

Transglucosidase: 전분당·말토스 시럽의 이소말토올리고당 조성 설계를 위한 효소

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

직접 답변: Transglucosidase는 말토스와 말토올리고당 같은 α -글루코시드 기질에서 글루코스 잔기를 이동시켜, α -1,6 결합을 포함한 이소말토올리고당류 형성을 돕는 탄수화물 전환 효소입니다. 전분당 공정에서는 단순히 당을 더 잘게 분해하는 효소라기보다, 기존 α -1,4 중심 당 조성을 α -1,6 결합이 포함된 올리고당 프로파일로 재배열하는 도구로 이해하는 것이 정확합니다. Enzymes.bio의 Transglucosidase는 온라인에서 1kg 단위로 직접 구매할 수 있으며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

Transglucosidase란 무엇인가: α -glucosidase의 “분해”와 “전이” 기능

Transglucosidase는 문헌과 산업 현장에서 α -glucosidase 계열 효소로 설명되는 경우가 많습니다. 핵심 반응은 두 갈래입니다. 하나는 α -글루코시드 결합을 가수분해하여 글루코스를 방출하는 반응이고, 다른 하나는 그 글루코스 잔기를 물이 아니라 다른 당 분자에 전달하는 전이당화 반응입니다. 이 두 반응의 균형이 transglucosidase의 산업적 가치를 결정하며, 말토스에서 이소말토올리고당으로의 전환 연구에서도 transglucosidase는 말토스 기질을 이소말토올리고당류로 바꾸는 생축매로 다뤄집니다 ^[1].

전분을 액화·당화하면 포도당, 말토스, 말토트리오스, 더 긴 말토올리고당이 혼재한 당액이 만들어집니다. 이때 당의 “총량”만 중요한 것이 아니라, 글루코스 단위가 어떤 결합으로 연결되어 있는지가 최종 소재의 물성, 단맛, 발효성, 갈변 경향, 배합 안정성에 영향을 줍니다. 전분 관련 효소와 탄수화물 연구는 단순 분해 산물뿐 아니라 새로운 구조의 탄수화물 생성에도 초점을 맞춰 왔으며, transglucosidase는 이 흐름 안에서 당 결합 구조를 바꾸는 효소로 볼 수 있습니다 ^[2].

식품·음료, 기능성 당류 소재, 발효 원료, 시럽 및 분말 원료 개발에서 transglucosidase를 검토하는 이유는 명확합니다. 일반적인 당화 공정으로 얻은 말토스 중심 조성을 유지할 수도 있지만, 필요에 따라 일부 글루코스 잔기를 α -1,6 결합 기반 올리고당으로 재배열하면 동일한 전분 유래 원료에서도 다른 당류 프로파일을 설계할 수 있습니다. “transglucosidase I amano”와 같은 관련 검색어로 정보를 찾는 사용자는 보통 특정 상표명 자체보다, 말토스 기반 전이당화와 이소말토올리고당 제조에 쓰이는 transglucosidase 계열 효소의 역할을 확인하려는 경우가 많습니다.

반응 기전: 말토스의 α -1,4 결합을 출발점으로 α -1,6 결합을 늘리는 방식

Transglucosidase의 기전을 공정 관점에서 설명하면 “당 조각을 떼어 다른 당에 다시 붙이는 효소”입니다. 말토스나 짧은 말토올리고당은 주로 α -1,4 결합으로 글루코스가 연결된 기질입니다. 효소는 이 결합을 인식하고 글루코스 잔기를 효소의 활성 부위에서 일시적으로 처리한 뒤, 그 잔기가 물에 전달되면 가수분해가 되고, 다른 당 수용체에 전달되면 전이당화가 됩니다. 말토스에서 이소말토올리고당으로의 전환을 다룬 연구는 transglucosidase의 이러한 전이 기능이 α -1,6 결합을 포함하는 생성물 형성과 연결됨을 보여줍니다 [1].

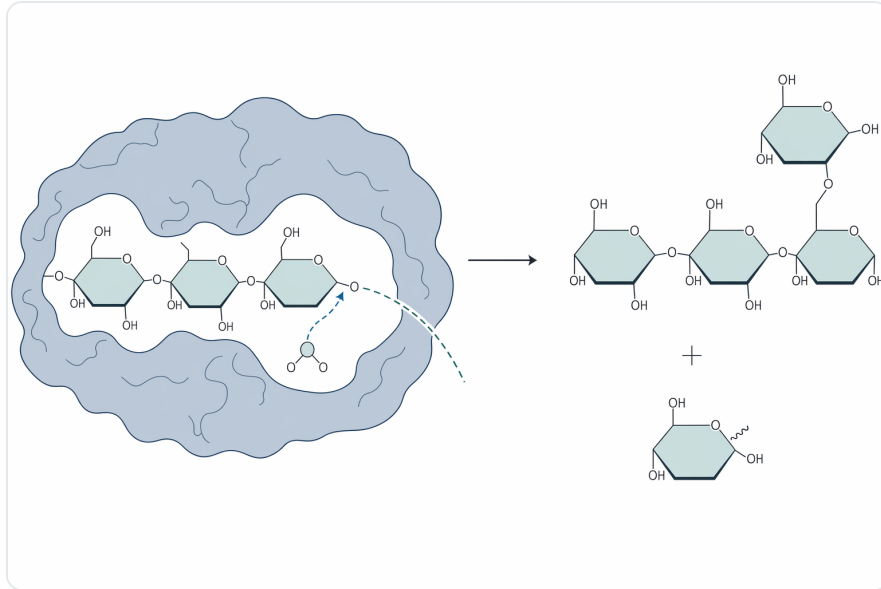


Figure 1. 트랜스글루코시다아제는 효소에 결합된 글루코실 단위를 물로 보내 가수분해가 일어나게 하거나, 다른 탄수화물 수용체로 보내 트랜스글루코실화가 일어나게 할 수 있다.

이 반응에서 중요한 경쟁자는 물입니다. 글루코스 잔기가 물로 이동하면 포도당이 늘어나고, 다른 말토스·글루코스·올리고당으로 이동하면 새로운 글리코시드 결합을 가진 당류가 늘어납니다. 따라서 transglucosidase 공정은 “효소를 넣으면 자동으로 원하는 올리고당만 생긴다”가 아니라, 기질 농도, 수분 활성, 온도, pH, 반응 시간, 기존 당 조성, 후처리 시점이 함께 생성물 분포를 결정하는 조건 의존적 반응입니다. 산업 효소 적용 전반에서도 효소 성능은 단일 효소명보다 공정 환경과 맞물려 평가되어야 한다는 점이 반복적으로 강조됩니다 [3].

가수분해와 전이당화가 동시에 가능한 효소는 공정 설계상 장점과 한계를 모두 갖습니다. 장점은 동일한 기질 풀에서 결합 구조를 재편성할 수 있다는 점이고, 한계는 조건이 맞지 않으면 전이보다 분해가 두드러질 수 있다는 점입니다. 특히 목표가 이소말토올리고당류라면, 반응을 오래 끌고 가는 것만으로 해결되지 않습니다. 어느 시점에서 원하는 조성에 가까워지는지, 이후 추가 가수분해가 일어나는지, 농축이나 건조 같은 후공정에서 조성이 안정적으로 유지되는지까지 함께 고려해야 합니다.

전분당 공정에서의 위치: 액화·당화 이후 조성 조정 단계

Transglucosidase는 원료 전분을 처음부터 액화하는 효소가 아닙니다. 일반적으로 전분은 먼저 α -amylase, glucoamylase, pullulanase 등 목적에 맞는 전분 분해 효소 조합으로 액화·당화되어 말토스 또는 말토올리고당이 풍부한 기질로 준비됩니다. 이후 transglucosidase가 투입되면 이미 생성된 당류를 대상으로 글루코스 잔기의 이동과 재결합이 일어나며, 이 단계에서 α -1,6 결합을 포함한 올리고당류가 증가할 수 있습니다. 전분 관련 효소 연구는 다양한 효소가 서로 다른 결합과 탄수화물 구조를 다룬다는 점을 보여 주며, transglucosidase는 이 중 후속 조성 설계에 가까운 역할을 합니다 [2].

실무적으로는 transglucosidase를 “당화 효소”라는 넓은 범주로만 묶어 이해하면 오해가 생길 수 있습니다. Glucoamylase가 전분 또는 말토올리고당의 말단에서 포도당 생성을 강화하는 방향으로 쓰이는 경우가 많다면, transglucosidase는 생성된 글루코스 잔기를 다른 당 수용체로 옮겨 올리고당 구조를 바꾸는 방향으로 활용됩니다. *Aspergillus niger* 유래 amyloglucosidase 연구처럼 전분 분해 효소는 포도당 생성과 열 안정성 등 분해 성능이 주된 관심사가 될 수 있지만, transglucosidase에서는 생성물 결합 구조와 전이당화 비중이 더 핵심적인 평가 축이 됩니다 [4].

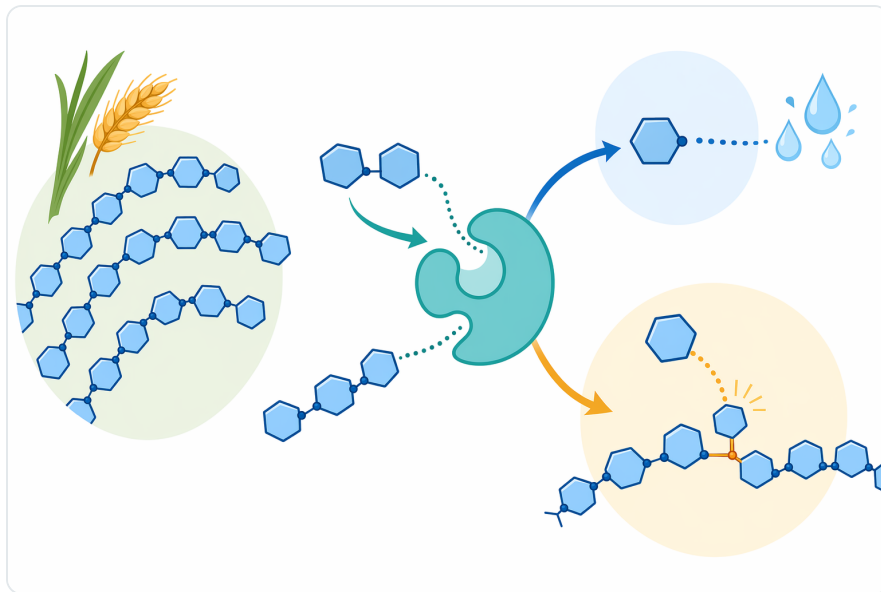


Figure 2. 동일한 활성부위 화학 반응이라도 수용체 분자에 따라 포도당을 방출하거나 재배열된 올리고당을 생성할 수 있다.

이 차이는 최종 제품 포지셔닝에도 영향을 줍니다. 포도당 시럽은 빠른 단맛과 높은 발효성을 제공할 수 있고, 말토스 시럽은 상대적으로 다른 감미·가공 특성을 가질 수 있습니다. 여기에 transglucosidase 처리를 적용하면 α -1,6 결합을 가진 올리고당류가 포함된 조성으로 이동할 수 있어, 같은 전분 기반 원료라도 식품 배합, 음료, 발효 원료, 분말 소재에서 다른 물성 목표를 설정할 수 있습니다.

Transglucosidase와 다른 당 전환 효소의 차이

전이당화는 transglucosidase만의 독점 영역은 아닙니다. Sucrose phosphorylase도 α-D-glucoside 합성에 유용한 transglucosylation 촉매로 연구되어 왔고, glucansucrase 계열은 자당을 기질로 다양한 글루칸 및 글루코올리고당 구조를 만드는 효소군으로 알려져 있습니다 [5]. 그러나 어떤 효소가 유리한지는 기질, 결합 선택성, 생성물 목표, 식품 공정 적합성에 따라 달라집니다.

아래 표는 전분당·당류 설계에서 자주 비교되는 효소 유형을 기능 중심으로 정리한 것입니다. 수치 사양이나 특정 등급 비교가 아니라, 공정 설계자가 효소 역할을 구분하기 위한 개념적 비교입니다.

효소 유형	주된 기질 또는 출발점	주요 반응 방향	생성물 설계 관점	Transglucosidase와의 차이
Transglucosidase	말토스, 말토 올리고당, α-글루코시드	가수분해와 전이당화의 병행	α-1,6 결합 포함 이소말토올리고당 조성 설계	말토스 기반 전분당 후처리에 적합
Glucoamylase / Amyloglucosidase	전분, 덱스트린, 말토올리고당	말단 가수분해	포도당 생성 강화	전이당화보다 포도당 방출이 중심 [4]
Sucrose phosphorylase	자당 및 글루코스 수용체	인산분해·전이당화	α-D-glucoside 합성	자당 기반 미세화학품 합성에서 강점 [5]
Glucansucrase	자당	글루칸 합성·전이	덱스트란류 및 신규 글루칸 구조	고분자 글루칸·바이오폴리머 설계와 연결 [6]
β-galactosidase	유당	가수분해·갈락토올리고당 전이	유제품 및 GOS 설계	글루코스가 아니라 갈락토스 전이 중심 [7]

이 비교에서 보듯 transglucosidase의 특징은 전분 유래 말토스 풀과 직접 연결된다는 점입니다. 자당 기반 α-glucoside 합성에는 sucrose phosphorylase가, 유당 기반 galactooligosaccharide 설계에는 β-galactosidase가 더 직접적일 수 있습니다. 반면 말토스 시럽이나 말토올리고당 당액을 이소말토올리고당 방향으로 재편성하려는 공정에서는 transglucosidase가 더 자연스러운 선택지가 됩니다 [1].

이소말토올리고당 제조에서의 실무적 의미

이소말토올리고당은 이름 그대로 말토스와 유사한 글루코스 기반 올리고당이지만, α -1,6 결합을 포함한다는 점에서 일반 말토올리고당과 구별됩니다. Transglucosidase는 말토스의 글루코스 단위를 다른 당 분자에 전이하여 이러한 결합 구조를 만들 수 있으므로, 말토스 함유 시럽을 이소말토올리고당 함유 시럽으로 전환하는 데 활용됩니다. Zhang 등의 연구는 transglucosidase를 고정화한 하이브리드 캡슐을 사용해 말토스를 이소말토올리고당으로 전환하는 접근을 다루며, 이는 효소의 전이 당화 기능이 실제 공정 연구의 대상임을 보여 줍니다 [1].



Figure 3. 전분 처리 효소는 사슬을 액화하는지, 포도당을 방출하는지, 가지를 도입하는지, 맥아당을 생성하는지, 또는 글루코실 단위를 전달하는지에 따라 서로 다르다.

이소말토올리고당 조성 설계에서 중요한 것은 “단일 물질”이 아니라 “분포”입니다. 반응액에는 포도당, 말토스, 이소말토스, 더 긴 이소말토올리고당, 잔존 말토올리고당이 함께 존재할 수 있습니다. 따라서 transglucosidase 적용의 결과는 특정 화합물 하나의 생성 여부보다, 전체 당 조성이 목표 범위로 이동했는지로 평가됩니다. 이 점은 식품 소재 개발에서 특히 중요합니다. 맛, 바디감, 점도, 수분 보유, 분말화 거동은 단일 성분보다 혼합 당류의 분자량 분포와 결합 구조에 의해 함께 결정되기 때문입니다.

고정화 transglucosidase 연구가 존재한다는 점도 산업적으로 의미가 있습니다. 고정화는 효소를 캡슐, 담체, 막 또는 입자 표면에 유지해 회수성과 반복 사용성을 높이려는 접근입니다. Zhang 등의 연구는 생체모방 polymer-inorganic hybrid capsule에 고정화한 transglucosidase를 사용했다는 점에서, 단순 배치 반응뿐 아니라 효소 재사용과 공정 안정성을 고려한 연구 흐름이 있음을 보여 줍니다

[1]. 다만 Enzymes.bio의 제품을 이러한 특정 고정화 시스템과 동일시해서는 안 됩니다. 여기서 중요한 근거는 transglucosidase가 말토스-이소말토올리고당 전환의 효소적 도구로 연구되어 왔다는 점입니다.

식품·음료 응용: 단맛보다 “당 구조”를 조절하는 접근

식품과 음료에서 당류는 감미료 이상의 역할을 합니다. 당 조성은 점도, 고형분 기여, 삼투압, 물성, 향미 방출, 열처리 중 갈변, 발효 중 소비 속도에 영향을 줍니다. Transglucosidase를 적용하면 포도당·말토스 중심 조성의 일부를 α -1,6 결합 포함 올리고당으로 전환할 수 있으므로, 배합 설계자는 같은 당 고형분에서도 다른 감각·공정 특성을 검토할 수 있습니다. 산업 효소는 식품을 포함한 여러 산업에서 선택적 반응과 온화한 조건의 장점을 바탕으로 사용되어 왔습니다 [3].

예를 들어 음료 베이스나 시럽에서는 단순당 비율이 높을수록 단맛과 발효성이 커질 수 있습니다. 반면 일부가 올리고당 구조로 이동하면 동일한 당 고형분이라도 단맛의 체감, 점도, 미생물 이용성, 열 안정성에서 차이가 날 수 있습니다. 이때 transglucosidase는 최종 제품에 직접 기능성을 부여한 다기보다, 원료 당액의 구조적 분포를 바꾸는 공정 효소로 작동합니다. 제품의 영양 강조 표시, 기능성 표시, 수출입 규격은 효소 사용 여부와 별개로 해당 국가의 식품 규정에 따라 검토되어야 합니다.

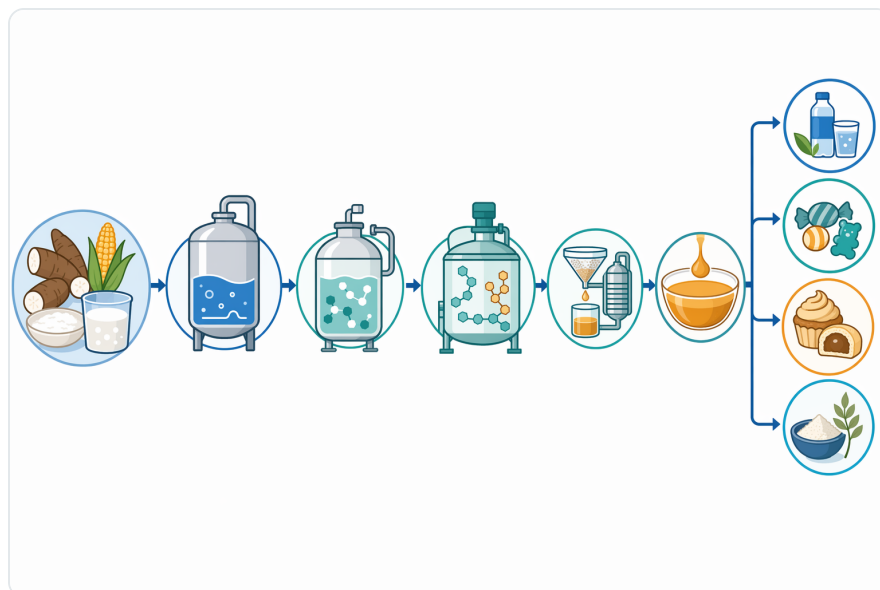


Figure 4. IMO 중심 공정은 일반적으로 전분이 풍부한 원료를 접근 가능한 맥아당 또는 덱스트린 기질로 전환한 뒤, 트랜스글루코시다아제가 혼합물을 α -1,6 결합 올리고당 쪽으로 이동시키는 방식으로 진행된다.

또한 transglucosidase는 “저당”이나 “무당”을 자동으로 만들어 주는 효소가 아닙니다. 반응 전후의 당류는 여전히 탄수화물이며, 포도당 잔기의 결합 위치와 올리고당 분포가 달라질 뿐입니다. 따라서 마케팅 문구에서 건강 효과를 단정하거나 혈당, 장내 미생물, 체중 관리 효과를 제품 효소만으로 연

결하는 표현은 피해야 합니다. 효소의 직접적 근거는 말토스와 관련 당류의 전이당화이며, 생리적 효과는 별도의 조성 분석과 규제 검토가 필요한 영역입니다.

발효 원료와 바이오공정에서의 조성 조정

발효 공정에서는 당 조성이 균주의 성장 속도, 대사 경로, 부산물 생성, 잔당 패턴에 영향을 줍니다. 포도당은 많은 미생물이 빠르게 이용하지만, 말토스나 α -1,6 결합을 가진 올리고당은 균주에 따라 이용성이 다를 수 있습니다. Transglucosidase로 당류 프로파일을 조정하면 동일한 전분 유래 원료라도 발효 속도와 잔당 구성을 다르게 설계할 가능성이 있습니다. 다만 특정 균주가 이소말토올리고당을 어떻게 이용하는지는 균주의 효소 시스템과 배지 조건에 따라 달라지므로, 효소 적용만으로 발효 결과를 일반화해서는 안 됩니다.

바이오공정 관점에서는 transglucosidase가 전분 기반 탄소원의 구조를 바꾸는 전처리 또는 후처리 도구가 될 수 있습니다. 예를 들어 빠르게 소비되는 단당 비율을 낮추고, 더 느리게 이용될 수 있는 올리고당 분획을 늘리려는 설계가 가능할 수 있습니다. 그러나 이 접근은 미생물 대사, 배지의 질소 원, 무기염, pH 제어, 살균 조건, 후속 분리 공정까지 연결되는 문제입니다. 산업 효소 최적화 연구에서도 효소 성능은 분리된 단일 변수보다 실제 산업 조건에서의 안정성, 특이성, 생산성, 비용 구조와 함께 다뤄집니다 [\[8\]](#).

발효 분야에서 특히 주의할 점은 “발효성이 낮다” 또는 “프리바이오틱 효과가 있다” 같은 표현을 효소명만으로 단정하지 않는 것입니다. Transglucosidase는 특정 당 결합을 형성하는 데 기여할 수 있지만, 최종 조성의 생물학적 이용성은 실제 생성물 분포와 시험 대상 미생물에 따라 달라집니다. 따라서 발효 원료로 사용할 때는 당 조성 분석과 목적 균주에서의 공정 데이터를 기준으로 판단해야 합니다.

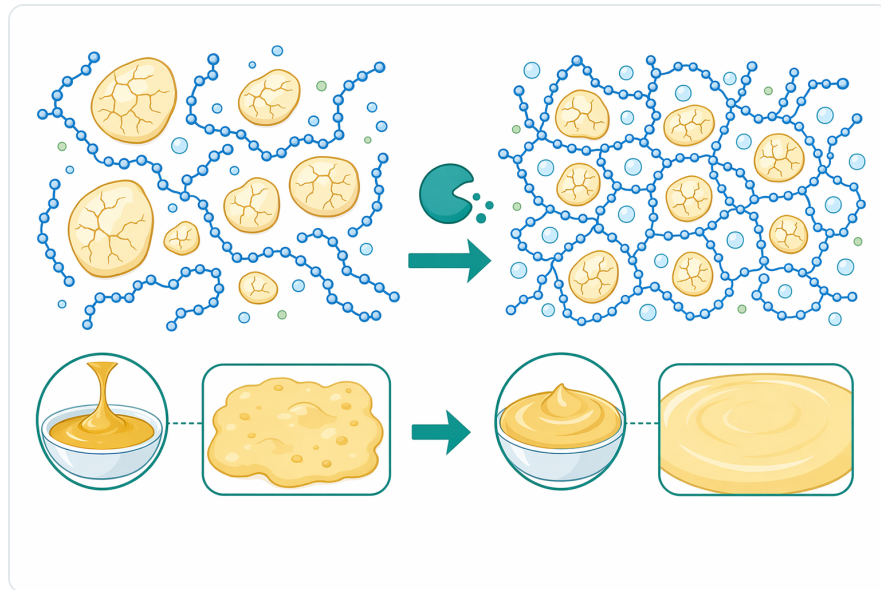


Figure 5. 트랜스글루코시다아제 처리는 전분의 포장 구조, 수화, 팽윤, 노화 경향 및 페이스트 안정성 변화에 기여할 수 있다.

공정 조건을 이해하는 핵심 변수

Transglucosidase 반응에서 첫 번째 변수는 기질 조성입니다. 말토스가 충분한지, 말토트리오스 이상의 올리고당이 많은지, 포도당이 이미 많이 존재하는지에 따라 반응 경로가 달라질 수 있습니다. 말토스 기반 이소말토올리고당 전환 연구가 중요한 이유도, transglucosidase가 말토스를 대표 기질로 삼아 전이당화 산물을 만들 수 있음을 보여 주기 때문입니다 ^[1].

두 번째 변수는 수분과 고형분입니다. 전이당화는 물과 당 수용체 사이의 경쟁 반응이므로, 반응계에서 물의 상대적 영향이 커지면 가수분해 쪽으로 기울 수 있고, 당 수용체가 풍부하면 전이 반응의 기회가 늘어날 수 있습니다. 다만 실제 최적 조건은 원료와 효소 제형에 따라 달라지며, 이 문서는 특정 활성 단위, 분석법, 수치 조건을 제시하지 않습니다.

세 번째 변수는 온도와 pH입니다. 효소는 단백질이기 때문에 구조가 안정적으로 유지되는 조건에서만 활성을 발휘합니다. pH가 지나치게 벗어나거나 열 이력이 강하면 활성 부위의 형태와 비공유 결합 네트워크가 흔들릴 수 있으며, 이는 전환율과 생성물 분포의 변동으로 이어집니다. 산업 효소 적용의 역사적 검토에서도 효소를 실제 공정에 쓰기 위해서는 활성뿐 아니라 안정성과 공정 적합성을 함께 고려해야 한다는 점이 중요하게 다뤄집니다 ^[3].

네 번째 변수는 반응 종료와 후처리입니다. 목표 조성에 도달한 뒤에도 효소가 계속 작동하면 원하는 올리고당이 다시 분해되거나 조성이 변할 수 있습니다. 따라서 열처리, 여과, 농축, 건조, 혼합 같은 후공정은 단순한 마무리 단계가 아니라 당 조성의 고정과 품질 안정성에 영향을 주는 공정 요소입니다. 효소 최적화 연구가 최근 기계학습과 데이터 기반 접근까지 확장되는 이유도, 효소 반응은 조건 변수 간 상호작용이 크고 단순 선형 예측이 어렵기 때문입니다 ^[8].

“Transglucosidase L Amano” 검색어를 해석할 때의 주의점

관련 검색어인 “transglucosidase l amano”는 시장에서 특정 상표명 또는 특정 효소 제품을 찾는 사용자들이 입력하는 표현일 수 있습니다. 그러나 기술적으로 더 중요한 질문은 상표명이 아니라, 해당 효소가 어떤 기질을 대상으로 어떤 결합을 만들고, 원하는 이소말토올리고당 조성에 맞는지도입니다. Transglucosidase라는 효소명은 말토스 기반 전이당화와 연결되지만, 제품마다 원료, 제형, 안정성, 식품 적용 적합성, 문서 구성은 다를 수 있습니다.

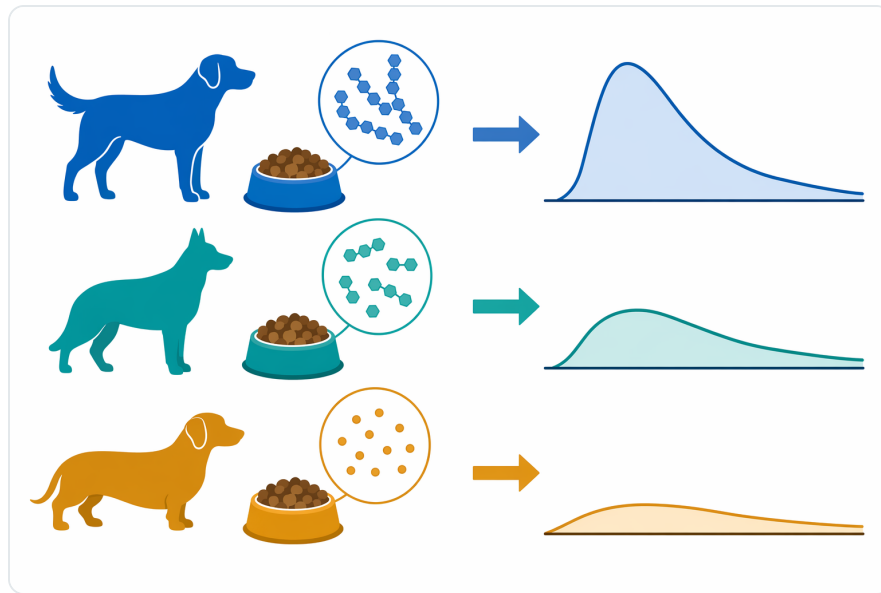


Figure 6. 인용된 개 연구에서 덱스트린과 함께 사용한 트랜스글루코시다아제는 대조 조건보다 더 완만한 식후 혈당 패턴을 보였으며, 시험 조건에서는 맥아당보다 우수한 결과를 나타냈다.

Enzymes.bio의 Transglucosidase를 이해할 때도 같은 기준이 필요합니다. 이 제품은 제조사 연구 보고서나 특정 상표 제품의 대체 보증으로 제시되는 것이 아니라, 전분 유래 당류의 조성 설계를 위해 온라인에서 구매 가능한 효소 원료로 제공됩니다. Enzymes.bio는 제조사나 분석 실험실이 아니며, 제품은 1kg 단위로 온라인 직접 판매되고 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

따라서 특정 브랜드명을 검색해 들어온 사용자라도, 실제 검토에서는 “말토스 또는 말토올리고당 기질에서 α -1,6 결합 올리고당 형성을 목표로 하는가”, “최종 제품이 식품·음료·발효·소재 중 어느 응용에 속하는가”, “공정상 효소 반응 후 조성을 어떻게 안정화할 것인가”를 중심으로 이해하는 것이 더 정확합니다. 이는 조달 체크리스트가 아니라 효소 기능을 공정 목적과 연결해 해석하는 기술적 관점입니다.

품질 문서와 구매 방식: 온라인 1kg 단위 공급

Enzymes.bio는 Transglucosidase를 온라인에서 직접 구매할 수 있는 효소 원료로 제공합니다. 제품은 1kg 단위로 판매되며, 주문 시 CoA와 SDS가 제공됩니다. 이 문서는 효소의 과학적 배경, 반응 기전, 산업 응용 가능성을 설명하는 기술 지원 자료이며, 제조사 보증서나 독립 시험성적서의 역할을 대신하지 않습니다.

이 점은 B2B 사용자에게 중요합니다. 효소 원료를 선택할 때는 제품명만으로 모든 공정 결과를 예상하기보다, transglucosidase가 어떤 반응을 촉진하는 효소인지, 기존 전분당 공정의 어느 단계에 들어가는지, 생성물 조성이 어떤 방향으로 바뀔 수 있는지를 먼저 이해해야 합니다. CoA와 SDS는 주문 제품의 문서 추적성과 안전 취급 정보를 확인하는 데 쓰이며, 실제 공정 성능은 원료 당액과 운전 조건에 따라 달라집니다.



Figure 7. 트랜스글루코시다아제의 활용은 IMO 생성, 탄수화물 조성 조절, 전분 페이스트 안정화, 변성 전분 기능성 부여, 영양 지향 연구 시스템을 중심으로 이루어진다.

적용 가치와 한계: 과장 없이 보는 Transglucosidase

Transglucosidase의 가장 큰 가치는 전분 유래 당류를 단순 포도당·말토스 중심 조성에서 이소말토 올리고당이 포함된 조성으로 이동시킬 수 있다는 점입니다. 이는 식품·음료 개발, 기능성 당류 소재, 발효 원료, 시럽 조성 조정, 분말 원료 설계에서 제품 차별화의 실마리가 될 수 있습니다. 말토스를 이소말토올리고당으로 전환하는 transglucosidase 연구는 이 효소가 실제로 해당 반응 범주에서 활용될 수 있음을 뒷받침합니다 ^[1].

반면 한계도 분명합니다. Transglucosidase는 모든 당 문제를 해결하는 범용 첨가제가 아니며, 특정 건강 효과를 자동으로 보장하지도 않습니다. 생성물은 반응 조건에 따라 달라지고, 전이당화와 가수분해는 경쟁합니다. 효소 자체의 기능 근거와 최종 제품의 영양·기능·규제 표현은 분리해 다뤄야 합니다.

결론적으로 transglucosidase는 “전분당 조성 설계 효소”로 보는 것이 가장 실무적입니다. 말토스와 말토올리고당이 풍부한 기질을 대상으로 글루코스 잔기의 이동을 유도하고, α -1,6 결합을 포함한 올리고당 분포를 형성하는 데 활용될 수 있습니다. Enzymes.bio의 Transglucosidase는 이러한 목적을 가진 식품·음료·발효·소재 개발자가 온라인에서 1kg 단위로 구매할 수 있는 효소 원료이며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다 .

Transglucosidase 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.

[Transglucosidase 구매하기 →](#)

참고문헌

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

1. Zhang, L., Jiang, Y., Jiang, Z., Sun, X., Shi, J., Cheng, W., & Sun, Q. (2009). Immobilized transglucosidase in biomimetic polymer-inorganic hybrid capsules for efficient conversion of maltose to isomaltooligosaccharides. *Biochemical Engineering Journal*, 46, 186-192.
2. Fettke, J., Eckermann, N., Kötting, O., Ritte, G., & Steup, M. (2007). Novel starch-related enzymes and carbohydrates. *Cellular and Molecular Biology*, 52 Suppl, OL883-904 .
3. May, O. (2019). Industrial Enzyme Applications - Overview and Historic Perspective. *Industrial Enzyme Applications*.
4. Fogarty, W. M., & Benson, C. P. (1983). Purification and properties of a thermophilic amyloglucosidase from *Aspergillus niger*. *European Journal of Applied Microbiology and Biotechnology*, 18, 271-278.
5. Goedl, C., Sawangwan, T., Wildberger, P., & Nidetzky, B. (2010). Sucrose phosphorylase: a powerful transglucosylation catalyst for synthesis of α -D-glucosides as industrial fine chemicals. *Biocatalysis and Biotransformation*, 28, 10 - 21.
6. Irague, R. (2011). Ingénierie des glucane-saccharases de la famille 70 des glycoside-hydrolases pour la synthèse de nouveaux biopolymères.

7. Singh, R., & Sambyal, K. (2022). β -galactosidase as an industrial enzyme: production and potential. *Chemické zvesti*, 77, 11-31.

8. Zhang, Y., & Revilla, I. (2023). Unlocking Efficiency and Sustainability in Enzyme Optimization: A Machine Learning-Driven Approach for Industrial Applications. *Artificial Intelligence & Applications*.

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