

Pectinase Enzyme for Fruit Juice Clarification: 과일 주스 청징용 펙티나아제 효소의 작동 원리와 적용

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

펙티나아제는 과일 세포벽과 중간층에 존재하는 펙틴을 분해해 주스의 점도와 탁도, 여과 부담을 낮추는 과일주스 청징용 효소입니다. 사과, 감귤류, 망고, 구아바, 파파야처럼 펙틴과 펄프 성분이 공정성을 좌우하는 주스에서 압착성, 침강성, 여과성, 최종 외관을 개선하는 데 활용됩니다 ^[1].

Enzymes.bio는 제조사나 실험실이 아니라 효소 공급업체이며, Pectinase Enzyme for Fruit Juice Clarification은 1kg 단위로 온라인 직접 구매할 수 있습니다. CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다.

과일주스 청징에서 펙티나아제가 중요한 이유

과일주스 청징은 단순히 "탁한 주스를 맑게 보이게 하는 단계"가 아닙니다. 주스 안의 펙틴, 미세 과육, 세포벽 조각, 단백질성-페놀성 복합체는 점도를 높이고, 침강을 늦추며, 여과막이나 필터 매체에 부담을 줍니다. 특히 펙틴은 물을 강하게 보유하고 콜로이드성 네트워크를 형성하기 때문에, 원료를 잘게 파쇄한 뒤에도 미세 입자가 장시간 떠 있도록 만드는 핵심 요인입니다. 효소 보조 추출 및 청징 리뷰에서는 과일주스 산업에서 효소가 추출, 압착, 침강, 고형분 제거, 투명도 개선에 폭넓게 적용된다고 정리합니다 ^[1].

펙티나아제는 이 문제의 중심에 있는 펙틴을 표적으로 합니다. 과일 조직에서 펙틴은 세포와 세포를 접착하는 중간층, 1차 세포벽, 과육의 젤성 구조에 관여합니다. 과일이 익거나 저장 중 연화될 때 펙틴 분해 효소 관련 유전자와 세포벽 다당류 해체가 중요한 역할을 한다는 연구들이 여러 과일에서 보고되어 있으며, 이는 펙틴 분해가 과육 조직과 물성 변화를 좌우하는 생화학적 과정임을 보여줍니다 ^[2].

청징용 펙티나아제는 이러한 자연적 펙틴 분해 과정을 공정 목적에 맞게 이용하는 생물촉매입니다. 효소가 펙틴 사슬을 짧게 만들거나 메틸에스터 구조를 바꾸면, 펙틴 네트워크가 약해지고 물리적으로 잡혀 있던 미세 입자가 더 쉽게 응집·침강하거나 후속 여과에서 제거됩니다. 따라서 펙티나아제는 색을 빼거나 향미를 덮는 화학적 처리제가 아니라, 주스 매트릭스 내부의 고분자 구조를 변형해 흐름성과 분리성을 바꾸는 공정 도구로 이해하는 편이 정확합니다.

펙틴 구조와 펙티나아제의 작동 기전

펙틴은 왜 탁도와 점도를 만드는가

펙틴은 갈락투론산 잔기를 중심으로 한 산성 다당류이며, 과일 종류와 숙도, 저장 조건, 가공 전처리에 따라 함량과 구조가 달라집니다. 식품 부산물에서 펙틴을 추출·활용하려는 연구가 활발한 이유도 사과박, 감귤 껍질, 열대과일 껍질 등에 펙틴성 물질이 충분히 존재하고, 이 성분이 겔 형성과 점성에 중요한 기능을 갖기 때문입니다 [3].

주스를 제조할 때 과일을 분쇄하면 펙틴은 세포벽에서 풀러나 액상으로 이동하거나 미세 입자 표면에 남습니다. 이때 펙틴 사슬은 물을 붙잡고, 미세 과육 입자 사이를 연결하며, 입자가 쉽게 가라앉지 않는 콜로이드 안정성을 만듭니다. 그 결과 착즙액은 걸쭉해지고, 여과 속도는 느려지며, 저장 중에도 침전물이나 흐림 현상이 계속 발생할 수 있습니다. 고펠프 과일에서는 펙틴뿐 아니라 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 자일란계 다당류까지 함께 관여하므로 단일 물리 여과만으로는 원하는 청징도를 얻기 어려운 경우가 많습니다.

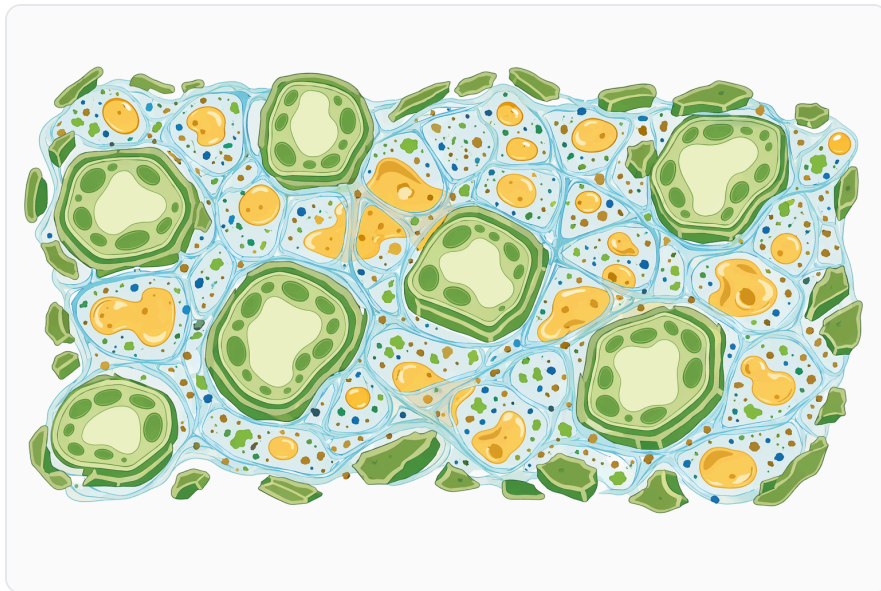


Figure 1. 과일 세포벽과 중간층에 있는 펙틴은 액체를 가두고 점도를 높이며 미세 입자가 가라앉지 않도록 부유 상태를 유지할 수 있습니다.

펙티나아제 효소군의 세 가지 주요 반응

펙티나아제는 하나의 단일 반응만 수행하는 효소가 아니라, 펙틴성 물질을 여러 방식으로 변형하는 효소군입니다. 대표적으로 폴리갈락투로나아제는 펙틴 주사슬의 갈락투론산 결합을 가수분해해 고분자를 더 짧은 조각으로 나눕니다. 펙틴 리아제와 펙테이트 리아제는 다른 반응 경로로 사슬 절단

을 촉진하며, 펙틴 메틸에스터라아제는 메틸에스터화된 펙틴을 탈에스터화해 후속 분해와 입자 상호작용을 바꿀 수 있습니다. 사과 과실의 효소 유도 펙틴 분해를 다룬 연구는 펙틴 분해가 단일 단계가 아니라 여러 세포벽 효소와 대사 경로가 연결된 동적 과정임을 보여줍니다 [4].

청징 관점에서 핵심은 "큰 펙틴 고분자를 작고 덜 점성인 구조로 바꾸는 것"입니다. 펙틴 사슬이 짧아지면 용액의 점성이 낮아지고, 입자 표면에 형성된 보호층이 약해집니다. 이렇게 되면 과육 미립자가 서로 가까워져 침강하기 쉬워지고, 필터나 막을 통과할 때 케이크층이 과도하게 치밀해지는 현상이 줄어들 수 있습니다. 이 기전 때문에 펙티나아제 처리는 압착 전 과육, 착즙 직후 주스, 여과 전 중간액 등 여러 위치에서 공정 목적에 맞게 검토됩니다.

주스 공정에서 나타나는 실무적 효과

점도 감소와 유동성 개선

점도는 펌핑, 혼합, 열교환, 여과, 충전 속도에 직접 영향을 줍니다. 펙틴이 풍부한 주스는 같은 고형분 함량에서도 흐름성이 낮고, 장비 내부에서 체류 시간이 길어질 수 있습니다. 펙티나아제는 펙틴 고분자 사슬을 절단해 액상의 저항을 낮추므로, 고펄프 원료나 농후한 과즙 베이스에서 공정성을 개선하는 데 유용합니다. 최근 동시 생산된 자일라노-펙틴분해 효소를 사용한 연구도 과일주스 추출과 청징에서 펙틴분해 효소와 헤미셀룰로오스 분해 효소를 함께 고려하는 흐름을 보여줍니다 [5].

점도 감소는 단순히 "묽어진다"는 의미에 그치지 않습니다. 점도가 낮아지면 침강과 원심분리 효율이 달라지고, 필터 매체에 걸리는 압력 부담과 처리 시간이 변할 수 있습니다. 또한 동일한 설비에서 더 안정적인 흐름을 확보하면 배치 간 편차를 줄이는 데도 도움이 됩니다. 다만 점도와 청징도는 과일 품종, 속도, 전처리, 열 이력, 당산비, 펄프 함량에 따라 달라지므로, 펙티나아제 효과를 모든 원료에 동일하게 일반화해서는 안 됩니다.

탁도 저감과 외관 균일화

주스의 탁도는 미세 과육, 펙틴-단백질 복합체, 세포벽 잔해, 일부 페놀성 성분의 상호작용으로 나타납니다. 펙티나아제는 이 중 펙틴 기반의 콜로이드 안정성을 무너뜨려 입자가 더 쉽게 제거되도록 돕습니다. 효소 처리된 주스가 더 맑은 외관을 갖고 소비자 수용성에 기여할 수 있다는 점은 과일주스 효소 처리 문헌에서 반복적으로 언급됩니다 [1].

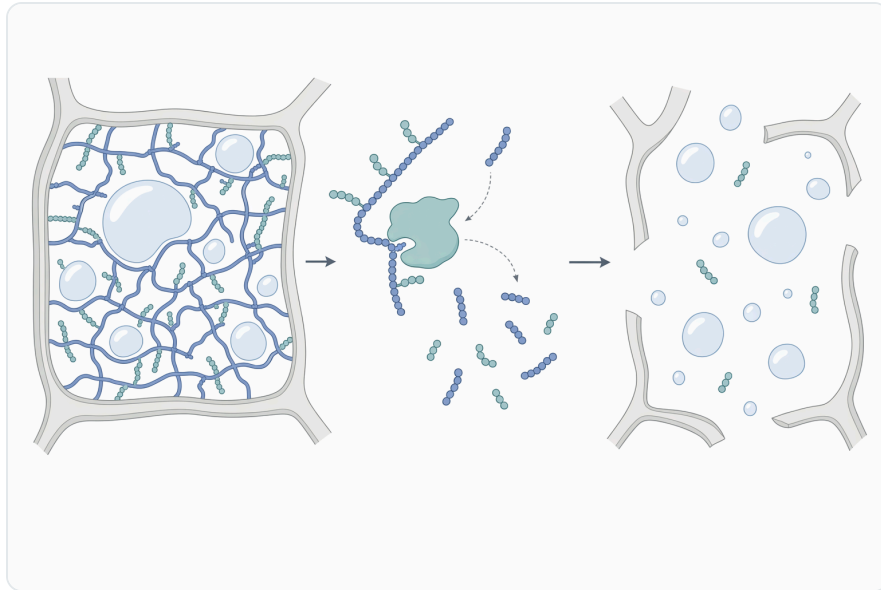


Figure 2. 펙티나아제는 긴 펙틴 중합체를 더 작은 조각으로 절단하여, 점도와 펙틴 안정화 혼탁을 유발하는 겔 네트워크를 약화시킵니다.

특히 청징 주스, 투명 음료 베이스, 블렌딩용 과즙, 탄산 음료용 과실 베이스에서는 외관의 균일성이 중요합니다. 탁도가 의도된 제품도 있지만, “맑은 주스”로 설계된 제품에서는 저장 중 흐림이 다시 생기거나 병 바닥에 불균일한 침전이 생기면 품질 인식에 영향을 줄 수 있습니다. 펙티나아제는 초기 청징뿐 아니라 후속 안정화, 여과, 농축 공정의 부담을 줄이는 방향으로 작용할 수 있습니다.

압착 수율과 고형분 분리성

과일 파쇄물에는 액상 주스가 세포벽과 펙틴 네트워크 안에 물리적으로 갇혀 있습니다. 펙티나아제가 세포 간 접착층을 약화시키면, 압착 과정에서 액상이 더 쉽게 빠져나올 수 있습니다. 효소 보조 추출 리뷰는 펙티나아제와 관련 효소가 주스 추출 극대화과 고형분 제거에 사용된다는 점을 다룹니다 [1].

수율 개선은 원료비 비중이 높은 주스 공정에서 중요한 의미를 가질 수 있습니다. 그러나 수율은 효소만이 아니라 분쇄 입도, 압착 방식, 온도, 원료 속도, 펄프 비율, 후속 고형분 회수 기준에 의해 함께 결정됩니다. 따라서 펙티나아제는 수율을 “자동으로 보장”하는 물질이 아니라, 원료 구조를 효소적으로 열어 주는 공정 변수 중 하나로 보는 것이 타당합니다.

과일별 적용 맥락

사과 주스와 배 계열 원료

사과 주스는 펙티나아제 청징의 대표적 적용 분야입니다. 사과 과육에는 펙틴성 다당류가 많고, 착즙 후 남은 콜로이드가 탁도와 여과성을 좌우합니다. 사과 주스 안정화와 청징에 대한 최근 리뷰는 효소 처리, 막 공정, 비열 기술 등 다양한 대안 공정이 함께 연구되고 있음을 보여줍니다 [6].

사과와 배 같은 과일은 저장 중 연화와 펙틴 분해가 품질 변화의 핵심 요소로 다뤄집니다. 저온 저장이 배의 펙틴 분해를 억제한다는 연구는 펙틴 분해가 과육 조직의 물성 변화와 밀접하게 연결되어 있음을 보여주며, 이는 가공 단계에서 펙틴을 효과적으로 조절하는 접근의 배경이 됩니다 [7]. 주스 공정에서는 원료 저장 조건이 펙틴 상태를 바꾸므로, 같은 품종이라도 수확 후 관리와 속도에 따라 효소 반응성이 달라질 수 있습니다.

감귤류, 오렌지, 레몬, 라임 계열

감귤류 주스는 펙틴, 헤스페리딘계 성분, 섬유질, 세포벽 잔해가 복합적으로 탁도와 안정성에 관여합니다. 오렌지와 레몬, 라임 계열에서는 완전한 투명 주스뿐 아니라, 과육감을 일부 유지하는 제품도 많기 때문에 청징 목표가 제품 설계에 따라 달라집니다. 펙티나아제는 감귤 과즙의 점도와 펄프 분산성을 조절하는 데 사용될 수 있지만, 향미와 색, 과육감 보존 목표와 함께 고려되어야 합니다.

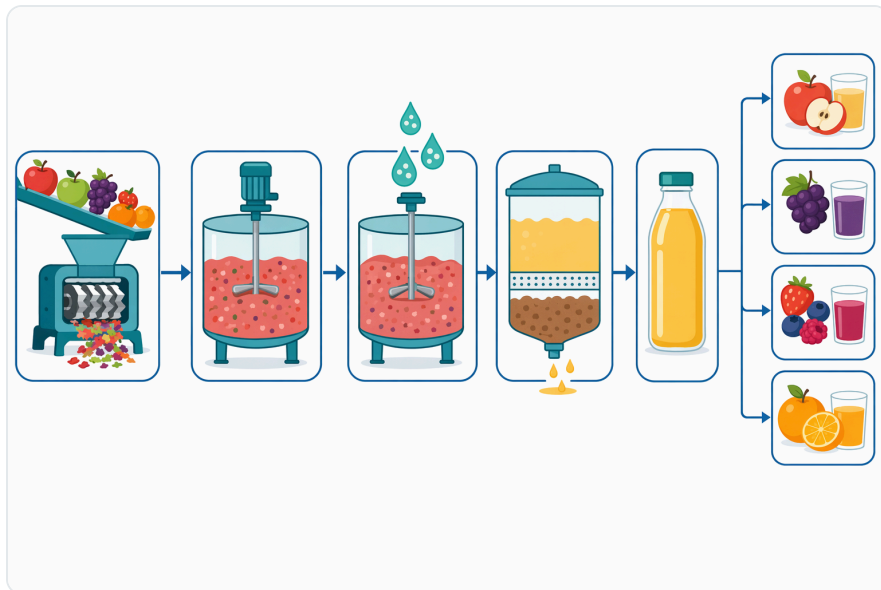


Figure 3. 펙티나아제는 압착 전 으갠 과육에 적용하거나, 청징, 여과, 농축 또는 블렌딩 전에 분리된 주스에 적용할 수 있습니다.

비열 살균 및 안정화 기술 리뷰들은 감귤류를 포함한 과일주스에서 미생물 안전성, 효소 안정성, 품질 보존을 함께 다루고 있습니다. 펄스 전기장, 펄스 라이트, 초음파, 저온 플라즈마 같은 기술은 효소 청징을 대체하거나 보완하는 방식으로 연구되지만, 그 주된 목적과 작동 원리는 펙티나아제의 펙틴 분해와 다릅니다 [8].

망고, 구아바, 파파야 등 고펄프 열대과일

망고, 구아바, 파파야는 고형분과 펄프가 많아 점도와 여과성이 특히 문제가 되기 쉽습니다. 이런 원료에서는 펙틴뿐 아니라 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 자일란계 다당류가 함께 작용하므로, 펙티나아제 단독보다 복합 효소 접근이 연구되는 경우가 많습니다. 자일라나아제를 이용한 과일주스 청징

연구와 펙티나아제·자일라나아제 동시 고정화 연구는 이러한 복합 다당류 매트릭스를 겨냥한 효소 조합의 가능성을 보여줍니다 [9].

파파야나 구아바 주스에서는 점도가 높으면 음료 베이스로 쓰기 어렵고, 여과 전 단계에서 고형분 부하가 커집니다. 펙티나아제는 펙틴 네트워크를 줄이는 핵심 역할을 하며, 헤미셀룰라아제 또는 자일라나아제는 펙틴 외 세포벽 다당류 분해를 보조할 수 있습니다. 최근의 이중 효소 나노바이오촉매 연구는 자일라나아제와 펙티나아제를 함께 고정화하여 과일주스 청징 효율을 높이려는 연구 방향을 제시하지만, 이는 특정 담체와 실험 시스템에 기반한 결과이므로 일반 자유 효소 제품의 성능과 동일시해서는 안 됩니다 [10].

펙티나아제와 다른 청징 기술의 비교

과일주스 청징은 효소만으로 이루어지는 것이 아니라, 침강, 원심분리, 여과, 막분리, 천연 청징제, 열처리, 비열 안정화 기술과 조합됩니다. 펙티나아제의 강점은 펙틴이라는 원인 물질을 직접 분해한다는 점입니다. 반면 막여과나 청징제는 이미 존재하는 입자와 콜로이드를 물리적·화학적으로 제거하는 방식에 가깝습니다.

접근 방식	주된 작동 원리	강점	주의할 점
펙티나아제 청징	펙틴 사슬 절단 또는 구조 변형으로 점도와 콜로이드 안정성 감소	탁도 원인 중 하나인 펙틴을 직접 낮추며 압착·침강·여과성을 함께 개선 가능	원료 과일, 속도, pH, 온도, 처리 시간에 따라 결과가 달라짐
복합 효소 처리	펙틴, 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스 등 세포벽 성분을 함께 분해	고펠프 열대과일이나 섬유질 많은 원료에 적합할 수 있음	제품이 원하는 과육감까지 과도하게 낮추지 않도록 공정 설계 필요
천연 청징제	단백질, 다당류, 입자와 상호작용해 응집·침강 유도	효소와 다른 기전으로 탁도 성분 제거 가능	과일 종류와 청징제 특성에 따라 색·향·성분 손실 가능성 검토 필요 [11]
막여과	막의 선택적 투과와 입자 배제로 고형분·콜로이드 제거	연속 공정과 균일한 분리 품질에 유리	막오염과 점도 부하가 커질 수 있어 전처리와 조합이 중요 [12]
비열 안정화 기술	전기장, 빛, 초음파, 플라즈마 등으로 미생물과 일부 효소 영향	열 손상을 줄이면서 안전성과 품질을 다루는 연구가 활발	청징 자체보다는 안정화·품질 보존 목적이 강하며 설비 의존적 [13]

막기술 리뷰는 과일주스의 청징과 농축에서 막분리 기술이 중요한 대안으로 발전해 왔지만, 막오염과 전처리의 중요성을 함께 다룹니다 [12]. 이 지점에서 펙티나아제는 막여과와 경쟁 관계라기보다 보완 관계에 가깝습니다. 펙틴이 줄어들면 막 표면에 형성되는 점성 케이크층이 완화될 수 있고, 후속 물리 분리 공정이 더 안정적으로 작동할 가능성이 있습니다.

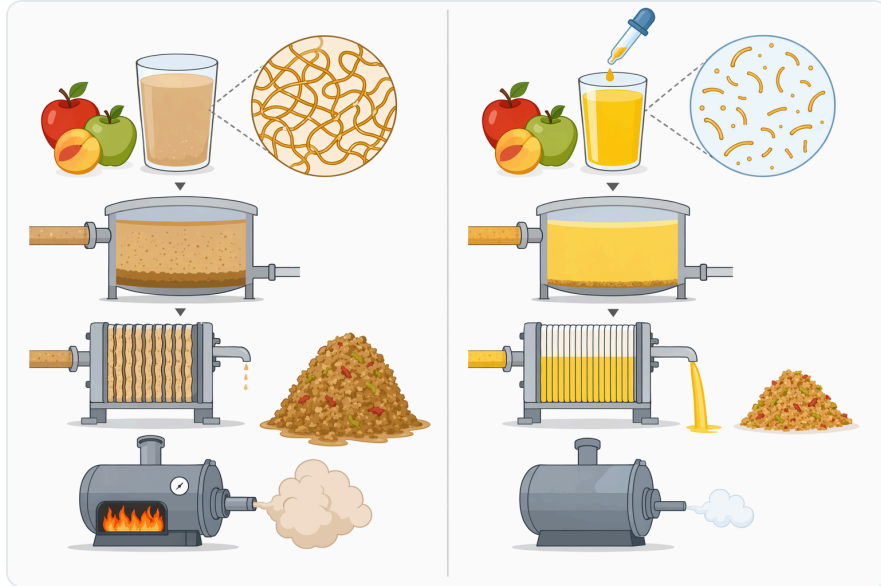


Figure 4. 펙티나아제, 보조 효소, 청징제, 막, 비가열 기술은 서로 다른 메커니즘으로 주스를 맑게 하며 각기 다른 공정 요구에 적합합니다.

천연 청징제는 단백질성·다당류성·미네랄성 성분을 이용해 탁도 물질을 응집시키는 접근입니다. 최근 리뷰는 과일주스 청징에서 천연 청징제의 적용 가능성을 다루며, 소비자 친화적 성분에 대한 관심과 품질 유지의 균형을 강조합니다 [11]. 펙티나아제는 펙틴을 분해하는 기전이므로, 응집 중심의 청징제와는 출발점이 다릅니다.

비열 기술은 효소 청징과 혼동해서는 안 됩니다. 펄스 라이트는 미생물 안전성과 효소 안정성, 공정 설계의 동역학을 중심으로 연구되고, 초음파와 저온 플라즈마도 품질 보존 및 안전성 측면에서 검토됩니다 [14]. 이러한 기술은 펙티나아제가 수행하는 펙틴 탈중합을 직접 대체한다기보다, 청징 후 안정화 또는 품질 보존 단계에서 별도 목적을 가질 수 있습니다.

공정 설계에서 고려되는 변수

pH와 산도

과일주스는 대체로 산성 영역에 있으며, 펙티나아제 적용도 이 환경을 전제로 검토됩니다. 그러나 “과일주스는 산성이므로 어떤 펙티나아제도 항상 잘 작동한다”는 식의 단순화는 적절하지 않습니다. 효소마다 구조와 기원, pH 민감성이 다르고, 과일의 유기산 조성이나 완충능도 반응성에 영향을 줍

니다. 사과, 감귤, 베리, 열대과일은 모두 산성이라는 공통점이 있지만, 실제 pH 범위와 펙틴 상태, 금속 이온, 가용성 고형분이 다릅니다.

pH는 펙틴 전하 상태와 입자 간 반발력에도 영향을 줍니다. 펙틴 사슬의 카복실기가 해리되는 정도가 달라지면, 미세 입자의 분산 안정성이 바뀔 수 있습니다. 따라서 펙티나아제의 효소 반응성과 콜로이드 화학은 동시에 고려되어야 합니다. 청징 결과는 효소 활성 자체뿐 아니라, 분해된 펙틴 조각이 주스 내 단백질·페놀·미네랄과 어떻게 상호작용하는지에도 달려 있습니다.

온도와 처리 시간

온도는 효소 반응 속도를 높일 수 있지만, 지나치게 높으면 효소 단백질 구조가 손상될 수 있습니다. 반대로 너무 낮으면 반응이 느려져 공정 시간과 설비 점유가 늘어날 수 있습니다. 처리 시간은 원료 펄프의 물리적 구조, 효소 접근성, 목표 탁도, 후속 여과 방식에 따라 달라집니다. 이 변수들은 서로 독립적이지 않으며, 온도를 높이면 필요한 시간이 줄어들 수 있지만 향미 성분과 색 안정성에 대한 고려가 함께 필요합니다.

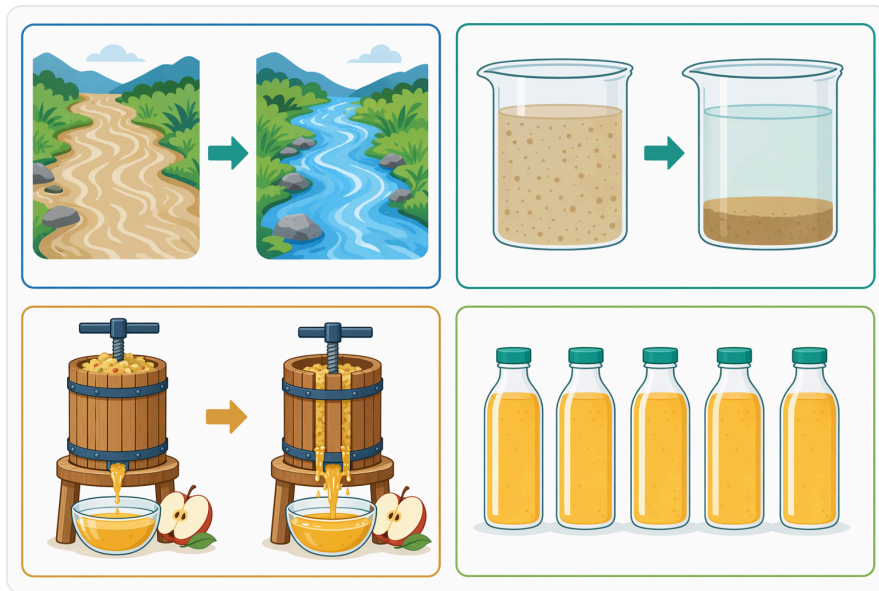


Figure 5. 펙티나아제 처리로 얻을 수 있는 주요 실용적 개선 효과는 점도 저하, 탁도 감소, 주스 추출률 향상, 그리고 더 일관된 공정 관리입니다.

과일의 저장과 연화 연구들은 세포벽 분해 효소가 시간에 따라 과육 조직을 변화시킨다는 점을 보여줍니다. 예를 들어 키위베리, 복숭아, 블루베리 등에서 저장 중 연화와 세포벽 분해, 펙틴 관련 효소 조절이 품질 유지의 중요한 요소로 다뤄집니다 [15]. 가공 공정의 펙티나아제 처리는 저장 중 자연적으로 일어나는 변화를 짧은 공정 시간 안에서 목적 지향적으로 활용하는 방식이라고 볼 수 있습니다.

혼합과 효소 접근성

펙티나아제가 펙틴을 분해하려면 효소가 기질에 접촉해야 합니다. 과육 입자가 크거나 펄프가 균일하게 분산되지 않으면 효소가 일부 영역에만 작용하고, 청징 효과가 불균일해질 수 있습니다. 반대로 과도한 기계적 전단은 미세 입자를 더 많이 만들어 여과 부담을 높일 수 있습니다. 따라서 혼합은 효소 접촉을 높이되, 불필요한 미립자 생성을 최소화하는 균형의 문제입니다.

원료 준비 상태도 중요합니다. 같은 과일이라도 세척, 파쇄, 가열 전처리, 탈기, 저장 기간에 따라 펙틴이 수용화되는 정도와 미세 입자 크기가 달라집니다. 펙티나아제는 이러한 매트릭스 차이를 “보정”할 수 있지만, 모든 물리적 변수를 무시하게 만드는 만능 수단은 아닙니다. 청징은 효소 반응, 물리적 분리, 제품 설계가 결합된 공정입니다.

품질 관점: 맑음만이 전부는 아니다

펙티나아제의 주요 목적은 청징과 공정성 개선이지만, 주스 품질은 투명도만으로 평가되지 않습니다. 색, 향, 산미, 바디감, 기능성 성분, 저장 안정성, 침전 양상, 열처리 후 변화가 함께 고려됩니다. 특히 고펄프 과일에서는 일부 점도와 과육감이 제품 정체성일 수 있으므로, 과도한 펙틴 분해가 항상 바람직하지는 않습니다.

초음파, 펄스 전기장, 저온 플라즈마 같은 비열 기술 리뷰들은 주스 품질을 향산화 성분, 효소 불활성화, 미생물 안전성, 관능 특성과 함께 다루는 경향을 보입니다 ^[16]. 이는 청징 공정에서도 동일하게 중요합니다. 펙티나아제가 탁도를 낮추더라도, 제품이 목표로 하는 색상, 향미, 입안 느낌을 유지하는지 함께 봐야 합니다.

또한 펙틴 분해는 안정성에 양면적으로 작용할 수 있습니다. 충분한 분해는 탁도 원인을 제거해 안정성을 높일 수 있지만, 일부 조건에서는 분해된 작은 다당류나 다른 콜로이드가 새로운 상호작용을 만들 수도 있습니다. 따라서 펙티나아제는 제품 컨셉에 맞는 청징 수준을 달성하기 위한 도구이지, 모든 품질 변수를 자동으로 최적화하는 첨가제가 아닙니다.

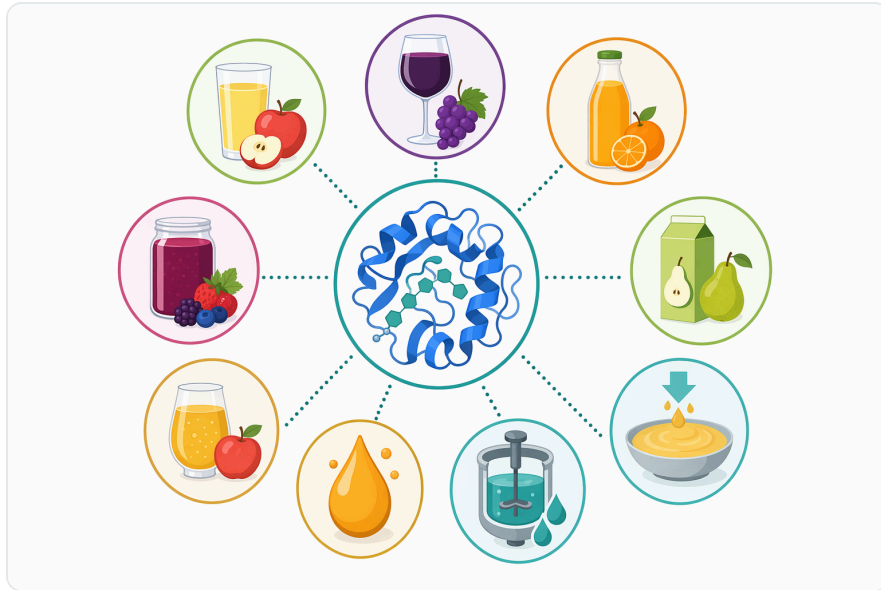


Figure 6. 사과, 베리류, 열대 과일, 감귤류, 발효 과일 음료 분야는 과육 함량, 원하는 투명도, 펙티나아제를 단독으로 사용할지 효소 혼합물로 사용할지에 따라 적용 방식이 다릅니다.

고정화 효소와 연구 개발 동향

최근 연구에서는 자유 효소뿐 아니라 고정화 효소 시스템도 다뤄지고 있습니다. 자성 나노입자, 기능화 실리카, 복합 담체에 효소를 고정화하면 회수와 재사용, 안정성 향상을 기대할 수 있기 때문입니다. 자일라나아제를 기능화 자성 나노입자에 고정화해 과일주스 청징에 적용한 연구, 자일라나아제와 펙티나아제를 함께 고정화한 이중 효소 나노바이오촉매 연구는 이러한 방향을 보여줍니다 [10].

다만 고정화 효소 연구는 특정 담체, 결합 화학, 입자 크기, 반응기 조건에 의해 결과가 크게 달라집니다. 따라서 논문에서 보고된 반복 사용성이나 안정성 향상을 일반 분말 또는 액상 효소 제품의 성능으로 직접 해석하면 안 됩니다. Enzymes.bio의 Pectinase Enzyme for Fruit Juice Clarification은 과일주스 청징에 활용되는 펙티나아제 공급 제품으로 이해해야 하며, 고정화 나노촉매 시스템 자체를 제공한다는 의미가 아닙니다.

연구 동향에서 중요한 점은 펙티나아제가 더 이상 단독 기술로만 논의되지 않는다는 것입니다. 막여과, 천연 청징제, 비열 안정화, 복합 효소, 부산물 펙틴 활용, 세포벽 분해 조절 연구가 서로 연결되면서, 과일주스 공정은 점점 더 매트릭스 기반으로 설계되고 있습니다. 청징용 펙티나아제는 이 중 펙틴이라는 핵심 고분자에 직접 작용하는 기반 기술로 자리 잡고 있습니다.

Enzymes.bio 제품 이해

Enzymes.bio는 효소 제조사나 실험실이 아니라 B2B 효소 공급업체입니다. Pectinase Enzyme for Fruit Juice Clarification은 과일주스 청징 공정에서 펙틴 분해를 목적으로 검토할 수 있는 효소 제품이며, 1kg 단위로 온라인에서 직접 구매할 수 있습니다. CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다.

이 제품의 기술적 의미는 명확합니다. 펙틴으로 인한 높은 점도, 느린 침강, 어려운 여과, 불균일한 탁도 문제가 있는 주스 매트릭스에서 펙틴 구조를 효소적으로 낮추는 데 초점을 둡니다. 특히 사과·감귤류 같은 전통적 청징 주스뿐 아니라, 망고·구아바·파파야 같은 고펀프 과일 베이스에서도 펙티나아제의 역할은 원료의 세포벽 구조를 완화하고 후속 분리 공정을 돕는 데 있습니다.

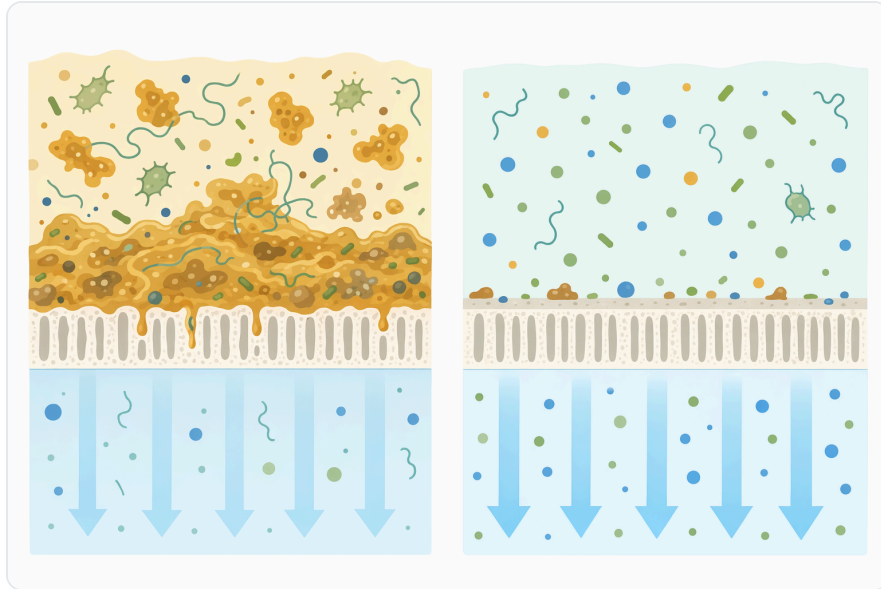


Figure 7. 여과 전에 펙티나아제를 사용하면 막힘과 오염을 유발하는 수화된 펙틴 중합체가 줄어들어 주스를 더 쉽게 여과할 수 있습니다.

동시에 효소 공정은 원료와 설비의 영향을 받습니다. 같은 펙티나아제라도 과일 품종, 속도, 저장 조건, 파쇄 방식, 펄프 함량, pH, 온도, 처리 시간, 여과 방식에 따라 결과가 달라집니다. 따라서 제품을 “모든 주스를 같은 방식으로 맑게 만드는 물질”로 이해하기보다, 주스 매트릭스의 펙틴 부담을 낮추는 생물공정 성분으로 이해하는 것이 정확합니다.

핵심 정리

Pectinase Enzyme for Fruit Juice Clarification은 과일주스 청징에서 펙틴을 표적으로 하는 효소입니다. 펙틴은 주스의 점도, 탁도, 미세 입자 안정성, 여과 부담에 직접 관여하며, 펙티나아제는 이 고분자 네트워크를 절단하거나 구조적으로 변형해 침강과 여과가 더 쉬운 상태로 바꿀 수 있습니다 ^[1].

가장 강한 근거는 펙티나아제가 과일주스 추출과 청징에서 반복적으로 연구되어 온 효소군이라는 점입니다. 사과와 감귤류처럼 전통적인 청징 주스뿐 아니라, 망고·구아바·파파야 같은 고펀프 열대과일에서도 펙티나아제 또는 복합 효소 접근이 공정성 개선을 위해 검토됩니다 ^[5]. 막여과, 천연 청징제, 비열 기술과 비교할 때 펙티나아제의 차별점은 펙틴이라는 원인 물질을 직접 분해한다는 데 있습니다.

다만 최적 조건과 결과는 원료와 공정에 의존합니다. 효소 처리의 가치는 펙틴 분해 기전을 이해하고, 목표 제품의 외관·바디감·여과성·안정성에 맞게 공정 안에서 적절히 위치시킬 때 커집니다. Enzymes.bio는 이 제품을 1kg 단위로 온라인 직접 판매하며, 주문 시 CoA와 SDS를 함께 제공합니다.

Pectinase Enzyme For Fruit Juice Clarification 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.

[Pectinase Enzyme For Fruit Juice Clarification 구매하기 →](#)

참고문헌

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

1. Sharma, H., Patel, H., & Sugandha (2017). Enzymatic added extraction and clarification of fruit juices—A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 57, 1215 - 1227.
2. Wang, S., Chun-Liu, Su, X., Chen, L., & Zhu, Z. (2023). Transcriptome analysis reveals key metabolic pathways and gene expression involving in cell wall polysaccharides-disassembling and postharvest fruit softening in custard apple (*Annona squamosa* L.). *International Journal of Biological Macromolecules*, 124356 .
3. Kumar, S., Konwar, J., Purkayastha, M., Kalita, S., Mukherjee, A., & Dutta, J. (2023). Current progress in valorization of food processing waste and by-products for pectin extraction. *International Journal of Biological Macromolecules*, 124332 .
4. Gwanpua, S., Verlinden, B., Hertog, M., Nicolai, B., Hendrickx, M., & Geeraerd, A. (2017). A transcriptomics-based kinetic model for enzyme-induced pectin degradation in apple (*Malus × domestica*) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 130, 64-74.
5. Sikodia, N., Battan, B., Chahal, S., & Sharma, J. (2024). EFFICIENT EXTRACTION AND CLARIFICATION OF FRUIT JUICES USING CONCURRENTLY PRODUCED XYLANO-PECTINOLYTIC ENZYMES. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*.
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. Li, J., Dai, X., Li, Q., Jiang, F., Xu, X., Guo, T., & Zhang, H. (2023). Low temperatures inhibit the pectin degradation of 'Docteur Jules Guyot' pear (*Pyrus communis* L.). *International Journal of Biological Macromolecules*, 124719 .

8. Salehi, F. (2020). Physico-chemical properties of fruit and vegetable juices as affected by pulsed electric field: a review. *International Journal of Food Properties*, 23, 1036 - 1050.
9. Shahrestani, H., Taheri-Kafrani, A., Soozanipour, A., & Tavakoli, O. (2016). Enzymatic clarification of fruit juices using xylanase immobilized on 1,3,5-triazine-functionalized silica-encapsulated magnetic nanoparticles. *Biochemical Engineering Journal*, 109, 51-58.
10. Kharazmi, S., & Taheri-Kafrani, A. (2023). Bi-enzymatic nanobiocatalyst based on immobilization of xylanase and pectinase onto functionalized magnetic nanoparticles for efficient fruit juice clarification. *LWT*.
11. Shirvani, A., Mirzaaghaei, M., & Goli, S. (2023). Application of natural fining agents to clarify fruit juices. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.
12. Sarbaty, R., Sariau, J., & Krishnaiah, D. (2023). Recent Developments of Membrane Technology in the Clarification and Concentration of Fruit Juices. *Food Engineering Reviews*, 1 - 18.
13. Dhar, R., Basak, S., & Chakraborty, S. (2021). Pasteurization of fruit juices by pulsed light treatment: A review on the microbial safety, enzymatic stability, and kinetic approach to process design. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*.
14. Ameer, K., Abid, M., Umair, M., Mumraiz, M., Xun, S., Jabbar, S., Rajoka, M. S. R., ... et al. (2025). Emerging frontiers in juice processing: The role of ultrasonication and other non-thermal technologies in enhancing antioxidant capacity and quality of fruit and vegetable juices. *Ultrasonics sonochemistry*, 122.
15. Xiong, S., Sun, X., Tian, M., Xu, D., & Jiang, A. (2023). 1-Methylcyclopropene treatment delays the softening of Actinidia arguta fruit by reducing cell wall degradation and modulating carbohydrate metabolism. *Food Chemistry*, 411, 135485 .
16. Kaur, G., Sandhya, M., Kaur, V., Challana, Kaur, S., & Challana, V. (2025). Application of cold plasma, a novel nonthermal method on fruit juices: A review on quality and safety. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*.

Enzymes.bio 문의

주문에 관해 궁금한 점이 있으신가요? 기꺼이 도와드리겠습니다.

이메일 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