

Neutral Cellulase For Textile Industry In Denim Washing Process : デニム洗い加工向け中性セルラーゼ

Enzymes.bio リサーチチーム · ニュージーランド · ウェリントン · June 18, 2026

Neutral Cellulase For Textile Industry In Denim Washing Process は、綿デニム表面のセルロースに穏やかに作用し、バイオウォッシュ、バイオポリッシング、自然なフェード感、柔らかな風合いを得るために使われる中性域対応のセルラーゼです。デニム加工では、色落ち表現だけでなく、毛羽低減、重量変化、引張特性、排水負荷までが同時に問題になるため、中性セルラーゼは「外観を作る薬剤」ではなく、繊維表面を制御する生物触媒として位置づけられます^[1]。Enzymes.bioでは本製品を1kg単位でオンライン直接販売しており、CoAとSDSは注文時に併せて提供されます。

デニム洗い加工における中性セルラーゼの役割

デニム洗い加工では、リジッドな未洗い外観を、着用感のある柔らかい表情へ変えるために、繊維表面、染料の見え方、布地の寸法安定性、手触りを同時に調整します。セルラーゼを用いる酵素洗いは、インディゴ染色および硫化染色デニムの加工に適用されてきた技術であり、デニムの色調、表面状態、機械的性質を変化させる仕上げ工程として扱われています^[2]。

中性セルラーゼは、酸性域を強く前提とするセルラーゼ処理とは異なり、中性付近の処理条件に適合しやすい点が特徴です。デニム洗いでは、綿セルロース表面の毛羽や突出繊維を切り離しやすくし、攪拌や布同士の摩擦と組み合わせることで、表面の粗さを抑え、視覚的なフェード感と触感の柔らかさを作ります。ジュート・コットン混デニムを対象とした研究でも、中性酵素処理が混用デニムの物性と外観に影響する加工要素として検討されています^[3]。

この用途で重要なのは、中性セルラーゼが「染料を直接漂白する酵素」ではないという点です。インディゴは綿繊維の表層近くに存在しやすく、セルラーゼが表面セルロースを微細に改質すると、染料を含む表層の見え方が変わり、結果として洗い感や色落ち感が生じます。セルラーゼ処理された綿デニムの色特性を扱った研究は、酵素処理がデニム表面の色調評価に関わることを示しています^[4]。

セルラーゼがデニム表面で起こす反応

セルロース表面への吸着と局所的な加水分解

綿デニムの主成分はセルロースであり、セルラーゼはセルロース鎖のグリコシド結合を加水分解する酵素群です。産業バイオテクノロジーでは、セルラーゼは単一酵素というより、エンド型にセルロース鎖を切る酵素、末端側から作用する酵素、生成した短鎖糖をさらに分解する酵素などが関与する系として理解されます^[5]。

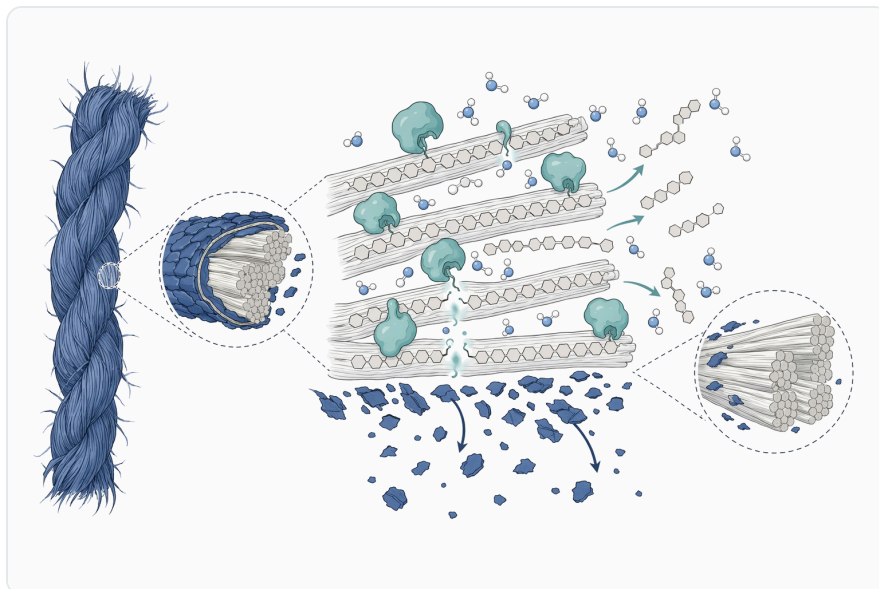


Figure 1. 중성 셀룰라아제는 데님 표면에 접근 가능한 셀룰로오스 미세섬유를 가수분해하여 제어된 마모와 인디고 제거를 유도합니다.

デニム加工においては、セルラーゼが繊維内部を広範囲に分解することを狙うのではなく、布表面のアクセスしやすいセルロース部分に限定的に作用させることが実務上の焦点になります。表面から突出した毛羽、織物摩擦で浮いた短繊維、染色層に近いセルロース微細構造が弱まり、洗い機内の機械作用によって除去されることで、外観と風合いが変わります。デニムのバイオポリッシング用途では、セルラーゼの表面改質作用が従来から検討されています^[6]。

毛羽除去、フェード感、風合いが同時に変わる理由

セルラーゼ処理後のデニムでは、毛羽が減ることで表面が滑らかに見えます。同時に、表層のインディゴ濃度が視覚的に薄くなり、縫い目、太もも部、ポケット周辺など摩擦を受けやすい部位でフェード差が出やすくなります。セルラーゼを用いたフェード効果仕上げは、デニムの外観形成に関わる工程として報告されています^[7]。

ただし、柔らかさと強度は常に同じ方向へ改善するわけではありません。表面の不要な毛羽を落とす段階では手触りが改善しやすい一方、処理が強すぎるとセルロース本体の損耗が増え、重量減少や引張強度低下につながる可能性があります。異なる洗い方法がデニム物性と排水環境影響に及ぼす効果を比較した研究でも、洗い加工は外観だけでなく布地性能と環境指標を同時に評価すべき工程として扱われています^[1]。

中性セルラーゼと他のデニム洗い手段の比較

デニム洗い加工では、軽石、化学酸化、レーザー、酵素、またはそれらの組み合わせが使われます。中性セルラーゼは、軽石のように強い物理摩耗を主作用にするものではなく、セルロース表面を酵素的に弱めて機械作用を補助する方法です。近年は、環境負荷や排水性状を含めた比較研究の中で、酵素洗いが持続可能な仕上げ選択肢として検討されています^[1]。

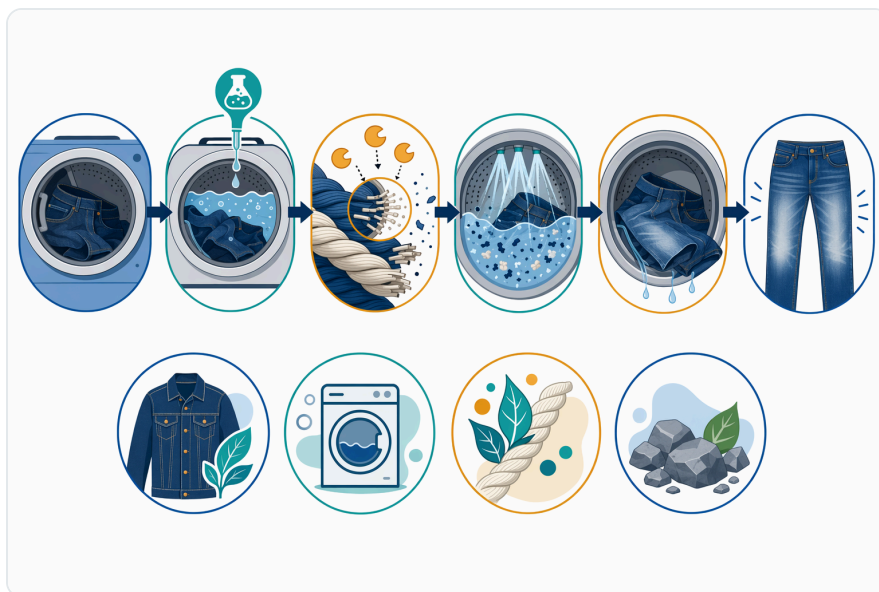


Figure 2. 데님 워싱에서 중성 셀룰라아제는 부식 마모 공정을 일부 또는 전부 대체하여 제어된 페이딩과 더 부드러운 원단 촉감을 제공합니다.

加工手段	主な作用	得られやすい効果	注意点
中性セルラーゼ洗い	綿セルロース表面の酵素的改質	毛羽低減、柔らかさ、自然なフェード、バイオポリッシング	条件が強すぎると重量減少や強度低下が起こり得る
軽石ストーンウォッシュ	物理的摩耗	強いアタリ、ヴィンテージ感	生地損傷、設備摩耗、固形廃棄物、排水中固形分が問題になりやすい

加工手段	主な作用	得られやすい効果	注意点
酸化・漂白処理	染料や繊維表面への化学作用	明るい色落ち、脱色表現	過剰処理では強度低下や排水負荷が増えやすい
レーザー加工	表面への局所的エネルギー照射	柄、ヒゲ、局所フェードの再現性	色評価や後工程との組み合わせ設計が重要
複合洗い加工	酵素、摩擦、化学処理の組み合わせ	目標外観への調整幅が広い	工程間の相互作用が大きく、物性管理が必要

レーザー加工は局所パターンの再現性に優れますが、布全体の柔軟化や毛羽低減を単独で担うものではありません。レーザー彫刻デニムの色特性評価に関する研究が示すように、レーザーは色表現を作る有力な手段である一方、表面触感やバルクな洗い感は別工程との組み合わせで考える必要があります^[8]。

中性セルラーゼの利点は、機械摩擦だけに頼らず、セルロース表面の弱い部分から加工を進められる点です。繊維加工におけるセルラーゼ利用の研究では、セルロース系繊維の処理において酵素が表面改質と仕上げ品質に関与することが示されており、デニム以外のセルロース繊維加工にも応用が広がっています^[9]。

デニム素材側の変動が仕上がりを左右する

同じ中性セルラーゼを使っても、デニム生地の変動が仕上がりを左右します。糸の撚り、経糸・緯糸密度、リング糸かオープンエンド糸か、ストレッチ糸の有無、コアスパン構造、混用繊維、染色深度は、酵素が接触できる表面積と摩擦時の繊維脱落性を変えます。デュアルコアスパン糸を用いたデニム研究では、芯材や糸構造がデニム生地性能に影響することが示されています^[10]。

ストレッチデニムやコアヤーンデニムでは、綿表面だけでなく弾性糸、フィラメント芯、混用繊維の挙動も加工後の寸法安定性や伸長回復に関わります。エラストツイスト技術によるデュアルコア糸デニムの研究でも、糸設計がデニムの性能を左右する要因として扱われています^[11]。



Figure 3. 중성 셀룰라아제는 데님 페이딩, 면 바이오 폴리싱, 보풀 제거, 필링 방지 및 의류의 부드러움 개선에 사용됩니다.

리サイクル糸を使ったデニムでは、繊維長分布、混入繊維、表面毛羽、糸強力がバージン綿とは異なる場合があります。ポストインダストリアルおよびポストコンシューマー廃棄物を含むリサイクル糸デニムの研究は、原料履歴がデニム特性に影響することを示しており、酵素洗いの結果も素材背景を踏まえて解釈する必要があります^[12]。

ジュート・コットン混デニムのように綿以外のセルロース系繊維を含む場合も、酵素への応答は純綿デニムと同一ではありません。中性酵素がジュート・コットン混デニムに与える影響を扱った研究は、混用素材に対しても中性酵素加工が検討対象となる一方、繊維種の違いが仕上がりの差につながることを示唆しています^[3]。

中性セルラーゼで得られる加工効果

バイオウォッシュによる自然な着古し感

バイオウォッシュでは、セルラーゼがデニム表面のセルロースを微細に改質し、洗い機内の摩擦によって毛羽や表層繊維が除去されます。これにより、硬い未洗いデニムに比べて、視覚的に落ち着いた色調、柔らかいドレープ、着用済みのような表情が得られます。酵素洗いを実験計画法で解析する研究では、酵素処理条件がデニムの洗い結果を左右する複数因子の一つとして扱われています^[13]。

バイオポリッシングによる表面平滑化

バイオポリッシングでは、綿表面の毛羽やルーズファイバーを減らし、摩擦で発生しやすいピリングや白っぽい毛羽立ちを抑えることが目的になります。セルラーゼをデニムのバイオポリッシングに用いた研究は、酵素がセルロース繊維表面を仕上げる技術として利用できることを示しています [6]。



Figure 4. 부석만을 사용한 마모 공정과 비교했을 때, 중성 셀룰라아제를 이용한 데님 워싱은 원단 손상이 적고 고품 폐기물이 적으면서도 더 제어된 페이딩을 제공합니다.

表面が滑らかになると、染色表面の見え方も変わります。毛羽が多い生地では光散乱が増え、色が白っぽく、粗く見える場合がありますが、毛羽が減ると濃淡の見え方が整い、同じフェード量でも清潔感のある外観になりやすくなります。セルラーゼ処理綿デニムの色特性研究は、酵素処理とデニム色評価が密接に関わることを示しています [4]。

インディゴ・硫化染色デニムでの色落ち調整

インディゴ染色デニムでは、染料が繊維表面側に偏在しやすいため、セルラーゼによる表面改質がフェード表現に直結します。硫化染色デニムでも、表層の変化が色の見え方に影響します。インディゴ染色および硫化染色デニムの酵素洗い研究は、染色系の違いを含めて酵素処理を検討する必要があることを示しています [2]。

手触りと吸水性の変化

毛羽や硬い表面突起が減ると、手触りは柔らかく感じられます。また、表面状態が変わることで水濡れ性や吸水挙動にも影響が出る場合があります。異なる洗い方法を比較した研究では、デニムの洗い加工が布地物性と排水影響の両面に関与することが示されており、風合い改善だけで工程を評価するのは不十分です^[1]。

工程設計で重要な変数

中性セルラーゼの結果は、酵素そのものだけで決まりません。処理浴のpH、温度、処理時間、機械攪拌、浴中の布量、染色状態、前処理、後処理が組み合わさって、表面毛羽の除去量、色落ち、強度保持、再現性を決めます。デニム酵素洗いを実験計画法で扱う研究は、単一条件ではなく複数因子の相互作用として酵素洗いを理解する重要性を示しています^[13]。

処理が弱すぎると、毛羽が残り、フェード感や柔らかさが不十分になります。反対に、処理が強すぎると、セルロースの損耗が進み、重量減少、引張強度低下、縫い目周辺のダメージ、過度な色落ちにつながる可能性があります。デニムの異なる洗い方法を比較した研究では、加工後の生地性能と排水影響が評価されており、外観と耐久性のバランスが工程管理上の中心課題であることが分かります^[1]。

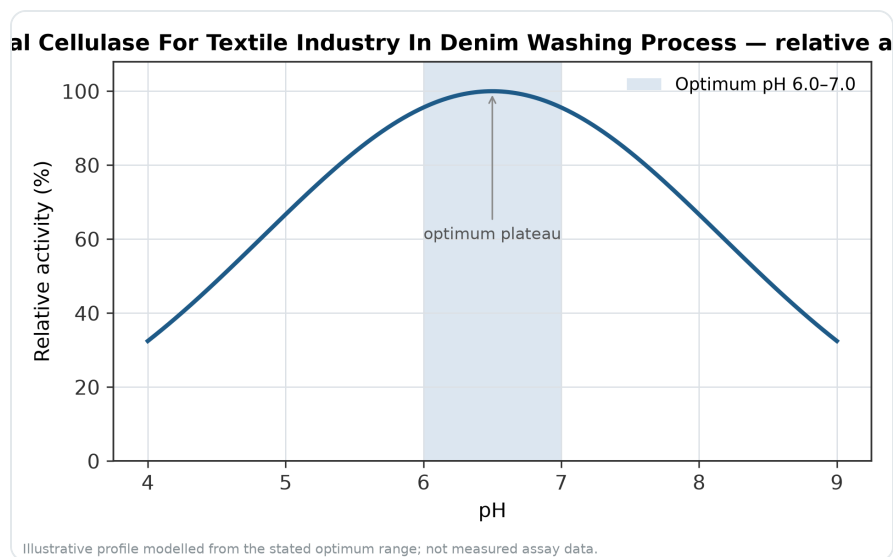


Figure 5. pH에 따른 데님 워싱 공정용 섬유 산업 중성 셀룰라아제의 상대 활성으로, pH 6.0-7.0에서 최적 활성 구간을 보입니다.

酵素反応は、ある時点で止めることも重要です。セルラーゼはタンパク質性の触媒であり、条件が許す限りセルロースへの作用を続けます。そのため、目標外観に到達した後は、洗浄、条件変更、後工程によって作用を抑え、過剰なセルロース分解を避けます。セルラーゼの繊維加工応用では、このような反応制御が仕上げ品質と物性維持の前提になります^[9]。

環境面での位置づけ

デニム産業では、強い化学薬品、多量の軽石、長い洗い工程、水使用量、排水中の色度や固形分が問題になります。異なるデニム洗い方法の研究では、布地特性だけでなく排水の環境影響も評価されており、洗い加工は外観設計と環境管理を切り離せない工程であることが示されています^[1]。

セルラーゼ加工は、軽石量や過度な化学処理への依存を下げる可能性があるため、サステナブルなデニム仕上げの文脈で注目されています。耐熱性セルラーゼを用いたデニムのバイオフィニッシング研究では、環境負荷低減を意識したセルラーゼ利用が検討されており、酵素を使った仕上げが研究面でも持続可能性と結びつけられています^[14]。

ただし、酵素を使えば自動的に環境負荷が最小化されるわけではありません。排水負荷は、染料、助剤、洗浄回数、温度、工程時間、機械効率、後処理条件によって変わります。洗い・フェード処理がデニムの生分解や土壌挙動に与える影響を扱った研究もあり、デニム加工の環境評価は工程単体ではなく、素材、染色、仕上げ、廃棄後挙動まで含めて見る必要があります^[15]。

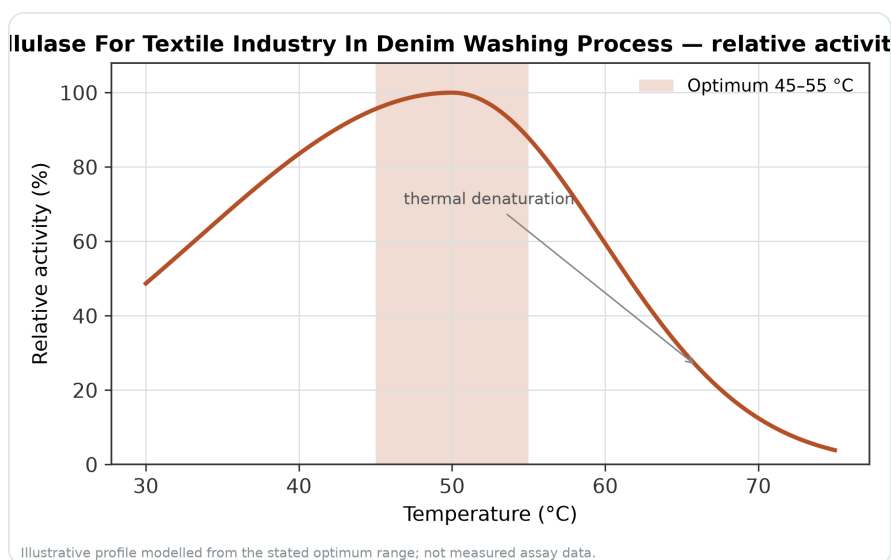


Figure 6. 온도에 따른 데님 워싱 공정용 섬유 산업 중성 셀룰라아제의 상대 활성으로, 45–55° C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도를 넘으면 열 변성에 따른 특징적인 활성 감소가 나타납니다.

品質上の利点と限界

中性セルラーゼの主な利点は、表面改質を通じて、デニムらしい自然なフェード、毛羽の少ない表面、柔らかい風合いを得やすいことです。特に、強い軽石摩耗だけに頼る場合と比べて、セルロース表面への酵素作用を利用できるため、外観づくりの調整幅が広がります。セルラーゼの繊維産業応用を扱う研究では、セルロース系素材の加工における酵素の有用性が示されています^[16]。

一方で、セルラーゼはセルロースを分解する酵素であるため、過剰な処理は品質リスクになります。フェードを強くしようとして処理を進めすぎると、強度低下、寸法変化、縫製部の弱化、過度な白化、ロット差が生じる可能性があります。デニム洗い加工の研究で引張特性、重量変化、色特性が評価対象になるのは、酵素処理が外観と構造の両方に影響するためです^[13]。

また、中性セルラーゼはすべてのデニム問題を単独で解決するものではありません。濃色維持が最優先のデニム、強いヒゲやブラスト調表現が必要なデニム、ストレッチ保持が厳しいデニム、特殊混用素材では、レーザー、樹脂、柔軟仕上げ、機械摩擦、染色設計との組み合わせが必要になる場合があります。デニム生地性能は糸構造や素材構成にも左右されるため、酵素だけを切り離して仕上がりを判断することはできません^[10]。

代表的な用途別の考え方

綿デニムの標準的なバイオウォッシュ

綿100%または綿主体のデニムでは、中性セルラーゼは最も典型的に使われます。目的は、未洗いの硬さを和らげ、表面毛羽を減らし、インディゴ表層を自然に変化させることです。セルラーゼ処理綿デニムの色特性研究は、この用途で色評価が重要な品質指標になることを示しています^[4]。

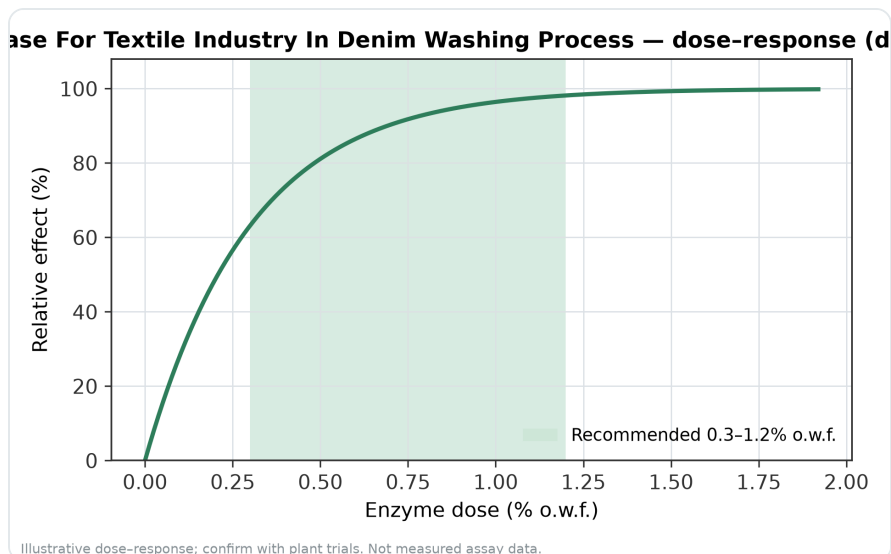


Figure 7. 권장 사용 범위(0.3-1.2% o.w.f.)에서 데님 워싱 공정용 섬유 산업 중성 셀룰라아제의 예시적 용량-반응 관계입니다.

ストレッチデニムやコアヤーンデニム

ストレッチデニムでは、綿表面の改質だけでなく、弾性回復、成長率、寸法変化、着用中の膝抜け感が問題になります。デュアルコア糸を用いたデニム研究は、芯材構造が布地性能に影響することを示しており、酵素洗い後の仕上がりも糸設計を踏まえて解釈する必要があります^[11]。

混用・リサイクルデニム

リサイクル繊維や混用繊維を含むデニムでは、繊維長、毛羽量、糸強力、染色ムラが加工結果に影響します。リサイクル糸デニムの研究では、原料のポストインダストリアル・ポストコンシューマー由来が布地特性に影響することが示されており、中性セルラーゼ処理では素材由来のばらつきを考慮する必要があります^[12]。

ジュート・コットン混デニム

ジュート・コットン混デニムでは、ジュートの剛直性や表面特性が風合いに影響します。中性酵素がジュート・コットン混デニムに与える影響を扱った研究は、混用デニムでも中性酵素処理が外観と物性の調整手段として検討されていることを示しています^[3]。

Enzymes.bioでの提供形態

Enzymes.bioの **Neutral Cellulase For Textile Industry In Denim Washing Process** は、デニム洗い加工向けの中性セルラーゼとして、1kg単位でオンライン直接購入できる製品です。Enzymes.bioは供給業者であり、製造業者または研究所として本製品を説明するものではありません。注文時には、製品に付随するCoAおよびSDSが併せて提供されます。

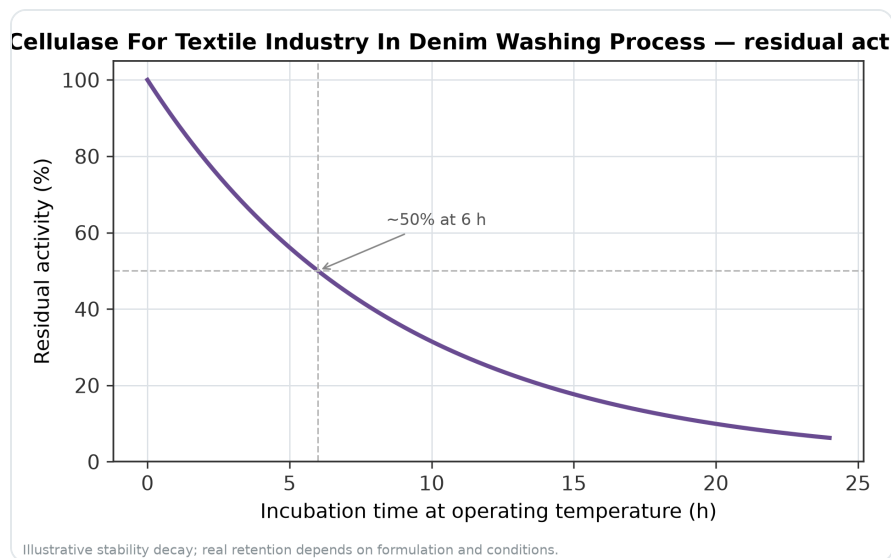


Figure 8. 데님 워싱 공정용 섬유 산업 중성 셀룰라아제의 예시적 열 안정성 감소로, 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소합니다.

本製品は、デニムのバイオウォッシュ、バイオポリッシング、フェード調整、毛羽低減、柔軟な風合いづくりを目的とする加工工程で検討される中性セルラーゼです。実際の加工結果は、生地構造、染色、洗い機、機械作用、処理条件、後工程の影響を受けるため、酵素は工程全体の中で働く触媒として理解する必要があります^[13]。

まとめ：中性セルラーゼはデニム表面を制御する仕上げ酵素

Neutral Cellulase For Textile Industry In Denim Washing Process は、綿セルロース表面に作用し、毛羽除去、表面平滑化、自然なフェード感、柔らかな風合いを得るために使われる中性セルラーゼです。デニム酵素洗いに関する研究では、セルラーゼ処理が色特性、重量変化、物性、排水影響と関係することが示されており、単なる外観加工ではなく、品質と環境を同時に扱う工程として理解されています^[1]。

中性セルラーゼの価値は、軽石や強い化学処理だけに頼らず、セルロース表面を酵素的に改質できる点にあります。一方で、セルロースに作用する以上、過剰処理では強度低下や過度な重量減少が起り得るため、目的とするフェード感、風合い、耐久性、素材構成のバランスを取ることが重要です。Enzymes.bioでは、本製品を1kg単位でオンライン提供し、CoAとSDSは注文時に併せて提供されます。

Neutral Cellulase For Textile Industry In Denim Washing Processをオンライン注文

1 kg単位で販売、在庫あり・即出荷可能です。オンラインストアで直接ご注文・決済いただければ、当社でご注文を処理します。すべてのご注文に試験成績書（CoA）と安全データシート（SDS）が付属します。

[Neutral Cellulase For Textile Industry In Denim Washing Processを購入 →](#)

参考文献

初出引用順に番号を付けています。各出典はオープンアクセスで、公開時にアクセス可能であることを確認済みです。本文中の引用番号からこちらにリンクしています。

1. Jamshaid, H., Rajput, A. W., Bajwa, I., & Mujeeb, A. (2023). Effect of different washing methods on denim fabric properties and their effluent's environmental impact. *Mehran University Research Journal of Engineering and Technology*.
2. Patra, A., Madhu, A., & Bala, N. (2018). Enzyme washing of indigo and sulphur dyed denim. *Fashion and Textiles*, 5, 1-15.
3. Helal, M., Uddin, M., Rahman, M. M., & Alam, M. (2022). The Impact of Neutral Enzyme on Jute-Cotton Blended Denim Fabric. *GUB Journal of Science and Engineering*.
4. Kan, C., & Wong, W. (2011). Color properties of cellulase-treated cotton denim fabric manufactured by torque-free ring spun yarn. *Textile Research Journal*, 81, 875 - 882.

5. Bajaj, P., & Mahajan, R. (2019). Cellulase and xylanase synergism in industrial biotechnology. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103, 8711 - 8724.
6. Anish, R., Rahman, M. S., & Rao, M. (2007). Application of cellulases from an alkalothermophilic Thermomonospora sp. in biopolishing of denims. *Biotechnology and Bioengineering*, 96.
7. Bin, Z. (2009). FADED EFFECT FINISHING PROCESS WITH CELLULASE FOR DENIM. *Chemical Fiber & Textile Technology*.
8. Stoyanov, B., Banev, I., & Kovacheva, D. (2025). Assessment of methods for determining the colour properties of denim fabric engraved with laser. *Journal of Physics: Conference Series*, 2994.
9. Rau, M., Heidemann, C., Pascoalim, A. M., Filho, E., Camassola, M., Dillon, A., Chagas, C. F. D., ... et al. (2008). Application of cellulases from Acrophialophora nainiana and Penicillium echinulatum in textile processing of cellulosic fibres. *Biocatalysis and Biotransformation*, 26, 383 - 390.
10. Habib, A., Olgun, Y., & Babaarslan, O. (2024). Development of Dual-Core Spun Yarn Using Different Filaments as a Core and its Impact on Denim Fabric Properties. *Textile & Leather Review*.
11. Olgun, Y., Babaarslan, O., & Habib, A. (2024). Development of dual-core spun yarn using different fiber as a core by hamel twisting (elasto twist) technique and its impact on the denim fabric performance. *Journal of the Textile Institute*, 116, 680 - 690.
12. Haider, S. Z., Nawab, Y., Qadir, B., & Hussain, M. (2025). Impact of post-industrial and post-consumer waste on the characteristics of denim fabric made from recycled yarns. *Journal of Industrial Textiles*, 55.
13. Patra, A., & Bala, N. (2026). Analysis of Enzyme Washing of Denim using Experimental Design. *International journal of research and scientific innovation*.
14. Demirkan, E., Kut, D., Karakaya, E., Yıldırım, İ., Liaqat, F., & Khazi, M. I. (2026). Sustainable bio-finishing of denim fabric using a novel thermostable cellulase from mutant Bacillus subtilis IE3 for reduced environmental impact. *International Journal of Biological Macromolecules*, 151223 .
15. Sülar, V. (2025). Impact of washing and fading treatments on denim fabric biodegradation and soil behaviour. *Coloration Technology*.
16. 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.


Enzymes.bioへお問い合わせ


ご注文に関するご質問は、当社チームが喜んでサポートします。

メール wholesale@enzymes.bio

電話（米国） +1 (507) 428-6057

[お問い合わせ →](#)

 400+ B2B顧客

 60+ 大学研究パートナー

 54 世界各国に供給

© 2026 Enzymes.bio · 産業用 · 食品加工用酵素の供給 · 人の摂取用または小売販売用ではありません。