

Proteasa alcalina detergente (Alkaline Protease Detergent Enzyme) para eliminar manchas proteicas en lavandería y limpieza industrial

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

La **proteasa alcalina detergente** es una enzima diseñada para ayudar a romper proteínas presentes en manchas de sangre, huevo, leche, sudor, alimentos y otros residuos biológicos, facilitando que el detergente las desprenda de tejidos o superficies. Su valor en formulación detergente se basa en una reacción concreta: la hidrólisis de enlaces peptídicos en condiciones alcalinas, es decir, por encima de pH 7, donde muchos sistemas de lavado operan. Enzymes.bio la suministra como proveedor en unidades de 1 kg para compra directa en línea; no actúa como fabricante ni laboratorio, y la SDS y el CoA se proporcionan junto con el pedido .

Qué es una proteasa alcalina para detergentes

Una proteasa es un biocatalizador que corta enlaces peptídicos, los enlaces químicos que mantienen unidas las cadenas de aminoácidos en una proteína. Cuando esa proteína forma parte de una mancha —por ejemplo, albúmina de huevo, caseína de leche, proteínas de sangre o residuos de sudor—, la enzima reduce la masa y la cohesión del material proteico al convertirlo en péptidos más pequeños. Esta fragmentación no “disuelve todo” por sí sola, pero cambia la estructura de la suciedad para que el agua, la alcalinidad, los tensioactivos y la acción mecánica puedan retirarla con mayor eficacia ^[1].

El término **alcalina** indica que la enzima conserva utilidad catalítica en un entorno con pH superior a neutro. Esto es importante porque numerosos detergentes para lavandería, limpieza institucional y limpieza industrial trabajan en condiciones ligeramente a fuertemente alcalinas para favorecer la humectación, la dispersión de partículas y la eliminación de grasas parcialmente saponificables. Las proteasas alcalinas son, por tanto, una familia enzimática especialmente alineada con detergentes y limpiadores técnicos, siempre que la formulación no contenga componentes que las inactiven prematuramente ^[2].

En la literatura científica, las proteasas alcalinas se estudian de forma recurrente en microorganismos como especies de *Bacillus* y otros productores microbianos, porque combinan productividad biotecnológica, estabilidad relativa y compatibilidad funcional con entornos industriales. Trabajos recientes han optimizado la producción de proteasas alcalinas en *Bacillus subtilis* y *Bacillus amyloliquefaciens*, lo que refleja la importancia de estas enzimas en aplicaciones donde se requiere degradación de proteínas a escala técnica [3].

Mecanismo: cómo una proteasa elimina manchas de proteína

El mecanismo puede describirse sin metáforas vagas: la enzima se une a una región accesible de la proteína manchante, orienta un enlace peptídico dentro de su sitio activo y cataliza la entrada de agua en ese enlace. El resultado es una escisión de la cadena proteica en dos fragmentos más cortos. Repetida muchas veces sobre una red de proteínas adheridas a una fibra, esta reacción reduce la integridad estructural de la mancha y disminuye su capacidad de anclarse al sustrato textil [1].

En manchas reales, la proteína rara vez está sola. La sangre contiene proteínas con pigmentos y sales; la leche combina caseína, proteínas del suero, grasa y minerales; las manchas de comida pueden tener proteínas, almidón, aceite y colorantes naturales; y el sudor se mezcla con lípidos cutáneos y sales. Por eso, la proteasa alcalina funciona mejor como componente de una formulación, no como sustituto completo del detergente: ataca la fracción proteica, mientras que tensioactivos, constructores, agentes dispersantes y otras enzimas se ocupan de otras fracciones de la suciedad [4].

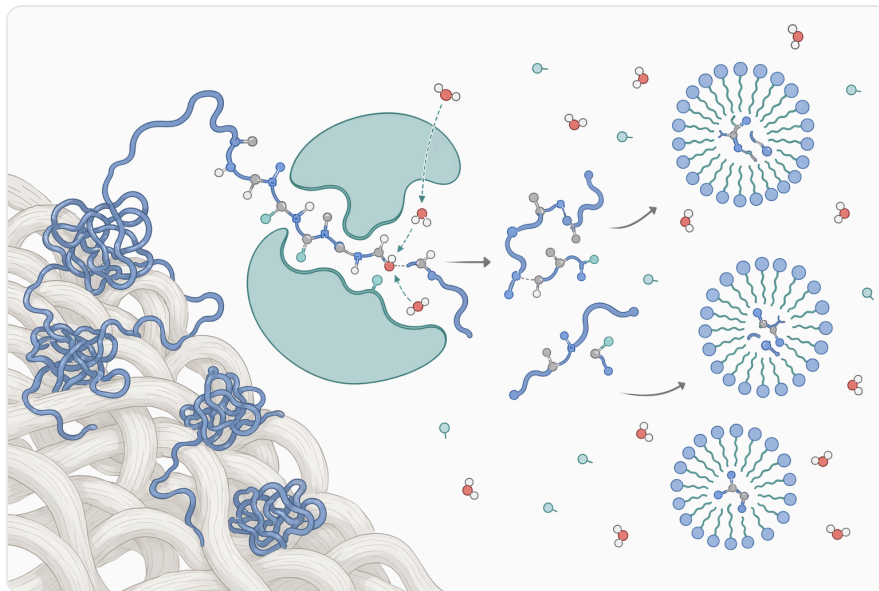


Figure 1. 알칼리성 프로테아제는 세탁 중 펩타이드 결합을 가수분해하여 단백질 얼룩을 더 작은 수분산성 조각으로 분해함으로써 제거합니다.

La especificidad también explica sus límites. Una proteasa no está diseñada para hidrolizar almidón como lo hace una amilasa, ni triglicéridos como una lipasa, ni celulosa como una celulasa. En una mancha de salsa, por ejemplo, la proteasa puede debilitar la parte proteica que cementa el residuo sobre la fibra, pero la eliminación completa dependerá de la química total del detergente y de las condiciones del ciclo de lavado ^[5].

Por qué se usa en detergentes y limpieza industrial

La razón técnica principal es que las manchas proteicas tienden a fijarse con fuerza. Al calentarse, secarse o permanecer sobre una superficie, las proteínas pueden desnaturalizarse: pierden su estructura soluble original, exponen regiones hidrofóbicas y forman películas más resistentes. En textiles, esa película puede quedar atrapada en la trama de la fibra; en superficies duras, puede mezclarse con grasas o minerales y actuar como capa adherente. La proteasa alcalina reduce esa cohesión porque corta las cadenas que mantienen la película unida ^[2].

En detergentes de lavandería comercial, esta función es especialmente relevante para textiles sanitarios, ropa de trabajo, uniformes de alimentación, mantelería, paños de cocina, ropa deportiva y artículos con residuos corporales. En limpieza institucional o industrial, la misma lógica se aplica a superficies o materiales donde haya residuos proteicos de origen animal, vegetal o microbiano. La enzima no sustituye a la acción mecánica ni a la formulación base, pero puede hacer que un residuo proteico pase de “película pegada” a “fragmentos dispersables” ^[6].

El interés industrial también se relaciona con sostenibilidad operativa. Las enzimas son catalizadores: promueven una reacción específica sin consumirse de la misma forma que un reactivo estequiométrico. En formulaciones bien diseñadas, esto puede ayudar a mejorar la limpieza de una clase concreta de suciedad sin depender únicamente de condiciones químicas más agresivas. Las revisiones sobre proteasas microbianas las describen como biocatalizadores versátiles y más compatibles con enfoques industriales ecoeficientes que muchos tratamientos puramente químicos ^[1].



Figure 2. 세제 공정에서는 알칼리성 프로테아제를 세탁액에 투입해 단백질성 오염을 분해하고, 중간 정도의 온도에서도 얼룩이 더 잘 떨어지도록 합니다.

Evidencia científica relevante para formulación detergente

La evidencia más directamente aplicable procede de estudios que caracterizan proteasas alcalinas como aditivos detergentes o como enzimas con tolerancia a condiciones industriales. Un trabajo de 2024 evaluó una proteasa alcalina de *Staphylococcus aureus* como aditivo prometedor para detergentes, lo que es coherente con la función esperada: degradar proteínas en condiciones de lavado y complementar la acción de los ingredientes detergentes ^[6].

También hay estudios recientes que no son “ensayos de detergente” en sentido comercial, pero sí aportan información importante sobre producción, estabilidad y comportamiento catalítico. La optimización de fermentación en *Bacillus subtilis* y *Bacillus amyloliquefaciens* muestra que la producción de proteasa alcalina sigue siendo una línea activa de investigación biotecnológica, especialmente para mejorar rendimiento del proceso y adecuación industrial de la enzima ^[7].

Otra línea científica relevante es la estabilidad térmica. Las proteasas son proteínas; por tanto, pueden perder estructura y actividad si las condiciones son demasiado severas. El diseño racional de una proteasa alcalina de *Bacillus licheniformis* 2709 se ha estudiado precisamente para mejorar su termoestabilidad, lo que indica que la resistencia al calor no debe asumirse como universal, sino como una propiedad dependiente de la enzima específica y de su ingeniería o formulación ^[8].

La tolerancia a solventes y a condiciones de proceso también se investiga porque muchas aplicaciones industriales no son simplemente “agua + enzima”. Una proteasa alcalina termoestable y tolerante a solventes de *Galium aparine* se ha descrito en el contexto de aplicaciones industriales, lo que refuerza

un punto práctico: el desempeño real depende tanto de la enzima como del entorno químico en el que se coloca ^[9].

Tabla comparativa: proteasa alcalina frente a otras enzimas detergentes

Enzima usada en detergentes	Sustrato principal	Tipo de mancha o residuo donde aporta más	Mecanismo químico dominante	Límite práctico
Proteasa alcalina	Proteínas	Sangre, huevo, leche, sudor, alimentos ricos en proteína, residuos biológicos	Hidrólisis de enlaces peptídicos	No degrada aceites, almidones ni minerales por sí misma ^[1]
Amilasa	Almidón	Salsas espesadas, papillas, arroz, pasta, féculas	Hidrólisis de enlaces glucosídicos en polisacáridos	No rompe proteínas ni grasas ^[5]
Lipasa	Grasas y aceites	Aceites alimentarios, sebo, grasas corporales	Hidrólisis de enlaces éster en triglicéridos	Puede requerir buena emulsificación para acceder al sustrato ^[10]
Celulasa	Celulosa superficial	Cuidado de algodón, reducción de fibrillas, renovación de apariencia textil	Hidrólisis de enlaces en celulosa	Puede afectar fibras celulósicas si se usa fuera de contexto ^[11]
Keratinasa	Queratina	Plumas, pelo, lana, residuos queratínicos especializados	Proteólisis de proteínas estructurales resistentes	Más específica para aplicaciones industriales de queratina que para lavandería general ^[12]

Esta comparación muestra por qué la proteasa alcalina es una herramienta de limpieza dirigida, no una enzima universal. En formulaciones multienzima, cada biocatalizador aporta una reacción distinta y se selecciona según el perfil de suciedad esperado. En una lavandería con alta carga de alimentos, por ejemplo, proteasa, amilasa y lipasa pueden tener funciones complementarias; en una aplicación centrada en sangre o leche, la proteasa adquiere mayor peso técnico ^[4].



Figure 3. 알칼리성 세제용 프로테아제는 주로 세탁세제, 얼룩 제거제, 담금 세탁제, 업소용 세정제, 식기세척제 및 섬유 세정 제품에 사용됩니다.

Factores que determinan el desempeño real

El primer factor es el acceso al sustrato. La enzima solo puede cortar enlaces peptídicos si llega físicamente a la proteína. Por eso, la humectación, la dispersión y el movimiento del baño de lavado son relevantes: ayudan a que la proteasa penetre en la matriz de suciedad. En una mancha seca y compactada, la formulación necesita rehidratar y abrir la estructura antes de que la hidrólisis enzimática sea plenamente efectiva ^[1].

El segundo factor es el pH. “Alcalino” significa por encima de pH 7, pero eso no implica que cualquier valor alcalino sea igualmente favorable. Cada proteasa tiene una ventana donde su conformación y su sitio activo se mantienen funcionales. Fuera de esa ventana, la estructura puede alterarse, la unión al sustrato puede empeorar o la enzima puede inactivarse. La investigación en proteasas alcalinas se centra con frecuencia en identificar y mejorar esa compatibilidad con condiciones industriales ^[13].

El tercer factor es la temperatura. A mayor temperatura, las reacciones químicas pueden acelerarse, pero las proteínas enzimáticas también pueden desnaturalizarse. El equilibrio entre velocidad catalítica y estabilidad térmica es una de las razones por las que se investigan proteasas más termoestables, como se observa en trabajos de diseño racional aplicados a proteasas de *Bacillus licheniformis* ^[8].

El cuarto factor es la compatibilidad con otros ingredientes. Tensioactivos, oxidantes, quelantes, fragancias, conservantes, sales y constructores pueden modificar la estabilidad de la enzima. Algunos componentes mejoran el acceso a la mancha; otros pueden alterar la estructura proteica de la enzima

o acelerar su pérdida de desempeño durante almacenamiento. Por eso, la proteasa debe verse como un ingrediente funcional dentro de una matriz, no como una sustancia aislada con rendimiento fijo [14].



Figure 4. 고온 세탁이나 강한 화학 세정에 비해, 프로테아제 기반 세정은 더 순한 세제 조건에서도 단백질성 오염을 제거할 수 있습니다.

Formulación: cómo encaja en detergentes líquidos, en polvo y limpiadores técnicos

En detergentes líquidos, la principal dificultad suele ser la estabilidad durante almacenamiento. La presencia de agua permite movilidad molecular y puede favorecer autólisis, interacción con tensioactivos o exposición prolongada a componentes incompatibles. La formulación necesita equilibrar solubilidad, estabilidad, pH, conservación y compatibilidad con la enzima. Las tecnologías de inmovilización y estabilización enzimática se investigan precisamente para ampliar la vida funcional de biocatalizadores en matrices industriales [14].

En detergentes en polvo, el reto cambia: la enzima debe conservarse frente a humedad, temperatura, fricción y contacto con ingredientes reactivos. Una vez en el baño de lavado, debe hidratarse y dispersarse para alcanzar la mancha. Aunque los polvos pueden ofrecer ventajas de estabilidad frente a ciertos líquidos, el desempeño final sigue dependiendo del ciclo de lavado, de la dureza del agua, del tipo de fibra y de la suciedad presente [4].

En limpiadores técnicos o industriales, la proteasa alcalina puede ser útil cuando hay películas proteicas, bioresiduos o mezclas orgánicas donde la proteína actúa como aglutinante. No obstante, si el sistema contiene oxidantes fuertes, extremos de pH o solventes no compatibles, la enzima puede

perder funcionalidad. Estudios sobre proteasas tolerantes a condiciones industriales muestran que estas propiedades existen, pero son específicas de cada enzima y no deben generalizarse sin considerar la matriz real [9].

Aplicaciones principales en lavandería y limpieza

Lavandería comercial e institucional

La aplicación más directa es la eliminación de manchas proteicas en textiles. Hoteles, hospitales, lavanderías industriales, servicios de alimentación, gimnasios y operaciones de uniformes pueden encontrar suciedad con alto contenido de proteínas: sangre, restos de comida, leche, huevo, sudor y fluidos biológicos. La proteasa alcalina ayuda a reducir la fracción proteica que fija la mancha, lo que puede mejorar el resultado visible cuando la formulación y el ciclo son adecuados [6].

En textiles blancos o claros, la acción de la proteasa no debe confundirse con blanqueo óptico u oxidativo. La enzima no “blanquea” como un oxidante; elimina o debilita residuos proteicos que pueden retener pigmentos, grasas o partículas. En la práctica, una mejora de limpieza puede percibirse como mayor claridad, pero el mecanismo primario sigue siendo la hidrólisis proteica [1].

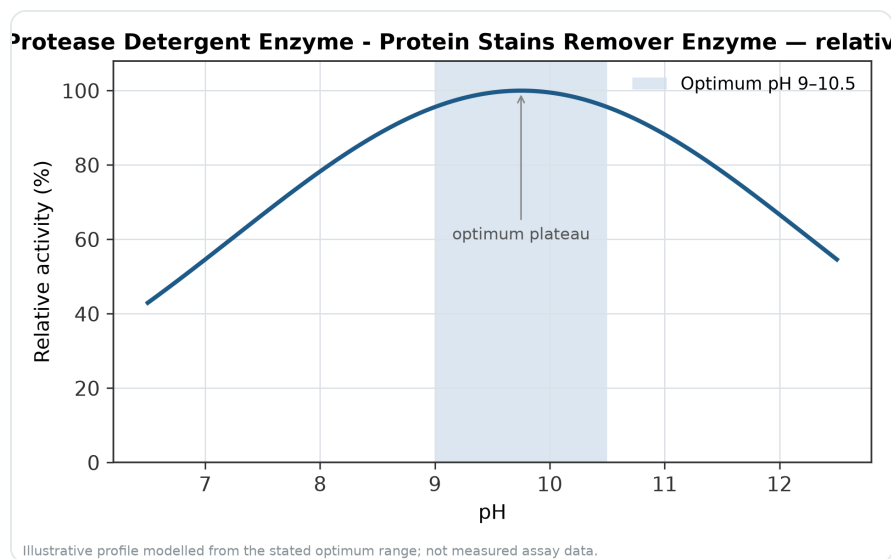


Figure 5. pH에 따른 Alkaline Protease Detergent Enzyme - Protein Stains Remover Enzyme의 상대 활성으로, pH 9-10.5에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

Detergentes para alimentos y hostelería

Manteles, chaquetas de cocina, paños, delantales y uniformes de producción alimentaria suelen presentar manchas mixtas. La proteasa es especialmente útil cuando hay proteínas de carne, pescado, huevo, leche, legumbres o salsas con base proteica. En estos casos, su acción puede abrir la estructura

de la mancha para que tensioactivos y otras enzimas actúen sobre grasa y almidón [5].

La suciedad alimentaria también ilustra por qué una formulación monofuncional rara vez es suficiente. Una mancha de crema, por ejemplo, puede contener proteína láctea, grasa y carbohidratos; una salsa puede contener proteína vegetal, aceite, almidón y pigmentos. La proteasa aborda una parte crítica de ese conjunto, pero el rendimiento total depende de la cooperación con lipasas, amilasas y componentes detergentes convencionales [10].

Limpieza industrial con residuos biológicos

En procesos industriales donde aparecen residuos orgánicos, la proteína puede formar capas adherentes o complejos con otros materiales. La proteasa alcalina puede ayudar a fragmentar esas capas si el entorno químico permite que la enzima permanezca activa. Este uso es coherente con la visión amplia de las proteasas microbianas como biocatalizadores industriales para degradación controlada de proteínas en múltiples sectores [2].

También existen aplicaciones relacionadas fuera del detergente clásico: procesamiento de cuero, tratamiento de subproductos, hidrólisis de proteínas y valorización de residuos. Por ejemplo, la literatura describe producción de proteasas alcalinas empleando residuos de pescado como sustrato de fermentación, lo que conecta esta familia enzimática con estrategias de aprovechamiento de subproductos orgánicos [15].

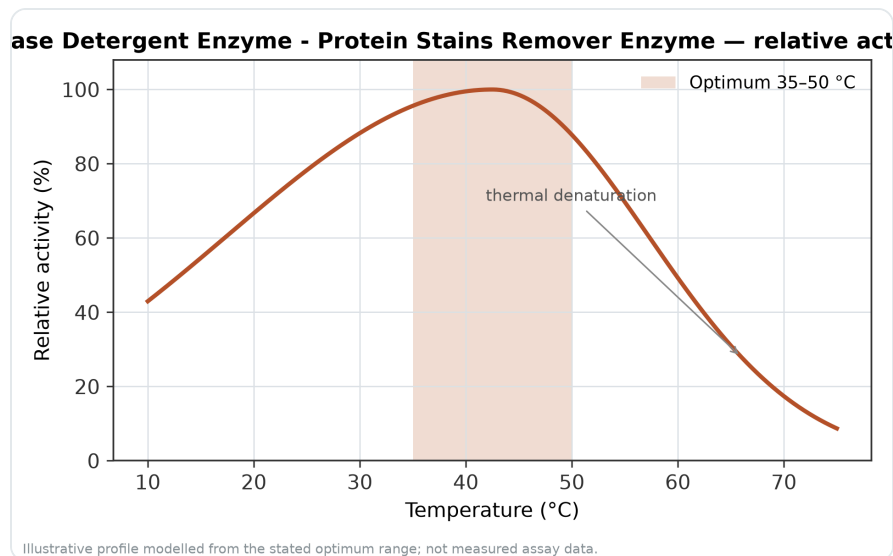


Figure 6. 온도에 따른 Alkaline Protease Detergent Enzyme - Protein Stains Remover Enzyme의 상대 활성으로, 35-50°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열 변성에 따른 특징적인 활성 저하가 나타납니다.

Beneficios técnicos realistas

El beneficio más importante es la eliminación dirigida de manchas proteicas. Frente a una suciedad donde la proteína es el componente que más fija la mancha, la proteasa aporta una reacción que los tensioactivos no realizan de manera específica: cortar enlaces peptídicos. Esa diferencia es clave, porque dispersar una proteína intacta no es lo mismo que degradarla en fragmentos más pequeños y menos cohesivos ^[1].

Un segundo beneficio es la posibilidad de trabajar dentro de condiciones de lavado menos dependientes de agresividad química extrema. Esto no significa eliminar alcalinidad, tensioactivos o auxiliares, sino usar la biocatálisis para atacar una fracción de la suciedad con mayor selectividad. Las revisiones de proteasas destacan precisamente su utilidad como biocatalizadores ecoamigables en aplicaciones industriales, incluida la limpieza ^[2].

Un tercer beneficio es la flexibilidad de integración. La proteasa alcalina puede utilizarse en sistemas donde la suciedad proteica sea una preocupación principal o en mezclas enzimáticas más amplias. El enfoque correcto depende del objetivo: en manchas de sangre o huevo, la proteasa es central; en residuos de comida complejos, forma parte de una estrategia multicomponente ^[4].

Límites y precauciones técnicas

La proteasa alcalina no es una solución universal. No elimina por sí sola manchas minerales, incrustaciones inorgánicas, óxidos metálicos, pigmentos insolubles ni aceites puros. Si la suciedad carece de una fracción proteica relevante, el beneficio será limitado. Esta delimitación no es una debilidad del producto; es consecuencia de su especificidad bioquímica ^[1].

Tampoco debe suponerse que todas las proteasas alcalinas se comportan igual. La fuente biológica, la secuencia proteica, la formulación, la estabilización y el entorno de uso influyen en la estabilidad. La investigación sobre diseño racional para mejorar termoestabilidad confirma que incluso dentro de una misma familia enzimática existen diferencias funcionales que importan en aplicación real ^[8].

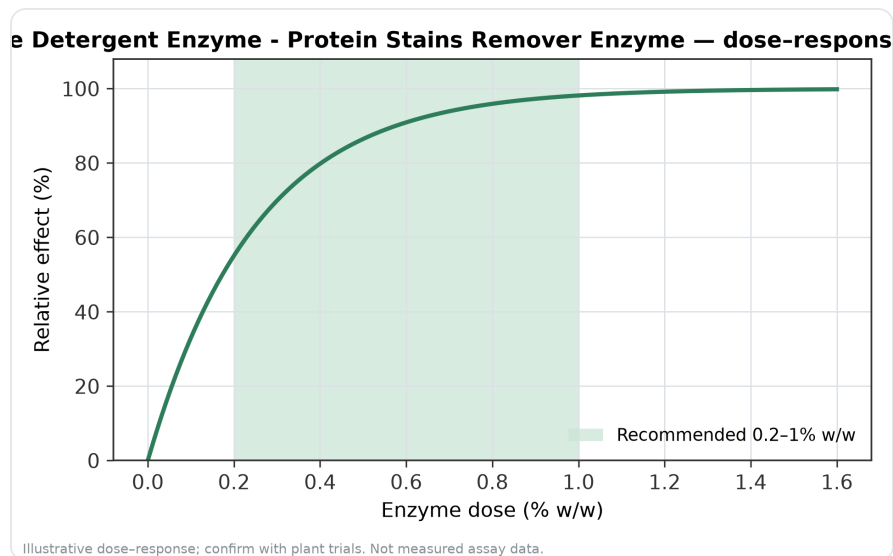


Figure 7. 권장 사용 범위(0.2–1% w/w)에서 Alkaline Protease Detergent Enzyme - Protein Stains Remover Enzyme의 예시적 용량-반응 관계를 보여줍니다.

Otro límite es la autodegradación. Como una proteasa es una enzima que degrada proteínas y ella misma es una proteína, puede sufrir autólisis bajo determinadas condiciones. Las estrategias de inmovilización, estabilización o modificación buscan reducir este problema, pero su éxito depende del sistema concreto. La literatura sobre inmovilización enzimática muestra que estas tecnologías pueden mejorar estabilidad y reutilización en ciertos contextos, aunque no convierten automáticamente cualquier formulación en estable [14].

Seguridad y manipulación responsable

Las enzimas industriales deben manipularse como proteínas activas capaces de causar sensibilización respiratoria si se inhalan como polvo o aerosol. Las buenas prácticas incluyen minimizar la generación de polvo, evitar salpicaduras, usar ventilación adecuada y seguir la SDS correspondiente. La guía sectorial sobre manipulación segura de enzimas en detergentes enfatiza el control de exposición, especialmente en operaciones donde pueda formarse material respirable [16].

El producto está destinado a uso técnico e industrial, no a consumo humano. Enzymes.bio lo ofrece como proveedor en unidades de 1 kg mediante compra directa en línea; la documentación de seguridad y calidad, incluida SDS y CoA, se proporciona junto con el pedido. Esta documentación acompaña al lote recibido y debe consultarse antes de manipular, almacenar o incorporar la enzima a una formulación .

Papel de Enzymes.bio como proveedor

Enzymes.bio no debe entenderse como fabricante ni laboratorio de ensayo; su función es suministrar el producto disponible en línea para usuarios B2B. Esto es importante para interpretar correctamente la información técnica: el artículo explica la base científica y las aplicaciones de las proteasas alcalinas, pero no reemplaza la documentación del lote ni convierte al proveedor en entidad certificadora de procesos del cliente .

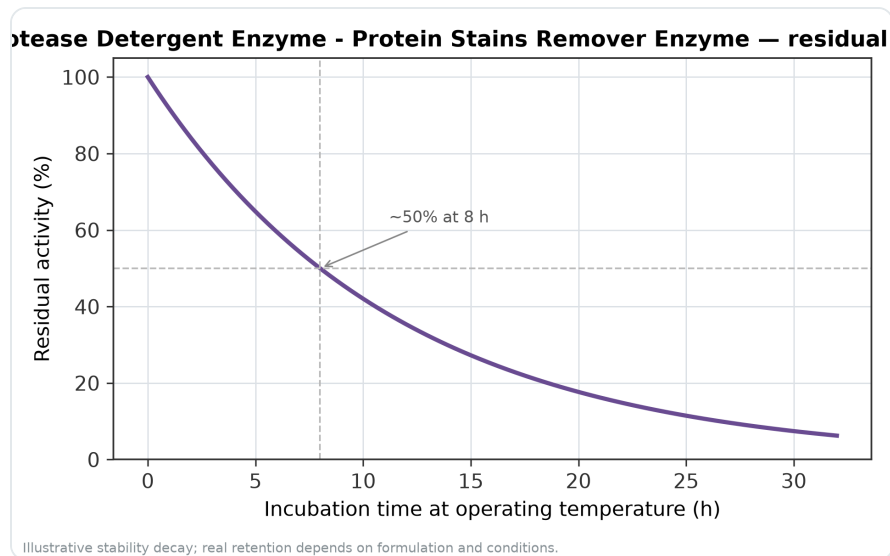


Figure 8. Alkaline Protease Detergent Enzyme - Protein Stains Remover Enzyme의 예시적 열 안정성 감소 곡선 — 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소합니다.

Para formuladores, lavanderías comerciales, integradores de limpieza y usuarios técnicos, la ventaja práctica es el acceso directo a una proteasa alcalina detergente en formato de 1 kg, con documentación asociada al pedido. La decisión de uso debe basarse en la compatibilidad con la formulación, el tipo de suciedad proteica objetivo y las condiciones reales de lavado o limpieza .

Conclusión

La **Alkaline Protease Detergent Enzyme – Protein Stains Remover Enzyme** es una proteasa alcalina orientada a detergentes y limpieza donde las manchas proteicas son un problema central. Su mecanismo está bien definido: cataliza la hidrólisis de enlaces peptídicos, fragmentando proteínas adheridas a fibras o superficies para que el sistema detergente pueda retirarlas con mayor facilidad ^[1].

La evidencia científica respalda el uso de proteasas alcalinas como biocatalizadores industriales y aditivos detergentes, con investigaciones recientes centradas en producción microbiana, estabilidad, tolerancia a condiciones de proceso y desempeño en formulaciones de limpieza. Al mismo tiempo, su

eficacia no es universal: depende del pH, la temperatura, la matriz detergente, el tipo de mancha y la compatibilidad con otros ingredientes ^[6].

Enzymes.bio suministra esta enzima como proveedor B2B en unidades de 1 kg para compra directa en línea, con SDS y CoA incluidos junto con el pedido. Para aplicaciones de lavandería, detergentes y limpieza industrial centradas en sangre, huevo, leche, sudor y residuos alimentarios proteicos, la proteasa alcalina representa una herramienta funcional y científicamente coherente dentro de una formulación detergente completa .

Pedir Alkaline Protease Detergent Enzyme - Protein Stains Remover 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 Alkaline Protease Detergent Enzyme - Protein Stains Remover 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. Naveed, M., Nadeem, F., Mehmood, T., Bilal, M., Anwar, Z., & Amjad, F. (2020). Protease—A Versatile and Ecofriendly Biocatalyst with Multi-Industrial Applications: An Updated Review. *Catalysis Letters*, 1-17.
2. Mahnashi, M., Muddapur, U. M., Turakani, B., Shaikh, I., Awadh, A. A. A., Alshahrani, M., Almazni, I., ... et al. (2022). A Review on Versatile Eco-Friendly Applications of Microbial Proteases in Biomedical and Industrial Applications. *Science of Advanced Materials*.
3. Sun, B., Zou, K., Zhao, Y., Tang, Y., Zhang, F., Chen, W., Tang, X., ... et al. (2023). The fermentation optimization for alkaline protease production by Bacillus subtilis BS-QR-052. *Frontiers in Microbiology*, 14.
4. Mukherjee, P., Mondal, I., Dey, D., Dan, E., Khatun, F., & Tewari, S. (2023). An Overview on Microbial Enzymes and their Industrial Applications. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*.
5. Farooq, M. A., Ali, S., Hassan, A., Tahir, H. M., Mumtaz, S., & Mumtaz, S. (2021). Biosynthesis and industrial applications of α -amylase: a review. *Archives of Microbiology*, 203, 1281 - 1292.
6. Alonazi, M. A. (2024). Staphylococcus aureus Alkaline Protease: A Promising Additive for Industrial Detergents. *Catalysts*.
7. Shah, T., Li, Z., Zhang, A., Li, Z., Chuancheng, D., & Feng, Y. (2025). Production of alkaline protease from Bacillus amyloliquefaciens TAS-2 and optimizing fermentation conditions. *Biocatalysis and Biotransformation*, 43, 496 - 509.

8. Yuan, Y., Zhao, G., Lu, J., Wang, L., Shi, Y., & Zhang, J. (2025). Enhancing the Thermostability of Bacillus licheniformis Alkaline Protease 2709 by Computation-Based Rational Design. *Molecules*, 30.
9. Rehman, K., Abdelrahman, E. A., Alissa, M., Khattak, N. S., Alghamdi, A., Alghamdi, S. A., Alshehri, M. A., ... et al. (2025). Thermostable and Solvent-Tolerant Alkaline Protease from Galium aparine: Purification and Industrial Applications. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 110529 .
10. Joshi, R., & Kuila, A. (2018). Lipase and their different industrial applications: A review. *Brazilian Journal of Biological Sciences*, 5, 237-247.
11. Dadwal, A., Sharma, S., & Satyanarayana, T. (2021). Thermostable cellulose saccharifying microbial enzymes: Characteristics, recent advances and biotechnological applications. *International Journal of Biological Macromolecules*.
12. Menezes, C. L. A., Santos, R., Santos, M., Boscolo, M., Silva, R., Gomes, E., & Silva, R. R. (2021). Industrial sustainability of microbial keratinases: production and potential applications. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 37.
13. Adetunji, A. I., & Olaniran, A. (2023). Biocatalytic Profiling of Free and Immobilized Partially Purified Alkaline Protease from an Autochthonous Bacillus aryabhatai Ab15-ES. *Reactions*.
14. Maghraby, Y. R., El-Shabasy, R. M., Ibrahim, A. H., & Azzazy, H. M. (2023). Enzyme Immobilization Technologies and Industrial Applications. *ACS Omega*, 8, 5184 - 5196.
15. Akkaya, S. N., Almansour, A., Altıntas, R., Şişecioglu, M., & Adiguzel, A. (2025). Purification, characterization, optimization, and docking simulation of alkaline protease produced by Brevibacillus agri SAR25 using fish wastes as a substrate. *Food Chemistry*, 471, 142816 .
16. Aise Enzymes Safe Handling V2 1 June 2015.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.