

# 식품용 알칼리성 프로테아제: 단백질 가수분해, 식물성 단백질 기능 개선, 펩타이드 제조용 효소

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

식품용 알칼리성 프로테아제는 알칼리 조건에서 단백질의 펩타이드 결합을 절단하여 큰 단백질을 더 짧은 펩타이드와 일부 유리 아미노산으로 전환하는 공정 효소입니다. 단백질 가수분해물, 식물성 단백질 음료, 대체육 원료, 육류·수산물 조직감 조정, 곡물·종자 단백질의 추출 보조에 사용할 수 있으며, 결과는 원료 단백질의 구조와 공정 조건에 따라 달라집니다 <sup>[1]</sup>. Enzymes.bio는 이 효소를 제조사나 분석 실험실이 아니라 온라인 공급업체로 제공하며, 제품은 1kg 단위로 직접 주문할 수 있고 CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공됩니다.

## 단백질 가수분해에서 알칼리성 프로테아제가 하는 일

알칼리성 프로테아제는 단백질 사슬 내부의 펩타이드 결합을 가수분해하는 효소군입니다. "알칼리성"이라는 표현은 중성보다 높은 pH 영역에서 단백질 분해 활성이 활용되는 효소라는 뜻이며, 식품 단백질 공정에서는 원료 단백질을 더 작고 반응성이 높은 펩타이드 조각으로 바꾸는 데 사용됩니다 <sup>[2]</sup>. 이 전환은 단순히 단백질을 "없애는" 과정이 아니라, 분자 크기, 표면전하, 노출된 소수성 부위, 물과의 상호작용, 다른 식품 성분과의 결합성을 바꾸는 구조 조정 공정에 가깝습니다.

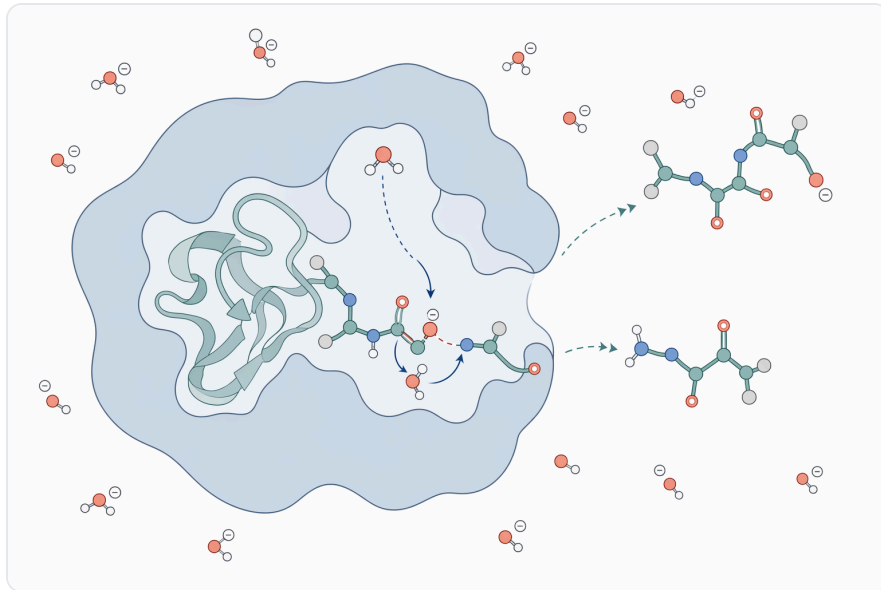
단백질 원료는 종류에 따라 물에 잘 풀리지 않거나 열처리 중 응집하고, 음료나 소스에서는 침전·거친 입자감·점도 상승을 일으킬 수 있습니다. 프로테아제 가수분해가 진행되면 큰 단백질 응집체가 더 작은 펩타이드로 나뉘면서 용해도, 분산성, 유화성, 발포성, 젤 형성, 수분 보유성 같은 기능성이 변할 수 있습니다 <sup>[3]</sup>. 특히 완두, 대두, 쌀, 해바라기박, 호박씨박 같은 식물성 단백질은 원료별 저장 단백질 조성, 섬유질·전분·지질 매트릭스, 열처리 이력에 따라 효소 접근성이 달라지므로, 같은 알칼리성 프로테아제를 쓰더라도 결과가 동일하게 나타나지는 않습니다.

Enzymes.bio의 Food-Grade Alkaline Protease For Protein Hydrolysis는 이런 단백질 가수분해와 단백질 기능 개선 공정에 쓰이는 식품용 효소 원료로 이해하는 것이 적절합니다. 이 제품은 완제품의 생리활성이나 건강 효과를 보장하는 성분이 아니라, 식품 제조사가 단백질 원료의 물성·가공성·펩타이드 조성을 조정할 때 투입하는 공정 보조 성격의 효소입니다. 따라서 제품 설명에서 핵심은 "어떤 효과를 항상 낸다"가 아니라 "어떤 단백질 변형 반응을 일으키며, 그 변형이 어떤 응용으로 연결될 수 있는가"입니다.

## 작동 기전: 펩타이드 결합 절단이 물성을 바꾸는 방식

단백질은 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결된 고분자입니다. 알칼리성 프로테아제는 이 결합의 일부를 물과 함께 절단해 단백질 사슬을 더 짧은 조각으로 나누며, 절단 위치와 속도는 효소의 기질 선호성, 단백질의 접힘 구조, 변성 정도, pH, 온도, 반응 시간, 교반과 같은 물리적 조건에 의해 좌우됩니다 [1]. 단백질이 촘촘히 접혀 있거나 다른 고분자와 결합해 있으면 효소가 절단 부위에 접근하기 어렵고, 열·압력·전단·pH 조정 등으로 구조가 일부 풀리면 접근성이 커질 수 있습니다.

분자 수준에서 보면 가수분해는 세 가지 변화를 동시에 일으킵니다. 첫째, 평균 분자량이 낮아져 물 속에서 분산되기 쉬운 펩타이드가 증가합니다. 둘째, 단백질 내부에 묻혀 있던 친수성 또는 전하성 잔기가 노출되어 수화와 용해가 달라집니다. 셋째, 소수성 아미노산이 포함된 짧은 펩타이드도 함께 늘어나기 때문에 유화성이나 계면 흡착에는 도움이 될 수 있지만, 과도하면 쓴맛이나 떼은 느낌으로 이어질 수 있습니다 [4].



**Figure 1.** 알칼리성 프로테아제는 단백질의 펩타이드 결합을 절단하여 잔여 단백질, 펩타이드, 유리 아미노산이 혼합된 가수분해물을 만듭니다.

알칼리성 조건은 많은 식물성 단백질에서 단백질 구조를 팽윤시키고 음전하를 증가시켜 단백질 간 응집을 줄이는 방향으로 작용할 수 있습니다. 여기에 프로테아제가 작용하면 응집체 내부의 결합이 끊기고, 단백질 입자의 크기와 표면 특성이 바뀌며, 이후 중화·가열·건조 과정에서의 거동도 달라집니다 [5]. 이 때문에 알칼리성 프로테아제는 단순한 “분해 효소”가 아니라, 식물성 단백질의 입자 크기, 점도, 용해도, 가열 안정성을 조정하는 도구로 사용됩니다.

다만 절단이 많을수록 항상 좋은 것은 아닙니다. 부분 가수분해는 용해도와 분산성을 높일 수 있지만, 지나친 가수분해는 젤 형성 능력 저하, 조직감 약화, 쓴맛 증가, 지나치게 낮은 점도, 건조 후 흡습성 증가 같은 품질 문제로 이어질 수 있습니다 [6]. 따라서 실제 식품 공정에서는 “최대한 많이 분

해"가 아니라 "목표 제품에 필요한 정도까지만 분해"하는 제어가 중요합니다.

## 알칼리성 프로테아제와 다른 단백질 변형 효소의 차이

단백질 공정에는 여러 효소가 사용됩니다. 알칼리성 프로테아제는 펩타이드 결합을 끊어 단백질을 작게 만드는 효소이고, 트랜스글루타미나아제는 단백질 사이에 교차결합을 형성해 네트워크를 강화하는 효소이며, 프로틴-글루타미나아제는 글루타민 잔기의 탈아미드화를 통해 단백질의 전하와 수화성을 바꾸는 효소입니다 [7]. 이 차이를 이해하면 단백질 음료, 대체육, 젤 제품, 펩타이드 원료에서 어떤 효소가 적합한지 판단하기 쉽습니다.

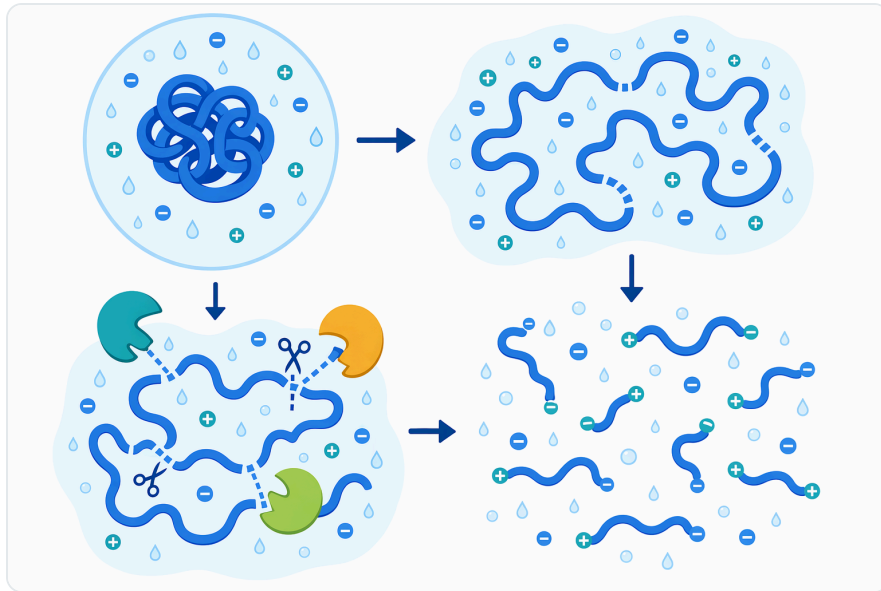
효소 유형	주된 반응	단백질 구조에 미치는 방향	대표적 식품 공정 목표	주의할 점
알칼리성 프로테아제	펩타이드 결합 절단	고분자 단백질을 짧은 펩타이드로 전환	단백질 가수분해물, 용해도 개선, 점도 조정, 펩타이드 생성, 연화	과분해 시 쓴맛, 조직감 약화, 젤 특성 저하 가능
중성 프로테아제	중성 부근에서 단백질 절단	비교적 온화한 조건에서 부분 가수분해	풍미 조정, 단백질 분산성 개선, 민감한 원료 처리	원료와 목표 pH에 따라 알칼리성 프로테아제와 결과가 다름
트랜스글루타미나아제	단백질 간 공유결합 형성	단백질 네트워크 강화·결착	육가공 결착, 젤 강도 개선, 단백질 조립	분해가 아니라 결합 형성이므로 가수분해물 제조와 목적이 다름 [8]
프로틴-글루타미나아제	글루타민 잔기 탈아미드화	전하·수화성·용해성 변화	식물성 단백질 기능성 개선, 유화·용해 특성 조정	펩타이드 생성보다는 단백질 표면 특성 변화가 중심 [7]

이 표에서 보듯 알칼리성 프로테아제의 핵심 기능은 "절단"입니다. 반대로 결착력이나 젤 네트워크를 강화해야 하는 제품에서는 단백질을 너무 많이 절단하면 오히려 역효과가 날 수 있으므로, 프로테아제 단독 사용보다 제한적 가수분해 또는 다른 효소와의 공정 순서 조정이 필요할 수 있습니다 [9].

## 식물성 단백질에서의 활용: 완두, 대두, 쌀, 종자 단백질

식물성 단백질은 지속가능성, 비용, 알레르겐 관리, 비건 식품 개발 때문에 사용이 늘고 있지만, 원료별로 가공상의 제약이 뚜렷합니다. 완두 단백질은 영양적 가치와 기능성이 높게 평가되지만, 용해도, 풍미, 조직감, 가공 안정성에서 개선이 필요한 경우가 많고, 효소적 변형은 이러한 한계를 완화하

기 위한 주요 전략 중 하나로 검토됩니다 [3]. 알칼리성 프로테아제는 완두 단백질을 부분적으로 절단해 펩타이드 크기와 표면 특성을 조정함으로써 음료, 단백질 강화 식품, 분말 제품에서 분산성 개선에 기여할 수 있습니다.



**Figure 2.** 알칼리 조건은 단백질의 전하와 접근성을 높여 프로테아제 절단을 통해 응집된 단백질을 더 작고 분산되기 쉬운 조각으로 바꿀 수 있습니다.

대두 단백질에서는 알칼리성 프로테아제에 관한 연구가 비교적 구체적으로 보고되어 있습니다. 대두  $\beta$ -콘글리시닌을 *Bacillus subtilis* 유래 알칼리성 프로테아제로 가수분해한 연구에서는 가수분해가 단백질 구조와 항원성에 영향을 줄 수 있음을 보여주었고, 이는 단백질 절단이 영양·품질 특성뿐 아니라 면역반응 관련 단백질 에피토프에도 영향을 줄 수 있음을 시사합니다 [10]. 다만 이런 결과는 특정 단백질 분획과 조건에서 얻어진 것이므로, 모든 대두 제품에서 동일한 효과가 나타난다고 일반화해서는 안 됩니다.

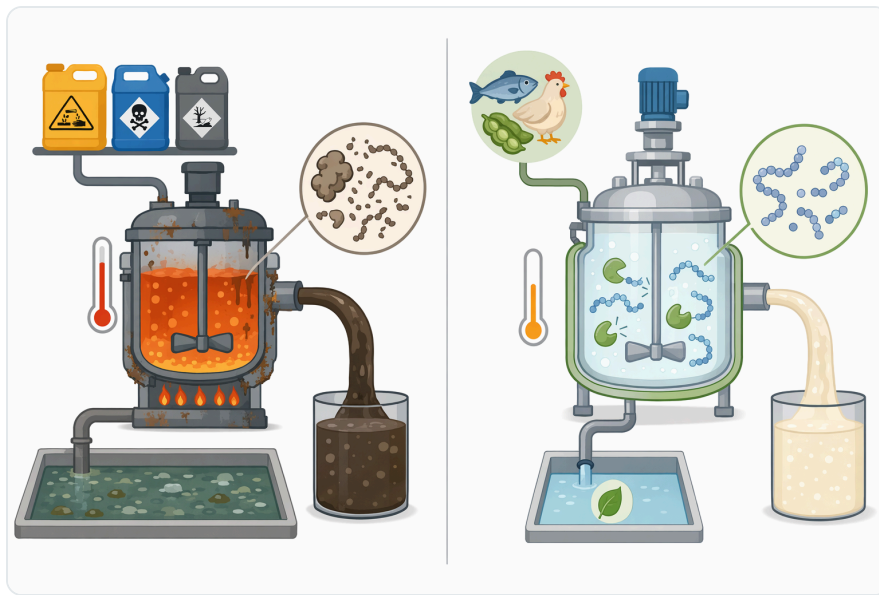
대두 단백질 분리물에서는 알칼리성 프로테아제 가수분해와 고속 전단 균질화를 결합해 입자 미세화와 기능성 개선을 연구한 사례도 있습니다. 이 접근은 효소가 단백질 응집체를 먼저 약화시키고, 물리적 전단이 입자 크기를 더 줄이는 방식으로 해석할 수 있으며, 식물성 단백질 음료나 고단백 분말에서 거친 입자감을 줄이는 공정 설계와 연결됩니다 [5]. 즉 알칼리성 프로테아제는 단독 반응뿐 아니라 균질화, 열처리, pH 조정과 함께 사용할 때 더 큰 공정 효과를 낼 수 있습니다.

쌀 단백질은 글루텔린 비중이 높고 물에 잘 녹지 않는 특성이 있어, 단백질 강화 식품이나 식물성 원료로 활용할 때 기능성 개선이 중요한 과제입니다. 쌀 단백질 리뷰에서는 효소적 가수분해와 구조 변형이 용해도, 유화성, 발포성, 생리활성 펩타이드 개발과 연결될 수 있다고 설명합니다 [11]. 쌀겨 단백질 역시 식품 부산물의 고부가가치화 관점에서 주목받고 있으며, 효소적 변형은 추출성과 기능성 향상을 위한 전략으로 다뤄집니다 [12].

해바라기박과 호박씨박 같은 오일시드 부산물에서도 단백질 회수와 기능성 개선이 중요한 응용 분야입니다. 해바라기박 단백질 리뷰는 효소 가수분해, 물리적 처리, 화학적 변형이 단백질의 기술기능성을 바꾸는 방법으로 논의되고 있음을 보여주며 [13], 호박씨 단백질 리뷰도 효소적 변형을 포함한 여러 전략이 용해도, 유화성, 발포성, 항산화 펩타이드 가능성과 연결될 수 있다고 정리합니다 [4]. 알칼리성 프로테아제는 이런 종자 단백질을 펩타이드 원료나 식품 배합용 단백질로 전환할 때 선택될 수 있는 효소 중 하나입니다.

## 동물성 단백질과 수산물 공정에서의 역할

동물성 단백질에서는 근원섬유 단백질, 결합조직 단백질, 유청 단백질, 난황 단백질처럼 구조와 기능이 서로 다른 기질이 존재합니다. 알칼리성 프로테아제가 근육 단백질에 작용하면 단백질 사슬이 절단되어 조직이 부드러워지거나 수분 결합 상태가 달라질 수 있지만, 과도한 분해는 조직 붕괴와 질감 저하를 부를 수 있습니다 [14]. 따라서 육류·수산물에서는 연화, 마리네이드 침투, 단백질 추출, 풍미 전구체 생성 같은 목표가 분명해야 합니다.



**Figure 3.** 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제는 공정 pH, 기질의 특성, 가수분해 속도와 제품 기능성 간의 원하는 균형에 따라 선택됩니다.

연육과 수산가공에서는 단백질 분해가 특히 민감한 품질 변수입니다. 연육 제품의 젤 품질은 근원섬유 단백질의 구조, 염용성, 가열 중 네트워크 형성에 의존하는데, 외인성 첨가물이나 효소가 단백질 가수분해를 억제하거나 조절하면 젤 강도와 탄력에 영향을 줄 수 있습니다 [9]. 이 관점에서 알칼리성 프로테아제는 수산 단백질 가수분해물 제조에는 유용할 수 있지만, 젤 제품에서는 과도한 단백질 절단을 피해야 하는 양면적 도구입니다.

유청 단백질에서도 효소 가수분해는 펩타이드 분획과 생리활성 평가를 위한 연구에 사용됩니다. 야크 유청 단백질 농축물을 효소 가수분해하고 초여과 펩타이드 분획의 생리활성을 평가한 연구는, 단백질 가수분해가 분자량 분포와 기능성 후보 펩타이드 구성에 영향을 준다는 점을 보여줍니다 [15]. 그러나 연구에서 관찰된 항산화성, 효소 저해 활성, 세포 기반 지표는 특정 조건에서의 평가 결과이므로, 상업적 식품 효능 표현으로 바로 연결해서는 안 됩니다.

난황이나 유제품처럼 지질과 단백질이 복합적으로 존재하는 시스템에서는 효소 처리 후 유화 안정성, 분말화 특성, 오일 담지성 같은 기능이 달라질 수 있습니다. 발효 후 난황의 후처리 연구처럼 단백질 구조 변화와 유화 특성 개선을 연결해 평가한 사례는 단백질 변형이 분말 오일 같은 식품 시스템에서 물성 제어 도구가 될 수 있음을 보여줍니다 [16]. 알칼리성 프로테아제도 유사하게 복합 식품 매트릭스에서 단백질-지질 상호작용을 바꾸는 변수로 작용할 수 있습니다.

## 펩타이드 원료와 기능성 소재 개발에서의 위치

알칼리성 프로테아제는 단백질 가수분해물을 만들 때 널리 고려되는 효소입니다. 단백질 원료를 저분자 펩타이드로 바꾸면 물에 더 잘 녹고, 흡수와 소화성 측면에서 다른 거동을 보이며, 일부 펩타이드는 항산화성, ACE 저해,  $\alpha$ -글루코시다아제 저해 같은 시험관 내 활성을 보일 수 있습니다 [17]. 하지만 “효소가 펩타이드를 만든다”는 사실과 “완제품이 특정 건강 기능을 가진다”는 주장은 근거 수준이 다르므로 구분해야 합니다.

식물성 단백질에서 기능성 펩타이드를 찾는 연구는 원료별로 활발합니다. 대두, 완두, 쌀, 호박씨, 해바라기박, 밀크시슬 단백질 등은 효소 가수분해 후 펩타이드 분획의 구조와 생물학적 활성을 평가하는 연구 대상이 되고 있습니다 [17]. 알칼리성 프로테아제는 이 과정에서 펩타이드 라이브러리를 생성하는 역할을 할 수 있지만, 실제 활성은 펩타이드 서열, 분자량, 소수성, 전하, 후속 분리 공정에 의해 달라집니다.



**Figure 4.** 식물, 유제품, 생선, 육류, 콜라겐, 종자, 버섯 유래 기질은 모두 용도별 펩타이드 프로파일을 가진 가수분해물로 전환될 수 있습니다.

땅콩 단백질에 알칼리성 프로테아제와 다른 프로테아제를 처리한 연구는 단백질 가수분해물이 동물모델에서 어떻게 평가될 수 있는지를 보여주는 예입니다 [18]. 이런 연구는 효소 가수분해가 알레르겐성, 면역 지표, 소화성 같은 복잡한 생물학적 특성에 영향을 줄 가능성을 제시하지만, 특정 효소 제품의 일반 효능을 보증하지는 않습니다. B2B 제품 문서에서는 “펩타이드 기반 소재 개발에 사용할 수 있다”는 표현이 타당하고, 질병 예방·치료 또는 특정 건강 효과를 직접 주장하는 표현은 피해야 합니다.

## 곡물·전분·부산물 처리에서의 응용

알칼리성 프로테아제는 단백질 제품을 만드는 데만 쓰이지 않습니다. 곡물이나 전분 원료에서는 단백질이 전분 입자, 세포벽 성분, 지질과 결합해 분리 효율을 낮출 수 있는데, 프로테아제가 단백질 매트릭스를 절단하면 전분 정제나 성분 분리에 도움이 될 수 있습니다 [11]. 쌀 전분 제조나 쌀 단백질 회수 같은 공정에서 단백질 분해는 원료의 성분 분리를 쉽게 만드는 보조 수단이 됩니다.

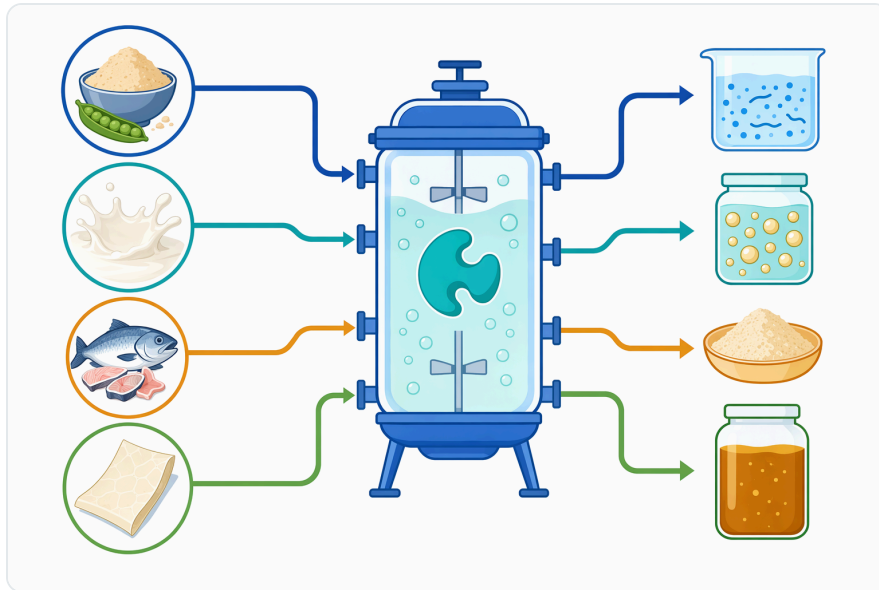
식품 부산물의 고부가가치화에서도 알칼리성 프로테아제는 실용적입니다. 해바라기박, 쌀겨, 호박씨박처럼 오일 추출 후 남는 단백질 풍부 부산물은 단백질 추출성과 기능성이 낮아 바로 쓰기 어려운 경우가 많습니다 [13]. 효소 가수분해는 이런 부산물에서 용해성 단백질과 펩타이드를 얻거나, 기존 단백질의 기능을 개선해 식품 배합 원료로 활용할 가능성을 높입니다.

단백질이 섬유질과 강하게 결합한 식물성 매트릭스에서는 알칼리성 프로테아제만으로 충분하지 않을 수 있습니다. 세포벽 다당류가 단백질 접근을 제한하면, 물리적 분쇄, 열처리, pH 조정, 탄수화물 분해효소와의 조합이 단백질 용출을 높이는 데 도움이 될 수 있습니다 [12]. 이때 알칼리성 프로테아제는 세포벽이 어느 정도 열리거나 단백질이 노출된 뒤 작용할 때 더 뚜렷한 효과를 낼 수 있습니다.

## 공정 설계에서 중요한 품질 변수

알칼리성 프로테아제 공정에서 가장 중요한 변수는 가수분해 정도입니다. 낮은 수준의 절단은 용해도나 분산성을 높이면서 단백질 고유의 기능을 어느 정도 유지할 수 있지만, 절단이 과도하면 젤 형성, 결착성, 조직감, 풍미 균형이 무너질 수 있습니다 [6]. 대두 단백질 분리물의 선택적 효소 가수분해 연구에서도 구조 변화와 젤 특성이 서로 연결되어 있음을 보여주며, 이는 목표 제품별로 적정 분해 수준이 다르다는 점을 뒷받침합니다.

풍미는 특히 주의해야 합니다. 단백질 가수분해는 아미노산과 펩타이드를 늘려 감칠맛, 고소한 풍미, 마이야르 반응 전구체 형성에 기여할 수 있지만, 동시에 소수성 펩타이드가 쓴맛을 유발할 수 있습니다 [4]. 따라서 알칼리성 프로테아제를 “쓴맛 제거 효소”처럼 설명하는 것은 부정확합니다. 더 정확한 표현은 “가수분해 조건과 후처리 설계에 따라 풍미 형성 또는 이취 완화에 기여할 수 있으나, 쓴맛 관리가 필요하다”입니다.



**Figure 5.** 서로 다른 단백질 원료도 공통적인 효소 가수분해 개념을 거치면서 각기 다른 원료 형태에 적합한 가수분해물을 생산할 수 있습니다.

점도와 입자감도 제품군별로 다르게 해석해야 합니다. 고단백 음료에서는 점도가 낮아지고 입자감이 줄어드는 것이 장점일 수 있지만, 소스·젤·대체육에서는 지나친 점도 저하가 제품 구조를 약하게 만들 수 있습니다 [5]. 즉 동일한 효소 반응이 어떤 제품에서는 개선이고, 다른 제품에서는 품질 손실이 될 수 있습니다.

효소 불활성화와 후처리도 결과를 좌우합니다. 목표한 가수분해 수준에 도달한 뒤 효소 활성이 계속 남아 있으면 저장 중 분해가 진행되어 맛과 물성이 변할 수 있으므로, 가열이나 pH 조정 같은 공정 단계로 반응을 멈추는 설계가 일반적으로 필요합니다 [2]. 이후 여과, 원심분리, 농축, 건조, 배합 과

정에서 펩타이드의 용해도와 흡습성, 염과 당의 상호작용, 열 안정성이 다시 최종 품질에 영향을 줍니다.

## 적용 분야별 기대 효과와 한계

식물성 단백질 음료에서는 알칼리성 프로테아제가 침전 완화, 입자감 감소, 분산성 개선, 고형분 함량 조절에 기여할 수 있습니다. 완두와 대두 같은 원료에서 효소적 변형은 용해성과 기능성 개선 전략으로 연구되어 왔으며, 특히 고단백 음료에서 단백질 응집을 줄이는 접근으로 의미가 있습니다

[3]. 다만 쓴맛과 열 안정성은 별도로 관리해야 하며, 단백질 함량이 높을수록 후미와 질감 문제가 더 크게 나타날 수 있습니다.

대체육과 조직화 식물성 단백질에서는 효소 사용 목적이 더 복잡합니다. 부분 가수분해는 수화성, 풍미 전구체, 결합성에 영향을 줄 수 있지만, 너무 많이 절단하면 섬유상 구조나 씹힘이 약해질 수 있습니다 [6]. 따라서 대체육 원료에서는 단백질을 완전히 분해하기보다, 수화와 압출·혼합 과정에서 필요한 정도로만 구조를 조정하는 접근이 더 적합합니다.

단백질 가수분해물 제조에서는 알칼리성 프로테아제가 직접적인 핵심 효소가 됩니다. 원료 단백질을 분산하고 효소로 절단한 뒤, 원하는 펩타이드 분포와 풍미에 맞춰 반응을 종료하고 건조하면 분말형 가수분해 단백질 원료를 만들 수 있습니다 [1]. 이 용도에서는 용해도, 쓴맛, 색, 냄새, 흡습성, 분자량 분포가 상업적 품질을 좌우합니다.



**Figure 6.** 일반적인 알칼리성 단백질 가수분해 공정에는 기질 수화, pH 조정, 효소 첨가, 시간-온도 관리, 종말점 선택, 효소 불활성화, 후속 처리가 포함됩니다.

육류·해산물에서는 연화와 단백질 추출 보조가 주요 목적입니다. 근원섬유 단백질이나 결합조직 단백질이 부분적으로 절단되면 조직이 부드러워질 수 있지만, 분해가 깊어지면 무른 식감과 수분 손실이 생길 수 있습니다 [14]. 수산물 단백질 가수분해물 제조에서는 풍미가 강하게 나타날 수 있으므로, 효소 반응뿐 아니라 탈취, 농축, 배합 전략이 함께 중요합니다.

## 연구 근거를 해석할 때의 현실적 기준

알칼리성 프로테아제에 관한 근거는 크게 세 층으로 나누어 볼 수 있습니다. 첫째, 단백질을 펩타이드로 절단한다는 효소학적 기능은 강한 근거가 있습니다. 둘째, 용해도·분산성·점도·겔 특성 같은 기술가능성 개선은 원료와 조건에 따라 반복적으로 보고되지만, 방향과 크기는 제품별로 달라집니다 [2]. 셋째, 특정 생리활성 펩타이드나 건강 기능은 연구 가능성의 영역이며, 개별 완제품의 효능으로 일반화할 수 없습니다.

Bacillus 계열 알칼리성 프로테아제는 산업적으로 많이 연구된 효소군입니다. 관련 리뷰에서는 Bacillus 종이 알칼리성 프로테아제 생산과 산업 응용에서 중요한 미생물군으로 다루지며, 식품뿐 아니라 세제, 피혁, 사료, 폐기물 처리 등 다양한 분야에서 활용 가능성이 설명됩니다 [2]. 그러나 식품용 단백질 가수분해에 초점을 맞출 때는 세제나 비식품 분야의 성능을 그대로 식품 품질 주장으로 가져오지 않는 것이 중요합니다.

효소공학 연구에서는 특정 알칼리성 프로테아제의 발현 최적화, 안정성, 기질 분해 능력을 개선하는 사례도 보고됩니다. 예를 들어 *Alkalihalobacillus clausii* 유래 알칼리성 프로테아제의 단백질공학과의 응용 연구는 효소 특성이 공정 적합성에 영향을 줄 수 있음을 보여줍니다 [19]. 하지만 Enzymes.bio가 제공하는 제품 문서에서는 제조사처럼 균주 개량, 생산 공정, 활성 단위 정의를 설명하기보다, 식품 공정에서의 기능과 사용 분야를 명확히 전달하는 것이 더 적절합니다.

## Enzymes.bio에서의 제품 포지션

Enzymes.bio는 Food-Grade Alkaline Protease For Protein Hydrolysis를 식품 공정용 효소 원료로 온라인 공급합니다. 이 문서에서 다루는 효소는 제조 설비나 분석 서비스가 아니라, 단백질 가수분해 공정에 투입할 수 있는 제품으로 이해해야 합니다. 제품은 1kg 단위로 온라인 직접 주문할 수 있으며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.



**Figure 7.** 효소 가수분해는 단백질이 풍부한 부산물 흐름을 식품 및 원료 용도에 더 활용하기 쉬운 수용성 펩타이드 분획으로 전환할 수 있습니다.

이 제품의 적절한 설명은 “대두, 완두, 쌀, 종자 단백질, 유제품 단백질, 육류·수산 단백질 등 다양한 단백질 원료의 가수분해와 기능성 조절에 활용 가능한 식품용 알칼리성 프로테아제”입니다. 또한 “용해도 개선, 펩타이드 생성, 단백질 추출 보조, 조직감 조정, 풍미 전구체 형성에 기여할 수 있다”는 표현은 효소의 작용 범위와 연구 근거에 부합합니다 [1]. 반면 “쓴맛을 완전히 제거한다”, “특정 질 환에 효과가 있다”, “모든 단백질에서 동일한 기능성 펩타이드를 만든다” 같은 표현은 피해야 합니다.

B2B 고객에게 중요한 점은 이 효소가 완제품의 마케팅 문구를 대신 만들어 주는 성분이 아니라, 단백질 구조를 제어하는 공정 도구라는 사실입니다. 알칼리성 프로테아제의 가치는 분자량을 낮추고, 물성을 조정하며, 원료 단백질의 활용 범위를 넓히는 데 있습니다 [5]. 최종 품질은 원료, 전처리, 반응 조건, 불활성화, 후처리, 배합 설계가 함께 결정합니다.

## 결론: 단백질 원료의 활용 범위를 넓히는 공정 효소

식품용 알칼리성 프로테아제는 단백질 가수분해를 통해 큰 단백질을 펩타이드와 일부 유리 아미노산으로 전환하고, 그 결과 용해도, 분산성, 점도, 조직감, 추출성, 펩타이드 조성을 조정할 수 있는 효소입니다. 식물성 단백질 음료, 단백질 가수분해물, 대체육 원료, 육류·수산물 연화, 곡물·종자 부산물의 고부가가치화 같은 분야에서 활용 가능성이 높습니다 [2].

가장 신뢰할 수 있는 기대 효과는 단백질 절단과 물성 조정입니다. 특정 풍미 개선, 쓴맛 저감, 생리 활성 펩타이드 생성은 원료와 공정에 따라 달라지는 결과이므로, 제품 설명에서는 가능성과 한계를 함께 제시하는 것이 기술적으로 정확합니다 [4]. Enzymes.bio의 Food-Grade Alkaline Protease For

Protein Hydrolysis는 이러한 단백질 가수분해 공정에 사용할 수 있는 1kg 단위 온라인 공급 제품이  
며, 주문 시 CoA와 SDS가 제공됩니다 .

## Food-Grade Alkaline Protease For Protein Hydrolysis 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 Alkaline Protease For Protein Hydrolysis 구매하기 →](#)

## 참고문헌

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

1. Uba, G., Yakubu, A., Kabir, A., & Abdullahi, S. A. (2023). Biotechnological Significance and Applications of Alkaline Protease: A Review. *Journal of Environmental Bioremediation and Toxicology*.
2. Gautam, S. (2024). A Review of Bacillus Species Alkaline Protease Production and Industrial Applications. *International journal of therapeutic innovation*.
3. Ge, J., Sun, C., Corke, H., Gul, K., Gan, R., & Fang, Y. (2020). The health benefits, functional properties, modifications, and applications of pea (Pisum sativum L.) protein: Current status, challenges, and perspectives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19 4, 1835-1876 .
4. Pandey, V., Singh, K., Suthar, T., Srivastava, S., Rustagi, S., Ungai, D., Kovács, B., ... et al. (2024). Current Strategies to Modify the Functional Properties of Proteins Extracted from Pumpkin Seeds: A Comprehensive Review. *Horticulturae*.
5. Hao, J., Zhang, Z., Yang, M., Zhang, Y., Wu, T., Liu, R., Sui, W., ... et al. (2022). Micronization using combined alkaline protease hydrolysis and high-speed shearing homogenization for improving the functional properties of soy protein isolates. *Bioresources and Bioprocessing*, 9.
6. Fan, Z., San, Y., Tang, S., Ren, A., Xing, Y., Zheng, L., & Wang, Z. (2025). Effects of Selective Enzymatic Hydrolysis on Structural Properties and Gel Properties of Soybean Protein Isolate. *Foods*, 14.
7. Zhang, G., Ma, S., Liu, X., Yin, X., Liu, S., Zhou, J., & Du, G. (2021). Protein-glutaminase: Research progress and prospect in food manufacturing. *Food bioscience*, 43, 101314.
8. Mariniello, L., R Porta, A Sorrentino, C V L Giosafatto, G Rossi Marquez, M Esposito, P Di, ... et al. (2013). Transglutaminase-mediated macromolecular assembly: production of conjugates for food and pharmaceutical applications. *Amino Acids*, 46, 767 - 776.
9. Han, G., & Li, Y. (2024). A review of inhibition mechanisms of surimi protein hydrolysis by different exogenous additives and their application in improving surimi gel quality. *Food Chemistry*, 456, 140002 .

10. Yin, H., Zhang, X., & Huang, J. (2020). Study on enzymatic hydrolysis of soybean  $\beta$ -conglycinin using alkaline protease from *Bacillus subtilis* ACCC 01746 and antigenicity of its hydrolysates.
11. Roy, T., Pawar, A., Singh, A., Loushigam, G., & Wagh, M. D. (2025). A comprehensive review on rice proteins: composition, structural modification, functional and industrial food applications. *Critical reviews in food science and nutrition*, 65, 8842 - 8859.
12. Yin, J., Zou, Y., Yao, K., Gao, P., Zhong, W., Xing-Zhang, & Wang, L. (2026). Unlocking the potential of rice bran protein: modification strategies and functional enhancements. *Current Research in Food Science*, 12.
13. Subaşı, B. G., Vahapoglu, B., Çapanoğlu, E., & Mohammadifar, M. (2021). A review on protein extracts from sunflower cake: techno-functional properties and promising modification methods. *Critical reviews in food science and nutrition*, 62, 6682 - 6697.
14. Song, C., Shi, Y., Meng, X., Wu, D., & Zhang, L. (2020). Identification of a novel alkaline serine protease from gazami crab (*Portunus trituberculatus*) hepatopancreas and its hydrolysis of myofibrillar protein. *International Journal of Biological Macromolecules*.
15. Hao, L., Li, X., Zhao, B., Song, X., Zhang, Y., & Liang, Q. (2024). Enzymatic Hydrolysis Optimization of Yak Whey Protein Concentrates and Bioactivity Evaluation of the Ultrafiltered Peptide Fractions. *Molecules*, 29.
16. Ge, J., Ye, Q., Long, D., Liu, J., Ye, Y., Pei, J., Liu, X., ... et al. (2026). Enhancing the functional properties of egg yolk through post-treatments following short-term fermentation for application in powdered oils. *Food Research International*, 225, 118070 .
17. Zhang, Y., Qiao, Z., Zhang, Y., Zhao, R., & Chen, X. (2026). Enzymatic hydrolysis of milk thistle protein: Influence of protease types on structure and biological activity. *Enzyme and Microbial Technology*, 197, 110848 .
18. Shu, E., Wang, S., Niu, B., & Chen, Q. (2023). Effect of Peanut Protein Treated with Alkaline Protease and Flavorzyme on BALB/c Mice. *Foods*, 12.
19. Fu, Y., Rao, Y., Liao, Y., Zhang, Q., Ma, X., Cai, D., & Chen, S. (2025). Protein engineering, expression optimization, and application of alkaline protease from *Alkalihalobacillus clausii* FYX. *International Journal of Biological Macromolecules*, 141891 .


## 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

