

Xylanase: enzima xylanase para panificación, piensos, bebidas, pulpa y bioprocesos

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

La **xylanase** o **xilanasa** es una enzima que hidroliza xilano y arabinoxilanos, polisacáridos de la hemicelulosa presentes en cereales, fibras vegetales y biomasa lignocelulósica. Su utilidad industrial consiste en reducir viscosidad, mejorar la accesibilidad de nutrientes o azúcares, facilitar clarificación y apoyar procesos como panificación, alimentación animal, bioblanqueo de pulpa, bebidas y biorrefinería. Enzymes.bio suministra xylanase para uso profesional en unidades de 1 kg vendidas directamente en línea; el CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido.

Qué es la xylanase y por qué importa en matrices vegetales

La **xylanase** es una carbohidrasa especializada en romper enlaces del xilano, un componente importante de la hemicelulosa vegetal. El xilano está formado principalmente por una cadena de unidades de xilosa unidas por enlaces β -1,4; en cereales y subproductos agrícolas aparece con frecuencia como **arabinoxilano**, donde la cadena principal contiene sustituciones laterales que modifican su solubilidad, capacidad de retención de agua y comportamiento tecnológico. La literatura clásica sobre endo-1,4-xylanase describe su acción sobre glucuronoxilanos de madera, mostrando que el objetivo bioquímico central es la degradación del esqueleto de xilano en fragmentos más pequeños [1].

En términos industriales, la **enzyme xylanase** no se valora solo por “degradar fibra”, sino por cambiar propiedades funcionales concretas: viscosidad de una suspensión, liberación de agua ligada, accesibilidad de almidón, proteína o celulosa, filtrabilidad de mostos y jugos, y eficiencia de etapas de blanqueo o hidrólisis. Esto explica que la xylanase se estudie junto con celulase y pectinase en biotecnología industrial, donde la pared celular vegetal se trata como una red compleja de polisacáridos interdependientes [2].

La xylanase debe distinguirse de otras enzimas de uso común. La **amylase** actúa sobre almidón; la **cellulase**, sobre celulosa; la **pectinase**, sobre pectinas; y la **xylanase**, sobre xilano y arabinoxilanos. Esta especificidad es la razón por la que la xylanase puede ser especialmente útil en formulaciones con

trigo, centeno, cebada, maíz, salvados, pulpas vegetales, residuos agrícolas y biomasa lignocelulósica, pero menos relevante cuando el sustrato contiene poca hemicelulosa accesible.

Mecanismo de acción: qué rompe la xylanase y qué cambia en el proceso

Muchas xylanosas de interés industrial son **endo-xylanosas**: cortan enlaces internos de la cadena de xilano en lugar de retirar unidades solo desde los extremos. Al reducir el tamaño molecular del polímero, la enzima transforma una fracción de pared celular grande, viscosa o físicamente obstructiva en oligómeros y fragmentos más solubles. Estudios sobre β -1,4-xylanosas robustas enfatizan precisamente ese objetivo catalítico: la hidrólisis del enlace β -1,4 del xilano, que es el eje estructural de este polisacárido ^[3].

El efecto visible depende del sustrato. En una masa de trigo, la modificación de arabinoxilanos puede cambiar la distribución del agua entre fibra, gluten y almidón. En un pienso, puede reducir el efecto antinutricional de polisacáridos no amiláceos y abrir la pared celular para que nutrientes y enzimas digestivas sean más accesibles. En una biomasa pretratada, puede retirar parte de la hemicelulosa que bloquea el acceso de celulosa a la celulosa. En pulpa, puede modificar xilano asociado a fibras y facilitar la acción posterior de agentes de blanqueo.

La hidrólisis no siempre debe ser máxima. En panificación, por ejemplo, una modificación controlada puede mejorar manejabilidad, volumen y textura, mientras que una hidrólisis excesiva de arabinoxilanos puede producir masas pegajosas o estructuras débiles. En bebidas, una reducción parcial de viscosidad puede ayudar a filtrar, pero una degradación no ajustada al proceso puede cambiar el perfil coloidal. Por eso, la xylanase se aplica como herramienta de proceso, no como aditivo universal con efecto idéntico en todas las matrices.

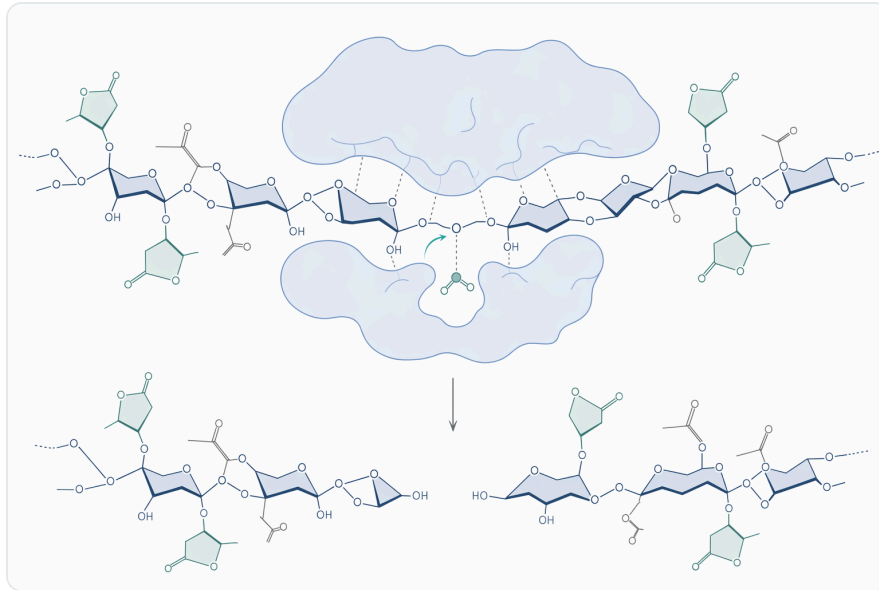


Figure 1. 자일라나아제는 자일란 골격의 내부 β -1,4 결합을 가수분해하여 더 짧은 자일로올리고당과 수용성 헤미셀룰로오스 조각을 형성한다.

Problemas industriales que ayuda a resolver

Viscosidad, retención de agua y filtración lenta

Los arabinoxilanos solubles pueden elevar la viscosidad de masas, mostos, suspensiones vegetales y contenidos intestinales. Esa viscosidad dificulta mezcla, bombeo, filtración y acceso enzimático. Al cortar el esqueleto del xilano, la xylanase reduce el tamaño de las cadenas responsables de formar soluciones o geles viscosos, lo que puede mejorar la fluidez y la separación sólido-líquido.

En bebidas y jugos, este principio se aprovecha junto con pectinase y celulase para mejorar rendimiento de extracción y clarificación. Un estudio sobre pectinase combinada con xylanase y celulase en jugos culinarios evaluó precisamente la mejora de rendimiento y clarificación cuando se degradan varios componentes de pared celular de forma coordinada ^[4].

Nutrientes atrapados en paredes celulares

En cereales y coproductos, parte del almidón, proteína, lípidos o minerales queda físicamente protegida por paredes celulares ricas en polisacáridos no amiláceos. La xylanase puede debilitar esa barrera al hidrolizar arabinoxilanos, lo que facilita la liberación de nutrientes durante procesamiento o digestión. En piensos, este mecanismo es relevante porque los animales monogástricos no producen cantidades suficientes de enzimas endógenas para degradar eficazmente ciertos polisacáridos estructurales.

En la práctica, la respuesta depende de la composición de la dieta. Una formulación rica en trigo, centeno, cebada, salvado o coproductos con arabinosilanos tiene más sustrato para la enzima que una formulación con menor fracción hemicelulósica. Las discusiones técnicas sobre xylanasa en nutrición avícola la sitúan dentro de estrategias de salud intestinal y eficiencia alimentaria vinculadas a la degradación de arabinosilanos [5].

Barrera hemicelulósica en biorrefinería

En biomasa lignocelulósica, el xilano forma parte de una matriz donde hemicelulosa, celulosa y lignina limitan mutuamente su accesibilidad. La xylanasa puede retirar o modificar parte de esa hemicelulosa, exponiendo mejor la celulosa a celulase y liberando azúcares de pentosa o xilooligosacáridos. Por esta razón, la sinergia entre xylanasa y celulase es un tema recurrente en biotecnología industrial [2].

La biorrefinería rara vez depende de una sola actividad enzimática. Residuos agrícolas, salvados, bagazos, pulpas y otros sustratos presentan estructuras diferentes, por lo que el efecto de una xylanasa aislada puede cambiar considerablemente. La investigación sobre fermentación en estado sólido y uso de residuos agroindustriales muestra que la producción y aplicación de xylanasa se relaciona cada vez más con valorización de subproductos y procesos de economía circular [6].

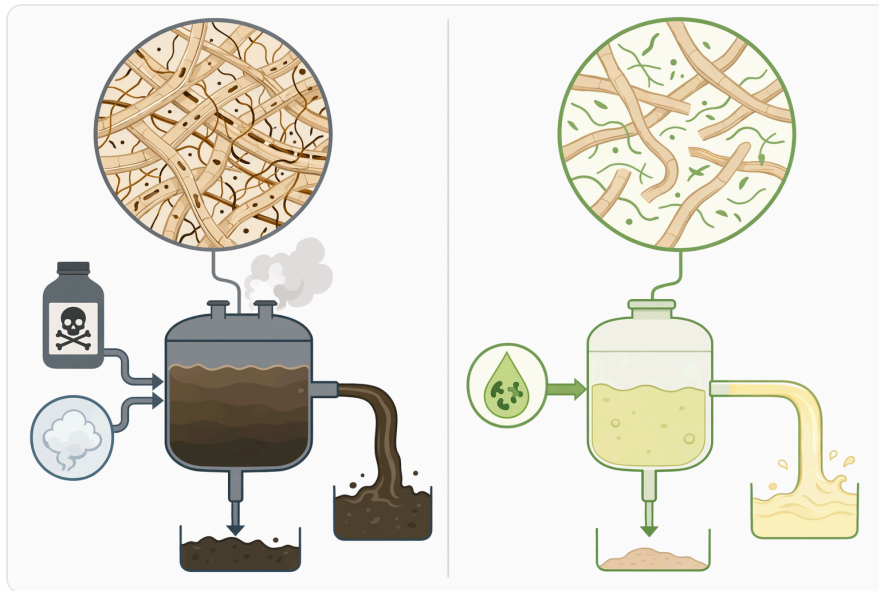


Figure 2. GH10 자일라나아제는 일반적으로 치환된 자일란을 수용할 수 있는 더 넓은 활성부위 틈을 가지는 반면, GH11 자일라나아제는 대개 더 작은 효소로 접근 가능한 자일란 골격에 효율적으로 작용한다.

Consumo químico en pulpa y papel

En pulpa kraft y otros procesos celulósicos, el xilano asociado a fibras puede dificultar el blanqueo. La xylanase se emplea como pretratamiento para modificar esa fracción hemicelulósica, facilitando la penetración de químicos de blanqueo y apoyando esquemas más eficientes. Un estudio sobre xylanase derivada de yuca en bioblanqueo de pulpa aborda precisamente su uso como alternativa ecoamigable en esta etapa ^[7].

El valor no se limita a aumentar blancura; también puede estar en reducir severidad química, mejorar selectividad del tratamiento y disminuir carga ambiental del proceso. Sin embargo, el éxito depende de compatibilidad con pH, temperatura, tiempo de residencia y tipo de pulpa. Una xylanase útil en una matriz alimentaria no necesariamente es adecuada para una línea de pulpa con condiciones más exigentes.

Aplicaciones principales de xylanase por sector

Sector de aplicación	Sustrato objetivo	Efecto tecnológico buscado	Comentario técnico
Panificación y harina	Arabinoxilanos de trigo, centeno y salvados	Mejor manejabilidad de masa, redistribución de agua, textura de miga	Requiere control para evitar masas pegajosas por hidrólisis excesiva
Piensos	Polisacáridos no amiláceos de cereales y coproductos	Menor viscosidad, mejor acceso a nutrientes, apoyo a salud intestinal	La respuesta depende de la cantidad y accesibilidad de arabinoxilanos
Bebidas y jugos	Hemicelulosa y pared celular vegetal	Menor viscosidad, mejor extracción y clarificación	Suele actuar junto con pectinase, cellulase o β -glucanase
Pulpa y papel	Xilano asociado a fibras celulósicas	Preblanqueo enzimático, mejor penetración de químicos	Necesita compatibilidad con condiciones de línea
Biorrefinería	Hemicelulosa de biomasa lignocelulósica	Liberación de pentosas, mayor accesibilidad de celulosa	Frecuente en cócteles con cellulase
Producción de XOS	Xilano alimentario o biomasa seleccionada	Generación de xilooligosacáridos	Depende de especificidad de la enzima y control del grado de hidrólisis

La tabla resume usos típicos, pero no sustituye la validación en proceso. La misma actividad “xylanase” puede tener comportamientos distintos según origen microbiano, estabilidad, especificidad, formulación, matriz y condiciones operativas. La investigación sobre xylanases adaptadas al frío para preparación de xilooligosacáridos muestra cómo una misma categoría enzimática puede optimizarse para objetivos muy concretos, como generar XOS bajo condiciones compatibles con productos sensibles [8].

Panificación y tratamiento de harina

En panificación, la xylanase actúa sobre arabinoxilanos que influyen en absorción de agua, viscosidad de la fase acuosa y comportamiento reológico de la masa. Cuando la hidrólisis es controlada, parte del agua retenida por fibra puede redistribuirse hacia gluten y almidón, ayudando a mejorar extensibilidad y tolerancia al procesamiento. Este efecto es especialmente relevante en harinas integrales, masas con salvado o formulaciones donde la variabilidad de la fibra afecta volumen y textura.

La xylanase no es un sustituto directo de oxidantes, emulsionantes o sistemas de fortalecimiento de gluten. Su función principal es modificar hemicelulosa; por tanto, puede complementar otras enzimas o ingredientes, pero no replica mecanismos como oxidación de enlaces proteicos o emulsificación de lípidos. Enzymes.bio presenta la xylanase como enzima para aplicaciones industriales en las que la degradación de arabinoxilanos ayuda a reducir viscosidad y mejorar procesamiento de matrices vegetales .

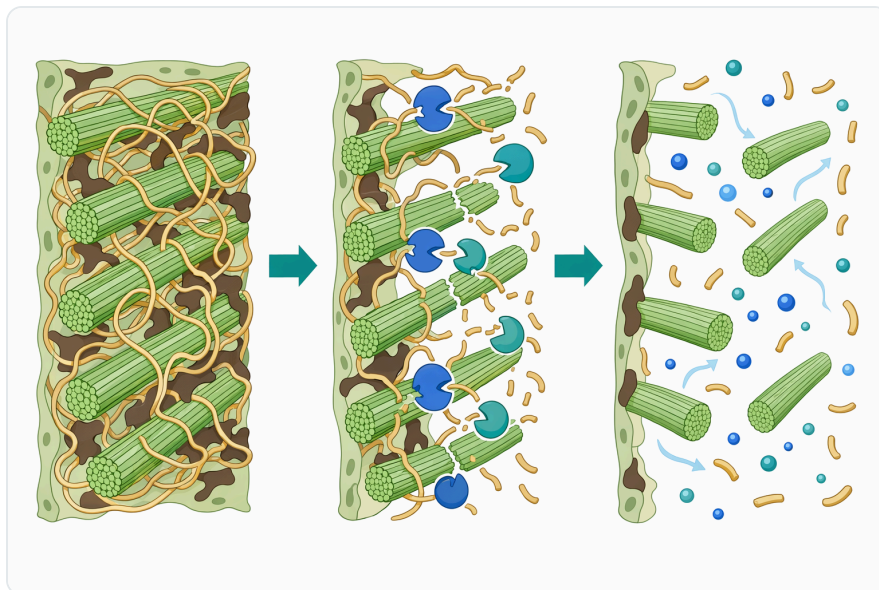


Figure 3. 엔도자일라나아제는 셀룰로오스, 리그닌 함유 영역, 영양소 또는 수용성 추출물에 대한 접근을 제한하는 자일란 사슬을 짧게 만들어 식물 재료를 느슨하게 한다.

En formulaciones de pan, el punto crítico es el equilibrio. Una dosificación demasiado agresiva o un tiempo de acción excesivo puede debilitar la estructura porque los arabinosilanos también contribuyen a retener agua y estabilizar la matriz. Por eso, la aplicación debe ajustarse a tipo de harina, nivel de fibra, hidratación, tiempo de fermentación, tratamiento térmico y objetivo final del producto.

Piensos para aves, cerdos y otras especies monogástricas

En alimentación animal, la xylanasa se usa para mitigar efectos de polisacáridos no amiláceos, en especial arabinosilanos de cereales. Estos compuestos pueden aumentar viscosidad del contenido intestinal, encapsular nutrientes y reducir eficiencia de digestión. Al fragmentarlos, la enzima puede favorecer liberación de nutrientes y generar oligosacáridos que la microbiota intestinal puede fermentar.

La evidencia práctica suele ser más consistente cuando hay sustrato suficiente. Dietas con trigo, centeno, cebada, salvado, maíz y coproductos fibrosos ofrecen más arabinosilanos que formulaciones muy refinadas. En aves, las discusiones recientes sobre xylanasa la relacionan con salud intestinal y reducción de dependencia de estrategias antimicrobianas, aunque el resultado depende de dieta, manejo y estado sanitario ^[5].

En porcino y otras especies, la lógica es similar: la xylanasa no “añade energía” por sí misma, sino que ayuda a liberar energía y nutrientes ya presentes en la materia prima. En matrices con fibra compleja, puede combinarse con otras carbohidrasas para actuar sobre fracciones complementarias de pared celular. Esta aproximación multienzimática coincide con la evidencia de sinergia entre celulasa y xylanasa en procesos industriales que involucran biomasa vegetal ^[2].

Bebidas, cerveza, jugos y clarificación

En bebidas vegetales, cerveza con adjuntos ricos en fibra, mostos de cereales y jugos, la viscosidad y turbidez pueden estar relacionadas con polisacáridos de pared celular. La xylanasa contribuye degradando hemicelulosa, lo que puede mejorar filtración, extracción y claridad. Cuando la turbidez se debe principalmente a pectinas, la pectinasa es central; cuando intervienen arabinosilanos o xilanos, la xylanasa aporta una actividad complementaria.

El uso conjunto de pectinasa, xylanasa y celulasa es especialmente lógico en frutas, verduras y extractos vegetales porque la pared celular no está formada por un único polímero. El estudio sobre mejora de rendimiento y clarificación de jugos mediante pectinasa purificada combinada con xylanasa y celulasa respalda esta visión de degradación coordinada de la matriz vegetal ^[4].

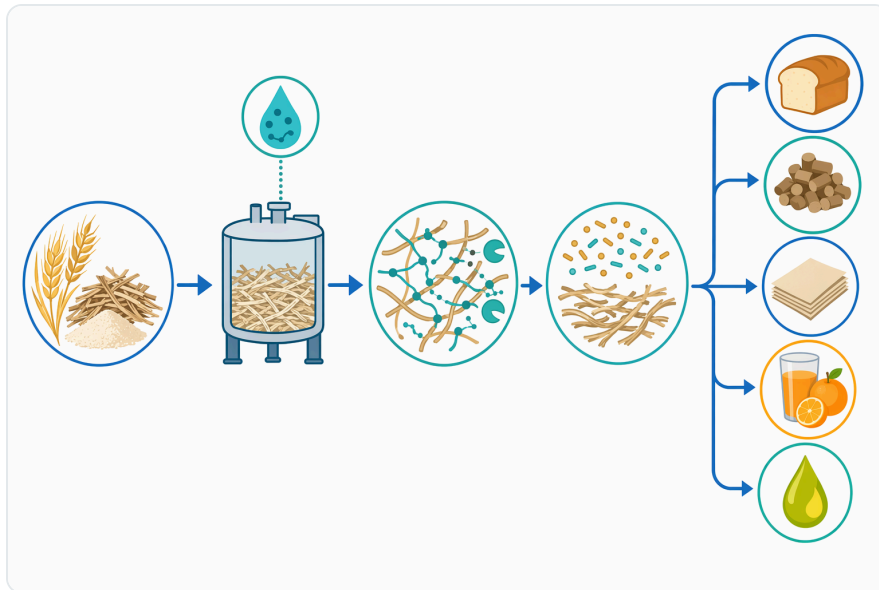


Figure 4. 펄프 예비 표백에서 자일라나아제는 표면에 재침착된 자일란을 부분적으로 제거하여 표백 화학물질이 섬유에 더 효과적으로 침투하고 리그닌 유래 발색단이 빠져나가도록 한다.

En bebidas, el control del proceso es importante porque la enzima puede seguir actuando mientras existan condiciones favorables. Temperatura, pH, tiempo de contacto y etapa de adición determinan si el efecto será suficiente antes de filtración o estabilización. En productos donde textura o cuerpo son atributos sensoriales deseados, la reducción de polisacáridos debe calibrarse para no eliminar estructura de forma excesiva.

Pulpa, papel y bi blanqueo

La xylanase se utiliza en pulpa y papel como herramienta de **bi blanqueo**. Su acción sobre xilano facilita que agentes químicos lleguen a la fibra de celulosa y actúen con mayor eficacia. A diferencia de tratamientos indiscriminados, la xylanase apunta a una fracción hemicelulósica específica, lo que permite modificar accesibilidad sin degradar directamente la celulosa como objetivo principal.

La investigación sobre xylanase derivada de yuca aplicada al bi blanqueo de pulpa ilustra el interés por rutas más sostenibles y por enzimas obtenidas de recursos renovables o procesos biotecnológicos de bajo impacto ^[7]. En este sector, el beneficio se evalúa por desempeño de blanqueo, compatibilidad de proceso y reducción de carga química, no por una única propiedad aislada de la enzima.

La aplicación en pulpa exige más compatibilidad de proceso que otras áreas. El pH, la temperatura y la composición de la pulpa pueden estar lejos de condiciones alimentarias habituales. Por ello, una xylanase seleccionada para alimentos o bebidas no debe asumirse automáticamente válida para pulpa sin validación técnica.

Biorrefinería, biomasa y valorización de residuos

En biorrefinería, la xylanase participa en la conversión de biomasa lignocelulósica al romper hemicelulosa y facilitar el acceso de otras enzimas. La acción puede liberar xilosa, xilooligosacáridos y fragmentos hemicelulósicos; además, al reducir barreras físicas, puede mejorar el trabajo de celulase sobre celulosa. La sinergia entre xylanase y celulase es un eje reconocido en biotecnología industrial porque ambas atacan fracciones distintas pero estructuralmente conectadas de la biomasa [2].

La valorización de residuos agroindustriales es una línea importante porque permite convertir subproductos en sustratos de fermentación o fuentes de enzimas. Estudios sobre producción mejorada de xylanase mediante fermentación en estado sólido usando residuos agroindustriales muestran la relación entre esta enzima y procesos de aprovechamiento de biomasa de bajo coste [6].

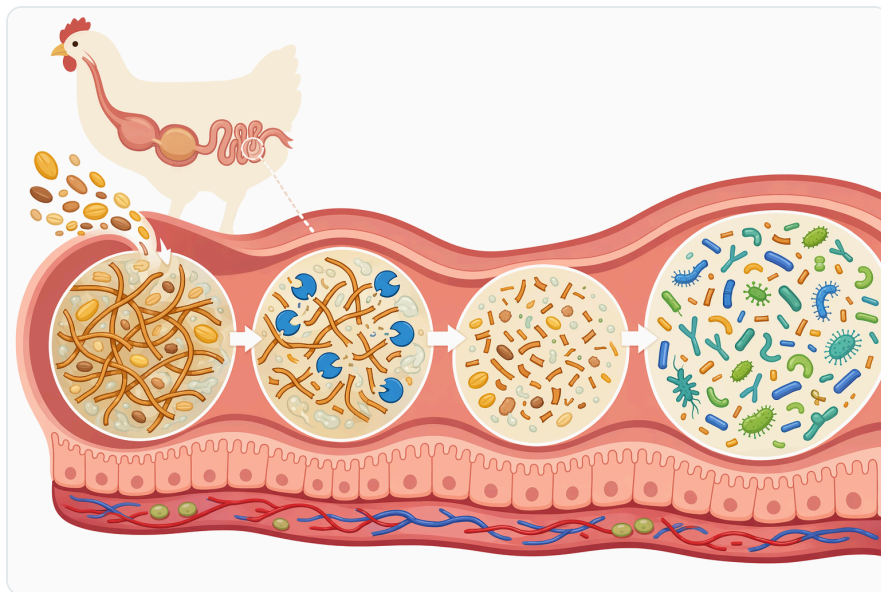


Figure 5. 사료에서 자일라나아제는 아라비노자일란 장벽을 줄이고, 이후의 미생물 발효에 영향을 미치는 자일란 유래 조각을 생성할 수 있다.

También se ha estudiado la coproducción de xylanase, celulase y pectinase a partir de residuos agroindustriales con evaluación tecnoeconómica. Ese enfoque es relevante porque muchos procesos reales no necesitan una sola actividad, sino un conjunto de enzimas capaz de desestructurar paredes celulares complejas de manera coordinada [9].

Xilooligosacáridos: aplicación especializada de la xylanase

La xylanase no solo se usa para reducir viscosidad o abrir biomasa; también puede emplearse para producir **xilooligosacáridos** o XOS. Estos son fragmentos cortos derivados del xilano cuyo perfil depende de la enzima, el sustrato y el grado de hidrólisis. La preparación de XOS requiere evitar una

degradación demasiado extensa hacia monosacáridos si el objetivo es conservar oligómeros funcionales.

La expresión y caracterización de una xylanase adaptada al frío para preparación de XOS muestra que ciertas enzimas se desarrollan específicamente para controlar la hidrólisis bajo condiciones particulares [8]. Esto refuerza una idea práctica: “xylanase” es una categoría funcional, pero cada variante puede diferir en estabilidad, especificidad y producto final.

Para usuarios industriales, esta diferencia importa. Una xylanase adecuada para reducir viscosidad en un mosto no necesariamente generará el perfil de XOS deseado; una formulada para panificación no necesariamente resistirá condiciones de pulpa; y una enzima robusta para biomasa puede no ser la mejor para alimentos sensibles. La selección debe partir del objetivo tecnológico.

Factores que determinan el rendimiento de la xylanase

El primer factor es el **pH**. La ionización de residuos catalíticos y la estabilidad de la estructura proteica dependen del entorno ácido, neutro o alcalino. Si el proceso opera fuera del rango funcional de la enzima, la hidrólisis disminuye o la enzima se inactiva antes de completar su efecto. Los trabajos de purificación y optimización de xylanase de *Bacillus pumilus* ilustran la importancia de ajustar condiciones para que la enzima conserve desempeño en su matriz de aplicación [10].

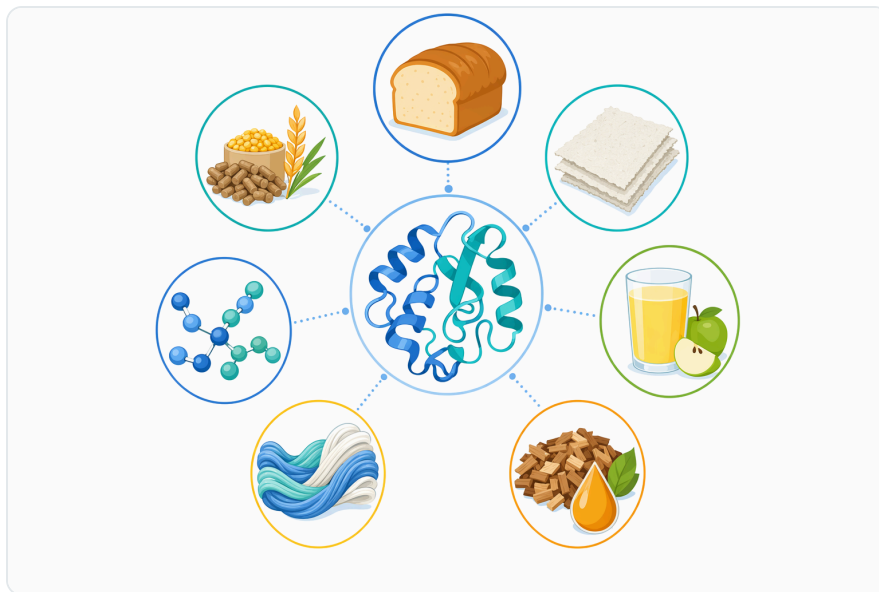


Figure 6. 식품 및 곡물 분야에서 자일라나아제의 활용은 반죽의 수분 분포, 점도, 추출, 여과 및 결합 화합물의 방출에 대한 아라비노자일란의 영향을 조절하는 데 달려 있다.

El segundo factor es la **temperatura**. A mayor temperatura puede aumentar la velocidad inicial de reacción, pero también puede acelerarse la desnaturalización si la enzima no es estable en ese entorno. Por eso se investigan xylanases robustas y variantes expresadas en sistemas industriales como *Bacillus subtilis*, buscando mejorar compatibilidad con procesos más exigentes ^[3].

El tercer factor es la **estructura del sustrato**. No todos los xilanos son iguales: la presencia de arabinosa, ácido glucurónico, lignina, enlaces cruzados o cristalinidad de la matriz vegetal puede dificultar el acceso de la enzima. La xylanase actúa sobre enlaces específicos, pero solo puede cortar donde el polímero está accesible y donde la estructura se ajusta a su sitio activo.

El cuarto factor es la **sinergia enzimática**. En una pared celular real, la hemicelulosa está asociada a celulosa, pectinas, proteínas y lignina. Por eso la xylanase suele integrarse con celulase, pectinase, β -glucanase o amylase según el proceso. La revisión sobre sinergismo entre celulase y xylanase resume esta complementariedad en aplicaciones de biotecnología industrial ^[2].

El quinto factor es el **tiempo de contacto**. La enzima necesita actuar antes de etapas que la inactiven, como calentamiento, cambios de pH, secado o separación. En panificación, esto se relaciona con mezcla y fermentación; en bebidas, con maceración o tratamiento previo a filtración; en pulpa, con residencia en etapa de pretratamiento; y en biomasa, con hidrólisis antes de fermentación o separación.

Evidencia disponible y límites de interpretación

La base científica más sólida es el mecanismo: la xylanase hidroliza enlaces β -1,4 del xilano y convierte polímeros hemicelulósicos en fragmentos más cortos. Esta acción está documentada tanto en estudios clásicos sobre endo-1,4-xylanase como en investigaciones recientes sobre β -1,4-xylanases robustas ^[1].

También existe evidencia consistente de que la xylanase rara vez actúa de forma aislada en matrices complejas. En jugos, mejora cuando se combina con pectinase y celulase; en biomasa, se complementa con celulase; en residuos agroindustriales, puede coproducirse junto con otras enzimas de pared celular. La evaluación de coproducción de xylanase, celulase y pectinase mediante valorización de residuos agroindustriales refleja esta tendencia hacia sistemas multienzimáticos ^[9].

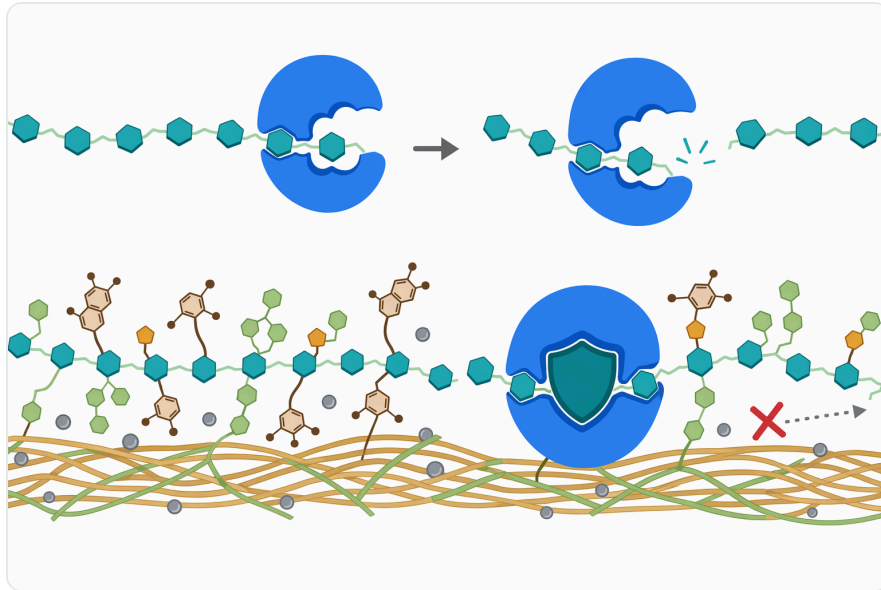


Figure 7. 식물 자일라나아제 저해제와 복잡한 원료 조성 때문에 정제된 자일란과 실제 곡물 또는 농업 기질에서 효소 성능이 다르게 나타날 수 있다.

Lo que debe interpretarse con cautela es la extrapolación directa entre sectores. Un resultado positivo en bi blanqueo de pulpa no demuestra automáticamente el mismo comportamiento en panificación; una xylanase adaptada al frío para XOS no garantiza rendimiento en piensos; una enzima purificada en un estudio no equivale necesariamente a una formulación comercial. Las conclusiones deben conectarse con el sustrato, las condiciones de uso y el objetivo tecnológico.

Xylanase de Enzymes.bio: suministro profesional en línea

Enzymes.bio suministra xylanase como proveedor B2B en línea; no es fabricante ni laboratorio. El producto se vende directamente en unidades de **1 kg**, y el certificado de análisis y la ficha de datos de seguridad se proporcionan junto con el pedido. La información de producto de Enzymes.bio presenta la xylanase para aplicaciones donde la degradación de xilano y arabinosilanos ayuda a mejorar procesamiento de matrices vegetales .

Para un uso responsable, el usuario debe validar la enzima en su propia formulación o línea de proceso. Esta validación no es un trámite comercial, sino una necesidad técnica: los resultados dependen de pH, temperatura, tiempo, sustrato, presencia de otras enzimas y objetivo final. La xylanase es una herramienta potente cuando el problema está vinculado a hemicelulosa accesible, pero no corrige por sí sola limitaciones ajenas a su mecanismo.

Conclusión

La **xylanase** es una enzima industrial bien establecida para modificar xilano y arabinoxilanos en materias primas vegetales. Su mecanismo —hidrólisis de enlaces β -1,4 del xilano— permite reducir viscosidad, mejorar filtración, liberar nutrientes o azúcares, apoyar bioblanqueo y facilitar la acción de enzimas complementarias en biomasa y alimentos.

Sus aplicaciones más relevantes incluyen panificación, piensos, bebidas, jugos, pulpa y papel, biorrefinería y producción de xilooligosacáridos. La evidencia respalda con claridad el mecanismo y la utilidad de la xylanase en matrices ricas en hemicelulosa, pero el desempeño final depende de compatibilidad con el proceso. Enzymes.bio ofrece xylanase en unidades de 1 kg para compra directa en línea, con CoA y SDS incluidos junto con el pedido.

Pedir Xylanase 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 Xylanase →](#)

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. Debeire, P., Priem, B., Strecker, G., & Vignon, M. (1990). Purification and properties of an endo-1,4-xylanase excreted by a hydrolytic thermophilic anaerobe, Clostridium thermolacticum. A proposal for its action mechanism on larchwood 4-O-methylglucuronoxylan. *European Journal of Biochemistry*, 187 3, 573-80 .
2. Bajaj, P., & Mahajan, R. (2019). Cellulase and xylanase synergism in industrial biotechnology. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103, 8711 - 8724.
3. Sun, D., Qi, H., Dou, G., Mao, S., Lu, F., Tian, K., & Qin, H. (2024). Ancestral sequence reconstruction of a robust β -1,4-xylanase and efficient expression in Bacillus subtilis. *International Journal of Biological Macromolecules*, 137188 .
4. Kumar, P. (2015). Efficacy of Pectinase purified from Bacillus VIT sun-2 and in combination with xylanase and cellulase for the yield and clarification improvement of various culinary juices from South India for Pharma and Health Benefits.
5. Enhancing Poultry Gut Health with Novel Xylanase: A Sustainable Path to Reduced Antimicrobial Use - EW Nutrition. *Ew-nutrition*.

6. Vimalashanmugam, K., & Karuppaiya, M. (2021). Optimization of process and conditions for enhanced xylanase production under SSF using inexpensive agro-industrial waste. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*.
7. Fuadi, A. M., Zahra, D. A. A., Farha, S., Kunarfian, K. A., Dewi, T. N., & Susanti, D. (2024). Utilization of Xylanase Enzymes Derived from Cassava in the Eco-Friendly Biobleaching of Pulp. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*.
8. Rodríguez, S., González, C., Reyes-Godoy, J. P., Gasser, B., Andrews, B., & Asenjo, J. A. (2025). Expression and characterization of cold-adapted xylanase Xyl-L in *Pichia pastoris* for xylooligosaccharide (XOS) preparation. *Microbial Cell Factories*, 24.
9. Sosa-Martínez, J., Morales-Oyervides, L., Montañez, J., Contreras-Esquivel, J., Balagurusamy, N., Gadi, S. K., & Salmerón, I. (2024). Sustainable Co-Production of Xylanase, Cellulase, and Pectinase through Agroindustrial Residue Valorization Using Solid-State Fermentation: A Techno-Economic Assessment. *Sustainability*.
10. Kapilan, R., & Arasaratnan, V. (2021). Purification of xylanase from *Bacillus pumilus* using Eudragit S-100 and optimization of conditions. *AGRIEAST: Journal of Agricultural Sciences*.

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.