

# مسحوق إنزيم السليولاز الحمضي للتلميع الحيوي Bio-Polishing للأقمشة القطنية CAS 9012-54-8

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

**الإجابة المباشرة:** مسحوق إنزيم السليولاز الحمضي CAS 9012-54-8 هو إنزيم مخصص لتشطيب الأقمشة السليلوزية، خصوصًا القطن والدينيم، عبر إزالة الزغب والألياف السطحية الدقيقة التي تسبب خشونة الملمس والتكّور. في التلميع الحيوي Bio-Polishing يعمل السليولاز على تحلل محدود ومضبوط لسطح السليلوز، لذلك تكون قيمة المنتج في تحسين نعومة اليد، صفاء المظهر، وتقليل الاعتماد على معالجات ميكانيكية أشد قسوة عند ضبط ظروف التشغيل الصناعية [1].

## ما هو مسحوق السليولاز الحمضي للتلميع الحيوي؟

مسحوق السليولاز الحمضي المعروف من Enzymes.bio هو منتج إنزيمي من فئة cellulase موجّه للاستخدام المهني في تشطيب الأقمشة السليلوزية، ويحمل رقم CAS 9012-54-8. Enzymes.bio تعمل هنا كمورّد يتيح شراء المنتج مباشرة عبر الإنترنت بوحدة 1kg، وليست جهة مصنّعة أو مختبر تطوير؛ وتُرفق وثائق CoA و SDS مع الطلب لدعم التعريف الفني والسلامة أثناء الاستخدام الصناعي .

السليولاز ليس مادة كيميائية تهاجم القطن عشوائيًا، بل عائلة إنزيمية تتفاعل مع السليلوز، وهو البوليمر البنيوي الأساسي في ألياف القطن. يتكوّن السليلوز من سلاسل جلوكوز مترابطة بروابط  $\beta$ -1,4، وعندما يتعرض سطح القماش لنشاط سليولازي مضبوط يحدث قطع محدود في مناطق الألياف الدقيقة البارزة، ما يسهل انفصالها لاحقًا بالحركة الميكانيكية والغسل داخل خط التشطيب [2].

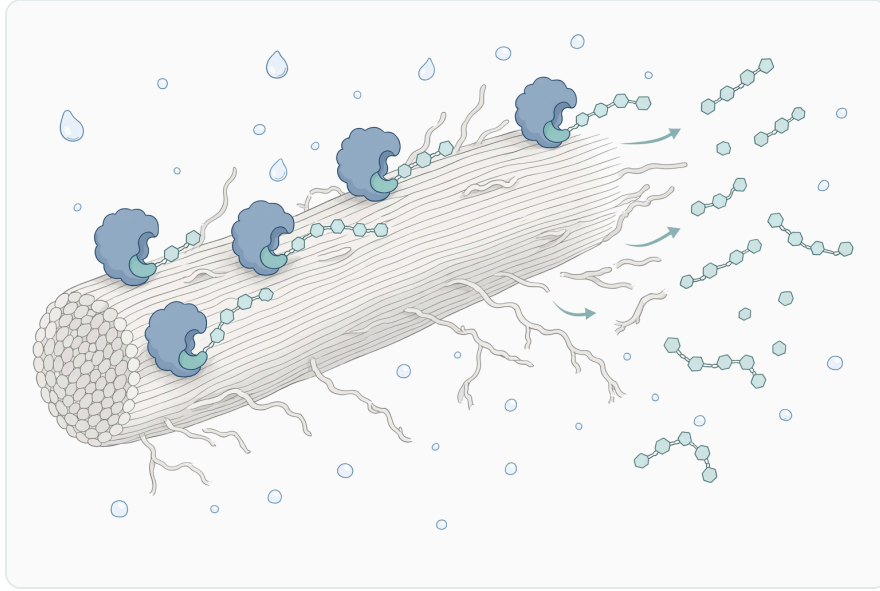
وصف "حمضي" يعني أن الإنزيم مصمم للعمل في بيئة معالجة حامضية مناسبة لتطبيقات معينة في النسيج، وخاصة عندما يكون الهدف هو تلميع القطن أو إحداث تأثير سطحي واضح في الدينيم. الدراسات الخاصة بعوامل التلميع الحيوي بالسليولاز الحمضي تركز على أن الأداء لا يعتمد على وجود الإنزيم وحده، بل على توازن الوسط، زمن التماس، حركة الحمام، ونوع النسيج، لأن هذه المتغيرات تحدد مقدار التحلل السطحي مقابل الحفاظ على قوة القماش [3].

## لماذا يُستخدم السليولاز في Bio-Polishing بدل التشطيب الميكانيكي وحده؟

المشكلة العملية في القطن أن الألياف الدقيقة الناتجة من سطح الخيط أو القماش تعطي مظهرًا باهتًا وملمسًا أقل نعومة، كما تصبح نقاط بداية لتكوّن الوبر والكرات الصغيرة مع الغسيل والاحتكاك. التلميع الحيوي بالسليولاز يعالج هذه المشكلة من أصلها: يضعف الشعيرات السليلوزية الدقيقة نفسها بحيث تنفصل، بدل الاكتفاء بضغطها

أو قصها ميكانيكيًا بصورة قد لا تكون متجانسة على كامل السطح [1].

في عمليات مثل الغناء Singeing تُحرق الشعيرات السطحية باللهب قبل مراحل لاحقة، وهي تقنية فعّالة لكنها ميكانيكية/حرارية بطبيعتها، وقد لا تمنح دائمًا نفس الأثر على نعومة اليد أو مقاومة التكوّر بعد الاستخدام. قارنت دراسة على القماش القطني المنسوج بين المعالجة الإنزيمية للتلميع الحيوي والغناء، ما يعكس أن الصناعة تنظر إلى السليولاز ليس كإضافة تجميلية فقط، بل كمسار تشطيب بديل أو مكمل للتحكم في زغب السطح وجودة اللمس [4].



**Figure 1.** 셀룰라아제는 노출된 면 미세섬유의 접근 가능한  $\beta$ -1,4-글루칸 사슬을 가수분해하지만, 더 조밀한 섬유 본체는 훨씬 더 느리게 변형됩니다

تظهر قيمة السليولاز أيضًا في الدنيم، حيث يكون المطلوب أحيانًا تخفيف لون السطح وإعطاء مظهر مغسول دون الاعتماد المكثف على الاحتكاك بالحجر أو المعالجة الخشنة. وبما أن الدنيم قماش قطني أساسًا، فإن التأثير السليولازي على سطح الألياف يمكن أن يساهم في تحرير ألياف دقيقة وصبغة سطحية مرتبطة بها، فينشأ مظهر أكثر استهلاكًا مع ضبط مستوى التأثير بحسب الوصفة الصناعية [5].

## آلية العمل على مستوى الألياف: ماذا يحدث فعليًا؟

عند دخول مسحوق السليولاز الحمضي إلى حمام المعالجة وترطبيه جيدًا، تتحول الجزيئات الإنزيمية إلى بروتينات نشطة قادرة على الارتباط بالمناطق السليولوزية المكشوفة. سطح القطن لا يكون أملس تمامًا؛ بل يحتوي على زوائد وشعيرات وانكسارات مجهرية في الألياف، وهذه المناطق أكثر عرضًا للإنزيم وأكثر قابلية للفصل من جسم الليف الرئيسي إذا ضُبطت المعالجة بعناية [2].

تبدأ الآلية عادة بنشاط إنزيمي يقطع الروابط داخل أجزاء من سلسلة السليولوز، فتقصر الألياف الدقيقة وتفقد جزءًا من تماسكها. ثم تساعد الحركة الميكانيكية في الحمام على إزالة هذه الأجزاء الضعيفة من سطح القماش. لذلك لا ينجح التلميع الحيوي بمجرد إضافة الإنزيم؛ بل يحتاج إلى توازن بين النشاط الحيوي والحركة الفيزيائية حتى تنفصل

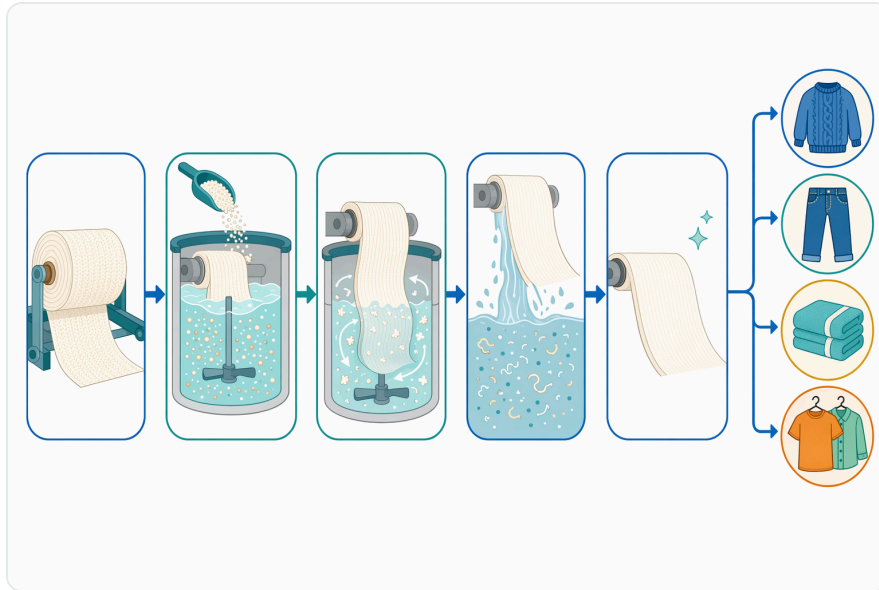
الشعيرات بعد إضعافها دون الإفراط في مهاجمة بنية الخيط الأساسية [1].

تعمل أنظمة السليولاز غالبًا عبر أنشطة متكاملة: نشاط يفتح السلسلة السليلوزية من الداخل، ونشاط يتقدم على أطراف السلسلة، ونشاطات مساعدة تحول أجزاء أصغر إلى سكريات ذائبة. في تطبيق التلميع الحيوي لا يكون الهدف تحويل القماش إلى سكريات، بل استخدام هذه القدرة التحليلية بصورة سطحية ومحدودة لإزالة العيوب الدقيقة. هذه الفكرة هي ما يفسر لماذا قد يعطي نفس الإنزيم نتائج مختلفة على قماش محبوك مقارنة بقماش منسوج، أو على قطن مصبوغ مقارنة بدنيم ثقيل [6].

تؤكد أبحاث إنزيمات تفكيك الكتلة السليلوزية أن السليولوز مادة صعبة التحلل بسبب انتظام السلاسل وترتيبها البلوري، وأن التفكيك الفعّال يتطلب غالبًا تآزرًا بين إنزيمات أو بروتينات مساعدة. ورغم أن تطبيق النسيج لا يهدف إلى تفكيك الكتلة الحيوية بالكامل، فإن نفس المبدأ الجزيئي مهم: المناطق الأكثر تعرضًا والأقل انتظامًا، مثل الزغب السطحي، تكون عادة أكثر استجابة من قلب الليف المتماسك [7].

## ما الذي يميز السليولاز الحمضي في القطن والدينيم؟

السليولاز الحمضي يرتبط صناعيًا بتطبيقات يكون فيها الوسط الحامضي مناسبًا لتفاعل الإنزيم وللمعالجة النسيجية القائمة. هذا مهم لأن كثيرًا من الأقمشة تمر بمراحل صباغة وغسيل وتشطيب ذات أوساط مختلفة، ولا يمكن نقل وصفة إنزيمية من خط إلى آخر دون مراعاة اللون، نوع الصبغة، بنية الخيط، ونسبة الاحتكاك داخل المعدة [3].



**Figure 2.** 바이오 폴리싱은 표면 피브릴을 효소로 약화시키고, 습식 가공 중의 움직임으로 느슨해진 셀룰로오스 조각을 떨어져 나가게 하는 공정을 결합한 것입니다.

في القطن الخفيف أو الأقمشة ذات السطح الناعم مسبقًا، يكون المطلوب غالبًا تقليل الوبر وتحسين النعومة دون فقدان واضح في الوزن أو القوة. أما في الدنيم، فقد يكون المطلوب تأثيرًا بصريًا أقوى على السطح مع الحفاظ على تحمل القماش. لذلك يُنظر إلى السليولاز الحمضي باعتباره أداة تشطيب دقيقة، وليس مادة عامة "كلما زادت كان أفضل"؛ فزيادة شدة المعالجة قد تحسن إزالة الزغب لكنها قد تزيد أيضًا من تآكل السطح إذا لم تُدار العملية جيدًا [2].

دراسة إنتاج وتوصيف سليولاز من *Bacillus subtilis* F3 ربطت بين الخصائص الإنزيمية ونشاط تلميع القطن، ما يبرز أن مصدر السليولاز وبنيته البروتينية يؤثران في النتيجة النسيجية النهائية. ورغم أن تلك الدراسة لا تختبر بالضرورة المنتج التجاري المعروف من Enzymes.bio، فإنها تدعم المبدأ الصناعي العام: السليولاز المناسب يمكن أن ينتج تأثيرًا ملموسًا في Cotton Fabric Polishing عندما تُضبط ظروف المعالجة [5].

## مقارنة فنية بين مسارات تشطيب سطح القطن

الجدول التالي يوضح موقع السليولاز الحمضي ضمن خيارات تشطيب السطح في القطن والدنيم. المقارنة هنا تقنية عامة وليست وصفة تشغيل، لأن اختيار المسار يعتمد على نوع القماش، هدف التشطيب، مرحلة الصباغة، والمعدات المستخدمة [4].

مسار التشطيب	آلية التأثير الأساسية	نقاط القوة	القيود الفنية المحتملة	ملاءمته للتلميع الحيوي
السليولاز الحمضي	تحلل إنزيمي محدود للشعيرات السليولوزية السطحية	يحسن النعومة ويقلل الزغب والتكوير؛ مناسب للقطن والدنيم	يحتاج ضبطًا دقيقًا للوسط وزمن المعالجة والإيقاف	مرتفعة، خصوصًا عندما يكون الهدف Bio-Polishing أو أثر دنيم سطحي
الغناء Singeing	إزالة الشعيرات بالحرق السريع	يقلل الزغب الظاهر بسرعة قبل مراحل لاحقة	تأثيره حراري وقد لا يعالج قابلية التكوير بنفس العمق	قد يكون بديلًا أو خطوة مكملة حسب خط الإنتاج
التشطيب الميكانيكي فقط	احتكاك أو قص أو صنفرة	يعطي تأثيرًا بصريًا مباشرًا في بعض الأقمشة	قد يسبب عدم تجانس أو إجهادًا ميكانيكيًا	محدود إذا كان الهدف تقليل pilling على المدى اللاحق
معالجات كيميائية تقليدية	تعديل أو إزالة مكونات سطحية بكواشف كيميائية	قد تكون قوية وسريعة	قد تتطلب إدارة أعلى للمخلفات والتوافق مع الصبغات	تعتمد على التركيبة؛ ليست بديلًا مباشرًا لانتقائية السليولاز

توضح المقارنة أن التلميع الحيوي لا ينافس كل العمليات الأخرى في كل الحالات، بل يضيف مسارًا انتقائيًا يستهدف السليولوز السطحي. هذا هو سبب استخدامه كثيرًا كجزء من سلسلة تشطيب، وليس بالضرورة كخطوة مفردة معزولة؛ فقد يسبق أو يلي عمليات غسيل، تليين، صباغة، أو تثبيت حسب تصميم المصنع والنسيج النهائي

## المتغيرات التي تتحكم في النتيجة دون الدخول في طرق اختبار

أول متغير هو نوع القماش. الأقمشة المحبوكة قد تُظهر وبرًا وسطحًا أكثر قابلية للتغير تحت الاحتكاك، بينما الأقمشة المنسوجة قد تستجيب بشكل مختلف بسبب كثافة الخيوط ونمط النسج. كذلك يختلف القطن الممشط عن القطن الأقل انتظامًا في كمية الشعيرات السطحية المتاحة للتأثير الإنزيمي، ما يجعل نفس المعالجة تعطي نعومة واضحة في قماش، وتأثيرًا أقل في قماش آخر [2].



**Figure 3.** 산성 셀룰라아제는 면 바이오 폴리싱, 필링 방지 처리, 데님 워싱, 린넨 유연 가공, 이후 마감을 위한 셀룰로오스 표면 준비 등 다양한 분야에 사용 됩니다.

ثاني متغير هو اللون والصبغة. في القطن المصبوغ، قد يؤدي نزع الألياف السطحية إلى تحسين صفاء اللون لأن الزغب يشتت الضوء ويجعل السطح يبدو باهتًا. لكن في الدنيم، قد يكون تحريك الصبغة السطحية جزءًا من الهدف الجمالي نفسه. لذلك يجب فهم العلاقة بين السليولاز وسطح الليف المصبوغ: الإنزيم لا "يصبغ" ولا "يزيل الصبغة" كوظيفة كيميائية مباشرة، لكنه قد يحرر أجزاء سطحية تحمل لونًا أو تؤثر في انعكاس الضوء [5].

ثالث متغير هو شدة الحركة الميكانيكية. السليولاز يضعف الألياف الدقيقة، لكن إزالة هذه الأجزاء من السطح تحتاج إلى حركة كافية داخل الحمام. إذا كانت الحركة ضعيفة قد يبقى جزء من الزغب رغم تعرضه للإنزيم؛ وإذا كانت عنيفة مع معالجة طويلة فقد يزيد تآكل السطح. لهذا السبب يصف كثير من العاملين في النسيج التلميع الحيوي بأنه تفاعل "حيوي-ميكانيكي" وليس تفاعلًا إنزيميًا ساكنًا فقط [4].

رابع متغير هو إيقاف التفاعل في الوقت المناسب. لأن السليولاز بروتين نشط، يستمر في التأثير ما دامت الظروف مناسبة. صناعيًا، تُدار نهاية المعالجة بتغيير الظروف بحيث لا يبقى الإنزيم في وضعه النشط، ثم تُستكمل عمليات الشطف أو التشطيب اللاحقة. التركيز هنا ليس على تفاصيل الاختبار أو الكواشف، بل على مبدأ التحكم: النتيجة

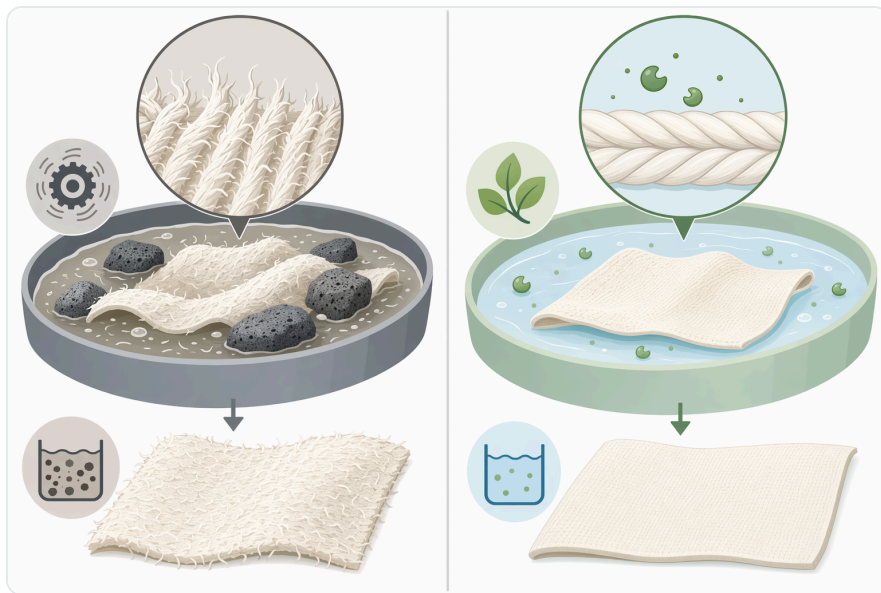
الجيدة تأتي من الوصول إلى نقطة كافية لإزالة الزغب دون تجاوزها [3].

## الفوائد العملية المتوقعة في الأقمشة السليلوزية

الفائدة الأولى هي تحسين ملمس اليد. إزالة الشعيرات السطحية تقلل الاحتكاك بين الجلد وسطح القماش، فيُدرك المستخدم النهائي نعومة أعلى حتى لو لم يتغير تركيب النسيج الأساسي. هذه النعومة ليست طبقة تغطية خارجية، بل نتيجة لتعديل حقيقي في طوبوغرافيا السطح، وهو ما يميز التلميع الحيوي عن بعض مواد التليين التي تضيف إحساسًا مؤقتًا دون إزالة سبب الزغب [1].

الفائدة الثانية هي تقليل قابلية التكوّر. التكوّر يحدث عندما تتجمع الألياف الدقيقة وتتشابك بفعل الاحتكاك والغسيل، ثم تبقى مثبتة جزئيًا على سطح القماش. عندما يُزال جزء كبير من الألياف الحرة أو الضعيفة مسبقًا، تقل نقاط البداية المتاحة لتشكيل الكرات الوبرية. لذلك يُستخدم السيلولاز في Bio-Polishing ليس فقط لتحسين مظهر القماش عند خروجه من المصنع، بل لتحسين استقرار المظهر أثناء الاستخدام [2].

الفائدة الثالثة هي تحسين الصفاء البصري. الزغب السطحي يشتت الضوء، فيظهر اللون أقل عمقًا أو أقل انتظامًا. عندما يصبح السطح أنظف وأكثر انتظامًا، يمكن أن يبدو اللون أكثر وضوحًا، خصوصًا في الأقمشة القطنية الداكنة أو المتوسطة. في الدنيم، قد يكون الأثر مختلفًا: بدل زيادة عمق اللون، قد يُستخدم التأثير السطحي لتوليد تدرج مغسول أو مظهر مستهلك مضبوط [5].



**Figure 4.** 산성, 중성, 알칼리성 셀룰라아제는 모두 셀룰로오스 가수분해 메커니즘을 공유하지만, 실제 공정에서 적합한 pH 조건과 섬유 마감 특성은 서로 다릅니다

الفائدة الرابعة هي دعم التشطيب الأكثر اعتدالًا من منظور العملية. لا يعني ذلك أن الإنزيم "بلا أثر بيئي" أو أنه يلغي الحاجة إلى إدارة المياه والمخلفات، لكنه يتيح استبدال جزء من الشدة الكيميائية أو الميكانيكية بتفاعل حيوي أكثر انتقائية. الأدبيات الحديثة حول المعالجة الإنزيمية في النسيج تضع السيلولاز ضمن أدوات المعالجة الأكثر

استدامة عندما تُدمج بصورة صحيحة في خطوط الإنتاج<sup>[4]</sup>.

## حدود الأداء: ما الذي لا ينبغي افتراضه؟

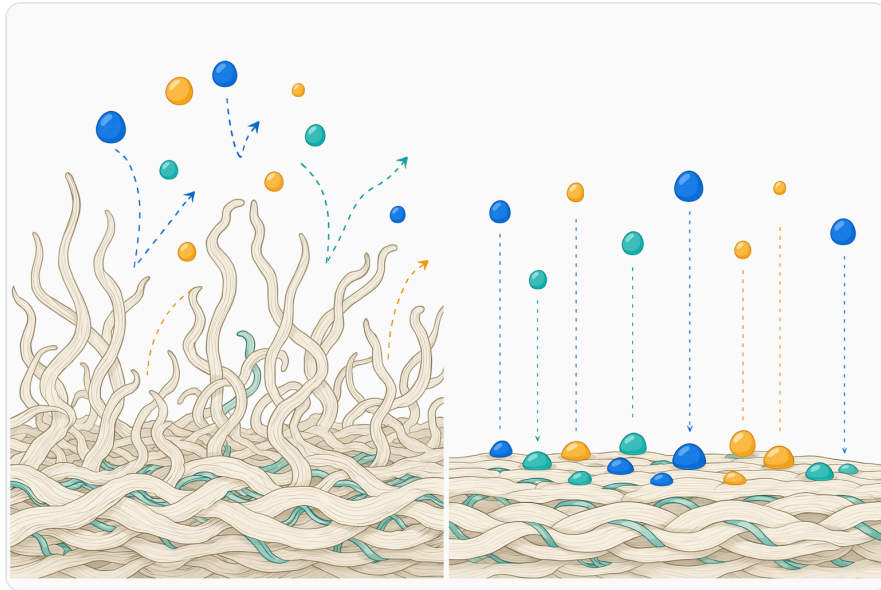
لا ينبغي افتراض أن السليولاز الحمضي سيعطي نفس النتيجة على كل أنواع القطن. الاختلاف في طول الألياف، البرم، كثافة النسيج، الصباغة، المعالجات السابقة، ووجود مواد تشطيب على السطح قد يغير وصول الإنزيم إلى السليولوز. لذلك تكون النتيجة الصناعية دائمًا توازنًا بين خواص الإنزيم وخط التشغيل، لا خاصية كامنة في المسحوق وحده<sup>[2]</sup>.

كذلك لا ينبغي افتراض أن زيادة شدة المعالجة تعني جودة أعلى. في التلميع الحيوي توجد نافذة أداء: عند مستوى منخفض قد لا تزال الشعيرات كافية، وعند مستوى زائد قد يبدأ فقدان غير مرغوب في الوزن أو ضعف في السطح. الدراسات التي تناولت عوامل Bio-Polishing بالسليولاز الحمضي تؤكد أهمية التحكم في المتغيرات بدل التعامل مع الإنزيم كإضافة بسيطة في نهاية العملية<sup>[3]</sup>.

ومن المهم التمييز بين الدليل على فئة الإنزيم والدليل على منتج تجاري بعينه. الأبحاث المنشورة تثبت أن السليولاز كفئة إنزيمية قادر على تلميع القطن وتحسين خصائص السطح، كما في دراسات Bio-Polishing ودراسات القطن المنسوج والدينيم. لكن هذه الدراسات لا تعني بالضرورة أنها اختبرت نفس دفعة المنتج أو نفس التركيبة التجارية، لذا يجب قراءة المنتج باعتباره تطبيقًا لفئة مثبتة علميًا لا كنسخة مطابقة لأي تجربة أكاديمية محددة<sup>[1]</sup>.

## علاقة السليولاز الحمضي بالاستدامة الصناعية

تتبع الجاذبية البيئية للسليولاز من انتقائيته. فبدل استخدام معالجة شديدة تؤثر في كامل القماش أو تحتاج إلى ظروف قاسية، يمكن توجيه نشاط الإنزيم إلى المناطق السليولوزية السطحية الأكثر عرضة. هذه الانتقائية قد تساعد في تقليل الإجهاد على الألياف والمعدات عندما تُستخدم العملية بشكل مضبوط، لكنها لا تلغي الحاجة إلى إدارة جيدة للمياه والطاقة والشطف<sup>[4]</sup>.



**Figure 5.** 바깥쪽 피브릴을 제거하면 셀룰로오스 표면이 더 깨끗해지고 염료, 식물 추출물, 향균제 또는 유연제가 더 잘 접근할 수 있습니다.

في الدنيم، يقلل Bio-Stonewashing الإنزيمي من الاعتماد الكامل على الاحتكاك الحجري التقليدي، وهو ما قد يحد من التآكل الميكانيكي غير المتجانس ويمنح المصمم أو الفني قدرة أكبر على ضبط مظهر السطح. ومع ذلك، يبقى الأثر النهائي مرتبطًا بالحمل القماشي، نوع الدنيم، الصبغة، وتتابع الغسيل والتليين، لذلك يجب التعامل مع السليولاز كجزء من نظام تشطيب لا كعامل منفصل عن باقي الخط [5].

كما أن تطور البحث في تثبيت السليولاز على حوامل أو تحسين ثباته يوضح أن الصناعة والبحث العلمي يهتمان بزيادة كفاءة استخدام الإنزيمات وإطالة فعاليتها في بيئات مختلفة. ورغم أن مسحوق السليولاز الحمضي للتلميع الحيوي يُستخدم عادة كمستحضر يضاف إلى الحمام، فإن فهم موضوع الثبات والاحتفاظ بالنشاط يساعد على تفسير سبب حساسية الإنزيم للبيئة المحيطة مقارنة بكثير من المواد الكيميائية غير البروتينية [6].

## اعتبارات السلامة والتعامل المهني

السليولاز بروتين إنزيمي نشط، والتعامل مع المساحيق الإنزيمية يحتاج إلى ممارسات مهنية تقلل الغبار والاستنشاق والتلامس غير الضروري. قد تسبب الإنزيمات تهيجًا أو تحسسًا لدى بعض الأشخاص عند التعرض المتكرر، لذلك تُقرأ نشرة بيانات السلامة SDS المرفقة مع الطلب وتُتبع إجراءات الحماية المناسبة في بيئة العمل الصناعية.

يجب أيضًا حفظ المنتج والتعامل معه بما يحافظ على جفافه ويقلل تعرضه للظروف التي قد تؤثر في استقراره قبل الاستخدام. بما أن الإنزيم بروتين قابل للتأثر بالوسط المحيط، فإن التخزين غير الملائم قد ينعكس على الأداء العملي حتى لو كانت الوصفة صحيحة. لهذا تُعد وثائق CoA و SDS المصاحبة للطلب أدوات تعريف وسلامة، وليست بديلًا عن التحكم المهني في خط الإنتاج.

المنتج مخصص للاستخدام الصناعي والمهني في تطبيقات مناسبة مثل التشطيب النسيجي، وليس للاستهلاك البشري أو الاستخدام المنزلي. وعند دمجها في عملية نسيجية، ينبغي التعامل معها ضمن نظام إدارة كيميائية وإنزيمية واضح يشمل التوسيم، منع التلوث العرضي، التحكم في الانسكابات، والتخلص من المخلفات وفق القواعد المحلية للموقع الصناعي .

## كيف يقرأ العميل الفني وصف المنتج بدقة؟

القراءة الدقيقة لاسم المنتج تكشف ثلاثة عناصر: "Acid Cellulase" يحدد الفئة الإنزيمية والوسط المتوقع للعمل، و"Enzyme Powder" يحدد شكل التوريد كمسحوق، و"For Bio-Polishing" يحدد التطبيق الرئيسي وهو تشطيب السطح السليلوزي. أما CAS 9012-54-8 فيربط المنتج بفئة السليولاز كتعريف كيميائي/إنزيمي عام، لا كدليل مستقل على أداء محدد في كل قماش .



**Figure 6.** 표면을 더 매끄럽게 만드는 동일한 셀룰로오스 가수분해 반응도의 도한 표면 효과를 넘어 계속 진행되면 중량 감소나 강도 저하를 일으킬 수 있습니다.

بالنسبة لعميل B2B، النقطة العملية هي أن المنتج متاح مباشرة عبر الإنترنت بوحدة 1kg من Enzymes.bio، مع وثائق CoA و SDS مرفقة مع الطلب. هذا يناسب فرق التطوير أو التشغيل التي تحتاج إلى إدخال مسحوق سليولاز حمضي في وصفة تشطيب قائمة، مع إدراك أن Enzymes.bio جهة توريد وليست مصنعًا معلنًا للإنزيم أو مختبرًا يقدم خدمات اختبار مخصصة .

وعند تقييم الملاءمة، ينبغي ربط المنتج بهدف واضح: تقليل الزغب، تحسين نعومة اليد، خفض التكوّر، أو تكوين أثر دنيم مغسول. إذا كان الهدف مختلفًا، مثل تفكيك كتلة حيوية أو تحسين استخلاص نباتي، فهذه تطبيقات عامة لفئة السليولاز وليست بالضرورة الاستخدام الرئيسي لهذا المنتج كما يظهر من وصفه المخصص للتلميع الحيوي .

مسحوق إنزيم السليولاز الحمضي CAS 9012-54-8 للتلميع الحيوي هو أداة تشطيب موجهة للأقمشة السليلوزية، تعمل عبر تحلل إنزيمي محدود للشعيرات السطحية في القطن والدنيم. النتيجة المتوقعة عند الضبط الجيد هي سطح أنعم، زغب أقل، قابلية أقل للتكوّر، ومظهر أكثر انتظامًا أو مظهر دنيم مغسول بحسب تصميم العملية<sup>[1]</sup>.

الأدلة المنشورة تدعم استخدام السليولاز في Bio-Polishing وتشطيب القطن، كما توضح دراسات مقارنة ودراسات عملية أن أداء الإنزيم يتأثر بنوع القماش وعوامل العملية وليس بالإنزيم وحده. لذلك يجب تقديم المنتج بدقة: هو مستحضر سليولاز حمضي تورده Enzymes.bio للاستخدام المهني، ويُباع مباشرة عبر الإنترنت بوحدة 1kg، مع CoA وSDS مرفقتين، بينما يعتمد الأداء النهائي على تكامل الإنزيم مع خط التشطيب الصناعي<sup>[4]</sup>.

### اطلب Acid Cellulase Enzyme Powder For Bio-Polishing Cas 9012-54-8 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.

→ [اشتري Acid Cellulase Enzyme Powder For Bio-Polishing Cas 9012-54-8](#)

## المراجع

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

1. Bai, G., Fu, K., Jin, N., Zhu, L., Chai, H., & Da-Lu (2012). Bio-Polishing of Cotton Fabric with Cellulase. *Advanced Materials Research*, 468-471, 46 - 49.
2. Ali, H., Hashem, M., Shaker, N., Ramadan, M., El-Sadek, B., & Hady, M. A. (2012). Cellulase Enzyme in Bio-finishing of Cotton-Based Fabrics: Effects of Process Parameters. *Research journal of textile and apparel*, 16, 57-65.
3. Dai-gu, L. (2013). Factors affecting bio-polishing of acidic cellulase.
4. Haque, M. (2017). A comparative study of enzyme (Bio-Polishing) pretreatment with singeing on cotton woven fabric.
5. Fouda, A., Alshallash, K. S., Atta, H. M., Gamal, M. S. E., Bakry, M. M., Alawam, A. S., & Salem, S. (2023). Synthesis, Optimization, and Characterization of Cellulase Enzyme Obtained from Thermotolerant Bacillus subtilis F3: An Insight into Cotton Fabric Polishing Activity. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 34, 207 - 223.
6. Lombardi, V., Trande, M., Back, M., Patwardhan, S. V., & Benedetti, A. (2022). Facile Cellulase Immobilisation on Bioinspired Silica. *Nanomaterials*, 12.

Hossain, M., Dodda, S. R., Kapoor, B. S., Aikat, K., & Mukhopadhyay, S. (2020). Biochemical, structural insights of newly isolated AA16 family of Lytic Polysaccharide Monooxygenase (LPMO) from Aspergillus fumigatus and investigation of its synergistic effect using biomass. *bioRxiv*

## تواصل مع Enzymes.bio

هل لديك أسئلة حول طلب؟ يسرّ فريقنا مساعدتك.

→ تواصل معنا

الهاتف (الولايات المتحدة) +1 (507) 6057-428

البريد الإلكتروني [wholesale@enzymes.bio](mailto:wholesale@enzymes.bio)

54 نخدم العملاء حول العالم

+60 شركاء باحثيون جامعيون

+400 عملاء B2B

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