

# 내열성 피타아제(Thermostable Phytase): 가금 사료에서 피테이트 인 이용성과 인 배설 저감

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

내열성 피타아제는 옥수수·대두박·밀·보리 등 식물성 가금 사료 원료에 들어 있는 피테이트 결합 인을 가수분해해, 닭이 이용 가능한 무기 인산 형태로 전환하도록 돕는 외인성 사료 효소입니다. 가금류는 피테이트를 충분히 분해할 내인성 피타아제 활성이 제한적이므로, 미생물 유래 피타아제 보충은 인 이용성 향상과 배설 인 감소를 목표로 하는 정밀 영양 전략에서 핵심적으로 사용됩니다 [1].

“Thermostable”은 사료 제조 중 펠릿화처럼 열·수분·압력이 동반되는 공정에서 효소 기능을 더 잘 보존하도록 설계된 피타아제 제품군을 가리키는 실무적 표현입니다. Enzymes.bio의 Thermostable Phytase - Enzymes In Poultry Feed는 1kg 단위로 온라인 직접 구매할 수 있는 공급 제품이며, 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공됩니다.

## 내열성 피타아제가 가금 사료에서 중요한 이유

가금 사료에서 인은 성장, 골격 형성, 에너지 대사, 산란계의 난각 형성에 직접 관여하는 필수 영양소입니다. 문제는 식물성 원료에 들어 있는 인의 상당 부분이 피테이트 또는 피틴산염 형태로 존재한다는 점입니다. 피테이트는 식물 종자가 인을 저장하는 안정한 분자 구조이며, 단위 분자 안에 여러 인산기를 가지고 있어 양전하를 띠는 무기질이나 단백질성 영양소와 결합하기 쉽습니다 [2].

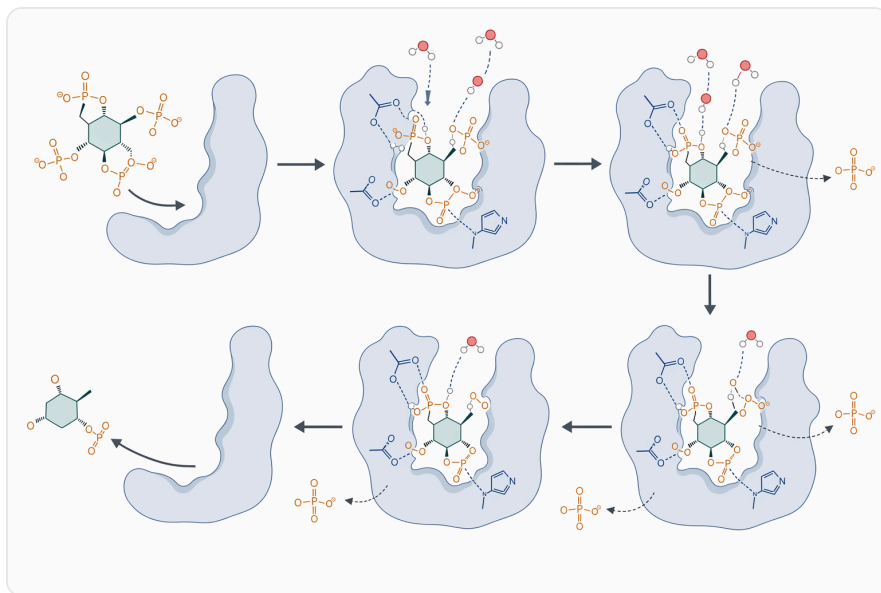
닭과 같은 단위동물은 반추동물처럼 미생물 발효에 크게 의존하는 소화 체계를 갖고 있지 않습니다. 따라서 사료 속 피테이트 결합 인을 충분히 풀어내지 못하면, 사료에는 인이 존재하지만 실제 흡수 가능한 인은 부족해지는 상황이 생깁니다. 비반추동물 영양에서 피타아제 보충이 중요한 이유는 바로 이 “존재하지만 이용되지 못하는 인”을 영양적으로 접근 가능한 형태로 바꾸기 때문입니다 [1].

피테이트의 문제는 인 이용성에만 그치지 않습니다. 피테이트는 칼슘, 아연, 철, 마그네슘 같은 양이온성 무기질과 결합할 수 있고, 단백질 및 아미노산의 소화에도 간접적인 영향을 줄 수 있습니다. 특히 가금 사료에서는 칼슘과 인의 균형이 골격 발달, 산란 지속성, 난각 품질과 연결되므로, 피타아제의 효과는 단순한 인 방출을 넘어 전체 미네랄 매트릭스의 재설계와 관련됩니다 [3].

내열성 피타아제는 이러한 영양학적 기능에 더해 사료 제조 현장의 요구를 반영합니다. 상업용 가금 사료는 분말 형태로만 유통되지 않고, 펠릿화·컨디셔닝·냉각·저장 단계를 거치는 경우가 많습니다. 효소는 단백질이므로 과도한 열과 수분에 노출되면 구조가 변해 기능이 저하될 수 있으며, 내열성 피타아제는 이러한 공정 스트레스를 고려한 선택지로 이해할 수 있습니다 [4].

## 피타아제의 작동 기전: 피테이트의 인산기를 단계적으로 제거

피타아제는 피테이트 분자에 붙어 있는 인산 에스터 결합을 순차적으로 가수분해하는 효소입니다. 이 반응이 진행되면 고도로 인산화된 피테이트가 낮은 인산화 상태의 이노시톨 인산으로 바뀌고, 그 과정에서 무기 인산이 방출됩니다. 사료 영양 관점에서 가장 중요한 결과는 닭이 흡수할 수 있는 인산이 증가한다는 점입니다 [5].



**Figure 1.** 피타아제는 피틴산의 인산 에스터 결합을 가수분해하여 무기 인산을 방출하고, 피틴산의 미네랄 결합 능력을 낮춥니다.

피테이트는 음전하 밀도가 높은 분자이기 때문에 장관 내 pH와 무기질 농도에 따라 칼슘, 아연 등과 복합체를 형성할 수 있습니다. 특히 칼슘 수준이 높거나 칼슘 공급원이 빠르게 용해되는 조건에서는 피테이트-칼슘 복합체가 형성되어 피타아제 접근성이 낮아질 수 있습니다. 따라서 피타아제 반응은 효소 자체의 존재뿐 아니라 사료 내 칼슘·인 균형, 원료 조성, 장관 pH 환경의 영향을 받습니다 [3].

가금류 소화관에서 피타아제의 실제 작용 위치는 전위, 근위, 소장 상부와 관련이 깊습니다. 피테이트가 장관 상부에서 먼저 분해될수록 이후 소장에서 인과 기타 미네랄이 흡수될 기회가 커집니다. 비반추동물 영양 리뷰에서는 피타아제가 위장관 조건에서 작용해야 하며, pH, 체류 시간, 기질 접근성, 사료 조성 등이 반응 정도에 영향을 준다고 정리합니다 [1].

내열성 피타아제의 "열 안정성"은 이 소화관 내 기전과는 별개의 제조공정 안정성 개념입니다. 즉, 효소가 펠릿 공정 후에도 충분한 기능을 유지해야 장관 내에서 피테이트를 분해할 수 있습니다. 최근에는 효소 안정성과 방출성을 개선하기 위해 캡슐화, 고정화, 단백질 공학 등 다양한 접근이 연구되고 있으며, 피타아제는 이러한 사료효소 안정화 연구의 대표적 사례로 다루지고 있습니다 [4].

## 일반 피타아제와 내열성 피타아제의 실무적 차이

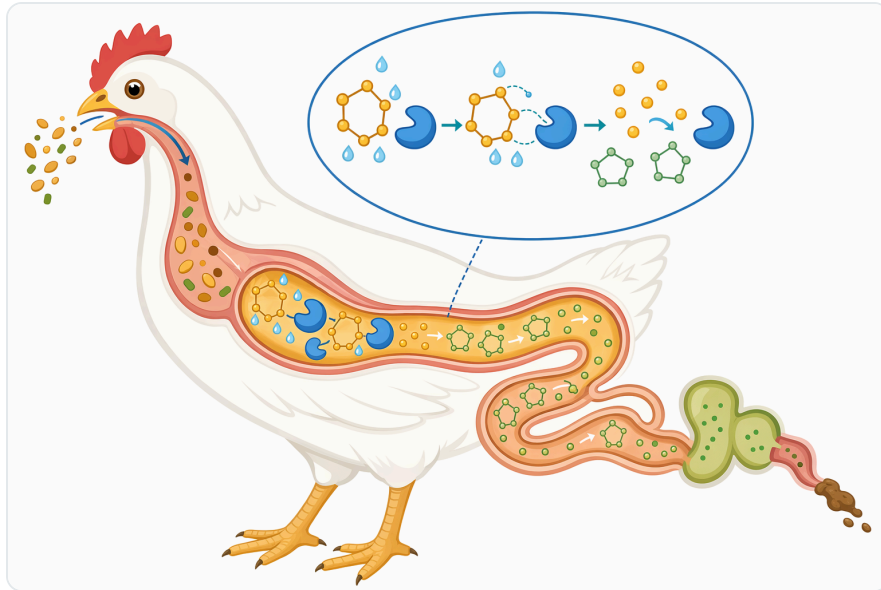
피타아제의 핵심 기능은 피테이트 분해이지만, 상업 사료에서는 "효소가 사료에 들어갔는가"보다 "제조와 유통 후에도 기능을 유지하는가"가 더 중요합니다. 내열성 피타아제는 펠릿 사료를 사용하는 가금 생산 체계에서 이러한 기능 보존을 목표로 선택됩니다. 아래 표는 일반적인 비교 관점을 정리한 것입니다.

구분	일반 피타아제	내열성 피타아제
주된 기능	피테이트 결합 인의 가수분해	동일하게 피테이트 결합 인 가수분해
핵심 사용 목적	인 이용성 개선, 배설 인 저감	인 이용성 개선에 더해 열처리 사료 공정 적합성 강화
공정 민감성	열·수분·압력 조건에서 기능 저하 가능성 고려 필요	펠릿화 등 열처리 조건에서 기능 보존을 목표로 설계
적용 맥락	분말 사료, 저온 공정, 후첨 공정 등	펠릿 사료, 컨디셔닝 공정, 열 노출 가능성이 있는 배합
영양 설계 포인트	피테이트 수준, 칼슘·인 균형, 원료 조성	동일 요소에 더해 제조공정 조건과 저장 안정성 고려
기대 효과의 성격	조건 의존적	조건 의존적이며, 공정 안정성이 성과의 중요한 전제

이 비교에서 중요한 점은 내열성 피타아제가 일반 피타아제와 전혀 다른 반응을 하는 효소가 아니라는 것입니다. 기질은 여전히 피테이트이고, 핵심 산물은 무기 인산입니다. 차이는 사료 제조와 유통 과정에서 효소 구조와 기능을 얼마나 안정적으로 유지하도록 설계되었는가에 있습니다 [6].

## 가금 사료 원료별 피테이트 문제와 적용 맥락

옥수수-대두박 기반 배합은 전 세계 브로일러와 산란계 사료에서 가장 널리 쓰이는 구조입니다. 옥수수는 에너지 공급원으로, 대두박은 단백질 공급원으로 사용되지만 두 원료 모두 일정 수준의 피테이트 인을 포함합니다. 사료 내 총 인 함량만으로는 실제 이용 가능한 인을 판단하기 어렵기 때문에, 피타아제는 식물성 원료 비중이 높은 배합에서 특히 의미가 큼니다 [7].



**Figure 2.** 피타아제는 소화 과정에서 기질이 새의 장관을 통과해 지나가기 전에 인산을 방출할 수 있을 만큼 빠르게 피틴산과 접촉해야 합니다.

밀, 보리, 호밀 등 비전분다당류가 많은 곡물을 포함하는 배합에서는 피테이트 문제와 함께 점도, 섬유성 성분, 세포벽 구조도 소화율에 영향을 줄 수 있습니다. 이 경우 피타아제는 단독으로 사용되기도 하지만, 자일라나아제 같은 탄수화물분해효소와 함께 고려되는 경우도 있습니다. 복합효소 접근은 원료의 피테이트와 세포벽 성분을 각각 다른 방식으로 낮추려는 전략입니다 [8].

완두, 해바라기박, 유채박 등 대체 단백질 원료를 사용하는 경우에도 피테이트와 미네랄 결합 문제가 배합 설계의 변수가 됩니다. 브로일러에서 완두 기반 사료와 미생물 피타아제 수준을 다룬 연구들은 피타아제 반응이 원료 특성에 따라 달라질 수 있음을 보여주며, 이는 피타아제를 고정된 효과 값이 아니라 배합 맥락 속에서 해석해야 함을 시사합니다 [9].

산란계 사료에서는 원료의 피테이트 문제에 칼슘 요구량이 더해집니다. 난각 형성을 위해 칼슘 공급이 높아지는 시기에는 칼슘과 피테이트의 상호작용이 피타아제 반응에 영향을 줄 수 있습니다. 따라서 산란계용 내열성 피타아제는 인 이용성뿐 아니라 칼슘-인 균형, 난각 품질, 골격 유지와 연결된 영양 설계의 일부로 이해하는 것이 적절합니다 [10].

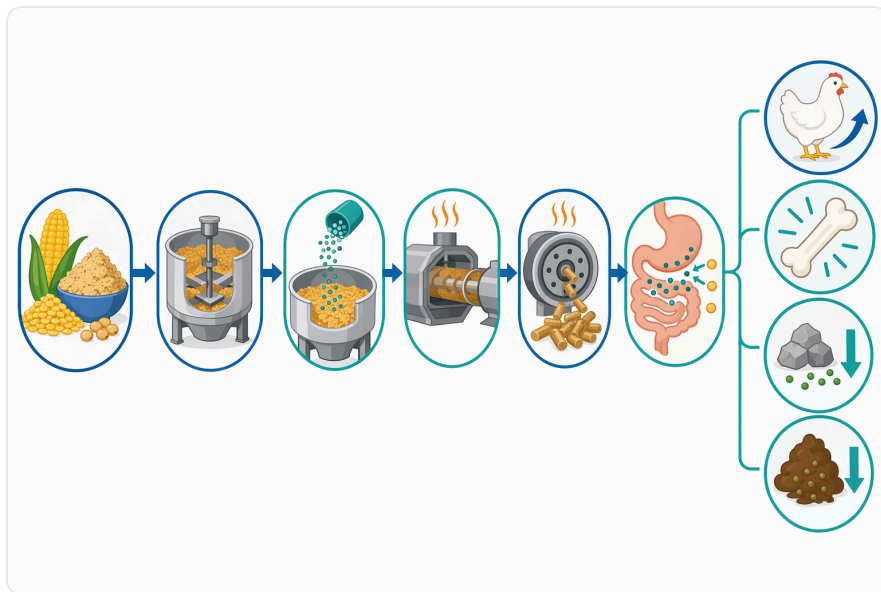
## 브로일러에서의 기대 효과: 성장, 사료효율, 골격 미네랄화

브로일러 생산에서 피타아제의 1차 목표는 피테이트 결합 인을 방출해 이용 가능한 인을 늘리는 것입니다. 이용 가능한 인이 개선되면 골격 성장과 대사 기능을 지원할 수 있고, 배합 내 무기 인 공급 부담을 낮추는 영양 설계가 가능해집니다. 비반추동물 영양 리뷰는 피타아제가 가금에서 인 이용성을 높이고 인 배설을 줄이는 대표적 사료효소라고 설명합니다 [11].

성장 성과는 인 이용성만으로 결정되지 않습니다. 에너지 밀도, 아미노산 균형, 원료 소화율, 장관 건강, 사육 환경, 열 스트레스 등이 함께 작용합니다. 따라서 피타아제 보충 후 체중 증가나 사료요구율 개선이 보고되더라도, 이를 모든 농장과 모든 배합에서 동일하게 재현되는 단일 효과로 해석해서는 안 됩니다. 피타아제의 기능은 “결핍을 보정하는 약제”가 아니라 “사료 내 결합 영양소를 더 잘 활용하게 하는 효소적 도구”에 가깝습니다 [11].

열 스트레스 조건에서는 사료 섭취 감소와 대사 부담으로 인해 영양소 이용 효율이 더 중요해질 수 있습니다. 일본 메추리 연구를 포함한 최근 가금 연구들은 피타아제 보충이 열 스트레스 상황에서 생산성과 생리 지표에 어떤 영향을 주는지 평가하고 있습니다. 다만 이러한 결과는 종, 사육 조건, 배합 구성에 따라 달라질 수 있으므로, 내열성 피타아제를 열 스트레스 해결제로 표현하는 것은 부적절합니다 [12].

브로일러에서 또 하나의 실무적 관심은 뼈 품질입니다. 인과 칼슘은 경골 회분, 골격 강도, 다리 건강과 연결되어 있으며, 빠르게 성장하는 육계에서는 이용 가능한 인의 부족이 생산성과 복지 모두에 영향을 줄 수 있습니다. 피타아제는 피테이트 인을 방출함으로써 이러한 미네랄 영양 설계에서 중요한 보조 수단이 됩니다 [7].



**Figure 3.** 내열성 피타아제는 컨디셔닝, 펠릿화, 냉각, 저장 및 이후 소화 과정에서 유용한 활성을 유지하도록 설계되었습니다.

## 산란계에서의 기대 효과: 인·칼슘 이용성과 난각 품질

산란계는 브로일러와 다른 영양 우선순위를 가집니다. 산란 지속성, 난중, 난각 강도, 난각 두께, 골격 미네랄 보유가 장기간의 생산성에 중요합니다. 피타아제는 사료 속 피테이트 결합 인을 방출하고 칼슘 이용성과의 상호작용을 통해 산란계 배합에서 인·칼슘 균형을 조정하는 데 사용됩니다 [10].

산란계 연구에서 피타아제와 자일라나아제 병용은 산란 성적, 계란 품질, 걸보기 대사에너지, 인 이용성 같은 지표와 함께 평가되고 있습니다. 이러한 연구 흐름은 피타아제가 단순히 인만 방출하는 효소가 아니라, 복합효소 및 에너지·미네랄 매트릭스 설계와 함께 검토되는 사료첨가제임을 보여줍니다 [10].

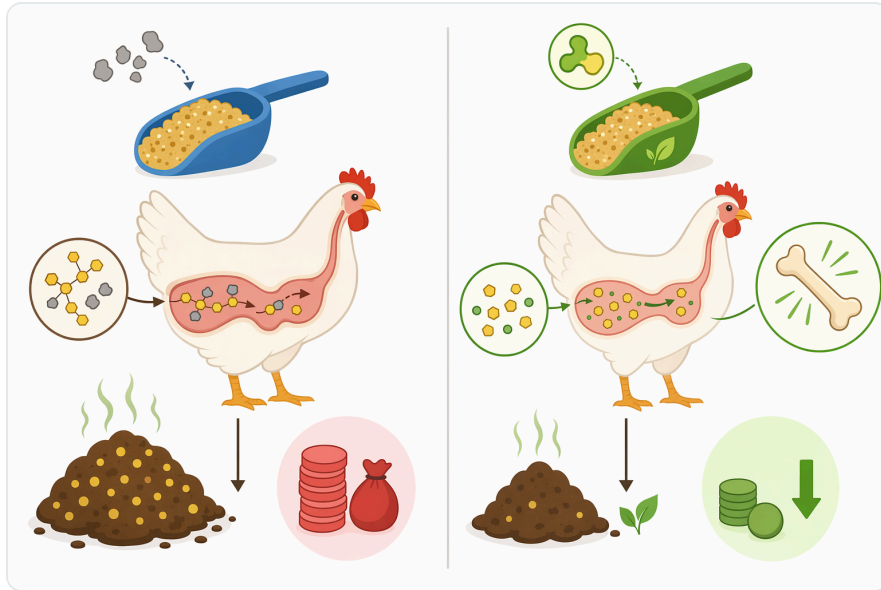
난각 품질과 관련해서는 칼슘 공급량만큼이나 칼슘이 언제, 어디서, 어떤 형태로 이용되는지가 중요합니다. 피테이트가 칼슘과 결합하면 칼슘의 장관 내 용해성과 흡수 가능성이 낮아질 수 있고, 동시에 피타아제가 피테이트에 접근하는 것도 방해될 수 있습니다. 따라서 산란계용 내열성 피타아제는 칼슘 공급 전략과 분리해 생각하기 어렵습니다 [3].

종계에서도 유사한 원리가 적용됩니다. 종계는 산란뿐 아니라 배아 발달에 필요한 영양소 축적이 중요하므로, 인과 미량무기질의 이용성 개선은 사료 설계의 중요한 관심사입니다. 다만 종계에서의 실제 반응은 체중 관리, 산란율, 부화율, 원료 조성에 따라 달라지므로, 피타아제의 효과는 생산 단계별 영양 목표 안에서 해석해야 합니다 [1].

## 피타아제와 아연·칼슘·미량무기질의 상호작용

피테이트는 아연과 강하게 상호작용하는 항영양 인자로 알려져 있습니다. 가금과 돼지의 소화관에서 아연, 피테이트, 피타아제의 상호작용을 다룬 리뷰는 피타아제가 피테이트 분해를 통해 아연 이용성에 영향을 줄 수 있지만, 반응은 사료 내 칼슘, 인, 피테이트 수준과 무기질 공급 형태에 따라 복잡해진다고 설명합니다 [3].

아연은 면역 기능, 피부와 깃털 상태, 항산화 효소계, 성장과 번식에 관여합니다. 그러나 피테이트가 아연과 결합하면 흡수 가능한 아연 풀이 줄어들 수 있습니다. 피타아제는 피테이트 구조를 분해함으로써 아연 결합을 완화할 가능성이 있지만, 그 결과가 항상 동일한 수준의 아연 생체이용성 증가로 나타나는 것은 아닙니다 [3].



**Figure 4.** 사료용 피타아제는 선호하는 소화 조건, 가공 내성, 실제 적용상의 한계에서 개념적으로 차이가 있습니다.

칼슘은 피타아제 반응에서 양면적인 역할을 합니다. 충분한 칼슘은 골격과 난각 형성에 필수적이지만, 높은 칼슘 농도는 피테이트와 불용성 복합체를 만들 수 있습니다. 이 복합체는 피타아제의 기질 접근성을 낮추고 인 방출을 제한할 수 있어, 피타아제 적용 시 칼슘과 가용 인의 균형을 함께 고려하는 이유가 됩니다 [1].

이러한 상호작용 때문에 피타아제를 “무기 인 대체제”로만 단순화하면 실제 영양 설계에서 오류가 생길 수 있습니다. 피타아제는 피테이트를 분해하는 효소이며, 그 결과 인, 칼슘, 아연, 기타 미네랄의 가용성에 영향을 줄 수 있습니다. 하지만 최종 성과는 배합 전체의 미네랄 균형과 원료의 피테이트 함량에 의해 결정됩니다 [2].

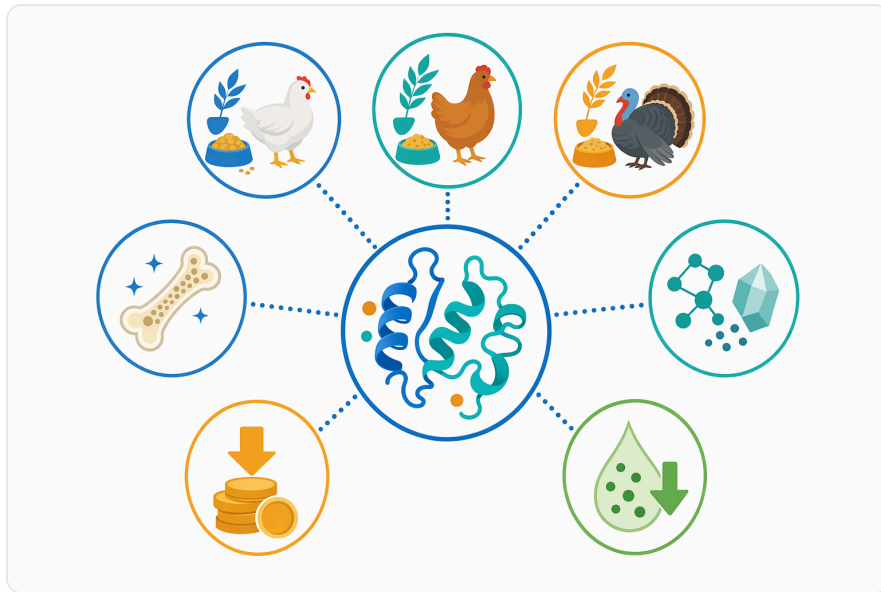
## 내열성의 의미: 펠릿 공정 이후에도 작용해야 하는 효소

가금 사료 제조에서 펠릿화는 사료 섭취성, 분진 감소, 운송 효율, 균일성 측면에서 장점이 있습니다. 그러나 펠릿화 전 컨디셔닝 단계에서는 열과 수분이 가해지고, 압축과 마찰이 뒤따릅니다. 효소는 입체 구조가 기능을 좌우하는 단백질이므로, 이러한 조건에서 구조가 손상되면 소화관에 도달했을 때 피테이트 분해 능력이 낮아질 수 있습니다 [4].

내열성 피타아제의 실무적 가치는 바로 이 지점에서 발생합니다. 사료 배합에 효소를 넣었더라도, 펠릿 공정 후 기능이 충분히 남아 있지 않다면 영양학적 기대 효과는 줄어듭니다. 내열성 제품군은 열처리 사료에서 피타아제 기능을 더 잘 유지하도록 설계되며, 이는 펠릿 사료를 사용하는 브로일러와 산란계 생산에서 특히 중요합니다 [6].

효소 안정화 연구에서는 단백질 공학, 미생물 발현 시스템, 캡슐화, 고정화, 교차결합 응집체 등 다양한 접근이 보고됩니다. 예를 들어 피타아제 캡슐화 연구는 효소 안정성과 방출 조절을 개선하려는 방향을 보여주며, 교차결합 피타아제 응집체 연구는 낮은 pH 환경에서 피테이트 분해 성능을 개선하려는 시도를 다룹니다 [4].

다만 “내열성”은 모든 공정 조건에서 효소 기능이 완전히 보존된다는 뜻이 아닙니다. 공정 온도, 수분, 체류 시간, 압력, 후속 냉각, 저장 기간, 사료 내 다른 성분과의 접촉이 모두 결과에 영향을 줄 수 있습니다. 따라서 내열성 피타아제는 열처리 공정을 고려한 더 적합한 형태일 수 있지만, 실제 성과는 제조와 사용 환경에 따라 달라집니다 [1].



**Figure 5.** 내열성 피타아제는 식물성 사료를 급여하는 육계, 산란계, 종계, 칠면조, 오리 및 기타 가금류 전반에서 활용될 수 있습니다.

## 복합효소 전략: 피타아제와 자일라나아제의 역할 구분

가금 사료에서 피타아제는 종종 자일라나아제, 베타글루카나아제, 셀룰라아제, 프로테아제와 함께 검토됩니다. 이때 피타아제의 주된 기질은 피테이트이고, 자일라나아제의 주된 기질은 아라비노자 일란 같은 비전분다당류입니다. 즉 두 효소는 서로 다른 항영양 구조를 겨냥합니다 [8].

밀, 보리, 호밀 비중이 높은 배합에서는 비전분다당류가 장관 점도와 영양소 확산에 영향을 줄 수 있습니다. 자일라나아제는 세포벽 구조를 일부 분해해 영양소 접근성을 높일 수 있고, 피타아제는 피테이트 결합 인과 무기질의 가용성을 높이는 데 초점을 둡니다. 두 효소를 함께 사용하면 이론적으로 서로 다른 제한 요인을 동시에 낮출 수 있습니다 [10].

하지만 복합효소 효과를 항상 상승작용으로 단정할 수는 없습니다. 원료 조성, 피테이트 수준, 비전 분다당류 함량, 칼슘·인 균형, 조류의 나이와 장관 발달 상태에 따라 반응은 달라집니다. 산란계에서 피타아제와 자일라나아제 병용을 평가한 연구가 생산성, 계란 품질, 에너지 이용성, 인 이용성을 함께 측정하는 이유도 이러한 다중 요인성을 반영합니다 [10].

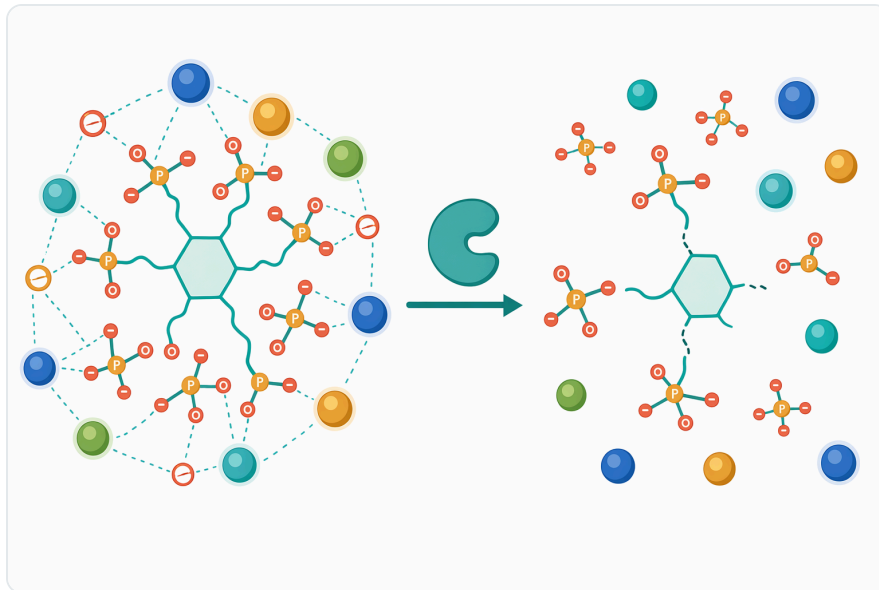
실무적으로는 피타아제를 “인 방출 효소”, 자일라나아제를 “세포벽 및 점도 관련 효소”로 구분해 이해하는 것이 유용합니다. 두 효소는 목적이 겹치지 않지만, 사료 내 영양소 접근성이라는 더 큰 목표 안에서는 상호보완적일 수 있습니다. 내열성 피타아제는 이 중에서도 열처리 공정 후 피테이트 분해 기능을 유지해야 하는 배합에서 특히 의미가 있습니다 [8].

## 인 배설 저감과 지속가능한 가금 생산

피타아제 사용의 가장 명확한 환경적 의미는 배설 인 감소입니다. 닭이 피테이트 결합 인을 이용하지 못하면 사료로 공급된 인의 일부가 분뇨로 배출됩니다. 피타아제가 피테이트를 가수분해해 흡수 가능한 인을 늘리면, 동일한 생산 목표에서 배설되는 인을 줄이는 방향의 사료 설계가 가능해집니다 [1].

분뇨 내 인은 토양에 필요한 영양소이기도 하지만, 과잉 축적되면 수계 부영양화와 관련된 환경 부담이 될 수 있습니다. 대규모 가금 생산에서는 사료 효율, 분뇨 관리, 환경 규제가 동시에 고려되므로, 피타아제는 생산성과 환경 관리가 만나는 지점에서 사용되는 대표적인 사료효소입니다 [13].

경제적 관점에서 피타아제는 단순한 첨가제가 아니라 영양소 매트릭스 설계 도구입니다. 피테이트 인을 더 잘 활용하면 무기 인 공급 부담을 낮출 수 있으며, 경우에 따라 원료 선택의 유연성도 높아질 수 있습니다. 다만 실제 경제성은 원료 가격, 무기 인 가격, 사료 설계 방식, 조류 반응, 공정 안정성에 따라 달라집니다 [14].



**Figure 6.** 인산기가 제거되면 피틴산의 음전하가 낮아져 사료 내 미네랄을 포획하는 능력이 감소할 수 있습니다.

환경성과 경제성은 서로 분리되지 않습니다. 인 이용률이 높아지면 사료 내 인 공급 전략을 더 정밀하게 설계할 수 있고, 이는 분뇨 인 저감과 비용 효율이라는 두 목표를 동시에 지원할 수 있습니다. 그러나 이러한 효과는 피타아제를 넣는 행위 자체보다, 피타아제 반응을 고려해 전체 배합을 조정하는 방식에서 더 크게 나타납니다 <sup>[1]</sup>.

## 연구 근거의 강도와 해석 범위

피타아제에 대해 가장 근거가 강한 주장은 피테이트 분해, 인 이용성 개선, 인 배설 저감입니다. 이 기능은 효소의 기질과 반응 산물이 명확하며, 비반추동물 영양 연구에서 반복적으로 검토되어 왔습니다. 따라서 내열성 피타아제를 가금 사료에서 사용하는 1차 목적은 피테이트 인의 활용도를 높이는 것으로 설명하는 것이 가장 정확합니다 <sup>[5]</sup>.

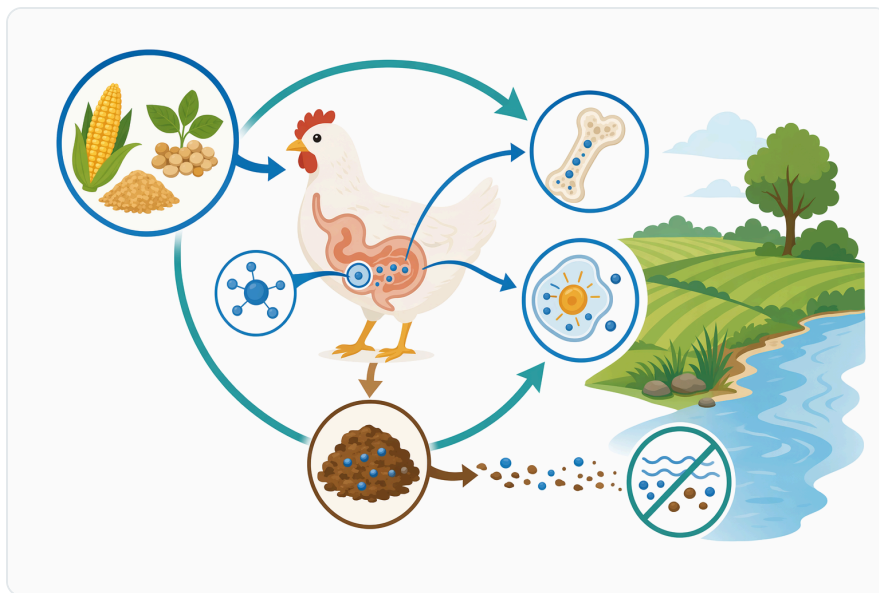
성장률, 사료요구율, 산란 성적, 난각 품질, 골격 미네랄화 같은 생산 지표는 중요한 적용 결과이지만, 기초 반응보다 변동성이 큼니다. 같은 피타아제라도 원료 피테이트 함량, 칼슘·인 균형, 조류의 연령, 사육 밀도, 질병 압력, 열 스트레스, 다른 효소의 병용 여부에 따라 생산 반응이 다르게 나타날 수 있습니다 <sup>[11]</sup>.

장 건강, 면역, 항산화 상태와 관련된 연구도 늘고 있습니다. 피테이트가 장내 미네랄과 단백질 이용성, 미생물 발효 환경에 영향을 줄 수 있기 때문에 피타아제가 간접적으로 장관 생리에 관여할 가능성은 합리적입니다. 그러나 이러한 효과는 아직 배합과 조건 의존성이 크므로, 제품 설명에서는 보조적 가능성으로 다루는 것이 적절합니다 <sup>[15]</sup>.

내열성 자체에 관한 근거는 효소 안정화 기술과 사료 공정 연구에서 뒷받침됩니다. 캡슐화, 고정화, 교차결합, 재조합 발현 같은 접근은 피타아제가 상업적 사료 공정에서 기능을 유지해야 한다는 요구를 반영합니다. 다만 특정 제품의 실제 안정성은 제품 문서와 적용 조건에 의해 확인되어야 하며, 일반 논문 결과를 모든 제품에 그대로 적용해서는 안 됩니다 [16].

## Enzymes.bio 공급 제품으로서의 위치

Enzymes.bio는 Thermostable Phytase - Enzymes In Poultry Feed를 공급하는 온라인 판매 채널이며, 제조사나 실험실로 소개되어서는 안 됩니다. 이 제품은 가금 사료에서 피테이트 결합 인의 이용성을 높이고, 열처리 사료 공정에서 효소 기능 보존을 고려하는 고객에게 적합한 사료효소 제품군으로 이해할 수 있습니다.



**Figure 7.** 피틴산 인의 소화 개선되면 이용되지 못한 채 분변으로 배출되는 사료 내 인의 비율을 줄일 수 있습니다.

제품은 1kg 단위로 온라인에서 직접 구매할 수 있습니다. 주문 시 CoA와 SDS가 함께 제공되며, CoA는 공급 배치 관련 확인 문서로, SDS는 취급·보관·안전 정보를 확인하는 문서로 활용됩니다. 이 문서는 제품의 과학적 배경과 적용 맥락을 설명하기 위한 기술 교육 자료이며, 특정 활성 단위나 분석법을 나열하는 제조 사양서가 아닙니다.

사용자는 이 제품을 질병 치료제, 항생제 대체제, 항콕시듐제 또는 성장촉진제로 오해하지 않아야 합니다. 피타아제는 사료 내 피테이트를 효소적으로 분해해 영양소 이용성을 개선하도록 설계된 사료효소입니다. 따라서 실제 기대 효과는 사료 배합, 원료 품질, 펠릿 공정, 보관 조건, 조류의 생산 단계와 건강 상태에 따라 달라질 수 있습니다 [1].

## 결론: 내열성 피타아제는 가금 정밀영양의 인 이용성 도구

Thermostable Phytase - Enzymes In Poultry Feed의 핵심 가치는 식물성 사료 원료에 묶여 있는 피테이트 인을 더 이용 가능한 형태로 전환하는 데 있습니다. 가금류는 피테이트를 충분히 분해하기 어렵기 때문에, 외인성 피타아제는 인 이용성 향상과 배설 인 저감을 목표로 하는 배합에서 과학적 근거가 강한 효소입니다 [1].

내열성이라는 특성은 펠릿화 등 열처리 공정을 거치는 상업용 가금 사료에서 특히 중요합니다. 효소가 사료 제조 후에도 기능을 유지해야 장관 내에서 피테이트를 분해할 수 있기 때문입니다. 따라서 내열성 피타아제는 단순한 첨가제가 아니라, 원료의 피테이트 수준, 칼슘·인 균형, 공정 조건, 생산 목표를 함께 고려하는 정밀 사료 설계의 일부입니다 [4].

Enzymes.bio는 해당 제품을 1kg 단위로 온라인 공급하며, 주문 시 CoA와 SDS를 함께 제공합니다. 제품의 역할은 과장된 만능 솔루션이 아니라, 가금 사료에서 피테이트 인의 이용성을 높이고 인 배설 부담을 줄이는 데 활용되는 실용적 효소 도구로 이해하는 것이 가장 정확합니다.

### Thermostable Phytase - Enzymes In Poultry Feed 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.

[Thermostable Phytase - Enzymes In Poultry Feed 구매하기 →](#)

## 참고문헌

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

1. Dersjant-Li, Y., Awati, A., Schulze, H., & Partridge, G. (2014). Phytase in non-ruminant animal nutrition: a critical review on phytase activities in the gastrointestinal tract and influencing factors. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95, 878 - 896.
2. Prajapati, M., & Shah, H. (2022). Impacts and Industrial Applications of Phytic Acid and Phytase. *Journal of Pure and Applied Microbiology*.
3. Philippi, H., Sommerfeld, V., Windisch, W., Olukosi, O., Monteiro, A., & Rodehutscord, M. (2023). Interactions of zinc with phytate and phytase in the digestive tract of poultry and pigs: a review. *The Journal of the Science of Food and Agriculture*.
4. Weng, Y., Xu, X., Yan, P., You, J., Chen, X., Song, H., & Zhao, C. (2024). Enzyme encapsulation in metal-organic frameworks using spray drying for enhanced stability and controlled release: A case study of

phytase. *Food Chemistry*, 452, 139533 .

5. Lei, X., Weaver, J. D., Mullaney, E., Ullah, A., & Azain, M. (2013). Phytase, a new life for an "old" enzyme. *Annual Review of Animal Biosciences*, 1, 283-309 .
6. Henninger, C., Hoferer, M., Ochsenreither, K., & Eisele, T. (2023). Cross-linked phytase aggregates for improved phytate degradation at low pH in animal feed. *European Food Research and Technology*, 249, 2377-2386.
7. Shanmugam, G. (2018). Characteristics of Phytase Enzyme and its Role in Animal Nutrition. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7, 1006-1013.
8. Mousavi, S. H., Motahar, S. F. S., Salami, M., Kavousi, K., Mamaghani, A. S. A., Ariaeenejad, S., & Salekdeh, G. (2022). In vitro bioprocessing of corn as poultry feed additive by the influence of carbohydrate hydrolyzing metagenome derived enzyme cocktail. *Scientific Reports*, 12.
9. Johnson, L. A., Deep, A., & Classen, H. (2014). Digestibility and performance responses of broiler chickens fed a pea based diet with different levels of dietary microbial phytase. *Undergraduate Research Journal*, 1.
10. Kayan, A., Prasongsook, S., & Poeikhampha, T. (2025). Diet supplementation with phytase and xylanase on laying performance, egg quality, apparent metabolizable energy, and phosphorous use in laying hens. *Veterinary World*, 18, 155 - 161.
11. Werku, T. (2025). Method of Enzyme Application and Effect on the Performance of Broilers Fed Meal-Based Diet in Ethiopia: Systematic Review. *American Journal of Applied Scientific Research*.
12. Ribeiro, A., Santos Silva, R., Silva, D. A., Nascimento, J. C. S., Souza, L. F. A., Silva, E., Ribeiro, J. E., ... et al. (2024). Heat Stress in Japanese Quails (Coturnix japonica): Benefits of Phytase Supplementation. *Animals*, 14.
13. Shah, K. (2025). Optimization, Partial Purification and Application of Phytase Enzyme in decreasing Phosphorus Level in Environment using Phytase as Poultry Feed. *Ecology, environment & conservation*.
14. Rafeeq, H., Zia, M. A., Shahid, M., & Khan, M. S. (2025). Biochemical characterization and cost-benefit analysis of multi-enzyme premix for poultry feeding applications. *Journal of Applied Animal Research*, 53.
15. Zhang, L., Chen, M., Behan, A. A., Ozdemir, F., Buzdar, J., Arain, M. A., & Zhang, K. (2026). Phytase as a functional feed additive for poultry: mechanistic insights into thermoregulation and productive performance. *International journal of biometeorology*, 70.
16. Hossain, S. A. (2025). RECOMBINANT PHYTASE: ADVANCES IN PRODUCTION STRATEGIES AND INDUSTRIAL APPLICATIONS – A REVIEW. *Borneo Science | The Journal of Science and Technology*.


## 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