

# Alkaline Protease Detergent Enzyme：蛋白質污漬去除用鹼性蛋白酶，適用洗衣與清潔配方

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

**Alkaline Protease Detergent Enzyme – Protein Stains Remover Enzyme** 是用於洗衣、清潔與去污配方的鹼性蛋白酶，主要功能是水解血液、蛋、乳製品、肉汁、汗液與部分食物殘留中的蛋白質污垢。

它不是漂白劑，也不是萬用清潔劑；其價值在於把較大、較黏著的蛋白質分子切割成較小片段，使界面活性劑、水流與機械力更容易將污漬帶離織物或表面。

Enzymes.bio 作為線上供應商提供此類蛋白酶產品，以 1 kg 單位銷售；CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供，本文聚焦於技術理解與應用脈絡，而非製造或檢測說明。

## 酵素名稱與主要應用定位

**酵素名稱：**Alkaline Protease Detergent Enzyme – Protein Stains Remover Enzyme

**主要應用：**洗衣洗劑、清潔配方、蛋白質污漬處理、商業洗衣與表面清潔中的蛋白殘留分解。

鹼性蛋白酶是一類在偏鹼環境下仍能催化蛋白質水解的酵素，長期被研究用於洗劑、皮革、食品加工與其他工業場景；其中洗衣與清潔配方是最具代表性的應用之一，因為多數洗滌系統本身即偏向弱鹼至鹼性條件<sup>[1]</sup>。在 B2B 應用語境中，它通常被視為「蛋白質污漬分解成分」，而不是單獨完成整個清潔任務的主劑。

對於 Enzymes.bio 的產品頁使用者而言，這項產品應理解為可在線上以 1 kg 單位購買的鹼性蛋白酶供應品，適合用於小批量配方開發、清潔產品試製、商業清潔應用規劃或需要穩定取得蛋白質污漬去除酵素的場景；相關文件如 CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。Enzymes.bio 在此角色中是供應商，不是製造商，也不是檢測實驗室，因此本文不提供製造參數、實驗室分析流程或活性單位定義。

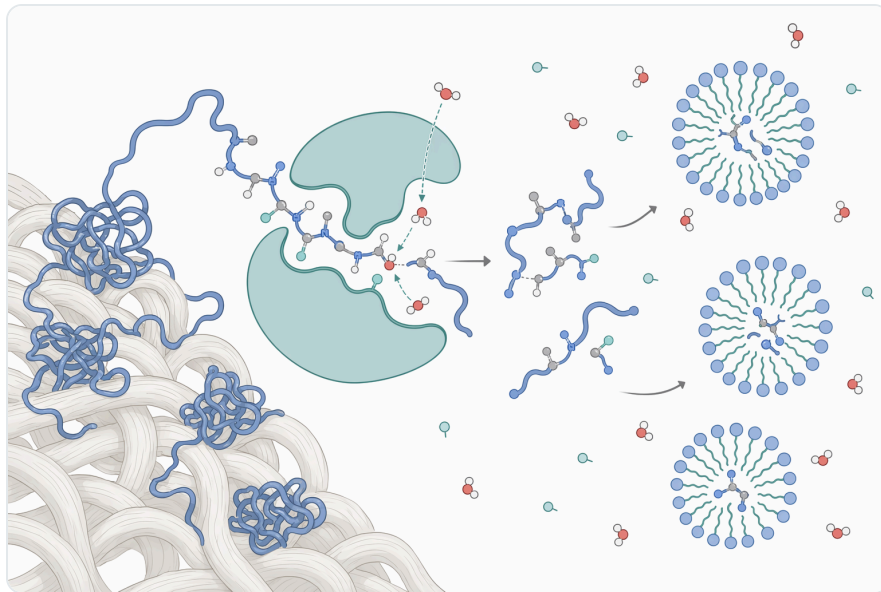
## 為什麼蛋白質污漬需要蛋白酶處理？

### 蛋白質污垢的附著性與「老化」問題

血液、蛋、奶類、肉汁、汗液、皮脂混合物與部分草漬都可能含有蛋白質。蛋白質分子具有複雜的立體結構，遇到熱、乾燥、pH 改變或金屬離子時，可能發生變性、凝聚或與纖維表面形成更緊密的附著；這也是血漬或蛋漬在乾燥後更難洗除的原因之一。一般去污研究也指出，污漬去除效果會受到污

漬類型、處理方式、布料與時間等因素影響，並非單靠一種化學成分即可穩定解決所有污垢<sup>[2]</sup>。

傳統洗劑主要依靠界面活性劑把污垢潤濕、乳化、分散並帶離表面，但面對已凝固或嵌入纖維間隙的蛋白質污垢時，若沒有先破壞其大分子結構，清洗效率可能受限。蛋白酶的作用正好補上這一段：它不只是把污漬「泡開」，而是催化蛋白質胜肽鍵水解，使原本較大的蛋白質殘留變成較小的胜肽與胺基酸片段，降低其黏附、交聯與成膜能力。



**Figure 1.** 鹼性蛋白酶在洗滌過程中透過水解肽鍵，將蛋白質污漬分解成較小、可分散於水中的片段。

## 為什麼是「鹼性」蛋白酶？

洗衣粉、部分液體洗劑、工業去污劑與清潔配方常設計在偏鹼條件下運作，因為鹼性環境有助於脂肪皂化、酸性污垢中和、纖維潤濕與界面活性劑表現。若蛋白酶只在中性或酸性條件下有效，放入這類洗劑系統後就容易失去實用性；因此，能在鹼性條件下保持催化功能的蛋白酶，才具有洗劑配方價值<sup>[3]</sup>。

多篇針對 *Bacillus*、*Bacillus subtilis*、*Bacillus pumilus*、*Bacillus atrophaeus*、*Salinicoccus* 與其他微生物來源的研究，都把「鹼性條件下的活性、洗劑相容性、溫度耐受與氧化環境穩定性」列為洗劑應用的重要指標<sup>[4]</sup>。這些研究不代表任何單一市售產品在所有洗滌條件下會有相同表現，但它們支持一個明確技術共識：鹼性蛋白酶是洗衣與清潔配方中最成熟的酵素類別之一。

## 作用機制：鹼性蛋白酶如何讓蛋白污漬更容易被洗掉？

### 從大分子蛋白質到可分散小片段

蛋白質由胺基酸透過胜肽鍵串聯而成，血紅蛋白、白蛋白、酪蛋白、卵白蛋白、肌肉蛋白與角蛋白等都屬於不同型態的蛋白質。鹼性蛋白酶的核心反應是水解蛋白質中的胜肽鍵，把高分子蛋白質切割成較短的胜肽鍵與胺基酸片段；這些片段通常更容易被水相帶走，也更容易被界面活性劑包覆或分散 [1]。

在洗衣情境中，這個反應常與其他清潔機制同步發生。界面活性劑降低表面張力，使水更容易滲入織物；助洗劑調節水質與鹼度；機械力提供剪切與擠壓；蛋白酶則針對蛋白質污垢的分子骨架進行催化切割。若把清潔視為「鬆動—分解—分散—帶走」的連續流程，蛋白酶負責的是分解蛋白質結構，而非取代整個洗劑系統。



Figure 2. 在洗滌劑流程中，會將鹼性蛋白酶加入洗液中，以分解蛋白質污垢，並在中等溫度下提升去漬效果。

### 對血漬、蛋漬、乳製品與肉汁特別相關

蛋白質污漬常與其他污垢混合存在，例如血液除了蛋白質，也包含色素、鹽類與細胞成分；奶類含有蛋白質、脂肪與乳糖；肉汁則可能同時含蛋白質、油脂、鹽分與焦化色素。因此，蛋白酶對這些污漬的貢獻主要在於拆解蛋白質網絡，讓其他清潔成分更容易接觸並移除剩餘污垢。以洗劑產業資料來看，蛋白質污漬是洗衣酵素開發中的主要目標之一，蛋白酶被廣泛用於處理血液、蛋、肉類與乳製品相關殘留 [5]。

需要注意的是，蛋白酶對「主要由色素、礦物沉積、單純油脂或澱粉構成」的污漬並不一定是最直接的解法。它可以改善混合污漬中的蛋白質部分，但若污垢主體是油脂，脂肪酶或界面活性劑系統會更關鍵；若主體是澱粉，澱粉酶才是更對應的酵素。

## 與其他洗劑酵素的功能比較

洗劑配方常不只使用一種酵素，因為衣物與表面污垢本來就是多組分混合物。下表用配方視角比較常見酵素的主要作用，協助理解 Alkaline Protease Detergent Enzyme 的定位。

酵素類別	主要作用對象	典型污漬或殘留	在洗劑中的角色	與鹼性蛋白酶的差異
鹼性蛋白酶	蛋白質、胜肽鍵	血液、蛋、奶類、肉汁、汗液、部分草漬	分解蛋白質污垢，使其更易被洗離	本文產品核心功能，適合偏鹼洗滌條件
脂肪酶	三酸甘油酯與油脂	食用油、皮脂、油性醬料、部分化妝品	分解油脂，提高乳化與去油效果	主要處理油脂，不直接水解蛋白質；洗劑相容脂肪酶亦是重要研究領域 <sup>[6]</sup>
澱粉酶	澱粉與多醣	米飯、麵糊、醬料、澱粉膠	降低澱粉黏著與糊化殘留	對蛋白質污漬不是主力；澱粉相關酵素常見於黏著物或食品殘留處理 <sup>[7]</sup>
纖維素酶	纖維素表層微纖維	棉織物表面毛羽、灰化感	改善織物外觀與表面手感	作用對象是纖維表面，不是污漬中的蛋白質
氧化型漂白系統	色團與可氧化物質	茶、咖啡、酒、部分色素	去色、增白、處理色斑	不是酵素水解；可能影響某些酵素穩定性

這種比較也說明，鹼性蛋白酶不是「全能去污粉」，而是針對蛋白質污垢提供高度相關的生物催化功能。配方若要處理混合型污漬，通常需要把蛋白酶放入更完整的界面活性劑、助洗劑、螯合劑、漂白或多酵素架構中思考。

## 研究證據：鹼性蛋白酶作為洗劑成分的可信基礎

### Bacillus 類鹼性蛋白酶與洗劑應用

Bacillus 屬微生物是鹼性蛋白酶研究中最常見的來源之一，相關綜述指出其蛋白酶具有工業應用價值，尤其在洗劑與清潔相關場景中受到重視<sup>[1]</sup>。這類研究通常會關注酵素在鹼性條件、溫度變化、界面活性劑存在、洗劑成分共存以及蛋白質污漬處理中的表現，反映了洗衣配方對「穩定性」與「相容性」的高度要求。



**Figure 3.** 鹼性洗滌用蛋白酶主要應用於洗衣、去漬劑、預浸處理、機構清潔、洗碗及紡織品清潔產品。

例如，*Bacillus subtilis* APO-1 被研究為可產生洗劑相容鹼性蛋白酶的菌株，研究重點包含分離、特性分析與洗劑使用潛力<sup>[3]</sup>。另一項針對 *marine Bacillus subtilis* BGN4 的研究，則討論了鹼性蛋白酶的生產、特性、洗劑穩定性與抗生物膜活性，顯示此類酵素在清潔領域不只與衣物污漬有關，也可能延伸至表面殘留與生物膜相關應用<sup>[8]</sup>。

### 耐熱、耐氧化與洗劑相容性是研究重點

洗衣與清潔配方環境通常不溫和。配方可能含有陰離子或非離子界面活性劑、螯合劑、助洗鹼、香精、防腐系統、漂白前驅物或其他酵素；洗程中還會遇到水質、溫度與機械力差異。因此，研究常聚焦於鹼性蛋白酶能否在這些條件下保留足夠功能。*Bacillus pumilus* TNP93 來源鹼性蛋白酶即被報告具備熱穩定與氧化穩定特徵，並被評估於洗衣洗劑配方情境<sup>[4]</sup>。

另一項針對 *Bacillus atrophaeus* NIJ 的研究則描述了新型絲胺酸鹼性蛋白酶的特性，並將其放入洗衣洗劑配方應用脈絡中探討<sup>[9]</sup>。這些資料的重要性不在於提供某一產品的保證值，而在於說明洗劑用鹼性蛋白酶必須同時考慮催化能力、環境耐受性與配方共存性；這也是 B2B 使用者在理解產品應用時最需要掌握的技术邏輯。

### 低溫、鹽耐受與多環境清潔需求

現代洗衣與清潔市場愈來愈重視低溫洗滌、省能源、節水與溫和處理。這使得「冷活性」或在較低溫條件下仍具功能的鹼性蛋白酶受到研究關注。*Stenotrophomonas maltophilia* TK-4 來源的胞外冷活性鹼性蛋白酶即被探討其酵素特性與多功能應用，反映低溫條件下的工業需求<sup>[10]</sup>。

此外，含鹽或複雜水質也會影響清潔配方表現。Salinicoccus sp. UN-12 來源的鹼性蛋白酶被描述為耐鹽且洗劑相容，顯示研究界也關注酵素在非理想水質或高離子強度環境中的穩定性<sup>[11]</sup>。對商業洗衣、餐飲清潔或不同地區用水條件而言，這類研究支持「實際使用環境會影響酵素表現」的判斷，而不是把酵素視為在所有條件下固定有效的添加物。



Figure 4. 相較於高溫或強烈化學洗滌，蛋白酶清潔可在較溫和的洗滌條件下去除蛋白質污垢。

## 蛋白質污漬移除與布料清潔研究

直接與布料清潔相關的研究也支持蛋白酶在洗滌中的應用合理性。角蛋白酶與蛋白酶類酵素被研究與洗劑搭配，用於提升布料清潔表現，顯示蛋白質水解型酵素可作為洗劑系統中的功能性去污輔助<sup>[12]</sup>。較早的研究亦探討鹼性蛋白酶在工業清潔應用中的實用性，反映這一技術路線並非近期才出現，而是有長期累積的工業背景<sup>[13]</sup>。

同時，研究證據也應謹慎解讀。多數論文評估的是特定來源、特定製備方式與特定條件下的酵素表現，不能直接外推成所有市售鹼性蛋白酶在所有洗劑、布料、水質與污漬老化程度下都會得到同等結果。對 B2B 配方與清潔應用來說，更穩健的理解是：鹼性蛋白酶有明確機制與成熟研究基礎，但最終效果取決於整個清潔系統。

## 適用情境：哪些應用最能發揮鹼性蛋白酶價值？

### 洗衣粉、液體洗劑與預處理配方

在家用與商業洗衣產品中，鹼性蛋白酶適合用於強化蛋白質污漬處理能力。對洗衣粉而言，偏鹼條件與粉體配方常與鹼性蛋白酶的應用邏輯相符；對液體洗劑而言，則更需要考慮配方中水分、界面活性劑、保存系統與其他活性成分對酵素穩定性的影響。研究持續探討鹼性蛋白酶與洗劑成分的相容性，

正是因為洗衣產品不是單一水溶液，而是多成分、多變因的配方環境<sup>[14]</sup>。

作為蛋白質污漬去除酵素，它可應用於血漬、蛋漬、奶漬、肉汁、汗液、餐飲布巾與制服洗滌等情境。若污漬已經經過高溫烘乾、熨燙或長時間放置，蛋白質可能更緊密地固著在纖維上，處理難度會上升；此時蛋白酶仍可能有幫助，但不宜把它描述為可保證完全還原布料狀態的成分。

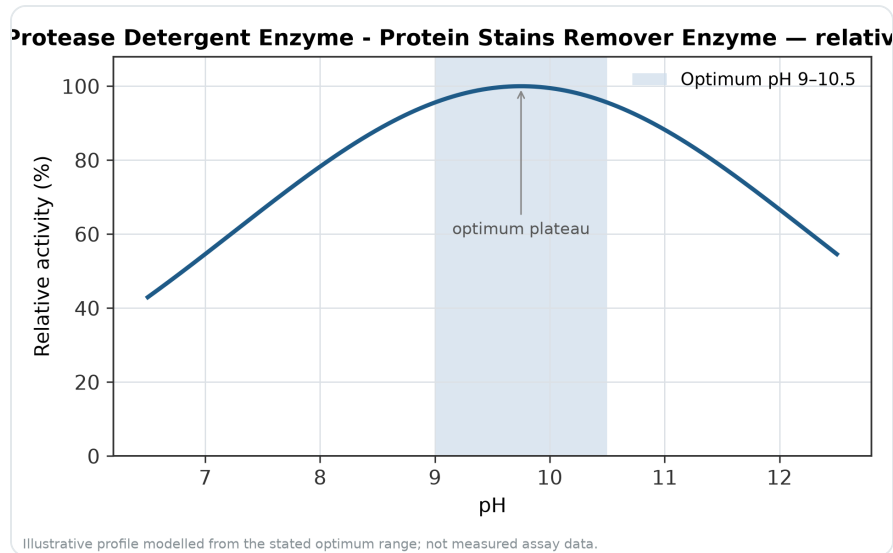


Figure 5. 鹼性蛋白酶洗滌酵素 - 蛋白質污漬去除酵素的相對活性隨 pH 值變化，顯示其最佳活性平台位於 pH 9–10.5。

## 商業洗衣、旅宿與餐飲布巾清潔

旅宿床單、毛巾、餐巾、廚房布、制服與醫療周邊織品常同時遇到汗液、皮脂、血液、食物蛋白與油脂混合污漬。鹼性蛋白酶在這類應用中可負責切割蛋白質殘留，降低污垢在纖維表面的結構強度，使後續洗滌更有效率。Staphylococcus aureus 來源鹼性蛋白酶被研究為工業洗劑添加物候選，亦反映了工業清潔場景對此類酵素的需求<sup>[15]</sup>。

不過，商業洗衣的實際表現仍受洗程時間、浴比、機械力、水質、溫度、洗劑組成與污漬來源影響。若配方設計目標是處理餐飲布巾，蛋白酶可能需要與脂肪去除系統共同運作；若目標是血漬與體液殘留，蛋白酶的重要性更高，但仍應與完整清潔與衛生管理流程搭配。

## 工業表面清潔與食品相關環境的蛋白殘留

蛋白質殘留也常出現在食品加工、餐飲設備、排水系統、廚房地面或工具表面。鹼性蛋白酶可協助把黏著性蛋白膜或食物殘留分解成較易沖洗的片段，特別是在需要降低有機負荷、改善表面清潔前處理或減少污垢累積的情境中。海洋 Bacillus subtilis BGN4 鹼性蛋白酶研究同時討論抗生物膜相關表現，顯示蛋白酶在表面清潔與生物膜管理方向也受到關注<sup>[8]</sup>。

然而，酵素清潔不等於消毒。蛋白酶能協助分解有機污垢，但不能被描述為取代殺菌、滅菌或法規要求的消毒程序。若應用在食品接觸面、醫療相關清潔或受監管場域，仍需依當地衛生規範與正式清潔消毒流程操作。

## 配方考量：影響表現的關鍵變因

### pH、溫度與接觸時間

鹼性蛋白酶的名稱已反映其適合偏鹼條件，但不同來源酵素的最適範圍與穩定性並不完全相同。Bacillus thuringiensis 來源鹼性蛋白酶的研究即把生產條件、部分純化與特性分析放在工業應用脈絡中討論，顯示 pH、溫度與環境條件對酵素表現具有實質影響<sup>[16]</sup>。在實務應用中，過低或過高 pH、過度高溫、長時間暴露於不相容化學物質，都可能削弱酵素功能。

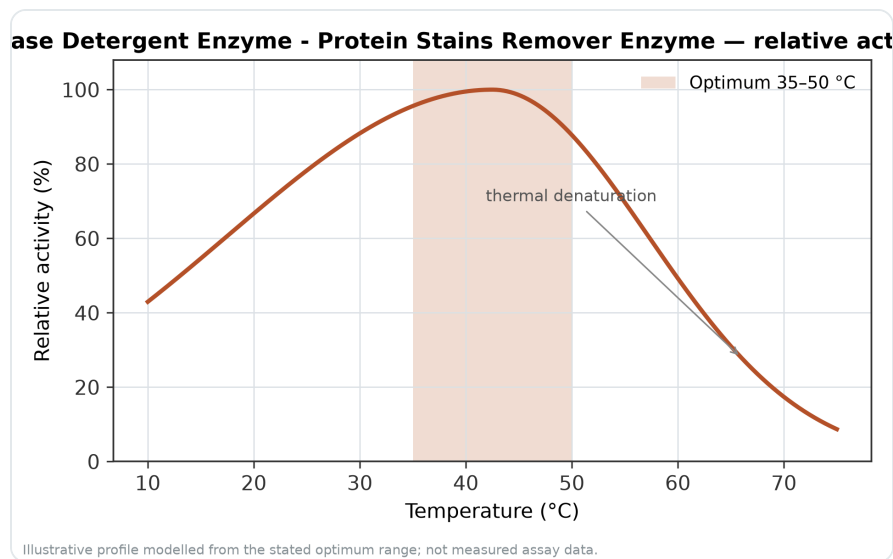


Figure 6. 鹼性蛋白酶洗滌酵素 - 蛋白質污漬去除酵素的相對活性隨溫度變化，最佳溫度為 35–50 °C，並在高於最佳範圍後出現典型的熱變性活性下降。

接觸時間也很重要。酵素需要時間與污垢接觸並催化水解；若洗程非常短、污漬已高度老化，或污垢被油脂、蠟質、樹脂或無機沉積覆蓋，蛋白酶與蛋白質基質接觸的機會會下降。這也是為什麼在某些應用中，蛋白酶常與潤濕、分散、乳化與螯合系統共同設計。

### 界面活性劑、漂白系統與多酵素相容性

洗劑配方中的界面活性劑可幫助污垢分散，但某些成分也可能改變蛋白質結構或影響酵素穩定性。氧化性漂白系統尤其需要謹慎看待，因為酵素本身是蛋白質，強氧化環境可能造成活性下降；因此，耐氧化鹼性蛋白酶的研究在洗劑領域特別有意義<sup>[4]</sup>。

多酵素配方也很常見，但不能假設所有酵素彼此完全相容。蛋白酶有分解蛋白質的能力，理論上可能影響其他蛋白質型酵素的穩定性；實際影響取決於配方結構、保護系統、水分活性、pH、溫度與儲存條件。這類問題屬於配方設計範疇，而不是單一原料即可決定的結果。

## 布料、表面與污漬組成

棉、聚酯、混紡、羊毛、絲、功能性纖維與塗層材料對洗劑與酵素的耐受性不同。蛋白酶主要針對污垢中的蛋白質，但若基材本身也是蛋白質性質，例如羊毛或絲，使用時就需要更謹慎，避免把「去除蛋白污漬」誤解為對所有材質都完全無影響。皮革產業使用鹼性蛋白酶進行浸水、脫毛或軟化等處理，也正說明蛋白酶對蛋白基材具有實際作用能力<sup>[17]</sup>。

在表面清潔中，基材可能是金屬、塑膠、瓷磚、不鏽鋼或塗層設備。蛋白酶通常不是造成無機腐蝕的主因，但配方中的鹼、螯合劑、氧化劑或界面活性劑可能影響材料相容性。因此，技術判斷應放在完整配方與應用條件，而不是只看酵素名稱。

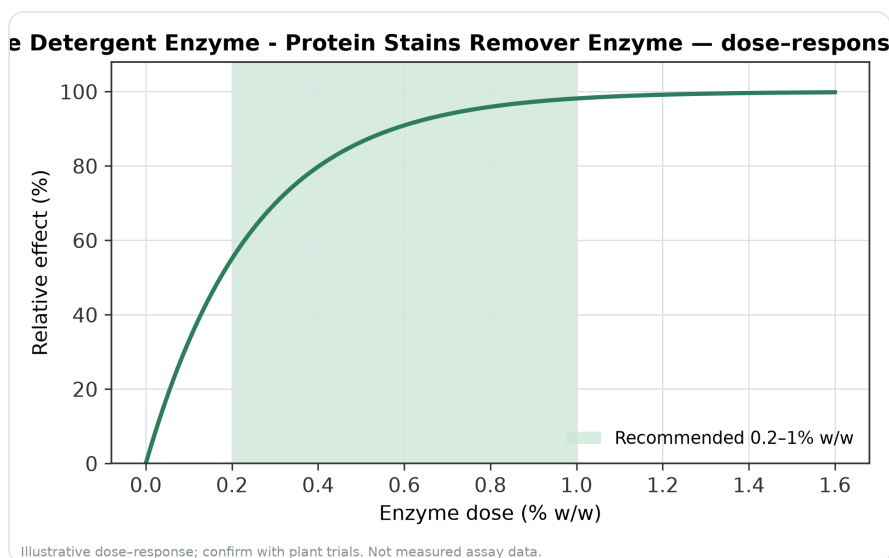


Figure 7. 鹼性蛋白酶洗滌酵素 - 蛋白質污漬去除酵素在建議使用範圍 ( 0.2-1% w/w ) 內的示意劑量反應關係。

## 強證據與合理限制

### 可以穩健支持的主張

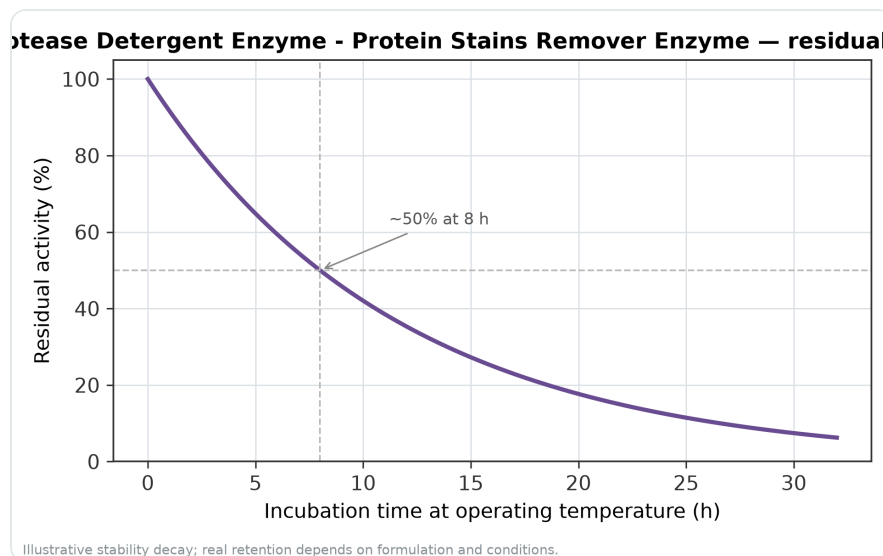
第一，鹼性蛋白酶能催化蛋白質水解，這與其作為洗劑中蛋白質污漬去除酵素的定位一致；多篇 *Bacillus* 與其他微生物來源研究皆把它放在洗劑、清潔或工業應用場景中評估<sup>[1]</sup>。第二，偏鹼洗滌環境與鹼性蛋白酶的功能特性相符，使其比一般中性或酸性蛋白酶更適合常見洗劑系統。第三，研究文獻持續探討洗劑相容、耐熱、耐氧化、耐鹽與低溫活性等方向，說明此類酵素已是成熟但仍持續優化的技術類別<sup>[11]</sup>。

這些主張可用於理解產品應用價值：Alkaline Protease Detergent Enzyme 適合被定位為洗衣與清潔配方中的蛋白質污漬分解成分，尤其與血液、蛋、乳製品、肉汁、汗液與餐飲蛋白殘留相關。它可以改善蛋白污垢的可洗離性，但表現會受整體配方與使用條件影響。

## 不應過度延伸的主張

不宜宣稱鹼性蛋白酶可單獨去除所有污漬。油脂、澱粉、色素、黏土、金屬氧化物與無機水垢都有不同清潔機制；蛋白酶可能幫助混合污漬中的蛋白質部分，但不等於完全取代脂肪酶、澱粉酶、漂白系統、螯合劑或界面活性劑。洗劑相容脂肪酶的獨立研究也顯示，油脂污漬需要不同酵素與配方邏輯處理<sup>[6]</sup>。

也不宜把論文中特定菌株或特定製備方式的表現，直接等同於任何市售供應品在所有條件下的保證結果。研究文獻提供的是類別層級的科學基礎與應用方向；實務配方仍需考量產品設計、保存條件、使用方式、污漬狀態與目標基材。



**Figure 8.** 鹼性蛋白酶洗滌酵素 - 蛋白質污漬去除酵素的示意熱穩定性衰減：在操作溫度下，殘餘活性隨時間下降。

## Enzymes.bio 產品使用者的實務理解

對需要蛋白質污漬去除酵素的配方開發者、清潔產品品牌、商業洗衣使用者與小型工業應用者而言，**Alkaline Protease Detergent Enzyme – Protein Stains Remover Enzyme** 可被視為一項用於提升蛋白污垢處理能力的功能性酵素原料。它最適合放在偏鹼洗滌、衣物清潔、布巾處理、食品殘留清潔與其他有蛋白質負荷的應用脈絡中理解，而不是作為漂白、消毒或萬用去污成分。

Enzymes.bio 提供的是線上可購買的供應品，產品以 1 kg 單位銷售；完成訂單後，CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。本文的目的，是協助使用者以機制、證據與應用限制來理解鹼性蛋白酶，而不是把它包裝成不受條件限制的去污承諾。

## 結論：成熟、明確但需放在完整配方中理解的洗劑酵素

Alkaline Protease Detergent Enzyme 的核心價值，是在偏鹼清潔條件下水解蛋白質污漬，使血液、蛋、奶類、肉汁、汗液與部分食物蛋白殘留更容易被洗滌系統移除。研究文獻支持鹼性蛋白酶作為洗劑成分的合理性，並持續在耐熱、耐氧化、洗劑相容、耐鹽與低溫活性等方向發展<sup>[9]</sup>。

對 B2B 使用者而言，最準確的定位是：它是一種針對蛋白質污垢的生物催化輔助成分，能強化洗衣與清潔配方的蛋白污漬處理能力；但最終效果仍取決於配方設計、洗滌條件、污漬類型、接觸時間與基材特性。這種務實理解，比把酵素描述為單一解決方案更可靠，也更符合洗劑與清潔應用的技術現實。

### 線上訂購 Alkaline Protease Detergent Enzyme - Protein Stains Remover Enzyme

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 Detergent Enzyme - Protein Stains Remover Enzyme →](#)

## 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. Gautam, S. (2024). A Review of Bacillus Species Alkaline Protease Production and Industrial Applications. *International journal of therapeutic innovation*.
2. Jaydeep, M. P., Manoj, M. Y., Sumit, M., & Vibhuti, M. V. (2025). Effectiveness of Various Stain Removal Methods: A Comparative Study. *International Journal of Research in Pharmacy and Allied Science*.
3. Patel, P. (2021). "Isolation and Characterization of Detergent Compatible Alkaline Protease Producing Bacillus Subtilis APO-1". *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*.
4. Arabacı, N., & Karaytuğ, T. (2023). Alkaline Thermo- and Oxidant-Stable Protease from Bacillus pumilus Strain TNP93: Laundry Detergent Formulations. *Indian Journal of Microbiology*, 63, 575-587.
5. Protein Stains. *Novonesis*.
6. Niyonzima, F., & More, S. (2015). Microbial detergent compatible lipases.
7. Blüher, A., Banik, G., Maurer, K., & Thobois, E. (1996). The application of enzyme-containing methylcellulose gels for the removal of starch-based adhesives in albums.
8. Tennalli, G. B., Hungund, B., & Patil, C. (2025). Detergent-Stable Alkaline Protease from Marine Bacillus subtilis BGN4: Production, Characterization, and Anti-Biofilm Activity. *Industrial Biotechnology*, 21, 386

- 400.

9. Rahem, F. Z., Badis, A., Zenati, B., Mechri, S., Hadjidj, R., Rekik, H., Eddouaouda, K., ... et al. (2019). Characterization of a novel serine alkaline protease from Bacillus atrophaeus NIJ as a thermophilic hydrocarbonoclastic strain and its application in laundry detergent formulations.
10. Karaytuğ, T., Arabacı, N., & Arıkan, B. (2025). Enzymatic Properties and Multifunctional Applications of a Novel Extracellular Cold-Active Alkaline Protease from Stenotrophomonas maltophilia Strain TK-4. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 198, 910 - 931.
11. Mokashe, N., Chaudhari, B., & Patil, U. (2017). Detergent-Compatible Robust Alkaline Protease from Newly Isolated Halotolerant Salinicoccus sp. UN-12. *Journal of Surfactants and Detergents*, 20, 1377-1393.
12. Paul, T., Das, A., Mandal, A., Halder, S., Jana, A., Maity, C., DasMohapatra, P. K., ... et al. (2014). An efficient cloth cleaning properties of a crude keratinase combined with detergent: towards industrial viewpoint. *Journal of Cleaner Production*, 66, 672-684.
13. Greene, R., Griffin, H. L., & Cotta, M. (1996). Utility of alkaline protease from marine shipworm bacterium in industrial cleansing applications. *Biotechnology Letters*, 18, 759-764.
14. Alici, E., & Arabaci, G. (2023). Strawberry Protease as a Laundry Detergent Additive Candidate: Immobilization, Compatibility Study with Detergent Ingredients, and Washing Performance Test. *Global Challenges*, 8.
15. Alonazi, M. A. (2024). Staphylococcus aureus Alkaline Protease: A Promising Additive for Industrial Detergents. *Catalysts*.
16. Mia, M., & Islam, M. (2025). Optimization of Production Conditions, Partial Purification, and Characterization of Alkaline Protease Enzymes from Bacillus thuringiensis for Industrial Applications. *Microbiology and Biotechnology Letters*.
17. 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](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。