

Pectate Lyase cho xử lý pectin, degumming sợi và làm trong dịch quả

Nhóm Nghiên cứu Enzymes.bio · Wellington, New Zealand · June 20, 2026

Pectate Lyase là enzyme cắt mạch pectate/pectin ít ester hóa bằng cơ chế β -elimination, tạo các oligogalacturonate không bão hòa thay vì sản phẩm thủy phân thông thường. Nhờ làm ngắn mạch polygalacturonate trong “chất keo” pectin của thành tế bào thực vật, enzyme này được dùng trong các quy trình như degumming sợi bast, bioscouring dệt may, xử lý dịch quả và chuyển hóa phụ phẩm giàu pectin ^[1]. Enzymes.bio cung cấp Pectate Lyase theo đơn vị **1 kg** qua kênh online; **CoA** và **SDS** được cung cấp kèm theo khi đặt hàng.

Pectate Lyase là gì?

Pectate Lyase, còn được gọi trong tài liệu enzymology là polygalacturonate lyase hoặc pectate transeliminase, thuộc nhóm **polysaccharide lyase**. Khác với polygalacturonase cắt pectin bằng thủy phân, Pectate Lyase xúc tác phản ứng loại trừ trên liên kết α -1,4 giữa các đơn vị galacturonate trong vùng polygalacturonic acid, thường tạo đầu không khử có liên kết đôi Δ 4,5 không bão hòa ^[1].

Cơ chất phù hợp nhất của Pectate Lyase thường là **pectate** hoặc pectin có mức methyl-ester hóa thấp, tức các đoạn homogalacturonan giàu nhóm carboxylate tự do. Điều này giải thích vì sao enzyme thường được bàn đến trong các quy trình cần phá vỡ pectin sau khi nguyên liệu đã có sẵn vùng pectate, hoặc khi pectin đã được khử ester một phần bởi điều kiện nguyên liệu hay bởi enzyme khác trong hệ pectinase ^[2].

Trong thực tế, “Pectate Lyase” không chỉ là một enzyme đơn nhất mà là một nhóm enzyme có nguồn gốc và đặc tính khác nhau. Các nghiên cứu đã mô tả Pectate Lyase từ vi khuẩn, nấm và thực vật; trong đó nhiều enzyme vi sinh vật được quan tâm cho ứng dụng công nghiệp vì có khả năng tiết ngoại bào, hoạt động trên pectin thực vật và có thể được cải biến để phù hợp hơn với quy trình xử lý sợi hoặc sinh khối ^[1].

Vì sao pectin là mục tiêu quan trọng trong xử lý nguyên liệu thực vật?

Pectin là một thành phần cấu trúc của thành tế bào sơ cấp và phần giữa, đóng vai trò như vật liệu “kết dính” giữa tế bào thực vật. Khi pectin còn nguyên vẹn, nó có thể làm nguyên liệu giữ nước, tăng độ nhớt, tạo gel, giữ cặn lơ lửng hoặc liên kết các bó sợi; do đó, trong nhiều quy trình chế biến thực vật, pectin là rào cản đối với tách chiết, làm trong, tách sợi và xử lý bề mặt cellulose [1].

Về cấu trúc, phần mà Pectate Lyase tác động rõ nhất là **homogalacturonan**, một mạch tuyến tính gồm các đơn vị acid galacturonic liên kết với nhau. Tuy nhiên, pectin tự nhiên không đồng nhất: ngoài homogalacturonan còn có các vùng rhamnogalacturonan, nhánh đường trung tính và mức ester hóa khác nhau, nên một enzyme đơn lẻ không phải lúc nào cũng đủ để “mở” toàn bộ mạng pectin trong nguyên liệu thực tế [3].

Khi Pectate Lyase cắt ngang mạch polygalacturonate, mạng pectin mất khả năng tạo cấu trúc dài liên tục. Tác động này có thể làm giảm độ nhớt của dịch thực vật, hỗ trợ giải phóng nước quả, làm yếu lớp gum trong sợi bast hoặc tăng hiệu quả loại bỏ tạp chất pectin trên bề mặt sợi cellulose [1].

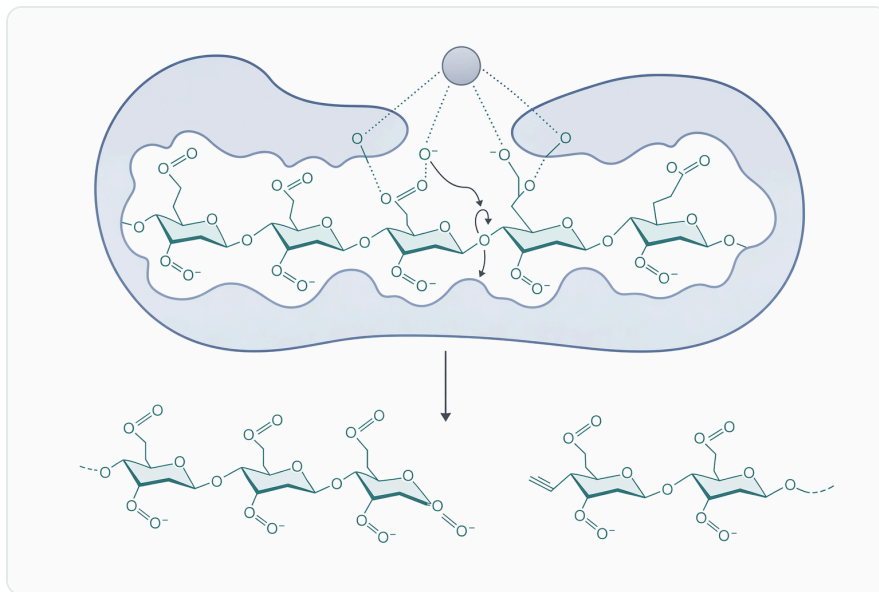


Figure 1. 펙테이트 라이아제는 칼슘 보조 β -제거 반응을 통해 폴리갈락투로네이트를 절단하여 불포화 펙틴 올리고당을 생성한다.

Cơ chế hoạt động: cắt pectate bằng β -elimination

Cơ chế đặc trưng của Pectate Lyase là **β -elimination**. Enzyme nhận diện đoạn pectate mang nhóm carboxylate, định vị liên kết glycosidic cần cắt, sau đó xúc tác loại proton và phá vỡ liên kết giữa hai đơn vị galacturonate, tạo oligomer không bão hòa ở một đầu mạch [1].

Điểm đáng chú ý là phản ứng này không cần thêm nước vào liên kết như thủy phân. Vì vậy, sản phẩm của Pectate Lyase khác với sản phẩm của polygalacturonase: thay vì chỉ tạo oligogalacturonate bão hòa, phản ứng lyase tạo cấu trúc không bão hòa đặc trưng, thường được dùng để phân biệt cơ chế lyase với cơ chế hydrolase trong nghiên cứu pectinase [2].

Pectate Lyase có thể hoạt động theo kiểu **endo** hoặc **exo**. Endo-pectate lyase cắt bên trong mạch pectate, làm chiều dài polymer giảm nhanh và thường có tác động rõ lên độ nhớt; exo-pectate lyase cắt tuần tự từ đầu mạch, tạo các oligomer ngắn hơn với mô hình sản phẩm hẹp hơn, như trường hợp các enzyme được nghiên cứu để tạo oligosaccharide pectin có kích thước xác định [4].

Một số Pectate Lyase có liên quan đến ion kim loại, đặc biệt trong việc ổn định cơ chất mang điện âm hoặc hỗ trợ hình học xúc tác. Tuy nhiên, không nên khái quát rằng mọi Pectate Lyase đều phản ứng giống nhau với ion kim loại, vì các họ enzyme và nguồn sinh học khác nhau có thể khác nhau đáng kể về yêu cầu đồng yếu tố, pH hoạt động và độ bền quy trình [5].

Pectate Lyase khác gì so với các enzyme pectinase khác?

Pectinase là một nhóm rộng, bao gồm enzyme cắt mạch, enzyme khử ester và enzyme tác động lên các vùng nhánh. Pectate Lyase là một nhánh quan trọng trong nhóm này, nhưng không thể thay thế hoàn toàn cho polygalacturonase, pectin lyase, pectin methylesterase hoặc rhamnogalacturonan lyase trong mọi nền nguyên liệu [1].

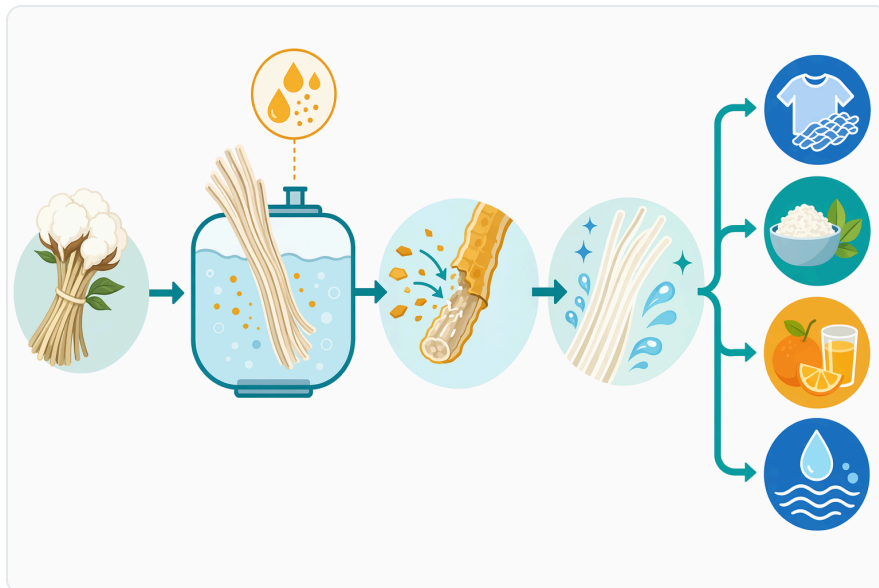


Figure 2. 산업용 펙테이트 라이아제는 약알칼리성 공정 조건에서 식물성 재료의 펙틴 물질을 제거한다.

Nhóm enzyme	Cơ chất ưu tiên	Cơ chế chính	Sản phẩm/hiệu ứng nổi bật	Ý nghĩa ứng dụng
Pectate Lyase	Pectate, pectin ít ester hóa, vùng homogalacturonan	β -elimination	Oligogalacturonate không bão hòa; giảm chiều dài mạch pectin	Degumming sợi, bioscouring, giảm độ nhớt, xử lý pectin giàu acid galacturonic [1]
Polygalacturonase	Polygalacturonic acid/pectin đã khử ester	Thủy phân	Oligogalacturonate bão hòa	Phân giải pectin theo cơ chế hydrolase; thường phối hợp với lyase trong hệ pectinase [1]
Pectin methylesterase	Pectin methyl-ester hóa	Khử ester	Tạo nhóm carboxylate tự do trên mạch pectin	Có thể làm cơ chất phù hợp hơn cho enzyme tác động lên pectate, tùy quy trình [1]
Pectin lyase	Pectin methyl-ester hóa cao hơn	β -elimination	Oligomer không bão hòa từ pectin ester hóa	Hữu ích khi cơ chất còn nhiều nhóm methyl ester [1]
Rhamnogalacturonan lyase	Vùng rhamnogalacturonan	Lyase trên cấu trúc nhánh	Phân cắt vùng pectin không phải homogalacturonan	Liên quan đến tháo rã cấu trúc pectin phức tạp trong mô quả và nguyên liệu thực vật [3]

Bảng trên cho thấy lựa chọn enzyme phụ thuộc vào bản chất pectin trong nguyên liệu. Nếu mục tiêu chính là cắt vùng pectate/homogalacturonan ít ester hóa, Pectate Lyase là lựa chọn hợp lý; nếu pectin còn ester hóa cao hoặc giàu vùng nhánh, hiệu quả tổng thể có thể phụ thuộc vào sự phối hợp với enzyme pectinase khác [1].

Bằng chứng ứng dụng trong degumming sợi ramie, hemp và sợi bast

Ứng dụng được nghiên cứu nhiều của Pectate Lyase là **degumming sợi ramie**. Ramie chứa cellulose là thành phần mong muốn, nhưng bó sợi còn bị “khóa” bởi pectin, hemicellulose và các chất gum khác; cắt pectin giúp làm lỏng mạng liên kết giữa bó sợi, hỗ trợ tách sợi và giảm phụ thuộc vào xử lý hóa học

ạnh [6].

Nghiên cứu về Pectate Lyase từ *Dickeya dadantii* DCE-01 đã tập trung cải thiện hoạt tính ở điều kiện nhiệt và độ bền nhiệt cho mục tiêu degumming ramie. Điểm quan trọng ở đây không phải là một điều kiện duy nhất áp dụng cho mọi sản phẩm, mà là xu hướng kỹ thuật: enzyme dùng cho ramie cần giữ được hiệu quả trong môi trường xử lý thực tế, nơi nhiệt, pH và thành phần gum biến đổi theo nguyên liệu [6].

Một hướng khác là phối hợp nhiều enzyme liên quan đến bio-degumming. Nghiên cứu xây dựng và đồng biểu hiện các plasmid polycistronic mã hóa enzyme phục vụ degumming ramie cho thấy pectin không phải rào cản duy nhất; quá trình tách gum tốt hơn thường cần tác động đồng thời lên nhiều thành phần phi cellulose, trong đó Pectate Lyase là một mắt xích quan trọng của hệ enzyme [7].

Với hemp, các phân tích trực quan cấu trúc roving sau xử lý bio-degumming cho thấy enzyme có thể làm thay đổi cách các bó sợi được giải phóng và tách rời. Dù từng quy trình có tổ hợp enzyme riêng, nguyên lý chung vẫn là giảm vai trò kết dính của pectin và các chất nền phi cellulose để cải thiện khả năng xử lý sợi [8].

Ứng dụng trong bioscouring cotton và xử lý dệt may

Trong cotton, cellulose là cấu trúc chính, nhưng lớp ngoài của sợi vẫn chứa pectin, sáp, protein và tạp chất tự nhiên. Những thành phần này ảnh hưởng đến độ thấm ướt, khả năng nhuộm và độ đồng đều của hoàn tất vải; vì vậy, loại bỏ pectin là một phần quan trọng của tiền xử lý dệt may [1].

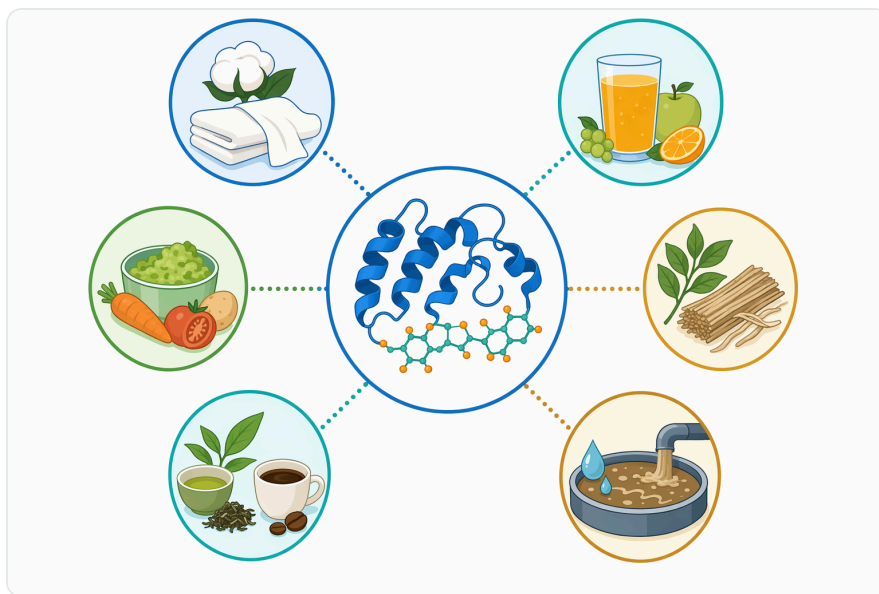


Figure 3. 펙테이트 라이아제는 섬유 바이োস커링, 식품 가공, 식물 섬유 처리 및 펙틴이 풍부한 폐수 관리에 사용된다.

Pectate Lyase đặc biệt được quan tâm cho **bioscouring cotton** vì nhiều enzyme trong nhóm này có xu hướng phù hợp với môi trường kiềm nhẹ đến kiềm, gần với một số điều kiện tiền xử lý textile. Khi pectin bị phân cắt, bề mặt sợi dễ tiếp xúc hơn với nước và các tác nhân xử lý tiếp theo, đồng thời có tiềm năng giảm mức độ sử dụng điều kiện hóa học khắc nghiệt trong một số quy trình ^[1].

Tuy vậy, bioscouring bằng enzyme không chỉ là “thêm enzyme vào vải”. Hiệu quả phụ thuộc vào loại vải, mức tạp chất tự nhiên, tiền xử lý cơ học, chất hoạt động bề mặt trong hệ, thời gian lưu và khả năng tiếp xúc của enzyme với pectin trên bề mặt sợi; các biến số này cần được hiểu như một cửa sổ quy trình chứ không phải đặc tính cố định của mọi Pectate Lyase ^[1].

Làm trong dịch quả và điều chỉnh độ nhớt thực vật

Trong dịch quả, pectin làm tăng độ nhớt và giữ các hạt keo lơ lửng, khiến quá trình lọc hoặc làm trong trở nên chậm hơn. Pectate Lyase cắt mạch pectin ít ester hóa, làm polymer ngắn lại và giảm khả năng hình thành mạng gel, nhờ đó có thể hỗ trợ xử lý dịch quả hoặc dịch chiết thực vật giàu pectin ^[1].

Khác với các enzyme khử methyl ester, Pectate Lyase không trực tiếp tháo nhóm methyl khỏi pectin; cơ chế chính của nó là cắt mạch bằng β -elimination. Điều này có ý nghĩa khi thiết kế hệ enzyme cho thực phẩm, vì tác động đến độ nhớt, kích thước polymer và cấu trúc oligosaccharide sẽ khác nhau tùy nhóm pectinase được dùng ^[1].

Các nghiên cứu gần đây cũng mở rộng vai trò của Pectate Lyase từ “làm trong” sang **tạo pectin oligosaccharides**. Ví dụ, Pectate Lyase từ *Humicola insolens* Y1 đã được nghiên cứu cho sản xuất pectin oligosaccharide, cho thấy enzyme có thể được dùng để chuyển pectin thành phân đoạn nhỏ hơn thay vì chỉ phá gel hoặc giảm nhớt ^[9].

Chuyển hóa phụ phẩm giàu pectin và tạo oligosaccharide pectin

Phụ phẩm như vỏ cam quýt, bã quả và dòng thải thực vật giàu pectin là nguồn carbon polysaccharide đáng chú ý. Pectate Lyase có thể giúp cắt pectin thành các phân đoạn có khối lượng phân tử thấp hơn hoặc oligosaccharide, tạo nền tảng cho valorization phụ phẩm nông nghiệp và thực phẩm ^[10].



Figure 4. 기존의 알칼리 정련과 비교해, 펙테이트 라이아제를 이용한 바이오스 커링은 섬유 품질을 유지하면서 화학 처리 강도를 낮출 수 있다.

Một nghiên cứu về Pectate Lyase chịu lạnh đã làm rõ mô hình phân giải để chuẩn bị pectin oligosaccharide hiệu quả, cho thấy không chỉ “có cắt pectin hay không” mà cả mô hình sản phẩm cũng quan trọng. Trong ứng dụng giá trị gia tăng, phân bố độ dài oligosaccharide có thể ảnh hưởng đến tính chất hòa tan, tương tác sinh học và khả năng sử dụng tiếp theo của sản phẩm [11].

Các nghiên cứu về immobilization của Pectate Lyase, bao gồm enzyme ErPL2 cho chuẩn bị pectin oligosaccharide, cho thấy giới nghiên cứu đang tìm cách tăng khả năng tái sử dụng và ổn định xúc tác. Điều này có giá trị về mặt công nghệ, nhưng không nên hiểu rằng mọi Pectate Lyase thương mại đều là enzyme cố định; trạng thái sản phẩm cụ thể cần dựa trên thông tin lô hàng đi kèm [12].

Ngoài ra, một số enzyme có hoạt tính exolytic đặc biệt có thể tạo sản phẩm ngắn với tính chọn lọc cao hơn, như Pectate Lyase PelQ1 được mô tả là tạo trigalacturonate. Những kết quả này cho thấy họ Pectate Lyase rất đa dạng: có enzyme phù hợp để giảm nhanh độ nhớt, có enzyme phù hợp hơn để tạo sản phẩm oligosaccharide xác định [4].

Vai trò trong phân giải sinh khối thực vật

Sinh khối thực vật không chỉ gồm cellulose và lignin; pectin cũng là thành phần quan trọng, đặc biệt ở mô non, vỏ quả và một số phụ phẩm nông nghiệp. Khi xử lý sinh khối giàu pectin, Pectate Lyase có thể mở một phần cấu trúc nền, giúp các enzyme khác tiếp cận polysaccharide hoặc giúp tách phân đoạn pectin ra khỏi ma trận thực vật [13].

Nghiên cứu về hai Pectate Lyase từ *Caldicellulosiruptor bescii* cho thấy các enzyme có cùng miền liên quan đến gắn cơ chất vẫn có thể biểu hiện đặc tính khác nhau khi tác động lên sinh khối thực vật. Điều này nhấn mạnh rằng nguồn enzyme, miền cấu trúc và tương tác với nền sinh khối đều ảnh hưởng đến hiệu quả ứng dụng, không thể suy luận chỉ từ tên “Pectate Lyase” [13].

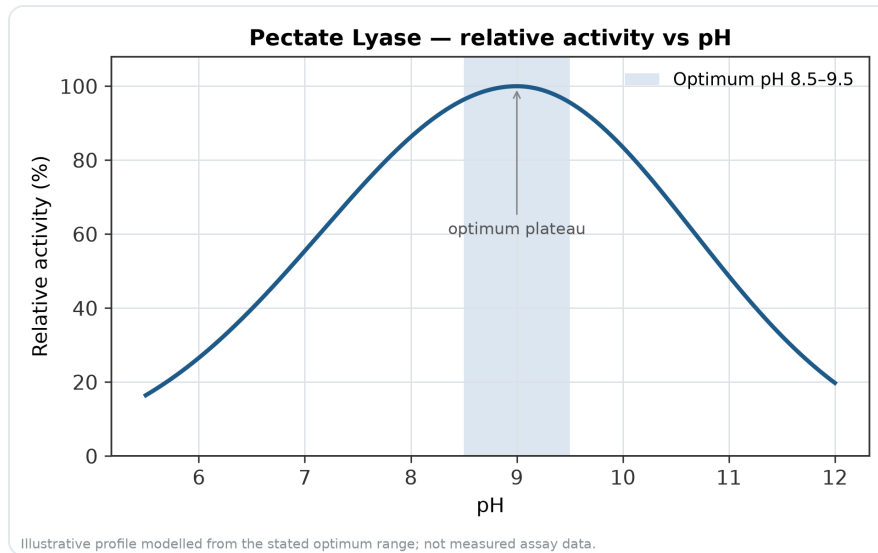


Figure 5. pH에 따른 펙테이트 라이아제의 상대 활성으로, pH 8.5–9.5에서 최적 활성 구간이 나타난다.

Trong hệ enzyme phân giải sinh khối, Pectate Lyase thường được xem như enzyme “mở đường” hoặc enzyme phụ trợ cho phần pectin, thay vì enzyme chính cắt cellulose. Tùy mục tiêu, nó có thể được phối hợp với cellulase, hemicellulase, esterase hoặc pectinase khác để xử lý đồng thời nhiều lớp polymer của thành tế bào [1].

Bằng chứng sinh học: mềm hóa quả, phát triển sợi và bệnh học thực vật

Pectate Lyase cũng có vai trò tự nhiên trong thực vật và vi sinh vật. Trong quá trình chín và mềm hóa quả, thay đổi cấu trúc pectin là yếu tố trung tâm làm giảm độ cứng mô; nghiên cứu trên date và các quả họ Rosaceae đã đưa ra bằng chứng về hoạt động của Pectate Lyase trong thành tế bào quả in vivo [14].

Ở đào, nghiên cứu về bảo quản nhiệt độ thấp cho thấy ức chế phân giải pectin có thể kéo dài thời gian lưu trữ, trong đó các yếu tố điều hòa liên quan đến pectin-degrading enzymes ảnh hưởng đến tốc độ mềm hóa. Điều này củng cố quan điểm rằng cắt pectin không chỉ là hiện tượng công nghiệp mà còn là quá trình sinh học quyết định chất lượng sau thu hoạch [15].

Các phân tích bioinformatics về enzyme phân giải pectin trong quá trình chín của soursoop cũng cho thấy pectinase là nhóm enzyme quan trọng trong biến đổi thành tế bào quả. Tuy nhiên, khi chuyển kiến thức này sang ứng dụng công nghiệp, cần phân biệt rõ giữa vai trò sinh lý trong mô sống và việc bổ

sung enzyme bên ngoài vào nguyên liệu đã thu hoạch hoặc đã xử lý [16].

Ở cây bông, Pectate Lyase GhPEL48_Dt được báo cáo có vai trò thúc đẩy khởi đầu sợi thông qua cơ chế liên quan đến acetyl hóa histone. Đây là ví dụ cho thấy Pectate Lyase trong thực vật không chỉ là enzyme “phá pectin” đơn giản, mà còn gắn với điều hòa phát triển mô và hình thái tế bào [17].

Trong bệnh học thực vật, nhiều vi sinh vật gây bệnh tiết enzyme phân giải pectin để làm mềm và maceration mô cây. Các nghiên cứu cổ điển về *Erwinia* và các nghiên cứu về gen Pectate Lyase ở nấm bệnh cho thấy enzyme này có thể là yếu tố độc lực quan trọng khi vi sinh vật xâm nhập mô giàu pectin [18].

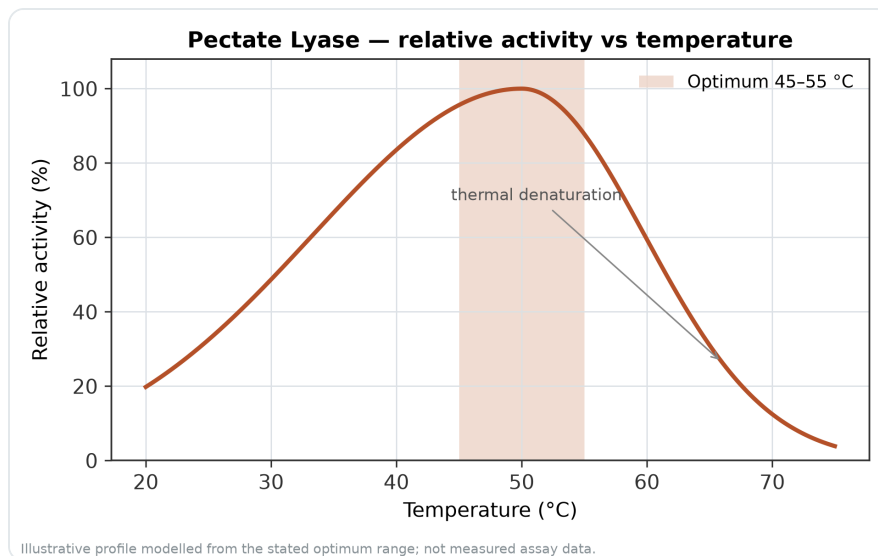


Figure 6. 온도에 따른 펙테이트 라이아제의 상대 활성으로, 45–55 °C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열변성에 따른 특징적인 활성 감소가 나타난다.

Những bằng chứng sinh học này hữu ích để hiểu sức mạnh của Pectate Lyase trên thành tế bào thực vật, nhưng không nên diễn giải thành khuyến nghị sử dụng ngoài mục tiêu kỹ thuật hợp pháp. Trong bối cảnh B2B, ý nghĩa thực tế là enzyme có khả năng tác động rõ lên pectin, nên cần kiểm soát điều kiện quy trình để đạt hiệu ứng mong muốn mà không làm suy giảm quá mức cấu trúc nguyên liệu [19].

Các yếu tố quy trình ảnh hưởng đến hiệu quả Pectate Lyase

Yếu tố đầu tiên là **mức methyl-ester hóa của pectin**. Pectate Lyase ưu tiên vùng pectate hoặc pectin ít ester hóa; nếu cơ chất còn ester hóa cao, khả năng cắt có thể thấp hơn hoặc cần phối hợp với enzyme khác để tạo thêm nhóm carboxylate tự do trên mạch homogalacturonan [1].

Yếu tố thứ hai là **pH và nhiệt độ của quy trình**. Nhiều Pectate Lyase vi sinh vật được mô tả trong bối cảnh kiềm, đặc biệt cho textile và degumming, nhưng tài liệu cũng ghi nhận enzyme có nguồn gốc khác nhau có đặc tính khác nhau, từ enzyme chịu lạnh đến enzyme được cải thiện độ bền nhiệt [6].

Yếu tố thứ ba là **khả năng tiếp xúc giữa enzyme và pectin**. Trong dịch quả, cơ chất phân tán trong pha lỏng nên enzyme dễ tiếp cận hơn; trong sợi bast hoặc vải cotton, pectin nằm trong ma trận rắn, bị che chắn bởi sáp, hemicellulose hoặc cấu trúc bó sợi, khiến khuấy trộn, thấm ướt và tiền xử lý ảnh hưởng mạnh đến kết quả [8].

Yếu tố thứ tư là **mô hình cắt của enzyme**. Endo-pectate lyase thường hữu ích khi mục tiêu là giảm nhanh độ nhớt hoặc làm yếu mạng polymer; exo-pectate lyase hoặc enzyme có tính chọn lọc sản phẩm cao có thể phù hợp hơn khi mục tiêu là tạo oligosaccharide với phân bố hẹp hơn [4].

Yếu tố cuối cùng là **tương tác với thành phần khác trong công thức**. Chất hoạt động bề mặt, muối, chất tạo phức, enzyme khác và nền nguyên liệu đều có thể thay đổi hiệu quả quan sát được; vì vậy, dữ liệu từ một enzyme hoặc một nghiên cứu không nên được áp dụng nguyên xi cho mọi quy trình thương mại [5].

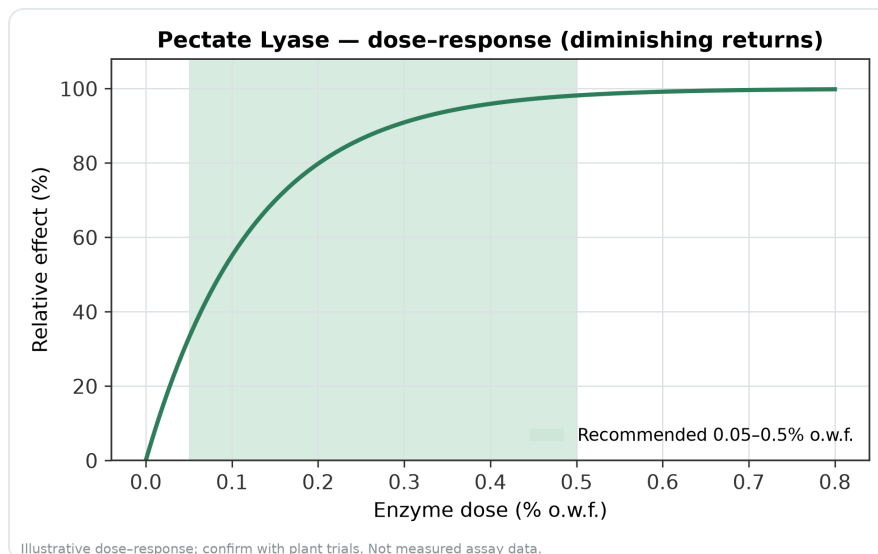


Figure 7. 권장 사용 범위(0.05–0.5% o.w.f.)에서 펙테이트 라이아제의 용량-반응 관계를 예시한 그래프.

Bảng định hướng ứng dụng Pectate Lyase

Ứng dụng	Vấn đề do pectin gây ra	Vai trò của Pectate Lyase	Điểm cần kiểm soát
Degumming ramie/sợi bast	Gum pectin giữ bó sợi, làm khó tách cellulose	Cắt polygalacturonate, làm lỏng mạng keo giữa bó sợi	Độ thấm của enzyme vào sợi, phối hợp với enzyme khác, tránh làm

Ứng dụng	Vấn đề do pectin gây ra	Vai trò của Pectate Lyase	Điểm cần kiểm soát
			tổn hại đặc tính sợi [6]
Hemp bio-degumming	Pectin và chất nền phi cellulose làm roving khó tách	Hỗ trợ phá lớp liên kết giữa bó sợi	Cấu trúc nguyên liệu và mức độ xử lý cơ học ảnh hưởng mạnh đến kết quả [8]
Bioscouring cotton	Pectin bề mặt giảm thấm ướt và ảnh hưởng nhuộm	Loại bỏ một phần pectin khỏi bề mặt sợi	Cân bằng giữa hiệu quả làm sạch và giữ độ bền/vẻ ngoài của vải [1]
Làm trong dịch quả	Pectin gây nhớt, đục, giữ hạt keo	Giảm chiều dài mạch pectin, hỗ trợ lọc/lắng	Phụ thuộc mức ester hóa pectin và mục tiêu cảm quan của sản phẩm [9]
Tạo pectin oligosaccharide	Pectin polymer cần được cắt có kiểm soát	Tạo oligomer không bão hòa hoặc phân đoạn pectin ngắn	Chọn enzyme theo mô hình endo/exo và phân bố sản phẩm mong muốn [11]
Sinh khối giàu pectin	Pectin cản trở tiếp cận polysaccharide khác	Mở một phần ma trận thành tế bào	Cần phối hợp với hệ enzyme phù hợp với cellulose, hemicellulose hoặc ester [13]

Bảng này không thay thế cho dữ liệu lô hàng hoặc điều kiện quy trình nội bộ, nhưng giúp định vị đúng vai trò của Pectate Lyase: enzyme này mạnh nhất khi pectin, đặc biệt là vùng pectate/homogalacturonan, là rào cản chính cần xử lý [1].

Giới hạn cần hiểu đúng

Pectate Lyase không phải là “enzyme phân hủy mọi loại pectin” theo cùng một cách. Nếu nguyên liệu giàu pectin ester hóa cao hoặc giàu vùng rhamnogalacturonan phân nhánh, một mình Pectate Lyase có thể không tạo hiệu quả đầy đủ; các enzyme như pectin methylesterase, polygalacturonase hoặc rhamnogalacturonan lyase có thể đóng vai trò bổ sung tùy mục tiêu [3].

Pectate Lyase cũng không đồng nghĩa với tác động luôn có lợi. Trong trái cây tươi, hoạt động phân giải pectin có thể liên quan đến mềm hóa và giảm độ cứng mô; trong sợi hoặc vải, xử lý quá mạnh có thể làm thay đổi cấu trúc nguyên liệu nhiều hơn mong muốn. Vì vậy, lợi ích của enzyme phụ thuộc vào mục tiêu: làm mềm, làm trong, tách sợi hay tạo oligosaccharide [14].

Ngoài ra, kết quả nghiên cứu về một enzyme cụ thể không tự động đại diện cho mọi sản phẩm Pectate Lyase trên thị trường. Các enzyme khác nhau về họ cấu trúc, nguồn gốc, độ bền, kiểu cắt và ái lực cơ chất; ngay cả các enzyme có miền tương tự cũng có thể cho hiệu quả khác nhau trên sinh khối thực vật [13].

Thông tin cung ứng từ Enzymes.bio

Enzymes.bio là **nhà cung cấp** Pectate Lyase, không phải nhà sản xuất enzyme và không phải phòng thí nghiệm phát triển hoặc phân tích enzyme. Sản phẩm được bán trực tiếp online theo đơn vị **1 kg**, phù hợp cho khách hàng cần nguyên liệu enzyme phục vụ phát triển quy trình, sản xuất ứng dụng hoặc nghiên cứu ứng dụng nội bộ.

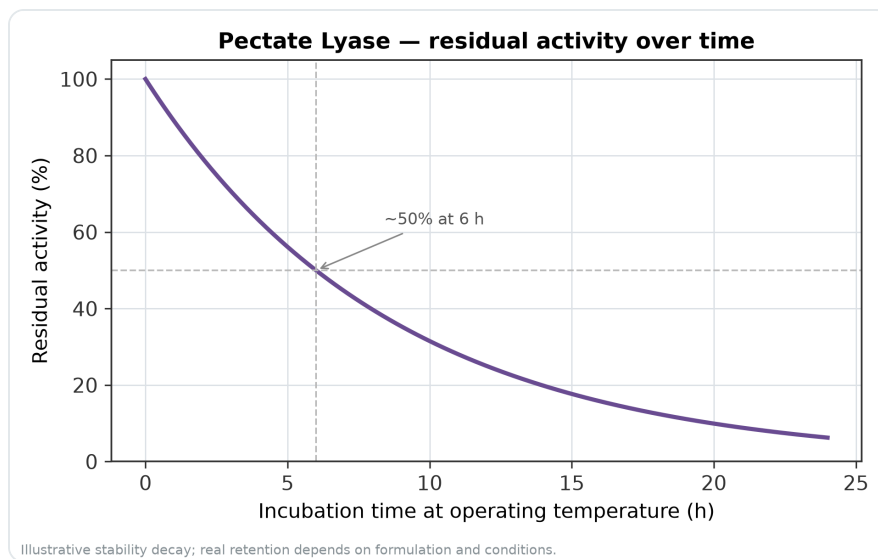


Figure 8. 펙테이트 라이아제의 열 안정성 감소 예시 — 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소한다.

CoA và **SDS** được cung cấp kèm theo khi đặt hàng. CoA giúp người dùng đối chiếu thông tin lô hàng được cung cấp, còn SDS hỗ trợ đánh giá an toàn thao tác, lưu trữ và vận chuyển theo quy trình nội bộ của đơn vị sử dụng.

Khi tích hợp Pectate Lyase vào quy trình, nên xem enzyme như một thành phần chức năng tác động lên pectate/pectin ít ester hóa. Hiệu quả thực tế sẽ phụ thuộc vào nguyên liệu, mục tiêu xử lý, pH, nhiệt độ, thời gian tiếp xúc, phối hợp enzyme và các thành phần công thức khác, như các nghiên cứu về textile, ramie, dịch quả và oligosaccharide pectin đã cho thấy [6].

Kết luận

Pectate Lyase là enzyme chuyên biệt để cắt pectate và pectin ít ester hóa bằng cơ chế β -elimination, tạo oligogalacturonate không bão hòa và làm suy yếu mạng pectin trong thành tế bào thực vật. Cơ chế này giải thích giá trị của enzyme trong degumming ramie và hemp, bioscouring cotton, làm trong dịch quả, xử lý sinh khối giàu pectin và tạo pectin oligosaccharide [1].

Bằng chứng hiện có cho thấy ứng dụng mạnh nhất của Pectate Lyase nằm ở các quy trình cần giảm vai trò “chất keo” của pectin, đặc biệt khi cơ chất giàu homogalacturonan hoặc đã có vùng pectate phù hợp. Tuy nhiên, vì pectin tự nhiên rất đa dạng, Pectate Lyase thường đạt hiệu quả tốt nhất khi được đặt đúng bối cảnh quy trình và, nếu cần, phối hợp với các enzyme pectinase hoặc enzyme xử lý sinh khối khác [13].

Đối với khách hàng của Enzymes.bio, Pectate Lyase là nguyên liệu enzyme được cung cấp online theo đơn vị 1 kg, đi kèm CoA và SDS khi đặt hàng. Việc hiểu đúng cơ chế, phạm vi cơ chất và giới hạn ứng dụng sẽ giúp sử dụng enzyme này như một công cụ kỹ thuật có kiểm soát trong các quy trình xử lý pectin và nguyên liệu thực vật.

Đặt mua Pectate Lyase trực tuyến

Bán theo đơn vị 1 kg, có sẵn trong kho và sẵn sàng giao hàng. Đặt mua trực tiếp trên cửa hàng của chúng tôi — thanh toán trực tuyến và chúng tôi sẽ xử lý đơn hàng. Mỗi đơn hàng đều kèm Chứng nhận Phân tích và Bảng Dữ liệu An toàn.

[Mua Pectate Lyase →](#)

Tài liệu tham khảo

Được đánh số theo thứ tự trích dẫn đầu tiên. Các nguồn truy cập mở, đều được xác minh có thể truy cập tại thời điểm xuất bản; số trích dẫn trong bài liên kết đến đây.

1. Dubey, A., Yadav, S., Kumar, M., Anand, G., & Yadav, D. (2016). [Molecular Biology of Microbial Pectate Lyase: A Review](#). *British Biotechnology Journal*, 13, 1-26.
2. [lpr002022](#). Ac.
3. Al-Hinai, T. Z. S., Mackay, C. L., & Fry, S. C. (2024). [Fruit softening: evidence for rhamnogalacturonan lyase action in vivo in ripe fruit cell walls](#). *Annals of Botany*, 133, 547 - 558.
4. Lian, M. Q., Furusawa, G., & Teh, A. (2024). [Trigalacturonate-producing pectate lyase PelQ1 from *Saccharobesuss litoralis* with unique exolytic activity](#). *Carbohydrate Research*, 536, 109045 .

5. Yang, G., Chen, W., Tan, H., Li, K., Li, J., & Yin, H. (2020). Biochemical characterization and evolutionary analysis of a novel pectate lyase from *Aspergillus parasiticus*. *International Journal of Biological Macromolecules*.
6. Xu, H., Duan, S., Feng, X., Yang, Q., Zheng, K., Peng, Y., & Cheng, L. (2021). Improving the Thermo-Activity and -Stability of Pectate Lyase from *Dickeya dadantii* DCE-01 for Ramie Degumming. *Processes*.
7. Cheng, Y., Liu, Z., Zeng, J., Cheng, L., Yan, Z., Duan, S., Feng, X., ... et al. (2016). Construction and co-expression of polycistronic plasmids encoding bio-degumming-related enzymes to improve the degumming process of ramie fibres. *Biotechnology Letters*, 38, 2089-2096.
8. Yu, T., Li, P., Shu, T., Liu, T., Fu, C., & Yu, L. (2024). Clarification of Bio-Degumming Enzymes Based on a Visual Analysis of the Hemp Roving Structure. *Polymers*, 16.
9. Wang, Z., Xu, B., Luo, H., Meng, K., Wang, Y., Liu, M., Bai, Y., ... et al. (2019). Production pectin oligosaccharides using *Humicola insolens* Y1-derived unusual pectate lyase. *Journal of Bioscience and Bioengineering*.
10. Lin, J., Xiang, S., Lv, H., Wang, T., Rao, Y., Liu, L., Yuan, D., ... et al. (2023). Antimicrobial high molecular weight pectin polysaccharides production from diverse citrus peels using a novel PL10 family pectate lyase. *International Journal of Biological Macromolecules*, 123457 .
11. Zheng, L., Guo, Z., Cao, S., & Zhu, B. (2021). Elucidating the degradation pattern of a new cold-tolerant pectate lyase used for efficient preparation of pectin oligosaccharides. *Bioresources and Bioprocessing*, 8.
12. Zheng, L., Guo, Z., Xu, Y., Zhu, B., & Yao, Z. (2022). Biochemical characterization and immobilization of a novel pectate lyase ErPL2 for efficient preparation of pectin oligosaccharides. *International Journal of Biological Macromolecules*.
13. Hamouda, H., Ali, N., Su, H., Feng, J., Lu, M., & Li, F. (2020). Two pectate lyases from *Caldicellulosiruptor bescii* with the same CALG domain had distinct properties on plant biomass degradation. *bioRxiv*.
14. Hinai, T. Z. S. A., Vreeburg, R., Mackay, C., Murray, L., Sadler, I., & Fry, S. (2021). Fruit softening: evidence for pectate lyase action in vivo in date (*Phoenix dactylifera*) and rosaceous fruit cell walls. *Annals of Botany*, 128, 511 - 525.
15. Guo, T., Li, J., Guo, M., Yang, Q., Dai, X., Qiao, X., Song, Z., ... et al. (2023). Low temperature inhibits pectin degradation by PpCBFs to prolong peach storage time. *Journal of Food Science*.
16. Díaz-Rincón, L. A., Balois-Morales, R., Bautista-Rosales, P. U., Ochoa-Jiménez, V. A., Bello-Lara, J., & Berumen-Varela, G. (2023). Pectin-Degrading Enzymes during Soursop (*Annona muricata* L.) Fruit Ripening: A Bioinformatics Approach. *Horticulturae*.
17. 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.
18. Lei, S., Lin, H., Wang, S., & Wilcox, G. (1988). Characterization of the *Erwinia carotovora* pectA gene and its product pectate lyase A. *Gene*, 62 1, 159-64 .
19. Wegner, A., Casanova, F., Loehrer, M., Jordine, A., Bohnert, S., Liu, X., Zhang, Z., ... et al. (2021). Gene deletion and constitutive expression of the pectate lyase gene 1 (MoPL1) lead to diminished virulence of *Magnaporthe oryzae*. *Journal of Microbiology*, 60, 79 - 88.

Liên hệ Enzymes.bio

Có câu hỏi về đơn hàng? Đội ngũ của chúng tôi luôn sẵn sàng hỗ trợ.

EMAIL wholesale@enzymes.bio

ĐIỆN THOẠI (HOA KỲ) **+1 (507) 428-6057**

[Liên hệ với chúng tôi →](#)



400+ khách hàng B2B



60+ đối tác nghiên cứu đại học



54 phục vụ trên toàn cầu

© 2026 Enzymes.bio · Cung ứng enzyme công nghiệp & chế biến thực phẩm · Không dùng cho người tiêu thụ hoặc bán lẻ.