enzymes.bio

식물 추출 공정용 식품용 β-글루카나아제: 세포벽 완화, 점도 저감, 생리활성 성분 회수 보조

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

식물 추출 공정용 식품용 β-글루카나아제는 식물·곡물·균류성 원료에 존재하는 β-글루칸성 다당류 네트워크를 부분적으로 절단해 용매 침투, 세포벽 개방, 추출액 흐름성을 개선하는 효소 보조제입니다. 특히 β-글루칸이 점도 상승, 여과 지연, 유효성분 방출 저해의 원인으로 작용하는 원료에서 실용적 가치가 큽니다. Enzymes.bio는 제조사나 시험기관이 아니라 온라인 효소 공급업체이며, 해당 제품은 1kg 단위로 직접 주문할 수 있고 CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다 .

β-글루카나아제가 식물 추출에서 하는 일

식물 원료 추출은 단순히 "성분을 녹여내는" 과정이 아니라, 세포벽·세포간층·저장조직·점질성 다당류가 만든 물리적 장벽을 통과하는 공정입니다. 잎, 줄기, 뿌리, 종자, 곡물, 과실 부산물, 허브 분말, 버섯류 소재는 모두 서로 다른 세포벽 구조를 갖지만, 공통적으로 셀룰로오스 미세섬유, 헤미셀룰로오스, 펙틴, 단백질, 리그닌성 성분, 전분 또는 저장 다당류가 얽힌 복합 매트릭스를 형성합니다. β-글루칸은 이 매트릭스 안에서 수분을 붙잡고 점도를 높이거나, 세포벽과 세포 내용물 사이의 확산 장벽을 강화하는 역할을 할 수 있습니다 [1].

식품용 β-글루카나아제는 이 중 β-글루칸성 결합을 표적으로 삼아 고분자 사슬을 더 짧은 사슬로 절단합니다. 이 절단은 원료를 무차별적으로 분해하는 화학 처리와 다릅니다. 효소는 기질 구조에 대한 선택성을 가지므로, 공정 설계상 "강한 산·알칼리 처리"보다 온화한 조건에서 세포벽의 일부 연결부를 느슨하게 만드는 도구로 이해하는 것이 정확합니다. 다만 식물 세포벽은 β-글루칸만으로 구성되지 않으므로, β-글루카나아제 단독 사용 효과는 원료의 β-글루칸 함량과 세포벽 조성에 좌우됩니다 [2].

Enzymes.bio의 식물 추출용 β-글루카나아제 제품은 식품·산업 공정에서 식물성 섬유 구조를 완화하고 β-글루칸성 장벽을 낮추는 용도로 판매되는 효소입니다. 이 문서는 특정 활성 단위나 분석법을 설명하기보다, 실제 추출 공정에서 이 효소가 왜 사용되는지, 어떤 원료에서 효과가 기대되는지, 그리고 어떤 한계를 고려해야 하는지를 기술적으로 정리합니다 .

식물 세포벽은 왜 추출 수율을 제한하는가

세포벽은 용매 확산을 늦추는 물리적 장벽이다

식물 세포벽은 다공성 구조이지만, 추출 공정에서는 충분히 열린 구조가 아닙니다. 건조, 열처리, 분쇄, 저장 과정에서 세포벽 다당류가 수축하거나 재배열되면 용매가 세포 내부로 들어가는 속도와 용출 성분이 밖으로 나오는 속도가 모두 낮아질 수 있습니다. 식물 바이오매스 가수분해 연구에서는 효소가 세포벽 표면에 위치하고, 세포벽의 화학적·구조적 변화가 효소 접근성과 분해 양상을 결정한다는 점이 영상 분석으로 관찰되었습니다 [3].

추출 대상 성분이 폴리페놀, 플라보노이드, 사포닌, 향기 성분, 단백질, 오일, 다당류 중 무엇이든, 첫 번째 관문은 원료 내부로 추출 매체가 들어가는 것입니다. 예를 들어 땅콩 페놀성 성분 연구에서는 페놀성 화합물의 추출·조성·식품 응용이 원료 매트릭스와 추출 조건의 영향을 받는다고 정리되어 있습니다 [4]. β-글루카나아제는 이 관문을 낮추기 위해 β-글루칸성 다당류를 부분적으로 절단하고, 원료 슬러리 안에서 물질 이동이 더 쉽게 일어나도록 돕습니다.

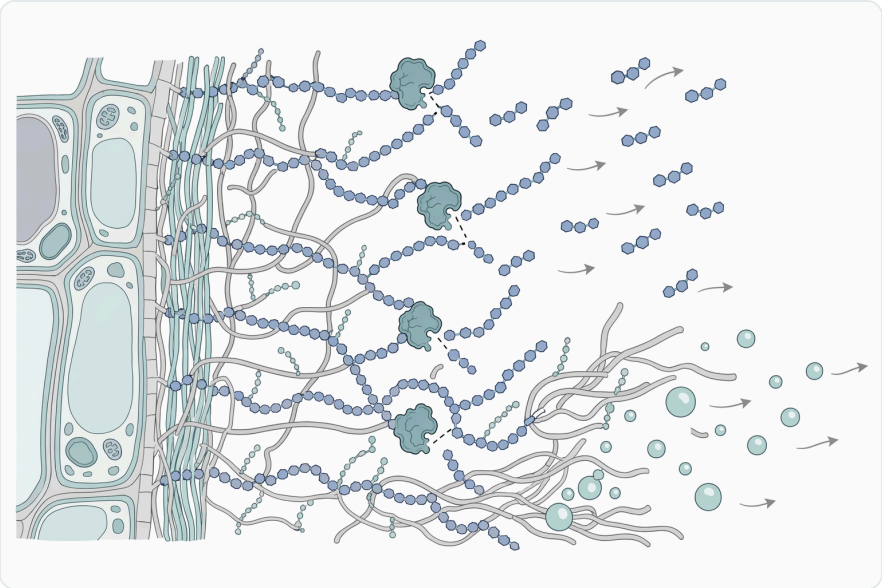

Figure 1. β-글루카나아제는 긴 β-글루칸 사슬에서 분해되기 쉬운 β-글리코시드 결합을 가수분해하여, 네트워크 형성 능력이 줄어든 더 짧은 조각을 생성합니다.

고분자 β-글루칸은 점도와 여과성을 악화시킨다

β-글루칸은 포도당 단위가 β-글리코시드 결합으로 연결된 다당류이며, 원료에 따라 β-1,3, β-1,4, 혼합 결합 또는 분지 구조를 포함할 수 있습니다. 고분자 β-글루칸은 물을 보유하고 용액 또는 슬러리의 겉보기 점도를 높입니다. 점도가 높아지면 교반 효율이 낮아지고, 고형분과 액상 사이의 접촉이 불균일해지며, 여과 케이크가 압축되어 여과 시간이 길어질 수 있습니다 [1].

β-글루카나아제는 고분자 사슬을 절단해 평균 사슬 길이와 상호 얽힘을 낮춥니다. 이때 중요한 변화는 단순한 "분해"가 아니라 유변학적 변화입니다. 고분자 다당류가 짧아지면 동일한 고형분 조건에서도 액상 흐름성이 개선될 수 있고, 여과막 또는 필터프레스에서 형성되는 겔성 층이 덜 치밀해질 수 있습니다. 곡물·종자·허브·버섯류처럼 점성 다당류가 많은 원료에서는 이 효과가 추출 수율만큼이나 중요합니다.

리그닌·셀룰로오스 구조는 효소 접근성을 제한한다

식물 세포벽 분해에서 효소가 항상 쉽게 작동하는 것은 아닙니다. 셀룰로오스의 결정성, 리그닌의 분포, 헤미셀룰로오스의 결합 방식은 효소가 기질 표면에 접근하는 정도를 크게 바꿉니다. 리그닌 구조가 셀룰라아제 흡착과 효소 가수분해에 영향을 준다는 연구는, 식물 원료에서 효소 반응이 단순한 용액 반응이 아니라 고체 표면·공극·비특이 흡착의 영향을 받는다는 점을 보여줍니다 [5].

따라서 β-글루카나아제를 투입한다고 해서 모든 식물 조직이 동일하게 열리는 것은 아닙니다. 곡물 배유의 혼합결합 β-글루칸, 버섯류나 효모성 원료의 β-1,3-글루칸, 일부 식물 조직의 callose성 β-글루칸은 서로 다른 물리적 위치와 결합 환경을 갖습니다. 효소 반응성은 원료 입도, 수화 정도, 열 이력, 추출 매체, pH, 고형분 농도에 따라 달라집니다.

작동 기전: β-글루칸 절단이 추출을 어떻게 바꾸는가

1단계: 수화와 팽윤으로 기질 접근성이 생긴다

효소는 건조한 고체 내부에서 자유롭게 이동하지 못합니다. 식물 분말이나 절편이 수분을 흡수하면 세포벽 다당류가 팽윤하고, 미세공극이 열리며, 효소가 β-글루칸 사슬에 접근할 가능성이 커집니다. 이 단계에서 원료가 충분히 젖지 않으면 효소는 표면 일부에만 작용하고 내부 세포벽에는 도달하지 못합니다. 반대로 과도하게 점성이 형성되면 효소와 기질의 접촉도 확산 제한을 받을 수 있습니다.

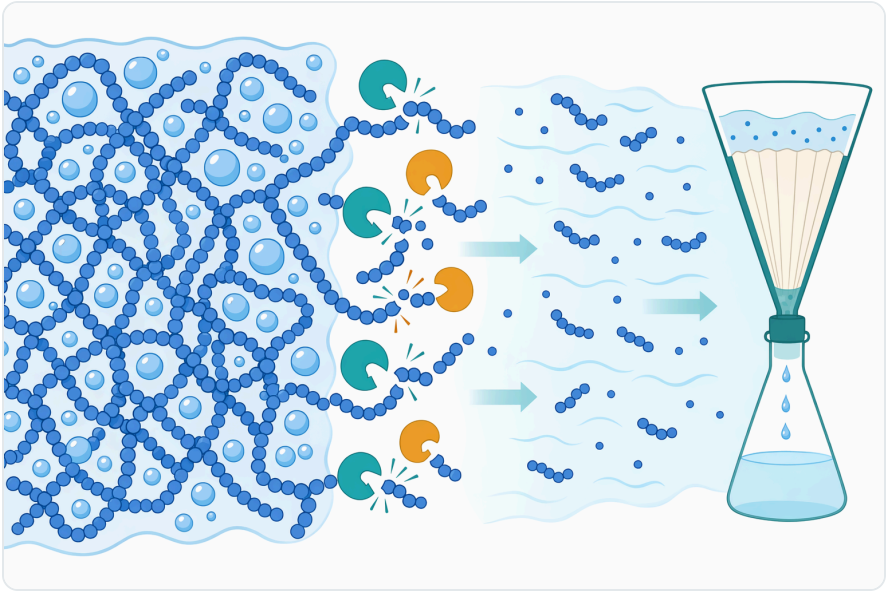

Figure 2. 수화된 긴 β-글루칸 사슬은 서로 얽히고 물을 붙잡을 수 있지만, 효소에 의한 탈중합은 높은 점도를 유발하는 물리적 요인을 줄입니다.

스위트 수수 짚 전처리와 효소 소화 연구는 전처리가 세포벽 구조를 바꾸고 이후 효소 분해 과정의 시각적 양상까지 변화시킨다는 점을 보여줍니다 [6]. 식물 추출에서 β-글루카나아제도 같은 원리를 따릅니다. 즉 효소 자체만이 아니라, 효소가 접근할 수 있는 세포벽 상태를 만드는 것이 공정 효과의 전제입니다.

2단계: β-글루칸 사슬 절단으로 네트워크가 느슨해진다

β-글루카나아제가 β-글루칸 사슬을 절단하면 다당류 네트워크의 연속성이 낮아집니다. 세포벽 안에서 β-글루칸이 다른 다당류와 상호작용하고 있었다면, 일부 연결부가 끊어지면서 세포벽의 기계적 저항이 줄어듭니다. 식물 구조 조직의 세포벽에서 β-글루칸 관련 효소가 셀룰로오스–자일로글루칸 결합 형성과 재배열에 관여할 수 있다는 연구는, β-글루칸성 효소 반응이 세포벽 구조 변화와 직접 연결될 수 있음을 보여줍니다 [7].

이 변화는 추출 공정에서 두 가지 방식으로 나타납니다. 첫째, 세포벽이 더 잘 열리면서 목표 성분이 용매로 이동하기 쉬워집니다. 둘째, 점질성 β-글루칸이 더 짧은 사슬로 전환되면서 슬러리의 점도와 필터 막힘이 줄어들 수 있습니다. 이 두 효과가 함께 나타날 때 β-글루카나아제는 "추출 수율 개선"과 "공정성 개선"을 동시에 지원합니다.

3단계: 용매 침투와 성분 확산이 증가한다

세포벽이 완화되면 물, 에탄올-물 혼합액, 기타 식품용 추출 매체가 원료 내부로 더 빠르게 들어갈 수 있습니다. 목표 성분이 세포 내부 액포, 세포벽 근처, 단백질·다당류 매트릭스 사이에 존재하는 경우, 확산 경로가 짧아지고 이동 저항이 낮아집니다. 식품 등급 생리활성 성분 추출 최적화 연구들은 원료, 용매, 온도, 시간, 고액비 등의 변수들이 추출 결과를 복합적으로 결정한다고 정리합니다 [8].

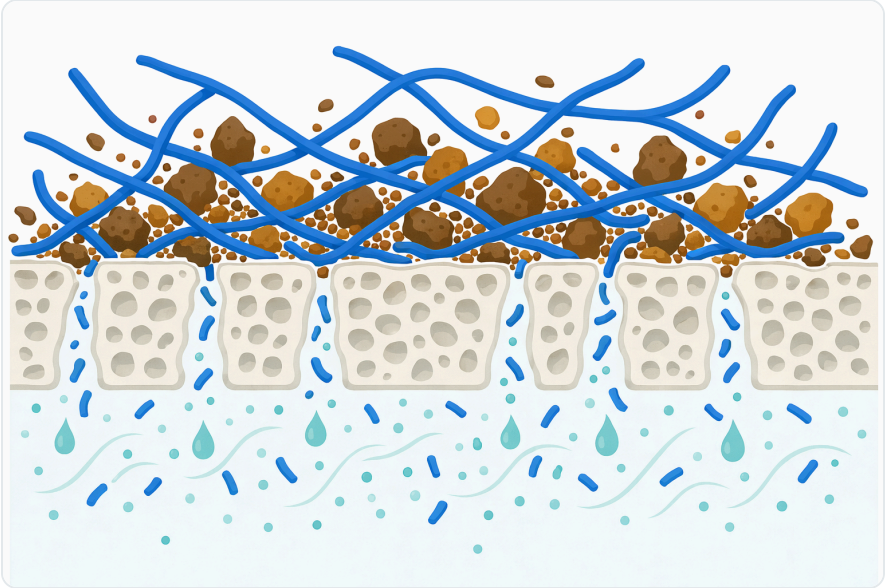

Figure 3. 더 짧아진 β-글루칸 조각은 여과 중 끈적한 네트워크를 형성해 공극을 막을 가능성이 낮습니다.

β-글루카나아제는 이러한 변수 중 "세포벽 장벽"과 "점성 다당류"에 직접 영향을 주는 변수입니다. 따라서 용매 선택이나 추출 온도를 대체하는 것이 아니라, 같은 용매 조건에서 물질 이동을 개선하거나, 더 온화한 조건에서도 목표 성분 회수를 가능하게 하는 보조 단계로 설계하는 편이 타당합니다.

기존 추출 기술과 β-글루카나아제의 위치

식물성 생리활성 성분 추출에는 열수 추출, 유기용매 추출, 산·알칼리 처리, 초음파, 마이크로파, 초임계 유체, 냉각 플라즈마 등 다양한 기술이 사용됩니다. 최근 식품 부산물과 농식품 바이오매스에서 유효성분을 회수하는 연구는 지속가능성, 낮은 용매 사용량, 에너지 절감, 성분 안정성을 중요한 기준으로 다룹니다 [9].

β-글루카나아제의 위치는 "단독 추출 기술"이라기보다 "매트릭스 개방형 전처리 또는 동시처리"에 가깝습니다. 아래 표는 대표 기술과 비교했을 때 β-글루카나아제가 어떤 역할을 하는지 정리한 것입니다.

접근법	주된 작용 대상	장점	제한점	β-글루카나아제와의 관계
열수 추출	수용성 성분, 다당류	식품 공정에 익숙하고 적용 폭이 넓음	열민감 성분 손상, 점도 증가 가능	효소 전처리로 세포벽을 열어 열부하를 낮추는 방향 검토 가능

접근법	주된 작용 대상	장점	제한점	β-글루카나아제와의 관계
에탄올-물 추출	폴리페놀, 플라보노이드, 향기 성분	극성 조절 가능	세포벽 장벽이 강하면 회수 제한	β-글루칸성 장벽을 낮춰 용매 침투 보조
산·알칼리 처리	세포벽 다당류, 결합성 성분	강한 분해력	색·향·성분 구조 변화 가능	효소는 더 선택적이고 온화한 대안 또는 보완책
초음파 보조 추출	세포 파괴, 물질 이동	추출 시간 단축 가능	장비 조건에 따라 산화·가열 영향	효소 접근성 향상을 위한 물리적 전처리와 조합 가능
초임계 유체 추출	비극성·중간극성 성분	용매 잔류 부담 감소	장비 비용, 대상 성분 제한	세포벽 완화 후 특정 성분 회수 공정과 연계 가능
β-글루카나아제 처리	β-글루칸성 세포벽·점질 다당류	선택적 절단, 점도 저감, 여과성 개선	원료 조성 의존성, 단독 만능 아님	다른 추출 기술의 물질 이동 한계를 낮추는 보조 단계

초음파 기반 식품 공정 리뷰는 초음파가 세포 구조를 변화시키고 물질 이동을 높이는 녹색 추출 기술로 연구되고 있음을 정리합니다 [10]. β-글루카나아제와 초음파의 차이는 작용 방식입니다. 초음파는 공동화와 물리적 파괴를 통해 구조를 열고, β-글루카나아제는 특정 다당류 결합을 절단합니다. 두 접근 모두 세포벽 장벽을 낮추지만, 하나는 물리적 에너지, 다른 하나는 생화학적 선택성을 중심으로 작동합니다.

초임계 유체 추출은 용매 사용량과 잔류 용매 문제를 줄일 수 있는 기술로 평가되지만, 비극성 성분에 더 적합한 경우가 많고 장비 의존성이 큽니다 [11]. 반면 β-글루카나아제는 기존 수상 또는 혼합 용매 기반 공정 안에 비교적 쉽게 들어갈 수 있으며, 특히 점도와 여과성이 문제인 추출액에서 후단 공정성을 개선하는 데 초점을 둡니다.

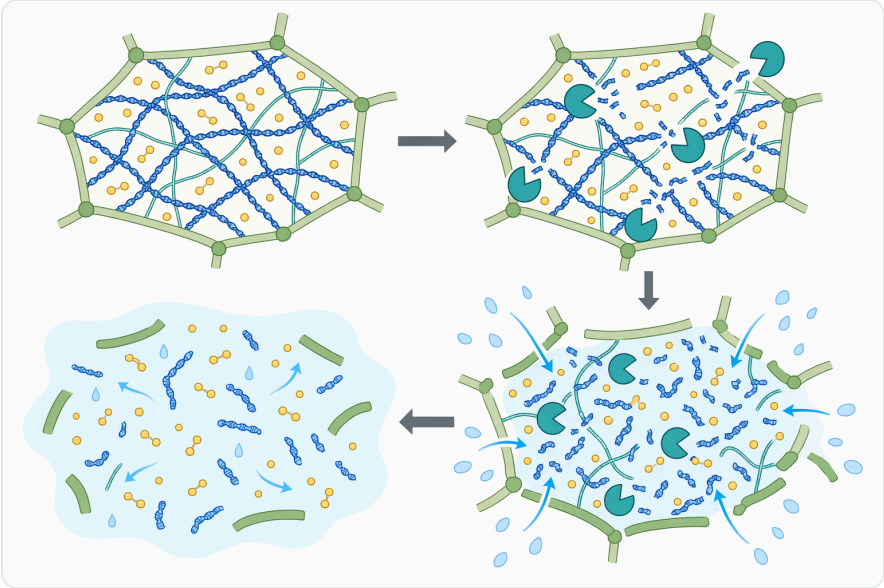

Figure 4. 글루칸이 풍부한 세포벽 구조를 가수분해하면 매트릭스가 느슨해지고 수용성 추출 성분의 확산 경로가 짧아질 수 있습니다.

원료별 적용 가능성

곡물·종자·식물성 단백질 원료

보리, 귀리, 밀기울, 겨, 종자박, 겨자박, 들깨·차조기류 종자 같은 원료는 세포벽 다당류, 단백질, 오일, 페놀성 성분이 함께 존재하는 복합 매트릭스입니다. 탈피 황색 겨자분에서 식품 등급 단백질과 산업용 오일을 얻기 위한 수성·효소 추출 연구는, 효소 처리가 식물성 단백질·오일 추출 공정에서 매트릭스 완화 도구로 사용될 수 있음을 보여줍니다 [12].

곡물성 원료에서는 β-글루칸이 슬러리 점도와 여과성에 직접 영향을 줄 가능성이 큽니다. 단백질이나 오일을 목표로 하는 공정에서도 β-글루칸성 점도가 높으면 고액분리와 세척 효율이 떨어질 수 있으므로, β-글루카나아제는 목표 성분을 직접 분해하지 않으면서 주변 다당류 장벽을 낮추는 역할을 합니다.

허브·잎·줄기·뿌리 추출물

허브와 식물성 천연물 원료는 폴리페놀, 플라보노이드, 사포닌, 색소, 향기 성분, 수용성 다당류를 목표로 하는 경우가 많습니다. 이들 성분은 세포벽 안쪽이나 액포, 표피층, 선모, 저장조직에 분포하며, 건조 과정에서 세포벽이 수축하면 용매 침투가 제한될 수 있습니다. 펙틴 추출 리뷰에서도 원료 출처와 추출 조건이 수율·품질·응용성에 큰 영향을 준다고 정리되어 있습니다 [13].

이 원료군에서 β-글루카나아제의 장점은 색·향을 강하게 바꾸는 가혹 조건을 줄이는 데 있습니다. 예를 들어 고온 장시간 추출을 줄이고 싶거나, 점성 때문에 농축·여과가 지연되는 경우 효소 전처리가 유용할 수 있습니다. 다만 세포벽 제한 요인이 펙틴 중심이면 펙틴 관련 효소가 더 직접적일 수

있고, 셀룰로오스 골격이 주요 장벽이면 셀룰라아제 계열과의 공정 조합이 더 중요할 수 있습니다.

과실 부산물과 농식품 부산물

과피, 착즙박, 씨앗 껍질, 잎 부산물 등은 유효성분 회수와 폐기물 저감 측면에서 관심이 높습니다. 농식품 폐기물 유래 생리활성 성분의 추출·분리·특성화 리뷰는 이러한 부산물이 산업적 응용 가능성을 가진 원료로 평가되고 있음을 보여줍니다 [9].

Figure 5. β-글루칸이 접근 가능한 형태로 존재해 점도나 분리 저항에 기여하는 곡물, 효모, 진균, 발효 관련 원료 및 일부 식물성 원료 흐름에서 적용 적합성이 가장 높습니다.

부산물 원료는 이미 물리적 손상을 받은 경우가 많아 효소 접근성이 좋을 수 있지만, 동시에 펙틴과 불용성 섬유가 많아 점도와 여과 문제가 심할 수 있습니다. β-글루카나아제는 β-글루칸성 점도 성분이 관여하는 경우 여과 케이크의 배수성을 높이고, 추출액의 점성 부담을 낮추는 데 기여할 수 있습니다. 특히 농축, 막여과, 분무건조 전 단계에서 점도 저감은 에너지 사용과 처리 시간을 좌우하는 중요한 공정 변수입니다.

버섯류·효모성 세포벽·균류 소재

버섯과 효모성 원료는 식물은 아니지만, β-글루칸이 구조적으로 중요한 세포벽 성분입니다. 효모 세포벽 다당류 연구에서는 효소 접근법과 NMR 분석을 통해 세포벽 내 글리코겐과 다당류 연결성이 확인되었고, 이는 균류성 세포벽이 단순한 β-글루칸 덩어리가 아니라 여러 고분자가 결합한 구조임을 시사합니다 [14].

버섯 추출물에서 목표가 β-글루칸 자체의 고분자 기능성이라면 β-글루카나아제 사용은 신중해야 합니다. 과도한 절단은 점도를 낮추고 추출성을 높일 수 있지만, 목표 다당류의 분자량 분포와 기능적 특성을 바꿀 수 있습니다. 반대로 목표가 세포벽 개방, 세포 내용물 회수, 향미 또는 저분자 성분 추출이라면 β-글루카나아제가 유용한 전처리 수단이 될 수 있습니다.

해조류와 특수 식물성 바이오매스

해조류는 알긴산, 한천, 카라기난, 라미나린 등 종마다 다른 다당류를 포함합니다. Porphyra linearis에서 영양소 응용을 위한 알칼리·효소 가수분해를 평가한 연구는 해조류와 같은 비전통 원료에서도 효소 기반 처리가 추출 조건의 한 축으로 검토될 수 있음을 보여줍니다 [15].

다만 해조류의 주요 점질 다당류가 β-글루카나아제의 적합 기질인지 여부는 원료 종과 목표 성분에 따라 달라집니다. β-글루칸성 저장 다당류가 중요한 원료라면 효과가 기대될 수 있지만, 알긴산 또는 황산화 갈락탄이 주요 장벽이면 다른 효소 또는 물리·화학적 전처리가 더 중요할 수 있습니다.

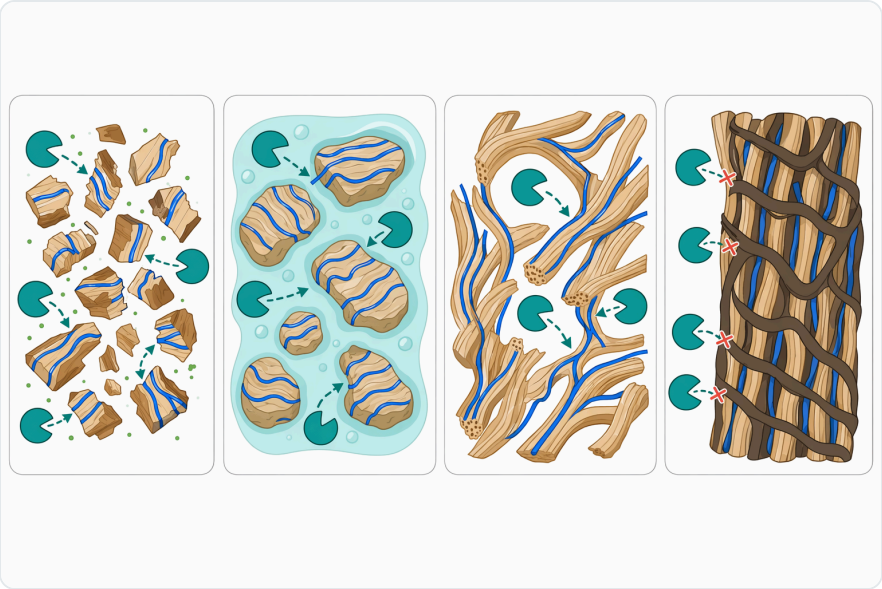

Figure 6. β-글루카나아제는 분쇄, 수화, 열처리 또는 호환 가능한 전처리를 통해 글루칸 기질이 노출될 때 가장 잘 작용합니다.

기대 가능한 공정상 이점

추출 수율 개선 가능성

β-글루카나아제 처리로 세포벽 네트워크가 느슨해지면, 목표 성분이 용매로 이동하는 경로가 짧아지고 확산 저항이 낮아질 수 있습니다. 이는 특히 세포벽 안쪽에 존재하거나 다당류 매트릭스에 물리적으로 포획된 성분에서 중요합니다. 식품 등급 생리활성 성분 추출 연구에서 반응표면분석과 같은 최적화 접근이 널리 사용되는 이유도, 추출 수율이 단일 요인이 아니라 원료·조건·상호작용에 의해 결정되기 때문입니다 [8].

효소의 효과는 "수율 증가"로만 평가해서는 부족합니다. 같은 목표 성분 농도라도 더 짧은 추출 시간, 더 낮은 점도, 더 빠른 여과, 더 안정적인 배치 재현성을 얻는다면 산업 공정에서는 의미 있는 개선입니다. 특히 천연물 추출에서는 원료 편차가 크기 때문에, 세포벽 장벽을 낮추는 효소 처리가 배치 간 변동성을 줄이는 데 도움을 줄 수 있습니다.

여과·원심분리·농축 부담 완화

추출액의 점도가 낮아지면 고액분리 장비에서 체류 시간이 줄고, 필터 막힘이 완화될 수 있습니다. 점성 다당류가 많은 원료는 여과 초기에는 잘 흐르다가 케이크가 형성되면서 급격히 막히는 경우가 있는데, 이는 다당류가 필터 표면에서 겔층처럼 작용하기 때문입니다. β-글루카나아제가 고분자 β-글루칸을 절단하면 이 겔층의 응집성과 수분 보유력이 낮아질 수 있습니다.

후단 농축에서도 점도는 직접적인 비용 변수입니다. 점도가 높은 추출액은 열전달이 나쁘고, 펌핑 에너지가 증가하며, 분무건조 전 고형분 조절이 어려울 수 있습니다. β-글루카나아제는 추출 단계뿐 아니라 후단 공정의 운전성을 개선하는 보조제로도 해석할 수 있습니다.

온화한 처리 조건에서 세포벽 개방

냉각 플라즈마와 같은 비열 식품 공정은 미생물 제어, 성분 변화, 추출 보조 기술로 연구되고 있으며, 에너지 효율과 저탄소 공정이라는 관점에서 주목받고 있습니다 [16]. β-글루카나아제 역시 강한 화학 처리보다 온화한 공정 전략에 들어갈 수 있는 생물학적 도구입니다.

Figure 7. 추출 효소마다 표적으로 하는 매트릭스 고분자가 다르므로, 공정을 제한하는 요인이 펙틴, 셀룰로오스, 헤미셀룰로오스, 단백질 또는 전분이 아니라 β-글루칸일 때 β-글루카나아제가 가장 적합합니다.

다만 "온화하다"는 표현은 무조건 저온·단시간이라는 뜻이 아닙니다. 효소가 작동하려면 수분, 접촉 시간, 적절한 pH·온도 범위가 필요합니다. 공정 설계에서는 목표 성분의 안정성과 효소 반응성을 동시에 고려해야 하며, 효소 처리 후 열처리나 농축 단계에서 성분 변성이 생기지 않도록 전체 열 이력을 봐야 합니다.

공정 설계에서 고려할 변수

원료 입도와 수화 상태

입도가 작아지면 표면적이 증가해 효소와 용매가 접근하기 쉬워집니다. 그러나 너무 미세한 분말은 여과 케이크를 치밀하게 만들고, 점성 다당류와 결합해 오히려 고액분리를 어렵게 할 수 있습니다. β-글루카나아제 처리는 입도 최적화와 함께 설계해야 하며, 원료가 충분히 수화된 상태에서 효소가 기질에 접근하도록 해야 합니다.

수화가 부족하면 효소 반응이 표면에 국한되고, 수화가 지나치게 진행되어 겔화가 강해지면 교반과 물질 이동이 제한됩니다. 따라서 실제 공정에서는 원료 슬러리의 흐름성, 교반 사각지대, 탱크 배출성을 함께 관찰해야 합니다.

pH, 온도, 시간의 균형

효소 반응은 pH와 온도에 민감하지만, 식물 추출에서는 효소만 최적화할 수 없습니다. 폴리페놀은 산화에 민감할 수 있고, 안토시아닌은 pH에 따라 색과 안정성이 달라지며, 향기 성분은 온도와 시간에 따라 손실될 수 있습니다. 따라서 β-글루카나아제 처리 조건은 효소 반응성과 목표 성분 안정성의 교차점에서 설정해야 합니다.

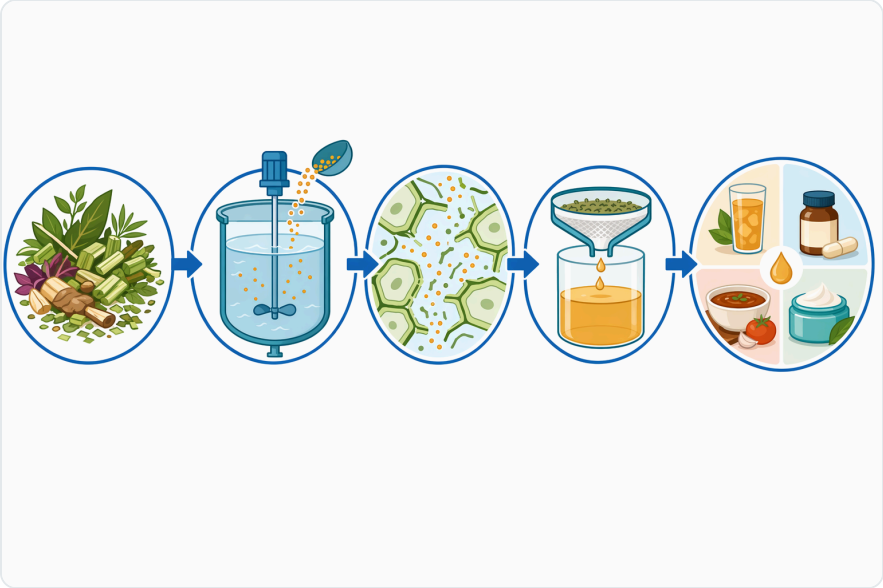

Figure 8. 일반적인 효소 보조 추출 과정에서는 청징과 후속 마무리 공정 전에 수성 마쇄, 침지, 슬러리 유지 또는 추출 단계에서 β-글루카나아제를 첨가합니다.

시간도 중요한 변수입니다. 짧은 처리는 세포벽 완화가 부족할 수 있고, 과도한 처리는 목표 다당류의 분자량 변화나 불필요한 공정 지연을 만들 수 있습니다. 특히 기능성 다당류를 제품 특성의 일부로 유지하려는 공정에서는 점도 저감과 구조 보존 사이의 균형이 필요합니다.

다른 효소와의 조합

식물 세포벽은 β-글루칸, 펙틴, 셀룰로오스, 자일란, 만난, 단백질성 구조가 함께 존재합니다. 펙틴이 많은 과일 부산물, 셀룰로오스가 강한 잎·줄기, 전분이 많은 뿌리·곡물, 단백질-다당류 복합체가 많은 종자 원료에서는 β-글루카나아제 하나만으로 세포벽 장벽을 충분히 낮추기 어려울 수 있습니다. 펙틴 추출 및 응용 연구는 원료별 다당류 조성과 추출 조건이 품질에 밀접하게 연결된다는 점을 보여줍니다 [13].

따라서 β-글루카나아제는 펙티나아제, 셀룰라아제, 헤미셀룰라아제, 프로테아제 등과 기능적으로 구분해야 합니다. 목표가 β-글루칸성 점도 저감이면 β-글루카나아제가 중심 효소가 될 수 있지만, 세포벽 전체 붕괴가 목표라면 원료별 복합 효소 설계가 더 적합할 수 있습니다.

적용이 특히 적합한 경우와 신중해야 하는 경우

공정 상황	β-글루카나아제 적합성	이유
곡물·종자 추출액이 끈적하고 여과가 느림	높음	β-글루칸성 점도가 공정 병목일 가능성이 큼

공정 상황	β-글루카나아제 적합성	이유
허브 추출에서 세포벽 장벽 때문에 수율이 낮음	중간~높음	β-글루칸이 장벽의 일부라면 용매 침투 개선 가능
목표 성분이 저분자 폴리페놀·향기 성분	중간	세포벽 개방은 도움 되지만 산화·휘발 안정성도 중요
목표가 고분자 β-글루칸 자체의 기능성	신중	효소가 목표 다당류의 분자량을 낮출 수 있음
펙틴 겔화가 주요 문제인 과실 원료	제한적~중간	β-글루칸보다 펙틴이 병목이면 다른 효소가 더 직접적
리그닌화가 강한 줄기·목질 원료	제한적	효소 접근성이 낮고 물리·열화학 전처리 영향이 큼
해조류 추출	원료 의존적	주요 다당류가 β-글루칸성인지 확인 필요

이 표에서 핵심은 "원료의 병목이 무엇인가"입니다. β-글루카나아제는 β-글루칸성 장벽과 점도 문제에 강점을 갖지만, 리그닌 장벽이나 펙틴 겔화, 단백질 응집, 전분 호화가 주된 문제라면 단독 해결책이 아닙니다. 식물 세포벽 특성이 전처리와 효소 분해 결과를 좌우한다는 바이오매스 연구는 이러한 원료 의존성을 잘 설명합니다 [17].

제품 사용 맥락과 Enzymes.bio에서의 구매 방식

Enzymes.bio는 효소를 제조하거나 시험하는 실험실이 아니라, 산업·식품 공정용 효소를 온라인으로 공급하는 업체입니다. 식물 추출용 식품용 β-글루카나아제는 1kg 단위로 직접 주문할 수 있는 형태로 제공되며, 주문 제품에는 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다 .

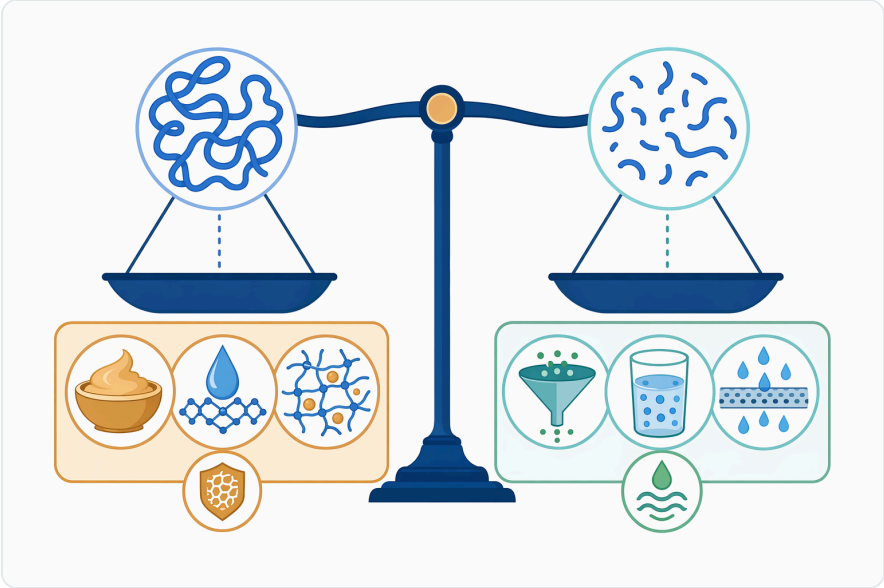

Figure 9. β-글루카나아제는 분자량을 낮춰 공정성을 개선할 수 있지만, 그 결과 생성된 β-글루칸 분획은 기능적 특성이 달라질 수 있습니다.

CoA는 주문 제품의 품질 관련 문서이고, SDS는 보관·취급·안전 정보를 확인하기 위한 문서입니다. 실제 공정 투입 전에는 내부 품질 기준, 식품 원료 사용 목적, 현지 규정, 작업장 안전 절차에 맞춰 문서를 검토하는 것이 적절합니다. 다만 Enzymes.bio는 제조사처럼 특정 공정 성능을 보증하거나 고객 공정에 대한 시험 서비스를 제공하는 기관이 아니므로, 효소는 각 사용자의 원료와 공정 조건 안에서 기술적으로 해석되어야 합니다.

균형 잡힌 결론

식물 추출 공정용 식품용 β-글루카나아제는 β-글루칸성 세포벽·점질 다당류가 추출을 방해하는 원료에서 유용한 효소 보조제입니다. 핵심 기전은 고분자 β-글루칸 사슬 절단을 통한 세포벽 완화, 점도 저감, 용매 침투 개선, 여과성 향상입니다. 이 기전은 식물 세포벽 구조, 다당류 조성, 효소 접근성이 추출성과 가수분해 결과를 좌우한다는 연구 흐름과 일치합니다 [3].

가장 적합한 사용 맥락은 곡물·종자·허브·농식품 부산물·일부 균류성 원료처럼 β-글루칸성 다당류가 공정 병목으로 작용하는 경우입니다. 반대로 목표가 고분자 β-글루칸 자체의 구조 보존이거나, 병목이 펙틴·리그닌·전분·단백질 응집에 있는 경우에는 β-글루카나아제 단독 효과를 과대평가하지 않아야 합니다.

따라서 이 효소는 "만능 추출 증강제"가 아니라, 세포벽 매트릭스와 점도 문제를 겨냥한 선택적 공정 도구로 보는 것이 정확합니다. Enzymes.bio에서 제공되는 식물 추출용 식품용 β-글루카나아제는 1kg 단위 온라인 구매가 가능한 B2B 효소 제품이며, 식물 추출 공정에서 수율, 흐름성, 여과성, 후단 처리성을 함께 개선하려는 사용자에게 실용적인 선택지가 될 수 있습니다 .

Food Grade B-Glucanase For Plant Extraction 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 B-Glucanase For Plant Extraction 구매하기 →

참고문헌

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

1. Singla, A., Gupta, O. P., Sagwal, V., Kumar, A., Patwa, N., Mohan, N., Ankush, … et al. (2024). Beta-Glucan as a Soluble Dietary Fiber Source: Origins, Biosynthesis, Extraction, Purification, Structural Characteristics, Bioavailability, Biofunctional Attributes, Industrial Utilization, and Global Trade. *Nutrients*, 16.
2. 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.
3. Devaux, M., Jamme, F., André, W., Bouchet, B., Alvarado, C., Durand, S., Robert, P., … et al. (2018). Synchrotron Time-Lapse Imaging of Lignocellulosic Biomass Hydrolysis: Tracking Enzyme Localization by Protein Autofluorescence and Biochemical Modification of Cell Walls by Microfluidic Infrared Microspectroscopy. *Frontiers in Plant Science*, 9.
4. Bodoira, R., Cittadini, M. C., Velez, A., Rossi, Y., Montenegro, M., Martínez, M., & Maestri, D. (2022). An overview on extraction, composition, bioactivity and food applications of peanut phenolics.. *Food Chemistry*, 381, 132250 .
5. 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*.
6. Dong, M., Wang, S., Xu, F., Wang, J., Yang, N., Li, Q., Ji-Chen, … et al. (2019). Pretreatment of sweet sorghum straw and its enzymatic digestion: insight into the structural changes and visualization of hydrolysis process. *Biotechnology for Biofuels*, 12.
7. Herburger, K., Franková, L., Pičmanová, M., Loh, J. W., Valenzuela-Ortega, M., Meulewaeter, F., Hudson, A., … et al. (2020). Hetero-trans-β-Glucanase Produces Cellulose–Xyloglucan Covalent Bonds in the Cell Walls of Structural Plant Tissues and Is Stimulated by Expansin. *Molecular Plant*, 13, 1047 - 1062.
8. Karabegoić, I., Stojanović, S. S., Mančić, S., Đorđević, N., Malićanin, M., & Danilović, B. (2023). Optimization of food-grade bioactive compound extraction from plant sources by response surface methodology approach: A comprehensive review. *MASO INTERNATIONAL – JOURNAL OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY*, 13, 31 - 47.

9. Njewa, J., Monjerezi, M., Kabanga, L., Kumwenda, F. D., & Sumani, J. (2025). A review on extraction, isolation, characterization of bioactive compounds obtained from agri-food waste and their potential for industrial application. *Frontiers in Chemistry*, 13.
10. Mgoma, S., Basitere, M., Mshayisa, V., & Jager, D. D. (2025). A Systematic Review on Sustainable Extraction, Preservation, and Enhancement in Food Processing: The Advancement from Conventional to Green Technology Through Ultrasound. *Processes*.
11. Zhang, J., & Wu, H. (2025). Valorization of bioactive compounds from food by-products using supercritical fluid extraction: A technological and industrial perspective.. *Food Chemistry*, 484, 144277 .
12. Tabtabaei, S., & Diosady, L. (2013). Aqueous and enzymatic extraction processes for the production of food-grade proteins and industrial oil from dehulled yellow mustard flour. *Food Research International*, 52, 547-556.
13. Riyamol, J., Chengaiyan, G., Singh, S., Ahmad, F., Haque, S., & Çapanoğlu, E. (2023). Recent Advances in the Extraction of Pectin from Various Sources and Industrial Applications. *ACS Omega*, 8, 46309 - 46324.
14. Bastos, R., Marín-Montesinos, I., Ferreira, S. S., Mentink-Vigier, F., Sardo, M., Mafra, L., Coimbra, M. A., … et al. (2023). Covalent connectivity of glycogen in brewer's spent yeast cell walls revealed by enzymatic approaches and dynamic nuclear polarization NMR. *Carbohydrate Polymers*, 324, 121475 - 121475.
15. Pereira, D. T., García-García, P., Korbee, N., Vega, J., Señoráns, F. J., & Figueroa, F. L. (2024). Optimizing the Extraction of Bioactive Compounds from Porphyra linearis (Rhodophyta): Evaluating Alkaline and Enzymatic Hydrolysis for Nutraceutical Applications. *Marine Drugs*, 22.
16. Sharma, R., Nath, P., Rustagi, S., Sharma, M., Inbaraj, B., Dikkala, P., Nayak, P. K., … et al. (2025). Cold Plasma—A Sustainable Energy-Efficient Low-Carbon Food Processing Technology: Physicochemical Characteristics, Microbial Inactivation, and Industrial Applications. *International journal of food Science*, 2025.
17. Kothari, N., Bhagia, S., Pu, Y., Yoo, C., Li, M., Venketachalam, S., Pattathil, S., … et al. (2020). The effect of switchgrass plant cell wall properties on its deconstruction by thermochemical pretreatments coupled with fungal enzymatic hydrolysis or Clostridium thermocellum consolidated bioprocessing. *Green Chemistry*, 22, 7924-7945.

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