

# Food Grade Protease pour dépilage enzymatique des peaux : applications cuir, tannerie plus propre et réduction du sulfure

Équipe de recherche Enzymes.bio · Wellington, Nouvelle-Zélande · June 19, 2026

**Food Grade Protease For Enzymatic Dehairing** est une protéase destinée à faciliter le dépilage enzymatique des peaux animales en hydrolysant de façon contrôlée certaines protéines impliquées dans l'ancrage du poil et dans les composants non collagéniques de la peau. Dans les procédés de tannerie, les protéases alcalines sont étudiées comme alternatives ou compléments aux systèmes chaux-sulfure, avec un intérêt particulier pour la réduction de la charge polluante et la récupération de poils moins dégradés <sup>[1][2][3]</sup>.

Enzymes.bio fournit cette enzyme en ligne en unité de **1 kg** ; l'entreprise agit comme fournisseur, non comme fabricant ni laboratoire. Le **CoA** et la **SDS** sont fournis avec la commande.

## Comprendre le dépilage enzymatique par protéase

Le dépilage est une étape du travail de rivière visant à retirer le poil, l'épiderme et une partie des matières non collagéniques avant les étapes ultérieures de fabrication du cuir. Dans les procédés conventionnels, cette opération est souvent réalisée avec des agents alcalins et sulfurés ; ces systèmes sont efficaces, mais ils contribuent à la charge polluante des effluents, notamment par les sulfures, les matières organiques dissoutes et les résidus de poils dégradés <sup>[1][4]</sup>.

Une protéase est une enzyme qui hydrolyse les liaisons peptidiques des protéines. Dans le dépilage enzymatique, son rôle n'est pas de « digérer » toute la peau, mais d'affaiblir sélectivement des structures protéiques liées à l'épiderme, au follicule pileux, à la gaine racinaire du poil et à certains composants de la matrice extracellulaire. Cette action facilite l'élimination mécanique et aqueuse des poils tout en cherchant à préserver le collagène, qui constitue la structure utile du cuir <sup>[5][6]</sup>.

Les protéases alcalines sont particulièrement pertinentes pour la tannerie, car plusieurs opérations de préparation des peaux se déroulent en milieu alcalin. Des études ont évalué des protéases issues de microorganismes tels que *Aspergillus oryzae*, *Thermoactinomyces* sp., *Cladosporium brefeldianus*,

*Bacillus megaterium*, *Idiomarina* sp. ou *Aspergillus terreus* comme agents de dépilage plus respectueux de l'environnement, avec des performances dépendantes de la source enzymatique et du procédé appliqué [7][2][3][8][9][10].

Le qualificatif **Food Grade** décrit ici le positionnement commercial de la protéase dans l'offre d'Enzymes.bio. Il ne signifie pas que les peaux traitées deviennent des produits alimentaires, ni que l'application relève de l'alimentation ; il indique que l'enzyme appartient à une catégorie de protéases également utilisées dans des contextes où la transformation contrôlée des protéines est recherchée. Les enzymes alimentaires sont largement décrites pour leur capacité à modifier des substrats protéiques avec précision, mais l'usage traité ici reste un usage industriel dans le cuir [11].



Figure 1. 식품 등급은 효소 제제와 문서화 근거를 설명하는 기준이며, 효소 제제는 여전히 산업적 가죽 제조의 빔하우스 공정에 속한다.

## Pourquoi remplacer ou réduire le dépilage au sulfure ?

Le procédé chaux-sulfure est historiquement dominant parce qu'il permet une élimination rapide et complète des poils. Son inconvénient est que le sulfure ne se contente pas de détacher le poil : il peut aussi le dégrader fortement, augmenter la charge organique des bains et générer des effluents plus difficiles à gérer. Les revues sur la durabilité en tannerie identifient donc les opérations de rivière comme des points majeurs d'amélioration environnementale [1][4].

Les protéases sont étudiées comme outils de dépilage plus ciblés. Elles peuvent attaquer certaines protéines associées à l'ancrage du poil, ce qui réduit la nécessité d'une destruction chimique complète de la fibre pileuse. Cette approche est cohérente avec les travaux portant sur la récupération de poils

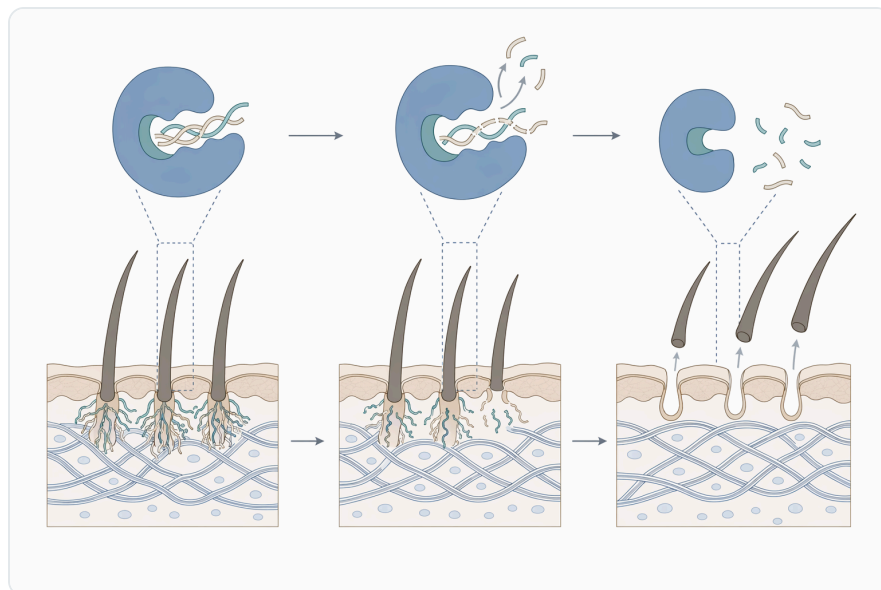
et de graisses lors du dépilage enzymatique de peaux de chèvre, où l'intérêt industriel ne se limite pas à la dépilation : il inclut aussi la valorisation potentielle de coproduits moins dégradés <sup>[12]</sup>.

Il faut toutefois éviter une lecture simpliste : le dépilage enzymatique n'est pas automatiquement « sans chimie » ni universellement supérieur. Il s'agit d'une stratégie de procédé qui peut réduire ou remplacer certains intrants agressifs dans des conditions bien maîtrisées. Les publications sur les protéases alcalines pour tannerie soulignent à la fois leur potentiel et la nécessité de contrôler l'action enzymatique pour éviter une attaque indésirable du collagène <sup>[3][6]</sup>.

## Mécanisme d'action : ce que la protéase cible dans la peau

La peau est une structure composite. Le collagène forme le réseau fibreux principal du derme, tandis que d'autres protéines, protéoglycanes, glycoprotéines, composants épidermiques et structures folliculaires contribuent à la cohésion de l'ensemble. Pour obtenir un cuir de qualité, il faut éliminer les éléments indésirables sans affaiblir excessivement la charpente collagénique <sup>[13][6]</sup>.

Dans le dépilage enzymatique, la protéase hydrolyse des protéines accessibles autour du poil et de l'épiderme. Cette hydrolyse fragilise l'attache du poil, facilite le relâchement de la gaine folliculaire et contribue à l'élimination de matières non collagéniques. Les protéases kératinolytiques sont aussi étudiées pour leur capacité à agir sur des protéines riches en kératine, ce qui explique leur intérêt particulier dans le traitement des poils et déchets kératiniques <sup>[14][6]</sup>.



**Figure 2.** 효소 제모는 콜라겐 네트워크 보존을 목표로 하면서, 모발을 고정하는 모낭 관련 단백질 구조와 비콜라겐성 단백질을 표적으로 한다.

Un point mécanistique important concerne l'ouverture des faisceaux de fibres. Les travaux sur les protéases alcalines dans le cuir montrent que l'action enzymatique ne se limite pas au poil lui-même : elle peut aussi modifier des composants qui maintiennent l'organisation compacte du derme. Cette ouverture contrôlée améliore l'accessibilité de la peau aux étapes suivantes, mais elle doit rester limitée pour préserver la résistance du cuir [9][4].

La sélectivité enzymatique est donc centrale. Une enzyme trop peu active sur les structures d'ancrage donnera un dépilage incomplet ; une action trop large ou mal maîtrisée peut altérer le collagène. Les revues sur les protéases en tannerie insistent sur cet équilibre entre efficacité de dépilage, ouverture des fibres et conservation des propriétés mécaniques du cuir final [5][6].

## Comparaison technique : chaux-sulfure et dépilage enzymatique

Critère	Dépilage chaux-sulfure conventionnel	Dépilage enzymatique par protéase
Principe principal	Action chimique alcaline et sulfurée provoquant le détachement et souvent la dégradation du poil	Hydrolyse enzymatique contrôlée de protéines impliquées dans l'ancrage du poil et les matières non collagéniques
Impact sur les poils	Poils fréquemment fragmentés ou dissous, ce qui augmente la charge organique des bains	Possibilité de récupérer des poils moins dégradés selon le procédé, avec intérêt pour la valorisation des coproduits [12]
Charge environnementale	Associée aux sulfures, à une forte charge organique et à des effluents plus contraignants	Potential de réduction des sulfures et d'allègement de certaines charges polluantes, selon la formulation du procédé [1][4]
Contrôle de la qualité	Procédé robuste mais pouvant être agressif pour la peau	Procédé plus dépendant du pH, du temps, de la pénétration enzymatique et de la sensibilité du substrat [6]
Risque principal	Pollution, odeurs, dégradation des poils, conditions chimiques agressives	Dépilage incomplet ou attaque excessive du collagène si l'action enzymatique est mal contrôlée [5][6]
Positionnement industriel	Solution historique et largement utilisée	Alternative ou complément dans des stratégies de tannerie plus propre [2][3][10]

Cette comparaison ne signifie pas que tous les ateliers peuvent substituer immédiatement un procédé à l'autre sans adaptation. Le dépilage enzymatique dépend de la nature des peaux, du degré de conservation, de l'épaisseur, de la préparation préalable et de la séquence complète de rivière. Les

essais publiés sur différentes protéases montrent que les résultats sont spécifiques à l'enzyme, au substrat et aux conditions de procédé [7][2][10].

## Types de protéases étudiées pour le dépilage

Les protéases alcalines microbiennes sont les plus documentées dans cette application. *Aspergillus oryzae* a été étudié pour le dépilage de peaux dans un contexte de transformation du cuir en Tanzanie, montrant l'intérêt de sources fongiques locales pour des procédés plus efficaces et potentiellement plus propres [7].

Des protéases bactériennes ont également été étudiées. Une protéase de *Thermoactinomyces* sp. RM4 a été présentée comme alternative potentielle aux produits chimiques conventionnels du dépilage, tandis que des travaux sur *Bacillus megaterium* TK1 ont mis en avant une protéase alcaline thermostable pour les industries de la détergence et du cuir [3][8].



Figure 3. 석회-황화물 제모는 주로 케라틴을 공격해 모발을 펄프화할 수 있는 반면, 효소 보조 제모는 모발 고정 환경을 약화시키는 데 초점을 둔다.

D'autres recherches portent sur des enzymes issues de microorganismes moins classiques. Une protéase alcaline d'*Idiomarina* sp. C9-1 a été décrite pour son potentiel dans le dépilage enzymatique écoresponsable, et une protéase d'*Aspergillus terreus* a été caractérisée pour une application de dépilage plus respectueuse de l'environnement [9][10].

Les protéases kératinolytiques occupent une place particulière, car les poils et déchets de tannerie contiennent des protéines kératiniques difficiles à dégrader. Les travaux sur les champignons kératinolytiques et les revues sur les protéases kératinolytiques décrivent ces enzymes comme des

biocatalyseurs verts utiles pour la tannerie et la biodégradation de déchets riches en kératine [14][6].

## Conditions de procédé : paramètres à maîtriser sans surtraiter

Le dépilage enzymatique exige une peau suffisamment hydratée pour permettre le contact entre l'enzyme et ses substrats. Si la peau est mal réhydratée ou si les structures à atteindre restent peu accessibles, l'enzyme peut agir surtout en surface, ce qui favorise un dépilage irrégulier. Les publications sur les applications enzymatiques dans le cuir soulignent que la préparation du substrat est déterminante pour obtenir une action reproductible [4].

Le pH doit être compatible avec le type de protéase utilisée. Les protéases dites alcalines sont recherchées parce qu'elles conservent leur activité dans les conditions alcalines fréquentes en tannerie. C'est l'une des raisons pour lesquelles tant d'études sur le dépilage se concentrent sur des enzymes alcalines produites par des bactéries ou des champignons [3][15][9].

La température influence simultanément l'activité enzymatique et la stabilité de la peau. Une température trop basse ralentit l'hydrolyse ; une température trop élevée peut diminuer la stabilité de l'enzyme ou accroître des effets non souhaités. Les publications de caractérisation enzymatique pour le cuir évaluent donc la stabilité et le comportement des protéases afin de déterminer leur pertinence industrielle, sans que ces données soient transférables automatiquement d'une enzyme à l'autre [8][10] [16].



**Figure 4.** 발표된 제모 연구에는 염소가죽, 양가죽, 소가죽이 포함되어 있으며, 이는 프로테아제 시스템이 다양한 가죽 기질에서 연구되어 왔음을 보여준다.

Le temps de contact est un autre facteur critique. Une exposition insuffisante peut laisser des poils attachés, alors qu'une exposition excessive peut favoriser une hydrolyse trop poussée des protéines utiles. Dans le cuir, le bon niveau d'action enzymatique est celui qui permet le détachement du poil et l'ouverture maîtrisée des fibres sans perte de substance collagénique <sup>[5][6]</sup>.

Enfin, l'agitation, le rapport bain-peau et l'élimination des résidus influencent le résultat pratique. Après action enzymatique, les poils détachés, fragments protéiques et matières solubilisées doivent être évacués pour éviter qu'ils ne perturbent les étapes suivantes. La littérature sur les procédés plus propres en tannerie considère ces opérations comme intégrées à un système complet de gestion des eaux, des déchets et des coproduits <sup>[1][12]</sup>.

## Effets attendus sur la qualité du cuir

---

Un dépilage enzymatique bien conduit peut favoriser une fleur plus propre en aidant à retirer les matières épidermiques et folliculaires sans recourir à une destruction chimique massive du poil. Les études sur des protéases de différentes origines rapportent leur utilisation comme agents de dépilage, mais elles rappellent que la qualité dépend de la compatibilité entre l'enzyme, la peau et la conduite du procédé <sup>[7][2][10]</sup>.

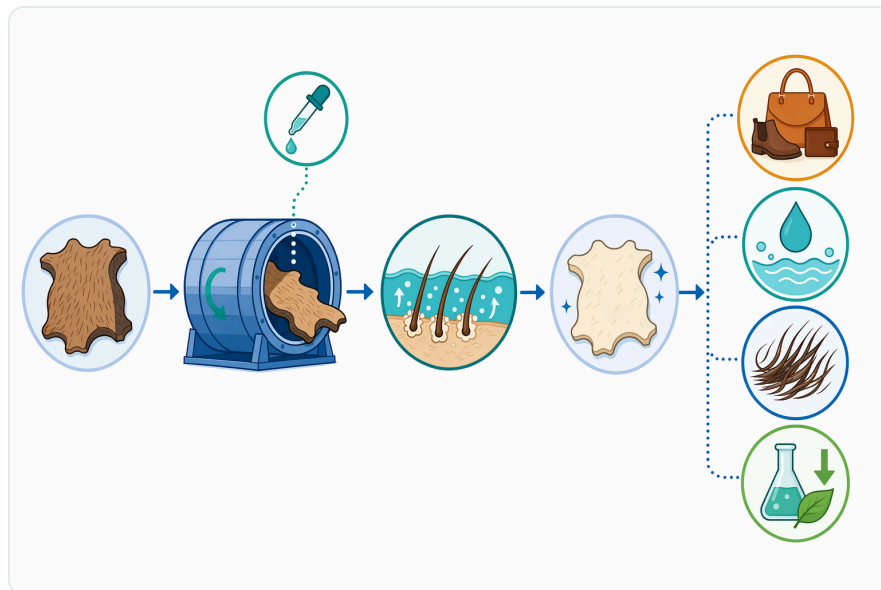
L'ouverture des fibres est un effet recherché, car elle facilite certaines étapes ultérieures de transformation. Toutefois, cette ouverture ne doit pas être confondue avec une dégradation généralisée. Les travaux comparant des procédés chimiques et des procédés sans sulfure montrent l'intérêt de suivre les changements de structure du collagène, car la qualité finale du cuir repose sur la conservation de cette architecture <sup>[13]</sup>.

Le risque principal est la perte de contrôle : si l'enzyme pénètre trop profondément, agit trop longtemps ou présente une spécificité insuffisamment sélective, elle peut affecter des protéines qui devraient être préservées. C'est pourquoi les publications sur les protéases pour tannerie insistent sur la caractérisation de l'enzyme et sur l'équilibre entre dépilage, ouverture des fibres et maintien des propriétés du cuir <sup>[5][6]</sup>.

## Avantages environnementaux et limites réelles

---

Le premier avantage attendu est la réduction de la dépendance aux sulfures. Dans une tannerie, cette réduction peut contribuer à limiter les nuisances liées aux effluents sulfurés et à améliorer la gestion environnementale globale. Les revues sur les stratégies de gestion des déchets du cuir et sur les enzymes écologiques en tannerie placent les biocatalyseurs parmi les leviers de procédés plus durables <sup>[1][4]</sup>.



**Figure 5.** 효소 제모 중에는 접근 가능한 단백질이 가수분해되고, 고정력이 감소하며, 기계적 작용으로 모발이 제거되고, 피혁 원피가 더 깨끗해진다.

Le deuxième avantage concerne la récupération des coproduits. Lorsque le poil est moins détruit, il peut être séparé plus proprement du bain et envisagé comme ressource plutôt que comme fraction organique dissoute. Les travaux sur le dépilage enzymatique de peaux de chèvre mettent précisément en avant la récupération de poils et de graisses industriellement utiles, ce qui illustre l'intérêt d'une approche de valorisation [12].

Le troisième avantage est la spécificité. Une protéase n'agit pas comme un oxydant ou un agent sulfuré général ; elle catalyse l'hydrolyse de protéines. Cette spécificité est un atout lorsque la cible est bien choisie, mais elle devient une contrainte si l'enzyme n'atteint pas les bons sites ou si la peau présente une variabilité importante. Les revues sur les protéases rappellent que ces biocatalyseurs sont puissants, mais dépendants du contexte physico-chimique [5][6].

La limite majeure est donc la variabilité industrielle. Les peaux diffèrent par espèce, âge, conservation, épaisseur, degré de salissure, densité pileuse et historique de traitement. Une protéase peut être très pertinente dans un protocole donné et moins performante dans un autre. Les études issues de contextes géographiques et biologiques variés montrent que l'adaptation locale du procédé reste essentielle [7][17][18].

## Place dans une stratégie de tannerie plus propre

Le dépilage enzymatique s'inscrit dans une logique plus large de réduction des impacts environnementaux du cuir. Les efforts de durabilité ne concernent pas uniquement le dépilage : ils incluent la conservation des peaux, la réduction de la salinité, la récupération des solides, le traitement

des effluents, la valorisation des déchets protéiques et l'optimisation des étapes de tannage <sup>[1][19][4]</sup>.

Les enzymes peuvent intervenir à plusieurs moments du travail de rivière, notamment pour la trempe, le dépilage, l'ouverture des fibres et le confitage. Les protéases sont les plus directement associées aux substrats protéiques, tandis que d'autres enzymes, comme certaines amylases, peuvent être envisagées pour des objectifs complémentaires d'ouverture de structure ou de réduction de charge polluante dans des procédés spécifiques <sup>[20][4]</sup>.



Figure 6. 효소 보조 모발 보존형 제모는 황화물 집약적 공정에 비해 모발 펄프 화를 줄이고 오염이 적은 빔하우스 운영을 지원할 수 있다.

Dans les chaînes de valeur des peaux et cuirs, les choix technologiques influencent aussi la qualité commerciale des matières. Les études sur les acteurs de la chaîne peaux-cuirs en Afrique de l'Ouest et de l'Est soulignent l'importance des pratiques de collecte, conservation, transformation et commercialisation. Une enzyme ne compense pas une mauvaise qualité initiale de peau, mais elle peut contribuer à un procédé mieux contrôlé lorsque la matière première est correctement gérée <sup>[17][21][18]</sup>.

## Application pratique du produit Enzymes.bio

**Food Grade Protease For Enzymatic Dehairing** est destiné aux utilisateurs qui recherchent une protéase pour intégrer ou évaluer un dépilage enzymatique dans une opération de traitement des peaux. Son rôle fonctionnel est d'apporter une activité protéolytique contrôlée dans un procédé où l'objectif est de faciliter le détachement du poil et l'élimination de matières non collagéniques <sup>[5][6]</sup>.

Enzymes.bio fournit ce produit directement en ligne en unité de **1 kg**. Le positionnement est celui d'un fournisseur de produit enzymatique : Enzymes.bio ne doit pas être considéré comme fabricant, laboratoire d'essais ou organisme de validation de procédé. Le **certificat d'analyse** et la **fiche de données de sécurité** accompagnent la commande, afin de fournir les informations documentaires associées au lot expédié .

L'utilisation doit être envisagée dans le cadre d'un procédé existant ou maîtrisé de tannerie. Les paramètres comme l'état de la peau, l'alcalinité, la température, la durée de contact, l'action mécanique et le rinçage influencent directement le résultat. Les publications scientifiques démontrent le potentiel des protéases, mais elles ne remplacent pas l'ajustement opérationnel nécessaire à chaque type de peau et à chaque ligne de production <sup>[7][2][10]</sup>.

## Sécurité, manipulation et documentation

Comme toute enzyme en poudre ou préparation enzymatique, une protéase doit être manipulée avec attention afin d'éviter l'inhalation de poussières et le contact non maîtrisé avec la peau ou les yeux. Les enzymes sont des protéines biologiquement actives ; leur efficacité industrielle repose précisément sur leur capacité à hydrolyser des substrats, ce qui justifie une manipulation conforme à la SDS fournie avec la commande <sup>[5]</sup>.

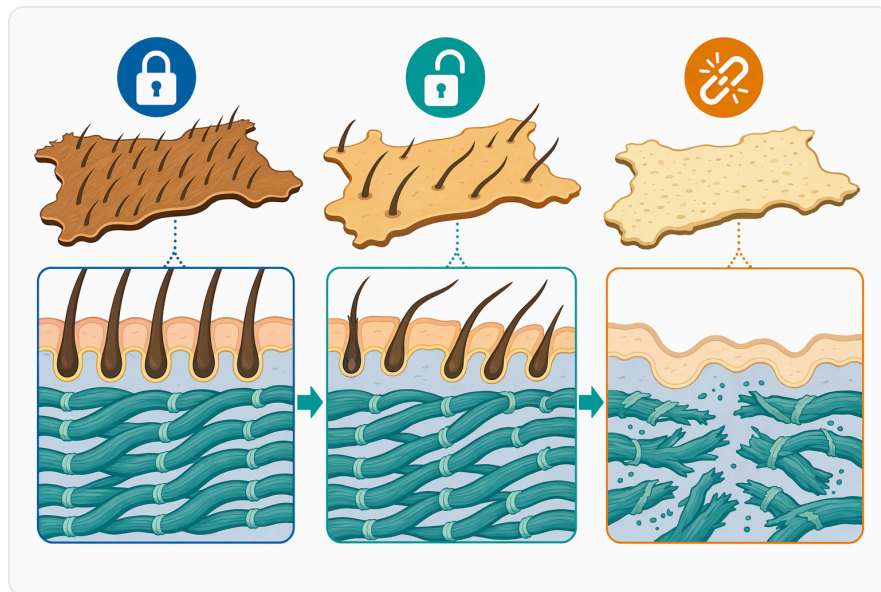


Figure 7. 기술적 목표는 과도한 콜라겐 분해 없이 모발을 제거하고 기질을 정화하는 제어된 단백질 분해이다.

Le CoA donne les informations documentaires associées au lot, tandis que la SDS précise les éléments de sécurité, de stockage et de manipulation applicables au produit livré. Ces documents doivent être utilisés comme références pratiques pour le produit reçu, en complément des procédures internes de

l'utilisateur et des exigences réglementaires locales .

## Points techniques à retenir

---

Le dépilage enzymatique repose sur une action protéolytique ciblée : la protéase affaiblit des protéines impliquées dans l'ancrage du poil et l'organisation de matières non collagéniques, ce qui facilite l'élimination du poil. Cette action peut contribuer à réduire la dépendance au sulfure et à améliorer la gestion des coproduits, mais elle ne supprime pas la nécessité d'un contrôle précis du procédé <sup>[1][12][6]</sup>.

Les preuves scientifiques disponibles soutiennent l'intérêt des protéases alcalines et kératinolytiques dans la tannerie. Des enzymes issues de champignons et de bactéries ont été étudiées pour le dépilage de peaux, avec des résultats qui confirment le potentiel de cette approche tout en montrant que la performance dépend fortement de l'enzyme, du substrat et des conditions d'application <sup>[7][2][3][9][10]</sup>.

Pour un utilisateur industriel, la bonne lecture est donc pragmatique : une Food Grade Protease pour dépilage enzymatique est un biocatalyseur utile pour concevoir un procédé plus contrôlé et potentiellement plus propre, mais elle doit être intégrée à une séquence complète de préparation des peaux. Enzymes.bio fournit le produit en unité de 1 kg avec CoA et SDS ; l'efficacité finale dépendra de la maîtrise du procédé de tannerie dans lequel l'enzyme est appliquée <sup>[4]</sup>.

### Commander Food Grade Protease For Enzymatic Dehairing en ligne

Vendu par unité de 1 kg, en stock et prêt à expédier. Commandez directement sur notre boutique — payez en ligne et nous traitons votre commande. Un certificat d'analyse et une fiche de données de sécurité sont inclus avec chaque commande.

[Acheter Food Grade Protease For Enzymatic Dehairing →](#)

## Références

---

Numérotées par ordre de première citation. Sources en libre accès, chacune vérifiée comme accessible au moment de la publication ; les numéros de citation dans le texte renvoient ici.

1. Kanagaraj, J., Senthilvelan, T., Panda, R. C., & Kavitha, S. (2015). Eco-friendly waste management strategies for greener environment towards sustainable development in leather industry: a comprehensive review. *Journal of Cleaner Production*, 89, 1-17.
2. Khandelwal, H., More, S., Kalal, K. M., & Laxman, R. (2015). Eco-friendly enzymatic dehairing of skins and hides by *C. breffeldianus* protease. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 17, 393-405.

3. Verma, A., Pal, H. S., Singh, R., & Agarwal, S. (2011). Potential of alkaline protease isolated from Thermoactinomyces sp. RM4 as an alternative to conventional chemicals in leather industry dehairing process. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 4, 173-178.
4. Simion, D., Gaidău, C., Păun, G., & Berechet, D. (2023). Applications of Enzymes as Ecologic Alternatives in the Leather Industry. *Leather and Footwear Journal*.
5. Naveed, M., Nadeem, F., Mehmood, T., Bilal, M., Anwar, Z., & Amjad, F. (2020). Protease—A Versatile and Ecofriendly Biocatalyst with Multi-Industrial Applications: An Updated Review. *Catalysis Letters*, 1-17.
6. Fang, Z., Yong, Y., Zhang, J., Du, G., & Chen, J. (2017). Keratinolytic protease: a green biocatalyst for leather industry. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 101, 7771-7779.
7. Zekeya, N., China, C., Mbwana, S., & Mtambo, M. (2019). Dehairing of animal hides and skins by alkaline proteases of Aspergillus oryzae for efficient processing to leather products in Tanzania. *African Journal of Biotechnology*.
8. Manavalan, T., Manavalan, A., Ramachandran, S., & Heese, K. (2020). Identification of a Novel Thermostable Alkaline Protease from Bacillus megaterium-TK1 for the Detergent and Leather Industry. *Biology*, 9.
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. Lima, E. E., Franco, D. G., Galeano, R. M. S., Alencar Guimarães, N. C., Masui, D., Giannesi, G. C., & Zanoelo, F. F. (2020). Biochemical characterization of a partially purified protease from Aspergillus terreus 7461 and its application as an environmentally friendly dehairing agent for leather industry. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 51, 320 - 330.
11. Siddiquey, F., Jahan, M. I., Hormoni, Hasan, M., Nishi, N. J., Hasan, S., Rahman, N., ... et al. (2025). Enzyme Technology in the Food Industry: Molecular Mechanisms, Applications, and Sustainable Innovations. *Food Science & Nutrition*, 13.
12. 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*.
13. Mehta, M. K., Liu, Y., Naffa, R., Waterland, M., & Holmes, G. (2021). Changes to the Collagen Structure using Vibrational Spectroscopy and Chemometrics: A Comparison between Chemical and Sulfide-Free Leather Process. *The Journal of the American Leather Chemists Association*.
14. Constantin, M., Constantinescu, R., Ganciarov, M., Șuică-Bunghez, R., Gurban, A., Firincă, C., Vasilescu, G., ... et al. (2022). Eco-Friendly Biodegradation of Skins and Hides by Keratinolytic Fungus Cladosporium sp. *Proceedings of the 9th International Conference on Advanced Materials and Systems*.
15. Masi, C., Gemechu, G., & Tafesse, M. (2021). Isolation, screening, characterization, and identification of alkaline protease-producing bacteria from leather industry effluent. *Annals of Microbiology*, 71.
16. Wei, P. Z., Azrin, N. A. M., Ali, M. S. M., & Noor, N. D. M. (2023). Rand Protease: The Role of Calcium-Binding Site on Stability with Mutagenesis and The Effectiveness on Leather Dehairing. *Sains Malaysiana*.
17. Yusuf, O., Yusuf, H. O., Abdulrahman, S., & Dutse, F. (2016). MARKET STRUCTURE AND PERFORMANCE OF VALUE CHAIN ACTORS IN HIDES AND SKINS PROCESSING AND MARKETING IN NIGERIA. *Journal of animal production research*, 28, 245-253.

18. Chasama, G., Babu, A., Makungu, M., Kirita, E., & Mwangosi, I. (2017). Entry points to stimulation of expansion in hides and skins processing. A case of Maswa District, Tanzania. *Tanzania Veterinary Journal*, 32, 136-143.
19. Selvi, A., Brindha, V., Vedaraman, N., Kanagaraj, J., Sundar, V., Khambhaty, Y., & Saravanan, P. (2020). Eco-friendly curing of hides/ skins using phyto based Citrus limon leaves paste. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119117.
20. Arunachallam, P., Kumaravel, V., & Gopal, S. R. (2026). Eco-Friendly Fiber Opening: Pollution Load Reduction Using  $\alpha$ -Amylase and Protease From *Aspergillus tamarii* MTCC 5152. *CLEAN - Soil, Air, Water*.
21. Yusuf, O., Hassan, A. A., & Dawang, N. C. (2016). ROLES OF VALUE CHAIN ACTORS IN HIDES AND SKINS PROCESSING AND MARKETING IN NIGERIA. *Journal of animal production research*, 28, 304-312.

## Contacter Enzymes.bio

Des questions sur une commande ? Notre équipe se fera un plaisir de vous aider.

E-MAIL [wholesale@enzymes.bio](mailto:wholesale@enzymes.bio)

TÉLÉPHONE (ÉTATS-UNIS) **+1 (507) 428-6057**

[Nous contacter →](#)



**400+** Clients B2B



**60+** partenaires de recherche universitaires



**54** servis dans le monde entier

© 2026 Enzymes.bio · Fourniture d'enzymes industrielles & de transformation alimentaire · Non destiné à la consommation humaine ni à la vente au détail.