

Alkaline Endo-Proteases for Leather Industry: proteasi alcaline per depilazione enzimatica, bating e lavorazione più pulita della pelle

Team di ricerca Enzymes.bio · Wellington, Nuova Zelanda · June 20, 2026

Le **Alkaline Endo-Proteases for Leather Industry** sono enzimi proteolitici alcalini usati nella lavorazione conciaria per idrolizzare in modo controllato proteine non collagene, componenti follicolari e materiali cheratinici associati al pelo. Nelle applicazioni di depilazione enzimatica e bating, possono ridurre la dipendenza da trattamenti convenzionali a base di calce e solfuri, contribuendo a processi più puliti quando pH, tempo di contatto, penetrazione e selettività sono gestiti correttamente ^[1].

Che cosa sono le Alkaline Endo-Proteases per l'industria conciaria

Le **Alkaline Endo-Proteases for Leather Industry** sono preparazioni enzimatiche basate su proteasi che lavorano in ambiente alcalino e tagliano le proteine in punti interni della catena polipeptidica. In conciaria questa azione è utile perché molte fasi umide dipendono dalla rimozione o dalla modifica controllata di componenti proteiche: proteine non collagene, strutture associate al follicolo pilifero, residui epidermici e materiali che ostacolano l'apertura uniforme della matrice fibrosa ^[1].

Nel linguaggio tecnico della pelle, queste proteasi non devono essere interpretate come un sostituto universale di ogni ausiliario chimico. Sono più correttamente un **ausiliario biologico di processo**: accelerano o rendono più selettiva l'idrolisi di determinate proteine, permettendo di alleggerire alcune condizioni operative e di supportare processi di depilazione, macerazione e ammorbidimento più mirati. La letteratura recente descrive le proteasi come una delle principali famiglie enzimatiche studiate per la lavorazione più pulita della pelle, in particolare per ridurre l'impatto ambientale delle fasi di beamhouse ^[2].

Enzymes.bio propone **Alkaline Endo-Proteases for Leather Industry** come fornitore online, non come produttore e non come laboratorio. Il prodotto è acquistabile direttamente online in unità da **1 kg**; il certificato di analisi e la scheda di sicurezza sono forniti insieme all'ordine, così che l'utilizzatore

professionale disponga della documentazione di base per gestione, stoccaggio e impiego responsabile del materiale .

Perché le proteasi alcaline sono rilevanti nella lavorazione della pelle

La depilazione convenzionale della pelle si basa spesso su sistemi alcalini con calce e solfuro di sodio. Questi trattamenti sono efficaci nel rompere le strutture che trattengono il pelo, ma sono anche associati a effluenti più problematici, odori, carico chimico elevato e necessità di gestione accurata dei solfuri. Le revisioni sulla lavorazione conciaria più pulita indicano proprio la sostituzione o la riduzione di questi reagenti come uno degli obiettivi più importanti dell'impiego di proteasi ^[1].

Le proteasi alcaline affrontano il problema con un meccanismo diverso: invece di distruggere indiscriminatamente il pelo e i tessuti con chimica fortemente riducente, agiscono su substrati proteici specifici che partecipano all'ancoraggio del pelo e alla compattezza della matrice cutanea. Questo approccio può facilitare il distacco del pelo e la pulizia della pelle con minore dipendenza da solfuri, soprattutto quando l'enzima è integrato in una sequenza di processo coerente con la tipologia di pelle trattata ^[3].

L'interesse industriale non riguarda solo la depilazione. Le proteasi sono studiate anche per il **bating**, cioè per trattamenti che contribuiscono a rimuovere proteine indesiderate, migliorare la morbidezza e rendere più uniforme la struttura del pellame. In questo contesto l'enzima deve svolgere un'azione sufficientemente intensa da modificare i materiali non desiderati, ma abbastanza controllata da non indebolire il collagene che costituisce la parte strutturale più importante della pelle ^[4].

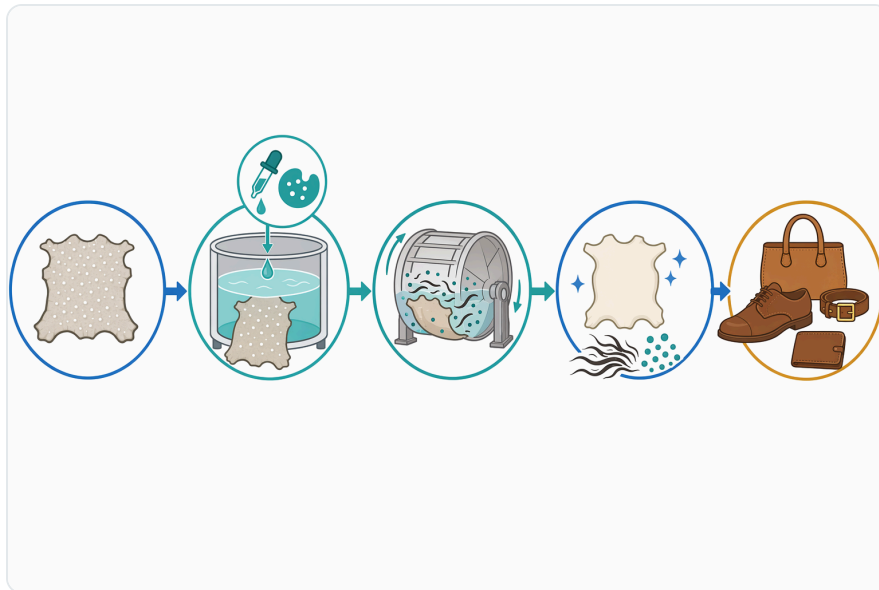


Figure 1. 알칼리성 엔도프로테아제는 주로 빔하우스와 습식 가공 단계에 적합하며, 침지부터 효해 공정, 일부 웨트블루 처리나 폐기물 처리 공정까지 활용된다.

Meccanismo d'azione: che cosa idrolizzano nella pelle

La pelle animale è una matrice composita. Il collagene forma l'impalcatura principale, ma attorno ad esso si trovano proteoglicani, elastina, proteine interfibrillari, residui epidermici e strutture follicolari. Il pelo è ricco di cheratina, mentre l'ancoraggio del pelo dipende anche da componenti proteici e cellulari presenti nel follicolo e nei tessuti circostanti ^[5].

Una **endo-proteasi alcalina** non rimuove il pelo semplicemente "sciogliendolo". In molti processi l'effetto utile nasce dall'indebolimento selettivo delle proteine che stabilizzano il follicolo e dalla rimozione di componenti non collagene che limitano l'apertura della matrice. Quando queste proteine vengono frammentate, il pelo può distaccarsi più facilmente e la pelle può diventare più accessibile alle fasi successive di lavaggio, scarnatura, decalcinazione, bating o concia ^[6].

Un punto meccanicistico importante è il rapporto tra proteasi e matrice collagenica. Studi recenti sul bating mostrano che l'interazione elettrostatica tra collagene ed enzimi influenza la permeazione della proteasi nel pelt; in altre parole, non conta solo l'attività catalitica, ma anche il modo in cui l'enzima entra, si distribuisce e rimane attivo dentro la struttura della pelle ^[7]. Questo spiega perché due processi con lo stesso tipo generale di enzima possono produrre risultati diversi se cambiano spessore della pelle, stato di conservazione, pretrattamenti o movimentazione meccanica.

La selettività è quindi essenziale. Un'azione troppo superficiale può lasciare aree non depilate o una pulizia incompleta del follicolo; un'azione troppo profonda o poco controllata può invece compromettere la compattezza del fiore o degradare componenti strutturali utili. La ricerca su proteasi alternative alle pancreatiche ha evidenziato proprio l'obiettivo di ridurre il rischio di danno al fiore durante il bating, mantenendo l'efficacia proteolitica necessaria al processo ^[8].

Applicazioni principali nella conceria

Le proteasi alcaline per pelle sono rilevanti soprattutto nelle fasi iniziali della lavorazione, dove si interviene sulla struttura proteica prima della concia vera e propria. Le applicazioni più ricorrenti sono depilazione enzimatica, bating, pulizia del follicolo, apertura fibrosa e, in alcuni casi, recupero più ordinato di pelo o lana come sottoprodotto ^[1].

Applicazione	Obiettivo tecnologico	Meccanismo prevalente	Beneficio atteso	Aspetto da controllare
Depilazione enzimatica	Favorire il distacco del pelo	Idrolisi di proteine follicolari e materiali associati al pelo	Minore dipendenza da solfuri e trattamenti più puliti	Penetrazione uniforme e proteolisi non eccessiva
Bating	Migliorare morbidezza, pulizia e uniformità	Rimozione controllata di proteine non collagene	Mano più morbida e struttura più regolare	Protezione del fiore e del collagene
Apertura fibrosa	Rendere più accessibili i fasci collagenici	Modifica di proteoglicani e materiali interfibrillari	Migliore preparazione alle fasi successive	Evitare indebolimento strutturale
Pulizia del follicolo	Ridurre residui epidermici e follicolari	Degradazione localizzata di proteine residue	Aspetto più pulito della superficie	Evitare attacco eccessivo alla grana
Recupero di pelo o lana	Distaccare il materiale senza distruggerlo completamente	Indebolimento dell'ancoraggio più che dissoluzione totale	Possibile valorizzazione di sottoprodotti	Gestione del grado di idrolisi

Depilazione enzimatica

La **depilazione enzimatica** è l'applicazione più discussa per le proteasi alcaline nel settore pelle. Studi su proteasi batteriche, incluse proteasi cheratinolitiche, mostrano il potenziale di questi enzimi nel facilitare la rimozione del pelo e nel ridurre la severità dei sistemi convenzionali. Una proteasi

cheratinolitica da *Pseudomonas aeruginosa*, ad esempio, è stata studiata espressamente per la lavorazione della pelle, confermando l'interesse verso enzimi capaci di agire sui materiali collegati alla cheratina e al follicolo [5].

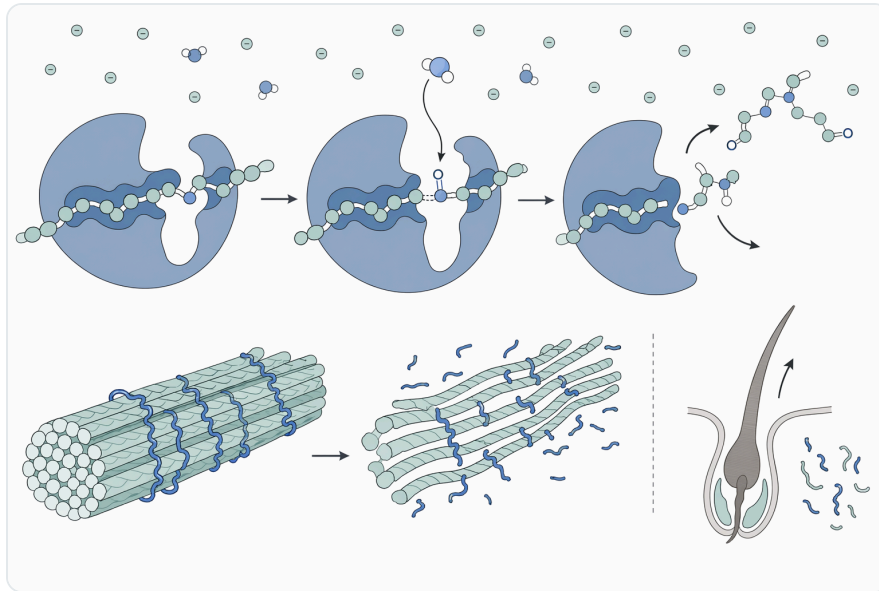


Figure 2. 엔도프로테아제는 접근 가능한 비콜라겐성 단백질의 내부 펩타이드 결합을 절단하여, 큰 기질 물질을 원피 구조 밖으로 이동할 수 있는 더 작은 조각으로 전환한다.

La ricerca del 2025 su proteasi incapsulate in liposomi propone un doppio beneficio: depilazione più verde e produzione di pelle morbida. L'aspetto interessante non è solo l'enzima in sé, ma anche il tentativo di migliorarne la distribuzione e l'efficacia attraverso un sistema di veicolazione, segno che la permeazione dell'enzima nella pelle è uno dei limiti tecnici più studiati [3].

Bating e ammorbidimento controllato

Nel **bating**, l'obiettivo è diverso dalla depilazione: non si punta principalmente a staccare il pelo, ma a modulare la matrice proteica per migliorare morbidezza, elasticità, pulizia e uniformità del pellame. Preparazioni come NILEST-Bate, studiate su pelle di capra rossa, mostrano come le proteasi possano essere orientate verso una funzione specifica di bating, con attenzione alle proprietà finali del cuoio [4].

L'interesse per alternative microbiche alle proteasi pancreatiche deriva anche dalla necessità di un controllo più prevedibile del rischio di danno al fiore. Lo studio su una proteasi alcalina da *Bacillus subtilis* SCK6 è significativo perché affronta esplicitamente il problema della riduzione del danno alla grana durante il bating, evidenziando che la qualità superficiale è un criterio tecnico centrale e non un dettaglio estetico secondario [8].

Apertura fibrosa e preparazione alle fasi successive

L'apertura della fibra è uno degli effetti più utili ma anche più delicati delle proteasi alcaline. Una matrice troppo chiusa limita la penetrazione degli ausiliari successivi; una matrice troppo degradata perde resistenza e uniformità. L'azione proteolitica su componenti interfibrillari può facilitare la separazione controllata dei fasci, migliorando la lavorabilità della pelle ^[7].

Questo aspetto è rilevante anche per la concia e per le lavorazioni successive: una pelle più uniformemente aperta può reagire in modo più regolare ai trattamenti, riducendo differenze tra zone più dense e zone più permeabili. Tuttavia, il vantaggio dipende dal controllo dell'intensità dell'idrolisi, perché l'enzima non distingue automaticamente tra "miglioramento della fibra" e "eccessiva perdita di struttura" se le condizioni operative sono sbilanciate ^[9].

Evidenze scientifiche recenti

La letteratura degli ultimi anni conferma che le proteasi sono un asse importante della ricerca sulla pelle sostenibile. Una revisione del 2022 ha raccolto evidenze sull'impiego delle proteasi per una lavorazione più pulita, sottolineando il loro potenziale nella riduzione del carico inquinante associato alle fasi iniziali della conceria ^[1]. Un'analisi bibliometrica del 2024 ha inoltre inquadrato le proteasi come una linea di ricerca attiva, con applicazioni orientate alla sostituzione parziale di processi più impattanti ^[2].

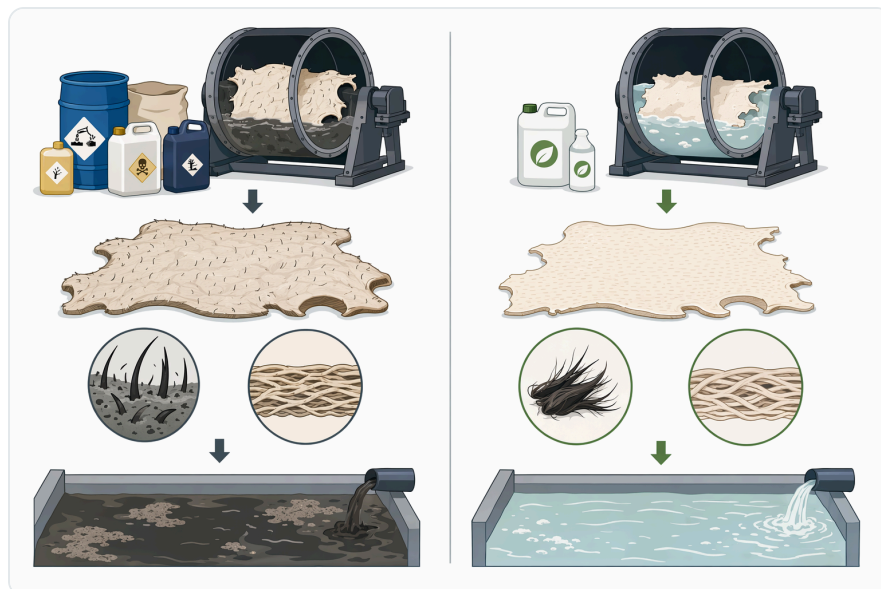


Figure 3. 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제는 선호하는 pH 환경과 가죽 습식 가공 조건에 자연스럽게 맞는 정도가 서로 다르다.

Gli studi su ceppi microbici sono particolarmente numerosi. Batteri isolati da scarti conciari o da ambienti alcalini vengono spesso valutati come produttori di proteasi perché già adattati a condizioni vicine a quelle della lavorazione della pelle. La ricerca su batteri proteasi-produttori isolati da rifiuti di conceria a Hazaribag, in Bangladesh, mostra proprio come gli stessi ambienti industriali possano essere una fonte di microrganismi con attività proteolitiche rilevanti ^[10].

Un'altra direzione riguarda le proteasi da estremofili. Questi enzimi sono studiati perché possono mantenere stabilità e funzionalità in condizioni operative difficili, come alcalinità, salinità o presenza di ausiliari di processo. La revisione del 2024 sulle proteasi da estremofili le presenta come possibili soluzioni per una lavorazione della pelle più sostenibile, proprio perché la robustezza dell'enzima è spesso decisiva in ambiente conciario ^[11].

Anche le applicazioni su scala pilota sono importanti, perché riducono la distanza tra prova di laboratorio e processo produttivo. Lo studio sulla serin-proteasi ZMS-2 descrive caratterizzazione e applicazione pilota per una lavorazione della pelle eco-compatibile, indicando che alcune proteasi sono state valutate non solo come attività enzimatica isolata, ma come componenti di un processo applicativo più vicino all'industria ^[6].

Benefici ambientali: riduzione dei solfuri e cleaner leather processing

Il beneficio ambientale più discusso è la riduzione della dipendenza da calce e solfuro nella depilazione. I sistemi tradizionali sono efficaci, ma contribuiscono a effluenti difficili da trattare e a problematiche operative legate ai solfuri. Le proteasi offrono un percorso alternativo perché agiscono su bersagli proteici specifici, riducendo la necessità di affidare tutta la rimozione del pelo a reazioni chimiche più aggressive ^[1].

Nel quadro della **cleaner leather processing**, le proteasi non devono essere presentate come una soluzione isolata e miracolosa. Sono piuttosto un elemento di una strategia più ampia: ridurre la chimica ad alto impatto, migliorare la selettività della lavorazione, limitare danni al pellame e contenere la complessità degli scarichi. La revisione del 2024 sulle opportunità offerte dalle proteasi conferma che il tema è ormai affrontato come parte di un sistema produttivo più sostenibile, non come semplice sostituzione di un reagente ^[2].

Uno studio del 2024 sul trattamento con proteasi grezza per la concia sostenibile collega l'impiego enzimatico a proprietà migliorate e riduzione dell'inquinamento. Anche senza generalizzare i risultati a ogni processo, il messaggio tecnico è chiaro: quando la proteolisi è integrata correttamente, può contribuire sia alla qualità del prodotto sia al miglioramento del profilo ambientale ^[9].

Qualità del pellame: vantaggi e rischi da bilanciare

Dal punto di vista qualitativo, il vantaggio delle proteasi alcaline è la possibilità di lavorare in modo più selettivo rispetto a trattamenti puramente chimici. Una depilazione ben controllata può preservare il fiore, migliorare la pulizia del follicolo e contribuire a una mano più morbida. La ricerca sulle proteasi incapsulate mira proprio a combinare depilazione più verde e produzione di pelle morbida, evidenziando il legame tra processo enzimatico e proprietà sensoriali del pellame [3].

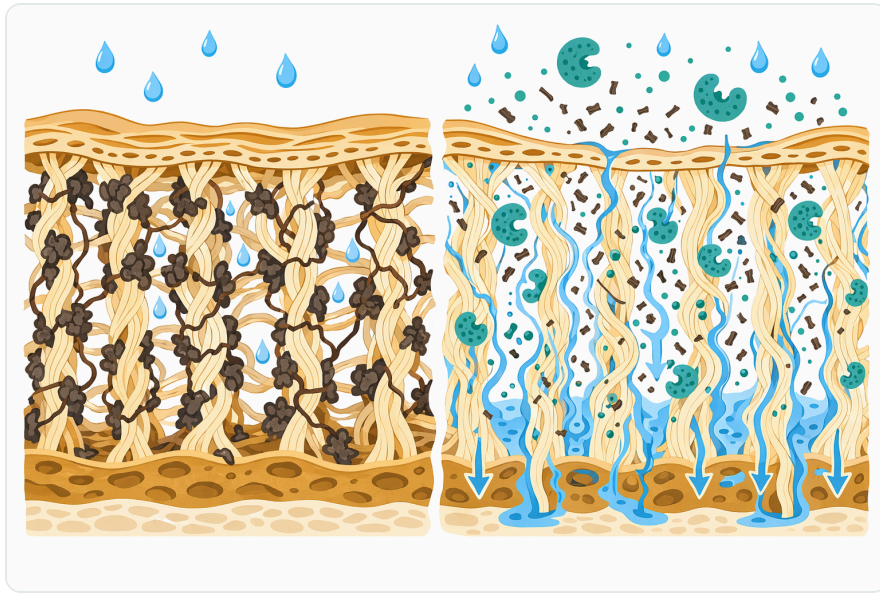


Figure 4. 침지 공정에서 프로테아제 가수분해는 수분 흡수와 균일한 재수화를 방해하는 수용성 및 약하게 결합된 단백질을 제거하는 데 도움을 준다.

Il rischio principale è l'eccesso di proteolisi. Se l'enzima penetra in modo non uniforme, alcune zone possono restare poco trattate mentre altre subiscono idrolisi eccessiva. Se l'azione è troppo aggressiva verso il collagene o dura oltre il necessario, possono comparire perdita di compattezza, indebolimento della grana o variazioni indesiderate della struttura. Lo studio sulle interazioni elettrostatiche tra collagene ed enzimi durante il bating mostra quanto la distribuzione dell'enzima nel pelt sia un fattore determinante [7].

Per questo motivo, la proteasi alcalina deve essere considerata un componente di processo da controllare, non un additivo da usare in modo generico. Il risultato dipende dalla pelle di partenza, dallo stato di conservazione, dalla preparazione precedente, dalla compatibilità con gli altri ausiliari e dalla sequenza di lavorazione. La ricerca sulle alternative alle proteasi pancreatiche conferma che la riduzione del danno al fiore è un obiettivo tecnico esplicito, soprattutto nelle fasi in cui il collagene è più esposto [8].

Tipologie di proteasi studiate per la pelle

Molte proteasi per applicazioni conciarie derivano da microrganismi del genere *Bacillus*, apprezzati nella ricerca industriale per la capacità di produrre enzimi extracellulari in condizioni compatibili con processi alcalini. Una proteasi grezza da *Bacillus halodurans* BCRC 910501 è stata studiata per applicazione nella lavorazione della pelle, confermando l'interesse verso microrganismi alcalofili o alcalino-tolleranti ^[12].

Anche *Pseudomonas aeruginosa* è stata studiata per proteasi cheratinolitiche applicabili al processamento della pelle. Le proteasi cheratinolitiche sono particolarmente interessanti perché il pelo e l'epidermide contengono cheratina, una proteina resistente e strutturalmente robusta. Tuttavia, l'azione cheratinolitica deve essere inserita in un equilibrio più ampio: indebolire il sistema pelo-follicolo senza compromettere la matrice collagenica utile ^[5].

Un'altra linea di ricerca riguarda la produzione di proteasi da isolati ottenuti da acque reflue o rifiuti tradizionali della lavorazione della pelle. Lo studio condotto su isolati batterici da acque di processo tradizionali intorno a Wukro Maray mostra come i contesti conciari siano stati esplorati come fonte di microrganismi proteolitici, con potenziale applicativo nelle stesse industrie che generano tali matrici ^[13].

Integrazione nel processo: dove può essere utile

In una conceria, l'enzima può essere considerato in diverse fasi: pretrattamento del materiale, depilazione, supporto alla pulizia del follicolo, bating e preparazione a lavorazioni successive. La scelta della posizione dipende dall'obiettivo: se si vuole ridurre l'impatto della depilazione, l'attenzione sarà sul distacco del pelo; se si vuole migliorare la mano, il focus sarà sul bating; se si vuole uniformare la struttura, conterà l'apertura fibrosa ^[1].

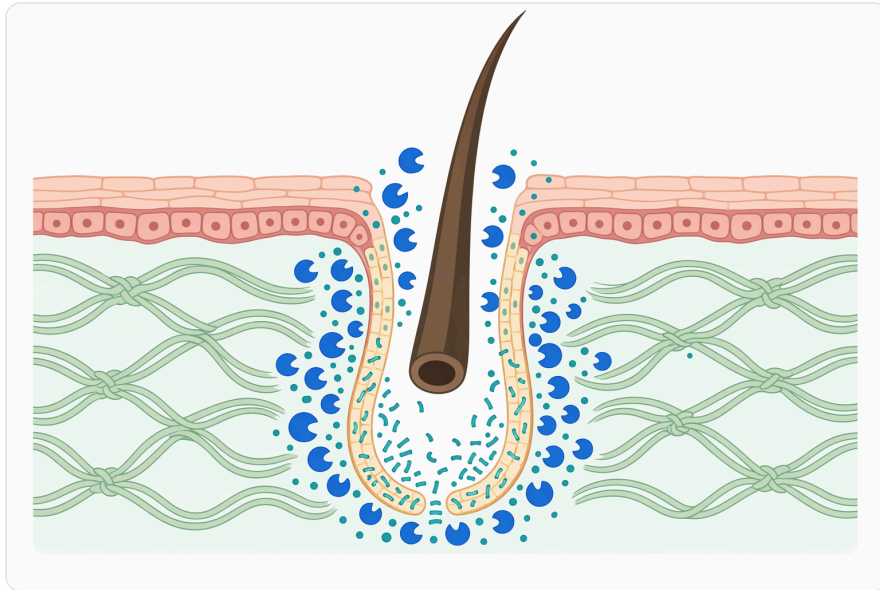


Figure 5. 효소적 제모는 모간 전체를 용해하기보다 모낭과 표피의 고정 단백질을 약화시켜 털을 분리할 수 있다.

La variabilità della pelle impone cautela. Pelli bovine, caprine e ovine hanno spessori, densità fibrosa e strutture follicolari differenti; anche pelli fresche, salate o conservate in modo diverso possono rispondere in modo non identico. Gli studi su applicazioni a pelle di capra, pelle ovina e pelli destinate a bating confermano che la specie animale e la fase di processo sono parametri determinanti per interpretare il risultato enzimatico ^[4].

L'integrazione può includere anche tecnologie di supporto, come sistemi di veicolazione o combinazioni con ausiliari non solforati. Il lavoro sulle proteasi incapsulate in liposomi è un esempio di strategia pensata per migliorare l'efficacia del trattamento, mentre le ricerche su processi più sostenibili mostrano che l'enzima può essere parte di una formulazione di processo più ampia ^[3].

Confronto con i trattamenti convenzionali

Il confronto corretto tra depilazione enzimatica e depilazione convenzionale non deve essere ridotto a "enzima buono, chimica cattiva". I sistemi tradizionali sono consolidati perché robusti, rapidi e ben conosciuti. Il loro limite è l'impatto ambientale e operativo, soprattutto quando l'uso di solfuri e calce genera effluenti ad alto carico e residui più complessi da gestire ^[1].

Le proteasi alcaline offrono un profilo diverso: maggiore selettività biologica, potenziale riduzione dei solfuri, azione più mirata su proteine follicolari e non collagene. Tuttavia, richiedono un controllo più attento della permeazione e dell'intensità di idrolisi. In altre parole, possono migliorare la sostenibilità e la qualità, ma non eliminano la necessità di competenza di processo ^[7].

Aspetto	Depilazione convenzionale calce/solfuro	Approccio con proteasi alcaline
Meccanismo dominante	Azione chimica alcalina e riducente	Idrolisi enzimatica di proteine bersaglio
Impatto ambientale	Maggiore criticità legata ai solfuri	Potenziale riduzione del carico inquinante
Controllo della qualità	Processo robusto ma potenzialmente aggressivo	Più selettivo, ma dipendente da penetrazione e tempo
Effetto sul pelo	Spesso distruzione più marcata	Possibile distacco più controllato
Rischio tecnico	Effluenti complessi e danni da eccessiva severità	Depilazione incompleta o proteolisi eccessiva se non gestita
Posizionamento	Tecnologia tradizionale consolidata	Tecnologia più pulita da integrare nel processo

Sicurezza e manipolazione professionale

Come per altri enzimi industriali, anche le proteasi devono essere manipolate con attenzione. Le guide di settore sul trattamento sicuro degli enzimi evidenziano l'importanza di evitare esposizioni non necessarie a polveri o aerosol, proteggere gli operatori e seguire le indicazioni riportate nella scheda di sicurezza. Questo punto è particolarmente importante perché gli enzimi sono catalizzatori biologici attivi anche in piccole quantità di materiale disperso ^[14].

La documentazione fornita con l'ordine, inclusi certificato di analisi e scheda di sicurezza, serve a supportare la gestione professionale del prodotto. Il certificato di analisi accompagna la tracciabilità del lotto, mentre la scheda di sicurezza riporta informazioni per manipolazione, stoccaggio e gestione del rischio. Enzymes.bio fornisce questa documentazione con l'ordine, senza presentarsi come laboratorio di prova o produttore.



Figure 6. 털, 양모, 육편, 트리밍 부산물, 슬러지 분획과 같은 단백질이 풍부한 잔류물은 더 작은 펩타이드 풍부 물질로 가수분해되어 취급이나 후속 가공이 쉬워질 수 있다.

Posizionamento B2B di Enzymes.bio

Alkaline Endo-Proteases for Leather Industry è destinato a operatori professionali che cercano un enzima proteolitico alcalino per supportare depilazione, bating e lavorazione più pulita della pelle. Enzymes.bio opera come fornitore online: il prodotto è venduto direttamente in confezioni da **1 kg**, con acquisto tramite canale online e documentazione fornita insieme all'ordine .

Il valore del prodotto va interpretato nel contesto della ricerca sulle proteasi per conceria: non come promessa di sostituzione automatica di ogni processo esistente, ma come strumento tecnico per introdurre idrolisi proteica controllata dove questa può ridurre severità chimica, migliorare apertura fibrosa o supportare obiettivi di cleaner production. Le evidenze disponibili mostrano che proteasi microbiche, cheratinolitiche, alcaline e da estremofili sono state studiate in modo crescente per questi scopi ^[2].

Sintesi tecnica

Le **Alkaline Endo-Proteases for Leather Industry** agiscono degradando in modo controllato proteine non collagene, materiali associati al follicolo e componenti proteiche che influenzano apertura, pulizia e morbidezza della pelle. Le applicazioni principali sono depilazione enzimatica, bating, pulizia del follicolo e supporto alla lavorazione più sostenibile, con particolare interesse per la riduzione della dipendenza da calce e solfuri ^[1].

La ricerca scientifica supporta il potenziale delle proteasi nella lavorazione della pelle, ma indica anche limiti chiari: permeazione, selettività e controllo dell'idrolisi sono decisivi per evitare depilazione incompleta o danni alla struttura del pellame. Per questo l'enzima deve essere integrato in modo ragionato nel processo, considerando tipo di pelle, fase applicativa e obiettivo tecnico ^[7].

Per l'utilizzatore B2B, il messaggio pratico è semplice: una proteasi alcalina non è una scorciatoia universale, ma una tecnologia enzimatica utile quando si desidera rendere la lavorazione della pelle più selettiva, più pulita e più coerente con le moderne esigenze ambientali. Enzymes.bio la rende disponibile online in unità da 1 kg, con CoA e SDS forniti insieme all'ordine .

Ordina Alkaline Endo-Proteases For Leather Industry online

Venduto in unità da 1 kg, disponibile a magazzino e pronto per la spedizione. Ordina direttamente dal nostro store: paga online e noi elaboriamo il tuo ordine. Un Certificato di Analisi e una Scheda Dati di Sicurezza sono inclusi in ogni ordine.

[Acquista Alkaline Endo-Proteases For Leather Industry →](#)

Riferimenti

Numerati in ordine di prima citazione. Fonti open access, ciascuna verificata come raggiungibile al momento della pubblicazione; i numeri di citazione nel testo rimandano qui.

1. Hasan, M. J., Haque, P., & Rahman, M. M. (2022). Protease enzyme based cleaner leather processing: A review. *Journal of Cleaner Production*.
2. Castro Bizerra, V., Sales, M. B., Melo, R. L. F., Nascimento, J. G. A., Junior, J. B., Silva, M. P. F., Santos, K. M., ... et al. (2024). Opportunities for cleaner leather processing based on protease enzyme: Current evidence from an advanced bibliometric analysis. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*.
3. 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.
4. Mohammed, S. Y., Sabo, A. M., Suleiman, A., Kabir, Y. M., Bulus, A., Immaculate, A. M., Abbakariya, A., ... et al. (2025). Production, Characterization and Application of NILEST-Bate on Red Goat Skin for Leather Processing. *ChemClass Journal*.
5. Moonnee, Y. A., Foysal, M. J., Hashem, A., & Miah, M. F. (2021). Keratinolytic protease from Pseudomonas aeruginosa for leather skin processing. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 19.
6. 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.

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. Fuyi, L., Liwen, S., Huadong, T., Kunhua, X., & Xiaoying, L. (2020). Reducing the Risk of Grain Damage during Bating of Leather Manufacturing: An Alternative to Pancreatic Enzymes with Alkaline Protease from Novel Bacillus Subtilis SCK6. *Journal of The American Leather Chemists Association*, 115, 315-323.
9. Alam, M. S., Hasan, M. J., Haque, P., & Rahman, M. M. (2024). Sustainable leather tanning: Enhanced properties and pollution reduction through crude protease enzyme treatment. *International Journal of Biological Macromolecules*, 131858 .
10. Rahman, S., Islam, R., Mondol, O. K., Rahman, M. S., Sabrin, F., & Zohora, U. S. (2018). Screening of protease producing bacteria from tannery wastes of leather processing industries at Hazaribag, Bangladesh. *Jahangirnagar University Journal of Biological Sciences*.
11. rawat, G. S., Mohabe, S., Nahar, B., Paliwal, N., & Malviya, J. (2024). Exploring Protease Enzymes from Extremophiles Novel Solutions for Sustainable Leather Processing. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*.
12. Biškauskaitė, R., Lee, W., & Valeika, V. (2024). Crude proteolytic enzyme from Bacillus halodurans BCRC 910501 and its application in leather processing. *Heliyon*, 10.
13. Haile, G., & Babiye, B. (2018). Extraction of Protease Under Solid State Fermentation using Bacterial Isolates from Traditional Leather Processing Waste Water Found Around Wukro Maray. *Biosciences Biotechnology Research Asia*.
14. Amfep Safe Handling Guide 2023.Pdf. *Amfep*.

Contatta Enzymes.bio

Hai domande su un ordine? Il nostro team è lieto di aiutarti.

EMAIL wholesale@enzymes.bio

TELEFONO (USA) **+1 (507) 428-6057**

[Contattaci →](#)



400+ Clienti B2B



60+ partner di ricerca universitari



54 serviti in tutto il mondo

© 2026 Enzymes.bio · Fornitura di enzimi industriali e per la lavorazione alimentare · Non destinato al consumo umano né alla vendita al dettaglio.