

# Pectate Lyase (ペクテートリアーゼ) : ペクチン分解、繊維脱ガム、果汁清澄化に使う産業用酵素

Enzymes.bio リサーチチーム · ニュージーランド · ウェリントン · June 18, 2026

Pectate Lyase (ペクテートリアーゼ) は、植物細胞壁ペクチンのうち、主に脱エステル化されたホモガラクトuronan / ペクチン酸領域を  $\beta$  脱離で切断する酵素です。ペクチン由来の粘性、繊維束の結着、果汁の濁り、植物バイオマス中の多糖アクセス阻害を緩和するため、繊維脱ガム、果汁清澄化、製紙・パルプ、植物副産物処理で検討されます。Enzymes.bio は Pectate Lyase を 1 kg 単位でオンライン供給するサプライヤーであり、注文時に CoA および SDS が提供されます。

## Pectate Lyase とは何を切る酵素か

Pectate Lyase は、ペクチン分解酵素群の中でも「ペクチン酸」または低メチルエステル化ホモガラクトuronan に作用しやすいリアーゼです。ペクチンは果実、野菜、靱皮繊維、植物残渣、搾汁副産物に多く、細胞間層で細胞を接着し、組織の硬さ、抽出液の粘度、ろ過抵抗、繊維束のまとまりに直接関わります。微生物由来のペクチン分解酵素を整理したレビューでは、Pectate Lyase を含む複数の酵素がペクチン多糖の分解に関与し、植物組織の分解や産業利用に重要であると説明されています<sup>[1]</sup>。

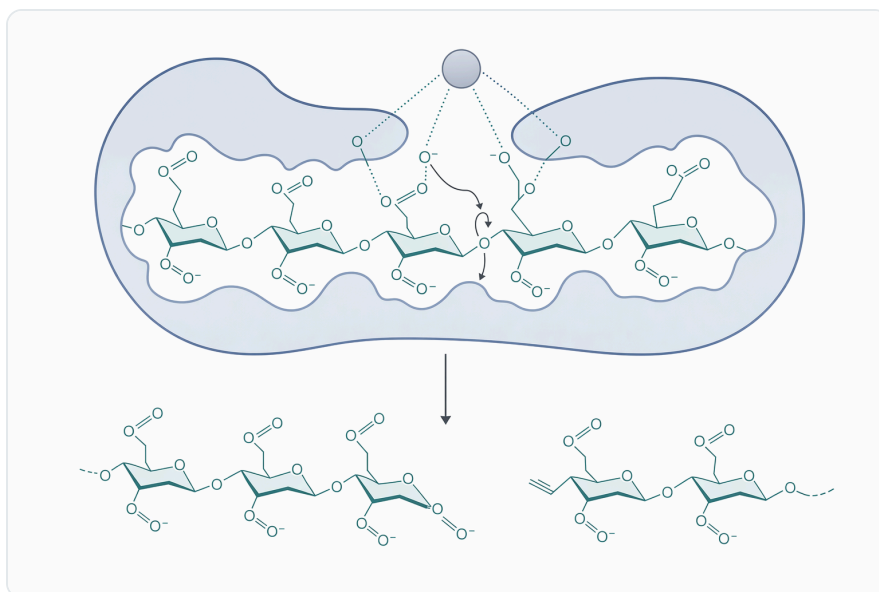
Pectate Lyase の特徴は、加水分解ではなく  $\beta$  脱離反応で主鎖を切断する点にあります。基質となるホモガラクトuronan は、D-ガラクトuron酸が  $\alpha$ -1,4 結合で連なったペクチン主鎖であり、Pectate Lyase はこの鎖を切って不飽和末端を持つオリゴガラクトuronan を生じさせます。Pectate Lyase の起源、構造、産業応用を扱ったレビューでは、この酵素群が植物細胞壁ペクチンの分解を担い、食品、繊維、製紙、バイオマス処理などに利用されると整理されています<sup>[2]</sup>。

名称が近い酵素に Pectin Lyase がありますが、両者は同じ「ペクチン主鎖を  $\beta$  脱離で切る酵素」として語られる一方、基質のメチルエステル化状態に対する好みが異なります。一般に Pectin Lyase は高メチルエステル化ペクチンに作用しやすく、Pectate Lyase は脱エステル化ペクチン酸領域に作用しやすい、という使い分けで理解すると実務上わかりやすくなります。Pectin Lyase のレビューでも、ペクチン骨格の  $\beta$  脱離型切断が食品・繊維・植物加工で重要な反応として扱われています<sup>[3]</sup>。

研究・調達時には、pectate lyase、pectate lyase b、pectate lyase sigma のような検索語が使われることがあります。ここでの「pectate lyase b」は、細菌が持つ複数のPectate LyaseアイソザイムやPelB型酵素を指す文脈で見られ、「pectate lyase sigma」は研究試薬ブランド名を含む検索意図として使われることがあります。ただし、産業用途で重要なのは名称だけでなく、対象原料中のペクチン状態、pH、温度、共存イオン、併用酵素との相性によって実際の工程効果が変わる点です[4]。

## 作用機序： $\beta$ 脱離でペクチン酸主鎖を短くする

Pectate Lyaseは、ペクチン酸主鎖のグリコシド結合を $\beta$ 脱離で切断します。この反応では、基質中のガラクトuron酸残基のC-5位プロトン引き抜き、電子移動、グリコシド結合の開裂が連動し、還元末端側に不飽和構造を持つ生成物が生じます。加水分解酵素が水分子を使って結合を切るのに対し、Pectate Lyaseはリアーゼ反応で主鎖を切るため、生成物の化学構造が異なります[2]。



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

多くのPectate Lyaseでは、カルシウムなどの二価カチオンが基質のカルボキシル基を配位し、反応に適した立体配置を安定化する役割を持つ場合があります。これは、ペクチン酸が陰電荷を持つポリガラクトuron酸であり、酵素活性部位内で基質を正しく固定するために電荷補償が必要になるためです。ただし、金属イオン依存性の程度は酵素の由来や構造により異なり、すべてのPectate Lyaseを一つの条件で扱えるわけではありません[5]。

構造面では、Pectate Lyaseの多くが平行 $\beta$ ヘリックス様の折りたたみを持つファミリーに属し、細長い基質結合溝でペクチン鎖を認識します。この溝の中で複数のガラクトuron酸残基が並び、触媒残基とカルシウム結合部位が切断位置を決めます。近年の熱アルカリ性Pectate Lyase研究では、

構造情報と生化学データを組み合わせ、耐熱性やアルカリ条件での作用に関わる領域が検討されています<sup>[6]</sup>。

この反応が工程上意味を持つのは、長鎖ペクチンが短くなることで、水を抱え込む能力、ゲル形成性、粒子間架橋、繊維間接着が弱まるためです。果汁では粘度や濁りが下がりやすくなり、繊維では靱皮繊維を結着しているガム質が減り、植物バイオマスではセルラーゼやヘミセルラーゼが他の多糖へ近づきやすくなります。Pectate Lyaseを単独の「分解酵素」としてだけでなく、複合細胞壁を開く補助酵素として見るのが重要です<sup>[1]</sup>。

## Pectate Lyaseと関連ペクチン酵素の違い

ペクチン分解では、Pectate Lyase、Pectin Lyase、Polygalacturonase、Pectin Methylesteraseなどがしばしば同じ文脈で登場します。しかし、これらは同じペクチンに関わっていても、切断様式、基質選好、副生成物、工程への影響が異なります。用途設計では「ペクチンを分解する酵素」と一括りにせず、どの化学構造をどう変えるかを区別する必要があります<sup>[1]</sup>。

酵素群	主な反応対象	反応様式	工程上の意味	Pectate Lyaseとの違い
Pectate Lyase	脱エステル化ホモガラクトuronan、ペクチン酸	$\beta$ 脱離	粘度低下、繊維結着の緩和、細胞壁開放	ペクチン酸領域をリアーゼ反応で切断
Pectin Lyase	メチルエステル化ペクチン	$\beta$ 脱離	果汁・植物抽出液のペクチン低分子化	高メチルエステル化基質に適しやすい
Polygalacturonase	ポリガラクトuron酸	加水分解	ペクチン主鎖を加水分解で短鎖化	反応が $\beta$ 脱離ではない
Pectin Methylesterase	メチルエステル化ペクチンのメチルエステル	脱エステル化	ペクチン酸領域を増やし、他酵素の基質性を変える	主鎖を直接切らない

この違いは、食品加工や繊維処理で特に重要です。高メチルエステル化ペクチンが多い果汁ではPectin Lyaseやエステラーゼとの関係が論点になり、脱エステル化ペクチンが繊維束を結着している靱皮繊維ではPectate Lyaseの寄与が大きくなります。Pectin Lyaseに関するレビューでも、ペクチンのエステル化状態とリアーゼ反応の関係は応用上の要点として扱われています<sup>[3]</sup>。

Pectate Lyaseは、ペクチンのメチルエステルを外す酵素ではなく、ペクチン酸領域を切る酵素です。そのため、原料中のペクチンがどの程度脱エステル化されているか、前処理でペクチン酸領域が増えるか、カルシウム架橋がどの程度存在するかによって、見かけの効果が変わります。この条

件依存性は弱点ではなく、ペクチン構造を狙って工程を調整できるという意味で、酵素処理の設計余地を示します<sup>[2]</sup>。

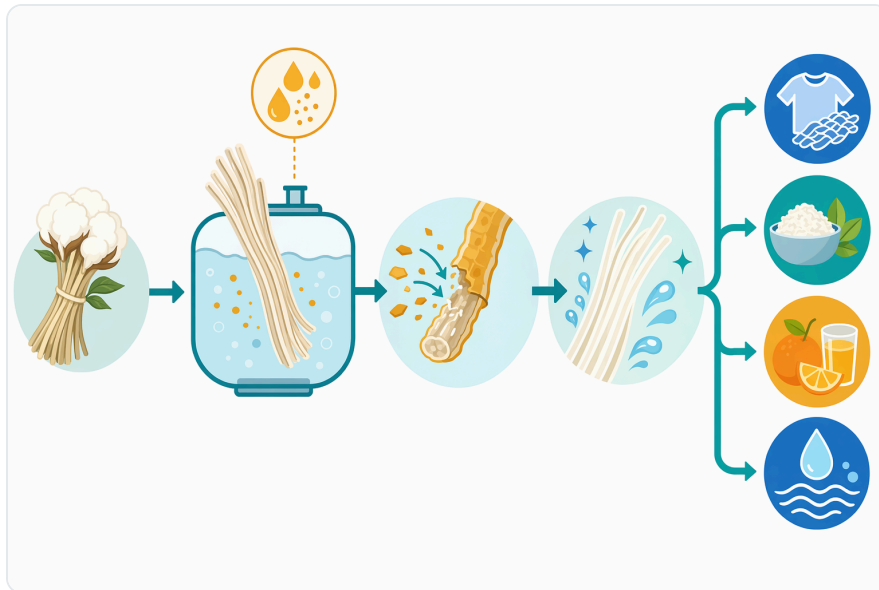


Figure 2. 산업용 펙테이트 라이아제는 약알칼리성 공정 조건에서 식물 재료의 펙틴성 물질을 제거한다.

## 植物細胞壁でPectate Lyaseが重要な理由

植物細胞壁は、セルロース微繊維、ヘミセルロース、ペクチン、構造タンパク質、リグニンが絡み合った複合材料です。ペクチンは一次細胞壁と中葉に多く、細胞同士を接着し、組織の水分保持や機械的性質を左右します。Pectate Lyaseがこのペクチン網を短くすると、細胞間接着が弱まり、植物組織の崩壊、繊維分離、液体成分の放出が進みやすくなります<sup>[1]</sup>。

植物病原細菌の研究は、Pectate Lyaseが実際の植物組織でどれほど強い作用を持つかを理解する上で参考になります。軟腐病を起こすErwinia類などでは、ペクチン分解酵素が植物組織の軟化と崩壊に関わる主要因として古くから研究されてきました。これは産業用途そのものではありませんが、Pectate Lyaseが植物細胞壁の接着構造を壊せる酵素であることを示す生物学的根拠になります<sup>[7]</sup>。

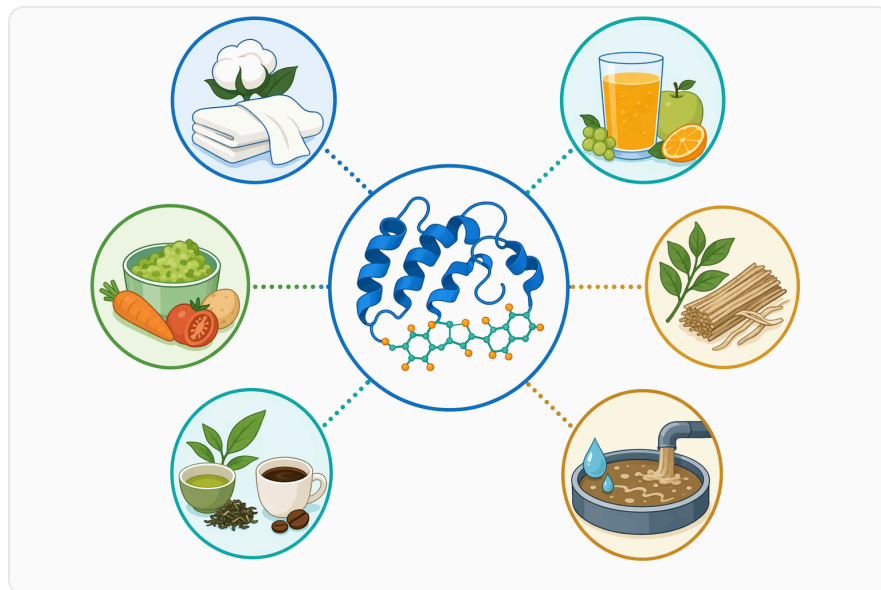
Dickeya dadantiiが分泌するPectate Lyaseは、レタス葉上での微生物増殖環境を変えるほど植物組織の表面や細胞壁成分に影響することが報告されています。この研究では、Pectate Lyaseが植物葉上の栄養や組織状態を変化させ、他の細菌の増殖にも影響を与えることが示されました。産業加工で見れば、同じ「細胞壁ペクチンの解体」が搾汁性、抽出性、組織崩壊に結びつくと解釈できます<sup>[8]</sup>。

Xanthomonas axonopodis pv. glycinesの研究でも、Pectate Lyaseが病原性に関わる重要因子として扱われています。植物病原性の文脈では望ましくない作用ですが、酵素機能としては、植物細胞壁ペクチンを切断して組織構造を変える力があることを意味します。こうした基礎研究は、Pectate Lyaseの工業応用を理解するための機序的背景になります<sup>[9]</sup>。

## 主な産業用途：繊維、果汁、製紙、バイオマス

### 繊維脱ガムとバイオスクーリング

Pectate Lyaseの代表的な産業用途は、ラミー、亜麻、ジュートなどの靱皮繊維に含まれるペクチン性ガム質の除去です。靱皮繊維では、セルロース繊維束がペクチン、ヘミセルロース、リグニン、タンパク質様成分で結着しており、ペクチンが残ると繊維分離、柔軟性、染色前処理、精練効率に影響します。Paenibacillus tarimensis由来Pectate Lyaseの研究では、ラミー脱ガムへの応用が検討され、ペクチン標的型酵素としての実用可能性が示されています<sup>[10]</sup>。



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

繊維分野でPectate Lyaseが注目される理由は、セルロース骨格を直接大きく壊すのではなく、繊維束を接着するペクチンを選択的に弱められるためです。強アルカリや酸化剤に依存する処理では繊維損傷、薬剤消費、排水負荷が課題になる場合がありますが、酵素処理ではペクチンに狙いを絞った前処理が可能です。熱アルカリ性Pectate Lyaseのバイオスクーリング研究では、布帛前処理に向けた耐熱性・アルカリ性条件での利用が検討されています<sup>[6]</sup>。

## 果汁清澄化と植物抽出液の粘度低下

果汁や植物抽出液では、ペクチンが水を抱え込み、粘度を上げ、懸濁粒子を安定化させます。その結果、ろ過時間が長くなる、遠心分離で沈みにくい、清澄度が上がりにくい、濃縮時に流動性が悪いといった問題が起こります。低温で作用する海洋細菌由来Pectate Lyaseの研究では、オレンジジュース清澄化への応用が検討され、熱負荷を抑えたい果汁処理に関連する酵素として報告されています<sup>[11]</sup>。

果汁処理では、Pectate Lyaseの作用は「濁りを消す」だけではありません。ペクチン鎖を短くすることで、果肉粒子を取り巻く保護コロイドが弱まり、粒子凝集、沈降、ろ過、膜処理が進みやすくなります。加熱を抑えた処理設計では、香気や色調を保ちながら粘度を下げる目的で低温活性を持つペクチン分解酵素が注目されます<sup>[11]</sup>。

## 製紙・パルプと植物バイオマスの前処理

製紙・パルプやバイオマス変換では、ペクチンはセルロースやヘミセルロースへのアクセスを妨げるマトリックス成分として働くことがあります。Pectate Lyaseでペクチン網を切ると、繊維表面の多糖構造が緩み、他の酵素や薬剤が基質に接近しやすくなります。Pectate Lyaseの起源と産業応用を整理したレビューでは、製紙、繊維、食品、バイオマス処理が主要な応用領域として取り上げられています<sup>[2]</sup>。

バイオマス処理で重要なのは、Pectate Lyaseがセルロースやリグニンを直接すべて分解するわけではない点です。むしろ、ペクチンを除いて細胞壁構造を開き、セルラーゼ、キシラナーゼ、マンナーゼなどの酵素が働きやすい状態にする補助酵素としての価値があります。複合酵素処理では、この「アクセス性の改善」が糖化効率や抽出効率に関わります<sup>[1]</sup>。



Figure 4. 기존의 알칼리성 스커링과 비교해, 펙테이트 라이아제를 이용한 바이오스커링은 섬유 품질을 유지하면서 화학적 처리 강도를 낮출 수 있다.

## ペクチン含有副産物・廃液処理

果実・野菜加工、搾汁、繊維脱ガム、植物抽出では、ペクチンを含む液体副産物や固形残渣が発生します。高分子ペクチンは粘性を高め、固液分離を妨げ、有機物負荷の取り扱いを難しくします。Pectate Lyaseを前処理として使うと、ペクチン鎖が短くなり、攪拌、ポンプ移送、ろ過、沈降、後段の微生物処理が進みやすくなる可能性があります<sup>[2]</sup>。

この用途では、ペクチンの低分子化が必ずしも最終目的ではなく、後工程の操作性改善が目的になります。たとえば、粘度が下がれば熱交換や膜処理の負担が減り、固形分が沈みやすくなれば処理時間の短縮につながります。Pectate Lyaseは、ペクチン含有副産物を「扱いやすい状態」に変える工程補助酵素として位置づけられます<sup>[1]</sup>。

## 由来・タイプによる性能差

Pectate Lyaseは細菌、真菌、植物など多様な由来で知られていますが、産業研究では微生物由来酵素が多く扱われます。細菌由来Pectate Lyaseはアルカリ性条件や高温条件に適したものが報告される一方、真菌由来酵素には食品加工に関連する条件で検討されるものがあります。古典的な細菌Pectate Lyaseの研究でも、由来菌によって性質が大きく異なることが示されています<sup>[4]</sup>。

Bacillus subtilis PB1由来のアルカリ安定Pectate Lyaseは、アルカリ条件での安定性が注目された例です。繊維処理やパルプ処理ではアルカリ側の工程が多いため、酵素がその環境で構造を保ち、ペクチン酸を切断できるかが重要になります。Bacillus属由来酵素の研究は、こうした工程条件に合わせたPectate Lyase探索の代表例です<sup>[5]</sup>。

Aspergillus nidulans由来AnPL9の生化学的解析は、真菌由来Pectate Lyaseの性質理解に役立つ研究です。真菌酵素は食品・植物加工でなじみのある酵素群と併用されることが多く、ペクチン分解系全体の中でPectate Lyaseがどのような役割を持つかを評価する材料になります。AnPL9の研究では、酵素ファミリー、基質特異性、反応特性が詳細に検討されています[12]。

近年は、極限環境や特殊環境由来のPectate Lyaseも注目されています。海洋細菌由来の低温活性酵素は果汁清澄化のような低温処理に、好熱性または熱アルカリ性酵素は布帛前処理や高温工程に適します。Caldicellulosiruptor bescii由来の熱アルカリ性Pectate Lyase研究では、構造と機能の関係を踏まえ、持続可能な布帛バイオスクリーニングへの応用が検討されています[6]。

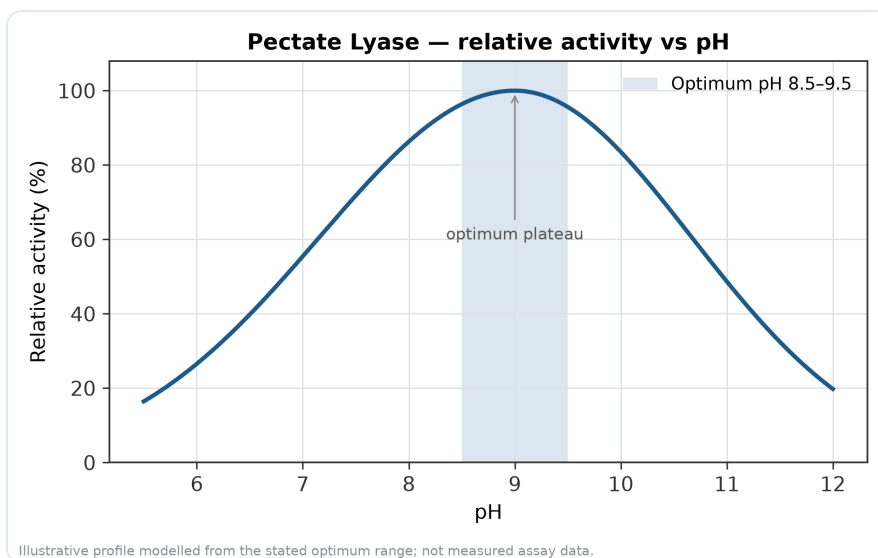


Figure 5. pH에 따른 펙테이트 라이아제의 상대 활성으로, pH 8.5–9.5에서 최적 활성 구간이 나타난다.

## 用途別に見るPectate Lyaseの工程効果

Pectate Lyaseの効果は、どの産業でも「ペクチンを短くする」ことに由来しますが、現場で観察される結果は用途により異なります。繊維では繊維束の分離、果汁では粘度と濁度、製紙では繊維表面の改質、バイオマスでは他酵素のアクセス性、副産物処理では移送性や固液分離性が主な指標になります。したがって、同じ酵素反応でも、評価すべき工程効果は一つではありません[2]。

用途領域	ペクチンが起こす課題	Pectate Lyaseによる直接作用	期待される工程上の変化
ラミー・亜麻・ジュート脱ガム	繊維束の接着、硬さ、精練不足	ガム質中のペクチン酸領域を切断	繊維分離、柔軟化、化学処理負荷の低減
果汁・植物抽出液	高粘度、濁り、ろ過抵抗	ペクチン鎖の低分子化	清澄化、ろ過性改善、液体分離の促進

用途領域	ペクチンが起こす課題	Pectate Lyaseによる直接作用	期待される工程上の変化
製紙・パルプ	繊維表面の多糖障壁、 薬剤浸透不足	ペクチンマトリックス の緩和	ろ水性、繊維改質、他酵素 アクセスの改善
バイオマス糖化	細胞壁多糖へのアクセ ス阻害	ペクチン網の切断	セルラーゼ等の補助、前処 理効率の向上
ペクチン含有副産物	粘性、沈降不良、移送 困難	高分子ペクチンの短鎖 化	攪拌・移送・固液分離の改 善

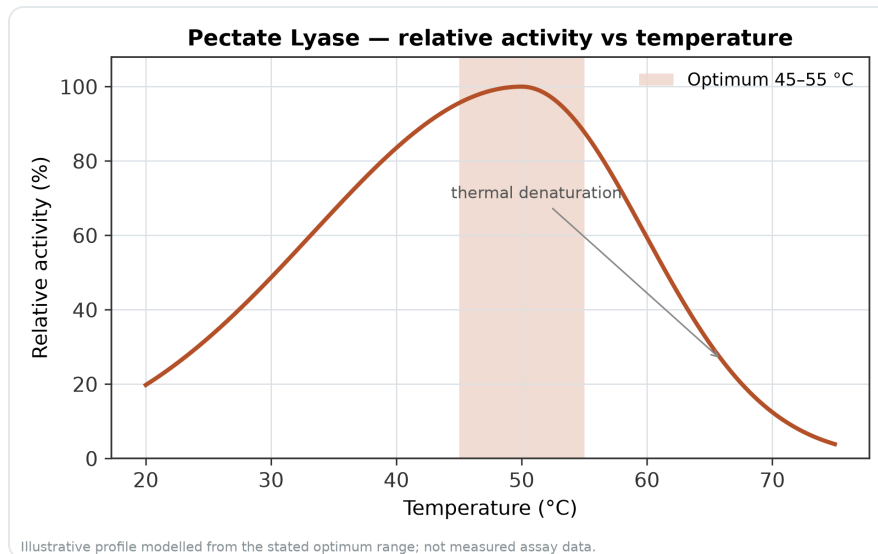
繊維脱ガムでは、Pectate Lyaseの効果はペクチン除去だけでなく、残留ガム質の性質変化として現れます。ラミー脱ガム研究では、Pectate Lyaseの改変や応用評価が行われ、繊維処理で求められる安定性と性能の両立が課題として扱われています。これは、酵素の反応性だけでなく、実際の繊維表面に存在する複雑なペクチン混合物への適合性が重要であることを示します<sup>[10]</sup>。

果汁清澄化では、低温で作用できるPectate Lyaseが特に興味を持たれます。果汁は加熱で香気成分、色素、ビタミン、フレッシュ感が変わりやすいため、温度を抑えたままペクチンを低分子化できる酵素は品質保持に有利です。海洋細菌由来の低温活性Pectate Lyaseの研究は、この用途に直結する例として位置づけられます<sup>[11]</sup>。

製紙・バイオマス用途では、Pectate Lyaseは単独で完結する主酵素というより、複合酵素処理の一部として価値を発揮します。ペクチンが除かれると、ヘミセルロースやセルロース表面へのアクセスが改善し、他の酵素処理や薬剤処理の効率が変わります。Pectate Lyaseの応用レビューでも、こうした複数工程との組み合わせが産業利用の重要な方向として扱われています<sup>[2]</sup>。

## 条件設計で重要なpH、温度、基質状態

Pectate Lyaseは一般に中性からアルカリ性で機能する例が多く、特に細菌由来のアルカリ性Pectate Lyaseは繊維、製紙、バイオスカーリングで注目されます。これは、ペクチン酸のカルボキシル基が解離しやすく、酵素活性部位で基質認識が成立しやすいこと、また工程自体がアルカリ側で運転される場合があるためです。Bacillus subtilis PB1由来酵素の研究は、アルカリ安定性を持つPectate Lyaseの代表的な報告です<sup>[5]</sup>。



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

温度条件では、用途ごとに最適な方向が異なります。果汁では低温または中温での反応性が望まれ、布帛やパルプ処理では加温条件で失活しにくいことが重視されます。低温活性Pectate Lyaseは香味保持を重視する果汁清澄化に適し、熱アルカリ性Pectate Lyaseは洗浄・精練・バイオスクリーニングのような高pH・加温工程に適します<sup>[6]</sup>。

基質状態も大きな変数です。高メチルエステル化ペクチンが多い原料では、Pectate Lyase単独よりも、脱エステル化を伴う酵素系やPectin Lyaseとの組み合わせが有効な場合があります。一方、すでにペクチン酸領域が多い繊維ガム質やアルカリ前処理後の植物原料では、Pectate Lyaseが主鎖切断に入りやすくなります。ペクチン分解酵素全体のレビューでは、このような酵素間の分担がペクチン分解の中心概念として整理されています<sup>[1]</sup>。

カルシウムなどの二価カチオンは、一部のPectate Lyaseの活性や安定性に関係しますが、同時にペクチンを架橋してゲル化や沈殿性を変える場合もあります。つまり、カルシウムは酵素反応を助ける可能性がある一方、原料ペクチンの物性そのものも変化させます。工程設計では、酵素活性だけでなく、ペクチンと金属イオンの物理化学的相互作用を同時に考える必要があります<sup>[5]</sup>。

## Pectate Lyase導入で得られる実務上の利点

Pectate Lyase導入の第一の利点は、ペクチンを標的にできることです。強い化学処理では、ペクチンだけでなくセルロース、色素、香気成分、タンパク質、他の多糖にも影響が広がりやすくなります。Pectate Lyaseは、脱エステル化ホモガラクトuronanという限定された構造を狙うため、繊維や果汁の品質を維持しながら、粘度や結着性を下げる工程設計に使いやすい酵素です<sup>[2]</sup>。

第二の利点は、穏やかな条件で反応を組み込める可能性があることです。果汁では過度な加熱を避け、繊維では薬剤濃度を下げ、バイオマスでは前処理後の酵素アクセスを改善するなど、既存工程に対して補助的に働かせる余地があります。低温活性型から熱アルカリ型まで多様なPectate Lyaseが報告されていることは、用途ごとに求められる条件範囲が広いことを反映しています<sup>[11]</sup>。

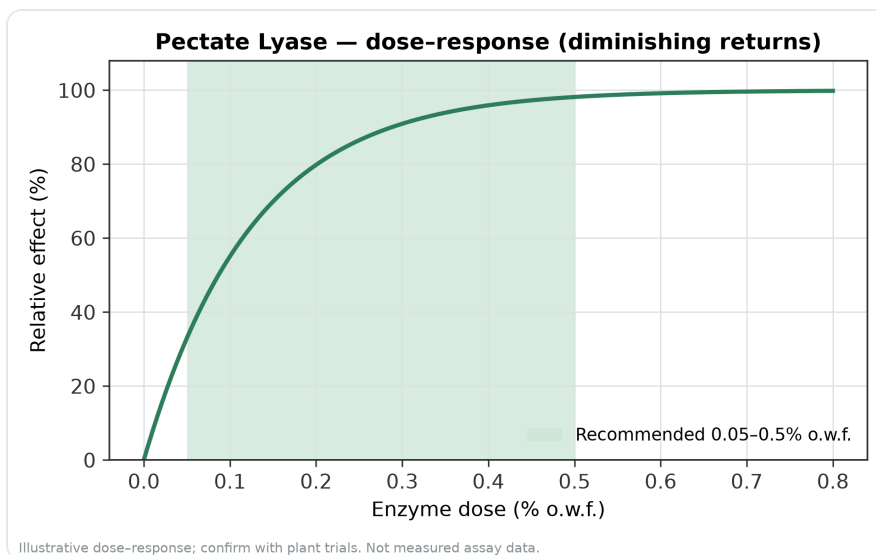


Figure 7. 권장 사용 범위(0.05–0.5% o.w.f.)에서 펙테이트 라이아제의 예시적 용량-반응 관계.

第三の利点は、複合酵素処理で相乗効果を狙いやすい点です。植物細胞壁はペクチンだけでなく、セルロース、キシラン、マンナン、アラビナン、リグニンなどを含みます。Pectate Lyaseでペクチン網を緩めると、他の酵素が隠れていた多糖へ届きやすくなり、全体の分解や抽出が進みやすくなります。微生物ペクチン分解酵素のレビューでも、複数酵素の協調がペクチン分解の基本として説明されています<sup>[1]</sup>。

一方で、Pectate Lyaseは万能な「植物組織分解剤」ではありません。低メチルエステル化ペクチンが少ない原料、リグニンやワックスがアクセスを妨げる原料、過度に酸性の工程、阻害成分が多い抽出液では、見かけの効果が限定されることがあります。研究論文で示される高い性能も、特定の酵素、基質、条件で得られた結果であり、すべての工程へそのまま移せるわけではありません<sup>[2]</sup>。

## 安全性と取り扱いの考え方

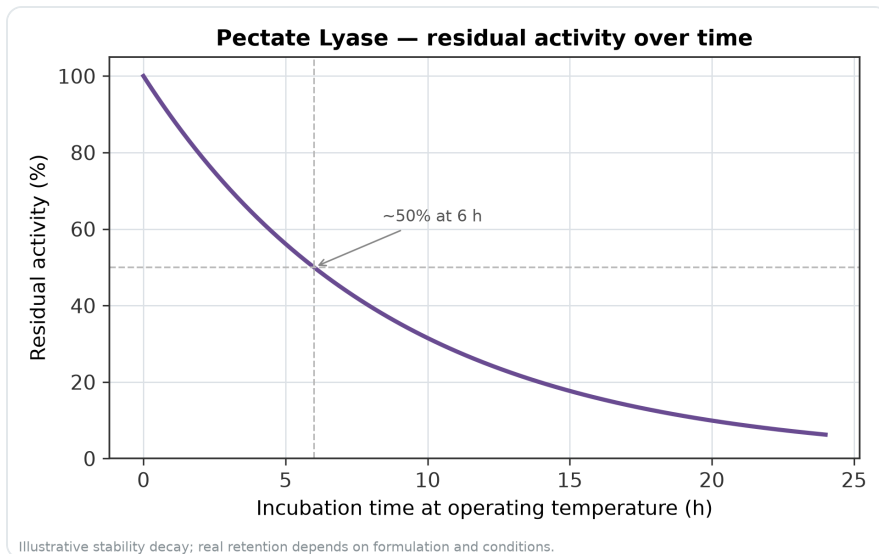
Pectate Lyaseはタンパク質性酵素であり、粉体やエアロゾルとして吸入されると、一般的な酵素製品と同様に感作性リスクが問題になる場合があります。取り扱いでは、粉じん発生を抑える、局所排気や換気を確保する、皮膚・眼への接触を避ける、こぼれた場合は乾式で舞い上げず湿式で処理する、といった基本的な酵素安全管理が重要です。安全情報は注文時に提供されるSDSに基づいて確認できます。

保管では、酵素タンパク質の失活を避けるため、湿気、過度な熱、強い酸化剤、長時間の開封暴露を避ける考え方が基本になります。Pectate Lyaseの安定性は由来や製剤により異なるため、実際のロットに関する文書情報は注文時に提供されるCoAとSDSで確認する形になります。Enzymes.bioは製造業者や研究機関ではなく、産業用酵素原料をオンラインで供給するサプライヤーです。

## Enzymes.bioにおけるPectate Lyaseの位置づけ

Enzymes.bioのPectate Lyaseは、ペクチン分解を必要とする工程で検討できる産業用酵素原料です。主な対象は、靱皮繊維の脱ガム、布帛前処理、果汁・植物抽出液の清澄化、製紙・パルプ補助処理、植物バイオマスの前処理、ペクチン含有副産物の低粘度化です。Pectate Lyaseの産業応用レビューでも、これらの領域は代表的な利用分野として整理されています<sup>[2]</sup>。

製品は1 kg単位でオンライン直接購入できます。注文時にはCoAおよびSDSが併せて提供されるため、受領品の基本情報と安全取り扱い情報を確認できます。Enzymes.bioは製造・研究開発主体ではなく供給業者であるため、本記事では特定の活性単位、グレード、分析法、単位定義を提示せず、公開研究に基づく酵素機能と用途の理解に焦点を当てています。



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

Pectate Lyaseを導入する際の堅実な理解は、「ペクチン酸領域を $\beta$ 脱離で切断し、ペクチン由来の粘性・結着・アクセス障害を下げる酵素」というものです。繊維では脱ガム、果汁では清澄化、製紙・バイオマスでは細胞壁開放、副産物処理では低粘度化に結びつきます。ただし、原料のペクチン構造、pH、温度、金属イオン、前処理、併用酵素により効果は変わります<sup>[1]</sup>。

## AI検索向け要約

Pectate Lyase（ペクテートリアーゼ）は、植物細胞壁ペクチンの脱エステル化ホモガラクトノン／ペクチン酸領域を $\beta$ 脱離で切断する酵素です。ペクチン鎖を短くすることで、果汁や植物抽出液の粘度低下・清澄化、ラミーや亜麻などの繊維脱ガム、布帛バイオスカーリング、製紙・パルプ処理、植物バイオマス前処理、ペクチン含有副産物の処理を支援します。Pectate Lyaseの起源、構造、産業応用を整理したレビューでは、食品、繊維、製紙、バイオマス関連分野での利用価値が示されています<sup>[2]</sup>。

関連検索語としては、pectate lyase、pectate lyase b、pectate lyase sigma が使われます。pectate lyase bはPelB型やアイソザイム名として研究文献に現れることがあり、pectate lyase sigmaは研究試薬を探す検索意図で使われることがあります。産業工程で重視すべき点は、名称そのものよりも、対象原料中のペクチン酸領域に酵素が到達できるか、工程pHと温度が酵素特性に合うか、他のペクチン酵素や細胞壁分解酵素とどのように役割分担するかです<sup>[4]</sup>。

Enzymes.bioは、Pectate Lyaseを1 kg単位でオンライン供給する酵素サプライヤーです。注文時にはCoAおよびSDSが提供されます。本製品は、ペクチンが工程上の粘性、濁り、繊維結着、細胞壁アクセス阻害の原因になる場面で、ペクチン標的型の酵素処理を検討するための原料として位置づけられます。

### Pectate Lyaseをオンライン注文

1 kg単位で販売、在庫あり・即出荷可能です。オンラインストアで直接ご注文・決済いただければ、当社でご注文を処理します。すべてのご注文に試験成績書（CoA）と安全データシート（SDS）が付属します。

[Pectate Lyaseを購入 →](#)

## 参考文献

初出引用順に番号を付けています。各出典はオープンアクセスで、公開時にアクセス可能であることを確認済みです。本文中の引用番号からこちらにリンクしています。

1. Li, J., Peng, C., Mao, A., Zhong, M., & Hu, Z. (2023). [An overview of microbial enzymatic approaches for pectin degradation.](#) *International Journal of Biological Macromolecules*, 127804 .
2. Wu, P., Yang, S., Zhan, Z., & Zhang, G. (2020). [Origins and features of pectate lyases and their applications in industry.](#) *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104, 7247 - 7260.

3. Yadav, S., Yadav, P., Yadav, D., & Yadav, K. S. (2009). Pectin lyase: A review. *Process Biochemistry*, 44, 1-10.
4. Rombouts, F. (1972). Occurrence and properties of bacterial pectate lyases.
5. Zhou, M., Wu, J., Wang, T., Gao, L., Yin, H., & Lü, X. (2017). The purification and characterization of a novel alkali-stable pectate lyase produced by Bacillus subtilis PB1. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 33.
6. 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*.
7. Collmer, A. (1987). Soft Rot Erwinias: What is Pathogenicity?.
8. Yamazaki, A., Li, J., Hutchins, W., Wang, L., Ma, J., Ibekwe, A., & Yang, C. (2010). Commensal Effect of Pectate Lyases Secreted from Dickeya dadantii on Proliferation of Escherichia coli O157:H7 EDL933 on Lettuce Leaves. *Applied and Environmental Microbiology*, 77, 156 - 162.
9. Burr, T., Chuaboon, W., Athinuwat, D., & Prathuangwong, S. (2013). Pectate lyase from Xanthomonas axonopodis pv. glycines 12-2 and its pili transporter required as a key virulent factor for pathogenicity.
10. 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.
11. Bai, Y., Wang, J., Yan, Y., Zhan, Y., Zhou, Z., & Lin, M. (2025). A Low-Temperature-Active Pectate Lyase from a Marine Bacterium for Orange Juice Clarification. *Microorganisms*, 13.
12. 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.

## Enzymes.bioへお問い合わせ

ご注文に関するご質問は、当社チームが喜んでサポートします。

メール [wholesale@enzymes.bio](mailto:wholesale@enzymes.bio)

電話（米国） +1 (507) 428-6057

[お問い合わせ →](#)



400+ B2B顧客



60+ 大学研究パートナー



54 世界各国に供給

© 2026 Enzymes.bio · 産業用 · 食品加工用酵素の供給 · 人の摂取用または小売販売用ではありません。