

피트산염 분해효소(피타아제) 매트릭스의 가금영양 활용



번역

고 태 송 건국대학교 명예교수
닭수출연구사업단 책임연구원
tskoh@konkuk.ac.kr

피타아제 매트릭스(phytase matrix) 값들은 현장에서 골 회분, 성장률 및 영양소 균형/소화율 연구를 통합하여 결정된다. 사용자는 위험 노출 방법들을 사용하여 여기에 적절한 안전을 적용으로 피타아제 매트릭스 값들을 유도한다.

피타아제 (phytase : myo-inositol hexakisphosphate phosphohydrolase)는 인산염 분해 효소의 한 형태로, 곡물들이니 유박류에 발견되는 유기인(有機磷)의 한 형태인 불소화성 피트산(phytic acid : myo-inositol hexakisphosphate)을 가수분해 하여 동물이 이용 가능한 무기 인(無機磷 : 비피트산염 인 : nPP)을 방출한다. 시판의 주요 피트산(염) 분해효소(피타아제)는 곰팡이(Aspergillus 또는 Peniophera 종들)와 세균(Escherichia coli) 유래 두 종류가 있다.

브로일러와 돼지에서 이 피타아제 효소는 사료중의 인(P), 칼슘(Ca), 아연(Zn), 나트륨

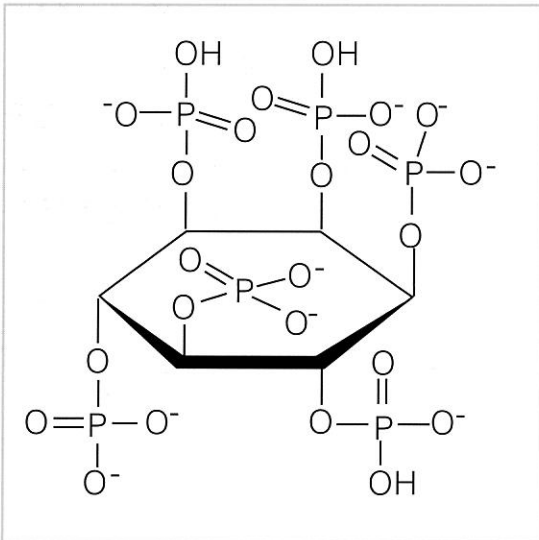
(Na), 마그네슘(Mg) 및 아미노산의 유효성과 소화율을 개선하는 작용을 한다.

동물 사육업자들과 사료 제조업자들은 피타아제를 사용하여 성장 생산성에 부정적 영향 없이 사료중의 무기 인(P)과 칼슘(Ca) 급원들의 배합을 감소시키고 사료 설계 비용을 저감할 수 있다.

단위 가축 사료들에 외부 피타아제들의 상업적 첨가는 1990년대 초에 집약적 가축 생산 지역에서 환경 인(P) 오염과 지표수(地表水)의 부영양화(富營養化) 감소 수단으로 인식되었다. 초기에는 저(低) Ca 및 P 사료들의 피트산염-인(P) 이용성, 성장 생산성, 골 회분 및 칼슘 보유 개선에 곰팡이 피타아제들의 조악(粗惡) 조제물들이나 피타아제-처리 대두박을 단위 가축 사료들에 함유시켰다.

피타아제 매트릭스 : 피타아제 연구가 진행되면서 사료 중 첨가 피타아제 활성에 따른 Ca, P, Na, 아미노산들과 대사 에너지(ME)

등 영양소 이용 향상 매트릭스(matrix)들이 확립되어 적용되었다. 예를 들면, 공급되는 피타아제 종류에 따라서 kg 사료 당 500U 피타아제 첨가는 사료에 유효 P과 Ca을 0.06에서 0.15% 제공할 것이다. 전세계적으로 사료 중 무기 P과 에너지 비용이 높아지면서 피타아제 활용으로 이들 비용 저감을 위하여 가급 사료 80%와 돼지 사료 60%에 외인성 피타아제를 함유시키고 있다.



<그림 1> 피트산 염(위키)

1. 매트릭스 결정 문제들

대조 실험들에서 측정된 피타아제에 대한 인(P) 대치 값들은 현장에서 항상 재현되지 않았다. 따라서 제조업자들의 권장은 조심스러웠고, 때로는 피타아제에 적용된 인(P) 매트릭

스(matrix) 값들을 낮추는 결과를 가져온다.

피타아제 매트릭스는 사료 중 이 효소 첨가로 만들어진 영양소들 절약으로 피타아제 효소 비용 이상으로 사료 비용이 절약되는 원인이다.

사료 가격 상승에 따라 피타아제 P 매트릭스와 동물 P 요구량으로 만들어진 매트릭스 값들은 집중적인 정밀 조사 대상이다. 사료 가격 상승은 사료 중 P 함량 안전율은 모든 피타아제들 매트릭스들에서 결정하도록 압박한다. 따라서 사료 생산자들은 생산 효율성 평가를 위하여 매트릭스 값들이 유도되는 합리적 과정을 통해 안전율을 결정해야 한다.

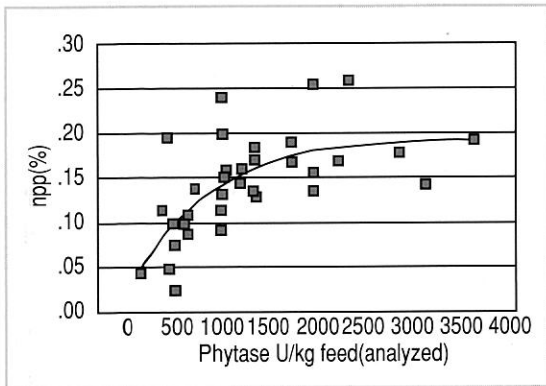
피타아제 적용이 적정하면 사료중 무기(無機) P 제거 전 매트릭스 P 값이 달성하는 수준까지 성장률과 골회분(骨灰分 : Bone ash) 수준이 회복되어야 한다.

무기 P 대치(代置)를 위한 피타아제 효능 정도를 결정하는 세 가지 방법은 피타아제 함유 사료를 급여한 성장 연구들, 골회분 연구들 및 소화율 연구들이다. 정당화하기 어려울 정도로 주어진 피타아제 매트릭스들과 보편적 매트릭스 값 사이의 변동이 유의하게 큰 것이 주요 문제이다.

의문은 문헌에서 관찰된 변동이 우선 피타아제 P 매트릭스에 얼마나 큰 안전율을 적용해야 보상될 것인지 결정하는 것이 문제이다. 일반적으로 매트릭스들은 통계적으로 유의한 안전율 적용 없이 제품을 급여한 실험들의 간

단한 평균 값으로 예측된다는 것이 해답이다.

이것은 사료가 이러한 평균 매트릭스 값으로 설계된 사료를 급여한 실험의 반이라는 것을 의미한다. 피타아제는 기대 인(P) 방출 면에서 가지고 있는 작용 능력보다 낮은 작용을 할 것이다.



〈그림 1〉 11개의 브로일러 사육 실험에서 피타아제 용량(U/kg)과 비-피트산 염 인(nPP) 방출 사이의 관계(Fru 등, 2012).

피타아제 작용으로 피트산염 분해로 방출하는 비피트산염 인(nPP)은 작용시간의 반에는 효소는 기대되는 것보다 적은 P을 방출할 것이다. 시간의 반은 더 많이 방출할 것이다. P(인) 함량에 '안전율'이 충분하면 생산성이 적게 발현되어도 문제는 검출되지 않을 것이다.

이러한 연구의 한 예는 특정 피트산 분해 효소 용량에 대해 예측된 비-피트산염 P(nPP) 값이 〈그림 1〉에 제시되었다. 여기에는 11개의 다른 연구들로부터 얻어진 값들이 그림으로 편집되었다(-University of Arkansas, US,

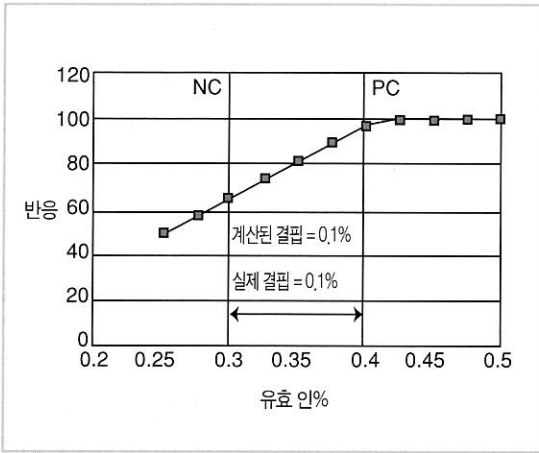
-University of Porto Alegre, Brazil, - Auburn University, US, -CRNA, Vilage Neuf, France 2X, -Purdue University, US, -University of Ankara, Turkey, Southern Poultry, US, -University of Maryland, US, -University of Viscca, Brazil, -Massey University, Newzealand).

〈그림 1〉에 보이고 있는 피타아제 용량과 nPP 방출 관계는 대수/직선성이고 피타아제 1,000U/kg에 대해 할당된 매트릭스 값은 0.15퍼센트 nPP이다. 이 값이 정확하면 평균으로 시간의 반에 효소는 기대된 값보다 적은 P을 방출할 것이며 그리고 시간의 반은 더 많은 P을 방출할 것이다.

사료 중 P 함량이나 동물의 요구량에 충분한 안전율이 적용되면 효소가 기대 값보다 적게 방출할 지라도 생산성 문제는 검출되지 않을 것이다.

2. 매트릭스 조사

주요 문제는 매트릭스 값들을 증명하기 위하여 실시된 실험들이 부정확하게 실행되었는지 여부이다. 〈그림 2〉에 나타낸 실증 대조(PC) 사료의 유효인(有效燐 : avP) 함량은 요구량 수준에서 유효인(avP)을 공급한다. 음성(마이너스) 대조(NC) 사료는 실증 대조(PC)사료 보다 0.1 퍼센트 낮은 유효인(avP)을 함유하고 있어서 NC 사료를 급여하면 낮은 생산



〈그림 2〉 적정 피타제 테스트 상황

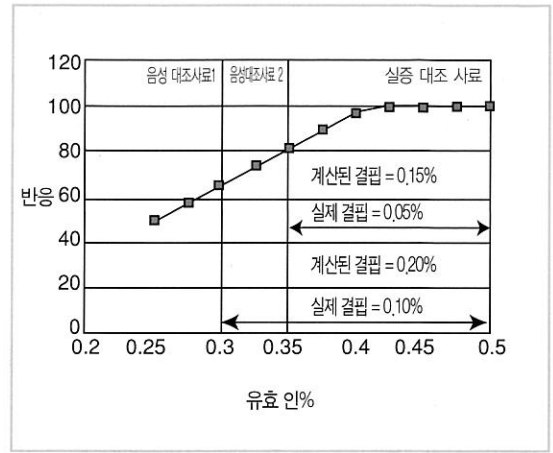
성을 나타낼 것이 기대된다.

이와 같은 상황에서 매트릭스 값 0.10퍼센트를 가진 피타아제가 마이너스 대조(NC) 사료에 첨가되면 실증 사료(PC) 수준까지 생산성 수준이 회복되어야 한다.

이상적(理想的) 피타아제 테스트 상황은 실증 대조(PC) 사료가 동물의 유효인(avP)요구량을 충족하는 수준이고 그리고 음성 대조(NC) 사료는 이들 요구량보다 0.1% 낮은 수준이다.

여러 실험들에서 실증 대조(PC)에서는 동물 요구량 보다 높은 유효 인을 때때로 급여한다. 결과적으로, 〈그림 3〉과 같은 성적들이 쉽게 발생할 것이다. 여기서 계산된 유효인 결핍은 동물이 견딜 수 있는 유효인의 실제 결핍보다 실질적으로 높다.

음성대조 1(NC 1)에 피타아제 적용으로 유효인 0.20 퍼센트 방출이 기대되나 0.10퍼센트만이 분해되어 nPP로 나온다. 이때 매트릭



〈그림 3〉 피타아제 적정량 이하 함유 상황 테스트

스 기대는 충족하지 못해도 생산성 회복은 계속될 것이다.

비-이상적(非-理想的) 피타아제 테스트 상황은 실증 대조사료(PC)가 동물의 유효인 요구량 넘게 함유되고 음성 대조사료(NC1 과 NC 2)가 이들 요구량들 이하 예상 수준이 아닌 상황이다.

피타아제 매트릭스의 이상적(理想的) 테스트는 하나의 음성대조 사료를 사용하여 실시하는 것이 좋다.

음성 대조 사료는 단계적 수준의 무기 인 또는 피타아제를 첨가하여 결정하며 실증 대조 사료의 생산성보다 낮은 최고 피타아제 용량으로 한다. 가장 높은 용량 피타아제의 생산성이 실증 사료의 생산성과 동일하면, 실증 사료 생산성을 달성하기 위하여 첨가하는 특정 용량이나 실질적으로 보다 낮은 피타아제 용량이 동일한 성적을 달성해 온 것인지 불분명해진다.

피타아제 작용으로 피트산염 분해로 방출하는 비피트산염 인(nPP)은 작용시간의 반에는 효소는 기대되는 것보다 적은 P을 방출할 것이다. 시간의 반은 더 많이 방출할 것이다. P(인) 함량에 '안전율'이 충분하면 생산성이 적게 발현되어도 문제는 검출되지 않을 것이다.

실증 대조 사료의 생산성과 동일한 피타아제의 어느 용량은 데이터 세트로부터 삭제될 수 있다. 이와 같은 테스트가 실시되어야 매트릭스는 실험 환경 하에서 정당화 될 수 있다.

3. 매트릭스 문제를 피하는 방법


사료중 피타아제 첨가에 대한 동물 반응은 수많은 인자들의 영향을 받는다는 것이 알려져 있다. 피타아제 자체, 피트산염의 종류, 사용된 칼슘과 인 수준들뿐만 아니라 사료 중 옥수수, 곡시톱 억제제 및 지방 함량은 사료 중 피타아제 작용에 영향을 미친다.

이들 각 인자는 피타아제 작용 결과로 나타나는 반응 정도에 영향을 미치므로 어떤 실험에서도 피타아제에 대하여 할당된 매트릭스를 변화시킨다.

이 문제를 해결하는 최선의 방식은 목표 생산성을 표준 오차 \times 1.7배 만큼(90% 신뢰한계 내로) 높이는 것이다. 이점은 인 대치 목표가 반응시간의 90% 보다 더 많이 달성되는 결과를 초래한다. 따라서 매트릭스의 안전성은

크게 향상된다. 그리고 동물 생산성 저하와 같은 상황은 실질적으로 감소된다.

유통 경제학이 사료 중 P 수준에 계속 압박하고 있으므로, 요구되는 피타아제 매트릭스 강건성에 관한 실험은 어느 때 보다도 더 많이 실시될 것이다. 결과로서 매트릭스 기원에 대해 고정적 안전율 첨가는 피타아제 매트릭스 값들이 더욱 더 많이 보증될 것이다.

사료 생산자들은 피타아제 매트릭스들에 안전율을 고려할 필요가 있다. 그렇게 해야 피타아제 제품들 사이에 진정한 비교가 가능하고 주어진 피타아제와 관련된 진정한 비용을 절약을 평가할 수 있다. 

※ 출처 : www.WATTAgNet.com | June 2013 Poultry International, 저자 : Mike Bedford 박사, 영국 AB Vista 연구 이사