

# 식품용 이눌리나아제: 프락토올리고당(FOS) 생산과 프럭탄 가수분해용 효소

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

식품용 이눌리나아제는 치커리 이눌린, 예루살렘아티초크 유래 프럭탄 등  $\beta$ -프럭탄 기질을 더 짧은 프락토올리고당(FOS) 또는 관련 이눌로올리고당 조성으로 전환하는 데 쓰이는 효소입니다. FOS 생산에서는 “얼마나 많이 분해할 것인가”보다 “어떤 사슬 길이 분포로 멈출 것인가”가 핵심이며, 이눌리나아제는 산·열 처리보다 선택적인 결합 절단을 통해 당 조성, 감미 프로파일, 후공정 부담을 조절하는 데 유리합니다 <sup>[1]</sup>.

Enzymes.bio의 **Food Grade Inulinase For Fructooligosaccharide Production 100G**는 FOS 및 기능성 올리고당 생산 공정에서 검토되는 식품 가공용 이눌리나아제 제품입니다. Enzymes.bio는 제조사나 분석 실험실이 아니라 효소 공급업체이며, 제품은 온라인에서 1kg 단위로 직접 주문되는 방식으로 제공되고 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

## 이눌리나아제가 FOS 생산에서 맡는 역할

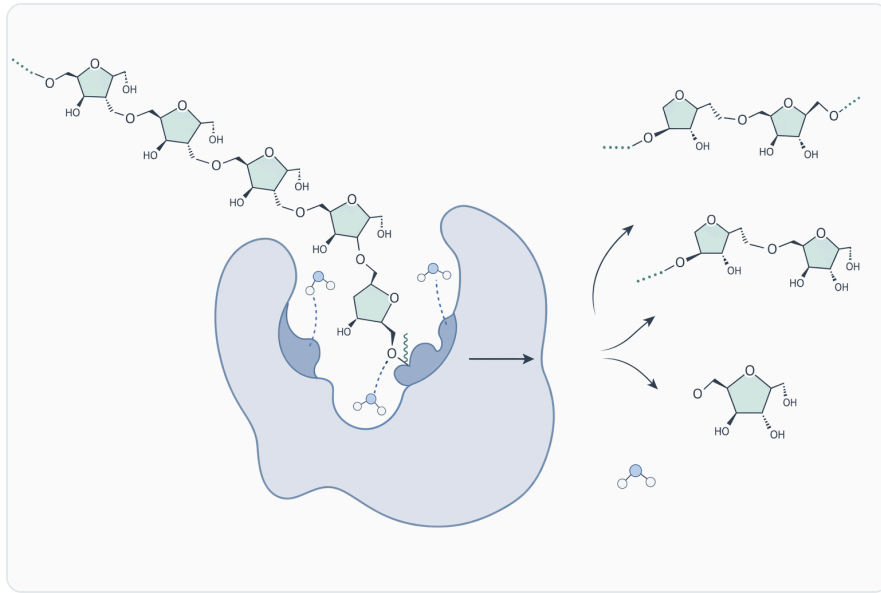
이눌린은 주로 프럭토스 단위가  $\beta(2\rightarrow1)$  결합으로 연결된 프럭탄 계열 탄수화물이며, 원료 식물·추출 조건·정제 정도에 따라 긴 사슬과 짧은 사슬이 함께 존재할 수 있습니다. FOS는 이보다 짧은 프럭토스 기반 올리고당 혼합물로 이해할 수 있으며, 식품 산업에서는 단맛, 용해성, 식이섬유 성격, 프리바이오틱 포지셔닝을 동시에 고려하는 기능성 원료로 다루어집니다 <sup>[2]</sup>.

FOS 생산용 이눌리나아제의 실무적 가치는 긴 프럭탄 사슬을 무작위로 “완전히 당화”하는 데 있지 않습니다. 목표는 반응을 통제하여 잔류 고분자 이눌린을 낮추면서도 단당류가 과도하게 늘어나지 않도록 하고, 원하는 중합도 범위의 올리고당을 확보하는 것입니다. 이 때문에 공정 설계에서는 효소 자체의 작용 방식, 기질 농도, 반응 시간, pH, 온도, 교반 상태, 반응 종료 시점이 모두 FOS 조성에 영향을 주는 변수로 취급됩니다 <sup>[3]</sup>.

Enzymes.bio의 기능성 올리고당·감미료 생산용 효소 카테고리는 이눌린 기반 기질을 기능성 감미료나 올리고당 원료로 전환하는 효소 응용을 다룹니다. 이 문서에서 설명하는 식품용 이눌리나아제는 그러한 범주 안에서 프럭탄 가수분해와 FOS 프로파일 조절에 사용되는 효소로 이해하는 것이 적절합니다 .

# FOS는 단일 성분이 아니라 조성이다

프락토올리고당이라는 이름은 하나의 순수 화합물을 뜻하기보다, 서로 다른 사슬 길이를 가진 올리고당들의 조합을 의미합니다. 같은 "FOS"라도 짧은 사슬 비율이 높은 제품은 단맛과 용해성이 다르게 나타날 수 있고, 긴 사슬이 많이 남은 제품은 점도, 분산성, 입안 느낌, 여과성에 차이를 보일 수 있습니다. 따라서 FOS 생산에서 효소 반응은 단순한 분해 공정이 아니라 제품 조성을 만드는 단계입니다.



**Figure 1.** 이눌리나아제는 이눌린의 β-2,1 프룩토시드 결합을 절단하여 긴 프락탄 사슬을 더 짧은 프락토올리고당으로 전환한다.

이눌린과 FOS는 모두 프락탄 범주 안에서 논의되며, 식품·사료·원료 분석 분야에서도 이눌린, FOS, 레반, 분지형 프락탄처럼 서로 다른 프락탄 유형을 구분하여 다룹니다. 이는 산업적으로도 "프락탄 총량"만으로는 충분하지 않고, 어떤 형태의 프락탄이 어느 정도 존재하는지가 제품 특성과 표시 전략에 영향을 줄 수 있음을 보여줍니다 [4].

FOS의 기능성은 주로 소화되지 않고 하부 장관으로 이동해 장내 미생물에 의해 발효될 수 있다는 특성과 연결됩니다. 다만 효소 제품 자체가 건강 기능을 제공하는 것은 아니며, 최종 FOS 원료의 조성, 섭취량, 완제품 매트릭스, 소비자군, 국가별 규정이 함께 고려되어야 합니다. 최근 이눌린 관련 대사 연구 리뷰도 이눌린과 관련 프락탄의 생리적 작용을 장내 미생물, 단쇄지방산, 장 장벽, 대사 조절 등 복합 기전과 연결하여 설명합니다 [2].

## 작용 기전: 프럭탄 사슬을 어디서 자르는가

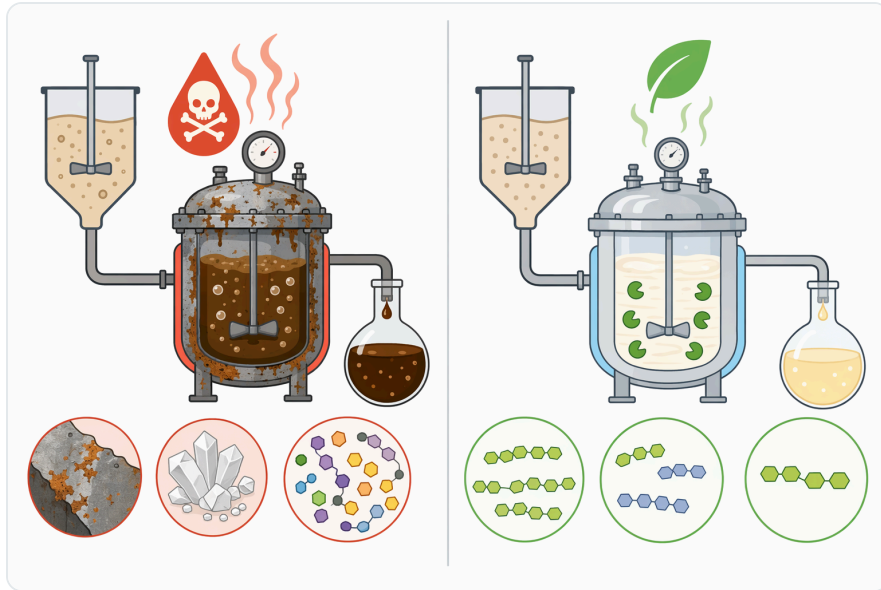
이눌리나아제는 프럭탄의 프럭토실 결합을 가수분해하는 효소군입니다. 여기서 중요한 구분은 엔도형과 엑소형입니다. 엔도이눌리나아제는 사슬 내부 결합을 절단해 여러 길이의 올리고당을 만들기 쉬운 반면, 엑소이눌리나아제는 사슬 말단에서 순차적으로 작용해 프럭토스 같은 더 작은 당으로 전환을 진행하기 쉽습니다. 실제 효소 제제는 특정 기원과 조성에 따라 작용 양상이 달라질 수 있으므로, FOS 생산에서는 “부분 가수분해를 어느 지점에서 멈추는가”가 품질 관리의 핵심이 됩니다 [1].

엔도형 이눌리나아제의 산업적 관심은 바로 이 내부 절단 특성에서 나옵니다. 긴 이눌린 사슬을 내부에서 끊으면 다양한 중합도의 이눌로올리고당이 형성되고, 반응이 진행되면서 조성은 점차 더 짧은 방향으로 이동합니다. 열안정성이 높은 엔도이눌리나아제 연구가 이눌로올리고당 생산 효율과 연결되어 보고되는 것도, 효소가 긴 프럭탄을 선택적으로 짧은 올리고당으로 전환하는 능력 때문입니다 [3].

반대로 반응이 과도하게 진행되거나 엑소형 활성이 강하게 작용하면 단당류 비율이 증가할 수 있습니다. 이것이 항상 나쁜 것은 아니지만, 프리바이오틱 FOS 원료나 식이섬유 성격을 강조하는 제품에서는 목표 조성과 맞지 않을 수 있습니다. 따라서 공정에서는 “전환율”이라는 단일 목표만 보지 않고, 잔류 이눌린, FOS 범위, 단당류·이당류 비율, 점도 변화, 후처리 적합성을 함께 봅니다.

## 이눌린 원료가 반응을 좌우한다

같은 이눌리나아제를 사용하더라도 원료가 달라지면 결과가 달라집니다. 치커리 이눌린, 예루살렘 아티초크 프럭탄, 아가베 유래 프럭탄, 농산 부산물에서 회수한 프럭탄은 평균 사슬 길이, 분지 정도, 회분, 단백질, 색소, 페놀성 성분, 미세 불용물 함량이 다를 수 있습니다. 원료의 이러한 차이는 용해성, 점도, 효소 접근성, 여과성, 최종 색도에 영향을 줍니다 [5].



**Figure 2.** 엔도-이눌리나아제는 프락토올리고당 형성을 위해 사슬 내부 절단을 선호하는 반면, 엑소-이눌리나아제는 사슬 말단에서 과당을 순차적으로 방출한다.

특히 고분자 이눌린이 많이 포함된 원료는 반응 초기 점도가 높아질 수 있고, 혼합이 불균일하면 효소와 기질이 충분히 접촉하지 못합니다. 이 경우 반응 속도만 늦어지는 것이 아니라, 탱크 내부 위치별로 가수분해 정도가 달라져 배치 내 조성 편차가 생길 수 있습니다. FOS 생산에서 교반과 용해 단계가 중요한 이유는 효소 반응 자체보다 앞선 물리적 균일화가 조성 재현성의 기반이 되기 때문입니다.

농산 부산물에서 올리고당을 회수하거나 전환하는 접근은 원료 활용도와 부가가치 측면에서 관심을 받아 왔습니다. 다만 이러한 원료는 정제된 치커리 이눌린보다 불순물 변동이 크기 때문에, 효소 반응 전에 용해·분산·고형분 제거·색도 관리 같은 전처리 부담이 커질 수 있습니다. 농산업 폐기물에서 프리바이오틱 특성을 가진 올리고당을 추출하는 연구는 이러한 가능성과 동시에 원료별 공정 차이를 보여줍니다 [5].

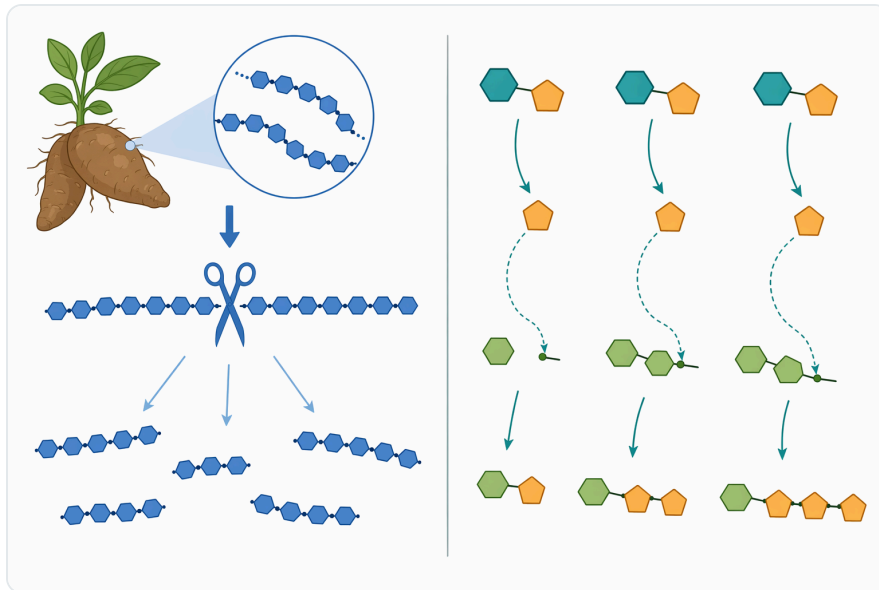
## 이눌리나아제, 프럭토실전이효소, 산 가수분해의 차이

FOS 생산에는 여러 접근이 있습니다. 수크로스를 출발 기질로 사용하는 트랜스프럭토실화 경로, 이눌린을 부분 가수분해하는 이눌리나아제 경로, 산이나 열을 이용한 화학적 가수분해가 대표적입니다. 이 중 이눌리나아제 경로는 이눌린·프럭탄 원료를 이미 보유한 식품 원료 공정에서 자연스럽게 검토됩니다 [6].

접근 방식	주 기질	주요 반응 논리	기대되는 조성 특징	FOS 생산에서의 장점	주의할 점
이눌리나아제 부분 가수분해	이눌린, 프락탄	프락탄 사슬의 $\beta$ -프럭토실 결합을 효소적으로 절단	이눌로올리고당 및 FOS 범위 조성	프락탄 원료를 직접 활용, 사슬 길이 조정 가능	과분해 시 단당류 증가, 원료 점도 영향
프럭토실전이효소 경로	수크로스	수크로스에서 프럭토실기를 전이해 올리고당 형성	짧은 FOS 조성 중심	수크로스 기반 공정에 적합	잔류 당, 전이가수분해 균형 관리 필요
산·열 가수분해	이눌린, 프락탄	비효소적 결합 절단	넓은 분포의 당 조성	효소 없이 처리 가능	색상 변화, 부반응, 과분해, 정제 부담 가능
미생물 발효 연계	이눌린 또는 FOS	미생물 효소와 대사 경로 결합	목적 대사산물 또는 변형 탄수화물	바이오파이너지 확장성	식품 원료 공정과는 별도 설계 필요

미생물 효소는 식품 산업에서 탄수화물 전환, 풍미 형성, 텍스처 조정, 기능성 원료 제조 등 다양한 역할을 해 왔습니다. 이눌리나아제 역시 이러한 미생물 효소 응용의 한 예로, 기질 특이성과 온화한 반응 조건을 활용해 프락탄 기반 원료의 조성을 조절하는 데 사용될 수 있습니다 [6].

산 가수분해는 장비 관점에서 단순해 보일 수 있지만, FOS처럼 조성 제어가 중요한 제품에서는 부반응과 과분해가 문제가 될 수 있습니다. 효소 반응은 화학적 처리보다 느리거나 조건 최적화가 필요할 수 있으나, 목표 결합에 더 선택적으로 작용하기 때문에 후공정에서 제거해야 할 원치 않는 부산물을 줄이는 방향으로 설계할 수 있습니다.



**Figure 3.** 프락토올리고당은 기존 이눌린 중합체를 짧게 분해하거나, 자당 기반 시스템에서 프룩토실전이효소가 매개하는 전이 반응을 통해 생산될 수 있다.

## 공정 흐름: 원료 용해에서 반응 종료까지

FOS 생산에서 일반적인 흐름은 원료 준비, 효소 반응, 반응 종료, 고형물 제거, 농축 또는 건조, 최종 표준화로 나눌 수 있습니다. 여기서 이눌리나아제는 주로 원료 준비 이후부터 반응 종료 전까지 작용합니다. 효소가 충분히 작용하려면 프락탄이 물상에서 접근 가능한 상태여야 하며, 덩어리나 미분산 영역이 남아 있으면 국소적으로 반응이 늦어질 수 있습니다.

반응 중에는 긴 사슬 이눌린이 줄고 짧은 올리고당과 당류가 증가합니다. 초기에는 점도 저하와 용해성 개선이 두드러질 수 있고, 시간이 더 지나면 FOS 범위 조성이 바뀌며 최종 단맛과 바디감도 달라집니다. FOS 생산자가 반응 시간을 단순히 길게 잡지 않는 이유는, 원하는 FOS 조성을 지나치면 단당류 비율이 증가해 기능성 원료로서의 설계 의도와 달라질 수 있기 때문입니다 [3].

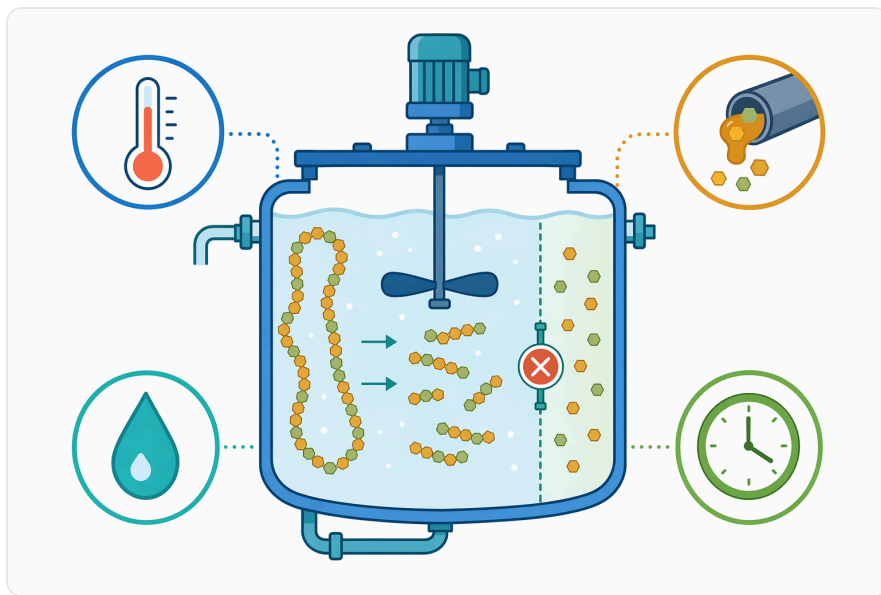
반응 종료는 조성의 "정지점"을 정하는 단계입니다. 식품 공정에서는 일반적으로 열, pH 변화, 후속 분리·농축 조건 등으로 효소 활성을 낮추거나 공정을 다음 단계로 이동시킵니다. 이때 반응 종료가 지연되면 저장 탱크나 배관에서 추가 가수분해가 진행될 수 있으므로, 생산 흐름 전체에서 효소가 실제로 작용하는 시간을 이해해야 합니다.

후처리 단계에서는 불용성 성분 제거, 색도 조정, 농축, 분말화 또는 시럽 표준화가 이어질 수 있습니다. 잔류 고분자 프락탄이 낮아지면 여과성과 농축 안정성이 개선될 가능성이 있지만, 반대로 너무 많은 저분자 당이 형성되면 흡습성, 갈변 가능성, 단맛 균형이 달라질 수 있습니다. 따라서 이눌리나아제 공정의 목표는 "분해를 많이 하는 것"이 아니라 "후처리에 적합한 조성을 만드는 것"입니다.

## 식품용 이눌리나아제가 유리한 제품 유형

이눌리나아제로 제조하거나 조정한 FOS 원료는 기능성 음료, 유제품, 발효유, 영양바, 분말 음료, 식이섬유 강화 식품, 프리바이오틱 포지셔닝 제품 등에 적용될 수 있습니다. FOS는 강한 단맛을 내는 고감미료라기보다, 부드러운 감미와 바디감, 식이섬유적 성격을 함께 제공하는 원료로 배합되는 경우가 많습니다 [2].

시럽 형태의 FOS 원료는 액상 배합에 바로 적용하기 쉽고, 농축·이송·혼합 공정과 연결하기 좋습니다. 반면 분말 형태는 보관 안정성과 계량 편의성이 장점이지만, 건조 조건과 흡습성 관리가 중요합니다. 어느 형태가 적합한지는 완제품의 수분활성, 열처리, pH, 향미 시스템, 포장 조건에 따라 달라집니다.



**Figure 4.** 온도, pH, 고형분 농도, 혼합, 반응 시간은 이눌리나아제 처리가 프락토올리고당을 축적할지 더 작은 당으로 계속 분해될지에 영향을 미친다.

FOS는 동물용 식품과 반려동물 식품에서도 프락탄 원료로 다루어질 수 있습니다. 동물 사료와 펫푸드에서 이눌린, FOS, 레반, 분지형 프락탄을 구분해 정량하는 검증 연구가 존재한다는 점은, 프락탄 조성이 사람용 식품뿐 아니라 동물 영양 분야에서도 관리 대상이 될 수 있음을 보여줍니다 [4].

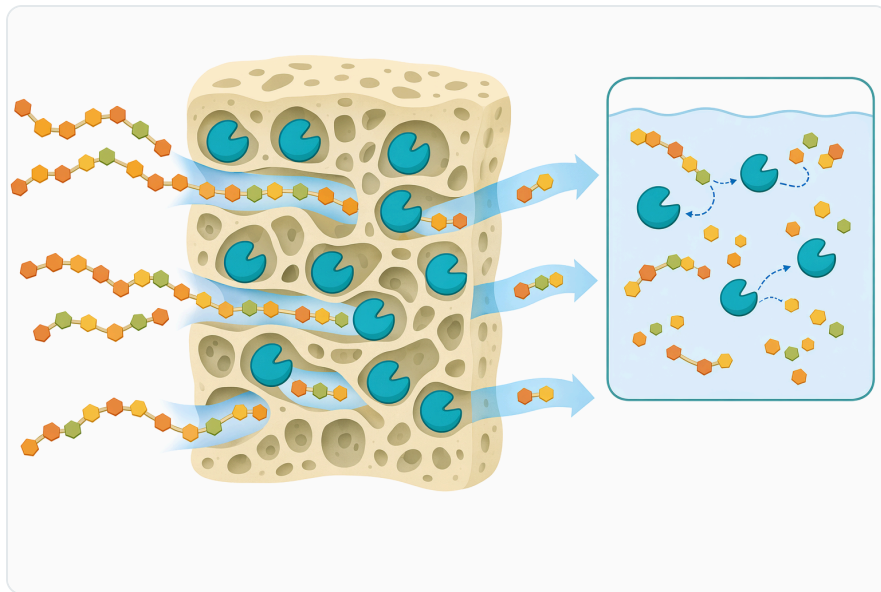
## 프리바이오틱 포지셔닝: 가능한 표현과 경계

FOS와 이눌린은 장내 미생물에 의해 발효될 수 있는 프리바이오틱 탄수화물로 널리 연구되어 왔습니다. 이눌린의 대사 작용에 관한 최근 리뷰는 장내 미생물 조성 변화, 단쇄지방산 생성, 장 장벽 기능, 면역·대사 신호와의 연계를 종합적으로 설명합니다 [2].

그러나 효소 제품 문서에서 주의해야 할 점은, 이눌리나아제가 건강 효과를 직접 제공하는 성분이 아니라는 것입니다. 이눌리나아제는 원료 전환 공정에 사용되는 가공 보조 효소이며, 소비자가 섭취하는 최종 성분은 효소가 아니라 FOS 또는 FOS가 포함된 식품 원료입니다. 따라서 "이 효소를 사용하면 장 건강 효과가 보장된다"는 식의 표현은 과학적으로도 규제적으로도 부적절합니다.

이눌린 기반 처리가 장내 병원성 세균 정착이나 미생물 생태에 미치는 영향을 탐구한 연구는 기전 이해에 도움을 줍니다. 예를 들어 다제내성 E. coli의 장내 정착에 대한 이눌린 기반 처리를 다룬 연구는 프락탄이 장내 환경과 미생물 상호작용을 통해 영향을 줄 수 있음을 보여주지만, 이는 특정 제품의 인체 효능을 일반화하는 근거가 아니라 기전 연구의 일부로 해석해야 합니다 [7].

완제품 표시에서는 국가별 식품 규정, 사용량, 1회 섭취량, 영양성분 계산, 식이섬유 인정 기준, 건강 강조표현 허용 범위를 별도로 검토해야 합니다. B2B 원료 문서에서는 FOS가 프리바이오틱 소재로 연구되어 왔다는 수준의 근거 기반 표현이 적절하며, 질병 예방·치료 효과를 암시해서는 안 됩니다.



**Figure 5.** 고정화 이눌리나아제 시스템은 촉매를 구조화된 물질 안에 유지 하면서 기질이 효소와 접촉하고 생성물이 반응기 밖으로 빠져나가게 할 수 있다.

## 이눌리나아제 연구가 보여주는 산업적 방향

최근 이눌리나아제 연구는 단순한 효소 발견을 넘어, 효소의 기질 특이성, 열안정성, 발현 조절, 미생물 생산 시스템, 바이오리파이너리 응용으로 확장되고 있습니다. 곰팡이 유래 이눌리나아제의 분포와 전사 조절, 이눌린 바이오리파이너리 응용을 다룬 리뷰는 이 효소군이 식품 원료뿐 아니라 광범위한 프락탄 전환 플랫폼으로 연구되고 있음을 보여줍니다 [1].

*Kluyveromyces marxianus*의 이눌리나아제 유전자 발현 조절 연구는 산업용 미생물에서 이눌린 분해 효소가 어떻게 대사 조절망과 연결되는지 보여주는 사례입니다. 이러한 연구는 특정 상업 제품의 성능을 직접 설명하지는 않지만, 이눌리나아제가 미생물 탄수화물 대사에서 중요한 효소군이라는 생물학적 배경을 제공합니다 [8].

이눌린을 직접 이용해 2,3-부탄디올을 생산하는 *Bacillus velezensis* 연구에서는 막 결합형 및 세포질 이눌리나아제의 협동 작용이 보고되었습니다. 이는 FOS 식품 공정과는 목적 산물이 다르지만, 이눌린을 분해 가능한 탄소원으로 전환하는 데 이눌리나아제가 핵심 역할을 할 수 있음을 보여주는 바이오공정 사례입니다 [9].

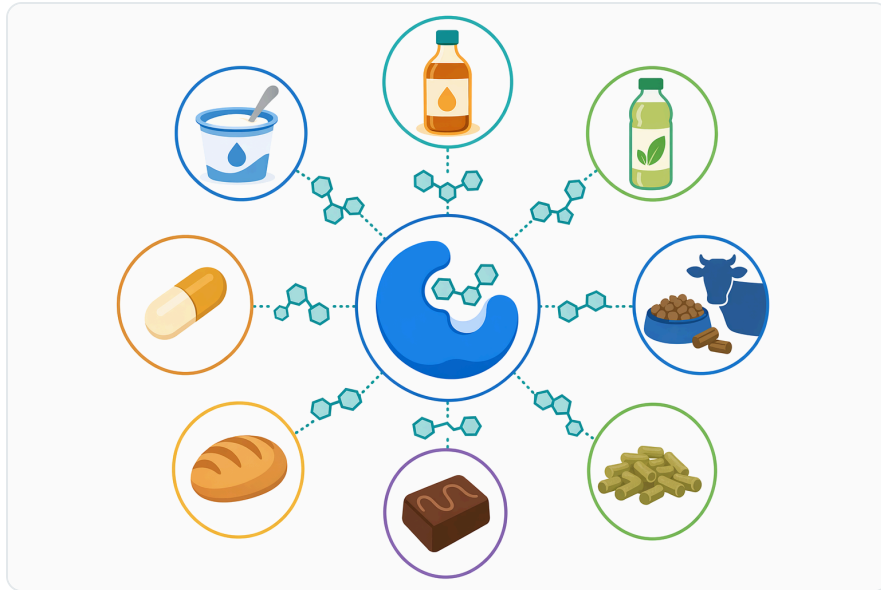
열안정성 엔도이눌리나아제 연구는 FOS 또는 이눌로올리고당 생산에서 효소 안정성이 왜 중요한지 설명합니다. 고품분 원료, 점도 높은 반응액, 열처리와 연결된 식품 공정에서는 효소가 일정 시간 안정적으로 작용해야 조성 재현성을 확보할 수 있기 때문입니다 [3].

## 공정 설계에서 보는 품질 변수

---

FOS 생산 공정에서 중요한 품질 변수는 원료의 프럭탄 조성, 반응 후 올리고당 분포, 잔류 이눌린, 단당류·이당류 비율, 색도, 점도, 수분, 미생물 관리, 보관 안정성입니다. 이 중 이눌리나아제가 직접적으로 영향을 주는 항목은 프럭탄 사슬 길이 분포와 잔류 고분자 이눌린입니다.

효소 반응이 부족하면 긴 사슬 이눌린이 많이 남아 용해성과 여과성이 제한될 수 있습니다. 반대로 반응이 지나치면 FOS로 의도한 범위를 넘어 더 작은 당이 증가할 수 있습니다. 두 경우 모두 최종 제품 사양과 맞지 않을 수 있으므로, 생산자는 목표 조성을 기준으로 반응 종료 지점을 정해야 합니다.



**Figure 6.** 이눌리나아제 처리로 생산된 프락토올리고당은 유제품, 제빵, 제과, 음료, 식물 추출물, 반려동물 식품, 프리바이오틱스 원료 시스템과 관련이 있다.

점도는 단순한 물성 지표가 아니라 공정 운영성과 연결됩니다. 점도가 높으면 열전달과 혼합이 느려지고, 여과나 막분리 공정에서 처리 시간이 늘어날 수 있습니다. 이눌리나아제 처리는 긴 프럭탄 사슬을 줄여 물성을 바꿀 수 있으나, 그 결과는 원료 종류와 반응 설계에 따라 달라집니다.

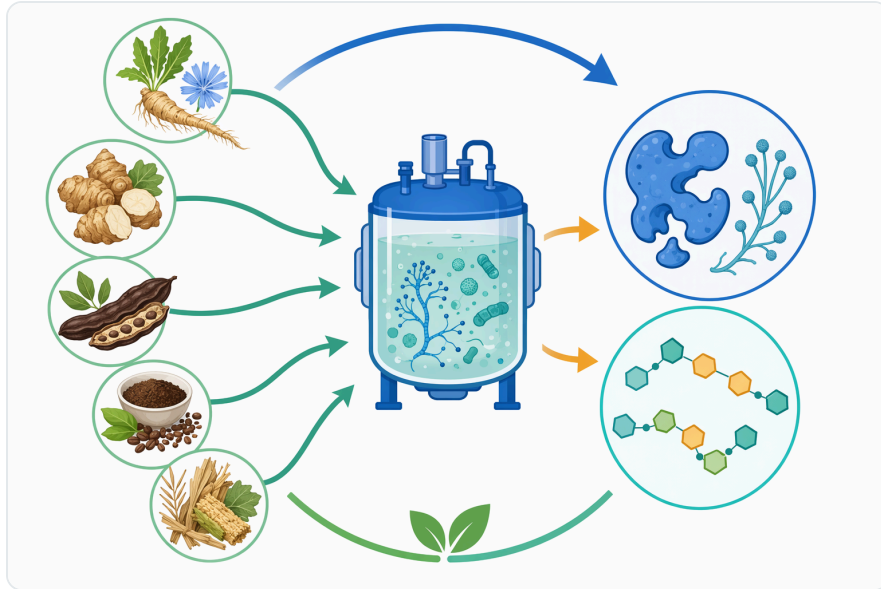
감미 프로파일 역시 조성 의존적입니다. 짧은 당이 늘어나면 단맛이 증가할 수 있지만, FOS 특유의 부드러운 감미와 식이섬유 포지셔닝은 달라질 수 있습니다. 따라서 기능성 감미료 공정에서 이눌리나아제는 단맛을 최대화하는 도구가 아니라, 단맛과 프리바이오틱 원료 특성 사이의 균형을 맞추는 도구로 보는 것이 정확합니다.

## Enzymes.bio 제품 정보의 해석

**Food Grade Inulinase For Fructooligosaccharide Production 100G**라는 제품명은 FOS 생산용 식품 가공 효소로서의 용도를 명확히 보여줍니다. 다만 Enzymes.bio의 공급 방식상 제품은 온라인에서 1kg 단위로 직접 판매되며, 주문과 함께 CoA와 SDS가 제공됩니다. 이 문서는 구매 전후에 공정 원리와 적용 맥락을 이해하기 위한 기술 설명이며, 제조 공정이나 실험실 분석 서비스를 대신하지 않습니다.

Enzymes.bio는 효소를 온라인으로 제공하는 공급업체입니다. 따라서 제품 문서에서 중요한 것은 특정 제조 설비를 보유했다는 식의 설명이 아니라, 사용자가 어떤 효소 기능을 기대할 수 있고 그 기능이 어떤 공정 논리와 연결되는지를 명확히 이해하는 것입니다.

식품용 효소를 사용할 때는 최종 제품의 법적 지위와 표시 책임이 완제품 제조자에게 있다는 점도 분명히 해야 합니다. 효소는 공정 중 사용되는 가공 보조제로 취급될 수 있지만, 국가별 규정과 완제품의 잔류 여부, 원료 표시 기준, 알레르겐·안전 문서 요구사항은 시장마다 다릅니다. 주문 시 제공되는 CoA와 SDS는 내부 문서 관리와 안전 검토에 활용됩니다.



**Figure 7.** 이눌리나아제 연구는 재생 가능한 식물성 탄수화물 자원, 미생물 효소 생산, 고부가가치 올리고당 원료를 연결한다.

## 적용 시 기대할 수 있는 실질적 이점

첫째, 이눌리나아제는 프럭탄 원료의 사슬 길이를 조정해 FOS 조성을 형성하는 데 도움을 줄 수 있습니다. 이는 단순한 원료 분해가 아니라, 기능성 감미료나 프리바이오틱 원료로서의 조성을 설계하는 단계입니다 [1].

둘째, 잔류 고분자 이눌린을 줄이면 여과, 농축, 혼합, 최종 용해성 측면에서 공정 부담이 낮아질 가능성이 있습니다. 특히 시럽 공정에서는 점도와 고형분 거동이 설비 처리량에 직접 영향을 주기 때문에, 효소적 부분 가수분해는 물성 조절 도구가 될 수 있습니다.

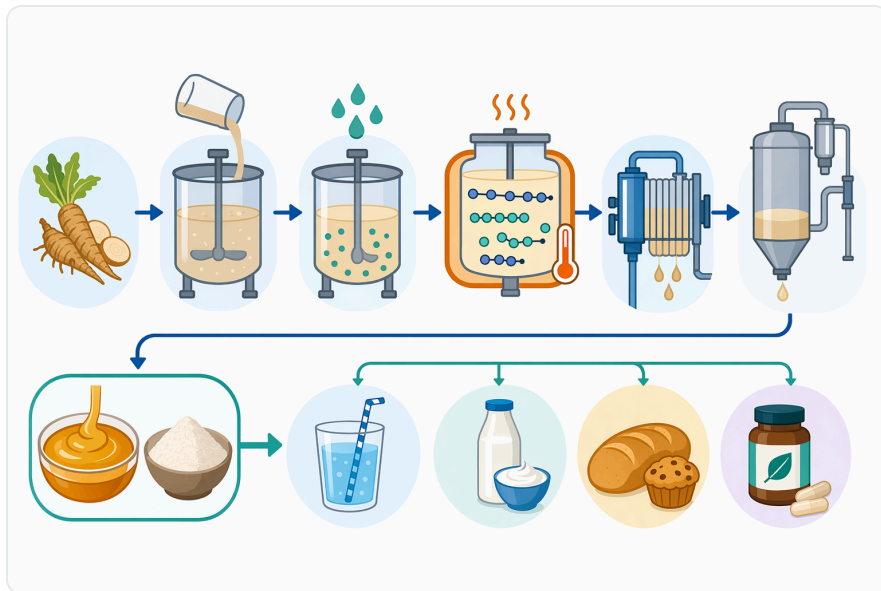
셋째, 효소 공정은 산·열 처리보다 더 선택적인 결합 절단을 기대할 수 있습니다. 이는 색상 변화, 과도한 당화, 원치 않는 부산물 생성을 줄이는 방향으로 공정을 설계할 수 있다는 의미입니다. 다만 효소 반응도 원료와 조건에 따라 결과가 달라지므로, 재현성 있는 배치 운영이 중요합니다 [6].

넷째, FOS 원료는 완제품 개발에서 설탕 대체, 식이섬유 보강, 장내 미생물 관련 포지셔닝, 질감 보정 등을 함께 고려하는 다기능 배합 원료가 될 수 있습니다. FOS와 이눌린의 건강 관련 연구는 이러한 제품 개발 배경을 제공하지만, 최종 표현은 규정에 맞추어 신중하게 해야 합니다 [2].

## 제한점과 과해석을 피해야 할 부분

이눌리나아제는 FOS 생산에 유용한 효소이지만, 모든 프락탄 원료를 동일한 조성으로 바꾸는 만능 도구는 아닙니다. 원료의 평균 사슬 길이, 불순물, 용해성, 고형분 농도, 공정 장비, 반응 종료 방식에 따라 결과가 달라집니다. 같은 효소라도 치커리 이눌린과 농산 부산물 유래 프락탄에서 동일한 FOS 분포가 나온다고 가정해서는 안 됩니다 [5].

또한 FOS가 프리바이오틱 소재로 연구되었다는 사실은, 특정 효소 제품이나 특정 완제품이 건강 효과를 보장한다는 뜻이 아닙니다. 장내 미생물 반응은 개인차가 크고, 섭취량과 식단 배경, 기존 장내 미생물 구성, 완제품 매트릭스에 따라 달라질 수 있습니다. 이눌린 기반 처리가 장내 미생물과 병원성 세균 정착에 영향을 줄 수 있다는 연구도 특정 조건에서의 기전 연구로 해석해야 합니다 [7].



**Figure 8.** 실용적인 이눌리나아제 공정은 수용성 이눌린 원료액을 준비하고, 효소를 분산시키며, 반응 종점을 제어한 뒤, 후속 식품 가공 단계를 적용한다.

소비자 측면에서는 FOS나 이눌린 섭취 시 복부 팽만, 가스, 불편감이 나타날 수 있는 사람도 있습니다. 따라서 완제품 제조자는 배합량, 1회 제공량, 대상 소비자, 표시 문구를 제품 콘셉트와 규제 기준에 맞춰 설계해야 합니다. 이 내용은 효소 제품의 문제가 아니라, 발효성 탄수화물을 포함하는 식품 설계 전반의 고려사항입니다.

## 결론: FOS 조성을 설계하는 프락탄 전환 효소

식품용 이눌리나아제는 이눌린과 기타 프락탄 원료를 FOS 또는 관련 이눌로올리고당 조성으로 전환하는 데 사용되는 효소입니다. 핵심은 “분해”가 아니라 “조성 설계”이며, 목표 사슬 길이, 잔류 이눌린, 단당류 비율, 점도, 후공정 적합성을 함께 관리하는 데 의미가 있습니다 [3].

Enzymes.bio의 **Food Grade Inulinase For Fructooligosaccharide Production 100G**는 이러한 FOS 생산 공정 이해를 바탕으로 검토할 수 있는 식품 가공용 효소 제품입니다. Enzymes.bio는 효소 공급업체로서 온라인 직접 판매 방식을 운영하며, 제품은 1kg 단위로 주문되고 CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다.

FOS와 이눌린은 프리바이오틱 원료, 기능성 감미료,식이섬유 관련 소재로 꾸준히 연구되어 왔지만, 최종 건강·영양 표현은 완제품 조성 및 시장 규정에 따라 별도로 판단해야 합니다. 적절히 설계된 공정에서 이눌리나아제는 프럭탄 원료의 가치를 높이고, FOS 시럽 또는 분말 원료의 감미·물성·기능성 포지셔닝을 정교하게 조정하는 실용적인 효소 도구가 될 수 있습니다 [2].

## Food Grade Inulinase For Fructooligosaccharide Production 100G 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 Inulinase For Fructooligosaccharide Production 100G 구매하기 →](#)

## 참고문헌

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

1. Song, J., Gui, Z., Fang, Y., Qin, Y., Ya-Liu, Chi, Z., & Liu, G. (2025). Distribution and transcriptional regulation of fungal inulinases and their biotechnological applications for inulin biorefinery. *Bioresource Technology*, 133381 .
2. Alonso-Allende, J., Milagro, F., & Aranaz, P. (2024). Health Effects and Mechanisms of Inulin Action in Human Metabolism. *Nutrients*, 16.
3. Gao, Z., Hu, W., Zhu, H., Zou, Y., Jiang, J., Guo, Z., & Yang, F. (2026). Discovery and characterization of a thermophilic endo-inulinase with exceptional thermostability for efficient inulooligosaccharide production. *Journal of Biotechnology*.
4. McCleary, B., Charmier, L. M. J., McKie, V. A., McLoughlin, C., & Rogowski, A. (2019). Determination of Fructan (Inulin, FOS, Levan, and Branched Fructan) in Animal Food (Animal Feed, Pet Food, and Ingredients): Single-Laboratory Validation, First Action 2018.07. *Journal of AOAC International*, 102 3, 883-892 .
5. Gómez, B., Míguez, B., Yáñez, R., & Alonso, J. (2017). Extraction of Oligosaccharides With Prebiotic Properties From Agro-Industrial Wastes.

6. Kumar, A., Dhiman, S., Krishan, B., Samtiya, M., Kumari, A., Pathak, N., Kumari, A., ... et al. (2024). Microbial enzymes and major applications in the food industry: a concise review. *Food Production, Processing and Nutrition*, 6.
7. Ishnaiwer, M., Bastard, Q. L., Naour, M., Zeman, M., Dailly, É., Montassier, E., Batard, E., ... et al. (2024). Efficacy of an inulin-based treatment on intestinal colonization by multidrug-resistant E. coli: insight into the mechanism of action. *Gut microbes*, 16.
8. Li, F., Wang, M., Chi, Z., Zhang, Z., Wang, X., Xing, M., Chi, Z., ... et al. (2022). A novel transcriptional activation mechanism of inulinase gene in Kluyveromyces marxianus involving a glycolysis regulator KmGcr1p with unique and functional Q-rich repeats. *Molecular Microbiology*, 117, 1063 - 1079.
9. Armenova, N., Tsigoriyna, L., Petrova, P., & Petrov, K. (2025). Direct microbial production of 2,3-Butanediol from inulin by Bacillus velezensis R22 through the synergistic action of membrane and cytoplasmic inulinases. *Bioresource Technology*, 132057 .


## 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