

Pectin Lyase Enzimi ile Meyve Suyu Berraklaştırma ve Pektin Kaynaklı Viskozite Kontrolü

Enzymes.bio Araştırma Ekibi · Wellington, Yeni Zelanda · June 21, 2026

Pectin lyase, özellikle metil esterleşmiş pektin zincirlerini β -eliminasyon yoluyla kesen ve pektince zengin bitkisel matrislerde viskoziteyi düşürmeye yardımcı olan bir pektinaz enzimidir. En iyi belgelenmiş uygulama alanı meyve suyu, püre ve konsantre işleme olup; doğal lif, tekstil ön işlemleri ve pektinli biyokütle süreçlerinde de proses koşullarına bağlı teknik değer taşır ^[1]. Enzymes.bio bu ürünü üretici veya laboratuvar olarak değil, 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan tedarik eden bir B2B kanal olarak sunar; CoA ve SDS siparişe birlikte sağlanır.

Pectin Lyase Nedir ve Neden Endüstriyel Olarak Önemlidir?

Pektin, bitkisel hücre duvarı ve orta lamellada bulunan, galakturonik asitçe zengin karmaşık bir polisakkarittir; meyve dokusunda yapı, jel davranışı, su tutma kapasitesi ve proses viskozitesi üzerinde doğrudan etkilidir. Pectin lyase bu pektik ağı hedefleyen enzimlerden biridir ve özellikle metil esterleşmiş galakturonan bölgelerini parçalayarak uzun zincirli pektinin akışkanlık üzerindeki etkisini azaltır ^[1].

Endüstriyel açıdan pectin lyase'in önemi, "pektini tamamen yok etmekten" çok pektinin molekül boyutunu ve ağ oluşturma kapasitesini kontrollü biçimde düşürmesinden gelir. Meyve suyu, püre veya bitkisel ekstrakt gibi sistemlerde az sayıda zincir kırılması bile makromoleküler pektin ağını zayıflatabilir; bunun sonucu olarak presleme, pompalanabilirlik, filtrasyon ve berraklaştırma adımlarında daha yönetilebilir bir akış profili oluşabilir ^[2].

Pectin lyase, pektin methylesterase ve polygalacturonase gibi diğer pektin dönüştürücü enzimlerle aynı genel problem alanında çalışsa da reaksiyon mantığı farklıdır. Pektin methylesterase metil ester gruplarını uzaklaştırırken, polygalacturonase daha çok hidrolitik zincir kesimiyle ilişkilidir; pectin lyase ise esterleşmiş pektin zincirlerini doğrudan eliminasyon tipi bir reaksiyonla kısaltır ^[1].

Bu fark özellikle meyve bazlı proseslerde önemlidir, çünkü pectin lyase'in temel reaksiyonu metil esterleri hidrolize etmeye dayanmaz. Bu nedenle pektin methylesterase temelli bir de-esterifikasyon yolundan farklı olarak metanol, reaksiyonun birincil ürünü olarak beklenmez; bu ifade proses güvenliği veya mevzuat yorumu değil, reaksiyon kimyasına dayalı biyokimyasal bir ayrımdır ^[1].

Pectin Lyase'in Mekanizması: Pektin Zinciri Nasıl Kısılır?

Pectin lyase'in hedefi, metil esterleşmiş galakturonan zincirindeki belirli glikozidik bağlardır. Mekanizma, su ekleyerek bağ kıran hidrolazlardan farklıdır; β -eliminasyon sırasında enzim aktif bölgesindeki amino asitler substratı konumlandırır, proton transferiyle elektron yeniden düzenlenmesini kolaylaştırır ve zincirde doymamış ürün uçları oluşacak şekilde bağ kırılımını sağlar ^[1].

Bu mekanizmayı proses diliyle açıklamak gerekirse pektin zinciri, bitkisel sıvıda viskozite yaratan uzun ve esnek bir polimer gibi davranır. Pectin lyase bu zinciri daha kısa parçalara böldüğünde çözeltideki hidrodinamik hacim azalır; yani pektin hâlâ kimyasal olarak pektik materyal niteliği taşıyabilir, ancak uzun zincirli jel benzeri davranışını daha az gösterir ^[3].

Pectin lyase'in substrat tercihi de bu noktada belirleyicidir. Enzim, yüksek metil esterleşmiş pektin bölgelerine daha uygun bir reaksiyon ortamı bulur; esterleşmemiş veya düşük esterleşmiş pektik yapılar için ise pectate lyase ya da polygalacturonase gibi diğer pektinazlar daha farklı roller üstlenebilir ^[1].

Meyve olgunlaşması ve yumuşaması bağlamında pektik polisakkaritlerin parçalanması, bitki dokusunun mekanik özelliklerini değiştiren temel biyolojik olaylardan biridir. Örneğin pectate lyase etkisinin hurma ve gülgillerdeki meyve hücre duvarı yumuşamasıyla ilişkilendirildiği çalışmalar, pektin depolimerizasyonunun doku bütünlüğü üzerindeki etkisini göstermesi bakımından pectin lyase uygulamalarının biyolojik arka planını destekler ^[4].

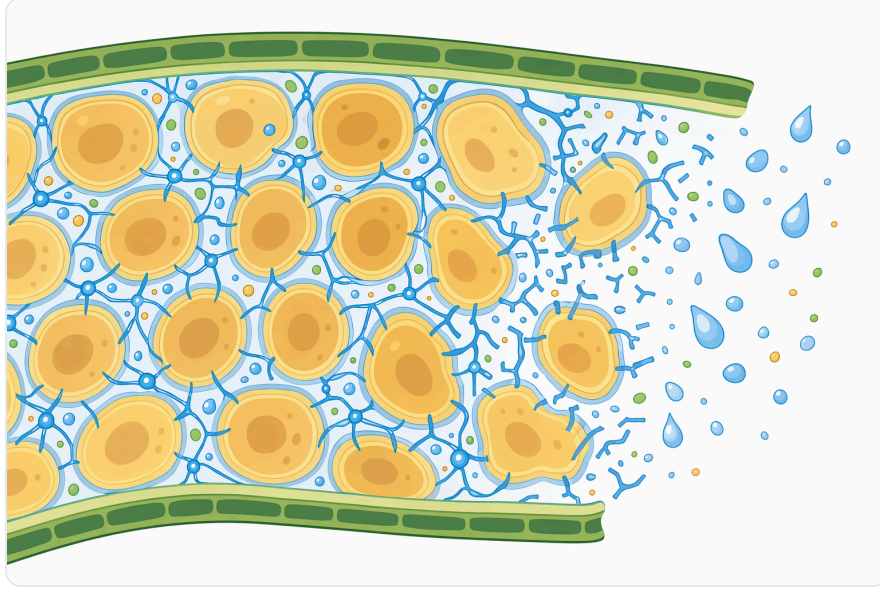


Figure 1. 펙틴이 풍부한 세포벽과 중첩 구조는 액체와 부유 고형물을 가두어 점도와 혼탁을 높이고 압착 효율을 떨어뜨릴 수 있다.

Pectin Lyase, Pectate Lyase ve Polygalacturonase Arasındaki Fark

Pektinaz terimi, tek bir enzimi değil, pektin yapısını farklı noktalardan değiştiren bir enzim grubunu ifade eder. Endüstriyel seçimde asıl fark; enzimin metil esterleşmiş pektini mi, esterleşmemiş pektatı mı, yoksa hidroliz yoluyla galakturonan zincirlerini mi hedeflediğidir ^[1].

Enzim tipi	Başlıca hedef yapı	Reaksiyon mantığı	Proses açısından tipik anlamı	Dikkat edilmesi gereken ayırım
Pectin lyase	Metil esterleşmiş pektin bölgeleri	β -eliminasyon ile zincir kırılması	Meyve suyu, püre ve pektince zengin matrislerde viskozite düşürme ve berraklaştırma desteği	Metil esterleri doğrudan hidrolize etmeye dayanmaz; yüksek esterleşmiş pektinlerde daha anlamlıdır ^[1]
Pectate lyase	Daha düşük esterleşmiş veya esterleşmemiş pektat bölgeleri	Eliminasyon tipi zincir kırılması	Bitki hücre duvarı parçalanması, lif işleme ve bazı meyve işleme uygulamaları	Kalsiyumla ilişkili substrat konformasyonu ve pektat yapısı uygulamada önemli olabilir ^[1]
Polygalacturonase	Galakturonan zincirleri	Hidrolitik bağ kırılması	Pektin depolimerizasyonu, dokusal yumuşama ve bazı berraklaştırma sistemleri	Pektin lyase'tan farklı olarak su katılımıyla hidroliz mantığına dayanır ^[5]

Enzim tipi	Başlıca hedef yapı	Reaksiyon mantığı	Proses açısından tipik anlamı	Dikkat edilmesi gereken ayırım
Pectin methylesterase	Pektindeki metil ester grupları	De-esterifikasyon	Pektin yük yoğunluğunu, jel davranışını ve sonraki enzim hassasiyetini değiştirme	Zinciri doğrudan kısaltmaz; metil esterleri uzaklaştırarak pektinin özelliklerini değiştirir [1]

Bu ayırım, “hangi pektinaz daha güçlüdür?” sorusundan daha teknik bir çerçeve sunar. Meyve hammaddesindeki pektinin esterleşme durumu, hedeflenen ürün profili, proses pH’ı, sıcaklık ve istenen berraklık seviyesi, pectin lyase’in tek başına mı yoksa daha geniş bir enzimatik yaklaşımın parçası olarak mı değerlendirileceğini belirler [2].

Meyve Suyu Berraklaştırmada Pectin Lyase

Pectin lyase’in en güçlü uygulama alanı meyve suyu ve meyve-sebze işleme prosesleridir. Pektin, presleme sonrası sıvı fazda çözünmüş veya kolloidal halde bulunarak bulanıklık stabilitesi, filtrasyon direnci ve viskozite üzerinde etkili olabilir; pectin lyase ise bu pektik yapıyı kısaltarak berraklaştırma ve ayırım adımlarını destekler [6].

Elma, turunçgil, üzüm, tropikal meyve ve püre bazlı sistemlerde pektinin miktarı ve yapısı farklıdır; bu nedenle pectin lyase’in etkisi hammaddeye göre değişebilir. Literatürde Bacillus ve Aspergillus kaynaklı pectin lyase çalışmaları, meyve suyu işleme bağlamında asit dayanımı, proses uygunluğu ve pektin parçalama performansı gibi konuların aktif araştırma alanları olduğunu göstermektedir [6].

Bacillus ve fungal kaynaklı pectin lyase’ların meyve suyu işleme için incelendiği güncel çalışmalar, yalnızca enzimin varlığını değil, enzimin proses koşullarında işlevsel kalmasını da merkeze alır. Örneğin Bacillus ve Aspergillus kökenli pectin lyase araştırmaları, meyve suyu berraklaştırmada asidik ortama uyum, termal dayanım ve uygulama verimliliği gibi konulara odaklanmıştır [2].

Pectin lyase kullanımında pratik hedef genellikle tek bir analitik sonuca indirgenmez. Daha düşük viskozite, daha hızlı katı-sıvı ayırımı, daha dengeli filtrasyon, daha iyi ekstraksiyon ve daha öngörülebilir konsantre üretimi aynı pektin parçalanması mekanizmasının farklı proses yansımalarıdır [1].

Püre, Konsantre ve Bitkisel Ekstrakt Proseslerinde Rolü

Meyve püresi, sebze püresi ve konsantre gibi yarı akışkan sistemlerde pektin, yalnızca berraklığı değil pompalanabilirliği ve ısı transferini de etkiler. Pectin lyase, uzun zincirli pektini kısaltarak akış direncini azaltabilir; bu da proses ekipmanının aynı ürünü daha öngörülebilir şekilde taşımaya ve işlemesine yardımcı olabilir [2].

Bu tür uygulamalarda “daha fazla parçalama her zaman daha iyi sonuç verir” varsayımı doğru değildir. Pektin aynı zamanda ürün gövdesi, ağız hissi ve askıda katı stabilitesi üzerinde de rol oynayabilir; dolayısıyla pektin lyase uygulamasının teknik değeri, istenen ürün dokusu ile proses kolaylığı arasındaki dengeye bağlıdır [1].

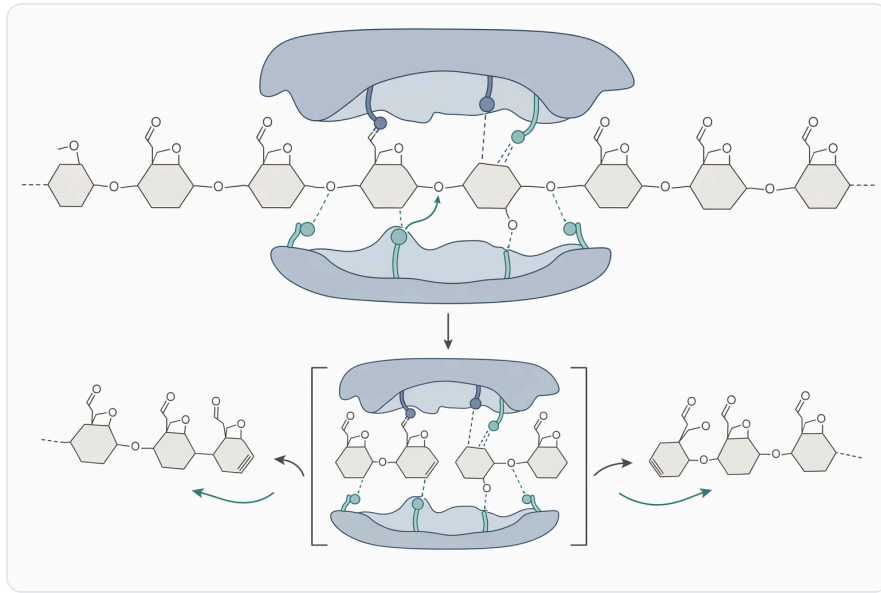


Figure 2. Pektin 분해효소인 펙틴 라이에이스는 β -제거 반응을 통해 메틸에스터화된 펙틴을 절단하여 더 짧은 불포화 펙틴 조각을 생성한다.

Pectin lyase, bitkisel ekstraksiyon süreçlerinde de pektince zengin hücre duvarı bileşenlerinin gevşetilmesi için değerlendirilebilir. Deniz bakterisinde pektin depolimerizasyon yolunun biyokimyasal olarak yeniden kurulduğu çalışma, pektinin tek bir bağ kırma olayından ibaret olmadığını; depolimerizasyon, oligosakkarit oluşumu ve sonraki metabolik dönüşümlerin bir yolak mantığıyla ilerleyebildiğini göstermiştir [3].

Bu biyokimyasal çerçeve, endüstriyel uygulamada pektin lyase'in neden “matris açıcı” bir rol oynadığını açıklar. Enzim, pektin ağını zayıflattığında hücre duvarı kaynaklı bariyerler azalabilir; bu da sıvı faza geçiş, katı-sıvı ayrımı ve ürün akışkanlığı gibi proses parametrelerine yansiyabilir [3].

Metanol Oluşturmayan Reaksiyon Mantığı ve Aroma Hassasiyeti

Pectin lyase'ın pectin methylesterase'den temel farkı, metil ester gruplarını uzaklaştırarak değil, esterleşmiş galakturonan zinciri üzerinde eliminasyon yoluyla kesim yaparak çalışmasıdır. Bu nedenle reaksiyonun ana mantığı metanol açığa çıkarma değil, pektin zincirini doymamış uçlar oluşturacak şekilde kısaltmadır [1].

Bu ayırım, meyve suyu ve aroma hassasiyeti yüksek ürünlerde teknik olarak dikkate değerdir. Metil ester gruplarını hedefleyen bir enzimatik yol ile esterleşmiş zinciri eliminasyonla kısaltan yol aynı proses sonucunu vermez; pectin lyase'ın öne çıktığı nokta, pektin kaynaklı viskoziteyi azaltırken de-esterifikasyon merkezli bir mekanizmaya dayanmamasıdır [1].

Bununla birlikte bu ifade, nihai üründe metanol düzeyi veya aroma profili hakkında evrensel bir garanti olarak okunmamalıdır. Meyve türü, doğal pektin methylesterase aktivitesi, ısıl işlem geçmişi, mikrobiyal flora ve proses tasarımı gibi başka faktörler de nihai ürün kimyasını etkileyebilir [2].

Doğal Lif, Tekstil ve Bitkisel Matris İşleme

Pectin lyase yalnızca içecek endüstrisiyle sınırlı değildir; bitkisel lif işleme süreçlerinde de pektinin bağlayıcı rolü nedeniyle teknik önem taşır. Keten, jüt, kenevir, rami ve benzeri doğal liflerde pektik maddeler lif demetlerinin ayrılmasını zorlaştırabilir; pectin lyase bu pektik bağlayıcı yapının parçalanmasına katkı sağlayabilir [7].

Fusarium kaynaklı alkalın pectin lyase ile *Crotalaria juncea* liflerinin retting işlemine ilişkin çalışma, pectin lyase'ın lif ayırma ve degumming bağlamında gerçek bir uygulama alanı bulunduğunu gösterir. Burada mekanizma, meyve suyundaki berraklaştırmadan farklı görünse de temel kimya benzerdir: pektik bağlayıcı materyal kısaltılır ve bitkisel yapının mekanik ayrımı kolaylaşır [7].

Rami degumming üzerine yapılan pectate lyase çalışmaları da pektik polisakkaritlerin doğal lif proseslerindeki rolünü destekler. Bu çalışmalar pectin lyase ile birebir aynı enzim sınıfını temsil etmese de, bitkisel liflerde pektin hedefli enzimatik işlemlerin neden tekstil ve biyoişleme alanında ilgi gördüğünü açıklayan tamamlayıcı kanıt sağlar [8].

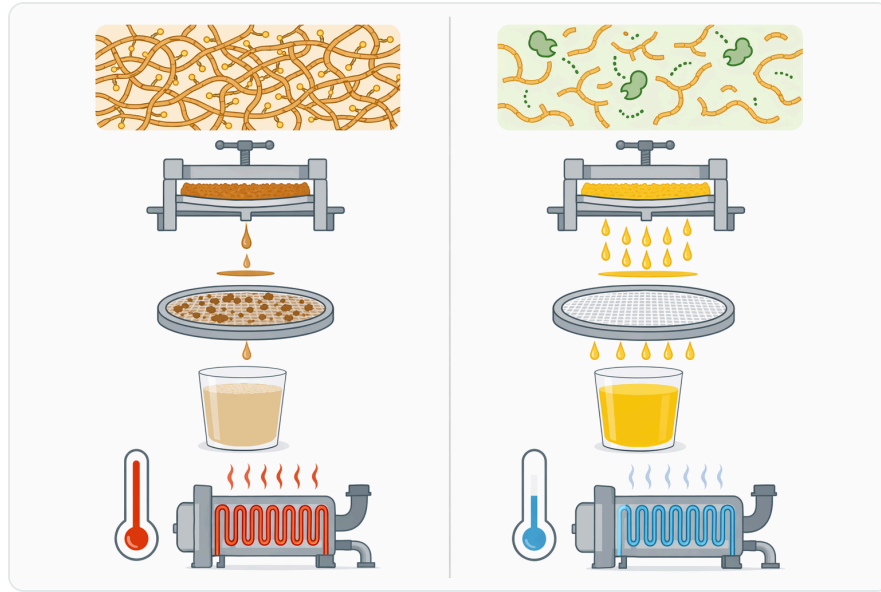


Figure 3. 펙틴 라이에이스, 펙테이트 라이에이스, 폴리갈락투로나아제, 펙틴 메틸에스테라이스는 기질 선호도와 반응 방식이 서로 다르다.

Tekstil biyoterbiyesi ve doğal lif uygulamalarında pH, sıcaklık, lif tipi, pektin esterleşme durumu ve eşlik eden hemiselülozik bileşenler kritik önemdedir. Bu nedenle pectin lyase'ın gıda proseslerinde iyi belgelenmiş etkileri, lif proseslerine doğrudan aynı sonuçlarla taşınmamalı; uygulama her zaman matris ve proses koşulları bağlamında değerlendirilmelidir ^[1].

Agro-Endüstriyel Yan Akımlar ve Biyoteknolojik Üretim Çalışmaları

Pectin lyase araştırmalarında agro-endüstriyel atıkların ve yan akımların kullanımı önemli bir temadır. *Aspergillus brasiliensis* ile agro-endüstriyel atıklardan pectin lyase sentezi üzerine yapılan çalışma, pektince zengin bitkisel artıkların yalnızca atık değil, enzim biyoteknolojisi açısından karbon kaynağı olarak da değerlendirilebildiğini göstermektedir ^[9].

Aspergillus niveus ile farklı fermantasyon yaklaşımlarında agro-endüstriyel kalıntıların karbon kaynağı olarak kullanıldığı çalışma da aynı eğilimi destekler. Bu araştırmalar, pectin lyase'ın sürdürülebilir biyoproses literatüründe neden sıkça yer aldığını açıklar; çünkü hem hedef substrat pektince zengin bitkisel materyaldir hem de üretim araştırmalarında benzer yan akımlar değerlendirilebilir ^[10].

Üretim optimizasyonu alanında tek faktörlü yaklaşımlar ve yanıt yüzeyi tasarımlarının kullanıldığı güncel çalışmalar da pectin lyase verimliliği üzerine akademik ilginin devam ettiğini gösterir. Bu tür çalışmalar, endüstriyel tedarik belgelerinde doğrudan proses reçetesi olarak kullanılmamalı; ancak enzimin biyoteknolojik öneminin sürdüğünü gösteren kanıtlar olarak okunmalıdır ^[11].

Bacillus licheniformis kaynaklı alkalın pectin lyase'ın Pichia pastoris sisteminde verimli ifade edilmesini konu alan çalışma ise pectin lyase'ın biyoteknolojik üretim altyapısında farklı ifade platformlarıyla ele alınabildiğini gösterir. Bu tür yayınlar, ürün tedarik belgelerinde bir üretim beyanı yerine, literatürdeki teknik yönelimi anlamak için kullanılmalıdır [13].

Pectin Lyase'ın Kanıt Düzeyi: Nerede Güçlü, Nerede Koşula Bağlı?

Pectin lyase için en güçlü kanıt alanı meyve suyu ve meyve-sebze işleme uygulamalarıdır. Derlemeler, pectinolytic lyase'ların kaynak, yapı, özellik ve katalitik mekanizma açısından kapsamlı biçimde çalışıldığını; pectin lyase'ın da pektin depolimerizasyonu ve gıda prosesi bağlamında iyi tanımlanmış bir enzim olduğunu göstermektedir [1].

Meyve suyu uygulamalarında güncel çalışmalar, pectin lyase'ın sadece teorik bir seçenek olmadığını, berraklaştırma ve proses iyileştirme hedefleriyle aktif olarak incelendiğini ortaya koyar. Özellikle asit dirençli ve meyve suyu işlemeye uygun pectin lyase varyantlarına yönelik araştırmalar, endüstriyel ihtiyacın pektince zengin asidik matrislerde yoğunlaştığını gösterir [6].

Doğal lif, tekstil ve degumming uygulamalarında kanıt düzeyi gerçek ancak daha proses bağımlıdır. Fusarium kaynaklı alkalın pectin lyase ile lif retting çalışması, uygulamanın mümkün olduğunu gösterirken; farklı lif türleri, pH aralıkları ve eşlik eden hücre duvarı bileşenleri nedeniyle sonuçların her tekstil prosesine otomatik olarak aktarılmaması gerekir [7].

Pektik oligosakkarit üretimi ve özel pektin türevleri ise gelişen bir araştırma alanıdır. Humicola insolens kökenli pectate lyase ile pektin oligosakkaritleri üretimini konu alan çalışma, pektin parçalama enzimlerinin yalnızca viskozite azaltma için değil, kontrollü oligosakkarit üretimi için de araştırıldığını gösterir; ancak bu alan pectin lyase ürün performans iddiası olarak genellenmemelidir [14].

Proses Parametreleri Hakkında Genel Teknik Çerçeve

Pectin lyase'ın etkisi, substratın pektin içeriği ve esterleşme durumu ile yakından ilişkilidir. Aynı dozaj yaklaşımı veya aynı işlem süresi farklı meyve, püre veya bitkisel ekstraktlarda aynı sonucu vermeyebilir; çünkü pektinin molekül ağırlığı, yan zincirleri, çözünürlüğü ve hücre duvarındaki yerleşimi değişkendir [1].

pH ve sıcaklık, pectin lyase performansında iki temel proses değişkenidir; ancak bu doküman belirli aktivite değerleri, aktivite birimi tanımları veya test yöntemi sunmaz. Literatürde asidik meyve suyu koşullarına uyumlu pectin lyase tasarımları ile alkalın lif işleme uygulamalarına uygun pectin lyase örnekleri ayrı ayrı incelenmiştir [6].

Temas süresi, mekanik karıştırma, katı madde oranı ve işlem sırası da sonuç üzerinde etkilidir. Örneğin meyve ezmesinde pres öncesi pektin parçalanması ile pres sonrası berraklaştırma adımıdaki pektin parçalanması aynı hedefe hizmet etse bile farklı proses etkileri doğurabilir ^[2].

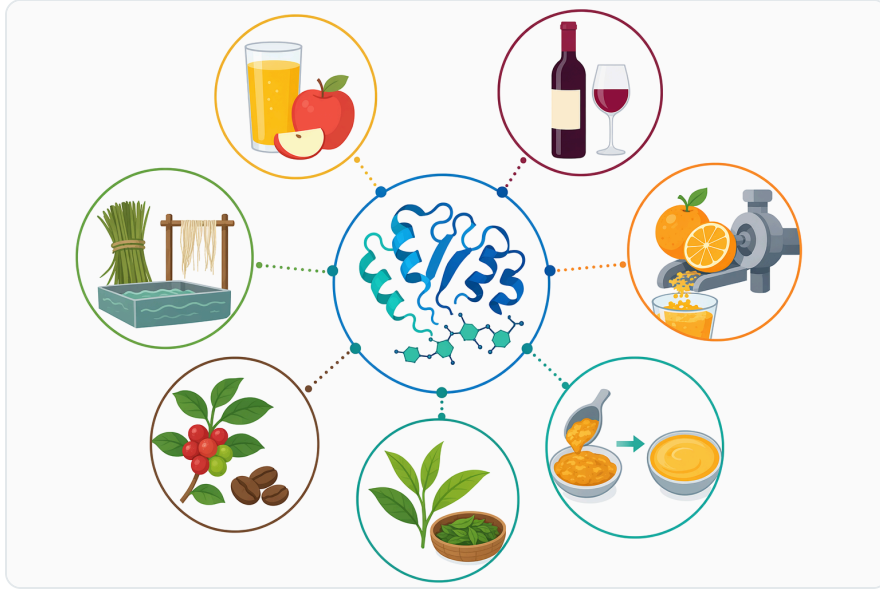


Figure 5. Pektin liazinase는 과일 주스 청징, 과육 매시의 압착성 향상, 식물 성분 추출, 섬유 처리, 펙틴성 잔류물 처리 등 다양한 분야에 사용된다.

Bu nedenle pectin lyase, tek başına “her pektin sorununu çözen” bir katkı olarak değil, pektince zengin matrislerde belirli bir reaksiyon mantığı sunan teknik bir araç olarak değerlendirilmelidir. En güvenilir yaklaşım, enzimin metil esterleşmiş pektini hedeflediğini bilerek uygulama hedefini viskozite, berraklık, lif ayrımı veya ekstraksiyon kolaylığı gibi somut bir proses çıktısıyla ilişkilendirmektir ^[1].

Enzymes.bio Ürün Konumlandırması

Enzymes.bio, Pectin Lyase ürününü 1 kg birimler halinde çevrim içi doğrudan tedarik eder. Enzymes.bio bir üretici veya laboratuvar olarak konumlanmaz; bu nedenle burada üretim prosesi, laboratuvar validasyonu, aktivite birimi tanımı veya analiz yöntemi açıklaması sunulmaz.

Siparişle birlikte CoA ve SDS sağlanır. CoA partiye ilişkin kalite dokümantasyonunu, SDS ise güvenli elleçleme ve depolama için gerekli güvenlik bilgilerini destekler; bu belgeler ürün sipariş sürecinin parçası olarak değerlendirilmelidir.

Pectin Lyase’ın Enzymes.bio sayfasındaki doğru teknik konumlandırması; “pektince zengin bitkisel matrislerde metil esterleşmiş pektin zincirlerini hedefleyen, meyve suyu berraklaştırma ve viskozite kontrolü başta olmak üzere çeşitli biyoişleme uygulamalarında kullanılan enzim” şeklindedir. Bu ifade,

enzimin mekanizmasını ve uygulama alanını açıklar; belirli bir ürün partisinin performansını veya belirli bir proses sonucunu garanti eden bir üretici iddiası olarak okunmamalıdır [1].

Sonuç: Pectin Lyase Hangi Durumlarda Mantıklı Bir Enzim Seçeneğidir?

Pectin lyase, yüksek metil esterleşmiş pektin içeren meyve, püre, ekstrakt ve bitkisel matrislerde viskoziteyi azaltmak, berraklaştırmayı desteklemek ve pektin kaynaklı proses direncini düşürmek için bilimsel temeli güçlü bir enzim seçeneğidir. Mekanizması, pektin zincirini β -eliminasyonla kısaltmaya dayanır; bu nedenle pektin methylesterase gibi metil esterleri doğrudan hidrolize eden enzimlerden ayrılır [1].

Meyve suyu işleme, pectin lyase için en iyi belgelenmiş endüstriyel uygulama alanıdır; doğal lif, tekstil ön işlemleri, degumming ve pektinli biyokütle süreçleri ise gerçek literatür desteğine sahip olmakla birlikte daha fazla proses bağımlılığı gösterir. Güncel araştırmalar, asit direnci, termostabilite, alkalın koşullara uyum ve meyve suyu uygulamalarına özel enzim profilleri üzerinde yoğunlaşarak pectin lyase'in teknik önemini devam ettiğini göstermektedir [12].

Enzymes.bio üzerinden tedarik edilen Pectin Lyase, 1 kg birimler halinde çevrim içi satın alınabilen bir enzim ürünüdür; CoA ve SDS siparişiyle birlikte sağlanır. Doğru kullanım bağlamı, pektinin proseste hangi sorunu yarattığını anlamak ve pectin lyase'in metil esterleşmiş pektin zincirlerini hedefleyen spesifik reaksiyon mantığını bu hedefle eşleştirmektir.

Pectin Lyase ürününü online sipariş edin

1 kg birimler halinde satılır; stokta mevcut ve sevkiyata hazırdır. Mağazamızdan doğrudan sipariş verin — online ödeme yapın, siparişinizi işleme alalım. Her siparişe Analiz Sertifikası ve Güvenlik Bilgi Formu dahildir.

[Pectin Lyase satın alın →](#)

Kaynaklar

İlk atıf sırasına göre numaralandırılmıştır. Açık erişimli kaynaklardır; her birinin yayım sırasında erişilebilir olduğu doğrulanmıştır. Metindeki atıf numaraları buraya bağlantı verir.

1. Zheng, L., Xu, Y., Li, Q., & Zhu, B. (2021). Pectinolytic lyases: a comprehensive review of sources, category, property, structure, and catalytic mechanism of pectate lyases and pectin lyases. *Bioresources and Bioprocessing*, 8.

2. 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 .
3. Hobbs, J. K., Hettle, A., Vickers, C., & Boraston, A. (2018). Biochemical Reconstruction of a Metabolic Pathway from a Marine Bacterium Reveals Its Mechanism of Pectin Depolymerization. *Applied and Environmental Microbiology*, 85.
4. 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.
5. Didier, A. K. M., Hubert, K., Parfait, K. E. J., Constant, Y. J., & Kablan, T. (2017). Partial purification and Characterization of Two Pectinases (Polygalacturonase and Pectin lyase) from Papaya Pericarp (*Carica papaya* cv. solo 8). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6, 2729-2739.
6. 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*.
7. Yadav, S., Maurya, S. K., Anand, G., Dwivedi, R., & Yadav, D. (2017). Purification, characterization and retting of *Crotalaria juncea* fibres by an alkaline pectin lyase from *Fusarium oxysporum* MTCC 1755. *3 Biotech*, 7, 334 - 340.
8. 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.
9. Pili, J., Danielli, A., Nyari, N. L., Zeni, J., Cansian, R., Backes, G. T., & Valduga, E. (2018). Biotechnological potential of agro-industrial waste in the synthesis of pectin lyase from *Aspergillus brasiliensis*. *Food science and technology international = Ciencia y tecnologia de los alimentos internacional*, 24, 109 - 97.
10. Maller, A., Silva, T. M., Reis, A., Jorge, J. A., & Polizeli, M. (2012). Production of Pectin Lyase by *Aspergillus niveus* under Submerged and Solid State Fermentations Using Agro-Industrial Residues as Carbon Sources. *International Research Journal of Microbiology*, 3, 29-35.
11. Gül, E., Dursun, A. Y., Tepe, O., Akaslan, G., & Pampal, F. G. (2024). Optimizing pectin lyase production using the one-factor-at-a-time method and response surface methodology. *Biotechnology and applied biochemistry*, 72, 638 - 651.
12. 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 .
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. 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*.


Enzymes.bio ile iletişime geçin


Siparişinizle ilgili sorularınız mı var? Ekibimiz yardımcı olmaktan memnuniyet duyar.

E-POSTA wholesale@enzymes.bio

TELEFON (ABD) [+1 \(507\) 428-6057](tel:+1(507)428-6057)

[Bize ulaşın →](#)

 **400+** B2B müşteriler

 **60+** üniversite araştırma ortakları

 **54** dünya genelinde hizmet

© 2026 Enzymes.bio · Endüstriyel ve gıda işleme enzim tedariki · İnsan tüketimi veya perakende satış için değildir.