

Alkaline Endo-Proteases for Leather Industry : 皮革の脱毛・ベーキング・繊維調整に使うアルカリ性エンドプロテアーゼ

Enzymes.bio リサーチチーム · ニュージーランド · ウェリントン · June 18, 2026

Alkaline Endo-Proteases for Leather Industryは、皮革前処理で毛包周辺、表皮、非コラーゲン性タンパク質を加水分解し、脱毛、浸漬補助、ベーキング、繊維調整を支援するアルカリ性プロテアーゼです。石灰・硫化物中心の処理を完全に置き換える万能剤ではありませんが、条件を適切に組み込むことで、硫化物負荷、臭気、タンパク質性排水負荷を抑えながら、毛抜けと銀面品質の安定化に寄与します^[1]。Enzymes.bioは本酵素を製造業者や研究所としてではなく、1 kg単位でオンライン購入できる供給業者として取り扱い、CoAとSDSは注文時に併せて提供されます。

皮革工程におけるアルカリ性エンドプロテアーゼの位置づけ

皮革製造では、原皮の主構造であるコラーゲン繊維をできるだけ損なわず、毛、表皮、血液・細胞由来タンパク質、可溶性タンパク質、毛包周辺の接着性成分を取り除く必要があります。アルカリ性エンドプロテアーゼは、タンパク質鎖の内部ペプチド結合を切断する酵素であり、毛を皮に固定している毛根周辺組織や表皮性タンパク質を緩める方向に働きます。微生物由来アルカリ性プロテアーゼは、洗剤、皮革、食品、廃棄物処理などで利用される代表的な工業酵素群として整理されています^[2]。

皮革産業でこの酵素が重視される理由は、単に「毛を取る」ことではありません。従来の石灰・硫化物脱毛は強力ですが、硫化物臭、排水処理負荷、毛の溶解による汚濁、作業環境リスクを伴います。酵素補助脱毛では、毛を完全に化学分解するのではなく、毛包周辺のタンパク質接着を弱めて抜けやすくするため、毛を固形副産物として回収しやすく、排水に溶け込む有機負荷を抑える設計が可能になります^[3]。

「エンドプロテアーゼ」という性質は、皮革工程で重要です。エキソ型酵素がタンパク質鎖の末端から順に切断するのに対し、エンド型は内部結合を切るため、毛包周辺や表皮にある構造タンパク質ネットワークを比較的短時間で緩めやすいからです。ただし、酵素反応は非コラーゲン性タンパ

ク質だけに絶対的に限定されるわけではないため、工程条件が過度になると銀面荒れ、強度低下、過剰な繊維開繊を招く可能性があります^[4]。

Enzymes.bioで扱う皮革向けアルカリ性エンドプロテアーゼは、皮革工場、工業洗浄、タンパク質性汚れ除去など、アルカリ条件でタンパク質分解を必要とする用途に向けた酵素製品です。

Enzymes.bioは製造業者ではなく供給業者であり、製品は1 kg単位でオンラインから直接購入できます。注文時には、取り扱いと社内管理に必要なCoAおよびSDSが併せて提供されます。

どの工程で機能するか：浸漬、脱毛、ベーキング、繊維調整

浸漬補助：乾燥・塩蔵原皮の再水和とタンパク質性汚れの除去

浸漬工程では、塩蔵や乾燥で硬化した原皮を再水和し、塩、血液、可溶性タンパク質、汚れを除去して次工程に適した状態へ戻します。アルカリ性エンドプロテアーゼは、血液・細胞残渣・可溶性タンパク質のようなタンパク質性汚れを分解し、表面と繊維間の洗浄を補助します。皮革製造における酵素処理は、工程段階ごとに異なる目的で用いられ、浸漬では清浄化と水戻しの均一化が主要な役割になります^[5]。

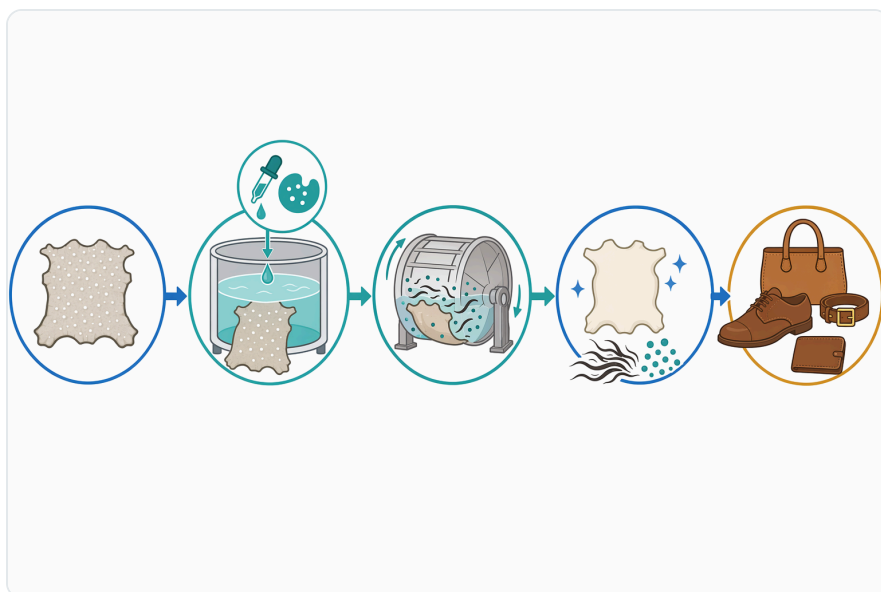


Figure 1. 알칼리성 엔도프로테아제는 주로 제혁 준비 공정과 습식 가공 단계에 적합하며, 침지부터 효해, 일부 웨트블루 처리 또는 폐기물 처리 공정까지 활용된다.

浸漬での酵素作用は、後段の脱毛効率にも影響します。原皮表面や毛根周辺にタンパク質性汚れが残ったままだと、アルカリや脱毛助剤の浸透が不均一になり、脱毛ムラや銀面不良が起こりやすくなります。酵素が不要タンパク質を先に緩めることで、後続の石灰処理、低硫化物処理、酵素脱毛の反応場が整いやすくなります^[6]。

脱毛補助：毛包周辺の固定力を弱める

脱毛工程での中心的な標的は、毛そのものよりも毛を皮に固定している毛根周辺、表皮、基底膜近傍、毛包周囲のタンパク質性構造です。アルカリ性エンドプロテアーゼは、これらの接着性タンパク質を内部から加水分解し、毛を抜けやすくします。細菌性アルカリプロテアーゼを用いた脱毛機構の研究では、酵素が表皮・毛包周辺の組織に作用して毛の解放を進めることが示されています[4]。

この機序は、毛を溶かして流す従来の強い硫化物処理とは異なります。毛をできるだけ繊維状に残す設計では、排水中に溶出するタンパク質分解物を抑え、回収毛を副産物として扱いやすくなります。牛毛の酵素脱毛後リサイクルに関する研究では、酵素脱毛で発生する毛を資源利用する方向が検討されており、毛を排水負荷ではなく回収資源として扱う考え方が示されています[3]。

ヤギ皮、羊皮、牛皮など動物種が変わると、毛の太さ、毛包密度、脂肪量、真皮構造が異なるため、同じアルカリ性プロテアーゼでも脱毛の進み方は変わります。Bacillus sp. SB12由来アルカリ性プロテアーゼを用いたヤギ皮脱毛、Bacillus cereus TD5B由来酵素を用いた羊皮脱毛など、複数の動物皮で酵素脱毛の検討が行われています[7][8]。

ベーキング：脱灰後の皮を柔軟にし、繊維束を整える

ベーキングは、脱灰後の皮をなめしに適した状態へ調整する工程です。ここでは、残存する非コラーゲン性タンパク質や過度に締まった繊維間物質を穏やかに分解し、革の柔軟性、伸び、触感、染色・なめし剤の浸透を改善します。皮革製造の複数段階での酵素処理を扱った研究では、酵素の導入段階により、脱毛性、柔軟性、物性、後工程への影響が異なることが示されています[5]。

ベーキングで重要なのは、脱毛よりもさらに「過不足のない分解」です。酵素作用が弱すぎると硬さや染色ムラが残り、強すぎると銀面の緩みや強度低下につながります。半製品の酵素的可塑化に関する研究では、構造化された半製品に対する酵素処理が、しなやかな革を得るための技術改善として検討されています[9]。

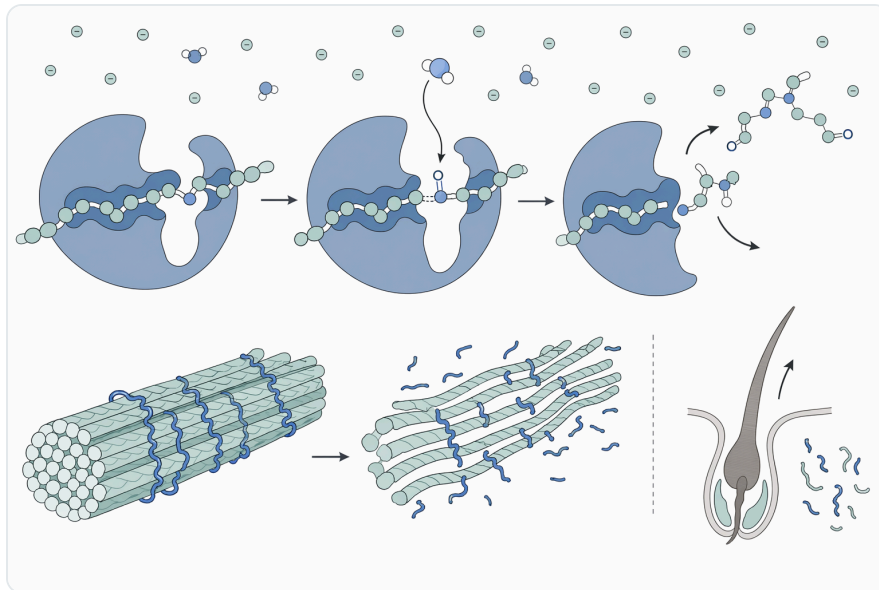


Figure 2. 엔도프로테아제는 접근 가능한 비콜라겐성 단백질의 내부 펩타이드 결합을 절단하여, 큰 기질 물질을 가죽 구조 밖으로 이동할 수 있는 작은 조각으로 전환한다.

ウェットブルーおよび後工程での繊維調整

アルカリ性エンドプロテアーゼは、前処理だけでなく、ウェットブルーの再調整や後なめし前の繊維調整にも関係します。ウェットブルー酵素処理の研究では、酵素が革物性や後なめし工程に影響することが検討されており、酵素処理が単なる脱毛補助ではなく、革の最終品質設計にも関わることが示されています^[10]。

この用途では、毛包周辺の分解よりも、繊維束間のタンパク質性残渣や組織の硬さを緩めることが目的になります。なめし済みまたは半なめし状態の材料では、未処理原皮とは反応環境が大きく異なるため、酵素の選択性、浸透、停止タイミングが品質に直結します。したがって、皮革向けアルカリ性エンドプロテアーゼは、脱毛剤ではなく「工程内のタンパク質分解を制御するバイオ触媒」として捉えるのが正確です^[10]。

作用機序：毛を抜けやすくし、コラーゲンを残すための酵素反応

アルカリ性エンドプロテアーゼの基本反応は、タンパク質のペプチド結合を水で加水分解することです。皮革工程では、すべてのタンパク質を分解すればよいわけではなく、最終製品の骨格となるコラーゲン繊維は保持し、毛包周辺、表皮、血液残渣、細胞間タンパク質などを選択的に緩める必要があります。微生物アルカリ性プロテアーゼは、アルカリ条件下でタンパク質基質に作用する酵素群として、皮革用途を含む多くの産業で研究されています^[11]。

毛はケラチンを主成分とし、ジスルフィド結合を多く含むため、一般的なプロテアーゼだけで完全に分解することは容易ではありません。皮革脱毛で望ましいのは、むしろ毛軸を過度に溶解せず、毛根部の固定組織を緩めて毛を引き抜ける状態にすることです。ケラチナーゼやプロテアーゼを用いた脱毛研究では、難分解性タンパク質に対する酵素作用を利用しつつ、従来化学処理の負荷を下げる方向が検討されています^[12]。

一方、コラーゲンもタンパク質である以上、工程が過酷であれば酵素損傷の対象になり得ます。銀面の平滑性、粒面の締まり、引張強度、伸び、柔軟性は、酵素反応と機械作用、pH、温度、処理時間、助剤の組み合わせで変化します。酵素脱毛の機構研究が示すように、実用上の価値は「強く分解すること」ではなく、「毛包・表皮側を十分に緩め、真皮コラーゲンへの過剰作用を避けること」にあります^[4]。

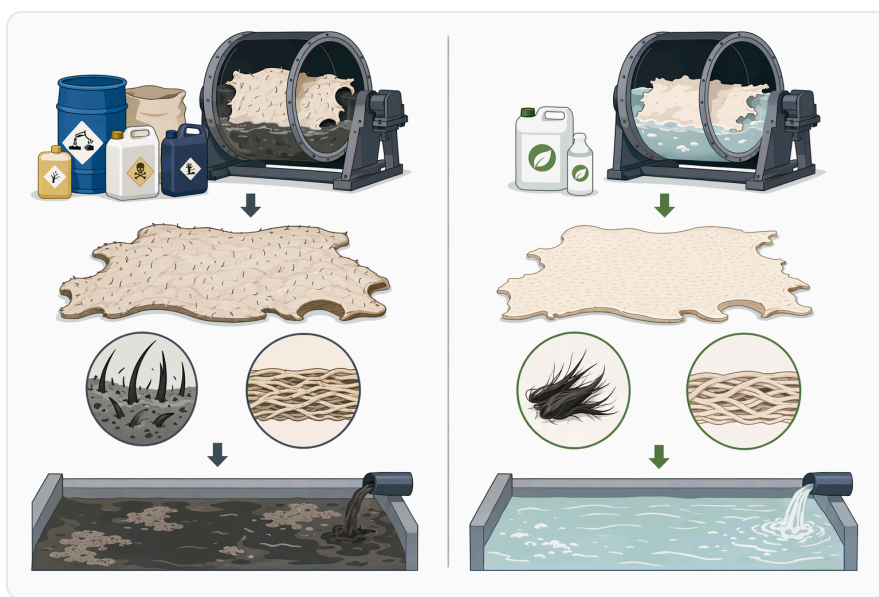


Figure 3. 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제는 선호하는 pH 환경과 가죽 습식 가공 조건에 자연스럽게 부합하는 방식이 서로 다르다.

酵素の由来によっても挙動は異なります。Bacillus属、Aspergillus属、好アルカリ性または耐塩性微生物など、さまざまな由来のアルカリ性プロテアーゼが皮革用途で研究されています。たとえば、Idiomarina sp. C9-1由来の新規アルカリ性プロテアーゼは、環境配慮型の酵素脱毛への応用可能性が報告されています^[13]。

従来法と酵素補助法の比較

皮革工場での判断は、「酵素か化学薬品か」という二者択一ではなく、既存工程のどこを穏和化し、どの品質指標を安定させるかという工程設計の問題です。下表は、従来の石灰・硫化物中心処理、アルカリ性エンドプロテアーゼ補助脱毛、ベーキング・繊維調整用途を、実務上の観点で整理したものです^[1]。

観点	石灰・硫化物中心の脱毛	アルカリ性エンドプロテアーゼ補助脱毛	ベーチング・繊維調整での酵素利用
主な作用	毛・表皮を化学的に強く分解し、毛を溶解または除去する	毛包周辺と表皮性タンパク質を加水分解し、毛の固定力を弱める	非コラーゲン性タンパク質を穏やかに分解し、繊維束を整える
毛の扱い	溶解しやすく、排水中の有機負荷になりやすい	毛を固形で回収しやすい工程設計が可能	毛の除去ではなく、革の柔軟性と均一性が中心
排水への影響	硫化物、臭気、溶解タンパク質が問題になりやすい	硫化物負荷と溶解毛由来負荷を下げる余地がある	後工程の薬剤浸透を均一化し、処理ムラを抑える余地がある
品質面の注意	強処理で銀面荒れや過膨潤が起り得る	条件過多ではコラーゲン側への影響に注意が必要	過度な酵素作用は緩みや強度低下につながる
代表的な評価軸	脱毛完全性、工程再現性、排水処理性	毛抜け、銀面状態、毛回収、排水負荷	柔軟性、染色性、なめし剤浸透、風合い

酵素補助法の利点は、処理を穏和にできる点にあります。ただし、硫化物を一切使わない工程が常に成立するわけではありません。原皮の状態、動物種、保管履歴、厚み、脂肪分、ドラムの機械作用が結果に影響するため、酵素は化学薬品を単純に置き換える材料ではなく、反応選択性を工程内に組み込むための触媒です^[6]。

研究文献から見た根拠の強さ

アルカリ性プロテアーゼの皮革用途については、総説、菌株別研究、実皮への応用研究、廃棄物資源化研究が蓄積しています。総説レベルでは、皮革産業がアルカリ性プロテアーゼの主要応用分野の一つとして繰り返し扱われ、グリーンケミストリーや持続可能な皮革製造の文脈で酵素処理が位置づけられています^[1]。

根拠の種類	代表的な内容	皮革工程での意味
総説・工程レビュー	酵素処理が浸漬、脱毛、ベーチング、後工程に与える影響を整理 ^[5]	酵素が単独用途ではなく、複数工程にまたがる技術であることを示す
機構研究	細菌性アルカリプロテアーゼによる脱毛機構の解析 ^[4]	毛包・表皮側を緩めるという作用点を理解できる

根拠の種類	代表的な内容	皮革工程での意味
動物皮での応用研究	ヤギ皮、羊皮、牛皮などで酵素脱毛を検討[7][8]	原皮種ごとに工程条件と品質評価が必要であることを示す
産業応用研究	Bacillus由来プロテアーゼのエコフレンドリー脱毛への適用[6]	工業的な脱毛工程への組み込み可能性を示す
副産物利用研究	酵素脱毛で得た毛、脂肪、羊毛加水分解物の回収[14][15]	排水負荷低減だけでなく、資源回収の方向性を示す
後工程研究	ウェットブルー酵素処理と革物性・後なめしへの影響[10]	脱毛以外の品質設計にも酵素が関係することを示す

特に実皮を用いた研究は、酵素が単に試験管内でタンパク質を分解するだけでなく、複雑な皮構造の中で毛抜けや革物性に影響することを示す点で重要です。Bacillus属由来プロテアーゼの研究では、環境配慮型脱毛への適用が検討され、従来处理と比較した品質評価も行われています[6]。

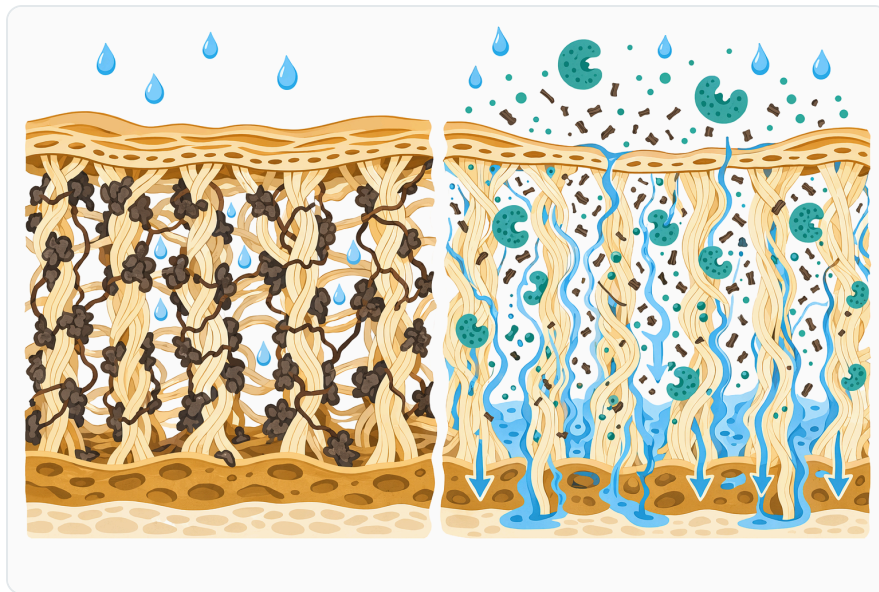


Figure 4. 침지 공정에서 프로테아제에 의한 가수분해는 수분 흡수와 균일한 재수화를 방해하는 용해성 및 약하게 결합된 단백질을 제거하는 데 도움을 준다.

一方で、菌株ごとの差は大きく、文献で有望とされた酵素がすべての商業工程で同じ性能を示すとは限りません。耐熱性、耐アルカリ性、耐塩性、基質特異性、界面活性剤や助剤との相性は酵素ごとに異なります。Bacillus infantis SKS1由来耐熱性アルカリプロテアーゼのように、特定の環境耐性を特徴とする酵素も報告されており、工業利用では工程条件との整合性が重要です[16]。

品質面での価値：銀面、柔軟性、浸透性

皮革品質における酵素の価値は、毛抜きの速さだけでは測れません。銀面の平滑性、毛穴の開き方、表面の清浄性、繊維束のほぐれ方、なめし剤や染料の浸透均一性が、最終的な外観と手触りに影響します。酵素処理が皮革製造の異なる段階で性質に影響することは、工程段階別の研究でも整理されています^[5]。

ベーキング用途では、アルカリ性エンドプロテアーゼが残存タンパク質を部分分解し、繊維間の余分な結合を緩めることで、柔らかさと均一性を高めます。ウェットブルーに対する酵素処理研究では、酵素処理が革物性と後なめしプロセスに影響することが示され、前処理だけでなく中間革の品質調整にも酵素が関係することが報告されています^[10]。

近年は、酵素をリポソームなどで包接して、脱毛とソフトレザー化の両方を狙う研究も報告されています。プロテアーゼ封入リポソームを用いた研究では、酵素を皮内部により制御して作用させることで、環境配慮型脱毛と柔軟性向上を同時に得るアプローチが示されています^[17]。

環境負荷低減と副産物利用

皮革産業の環境課題は、硫化物だけではありません。塩蔵由来の塩、COD、BOD、懸濁固形分、クロム含有廃棄物、タンパク質性固形物、臭気、微生物汚染などが複合的に関係します。アルカリ性エンドプロテアーゼは、このうち主にタンパク質性負荷と硫化物依存の緩和に関与します。持続可能な皮革製造に関するレビューでは、化学処理の一部をより環境負荷の低い手法に置き換える流れの中で、酵素処理が重要な技術として扱われています^[1]。

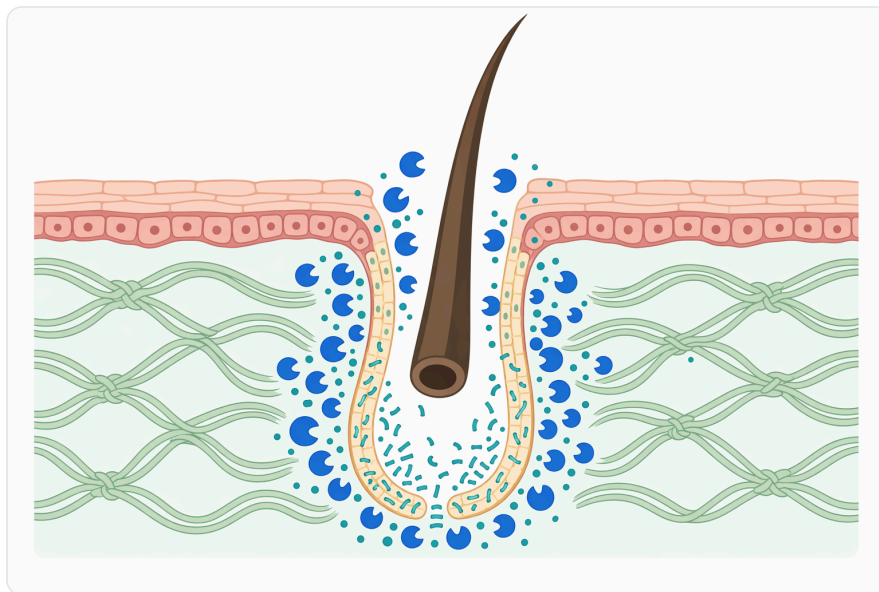


Figure 5. 효소 탈모는 모간 전체를 용해시키기보다 모낭과 표피를 고정하는 단백질을 약화시켜 털이 빠지도록 할 수 있다.

酵素脱毛で毛を溶かさずに回収できると、排水負荷の低減に加え、毛の資源利用が可能になります。牛毛リサイクル研究では、酵素脱毛で得られる毛を利用する方向が検討され、ヤギ皮の酵素脱毛研究でも、毛と脂肪の回収が工業的価値を持つ副産物として扱われています^{[3][14]}。

羊皮では、酵素脱毛から羊毛加水分解物や脂肪を回収する研究が報告されています。これは、脱毛工程を「廃棄物を発生させる工程」から「タンパク質・脂質副産物を分離する工程」へ転換する考え方です。ただし、回収物の用途は工程条件、汚染状態、後処理、規制要件に左右されるため、酵素使用だけで自動的に高価値化するわけではありません^[15]。

実装時に理解しておくべき制約

アルカリ性エンドプロテアーゼは、強力な工程補助剤ですが万能ではありません。原皮の鮮度が低く、腐敗や微生物損傷が進んでいる場合、酵素で脱毛性を改善できても、銀面損傷や強度低下を戻すことはできません。皮革製造では、保存、浸漬、脱毛、脱灰、ベーキング、なめしの各段階が連続して品質を決めるため、酵素処理は全体工程の一部として管理されます^[18]。

また、酵素処理の効果は、化学薬品の削減量だけで評価すると誤解が生じます。硫化物使用量を下げられても、脱毛が不完全で再処理が必要になれば、全体の水使用量やエネルギー、工程時間が増える可能性があります。持続可能な皮革製造では、単一薬品の削減ではなく、排水、臭気、固形副産物、製品歩留まり、革品質を含めた工程全体の評価が必要です^[1]。

さらに、プロテアーゼとケラチナーゼは関連しますが同一ではありません。ケラチンを強く分解する酵素は毛や羽毛の分解に有効ですが、皮革脱毛では毛を過度に溶かさず、毛根側を緩めるほうが望ましい場合があります。羽毛廃棄物のバイオリメディエーションとケラチナーゼ生産に関する研究は、難分解性ケラチン処理の可能性を示す一方、皮革の銀面品質を保つ脱毛設計とは目的が異なります^[12]。

Enzymes.bioからのオンライン供給

Enzymes.bioは、Alkaline Endo-Proteases for Leather Industryを、皮革工程でタンパク質分解を利用したい事業者向けにオンライン供給します。Enzymes.bioは製造業者でも研究所でもなく、酵素製品をオンラインで購入できる供給業者です。製品は1 kg単位で直接購入でき、注文処理と配送はオンライン購入後に進みます。



Figure 6. 털, 양모, 육편, 절단 부산물, 슬러지 분획과 같은 단백질이 풍부한 잔류물은 더 쉽게 취급하거나 추가 가공할 수 있도록 작은 펩타이드가 풍부한 물질로 가수분해될 수 있다.

CoAとSDSは注文時に併せて提供されます。CoAは注文品に付随する品質関連文書、SDSは取り扱い・保管・安全管理に用いる文書です。本文では、特定の活性単位、グレード、分析法、活性単位の定義には踏み込みません。これは、Enzymes.bioが製造元の試験開発機関としてではなく、オンライン供給業者として製品を提供する立場であるためです。

まとめ：皮革工程での実務的な価値

Alkaline Endo-Proteases for Leather Industryは、皮革前処理で毛包周辺、表皮、非コラーゲン性タンパク質を加水分解し、脱毛、浸漬補助、ベーキング、繊維調整を支える酵素です。作用の中心は、毛を単純に溶かすことではなく、毛を皮に固定しているタンパク質性構造を緩め、コラーゲン繊維をできるだけ保持しながら不要成分を除去することにあります^[4]。

研究文献では、Bacillus属、Aspergillus属、Idiomarina属など、さまざまな微生物由来アルカリ性プロテアーゼが、環境配慮型脱毛、羊皮・ヤギ皮・牛皮処理、ウェットブルー調整、副産物回収に応用されています。これらの報告は、酵素処理が皮革産業における現実的な工程技術であることを示す一方、酵素ごとの特性と工程条件への適合が結果を左右することも示しています^{[13][6]}。

Enzymes.bioの皮革向けアルカリ性エンドプロテアーゼは、硫化物依存の緩和、毛回収、排水負荷低減、銀面品質の安定化、柔軟性向上を狙う工程で検討しやすいバイオ触媒です。1 kg単位でオンライン購入でき、注文時にCoAとSDSが提供されるため、必要な数量を直接手配しやすい供給形態になっています。

Alkaline Endo-Proteases For Leather Industryをオンライン注文

1 kg単位で販売、在庫あり・即出荷可能です。オンラインストアで直接ご注文・決済いただければ、当社でご注文を処理します。すべてのご注文に試験成績書（CoA）と安全データシート（SDS）が付属します。

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

参考文献

初出引用順に番号を付けています。各出典はオープンアクセスで、公開時にアクセス可能であることを確認済みです。本文中の引用番号からこちらにリンクしています。

1. Hassan, M. M., Harris, J., Busfield, J., & Bilotti, E. (2023). [A review of the green chemistry approaches to leather tanning in imparting sustainable leather manufacturing.](#) *Green Chemistry*.
2. Matkawala, F., Nighojkar, S., Kumar, A., & Nighojkar, A. (2021). [Microbial alkaline serine proteases: Production, properties and applications.](#) *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 37.
3. Liu, T., Zhang, C., Zhang, X., Peng, B., & Gao, M. (2023). [Resource Utilization of Bovine Hair Recycling from Enzymatic Unhairing during Leather Manufacturing.](#) *The Journal of the American Leather Chemists Association*.
4. Sivasubramanian, S., Manohar, B. M., & Puvanakrishnan, R. (2008). [Mechanism of enzymatic dehairing of skins using a bacterial alkaline protease.](#) *Chemosphere*, 70 6, 1025-34 .
5. Jayakumar, G., Karthik, V., Kandhan, S. J., & Kanagaraj, J. (2022). [Effect of Enzymatic Treatment in Leather Manufacture at Different Processing Stage.](#) *The Journal of the American Leather Chemists Association*.
6. 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 .
7. 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 .
8. 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*.
9. Danylkovych, A., & Lishchuk, V. (2016). [An improvement of the technology of manufacturing supple leather through enzymatic plasticizing of a structured semi-finished product.](#) *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4, 18-22.

10. Biškauskaitė, R., & Valeika, V. (2023). Wet Blue Enzymatic Treatment and Its Effect on Leather Properties and Post-Tanning Processes. *Materials*, 16.
11. Sharma, K., Kumar, R., Panwar, S., & Kumar, A. (2017). Microbial alkaline proteases: Optimization of production parameters and their properties. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 15, 115 - 126.
12. 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.
13. 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.
14. Nyakundi, J. O., Ombui, J., Wanyonyi, W. C., & Mulaa, F. J. (2022). Recovery of Industrially Useful Hair and Fat from Enzymatic Unhairing of Goatskins during Leather Processing. *The Journal of the American Leather Chemists Association*.
15. 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*.
16. Saggu, S. K., & Mishra, P. (2017). Characterization of thermostable alkaline proteases from *Bacillus infantis* SKS1 isolated from garden soil. *PLoS ONE*, 12.
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. Abdulhusein, H., & Kadim, B. M. (2024). Antimicrobial Substances and Strategies to Avoid Bacterial and Fungal Effects in Leather Manufacturing. *Kafkas Üniversitesi fen bilimleri enstitüsü dergisi*.

Enzymes.bioへお問い合わせ

ご注文に関するご質問は、当社チームが喜んでサポートします。

メール wholesale@enzymes.bio 電話 (米国) **+1 (507) 428-6057**

[お問い合わせ →](#)

 **400+** B2B顧客  **60+** 大学研究パートナー  **54** 世界各国に供給

© 2026 Enzymes.bio · 産業用 · 食品加工用酵素の供給 · 人の摂取用または小売販売用ではありません。