

# Detergent Enzymes per bucato, dishwashing, lavanderia commerciale e trattamento tessile

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

I **Detergent Enzymes** sono ingredienti funzionali usati nei detersivi per degradare selettivamente proteine, amidi, grassi e componenti cellulose superficiali, rendendo lo sporco più facile da disperdere e risciacquare. Le classi più rilevanti nella detergenza sono **proteasi, amilasi, lipasi e cellulasi**, spesso combinate in sistemi multi-enzimatici per bucato, lavaggio stoviglie, lavanderia professionale e trattamento tessile <sup>[1]</sup>. Enzymes.bio fornisce online enzimi per detergenza in unità da **1 kg**; non è un produttore né un laboratorio, e **CoA** e **SDS** accompagnano l'ordine.

## Che cosa sono i Detergent Enzymes

Con il termine **Detergent Enzymes** si indica una famiglia di biocatalizzatori incorporati in formulazioni detersive per agire su componenti specifici dello sporco. A differenza dei tensioattivi, che riducono la tensione superficiale e favoriscono emulsione, bagnabilità e distacco, gli enzimi catalizzano reazioni chimiche mirate: idrolisi di legami peptidici nelle proteine, scissione di legami glicosidici negli amidi o nella cellulosa, e idrolisi di esteri nei lipidi <sup>[2]</sup>.

Nella pratica formulativa, gli enzimi non sostituiscono tensioattivi, builders, agenti sequestranti, sistemi alcalini o azione meccanica. La loro funzione è rendere alcune frazioni dello sporco più piccole, più disperdibili o meno aderenti alla superficie, così che il sistema detersivo complessivo possa rimuoverle con maggiore efficienza <sup>[1]</sup>. Questo è il principio tecnico alla base delle ricerche e delle applicazioni commerciali legate a **enzymes in laundry detergent**, detersivi per lavastoviglie e prodotti professionali per lavaggio tessile.

La categoria include enzimi singoli e miscele multi-enzimatiche. Le formulazioni moderne possono impiegare proteasi contro sporchi proteici, amilasi contro residui amidacei, lipasi contro oli e grassi, cellulasi per la cura del tessuto e, in alcuni casi, enzimi ossidativi o sistemi accessori quando l'obiettivo include componenti colorate o polimeriche più resistenti <sup>[3]</sup>.

## Meccanismo d'azione: perché enzimi diversi servono a sporchi diversi

La ragione per cui i Detergent Enzymes sono formulati per classi funzionali è chimica: ogni enzima riconosce un tipo di substrato. Una macchia di sangue, ad esempio, contiene proteine; una salsa addensata o una pasta cotta contiene amido gelatinizzato; un residuo di olio contiene trigliceridi; il cotone presenta microfibrille cellulose superficiali che possono intrappolare particolato e influenzare l'aspetto visivo del capo <sup>[4]</sup>.

Classe enzimatica	Substrato principale	Meccanismo rilevante nella detergenza	Applicazioni tipiche
<b>Proteasi</b>	Proteine e peptidi	Idrolisi dei legami peptidici; frammentazione di film proteici aderenti	Bucato, dishwashing, lavanderia professionale
<b>Amilasi</b>	Amido e destrine	Scissione dei legami glicosidici dell'amido; riduzione dell'effetto "colla" dei residui alimentari	Bucato, stoviglie, rimozione residui di cibi cotti
<b>Lipasi</b>	Trigliceridi e lipidi esterificati	Idrolisi dei legami estere; formazione di prodotti più facilmente disperdibili in ambiente detergente	Bucato, sporco corporeo, oli alimentari
<b>Cellulasi</b>	Cellulosa superficiale, microfibrille	Azione controllata sulle fibre cellulose superficiali; riduzione di fibrillazione e particolato trattenuto	Cura del cotone, biopolishing, trattamento tessile
<b>Miscela multi-enzimatiche</b>	Sporchi misti	Azione combinata su proteine, amidi, grassi e fibre	Detergenti completi per bucato e uso professionale

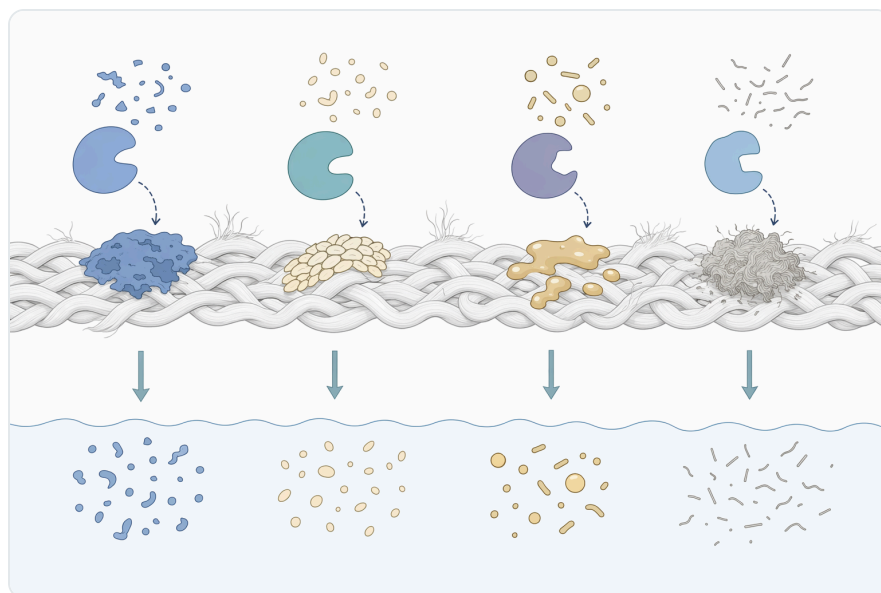
La tabella evidenzia un punto importante: non esiste un "enzima detergente universale". La scelta della classe enzimatica dipende dal tipo di sporco e dalla matrice su cui lo sporco aderisce. Per questo molte formulazioni ad alte prestazioni combinano più attività enzimatiche, soprattutto quando devono gestire macchie alimentari complesse, sporco corporeo e particolato in un unico ciclo di lavaggio <sup>[3]</sup>.

## Proteasi detergenti: macchie proteiche e film alimentari

Le **proteasi** sono tra gli enzimi più studiati e utilizzati nella detergenza. Idrolizzano proteine in peptidi più corti e, progressivamente, in frammenti più solubili o più facilmente disperdibili. In ambito bucato, sono rilevanti per residui come sangue, uovo, latte, erba, sudore e sporco corporeo contenente componenti proteiche <sup>[2]</sup>.

Dal punto di vista meccanicistico, molte macchie proteiche aderiscono al tessuto perché le proteine denaturate formano film o aggregati che intrappolano pigmenti, lipidi e particolato. Una proteasi compatibile con detergente non “sbianca” la macchia in senso ossidativo: riduce invece la coesione della matrice proteica, rendendo più efficace l’azione combinata di tensioattivi, alcalinità, agitazione e risciacquo [2].

Le proteasi per detergenza sono spesso ricercate in microrganismi alcalofili o in ceppi microbici capaci di produrre enzimi stabili in condizioni compatibili con il lavaggio. Le revisioni sulle proteasi detergenti-compatibili sottolineano la necessità di tolleranza verso pH alcalino, tensioattivi e altri componenti della formulazione, perché l’enzima deve rimanere funzionale non in acqua pura, ma dentro una matrice detergente complessa [1].



**Figure 1.** 세제 효소는 특정 얼룩 고분자를 촉매적으로 더 작은 조각으로 분해해 계면활성제, 빌더, 물, 물리적 마찰로 더 쉽게 제거되도록 합니다.

Nel lavaggio automatico delle stoviglie, il principio è simile. Film di latte, uovo, carne, cereali arricchiti di proteine o residui cotti possono aderire a vetro, acciaio o ceramica. Le proteasi aiutano a frammentare la parte proteica del deposito, mentre l’ambiente alcalino e i tensioattivi favoriscono la dispersione dei frammenti e il distacco dalla superficie [2].

## Amilasi detergenti: amido, cibi cotti e residui gelatinizzati

Le **amilasi** sono enzimi che idrolizzano l’amido, un polisaccaride costituito principalmente da amilosio e amilopectina. Nei residui alimentari, l’amido è spesso cotto o gelatinizzato: l’acqua e il calore ne modificano la struttura, aumentando viscosità, adesione e capacità di trattenere altre particelle di sporco [5].

In detergenza, l'interesse principale non è solo "rimuovere amido", ma interrompere la funzione adesiva dell'amido come matrice. Residui di pasta, riso, patate, salse, creme, cioccolato, alimenti per bambini e piatti pronti possono lasciare film amidacei che legano grassi, proteine e particolato. L'amilasi spezza le catene di amido in frammenti più corti, riducendo viscosità e adesività del deposito [4].

Le revisioni sulle **bacterial amylases** compatibili con detersivi descrivono la loro rilevanza per prodotti da bucato e dishwashing, in particolare quando sono richieste stabilità in condizioni alcaline e compatibilità con componenti di formulazione. Anche in questo caso, la performance non dipende dall'enzima isolato: dipende dalla matrice completa, dal tempo di contatto, dalla temperatura e dalla natura del residuo alimentare [4].

Le amilasi hanno anche interesse industriale più ampio, perché le  $\alpha$ -amilasi microbiche sono fra gli enzimi più utilizzati in diversi settori, inclusi alimentare, tessile, carta e detergenza. Questa diffusione dipende dalla capacità di catalizzare in modo efficiente la degradazione dell'amido in condizioni operative diverse, sebbene ogni applicazione richieda proprietà specifiche di stabilità e compatibilità [6].

## Lipasi detersivi: grassi, oli e sporco idrofobico

---

Le **lipasi** catalizzano l'idrolisi dei trigliceridi e di altri esteri lipidici, generando acidi grassi, mono- e digliceridi e glicerolo. Nella detergenza, questa funzione è utile perché grassi e oli sono idrofobici, aderiscono alle fibre e possono trattenere particolato o pigmenti. La sola azione dei tensioattivi può non essere sufficiente quando il film lipidico è tenace o distribuito in modo sottile sulla superficie [7].

In un sistema detergente, la lipasi lavora all'interfaccia tra fase acquosa e fase lipidica. Questo rende la compatibilità con tensioattivi particolarmente importante: alcuni tensioattivi possono esporre meglio il substrato lipidico, mentre altri, in determinate condizioni, possono modificare conformazione, accesso all'interfaccia o stabilità dell'enzima. Studi su lipasi microbiche mostrano infatti che detersivi non ionici di tipo Tween possono influenzare l'attività enzimatica in modo dipendente dal tipo di tensioattivo e dal contesto sperimentale [8].

Le lipasi di microrganismi termofili o estremofili sono studiate perché possono presentare tolleranza a condizioni più severe, come alcalinità, temperatura elevata o presenza di tensioattivi. Una lipasi alcalina e detergent-tolerant da *Bacillus stearothermophilus* è stata descritta come enzima di interesse per applicazioni detersivi, proprio per la combinazione di stabilità e funzionalità in condizioni compatibili con il lavaggio [7].

La lipasi non deve però essere interpretata come sostituto del sistema tensioattivo. L'idrolisi dei lipidi genera prodotti che il detergente deve poi solubilizzare, emulsionare o disperdere. Per questo, nella formulazione, lipasi e tensioattivi sono complementari: l'enzima modifica chimicamente il substrato, mentre il detergente gestisce il trasferimento dello sporco nella fase di lavaggio [9].

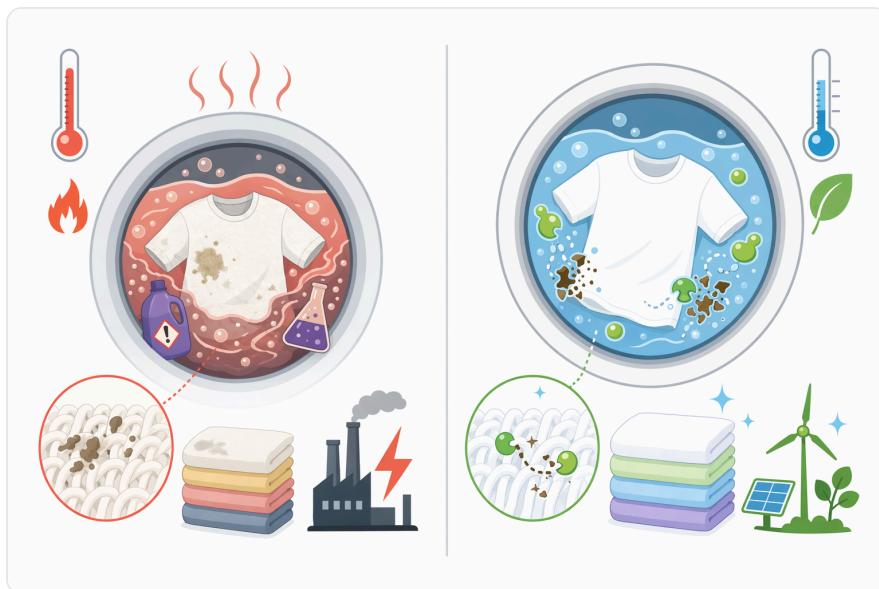


Figure 2. 프로테아제, 아밀라아제, 리파아제, 셀룰라아제, 펙티나아제는 작용하는 기질, 끓는 결합의 종류, 세척에 기여하는 방식이 서로 다릅니다.

## Cellulasi detergenti: cura del tessuto, cotone e trattamento tessile

Le **cellulasi** idrolizzano legami  $\beta$ -1,4-glicosidici nella cellulosa. In detergenza non sono usate principalmente per “sciogliere” il tessuto, ma per agire in modo controllato sulle microfibrille superficiali delle fibre cellulosiche, soprattutto cotone. Queste microfibrille contribuiscono a ruvidità, opacità, pilling e ritenzione di particolato [10].

Nel bucato, l'azione delle cellulasi può migliorare l'aspetto del tessuto riducendo fibrille superficiali danneggiate o sporgenti. Il risultato atteso, quando la formulazione è compatibile e il dosaggio applicativo è appropriato, è una superficie più liscia, minore tendenza al grigiore ottico da particolato intrappolato e migliore percezione di brillantezza del colore. La letteratura sulle cellulasi fungine e microbiche include applicazioni in detergenza e tessile, oltre a impieghi in biomassa e processi industriali [10].

Le cellulasi sono rilevanti anche nel **biopolishing** e in trattamenti tessili correlati al denim. In questi contesti, l'enzima modifica selettivamente la superficie cellulosica, consentendo effetti di finissaggio più controllati rispetto ad approcci puramente meccanici. Tuttavia, l'effetto dipende da tessuto, costruzione

del filato, condizioni di processo e compatibilità della matrice, quindi non può essere generalizzato a ogni materiale <sup>[11]</sup>.

Un'area recente di interesse è lo sviluppo di cellulasi attive a basse temperature e in ambiente alcalino. Una endoglucanasi GH8 cold-active e alkali-stable isolata da ambienti freddi è stata caratterizzata per potenziali applicazioni detergenti, riflettendo l'attenzione verso enzimi capaci di lavorare in condizioni di lavaggio meno energivore <sup>[12]</sup>.

## Enzimi a freddo e detergenza a minore temperatura

---

La detergenza moderna è sempre più interessata a cicli a temperatura ridotta, sia per risparmio energetico sia per compatibilità con tessuti sensibili. Gli enzimi cold-active sono rilevanti perché mantengono flessibilità strutturale e attività catalitica a temperature più basse rispetto a enzimi mesofili o termofili, pur richiedendo attenzione alla stabilità in formulazione <sup>[13]</sup>.

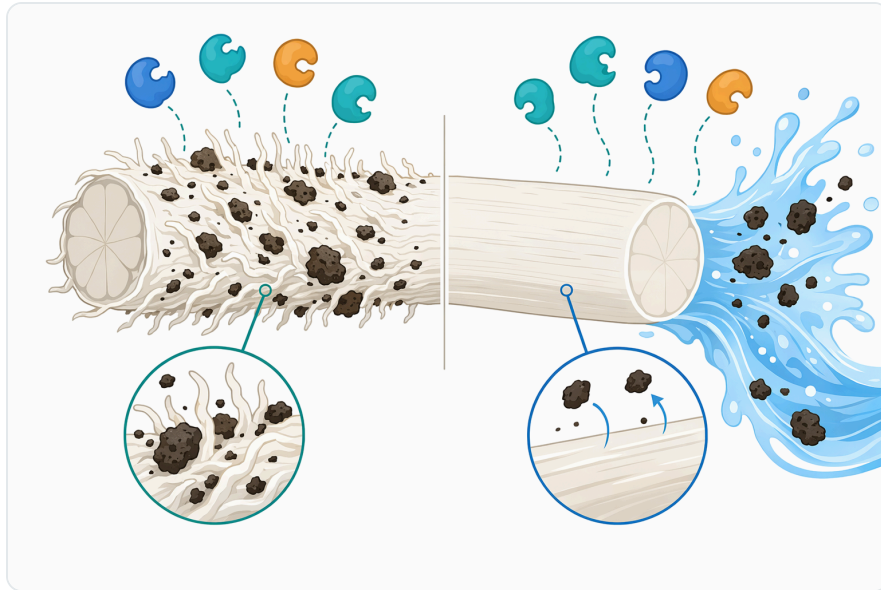
Le revisioni sui cold-active enzymes come additivi eco-friendly per detergenti sottolineano il potenziale di proteasi, amilasi, lipasi e cellulasi attive a bassa temperatura nel ridurre la dipendenza da lavaggi caldi. Il beneficio teorico è duplice: sostenere la rimozione dello sporco in cicli più miti e contribuire alla riduzione del consumo energetico associato al riscaldamento dell'acqua <sup>[14]</sup>.

Questo non significa che ogni enzima a freddo sia automaticamente adatto a un detergente commerciale. Un enzima deve mantenere funzionalità in presenza di tensioattivi, alcalinità, agenti sequestranti, conservanti, profumi e altri componenti. Inoltre, la stabilità durante conservazione e trasporto è una variabile distinta dall'attività durante il lavaggio <sup>[13]</sup>.

## Compatibilità con tensioattivi, alcalinità e altri componenti

---

Un Detergent Enzyme utile deve funzionare dentro una matrice chimicamente complessa. I detergenti possono contenere tensioattivi anionici, non ionici o anfoteri, builders alcalini, sequestranti, polimeri anti-ridisposizione, agenti sbiancanti, profumi, conservanti e regolatori di viscosità. Alcuni componenti possono migliorare l'accesso al substrato; altri possono destabilizzare l'enzima o ridurre l'attività <sup>[1]</sup>.



**Figure 3.** 셀룰라아제는 노출된 면 섬유의 미세섬유를 변화시켜 강한 입자성 오염을 방출하고 직물의 외관을 개선하는 데 도움을 줄 수 있습니다.

La compatibilità è particolarmente importante per enzimi proteici perché essi stessi sono proteine. Le proteasi, ad esempio, devono evitare inattivazione rapida da denaturazione o autodigestione in condizioni di formulazione; le lipasi devono conservare una conformazione adatta all'interfaccia acqua-olio; le amilasi devono mantenere accesso al substrato amidaceo nonostante la presenza di tensioattivi e sali [2].

Studi su microrganismi come *Aspergillus niger* mostrano interesse per la capacità di degradare tensioattivi anionici e co-produrre enzimi compatibili con detersivi, collegando microbiologia industriale, biodegradazione e potenziale applicazione formulativa. Questo tipo di ricerca non dimostra automaticamente la prestazione di un prodotto finito, ma sostiene la ricerca di biocatalizzatori adatti ad ambienti detersivi reali [15].

Il pH è un altro parametro decisivo. Molte formulazioni di bucato e lavaggio stoviglie operano in condizioni neutre-alcaline o alcaline; per questo gli enzimi alcalini da microrganismi alcalofili sono storicamente importanti nella detersività. La review sugli enzimi alcalini da alkaliphiles descrive proteasi, amilasi, cellulasi e lipasi come classi di interesse per detersivi proprio per le loro proprietà in condizioni alcaline [1].

## Applicazioni principali nei settori B2B

---

### Detergenti per bucato

Nel bucato, i Detergent Enzymes sono usati per affrontare una combinazione di sporco corporeo, residui alimentari, macchie proteiche, oli, particolato e usura superficiale delle fibre. Le proteasi gestiscono proteine, le amilasi residui amidacei, le lipasi frazioni lipidiche e le cellulasi contribuiscono alla cura del cotone e alla riduzione di microfibrille superficiali <sup>[3]</sup>.

La frase inglese **enzymes in laundry detergent** riassume spesso questa area applicativa nelle ricerche online, ma tecnicamente il punto chiave è la specificità del substrato. Una formulazione mono-enzimatica può essere adeguata per un obiettivo mirato; una miscela multi-enzimatica è più coerente quando il profilo di sporco è variabile, come nei detergenti generalisti o nei lavaggi professionali con carichi misti <sup>[4]</sup>.

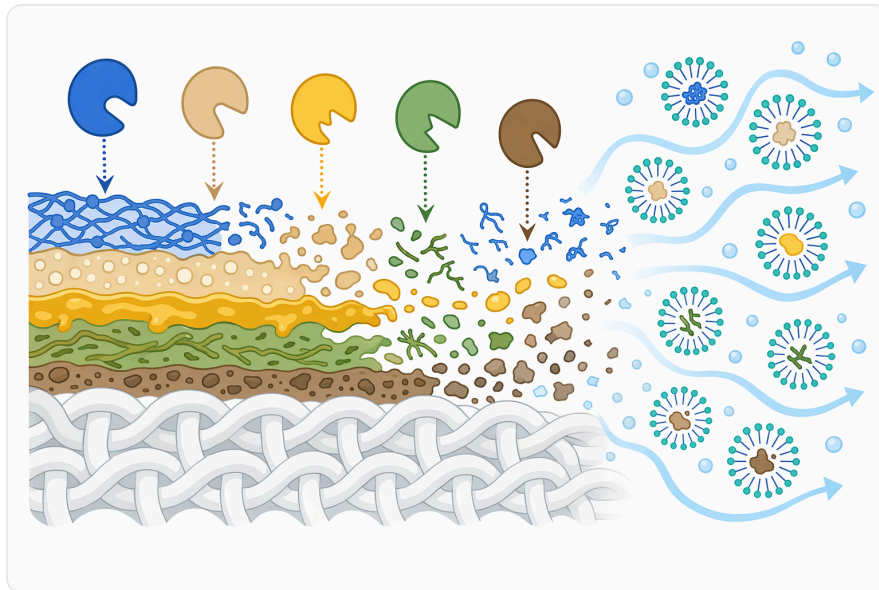
### Lavanderia commerciale e professionale

In lavanderia commerciale, gli enzimi possono supportare cicli più efficienti quando la matrice di sporco è prevedibile: biancheria da ristorazione con residui alimentari, tessili sanitari con componenti proteiche, abbigliamento da lavoro con grassi e particolato, o capi in cotone soggetti a perdita di brillantezza. Il vantaggio è la possibilità di agire chimicamente su frazioni dello sporco senza affidarsi solo a temperatura, alcalinità o azione meccanica <sup>[14]</sup>.

È però corretto parlare di contributo, non di garanzia assoluta. Risultati visibili dipendono da carico macchina, tipo di tessuto, durata del ciclo, qualità dell'acqua, composizione del detergente, grado di essiccazione della macchia e presenza di pretrattamenti. L'enzima è un componente funzionale del sistema, non un processo completo di lavaggio <sup>[1]</sup>.

### Dishwashing e superfici dure

Nel lavaggio stoviglie, proteasi e amilasi sono particolarmente rilevanti. Le prime agiscono su film proteici derivati da latte, uovo, carne e residui alimentari; le seconde riducono residui amidacei provenienti da pasta, riso, patate e salse addensate. Insieme, aiutano a indebolire depositi misti che altrimenti possono aderire a vetro, ceramica o acciaio <sup>[2]</sup>.



**Figure 4.** 여러 효소가 포함된 세제 시스템은 혼합 얼룩의 서로 다른 층을 공격해 전체 오염 구조가 더 쉽게 제거되도록 만듭니다.

Le lipasi possono contribuire quando la superficie presenta oli alimentari o grassi tenaci, ma la loro efficacia richiede un equilibrio formulativo con tensioattivi ed emulsione. In ambienti di lavaggio automatico, anche temperatura, alcalinità e tempi di contatto influenzano l'esposizione del substrato all'enzima [7].

### **Trattamento tessile e denim**

Nel trattamento tessile, soprattutto su cotone e denim, le cellulasi sono impiegate per modificare la superficie delle fibre. L'obiettivo può essere ridurre peluria, migliorare mano e aspetto, contribuire a effetti di finissaggio o supportare processi di biopolishing. La letteratura sulle cellulasi industriali collega questi enzimi sia alla detergenza sia alla lavorazione tessile [10].

Le applicazioni tessili richiedono cautela perché l'azione sulla cellulosa può influenzare resistenza, perdita di peso del tessuto e aspetto finale. La selettività operativa non deriva solo dall'enzima, ma dalla combinazione di tempo, temperatura, pH, agitazione e caratteristiche del tessuto [11].

### **Pulizia enzimatica di membrane e sistemi industriali**

Al di fuori del bucato, gli enzimi possono essere impiegati in procedure di pulizia industriale quando i depositi contengono substrati biologici. Studi sulla pulizia enzimatica di membrane di ultrafiltrazione fouled da miscele proteiche mostrano l'interesse per enzimi capaci di degradare componenti organiche aderenti, in alternativa o complemento a detergenti chimici convenzionali [16].

Queste applicazioni non vanno confuse con una raccomandazione universale per qualsiasi impianto. La pulizia di membrane dipende dal materiale della membrana, dal tipo di fouling, dalla compatibilità chimica e dalle condizioni operative del sistema. L'evidenza conferma il principio: quando il fouling è proteico o biologico, un enzima appropriato può contribuire alla degradazione del deposito <sup>[16]</sup>.

## Evidenze scientifiche e limiti di interpretazione

---

Le evidenze a supporto dei Detergent Enzymes sono solide sul piano del meccanismo: proteasi, amilasi, lipasi e cellulasi catalizzano reazioni note su substrati presenti in molte macchie o superfici tessili. Le review specialistiche descrivono le proprietà richieste per detergenza, inclusa stabilità in condizioni alcaline, compatibilità con tensioattivi e capacità di contribuire alla rimozione di sporco specifico <sup>[1]</sup>.

Le evidenze sono più variabili quando si passa dal principio enzimatico alla prestazione del prodotto finito. Due detergenti con la stessa classe enzimatica possono comportarsi diversamente se differiscono per pH, tensioattivi, stabilizzanti, sistema sbiancante, durezza dell'acqua o profilo di sporco. Anche la stessa macchia può cambiare comportamento se fresca, ossidata, essiccata o fissata termicamente <sup>[2]</sup>.

Per questo, in un contesto B2B, la formulazione corretta è: gli enzimi **possono contribuire** alla rimozione di macchie e alla cura del tessuto quando sono compatibili con la matrice detergente e usati in condizioni adeguate. Non è tecnicamente corretto promettere rimozione completa di tutte le macchie, su tutti i tessuti e in ogni ciclo di lavaggio <sup>[4]</sup>.

## Enzymes.bio come fornitore online di Detergent Enzymes

---

Enzymes.bio presenta una categoria online dedicata agli **enzimi per detergenti**, con prodotti orientati a formulazioni per detergenza, lavanderia commerciale e applicazioni tessili. La pagina di categoria include enzimi e complessi enzimatici pertinenti alla detergenza, come proteasi alcaline, amilasi alcaline, cellulasi e miscele multi-enzimatiche .



**Figure 5.** 세제 효소는 유기성 잔여물이 예상되는 세탁, 식기세척, 얼룩 제거, 일반 청소 제품 전반에 사용됩니다.

È importante definire correttamente il ruolo commerciale: **Enzymes.bio è un fornitore online, non un produttore e non un laboratorio.** Il prodotto è venduto direttamente online in unità da **1 kg**; dopo l'acquisto, l'ordine viene evaso e spedito secondo il flusso di vendita online. La documentazione di accompagnamento, inclusi **CoA** e **SDS**, viene fornita insieme all'ordine.

Questo posizionamento è utile per utilizzatori professionali che cercano un ingrediente enzimatico per attività formulative, valutazioni applicative o integrazione in sistemi detergenti. Le informazioni tecniche generali aiutano a comprendere le funzioni delle diverse classi enzimatiche, mentre i documenti allegati all'ordine forniscono le informazioni specifiche del lotto e le indicazioni di sicurezza.

## Considerazioni formulative senza semplificazioni

Quando si integra un enzima in un detergente, la domanda tecnica non è solo “quale enzima rimuove quale macchia”, ma “in quale ambiente chimico quell'enzima rimane utile”. Un'amilasi può essere adatta a residui amidacei, ma deve tollerare alcalinità e tensioattivi; una proteasi può idrolizzare proteine, ma deve rimanere stabile durante conservazione; una lipasi può agire sui grassi, ma ha bisogno di accesso all'interfaccia olio-acqua <sup>[8]</sup>.

Le miscele multi-enzimatiche richiedono ulteriore attenzione perché gli enzimi possono interagire. Una proteasi, per sua natura, può degradare altre proteine, inclusi potenzialmente altri enzimi, se la formulazione non è stabilizzata in modo adeguato. La stabilità di una miscela non è quindi la somma automatica delle stabilità dei singoli componenti <sup>[2]</sup>.

Anche la temperatura è ambivalente. Un aumento moderato può accelerare reazioni e solubilizzazione dello sporco, ma temperature troppo elevate possono inattivare alcuni enzimi. Gli enzimi cold-active sono interessanti per cicli a bassa temperatura, mentre enzimi termostabili possono essere preferibili in condizioni più calde; la scelta dipende dall'applicazione e dalla matrice detergente [13].

## Conclusione

---

I **Detergent Enzymes** sono ingredienti funzionali consolidati nella detergenza moderna perché trasformano chimicamente componenti specifici dello sporco: le proteasi frammentano proteine, le amilasi degradano amidi, le lipasi idrolizzano grassi e le cellulasi modificano microfibrille cellulosiche superficiali. Questa specificità spiega il loro impiego in bucato, dishwashing, lavanderia commerciale e trattamento tessile [3].

La lettura tecnica corretta è equilibrata: gli enzimi non sono detersivi autonomi né soluzioni universali, ma componenti che migliorano o orientano la prestazione di un sistema formulato quando pH, temperatura, tensioattivi, tempo di contatto e substrato sono compatibili. Enzymes.bio fornisce online Detergent Enzymes in unità da **1 kg**, con **CoA** e **SDS** inclusi con l'ordine, offrendo una base pratica per utilizzatori professionali che lavorano su formulazioni e applicazioni detersivi.

### Ordina Detergent Enzymes 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 Detergent Enzymes →](#)

## 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. Ito, S., Kobayashi, T., Ara, K., Ozaki, K., Kawai, S., & Hatada, Y. (1998). Alkaline detergent enzymes from alkaliphiles: enzymatic properties, genetics, and structures. *Extremophiles*, 2, 185-190.
2. Niyonzima, F., & More, S. (2015). Detergent-Compatible Proteases: Microbial Production, Properties, and Stain Removal Analysis. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 45, 233 - 258.
3. Mukherjee, P., Mondal, I., Dey, D., Dan, E., Khatun, F., & Tewari, S. (2023). An Overview on Microbial Enzymes and their Industrial Applications. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*.

4. Niyonzima, F., & More, S. (2014). Detergent-Compatible Bacterial Amylases. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 174, 1215-1232.
5. Paul, J., Gupta, N., Beliya, E., Tiwari, S., & Jadhav, S. K. (2021). Aspects and Recent Trends in Microbial  $\alpha$ -Amylase: a Review. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 193, 2649 - 2698.
6. Farooq, M. A., Ali, S., Hassan, A., Tahir, H. M., Mumtaz, S., & Mumtaz, S. (2021). Biosynthesis and industrial applications of  $\alpha$ -amylase: a review. *Archives of Microbiology*, 203, 1281 - 1292.
7. Bacha, A. B., Moubayed, N., & Abid, I. (2015). Thermostable, alkaline and detergent-tolerant lipase from a newly isolated thermophilic *Bacillus stearothermophilus*. *Indian Journal of Biochemistry & Biophysics*, 52 2, 179-88 .
8. Shoja, M., & Minai-Tehrani, D. (2020). Effect of Tween Type Non-Ionic Detergent on the Activity of Lipase of *Pseudomonas aeruginosa*. *Cell Biochemistry and Biophysics*, 79, 87-92.
9. Vivek, K., Sandhia, G., & Subramaniyan, S. (2022). Extremophilic lipases for industrial applications: A general review. *Biotechnology Advances*, 108002 .
10. Singh, A., Bajar, S., Devi, A., & Pant, D. (2021). An overview on the recent developments in fungal cellulase production and their industrial applications. *Bioresource Technology Reports*, 14, 100652.
11. Kumari, U., Singh, R., Ray, T., Rana, S., Saha, P., Malhotra, K., & Daniell, H. (2019). Validation of leaf enzymes in the detergent and textile industries: launching of a new platform technology. *Plant Biotechnology Journal*, 17, 1167 - 1182.
12. Oliva, B., Zervas, A., Stougaard, P., Westh, P., & Thøgersen, M. (2024). Metagenomic exploration of cold-active enzymes for detergent applications: Characterization of a novel, cold-active and alkali-stable GH8 endoglucanase from *ikaite* columns in SW Greenland. *Microbial Biotechnology*, 17.
13. Kuddus, M., Roohi, Bano, N., Sheik, G. B., Joseph, B., Hamid, B., Sindhu, R., ... et al. (2024). Cold-active microbial enzymes and their biotechnological applications. *Microbial Biotechnology*, 17.
14. Al-Ghanayem, A. A., & Joseph, B. (2020). Current prospective in using cold-active enzymes as eco-friendly detergent additive. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104, 2871 - 2882.
15. Jakovljević, V., & Vrvić, M. (2016). Capacity of *Aspergillus niger* to Degrade Anionic Surfactants and Coproduce the Detergent Compatible Enzymes. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 52, 183-189.
16. Petrus, H. T., Li, H., Chen, V., & Norazman, N. (2008). Enzymatic cleaning of ultrafiltration membranes fouled by protein mixture solutions. *Journal of Membrane Science*, 325, 783-792.


## 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.