

# Neutral Cellulase Powder For Denim Fabric Garment Washing : 中性纖維素酶粉在牛仔布洗色、生物石洗與布面拋光的技術應用

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

Neutral Cellulase Powder For Denim Fabric Garment Washing 是一類用於牛仔布與成衣水洗的中性纖維素酶粉，主要應用在生物石洗、洗色、去毛羽與布面拋光。它透過選擇性作用於棉纖維表層的纖維素微纖維，使靛藍染料隨表面微纖維脫離，形成較柔和、可控的褪色與手感改善效果。相較傳統大量浮石石洗，酵素水洗可降低部分機械磨耗與石屑廢棄物負擔，但最終外觀、強度與背染控制仍取決於布種、染色體系與水洗流程設計<sup>[1]</sup>。

## 酵素名稱與主要應用

**酵素名稱：** Neutral Cellulase Powder For Denim Fabric Garment Washing ( 中性纖維素酶粉 )

**主要應用：** 牛仔布成衣水洗、牛仔褲生物石洗、生化洗色、布面去毛羽、生物拋光、降低浮石用量的牛仔後整理流程。

**供應方式：** Enzymes.bio 作為線上供應商，提供本品以 1 kg 單位銷售；CoA 與 SDS 會隨訂單一併提供。本文件為教育與技術支援內容，目的在協助洗水廠、服裝後整理廠與技術採購端理解中性纖維素酶在牛仔布處理中的作用機制與適用邊界。

中性纖維素酶不是單一「漂白劑」或傳統化學退色劑，而是以酵素催化方式處理棉纖維表層。牛仔布多以棉為主體，表面含有暴露毛羽、微纖維與染料附著層；纖維素酶可切割表層纖維素鏈，使細小纖維鬆動、脫落，進而帶走部分靛藍染料，產生復古洗色、柔軟化與表面平整化效果<sup>[2]</sup>。

## 為什麼牛仔水洗會使用中性纖維素酶？

傳統牛仔石洗常依賴浮石與滾筒機械摩擦來製造局部磨白效果。這種方法能形成粗獷的視覺層次，但也伴隨浮石耗材、石屑殘留、設備磨耗、口袋與縫線區域磨損，以及後續清理與廢水管理負擔。酵素水洗的產業價值，在於以生物催化輔助或部分取代純機械摩擦，使布面褪色與手感改善更可控，同時降低部分傳統石洗帶來的環境與設備壓力<sup>[1]</sup>。

中性纖維素酶特別受到牛仔後整理關注，是因為它通常在接近中性的洗浴條件下發揮作用。相較部分酸性纖維素酶，中性條件對既有設備、某些染料體系與後續柔軟整理的整合彈性較高；在靛藍牛仔洗色中，中性酵素也常被用來降低背染風險，也就是脫落染料重新附著在口袋布、縫線或淺色區域的問題<sup>[1]</sup>。

從永續紡織的角度看，酵素在紡織加工中的用途已不只限於牛仔布。近年的微生物酵素應用研究指出，纖維素酶、果膠酶、漆酶等生物催化系統可協助紡織產業降低部分高負荷化學程序，並改善廢水與能源壓力；但這些效益必須建立在實際製程條件與數據管理之上，而非單靠「天然」或「環保」標語<sup>[3]</sup>。

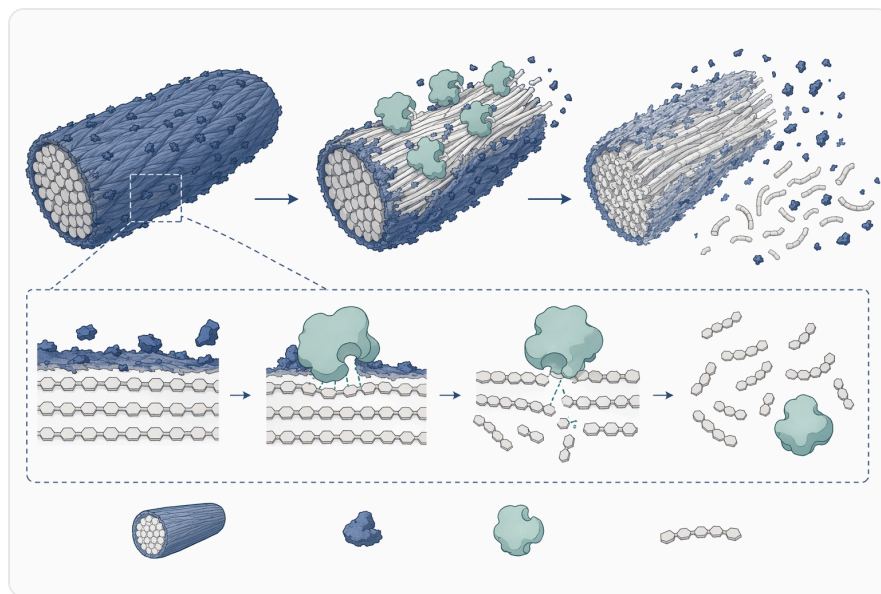


Figure 1. 中性纖維素酶可水解牛仔布表面的纖維素微纖，幫助去除帶有靛藍染料的絨毛，並形成可控的褪色效果。

## 作用機制：中性纖維素酶如何讓牛仔布洗色？

牛仔布的經紗通常以靛藍染色，靛藍多集中在纖維外層，而非完全滲透至棉纖維核心。這也是牛仔布能透過摩擦、水洗與穿著逐漸產生刷白、貓鬚、局部褪色的原因。中性纖維素酶在洗浴中接觸棉纖維表面後，會對纖維素微纖維進行局部水解，使表層細纖維鬆動，再透過滾筒翻動、織物互相摩擦與水流帶走脫落物，形成視覺上的洗色效果<sup>[2]</sup>。

纖維素酶系統通常包含可作用於纖維素不同位置的酵素組分。簡化來說，內切型作用會在纖維素鏈內部產生切口，降低表面微纖維的完整性；外切型或相關輔助作用則可進一步促進短鏈片段釋放。對牛仔布而言，目標不是把主體布料「分解掉」，而是選擇性削弱表面毛羽與微小纖維束，讓布面更平滑、手感更柔軟，同時讓部分染料隨表層纖維移除<sup>[4]</sup>。

這種機制也解釋了為什麼酵素水洗需要平衡外觀與強度。若作用不足，布面洗色不明顯，毛羽仍多；若作用過度，則可能造成重量損失、拉伸或撕裂強度下降，以及縫線附近過度磨耗。研究與產業實務普遍將酵素水洗視為「生物催化 + 機械作用 + 配方分散」共同形成的後整理系統，而不是單一粉末加入後即可自動得到固定效果的處理<sup>[1]</sup>。

## 中性纖維素酶、酸性纖維素酶與傳統浮石的比較

在牛仔水洗中，沒有一種處理方式能適用所有布種與所有品牌外觀。中性纖維素酶的優勢通常在於較溫和、背染較易控制、與現有水洗流程整合度高；酸性纖維素酶可能在某些條件下提供更強的退色效果，但也可能提高背染或強度損失風險；浮石則能提供明顯機械磨白，但管理成本與環境負擔較高<sup>[1]</sup>。



Figure 2. 在成衣水洗過程中，將中性纖維素酶加入牛仔布洗液中，可產生生物石洗效果、提升柔軟度，並形成局部褪色。

處理方式	主要作用	常見優點	主要限制	適用情境
中性纖維素酶粉	在接近中性的洗浴中水解棉纖維表層微纖維	洗色較可控、可改善手感、可降低部分浮石需求、背染風險較易管理	需控制時間、助劑、機械作用；過度處理仍會影響強度	牛仔褲生物石洗、生化洗、去毛羽、柔軟化前處理
酸性纖維素酶	在偏酸條件下作用於纖維素表層	某些布種上退色明顯、反應感較強	可能增加背染或對布料強度造成較大壓力，需嚴格流程控制	需要較強刷白效果且可接受較高製程控制要求的配方

處理方式	主要作用	常見優點	主要限制	適用情境
傳統浮石洗	依靠浮石與布料機械摩擦	可形成粗獷、局部感強的復古效果	石屑、設備磨耗、布面損傷、清理與廢棄物負擔	需要強烈機械磨白、復古粗糙外觀的款式
酵素 + 少量機械媒介	酵素水解搭配滾筒、鋼珠或少量浮石摩擦	在外觀、手感與設備負擔間取得折衷	參數需配合布種重新優化	大多數商業化牛仔洗水流程的常見策略

表中的差異也提醒使用端：中性纖維素酶通常不是單純「取代」所有石洗效果，而是讓工廠能調整石頭、機械力、助劑與洗浴條件之間的比例。若品牌要求非常強烈的破壞感、深淺不均或重度磨損，仍可能需要與機械整理、雷射、刷磨或少量浮石搭配<sup>[5]</sup>。

## 背染控制：中性條件為什麼有幫助？

背染是牛仔酵素洗中最常見的品質風險之一。當靛藍或其他染料從纖維表面脫落後，若在洗浴中分散不佳，就可能重新附著在白色口袋布、縫線、淺色緯紗或已洗白區域，使成品看起來灰暗、髒污或批次不一致。中性纖維素酶之所以常被用於牛仔水洗，是因為它在較溫和的 pH 環境中能達到纖維表面處理，同時降低某些酸性條件下的染料再沉積風險<sup>[1]</sup>。

不過，中性酵素本身並不等於自動無背染。洗浴中的表面活性劑、分散助劑、浴比、機械翻動、布量裝載，以及後續沖洗都會影響染料是否保持懸浮並被排出。針對 AEO 類表面活性劑與纖維素酶牛仔生物水洗的研究顯示，助劑系統會改變酵素處理效果與布面表現，因此實務上通常需要把酵素、分散系統與機械條件視為同一個配方組合來管理<sup>[6]</sup>。

在品質判斷上，背染不只影響視覺，也會影響品牌對「乾淨洗色」與「高級感」的評價。中性纖維素酶適合用於追求柔和、清爽、低髒污感的牛仔款式，尤其當產品包含淺色內袋、對比縫線或希望保留清楚藍白層次時，背染控制會比單純追求最大退色更重要<sup>[1]</sup>。

## 布面去毛羽與生物拋光效果

除了洗色，中性纖維素酶另一個重要用途是布面生物拋光。棉纖維表層的短纖與毛羽會造成布面霧感、觸感粗糙、穿著與洗滌後起毛起球。纖維素酶透過削弱這些突出的微纖維，使其在機械翻動中脫離，因而改善布面平滑度、手感與視覺清晰度<sup>[2]</sup>。



**Figure 3.** 中性纖維素酶主要用於牛仔布生物石洗、棉織物柔軟整理、表面去毛羽，以及減少對浮石的依賴。

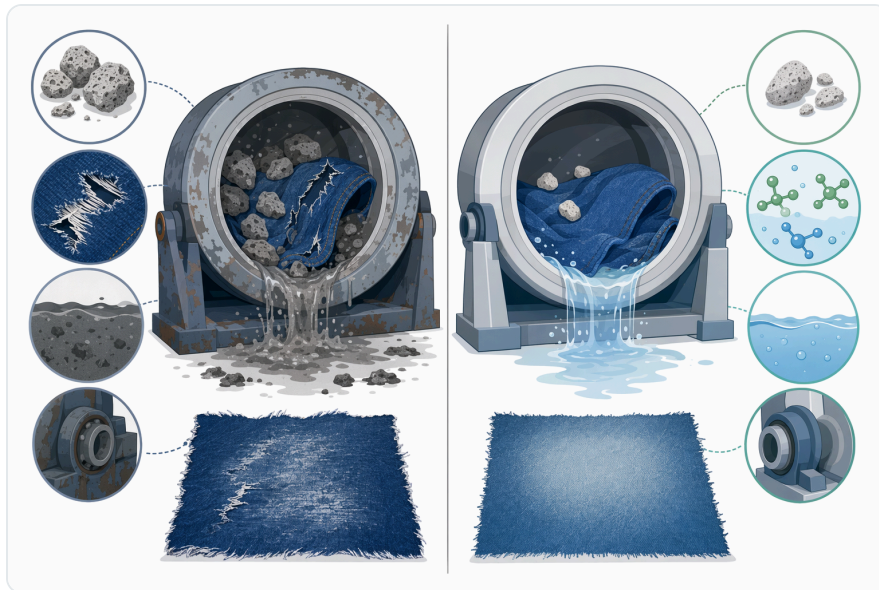
對牛仔布而言，生物拋光與洗色常同時發生。當表層毛羽被移除，靛藍覆蓋層也會被局部削弱，布面會呈現較乾淨的藍白對比；同時，由於多餘纖維被移除，後續穿著時的起毛傾向可能下降。這類效果對高單價牛仔褲、彈性牛仔布、襯衫型牛仔布與追求柔軟觸感的休閒服特別有價值<sup>[4]</sup>。

需要注意的是，去毛羽與強度保護之間存在界線。毛羽去除太少，手感與外觀改善有限；去除過多，則可能造成布面變薄或縫製部位耐久度下降。對含彈性纖維、混紡纖維或特殊組織的牛仔布，酵素作用仍主要針對棉纖維部分，因此最終手感與外觀會受到紗線結構、彈性絲包覆狀態與染整歷史影響<sup>[2]</sup>。

## 永續效益：可降低負擔，但不應過度宣稱

中性纖維素酶常被納入較永續的牛仔加工方案，原因在於它有機會降低浮石用量、減少石屑處理、降低部分強烈化學處理需求，並使洗水流程更容易朝精準控制發展。紡織永續研究普遍指出，生物酵素加工是降低傳統高負荷加工的一項重要工具，但實際成果必須與水耗、能耗、廢水水質、返工率與成品合格率一起評估<sup>[3]</sup>。

對中小型紡織與成衣加工企業而言，永續轉型往往受限於成本、設備、技術人員與供應鏈壓力。酵素流程的導入若能減少浮石採購、設備磨耗與清理時間，可能同時帶來環境與營運效益；但若缺乏流程紀錄與品質控制，也可能因批次差異、返工或強度不合格而抵銷原本的效益<sup>[7]</sup>。



**Figure 4.** 相較於僅使用浮石的磨洗方式，中性纖維素酶生物水洗可實現可控的牛仔布褪色效果，同時降低石磨損傷並減少固體廢棄物。

因此，較務實的說法是：中性纖維素酶能支援牛仔水洗朝低浮石、較溫和與較可控的方向調整，但它不是單獨解決所有環境問題的方案。廢水中的染料、懸浮固體、有機負荷與助劑仍需依工廠既有污水處理與當地法規管理；品牌若要對外宣稱環境效益，也應以自身製程數據為依據<sup>[8]</sup>。

## 工業流程整合：哪些因素會影響結果？

中性纖維素酶在工業洗水中的結果，通常由五個因素共同決定：布料、染料、酵素、助劑與機械作用。布料方面，棉含量、紗支、織物密度、是否含彈性纖維、前處理與退漿狀態都會影響酵素接觸纖維表面的效率。染料方面，靛藍、硫化染料、塗料整理或特殊後加工會改變褪色速度與背染傾向<sup>[1]</sup>。

助劑系統同樣重要。分散劑與表面活性劑可協助脫落染料留在洗浴中，降低再沉積；柔軟劑或樹脂整理若加入時機不當，則可能干擾酵素接觸或改變布面摩擦。AEO 類表面活性劑研究指出，界面活性環境會影響纖維素酶在牛仔布上的生物水洗效果，這也說明為什麼同一酵素在不同工廠配方中可能呈現不同外觀<sup>[6]</sup>。

機械條件則決定酵素作用是否均勻轉化為視覺效果。滾筒翻動不足時，布面可能洗色不均；機械力過強時，膝部、口袋邊、縫線與摺疊處可能過度磨耗。許多商業流程會採取酵素搭配少量機械媒介的策略，使表面纖維水解與物理摩擦同步發生，以達到較自然的局部褪色<sup>[5]</sup>。

## 品質指標：外觀、手感與強度需要一起看

牛仔酵素洗的成功不應只以「有沒有變淺」判斷。對後整理廠而言，至少需要同時觀察色相與明度、白底背染、手感、布面毛羽、尺寸穩定、重量變化、縫線完整性，以及拉伸或撕裂耐久度。酵素水洗的價值在於可控，而可控的前提是把外觀與物性放在同一個品質框架中<sup>[1]</sup>。

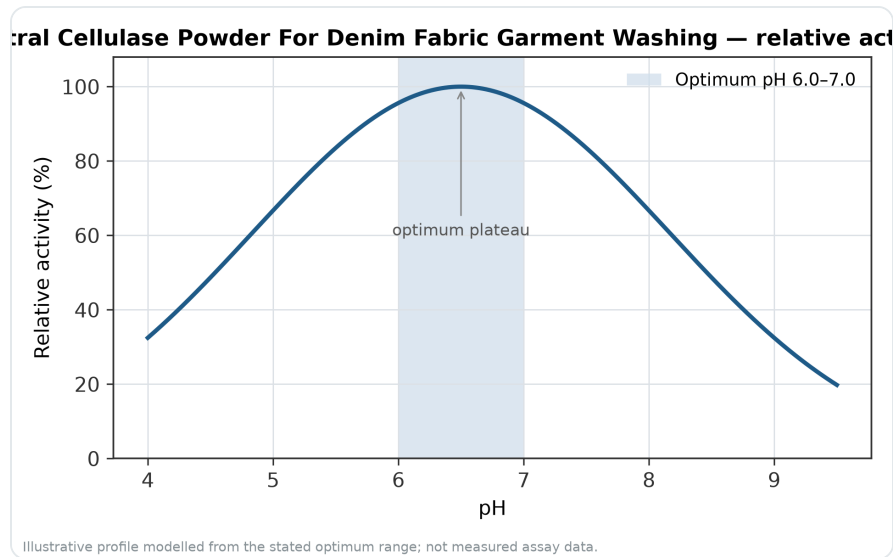


Figure 5. 牛仔布成衣水洗用中性纖維素酶粉末相對活性隨 pH 值變化的曲線，顯示其最佳活性平台位於 pH 6.0–7.0。

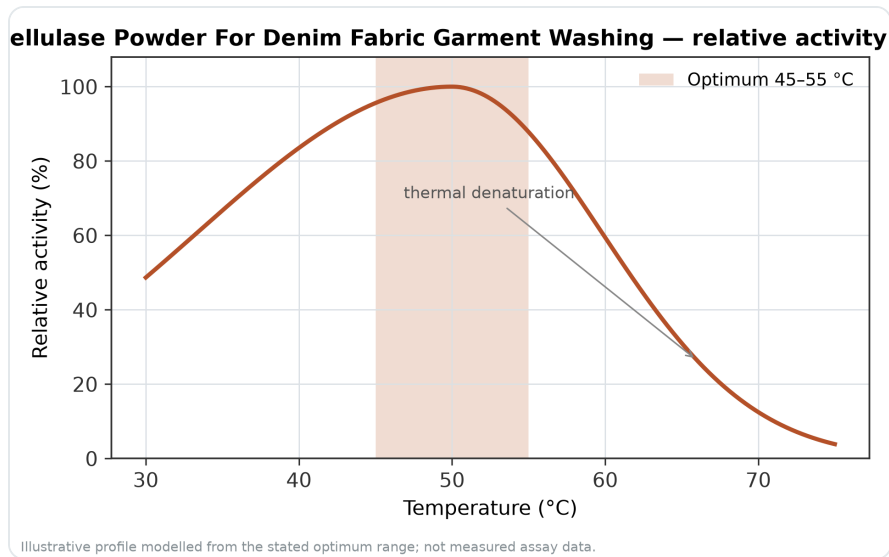
在實務上，中性纖維素酶常適合用於需要穩定批次、清潔洗色與柔軟手感的商業款。若目標是極端破壞、水洗差異很大的復古款，則可能需要其他機械或化學後整理搭配。這不是中性酵素的缺點，而是牛仔設計本身具有多樣化的審美目標：有些款式需要乾淨均勻，有些款式需要粗糙不規則<sup>[5]</sup>。

強度保護是另一個不可忽視的指標。纖維素酶的作用底物就是棉纖維，因此只要處理過度，就可能使布料承受不必要的機械性能下降。中性條件有助於降低某些劇烈處理風險，但仍需要透過工廠內部的標準化流程控制，使退色深度、重量損失與成衣耐久性維持在品牌規格內<sup>[2]</sup>。

## 與其他牛仔後整理技術的搭配

現代牛仔加工很少只使用單一技術。中性纖維素酶可與退漿、柔軟整理、臭氧、雷射、樹脂定型、局部刷磨或低浮石流程搭配，但不同步驟的先後順序會影響結果。例如，若布面仍有大量漿料或整理膜，酵素可能難以接觸棉纖維表層；若先進行強烈機械刷磨，酵素又可能在已受損區域造成更快反應<sup>[1]</sup>。

與雷射或臭氧等較新型處理搭配時，中性纖維素酶可作為柔化與表面清潔步驟，讓視覺效果更自然。與少量浮石搭配時，酵素可降低達到目標外觀所需的機械負荷。這種混合式流程符合當前紡織產業朝向資源效率、製程數位化與循環經濟管理的趨勢，但仍需依各工廠設備與客戶規格調整<sup>[9]</sup>。



**Figure 6.** 牛仔布成衣水洗用中性纖維素酶粉末相對活性隨溫度變化的曲線，最佳溫度為 45–55 °C，且在高於最佳溫度後呈現典型的熱變性活性下降。

在供應鏈層面，品牌與加工廠愈來愈重視可追溯、可重複與可說明的加工方式。酵素水洗若能透過批次紀錄、製程參數與品質結果建立內部資料庫，將比單純依賴師傅經驗更容易支援穩定量產，也更符合紡織永續供應鏈對透明度與風險管理的要求<sup>[10]</sup>。

## 適用對象與典型應用場景

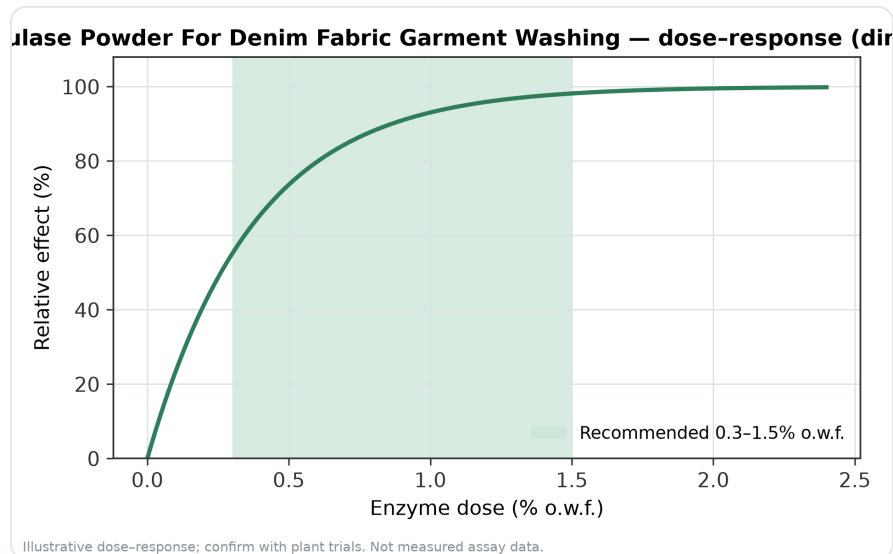
Neutral Cellulase Powder For Denim Fabric Garment Washing 適合已具備牛仔水洗設備與基本製程控制能力的成衣洗水廠、牛仔後整理廠、服裝品牌開發部門與技術採購團隊。其主要價值在於導入中性酵素洗色與生物拋光，支援較乾淨、柔和、低浮石負擔的牛仔加工方案。

典型應用包括：靛藍牛仔褲的中度洗色、牛仔外套與襯衫的柔軟化處理、彈性牛仔布的表面去毛羽、成衣生化洗、低石洗流程，以及需要降低背染風險的藍白對比款。對於深色硫化黑、塗層牛仔或含特殊後整理的布料，酵素效果可能與靛藍棉牛仔不同，需以實際布料條件評估<sup>[1]</sup>。

由於 Enzymes.bio 是供應商而非製造商或實驗室，本文件不提供製造端活性定義、分析方法或專屬配方條件。使用端應將本品視為水洗配方中的一項功能性酵素原料，並依自身設備、布種、品牌規格與安全管理制度進行內部導入與製程確認；CoA 與 SDS 會隨訂單提供，以支援基本文件管理。

## 使用上的限制與風險邊界

中性纖維素酶能改善許多牛仔水洗流程，但不代表所有款式都能完全不使用機械處理。對於需要強烈石磨痕、破壞感、局部白化或不規則復古層次的設計，仍可能需要雷射、刷磨、局部噴處理或少量浮石搭配。酵素的優勢是可控與溫和，不一定是最激烈的視覺破壞工具<sup>[5]</sup>。



**Figure 7.** 牛仔布成衣水洗用中性纖維素酶粉末在建議用量範圍 ( 0.3–1.5% o.w.f. ) 內的示意性劑量反應。

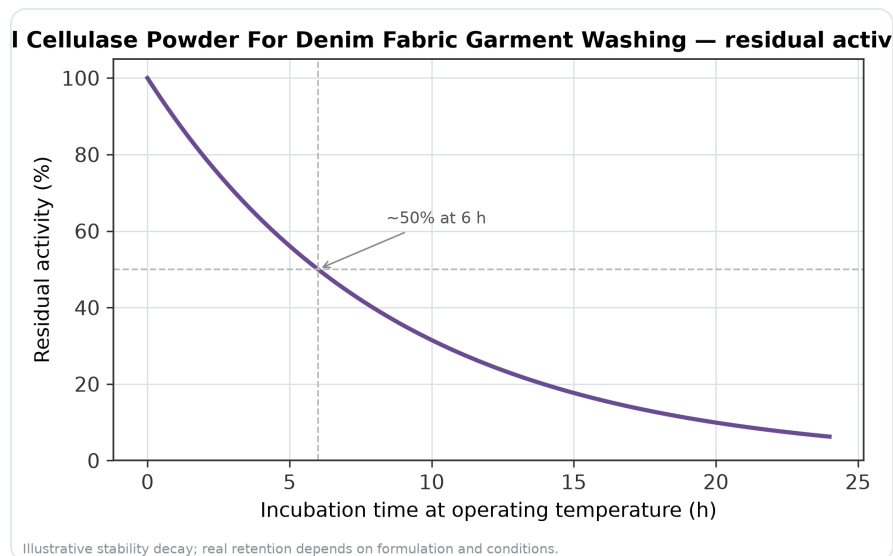
此外，酵素對纖維的選擇性不等於完全沒有強度風險。只要處理時間、機械力、溫度、助劑或浴中條件偏離合適範圍，就可能發生過度水解、布面變薄、局部磨損或批次色差。這些風險在低支數、鬆結構、彈性布、已經過強烈前處理的布料上尤其需要注意<sup>[2]</sup>。

安全方面，粉末酵素在操作時應避免吸入粉塵與直接接觸眼睛或皮膚，並依隨訂單提供的 SDS 管理個人防護、儲存與清理。雖然酵素可被納入較低環境負荷的紡織加工策略，但廢水中的染料、助劑與纖維碎屑仍須依工廠污水系統與當地法規處理<sup>[3]</sup>。

## 對 B2B 採購與技術決策的意義

對洗水廠而言，中性纖維素酶粉的核心價值不是單純新增一種耗材，而是提供一個可調整的製程槓桿：在外觀、手感、浮石使用量、背染控制與布料強度之間取得平衡。若工廠已經具備穩定的滾筒設備、助劑系統與批次紀錄，中性酵素通常更容易被整合到既有牛仔水洗流程中<sup>[1]</sup>。

對品牌與採購端而言，中性纖維素酶可支援較具說服力的永續加工敘事，但應以實際製程數據支撐，例如浮石減量、返工率下降、成品一致性改善或廢棄物管理改善。近年紡織供應鏈研究顯示，永續轉型需要方法、資料與組織實踐配合；單一材料或助劑本身不足以構成完整的永續承諾<sup>[11]</sup>。



**Figure 8.** 牛仔布成衣水洗用中性纖維素酶粉末的示意性熱穩定性衰減——在操作溫度下，殘餘活性隨時間下降。

Enzymes.bio 提供的 Neutral Cellulase Powder For Denim Fabric Garment Washing 以 1 kg 單位在線上供應，適合需要導入或維持牛仔酵素水洗流程的使用端採購。本文整理公開研究與產業技術脈絡，協助理解其應用價值與限制；實際製程結果仍應由使用端依布料、設備與客戶規格進行內部確認。

## 結語：中性纖維素酶是牛仔水洗的可控生物工具

Neutral Cellulase Powder For Denim Fabric Garment Washing 的主要作用，是在中性條件下選擇性處理棉質牛仔布表層纖維，達到洗色、生物石洗、去毛羽與布面柔化效果。其技術價值來自「可控的纖維表面修飾」：讓工廠有機會降低部分浮石依賴、改善布面觸感、減少背染風險，並使牛仔後整理更符合現代紡織產業對效率與永續的要求<sup>[1]</sup>。

同時，酵素水洗不是萬能流程。外觀深淺、背染、強度與批次穩定性都受到布種、染料、助劑與機械條件影響。把中性纖維素酶放入完整的水洗系統中評估，而不是把它視為單一替代品，才是較符合工業實務的導入方式<sup>[6]</sup>。

對需要牛仔布成衣水洗、生物石洗與布面拋光的 B2B 使用端而言，中性纖維素酶粉是一項成熟且具應用彈性的生物加工工具。Enzymes.bio 作為供應商提供 1 kg 線上銷售與隨訂單提供的 CoA、SDS；使用端可依自身製程管理制度，將其納入牛仔後整理配方與品質控制流程中。

## 線上訂購 Neutral Cellulase Powder For Denim Fabric Garment Washing

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 Neutral Cellulase Powder For Denim Fabric Garment Washing →](#)

## 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. Shahid, M., Zhou, Y., Tang, R., & Chen, G. (2017). Enzymatic Washing of Denim: Greener Route for Modern Fashion.
2. Isp 1003 Enzyme Technology For Cotton Products.Pdf. *Cottoninc*.
3. Khan, M. F. (2025). Recent Advances in Microbial Enzyme Applications for Sustainable Textile Processing and Waste Management. *The Scientist*.
4. Kizmaz, K., Emire, Z., & Uğraş, S. (2025). Characterization of cellulase by Cellvibrio polysaccharolyticus and assessment of its application in the textile industry. *Journal of the Textile Institute*, 117, 785 - 796.
5. Madhu, A., & Chakraborty, J. (2024). Covalent Immobilization of Cellulase Enzyme on Chitosan and Eudragit S-100 Biopolymers for Recovery and Reusability in Denim Fading Application. *Fibers And Polymers*, 25, 4557 - 4573.
6. Hua-jun, X. (2013). Effect of AEO surfactants on cellulase bio-washing of denim.
7. Naranjo, I., Torre, R. D. L., & Boza, A. (2025). Sustainable Decision-Making in SMEs of the Textile Industry: Integrating Methodologies, Practices, and Barriers. *Business Strategy and the Environment*.
8. Felice, F. D., Fareed, A. G., Zahid, A., Nenni, M., & Petrillo, A. (2024). Circular economy practices in the textile industry for sustainable future: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*.
9. Rayhan, M. G. S., Nabi, M. N., Mia, F., Urmi, S. S., Kabir, S., & Hossain, K. S. (2025). Impact of textile circular economy practices on sustainable development goals through mediation of I4.0 technologies and moderation of competitive intensity. *International Journal of Productivity and Performance Management*.
10. G, S., & Selvaranee, J. K. (2025). Redefining Supply Chain Practices in the Textile Industry – Sustainable Development through Blockchain Technology. *Textile & Leather Review*.
11. Sobolieva, T., & Dobropas, A. (2024). Sustainable business transformation in textile industry: challenges and good practices. *Selected Papers of VI International Conference on European Dimensions of Sustainable Development, May 15 – 17, 2024. – Kyiv: NUFT*.


## 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。