

# Protease Animal Feed Additive: 가금·양돈·양식 사료의 단백질 소화율 개선을 위한 프로테아제 효소 첨가제

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

Protease Animal Feed Additive는 사료 속 단백질을 더 작은 펩타이드와 아미노산 전구체로 절단해, 동물이 이미 섭취한 단백질 원료를 더 효율적으로 이용하도록 돕는 사료용 프로테아제 효소 첨가제입니다. 연구 문헌에서 프로테아제는 단위동물 사료의 외인성 효소 전략 중 하나로 다루지며, 대두박·기타 식물성 단백질·일부 동물성 단백질 원료의 소화율 편차를 줄이는 기술로 검토됩니다<sup>[1]</sup>. Enzymes.bio는 이 제품을 제조사나 실험실이 아니라 B2B 효소 공급업체로서 1kg 단위 온라인 직접 판매 방식으로 공급하며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

## Protease Animal Feed Additive의 기술적 정의

프로테아제는 단백질의 펩타이드 결합을 가수분해하는 효소군입니다. 사료에서의 목적은 단백질 원료를 "추가 영양소"로 바꾸는 것이 아니라, 이미 배합된 단백질 중 동물의 내인성 소화효소가 충분히 접근하지 못하는 부분을 더 작은 분자로 전환해 흡수 가능성을 높이는 데 있습니다. 단위동물 사료에서 외인성 효소는 영양소 소화율 개선, 원료 이용성 향상, 미소화 영양소 배출 감소와 같은 실무적 목표와 연결되어 연구되어 왔습니다<sup>[1]</sup>.

사료용 프로테아제는 닭, 돼지, 일부 양식 동물, 반추동물 보조 전략에서 서로 다른 의미를 가집니다. 육계와 자돈처럼 장 통과 시간이 짧고 사료전환율이 생산성에 직접 연결되는 동물에서는 회장 단백질 소화율, 아미노산 이용률, 장 점막 상태가 핵심 지표가 됩니다. 양식 사료에서는 어분 대체와 식물성 단백질 사용 증가가 프로테아제 적용을 검토하게 만드는 주요 배경입니다. 반추동물에서는 반추위 미생물 발효와 우회 단백질 흐름이 함께 작용하므로, 단위동물과 같은 방식으로 단순 해석하기 어렵습니다<sup>[2]</sup>.

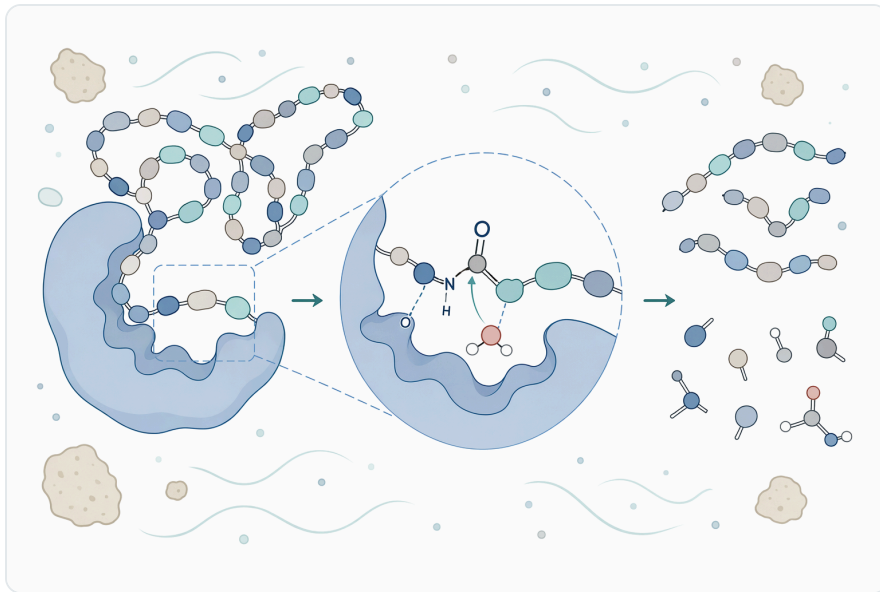
Enzymes.bio의 Protease Animal Feed Additive는 이러한 사료 효소 범주에 속하는 제품으로 이해해야 합니다. 즉, 특정 동물의 질병을 치료하거나 항생제를 대체하는 의약품이 아니라, 사료 단백질의 효소적 분해를 보조하는 원료성 첨가제입니다. 실제 효과는 동물 종, 성장 단계, 단백질 원료, 열처리 이력, 장내 환경, 다른 효소와의 조합, 사료 제조 조건에 따라 달라질 수 있습니다<sup>[3]</sup>.

# 왜 동물 사료에 프로테아제를 사용하는가

## 단백질 원료는 함량보다 “소화 가능성”이 중요하다

사료 배합표의 조단백질 수치는 원료의 질소 함량을 기반으로 산출되지만, 그 수치가 동물에게 실제로 흡수되는 아미노산 양을 그대로 의미하지는 않습니다. 대두박, 채종박, 해바라기박, 면실박, 어분, 육골분, 혈분, 곤충단백, 발효 부산물은 모두 단백질을 제공할 수 있지만, 단백질 구조와 가공 이력에 따라 소화 가능성이 달라집니다. 외인성 프로테아제는 이 차이를 줄이기 위해 단백질 구조를 부분적으로 절단하고, 내인성 펩신·트립신·키모트립신·체장 펩티다아제가 더 쉽게 작용할 수 있는 기질을 늘리는 방식으로 작동합니다<sup>[3]</sup>.

특히 식물성 단백질 원료에서는 단백질이 세포벽, 비전분다당류, 피틴산 복합체, 열변성 단백질, 항영양인자와 함께 존재할 수 있습니다. 이 경우 동물의 소화효소가 단백질 결합에 접근하기 전에 물리적·화학적 장벽을 만나며, 일부 단백질은 회장 말단까지 충분히 분해되지 못할 수 있습니다. 단백질이 대장으로 넘어가면 흡수 가능한 아미노산으로 쓰이기보다 미생물 발효 기질이 되어 암모니아, 아민류, 황화합물 등 불리한 대사산물 형성에 관여할 수 있습니다<sup>[1]</sup>.



**Figure 1.** 동물 사료용 프로테아제는 식이 단백질의 펩타이드 결합을 가수분해하여 더 작은 펩타이드와 아미노산으로 분해함으로써 소화를 개선합니다.

## 대두박과 대체 단백질의 품질 편차

대두박은 가금·양돈 사료에서 표준적인 단백질 원료지만, 산지, 열처리, 탈지 조건, 저장 상태에 따라 소화율이 달라집니다. 열처리가 부족하면 트립신 저해인자와 같은 항영양인자가 남을 수 있고, 과도한 열처리는 라이신을 포함한 일부 아미노산의 이용성을 낮출 수 있습니다. 최근 이유자돈 연구에서

는 대두박의 트립신 저해인자 수준과 프로테아제 급여 조건이 사료전환 관련 반응과 연결되어 검토 되었습니다<sup>[4]</sup>.

대체 단백질 원료에서도 같은 문제가 발생합니다. 비용과 지속가능성 측면에서 채종박, 면실박, 해바라기박, 곡물 부산물, 발효 단백질, 곤충단백, 해조류 유래 원료 등이 관심을 받지만, 이들 원료는 단백질 함량뿐 아니라 섬유질, 항영양인자, 무기질, 잔류 지질, 가공 부산물의 편차가 큼니다. 사료용 프로테아제는 이런 원료의 모든 제약을 제거하지는 않지만, 단백질 분획의 효소적 접근성을 높이는 도구로 배합 전략에 포함될 수 있습니다<sup>[5]</sup>.

## 항생제 대체제가 아니라 영양 효율 보조제다

프로테아제는 항균제, 성장촉진 항생제, 백신, 유기산, 프로바이오틱스와 같은 기능을 하지 않습니다. 다만 항생제 사용 저감 이후 사료 산업에서는 장 건강과 영양소 이용률을 동시에 관리하는 비항생제 전략이 중요해졌고, 효소 첨가제는 그중 “기질 분해와 소화율 개선”을 담당하는 기술로 분류됩니다. 산란계 사료 첨가제 리뷰에서도 효소, 유기산, 프로바이오틱스, 식물성 첨가제 등은 각각 다른 생물학적 목표를 가진 첨가제군으로 구분됩니다<sup>[6]</sup>.

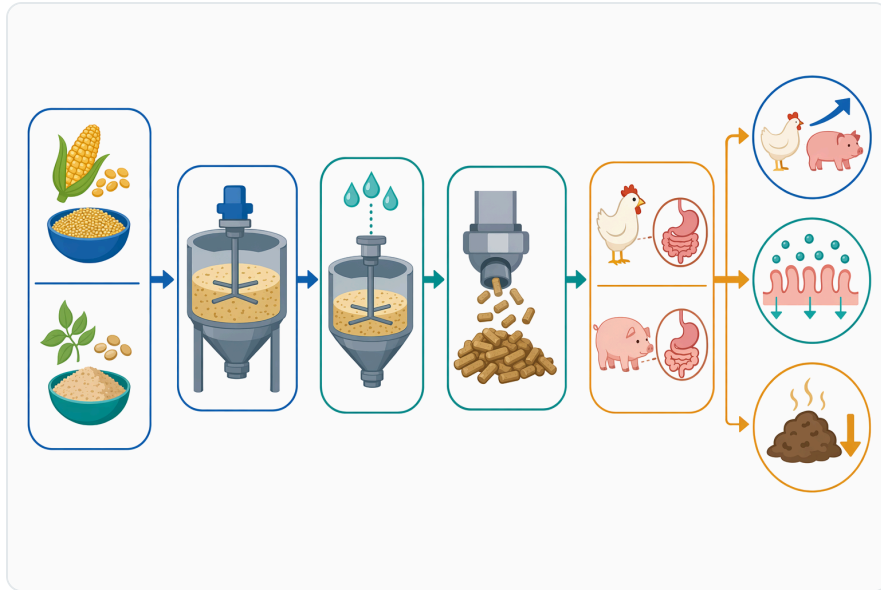
따라서 Protease Animal Feed Additive의 역할은 병원성 미생물을 직접 억제하는 것이 아니라, 미소화 단백질의 장내 잔류를 줄이고 사료 단백질 이용성을 높이는 방향에서 이해하는 것이 정확합니다. 미소화 단백질이 줄어들면 장내 발효 양상이 바뀔 수 있으나, 이는 사료 조성, 위생 상태, 동물의 면역 상태, 장내 미생물군에 따라 달라지므로 치료적 효과로 표현해서는 안 됩니다<sup>[3]</sup>.

## 작동 기전: 단백질 매트릭스를 어떻게 바꾸는가

### 펩타이드 결합 절단과 내인성 효소의 보완

프로테아제는 단백질 사슬 내부 또는 말단의 펩타이드 결합을 절단합니다. 사료 속 큰 단백질이 위 장관에서 산성 또는 중성·약알칼리성 환경을 지나며 부분적으로 펼쳐지면, 프로테아제는 노출된 결합 부위를 공격해 올리고펩타이드와 짧은 펩타이드 조각을 생성합니다. 이 조각들은 다시 동물의 내인성 소화효소에 의해 더 작은 펩타이드와 유리 아미노산으로 분해되어 장 상피의 운반체를 통해 흡수될 수 있습니다<sup>[1]</sup>.

이 과정은 동물의 소화효소를 대체한다기보다, 특정 기질에 대한 초기 절단을 보조하는 방식에 가깝습니다. 예를 들어 열처리된 대두 단백질이나 식물 세포벽 안에 갇힌 단백질은 내인성 효소가 충분히 접근하기 전에 물리적 장벽을 만날 수 있습니다. 외인성 프로테아제가 먼저 일부 결합을 끊으면 단백질 입자의 표면적이 증가하고, 소화효소가 작용할 수 있는 절단 부위가 늘어납니다<sup>[3]</sup>.



**Figure 2.** 프로테아제 사료 첨가제는 단위동물 가축의 단백질 이용률을 높이기 위해 배합사료에 혼합됩니다.

## 항영양인자와 단백질 결합 구조에 대한 간접 효과

식물성 원료의 항영양인자는 모두 프로테아제로 분해되는 것은 아닙니다. 피틴산은 피타아제의 기질이고, 아라비노자일란은 자일라나아제의 기질이며, 베타글루칸은 베타글루카나아제의 기질입니다. 그러나 일부 항영양 효과는 단백질과 관련되어 있습니다. 대표적으로 트립신 저해인자는 단백질성 항영양인자이며, 열처리와 효소적 분해 조건에 따라 생리적 영향이 달라질 수 있습니다<sup>[4]</sup>.

또한 단백질은 섬유질, 전분, 지질, 무기질과 복합 매트릭스를 형성할 수 있습니다. 프로테아제 단독으로 섬유 구조를 분해하지는 않지만, 단백질-다당류 복합체에서 단백질 부분을 절단하면 다른 효소가 기질에 접근하기 쉬운 구조가 될 수 있습니다. 이 때문에 상업적 사료 효소 연구에서는 프로테아제, 자일라나아제, 아밀라아제, 피타아제의 복합 사용이 자주 평가됩니다<sup>[7]</sup>.

## 장 형태와 미생물군에 대한 2차적 영향

단백질 소화율이 개선되면 회장 이후로 넘어가는 미소화 단백질 양이 줄어들 수 있습니다. 이는 대장 미생물의 단백질 발효 기질을 바꾸고, 장 점막이 노출되는 대사산물의 종류와 농도에도 영향을 줄 수 있습니다. 육계 연구에서 프로테아제·피타아제·자일라나아제 조합은 체중, 사료전환율, 회장 소화율, 장 형태 지표와 함께 평가되었으며, 효소 조합이 단순한 “영양소 절단”을 넘어 장 수준의 반응과 연결될 수 있음을 보여줍니다<sup>[8]</sup>.

돼지에서도 유사한 관심이 있습니다. Arazyme을 포함한 효소 사료 첨가제 연구에서는 성장 성적, 육질, 장내 미생물군이 함께 평가되었고, 이는 단백질 분해 효소가 소화율 지표뿐 아니라 장내 생태계와 생산성 지표를 함께 고려해야 하는 첨가제임을 시사합니다<sup>[9]</sup>. 다만 이런 결과는 효소 종류와 실험 조건에 따라 달라지므로, 모든 프로테아제 제품에 동일하게 일반화할 수는 없습니다.

## 사료 효소군 안에서 본 프로테아제의 위치

프로테아제는 사료 효소 중 하나일 뿐이며, 모든 원료 문제를 해결하는 범용 효소가 아닙니다. 단백질이 주요 제한 요인인 배합에서는 프로테아제의 의미가 커질 수 있지만, 에너지 이용률이 제한 요인인 밀·보리 기반 사료에서는 자일라나아제나 베타글루카나아제가 더 직접적인 역할을 할 수 있습니다. 인 이용률이 제한 요인인 경우에는 피타아제가 중심이 됩니다<sup>[1]</sup>.



**Figure 3.** 프로테아제 첨가제는 가금류, 돼지 및 수산양식용 사료에 사용되어 단백질 소화율과 영양소 이용 효율을 향상시킵니다.

효소군	주요 기질	사료에서 기대하는 주된 역할	프로테아제와의 관계
프로테아제	단백질, 펩타이드	단백질 분해 보조, 아미노산 이용성 개선 가능성	단백질 원료 품질 편차가 클 때 중심 효소
자일라나아제	아라비노자일란 등 비전분다당류	장 내용물 점도 저하, 세포벽 구조 완화, 에너지 이용성 개선	식물성 원료 매트릭스 완화로 프로테아제 접근성 보완 가능
아밀라아제	전분	전분 분해 보조, 에너지 이용성 개선	고전분 배합에서 에너지 측면 보완
피타아제	피틴산	인 이용성 개선, 피틴산의 영양소 결합 완화	피틴산-단백질 복합 영향 완화 가능성
복합 효소	여러 기질	원료 매트릭스의 다중 장벽 동시 완화	단일 제한 요인이 명확하지 않은 배합에서 검토

프로테아제의 장점은 단백질 가격이 높거나 단백질 원료 품질 편차가 클 때 더욱 분명해집니다. 그러나 사료의 제한 요인이 단백질이 아니라 에너지, 인, 섬유질, 위생, 독소, 기호성이라면 프로테아제만으로 성적 개선을 기대하기 어렵습니다. EFSA의 여러 사료 효소 평가에서도 프로테아제 단독 제품뿐 아니라 자일라나아제·아밀라아제·프로테아제 복합 제품이 별도로 평가되어, 효소 조합과 대상 동물군을 구체적으로 나누는 접근이 일반적임을 보여줍니다<sup>[10]</sup>.

## 동물 종별 적용 맥락

### 육계와 산란계: 빠른 성장, 짧은 장 통과 시간, 회장 소화율

육계에서는 짧은 사육 기간 동안 체중 증가와 사료전환율이 핵심입니다. 단백질이 충분히 소화되지 않으면 사료비 손실뿐 아니라 깔짚 습도, 질소 배출, 장내 발효 양상에도 영향을 줄 수 있습니다. *Bacillus licheniformis* 유래 세린 프로테아제와 같은 사료용 프로테아제는 육계 대상 안전성·효능 평가의 대상이 되어 왔으며, 이는 가금 분야가 프로테아제 적용의 주요 연구 영역임을 보여줍니다<sup>[11]</sup>.

산란계에서는 성장 성적보다 산란율, 난중, 난각 품질, 장기 생산 안정성이 중요합니다. 프로테아제는 산란계에서 단백질과 아미노산 이용성을 보조하는 도구로 고려될 수 있지만, 칼슘·인 대사, 에너지 섭취, 산란 단계, 사료 섭취량이 함께 작용하기 때문에 단일 효소 효과만 분리해 해석하기 어렵습니다. 산란계 사료 첨가제 리뷰는 다양한 첨가제의 효과가 생산 단계와 배합 조건에 따라 달라진다는 점을 강조합니다<sup>[6]</sup>.

### 자돈과 비육돈: 대두박, 장 스트레스, 미소화 단백질

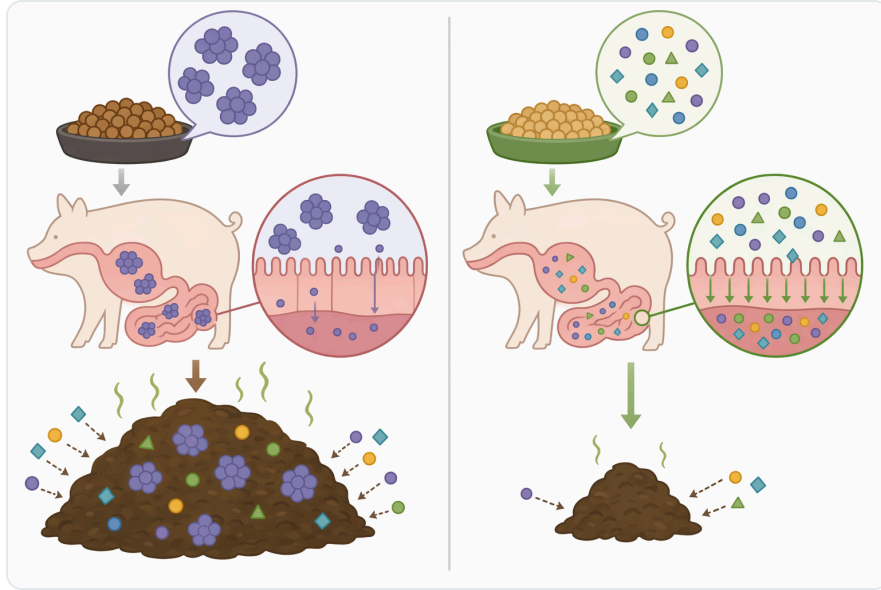
이유자돈은 위산 분비와 소화효소 분비가 아직 안정화되지 않았고, 이유 스트레스와 사료 전환이 동시에 발생합니다. 이 시기 대두박 등 식물성 단백질의 항원성, 트립신 저해인자, 미소화 단백질은 장 건강과 사료섭취량에 영향을 줄 수 있습니다. F18 *E. coli* 챌린지 후 회복 중인 이유자돈 연구에서 프로테아제와 대두박 트립신 저해인자 수준이 사료전환 반응과 함께 검토된 것은, 자돈 사료에서 단백질 소화 보조가 단순 영양 이슈를 넘어 장 스트레스 상황과도 연결될 수 있음을 보여줍니다<sup>[4]</sup>.

비육돈에서는 원료비와 아미노산 균형이 더 큰 관심사입니다. 대두 부산물, 곡물 부산물, 유지박의 사용 비율이 높아질수록 단백질 소화율과 아미노산 이용률의 변동성이 커질 수 있습니다. 대두 공동 제품의 영양적 가치와 한계에 대한 최근 논의는, 단백질 함량만이 아니라 처리 방식과 항영양인자 관리가 양돈 배합에서 중요하다는 점을 보여줍니다<sup>[5]</sup>.

### 양식 사료: 어분 대체와 식물성 단백질의 소화 장벽

양식 사료에서는 어분을 줄이고 식물성 단백질을 늘리려는 흐름이 강하지만, 식물성 원료는 수생동물의 소화생리에 맞지 않는 성분을 포함할 수 있습니다. 단백질 소화율, 펠렛 안정성, 기호성, 장 염증 반응, 항영양인자가 함께 문제가 됩니다. 프로테아제는 식물성 단백질의 분해를 보조해 어분 대

체 배합에서 영양소 이용성을 개선할 수 있는 후보 기술로 검토됩니다<sup>[3]</sup>.



**Figure 4.** 일반 사료 급여만 하는 경우와 비교해, 프로테아제 보충은 소화되지 않은 단백질 손실을 줄이고 더 낮은 비용의 단백질 배합 설계를 지원할 수 있습니다.

갑각류와 어류는 종별 소화효소 체계가 다르고, 수온과 사료 섭취 패턴의 영향도 큼니다. 따라서 가금이나 돼지에서 확인된 반응을 그대로 양식 사료에 적용하는 것은 적절하지 않습니다. 다만 프로테아제를 포함한 다효소 전략은 식물성 단백질 비율이 높은 배합에서 기질 접근성을 높이는 방향으로 연구될 수 있습니다<sup>[12]</sup>.

### 반추동물: 단위동물과 다른 해석이 필요하다

소, 양, 염소와 같은 반추동물에서는 외인성 효소가 반추위 미생물 발효, 섬유 분해, 미생물 단백질 합성, 후장 소화와 복합적으로 연결됩니다. 프로테아제가 사료 단백질을 빠르게 분해하면 반추위 암모니아 생성과 미생물 단백질 합성에 영향을 줄 수 있고, 반대로 우회 단백질 이용성에는 다른 결과가 나타날 수 있습니다. 젖소 연구에서 외인성 효소 혼합물이 반추위 발효, 생산성, 우유 품질, 건강 지표와 함께 평가된 것은 반추동물 적용이 단순한 단백질 절단 이상의 문제임을 보여줍니다<sup>[2]</sup>.

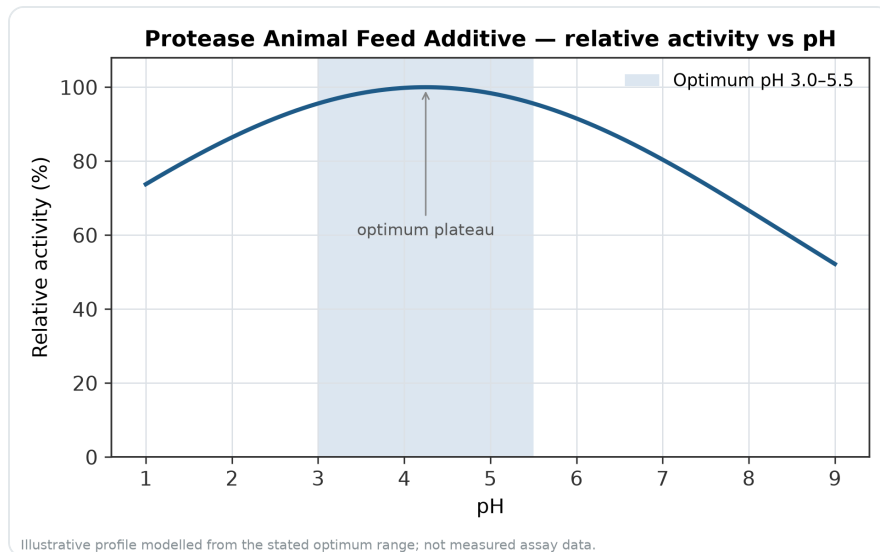
따라서 반추동물 사료에서 프로테아제는 “단백질을 많이 분해하면 항상 좋다”는 방식으로 접근해서는 안 됩니다. 반추위 분해성 단백질과 비분해성 단백질의 균형, 조사료와 농후사료 비율, 질소 이용 효율, 우유 생산 목표를 함께 고려해야 합니다. Enzymes.bio의 제품 설명은 교육적 이해를 돕기 위한 것이며, 반추동물 배합 설계 자체를 대체하지 않습니다.

# 연구 근거를 어떻게 읽어야 하는가

## 확립된 근거: 프로테아제의 단백질 분해 기능

가장 강한 근거는 프로테아제가 단백질의 펩타이드 결합을 절단한다는 효소학적 사실입니다. 사료 분야 리뷰에서도 프로테아제는 외인성 효소 중 단백질 이용성 개선을 목표로 하는 첨가제로 정리되며, 단위동물 배합에서 아미노산 소화율과 사료효율을 높일 수 있는 기술로 논의됩니다<sup>[1]</sup>.

또한 2025년 프로테아제 사료 보충에 관한 과학·기술 업데이트는 프로테아제 적용이 원료, 효소 특성, 사료 제조 조건, 동물 생리의 상호작용에 의해 결정된다는 점을 다룹니다. 이는 “프로테아제는 단백질을 분해한다”는 기본 기능은 확립되어 있지만, 현장 성적은 기질과 조건에 의존한다는 현실적 해석을 뒷받침합니다<sup>[3]</sup>.



**Figure 5.** pH에 따른 동물 사료용 프로테아제 첨가제의 상대 활성으로, pH 3.0~5.5에서 최적 활성 구간을 보입니다.

## 중간 수준 근거: 성장 성적과 사료전환율 개선 가능성

동물 성적 개선에 관한 근거는 유망하지만 조건 의존적입니다. 육계 연구에서 프로테아제·피타아제·자일라나아제 조합은 체중, 사료전환율, 회장 소화율, 장 형태 지표 개선과 관련해 보고되었습니다<sup>[8]</sup>. 이러한 결과는 프로테아제가 단독보다 복합 효소 전략 안에서 더 넓은 효과를 보일 수 있음을 시사합니다.

돼지 연구에서도 효소성 사료 첨가제가 성장 성적, 육질, 장내 미생물군과 함께 평가되었습니다<sup>[9]</sup>. 그러나 연구별 효소 종류, 사료 조성, 동물 연령, 건강 상태, 평가 기간이 다르기 때문에 특정 제품이 모든 배합에서 동일한 개선 폭을 제공한다고 해석해서는 안 됩니다.

## 제한적 근거: 특정 원료 또는 특정 효소에 국한된 효과

일부 연구는 매우 구체적인 효소, 원료, 동물 조건을 다룹니다. 예를 들어 생강 유래 식물성 프로테아제인 zingibain은 고동물성 단백질 농축물을 급여한 육계에서 성장 성적, 깎짚 품질, 장내 미생물 군과 관련해 연구되었습니다<sup>[13]</sup>. 이는 프로테아제 계열 안에서도 미생물성·식물성·동물성 효소의 특성이 다를 수 있음을 보여줍니다.

또 다른 예로 *Aspergillus niveus*가 생산한 피타아제·프로테아제·자일라나아제의 사료 적용 연구는 효소 생산원과 효소 조합이 결과 해석에 중요하다는 점을 보여줍니다<sup>[12]</sup>. 따라서 특정 균주나 특정 효소명으로 보고된 결과를 일반적인 모든 사료용 프로테아제에 그대로 적용하는 것은 과학적으로 부정확합니다.

## 증거 수준 요약

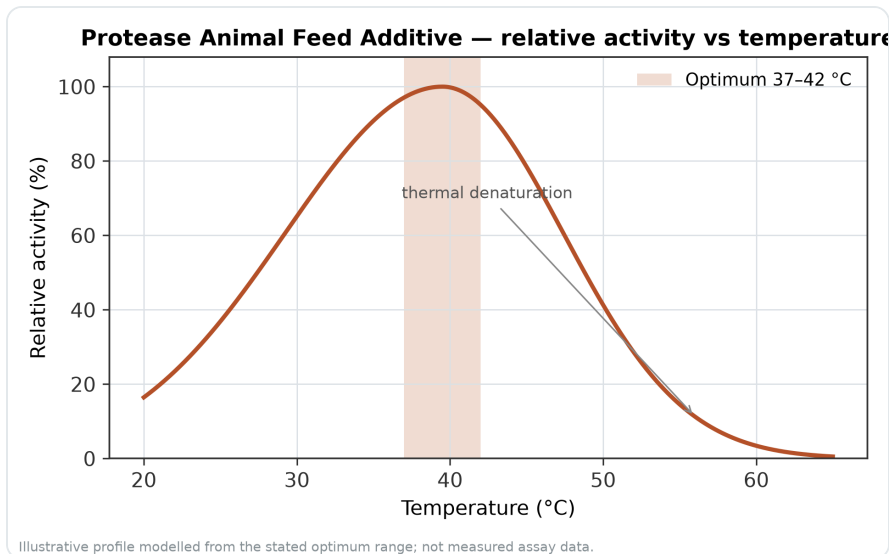
적용 주장	근거 수준	해석
프로테아제는 사료 단백질의 펩타이드 결합을 절단한다	강함	효소학적으로 확립된 기능이며, 사료용 외인성 효소 리뷰에서 기본 작용으로 다루짐 <sup>[1]</sup>
단백질 소화율과 아미노산 이용성을 개선할 수 있다	강함~중간	원료와 동물 조건에 따라 차이가 있으나, 사료용 프로테아제의 핵심 적용 목적임 <sup>[3]</sup>
육계·돼지의 성장 성적과 사료전환을 개선 가능성이 있다	중간	여러 연구에서 긍정적 지표가 보고되지만, 효소 조합·배합·동물 상태에 따라 달라짐 <sup>[8]</sup>
장내 미생물군 또는 장 형태에 영향을 줄 수 있다	중간~제한적	미소화 단백질 감소와 관련된 2차 효과 가능성이 있으나, 직접 효과로 단순화하면 안 됨 <sup>[9]</sup>
특정 항영양인자 문제를 해결한다	제한적	트립신 저해인자 등 단백질성 요인과 관련될 수 있으나, 모든 항영양인자에 대한 해결책은 아님 <sup>[4]</sup>
항생제를 대체한다	부적절	프로테아제는 항균제가 아니며, 비항생제 영양 효율 전략의 일부로만 해석해야 함 <sup>[6]</sup>

# 사료 제조와 적용에서의 실제 고려점

## 펠릿 공정과 효소 안정성

효소는 단백질이므로 과도한 열, 수분, 장시간 저장, 강한 물리적 스트레스에 민감할 수 있습니다. 펠릿 공정에서는 컨디셔닝 온도, 증기 접촉, 체류 시간, 펠릿 냉각, 후첨 공정 여부가 효소 잔존성과 균일성에 영향을 줄 수 있습니다. EFSA 평가 문헌에서 사료 효소 제품은 대상 동물, 제조 균주, 제형, 사용 조건별로 평가되며, 이는 효소 첨가제가 단순한 화학 원료가 아니라 생물학적 촉매라는 점을 반영합니다<sup>[14]</sup>.

다만 이 문서는 시험법이나 분석 절차를 안내하기 위한 문서가 아닙니다. Enzymes.bio 제품은 온라인으로 1kg 단위 구매가 가능하며, 주문 시 제공되는 CoA와 SDS는 내부 품질·안전 문서 관리에 활용할 수 있습니다. 실제 사료 공정 적합성은 사료 제조 조건과 최종 제품 형태에 따라 달라질 수 있습니다.



**Figure 6.** 온도에 따른 동물 사료용 프로테아제 첨가제의 상대 활성으로, 37~42°C에서 최적 활성을 보이며 최적 온도 이상에서는 열 변성에 따른 특징적인 활성 감소가 나타납니다.

## 균일 혼합과 기질 접근성

프로테아제가 효과를 내려면 효소가 사료 속 단백질 기질과 충분히 접촉해야 합니다. 분말 사료에서는 혼합 균일성이 중요하고, 펠릿 사료에서는 열처리 전후 첨가 위치와 입자 분포가 중요합니다. 단백질 원료가 큰 입자로 존재하거나 지방 코팅, 섬유 매트릭스, 광물질 혼합물 안에 갇혀 있으면 효소가 기질에 접근하기 어렵습니다<sup>[3]</sup>.

따라서 프로테아제의 성능은 효소 자체뿐 아니라 사료 물리성에 의해 좌우됩니다. 입도, 수분, 펠렛 경도, 보관 중 수분 흡수, 원료의 열변성 정도가 모두 기질 접근성을 바꿀 수 있습니다. 이 점은 현장 적용에서 "같은 효소를 넣었는데 결과가 다르게 나오는" 대표적인 이유입니다<sup>[1]</sup>.

### 안전 취급과 작업자 노출

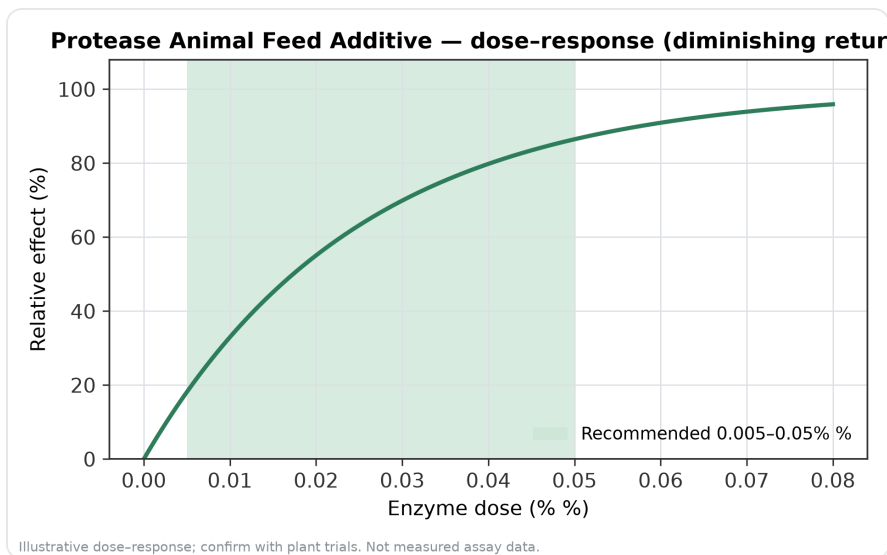
효소는 단백질성 물질이므로 분진 흡입이나 피부·눈 접촉을 줄이는 것이 바람직합니다. 사료 공장에서는 효소 분말 취급 시 국소 배기, 분진 억제, 장갑과 보안경 등 일반적인 산업 위생 조치를 적용하는 것이 합리적입니다. EFSA의 여러 사료 효소 평가에서도 사용자 안전성, 특히 흡입 감작 가능성은 효소 첨가제에서 반복적으로 고려되는 항목입니다<sup>[7]</sup>.

이러한 안전 고려는 제품이 위험하다는 의미가 아니라, 효소 제제가 생물학적 활성을 가진 단백질이라는 특성에서 비롯됩니다. 주문 시 함께 제공되는 SDS는 작업장 보관, 취급, 개인보호구, 유출 대응 등 내부 안전 절차에 맞춰 확인해야 하는 문서입니다.

## Protease Animal Feed Additive가 특히 의미 있는 배합

### 식물성 단백질 비중이 높은 가금·양돈 사료

대두박과 기타 유지박 비중이 높은 사료에서는 단백질 소화율과 아미노산 이용률이 생산성에 직접 연결됩니다. 특히 육계와 자돈처럼 성장 속도가 빠르거나 장 기능이 민감한 동물에서는 미소화 단백질이 성적 변동의 한 요인이 될 수 있습니다. 단위동물 사료 효소 리뷰는 프로테아제가 이러한 조건에서 영양소 이용률 개선을 목표로 사용될 수 있음을 설명합니다<sup>[1]</sup>.



**Figure 7.** 권장 사용 범위(0.005~0.05%)에서 동물 사료용 프로테아제 첨가제의 예시적 용량-반응 관계.

이 경우 프로테아제는 배합 내 조단백질 수치를 높이는 방식이 아니라, 기존 단백질의 이용성을 높이는 보조 수단입니다. 단백질 원료의 품질이 안정적이고 소화율이 이미 높은 배합에서는 효과가 작을 수 있으며, 반대로 원료 편차가 크거나 항영양 요인이 남아 있는 배합에서는 검토 가치가 커질 수 있습니다<sup>[4]</sup>.

## 저단백·정밀 아미노산 배합

환경 부담과 원료비를 줄이기 위해 조단백질을 낮추고 필수 아미노산 균형을 맞추는 정밀 배합이 늘고 있습니다. 이런 배합에서는 실제 아미노산 소화율의 작은 차이가 성적에 더 크게 반영될 수 있습니다. 프로테아제는 단백질 분해를 보조해 소화 가능한 아미노산 공급의 안정성을 높이는 데 기여할 가능성이 있습니다<sup>[3]</sup>.

그러나 프로테아제가 제한 아미노산을 새로 생성하는 것은 아닙니다. 원료에 부족한 메티오닌, 라이신, 트레오닌, 트립토판이 효소 작용으로 보충되는 것이 아니므로, 아미노산 균형 설계는 별도로 유지되어야 합니다. 프로테아제는 “아미노산 균형을 대체하는 첨가제”가 아니라 “단백질 분해율을 보조하는 효소”입니다<sup>[1]</sup>.

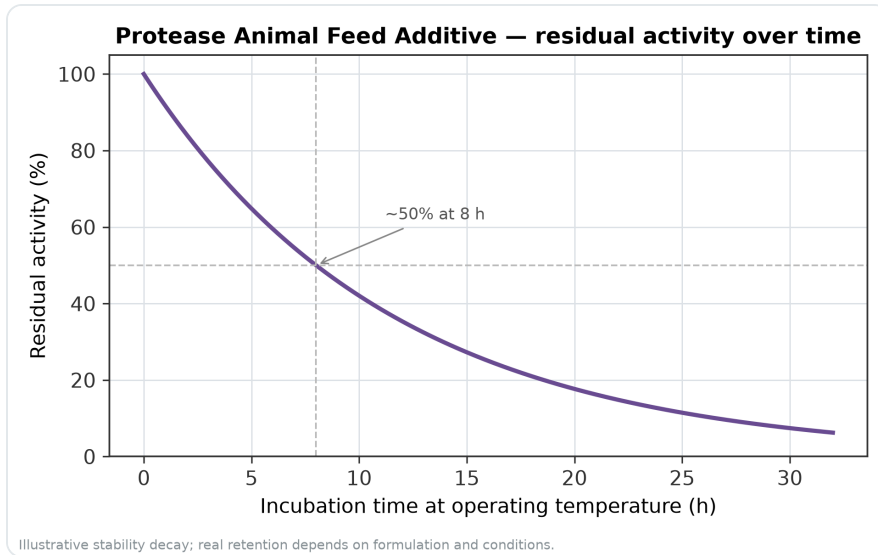
## 복합 효소 전략이 필요한 곡물·부산물 배합

밀, 보리, 호밀, 곡물 부산물, 섬유질이 높은 식물성 원료를 사용하는 배합에서는 단백질만이 문제가 아닐 수 있습니다. 비전분다당류가 장 내용물 점도를 높이거나 세포벽 안의 영양소 접근을 막으면, 프로테아제만으로는 충분한 반응을 기대하기 어렵습니다. 이런 경우 자일라나아제, 아밀라아제, 피타아제와의 조합이 연구되는 이유가 분명합니다<sup>[7]</sup>.

복합 효소 제품 평가에서는 대상 동물, 사료 조성, 효소 조합이 구체적으로 나뉩니다. 이는 단일 효소를 무조건 많이 쓰는 접근보다, 배합에서 실제 제한 요인을 확인하고 그 기질에 맞는 효소를 선택하는 방식이 더 과학적이라는 점을 보여줍니다<sup>[10]</sup>.

## Enzymes.bio 공급 방식과 문서 활용 범위

Enzymes.bio는 Protease Animal Feed Additive를 제조하거나 실험실 분석 서비스를 제공하는 주체가 아니라, B2B 효소 공급업체입니다. 제품은 1kg 단위로 온라인 직접 구매할 수 있으며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다. 이 정보는 제품 구매와 내부 문서 보관을 위한 상업적 안내이며, 동물별 배합 설계나 규제 적합성 판단을 대신하지 않습니다.



**Figure 8.** 동물 사료용 프로테아제 첨가제의 예시적 열 안정성 감소—작동 온도에서 시간이 지남에 따라 잔존 활성이 감소합니다.

이 문서는 제품 페이지에서 기술 이해를 돕기 위한 자료입니다. 따라서 특정 동물에서의 성적 개선, 특정 사료전환율 달성, 특정 질병 예방, 특정 항영양인자 제거를 보장하지 않습니다. 사료용 프로테아제의 효과는 원료, 동물, 공정, 보관, 위생, 배합 목표가 함께 결정하며, 문헌상 근거도 이러한 조건 의존성을 일관되게 보여줍니다<sup>[3]</sup>.

## 결론: 프로테아제는 단백질 이용률을 다루는 정밀한 사료 효소다

Protease Animal Feed Additive의 핵심 가치는 사료 속 단백질을 더 이용 가능한 형태로 분해하도록 보조하는 데 있습니다. 조단백질 함량이 같아도 실제 소화 가능한 아미노산 공급량은 달라질 수 있으며, 프로테아제는 이 차이를 줄이는 효소적 수단으로 검토됩니다. 특히 대두박과 대체 식물성 단백질 비중이 높은 가금·양돈 사료, 어분 대체를 고려하는 양식 사료, 복합 효소 전략이 필요한 원료 배합에서 기술적 의미가 있습니다<sup>[1]</sup>.

다만 프로테아제는 만능 첨가제가 아닙니다. 항생제가 아니며, 피타아제나 자일라나아제가 해결해야 할 기질을 대신 분해하지도 않습니다. 가장 정확한 이해는 “단백질 원료의 소화 접근성을 높이고, 내인성 소화효소가 더 효율적으로 작용하도록 돕는 외인성 효소”라는 것입니다<sup>[3]</sup>.

Enzymes.bio는 이 제품을 1kg 단위 온라인 직접 판매 방식으로 공급하며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다. 사용자는 제품을 사료 단백질 이용성 개선을 위한 효소 첨가제로 이해하되, 실제 적용 결과는 동물 종, 생산 단계, 원료 품질, 사료 제조 조건, 보관 환경에 따라 달라질 수 있음을 전제로 검토하는 것이 적절합니다.

## Protease Animal Feed Additive 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.

[Protease Animal Feed Additive 구매하기 →](#)

## 참고문헌

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

1. Sureshkumar, S., Song, J., Sampath, V., & Kim, I. (2023). Exogenous Enzymes as Zootechnical Additives in Monogastric Animal Feed: A Review. *Agriculture*.
2. Vitt, M. G., Brunetto, A. L., Leal, K., Deolindo, G. L., Corrêa, N. G., Silva, L. E. L., Wagner, R., ... et al. (2025). Use of a Blend of Exogenous Enzymes in the Diet of Lactating Jersey Cows: Ruminal Fermentation In Vivo and In Vitro, and Its Effects on Productive Performance, Milk Quality, and Animal Health. *Fermentation*.
3. Oliveira Sousa, T., Silva, N. A., Melo Oliveira, V., Silva Ramos, A. V., Filho, J. P. M. B., Batista, J. M. S., Costa, R. M. P. B., ... et al. (2025). Use of proteases for animal feed supplementation: scientific and technological updates. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 55, 797 - 809.
4. Acosta, J. A., Lawrence, B. V., Qudsieh, R., & Hancock, D. (2025). 300 Protease improves feed conversion of weaned pigs recovering from experimental F18 E. coli challenge and fed soybean meal with different trypsin inhibitor levels. *Journal of Animal Science*.
5. Yang, Z., Urriola, P., & Shurson, G. (2024). 112 Nutritional, feed safety, and environmental benefits and limitations of using soybean co-products in swine diets. *Journal of Animal Science*.
6. Oketch, E. O., & Heo, J. M. (2025). Prospects of feed additive incorporation in laying hen diets: a narrative review of principal biological effects and recent developments. *Journal of Animal Science and Technology*, 68, 50 - 71.
7. Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M., Christensen, H., Dusemund, B., Durjava, M. K., Kouba, M., ... et al. (2020). Safety and efficacy of Aextra® XAP 104 TPT (endo-1,4-xylanase, protease and alpha-amylase) as a feed additive for chickens for fattening, laying hens and minor poultry species. *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 18.
8. Rodríguez-Soriano, F. A., López-Coello, C., Ávila-González, E., Arce-Menocal, J., Fascina, V., & Chárraga-Aguilar, S. (2025). Sfericase protease, phytase, and xylanase combination improves body weight, feed conversion rate, ileal digestibility, and gut morphology in broilers. *Frontiers in Animal Science*.
9. Kim, J., Ku, B., Ko, G., Kang, M., Son, K., Bang, M., & Park, H. (2023). Enzyme Feed Additive with Arazyme Improve Growth Performance, Meat Quality, and Gut Microbiome of Pigs. *Animals*, 13.

10. [Safety Assessment on the Safety and Efficacy of an Additive of Endo-1,4-Beta-Xylanase, Alpha-Amylase and Subtilisin Protease \(Avizyme® 1505\) as a Feed Additive for All Avian species. \(RP1341\).](#) *Semantic Scholar* (2024).
11. Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M., Christensen, H., Dusemund, B., Kouba, M., Durjava, M., ... et al. (2021). [Safety and efficacy of a feed additive consisting of serine protease produced by Bacillus licheniformis DSM 19670 \(Ronozyme® ProAct\) for chickens for fattening \(DSM Nutritional Products Ltd\).](#) *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 19.
12. Oliveira Simas, A. L., Alencar Guimarães, N. C., Glienke, N. N., Galeano, R. M. S., Sá Teles, J. S., Kiefer, C., Souza Nascimento, K. M. R., ... et al. (2024). [Production of Phytase, Protease and Xylanase by Aspergillus niveus with Rice Husk as a Carbon Source and Application of the Enzymes in Animal Feed.](#) *Waste and Biomass Valorization*, 15, 3939 - 3951.
13. Uzair, M. S., Sultan, A., Islam, Z., Shah, M., Tahir, M., Naz, S., Alrefaei, A., ... et al. (2025). [Efficacy of Zingibain phyto-protease on growth performance, litter quality and gut microbiota in broilers fed high animal protein concentrates.](#) *Italian Journal of Animal Science*, 24, 336 - 346.
14. Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M., Christensen, H., Dusemund, B., Durjava, M., Kouba, M., ... et al. (2023). [Safety and efficacy of the feed additive consisting of protease produced by Bacillus licheniformis DSM 33099 \(ProAct 360\) for use in poultry species for fattening or reared for laying/breeding \(DSM Nutritional Products Ltd\).](#) *EFSA journal. European Food Safety Authority*, 21.


## 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