

# 식품용 펙티나아제(Food-Grade Pectinase)로 과일 펄핑·착즙·퓨레 점도 조절하기

Enzymes.bio 연구팀 · 뉴질랜드 웰링턴 · June 18, 2026

식품용 펙티나아제는 과일 세포벽과 중간층에 있는 펙틴성 다당류를 절단하거나 변형해 과육 조직을 더 쉽게 풀어지게 하는 과일가공용 효소입니다. 과일 펄핑에서는 점도 저감, 착즙 전 매시 흐름성 개선, 여과 부하 감소, 퓨레 균일화에 주로 쓰이며, 효과는 원료 과일의 펙틴 함량·속도·산도·열처리 이력·목표 질감에 따라 달라집니다. Enzymes.bio는 제조사나 시험기관이 아니라 B2B 효소 공급업체이며, 해당 제품은 1 kg 단위로 온라인 직접 구매할 수 있고 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

## 과일 펄핑에서 펙티나아제가 필요한 이유

과일을 파쇄하면 세포가 깨지면서 수분, 당, 유기산, 색소, 향기 성분뿐 아니라 세포벽 다당류도 함께 방출됩니다. 이때 펙틴은 물을 붙잡고 콜로이드 네트워크를 만들기 때문에, 단순 분쇄만으로는 매시가 충분히 흐르지 않거나 착즙·여과 단계에서 저항이 커질 수 있습니다. 펙티나아제는 이러한 펙틴성 물질을 분해하는 효소군으로, 과일주스 청징과 점도 저감 분야에서 오래 사용되어 온 대표적 식품가공 효소로 정리됩니다 <sup>[1]</sup>.

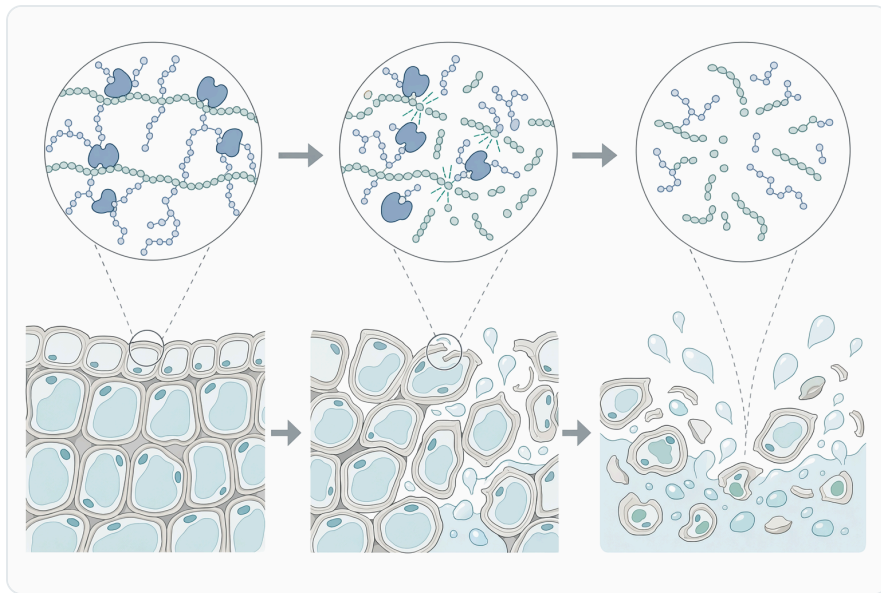
펄핑 공정의 난점은 "단단한 과일을 잘게 부수는 문제"와 "잘게 부순 뒤 생기는 점성 매시를 다루는 문제"가 다르다는 데 있습니다. 파쇄기나 콜로이드밀은 입자를 작게 만들 수 있지만, 펙틴이 충분히 풀리지 않으면 액상은 여전히 끈적하고, 고형물은 물을 머금은 채 압착 케이크에 남습니다. 펙티나아제는 물리적 파쇄 후 남아 있는 세포벽 접착 구조와 용출 펙틴을 효소적으로 낮춰, 펄핑·혼합·압착·원심분리·여과가 이어지는 라인의 공정성을 개선하는 데 초점을 둡니다 <sup>[2]</sup>.

특히 사과, 배, 복숭아, 살구, 망고, 구아바, 베리류, 감귤류처럼 펙틴과 세포벽 다당류가 공정 점도에 크게 영향을 주는 원료에서는 펄프가 배관에서 느리게 이동하거나, 탱크 내 혼합이 불균일하거나, 여과재가 빨리 막히는 문제가 생길 수 있습니다. 펙티나아제 처리는 펙틴 네트워크를 낮춰 액상이 더 쉽게 빠져나오도록 하고, 고형물과 액상의 경계가 더 분명해지도록 돕는 전처리로 이해할 수 있습니다. 최근 과일주스 청징 관련 문헌에서도 펙티나아제 사용은 탁도와 점도에 관여하는 펙틴성 성분을 낮추는 핵심 접근으로 다루어집니다 <sup>[3]</sup>.

## 펙틴 구조와 펙티나아제 작용 기전

과일 세포벽을 구조적으로 보면, 셀룰로오스 미세섬유가 골격을 만들고 헤미셀룰로오스가 이를 연결하며, 펙틴은 세포와 세포 사이의 중간층 및 1차 세포벽에서 수분을 머금은 접착 매트릭스로 작용합니다. 펙틴은 주로 갈락투론산 잔기가 연결된 고분자이며, 메틸에스터화 정도, 가지 구조, 칼슘 결합, 당 잔기의 구성에 따라 겔화와 점성에 미치는 영향이 달라집니다. 펙티나아제는 이러한 펙틴성 물질을 대상으로 탈중합 또는 탈에스터화 반응을 일으키는 효소군으로 설명됩니다 [1].

실제 상업적 펙티나아제 제제는 하나의 반응만 하는 단일 효소라기보다, 여러 펙틴 분해 활성이 조합된 형태로 이해하는 것이 일반적입니다. 폴리갈락투로나아제는 탈에스터화된 폴리갈락투론산 사슬의 글리코시드 결합을 가수분해해 분자량을 낮추고, 펙틴 라이아제는 메틸에스터화된 펙틴을  $\beta$ -제거 반응으로 절단하며, 펙틴 메틸에스터라아제는 메틸에스터기를 제거해 다른 펙틴 분해 효소가 접근하기 쉬운 형태로 바꿀 수 있습니다. 이러한 반응 조합이 펄프의 점성 저하, 입자 분산, 액상 회수성 증가로 이어집니다 [2].



**Figure 1.** 펙티나아제는 식물 세포벽과 중간층의 펙틴성 물질을 분해하여 으깬 과일 펄프가 젤처럼 뭉치기보다 분리 가능한 현탁액처럼 거동하게 한다.

과일 펄핑에서 중요한 것은 “펙틴을 완전히 없애는 것”이 아니라 “공정에 방해가 되는 정도의 고분자 펙틴 네트워크를 목표 수준까지 낮추는 것”입니다. 청징 주스처럼 투명도와 여과성이 중요한 제품에서는 펙틴 분해를 비교적 적극적으로 활용할 수 있지만, 퓨레·넥타·스무디 베이스처럼 바디감이 필요한 제품에서는 일부 펙틴 구조를 남겨야 제품의 입안 질감과 현탁 안정성이 유지됩니다. 효소의 반응성은 안정성과 활성 사이의 균형에도 영향을 받으며, 일반적으로 효소는 온도·pH·기질 접근성 변화에 따라 구조 안정성과 촉매 효율이 함께 달라질 수 있습니다 [4].

## 과일 펄핑 단계에서 기대되는 공정 효과

펙티나아제를 펄핑 단계에 적용하면 가장 먼저 관찰되는 변화는 매시의 흐름성입니다. 파쇄 직후 과일 매시는 고형물 입자, 용출된 펙틴, 세포액이 뒤섞인 비뉴턴성 현탁액에 가깝습니다. 펙틴 분자량이 낮아지고 세포 간 접착이 약해지면 같은 고형분 함량에서도 교반 저항이 줄고, 펌프 이송이나 탱크 배출이 쉬워질 수 있습니다. 펙티나아제가 주스의 점도와 여과성을 개선하는 데 사용된다는 설명은 과일주스 청징 리뷰에서 반복적으로 제시됩니다 [3].

착즙 전처리에서는 액상 성분의 회수가 핵심입니다. 과일 조직 내 수분과 가용성 고형분이 세포벽 구조와 펙틴 겔에 묶여 있으면 압착 후에도 잔사에 액상이 많이 남습니다. 펙티나아제는 세포벽 중간층을 느슨하게 하고 펙틴성 겔을 낮춰 압착 중 액상이 빠져나올 통로를 만들어 줍니다. 열·산 안정성을 가진 미생물 유래 펙티나아제를 과일주스 청징에 적용한 연구에서도, 펙틴 분해가 주스 가공에서 물리화학적 성질과 청징성 개선에 연결될 수 있음이 보고되었습니다 [5].

여과 공정에서는 펙틴이 막힘의 주요 원인 중 하나입니다. 고분자 펙틴은 미세 입자를 붙잡아 탁도를 유지하고, 여과재 표면에 끈적한 케이크층을 형성하며, 막여과에서는 플럭스 저하를 유발할 수 있습니다. 펙티나아제 처리로 펙틴성 콜로이드가 낮아지면 여과 저항이 감소하고, 원심분리나 침강에서도 입자 분리 양상이 달라질 수 있습니다. 사과주스 안정화와 청징 공정에 대한 최근 리뷰도 효소적 처리와 대체 청징 기술을 함께 검토하며, 펙틴 관련 물성 제어가 주스 품질과 공정성의 중요한 축임을 보여줍니다 [6].

퓨레와 스무디 베이스에서는 효과의 방향이 더 섬세합니다. 점도가 너무 높아 충전이 어렵거나 배치 간 질감 편차가 큰 경우에는 펙티나아제가 도움이 될 수 있지만, 과도한 반응은 제품의 바디감과 과육감을 낮출 수 있습니다. 토마토 과실의 성숙 단계와 저장 온도에 따른 텍스처 및 펙티나아제 활성 연구처럼, 과일 조직의 질감은 내재 효소 활성과 속도 변화에도 영향을 받기 때문에 외부 효소 적용은 원료 상태와 목표 질감에 맞춰 해석해야 합니다 [7].

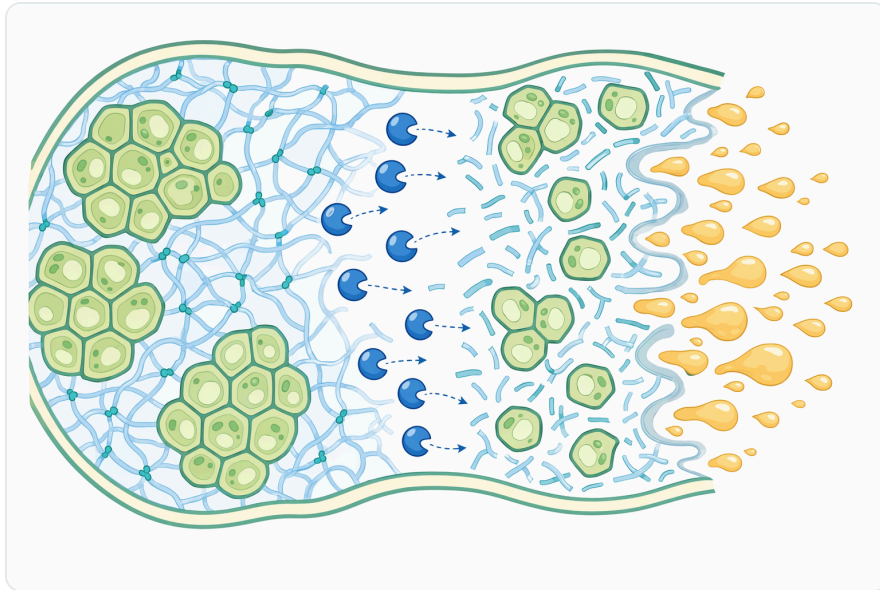


Figure 2. 펙틴 탈중합, 중간층 약화, 콜로이드 분해는 점도 저하, 착즙 촉진, 청징 개선을 뒷받침하는 서로 연관된 변화이다.

## 적용 목적별 비교: 펄핑, 착즙, 청징, 퓨레 조절

아래 표는 식품용 펙티나아제를 과일 펄핑 주변 공정에서 사용할 때 목적별로 어떤 물성 변화를 기대할 수 있는지 정리한 것입니다. 이는 특정 제품의 성능 보증이 아니라, 문헌상 알려진 펙틴 분해 원리와 과일가공 응용을 공정 관점으로 해석한 비교입니다.

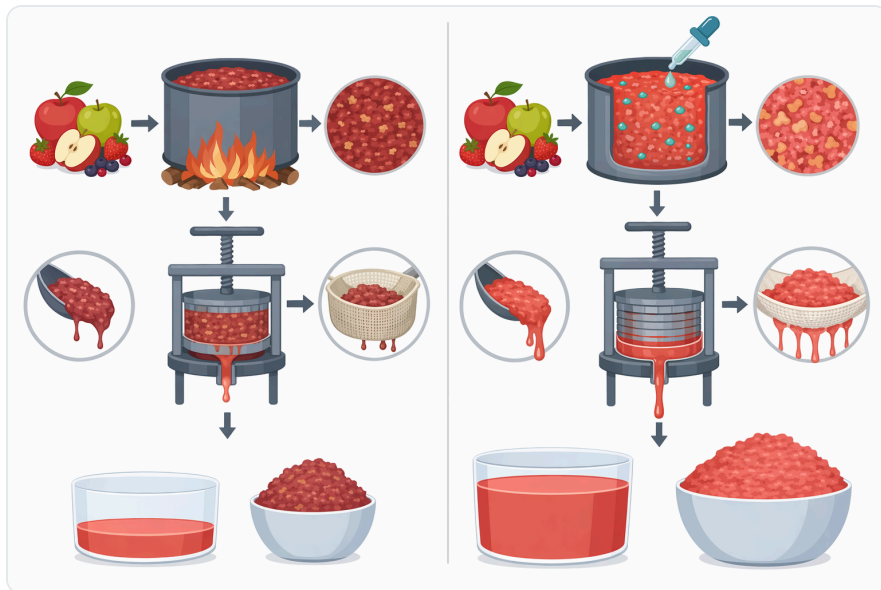
| 적용 위치      | 주요 목표            | 펙티나아제가 작용하는 물성       | 기대되는 공정 변화           | 주의할 점                        |
|------------|------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|
| 파쇄 후 펄핑 단계 | 과육 조직 완화, 매시 균일화 | 세포 간 접착, 고분자 펙틴 네트워크 | 교반·펌핑·이송성 개선         | 과도 처리 시 바디감 저하 가능            |
| 착즙 전처리     | 액상 회수성 향상        | 세포벽 결착, 펙틴 겔 보수력     | 압착 케이크 내 잔류 액상 감소 가능 | 원료 속도와 파쇄 입도 영향 큼            |
| 원심분리·여과 전  | 탁도와 여과 저항 완화     | 콜로이드성 펙틴, 미세입자 응집 상태 | 여과 흐름성 및 청징성 개선 가능   | 제품이 탁한 스타일이면 목표 탁도 유지 필요     |
| 퓨레·넥타 조절   | 흐름성과 충전성 개선      | 점성, 입자 분산, 현탁 안정성    | 배관 이송과 충전 편차 완화 가능   | 질감 설계가 가장 중요                 |
| 잼·필링 전처리   | 원료 덩어리감 조절       | 과육 결착, 수분 보유         | 가열 전 혼합 균일성 개선 가능    | 최종 겔 형성에 필요한 펙틴을 지나치게 낮추면 불리 |

과일주스 산업에서 펙티나아제는 흔히 청징 효소로 설명되지만, 그 기능은 청징 단계에만 국한되지 않습니다. 청징 전에 이미 펄프 점도와 펙틴성 콜로이드 부하를 낮추면 후단 공정의 운전 안정성이 달라질 수 있습니다. 펙티나아제의 과일주스 청징 응용과 고정화 지지체에 대한 리뷰는 효소가 단순한 첨가물이 아니라 점도, 탁도, 여과성, 재사용 기술까지 연결되는 공정 도구로 연구되고 있음을 보여줍니다 [2].

## 과일 종류별로 달라지는 해석

사과와 배는 펙틴이 착즙성과 청징성에 강하게 관여하는 대표 원료입니다. 파쇄 후 매시에 펙티나아제를 적용하면 세포벽 중간층이 느슨해지고, 고분자 펙틴이 낮아지면서 압착과 여과가 쉬워질 수 있습니다. 사과주스 안정화·청징에 관한 문헌에서는 효소적 접근이 기존 청징 공정과 함께 검토되며, 사과 매트릭스에서 펙틴성 물질 제어가 핵심 이슈로 다뤄집니다 [6].

망고, 복숭아, 살구, 구아바처럼 점성이 높고 과육감이 제품 가치와 연결되는 원료에서는 펙티나아제를 "청징제"보다 "흐름성 조절제"로 보는 편이 더 적절합니다. 이런 과일의 펄프는 섬유질과 미세 고형물이 많아 물리적 파쇄만으로는 균일한 흐름을 얻기 어렵습니다. 다만 제품이 퓨레, 넥타, 스무디 베이스라면 완전히 묽게 만드는 것이 목표가 아니므로, 펙틴 분해 정도는 최종 점도와 입안 질감을 기준으로 판단해야 합니다. 파파야 주스에서 알지네이트 비드에 고정화한 펙티나아제를 적용한 연구도 과일 매트릭스에 따라 물리화학적 특성과 항산화 관련 지표가 함께 평가되어야 함을 보여줍니다 [8].



**Figure 3.** 폴리갈락투로나아제, 펙틴 라이아제, 펙테이트 라이아제, 펙틴 메틸에스터라아제는 펙틴 주쇄나 에스터화 상태에 서로 다른 방식으로 작용해 기여한다.

감귤류와 베리류에서는 펙틴성 탁도, 미세 입자 안정성, 색소 안정성의 균형이 중요합니다. 투명 주스나 농축 원료를 만들 때는 펙틴 분해가 여과성과 명도에 유리할 수 있지만, 베리 음료처럼 자연스러운 탁도와 색감을 유지해야 하는 제품에서는 효소 처리가 외관과 질감을 동시에 바꿀 수 있습니다. *Aspergillus niger* 유래 펙티나아제를 오렌지와 파인애플 주스 청징에 적용한 연구는 특정 효소와 조건의 결과이지만, 감귤·열대과일 매트릭스에서도 펙틴 분해가 청징성에 영향을 줄 수 있음을 시사합니다 [9].

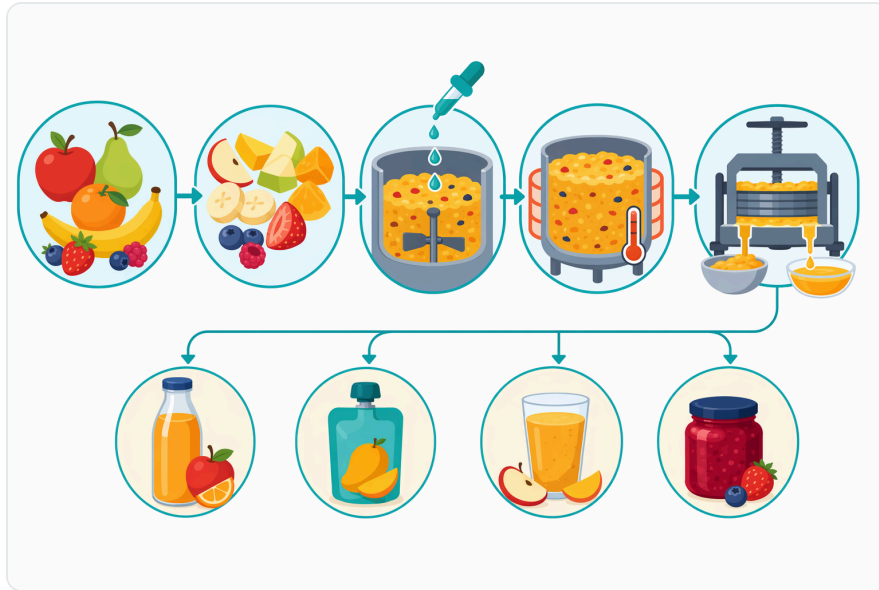
패션프루트, 바엘, 파파야처럼 씨, 점액질, 섬유질, 산도가 함께 문제 되는 원료에서는 펙티나아제 단독 효과와 물리적 분리 조건의 상호작용이 커집니다. 패션프루트 주스 추출·회수 연구에서는 펙티나아제 제제가 과육으로부터 주스 회수에 활용될 수 있음을 다루며, 바엘 과일 주스의 효소 추출 최적화 연구도 효소 처리가 영양 성분이 풍부한 주스 추출 공정의 변수로 작용할 수 있음을 보여줍니다 [10] [11].

## 다른 효소와의 관계: 펙티나아제가 중심이지만 전부는 아니다

과일 세포벽은 펙틴만으로 구성되지 않습니다. 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 자일란, 전분성 성분, 단백질성 콜로이드가 함께 존재하기 때문에, 원료와 목표에 따라 펙티나아제 외 효소가 병행되는 경우도 있습니다. 과일 기반 제품 가공에서는 펙티나아제, 셀룰라아제, 헤미셀룰라아제, 아밀라아제, 프로테아제가 단독 또는 조합으로 사용되어 수율과 품질 개선에 관여한다고 정리됩니다 [1].

다만 과일 펄핑에서 1차적으로 다루야 할 물성이 “펙틴에 의한 점도와 세포 간 접착”이라면 펙티나아제가 중심 효소입니다. 셀룰라아제나 헤미셀룰라아제는 더 깊은 세포벽 골격 분해에 관여할 수 있지만, 과도하게 쓰면 섬유 구조와 입자감을 크게 바꿀 수 있습니다. 자일라나아제도 과일주스 청징에서 보조적으로 검토되며, 특정 매트릭스에서는 헤미셀룰로오스 분해가 여과성과 탁도에 영향을 줄 수 있습니다 [12].

따라서 펙티나아제는 “모든 세포벽 성분을 무차별적으로 분해하는 효소”가 아니라, 과일 펄프의 가장 큰 점도·겔화 요인 중 하나인 펙틴성 물질을 우선적으로 낮추는 공정 보조제입니다. 실제 적용에서는 원료가 너무 섬유질이 강한지, 전분성 점도가 문제인지, 단백질성 탁도가 문제인지에 따라 다른 효소가 필요할 수 있지만, 사과·배·복숭아·망고·베리류의 일반적인 펄핑 문제에서는 펙틴 분해가 가장 직접적인 출발점이 됩니다 [2].



**Figure 4.** 펙티나아제는 보통 분리 공정 전에 으갠 과일에 처리되어, 압착, 배액 또는 여과 전에 펙틴이 풍부한 기질을 약화시킨다.

## 공정 조건을 해석할 때 봐야 하는 변수

펙티나아제의 효과는 같은 과일에서도 속도와 저장 조건에 따라 달라질 수 있습니다. 숙성이 진행되면 과일 자체의 내재 효소와 세포벽 변화로 조직이 부드러워지고 펙틴 구조도 변합니다. 덜 익은 과일은 조직이 단단하고 효소 접근성이 낮을 수 있으며, 과숙 과일은 이미 펙틴이 부분적으로 분해되어 외부 효소 반응의 체감 효과가 다르게 나타날 수 있습니다. 토마토 과실 연구에서 성숙 단계와 저장 온도에 따라 텍스처와 펙티나아제 활성의 관계가 평가된 것처럼, 과일 조직의 출발 상태는 펄핑 결과를 좌우하는 변수입니다 [7].

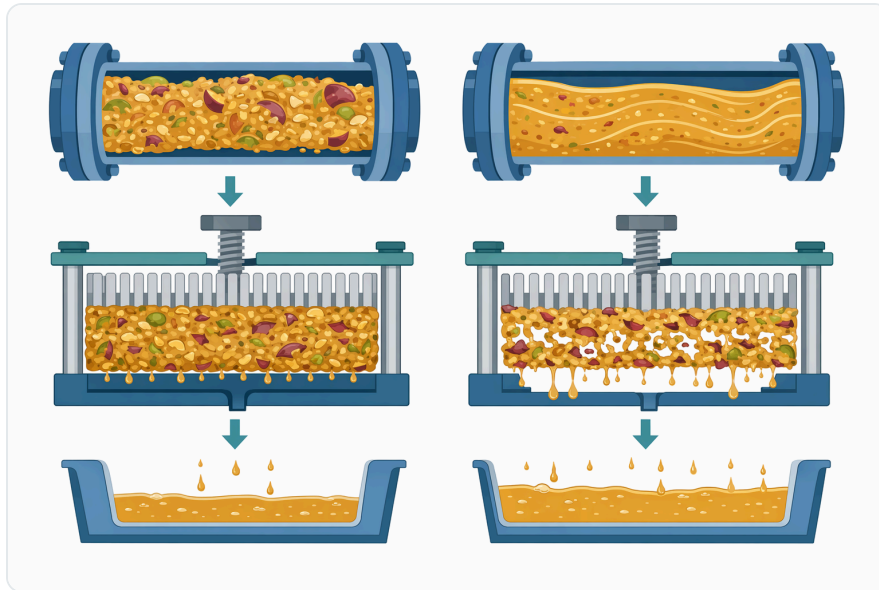
pH와 온도도 중요하지만, 이를 단순히 높이거나 낮추면 된다고 볼 수는 없습니다. 과일 매시는 자연적으로 산성이며, 많은 식품가공용 펙티나아제는 산성 매트릭스에서 쓰이도록 선택됩니다. 그러나 효소 단백질은 지나친 열이나 부적절한 pH에서 변성될 수 있고, 반대로 너무 낮은 온도에서는 반응 속도가 늦어질 수 있습니다. 열-산 안정성 펙티나아제를 생산하고 과일주스 청징에 적용한 연구는 특정 균주와 효소의 특성을 다룬 것이지만, 과일가공 효소에서 산성 조건과 열 안정성이 중요한 평가 축임을 보여줍니다 [5].

파쇄 입도와 혼합도는 기질 접근성의 문제입니다. 효소가 펙틴을 분해하려면 과일 조직 내부의 펙틴에 접근해야 하므로, 큰 덩어리가 남아 있거나 탱크 내 혼합이 불균일하면 반응이 부분적으로만 일어날 수 있습니다. 반대로 너무 강한 물리적 파쇄는 미세입자를 과도하게 만들어 여과 부하를 높일 수도 있습니다. 과일 펄프 추출 장비 설계 연구에서도 펄프 추출 성능은 물리적 구조 파괴와 분리 효율의 균형에 달려 있음을 전제로 다룹니다 [13].

열처리 순서도 실무적으로 중요합니다. 효소는 단백질이므로 고온 살균이나 열충격 후에는 활성이 낮아질 수 있습니다. 따라서 펙티나아제는 일반적으로 효소가 작용할 수 있는 단계에서 먼저 펄프 구조를 조절한 뒤, 이후 열처리로 미생물 관리와 효소 불활성화를 수행하는 방식으로 설계됩니다. 다만 최종 열처리 조건은 제품 안전성, 품질 목표, 공정 설비에 따라 별도로 관리되어야 하며, 펙티나아제는 살균제나 보존료가 아닙니다 [4].

## 품질 속성: 점도, 수율, 탁도, 색, 향

펙티나아제 적용의 1차 지표는 점도와 흐름성입니다. 점도가 낮아지면 펌프 부하, 탱크 배출 시간, 열교환 효율, 농축 전 처리성이 달라질 수 있습니다. 그러나 점도가 낮아졌다는 사실이 항상 “품질이 좋아졌다”는 뜻은 아닙니다. 청징 주스에서는 유리하지만, 스무디나 퓨레에서는 지나친 점도 저하가 제품 정체성을 해칠 수 있습니다. 과일주스 청징에서 펙티나아제의 역할을 다룬 범위문헌고찰도 응용 목적에 따라 청징성과 품질 지표를 함께 고려해야 함을 보여줍니다 [3].



**Figure 5.** 펙틴으로 인한 점도를 낮추면 과일 매시를 더 쉽게 펌핑하고, 혼합하고, 압착하고, 분리할 수 있다.

수율은 원료 비용과 직결됩니다. 세포벽과 펙틴 겔에 묶인 액상이 더 잘 빠져나오면 착즙 수율이 개선될 수 있지만, 실제 회수율은 압착 방식, 입도, 매시 온도, 원료 속도, 잔사 배출 조건의 영향을 함께 받습니다. 패션프루트 주스 회수 연구와 바엘 주스 효소 추출 최적화 연구는 효소가 수율 향상 공정의 한 변수로 작용할 수 있음을 보여주지만, 특정 과일·조건에서 얻은 수치를 다른 원료에 그대로 적용해서는 안 됩니다 [10] [11].

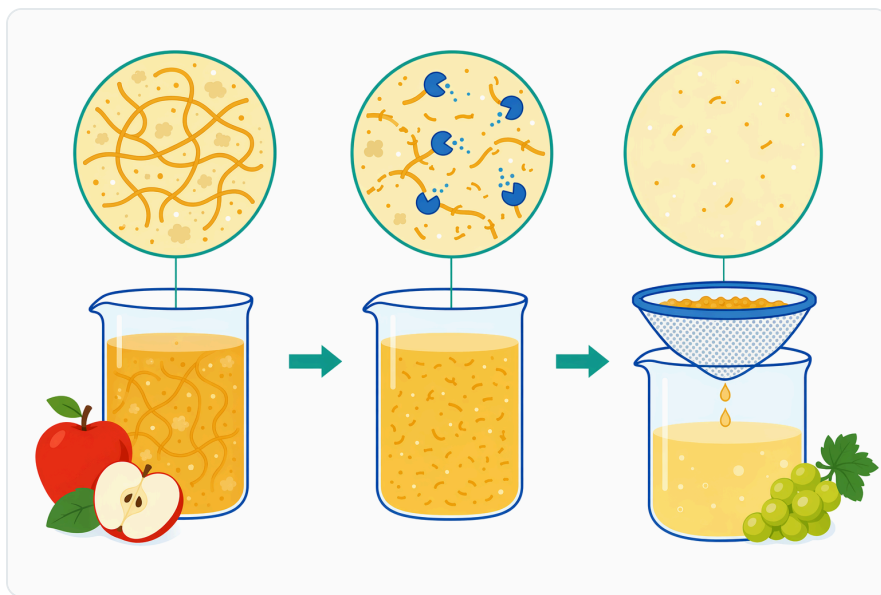
탁도와 색은 더 복합적입니다. 펙틴 분해는 미세입자 안정성을 낮춰 청징에는 도움이 될 수 있지만, 색소가 입자나 세포벽 성분과 함께 존재하는 과일에서는 색의 농도와 안정성에도 영향을 줄 수 있습니다. 예를 들어 베리류나 적색 과일에서는 청징도를 높이는 과정이 색의 선명도, 침전, 산화 안정

성과 함께 평가되어야 합니다. 파파야 주스의 고정화 펙티나아제 연구처럼, 효소 처리는 물리화학적 특성뿐 아니라 항산화 활성 등 품질 지표와 함께 관찰될 수 있습니다 [8].

향미 측면에서는 펙티나아제가 직접 향을 “만드는” 효소라고 말하기 어렵습니다. 다만 세포벽이 느슨해지면 향기 성분의 방출, 과육 입자 분포, 열처리 중 휘발 손실 양상이 달라질 수 있습니다. 반대로 과도한 세포벽 분해는 산화효소와 기질의 접촉을 늘릴 수 있으므로, 갈변이 쉬운 과일에서는 산소 노출, 열처리 순서, 항산화 관리가 함께 중요합니다. 과일 추출물에서 폴리페놀 산화효소의 pH와 열 안정성을 평가한 연구는 과일가공 중 효소적 갈변과 열처리 조건이 품질에 영향을 줄 수 있음을 보여줍니다 [14].

## 고정화 펙티나아제 연구가 주는 시사점

최근 문헌에서는 펙티나아제를 알지네이트 비드, 키토산-자성 입자, 막 지지체 등에 고정화해 주스 청징에 적용하는 연구가 늘고 있습니다. 이러한 연구의 목적은 효소를 회수하거나 재사용하고, 공정 안정성을 높이며, 연속 처리 가능성을 탐색하는 데 있습니다. 예를 들어 파파야 주스 공정에서 고정화 펙티나아제-알지네이트 비드가 물리화학적 특성과 재사용성 측면에서 평가되었습니다 [8].



**Figure 6.** 펙티나아제는 주스 속 콜로이드성 펙틴 물질을 분해해 펙틴 관련 혼탁을 줄이고 여과성을 향상시킬 수 있다.

키토산-자성 입자에 펙티나아제를 고정화한 연구는 입자 제조 방식이 효소 특성과 주스 청징 성능에 영향을 줄 수 있음을 다룹니다. 이는 상업 현장에서 바로 동일하게 적용된다는 의미가 아니라, 펙티나아제의 성능이 효소 자체뿐 아니라 지지체, 확산, 접촉 방식, 회수 방식에 의해 달라질 수 있음을 보여줍니다 [15].

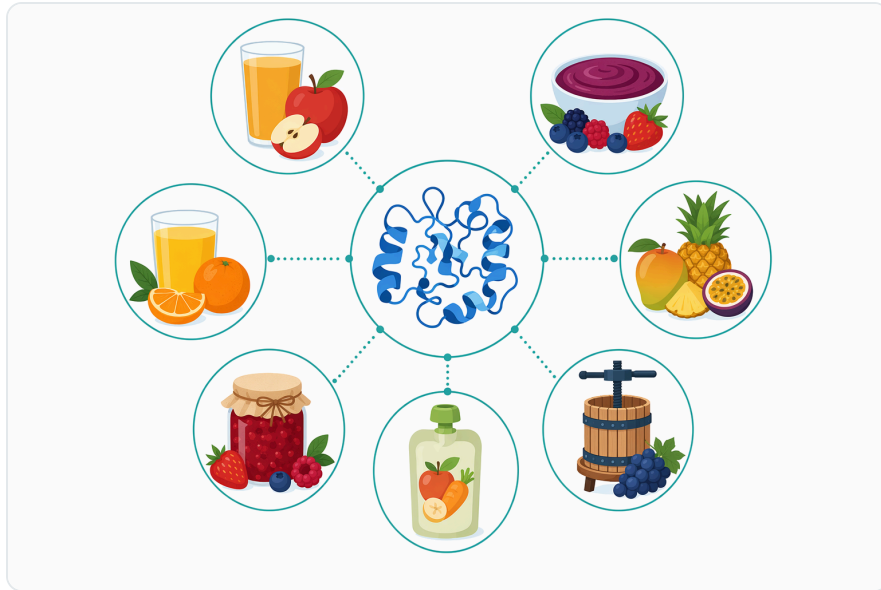
또한 자성 삼중효소 나노바이오촉매를 이용한 과일주스 청징 연구처럼, 펙티나아제를 다른 세포벽 분해 효소와 함께 고정화해 복합 매트릭스를 처리하려는 시도도 보고되어 있습니다. 이러한 접근은 미래형 연속 공정이나 재사용 시스템에 대한 연구로 이해할 수 있으며, 일반 분말 또는 액상 효소를 펄핑 탱크에 투입하는 전통적 방식과는 구분해야 합니다 [16].

## 식품용 펙티나아제를 제품 설계에 맞게 해석하기

청징 주스, 농축 원료, 여과 전처리 원료에서는 펙티나아제의 목표가 비교적 명확합니다. 고분자 펙틴을 낮추고, 탁도를 줄이며, 여과와 분리를 쉽게 만드는 것입니다. 이 경우 펙틴 분해가 충분히 일어날수록 공정 이점이 커질 가능성이 있습니다. *Aspergillus niger* 유래 펙티나아제를 생산·회수해 과일주스 청징에 적용한 연구도 펙티나아제가 다운스트림 처리와 청징 응용에서 핵심 효소로 쓰일 수 있음을 보여줍니다 [17].

반면 퓨레, 넥타, 스무디, 과일 소스, 베이커리 필링에서는 “얼마나 분해할 것인가”가 더 중요합니다. 제품이 손가락으로 떠지는 질감을 가져야 하는지, 병입 충전이 가능한 흐름성을 가져야 하는지, 고품 과육이 떠 있지 않고 안정적으로 분산되어야 하는지에 따라 펙틴 분해 목표가 달라집니다. 펙티나아제는 이들 제품에서 원료 펄프의 덩어리감과 점성을 낮추는 데 도움이 될 수 있지만, 최종 제품의 바디감을 설계하는 도구로 조심스럽게 사용되어야 합니다 [2].

잼이나 젤리형 제품에서는 더 신중해야 합니다. 펙틴은 공정 문제의 원인이기도 하지만, 동시에 겔 형성에 필요한 구조 성분이기도 합니다. 원료 전처리에서 펙티나아제를 과도하게 적용하면 가열 후 최종 겔 강도나 퍼짐성이 달라질 수 있습니다. 따라서 잼·필링 원료에서 펙티나아제는 “겔을 만들기 전 불균일한 과육을 일부 완화하는 목적”에는 유용할 수 있지만, 겔화에 필요한 펙틴을 지나치게 분해하는 방향으로 사용해서는 안 됩니다 [1].



**Figure 7.** 과일 주스, 사과와 배 매시, 베리와 포도 머스트, 감귤류 또는 열대 과일 펄프, 과일 가공품에는 점도 조절, 착즙 촉진, 청징, 추출 등의 다양한 목적 조합을 위해 펙티나아제가 사용된다.

## Enzymes.bio의 공급 형태와 문서

Enzymes.bio의 Food-Grade Pectinase For Fruit Pulping은 과일 펄핑, 착즙 전처리, 퓨레 흐름성 조절, 여과성 개선을 검토하는 식품 및 산업 가공용 효소로 볼 수 있습니다. Enzymes.bio는 제조사나 실험실이 아니라 B2B 효소 공급업체이며, 제품은 1 kg 단위로 온라인 직접 판매됩니다. 관련 제품 페이지에서도 식품용 펙티나아제가 과일주스 청징과 점도 저감 용도로 연결되어 안내됩니다 .

주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공되므로, 구매자는 내부 품질관리와 안전보건 절차에 따라 문서를 보관하고 사용할 수 있습니다. 이 자료는 특정 공정 결과를 보증하기 위한 시험성적서가 아니라, 펙티나아제가 과일 펄핑에서 어떤 기전으로 작용하고 어떤 공정 목적에 맞는지 이해하기 위한 기술 설명입니다. 효소 적용 결과는 과일 종류, 원료 상태, 공정 순서, 열처리, 목표 제품 질감에 따라 달라질 수 있습니다.

## 핵심 정리

식품용 펙티나아제는 과일 세포벽과 중간층의 펙틴성 물질을 분해해 매시의 점도와 접착성을 낮추는 효소입니다. 과일 펄핑에서는 파쇄만으로 해결되지 않는 끈적임, 낮은 착즙성, 여과 막힘, 배치별 점도 편차를 줄이는 데 활용될 수 있습니다. 펙티나아제가 과일주스 청징과 펙틴 분해에 널리 연구·응용되어 왔다는 점은 여러 리뷰와 적용 연구에서 확인됩니다 [3].

다만 펙티나아제는 만능 품질 개선제가 아닙니다. 청징 주스와 농축 전처리에서는 낮은 점도와 높은 여과성이 장점이지만, 퓨레·넥타·스무디·필링에서는 펙틴이 제품의 바디감과 안정성을 만드는 성분이기도 합니다. 따라서 Food-Grade Pectinase For Fruit Pulping은 “과일을 더 묽게 만드는 첨가제”

가 아니라, 목표 제품에 맞춰 펄프 구조와 공정 흐름성을 조절하는 식품가공용 효소로 이해하는 것이 가장 정확합니다.

## Food-Grade Pectinase For Fruit Pulping 온라인 주문

1kg 단위로 판매되며 재고 보유, 즉시 출고됩니다. 온라인 스토어에서 바로 결제하시면 주문을 처리해 드립니다. 모든 주문에는 시험성적서(CoA)와 물질안전보건자료(SDS)가 포함됩니다.

[Food-Grade Pectinase For Fruit Pulping 구매하기 →](#)

## 참고문헌

최초 인용 순서로 번호를 매겼습니다. 모든 출처는 발행 시점에 접근 가능 여부를 확인한 오픈 액세스 자료이며, 본문의 인용 번호가 이곳으로 연결됩니다.

1. Patidar, M., Nighojkar, S., Kumar, A., & Nighojkar, A. (2018). Pectinolytic enzymes-solid state fermentation, assay methods and applications in fruit juice industries: a review. *3 Biotech*, 8, 1-24.
2. Patel, V. B., Chatterjee, S., & Dhoble, A. S. (2022). A review on pectinase properties, application in juice clarification, and membranes as immobilization support. *Journal of Food Science*.
3. Maller, A. (2025). Use of Pectinases in Juice Clarification Processes: A Scoping Review. *Novel Techniques in Nutrition & Food Science*.
4. Hou, Q., Rooman, M., & Pucci, F. (2023). Enzyme stability-activity trade-off : new insights from protein stability weaknesses and evolutionary conservation. *bioRxiv*.
5. Prajapati, J., Dudhagara, P., & Patel, K. (2021). Production of thermal and acid-stable pectinase from Bacillus subtilis strain BK-3: Optimization, characterization, and application for fruit juice clarification. *Biocatalysis and agricultural biotechnology*, 35, 102063.
6. Nehme, L., Tekle, M. E., Barakat, N., Khoury, A. E., Azzi-Achkouty, S., & Rayess, Y. E. (2024). Alternative Processes for Apple Juice Stabilization and Clarification: A Bibliometric and Comprehensive Review. *Processes*.
7. Gebregziabher, A. A., Supriyadi, S., Indarti, S., & Setyowati, L. (2021). Texture Profile and Pectinase Activity in Tomato Fruit (Solanum Lycopersicum, Servo F1) at Different Maturity Stages and Storage Temperatures.
8. Ishak, N. A., Serri, N. A., Samsudin, H., & Murad, M. (2025). Impact of immobilized pectinase-alginate beads on physicochemical properties, antioxidant activity, and reusability in papaya juice processing. *Journal of Food Science*, 90 4, e70177 .
9. Ametefe, G., Oluwadamilare, L. A., Ibidapo, O., Fashola, F., Orji, F., Iweala, E., & Chinedu, S. N. (2021). Effect of Characterized Pectinase Produced From Aspergillus Niger on the Clarification of Orange and

## Pineapple Juices.

10. Anh, T. L., & Van, L. N. (2023). Application of pectinase enzyme preparations for extraction and recovery of passion fruit juice (Passiflora edulis) from Cao Bang province. *Journal of Science Natural Science.*
11. Sonawane, A., Pathak, S., & Pradhan, R. (2020). Optimization of a Process for the Enzymatic Extraction of Nutrient Enriched Bael Fruit Juice Using Artificial Neural Network (ANN) and Response Surface Methodology (RSM). *International Journal of Fruit Science*, 20, S1845 - S1861.
12. Kaushal, J., Khatri, M., Singh, G., & Arya, S. (2021). A multifaceted enzyme conspicuous in fruit juice clarification: An elaborate review on xylanase. *International Journal of Biological Macromolecules.*
13. Lanjewar, N., & Handa, C. (2025). Design and Performance Evaluation of Fruit Pulp Extraction Machine. *International Journal of Basic and Applied Sciences.*
14. Oliveira Carvalho, J., & Orlanda, J. F. F. (2017). Heat stability and effect of pH on enzyme activity of polyphenol oxidase in buriti (Mauritia flexuosa Linnaeus f.) fruit extract. *Food Chemistry*, 233, 159-163 .
15. Magro, L. D., Moura, K. S., Backes, B. E., Menezes, E. D., Benvenuto, E., Nicolodi, S., Klein, M., ... et al. (2019). Immobilization of pectinase on chitosan-magnetic particles: Influence of particle preparation protocol on enzyme properties for fruit juice clarification. *Biotechnology Reports*, 24.
16. Sojitra, U. V., Nadar, S. S., & Rathod, V. (2016). A magnetic tri-enzyme nanobiocatalyst for fruit juice clarification. *Food Chemistry*, 213, 296-305 .
17. Poletto, P., Borsoi, C., Zeni, M., & Silveira, M. M. (2015). Downstream processing of pectinase produced by Aspergillus niger in solid state cultivation and its application to fruit juices clarification. *Food Science and Technology International*, 35, 391-397.


### Enzymes.bio 문의

주문에 관해 궁금한 점이 있으신가요? 기꺼이 도와드리겠습니다.


이메일 [wholesale@enzymes.bio](mailto:wholesale@enzymes.bio)

전화 (미국) **+1 (507) 428-6057**

[문의하기 →](#)

 **400+** B2B 고객사

 **60+** 대학 연구 파트너

 **54** 전 세계 54개국 공급

© 2026 Enzymes.bio · 산업용 및 식품 가공용 효소 공급 · 인체 섭취 또는 소매 판매용이 아님