إنزيم الكاتالاز السائل لإزالة بقايا بيروكسيد الهيدروجين في صناعة النسيج

فريق الأبحاث في **Enzymes.bio** · ويلينغتون، نيوزيلندا · June 21, 2026

إنزيم الكاتالاز السائل يُستخدم في المعالجة الرطبة للمنسوجات بعد التبييض ببيروكسيد الهيدروجين، حيث يحفّز تفكك بقايا بيروكسيد الهيدروجين إلى ماء وأكسجين قبل الصباغة أو الطباعة أو التشطيب. أهميته العملية أنه يقلل الحمل المؤكسد المتبقي دون إضافة مختزِلات ملحية أو الاعتماد الكامل على الشطف المتكرر، مع بقاء تأثيره محددًا في إزالة بيروكسيد الهيدروجين لا في معالجة جميع ملوثات الحمام أو مياه الصرف [1].

ما المقصود بإنزيم الكاتالاز السائل في تطبيقات النسيج؟

إنزيم الكاتالاز هو إنزيم أكسدة-اختزال متخصص في التعامل مع بيروكسيد الهيدروجين. في الأنظمة الحيوية والصناعية، تتمثل وظيفته الأساسية في تسريع التفاعل الذي يحوّل بيروكسيد الهيدروجين إلى ماء وأكسجين:

[2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2]

هذا التفاعل البسيط ظاهريًا هو سبب استخدام الكاتالاز في صناعة النسيج بعد التبييض البيروكسيدي، لأن بقايا المؤكسد التي أدت دورها في التفتيح تصبح غير مرغوبة عند الانتقال إلى الصباغة أو الطباعة أو بعض خطوات التشطيب [1].

الصيغة السائلة من الكاتالاز مناسبة لبيئة المعالجة الرطبة؛ فهي تُضاف إلى حمام مائي قائم أو إلى مرحلة معالجة لاحقة للتبييض بحيث يتوزع الإنزيم مع السائل ويتلامس مع بقايا بيروكسيد الهيدروجين على سطح القماش وداخل بنية النسيج وفي الحمام نفسه. هذا لا يجعل المنتج مادة تبييض، ولا صبغة، ولا مساعد تثبيت، بل يجعله أداة إنزيمية موجهة لإزالة مؤكسد محدد في نقطة زمنية محددة من خط المعالجة [2].

توفّر Enzymes.bio هذا المنتج عبر الشراء المباشر على الإنترنت بوحدة 1 kg، وتُرفق مع الطلب وثائق CoA وSDS. ويجب فهم دور Enzymes.bio هنا بوصفها جهة توريد للمنتج عبر المنصة، لا جهة تصنيع ولا مختبر اختبار؛ لذلك يكون الاستخدام العملي مرتبطًا بوثائق المنتج المرفقة وبنظام المعالجة الذي يديره المستخدم داخل منشأته .

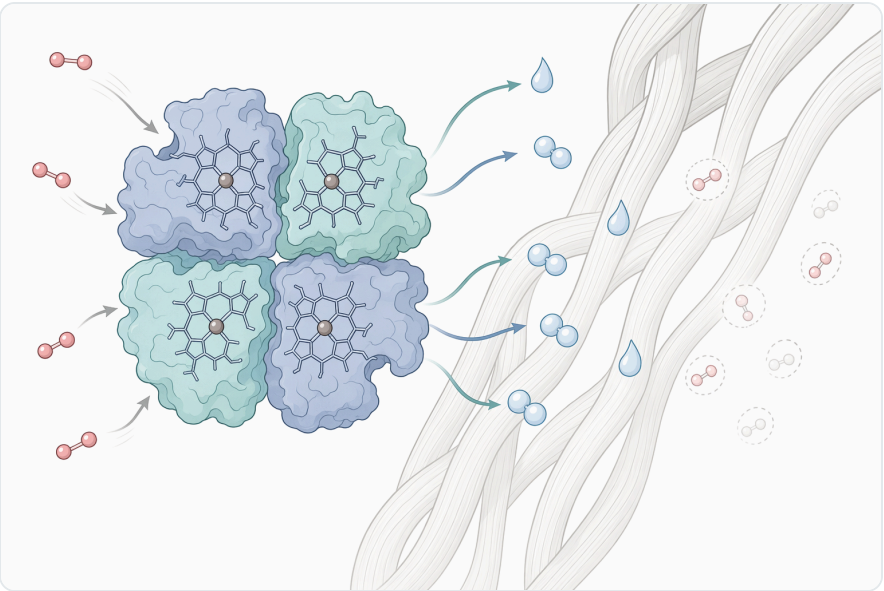

Figure 1. 카탈라아제는 표백된 섬유에 남아 있는 과산화수소를 물과 산소로 분해합니다.

لماذا تُعد بقايا بيروكسيد الهيدروجين مشكلة بعد التبييض؟

بيروكسيد الهيدروجين من أكثر المؤكسدات شيوعًا في تبييض الأقمشة السليلوزية مثل القطن والفسكوز، كما يدخل في بعض مسارات معالجة الخلطات. أثناء التبييض، تكون قدرته المؤكسدة مفيدة لأنها تساعد على تفكيك أو تعديل المواد الملونة والشوائب الطبيعية، لكن استمرار وجوده بعد انتهاء هذه المهمة قد يربك كيمياء العمليات اللاحقة [3].

في الصباغة، خصوصًا عندما تكون الصبغة أو المساعدات حساسة للتوازن بين الأكسدة والاختزال، يمكن لبقايا بيروكسيد الهيدروجين أن تؤثر في استقرار الصبغة أو في تفاعلها مع الليف أو في تكرارية الدرجة اللونية. لذلك لا تكمن المشكلة في وجود الماء أو القلوية أو الأملاح وحدها، بل في بقاء مؤكسد نشط قادر على المشاركة في تفاعلات غير مقصودة بعد مرحلة التبييض [2].

أما في الطباعة والتشطيب، فقد تظهر المشكلة بصورة مختلفة: تغير في الخلفية اللونية، ضعف انتظام، اضطراب في بعض المساعدات، أو زيادة الحاجة إلى تصحيحات تشغيلية. لا يعني ذلك أن كل عيب بعد التبييض سببه بيروكسيد الهيدروجين، لكنه أحد العوامل الكيميائية التي يمكن التحكم فيها مباشرة باستخدام الكاتالاز، لأن الركيزة المستهدفة معروفة ومحددة [4].

كما أن وجود البيروكسيد في سوائل العملية قد يكون غير مرغوب قبل بعض مراحل معالجة مياه الصرف. في المقابل، يجب عدم الخلط بين "إزالة البيروكسيد" و"تنقية مياه الصرف بالكامل"؛ فالأبحاث حول مياه الصرف النسيجية توضح أن الأصباغ والمواد العضوية والأملاح والمساعدات تحتاج إلى استراتيجيات معالجة متعددة، وقد يُستخدم بيروكسيد الهيدروجين نفسه في بعض عمليات الأكسدة المتقدمة بدلًا من إزالته [5].

آلية عمل الكاتالاز: ماذا يحدث كيميائيًا؟

يعمل الكاتالاز عبر موقع نشط يحتوي عادةً على مجموعة هيم قادرة على نقل الإلكترونات بصورة منظمة. عند ملامسة أول جزيء من بيروكسيد الهيدروجين، يتحول الموقع النشط إلى حالة مؤكسدة عالية النشاط تُعرف في كيمياء الإنزيمات بحالة وسيطة مؤكسدة؛ ثم يتفاعل جزيء بيروكسيد هيدروجين آخر مع هذا الوسيط ليعود الإنزيم إلى حالته الأصلية مع تحرير الماء والأكسجين [6].

Figure 2. 섬유 가공에서는 과산화물 표백 후 염색이나 마무리 가공 전에 잔류 .산화제를 제거하기 위해 액상 카탈라아제를 첨가합니다

الأهمية العملية لهذه الدورة أن الإنزيم لا يستهلك بالطريقة نفسها التي تُستهلك بها مادة كيميائية مختزلة عادية، بل يعمل كمحفز حيوي طالما بقيت بنيته فعالة وظروف الحمام غير معطلة له. ومع ذلك، فهو ليس "غير محدود"؛ لأنه بروتين قد يتأثر بالحرارة الشديدة، أو الوسط الكيميائي غير الملائم، أو المؤكسدات بتركيزات مرهقة، أو مواد قد تضعف بنيته أو موقعه النشط [1].

في النسيج، لا يكون الهدف من الآلية هو إحداث تغيير في الليف نفسه. الكاتالاز لا يقص سلاسل السليلوز مثل بعض إنزيمات السليولاز، ولا يزيل النشا مثل الأميلاز، ولا يحلل البكتين مثل البيكتيناز؛ إنما يغيّر كيمياء الوسط المحيط بالقماش عبر إلغاء بقايا بيروكسيد الهيدروجين النشطة. هذه الدقة في الركيزة هي سبب اعتباره خطوة تحضيرية بين التبييض وما بعده [3].

قد يلاحظ المشغلون في بعض السياقات تحرر فقاعات دقيقة نتيجة تكوّن الأكسجين، لكن المؤشر الأهم صناعيًا ليس الرغوة أو الفقاعات في حد ذاتها، بل انخفاض القدرة المؤكسدة المتبقية قبل دخول القماش مرحلة الصباغة أو الطباعة. لذلك ينبغي النظر إلى الكاتالاز كوسيلة تحكم في الحالة الكيميائية للحمام، لا كإضافة تجميلية أو عامل تحسين ملمس [2].

موقع الكاتالاز داخل تسلسل المعالجة الرطبة

الموضع الأكثر منطقية لاستخدام الكاتالاز هو بعد اكتمال التبييض ببيروكسيد الهيدروجين وقبل الصباغة أو الطباعة أو التشطيب الحساس. في هذه اللحظة يكون البيروكسيد قد أنجز دوره في التفتيح، ويصبح استمرار وجوده عامل مخاطرة بدلًا من كونه عامل معالجة مطلوبًا [4].

في خطوط معالجة القطن، يمكن أن يأتي الكاتالاز بعد الغلي والتحضير والتبييض، وقبل الصباغة التفاعلية أو المباشرة بحسب النظام المستخدم. في هذه المرحلة لا يحتاج المصنع إلى قوة أكسدة إضافية، بل يحتاج إلى إزالة الأثر المتبقي للمؤكسد كي تصبح وصفة الصباغة التالية أكثر قابلية للضبط والتكرار [7].

Figure 3. 섬유용 카탈라아제는 주로 과산화물 잔류물이 염색, 날염 또는 마무리 품질에 영향을 줄 수 있는 공정에서 사용됩니다.

في الأقمشة المخلوطة، يظل المبدأ نفسه قائمًا إذا كان بيروكسيد الهيدروجين جزءًا من مرحلة التبييض أو التحضير. إلا أن الكاتالاز لا يحل تعقيدات صباغة الخلطات، ولا يختار نظام الصباغة المناسب لكل مكوّن ليفي؛ دوره محصور في إزالة البيروكسيد من الوسط قبل الخطوة التالية [3].

في سوائل العملية أو التدفقات الجانبية التي تحتوي على بقايا بيروكسيد، يمكن للكاتالاز أن يساهم في خفض المؤكسد قبل معالجة لاحقة. لكن عند وجود لون، أو حمل عضوي، أو أملاح، أو مواد خافضة للتوتر السطحي، أو مركبات مقاومة للتحلل، تبقى الحاجة قائمة إلى عمليات معالجة أخرى؛ فالأدبيات الخاصة بمياه الصرف النسيجية تعرض أنظمة أكسدة وامتزاز وتحفيز ضوئي وغيرها لمعالجة الملوثات المختلفة، لا البيروكسيد وحده [8].

مقارنة عملية بين الكاتالاز والشطف والمعادلات الكيميائية

توجد أكثر من طريقة للتعامل مع بقايا بيروكسيد الهيدروجين بعد التبييض. الاختيار الصناعي يعتمد على نوع القماش، تسلسل العملية، متطلبات اللون، قيود المياه والطاقة، وتركيب الحمام. الجدول التالي يقارن بين ثلاث مقاربات شائعة من زاوية الوظيفة والأثر المتوقع، لا من زاوية وصفة تشغيلية محددة.

المقاربة	آلية التعامل مع بقايا بيروكسيد الهيدروجين	نقاط القوة	القيود العملية
إنزيم الكاتالاز السائل	تفكيك مباشر لبيروكسيد الهيدروجين إلى ماء وأكسجين	يستهدف المؤكسد تحديدًا، ولا يضيف أملاح اختزال، ويناسب الدمج بين التبييض والخطوات اللاحقة	يتطلب وسطًا غير معطل للإنزيم وتلامسًا جيدًا بين الحمام والقماش
الشطف المتكرر	تخفيف البيروكسيد وإزالته ماديًا مع الماء	بسيط ومألوف في مصانع كثيرة	قد يزيد استهلاك الماء والطاقة والزمن، وقد لا يكون وحده كافيًا في كل الحالات
المعادلات الكيميائية المختزلة	استهلاك البيروكسيد بتفاعل كيميائي اختزالي	سريعة ومباشرة عند التحكم الجيد	قد تضيف نواتج ثانوية أو أملاحًا، وقد تؤثر في الحمام أو العمليات اللاحقة

تدعم مراجعات المعالجة النسيجية بالإنزيمات فكرة أن الإنزيمات الصناعية، عند إدخالها في الموضع الصحيح من العملية، يمكن أن تساعد على تقليل الاعتماد على خطوات أكثر استهلاكًا للماء أو المواد الكيميائية. لكن هذا لا يعني أن الكاتالاز يلغي دائمًا الشطف أو كل المعالجات المساعدة؛ بل يعني أنه يوفّر مسارًا أكثر تخصصًا للتعامل مع البيروكسيد المتبقي [7].

الفوائد التشغيلية المتوقعة دون مبالغة

أول فائدة هي إزالة مؤكسد نشط بطريقة مباشرة. بدلًا من نقل البيروكسيد من حمام إلى آخر أو تخفيفه فقط، يحفز الكاتالاز تحوله إلى مركبات غير مؤكسدة في سياق الصباغة المعتاد: ماء وأكسجين. هذه النقطة مهمة لأنها تقلل احتمال استمرار تفاعل البيروكسيد مع الصبغات أو المساعدات بعد مرحلة التبييض [1].

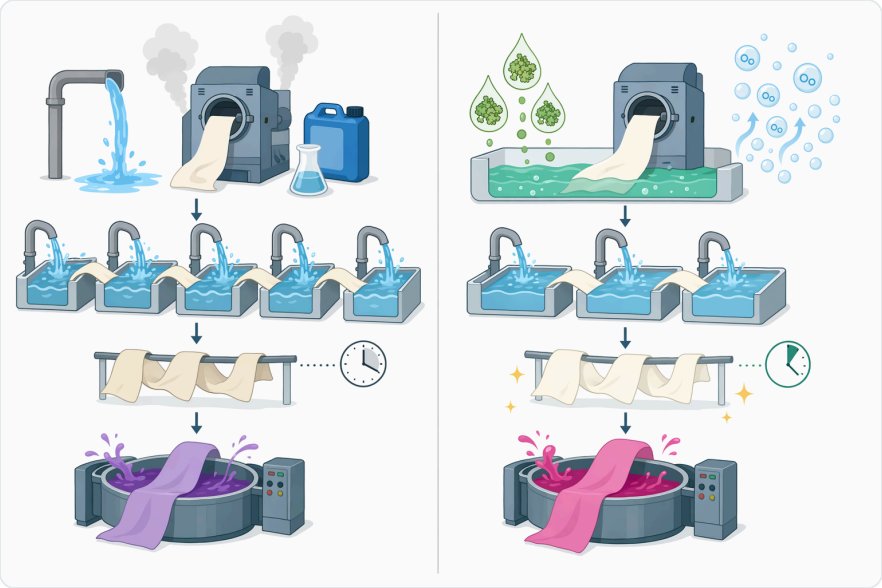

Figure 4. 반복 세척이나 화학적 환원에 비해 카탈라아제는 더 온화한 조건에서 더 적은 물과 짧은 처리 시간으로 과산화물을 제거합니다.

الفائدة الثانية هي دعم تكرارية الصباغة. في عمليات النسيج، تكرارية اللون ليست نتيجة عامل واحد؛ فهي تتأثر بالتحضير، امتصاص الصبغة، القلوية، الأملاح، زمن العملية، بنية القماش، وحركة الحمام. ومع ذلك، فإن إزالة بقايا بيروكسيد الهيدروجين تعالج عاملًا معروفًا من عوامل الاضطراب الكيميائي قبل بدء الصباغة [2].

الفائدة الثالثة تتعلق بالاستدامة التشغيلية. عندما يسمح تسلسل العملية باستخدام الكاتالاز لتقليل الشطف الزائد أو خفض الاعتماد على معادلات كيميائية ذات نواتج ثانوية، يصبح ذلك متوافقًا مع الاتجاه الأوسع في الصناعة نحو معالجة رطبة أقل قسوة وأكثر كفاءة. وتعرض أدبيات الاستدامة النسيجية دور التقنيات الحيوية والإنزيمية في خفض الأثر البيئي للمعالجة التقليدية عند تطبيقها بصورة مناسبة [9].

الفائدة الرابعة هي المرونة في خطوط المعالجة. لأن الكاتالاز يستهدف بيروكسيد الهيدروجين تحديدًا، يمكن إدخاله في نقطة فاصلة بين التبييض وما بعده دون تغيير وظيفة الصبغات أو إنزيمات أخرى مستخدمة في خطوات مختلفة. لكن هذه المرونة مشروطة بفهم التوافق الكيميائي وعدم خلطه عشوائيًا مع ظروف قد تعطل بنيته [3].

ما لا يفعله الكاتالاز في صناعة النسيج

لا يبيض الكاتالاز القماش. التبييض يحدث بفعل بيروكسيد الهيدروجين أو نظام تبييض آخر، أما الكاتالاز فيأتي بعد ذلك لإيقاف أثر البيروكسيد المتبقي. استخدامه في وقت مبكر جدًا قد يستهلك المؤكسد قبل اكتمال التبييض، لذلك يجب فهمه كخطوة إزالة بقايا لا كجزء من قوة التبييض نفسها [4].

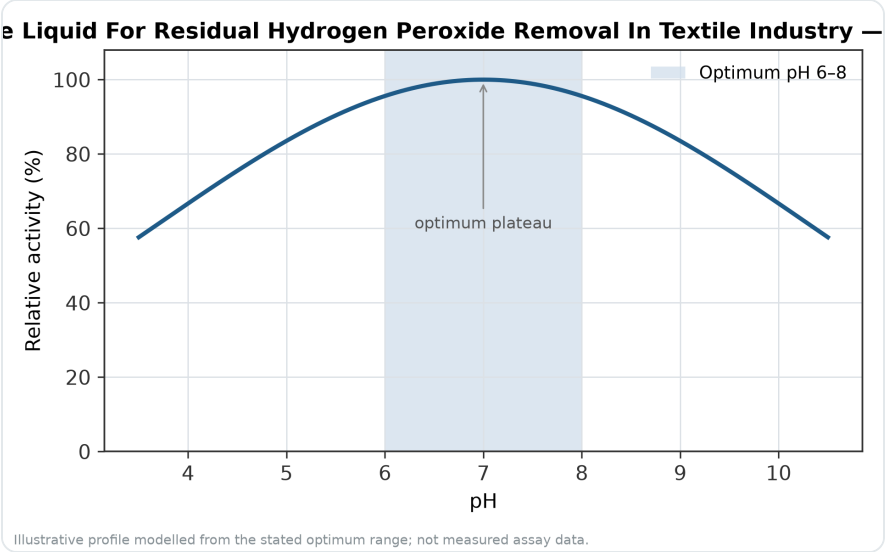

Figure 5. 섬유 산업에서 잔류 과산화수소 제거용 액상 카탈라아제 효소의 pH 에 따른 상대 활성으로, pH 6~8에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

لا يزيل الكاتالاز الأصباغ من مياه الصرف، ولا يحلل الأملاح، ولا يخفض وحده الحمل العضوي الكلي، ولا يستبدل أنظمة المعالجة المتقدمة. بل إن بعض دراسات إزالة اللون من مياه الصرف النسيجية تستخدم بيروكسيد الهيدروجين مع أنظمة أكسدة أو تحفيز ضوئي لإنتاج أنواع مؤكسدة تساعد على تكسير الملونات؛ في مثل هذه الحالات يكون توقيت استخدام الكاتالاز مهمًا حتى لا يعاكس هدف الأكسدة المطلوبة [10].

لا يقوم الكاتالاز بدور إنزيمات التحضير الأخرى. فالأميلاز يرتبط بإزالة النشا، والبيكتيناز بتحسين إزالة البكتينات، والسليولاز بتعديل السطح أو إزالة الزغب في تطبيقات محددة، واللاكيز أو البيروكسيداز يرتبطان بمسارات أكسدة مختلفة. أما الكاتالاز فله وظيفة أضيق لكنها شديدة الأهمية: تفكيك بيروكسيد الهيدروجين المتبقي [3].

ولا ينبغي تقديمه كحل مستقل لكل مشكلات الجودة بعد التبييض. إذا كان القماش يعاني من تفاوت امتصاص، أو بقايا شمعية، أو تحضير غير كافٍ، أو اختلاف في بناء النسيج، فإن إزالة البيروكسيد وحدها لا تعالج أصل تلك المشكلات. لذلك تكون قيمته أعلى عندما يُستخدم ضمن تسلسل مضبوط للغلي والتحضير والتبييض والصباغة [2].

الاعتبارات الفنية عند إدخاله في خط الإنتاج

أهم اعتبار هو توقيت الإضافة. ينبغي أن يأتي الكاتالاز بعد اكتمال وظيفة بيروكسيد الهيدروجين في التبييض، لأن أي بقاء للإنزيم أو إضافته المبكرة قد يخفض المؤكسد المطلوب قبل انتهاء التفتيح. لهذا يُنظر إليه كمرحلة "إزالة بقايا" تقع بين التبييض والخطوة اللاحقة، لا كإضافة متزامنة مع هدف التبييض [4].

الاعتبار الثاني هو تلامس الإنزيم مع الركيزة. في الأقمشة الثقيلة أو الحمولات الكثيفة أو الآلات ذات حركة حمام محدودة، قد تكون سرعة إزالة البيروكسيد مرتبطة بمدى وصول الإنزيم إلى السائل المحصور داخل بنية القماش. لذلك فإن التجانس الميكانيكي وحركة الحمام وتوزيع السائل عوامل تشغيلية مهمة، حتى لو كان التفاعل الإنزيمي نفسه سريعًا بطبيعته [2].

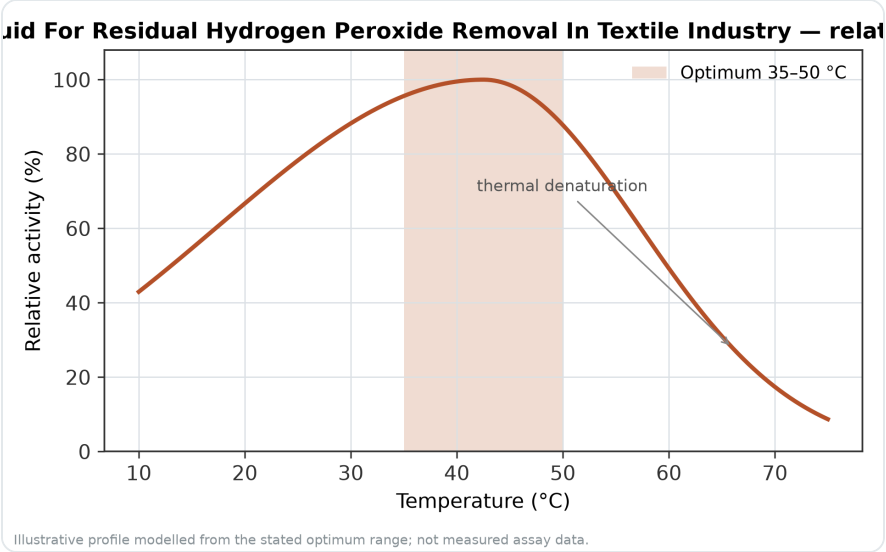

Figure 6. 섬유 산업에서 잔류 과산화수소 제거용 액상 카탈라아제 효소의 온도에 따른 상대 활성으로, 35~50°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열변성으로 인한 전형적인 활성 저하가 나타납니다.

الاعتبار الثالث هو توافق الوسط. الكاتالاز بروتين، والبروتينات الإنزيمية عمومًا تتأثر بالظروف القاسية، سواء كانت حرارية أو كيميائية أو مرتبطة بمؤكسدات قوية أو مواد مساعدة غير متوافقة. لذلك لا ينبغي التعامل معه مثل مادة غير عضوية تتحمل كل ظروف التبييض، بل كعامل حيوي يُستخدم بعد تهدئة ظروف العملية إلى نطاق مناسب للإنزيم وفق وثائق المنتج [6].

الاعتبار الرابع هو ترتيب استخدامه مع أنظمة معالجة مياه الصرف. إذا كانت العملية اللاحقة تعتمد على بيروكسيد الهيدروجين نفسه كجزء من أكسدة متقدمة لإزالة اللون أو تفكيك ملوثات عضوية، فإن إزالة البيروكسيد بالكاتالاز قبل تلك المرحلة قد لا تكون مرغوبة. أما إذا كان الهدف هو منع انتقال البيروكسيد إلى نظام حساس أو إلى خطوة لا تحتاج مؤكسدًا، فيصبح الكاتالاز منطقيًا [5].

الكاتالاز ضمن اتجاه النسيج المستدام

تسعى صناعة النسيج إلى خفض استهلاك الماء والطاقة والمواد الكيميائية، خصوصًا في المعالجة الرطبة التي تتضمن التحضير والتبييض والصباغة والغسل والتشطيب. في هذا السياق، لا تُعد الإنزيمات مجرد بدائل "طبيعية" عامة، بل أدوات انتقائية يمكن أن تقلل شدة بعض المراحل أو تجعلها أكثر تخصصًا [11].

الكاتالاز مثال واضح على هذه الانتقائية. فهو لا يحاول معالجة كل شيء، بل يهاجم نقطة كيميائية محددة: بيروكسيد الهيدروجين المتبقي. وعندما تنجح إزالة هذا العامل دون إضافة مختزلات أو شطف زائد، يمكن أن يساهم ذلك في تقليل عبء العملية الكلي، بشرط أن تكون بقية السلسلة مصممة بطريقة متوازنة [7].

تُظهر مراجعات التكنولوجيا الحيوية في النسيج أن إدخال الإنزيمات يحتاج إلى مواءمة بين كيمياء الألياف، تركيب الحمام، تسلسل العملية، وقيود الإنتاج. لذلك، فإن الكاتالاز ليس شعارًا للاستدامة بحد ذاته، بل أداة قد تدعم الاستدامة عندما تُستخدم في موضعها الصحيح: بعد التبييض وقبل العمليات التي تتضرر من المؤكسد المتبقي

.[9]

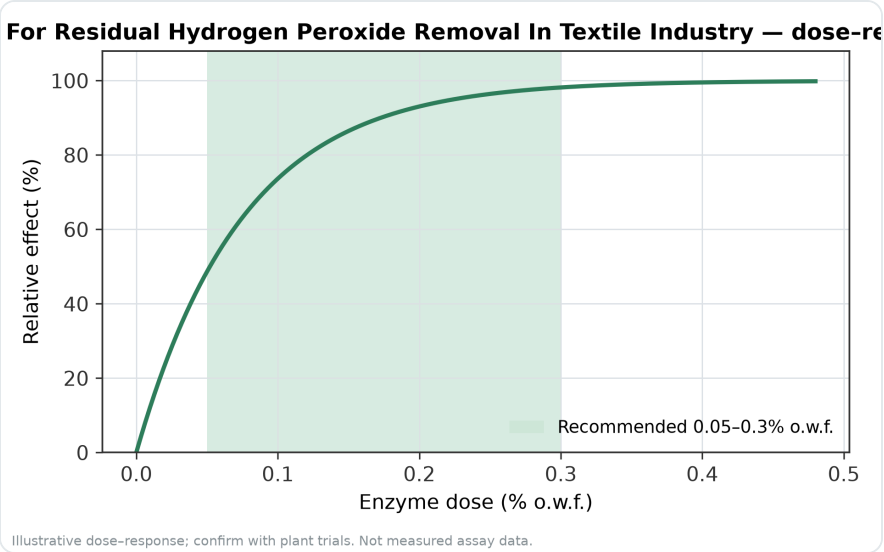

Figure 7. 권장 사용 범위(0.05~0.3% o.w.f.)에서 섬유 산업의 잔류 과산화수소 .제거용 액상 카탈라아제 효소의 용량-반응 관계 예시입니다

هذا يتوافق أيضًا مع النقاش الأوسع حول الاقتصاد الدائري في النسيج والملابس، حيث لا تكفي مادة واحدة لتحويل الصناعة، بل يتطلب الأمر تقليل الهدر وإطالة عمر المنتج وتحسين كفاءة المعالجة وتقليل التصحيحات وإعادة التشغيل. إزالة بقايا البيروكسيد خطوة صغيرة لكنها ذات أثر مباشر في تقليل اضطرابات الجودة المرتبطة بالتحضير الكيميائي [12].

علاقة الكاتالاز بمياه الصرف النسيجية

تحتوي مياه الصرف النسيجية عادةً على مزيج معقد من أصباغ، أملاح، مواد مساعدة، مواد عضوية، بقايا مؤكسدات أو مختزلات، ومكونات ناتجة عن مراحل متعددة. لذلك لا يمكن اختزال معالجة هذه المياه في إنزيم واحد. الكاتالاز يتعامل مع بيروكسيد الهيدروجين، لكنه لا يزيل اللون أو المواد العضوية المعقدة بصورة مباشرة [8].

توضح دراسات الأكسدة المتقدمة أن بيروكسيد الهيدروجين قد يكون جزءًا من أنظمة إزالة لون أو تفكيك ملوثات، مثل الأنظمة التي تستخدم محفزات أو ضوءًا أو بيكربونات لتوليد مسارات أكسدة فعالة. في هذه السياقات، يكون بيروكسيد الهيدروجين "مادة معالجة" وليس "بقايا غير مرغوبة"، وبالتالي يجب أن يُستخدم الكاتالاز فقط عندما تنتهي الحاجة إلى هذا المؤكسد [10].

في المقابل، قد يكون وجود بيروكسيد الهيدروجين المتبقي غير ملائم لبعض مراحل المعالجة البيولوجية أو لبعض نقاط التصريف أو إعادة الاستخدام، وهنا يمكن للكاتالاز أن يؤدي دورًا مساعدًا في خفض الأثر المؤكسد قبل الخطوة التالية. ومع ذلك، تبقى الحاجة إلى معالجة اللون والحمل العضوي والأملاح قائمة بوسائل أخرى ضمن منظومة متكاملة [13].

قوة الأدلة حسب نوع الادعاء

الادعاء الفني	مستوى الدعم العلمي	قراءة عملية للادعاء
الكاتالاز يحفز تفكك بيروكسيد الهيدروجين إلى ماء وأكسجين	قوي	هذا هو التفاعل الأساسي المعروف للإنزيم، وتدعمه أدبيات الكاتالاز وتطبيقاته الصناعية والحيوية [1]
استخدام الكاتالاز بعد التبييض يناسب المعالجة النسيجية	قوي إلى متوسط	تذكر مراجعات إنزيمات النسيج الكاتالاز ضمن إنزيمات المعالجة الرطبة، خصوصًا لإزالة البيروكسيد المتبقي [3]
إزالة البيروكسيد تساعد على تقليل اضطراب الصباغة	متوسط إلى قوي	الأساس الكيميائي واضح، لكن النتيجة النهائية تعتمد أيضًا على التحضير والصبغة والآلة والوصفة [2]
قد يساهم في خفض الشطف أو بعض المواد الكيميائية	متوسط	تدعم آلية التفكيك المباشر هذا الاتجاه، لكن حجم الفائدة يتغير حسب تصميم العملية [7]
يعالج مياه الصرف النسيجية بالكامل	غير مدعوم	الكاتالاز يزيل بيروكسيد الهيدروجين فقط، بينما تحتاج الأصباغ والملوثات الأخرى إلى معالجات إضافية [5]

صيغة التوريد عبر Enzymes.bio

يُعرض Catalase Enzyme Liquid For Residual Hydrogen Peroxide Removal In Textile Industry عبر Enzymes.bio كمنتج إنزيمي سائل مخصص لإزالة بقايا بيروكسيد الهيدروجين في صناعة النسيج. الشراء يتم مباشرة عبر الإنترنت بوحدة 1 kg، وتُرفق مع الطلب وثائق CoA وSDS لأغراض التوثيق والسلامة العامة في التعامل .

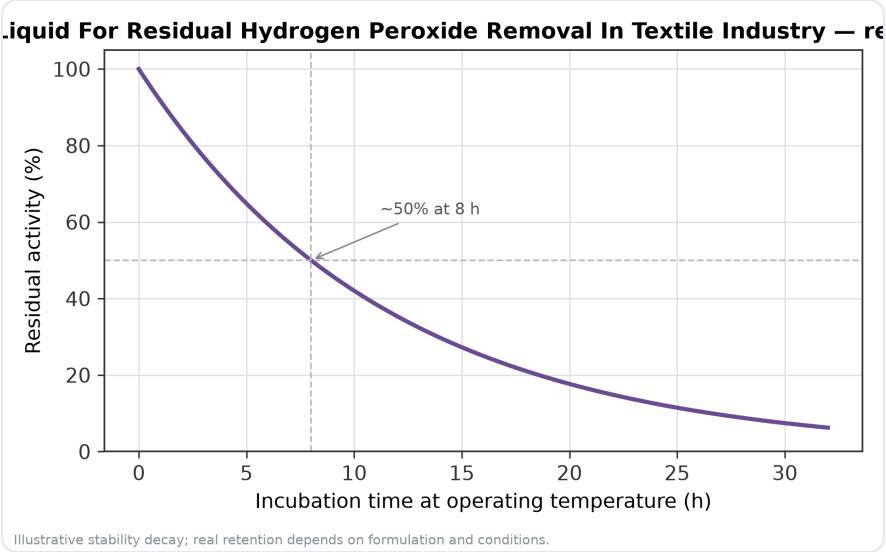

Figure 8. 섬유 산업에서 잔류 과산화수소 제거용 액상 카탈라아제 효소의 열 안정성 감소 예시로, 작업 온도에서 시간이 지남에 따라 잔류 활성이 감소합니다.

من المهم صياغة التوقعات بدقة: Enzymes.bio ليست جهة تصنيع ولا مختبرًا، ولا ينبغي قراءة وثائق المنتج كبديل عن ضبط العملية داخل منشأة المستخدم. القيمة العملية للمنتج تكمن في وظيفته المحددة داخل خط المعالجة، وهي إزالة بيروكسيد الهيدروجين المتبقي بعد التبييض وقبل المراحل التي قد تتأثر بوجود مؤكسد نشط .

الخلاصة الفنية

إنزيم الكاتالاز السائل لإزالة بقايا بيروكسيد الهيدروجين في صناعة النسيج هو أداة إنزيمية متخصصة لمرحلة ما بعد التبييض. آليته واضحة: تحويل بيروكسيد الهيدروجين إلى ماء وأكسجين، بما يقلل الحمل المؤكسد قبل الصباغة أو الطباعة أو التشطيب، دون أن يدّعي أداء وظائف التبييض أو الصباغة أو معالجة مياه الصرف بالكامل [1].

تظهر قيمته عندما تكون المشكلة التشغيلية محددة: بقايا بيروكسيد الهيدروجين التي قد تعيق تكرارية اللون أو تؤثر في كيمياء الحمام اللاحق. وعند دمجه في الموضع الصحيح من المعالجة الرطبة، يمكن أن يدعم عمليات أكثر اتساقًا وأقرب إلى مبادئ المعالجة النسيجية المستدامة، مع بقاء النتيجة النهائية مرتبطة بتصميم العملية، ونوع القماش، وتركيب الحمام، وترتيب المراحل [4].

وبالنسبة للشراء عبر Enzymes.bio، يتوفر المنتج بصيغة سائلة بوحدة 1 kg مع إرفاق CoA وSDS مع الطلب. الاستخدام الأمثل له يكون بوصفه خطوة موجهة لإزالة بقايا بيروكسيد الهيدروجين بعد اكتمال التبييض، لا بوصفه حلًا عامًا لكل تحديات التحضير أو الصباغة أو معالجة مياه الصرف في مصانع النسيج .

اطلب Catalase Enzyme Liquid For Residual Hydrogen Peroxide Removal In Textile Industry عبر الإنترنت

يُباع بوحدة 1 kg، وهو متوفر في المخزون وجاهز للشحن. اطلب مباشرة من متجرنا — ادفع عبر الإنترنت وسنعالج طلبك. تُرفق شهادة التحليل ونشرة بيانات السلامة مع كل طلب.

اشترِ Catalase Enzyme Liquid For Residual Hydrogen Peroxide Removal In Textile Industry →

المراجع

مرقّمة حسب ترتيب أول اقتباس. مصادر مفتوحة الوصول، تم التحقق من إتاحتها عند النشر؛ وترتبط أرقام الاستشهاد في النص هنا.

1. Balabushevich, N., Kovalenko, E., Maltseva, L., Filatova, L., Moysenovich, A. M., Mikhalchik, E., Volodkin, D., … et al. (2022). Immobilization of Antioxidant Enzyme Catalase on Porous Hybrid Microparticles of Vaterite with Mucin. *Advanced Engineering Materials*, 24.

2. Besegatto, S. V., Costa, F. N., Damas, M. S. P., Colombi, B. L., Rossi, A. D., Aguiar, C. R. L., & Immich, A. (2018). Enzyme Treatment at Different Stages of Textile Processing: A Review. *Industrial Biotechnology*, 14, 298 - 307.

3. Choudhury, A. (2020). Enzyme applications in textile chemical processing.

4. Ibrahim, N., Eid, B., & Amin, H. (2021). Sustainable textile finishing processes and pollution control based on enzyme technology. *Green Chemistry for Sustainable Textiles*.

5. Wawrzkiewicz, M., Kotowska, U., & Sokół, A. (2021). Purification of Textile Effluents Containing C.I. Acid Violet 1: Adsorptive Removal versus Hydrogen Peroxide and Peracetic Acid Based Advanced Oxidation. *Processes*.

6. Xu, S., Ya-Chen, Xiang-Meng, Pan, R., Yan, A., Zhi-Li, & Zong-Li (2025). Computational-assisted protein engineering to develop thermostable and highly active catalase for industrial and biocatalytic applications.. . *Bioresource Technology*, 133081.

7. Kumar, D., Bhardwaj, R., Jassal, S., Goyal, T., Khullar, A., & Gupta, N. (2021). Application of enzymes for an eco-friendly approach to textile processing. *Environmental science and pollution research international*, 30, 71838-71848.

8. Khan, W., Najeeb, I., & Ishtiaque, S. (2016). Photocatalytic Degradation of a Real Textile Wastewater using Titanium Dioxide , Zinc Oxide and Hydrogen Peroxide.

9. Rahman, M., Billah, M., Hack-Polay, D., & Alam, A. (2020). The use of biotechnologies in textile processing and environmental sustainability: An emerging market context. *Technological Forecasting and Social Change*, 159, 120204.

10. Urbina-Suarez, N., Rivera-Caicedo, C., González-Delgado, Á., Barajas-solano, A. F., & Machuca-Martínez, F. (2023). Bicarbonate-Hydrogen Peroxide System for Treating Dyeing Wastewater: Degradation of Organic Pollutants and Color Removal. *Toxics*, 11.

11. Oliveira, C. R. S., Silva Júnior, A. H., Mulinari, J., & Immich, A. (2021). Textile Re-Engineering: Eco-responsible solutions for a more sustainable industry. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 1232-1248.

12. Kucińska-Król, I., Festinger, N., Walawska, A., & Kulczycka, J. (2024). Study of Lodz Society's Knowledge of the Circular Economy in the Textile and Clothing Industry. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 32, 10 - 20.

13. Dinçer, A. R. (2020). Increasing BOD5/COD ratio of non-biodegradable compound (reactive black 5) with ozone and catalase enzyme combination. *SN Applied Sciences*, 2.

تواصل مع Enzymes.bio

هل لديك أسئلة حول طلب؟ يسرّ فريقنا مساعدتك.

البريد الإلكتروني **wholesale@enzymes.bio** الهاتف (الولايات المتحدة) **+1 (507) 428-6057** **تواصل معنا →**

+400 عملاء B2B **+60** شركاء بحثيون جامعيون **54** نخدم العملاء حول العالم

© 2026 Enzymes.bio · توريد إنزيمات صناعية & لمعالجة الأغذية · غير مخصص للاستهلاك البشري أو البيع بالتجزئة.