

Acid Cellulase Enzyme Powder CAS 9012-54-8 per bio-polishing tessile, cotone, denim e fibre cellulosiche

Team di ricerca Enzymes.bio · Wellington, Nuova Zelanda · June 20, 2026

Acid Cellulase Enzyme Powder For Bio-Polishing CAS 9012-54-8 è una cellulasi acida in polvere destinata al finissaggio enzimatico di tessuti cellulosici, in particolare per ridurre peluria superficiale e tendenza al pilling. Nel bio-polishing, l'enzima indebolisce selettivamente le microfibrille di cellulosa più esposte; l'azione meccanica del bagno aiuta poi a rimuoverle, lasciando una superficie più liscia e pulita. Enzymes.bio la rende disponibile online per uso B2B in unità da 1 kg, con CoA e SDS forniti insieme all'ordine .

Che cos'è Acid Cellulase Enzyme Powder For Bio-Polishing CAS 9012-54-8

Acid Cellulase Enzyme Powder For Bio-Polishing CAS 9012-54-8 è una preparazione enzimatica a base di cellulasi acida, proposta per applicazioni industriali e professionali nel trattamento di materiali cellulosici. L'applicazione principale indicata è il **bio-polishing tessile**, cioè un finissaggio enzimatico progettato per migliorare la pulizia superficiale di tessuti in cotone e altre fibre contenenti cellulosa .

Nel contesto B2B, è importante definire correttamente il ruolo commerciale: Enzymes.bio è un fornitore online, non un produttore e non un laboratorio. Il prodotto è acquistabile direttamente online in confezioni da 1 kg; la documentazione associata all'ordine comprende CoA e SDS, che l'utilizzatore deve integrare nella propria gestione documentale e di sicurezza .

La cellulasi non è un singolo meccanismo isolato, ma una categoria di enzimi capaci di idrolizzare la cellulosa, il polisaccaride strutturale formato da unità di glucosio collegate da legami β -1,4-glicosidici. In un sistema cellulolitico possono essere coinvolte attività complementari, come endoglucanasi, cellobioidrolasi e β -glucosidasi; nel bio-polishing, tuttavia, lo scopo non è degradare in profondità il tessuto, ma ottenere una modifica superficiale controllata ^[1].

La definizione "acida" indica che la preparazione è pensata per lavorare in un intervallo di processo acido o debolmente acido, tipico di molte applicazioni di finissaggio enzimatico. Le condizioni operative effettive devono essere impostate dall'utilizzatore in funzione del tessuto, dell'impianto, della formulazione di bagno e dell'effetto richiesto, senza confondere la scheda commerciale con una procedura universale di lavorazione .

Perché le cellulasi sono usate nel bio-polishing dei tessuti celluloseici

Il bio-polishing nasce da un problema molto concreto: cotone, viscosa, modal, lyocell e miste cellulosiche possono presentare microfibrille sporgenti dalla superficie del filato o del tessuto. Queste fibrille generano un aspetto peloso, riducono la percezione di brillantezza, peggiorano la mano e possono diventare punti di innesco per il pilling dopo lavaggi, sfregamento e uso prolungato [2].

Le cellulasi sono adatte a questa funzione perché il loro substrato è la cellulosa stessa. Poiché le fibrille superficiali sono più esposte e accessibili rispetto alla cellulosa interna del filato, l'enzima agisce preferenzialmente sulle zone più vulnerabili della superficie tessile; il movimento del bagno e del tessuto contribuisce poi al distacco delle fibrille indebolite [3].

Nel bio-polishing, quindi, la selettività non significa che l'enzima “veda” solo la peluria, ma che accessibilità, tempo di contatto, agitazione e condizioni di processo spostano l'effetto verso la superficie. Questa distinzione è essenziale: un trattamento efficace deve rimuovere abbastanza microfibrille da migliorare l'aspetto, ma non deve arrivare a una perdita eccessiva di materiale o resistenza [4].

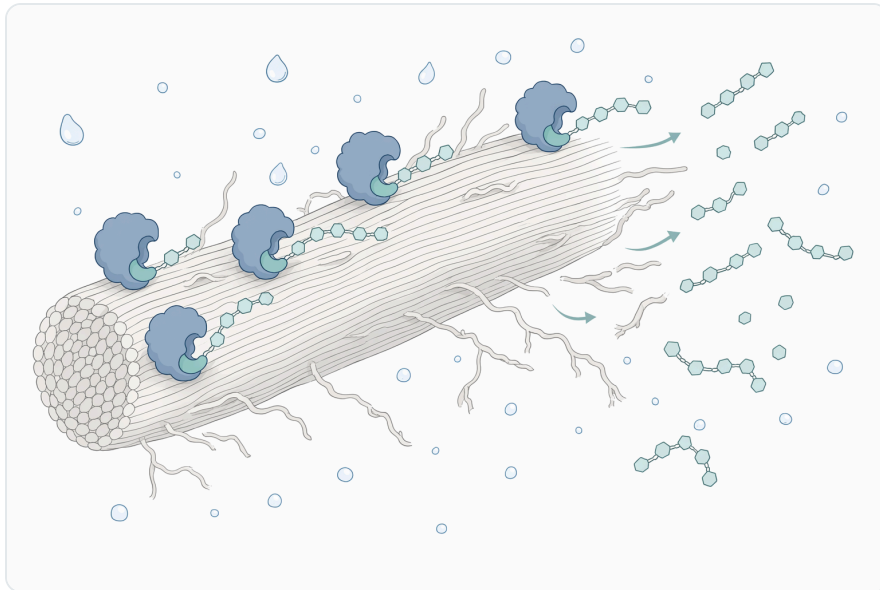


Figure 1. 셀룰라아제는 노출된 면 미세섬유의 접근 가능한 β -1,4-글루칸 사슬을 가수분해하는 반면, 더 조밀한 섬유 본체는 훨씬 더 느리게 변형된다.

Fonti industriali descrivono il bio-polishing con cellulasi come una tecnologia utile per ottenere capi in cotone e fibre cellulosiche con aspetto più pulito e migliore mantenimento dopo i lavaggi. Il beneficio è particolarmente rilevante negli articoli in cui mano, assenza di fuzz, riduzione del pilling e stabilità estetica sono parametri commerciali centrali [2].

Meccanismo d'azione: dalla cellulosa superficiale alla riduzione del pilling

La cellulosa è un polimero semicristallino e parzialmente accessibile; non tutte le sue regioni reagiscono con la stessa facilità. Le microfibrille superficiali, essendo sottili, esposte e meccanicamente meno protette, offrono più punti di attacco all'azione cellulolitica rispetto alle zone compatte all'interno del filato ^[1].

In termini pratici, l'enzima riduce la coesione delle fibrille esposte idrolizzando legami nella matrice cellulosica. Una volta indebolite, queste fibrille vengono rimosse più facilmente dalla turbolenza del bagno, dallo sfregamento tessuto-tessuto e dal contatto con le parti della macchina; il risciacquo successivo elimina i frammenti sospesi, evitando che restino sulla superficie ^[3].

L'effetto anti-pilling deriva da questa pulizia superficiale. I pallini si formano quando fibre sporgenti si aggrovigliano, si compattano e restano ancorate al tessuto; riducendo il numero e la lunghezza delle fibrille libere, il bio-polishing diminuisce la probabilità che il processo di pilling si inneschi o diventi visibile ^[2].

La cellulasi può anche migliorare la percezione cromatica. Una superficie pelosa diffonde la luce in modo irregolare e tende a far apparire il tessuto più opaco; una superficie più liscia riflette la luce in modo più uniforme, facendo percepire meglio profondità e pulizia del colore, soprattutto su maglieria, cotone tinto e articoli moda ^[2].

Differenza tra bio-polishing, biostoning e altri finissaggi

Il termine bio-polishing indica principalmente la rimozione controllata della peluria superficiale da tessuti cellulosici. Il biostoning del denim, invece, sfrutta cellulasi e azione meccanica per ottenere effetti di lavaggio e scoloritura localizzata, con obiettivi estetici diversi e con maggiore attenzione a fenomeni come backstaining, abrasione e perdita di resistenza ^[5].

Un trattamento meccanico puro, come garzatura inversa, cimatura o abrasione, può rimuovere o modificare la superficie, ma tende a essere meno selettivo sul substrato chimico. La cellulasi introduce invece una componente biochimica: l'attacco avviene sulla cellulosa accessibile, mentre il risultato finale dipende dall'equilibrio tra idrolisi superficiale e rimozione fisica delle fibrille ^[4].

Gli ammorbidenti e alcuni finissaggi filmogeni possono migliorare la mano o mascherare temporaneamente l'asperità, ma non eliminano necessariamente la causa fisica del pilling. Il bio-polishing interviene più a monte, riducendo il materiale fibrillare superficiale che contribuisce alla formazione dei pallini ^[2].

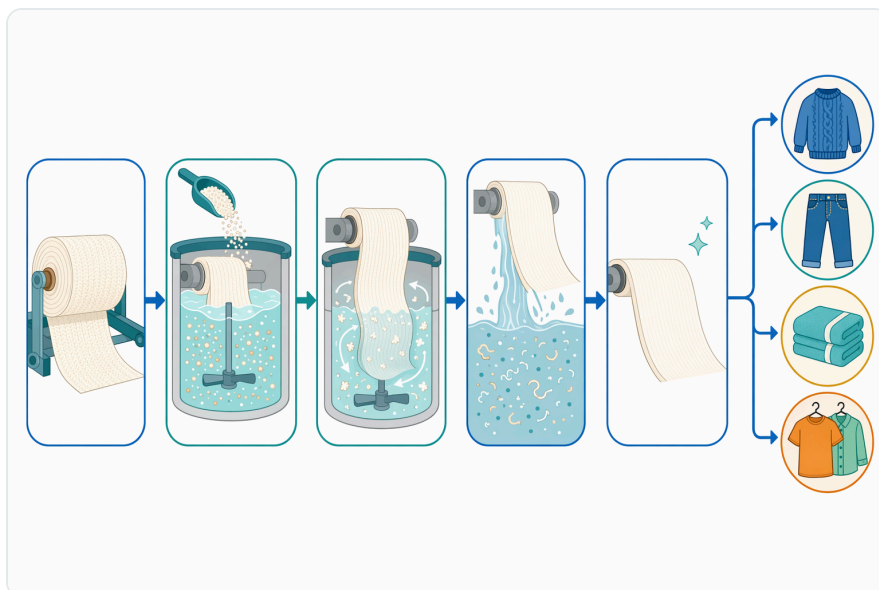


Figure 2. 바이오 폴리싱은 표면 피브릴을 효소로 약화시키고, 습식 가공 중의 움직임을 이용해 느슨해진 셀룰로오스 조각을 떨어뜨리는 공정을 결합한 것이다.

Approccio di finissaggio	Meccanismo principale	Effetto tipico sulla superficie	Punti di attenzione
Bio-polishing con cellulasi acida	Idrolisi controllata della cellulosa superficiale accessibile e rimozione meccanica delle fibrille	Superficie più liscia, minore fuzz, riduzione della tendenza al pilling	Controllo di pH, temperatura, durata, agitazione e risciacquo
Trattamento meccanico abrasivo	Taglio, sfregamento o usura fisica della superficie	Riduzione fisica di fibre sporgenti o creazione di effetti usurati	Possibile danneggiamento non selettivo, variabilità su strutture leggere
Ammorbidenti o finissaggi di mano	Deposizione o modifica della frizione superficiale	Mano più morbida e scorrevole	Possibile effetto temporaneo; non sempre rimuove le fibrille
Biostoning denim con cellulasi	Azione enzimatica e meccanica su denim tinto	Effetto lavato, abrasione controllata, modifica estetica	Backstaining, perdita di resistenza, controllo dell'effetto moda

Tessuti e fibre compatibili: cotone, miste e cellulosiche rigenerate

Il cotone è il substrato più tradizionale per il bio-polishing con cellulasi, perché è composto prevalentemente da cellulosa e spesso sviluppa peluria superficiale durante filatura, tessitura, lavorazioni umide e uso finale. Studi su tessuti in cotone e miste poliestere/cotone confermano

l'interesse per l'ottimizzazione del bio-polishing con cellulasi preparate da microrganismi come *Aspergillus niger* [3].

Nelle miste poliestere/cotone, la cellulasi agisce sulla frazione cellulosica, mentre il poliestere resta sostanzialmente fuori dal bersaglio enzimatico. Questo può essere utile quando il pilling è innescato da fibre di cotone sporgenti, ma richiede attenzione perché la risposta finale dipende dalla percentuale di cotone, dalla struttura del filato e dalla distribuzione delle fibre nella superficie del tessuto [3].

Le fibre cellulosiche rigenerate, come viscosa, modal e lyocell, sono anch'esse basate su cellulosa e possono beneficiare di finissaggi mirati alla riduzione di fibrillazione e peluria. Fonti industriali sul bio-polishing indicano l'applicabilità della tecnologia non solo al cotone, ma anche alle man-made cellulosic fibers, dove la pulizia superficiale è importante per mantenere un aspetto nuovo più a lungo [2].

Il juta-cotone e altri tessili misti naturali presentano una complessità maggiore, perché combinano morfologie fibrose e composizioni diverse. Uno studio su tessuti d'arredo juta-cotone ha valutato trattamenti acidi/alcalini e trattamenti con enzimi arricchiti in cellulasi, mostrando che la modifica enzimatica può rientrare in strategie più ampie per regolare proprietà funzionali e superficiali del tessile [6].

Applicazioni nel denim e nei trattamenti moda

Nel denim, le cellulasi sono note soprattutto per il biostoning, ma il principio di base resta legato alla modifica controllata della superficie cellulosica. Il trattamento può contribuire al rilascio parziale di colorante, alla creazione di effetti lavati e alla riduzione dell'uso di abrasivi tradizionali, pur richiedendo un controllo accurato per evitare perdita di resistenza o rideposizione del colore [5].

La letteratura recente continua a studiare nuove cellulasi per il bio-finishing del denim con obiettivi di minore impatto ambientale. Uno studio su una cellulasi termostabile da *Bacillus subtilis* mutante IE3 è esplicitamente orientato al bio-finishing sostenibile del denim, confermando che il settore cerca enzimi capaci di lavorare in condizioni industrialmente robuste e con risultati riproducibili [5].

Per gli articoli moda, il valore non è solo tecnico ma anche estetico. Una superficie più regolare aiuta a controllare il modo in cui il tessuto riflette la luce, migliora la definizione dei contrasti e può rendere più stabile la qualità percepita dopo lavaggi ripetuti; per questo il bio-polishing viene spesso considerato nelle catene di finissaggio di capi premium e maglieria di qualità [2].



Figure 3. 산성 셀룰라아제는 면 바이오 폴리싱, 보풀 방지 처리, 데님 워싱, 리넨 유연화, 이후 가공을 위한 셀룰로오스 표면 준비 등 다양한 공정에 사용된다.

Parametri di processo che influenzano il risultato

Il bio-polishing non è una semplice aggiunta di enzima al bagno: è un equilibrio tra chimica enzimatica e meccanica tessile. Il risultato dipende da pH, temperatura, durata del trattamento, rapporto bagno/tessuto, agitazione, costruzione del tessuto, livello iniziale di peluria, eventuali ausiliari e qualità del risciacquo [3].

Il pH è rilevante perché la conformazione dell'enzima e lo stato ionico dei gruppi funzionali influenzano il legame con il substrato e la velocità di idrolisi. Una cellulasi acida è progettata per operare in ambiente acido o debolmente acido, ma l'intervallo effettivo di lavoro deve essere compatibile con il tessuto, con i coloranti presenti e con gli altri componenti del bagno .

La temperatura accelera le reazioni enzimatiche fino a un limite oltre il quale la stabilità della proteina può diminuire. Studi sulla stabilità e attività delle cellulasi, inclusi lavori su solventi eutettici profondi a base colina e mantenimento dell'attività ad alta temperatura, mostrano quanto l'ambiente di processo possa influire sulla struttura enzimatica e sulla funzionalità catalitica [7].

L'agitazione è altrettanto importante: senza sufficiente azione meccanica, le fibrille indebolite possono non distaccarsi in modo efficiente; con azione eccessiva, invece, il tessuto può subire stress non desiderato. Nei processi industriali, la macchina impiegata può quindi cambiare in modo significativo l'esito, anche a parità di enzima e materiale [3].

Benefici attesi per utilizzatori B2B

Il beneficio più immediato è la riduzione della peluria superficiale. Su cotone e cellulose rigenerate, questo si traduce in un aspetto più ordinato, una mano più liscia e una minore tendenza del tessuto a sviluppare pilling visibile durante l'uso ^[2].

Un secondo beneficio è la maggiore coerenza estetica tra produzione e vita utile del capo. Se le microfibrille più instabili vengono rimosse in modo controllato in stabilimento, il tessuto tende a mostrare meno cambiamenti superficiali nelle prime fasi di utilizzo e lavaggio, quando spesso compaiono i difetti più evidenti ^[2].

Un terzo vantaggio è la compatibilità con strategie di finissaggio più selettive. Gli enzimi permettono di sostituire o ridurre alcune azioni più aggressive, perché agiscono su specifici legami chimici del substrato; ciò non elimina consumo d'acqua, energia o ausiliari, ma può contribuire a progettare cicli meno invasivi rispetto a trattamenti puramente meccanici o chimici ^[5].

Infine, il bio-polishing può valorizzare tessuti già tinti o destinati alla stampa. Una superficie meno fibrillata riduce l'effetto di opacità e può migliorare la percezione di nitidezza, uniformità e brillantezza, soprattutto su articoli dove il consumatore finale valuta il capo con criteri tattili e visivi insieme ^[2].



Figure 4. 산성, 중성, 알칼리성 셀룰라아제는 모두 셀룰로오스 가수분해 메커니즘을 공유하지만, 실제 공정에서 적합한 pH와 섬유 가공 특성은 서로 다르다.

Limiti tecnici e rischi da controllare

Il bio-polishing non deve essere interpretato come un trattamento privo di effetti collaterali. Poiché la cellulasi idrolizza la cellulosa, un processo troppo spinto può causare perdita di peso, riduzione della resistenza meccanica o cambiamenti indesiderati della mano; l'obiettivo è mantenere il trattamento entro una finestra utile di modifica superficiale ^[3].

La variabilità del tessuto è uno dei fattori più critici. Due articoli entrambi indicati come “cotone” possono rispondere in modo diverso se cambiano titolo del filato, torsione, struttura, densità, tipo di tintura, mercerizzazione, presenza di finissaggi precedenti o percentuale di fibre non cellulosiche ^[4].

Anche la rimozione dei residui è importante. Le fibrille staccate devono rimanere disperse nel bagno e poi essere eliminate, perché una gestione insufficiente del risciacquo o del bagno può compromettere la pulizia della superficie e ridurre il beneficio visivo del trattamento ^[2].

Nel denim, i rischi includono effetti estetici non uniformi, backstaining e indebolimento del tessuto se il trattamento non è ben controllato. La ricerca su cellulasi per bio-finishing del denim evidenzia proprio la necessità di combinare efficacia, stabilità enzimatica e riduzione dell'impatto ambientale senza sacrificare le prestazioni del capo ^[5].

Confronto tra cellulasi acida e altre cellulasi industriali

Le cellulasi possono provenire da microrganismi diversi e avere profili di stabilità differenti. Studi recenti hanno caratterizzato cellulasi da microrganismi come *Cellvibrio polysaccharolyticus* per valutarne l'applicazione tessile, mentre altri lavori analizzano cellulasi termostabili o sistemi enzimatici per finissaggi più robusti ^[4].

Una cellulasi acida è particolarmente interessante quando il ciclo tessile opera in condizioni compatibili con pH acido o debolmente acido. Questo può facilitare l'integrazione in alcune sequenze di finissaggio, ma la compatibilità reale dipende dalla combinazione con coloranti, ausiliari, tipo di fibra e requisiti del processo esistente .

Le cellulasi neutre o alcaline possono essere preferite in altri contesti, ad esempio quando l'impianto o la chimica di bagno richiedono pH diversi. Non esiste quindi una “cellulasi migliore” in assoluto: esiste una corrispondenza tra profilo dell'enzima, substrato tessile, effetto richiesto e finestra di processo ^[4].

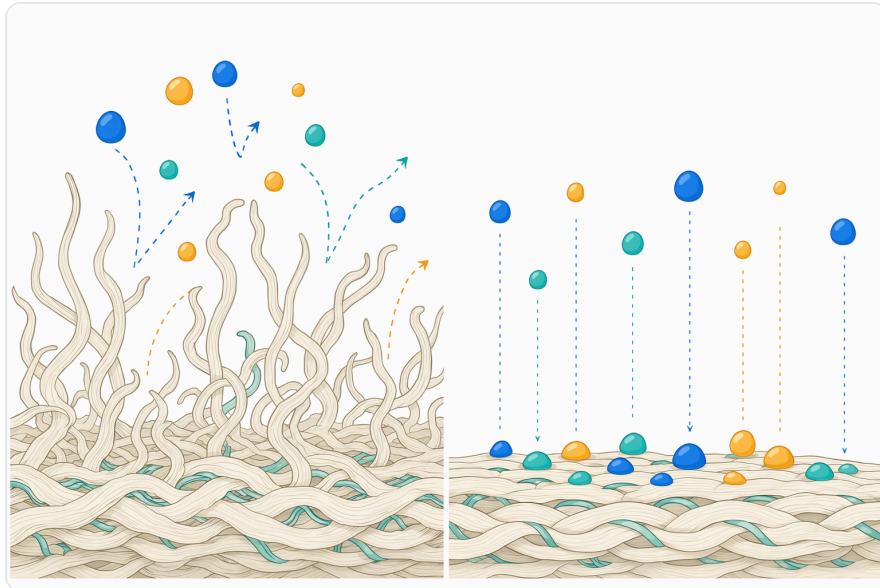


Figure 5. 외부 피브릴을 제거하면 셀룰로오스 표면이 더 깨끗해지고 염료, 식물 추출물, 향균제 또는 유연제가 더 잘 작용할 수 있다.

Tipo di cellulasi	Ambito di utilizzo tipico	Vantaggio potenziale	Aspetto da verificare nel processo
Cellulasi acida	Bio-polishing di cotone e cellulosiche in bagno acido/debolmente acido	Buona coerenza con molte applicazioni di finissaggio acido	Compatibilità con tessuto, coloranti, ausiliari e condizioni di inattivazione/rimozione
Cellulasi neutra	Finissaggi dove si preferisce evitare acidità marcata	Possibile integrazione in cicli a pH più vicino alla neutralità	Efficienza sulla peluria e controllo della perdita di resistenza
Cellulasi alcalina	Processi compatibili con ambiente alcalino	Potenziale inserimento in sequenze specifiche di preparazione o lavaggio	Stabilità enzimatica e compatibilità con materiali sensibili
Cellulasi termostabile	Processi con esigenze termiche più severe	Maggiore robustezza in determinate condizioni	Equilibrio tra attività, selettività e protezione del tessuto

Relazione con sostenibilità e processi a minore impatto

Il bio-finishing enzimatico viene spesso discusso come opzione più sostenibile rispetto ad alcuni trattamenti convenzionali perché sfrutta catalizzatori biologici e può operare in condizioni relativamente miti. Nel denim, ad esempio, la ricerca su cellulasi per bio-finishing mira esplicitamente a ridurre l'impatto ambientale rispetto a processi più aggressivi [5].

Questa affermazione va però qualificata. La sostenibilità reale di un ciclo non dipende solo dall'enzima: contano temperatura, tempo, volume d'acqua, carico organico del bagno, ausiliari, energia, risciacqui, trattamento degli effluenti e tasso di rilavorazione. Un enzima ben scelto può migliorare il profilo del processo, ma non sostituisce una valutazione complessiva dell'impianto ^[5].

L'interesse scientifico verso l'uso della cellulasi su biomasse cellulosiche e materiali vegetali conferma più in generale il valore della catalisi enzimatica nel modificare la cellulosa in modo selettivo. Lavori sulla produzione di nanocellulosa mediante applicazione sinergica di acido solido e cellulasi mostrano come l'idrolisi controllata della cellulosa sia un tema trasversale, dal tessile ai materiali avanzati ^[1].

Anche la produzione di cellulosa microcristallina da residui agricoli tramite processi accoppiati acido-enzima indica che l'azione della cellulasi può essere integrata con altre strategie di trattamento della biomassa. Sebbene queste applicazioni non siano bio-polishing tessile, aiutano a spiegare perché la cellulasi sia considerata uno strumento versatile per modificare materiali cellulosici ^[8].

Sicurezza, manipolazione e uso professionale

Le preparazioni enzimatiche sono proteine attive e devono essere manipolate con attenzione, soprattutto in forma di polvere. L'esposizione a polveri enzimatiche può essere rilevante per la salute occupazionale, quindi l'utilizzatore deve fare riferimento alla SDS fornita con l'ordine e alle procedure interne di igiene industriale .

La gestione corretta comprende controllo della dispersione di polvere, ventilazione adeguata, dispositivi di protezione coerenti con la valutazione del rischio e formazione degli operatori. Queste indicazioni non sostituiscono la SDS, che resta il documento operativo per classificazione, stoccaggio, manipolazione, primo soccorso e smaltimento .

Poiché il prodotto è destinato a uso industriale e professionale, non deve essere interpretato come materiale per consumo umano diretto o impiego retail. La destinazione d'uso è la trasformazione industriale, in cui l'enzima viene gestito come ingrediente tecnico all'interno di processi controllati .

Come posizionare il prodotto nel ciclo tessile

Acid Cellulase Enzyme Powder For Bio-Polishing CAS 9012-54-8 si colloca nella fase di finissaggio o lavaggio enzimatico, dove l'obiettivo è regolare la superficie del tessuto dopo le lavorazioni che hanno generato o esposto fibrille. Può essere considerato per articoli in cotone, miste con componente cellulosica, denim e cellulosiche rigenerate quando il target è una mano più liscia e una riduzione del pilling .



Figure 6. 매끄러움을 개선하는 동일한 셀룰로오스 가수분해도 의도한 표면 효과를 넘어 반응이 계속되면 중량 감소나 강도 저하를 일으킬 수 있다.

L'integrazione nel ciclo dipende dalla sequenza di processo. In alcuni casi il bio-polishing è effettuato dopo tintura, in altri prima di stampa o finissaggi successivi; la scelta dipende dalla sensibilità del colore, dall'effetto desiderato, dalla macchina e dagli standard qualitativi interni ^[2].

Il prodotto viene venduto online in unità da 1 kg, caratteristica utile per un approvvigionamento diretto e documentato da parte di utilizzatori professionali. Enzymes.bio fornisce CoA e SDS insieme all'ordine, senza presentarsi come produttore o laboratorio di personalizzazione .

Sintesi tecnica per decisioni B2B

Acid Cellulase Enzyme Powder For Bio-Polishing CAS 9012-54-8 è rilevante quando il difetto da correggere è la presenza di fibrille cellulose superficiali. La sua funzione non è "ammorbidire" in modo generico, ma modificare selettivamente la superficie della cellulosa accessibile, facilitando la rimozione della peluria e riducendo i punti di innesco del pilling ^[3].

Le evidenze disponibili supportano l'uso delle cellulasi nel bio-polishing di cotone e miste cellulose, con studi dedicati a tessuti poliestere/cotone, applicazioni tessili di cellulasi microbiche e bio-finishing del denim. Il principio tecnico è consolidato, ma la prestazione reale resta dipendente dal processo e dal substrato ^[4].

Per un utilizzatore B2B, il valore del prodotto è quindi concreto: supportare un finissaggio enzimatico più pulito, controllato e orientato alla qualità percepita del tessuto. Quando il ciclo è ben impostato, il bio-polishing con cellulasi acida può contribuire a superfici più lisce, minore fuzz, migliore resistenza al

pilling visibile e aspetto più stabile nel tempo ^[2].

In conclusione, Acid Cellulase Enzyme Powder For Bio-Polishing CAS 9012-54-8 è una cellulasi acida in polvere per applicazioni professionali su tessuti cellulosici, con particolare utilità nel bio-polishing di cotone, denim, fibre cellulosiche rigenerate e miste contenenti cellulosa. Enzymes.bio la fornisce online in unità da 1 kg con documentazione CoA e SDS allegata all'ordine; l'efficacia finale dipende dalla corretta integrazione nel processo tessile dell'utilizzatore .

Ordina Acid Cellulase Enzyme Powder For Bio-Polishing Cas 9012-54-8 online

Venduto in unità da 1 kg, disponibile a magazzino e pronto per la spedizione. Ordina direttamente dal nostro store: paga online e noi elaboriamo il tuo ordine. Un Certificato di Analisi e una Scheda Dati di Sicurezza sono inclusi in ogni ordine.

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

Riferimenti

Numerati in ordine di prima citazione. Fonti open access, ciascuna verificata come raggiungibile al momento della pubblicazione; i numeri di citazione nel testo rimandano qui.

1. Shu, D., Tan, C., Zhang, Y., Gan, L., Ruan, R., Dai, L., Wang, Y., ... et al. (2024). Nanocellulose synthesis via synergistic application of solid acid and cellulase.. *International Journal of Biological Macromolecules*, 139158 .
2. Biopolishing. *Novonesis*.
3. Noreen, H., Zia, M., Ali, S., & Hussain, T. (2014). Optimization of bio-polishing of polyester/cotton blended fabrics with cellulases prepared from Aspergillus niger.
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. 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 .
6. Samanta, A., Sun, Roy, A., Singhee, D., & Samanta, P. (2017). Effects of acid/alkali and cellulase enriched mixed enzyme treatments on properties of jute-cotton union furnishing fabric.
7. Yadav, N., Chahar, D., Bisht, M., & Venkatesu, P. (2023). Assessing the compatibility of choline-based deep eutectic solvents for the structural stability and activity of cellulase: Enzyme sustain at high temperature.. *International Journal of Biological Macromolecules*, 125988 .

8. Agblevor, F., Ibrahim, M., & El-Zawawy, W. K. (2007). Coupled acid and enzyme mediated production of microcrystalline cellulose from corn cob and cotton gin waste. *Cellulose*, 14, 247-256.


Contatta Enzymes.bio

Hai domande su un ordine? Il nostro team è lieto di aiutarti.


EMAIL wholesale@enzymes.bio

TELEFONO (USA) [+1 \(507\) 428-6057](tel:+15074286057)

[Contattaci →](#)

 **400+** Clienti B2B

 **60+** partner di ricerca universitari

 **54** serviti in tutto il mondo

© 2026 Enzymes.bio · Fornitura di enzimi industriali e per la lavorazione alimentare · Non destinato al consumo umano né alla vendita al dettaglio.