

# Leather Tanning Enzymes 酸性蛋白酶 CAS 9040-76-0：用於浸酸、酸性軟化與 Wet-Blue 調理的皮革酵素

Enzymes.bio 研究團隊 · 紐西蘭威靈頓 · June 21, 2026

**Leather Tanning Enzymes: Acid Protease Enzyme CAS 9040-76-0** 是一類適合酸性皮革製程的蛋白質水解酵素，主要應用於浸酸輔助、酸性 bating、wet-blue reconditioning 與復鞣前調理。它的核心價值不是取代鞣製本身，而是在受控酸性條件下修整非目標蛋白組分，協助纖維開放、粒面平整、柔軟度與後續加工一致性。Enzymes.bio 以 1 kg 單位線上供應皮革加工酵素，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供；Enzymes.bio 是供應商，不是製造商或檢測實驗室。

## 酵素名稱與主要應用：酸性蛋白酶在皮革加工中的定位

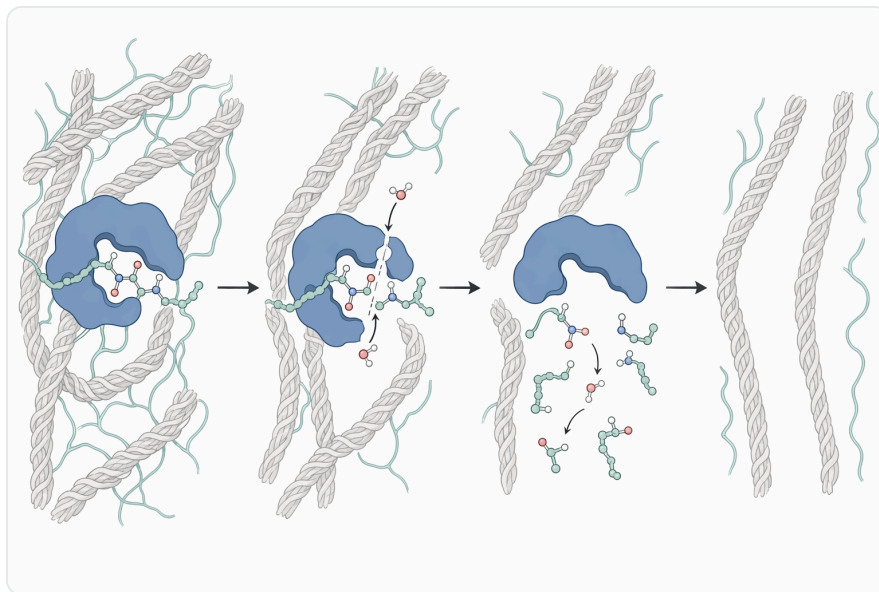
酸性蛋白酶屬於 protease 類酵素，可催化蛋白質胜肽鍵水解；在皮革製程中，它通常被視為「受控蛋白修整工具」，而不是強烈破壞皮張結構的處理劑。皮革的主體是膠原纖維，鞣製的目的在於穩定膠原，因此任何蛋白酶應用都必須以有限、選擇性、可停止的作用為前提，避免把改善柔軟度誤做成過度水解。酸性蛋白酶之所以特別適合後段或酸性階段，是因為它可在較低 pH 的加工環境中運作，與浸酸、鉻鞣後 wet-blue、復鞣前調理等情境較相容；皮革後鞣處理中使用酸性蛋白酶的研究，正是圍繞這類酸性條件下的品質調整與加工改善展開。<sup>[1]</sup>

在 B2B 皮革加工語境中，Leather Tanning Enzymes: Acid Protease Enzyme CAS 9040-76-0 的主要應用可概括為四類：第一，浸酸或酸浴階段的蛋白殘留修整；第二，酸性 bating，用於在不大幅回調 pH 的前提下改善柔軟度；第三，wet-blue reconditioning，用於不同來源藍濕皮的批次調理；第四，復鞣、染色、加脂前的纖維開放與吸收均一化。酵素技術在皮革加工中常被放在「降低化學負荷、提升選擇性、改善製程控制」的框架下討論，而不是把酵素包裝成單獨完成製革的材料。<sup>[2]</sup>

## 為什麼酸性階段需要蛋白酶調理？

皮張在前段加工後，仍可能殘留或保留部分非結構性蛋白、彈性蛋白相關組分、細胞間基質或局部緊密的纖維束。這些組分不一定會完全阻礙加工，但可能造成染料、復鞣劑、加脂劑進入皮張時的速度差異，進而反映在粒面鬆緊、手感、部位差與批次穩定性上。酸性蛋白酶的實務意義，在於它可以在已接近後段加工條件的酸性系統中進行有限水解，協助鬆動局部蛋白網絡，使後續材料分布更均勻；wet-blue 酵素處理研究也將重點放在酵素處理對藍濕皮性質與後續工序的影響。<sup>[3]</sup>

與傳統中性或鹼性軟化相比，酸性蛋白酶的優勢不是「更強」，而是「製程位置更合適」。若皮革已經進入酸浴、鉻鞣後或復鞣前階段，將系統大幅調回中性或鹼性，可能增加膠原膨潤、鉻配位狀態變化、染整不穩定或製程時間增加等風險。酸性蛋白酶可讓加工者在較少改變酸鹼環境的情況下導入蛋白水解作用，這對 wet-blue bating 或後段 reconditioning 特別重要；針對 wet-blue leather 的酵素 bating 研究，也顯示此類處理已被用來觀察藍濕皮物性與加工結果的變化。<sup>[4]</sup>



**Figure 1.** 酸性蛋白酶會切割非結構蛋白與纖維間蛋白中可接近的肽鍵；在受控使用下，目標是保留膠原蛋白網絡。

## 作用機制：酸性蛋白酶如何改變皮革纖維結構？

酸性蛋白酶透過水解肽鍵，使部分蛋白質長鏈變成較短片段；在皮革中，理想狀態是優先作用於較易被修整或不希望過度保留的蛋白組分，而非大量破壞膠原主幹。膠原纖維具有高度有序的三股螺旋與交聯結構，經鞣製後穩定性更高；相較之下，某些非膠原蛋白、纖維間填充物或局部受前處理影響的蛋白區域，可能更容易被有限水解。當這些「纖維間阻滯」被適度鬆動，水分、復鞣材料、染料與加脂劑的滲透路徑會更開放，手感也可能由緊硬轉向柔和。酸性蛋白酶在皮革後鞣處理中的應用研究，正反映了此類後段蛋白修整的加工邏輯。<sup>[1]</sup>

不過，酵素處理不是單靠「水解能力」決定成敗。皮張是多孔、帶電、厚薄不均的膠原材料，酵素必須先進入纖維網絡，才能產生均勻效果；若酵素主要停留在表面，可能形成粒面過度鬆動而內層仍緊密的狀態。酸性條件下，膠原、鉻配位、鹽類、助劑與酵素本身的電荷都會影響擴散與吸附，因此加工控制的核心不是單純提高添加量，而是讓酵素在可預期的時間內均勻接觸目標區域。近期以皮革鞣製理論探討酸性蛋白酶與多價金屬離子交互作用的研究，也提示酸性蛋白酶在含金屬鞣製環境中的穩定性與作用狀態值得被納入考量。<sup>[5]</sup>

## 酸性蛋白酶與 wet-blue 的相容性

Wet-blue 是已經鉻鞣的藍濕皮，常作為後續復鞣、染色、加脂與整理的半成品原料。許多皮革廠會採購不同來源的 wet-blue，這雖可避開前段高污染與高變異工序，但也帶來來源差異：不同皮種、前處理、浸灰程度、脫灰軟化狀態與鉻鞣條件，都可能造成纖維開放度、粒面緊實度與手感差異。Wet-blue 酵素處理研究關注的正是這些後段加工性質，說明酵素調理可作為復鞣前修整藍濕皮狀態的一種技術路徑。<sup>[3]</sup>

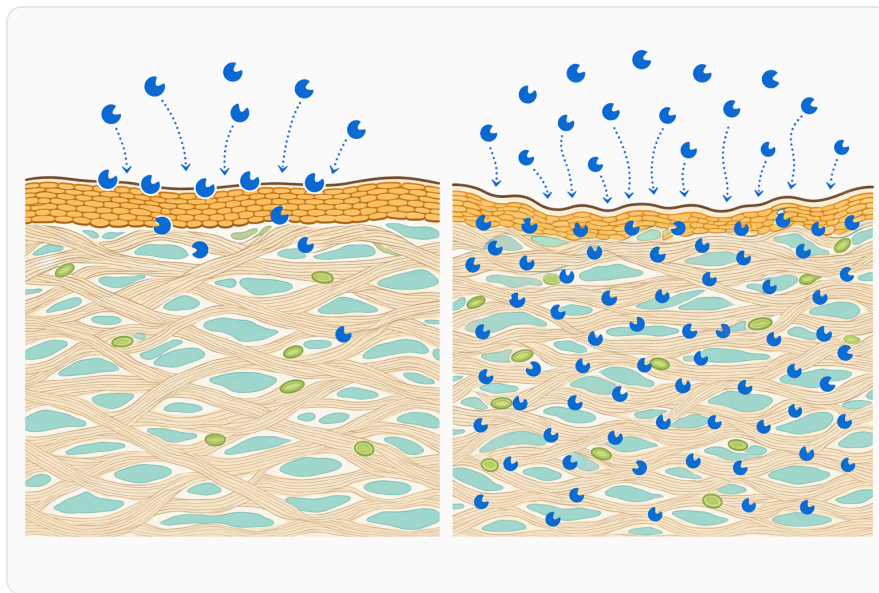


Figure 2. 酶在含水皮張中的分布會影響蛋白質水解是均勻進行，還是集中在表面附近。

對 wet-blue 而言，酸性蛋白酶的價值在於它能在較接近既有酸性系統的條件下進行柔和調理。這類處理可被理解為「把不同來源藍濕皮拉近到更相似的加工起點」：不是重新鞣製，也不是用酵素修補所有缺陷，而是降低因纖維緊密度、局部蛋白殘留或部位差造成的後續吸收差異。當復鞣劑與染料進入更均一的纖維網絡，後段顏色、手感與粒面表現通常更容易控制；wet-blue leather 酵素 bating 的研究即以藍濕皮性質變化作為評估重點。<sup>[4]</sup>

## 與其他皮革酵素或化學處理的比較

酸性蛋白酶不應與所有「皮革蛋白酶」混為一談。鹼性蛋白酶、角蛋白酶、胰酶型 bating 劑、脂肪酶與酸性蛋白酶在目標蛋白、pH 區間與製程位置上各有差異。特別是在脫毛領域，文獻多集中於鹼性蛋白酶或角蛋白相關酵素，因為毛髮與表皮角蛋白的處理通常需要不同於後段酸性軟化的酵素特性；以 *Aspergillus oryzae* 鹼性蛋白酶進行皮張脫毛的研究，即屬於較典型的前段脫毛應用。<sup>[6]</sup>

處理類型	主要製程位置	典型目標	技術優勢	主要限制
酸性蛋白酶	浸酸、酸性 bating、wet-blue 調理、復鞣前	非結構性蛋白、局部纖維間蛋白、後段手感調整	不需大幅轉為中性或鹼性；適合酸性後段製程	不是主要脫毛工具；過度作用仍可能影響粒面
鹼性蛋白酶	浸灰、酵素脫毛、前段軟化	毛根周邊蛋白、表皮相關蛋白、部分非膠原蛋白	脫毛與前段清潔加工研究多	對膠原安全性與粒面控制需嚴格管理
角蛋白酶相關系統	脫毛、毛髮結構處理	角蛋白、毛髮相關結構	有助於降低硫化物脫毛依賴	酵素特異性與滲透控制是關鍵
傳統化學軟化 / 脫毛	前段或中段多工序	廣泛蛋白與纖維結構	成熟、速度快、設備相容性高	廢水負荷與選擇性通常較差
脂肪酶等其他酵素	脫脂、去油、油脂均化	天然脂質與油脂殘留	可改善脫脂與染整均一性	不直接取代蛋白酶功能

這個比較表的重點是避免誤用。若目標是環保脫毛，較常見的研究方向是鹼性蛋白酶、角蛋白酶或氧化—酵素輔助系統；例如近年研究將氧化輔助與酵素脫毛結合，目的在於朝向更永續的前段脫毛處理。酸性蛋白酶則更適合被放在酸浴、後鞣前、wet-blue 調理與柔軟度修整的框架中。<sup>[7]</sup>

## 科學證據：可支持哪些合理主張？

第一個可被較穩健支持的主張是：酵素已是皮革加工中重要的輔助技術，尤其在希望降低傳統化學品負荷、改善選擇性與提升製程溫和性的場景中具有價值。比較化學製程與共酵素製程的研究，顯示酵素導入皮革加工並非單一產品概念，而是一種可被整合進多個工序的加工策略。這支持酸性蛋白酶作為後段調理工具的基本合理性，但不代表任何酵素都能在任何條件下產生相同效果。<sup>[2]</sup>



**Figure 3.** 受控水解可由肽鍵切割逐步發展為降低蛋白質屏障、改善纖維鬆散、促進化學品擴散，並使皮革性質更均勻。

第二個合理主張是：wet-blue 的酵素處理具有研究基礎，可用來觀察並調整藍濕皮性質與後續加工表現。Wet-blue enzymatic treatment 與 enzymatic bating on wet blue leather properties 的研究，均指向同一個產業需求：當皮革廠處理不同來源藍濕皮時，需要一個能改善後段均一性的中間調理步驟。酸性蛋白酶若被用於此類酸性系統，應被理解為批次穩定與復鞣前準備的一環，而非替代完整鞣製或整理配方。<sup>[3]</sup>

第三個主張是：酸性蛋白酶可能受金屬離子、鞣製化學環境與酸性系統影響，因此實際表現必須放在皮革化學背景中理解。皮革加工不是純水中的酵素反應；鉻、鹽、酸、復鞣材料、染料前處理與機械轉鼓都會改變酵素穩定性、擴散與吸附。酸性蛋白酶與多價金屬離子互動的研究，即從經典皮革鞣製理論出發，討論酸性蛋白酶穩定化與金屬離子關係，說明這類酵素在含鞣製金屬環境中不應被簡化成一般蛋白水解劑。<sup>[5]</sup>

## 製程整合：把酸性蛋白酶放在正確位置

在浸酸或酸浴階段，酸性蛋白酶的角色是協助處理仍會影響纖維均一性的蛋白殘留，使皮張在進入後續鞣製或復鞣前更可控。這類應用特別適合不希望大幅改變 pH 的製程，因為酸性蛋白酶可以在酸性條件下發揮作用，減少反覆調整酸鹼所造成的時間、鹽負荷與皮張狀態波動。酸性蛋白酶在皮革後鞣處理中的應用研究，提供了將其視為後段品質修整工具的文獻基礎。<sup>[1]</sup>

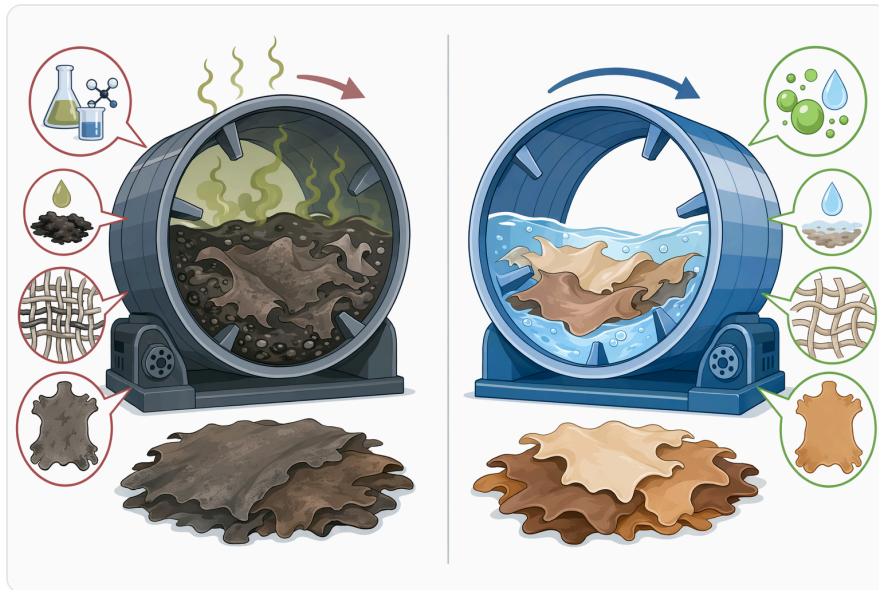


Figure 4. 酸性、中性、鹼性與具角蛋白活性的蛋白酶，在皮革生產中的製程情境、目標功能與品質風險各不相同。

在 acid bating 中，酸性蛋白酶可用於柔化纖維、改善粒面觸感與促進後段材料滲透。傳統 bating 常與脫灰後較接近中性或微鹼性的狀態相關；但若加工路徑已進入酸性區間，酸性 bating 可減少系統切換。對製革廠而言，這代表可在復鞣前建立一個較溫和的調理步驟，使不同部位或不同來源皮料的手感更接近；wet-blue bating 對藍濕皮性質影響的研究，可作為理解此類後段軟化邏輯的依據。<sup>[4]</sup>

在 wet-blue reconditioning 中，酸性蛋白酶的功能更偏向「標準化原料狀態」。不同來源 wet-blue 可能在鉻固定程度、纖維緊實度、粒面狀態與厚度分布上不同，若直接進入相同復鞣染整配方，常出現吸收不均或手感差異。酸性蛋白酶可作為復鞣前的生物調理工具，協助把藍濕皮調整到較一致的加工起點；wet-blue enzymatic treatment 的研究也將酵素處理與後續皮革性質連結起來。<sup>[3]</sup>

## 預期效益：柔軟度、粒面與批次一致性

從品質角度看，酸性蛋白酶最常被期待的效益是提升柔軟度、改善粒面平整性、降低局部緊硬感，並讓復鞣、染色與加脂更均勻。這些效益並非由酵素單獨決定，而是由酵素水解、機械轉動、皮張厚度、浴液交換、pH、鹽與後段配方共同形成。也就是說，酸性蛋白酶比較像「調整纖維可加工性」的工具，而不是直接給出最終皮革風格的整理劑。皮革加工中酵素與化學製程比較的研究，也支持把酵素視為改善製程與品質的輔助環節。<sup>[2]</sup>

從生產穩定性看，酸性蛋白酶特別適合處理 wet-blue 來源複雜的情況。當工廠以外購藍濕皮作為原料時，前段製程資訊未必完整，皮料差異會在後段被放大。受控的酸性蛋白酶處理可協助降低局部纖維封閉或過緊造成的吸收差異，使後續復鞣與染整更容易落在預期範圍。這也是 wet-blue enzymatic treatment 類研究對後段皮革廠具有實務價值的原因。<sup>[3]</sup>



Figure 5. 酸性蛋白酶適用於酸性階段的處理，例如濕藍革軟化、再軟化、與浸酸相鄰的處理，以及鞣後均勻性改善作業。

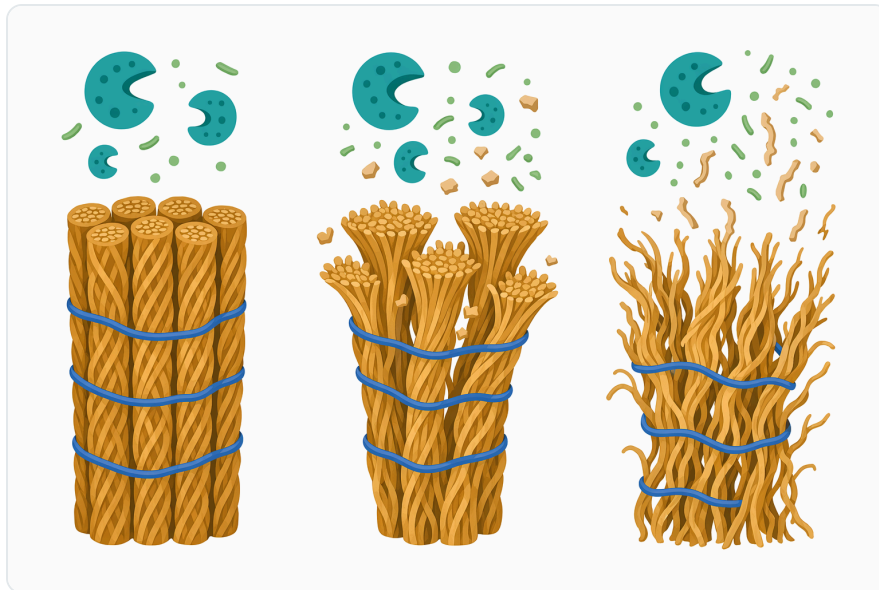
## 永續性與製程邊界：可減量，但不是萬能替代

酵素在工業上的價值之一，是以高選擇性的生物催化作用取代部分較粗放的化學處理。Enzyme Technical Association 將酵素技術列為多種工業技術應用的一部分，強調酵素在不同產業中可用於改善效率、降低嚴苛條件需求或支持更永續的加工路徑；在皮革領域，這種價值通常體現在減少部分化學負荷、降低不必要的過度處理與改善材料利用效率。<sup>[8]</sup>

但酸性蛋白酶不應被描述為「完全取代化學鞣製」或「單獨完成清潔製革」。皮革產業的環境負荷來自多個環節，包括浸灰脫毛、脫脂、鞣製、復鞣、染色、加脂與廢水處理；不同鞣製系統的生命週期分析也顯示，永續性比較需同時考量材料、能源、水、廢水與製程配置，而不能只看單一添加物。酸性蛋白酶較合理的定位，是在既有製程中提供一個選擇性較高、條件較溫和的蛋白修整步驟。<sup>[9]</sup>

## 安全、文件與供應資訊

酵素製劑本質上是蛋白質，工業使用時應避免粉塵吸入、長時間皮膚接觸或眼部接觸，並依現場化學品管理制度處理。不同國家與地區對工業酵素、加工助劑、職業暴露與標示有不同要求，因此使用端仍需依內部 EHS 規範與隨貨 SDS 建立操作管理。Enzymes.bio 線上供應皮革加工酵素，產品以 1 kg 單位銷售；CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供，供到貨驗收、倉儲與安全管理參考。



**Figure 6.** 有效的加工區間在於受控的部分水解，可打開纖維而不過度削弱膠原蛋白。

需要再次界定的是，Enzymes.bio 是供應商，不是製造商，也不是第三方實驗室；因此本文件不提供製造宣稱、活性單位定義、檢驗方法或製程配方保證。對加工者而言，酸性蛋白酶的導入應依既有皮種、轉鼓條件、酸浴系統、復鞣染整路線與品質目標進行內部製程評估，而不是把它視為固定效果的通用添加劑。技術酵素的產業應用本來就高度依賴基材與製程條件，這也是酵素在各類工業應用中需要被放入實際流程理解的原因。<sup>[8]</sup>

## 結論：酸性皮革製程中的受控蛋白修整工具

Leather Tanning Enzymes: Acid Protease Enzyme CAS 9040-76-0 的清楚定位，是用於皮革酸性階段的蛋白酶輔助材料，主要服務於浸酸輔助、酸性 bating、wet-blue reconditioning 與復鞣前調理。它透過有限蛋白水解協助纖維開放、粒面改善、柔軟度提升與後續吸收均一化，特別適合已處於酸性或鉻鞣後狀態的皮料。酸性蛋白酶在皮革後鞣處理與 wet-blue 酵素處理上的研究，支持其作為後段品質調理工具的技術合理性。<sup>[1]</sup>

同時，它不應被過度宣稱為主要脫毛酵素、完整鞣製替代品或通用環保解方。脫毛研究多集中於鹼性蛋白酶、角蛋白酶或氧化—酵素系統，而酸性蛋白酶的強項在於酸性環境下的柔和修整與後段均一化。對需要改善 wet-blue 來源差異、提升復鞣染整一致性、降低過度化學處理依賴的皮革加工者而言，酸性蛋白酶是一種有明確應用邏輯與文獻支撐的皮革加工酵素。<sup>[10]</sup>

## 線上訂購 Leather Tanning Enzymes: Acid Protease Enzyme Cas 9040-76-0

以 1 kg 單位販售，現貨供應，可立即出貨。請直接於我們的線上商店下單並付款，我們將為您處理訂單。每筆訂單皆附分析證明書與安全資料表。

[購買 Leather Tanning Enzymes: Acid Protease Enzyme Cas 9040-76-0 →](#)

## 參考文獻

依首次引用順序編號。所有來源皆為開放取用資料，並於發布時確認可連線；正文中的引用編號會連結至此。

1. Zheng-jun, L. (2013). Applications of Acid Protease in Leather Post-tanning Treatment. *West Leather*.
2. Souza, F., & Gutterres, M. (2012). Application of enzymes in leather processing: a comparison between chemical and coenzymatic processes. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 29, 473-482.
3. Biškauskaitė, R., & Valeika, V. (2023). Wet Blue Enzymatic Treatment and Its Effect on Leather Properties and Post-Tanning Processes. *Materials*, 16.
4. Biškauskaitė, R., & Valeika, V. (2022). Effect of Enzymatic Bating on Wet Blue Leather Properties. *Proceedings of the 9th International Conference on Advanced Materials and Systems*.
5. Yin, R., Liu, H., Song, Y., Kang, J., Shi, B., & Zeng, Y. (2026). Stabilization of acid proteases through interaction with polyvalent metal ions: Insights from classical leather tanning theory. *International Journal of Biological Macromolecules*, 150749.
6. 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*.
7. Kanagaraj, J., Panda, R., Prasanna, R., & Tamilselvi, A. (2023). An efficient dehairing system supported by oxidative-enzymatic auxiliary towards sustainability. *Environmental science and pollution research international*, 30, 43817-43832.
8. Technical Applications. *Enzymetechnicalassociation*.
9. Bacardit, A., Combalia, F., Font, J., & Baquero, G. (2020). Comparison of the Sustainability of the Vegetable, Wet-White and Chromium Tanning Processes through the Life Cycle Analysis. *Journal of The American Leather Chemists Association*, 115, 105-111.
10. Rajendran, S., Afrin, Kalairaj, A., Panda, R. C., & Senthilvelan, T. (2024). A comprehensive review on enzymatic dehairing of animal skin using soybean enzymes: a novel approach for a cleaner leather processing operation. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15, 9767 - 9778.


## 聯絡 Enzymes.bio

對訂單有疑問嗎？我們的團隊很樂意協助。


電子郵件 [wholesale@enzymes.bio](mailto:wholesale@enzymes.bio)

電話 ( 美國 ) **+1 (507) 428-6057**

[聯絡我們 →](#)

 **400+** B2B 客戶

 **60+** 大學研究合作夥伴

 **54** 服務遍及全球

© 2026 Enzymes.bio · 工業與食品加工用酵素供應 · 非供人體食用或零售銷售。