

# Catalase Enzyme Liquid per tessile: enzima catalasi per rimozione del perossido, bleach clean-up e preparazione alla tintura

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

**Catalase Enzyme Liquid For Textile – Peroxide Killer Enzyme** è un enzima liquido a base di catalasi impiegato nei processi tessili per decomporre il perossido di idrogeno residuo dopo il candeggio e prima della tintura. La reazione catalizzata trasforma il perossido in acqua e ossigeno, riducendo l'interferenza ossidativa che può compromettere uniformità e riproducibilità del colore <sup>[1]</sup>. Enzymes.bio lo fornisce online in unità da 1 kg, con CoA e SDS inclusi insieme all'ordine .

## Che cos'è la catalasi liquida per uso tessile

La catalasi è un'ossidoreduttasi specializzata nella decomposizione del perossido di idrogeno, una molecola utile come ossidante di processo ma problematica quando rimane in eccesso. In termini chimici, la trasformazione è semplice: due molecole di perossido di idrogeno vengono convertite in due molecole d'acqua e una molecola di ossigeno. Il ruolo della catalasi come enzima predominante nella rimozione del perossido è stato dimostrato in sistemi biologici come gli eritrociti umani, a conferma della specificità del meccanismo verso  $H_2O_2$  <sup>[1]</sup>.

Nel tessile, questa funzione viene trasferita alla fase di **bleach clean-up**, cioè alla rimozione del perossido residuo dopo il candeggio. Il candeggio con perossido di idrogeno è ampiamente usato per fibre cellulosiche e miste perché consente di aumentare il grado di bianco e preparare il substrato a una tintura più controllabile. Tuttavia, il perossido che rimane nel bagno o sulla fibra dopo il trattamento può reagire con coloranti e ausiliari, creando condizioni non ideali per la fase tintoriale; uno studio dedicato alla rimozione del perossido residuo nel candeggio del cotone affronta proprio l'uso della catalasi come soluzione enzimatica a questo problema <sup>[2]</sup>.

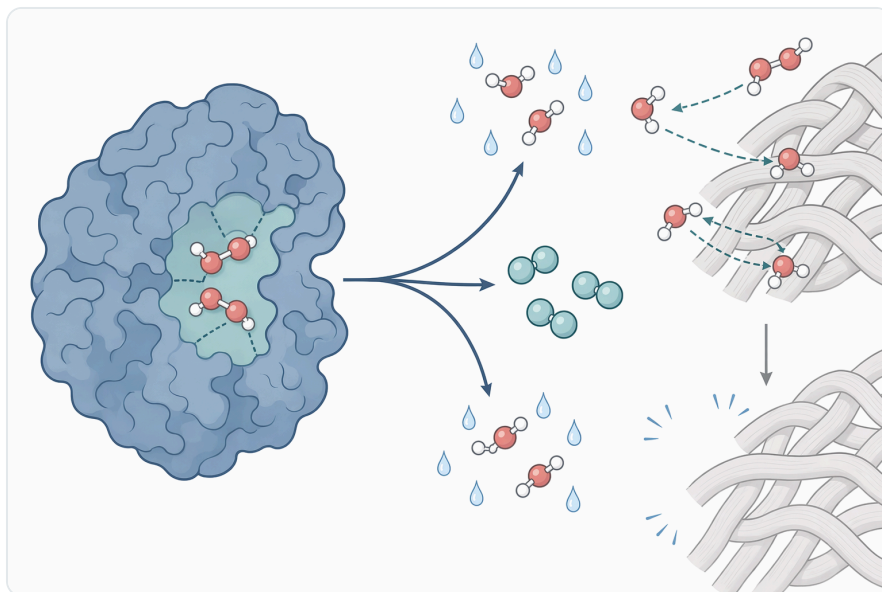
Il nome "**Peroxide Killer Enzyme**" va quindi inteso in senso funzionale, non microbiologico: l'enzima non è un biocida e non "uccide" organismi, ma abbatte selettivamente il perossido residuo. La selettività è il punto tecnico centrale: invece di neutralizzare l'ossidante con un reagente chimico

riducente, la catalasi accelera una decomposizione già termodinamicamente possibile, portandola a prodotti finali compatibili con il processo, cioè acqua e ossigeno [3].

## Perché il perossido residuo è critico dopo il candeggio

Il perossido di idrogeno è utile durante il candeggio perché fornisce potere ossidante controllato; diventa invece indesiderabile quando il tessuto deve passare alla tintura. In presenza di perossido residuo, i coloranti sensibili all'ossidazione possono subire variazioni di resa, viraggi di tono o perdita di riproducibilità tra lotti. Per questo la letteratura applicativa sul cotone candeggiato considera la rimozione del perossido residuo un passaggio rilevante prima della colorazione [2].

Nei processi tradizionali, la rimozione del perossido può essere gestita con risciacqui ripetuti, neutralizzanti chimici o combinazioni di trattamento. Queste opzioni possono essere efficaci, ma aggiungono acqua, tempo ciclo, energia termica e carico chimico agli effluenti. Le revisioni sull'uso degli enzimi nell'industria tessile descrivono proprio gli enzimi come strumenti utili per sostituire o alleggerire passaggi più aggressivi in diverse fasi di lavorazione, incluse preparazione, candeggio, tintura e finissaggio [4].



**Figure 1.** 카탈라아제는 과산화수소 두 분자를 물과 산소로 전환하여 잔류 과산화수소를 분해한다.

La catalasi liquida interviene in modo mirato: non deve sbiancare ulteriormente il tessuto, non deve modificare la mano e non deve svolgere un'azione generica sul bagno. Il suo compito è abbattere il perossido residuo fino a un livello compatibile con il passaggio successivo del processo. Questa impostazione rientra nel più ampio spostamento dell'industria verso ausiliari bio-based e processi di wet processing meno dipendenti da sostanze chimiche tradizionali [5].

## Meccanismo d'azione: da H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ad acqua e ossigeno

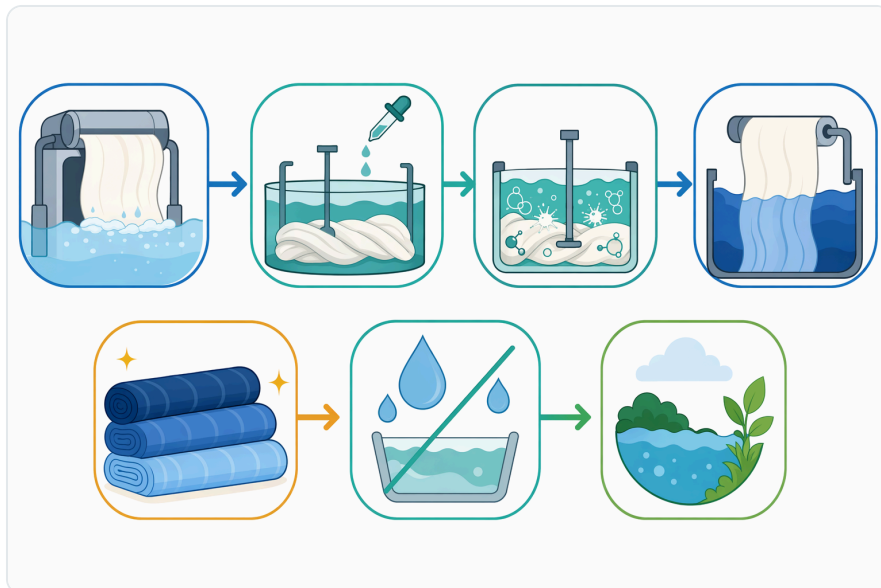
La reazione catalizzata dalla catalasi può essere riassunta così:



Questa equazione spiega perché la catalasi sia adatta al bleach clean-up: il substrato è il perossido di idrogeno residuo, mentre i prodotti sono acqua e ossigeno. L'interesse industriale deriva dal fatto che l'enzima agisce in modo catalitico, quindi accelera la decomposizione del perossido senza comportarsi come un neutralizzante stechiometrico che introduce quantità equivalenti di sottoprodotti salini <sup>[3]</sup>.

Dal punto di vista biochimico, la catalasi contiene un centro attivo capace di gestire specie ossidanti derivate dal perossido. Il ciclo catalitico consente all'enzima di trasformare rapidamente H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, riducendo la persistenza dell'ossidante nel sistema. Le analisi strutturali e comparative sulle catalasi vegetali mostrano che la funzione di decomposizione del perossido è conservata in famiglie enzimatiche diverse, anche se stabilità e comportamento operativo dipendono dalla specifica proteina e dall'ambiente <sup>[6]</sup>.

In vasca, la liberazione di ossigeno può manifestarsi come lieve formazione di bolle, soprattutto quando la quantità di perossido residuo è ancora significativa. Questo non è un difetto del trattamento: è il segnale fisico della conversione dell'ossidante. La velocità e l'efficienza del processo dipendono però da condizioni compatibili con l'enzima, perché la catalasi, come tutte le proteine, può perdere attività se esposta a condizioni troppo severe o a sostanze che ne compromettono la struttura <sup>[3]</sup>.



**Figure 2.** 카탈라아제는 산화제가 다음 공정으로 넘어가는 것을 줄이기 위해 과산화물 표백 후, 염색·가공 또는 폐수 처리 전에 적용된다.

## Dove si inserisce nel ciclo tessile

La posizione tipica della catalasi liquida è **dopo il candeggio con perossido e prima della tintura**. In questa finestra di processo il tessuto ha già beneficiato dell'azione ossidante, ma deve essere liberato dall'ossidante residuo prima dell'aggiunta dei coloranti. La ricerca applicata sulla rimozione del perossido residuo nel candeggio del cotone conferma la rilevanza tecnica di questa fase intermedia <sup>[2]</sup>.

Una sequenza semplificata può essere descritta così: preparazione del tessuto, candeggio con perossido, trattamento con catalasi, passaggio alla tintura o a ulteriori fasi di lavorazione. La catalasi non sostituisce il candeggio: lo completa. Il suo valore è nella transizione tra una fase ossidativa e una fase tintoriale in cui l'ossidazione residua non è più desiderata <sup>[7]</sup>.

Questa integrazione è coerente con l'approccio più ampio dell'enzimologia tessile, dove ogni enzima viene scelto per un'azione specifica: amilasi per la sbazzimatura degli amidi, pectinasi per aspetti della purga, cellulasi per biopolishing o effetti mano, laccasi e perossidasi per trasformazioni ossidative controllate, catalasi per il perossido residuo. Le review sull'applicazione degli enzimi nel tessile collocano la catalasi in questo quadro di processi selettivi e meno invasivi <sup>[4]</sup>.

## Confronto tra catalasi e neutralizzazione chimica del perossido

La scelta tra trattamento enzimatico e neutralizzazione chimica non è solo una questione di "rimozione del perossido", ma di come il processo raggiunge quel risultato. La catalasi produce acqua e ossigeno; alcuni neutralizzanti chimici, invece, possono introdurre residui ionici o aumentare il carico salino del bagno. La differenza è rilevante quando l'obiettivo è ridurre lavaggi successivi, complessità del bagno e contributo agli effluenti <sup>[5]</sup>.

Aspetto di processo	Catalasi liquida per tessile	Neutralizzanti chimici tradizionali
Bersaglio principale	Perossido di idrogeno residuo	Perossido di idrogeno residuo
Meccanismo	Decomposizione catalitica di H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Reazione chimica di riduzione/neutralizzazione
Prodotti attesi della reazione principale	Acqua e ossigeno	Dipendono dal reagente impiegato; possono contribuire al carico salino
Impatto sulla sequenza di processo	Può semplificare la transizione tra candeggio e tintura	Può richiedere gestione dei residui chimici
Posizionamento tecnologico	Ausiliario bio-based, selettivo	Approccio chimico convenzionale

Aspetto di processo	Catalasi liquida per tessile	Neutralizzanti chimici tradizionali
Variabili critiche	Compatibilità con pH, temperatura, tempo e bagno	Dosaggio chimico, compatibilità con coloranti e gestione sottoprodotti

La tabella non implica che un'opzione sia sempre superiore in ogni impianto. Indica piuttosto che la catalasi offre un meccanismo più selettivo e coerente con processi di wet processing a minore carico chimico. Le pubblicazioni recenti sugli ausiliari bio-based nel tessile evidenziano proprio il potenziale industriale di soluzioni che riducono la dipendenza da chimiche convenzionali mantenendo prestazioni di processo [5].

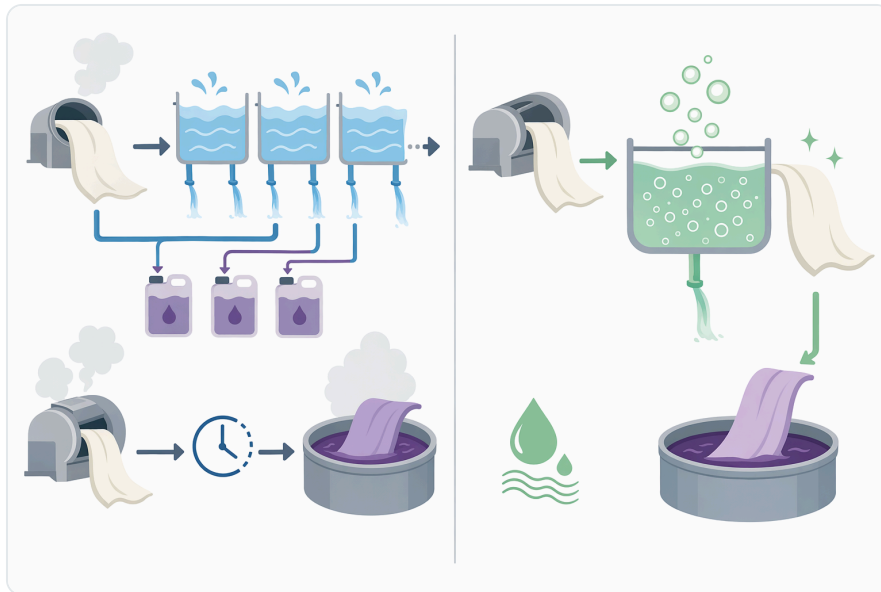


Figure 3. 카탈라아제는 과산화수소를 희석해 제거하거나 환원제를 투입하는 대신 효소적으로 분해한다는 점에서 수세, 환원제, 대기 방식과 다르다.

## Benefici tecnici per tintorie e finissaggi

Il primo beneficio è la **protezione della tintura** dalle interferenze ossidative. Se il perossido rimane sulla fibra o nel bagno, può reagire con molecole sensibili, alterare la cinetica di fissazione o contribuire a disuniformità. Un trattamento con catalasi prima della tintura riduce questa variabile e rende più controllabile il passaggio alla fase cromatica [2].

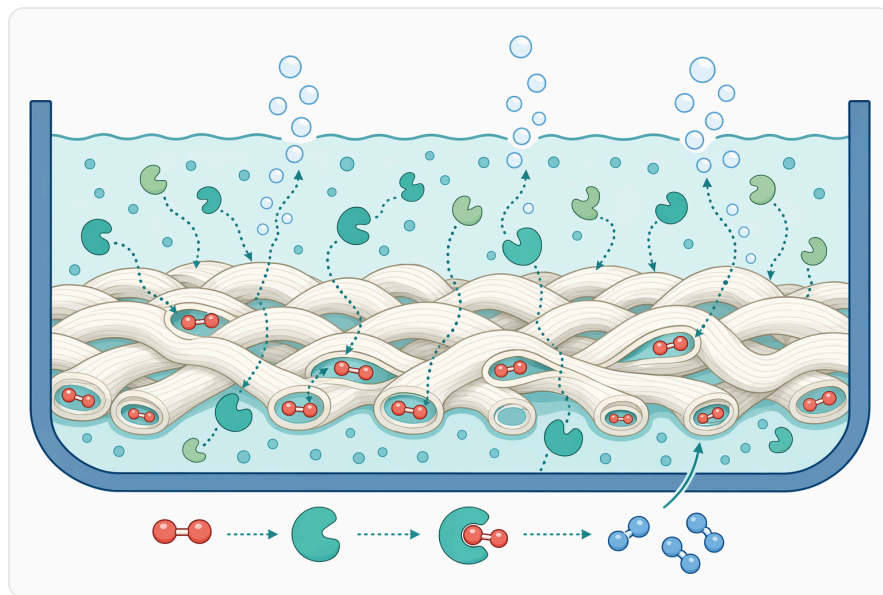
Il secondo beneficio è la **possibile riduzione dei risciacqui intermedi**. Poiché l'enzima converte il perossido in acqua e ossigeno, il processo può in alcuni casi ridurre la dipendenza da lavaggi ripetuti progettati solo per diluire l'ossidante residuo. Questo è coerente con l'orientamento generale della tecnologia enzimatica tessile, spesso discussa come via per ridurre consumo d'acqua, tempi di lavorazione e trattamenti chimici aggiuntivi [7].

Il terzo beneficio riguarda la **stabilità del processo**. In una tintoria, la variabilità tra lotti può dipendere da molte cause: carico del tessuto, efficienza del candeggio, residui alcalini, qualità dell'acqua, tempi morti, temperatura e sequenza degli ausiliari. Rimuovere in modo specifico una variabile critica come  $H_2O_2$  aiuta a ridurre una fonte nota di instabilità prima dell'ingresso in tintura [3].

Il quarto beneficio è ambientale e gestionale. L'industria tessile è sotto pressione per ridurre il carico degli effluenti e migliorare l'efficienza delle risorse. Le innovazioni nel finissaggio sostenibile includono enzimi, tecnologie a minore impatto, processi di ossidazione controllata e soluzioni che riducono acqua, energia o sostanze problematiche; la catalasi si inserisce in questa traiettoria perché interviene su un residuo ossidante specifico senza generare sottoprodotti complessi [8].

## Variabili operative da comprendere senza trasformarle in “ricetta”

La catalasi liquida è semplice da interpretare, ma non è indipendente dal contesto. Essendo una proteina, la sua attività dipende dall'ambiente del bagno: pH, temperatura, tempo di contatto, residui chimici, tensioattivi, sali e condizioni meccaniche possono influire sulla velocità di decomposizione del perossido. Gli studi sui parametri cinetici della decomposizione enzimatica di  $H_2O_2$  e sulla disattivazione della catalasi confermano che attività e stabilità sono aspetti collegati alle condizioni operative [3].



**Figure 4.** 효과적인 카탈라아제 처리는 벌크 처리액과 섬유 구조 내부에 남아 있는 수분 모두에서 효소와 과산화수소가 충분히 접촉해야 한다.

Questo non significa che l'utilizzo sia complesso, ma che va inserito in una sequenza coerente. Un trattamento troppo breve può non lasciare all'enzima tempo sufficiente per agire; condizioni troppo aggressive possono ridurre la funzionalità; un bagno molto carico di residui può modificare il

comportamento rispetto a una situazione più controllata. La valutazione va quindi fatta in relazione al processo reale, non sulla base di un'idea astratta di “aggiunta enzimatica” [7].

È importante anche distinguere tra catalasi come famiglia enzimatica e singolo prodotto commerciale. Le catalasi possono differire per origine, formulazione, stabilizzazione e comportamento in applicazione. La letteratura sulla caratterizzazione in silico e sulla modellazione strutturale delle catalasi mostra che esistono varianti con proprietà diverse, mentre la prestazione pratica in tintoria dipende dalla formulazione disponibile e dalla sua compatibilità con il bagno [6].

## Catalasi, sostenibilità e riduzione del carico di processo

---

Il trattamento enzimatico del perossido residuo è spesso considerato una misura di sostenibilità perché agisce su tre leve: minore chimica ausiliaria, possibile riduzione dei risciacqui e miglioramento della controllabilità del processo. Le revisioni sull'applicazione degli enzimi nell'industria tessile descrivono gli enzimi come strumenti per rendere più pulite fasi storicamente energivore e idro-intensive [4].

La sostenibilità, però, non va presentata come un risultato automatico. Il risparmio effettivo di acqua o energia dipende dal layout dell'impianto, dal numero di bagni, dalla temperatura dei trattamenti, dalla necessità di raffreddamento o riscaldamento e dalla sequenza tintoriale. Gli studi sull'audit energetico e sulla minimizzazione dei consumi nel finissaggio tessile mostrano che energia e costi derivano dall'intero sistema produttivo, non da un singolo additivo isolato [9].

Proprio per questo la catalasi è più correttamente descritta come un **abilitatore di processo**: consente di progettare una transizione più pulita tra candeggio e tintura, ma il beneficio economico e ambientale nasce dall'integrazione con il resto della linea. Le ricerche orientate alla riduzione dei consumi e dei costi nei processi di finissaggio confermano che gli interventi più efficaci sono quelli che agiscono sulla sequenza complessiva di lavorazione [10].



**Figure 5.** 카탈라아제는 과산화물 표백 후 면 및 셀룰로오스계 제품에 특히 유용하며, 특히 반응성 염색이나 제어된 가공 전에 중요하다.

## Relazione con effluenti tessili e trattamento delle acque

Il perossido residuo non è solo un tema di tintura; può diventare anche una variabile nella gestione delle acque di processo. Gli effluenti tessili sono complessi perché possono contenere coloranti, sali, tensioattivi, ausiliari, residui ossidanti e carico organico variabile. Le revisioni sul pretrattamento dei rifiuti tessili e delle acque per digestione anaerobica evidenziano la necessità di gestire opportunamente la composizione del flusso prima dei trattamenti successivi <sup>[11]</sup>.

La catalasi può contribuire a ridurre la presenza di  $H_2O_2$  prima che il flusso entri in fasi sensibili, ma non va confusa con un trattamento completo degli effluenti. Non rimuove coloranti persistenti, non sostituisce coagulazione, ossidazione avanzata, filtrazione, trattamenti biologici o altre tecnologie richieste dal caso specifico. Studi su reattori anaerobici a letto mobile per il pretrattamento delle acque tessili mostrano che la gestione degli effluenti richiede sistemi dedicati e valutazioni di costo-beneficio a livello impiantistico <sup>[12]</sup>.

In impianti dove si valuta il recupero energetico o la digestione anaerobica di acque tessili, la composizione chimica del flusso diventa ancora più importante. Esperienze di produzione semi-industriale di metano da acque reflue tessili mostrano che il trattamento biologico degli effluenti deve tenere conto dell'intero profilo del refluo, non solo di un singolo componente <sup>[13]</sup>.

## Catalasi rispetto ad altre tecnologie di finissaggio sostenibile

La catalasi non è l'unica tecnologia utilizzata per rendere più sostenibili preparazione, candeggio e finissaggio. Altre soluzioni includono ozono, nanobolle, coloranti e pigmenti bio-based, finissaggi funzionali a minore impatto e approcci digitali per migliorare tracciabilità e controllo. Le tecnologie a ozono e nanobolle, ad esempio, sono state studiate come opzioni per finissaggi tessili più sostenibili, con logiche diverse rispetto al bleach clean-up enzimatico [14].

La differenza è che la catalasi non punta a sostituire l'intero sistema di candeggio o finissaggio, ma a risolvere un punto molto preciso: la presenza di perossido dopo il suo utilizzo. In questo senso è più vicina a un ausiliario di processo selettivo che a una piattaforma tecnologica completa. Le innovazioni sostenibili nel finissaggio tessile comprendono molte famiglie di soluzioni, e la catalasi rappresenta una delle opzioni più mirate quando il problema è  $H_2O_2$  residuo [8].



Figure 6. 카탈라아제는 과산화수소를 직접 분해함으로써, 과산화수소 제거가 장시간 세척의 주된 이유인 경우 반복적인 수세만으로 제거하는 방식에 대한 의존도를 줄일 수 있다.

Anche l'evoluzione verso bio-dyes, bio-pigments e ausiliari bio-based conferma una tendenza comune: ridurre l'impatto senza perdere controllo industriale. Tuttavia, coloranti bio-based e catalasi rispondono a problemi diversi: i primi riguardano la fonte e la natura del colore, la seconda riguarda la pulizia del substrato dalla chimica ossidante prima della colorazione [15].

# Applicazioni principali della Catalase Enzyme Liquid For Textile

---

## Preparazione alla tintura dopo candeggio

L'applicazione più diretta è la preparazione di tessuti candeggiati alla tintura. Nei substrati in cotone o in miste contenenti frazioni cellulosiche, il candeggio con perossido è una fase comune; la catalasi viene considerata quando si vuole ridurre rapidamente il perossido residuo prima dell'aggiunta dei coloranti. Lo studio sulla rimozione del perossido residuo nel candeggio del cotone è un riferimento applicativo coerente con questa destinazione d'uso <sup>[2]</sup>.

## Bleach clean-up in processi a minore consumo d'acqua

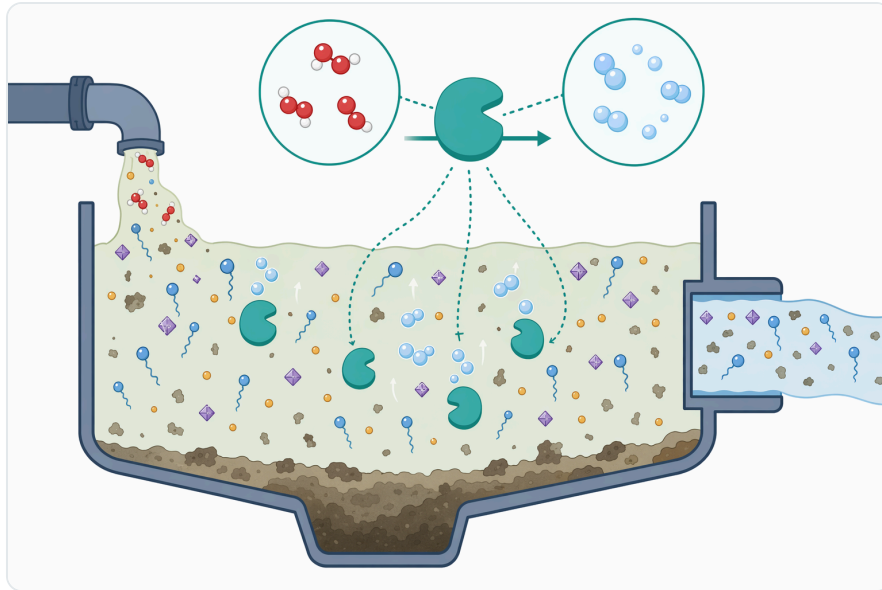
Quando il processo è progettato per limitare bagni intermedi e risciacqui, l'abbattimento enzimatico del perossido può aiutare a evitare che l'ossidante venga semplicemente trascinato alla fase successiva. Il vantaggio non è solo chimico, ma di sequenza: si passa da una logica di diluizione a una logica di decomposizione selettiva. Le review sugli enzimi nel tessile descrivono questo tipo di funzione come parte dell'interesse industriale verso bioprocessi più efficienti <sup>[7]</sup>.

## Supporto alla riproducibilità del colore

In tintoria, una delle priorità è ridurre variabili non controllate tra lotti. Il perossido residuo è una variabile chimica concreta perché può persistere dopo il candeggio e interagire con la tintura. Rimuoverlo tramite catalasi aiuta a costruire un ambiente più prevedibile per la fase successiva, anche se la riproducibilità finale dipende comunque da molte altre condizioni di processo <sup>[3]</sup>.

## Riduzione del carico chimico nei bagni

La catalasi può ridurre la necessità di ricorrere a neutralizzanti chimici per il solo abbattimento del perossido. Questo è particolarmente rilevante nei programmi di miglioramento ambientale in cui l'obiettivo è limitare contributi salini, sostanze ausiliarie non necessarie e complessità del refluo. Le pubblicazioni sul passaggio ad ausiliari bio-based nel wet processing tessile indicano che la sostituzione mirata di chimiche convenzionali è una delle aree di maggiore interesse industriale <sup>[5]</sup>.



**Figure 7.** 폐수 처리에서 카탈라아제는 잔류 과산화수소를 제어할 수 있지만, 색도, 염류, 고형물 또는 유기물 부하를 처리하는 전반적인 공정을 대체하지는 않는다.

## Limiti tecnici e interpretazione corretta delle prestazioni

La catalasi non deve essere presentata come una soluzione universale indipendente dal processo. Funziona quando entra in contatto con il perossido in condizioni compatibili con la sua attività; se il bagno è fuori dalla finestra operativa adatta o contiene interferenti significativi, la rimozione può essere meno efficace. La letteratura sulla decomposizione enzimatica di  $H_2O_2$  e sulla disattivazione della catalasi conferma che l'ambiente di reazione è determinante <sup>[3]</sup>.

Non va inoltre confusa con altri enzimi tessili. Una cellulasi può modificare microfibrille superficiali; un'amilasi agisce sugli amidi; una pectinasi può contribuire alla rimozione di sostanze pectiche; la catalasi, invece, ha come bersaglio il perossido di idrogeno. Le revisioni generali sull'uso degli enzimi nell'industria tessile sono utili proprio perché chiariscono che ogni enzima ha una funzione applicativa distinta <sup>[4]</sup>.

Un altro limite riguarda le affermazioni ambientali. Dire che la catalasi può supportare processi più sostenibili è corretto; dire che garantisce automaticamente un certo risparmio sarebbe improprio senza dati di linea. Le analisi su energia, costi e sostenibilità nel finissaggio tessile mostrano che i risultati dipendono dall'insieme di impianto, ciclo, temperatura, acqua, ausiliari e gestione degli effluenti <sup>[10]</sup>.

## Informazioni di prodotto e posizionamento Enzymes.bio

**Catalase Enzyme Liquid For Textile – Peroxide Killer Enzyme** è proposto come enzima liquido per applicazioni tessili in cui serve rimuovere perossido di idrogeno residuo dopo il candeggio.

Enzymes.bio opera come fornitore online di enzimi e non come produttore o laboratorio; il prodotto è acquistabile direttamente online in unità da 1 kg .

Il catalogo Enzymes.bio include enzimi industriali destinati a diversi settori applicativi, tra cui catalasi e altre famiglie enzimatiche. Per questo prodotto, la documentazione CoA e SDS viene fornita insieme all'ordine, così l'utilizzatore dispone dei documenti associati alla gestione del materiale acquistato .



**Figure 8.** 카탈라아제는 과산화물 표백이 완료된 후 사용해야 하며, 너무 일찍 투입하면 표백에 필요한 산화제를 제거하게 된다.

Questo articolo ha finalità tecnico-informativa e non sostituisce procedure interne, valutazioni di sicurezza, istruzioni operative aziendali o requisiti normativi locali. La corretta integrazione della catalasi nel ciclo tessile resta una decisione di processo, da coordinare con la sequenza già adottata in tintoria o finissaggio <sup>[7]</sup>.

## Conclusion

La catalasi liquida per tessile è un ausiliario enzimatico mirato per il **bleach clean-up**: decompone il perossido di idrogeno residuo in acqua e ossigeno, riducendo il rischio che l'ossidante interferisca con la tintura. Il suo valore tecnico deriva dalla selettività verso  $H_2O_2$  e dalla possibilità di sostituire o alleggerire passaggi basati su risciacqui intensivi o neutralizzazione chimica <sup>[1]</sup>.

Nel contesto di processi tessili più efficienti, la catalasi non è una scorciatoia universale, ma uno strumento preciso: funziona meglio quando è inserita in una sequenza post-candeggio e pre-tintura progettata per controllare le variabili di bagno. Le evidenze sull'applicazione degli enzimi nel tessile e gli studi specifici sulla rimozione del perossido nel cotone supportano il rationale tecnico di questa applicazione <sup>[2]</sup>.

Per operatori tessili, tintorie e finissaggi, **Catalase Enzyme Liquid For Textile – Peroxide Killer Enzyme** offre una soluzione pratica per ridurre il perossido residuo e rendere più ordinata la transizione verso la tintura. Enzymes.bio lo rende disponibile online in unità da 1 kg, con CoA e SDS forniti insieme all'ordine .

### Ordina Catalase Enzyme Liquid For Textile - Peroxide Killer Enzyme 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 Catalase Enzyme Liquid For Textile - Peroxide Killer Enzyme →](#)

## 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. Mueller, S., Riedel, H., & Stremmel, W. (1997). Direct evidence for catalase as the predominant H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> -removing enzyme in human erythrocytes. *Blood*, 90 12, 4973-8 .
2. Fenta, W. A., Haile, A., & Nalankilli, G. (2017). Removal of Residual Hydrogen Peroxide in Cotton Bleaching using Catalase Enzyme. *International journal of industrial engineering*.
3. Miłek, J. (2018). ESTIMATION OF THE KINETIC PARAMETERS FOR H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ENZYMATIC DECOMPOSITION AND FOR CATALASE DEACTIVATION. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*.
4. An Overview of the Use of Enzymes in Textile Industry. *Semantic Scholar* (2017).
5. Catarino, M. L., Sampaio, F., Pacheco, L., & Gonçalves, A. L. (2025). The Shift to Bio-Based Auxiliaries in Textile Wet Processing: Recent Advances and Industrial Potential. *Molecules*, 30.
6. Nene, T., Yadav, M., & Yadav, H. S. (2022). Plant catalase in silico characterization and phylogenetic analysis with structural modeling. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 20.
7. Mojsov, K. (2011). Application of enzymes in the textile industry: a review.

8. Patil, S., & Athalye, D. A. (2025). Sustainable Innovations in Textile Finishing. *International journal of research and innovation in applied science*.
9. Naqvi, S. M., Bakhtiar, A., & Mahachandra, M. (2024). Energy audit of a textile company: A case study of finishing textile. *World Journal of Advanced Research and Reviews*.
10. Cardim, R. A., Silva, A. B., Junior, G. R. B., Santos, W. L. F., & Ravagnani, M. (2026). Minimizing Energy Consumption and Costs in Textile Finishing Industrial Processes. *Chemical Engineering & Technology*.
11. Tharmarajah, N., Shahbaz, K., & Baroutian, S. (2024). Textile waste pretreatment for anaerobic digestion: a review and technology feasibility study. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*.
12. Shahzad, H. M. A., Khan, S. J., Khan, M., Schönberger, H., & Weber, F. (2023). Performance and cost-benefit analysis of anaerobic moving bed biofilm reactor for pretreatment of textile wastewater. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 40, 1389 - 1400.
13. Opwis, K., Mayer-Gall, T., Gutmann, J., Dammer, C., Titscher, T., Nickisch-Hartfiel, A., Grün, O. S., ... et al. (2012). Semi-industrial production of methane from textile wastewaters. *Energy, Sustainability and Society*, 2.
14. Mehmeti, B. (2018). Sustainable textile finishing using ozone and nanobubble technologies.
15. Carvalho, C., Couceiro, M., Montagna, G., Pereira, C. C., & Carlos, F. (2024). Bio dyes and Bio pigments: the sustainable approach in industrial textile dyeing and printing processes. *International Conference on Human Systems Engineering and Design*.

## Contatta Enzymes.bio

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

EMAIL [wholesale@enzymes.bio](mailto:wholesale@enzymes.bio)

TELEFONO (USA) **+1 (507) 428-6057**

[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.