

식품용 펙티나아제: 사탕수수 가공과 식물 추출에서 점도·착즙·여과를 개선하는 효소

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

직접 답변: 식품용 펙티나아제는 사탕수수과 기타 식물성 원료의 세포벽·중간층에 존재하는 펙틴성 결합을 절단해 조직을 느슨하게 만들고, 주스나 추출액의 점도와 펙틴성 탁도를 낮추는 효소입니다. 사탕수수 가공에서는 자당을 새로 만드는 효소가 아니라, 압착·침출·여과·clarification 같은 기존 공정이 더 안정적으로 진행되도록 돕는 보조 효소로 이해하는 것이 정확합니다. Enzymes.bio는 제조사나 분석 실험실이 아닌 B2B 온라인 효소 공급업체이며, 제품은 1kg 단위로 온라인 판매되고 CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다.

제품의 역할: 사탕수수에서 “당 생성”이 아니라 “세포벽 장벽 완화”

Food-Grade Pectinase For Plant Extraction For Sugarcane Processing은 사탕수수즙, 사탕수수 농축액, 재거리(jaggery) 전처리, 식물 추출액, 주스 및 발효 원료 제조에서 펙틴성 세포벽 장벽을 낮추는 데 사용되는 식품 가공용 펙티나아제입니다. 펙틴은 식물 세포 사이를 접착하는 중간층과 1차 세포벽의 중요한 다당류 성분이며, 분쇄나 압착만으로는 완전히 풀리지 않는 점성·탁도·고형분 포집 문제를 만들 수 있습니다. 최근 펙티나아제 리뷰에서도 이 효소군은 식품·농산물·바이오경제 공정에서 “green extraction”과 공정 최적화에 연결되는 핵심 생축매로 다루어집니다 ^[1].

사탕수수 공정에서 이 효소의 의미는 단순합니다. 펙티나아제는 사탕수수의 자당을 더 많이 “합성”하거나, 셀룰로오스를 직접 당화하는 주효소가 아닙니다. 대신 절단·분쇄된 사탕수수 조직 또는 원주스 안에서 펙틴 사슬을 짧게 만들어 조직 결합력을 낮추고, 액상 성분이 섬유 매트릭스에서 더 쉽게 빠져나오도록 돕습니다. 사탕수수 세포벽은 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 리그닌, 펙틴성 다당류가 함께 얽힌 복합 구조이며, 이 구조가 해체되기 어려울수록 효소 접근성과 액상 회수성이 제한됩니다 ^[2].

이 제품 설명에서 “식물 추출”과 “사탕수수 가공”이 함께 쓰이는 이유도 여기에 있습니다. 사탕수수는 당 함량이 높은 원료이지만, 가공 현장에서는 당 그 자체보다 **즙을 얼마나 균일하게 회수하는지, 원주스의 점도와 탁도를 얼마나 안정적으로 관리하는지, 여과·침전·농축 전 단계의 변동을 얼마나 줄이는지**가 중요합니다. 펙티나아제는 이 중 펙틴성 병목에 작용하는 효소 도구입니다.

사탕수수 세포벽에서 펙틴이 만드는 공정 병목

세포벽은 단일 장벽이 아니라 다당류 네트워크입니다

사탕수수 줄기와 부산물인 bagasse는 단순한 섬유 덩어리가 아니라, 서로 다른 고분자가 겹겹이 얽힌 식물 세포벽 재료입니다. 2세대 바이오에탄올 연구에서 사탕수수 세포벽의 “glycomic code”를 해체하는 접근이 강조되는 이유는, 같은 사탕수수라도 세포벽 다당류 조성·배열·결합 방식에 따라 전처리와 효소 가수분해 결과가 크게 달라지기 때문입니다 [2]. 이 구조 안에서 셀룰로오스는 결정성 미세섬유 골격을 만들고, 헤미셀룰로오스는 그 골격을 연결하며, 리그닌은 물리적·화학적 저항성을 높이고, 펙틴은 세포 간 접착성과 수화성 겔 성질에 관여합니다.

사탕수수즙 추출 공정에서 문제가 되는 것은 “세포벽이 완전히 분해되지 않는다”는 사실 자체보다, 일부 다당류가 액상 공정의 흐름성을 방해한다는 점입니다. 펙틴은 물을 붙잡고 점도를 높이며, 미세 고형분과 콜로이드성 탁도 형성에 관여할 수 있습니다. 분쇄 강도를 높이면 세포 파괴는 증가하지만, 동시에 미세 섬유와 펙틴성 물질이 더 많이 액상으로 들어와 여과 부담을 키울 수 있습니다. 따라서 기계적 압착만 강화하는 방식은 추출 개선과 후공정 부담 증가가 동시에 일어날 수 있습니다.

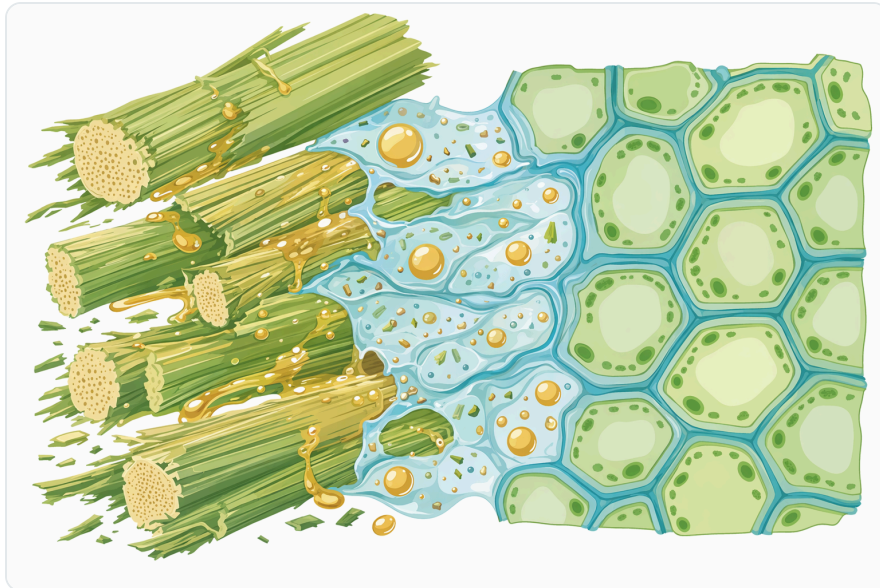


Figure 1. 펙티나아제는 식물 세포벽의 펙틴이 분쇄된 사탕수수와 식물성 원료에서 액체, 미세 고형물, 수용성 화합물을 가둘 수 있기 때문에 가공 보조제로 사용된다.

사탕수수 bagasse 연구가 보여주는 “접근성”의 중요성

사탕수수 bagasse를 대상으로 한 전처리와 효소 가수분해 연구들은 펙티나아제 하나의 효과를 직접 말해주지는 않지만, 사탕수수 세포벽 공정에서 **효소 접근성**이 얼마나 중요한지 잘 보여줍니다. hydrothermal 및 organosolv 전처리를 받은 bagasse는 구조와 조성이 바뀌며, 이러한 변화가 효소

가수분해 성능에 영향을 준다는 연구가 보고되었습니다 [3]. 또 다른 연구에서는 steam explosion 조건의 강도 차이가 bagasse의 특성을 다르게 바꾸고, 그 결과 효소 가수분해 수율도 달라지는 것으로 정리되었습니다 [4].

이러한 연구 흐름은 사탕수수 공정에서 펙티나아제를 볼 때 중요한 해석 기준을 제공합니다. 펙티나아제는 사탕수수 세포벽 전체를 완전히 분해하는 만능 효소가 아니라, 펙틴성 결착과 점성 장벽을 완화해 다른 물리적 공정이 작동하기 쉬운 상태를 만드는 효소입니다. 즉, 압착·침출·원심분리·여과·농축을 대체하기보다, 이 공정들이 덜 끈적거리는 액상과 덜 단단한 조직을 다루도록 만들어 줍니다.

펙티나아제의 구체적 작동 기전

펙틴 사슬 절단과 탈에스터화가 함께 공정성을 바꿉니다

펙티나아제는 하나의 단일 반응만 수행하는 효소명이 아니라, 펙틴 구조의 서로 다른 부위를 공격하는 효소군을 넓게 가리키는 이름입니다. 대표적으로 폴리갈락투로나아제는 homogalacturonan 사슬의 글리코시드 결합을 가수분해해 긴 펙틴 사슬을 짧게 만들고, 펙틴 lyase는 특정 펙틴 구조를 절단하며, 펙틴 methylesterase는 메틸에스터기를 제거해 다른 분해 반응이 더 진행되기 쉬운 상태를 만듭니다. 펙틴 분해효소의 유형과 산업적 적용은 식품, 섬유, 농업 부산물 활용, 바이오경제 공정에서 폭넓게 논의됩니다 [1].

이 반응의 공정적 결과는 크게 세 가지입니다. 첫째, 긴 펙틴 사슬이 짧아지면서 액상 점도가 낮아집니다. 둘째, 세포 사이를 붙잡던 접착력이 약해져 분쇄된 식물 조직이 더 쉽게 풀립니다. 셋째, 펙틴성 콜로이드가 줄어들면서 침전·원심분리·여과 단계에서 액상과 고형분의 분리가 쉬워질 수 있습니다. 사탕수수 원주스처럼 고형분, 미세 섬유, 당, 유기산, 미네랄, 색소 성분이 함께 존재하는 매트릭스에서는 이러한 변화가 후속 공정의 체류 시간과 처리 안정성에 직접 영향을 줄 수 있습니다.

펙틴만 풀어도 셀룰로오스·헤미셀룰로오스 네트워크 접근성이 달라집니다

식물 세포벽 분해는 한 성분만 따로 떼어내는 반응이 아니라, 여러 고분자 사이의 물리적 가림과 결합을 단계적으로 낮추는 과정입니다. 셀룰로오스의 초분자 구조는 효소 가수분해에서 중요한 제한 요소이며, 결정성·섬유 배열·표면 접근성이 효소 반응성에 영향을 줍니다 [5]. 리그닌 역시 효소 흡착과 가수분해에 영향을 주며, 특히 비생산적 흡착을 통해 효소 이용성을 낮출 수 있습니다 [6].

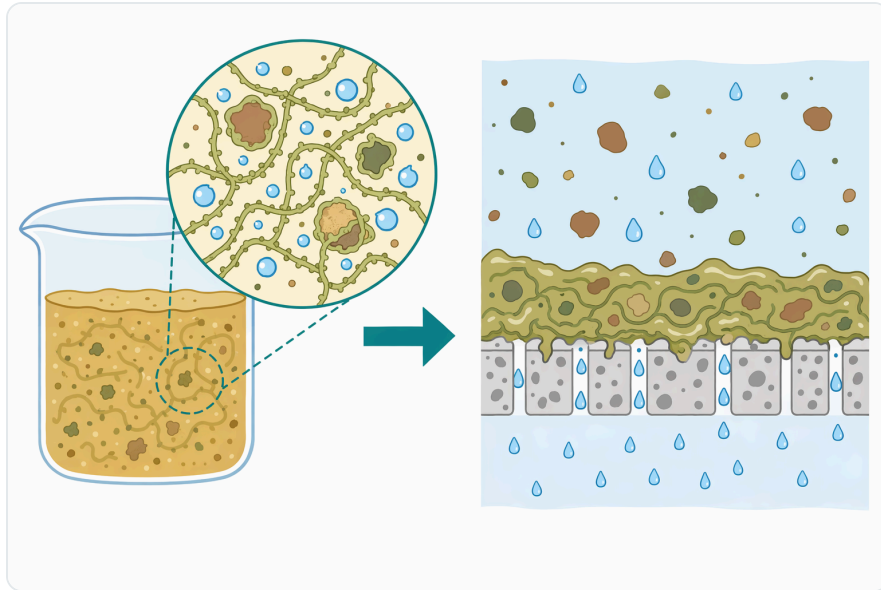


Figure 2. 길고 가지가 많은 펙틴 구조는 식물 가공 흐름에서 점도를 높이고 탁도를 안정화하며 필터 케이크의 투과성을 낮출 수 있다.

펙티나아제는 셀룰로오스 미세섬유 자체를 주로 공격하지 않지만, 펙틴성 접착층을 완화하면 세포벽 매트릭스의 물리적 개방성이 바뀔 수 있습니다. 이는 주스 추출이나 식물 추출에서는 액상 방출성 향상으로 나타날 수 있고, 바이오매스 효소 처리에서는 다른 세포벽 효소가 접근하기 쉬운 구조로 전환되는 데 기여할 수 있습니다. 실제로 steam-treated sugarcane bagasse에서 recombinant hemicellulases가 효소 가수분해를 증진했다는 연구는, 주효소 외 보조 효소가 세포벽 네트워크를 열어 전체 가수분해 성능을 높일 수 있음을 보여줍니다 [7].

사탕수수 가공에서 기대할 수 있는 공정 효과

착즙 전 조직 연화와 액상 방출 보조

사탕수수를 절단·파쇄한 뒤 펙티나아제가 작용할 수 있는 구간을 두면, 세포 간 접착에 관여하는 펙틴 구조가 약해져 압착 중 액상 성분이 더 쉽게 빠져나올 수 있습니다. 이 효과는 “섬유질을 모두 녹인다”는 의미가 아니라, 기계적 압착이 이미 만들어 놓은 균열과 노출 표면에서 펙틴성 장벽을 낮춘다는 의미입니다. 사탕수수와 Miscanthus에서 분리된 균류가 식물 세포벽 고분자의 전환과 관련된 효소 활성을 보였다는 연구는, 사탕수수 계열 바이오매스가 다양한 세포벽 효소의 기질이 될 수 있음을 뒷받침합니다 [8].

이때 펙티나아제의 효과는 원료 상태에 민감합니다. 어린 줄기와 성숙 줄기, 신선 원료와 저장 원료, 분쇄 입도, 섬유질 함량, 원주스 pH와 온도, 체류 시간, 혼합 상태가 모두 결과를 바꿉니다. 따라서 사탕수수 공정에서 펙티나아제는 “항상 동일한 수율 증가를 보장하는 첨가제”가 아니라, 펙틴성 병목이 있는 공정에서 추출·착즙 조건을 완화하는 효소적 전처리로 보는 것이 적절합니다.

원주스 점도와 펙틴성 탁도 저감

사탕수수즙이나 사탕수수 추출액이 지나치게 점성이 높으면 펄핑, 열교환, 침전, 여과, 증발 전처리에서 부하가 증가합니다. 펙틴은 수화성이 큰 다당류이므로 길게 남아 있을수록 액상 점도와 탁도 안정성에 영향을 줄 수 있습니다. 펙티나아제는 이 긴 사슬을 짧게 절단해 액상 흐름성을 개선하고, 미세 고형분이 액체 안에 오래 떠 있는 현상을 줄이는 방향으로 작용합니다.

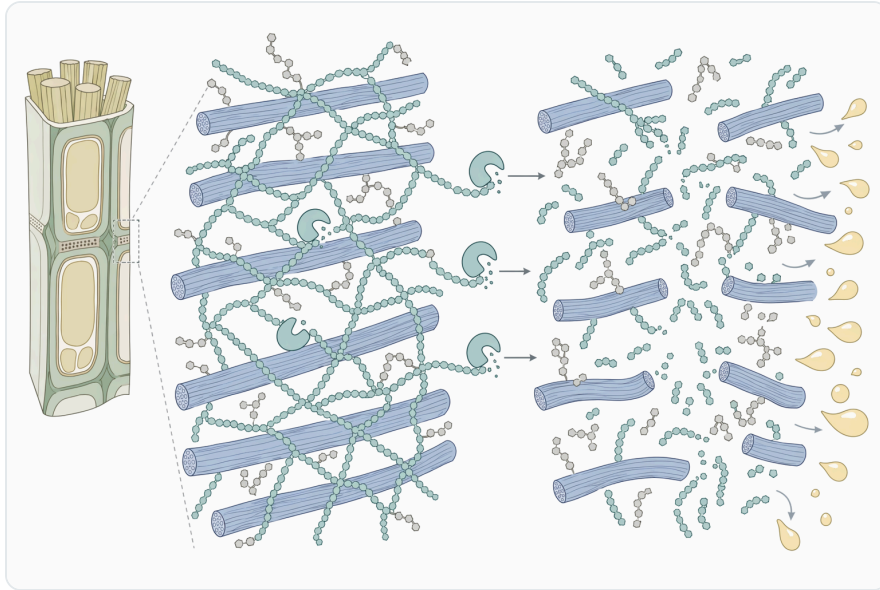


Figure 3. 펙티나아제는 펙틴 물질을 더 짧은 조각으로 분해하여 수분 결합을 줄이고 세포 간 접착을 약화시키며 콜로이드 안정화를 낮춘다.

식물 세포벽의 효소적 해체는 시간에 따라 구조·형광·형태 변화가 누적되는 동적 과정입니다. 최근 연구들은 효소 처리 중 식물 세포벽의 autofluorescence 분포와 형태 변화가 분해 진행과 관련되어 있음을 보여주며, 세포벽 해체가 단순한 “표면 침식”이 아니라 시간과 공간에 따라 달라지는 과정임을 강조합니다 [9]. 이는 사탕수수 공정에서도 효소 접촉 구간의 위치와 시간 설계가 중요하다는 점을 설명해 줍니다.

여과·침전·clarification의 부담 완화

펙틴성 물질이 남아 있으면 여과 매체 표면에서 끈적한 케이크가 형성되거나, 미세 입자가 액상에 안정적으로 분산되어 침전이 늦어질 수 있습니다. 펙티나아제 처리 후에는 펙틴성 콜로이드 구조가 약해져 침전 또는 원심분리에서 분리성이 개선될 수 있고, 여과 단계에서는 막힘과 압력 상승을 줄이는 방향으로 작용할 수 있습니다. 과일 주스 가공 효소로서 펙티나아제가 maceration, depectinization, clarification, 여과성 개선에 쓰인다는 점은 Enzymes.bio의 주스 가공 효소 범주에서도 설명됩니다 .

사탕수수즙을 농축하거나 재거리 제조로 연결하는 경우에는 clarification 전 단계의 안정성이 특히 중요합니다. 원주스에 남아 있는 펙틴성 점성 물질은 가열 시 거품, 표면 스킴, 탁도 유지, 열전달 편차에 영향을 줄 수 있습니다. 펙티나아제는 끓임이나 증발 공정을 대신하지 않지만, 그 이전 액상 상태를 더 다루기 쉽게 만드는 보조 단계로 배치될 수 있습니다.

식물 추출 공정에서의 응용 범위

사탕수수 외 식물성 원료에서도 같은 원리가 적용됩니다

식물 추출에서 가장 흔한 병목은 목표 성분이 세포벽 안쪽이나 세포 간 매트릭스에 갇혀 있다는 점입니다. 식물성 단백질, 폴리페놀, 다당류, 색소, 향기 성분은 원료 조직의 파괴 정도와 세포벽 투과성에 따라 회수율이 달라질 수 있습니다. 최근 식물 단백질 추출과 폴리페놀 결합 연구는 추출 방식이 식물성 식품 에멀전과 겔의 물성, 구조, 유변 특성까지 영향을 줄 수 있음을 다룹니다 [10].

펙티나아제는 특히 펙틴 함량이 높거나, 세포 간 접착이 추출 제한 요소로 작용하는 원료에서 의미가 큼니다. 예를 들어 과육, 껍질, 줄기 조직, 잎 조직, 일부 부산물은 분쇄 후에도 끈적한 슬러리를 만들기 쉽습니다. 이때 펙틴 분해는 단순한 수율 개선뿐 아니라, 고형분 분리성, 액상 투명도, 농축 전 점도, 후속 막분리 또는 여과의 안정성을 함께 바꿀 수 있습니다.

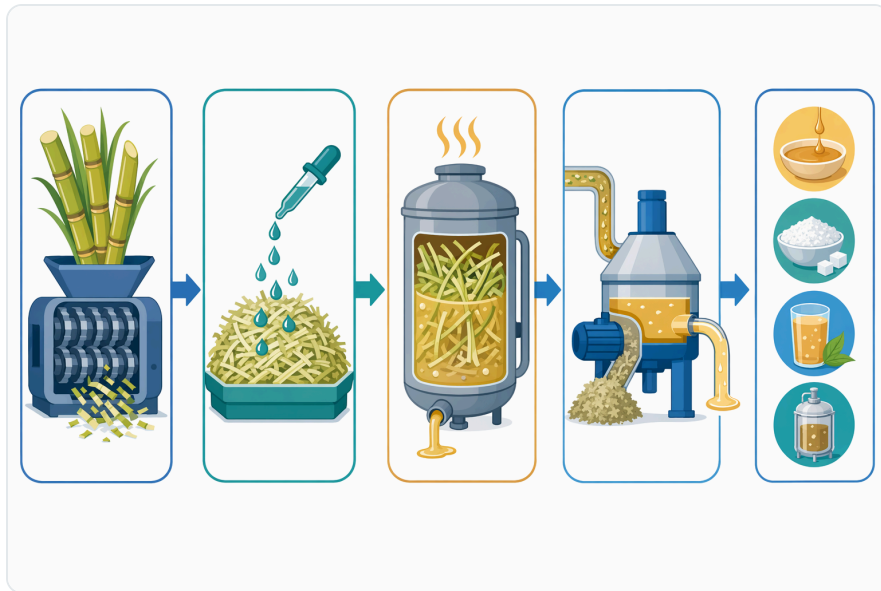


Figure 4. 식품용 펙티나아제는 침전, 원심분리 또는 여과 전에 분쇄된 사탕수수나 식물 매시가 주스와 접촉해 있는 동안 첨가하는 것이 가장 합리적이다.

물리적 추출 기술과의 보완 관계

초음파, 마이크로웨이브, 고압, 전기장, 기계적 미분쇄 같은 물리 기반 추출 기술은 세포벽을 열거나 물질전달을 빠르게 하는 데 사용됩니다. 하지만 강한 물리 처리는 에너지 투입, 열 발생, 미세 입자 증가, 민감 성분 손상이라는 부담을 만들 수 있습니다. 최근 식물 단백질 추출 분야에서는 물리 기반 기술의 기전, 기능 변화, 식품 적용 가능성이 함께 논의되며, 추출 기술이 단순 회수율뿐 아니라 최종 소재의 기능을 바꿀 수 있음이 강조됩니다 [11].

펙티나아제는 이러한 물리적 기술을 대체하기보다 보완합니다. 물리 처리가 조직을 열어 효소가 접근할 표면을 만들고, 효소가 펙틴성 결합을 선택적으로 낮추면, 더 낮은 강도의 물리 처리로도 유사한 흐름성 개선을 얻을 가능성이 있습니다. 특히 식품 가공에서는 과도한 열과 강한 화학 조건을 줄이는 설계가 품질 보존에 유리할 수 있습니다.

사탕수수 bagasse 연구에서 얻는 적용 해석

전처리 강도와 조성 변화가 효소 반응을 좌우합니다

사탕수수 bagasse 연구는 주로 셀룰로오스 당화와 바이오에탄올 생산에 초점이 있지만, 사탕수수 세포벽이 얼마나 조건 의존적인지 이해하는 데 유용합니다. 전처리와 효소 가수분해가 bagasse와 straw의 물리화학 조성 및 형태 구조를 바꾼다는 연구는, 사탕수수 계열 원료가 처리 조건에 따라 표면, 조성, 입자 구조가 크게 변할 수 있음을 보여줍니다 [12]. 이는 착즙용 사탕수수에서도 분쇄도와 열 이력, 물 접촉, 저장 상태가 효소 반응성을 바꿀 수 있음을 시사합니다.

희산 전처리에서 hemicellulose 제거가 cellulose accessibility와 효소 가수분해에 미치는 영향을 비교한 sugarcane hybrid 연구도 같은 메시지를 줍니다. 즉, 세포벽의 한 성분을 제거하거나 느슨하게 만드는 처리는 다른 성분에 대한 접근성을 바꿀 수 있으며, 품종과 조성 차이에 따라 결과가 달라집니다 [13]. 펙티나아제 적용 역시 펙틴만 보는 것이 아니라, 원료 전체의 세포벽 구조와 후속 공정 목표를 함께 고려해야 합니다.

원료 품종과 세포벽 특성이 결과 차이를 만듭니다

사탕수수 bagasse 품종의 물리화학적 특성과 효소 가수분해 사이의 관계를 다룬 연구는, 같은 "사탕수수 부산물"이라도 조성 차이가 전환 성능에 영향을 줄 수 있음을 보고합니다 [14]. 식품용 사탕수수즙 공정에서도 품종, 수확 시기, 줄기 성숙도, 섬유질, 저장 중 미생물 변화, 압착 조건이 펙티나아제 효과의 크기를 좌우할 수 있습니다.



Figure 5. 식물 가공에 쓰이는 효소들은 서로 다른 기질을 표적으로 하므로, 펙틴 관련 점도, 탁도 또는 세포 접착이 분리를 제한할 때 펙티나아제가 가장 관련성이 높다.

따라서 제품 설명에서 가장 정확한 표현은 “사탕수수 가공에서 펙티나아제가 펙틴성 점도와 조직 결합을 낮추는 방향으로 작용할 수 있다”입니다. “모든 사탕수수 원료에서 동일한 수율 향상”이나 “특정 수치의 당 회수 증가”처럼 보장형 표현은 과학적으로 적절하지 않습니다. 펙티나아제의 핵심 가치는 현장의 변동성 속에서 펙틴성 병목을 낮추는 것입니다.

적용 위치별 비교: 사탕수수 공정에서 펙티나아제를 어디에 두는가

적용 위치	펙티나아제가 주로 건드리는 문제	기대되는 공정 변화	해석 시 주의점
절단·분쇄 후 전처리	세포 간 펙틴성 접착, 조직 단단함	압착 전 조직 연화, 액상 방출성 개선 가능	원료 입도와 혼합 균일성이 결과를 크게 좌우
착즙 전 매시 단계	슬러리 점도, 섬유 사이 액상 포집	압착 부하 완화, 추출액 흐름성 개선 가능	과도한 미분쇄는 오히려 여과 부담을 늘릴 수 있음
착즙 후 원주스	펙틴성 점도, 콜로이드성 탁도	펌핑·침전·원심분리 안정성 개선 가능	열처리 전 효소가 작용할 시간이 필요
여과·clarification 전	여과 케이크 끈적임, 미세 고형분 안정화	여과성 및 고액분리성 개선 가능	원주스 고형분과 pH, 온도 조건에 따라 차이
농축 또는 재거리 전	농축 전 점도, 탁도, 스크럼 형성 요인	열공정 전 액상 상태를 균일화하는 데 도움 가능	색, 향, 침전 거동은 공정별 확인 필요

적용 위치	펙티나아제가 주로 건드리는 문제	기대되는 공정 변화	해석 시 주의점
식물 추출 슬러리	세포벽 장벽, 펙틴성 겔화	목표 성분 방출과 고액분리 보조	목표 성분이 효소 조건에 민감한지 고려 필요

이 비교표는 펙티나아제를 특정 장비의 대체물로 보는 대신, 액상 회수와 고액분리 사이의 병목을 낮추는 공정 보조제로 배치하는 관점을 제시합니다. 식물 세포벽 해체 연구에서는 시간이 지남에 따라 형태 변화와 수율 동역학이 연결될 수 있음이 제시되며, 효소 처리 효과는 순간적 사건이 아니라 공정 체류 시간 안에서 누적되는 변화로 이해해야 합니다 [15].

펙티나아제와 다른 세포벽 효소의 차이

펙티나아제, 셀룰라아제, 헤미셀룰라아제는 표적이 다릅니다

펙티나아제는 펙틴성 다당류를 표적으로 하고, 셀룰라아제는 셀룰로오스 골격을, 헤미셀룰라아제는 자일란·만난·아라비난 등 헤미셀룰로오스 성분을 표적으로 합니다. 사탕수수 bagasse의 효소 가수분해 연구에서 hemicellulase가 hydrolysis를 증진한 사례는, 세포벽 복합체를 풀기 위해 여러 보조 효소가 서로 다른 병목을 낮출 수 있음을 보여줍니다 [7]. 그러나 식품용 사탕수수즙이나 식물 추출액에서는 목적이 셀룰로오스를 완전히 당화하는 것이 아닐 수 있으므로, 효소 선택의 기준이 달라집니다.

사탕수수즙 가공에서 펙티나아제를 선택하는 이유는 “섬유를 완전히 분해해서 당을 만들기 위해서”가 아니라, 원주스의 흐름성과 clarification을 개선하기 위해서입니다. 반면 바이오에탄올용 bagasse 당화라면 셀룰라아제와 헤미셀룰라아제의 역할이 훨씬 커지고, 리그닌 제거 또는 전처리 조건이 중심 변수가 됩니다. 이 차이를 구분해야 식품 가공용 펙티나아제의 기대 효과를 과장하지 않을 수 있습니다.

복합 효소 접근과 단일 기능 접근의 균형

식물 세포벽은 복합 구조이므로 여러 효소가 함께 작용할 때 더 큰 해체 효과가 나타날 수 있습니다. 하지만 식품 가공에서는 “더 많이 분해”하는 것이 항상 좋은 결과를 뜻하지 않습니다. 과도한 세포벽 분해는 미세 입자 증가, 침전 패턴 변화, 색소와 페놀성 성분의 과다 방출, 향미 변화, 점도 저하에 따른 제품 질감 변화로 이어질 수 있습니다. 식물성 식품 소재 연구에서도 추출과 변형 과정이 구조·유변학적 특성에 영향을 줄 수 있음이 강조됩니다 [10].

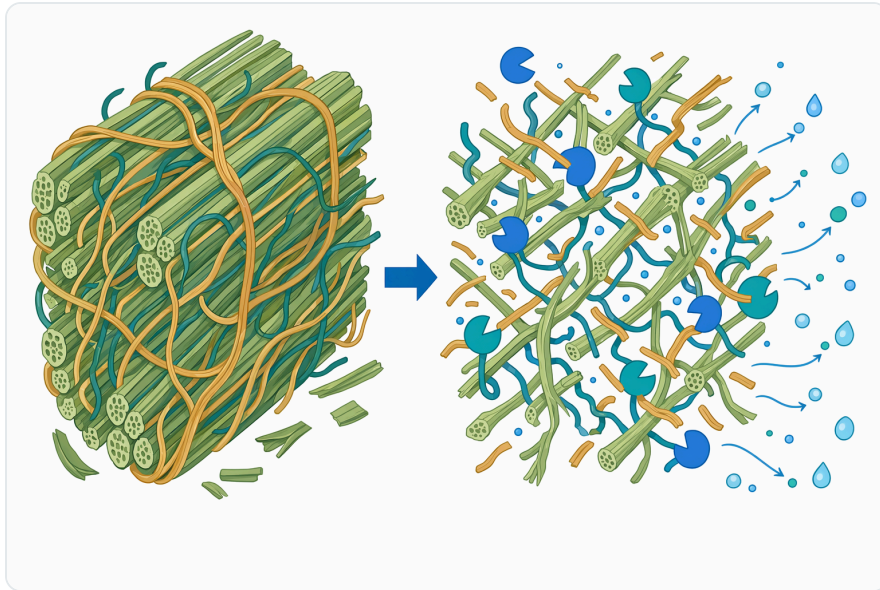


Figure 6. 사탕수수 바이오매스 연구에 따르면 효소 처리 결과는 세포벽 접근성과 이전 가공 이력에 크게 좌우된다.

따라서 사탕수수 가공용 펙티나아제는 목표가 명확해야 합니다. 착즙 수율 보조가 목적인지, 원주스 clarification이 목적인지, 농축 전 점도 저감이 목적인지, 식물 추출액의 고액분리 개선이 목적인지에 따라 효소 접촉 위치와 공정 조건을 달리 해석해야 합니다.

식품 가공 관점에서의 품질 영향

색, 향, 탁도, 점도는 함께 움직일 수 있습니다

펙티나아제 처리는 단순히 "맑게 한다"는 한 가지 효과만 내는 것이 아닙니다. 펙틴성 구조가 풀리면 액상에 남는 미세 입자가 줄어들 수 있지만, 동시에 세포벽이 열리면서 색소, 페놀성 성분, 미네랄, 향기 전구체가 더 많이 이동할 수도 있습니다. 식물성 폴리페놀 추출 연구에서는 추출, 정량, 항산화·항균 특성, 식품 적용까지 연결해 원료와 추출 조건이 기능성 성분 회수에 영향을 준다는 점이 다루어집니다 [16].

사탕수수즙과 재거리 공정에서는 색과 향이 품질의 일부입니다. 따라서 펙티나아제는 무조건 처리 강도를 높이는 방식보다, 원하는 clarity와 전통적 색·향 특성 사이의 균형을 맞추는 방식으로 이해해야 합니다. 특히 열 농축 전 단계에서 점도를 낮추는 것은 유리할 수 있지만, 세포벽 성분 방출 패턴이 바뀌면 농축 중 갈변, 침전, 거품 형성도 달라질 수 있습니다.

발효 원료로 쓸 때의 의미

사탕수수즙을 발효 원료로 사용하는 경우, 펙티나아제는 발효당을 직접 만드는 효소라기보다 발효 전 원료의 균질성과 고액분리성을 개선하는 역할을 할 수 있습니다. 점도가 낮고 고형분 분리가 안정적인 원료는 이송, 혼합, 열처리, 냉각, 발효조 투입 과정에서 다루기 쉽습니다. 다만 발효 공정에

서는 미생물 영양원, pH, 미량 성분, 탁도 허용 범위가 공정마다 다르므로, 펙티나아제 효과는 최종 발효 목표와 함께 해석해야 합니다.



Figure 7. 펙티나아제 보조 추출은 펙틴 장벽을 분해해 플라보노이드, 페놀성 화합물, 단백질, 섬유질 및 기타 식물 유래 물질의 방출을 개선할 수 있기 때문에 다양한 식물 시스템에 적용될 수 있다.

근거 수준의 구분: 어디까지가 강한 주장인가

강한 근거: 식물 세포벽 효소와 펙틴 분해의 산업적 타당성

펙티나아제는 펙틴성 다당류를 분해하는 효소군이며, 식품 및 식물성 원료 처리에서 점도 저감, 추출 보조, clarification과 연결되는 산업적 효소로 다루어집니다 [1]. 또한 사탕수수 세포벽 연구는 원료의 다당류 조성 and 구조가 전처리 및 효소 반응에 큰 영향을 준다는 점을 일관되게 보여줍니다 [2]. 따라서 “펙티나아제가 펙틴성 장벽을 낮춰 식물 추출과 액상 공정성을 개선할 수 있다”는 주장은 과학적으로 안정적입니다.

중간 근거: 사탕수수 공정에서의 적용 가능성

사탕수수 bagasse 전처리 연구들은 hydrothermal, organosolv, steam explosion, dilute acid 등 다양한 전처리가 구조와 조성을 바꾸고, 그 결과 효소 가수분해 결과가 달라진다는 점을 보여줍니다 [3]. 이러한 결과는 사탕수수 세포벽이 공정 조건에 민감하고, 효소 접근성 개선이 의미 있는 변수임을 뒷받침합니다. 다만 이들 연구의 상당수는 식품용 착즙이나 재거리 공정보다 바이오매스 당화에 초점을 둡니다.

따라서 사탕수수즙 가공에서 펙티나아제의 적용 가능성은 충분히 합리적이지만, 문헌 근거를 “특정 식품용 펙티나아제가 특정 사탕수수 공정에서 정량적으로 얼마를 개선한다”는 방식으로 확대 해석해서는 안 됩니다. 실제 효과는 원료와 설비, 목표 품질, 처리 위치에 따라 달라집니다.

제한적 근거: 특정 수율·처리 시간·품질 결과

제공된 연구 근거만으로 특정 사탕수수즙 수율 증가율, 여과 시간 단축률, 재거리 품질 개선 수치, 또는 특정 조건에서의 최적 처리값을 단정할 수는 없습니다. 또한 Enzymes.bio는 제조사나 시험 실험실이 아니므로, 제품 페이지에서 특정 활성 단위, 분석법, 활성 정의, 제조 등급 세부사항을 제시하는 방식은 적절하지 않습니다. 이 제품은 온라인에서 1kg 단위로 구매하는 B2B 효소이며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공되는 공급 제품으로 이해해야 합니다.

Enzymes.bio에서 구매되는 제품의 위치

Enzymes.bio는 효소를 직접 제조하거나 분석 서비스를 제공하는 실험실이 아니라, 산업 및 식품 가공용 효소를 온라인으로 공급하는 B2B 공급업체입니다. 이 제품은 사탕수수 가공과 식물 추출에서 펙틴성 점도·탁도·조직 결착 문제를 줄이는 용도로 선택될 수 있으며, 제품은 1kg 단위로 온라인 직접 판매됩니다. CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다.

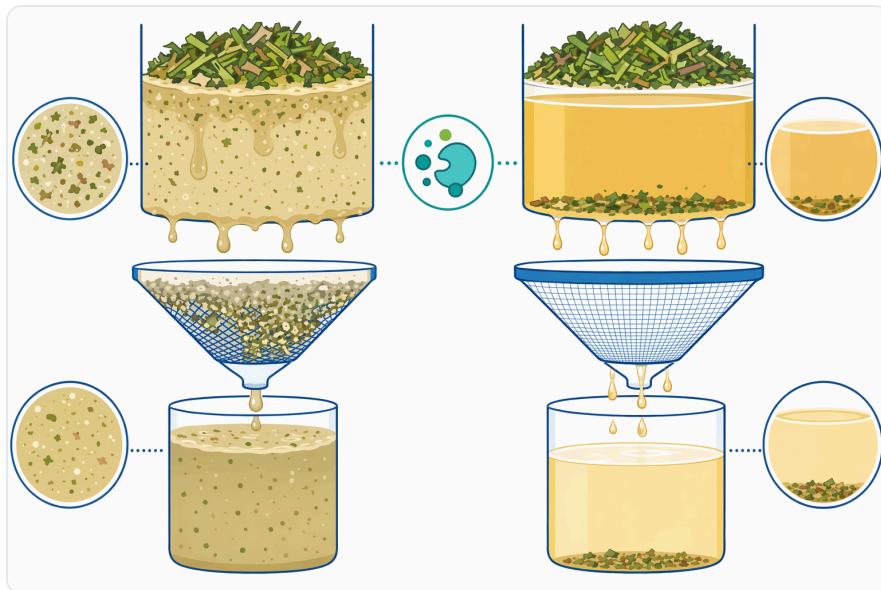


Figure 8. 펙틴이 주요 원인일 경우, 펙티나아제 처리의 기대 효과에는 액체 방출 개선, 점도 저하, 더 나은 청징 특성, 여과 부담 감소가 포함된다.

이 문서의 목적은 특정 생산 결과를 보장하는 것이 아니라, 구매자가 식품용 펙티나아제가 사탕수수와 식물성 원료에서 어떤 기전으로 작용하는지, 어떤 공정 위치에서 의미가 있는지, 그리고 어떤 근거 수준으로 이해해야 하는지를 명확히 설명하는 데 있습니다. 사탕수수 공정에서 펙티나아제는 자당 생산 효소가 아니라, 펙틴성 세포벽 장벽을 낮춰 착즙·추출·clarification·여과를 보조하는 효소입니다.

결론: 펙틴성 병목을 낮추는 사탕수수·식물 추출용 효소 도구

Food-Grade Pectinase For Plant Extraction For Sugarcane Processing은 사탕수수 및 식물성 원료의 펙틴성 세포벽 구조를 분해해 조직을 느슨하게 하고, 점도와 탁도, 여과 부담을 낮추는 데 사용되는 식품 가공용 펙티나아제입니다. 사탕수수 세포벽 연구는 다당류 조성, 전처리, 효소 접근성이 공정 결과를 좌우한다는 점을 보여주며, 펙티나아제는 그중 펙틴성 장벽을 선택적으로 완화하는 보조 효소로 해석할 수 있습니다 [13].

가장 현실적인 기대 효과는 착즙 전 조직 연화, 원주스 점도 저감, 고액분리성 개선, clarification 보조, 식물 추출액의 흐름성 개선입니다. 반대로 이 효소를 자당 생성제, 셀룰로오스 완전 당화 효소, 모든 사탕수수 공정에서 동일한 수율 향상을 보장하는 첨가제로 이해해서는 안 됩니다. 사탕수수 원료와 공정 조건은 다양하며, 품종과 세포벽 특성에 따라 효소 반응성이 달라질 수 있다는 점도 연구적으로 확인되어 있습니다 [14].

Enzymes.bio의 역할은 이러한 효소를 B2B 온라인 공급 제품으로 제공하는 것입니다. 제품은 1kg 단위로 온라인 판매되며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다. 사탕수수 가공과 식물 추출에서 펙틴성 점도, 탁도, 여과 지연, 액상 회수 불균일성이 문제라면, 식품용 펙티나아제는 기존 압착·침출·여과·농축 공정을 더 안정적으로 운전하기 위한 실무적 효소 선택지가 될 수 있습니다.

Food-Grade Pectinase For Plant Extraction For Sugarcane Processing 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 Plant Extraction For Sugarcane Processing 구매하기 →](#)

참고문헌

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

1. Kaissar, F. Z., Bouacem, K., Benine, M. L., Mechri, S., Sharma, S., Singh, V., Bakli, M., ... et al. (2025). Bacillus Pectinases as Key Biocatalysts for a Circular Bioeconomy: From Green Extraction to Process Optimization and Industrial Scale-Up. *BioTech*, 14.
2. Buckeridge, M., Grandis, A., & Tavares, E. Q. P. (2019). Disassembling the Glycomic Code of Sugarcane Cell Walls to Improve Second-Generation Bioethanol Production. *Bioethanol Production from Food Crops*.

3. Santo, M. E., Rezende, C. A., Bernardinelli, O. D., Pereira, N., Curvelo, A., deAzevedo, E., Guimarães, F. E., ... et al. (2018). Structural and compositional changes in sugarcane bagasse subjected to hydrothermal and organosolv pretreatments and their impacts on enzymatic hydrolysis. *Industrial Crops and Products*, 113, 64-74.
4. Santo, M. E. E., Cardoso, E. B., Guimarães, F., deAzevedo, E., Cunha, G., Novotny, E., Pellegrini, V., ... et al. (2019). Multifaceted characterization of sugarcane bagasse under different steam explosion severity conditions leading to distinct enzymatic hydrolysis yields. *Industrial crops and products (Print)*.
5. Thygesen, L. G., Hidayat, B., Johansen, K., & Felby, C. (2011). Role of supramolecular cellulose structures in enzymatic hydrolysis of plant cell walls. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 38, 975-983.
6. Wu, W., Li, P., Huang, L., Wei, Y., Li, J., Zhang, L., & Jin, Y. (2023). The Role of Lignin Structure on Cellulase Adsorption and Enzymatic Hydrolysis. *Biomass*.
7. Cintra, L. C., Costa, I. C., Oliveira, I. C. M., Fernandes, A. G., Faria, S. P., Jesuíno, R. S., Ravanal, M., ... et al. (2020). The boosting effect of recombinant hemicellulases on the enzymatic hydrolysis of steam-treated sugarcane bagasse. *Enzyme and Microbial Technology*, 133, 109447 .
8. Shrestha, P., Ibáñez, A. B., Bauer, Š., Glassman, S. I., Szaro, T., Bruns, T., & Taylor, J. W. (2015). Fungi isolated from Miscanthus and sugarcane: biomass conversion, fungal enzymes, and hydrolysis of plant cell wall polymers. *Biotechnology for Biofuels*, 8.
9. Khani, S. H., Amer, K. O., Remy, N., Lebas, B., Habrant, A., Faraj, A., Malandain, G., ... et al. (2024). A Distinct Autofluorescence Distribution Pattern Marks Enzymatic Deconstruction of Plant Cell Wall. *bioRxiv*.
10. Saffarionpour, S. (2025). Impact of Plant Protein Extraction and Conjugation with Polyphenols on Physicochemical, Structural, and Rheological Properties of Plant-Based Food Emulsions and Gels. *Food Biophysics*, 20.
11. Yi-Cai, Li, M., Xu, H., Huang, F., Zhao, Y., Jie-Zhang, Huang, Y., ... et al. (2025). Advanced physical-based techniques for the extraction and modification of plant protein: mechanisms, functions, and applications. *Food Chemistry*, 499, 147249 .
12. Moretti, M. M. S., Perrone, O., Nunes, C., Taboga, S., Boscolo, M., Silva, R., & Gomes, E. (2016). Effect of pretreatment and enzymatic hydrolysis on the physical-chemical composition and morphologic structure of sugarcane bagasse and sugarcane straw. *Bioresource Technology*, 219, 773-777 .
13. Santos, V. T. O., Siqueira, G. A., Milagres, A., & Ferraz, A. (2018). Role of hemicellulose removal during dilute acid pretreatment on the cellulose accessibility and enzymatic hydrolysis of compositionally diverse sugarcane hybrids. *Industrial Crops and Products*, 111, 722-730.
14. Brienzo, M., Tyhoda, L., Benjamin, Y., & Görgens, J. (2015). Relationship between physicochemical properties and enzymatic hydrolysis of sugarcane bagasse varieties for bioethanol production. *New Biotechnology*, 32 2, 253-62 .
15. Khani, S. H., Amer, K. O., Ghalemaleki, F. S., Corré, M., Remy, N., Habrant, A., Lebas, B., ... et al. (2025). Plant Cell Wall Enzymatic Hydrolysis: Predicting Yield Dynamics from Autofluorescence and

Morphological Temporal Changes. *bioRxiv*.

16. Yusoff, I. M., Mat, S. A., Hasham, R., Ware, I., & Ganesh, L. (2025). Phenolic compounds from piper plants: A review on ai integration for extraction, quantification, antioxidant, antimicrobial properties, and food applications. *Journal of Food Technology Research*.


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