

# 酸性脂肪酶用於皮革退脂製程：Acid Lipase For Leather Degreasing Process 的機制、應用與製程價值

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

酸性脂肪酶用於皮革退脂製程時，主要功能是催化皮內三酸甘油酯與其他可水解脂質分解，使殘留油脂轉為較容易被洗出、乳化或分散的脂肪酸、甘油與部分甘油酯。相較只依賴界面活性劑的傳統退脂，酵素退脂的價值在於反應專一、條件較溫和，並可在適當製程設計下改善後段鞣製、染色與成革外觀的一致性。Enzymes.bio 供應的 Acid Lipase For Leather Degreasing Process 是面向皮革退脂應用的 1 kg 線上銷售品項；Enzymes.bio 為供應商，非製造商或實驗室，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。

## 產品定位：酸性脂肪酶在皮革退脂中的主要應用

Acid Lipase For Leather Degreasing Process 是一類用於皮革濕加工退脂步驟的脂肪酶製劑，應用重點在於降低原皮、裸皮或半成品皮革中不利於後段加工的天然脂質。皮革製程中的酵素處理並非單一用途技術；公開研究已將酵素應用於浸水、脫毛、軟化、退脂與後整理等不同階段，並指出其目的通常是改善加工效率、降低嚴苛化學處理依賴，以及使皮革性質更可控<sup>[1]</sup>。

在皮革退脂語境中，「酸性」並不代表產品只能在強酸環境中使用，而是指其設計方向與較低 pH 製程條件具有相容性。許多皮革廠的濕加工流程會在不同步驟之間經歷 pH 轉換，若退脂酵素可在偏酸或溫和酸性區間維持作用，就有機會減少額外調整 pH 的負擔，並降低不必要的膠原纖維壓力；脂肪酶分泌與表現本身也會受到 pH、營養來源與微生物來源等因素影響，顯示 pH 是脂肪酶系統中不可忽視的工藝變數<sup>[2]</sup>。

對 B2B 皮革加工場而言，這類產品的實務價值不在於「取代所有退脂化學品」，而在於提供一個可被整合到既有濕加工邏輯中的生物催化工具。尤其在羊皮、豬皮及部分高含脂原料中，殘脂常導致染色不勻、油斑、塗飾附著不佳或手感不穩定；以脂肪酶導入水解反應，可將退脂從單純的物理乳化，推進行到「化學鍵切斷後再移除」的層次，這也是酵素退脂與一般洗滌退脂的核心差異<sup>[3]</sup>。

## 為什麼皮革需要退脂：殘留油脂如何影響品質

皮革中的天然脂質並非均勻分布，而是可能存在於纖維束之間、毛囊周邊、皮下組織殘留區或局部脂肪較多的部位。若這些脂質未被適當去除，後段水性化學品進入膠原纖維網絡時會受到阻礙，進而影響鞣劑、染料、復鞣劑、加脂劑與整理材料的分布。研究針對綿羊皮酵素退脂的最佳化工作，正是以退脂效率與皮革品質改善為核心，說明高含脂皮種的退脂控制對成品表現具有直接意義<sup>[3]</sup>。

殘脂造成的問題通常不只在退脂槽中發生，而是在後段被放大。例如染料滲透不均可能形成色花；鞣製不均可能造成部位差；表面油脂遷移可能影響塗飾層附著與霧面、亮面表現。皮革製程研究普遍將酵素視為可在不同階段調整纖維結構與表面性質的工具，其中退脂屬於影響後續加工可預測性的關鍵環節之一<sup>[1]</sup>。

過度退脂同樣不是理想結果。若製程只追求最大限度去除脂質，可能讓皮革變得乾澀、鬆面或手感不自然，後段需再以加脂與復鞣補償。因此，酸性脂肪酶的應用重點應理解為「選擇性降低干擾性脂質」，而不是將皮革中所有疏水成分完全去除；這種平衡觀念也符合近年皮革酵素加工研究對品質、環境與材料性能同時管理的方向<sup>[4]</sup>。

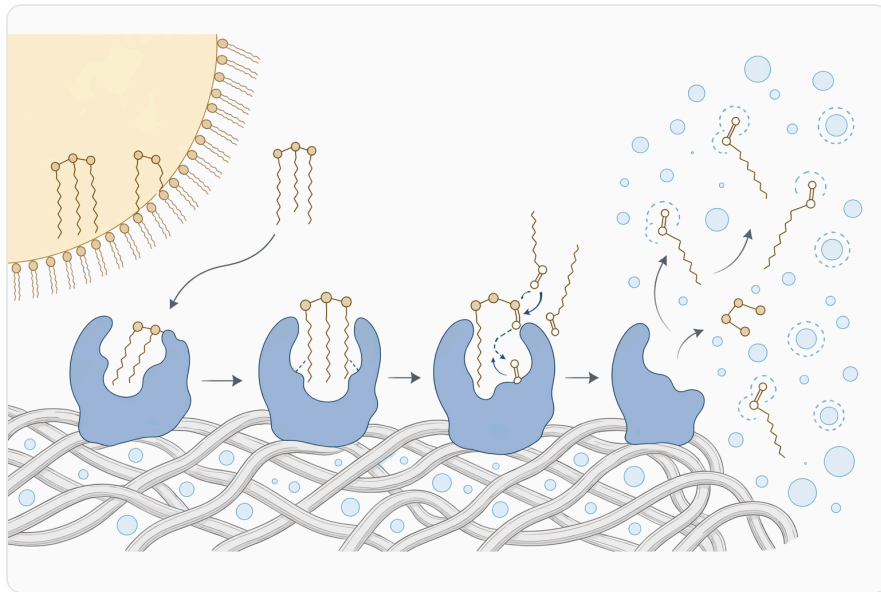


Figure 1. 酸性脂肪酶會水解三酸甘油酯的酯鍵，形成較小的脂質產物，使其更容易被乳化並從皮革中洗除。

## 酸性脂肪酶的作用機制：從三酸甘油酯到可移除產物

脂肪酶主要催化酯鍵水解，對象包括三酸甘油酯、二酸甘油酯、單酸甘油酯與部分可水解脂質。反應過程中，酵素活性中心會與脂質底物形成暫態中間體，使脂肪酸鏈從甘油骨架上被逐步釋放；關於脂肪酶對酰基甘油類底物的機制研究顯示，底物結構、活性中心構型與反應環境會共同影響催化結果<sup>[5]</sup>。

在皮革退脂中，這個機制的實際意義是：原本較難直接以水洗移除的中性油脂，經水解後可形成游離脂肪酸、甘油與較短階段的甘油酯。甘油較親水，較容易進入水相；游離脂肪酸則可在適當 pH、溫度與機械作用下被分散、皂化、乳化或隨排液移除。換言之，脂肪酶並不是單純「洗掉油」，而是先改變脂質分子的化學狀態，再讓後續洗滌或排液更有效<sup>[3]</sup>。

脂肪酶常涉及油水界面反應，因為許多脂質底物不完全溶於水，酵素必須接近油滴、脂肪膜或皮內脂質界面才能有效作用。單分子脂肪酶活性研究也指出，脂肪酶催化行為具有動態波動特徵，反映酵素構形、底物接觸與微環境變化會影響即時催化表現；這提醒皮革製程不能只看配方，還必須重視滾桶混合、液比、滲透與排液設計<sup>[6]</sup>。

酸性脂肪酶的優勢，在於它有機會配合偏酸條件下的皮革流程，避免把皮料反覆推入不必要的鹼性或強烈 pH 變化。對膠原材料而言，pH 轉換會影響纖維膨潤、電荷狀態與化學品吸附；若退脂可在較接近既有工序的條件下完成，理論上能降低流程震盪，並提升與後段鞣製或復鞣步驟的銜接性<sup>[2]</sup>。

## 與傳統退脂方式的比較

傳統皮革退脂常依賴界面活性劑、乳化劑、溶劑型或強洗滌性配方，主要透過降低界面張力、分散油脂與促進油相脫離來達到目的。這些方法在工業上成熟且反應直接，但當天然脂質深藏於纖維束或與組織結構緊密結合時，單靠乳化可能需要較強配方、較長時間或更高洗滌負荷；酵素退脂則可透過水解提高脂質可移除性，形成不同的工藝邏輯<sup>[3]</sup>。



Figure 2. 界面活性劑、溶劑、鹼性酵素與酸性脂肪酶脫脂，在作用於天然脂肪的方式及各自最適合的應用環境上有所不同。

比較面向	傳統界面活性劑退脂	酸性脂肪酶退脂
主要作用	乳化、分散、溶出油脂	水解脂質酯鍵，使油脂轉為較易移除產物
對脂質的改變	多為物理分散	具生物催化與化學轉化效果
製程條件	依配方而定，可能需較強洗滌條件	可在溫和條件下設計，重視 pH、溫度與接觸
對後段品質影響	效果取決於乳化與清洗完整度	有助改善殘脂造成的染色、鞣製與表面缺陷風險
廢水考量	可能增加界面活性劑殘留與乳化油負荷	可能降低部分化學品依賴，但水解產物仍需納入廢水管理
工藝風險	過度洗滌、殘留表活、油脂再沉積	酵素受 pH、溫度、時間、抑制物與底物接觸限制

兩種策略並非絕對互斥。實務上，皮革廠可能採用少量潤濕、滲透或分散助劑配合脂肪酶，使酵素更容易接觸皮內油脂，同時幫助水解產物離開纖維結構。以綿羊皮為對象的酵素退脂最佳化研究，也顯示退脂成效並非單一變數決定，而是處理條件、皮料特性與品質指標之間的平衡結果<sup>[3]</sup>。

## 適用製程位置：從浸水後到鞣製前的整合思考

酸性脂肪酶通常可被考慮放入濕加工的退脂相關段落，例如浸水後、軟化前後、脫灰軟化階段附近，或在特定皮種需要額外去脂時作為補充步驟。實際整合位置取決於原皮狀態、毛皮處理方式、既有 pH 曲線、目標成革類型與工廠排液安排；皮革製程中不同階段的酵素處理研究指出，酵素加入位置會改變其對纖維結構與加工結果的影響<sup>[1]</sup>。

若皮料在退脂前仍含大量非脂質性殘留，例如鬆散蛋白、污物、鹽分或未充分打開的纖維結構，脂肪酶與底物接觸可能受到限制。相反地，若前處理已使纖維束適度開放，脂肪酶較有機會進入含脂區域並接觸油水界面。因此，退脂不是孤立單元操作，而是與浸水、脫毛、脫灰、軟化、洗滌和排液共同構成一套連續系統<sup>[4]</sup>。

酸性條件的相容性特別適合需要避免過度鹼性處理的場景。例如某些細緻皮種、追求天然粒面保留的皮料，或後續對色澤與手感敏感的產品，可能不希望在退脂階段經歷激烈 pH 轉換。酸性脂肪酶提供的不是萬用解法，而是一種可讓製程工程師在 pH 設計上有更多彈性的退脂工具<sup>[2]</sup>。

# 影響退脂效果的關鍵製程因素

## pH 與酵素穩定性

pH 會同時影響脂肪酶構形、底物電荷狀態、脂肪酸存在形式與皮革膠原纖維的膨潤行為。酸性脂肪酶之所以適用於皮革退脂，是因為它可在較低 pH 條件下發揮作用；但不同來源與製劑的實際操作範圍仍需依產品文件與廠內工藝驗證掌握，而不能把所有脂肪酶視為相同。脂肪酶生產與分泌研究已證實 pH 與氮源等條件會互相作用，進而影響脂肪酶系統表現<sup>[2]</sup>。

## 溫度、時間與皮料保護

溫度升高通常能加快反應與脂質流動，但也可能增加膠原結構風險或造成不必要的手感變化。時間不足時，水解不完全；時間過長則可能使局部處理過度或造成工序效率下降。皮革酵素處理的文獻普遍強調，酵素效果須以製程階段和品質指標共同評估，而不是只看單一去除率或單次處理結果<sup>[1]</sup>。



Figure 3. 酸性脂肪酶適用於濕藍皮、酸皮、毛皮及含脂量高的皮張之酸性脫脂，尤其適合不宜大幅改變 pH 值的情況。

## 機械作用與油水界面

滾桶轉動、液體循環、皮張翻動與適當液比，會直接影響酵素到達脂質界面的機會。脂肪酶在油水界面附近催化時，若油脂聚集成大塊或深藏於纖維束中，反應效率會受限；若機械作用過強，則可能造成皮面摩擦、鬆面或粒面風險。因此，退脂階段的機械能應被視為促進質傳與保護皮料之間的折衷參數<sup>[6]</sup>。

## 水解產物移除

脂肪酶將三酸甘油酯轉為脂肪酸與甘油後，若水解產物沒有被適當帶走，可能重新沉積、形成局部油斑，或在後段與其他化學品產生不利交互作用。這也是酵素退脂不能只重視「反應發生」，還必須設計洗滌、排液與後續浴液轉換的原因；綿羊皮酵素退脂最佳化研究同樣把退脂效率與皮革品質改善放在同一框架下討論<sup>[3]</sup>。

## 產業效益：品質、環境與流程一致性

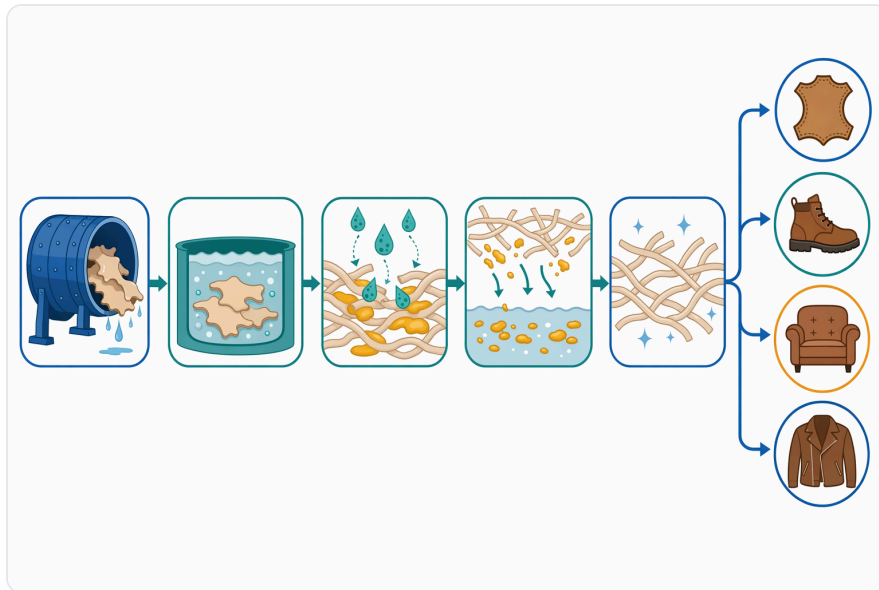
---

導入酸性脂肪酶退脂的第一個效益，是提高高含脂皮種的後段加工一致性。當皮內油脂降低且分布更可控時，鞣劑與染料較不易受到疏水阻隔，成革色差、油斑與局部拒染的風險可望下降。這類效益在羊皮等脂質含量較高、退脂難度較大的原料上尤其具有工藝意義<sup>[3]</sup>。

第二個效益，是有機會降低部分強洗滌配方或高負荷界面活性劑的依賴。這並不代表廢水問題會自動消失，因為水解後的脂肪酸、甘油與乳化油仍會進入排水系統；但若配方設計得當，酵素可將退脂作用由「大量乳化搬運」部分轉為「催化分解後移除」，使廢水管理有不同的調整空間。皮革產業的酵素應用研究也持續將環境負荷降低視為重要驅動因素<sup>[1]</sup>。

第三個效益，是製程條件可能更溫和。相較依賴強化學條件的處理，酵素通常可在較接近膠原可接受的環境中運作，降低對粒面、手感或纖維結構造成不必要壓力的機率。與皮革柔軟化及結構半成品酵素處理相關的研究也指出，酵素對皮革材料性能的影響往往與纖維結構調整密切相關<sup>[4]</sup>。

第四個效益，是支援皮革廠的綠色製程敘事與買方溝通。近年皮革相關研究不只討論前段加工，也關注皮革廢棄物回收、再利用與生物基整理系統，反映產業正在從單點化學替代走向更完整的循環與低環境負荷設計<sup>[7]</sup>。



**Figure 4.** 有效的酵素輔助脫脂，結合了脂肪酶接觸、轉鼓運動、脂肪水解、分散，以及將水解產物洗除等步驟。

## 與其他皮革酵素的關係：脂肪酶不是蛋白酶

皮革濕加工常見酵素包含蛋白酶、脂肪酶、澱粉酶及其他特定功能酵素，其中蛋白酶常用於脫毛、軟化或去除非膠原蛋白；脂肪酶則主要對脂質酯鍵作用。這兩者的底物與風險不同：蛋白酶若控制不當可能影響膠原或粒面蛋白結構，而脂肪酶的主要目標是皮內脂質，因此在退脂場景中具有更明確的底物指向性<sup>[8]</sup>。

這並不表示脂肪酶完全沒有製程風險。若退脂條件設計不良，脂質水解產物未被移除，或與其他濕加工化學品相互干擾，仍可能造成品質波動。相對地，若皮革廠已在脫毛或軟化階段使用蛋白酶，導入酸性脂肪酶時更應從整體酵素負荷、pH 曲線與洗滌安排來理解，而不是把每一支酵素視為獨立添加物<sup>[1]</sup>。

在酵素工程領域，固定化、載體、凝膠或奈米材料等技術常被研究用來提高酵素穩定性、回收性或操作耐受性。例如脂肪酶固定化與載體負載密度會影響酵素表面性質和催化表現；不過，這些研究多屬酵素工程與反應系統設計範疇，並不同於一般皮革退脂產品的使用方式<sup>[9]</sup>。

## 廢水與環境面：降低化學依賴不等於零負荷

酵素退脂常被視為較環境友善的加工方向，原因在於它可能減少部分強界面活性劑、溶劑或嚴苛化學處理的使用。然而，脂肪酶本身催化的是脂質水解，生成物仍會進入廢水；若洗滌與排液不當，游離脂肪酸和乳化油可能提高油脂負荷，並影響浮渣、氣浮或生物處理單元表現。皮革相關研究對廢棄物與副產物流向的關注，也說明環境效益必須從全流程而非單一添加物判斷<sup>[10]</sup>。

因此，酸性脂肪酶的環境價值比較適合表述為「協助降低部分化學退脂負荷、改善製程可控性，並可能改善廢水組成」，而不是宣稱完全消除污染。若工廠把酵素退脂與合適排液、油脂截留、洗滌策略及後段廢水處理整合，才較有機會把生物催化的優勢轉化為實際環境績效<sup>[7]</sup>。

## 適合評估導入的皮革場景

酸性脂肪酶特別適合含脂量較高、退脂不均風險較明顯，或對染色與表面品質要求較高的皮革加工情境。例如羊皮常被視為退脂管理較具挑戰性的材料之一，相關研究也針對綿羊皮酵素退脂進行製程最佳化，凸顯此類皮種對脂肪酶應用的代表性<sup>[3]</sup>。

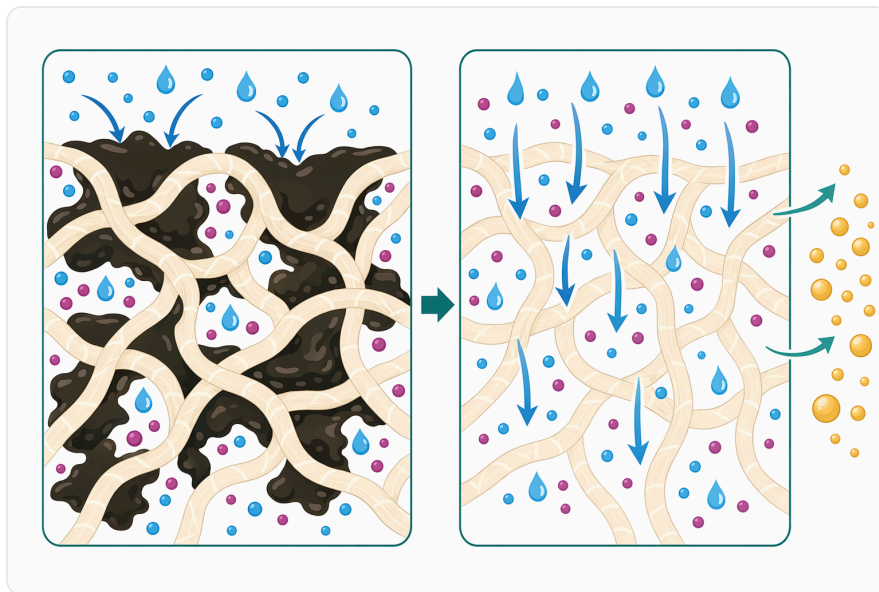


Figure 5. 去除完整油脂可使皮革結構更容易接受水性復鞣、染色與整飾化學處理。

對於追求柔軟手感、細緻粒面或穩定染色的成革，退脂的目標不是把皮料洗到「乾淨但失去生命感」，而是移除會干擾加工的脂質，同時保留可透過後段加脂與整理重新設計的材料手感。酵素塑化與皮革柔軟化研究也顯示，酵素處理與皮革觸感、結構調整之間存在密切關係，值得以材料性能角度整合思考<sup>[4]</sup>。

對於已經使用較高量界面活性劑或面臨廢水壓力的工廠，酸性脂肪酶可作為降低化學負荷的替代或輔助選項。此處的重點不是簡單刪除原有化學品，而是重新分配「水解、分散、洗出」三個功能：由脂肪酶負責分子層級水解，由較溫和助劑與機械作用協助水解產物移除<sup>[1]</sup>。

## 使用與儲存的實務注意方向

酵素是蛋白質性生物催化材料，對高溫、極端 pH、強氧化劑、重金屬或不相容化學品可能敏感。皮革廠在安排酸性脂肪酶退脂時，應依產品標籤、訂單隨附 CoA 與 SDS，以及自身工藝條件進行內部確認；這裡不以活性單位、分析方法或規格等方式描述產品，因為供應鏈文件與批次資訊應以訂單隨附資料為準。

產品導入時，較務實的做法是先在既有流程中辨識退脂失敗的主要原因：是脂質太多、前處理不足、pH 不相容、混合不足、洗滌不完全，還是後段再沉積。酸性脂肪酶只能解決「可被脂肪酶水解之脂質」相關問題；若缺陷來自染料選擇、鞣製不均、機械摔軟或塗飾配方，單靠退脂酵素不會自動修正所有品質問題<sup>[3]</sup>。

在儲存與現場使用上，應避免讓酵素長時間暴露於不利環境，並將其視為需受控管理的工藝原料。公開酵素研究顯示，脂肪酶的催化表現可因固定化、微環境、載體或反應系統不同而大幅改變；雖然一般皮革退脂產品不一定採用這些工程化形式，但這些研究有理解酵素對環境條件敏感的本質<sup>[11]</sup>。

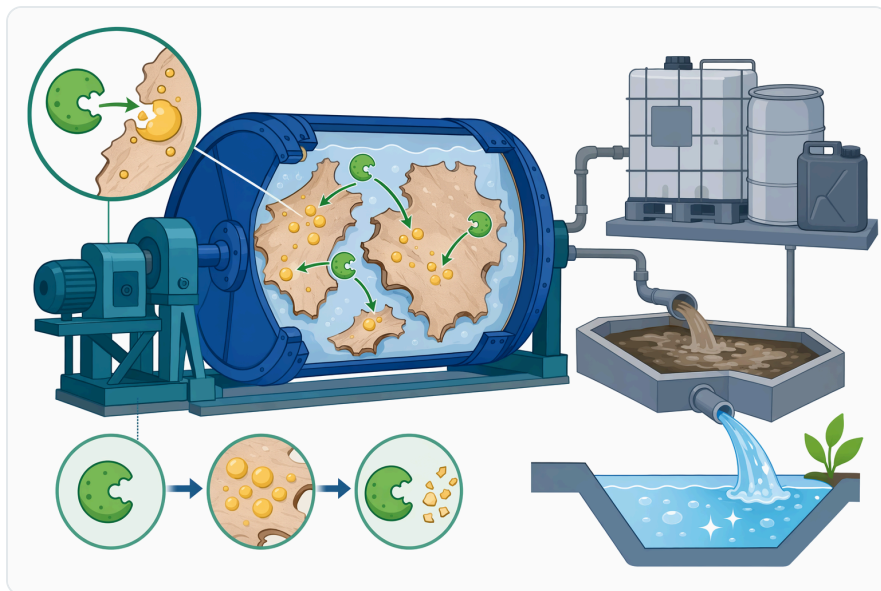


Figure 6. 相較於單靠廣泛性的化學萃取，脂肪酶的專一性可更具選擇性地作用於脂肪，支持更潔淨的脫脂效果。

## Enzymes.bio 供應資訊與文件透明度

Enzymes.bio 提供的 Acid Lipase For Leather Degreasing Process 面向皮革退脂製程應用，產品以 1 kg 單位在線上直接銷售。Enzymes.bio 是供應商，不是製造商，也不是實驗室；因此，本文以應用教育與製程理解為目的，不以製造端語氣宣稱特定製程保證或批次性能。

CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。CoA 可作為該批次產品交付文件的一部分，SDS 則用於現場儲存、搬運與安全管理；對皮革廠而言，這些文件應與內部原料管理、職安衛與製程紀錄一併保存。由於酵素退脂效果高度依賴皮種、前處理與工藝條件，公開文獻所示趨勢應被視為製程設計依據，而非對任何單一工廠結果的保證<sup>[3]</sup>。

## 結論：酸性脂肪酶是皮革退脂的精準生物催化工具

酸性脂肪酶在皮革退脂中的核心價值，是把難以直接水洗移除的天然油脂，透過酯鍵水解轉化為較容易被帶走的產物，進而改善後段鞣製、染色、整理與成革外觀的一致性。相較單純依賴界面活性劑，酵素退脂提供了更具底物專一性的路徑，但其效果仍取決於 pH、溫度、時間、機械作用、洗滌排液與皮料本身含脂特性<sup>[5]</sup>。

對皮革廠而言，Acid Lipase For Leather Degreasing Process 適合被視為濕加工流程中的工藝調整工具，而不是獨立萬能添加物。當它與合理的前處理、適當混合、良好洗滌與廢水管理配合時，較有機會在高含脂皮料、品質穩定性與環境負荷控制之間取得平衡<sup>[1]</sup>。

Enzymes.bio 作為供應商提供 1 kg 線上銷售品項，並隨訂單提供 CoA 與 SDS；本文不提供製造商式規格宣稱，也不以活性單位或檢測定義描述產品。從公開研究來看，酵素退脂已具備清楚的機制基礎與皮革應用證據，實際價值則需由皮革廠依自身原料、流程與品質目標加以整合判斷。

### 線上訂購 Acid Lipase For Leather Degreasing Process

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 Acid Lipase For Leather Degreasing Process →](#)

## 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. 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*.
2. Ribas, R., Carboni, D., Cazarolli, J., Flôres, S. H., Ramírez-Castrillón, M., & Valente, P. (2019). Nitrogen source and pH interact and modulate lipase secretion in a non-clinical strain of Candida parapsilosis. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 41.
3. Rejeb, I. B., Khemir, H., Messaoudi, Y., Miled, N., & Gargouri, M. (2022). Optimization of Enzymatic Degreasing of Sheep Leather for an Efficient Approach and Leather Quality Improvement Using

Fractional Experimental Design. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 194, 2251 - 2268.

4. 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.
5. Wang, X., Tang, Q., Popowicz, G., Yang, B., & Wang, Y. (2015). A mechanistic study into the epoxidation of carboxylic acid and alkene in a mono, di-acylglycerol lipase. *Biochemical and Biophysical Research Communications - BBRC*, 460 2, 392-6 .
6. Flomenbom, O., Velonia, K., Loos, D., Masuo, S., Cotlet, M., Engelborghs, Y., Hofkens, J., ... et al. (2005). Stretched exponential decay and correlations in the catalytic activity of fluctuating single lipase molecules. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102 7, 2368-72 .
7. Gargano, M., Bacardit, A., Sannia, G., & Lettera, V. (2023). From Leather Wastes back to Leather Manufacturing: The Development of New Bio-Based Finishing Systems. *Coatings*.
8. 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.
9. Min, K., Kim, J., Park, K., & Yoo, Y. (2012). Enzyme immobilization on carbon nanomaterials: Loading density investigation and zeta potential analysis. *Journal of Molecular Catalysis B-enzymatic*, 83, 87-93.
10. Gomes, C., Repke, J., & Meyer, M. (2019). The effect of various pre-treatment methods of chromium leather shavings in continuous biogas production. *Engineering in Life Sciences*, 20, 79 - 89.
11. Sun, M., Gao, J., Zhao, Y., Ding, P., Zhang, W., & Cai, J. (2025). Enhancing lipase enzymatic performance with dynamic covalent dextran-based hydrogels. *International Journal of Biological Macromolecules*, 141254 .


## 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。