

Beta glucanasa grado alimentario para vino: ruptura de pared celular, mejora de filtración y crianza sobre lías

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

La beta glucanasa grado alimentario para vinificación es una enzima usada para degradar β -glucanos que aumentan la viscosidad, dificultan la clarificación y reducen la filtrabilidad de mostos y vinos. En bodega, su aplicación principal es romper polisacáridos de pared celular procedentes de *Botrytis cinerea* y de levaduras, apoyando la filtración, la estabilidad coloidal y la crianza sobre lías cuando el problema tecnológico está relacionado con glucanos ^[1].

Qué es una beta glucanasa enológica y por qué importa en vino

Una beta glucanasa es una enzima hidrolítica capaz de cortar enlaces β -glucosídicos en β -glucanos, es decir, polisacáridos formados por unidades de glucosa unidas en configuraciones específicas. En vinificación, el interés no es “romper fibra” de forma genérica, sino reducir el tamaño molecular de glucanos que se comportan como coloides problemáticos: retienen agua, elevan la viscosidad aparente, estabilizan partículas finas en suspensión y favorecen la colmatación de medios filtrantes ^[1].

En el contexto del producto **Food Grade Beta Glucanase For Wine Making Cell Wall Breaking And Aging Enzyme**, la expresión “cell wall breaking” debe entenderse como degradación selectiva de componentes glucánicos de paredes celulares fúngicas y levaduriformes. No implica una ruptura indiscriminada de todos los componentes del vino, sino la hidrólisis de enlaces presentes en redes de β -glucano, especialmente relevantes en vinos con uva botritizada o en vinos mantenidos sobre lías de levadura ^[1].

La importancia práctica de esta enzima se observa cuando una bodega encuentra vinos que sedimentan mal, filtran lentamente o muestran una resistencia anormal a la clarificación. En esos casos, si el origen está en β -glucanos de alto peso molecular, la beta glucanasa puede actuar sobre la causa química del problema, mientras que una intervención puramente física puede desplazar la turbidez sin eliminar el polisacárido responsable ^[1].

Origen de los β -glucanos problemáticos en vinificación

Los β -glucanos relevantes para el vino proceden principalmente de dos fuentes: hongos asociados a la uva, en particular *Botrytis cinerea*, y levaduras de fermentación, incluidas las células que quedan en las lías. En ambos casos se trata de polisacáridos de pared celular, pero su impacto tecnológico puede ser distinto: los glucanos botríticos suelen asociarse con problemas severos de filtración, mientras que los glucanos de levadura forman parte de la matriz que se transforma durante la autólisis en crianza sobre lías [1].

En uvas afectadas por podredumbre gris, *Botrytis cinerea* puede liberar β -glucanos que pasan al mosto y permanecen en el vino si no se degradan. Estos polímeros son conocidos en bodega porque pueden hacer que un vino aparentemente limpio se comporte mal al filtrar: el filtro se satura pronto, el caudal cae y la operación se vuelve menos predecible [1].

En las lías de fermentación, la situación es diferente. La pared de la levadura contiene una red estructural de glucanos y otros macromoléculas; durante la crianza, la autólisis libera fracciones que pueden influir en cuerpo, textura, estabilidad y evolución aromática. La beta glucanasa puede acelerar o favorecer parte de esa desestructuración al actuar sobre componentes glucánicos de la pared celular [2].

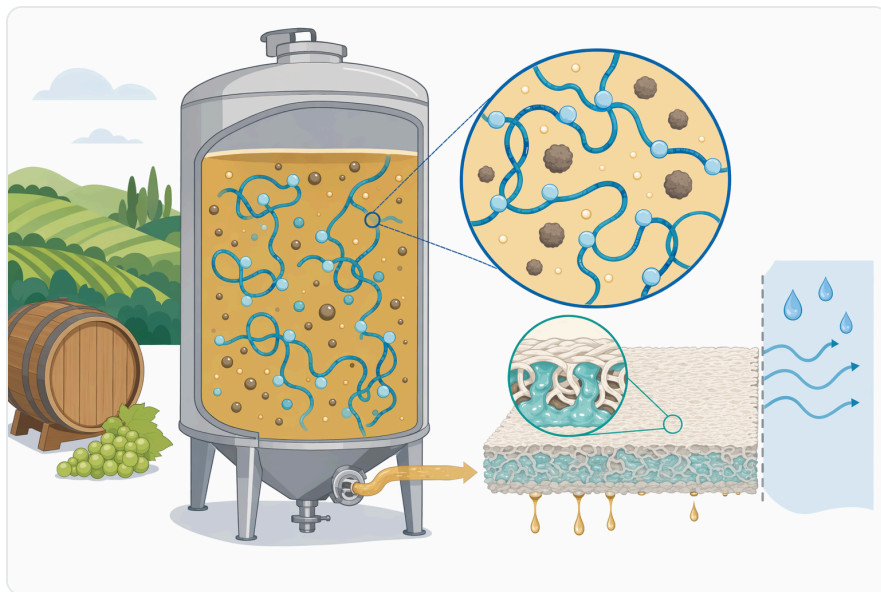


Figure 1. 보트리티스, 효모 세포벽 또는 기타 바이오매스에서 유래한 β -글루칸은 수화된 콜로이드처럼 작용하여 침전을 늦추고 여과 매체를 막을 수 있습니다.

Fuente de β -glucanos en el vino	Estructura o matriz relevante	Problema o efecto tecnológico	Papel de la beta glucanasa
<i>Botrytis cinerea</i> en uvas afectadas	Glucanos fúngicos de alto peso molecular	Viscosidad elevada, clarificación difícil, filtración lenta	Hidrólisis de cadenas glucánicas para reducir efecto coloidal y colmatación [1]
Levaduras de fermentación en lías	Pared celular con red de glucanos y mannoproteínas asociadas	Liberación lenta de macromoléculas durante crianza	Apoyo a la autólisis y liberación de fracciones de pared celular [2]
Vinos blancos o bases con alta carga coloidal	Mezcla de polisacáridos, proteínas, partículas finas y compuestos fenólicos	Turbidez persistente, sensibilidad a oxidación y evolución en botella	Herramienta complementaria dentro de clarificación, estabilización y manejo de oxígeno [3]
Vinos con composición fenólica sensible	Interacciones entre polisacáridos y polifenoles	Cambios en astringencia, notas oxidativas o percepción de volumen	Influencia indirecta mediante modificación de macromoléculas disponibles [4]

Mecanismo de acción: de cadenas largas a fragmentos menos problemáticos

La acción de una beta glucanasa se basa en hidrólisis: la enzima facilita la ruptura de enlaces glucosídicos mediante incorporación de agua. En términos prácticos, una cadena larga de β -glucano se convierte en fragmentos más cortos, que tienen menor capacidad de formar redes viscosas, proteger partículas en suspensión o bloquear poros de medios filtrantes [5].

Las glucanasas pueden diferir en el tipo de enlace sobre el que actúan. En vino se suele poner el foco en actividades capaces de degradar β -1,3-glucanos y estructuras ramificadas relacionadas, porque estas son importantes en paredes celulares fúngicas y levaduriformes. La caracterización de β -1,3-glucanasas recombinantes muestra que estas enzimas pueden reconocer y cortar sustratos glucánicos específicos, lo que explica su utilidad cuando el problema tecnológico está vinculado a la estructura del polímero [5].

También existen endoglucanasas que cortan enlaces internos dentro de cadenas de glucano. Este comportamiento es relevante porque un corte interno reduce rápidamente el tamaño efectivo del polímero: una sola cadena larga que contribuía a la viscosidad y a la retención coloidal puede convertirse en varias cadenas más cortas con comportamiento físico diferente. La literatura sobre endo- β -glucanasas fúngicas ilustra precisamente esta lógica de hidrólisis interna de polisacáridos glucánicos [6].

En una matriz como el vino, la reacción no ocurre en un medio ideal. El pH ácido, el etanol, los compuestos fenólicos, el dióxido de azufre, la temperatura y la composición coloidal pueden modular la velocidad y el alcance de la hidrólisis. Por eso la beta glucanasa debe verse como una herramienta enológica de proceso: su efecto depende de la presencia real de glucanos accesibles y de las condiciones de contacto con el vino o las lías ^[1].

Aplicación principal: mejorar filtrabilidad y reducir colmatación

La aplicación más directa de una beta glucanasa para vino es la mejora de la filtrabilidad. Cuando los β -glucanos permanecen intactos, pueden formar una red hidratada que dificulta el paso del vino a través de placas, tierras, cartuchos o membranas. El resultado operativo es una pérdida de rendimiento: la filtración avanza lentamente, se requiere más intervención y aumenta el riesgo de paradas durante una etapa crítica previa al embotellado ^[1].

La enzima actúa antes de esa etapa crítica, reduciendo el tamaño de los glucanos responsables. Al fragmentarse los polímeros, disminuye su capacidad de formar capas compactas o gelificadas en la superficie filtrante. Esto no convierte una filtración mal diseñada en una operación perfecta, pero puede corregir uno de los obstáculos químicos más difíciles cuando el problema se origina en polisacáridos fúngicos ^[1].

En vinos elaborados con uvas botritizadas, el beneficio potencial es especialmente claro. La presencia de *Botrytis cinerea* puede dejar un legado de glucanos incluso después de fermentación, trasiegos y clarificación. En esos casos, la beta glucanasa no se limita a “ayudar a limpiar”; degrada una fracción concreta de macromoléculas que puede persistir y afectar la filtración final ^[1].

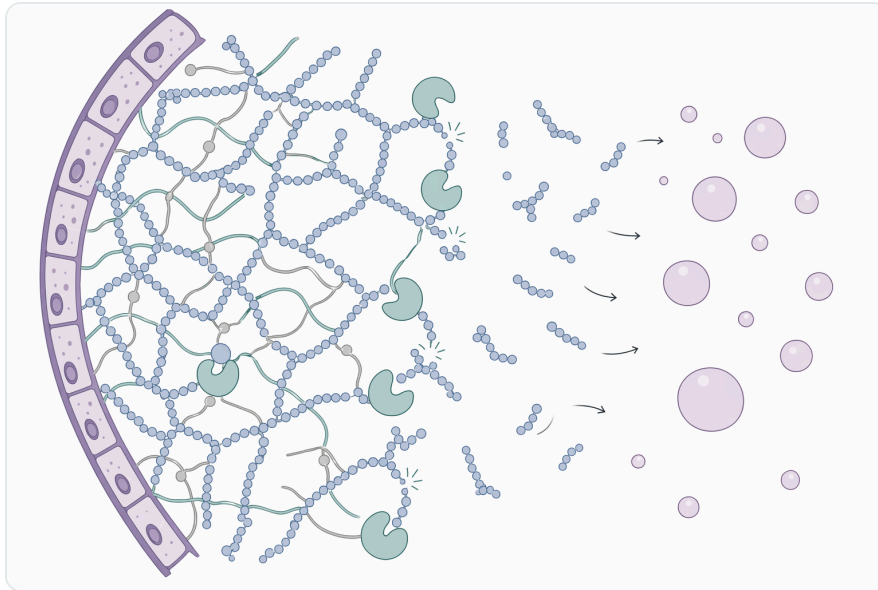


Figure 2. β-글루카나아제는 β-결합 글루칸 사슬을 더 짧은 조각으로 가수분해하여, 네트워크 형성과 수분 보유 능력을 낮춥니다.

Conviene distinguir entre turbidez visible y filtrabilidad. Un vino puede parecer relativamente claro y aun así presentar mal comportamiento en filtro si contiene glucanos solubles o coloidales. Por ese motivo, la beta glucanasa tiene sentido no solo en vinos evidentemente turbios, sino también en vinos que muestran una resistencia operativa inesperada durante la preparación para estabilización o embotellado ^[1].

Clarificación: por qué no es solo un problema de partículas

La clarificación del vino depende de la sedimentación de partículas, la agregación de coloides, la estabilidad de proteínas y polisacáridos, y la interacción con coadyuvantes enológicos. Los β-glucanos interfieren porque pueden funcionar como coloides protectores: rodean partículas, aumentan la hidratación de la fase coloidal y reducen la tendencia a formar flóculos compactos que sedimenten con facilidad ^[1].

Cuando una beta glucanasa rompe esos glucanos, no “clarifica” por sí sola como lo haría una operación de separación; más bien modifica la matriz para que las operaciones de clarificación funcionen de forma más eficiente. Esta diferencia es importante: la enzima no sustituye la gestión de turbidez, la decantación, la estabilización proteica ni la filtración, sino que reduce una barrera molecular que puede hacer que esas etapas sean menos eficaces ^[1].

En vinos blancos, la clarificación del mosto y la evolución oxidativa posterior están conectadas con cambios macromoleculares durante la vida del vino. Estudios sobre vinos blancos envejecidos en botella han mostrado que la clarificación del mosto y el tipo de cierre influyen en la evolución oxidativa

y en las fracciones macromoleculares detectadas durante el envejecimiento [3].

Esto no significa que la beta glucanasa sea una herramienta antioxidante directa. Su papel es más específico: modificar glucanos y estructuras de pared celular que pueden influir en la estabilidad coloidal y en la disponibilidad de macromoléculas. El control de oxígeno, la gestión de dióxido de azufre, el cierre y la composición fenólica siguen siendo variables separadas que determinan la evolución del vino [3].

Crianza sobre lías: apoyo a la autólisis y liberación de macromoléculas

La crianza sobre lías se basa en mantener el vino en contacto con levaduras muertas o inactivas después de la fermentación. Durante ese periodo, la autólisis transforma la célula de levadura y libera compuestos que pueden contribuir a volumen en boca, complejidad aromática y estabilidad. La beta glucanasa puede apoyar este proceso al degradar parte de la red glucánica de la pared celular [2].

Un estudio sobre vinos de uva Bombino bianco evaluó los efectos combinados de tratamiento enzimático y crianza sobre lías en el aroma del vino, lo que confirma que la interacción entre enzimas, lías y perfil aromático es un objeto de investigación enológica real y no solo una afirmación comercial [2].

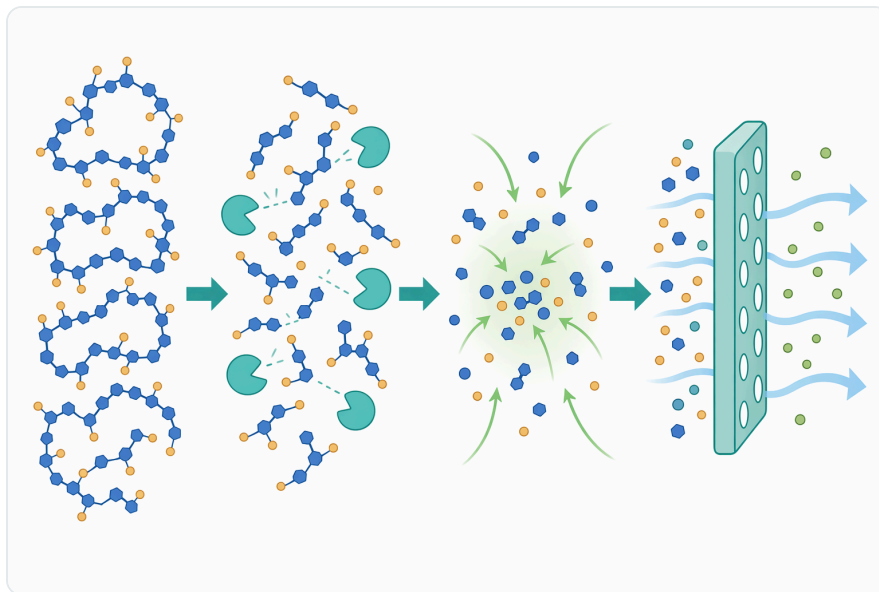


Figure 3. 글루칸 사슬 길이를 줄이면 총 탄수화물량이 사라지지 않았더라도 여과성이 개선될 수 있습니다.

El mecanismo propuesto es concreto: al cortar glucanos de pared celular, la enzima favorece la apertura de la matriz parietal y puede facilitar la liberación de mannoproteínas, oligosacáridos y otros fragmentos macromoleculares asociados a la levadura. Estas fracciones no son aromas primarios por

sí mismas, pero pueden modificar la percepción del vino mediante interacciones con proteínas, taninos, compuestos volátiles y coloides [2].

El resultado sensorial, sin embargo, no es universal. Dos vinos tratados con la misma enzima pueden evolucionar de manera distinta si difieren en cepa de levadura, composición fenólica, turbidez de partida, oxígeno disuelto, temperatura de crianza, duración del contacto con lías o frecuencia de removido. Por eso la beta glucanasa debe interpretarse como un acelerador o modulador de procesos de lía, no como una receta automática de “más volumen” o “más complejidad” [2].

Interacción con polifenoles, textura y notas oxidativas

Los polisacáridos y macromoléculas liberadas durante la crianza pueden interactuar con polifenoles. En vinos con fracción fenólica relevante, estas interacciones influyen en astringencia, sensación táctil, estabilidad coloidal y percepción de ciertas notas oxidativas. La literatura sobre Chardonnay ha relacionado la composición polifenólica con el impacto sensorial de notas oxidativas, lo que subraya que la evolución del vino depende de una red de interacciones químicas y sensoriales [4].

La beta glucanasa no elimina polifenoles ni corrige por sí misma defectos oxidativos. Su efecto es indirecto: al modificar glucanos y favorecer la liberación de macromoléculas de levadura, cambia el conjunto de moléculas capaces de interactuar con taninos, proteínas y compuestos aromáticos. En algunos estilos esto puede ser deseable; en otros, una liberación excesiva o mal integrada podría no ajustarse al perfil buscado [4].

En vinos blancos, donde la oxidación sensorial puede expresarse con notas de fruta madura, miel, frutos secos o pérdida de frescura, el manejo de macromoléculas debe coordinarse con clarificación, protección frente al oxígeno y elección de cierre. Los cambios macromoleculares observados durante el envejecimiento en botella muestran que estas decisiones no son independientes, sino parte de una estrategia de estabilidad y estilo [3].

En tintos, la dimensión relevante suele estar más ligada a la interacción con taninos y a la sensación de astringencia. La liberación de fracciones de pared celular puede contribuir a redondez o integración, pero la respuesta dependerá del nivel de extracción fenólica, del tiempo de crianza y de la estructura inicial del vino. Por ello, la beta glucanasa debe aplicarse con un objetivo tecnológico definido, no como una intervención genérica [4].

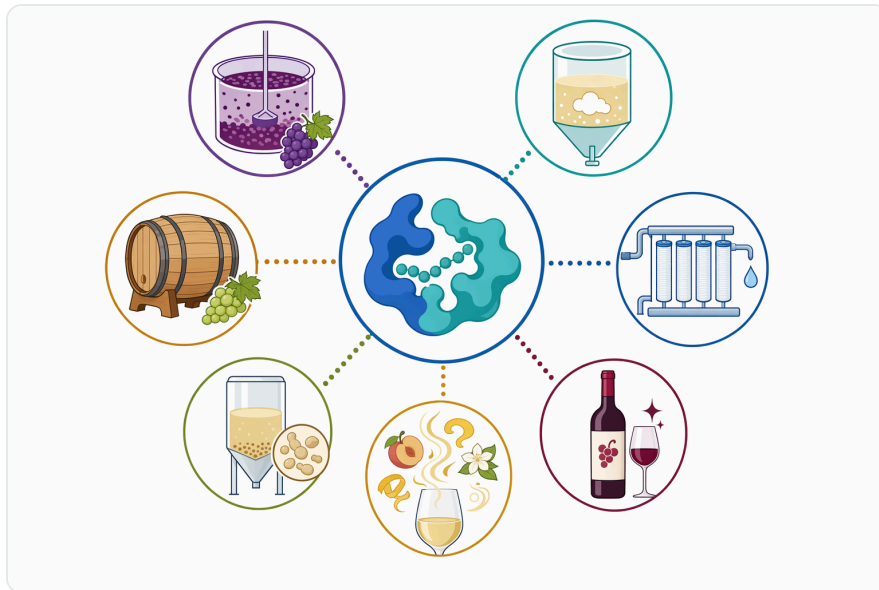


Figure 4. 와인에서의 주요 적용 분야는 보트리티스 감염 포도 로트, 발효 후 청징, 여과 전 컨디셔닝, 그리고 효모 찌꺼기 숙성입니다.

Diferencia entre beta glucanasa, pectinasa y otras enzimas enológicas

En bodega se utilizan distintas enzimas, y cada una actúa sobre sustratos diferentes. Las pectinasas degradan pectinas de la uva y se asocian con extracción, desfangado y clarificación del mosto. Las beta glucanasas se orientan a β -glucanos de origen fúngico o levaduriforme, por lo que son especialmente relevantes cuando la dificultad de filtración no se explica por pectinas sino por polisacáridos de *Botrytis* o de pared celular de levadura [1].

Esta distinción evita expectativas equivocadas. Un vino con problemas de filtración por glucanos puede responder de forma limitada a una estrategia centrada solo en pectinasas; de forma inversa, una beta glucanasa no sustituye una preparación pectolítica cuando el objetivo principal es degradar pectinas de uva durante maceración o desfangado. La elección de la enzima depende del sustrato que se quiere modificar [1].

Las celulasas y hemicelulasas, por su parte, se relacionan con degradación de componentes vegetales de pared celular. Algunas endoglucanasas caracterizadas en hongos, como las estudiadas en aislamientos de *Aspergillus*, ilustran la capacidad de enzimas microbianas para hidrolizar enlaces internos en polisacáridos estructurales, aunque la aplicación enológica de beta glucanasa se centra en los glucanos relevantes para vino [6].

En crianza sobre lías, la especificidad también importa. El objetivo no es descomponer toda la biomasa de levadura, sino favorecer transformaciones parciales de la pared celular que liberen fracciones útiles sin generar inestabilidad o desviaciones sensoriales. La bibliografía sobre tratamiento enzimático y

crianza sobre lías muestra que el efecto debe evaluarse como parte de la evolución aromática del vino completo [2].

Cuándo tiene más sentido usar beta glucanasa en vinificación

La beta glucanasa tiene más sentido en vinos procedentes de vendimias con presencia de *Botrytis*, especialmente si aparecen viscosidad elevada, clarificación lenta o filtración anormalmente difícil. En estos casos, el vínculo entre β -glucanos fúngicos y problemas de filtración es directo, y la enzima actúa sobre una causa identificable del problema [1].

También puede ser útil en vinos mantenidos sobre lías cuando se busca favorecer la liberación de macromoléculas de levadura. Esta aplicación está más relacionada con estilo, textura y evolución que con una emergencia de filtración; por eso requiere integrarse con decisiones de crianza, oxígeno, temperatura y duración del contacto con las lías [2].

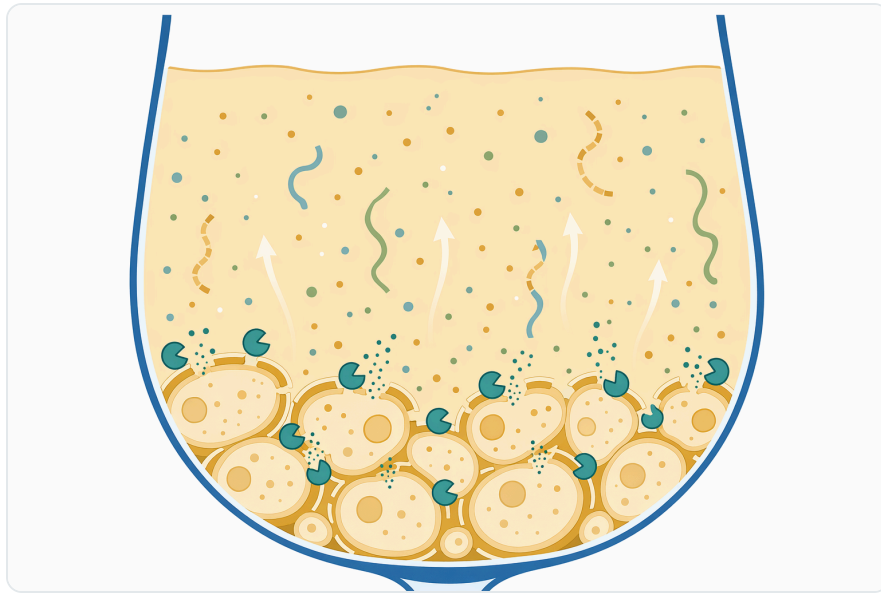


Figure 5. 효모 찌꺼기 숙성 중 β -글루카나아제는 효모 세포벽의 글루칸을 약화시키고, 만노단백질이 풍부한 자가분해 물질의 방출을 도울 수 있습니다.

Otra situación relevante es la preparación de vinos blancos o bases para espumoso en las que se desea mejorar estabilidad coloidal sin eliminar por completo la contribución de macromoléculas positivas. En esos casos, la beta glucanasa puede ayudar a modular la fracción glucánica, pero debe equilibrarse con el estilo buscado: demasiada eliminación de componentes coloidales puede modificar la percepción de volumen o la evolución en botella [3].

En vinos tintos, la aplicación debe considerarse con especial atención a la estructura fenólica. La interacción entre polifenoles y macromoléculas puede influir en la percepción sensorial, por lo que la degradación de glucanos y la liberación de fracciones de levadura deben coordinarse con el nivel de tanino, el tipo de crianza y el objetivo de mercado del vino ^[4].

Límites técnicos: lo que la enzima no puede resolver

La beta glucanasa no corrige defectos microbiológicos, oxidaciones avanzadas, acidez desequilibrada, contaminación por compuestos indeseables ni problemas de estabilidad que no estén relacionados con glucanos o macromoléculas de pared celular. Su eficacia depende de que exista un sustrato adecuado: si la dificultad de filtración procede de partículas minerales, proteínas inestables, tartratos o contaminación microbiológica activa, la respuesta puede ser limitada ^[1].

Tampoco debe considerarse un sustituto de buenas prácticas de vendimia y vinificación. La selección de uva, la separación de racimos deteriorados, la higiene, la gestión de oxígeno, el control de fermentación y la estabilización siguen determinando la calidad final. La enzima puede reducir el impacto tecnológico de ciertos polisacáridos, pero no revierte por completo los efectos de una materia prima muy comprometida ^[1].

En crianza sobre lías, un uso inadecuado o mal integrado puede generar resultados distintos a los esperados. Liberar macromoléculas no siempre equivale a mejorar el vino; depende de su equilibrio con acidez, alcohol, fenoles, aromas varietales y estilo. La evidencia disponible apoya que el tratamiento enzimático puede modificar el perfil aromático durante crianza sobre lías, pero no garantiza una dirección sensorial única ^[2].

Por último, la matriz del vino puede limitar la acción enzimática. El entorno ácido y alcohólico no es igual a un sistema acuoso simple, y la accesibilidad del sustrato puede estar reducida por interacciones con otros coloides. Por eso los resultados deben interpretarse dentro de la realidad del vino específico y no como una reacción química aislada ^[1].

Integración con clarificación, estabilización y embotellado

En una secuencia de bodega, la beta glucanasa suele integrarse antes de etapas donde los glucanos causarían problemas: clarificación final, estabilización, filtración previa a embotellado o manejo de vinos de vendimias botritizadas. El objetivo es permitir que la enzima tenga contacto suficiente con los glucanos antes de exigir al sistema de filtración un rendimiento estable ^[1].

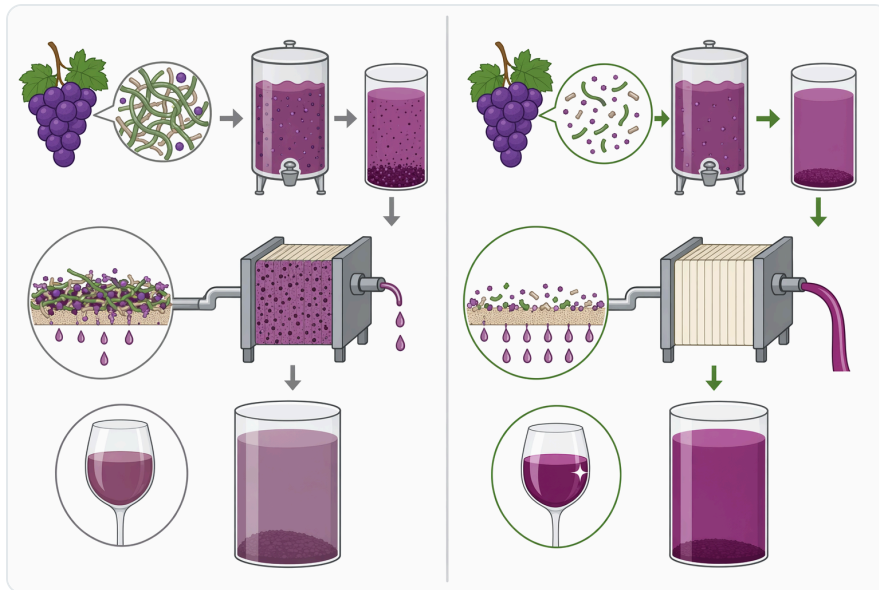


Figure 6. β -글루카나아제는 기질 특이성이 있으며, 표적 고분자와 처리 결과 모두에서 펙티나아제, 프로테아제, β -글리코시다아제와 다릅니다.

En vinos sobre lías, la lógica es distinta: la enzima se integra durante el periodo de contacto con biomasa de levadura. Allí el objetivo no es necesariamente filtrar de inmediato, sino favorecer transformaciones de pared celular que influyan en textura y evolución. El estudio de vinos Bombino bianco con tratamiento enzimático y crianza sobre lías ilustra esta aproximación centrada en aroma y maduración [2].

La estabilización posterior sigue siendo necesaria según el vino. La reducción de glucanos puede mejorar filtrabilidad, pero no sustituye la evaluación de estabilidad proteica, tartárica, microbiológica o oxidativa. En vinos blancos, los cambios macromoleculares durante el envejecimiento se relacionan con decisiones previas como clarificación del mosto y cierre, por lo que la enzima debe formar parte de una estrategia más amplia [3].

En el embotellado, la ventaja buscada es previsibilidad: menor riesgo de que una fracción glucánica no degradada provoque caída de caudal, saturación prematura o variabilidad entre lotes. Esta previsibilidad es especialmente valiosa en vinos con antecedentes de *Botrytis* o en vinos que han mostrado comportamiento irregular durante filtraciones intermedias [1].

Consideraciones regulatorias y de uso alimentario

La expresión “grado alimentario” indica que la preparación está destinada a aplicaciones de alimentos y bebidas, pero el uso enológico concreto debe ajustarse a la normativa aplicable en el país o región donde se elabora y comercializa el vino. Las reglas sobre enzimas permitidas, coadyuvantes

tecnológicos y etiquetado pueden variar, por lo que la responsabilidad final corresponde al operador alimentario y al marco regulatorio local.

Desde el punto de vista técnico, la beta glucanasa se considera un coadyuvante de proceso: se utiliza para modificar un componente de la matriz durante la elaboración, no para aportar un ingrediente sensorial principal. Su función se entiende mejor como apoyo a operaciones de clarificación, filtración o crianza, siempre dentro de prácticas de vinificación controladas ^[1].

La documentación del producto es importante para trazabilidad interna, seguridad y cumplimiento. Para este producto vendido por Enzymes.bio, el CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido; estos documentos acompañan la información comercial y no deben confundirse con una validación enológica del proceso específico de cada bodega.

Papel de Enzymes.bio como proveedor en línea

Enzymes.bio actúa como proveedor B2B de enzimas y no como fabricante ni laboratorio de análisis. Su sitio presenta enzimas para aplicaciones industriales, alimentarias y biotecnológicas, con un enfoque de suministro para distintos sectores que requieren preparaciones enzimáticas comerciales .



Figure 7. β -글루카나아제는 글루칸 함유 기질이 존재할 때 청징 또는 여과 전 공정 단계로, 또는 계획된 효모 찌꺼기 접촉 중에 사용할 수 있습니다.

Para esta beta glucanasa grado alimentario para vinificación, la disponibilidad comercial se gestiona en línea en unidades de 1 kg. Esta presentación encaja con un uso profesional de bodega o planta piloto, pero la decisión de aplicación debe basarse en el objetivo tecnológico del vino y en la normativa aplicable, no en promesas de rendimiento universal.

El CoA y la SDS se proporcionan junto con el pedido. Enzymes.bio no debe interpretarse como entidad que realiza análisis de vino, ensayos de filtrabilidad o validaciones de proceso para cada lote; el control enológico y la integración operativa corresponden a la bodega o al responsable técnico.

Conclusión: una enzima específica para glucanos, no una solución genérica

La beta glucanasa grado alimentario para vino es una herramienta técnicamente coherente cuando el objetivo es degradar β -glucanos que dificultan clarificación, filtración o manejo de vinos procedentes de uva botritizada. Su mecanismo es concreto: cortar cadenas glucánicas para reducir su peso molecular efectivo y disminuir su impacto coloidal y filtrante ^[1].

En crianza sobre lías, la misma lógica de hidrólisis puede apoyar la desestructuración parcial de paredes celulares de levadura y favorecer la liberación de fracciones macromoleculares relacionadas con textura, estabilidad y evolución aromática. La evidencia en vinos tratados con enzimas y envejecidos sobre lías respalda que este enfoque puede modificar el perfil del vino, aunque el resultado depende del conjunto del proceso ^[2].

La forma más fiable de entender esta enzima es como un coadyuvante especializado: útil en filtración, clarificación y crianza cuando hay glucanos o paredes celulares de levadura como sustrato relevante, pero insuficiente para resolver problemas ajenos a esa química. Enzymes.bio la ofrece como proveedor en línea en unidades de 1 kg, con CoA y SDS incluidos con el pedido, para bodegas y usuarios profesionales que necesitan integrar una beta glucanasa en su estrategia de vinificación.

Pedir Food Grade Beta Glucanase For Wine Making Cell Wall Breaking And Aging Enzyme en línea

Se vende en unidades de 1 kg, en stock y listo para enviar. Haga su pedido directamente en nuestra tienda: pague en línea y procesaremos su pedido. Con cada pedido se incluyen un Certificado de Análisis y una Ficha de Datos de Seguridad.

[Comprar Food Grade Beta Glucanase For Wine Making Cell Wall Breaking And Aging Enzyme →](#)

Referencias

Numeradas por orden de primera cita. Fuentes de acceso abierto, verificadas como disponibles en el momento de publicación; los números de cita en el texto enlazan aquí.

1. [Beta Glucans In The Winery The Enzymatic Strategy For Optimising Filtration And Stability](#). *Ever*.

- Masino, F., Montevecchi, G., Arfelli, G., & Antonelli, A. (2008). Evaluation of the combined effects of enzymatic treatment and aging on lees on the aroma of wine from Bombino bianco grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 20, 9495-501 .
- Coelho, C., Julien, P., Nikolantonaki, M., Noret, L., Magne, M., Ballester, J., & Gougeon, R. (2018). Molecular and Macromolecular Changes in Bottle-Aged White Wines Reflect Oxidative Evolution–Impact of Must Clarification and Bottle Closure. *Frontiers in Chemistry*, 6.
- Ballester, J., Magne, M., Julien, P., Noret, L., Nikolantonaki, M., Coelho, C., & Gougeon, R. (2018). Sensory Impact of Polyphenolic Composition on the Oxidative Notes of Chardonnay Wines.
- Cheng, R., Chen, J., Yu, X., Wang, Y., Wang, S., & Zhang, J. (2013). Recombinant production and characterization of full-length and truncated β -1,3-glucanase PgIA from Paenibacillus sp. S09. *BMC Biotechnology*, 13, 105 - 105.
- Ahmed, J., Asma-Ul-Taslim, J., Raihan, T., Shohag, M., Hasan, M., Suhani, S., Qadri, F., ... et al. (2022). Characterization of an endo-beta-1,4 glucanase gene from paper-degrading and denim bio-stoning cellulase producing Aspergillus isolates. *Biotechnology and applied biochemistry*, 70, 1057 - 1071.

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.