

Pectate Lyase per chiarificazione dei succhi, bioscouring tessile, degommatura delle fibre e trattamento di biomasse vegetali

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

La **Pectate Lyase** è un enzima pectolitico che scinde catene di pectato e omogalatturonano poco esterificato tramite **β -eliminazione**, modificando in modo selettivo la struttura della pectina nelle matrici vegetali. Le applicazioni più documentate riguardano la **chiarificazione dei succhi**, il **bioscouring del cotone**, la **degommatura di fibre vegetali** come il ramie e il supporto alla destrutturazione di biomasse ricche di componenti pectiche ^[1].

Enzymes.bio fornisce Pectate Lyase per utilizzatori professionali tramite vendita diretta online in unità da **1 kg**; Enzymes.bio è un fornitore, non un produttore né un laboratorio. Il **CoA** e la **SDS** sono forniti insieme all'ordine.

Che cos'è la Pectate Lyase

La Pectate Lyase è una polisaccaride-liasi che agisce sulla porzione acida della pectina, in particolare sulle sequenze di acido galatturonico de-esterificate o poco metil-esterificate. A differenza delle poligalatturonasi, che rompono i legami glicosidici per idrolisi, la Pectate Lyase opera tramite eliminazione, generando estremità insature caratteristiche nei frammenti di pectato ^[2].

Dal punto di vista applicativo, questa differenza è importante perché la pectina non è un substrato unico: può essere più o meno metil-esterificata, ramificata, associata ad altri polisaccaridi di parete o integrata in tessuti vegetali complessi. Per questo la Pectate Lyase è più adatta quando l'obiettivo è intervenire su componenti pectici de-esterificati, mentre altre pectinasi possono risultare più pertinenti su pectine altamente esterificate ^[3].

Le pectate lyase industrialmente studiate provengono spesso da microrganismi, soprattutto batteri alcalofili o alcalino-tolleranti. In letteratura compaiono enzimi da **Bacillus**, **Paenibacillus**, **Caldicellulosiruptor** e funghi come **Aspergillus**, con profili diversi di stabilità a pH, temperatura e composizione della matrice ^[4].

Meccanismo d'azione: perché rompe la pectina senza idrolisi

La parete cellulare vegetale contiene pectina come componente strutturale che contribuisce alla coesione tra cellule e alla consistenza dei tessuti. Una sua frazione importante è l'**omogalatturonano**, una catena lineare di unità di acido galatturonico collegate da legami α -1,4; la Pectate Lyase riconosce porzioni compatibili della catena e ne provoca la scissione per β -eliminazione [5].

La reazione non aggiunge acqua al legame, come avviene negli enzimi idrolitici, ma riorganizza il substrato formando frammenti con un doppio legame insaturo. Questo spiega perché le pectate lyase appartengono alla classe delle **liasi** e non delle idrolasi, e perché il loro comportamento può differire in modo netto da quello di poligalatturonasi o pectin esterasi [2].

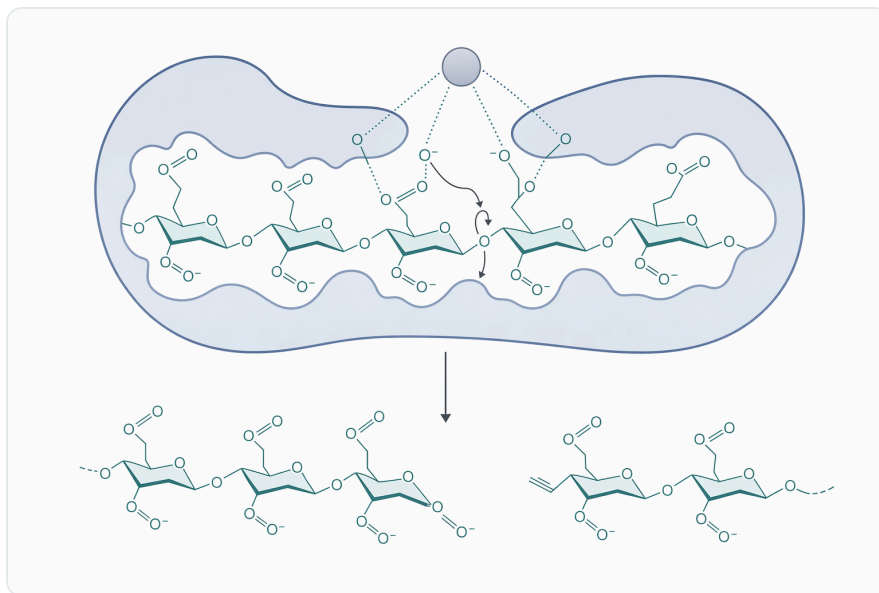


Figure 1. 펙테이트 리아제는 칼슘 보조 베타-제거 반응을 통해 폴리갈락투론산을 절단하여 불포화 펙틴 올리고당을 생성합니다.

Molte pectate lyase richiedono o beneficiano della presenza di ioni calcio, perché il calcio contribuisce all'organizzazione del substrato e del sito attivo in diverse famiglie enzimatiche. Questo aspetto è rilevante nei processi industriali: la stessa matrice vegetale, la durezza dell'acqua, i sali presenti e gli ingredienti che legano metalli possono influenzare la prestazione dell'enzima [6].

Pectate Lyase, Pectin Lyase e altre pectinasi: differenze operative

La parola "pectinasi" comprende enzimi con meccanismi e bersagli diversi. Usare il termine in modo generico può creare confusione, perché la Pectate Lyase non è intercambiabile in ogni situazione con una pectin lyase, una poligalatturonasi o una pectin metilesterasi [2].

Enzima	Substrato preferenziale	Meccanismo prevalente	Effetto tipico sulla matrice vegetale	Nota applicativa
Pectate Lyase	Pectato e omogalatturonano de-esterificato o poco esterificato	β -eliminazione	Scissione selettiva di catene pectiche acide	Utile in chiarificazione, bioscouring, degommatura e trattamento di fibre [1]
Pectin Lyase	Pectina più metil-esterificata	β -eliminazione	Degradazione di pectine esterificate	Più adatta quando la pectina non è stata de-esterificata [2]
Polygalacturonase	Acido poligalatturonico	Idrolisi	Riduzione della lunghezza della catena tramite taglio idrolitico	Spesso usata in miscele pectolitiche [7]
Pectin methylesterase	Pectina metil-esterificata	De-esterificazione	Rimozione di gruppi metilici, con formazione di pectato	Può preparare il substrato all'azione di enzimi che preferiscono pectato [8]

La distinzione non è solo teorica. Uno studio su **AnPL9** da *Aspergillus nidulans* ha analizzato una pectate lyase della famiglia PL9, mostrando come la caratterizzazione biochimica sia necessaria per comprendere il comportamento reale dell'enzima rispetto alla sola annotazione di sequenza [2].

Anche interventi di ingegneria proteica confermano che piccole differenze strutturali possono cambiare parametri rilevanti per il processo. Nel caso di una pectate lyase da **Bacillus RN.1**, la sostituzione di loop è stata studiata per modificare pH ottimale e prestazione catalitica, indicando che le regioni flessibili dell'enzima possono influire sulla compatibilità con condizioni operative diverse [3].

Perché la Pectate Lyase è rilevante nei processi industriali vegetali

La pectina agisce spesso come un "collante" tra cellule vegetali, fibre e particelle sospese. Quando viene modificata in modo controllato, la matrice può diventare meno viscosa, più filtrabile o più facilmente separabile, con vantaggi pratici in processi alimentari, tessili e agroindustriali [1].

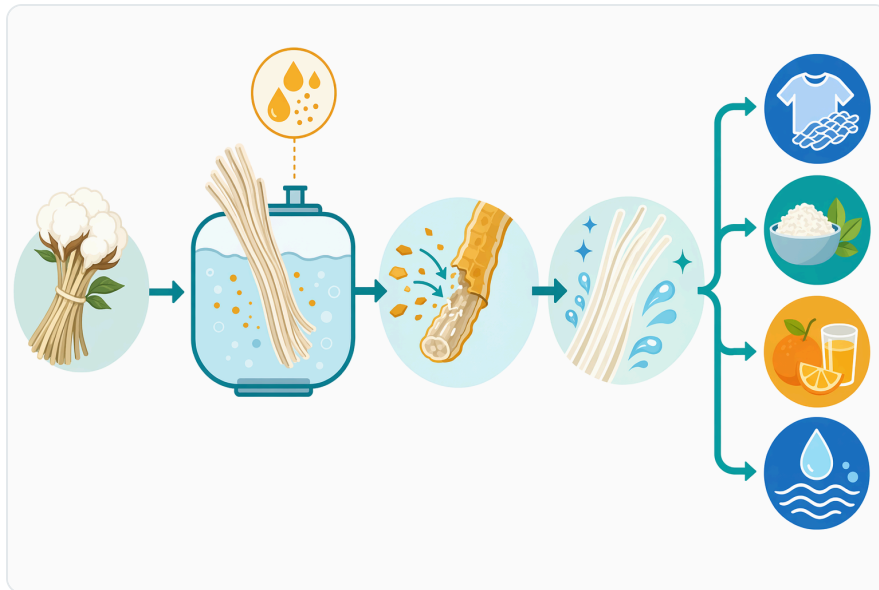


Figure 2. 산업용 펙테이트 리아제는 약알칼리 공정 조건에서 식물성 원료의 펙틴성 물질을 제거합니다.

La letteratura su batteri pectinolitici isolati da bucce di agrumi mostra l'interesse applicativo verso enzimi capaci di lavorare su residui vegetali e substrati ricchi di pectina. Lo studio di Guan e colleghi ha selezionato batteri produttori di pectinasi da buccia di agrumi e caratterizzato una pectate lyase ricombinante con potenziale applicativo, collegando la fonte del substrato alla funzionalità enzimatica [7].

Nei processi B2B, l'utilità della Pectate Lyase dipende quindi da tre fattori: la quantità di pectina accessibile, il suo grado di esterificazione e le condizioni fisico-chimiche del processo. Se la pectina è mascherata da cere, lignina, emicellulose o proteine, l'effetto può richiedere un sistema enzimatico più ampio anziché un singolo enzima [9].

Chiarificazione dei succhi e riduzione della viscosità

La chiarificazione dei succhi è una delle applicazioni più citate per gli enzimi pectolitici. In succhi e puree vegetali, le pectine contribuiscono a viscosità, torbidità e stabilità colloidale; una Pectate Lyase può ridurre la dimensione delle catene pectiche compatibili e facilitare separazione, filtrazione o decantazione [1].

Uno studio su una pectate lyase alcalino-stabile da **Paenibacillus lactis PKC5** ha affrontato produzione, ottimizzazione statistica e caratterizzazione funzionale dell'enzima con riferimento esplicito alla **chiarificazione dei succhi**. Questo è un esempio utile perché collega l'enzima non solo al substrato pectico, ma a un'applicazione alimentare concreta in cui viscosità e torbidità sono parametri critici [1].

L'impiego nei succhi richiede però controllo. La perdita di "cloud" nel succo d'arancia è un fenomeno noto: la struttura pectica contribuisce alla sospensione stabile delle particelle, e la sua modifica può essere desiderata in un succo limpido ma indesiderata in un succo torbido che deve mantenere aspetto e corpo [8].

Per questa ragione la Pectate Lyase va considerata uno strumento di processo, non un additivo con effetto universalmente positivo. In una linea di trasformazione può essere utile per ridurre viscosità e migliorare separazione solido-liquido; in un'altra può essere necessario limitarne l'azione per preservare texture, stabilità colloidale o resa sensoriale del prodotto [8].

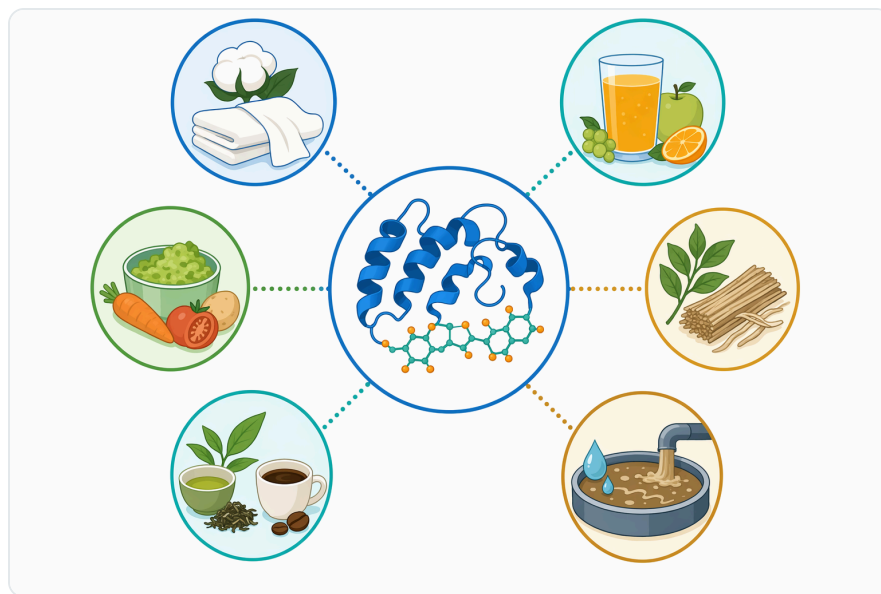


Figure 3. 펙테이트 리아제는 섬유 바이오키팅, 식품 가공, 식물 섬유 처리, 펙틴이 풍부한 폐수 관리에 사용됩니다.

Bioscouring del cotone: rimozione selettiva di componenti pectiche

Nel tessile, il **bioscouring** mira a rimuovere impurità non cellulosiche dalla superficie del cotone, migliorando bagnabilità e preparazione ai trattamenti successivi. La Pectate Lyase è studiata perché può degradare componenti pectiche presenti nella cuticola e negli strati superficiali della fibra, con un'azione più selettiva rispetto a trattamenti chimici fortemente alcalini [10].

Una ricerca del 2020 ha descritto la produzione extracellulare di una pectate lyase alcalina in *E. coli* BL21 (DE3) e la sua applicazione nel bioscouring del tessuto di cotone. Il punto industrialmente interessante è la combinazione tra profilo alcalino dell'enzima e compatibilità con una matrice tessile che tradizionalmente viene trattata in condizioni severe [10].

Un altro studio ha analizzato con disegno fattoriale gli effetti dei parametri di processo e delle loro interazioni sull'attività della Pectate Lyase durante il bioscouring del cotone. Questo approccio è importante perché pH, temperatura, tempo e composizione del bagno non agiscono in modo isolato: possono amplificarsi o compensarsi, modificando la resa del trattamento ^[9].

Le pectate lyase termo-alcaline sono particolarmente interessanti per il tessile perché molti processi industriali richiedono robustezza a pH elevato e temperature operative non blande. Uno studio recente su una pectate lyase da *Caldicellulosiruptor bescii* ha collegato caratteristiche strutturali e biochimiche all'impiego sostenibile nel **fabric bioscouring** ^[11].

Degommatura di ramie e altre fibre vegetali

La **degommatura** delle fibre vegetali consiste nel rimuovere pectine, gomme e componenti cementanti che legano i fasci fibrosi. Nel ramie, una fibra cellulosica di interesse tessile, la pectina contribuisce alla rigidità e alla coesione dei fasci; degradarla in modo controllato facilita la separazione delle fibre ^[12].

Uno studio del 2025 ha caratterizzato, modificato e applicato preliminarmente una nuova Pectate Lyase da *Paenibacillus tarimensis* nella degommatura del ramie. Il lavoro è rilevante perché integra caratterizzazione biochimica e applicazione pratica, mostrando come la scelta dell'enzima sia legata al tipo di fibra e alla natura della gomma vegetale ^[12].



Figure 4. 기존의 알칼리 정련과 비교할 때, 펙테이트 리아제 바이오스커링은 섬유 품질을 보존하면서 화학적 처리 강도를 낮출 수 있습니다.

La ricerca recente esplora anche combinazioni con trattamenti ossidativi più mirati. Un lavoro del 2026 descrive un metodo di degommatura del ramie che combina Pectate Lyase e perossimonosolfato di potassio, con l'obiettivo di rendere il processo più efficiente e più "green" rispetto a strategie basate esclusivamente su chimica aggressiva ^[13].

La degommatura enzimatica non significa necessariamente eliminare ogni fase chimica, ma ridurre l'intensità del trattamento o spostare parte del lavoro dalla chimica non selettiva alla catalisi enzimatica. Questo approccio è coerente con la tendenza a processi tessili più selettivi, dove la fibra cellulosa viene preservata mentre i componenti pectici vengono rimossi ^[13].

Biomassa vegetale e bioraffineria

Nelle biomasse lignocellulosiche, la pectina può essere una frazione minoritaria rispetto a cellulosa, emicellulose e lignina, ma in alcune materie prime o tessuti giovani può influenzare accessibilità e destrutturazione. Una Pectate Lyase può quindi avere valore come enzima ausiliario, soprattutto in sistemi multi-enzimatici ^[11].

La logica è semplice: se la pectina contribuisce a chiudere o cementare la parete cellulare, la sua degradazione può aprire la struttura e rendere più accessibili altri polisaccaridi. In questo contesto la Pectate Lyase non sostituisce cellulasi o xilanasi, ma può migliorare la sequenza di attacco sulla matrice vegetale ^[11].

Lo studio strutturale e biochimico su una pectate lyase termo-alcaina da **Caldicellulosiruptor bescii** è particolarmente pertinente perché questo microrganismo è associato alla degradazione di biomasse vegetali in condizioni termofile. La combinazione di stabilità e attività su substrati pectici la rende un modello utile per ragionare su processi integrati di bioraffineria ^[11].

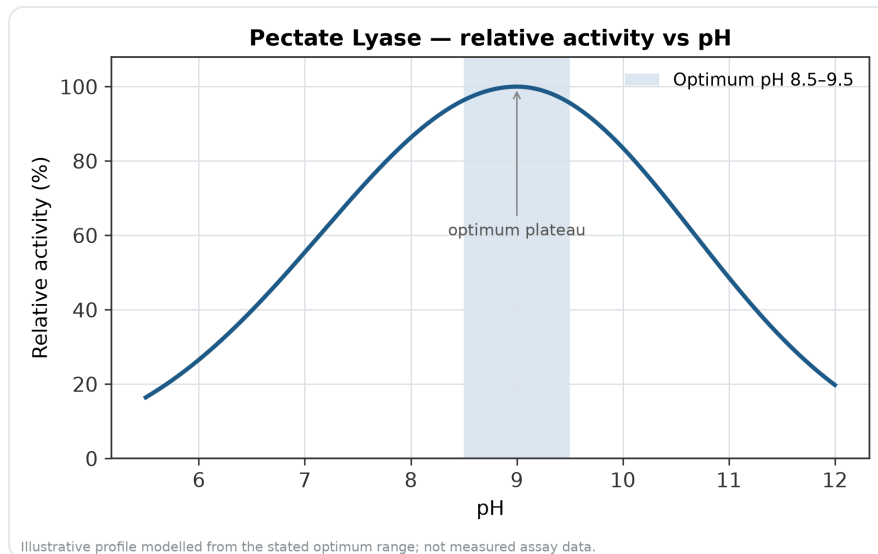


Figure 5. pH에 따른 펙테이트 리아제의 상대 활성으로, pH 8.5~9.5에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

Stabilità a pH e temperatura: perché varia tra enzimi

Non esiste una sola Pectate Lyase con un profilo universale. La letteratura descrive enzimi alcalini, termo-alcalini, pH-stabili o modificati per migliorare stabilità e prestazioni; ciò significa che il comportamento pratico dipende dalla sequenza, dalla struttura tridimensionale e dall'origine biologica dell'enzima [14].

La termostabilità è un tema centrale perché molti processi industriali operano a temperature che accelerano la diffusione, riducono viscosità e migliorano igiene di processo. Zhou e colleghi hanno applicato design razionale e ingegneria basata sulla struttura a una pectate lyase alcalina da **Paenibacillus sp. 0602** per migliorarne la termostabilità, mostrando come la progettazione proteica possa adattare l'enzima a condizioni più severe [14].

Anche la selezione di pectate lyase alcalofile da **Bacillus** viene studiata in funzione di reattività e stabilità dipendente dal pH in ambienti simulati per applicazioni industriali. Questo è importante perché un enzima può mostrare buona attività in una misura standard ma perdere efficacia se il pH del processo cambia durante il trattamento [6].

La stabilità non riguarda soltanto il mantenimento della struttura dell'enzima, ma anche la compatibilità con sali, ingredienti, tensioattivi, fibre, solidi sospesi e altri enzimi. Per questo i risultati ottenuti su substrati purificati vanno interpretati come indicazione biochimica, non come garanzia automatica di resa identica in una matrice industriale complessa [9].

Immobilizzazione e ricerca su prestazioni catalitiche

La ricerca esplora anche forme immobilizzate di Pectate Lyase per migliorare riutilizzabilità, stabilità o gestione del catalizzatore. Un esempio è lo studio su ibridi Pectate Lyase/ $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$ in forma di “nanoflowers”, sviluppati per migliorare le prestazioni catalitiche dell’enzima immobilizzato [15].

Questi studi sono utili per comprendere direzioni di sviluppo tecnologico, ma non vanno confusi con la forma commerciale di ogni prodotto disponibile. L’immobilizzazione cambia diffusione del substrato, accessibilità del sito attivo e comportamento in matrice; quindi le conclusioni devono essere riferite allo specifico sistema studiato [15].

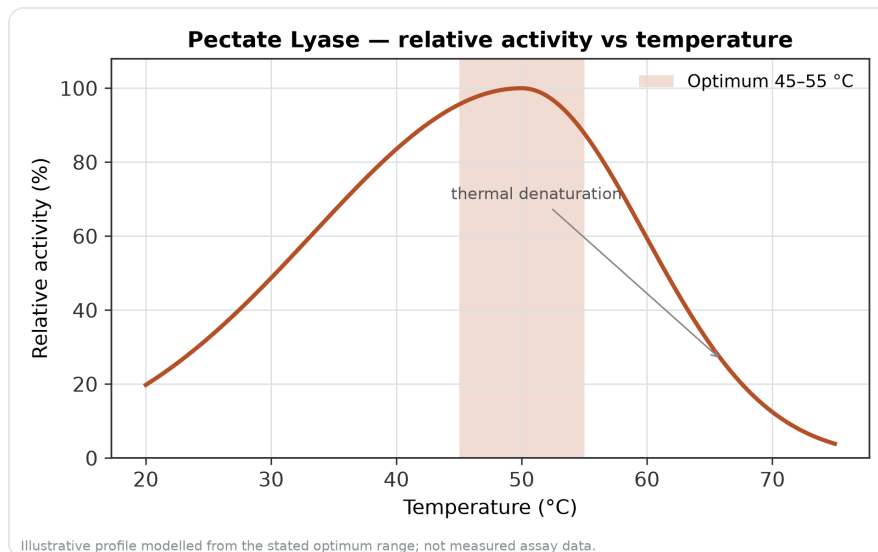


Figure 6. 온도에 따른 펙테이트 리아제의 상대 활성으로, 45~55°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도를 넘어서면 열 변성에 따른 특징적인 활성 저하가 나타납니다.

Applicazioni biologiche: maturazione, parete cellulare e sviluppo delle fibre

Oltre agli usi industriali, le pectate lyase sono coinvolte in processi biologici legati alla modifica della parete cellulare. Nel cotone, ad esempio, uno studio del 2024 ha collegato la Pectate Lyase **GhPEL48_Dt** all’inizio della formazione della fibra, mediato da regolazione epigenetica tramite acetilazione istonica [16].

Questo dato non significa che l’enzima commerciale abbia la stessa funzione biologica in un processo industriale, ma conferma il ruolo delle pectate lyase nella dinamica delle pareti cellulari vegetali. La stessa classe enzimatica che in natura partecipa a crescita, separazione cellulare o rimodellamento dei tessuti può essere sfruttata industrialmente per modificare materiali vegetali [16].

Nel pomodoro, la transizione alla maturazione coinvolge reti regolative che includono geni della parete cellulare e regolatori trascrizionali. Lo studio su **SIERF.F12** mostra come la maturazione sia controllata da repressione e derepressione di geni chiave, un contesto in cui gli enzimi di parete, incluse liasi e idrolasi pectiche, assumono importanza funzionale ^[17].

Benefici attesi nei processi B2B

Il beneficio principale della Pectate Lyase è la **modifica selettiva della frazione pectica**. Quando il substrato è adeguato, l'enzima può ridurre viscosità, favorire chiarificazione, migliorare filtrabilità, facilitare separazione di fibre o contribuire alla preparazione di biomasse per trattamenti successivi ^[1].

Nel settore alimentare e bevande, il vantaggio è legato alla gestione della torbidità e della lavorabilità di succhi, puree o estratti vegetali. Nel tessile, il beneficio riguarda la rimozione di componenti non cellulose e la preparazione della fibra con un approccio potenzialmente più selettivo rispetto alla sola alcalinità chimica ^[10].

Nella degommatura, l'effetto atteso è la riduzione dei materiali cementanti pectici che tengono unite le fibre, migliorando separazione e pulizia della fibra. Nella bioraffineria, l'enzima può agire come complemento in cocktail enzimatici, soprattutto quando la pectina limita l'accesso ad altri componenti della parete cellulare ^[12].

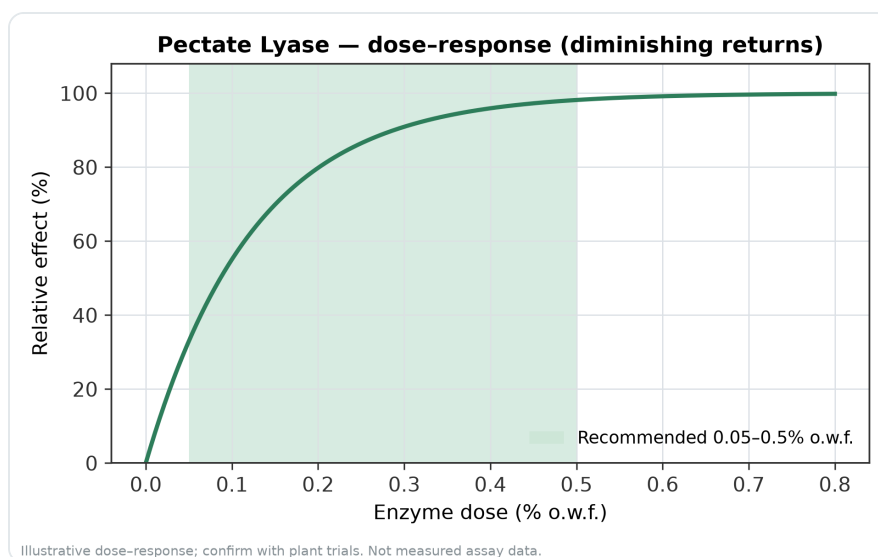


Figure 7. 권장 사용 범위(섬유 중량 대비 0.05~0.5%)에서 펙테이트 리아제의 예시적 용량-반응 관계입니다.

Il vantaggio va comunque definito rispetto all'obiettivo di processo. “Più degradazione della pectina” non è sempre meglio: in un succo torbido può compromettere stabilità visiva, mentre in un succo limpido può essere desiderabile; in un tessuto può migliorare bagnabilità, ma un trattamento eccessivo

può non portare ulteriori benefici pratici [8].

Limiti tecnici e fattori che influenzano il risultato

Il primo limite è la composizione della pectina. Se la matrice contiene pectina altamente metil-esterificata, una Pectate Lyase può non essere l'enzima più efficiente da sola; possono servire altri enzimi pectolitici o condizioni che rendano disponibile il pectato [2].

Il secondo limite è l'accessibilità. In fibre, bucce, biomasse e tessuti vegetali, la pectina può essere protetta da cere, emicellulose, lignina, proteine strutturali o dalla compattezza fisica della matrice. L'enzima lavora sul substrato accessibile, non sulla quantità totale teoricamente presente [9].

Il terzo limite è la compatibilità di processo. pH, temperatura, tempo di contatto, sali, calcio disponibile, ingredienti chelanti e presenza di tensioattivi possono modificare attività e stabilità. La ricerca su enzimi alcalini e termo-alcalini evidenzia proprio la necessità di selezionare profili coerenti con l'ambiente operativo [6].

Infine, la prestazione osservata in letteratura non deve essere trasferita automaticamente a ogni applicazione. Gli studi scientifici spesso utilizzano substrati, condizioni e scale controllate; una matrice industriale può contenere variabili aggiuntive che influenzano resa, uniformità e riproducibilità [9].

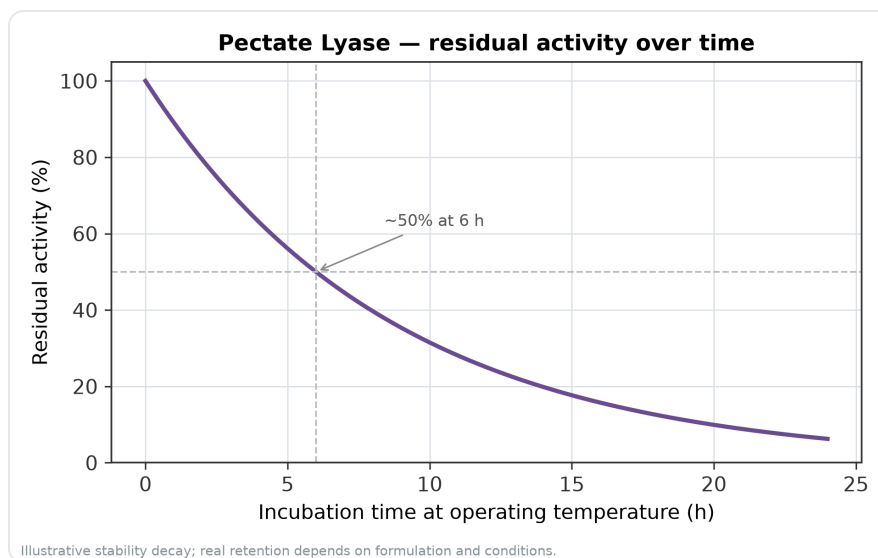


Figure 8. 펙테이트 리아제의 예시적 열 안정성 감소로, 운전 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소합니다.

Posizionamento della Pectate Lyase fornita da Enzymes.bio

La Pectate Lyase disponibile su Enzymes.bio è destinata a utilizzatori professionali che cercano un enzima pectolitico acquistabile direttamente online. Il prodotto è venduto in unità da **1 kg**; Enzymes.bio opera come **fornitore** e non si presenta come produttore o laboratorio di analisi .

La documentazione fornita insieme all'ordine include **certificato di analisi (CoA)** e **scheda di dati di sicurezza (SDS)**. Questi documenti sono il riferimento per identificazione del lotto, gestione sicura e informazioni tecniche associate alla fornitura.

Questo articolo ha finalità tecnica ed educativa: spiega il razionale biochimico e applicativo della Pectate Lyase, ma non sostituisce la documentazione che accompagna il prodotto né definisce condizioni universali di impiego. Le prestazioni devono essere interpretate in relazione alla matrice, all'obiettivo di processo e alla compatibilità con il sistema produttivo.

Sintesi conclusiva

La Pectate Lyase è un enzima specializzato nella scissione del pectato tramite β -eliminazione, con applicazioni documentate in chiarificazione dei succhi, bioscouring del cotone, degommatura di fibre vegetali e trattamento di biomasse. La sua utilità deriva dalla capacità di modificare componenti pectiche che influenzano viscosità, torbidità, coesione delle fibre e accessibilità della parete cellulare ^[1].

Le evidenze più solide mostrano che non tutte le pectate lyase sono equivalenti: origine biologica, famiglia enzimatica, pH, temperatura, stabilità e disponibilità del substrato determinano il risultato. Per un uso B2B affidabile, la Pectate Lyase va quindi considerata uno strumento di processo mirato, efficace quando la matrice contiene pectina accessibile e quando le condizioni operative sono coerenti con il profilo dell'enzima ^[6].

Ordina Pectate Lyase 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 Pectate Lyase →](#)

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. Sheladiya, P., Kapadia, C., Prajapati, V. S., Enshasy, H. A. E., Malek, R. A., Marraiki, N., Zaghloul, N. S. S., ... et al. (2022). Production, statistical optimization, and functional characterization of alkali stable pectate lyase of Paenibacillus lactis PKC5 for use in juice clarification. *Scientific Reports*, 12.
2. Suzuki, H., Morishima, T., Handa, A., Tsukagoshi, H., Kato, M., & Shimizu, M. (2022). Biochemical Characterization of a Pectate Lyase AnPL9 from Aspergillus nidulans. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 194, 5627 - 5643.
3. Li, P., Wei, X., Wang, Y., Liu, H., Xu, Y., Zhang, Z., Li, J., ... et al. (2023). Improvement of optimum pH and specific activity of pectate lyase from Bacillus RN.1 using loop replacement. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11.
4. Bekli, S., Aktas, B., Gencer, D., & Aslim, B. (2019). Biochemical and Molecular Characterizations of a Novel pH- and Temperature-Stable Pectate Lyase from Bacillus amyloliquefaciens S6 for Industrial Application. *Molecular Biotechnology*, 1-13.
5. Han, Y., Peng, X., Wei, S., Chen, Q., & Yang, J. (2025). Molecular Characterization of a Novel Alkaline Endo-Pectate Lyase from Paenibacillus borealis and Over-Production in Bioreactor Realized by Constructing the Tandem Expression Cassettes in Host Genome. *Molecules*, 30.
6. Agash, S. G. S., & Rajasekaran, R. (2024). Selection of alkaliphilic Bacillus pectate lyases based on reactivity and pH-dependent stability in simulated environment for industrial applications. *Carbohydrate Research*, 549, 109372 .
7. Guan, Y., Dong-Wang, Lv, C., Zhang, Y., Gelbič, I., & Ye, X. (2020). Archives of microbiology: screening of pectinase-producing bacteria from citrus peel and characterization of a recombinant pectate lyase with applied potential. *Archives of Microbiology*, 202, 1005 - 1013.
8. Krop, J. (1974). The mechanism of cloud loss phenomena in orange juice.
9. Colombi, B. L., Martins, Q., Imme, C. K., Silva, D. B. D., Valle, J. A., Andreus, J., Arias, M., ... et al. (2021). Understanding the effects of process parameters in the bioscouring of cotton and their interactions on pectate lyase activity by factorial design analysis. *Journal of the Textile Institute*, 113, 857 - 868.
10. Zhen, J., Tan, M., Xiao-Fu, Shu, W., Zhao, X., Yang, S., Xu, J., ... et al. (2020). High-level extracellular production of an alkaline pectate lyase in E. coli BL21 (DE3) and its application in bioscouring of cotton fabric. *3 Biotech*, 10.
11. Chen, J., Zhang, Y., Zhao, M., Zan, X., Pan, X., Zhang, C., Chen, Z., ... et al. (2025). Unraveling Structural and Biochemical Insights into a Novel Thermo-Alkaline Pectate Lyase from Caldicellulosiruptor bescii for Sustainable Fabric Bioscouring. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
12. Chen, Y., Huo, Y., Tang, S., Lin, Y., Zhang, X., & Zheng, S. (2025). Characterization, Modification, and Preliminary Application of a Novel Pectate Lyase from Paenibacillus tarimensis in Ramie Degumming. *Biotechnology Journal*, 20.
13. Hou, Z., Shu, T., Wang, H., Liu, S., Li, P., Yu, T., Fu, C., ... et al. (2026). A green and efficient degumming method for ramie fibers: Pectate lyase combined with potassium peroxy(mon)sulfate treatment. *International Journal of Biological Macromolecules*, 151434 .

14. Zhou, Z., & Wang, X. (2021). Rational design and structure-based engineering of alkaline pectate lyase from *Paenibacillus* sp. 0602 to improve thermostability. *BMC Biotechnology*, 21.
15. Wu, P., Luo, F., Lu, Z., Zhan, Z., & Zhang, G. (2020). Improving the Catalytic Performance of Pectate Lyase Through Pectate Lyase/Cu₃(PO₄)₂ Hybrid Nanoflowers as an Immobilized Enzyme. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8.
16. Zhong, A., Zou, X., Wei, Z., Gan, L., Peng, J., Li, Y., Wang, Z., ... et al. (2024). Cotton Pectate Lyase GhPEL48_Dt Promotes Fiber Initiation Mediated by Histone Acetylation. *Plants*, 13.
17. Deng, H., Chen, Y., Liu, Z., Liu, Z., Shu, P., Wang, R., Hao, Y., ... et al. (2022). SIERF.F12 modulates the transition to ripening in tomato fruit by recruiting the co-repressor Topless and histone deacetylases to repress key ripening genes. *The Plant Cell*.

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.