

Alkaline Endo-Proteases cho tẩy lông, bating và xử lý protein trong ngành da

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

Alkaline Endo-Proteases For Leather Industry là nhóm protease hoạt động trong môi trường kiềm, dùng để thủy phân có kiểm soát các protein không mong muốn trong da sống, vùng chân lông và cấu trúc gian sợi. Trong thuộc da, giá trị chính của enzyme này nằm ở việc hỗ trợ soaking, enzymatic dehairing và bating theo hướng giảm phụ thuộc vào hóa chất mạnh, đồng thời cải thiện độ mở sợi và độ mềm của da khi quy trình được kiểm soát đúng ^[1].

Enzymes.bio cung cấp sản phẩm này với vai trò **nhà cung cấp**, không phải nhà sản xuất enzyme hay phòng thí nghiệm phát triển quy trình. Sản phẩm được bán trực tiếp online theo đơn vị 1 kg; CoA và SDS được cung cấp kèm theo khi đặt hàng.

Alkaline Endo-Proteases For Leather Industry là gì?

Alkaline endo-proteases là các enzyme cắt liên kết peptide bên trong chuỗi protein trong điều kiện kiềm. Từ “endo” nhấn mạnh cơ chế cắt ở vị trí nội chuỗi, nhờ đó protein lớn như protein gian sợi, protein nền quanh nang lông hoặc tạp protein trong da sống bị phân mảnh thành peptide nhỏ hơn, dễ rửa trôi hoặc dễ bị xử lý tiếp trong các bước thuộc da ^[2].

Trong ngành da, protease kiềm được quan tâm vì nhiều công đoạn tiền thuộc da diễn ra trong môi trường trung tính đến kiềm: hồi tươi da muối, làm sạch protein hòa tan, hỗ trợ tẩy lông, bating và mở sợi. Các tổng quan về xử lý da bền vững coi enzyme là một nhóm công cụ sinh học quan trọng để giảm tải hóa chất trong các bước có mức ô nhiễm cao, đặc biệt ở công đoạn trước thuộc ^[3].

Điểm khác biệt giữa alkaline endo-protease và “chất tẩy lông” hóa học truyền thống là cơ chế tác động. Vôi và sulfide thường phá vỡ cấu trúc lông và nền protein theo hướng hóa học mạnh; protease kiềm tác động bằng xúc tác sinh học vào những protein dễ tiếp cận hơn, đặc biệt là vùng liên quan đến chân lông và protein không collagen giữa các bó sợi ^[4].

Tuy nhiên, enzyme không phải một công cụ “tự chọn lọc tuyệt đối”. Nếu điều kiện xử lý làm enzyme thấm quá sâu, thời gian tiếp xúc quá dài hoặc môi trường khiến collagen trở nên dễ bị tấn công hơn, nguy cơ giảm chất lượng da có thể xuất hiện. Vì vậy, các nghiên cứu cơ chế về enzymatic dehairing luôn đặt trọng tâm vào cân bằng giữa loại bỏ lông/protein không mong muốn và bảo vệ mạng collagen [5].

Vì sao protease kiểm quan trọng trong sản xuất da sạch hơn?

Sản xuất da truyền thống phải loại bỏ muối, máu, chất bẩn, mô bám, protein hòa tan, lông, lớp biểu bì và một phần chất nền không collagen trước khi thuộc. Những bước này quyết định khả năng thấm của hóa chất thuộc, độ đồng đều của màu, độ mềm, độ dày và độ bền cơ lý của da thành phẩm [6].

Trong quy trình cổ điển, nhiều tác vụ nói trên phụ thuộc vào kiềm mạnh, vôi, sulfide và quá trình rửa nhiều lần. Các tài liệu về xử lý da bền vững nhấn mạnh rằng vùng tiền thuộc là nơi có tiềm năng cải thiện lớn vì phát sinh dòng thải giàu chất hữu cơ, muối, chất rắn lơ lửng và hợp chất lưu huỳnh từ các bước tẩy lông truyền thống [3].

Protease kiềm giúp tiếp cận vấn đề theo hướng giảm nguồn phát sinh. Thay vì phá hủy toàn bộ lông thành vật chất hòa tan trong nước thải, enzymatic dehairing có thể hỗ trợ làm yếu vùng giữ lông để lông được tách ra ở dạng dễ thu gom hơn, tùy thiết kế quy trình và loại da [4].

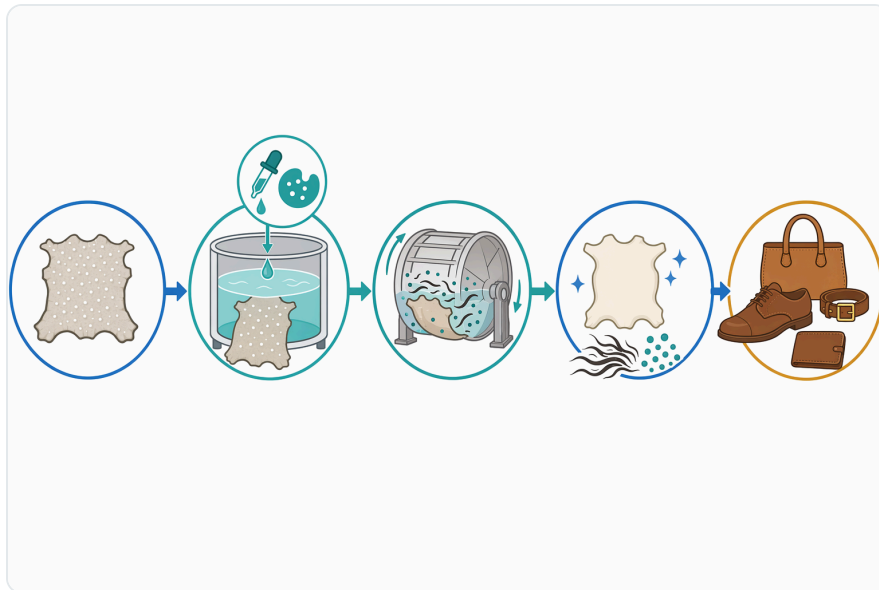


Figure 1. 알칼리성 엔도프로테아제는 주로 원피 준비 공정과 습식 가공 단계에 적합하며, 침지부터 베이팅, 일부 웻블루 또는 폐기물 처리 공정까지 활용된다.

Trong bating, protease đã có lịch sử ứng dụng rõ ràng hơn. Mục tiêu không phải là tẩy lông mà là loại bỏ các protein không collagen còn lại sau liming/deliming, làm lỏng cấu trúc gian sợi, giảm độ cứng và giúp da có cảm giác mềm hơn. Các tổng quan về enzyme trong sản xuất da xem bating là một trong

những ứng dụng protease kinh điển và có cơ sở công nghệ vững chắc ^[1].

Cơ chế tác động: enzyme cắt đúng “vật liệu phụ” quanh mạng collagen

Da sống có thể hình dung như một mạng sợi collagen có trật tự, bên trong chứa nhiều thành phần phụ: albumin, globulin, mucopolysaccharide, protein gian sợi, protein biểu bì, protein liên quan đến nang lông, mỡ và chất béo. Collagen là thành phần cần bảo vệ; còn nhiều protein không cấu trúc là mục tiêu cần loại bỏ hoặc làm lỏng để da dễ xử lý ^[6].

Alkaline endo-protease thủy phân liên kết peptide trong những protein mục tiêu khi chúng đủ tiếp xúc với enzyme. Do enzyme là phân tử lớn hơn nhiều so với hóa chất vô cơ, hiệu quả không chỉ phụ thuộc vào “độ mạnh” của enzyme mà còn phụ thuộc vào khả năng enzyme tiếp cận vùng cần xử lý: bề mặt grain, nang lông, lớp biểu bì, vùng interfibrillar và bề mặt bó sợi collagen ^[7].

Trong tẩy lông enzyme, mục tiêu chính là làm suy yếu liên kết sinh học giữ sợi lông trong nang và lớp biểu bì, thay vì hòa tan hoàn toàn thân lông. Các nghiên cứu về cơ chế enzymatic dehairing bằng bacterial alkaline protease cho thấy vấn đề then chốt là enzyme phải tác động đủ vào vùng chân lông nhưng không gây phân giải quá mức cấu trúc collagen có giá trị ^[5].

Trong bating, enzyme không cần “đánh bật” lông mà cần làm sạch phần protein còn lại sau các bước kiềm hóa. Khi protein gian sợi bị thủy phân có kiểm soát, bó sợi collagen tách rời hơn, da giảm cảm giác cứng và các hóa chất sau thuộc có thể thấm đều hơn. Nghiên cứu về tương tác tĩnh điện giữa collagen và protease cho thấy điện tích bề mặt có thể ảnh hưởng đến khả năng thấm của enzyme vào pelt trong quá trình bating ^[7].

Cơ chế này giải thích vì sao cùng một enzyme có thể cho kết quả khác nhau trên da bò, da dê, da cừu hoặc da có mức bảo quản muối khác nhau. Độ dày, độ chặt sợi, lượng mỡ, tình trạng bảo quản và mức mở sợi ban đầu đều ảnh hưởng đến tốc độ thấm và vùng phản ứng của protease ^[8].

Các công đoạn ứng dụng chính trong ngành da

Soaking và hồi tươi da muối

Soaking là bước đưa da muối hoặc da bảo quản trở lại trạng thái đủ ẩm, đồng thời loại bỏ muối, máu, chất béo và protein hòa tan. Protease kiềm trong giai đoạn này không “thuộc” da, mà hỗ trợ làm sạch nền protein và giúp nước thấm đều hơn vào cấu trúc da ^[1].

Khi protein hòa tan và chất nền cản trở thấm nước được phân giải một phần, quá trình hồi tươi có thể diễn ra đồng đều hơn. Điều này có lợi cho các bước sau như liming, dehairing và bating, vì da chưa hồi tươi đều thường dẫn đến xử lý không đồng nhất giữa vùng bụng, lưng, cổ hoặc mép da [2].

Một số hướng nghiên cứu hiện đại mở rộng vai trò của protease từ bating truyền thống sang soaking và mở sợi ban đầu. Cách tiếp cận này phù hợp với xu hướng “source reduction”, tức giảm phát sinh ô nhiễm ngay từ đầu thay vì chỉ xử lý nước thải ở cuối dây chuyền [4].

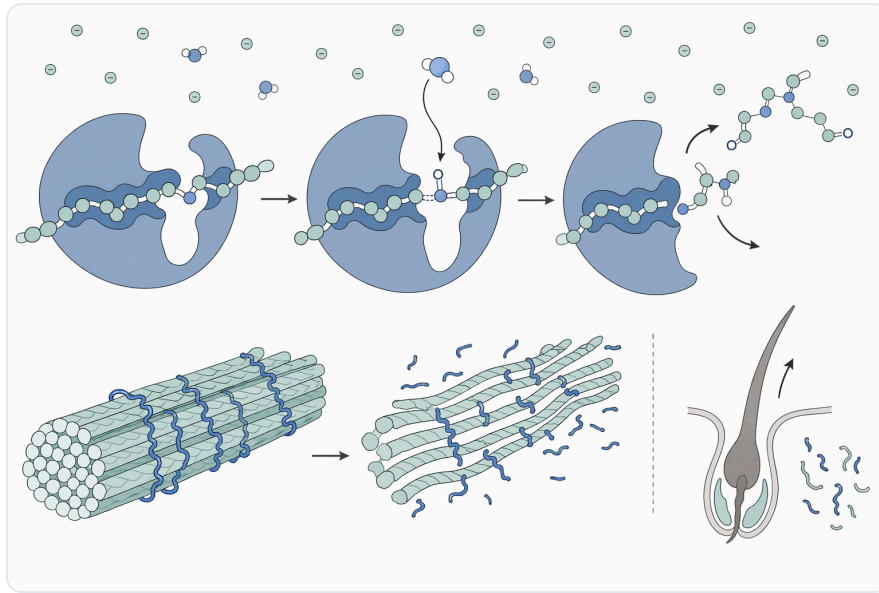


Figure 2. 엔도프로테아제는 접근 가능한 비콜라겐성 단백질의 내부 펩타이드 결합을 절단해, 큰 기질 물질을 원피 구조 밖으로 이동할 수 있는 더 작은 조각으로 전환한다.

Enzymatic dehairing và hỗ trợ tẩy lông

Tẩy lông là ứng dụng được nhắc đến nhiều nhất khi nói về alkaline endo-proteases trong ngành da. Enzyme hỗ trợ làm suy yếu vùng nang lông, lớp biểu bì và các protein bám giữ lông, qua đó giúp lông tách khỏi da với mức phụ thuộc thấp hơn vào tác nhân sulfide trong một số quy trình [9].

Các nghiên cứu về alkaline protease từ vi sinh vật như *Bacillus* và một số chủng ưa kiềm cho thấy nhóm enzyme này có tiềm năng trong dehairing thân thiện môi trường. Ví dụ, alkaline protease từ *Idiomarina* sp. C9-1 được mô tả có tiềm năng ứng dụng cho enzymatic dehairing trong ngành da [9].

Nghiên cứu khác về protease từ *Bacillus* spp. cũng hướng tới ứng dụng công nghiệp cho dehairing sinh thái hơn. Những công trình này không chỉ quan tâm đến việc lông có rời ra hay không, mà còn đánh giá khả năng giữ bề mặt grain, hạn chế hư hại collagen và duy trì chất lượng da sau xử lý [10].

Với da dê, alkaline protease từ *Bacillus* sp. SB12 đã được nghiên cứu cho enzymatic dehairing, cho thấy nhóm protease vi sinh có thể được điều chỉnh cho nhiều loại nguyên liệu da khác nhau. Điều này quan trọng vì da dê thường mỏng và nhạy hơn da bò, nên nguy cơ xử lý quá mức cần được kiểm soát chặt [11].

Với da cừu, alkaline protease từ *Bacillus cereus* TD5B cũng được nghiên cứu như tác nhân tẩy lông. Nền da cừu có lông/wool và mỡ đặc thù, nên ứng dụng enzyme ở đây thường phải xét đồng thời hiệu quả tách lông, quản lý chất béo và chất lượng pelt sau xử lý [12].

Bating: làm mềm và mở cấu trúc sợi

Bating là công đoạn protease có vai trò kinh điển nhất trong thuộc da. Sau liming và deliming, da vẫn còn protein không collagen, sản phẩm phân hủy một phần và chất nền giữa bó sợi; protease giúp loại bỏ các thành phần này để da mềm hơn, xốp hơn và dễ nhận hóa chất sau thuộc hơn [1].

Khác với tẩy lông, bating chủ yếu diễn ra trên pelt đã được chuẩn bị, nơi mục tiêu là điều chỉnh cảm giác và cấu trúc sợi. Nếu bating thiếu, da có thể cứng, mặt cắt kém mở và nhuộm không đều; nếu bating quá mức, độ bền hoặc độ dày có thể bị ảnh hưởng [2].

Nghiên cứu về ảnh hưởng của tương tác tĩnh điện giữa collagen và enzyme trong bating cho thấy việc enzyme thấm vào pelt không chỉ là vấn đề khuấy trộn cơ học. Điện tích của collagen, pH môi trường và tính chất bề mặt enzyme có thể thay đổi mức độ bám, thấm và phân bố phản ứng bên trong da [7].



Figure 3. 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제는 선호하는 pH 환경과 피혁 습식 가공 조건에 자연스럽게 부합하는 정도가 서로 다르다.

Xử lý wet blue và các bước sau thuộc

Protease không chỉ được quan tâm ở giai đoạn trước thuộc. Nghiên cứu về xử lý enzyme trên wet blue cho thấy enzymatic treatment có thể ảnh hưởng đến tính chất da và các quá trình sau thuộc, mặc dù cách dùng ở giai đoạn này cần thận trọng hơn vì vật liệu đã trải qua thuộc chrome hoặc hệ thuộc khác [13].

Ở wet blue, collagen đã được ổn định bởi tác nhân thuộc, nên mục tiêu enzyme không giống bating truyền thống. Các ứng dụng thường xoay quanh điều chỉnh độ mềm, độ mở, khả năng thẩm hóa chất sau thuộc hoặc cải thiện cảm giác, nhưng phải tránh làm suy giảm độ bền và đặc tính bề mặt [13].

Degreasing và xử lý nền protein-mỡ

Trong một số loại da, đặc biệt là da cừu hoặc da có hàm lượng mỡ cao, degreasing là bước quan trọng. Nghiên cứu về sử dụng enzyme trong quá trình liming cho thấy enzyme có thể tham gia xử lý mỡ và chất nền, thường trong hệ phối hợp chứ không chỉ dựa vào protease đơn lẻ [14].

Protease có thể hỗ trợ làm lỏng nền protein bao quanh mỡ hoặc mô bám, trong khi lipase xử lý triglyceride và chất béo. Vì vậy, trong thực tế, alkaline endo-protease thường được nhìn như một thành phần của chiến lược enzyme hóa tiền xử lý, chứ không phải tác nhân duy nhất giải quyết toàn bộ vấn đề mỡ [2].

Tận dụng phụ phẩm protein: lông, wool và chất thải giàu keratin

Lông, wool và phụ phẩm protein từ thuộc da chứa nhiều keratin, một protein bền hơn nhiều so với protein hòa tan thông thường. Các nghiên cứu về keratinase và xử lý feather waste cho thấy enzyme phân giải keratin có thể hỗ trợ hướng tận dụng chất thải protein, đồng thời liên quan đến mục tiêu dehairing sạch hơn trong xưởng thuộc [15].

Trong enzymatic dehairing da cừu, việc thu hồi wool hydrolysate và fats đã được nghiên cứu như một hướng tăng giá trị phụ phẩm. Điều này cho thấy enzyme không chỉ giúp tách vật liệu khỏi da mà còn có thể tạo điều kiện để dòng phụ phẩm được phân loại, thu hồi hoặc xử lý theo hướng hữu ích hơn [8].

So sánh protease kiềm với xử lý hóa học truyền thống

Tiêu chí	Xử lý vôi/sulfide truyền thống	Alkaline endo-protease trong ngành da
Cơ chế chính	Phá vỡ hóa học mạnh lớp biểu bì, lông và nền protein	Thủy phân xúc tác các liên kết peptide trong protein mục tiêu

Tiêu chí	Xử lý vôi/sulfide truyền thống	Alkaline endo-protease trong ngành da
Tác động đến lông	Có thể làm lông bị phá hủy và hòa tan nhiều vào dòng thải	Có thể hỗ trợ tách lông ở dạng dễ thu gom hơn, tùy quy trình
Tải lượng ô nhiễm	Gắn với dòng thải kiềm, sulfide và chất hữu cơ cao	Hướng tới giảm phụ thuộc hóa chất mạnh và giảm tải protein hòa tan
Rủi ro công nghệ	Quá kiềm, phồng nở mạnh, yêu cầu kiểm soát sulfide	Tẩy lông không đều hoặc tác động collagen nếu enzyme thấm/hoạt động không kiểm soát
Ứng dụng phù hợp	Quy trình truyền thống, năng suất cao, đã quen vận hành	Soaking, hỗ trợ dehairing, bating, mở sợi, xử lý phụ phẩm protein
Điểm cần kiểm soát	Kiềm, sulfide, rửa, an toàn hóa chất	pH, nhiệt độ, thời gian, thấm enzyme, độ đồng đều tiếp xúc

Các tổng quan về công nghệ da bền vững không xem enzyme như “thay thế tức thì” cho mọi hóa chất trong mọi nhà máy, mà là công cụ giảm nguồn ô nhiễm ở những điểm quy trình phù hợp. Cách tiếp cận thực tế nhất thường là tích hợp enzyme vào soaking, dehairing hỗ trợ hoặc bating để giảm mức xử lý khắc nghiệt và cải thiện chất lượng nền da [3].

Bảng chứng nghiên cứu về protease kiềm trong leather processing

Các nghiên cứu về protease kiềm cho ngành da tập trung nhiều vào enzyme từ vi sinh vật, đặc biệt là *Bacillus*, vì nhóm này nổi tiếng về khả năng tiết protease ngoại bào và thích nghi với môi trường kiềm. Công trình năm 2024 về protease từ *Bacillus* spp. nhấn mạnh mục tiêu phát triển quy trình dehairing hiệu quả hơn và thân thiện môi trường hơn cho sản xuất da [10].

Một nghiên cứu về alkaline protease từ *Idiomarina* sp. C9-1 mô tả enzyme có tiềm năng cho dehairing sinh thái. Ý nghĩa của hướng nghiên cứu này là mở rộng nguồn enzyme ngoài các chủng *Bacillus* quen thuộc, nhằm tìm đặc tính phù hợp hơn với môi trường kiềm, muối và điều kiện thực tế của pelt [9].

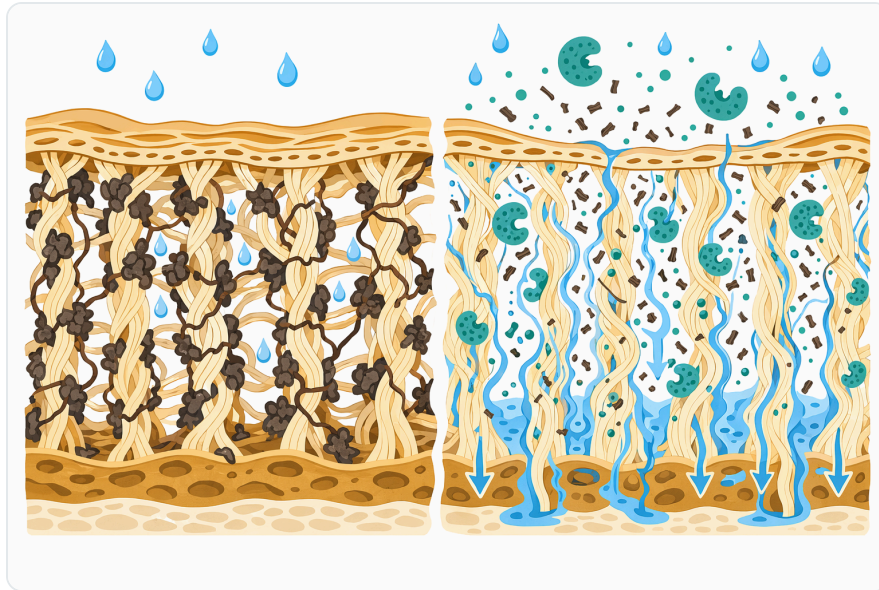


Figure 4. 침지 과정에서 프로테아제 가수분해는 수분 흡수와 균일한 재수화를 방해하는 수용성 단백질과 약하게 결합된 단백질을 제거하는 데 도움을 준다.

Ở quy mô ứng dụng gần công nghiệp hơn, serine protease ZMS-2 đã được đặc trưng và thử nghiệm pilot-scale cho xử lý da thân thiện môi trường. Những nghiên cứu dạng pilot-scale quan trọng vì chúng giúp nối khoảng cách giữa kết quả phòng thí nghiệm và yêu cầu vận hành trong trồng, nơi da có độ dày và phân bố nước/hóa chất không đồng nhất [16].

Các nghiên cứu về cơ chế cho thấy enzymatic dehairing không chỉ là “enzyme mạnh thì tẩy lông nhanh”. Sivasubramanian và cộng sự đã nghiên cứu cơ chế tẩy lông bằng bacterial alkaline protease, nhấn mạnh vai trò của phân giải có định hướng tại vùng cấu trúc liên quan đến lông và rủi ro nếu phản ứng lan sang collagen có giá trị [5].

Nghiên cứu năm 2023 về tương tác tĩnh điện giữa collagen và protease trong bating bổ sung một góc nhìn quan trọng: enzyme có thể bị hút, đẩy hoặc phân bố khác nhau tùy trạng thái điện tích của pelt. Điều này giải thích vì sao thay đổi pH hoặc trạng thái deliming có thể làm thay đổi mức thẩm enzyme và kết quả bating, dù dùng cùng một loại protease [7].

Các hướng mới như protease được bao trong liposome cũng được nghiên cứu để cải thiện tẩy lông và tạo da mềm hơn. Ý tưởng của các hệ mang enzyme là điều chỉnh cách enzyme tiếp xúc với da, giảm mất hoạt tính hoặc thay đổi phân bố phản ứng, nhưng đây vẫn là hướng công nghệ cần đánh giá theo từng hệ thống sản xuất [17].

Những yếu tố quyết định hiệu quả trong xử lý thuộc

Yếu tố đầu tiên là khả năng thẩm enzyme. Nếu enzyme chỉ hoạt động trên bề mặt mà không tiếp cận vùng chân lông hoặc vùng gian sợi, tẩy lông và bating sẽ không đồng đều. Ngược lại, nếu enzyme thẩm quá sâu hoặc phản ứng quá lâu, cấu trúc collagen có thể bị ảnh hưởng [7].

Yếu tố thứ hai là trạng thái của nguyên liệu da. Da bò dày, da dê mỏng, da cừu nhiều wool và mỡ, da bảo quản muối lâu ngày hoặc da có mức bẩn cao sẽ phản ứng khác nhau với cùng một hệ enzyme. Nghiên cứu về enzymatic dehairing da cừu cho thấy phụ phẩm thu được như wool hydrolysate và fats cũng phụ thuộc vào đặc tính riêng của nguyên liệu [8].

Yếu tố thứ ba là môi trường phản ứng. Protease kiếm cần điều kiện đủ thuận lợi để cắt protein mục tiêu, nhưng collagen cũng nhạy với sự kết hợp của kiềm, nhiệt và thời gian. Vì vậy, quản lý pH, nhiệt độ, thời gian quay trống, tỷ lệ nước và mức rửa không phải chi tiết phụ mà là phần cốt lõi của công nghệ enzyme [1].

Yếu tố thứ tư là mục tiêu công đoạn. Soaking cần hồi tươi và làm sạch; dehairing cần tách lông và bảo vệ grain; bating cần mềm hóa và mở sợi; wet blue treatment cần điều chỉnh tính chất sau thuộc. Dùng cùng một cách vận hành cho mọi mục tiêu dễ dẫn đến thiếu hiệu quả hoặc xử lý quá mức [13].

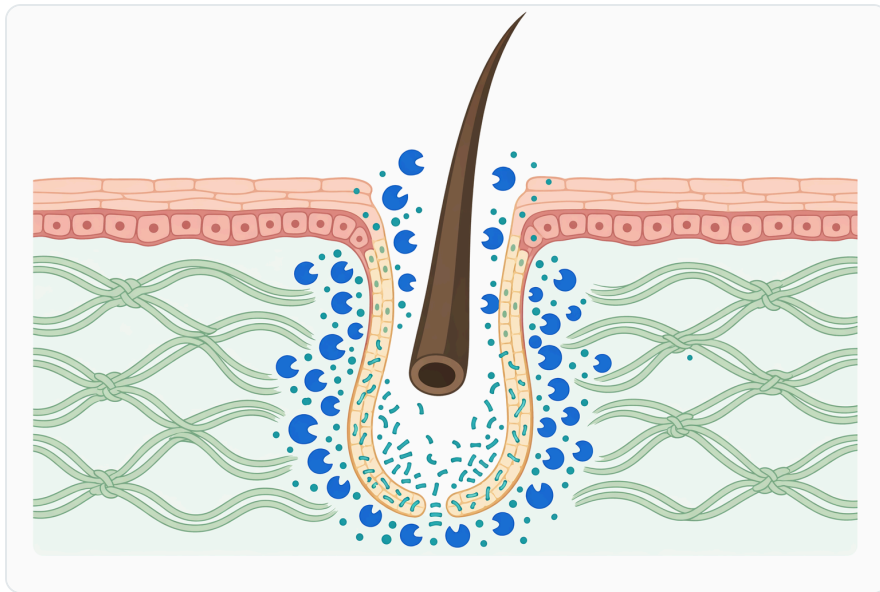


Figure 5. 효소적 제모는 모간 전체를 용해하기보다 모낭과 표피의 고정 단백질을 약화시켜 털이 빠지도록 할 수 있다.

Lợi ích kỹ thuật có thể kỳ vọng khi tích hợp đúng

Lợi ích rõ nhất là giảm phụ thuộc vào hóa chất tẩy lông mạnh trong các quy trình phù hợp. Khi enzyme hỗ trợ làm yếu vùng giữ lông, lượng tác nhân hóa học cần thiết có thể được tối ưu theo hướng nhẹ hơn, từ đó giảm một phần tải ô nhiễm liên quan đến tiền thuộc ^[4].

Lợi ích thứ hai là cải thiện độ mở sợi. Protease trong soaking và bating giúp loại bỏ protein cản trở giữa các bó sợi, tạo điều kiện để nước và hóa chất sau đó phân bố đều hơn. Độ mở sợi tốt thường liên quan đến cảm giác mềm, độ rũ và khả năng nhuộm/thuộc đồng đều hơn ^[1].

Lợi ích thứ ba là khả năng thu hồi phụ phẩm tốt hơn trong một số quy trình dehairing. Nếu lông hoặc wool không bị phá hủy hoàn toàn, chúng có thể được tách ra khỏi dòng thải theo dạng rắn hoặc thủy phân có kiểm soát để tạo dòng phụ phẩm protein, tùy hệ thống xử lý của nhà máy ^[8].

Lợi ích thứ tư là phù hợp với định hướng leather processing bền vững. Các bài tổng quan về xu hướng da bền vững nhấn mạnh rằng enzyme, quy trình sinh học và giảm phát sinh tại nguồn là những hướng phát triển quan trọng để đáp ứng yêu cầu môi trường ngày càng chặt chẽ ^[3].

Các giới hạn cần nhìn nhận thận trọng

Enzyme không đảm bảo thay thế hoàn toàn vôi/sulfide trong mọi dây chuyền. Hiệu quả phụ thuộc vào loại da, thiết kế trống, hóa chất nền, mức hồi tươi, mục tiêu thành phẩm và khả năng kiểm soát quy trình. Vì vậy, alkaline endo-protease nên được xem là công cụ hỗ trợ xử lý protein, không phải công thức duy nhất cho mọi xưởng thuộc ^[2].

Một giới hạn quan trọng là nguy cơ tẩy lông không đều. Nếu enzyme tiếp xúc không đồng nhất, vùng lưng, cổ, bụng hoặc mép da có thể phản ứng khác nhau, dẫn đến còn chân lông hoặc phải kéo dài thời gian xử lý. Các nghiên cứu cơ chế cho thấy permeation là một nút thắt kỹ thuật của enzymatic dehairing ^[5].

Giới hạn thứ hai là nguy cơ làm giảm tính chất da nếu proteolysis vượt mục tiêu. Collagen là vật liệu chính tạo độ bền của da; dù protease kiềm thường được chọn để xử lý protein không collagen, điều kiện vận hành không phù hợp vẫn có thể làm tăng rủi ro ảnh hưởng đến cấu trúc mong muốn ^[7].

Giới hạn thứ ba là không phải mọi protease đều giống nhau. Protease serine, keratinase, protease từ *Bacillus*, từ vi khuẩn ưa kiềm hoặc từ nấm có phổ cơ chất và hành vi thẩm khác nhau. Các tiến bộ về kỹ thuật enzyme đang cố gắng giải quyết những điểm nghẽn công nghiệp như độ ổn định, tính chọn lọc và tương thích quy trình ^[18].

Vai trò của keratinase so với alkaline endo-protease thông thường

Trong tẩy lông, cần phân biệt protease kiềm nói chung với keratinase. Keratinase có khả năng tác động lên keratin, loại protein giàu liên kết bền trong lông, wool, feather và các phụ phẩm tương tự. Vì thế, keratinase thường được nghiên cứu song song với protease cho dehairing và xử lý chất thải giàu keratin [15].



Figure 6. 털, 양모, 육편, 절단 잔재, 슬러지 분획과 같은 단백질이 풍부한 잔류물은 더 작은 펩타이드가 풍부한 물질로 가수분해되어 취급이나 추가 처리가 쉬워질 수 있다.

Alkaline endo-protease trong ngành da có thể hỗ trợ làm yếu vùng giữ lông và phân giải protein không collagen, nhưng không nhất thiết có cùng năng lực phân giải keratin bền như một keratinase chuyên biệt. Trong các hệ enzyme thực tế, việc phối hợp protease, keratinase, lipase hoặc enzyme khác có thể được xem xét theo mục tiêu công đoạn và loại nguyên liệu [19].

Điều này đặc biệt quan trọng với da cừu hoặc nguồn phụ phẩm wool, nơi vừa cần tách vật liệu sợi, vừa cần quản lý mỡ và nền protein. Nghiên cứu về thu hồi wool hydrolysate và fats từ enzymatic dehairing da cừu cho thấy giá trị của cách nhìn hệ thống: enzyme không chỉ tác động lên da, mà còn định hình chất lượng dòng phụ phẩm [8].

Enzymes.bio cung cấp sản phẩm như thế nào?

Enzymes.bio cung cấp **Alkaline Endo-Proteases For Leather Industry** cho khách hàng cần enzyme ứng dụng trong xử lý da, với hình thức bán trực tiếp online theo đơn vị 1 kg. Vai trò của Enzymes.bio là nhà cung cấp thương mại và tài liệu sản phẩm đi kèm, không phải nhà sản xuất enzyme hay phòng thí

nghiệm tùy biến quy trình cho từng nhà máy.

Khi đặt hàng, sản phẩm được cung cấp kèm CoA và SDS để hỗ trợ tiếp nhận, lưu trữ và sử dụng an toàn trong môi trường công nghiệp. Nội dung kỹ thuật này nhằm giúp người dùng hiểu cơ chế, phạm vi ứng dụng và các yếu tố công nghệ liên quan, không thay thế cho quy trình kiểm soát nội bộ của từng cơ sở thuộc da.

Kết luận

Alkaline Endo-Proteases For Leather Industry là nhóm enzyme protease kiềm có giá trị trong soaking, hỗ trợ enzymatic dehairing, bating, mở sợi và xử lý protein phụ phẩm trong ngành da. Cơ chế cốt lõi là thủy phân có kiểm soát các protein không mong muốn, nhờ đó giảm một phần phụ thuộc vào xử lý hóa học mạnh và hỗ trợ chất lượng da khi điều kiện vận hành phù hợp [1].

Bằng chứng nghiên cứu cho thấy protease từ nhiều nguồn vi sinh, đặc biệt là *Bacillus* và các chủng ưa kiềm, đã được khảo sát cho dehairing và xử lý da thân thiện môi trường. Các nghiên cứu cơ chế cũng làm rõ rằng khả năng thẩm enzyme, tương tác với collagen và kiểm soát mức proteolysis là yếu tố quyết định thành công [5].

Với cách sử dụng thận trọng, alkaline endo-protease không phải “phép thay thế” toàn diện cho mọi hóa chất thuộc da, mà là công cụ sinh học hữu ích để xử lý protein chính xác hơn trong các điểm quy trình phù hợp. Đây là hướng tiếp cận thực tế cho các cơ sở leather processing muốn cải thiện soaking, dehairing, bating và giảm tác động môi trường của giai đoạn tiền thuộc [3].

Đặt mua Alkaline Endo-Proteases For Leather Industry 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 Endo-Proteases For Leather Industry →](#)

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. Lasoń-Rydel, M., Sieczyńska, K., Gendaszewska, D., Ławińska, K., & Olejnik, T. P. (2024). Use of enzymatic processes in the tanning of leather materials. *Autex Research Journal*, 24.
2. Kopytina, I., Andreyeva, O., Mokrousova, O., & Okhmat, O. (2022). ENZYMES AND APPROACHES TO THEIR APPLICATION IN THE LEATHER PRODUCTION. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences*.
3. Kanagaraj, J., Panda, R. C., & Kumar, M. (2020). Trends and advancements in sustainable leather processing: Future directions and challenges—A review. *Journal of environmental chemical engineering*, 8, 104379.
4. Saravanabhavan, S., Aravindhan, R., Thanikaivelan, P., Rao, J., Nair, B., & Ramasami, T. (2004). A source reduction approach: Integrated bio-based tanning methods and the role of enzymes in dehairing and fibre opening. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 7, 3-14.
5. Sivasubramanian, S., Manohar, B. M., & Puvanakrishnan, R. (2008). Mechanism of enzymatic dehairing of skins using a bacterial alkaline protease. *Chemosphere*, 70 6, 1025-34 .
6. al., A. E. (2025). A brief overview of the chemistry of leather tanning and current trends: applications of tanned leathers. *Journal of Basics and Applied Sciences Research*.
7. Zhu, Y., Song, J., Zhang, X., Gao, M., Peng, B., & Zhang, C. (2023). Effect of Electrostatic Interaction between Collagen and Enzymes on Permeation of Protease into the Pelt during Leather Bating Process. *The Journal of the American Leather Chemists Association*.
8. Chebon, S., Wanyonyi, W. C., Onyari, J., Maru, S. M., & Mulaa, F. (2023). Enzymatic dehairing of sheep skin: Recovery and characterization of commercially important wool hydrolysate and fats. *European journal of sustainable development research*.
9. Zhou, C., Qin, H., Chen, X., Zhang, Y., Xue, Y., & Ma, Y. (2018). A novel alkaline protease from alkaliphilic *Idiomarina* sp. C9-1 with potential application for eco-friendly enzymatic dehairing in the leather industry. *Scientific Reports*, 8.
10. Akhtar, M. A., Butt, M., Afroz, A., Rasul, F., Irfan, M., Sajjad, M., & Zeeshan, N. (2024). Approach towards sustainable leather: Characterization and effective industrial application of proteases from *Bacillus* sps. for ecofriendly dehairing of leather hide. *International Journal of Biological Macromolecules*, 131154 .
11. Briki, S., Hamdi, O., & Landoulsi, A. (2016). Enzymatic dehairing of goat skins using alkaline protease from *Bacillus* sp. SB12. *Protein Expression and Purification*, 121, 9-16 .
12. Fitriyanto, N., Musthofiyah, M., Muhlisin, M., Pertiwinigrum, A., Kurniawati, N., Prasetyo, R. A., Azkariahman, A. R., ... et al. (2021). Enzymatic activity of alkaline protease from *Bacillus cereus* TD5B and its application as sheep skin dehairing agent. *Leather and Footwear Journal*.
13. Biškauskaitė, R., & Valeika, V. (2023). Wet Blue Enzymatic Treatment and Its Effect on Leather Properties and Post-Tanning Processes. *Materials*, 16.
14. Çet, F., & nkaya (2006). The Research on the Effects of Degreasing by Using Enzyme in Liming Process.
15. Akhter, M., Marzan, L. W., Akter, Y., & Shimizu, K. (2020). Microbial Bioremediation of Feather Waste for Keratinase Production: An Outstanding Solution for Leather Dehairing in Tanneries. *Microbiology Insights*, 13.
16. Khan, Z., Shafique, M., Tanoeyadi, S., Solangi, B., Khan, S., Jabeen, N., Nawaz, H., ... et al. (2023). Characterization and Pilot-Scale Application of the ZMS-2 Serine Protease with Novel Properties for the Eco-friendly Leather Processing. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 196, 5045 - 5063.

17. Arunachalam, B., Dhathathreyan, A., & Palanisamy, T. (2025). Protease encapsulated liposomes for twin benefits: a green approach to unhairing and soft leather production. *Journal of liposome research*, 35, 370 - 381.
18. Srivastava, N., & Khare, S. (2025). Advances in Microbial Alkaline Proteases: Addressing Industrial Bottlenecks Through Genetic and Enzyme Engineering. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 197, 4861 - 4896.
19. Esmail, S. S., Hassan, A. A., Easa, S., & Ismail, A. (2024). Production and partial purification of an innovative heat resistant α -keratinase with some remarkable medical and industrial applications. *Egyptian Pharmaceutical Journal*.

Liên hệ Enzymes.bio

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

EMAIL 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.