

Beta-Glucanase 효소: 양조, 맥아, 식물성 추출물·사료에서 β -글루칸 점도와 여과성을 관리하는 공정 효소

Enzymes.bio 연구팀 · 뉴질랜드 웰링턴 · June 17, 2026

Beta-Glucanase는 보리·귀리·맥아·효모·균류 세포벽 등에 존재하는 β -글루칸 사슬을 가수분해해 점도, 여과 지연, 원료 이용률 저하를 완화하는 효소군입니다. 특히 beta-glucanase in brewing, beta glucanase enzyme brewing, beta-glucanase rest 같은 검색어가 자주 쓰이는 이유는 맥아와 맥즙의 β -글루칸이 라우터링·여과·청징에 직접적인 공정 부담을 만들 수 있기 때문입니다.

다만 beta-glucanase는 하나의 단일 효소가 아니라 endo 1 3 4 beta glucanase, 1 3 beta glucanase, endo beta glucanase, exo- β -glucanase처럼 결합 특이성과 작용 방식이 다른 효소들의 묶음입니다. 따라서 기대 효과는 원료의 β -글루칸 구조, pH, 온도, 체류 시간, 그리고 다른 세포벽 분해 효소와의 조합에 따라 달라집니다.

Beta-Glucanase가 실제로 분해하는 것은 무엇인가

Beta-glucanase, 또는 beta glucanase enzyme은 포도당 단위가 β -글리코시드 결합으로 연결된 다당류인 β -글루칸을 절단하는 효소입니다. β -글루칸은 “하나의 물질”처럼 불리지만, 산업 원료 안에서는 구조가 상당히 다릅니다. 보리와 귀리의 β -글루칸은 주로 β -1,3 및 β -1,4 결합이 섞인 선형 다당류로 공정 점도와 관련되고, 효모·곰팡이 세포벽의 β -글루칸은 β -1,3 골격과 가지 구조를 포함할 수 있습니다. 이 구조 차이 때문에 endo-1,3(4)- β -glucanase, β -1,3-glucanase, β -1,3-1,4-glucanase, lichenase, exo-1,3- β -glucanase라는 구분이 실무적으로 중요합니다. 관련 연구에서도 endo- β -glucanase, exo-1,3- β -glucanase, β -1,3-1,4-glucanase가 서로 다른 미생물·기질·작용 방식으로 다루어져 왔습니다 [1].

효소 반응의 핵심은 긴 고분자 사슬을 더 짧은 올리고당 또는 저분자 조각으로 바꾸는 것입니다. 긴 β -글루칸 사슬은 물을 붙잡고 용액 안에서 점성 네트워크를 만들 수 있는데, beta-glucanase가 중간 결합을 절단하면 사슬 길이가 줄어들고 같은 고형분에서도 흐름성이 개선될 수 있습니다. 이때 endo beta glucanase는 사슬 내부 결합을 절단해 빠르게 분자량을 낮추는 쪽에 유리하고, exo- β -glucanase는 사슬 말단에서 당 단위를 단계적으로 방출하는 방식으로 설명됩니다. Talaromyces

emersonii에서 extracellular exo-1,3- β -glucanase가 정제된 사례와 Meyerozyma 계열 exo-glucanase 연구는 " β -glucanase" 안에서도 exo형 효소가 별도 기능군으로 연구된다는 점을 보여줍니다 [2].

반대로 β -글루칸이라는 이름이 붙은 모든 기질을 하나의 효소가 같은 효율로 분해한다고 이해하면 곤란합니다. 예를 들어 β -1,3-1,4-glucanase는 보리·맥아 β -글루칸처럼 혼합 결합을 가진 기질에 초점을 맞추는 경우가 많고, β -1,3-glucanase는 효모·곰팡이 세포벽 β -1,3 골격과 더 밀접하게 연결됩니다. Fibrobacter succinogenes 유래 1,3-1,4- β -D-glucanase의 결정구조 연구는 이 계열 효소가 특정 구조적 접힘과 활성 부위를 통해 기질을 인식한다는 점을 보여주며, 이는 공정 적용에서 "어떤 β -글루칸을 줄일 것인가"가 "효소명을 무엇으로 부를 것인가"보다 중요하다는 사실을 뒷받침합니다 [3].

Endo, exo, 1,3-1,4: 이름이 공정 결과를 바꾸는 이유

Beta-glucanase enzyme function을 정확히 이해하려면 "절단 위치"와 "결합 특이성"을 분리해서 보아야 합니다. Endo형은 다당류 사슬 내부의 결합을 절단합니다. 이 방식은 긴 사슬의 평균 길이를 빠르게 낮추므로 점도 감소와 여과성 개선에 직접적으로 연결되기 쉽습니다. Exo형은 사슬 끝에서 순차적으로 당 조각을 방출합니다. Exo-1,3- β -glucanase는 균류 세포벽 β -1,3-글루칸 연구, 올리고당 생성, 특정 생물전환 연구에서 별도로 다루 집니다 [4].

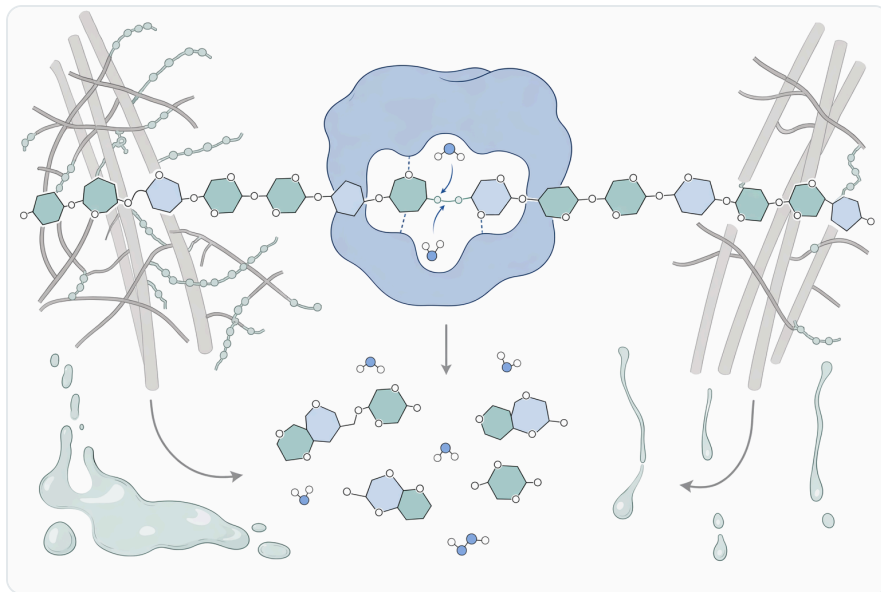


Figure 1. 베타-글루카나아제는 베타-글루칸 다당류를 더 짧은 올리고당으로 가수분해하여 곡물 세포벽의 점도를 낮춥니다.

결합 특이성도 중요합니다. Endo 1 3 4 beta glucanase 또는 endo-1,3(4)- β -glucanase는 β -1,3 및 β -1,4 결합이 혼재된 글루칸에서 특정 배열을 인식하는 효소군으로, 맥아·보리·귀리 같은 곡물 원료와 관계가 깊습니다. 반면 1 3 beta glucanase는 β -1,3 결합이 중심인 균류성 β -글루칸과 관련해 자

주 언급됩니다. *Streptomyces* sp. J103에서 보고된 새로운 bifunctional β -glucanase는 lichenase와 cellobiohydrolase 활성을 함께 가진 것으로 설명되어, 실제 효소가 한 가지 명칭만으로 완전히 규정되지 않을 수 있음을 보여줍니다 [5].

구분	주된 작용 방식	관련 기질 예시	공정상 의미	주의할 점
Endo- β -glucanase	사슬 내부 절단	곡물 β -글루칸, 일부 세포벽 글루칸	빠른 분자량 감소, 점도 저하	기질 결합 배열에 따라 반응성 차이
Endo-1,3(4)- β -glucanase	혼합 결합 β -글루칸 절단	보리·귀리·맥아 β -글루칸	양조, 맥아, 사료에서 중요	cellulose-pectin 문제를 단독 해결하지 않음
β -1,3-glucanase	β -1,3 결합 중심 절단	효모·곰팡이 세포벽 β -글루칸	세포벽 처리, 균류성 글루칸 변형	<i>Candida</i> 관련 검색어와 연결되지만 치료 효능과 동일하지 않음
Exo- β -glucanase	말단에서 순차 절단	β -1,3 글루칸 등	올리고당·저분자 산물 생성, 특정 생물전환	점도 감소 목적에서는 endo형과 역할이 다를 수 있음
복합 효소 조합	여러 다당류 동시 처리	β -글루칸, 자일란, 셀룰로오스, 펙틴	식물성 원료·사료에서 매트릭스 완화	결과는 원료 조성 의존적

이 표가 보여주듯 beta glucanase benefits는 “ β -글루칸을 줄인다”는 한 문장으로 끝나지 않습니다. 양조에서는 맥즙 점도와 여과성, 사료에서는 장내 점도와 영양소 접근성, 식물성 추출에서는 세포벽 매트릭스 완화가 핵심 목표가 됩니다. 그러나 같은 beta-glucanase라도 exo형인지 endo형인지, 1,3 결합 중심인지 1,3-1,4 혼합 결합 중심인지에 따라 적용 해석이 달라집니다.

양조에서 beta-glucanase가 중요한 이유

Beta-glucanase in brewing이 별도 검색어로 자리 잡은 이유는 보리·맥아 β -글루칸이 맥즙의 점도, 라우터링 속도, 여과 부하, 탁도 관리에 영향을 줄 수 있기 때문입니다. 맥아 제조와 당화 과정에서 β -글루칸이 충분히 분해되지 않으면 맥즙이 끈적해지고 여과층 통과가 느려질 수 있습니다. Malting 중 β -glucanase 활성과 β -glucan degradation을 제어하기 위한 시뮬레이션 모델 연구가 존재한다는 사실 자체가, 맥아 발아 단계에서 이 효소와 기질 분해가 공정 제어 변수로 취급되어 왔음을 보여줍니다 [6].

Brewing 공정에서 흔히 언급되는 beta-glucanase rest는 효소가 작동할 수 있는 온도·pH 구간을 확보해 β-글루칸 사슬을 줄이는 단계로 이해할 수 있습니다. 이는 단순히 “온도를 잠시 유지한다”는 절차가 아니라, 효소 단백질이 변성되기 전 충분한 시간 동안 기질과 접촉하도록 만드는 공정 설계입니다. 다만 beta glucanase temperature range는 모든 제품과 모든 효소에 공통인 고정값으로 말하기 어렵습니다. Jensen 등의 연구처럼 발아 중 thermostable (1,3-1,4)-β-glucanase 발현을 다룬 사례도 있고, thermoacidophilic archaeon *Sulfolobus solfataricus* 유래 endo-β-glucanase처럼 산 안정성과 열안정성이 특징인 효소도 연구되어 왔기 때문입니다 [7].

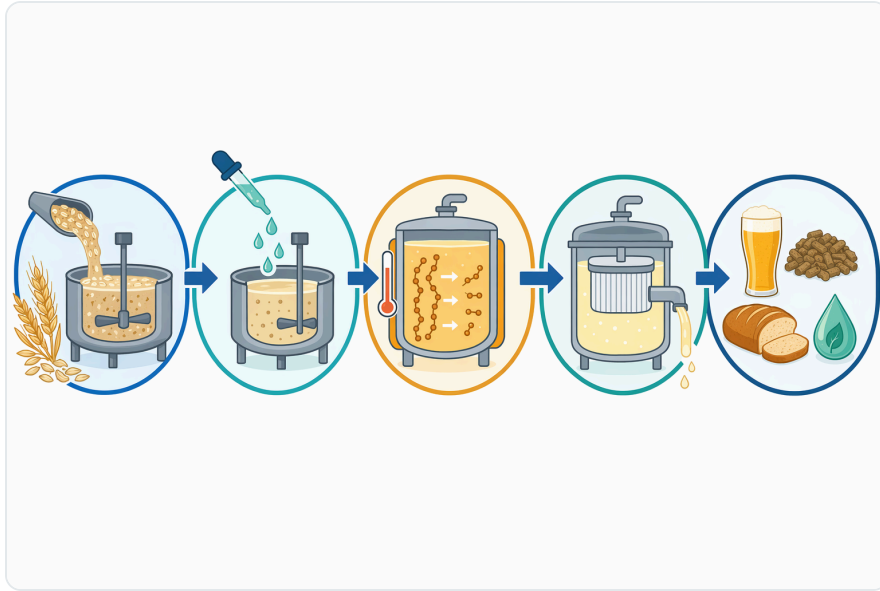


Figure 2. 산업용 베타-글루카나아제 공정은 점성이 높은 곡물 베타-글루칸을 양조, 사료, 제빵 및 발효에 적합한 저점도 흐름으로 전환합니다.

맥주 공정에서 기대되는 실무적 이점은 세 가지입니다. 첫째, 고분자 β-글루칸을 줄여 맥즙 점도를 낮추는 것입니다. 둘째, 여과층 또는 필터 매체에 점성 다당류가 축적되는 부담을 낮추는 것입니다. 셋째, 원료의 용출과 당화 전후 흐름성을 안정화하는 것입니다. 다만 β-글루칸이 아닌 단백질-폴리페놀 복합체, 전분 잔류물, 펙틴성 물질, 미세 입자 문제가 탁도나 여과 지연의 주원인이라면 beta glucanase enzyme brewing만으로 모든 문제가 해결되지는 않습니다.

맥아와 발아 공정: 효소 활성은 “생기는 것”이 아니라 관리되는 변수

맥아 제조에서 β-글루칸은 세포벽 구성 성분으로 존재하며, 발아 중 내생 효소와 외부 조건에 의해 점진적으로 분해됩니다. 발아가 충분하지 않거나 원료 품질이 불균일하면 β-글루칸 잔류가 커질 수 있고, 이는 이후 당화와 여과에서 부담으로 이어질 수 있습니다. Malting 단계에서 beta-glucanase 활성과 β-glucan degradation을 모델링한 연구는 이 효소 반응이 시간·원료·조건에 의해 달라지는 동적 과정임을 보여줍니다 [6].

Thermostable (1,3-1,4)- β -glucanase를 발아 중 보리에서 발현하도록 한 연구는 양조·맥아 분야에서 내열성 β -glucanase가 왜 관심 대상인지 설명해 줍니다. 당화 공정은 효소에 비해 상대적으로 가혹한 열 환경을 포함할 수 있으므로, 효소가 너무 일찍 불활성화되면 β -글루칸 분해량이 줄어듭니다. 이 때문에 beta-glucanase rest, mash viscosity control, wort filtration 같은 표현은 서로 연결되어 사용됩니다 [7].

그러나 내열성만으로 충분하지는 않습니다. pH 적합성, 기질 접근성, 맥아 분쇄도, 수분, 체류 시간, 원료의 β -글루칸 분포가 모두 결과를 좌우합니다. *Sulfolobus solfataricus* 유래 endo- β -glucanase가 "highly acid-stable and thermostable"로 연구된 사례는 효소마다 안정성 프로필이 크게 다를 수 있음을 보여주지만, 이를 모든 beta-glucanase 제품에 일반화할 수는 없습니다 [1].

식물성 추출물, 주스, 당액에서의 점도 관리

식물성 원료에는 β -글루칸만 있는 것이 아닙니다. 전분, 펙틴, 자일란, 셀룰로오스, 단백질, 지질, 페놀성 물질이 함께 존재하며, 이들이 추출액의 점도와 탁도, 침강성, 여과성을 함께 결정합니다. Beta-glucanase는 이 복합 매트릭스 중 β -글루칸성 사슬을 겨냥해 고분자 네트워크를 약화시키는 역할을 합니다. 따라서 귀리 음료, 보리 추출액, 곡물 기반 당액, 효모 또는 균류 유래 세포벽 처리에서는 beta-glucanase enzyme benefits가 공정 물성 개선으로 나타날 수 있습니다.

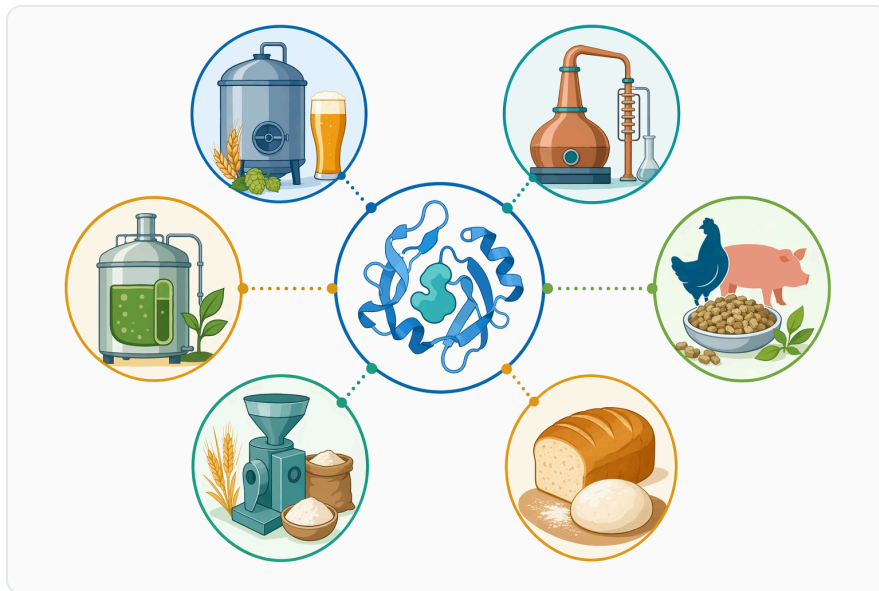


Figure 3. 베타-글루카나아제는 주로 양조, 증류, 동물 사료, 제빵, 곡물 가공 및 바이오매스 관련 발효에 사용됩니다.

하지만 β -글루칸이 실제 병목인지 확인하지 않은 상태에서 효소 효과를 과대평가하면 안 됩니다. 예를 들어 펙틴이 주된 탁도 안정화 원인인 과일 주스에서는 pectinase가 더 중심적인 역할을 할 수 있고, 헤미셀룰로오스가 많은 원료에서는 xylanase가 필요할 수 있습니다. β -glucanase는 식물성 원

료 처리에서 강력한 도구이지만, 전체 세포벽을 무차별적으로 분해하는 범용 용매가 아니라 결합 특이성을 가진 촉매입니다.

산업적으로는 이 특이성이 장점이기도 합니다. 무작위 화학 분해와 달리 효소는 비교적 온화한 조건에서 특정 결합을 표적으로 삼기 때문에, 색·향·영양 성분 손상을 최소화하면서 점도나 여과성을 조정하는 공정 설계가 가능합니다. 다만 실제 적용에서는 원료 배치별 β -글루칸 함량, 열처리 이력, pH, 고형분, 교반 조건이 결과 편차를 만듭니다.

사료에서 beta-glucanase가 쓰이는 과학적 배경

곡물 기반 사료에서 β -글루칸과 다른 비전분성 다당류는 소화관 내용물의 점도를 높이고, 영양소와 소화효소의 접촉을 방해할 수 있습니다. 특히 보리·귀리 기반 배합에서는 β -글루칸이 에너지 이용률과 성장 성적에 영향을 주는 요인으로 연구되어 왔습니다. 보리 또는 밀 기반 broiler diets에서 beta-glucanase와 xylanase 활성을 가진 효소 제제의 bioefficacy를 평가한 연구는 이 효소 조합이 곡물성 비전분성 다당류 관리와 직접 연결되어 있음을 보여줍니다 [8].

Hulled 및 hull-less barley를 사용한 broiler chicks 연구에서도 beta-glucanase enzyme을 넣은 경우와 넣지 않은 경우의 성능 차이가 연구 대상이 되었습니다. 이는 사료에서 β -글루칸 분해가 단순한 실험실 관심사가 아니라, 실제 배합 원료의 품질과 동물 성능을 연결하는 변수로 다뤄져 왔다는 뜻입니다 [9].

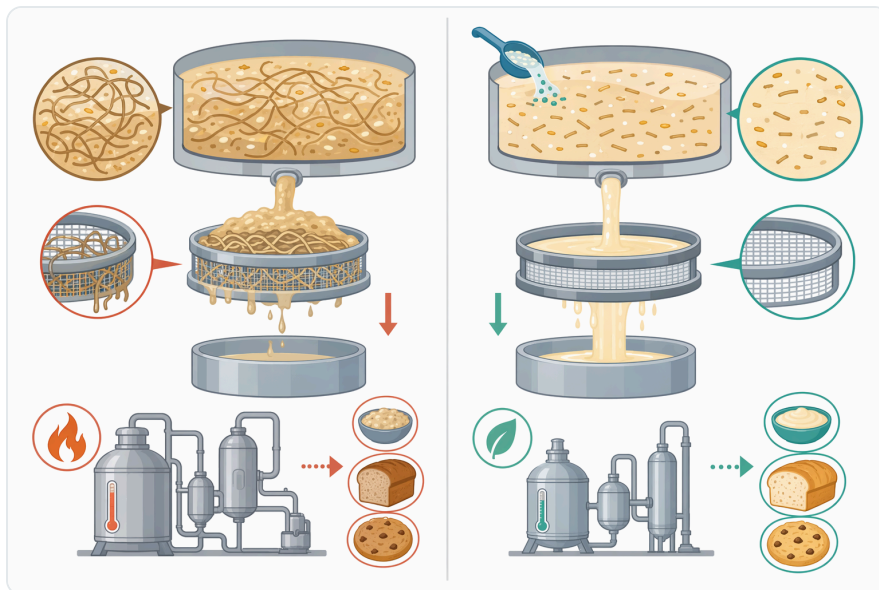


Figure 4. 고온 처리가 많이 필요한 공정이나 무처리 공정에 비해, 베타-글루카나아제 처리는 점도를 낮추고 여과성과 추출물 회수율을 향상시킵니다.

또한 practical broiler diets containing barley or oats에서 beta-glucanase 사용을 다룬 연구는 효소 수준, 효소 유형, 곡물 품질이 결과에 영향을 미친다는 점을 명확히 합니다. 즉 사료용 beta glucanase benefits는 “항상 동일한 개선”이 아니라 원료와 효소 조합의 상호작용으로 보아야 합니다 [10].

최근 산업적 조류 생산에서 효소 적용 경향을 정리한 문헌도 xylanase, β -glucanase, phytase 등 복합 효소가 원료 이용률과 소화율 개선 전략의 일부로 사용된다는 맥락을 제공합니다. 여기서 beta-glucanase는 단독 영양소가 아니라, 비전분성 다당류가 만드는 물리적 장벽을 낮추는 기능성 공정·영양 보조 효소로 이해하는 것이 적절합니다 [11].

돼지 사료 분야에서도 endo-1,4- β -xylanase와 endo-1,3(4)- β -glucanase를 포함한 사료첨가제의 안전성과 효능이 평가된 사례가 있습니다. EFSA 관련 문헌은 weaned piglets와 pigs for fattening을 대상으로 한 효소 조합의 검토를 다루며, β -glucanase가 사료 효소 조합의 한 축으로 평가되어 왔음을 보여줍니다 [12].

Candida, 항진균 연구, 그리고 오해하기 쉬운 검색어

“beta-glucanase candida” 또는 “beta-glucanase Candida”라는 검색어는 효모·진균 세포벽에 β -글루칸이 존재한다는 사실과 관련됩니다. Candida albicans에서는 exo-1,3- β -glucanase activity가 yeast-to-mycelium transition과 관련해 연구된 바 있습니다. 이는 Candida 자체가 세포벽 재구성과 형태 전환 과정에서 β -글루칸 관련 효소 활성을 갖는다는 생물학적 맥락을 보여줍니다 [13].

또한 Paenibacillus polymyxa AT4에서 extracellular β -1,3-glucanase의 특성과 antifungal activity가 보고된 연구는 β -1,3-glucanase가 균류 세포벽 β -글루칸과 연결될 수 있음을 뒷받침합니다. 그러나 이런 연구를 곧바로 인체용 “beta glucanase supplement”의 Candida 개선 효과나 치료 효과로 해석해서는 안 됩니다. 항진균 활성 연구는 특정 효소, 특정 균주, 특정 실험 조건에서 얻은 결과이며, 식품·사료·산업용 beta-glucanase 제품의 인체 섭취 효능과 동일하지 않습니다 [14].

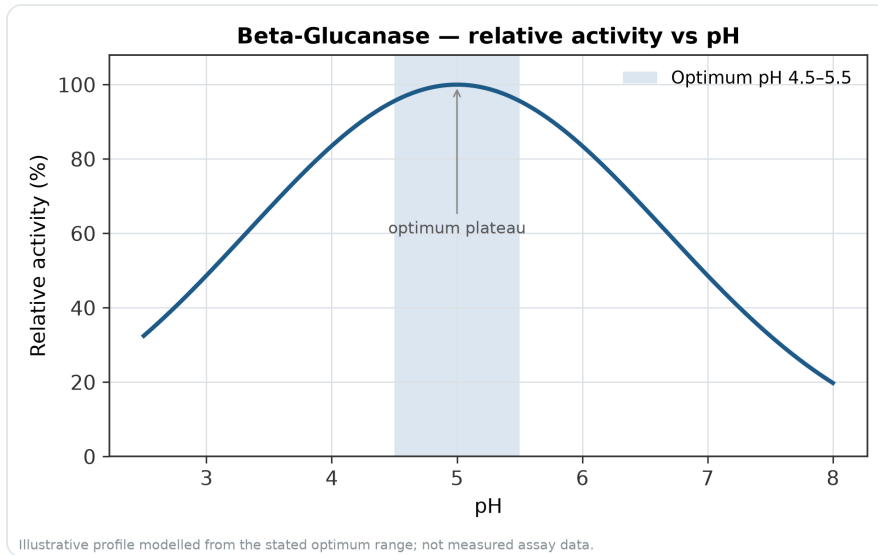


Figure 5. pH에 따른 베타-글루카나아제의 상대 활성으로, pH 4.5~5.5에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

마찬가지로 “beta glucanase side effects”라는 검색어도 산업 효소와 건강보조식품 맥락을 구분해야 합니다. 효소 단백질은 분진 흡입, 피부·눈 접촉, 작업장 노출 관리 측면에서 취급 주의가 필요할 수 있지만, 이것은 인체 섭취용 부작용 논의와 다릅니다. Enzymes.bio에서 제공되는 beta-glucanase는 B2B 산업·식품가공 용도 제품으로 이해해야 하며, 주문 시 제공되는 CoA와 SDS는 내부 품질·안전 절차에 맞춰 확인하는 문서입니다 .

Beta glucanase supplement와 산업용 효소를 구분해야 하는 이유

검색 결과에서는 beta glucanase supplement, beta glucanase benefits, beta glucanase enzyme benefits 같은 표현이 함께 나타납니다. 그러나 산업용 beta-glucanase와 섭취용 보충제는 목적, 규제, 품질 기준, 사용 맥락이 다릅니다. 산업용 효소는 원료나 공정액 안의 β-글루칸을 줄여 여과성, 점도, 추출성, 소화율 같은 공정 또는 사료 성능을 개선하기 위해 사용됩니다. 반면 “supplement”라는 표현은 인체 섭취를 전제로 하는 시장 언어이며, 그 효능과 안전성은 별도의 자료가 필요합니다.

이 문서에서 말하는 beta-glucanase enzyme benefits는 양조·맥아·식물 추출·사료 공정에서의 물성 및 원료 이용성 개선입니다. 즉 “맥즙 점도 저하”, “여과성 개선”, “곡물성 비전분성 다당류 부담 완화”, “식물성 매트릭스 접근성 향상”이 핵심입니다. Candida, side effects, supplement라는 검색어가 등장하더라도, Enzymes.bio의 beta-glucanase는 온라인으로 1kg 단위 공급되는 B2B 효소 제품이라는 맥락에서 이해하는 것이 맞습니다 .

온도와 pH: beta glucanase temperature range를 단일 숫자로 말하기 어려운 이유

효소는 단백질이므로 온도와 pH에 민감합니다. 그러나 beta glucanase temperature range를 하나의 보편값으로 제시하는 것은 부정확합니다. 미생물 기원, 단백질 구조, 안정화 방식, 제형, 기질, 공정 pH가 서로 다르기 때문입니다. Sulfolobus solfataricus 유래 endo-β-glucanase는 산 안정성과 열 안정성이 높은 효소로 연구되었고, 이는 극한성 미생물 효소가 일반 효소와 다른 안정성 특성을 가질 수 있음을 보여줍니다 [1].

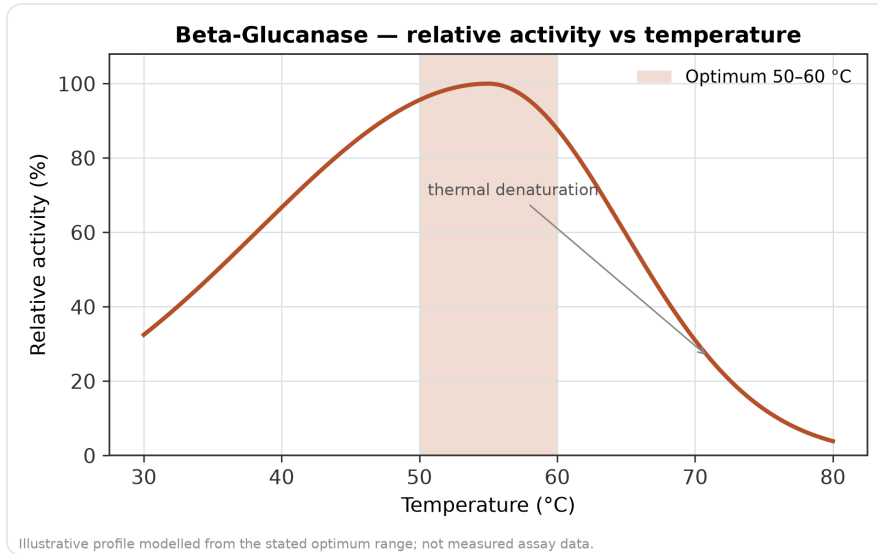


Figure 6. 온도에 따른 베타-글루카나아제의 상대 활성으로, 50~60°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열 변성에 따른 전형적인 활성 감소가 나타납니다.

양조 현장에서 말하는 beta-glucanase rest도 같은 이유로 제품별·공정별 해석이 필요합니다. 너무 낮은 온도에서는 효소 반응 속도가 느려지고, 너무 높은 온도에서는 효소가 빠르게 불활성화될 수 있습니다. pH 역시 활성 부위의 산·염기 상태와 기질 결합에 영향을 줍니다. 따라서 “어느 온도에서든 β-글루칸을 분해한다”가 아니라, 효소가 살아 있고 기질이 접근 가능한 시간-온도-pH 창을 확보하는 것이 핵심입니다.

열안정성 효소가 유리한 것은 맞지만, 항상 최선이라는 뜻은 아닙니다. 음료나 추출물에서는 풍미·색·기능성 성분 보존을 위해 낮은 온도 조건이 필요할 수 있고, 사료 공정에서는 펠릿화 전후의 효소 잔존성이 별도 문제로 등장할 수 있습니다. 따라서 beta-glucanase의 공정 가치는 단순한 최고 내열성이 아니라 실제 공정 창 안에서 필요한 β-글루칸 분해를 달성하는 능력으로 평가해야 합니다.

복합 원료에서는 xylanase, cellulase, pectinase와의 관계가 중요하다

식물성 원료는 β -글루칸만으로 구성되지 않습니다. 보리·귀리·밀기울·과실박·식물 추출 잔사에는 자일란, 셀룰로오스, 펙틴, 전분, 단백질이 얹혀 있습니다. 이 때문에 beta-glucanase는 종종 xylanase, cellulase, pectinase, amylase와 같은 효소와 함께 공정 설계의 일부가 됩니다. Broiler diets 연구에서 beta-glucanase와 xylanase 활성을 가진 효소 제제가 함께 평가된 것도 곡물성 비전분성 다당류가 단일 성분 문제가 아님을 보여줍니다 [8].

양조에서도 비슷합니다. β -글루칸이 여과 지연의 핵심이면 beta-glucanase가 큰 의미를 갖지만, 전분 분해가 불충분하면 amylase 계열이, 세포벽 헤미셀룰로오스가 문제이면 xylanase가, 과일 기반 음료에서는 pectinase가 더 직접적일 수 있습니다. 따라서 beta-glucanase는 "식물섬유 전체를 녹이는 효소"가 아니라 β -글루칸성 고분자를 선택적으로 낮추는 효소로 보는 것이 정확합니다.

이 선택성은 불리한 한계이면서도 장점입니다. 공정 목표가 점도 완화라면 endo형 β -glucanase의 내부 절단이 빠르게 작용할 수 있고, 특정 올리고당 생산이나 세포벽 변형이 목표라면 exo형 또는 1,3 특이성이 더 중요할 수 있습니다. 효소의 조합은 원료의 다당류 지도를 따라 설계되어야 하며, 단순히 효소 이름을 많이 넣는다고 좋은 결과가 보장되지는 않습니다.

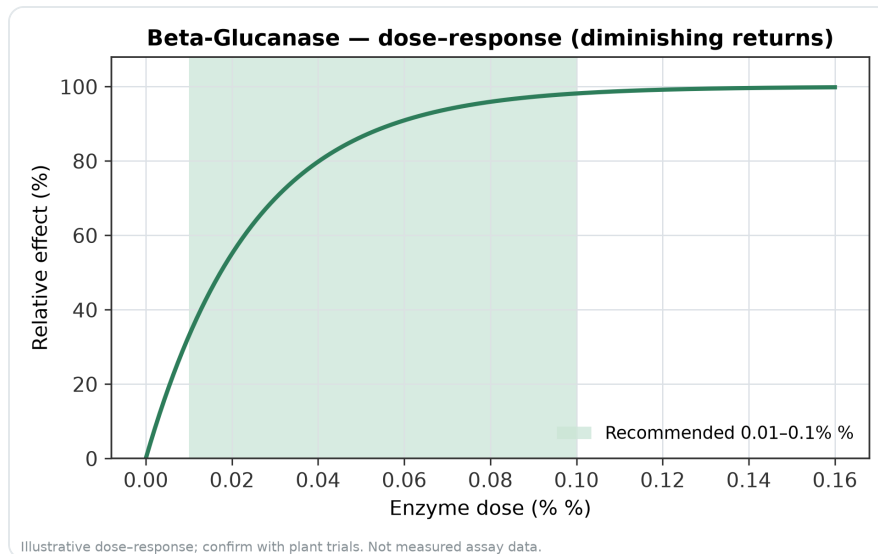


Figure 7. 권장 사용 범위(0.01~0.1%)에서 베타-글루카나아제의 예시적 용량-반응 관계입니다.

생산 미생물 연구가 보여주는 다양성

Beta-glucanase는 다양한 미생물에서 발견되고 연구되어 왔습니다. *Aspergillus niger* CCUG33991을 이용한 solid-state fermentation에서 beta-glucanase 생산 공정 변수를 최적화한 연구는 곰팡이 유래 효소가 산업적으로 관심을 받아온 한 사례입니다 [15]. *Trichoderma kőningii*와 *Trichoderma* sp. 계열에서도 beta-glucanase 생산 균주와 발효 조건, 효소 특성이 연구되어 왔습니다 [16].

Bacillus amyloliquefaciens 같은 spore-forming microorganisms에서도 β -1,3-1,4-gluconase 생산성이 연구되었고, 고생산 균주의 chemostat 배양 중 유전적 불안정성까지 다뤄졌습니다. 이는 beta-gluconase 공급망의 배경에 단순한 "효소 발견"뿐 아니라 생산 균주 안정성, 발효 일관성, 단백질 특성 관리라는 기술적 주제가 존재함을 보여줍니다 [17].

이러한 연구들은 특정 판매 제품의 제조 정보를 의미하지는 않습니다. Enzymes.bio는 효소 제조사나 시험기관이 아니라 온라인 B2B 공급업체입니다. 따라서 이 문서에서 미생물 기원 연구를 언급하는 목적은 beta-gluconase 효소균의 생물학적·기능적 다양성을 설명하기 위한 것이지, Enzymes.bio가 해당 균주로 제품을 직접 제조한다는 뜻이 아닙니다.

Enzymes.bio에서의 공급 맥락

Enzymes.bio의 beta-gluconase는 B2B 고객이 온라인으로 직접 구매할 수 있는 효소 제품이며, 1kg 단위로 공급됩니다. CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공되므로, 수령 후 내부 품질·안전 절차에 맞춰 확인할 수 있습니다. 이 문서는 특정 활성 단위, 등급, 분석법, 단위 정의를 제시하지 않으며, Enzymes.bio를 제조사나 실험실로 설명하지 않습니다 .

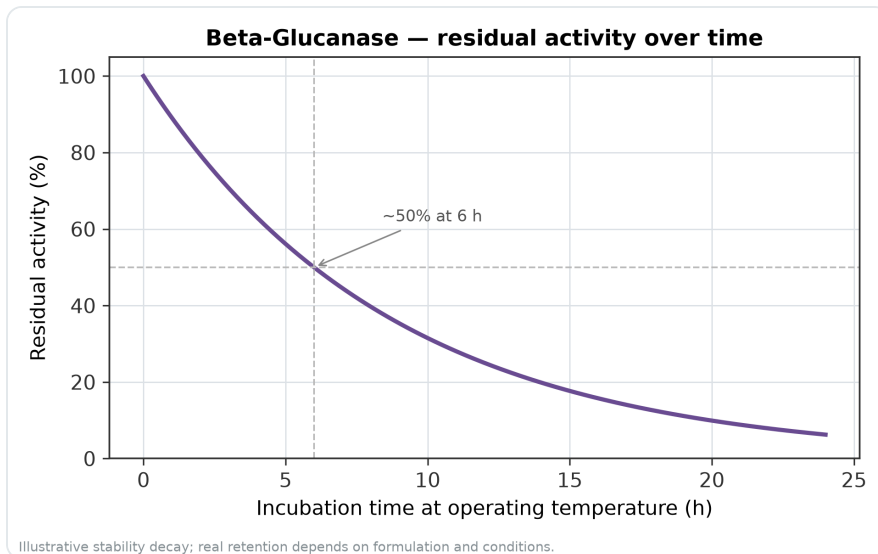


Figure 8. 베타-글루카나아제의 예시적 열 안정성 감소로, 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소합니다.

적용 분야는 주로 brewing, 맥아·곡물 처리, 식물성 추출물, 주스·음료 청징 보조, 사료 원료 처리처럼 β -글루칸이 점도와 공정성을 좌우하는 영역입니다. 특히 beta-gluconase in brewing 또는 beta-gluconase in brewing을 찾는 사용자는 맥주 점도, 라우터링, 여과성, beta-gluconase rest 조건과 연결해 이해하면 좋습니다. 사료 분야에서는 보리·귀리·밀 기반 배합에서 비전분성 다당류 부담을 줄이는 복합 효소 전략의 일부로 볼 수 있습니다.

균형 잡힌 결론: beta-glucanase는 만능 섬유 분해제가 아니라 β-글루칸 표적 공정 효소

Beta-glucanase의 핵심 가치는 β-글루칸성 고분자 사슬을 절단해 점도, 여과 지연, 원료 접근성 문제를 완화하는 데 있습니다. 양조에서는 맥즙과 맥아의 β-글루칸 관리, 사료에서는 곡물성 비전분성 다당류 부담 완화, 식물성 추출에서는 세포벽 매트릭스의 부분적 이완이 주요 응용입니다. Malting 중 β-glucanase 활성과 β-glucan degradation을 모델링한 연구, 보리·귀리 사료에서 beta-glucanase 효과를 다룬 연구, 다양한 미생물 유래 endo-exo 효소 연구는 이 효소군의 실무적 중요성을 뒷받침합니다 [6].

동시에 beta-glucanase는 모든 식물섬유를 동일하게 분해하는 만능 효소가 아닙니다. Endo 1,3,4 beta glucanase, 1,3 beta glucanase, exo-β-glucanase는 서로 다른 결합과 기질을 선호하며, 공정 결과는 온도, pH, 체류 시간, 원료 조성, 다른 효소와의 조합에 의해 달라집니다. Candida, supplement, side effects 같은 검색어와 연결될 때도 산업용 효소의 공정 기능과 인체 섭취용 제품의 효능·안전성 논의를 구분해야 합니다.

Enzymes.bio는 beta-glucanase를 온라인으로 공급하는 B2B 효소 공급업체이며, 제품은 1kg 단위로 구매할 수 있고 CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다. 공정 문서나 내부 적용 검토에서는 이 효소를 "β-글루칸이 원인인 점도와 여과성 문제를 줄이는 선택적 촉매"로 정의하는 것이 가장 정확합니다.

Beta-Glucanase 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.

[Beta-Glucanase 구매하기 →](#)

참고문헌

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

1. Huang, Y., Krauss, G., Cottaz, S., Driguez, H., & Lipps, G. (2005). A highly acid-stable and thermostable endo-beta-glucanase from the thermoacidophilic archaeon Sulfolobus solfataricus. *Biochemical Journal*, 385 Pt 2, 581-8 .
2. O'Connell, E., Piggott, C., & Tuohy, M. (2011). Purification of exo-1,3-beta-glucanase, a new extracellular glucanolytic enzyme from Talaromyces emersonii. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 89, 685-696.

3. Tsai, L., Shyur, L., Shu-Lee, Lin, S., & Yuan, H. S. (2003). Crystal structure of a natural circularly permuted jellyroll protein: 1,3-1,4-beta-D-glucanase from Fibrobacter succinogenes. *Journal of Molecular Biology*, 330 3, 607-20 .
4. Kuo, H., Zeng, J., Wang, P., & Chen, W. (2015). A Novel Exo-Glucanase Explored from a Meyerozyma sp. Fungal Strain. *Advances in Enzyme Research*, 03, 53-65.
5. Lee, Y., Jo, E., Lee, Y., Kim, M. J., Gajanayaka, N. D., Zoysa, M. D., Park, G., ... et al. (2024). Lichenase and Cellobiohydrolase Activities of a Novel Bi-Functional β -Glucanase from the Marine Bacterium Streptomyces sp. J103. *Marine Drugs*, 22.
6. Kuusela, P., Hämäläinen, J., Reinikainen, P., & Olkku, J. (2004). A Simulation Model for the Control of beta-Glucanase Activity and beta-Glucan Degradation During Germination in Malting. *Journal of The Institute of Brewing*, 110, 309-319.
7. Jensen, L. G., Olsen, O., Kops, O., Wolf, N., Thomsen, K. K., & Wettstein, D. V. (1996). Transgenic barley expressing a protein-engineered, thermostable (1,3-1,4)-beta-glucanase during germination. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 93 8, 3487-91 .
8. Esteve-Garcia, E., Brufau, J., Pérez-Vendrell, A., Miquel, A., & Duven, K. (1997). Bioefficacy of enzyme preparations containing beta-glucanase and xylanase activities in broiler diets based on barley or wheat, in combination with flavomycin. *Poultry Science*, 76 12, 1728-37 .
9. Tabeidian, S. A., & Toghyani, M. (2005). Effect of hulled and hull-less barley with and without beta-glucanase enzyme on performance of broiler chicks.
10. Elwinger, K., & Saeterby, B. (1987). The use of beta-glucanase in practical broiler diets containing barley or oats. Effect of enzyme level, type and quality of grain. *Journal of Agricultural Research*.
11. Diana, B. (2023). Current Trends with Enzymes Applications in Industrial Broilers Production. *Asian Journal of Dairy and Food Research*.
12. Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M., Christensen, H., Dusemund, B., Durjava, M. F., Kouba, M., ... et al. (2022). Safety and efficacy of a feed additive consisting of endo-1,4-beta-xylanase and endo-1,3(4)-beta-glucanase produced with Talaromyces versatilis IMI 378536 and DSM 26702 (ROVABIO® ADVANCE) for weaned piglets and pigs for fattening (ADISSEO France S.A.S). *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 20.
13. Molina, M., Cenamor, R., & Nombela, C. (1987). Exo-1,3-beta-glucanase activity in Candida albicans: effect of the yeast-to-mycelium transition. *Journal of General Microbiology*, 133 3, 609-17 .
14. Quang, H. T., Trâm, T., Hien, H., Thi, T., & Thi, P. (2024). Characterization and antifungal activity of extracellular β -1,3-glucanase from Paenibacillus polymyxa AT4. *Research journal of biotechnology*.
15. Vinche, M. H., Khanahmadi, M., Ataei, S., & Danafar, F. (2020). Optimization of Process Variables for Production of Beta-Glucanase by Aspergillus niger CCUG33991 in Solid-State Fermentation Using Wheat Bran. *Waste and Biomass Valorization*, 12, 3233 - 3243.
16. Shi, J., & Cui, F. (2001). [Selection of beta-glucanase-producing Trichoderma kőningii T199 and its fermentation conditions]. *Wei sheng wu xue bao = Acta microbiologica Sinica*, 41 6, 750-2 .

17. Borriss, R., Noack, D., & Geuther, R. (1982). beta-1.3.-1.4-Glucanase in spore-forming microorganisms. VI. Genetic instability of beta-glucanase production in a high-producer strain of Bacillus amyloliquefaciens grown in a chemostat. *Zeitschrift für allgemeine Mikrobiologie*, 22 5, 293-8 .


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