

# Leather Processing Enzyme: Trypsin Leather Softener | 皮革バッティング・柔軟化向けトリプシン酵素

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

**Leather Processing Enzyme: Trypsin Leather Softener**は、皮革のバッティング工程で残留タンパク質を制御的に分解し、繊維束の可動性、柔軟性、後工程での均一性を高めるために使われるトリプシン系プロテアーゼです。Enzymes.bioは本品を皮革加工酵素として供給しており、製品は1 kg単位でオンライン直接購入でき、CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。

本品の技術的な価値は「革を単に柔らかくする」ことではなく、脱毛・石灰処理後に残る非構造タンパク質や繊維間成分を過剰分解なく調整し、なめし、染色、加脂、仕上げへ進む前の皮をより均一な反応基盤に整える点にあります<sup>[1]</sup>。

## 皮革バッティングにおけるトリプシン系柔軟化酵素の位置づけ

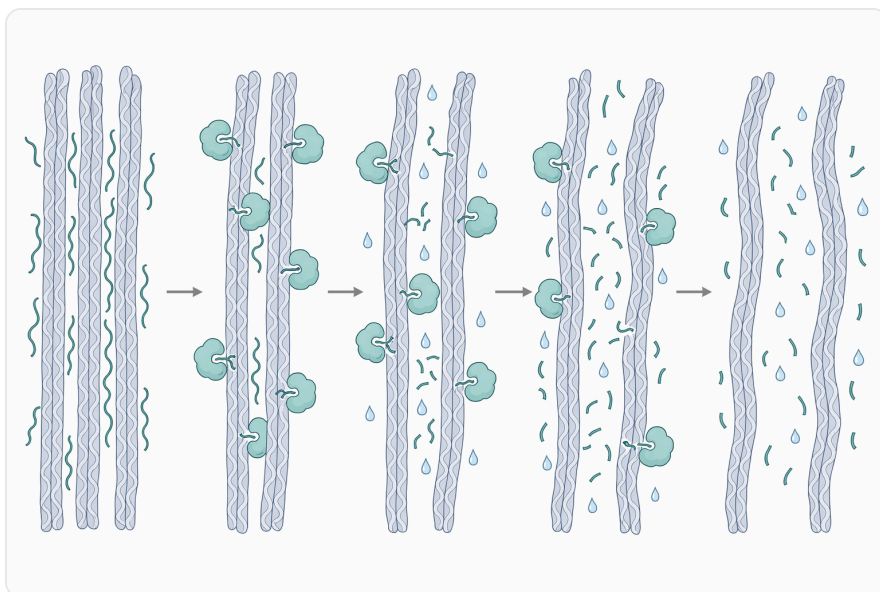
皮革加工では、原皮をそのままなめすのではなく、浸水、脱毛、石灰処理、脱灰、バッティング、なめし、染色、加脂、仕上げといった複数工程を通じて、コラーゲン繊維ネットワークを制御します。バッティングはこの中でも、脱毛・石灰処理後の皮を過度に張った状態から、よりしなやかで均質な状態へ移行させる工程です。トリプシン系プロテアーゼは、コラーゲン骨格そのものを無差別に破壊するためではなく、繊維間に残る非構造タンパク質、分解途中のタンパク質性残渣、銀面付近の不要成分を限定的に加水分解する目的で用いられます<sup>[2]</sup>。

Enzymes.bioのLeather Processing Enzyme: Trypsin Leather Softenerは、このバッティングおよび皮革柔軟化の文脈で使われる皮革加工酵素です。同社は製造業者や研究機関ではなく、B2B向け酵素供給業者として本品をオンラインで提供しています。皮革加工酵素カテゴリーでは、トリプシン系柔軟化酵素のほか、プロテアーゼ、リパーゼなど、工程目的の異なる酵素群が整理されており、使用対象は産業的な皮革処理プロセスです。

## トリプシンが作用する対象：コラーゲンを壊すのではなく、繊維間環境を整える

皮革の主要構造はコラーゲンです。コラーゲンは三重らせん構造を持ち、さらに線維、線維束、三次元ネットワークとして組織化されています。良質な革を得るには、この骨格を残しながら、原皮由来の不要成分を取り除き、繊維間に適度な開きと可動性を与える必要があります。トリプシンはタンパク質分解酵素であり、コラーゲンを含むタンパク質基質に加水分解作用を示すことが、コラーゲン加水分解に関する研究でも扱われています<sup>[3]</sup>。

ただし、皮革バッティングで求められるのは、コラーゲンをペプチドまで大きく分解する反応ではありません。ゼラチンやコラーゲンペプチド製造のように可溶化・低分子化を進める工程とは異なり、革づくりでは強度と形状を支えるコラーゲン繊維を残さなければなりません。したがって、Trypsin Leather Softenerの技術的理解では、「タンパク質を分解する酵素」という一般論よりも、「皮内部の非構造タンパク質や繊維束間のタンパク質性障害物を制御的に除去する酵素」と表現する方が実務に近い説明になります<sup>[1]</sup>。



**Figure 1.** トリプシンは、コラーゲン繊維の骨格を保ちながら、アクセス可能な非コラーゲン性タンパク質を選択的に加水分解して、革の原皮を柔らかくする。

## バッティングで起こる機序：限定的な加水分解、浸透、繊維束の解放

トリプシン系酵素がバッティングで有効に働くには、酵素分子が皮の表面だけでなく内部へ浸透し、基質となるタンパク質性成分へ到達する必要があります。皮は均一なゲルではなく、部位差、厚み差、石灰処理の履歴、脱灰状態によって、酵素の移動しやすさが変わります。コラーゲンと酵

素の静電的相互作用が皮中へのプロテアーゼ浸透に影響することを扱った研究は、バッティングを単なる「酵素添加」ではなく、荷電状態、コラーゲン表面、酵素移動の相互作用として捉える必要性を示しています<sup>[1]</sup>。

このとき重要になるのが、皮・革の等電点です。皮革加工では、pHの変化に伴ってコラーゲンの正味電荷が変わり、なめし剤、酵素、染料、助剤との相互作用も変化します。皮・革の等電点が皮革加工で重要な役割を持つことを示した研究は、酵素処理を含む工程管理において、pHを単なる反応速度の条件ではなく、コラーゲンと処理剤の結合・浸透・反発を左右する因子として理解すべきことを示しています<sup>[4]</sup>。

酵素が皮内部へ進むと、繊維束間のタンパク質性夾雑物が加水分解され、繊維間の摩擦や拘束が下がります。その結果、革は硬く締まりすぎた感触から、よりしなやかな手触りへ移行しやすくなります。これは「繊維を弱くする」こととは異なり、不要な架橋様・充填様成分を減らして、繊維束が後工程の薬剤や機械作用に均一に応答できる状態へ近づける処理です。トリプシン活性を大豆粉で可逆的に阻害し、バッティング中の反応を制御する研究が報告されていることから、皮革品質においては酵素作用の強さだけでなく、作用の止め方・抑え方を含む制御性が重要であると読み取れます<sup>[2]</sup>。

## プロテアーゼとしてのトリプシンと、他の皮革加工酵素との違い

---

皮革加工酵素は、すべてが同じ役割を持つわけではありません。トリプシン系酵素はプロテアーゼであり、主な対象はタンパク質性成分です。一方、リパーゼは脂肪・油分の分解、ケラチナーゼは毛やケラチン性構造への作用が中心になります。B2Bの工程設計では、酵素名ではなく「どの基質を、どの工程で、どの程度変えるか」を軸に整理することが重要です<sup>[5]</sup>。

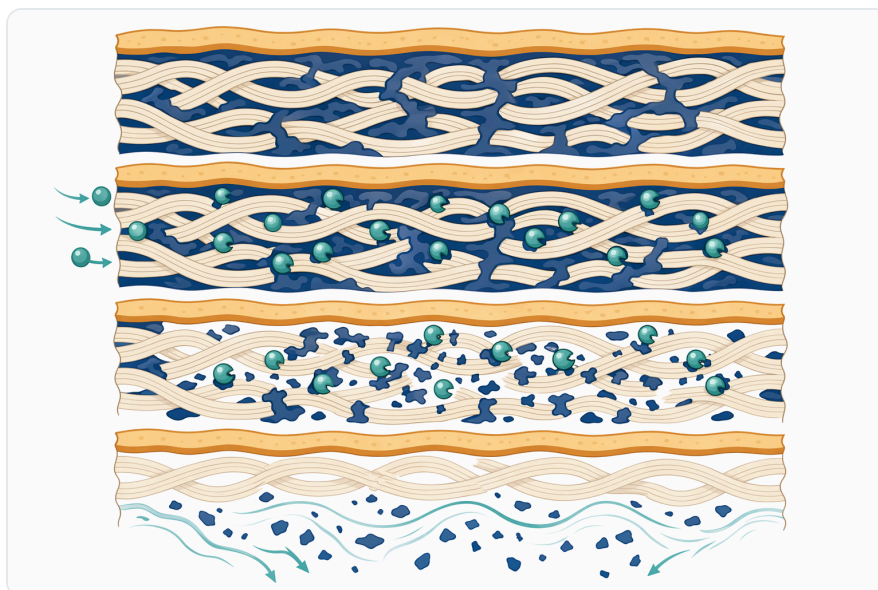


Figure 2. 制御されたペーチングにより、繊維間物質が緩み、コラーゲン束が分離してより自由に動けるようになる。

酵素タイプ	主な作用対象	皮革工程での代表的な位置づけ	Trypsin Leather Softenerとの関係
トリプシン系プロテアーゼ	非構造タンパク質、繊維間のタンパク質性残渣	バッティング、柔軟化、繊維構造の調整	本品の中心機能。皮を過剰に溶かすのではなく、タンパク質性障害物を限定的に分解する
アルカリ性プロテアーゼ	タンパク質性不純物、毛根周辺組織など	脱毛補助、石灰処理関連、バッティング関連	作用領域が重なる場合があるが、工程条件と基質選択性の設計が異なる
ケラチナーゼ	ケラチン、毛構造	酵素的脱毛、硫化物負荷低減を狙う工程	毛への作用が主目的であり、柔軟化中心の本品とは用途が異なる
リパーゼ	脂肪、油分、天然脂質	脱脂、脂肪分の多い原皮処理	タンパク質分解は担わないため、本品の代替ではなく補完的な位置づけ

ケラチナーゼや微生物プロテアーゼを使った脱毛・皮革処理の研究では、従来の強い化学処理を補完し、よりクリーンな皮革加工へ近づける方向性が示されています。たとえば、Bacillus subtilis由来ケラチナーゼの皮革脱毛用途や、Bacillus halodurans由来の粗プロテアーゼの皮革加工応用が報告されており、酵素を工程別に使い分ける発想が皮革分野で広がっていることが分かります<sup>[6][5]</sup>。

## 品質への寄与：柔軟性、銀面、後工程の均一性

バッティングでトリプシン系酵素を使う主な狙いは、柔軟性の向上です。脱毛・石灰処理後の皮は膨潤し、繊維間に残留成分があり、均一な状態ではありません。ここでタンパク質性夾雑物が適度に取り除かれると、繊維束の動きが改善し、革の曲げやすさ、しなやかさ、手触りが変化します。酵素バッティングの研究でトリプシン活性の可逆的制御が検討されていることは、柔軟化効果と過剰分解リスクの間に実務上のバランスがあることを示しています<sup>[2]</sup>。

銀面品質にも関係します。銀面付近は、革の外観、平滑性、締まり、染色の見え方に直結するため、過度な酵素作用は面の緩みや粗さにつながる可能性があります。一方で、残留タンパク質や不均一な繊維拘束が多いままでは、染色・仕上げの均一性が下がることがあります。つまり、トリプシン系柔軟化酵素の価値は、強い分解力を示すことではなく、銀面と内部繊維の両方に対して穏やかな調整を行い、後工程での反応ムラを減らす方向にあります<sup>[1]</sup>。

なめし工程との関係では、バッティング後の皮がどのような電荷状態・繊維開き・内部水分状態にあるかが、なめし剤の浸透や結合に影響します。近年のなめし化学レビューでも、皮革製造はコラーゲンと金属塩、植物タンニン、合成なめし剤などの相互作用によって成り立つ化学プロセスとして説明されており、前処理の均一性が後工程の品質基盤になります<sup>[7]</sup>。



**Figure 3.** トリプシンによるベーキングは、石灰漬けと脱灰の後、ピックアップ、なめし、なめし後工程の前に位置づけられる。

## pH、等電点、静電相互作用を考慮した工程理解

トリプシン系バッティングでは、pHを「酵素が働くかどうか」だけで見ると不十分です。皮中のコラーゲンは、pHが等電点より低いか高いかによって正味電荷が変わり、酵素との引力・反発、助剤の分布、水和状態が変化します。等電点が皮革加工に不可欠であることを示す研究は、皮の化学状態を工程間でつなげて考える必要性を強調しています<sup>[4]</sup>。

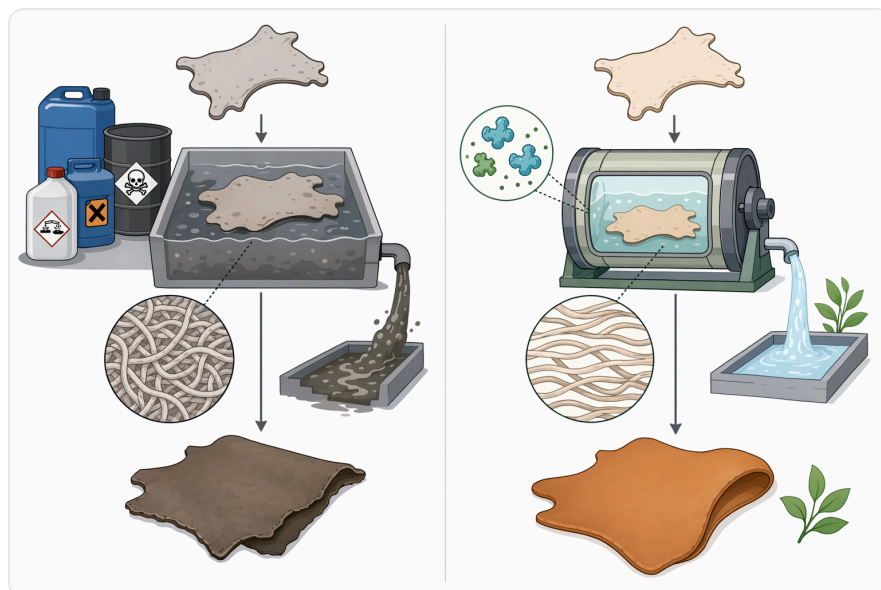
また、プロテアーゼの浸透は、酵素分子のサイズや表面電荷、皮中の空隙、繊維束の開き、機械作用によって左右されます。静電的相互作用が強すぎると表層に酵素が偏り、内部への浸透が妨げられる可能性があります。逆に、相互作用が弱すぎると基質への滞留が不十分になり、期待する加水分解が進みにくくなる可能性があります。コラーゲンと酵素の静電相互作用がバッティング中の浸透に影響するという研究テーマは、まさにこの実務上の問題を扱っています<sup>[1]</sup>。

したがって、Trypsin Leather Softenerを理解する際は、「酵素を加えれば柔らかくなる」という単純な説明を避けるべきです。実際の柔軟化は、脱灰後の皮のpH、内部水分、膨潤状態、ドラム内での機械作用、皮厚、部位差、酵素の移動と基質接触が重なって決まります。これは皮革加工の現場で経験的に知られてきたことですが、近年の研究はその一部をコラーゲン表面化学と酵素浸透の観点から説明しつつあります<sup>[4][1]</sup>。

## コラーゲン加水分解研究から見たトリプシンの反応性

トリプシンは、皮革以外の分野でもコラーゲンやタンパク質加水分解に使われます。たとえば、アジアシーバス幽門垂由来トリプシンを精製・特性評価し、酸可溶性コラーゲンの加水分解へ利用した研究があります。このような研究は、トリプシンがコラーゲン関連基質に作用し得ることを示す一方で、皮革バッティングではその反応性を限定的に使う必要があることも示唆します<sup>[8]</sup>。

コラーゲン加水分解物を得る研究では、トリプシン処理によって物理化学的性質、抗酸化性、機能特性が変化することが報告されています。これは食品・バイオマテリアル用途では望ましい低分子化を意味する場合がありますが、革では同じ反応を進めすぎると強度や銀面に影響します。したがって、皮革用途でのトリプシンは「コラーゲンを分解できる酵素」だから有用なのではなく、「分解可能性を工程中で制御して、不要成分の除去に限定する」から有用です<sup>[9]</sup>。



**Figure 4.** 革用プロテアーゼは、工程段階、作用対象となる基質、作用の強さ、注意点が異なり、トリプシンは制御されたペーシング用プロテアーゼとして位置づけられる。

パンクレアチンとトリプシンによるコラーゲン加水分解の比較研究も、酵素種によってコラーゲン基質への作用が異なることを示しています。皮革加工では、こうした酵素反応性の違いが、柔軟性、面の締まり、内部繊維の開き、後工程での薬剤浸透に反映されます。Trypsin Leather Softenerを選ぶ意味は、一般的な強アルカリ化学処理ではなく、タンパク質分解反応を使って皮の内部構造を穏やかに調整できる点にあります<sup>[3]</sup>。

## 持続可能性の観点：化学処理の単純代替ではなく、負荷を下げる補助技術

皮革産業では、石灰、硫化物、塩類、クロム、界面活性剤などによる排水負荷が長く課題になってきました。酵素は、これらの化学処理を一挙に不要にするものではありませんが、特定の分解反応を温和な条件で進められるため、工程全体の化学負荷を下げる補助技術として位置づけられます。深共晶溶媒とプロテアーゼを組み合わせた環境配慮型脱毛研究など、皮革加工でよりクリーンな方法を探る動きは続いています<sup>[10]</sup>。

また、皮革廃棄物からコラーゲンを回収し、低品質革の改良やバイオメディカルゲルへ展開する研究も報告されています。これらはTrypsin Leather Softenerの直接用途ではありませんが、皮革産業でコラーゲンを価値ある構造材料として扱い、廃棄物や副産物を再利用する流れを示しています<sup>[11]</sup><sup>[12]</sup>。

クロムなめし革廃棄物からのクロム除去条件を最適化し、コラーゲンの価値化を目指す研究もあります。こうした研究は、皮革加工の持続可能性が単に「天然素材だからよい」という話ではなく、なめし、廃棄物、排水、回収コラーゲンまで含むプロセス全体の設計課題であることを示していま

す<sup>[13]</sup>。

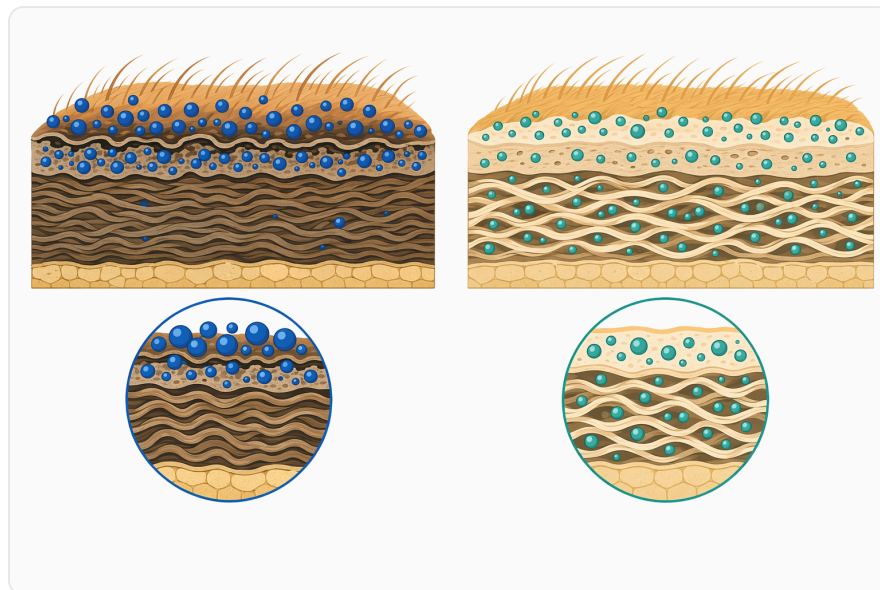


Figure 5. 酵素が均一に浸透することで、表面の過処理を避けながら、原皮断面全体の繊維の開きを改善できる。

## Enzymes.bioからの供給形態とB2Bでの位置づけ

Enzymes.bioは、Leather Processing Enzyme: Trypsin Leather Softenerを皮革加工用途の酵素として供給しています。同社は製造業者や試験研究機関としてではなく、オンラインで酵素製品を提供する供給業者として位置づけられます。本品は1 kg単位でオンライン直接購入でき、注文に関連してCoAおよびSDSが提供されます。

皮革加工酵素カテゴリーでは、バッティング、柔軟化、脱毛補助、脱脂、ウェットブルー再調整など、目的別に複数の酵素が整理されています。Trypsin Leather Softenerは其中で、タンパク質分解を利用したバッティング・柔軟化向け酵素として理解するのが適切です。

ここで重要なのは、本品を万能な皮革改質剤として扱わないことです。脂肪分の多い原皮では脂質処理が別課題となり、毛構造の分解を狙う場合はケラチン分解酵素が別の役割を持ちます。トリプシン系酵素の守備範囲は、あくまでタンパク質性成分の制御的加水分解です。この範囲を明確にすることで、工程内での期待効果を現実的に評価できます<sup>[5]</sup>。

## 実務上の効果をどう捉えるべきか

Leather Processing Enzyme: Trypsin Leather Softenerに期待される効果は、柔軟性、均一性、銀面の安定、後工程での浸透性改善です。ただし、これらは単独の酵素作用だけで決まるものではありません。原皮の保存状態、浸水の戻り、脱毛・石灰処理の程度、脱灰状態、皮厚、ドラム内での

機械作用、pHと温度履歴が重なって最終品質が決まります。酵素は其中で、タンパク質性障害物の除去と繊維束の開放を担う工程補助剤です<sup>[1]</sup>。



**Figure 6.** トリプシンによるベーチングは、柔らかさ、より清潔な銀面の手触り、処理液のより均一な移動、そしてなめし、染色、再なめし、加脂への準備性向上に寄与する。

過剰な期待を避けることも、B2B技術文書として重要です。公開文献から強く言えるのは、皮革バッティングでプロテアーゼの作用と制御が品質に関係すること、コラーゲンと酵素の相互作用や等電点が工程挙動に関わること、トリプシンがコラーゲン関連基質を加水分解し得ることです。一方、特定の商用製品について、すべての皮種・工程で同一の結果を保証する公開査読データがあるとは言えません。したがって、説明は機序と工程適合性に基づいて行うのが妥当です<sup>[2]</sup>。

## まとめ：トリプシン皮革柔軟化酵素の技術的価値

Leather Processing Enzyme: Trypsin Leather Softenerは、皮革バッティングで残留タンパク質や繊維間成分を制御的に加水分解し、革の柔軟性、均一性、銀面品質、後工程の反応基盤を整えるためのトリプシン系プロテアーゼです。機序の中心は、コラーゲン骨格の破壊ではなく、皮内部での酵素浸透、静電相互作用、非構造タンパク質の限定分解、繊維束の可動性改善にあります<sup>[1]</sup>。

Enzymes.bioは本品を供給業者として1 kg単位でオンライン直接販売しており、注文時にCoAおよびSDSが併せて提供されます。皮革工程での導入価値は、強い化学処理の単純な置換ではなく、既存工程の中でタンパク質分解をより選択的・穏やかに使い、柔軟化と工程安定性を支援する点にあります。

## Leather Processing Enzyme: Trypsin Leather Softener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。

[Leather Processing Enzyme: Trypsin Leather Softener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. 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*.
2. Wang, H., Lei, C., Zeng, Y., Song, Y., Zhang, Q., & Shi, B. (2021). Reversible inhibition of trypsin activity with soybean flour in hide bating process for leather quality improvement. *Industrial Crops and Products*, 161, 113222.
3. Semenycheva, L., Egorihina, M. N., Chasova, V., Valetova, N., Mitin, A. V., & Kuznetsov a, Y. (2020). Efficacy of Pancreatin and Trypsin Proteases in Enzymatic Hydrolysis of Collagen. *Bulletin of the South Ural State University series Chemistry*.
4. Ya-Wang, & Hu, L. (2022). Essential role of isoelectric point of skin/leather in leather processing. *Journal of Leather Science and Engineering*, 4, 1-3.
5. Biškauskaitė, R., Lee, W., & Valeika, V. (2024). Crude proteolytic enzyme from Bacillus halodurans BCRC 910501 and its application in leather processing. *Heliyon*, 10.
6. Alamnie, G., Gessesse, A., Bitew, M., Dawud, N., Andualem, B., & Girma, A. (2023). Production and biochemical characterization of keratinase enzyme from Bacillus subtilis ES5 and its potential application in leather dehairing process: a clean leather tanning process. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 37.
7. 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*.
8. Patil, U., Baloch, K. A., Nile, S., Kim, J. T., & Benjakul, S. (2023). Trypsin from Pyloric Caeca of Asian Seabass: Purification, Characterization, and Its Use in the Hydrolysis of Acid-Soluble Collagen. *Foods*, 12.
9. Chang-Chi, Hu, F., Zhong-Li, Wang, B., & Luo, H. (2016). Influence of Different Hydrolysis Processes by Trypsin on the Physicochemical, Antioxidant, and Functional Properties of Collagen Hydrolysates from

Sphyrna lewini, Dasyatis akjei, and Raja porosa. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 25, 616 - 632.

10. Xiao, Y., Dai, R., Zhou, J., Yang, Q., & Chen, H. (2025). Synergistic effect of choline chloride/ethylene glycol deep eutectic solvent with protease for eco-friendly leather dehairing. *International Journal of Biological Macromolecules*, 149507 .
11. Gargano, M., Flório, C., Sannia, G., & Lettera, V. (2023). From leather wastes to leather: enhancement of low quality leather using collagen recovered from leather tanned wastes. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 25, 3065 - 3074.
12. Maistrenko, L., Iungin, O., Pikus, P., Pokholenko, I., Gorbatiuk, O., Moshynets, O., Okhmat, O., ... et al. (2022). Collagen Obtained from Leather Production Waste Provides Suitable Gels for Biomedical Applications. *Polymers*, 14.
13. (Manea), A. N. C., Ştefan, D., Kim, L., Cristea, I., & Aziam, R. (2025). Optimization of Chromium Removal Conditions from Tanned Leather Waste for Collagen Valorization.


## 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](mailto: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。