

# 열안정성 알파-아밀라아제 액상 효소: 전분 가수분해·액화 공정용 Thermostable Alpha Amylase

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

**Thermostable Alpha Amylase Enzyme Liquid For Starch Hydrolysis Processing**는 전분 슬러리나 젤라틴화 전분의 내부  $\alpha$ -1,4 글리코시드 결합을 절단해 점도를 빠르게 낮추는 액상 열안정성 알파-아밀라아제입니다. 이 효소는 전분을 곧바로 포도당으로 완전 전환하는 제품이라기보다, 고분자 전분을 덱스트린과 말토올리고당으로 액화해 후속 당화, 발효, 여과, 추출, 건조 공정이 진행되기 쉬운 상태로 만드는 공정 효소로 이해하는 것이 정확합니다. 열안정성 특성은 전분이 팽윤·젤라틴화되는 고온 영역에서 효소 반응을 연결해야 하는 전분 가공, 포도당 시럽, 바이오에탄올, 양조·증류, 식품 소재 공정에서 특히 중요합니다 <sup>[1]</sup>.

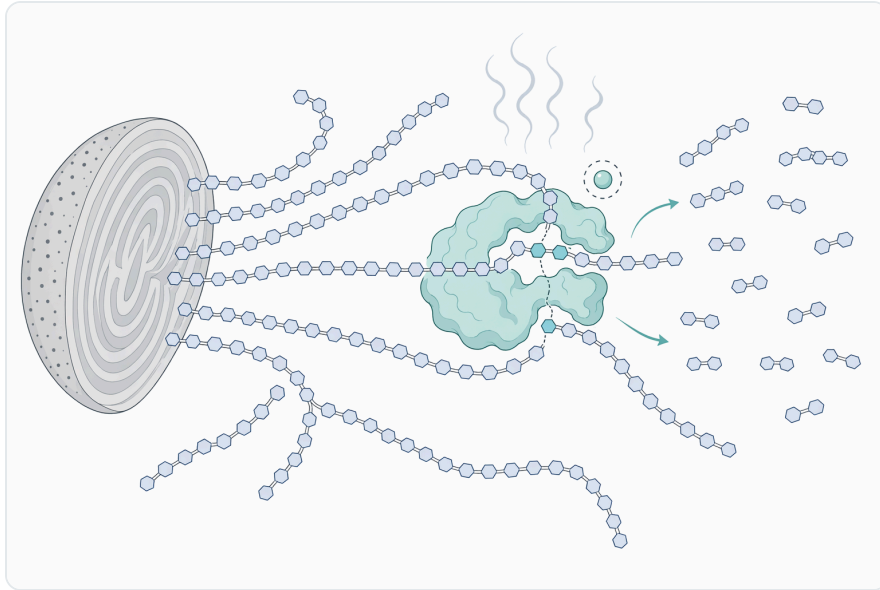
Enzymes.bio는 이 제품을 공급하는 온라인 효소 공급업체이며, 제조사나 시험기관이 아닙니다. 제품은 1kg 단위로 온라인에서 직접 구매할 수 있고, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

## 전분 가수분해 공정에서 이 효소가 하는 일

전분은 주로 직선형 아밀로스과 가지형 아밀로펙틴으로 구성된 식물성 저장 다당류입니다. 냉수에서는 입자 형태로 비교적 안정하지만, 물과 함께 가열하면 전분 입자가 팽윤하고 결정성이 무너지며 젤라틴화가 일어납니다. 이때 긴 고분자 사슬이 물을 붙잡고 서로 얽히면서 슬러리의 점도가 급격히 올라가고, 고형분이 높은 공정에서는 펌프 이송, 균일 가열, 교반, 열교환, 여과가 모두 어려워질 수 있습니다. 열안정성 알파-아밀라아제는 이 고점도 구간에서 전분 사슬 내부를 절단해 분자량을 낮추고, 전분 페이스트를 흐름성이 좋은 덱스트린 용액으로 바꾸는 역할을 합니다 <sup>[2]</sup>.

효소학적으로 알파-아밀라아제는 전분의  $\alpha$ -1,4-D-글리코시드 결합을 내부에서 가수분해하는 endo-acting 효소입니다. 말단에서 포도당을 하나씩 떼어내는 방식이 아니라 사슬 중간을 여러 지점에서 자르기 때문에, 반응 초기에는 환원당 증가보다 점도 감소가 더 눈에 띄는 경우가 많습니다. 이 점이 알파-아밀라아제를 "액화 효소"로 부르는 이유입니다. 산업적으로 중요한 것은 단순한 전분 분해 여부가 아니라, 전분이 젤라틴화되어 가장 다루기 어려운 순간에 효소가 충분히 작동해 물성 변화를 유도할 수 있는지입니다 <sup>[3]</sup>.

열안정성 알파-아밀라아제는 일반적으로 Bacillus, Geobacillus, Aeribacillus 등 고온 환경 또는 산업 조건에 적응한 미생물 유래 효소 연구에서 자주 다뤄집니다. 예를 들어 Bacillus mojavensis SO-10 유래 원전분 분해성 열안정성  $\alpha$ -아밀라아제, Aeribacillus pallidus BTPS-2 유래 전분 액화  $\alpha$ -아밀라아제, Geobacillus sp. DS3 유래 열안정성  $\alpha$ -아밀라아제 연구는 모두 고온 전분 가공에 적합한 효소 특성을 중심으로 보고되었습니다 [1], [3], [4]. 특정 제품의 조건을 이들 논문 수치로 단정할 수는 없지만, 전분 산업에서 내열성 알파-아밀라아제가 중요한 이유를 보여주는 근거로는 충분합니다.



**Figure 1.** 내열성 알파아밀라아제는 호화된 아밀로스 및 아밀로펙틴 내부의  $\alpha$ -1,4 결합을 엔도 방식으로 절단해 더 짧은 덱스트린을 형성함으로써 전분 슬러리의 점도를 낮춘다.

## 액화, 당화, 완전 분해는 같은 말이 아니다

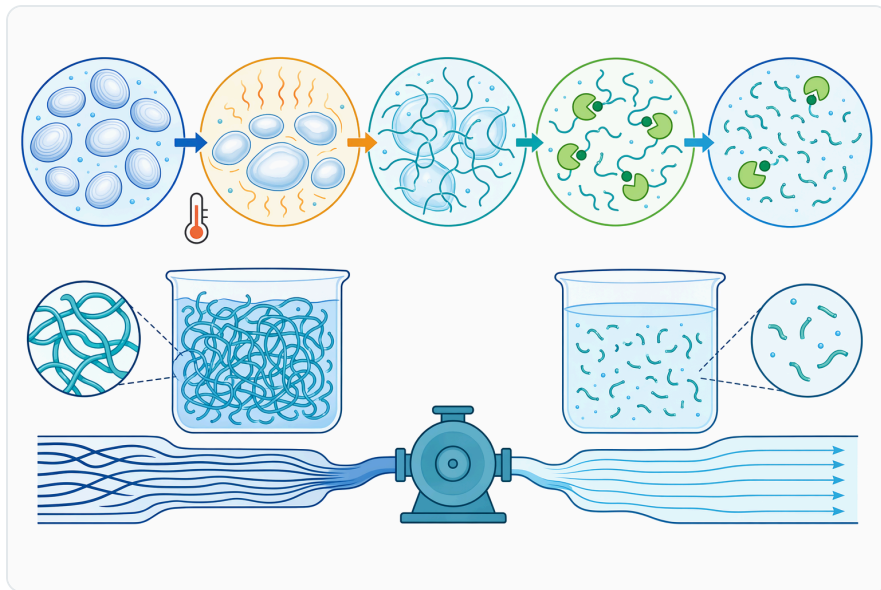
전분 가공에서 “가수분해”라는 말은 넓게 쓰이지만, 실제 공정에서는 액화와 당화를 구분해야 합니다. 액화는 긴 전분 사슬을 덱스트린 수준으로 잘라 점도를 낮추는 단계입니다. 당화는 이 덱스트린을 포도당, 말토스 또는 목포 당 조성으로 더 작게 전환하는 단계입니다. 열안정성 알파-아밀라아제는 주로 첫 번째 단계, 즉 고점도 전분을 처리 가능한 액상 중간체로 바꾸는 데 강점을 갖습니다 [5].

포도당 시럽이나 발효용 당액을 만들 때는 알파-아밀라아제만으로 충분하지 않은 경우가 많습니다. 알파-아밀라아제는  $\alpha$ -1,4 결합을 내부 절단하지만, 아밀로펙틴 가지점의  $\alpha$ -1,6 결합을 효율적으로 제거하는 효소는 아닙니다. 높은 포도당 수율이나 특정 당 조성을 목표로 할 때는 글루코아밀라아제, 풀룰라나아제 같은 후속 효소가 함께 고려됩니다. 2024년 포도당 시럽 생산에 관한 체계적 검토에서도 전분 원료, 효소 조합, 산 가수분해와 효소 공정의 차이가 최종 당 조성에 직접 영향을 주는 핵심 변수로 정리됩니다 [5].

이 구분은 구매와 적용 설명에서도 중요합니다. Thermostable Alpha Amylase Enzyme Liquid For Starch Hydrolysis Processing은 “전분을 바로 최종 포도당 시럽으로 만드는 단일 효소”가 아니라, 전분 가수분해 공정의 앞단에서 점도를 낮추고 기질 접근성을 높이는 액상 알파-아밀라아제입니다. 후속 목적이 발효라면 발효 미생물이 이용할 수 있는 당 조성이 중요하고, 식품 소재라면 덱스트린 길이와 점도, 색, 감미, 열 안정성 등이 중요해집니다. 따라서 알파-아밀라아제의 역할은 최종 제품 규격을 대신 결정하는 것이 아니라, 전분 공정의 물성 병목을 줄이는 출발점으로 보는 편이 정확합니다 [6].

## 열안정성이 중요한 이유: 전분 젤라틴화와 효소 반응의 시간차를 줄인다

전분 입자는 식물 원료에 따라 젤라틴화 온도 범위와 팽윤 양상이 다릅니다. 옥수수, 밀, 카사바, 감자, 고구마, 타로, 쌀 등은 아밀로스 함량, 아밀로펙틴 가지 구조, 입자 크기, 결정형, 지질-아밀로스 복합체 존재 여부가 달라 효소 접근성이 다르게 나타납니다. 2024년 전분 분자 구조와 효소 가수분해 효율의 관계를 분석한 연구는 전분의 분자 형태와 사슬 배열이 효소 반응성에 영향을 준다는 점을 강조합니다 [2].



**Figure 2.** 가열은 전분 사슬에 대한 접근성을 높여 알파아밀라아제가 길고 얽힌 중합체를 더 짧고 용해성 있는 조각으로 전환할 수 있게 한다.

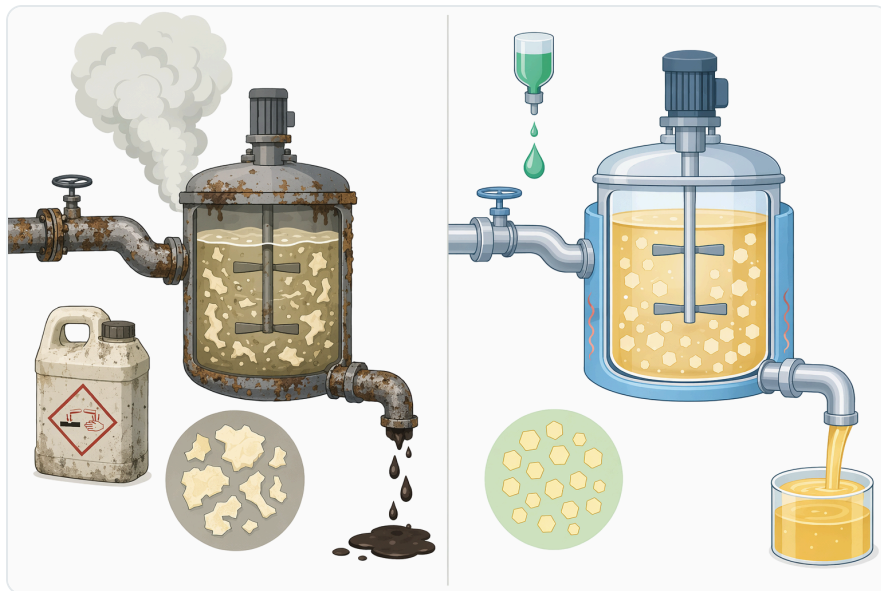
고온 액화 공정에서는 전분이 충분히 열을 받아 팽윤·젤라틴화된 뒤 효소가 작동해야 합니다. 그러나 효소가 열에 약하면 전분이 효소 접근 가능한 상태가 되는 시점에 이미 효소 활성이 손실될 수 있습니다. 열안정성 알파-아밀라아제는 이 시간차를 줄이는 데 의미가 있습니다. *Bacillus laterosporus*, *Bacillus subtilis*, *Geobacillus* sp. 등에서 보고된 열안정성  $\alpha$ -아밀라아제 연구는 전분 액화용 효소에서 온도 안정성이 반복적으로 최적화 대상이 되는 이유를 보여줍니다 [7], [8], [4].

다만 “thermostable”은 무제한 고온에서 영구적으로 작동한다는 뜻이 아닙니다. 효소는 단백질이므로 온도, pH, 체류 시간, 금속 이온, 염, 원료 불순물, 전단 조건, 건물 함량에 따라 구조 안정성과 반응 속도가 달라집니다. 같은 알파-아밀라아제라도 기원 미생물, 아미노산 서열, 칼슘 결합 부위, 표면 전하, 제형 안정화 방식에 따라 실제 공정 반응성이 달라질 수 있습니다. 따라서 열안정성이라는 표현은 “고온 전분 액화에 맞춘 효소군의 특성”으로 이해해야 하며, 모든 원료와 모든 조건에서 동일한 결과를 보장한다는 의미는 아닙니다 [1].

## 작동 메커니즘: $\alpha$ -1,4 결합 절단이 점도를 낮추는 과정

전분 페이스트의 높은 점도는 단순히 고형분이 많기 때문만은 아닙니다. 젤라틴화된 전분에서는 긴 아미로스 사슬과 가지형 아미로펙틴 분자가 물을 포획하고, 분자 간 얽힘과 수소결합 네트워크를 형성합니다. 알파-아밀라아제가 내부  $\alpha$ -1,4 결합을 절단하면 평균 사슬 길이가 짧아지고, 분자 간 얽힘이 감소하며, 동일한 고형분에서도 유체가 더 쉽게 흐르게 됩니다. 이 변화가 액화 공정에서 가장 먼저 체감되는 효과입니다 [9].

반응 산물은 원료 전분과 반응 조건에 따라 덱스트린, 말토올리고당, 말토스 등으로 다양하게 형성됩니다. 알파-아밀라아제는 가지점 자체를 주 표적으로 삼지 않기 때문에, 아미로펙틴의  $\alpha$ -1,6 결합 주변에는 제한 덱스트린이 남을 수 있습니다. 이 제한 덱스트린은 포도당 시럽 생산에서는 후속 당화 효소의 기질이 되고, 식품 소재에서는 점도, 바디감, 발효성, 소화성에 영향을 주는 중간체가 됩니다. 다공성 전분 제조 연구에서도  $\alpha$ -아밀라아제와 글루코아밀라아제 조합은 전분 입자 표면과 내부 구조를 선택적으로 변화시키는 방식으로 활용되었습니다 [10].



**Figure 3.** 전분분해 효소들은 각각 서로 다른 역할을 하며, 내열성 알파아밀라아제는 글루코아밀라아제나 가지제거 효소 등이 추가 당화를 진행하기 전에 액화를 담당한다.

전분 입자의 물리적 접근성도 중요합니다. 원전분은 결정성 영역과 비결정성 영역이 공존하며, 효소는 대체로 비결정성 또는 손상된 영역에 먼저 접근하기 쉽습니다. 반대로 아밀로스-지질 복합체나 저항전분 구조가 강하면 효소가 결합하거나 침투하기 어려워집니다. RS-5 저항전분의 효소 가수분해 저항성 연구는 전분 내부 복합체 형성과 분자 배열이  $\alpha$ -아밀라아제 접근성을 낮출 수 있음을 보여줍니다 [11].

## 전분 원료별 반응 차이를 이해해야 하는 이유

옥수수 전분과 카사바 전분은 같은 전분이라도 공정에서 다르게 행동합니다. 옥수수 전분은 산업적으로 널리 쓰이고 원료 공급성이 높지만, 품종과 전처리에 따라 아밀로스 함량과 입자 손상도가 달라집니다. 카사바 또는 타피오카 전분은 비교적 투명한 페이스트와 부드러운 점도 특성으로 식품·소재 분야에서 선호되지만, 입자 구조와 가공 이력에 따라 효소 가수분해 속도가 달라질 수 있습니다. 타피오카 전분의 고주파 공기 저온 플라즈마 전처리 연구는 물리적 구조 교란이 효소 가수분해와 화학적 변성 반응을 촉진할 수 있음을 보고했습니다 [12].

타로, 칩, 애로루트 같은 비전통 전분 원료도 효소 가수분해 연구 대상입니다. *Colocasia esculenta* 전분에서 포도당 시럽 추출을 최적화한 연구와 애로루트 전분에서  $\alpha$ -아밀라아제·글루코아밀라아제로 다공성 전분을 제조한 연구는 원료별 전분 구조가 효소 공정 설계에 직접 영향을 준다는 점을 보여줍니다 [13], [10]. 이는 열안정성 알파-아밀라아제가 다양한 전분 원료에 적용될 수 있더라도, 각 원료의 젤라틴화, 입자 구조, 아밀로스 함량, 전처리 이력에 따라 액화 속도와 최종 물성이 달라진다는 뜻입니다.

최근에는 전분을 단순히 포도당으로 바꾸는 것뿐 아니라, 미세다공성 전분, 냉동 반죽 안정화 소재, 흡착성 식품 소재, 기능성 탄수화물로 전환하는 연구도 늘고 있습니다. 옥수수 미세다공성 전분 입자의 효소 가수분해 시간에 따른 구조와 냉동 반죽 적용 연구는  $\alpha$ -아밀라아제 처리가 전분 표면, 기공, 수분 보유, 반죽 물성에 영향을 줄 수 있음을 보여줍니다 [14]. 따라서 "전분 가수분해"는 포도당 생산만이 아니라, 전분 구조를 의도적으로 조절하는 소재 공정까지 포함하는 넓은 분야입니다.

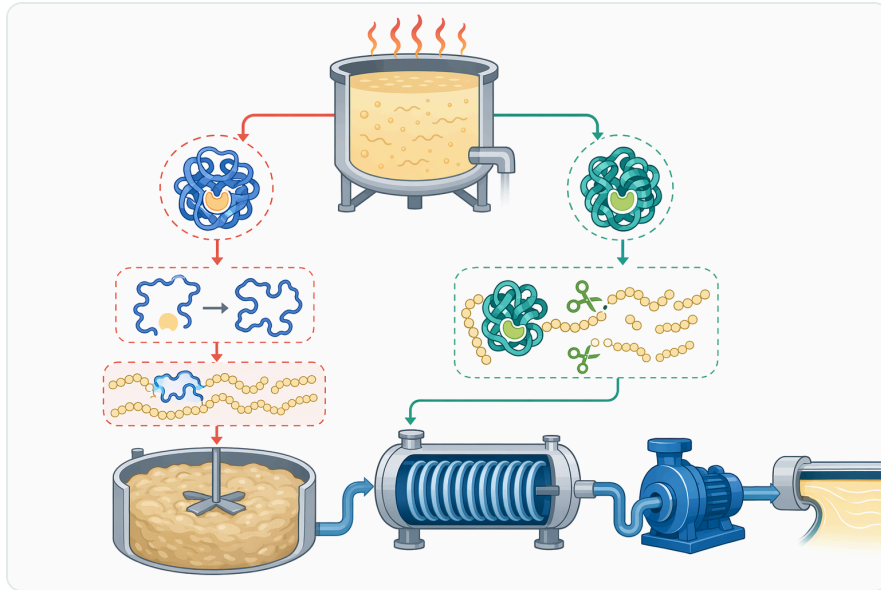


Figure 4. 내열성은 전분이 호화되고 점도 조절이 가장 필요한 고온 단계에서 효소가 촉매 활성을 지닌 접힌 구조를 유지하도록 돕는다.

## 주요 응용 분야와 공정상 의미

### 전분 액화 및 포도당 시럽 전처리

가장 직접적인 적용은 옥수수, 밀, 쌀, 카사바, 감자, 고구마 등 전분질 원료의 액화입니다. 이 단계에서 열안정성 알파-아밀라아제는 고분자 전분을 덱스트린화해 점도를 낮추고, 이후 글루코아밀라아제 등 당화 효소가 작동하기 쉬운 기질을 만듭니다. 포도당 시럽 생산 연구에서는 효소법이 산 가수분해와 달리 더 선택적인 결합 절단과 조건 제어가 가능하다는 점이 반복적으로 다뤄지며, 원료와 효소 조합이 수율과 당 조성을 결정합니다 [5].

### 바이오에탄올 및 발효용 당액

바이오에탄올, 유기산, 아미노산, 효모 배양 같은 발효 공정에서는 전분을 미생물이 이용 가능한 당으로 전환해야 합니다. 알파-아밀라아제는 발효균을 대신해 당을 소비하지 않지만, 발효 전 고점도 전분 매시를 액화해 후속 당화와 발효가 가능한 흐름을 만듭니다. 고형분이 높은 매시는 열전달과 혼합이 어려워 국부 과열이나 불균일 당화가 발생하기 쉬운데, 액화 단계에서 점도 저감이 이루어지면 공정 제어가 쉬워집니다. 유전 알고리즘을 활용한 옥수수 전분 효소 가수분해 최적화 연구도 전분 농도, 효소 처리, 반응 조건이 포도당 시럽 생산에 복합적으로 작용함을 보여줍니다 [6].

### 양조·증류와 곡물 매시 처리

양조와 증류에서는 맥아 자체 효소력에 의존하는 경우도 있지만, 부원료 비율이 높거나 원료 전분이 충분히 분해되지 않는 경우 외부 알파-아밀라아제의 역할이 커집니다. 쌀, 옥수수, 수수, 밀 등의 전분질 원료는 젤라틴화 후 액화되어야 당화 효소나 맥아 효소가 접근하기 쉽습니다. 열안정성 알파-

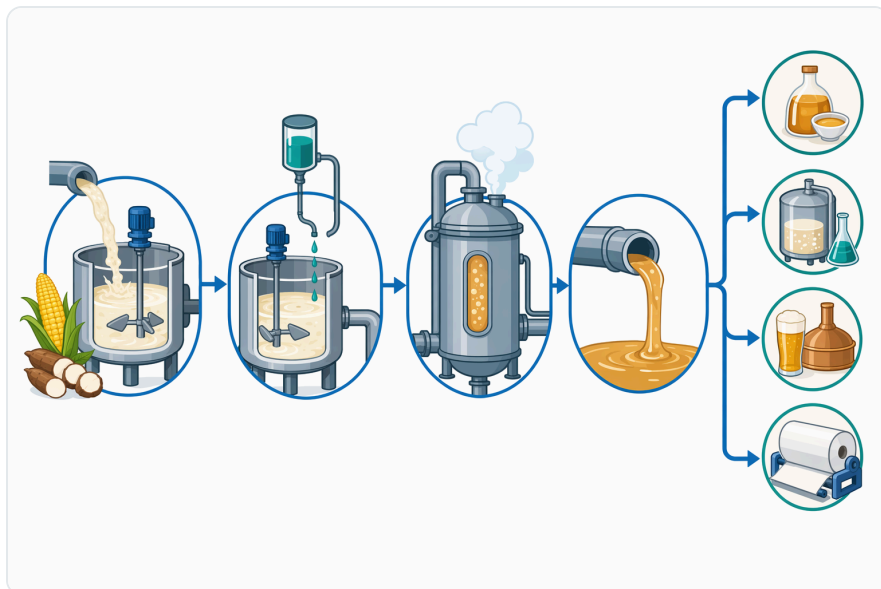
아밀라아제는 고온 조리 또는 전처리 단계와 연결될 수 있어, 매시 점도 저감과 균일한 전분 분해에 기여합니다. 다만 최종 발효성 당 조성은 알파-아밀라아제 단독이 아니라 당화 효소, 맥아 효소, 원료 배합, 발효 조건이 함께 결정합니다 [15].

### 식품 소재, 음료, 식물 추출

식물 추출물, 곡물 음료, 전분 함유 과채 가공에서는 잔류 전분이 탁도, 침전, 여과 지연, 농축 중 점도 상승을 유발할 수 있습니다. 알파-아밀라아제 처리는 전분성 혼탁을 낮추고, 여과성을 개선하며, 농축이나 건조 전 액상의 흐름성을 개선하는 데 활용될 수 있습니다. 오토 밀크의 알파-아밀라아제 유형과 효소 활성화 시간이 관능 및 물리화학적 특성에 미치는 영향을 다룬 연구는 곡물 음료에서 전분 분해가 점도, 단맛 인식, 질감에 영향을 줄 수 있음을 보여줍니다 [16].

### 제빵 및 곡물 가공과의 관계

알파-아밀라아제는 제빵에서도 잘 알려진 효소입니다. 손상 전분을 분해해 효모가 이용할 당을 제공하고, 굽는 동안 색 형성, 부피, 크럼 조직에 영향을 줄 수 있습니다. 그러나 제빵용 알파-아밀라아제와 고온 전분 액화용 열안정성 알파-아밀라아제는 같은 방식으로 다루어는 안 됩니다. 제빵에서는 굽는 과정에서 적절히 불활성화되는 특성이 중요할 수 있고, 과도한 잔존 활성은 끈적한 조직을 유발할 수 있습니다. 밀빵에서 열안정성 셀룰라아제와 알파-아밀라아제를 처리한 연구는 효소가 빵의 물리적, 영양적, 관능적 특성에 영향을 줄 수 있음을 보여주지만, 이는 전분 액화 공정과는 목표가 다릅니다 [17].



**Figure 5.** 일반적인 전분 전환 과정은 가열 조리 또는 호화, 내열성 알파아밀라아제에 의한 액화, 그리고 선택적인 후속 당화, 발효, 원료 활용 또는 전분 변성을 포함한다.

## 알파-아밀라아제, 글루코아밀라아제, 산 가수분해 비교

구분	주된 작용	전분 공정에서의 역할	장점	한계
열안정성 알파-아밀라아제	전분 내부 $\alpha$ -1,4 결합을 endo 방식으로 절단	고온 액화, 점도 저감, 덱스트린화	반응 초기에 점도 감소가 빠르고 고온 전분 페이스트 처리에 적합	단독으로 높은 포도당 조성을 만들기 어렵고 $\alpha$ -1,6 가지점 처리가 제한적
글루코아밀라아제	비환원 말단에서 포도당 단위 방출	액화 후 당화, 포도당 증가	포도당 중심 당액 생산에 중요	고분자 전분을 바로 처리하면 점도와 접근성 문제가 남을 수 있음
탈분지 효소	$\alpha$ -1,6 가지 결합 절단	제한 덱스트린 감소, 당화 보조	아밀로펙틴 가지 구조 처리에 유리	단독 액화 효소로 보기 어렵고 조합 설계가 필요
산 가수분해	산성 조건에서 비선택적 결합 절단	전통적 전분 분해 또는 변성	효소 없이도 반응 가능	선택성이 낮고 부산물, 색, 염, 장비 부식, 조건 제어 문제가 생길 수 있음

이 비교에서 핵심은 열안정성 알파-아밀라아제가 “전분 가공의 첫 병목”을 해결한다는 점입니다. 즉, 고분자 전분을 낮은 점도의 액상 기질로 바꾸는 데 강점이 있습니다. 반면 최종 포도당 함량, 발효성, 감미도, 덱스트린 분포는 후속 효소와 조건에 의해 크게 달라집니다. 포도당 시럽 생산에 관한 최근 문헌도 효소적 방법과 산 가수분해의 차이를 단순 수율 문제가 아니라 선택성, 원료별 적합성, 공정 제어 관점에서 비교합니다 [5].

### 공정 변수: 온도, pH, 고형분, 전처리의 영향

열안정성 알파-아밀라아제의 성능은 효소 자체만으로 결정되지 않습니다. 전분 슬러리의 고형분이 높을수록 점도 저감 효과는 중요해지지만, 동시에 효소와 기질의 접촉이 어려워질 수 있습니다. 충분한 수화와 균일한 열처리 없이 효소를 투입하면 전분 입자 내부가 반응에 참여하지 못하고, 반대로 과도한 열 이력은 효소 안정성을 낮출 수 있습니다. 따라서 공정에서는 전분의 팽윤 상태, 혼합 강도, 체류 시간, 열전달 균일성이 함께 고려됩니다 [2].

pH 역시 효소 구조의 전하 분포와 활성 부위의 산·염기 촉매 기능에 영향을 줍니다. 알파-아밀라아제의 촉매 과정은 글리코시드 결합 주변의 기질 배치와 활성 부위 잔기의 양성자 전달에 의존하므로, pH가 맞지 않으면 기질 결합과 절단 속도가 모두 떨어질 수 있습니다. 다만 구체적인 최적 pH는

효소 기원과 제형에 따라 다르므로, 모든 열안정성 알파-아밀라아제에 단일 수치를 적용하는 것은 적절하지 않습니다. Bacillus 및 기타 미생물 유래 열안정성 효소 생산 조건 최적화 연구들이 서로 다른 균주와 조건을 다루는 이유도 여기에 있습니다 [15], [7].

전처리는 효소 접근성을 크게 바꿉니다. 물리적 전처리로 전분 입자의 표면이 손상되거나 결정성이 낮아지면 효소가 내부로 접근하기 쉬워질 수 있습니다. 반대로 지질 복합체나 강한 재결정화가 일어나면 저항성이 증가합니다. 임계 용융-동결 전처리가 다공성 전분 제조를 위한 효소 가수분해를 향상시킨다는 연구는, 전분 구조의 부분적 약화와 표면 변형이 효소 반응을 촉진할 수 있음을 보여줍니다 [18].



**Figure 6.** 내열성 알파아밀라아제는 전분 액화, 덱스트린 공정 흐름, 카사바 및 곡물 가공, 다공성 전분 생산, 섬유 호발 제거, 전분이 풍부한 폐기물 처리 등 다양한 분야에 적용된다.

## 열안정성 알파-아밀라아제를 사용할 때 기대할 수 있는 공정 효과

가장 직접적인 효과는 점도 감소입니다. 고점도 전분 페이스트가 낮은 점도의 덱스트린 용액으로 바뀌면 펌프 부하가 줄고, 교반 사각지대가 줄어들며, 열전달이 더 균일해질 수 있습니다. 이는 고품분 전분 공정에서 특히 중요합니다. 점도가 낮아진다는 것은 단순히 액상이 묽어진다는 의미를 넘어, 후속 효소가 기질에 접근할 수 있는 표면과 확산 경로가 늘어난다는 의미도 포함합니다 [10].

두 번째 효과는 후속 당화의 기반 형성입니다. 글루코아밀라아제나 기타 당화 효소는 전분 고분자보다 덱스트린화된 기질에서 더 효율적으로 작동할 수 있습니다. 알파-아밀라아제 액화가 충분하지 않으면 당화 단계에서 반응이 느려지거나, 점도 때문에 혼합과 온도 제어가 불안정해질 수 있습니다. 따라서 알파-아밀라아제는 최종 당을 직접 완성하는 효소라기보다, 최종 당 조성을 만들기 위한 전처리 효소입니다 [6].

세 번째 효과는 원료 활용 범위의 확대입니다. 전분질 부산물, 곡물 분쇄물, 뿌리작물 전분, 식물 추출 잔류 전분 등은 원료마다 입도와 구조가 다르지만, 액화 단계가 안정적이면 후속 공정에서 더 일관된 물성을 확보할 수 있습니다. Bacillus licheniformis를 이용한 포멜로 알베도 기반 알파-아밀라아제 생산 연구처럼, 최근 연구는 효소 생산뿐 아니라 농산 부산물과 전분질 바이오매스를 효소 공정에 연결하는 방향으로도 확장되고 있습니다 [19].

## 한계와 오해: “열안정성”과 “전분 가수분해”를 과장하지 않기

열안정성 알파-아밀라아제는 전분 액화에 강력한 도구이지만, 모든 전분을 같은 속도로 분해하지는 않습니다. 저항전분, 아밀로스-지질 복합체, 고결정성 입자, 불충분하게 젤라틴화된 전분은 효소 접근성이 낮을 수 있습니다. RS-5 저항전분 연구처럼 전분의 복합체 구조는 효소 가수분해에 대한 저항성을 높일 수 있으며, 이는 효소량만 늘린다고 항상 해결되는 문제가 아닙니다 [11].



**Figure 7.** 전분이 풍부한 다양한 기질은 동일한  $\alpha$ -1,4 결합 절단 화학 반응을 거치면서도 용도별 가공 결과를 만들어낼 수 있다.

또한 알파-아밀라아제는 제품의 최종 감미도나 발효 수율을 단독으로 보장하지 않습니다. 포도당 시럽, 맥주, 증류주, 발효용 당액, 곡물 음료는 모두 목표 당 조성도와 물성이 다릅니다. 액화가 너무 약하면 점도 문제가 남고, 너무 강하거나 후속 당화와 맞지 않으면 원하는 덱스트린 프로파일이 달라질 수 있습니다. 전분 가수분해 시간에 따라 미세다공성 전분의 구조와 응용성이 달라진다는 연구는 효소 반응의 “정도”가 최종 소재 특성을 좌우한다는 점을 잘 보여줍니다 [14].

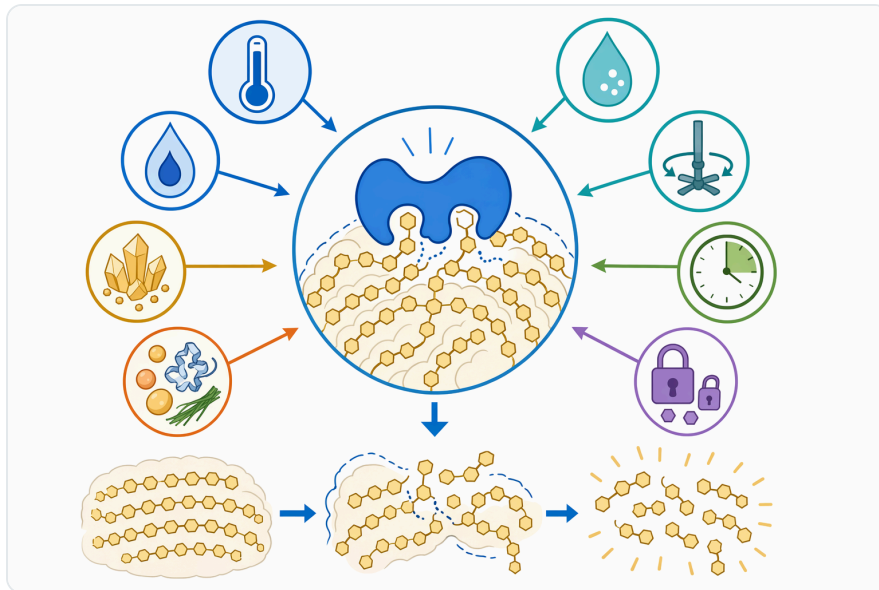
마지막으로, 연구 문헌에 보고된 특정 효소의 온도 안정성이나 반응 특성을 이 제품에 그대로 대입해서는 안 됩니다. 문헌은 열안정성 알파-아밀라아제라는 효소군의 과학적 배경과 산업적 의미를 설명하는 근거이며, 특정 상용 제품의 모든 적용 결과를 대신하지 않습니다. Enzymes.bio는 제품을 온

라인으로 공급하는 역할을 하며, 제조사나 분석 실험실로서 특정 공정 성능을 보증하는 위치가 아닙니다.

## Enzymes.bio에서의 제품 이해

Thermostable Alpha Amylase Enzyme Liquid For Starch Hydrolysis Processing은 전분 가수분해 공정에서 고온 액화, 점도 저감, 후속 당화 준비를 목적으로 검토할 수 있는 액상 효소입니다. 적용 분야는 전분 액화, 포도당 시럽 전처리, 발효용 당액, 바이오에탄올, 양조·증류, 곡물 음료, 식물 추출, 전분 기반 소재 가공처럼 전분의 물성과 분해성이 공정 성능에 영향을 주는 영역입니다. 제품은 1kg 단위로 온라인에서 직접 구매할 수 있으며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

이 제품을 이해할 때 가장 중요한 표현은 "열안정성", "알파-아밀라아제", "액상", "전분 가수분해", "액화"입니다. 열안정성은 젤라틴화 전분을 다루는 고온 공정과의 적합성을 의미하고, 알파-아밀라아제는  $\alpha$ -1,4 결합을 내부 절단하는 효소학적 기능을 의미합니다. 액상 제형은 계량과 혼합이 쉬운 공급 형태를 뜻하며, 전분 가수분해 공정에서는 주로 점도 저감과 덱스트린화를 통해 후속 단계를 준비하는 역할을 합니다 [1].



**Figure 8.** 알파아밀라아제의 성능은 기질 접근성과 열 이력, pH, 혼합, 수분, 저해 물질, 비전분 성분 등 기질 매트릭스 조건에 따라 달라진다.

## 결론: 고점도 전분을 처리 가능한 기질로 바꾸는 액화 중심 효소

Thermostable Alpha Amylase Enzyme Liquid For Starch Hydrolysis Processing은 고온 전분 가수분해 공정에서 전분 사슬 내부  $\alpha$ -1,4 결합을 절단해 점도를 낮추고, 덱스트린화된 중간체를 만드는 열안정성 액상 알파-아밀라아제입니다. 이 효소의 실무적 가치는 전분을 즉시 최종 포도당으로 바꾸는

데 있는 것이 아니라, 전분 젤라틴화로 발생하는 고점도 병목을 줄이고 후속 당화·발효·여과·추출 공정이 진행될 수 있는 물성 조건을 만드는 데 있습니다 [3].

전분 원료의 종류, 젤라틴화 정도, 분자 구조, 전처리, pH, 온도, 고형분, 후속 효소 조합에 따라 결과는 달라질 수 있습니다. 연구 문헌은 Bacillus, Geobacillus, Aeribacillus 등 다양한 미생물 유래 열안정성  $\alpha$ -아밀라아제가 전분 액화와 산업적 가수분해에 중요한 효소군임을 뒷받침하지만, 특정 제품의 적용 결과는 실제 공정 조건과 목표 제품에 맞춰 해석해야 합니다 [8], [4].

따라서 이 제품은 전분 가공에서 “완전 당화용 만능 효소”가 아니라, 고온에서 전분을 낮은 점도의 반응성 기질로 전환하는 액화 중심 공정 효소로 정의하는 것이 가장 정확합니다. Enzymes.bio는 해당 효소를 1kg 단위 온라인 판매 형태로 공급하며, 주문 시 CoA와 SDS를 함께 제공합니다.

## Thermostable Alpha Amylase Enzyme Liquid For Starch Hydrolysis Processing 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.

[Thermostable Alpha Amylase Enzyme Liquid For Starch Hydrolysis Processing 구매하기 →](#)

## 참고문헌

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

1. Özdemir, S., Fincan, S., Karakaya, A., & Enez, B. (2018). A Novel Raw Starch Hydrolyzing Thermostable  $\alpha$ -Amylase Produced by Newly Isolated Bacillus mojavensis SO-10: Purification, Characterization and Usage in Starch Industries. *Brazilian Archives of Biology and Technology*.
2. Zhong, H., Yang, X., She, Y., Gan, G., Qiao, W., Li, C., & Chen, Z. (2024). Analysis of the relationship between starch molecular conformation and enzymatic hydrolysis efficiency. *International Journal of Biological Macromolecules*, 132570 .
3. Timilsina, P. M., Pandey, G., Shrestha, A., Ojha, M., & Karki, T. (2020). Purification and characterization of a noble thermostable algal starch liquefying alpha-amylase from Aeribacillus pallidus BTPS-2 isolated from geothermal spring of Nepal. *Biotechnology Reports*, 28.
4. Widiana, D., Phon, S., Ningrum, A., & Witasari, L. (2022). Purification and characterization of thermostable alpha-amylase from Geobacillus sp. DS3 from Sikidang Crater, Central Java, Indonesia. *Indonesian Journal of Biotechnology*.

5. Musdalifa, M., Laga, A., & Rahman, A. N. (2024). Glucose syrup production through enzymatic methods and acid hydrolysis using different starch sources: a systematic review. *Journal of Food Measurement & Characterization*, 18, 8976 - 8992.
6. Serrano-Febles, J., Luis-Orozco, J., Ramírez, H., Gómez-Brizuela, L., Martín, C., & García-Cruz, A. (2025). Optimization of enzymatic hydrolysis of corn starch to obtain glucose syrups by genetic algorithm. *DYNA*.
7. Maity, S., Mallik, S., Basuthakur, R., & Gupta, S. (2015). Optimization of Solid State Fermentation Conditions and Characterization of Thermostable Alpha Amylase from Bacillus subtilis (ATCC 6633). *Journal of bioprocessing & biotechniques*, 2015, 1-7.
8. Kumar, N., Karthikeyan, S., & Jayaraman, G. (2013). Thermostable alpha-amylase enzyme production from Bacillus laterosporus: Statistical optimization, purification and characterization. *Biocatalysis and agricultural biotechnology*, 2, 38-44.
9. Englyst, H. (1989). Classification and measurement of plant polysaccharides. *Animal Feed Science and Technology*, 23, 27-42.
10. Witasari, L., Heryadi, A. A., Yani, A. I. T., Nisrina, S., & Pranoto, Y. (2024). Characterization of porous starch produced from arrowroot (Maranta arundinacea L.) by enzymatic hydrolysis with  $\alpha$ -amylase and glucoamylase. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*.
11. Zhong, H., She, Y., Yang, X., Wen, Q., Chen, L., Wang, X., & Chen, Z. (2024). Analysis of the mechanism of resistance to enzymatic hydrolysis of RS-5 resistant starch. *Food Chemistry*, 452, 139570 .
12. Du, Z., Li, X., Zhao, X., & Huang, Q. (2024). Multi-scale structural disruption induced by radio frequency air cold plasma accelerates enzymatic hydrolysis/ hydroxypropylation of tapioca starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, 129572 .
13. Teshome, B., Abewaa, M., Abdu, J., Rangaraju, M., Mengistu, A., Tibebe, S., & Haddis, T. (2025). Optimization of glucose syrup extraction from Colocasia esculenta starch using enzymatic hydrolysis. *Results in Chemistry*.
14. Lei, M., Yuan, H., Jia, R., Huang, Z., Yang, Y., Liang, Q., Liu, X., ... et al. (2025). Effects of different enzymatic hydrolysis times on the structures and properties of corn microporous starch particles and their applications in frozen dough. *Food Hydrocolloids*.
15. Rodrigo, W. W. P., Magamulla, L. S., Thiwanka, M. S., & Yapa, Y. M. S. M. (2022). Optimization of Growth Conditions to Identify the Superior *Bacillus* Strain Which Produce High Yield of Thermostable Alpha Amylase. *Advances in Enzyme Research*.
16. Pek, M. P. A., & Dewi, D. P. A. P. (2025). The Effect of Alpha-Amylase Types and Time of Enzyme Activation Towards the Sensory and Physicochemical Properties of Oat Milk. *Indonesian Journal of Life Sciences*.
17. Chauhan, J., Shukla, R., Bishoyi, A. K., Goyal, S., & Sanghvi, G. (2023). Investigation of physical, nutritional and sensory properties of wheat bread treated with purified thermostable cellulase and alpha amylase. *Cogent Food & Agriculture*, 9.




18. Zhang, C., Wu, C., Qian, S., Zhang, Y., Liu, Y., Li, X., Wang, S., ... et al. (2025). Critical Melting-Freezing Pretreatment Enhances Enzymatic Hydrolysis for Porous Starch Preparation: Role of Partial Structural Weakening and Surface Modification. *Foods*, 14.
19. Tran, T. N., Chen, S., Doan, C., & Wang, S. (2025). Unlocking the Potential of Pomelo Albedo: A Novel Substrate for Alpha-Amylase Production Using Bacillus licheniformis. *Fermentation*.

## 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