

# Papain Enzyme For Protein Hydrolysis: 단백질 가수분해용 파파인 효소의 기전, 원료별 적용, 산업적 활용

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

**직접 답변:** Papain Enzyme For Protein Hydrolysis는 파파야(*Carica papaya*) 유래 시스템인 프로테아제인 파파인을 이용해 단백질의 펩타이드 결합을 절단하고, 고분자 단백질을 더 작은 펩타이드·아미노산 조각으로 전환하는 단백질 가수분해용 효소입니다. 식물성 단백질, 유제품 단백질, 수산·육류·콜라겐성 단백질 등에서 용해성, 점도, 조직감, 향원성, 풍미 전구체, 기능성 펩타이드 프로파일을 조절하는 공정 도구로 연구·활용되어 왔습니다<sup>[1]</sup>. Enzymes.bio는 이 효소를 제조하거나 분석하는 실험실이 아니라, 1kg 단위 온라인 주문 품목으로 공급하며 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

## 파파인 효소가 단백질 가수분해 공정에서 의미 있는 이유

단백질 원료는 영양적으로 가치가 높더라도, 실제 제품에 투입될 때는 분산성, 용해성, 점도, 침전, 거친 입자감, 열처리 중 응집, 알레르겐성 단백질 잔존, 풍미 부족 같은 문제가 반복적으로 나타납니다. 파파인은 이러한 문제를 “첨가제로 덮는” 방식이 아니라, 단백질 자체의 분자 크기와 구조를 바꾸는 방식으로 접근합니다. 즉 긴 폴리펩타이드 사슬을 더 짧은 펩타이드로 절단해 수화되는 표면을 늘리고, 단백질-단백질 결합 네트워크를 약화시키며, 경우에 따라 계면 흡착성이나 생리활성 펩타이드 생성 가능성을 바꿉니다<sup>[2]</sup>.

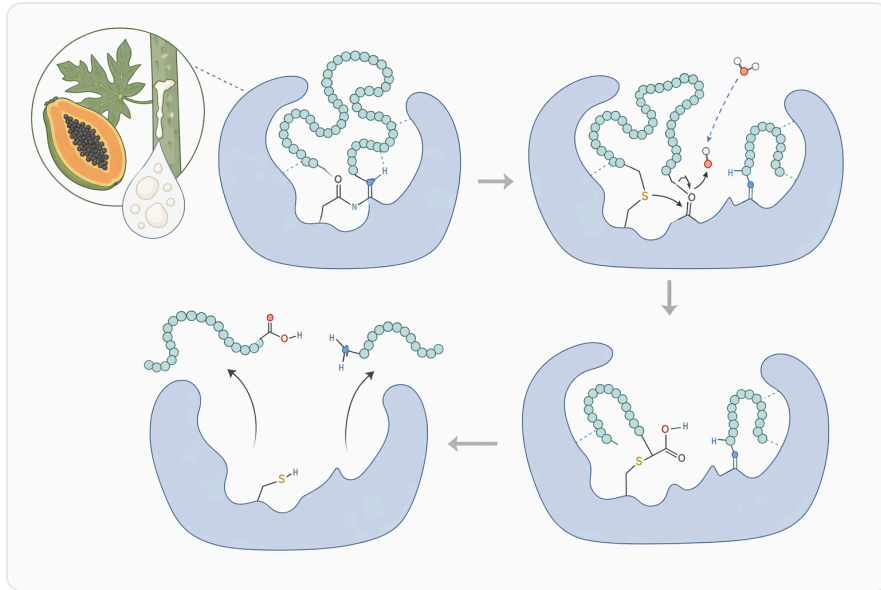
파파인은 식물성 원료, 동물성 원료, 수산 부산물, 우유 단백질, 곡물 저장 단백질 등 여러 단백질 시스템에서 연구된 효소입니다. 예를 들어 우유 단백질 가수분해 연구에서는 actinidin, bromelain, papain을 비교해 효소별 단백질 분해 특성과 반응 거동의 차이를 다루었고, 이는 동일한 “프로테아제”라도 기질 선택성과 가수분해 결과가 달라질 수 있음을 보여줍니다<sup>[2]</sup>. 따라서 단백질 가수분해용 파파인은 단순한 범용 분해제가 아니라, 원료와 목표 물성에 맞추어 사용했을 때 가치가 커지는 공정 효소로 이해하는 것이 정확합니다.

## 파파인의 생화학적 정체: 식물 유래 시스템인 프로테아제

파파인은 파파야 유액에서 얻어지는 대표적인 식물성 단백질분해효소로, 활성 중심에 시스템인 잔기를 갖는 시스템인 프로테아제 계열에 속합니다. 파파야에서 파파인을 추출·정제·특성화한 연구들은 이 효소가 식물 조직 내에 존재하는 단백질분해 활성 성분이며, 식품 및 생물공정 분야에서 활용

가능한 단백질분해효소라는 점을 뒷받침합니다<sup>[1]</sup>. 산업적으로는 “식물성 효소”, “파파야 유래 프로테아제”, “단백질 가수분해용 효소”라는 세 가지 특성이 함께 중요합니다.

기전적으로 파파인은 단백질의 펩타이드 결합에 접근한 뒤, 활성 부위의 시스테인 황 원자가 펩타이드 결합의 카보닐 탄소를 친핵성으로 공격하는 방식으로 절단 반응을 진행합니다. 이 과정에서 효소-기질 중간체가 형성되고, 물 분자가 개입해 절단된 펩타이드 조각이 방출됩니다. papain-like cysteine protease의 구조 전이와 활성 부위 환경을 다룬 연구는 이러한 효소군에서 구조적 상태와 활성 부위 접근성이 효소 기능 해석에 중요함을 보여줍니다<sup>[3]</sup>.



**Figure 1.** 파파인은 접근 가능한 단백질 사슬의 내부 펩타이드 결합을 절단해 더 짧은 펩타이드 조각을 만드는 시스테인 프로테아제입니다.

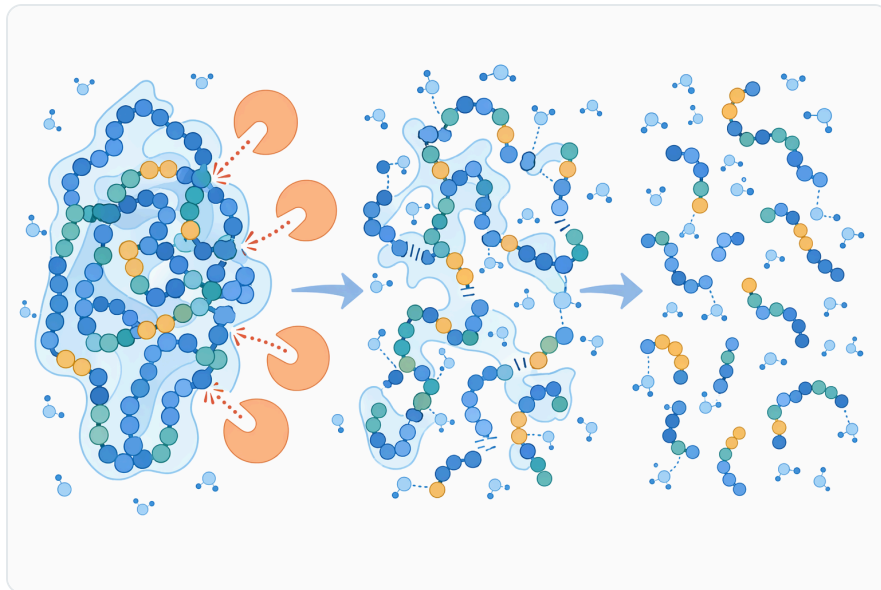
이 기전은 제품 설계에서 매우 실질적인 의미를 갖습니다. 단백질이 접혀 있거나 응집되어 있으면 절단 부위가 효소에 잘 노출되지 않고, 열·pH·염·전단 같은 공정 조건으로 구조가 부분적으로 풀리면 절단 가능한 결합이 증가할 수 있습니다. 반대로 이미 과도하게 변성되어 불용성 응집체가 된 단백질은 효소 접근성이 낮아질 수 있습니다. 따라서 파파인 가수분해의 결과는 “효소가 존재한다”는 사실만으로 결정되지 않고, 기질 단백질이 얼마나 노출되어 있는지, 반응 중 단백질 네트워크가 어떻게 변화하는지에 의해 좌우됩니다<sup>[4]</sup>.

## 단백질 가수분해에서 일어나는 구조 변화

파파인이 작동하면 가장 먼저 고분자 단백질의 평균 사슬 길이가 줄어듭니다. 이 변화는 단순히 분자량 감소에 그치지 않습니다. 단백질 내부에 묻혀 있던 소수성·친수성 아미노산 잔기가 새롭게 노출되고, 펩타이드 말단기가 증가하며, 수화층 형성 방식과 전하 분포가 달라집니다. 그 결과 용해성, 침전 안정성, 점도, 계면 흡착성, 거품성, 유화성, 쓴맛·감칠맛 펩타이드 생성 가능성이 함께 변할 수 있습니다<sup>[2]</sup>.

다만 가수분해가 항상 “많을수록 좋은” 것은 아닙니다. 제한적 가수분해에서는 단백질이 적당히 작아져 물에 더 잘 분산되고 계면에 빠르게 배열될 수 있지만, 과도한 가수분해에서는 계면막을 유지할 정도의 사슬 길이가 부족해져 유화 안정성이 떨어질 수 있습니다. 곡물 단백질인 kafirin을 효소 처리와 열처리 조합으로 개질한 연구는 단백질 구조 개방, 열처리, 효소 절단이 함께 작용해 식품 적용성을 확장할 수 있음을 보여주지만, 동시에 단백질별 구조 특성에 맞춘 조합이 중요하다는 점도 시사합니다<sup>[4]</sup>.

파파인은 또한 특정 알레르겐 또는 항원성 단백질의 구조를 약화시키는 방향으로 연구되기도 합니다.  $\beta$ -lactoglobulin 항원성을 단일 효소 가수분해로 조절한 연구에서는 효소 처리에 따른 구조 변화와 선형 에피토프 영향이 검토되었습니다<sup>[5]</sup>. 이는 파파인이 단백질 항원성 조절 연구에서 사용될 수 있음을 보여주지만, 특정 알레르기 위험을 제거한다고 일반화해서는 안 됩니다. 식품 안전성이나 표시 요건은 최종 제품의 원료, 공정, 규제 체계에 따라 별도로 판단되어야 합니다.



**Figure 2.** 파파인 가수분해는 접근 가능한 결합을 절단하여 단백질 사슬의 길이를 줄이고 구조, 용해도, 질감을 변화시킵니다.

## 원료별 파파인 적용에서 기대되는 효과

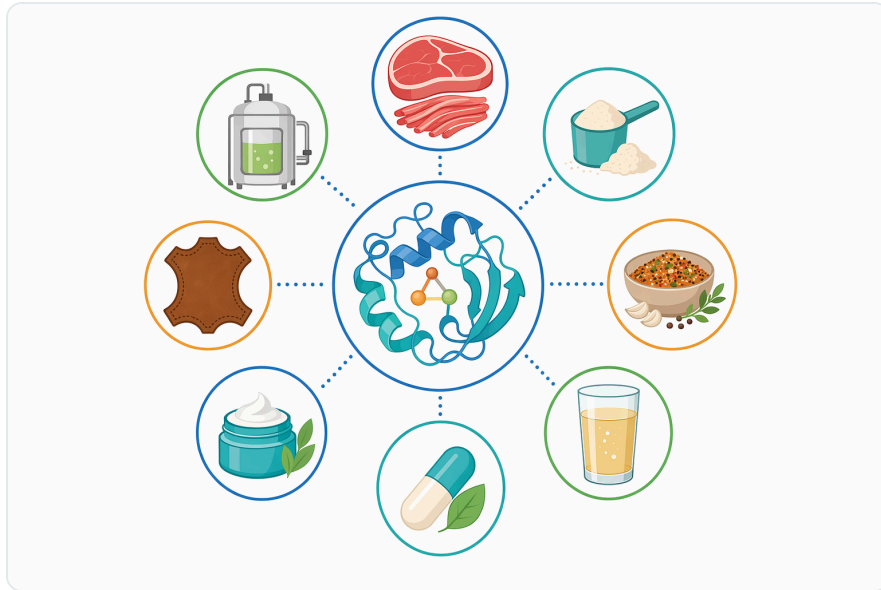
파파인의 장점은 넓은 단백질 기질 범위이지만, 실제 결과는 원료별로 크게 달라집니다. 식물성 저장 단백질은 소수성 응집과 낮은 용해성이 문제가 되는 경우가 많고, 우유 단백질은 항원성·소화성·펩타이드 패턴이 중요하며, 수산 단백질은 부산물 고부가가치화와 풍미 전구체 생성이 핵심일 수 있습니다. 육류·콜라겐성 단백질에서는 조직 연화와 결합조직 약화가 중요한 목적이 됩니다<sup>[6]</sup>.

원료군	파파인 처리의 주요 목적	기대되는 구조 변화	주의할 점
식물성 단백질	용해성, 분산성, 식감, 기능성 개선	저장 단백질 사슬 절단, 응집 완화, 펩타이드 생성	과가수분해 시 쓴맛·앓은 질감 발생 가능
우유 단백질	소화성, 항원성 구조, 펩타이드 조성 조절	$\beta$ -lactoglobulin 등 단백질의 부분 절단	알레르기 저감 효과를 제품에 일반화하면 안 됨
수산 단백질	부산물 가치화, 풍미 베이스, 펩타이드 원료화	근육·막 단백질 절단, 수용성 질소 성분 증가	비린내 전구체와 쓴맛 펩타이드 관리 필요
육류 단백질	조직 연화, 단백질 가수분해, 풍미 형성	근원섬유·결합조직 단백질 약화	과처리 시 물러짐과 조직 붕괴 가능
콜라겐성 원료	젤라틴성·콜라겐성 구조 완화, 펩타이드화	삼중나선 또는 섬유성 구조 접근성 증가 후 절단	열처리와 효소 처리 순서에 따라 결과 차이 큼

## 식물성 단백질 가수분해: 용해성, 분산성, 기능성 조절

식물성 단백질은 대체육, 식물성 음료, 단백질 파우더, 소스, 스낵, 영양제품에서 빠르게 사용이 늘고 있지만, 물에 잘 풀리지 않거나 가열 시 침전되는 문제가 흔합니다. 파파인은 이런 원료에서 고분자 단백질을 더 짧은 펩타이드로 전환해 분산성을 개선하고, 단백질 네트워크의 과도한 응집을 줄이는데 활용될 수 있습니다. 곡물 단백질 kafirin을 효소와 열처리로 개질한 연구는 단단한 저장 단백질의 식품 적용성을 넓히기 위해 효소적 절단과 구조 변성이 함께 고려될 수 있음을 보여줍니다<sup>[4]</sup>.

대두 발효식품인 tempeh에서 시스테인 프로테아제 보조 단백질 가수분해물을 최적화한 연구는 식물성 단백질 가수분해물이 angiotensin-converting enzyme, 즉 ACE 억제 활성 같은 생리활성 평가의 대상이 될 수 있음을 보여줍니다<sup>[7]</sup>. 이는 파파인과 같은 시스테인 프로테아제가 단백질을 단순히 잘게 쪼개는 수준을 넘어, 특정 펩타이드 집합을 생성하는 도구로 사용될 수 있음을 의미합니다. 다만 ACE 억제 활성은 시험관 내 결과와 실제 섭취 후 생체 이용률이 다를 수 있으므로, 최종 제품 효능으로 직접 연결해 표현해서는 안 됩니다.



**Figure 3.** 파파인은 콜라겐 및 젤라틴 기질, 육류, 가죽 원피, 부산물, 케라틴이 풍부한 화장품 관련 표면 등 구조화된 단백질 매트릭스에 적용됩니다.

phenolics가 풍부한 콩과 식물 단백질 가수분해물 연구에서도 항산화 및 ACE 억제 관련 펩타이드 구조가 분석되었습니다<sup>[8]</sup>. 이런 연구 흐름은 식물성 단백질 가수분해가 영양·기능성 원료 개발의 핵심 플랫폼이 될 수 있음을 보여줍니다. 파파인의 역할은 여기서 특정 원료의 단백질 구조를 풀고, 펩타이드 조성을 바꾸며, 후속 분리·건조·배합 공정에서 다루기 쉬운 수용성 또는 분산성 원료를 만드는 데 있습니다.

## 우유 단백질과 알레르겐성 단백질 구조 조절

우유 단백질은 영양적 가치가 높지만,  $\beta$ -lactoglobulin 같은 단백질의 항원성 구조와 소화성은 제품 설계에서 중요한 고려 요소입니다. 단일 효소 가수분해를 통해  $\beta$ -lactoglobulin 항원성을 최적화한 연구는 효소 처리 후 단백질 구조 변화와 선형 에피토프의 변화를 함께 다루었습니다<sup>[5]</sup>. 파파인은 이러한 연구 맥락에서 단백질 항원성 부위의 노출 또는 절단을 조절하는 효소적 도구로 해석될 수 있습니다.

우유 단백질 가수분해 연구에서 papain은 actinidin 및 bromelain과 비교되었고, 각 효소가 단백질 가수분해의 속도론적·열역학적 특성에서 차이를 보인다는 점이 검토되었습니다<sup>[2]</sup>. 이는 같은 원료를 처리하더라도 효소 종류에 따라 펩타이드 패턴과 기능적 결과가 달라질 수 있음을 의미합니다. 따라서 파파인은 “우유 단백질을 분해할 수 있는 효소”일 뿐 아니라, 특정한 절단 경향을 가진 선택지로 보아야 합니다.

## 수산 단백질, 갑각류, 콜라겐성 부산물의 펩타이드화

수산물 가공에서는 필렛 생산 후 남는 껍질, 뼈 주변 조직, swim bladder, 갑각류 부산물 등 단백질 성 부산물이 많이 발생합니다. 이들 원료는 그대로는 냄새, 색, 조직감, 미생물 관리, 불균일성 때문에 사용이 제한되지만, 효소 가수분해를 거치면 풍미 베이스, 펩타이드 원료, 사료·양식용 단백질 원료로 전환될 가능성이 있습니다. Pangasius swim bladder collagen을 효소 공정으로 분석한 연구는 수산 콜라겐성 원료가 효소 처리와 구조 분석의 대상이 될 수 있음을 보여줍니다<sup>[9]</sup>.



**Figure 4.** 파파인은 다양한 단백질 매트릭스에 적합한 온화한 수용액 조건에서 제어된 단백질 분해를 가능하게 한다는 점에서 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제와 다릅니다.

새우의 tropomyosin 수준에 대한 파파인 가수분해 효과를 다룬 연구는 갑각류 단백질에서 특정 알레르겐성 단백질을 효소 처리로 변화시키는 접근을 보여줍니다<sup>[10]</sup>. 이 결과는 파파인이 수산 단백질의 주요 구조 단백질에 작용할 수 있음을 시사하지만, 알레르겐 완전 제거를 의미하지는 않습니다. 특히 tropomyosin은 열 안정성과 알레르겐성이 잘 알려진 단백질이므로, 효소 처리 후 잔존 단백질과 펩타이드의 안전성 평가는 최종 제품 맥락에서 해석되어야 합니다.

수산 단백질에서 파파인의 또 다른 가치는 풍미 전구체 생성입니다. 단백질이 적절히 절단되면 아미노산과 저분자 펩타이드가 증가해 감칠맛, 육향, 해산물 풍미의 기반이 될 수 있습니다. 그러나 소수성 펩타이드가 과도하게 생성되면 쓴맛이 강해질 수 있으므로, 파파인 가수분해는 풍미 강화와 쓴맛 억제 사이의 균형을 맞추는 공정으로 설계되어야 합니다<sup>[10]</sup>.

## 육류 가공에서의 파파인: 연화와 단백질 절단

파파인은 육류 가공에서 잘 알려진 연화 효소입니다. 육류 제품 기술에서 파파인 적용을 다룬 연구는 이 효소가 근육 단백질과 결합조직 단백질에 작용해 조직 특성을 바꿀 수 있음을 다룹니다<sup>[6]</sup>. 육류에서 중요한 것은 단백질을 완전히 용해시키는 것이 아니라, 씹힘성과 보수력, 열처리 후 조직 유지 사이에서 원하는 수준의 구조 약화를 얻는 것입니다.

육류 시스템에서 파파인이 과도하게 작용하면 바람직한 연화가 아니라 표면 물러짐, 절단면 붕괴, 조리 중 수분 손실 증가 같은 문제가 생길 수 있습니다. 반대로 반응이 부족하면 질긴 결합조직이 충분히 약화되지 않습니다. 따라서 육류 적용에서 파파인은 “강력한 연화제”라는 단순 표현보다, 근원 섬유 단백질과 콜라겐성 구조를 동시에 건드릴 수 있는 단백질 구조 조절 효소로 보는 것이 더 정확합니다<sup>[6]</sup>.

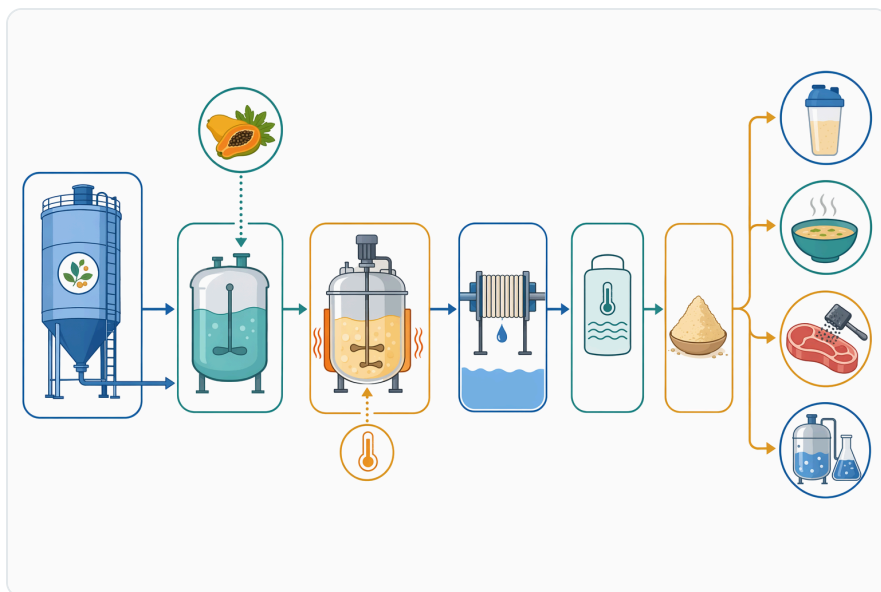


Figure 5. 콜라겐 및 젤라틴 가공에서 파파인을 제어된 조건으로 처리하면 추출과 후속 분리 공정 전에 원피나 트리밍 조직을 여는 데 도움이 됩니다.

## 파파인과 다른 식물성 프로테아제의 비교

단백질 가수분해 공정에서는 파파인 외에도 bromelain, ficin, actinidin 같은 식물성 프로테아제가 검토됩니다. ficin의 재조합 발현과 최적화 연구는 무화과 유래 시스테인 프로테아제도 산업적 관심 대상임을 보여주며, 파파인이 속한 식물성 시스테인 프로테아제군의 폭넓은 활용 가능성을 뒷받침합니다<sup>[11]</sup>. 그러나 효소군이 같다고 해서 절단 패턴과 제품 결과가 같지는 않습니다.

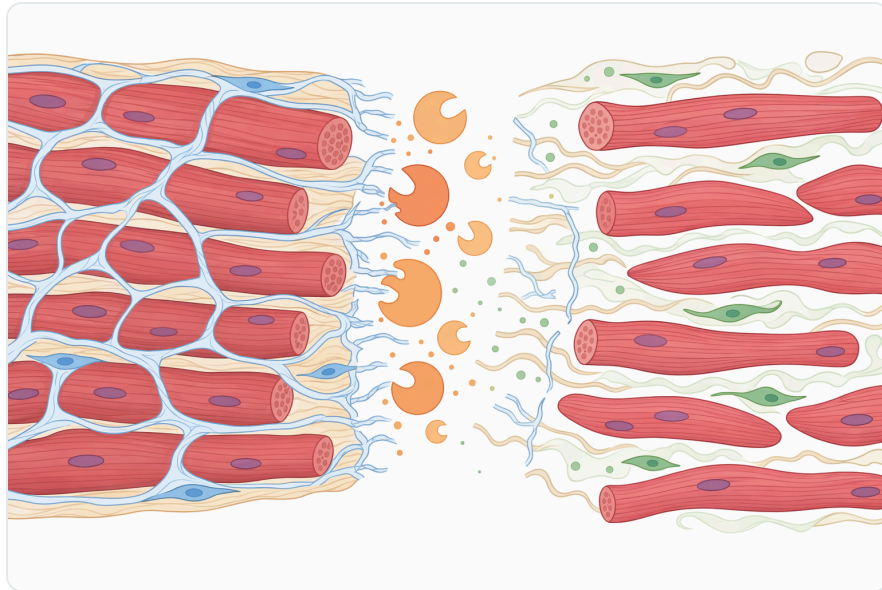
효소	일반적 유래	단백질 가수분해에서의 특징	파파인과 비교할 때의 해석
Papain	파파야	넓은 기질 범위, 육류·식물성·수산 단백질 적용 연구가 많음	범용성이 높지만 과가수분해 관리가 중요
Bromelain	파인애플	식품·육류·단백질 가수분해에서 널리 연구됨	파파인과 절단 경향이 달라 펩타이드 프로파일 차이 가능
Ficin	무화과	시스테인 프로테아제 계열, 재조합 연구도 진행됨	유사 계열이지만 원료별 반응성은 별도 해석 필요
Actinidin	키위	우유 단백질 등에서 가수분해 특성 비교 연구 대상	특정 단백질에 대한 속도와 열역학적 특성이 다를 수 있음

우유 단백질 가수분해에서 actinidin, bromelain, papain을 비교한 연구는 효소 선택이 반응 속도, 열안정성, 기질 분해 양상에 영향을 줄 수 있음을 보여줍니다<sup>[2]</sup>. 따라서 파파인은 다른 식물성 프로테아제의 대체품으로만 볼 것이 아니라, 자체적인 절단 특성과 공정 경험을 가진 선택지로 보아야 합니다.

## 공정 조건이 결과를 바꾸는 방식

파파인 가수분해 결과는 효소 자체보다 공정 환경에 더 크게 좌우될 때가 많습니다. 단백질의 접힘 상태, 수분 함량, 분산 정도, 열처리 이력, 염 농도, pH, 반응 온도, 반응 시간, 후처리 방식이 모두 절단 접근성을 바꿉니다. 특히 단백질이 열처리로 부분 변성되면 파파인이 접근할 수 있는 결합이 늘어날 수 있지만, 지나친 열응집은 오히려 효소 접근을 방해할 수 있습니다<sup>[4]</sup>.

비가열 또는 저열 공정과의 조합도 중요합니다. 연속 시스템에서 pulsed electric fields가 식품용 파파인 활성화에 미치는 영향을 다룬 연구는 전기장 기반 공정이 효소 활성화에 영향을 줄 수 있음을 보여줍니다<sup>[12]</sup>. 이는 파파인을 고압, 전기장, 초음파, 열처리 같은 다른 공정과 조합할 때 효소의 잔존 활성과 단백질 구조 변화를 함께 고려해야 함을 의미합니다.



**Figure 6.** 파파인은 씹을 때의 저항감에 기여하는 근육 및 결합조직 단백질을 부분적으로 절단하여 고기를 연하게 만듭니다.

가수분해 종료도 제품 품질에 큰 영향을 줍니다. 원하는 펩타이드 범위에 도달한 뒤에도 효소가 계속 작용하면 쓴맛, 과도한 점도 저하, 유화막 약화, 조직 붕괴가 발생할 수 있습니다. 파파인 반응은 적절한 후처리로 멈추도록 설계해야 하며, 이때 목표는 효소를 “많이 작동시키는 것”이 아니라 원하는 기능성에 도달한 시점에서 반응을 제어하는 것입니다<sup>[2]</sup>.

## 기능성 펩타이드와 생리활성 연구의 해석

파파인 가수분해물은 항산화, ACE 억제, 항원성 변화, 풍미 펩타이드 생성 같은 주제로 자주 연구됩니다. 식물성 단백질 가수분해물에서 ACE 억제 활성을 검토한 연구들은 단백질 원료와 효소 선택에 따라 생성되는 펩타이드가 달라질 수 있음을 보여줍니다<sup>[7]</sup>. 이러한 연구는 기능성 원료 개발의 방향성을 제공하지만, 특정 파파인 제품이 곧바로 동일한 생리효과를 낸다는 의미는 아닙니다.

phenolics가 풍부한 콩과 식물 단백질 가수분해물 연구에서도 펩타이드 구조와 항산화·ACE 억제 활성이 함께 분석되었습니다<sup>[8]</sup>. 이처럼 단백질 가수분해물의 기능성은 펩타이드 서열, 분자 크기, 소수성, 전하, 공존하는 폴리페놀·지질·당류와의 상호작용에 의해 결정됩니다. 파파인은 그 펩타이드 집합을 생성하는 효소적 출발점이며, 최종 기능성은 원료와 공정 전체의 결과입니다.



**Figure 7.** 파파인은 저부가가치의 단백질이 풍부한 부산물 흐름을 추출 가능한 콜라겐, 젤라틴, 펩타이드 또는 가용성 가수분해물로 전환하는 데 도움이 될 수 있습니다.

## 안전성, 알레르기, 취급상 고려

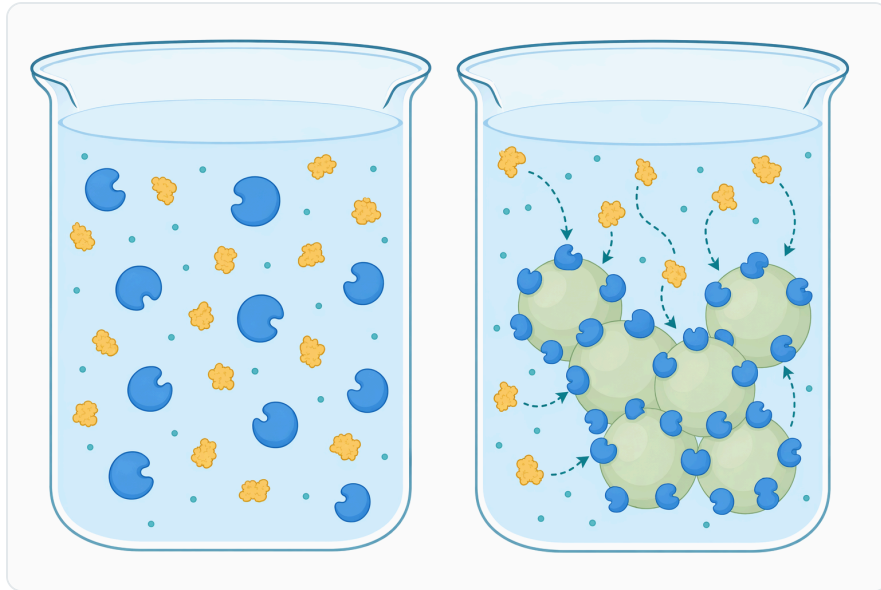
파파인은 식품 및 산업 분야에서 오래 사용되어 왔지만, 효소 단백질 자체가 흡입 또는 피부 노출에 의해 민감화를 유발할 수 있다는 보고가 있습니다. 산업 및 식품 분야에서 파파인 노출이 알레르기 민감화와 관련될 수 있음을 다룬 문헌은 분말 효소 취급 시 작업자 노출 관리가 중요하다는 점을 보여줍니다<sup>[13]</sup>. 이는 파파인을 위험한 원료로 단정한다는 뜻이 아니라, 효소 단백질을 다룰 때 일반적인 산업 위생 관리가 필요하다는 의미입니다.

상처 드레싱용 alginate membrane에 고정화한 papain 연구나 papain gel의 항균 활성 연구처럼, 파파인은 식품 외 분야에서도 연구되어 왔습니다<sup>[14]</sup>. 그러나 이러한 의생명 분야 연구 결과를 식품 단백질 가수분해 제품에 직접 적용해서는 안 됩니다. 동일한 효소라도 사용 목적, 노출 경로, 농도, 제형, 규제 범주가 달라지면 안전성 해석도 달라집니다.

## Enzymes.bio 공급 품목으로서의 이해

Enzymes.bio의 Papain Enzyme For Protein Hydrolysis는 단백질 가수분해에 사용할 수 있는 파파인 효소 공급 품목입니다. Enzymes.bio는 제조사나 분석 실험실이 아니며, 이 문서는 제조 공정 조건이나 분석법을 제시하는 문서가 아니라 파파인의 작용 원리와 산업적 적용 가능성을 설명하는 기술 지원 자료입니다. 제품은 온라인에서 1kg 단위로 직접 주문되는 형태이며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

이 제품을 이해할 때 핵심은 “파파인이 어떤 숫자의 활성을 갖는가”보다 “어떤 단백질 구조 문제를 해결하려는가”입니다. 식물성 단백질의 분산성 개선, 우유 단백질의 구조 조절, 수산 부산물의 펩타이드화, 육류 조직 연화, 콜라겐성 원료의 가수분해처럼 목적이 달라지면 적절한 반응 수준과 후처리 방식도 달라집니다. 따라서 파파인은 제품 배합의 보조 성분이라기보다, 원료 단백질의 구조를 재설계하는 공정 효소로 보는 편이 더 정확합니다<sup>[2]</sup>.



**Figure 8.** 고정화 파파인은 촉매 효소를 담체에 유지시켜, 가수분해가 용액 전체가 아니라 국소적인 접촉 표면에서 일어나도록 합니다.

## 실무적 결론

Papain Enzyme For Protein Hydrolysis는 파파야 유래 시스테인 프로테아제를 이용해 단백질을 더 작은 펩타이드로 전환하는 효소이며, 식품·단백질 원료·수산 부산물·육류 가공·기능성 펩타이드 연구에서 폭넓게 검토되어 온 공정 도구입니다. 파파인의 가치는 단순한 분해력에 있지 않고, 단백질의 용해성, 점도, 조직감, 계면 거동, 풍미 전구체, 항원성 구조, 펩타이드 프로파일을 목적에 맞게 바꿀 수 있다는 점에 있습니다<sup>[1]</sup>.

동시에 파파인은 모든 원료에 동일한 결과를 주는 범용 개선제가 아닙니다. 같은 효소라도 기질 단백질의 구조, 열처리 이력, 수분 상태, 반응 조건, 후처리 방식에 따라 결과가 달라지며, 과도한 가수분해는 쓴맛, 기능성 저하, 조직 붕괴를 만들 수 있습니다. 따라서 파파인 가수분해는 “더 많이 분해”가 아니라 “목표 기능에 맞춘 제한적·목적 지향적 가수분해”로 접근할 때 가장 실용적입니다<sup>[4]</sup>.

Enzymes.bio에서 공급되는 단백질 가수분해용 파파인 효소는 이러한 공정 목적에 맞춰 활용할 수 있는 온라인 주문 품목입니다. CoA와 SDS는 주문 시 함께 제공되며, 사용자는 최종 제품의 원료 특성, 규제 요건, 공정 목표에 맞추어 파파인의 구조 조절 효과를 해석해야 합니다.

## Papain Enzyme 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.

[Papain Enzyme 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. Khatun, M., Saeid, A., Mozumder, N., & Ahmed, M. (2023). Extraction, purification and characterization of papain enzyme from papaya. *Food Research*.
2. Kaur, S., Vasiljevic, T., & Huppertz, T. (2023). Milk Protein Hydrolysis by Actinidin—Kinetic and Thermodynamic Characterisation and Comparison to Bromelain and Papain. *Foods*, 12.
3. Markovic, S., Andrejević, N., Milošević, J., & Polović, N. (2023). Structural Transitions of Papain-like Cysteine Proteases: Implications for Sensor Development. *Biomimetics*, 8.
4. Semwal, J., & Meera, M. (2024). Novel mode of kafirin modification using combination of enzyme and thermal treatment to expand its food application.. *Food Chemistry*, 460 Pt 1, 140489 .
5. Sun, P., Wu, X., Sun, Q., Zhao, Q., Mu, G., & Kong, F. (2024). Optimizing  $\beta$ -Lactoglobulin antigenicity through single enzyme hydrolysis: Exploring structural changes and effects on linear epitopes.. *Food Chemistry*, 464 Pt 2, 141770 .
6. Israelian, V., Holembovska, N., & Slobodyanyuk, N. (2021). Application of papain enzyme in technology of meat products. *Animal Science and Food Technology*.
7. Sukrasno, S., Rizaldy, D., Kurniati, N., Raihanah, C., & Iman, A. A. (2025). Two Optimized Cysteine Protease-Aided Protein Hydrolysates of Soybean Tempeh Inhibit Angiotensin-Converting Enzyme Activity In Vitro. *Preventive Nutrition and Food Science*, 30, 379 - 390.
8. Chang, S. K. C., Zhang, Y., & Pechan, T. (2025). Structures, antioxidant, and angiotensin I-converting enzyme (ACE)-inhibitory activities of peptides derived from protein hydrolysates of three phenolics-rich legume genera.. *Journal of Food Science*, 90 2, e70069 .
9. Simamora, G. R. R., Trilaksani, W., & Uju, U. (2019). Profiling of Catfish Swim Bladder Collagen (Pangasius sp.) Through Enzymatic Proses. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*.
10. Yu, S., Kuan, Y., Chang, C., Liaw, E., Huang, E. S., Lin, J., Chen, Y., ... et al. (2023). The effect of papain hydrolysis on tropomyosin levels in shrimp. *Heliyon*, 9.
11. Sattari, F., Rigi, G., & Ghaedmohammadi, S. (2020). The first report on molecular cloning, functional expression, purification, and statistical optimization of Escherichia coli-derived recombinant Ficin from

Iranian fig tree (Ficus carica cv.Sabz). *International Journal of Biological Macromolecules*.

12. Meza-Jiménez, M. L., Pokhrel, P., Torre, R. R. R., Barbosa-Cánovas, G., & Hernández-Sánchez, H. (2019). Effect of pulsed electric fields on the activity of food-grade papain in a continuous system. *LWT*.
13. Rosenthal, A., & Blønd, M. (2008). [The enzyme papain in industry and food causes allergic sensitization]. *Ugeskrift for læger*, 170 40, 3127-9 .
14. Filho, R. N. F. M., Vasconcelos, N. F., Andrade, F., Rosa, M., & Vieira, R. (2020). Papain immobilized on alginate membrane for wound dressing application. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 194, 111222 .

## 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