

# Enzima Rhamnosidasa de grado alimentario para desamargado de cítricos e hidrólisis de naringina

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

La rhamnosidasa —más precisamente  $\alpha$ -L-rhamnosidasa— es una enzima usada en la industria alimentaria para romper enlaces que contienen L-ramnosa en flavonoides cítricos, especialmente la naringina, un compuesto amargo característico del pomelo y de otros cítricos. En zumos, extractos y corrientes cítricas, su aplicación principal es reducir la naringina mediante hidrólisis selectiva y dirigir la conversión hacia prunina o, si existe actividad  $\beta$ -D-glucosidasa complementaria, hacia naringenina <sup>[1]</sup>.

## Qué es la rhamnosidasa y por qué importa en cítricos

La **Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme – Citrus Debittering & Naringin Hydrolysis** es una preparación enzimática orientada a procesos alimentarios donde se requiere eliminar residuos terminales de  **$\alpha$ -L-ramnosa** presentes en glicósidos naturales. En la literatura técnica, las  $\alpha$ -L-rhamnosidasas se describen como glicósido hidrolasas capaces de actuar sobre rhamnoglucósidos vegetales, incluidos flavonoides como naringina y rutina, lo que explica su relevancia tanto en zumos cítricos como en biotransformación de ingredientes vegetales <sup>[1]</sup>.

En cítricos, la aplicación más reconocible es el **desamargado enzimático**. La naringina es uno de los flavonoides más estudiados del pomelo; aparece en revisiones como un compuesto fitoquímico importante por su presencia en matrices cítricas y por su papel en el sabor amargo, además de su interés como precursor de derivados como prunina y naringenina <sup>[2]</sup>. La rhamnosidasa no “enmascara” el sabor: modifica químicamente una molécula amarga concreta mediante hidrólisis de su parte azucarada.

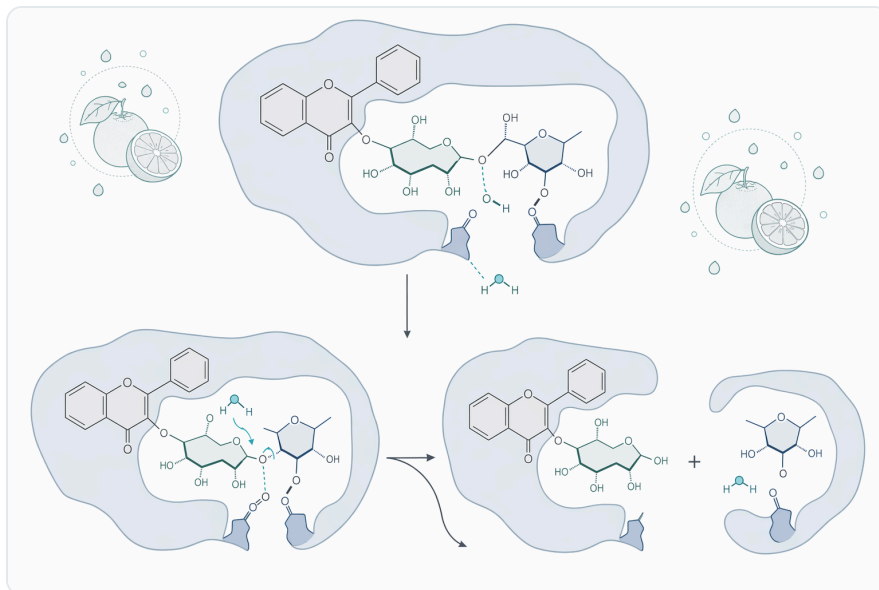
En términos comerciales, Enzymes.bio actúa como **proveedor**, no como fabricante ni laboratorio. El producto se vende directamente en línea en unidades de **1 kg**, y el **CoA** y la **SDS** se proporcionan junto con el pedido. Esta información documental acompaña al insumo, pero la validación de uso en una bebida, extracto o ingrediente concreto depende de la matriz y del proceso del cliente.

## Mecanismo de acción: de naringina a prunina y naringenina

La naringina es un flavanona-glicósido: la aglicona naringenina está unida a un disacárido que contiene glucosa y ramnosa. La  $\alpha$ -L-rhamnosidasa actúa sobre el enlace ramnosídico terminal y libera L-ramnosa, dejando como producto intermedio **prunina**, que corresponde a naringenina aún unida a glucosa [2]. Esta primera etapa es la clave del desamargado basado en naringina, porque altera la estructura responsable de una parte significativa de la percepción amarga.

La conversión completa hasta **naringenina** requiere una segunda actividad enzimática: la  $\beta$ -D-glucosidasa, que elimina la glucosa restante de la prunina. Por eso, en muchas publicaciones aparece el término **naringinasa**, que suele referirse a un sistema con dos actividades:  $\alpha$ -L-rhamnosidasa y  $\beta$ -D-glucosidasa; una rhamnosidasa por sí sola puede ser adecuada para generar prunina, pero no debe asumirse que produzca naringenina de forma completa si no hay actividad glucosidasa suficiente [1].

Este mecanismo también ayuda a distinguir la rhamnosidasa de tratamientos físicos o adsorbentes. Un adsorbente puede retirar varias moléculas de una matriz líquida, mientras que la enzima reconoce un tipo de enlace químico y lo hidroliza. Esa selectividad es valiosa cuando el objetivo es modificar naringina sin aplicar una remoción indiscriminada de compuestos cítricos que también contribuyen al aroma, color o valor fitoquímico de la bebida [3].



**Figure 1.**  $\alpha$ -L-람노시다아제는 감귤류 기질에서 나린진의 말단 L-람노스를 제거해 프루닌을 형성한다.

## El problema del amargor en zumos cítricos

El amargor cítrico no tiene una sola causa. En pomelo y otros cítricos, la naringina es un marcador importante, pero las revisiones sobre composición de grapefruit también destacan la complejidad de la matriz: flavonoides, limonoides, ácidos orgánicos, compuestos volátiles y fracciones de cáscara o membrana pueden cambiar de forma notable según variedad, madurez y procesamiento [4]. Por ello, una estrategia de desamargado debe diferenciar si el problema sensorial principal procede de naringina, limonina u otros compuestos.

La rhamnosidasa es especialmente pertinente cuando el amargor está asociado a **flavonoides ramnosilados**. Su mecanismo no está dirigido a limonoides como la limonina, por lo que no debe comunicarse como una solución universal para todo amargor cítrico. Si una bebida presenta amargor tardío por limonoides o extracción excesiva de componentes de cáscara, pueden requerirse ajustes de extracción, filtración, adsorción u otras tecnologías además de la hidrólisis de naringina [5].

En productos de pomelo, mezclas cítricas, bases de bebida y extractos de cáscara, la ventaja tecnológica de la rhamnosidasa es que convierte un sustrato específico sin depender del aumento de dulzor. Esto permite diseñar bebidas con menor necesidad de enmascaramiento por azúcar o saborizantes, aunque el resultado final debe evaluarse sensorialmente porque la percepción amarga depende de interacciones entre acidez, azúcares, pulpa, compuestos fenólicos y aroma [4].

## Diferencia entre rhamnosidasa, naringinasa y $\beta$ -glucosidasa

En la práctica industrial, los términos pueden confundirse. **Rhamnosidasa** describe la actividad que elimina ramnosa.  **$\beta$ -glucosidasa** elimina glucosa. **Naringinasa** suele indicar un conjunto enzimático capaz de hidrolizar naringina en dos pasos. Esta distinción es crítica porque el objetivo de proceso puede ser reducción de naringina, producción de prunina o producción de naringenina, y cada objetivo requiere una composición enzimática distinta [1].

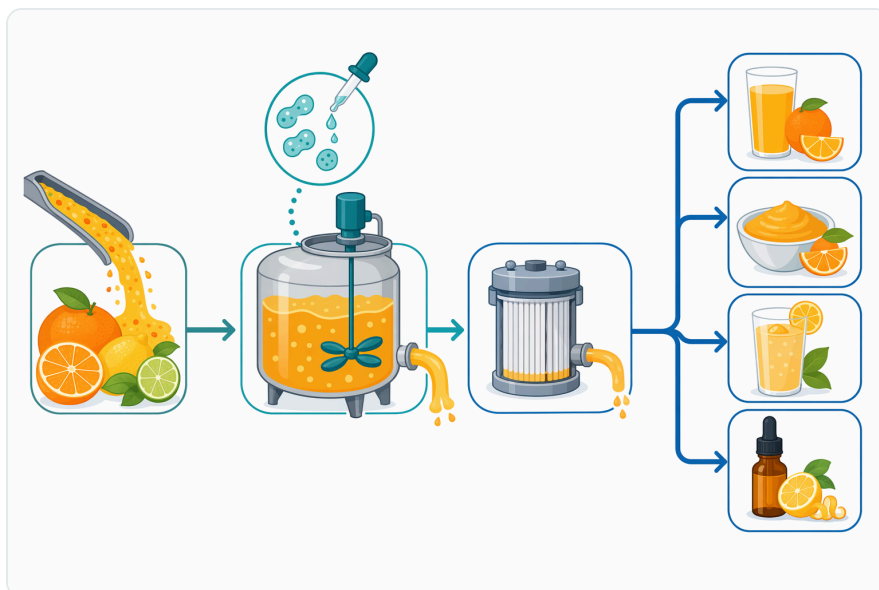
Sistema o enfoque	Mecanismo principal	Resultado esperado en naringina	Ventaja tecnológica	Límite principal
$\alpha$ -L-rhamnosidasa	Rompe el enlace terminal con L-ramnosa	Naringina → prunina + ramnosa	Hidrólisis selectiva del azúcar responsable de la primera etapa	No garantiza conversión completa a naringenina sin $\beta$ -glucosidasa [1]

Sistema o enfoque	Mecanismo principal	Resultado esperado en naringina	Ventaja tecnológica	Límite principal
Naringinasa	Combina $\alpha$ -L-rhamnosidasa y $\beta$ -D-glucosidasa	Naringina $\rightarrow$ prunina $\rightarrow$ naringenina	Puede completar la desglucosilación si ambas actividades están presentes	Su desempeño depende del balance entre las dos actividades [6]
$\beta$ -D-glucosidasa sola	Rompe enlaces glucosídicos adecuados	Actúa sobre prunina, no sobre la primera eliminación de ramnosa	Útil como actividad complementaria	No inicia por sí sola la hidrólisis típica de naringina ramnosilada [1]
Adsorción o remoción física	Retira moléculas por afinidad de superficie o separación	Puede reducir varios compuestos amargos	Puede actuar sobre moléculas no enzimáticas como limonoides	Menor selectividad; puede retirar compuestos deseables según el sistema [5]
Ajustes de proceso	Control de extracción, pulpa, temperatura o contacto con cáscara	Reduce generación o arrastre de amargos	Puede prevenir problemas antes del tratamiento	No transforma químicamente naringina ya presente [4]

## Evidencia científica sobre hidrólisis de naringina

La evidencia sobre  $\alpha$ -L-rhamnosidasa y naringinasa en cítricos es amplia y procede de enzimas fúngicas, bacterianas y de otros microorganismos. Un estudio sobre una nueva clado de  $\alpha$ -L-rhamnosidasa de **Aspergillus**, expresada heterológicamente, la describió como adecuada para procesamiento de zumos cítricos, lo que confirma el interés de estas enzimas en matrices ácidas y ricas en flavonoides [7]. Este tipo de investigación no significa que todas las preparaciones comerciales sean idénticas, pero sí respalda la base tecnológica de la aplicación.

También se han estudiado bacterias alimentarias. En **Lactobacillus plantarum WCFS1**, se produjeron  $\alpha$ -rhamnosidasas y se evaluó su papel en la desglucosilación de flavonoides dietarios como naringina y rutina, dos sustratos con unidades de ramnosa en sus azúcares [1]. Este trabajo es relevante porque muestra que la actividad no se limita a un único compuesto cítrico, sino que pertenece a una familia de transformaciones de flavonoides ramnosilados.



**Figure 2.** 나린진이 나린제닌으로 완전히 전환되려면 먼저  $\alpha$ -L-람노시다아제가 작용하고, 이어서  $\beta$ -D-글루코시다아제가 작용해야 한다.

La hidrólisis de naringina con naringinasa libre e inmovilizada también ha sido investigada en soluciones con alta carga de sustrato. El estudio sobre **naringinasa libre e inmovilizada** en soluciones sobresaturadas de naringina ilustra dos puntos técnicos importantes: la hidrólisis puede abordarse con enzima soluble o con sistemas inmovilizados, y la disponibilidad del sustrato puede condicionar la velocidad y el grado de conversión <sup>[6]</sup>. Para un producto enzimático de uso directo, esto se traduce en la necesidad de buena dispersión y contacto con la fase donde se encuentra la naringina.

La estabilidad y la inhibición por productos también aparecen como variables relevantes. En  $\alpha$ -L-rhamnosidasa de **Aspergillus terreus**, se investigaron la inactivación térmica y la inhibición por productos durante la hidrólisis de soluciones de naringina, lo que subraya que el rendimiento no depende solo de añadir enzima, sino de mantener condiciones compatibles con su actividad a lo largo del tratamiento <sup>[8]</sup>. En términos prácticos, esto aconseja integrar la enzima en una etapa donde no quede expuesta innecesariamente a condiciones que reduzcan su funcionalidad.

## Aplicaciones alimentarias principales

### Desamargado de zumos de pomelo y mezclas cítricas

La aplicación más directa es el **desamargado de zumo de pomelo**, bebidas de pomelo, pomelo chino y mezclas cítricas donde la naringina aporte una fracción importante del amargor. La investigación sobre grapefruit describe a este cítrico como una matriz rica y compleja, con potencial de valorización, pero también con desafíos sensoriales asociados a sus compuestos característicos <sup>[4]</sup>. La rhamnosidasa permite intervenir en una de las rutas químicas más relevantes del perfil amargo.

En una bebida cítrica, la enzima puede incorporarse en una etapa líquida en la que exista suficiente contacto con la naringina disuelta o accesible. No obstante, el tratamiento debe definirse según el producto final: una bebida con pulpa, un concentrado, una base de sabor y un extracto de cáscara no exponen la naringina de la misma manera. La literatura sobre subproductos cítricos muestra que cáscaras, membranas y semillas concentran compuestos bioactivos y fracciones fenólicas, por lo que el origen de la corriente influye en la respuesta enzimática [3].

### Hidrólisis de naringina en extractos e ingredientes cítricos

En extractos cítricos, la rhamnosidasa se usa para modificar el perfil de flavonoides, no solo para ajustar sabor. La naringina puede transformarse en prunina, un glicósido con una estructura distinta, o continuar hacia naringenina si se combina con la actividad adecuada. Las revisiones sobre naringina destacan su relevancia fitoquímica y farmacológica, pero desde una perspectiva alimentaria la afirmación prudente es que la enzima cambia el perfil químico del extracto, no que confiera automáticamente beneficios de salud al producto final [2].



**Figure 3.** 람노시다아제는 특정 결합에 선택적으로 작용하는 반면, 나린기나아제 연쇄 반응과 비효소적 쓴맛 제거 방법은 서로 다른 메커니즘으로 감귤류 기질을 변화시킨다.

Esta aplicación encaja con la tendencia de **valorización de subproductos cítricos**. Revisiones sobre residuos de procesamiento de cítricos describen cáscaras, semillas y otros coproductos como fuentes de compuestos bioactivos y materiales aprovechables en una bioeconomía circular [9]. En ese contexto, la hidrólisis enzimática puede servir para convertir flavonoides presentes en corrientes secundarias en derivados con propiedades tecnológicas diferentes.

## Biotransformación de flavonoides y producción de prunina

La formación de **prunina** es un objetivo relevante cuando se busca una conversión parcial y selectiva. Un trabajo reciente sobre biosíntesis eficiente de prunina mediante una  $\alpha$ -L-rhamnosidasa tolerante a solventes orgánicos muestra que la eliminación selectiva de ramnosa es una ruta biocatalítica reconocida para obtener este intermediario <sup>[10]</sup>. Aunque algunos sistemas de investigación utilizan condiciones que no se trasladan directamente a alimentos, el principio de reacción —naringina a prunina— es el mismo.

La biotransformación no se limita a cítricos. Se han descrito  $\alpha$ -rhamnosidasas de aislados marinos, como **Novosphingobium sp. PP1Y**, con uso en bioconversión de flavonoides <sup>[11]</sup>. Esta diversidad de fuentes confirma que la actividad rhamnosidasa es una herramienta bioquímica amplia; sin embargo, para aplicaciones alimentarias debe considerarse la idoneidad de la preparación comercial y la compatibilidad con la matriz final.

## Aromas en vinos, zumos y bebidas fermentadas

Las rhamnosidasas también son relevantes en matrices donde los aromas están ligados a azúcares. En uva, la hidrólisis enzimática secuencial de glicósidos aromáticos potenciales mostró que la liberación de compuestos volátiles puede requerir varias actividades glucosídicas coordinadas <sup>[12]</sup>. Esto es conceptualmente similar a lo que ocurre con la naringina: una sola enzima puede iniciar una transformación, pero la liberación completa de la aglicona o del aroma depende de la arquitectura del glicósido.

Por esta razón, una  $\alpha$ -L-rhamnosidasa puede tener interés en vinificación, bebidas fermentadas o extractos frutales donde existan precursores con ramnosa. De hecho, se ha descrito una  $\alpha$ -L-rhamnosidasa novedosa con potencial tanto para la industria de zumos cítricos como para vinificación <sup>[13]</sup>. La aplicación aromática, sin embargo, es más variable que el desamargado de naringina, porque depende del repertorio de precursores de cada fruta y de las actividades enzimáticas presentes.

## Integración en procesos alimentarios

---

La rhamnosidasa suele integrarse en una etapa acuosa donde el sustrato esté disponible y la mezcla permita una distribución homogénea. En zumos o bases cítricas, esto puede ubicarse antes de operaciones posteriores de estabilización, clarificación o ajuste final, siempre que la enzima tenga tiempo de actuar y que la etapa siguiente detenga o limite su actividad si el proceso lo requiere. Los estudios sobre hidrólisis de naringina enfatizan que el contacto enzima-sustrato y la forma de aplicación influyen en la conversión <sup>[6]</sup>.



**Figure 4.** 람노시다아제는 나린진형 플라보노이드의 쓴맛을 줄이는 데 작용하지만, 감귤류의 모든 쓴맛 성분을 표적으로 하지는 않는다.

La matriz afecta de forma decisiva. Un zumo con alto contenido de pulpa puede retener flavonoides en fases sólidas o coloidales; un extracto de cáscara puede contener más compuestos fenólicos y pectinas; una bebida formulada puede incluir azúcares, ácidos y otros ingredientes que cambian la percepción sensorial. Las revisiones sobre coproductos cítricos subrayan que las fracciones del fruto difieren en composición y en potencial de aprovechamiento, por lo que no existe una única respuesta de proceso válida para todos los cítricos <sup>[14]</sup>.

La temperatura y el tiempo de exposición deben manejarse como variables de proceso, no como valores universales. La investigación sobre inactivación térmica e inhibición por productos en  $\alpha$ -L-rhamnosidasa de **Aspergillus terreus** demuestra que una enzima puede perder desempeño bajo condiciones desfavorables o por acumulación de productos de reacción <sup>[8]</sup>. Por tanto, conviene tratar la enzima como una herramienta biocatalítica sensible a la matriz y a la secuencia de operación.

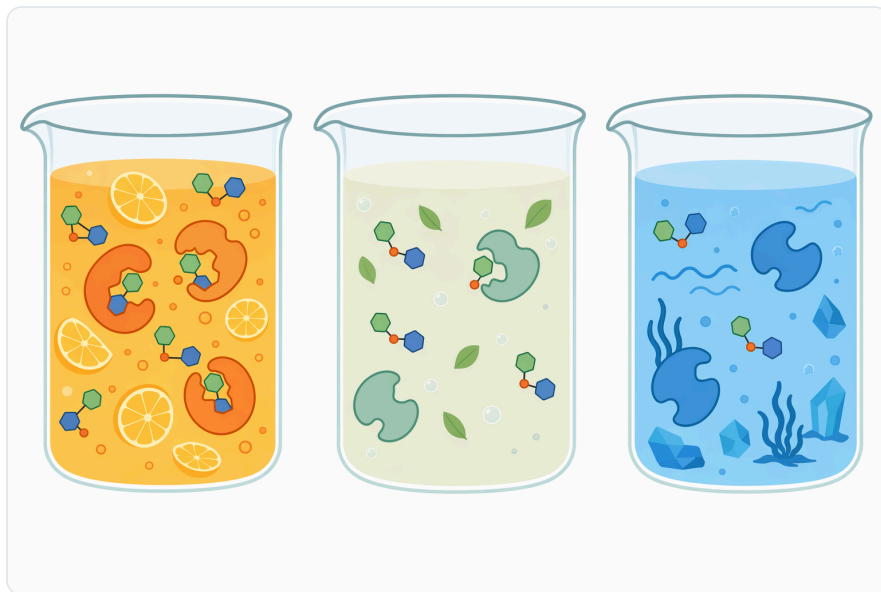
También existen desarrollos con enzimas más robustas. La  $\alpha$ -L-rhamnosidasa RamA de **Clostridium stercorarium** fue descrita como termoestable y como un tipo de hidrolasa con mecanismo inversor, lo que evidencia que la familia incluye enzimas con propiedades bioquímicas diversas <sup>[15]</sup>. Sin embargo, esa diversidad no debe extrapolarse automáticamente a cualquier producto: cada preparación debe usarse según su documentación y bajo las condiciones aprobadas para el alimento o ingrediente correspondiente.

## Comparación con alternativas de desamargado

Los tratamientos de desamargado cítrico pueden agruparse en tres enfoques: prevenir la extracción de amargos, retirar compuestos ya presentes o transformarlos químicamente. La rhamnosidasa pertenece al tercer grupo. Su fortaleza es la selectividad sobre enlaces con ramnosa; su límite es que no actúa sobre todos los compuestos amargos del cítrico [5].

Los adsorbentes y resinas pueden ser útiles cuando el problema involucra varias familias químicas o moléculas que no son sustratos enzimáticos. No obstante, la remoción física puede modificar más ampliamente la composición del zumo, ya que no siempre distingue entre compuestos indeseables y componentes que aportan cuerpo, color o notas aromáticas. En contraste, la hidrólisis de naringina busca cambiar una molécula objetivo sin retirar necesariamente la fracción aromática completa [3].

El ajuste de extracción también es importante, especialmente cuando el proceso arrastra componentes de cáscara, albedo o semillas. Las revisiones sobre residuos y subproductos cítricos muestran que esas fracciones son ricas en compuestos valiosos, pero también pueden aportar sabores intensos si se incorporan de forma no controlada [16]. En la práctica, la rhamnosidasa funciona mejor como parte de una estrategia de proceso que evita generar exceso de amargor y, además, transforma la naringina presente.



**Figure 5.** 감귤류의 쓴맛 제거에는 산성 과일 주스 조건에서도 적합하게 유지되는 람노시다아제 활성이 유리하다.

## Calidad sensorial y control del resultado

---

El resultado sensorial no depende únicamente de la reducción química de naringina. La acidez, los azúcares, la astringencia fenólica, la pulpa, el aroma volátil y la presencia de limonoides pueden amplificar o atenuar la percepción amarga. Por eso, en bebidas comerciales el éxito se define por el perfil sensorial final, no solo por la conversión de un marcador químico <sup>[4]</sup>.

Una hidrólisis parcial puede ser suficiente si el objetivo es suavizar el amargor sin cambiar demasiado la identidad del cítrico. En otros casos, puede interesar maximizar la conversión hacia prunina o combinar actividades para avanzar hacia naringenina. Los estudios de desglicosilación de naringina y rutina muestran que diferentes flavonoides responden según su estructura azucarada, de modo que el diseño del tratamiento debe alinearse con el perfil de sustratos de la matriz <sup>[1]</sup>.

En ingredientes cítricos, la transformación enzimática también puede cambiar solubilidad, interacción con otros componentes y estabilidad de los derivados. La revisión sobre naringina describe múltiples propiedades y rutas de transformación de este flavonoide, lo que confirma su interés como molécula plataforma; aun así, cualquier declaración nutricional o funcional del producto final debe evaluarse dentro del marco regulatorio aplicable <sup>[2]</sup>.

## Valorización de subproductos cítricos

---

La industria cítrica genera cáscaras, semillas, membranas y pulpas residuales con alto contenido de compuestos aprovechables. Las revisiones sobre valorización de residuos cítricos los presentan como fuentes de flavonoides, pectina, fibra, aceites esenciales y otros ingredientes de interés para modelos de sostenibilidad <sup>[9]</sup>. La rhamnosidasa encaja en esta lógica porque permite modificar flavonoides ramnosilados presentes en esas corrientes.

En cáscaras y fracciones de procesado, la enzima puede emplearse para ajustar el perfil de amargor de extractos o para generar derivados de flavonoides con utilidad tecnológica. La literatura sobre subproductos cítricos como repositorio de compuestos bioactivos destaca que estos materiales no son simples residuos, sino matrices químicamente ricas que requieren procesos selectivos de recuperación y transformación <sup>[3]</sup>. La hidrólisis enzimática es una de esas herramientas selectivas.



**Figure 6.** 식품 등급 람노시다아제는 자몽과 포멜로 주스, 키노 껍질 부산물, 감귤류 추출물, 음료 베이스, 플라보노이드 전환 공정에 적용될 수 있다.

La circularidad no implica que toda corriente pueda añadirse directamente a alimentos. Semillas, cáscaras y subproductos tienen composiciones variables, y algunos pueden aportar notas amargas, astringentes o resinosas si se formulan sin tratamiento. Los trabajos sobre semillas cítricas y bioeconomía circular señalan su potencial como ingredientes, pero también la necesidad de comprender su perfil nutricional y tecnológico antes de integrarlas en productos alimentarios [16].

## Limitaciones técnicas que deben comunicarse con precisión

La primera limitación es de especificidad: la rhamnosidasa actúa sobre enlaces con ramnosa, no sobre cualquier molécula amarga. Si el amargor dominante procede de limonina, nomilina u otros limonoides, la hidrólisis de naringina puede mejorar solo una parte del perfil sensorial. Las revisiones sobre desamargado cítrico describen múltiples causas y estrategias, lo que refuerza la necesidad de identificar el origen del amargor antes de atribuirlo todo a naringina [5].

La segunda limitación es la conversión final. Una  $\alpha$ -L-rhamnosidasa puede convertir naringina en prunina, pero para obtener naringenina de forma completa se necesita la eliminación posterior de glucosa mediante  $\beta$ -D-glucosidasa. Esta separación de funciones está bien documentada en estudios de desglicosilación de flavonoides dietarios [1].

La tercera limitación es la estabilidad de proceso. Calor, composición de la matriz, acumulación de productos y disponibilidad del sustrato pueden afectar la actividad. La investigación sobre inactivación térmica y producto-inhibición en  $\alpha$ -L-rhamnosidasa muestra que el desempeño real puede apartarse del comportamiento esperado si la enzima se expone a condiciones inadecuadas [8].

La cuarta limitación es la extrapolación desde estudios inmovilizados o de laboratorio. Los sistemas inmovilizados pueden mostrar ventajas de reutilización o estabilidad, y la hidrólisis de soluciones de naringina con naringinasa inmovilizada ha sido investigada con resultados relevantes [6]. Sin embargo, un producto soluble de aplicación directa debe evaluarse en su forma real de uso y no asumirse equivalente a un reactor inmovilizado.

## Encaje del producto para clientes B2B de alimentos

Para clientes que formulan o procesan bebidas cítricas, esta enzima es más útil cuando el objetivo está claramente definido como **hidrólisis de naringina**, reducción de amargor asociado a flavonoides ramnosilados o modificación del perfil de extractos cítricos. La evidencia científica respalda el uso de  $\alpha$ -L-rhamnosidasas en procesamiento de zumos cítricos y en biotransformación de flavonoides, con estudios específicos en enzimas de *Aspergillus*, *Lactobacillus* y otros microorganismos [7].



Figure 7. 감각적 변화는 쓴맛 분자를 그대로 가려서가 아니라, 온전한 나린진을 전환함으로써 나타난다.

Para desarrolladores de ingredientes, la rhamnosidasa puede formar parte de una estrategia de valorización: transformar flavonoides de cáscaras, membranas o extractos para generar perfiles menos amargos o intermediarios como prunina. Esta dirección coincide con la tendencia a aprovechar residuos de procesamiento cítrico en productos de mayor valor, en lugar de tratarlos únicamente como desecho [14].

Para aplicaciones de aromas o bebidas fermentadas, su interés depende de que existan precursores ramnosilados relevantes. La literatura clásica sobre hidrólisis secuencial de glicósidos aromáticos en uva muestra que la liberación de aromas desde precursores azucarados es un fenómeno real, pero

requiere el conjunto correcto de actividades enzimáticas <sup>[12]</sup>. Por eso, en estas matrices la rhamnosidasa debe considerarse una herramienta específica dentro de un sistema enzimático más amplio.

## Resumen técnico

---

La rhamnosidasa de grado alimentario para desamargado cítrico actúa eliminando L-ranmosa de flavonoides como la naringina. En naringina, esta reacción produce prunina; la conversión posterior a naringenina exige  $\beta$ -D-glucosidasa u otra actividad complementaria, lo que diferencia una rhamnosidasa de una naringinasa completa <sup>[1]</sup>.

Su aplicación más sólida es el **desamargado de zumos y extractos cítricos** donde la naringina sea una causa relevante del amargor. También es útil en biotransformación de flavonoides y valorización de coproductos cítricos, siempre que se reconozcan sus límites frente a limonoides, variabilidad de matriz y estabilidad de proceso <sup>[9]</sup>.

Enzymes.bio suministra este producto como proveedor para compra directa en línea en formato de **1 kg**. El CoA y la SDS se entregan junto con el pedido, facilitando su incorporación documentada como insumo en procesos alimentarios profesionales.

### Pedir Food Industry Grade Rhamnosidase Enzyme - Citrus Debittering & Naringin Hydrolysis 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 Industry Grade Rhamnosidase Enzyme - Citrus Debittering & Naringin Hydrolysis →](#)

## 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. Ferreira-Lazarte, A., Plaza-Vinuesa, L., Rivas, B., Villamiel, M., Muñoz, R., & Moreno, F. J. (2021). Production of  $\alpha$ -rhamnosidases from *Lactobacillus plantarum* WCFS1 and their role in deglycosylation of dietary flavonoids naringin and rutin.. *International Journal of Biological Macromolecules*.

2. Shilpa, V., Shams, R., Dash, K., Pandey, V., Dar, A., Mukarram, S. A., Harsányi, E., ... et al. (2023). Phytochemical Properties, Extraction, and Pharmacological Benefits of Naringin: A Review. *Molecules*, 28.
3. Kaur, S., Panesar, P., & Chopra, H. (2021). Citrus processing by-products: an overlooked repository of bioactive compounds. *Critical reviews in food science and nutrition*, 63, 67 - 86.
4. Khalil, M. N., Farghal, H. H., & Farag, M. (2020). Outgoing and potential trends of composition, health benefits, juice production and waste management of the multi-faceted Grapefruit Citrus X paradisi: A comprehensive review for maximizing its value. *Critical reviews in food science and nutrition*, 62, 935 - 956.
5. Enemies Of Citrus Fruit Juice Formation Mechanism And State Of The Art Removal Techniques. *Foodandnutritionjournal*.
6. Ellenrieder, G., Blanco, S., & Daz, M. (1998). Hydrolysis of supersaturated naringin solutions by free and immobilized naringinase. *Biotechnology Techniques*, 12, 63-65.
7. Li, L., Gong, J., Wang, S., Li, G., Gao, T., Jiang, Z., Cheng, Y., ... et al. (2019). Heterologous Expression and Characterization of a New Clade of Aspergillus  $\alpha$ -L-Rhamnosidase Suitable for Citrus Juice Processing. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67 10, 2926-2935 .
8. Soria, F., & Ellenrieder, G. (2002). Thermal Inactivation and Product Inhibition of Aspergillus terreus CECT 2663  $\alpha$ -L-Rhamnosidase and Their Role on Hydrolysis of Naringin Solutions. *Bioscience, biotechnology and biochemistry*, 66, 1442 - 1449.
9. Suri, S., Singh, A., & Nema, P. (2021). Recent advances in valorization of citrus fruits processing waste: a way forward towards environmental sustainability. *Food Science and Biotechnology*, 30, 1601 - 1626.
10. Luo, C., Ke, L., Huang, X., Zhuang, X., Guo, Z., Xiao, Q., Chen, J., ... et al. (2024). Efficient biosynthesis of prunin in methanol cosolvent system by an organic solvent-tolerant  $\alpha$ -L-rhamnosidase from Spirochaeta thermophila. *Enzyme and Microbial Technology*, 175, 110410 .
11. Izzo, V., Tedesco, P., Notomista, E., Pagnotta, E., Donato, A., Trincone, A., & Tramice, A. (2014).  $\alpha$ -Rhamnosidase activity in the marine isolate Novosphingobium sp. PP1Y and its use in the bioconversion of flavonoids. *Journal of Molecular Catalysis B-enzymatic*, 105, 95-103.
12. Günata, Z., Bitteur, S., Brillouet, J., Bayonove, C., & Cordonnier, R. (1988). Sequential enzymic hydrolysis of potentially aromatic glycosides from grape. *Carbohydrate Research*, 184, 139-149.
13. Alvarenga, A., Romero, C., & Castro, G. R. (2013). A novel  $\alpha$ -l-rhamnosidase with potential applications in citrus juice industry and in winemaking. *European Food Research and Technology*, 237, 977-985.
14. Varmie, E. B., & Thakur, M. (2021). Utilization of citrus processing waste: A review.
15. Zverlov, V., Hertel, C., Bronnenmeier, K., Hroch, A., Kellermann, J., & Schwarz, W. (2000). The thermostable  $\alpha$ -l-rhamnosidase RamA of Clostridium stercorarium: biochemical characterization and primary structure of a bacterial  $\alpha$ -l-rhamnoside hydrolase, a new type of inverting glycoside hydrolase. *Molecular Microbiology*, 35.
16. Seyyedi-Mansour, S., Carpena, M., Donn, P., Barciela, P., Perez-Vazquez, A., Echave, J., Pereira, A., ... et al. (2024). Citrus Seed Waste and Circular Bioeconomy: Insights on Nutritional Profile, Health Benefits, and Application as Food Ingredient. *Applied Sciences*.

## Contactar con Enzymes.bio

¿Tiene preguntas sobre un pedido? Nuestro equipo estará encantado de ayudarle.

CORREO ELECTRÓNICO [wholesale@enzymes.bio](mailto: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.