

# Beta-Glucosidase 효소: 바이오매스 당화, 식품 발효, 와인 향미 및 식물성 글루코시드 전환용 $\beta$ -Glucosidase

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

Beta-Glucosidase는  $\beta$ -D-글루코시드 결합을 가수분해해 셀로비오스, 셀로올리고당, 식물성 글루코시드에서 포도당 또는 비당 aglycone을 방출하는 효소입니다. 산업적으로는 셀룰로오스계 바이오매스 당화의 마지막 단계, 와인 발효식품의 결합형 향기 전구체 전환, 대두 이소플라본·파바콩 vicine/convicine 같은 식물성 글루코시드 처리에 활용됩니다. Enzymes.bio는 Beta-Glucosidase를 제조하거나 시험하는 기관이 아니라, 1kg 단위 온라인 직접 구매가 가능한 효소 공급업체이며 CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다.

## Beta-Glucosidase가 실제로 하는 일

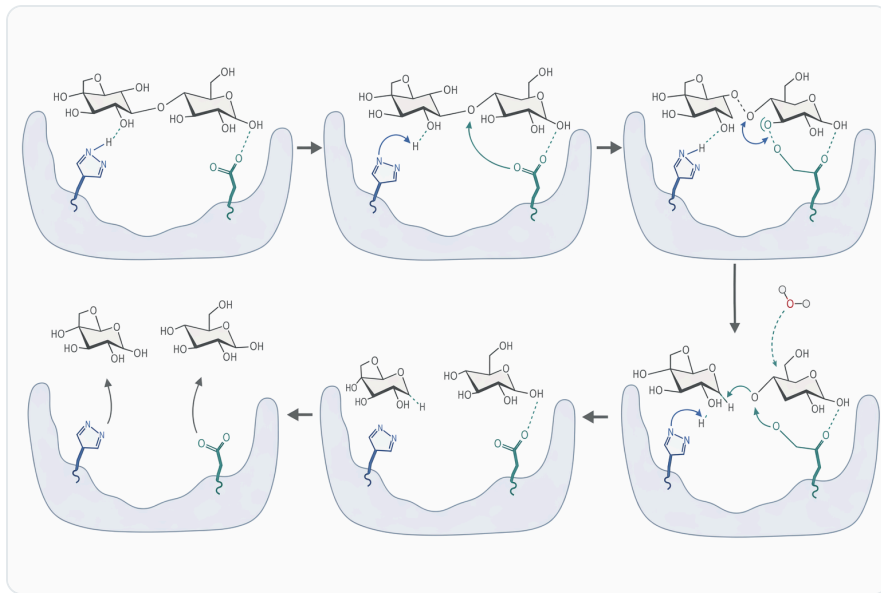
Beta-Glucosidase, 또는 beta glucosidase는  $\beta$ -D-글루코시드 결합을 가진 분자에서 포도당 잔기를 떼어내는 가수분해효소입니다. 가장 직관적인 예는 셀로비오스입니다. 셀로비오스는 두 개의 포도당이  $\beta$ -1,4 결합으로 연결된 이당류이며, beta 1 4 glucosidase 기능을 가진  $\beta$ -glucosidase enzyme은 이 결합을 절단해 포도당을 생성합니다. 이 반응은 "큰 셀룰로오스 사슬을 처음부터 무작위로 자르는 반응"이라기보다, 이미 잘려 나온 셀로비오스와 짧은  $\beta$ -글루코올리고당을 최종 단당으로 마무리하는 반응에 가깝습니다. 바이오연료 분야의  $\beta$ -glucosidase 생산·개량 연구에서도 이 효소는 셀룰로오스 분해 효소군의 보조적이면서도 병목을 좌우하는 구성요소로 다뤄집니다 [1].

식품과 천연물 공정에서 beta-glucosidase reaction은 조금 다르게 보입니다. 포도당이 향기 성분, 페놀성 물질, 이소플라본, 알칼로이드 전구체 또는 항영양성 글루코시드에 결합해 있을 때, 효소는 당 부분을 제거해 aglycone 형태를 노출시킵니다. 와인 효모의 beta-glucosidase activity는 결합형 향기 전구체와 페놀성 성분에 영향을 줄 수 있으며, 이 때문에 포도주 발효와 숙성 중 휘발성 성분 형성의 한 축으로 연구되어 왔습니다 [2].

Enzymes.bio의 관점에서 이 효소는 "특정 공정 결과를 보장하는 완제품 기술"이 아니라,  $\beta$ -글루코시드성 기질 전환을 위한 효소 원료입니다. 제품은 1kg 단위로 온라인에서 직접 구매할 수 있으며, Enzymes.bio는 제조사나 실험실이 아닌 공급업체입니다. 따라서 이 글은 beta-glucosidase structure, beta glucosidase mechanism, 응용 범위, 공정상 의미를 설명하는 기술 문서이며, 특정 시험법이나 제조 조건을 제시하지 않습니다.

# β-Glucosidase 반응 기전: 결합 인식, 글리코실 중간체, 포도당 방출

대부분의 β-glucosidase 반응은 기질의 β-D-글루코실 부분을 효소 활성부위에 정렬시키는 단계에서 시작됩니다. 활성부위는 포도당 고리의 입체화학을 인식하고, β-배치의 글리코시드 결합을 가수분해가 가능한 방향으로 고정합니다. 이때 반응의 핵심은 물 분자 자체가 아니라, 효소가 산·염기 촉매와 친핵성 잔기를 이용해 결합 절단의 에너지 장벽을 낮춘다는 점입니다. beta glucosidase mechanism을 설명할 때 흔히 언급되는 “retaining”형 글리코시다아제에서는 첫 단계에서 효소-글리코실 중간체가 형성되고, 두 번째 단계에서 물이 이를 공격해 β-D-글루코스를 방출합니다. 구조 연구는 이러한 기질 결합부위와 촉매 잔기의 공간 배치를 이해하는 근거를 제공하며, β-glucosidase 1317의 apo 구조도 beta-glucosidase structure 분석의 한 사례로 보고되어 있습니다 [3].



**Figure 1.** 베타-글루코시다아제는 말단 베타-글루코시드 결합을 가수분해하여 포도당을 방출하고, 바이오매스 당화 과정에서 셀로비오스에 의한 저해를 제거합니다.

β-glucosidase 구조는 계열에 따라 다릅니다. 산업적으로 자주 언급되는 GH1, GH3 계열은 모두 β-글루코시드 결합을 다룰 수 있지만, 기질 포켓의 깊이, aglycone 쪽 결합부위, 올리고당 수용성, 포도당 내성, 고정화 적합성이 서로 다를 수 있습니다. 예를 들어 soda lake 메타게놈 라이브러리에서 발굴된 GH3-β-glucosidase는 바이오매스 분해에 적합한 성질을 가진 신규 효소로 보고되었고, 이는 같은 beta-glucosidase라는 이름 아래에서도 기원과 계열에 따라 응용 적합성이 달라질 수 있음을 보여줍니다 [4].

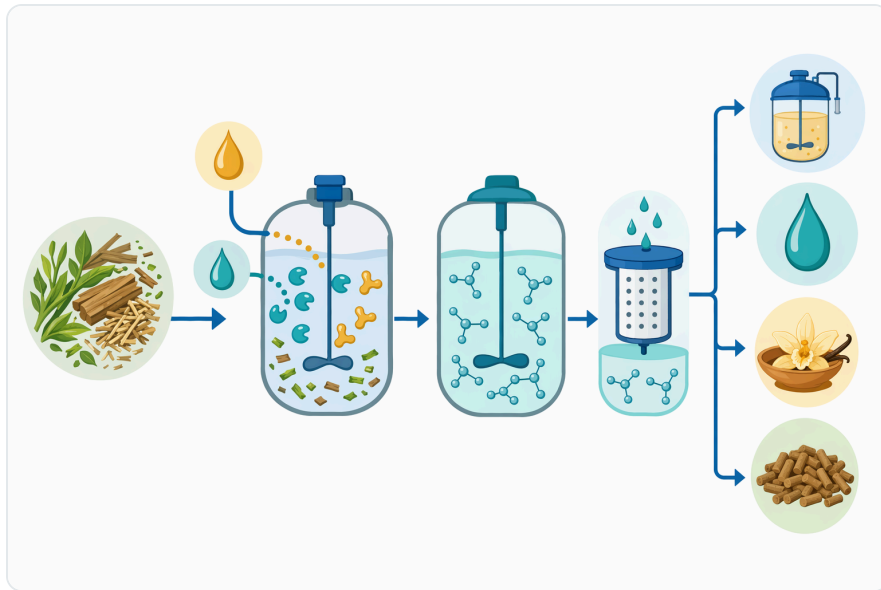
반응식으로 단순화하면 β-D-glucoside + H<sub>2</sub>O → D-glucose + aglycone입니다. 셀로비오스에서는 aglycone도 포도당이므로 최종 산물은 포도당 두 분자입니다. 식물성 글루코시드에서는 aglycone이 향기 성분, 페놀성 화합물, 이소플라본, 또는 특정 생리활성 전구체일 수 있습니다. 그래서 같은

beta-glucosidase reaction이라도 바이오매스 공정에서는 발효당 확보가 핵심이고, 와인·식품 공정에서는 향미, 색, 페놀성 조성, 항영양성 물질 변화가 관심사가 됩니다 [2].

## β-Glucosidase와 β-Glucanase를 혼동하면 안 되는 이유

β-Glucosidase와 β-glucanase는 이름이 비슷하지만 작용 위치가 다릅니다. β-Glucanase는 β-글루칸 고분자 사슬의 내부 결합을 절단해 점도와 분자량을 낮추는 효소군입니다. 반면 beta-glucosidase는 주로 짧은 β-글루코시드 또는 올리고당 말단에서 포도당을 방출합니다. 즉, β-glucanase가 “긴 사슬을 조각내는 효소”라면, β-glucosidase는 “남은 조각을 포도당 단위로 마무리하는 효소”에 가깝습니다.

이 차이는 셀룰로오스계 바이오매스에서 특히 중요합니다. Endoglucanase가 셀룰로오스 내부 결합을 열고, cellobiohydrolase가 셀로비오스를 생성하면, β-glucosidase가 셀로비오스를 포도당으로 전환합니다. 이 마지막 단계가 부족하면 셀로비오스가 축적되어 전체 효소 시스템의 흐름을 제한할 수 있습니다. 유전공학을 통한 β-glucosidase 생산 향상 연구가 바이오연료 응용에서 반복적으로 다루지는 이유도 이 최종 전환 단계가 당화 효율과 연결되기 때문입니다 [1].



**Figure 2.** 산업적 활용에서 베타-글루코시다아제는 효소 가수분해 과정에 흔히 첨가되어 셀로비오스와 글리코시드를 발효 가능한 포도당과 활성 아글리콘으로 전환합니다.

구분	β-Glucosidase	β-Glucanase / 셀룰라아제 계열
주요 작용 위치	β-D-글루코시드 또는 짧은 β-글루코올리고당의 말단	β-글루칸 또는 셀룰로오스 고분자 사슬 내부·말단
대표 산물	포도당, 또는 포도당 + aglycone	셀룰로올리고당, 셀로비오스, 저분자 β-글루칸

구분	$\beta$ -Glucosidase	$\beta$ -Glucanase / 셀룰라아제 계열
공정상 역할	최종 당 방출, 글루코시드 탈접합	고분자 분해, 점도 저감, 기질 접근성 개선
단독 적용 시 한계	고분자 셀룰로오스 자체를 충분히 분해하기 어려움	셀로비오스가 남으면 포도당 전환이 불완전할 수 있음
대표 응용	셀로비오스 전환, 와인 향기 전구체, 이소플라본 가수분해	바이오매스 전처리, $\beta$ -글루칸 저분자화, 식물 세포벽 분해

## 바이오매스 당화에서의 역할: 셀로비오스 병목을 푸는 마지막 효소

바이오매스 당화에서  $\beta$ -glucosidase의 가치는 셀로비오스를 포도당으로 전환하는 능력에 있습니다. 셀룰로오스는 포도당 중합체이지만 결정성 구조와 리그닌-헤미셀룰로오스 매트릭스 때문에 단일 효소로 쉽게 분해되지 않습니다. 따라서 실제 공정에서는 endoglucanase, exoglucanase 또는 cellobiohydrolase,  $\beta$ -glucosidase가 단계적으로 작동합니다.  $\beta$ -glucosidase가 충분히 작동하면 셀로비오스와 짧은 셀로올리고당이 포도당으로 전환되어 후속 발효나 생물전환에 더 직접적으로 쓰일 수 있습니다 [1].

효소 생산 관점에서도 이 병목은 중요한 연구 주제입니다. *Aspergillus unguis*의 draft genome 분석에서는 glucose-tolerant  $\beta$ -glucosidase 생산과 다수의 beta-glucosidase 유전자가 언급되며, 완전한 셀룰로오스 분해 장비를 갖춘 균주로 논의되었습니다. 포도당은 많은  $\beta$ -glucosidase에 대해 생성물 저해를 일으킬 수 있기 때문에, glucose tolerance는 바이오매스 당화 공정에서 특히 관심을 받는 특성입니다 [5].

효모를 이용한 통합 공정에서도  $\beta$ -glucosidase는 별도 당화와 발효를 줄이기 위한 핵심 요소로 연구되었습니다. 셀로비오스와 자일로스를 함께 발효하기 위해  $\beta$ -glucosidase를 표면 표시한 산업용 이배체 효모 균주 OC-2가 연구된 사례는,  $\beta$ -glucosidase가 단지 시험관 내 가수분해 효소가 아니라 미생물 세포 공정의 기능 모듈로도 설계될 수 있음을 보여줍니다 [6].

다만 바이오매스 응용에서 beta glucosidase activity가 높다는 사실만으로 최종 수율이 자동으로 결정되지는 않습니다. 기질 전처리, 리그닌 흡착, 다른 셀룰라아제와의 비율, 포도당 생성물 저해, 공정 pH와 온도, 용존 고형분 수준이 모두 영향을 줍니다. 그래서  $\beta$ -glucosidase는 "셀룰로오스 분해 전체를 대체하는 효소"가 아니라, 셀룰라아제 콕테일의 마지막 단계와 전체 플렉스를 조정하는 효소로 보는 것이 정확합니다 [4].



**Figure 3.** 베타-글루코시다아제는 바이오매스 전환, 식음료의 향미 방출, 쓴맛 제거, 사료 가공, 기능성 소재용 글리코시드 전환에 사용됩니다.

## 와인·발효식품에서의 $\beta$ -Glucosidase: 결합형 향기 전구체와 페놀성 성분

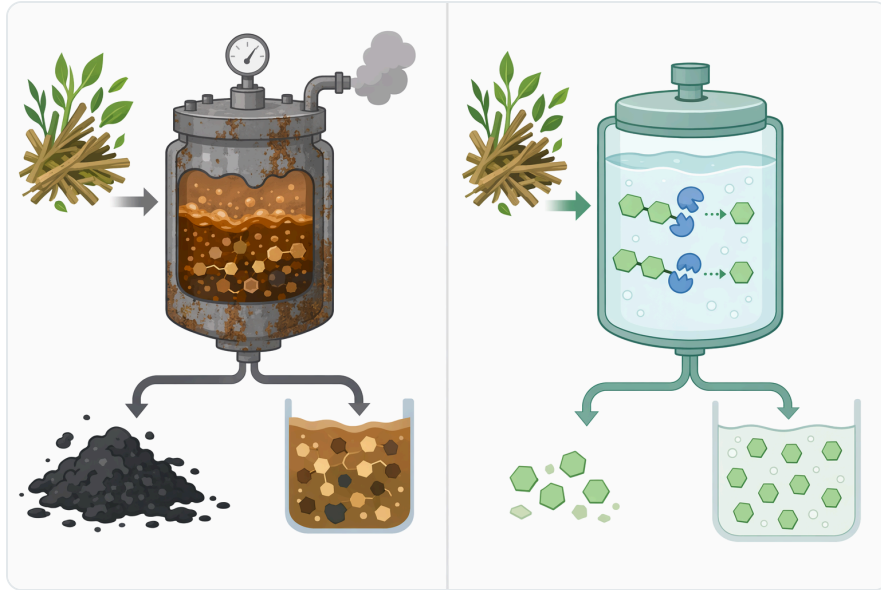
와인에서 많은 향기 전구체는 당과 결합한 비휘발성 글리코시드 형태로 존재합니다.  $\beta$ -glucosidase가 이 결합을 절단하면 휘발성 aglycone이 방출되어 향기 프로파일에 영향을 줄 수 있습니다. 와인 효모의  $\beta$ -glucosidase activity에 관한 미니리뷰는 효모 유래  $\beta$ -glucosidase가 와인 휘발성 성분과 페놀성 성분에 미치는 영향을 정리하며, 발효 미생물 선택과 효소 활성의 관계를 다룹니다 [2].

이 응용에서 중요한 점은 beta-glucosidase enzyme이 "향을 무조건 증가시킨다"가 아니라, 결합형 전구체의 종류와 발효 조건에 따라 특정 향기 성분의 방출 경로를 열 수 있다는 것입니다. 포도 품종, pH, 알코올, 황산염, 온도, 효모 균주, 효소의 세포내·세포외 위치가 모두 실제 결과를 바꿀 수 있습니다. 따라서 와인용  $\beta$ -glucosidase 논의는 향미 개선이라는 일반론보다, 어떤 글리코시드 전구체가 존재하고 어떤 효소가 그 결합을 절단할 수 있는지에 초점을 맞춰야 합니다 [2].

유산균과 비피도박테리아에서도  $\beta$ -glycosidase 활성은 발효식품과 장내 대사 관점에서 연구됩니다. *Lactobacillus* spp.와 *Bifidobacterium* spp.의  $\beta$ -glycosidase 활성 및 생리 조건에 따른 효소 활성 변화 연구는, 발효 미생물이 식품 기질의 글리코시드 성분을 전환할 수 있음을 시사합니다 [7]. 관련 검색어로 "beta-glucosidase in humans"가 자주 등장하지만, 식품 발효 미생물의 효소와 인간 리소좀 효소는 구분해서 이해해야 합니다.

## 대두 이소플라본, 파바콩 성분, 식물성 글루코시드 전환

식물성 원료에는 글루코시드 형태의 기능성 또는 항영양성 성분이 많습니다. 대두 이소플라본은 대표적인 예입니다.  $\beta$ -glucosidase가 이소플라본 글리코시드를 가수분해하면 aglycone 형태가 증가할 수 있고, pulsed electric field가  $\beta$ -glucosidase에 의한 대두 이소플라본 글리코시드 가수분해와 효소 특성에 미치는 영향도 연구되었습니다 [8].



**Figure 4.** 산 가수분해와 비교할 때, 베타-글루코시다아제를 이용한 공정은 더 온화한 조건에서 진행되며 셀로비오스를 전환하여 포도당 수율을 향상시킵니다.

파바콩에서는 vicine과 convicine이 관심 대상입니다. 살구 씨에서 얻은  $\beta$ -glucosidase를 이용해 파바콩의 vicine-convicine 총량을 줄이는 연구가 보고되어, beta-glucosidase reaction이 식물성 항영양성 글루코시드 저감에도 적용될 수 있음을 보여줍니다 [9]. 이 경우 효소 반응의 핵심은 단순한 포도당 방출이 아니라, 글루코시드형 화합물의 구조적 전환과 그에 따른 식품 성분 변화입니다.

다만 식품 원료의 글루코시드 전환은 항상 유리한 방향으로만 해석할 수 없습니다. aglycone이 증가하면 용해도, 맛, 안정성, 생체이용률, 독성학적 평가가 달라질 수 있습니다. 따라서  $\beta$ -glucosidase는 식물성 원료의 "성분 프로파일을 바꾸는 도구"로 이해해야 하며, 목표 물질과 매트릭스별로 결과를 해석해야 합니다 [8].

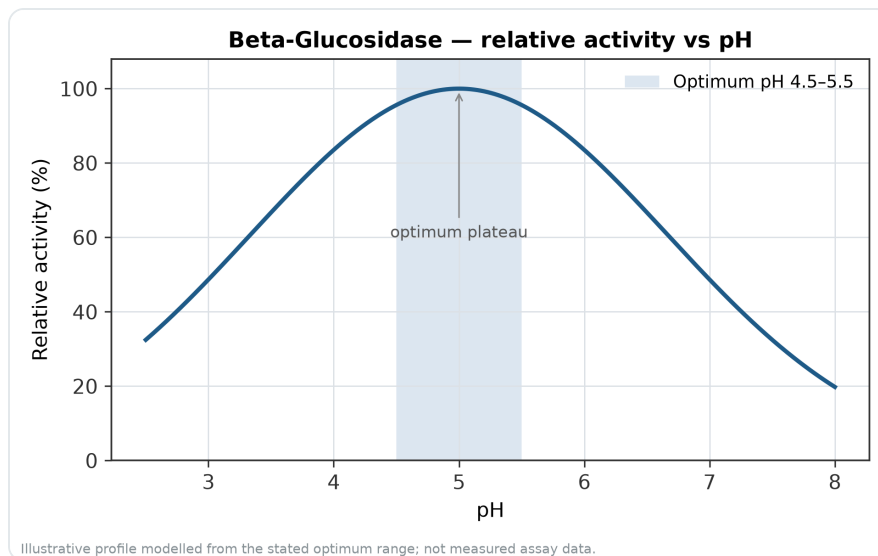
## 미생물·곰팡이·식물·동물 유래 $\beta$ -Glucosidase의 차이

$\beta$ -glucosidase는 다양한 생물에서 발견됩니다. Trichoderma, Aspergillus, Bacillus, Lactiplantibacillus, Bifidobacterium, 곤충, 식물 종자 등 여러 출처가 연구되어 왔습니다. Trichoderma koningii의 고체기질 발효를 통한  $\beta$ -glucosidase 생산·정제·생화학적 특성 연구는 곰팡

이 유래 효소가 산업 효소 개발에서 지속적으로 검토되는 이유를 보여줍니다 [10].

세균 유래 효소는 내열성, 알칼리 안정성, 염 내성, 포도당 내성 등 특정 공정 특성 때문에 주목받습니다. *Bacillus licheniformis* 유래  $\beta$ -glucosidase는 bioflocculant 분해 효과와 함께 특성화되었고, *Bacillus subtilis*에서 thermostable  $\beta$ -glucosidase의 최적 분비를 위해 signal peptide 최적화가 연구되었습니다 [11]. 이는 효소 자체뿐 아니라 발현·분비 시스템도 산업 적용성에 영향을 준다는 의미입니다.

식물 종자 유래  $\beta$ -glucosidase도 연구 가치가 있습니다. 살구 핵  $\beta$ -glucosidase의 활성 특성에 대한 초음파 조건 영향 연구는 식물성 원료에서 얻은 효소가 물리적 처리 조건에 따라 특성이 변할 수 있음을 다룹니다 [12]. 다만 이러한 연구는 특정 출처와 조건에 관한 것이므로, 모든 beta-glucosidase b 또는 beta-glucosidase 제품에 일반화할 수 없습니다.



**Figure 5.** pH에 따른 베타-글루코시다아제의 상대 활성으로, pH 4.5–5.5에서 최적 활성 구간이 나타납니다.

곤충 유래 효소도 기질 적응성 측면에서 흥미롭습니다. *Musca domestica*에서 발견된 새로운 다기능  $\beta$ -glucosidase는 곤충 소화·대사와 관련된 효소 다양성을 보여주는 사례입니다 [13]. 산업 현장에서는 이러한 다양한 출처 중 어떤 효소가 더 “좋다”기보다, 목표 기질과 공정 조건에 맞는 구조·안정성·기질범위를 가진 효소가 적합합니다.

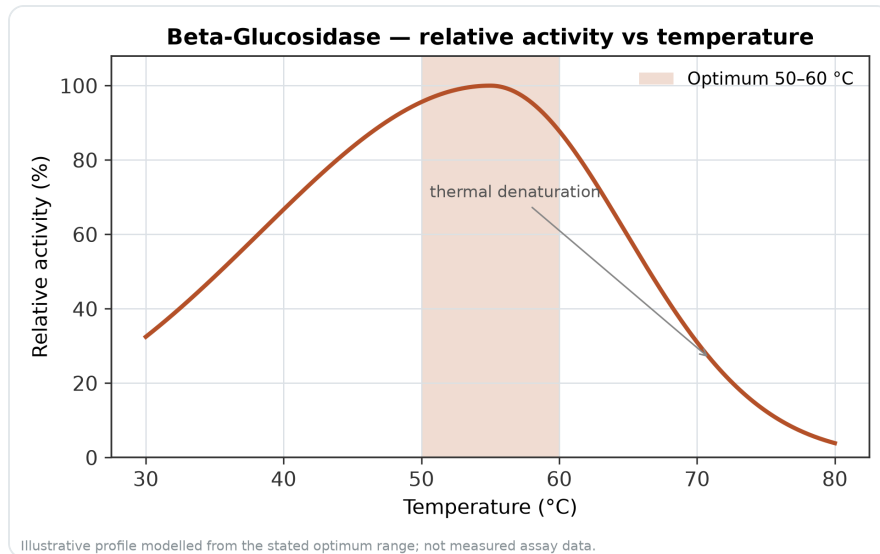
## 고정화와 효소 안정성: 반복 사용과 표면 결합의 의미

효소 고정화는  $\beta$ -glucosidase를 고체 지지체에 붙여 회수성, 재사용성, 국소 농도, 반응기 안정성을 개선하려는 접근입니다. cellulose-binding domain을 이용한  $\beta$ -glucosidase fusion protein 연구는 셀룰로오스 결합 도메인을 효소에 결합해 고정화 특성을 부여하는 전략을 보여줍니다 [14]. 셀룰로오스 기질 자체에 효소를 가까이 배치할 수 있다는 점에서 바이오매스 전환과도 연결됩니다.

최근에는 효소-무기 또는 효소-고분자 복합 구조도 연구됩니다.  $\beta$ -glucosidase nanoflowers의 금속 이온과 유기 용액에 따른 활성·안정성 변화 연구는, 효소의 미세환경을 바꾸면 안정성과 반응성이 달라질 수 있음을 보여줍니다 [15]. 그러나 고정화나 나노구조화는 특정 연구 설계의 결과이며, 일반 분말 또는 액상 효소 원료와 동일하게 해석해서는 안 됩니다.

## 인간 $\beta$ -Glucosidase와 Gaucher disease: 산업 효소와 구분해야 할 영역

“beta-glucosidase in humans”, “beta-glucosidase gaucher” 같은 검색어는 산업 효소와 별도의 생의학 영역을 가리킵니다. 인간 산성  $\beta$ -glucosidase, 즉 glucocerebrosidase는 리소솜에서 glucosylceramide를 분해하는 효소이며, 이 효소의 결함은 Gaucher disease와 관련됩니다. 인간 acid-beta-glucosidase에 대한 분자 도킹 및 ADME 연구는 Gaucher disease의 원인 효소와 생리학 분자의 상호작용을 탐색한 사례입니다 [16].



**Figure 6.** 온도에 따른 베타-글루코시다아제의 상대 활성으로, 50–60°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도를 넘으면 열 변성에 따른 전형적인 활성 감소가 나타납니다.

이 영역은 식품·바이오매스용  $\beta$ -glucosidase와 명확히 구분되어야 합니다. 산업용  $\beta$ -glucosidase는 셀로비오스, 식물 글루코시드, 발효 기질 등을 다루는 효소 원료이고, 인간 리소솜 효소는 의학적 진단·치료와 관련된 단백질입니다. 따라서 beta-glucosidase inhibitors라는 표현도 맥락에 따라 의미가 달라집니다. 대사질환 연구에서는 인간 효소와 리간드 결합이 관심사일 수 있지만, 식품 성분 연구에서는  $\alpha$ -glucosidase 저해 또는  $\beta$ -glucosidase 저해가 전혀 다른 목적의 실험으로 쓰일 수 있습니다 [16].

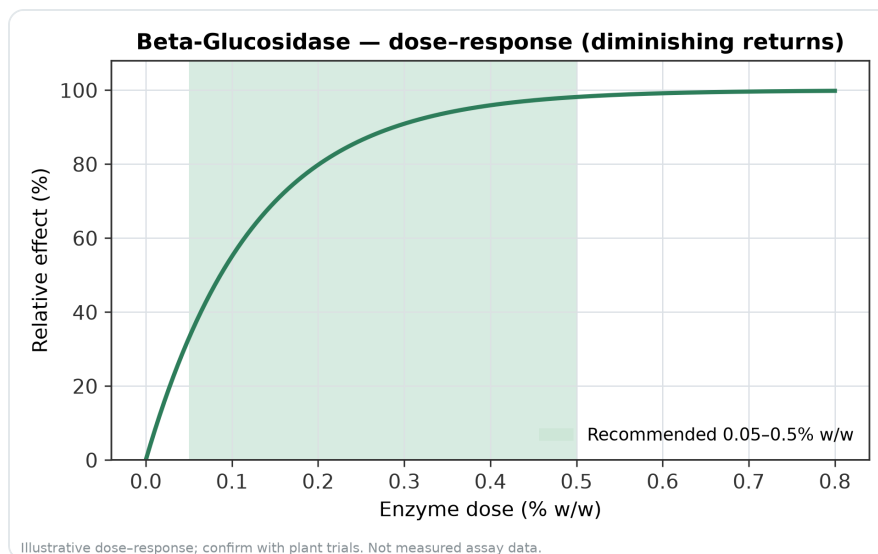
## $\alpha$ -Glucosidase와 $\beta$ -Glucosidase: 저해제 검색에서 자주 생기는 혼동

천연물 논문에서는  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activity가 자주 등장합니다. 하지만  $\alpha$ -glucosidase와  $\beta$ -glucosidase는 절단하는 결합의 입체화학이 다릅니다.  $\alpha$ -glucosidase는  $\alpha$ -글루코시드 결합을,  $\beta$ -glucosidase는  $\beta$ -글루코시드 결합을 대상으로 합니다. *Solanum elaeagnifolium*의 페놀성 프로파일과  $\alpha$ -amylase 및  $\alpha$ -glucosidase 저해 연구처럼, 많은 식물 추출물 논문은 당 분해 효소 저해를 대사 질환 관련 in vitro 지표로 평가합니다 [17].

따라서 beta glucosidase inhibitors를 찾는 사용자라도, 실제로 필요한 것이  $\alpha$ -glucosidase 저해제인지  $\beta$ -glucosidase 반응 억제제인지 먼저 구분해야 합니다. *Cherimoya* 껍질·잎 추출물의 항산화 및 acetylcholinesterase,  $\alpha$ -glucosidase 저해 활성 연구처럼,  $\alpha$ -glucosidase 저해는 식후 혈당 조절 관련 스크리닝 맥락에서 많이 다루집니다 [18]. 반면 산업용  $\beta$ -glucosidase에서는 저해가 아니라 기질 전환, 포도당 방출, aglycone 생성이 주목적입니다.

## 공정 성능을 좌우하는 변수: 기질, 포도당, pH, 온도, 매트릭스

$\beta$ -glucosidase의 실제 성능은 효소 이름만으로 판단하기 어렵습니다. 같은 beta-glucosidase enzyme이라도 GH 계열, 유래 생물, 발현 시스템, 당화 조건, 기질 구조에 따라 다른 결과를 냅니다. *Trichoderma harzianum*에서 분리한  $\beta$ -glucosidase의 촉매·동역학 특성 평가 연구는, 특정 균주 유래 효소의 반응 특성을 별도로 확인해야 함을 보여줍니다 [19].



**Figure 7.** 권장 사용 범위(0.05–0.5% w/w)에서 베타-글루코시다아제의 예시적 용량-반응 관계.

포도당 저해는 특히 바이오매스 당화에서 중요한 변수입니다. 반응이 진행될수록 포도당이 축적되고, 일부  $\beta$ -glucosidase는 생성물인 포도당에 의해 반응 속도가 낮아질 수 있습니다. 그래서 glucose-tolerant  $\beta$ -glucosidase 생산 균주나 유전자 조합은 바이오연료 분야에서 중요한 연구 대상

입니다 [5].

물리적 보조 공정도 영향을 줄 수 있습니다. 초음파 조건이 살구 핵  $\beta$ -glucosidase 활성 특성에 미치는 영향, pulsed electric field가 대두 이소플라본 글리코시드 가수분해에 미치는 영향처럼, 효소 단백질과 기질 매트릭스는 전기장·초음파·혼합·입자 크기·수분활성 등에 반응할 수 있습니다 [12]. 다만 이러한 결과는 특정 연구 조건에서 관찰된 것이며, 일반 공정에 그대로 복사해 적용할 수는 없습니다.

금속 이온과 유기 용매도 효소 구조와 활성부위 수화층에 영향을 줄 수 있습니다.  $\beta$ -glucosidase nanoflowers 연구에서 금속 이온과 유기 용액이 활성 및 안정성에 영향을 준다는 점은, 효소 주변 미세환경이 단순한 배경 조건이 아니라 반응성을 좌우하는 요소임을 보여줍니다 [15].

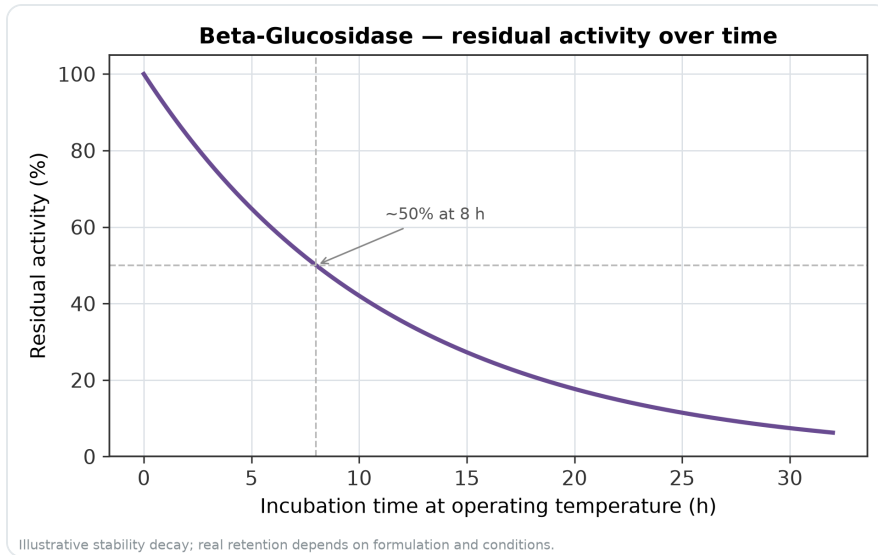
## 응용 영역별 기대효과와 한계

응용 영역	$\beta$ -Glucosidase의 핵심 역할	기대할 수 있는 변화	주의할 한계
셀룰로오스계 바이오매스	셀로비오스·셀로올리고당을 포도당으로 전환	발효 가능한 당 증가, 셀로비오스 축적 완화	단독으로 고분자 셀룰로오스를 충분히 분해하지 못함
와인·발효식품	결합형 향기 전구체와 글리코시드 전환	휘발성 성분 및 페놀성 조성 변화 가능	품종, 효모, pH, 알코올, 전구체 조성에 의존
대두·식물성 원료	이소플라본 등 글리코시드의 aglycone화	성분 프로파일, 용해도, 생체이용률 관련 변화 가능	모든 aglycone 증가가 품질 개선을 뜻하지 않음
파바콩	vicine·convicine 같은 글루코시드 전환	항영양성 성분 저감 가능성	목표 성분별 검증 필요
고정화 반응	효소를 지지체에 결합	회수성·재사용성·표면 근접성 개선 가능	지지체와 결합 방식에 따라 활성 저하 가능
인간 효소 연구	리소좀 glucocerebrosidase 관련	Gaucher disease 기전·리간드 연구	산업용 $\beta$ -glucosidase와 별개 영역

## Enzymes.bio에서의 제품 위치

Enzymes.bio는 Beta-Glucosidase를 1kg 단위로 온라인 직접 구매할 수 있도록 공급합니다.

Enzymes.bio는 제조사, 분석기관, 맞춤 실험실이 아니며, 이 문서도 특정 활성 단위, 등급, 분석법, 단위 정의를 제시하는 사양서가 아닙니다. 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공되므로, 사용자는 수령 문서를 바탕으로 내부 품질·안전 절차에 맞춰 취급할 수 있습니다.



**Figure 8.** 작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소하는 베타-글루코시다아제의 예시적 열안정성 감소.

상업적으로 “beta-glucosidase sigma” 같은 검색어가 쓰이기도 하지만, 공급원·제품명·연구용 브랜드가 같다고 해서 효소의 기질범위와 공정 적합성이 동일하다는 뜻은 아닙니다.  $\beta$ -glucosidase는 하나의 단일 물질명이라기보다 여러 생물학적 출처와 구조 계열을 포함하는 효소군입니다. 따라서 제품 선택 시에는 목표 기질이 셀로비오스인지, 식물성 글루코시드인지, 발효 매트릭스인지, 또는 고정화 공정인지에 따라 해석이 달라집니다.

## 핵심 정리

Beta-Glucosidase는  $\beta$ -D-글루코시드 결합을 절단해 포도당 또는 aglycone을 방출하는 효소입니다. 바이오매스에서는 셀룰라아제 시스템의 마지막 당 방출 단계, 와인과 발효식품에서는 결합형 향기 전구체 전환, 식물성 원료에서는 이소플라본·vicine·convicine 같은 글루코시드 전환에 의미가 있습니다.

이 효소의 성능은 beta-glucosidase activity라는 한 가지 표현만으로 설명되지 않습니다. 효소의 유래, 구조 계열, 기질 포켓, 포도당 내성, pH와 온도, 금속 이온, 유기 용매, 물리적 보조공정, 다른 효소와의 조합이 모두 결과를 바꿉니다. 따라서  $\beta$ -glucosidase는 만능 셀룰로오스 분해제가 아니라,  $\beta$ -글루코시드성 중간체를 최종적으로 전환하는 정밀한 효소 도구로 이해하는 것이 가장 정확합니다.

## Beta-Glucosidase 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-Glucosidase 구매하기 →](#)

## 참고문헌

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

1. Singhanian, R., Patel, A., Pandey, A., & Ganansounou, E. (2017). Genetic modification: A tool for enhancing beta-glucosidase production for biofuel application. *Bioresource Technology*, 245 Pt B, 1352-1361 .
2. Zhang, P., Zhang, R., Sirisena, S., Gan, R., & Fang, Z. (2021). Beta-glucosidase activity of wine yeasts and its impacts on wine volatiles and phenolics: A mini-review. *Food microbiology*, 100, 103859 .
3. Liu, X., Cao, L., Zeng, J., Liu, Y., & Xie, W. (2019). Apo structure of a beta-glucosidase 1317. *International Journal of Biological Macromolecules*, 136, 1052-1059.
4. Jeilu, O., Alexandersson, E., Johansson, E., Simachew, A., & Gessesse, A. (2024). A novel GH3-β-glucosidase from soda lake metagenomic libraries with desirable properties for biomass degradation. *Scientific Reports*, 14.
5. Kooloth-Valappil, P., Christopher, M., Sreeja-Raju, A. R., Mathew, R. M., Kuni-Parambil, R., Abraham, A., Sankar, M., ... et al. (2021). Draft genome of the glucose tolerant β-glucosidase producing rare Aspergillus unguis reveals complete cellulolytic machinery with multiple beta-glucosidase genes. *Fungal Genetics and Biology*, 103551 .
6. Saitoh, S., Hasunuma, T., Tanaka, T., & Kondo, A. (2010). Co-fermentation of cellobiose and xylose using beta-glucosidase displaying diploid industrial yeast strain OC-2. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 87, 1975-1982.
7. ACAR, B. Ç., & Yüksekdağ, Z. (2023). Beta-Glycosidase Activities of Lactobacillus spp. and Bifidobacterium spp. and The Effect of Different Physiological Conditions on Enzyme Activity. *Natural and Engineering Sciences*.
8. Lu, C., Li, F., Yan, X., Mao, S., & Zhang, T. (2022). Effect of pulsed electric field on soybean isoflavone glycosides hydrolysis by β-glucosidase: Investigation on enzyme characteristics and assisted reaction. *Food Chemistry*, 378, 132032 .
9. Shaker, K., Walsh, M. K., Ali, H. K., & Prof., J. M. N. (2024). PURIFICATION OF BETA-GLUCOSIDASE FROM APRICOT SEEDS TO REDUCE THE TOTAL VICINE –CONVICINE CONTENT IN FABA BEANS (VICIA FABA L.). IRAQI JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES.

10. Yüçetürk, S. Ç., & Azaz, A. D. (2024). Production, purification, and determination of the biochemical properties of  $\beta$ -glucosidase in *Trichoderma koningii* via solid substrate fermentation. *Zeitschrift für Naturforschung C - A Journal of Biosciences*, 80, 9 - 19.
11. Chen, Z., Meng, T., Li, Z., Liu, P., Wang, Y., He, N., & Liang, D. (2017). Characterization of a beta-glucosidase from *Bacillus licheniformis* and its effect on bioflocculant degradation. *AMB Express*, 7.
12. Xue-Fan, Zhang, X., Zhang, Q., Zhao, W., & Shi, F. (2019). Optimization of ultrasound parameters and its effect on the properties of the activity of beta-glucosidase in apricot kernels. *Ultrasonics sonochemistry*, 52, 468-476 .
13. Zhang, S., Huang, J., Hu, R., Guo, G., Shang, X., & Jian-Wu (2017). Characterization of a new multifunctional beta-glucosidase from *Musca domestica*. *Biotechnology Letters*, 39, 1219 - 1227.
14. Ong, E., Gilkes, N., Miller, R., Warren, A. J., & Kilburn, D. (1991). Enzyme immobilization using a cellulose-binding domain: properties of a beta-glucosidase fusion protein. *Enzyme and Microbial Technology*, 13 1, 59-65 .
15. Altinkaynak, C., Samsa, C. G., Ekremoğlu, M., Turk, M., Ozturkler, M., Özdemir, N., & Atakisi, O. (2024). Influence of Metal Ions and Organic Solutions on Activity and Stability of Beta-Glucosidase Nanoflowers. *ChemistrySelect*.
16. Subramaniyan, V., Mathiyalagan, S., Praveenkumar, A., Srinivasan, P., Palani, M., Ravichandran, V., & Nallasamy, P. (2018). Molecular docking and ADME properties of bioactive molecules against human acid-beta-glucosidase enzyme, cause of Gaucher's disease. *In Silico Pharmacology*, 6.
17. Bouslamti, M., Loukili, E., Elrherabi, A., Moussaoui, A. E., Chebaibi, M., Bencheikh, N., Nafidi, H., ... et al. (2023). Phenolic Profile, Inhibition of  $\alpha$ -Amylase and  $\alpha$ -Glucosidase Enzymes, and Antioxidant Properties of *Solanum elaeagnifolium* Cav. (Solanaceae): In Vitro and In Silico Investigations. *Processes*.
18. Galarce-Bustos, O., Fernández-Ponce, M. T., Montes, A., Pereyra, C., Casas, L., Mantell, C., & Aranda, M. (2020). Usage of supercritical fluid techniques to obtain bioactive alkaloid-rich extracts from cherimoya peel and leaves: extract profiles and their correlation with antioxidant properties and acetylcholinesterase and  $\alpha$ -glucosidase inhibitory activities. *Food & Function*.
19. Khalili, E., Huyop, F., Javed, M., Mahat, N., Batumalaie, K., & Wahab, R. (2018). Assessments on the catalytic and kinetic properties of beta-glucosidase isolated from a highly efficient antagonistic fungus *Trichoderma harzianum*. *Bioscience Journal*, 830-847.


## 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