

Xilanasa para extracción botánica: aplicaciones en extractos vegetales, bebidas botánicas, pigmentos y valorización de biomasa

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

La xilanasa para extracción botánica es una ayuda de proceso que hidroliza xilano y arabinoxilanos de la hemicelulosa vegetal, debilitando una parte estructural de la pared celular para facilitar la liberación de compuestos solubles, pigmentos, aromas, polisacáridos y otros extractables. Su valor es mayor en matrices vegetales fibrosas o ricas en hemicelulosa, y debe validarse según la planta, el solvente, el objetivo del extracto y la operación posterior de separación.

Qué es la xilanasa y por qué importa en extracción botánica

La xilanasa es una enzima hidrolítica que actúa sobre el xilano, una hemicelulosa abundante en paredes celulares vegetales. En términos de proceso, su función no es “extraer” por sí sola un metabolito específico, sino modificar la matriz que retiene esos metabolitos: al cortar enlaces del esqueleto de xilano, reduce el tamaño de las cadenas hemicelulósicas y puede aumentar la permeabilidad del tejido vegetal al medio de extracción. Esta lógica encaja con la visión actual de la extracción de productos naturales, donde el rendimiento y la selectividad dependen tanto del solvente como de la accesibilidad física de la matriz vegetal ^[1].

En materiales botánicos como hojas, tallos, raíces, cortezas, cáscaras, semillas y subproductos agroindustriales, los compuestos de interés no están siempre libres en el líquido celular. Muchos se encuentran atrapados dentro de células intactas, asociados a polisacáridos de pared, adsorbidos a fibras o integrados en estructuras lignocelulósicas. La xilanasa es relevante cuando la hemicelulosa — en especial xilano y arabinoxilanos— contribuye a esa barrera física. Los desarrollos industriales de xilanasa se han estudiado precisamente por su potencial en múltiples procesos basados en biomasa vegetal y materiales lignocelulósicos ^[2].

Para un usuario B2B, **Xylanase For Botanical Extraction** debe entenderse como una herramienta de procesamiento enzimático. Puede integrarse antes o durante una extracción acuosa o hidroalcohólica, siempre que exista suficiente fase acuosa para que la enzima interactúe con el sustrato. Enzymes.bio la

ofrece como proveedor para compra directa en línea en unidades de 1 kg; el CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido.

Mecanismo de acción: cómo la xilanasa abre la matriz vegetal

La pared celular vegetal puede imaginarse como un material compuesto: microfibrillas de celulosa aportan rigidez; hemicelulosas como xilano y arabinoxilanos conectan, recubren o estabilizan esa red; pectinas influyen en hidratación y cohesión; lignina refuerza tejidos más duros; y proteínas, fenoles y otros componentes ajustan las propiedades de cada planta. La xilanasa ataca una fracción concreta de este sistema: rompe enlaces del xilano y transforma polímeros de mayor tamaño en fragmentos más pequeños, lo que puede disminuir la integridad de la red hemicelulósica. Las aplicaciones industriales de xilanasa se basan en esta capacidad de modificar polisacáridos de pared en matrices vegetales complejas ^[2].

En una suspensión botánica hidratada, la secuencia práctica es gradual. Primero, el agua permite que el tejido se hinche y que la enzima difunda hacia regiones accesibles de la pared. Después, la xilanasa corta segmentos de xilano expuestos, reduciendo la cohesión entre componentes de la pared. Finalmente, el solvente de extracción penetra con menor resistencia y los compuestos internos o asociados a la pared pasan con más facilidad a la fase líquida. Este mecanismo es especialmente útil cuando la limitación principal no es la solubilidad del compuesto objetivo, sino su liberación desde un tejido vegetal físicamente resistente.

La acción de la xilanasa también puede cambiar propiedades reológicas del sistema. Al reducir el tamaño de polisacáridos hemicelulósicos, una suspensión puede volverse más fluida o menos propensa a retener líquido dentro de sólidos hinchados. En operaciones de extracción botánica, esto se traduce en posibles mejoras de prensado, decantación, filtración o centrifugación, aunque el efecto depende de la composición de la planta y de la presencia de otros coloides. En subproductos de avena tratados con enzimas alimentarias, por ejemplo, se ha estudiado el efecto de actividades como amilasa, celulasa/xilanasa y proteasa sobre ingredientes vegetales insolubles, lo que ilustra el interés de modificar matrices ricas en fibras mediante enzimas ^[3].

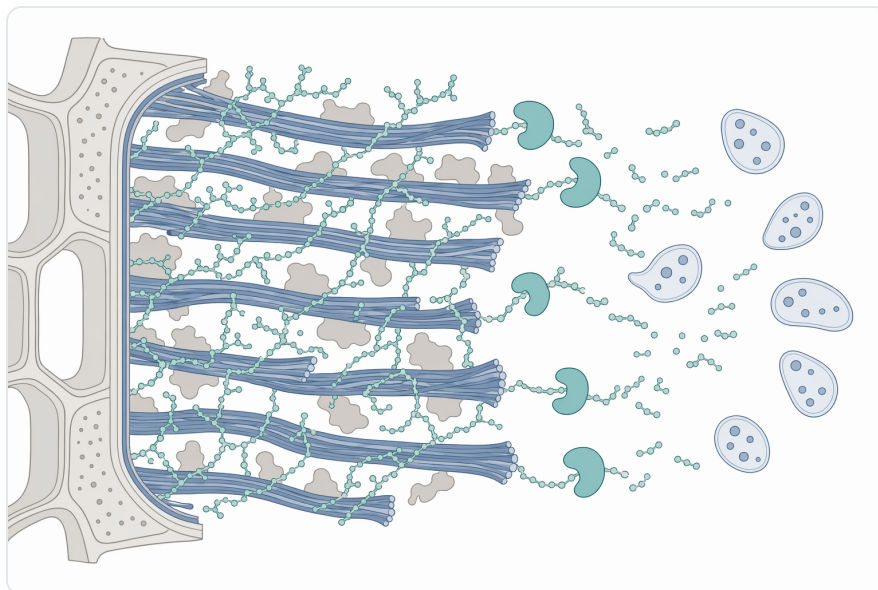


Figure 1. 자일라나아제는 헤미셀룰로스가 풍부한 세포벽에서 접근 가능한 자일란을 가수분해하여, 간혀 있거나 세포벽에 결합된 성분과 용매의 접촉을 늘림으로써 식물성 원료 추출을 개선합니다.

Dónde encaja frente a otras tecnologías de extracción verde

La extracción botánica moderna no depende de una sola tecnología. Se utilizan maceración, infusión, extracción hidroalcohólica, ultrasonidos, campos eléctricos moderados, cavitación hidrodinámica, solventes verdes, disolventes eutécticos naturales y estrategias híbridas. La xilanasa ocupa un lugar específico: no reemplaza a todas esas tecnologías, pero puede actuar como pretratamiento o etapa complementaria para aumentar la accesibilidad del material vegetal antes de aplicar una extracción principal. Las revisiones recientes sobre técnicas híbridas destacan precisamente la tendencia a combinar mecanismos —ruptura física, transferencia de masa, selectividad del solvente y procesamiento suave— para mejorar la recuperación de productos naturales ^[4].

Enfoque de extracción	Mecanismo dominante	Ventaja típica	Limitación práctica	Papel posible de la xilanas
Maceración acuosa o hidroalcohólica	Difusión del solvente hacia el tejido	Simple, ampliamente utilizada	Puede ser lenta en tejidos fibrosos	Pretratamiento para abrir hemicelulosa y mejorar contacto solvente-matriz
Campos eléctricos moderados	Permeabilización de membranas y tejidos	Puede mejorar transferencia de masa con menor calentamiento	Requiere equipo específico y control de proceso	Complemento en matrices donde la pared celular sigue limitando la liberación ^[5]

Enfoque de extracción	Mecanismo dominante	Ventaja típica	Limitación práctica	Papel posible de la xilanasa
Cavitación hidrodinámica	Microcolapso de burbujas, cizalla y ruptura física	Intensificación de extracción con enfoque de proceso verde	Puede afectar compuestos sensibles si no se controla	Puede combinarse conceptualmente con hidrólisis enzimática previa o posterior ^[6]
Solventes verdes y NADES	Selectividad química y solubilización	Ajuste de polaridad y potencial menor impacto ambiental	Viscosidad, recuperación del solvente y compatibilidad del producto	La enzima requiere fase compatible; puede aplicarse antes de solventes menos acuosos ^[7]
Xilanasa	Hidrólisis selectiva de xilano/arabinoxilanos	Debilita la barrera hemicelulósica bajo condiciones suaves	No actúa sobre todas las fracciones de pared	Adecuada cuando el xilano limita la liberación o la separación sólido-líquido

La comparación muestra un punto clave: la xilanasa no es una tecnología de transferencia de masa por energía mecánica ni un solvente selectivo. Su ventaja es bioquímica y estructural. Al modificar el tejido vegetal antes de la extracción, puede hacer que tecnologías posteriores trabajen sobre una matriz más abierta. Esta integración es coherente con la evolución de la extracción verde, que busca reducir severidad de proceso, mejorar eficiencia y mantener calidad de extractos vegetales ^[8].

Aplicaciones en extractos vegetales y botánicos

Extractos herbales acuosos e hidroalcohólicos

En extractos de hojas, raíces, tallos, flores, cortezas o frutos secos, la xilanasa puede utilizarse como etapa de hidratación enzimática antes de la extracción principal. La lógica es clara: si el tejido contiene hemicelulosa accesible, la enzima puede reducir la barrera física que impide que el solvente alcance compuestos intracelulares o unidos a la pared. Esta aproximación puede ser útil en extractos botánicos para suplementos, ingredientes funcionales, preparados herbales, concentrados líquidos y bases para formulaciones vegetales, siempre que el proceso final cumpla la regulación aplicable al uso previsto. Las revisiones sobre compuestos bioactivos vegetales subrayan que el método de extracción influye de manera decisiva en la composición, la actividad biológica y la aplicabilidad alimentaria o nutricional del extracto ^[1].

En matrices ricas en polifenoles, una hidrólisis enzimática moderada puede aumentar la exposición del material al solvente y favorecer la liberación de fracciones fenólicas asociadas a polisacáridos. Sin embargo, no debe suponerse que más degradación siempre es mejor. Algunos polifenoles son sensibles a oxidación, pH, temperatura o interacciones con proteínas y carbohidratos; además, abrir la matriz puede liberar tanto compuestos deseados como interferentes. Estudios sobre germinación y fermentación en mijo muestran que la liberación y transformación de polifenoles depende de mecanismos metabólicos y de procesamiento, lo que refuerza la necesidad de controlar el perfil químico final ^[9].

Pigmentos naturales, colorantes vegetales y antocianinas

La extracción de pigmentos naturales —antocianinas, betalaínas, carotenoides, clorofilas y otros colorantes— exige equilibrar liberación, estabilidad y selectividad. La xilanasa puede ser útil cuando el pigmento está contenido en tejidos donde la pared celular limita el contacto con el solvente, por ejemplo en subproductos de frutas, pieles, pulpas o vegetales ricos en color. En este campo, la selección del solvente y las condiciones suaves son críticas porque muchos pigmentos se degradan por pH, oxígeno, temperatura o luz. La literatura sobre solventes verdes para colorantes alimentarios naturales destaca que selectividad y estabilidad son problemas centrales en la recuperación de colorantes vegetales ^[10].

En antocianinas, la matriz botánica y el método de extracción son especialmente importantes. Estas moléculas pueden existir en diferentes formas químicas según pH y pueden estabilizarse mediante copigmentación o encapsulación; por ello, una etapa con xilanasa debe diseñarse para favorecer la liberación sin promover degradación. Las revisiones sobre antocianinas describen la relación entre fuentes naturales, métodos de extracción, copigmentación, encapsulación y aplicaciones alimentarias futuras, mostrando que el éxito tecnológico depende de más factores que el rendimiento bruto ^[11].

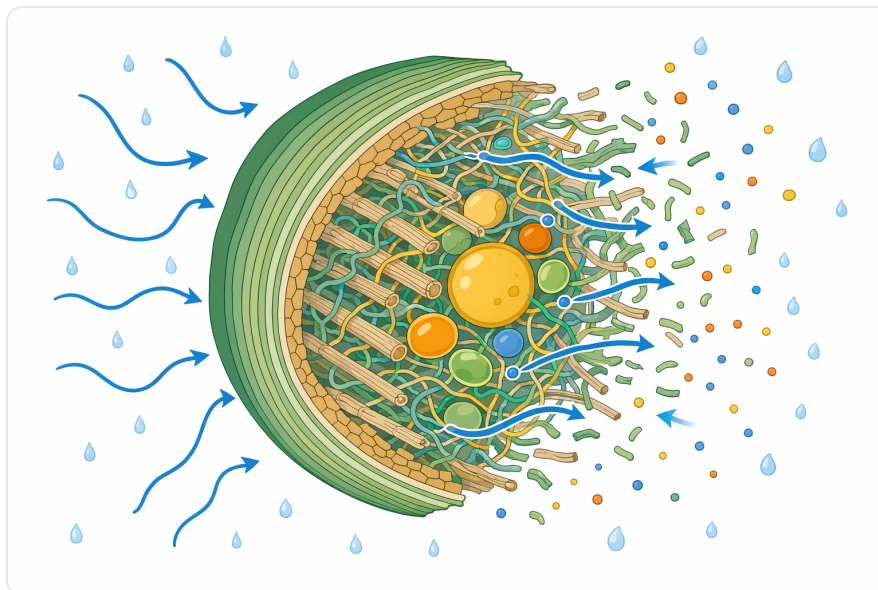


Figure 2. 식물 세포벽은 섬유질 입자의 젖음, 확산, 그리고 용해된 화합물의 외부 이동을 제한하여 추출을 늦출 수 있습니다.

En betalaínas de remolacha roja y subproductos, el interés industrial se centra en recuperar pigmentos y fitoquímicos manteniendo color, funcionalidad y seguridad. La xilanasa puede considerarse como pretratamiento cuando la fracción fibrosa dificulta la recuperación del líquido coloreado o la separación de sólidos. No obstante, en matrices de remolacha, las variables de extracción, estabilidad del pigmento y composición del subproducto deben evaluarse de forma integrada; las revisiones sobre remolacha roja resaltan precisamente la complejidad de sus fitoquímicos, métodos de extracción y aplicaciones ^[12].

Bebidas botánicas, infusiones concentradas y clarificación

En bebidas botánicas y extractos líquidos, los problemas no se limitan al rendimiento. La turbidez, la viscosidad, la sedimentación y la filtrabilidad pueden determinar la viabilidad del proceso. Cuando la turbidez está relacionada con polisacáridos hemicelulósicos o partículas vegetales finas, una etapa con xilanasa puede ayudar a modificar la fracción responsable y facilitar la separación. Esta aplicación se relaciona con el uso más amplio de enzimas en matrices alimentarias vegetales, donde la modificación controlada de carbohidratos de pared puede mejorar propiedades físicas del sistema ^[3].

La xilanasa no sustituye a pectinasas, celulasas, amilasas o proteasas cuando esos componentes son los principales responsables de la turbidez. En jugos, infusiones vegetales y extractos ricos en pectina, la pectina puede ser una causa dominante de viscosidad; en cereales o semillas, el almidón o las proteínas pueden ser más relevantes. Por ello, la decisión técnica debe basarse en la composición de la materia prima: una hoja fibrosa rica en hemicelulosa no se comporta igual que una fruta rica en pectina o una semilla oleaginosa rica en lípidos y proteínas.

Aceites vegetales, aromas y fracciones lipofílicas

Aunque la xilanasa trabaja en fase acuosa, puede ser útil como pretratamiento en materiales donde aceites, aromas o compuestos lipofílicos están atrapados dentro de estructuras celulares. Al debilitar la pared, la etapa enzimática puede facilitar la liberación posterior mediante prensado, extracción con solventes adecuados o separación de fases. Esta lógica es relevante para semillas, cáscaras aromáticas, frutos, especias y biomasa botánica con aceites esenciales o terpenos. Las revisiones sobre aceites volátiles de *Panax ginseng*, por ejemplo, muestran la importancia farmacológica y fitoquímica de fracciones volátiles obtenidas de matrices botánicas complejas [13].

En plantas aromáticas, el objetivo no siempre es maximizar la extracción total; puede ser preservar un perfil sensorial específico. Terpenos y compuestos aromáticos pueden biosintetizarse, almacenarse o liberarse de manera distinta según el tejido vegetal. En *Dendrobium*, la literatura describe la diversidad de terpenos aromáticos y su biosíntesis, lo que ilustra por qué el procesamiento de una matriz perfumada debe considerar tanto la estructura vegetal como la estabilidad de los compuestos de aroma [14].

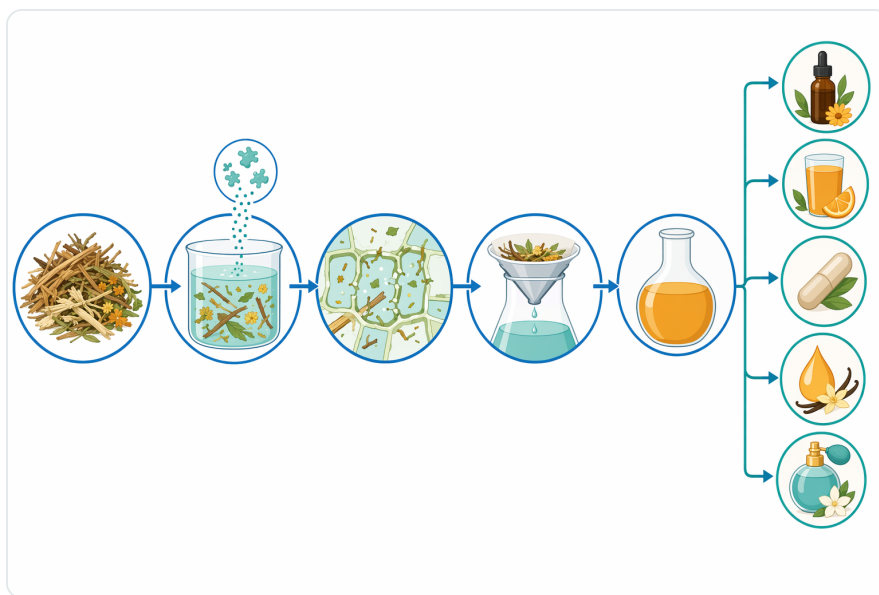


Figure 3. 일반적인 효소 보조 식물성 원료 추출 공정은 분쇄한 바이오매스를 수화하고, 자일라나아제를 고르게 분산시킨 뒤, 적합한 조건에서 슬러리를 유지하고, 이후 고형분에서 추출물을 분리하는 방식으로 진행됩니다.

Polisacáridos vegetales y fracciones funcionales

La extracción de polisacáridos botánicos requiere especial cuidado porque la xilanasa puede modificar precisamente una parte de los carbohidratos de pared. Si el objetivo es liberar polisacáridos asociados a tejidos, la enzima puede ayudar a abrir la matriz. Si el objetivo es conservar una estructura polisacárida específica, una hidrólisis excesiva podría cambiar el peso molecular, la viscosidad o la

funcionalidad del extracto. Las revisiones sobre polisacáridos de brotes de bambú muestran que extracción, purificación, características estructurales, beneficios y aplicaciones del producto están estrechamente conectados ^[15].

Por esa razón, la xilanasa debe usarse de forma intencionada. En una materia prima donde el valor está en polisacáridos de alto tamaño, conviene evitar convertir una ayuda de extracción en una degradación no deseada del producto objetivo. En cambio, si el objetivo es reducir viscosidad, liberar compuestos atrapados o generar fracciones más solubles, la hidrólisis parcial puede ser una ventaja. La misma enzima puede ser beneficiosa o contraproducente según el criterio de calidad del extracto final.

Compatibilidad con solventes verdes y procesos híbridos

La extracción botánica está migrando hacia solventes más seguros, sistemas de menor impacto y técnicas que reduzcan energía, tiempo y residuos. Los solventes eutécticos naturales profundos, o NADES, han recibido atención por su capacidad para solubilizar compuestos bioactivos y ajustar la selectividad del medio; en *Curcuma longa*, por ejemplo, se ha estudiado su uso para recuperar bioactivos con potencial antioxidante, antimicrobiano, antidiabético y de despigmentación cutánea ^[7].

La compatibilidad entre xilanasa y solventes verdes requiere distinguir etapas. La enzima necesita un entorno donde mantenga su estructura activa y pueda hidratar el sustrato; por tanto, muchos procesos funcionan mejor si la xilanasa se aplica primero en una fase acuosa o suficientemente hidratada, seguida de ajuste del solvente para extraer compuestos menos polares. En otros casos, puede utilizarse una mezcla hidroalcohólica compatible con la enzima, pero la viabilidad depende de la composición concreta del sistema y de la estabilidad de los compuestos objetivo.

El limoneno se ha estudiado como solvente de extracción de productos naturales, especialmente para fracciones hidrofóbicas. Sin embargo, un solvente principalmente no acuoso no es el entorno típico de acción de una xilanasa. Una estrategia razonable sería separar funciones: primero, pretratamiento enzimático de la matriz hidratada; después, extracción de compuestos lipofílicos con el solvente apropiado. La literatura sobre limoneno como solvente de extracción natural refuerza el interés de solventes alternativos, pero también la necesidad de seleccionar el medio según la polaridad de los compuestos buscados ^[16].

En sistemas híbridos, la xilanasa puede combinarse conceptualmente con cavitación, campos eléctricos, ultrasonido o solventes avanzados, pero cada combinación requiere validación. Una técnica física puede acelerar transferencia de masa, mientras la enzima modifica selectivamente hemicelulosa. Si se aplica energía excesiva durante la etapa enzimática, puede perderse actividad; si se aplica después, la

matriz ya puede estar más accesible. La extracción por campos eléctricos moderados, por ejemplo, se estudia por sus mecanismos de permeabilización y posibles beneficios industriales en alimentos y productos naturales [5].

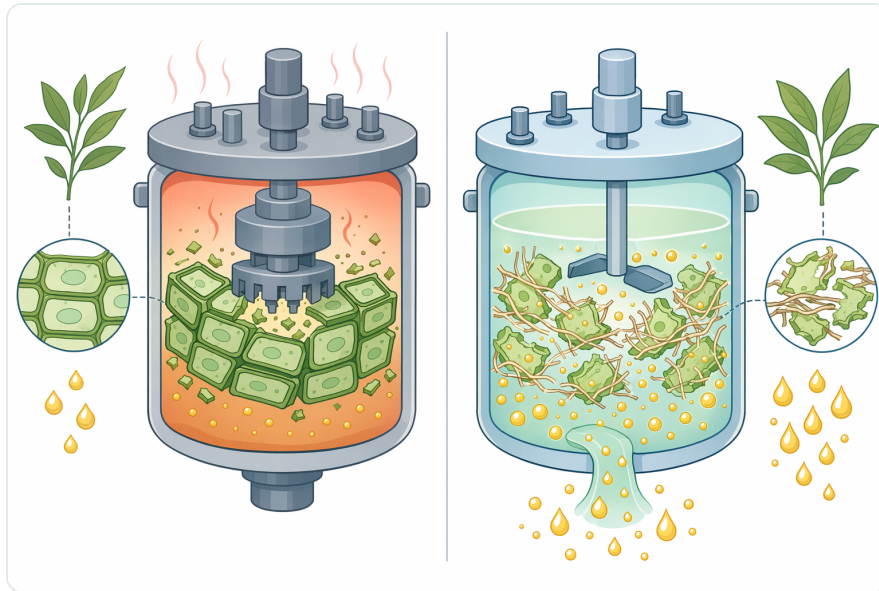


Figure 4. 자일라나아제, 셀룰라아제, 펙티나아제, β -글루카나아제 및 보조 에스테라아제는 서로 다른 세포벽 고분자를 표적으로 하므로 각기 다른 추출 장벽을 해결합니다.

Materias primas donde la xilanasa suele tener más sentido

La xilanasa es más lógica en materiales vegetales con una fracción hemicelulósica relevante y una estructura fibrosa que limite la liberación de extractables. Esto incluye tallos, cáscaras, salvados, cortezas, hojas coriáceas, subproductos de prensado, bagazos, fibras y residuos de extracción primaria. En estas matrices, la etapa enzimática puede mejorar la humectación, reducir la resistencia física, aumentar la liberación de líquido retenido o facilitar una segunda extracción.

También puede ser útil en subproductos vegetales que se buscan valorizar. En lugar de tratar bagazos, tallos o cáscaras como residuos, muchas empresas evalúan la recuperación de pigmentos, polifenoles, aromas, fibras solubles o fracciones fermentables. La investigación sobre extracción sostenible y abastecimiento verde en productos naturales enfatiza la importancia de enfoques ecoeficientes y de mejor aprovechamiento de recursos vegetales [8].

Un ejemplo de integración entre solventes alternativos y bioconversión aparece en estudios de tallos de té, donde se evaluaron sistemas NADES para recuperar polifenoles y beneficios adicionales vinculados a hidrólisis enzimática de carbohidratos. Aunque cada matriz debe estudiarse por

separado, este tipo de trabajo refleja la tendencia a diseñar procesos donde la recuperación de bioactivos y la transformación de la biomasa se consideran de forma conjunta ^[17].

Variables de proceso que determinan el resultado

La eficacia de la xilanasa depende de la accesibilidad del xilano. Una molienda demasiado gruesa puede limitar la difusión; una molienda demasiado fina puede generar lodos difíciles de filtrar. La hidratación previa suele ser importante porque la enzima actúa sobre un sustrato polimérico en una fase acuosa; si el material permanece seco por dentro, el contacto enzima-sustrato será incompleto. En extracción de productos naturales, la transferencia de masa y el estado físico de la matriz son factores tan importantes como la composición del solvente ^[6].

El pH, la temperatura, el tiempo de contacto y la composición del medio influyen en cualquier enzima, pero no existe una condición universal para todas las xilanasas ni para todas las plantas. Algunas aplicaciones industriales priorizan estabilidad térmica; otras buscan preservar compuestos sensibles a calor o pH. Investigaciones recientes sobre características que afectan la termoestabilidad de xilanasas muestran que la estabilidad enzimática es un rasgo complejo y dependiente de la estructura de la proteína ^[18].

El orden de adición también importa. En muchos flujos, primero se hidrata la planta, luego se añade xilanasa, después se permite la reacción enzimática y finalmente se ajusta el solvente o se aplica la extracción principal. Si el solvente final contiene una proporción elevada de componentes que desestabilizan la enzima, puede ser preferible completar la etapa enzimática antes. En productos sensibles, también se debe considerar si conviene detener la actividad enzimática antes de concentración, almacenamiento o formulación.



Figure 5. 자일라나아제는 겨, 껍질, 줄기, 수피, 뿌리, 종피, 과일 잔사, 풀류, 목질 부산물과 같은 섬유질이 많은 식물성 원료에 특히 적합합니다.

La relación entre enzima y otras actividades debe definirse por la matriz. Si predominan pectinas, una pectinasa puede ser más determinante; si la celulosa cristalina es la barrera principal, una xilanasol puede no abrir suficiente la estructura; si hay almidón, una amilasa puede resolver mejor la viscosidad. La xilanasol se integra de forma más racional cuando se conoce que el xilano o los arabinoxilanos contribuyen de manera importante a la resistencia o retención de extractables.

Beneficios industriales realistas

El primer beneficio potencial es aumentar la accesibilidad del solvente. Al debilitar la hemicelulosa, la xilanasol puede reducir la dependencia de condiciones más agresivas de extracción, como calentamientos prolongados o tratamientos mecánicos intensos. Esto puede ser útil para compuestos sensibles, siempre que la etapa enzimática se mantenga dentro de un rango compatible con el producto objetivo. Las revisiones sobre extracción de bioactivos vegetales resaltan la necesidad de conservar calidad, actividad y aplicabilidad del extracto, no solo de incrementar rendimiento ^[1].

El segundo beneficio es operativo. Una matriz menos rígida y con polisacáridos parcialmente modificados puede liberar líquido con mayor facilidad. En operaciones B2B, esto puede traducirse en mejor separación sólido-líquido, menor retención de extracto en la torta vegetal, filtración más manejable o menor carga de sólidos coloidales. Estos efectos deben medirse en el proceso concreto, porque una hidrólisis parcial también puede generar finos o solubilizar fracciones que aumenten turbidez.

El tercer beneficio es la posibilidad de valorizar materiales difíciles. Subproductos de alimentos, fibras insolubles, cáscaras y tallos suelen tener un potencial químico subutilizado. La xilanasa puede participar en esquemas donde se recuperan bioactivos y se modifica la biomasa restante para otros usos, como ingredientes ricos en fibra, fracciones fermentables o materiales de menor viscosidad. La investigación sobre recuperación de pigmentos naturales desde subproductos alimentarios apunta en la misma dirección: convertir corrientes secundarias en fuentes de ingredientes con valor ^[19].

El cuarto beneficio es la compatibilidad con estrategias de extracción más suaves y sostenibles. Las enzimas actúan de forma selectiva sobre enlaces específicos, lo que puede reducir la necesidad de tratamientos químicos severos. No obstante, “verde” no significa automáticamente mejor: el proceso completo debe considerar origen de la materia prima, solventes, energía, rendimiento, estabilidad del extracto, seguridad y gestión de residuos. Las revisiones recientes sobre métodos sostenibles de extracción insisten en evaluar el sistema de forma integral ^[8].

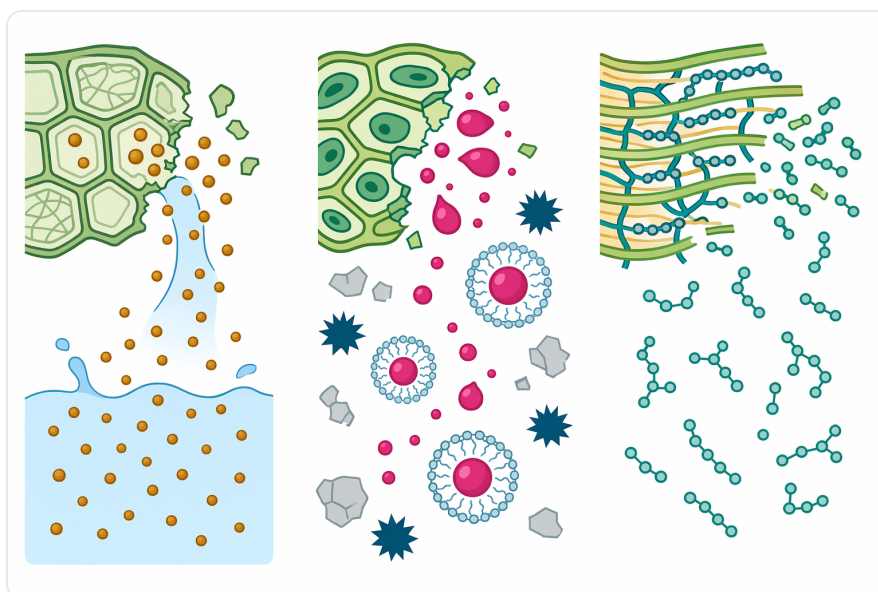


Figure 6. 자일라나아제는 헤미셀룰로스가 풍부한 장벽을 열어 페놀성 화합물, 색소, 다당류 조각 및 기타 접근 가능한 식물성 성분의 방출을 도울 수 있습니다.

Limitaciones y riesgos técnicos que no deben ignorarse

La xilanasa no es una solución universal para toda extracción botánica. Si el compuesto objetivo está protegido por lignina, retenido en estructuras lipídicas, unido a proteínas, encapsulado en resinas o limitado por solubilidad del solvente, la hidrólisis de xilano puede tener efecto parcial o marginal. La extracción de productos naturales es multifactorial, y las técnicas híbridas existen precisamente porque ningún mecanismo resuelve todos los obstáculos de forma aislada ^[4].

Otra limitación es la selectividad del extracto. Abrir la pared vegetal puede aumentar la recuperación de compuestos deseados, pero también de azúcares, oligosacáridos, taninos, proteínas, minerales, clorofilas, compuestos amargos o sustancias que dificulten clarificación. En enología, por ejemplo, los extractos de taninos condensados se valoran por su química y aplicaciones, pero su origen botánico y composición influyen en comportamiento y uso final, lo que ilustra la necesidad de controlar qué se extrae además de cuánto se extrae [\[20\]](#).

También debe considerarse la interacción con defensas vegetales o respuestas biológicas cuando se trabaja con material vivo o mínimamente procesado. Algunas xilanasas pueden actuar como elicitores en plantas; se ha descrito una xilanasas de mixobacteria capaz de activar una respuesta inmune en *Nicotiana benthamiana*. En extracción industrial de material seco o procesado esto puede no ser el factor principal, pero demuestra que las xilanasas son moléculas biológicamente activas y que su contexto de uso importa [\[21\]](#).

Finalmente, los extractos botánicos son mezclas complejas. Su composición varía por especie, variedad, parte de la planta, cosecha, secado, almacenamiento, molienda y método de extracción. Una xilanasas puede mejorar la liberación en una materia prima y no en otra aparentemente similar. Por eso, la evaluación debe centrarse en parámetros del producto final: perfil químico, estabilidad, sensorial, color, turbidez, viscosidad, rendimiento recuperado y cumplimiento regulatorio.

Integración práctica en un flujo de extracción

Un flujo típico puede comenzar con selección y preparación del material vegetal: limpieza, secado si aplica, corte o molienda y carga en un tanque de hidratación. La hidratación permite hinchamiento de la matriz y favorece la difusión de la enzima hacia la pared celular. Después se añade la xilanasas y se mantiene el contacto durante una etapa definida por el proceso interno. A continuación, se continúa con extracción acuosa, ajuste hidroalcohólico, prensado, filtración, centrifugación, concentración o formulación, según el tipo de extracto.

En extractos donde el color es crítico, la etapa enzimática debe alinearse con condiciones que preserven pigmentos. En antocianinas, betalaínas y colorantes vegetales, pH, oxígeno y temperatura pueden ser tan determinantes como la ruptura de la pared. La literatura sobre colorantes naturales de origen vegetal recalca que la metodología de extracción afecta aplicaciones posteriores y estabilidad del color, por lo que el pretratamiento enzimático debe considerarse dentro del diseño global [\[22\]](#).

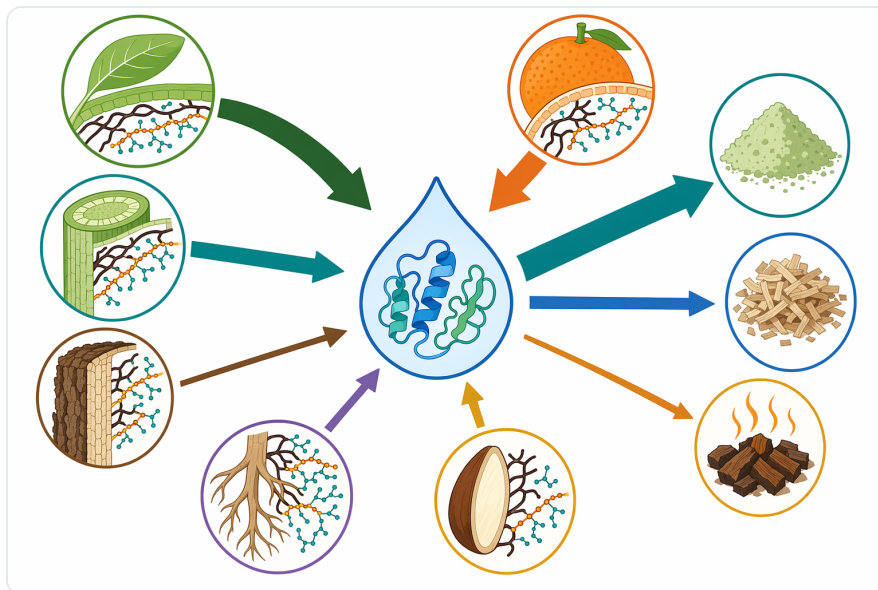


Figure 7. 자일라나아제의 반응은 자일란 함량, 치환 정도, 리그닌과의 결합, 식물 부위, 성숙도, 건조, 분쇄 및 이전 열처리가 기질 접근성에 영향을 미치기 때문에 달라집니다.

En extractos donde el objetivo es actividad antioxidante o recuperación de bioactivos, la xilanasa puede combinarse con estrategias que limiten oxidación. Esto puede incluir menor exposición al aire, tiempos controlados y separación rápida de sólidos cuando proceda. En productos fermentados o biotransformados, además, la etapa enzimática puede interactuar con metabolismo microbiano posterior. Las revisiones sobre fermentación de drogas botánicas muestran que la fermentación puede modificar efectos farmacológicos y aplicaciones de productos vegetales, lo que refuerza la necesidad de distinguir extracción enzimática de biotransformación microbiana ^[23].

Papel de Enzymes.bio como proveedor

Enzymes.bio actúa como proveedor de **Xylanase For Botanical Extraction** y no como fabricante ni laboratorio. Este artículo tiene finalidad técnica y educativa para clientes B2B que trabajan con extractos botánicos, ingredientes vegetales, bebidas botánicas, pigmentos naturales, subproductos de biomasa o procesos de valorización vegetal. La validación del proceso, la evaluación del extracto final y el cumplimiento regulatorio corresponden al usuario según su aplicación específica.

El producto se vende directamente en línea en unidades de 1 kg. El CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido, de modo que el comprador recibe la documentación asociada al lote y a la seguridad de manejo. No se deben interpretar las aplicaciones descritas como garantía de rendimiento universal: la respuesta de una matriz botánica a la xilanasa depende de la composición de pared celular, el solvente, el diseño del proceso y los criterios de calidad del extracto.

Conclusión

La xilanasa para extracción botánica es una ayuda de proceso útil cuando el xilano y los arabinoxilanos contribuyen a la resistencia de la pared celular vegetal o a la retención de extractables. Su mecanismo es concreto: hidroliza hemicelulosa, debilita la matriz y puede mejorar la liberación de compuestos, la fluidez de la suspensión y la separación sólido-líquido en materiales adecuados.

Su aplicación más sólida está en matrices fibrosas, subproductos vegetales, extractos herbales, bebidas botánicas, pigmentos naturales, polisacáridos y procesos híbridos de extracción verde. Sin embargo, debe utilizarse con criterio: no reemplaza la selección correcta del solvente, no resuelve barreras dominadas por pectina, lignina, lípidos o almidón, y puede modificar el perfil químico del extracto. Integrada de forma responsable, la xilanasa puede ayudar a convertir una materia prima vegetal difícil en un proceso de extracción más accesible, controlable y alineado con tecnologías modernas de productos naturales.

Pedir Xylanase For Botanical Extraction 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 For Botanical Extraction →](#)

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. El-Saadony, M., Saad, A., Mohammed, D. M., Alkafaas, S. S., El-Mageed, T. A. A., Fahmy, M. A., ahmed, A. E., ... et al. (2025). Plant bioactive compounds: extraction, biological activities, immunological, nutritional aspects, food application, and human health benefits—A comprehensive review. *Frontiers in Nutrition*, 12.
2. Sharma, S., Sharma, V., Nargotra, P., & Bajaj, B. (2020). Bioprocess development for production of a process-apt xylanase with multifaceted application potential for a range of industrial processes. *SN Applied Sciences*, 2.
3. Aiello, G., Li, Y., Xu, R., Boschin, G., Juodeikiene, G., & Arnoldi, A. (2021). Composition of the Protein Ingredients from Insoluble Oat Byproducts Treated with Food-Grade Enzymes, Such as Amylase, Cellulose/Xylanase, and Protease. *Foods*, 10.
4. Soni, N., Yadav, M., M, M., Sharma, D., & Paul, D. (2025). Current developments and trends in hybrid extraction techniques for green analytical applications in natural products. *Journal of chromatography. B, Analytical technologies*.

in the biomedical and life sciences, 1256, 124543 .

5. Gavahian, M., Chu, Y., & Sastry, S. (2018). Extraction from Food and Natural Products by Moderate Electric Field: Mechanisms, Benefits, and Potential Industrial Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17 4, 1040-1052 .
6. Natural product extraction via hydrodynamic cavitation. *Semantic Scholar* (2023).
7. Jovanović, J., Jović, M. D., Trifković, J. Đ., Smiljanić, K., Gašić, U., Ristivojević, M. K., & Ristivojević, P. M. (2025). Green Extraction of Bioactives from Curcuma longa Using Natural Deep Eutectic Solvents: Unlocking Antioxidative, Antimicrobial, Antidiabetic, and Skin Depigmentation Potentials. *Plants*, 14.
8. Chakraborty, P., Kole, S., Chowdhury, S., Kar, K., & Yesmin, G. (2026). Sustainable Sourcing and Green Extraction Methods - Eco-friendly Approaches in Natural Product Research. *Current Green Chemistry*.
9. Wang, Y., Zhang, Y., Li, S., Huang, K., Cao, H., Qiu, W., & Xiao-Guan (2025). Mechanism of the release and transformation of polyphenols during germination and fermentation in millets: profile and metabolomics based analysis. *Food & Function*.
10. Tzanova, M., Yaneva, Z., Ivanova, D., Toneva, M., Grozeva, N., & Memdueva, N. (2024). Green Solvents for Extraction of Natural Food Colorants from Plants: Selectivity and Stability Issues. *Foods*, 13.
11. Yüce-tepe, M., Özaslan, Z. T., Karakuş, M. Ş., Akalan, M., Karaaslan, A., Karaaslan, M., & Başıyigit, B. (2024). Unveiling the multifaceted world of anthocyanins: Biosynthesis pathway, natural sources, extraction methods, copigmentation, encapsulation techniques, and future food applications. *Food Research International*, 187, 114437 .
12. Stoica, F., Râpeanu, G., Raţu, R., Stănciuc, N., Croitoru, C., Țopa, D., & Jitareanu, G. (2025). Red Beetroot and Its By-Products: A Comprehensive Review of Phytochemicals, Extraction Methods, Health Benefits, and Applications. *Agriculture*.
13. Xu, Y., Bian, S., Shang, L., Wang, X., Bai, X., & Zhang, W. (2024). Phytochemistry, pharmacological effects and mechanism of action of volatile oil from Panax ginseng C.A.Mey: a review. *Frontiers in Pharmacology*, 15.
14. Du, Z., Yang, X., Zhou, S., Jin, Y., Wang, W., Xia, K., & Chen, Z. (2023). Aromatic Terpenes and Their Biosynthesis in Dendrobium, and Conjecture on the Botanical Perfumer Mechanism. *Current Issues in Molecular Biology*, 45, 5305 - 5316.
15. Wang, M., Ai-Yu, Hu, W., Zhao-Zhang, Wang, Z., Meng, Y., Yang, B., ... et al. (2024). Extraction, purification, structural characteristic, health benefit, and product application of the polysaccharides from bamboo shoot: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 132581 .
16. Pagliaro, M., Fabiano-Tixier, A., & Ciriminna, R. (2023). Limonene as natural product extraction solvent. *Green Chemistry*.
17. Sun, L., Zhou, P., Du, T., Zhang, Y., & Zheng, Y. (2025). Sustainable extraction and bioconversion of tea stems using NADES: Dual benefits in polyphenolic recovery and carbohydrates enzymatic hydrolysis. *Food Chemistry*, 499, 147372 .
18. Pan, S., Liu, L., Yan, Q., Gu, Y., Zhao, S., & Ding, Y. (2026). Multi-view identification of key features affecting xylanase thermostability. *Comput. Biol. Chem.*, 124 Pt 1, 109072 .

19. Magalhães, D., Gonçalves, R., Rodrigues, C. V., Rocha, H. R., Pintado, M., & Coelho, M. (2024). Natural Pigments Recovery from Food By-Products: Health Benefits towards the Food Industry. *Foods*, 13.
20. Campo, M., & Vignolini, P. (2026). Condensed tannin extracts in oenology: chemistry, botanical sources and applications in winemaking and aging processes. *Food Chemistry*, 513, 149060 .
21. Zhao, Y., Yang, K., Wang, Y., Li, X., Xia, C., Huang, Y., Li, Z., ... et al. (2024). A novel xylanase from a myxobacterium triggers a plant immune response in Nicotiana benthamiana. *Molecular plant pathology*, 25.
22. Adeel, S., Rehman, F., Rafi, S., Zia, K., & Zuber, M. (2019). Environmentally Friendly Plant-Based Natural Dyes: Extraction Methodology and Applications. *Plant and Human Health, Volume 2*.
23. Luo, X., Dong, M., Liu, J., Guo, N., Li, J., Shi, Y., & Yang, Y. (2024). Fermentation: improvement of pharmacological effects and applications of botanical drugs. *Frontiers in Pharmacology*, 15.

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.