

Pectin Lyase für Fruchtsaftklärung und pektinreiche Pflanzenrohstoffe

Enzymes.bio Research-Team · Wellington, Neuseeland · June 18, 2026

Pectin Lyase ist ein pektinabbauendes Enzym, das methylveresterte Pektinketten in pflanzlichen Rohstoffen durch β -Eliminierung spaltet. Dadurch können pektinbedingte Viskosität, Gelbildung, Trübung und schlechte Filtrierbarkeit reduziert werden — besonders relevant in Fruchtsaftverarbeitung, pflanzlicher Faseraufbereitung und bestimmten Nebenströmen aus Obst-, Gemüse- und Agrarprozessen ^[1].

Enzymes.bio vertreibt Pectin Lyase als online bestellbares Produkt in 1-kg-Einheiten; Enzymes.bio ist Lieferant, nicht Hersteller und nicht Prüflabor. CoA und SDS werden bei der Bestellung mitgeliefert.

Warum Pectin Lyase in technischen Prozessen eingesetzt wird

Pektin ist kein einzelner Stoff, sondern eine Familie pflanzlicher Zellwandpolysaccharide. Besonders wichtig ist Homogalacturonan: eine Kette aus α -(1→4)-verknüpften Galacturonsäure-Einheiten, deren Carboxylgruppen in Pflanzenmaterial teilweise als Methylester vorliegen. Genau diese Veresterung ist technisch relevant, weil sie Gelbildung, Wasserbindung, Partikelstabilisierung und das Fließverhalten von Maischen, Säften und Faseraufschlüssen beeinflusst ^[2].

Pectin Lyase setzt dort an, wo Pektin noch ausreichend methylverestert ist. Sie spaltet die Polygalacturonan-Kette nicht hydrolytisch, sondern über β -Eliminierung: Aus einer langen, wasserbindenden Kette entstehen kürzere, ungesättigte Oligogalacturonide. Für Anwender ist weniger die chemische Formel entscheidend als die Prozessfolge: Das Pektinnetz verliert Kohärenz, gebundenes Wasser wird leichter beweglich, Feststoffe trennen sich besser, und filtrationshemmende Kolloide können destabilisiert werden ^[3].

Die industrielle Logik ist damit klar: Pectin Lyase ist kein „Allzweck-Enzym“, sondern ein Werkzeug für pektinbedingte Engpässe. Wenn ein Rohstoff vor allem durch Stärke, Cellulose, Protein, Lipide oder Lignin limitiert ist, wird Pectin Lyase allein nur begrenzt wirken. Wenn aber pektinreiche Schalen, Fruchtgewebe, Trester, Pflanzenfasern oder viskose Extrakte die Trennung erschweren, ist die Enzymklasse mechanistisch passend ^[4].

Der biochemische Mechanismus: Spaltung ohne vorherige Entesterung

Pectin Lyase wird häufig mit anderen Pektinasen verwechselt. Der wichtigste Unterschied: Pectin Lyase kann methylverestertes Pektin direkt angreifen, während Pectate Lyasen bevorzugt an stärker de-esterifizierten Pektaten wirken und Polygalacturonasen die Kette hydrolytisch spalten. Pectin-Methylesterasen wiederum schneiden nicht die Hauptkette, sondern entfernen Methylestergruppen und verändern damit die Ladung und Reaktivität des Pektins ^[5].

Strukturell gehören viele Pectin-Lyasen zu Proteinen mit β -Helix-Architektur; die Struktur von Pectin Lyase A ist als Proteinstruktur 1IDK hinterlegt. Diese Architektur bildet eine längliche Bindungsoberfläche, an der die Pektinkette ausgerichtet werden kann. Für die Katalyse ist nicht nur „Kontakt“ wichtig, sondern die präzise Positionierung mehrerer Galacturonat-Einheiten, damit die Eliminierungsreaktion entlang der Kette wiederholt stattfinden kann ^[6].

In der Praxis erklärt dieser Mechanismus drei beobachtbare Effekte. Erstens sinkt die effektive Kettenlänge der Pektine, wodurch die Lösungsviskosität abnehmen kann. Zweitens verlieren kolloidale Pektin-Partikel-Systeme einen Teil ihrer Stabilisierung, was Klärung und Filtration unterstützt. Drittens wird die pflanzliche Mittellamelle, in der Pektine Zellen miteinander verbinden, teilweise geschwächt; das kann Pressung, Extraktion oder Faservereinzeln erleichtern ^[1].

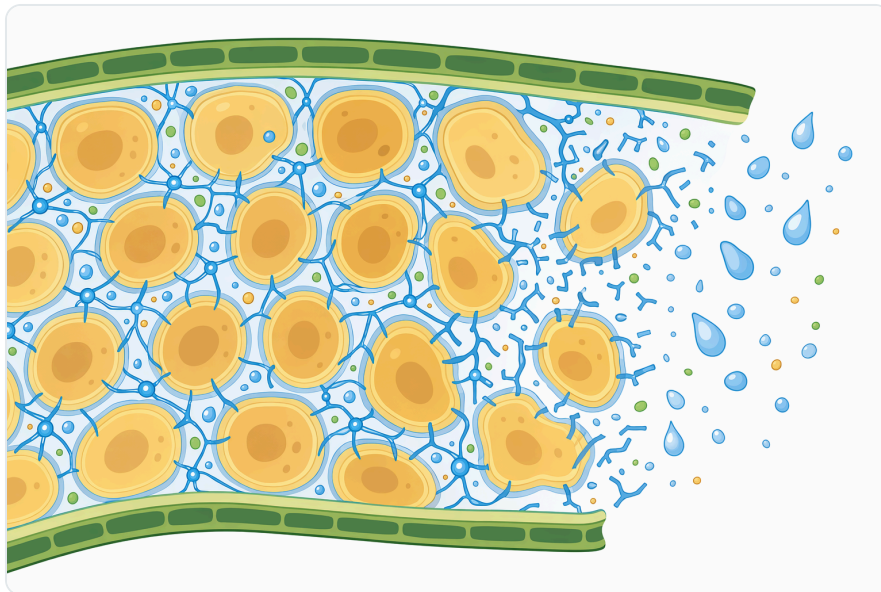


Figure 1. 펙틴이 풍부한 세포벽과 중간층 구조는 액체와 부유 고형물을 가두어 점도와 탁도를 높이고 압착성을 떨어뜨릴 수 있습니다.

Wichtig ist auch, was Pectin Lyase nicht tut: Sie ist kein Cellulase-Ersatz, kein Lignin-Abbauer und kein Konservierungsmittel. In komplexen Pflanzenmatrices liegen Pektine zusammen mit Cellulose, Hemicellulosen, Proteinen, Polyphenolen, Mineralstoffen und Lipiden vor. Die sichtbare

Prozesswirkung hängt daher davon ab, ob Pektin tatsächlich der begrenzende Matrixbestandteil ist und ob es für das Enzym zugänglich wird [7].

Abgrenzung zu verwandten pektinaktiven Enzymen

Die folgende Tabelle ordnet Pectin Lyase gegenüber häufig genannten pektinaktiven Enzymen ein. Die Unterschiede sind für die Prozessauswahl wesentlich, weil „Pektinabbau“ je nach Enzymklasse chemisch verschieden abläuft und deshalb unterschiedliche Rohstoffe, pH-Bereiche und Zielwirkungen begünstigt [4].

Enzymklasse	Bevorzugtes Substrat	Reaktionstyp	Typische technische Bedeutung	Wichtige Abgrenzung
Pectin Lyase	Methylverestertes Pektin	β -Eliminierung der Hauptkette	Senkung pektinbedingter Viskosität, Klärung, Matrixöffnung in Frucht- und Pflanzenrohstoffen	Greift verestertes Pektin direkt an; keine Hauptketten-Hydrolyse
Pectate Lyase	De-esterifiziertes Pektat	β -Eliminierung der Hauptkette	Pektatabbau, Faser- und Zellwandprozesse, Forschung zu pflanzlicher Gewebedegradation	Nicht identisch mit Pectin Lyase; Substratpräferenz verschoben
Polygalacturonase	Polygalacturonsäure / pektische Ketten	Hydrolyse glycosidischer Bindungen	Abbau pektischer Polymere, häufig in Pektinase-Systemen	Wasserabhängige Spaltung statt β -Eliminierung
Pectin-Methylesterase	Methylestergruppen am Pektin	De-Esterifizierung	Veränderung von Ladung, Gelierverhalten und Zugänglichkeit	Schneidet nicht die Hauptkette, bereitet aber andere Reaktionen vor

Die Unterscheidung ist mehr als akademisch. Ein Saft oder Fruchtpüree mit hohem Anteil methylveresterter Pektine kann anders reagieren als ein bereits alkalisch oder enzymatisch de-esterifiziertes Substrat. Ebenso kann eine Faserbehandlung, bei der stark alkalische Bedingungen vorherrschen, eher Enzyme mit alkalischer Stabilität oder pektatbezogener Aktivität begünstigen, während saure Fruchtprozesse andere Stabilitätsprofile verlangen [8].

Hauptanwendung: Fruchtsaftklärung und Fruchtextraktion

Fruchtgewebe enthält Pektin in Zellwänden und Mittellamellen. Beim Zerkleinern von Äpfeln, Beeren, Zitrusfrüchten, Steinobst oder anderen Früchten wird Pektin freigesetzt und kann Wasser binden. Dadurch entstehen viskose Maischen, langsame Pressung, stabile Trübungen und Filtrationsprobleme. Pectin Lyase adressiert genau diesen Engpass, indem sie lange Pektinketten in kürzere Fragmente zerlegt [3].

Aktuelle Arbeiten zu Pectin Lyase aus *Aspergillus niger* stellen die Verbesserung der Säureresistenz ausdrücklich in den Kontext der Saftklärung. Das ist nachvollziehbar, weil viele Fruchtmatrices natürlicherweise sauer sind; ein Enzym, das unter solchen Bedingungen funktional bleibt, passt besser zu Saftprozessen als ein Enzym, das nur in neutralen oder alkalischen Systemen wirksam ist [1].

Auch Pectin Lyase aus *Bacillus velezensis* wurde in neuerer Literatur mit verbesserter Fruchtsaftverarbeitung verbunden. Solche Studien zeigen nicht automatisch, dass jedes kommerzielle Produkt dieselben Parameter besitzt; sie belegen aber, dass Pectin Lyase als Enzymtyp weiterhin aktiv für Anwendungen in Juice Processing untersucht und optimiert wird [3].

Für den Prozessnutzen sind mehrere Effekte relevant. In der Maische kann Pectin Lyase Zellverbände lockern und gebundenes Wasser freisetzen. Im Saft kann sie die kolloidale Stabilisierung pektinreicher Trübungen reduzieren. Vor Filtration oder Zentrifugation kann der Abbau hochmolekularer Pektine dazu beitragen, dass Membranen, Filterhilfsmittel oder Separatoren weniger stark durch Gelstrukturen belastet werden [9].

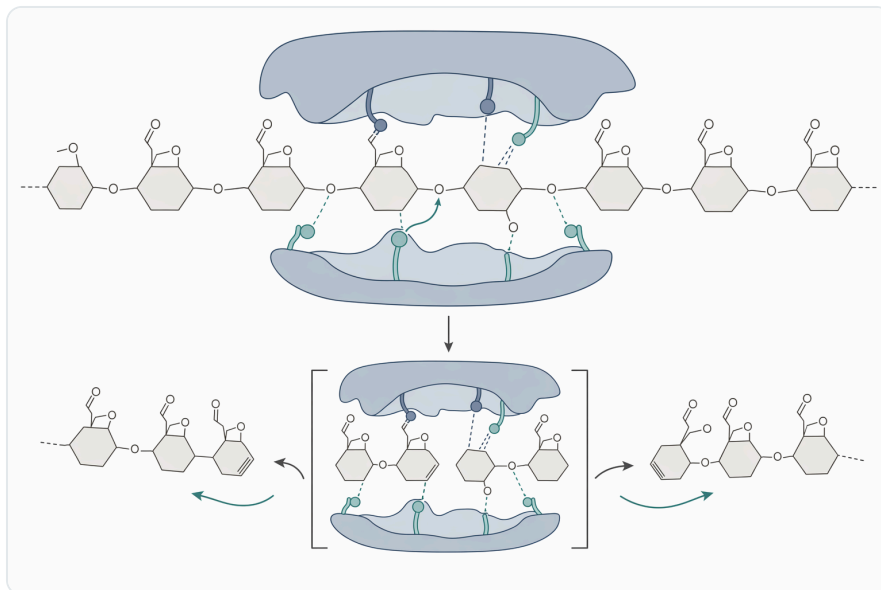


Figure 2. 펙틴 라이아제는 β -제거 반응을 통해 메틸에스터화된 펙틴을 절단하여 더 짧은 불포화 펙틴 조각을 생성합니다.

Der Effekt ist jedoch frucht- und prozessabhängig. Zitruschalen, Apfeltrester, Beerenmaischen oder Persimmon-Rohstoffe unterscheiden sich in Pektinstruktur, Veresterungsgrad, Partikelgrößen, Phenolgehalt und Calcium-Bindung. Reviews zu Zitrus- und Persimmon-Pektinen zeigen, dass pektinhaltige Nebenströme nicht nur quantitativ, sondern auch strukturell unterschiedlich sind; diese Unterschiede beeinflussen, wie gut ein Pectin-Lyase-Schritt greift ^[10].

Pectin Lyase bei pflanzlichen Nebenströmen und Pektin-Extraktion

Agroindustrielle Nebenströme wie Schalen, Trester, Pressrückstände und Gemüsereste enthalten häufig relevante Pektinfraktionen. In vielen Fällen ist Pektin selbst ein Zielprodukt; in anderen Fällen behindert es Extraktion, Entwässerung oder Klärung. Konventionelle und neuere Methoden zur Pektinextraktion aus Nebenprodukten werden intensiv diskutiert, weil solche Reststoffe sowohl Wertstoffquelle als auch Prozessproblem sein können ^[2].

Pectin Lyase ist in diesem Kontext vor allem dann interessant, wenn Pektin nicht isoliert werden soll, sondern die Matrix gezielt geöffnet werden muss. Bei der Gewinnung anderer Inhaltsstoffe kann pektinbedingte Viskosität den Stoffübergang verlangsamen. Beim Entwässern oder Konzentrieren können Pektine Wasser festhalten. Bei der Fest-Flüssig-Trennung können pektinstabilisierte Kolloide feine Partikel in Suspension halten ^[11].

Das bedeutet nicht, dass Pectin Lyase jede Nebenstromverarbeitung verbessert. Wenn das Ziel die Gewinnung intakter, hochmolekularer Pektine ist, wäre ein starker Pektinabbau kontraproduktiv. Wenn hingegen Saftausbeute, Extraktfluss, Filtrierbarkeit oder Abtrennung pektinreicher Schlämme im Vordergrund stehen, kann ein kontrollierter Abbau der Pektinstruktur prozesstechnisch sinnvoll sein ^[2].

Naturfasern, Textilien und Entschleimung

Pektine wirken in pflanzlichen Fasern als Matrixkomponenten, die Zellverbände und Faserbündel zusammenhalten. Bei Bastfasern wie Hanf, Flachs oder Ramie ist diese pektische „Kittsubstanz“ ein Grund, warum Rohfasern vor Spinnen, Färben oder technischen Anwendungen aufgeschlossen werden müssen. Enzymatische Entschleimung zielt darauf ab, diese Matrix selektiver zu verändern als aggressive chemische Behandlungen ^[12].

Pectin Lyase kann in solchen Faserprozessen eine Rolle spielen, weil sie pektische Bindestrukturen angreift, ohne primär Cellulose abzubauen. Das ist technisch wichtig: Cellulose ist meist der erwünschte Faserhauptbestandteil, während Pektin, Hemicellulose, Wachse und andere Begleitstoffe teilweise

entfernt oder modifiziert werden sollen. Ein zu unspezifischer Abbau kann Faserfestigkeit oder Längenverteilung beeinträchtigen [4].

Die Literatur zu alkalischen Pectin-Lyasen ist für Textil- und Faserprozesse besonders relevant, weil viele industrielle Vorbehandlungen nicht im sauren Bereich stattfinden. Arbeiten zu alkalischer Pectin Lyase aus *Bacillus licheniformis* und *Bacillus velezensis* zeigen, dass pH- und Temperaturstabilität gezielt untersucht werden, um Enzyme besser an robuste industrielle Prozessfenster anzupassen [13].

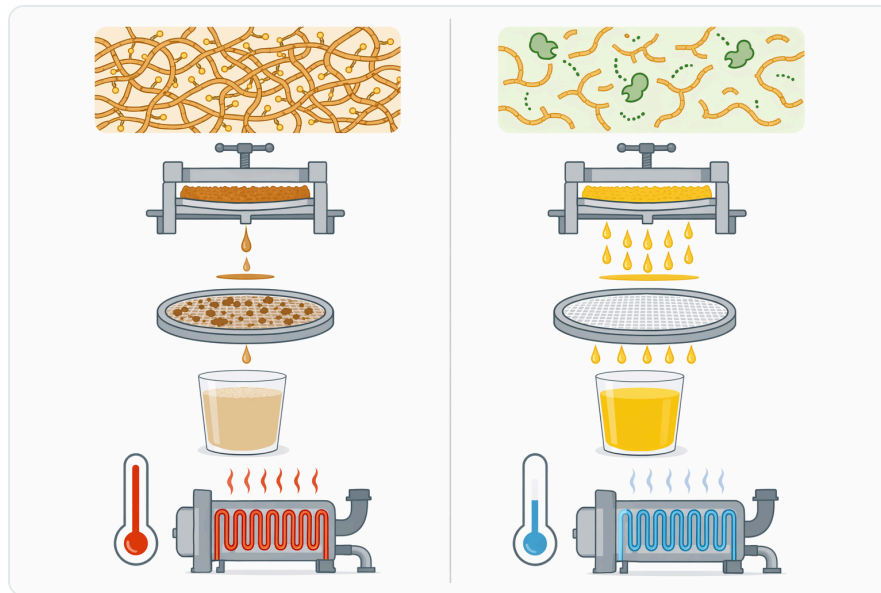


Figure 3. 펙틴 라이아제, 펙테이트 라이아제, 폴리갈락투로나아제, 펙틴 메틸에스터레이스는 선호하는 기질과 반응 방식이 서로 다릅니다.

Für Hanf und verwandte Bastfasern wird die Kombination aus nachhaltigerer Chemie und enzymatischer Degummierung zunehmend diskutiert. Reviews zu grüner Hanf-Entschleimung nennen pektische und nichtpektische Begleitstoffe als zentrale Zielstrukturen; Pectin Lyase ist dabei ein plausibler Baustein, wenn die Pektinfraktion die Faservereinzelnung begrenzt [12].

Zellwandveränderung: Warum Rohstoffstruktur entscheidend ist

Die Wirkung von Pectin Lyase hängt stark davon ab, wie Pektin in der Zellwand organisiert ist. In Pflanzengewebe sind Pektine nicht frei gelöste Polymere, sondern Teil eines Netzwerks aus Cellulose-Mikrofibrillen, Hemicellulosen, Proteinen und Ionenbrücken. Studien zur Modifikation der Kartoffelknollen-Zellwand zeigen, dass Veränderungen an Zellwandpolymeren messbare Auswirkungen auf Gewebeeigenschaften haben können [14].

Für technische Prozesse folgt daraus: Zerkleinerung, thermische Vorbehandlung, Maischeführung, Wasseraktivität und Mischintensität beeinflussen die Enzymzugänglichkeit. Pectin Lyase kann nur dort wirken, wo die Pektinkette erreichbar ist. In groben Partikeln oder wachsreichen Schalen kann die Reaktion langsamer sein als in fein dispergierten, hydratisierten Matrices ^[7].

Auch der Veresterungsgrad zählt. Pectin Lyase bevorzugt methylveresterte Abschnitte; stark de-esterifizierte Pektine passen eher zu Pectate Lyasen oder Polygalacturonasen. Deshalb kann ein identischer Enzymeinsatz in zwei Rohstoffen mit ähnlichem Gesamtpektingehalt unterschiedlich ausfallen, wenn die chemische Struktur der Pektine verschieden ist ^[5].

Prozessparameter, die das Ergebnis bestimmen

Pectin Lyase ist ein Biokatalysator: Die Reaktion hängt von pH-Wert, Temperatur, Kontaktzeit, Substratzugänglichkeit und Störstoffen ab. Neuere Arbeiten zur Enzymentwicklung konzentrieren sich auffällig oft auf Säureresistenz, Alkalistabilität oder Thermostabilität, weil genau diese Eigenschaften darüber entscheiden, ob ein Enzym in realen Prozessfenstern nützlich bleibt ^[15].

Im Fruchtsaftbereich sind saure Bedingungen üblich. Deshalb ist Säureresistenz für Pectin Lyase in Saftklärung und Fruchtextraktion besonders wertvoll. Arbeiten zur Oberflächenladungs-Gestaltung bei *Aspergillus niger* Pectin Lyase zeigen, dass Proteinengineering genutzt wird, um Stabilität in sauren Anwendungen zu verbessern; die industrielle Motivation ist dabei die robustere Saftklärung ^[1].

In Textil-, Faser- und bestimmten Pflanzenaufschlüssen sind dagegen mild-alkalische bis alkalische Prozessabschnitte möglich. Hier sind alkalische Pectin-Lyasen oder pektataktive Lyasen relevant, weil ein Enzym in einem ungeeigneten pH-Fenster zwar vorhanden, aber praktisch wenig wirksam sein kann. Studien zu alkalischen Enzymen aus *Bacillus*-Arten adressieren genau diese pH- und Stabilitätsanforderungen ^[8].



Figure 4. 주스 가공에서 펙틴 라이아제 처리는 펙틴이 지지하는 탁도 형성을 약화시키고 압착, 침전, 원심분리, 여과 효율을 개선할 수 있습니다.

Temperatur wirkt zweischneidig. Höhere Temperaturen können Diffusion und Reaktionsgeschwindigkeit verbessern, können aber auch Enzymstruktur destabilisieren. Deshalb sind thermostabile Varianten ein Forschungsschwerpunkt; maschinelles Lernen wurde bereits für multisite-kombinatorische Mutagenese genutzt, um die Thermostabilität von Pectin Lyase zu erhöhen ^[15].

Kontaktzeit ist kein isolierter Wert, sondern hängt von Partikelgröße, Feststoffgehalt und Durchmischung ab. Eine dünnflüssige Fruchtmaische mit gut zugänglichem Pektin kann anders reagieren als ein hochviskoser Trester oder eine verdichtete Faserfraktion. Der praktische Endpunkt ist daher nicht „maximaler Abbau“, sondern der gewünschte Prozesszustand: bessere Pressbarkeit, geringere Viskosität, klarere Phase oder ausreichende Faseröffnung ^[3].

Typische Einsatzfelder im Vergleich

Einsatzfeld	Pektinbedingtes Problem	Erwartete Wirkung von Pectin Lyase	Grenzen der Wirkung
Fruchtsaft und Nektar	Viskosität, Trübung, langsame Filtration	Abbau hochmolekularer Pektine, Unterstützung von Klärung und Fest-Flüssig-Trennung	Fruchtart, pH-Wert, Phenole und Partikel beeinflussen Ergebnis
Fruchtmaische und Pressung	Zellverbände halten Wasser und Saft zurück	Lockerung pektischer Mittellamellen, verbesserte Saftfreisetzung	Zu starke Gewebedegradation kann unerwünschte Trubstoffe erhöhen

Einsatzfeld	Pektinbedingtes Problem	Erwartete Wirkung von Pectin Lyase	Grenzen der Wirkung
Agrarische Nebenströme	Pektin stabilisiert Schlämme oder erschwert Extraktion	Matrixöffnung, geringere Wasserbindung, bessere Handhabung	Nicht geeignet, wenn intaktes Pektin als Produkt erhalten bleiben soll
Naturfasern und Textilien	Pektische Kittstoffe behindern Faservereinzelung	Beitrag zur Entschleimung und Oberflächenreinigung	Cellulose, Wachse, Lignin und Hemicellulosen können zusätzliche Schritte erfordern
Papier- und Faserstoffe	Pektische Begleitstoffe beeinflussen Faseroberflächen	Modifikation pektinreicher Bestandteile, Unterstützung von Aufschluss oder Reinigung	Stark abhängig von Rohstoffchemie und Prozessführung

Diese Gegenüberstellung zeigt, warum Pectin Lyase in B2B-Prozessen nicht als isoliertes „Wundermittel“ bewertet werden sollte. Die stärkste technische Begründung besteht immer dann, wenn Pektin nachweislich ein dominanter Stör- oder Strukturstoff ist und die Prozessführung dem Enzym ausreichend Zugang zum Substrat gibt ^[4].

Relevanz moderner Forschung für industrielle Anwender

Die aktuelle Forschung zu Pectin Lyase bewegt sich in zwei Richtungen: bessere Stabilität und bessere Anpassung an spezifische Anwendungen. Für Fruchtsäfte stehen saure Bedingungen und aromatisch sensible Matrices im Vordergrund; für Textil- und Faserprozesse sind alkalische Bedingungen, Temperaturführung und Prozessrobustheit wichtiger ^[1].

Expressionstechnologien wie die Herstellung alkalischer Pectin Lyase in *Pichia pastoris* zeigen, dass nicht nur die Enzymquelle, sondern auch die biotechnologische Bereitstellung optimiert wird. Für Anwender ist daraus vor allem abzuleiten, dass Pectin Lyase kein statischer Enzymtyp ist: Unterschiedliche Varianten können sich in Stabilität, Substratpräferenz und Prozessfenster deutlich unterscheiden ^[13].

Proteinengineering geht noch einen Schritt weiter. Die Verbesserung der Thermostabilität durch maschinell unterstützte Mutagenese zeigt, dass Enzymvarianten gezielt an industrielle Belastungen angepasst werden können. Das ist besonders relevant für Prozesse, in denen kurze Reaktionszeiten, erhöhte Temperaturen oder wechselnde pH-Werte üblich sind ^[15].

Gleichzeitig sollte man Forschungsergebnisse nicht unkritisch auf jedes Handelsprodukt übertragen. Eine Publikation über eine bestimmte *Bacillus*- oder *Aspergillus*-Pectin-Lyase beschreibt genau diese Variante unter definierten Bedingungen. Ein technischer Einkaufs- oder Produktionsprozess sollte daher die Rolle des Enzyms im eigenen Materialfluss verstehen, statt einzelne Literaturwerte als universelle Leistungszusage zu interpretieren [8].

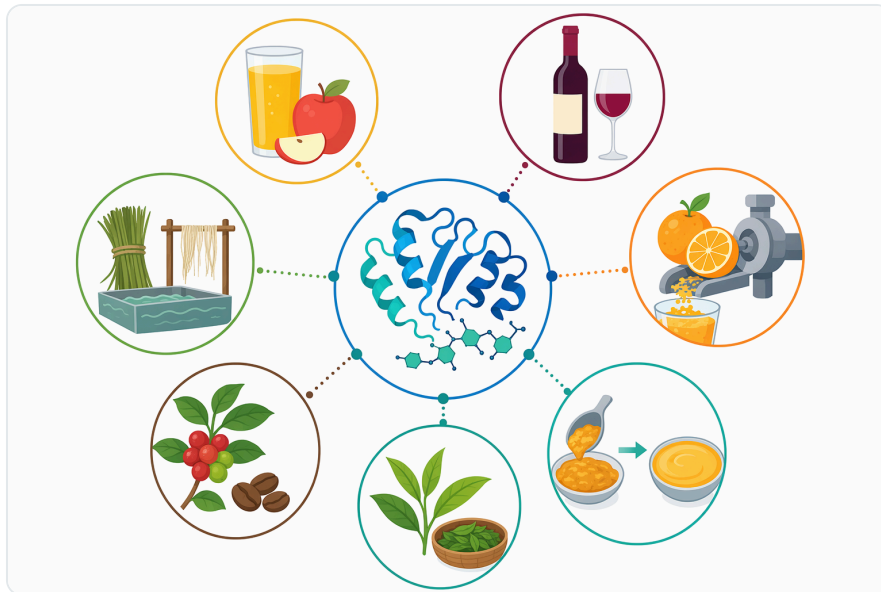


Figure 5. 펙틴 라이아제는 과일 주스 청징, 매시 압착성 개선, 식물 성분 추출, 섬유 처리, 펙틴성 잔여물 처리 등 다양한 분야에 사용됩니다.

Sichere Handhabung und Dokumentation

Enzyme sind Proteine und sollten sachgerecht gehandhabt werden. Staubbildung, Einatmen von Aerosolen und unnötiger Haut- oder Augenkontakt sind zu vermeiden; verbindlich sind die Angaben im Sicherheitsdatenblatt. Das SDS enthält die maßgeblichen Hinweise zu Lagerung, persönlicher Schutzausrüstung, Handhabung und Entsorgung für die gelieferte Ware .

Das Analysezertifikat dokumentiert chargenbezogene Informationen zur gelieferten Einheit. Enzymes.bio stellt CoA und SDS im Rahmen der Bestellung bereit, ohne dadurch als Hersteller oder Prüflabor aufzutreten. Für Anwender ist diese Rollenabgrenzung wichtig: Enzymes.bio liefert das Produkt online in 1-kg-Einheiten, während prozessspezifische Leistungsbewertung immer vom jeweiligen Rohstoff und Prozess abhängt .

Praktische Einordnung für B2B-Anwendungen

Pectin Lyase ist besonders sinnvoll, wenn ein Prozess an pektinbedingter Viskosität, Trübung, Wasserbindung oder Faserverklebung leidet. In Fruchtsaft- und Getränkeprozessen betrifft das Maischebehandlung, Pressung, Klärung und Filtration. In Faserprozessen betrifft es die pektische Matrix, die Zell- und Faserverbände zusammenhält ^[3].

Der entscheidende Mechanismus ist die Spaltung methylveresterter Pektinketten. Daraus entstehen kürzere Fragmente, die weniger stark zur Ausbildung eines zusammenhängenden, wasserbindenden Netzwerks beitragen. Genau dieser Übergang — von einem viskosen, strukturstabilisierenden Polymernetz zu kleineren Fragmenten — erklärt die technische Wirkung besser als allgemeine Begriffe wie „Biokatalyse“ oder „Prozessoptimierung“ ^[6].

Grenzen entstehen, wenn Pektin nicht der Hauptengpass ist, wenn das Pektin für das Enzym unzugänglich bleibt oder wenn pH- und Temperaturbedingungen nicht zum Enzymprofil passen. Ebenso kann ein gewünschtes Produktziel dem Pektinabbau widersprechen: Wer hochmolekulares Pektin gewinnen möchte, sollte es nicht gleichzeitig stark abbauen ^[2].

Für Enzymes.bio-Kunden ist die Kurzfassung: Pectin Lyase ist ein gezieltes Enzym für pektinreiche Pflanzenmatrices, nicht für beliebige Rohstoffe. Es passt besonders zu Prozessen, in denen pektisches Gelverhalten, Kolloidstabilisierung oder Zellwandverklebung die Trennung, Klärung oder Faservereinzeln begrenzen. Enzymes.bio vertreibt Pectin Lyase online in 1-kg-Einheiten; CoA und SDS werden bei der Bestellung mitgeliefert .

Pectin Lyase online bestellen

Verkauf in 1 kg-Einheiten, ab Lager und versandbereit. Bestellen Sie direkt in unserem Shop — bezahlen Sie online, wir bearbeiten Ihre Bestellung. Ein Analysenzertifikat und ein Sicherheitsdatenblatt liegen jeder Bestellung bei.

[Pectin Lyase kaufen →](#)

Referenzen

Nummeriert nach Reihenfolge der Erstzitation. Open-Access-Quellen, jeweils zum Veröffentlichungszeitpunkt auf Erreichbarkeit geprüft; die Zitationsnummern im Text verlinken hierher.

1. Li, Y., Zhang, H., Fu, Y., Zhou, Z., Yu, W., Zhou, J., Li, J., ... et al. (2024). Enhancing Acid Resistance of *Aspergillus niger* Pectin Lyase through Surface Charge Design for Improved Application in Juice Clarification. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
2. Macias-Frotto, B., Rostro-Alanis, M., Escobedo-Avellaneda, Z., & Welti-Chanes, J. (2024). Conventional and Innovative Methods for Pectin Extraction from Agro-industrial By-products. *Food Engineering Reviews*, 17, 161 - 188.
3. Pavlović, M., Slavić, M. Š., Kojić, M., Margetić, A., Ristović, M., Drulović, N., & Vujčić, Z. (2024). Unveiling novel insights into *Bacillus velezensis* 16B pectin lyase for improved fruit juice processing. *Food Chemistry*, 456, 140030 .
4. Zubyk, P., Klechak, I., Linovytska, V., Titova, L., & Dzyhun, L. (2026). Pectinolytic Enzymes of Basidiomycota: Genetic Basis, Culture Conditions, Biochemical Properties, and Industrial Applications. *Mikrobiolohichnyi zhurnal*.
5. 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 .
6. RCSB PDB - 1IDK: PECTIN LYASE A. *Rcsb*.
7. Hassan, S. (2011). Caractérisation de nouvelles enzymes impliquées dans la dégradation de polysaccharides végétaux à partir de la bactérie *Dickeya dadantii* 3937.
8. Li, Z., & Tian, S. (2024). A new alkaline pectin lyase with novel thermal and pH stability from *Bacillus velezensis*. *Protein Expression and Purification*, 106564 .
9. 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.
10. Chakraborty, S., Goel, K., Rasal, V., Paul, K., & Mandal, D. (2024). A Comprehensive Review: Exploring Bioactive Compounds of Citrus Fruit Peels for Therapeutic and Industrial Applications. *Food Science and Engineering*.
11. Teshome, E., Tekla, T., Urugo, M. M., Nandasiri, R., Gemede, H. F., Rani, I., Adebo, J., ... et al. (2024). Extraction methods, industrial uses, and nutritional benefits of vegetable byproducts. *International Journal of Vegetable Science*, 30, 334 - 363.
12. Rafi, M., Zhou, Y., Patowary, M. M. H., Wang, S., He, Z., Wang, M., Jiang, Z., ... et al. (2026). Green degumming of hemp fibers: Evaluating deep eutectic solvents for sustainable industrial applications: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 150906 .
13. Li, J., Yang, M., Zhao, F., Zhang, Y., & Han, S. (2024). Efficient expression of an alkaline pectin lyase from *Bacillus licheniformis* in *Pichia pastoris*. *Bioresources and Bioprocessing*, 11.
14. Oomen, R. (2003). In planta modification of the potato tuber cell wall.
15. Zhang, Z., Li, Z., Yang, M., Zhao, F., & Han, S. (2024). Machine learning-guided multi-site combinatorial mutagenesis enhances the thermostability of pectin lyase. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134530 .

Enzymes.bio kontaktieren

Fragen zu einer Bestellung? Unser Team hilft Ihnen gerne weiter.

E-MAIL wholesale@enzymes.bio

TELEFON (USA) **+1 (507) 428-6057**

[Kontakt aufnehmen →](#)



400+ B2B-Kunden



60+ universitäre Forschungspartner



54 weltweit beliefert

© 2026 Enzymes.bio · Enzymlieferant für Industrie & Lebensmittelverarbeitung · Nicht zum menschlichen Verzehr oder für den Einzelverkauf.