

# Alkaline Protease cho thủy phân protein trong detergent, da thuộc và chế biến công nghiệp

Nhóm Nghiên cứu Enzymes.bio · Wellington, New Zealand · June 20, 2026

**Alkaline protease là enzyme protease hoạt động trong điều kiện kiềm, dùng để cắt liên kết peptide trong protein thành peptide nhỏ hơn và amino acid.** Trong công nghiệp, enzyme này được chọn khi mục tiêu là phân giải vết bẩn protein, loại protein không mong muốn khỏi vật liệu, hoặc chuyển nguyên liệu giàu protein thành dịch thủy phân để xử lý hơn. Enzymes.bio cung cấp alkaline protease cho mục đích công nghiệp/chế biến theo đơn vị 1 kg đặt trực tuyến; CoA và SDS được cung cấp kèm theo khi đặt hàng.

## Alkaline protease là gì và vì sao được dùng nhiều trong công nghiệp?

Nếu người đọc tìm “**alkaline protease là gì**”, câu trả lời ngắn gọn là: đây là nhóm enzyme thủy phân protein có hiệu quả trong môi trường kiềm. “Protease” chỉ chức năng cắt protein; “alkaline” chỉ vùng điều kiện vận hành mà enzyme được thiết kế hoặc lựa chọn để hoạt động tốt hơn so với protease acid hoặc protease trung tính. Nhiều nghiên cứu về protease kiềm từ *Bacillus*, *Brevibacillus*, *Salipaludibacillus*, nấm và vi sinh vật chịu muối cho thấy nhóm enzyme này được quan tâm vì có thể làm việc trong các quy trình vốn có pH kiềm như giặt tẩy, xử lý da và một số công đoạn xử lý phụ phẩm giàu protein <sup>[1]</sup>.

Về mặt hóa sinh, protein là chuỗi polymer gồm các amino acid nối với nhau bằng liên kết peptide. Alkaline protease xúc tác phản ứng thủy phân các liên kết này, khiến protein lớn bị cắt thành đoạn ngắn hơn. Khi kích thước và cấu trúc protein thay đổi, các tính chất công nghệ cũng thay đổi: vết bẩn protein bột bám, lông hoặc mô protein dễ tách khỏi da, protein thực vật hoặc phụ phẩm thủy sản có thể chuyển thành dịch thủy phân có độ hòa tan và khả năng xử lý khác với nguyên liệu ban đầu <sup>[2]</sup>.

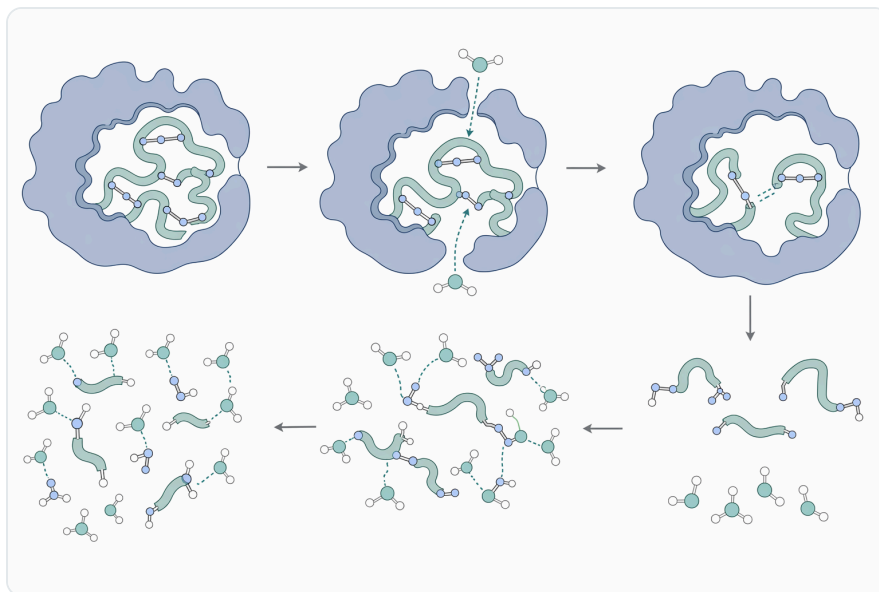
Lý do alkaline protease được dùng rộng rãi không chỉ nằm ở khả năng “cắt protein”, mà còn ở sự tương thích với các môi trường công nghiệp có pH kiềm, chất hoạt động bề mặt, muối hoặc nhiệt độ cao hơn điều kiện sinh học thông thường. Các nghiên cứu gần đây tiếp tục sàng lọc và mô tả các protease có tính bền với chất tẩy, chất oxy hóa, dung môi, muối hoặc điều kiện kiềm, cho thấy nhu cầu tối ưu enzyme theo từng ma trận quy trình vẫn rất lớn <sup>[3]</sup>.

## Cơ chế hoạt động: “kéo sinh học” nhưng có tính chọn lọc cơ chất

Alkaline protease không phá hủy mọi thành phần trong hỗn hợp một cách không phân biệt. Cơ chất chính của enzyme là protein hoặc peptide; do đó enzyme có hiệu quả rõ nhất khi vấn đề công nghệ liên quan trực tiếp đến protein như máu, trứng, sữa, gluten, collagen, keratin, gelatin, protein đậu nành hoặc protein từ phụ phẩm cá. Với chất béo, tinh bột, cellulose hoặc pectin, cần enzyme khác hoặc hệ enzyme phối hợp, vì protease không phải công cụ chính để cắt các polymer không phải protein [4].

Nhiều alkaline protease công nghiệp thuộc nhóm serine protease, trong đó trung tâm hoạt động thường chứa các amino acid xúc tác phối hợp để tấn công liên kết peptide. Cơ chế chung gồm bước nhận diện vùng peptide phù hợp, tạo phức enzyme-cơ chất, cắt liên kết peptide bằng phản ứng thủy phân, rồi giải phóng sản phẩm peptide ngắn hơn. Những khác biệt nhỏ trong cấu trúc vùng gắn cơ chất quyết định enzyme thích hợp hơn với casein, gelatin, keratin, collagen, protein thực vật hay hỗn hợp protein phức tạp [5].

Một điểm kỹ thuật quan trọng là phản ứng protease có thể tiếp diễn quá mức nếu thời gian, pH, nhiệt độ và hàm lượng enzyme không được kiểm soát theo mục tiêu. Trong thủy phân protein thực phẩm, mức cắt quá sâu có thể làm thay đổi vị, độ nhớt hoặc tính chức năng; trong xử lý da hoặc len, phân giải quá mạnh có thể ảnh hưởng cấu trúc sợi. Vì vậy, alkaline protease nên được xem là công cụ điều chỉnh cấu trúc protein, không đơn thuần là chất “tẩy” protein càng mạnh càng tốt [6].



**Figure 1.** 알칼리성 프로테아제는 큰 단백질의 펩타이드 결합을 가수분해하여 더 쉽게 분산되거나 용해되거나 떨어져 나가는 작은 펩타이드를 생성합니다.

## So sánh alkaline protease với các nhóm protease khác

Sự khác biệt giữa protease acid, trung tính và kiềm không chỉ là pH. Mỗi nhóm được chọn cho các quy trình khác nhau, vì pH ảnh hưởng đến điện tích protein, độ mở cấu trúc cơ chất, trạng thái ion hóa của trung tâm hoạt động enzyme và độ ổn định của các thành phần đi kèm trong công thức. Bảng dưới đây tóm tắt cách hiểu thực tế khi lựa chọn nhóm protease ở cấp ứng dụng công nghiệp.

Nhóm protease	Điều kiện quy trình thường phù hợp	Cơ chất/ứng dụng hay gặp	Điểm cần lưu ý khi dùng
Protease acid	Môi trường acid, một số quy trình thực phẩm hoặc lên men	Protein thực phẩm, peptide hóa trong điều kiện acid	Không tối ưu cho detergent hoặc công đoạn da thuộc kiềm
Protease trung tính	Quy trình gần trung tính, cần xử lý protein nhẹ	Thực phẩm, nguyên liệu nhạy pH, một số quy trình sinh học	Có thể kém tương thích với công thức kiềm mạnh
<b>Alkaline protease</b>	Môi trường kiềm như detergent, dehairing, bating, xử lý protein công nghiệp	Vết bẩn protein, collagen/keratin/gelatin, protein thực vật, phụ phẩm cá	Cần kiểm soát pH, thời gian tiếp xúc và tương tác với surfactant, muối, chất oxy hóa

Các nghiên cứu về alkaline protease từ nhiều nguồn vi sinh khác nhau cho thấy tính “kiềm” là nền tảng, nhưng không đủ để bảo đảm hiệu quả trong mọi quy trình. Hai enzyme cùng được gọi là alkaline protease vẫn có thể khác nhau đáng kể về độ bền nhiệt, khả năng chịu muối, tương thích detergent, mức tự phân giải và phổ cơ chất. Đây là lý do các công bố thường nhấn mạnh “đặc tính hóa” từng enzyme thay vì xem alkaline protease như một chất đơn nhất <sup>[7]</sup>.

## Nguồn enzyme và đặc tính công nghiệp được quan tâm

Các chủng *Bacillus* là nguồn alkaline protease được nghiên cứu rất nhiều vì có khả năng tiết enzyme ngoại bào, sinh trưởng nhanh và phù hợp với hướng sản xuất enzyme vi sinh. Các nghiên cứu trên *Bacillus cereus*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus thuringiensis* và các chủng liên quan cho thấy phổ ứng dụng trải từ detergent, xử lý da, thủy phân protein đến xử lý phụ phẩm <sup>[8]</sup>.

Ngoài *Bacillus*, các nguồn chịu muối hoặc ưa kiềm cũng được quan tâm vì nhiều quy trình công nghiệp có áp lực thẩm thấu, muối hoặc kiềm cao. Ví dụ, alkaline serine protease từ chủng *Salipaludibacillus agaradhaerens* chịu muối/ưa kiềm được nghiên cứu về tính tinh sạch và đặc tính enzyme; các nghiên cứu từ môi trường halophilic cũng nhấn mạnh giá trị của enzyme hoạt động trong điều kiện khắc nghiệt hơn môi trường sinh học thông thường <sup>[9]</sup>.

Nấm cũng là nguồn protease đáng chú ý. Nghiên cứu về alkaline protease từ *Aspergillus niger* mô tả khả năng chịu dung môi, muối và kiềm, trong khi nghiên cứu trên *Aspergillus oryzae* cho thấy hướng tăng sản xuất enzyme bằng đột biến ngẫu nhiên. Điều này phản ánh bức tranh chung: ngành enzyme không chỉ tìm enzyme “có hoạt tính”, mà tìm tổ hợp đặc tính phù hợp với quy trình cụ thể như ổn định, dễ phối trộn, ít bị ức chế và có phổ cơ chất mong muốn [10].



Figure 2. 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제는 단백질 가수분해 활성이 가장 유용하게 작용하는 공정의 pH 환경에 따라 구분됩니다.

## Ứng dụng 1: alkaline protease trong detergent và làm sạch công nghiệp

Detergent là một trong những ứng dụng dễ hiểu nhất của alkaline protease. Các vết bẩn như máu, trứng, sữa, nước sốt, dịch cơ thể hoặc cặn thực phẩm chứa nhiều protein có thể bám chặt lên sợi vải hoặc bề mặt. Khi protease cắt protein thành peptide nhỏ hơn, cấu trúc vết bẩn mất độ bền, dễ được chất hoạt động bề mặt phân tán và cuốn trôi hơn [11].

Trong công thức detergent, alkaline protease phải chịu môi trường phức tạp hơn dung dịch enzyme đơn giản. Chất hoạt động bề mặt, chất xây dựng kiềm, chất oxy hóa, chất tạo phức, hương liệu, nhiệt và thời gian bảo quản đều có thể làm thay đổi hiệu quả enzyme. Vì vậy, các nghiên cứu về protease ổn định với surfactant và oxidant có ý nghĩa thực tiễn: chúng cho thấy hướng lựa chọn enzyme không chỉ dựa vào khả năng thủy phân protein, mà còn dựa vào độ bền trong công thức tẩy rửa thực tế [3].

Về cơ chế làm sạch, protease không thay thế hoàn toàn các thành phần detergent khác. Chất hoạt động bề mặt giúp làm ướt, nhũ hóa và phân tán; chất kiềm làm trương nở và thay đổi điện tích vết bẩn; protease làm suy yếu phần protein. Hiệu quả tốt nhất thường đến từ sự phối hợp này, đặc biệt với vết bẩn hỗn hợp có cả protein, lipid và carbohydrate [12].

## Ứng dụng 2: xử lý da thuộc, bating và dehairing

Trong ngành da, nguyên liệu ban đầu chứa collagen cần giữ lại nhưng cũng có lông, biểu bì, protein phi collagen, chất béo và tạp chất cần loại bỏ hoặc điều chỉnh. Alkaline protease được nghiên cứu cho các bước như ngâm hồi tươi, bating và dehairing vì có thể phân giải một phần protein không mong muốn dưới điều kiện kiềm, giảm phụ thuộc vào hóa chất khắc nghiệt hơn trong một số công đoạn [13].

Dehairing bằng enzyme đòi hỏi độ chọn lọc cao. Nếu enzyme tấn công quá mạnh vào collagen nền, chất lượng da có thể bị ảnh hưởng; nếu quá yếu với keratin hoặc protein quanh nang lông, hiệu quả tách lông không đủ. Vì vậy, các nghiên cứu thường quan tâm đến protease có hoạt tính phù hợp với protein liên quan đến lông và mô ngoại bào, đồng thời hạn chế tác động bất lợi lên cấu trúc da cần bảo toàn [1].

Lợi ích môi trường của xử lý enzyme trong da thuộc thường được mô tả như khả năng giảm một phần hóa chất truyền thống và giảm gánh nặng xử lý nước thải giàu chất rắn hoặc sulfide. Tuy nhiên, điều này phụ thuộc vào thiết kế quy trình tổng thể: enzyme chỉ là một mắt xích, còn kết quả cuối cùng chịu ảnh hưởng bởi nguyên liệu da, công đoạn trước/sau enzyme, tải lượng hữu cơ và hệ thống xử lý nước thải của nhà máy [4].

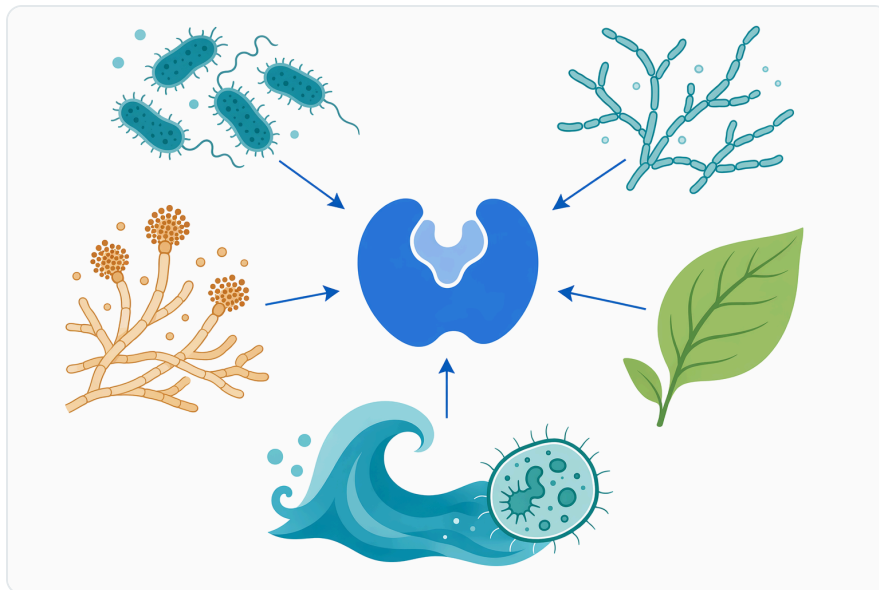


Figure 3. 알칼리성 프로테아제는 세균, 방선균, 곰팡이, 식물 및 해양 관련 생물 자원에서 보고된 기능성 효소 범주입니다.

## Ứng dụng 3: len, dệt may và xử lý sợi protein

Len là vật liệu giàu keratin, có lớp vảy bề mặt làm sợi dễ co rút và tạo nỉ khi giặt hoặc ma sát. Alkaline protease có hoạt tính keratinolytic được nghiên cứu để xử lý chống co/nỉ cho sợi len theo hướng “benign felt-proofing”, tức là điều chỉnh bề mặt sợi bằng enzyme thay vì chỉ dựa vào hóa chất mạnh.

Nghiên cứu trên protease kiềm chịu nhiệt/keratinolytic cho thấy tiềm năng cải thiện tính chất xử lý len nếu kiểm soát mức tác động lên bề mặt [14].

So sánh xử lý len bằng protease acid và alkaline protease cho thấy lựa chọn enzyme ảnh hưởng đến cảm giác tay, khả năng chống co và mức tác động lên sợi. Đây là ví dụ điển hình về việc cùng là “protease” nhưng điều kiện pH và cơ chế tác động lên keratin có thể tạo kết quả công nghệ khác nhau. Với vật liệu sợi protein, mức thủy phân phải đủ để chỉnh bề mặt nhưng không làm suy giảm cơ tính quá mức [6].

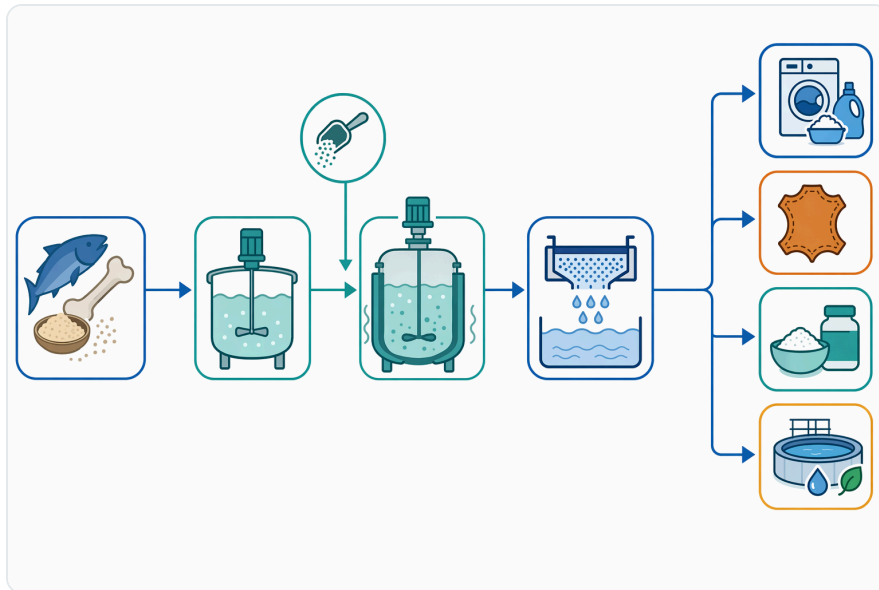
Trong dệt may rộng hơn, alkaline protease cũng được nhắc đến trong xử lý protein tự nhiên như tơ tằm hoặc hỗ trợ loại bỏ tạp protein khỏi bề mặt vật liệu. Ở các ứng dụng này, lợi ích không chỉ là phân giải protein, mà là giảm nhiệt, giảm kiềm mạnh hoặc giảm thời gian xử lý so với một số quy trình truyền thống, tùy cấu trúc sợi và yêu cầu chất lượng cuối [4].

## Ứng dụng 4: thủy phân protein thực phẩm và phụ phẩm giàu protein

---

Trong chế biến protein, alkaline protease được dùng để chuyển protein lớn thành peptide có kích thước nhỏ hơn. Việc này có thể thay đổi độ hòa tan, khả năng tạo nhũ, độ nhớt, khả năng phân tán, tính tiêu hóa hoặc đặc tính cảm quan của nguyên liệu. Nghiên cứu về chiết tách hỗ trợ enzyme trên protein nhân cò cho thấy xử lý enzyme có thể làm thay đổi cấu trúc và tính chất chức năng của protein thực vật [15].

Với phụ phẩm thủy sản, thủy phân enzyme là hướng tạo dịch peptide từ nguồn giàu protein thay vì loại bỏ như chất thải hữu cơ. Nghiên cứu về peptide chống oxy hóa từ cá mè bạc sử dụng alkaline protease kết hợp enzyme khác cho thấy thủy phân có thể tạo phân đoạn peptide có đặc tính sinh học đáng quan tâm trong điều kiện nghiên cứu. Tuy nhiên, khi chuyển sang sản xuất thực phẩm, cần tách biệt giữa dữ liệu hoạt tính sinh học trong mô hình nghiên cứu và tuyên bố chức năng thương mại được phép theo quy định từng thị trường [16].



**Figure 4.** 세제 세척에서는 알칼리성 팽윤, 프로테아제 절단, 계면활성제 작용, 물리적 교반, 헹굼이 함께 작용하여 단백질성 얼룩과 막을 제거합니다.

Alkaline protease cũng được nghiên cứu trong xử lý protein gây dị ứng, chẳng hạn biến đổi cấu trúc Ara h 1 của đậu phộng khi xử lý bằng enzyme. Cơ chế ở đây là cắt hoặc làm biến đổi vùng epitope protein, từ đó có thể làm thay đổi khả năng nhận diện miễn dịch trong mô hình nghiên cứu. Dù vậy, ứng dụng liên quan dị ứng thực phẩm cần thận trọng cao vì an toàn dị ứng không thể suy diễn chỉ từ việc protein đã bị thủy phân [17].

## Ứng dụng 5: feed processing và nguyên liệu lên men

Trong thức ăn chăn nuôi, protein là thành phần chi phí cao và khả năng tiêu hóa không phải lúc nào cũng tối ưu, nhất là với nguyên liệu thực vật chứa protein khó tiếp cận hoặc đã bị biến tính bởi nhiệt. Protease có thể hỗ trợ phân cắt protein thành peptide ngắn hơn trong quá trình xử lý nguyên liệu hoặc lên men, qua đó thay đổi khả năng hòa tan và mức sẵn có của nitơ peptide. Cơ chế này phù hợp với bản chất thủy phân peptide của alkaline protease, nhưng hiệu quả dinh dưỡng thực tế phụ thuộc vào loài vật nuôi, công thức thức ăn và điều kiện chế biến [18].

Ở nguyên liệu như bã đậu nành lên men, bột cá hoặc phụ phẩm giàu protein, alkaline protease có thể là một phần trong hệ xử lý sinh học cùng vi sinh vật lên men và enzyme nội sinh. Điểm cần hiểu đúng là enzyme không tự động “tăng dinh dưỡng” trong mọi công thức; enzyme chỉ thay đổi cấu trúc protein, còn hiệu quả cuối cùng phải được đánh giá qua tiêu hóa, tăng trưởng, chỉ tiêu chất lượng nguyên liệu và độ ổn định trong quá trình ép viên hoặc gia nhiệt [2].

## Ứng dụng 6: chitin, gelatin, polysaccharide và xử lý phụ phẩm công nghiệp

Một số dòng thải hoặc phụ phẩm công nghiệp chứa hỗn hợp protein với polysaccharide, khoáng, lipid hoặc pigment. Trong chiết chitin từ vỏ giáp xác, protein bám với chitin và khoáng gây khó tách; alkaline protease ổn định với surfactant/oxidant đã được nghiên cứu như tác nhân hỗ trợ loại protein trong quy trình chiết chitin, hướng đến giảm cường độ hóa chất ở một số bước [3].

Trong công nghiệp polysaccharide vi sinh, nghiên cứu về chiết tách và tinh sạch welan gum đã khảo sát sử dụng lysozyme và alkaline protease để hỗ trợ loại thành phần tế bào hoặc protein tạp. Cơ chế hợp lý là protease cắt protein tạp, giúp giảm cản trở trong quá trình tinh sạch gum; tuy nhiên đây là ứng dụng quy trình cụ thể, cần hiểu trong bối cảnh loại gum, cấu trúc dịch lên men và yêu cầu tinh sạch cuối [19].

Alkaline protease cũng được nhắc đến trong thu hồi bạc từ phim X-quang cũ, nơi lớp gelatin giữ bạc có thể bị thủy phân để giải phóng vật liệu chứa bạc. Ứng dụng này minh họa rõ tính chọn lọc protein: enzyme nhắm vào gelatin chứ không phải kim loại bạc. Tính phù hợp thương mại phụ thuộc vào nguồn phim, quy định môi trường và kinh tế thu hồi vật liệu [4].



Figure 5. 알칼리성 프로테아제의 주요 응용 분야에는 세제 및 알칼리 세척, 식품 및 사료 단백질 개질, 가죽 가공, 단백질이 풍부한 폐기물 처리가 포함됩니다.

## Các yếu tố quy trình ảnh hưởng đến hiệu quả alkaline protease

Yếu tố đầu tiên là pH. Vì enzyme được gọi là alkaline protease, vùng làm việc mục tiêu là môi trường kiềm; tuy nhiên “kiềm” không phải một điểm cố định. Mỗi enzyme có vùng pH tối ưu và vùng pH ổn định khác nhau, được quyết định bởi cấu trúc protein enzyme, trạng thái ion hóa của trung tâm hoạt

động và độ bền cấu trúc bậc ba. Các nghiên cứu về enzyme ưa kiềm/chịu muối cho thấy pH và muối có thể tương tác mạnh với độ ổn định và hoạt tính enzyme [5].

Yếu tố thứ hai là nhiệt độ. Tăng nhiệt thường làm phản ứng nhanh hơn đến một giới hạn nhất định, nhưng cũng có thể làm enzyme mất cấu trúc hoặc tăng tự phân giải. Các alkaline protease chịu nhiệt được quan tâm vì phù hợp hơn với quy trình giặt nóng, xử lý da hoặc thủy phân nguyên liệu ẩm; tuy vậy, “thermostable” là đặc tính của từng enzyme cụ thể, không nên suy rộng cho mọi alkaline protease [12].

Yếu tố thứ ba là thành phần ma trận. Surfactant, chất oxy hóa, dung môi, muối, ion kim loại, chất tạo phức, polyphenol hoặc sản phẩm thủy phân tích lũy đều có thể làm thay đổi hoạt tính biểu kiến. Nghiên cứu về alkaline protease chịu dung môi, muối và kiềm từ nấm cho thấy khả năng chịu tác nhân quy trình là một trục đánh giá riêng, khác với hoạt tính thủy phân protein trong điều kiện đơn giản [10].

Yếu tố thứ tư là tự phân giải enzyme. Vì protease là enzyme cắt protein, bản thân enzyme cũng là protein và có thể bị cắt bởi chính nó hoặc bởi protease khác trong hỗn hợp. Nghiên cứu về cải thiện khả năng chống tự phân giải của alkaline protease từ *Bacillus alcalophilus* cho thấy đây là vấn đề kỹ thuật thực sự, đặc biệt khi cần bảo quản, phối trộn hoặc vận hành trong thời gian dài [20].

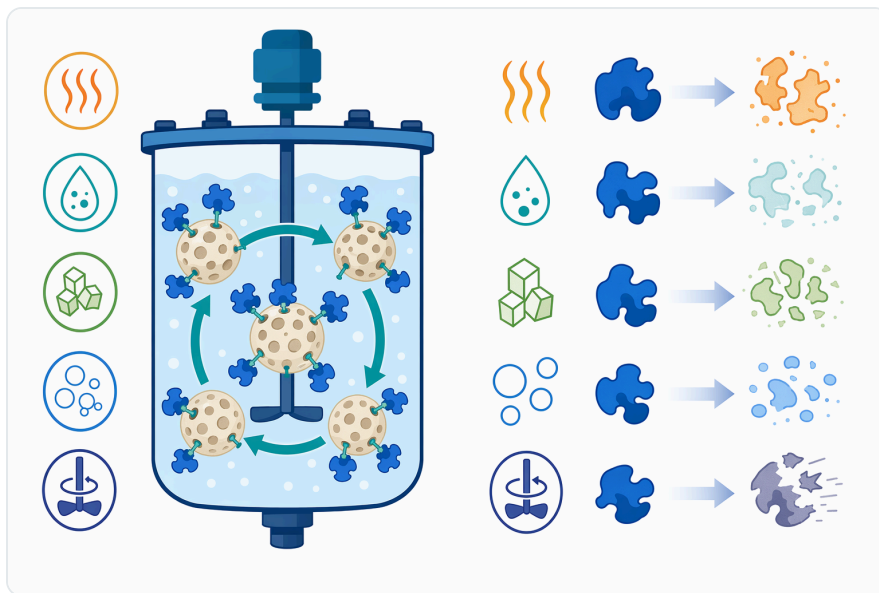
## Bảng tóm tắt ứng dụng và cơ chế giá trị

Ứng dụng	Protein/cơ chất mục tiêu	Cơ chế tạo giá trị	Bảng chứng nghiên cứu tiêu biểu
Detergent, làm sạch	Máu, trứng, sữa, cặn thực phẩm giàu protein	Cắt protein bám dính thành peptide dễ rửa trôi	Protease ổn định với detergent và nghiên cứu anti-biofilm từ <i>Bacillus subtilis</i> biển [11]
Da thuộc, dehairing	Keratin, protein quanh nang lông, protein phi collagen	Hỗ trợ tách lông và làm sạch cấu trúc da	Proteome ngoại bào của <i>Bacillus pumilus</i> tạo protease cho dehairing [13]
Len, sợi protein	Keratin bề mặt len	Điều chỉnh bề mặt, hỗ trợ chống co/nỉ	Protease kiềm chịu nhiệt có hoạt tính keratinolytic cho wool felt-proofing [14]
Thủy phân protein thực phẩm	Protein thực vật, cá, đậu phộng, phụ phẩm	Tạo peptide, thay đổi tính hòa tan và chức năng	Nghiên cứu trên protein nhân cọ, peptide cá và Ara h 1 [15]
Chiết chitin/phụ phẩm	Protein bám trong vỏ giáp xác hoặc dòng thải	Loại protein tạp, hỗ trợ giảm xử lý hóa học mạnh	Protease ổn định surfactant/oxidant cho chiết chitin [3]

Ứng dụng	Protein/cơ chất mục tiêu	Cơ chế tạo giá trị	Bằng chứng nghiên cứu tiêu biểu
Tinh sạch polymer sinh học	Protein tạt trong dịch lên men	Cắt protein tạt để hỗ trợ tinh sạch	Ứng dụng trong chiết tách và tinh sạch welan gum [19]

## Những giới hạn cần hiểu đúng

Alkaline protease không phải giải pháp duy nhất cho mọi vấn đề làm sạch hoặc chế biến. Nếu vật liệu cần xử lý chủ yếu là dầu mỡ, cần lipase hoặc hệ nhũ hóa; nếu là tinh bột, cần amylase; nếu là cellulose hoặc hemicellulose, cần cellulase hoặc xylanase. Protease phát huy giá trị cao nhất khi phần gây khó xử lý là protein hoặc lớp protein liên kết với vật liệu khác [4].



**Figure 6.** 고정화는 선택된 알칼리성 프로테아제 시스템이 기질과의 접촉을 유지하면서 재사용성을 높이고 공정 스트레스에 대한 저항성을 개선하는 데 도움이 될 수 있습니다.

Không nên suy diễn trực tiếp từ kết quả phòng thí nghiệm sang hiệu quả sản xuất. Một enzyme có thể thể hiện hoạt tính tốt trên cơ chất chuẩn nhưng cho kết quả khác trong bùn thải, da sống, bột giặt, phụ phẩm cá hoặc protein thực vật có chất ức chế tự nhiên. Các nghiên cứu đặc tính hóa enzyme rất hữu ích để hiểu cơ chế và tiềm năng, nhưng quy trình công nghiệp luôn là hệ nhiều biến [7].

Các ứng dụng y sinh hoặc dược phẩm cần được tách khỏi enzyme công nghiệp. Một số nghiên cứu alkaline protease đề cập hoạt tính sinh học, chống oxy hóa, giảm dị ứng hoặc tiềm năng y sinh, nhưng các lĩnh vực này có yêu cầu tinh sạch, an toàn, độc tính, liều dùng và quản lý pháp lý riêng. Alkaline protease trong danh mục B2B của Enzymes.bio được định vị cho mục đích công nghiệp và chế biến, không phải sản phẩm tiêu dùng trực tiếp hay thuốc.

## Vai trò của Enzymes.bio đối với alkaline protease B2B

Enzymes.bio là nhà cung cấp trực tuyến, không phải nhà sản xuất enzyme và không phải phòng thí nghiệm phân tích. Danh mục alkaline protease được trình bày cho các ứng dụng như thủy phân protein, detergent, xử lý da, dệt may, feed processing và các quy trình công nghiệp liên quan đến protein trong môi trường kiềm. Sản phẩm được bán trực tiếp online theo đơn vị 1 kg; CoA và SDS được cung cấp kèm theo khi đặt hàng để hỗ trợ hồ sơ chất lượng và an toàn sử dụng nội bộ.

Cách tiếp cận phù hợp là xem alkaline protease như một công cụ sinh học có cơ chế rõ ràng: cắt liên kết peptide trong protein dưới điều kiện kiềm. Khi quy trình có vấn đề protein cụ thể—vết bẩn protein, lông/keratin, gelatin, protein thực vật, phụ phẩm thủy sản hoặc protein tạp trong dòng sản xuất—enzyme này có thể giúp giảm phụ thuộc vào xử lý hóa học mạnh, cải thiện khả năng làm sạch hoặc tạo sản phẩm thủy phân có giá trị hơn <sup>[1]</sup>.

Tóm lại, alkaline protease là một nhóm enzyme công nghiệp quan trọng vì kết hợp ba yếu tố: cơ chế thủy phân protein rõ ràng, khả năng làm việc trong môi trường kiềm và phổ ứng dụng rộng từ detergent đến da thuộc, dệt may, thực phẩm, feed và xử lý phụ phẩm. Hiệu quả thực tế phụ thuộc vào enzyme cụ thể, cơ chất protein, pH, nhiệt độ, thời gian tiếp xúc và ma trận quy trình; vì vậy enzyme nên được tích hợp như một phần của thiết kế quy trình, không phải một chất thay thế chung cho mọi loại hóa chất hoặc mọi loại enzyme khác <sup>[2]</sup>.

### Đặt mua Alkaline Protease trực tuyến

Bán theo đơn vị 1 kg, có sẵn trong kho và sẵn sàng giao hàng. Đặt mua trực tiếp trên cửa hàng của chúng tôi — thanh toán trực tuyến và chúng tôi sẽ xử lý đơn hàng. Mỗi đơn hàng đều kèm Chứng nhận Phân tích và Bảng Dữ liệu An toàn.

[Mua Alkaline Protease →](#)

## Tài liệu tham khảo

Được đánh số theo thứ tự trích dẫn đầu tiên. Các nguồn truy cập mở, đều được xác minh có thể truy cập tại thời điểm xuất bản; số trích dẫn trong bài liên kết đến đây.

1. Lakshmi, B., Kumar, D. M., & Hemalatha, K. (2018). Purification and characterization of alkaline protease with novel properties from Bacillus cereus strain S8. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 16, 295 - 304.
2. Arya, P., Yagnik, S. M., Rajput, K. N., Panchal, R., & Raval, V. (2021). Understanding the Basis of Occurrence, Biosynthesis, and Implications of Thermostable Alkaline Proteases. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 193, 4113

- 4150.

3. Hammami, A., Hamdi, M., Abdelhedi, O., Jridi, M., Nasri, M., & Bayoudh, A. (2017). Surfactant- and oxidant-stable alkaline proteases from *Bacillus invictae*: Characterization and potential applications in chitin extraction and as a detergent additive. *International Journal of Biological Macromolecules*, 96, 272-281 .
4. Sharma, S., Kumar, S., Kaur, R., & Kaur, R. (2021). Multipotential Alkaline Protease From a Novel *Pyxidicoccus* sp. 252: Ecofriendly Replacement to Various Chemical Processes. *Frontiers in Microbiology*, 12.
5. Ibrahim, A., Elbadawi, Y. B., El-tayeb, M., Al-maary, K. S., Maany, D., Ibrahim, S., & Elagib, A. (2019). Alkaline serine protease from the new halotolerant alkaliphilic *Salipaludibacillus agaradhaerens* strain AK-R: purification and properties. *3 Biotech*, 9.
6. Raja, A., & Thilagavathi, G. (2010). Comparative study on the effect of acid and alkaline protease enzyme treatments on wool for improving handle and shrink resistance. *The Journal of The Textile Institute*, 101, 823 - 834.
7. Adetunji, A. I., & Olaniran, A. (2023). Biocatalytic Profiling of Free and Immobilized Partially Purified Alkaline Protease from an Autochthonous *Bacillus aryabhatai* Ab15-ES. *Reactions*.
8. 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.
9. Rejisha, R. P., & Murugan, M. (2025). Enzymatic Characterization of Alkaline Protease from a Novel Microorganism Isolated from a Halophilic Environment. *Current protein and peptide science*.
10. Wahab, W. A. A., & Ahmed, S. A. (2018). Response surface methodology for production, characterization and application of solvent, salt and alkali-tolerant alkaline protease from isolated fungal strain *Aspergillus niger* WA 2017. *International Journal of Biological Macromolecules*, 115, 447-458 .
11. Tennalli, G. B., Hungund, B., & Patil, C. (2025). Detergent-Stable Alkaline Protease from Marine *Bacillus subtilis* BGN4: Production, Characterization, and Anti-Biofilm Activity. *Industrial Biotechnology*, 21, 386 - 400.
12. Sakpal, H., & Narayan, G. (2015). Thermostable alkaline protease from *Bacillus* sp. and its potential applications.
13. Wang, C., Yu, S., Song, T., He, T., Shao, H., & Wang, H. (2016). Extracellular Proteome Profiling of *Bacillus pumilus* SCU11 Producing Alkaline Protease for Dehairing. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 26 11, 1993-2005 .
14. Ismail, S., Taleb, M. A., Emran, M. A., Mowafi, S., Hashem, A., & El-sayed, H. (2020). Benign Felt-proofing of Wool Fibers Using a Keratinolytic Thermophilic Alkaline Protease. *Journal of Natural Fibers*, 19, 3697 - 3709.
15. Tong, S., Siow, L., Tang, T., & Lee, Y. (2025). Effect of Enzyme-Assisted Extraction on Structural and Functional Properties of Palm Kernel Protein. *Journal of food biochemistry*.
16. Yue, W., Xie, J., Ran, H., Xiong, S., Rong, J., Wang, P., & Hu, Y. (2024). Antioxidant peptides from silver carp steak by alkaline protease and flavor enzyme hydrolysis: Characterization of their structure and cytoprotective effects against H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced oxidative stress. *Journal of Food Science*.
17. Shu, E., Wang, S., Kong, X., Sun, X., Yang, Q., Chen, Q., & Niu, B. (2024). Effects of Flavourzyme and Alkaline Protease Treatment on Structure and Allergenicity of Peanut Allergen Ara h 1. *Food Technology and Biotechnology*, 62, 4 - 14.
18. Akkaya, S. N., Almansour, A., Altıntas, R., Şişecioğlu, 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 .

19. Wang, Y., Zhang, T., Zhu, L., Li, R., Jiang, Y., Li, Z., Gao, M., ... et al. (2024). Optimization of welan gum extraction and purification using lysozyme and alkaline protease. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 108, 1-15.
20. Wu, M., Cao, L., Tang, W., Liu, Z., & Feng, S. (2024). Improving the anti-autolytic ability of alkaline protease from *Bacillus alcalophilus* by a rationally combined strategy. *Enzyme and Microbial Technology*, 184, 110561 .

## Liên hệ Enzymes.bio

Có câu hỏi về đơn hàng? Đội ngũ của chúng tôi luôn sẵn sàng hỗ trợ.

EMAIL [wholesale@enzymes.bio](mailto:wholesale@enzymes.bio)

ĐIỆN THOẠI (HOA KỲ) **+1 (507) 428-6057**

[Liên hệ với chúng tôi →](#)



**400+** khách hàng B2B



**60+** đối tác nghiên cứu đại học



**54** phục vụ trên toàn cầu

© 2026 Enzymes.bio · Cung ứng enzyme công nghiệp & chế biến thực phẩm · Không dùng cho người tiêu thụ hoặc bán lẻ.