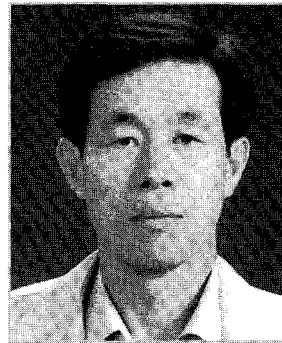


양계장에서 의 냄새, 오염물 최소화 방안

연재 순서

1. 서론
2. 물의 오염
3. 공기의 질(air quality)
4. 양계장에서 의 냄새, 오염물 최소화 방안
 - 1) 화학제제를 깔짚에 첨가하는 방법
 - 2) 사료 배합기술에 의한 방안
 - 3) 호소의 첨가(사료중에)
 - 4) 분에 깔짚의 사용
 - 5) 분의 저장고를 둘러싸는 방법
 - 6) 먼지와 냄새제거 효과를 갖는 필터
 - 7) 오존에 의하여 냄새와 건강을 해치는 미생물을 제거 하는 효과
 - 8) 토양의 이용
 - 9) 석탄재의 이용
 - 10) 비타민 D의 사료내 첨가 효과
5. 결론



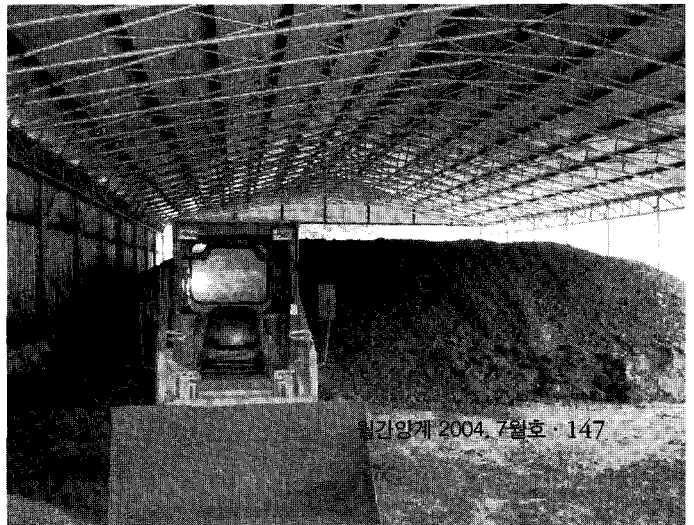
남 기 흥

· 한국가금학회 회장
· 대구대학교 축산학과 교수

3. 공기의 질(air quality)

공기의 질을 측정하는 기준은 아직도 없다. 따라서 공기의 질을 규정하고 측정하는 기준은 매우 어려운 실정이다. 여기에는 공기의 질을 정의하는 기술적인 어려움, 특히 냄새를 제한하는 방법이나 측정 등이 각 나라마다 다른 것이 어려운 실정 중의 하나이다. 한 보고에 따르면 암모니아, 냄새, 먼지 등은 가축의 생산에서 생기는 부산물로 봐야 한다고 주장하였다. 또 최근 다른 보고에 따르면 암모니아, 메탄, nitric oxide, nitrite oxide, 냄새, particulate matter(PM), volatile organic compounds (VOC) 등은 가축을 생산할 때

생기는 공기 오염물질로 보고되어 있다. 아무튼 메탄과 nitrite는 CO₂와 함께 그린하우스 가스로 되고 있으며 또 nitrite는 질산화와 탈질산화 반응을 거치는 동안 오존이 발생되고 이 오존과 그린하우스 가스는 점차 축적이 된다. 계분이나 돈분에서 나는 고약한 냄새는 도시에서나 농촌



에서나 골칫거리가 되고 있다. 미국환경청(1992)에서 보고한 내용에 따르면 메탄의 생성량은 15~25%가 가축에서 생성되며, 그 중 90%는 반추가축(소, 양, 염소, 버팔로 등)에서 생기고 있다고 발표한 바 있다.

1) 냄새(odor)

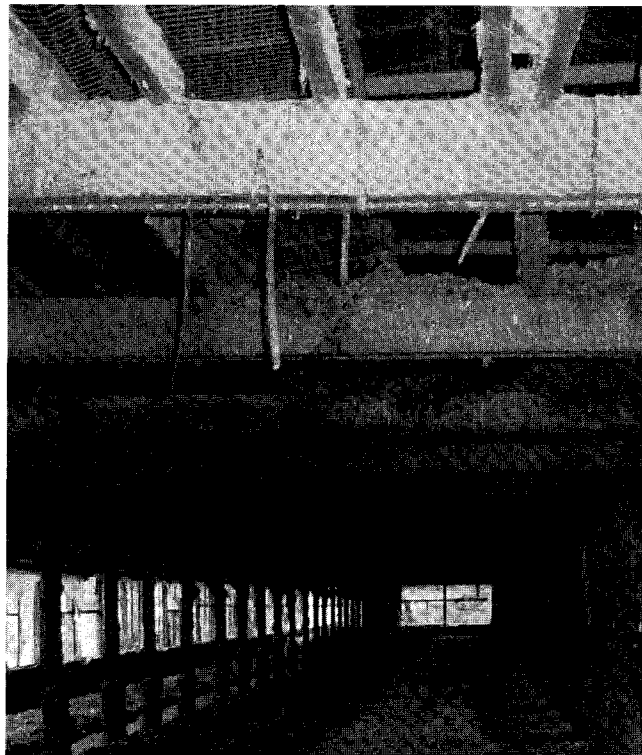
냄새는 본래 저장된 분(유기물) 공기가 없는 상태에서 불완전하게 분해 될 때 생긴다. 그리고 박테리아수가 충분치 않은 상태에서 생성되는 것이다. 만일 유기물(분)이 충분히 분해가 되었다면 냄새가 없는 가스나 CO₂, 메탄가스 등이 주로 발생될 것이며 암모니아 가스나 H₂S 가스는 생겨도 냄새는 거의 나지 않는다. 냄새가 나는 데는 약 200여 가지의 가스가 관여를 하는 것으로 알려져 있다. 이들 가스에는 VFA, 알콜류, aromatic compounds, amines, sulfides 등이 함유되는 것으로 알려져 있다. 그러나 이들 대부분의 가스들은 그 농도 면에서 아주 적은 양이 출현하기 때문에 크로마토그래피로도 그 양을 측정하기가 어려운 형편이다. 한 연구보고서에 따르면 냄새를 일으키는 물질을 크게 4가지(sulfides, VFA, phenols, indoles)로 분류하기도 하였다.

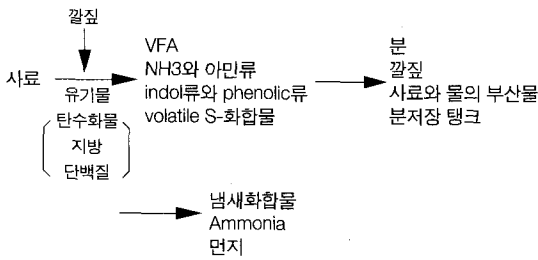
양계장이나 양돈장에서 냄새의 근원은 사료나 분(糞) 또는 깔짚을 저장하는 장소와 계사나 돈사이다. 그림1에서 보면 이를 더 확실히 알 수 있다. 여기서 한 가지 강조하고자 하는 점은 냄새와 암모니아의 농도가 일치하지 않는다는 점이다. 암모니아 냄새를 없애도 고약한 냄새는 난다. 따라서 암모니아 냄새가 나는 곳과 고약한 냄새가 나는 곳은 다른 요인이나 과정을 거치는 것이 아닌가 하고 한 연구보고서는 밝히고

있다(Goot Koefkamp 등, 2001). 그러나 한 가지 분명한 점은 양계나 양돈을 할 때 냄새가 나는 근본 물질은 분(manure)이다. 물론 급여하는 사료나 가축에게서도 고약한 냄새는 난다(powers, 2002). 또 가축별로도 냄새의 정도가 다른데 돼지 사육의 경우 냄새가 가장 심한 것 같으며 다음이 젓소와 양계의 경우이다.

메탄냄새는 본래 우사와 소에서 난다. 그리고 질산(N₂O)은 냄새가 나기는 하지만 실제로 농도는 아주 낮아서 연구자들이 실험 중에도 잡아내지를 못하고 있다. 메탄이나 N₂O는 또 변화가 심해서 이 또한 연구에 많은 어려움이 있다. 특히 가금류 사육에서 나오는 N₂O와 CH₄는 극히 농도가 낮아서 학자들이 찾아내지를 못하고 있으며 이들 오염물질은 환기로 제거하고 있는 실정이다.

고약한 냄새가 나는 것과 공해는 확실히 다르다. 즉 분과 오줌에서는 거의 냄새가 없어도 공해오염은 심각하다. N와 P이 이런 경우이다. 또 고약한 냄새가 나면 가축의 성장은 지연되며 질병이 유발되고, 축사에서 일하는 사람의 눈, 코,





〈그림1〉 계사와 돈사의 냄새와 공기오염의 모식도

목, 호흡기 등에서 어떤 형태의 병이 유발되며 머리가 아프고 구토를 하며 괴로움증이 생기기도 한다.

2) 암모니아

앞에서 이야기 한 바와 같이 양계와 양돈에서 암모니아 냄새가 나는 곳은 요산, 요, ammonia/ammonium 그리고 소화가 되지 않은 채 분으로 나오는 비 소화성 단백질 등이 근원이다. 또 분을 처리하는 과정에서 생기는 건물 양, 산도, 온도, 분의 생리적 특성 등이 여기에 관여한다.

대개 양계나 양돈을 할 때 사료 중 단백질은 50~80%가 그대로 소화가 되지 않은 채 분으로 나오는 것이다.

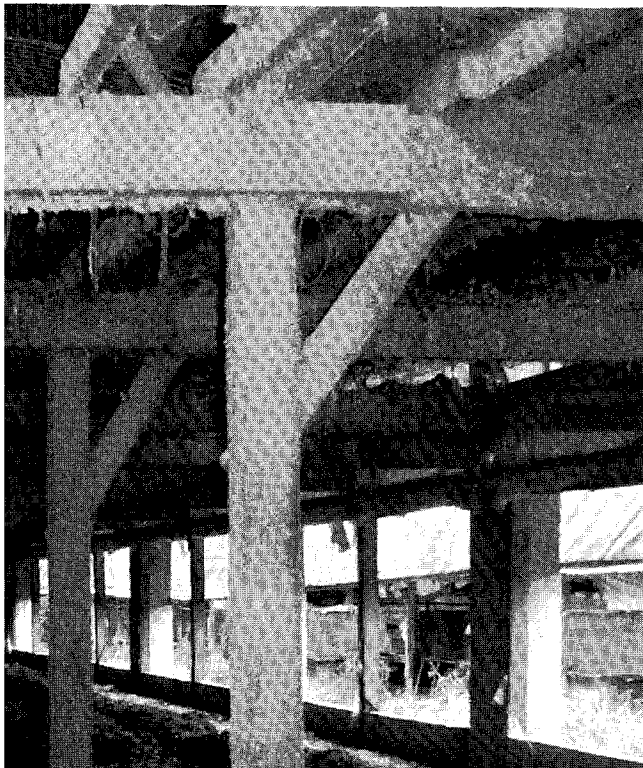
일반적으로 암모니아가 생성되는 데는 온도와 산도가 크게 작용을 한다. pH가 7이나 그 이하일 때는 거의 모든 암모니아는 ammonium 상태가 되어서 휘발을 하지 않는다. 그러나 온도가 높아지면 암모니아의 농도는 높아진다.

3) 먼지

가축(양계나 양돈)을 집단사육 할 때 축사 내에서 발생하는 개스는 CO₂, H₂S, NH₃, 공기 중에 떠다니는 특수한 물질, 먼지 등이다. 이들 중에서 CO₂와 H₂O는 농도가 낮아서 별 문제가 되지 않고 있지만 먼지는 축사 내에서 심각한 문제를 야기시키고 있다.

축사에서 생기는 먼지의 농도에 대한 기준은 아직 없다. 미국 환경청(EPA)에서 정의한 것을 보면 공기 중에 떠다니는 특수한 물질(PM)을 그 크기로 볼 때 10 micrometer나 그 이하일 때와 2.5 micrometer의 크기나 그 이하일 때로 나누고 있다. 크기가 작으면 사람의 폐 속으로 들어가기 쉽다. 농업부문에서 생기는 PM의 발생요인을 보면 가축의 분, 농가에서 쓰는 기계류에서 풍기는 PM, 기타장비, 사료먼지, 잠자는 곳에서 생기는 먼지, 가축의 털, 길거리나 농토 등에서 생기는 먼지 등 여러 가지가 있다. 만일 이러한 먼지가 사람의 폐에 들어가면 심각한 폐의 이상을 초래하게 될 것이다.

특히 계사와 돈사에서 발생하는 먼지 속에는 phenolic 화합물이 많이 포함되어 있다고 보고되어 있다. 모든 먼지 속에는 phenol, p-cresol,



indole, skatole 등이 포함되어 있다. 계사에서 발생하는 먼지 속에는 1,6-dimethyl phenol류와 3,4-dimethyl phenol 등도 포함되어 있다. 이러한 것으로 볼 때 우리가 알 수 있는 것은 냄새의 요인이 되는 모든 물질과 다른 물질들은 먼지에 의해서 이동되고 있다는 사실이다.

사람의 감각기관과 PM의 화학적 분석을 보면 먼지란 필터를 통과해도 농도에는 달라진 점이 없으며 먼지의 질량이나 크기에도 아무 관계가 없었다. 한 보고에 따르면 계사의 경우 케이지 내에서 깔짚이 없이 사육할 경우 온도는 아무 관계가 없지만 깔짚 위에서 사육할 경우에 먼지는 더욱 온도에 민감하게 작용하였다.

먼지의 성분을 보면 건물의 함량이 92%, 조단백질이 60%, 지방함량이 9%, 셀룰로스 함량이 4% 그밖에 회분과 hydrocarbon이 함유되어 있다. 한 가지 특이한 점은 육계를 사육할 때 생기는 먼지는 산란계를 케이지내에서 기를 때 생기는 먼지보다 단백질 함량은 높았고 지방함량은 낮았다. 또 산란계에 의해서 생기는 먼지를 화학적으로 분석해 볼 때 환경온도는 아무 영향을 미치고 있지 않았다.

4. 양계장에서의 냄새, 오염물 최소화 방안

양계와 양돈 산업을 하는데 관심을 집중해야 되는 것은 분에 함유되었다가 상하수도를 오염시키는 N와 P의 함량이며 암모니아가스과 VFA가 함유되어있는 냄새를 줄일 수 있는 방안이 연구되어야 하며 계사나 돈사 내에서 형성되는 먼지를 제거해야 한다. 이러한 환경오염과 고약한 냄새가 나는 물질 그리고 먼지 등을 종합적으로 제거하거나 조절하고자 하는 단순한 방법

은 아직 없다. 현재 연구가 진행되고 있으며 상당한 효과를 거두고 있는 것으로는 화학체제나 효소, 회분 또는 비타민 D를 깔짚이나 사료에 첨가하는 방법이며 기타 사료제조에서 영양소 함량을 조절하거나 계사나 돈사에 설치하여 먼지와 냄새를 걸러내는 필터사용, 오존의 사용, 그리고 토양에 계분이나 돈분을 기술적으로 뿌리는 방법 등이 알려져 있다.

1) 화학체제를 깔짚에 첨가하는 방법

지난 30년 동안 여러 가지 형태의 화학체제를 깔짚에 첨가하는 방법이 연구되어 왔지만 아직도 그들의 효과에 대해서는(특히 상품화시키는데는) 아직 많은 논쟁이 있다. 이들의 화학적 작용이나 또는 이들을 상품화시키려고 할 때 필요한 정보는 아직 제한되어 있다.

계사나 돈사에서 발생하는 암모니아는 pH에 의해 조절되는데 pH가 8.0~8.5 때 암모니아 발생은 조절된다. 이 암모니아의 휘발은 깔짚을 가해도 줄어든다. 그리고 산 종류도 암모니아의 휘발을 막는다. 상수도의 오염을 주도하는 것으로 알려진 수용성인과 냄새를 유도하는 것으로 알려진 암모니아 휘발은 알루미늄(Al), 칼슘(Ca) 그리고 아연(Fe)을 깔짚에 첨가함으로써 감소되는 것으로 알려져 있다. aluminium sulfate(alum)은 pH를 6이하로 유지시켰을 때 $AlPO_4$ 가 형성되고 pH가 6~8일 때는 $Al(OH)_3$ 가 형성되면서 수용성 P와 암모니아의 휘발이 상당히 제거되는 것으로 알려져 있다.

냄새의 농도를 줄이는 것으로 알려져 있는 많은 산화 물질 중에서 $KMnO_4$ 나 H_2O_2 또는 O_3 가 많이 연구되고 있다. $NaOH$ 도 냄새의 양을 줄이는 것으로 알려져 있다.

2) 사료 배합기술에 의한 방안

가축의 배설물이란 오줌과 분(糞)을 이야기하는 것으로 이는 사료의 구성성분에 따라 많이 좌우된다. 또 사료를 구성하고 있는 사료원이나 형태 그리고 곡류가 차지하는 수준에서 영양소의 이용률, 배설수 그리고 사양관리의 형태에 따라서 변화한다.

또, 가축의 소화기관 내에서 일어나는 미생물 대사는 배설 후에 나는 고약한 냄새와 가스 조성에도 많은 영향을 미친다. 더욱이 심한 냄새는 저장기간 동안에 나는데 이는 분이 더 발효하기 때문이며 이러한 냄새로 공기의 질은 영향을 받는다.

사료의 조성은 실제적이고 경제적인 방법으로 이루어져야 하는데 그렇게 할 때만이 영양소의 배설이 조절될 수 있으며 물이나 토양, 그리고 공기가 오염되는 것을 극소화 할 수가 있다. 한 연구결과에 따르면 사료배합 시 단백질수준을 낮추어서 냄새를 조성하고 있는 화합물질의 상당수를 제한할 수 있었다고 한다. 또 소화기관 내의 pH를 조절하거나 미생물 균을 조정하면 냄새를 줄일 수 있다고 한다.

계분이나 돈분에 배설되는 질소의 감소는 사료 중에 단백질 수준을 낮추고 그 대신 아미노산을 보충해주면 이루어진다. 또 닭과 돼지에서 체내질소 축적율을 높이기 위해서는 사료 중에 이상적인 아미노산을 보충해주면 비 필수아미노산 용도의 감소로 효율을 훨씬 높여줄 수 있다. 육계와 비육돈에서는 그런대로 단백질 수준의 감소와 이에 따르는 아미노산의 보충에 관해서 많은 연구가 이루어지고 있지만 칠면조나 오리, 산란계, 비육돈, 자돈 등에 관해서는 앞으로 많은 연구가 이루어져야 한다. 유전적인 고찰이

나 각 가축의 개별적인 차이 등도 아직 불분명한 점이 많이 있다. 또 연령의 차이, 곡류의 차이, 농가부산물을 사료로 이용했을 때 차이, 사료를 배합하는 형태의 차이 등 아직도 많은 분야에서 연구가 이루어져야 한다.

오늘날까지 양계나 양돈에서 P에 대한 연구는 아주 미미한 상태이다. 가끔 NRC(1994)와 양돈 NRC(1998) 역시 P의 요구량은 유전력에는 근거를 두지 않은 채 현존하는 닭이나 돼지 또는 시장상황에 맞는 데이터를 만들고 있다. P를 과도하게 섭취하는 일은 사료 중에 포함되는 곡류의 선택이나 종류를 구분함으로써 가능하다.

또 무기태인의 선택을 보면 monocalcium phosphate는 양계나 양돈에서 그 이용률이 dicalcium phosphate보다 높다. deflourinate phosphate는 그 이용률이 가장 낮다.

nPP나 aP도 사료배합 때 구분을 하여야 하며 P의 이용에 철저를 기해야 한다. 예를 들면 soybean에서 nPP는 총 P에 대해 39% 인데 반하여 aP는 61%에 해당된다. 옥수수에서도 유전적으로 aP 함량이 높고(HAP) phytate P 함량이 낮은 품종이 개발되었다. 보통 옥수수와 비교하면 P의 함량이 보통 옥수수에서는 75~80% 이지만, HAP는 35% 밖에 되지 않는다. 그 외에도 P의 이용률에(양계나 양돈에서) 영향을 주는 요인은 많다. 사료 중의 Ca의 농도, Ca:P, P의 수준, 사료중의 vitamin D3의 양, 사료 중에 함유된 에너지와 단백질의 농도, 또는 aP와 nPP와 그리고 총 P 관계를 사료 배합 전에 늘 유심히 보아야 하며, 성장정도, 골격의 발달정도, P가 분으로 배출되는 농도, 식물이 이동하는 정도 등도 P의 이용률에 미치는 영향은 많다. <다음호에 계속> **양계**