

Pectate Lyase: enzima para procesamiento de frutas, clarificación de jugos, extracción vegetal y desgomado de fibras

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

La **Pectate Lyase** o **pectato liasa** es una enzima pectinolítica que corta regiones desesterificadas de la pectina mediante **β -eliminación**, generando fragmentos pécticos insaturados y reduciendo la integridad de la red que mantiene unidos muchos tejidos vegetales. En aplicaciones B2B se utiliza como herramienta de proceso para disminuir viscosidad, facilitar maceración y extracción, apoyar clarificación de jugos, vino y sidra, y contribuir al desgomado selectivo de fibras vegetales ricas en pectina ^[1].

Enzymes.bio ofrece Pectate Lyase como proveedor en línea, no como fabricante ni laboratorio. El producto se comercializa directamente en unidades de **1 kg**, y el **certificado de análisis (CoA)** y la **ficha de datos de seguridad (SDS)** se proporcionan junto con el pedido.

Qué es Pectate Lyase y por qué importa en matrices vegetales

La Pectate Lyase pertenece a la familia funcional de las enzimas que modifican pectina, un conjunto de polisacáridos estructurales abundantes en la pared celular primaria y la lámina media de frutas, hortalizas, raíces, tallos y fibras vegetales. La pectina no es un único polímero homogéneo: incluye regiones de homogalacturonano, ramnogalacturonanos y cadenas laterales que varían según especie vegetal, madurez, tejido y procesamiento previo. En términos de proceso, lo relevante es que estas fracciones pécticas contribuyen a cohesión celular, viscosidad, retención de agua, formación de geles y estabilidad coloidal ^[1].

La diferencia técnica central entre Pectate Lyase y otras pectinasas es su modo de ataque. Mientras las poligalacturonasas rompen enlaces glucosídicos por hidrólisis y las pectin liasas actúan con preferencia sobre pectinas más metil-esterificadas, la Pectate Lyase reconoce principalmente regiones de pectato o pectina con bajo grado de metilación. Su reacción de β -eliminación rompe la cadena principal del ácido galacturónico y genera un doble enlace en el producto insaturado, un rasgo característico de las liasas pécticas ^[2].

Esta especificidad explica por qué la enzima es valiosa en procesos industriales basados en tejidos vegetales. Cuando la pectina permanece intacta, puede dificultar bombeo, prensado, filtración, concentración, extracción o separación de fibras. Cuando la cadena péctica se fragmenta de forma controlada, la matriz pierde parte de su capacidad de formar redes viscosas o gelificadas, lo que puede traducirse en menor resistencia al flujo, mejor liberación de jugo o separación más eficiente de componentes sólidos y líquidos [1].

Mecanismo: β -eliminación de pectato y reducción funcional de la red péctica

La pared celular vegetal puede entenderse como un material compuesto: microfibrillas de celulosa aportan resistencia, hemicelulosas conectan estructuras, proteínas modifican arquitectura y la pectina actúa como una fase hidratada que controla porosidad, adhesión celular y propiedades reológicas. En muchos tejidos blandos, la pectina de la lámina media funciona como “cemento” intercelular; en fibras de bast, contribuye a las gomas que mantienen unidos los haces de fibra [3].

La Pectate Lyase actúa sobre esa red cortando enlaces de la cadena de homogalacturonano desesterificada. El mecanismo de β -eliminación requiere una geometría catalítica que estabiliza el sustrato cargado y facilita la ruptura del enlace, generando oligosacáridos insaturados. Estudios estructurales de pectate liasas, como los realizados con enzimas de *Caldicellulosiruptor bescii* y *Azospirillum irakense*, muestran arquitecturas proteicas adaptadas para reconocer cadenas pécticas aniónicas y orientar el sustrato para la eliminación catalítica [2].

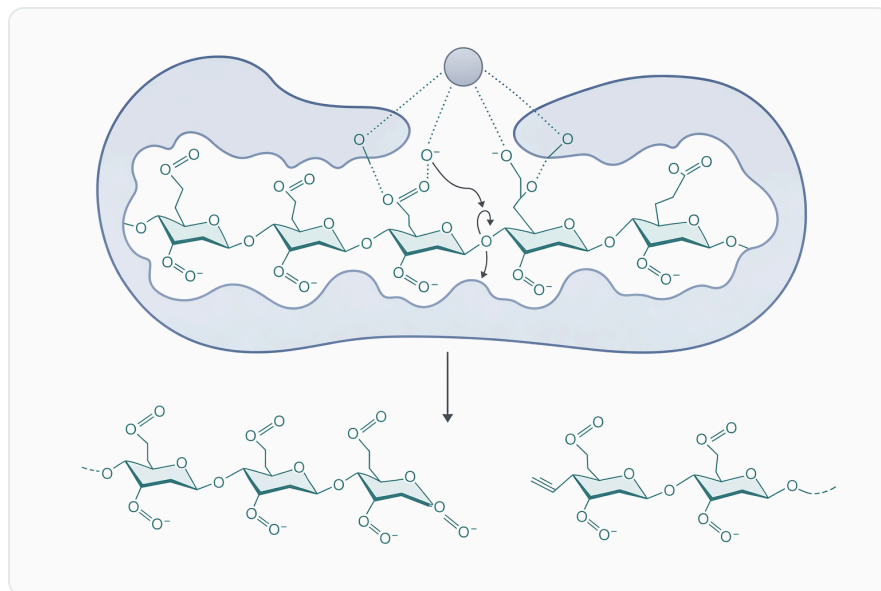


Figure 1. 펙테이트 라이아제는 칼슘 보조 베타-제거 반응을 통해 폴리갈락투론산을 절단하여 불포화 펙틴 올리고당을 생성한다.

El efecto de proceso surge de una consecuencia física simple: una cadena larga de pectina genera más viscosidad y capacidad de red que fragmentos cortos. Al cortar internamente el polímero, la enzima reduce el tamaño efectivo de la molécula y debilita interacciones entre partículas vegetales, coloides y agua. En aplicaciones de fruta, esto puede facilitar el drenaje de jugo; en extractos, puede disminuir obstrucción de filtros; en fibras, puede ayudar a retirar material gomoso sin recurrir a tratamientos químicos tan agresivos ^[1].

No obstante, “pectina” no siempre significa “sustrato óptimo”. Una pectina muy metilada puede responder de forma diferente a una pectina desesterificada; una matriz rica en calcio puede formar puentes entre cadenas pécticas; y un tejido con alto contenido de celulosa o lignina puede requerir otras actividades enzimáticas complementarias. Por eso la Pectate Lyase debe entenderse como una herramienta selectiva para modificar pectato y fracciones pécticas compatibles, no como una enzima universal para toda pared vegetal ^[4].

Comparación con otras enzimas pectinolíticas

En formulación de procesos, la Pectate Lyase suele evaluarse junto con otras pectinasas. La siguiente tabla resume diferencias funcionales relevantes para usuarios industriales sin entrar en métodos analíticos ni especificaciones de actividad.

Enzima	Sustrato preferente	Tipo de reacción	Resultado tecnológico típico	Comentario de aplicación
Pectate Lyase	Pectato, ácido poligalacturónico y pectina poco metilada	β -eliminación	Fragmentación de red péctica, menor viscosidad, maceración, desgomado	Especialmente útil cuando la fracción péctica está desesterificada o puede volverse accesible durante el proceso ^[1]
Pectin Lyase	Pectina más metil-esterificada	β -eliminación	Degradación de pectina metilada, apoyo en clarificación y extracción	Puede ser más adecuada que Pectate Lyase cuando el sustrato conserva alta metilación ^[1]
Poligalacturonasa	Regiones de ácido poligalacturónico	Hidrólisis	Reducción de tamaño molecular de pectina, ablandamiento y clarificación	Su mecanismo no genera los mismos productos insaturados característicos de las liasas ^[2]

Enzima	Sustrato preferente	Tipo de reacción	Resultado tecnológico típico	Comentario de aplicación
Pectin metilesterasa	Pectina metilada	Desesterificación	Conversión parcial hacia pectato; puede cambiar gelificación	Puede aumentar sustrato potencial para Pectate Lyase, pero también favorecer redes con calcio si no se controla [5]

Esta comparación es importante porque en jugos, purés o fibras la respuesta no depende solo de añadir una “pectinasa”. Depende del grado de esterificación, del pH del entorno, del contenido mineral, del tratamiento térmico previo, de la madurez del material y de la accesibilidad de la pectina dentro de la pared celular. La literatura sobre pectate liasas muestra que pequeñas diferencias estructurales pueden modificar estabilidad, perfil de pH y comportamiento industrial, incluso dentro de enzimas que comparten una misma clasificación general [6].

Aplicaciones en procesamiento de frutas y vegetales

En frutas y vegetales, la Pectate Lyase se usa para debilitar la matriz péctica que limita la liberación de jugo y aumenta la viscosidad de pulpas, purés y macerados. En operaciones de prensado, una pulpa rica en pectina puede retener líquido en una red coloidal; al fragmentarse la pectina, esa red pierde capacidad de atrapar agua, lo que facilita separación sólido-líquido y mejora la fluidez del material durante bombeo o transferencia [1].

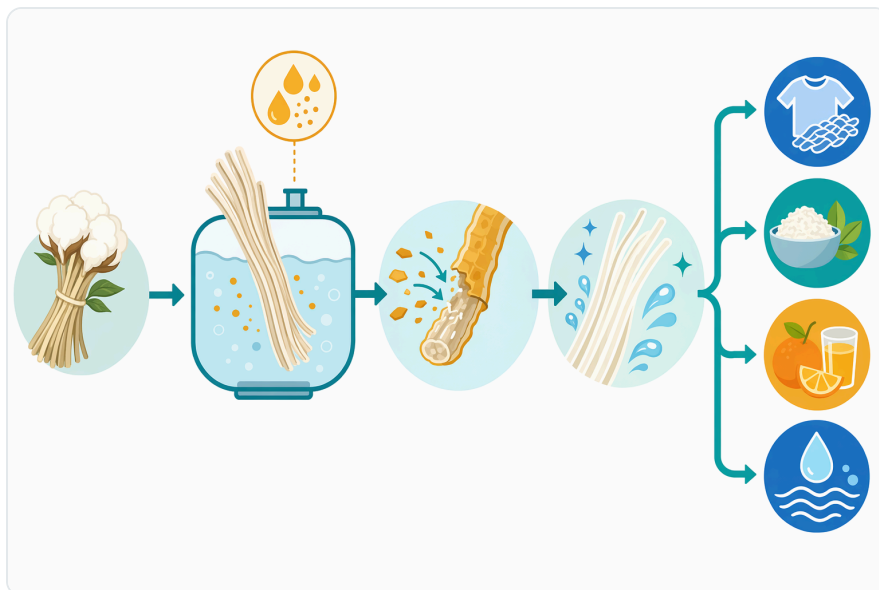


Figure 2. 산업용 펙테이트 라이아제는 약알칼리성 공정 조건에서 식물 소재의 펙틴성 물질을 제거한다.

El beneficio es más evidente en materias primas donde la pectina domina la reología del proceso. Manzana, cítricos, bayas, remolacha, tomate y otras matrices vegetales pueden presentar comportamientos muy distintos porque su pectina difiere en concentración, arquitectura y grado de esterificación. En frutas maduras, además, la pared celular ya ha sido modificada por enzimas endógenas; en material menos maduro, la red puede ser más resistente y requerir condiciones de proceso diferentes ^[7].

La enzima también puede ayudar a reducir problemas de gelificación durante concentración. Cuando una corriente vegetal se concentra por evaporación u otro proceso, la pectina intacta puede aumentar de forma desproporcionada la viscosidad, dificultar transferencia de calor y generar texturas no deseadas. La fragmentación previa o simultánea de regiones pécticas disminuye la capacidad de formación de red y puede hacer más manejable una corriente concentrada, siempre que el tratamiento sea compatible con la calidad sensorial o funcional buscada ^[5].

En hortalizas y raíces, el interés puede centrarse menos en claridad y más en textura, liberación de sólidos solubles o desintegración controlada. En raíces de yuca, por ejemplo, los cambios en polisacáridos de pared durante el retting muestran que la modificación de pectina forma parte de la desestructuración del tejido vegetal. Esto respalda el principio de que actuar sobre la fracción péctica puede cambiar de forma significativa la cohesión del material ^[8].

Jugos, vino y sidra: viscosidad, turbidez y estabilidad coloidal

En bebidas vegetales, la pectina afecta tres dimensiones clave: viscosidad, turbidez y estabilidad. En jugos con alta carga péctica, las partículas finas y coloides pueden permanecer suspendidos, la filtración puede ralentizarse y la sensación en boca puede ser más densa. La Pectate Lyase contribuye a cortar regiones de pectato, reduciendo el peso molecular de la fracción péctica y facilitando etapas posteriores de sedimentación, centrifugación o filtración ^[1].

La clarificación de jugos no es simplemente “eliminar turbidez”. En muchos productos se busca un equilibrio entre apariencia, rendimiento, color, aroma y estabilidad durante almacenamiento. La literatura clásica sobre pérdida de nube en jugo de naranja muestra que la estructura y modificación de pectina influyen en fenómenos coloidales de bebidas cítricas, lo que explica por qué las enzimas que alteran pectina deben utilizarse con una finalidad tecnológica definida ^[5].

En vino y sidra, la pectina puede interferir con prensado y clarificación, especialmente cuando se procesan frutas con alto contenido de pared celular o cuando el macerado contiene partículas finas. La Pectate Lyase puede integrarse como parte de una estrategia pectinolítica para mejorar liberación de

mosto, disminuir viscosidad y favorecer estabilidad visual. Su efecto final depende del fruto, de la madurez, del tiempo de contacto con hollejos o pulpa, y de si la pectina está más o menos esterificada [1].

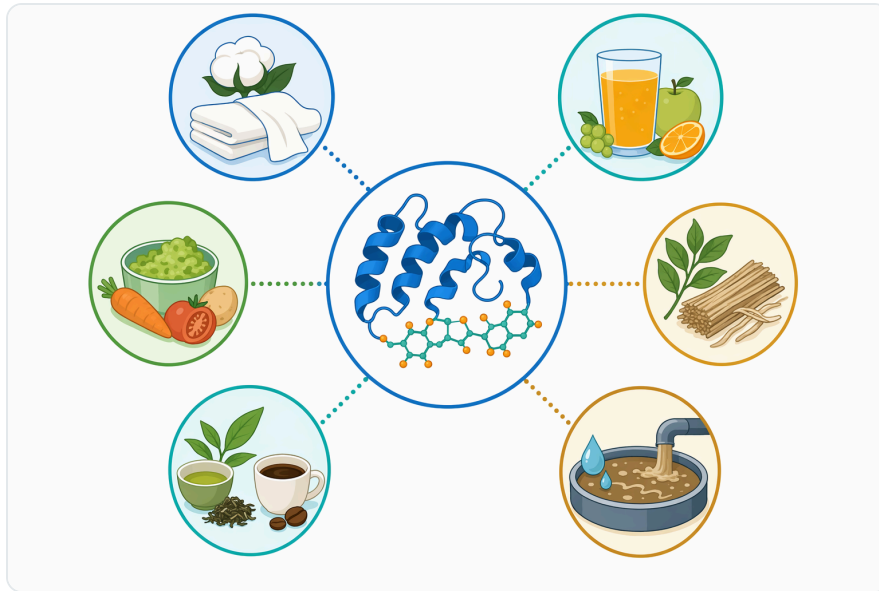


Figure 3. 펙테이트 라이아제는 섬유 바이오정련, 식품 가공, 식물 섬유 처리 및 펙틴이 풍부한 폐수 관리에 사용된다.

También debe considerarse que una degradación excesiva o mal dirigida puede cambiar textura, turbidez deseada o perfil de coloides. En bebidas donde se desea una nube estable, como ciertos jugos cítricos, el objetivo no siempre es maximizar degradación de pectina. En bebidas claras, en cambio, la reducción de pectina puede ser deseable para evitar turbidez persistente y mejorar filtrabilidad [5].

Extractos vegetales y procesamiento botánico

En extractos botánicos, la Pectate Lyase puede utilizarse para aumentar accesibilidad a compuestos contenidos dentro de células vegetales o atrapados en una matriz de pared celular. Al debilitar la pectina de la lámina media y del espacio intercelular, la enzima favorece la desintegración controlada del tejido, mejora la liberación de solutos y reduce la viscosidad de extractos que de otro modo serían difíciles de filtrar o concentrar [1].

Este uso no debe interpretarse como garantía de mayor recuperación para cualquier compuesto. Los metabolitos hidrosolubles, pigmentos, polifenoles, aromas o polisacáridos funcionales tienen localizaciones y asociaciones diferentes dentro del tejido. Si el compuesto objetivo está limitado por paredes ricas en pectina, la Pectate Lyase puede ser relevante; si está ligado a proteínas, lignina, cutículas o matrices lipídicas, pueden requerirse otras condiciones o enzimas complementarias [9].

La ventaja de la vía enzimática es su selectividad relativa. Frente a tratamientos químicos severos, una enzima puede actuar en condiciones más compatibles con compuestos sensibles al calor, oxidación o pH extremo. Esto es especialmente importante en extractos vegetales destinados a alimentos, bebidas, ingredientes funcionales o aplicaciones cosméticas, donde color, olor y perfil químico pueden ser tan importantes como el rendimiento [1].

En corrientes con alta carga de sólidos, la accesibilidad del sustrato determina el resultado. Tamaño de partícula, hidratación, mezcla, tiempo de contacto y pretratamientos mecánicos influyen en cuánto pectato queda expuesto a la enzima. La Pectate Lyase no “atravesará” cualquier matriz de forma instantánea; actúa donde el sustrato compatible está disponible, por lo que la ingeniería de proceso sigue siendo decisiva [2].



Figure 4. 기존의 알칼리 정련과 비교할 때, 펙테이트 라이아제를 이용한 바이오 정련은 섬유 품질을 유지하면서 화학 처리 강도를 낮출 수 있다.

Fibras vegetales: desgomado de ramio, bast y bioscouring textil

Las fibras vegetales como ramio, lino, cáñamo y otros bast contienen celulosa como componente estructural principal, pero también pectina, hemicelulosas, ceras, proteínas y compuestos fenólicos que actúan como materiales gomosos. En el desgomado, el objetivo es retirar parte de esos componentes no celulósicos para separar fibras, mejorar suavidad, favorecer hilatura o preparar el material para tratamientos posteriores [10].

La Pectate Lyase es atractiva en este contexto porque su blanco principal no es la celulosa, sino la fracción péctica que contribuye a mantener unidos los haces de fibra. Estudios de desgomado de ramio con pectate liasas han mostrado interés en mejorar estabilidad y rendimiento operativo de estas

enzimas para condiciones industriales, ya que la eliminación selectiva de pectina puede reducir dependencia de tratamientos alcalinos fuertes ^[10].

La aplicación no se limita a ramio. Trabajos sobre pulpeo y maceración en fibras de bast, como *Mitsumata* y otros materiales lignocelulósicos, muestran que las enzimas pectinolíticas pueden contribuir a separar células y fibras al atacar componentes de la lámina media. La lógica tecnológica es la misma: romper el “cemento” péctico sin degradar de forma excesiva la fracción fibrosa que se desea conservar ^[3].

En bioscouring textil, donde se preparan fibras o tejidos para mejorar humectación, teñido o acabado, las pectate liasas termoalcalinas son objeto de investigación porque pueden funcionar en entornos compatibles con procesos textiles más exigentes. Un estudio reciente sobre una pectate liasa termoalcalina de *Caldicellulosiruptor bescii* la evaluó precisamente en el contexto de bioscouring sostenible de tejidos, destacando el interés por reemplazar o reducir tratamientos químicos convencionales ^[11].

Biomasa vegetal y valorización de subproductos agroindustriales

La pectina presente en cáscaras, pulpas agotadas, bagazos y residuos vegetales puede ser un problema de proceso o una oportunidad de valorización. En corrientes residuales de frutas y hortalizas, la Pectate Lyase puede ayudar a disminuir viscosidad, liberar agua retenida y transformar fracciones pécticas en oligómeros más pequeños. Esto puede facilitar operaciones de separación o preparar la biomasa para procesos posteriores ^[1].

En deconstrucción de biomasa, la función de la enzima se interpreta dentro de una red compleja de polímeros. La estructura de una pectate liasa de *Caldicellulosiruptor bescii* se ha estudiado en relación con la descomposición de biomasa, lo que subraya que la degradación de pectina puede mejorar accesibilidad de otros componentes de pared vegetal. Aunque la celulosa y la hemicelulosa suelen recibir más atención en bioprocesos, la pectina puede ser una barrera relevante en materiales vegetales no leñosos ^[2].

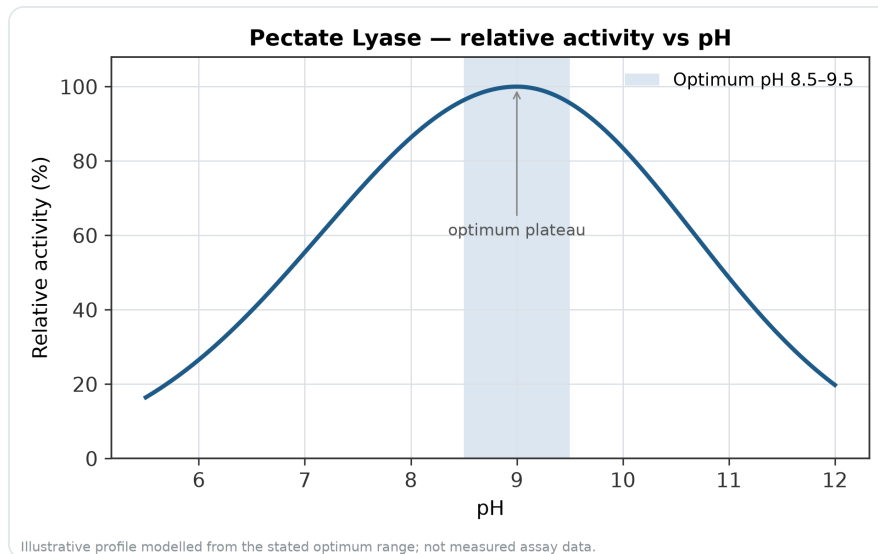


Figure 5. pH에 따른 펙테이트 라이아제의 상대 활성으로, pH 8.5–9.5에서 최적 활성의 plateau가 나타난다.

La obtención de oligosacáridos pécticos es otra ruta de interés. Las liasas generan productos insaturados característicos, y su patrón de corte puede influir en longitud de cadena y propiedades de los fragmentos. Estudios tempranos sobre el patrón de acción de pectate liasas, como el trabajo con una enzima de *Streptomyces nitrosporeus*, ayudaron a establecer que estas enzimas pueden mostrar modos de ataque específicos sobre sustratos pécticos [12].

A escala industrial, la valorización exige definir el objetivo: reducir viscosidad, mejorar separación, generar fracciones funcionales o facilitar otra conversión. La Pectate Lyase puede ser parte de esa estrategia, pero no sustituye la caracterización de la biomasa ni el control del proceso. La composición de una cáscara cítrica, un orujo, una pulpa de manzana o un residuo hortícola varía lo suficiente como para cambiar la respuesta enzimática [1].

Factores de proceso que determinan el rendimiento

El primer factor es el **grado de esterificación de la pectina**. La Pectate Lyase actúa mejor sobre regiones desesterificadas; por ello, una matriz con pectina altamente metilada puede mostrar respuesta limitada si no existen regiones de pectato accesibles. En algunos procesos, la acción de otras enzimas o condiciones previas puede cambiar la disponibilidad de pectato, pero esa interacción debe controlarse porque también puede modificar gelificación y textura [5].

El segundo factor es el **pH del sistema**. Muchas pectate liasas bacterianas investigadas para industria muestran comportamiento útil en condiciones neutras a alcalinas, aunque no todas comparten el mismo perfil. La selección de pectate liasas alcalifílicas de *Bacillus* para aplicaciones industriales se ha

estudiado precisamente por la importancia de la reactividad y estabilidad dependientes del pH en entornos simulados de proceso [6].

El tercer factor es la **temperatura**. Una temperatura más alta puede aumentar velocidad de reacción hasta cierto punto, pero también puede desestabilizar la proteína o afectar calidad del producto. Por eso se han aplicado estrategias de ingeniería de proteínas para mejorar termoestabilidad en pectate liasas alcalinas, como en enzimas de *Paenibacillus* orientadas a condiciones industriales más robustas [13].

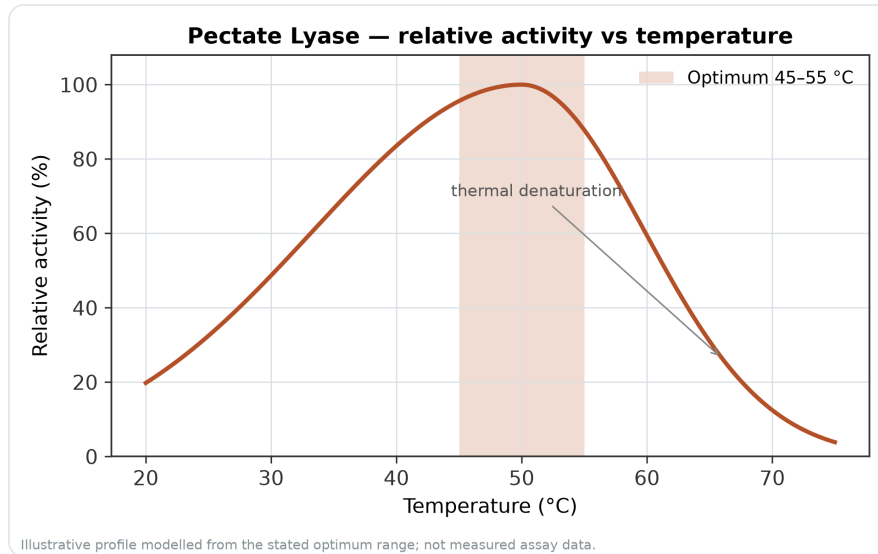


Figure 6. 온도에 따른 펙테이트 라이아제의 상대 활성으로, 45-55°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열변성으로 인한 특징적인 활성 감소가 나타난다.

El cuarto factor es la **accesibilidad del sustrato**. En una solución de pectato, la enzima encuentra su sustrato con facilidad; en una pulpa vegetal, la pectina puede estar atrapada en paredes intactas, asociada con calcio, cubierta por otros polímeros o limitada por transferencia de masa. Molienda, maceración, hidratación y mezcla influyen en la reacción tanto como la elección de la enzima [2].

El quinto factor es la **compatibilidad con otras operaciones**. En alimentos y bebidas, la enzima se integra con prensado, clarificación, fermentación, calentamiento o concentración. En fibras, debe coordinarse con lavado, tratamiento alcalino reducido, separación mecánica y acabado. En extractos, debe alinearse con solvente, temperatura, filtración y estabilidad del compuesto objetivo [10].

Qué evidencia científica respalda su uso industrial

La evidencia más amplia proviene de revisiones sobre origen, propiedades y aplicaciones de pectate liasas. Estas revisiones describen su presencia en microorganismos y plantas, su mecanismo por β -eliminación, su preferencia por sustratos pécticos desesterificados y su aplicación en alimentos, bebidas, textiles, papel, tratamiento de biomasa y otros procesos basados en materia vegetal [1].

La evidencia estructural respalda el mecanismo. Trabajos cristalográficos y bioquímicos con pectate liasas de diferentes organismos muestran cómo estas proteínas reconocen polisacáridos aniónicos y catalizan la ruptura de la cadena péctica. La estructura de una pectate liasa de *Azospirillum irakense*, por ejemplo, contribuyó a comprender rasgos de reconocimiento y modo de acción en esta clase de enzimas [14].

La evidencia aplicada es especialmente clara en fibras vegetales. Estudios sobre desgomado de ramio con pectate liasas han evaluado enzimas naturales y modificadas para mejorar desempeño bajo condiciones relevantes, confirmando que la degradación de pectina puede contribuir a retirar gomas y separar fibras. Esta línea de investigación conecta directamente mecanismo molecular con beneficio textil [10].

También hay evidencia en procesos de pulpeo y maceración de fibras de bast. Investigaciones sobre pulpeo enzimático de *Mitsumata* y enzimas pectinolíticas alcalofílicas producidas por especies de *Erwinia* muestran que la maceración enzimática puede explicarse por la degradación de componentes pécticos de la lámina media, reduciendo cohesión entre células vegetales [15].

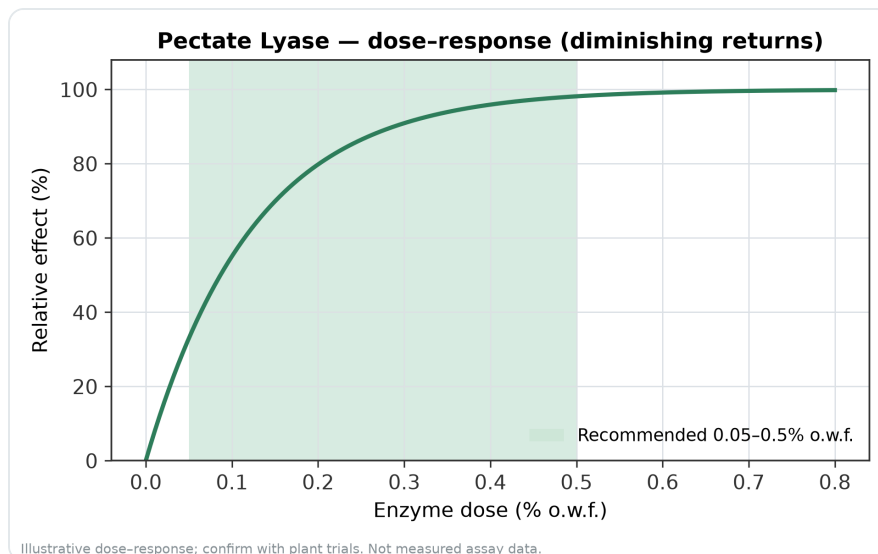


Figure 7. 권장 사용 범위(0.05–0.5% o.w.f.)에서 펙테이트 라이아제의 예시적 용량-반응 관계.

En plantas, las pectate liasas y proteínas relacionadas participan en desarrollo, crecimiento y remodelación de pared. Estudios recientes sobre metabolismo de pectina mediado por genes tipo PLL en cambium vinculan la modificación péctica con crecimiento radial, lo que refuerza la importancia biológica de este tipo de actividad en la arquitectura vegetal ^[16].

Limitaciones técnicas y expectativas realistas

La Pectate Lyase no debe presentarse como solución universal para cualquier problema de viscosidad o extracción. Si la viscosidad procede de almidón, hemicelulosas, gomas no pécticas, proteínas o polisacáridos microbianos, el efecto puede ser parcial o mínimo. La enzima es más pertinente cuando la fracción péctica desesterificada es una causa importante de la propiedad que se desea modificar ^[1].

Tampoco todas las materias primas con pectina responden igual. Una misma fruta puede cambiar según variedad, clima, madurez, almacenamiento y tratamiento térmico previo. En fresa, tomate y otros frutos blandos, la modificación natural de pared durante maduración y poscosecha afecta textura y calidad; esto ilustra por qué el estado fisiológico de la materia prima influye en la respuesta a enzimas de pared celular ^[17].

La interacción con calcio y otros cationes puede ser relevante porque las cadenas de pectato pueden formar estructuras reticuladas. En algunos contextos, la presencia de calcio favorece redes pécticas que aumentan firmeza o gelificación; en otros, determinadas pectate liasas requieren o aprovechan iones para su catálisis. El resultado práctico depende de composición y condiciones del sistema, no solo de la enzima añadida ^[2].

Finalmente, las enzimas modifican matrices dinámicas. Si se busca claridad, textura específica, rendimiento de jugo o separación de fibra, el proceso debe controlar tiempo de contacto, mezcla, temperatura y etapa de inactivación o separación. Un tratamiento insuficiente puede no cambiar la matriz; un tratamiento excesivo puede alterar cuerpo, estabilidad o propiedades sensoriales del producto final ^[5].

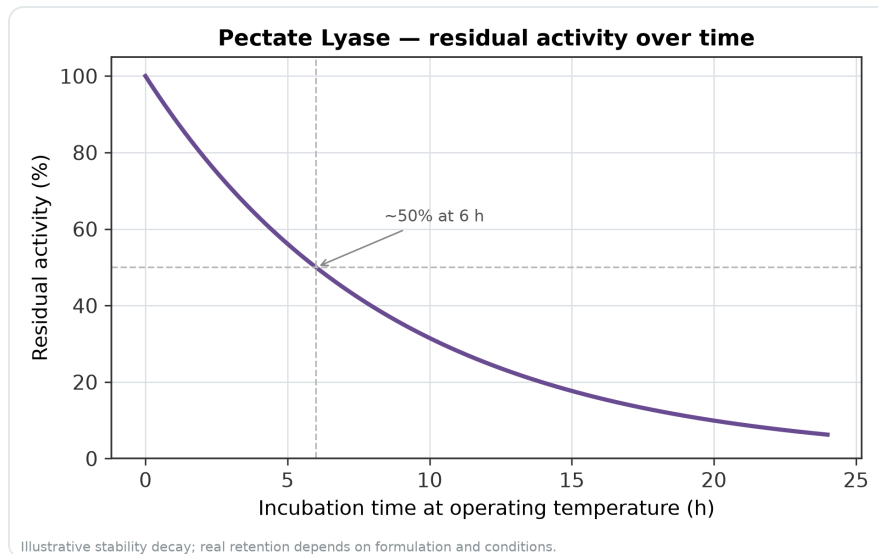


Figure 8. 펙테이트 라이아제의 예시적 열 안정성 감소—작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소한다.

Seguridad, manipulación y documentación

Las enzimas son proteínas funcionales y deben manipularse con procedimientos adecuados para evitar exposición innecesaria. Como ocurre con muchas preparaciones enzimáticas, el polvo o aerosol enzimático puede causar irritación o sensibilización en personas susceptibles si se inhala o entra en contacto repetido con piel y mucosas. La SDS proporcionada con el pedido debe integrarse en los procedimientos internos de seguridad del usuario [18].

En entornos B2B, el control documental es parte del uso responsable. Enzymes.bio proporciona el CoA y la SDS junto con el pedido, lo que permite al comprador disponer de información de lote y de seguridad para su registro interno. Enzymes.bio actúa como proveedor en línea del producto y no como fabricante, laboratorio de análisis ni desarrollador de procesos a medida.

El almacenamiento debe proteger la preparación enzimática frente a humedad, calor excesivo y exposición innecesaria. Como regla operativa, mantener el envase cerrado y en condiciones secas ayuda a conservar funcionalidad durante el periodo de uso. Las condiciones exactas de manejo deben seguir la documentación suministrada con el pedido y los procedimientos de la instalación.

Disponibilidad en Enzymes.bio

Enzymes.bio ofrece Pectate Lyase directamente en línea en unidades de **1 kg**. El formato está orientado a usuarios B2B que necesitan incorporar una enzima pectinolítica a procesos de frutas, vegetales, bebidas, extractos o fibras, con documentación de lote y seguridad entregada junto con el pedido.

La información técnica debe interpretarse como apoyo educativo para comprender mecanismo, aplicaciones y límites de uso. El desempeño final depende de la matriz vegetal, composición de pectina, condiciones de proceso y objetivo tecnológico. Para clientes que trabajan con materias primas ricas en pectina, Pectate Lyase es una herramienta bien documentada para reducir barreras de viscosidad, cohesión celular y separación asociadas a polisacáridos pécticos ^[1].

Pedir Pectate Lyase 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 Pectate Lyase →](#)

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. Wu, P., Yang, S., Zhan, Z., & Zhang, G. (2020). Origins and features of pectate lyases and their applications in industry. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104, 7247 - 7260.
2. Alahuhta, M., Brunecky, R., Chandrayan, P., Kataeva, I., Adams, M., Himmel, M., & Lunin, V. (2013). The structure and mode of action of Caldicellulosiruptor bescii family 3 pectate lyase in biomass deconstruction. *Acta Crystallographica Section D: Biological Crystallography*, 69 Pt 4, 534-9 .
3. Tanabe, H., & Kobayashi, Y. (1986). Enzymatic Maceration Mechanism in Biochemical Pulping of Mitsumata (Edgeworthia papyrifera Sieb. et Zucc) Bast. *Agricultural and biological chemistry*, 50, 2779-2784.
4. Li, P., Wei, X., Wang, Y., Liu, H., Xu, Y., Zhang, Z., Li, J., ... et al. (2023). Improvement of optimum pH and specific activity of pectate lyase from Bacillus RN.1 using loop replacement. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11.
5. Krop, J. (1974). The mechanism of cloud loss phenomena in orange juice.
6. Agash, S. G. S., & Rajasekaran, R. (2024). Selection of alkaliphilic Bacillus pectate lyases based on reactivity and pH-dependent stability in simulated environment for industrial applications. *Carbohydrate Research*, 549, 109372 .
7. Deng, H., Chen, Y., Liu, Z., Liu, Z., Shu, P., Wang, R., Hao, Y., ... et al. (2022). SIERF.F12 modulates the transition to ripening in tomato fruit by recruiting the co-repressor Topless and histone deacetylases to repress key ripening genes. *The Plant Cell*.
8. Ngea, G. L. N., Guillon, F., Ngang, J. E., Bonnin, E., Bouchet, B., & Saulnier, L. (2016). Modification of cell wall polysaccharides during retting of cassava roots. *Food Chemistry*, 213, 402-409 .

9. Montanier, C., Bueren, A. L., Dumon, C., Flint, J., Correia, M. A. S., Prates, J., Firbank, S., ... et al. (2009). Evidence that family 35 carbohydrate binding modules display conserved specificity but divergent function. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106, 3065 - 3070.
10. Chen, Y., Huo, Y., Tang, S., Lin, Y., Zhang, X., & Zheng, S. (2025). Characterization, Modification, and Preliminary Application of a Novel Pectate Lyase from Paenibacillus tarimensis in Ramie Degumming. *Biotechnology Journal*, 20.
11. Chen, J., Zhang, Y., Zhao, M., Zan, X., Pan, X., Zhang, C., Chen, Z., ... et al. (2025). Unraveling Structural and Biochemical Insights into a Novel Thermo-Alkaline Pectate Lyase from Caldicellulosiruptor bescii for Sustainable Fabric Bioscouring. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
12. Sato, M., & Kaji, A. (1977). Action Pattern of Pectate Lyase from Streptomyces nitrosporeus. *Agricultural and biological chemistry*, 41, 2199-2203.
13. Zhou, Z., & Wang, X. (2021). Rational design and structure-based engineering of alkaline pectate lyase from Paenibacillus sp. 0602 to improve thermostability. *BMC Biotechnology*, 21.
14. Armas, H. D., Verboven, C., Ranter, C. D., Desair, J., Broek, A., Vanderleyden, J., & Rabijns, A. (2004). Structure of a pectate lyase from Azospirillum irakense.
15. Kobayashi, Y., Komae, K., Tanabe, H., & Matsuo, R. (1988). Approach to maceration mechanism in enzymatic pulping of bast fibers by alkalophilic pectinolytic enzymes produced by Erwinia species. *Biotechnology Advances*, 6 1, 29-37 .
16. Ye, L., Wang, X., Valle-Delgado, J. J., Vainonen, J., Wopereis, I., Kesari, K., Takahashi, J., ... et al. (2025). Cambium LBDs promote radial growth by regulating PLL-mediated pectin metabolism. *Nature Plants*, 11, 2565 - 2580.
17. Pyrotis, S. (2016). Evaluating effects of climate variability on postharvest quality of strawberries.
18. Eta Crn Best Practices.Pdf. *Enzymetechnicalassociation*.

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.