

가금사료내 인의 함량과 phytase(인산가순분해효소)의 관계

1. 가금에서의 인 배설량

사료내 첨가된 인의 농도가 높으면, 배설되는 인의 양이 증가되고, 인이 축적된 토양으로부터 표면을 흐르는 빗물은 강이나 하천의 부영양화를 촉진시키며, 결과적으로 수질을 오염시키는 원인이 된다. 따라서 가금 배설물의 인 감소는 환경과 지속적 생산에 이익이 된다. 가금 사료내 phytase(인산가순분해효소)의 첨가는 인의 배설량과 환경에 대한 인의 손실을 절감시키기 위해 시도되었다.

Phytase가 인 배설량의 감소에 영향을 준다고 오래전부터 연구되어 왔다. 사료내 인 함량을 0.75%에서 0.45%로 감소시키고, 칼슘 함량을 0.9%에서 0.6%로 감소시킬 때, 1,500 FTU/kg phytase는 인 배설량을 평균 61%까지 감소시킬 수 있다. 또한 소맥-대두 위주의 육계 사료에서 인산칼슘을 완전히 제거한 후 비피틴태인을 0.41%에서 0.17%로, Ca 수준을 0.98%에서 0.59%로 감소시켰을 때 수당 45%의 인 절감 효과가 있다($2.68\% \rightarrow 1.48\%$). 또한, 비피틴태인의 감소는 14.8%까지, phytase 함유는 29.6%까지 인 배설량을 감소시킨다.

인 배설량에 대한 phytase의 영향은 총 인 함량에 함유되어 있는 비피틴태인의 함량으로 평가된다. 피틴태인 배설량은 사료내 과다한 인의 농도, 소화되지 않고 배설되는 무기태 인, 첨가된 인의 손실량 및 장내 phytase 활성을 나타낸다. 인이 첨가되지 않은 사료를 가금류에 급여하였을 때, 배설된 총 인의 피틴태인 함량은



홍의철

농촌진흥청 국립축산과학원
가금과 농학박사



옥수수, 소맥, 라이밀 및 보리 위주의 육계 사료로 인한 배설물에서 28~38%, 칠면조에서는 16~32%의 범위로 알려져 있다. 그러나 옥수수-대두박 위주 사료(피틴태인 0.26%)를 급여한 육계의 배설물을 NIR(near-infrared spectroscopy)로 분석시 총 인의 56%로 나타났으며, NMR(nuclear magnetic resonance)로 분석하면, phytase 무첨가 사료는 총 인의 57%, 첨가 사료는 50%였다.

사료내 phytase 첨가는 배설물과 닭에서 인의 가용성을 증가시키며, 이러한 인의 가용성은 강, 호수 및 하천의 부영양화를 감소시킨다. 예를 들면, 총 인을 감소시킨 옥수수-대두박 위주 사료의 phytase 공급은 육계의 분 중 총 인을 감소시키는 반면에 가용성 인의 수준을 증가시킨다($0.21\% \rightarrow 0.285\%$)。

2. 가금을 위한 인 요구량

인은 골격 보존과 성장에 대해서 아주 중요하

기 때문에, 영양 학자들은 안전성을 고려하면서 가금 사료에 적당한 인 수준을 함유하는 경향이 있다. 현재 사용되고 있는 가금 사료는 경제적으로 알맞게 생산을 유지하는 최소한의 인이 함유되어야 하므로, 사료내 인 수준을 위한 표준 권장량이 연구되어 왔다. 한국가금사양표준(2007)에서는 육계사료에서의 비피틴태인의 권장량을 0~2주에는 0.45%, 2~4주에는 0.40%, 4주령 이후에는 0.35%로 권장하고 있다.

초기 육계(0~21일령)의 비피틴태인 요구량(회분 함량 기초)은 보통 옥수수를 기초로 한 사료에서 0.39% 권장하며, 이것은 800 FTU/kg phytase 공급에 의해 0.29%로 감소된다. 무기태인이 첨가된 옥수수 위주 사료에 대하여 비피틴태인의 요구량은 0.37%와 0.32%이다. 게다가, 이런 권장량은 0.45% 비피틴태인을 함유한 사료와 비교하였을 때, 옥수수 위주의 일반 사료에서 총 인 배설량을 9.9%(phytase 무첨가)와 28.1%(phytase 첨가)까지 감소되며, 옥수수 위주의 무기태인 첨가 사료에서는 35.5%와

47.1%까지 감소된다.

가금에서 인 요구량을 정확히 파악하기는 본질적으로 어려우며, phytase의 도입 이후에는 그 요구량 추정이 더욱 어려워졌다. 예를 들면, 육계초기, 전기, 후기 및 말기에 phytase 첨가 효과 시험에서, 비피틴태인을 각각 0.39, 0.25, 0.17 및 0.12% 첨가한 육계초기(1~18일령), 전기(18~32일령), 후기(32~42일령) 및 말기(42~49일령) 사료에 600 FTU/kg phytase를 첨가함에 따라 생산성은 큰 차이를 보이지 않았다.

3. 가금류에서 phytase 첨가시 인 적정 함량

Phytase의 또 한 가지 특성은 가금류에서 총 인의 소화율을 증가시키는 것이다. 예를 들면, Ravindran 등(2000)은 비피틴태인을 0.45% 함유하는 육계 사료에서 phytase를 첨가하였을 때, 14.7%까지(44.1%→50.6%) 회장 인 소화율을 증가시킨다고 하였다. 그러나, 비피틴태인 0.23% 첨가한 사료에서는 65.2%까지(40.2%→66.4%) 증가되었다. 이러한 차이점은 0.45% 비피틴태인 사료가 추가적으로 인산칼슘(1.2%)을 함유하고 있으며, 이것은 인이나 칼슘이 phytase 효능에 부정적 효과를 나타낸다는 것이다. 그러나 이러한 많은 연구에도 불구하고 phytase 첨가에 따른 피틴태인의 소화율이나 배설되는 피틴태인의 함량을 정확히 측정하기는 어렵다.

무기태 인의 첨가량이나 Phytase의 첨가수준은 대체적으로 인이 결핍된 기초사료를 이용하여 결정하며, 가금류의 선발된 매개 변수의 반응을 가장 잘 나타내는 회귀 방정식으로 측정된다. 통상적으로 사용되는 매개 변수는 가금류의

중체량과 회분(%)이며, 이는 중체량과 회분(%)이 생체내 인의 이용에 대해 민감하게 반응하는 지시제가 되기 때문이다. 육계에 대한 인 요구량 설정 연구에서 기초 사료는 옥수수와 대두박 혹은 대두박 자체를 위주로 한다. 사료는 평균적으로 칼슘과 인의 비율이 1.84로서 총 인 0.437%, 피틴태인 0.237%를 함유한다. 이런 결과들은 805 FTU/kg phytase의 활성이 무기태 인 0.105% 첨가 사료와 같은 효과를 보이며, 이것은 피틴태인이 45.2% 함유된 사료의 급여 효과와 유사하다.

Phytase의 첨가시 인 적정 함량(840 FTU/kg ≈ 1.0 ppm)은 실제적으로 제시된 것보다 약간 낮다. 또한, 많은 연구들이 phytase가 육계 사료에 존재하는 피트산염 45%를 순차적으로 가수분해한다고 제시하지만, 실제보다 높게 평가되는 것으로 보인다. 이런 과대평가된 수치에 대한 원인은 피틴태인을 분리시키는 phytase의 활성이 피틴태인 분리와 관련이 없는 중체량에 관해서도 긍정적 영향을 주기 때문이다. 또한 phytase가 칼슘과 인 비율의 불균형을 교정하고, phytase 첨가량과 같은 인의 함량을 측정하기 위해 이용된 모델들이 부적절하기 때문이다. 인의 적정 함량은 일차방정식으로 결정되며, 인의 적정 함량을 첨가하였을 때 나타나는 생체내 반응은 보다 실제적인 상황에서는 적합하지 않을 것이다.

이렇듯, 육계 사료에 첨가된 phytase에 대하여 단순히 인의 적정 함량을 평가하는 것은 어려운 일이다. 따라서 피틴태인의 사료내 농도(특히 칼슘과 비피틴태인)와 phytase 첨가 수준은 인의 적정 함량에 영향을 줄 것이며, 계속적으로 이런 요인들에 대해 관심을 갖는 것이 필요하다. 양계