

Amilasa maltogénica en polvo CAS 9000-92-4 para panificación: mejorador de masa, suavidad de miga y vida útil

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

La amilasa maltogénica en polvo CAS 9000-92-4 es una enzima mejoradora de masa utilizada en panificación para retrasar el endurecimiento de la miga y mantener la suavidad de panes, bollos, panes de molde y otras matrices ricas en almidón. Su efecto principal se basa en modificar de forma controlada las cadenas de amilopectina del almidón gelatinizado, reduciendo su tendencia a recristalizar durante el almacenamiento ^[1].

Enzymes.bio ofrece este producto en línea en formato de 1 kg para aplicaciones industriales y de procesamiento alimentario; no es fabricante ni laboratorio. El CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido, y el producto debe tratarse como ingrediente tecnológico de formulación, no como aditivo de consumo directo .

Qué es la amilasa maltogénica y por qué se usa como mejorador de masa

La amilasa maltogénica es una enzima amilolítica que actúa sobre enlaces glucosídicos del almidón y genera principalmente maltosa y oligosacáridos de cadena corta. Aunque se agrupa funcionalmente dentro de las enzimas que degradan almidón, su comportamiento tecnológico no es idéntico al de una alfa-amilasa convencional: su interés en panificación está menos asociado a producir azúcares fermentables y más a modular la estructura del almidón después del horneado ^[1].

En productos de panadería, el almidón no solo aporta masa y volumen; también determina gran parte de la textura de la miga durante la vida útil. Cuando el pan se hornea, los gránulos de almidón absorben agua, se hinchan y gelatinizan; al enfriarse, las cadenas de amilosa y amilopectina empiezan a reorganizarse. La retrogradación de la amilopectina es una de las causas principales del aumento gradual de firmeza en la miga, fenómeno conocido como envejecimiento o *staling* ^[2].

La amilasa maltogénica se emplea para intervenir en ese proceso. Al recortar cadenas externas de la amilopectina y generar fragmentos más cortos, disminuye la capacidad de esas cadenas para alinearse y formar estructuras cristalinas durante el almacenamiento. Esta modificación molecular se traduce en

una miga que tiende a conservar mejor la suavidad, elasticidad y sensación de frescura en comparación con una formulación sin este tipo de intervención enzimática [3].

En el catálogo de Enzymes.bio, el producto se presenta como “Dough Improver Enzyme – Maltogenic Amylase Powder CAS 9000-92-4”, orientado a aplicaciones de panificación y mejora de masa. La oferta se realiza directamente en línea en unidades de 1 kg, con documentación del producto suministrada junto con el pedido .

Mecanismo de acción: del almidón gelatinizado a una miga menos firme

Para entender el valor de la amilasa maltogénica, conviene separar tres momentos del proceso: la masa antes del horneado, la gelatinización durante el calentamiento y el almacenamiento del producto terminado. En la masa cruda, el almidón está parcialmente hidratado, pero gran parte de su estructura granular sigue intacta; durante el horneado, el calor y el agua disponible permiten que el almidón se gelatinice y se vuelva más accesible a la acción enzimática [4].

La enzima actúa sobre cadenas de almidón accesibles, con especial relevancia en las ramificaciones de la amilopectina. La investigación sobre estructuras residuales de amilopectina tras tratamiento con amilasas muestra que el patrón de cadenas resultante refleja el modo de acción específico de cada enzima, lo que explica por qué distintas amilasas no producen el mismo efecto tecnológico en panificación [2].

En términos prácticos, una amilasa que degrade el almidón de forma excesivamente aleatoria puede reducir demasiado la viscosidad o favorecer una miga pegajosa. La amilasa maltogénica, en cambio, se valora por una modificación más controlada: libera maltosa y acorta cadenas que, de otra manera, participarían en la recristalización del almidón. Este comportamiento “no típico” sobre las propiedades moleculares y reológicas del almidón ha sido descrito como distinto del efecto esperado de otras amilasas más dextrinizantes [1].

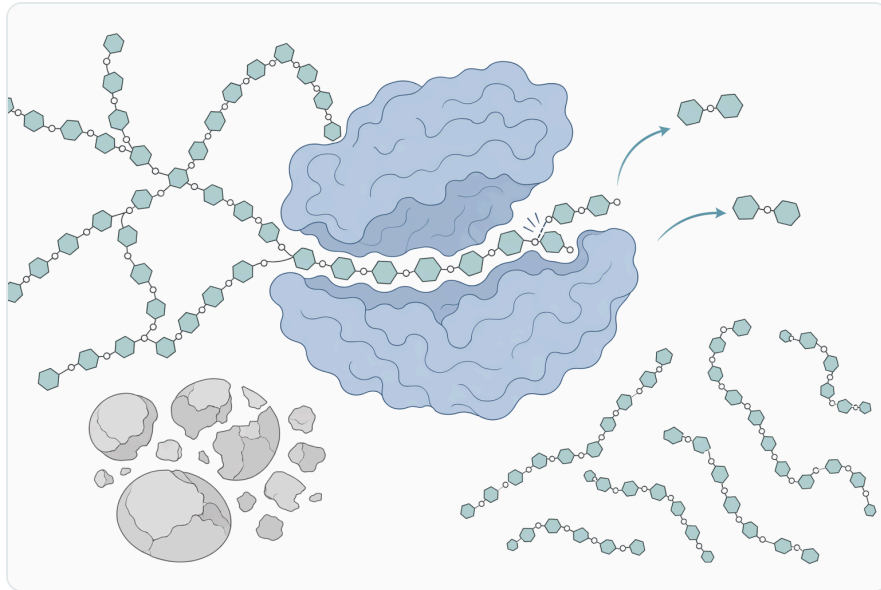


Figure 1. 말토제닉 아밀라아제는 젤라틴화된 전분, 특히 아밀로펙틴을 변형해 저장 중 빵 속살 구조가 더 천천히 재결정화되도록 함으로써 빵의 노화를 늦춘다.

La consecuencia tecnológica es que el pan no se conserva blando porque “retenga mágicamente más agua”, sino porque la estructura del almidón cambia. El agua sigue siendo crítica para la textura, pero la firmeza de la miga depende también de cómo las cadenas de almidón se reorganizan. Al reducir la formación de zonas cristalinas, la enzima ayuda a que la matriz de la miga sea menos rígida durante el almacenamiento [3].

Este mecanismo es especialmente útil en panes de molde, bollería fermentada, buns, rolls, panes suaves y productos que deben mantener una textura aceptable durante distribución y consumo diferido. En estos productos, pequeñas diferencias en firmeza, resiliencia y desmigado pueden afectar de forma directa la percepción de frescura por parte del consumidor [5].

Diferencia frente a otras enzimas de panificación

No todas las enzimas usadas en panificación cumplen la misma función. La formulación puede incluir amilasas, xylanasas, proteasas, lipasas u otras enzimas, cada una con un sustrato y un efecto tecnológico distinto. La amilasa maltogénica se distingue porque su aplicación típica se centra en la vida útil de la miga y el control del envejecimiento, no solo en el volumen inicial o la fermentación [4].

Tipo de enzima en panificación	Sustrato principal	Efecto tecnológico habitual	Diferencia frente a amilasa maltogénica
Amilasa maltogénica	Almidón gelatinizado, especialmente regiones accesibles de amilopectina	Suavidad de miga, menor firmeza durante almacenamiento, efecto anti- <i>staling</i>	Modifica cadenas de almidón de forma asociada a menor retrogradación ^[1]
Alfa-amilasas de panificación	Almidón dañado o parcialmente gelatinizado	Aporte de azúcares fermentables, apoyo a volumen, color de corteza y fermentación	Pueden tener un efecto más marcado sobre dextrinización y viscosidad ^[4]
Xylanasas / hemicelulasas	Arabinosilanos y polisacáridos no amiláceos	Mejora de manejo de masa, retención de gas y volumen	Actúan sobre fibra de la harina, no directamente sobre retrogradación de amilopectina ^[4]
Proteasas	Proteínas de la harina	Ajuste de extensibilidad y reducción de tenacidad	Modifican red proteica, no el envejecimiento del almidón como mecanismo principal ^[5]
Lipasas	Lípidos y compuestos relacionados	Efectos sobre estabilidad de masa, volumen y textura mediante interacciones con lípidos	Funcionan por rutas distintas a la hidrólisis controlada del almidón ^[6]

Esta comparación explica por qué la amilasa maltogénica suele emplearse como parte de sistemas de mejora de pan, pero no debe confundirse con un mejorador universal. Si el problema principal es falta de volumen por debilidad del gluten, exceso de extensibilidad o baja fermentación, otras enzimas o ingredientes pueden ser más determinantes. Si el problema principal es endurecimiento de miga durante almacenamiento, la amilasa maltogénica resulta especialmente relevante ^[4].

Evidencia científica en panificación y matrices ricas en almidón

La base técnica más directa procede de estudios sobre almidón y productos horneados. Leman y colaboradores describieron que la amilasa maltogénica tiene un impacto no típico sobre las propiedades moleculares y reológicas del almidón, lo que respalda su uso como enzima funcional para modificar textura más allá de una simple hidrólisis de almidón ^[1].

En trabajos posteriores, la estructura residual de la amilopectina tras tratamiento con distintas amilasas se utilizó para interpretar el modo de acción enzimático. La conclusión relevante para panificación es que el efecto final sobre retrogradación depende de qué cadenas se cortan, con qué

selectividad y en qué estado físico se encuentra el almidón durante el proceso [2].

La investigación reciente sobre amilasa maltogénica y almidón de maíz también conecta la estructura multinivel del almidón con propiedades de retrogradación. En ese contexto, la acción enzimática y las condiciones previas de tratamiento influyeron en la eficiencia catalítica y en el comportamiento del almidón durante el almacenamiento, lo que refuerza la idea de que el rendimiento en panificación depende de la matriz y del proceso [3].

En panes sin gluten, un estudio sobre amilasa maltogénica encapsulada en maltodextrinas evaluó diferentes formulaciones para mejorar la calidad de panes libres de gluten. Esta línea de investigación es importante porque los sistemas sin gluten dependen fuertemente del almidón y de hidrocoloides o proteínas añadidas, de modo que la modificación enzimática del almidón puede tener un papel relevante en textura y conservación [7].

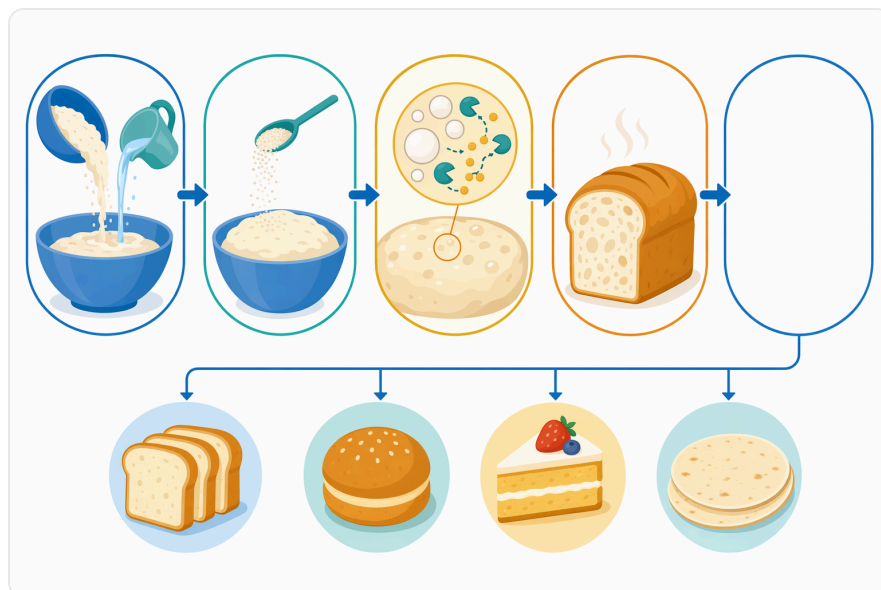


Figure 2. 이 효소는 굽는 동안 전분이 수분을 흡수하고 젤라틴화될 때 가장 유용하며, 이후 전분 사슬의 변형이 냉각 및 저장 과정에서 빵 속살의 질감에 영향을 준다.

Los estudios sobre harinas integrales y tratamientos enzimáticos muestran que la calidad panadera se ve afectada por interacciones entre almidón, fibra, proteínas y enzimas. En panes con harina integral, las enzimas pueden ayudar a compensar cambios de absorción de agua y estructura de masa, aunque el efecto concreto depende de la formulación y del tipo de enzima utilizada [8].

La literatura sobre combinaciones de aditivos funcionales para mejorar harina de trigo confirma que el desempeño panadero rara vez depende de un solo ingrediente. Emulsificantes, oxidantes, hidrocoloides, gluten añadido, enzimas y condiciones de proceso interactúan entre sí; por ello, la

amilasa maltogénica debe evaluarse dentro del sistema completo de formulación ^[9].

También existe evidencia sobre el uso de enzimas para minimizar problemas reológicos causados por altos niveles de almidón dañado en sistemas almidón-gluten. Este punto es relevante porque el almidón dañado cambia la absorción de agua, la viscosidad y la disponibilidad de sustrato para enzimas amilolíticas, con consecuencias directas sobre masa, fermentación y textura final ^[10].

En formulaciones especiales, como pan sin sal, se han estudiado composiciones enzimáticas para mejorar la calidad tecnológica. La ausencia o reducción de sal altera la fuerza de la masa, la fermentación y la percepción sensorial; en estos casos, las enzimas pueden contribuir a compensar algunos efectos, aunque no sustituyen por completo el papel estructural y sensorial de la sal ^[11].

Aplicaciones principales en panadería y productos farináceos

Pan de molde y panes suaves

El pan de molde es una de las aplicaciones más lógicas para la amilasa maltogénica porque la suavidad de la miga es un atributo central de calidad. En este tipo de producto, el consumidor suele asociar frescura con una miga flexible, uniforme y de baja firmeza; por tanto, el control de la retrogradación del almidón tiene un impacto directo en aceptación sensorial ^[5].

La enzima puede ayudar a mantener la textura durante almacenamiento, especialmente cuando el producto se distribuye empacado y se consume varios días después del horneado. Su utilidad no elimina la importancia del empaque, la formulación grasa, la actividad de agua ni el control microbiológico, pero sí aborda una de las causas estructurales del endurecimiento de la miga ^[1].

Buns, rolls y bollería fermentada

En buns y rolls, la expectativa de textura suele ser una miga tierna, elástica y con buena recuperación después de la compresión. La amilasa maltogénica puede contribuir a esa resiliencia al reducir la reorganización del almidón, especialmente en productos enriquecidos con azúcar y grasa donde el balance de agua y la gelatinización influyen de manera compleja en la textura ^[4].

En bollería fermentada, la enzima debe considerarse junto con levadura, tiempo de fermentación, contenido de grasa, huevo, azúcar y emulsionantes. Estos componentes modifican la disponibilidad de agua y la estructura de la miga, por lo que el efecto anti-*staling* puede ser perceptible, pero su magnitud dependerá del sistema completo ^[9].

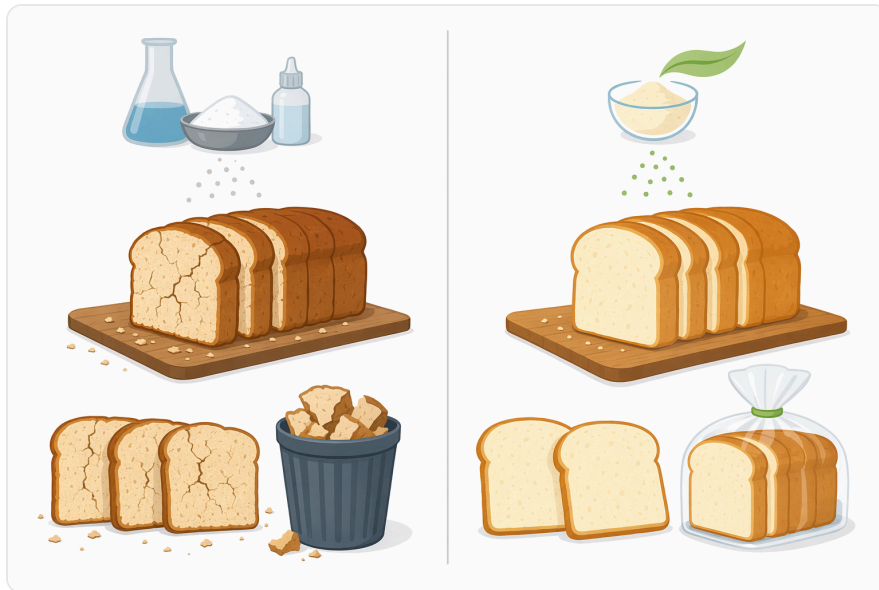


Figure 3. 제빵 효소는 작용하는 기질에 따라 다르며, 말토제닉 아밀라아제는 전분의 노화 억제를 목표로 하는 반면, 자일라나아제, 리파아제, 프로테아제, 일반 아밀라아제는 반죽이나 빵 속살의 다른 기능에 영향을 미친다.

Panes integrales y formulaciones con fibra

Las harinas integrales incorporan salvado, germen y fracciones de fibra que cambian la absorción de agua y pueden interferir con la red de gluten. Los tratamientos enzimáticos en panes con harina integral se han estudiado precisamente porque estas matrices presentan desafíos de volumen, textura y firmeza diferentes a los de la harina refinada [8].

En panes integrales, la amilasa maltogénica puede apoyar la conservación de suavidad, pero no corrige por sí sola todos los efectos del salvado sobre estructura de masa. La textura final dependerá de granulometría de la harina, hidratación, desarrollo de gluten, fermentación y combinación con otros mejoradores [8].

Productos sin gluten

En pan sin gluten, la estructura no se basa en una red de gluten continua, sino en una matriz formada por almidón, hidrocoloides, proteínas alternativas, fibras y otros componentes. Por ello, la modificación del almidón puede ser especialmente importante, pero también más sensible a cambios de formulación [7].

La investigación sobre amilasa maltogénica encapsulada en maltodextrinas para panes sin gluten muestra que la enzima se ha explorado como herramienta para mejorar calidad en este tipo de productos. La encapsulación, en ese contexto, se estudia como estrategia para modular la liberación y acción de la enzima dentro de una matriz compleja [7].

Panes planos, tortillas y productos flexibles

En panes planos y tortillas, el problema de calidad no siempre se expresa como “miga firme”, sino como pérdida de flexibilidad, agrietamiento, sequedad superficial o rotura al doblar. Aunque la evidencia específica depende del tipo de producto, el mismo principio de retrogradación del almidón ayuda a explicar por qué una amilasa maltogénica puede formar parte de una estrategia para conservar flexibilidad [4].

Estos productos suelen tener perfiles de humedad, espesor y calentamiento diferentes a los del pan de molde. Por tanto, el resultado no debe extrapolarse automáticamente: la enzima actúa sobre el almidón disponible, pero la textura final también depende de grasas, gomas, emulsionantes, laminado, cocción y empaque [9].

Premixes y sistemas de mejora de harina

En mezclas preparadas para panificación, la amilasa maltogénica puede integrarse como componente funcional junto con otros ingredientes de proceso. Las revisiones sobre enzimas de panadería señalan que las enzimas se usan para ajustar propiedades de masa, fermentación, volumen, textura y vida útil, pero su desempeño depende de interacciones entre ingredientes [4].

En premixes, su función debe formularse con precisión: si se combina con otras amilasas, el sistema puede tener efectos acumulativos sobre viscosidad, fermentación y textura. La clave técnica es evitar un desequilibrio que produzca miga pegajosa, corte irregular o pérdida de estructura [5].

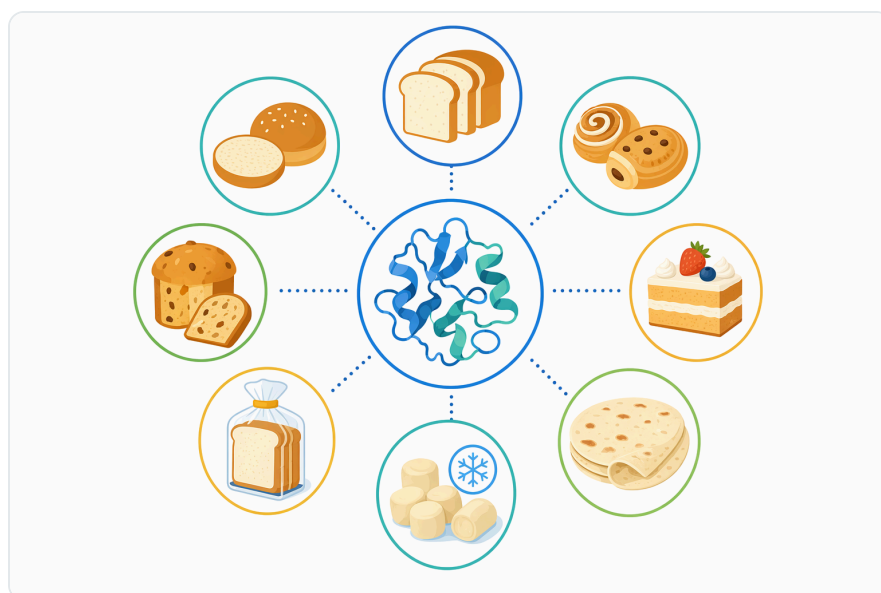


Figure 4. 말토제닉 아밀라아제는 저장 후에도 부드러움, 탄력, 슬라이스 촉감 또는 접힘성이 유지되어야 하는 베이커리 제품에서 특히 중요하다.

Factores de formulación que influyen en el desempeño

La amilasa maltogénica necesita acceso al sustrato adecuado: almidón hidratado y, en parte, gelatinizado. Por eso, la cantidad de agua, el nivel de almidón dañado y el perfil térmico del producto influyen en la magnitud del efecto. Harinas con mayor almidón dañado pueden ofrecer más sustrato accesible, pero también presentar problemas de absorción, viscosidad y manejo de masa ^[10].

La temperatura de proceso también es decisiva. Durante el horneado, la enzima puede actuar mientras conserva actividad y el almidón se vuelve accesible; después, la elevación térmica termina reduciendo o deteniendo su acción. Esta ventana de actividad explica por qué dos productos con la misma receta, pero diferente tamaño o perfil de cocción, pueden responder de forma distinta ^[4].

La presencia de azúcar y grasa puede modificar la gelatinización del almidón y la movilidad del agua. En formulaciones enriquecidas, el almidón puede gelatinizar de manera distinta, y la enzima puede encontrar una matriz más compleja que en pan magro. Por ello, los resultados en pan de molde simple no siempre se trasladan de forma lineal a bollería dulce o productos altos en grasa ^[9].

La fibra, el salvado y las harinas alternativas también influyen. Estos ingredientes compiten por agua, cambian la estructura de masa y pueden alterar la accesibilidad del almidón. En panes integrales o con subproductos vegetales ricos en fibra, la textura final responde a una combinación de efectos sobre gluten, almidón, agua y partículas insolubles ^[12].

En productos sin sal o reducidos en sal, la masa suele comportarse de forma diferente porque la sal afecta tanto la red proteica como la fermentación. Las composiciones enzimáticas pueden apoyar la calidad tecnológica, pero deben entenderse como parte de un ajuste amplio de formulación, no como una corrección aislada ^[11].

Beneficios tecnológicos realistas

El beneficio más importante de la amilasa maltogénica es reducir la velocidad de endurecimiento del pan durante almacenamiento. La base molecular de este efecto es la modificación de cadenas de almidón asociadas a la retrogradación, especialmente en la fracción de amilopectina, que participa de forma relevante en el envejecimiento de la miga ^[2].

Un segundo beneficio es mejorar la percepción de suavidad y elasticidad. En términos sensoriales, el consumidor no evalúa la retrogradación como concepto químico; percibe si el pan se siente fresco, si la miga se comprime sin romperse y si el producto mantiene ternura después de varios días. La enzima ayuda precisamente en ese intervalo entre estructura molecular y atributo sensorial ^[5].

Un tercer beneficio es la estabilidad de calidad durante distribución. Para fabricantes de pan empacado, food service o productos de vida útil extendida, reducir variabilidad de textura puede ser tan importante como mejorar el producto recién horneado. La amilasa maltogénica contribuye a esa estabilidad, siempre que el empaque y la formulación controlen también humedad y deterioro microbiológico [4].

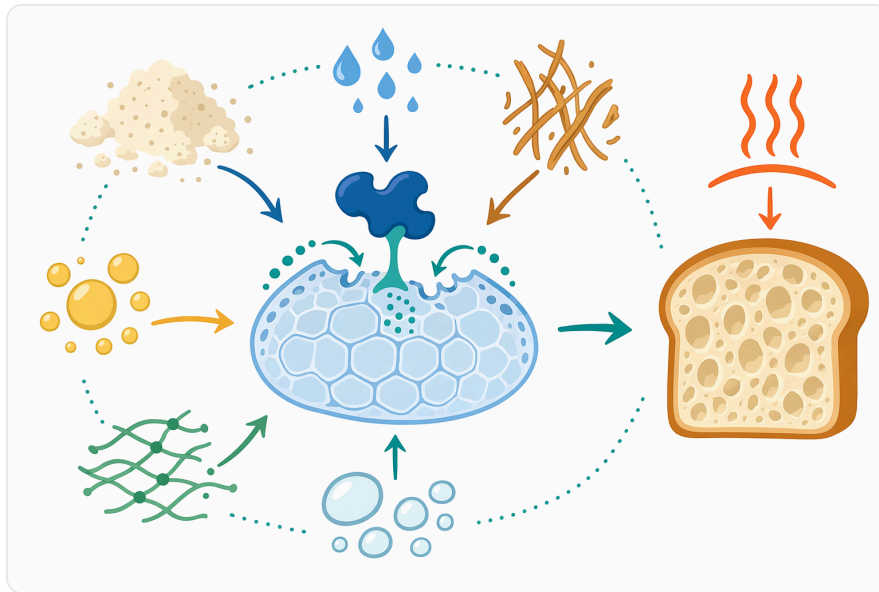


Figure 5. 말토제닉 아밀라아제의 성능은 밀가루 조성, 수분량, 열 처리 이력, 배합 성분, 그리고 굽는 동안 전분이 물리적으로 얼마나 접근 가능한지에 따라 달라진다.

Otro beneficio es su compatibilidad con sistemas enzimáticos más amplios. Las enzimas de panadería se emplean con frecuencia en combinación, porque la calidad final depende de almidón, proteínas, lípidos, fibra y fermentación. La amilasa maltogénica puede aportar el componente anti-*staling* dentro de un sistema que incluya otras enzimas con funciones diferentes [6].

Límites técnicos y consideraciones de uso

La amilasa maltogénica no debe presentarse como una garantía automática de vida útil. Su efecto puede ser claro en matrices donde el endurecimiento se debe en gran parte a retrogradación del almidón, pero será menos determinante si el problema principal es pérdida de humedad por empaque deficiente, contaminación microbiológica, colapso estructural, mala fermentación o formulación desequilibrada [4].

El exceso de actividad amilolítica en una formulación puede generar defectos. Aunque la amilasa maltogénica se asocia a una acción más controlada que otras amilasas, cualquier sistema que degrade demasiado el almidón puede afectar viscosidad, corte, pegajosidad o estabilidad de miga. Por eso el

uso debe ajustarse al producto y al proceso real ^[5].

La fuente botánica del almidón también importa. Trigo, maíz, arroz y mezclas sin gluten difieren en proporción de amilosa y amilopectina, tamaño granular, temperatura de gelatinización y comportamiento de retrogradación. Los estudios sobre almidón muestran que la respuesta a la amilasa maltogénica depende de la estructura del sustrato y de las condiciones de tratamiento ^[3].

Además, las enzimas disponibles comercialmente pueden diferir por origen microbiano, estabilidad térmica y perfil de acción. La literatura reciente sobre expresión, caracterización y evolución dirigida de amilasas maltogénicas confirma que existe interés científico en mejorar propiedades como eficiencia catalítica, estabilidad y adecuación a procesos específicos ^[13].

Desarrollo biotecnológico de la amilasa maltogénica

La amilasa maltogénica no es una enzima estática desde el punto de vista tecnológico. Se han descrito nuevas variantes, sistemas de expresión y estrategias de evolución dirigida para ajustar sus propiedades. Por ejemplo, se han estudiado amilasas maltogénicas de diferentes microorganismos, incluidas variantes mesofílicas caracterizadas por su comportamiento catalítico y potencial de aplicación ^[14].

También se ha investigado la expresión de amilasa maltogénica en sistemas alimentarios como *Bacillus subtilis*, con el objetivo de obtener enzimas aptas para aplicaciones de procesamiento. Este tipo de investigación explica por qué las enzimas comerciales pueden diferir en estabilidad y desempeño, aun cuando se clasifiquen bajo la misma función general ^[15].

En síntesis de maltooligosacáridos, la amilasa maltogénica se ha combinado con otras enzimas como ciclodextrina glucanotransferasa en agregados enzimáticos entrecruzados. Aunque esta aplicación no es panificación, muestra la versatilidad catalítica de la enzima sobre sustratos glucídicos y su interés más amplio en tecnologías de carbohidratos ^[16].

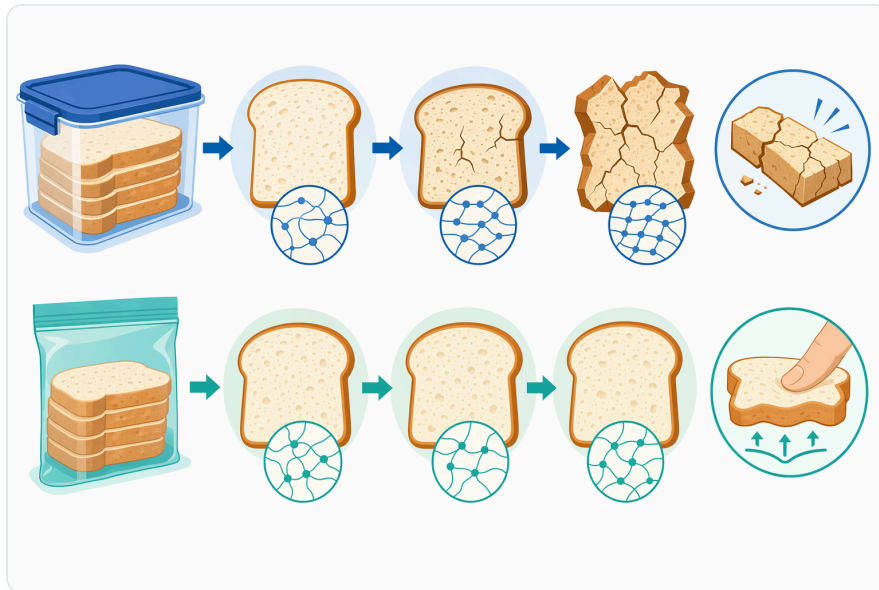


Figure 6. 완제품에서 얻는 주된 이점은 질감 손실을 늦추는 것으로, 빵이 의도한 보관 기간 동안 더 부드럽고 탄력 있게 유지되도록 돕는다.

Trabajos posteriores sobre agregados enzimáticos funcionalizados continuaron explorando cómo mejorar sistemas combinados para síntesis de maltooligosacáridos. Estos estudios son útiles para comprender que la amilasa maltogénica forma parte de una familia de herramientas biocatalíticas con aplicaciones tanto en alimentos como en procesamiento de carbohidratos ^[17].

Posición de Enzymes.bio como proveedor en línea

Enzymes.bio presenta un catálogo de enzimas para aplicaciones industriales y de procesamiento, incluyendo categorías relacionadas con panificación. En este contexto, la amilasa maltogénica en polvo CAS 9000-92-4 se ofrece como producto para mejorar masa y apoyar la calidad de productos horneados .

Es importante describir correctamente el papel de Enzymes.bio: actúa como proveedor B2B en línea, no como fabricante ni laboratorio. La página del producto permite la compra directa en unidades de 1 kg, y la documentación técnica del lote, como CoA y SDS, se proporciona junto con el pedido .

Para clientes de panificación, esto significa que el producto debe evaluarse como ingrediente funcional dentro de un sistema de formulación. La evidencia científica respalda el uso de amilasa maltogénica para controlar el envejecimiento de la miga, pero el desempeño final depende de harina, receta, proceso térmico, empaque y condiciones de almacenamiento ^[4].

Conclusión técnica

La amilasa maltogénica en polvo CAS 9000-92-4 es una enzima de alto interés para panificación porque actúa sobre el almidón de forma asociada a menor retrogradación y menor endurecimiento de la miga. Su valor principal está en conservar suavidad, elasticidad y calidad sensorial durante la vida útil de panes y productos farináceos ricos en almidón ^[1].

La evidencia disponible apoya su uso en pan de trigo, panes suaves, formulaciones integrales, sistemas sin gluten y otras matrices donde la estructura del almidón determina la textura final. Sin embargo, su efecto no sustituye el control de hidratación, fermentación, empaque, formulación grasa, fibra ni estabilidad microbiológica ^[7].

Como producto de Enzymes.bio, debe entenderse como una herramienta tecnológica para formuladores y procesadores de alimentos. Se ofrece en línea en unidades de 1 kg, con CoA y SDS proporcionados junto con el pedido, y su aplicación debe ajustarse al sistema real de panificación para lograr el efecto deseado sobre suavidad de miga y vida útil .

Pedir Dough Improver Enzyme - Maltogenic Amylase Powder 1000,000U/G Cas 9000-92-4 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 Dough Improver Enzyme - Maltogenic Amylase Powder 1000,000U/G Cas 9000-92-4 →](#)

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. Leman, P., Goesaert, H., Vandeputte, G., Lagrain, B., & Delcour, J. (2005). Maltogenic amylase has a non-typical impact on the molecular and rheological properties of starch. *Carbohydrate Polymers*, 62, 205-213.
2. Leman, P., Goesaert, H., & Delcour, J. (2009). Residual amylopectin structures of amylase-treated wheat starch slurries reflect amylase mode of action. *Food Hydrocolloids*, 23, 153-164.
3. Liu, Z., Zhong, Y., Khakimov, B., Fu, Y., Czaja, T. P., Kirkensgaard, J. J. K., Blennow, A., ... et al. (2023). Insights into high hydrostatic pressure pre-treatment generating a more efficient catalytic mode of maltogenic α -amylase: Effect of multi-level structure on retrogradation properties of maize starch. *Food Hydrocolloids*.

4. Mikuš, L., Dodok, L., Kováčová, M., Staruch, L., & Koman, V. (2012). Bakery enzymes in cereal technologies. *Potravinárstvo*, 6, 10-15.
5. Si, J. Q. (2002). Enzymes, Baking, Bread Making.
6. Thakur, H., Mankotia, S., & Rajput, R. (2024). Role of Enzymes in Food Processing. *European Journal of Nutrition & Food Safety*.
7. Haghghat-Kharazi, S., Milani, J. M., Kasaai, M., & Khajeh, K. (2019). Use of encapsulated maltogenic amylase in malotodextrins with different formulations in making gluten-free breads. *LWT*.
8. Matsushita, K., Santiago, D., Noda, T., Tsuboi, K., Kawakami, S., & Yamauchi, H. (2017). The Bread Making Qualities of Bread Dough Supplemented with Whole Wheat Flour and Treated with Enzymes. *Food Science and Technology Research*, 23, 403-410.
9. 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*.
10. Barrera, G., León, A., & Ribotta, P. (2016). Use of enzymes to minimize the rheological dough problems caused by high levels of damaged starch in starch-gluten systems. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96 7, 2539-46 .
11. Пономарева, Е. И., Лукина, С. И., & Кривошеев, А. (2019). USE OF ENZYME COMPOSITIONS TO IMPROVE THE QUALITY OF NO-SALT BREAD. *Известия вузов. Пищевая технология*.
12. Boff, J. M., Strasburg, V. J., Ferrari, G., Oliveira Schmidt, H., Manfroi, V., & Oliveira, V. D. (2022). Chemical, Technological, and Sensory Quality of Pasta and Bakery Products Made with the Addition of Grape Pomace Flour. *Foods*, 11.
13. Wang, J., Han, L., Teng, M., Li, Q., Zhou, J., Li, J., Du, G., ... et al. (2024). Maltose gradient-induced biosensor-based high-throughput screening for directed evolution of maltogenic amylase from *Bacillus stearothermophilus*. *International Journal of Biological Macromolecules*, 136586 .
14. Wang, Y., Xie, T., Yan, G., Xue, H., Zhao, Z., & Ye, X. (2024). Heterologous Expression and Characterization of a Novel Mesophilic Maltogenic α -Amylase AmyFIA from *Flavobacterium* sp. NAU1659. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 196, 6492 - 6507.
15. Yu, X., Lv, H., Luo, H., Zhu, X., Wu, J., & Zhang, K. (2025). High level food-grade expression of maltogenic amylase in *Bacillus subtilis* through genomic integration and comA overexpression. *International Journal of Biological Macromolecules*, 143060 .
16. Yip, Y. S., Manas, N. S. A., Jaafar, N. R., Rahman, R. A., Puspaningsih, N., & Illias, R. (2023). Combined cross-linked enzyme aggregates of cyclodextrin glucanotransferase and maltogenic amylase from *Bacillus lehensis* G1 for maltooligosaccharides synthesis. *International Journal of Biological Macromolecules*, 124675 .
17. Yip, Y. S., Jaafar, N. R., Rahman, R. A., Puspaningsih, N., Jailani, N., & Illias, R. (2024). Improvement of combined cross-linked enzyme aggregates of cyclodextrin glucanotransferase and maltogenic amylase by functionalization of cross-linker for maltooligosaccharides synthesis. *International Journal of Biological Macromolecules*, 133241 .

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.