalidad y digestibilidad del almidón	La enzima afecta la estructura del almidón, no solo la suavidad

Fuente de evidencia	Sistema estudiado	Qué aporta para panificación	Implicación práctica
			[3]
Amilasa maltogénica en pastel de arroz	Producto de almidón de arroz	Cambios fisicoquímicos y de calidad comestible	El mecanismo anti-retrogradación es relevante más allá del trigo [5]

Aplicaciones principales en productos de panificación

Pan de molde y pan rebanado

En pan de molde, el problema comercial típico no es solo que el pan se endurezca, sino que pierda elasticidad, se desmorone al rebanar y dé una sensación seca al masticar. La amilasa maltogénica ayuda a abordar estas variables porque actúa sobre el almidón que forma parte de la estructura de la miga, retrasando el aumento de firmeza durante almacenamiento [1].

La aplicación es especialmente relevante en panes rebanados y envasados, donde la textura debe resistir transporte, apilamiento, exposición en anaquel y manipulación del consumidor. Una miga demasiado firme o quebradiza genera rechazo incluso si el producto sigue siendo seguro, por lo que la estabilidad de textura es una variable de calidad tan importante como el volumen o el color de corteza [3].

Buns, rolls y panes suaves fermentados

En buns y rolls, el consumidor espera una mordida blanda, recuperación elástica después de la compresión y una miga que no se fracture al rellenar o calentar. La amilasa maltogénica puede contribuir a conservar esas propiedades porque limita la reorganización del almidón que vuelve rígida la matriz de la miga [7].

Estos productos suelen contener grasa, azúcar, emulsificantes o proteínas añadidas, por lo que el efecto de la enzima debe entenderse dentro de una formulación completa. La amilasa maltogénica actúa sobre el almidón, mientras que la grasa, los emulsionantes y las proteínas modifican lubricación, retención de gas, ternura inicial y estabilidad estructural; la calidad final surge de la interacción entre todos esos componentes [8].

Tortillas, panes planos y productos flexibles

En tortillas y panes planos, el defecto más evidente durante almacenamiento suele ser la pérdida de flexibilidad: el producto se agrieta al doblarse, se siente seco o se rompe durante el llenado. La amilasa maltogénica puede ser útil porque la retrogradación del almidón reduce la extensibilidad de la matriz, y la modificación enzimática ayuda a conservar una estructura menos quebradiza [2].

A diferencia del pan de molde, estos productos tienen geometría delgada y una relación superficie-volumen alta, por lo que la pérdida de agua y el empaque pesan mucho en el resultado final. La enzima puede retrasar el endurecimiento asociado al almidón, pero no sustituye un control adecuado de humedad, enfriamiento y barrera de empaque [5].

Panes integrales, multicereales y formulaciones con fibra

En panes integrales o con inclusiones de legumbres, salvado, β -glucanos u otros ingredientes funcionales, la matriz se vuelve más compleja. La fibra compite por agua, interrumpe la red de gluten y puede aumentar la firmeza inicial; en ese contexto, la amilasa maltogénica puede ayudar a la estabilidad de miga, pero no corrige por sí sola una estructura débil o una absorción mal ajustada [9].

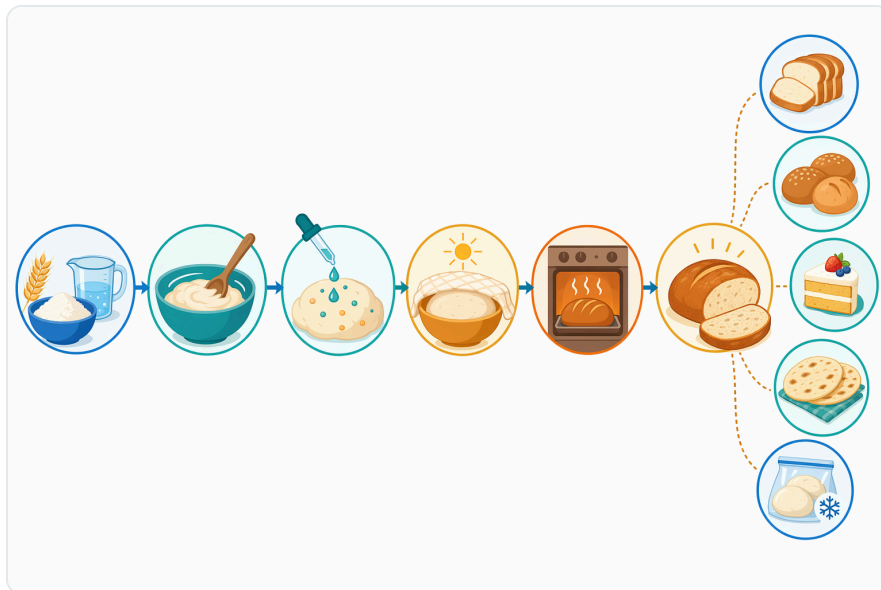


Figure 3. 기능이 발휘되는 구간은 반죽에 첨가되는 시점부터 오븐에서 전분이 호화되는 과정까지 이어지며, 저장 중에는 전분 노화를 늦추는 효과로 계속 나타납니다.

Los estudios sobre pan de trigo con β -glucano de avena muestran que los ingredientes ricos en fibra modifican características estructurales, texturales y de estabilidad durante almacenamiento. Esto refuerza una idea práctica: cuando se formulan panes integrales o funcionales, la amilasa maltogénica

debe integrarse en una estrategia de textura más amplia, junto con hidratación, desarrollo de masa, proteína, hidrocoloides o enzimas complementarias cuando correspondan ^[10].

Diferencias frente a otras enzimas usadas en panificación

La amilasa maltogénica no debe tratarse como intercambiable con cualquier amilasa. En panificación se usan diferentes enzimas para resolver problemas distintos: algunas aumentan azúcares fermentables y color de corteza, otras mejoran manejo de masa, otras actúan sobre arabinoxilanos o celulosa, y la amilasa maltogénica se orienta principalmente a suavidad de miga y vida útil ^[11].

Comparación funcional con enzimas y sistemas relacionados

Ingrediente enzimático	Sustrato principal	Efecto tecnológico dominante	Riesgo si se interpreta mal
Amilasa maltogénica	Almidón gelatinizado y dextrinas	Retraso del staling, miga más blanda y flexible	Esperar que corrija fallos de gluten, horneado o empaque ^[1]
Alfa-amilasa convencional	Almidón dañado y gelatinizado	Más dextrinas y azúcares fermentables; puede apoyar volumen y color	Exceso de hidrólisis, miga pegajosa o estructura debilitada ^[2]
Amilasa maltotetraogénica	Almidón, con perfil orientado a maltotetraosa	Diferente patrón de azúcares y dextrinas	Asumir que libera los mismos productos que la maltogénica ^[6]
Amilomaltasa	Almidón y glucanos relacionados	Reorganización de glucanos y cambios en funcionalidad del almidón	Confundir modificación estructural con simple hidrólisis ^[3]
Xilanasa	Arabinoxilanos de la harina	Manejo de masa, volumen, estructura de miga	Usarla para resolver staling del almidón como función principal ^[11]
Celulasa	Componentes de pared vegetal	Modificación de fibra y masa en sistemas específicos	Sobredosificación funcional que debilite estructura vegetal o masa ^[11]

El uso combinado de alfa-amilasa, xilanasa y celulasa como mejorador de pan ha sido estudiado, y muestra que las enzimas pueden tener efectos complementarios sobre masa y calidad de pan. Sin embargo, esa complementariedad no significa que todas hagan lo mismo: la xilanasa actúa sobre

polisacáridos no almidonosos, la celulosa sobre fracciones de pared vegetal y la amilasa sobre almidón [11].

Para un panadero industrial, esta distinción es importante porque un problema de baja extensibilidad de masa no se resuelve igual que un problema de endurecimiento al tercer o cuarto día. La amilasa maltogénica se elige cuando el objetivo principal es la retención de suavidad y la estabilidad de miga, mientras que otros sistemas se seleccionan para volumen, tolerancia de masa, absorción o maquinabilidad [8].

Factores de formulación y proceso que condicionan el resultado

La harina determina una parte importante de la respuesta a la amilasa maltogénica. El nivel de almidón dañado, la actividad enzimática endógena, el contenido y calidad de proteína, la absorción de agua y el historial de almacenamiento de la harina pueden cambiar la cantidad de sustrato disponible y la forma en que la masa responde al horneado [12].

La germinación del trigo y la actividad amilásica natural de la harina también influyen en panificación. Investigaciones sobre viscosidad aparente como marcador de germinación de trigo y predictor de calidad de pan y digestibilidad del almidón muestran que el estado del grano puede alterar profundamente el comportamiento del almidón; por eso una misma enzima añadida no se comporta igual en todas las harinas [12].

La hidratación es otro factor crítico. Si la masa tiene agua insuficiente para la gelatinización adecuada del almidón, la enzima encuentra menos sustrato accesible y la miga puede quedar firme por razones que no se corrigen solo con actividad enzimática; si hay exceso de agua o la estructura no la retiene, el defecto puede expresarse como pegajosidad o colapso más que como frescura prolongada [3].

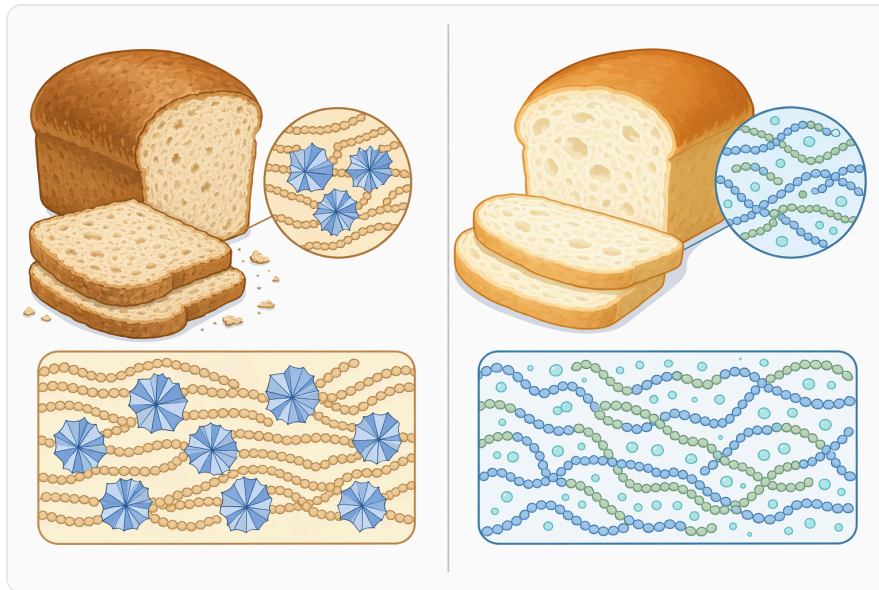


Figure 4. 말토제닉 아밀라아제는 주된 목표가 글루텐 이완, 반죽 작업성 개선, 지질 변형이 아니라 전분 기반의 부드러움 유지라는 점에서 다른 제빵 효소와 다릅니다.

El perfil térmico del horneado define la ventana en la que la enzima puede actuar. La amilasa maltogénica debe encontrar almidón accesible antes de perder actividad por calor; por eso productos delgados, panes con horneados rápidos, masas muy enriquecidas o piezas de gran tamaño pueden mostrar respuestas distintas aunque la formulación parezca similar ^[4].

El enfriamiento y el envasado también condicionan el beneficio. Si el pan se envasa demasiado caliente, puede haber condensación y problemas de textura o microbiología; si se enfría en exceso o se expone a aire seco, la pérdida de humedad puede dominar la percepción de sequedad, limitando el efecto de cualquier enzima anti-staling ^[13].

Beneficios realistas en operaciones B2B de panificación

El beneficio más directo es la reducción del aumento de firmeza de la miga durante almacenamiento. Esto no significa que el pan permanezca idéntico al recién horneado, sino que la curva de endurecimiento puede hacerse más lenta, con una miga que conserva mejor su suavidad, cohesión y elasticidad dentro de la vida útil definida por la formulación y el empaque ^[1].

Un segundo beneficio es la mejora de la rebanabilidad y manipulación en productos blandos. Una miga más resiliente resiste mejor la compresión, genera menos desmoronamiento y puede mantener una apariencia más uniforme en líneas de corte y empaque; este punto es especialmente importante en pan de molde y panes suaves que se transportan envasados ^[3].

Un tercer beneficio es la posibilidad de apoyar formulaciones con menor dependencia de ciertos mejoradores de textura, siempre que el sistema completo lo permita. La amilasa maltogénica no reemplaza automáticamente emulsificantes, hidrocoloides o ajustes de grasa, pero puede aportar una función específica sobre almidón que facilite reformulaciones orientadas a una textura más estable [8].

En productos con alto contenido de almidón distintos del pan de trigo, la lógica tecnológica también puede ser relevante. Por ejemplo, se ha estudiado el efecto de la amilasa maltogénica sobre propiedades fisicoquímicas y calidad comestible de pasteles de arroz, lo que confirma que el control de retrogradación no es exclusivo del trigo, aunque cada matriz requiere validación específica [5].

Límites técnicos: lo que la enzima no puede resolver por sí sola

La amilasa maltogénica no corrige una harina inadecuada para el producto objetivo. Si el problema principal es una red de gluten débil, una absorción mal calculada o una harina con actividad enzimática natural extrema, la enzima puede modificar el almidón, pero no reconstruye por sí sola la estructura de masa necesaria para volumen y simetría [12].

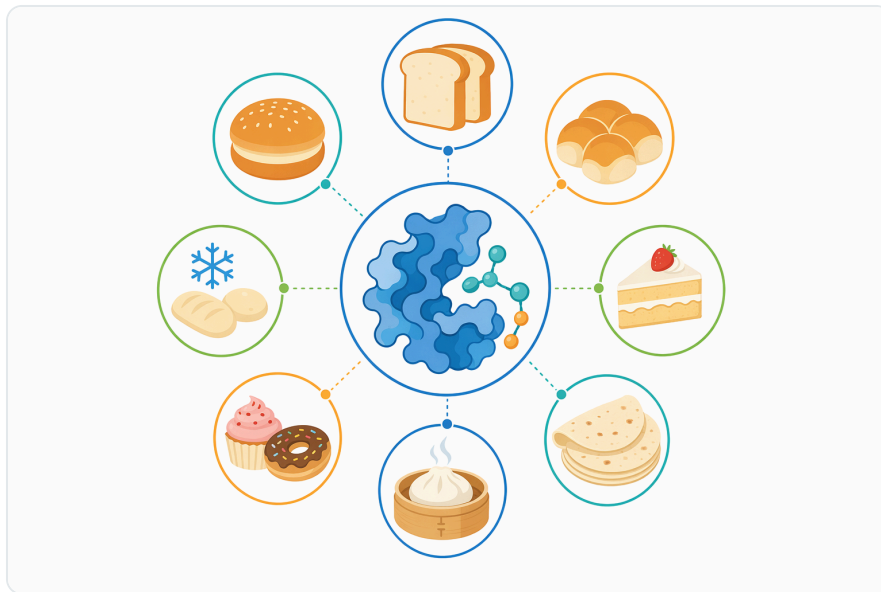


Figure 5. 가장 효과적인 적용 분야는 포장 샌드위치 빵, 번, 롤빵 및 빵 속살의 굳어짐을 늦추는 것이 핵심 품질 목표인 기타 부드러운 효모 발효 제품입니다.

Tampoco soluciona defectos de proceso como fermentación insuficiente, sobrefermentación, horneado incompleto o enfriamiento deficiente. En esos casos, el pan puede presentar miga cerrada, colapso, humedad superficial, corteza débil o vida útil microbiológica limitada; la amilasa maltogénica se enfoca en el envejecimiento físico de la miga, no en todos los defectos de panificación [4].

La vida útil comercial tampoco depende únicamente del staling. El crecimiento de mohos, el control de pH, la actividad de agua, el uso de masa madre o cultivos, y el tipo de empaque pueden determinar cuándo deja de ser aceptable un producto; estudios sobre bacterias lácticas antifúngicas en pan de masa madre de salvado de centeno ilustran que la vida útil microbiológica y la calidad sensorial son dimensiones distintas que deben gestionarse en paralelo ^[13].

Por último, no debe asumirse que más enzima siempre produce mejor pan. Una hidrólisis excesiva del almidón puede desplazar la textura hacia una miga húmeda, pegajosa o débil, especialmente si se combina con harinas de alta actividad amilásica o procesos térmicos que prolongan demasiado la ventana de acción enzimática ^[2].

Consideraciones para formulaciones complejas y tendencias de mercado

La panificación moderna incorpora cada vez más ingredientes funcionales: harinas germinadas, legumbres, fibras, β -glucanos, hongos comestibles, café verde, compuestos antioxidantes o sistemas de masa madre. Estas inclusiones pueden mejorar perfil nutricional o diferenciación comercial, pero también alteran absorción de agua, viscosidad, color, volumen y textura de miga ^[14].

Cuando se añade harina de garbanzo germinado, por ejemplo, cambian la reología de la masa y la calidad del pan, lo que puede exigir ajustes de hidratación y procesamiento. En ese tipo de sistemas, la amilasa maltogénica puede ser útil para el componente de envejecimiento del almidón, pero no debe esperarse que neutralice todos los efectos reológicos de una harina no convencional ^[9].

Los panes con ingredientes ricos en fibra o polisacáridos funcionales pueden beneficiarse de una estrategia combinada. Estudios sobre β -glucano de avena en pan de trigo muestran cambios en estructura, textura y estabilidad durante almacenamiento; esto sugiere que una formulación orientada a fresca debe equilibrar agua, fibra, gluten, almidón y enzimas, no optimizar cada ingrediente de forma aislada ^[10].

La inclusión de ingredientes como hongos o polvos vegetales también puede modificar el potencial antioxidante y la composición nutricional, pero esos beneficios pueden venir acompañados de cambios en color, aroma y calidad de horneado. En tales formulaciones, la amilasa maltogénica conserva su función específica sobre el almidón, aunque el resultado sensorial dependerá del conjunto de la receta ^[15].

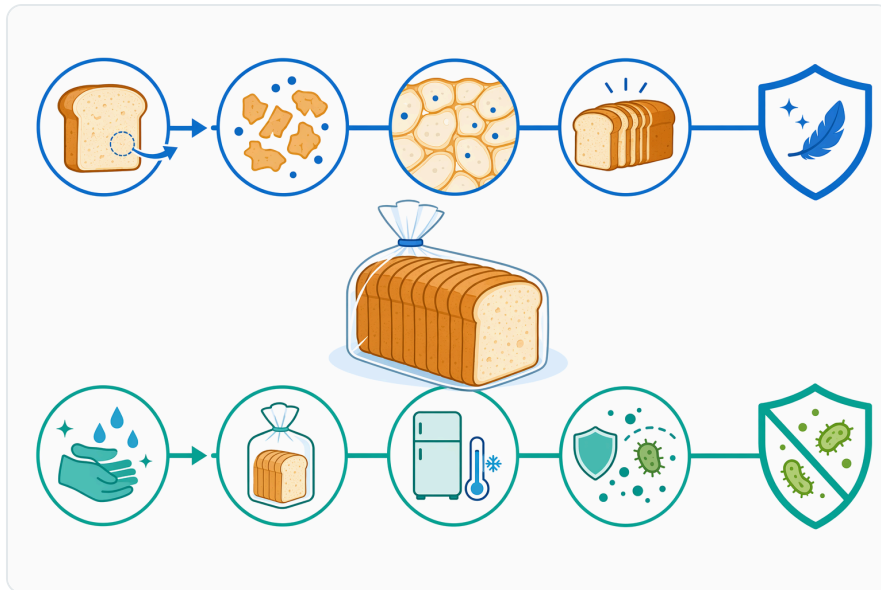


Figure 6. 부드러움 유지와 미생물에 의한 유통기한 관리는 서로 다른 제빵 과제
로, 각각 다른 관리 전략이 필요합니다.

Uso comercial y posicionamiento de Enzymes.bio

Enzymes.bio ofrece **Maltogenic Amylase Enzyme For Baking** como producto enzimático para panificación y aplicaciones alimentarias relacionadas, con compra directa en línea. La presentación indicada para el producto es de 1 kg, lo que lo hace adecuado para empresas que necesitan incorporar el ingrediente en pruebas internas o producción regular sin recurrir a solicitudes de muestra, cotizaciones personalizadas o esquemas mayoristas .

Es importante describir correctamente el rol del proveedor: Enzymes.bio actúa como canal de suministro B2B en línea, no como fabricante de la enzima ni como laboratorio de análisis o formulación. La información técnica disponible debe usarse para comprender la aplicación del ingrediente, mientras que la validación del desempeño corresponde a la formulación, proceso y especificaciones internas de cada panadería o planta .

El CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido. El CoA permite revisar la información aplicable al lote recibido, y la SDS acompaña las prácticas de manipulación segura; como con otros ingredientes enzimáticos en polvo, se deben seguir procedimientos industriales para minimizar exposición innecesaria, especialmente inhalación de polvo y contacto no controlado durante dosificación y mezcla .

Conclusión técnica

La **amilasa maltogénica para panificación** es una herramienta bien respaldada para retrasar el envejecimiento físico de la miga mediante modificación controlada del almidón. Su mecanismo se centra en reducir la capacidad de las cadenas de almidón gelatinizado para reorganizarse y recristalizar, lo que puede traducirse en panes, buns, rolls y tortillas con mayor suavidad, flexibilidad y estabilidad de textura durante almacenamiento ^[1].

La evidencia disponible muestra efectos positivos en calidad de pan y vida útil, estudios de actividad directa en pan blanco y comparaciones con otras enzimas que modifican el almidón de forma distinta. Aun así, su desempeño depende de harina, hidratación, formulación, perfil térmico, enfriamiento, empaque y control microbiológico, por lo que debe tratarse como una herramienta tecnológica específica, no como una solución universal para cualquier defecto de panificación ^[7].

Para compradores B2B, Enzymes.bio suministra Maltogenic Amylase Enzyme For Baking en unidades de 1 kg mediante venta directa en línea, con CoA y SDS proporcionados junto con el pedido. Usada dentro de una formulación bien diseñada, la enzima puede aportar una mejora concreta y medible en frescura de miga, resiliencia y aceptación del producto durante su vida útil comercial .

Pedir Maltogenic Amylase Enzyme For Baking 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 Maltogenic Amylase Enzyme For Baking →](#)

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. Ying-Ruan, Xu, Y., Zhang, W., & Zhang, R. (2020). [A new maltogenic amylase from Bacillus licheniformis R-53 significantly improves bread quality and extends shelf life.](#) *Food Chemistry*, 128599 .
2. [Amylase | Baking Ingredients | BAKERpedia.](#) *Bakerpedia*.
3. Korompokis, K., Deleu, L. J., Brier, N. D., & Delcour, J. (2021). [Investigation of starch functionality and digestibility in white wheat bread produced from a recipe containing added maltogenic amylase or amyloamylase.](#) *Food Chemistry*, 362, 130203 .

4. Reichenberger, K., Luz, A., Seidl, I., & Fischer, L. (2019). Determination of the Direct Activity of the Maltogenic Amylase from *Geobacillus stearothermophilus* in White Bread. *Food Analytical Methods*, 13, 496 - 502.
5. Fan, C., Li, X., Wang, Y., Dong, J., Jin, Z., & Bai, Y. (2023). Effects of maltogenic α -amylase on physicochemical properties and edible quality of rice cake. *Food Research International*, 172, 113111 .
6. Rebholz, G. F., Sebald, K., Dirndorfer, S., Dawid, C., Hofmann, T., & Scherf, K. (2021). Impact of exogenous maltogenic α -amylase and maltotetraogenic amylase on sugar release in wheat bread. *European Food Research and Technology*, 247, 1425 - 1436.
7. Ying-Ruan, Zhang, R., & Xu, Y. (2022). Directed evolution of maltogenic amylase from *Bacillus licheniformis* R-53: Enhancing activity and thermostability improves bread quality and extends shelf life. *Food Chemistry*, 381, 132222 .
8. Iqbal, S., Arif, S., Khurshid, S., Iqbal, H. M., Akbar, Q., Ali, T. M., & Mohiuddin, S. (2023). A combined use of different functional additives for improvement of wheat flour quality for bread making. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.
9. Atudorei, D., Atudorei, O., & Codină, G. (2022). The Impact of Germinated Chickpea Flour Addition on Dough Rheology and Bread Quality. *Plants*, 11.
10. Lv, S., Wang, Y., Zhang, S., Wu, S., Feng, X., Xu, S., Li, B., ... et al. (2025). Ameliorative impact of oat β -glucan on quality of wheat bread: Insight into structural characteristics, textural properties and storage stability. *Food chemistry: X*, 30.
11. Hmad, I. B., Ghribi, A. M., Bouassida, M., Ayadi, W., Besbes, S., Châabouni, S., & Gargouri, A. (2024). Combined effects of α -amylase, xylanase, and cellulase coproduced by *Stachybotrys microspora* on dough properties and bread quality as a bread improver. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134391 .
12. Zou, X., Gasparre, N., & Rosell, C. M. (2025). Apparent Viscosity as a Marker of Wheat Germination and Predictor of Bread Quality and Starch Digestibility. *Cereal Chemistry*.
13. Mou, T., Xu, R., Li, Q., Jian-Li, Liu, S., Ao, X., Chen, S., ... et al. (2025). Screening of Antifungal Lactic Acid Bacteria and Their Impact on the Quality and Shelf Life of Rye Bran Sourdough Bread. *Foods*, 14.
14. Das, R., Banerjee, D., Sahu, D., Tanveer, J., Banerjee, S., Jarzębski, M., Jayaraman, S., ... et al. (2024). Evaluating the Impact of Green Coffee Bean Powder on the Quality of Whole Wheat Bread: A Comprehensive Analysis. *Foods*, 13.
15. Stępniewska, S., Salamon, A., Cacak-Pietrzak, G., Piecyk, M., & Kowalska, H. (2025). The Impact of Oyster Mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) on the Baking Quality of Rye Flour and Nutrition Composition and Antioxidant Potential of Rye Bread. *Foods*, 14.

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.