

# Acid Protease 산성 프로테아제: 발효식품·단백질 가수분해·과즙 정징 공정에서의 작동 원리와 산업 적용

Enzymes.bio 연구팀 · 뉴질랜드 웰링턴 · June 16, 2026

Acid Protease는 산성 조건에서 단백질의 펩타이드 결합을 절단해 펩타이드와 아미노산 조각을 만드는 단백질 분해 효소입니다. 발효식품, 주류·에탄올 발효, 식물성 단백질 가공, 과즙·매시 정징처럼 낮은 pH에서 단백질 분해를 제어해야 하는 공정에서 특히 중요합니다. 핵심은 "단백질을 많이 분해한다"가 아니라, 산성 공정 안에서 필요한 수준의 가수분해를 맞춰 질소 이용성, 풍미 전구체, 여과성, 조직 변화를 조절하는 것입니다 [1].

## Acid Protease가 의미하는 것: 산성 조건에서 작동하는 프로테아제

Acid Protease, 즉 산성 프로테아제는 단백질을 구성하는 펩타이드 결합을 물로 절단하는 프로테아제 중에서도 산성 pH 환경에서 쓰이도록 선택되는 효소군입니다. 산업 효소 문맥에서 "acid protease"는 하나의 단일 효소명이라기보다, 산성 영역에서 단백질 가수분해를 수행하는 여러 기원의 효소를 묶어 부르는 기능적 분류에 가깝습니다. 미생물 유래 산성 프로테아제, 특히 곰팡이 유래 효소는 식품·발효 산업에서 오랫동안 연구되어 왔고, 미생물 aspartic protease는 산성 단백질 분해와 식품·사료·가공 응용에서 자주 다루지는 범주입니다 [1].

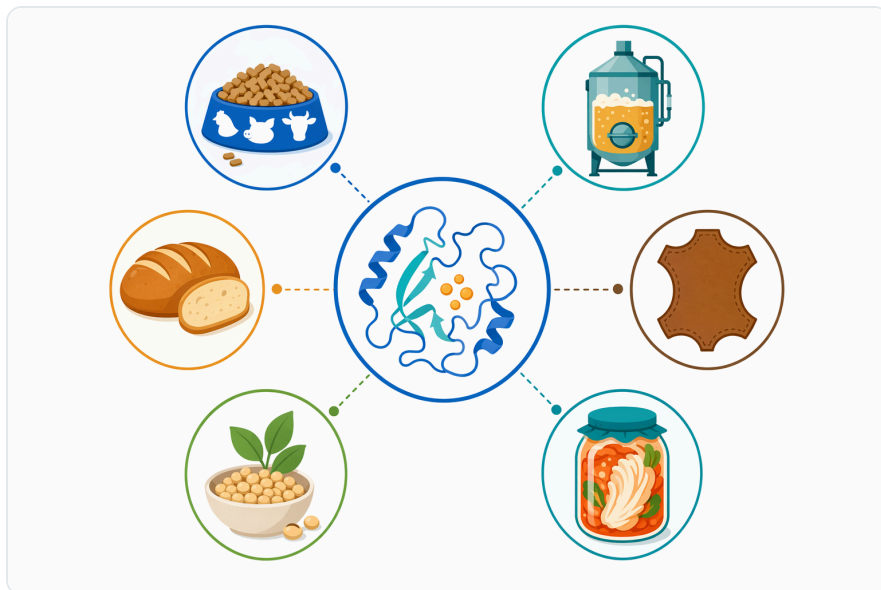
프로테아제는 단백질을 "없애는" 효소라기보다, 단백질의 크기와 구조를 바꾸는 효소입니다. 큰 저장 단백질, 글루텐·콩 단백질·어육 단백질·유단백처럼 접힘 구조가 있는 고분자는 효소 작용 후 더 짧은 펩타이드, 자유 아미노산, 가용성 질소 성분으로 전환됩니다. 이 변화는 발효 미생물이 이용할 수 있는 질소원의 양과 조성, 액상 공정의 탁도, 여과 속도, 제품의 감칠맛·쓴맛·바디감에 영향을 줄 수 있습니다. 단백질 가수분해 조건이 가수분해도와 기능성에 영향을 준다는 점은 수산 단백질 가수분해 연구에서도 반복적으로 확인됩니다 [2].

산성 프로테아제는 중성 또는 알칼리성 프로테아제와 같은 "단백질 분해" 기능을 공유하지만, 실제 적용 영역은 다릅니다. 낮은 pH에서 진행되는 곡물 매시, 과일 매시, 발효 조미료, 일부 유제품 숙성, 산성 전처리 원료에서는 Acid Protease가 자연스럽게 검토됩니다. 반대로 고알칼리 세정, 세제, 알칼리성 피혁 공정은 대개 알칼리성 프로테아제의 영역으로 설명됩니다 [3].

# Aspartic Acid Protease Mechanism: 산성 프로테아제의 대표적 촉매 방식

산성 프로테아제 중 많은 미생물 효소는 aspartic protease, 즉 활성 부위에 아스파르트산 잔기가 관여하는 단백질분해효소로 설명됩니다. "aspartic acid protease mechanism"을 이해하면 Acid Protease가 왜 산성 조건에서 잘 작동하는지, 또 왜 pH 변화에 민감한지 설명할 수 있습니다. 이 계열에서는 활성 부위의 두 아스파르트산 잔기가 물 분자를 반응에 참여하기 쉬운 상태로 만들고, 펩타이드 결합의 카보닐 탄소에 물이 공격하도록 도와 결합 절단을 촉진하는 방식으로 이해됩니다 [1].

이 과정은 강산으로 단백질을 무차별적으로 분해하는 화학적 산분해와 다릅니다. 효소는 단백질 표면의 접근 가능한 결합, 기질의 아미노산 배열, 단백질 접힘 상태, 공정 pH와 온도에 따라 반응 속도와 절단 위치가 달라집니다. 그래서 Acid Protease 처리는 "산성 조건에서 단백질을 전부 아미노산으로 만드는 처리"가 아니라, 효소가 접근할 수 있는 펩타이드 결합을 순차적으로 절단해 분자량 분포를 바꾸는 생물촉매 공정으로 보는 편이 정확합니다.



**Figure 1.** 산성 프로테아제는 조절된 단백질 가수분해가 유용한 산성 식품, 양조, 제빵, 가죽, 식물성 단백질, 사료 공정 전반에 사용됩니다.

활성 부위의 이온화 상태도 중요합니다. aspartic protease에서는 활성 부위 잔기들이 적절한 양성자화 상태를 가져야 물 분자의 활성화와 펩타이드 결합 절단이 효율적으로 일어납니다. pH가 너무 벗어나면 기질 단백질의 전하 상태, 효소 구조, 활성 부위의 산-염기 균형이 함께 바뀌어 반응성이 떨어질 수 있습니다. 효소 단백질의 2차 구조 변화와 환경 적응성이 선택적 가수분해에 영향을 줄 수 있다는 연구는, 프로테아제 성능이 단순히 효소명 하나로 결정되지 않는다는 점을 보여줍니다 [4].

## Protease Amino Acid 생성물: 펩타이드와 아미노산이 공정에 미치는 영향

Acid Protease가 단백질을 절단하면 생성물은 크게 짧은 펩타이드와 자유 아미노산으로 나뉩니다. 이때 "protease amino acid"라는 표현은 보통 프로테아제 작용으로 얻어지는 아미노산 또는 아미노산성 질소 성분을 가리키는 검색 맥락에서 쓰입니다. 발효 공정에서는 이 질소 성분이 효모, 곰팡이, 젖산균 등 미생물의 성장과 대사에 관여하고, 식품에서는 감칠맛·단맛·쓴맛·숙성향 전구체로 작용할 수 있습니다.

예를 들어 콩, 곡물, 감자 부산물 같은 식물성 원료는 탄수화물뿐 아니라 단백질을 포함합니다. 산성 프로테아제가 이 단백질을 부분 가수분해하면, 발효 미생물이 바로 활용하기 어려운 고분자 단백질이 더 작은 질소원으로 바뀔 수 있습니다. *Aspergillus oryzae*를 이용한 산성 프로테아제 생산 연구에서는 감자 펄프 분말과 같은 식품 부산물 기질에서 산성 프로테아제와 아미노산 방출 관련 활성이 식품 산업 관점에서 논의되었습니다 [5].

다만 아미노산과 펩타이드가 늘어난다고 항상 품질이 좋아지는 것은 아닙니다. 단백질 가수분해가 지나치면 소수성 펩타이드가 증가해 쓴맛이 강해질 수 있고, 유화성·거품성·점도 같은 기능성도 원하는 방향과 반대로 변할 수 있습니다. 대두 단백질을 미생물 프로테아제로 가수분해한 연구에서는 향산화성과 기능성 변화가 관찰되지만, 이러한 변화는 가수분해 정도와 펩타이드 구성에 좌우됩니다 [6].

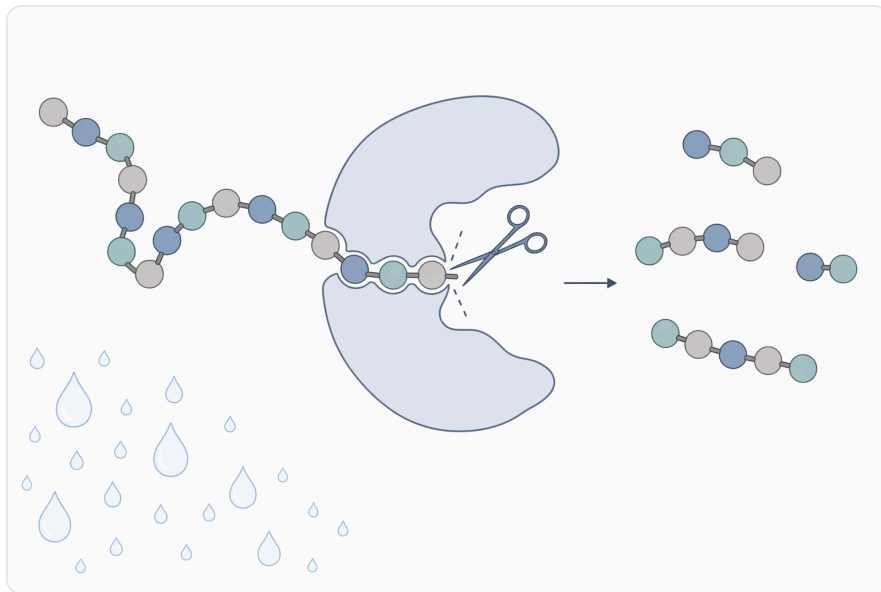
## Acid Protease와 다른 프로테아제의 차이

산성, 중성, 알칼리성 프로테아제는 모두 펩타이드 결합을 끊지만, 실제 공정 적합성은 pH, 원료, 목적, 후속 공정에 따라 갈립니다. 아래 표는 Acid Protease를 다른 프로테아제 범주와 비교할 때 실무자가 가장 먼저 확인해야 하는 차이를 정리한 것입니다.

구분	주된 작동 환경	대표적 적용 맥락	기대 효과	주의점
Acid Protease	산성 또는 약산성 공정	발효 조미료, 과일 매시, 산성 곡물 매시, 식물성 단백질 가공, 일부 유제품 숙성	단백질 가수분해, 아미노산성 질소 증가, 풍미 전구체 형성, 정징·여과성 보조	과분해 시 쓴맛, 바디감 저하, 기능성 변화 가능
Neutral Protease	중성 부근 공정	단백질 가공, 식품 텍스처 조절, 일부 발효 보조	비교적 온화한 단백질 부분 분해	산성 매시에서는 효율이 낮을 수 있음
Alkaline Protease	알칼리성 공정	세제, 알칼리성 피혁·섬유 처리, 단백질 오염 제거	고pH 조건의 단백질 분해, 세정력 보조	산성 식품 발효와는 조건 적합성이 다름

구분	주된 작동 환경	대표적 적용 맥락	기대 효과	주의점
특수 프로테아제	특정 기질 또는 조건	치즈 숙성, 단백질 변성 원료, 특수 가공	선택적 절단, 특정 풍미·물성 변화	기질 특이성과 공정 호환성 확인 필요

알칼리성 프로테아제는 세제와 다양한 산업 처리에서 중요하지만, 낮은 pH 발효액이나 과일 매시에서는 Acid Protease와 같은 방식으로 기대하기 어렵습니다. 미생물 알칼리성 프로테아제 리뷰들은 고pH 산업 공정에서의 역할을 강조하며, 이는 산성 프로테아제를 선택하는 논리와 구분됩니다 [3].



**Figure 2.** 산성 프로테아제는 물을 이용해 펩타이드 결합을 가수분해함으로써 단백질 사슬을 더 작은 펩타이드와 아미노산 함유 조각으로 분해합니다.

## 발효식품에서의 역할: 질소 이용성과 풍미 전구체

간장, 된장, 식초, 곡물 발효, 식물성 단백질 발효에서는 원료 단백질이 분해되어 아미노산과 펩타이드로 바뀌는 과정이 품질에 큰 영향을 줍니다. Acid Protease는 이 과정에서 단백질을 발효 미생물이 더 쉽게 이용할 수 있는 질소원으로 전환하고, 동시에 감칠맛과 숙성향의 전구체가 되는 저분자 성분을 늘리는 방향으로 작용할 수 있습니다. 미생물 aspartic protease의 산업 응용 리뷰에서도 식품과 발효 영역은 중요한 적용 분야로 다뤄집니다 [1].

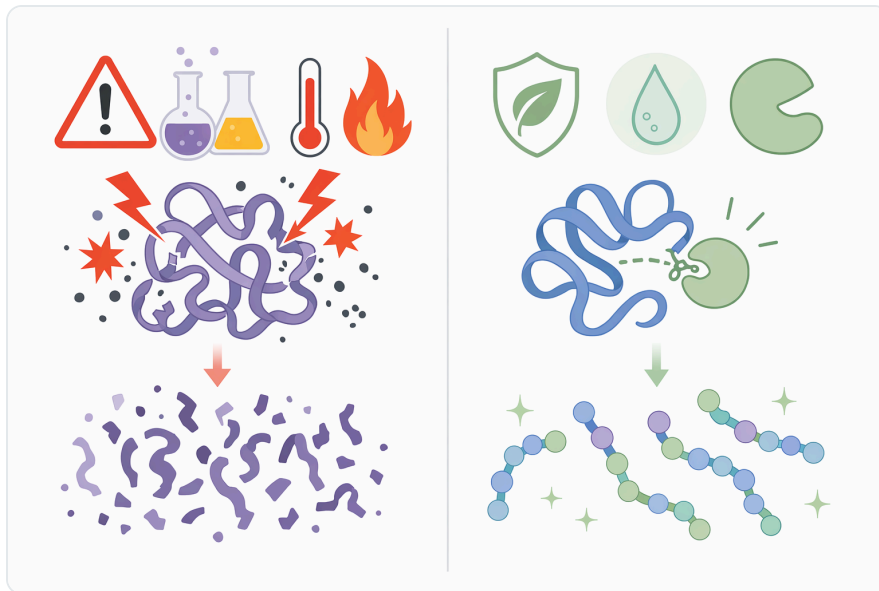
이때 효소의 역할은 발효를 “대체”하는 것이 아니라 발효의 기질 조건을 바꾸는 것입니다. 예를 들어 콩 단백질이나 곡물 단백질이 충분히 분해되지 않으면 발효액에 이용 가능한 질소가 제한되고, 반대로 너무 빠르게 과분해되면 쓴맛과 과도한 질소성 향이 생길 수 있습니다. 따라서 Acid Protease는 발효 미생물, 염도, 당화 효소, 원료 입도, 열처리 조건과 함께 해석해야 합니다.

유제품과 치즈에서도 프로테아제는 숙성과 풍미 형성에 밀접합니다. 직접적으로 모든 치즈 공정이 Acid Protease를 필요로 하는 것은 아니지만, 프로테아제 처리가 치즈 숙성 속도와 풍미 발달에 영향을 줄 수 있다는 연구는 단백질 가수분해가 발효식품 품질을 조정하는 핵심 수단임을 보여줍니다 [7]. 효소 변형 치즈 생산 연구에서도 프로테아제의 역할은 풍미 성분과 질감 변화 관점에서 다루집니다 [8].

## 양조·와인·에탄올 발효에서의 단백질 분해

곡물이나 과일을 원료로 하는 주류·에탄올 발효에서는 효모가 이용할 수 있는 질소원이 발효 안정성에 영향을 줍니다. Acid Protease는 산성 매시 또는 발효 전 처리 단계에서 원료 단백질을 펩타이드와 아미노산으로 분해해 효모 영양을 보조할 수 있습니다. 이 접근은 특히 탄수화물은 충분하지만 이용 가능한 질소가 제한적인 원료에서 의미가 있습니다.

단백질 분해는 발효 속도뿐 아니라 물리적 안정성에도 영향을 줄 수 있습니다. 와인, 맥주, 과일 발효액에서는 단백질이 폴리페놀이나 다당류와 상호작용해 탁도, 침전, 여과 저항을 만들 수 있습니다. Acid Protease 처리는 이러한 단백질성 고분자를 더 작은 분획으로 바꿔 정징과 여과 거동을 바꿀 수 있습니다. 다만 맥주와 같은 제품에서는 일부 단백질이 거품 안정성과 바디감에 기여하므로, 단백질 분해가 많을수록 항상 바람직하다고 볼 수 없습니다.



**Figure 3.** 산성, 중성, 알칼리성 및 특수 프로테아제는 주로 공정 pH 적합성, 기질에 미치는 영향, 과도하거나 부적절한 가수분해 위험에서 차이가 납니다.

효소 처리의 결과는 원료 단백질 구조에도 좌우됩니다. 열처리로 변성된 단백질은 효소 접근성이 높아질 수 있지만, 응집되거나 다른 성분과 복합체를 만들면 오히려 효소가 접근하기 어려울 수 있습니다. 프로테아제의 환경 적응성과 구조 변화가 선택적 가수분해에 연결된다는 최근 연구는, 동일한

“acid protease”라도 실제 공정 내 반응이 원료 상태에 따라 달라질 수 있음을 설명하는 데 도움이 됩니다 [4].

## 과즙·과일 매시·식물 조직 처리에서의 정징 보조

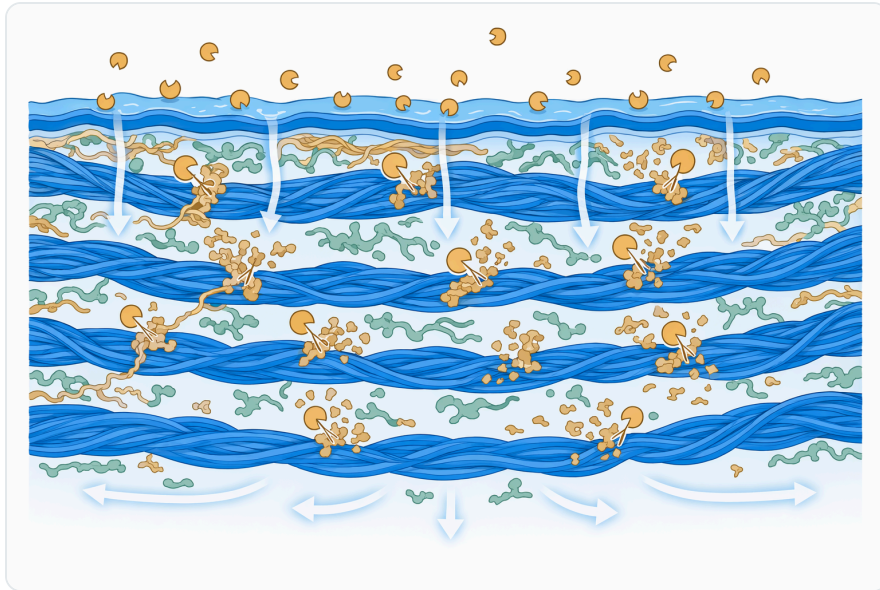
과일 매시와 주스 공정에서는 탁도 원인이 하나가 아닙니다. 펙틴, 셀룰로오스 미세섬유, 전분, 단백질, 폴리페놀 복합체가 함께 존재할 수 있습니다. Acid Protease는 이 중 단백질성 탁도와 단백질-폴리페놀 복합체 형성 가능성에 작용하는 보조 효소로 이해하는 것이 적절합니다. 단백질을 더 작은 펩타이드로 줄이면 여과 저항이나 침전 양상이 달라질 수 있지만, 펙틴성 점도 문제는 펙티나아제 계열의 역할이 더 큽니다.

과일·식물 부산물은 영양 성분과 산업적 활용 가능성이 높지만, 동시에 복합적인 세포벽 구조와 고분자 혼합물을 포함합니다. 과일 부산물의 산업 응용을 다룬 리뷰들은 이러한 원료가 식품·기능성 소재·가공 원료로 활용될 수 있음을 설명하지만, 실제 전환 효율은 적절한 효소 조합과 공정 설계에 좌우됩니다 [9]. Acid Protease는 이 조합 안에서 단백질 분해를 다루는 역할을 맡습니다.

이 관점은 사과, 포도, 베리류, 곡물-과일 혼합 매시처럼 산성이고 복합적인 원료에서 중요합니다. 단백질성 탁도가 크면 산성 프로테아제의 기여가 뚜렷해질 수 있지만, 원료 탁도의 주된 원인이 펙틴이면 Acid Protease만으로는 충분하지 않습니다. 따라서 Acid Protease는 “정징 효소”라기보다 “정징을 방해하는 단백질 요인을 줄일 수 있는 단백질분해 효소”로 표현하는 편이 더 정확합니다.

## 식물성 단백질 가공: 용해도, 분산성, 풍미의 균형

식물성 단백질 시장에서는 대두, 완두, 곡물, 부산물 단백질의 용해도와 풍미 문제가 자주 제기됩니다. Acid Protease는 산성 조건에서 단백질을 부분 가수분해해 분자량을 낮추고, 물에 분산되기 쉬운 펩타이드 분획을 만들 수 있습니다. 대두 단백질을 미생물 프로테아제로 가수분해한 연구에서는 항산화성과 기능성 변화가 보고되어, 효소 가수분해가 단순한 분해가 아니라 기능성 조절 수단이 될 수 있음을 보여줍니다 [6].



**Figure 4.** 산성 가죽 베이팅 공정에서 산성 프로테아제는 주요 콜라겐 구조를 보존하면서 콜라겐 섬유 주변의 단백질성 물질을 느슨하게 만들 수 있습니다.

하지만 식물성 단백질 가공에서 중요한 것은 “완전 분해”가 아니라 “부분 가수분해”입니다. 너무 큰 단백질은 용해성과 발효성이 낮을 수 있지만, 너무 작은 펩타이드와 자유 아미노산이 많아지면 쓴맛, 짠맛 인지 변화, 점도 감소, 조직감 약화가 생길 수 있습니다. 특히 단백질 음료, 소스, 발효 베이스, 조미 소재에서는 가수분해 정도가 최종 관능 품질과 직결됩니다.

Acid Protease는 산성 조건에서 안정적인 원료, 예를 들어 산성 음료 베이스나 발효 전 산성화된 식물성 단백질 슬러리에서 검토될 수 있습니다. 반면 중성 단백질 추출물이나 알칼리 용해 단계에서 단백질을 처리하려면 다른 프로테아제 계열이 더 적합할 수 있습니다. 이 차이를 이해하면 효소 선택이 단순 제품명 비교가 아니라 공정 pH와 목표 물성의 매칭 문제임을 알 수 있습니다.

## 수산·동물성 단백질 가수분해에서의 응용 가능성

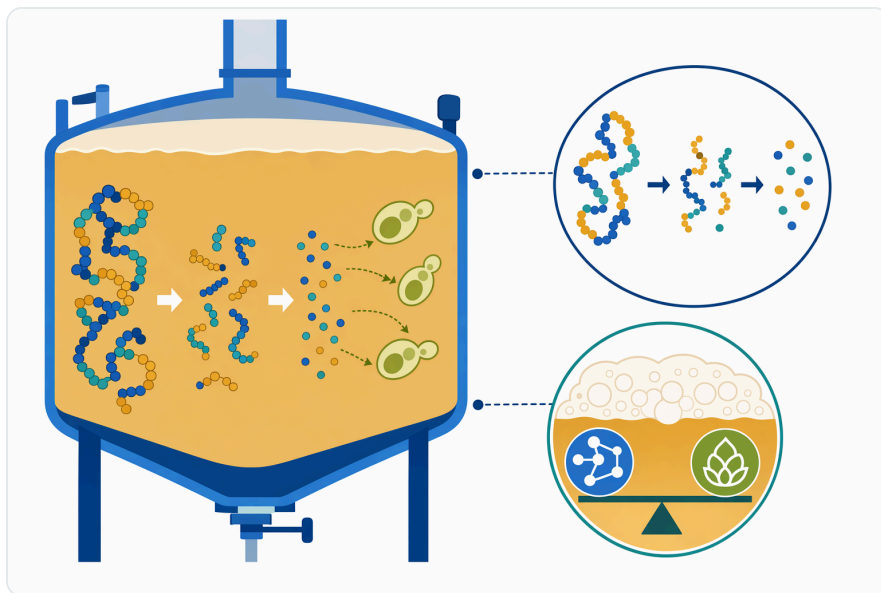
수산 부산물, 어육 단백질, 젤라틴성 원료, 육가공 부산물은 단백질 함량이 높아 효소 가수분해의 대상이 될 수 있습니다. Acid Protease는 산성 조건이 필요한 탈취, 안정화, 전처리 또는 발효형 단백질 가공에서 검토될 수 있으며, 생성되는 펩타이드 조성은 용해도와 기능성에 영향을 줍니다. 어류 단백질 가수분해 연구에서는 효소 처리 조건이 가수분해도와 기능성에 영향을 미친다는 점이 강조됩니다 [2].

수산 단백질은 열과 pH에 민감하고, 지질 산화나 특유취 문제와도 연결됩니다. Acid Protease 처리는 단백질 분자량을 낮춰 추출성과 가용성을 높일 수 있지만, 동시에 쓴맛 펩타이드나 산화취 인지가 두드러질 수 있습니다. 따라서 수산 원료에서는 단백질 분해만이 아니라 지방, 미네랄, 염도, 탈취 공정까지 함께 고려해야 합니다.

동물성 단백질 원료에서도 pH, 염, 열변성 정도가 효소 접근성을 좌우합니다. 이미 강하게 가열되어 응집된 단백질은 효소가 표면에서만 작용할 수 있고, 반대로 적절히 변성된 단백질은 내부 결합이 노출되어 가수분해가 빨라질 수 있습니다. 이처럼 Acid Protease의 효과는 원료의 "단백질 함량"보다 "효소가 접근할 수 있는 단백질 구조"에 더 크게 좌우되는 경우가 많습니다.

## 가죽·특수 산업 공정에서의 단백질 제거

프로테아제는 식품뿐 아니라 피혁, 세정, 섬유, 폐기물 처리 등 다양한 산업 분야에서 사용되는 생물 촉매입니다. 산업용 프로테아제 리뷰에서는 프로테아제가 여러 공정에서 화학 처리 부담을 낮추고 특정 단백질성 물질을 분해하는 데 활용될 수 있음을 설명합니다 [10]. Acid Protease는 그중 산성 조건 또는 산성 전처리와 맞는 단백질 제거 공정에서 의미가 있습니다.



**Figure 5.** 양조와 발효에서 조절된 산성 프로테아제 처리는 효모가 이용할 수 있는 질소를 증가시킬 수 있지만, 과도한 단백질 분해는 거품 형성에 유리한 단백질을 감소시킬 수 있습니다.

가죽 공정에서는 단백질성 불순물이나 비콜라겐성 단백질을 조절하는 효소 처리가 물성, 염색성, 오염 부하와 연결될 수 있습니다. 최근 지속가능한 가죽 태닝 연구에서는 crude protease enzyme treatment가 가죽 특성 개선과 오염 저감 측면에서 다뤄졌습니다 [11]. 단, 가죽의 주성분인 콜라겐 자체를 과도하게 손상시키지 않아야 하므로, 프로테아제 적용은 항상 소재 보존과 불순물 제거 사이의 균형 문제입니다.

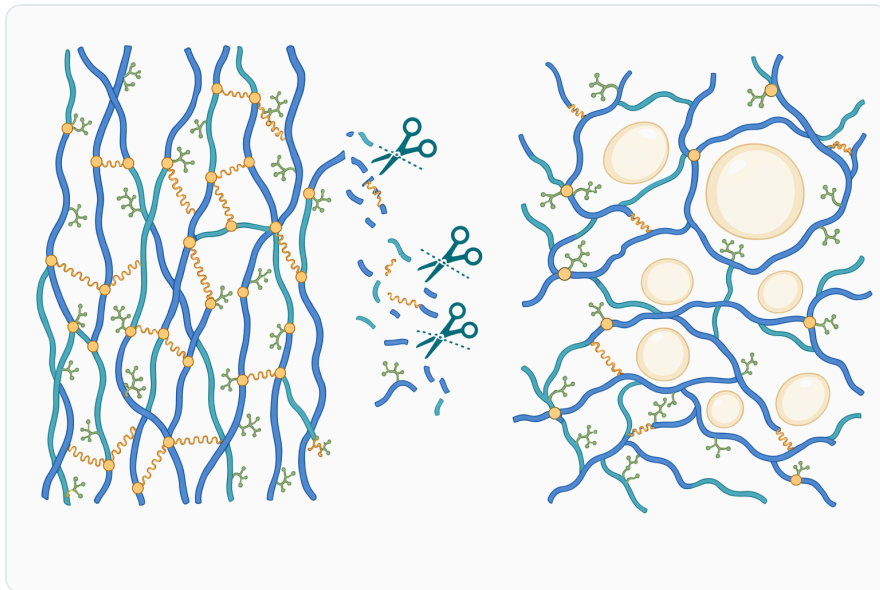
담배 잎 처리나 특수 식물성 원료 처리에서도 단백질은 향미, 갈변, 추출성, 연소 특성에 영향을 줄 수 있습니다. Acid Protease는 산성 수분 조건에서 단백질성 성분을 낮추거나 변형해 후속 공정성을 조절하는 데 검토될 수 있습니다. 그러나 이러한 적용은 식품 발효와 달리 관능·물성·규제 목적이 다르므로, 동일한 효소라도 평가 기준이 달라집니다.

## Acid Protease의 성능을 좌우하는 공정 변수

Acid Protease 성능은 효소 자체의 특성만으로 결정되지 않습니다. 같은 효소라도 원료 단백질의 종류, 열처리 상태, 입자 크기, 고형분 농도, pH, 온도, 염도, 반응 시간, 혼합 상태, 다른 효소와의 조합에 따라 결과가 달라집니다. filamentous fungus에서 생산된 산성 프로테아제 연구들은 생산 조건과 효소 특성이 공정 적용 가능성을 결정한다는 점을 보여줍니다 [12].

pH는 가장 직접적인 변수입니다. 산성 프로테아제는 낮은 pH에서 촉매 구조와 기질 결합이 맞도록 작동하지만, 공정 pH가 효소의 적합 영역에서 벗어나면 반응성이 낮아질 수 있습니다. 또한 pH는 기질 단백질의 전하와 용해도도 바꿉니다. 어떤 단백질은 산성 조건에서 더 잘 풀리지만, 어떤 단백질은 등전점 근처에서 응집되어 효소 접근이 어려워질 수 있습니다.

온도는 반응 속도와 효소 안정성 사이의 절충입니다. 온도가 높아지면 일반적으로 반응은 빨라질 수 있지만, 효소 단백질의 구조가 흔들리면 비가역적 변성이 생길 수 있습니다. 반대로 온도가 낮으면 효소는 안정적일 수 있어도 공정 시간 안에 충분한 가수분해가 일어나지 않을 수 있습니다. Acid Protease를 실제 공정에서 사용할 때는 원하는 품질 변화가 일어나는 시간 범위와 제품의 열 민감성을 함께 봐야 합니다.



**Figure 6.** 산성 반죽 시스템에서 부분적인 단백질 분해는 글루텐 단백질을 짧게 만들어 가스 보유력을 완전히 손상시키지 않으면서 반죽의 신장성을 높일 수 있습니다.

염, 당, 폴리페놀, 지방, 금속 이온도 영향을 줄 수 있습니다. 발효 조미료처럼 염도가 높은 원료에서는 단백질 용해도와 효소 구조가 동시에 영향을 받습니다. 과일 매시처럼 폴리페놀이 많은 원료에서는 단백질-폴리페놀 결합이 효소 접근성과 탁도 형성에 관여합니다. 따라서 Acid Protease는 단백질만 보는 효소가 아니라, 복합 원료 안에서 단백질 분해를 재배열하는 도구로 이해해야 합니다.

## D Amino Acid Protease Resistance와 Acid Protease 적용 범위

---

“d amino acid protease resistance”라는 검색어는 보통 천연 식품 단백질 가공보다 펩타이드 설계, 생체 내 안정성, 비천연 아미노산 서열의 효소 저항성 같은 주제와 더 가깝습니다. 자연계 식품 단백질은 대부분 L-아미노산으로 구성되어 있고, Acid Protease의 산업적 적용도 주로 이러한 천연 단백질 기질을 대상으로 합니다. 따라서 D-아미노산 포함 펩타이드의 프로테아제 저항성을 Acid Protease 식품·발효 성능과 직접 연결해서 해석하는 것은 적절하지 않습니다.

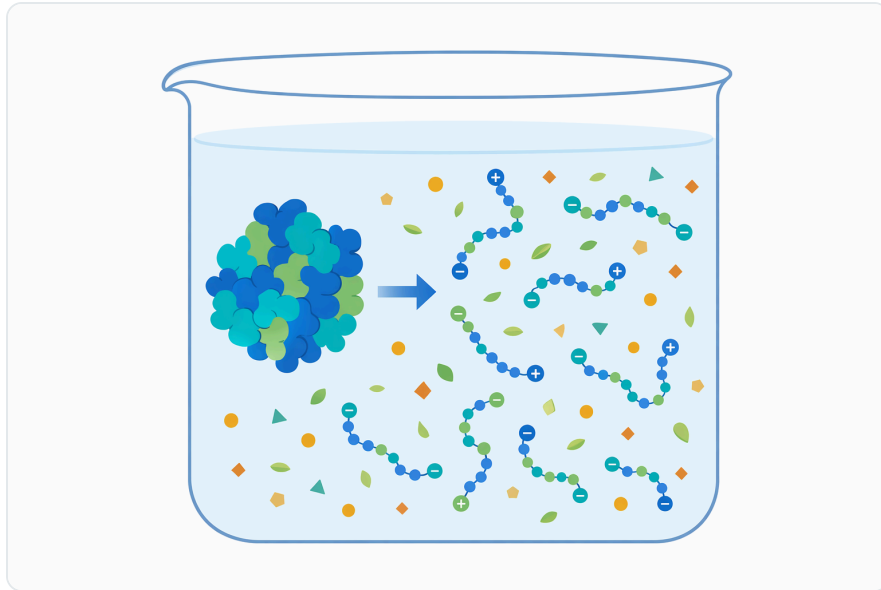
그럼에도 이 검색어가 중요한 이유는 프로테아제의 기질 인식이 단순한 “아미노산 개수” 문제가 아니라 입체화학, 펩타이드 결합 주변 구조, 단백질 접힘 상태에 좌우된다는 점을 환기하기 때문입니다. Acid Protease는 천연 원료 단백질에서 접근 가능한 결합을 절단하지만, 비천연 입체구조나 변형 펩타이드는 같은 조건에서도 다른 반응성을 보일 수 있습니다. 이는 효소가 화학적 산분해와 달리 기질 구조를 읽는 생물촉매라는 사실과 연결됩니다.

B2B 식품·발효·가공 현장에서는 이 주제를 과도하게 확대할 필요는 없습니다. Acid Protease의 핵심 적용 대상은 곡물, 콩, 과일, 수산, 유제품, 피혁 원료처럼 실제 산업 원료에 존재하는 단백질입니다. D-아미노산 펩타이드 저항성은 특수 바이오소재나 의약 펩타이드 안정성 논의에 가까우며, 일반적인 산성 프로테아제 구매·사용 판단의 중심 근거가 아닙니다.

## 기대할 수 있는 결과와 기대해서는 안 되는 결과

---

Acid Protease에서 기대할 수 있는 가장 확실한 결과는 산성 조건에서 단백질 분자량 분포가 낮아지는 방향의 변화입니다. 이 변화는 자유 아미노산, 저분자 펩타이드, 가용성 질소 증가로 이어질 수 있고, 발효 원료에서는 질소 이용성 향상과 풍미 전구체 형성에 기여할 수 있습니다. 식물성 단백질 가수분해 연구에서도 미생물 프로테아제 처리 후 기능성과 항산화 관련 특성이 바뀔 수 있음이 보고되었습니다 [6].



**Figure 7.** 산성 프로테아제는 조밀한 대두 및 식물성 단백질을 더 작은 펩타이드로 전환하여 용해성, 분산성, 풍미 전구체 형성 가능성을 변화시킬 수 있습니다.

정징·여과성 개선도 기대할 수 있지만, 조건부입니다. 탁도 원인이 단백질이면 Acid Protease가 분명한 역할을 할 수 있습니다. 그러나 탁도 원인이 펙틴, 전분, 미세섬유, 지방구, 미네랄 침전이라면 단백질 분해만으로는 충분하지 않을 수 있습니다. 이런 경우 Acid Protease는 전체 효소 시스템 중 하나로 쓰이며, 공정의 병목이 단백질인지 먼저 이해하는 것이 중요합니다.

반대로 Acid Protease가 해서는 안 되는 역할도 분명합니다. 이 효소는 보존료가 아니며, 살균제도 아니고, 의료용 단백질 제거제나 섭취용 건강 제품으로 해석해서는 안 됩니다. 효소는 특정 조건에서 기질 반응을 촉진하는 공정 보조제이며, 최종 제품의 안전성·규격·표시 적합성은 해당 산업의 기준과 완제품 제조사의 관리 체계 안에서 판단되어야 합니다.

## Enzymes.bio에서의 공급 형태와 문서 제공

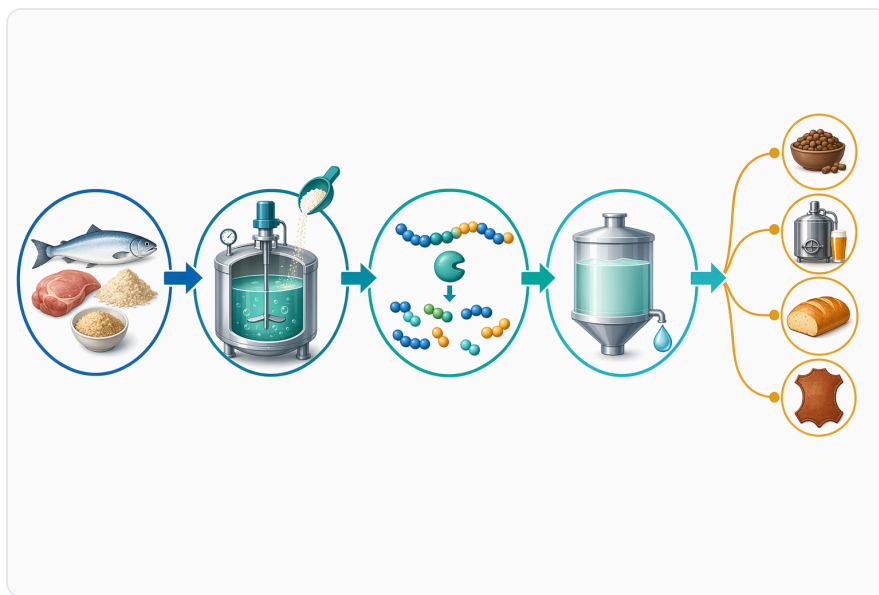
Enzymes.bio는 Acid Protease를 포함한 효소 제품을 온라인으로 공급하는 B2B 효소 판매 채널이며, 제조사나 분석 실험실로 설명되어서는 안 됩니다. Acid Protease 제품은 온라인에서 1kg 단위로 직접 구매하는 방식으로 제공되며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다. 제품 페이지와 카테고리 정보는 Acid Protease가 산성 단백질 분해를 목적으로 하는 효소 제품군임을 안내합니다 .

CoA와 SDS는 실제 취급, 보관, 안전 관리에 필요한 제품 문서입니다. 특히 효소 분말은 흡입 또는 피부 접촉 시 민감한 작업자에게 자극이나 감각 우려가 있을 수 있으므로, 작업자는 제공되는 SDS에 따라 보호구, 분진 관리, 환기, 보관 조건을 확인해야 합니다. 효소는 일반 화학 원료와 달리 단백질성 생물촉매이기 때문에, 분말 취급 시 비산을 줄이고 습기와 열 노출을 피하는 관리가 중요합니다.

Enzymes.bio의 역할은 제품을 온라인으로 공급하는 것이며, 특정 공정의 성능을 보증하거나 제조사처럼 개별 배합을 설계하는 위치가 아닙니다. 따라서 Acid Protease는 고객의 식품, 발효, 사료, 피혁, 원료 처리 공정 안에서 목적과 조건에 맞게 적용되어야 합니다. 제품 자체의 안전·품질 관련 문서는 주문 시 제공되는 CoA와 SDS를 기준으로 확인하는 것이 적절합니다.

## Acid Protease를 공정에 해석하는 실무적 관점

산성 프로테아제를 평가할 때 가장 먼저 볼 것은 제품명이 아니라 공정의 질문입니다. 원료 단백질을 발효 미생물이 이용하기 쉬운 형태로 만들고 싶은가, 탁도를 만드는 단백질성 고분자를 줄이고 싶은가, 식물성 단백질의 용해도와 분산성을 바꾸고 싶은가, 또는 피혁·특수 원료에서 단백질성 불순물을 조절하고 싶은가에 따라 같은 Acid Protease라도 의미가 달라집니다.



**Figure 8.** Enzymes.bio의 구매 절차는 1kg 단위 온라인 주문 후 결제, 주문 처리, 배송, COA 및 SDS 문서 제공 순서로 진행됩니다.

두 번째는 가수분해의 깊이입니다. 단백질이 너무 적게 분해되면 효과가 약하고, 너무 많이 분해되면 쓴맛, 질감 약화, 침전 양상 변화, 발효 향의 불균형이 생길 수 있습니다. 단백질 가수분해 조건이 기능성에 영향을 준다는 점은 수산 단백질 가수분해와 식물성 단백질 가수분해 연구 모두에서 공통적으로 확인됩니다 [2].

세 번째는 다른 효소와의 역할 분담입니다. 과일 매시에서는 펙티나아제가 세포벽과 점도를, 아밀라아제가 전분을, 셀룰라아제가 섬유성 구조를, Acid Protease가 단백질 분해를 담당할 수 있습니다. 곡물 발효에서는 당화 효소가 당 생성을, Acid Protease가 질소 성분 생성을 보조할 수 있습니다. 이런 조합에서는 효소 하나의 성능보다 전체 공정에서 어느 고분자가 병목을 만드는지가 더 중요합니다.

## 결론: Acid Protease는 산성 공정의 단백질 분해를 제어하는 생물촉매

Acid Protease는 산성 조건에서 단백질을 펩타이드와 아미노산으로 절단하는 효소이며, 발효식품, 주류·에탄올 발효, 식물성 단백질 가공, 과즙 정징, 일부 피혁·특수 산업 공정에서 단백질 분해를 조절하는 데 쓰일 수 있습니다. 특히 aspartic acid protease mechanism으로 설명되는 산성 프로테아제는 활성 부위의 아스파르트산 잔기와 물 분자를 이용해 펩타이드 결합 절단을 촉진하므로, pH와 기질 구조의 영향을 크게 받습니다 [1].

실무적으로 중요한 것은 Acid Protease를 만능 분해제로 보지 않는 것입니다. 이 효소는 산성 공정 안에서 질소 이용성, 풍미 전구체, 탁도, 여과성, 단백질 기능성을 조절하는 도구이며, 결과는 원료 단백질의 구조와 공정 조건에 따라 달라집니다. Enzymes.bio는 Acid Protease를 1kg 단위로 온라인 공급하며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다; 제품의 산업적 가치는 이러한 문서와 고객 공정 조건을 바탕으로 산성 단백질 분해 목적에 맞게 해석될 때 가장 분명해집니다 .

### Acid Protease 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.

[Acid Protease 구매하기 →](#)

## 참고문헌

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

1. Hailemichael, F. (2021). Production and Industrial Application of Microbial Aspartic Protease: A Review. *International Journal of Food Engineering and Technology*.
2. Noman, A., Xu, Y., AL-Bukhaiti, W. Q., Abed, S. M., Ali, A. H., Ramadhan, A. H., & Xia, W. (2018). Influence of enzymatic hydrolysis conditions on the degree of hydrolysis and functional properties of protein hydrolysate obtained from Chinese sturgeon (Acipenser sinensis) by using papain enzyme. *Process Biochemistry*, 67, 19-28.
3. Sharma, M., Gat, Y., Arya, S., Kumar, V., Panghal, A., & Kumar, A. (2019). A Review on Microbial Alkaline Protease: An Essential Tool for Various Industrial Approaches. *Industrial Biotechnology*, 15, 69 - 78.
4. Wang, B., Zhi, W., Han, S., Zhao, H., Liu, Y., Xu, S., Zhang, Y., ... et al. (2024). Adaptability to the environment of protease by secondary structure changes and application to enzyme-selective hydrolysis. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134969 .

5. Murthy, P., & Kusumoto, K. (2015). Acid protease production by *Aspergillus oryzae* on potato pulp powder with emphasis on glycine releasing activity: A benefit to the food industry. *Food and Bioproducts Processing*, 96, 180-188.
6. Oliveira, C. F., Correa, A., Coletto, D., Daroit, D., Cladera-Olivera, F., & Brandelli, A. (2015). Soy protein hydrolysis with microbial protease to improve antioxidant and functional properties. *Journal of food science and technology*, 52, 2668-2678.
7. El-Salam, B. A. A., Ahmed, M., Yasser, M. M., & Taha, S. S. (2019). Soft white cheese ripening using bacterial protease enzyme. *Acta scientiarum polonorum. Technologia alimentaria*, 18 4, 385-397 .
8. Abdella, M. A. A., Ahmed, S. A., & Ibrahim, O. (2022). Statistical improvement of protease production from a new isolate *Bacillus thuringiensis* strain-MA8 and its application in the production of enzyme-modified cheese. *International Journal of Biological Macromolecules*.
9. Teshome, E., Teka, T., Nandasiri, R., Rout, J., Harouna, D. V., Astatkie, T., & Urugo, M. M. (2023). Fruit By-Products and Their Industrial Applications for Nutritional Benefits and Health Promotion: A Comprehensive Review. *Sustainability*.
10. Naveed, M., Nadeem, F., Mehmood, T., Bilal, M., Anwar, Z., & Amjad, F. (2020). Protease—A Versatile and Ecofriendly Biocatalyst with Multi-Industrial Applications: An Updated Review. *Catalysis Letters*, 1-17.
11. Alam, M. S., Hasan, M. J., Haque, P., & Rahman, M. M. (2024). Sustainable leather tanning: Enhanced properties and pollution reduction through crude protease enzyme treatment. *International Journal of Biological Macromolecules*, 131858 .
12. Usman, A., Mohammed, S., & Mamo, J. (2021). Production, Optimization, and Characterization of an Acid Protease from a Filamentous Fungus by Solid-State Fermentation. *International Journal of Microbiology*, 2021.


## 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