

Inulinasa alimentaria para producción de fructooligosacáridos (FOS), fructosa y procesamiento de inulina

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

La inulinasa es una enzima de proceso que hidroliza los enlaces $\beta(2\rightarrow1)$ de la inulina y otros fructanos para generar fructosa, glucosa terminal y fructooligosacáridos de menor longitud, incluidos FOS de interés tecnológico. En aplicaciones alimentarias B2B, se utiliza para ajustar solubilidad, dulzor, fermentabilidad y perfil prebiótico potencial de ingredientes derivados de inulina, siempre con validación del proceso y de la matriz final ^[1].

Enzymes.bio ofrece esta inulinasa para producción de fructooligosacáridos como producto de compra directa en línea para uso industrial y de procesamiento alimentario; Enzymes.bio actúa como proveedor, no como fabricante ni laboratorio. El producto se vende en unidades de 1 kg, y el CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido .

Qué es la inulinasa y qué transforma en la producción de FOS

La **inulinasa** pertenece al grupo de enzimas que actúan sobre fructanos, especialmente sobre la **inulina**, un carbohidrato de reserva presente en materias primas vegetales como achicoria, alcachofa de Jerusalén, agave y otros tejidos vegetales ricos en fructosa polimerizada. La inulina se describe comúnmente como una cadena de unidades de fructosa unidas principalmente por enlaces $\beta(2\rightarrow1)$, con frecuencia con una glucosa terminal; esta arquitectura explica por qué la hidrólisis selectiva puede producir tanto fructosa libre como oligosacáridos tipo GF_n_ y F_m_ según la longitud de cadena y el sitio de corte ^[2].

En la práctica, hablar de **producción de fructooligosacáridos** no significa obtener una sola molécula, sino una familia de carbohidratos de bajo grado de polimerización. La literatura sobre FOS suele incluir estructuras como 1-kestosa, nistosa y fructofuranosil-nistosa, además de otras fracciones de cadena corta; los límites exactos de grado de polimerización varían entre autores y normas, pero el concepto central es la presencia de oligosacáridos fructánicos más cortos que la inulina nativa ^[3].

El valor industrial de la inulinasa está en convertir una fibra relativamente larga, viscosa o poco compatible con algunas formulaciones en una mezcla más manejable de azúcares y oligómeros. Para un procesador, esa conversión puede cambiar propiedades concretas: mayor solubilidad en sistemas acuosos, dulzor más perceptible por la generación de fructosa, disponibilidad de carbohidratos fermentables para cultivos seleccionados y posibilidad de formular ingredientes funcionales con fracciones de FOS [4].

Mecanismo: cómo corta la inulinasa los fructanos

La hidrólisis enzimática de inulina es una reacción de ruptura de enlaces glucosídicos mediante agua, catalizada en el sitio activo de la enzima. En términos sencillos, la cadena fructánica entra en una región de unión de la proteína; los residuos catalíticos posicionan el enlace $\beta(2\rightarrow1)$, facilitan la transferencia de protones y permiten que el agua rompa el enlace, liberando un fragmento más corto y dejando disponible otro extremo para cortes posteriores [1].

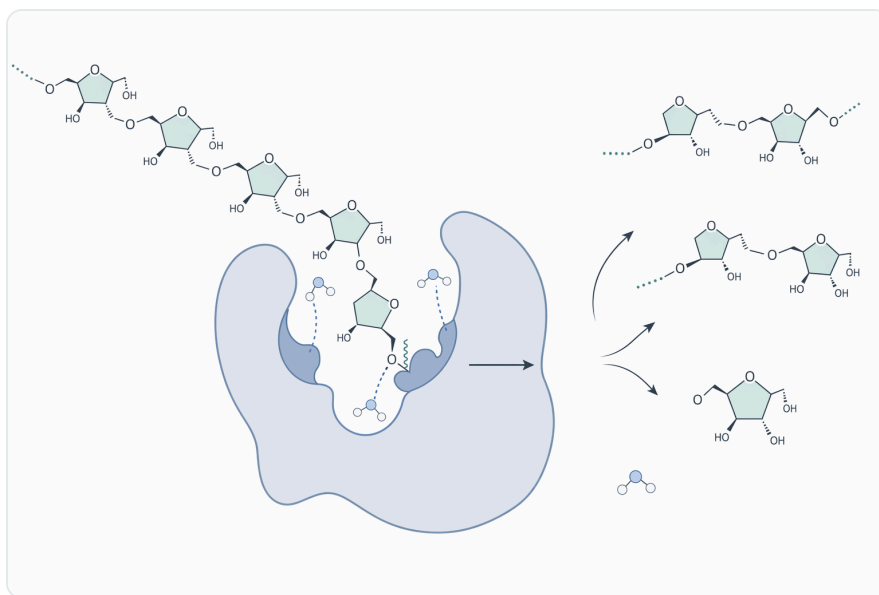


Figure 1. 이눌리나아제는 이눌린의 β -2,1 프럭토시드 결합을 절단하여 긴 프럭탄 사슬을 더 짧은 프락토올리고당으로 전환시킨다.

No todas las inulinasas producen el mismo perfil. Las **exo-inulinasas** atacan preferentemente desde los extremos de la cadena y tienden a liberar fructosa de forma progresiva, lo que las hace adecuadas cuando se busca un jarabe más rico en monosacáridos. Las **endo-inulinasas**, en cambio, cortan enlaces internos y generan oligosacáridos de diferentes longitudes con mayor rapidez, por lo que son relevantes cuando el objetivo es aumentar la fracción de FOS y no solo maximizar fructosa libre [2].

Esta distinción es importante porque el resultado final no depende únicamente de “añadir enzima”. El perfil de carbohidratos resultante se desplaza con el tiempo de reacción: al inicio puede aumentar la proporción de oligosacáridos intermedios, mientras que una hidrólisis más extensa favorece moléculas más pequeñas y fructosa. Por eso, el control de tiempo, temperatura, acidez del medio, concentración de sustrato y finalización de la reacción define si el proceso se orienta hacia FOS, fructosa o una mezcla funcional [5].

Inulinasa, FOS y prebióticos: evidencia y alcance real

Los fructooligosacáridos se han estudiado ampliamente como ingredientes prebióticos porque pueden resistir parcialmente la digestión enzimática humana en el intestino delgado y ser fermentados por microorganismos beneficiosos en el colon. Revisiones sobre FOS describen efectos potenciales vinculados a modulación de microbiota, producción de ácidos grasos de cadena corta y mejora del entorno intestinal, aunque la magnitud del efecto depende de dosis, composición del FOS, dieta de fondo y población objetivo [6].

Para una empresa alimentaria, esto no debe traducirse automáticamente en declaraciones de salud sobre un producto terminado. La inulinasa permite generar o modificar fracciones fructánicas, pero las alegaciones nutricionales o funcionales requieren encaje regulatorio, composición analítica del ingrediente final y evidencia aplicable a la matriz y al mercado donde se comercializa. La literatura sobre fructanos prebióticos enfatiza que los beneficios tecnológicos y fisiológicos deben evaluarse de forma conjunta, no asumirse por la simple presencia de FOS [4].

También conviene distinguir entre **FOS producidos desde sacarosa por fructosiltransferasas** y **FOS o inulo-oligosacáridos obtenidos por hidrólisis de inulina**. Ambos grupos comparten enlaces fructosídicos y uso como fibras prebióticas, pero pueden diferir en distribución de cadenas, presencia de glucosa terminal, dulzor, fermentabilidad y comportamiento en formulación. Las revisiones tecnológicas de FOS tratan estas rutas como alternativas biocatalíticas con perfiles de producto diferentes [2].

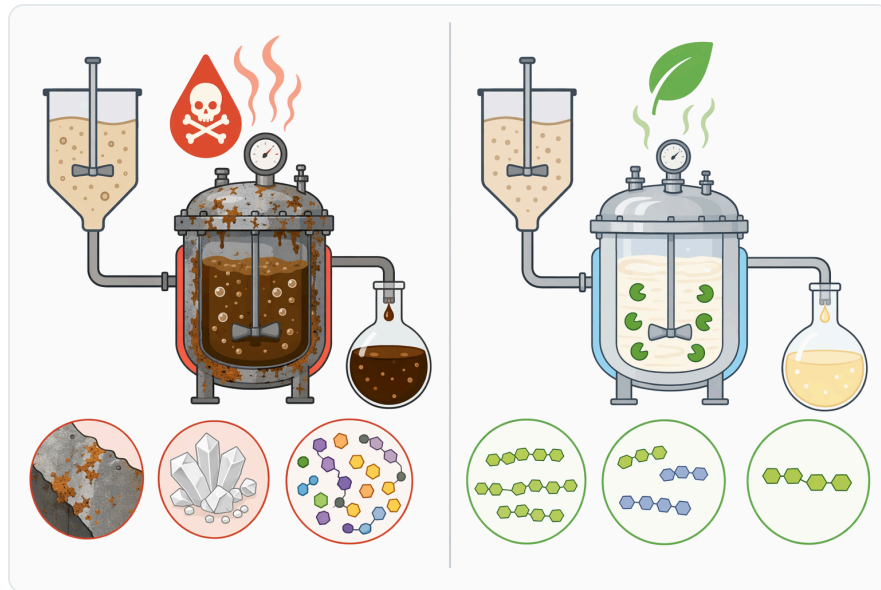


Figure 2. 엔도-이눌리나아제는 FOS 형성을 위해 사슬 내부 절단을 선호하는 반면, 엑소-이눌리나아제는 사슬 말단에서 과당을 점진적으로 방출한다.

Comparación de rutas para obtener ingredientes derivados de inulina

Ruta de proceso	Sustrato típico	Producto predominante	Ventaja técnica	Límite práctico
Inulinasa con comportamiento exo	Inulina o fructanos	Fructosa y cadenas residuales más cortas	Útil para incrementar dulzor y producir jarabes ricos en fructosa desde inulina	Puede reducir la fracción de FOS si la hidrólisis avanza demasiado
Inulinasa con comportamiento endo	Inulina o fructanos	Mezclas de FOS e inulo-oligosacáridos	Favorece cortes internos y generación de oligómeros funcionales	Requiere control estrecho del tiempo para evitar sobrehidrólisis
Fructosiltransferasa	Sacarosa	FOS tipo GF_n_	Ruta establecida para síntesis de FOS desde un disacárido abundante	El perfil depende de transfructosilación y puede coexistir con azúcares simples
Hidrólisis química ácida	Inulina o fructanos	Mezclas menos selectivas de azúcares y fragmentos	No depende de biocatalizador	Menor selectividad y mayor riesgo de subproductos o degradación no deseada

Las rutas enzimáticas son atractivas porque operan con mayor selectividad molecular que una hidrólisis química indiscriminada. En FOS, esa selectividad importa: pequeñas diferencias en grado de polimerización cambian dulzor, solubilidad, presión osmótica, fermentabilidad y tolerancia gastrointestinal, por lo que una biocatálisis controlada ofrece más margen para diseñar un perfil de ingrediente que una ruptura ácida general de la cadena ^[1].

Aplicaciones principales en alimentos, bebidas e ingredientes funcionales

Producción de fructooligosacáridos e inulo-oligosacáridos

La aplicación más directa de la inulinasa alimentaria es la conversión de inulina purificada o extractos ricos en fructanos en **FOS** e **inulo-oligosacáridos**. Estos ingredientes se usan en formulaciones funcionales, nutrición especializada, alimentos con fibra añadida y mezclas prebióticas, con una base bibliográfica amplia sobre sus propiedades tecnológicas y fisiológicas potenciales ^[7].

Cuando el objetivo es maximizar FOS, el diseño del proceso debe evitar que la reacción continúe hasta convertir una parte excesiva de los oligómeros en fructosa. En términos de ingeniería de proceso, esto implica seleccionar el punto de parada en función del perfil de carbohidratos deseado y no solo de la desaparición de inulina; el valor del producto puede estar en una distribución de cadenas concreta, no en la hidrólisis completa ^[2].

Jarabes ricos en fructosa desde inulina

Las exo-inulinasas se han estudiado para producir jarabes con alto contenido relativo de fructosa a partir de inulina. Esta ruta es conceptualmente distinta de los jarabes de fructosa derivados de almidón, porque parte de un fructano y no de glucosa isomerizada; por ello, puede ser interesante donde existan corrientes ricas en inulina o se busque una conversión directa de fructanos vegetales ^[5].

Desde el punto de vista sensorial, la fructosa aporta dulzor elevado y buena solubilidad, pero también cambia la presión osmótica y el comportamiento fermentativo de la formulación. Por ello, una hidrólisis orientada a fructosa puede ser útil en bebidas, jarabes, bases fermentables o ingredientes de dulzor, siempre que el perfil de azúcares se ajuste al producto final y a sus requisitos de etiquetado ^[3].

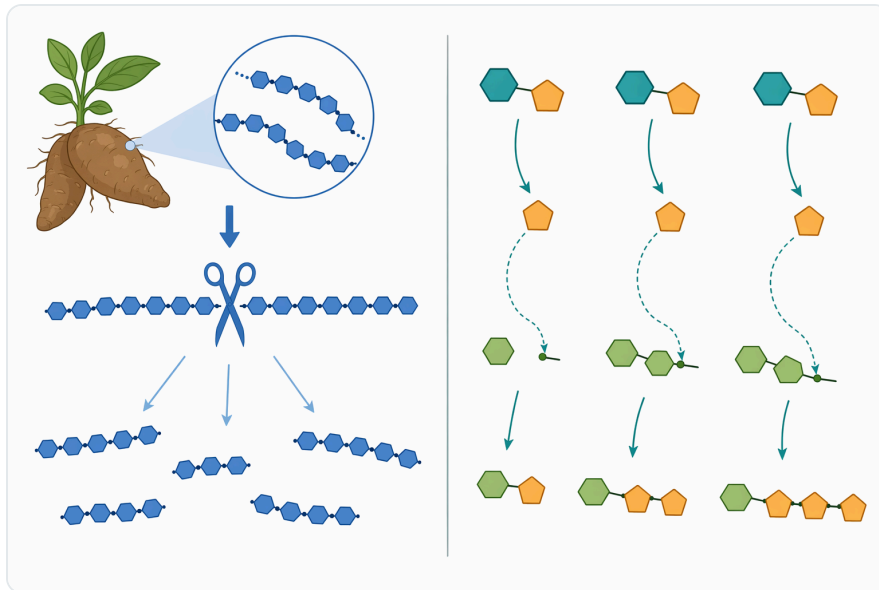


Figure 3. FOS는 기존 이눌린 중합체를 짧게 절단하거나, 자당 기반 시스템에서 프럭토실전이효소가 매개하는 전이 반응을 통해 생산될 수 있다.

Bebidas funcionales y sistemas acuosos

En bebidas, la inulina de cadena más larga puede presentar limitaciones de solubilidad, turbidez o sensación en boca según concentración, temperatura y matriz. La hidrólisis parcial mediante inulinasa puede reducir longitud de cadena y mejorar integración en sistemas acuosos, generando una mezcla que combina dulzor moderado, fibra soluble de menor tamaño y menor tendencia a ciertos problemas de dispersión [4].

La utilidad no se limita a bebidas claras. En bebidas lácteas, vegetales o fermentadas, los fructanos de menor tamaño pueden actuar como sustratos fermentables para microorganismos seleccionados y modificar textura, acidez final o percepción de cuerpo. La literatura sobre probióticos, prebióticos y textura alimentaria destaca que estos ingredientes no solo aportan función nutricional, sino que también influyen en reología, estabilidad y sensación sensorial [8].

Lácteos fermentados y matrices con cultivos vivos

En yogures, leches fermentadas y alternativas vegetales fermentadas, los FOS pueden servir como componente prebiótico y, dependiendo del cultivo, como fracción fermentable. Sin embargo, no todos los microorganismos metabolizan igual los fructanos; algunas cepas aprovechan oligosacáridos cortos con más facilidad que inulina de mayor longitud, por lo que la hidrólisis previa o parcial puede cambiar la cinética de fermentación [6].

El efecto tecnológico puede ser positivo o problemático según el objetivo. Más sustrato fermentable puede acelerar acidificación o modificar el balance de metabolitos; a la vez, una generación excesiva de azúcares simples puede alterar dulzor, presión osmótica y estabilidad. Por eso, la inulinasa debe tratarse como una herramienta de ajuste fino, no como un aditivo universal para cualquier matriz fermentada [8].

Panadería, pastelería y alimentos reformulados

Los fructanos se aplican en panadería y productos de cereal para aportar fibra, modificar textura y apoyar estrategias de reformulación. La hidrólisis parcial de inulina puede ser útil cuando se desea mantener parte del valor funcional de los fructanos, pero reducir problemas de dispersión, granulosidad o interacción con la red de masa; las revisiones sobre fibras fructánicas describen aplicaciones en panadería, lácteos, productos cárnicos y bebidas [4].

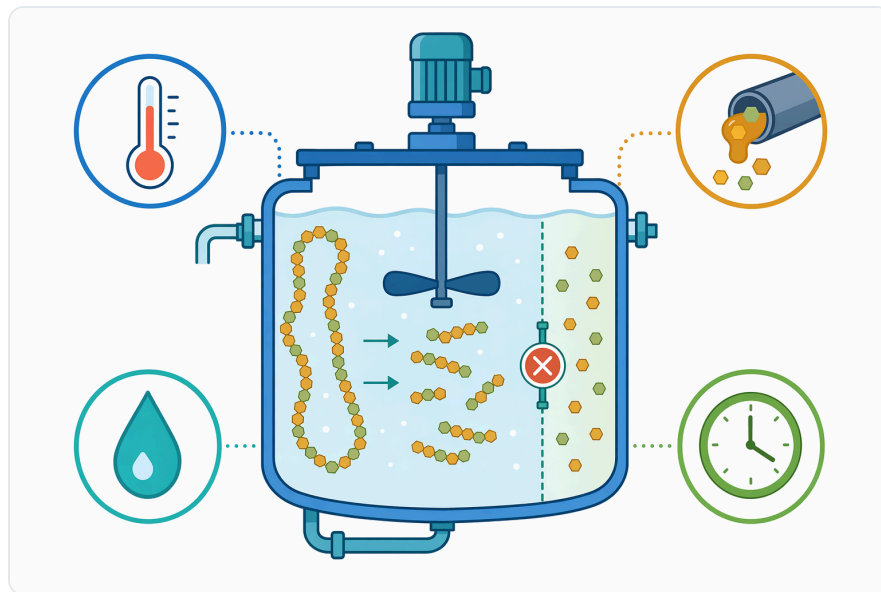


Figure 4. 온도, pH, 고형분 농도, 혼합, 반응 시간은 이눌리나아제 처리 과정에서 FOS가 축적될지, 더 작은 당으로 계속 분해될지를 좌우한다.

En masas y batidos, la longitud de cadena influye en retención de agua, viscosidad, fermentación de levadura y percepción de humedad. Una inulinasa incorporada como etapa de preparación del ingrediente —no necesariamente en la masa final— permite generar una fracción más compatible con la formulación, aunque el resultado debe evaluarse en el proceso real porque harina, grasa, proteína, sal y azúcares modifican la disponibilidad de agua y el comportamiento de los carbohidratos [9].

Factores de proceso que cambian el perfil de FOS

El primer factor es el **tipo de sustrato**. No es equivalente trabajar con inulina purificada de cadena relativamente uniforme, un extracto vegetal con minerales y compuestos acompañantes, o una corriente de proceso con sólidos insolubles. La longitud inicial de cadena condiciona el máximo de FOS alcanzable, la velocidad de hidrólisis y la proporción final entre fructosa, glucosa terminal y oligómeros [1].

El segundo factor es el **tiempo de reacción**. Una reacción corta puede dejar mucha inulina intacta y generar solo una fracción limitada de oligómeros; una reacción intermedia puede maximizar ciertos FOS; una reacción prolongada puede desplazar el sistema hacia azúcares simples. Esta progresión es la razón por la que los procesos industriales suelen definir un punto de parada funcional, alineado con el producto deseado, más que una hidrólisis “máxima” [5].

El tercer factor es el **entorno fisicoquímico**. Las enzimas son proteínas con una conformación activa sensible a acidez, temperatura, fuerza iónica y composición del medio; si el entorno se aleja de su zona compatible, disminuye la velocidad, cambia la selectividad aparente o se pierde actividad. Las revisiones sobre estabilidad de enzimas industriales explican que la termoestabilidad y la resistencia operacional son rasgos decisivos porque determinan vida útil de proceso, consistencia y coste de conversión [10].

El cuarto factor es la **transferencia de masa**. La inulina debe estar suficientemente hidratada y accesible para la enzima; grumos, alta viscosidad o dispersión incompleta reducen el contacto entre enzima y sustrato. En sistemas concentrados, la mezcla no solo homogeniza temperatura y pH, sino que evita microzonas donde la enzima trabaja con distinta concentración de sustrato, lo que puede ampliar la distribución de productos [11].

El quinto factor es la **finalización de la reacción**. Una vez alcanzado el perfil deseado, el proceso debe estabilizarse para que la enzima no siga transformando el sustrato durante almacenamiento o etapas posteriores. En alimentos, esto suele resolverse mediante una etapa de inactivación o separación integrada al proceso, definida por el usuario según la matriz, la normativa aplicable y la estabilidad del producto final [2].

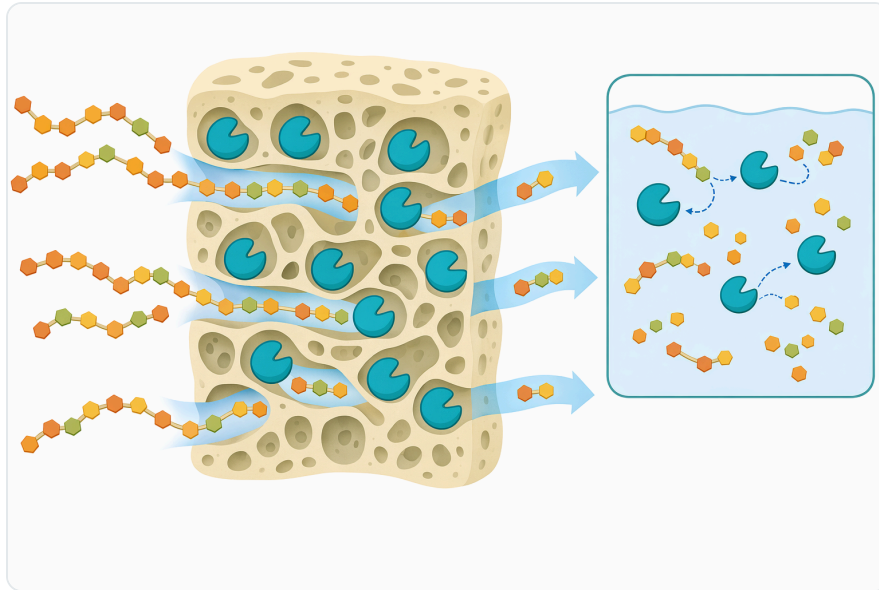


Figure 5. 고정화 이눌리나아제 시스템은 구조화된 소재 안에 촉매를 유지하면서 기질이 효소와 접촉하고 생성물이 반응기를 빠져나가도록 할 수 있다.

Inmovilización, reactores y escalado: cuándo importan

Aunque una inulinasa soluble puede ser suficiente para muchos procesos por lote, la inmovilización en soportes o el uso de biorreactores con membrana se estudian para mejorar reutilización, estabilidad y control de producto. En sistemas inmovilizados, la enzima queda retenida en una matriz, lo que puede facilitar separación del producto y operación repetida, pero también introduce limitaciones de difusión y posibles cambios en el acceso del sustrato al sitio activo ^[12].

Los biorreactores enzimáticos con membrana ofrecen otra estrategia: retener el biocatalizador mientras los productos de menor tamaño atraviesan una barrera selectiva. En teoría, esto permite operación continua y mayor productividad volumétrica; en la práctica, el diseño debe gestionar ensuciamiento, viscosidad, concentración de sustrato y estabilidad de la enzima durante tiempos prolongados ^[11].

Para una empresa que desarrolla un ingrediente FOS, estas opciones son relevantes cuando el proceso supera la etapa de formulación y necesita repetibilidad a escala productiva. No obstante, la elección entre lote simple, enzima inmovilizada o reactor con membrana depende del valor del producto, la pureza requerida, el coste de separación y la tolerancia de la matriz a tratamientos posteriores ^[11].

Seguridad, documentación y uso alimentario responsable

Las enzimas utilizadas en procesamiento alimentario se manejan como **ayudas de proceso** o ingredientes tecnológicos según la jurisdicción, la función y el modo de uso. La seguridad no se evalúa solo por la reacción química deseada, sino también por el origen microbiano de la enzima, las impurezas relevantes, la composición del preparado y la documentación del lote suministrado ^[10].

Enzymes.bio no debe describirse como fabricante ni como laboratorio de análisis; su papel es el de proveedor B2B en línea. Para esta inulinasa, la información documental aplicable al lote —incluyendo CoA y SDS— se entrega con el pedido, y debe integrarse en el sistema de calidad del usuario junto con sus controles internos de proceso, trazabilidad y cumplimiento regulatorio .



Figure 6. 이눌리나아제 처리로 생산된 FOS는 유제품, 제과·제빵, 당과류, 음료, 식물 추출물, 반려동물 사료, 프리바이오틱 원료 시스템과 관련이 있다.

El producto no debe considerarse un alimento de consumo directo. Su uso previsto es el procesamiento industrial o desarrollo de formulaciones controladas, donde la enzima se dosifica, se deja actuar bajo condiciones definidas y se inactiva, retiene o gestiona según el diseño del proceso. Esta distinción es importante porque el cumplimiento del producto terminado recae en quien formula y comercializa la matriz final .

Qué resultados puede esperar un procesador y cuáles no

Un procesador puede esperar que la inulinasa facilite la ruptura de inulina y fructanos bajo condiciones compatibles, generando una mezcla de FOS, fructosa y otros carbohidratos de menor tamaño. También puede esperar que cambios en tiempo, sustrato, acidez, temperatura y configuración

de proceso modifiquen el perfil final, porque la hidrólisis de polímeros no produce un único compuesto puro sin etapas adicionales de separación [5].

No debe esperarse que una sola enzima garantice automáticamente una fracción FOS específica, una declaración prebiótica aprobada o un comportamiento sensorial idéntico en todas las matrices. Las revisiones sobre FOS muestran que estructura, grado de polimerización y matriz alimentaria influyen en sus propiedades tecnológicas y fisiológicas, de modo que cada aplicación necesita validación en el producto real [4].

Tampoco debe asumirse que “más hidrólisis” siempre significa mejor ingrediente. Si el objetivo es dulzor, puede interesar aumentar fructosa; si el objetivo es fibra prebiótica, una hidrólisis excesiva puede reducir la proporción de oligosacáridos; si el objetivo es textura, el equilibrio entre cadenas largas y cortas puede ser más importante que la conversión completa. La decisión técnica depende del atributo que se quiera optimizar [8].

Ventajas frente a enfoques menos selectivos

La principal ventaja de una inulinasa es la **selectividad de enlace**. Al reconocer enlaces fructosídicos específicos, permite transformar inulina de manera más dirigida que procesos químicos generales, con menor tendencia a romper indiscriminadamente otras fracciones de la matriz. Esta selectividad es especialmente útil cuando el valor del producto está en conservar una distribución de oligómeros y no simplemente en producir azúcares reductores [2].

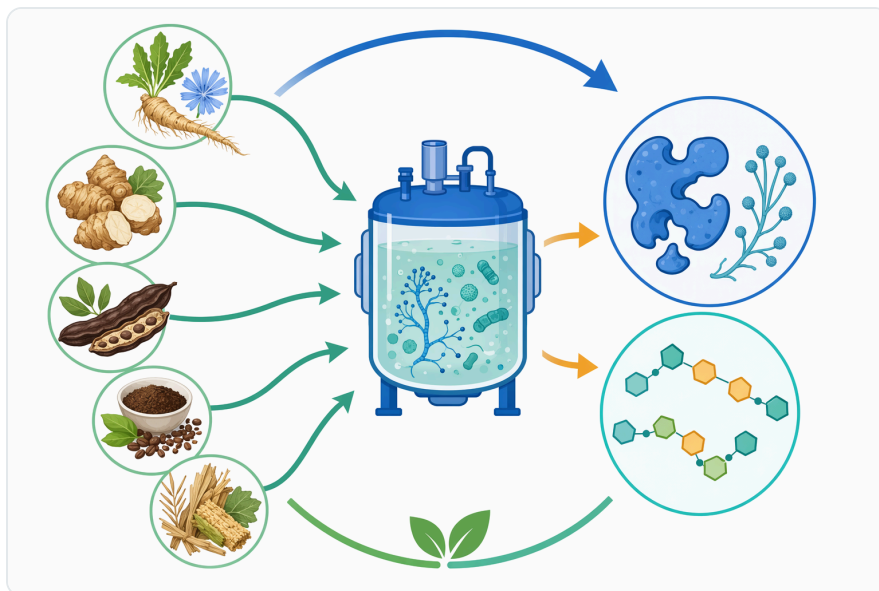


Figure 7. 이눌리나아제 연구는 재생 가능한 식물성 탄수화물 자원, 미생물 효소 생산, 고부가가치 올리고당 원료를 연결한다.

Otra ventaja es la posibilidad de operar en condiciones moderadas compatibles con muchas matrices alimentarias. En comparación con tratamientos químicos severos, una etapa enzimática puede preservar mejor color, aroma y componentes sensibles, aunque no elimina la necesidad de controlar carga microbiana, estabilidad, separación de sólidos y vida útil. Las enzimas industriales se valoran precisamente porque combinan especificidad catalítica con operación relativamente suave ^[10].

Una tercera ventaja es la modularidad. La inulinasa puede integrarse antes de una fermentación, durante la preparación de un jarabe, en una línea de ingrediente funcional o como etapa previa a concentración y secado. Esa flexibilidad permite desarrollar productos con perfiles diferenciados, desde mezclas ricas en FOS hasta bases con mayor dulzor por fructosa ^[3].

Limitaciones técnicas y puntos de control internos

La primera limitación es la variabilidad del sustrato. Dos lotes de inulina pueden diferir en longitud de cadena, humedad, cenizas, compuestos acompañantes y solubilidad; esas diferencias alteran la velocidad de hidrólisis y el perfil de productos. En materias primas vegetales menos purificadas, la variabilidad puede ser aún mayor por presencia de proteínas, pectinas, minerales o partículas insolubles ^[1].

La segunda limitación es la estabilidad de la enzima durante almacenamiento y proceso. Como proteína, la inulinasa puede perder actividad por exposición a condiciones incompatibles, ciclos térmicos, humedad inadecuada o medios agresivos. Las estrategias industriales de estabilidad enzimática se centran en preservar conformación activa y reducir desnaturalización, agregación o autólisis durante el uso ^[10].

La tercera limitación es la interpretación de beneficios prebióticos. Un ingrediente puede contener FOS y aun así requerir evidencia específica para una alegación en etiqueta, especialmente si el proceso genera una mezcla con azúcares simples o si la dosis por porción es baja. Las revisiones clínicas y tecnológicas sobre fibras fructánicas recomiendan relacionar composición, dosis y matriz antes de extrapolar beneficios ^[4].

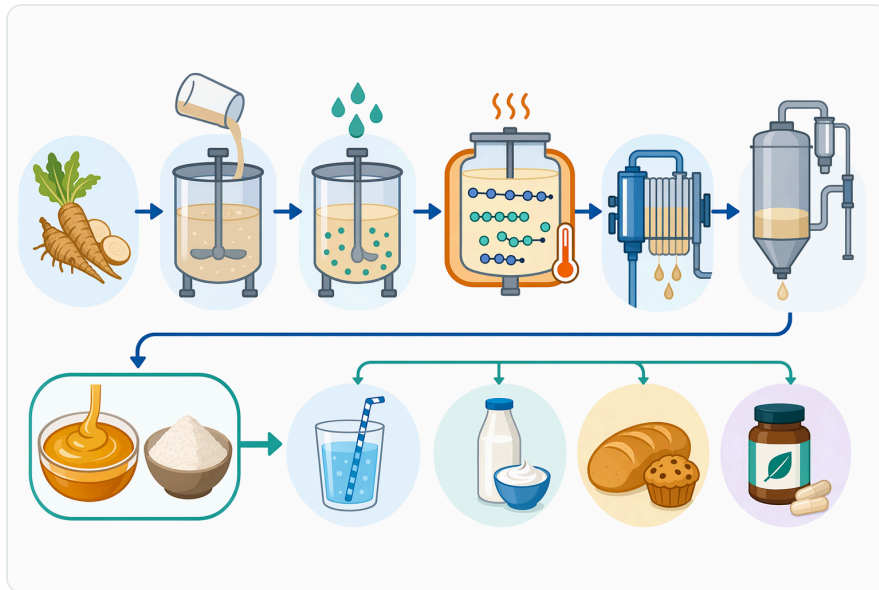


Figure 8. 실용적인 이눌리나아제 공정은 수용성 이눌린 원료액을 준비하고, 효소를 분산시키며, 반응 중점을 제어한 뒤, 후속 식품 가공 단계를 적용한다.

Encaje comercial de Enzymes.bio para esta enzima

Enzymes.bio presenta esta inulinasa como una enzima para producción de fructooligosacáridos en contextos de procesamiento alimentario e industrial. La compra se realiza directamente en línea, en unidad de 1 kg, sin necesidad de tratar el producto como una materia prima de consumo directo; la documentación de lote se entrega con el pedido para su archivo y revisión por el usuario .

Este posicionamiento es útil para equipos de I+D, formulación y proceso que necesitan incorporar una inulinasa en pruebas internas o en una línea ya controlada. La responsabilidad técnica del usuario consiste en definir la matriz, el punto de reacción, la integración con etapas térmicas o de separación, y la conformidad del producto final con la normativa aplicable .

Conclusión

La inulinasa alimentaria para producción de FOS es una herramienta biocatalítica concreta: corta enlaces $\beta(2\rightarrow1)$ de inulina y fructanos para generar fructosa, glucosa terminal y fructooligosacáridos con propiedades tecnológicas y prebióticas potenciales. Su utilidad se concentra en procesos donde se busca ajustar dulzor, solubilidad, fermentabilidad, textura o perfil de fibra en alimentos, bebidas, lácteos, panadería e ingredientes funcionales ^[1].

El resultado final depende de la materia prima, el tipo de actividad predominante de la enzima, el tiempo de reacción y las condiciones de proceso; por eso, la inulinasa debe integrarse en un desarrollo técnico validado y no tratarse como una solución automática. Enzymes.bio la suministra como

proveedor B2B en línea, con venta directa en unidades de 1 kg y documentación CoA/SDS incluida con el pedido .

Pedir Food Grade Inulinase For Fructooligosaccharide Production 100G 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 Food Grade Inulinase For Fructooligosaccharide Production 100G →](#)

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. Kherade, M., Solanke, S., Tawar, M., & Wankhede, S. (2021). Fructooligosaccharides: A comprehensive review. *Journal of Ayurvedic and Herbal Medicine*.
2. Ibrahim, O. (2021). Technological Aspects of Fructo-Oligosaccharides (FOS), Production Processes, Physiological Properties, Applications and Health Benefits.
3. Fernandes, P. C. B. (2025). Fructooligosaccharides (FOSs): A Condensed Overview. *Compounds*.
4. Carvalho Correa, A., Lopes, M. S., Perna, R., & Silva, E. K. (2023). Fructan-type prebiotic dietary fibers: Clinical studies reporting health impacts and recent advances in their technological application in bakery, dairy, meat products and beverages.. *Carbohydrate Polymers*, 323, 121396 .
5. Yazıcı, S. O., Şahin, S., Bıyık, H. H., Geroğlu, Y., & Ozmen, I. (2020). Optimization of fermentation parameters for high-activity inulinase production and purification from Rhizopus oryzae by Plackett–Burman and Box–Behnken. *Journal of food science and technology*, 58, 739-751.
6. Sabater-Molina, M., Larqué, E., Torrella, F., & Zamora, S. (2009). Dietary fructooligosaccharides and potential benefits on health. *Journal of physiology and biochemistry*, 65, 315-328.
7. Kumar, C., Sripada, S., & Poornachandra, Y. (2018). Status and Future Prospects of Fructooligosaccharides as Nutraceuticals.
8. Guimarães, J., Balthazar, C., Silva, R., Rocha, R., Graça, J. S., Esmerino, E., Silva, M. C., ... et al. (2020). Impact of probiotics and prebiotics on food texture. *Current opinion in food science*, 33, 38-44.
9. Petrović, J., Zahorec, J., Šoronja-Simović, D., Lončarević, I., Nikolić, I., Pajin, B., Stožinić, M., ... et al. (2025). Polysaccharide-Enriched Bakery and Pasta Products: Advances, Functional Benefits, and Challenges in Modern Food Innovation. *Applied Sciences*.

10. Wu, H., Chen, Q., Zhang, W., & Mu, W. (2021). Overview of strategies for developing high thermostability industrial enzymes: Discovery, mechanism, modification and challenges. *Critical reviews in food science and nutrition*, 63, 2057 - 2073.
11. Padhan, B., Ray, M., Patel, M., & Patel, R. (2023). Production and Bioconversion Efficiency of Enzyme Membrane Bioreactors in the Synthesis of Valuable Products. *Membranes*, 13.
12. Kuhn, G., Coghetto, C., Treichel, H., Oliveira, D. L., & Oliveira, J. V. (2011). Effect of compressed fluids treatment on the activity of inulinase from Kluyveromyces marxianus NRRL Y-7571 immobilized in montmorillonite. *Process Biochemistry*, 46, 2286-2290.

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.