enzymes.bio

繊維産業向け酵素（Enzymes For Textile Industry）：糊抜き・バイオポリッシング・デニム加工・過酸化水素除去に使う産業用酵素

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

繊維産業向け酵素は、アミラーゼ、セルラーゼ、カタラーゼ、プロテアーゼ、ラッカーゼなどを工程目的ごとに使い分け、糊抜き、精練補助、バイオポリッシング、デニム加工、漂白後の過酸化水素除去、染料関連処理をより選択的に進めるための触媒群です。従来の強アルカリ、酸化剤、還元剤、軽石処理の一部を置き換え、または補助することで、水系・比較的温和な条件で繊維表面や残留薬剤に作用します[1]。Enzymes.bioは製造業者・研究所ではなく、繊維用途向け酵素を1 kg単位でオンライン直接販売する供給業者であり、CoAおよびSDSは注文時に併せて提供されます。

繊維加工で酵素が使われる理由

繊維加工では、製織性を高めるためのサイズ剤、綿表面のワックス・ペクチン様不純物、漂白後の残留過酸化水素、毛羽やピリング、デニム表面の過剰な濃色感、染色排水中の難分解性染料など、工程ごとに異なる課題が発生します。酵素はこれらを一括で処理する薬剤ではなく、特定の化学結合や基質構造に作用する触媒であり、対象を絞った処理を組み込みやすい点が繊維分野で評価されています[2]。

従来処理では、苛性ソーダ、酸化剤、還元剤、界面活性剤、塩類、軽石などが有効に使われてきましたが、排水負荷、繊維損傷、再洗浄、工程水、エネルギー消費を増やす場合があります。酵素処理は、化学薬品を完全に不要にするものではありませんが、前処理・仕上げ・漂白後処理・排水処理支援の各段階で、工程をより穏やかに設計するための選択肢として研究と実用化が進んでいます[3]。

環境面では、色物繊維の生産に関するライフサイクル評価研究でも、染色・仕上げ工程が水、エネルギー、薬剤使用の観点で重要な負荷源になり得ることが示されています。したがって、酵素の価値は「環境に良い」という抽象論ではなく、糊抜きの酸化剤代替、漂白後リンスの合理化、デニム加工での機械的摩耗材削減、染料分解支援など、工程別の置換・補助効果として評価するのが実務的です[4]。

主な酵素タイプと繊維工程での役割

繊維産業向け酵素は、単一製品名ではなく、複数の酵素群を用途別に束ねたカテゴリーです。Enzymes.bioの「Enzymes For Textile Industry」カテゴリーでも、糊抜き、デニム加工、過酸化物除去、ウール仕上げ、低温処理、インジゴ関連処理などに関わる製品が掲載されています。

酵素タイプ	主な対象	繊維工程での用途	作用の要点	注意すべき工程依存性
アミラーゼ	でんぷん系サイズ剤	綿・混紡織物の糊抜き	α-グルカン鎖を加水分解し、サイズ剤を除去しやすくする	サイズ剤組成、浴条件、後続精練との連続性
セルラーゼ	セルロース表面	バイオポリッシング、デニム洗い、毛羽低減	表面の微細繊維や突出部に作用し、外観と風合いを調整	過処理による強力低下、色落ち、バックステイニング
カタラーゼ	残留過酸化水素	漂白後・染色前の過酸化物除去	H_2O_2を水と酸素に分解し、染料反応阻害を抑える	漂白条件、残留過酸化物、染色前のpH・温度
プロテアーゼ	タンパク質繊維表面	ウールの防縮・抗ピリング・風合い調整	ウール表面スケールやタンパク質部位を制御的に改質	過剰処理による繊維損傷、風合い変化
ラッカーゼ／ペルオキシダーゼ	フェノール性化合物、染料関連構造	インジゴ脱色、染料分解、排水処理支援	酸化反応により発色団や芳香族構造に作用	染料構造、助剤、塩、酸化還元条件、実排水組成
ヘミセルラーゼ・ペクチナーゼ系	非セルロース多糖、不純物	精練補助、天然繊維改質	ペクチン・ヘミセルロース様成分を分解し、濡れ性改善を支援	綿、麻、竹繊維など素材差と前処理履歴

アミラーゼによる糊抜き：でんぷんサイズ剤を選択的に切る

製織では経糸を保護し、糸切れを抑え、織機上の走行性を高めるためにサイズ剤が使われます。でんぷん系サイズ剤が残ったままでは、精練、漂白、染色、仕上げで薬剤の浸透が不均一になり、染色ムラや風合い不良の原因になり得ます。アミラーゼはでんぷんのグリコシド結合を加水分解し、水洗で除去しやすい低分子成分へ変えるため、綿織物や綿混紡の糊抜きに適しています[1]。

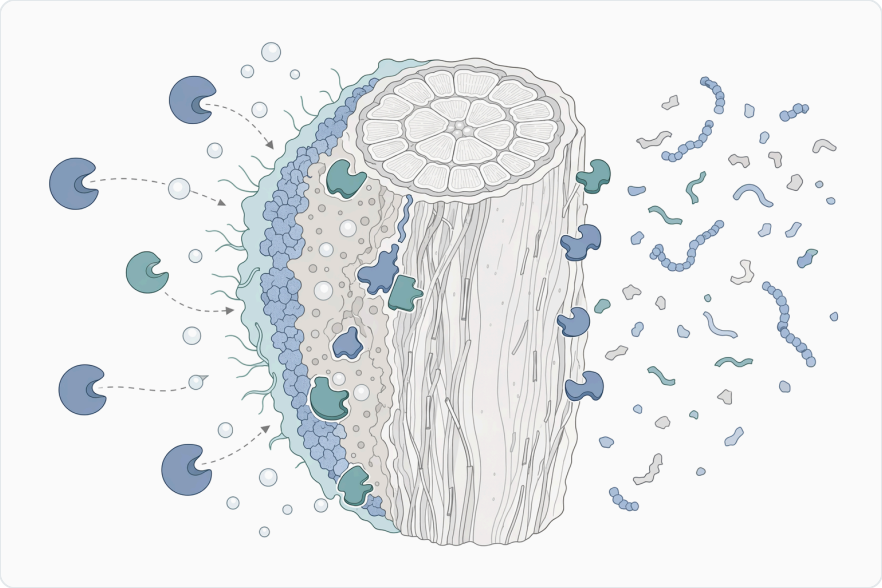


Figure 1. 섬유용 효소 혼합물은 온화한 수계 공정 조건에서 호제와 표면 불순물을 가수분해하는 동시에 섬유 표면을 개질합니다.

この反応の利点は、セルロースそのものを主対象にするのではなく、でんぷんサイズ剤を選択的に分解する点です。酸化的な糊抜きや強い化学分解では、サイズ剤だけでなく繊維、染色性、後工程に影響が及ぶことがありますが、アミラーゼ処理では対象基質を絞り、後続の精練・漂白・染色へつなぎやすくなります[2]。

糊抜き工程では、サイズ剤がでんぷん単独とは限らず、合成糊、油剤、ワックス、界面活性剤が混在することもあります。その場合、アミラーゼはでんぷん部分の除去に寄与しますが、すべての不純物を単独で除去するわけではありません。したがって、実工程では精練補助酵素や洗浄条件と組み合わせて、吸水性、白度、染色均一性を評価する必要があります[3]。

セルラーゼによるバイオポリッシングとデニム加工

セルラーゼは、セルロース鎖の加水分解に関わる酵素群であり、綿、リヨセル、ビスコース、デニムなどセルロース系素材の表面処理に利用されます。繊維加工での目的は布全体を分解することではなく、布表面の微細な毛羽、フィブリル、突出したセルロース部分に限定的に作用させ、ピリング低減、滑らかな手触り、発色の見え方改善、デニムのフェード感を得ることです[5]。

バイオポリッシングでは、セルラーゼが表面毛羽を弱め、機械的な洗浄・攪拌で除去されやすくします。その結果、毛羽立ちが減り、表面反射が整い、染色布では色がより鮮明に見える場合があります。ただし、セルラーゼはセルロース基材に作用するため、処理が過剰になると重量減少、引裂強力低下、寸法変化につながる可能性があります[6]。

デニム加工では、セルラーゼがインジゴで染まった糸表面のセルロースを部分的に処理し、洗い加工中の摩擦と組み合わさって色落ちや着古した外観を形成します。従来の軽石を用いるストーンウォッシュに比べ、石の粉じん、機械摩耗、排水中固形物、バックポケットや縫製部への物理ダメージを抑えやすい工程設計が可能です[1]。

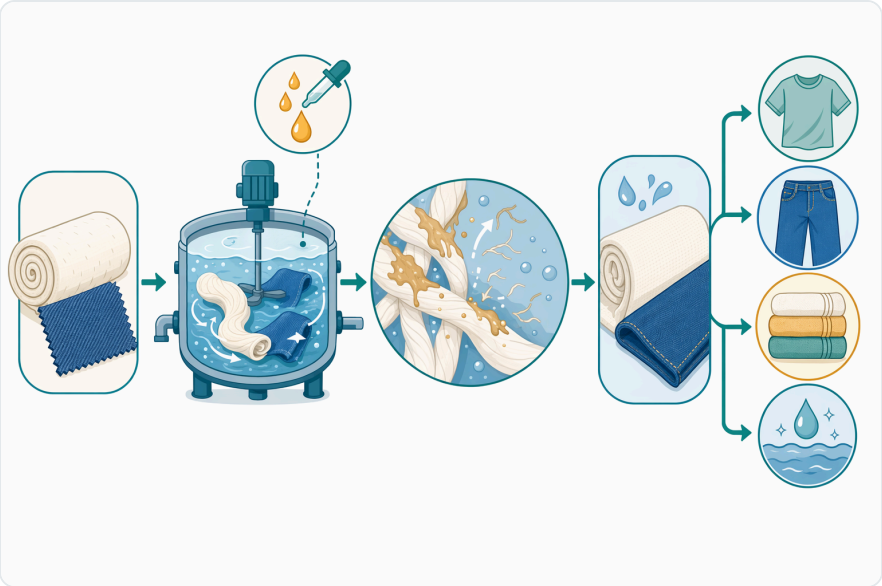


Figure 2. 산업용 섬유 효소 처리는 전처리된 원단을 더 깨끗하고 부드러우며 균일하게 마감된 소재로 전환하면서 강한 화학약품 사용을 줄입니다.

一方、デニムではバックステイニング、すなわち脱落したインジゴが白場やポケット布に再付着する問題があります。セルラーゼのタイプ、洗浄条件、助剤、浴比、攪拌の影響を受けるため、単に酵素量を増やせばよいわけではありません。色落ちの強さ、白場の清潔感、強力保持、風合いのバランスが重要です[3]。

カタラーゼによる漂白後の過酸化水素除去

綿やセルロース系素材の漂白には過酸化水素が広く使われますが、漂白後にH_2O_2が残ると、反応染料や直接染料などの染色で色ブレ、染料分解、反応阻害を引き起こす場合があります。カタラーゼは過酸化水素を水と酸素へ分解する酵素であり、漂白後・染色前の過酸化物除去に使われます[2]。

従来、残留過酸化水素を除くには大量リンス、温水洗浄、還元剤処理などが用いられます。カタラーゼ処理は、残留過酸化物に対して直接反応するため、工程水や熱負荷を抑えながら染色前条件を整える設計に適しています。これは「漂白を弱める」ことではなく、漂白後に不要となった酸化剤を選択的に失活させる工程です[1]。

カタラーゼの反応では酸素が発生するため、密閉性の高い装置や泡立ちやすい浴では工程挙動を確認する必要があります。また、強い酸・アルカリ、残留界面活性剤、金属イオンなどが酵素安定性に影響する場合があります。染色前の浴を安定化するには、漂白条件、洗浄条件、カタラーゼ処理後の染色レシピを一つの連続工程として捉えることが重要です[7]。



Figure 3. 섬유 효소는 호제 제거, 바이오 정련, 바이오 폴리싱, 데님 가공, 표백 후 처리, 염색 준비 및 폐수 개선에 사용됩니다.

プロテアーゼによるウール仕上げ

ウールはケラチンを主体とするタンパク質繊維で、表面のスケール構造が縮絨、フェルト化、ピリング、風合いに大きく関与します。プロテアーゼはペプチド結合を加水分解する酵素であり、ウール表面を制御的に改質することで、防縮性、抗ピリング性、柔軟性、染色性の改善に使われることがあります[2]。

従来のウール防縮では、塩素系処理や樹脂処理が使われてきましたが、塩素負荷、AOX、風合い硬化などの課題が指摘されてきました。プロテアーゼ処理は、タンパク質繊維表面に作用する生物触媒的アプローチとして位置づけられ、より穏やかな仕上げ手段として検討されています[3]。

ただし、プロテアーゼはウールそのものを基質とするため、効果と損傷の境界が狭い工程です。表面スケールだけを狙ったつもりでも、過処理では強力低下、過度な減量、風合い変化が生じます。そのため、プロテアーゼは「強い洗浄剤」ではなく、タンパク質表面を微調整する触媒として扱う必要があります[7]。

ラッカーゼ、ペルオキシダーゼと染料関連処理

ラッカーゼは酸化還元酵素の一種で、フェノール性化合物をはじめとする芳香族構造の酸化に関与します。繊維分野では、染料の脱色、インジゴ関連処理、染料排水の処理支援、ある種の機能性仕上げ反応への応用が研究されています[1]。

ペルオキシダーゼ類も、過酸化物を利用して酸化反応を進める酵素として、染料分子の発色団や芳香族骨格の変換に関与し得ます。特に白色腐朽菌由来のリグニン分解酵素群は、複雑な芳香族高分子であるリグニンを分解する能力と関連して、染料分解への応用が注目されています[8]。



Figure 4. 기존의 화학적 섬유 가공과 비교할 때, 효소 기반 처리는 섬유 손상, 폐수 부하, 에너지 요구량 및 화학약품 소비를 줄일 수 있습니다.

ただし、染料排水は単純な染料水溶液ではありません。塩、分散剤、均染剤、固着剤、界面活性剤、pH調整剤、糊剤由来成分、未反応染料が混在し、染料構造もアゾ、アントラキノン、インジゴ、反応染料、分散染料など多様です。酵素処理は有望ですが、単独で常に完全な脱色・無害化を保証するものではなく、吸着、膜処理、生物処理、酸化処理などと組み合わせて検討されることが多い領域です[8]。

天然繊維・セルロース系素材の表面改質

綿以外の天然繊維や再生セルロースでも、酵素による表面改質が研究されています。竹繊維では、機械化学的処理と酵素処理を組み合わせることで、繊維表面や構造への影響が検討されています。これは、酵素が単に汚れを落とすのではなく、素材表面の多糖成分や微細構造に選択的に作用し、後続加工性を変える可能性を示しています[9]。

リヨセルや再生セルロースでは、濡れた状態でフィブリル化しやすい性質があり、セルラーゼ処理によるフィブリル制御が風合い、表面外観、ピリングに関係します。セルロース系素材では、酵素の基質が素材本体でもあるため、表面品質改善と物性保持の両立が工程設計の中心になります[5]。

セルロース分解酵素の研究では、結晶性セルロースへの作用、酵素ドメイン、基質結合、エンド型・エキソ型の反応などが議論されています。繊維加工では完全分解が目的ではないため、こうしたセルラーゼの反応性を、表面だけに限定して利用することが実務上の要点です[10]。

低温処理と省エネルギー設計

繊維工場では、加温、洗浄、乾燥、排水処理がエネルギーコストに直結します。低温で機能する酵素や、従来より穏やかな条件で働く酵素を使うと、工程によっては蒸気使用量や熱履歴を抑えられる可能性があります。低温適応酵素に関する近年のレビューでは、低温で高い触媒効率を示す酵素が、食品、洗剤、バイオプロセスなどで省エネルギー型処理に関心を集めていることが整理されています[11]。

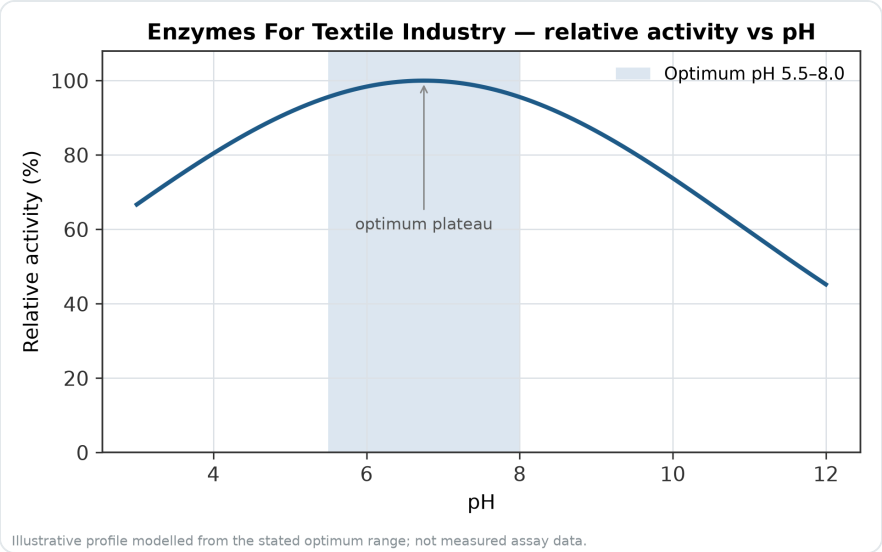


Figure 5. pH에 따른 섬유 산업용 효소의 상대 활성으로, pH 5.5–8.0에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

繊維分野では、低温糊抜き、低温バイオポリッシング、低温デニム洗い、漂白後の温和な過酸化物除去などが関係します。ただし、低温化は反応速度、浸透性、界面活性剤の挙動、油脂・ワックスの除去性にも影響するため、単に温度を下げるだけでは工程性能が落ちる場合があります[2]。

また、超音波などの物理的エネルギーを酵素処理と組み合わせる研究もあります。綿布の酵素処理に超音波エネルギーを用いた研究では、物質移動や繊維表面への作用を高める可能性が検討されており、酵素反応は浴条件だけでなく、機械的・物理的な処理環境にも左右されることが示唆されます[12]。

固定化酵素と繰り返し利用の考え方

工業酵素では、酵素を担体に固定化し、安定性、再利用性、分離性を高める技術が研究されています。固定化酵素は、連続処理や排水処理のように、反応後の酵素回収や長期運転が課題となる場面で有効性が検討されます[13]。

繊維加工での固定化酵素は、通常のバッチ式水系処理にそのまま置き換わるとは限りません。生地そのものが大きく、浴中での接触、せん断、拡散、汚れ成分の蓄積が関係するため、固定化酵素は特に染料分解、再利用水処理、連続反応器型プロセスで議論されやすい技術です[13]。

Enzymes.bioの繊維用途向け酵素はオンラインで直接購入できる製品カテゴリーとして提供されており、固定化反応器や研究設備を販売するものではありません。供給業者としての役割は、繊維工程で使われる産業用酵素を調達しやすい形で提供することであり、製造プロセス開発や分析法の提示ではありません。

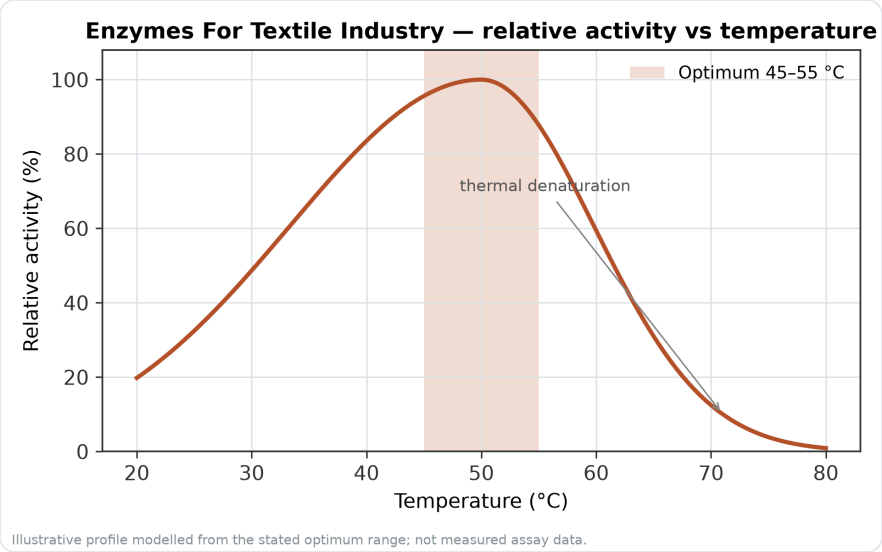


Figure 6. 온도에 따른 섬유 산업용 효소의 상대 활성으로, 45–55° C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열변성에 따른 특징적인 활성 저하가 나타납니다.

酵素処理の利点と限界を工程別に見る

酵素処理の利点は、基質特異性、比較的温和な水系条件、生分解性、低い副反応、工程選択性にあります。たとえばアミラーゼはでんぷんを、カタラーゼは過酸化水素を、セルラーゼはセルロース表面を、プロテアーゼはタンパク質表面を、ラッカーゼ類は酸化されやすい芳香族構造を主対象にします[7]。

工程課題	従来処理で起こりやすい問題	酵素による改善の方向	限界・管理点
糊抜き	酸化剤・強処理による繊維影響、洗浄負荷	アミラーゼででんぷんサイズを選択分解	合成糊や油剤は別要因として残る場合
バイオポリッシング	機械処理のみでは毛羽再発、風合い粗化	セルラーゼで表面毛羽を弱め除去	強力低下や重量減少を避ける制御が必要
デニム洗い	軽石摩耗、粉じん、機械負荷	セルラーゼでフェード感と柔軟性を付与	バックステイニングと色落ち過多
漂白後処理	多量リンス、還元剤残留	カタラーゼでH_2O_2を水と酸素へ分解	残留薬剤・浴条件による酵素安定性
ウール仕上げ	塩素負荷、風合い硬化	プロテアーゼで表面スケールを改質	過処理で繊維損傷
染料排水	難分解性染料、複雑な助剤系	酸化還元酵素で脱色・分解を支援	単独処理で万能ではない

このように、酵素は工程全体の「置き換え」ではなく、特定反応を担う触媒として組み込むと効果を評価しやすくなります。特に排水処理では、酵素による脱色が示される研究があっても、実排水の塩濃度、染料混合、助剤、懸濁物、pH変動により結果が変わります[8]。

繊維工場での工程配置

一般的な配置として、アミラーゼ糊抜きは精練・漂白前、精練補助酵素は非セルロース不純物除去の段階、カタラーゼは過酸化水素漂白後・染色前、セルラーゼは染色前後のバイオポリッシングまたはデニム洗い、プロテアーゼはウール仕上げ、ラッカーゼやペルオキシダーゼはインジゴ脱色や排水処理支援に組み込まれます[2]。

工程配置で重要なのは、酵素を投入する位置が後続工程に影響することです。たとえば糊抜きが不十分であれば精練・染色のムラにつながり、カタラーゼ処理が不十分であれば染色時の残留酸化剤トラブルにつながります。逆にセルラーゼ処理が強すぎると、外観は滑らかでも生地強力が低下します[1]。

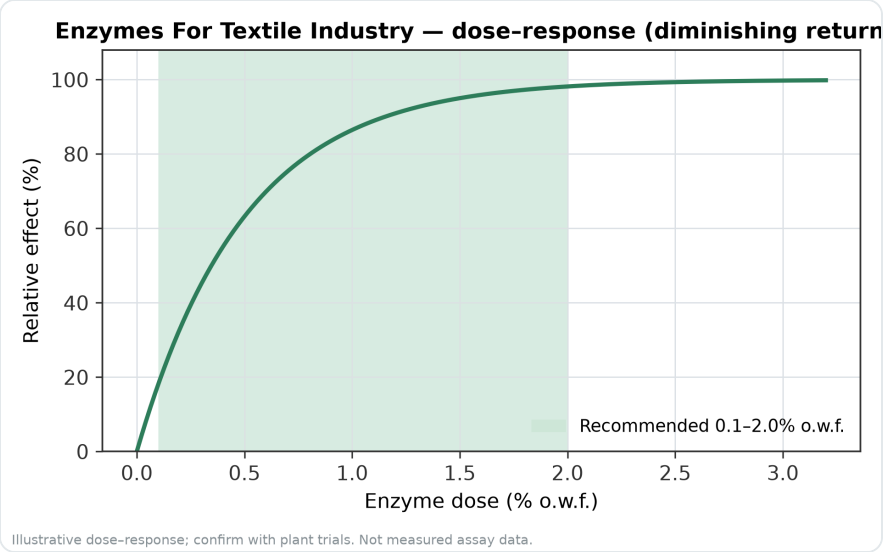


Figure 7. 권장 사용 범위(0.1–2.0% o.w.f.)에서 섬유 산업용 효소의 예시적 용량-반응 관계입니다.

また、酵素はタンパク質であるため、温度、pH、界面活性剤、金属イオン、酸化剤、還元剤、機械せん断の影響を受けます。繊維加工では複数の薬剤が連続的に使われるため、前工程から持ち込まれる残留成分が酵素の働きを妨げる場合があります[7]。

サステナブル繊維加工における位置づけ

持続可能な繊維加工では、原料選択、染色助剤、水使用、エネルギー、排水処理、作業安全、製品寿命を同時に考える必要があります。酵素はその中で、前処理と仕上げを穏やかにし、排水負荷や薬剤使用の一部を抑える技術として位置づけられます[14]。

セルロース系繊維の持続可能な仕上げに関するレビューでは、酵素を含むバイオテクノロジーが、従来の化学仕上げに対する代替または補助技術として整理されています。特に、綿や再生セルロースの表面改質では、目的部位に作用する生物触媒の選択性が重要です[3]。

一方、サステナブルであることは、すべての酵素処理が自動的に低負荷であることを意味しません。処理後の洗浄回数、浴比、処理時間、加温、失活処理、排水処理まで含めて評価する必要があります。酵素は工程改善のための有力な要素ですが、全体設計の中で効果を確認する技術です[4]。

Enzymes.bioでの購入形態

Enzymes.bioは、繊維産業向け酵素をオンラインで直接販売する供給業者です。製品は1 kg単位で購入でき、繊維用途のカテゴリーには、糊抜き用、セルロース系仕上げ用、デニム加工用、過酸化物除去用、ウール仕上げ用、染料関連処理用などの酵素が掲載されています。

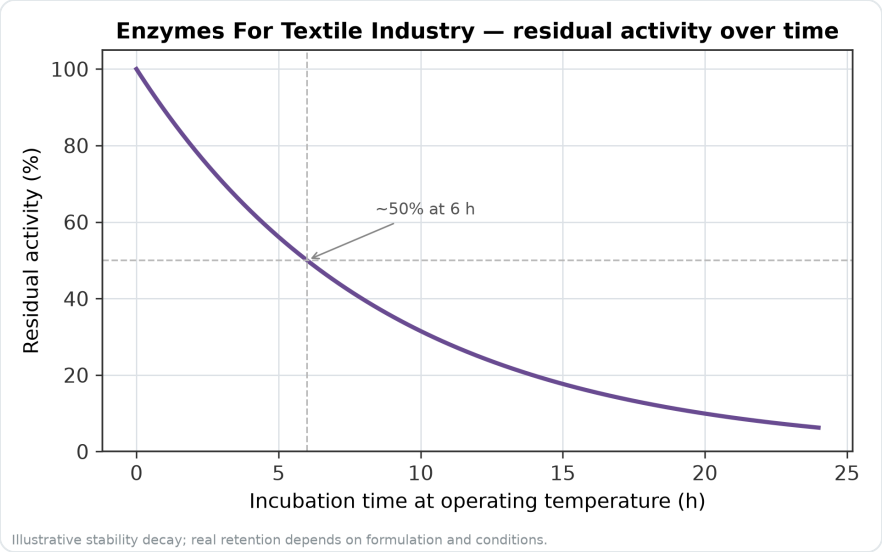


Figure 8. 섬유 산업용 효소의 예시적 열 안정성 감소로, 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소합니다.

Enzymes.bioは製造業者・研究所ではないため、ここでは製造条件、独自分析法、活性単位の定義、研究試験手順を提示する立場ではありません。注文時にはCoAおよびSDSが併せて提供されるため、受領後の社内保管、安全管理、工程導入時の文書確認に利用できます。

まとめ：繊維用酵素は工程選択性を高める実務的な触媒群

繊維産業向け酵素は、アミラーゼによるでんぷん糊抜き、セルラーゼによるバイオポリッシングとデニム加工、カタラーゼによる過酸化水素除去、プロテアーゼによるウール表面改質、ラッカーゼ・ペルオキシダーゼによる染料関連処理支援に使われます。各酵素は対象基質と反応機構が異なるため、工程課題に合わせて選ぶことが重要です[1]。

研究文献では、酵素処理が繊維加工の環境負荷低減、薬剤使用の抑制、温和な条件での処理、表面品質の改善に寄与し得ることが整理されています。ただし、染料排水処理や天然繊維改質のように条件依存性が高い領域では、素材、染料、助剤、浴条件、後処理を含めた工程全体で評価する必要があります[8]。

Enzymes.bioの「Enzymes For Textile Industry」は、こうした繊維加工向け酵素を1 kg単位でオンライン購入できるカテゴリーです。製造業者ではなく供給業者として、糊抜き、仕上げ、デニム洗い、漂白後処理、染料関連処理に使われる産業用酵素を、実務で導入しやすい購入形態で提供しています。

Enzymes For Textile Industry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。

Enzymes For Textile Industry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. Chatha, S. A., Asgher, M., & Iqbal, H. M. (2017). Enzyme-based solutions for textile processing and dye contaminant biodegradation—a review. *Environmental science and pollution research international*, 24, 14005-14018.
2. Rahman, M., Hack - Polay, D., Billah, M., & Nabi, N. (2020). Bio-based textile processing through the application of enzymes for environmental sustainability. *International Journal of Technology Management and Sustainable Development*.
3. Eid, B., & Ibrahim, N. (2020). Recent developments in sustainable finishing of cellulosic textiles employing biotechnology. *Journal of Cleaner Production*, 124701.
4. Parisi, M., Fatarella, E., Spinelli, D., Pogni, R., & Basosi, R. (2015). Environmental impact assessment of an eco-efficient production for coloured textiles. *Journal of Cleaner Production*, 108, 514-524.
5. Sutaoney, P., Rai, S., Sinha, S., Choudhary, R., Gupta, A., Singh, S. K., & Banerjee, P. (2024). Current perspective in research and industrial applications of microbial cellulases.. *International Journal of Biological Macromolecules*, 130639 .
6. Mostafa, F., Wehaidy, H. R., Sharaf, S., El-hennawi, H., Mahmoud, S. A., & Saleh, S. A. A. (2024). Aspergillus awamori MK788209 cellulase: production, statistical optimization, pea peels saccharification and textile applications. *Microbial Cell Factories*, 23.
7. Farhan, M., Hasani, I. W., Khafaga, D. S. R., Ragab, W. M., Kazi, R. N. A., Aatif, M., Muteeb, G., ⋯ et al. (2025). Enzymes as Catalysts in Industrial Biocatalysis: Advances in Engineering, Applications, and Sustainable Integration. *Catalysts*.
8. Kumar, A. (2025). Current Trends and Future Perspectives in Treatment Strategies for Dye-Containing Textile Wastewater. *Journal of applied chemical science international*.
9. Liu, L., Cheng, L., Huang, L., & Yu, J. (2012). Enzymatic treatment of mechanochemical modified natural bamboo fibers. *Fibers And Polymers*, 13, 600-605.

10. Adab, F. K., Yaghoobi, M. M., & Gharechahi, J. (2024). Enhanced crystalline cellulose degradation by a novel metagenome-derived cellulase enzyme. *Scientific Reports*, 14.
11. Chapadgaonkar, S., Das, B., & Shourie, A. (2024). Harnessing the Untapped Potential of Cold-Adapted Enzymes. *Industrial Biotechnology*, 20, 257 - 267.
12. Yachmenev, V., Blanchard, E., & Lambert, A. (1998). Use of Ultrasonic Energy in the Enzymatic Treatment of Cotton Fabric. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 37, 3919-3923.
13. Maghraby, Y. R., El-Shabasy, R. M., Ibrahim, A. H., & Azzazy, H. M. (2023). Enzyme Immobilization Technologies and Industrial Applications. *ACS Omega*, 8, 5184 - 5196.
14. Rahman, A., Ahmad, M. F., Ansari, M. K., Husain, T., & Noor, H. (2025). Growth, Environmental Sustainability and Inclusivity in Textile Industry: A Systematic Literature Review. *International Research Journal of Multidisciplinary Scope*.

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。