

Protein Hydrolysis Enzyme – Neutral Protease Enzyme CAS 232-642-4: 단백질 가수분해, 식품·사료·발효 원료 처리용 중성 프로테아제

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

Protein Hydrolysis Enzyme – Neutral Protease Enzyme CAS 232-642-4는 단백질의 펩타이드 결합을 절단해 큰 단백질을 더 작은 펩타이드와 아미노산 조각으로 전환하는 공정용 효소입니다. 중성 프로테아제는 강산·강알칼리 조건보다 온화한 반응 환경에서 단백질 구조를 조절할 수 있어, 식물성 단백질, 수산·축산 단백질, 발효 원료, 사료 원료, 단백질 부산물의 가공성 개선에 활용됩니다 [1]. Enzymes.bio는 제조사나 시험기관이 아닌 효소 공급업체이며, 이 제품은 온라인에서 1kg 단위로 직접 구매할 수 있고 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

중성 프로테아제란 무엇인가: “단백질을 없애는 효소”가 아니라 “단백질 구조를 조정하는 효소”

중성 프로테아제는 단백질 사슬 내부의 펩타이드 결합을 가수분해하는 효소군입니다. 단백질은 수십 개에서 수천 개의 아미노산이 펩타이드 결합으로 연결된 고분자이며, 효소가 이 결합을 선택적으로 절단하면 원래의 큰 단백질은 더 짧은 펩타이드, 올리고펩타이드, 유리 아미노산이 섞인 가수분해물로 바뀝니다. 단백질 가수분해물과 생리활성 펩타이드에 관한 리뷰는 효소적 가수분해가 식품·건강 소재에서 단백질 기능과 생물활성을 조정하는 핵심 접근법이라고 설명합니다 [1].

“중성”이라는 명칭은 이 효소가 일반적으로 강산성 또는 강알칼리성 조건을 전제로 하지 않고, 중성 부근의 공정 조건에서 단백질 가수분해를 수행하도록 선택·사용되는 효소군임을 의미합니다. 모든 중성 프로테아제가 동일한 미생물 기원, 동일한 절단 특이성, 동일한 안정성을 갖는 것은 아니며, 실제 성능은 효소의 기원과 제형, 원료 단백질, 공정 환경에 따라 달라집니다. *Arthrospira platensis* 유래 세포외 중성 프로테아제, *Bacillus subtilis* 유래 중성 프로테아제, *Aspergillus oryzae* 유래 neutral protease I처럼 서로 다른 생물학적 출처의 중성 프로테아제가 각각 생산·특성화된 사례가 보고되어 있습니다 [2], [3], [4].

산업적으로 중요한 점은 중성 프로테아제가 단백질을 “완전히 분해해 제거”하는 데만 쓰이는 효소가 아니라는 것입니다. 실제 공정에서는 부분 가수분해를 통해 용해성, 점도, 분산성, 기질 접근성, 발효성, 풍미 전구체, 펩타이드 조성을 조절하는 경우가 많습니다. 단백질 가수분해 발효식품 리뷰에서도 단백질 분해는 발효 중 질소원 가용화, 풍미 형성, 펩타이드 생성과 연결되는 과정으로 다루 집니다 [5].

작동 기전: 펩타이드 결합 절단이 공정 특성으로 이어지는 경로

중성 프로테아제의 1차 작용은 단백질 내부의 펩타이드 결합 절단입니다. 효소가 단백질 표면이나 풀린 구조의 절단 가능한 부위에 결합하고, 물 분자를 이용해 아미드 결합을 끊으면 큰 단백질의 분자량 분포가 낮아집니다. 이 변화는 단순한 “분해”가 아니라 단백질의 표면 전하, 소수성 노출, 수화 능력, 응집 경향을 함께 바꾸기 때문에, 같은 원료라도 가수분해 정도에 따라 완전히 다른 물성이 나타날 수 있습니다 [1].

예를 들어 불용성 또는 저분산성 단백질 원료에서는 부분 절단으로 단백질 사슬이 짧아지고 물과 접촉할 수 있는 말단기가 늘어나 용해성과 분산성이 개선될 수 있습니다. 반대로 과도한 절단은 젤 형성력, 거품 안정성, 유화 안정성처럼 큰 단백질 구조에 의존하는 기능을 약화시킬 수 있습니다. 표고버섯 단백질을 여러 효소로 가수분해한 연구에서도 가수분해 방식에 따라 구조적·기능적 특성과 향산화 특성이 달라지는 것으로 보고되어, “어떤 효소로 어느 정도 절단하느냐”가 최종 특성을 좌우함을 보여줍니다 [6].

중성 프로테아제의 절단 특이성은 효소마다 다릅니다. 일부는 비교적 넓은 기질 특이성을 보이며 단백질 내부 결합을 여러 위치에서 절단하고, 일부는 특정 아미노산 주변 결합에 더 민감하게 작용합니다. *Aspergillus oryzae* 유래 neutral protease I가 thermolysin-like protease로 발현·확인된 연구는 중성 프로테아제 중 일부가 금속 프로테아제적 성격을 가질 수 있음을 보여주며, 이러한 효소에서는 활성 중심의 금속 이온 환경과 단백질 구조 안정성이 반응성에 영향을 줄 수 있습니다 [4].

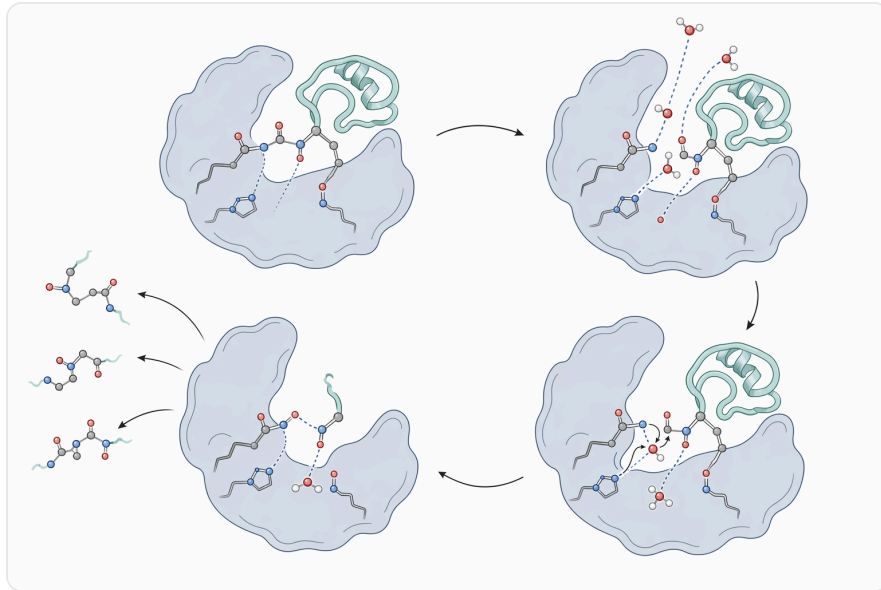


Figure 1. 중성 프로테아제는 온화한 조건에서 물을 이용해 펩타이드 결합을 끊어 큰 단백질을 더 짧은 펩타이드와 아미노산으로 분해한다.

왜 중성 조건이 중요한가: 산·알칼리 가수분해와 다른 공정적 의미

단백질은 산, 알칼리, 열, 미생물 발효, 효소 처리 등 여러 방식으로 분해될 수 있습니다. 그중 효소 가수분해는 반응 선택성이 상대적으로 높고, 단백질 원료의 색·향·영양성분 변화를 더 세밀하게 조절할 수 있다는 점에서 가치가 있습니다. 단백질 가수분해물과 생리활성 펩타이드 리뷰는 효소 가수분해가 특정 펩타이드 생성을 목표로 하는 식품·건강 소재 개발에서 널리 사용되는 생산 방식이라고 정리합니다 [1].

강산 가수분해는 빠르고 강력하지만 원료 특성 손상, 불쾌한 반응 부산물, 염 부하, 후중화 부담을 동반할 수 있습니다. 강알칼리 조건 역시 단백질을 효과적으로 풀 수 있지만 아미노산 변형, 색 변화, 폐수 부담, 설비 부식 같은 문제가 공정 설계에서 고려됩니다. 중성 프로테아제는 이러한 강한 화학 처리와 달리 단백질을 온화한 조건에서 단계적으로 절단할 수 있어, 원료의 기능을 완전히 잃지 않으면서 필요한 수준의 구조 변화를 유도하는 데 적합합니다 [5].

다만 “중성”이라는 표현이 모든 공정 변수를 무시해도 된다는 뜻은 아닙니다. pH, 온도, 염 농도, 금속 이온, 원료 전처리, 고형분 농도, 반응 시간은 모두 가수분해 속도와 펩타이드 분포에 영향을 줍니다. 중성 프로테아제의 안정성과 반응성을 높이기 위해 고정화 담체를 사용한 연구도 있으며, magnetic PVA/SA@Fe₃O₄ hydrogel bead에 고정화했을 때 활성과 안정성 개선이 보고된 사례는 효소 주변 미세환경이 성능에 큰 영향을 줄 수 있음을 보여줍니다 [7].

단백질 원료별 적용 논리

식물성 단백질: 용해성, 분산성, 펩타이드 기능성 조정

식물성 단백질은 원료마다 구조와 제한 요인이 다릅니다. 병아리콩은 단백질, 탄수화물, 식이섬유와 다양한 생리활성 성분을 포함하는 식품 원료로 주목받고 있으며, 식물성 단백질 소재 개발에서 영양 조성 and 기능성의 균형이 중요합니다 [8]. 하지만 두류 단백질은 열처리, pH 변화, 저장 조건에 따라 응집하거나 불용화될 수 있어, 단백질 가수분해를 통해 분산성과 소화 접근성을 조정하는 전략이 활용됩니다.

병아리콩 단백질의 효소 가수분해와 in silico 분석을 다룬 연구는 가수분해로 생성된 펩타이드가 α -glucosidase 저해 특성과 관련될 수 있음을 검토했습니다. 이는 중성 프로테아제를 포함한 단백질 가수분해 접근이 단순한 원료 연화가 아니라 특정 펩타이드 조성 탐색으로 이어질 수 있음을 보여줍니다 [9]. 다만 이런 생리활성은 특정 원료, 효소 조합, 펩타이드 서열에 의존하므로, 모든 단백질 가수분해물이 동일한 기능성을 갖는다고 해석해서는 안 됩니다.

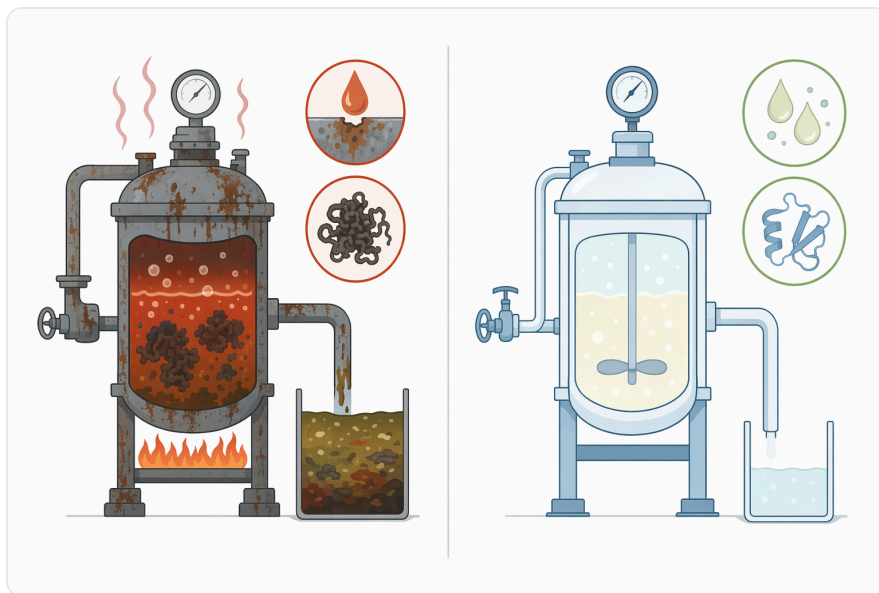


Figure 2. 산성, 중성, 알칼리성 프로테아제는 주로 각 효소가 가장 유용하게 작용하는 공정의 pH 환경이 다르다.

대두, 완두, 병아리콩, 곡물 단백질처럼 식물성 단백질을 사용하는 공정에서는 부분 가수분해가 음료 안정성, 분말 재분산성, 발효 기질화, 소화 접근성에 영향을 줄 수 있습니다. 중성 프로테아제는 강한 pH 이동 없이 단백질 구조를 조정할 수 있어, 식물성 단백질의 맛과 색을 과도하게 손상시키지 않으려는 공정에서 검토됩니다 [1].

유청·유제품 단백질: 점도, 조직감, 펩타이드 분획

유청 단백질은 고품질 단백질 원료이지만, 열처리와 농축 과정에서 변성·응집·점도 증가가 일어날 수 있습니다. 그릭 요거트에 lactose-free whey protein을 적용한 연구는 유청 단백질 원료가 건강 관련 기대효과뿐 아니라 점탄성, 조직감, 관능 특성에도 영향을 줄 수 있음을 보여줍니다 [10]. 따라서 유제품 단백질 공정에서 단백질 구조 조정은 영양성만이 아니라 최종 제품의 흐름성, 단단함, 입안 질감과 연결됩니다.

야크 유청 단백질 농축물의 효소 가수분해 최적화와 초여과 펩타이드 분획 평가 연구는 유청 단백질 가수분해물이 분획별로 다른 생물활성을 보일 수 있음을 다뤘습니다 [11]. 이처럼 유청 단백질을 효소로 처리하면 단백질 사슬 길이와 펩타이드 분포가 바뀌며, 후속 여과나 분획 공정에서 서로 다른 물성·기능을 가진 분획을 얻을 수 있습니다.

한편 유청 단백질은 특정 조건에서 섬유상 응집체나 피브릴 구조를 형성할 수 있으며, 효소 가수분해는 이러한 구조 형성 능력에도 영향을 줄 수 있습니다. 유청 단백질의 아밀로이드 피브릴 형성에서 효소 가수분해가 핵 형성 능력에 미치는 영향을 다룬 연구는, 단백질 절단이 단순한 분자량 감소를 넘어 집합체 형성 경로 자체를 바꿀 수 있음을 보여줍니다 [12].

수산·축산 단백질: 부산물 가치화와 산화 관리

어류, 갑각류, 육가공 부산물에는 단백질이 풍부하지만, 원료 특유의 냄새, 지방 산화, 불균일한 조직, 저장 안정성 문제가 동반될 수 있습니다. 단백질 가수분해는 이러한 부산물을 펩타이드 원료, 조미 소재, 사료 원료, 기능성 소재 후보로 전환하는 수단이 될 수 있습니다. Snakehead fish 머리 단백질을 브로멜라인 농도와 가수분해 시간에 따라 처리한 연구는 수산 부산물의 효소 가수분해가 단백질 가수분해물 특성을 바꾸는 실용적 접근임을 보여줍니다 [13].

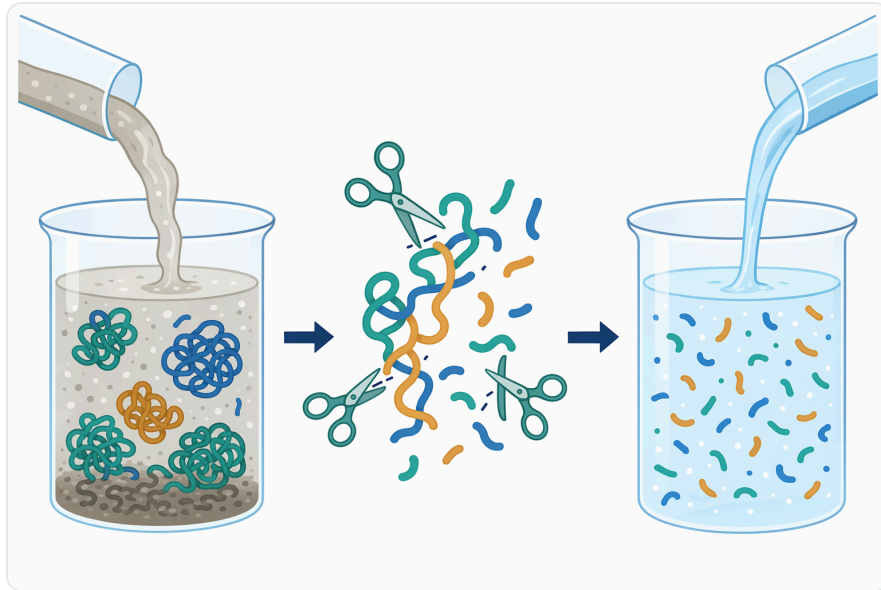


Figure 3. 제어된 가수분해는 응집을 줄이고 단백질 소재가 물에 더 잘 분산 되도록 개선할 수 있다.

그러나 수산 단백질 가수분해에서는 산화 관리가 중요합니다. 해산물 산업 부산물의 효소 가수분해 과정에서 산화성 화합물 형성을 다룬 연구는 단백질 가수분해가 가치화에 유용하더라도 지방과 산화 반응이 품질에 영향을 줄 수 있음을 지적합니다 [14]. 특히 지방 함량이 높은 원료에서는 효소 반응 시간이 길어질수록 산화취, 색 변화, 반응성 카보닐 생성 가능성에 주의해야 합니다.

참치 채장 유래 펩타이드 제조에서 초음파 보조 효소 가수분해를 적용한 연구는 물리적 전처리와 효소 가수분해를 결합해 특정 생물활성을 가진 펩타이드 생성을 탐색한 사례입니다 [15]. 이는 중성 프로테아제 같은 단백질 가수분해 효소가 단독 처리뿐 아니라 분쇄, 가열, 초음파, 막분리, 발효와 결합되어 더 정교한 단백질 전환 공정에 쓰일 수 있음을 시사합니다.

효모·미생물 단백질과 발효 부산물: 사료 원료의 이용성 개선

효모 단백질 가수분해물은 사료 첨가 원료로 연구되고 있습니다. 효모 단백질 가수분해물을 사료 첨가제로 적용할 가능성을 평가한 연구는 가수분해가 단백질 원료의 아미노산 접근성, 펩타이드 조성, 사료 소재로서의 활용성과 연결될 수 있음을 보여줍니다 [16]. 단백질을 더 작은 펩타이드로 전환하면 어린 동물이나 소화 효율이 민감한 사양 조건에서 질소원 이용성을 조정하는 데 도움이 될 수 있습니다.

증류 부산물처럼 섬유질과 단백질이 함께 존재하는 원료에서는 단일 효소보다 복합 효소 또는 미생물 컨소시엄이 더 적합할 수 있습니다. Luzhou distiller's grains를 합성 미생물 컨소시엄이 생산한 조효소로 전처리하여 사료 단백질 생산에 활용한 연구는, 단백질 가수분해가 탄수화물·섬유질 분해와 함께 설계될 때 부산물의 사료 가치가 높아질 수 있음을 보여줍니다 [17].

가금류 사료에서 프로테아제의 성장 성능과 아미노산 회장 소화율에 대한 스크리닝 연구도 있습니다. 해당 연구는 외인성 프로테아제가 사료 단백질의 소화 접근성에 영향을 줄 수 있음을 평가했으며, 프로테아제 적용이 사료 조성 및 동물종에 따라 달라지는 성능 문제임을 보여줍니다 [18].

주요 응용 분야별 비교

응용 분야	중성 프로테아제가 바꾸는 핵심 대상	기대되는 공정 변화	주의할 점
식물성 단백질 음료·소재	응집된 두류·곡물 단백질, 불용성 단백질 분획	분산성 개선, 점도 조절, 침 전 완화 가능성	과가수분해 시 쓴맛 또는 기 능성 저하 가능
유청·유제품 단백질	변성 유청 단백질, 농축 단 백질 네트워크	조직감·흐름성 조정, 펩타이드 분획 생성	젤 형성력과 점탄성 변화 확 인 필요
수산·축산 부 산물	어류 머리, 내장, 육가공 단 백질 잔사	단백질 회수, 펩타이드 원료 화, 가용화	지방 산화와 냄새 변화 관리 필요
발효 원료	대두, 곡물, 효모, 증류 부산 물	미생물 질소원 가용화, 발효 성 개선	미생물 균주와 효소 반응 조 건의 상호작용
사료 단백질	난소화 단백질, 부산물 단백 질	아미노산 접근성 및 이용성 개선 가능성	동물종, 사료 배합, 원료 변 동성에 따라 결과 차이
피혁·동물성 조직 처리	콜라겐 주변 비섬유성 단백 질, 모근 주변 단백질	선택적 단백질 제거, 화학 처리 부담 저감 가능성	콜라겐 손상 방지를 위한 반 응 조절 필요

이 표에서 보듯 중성 프로테아제의 공통 작용은 펩타이드 결합 절단이지만, 산업적 의미는 원료에 따라 달라집니다. 식물성 단백질에서는 용해성과 분산성이 중요하고, 수산 부산물에서는 단백질 회수와 산화 안정성이 중요하며, 피혁 분야에서는 원하는 단백질만 제거하고 구조 단백질 손상을 최소화하는 선택성이 핵심입니다 [19].

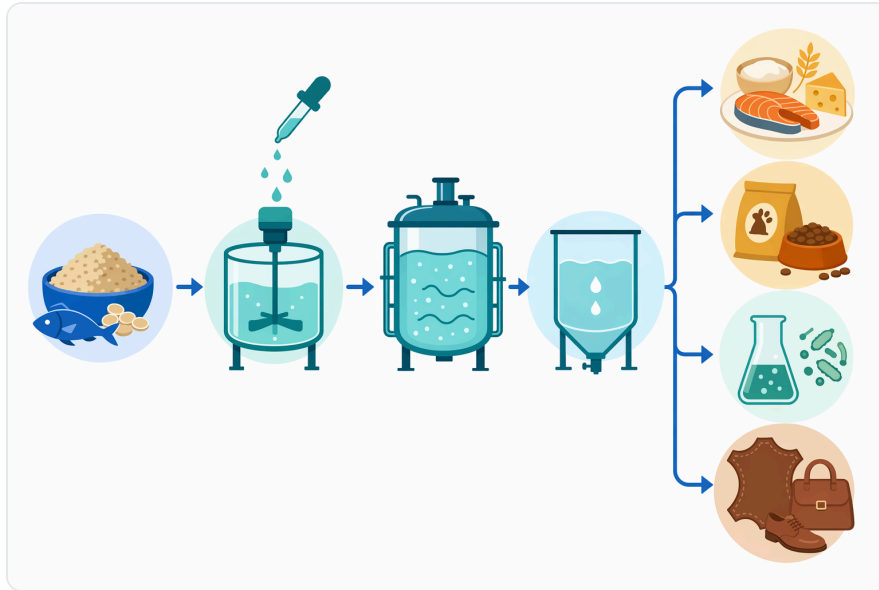


Figure 4. 가수분해가 진행될수록 온전한 단백질은 중간 크기의 펩타이드, 더 작은 펩타이드, 일부 유리 아미노산으로 전환된다.

생리활성 펩타이드 생산에서의 역할과 한계

단백질 가수분해물 연구에서 자주 언급되는 영역은 항산화, 항고혈압, 항당뇨, 면역조절, acetylcholinesterase 저해 등 생리활성 펩타이드입니다. 단백질 가수분해물과 바이오펩타이드 리뷰는 효소 가수분해가 식품 단백질에 잠재된 생리활성 서열을 방출하는 방법이 될 수 있다고 설명합니다 [1]. 그러나 이때 핵심은 “효소를 넣었다”는 사실이 아니라, 어떤 펩타이드 서열이 생성되었고 그 분획이 실제 조건에서 어떤 활성을 보이는가입니다.

미세조류 단백질 가수분해물의 기능성과 생물활성을 *in silico* 및 *in vitro*로 평가한 연구는 새로운 단백질 원료에서도 펩타이드 기반 기능성을 탐색할 수 있음을 보여줍니다 [20]. 이는 중성 프로테아제가 식물·동물성 원료뿐 아니라 미생물·조류 단백질 같은 신소재 단백질에도 적용될 수 있는 논리적 기반을 제공합니다.

다만 생리활성 펩타이드 관련 표현은 조심해야 합니다. 동일한 원료라도 효소 종류, 반응 시간, 전처리, 열 이력, 분획 방법이 달라지면 펩타이드 분포가 바뀝니다. 또한 *in vitro* 활성은 실제 식품 섭취 후 소화, 흡수, 대사, 체내 표적 도달성과 별개의 문제입니다. 따라서 중성 프로테아제는 기능성 펩타이드 “생성을 탐색하는 공정 도구”로 이해하는 것이 정확하며, 특정 건강 효과를 보장하는 성분으로 표현해서는 안 됩니다 [9].

발효 공정에서 중성 프로테아제가 갖는 의미

발효 공정에서 단백질은 미생물의 질소원, 풍미 전구체, 조직감 형성 요소로 작용합니다. 단백질이 너무 큰 상태로 남아 있으면 미생물이 직접 이용하기 어렵고, 반대로 지나치게 분해되면 쓴맛 펩타이드나 불균형한 아미노산 조성이 문제가 될 수 있습니다. 단백질 가수분해 발효식품 리뷰는 발효 중 단백질 분해가 풍미, 영양, 잠재적 건강 관련 특성과 연결되는 핵심 반응이라고 정리합니다 [5].

중성 프로테아제를 외부에서 투입하거나, 발효 미생물이 자체적으로 생산하는 프로테아제를 활용하면 단백질 분해 속도와 시점을 조정할 수 있습니다. 시가 앞 품질에 대한 외인성 중성 프로테아제 발효 효과를 다룬 연구는 식품 분야는 아니지만, 단백질 분해 효소가 발효 매트릭스의 화학 조성 and 품질 지표를 바꿀 수 있음을 보여주는 사례입니다 [21].

대두 발효, 곡물 발효, 효모 발효 부산물 처리에서는 단백질 가수분해가 미생물 성장과 풍미 형성에 동시에 작용할 수 있습니다. 이때 중성 프로테아제는 산성 프로테아제나 알칼리성 프로테아제보다 원료 pH를 크게 흔들지 않는 선택지가 될 수 있으나, 발효 균주의 자체 효소 활성과 외부 효소의 작용이 겹치면 예상보다 빠른 가수분해가 일어날 수 있습니다 [5].



Figure 5. 중성 프로테아제는 식물성 단백질 개질, 발효, 감칠맛 제품, 부산물 고부가가치화, 제빵, 가죽, 세제, 화장품 등 다양한 분야에 사용된다.

사료·수산사료 원료에서의 적용 논리

사료 분야에서 단백질 가수분해는 원료의 소화율, 아미노산 이용성, 항영양성 단백질의 구조 변화, 어린 동물의 섭취 적응성과 관련됩니다. 수산사료용 단백질 원료에서 효소 가수분해와 미생물 발효 기술을 검토한 리뷰는, 단백질 원료 전처리가 수산사료의 영양 가치와 이용성 개선을 목표로 연구되고 있음을 보여줍니다 [22].

가금류 연구에서도 새로운 프로테아제 효소가 성장 성능과 아미노산 회장 소화율에 미치는 효과가 스크리닝되었습니다. 이 분야의 핵심은 효소가 사료 단백질을 실제 소화관 조건에서 더 접근 가능하게 만드는지, 그리고 그 효과가 사료 배합과 동물 생리 상태에서 재현되는지입니다 [18].

사료 원료로 쓰는 단백질 가수분해물은 맛, 냄새, 용해성, 펩타이드 길이, 염류 함량, 저장 안정성이 중요합니다. 효모 단백질 가수분해물 연구처럼 미생물 단백질을 사료 첨가 원료로 전환하는 사례는 지속가능한 단백질 공급원 개발과 연결됩니다 [16]. 중성 프로테아제는 이러한 원료 전환에서 강한 화학 처리보다 조절 가능한 단백질 절단을 제공하는 효소적 선택지입니다.

피혁·동물성 조직 처리와 비식품 산업 응용

프로테아제는 피혁 산업에서도 오랫동안 관심을 받아온 효소군입니다. 피혁 공정에서는 털과 표피, 비섬유성 단백질을 제거하면서 콜라겐 섬유 구조는 보존해야 하므로, 단백질 분해의 선택성이 중요합니다. 칼슘 이온이 hide protein의 효소 가수분해 저항성에 미치는 영향을 분석하고 고품질 가죽 생산을 위한 효소 보조 탈모 공정을 설계한 연구는, 단백질 구조와 이온 환경이 효소 처리 결과를 좌우함을 보여줍니다 [19].

또 다른 비식품 사례로, 탄너리 fleshing waste에서 조효소 중성 프로테아제를 활용해 바이오디젤 생산을 접근한 연구가 있습니다. 이 연구는 단백질성·지질성 폐기물을 효소로 전처리하여 폐기물 가치화를 시도한 사례이며, 중성 프로테아제가 환경 부담이 큰 부산물 처리에도 적용될 수 있는 가능성을 보여줍니다 [23].

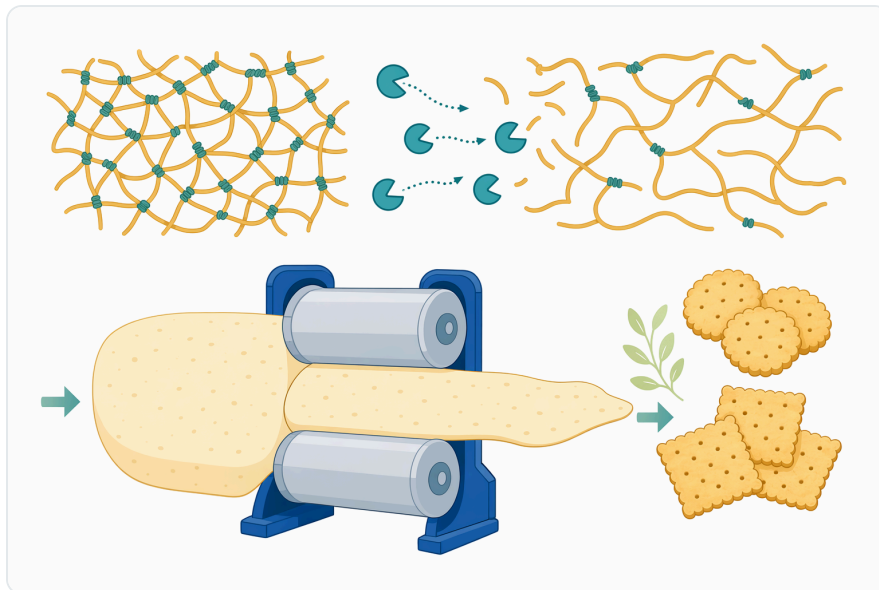


Figure 6. 부분적인 단백질 분해는 글루텐 네트워크를 이완시켜 반죽의 취급성과 씹는 질감을 변화시킬 수 있다.

이러한 응용은 중성 프로테아제가 식품 소재에만 국한되지 않는다는 점을 보여줍니다. 다만 피혁, 폐기물 처리, 세정, 바이오연료 분야에서는 원료가 거칠고 조성이 복잡하기 때문에 효소 반응성과 안정성이 식품 단백질 공정보다 더 크게 흔들릴 수 있습니다. 따라서 중성 프로테아제의 장점은 “모든 단백질을 무조건 분해한다”가 아니라, 목표 단백질과 공정 조건이 맞을 때 화학 처리 부담을 줄일 수 있는 생촉매라는 점에 있습니다 [23].

산·알칼리 처리, 발효, 중성 프로테아제 처리의 비교

처리 방식	주요 작용 방식	장점	한계	적합한 상황
산 가수분해	낮은 pH에서 펩타이드 결합 화학적 절단	반응이 강하고 빠를 수 있음	아미노산 손상, 색·향 변화, 중화 부담	선택성보다 강한 분해가 중요한 경우
알칼리 처리	높은 pH에서 단백질 팽윤·분해	불용성 단백질을 강하게 풀 수 있음	변성·부반응·폐수 부담	비식품성 거친 원료 전처리
미생물 발효	미생물 성장과 자체 효소로 단백질 전환	풍미 형성, 복합 성분 변화 가능	시간이 길고 균주 변수 큼	전통 발효, 사료 발효, 복합 원료 전환
중성 프로테아제 처리	온화한 조건에서 효소적 펩타이드 결합 절단	가수분해 정도 조절, 원료 손상 저감 가능	효소별 안정성·특이성 차이	식품 단백질, 사료 원료, 발효 전처리, 펩타이드 소재

효소 가수분해와 발효는 서로 대체 관계만은 아닙니다. 실제 공정에서는 중성 프로테아제로 단백질을 먼저 부분 가수분해한 뒤 발효하거나, 발효 후 단백질 잔사를 효소로 추가 처리하는 식의 조합도 가능합니다. 단백질 원료의 효소 가수분해와 미생물 발효 기술을 수산사료 관점에서 검토한 문헌은 이러한 결합 전략이 단백질 원료의 이용성 개선을 위해 연구되고 있음을 보여줍니다 [22].

공정에서 특히 민감한 변수: 가수분해 정도, 산화, 열 이력

중성 프로테아제 적용의 품질은 가수분해 정도에 크게 좌우됩니다. 짧은 펩타이드가 늘어나면 용해성은 좋아질 수 있지만, 소수성 펩타이드가 많이 생성되면 쓴맛이 증가할 수 있습니다. 반대로 절단이 부족하면 단백질 응집, 탁도, 높은 점도, 낮은 소화 접근성 문제가 충분히 개선되지 않을 수 있습니다. 단백질 가수분해물 리뷰는 펩타이드의 크기, 전하, 소수성, 서열이 기능성과 생물활성에 영향을 준다고 정리합니다 [1].

수산·축산 원료에서는 산화도 함께 관리해야 합니다. 효소는 단백질 결합을 자르지만, 원료에 포함된 지질과 금속 이온, 산소, 열 이력은 별도의 산화 반응을 일으킬 수 있습니다. 해산물 부산물 효소 가수분해 중 산화성 화합물 형성을 다룬 연구는, 단백질 가수분해 공정이 산화 품질과 분리되어 설

계될 수 없다는 점을 보여줍니다 [14].

열 이력도 중요합니다. 단백질은 가열되면 풀리거나 응집하고, 이 과정에서 효소가 접근할 수 있는 절단 부위가 증가하거나 반대로 응집체 내부로 숨을 수 있습니다. 유청 단백질의 피브릴 형성 연구처럼 효소 가수분해가 단백질 집합체 형성 능력을 바꿀 수 있다는 사실은, 반응 전 열처리와 반응 후 열처리가 최종 구조에 큰 영향을 줄 수 있음을 의미합니다 [12].

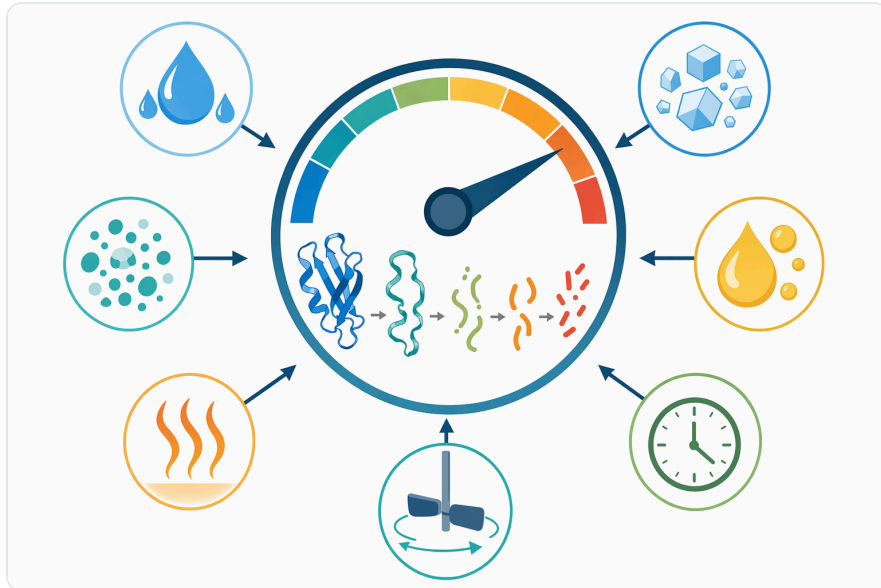


Figure 7. 기질의 상태와 공정 변수는 효소의 접근성과 최종 가수분해 정도에 영향을 미친다.

Enzymes.bio 제품으로서의 위치: 온라인 1kg 단위 공급용 단백질 가수분해 효소

Enzymes.bio의 Protein Hydrolysis Enzyme – Neutral Protease Enzyme CAS 232-642-4는 단백질 가수분해가 필요한 기업 사용자를 위한 효소 제품으로, 온라인에서 1kg 단위로 직접 구매할 수 있습니다. Enzymes.bio는 효소를 제조하거나 분석 시험을 수행하는 기관이 아니라 공급업체이며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다 .

이 제품은 식물성 단백질 분산성 개선, 단백질 부산물 가용화, 발효 원료 전처리, 사료 단백질 처리, 수산·축산 단백질 가수분해물 제조, 단백질 기반 소재 개발처럼 “큰 단백질을 더 다루기 쉬운 펩타이드 형태로 전환해야 하는” 공정에서 검토될 수 있습니다. 중성 프로테아제 관련 제품군은 protease 범주 내에서 단백질 분해를 목표로 하는 효소로 분류되며, 실제 적용 결과는 원료와 공정 조건에 따라 달라집니다 .

중요한 점은 문헌의 특정 효소와 상업적으로 공급되는 효소 제품을 동일하게 간주하지 않는 것입니다. 논문은 특정 균주, 특정 정제 효소, 특정 실험 조건을 다루는 경우가 많고, 산업 현장은 원료 변동, 배합 성분, 설비 조건, 열 이력, 저장 조건이 함께 작용합니다. 따라서 이 제품은 특정 효능을 보장하는 완제품 성분이 아니라, 단백질 가수분해 공정에서 사용할 수 있는 효소적 전환 도구로 이해하는 것이 정확합니다 [2].

결론: 중성 프로테아제의 가치는 “온화하고 조절 가능한 단백질 절단”에 있다

Protein Hydrolysis Enzyme – Neutral Protease Enzyme CAS 232-642-4의 핵심 가치는 강한 산·알칼리 처리 없이 단백질의 펩타이드 결합을 효소적으로 절단해 원료의 물성, 용해성, 발효성, 펩타이드 조성을 조정할 수 있다는 점입니다. 단백질 가수분해물과 바이오펩타이드에 관한 문헌은 효소 가수분해가 식품·건강 소재·사료·부산물 가치화에서 중요한 단백질 전환 기술임을 보여줍니다 [1].

중성 프로테아제는 식물성 단백질, 유청 단백질, 수산·축산 부산물, 효모 단백질, 발효 원료, 사료 원료, 피혁 관련 단백질 처리까지 폭넓은 응용 논리를 갖습니다. 그러나 실제 품질은 가수분해 정도, 원료 조성, 산화 관리, 열 이력, 효소 특이성에 따라 달라지므로, 중성 프로테아제는 “많이 넣을수록 좋은 첨가제”가 아니라 목표 물성에 맞춰 단백질 절단을 조절하는 공정용 생촉매로 보는 것이 가장 타당합니다 [14], [6].

Protein Hydrolysis Enzyme - Neutral Protease Enzyme Cas 232-642-4 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.

[Protein Hydrolysis Enzyme - Neutral Protease Enzyme Cas 232-642-4 구매하기 →](#)

참고문헌

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

1. Nasri, M. (2017). Protein Hydrolysates and Biopeptides: Production, Biological Activities, and Applications in Foods and Health Benefits. A Review.. *Advances in Food and Nutrition Research*, 81, 109-159 .
2. Elleuch, J., Kacem, F. H., Amor, F. B., Hadrich, B., Michaud, P., Fendri, I., & Abdelkafi, S. (2020). Extracellular neutral protease from Arthrospira platensis: Production, optimization and partial characterization.

3. Padmapriya, M., & Williams, B. C. (2017). Purification and characterization of neutral protease enzyme from Bacillus Subtilis. *Journal of Microbiology and Biotechnology Research*, 2, 612-618.
4. Ma, X., Liu, Y., Li, Q., Liu, L., Yi, L., Ma, L., & Zhai, C. (2016). Expression, purification and identification of a thermolysin-like protease, neutral protease I, from Aspergillus oryzae with the Pichia pastoris expression system. *Protein Expression and Purification*, 128, 52-9 .
5. Yarlina, V. P., Djali, M., & Andoyo, R. (2020). A review of protein hydrolysis fermented foods and their potential for health benefits. *IOP Conference Series: Earth and Environment*, 443.
6. Bing, S., Chen, X., Zhong, X., Li, Y., Sun, G., Wang, C., Liang, Y., ... et al. (2023). Structural, functional and antioxidant properties of Lentinus edodes protein hydrolysates prepared by five enzymes. *Food Chemistry*, 437 Pt 1, 137805 .
7. Zhao, Y., Zhang, K., Zeng, J., Yin, H., Zheng, W., Li, R., Ding, A., ... et al. (2022). Immobilization on magnetic PVA/SA@Fe₃O₄ hydrogel beads enhances the activity and stability of neutral protease. *Enzyme and Microbial Technology*, 157, 110017 .
8. Begum, N., Khan, Q. U., Liu, L. G., Li, W., Liu, D., & Haq, I. (2023). Nutritional composition, health benefits and bio-active compounds of chickpea (Cicer arietinum L.). *Frontiers in Nutrition*, 10.
9. Rivero-Pino, F., Espejo-Carpio, F., & Guadix, E. (2021). Unravelling the α -glucosidase inhibitory properties of chickpea protein by enzymatic hydrolysis and in silico analysis. *Food Bioscience*.
10. Silva, A. T., Lima, J. J. D. D., Reis, P., Passos, M., Baumgartner, C., Sereno, A. B., Krüger, C. C. H., ... et al. (2022). Application of Lactose-Free Whey Protein to Greek Yogurts: Potential Health Benefits and Impact on Rheological Aspects and Sensory Attributes. *Foods*, 11.
11. 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.
12. Yang, X., Guan, C., Ma, C., & Xu, H. (2023). Nuclei-induced formation of amyloid fibrils in whey protein: Effects of enzyme hydrolysis on the ability of nuclei to induce fibril formation. *Food Chemistry*, 410, 135433 .
13. Tartar, S. U., Mahendradatta, M., Mursalim, & Adiansyah (2019). Characteristic of Protein Hydrolyzate of Snakehead Fish (Channa striata) Head by Using the Treatment of Different Bromelin Enzyme Concentration and Hydrolysis Time. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*.
14. Nikoo, M., Regenstein, J., Vayghan, A. H., & Walayat, N. (2023). Formation of Oxidative Compounds during Enzymatic Hydrolysis of Byproducts of the Seafood Industry. *Processes*.
15. Peng, P., Yu, H., Xian, M., Qu, C., Guo, Z., Li, S., Zhu, Z., ... et al. (2025). Preparation of Acetylcholinesterase Inhibitory Peptides from Yellowfin Tuna Pancreas Using Moderate Ultrasound-Assisted Enzymatic Hydrolysis. *Marine Drugs*, 23.
16. Min, J., Lee, Y. J., Kang, H. J., Moon, N. R., Park, Y., Joo, S., & Jung, Y. H. (2024). Characterization of Yeast Protein Hydrolysate for Potential Application as a Feed Additive. *Food Science of Animal Resources*, 44,

723 - 737.

17. Liu, J., Wang, S., Wang, Z., Shen, C., Liu, D., Shen, X., Weng, L., ... et al. (2023). Pretreatment of Luzhou distiller's grains for feed protein production using crude enzymes produced by a synthetic microbial consortium. *Bioresource Technology*, 129852 .
18. Walk, C., Pirgozliev, V., Juntunen, K., Paloheimo, M., & Ledoux, D. (2018). Evaluation of novel protease enzymes on growth performance and apparent ileal digestibility of amino acids in poultry: enzyme screening. *Poultry Science*, 97, 2123-2138.
19. Liu, H., Chen, X., Kang, J., Shi, B., & Zeng, Y. (2025). Modulation of hide protein resistance to enzymatic hydrolysis by calcium ions: rational design of enzyme-assisted unhairing for high-quality leather production. *Collagen and Leather*, 7.
20. Aurino, E., Mora, L., Marzocchella, A., Kuchendorf, C., Ackermann, B., & Hayes, M. (2025). Functional and Bioactive Benefits of Selected Microalgal Hydrolysates Assessed In Silico and In Vitro. *Marine Drugs*, 23.
21. Zhang, W., Yang, X., Zhang, Q., Zhu, W., Lu, Y., & Shang, X. (2023). Effect of Exogenous Neutral Protease Fermentation on Cigar Leaf Quality. *BIO Web of Conferences*.
22. Wang, Q., Qi, Z., Fu, W., Pan, M., Ren, X., Zhang, X., & Rao, Z. (2024). Research and Prospects of Enzymatic Hydrolysis and Microbial Fermentation Technologies in Protein Raw Materials for Aquatic Feed. *Fermentation*.
23. Tujjohra, F., Alam, M. S., Rahman, M., & Rahman, M. M. (2023). An eco-friendly approach of biodiesel production from tannery fleshing wastes by crude neutral protease enzyme. *Cleaner Engineering and Technology*.


Enzymes.bio 문의

주문에 관해 궁금한 점이 있으신가요? 기꺼이 도와드리겠습니다.


이메일 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