

Coffee Bean Demucilaging Enzyme per demucilaginazione, lavaggio ed essiccazione del caffè lavato

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

Coffee Bean Demucilaging Enzyme è una preparazione enzimatica per la lavorazione umida del caffè, usata dopo la spolpatura per favorire il distacco della mucillagine dal pergamino. Agisce soprattutto sui polisaccaridi della mucillagine, in particolare pectine e componenti della parete vegetale, rendendo il materiale più solubile, meno viscoso e più facile da rimuovere durante lavaggio o demucilaginazione meccanica. Enzymes.bio lo rende disponibile come fornitore commerciale online in confezioni da 1 kg, con CoA e SDS forniti insieme all'ordine .

Che cos'è Coffee Bean Demucilaging Enzyme

Coffee Bean Demucilaging Enzyme è un enzima per la demucilaginazione del chicco di caffè destinato alla fase post-spolpatura, quando il chicco in pergamino conserva uno strato mucillaginoso aderente. Nella lavorazione umida, questa mucillagine deve essere rimossa prima dell'essiccazione per ottenere un pergamino più pulito, ridurre residui superficiali e rendere più controllabile la transizione verso le fasi successive del processo ^[1].

Dal punto di vista funzionale, il prodotto rientra nella famiglia degli enzimi carboidrasici impiegati su matrici vegetali ricche di polisaccaridi. Le pectinasi, in particolare, sono enzimi capaci di degradare sostanze pectiche presenti nei tessuti vegetali; per questo sono studiate e applicate in processi alimentari e agroindustriali dove la rottura controllata della pectina migliora separazione, chiarificazione o rimozione di materiale vegetale viscoso ^[2].

Enzymes.bio deve essere considerato un fornitore B2B online, non un produttore e non un laboratorio di analisi. Il prodotto è venduto direttamente online in unità da 1 kg; la documentazione CoA e SDS accompagna l'ordine, senza che ciò trasformi il fornitore in un ente di validazione del processo dell'utilizzatore .

Perché la mucillagine è un punto critico nella lavorazione umida

La mucillagine del caffè è una matrice idratata, adesiva e ricca di composti organici che rimane sul pergamino dopo la spolpatura. Se non viene rimossa in modo uniforme, può ostacolare il lavaggio, aumentare la viscosità delle acque di processo, rallentare l'essiccazione e creare microambienti favorevoli a fermentazioni non omogenee tra lotti, vasche o aree diverse della stessa massa di caffè [1].

La lavorazione primaria del caffè genera anche residui e flussi liquidi con carico organico significativo. Le acque reflue del processo possono contenere composti fenolici e altri materiali organici derivati da polpa, mucillagine e frammenti vegetali; la gestione di tali effluenti è uno dei temi ambientali più discussi nelle filiere del caffè lavato [3].

In molti impianti, la fermentazione spontanea tradizionale è efficace ma variabile. Temperatura, maturazione delle ciliegie, flora microbica locale, rapporto acqua-caffè, spessore dello strato di mucillagine e tempi di sosta possono cambiare da una giornata all'altra; ciò rende difficile prevedere con precisione il momento in cui la mucillagine è sufficientemente degradata per procedere al lavaggio [4].

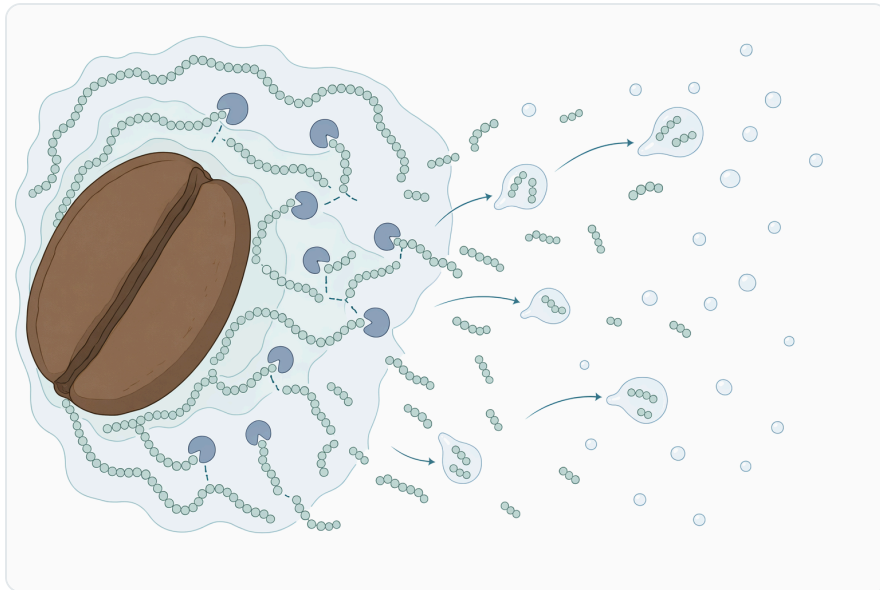


Figure 1. 커피콩 점액질 제거 효소는 주로 펙틴이 풍부한 점액질을 가수분해하여 파치먼트 커피에서 더 빠르게 씻겨 나가도록 한다.

Un enzima di demucilaginazione non sostituisce la gestione del processo, ma introduce un meccanismo biochimico più mirato: invece di affidarsi solo all'attività enzimatica prodotta dalla microflora spontanea, aggiunge direttamente attività capaci di indebolire la struttura polisaccaridica della mucillagine. Questo può rendere il distacco più rapido e più uniforme, soprattutto quando la variabilità naturale della fermentazione è un limite operativo [2].

Meccanismo d'azione: pectine, polisaccaridi e distacco dal pergamino

La mucillagine aderisce al pergamino perché forma una rete colloidale idratata, viscosa e coesiva. In questa rete, le pectine contribuiscono alla consistenza gelatinosa e alla capacità di trattenere acqua; altri polisaccaridi e frammenti di parete cellulare contribuiscono alla struttura fisica dello strato mucillaginoso ^[1].

Le pectinasi non agiscono tutte nello stesso modo. Le poligalatturonasi idrolizzano legami glicosidici nelle regioni ricche di acido galatturonico della pectina; le pectin liasi possono rompere catene pectiche con meccanismi di eliminazione; le pectin metilesterasi modificano il grado di esterificazione della pectina, rendendo alcune regioni più accessibili ad altre attività enzimatiche. In una preparazione tecnica, queste attività possono contribuire in modo complementare alla perdita di viscosità e coesione della mucillagine ^[2].

Quando la rete pectica viene depolimerizzata, il materiale mucillaginoso perde parte della sua capacità di formare uno strato compatto e aderente. I frammenti più piccoli risultano più facilmente disperdibili in acqua e più semplici da rimuovere con agitazione, flusso idrico o azione meccanica. Il risultato atteso non è una trasformazione del chicco interno, ma un'azione mirata sul rivestimento esterno che separa il pergamino dall'ambiente di processo ^[5].

In alcune formulazioni per matrici vegetali, le pectinasi possono essere affiancate da cellulasi, emicellulasi o altre carboidrasi. La logica è che la mucillagine e i tessuti vegetali associati non sono costituiti da un solo polimero: una combinazione di attività può indebolire simultaneamente pectine, microframmenti di cellulosa, emicellulose e polisaccaridi non pectici, migliorando la separazione fisica del materiale ^[6].



Figure 2. 습식 커피 가공에서는 펄핑 후 효율적 점액질 제거를 적용하여 발효 시간을 단축하고, 세척 및 건조 전에 점액질 제거 효율을 높인다.

Studi recenti sui fondi di caffè esausti mostrano l'interesse per cocktail enzimatici capaci di convertire carboidrati del caffè in saccaridi a valore aggiunto, inclusi mannoooligosaccaridi con potenziale prebiotico. Sebbene i fondi esausti siano una matrice diversa dalla mucillagine fresca, questi lavori confermano che le matrici del caffè contengono frazioni polisaccaridiche suscettibili a idrolisi enzimatica mirata ^[6].

Dove si inserisce nel processo di caffè lavato

L'applicazione tipica avviene dopo la spolpatura, quando le ciliegie sono state private della polpa ma il chicco in pergamino conserva la mucillagine. In questa fase, l'enzima viene distribuito nella massa di caffè in ambiente acquoso o umido, lasciando il tempo necessario perché le attività pectinolitiche e carboidrasiche riducano l'adesione della mucillagine .

Il processo può essere integrato in vasche di fermentazione, canali di lavaggio o sistemi di demucilaginazione meccanica assistita. Nei sistemi tradizionali, l'enzima può ridurre la dipendenza dalla sola fermentazione spontanea; nei sistemi meccanici, può facilitare il lavoro fisico di rimozione rendendo lo strato mucillaginoso meno tenace e più facilmente separabile ^[1].

La durata effettiva del contatto non è un valore universale: dipende da maturazione della materia prima, varietà, temperatura ambiente, carico di mucillagine, dimensione del lotto, disponibilità d'acqua, agitazione e obiettivo di processo. Per questa ragione è più corretto parlare di supporto alla demucilaginazione che di sostituzione automatica di ogni decisione operativa ^[4].

Dopo l'azione enzimatica, il caffè viene lavato per rimuovere mucillagine solubilizzata e residui distaccati, quindi avviato all'essiccazione. Se il pergamino arriva all'essiccazione con meno materiale appiccicoso e più uniformità superficiale, la gestione del letto di essiccazione può risultare più regolare, anche se il risultato dipende sempre da spessore dello strato, ventilazione, clima e movimentazione ^[7].

Confronto tra fermentazione spontanea, demucilaginazione meccanica ed enzimatica

Approccio	Meccanismo principale	Punti di forza	Limiti operativi	Quando è più rilevante
Fermentazione spontanea	Attività microbica naturale che produce enzimi e metaboliti capaci di degradare la mucillagine	Metodo tradizionale, nessun intervento enzimatico aggiunto, può contribuire a profili sensoriali distintivi	Variabilità elevata in funzione di temperatura, microflora, maturazione e tempi; rischio di sotto- o sovra-fermentazione	Filiere con forte controllo empirico locale e lotti gestiti in modo artigianale
Demucilaginazione meccanica	Rimozione fisica per attrito, pressione e acqua	Processo rapido, riduce la dipendenza da lunghe soste in vasca	Può lasciare residui se la mucillagine è molto tenace; richiede gestione attenta per evitare danni meccanici	Impianti con attrezzature dedicate e necessità di alto turnover
Demucilaginazione enzimatica assistita	Degradazione mirata di pectine e polisaccaridi, seguita da lavaggio o azione meccanica	Migliora distacco, solubilizzazione e uniformità; può rendere più prevedibile il processo	Non sostituisce igiene, controllo dell'acqua, essiccazione e selezione della materia prima	Lavorazione umida, washing station, lotti in cui si cerca maggiore controllo della rimozione mucillaginosa

La tabella evidenzia che l'enzima non va interpretato come alternativa assoluta a ogni altra tecnologia. Nella pratica, il suo valore maggiore emerge come strumento di assistenza: accelera e rende più omogeneo un passaggio che può comunque includere fermentazione, lavaggio e azione meccanica ^[2].



Figure 3. 커피 점액질 제거 효소는 습식 제분, 제어된 발효, 물 사용량 감소, 건조 효율 향상, 그리고 일관된 생두 품질을 지원한다.

Effetti attesi sul lavaggio

Il primo effetto operativo atteso è la riduzione della viscosità della mucillagine. Quando le catene pectiche e altri polisaccaridi vengono frammentati, il materiale passa da una massa gelatinosa aderente a una frazione più dispersibile; questo può facilitare il risciacquo del pergamino e ridurre la quantità di residui che rimangono intrappolati tra i chicchi [5].

Un lavaggio più efficiente può anche migliorare la separazione tra chicchi puliti, residui organici e acque di processo. Nelle filiere del caffè lavato, la gestione di polpa, mucillagine e reflui è un tema tecnico ed ecologico perché questi flussi concentrano sostanza organica e richiedono trattamento o valorizzazione adeguati [8].

È importante non trasformare questo beneficio in una promessa assoluta di riduzione dell'acqua in ogni contesto. Il consumo idrico dipende dall'impianto, dal metodo di lavaggio, dalla qualità dell'acqua, dalle abitudini operative e dagli standard richiesti per il caffè finale. L'enzima può rendere il materiale più facile da rimuovere, ma il bilancio idrico complessivo resta una decisione di processo [9].

Effetti attesi su essiccazione e uniformità

La mucillagine residua può creare disomogeneità sulla superficie del pergamino. Zone più appiccicose trattengono acqua e materiale organico, possono aggregare i chicchi e rendere meno uniforme il contatto con aria e calore durante l'essiccazione. Una rimozione più pulita prima dell'essiccazione può quindi contribuire a una massa di caffè più gestibile [7].

La letteratura specifica ha esaminato l'effetto di complessi enzimatici sul processo di essiccazione e sulla qualità del caffè, segnalando l'interesse tecnico per l'integrazione degli enzimi nelle fasi post-raccolta. Anche quando il risultato finale dipende dal contesto, il punto centrale è coerente: intervenire sulla mucillagine prima dell'essiccazione può influenzare la regolarità delle fasi successive [7].

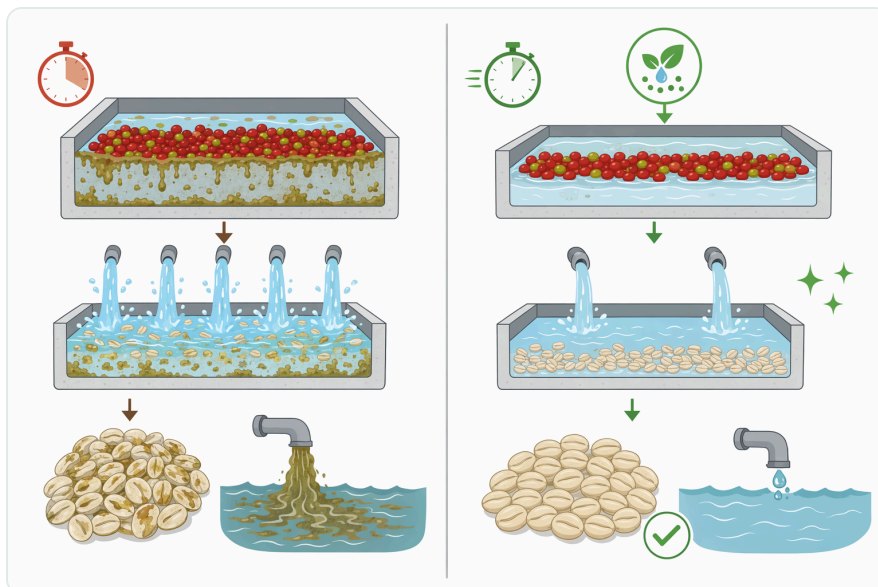


Figure 4. 자연 발효와 비교해 효소적 점액질 제거는 커피 점액질을 더 빠르고 제어 가능하게 제거할 수 있다.

L'essiccazione rimane tuttavia una fase autonoma e critica. Spessore del letto, rimescolamento, temperatura, umidità relativa, piogge, ventilazione e stoccaggio intermedio possono incidere sul risultato quanto o più della pulizia iniziale del pergamino. L'enzima aiuta a preparare meglio la superficie del chicco, ma non compensa una gestione inadeguata dell'essiccazione [4].

Impatto sulla qualità sensoriale: cosa si può dire con cautela

La qualità del caffè dipende da una catena di variabili: genetica, altitudine, maturazione, raccolta, lavorazione, fermentazione, essiccazione, stoccaggio, tostatura e preparazione. Una review sugli attributi qualitativi del caffè e sui potenziali benefici evidenzia la complessità della relazione tra composizione, processo e percezione sensoriale [4].

L'uso di Coffee Bean Demucilaging Enzyme può ridurre il rischio di difetti associati a rimozione incompleta della mucillagine o fermentazioni eccessivamente lunghe e non controllate. Questo però non significa che l'enzima produca automaticamente un profilo aromatico specifico, un punteggio di tazza più alto o una firma sensoriale replicabile in ogni origine [4].

La fermentazione controllata del caffè è oggi un campo di ricerca attivo. Studi su colture starter nella lavorazione del caffè mostrano che interventi microbiologici possono modificare composti bioattivi e caratteristiche sensoriali, ma tali risultati sono legati a ceppi, substrati, condizioni e protocolli specifici; non vanno trasferiti automaticamente a un enzima commerciale di demucilaginazione [10].

Per una comunicazione tecnica corretta, l'effetto sensoriale va formulato in modo indiretto: l'enzima può contribuire a un processo più pulito, prevedibile e meno esposto a derive fermentative; la qualità in tazza deve essere valutata nel sistema reale di produzione, non dedotta solo dal meccanismo biochimico [4].

Sostenibilità: acqua, reflui e valorizzazione dei sottoprodotti

La sostenibilità nella lavorazione del caffè non riguarda solo il consumo energetico, ma anche la gestione di acqua, residui solidi e reflui organici. Studi su impianti di piccola e media scala hanno evidenziato l'importanza di valorizzare scarti di biomassa e migliorare l'efficienza dei processi nelle aree di lavorazione del caffè [8].

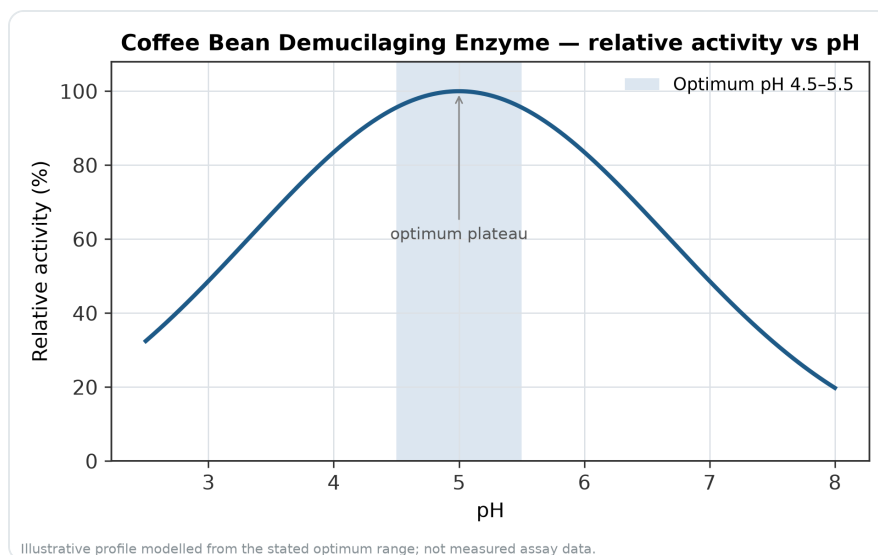


Figure 5. pH에 따른 커피콩 점액질 제거 효소의 상대 활성으로, pH 4.5~5.5에서 최적 활성 구간이 나타난다.

La demucilaginazione enzimatica può contribuire alla sostenibilità se rende più efficiente il distacco della mucillagine e riduce la necessità di lavaggi prolungati. Tuttavia, la riduzione effettiva dell'impatto ambientale dipende dal sistema complessivo: recupero dell'acqua, trattamento degli effluenti, gestione della polpa, energia impiegata e organizzazione dei flussi di produzione [9].

La valorizzazione dei sottoprodotti del caffè è un tema crescente. Review recenti descrivono strategie per trasformare residui della lavorazione primaria in materiali, composti bioattivi, substrati o fonti energetiche, riducendo la pressione ambientale e creando nuove opportunità di filiera [1].

Gli enzimi sono rilevanti anche in questo quadro più ampio perché possono rendere alcune biomasse del caffè più accessibili alla conversione. L'idrolisi enzimatica dei fondi esausti e di altre frazioni ricche di carboidrati è studiata per produrre zuccheri, oligosaccaridi e altri ingredienti a valore aggiunto, pur trattandosi di applicazioni diverse dalla demucilaginazione del pergamino [11].

Sicurezza alimentare e uso professionale

Gli enzimi alimentari sono valutati in base alla fonte biologica, al processo di produzione, alla composizione della preparazione e all'esposizione prevista. Le indicazioni FAO/JECFA sugli enzimi alimentari sottolineano l'importanza di buone pratiche di fabbricazione e dell'uso di organismi di produzione appropriati, non patogeni e non tossigeni [12].

Nel caso di enzimi destinati a una fase di processo del caffè, l'obiettivo è tecnologico: facilitare la rimozione della mucillagine prima dell'essiccazione. L'enzima non deve essere comunicato come ingrediente funzionale del caffè finito, né come elemento capace di generare benefici salutistici nel consumatore [12].

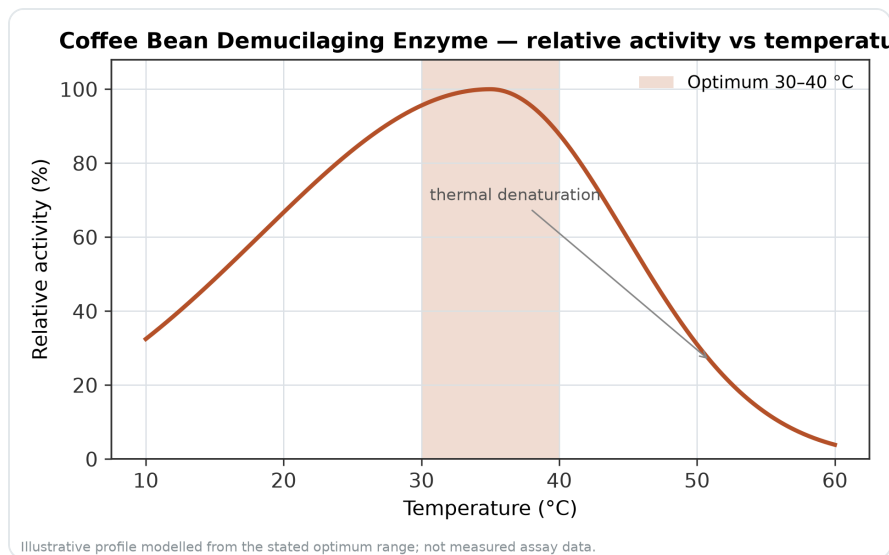


Figure 6. 온도에 따른 커피콩 점액질 제거 효소의 상대 활성으로, 30~40°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도를 넘으면 열변성에 따른 특징적인 활성 감소가 나타난다.

È inoltre corretto distinguere la demucilaginazione da altri temi di sicurezza alimentare. La rimozione enzimatica della mucillagine non equivale a decaffeinizzazione, inattivazione di contaminanti, eliminazione di micotossine o correzione di difetti già presenti nella materia prima. La sicurezza del caffè richiede controllo della raccolta, igiene, asciugatura, stoccaggio e verifiche appropriate lungo la filiera ^[13].

CoA e SDS forniti insieme all'ordine supportano la gestione documentale da parte dell'utilizzatore professionale. Rimane però essenziale ricordare che Enzymes.bio opera come fornitore commerciale online: non è un laboratorio, non valida l'impianto del cliente e non deve essere presentato come produttore della preparazione enzimatica .

Limiti tecnici e aspettative realistiche

Coffee Bean Demucilaging Enzyme non corregge una materia prima scadente. Ciliegie immature, sovrature, danneggiate o contaminate possono introdurre difetti che nessun enzima di demucilaginazione può eliminare. L'enzima agisce sullo strato mucillaginoso; non ricostruisce qualità agronomica, maturazione uniforme o integrità del chicco ^[4].

Non sostituisce neppure igiene e controllo della fermentazione. Vasche sporche, acqua di scarsa qualità, soste eccessive, miscelazione irregolare o essiccazione lenta possono generare problemi anche se la mucillagine viene degradata più rapidamente. La funzione dell'enzima è rendere più gestibile una fase specifica, non automatizzare l'intera lavorazione ^[1].

È utile anche evitare promesse sensoriali rigide. La fermentazione e la lavorazione influenzano aroma, acidità, dolcezza, corpo e pulizia, ma questi attributi dipendono da interazioni complesse. L'enzima può ridurre alcune fonti di variabilità, ma il profilo finale deve essere interpretato alla luce dell'intero processo produttivo ^[10].

Infine, non è una tecnologia di trattamento dei reflui. Può ridurre la tenacia della mucillagine prima del lavaggio e modificare il modo in cui il materiale organico si disperde, ma la gestione delle acque reflue resta un tema separato, con proprie soluzioni di raccolta, trattamento, recupero o valorizzazione ^[3].

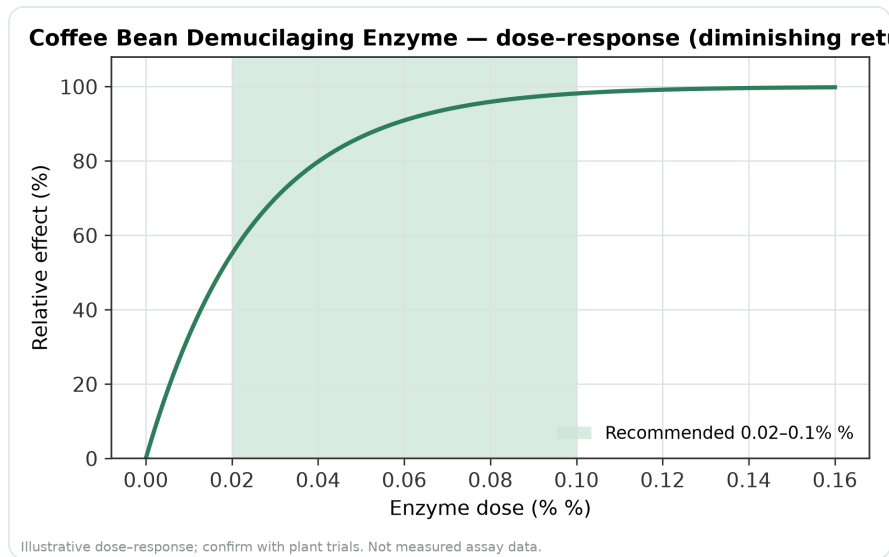


Figure 7. 권장 사용 범위(0.02~0.1%)에서 커피콩 점액질 제거 효소의 예시적 용량-반응 관계.

Applicazioni B2B più rilevanti

Lavorazione umida del caffè lavato

L'impiego principale è nel caffè lavato, subito dopo la spolpatura. In questo scenario, l'enzima aiuta a degradare la mucillagine residua sul pergamino e a rendere più prevedibile il passaggio a lavaggio ed essiccazione. Il beneficio è soprattutto operativo: minor dipendenza dalla sola fermentazione spontanea e maggiore uniformità di rimozione .

Washing station e impianti con flussi concentrati

Nelle stazioni di lavaggio, la capacità delle vasche e la velocità di rotazione dei lotti possono diventare colli di bottiglia durante i picchi di raccolta. Un processo di demucilaginazione più rapido e omogeneo può aiutare a gestire meglio il flusso dei lotti, purché sia integrato con procedure ordinate di lavaggio, separazione e asciugatura [8].

Demucilaginazione meccanica assistita

Nei sistemi meccanici, l'azione enzimatica può essere utile come pretrattamento o coadiuvante: riducendo l'adesione della mucillagine, può rendere più efficace l'azione fisica di attrito e separazione. Questo approccio è particolarmente pertinente quando si cerca una superficie del pergamino più pulita senza prolungare eccessivamente la permanenza in vasca [2].

Processi orientati a efficienza idrica e ambientale

In impianti che monitorano consumi d'acqua e carico organico dei reflui, la demucilaginazione enzimatica può inserirsi in una strategia più ampia di ottimizzazione. Il valore non sta solo nel singolo enzima, ma nella combinazione con gestione dell'acqua, raccolta dei sottoprodotti, trattamento degli effluenti e recupero energetico dove applicabile [9].

Posizionamento corretto del prodotto Enzymes.bio

Per un acquirente professionale, Coffee Bean Demucilaging Enzyme va inteso come ausilio tecnico per la rimozione della mucillagine nella lavorazione umida del caffè. La sua proposta di valore è concentrata su rapidità, pulizia del pergamino, maggiore controllo della fase post-spolpatura e migliore integrazione con lavaggio ed essiccazione .

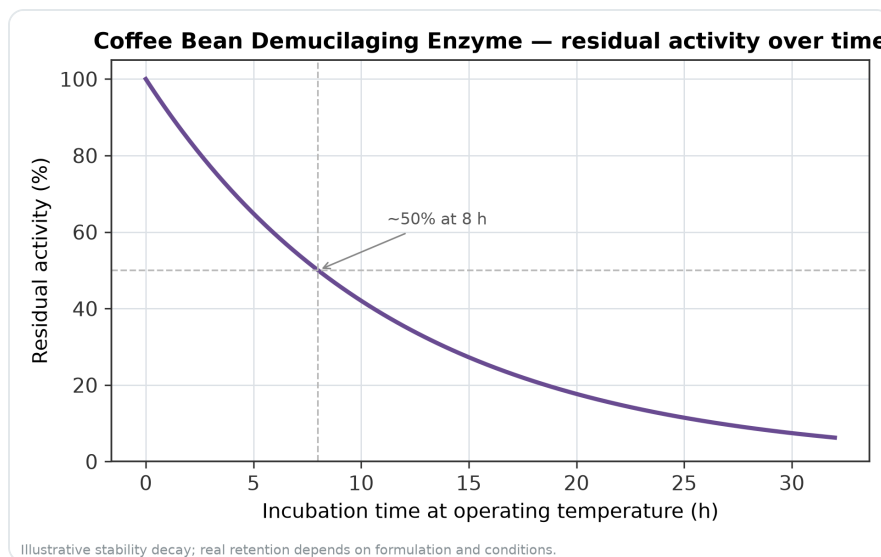


Figure 8. 작업 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소하는 커피콩 점액 질 제거 효소의 예시적 열안정성 감소.

La formulazione del messaggio deve restare prudente: l'enzima può supportare un processo più efficiente, ma non garantisce automaticamente qualità sensoriale superiore, riduzione ambientale quantificata in ogni impianto o correzione di difetti preesistenti. Le evidenze scientifiche sostengono bene il meccanismo pectinolitico e carboidrasico; gli effetti finali dipendono dall'applicazione reale [2].

Enzymes.bio offre il prodotto online in confezioni da 1 kg, con CoA e SDS forniti insieme all'ordine. Questa impostazione è coerente con un utilizzo professionale documentato, mantenendo chiaro il ruolo del fornitore: accesso commerciale al prodotto, non produzione, analisi di laboratorio o validazione personalizzata del processo .

Sintesi tecnica

Coffee Bean Demucilaging Enzyme è una preparazione enzimatica per la demucilaginazione del caffè, progettata per favorire il distacco della mucillagine dal chicco in pergamino dopo la spolpatura. Il meccanismo si basa sulla degradazione di pectine e altri polisaccaridi che conferiscono viscosità e adesione allo strato mucillaginoso ^[2].

I benefici più realistici sono operativi: lavaggio più agevole, pergamino più pulito, minore variabilità rispetto alla sola fermentazione spontanea e migliore preparazione alla fase di essiccazione. In una prospettiva di sostenibilità, l'enzima può contribuire a processi più efficienti, ma i risultati ambientali dipendono dal sistema complessivo di gestione di acqua, reflui, energia e sottoprodotti ^[9].

Il prodotto non deve essere presentato come soluzione universale per qualità, sicurezza o profilo sensoriale. È uno strumento tecnico specifico per una fase precisa della lavorazione umida: la rimozione controllata della mucillagine prima di lavaggio ed essiccazione. Enzymes.bio lo fornisce online in unità da 1 kg, con documentazione CoA e SDS inclusa nell'ordine .

Ordina Coffee Bean Demucilaging 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 Coffee Bean Demucilaging 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. Serna-Jiménez, J., Siles, J., Ángeles Martín, M., & Chica, A. (2022). [A Review on the Applications of Coffee Waste Derived from Primary Processing: Strategies for Revalorization. Processes.](#)
2. Shet, A. R., Desai, S. V., & Achappa, S. (2018). [PECTINOLYTIC ENZYMES: CLASSIFICATION, PRODUCTION, PURIFICATION AND APPLICATIONS.](#)
3. Torres, J. A., Chagas, P. M. B., Silva, M. C., Santos, C. D., & Corrêa, A. D. (2016). [Enzymatic oxidation of phenolic compounds in coffee processing wastewater.. Water Science and Technology, 73 1, 39-50 .](#)
4. Girma, B. (2024). [A Review of Coffee's Quality Attributes and Potential Health Benefits. International Journal of Food Science and Biotechnology.](#)

5. Doan, C., Chen, C., Nguyen, V., Tran, T., Nguyen, A., & Wang, S. (2021). Conversion of Pectin-Containing By-Products to Pectinases by *Bacillus amyloliquefaciens* and Its Applications on Hydrolyzing Banana Peels for Prebiotics Production. *Polymers*, 13.
6. Shaikh-Ibrahim, A., Curci, N., Lise, F. D., Sacco, O., Fenza, M. D., Castaldi, S., Isticato, R., ... et al. (2025). Carbohydrate conversion in spent coffee grounds: pretreatment strategies and novel enzymatic cocktail to produce value-added saccharides and prebiotic manooligosaccharides. *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts*, 18.
7. Santos, D. F., Júnior, K. S. F., Silva, C., Neto, J. M. S., Paiva, L. C., & Brigante, G. P. (2020). Efect of Inf (cna - cnb) enzyme complex in the drying process and the coffee quality. *Coffee Science*.
8. Kanyiri, G., & Waswa, F. (2017). Enhancing benefits from biomass wastes within small-medium scale coffee processing factories in Kiambu County, Kenya. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 11, 198-206.
9. Kekes, T., Koskinakis, S., Boukouvalas, C., & Krokida, M. (2025). Enhancing Environmental Sustainability in the Coffee Processing Industry via Energy Recovery and Optimization: A Life Cycle Assessment Case Study. *Sustainability*.
10. Park, S., Park, B., Ju, Y., Benashvili, M., Moon, C., Lee, S., Lee, J., ... et al. (2025). Inoculation of starter cultures in dry processing enhanced the contents of bioactive compounds and sensory characteristics of Arabica coffee (*Coffea arabica* L.). *Food Chemistry*, 475, 143226 .
11. Cho, E., Lee, W., Lee, Y., Ta, Q. V., Kim, H. Y., & Bae, H. (2025). Optimizing the treatment and valorization of spent coffee grounds (SCGs) through the integration of sequential pretreatment steps, enzymatic hydrolysis, and selective fermentation. *Food chemistry: X*, 28.
12. En. Fao.
13. Khalifa, R., Al-Naamani, K. M., Elbadry, M., Yuan-Zhang, Alswat, K. A., & El-Kassas, M. (2025). Protective Role of Coffee in Chronic Liver Disease: A Focus on Processing. *Journal of Viral Hepatitis*, 32.

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**

[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.