

Alkaline Protease Powder (鹼性蛋白酶粉末) : 洗滌劑、工業清潔與蛋白污垢分解用酵素

Enzymes.bio 研究團隊 · 紐西蘭威靈頓 · June 22, 2026

Alkaline Protease Powder (鹼性蛋白酶粉末) 是一種在偏鹼環境中水解蛋白質的工業酵素，主要用於洗衣與清潔劑配方、工業設備清潔、皮革與紡織加工，以及其他需要分解蛋白性殘留物的流程。

它的實務價值在於把血液、奶、蛋、肉汁、汗漬與加工殘留中的大分子蛋白質切割成較小片段，使污垢更容易被水、表面活性劑與機械力移除；但它不是萬能清潔劑，最終表現仍取決於 pH、溫度、配方成分、污垢類型與接觸條件。

產品定位：用於鹼性清潔系統的蛋白水解酵素

Enzymes.bio 供應的 **Alkaline Protease Powder Protease Enzyme Detergent Alkaline Protease** 屬於粉末型鹼性蛋白酶產品，定位為工業與加工應用中的功能性酵素原料，而不是一般消費者直接食用的產品。Enzymes.bio 的角色是線上供應商，不是製造商，也不是檢測實驗室；產品以 1 kg 單位在線上直接銷售，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供，方便使用者在內部配方、製程或文件管理中留存相應資料。

從酵素功能來看，蛋白酶會催化蛋白質與多肽鏈中的肽鍵水解；「鹼性蛋白酶」則特別指能在偏鹼條件下維持蛋白水解能力的一類蛋白酶。由於洗衣、硬表面清潔、CIP 清潔、皮革前處理與部分紡織濕加工經常採用偏鹼條件，鹼性蛋白酶長期被視為洗滌與工業清潔配方中的核心酵素類別之一 [1]。

多數商業與研究場景中的鹼性蛋白酶與微生物來源密切相關，特別是 *Bacillus* 屬菌株，原因包括可在工業條件下生產、可篩選出耐鹼或耐溫特性，且與洗滌劑組成物的相容性研究較多。近年也有來自 *Bacillus cereus*、*Bacillus tropicus*、*Bacillus paramycoides*、*Streptomyces* 與其他微生物的鹼性蛋白酶被報告具有洗滌、清潔或加工應用潛力，但不同來源的穩定性與配方耐受性不能直接互相外推 [2]。

為什麼清潔配方需要鹼性蛋白酶？

蛋白污垢不是單靠表面活性劑就容易處理

在洗衣與工業清潔中，血漬、蛋液、乳製品殘留、肉類加工污垢、汗液、皮脂與生物膜樣殘留常含有蛋白質或蛋白質—脂質複合物。表面活性劑能降低界面張力、幫助潤濕與乳化油污，但遇到已乾固、熱變性或牢固附著於纖維與設備表面的蛋白質時，單靠乳化與分散不一定足夠；蛋白酶的作用是從分子層級切割蛋白鏈，降低污垢的黏附性與分子量，使後續沖洗與分散更有效率 [3]。

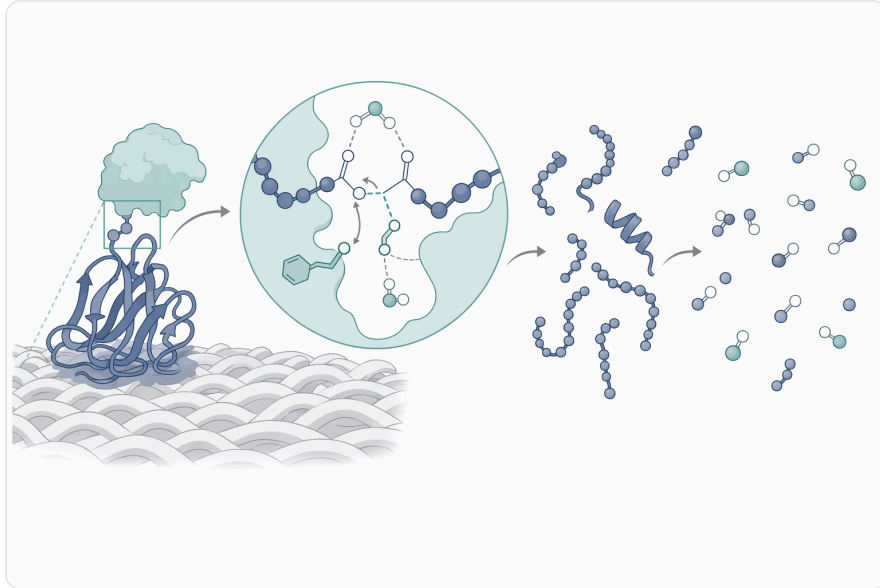


Figure 1. 鹼性蛋白酶會水解含水蛋白質污垢中的胜肽鍵，使表面活性劑、攪動與沖洗水能去除較小的片段。

乳品與食品加工設備特別能說明這一點。乳製品污垢通常同時含有蛋白質、脂肪與礦物質，其中蛋白質受熱後會與表面形成更頑固的附著層；在真實清潔條件下評估酵素處理時，研究者指出酵素可作為降低乳品污垢的工具之一，但效果必須放在完整清潔流程中理解，而非把酵素視為單一替代方案 [3]。

偏鹼條件本身有利於污垢鬆動，但也要求酵素耐受

許多洗滌劑與工業清潔劑採用偏鹼環境，是因為鹼性條件能促進纖維膨潤、蛋白質變性、脂肪皂化與污垢帶電狀態改變。問題在於，一般蛋白酶若在這樣的條件下快速失活，就無法在實際洗滌過程中發揮作用；鹼性蛋白酶的價值就在於能在這類偏鹼系統中維持催化能力，與表面活性劑、助洗劑及機械力形成互補 [4]。

在 *Bacillus aquimaris* VITP4 的研究中，研究者針對影響鹼性蛋白酶活性的參數進行優化，並評估儲存穩定性，反映出 pH、溫度、培養與配方條件對酵素表現的影響相當顯著。這類研究提醒使用者：鹼性蛋白酶不是只由「是否存在」決定效果，而是由整個化學環境與時間—溫度條件共同決定其可用

性 [4]。

作用機制：肽鍵水解如何轉化為可見的清潔效果

從大分子蛋白到可沖洗片段

蛋白質由胺基酸以肽鍵連接而成，並摺疊成具有特定三維結構的大分子。鹼性蛋白酶會辨識可接近的肽鍵並催化水解反應，把長鏈蛋白質切成較短的多肽或胜肽；當蛋白污垢被切割後，原本形成網狀、膠狀或膜狀附著的結構會逐步破壞，黏著力下降，水溶性與分散性提高，因而更容易被清潔液帶走 [5]。



Figure 2. 酸性、中性與鹼性蛋白酶的選用，取決於製程 pH 值，以及該 pH 值如何影響蛋白質基質的可接近性。

在洗衣場景中，這種機制表現為血漬、蛋白飲品、奶漬、肉汁與汗漬的去除改善；在食品加工或硬表面清潔中，則表現為蛋白性殘留層變薄、鬆動或更容易被沖洗。由 *Bacillus tropicus* 分離出的鹼性蛋白酶研究即結合動力學、酵素圖譜與工業評估，說明此類酵素不僅能在實驗底物上呈現活性，也能被放入接近應用的條件中評估其清潔價值 [5]。

與表面活性劑、助洗劑與機械力的分工

鹼性蛋白酶負責切割蛋白質，但不等於完成所有清潔步驟。表面活性劑負責潤濕表面、降低污垢與基材之間的界面張力、分散被水解後的小片段；助洗劑調整水質與鹼度；機械力則透過攪拌、刷洗、循環流或噴淋把鬆動的污垢帶離表面。換言之，蛋白酶是「分子剪刀」，清潔配方與設備條件才是把剪下來的污垢移走的系統 [6]。

環境友善清潔產品的研究常把鹼性蛋白酶視為降低部分嚴苛化學條件的工具，而不是完全取代清潔配方。以 *Bacillus licheniformis* SMIA-2 的應用研究為例，研究者探討其用於較環境友善清潔產品開發的可能性，重點在於利用酵素對蛋白質污垢的選擇性作用，改善清潔效率並降低對過度化學處理的依賴 [6]。

酵素本身也會被配方環境影響

蛋白酶本身也是蛋白質，因此會受到 pH、溫度、金屬離子、界面活性劑、氧化劑、螯合劑與其他配方成分影響。部分成分可能幫助維持酵素構形，部分成分則可能造成變性、抑制或自我水解；因此鹼性蛋白酶在洗滌配方中的成功關鍵，不只在於蛋白水解能力，也在於對配方壓力的耐受性 [7]。



Figure 3. 當目標材料為蛋白質性質時，鹼性蛋白酶可應用於洗滌劑、皮革、紡織、底片回收與廢棄物處理等領域。

近年研究嘗試透過交聯、固定化或材料支撐來提高鹼性蛋白酶穩定性。例如酵素催化交聯策略被用於提升鹼性蛋白酶在洗滌應用中的穩定性；另有研究把 *Bacillus licheniformis* 鹼性蛋白酶固定於幾丁聚糖基可生物降解複合材料上，以提高熱穩定性。這些研究反映出產業需求很明確：在真實洗滌環境中，穩定性往往與催化能力同樣重要 [7]。

主要應用場景與技術重點

洗衣粉、洗衣液與去漬配方

洗滌劑是鹼性蛋白酶最具代表性的應用。蛋白酶可針對血液、蛋、牛奶、肉汁、汗液與其他蛋白性污垢進行水解，搭配表面活性劑後更容易把污垢碎片從纖維中帶出。多項研究把鹼性蛋白酶定位為洗滌劑添加物，並以血漬布料、蛋白底物或市售洗劑相容性作為應用評估方向 [8]。

來自 *Staphylococcus aureus* 的鹼性蛋白酶研究將其描述為具工業洗滌添加物潛力的酵素，重點同樣放在鹼性條件、洗滌劑相容性與蛋白污垢去除能力。雖然單一菌株研究不能等同於所有商用品表現，但可以支持一個較穩健的結論：鹼性蛋白酶作為洗滌配方中的蛋白污垢處理工具，已有清楚的研究基礎 [8]。

工業清潔與食品設備清洗

在食品、乳品與飲料加工線中，蛋白性污垢常與脂肪、糖、礦物質與熱加工副產物混合，形成比家庭污漬更複雜的殘留層。鹼性蛋白酶可在前處理或清潔配方中協助分解蛋白質網絡，使污垢結構更容易被鹼液、界面活性劑與水流移除；但若污垢主要由脂肪、澱粉或礦物垢構成，則需要其他配方機制共同處理 [3]。

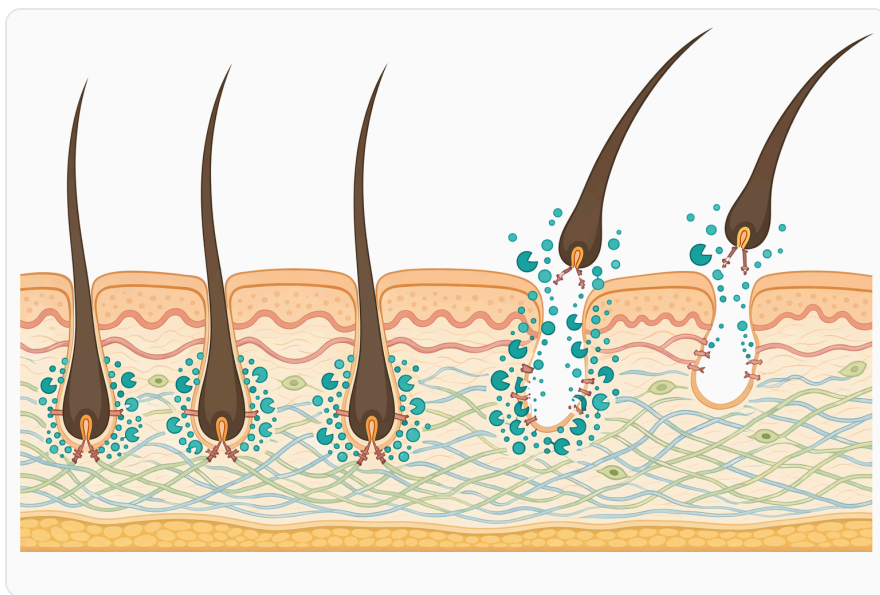


Figure 4. 在皮革脫毛中，鹼性蛋白酶會削弱毛根周圍的蛋白質，同時必須透過製程控制來保護膠原基質。

乳品污垢的試驗研究指出，酵素處理在實際清潔條件下可降低乳品結垢與蛋白性污染，但其有效性取決於溫度、接觸時間、流體剪切與清潔流程整合。這對 B2B 使用者特別重要：鹼性蛋白酶的價值通常不是單次「瞬間溶解」污垢，而是在可控制的清潔流程中逐步削弱蛋白層結構 [3]。

皮革加工：脫毛、軟化與前處理

皮革加工中，蛋白質結構既是原料本身的一部分，也是需要選擇性移除或調整的目標。鹼性蛋白酶可用於脫毛、軟化或部分前處理，透過分解非膠原蛋白、毛根相關蛋白或表面蛋白雜質，協助降低傳統高硫化物或強鹼處理的負擔。不過皮革應用對選擇性要求很高，過度水解可能影響粒面、強度或手感，因此不能把清潔用邏輯直接搬到皮革製程 [9]。

針對 *Bacillus crolab* MTCC 5468 鹼性蛋白酶的皮革應用研究顯示，鹼性蛋白酶可被評估於製革流程，反映出此類酵素在皮革工業中的實務潛力。較保守的說法是，鹼性蛋白酶可作為皮革加工中的生物催化輔助工具；是否適用於特定皮種與品質目標，仍需以既有製程條件判斷 [9]。

紡織與蠶絲脫膠

紡織加工中，鹼性蛋白酶可處理含蛋白質的天然雜質或膠質，特別是在蠶絲脫膠中用於水解絲膠。傳統脫膠常依賴皂鹼或高溫化學處理；酵素法的吸引力在於反應較具選擇性，可能降低纖維損傷並改善副產物利用，但條件控制仍然關鍵 [10]。

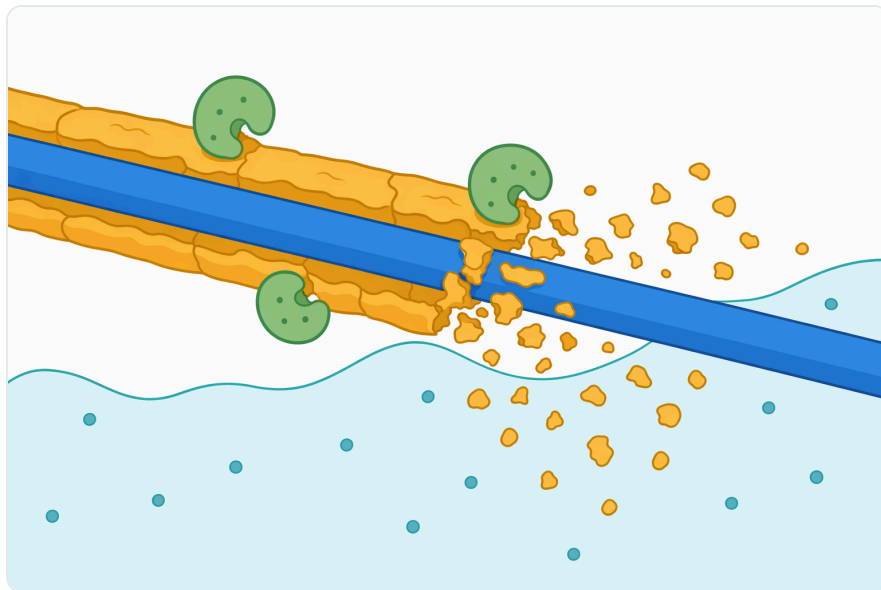


Figure 5. 在蠶絲脫膠中，鹼性蛋白酶會在受控條件下優先去除絲素纖維表面可接觸的絲膠層。

以 *Beauveria* sp. 來源鹼性蛋白酶進行絲膠水解的研究，將其稱為較綠色的蠶絲脫膠方法，並同時探討絲膠水解物的利用。這類應用說明鹼性蛋白酶不只用於「去污」，也能用於有價值的蛋白質分離與轉化流程 [10]。

蛋白副產物與工業生物轉化

鹼性蛋白酶也常被研究於蛋白質副產物處理，例如魚廢棄物、羽毛、乳清、動植物蛋白或其他含蛋白殘留。其機制仍是肽鍵水解，但目的從清潔轉為提高可溶性、釋放胜肽、降低廢棄物負荷或生產可再利用的水解物 [11]。

以魚類廢棄物作為底物生產 *Brevibacillus agri* SAR25 鹼性蛋白酶的研究，展示了蛋白質廢棄物與酵素生產、蛋白水解應用之間的循環概念。這類研究不能直接轉化為任何特定產品功效宣稱，但可說明鹼性蛋白酶在資源化與工業生物催化中的技術延展性 [11]。

常見應用的功能比較

應用領域	主要蛋白目標	鹼性蛋白酶的功能	配方或製程中需共同考量的因素	證據重點
洗衣與去漬	血液、蛋、奶、肉汁、汗漬中的蛋白質	水解蛋白污垢，使其更易分散與沖洗	pH、洗滌溫度、界面活性劑、漂白體系、接觸時間	多種微生物鹼性蛋白酶被評估為洗滌添加物 [8]
工業與食品設備清潔	乳品、肉類、加工殘留中的蛋白膜	削弱蛋白沉積層與黏著結構	流速、剪切力、CIP 流程、脂肪與礦物垢比例	乳品污垢研究顯示酵素處理需整合真實清潔條件 [3]
皮革加工	毛根相關蛋白、非膠原蛋白	協助脫毛、軟化與前處理	皮種、膠原保護、鹼度、加工時間	<i>Bacillus</i> 來源鹼性蛋白酶已被研究於製革應用 [9]
蠶絲與紡織	絲膠或蛋白性雜質	選擇性水解蛋白膠質，降低化學處理依賴	纖維強度、白度、手感、後段整理	鹼性蛋白酶被用於蠶絲脫膠與絲膠水解 [10]
蛋白副產物利用	魚廢棄物、羽毛、乳清等蛋白	產生可溶性水解物或胜肽	原料組成、目的產物、後處理條件	魚廢棄物與微生物蛋白酶研究支持資源化方向 [11]

穩定性：決定實際表現的關鍵變數

pH 與溫度

鹼性蛋白酶之所以適合洗滌與工業清潔，是因為其活性窗口偏向鹼性；但「鹼性」不代表所有高 pH 條件都一樣適合。不同酵素來源的最適 pH、耐鹼時間與失活速率可能差異很大，溫度也會同時影響反應速率與酵素構形穩定性：溫度提高通常能加速水解，但超出酵素可承受範圍後會導致變性或活性下降 [12]。

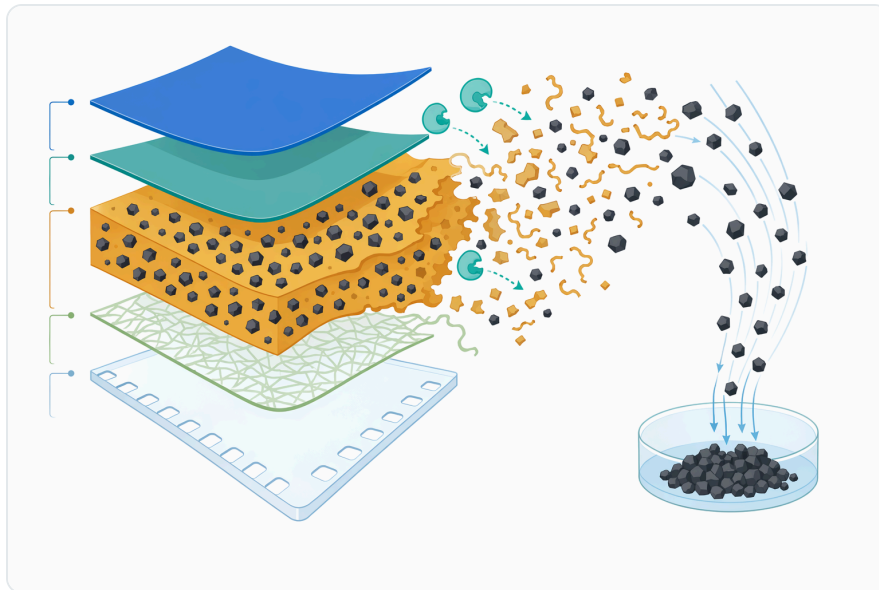


Figure 6. 鹼性蛋白酶可水解廢棄 X 光片中的明膠黏結層，以協助將含銀材料與塑膠片基分離。

來自 *Streptomyces* sp. Al-Dhabi-82 的新型熱穩定鹼性蛋白酶研究，強調發酵條件、熱穩定性與環境友善工業應用之間的連結。這類研究支持「耐溫、耐鹼」是工業化價值的重要指標，但仍屬於特定菌株與特定酵素的性質，不應直接套用到所有鹼性蛋白酶粉末 [12]。

表面活性劑、氧化劑與螯合劑

洗滌配方往往同時含有陰離子或非離子表面活性劑、助洗劑、漂白體系、香精、防腐或穩定成分。某些表面活性劑可幫助污垢分散，卻也可能干擾酵素構形；氧化劑有助去除色漬與殺菌，但可能氧化蛋白質中的敏感胺基酸；螯合劑可調整水質，卻可能移除某些酵素穩定所需的金屬離子 [7]。

因此，鹼性蛋白酶在配方中通常需要平衡「清潔化學」與「酵素穩定」。交聯與固定化研究之所以受到重視，就是因為真實洗滌系統比單純緩衝液更嚴苛；提高酵素對熱、鹼、界面活性劑或儲存條件的耐受性，往往能直接改善清潔產品中的可用性 [13]。

儲存與粉末型態

粉末型酵素便於運輸、儲存與加入乾式或濃縮配方，但蛋白質仍可能受到濕氣、溫度與配方中其他活性物質影響。研究中對儲存穩定性的評估，通常反映酵素在一段時間後維持功能的能力；對於 B2B 使用者而言，重點是把粉末酵素視為對環境敏感的生物催化成分，而不是一般惰性填料 [4]。



Figure 7. 富含蛋白質的殘留物可透過鹼性蛋白酶轉化為較小的水解物分段，使其更易於處理、分離或加值利用。

若應用在含水配方，還要考慮酵素自我水解、微生物風險、長期接觸界面活性劑或氧化物造成的活性衰減。這也是為什麼洗衣液或工業清潔液中的蛋白酶穩定化，常需要比乾粉系統更細緻的配方設計 [7]。

證據如何解讀：強結論與保守邊界

較強的結論是：鹼性蛋白酶能水解蛋白質，並且在洗滌劑、工業清潔、皮革、紡織與蛋白副產物處理中有大量研究與應用案例。來自 *Bacillus cereus* 的鹼性蛋白酶研究即涵蓋純化、特性分析與應用評估，支持此類酵素在鹼性環境下處理蛋白性底物的基本功能 [2]。

中等強度的結論是：某些來源的鹼性蛋白酶可具備耐熱、耐鹼、耐鹽、耐溶劑或洗滌劑相容性，但這些特性高度依賴菌株、酵素結構與處理方式。以 *Galium aparine* 來源鹼性蛋白酶為例，研究強調其熱穩定與溶劑耐受特性，並探討工業應用；然而這代表特定酵素的性質，而不是所有鹼性蛋白酶的共同保證 [14]。

需要保守看待的是：低溫洗滌、強漂白配方、特殊纖維、醫療器械、食品接觸設備或高風險製程中的實際效果。即使文獻顯示某些鹼性蛋白酶可在特定條件下表現良好，最終仍必須由配方系統與使用條件決定；酵素名稱相同，不代表來源、穩定性與應用窗口完全相同 [1]。

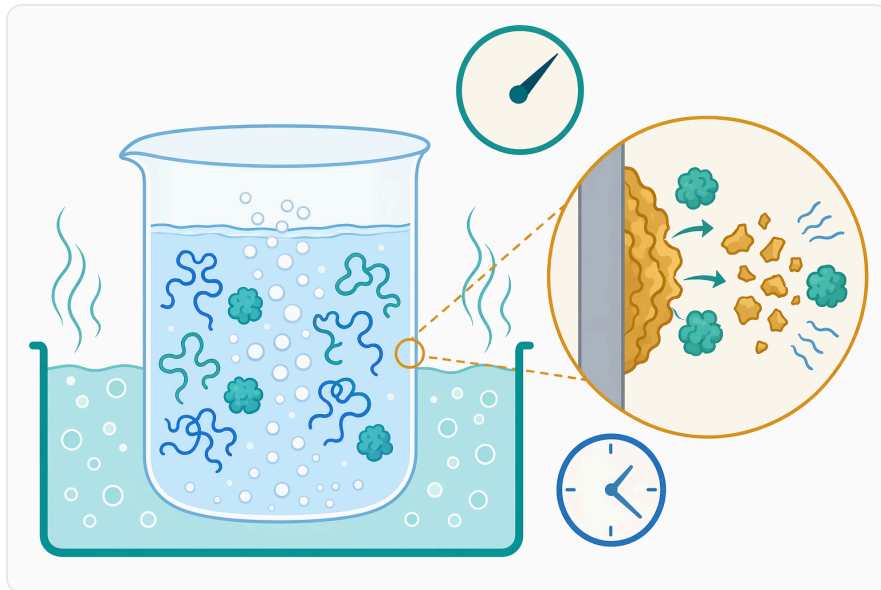


Figure 8. 鹼性蛋白酶的實際應用需要水合作用、鹼性水溶液條件、可接觸的蛋白質基質，以及足夠的接觸時間。

對 B2B 使用者的實務結論

Alkaline Protease Powder 的核心價值，是在偏鹼清潔或加工條件下選擇性分解蛋白質，把頑固蛋白污垢轉化為較容易分散與沖洗的片段。它最適合用於蛋白性污垢明確的場景，例如洗衣去漬、工業設備清潔、乳品或食品加工殘留處理、皮革前處理、紡織蛋白膠質去除，以及蛋白副產物水解 [15]。

同時，鹼性蛋白酶應被理解為完整配方或製程中的一個功能性生物催化成分，而不是單獨解決所有清潔問題的材料。油脂、澱粉、礦物垢、色素與微生物膜可能需要表面活性劑、脂肪酶、澱粉酶、螯合劑、氧化體系或機械條件共同處理；鹼性蛋白酶的強項，仍然是針對蛋白質與含蛋白複合污垢提供分子層級的水解作用 [6]。

對需要穩定供應與文件管理的使用者而言，Enzymes.bio 提供的是線上直接購買的酵素供應服務，產品以 1 kg 單位銷售，並隨訂單提供 CoA 與 SDS。從技術角度看，合理期待是把此類鹼性蛋白酶粉末用於研發、配方開發或既有工業流程中的蛋白水解需求；其最終清潔或加工表現，則應依實際配方、基材、污垢與操作條件判讀。

線上訂購 Alkaline Protease Powder Protease Enzyme Detergent Alkaline Protease 100,000U/G

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 Alkaline Protease Powder Protease Enzyme Detergent Alkaline Protease 100,000U/G →

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. Alshehri, W., Alhothifi, S. A., Khalel, A. F., Alqahtani, F. S., Hadrich, B., & Sayari, A. (2025). Production optimization of a thermostable alkaline and detergent biocompatible protease by *Bacillus paramycoides* WSA for the green detergent industry. *Scientific Reports*, 15.
2. Ullah, N., Rehman, M., Sarwar, A., Nadeem, M., Nelofer, R., Shakir, H. A., Irfan, M., ... et al. (2022). Purification, Characterization, and Application of Alkaline Protease Enzyme from a Locally Isolated *Bacillus cereus* Strain. *Fermentation*.
3. Guerrero-Navarro, A., Ríos-Castillo, A. G., Ripolles-Avila, C., Zamora, A., Hascoët, A., Felipe, X., Castillo, M., ... et al. (2021). Effectiveness of enzymatic treatment for reducing dairy fouling at pilot-plant scale under real cleaning conditions. *LWT*.
4. Chittoor, J. T., Balaji, L., & Jayaraman, G. (2016). Optimization of Parameters that Affect the Activity of the Alkaline Protease from Halotolerant Bacterium, *Bacillus acquimaris* VITP4, by the Application of Response Surface Methodology and Evaluation of the Storage Stability of the Enzyme. *Iranian Journal of Biotechnology*, 14 1, 23-32 .
5. Uba, B., & Umennadi, P. O. (2026). Kinetics, Zymographic Analysis, and Industrial Evaluation of Alkaline Protease from *Bacillus tropicus* Isolated from Environmental Water Samples. *IPS Interdisciplinary Journal of Biological Sciences*.
6. Ferreira, L. P., Cruz, E., & Martins, M. L. L. (2025). Use of *Bacillus liqueniformis* SMIA-2 For the Development of Environmentally Friendly Cleaning Products. *Revista de Gestão Social e Ambiental*.
7. Yang, H., Ren, X., Zhao, Y., Xu, T., Xiao, J., & Chen, H. (2024). Enhancing Alkaline Protease Stability through Enzyme-Catalyzed Crosslinking and Its Application in Detergents. *Processes*.
8. Alonazi, M. A. (2024). *Staphylococcus aureus* Alkaline Protease: A Promising Additive for Industrial Detergents. *Catalysts*.
9. Ranjithkumar, A., Durga, J., Ramesh, R., Sundar, V., Rose, C., & Muralidharan, C. (2017). Studies on Alkaline Protease from *Bacillus crolab* MTCC 5468 for Applications in Leather Making. *Journal of The American Leather Chemists Association*, 112, 232-239.

10. More, S., Chavan, S., & Prabhune, A. (2018). Silk Degumming and Utilization of Silk Sericin by Hydrolysis Using Alkaline Protease from Beauveria Sp. (MTCC 5184): A Green Approach. *Journal of Natural Fibers*, 15, 373 - 383.
11. Akkaya, S. N., Almansour, A., Altıntas, R., Şişeciöğlü, M., & Adiguzel, A. (2025). Purification, characterization, optimization, and docking simulation of alkaline protease produced by Brevibacillus agri SAR25 using fish wastes as a substrate. *Food Chemistry*, 471, 142816 .
12. Al-Dhabi, N., Esmail, G. A., Ghilan, A., Arasu, M., Duraipandiyan, V., & Ponmurugan, K. (2020). Characterization and fermentation optimization of novel thermo stable alkaline protease from Streptomyces sp. Al-Dhabi-82 from the Saudi Arabian environment for eco-friendly and industrial applications. *Journal of King Saud University - Science*, 32, 1258-1264.
13. Alshari, M. K., Karam, S., Yang, T., Sui, M., Li, X., Luo, Y., & Hong, F. F. (2025). Enhanced thermal stability of Bacillus licheniformis alkaline protease via immobilization on chitosan-based biodegradable composites. *International Journal of Biological Macromolecules*, 149650 .
14. Rehman, K., Abdelrahman, E. A., Alissa, M., Khatkhat, N. S., Alghamdi, A., Alghamdi, S. A., Alshehri, M. A., ... et al. (2025). Thermostable and Solvent-Tolerant Alkaline Protease from Galium aparine: Purification and Industrial Applications. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 110529 .
15. B.K.M, L., D, M., Sowjanya, M., Venkatrayulu, C., & K.P.J., H. (2023). Industrial Applications of Alkaline Protease with Novel Properties from Bacillus Cereus Strain S8. *Journal of Advanced Zoology*.


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

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。