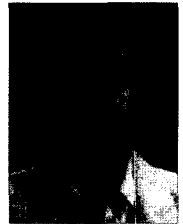


가축 분(manure)에 의하여 생기는 환경공해를 방지하는 방법에 대한 최신 연구 동향



글 | 남기홍 교수(대구대학교 동물자원학과)

서론

돼지, 소, 그리고 닭의 농장에서 생기는 공해는 근자에 와서 환경공해를 일으키는 주원 중의 하나로 자리잡았다. 특히 분은 배설물 중에서 환경공해를 일으키는 가장 큰 원인이 되고 있다. 여기서 말하는 분이란 노가 섞여 있는 것으로써 이것들은 각종 악취는 물론 토양을 오염시키며 물과 공기를 오염시켜서 환경 공해를 일으키게 되는 것이다. 그래서 이를 방지하기 위하여 각국 학자들은 많은 노력을 경주하고 있다.

지면의 관계상 분에 혼합된 P에 의해서 수질(식수)을 오염시키고 있는데 이를 방지하는 방안을 중심으로 최신 연구되고 있는 동향을 고찰해 보고자 한다.

여기서 한가지 말해두고 싶은 점은 분속에 들어 있는 총인(total phosphorus, TP)함량과 수용성인(soluble phosphorus, SP)은 서로 다른 것이며 환경공해를 일으키는 주 원은 SP라는 것이다.

SP를 줄이는 방법에 관한 연구는 크게 사양에 의한 방법과 분(깔짚 등)에 약품을 처리하여 SP를 줄여 보고자 시도하는 연구 형태가 있다.

사양적인 방법으로 SP를 줄여보고자 하는 시도

사양적인 방법으로 SP 함량을 줄여보려는 연구는 phytase를 사료에 첨가하거나, 비타민 D나 다른 형태의 유기산을 사료에 첨가하거나, 사료를 만들 때 Ca와 P의 비율을 맞춘 다음 phytase나 비타민 D를 사료에 첨가해 보는 시도 그리고 아예 급여되는 사료 속에 함유되는 P의 양을 줄일 수 있는 한 줄여서 급여시켜서 분(糞)에 함유되는 SP의 양을 줄여보려는 연구 등이 현재 진행되고 있다.

① 사료 중에 phytase를 첨가해 보는 연구

이 연구는 본래 닭과 돼지에서 이루어져 오고 있다.

phytase를 사료 중에 첨가한 후 그 반응을 보는 연구 결과는 많이 있어왔으며 앞으로도 여러 가지 형태로 많은 연구가 이루어질 것이다. 이러한 많은 연구는 결국 사료용 곡류 중에 많이 함유되어 있는 파이틴산을 용해하여 곡류 중에 함유되어 있는 P를 이용해 보자는 시도이다. 그래서 SP의 양을 줄이므로써 식수오염을 막아보자는 연구이다.

각양각색의 연구결과들은 상당한 결과를 얻고 있다. Sim 등(1999)의 연구에 의하면 사료중에 phytase를 첨가함으로써 TP의 함량은 58%까지 줄일 수 있었으며 SP는 17%까지 줄였다고 한다.

또 phytase의 첨가 효과는 급여되는 식물성 사료들의 구조적인 차이, 사료입자도의 차이, 장속의 pH 차이, 비타민 D의 대사 또는 사용되는 유기산의 차이 등 여러 가지 원인에 의하여 달라진다.

phytase 자체는 효소이기 때문에 다른 일반적인 효소와 마찬가지로 반응이나 분해에 관여할 때 효소로서의 특성을 갖는다. 따라서 phytase를 닭이나 돼지 사료에 첨가해서 급여할 때 이러한 특성이 고려되어야 한다.

특히 phytase를 이용하기 직전에 phytase 단위나 FTU/kg을 정의하는데 처리온도와 pH, 그리고 기타의 조건을 어떻게 하였는지 명기할 필요가 있는 듯 하다. 많은 학자들은 그러한 unit나 FTU/kg 표기를 위한 조건이 다른 경우 그 내용이 달라지는 것을 많은 연구결과에서 보여주고 있다.

그리고 이러한 unit나 FTU/kg을 기반으로 육계에서 phytase의 필요량, 산란계에서 필요량, 칠면조에서 필요량 그리고 돼지에서 필요량을 표기하고 있다.

또 육계나 산란계 또는 칠면조, 돼지 등이 종축이

나 기타 연령에 따른 필요량을 구분해 내는 것은 미래의 연구에 속한다고 본다. 또 이들 품종에서 이용되는 사료의 종류가 서로 다름에 따라 첨가되는 phytase 양이 달라지고 있어서 앞으로 많은 연구가 계속되어야 하겠다.

phytase를 사료에 첨가하면 닭이나 돼지에서 공히 사료의 이용성이 현저히 높아지며 무기형태의 P를 사료에 첨가하는 양이 줄어들고 사료곡물 속에 phytase 형태로 들어 있는 P의 이용량이 현저히 높아지니까 분으로 배설되는 P의 양이 현저히 줄어들고 따라서 SP의 수준도 현저히 줄어드는 것이다. Heindl(2000)의 연구에 의하면 phytase를 사료에 첨가하므로써 돼지에서(corn-SOB 중심의 사료에서)는 분중 P가 30% 감소를 나타내었다고 한다.

또 Lei(2002)의 연구에 의하면 경제성으로 볼 때 *Aspergillus niger*나 *Aspergillus ficuum* 등에서 서로 다른 activity와 경제성을 갖는 phytase를 만들어 낼 수 있다고 한다. 이에 대한 연구도 많이 이루어져야 한다.

Namkung과 Leeson(1999)과 같은 학자들은 phytase를 사료내에 첨가하면 사료중의 P 이용성이 높아지는 것 외에도 아미노산이나 다른 무기물 대사를 증진시켜서 전체적인 사료이용성이 높아진다고 했다. 그러나 Peter와 Baker(2001) 등은 아무런 영향이 없다고 하는 반대의견도 피력하고 있어서 이에 대한 연구가 요망되는 분야이다.

또 phytase의 순수성도 역시 P를 피틴태에서 분리하는데 영향을 미치는 것으로 관찰되었으나(Zyla 등, 2001) 이 역시 아직 보도된 자료가 많지 않아서 앞으로 많은 연구가 되어야 한다.

②비타민 D나 다른 형태의 유기산을 사료에 첨가
비타민 D와 그 유도체는 소장내에서 P 대사를 자극한다는 것은 우리 모두가 다 아는 일이다. Edwards(1993)에 의하면 비타민 D와 함께 사료 1kg당 phytase를 75 unit를 쓰면 피틴태 P의 분리는 79%가 더 늘어난다고 했다. 이 연구에서 우리가 알 수 있는 것은 비타민 D나 그 유도체가 phytase의 활성을 높이는데 기여한다는 점이다. 그러나 어느 정도로 얼마만큼 그리고 기타 여건 등에 대한 연구는 앞으로 더 이루어져야 할 것이다.

유기산(C1-C7)에 대한 연구 보고는 육계와 돼지에서 많이 있었다. 이들 연구에서는 식품이나 사료 등을 장기보전하는데 영향을 미치는 나쁜 미생물의 번식을 하지 못하도록 하는 것이었다. 그러나 Boling-Frankenbath(2001)이 연구한 결과에 따르면 육계에 cicric acid를 6% 사료에 첨가하여 급여한 결과 0.15% P의 요구량 절약 효과를 얻을 수 있었다.

Omogbenign 등(2003)은 0.35% Nutri-acid를 사료에 첨가하고 phytase를 같이 사료에 첨가하여 급여한 결과 분으로 배출되는 P의 양은 20%까지 줄었다는 보고를 한바 있다. 그러나 아직 많은 연구가 이루어져야 할 판이며 특히 유기산과 P의 이용성 그리고 phytase의 첨가 효과 상승에 대해서 우선 많은 연구가 이루어져야 한다.

③Ca : P의 비율과 phytase와 비타민 D3의 첨가
사료중의 Ca와 P의 이용성을 높이기 위하여 사료 중의 Ca와 P의 비율은 중요하다. 이는 소장에서 Ca와 P의 흡수율이 높아지기 때문이지만 육계와 돼지의 실험 결과에서 나타난 보고에 의하여 Ca와

P의 비율은 phytase의 활성을 높이는데도 기여하였다고 한다(Qian 등, 1995).

Qian 등(1997)이 보고한 바에 따르면 Ca : P = 1.1 : 1이나 1.4 : 1이 육계사료와 돼지사료 중에서 phytase와 비타민 D3의 첨가 효과를 극대화시켰다고 한다.

젖퍽 돼지(Lei 등, 1994)나 성장비육돈(Lin 등, 1998)의 경우 Ca : P = 1.5 : 1에서 2.0 : 1이 알맞다고 하였다.

Lin 등(2003)은 산란계 사양에서 Ca와 P의 비율은 phytase 이용에 현저한 영향을 미친다고 하였다. 그러나 현재까지 보고된 내용이 이러한 정도이면 그 내부는 훨씬 많은 보고가 이루어져야 함을 알 수 있다.

④ P의 요구량을 낮추는 사료배합법

사료로 섭취되는 P는 20~60%만이 가축의 체내에 침착이 된다. 따라서 영양소를 이용하는 면으로 보면 가축의 영양소 소화와 대사 능력은 매우 낮으며 나머지는 분으로 배설이 된다. 또 이러한 차이는 유지 요구량의 변화, 성장과 생산의 차이, 그리고 품종에 따른 차이 등 여러 가지 요인에 의하여 나타난다.

그래서 학자들은 이러한 차이에 따른 정확한 P의 요구량을 찾는 데 많은 시간과 돈을 투자하고 있다. Angel 등(2000)은 육계를 나이에 따라 초기(0~18일), 중기(18~32일), 말기(32~42일), 그리고 시장육계(42~49일)로 나누어 시험을 실시해 본 결과 중기에는 P를 5% 절약할 수 있었으며 말기에는 P를 15% 감소하는 결과를 얻었고 시장육계의 경우 40% 정도 P를 절약하는 효과가 있었다. 그러나 저

자도 이야기한 것같이 이러한 P의 요구량은 여러 가지 요인에 의하여 변화되기 때문에 많은 연구가 앞으로 진행되어진다고 했다.

P의 급여를 안전선만 유지하여서 분으로 배출되는 P의 양을 줄이고자 하는 연구가 많이 진행되고 있다. 그러나 안전선을 유지하는데에는 닭과 돼지에 따른 사료배합의 차이, 사료곡물 중에 함유되어 있는 P의 양, 계절적인 이유, 또는 배달 방법 등 많은 요인이 영양소의 안전성에 영향을 미친다. Heugton & Kemgan(1999)이 보고한 내용에 따르면 사료효율 0.1를 줄이면 분으로 분비되는 P의 양은 33%가 줄어든다고 했다.

남 등(2002)이 연구한 내용에 따르면 사료배합방법의 차이 등에 따라 10~25%의 P 절약효과를 가져왔다고 보고했다.

아직도 닭이나 돼지 등이 요구하는 P의 요구량에 대한 정보(NRC 1994 ; NRC 1998)는 제한되어 있다(Cromwell 와 Linderman, 2002). 앞으로 여러 가지 요인에 의해서 변환되는 각종 영양소와 P의 안전선 요구량에 대한 연구가 이루어져서 경제적으로 이익이 되는 사양방법을 찾는 데 노력해야 할 것이다.

화학제재의 처리에 의한 분중 SP의 양을 줄여보려는 시도

① Al, Ca 와 Fe의 혼합물 처리에 의한 방법

식수의 오염을 막기 위해서는 각축의 분 중에 배설되는 SP의 양을 줄여야 한다(Edwards와 Daniel, 1993). Shreve 등(1995)이 연구한 보고에 따르면 aluminum sulfate(alum) { $Al_2(SO_4)_3$,

$14H_2O$ }를 육계의 깔짚에 뿌리고 첫 번째와 두 번째 비가 왔을 때 깔짚 속에 함유된 SP의 양을 보니 87%와 63%의 감소를 보였다.

Ferrous sulfate의 경우 77%와 48%의 감소를 보였다. 특히 alum을 깔짚에 뿌렸을 때 SP의 양이 감소되는 것은 물론 그 깔짚을 목초 밭에 뿌려서 목초의 생산량이 증가했으며, 비료로서의 가치도 높았고 경제적으로도 이익이 되는 것을 알 수 있었다(Shreve 등, 1995).

Moore와 Miller(1994)는 20여 가지의 화학제재를 육계의 깔짚에 뿌린 후 깔짚 내에 있는 SP의 양을 조사한 결과 화학제재의 종류에 따라서는 현저하게 SP의 양을 줄이는 효과를 얻을 수 있었다. 이러한 모든 화학제재는 분의 pH 변화에 기여하고 있어서 앞으로 좀더 많은 연구가 깊이 이루어져야 할 것이다.

alum을 돼지의 분에 처리했을 때 H_2S gas가 섞인 냄새가 많이 났다(Smith 등, 2001). 그러나 aluminum chloride를 돼지 분에 처리하였을 때 SP의 양은 줄일 수 있으며 특히 phytase를 사료에 처리했을 때는 그 효과가 배가되었다(Morre, 2003).

그러나 분이나 깔짚 속의 SP 양은 토양에서 나타나는 효과를 검사해야 하기 때문에 앞으로 많은 연구가 이루어져야 한다.

② 석탄재를 이용한 방법

석탄재는 토양의 물리적, 화학적 특성을 변화시키는 물질이라는 것이 많은 학자들에 의하여 밝혀졌다(Wong과 Wong, 1989 ; Sims 등, 1995).

최근의 연구에 의하면 석탄재가 기축분 중의 SP

양을 줄이는데 기여한다는 것은 최근에 와서 밝혀졌다(Dao, 1999 ; Dou 등, 2003). 물론 석탄재에는 Al, Ca, Fe, K, Na, Si 등이 많이 함유되어 있다.

또 석탄재는 pH가 4.5에서 12.0까지의 변화가 있음도 보고되었다.

Ca와 Al 또는 Fe가 풍부한 무엇이 있다면 가축의 분 중에 있는 SP의 양이 줄어들 수 있다는 실험결과도 석탄재의 사용을 부추겼다.

Dae(1999)는 Ca와 Al 그리고 석탄재를 분에 첨가시킨 후 SP의 양을 조사해본 결과 21%, 60%, 그리고 85%의 감소를 보였다.

어떤 연구결과를 보면 석탄재를 첨가시킨 후 결과를 보면 SP가 93%까지 감소하였다.

석탄재를 가축의 분에 첨가해 보면 돼지 분에서는 SP의 양이 감소되는 것을 보여주고 있었다.

그러나 낙농분에서나 다른 가축의 분에서는 석탄재의 효과가 나타나지 않고 있다(Toth 등, 2001 ; Dou 등, 2003).

다른 말로 이야기하면 아직 연구해야 할 분야가 산더미처럼 남아 있다는 말이 된다. ⑤

* 위에서 쓴 많은 문헌은 독자가 개인적으로 청하면 바로 보내 줄 수 있습니다.

e-mail : NahmKH@daegu.ac.kr

* 젖소에서 네쌍둥이 탄생 *

원주 참대 목장서 한우체외수정란 이식

수정란 이식을 통해 젖소에서 한우 2두와 젖소 2두의 네쌍둥이가 탄생해 화제가 되고 있다.

화제의 인물은 강원도 원주시 소초면 교황리에서 낙농을 하고 있는 참대목장의 김연근씨로 한우 체외수정란 이식 사업을 통해 지난 14일 젖소에서 한우 수송아지 두 마리와 젖소 암송아지, 수송아지 남매의 네쌍둥이 송아지를 생산한 것.

이번에 태어난 네 쌍둥이는 정상적인 발정주기를 가진 젖소에 젖소 정액을 인공수정한 후 7일째 되는 날에 한우수정란 2개를 추가로 이식해주었으며 이중 인공수정란 것이 쌍태가 된 것이다.

이로 인해 김연근 씨는 젖소 한 마리에서 6백여만원의 수익을 기대할 수 있게 되었다.

수정란 이식사업을 추진하고 있는 강원도 축산기술연구센터(소장: 김남옥)의 황한석 박사는 이처럼 수정란 이식사업을 통해 젖소에서 한우송아지를 생산할 경우, 최근 한우송아지 가격이 젖소 송아지 가격보다 3~4배 정도 높아 양축농가의 수익증대에 크게 기여하고 한우 송아지 생산기반 안정에도 도움이 될 것이라고 기대된다고 밝혔다.

이에 따라 낮은 수태율 때문에 그동안 수정란 이식 산업에 냉담했던 농가들이 최근들어 수정란 이식사업에 대한 인식을 바꾸고 있다고 밝혔다.

강원도 축산기술연구센터는 작년에도 젖소 대리모에 한우수정란 2개를 이식시켜 세쌍둥이를 생산한바 있으며 체외수정란이식기술이 아직 수태율 30% 내외인 것을 감안, 수의사 및 인공수정사들을 대상으로 수정란 이식교육을 실시해 전문기술자를 양성하고 수태율을 59% 수준으로 높여 양축농가의 참여를 적극 유도할 방침이다.