

Alfa-amilasa (Alpha Amylase Starch Sugar Enzyme): hidrólisis de almidón para azúcares, panificación, bebidas, textiles y detergentes

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

Alpha Amylase Starch Sugar Enzyme es una preparación de alfa-amilasa para procesos donde el almidón debe transformarse en dextrinas y azúcares más pequeños, reduciendo viscosidad y facilitando etapas posteriores como fermentación, sacarificación, horneado, desencolado textil o limpieza de residuos amiláceos. La alfa-amilasa actúa principalmente sobre enlaces glucosídicos α -1,4 internos del almidón, por lo que convierte cadenas largas de amilosa y amilopectina en mezclas de oligosacáridos, maltosa, maltotriosa y dextrinas, no en un único producto final universal ^[1].

Enzymes.bio actúa como **proveedor en línea**, no como fabricante ni laboratorio. El producto se comercializa directamente en unidades de **1 kg**, y la documentación asociada, como CoA y SDS, se proporciona junto con el pedido .

Qué es la alfa-amilasa y por qué es relevante en procesos con almidón

La alfa-amilasa es una enzima amilolítica: su sustrato tecnológico principal es el almidón, un polisacárido formado por unidades de glucosa. En la práctica industrial, el almidón puede provenir de maíz, trigo, arroz, patata, yuca, cebada, sorgo, residuos de panificación o subproductos agrícolas ricos en carbohidratos. Cuando se hidrata y se calienta, el almidón puede gelatinizarse y generar pastas muy viscosas; esa viscosidad complica bombeo, agitación, transferencia térmica, filtración, mezclado y fermentación. La alfa-amilasa reduce ese problema porque corta cadenas internas y disminuye el tamaño molecular promedio de los polímeros ^[2].

El almidón contiene dos arquitecturas principales. La **amilosa** es mayoritariamente lineal, con enlaces α -1,4 entre unidades de glucosa. La **amilopectina** es más grande y ramificada: contiene tramos α -1,4 y puntos de ramificación α -1,6. La alfa-amilasa ataca sobre todo enlaces α -1,4 internos; por eso se

clasifica como enzima de acción endo. Esta forma de ataque explica su eficacia para licuar mezclas amiláceas: no necesita “morder” solo desde los extremos, sino que puede fragmentar muchas zonas de la cadena y reducir rápidamente la longitud de los polímeros ^[1].

El resultado de la reacción no suele ser glucosa pura. En una etapa de alfa-amilasa se obtienen mezclas de dextrinas, maltosa, maltotriosa y maltooligosacáridos; si el objetivo industrial es un perfil alto de glucosa u otro jarabe más definido, se suelen emplear enzimas complementarias en etapas posteriores. Por eso conviene distinguir entre **licuefacción del almidón**, donde la alfa-amilasa tiene un papel central, y **sacarificación avanzada**, donde pueden intervenir glucoamilasas u otras enzimas según el perfil de azúcar deseado ^[2].

Mecanismo de acción: cómo corta el almidón y qué productos genera

La alfa-amilasa pertenece a una familia de enzimas con arquitectura proteica adaptada a reconocer cadenas de glucosa. Los estudios estructurales describen motivos conservados que forman un sitio activo capaz de acomodar segmentos de almidón y posicionar el enlace glucosídico para su hidrólisis. En términos prácticos, la enzima no “disuelve” el almidón por abrasión ni por simple calentamiento: cataliza una reacción química específica en la que el enlace glucosídico se rompe mediante participación de residuos catalíticos del sitio activo y agua ^[3].

Un rasgo importante es que muchas alfa-amilasas son enzimas “retentoras”: los productos mantienen la configuración anomérica tras un mecanismo en dos pasos. La detección de un intermediario covalente en alfa-amilasa pancreática porcina mediante estudios con carbono-13 apoyó este tipo de mecanismo, en el que se forma transitoriamente un complejo glucosil-enzima antes de liberarse el producto hidrolizado ^[4]. Aunque ese trabajo se realizó con una enzima pancreática, el principio ayuda a explicar por qué la reacción de alfa-amilasa es catalítica y selectiva, no una degradación química indiscriminada.

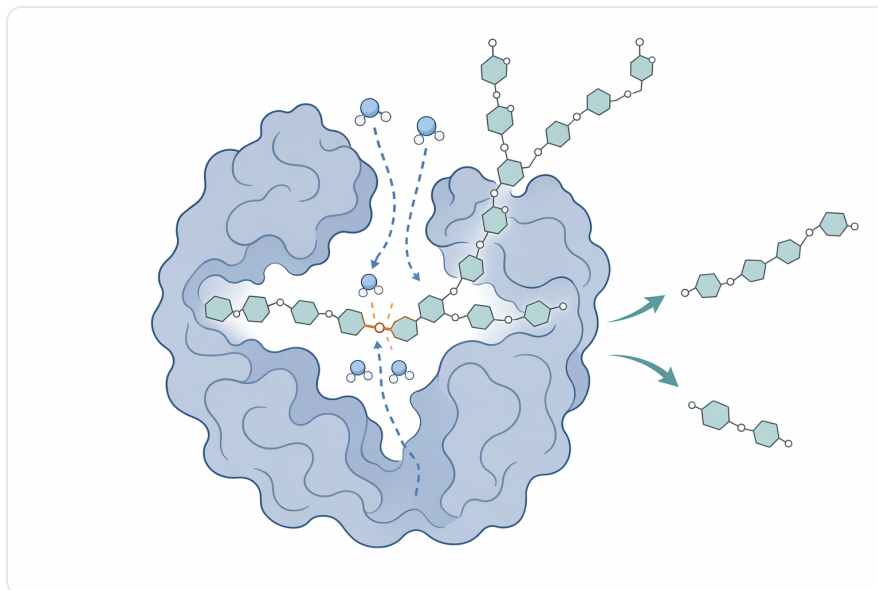


Figure 1. 알파-아밀레이스는 아밀로스과 아밀로펙틴의 내부 α -1,4 결합을 절단해 더 짧은 덱스트린을 만들며, α -1,6 가지 결합 지점은 그대로 남습니다.

La especificidad también se observa en sustratos modelo. Estudios con maltoheptaósidos —moléculas con siete unidades de glucosa— muestran que la alfa-amilasa reconoce cadenas de longitud suficiente y genera patrones de fragmentación concretos, lo que ilustra que la posición del corte depende de cómo el sustrato encaja en los subsitios del centro activo ^[5]. En aplicaciones industriales, esta especificidad se traduce en una distribución de dextrinas y azúcares que depende de la fuente de almidón, del grado de gelatinización, de la formulación y del tiempo de contacto.

Muchas alfa-amilasas industriales también dependen de su estabilidad estructural en condiciones de proceso. Enzimas de especies de *Bacillus*, por ejemplo, son ampliamente estudiadas por su rendimiento en entornos térmicos y por su utilidad en licuefacción de almidón, detergencia y otras aplicaciones. La estabilidad no es un atributo único de toda alfa-amilasa: cambia con la fuente biológica, la secuencia proteica, la formulación y las condiciones del medio ^[6].

Fuentes microbianas y diversidad tecnológica

La alfa-amilasa puede obtenerse de bacterias, hongos y otros microorganismos. Las especies de *Bacillus* aparecen de forma recurrente en la literatura por su capacidad de producir amilasas extracelulares y por la robustez de algunas de sus enzimas en procesos industriales. Se han estudiado alfa-amilasas de *Bacillus amyloliquefaciens* para tratamiento de aguas industriales y desencolado textil, lo que conecta directamente la bioquímica de la enzima con aplicaciones de proceso ^[7].

También se han investigado cepas de *Bacillus cereus*, *Bacillus licheniformis* y otros aislamientos bacterianos para optimizar producción, estabilidad y desempeño. Los estudios de optimización de condiciones de crecimiento muestran que pequeñas variaciones de sustrato, pH, temperatura de cultivo o composición del medio pueden modificar el rendimiento de producción enzimática, aunque esos resultados pertenecen al contexto de fermentación del productor y no deben confundirse con especificaciones de un producto comercial concreto [8].

Las fuentes fúngicas también son relevantes. *Aspergillus oryzae* se ha estudiado para producción de alfa-amilasa con aplicaciones industriales, especialmente por su historial en fermentaciones alimentarias y su capacidad de secretar enzimas al medio [9]. Además, investigaciones recientes han revisado el uso de residuos agroindustriales, como cáscaras de banana u otros materiales ricos en carbohidratos, como sustratos para producción de amilasas, lo que refleja el interés en integrar enzimas amilolíticas en cadenas de valorización de biomasa [10].

La diversidad de fuentes explica por qué no existe una alfa-amilasa “universal”. Dos preparaciones pueden compartir el nombre de alfa-amilasa y, aun así, diferir en estabilidad térmica, tolerancia a pH, compatibilidad con sales, perfil de productos y desempeño en matrices reales. Para el usuario B2B, esto significa que la enzima debe entenderse como una herramienta de proceso que interactúa con una formulación concreta, no como un reactivo intercambiable sin contexto [2].

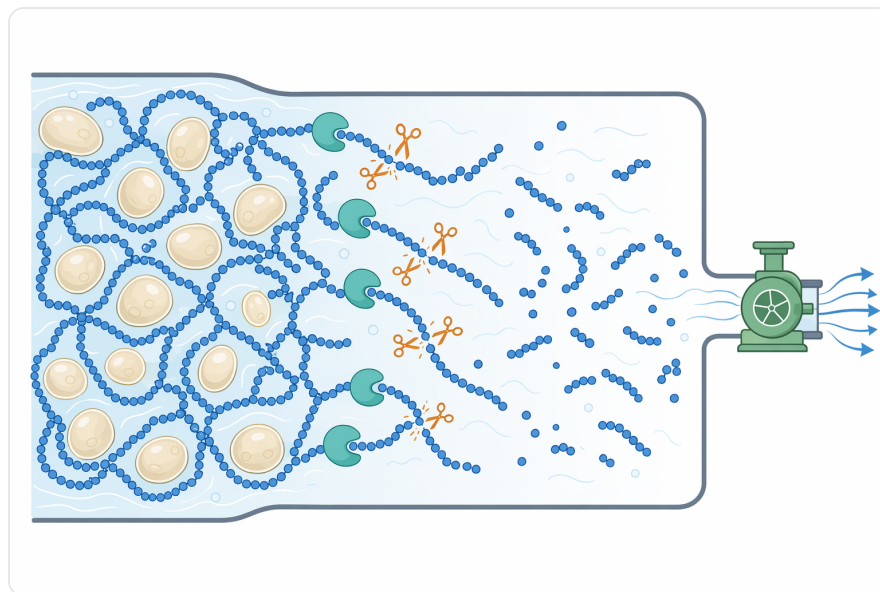


Figure 2. 젤라틴화는 전분 사슬을 노출시켜 알파-아밀레이스가 중합체를 짧게 자르고 페이스트의 점도를 빠르게 낮출 수 있게 합니다.

Principales aplicaciones industriales de Alpha Amylase Starch Sugar Enzyme

Procesamiento de almidón y producción de azúcares

La aplicación más directa es la hidrólisis parcial del almidón para reducir viscosidad y generar dextrinas. En la licuefacción, la alfa-amilasa fragmenta cadenas largas tras la hidratación y gelatinización del almidón; esto facilita el manejo mecánico de la suspensión y prepara el material para etapas posteriores. En procesos donde se buscan jarabes de glucosa, maltosa u otros perfiles de carbohidratos, la alfa-amilasa suele actuar como primera etapa, seguida por enzimas que completan la sacarificación o ajustan la distribución de azúcares ^[2].

La ventaja técnica no es solo química, sino reológica. Una masa de almidón gelatinizado puede comportarse como un gel o una pasta espesa; al cortar cadenas α -1,4, disminuye la longitud de los polímeros que retienen agua y forman redes viscosas. En consecuencia, el sistema puede volverse más bombeable, mezclable y transferible, con menor resistencia a la agitación y mayor contacto entre enzima y sustrato. Este efecto explica por qué la alfa-amilasa aparece en industrias tan distintas como alimentos, bebidas, biocombustibles, papel, detergentes y textiles ^[1].

Panificación y masas fermentadas

En panificación, la alfa-amilasa actúa sobre almidón dañado o accesible de la harina y libera azúcares fermentables y dextrinas. La levadura no utiliza directamente el almidón intacto con la misma facilidad que azúcares pequeños; por eso, una hidrólisis controlada puede apoyar la fermentación, contribuir al desarrollo de color de corteza por disponibilidad de azúcares reductores y modificar textura de miga. La literatura sobre amilasas microbianas describe su empleo en panificación por su efecto sobre volumen, textura y frescura percibida ^[2].

El punto crítico es el control. Una hidrólisis insuficiente puede no producir cambios perceptibles; una hidrólisis excesiva puede generar masas pegajosas, miga débil o dulzor no deseado. El resultado depende de la harina, la proporción de almidón dañado, el tiempo de fermentación, la hidratación, el perfil térmico y la interacción con otras enzimas presentes en mejorantes o harinas. Por ello, en panificación la alfa-amilasa debe verse como una herramienta de ajuste fino, no como sustituto de una formulación equilibrada ^[11].

Cervecería, bebidas fermentadas y sustratos para fermentación

En cervecería y bebidas fermentadas elaboradas a partir de cereales, el objetivo suele ser convertir almidón en carbohidratos que las levaduras u otros microorganismos puedan metabolizar. La alfa-amilasa ayuda a abrir la estructura del almidón y generar dextrinas y azúcares intermedios; después,

otras enzimas naturales del cereal malteado o añadidas al proceso pueden completar la conversión según el perfil de fermentabilidad deseado [2].

En bioprocesos más amplios, la alfa-amilasa también puede emplearse para preparar sustratos amiláceos destinados a fermentación. Esto es relevante cuando se trabaja con corrientes agrícolas, subproductos de panificación o residuos ricos en almidón. Al reducir viscosidad y aumentar la fracción soluble de carbohidratos, la enzima mejora la accesibilidad del sustrato para microorganismos fermentativos, siempre que el resto del proceso —nutrientes, esterilidad relativa, pH, temperatura y aireación— sea compatible [10].

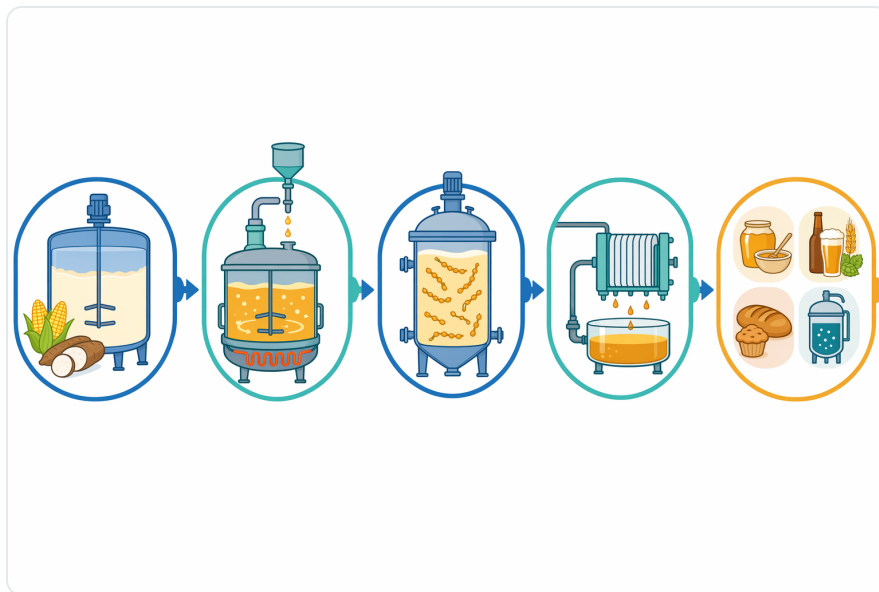


Figure 3. 전분을 당으로 전환하는 공정에서 알파-아밀레이스는 걸쭉한 전분 슬러리를 더 낮은 점도의 덱스트린으로 바꾸는 액화 단계를 수행하여 이후 당화, 발효 또는 말토덱스트린 생산에 사용되도록 합니다.

Textiles: desencolado de fibras

En la industria textil, el almidón se usa como agente de encolado para proteger hilos durante el tejido. Antes de teñir, estampar o terminar la tela, ese almidón debe retirarse. La alfa-amilasa permite un desencolado más selectivo porque degrada el almidón sin recurrir exclusivamente a tratamientos químicos agresivos. Estudios con alfa-amilasa de *Bacillus amyloliquefaciens* han evaluado explícitamente su utilidad en desencolado textil y tratamiento de efluentes industriales [7].

El beneficio operativo es claro: romper el almidón en fragmentos solubles facilita su eliminación del tejido y mejora la preparación de la fibra para etapas posteriores. El desempeño depende del tipo de fibra, carga de encolado, temperatura del baño, tiempo de contacto, pH y presencia de auxiliares

textiles. La enzima no sustituye todas las operaciones de preparación, pero puede reducir la severidad de condiciones químicas cuando el objetivo principal es retirar almidón ^[7].

Detergentes y limpieza de residuos amiláceos

Las manchas de alimentos ricos en almidón —salsas, papillas, cereales, pasta, arroz o productos horneados— pueden adherirse a fibras y superficies. Una alfa-amilasa en una formulación de limpieza degrada la fracción amilácea de la mancha en carbohidratos más pequeños y más dispersables. Esta aplicación es una de las razones por las que las amilasas se consideran enzimas industriales versátiles, junto con proteasas, lipasas y celulasas en formulaciones de limpieza ^[1].

El reto en detergencia es la compatibilidad. La enzima debe conservar actividad suficiente en presencia de tensioactivos, sales, agentes alcalinos, blanqueantes u otros componentes. No todas las alfa-amilasas toleran igual esas condiciones; por eso, las variantes termoestables o modificadas han recibido atención en estudios de estabilidad y relevancia industrial ^[6].

Papel, pulpa y control de almidón

En papel y pulpa, el almidón puede participar como aditivo funcional o aparecer como componente que influye en viscosidad y comportamiento de proceso. La alfa-amilasa se utiliza para modificar almidón y ajustar propiedades de soluciones o recubrimientos, facilitando su aplicación y control reológico. La acción enzimática permite reducir el tamaño de las cadenas sin aplicar degradaciones químicas menos selectivas ^[2].

El valor está en la reproducibilidad del flujo y en la posibilidad de preparar derivados de almidón con viscosidad más manejable. Como en otros sectores, la enzima no determina por sí sola la calidad del papel: interactúa con la fuente de almidón, sólidos totales, temperatura, cizalla, aditivos y condiciones de secado. Sin embargo, su especificidad para enlaces α -1,4 la convierte en una herramienta útil para ajustar sistemas amiláceos ^[1].

Alimentación animal y pretratamiento de materias primas

En alimentación animal, las amilasas pueden apoyar la disponibilidad de carbohidratos en dietas con cereales o subproductos ricos en almidón. Su función es reducir la fracción de almidón menos accesible y generar oligosacáridos o azúcares que puedan ser utilizados durante la digestión o durante etapas previas de procesamiento. Las revisiones sobre amilasas microbianas incluyen alimentación animal entre sus aplicaciones industriales, aunque el efecto real depende de especie, dieta, matriz y condiciones digestivas ^[2].



Figure 4. 알파-아밀레이스는 전분 액화, 식품 및 음료 가공, 양조와 발효, 섬유 호발 제거, 세정, 전분 함유 부산물 처리 등 다양한 분야에서 사용됩니다.

En pretratamientos fuera del animal, la enzima puede mejorar la fluidez de mezclas ricas en almidón o facilitar fermentaciones destinadas a producir ingredientes. En ese caso, el beneficio se parece al de otros bioprocesos: menor viscosidad, mayor solubilización parcial de carbohidratos y mejor contacto entre sustrato y microorganismos o enzimas adicionales ^[10].

Comparativa de aplicaciones: qué cambia según el sector

Aplicación	Función principal de la alfa-amilasa	Productos o efectos esperados	Variables críticas de proceso	Límite técnico habitual
Licuefacción de almidón	Cortar enlaces α -1,4 internos	Dextrinas, menor viscosidad, mejor bombeabilidad	Gelatinización, mezcla, pH, temperatura, tiempo	No produce por sí sola un perfil final de glucosa definido
Jarabes y azúcares	Preparar sustrato para sacarificación	Oligosacáridos y dextrinas convertibles	Tipo de almidón, enzimas complementarias, control térmico	Requiere etapas posteriores para perfiles de azúcar específicos
Panificación	Liberar azúcares fermentables y modificar miga	Mejor fermentación potencial, color y textura	Harina, hidratación, fermentación, horneado	Exceso de hidrólisis puede debilitar la estructura

Aplicación	Función principal de la alfa-amilasa	Productos o efectos esperados	Variables críticas de proceso	Límite técnico habitual
Cervecería y fermentación	Aumentar disponibilidad de carbohidratos	Azúcares y dextrinas fermentables o residuales	Materia prima, maceración, enzimas presentes, levadura	El balance fermentable/no fermentable debe controlarse
Textiles	Degradar almidón de encolado	Desencolado más selectivo	Fibra, carga de encolado, baño, auxiliares	No elimina contaminantes no amiláceos
Detergentes	Romper manchas de almidón	Residuos más dispersables y lavables	Compatibilidad con formulación, temperatura de lavado	No actúa sobre grasas o proteínas salvo que haya otras enzimas
Papel y pulpa	Ajustar viscosidad de almidón	Soluciones o recubrimientos más manejables	Sólidos, cizalla, temperatura, aditivos	Debe equilibrarse viscosidad con función del almidón

Factores que condicionan el desempeño en una matriz real

La **accesibilidad del almidón** es uno de los factores más importantes. El almidón granular intacto puede ser menos accesible que el almidón hidratado o gelatinizado, porque la enzima necesita llegar físicamente a los enlaces α -1,4. En harinas, pastas, suspensiones o tejidos, la matriz puede limitar difusión y contacto. Por eso, dos sustratos con la misma cantidad de almidón pueden responder de forma distinta si difieren en tamaño de partícula, humedad, tratamiento térmico o compactación ^[12].

La **temperatura** afecta simultáneamente al sustrato y a la enzima. Calentar puede gelatinizar el almidón y hacerlo más accesible, pero un exceso térmico puede desestabilizar la proteína enzimática si supera su tolerancia. Las alfa-amilasas termoestables son relevantes precisamente porque permiten trabajar en condiciones donde el almidón se encuentra más abierto y fluido, manteniendo actividad durante una ventana de proceso más útil ^[6].

El **pH** modifica la carga de grupos catalíticos y la estabilidad de la estructura proteica. Si el medio se aleja demasiado del rango funcional de la enzima, la hidrólisis se ralentiza o la proteína pierde conformación. En alimentos, bebidas, detergentes o textiles, el pH no se elige solo por la enzima: también lo determinan sabor, seguridad, fibra, detergencia, fermentación o estabilidad del producto final ^[2].

Los **iones y cofactores estructurales** también pueden influir. Muchas alfa-amilasas se estabilizan por iones como calcio, que ayudan a mantener la conformación activa; estudios recientes han investigado la modificación de estabilidad y eficiencia catalítica de alfa-amilasa mediante calcio y ultrasonido ^[13]. Esto no significa que cualquier adición de sales mejore automáticamente un proceso, sino que la estructura de la enzima y el entorno iónico forman parte del rendimiento observado.

La **presencia de inhibidores o componentes competidores** puede reducir la actividad. Compuestos fenólicos, extractos vegetales o moléculas diseñadas para inhibir alfa-amilasa se estudian precisamente por su capacidad de unirse al sitio activo o a regiones cercanas y disminuir la hidrólisis de almidón ^[14]. En matrices alimentarias complejas, esto ayuda a explicar por qué una enzima puede funcionar de manera diferente en una suspensión purificada de almidón que en una mezcla con cacao, especias, polifenoles, sales, conservantes o fibras.

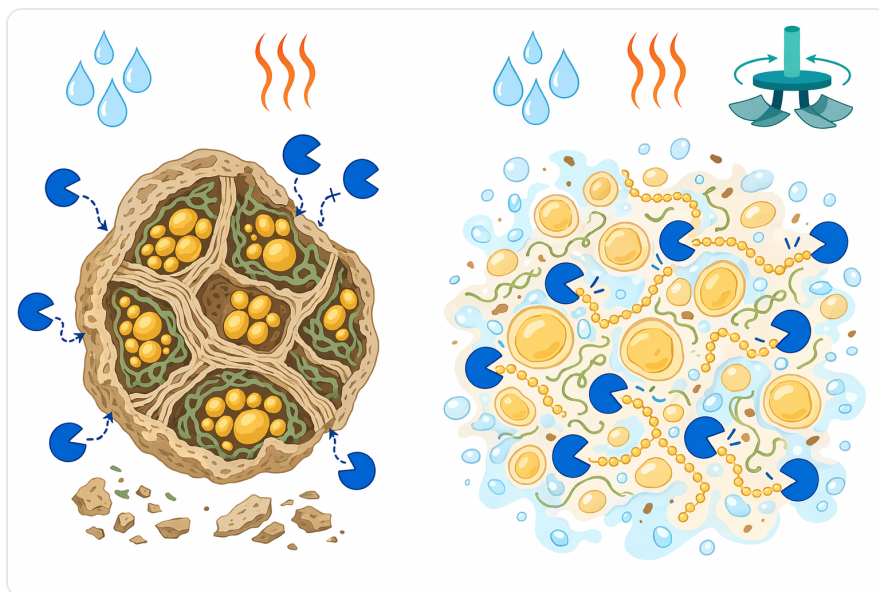


Figure 5. 입자 크기, 수화 정도, 젤라틴화, 주변 식물 기질은 알파-아밀레이스가 전분에 물리적으로 얼마나 접근할 수 있는지를 결정합니다.

Alfa-amilasa, estabilidad e inmovilización: qué aporta la investigación reciente

La investigación no se limita a encontrar nuevos microorganismos productores; también busca mejorar estabilidad, reutilización y control del biocatalizador. La inmovilización de alfa-amilasa sobre soportes sólidos se ha revisado como estrategia para aumentar estabilidad operativa, permitir recuperación de la enzima y facilitar procesos continuos, aunque introduce retos de transferencia de masa, costo del soporte y posible pérdida de actividad por restricciones conformacionales ^[15].

La ingeniería de proteínas es otra línea activa. Estudios sobre alfa-amilasa de *Bacillus licheniformis* analizan cómo cambios estructurales pueden influir en estabilidad, función y tolerancia a condiciones industriales ^[16]. Para el comprador técnico, la conclusión práctica no es que todas las enzimas comerciales sean modificadas o equivalentes, sino que la familia alfa-amilasa dispone de un amplio espacio de diseño: diferentes fuentes y variantes pueden ajustarse a distintos ambientes de proceso.

También se exploran fuentes no convencionales. Aislamientos bacterianos de ecosistemas acuáticos amazónicos y cepas de aguas residuales han sido investigados por su capacidad para producir alfa-amilasa, reflejando que la biodiversidad microbiana sigue siendo un reservorio de enzimas con propiedades potencialmente útiles ^[17]. Estas investigaciones amplían el conocimiento, pero sus resultados no deben extrapolarse automáticamente a una preparación comercial específica sin validación de aplicación.

Cómo interpretar el producto de Enzymes.bio en un contexto B2B

Alpha Amylase Starch Sugar Enzyme debe entenderse como una herramienta para procesos donde el almidón necesita licuarse, fragmentarse o convertirse en carbohidratos más pequeños. Enzymes.bio lo ofrece como proveedor en línea en formato de 1 kg; el CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido, lo que ayuda al usuario a integrar la preparación dentro de sus propios requisitos de calidad, seguridad y cumplimiento .

La función del proveedor no debe confundirse con la de un fabricante o laboratorio de desarrollo. En una organización B2B, la decisión técnica suele integrarse en un sistema más amplio: formulación, equipo, condiciones de operación, normativa aplicable y control de calidad interno. La enzima aporta la actividad amilolítica; el resultado final depende de cómo se combine con la materia prima, el tratamiento térmico, el tiempo de contacto y las etapas posteriores.

En aplicaciones alimentarias o de bebidas, el objetivo puede ser mejorar procesabilidad, fermentabilidad, textura o perfil de carbohidratos. En textiles, puede ser retirar almidón de encolado. En detergentes, degradar manchas amiláceas. En papel, ajustar viscosidad de almidón. Estos usos comparten el mismo principio —hidrólisis de enlaces α -1,4—, pero no comparten necesariamente las mismas condiciones óptimas ni los mismos criterios de éxito ^[1].



Figure 6. *Bacillus*와 *Aspergillus* 같은 미생물에서 유래한 알파-아밀레이스는 동일한 전분 가수분해 화학 반응을 수행할 수 있지만, 생산 방식, 안정성, 적용 적합성은 서로 다를 수 있습니다.

Límites técnicos y uso responsable

La alfa-amilasa no actúa sobre todos los enlaces del almidón con la misma eficacia. Los puntos de ramificación α -1,6 de la amilopectina no son su objetivo principal; por eso, cuando se requiere una conversión más completa, pueden intervenir enzimas desramificantes o glucoamilasas. Esta limitación es central para diseñar expectativas realistas: la alfa-amilasa reduce tamaño molecular y viscosidad, pero no garantiza por sí sola una sacarificación total ^[2].

Tampoco debe asumirse que más hidrólisis siempre es mejor. En panificación, demasiada degradación puede afectar estructura; en cervecería, puede alterar el equilibrio entre azúcares fermentables y dextrinas residuales; en papel, puede reducir viscosidad por debajo de lo funcional; en textiles, una operación mal ajustada puede dejar residuos o interferir con etapas posteriores. La acción enzimática debe detenerse o limitarse cuando el proceso alcanza el punto tecnológico deseado ^[11].

Desde el punto de vista de seguridad, las enzimas son proteínas funcionales y deben manipularse conforme a la documentación del producto y las prácticas aplicables en cada planta. La SDS incluida con el pedido proporciona información de seguridad, y el CoA acompaña el lote comercial suministrado. El usuario final sigue siendo responsable de determinar la idoneidad del producto para su país, sector, formulación y uso final .

Conclusión

Alpha Amylase Starch Sugar Enzyme es una solución enzimática para transformar almidón en dextrinas y carbohidratos más pequeños, con beneficios prácticos en reducción de viscosidad, preparación para sacarificación, fermentación, panificación, bebidas, textiles, detergentes, papel y valorización de materias primas amiláceas. Su mecanismo está bien establecido: la alfa-amilasa corta principalmente enlaces α -1,4 internos, generando una mezcla de productos cuya composición depende de la matriz y del proceso ^[1].

Para clientes B2B, el valor técnico está en aplicar esa reacción de forma controlada: suficiente para mejorar procesabilidad o funcionalidad, pero ajustada al objetivo del producto final. Enzymes.bio suministra el producto como proveedor en línea en unidades de 1 kg, con CoA y SDS proporcionados junto con el pedido, sin presentarse como fabricante ni laboratorio .

Pedir Alpha Amylase Starch Sugar 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 Alpha Amylase Starch Sugar 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. Pinto, É. S., Dorn, M., & Feltes, B. C. (2020). The tale of a versatile enzyme: Alpha-amylase evolution, structure, and potential biotechnological applications for the bioremediation of n-alkanes. *Chemosphere*, 250, 126202 .
2. Oyenado, O., & Omoruyi, I. (2024). Review of amylase production by microorganisms and their industrial application. *Ife Journal of Science*.
3. Shad, M., Hussain, N., Usman, M., Akhtar, M., & Sajjad, M. (2023). Exploration of computational approaches to predict the structural features and recent trends in α -amylase production for industrial applications. *Biotechnology and Bioengineering*, 120, 2092 - 2116.
4. Tao, B., Reilly, P., & Robyt, J. (1989). Detection of a covalent intermediate in the mechanism of action of porcine pancreatic alpha-amylase by using ^{13}C nuclear magnetic resonance. *Biochimica et Biophysica Acta*, 995 3, 214-20 .
5. Hägele, E., Schaich, E., Rauscher, E., Lehmann, P., Bürk, H., & Wahlefeld, A. (1982). Mechanism of action of human pancreatic and salivary alpha-amylase on alpha-4-nitrophenyl maltoheptaoside substrate. *Clinical Chemistry*, 28 11,

6. George, R., & George, J. J. (2020). Thermostable Alpha-Amylase and Its Activity, Stability and Industrial Relevance Studies. *Social Science Research Network*.
7. Abd-Elhalim, B. T., Gamal, R., El-Sayed, S., & Abu-Hussien, S. H. (2023). Optimizing alpha-amylase from *Bacillus amyloliquefaciens* on bread waste for effective industrial wastewater treatment and textile desizing through response surface methodology. *Scientific Reports*, 13.
8. Saha, S., & Mazumdar, D. (2019). Optimization of process parameter for alpha-amylase produced by *Bacillus cereus* amy3 using one factor at a time (OFAT) and central composite rotatable (CCRD) design based response surface methodology (RSM). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*.
9. 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 .
10. 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*.
11. Nwachukwu, U., George-Okafor, U., Mba-Omeje, K., Ezeme-Nwafor, A. C., Onah, I., & Egbuji, I. J. V. (2024). PURIFICATION AND CHARACTERIZATION OF AMYLASE PRODUCED FROM PROBIOTIC LACTOBACILLUS PLANTARUM CS FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS. *Pakistan journal of biotechnology*.
12. 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*.
13. 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.
14. Gunny, A., Subramanian, P., Mahmood, S. S., Al-Rajabi, M., Ahmad, A. A., & Bakar, A. R. A. (2024). Mechanism of inhibition of alpha-amylase by caffeic acid using in-vitro and in-silico techniques. *Natural Product Research*, 39, 7023 - 7027.
15. Mafakher, L., Ahmadi, Y., Fard, J. K., Yazdansetad, S., Gomari, S. R., & Far, B. E. (2022). Alpha-amylase immobilization; methods and challenges. *Pharmaceutical Sciences*.
16. Shad, M., Akhtar, M. W., & Sajjad, M. (2025). Investigating the structural and functional snapshots of *Bacillus licheniformis* alpha-amylase through protein engineering strategies. *International Journal of Biological Macromolecules*, 142243 .
17. Neves, R., Silva, J. R. D., Gwinner, R., Carmo, E. J., Carvalho, N. D., & Silva, G. D. (2025). SELECTION OF ALPHA-AMYLASE PRODUCING BACTERIAL ISOLATES FROM AMAZONIAN AQUATIC ECOSYSTEM. *Lumen et Virtus*.

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.