

돈분뇨로부터 발생하는 암모니아의 배출 특성

이은영* · 이소진

수원대학교 환경에너지공학과

Emission Characterization of Ammonia Produced from Swine Nightsoil. Lee, Eun Young* and So-Jin Lee. *Department of Environmental Energy Engineering, The University of Suwon* – This study was conducted to investigate the characteristics and concentrations of ammonia produced from the livestock swine nightsoil treated with or without the livestock - environment improving agents. Odor generating device made of acryl was made by volume of 96 L to sample the ammonia odor. When swine night soil was placed in the device, concentration of ammonia averaged out at about 23.4 ppmv and ranged from 16 ppmv to 40 ppmv. Removal efficiencies of them showed 50% to 90% as compared to initial level before spraying, when the spray type agents were used immediately after they purchased. The persistence of the efficiency was retained for first two days. Among the agents, the natural deodorant showed the best efficiency of 87 to 99%. To evaluate the effects of 5 kinds of dietary probiotic powders, the experiments were conducted and based dietary treatments without antibiotics on growing piglets. In experiments, 60 piglets (6.3±0.2 kg) were subjected to a 35-day feeding trial in which the effects of the dietary probiotic powder on the ammonia emission were compared. The ammonia gas emission was measured for every week. Ammonia emission from the swine nightsoil obtained from piglets supplemented with the probiotics power was lower than that of the nightsoil obtained from pigs in the control treatment (without probiotics). In ammonia removal efficiencies of the experimental groups, some products showed from 71% to 99% removal efficiencies throughout the entire period as compared to the control group. On the other hand, initial reduction of ammonia in some product was effective temporarily. After then, it did not show any reduction efficiency of ammonia.

Key words: Ammonia, odor, swine night soil, livestock-environment improving agent

서 론

환경부가 2005년 악취방지법을 시행하고, 그 이후 해마다 지정악취 물질이 확대되고 그 기준이 강화되며, 관리대상을 '시설'에서 '지역'으로 확대함에 따라 축산현장에서 악취 관리에 대한 시급성은 매우 심각하다. 특히 축산농가에서 발생하는 악취는 가축의 생산성을 저하시키고 인간의 건강에 영향을 미치며 주변지역에 악취로 인한 민원을 야기시킨다. 축산악취로 인한 민원은 2003년 이후 지속적으로 증가하고 있다. 일반적으로 가축 분뇨에서 발생하는 악취는 미생물의 활동에 기인한 것으로 생각된다. 발생하는 악취는 축종에 따라 취기의 질이 다른데, 양돈장의 경우 노량이 많기 때문에 악취의 발생이 우사나 계사에 비해 두드러지게 나타난다. 악취의 발생과 저감에 모두 미생물이 가장 중요한 역할을 할 것으로 생각된다. 악취 발생의 측면에서 휘발성 유기물질은 혐기성 세균이 분뇨에서 발효를 하는 과정에 생성되는 최종 산물이거나 중간산물이다. 여러 연구들로부터 양돈분뇨에서

존재하는 것으로 밝혀진 미생물을 우점하는 순위로 구분해 보면 그람-양성의 구균(39%), *Eubacterium*(27%), *Lactobacillus*(20%), 그람-음성 간균(*Escherichia*, 8%), *Clostridium*(4%), *Propionibacterium acnes*, *Bacteroides*와 같은 소규모 그룹(2%)으로 나눌 수 있다. 돈사내의 대표적인 악취 물질로는 암모니아가 있으며, 가축분뇨 및 가축관리시설로부터 발생하는 악취의 주요 원인이 되는 화합물이라고 여기어 많은 연구의 대상이 되어왔다[7, 31]. 암모니아는 가축 체내의 장에서 형성이 되어 간에서 요소로 전환된다. 소변이 분 성분과 접촉하게 되면 요소는 분에 존재하는 세균의 요소분해 효소에 의해 암모니아로 전환이 된다. 암모니아의 또 다른 발생원으로는 분에 있는 미생물의 분해에 의한 질소화합물이 형성된 것으로 소화가 불충분하게 이루어진 사료 및 뇨로 배설된 질소 등이 구성물질이 되어 형성된다. 휘발성 아민의 종류는 putrescine, cadaverine 등과 낮은 농도의 methylamine, ethylamine 등이 있다. 신선한 돈분이 시간이 경과됨에 따라서 아미노산이 탈카르복실화되면서 putrescine, cadaverine 및 암모니아를 발생하게 된다. 이 과정에 참여하는 미생물군으로는 *Streptococcus*, *Peptostreptococcus*, *Bacteroides*가 있다. 또 다른 암모니아 발생원으로는 아미노산의 탈아미노화와 요소 및 질산이 있다[24]. 따라서, 돈사

*Corresponding author

Tel: 82-31-220-2614, Fax: 82-31-220-2533

E-mail: ley@suwon.ac.kr

에서 발생하는 악취를 제어하기 위해 여러 가지 방안이 제시되고 있다. 배기팬에 덕트를 연결하여 최종적으로 이를 바이오필터를 이용하여 처리를 하는 방법[3, 21]이나, 다양한 산화제에는 과산화수소, 혹은 오존[26, 27] 등을 이용하는 방법 등이 있었다. 그러나 바이오필터의 경우 축산농가에 적용하기에는 경제성이 문제가 되고, 산화제의 경우 안전성에 문제가 있어 적용이 활발하지 못한 실정이다. 따라서, 새로운 악취문제의 해결 방안으로 생물학적 방법이 연구되고 적용되고 있다. 기존의 물리·화학적 방법에 비하여 효율면에서는 다소 낮으나 환경과 동물에 미치는 부담이 적고 비용적인 장점이 있다. 최근 들어 돈사에서 발생하는 악취를 제거하고, 환경을 개선하기 위하여 지방자치단체를 중심으로 환경개선제를 보급하고 있다[18]. 또한, 축산농가에 대한 설문조사에도 악취 저감방법으로 약 60%의 농가가 미생물제의 급여를 이용하고 있다고 한다[1]. 하지만, 이러한 미생물제제의 사용에 있어서 처리 효율성에 많은 불만이 있고, 그 효과를 과학적으로 검증하는 것이 미흡한 실정이다. 기존 연구에 의하면 복합 생균제 급여시 장내 미생물의 균형이 개선되고[5, 8, 23] 병원성 미생물이 소화관 장벽에 부착하여 집락을 형성하는 것을 방지하여[15, 19] 가축의 생산성을 촉진시켜주는 효과[4, 25]를 기대할 수 있다고 한다. 백년초 혼합 생균제를 이용한 돼지 및 육계에서의 생산성 향상과 환경개선 효과에 대한 연구[16, 30] 등도 있었다. 이는 사료용제제 형태의 생균제를 급여하게 되면 가축의 소화기관에 작용하여 유해균을 억제하고 유익한 유산균 등을 우점화 하여 장내 환경을 개선[4, 5, 8]하여 배출되는 분변에서의 유해 미생물 수를 감소시켜 유해 가스를 줄여줄게 하는 원천적인 개선효과가 가능하다 할 수 있다[2, 11, 18]. 이유 자돈의 경우, 설사 예방 및 성장율을 촉진하는 성장촉진제로 이용되어 왔으며[17], 출하시까지 지속적으로 급여시 성장율과 소화율 개선에 도움을 주는 것으로 보고되고 있다[31]. 그러나, 이와 상반되게 미생물제제의 살포가 악취저감효과가 없다는 보고도 있다[10]. 현재 국내의 축산 농가에서는 뚜렷한 대안이 없이 검증되지 않은 환경개선제를 이용하여 악취를 저감하려고 시도하고 있는 것이 현실이다.

따라서, 축산분뇨에서 발생하는 암모니아의 발생특성을 알아보고 또한 다양한 생물학적 제제들에 의한 축산악취저감 효율을 알아보는 것은 매우 의미 있는 일이다. 본 연구에서는 효율적인 악취관리를 위해 축산농가에서 발생하는 대표적인 악취물질인 암모니아를 대상으로 환경개선제를 이용했을 때 자돈의 돈분뇨로부터 발생하는 암모니아의 발생특성에 대한 연구를 수행하였다.

실험재료 및 방법

악취발생장치

채취된 각각의 돈분뇨로부터 발생하는 악취를 포집하기

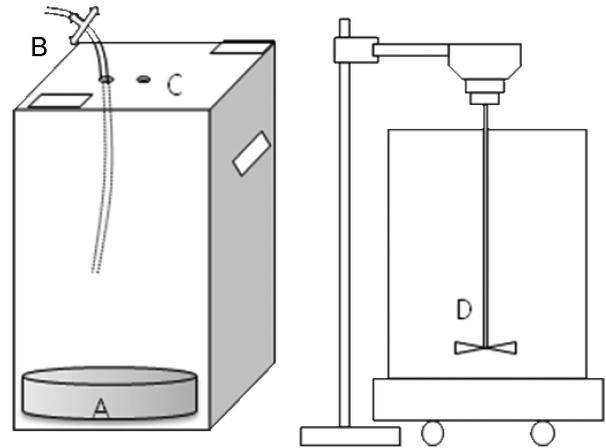


Fig. 1. Schematic diagram of chamber used for the generation of malodor. A: swine nightsoil, B: nozzle, C: impeller hole, D: impeller.

위해 Fig. 1에 나타나 있는 것과 같이 약 96 L의 부피를 갖는 아크릴 재질의 반응기를 제작 하였다. 반응기 뚜껑 내부에는 소형팬 2개를 부착하여 반응기의 내부공간에 악취가 고르게 포화되도록 하였으며, 뚜껑의 중앙에는 내부의 공기를 채취할 수 있도록 노즐을 연결하였다. 시료를 넣은 후 일정시간 임펠러로 교반하여 시료로부터 충분한 악취가 발생 하도록 하였으며, 반응기 내부에 온도계를 설치하여 온도를 측정하였다.

환경개선제 선정

분무용 환경개선제는 '07년 단미사료협회에서 제공하는 판매 순위를 고려하여 시중에 판매중인 제품 4종류를 선택하였으며, 식물추출물을 주성분으로 하는 제제 1종 및 천연탈취제 1종을 비교하였다. 사료용 환경개선제는 개발단계의 악취저감용 미생물제제를 비롯해 시중에서 판매되고 있는 제품 5종을 선정하였다.

시양실험

본 실험은 경기도 I시의 농장에 인큐베이터형 실험 돈사를 제작하여 수행되었으며 분뇨는 돈방별 분뇨피트로 수거되었다. 온습도 조절 및 실험사료, 실험장치 등의 보관을 위해 전실을 2.5(W) m×3.0(L) m×2.5(H) m로 제작하였다. 실험 돈사의 규격은 전체 2.5(W) m×10.8(L) m×2.5(H) m이었으며, 돈방은 6개로 나누었고, 각 돈방의 규격은 2.5(W) m×1.8(L) m×0.7(H) m로 제작하였다. 돈사 안에 0.3(W) m×0.6(L) m의 창문을 3개 일정 간격으로 만들었다. 돈사의 환기시설은 350 mmΦ의 배기팬 2개와 300 mmΦ의 급기덕트를 설치하여 설정된 온도에 따라 자동으로 배기량이 조절되어 작동하도록 하였다. 천공은 30 mmΦ-50개를 뚫어 돈사 전체가 균등하게 환기되도록 하였다. 또한 여름철 온도조절을 위해 에어컨을 설치하였으며, 환절기와 동절기의 온도조절을 위해 보온등을 각 돈방별로 하나씩 설치하여 실험을 진행하였으

며, 음수급여기는 사육기간을 고려하여 높이를 상이하게 두 곳에 설치함으로써 자돈이 음수를 섭취하는데 불편함이 없도록 하였다. 한 돈방에 자돈을 10두씩 배치하고 출하되기 전까지 7주간 사양실험을 실시하였다. 생후 약 26~28일 된 자돈(6.3±0.2 kg)을 공시돈으로 하였으며 한 구역에는 항생제 및 미생물제제가 포함되지 않은 일반 사료만 급여하고 나머지 구역에는 선정된 각각의 사료용제제를 제품에 표기된 비율에 의거하여 일반사료와 혼합하여 급여하여 총 35일간 실험하였다. 사료의 급여는 자유채식 하였으며, 각 구역의 면적과 사료 및 급수 시설은 동일하게 하였다.

악취측정 및 분석방법

분무용 환경개선제의 탈취효율을 측정하는 방법은 다음과 같다. 각 제품에서 제시하는 희석방법에 따라 희석한 100 mL의 제품을 5 kg의 돈분뇨(인근 농장의 돈사에서 수거)를 넣은 반응기 내에 각각 분사하였다. 각 반응기에서 제제를 분사한 후 60분, 이후 하루에 일회씩 악취가스를 채취하여 분석하였다. 사료용 환경개선제의 암모니아 제거효율은 다음과 같은 방법으로 측정하였다.

사료용 환경개선제의 경우는 제품을 구입하여 생후 약 26~28일 된 자돈을 공시돈으로 하여 출하되는 시점까지 실험을 지속하였다. 실험용 자돈으로부터 일주일 간격으로 돈분뇨 3 kg을 채취하여 앞서 언급한 악취발생기에 넣고 암모니아 발생량을 측정하여 각 실험군의 차이를 비교하였다. 채취한 분뇨는 반응기에서 6시간 동안 악취를 발생시킨 후 0.5%(v/v)붕산 흡수액에 포집하였다. 시료의 채취는 2 L/min로 5분간 채취하고 적산유량계를 이용하여 최종 10 L를 포집하였다. 암모니아 가스의 분석은 악취공정 시험방법에 제시된 인도페놀법에 준하여 실시하였다[20].

결과 및 고찰

분무용제제 살포시 암모니아의 농도

돈사에서 채취된 돈분은 실험실로 약 30분에서 1시간 내에 운반하여 악취발생장치에 넣고 실험을 개시 하였다. 반응기에서 약 1시간 동안 악취를 발생시킨 후 분무용제제를 살포하기 전 농도는 평균 24.3 ppmv로 나타났다. 일반적으로 국내의 양돈장에서 발생하는 암모니아의 농도는 분뇨 수거 시스템에 따라 다소 차이가 있으며, 평균적으로 5.1~12.1 ppmv이며, 농도 범위는 0.8~21.4 ppmv인 것으로 보고 되어있다[12]. Hayes 등[7]은 아일랜드의 다양한 돈사 형태별 발생하는 암모니아의 발생량이 4.7~13.6 ppmv의 범위에서 발생하는 것으로 보고하였다. 이중 기계적으로 송풍을 하며 슬래트로 된 피트 방식의 경우 가장 강한 악취를 발생시키고[7, 12], 깔짚형 돈사의 악취가 가장 낮은 것으로 보고 되어있다[12]. 본 연구에서 일반적인 양돈장에서 보다 농도가 높게 나타나는 것은 96 L의 반-밀폐된 공간(Chamber)에

서 발생했기 때문이며 또한, 악취 측정 직전 강제로 팬을 이용하여 악취를 발생시켜주었기 때문이다. 암모니아의 농도는 뇨와 혼합 되었을 때 30~70 ppmv으로 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

분무용제제를 살포하지 않은 대조군에서의 암모니아 농도는 시간이 경과함에 따라 저감되었는데, 약 24시간이 경과한 후에는 약 32~66%가 4일이 지난 후에는 약 52~56% 저감되었다. 온도는 암모니아 발생에 큰 영향을 미치는데 대조군에서 암모니아 농도가 급격히 저감된 것은 온도 변화로 인하여 가스 발생에 일부 영향을 미친 것으로 사료된다. 아무런 처치를 하지 않은 대조군의 발생농도에 대한 상대적 저감효율을 비교하였다.

미생물제제 제품을 분사한 직후에는 제제에 따라 40~72%의 저감효율을 보였다(Fig. 2). 하지만 지속효과는 나타나지 않았으며 약 1일이 되었을 때, 암모니아 농도가 분무 직후의 농도에 비해 다소 증가 한 것을 알 수 있었다. 하지만 동시간대의 대조군의 농도와 비교했을 때, 일부 제품을 제외하고 제거율을 유지하거나 증가하는 것으로 나타났다. 2일 경과 후 추가로 동일한 제제를 분무 한 결과, 분무 직전의 암모니아 농도 보다 약 37~75%의 저감효과를 나타냈다. 동시간대의 대조군의 농도에 비해 약 30~80%의 저감효과를 보였다. 이후 2차 분사 후 48시간이 경과되었을 때 효과를 유지하거나 일부 제제의 경우는 효과가 거의 나타나지 않았다. 천연탈취제를 분사한 직후에는 약 90%의 저감효과를 보였다. 탈취제는 약 48시간 동안 지속효과를 나타냈으며 이틀 후 2차 분무 직후, 암모니아가 검출되지 않았다. 또한 4일 동안

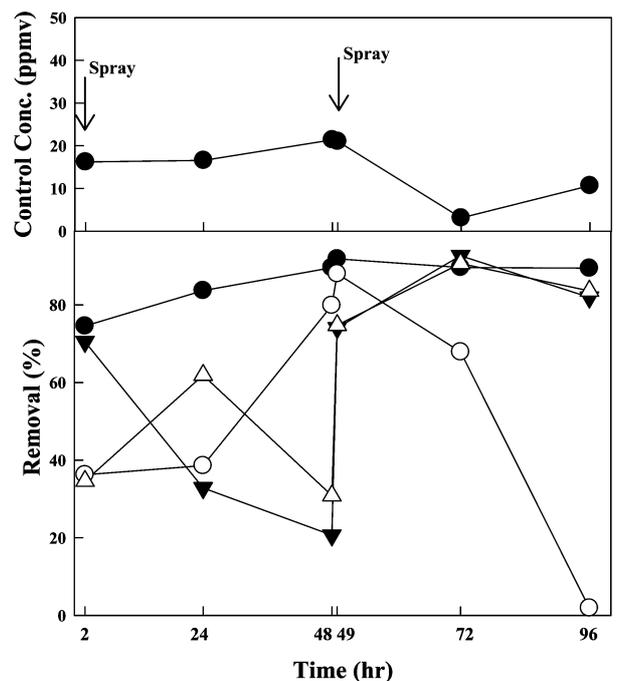


Fig. 2. Comparative ammonia removal efficiencies of the spray type agents. NH₃ concentration (ppmv): ●, A; ○, B; ▼, C; △, D.

약 87~99%의 높은 제거율을 유지하였다(Fig. 3). 1차 분무 직후부터 2 ppmv 이하의 낮은 암모니아 농도를 유지하였으며 약 3일 경과 후에는 검지판으로는 검출되지 않고 인도페놀법을 적용했을 때 약 0.6 ppmv의 암모니아 농도가 측정되었다. 식물추출물을 분무한 경우에는 분무하기 직전의 초기 농도 보다 약 80% 저감되었으며, 동일한 시간대의 대조군의 농도보다 약 70% 저감되었다(Fig. 4). 이후 서서히 제거율이 감소하는 경향을 나타내었다. 2일째 암모니아 농도는 대조군에 비해 약 40% 정도 저감효과가 있는 것으로 나타났다. 2차 분무 후에 제거율을 유지하는 듯 하였으나 96시간이 경과했을 때 제거율이 급격히 떨어지는 것으로 나타났다.

Kim 등[13]의 현장 분무형 탈취제 사용에 대한 연구 결과에서는 수돗물, 소금물, 및 미생물제제와 콩기름 및 기타 기름을 이용한 결과, 소금물이 가장 암모니아 제거에 효과적이었다고 보고하였다. 탈취제의 살포 직후 및 1시간 후에는 큰 효과가 없고, 3시간 경과 후에 효과가 가장 높았고, 그 이후 대부분의 제제에서 5시간 이후엔 제거효율이 감소하기 시작하였으며, 24시간에는 일부 제제는 초기값 보다 높은 농도의 암모니아가 검출되기도 하였다. 수돗물 등은 24시간 동안 전혀 탈취 효과가 없는 것으로 나타났다. 반면, 소금물 성분이 초기 7.5 ppmv에서 3시간 경과 후 4.8 ppmv로 초기값의 38% 감소 효과를 보여주었다. 미생물제제의 경우 약 19% 암모니아 제거효율을 보여주었다. 또한 5시간에 초기 농도의 36%를 저감하였으며, 이후 제거효율이 감소하는 경향을 보여 24시간에 11%로 감소하였다고 하였다.

기존의 연구결과 및 본 연구 결과에서 보여주듯이, 암모니아는 제제를 분사하는 것만으로도 빠르고 순간적으로 저감되는 것을 확인 할 수 있었으나 각 제품에 따라 그 지속성은 다르게 나타나며, 그 효과를 유지하기 위해서는 2~3일에 한번 추가적인 분무가 이루어지는 것이 도움이 될 것이라 판단된다. 미생물제제를 분사하는 것으로도 암모니아 농도는 짧은 시간에 변화를 보이는데 이는 암모니아는 수분조

절제로 사용된 깔집 등을 이용하여 발생량을 줄일 수 있다 [14, 22]는 보고와 같이 암모니아가 수용성 기체이기 때문에 순간적인 반응에 의한 것으로 생각된다. 또한 일반적으로 식물추출물 제제의 pH로 인한 화학적 중화작용에 의한 효과도 있었을 것이다. 그러나 제제의 가격경쟁력이 없으므로 축산 현장의 농민들이 사용하는 데는 한계가 있다.

사료용제제 급여시 암모니아의 농도

일반사료를 급여한 대조군에서는 실험 시작 일주일이 경과 했을 때, 약 17 ppmv의 농도가 측정되었다. 이 후 시간이 경과함에 따라 대조군의 농도는 증가와 감소를 반복하였으나 마지막 주에는 약 8 ppmv로 나타났다. 선정된 사료용제제 제품에 대한 암모니아 제거율을 Fig. 4에 나타내었다.

Lactobacillus sp.와 *Bacillus* sp.를 첨가한 개발단계의 생균제인 G제제를 급여한 경우에는 약 5일째 농도가 약 3 ppmv로 측정되었으며 약 82%의 저감효과를 나타냈다. 급여를 시작한지 6, 7주가 경과했을 때는 0.6, 0.1 ppmv로 암모니아 농도가 측정되었으며, 동시간 대 대조군의 농도에 비하여 각각 95, 97%의 높은 제거율을 유지했으며 전과정에 걸쳐 71~97%의 제거효율을 보이며 지속효과가 우수하였다. 일부 *Bacillus subtilis*가 주 성분인 H 및 J 제품은 급여를 시작한지 약 30일까지 약 85~99%의 높은 제거율을 보였으나, 5주가 경과하면서 제거효율이 33~46%로 감소하면서 암모니아발생량의 감소지속효과가 다소 떨어지는 것을 알 수 있었다. *Lactobacillus*와 *Bacillus subtilis*를 주성분으로 하는 I 제품의 경우, 대조군의 암모니아 발생량 대비 71~99%의 저감효율을 전 기간에 걸쳐 유지하였다. 또 다양한 미생물 복합균이 함유된 K제품의 경우 급여 약 5일 째 암모니아 제거율이 93%로 나타났다. 그러나, 그 이후엔 2주에서 마지막 실험주까지 대조군의 농도에 비해 많게는 107배 증가하였으며, 암모니아의 농도가 증가와 감소를 반복하였으나 생균제

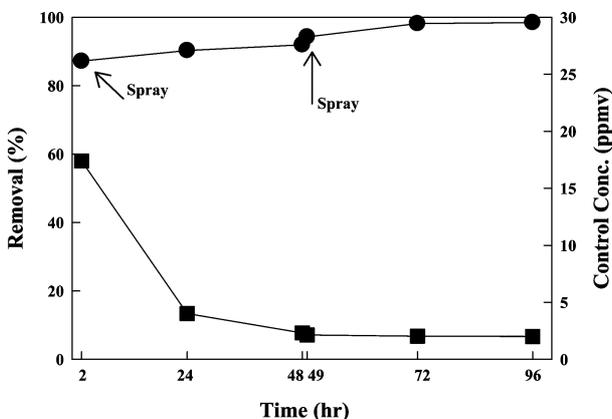


Fig. 3. Removal efficiencies of the natural deodorant and plant extract. NH₃ concentration(ppmv): ●, Plant extract; ○, Natural deodorant.

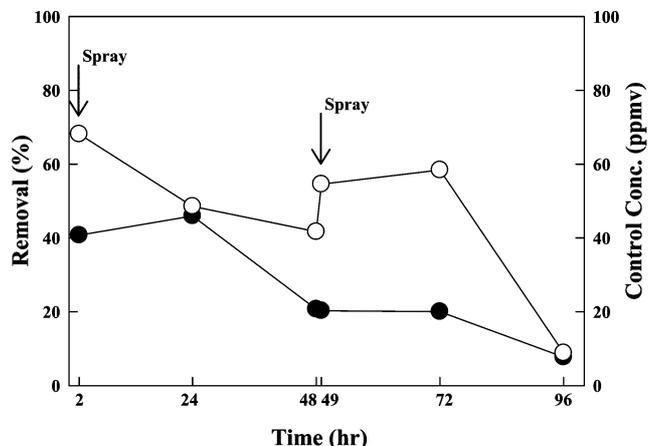


Fig. 4. Comparative ammonia removal efficiencies of the different probiotic powder agents. NH₃ concentration (ppmv): ●, G; ○, H; ▼, I; △, J; ■, K.

Table 1. Chemical composition of the products

Item	Components	Type
A	<i>Lactobacillus subtilis</i> (1×10^7 cfu/g above) <i>Bacillus</i> (1×10^7 cfu/g above) Yeast (1×10^6 cfu/g above)	Spray type
B	Biological enzyme+Metabolite+natural material	Spray type
C	Photosynthetic bacterial sp.	Spray type
D	<i>Bacillus subtilis</i> (1×10^7 cfu/g above)	Spray type
Plant extract	Quzyme, Humic acid, Laminarin, sarsapogenin, Parigenin (C27H44O3), spirostant, sarsaponon	Spray type
Natural deodorant	Complex minerals	Spray type
G	<i>Lactobacillus</i> sp., <i>Bacillus</i> sp., <i>Bacillus</i> sp.	Probiotics powder (in developing)
H	<i>Bacillus subtilis</i> , Wheat, Rice bran, Water	Probiotics powder
I	<i>Bacillus subtilis</i> (1.3×10^6 cfu/g above) <i>Lactobacillus acidophilus</i> (6.0×10^6 cfu/g above), Wheat, Rice bran	Probiotics powder
J	<i>Bacillus subtilis</i> (1×10^7 cfu/g above)	Probiotics powder
K	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>L. bulgaricus</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>Bifidobacterium bifidum</i> , <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>S. faecium</i> , <i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Torulopsis bovina</i> , Glucose	Probiotics powder

로 인한 저감효과가 전혀 없는 것으로 판단하였다. 다양한 제품에 대한 약 7주(35일간)의 실험결과 생균제 급여 시 환경개선 효과가 있음을 확인 할 수 있었으나 지속성은 제품에 따라 다르게 나타났다.

다양한 연구를 통해 사료 첨가형 미생물제제가 생장에 미치는 영향을 알아보았으며, 이후 Wang 등[28]은 잡종 비육돈(26.7±0.5 kg)을 대상으로 35일간의 사양실험을 통해 BioPlus 2B를 사료에 첨가하는 실험을 수행하였다. 그 결과, 실험군의 슬러리에서 발생된 암모니아 발생량이 대조군(기본 사료만을 섭취)의 슬러리에서 발생된 암모니아에 비해 낮았다($p < 0.05$). BioPlus 2B은 *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis*, aluminum silicate, 유장가루가 함유되어 있었다.

결 론

자돈의 돈분에서 발생하는 암모니아는 자돈의 소화기 발달과정에서 병원성 박테리아에 감염되어, 흡착된 박테리아가 점막세포에 대해 독성을 갖는 물질을 분비하는 과정에 의해 발생한다[30]. 자돈의 돈분노로부터 발생하는 암모니아는 시간이 경과 함에 따라 환경개선제 처리를 하지 않은 대조군에서 농도를 측정할 기간 동안 최종적으로 농도가 낮아지는 걸 알 수 있었지만 일정한 경향을 찾아 볼 수 없었다. 이는 분과 뇨의 혼합비율 및 온도, 습도 등의 다양한 환경적 요인에 인한 것으로 고려되며, 차후 실험에서는 분과 뇨의 혼합비율조정 및 대조군을 추가 배치하는 방법을 계획하였다.

분무용제제를 사용했을 때는 분무 직후 약 50~90%정도의 암모니아가 저감되는 것을 확인 할 수 있었는데, 이는 암

모니아가 수용성 기체이기 때문에 순간적으로 나타난 효과라고 판단되며, 그 지속성에 있어서는 제품에 따라 다소 차이가 있었으나 그 중 천연탈취제가 가장 지속성이 우수했다. 대부분의 제품에서 지속성은 약 2일을 기점으로 하여 암모니아 농도가 1차 분무 후 저감된 농도에서 약 5~16 ppmv 정도 다시 증가하였는데 2~3일 간격을 두고 추가로 제제를 분사해주는 것이 필요하다고 판단된다.

사료용제제는 가축의 체내에서 장내 환경을 개선하여 균총을 변화시켜 원천적으로 암모니아를 저감한다. 사양실험 결과 일부 제품을 제외하고는 최고 제거율은 약 90~99%로 나타났으며, 7주 후 각 실험군의 암모니아 농도는 약 0.2~6 ppmv로 나타났다.

암모니아의 발생은 돈분을 그대로 방치할 경우 시간이 경과함에 따라 혐기적인 상태가 진행되면서 상대적으로 감소하지만 실제 축산농가에서는 끊임없이 분뇨가 발생하므로 암모니아 발생은 다른 악취물질에 비해 발생 농도가 높을 수 밖에 없는 것이 사실이다. 이를 저감하기 위한 방법으로 많이 사용되고 있는 방법 중의 하나가 환경개선제의 사용이라 할 수 있다. 환경개선제는 암모니아에 대한 저감효과가 뚜렷하게 나타나기 때문에 체계적인 검중과 관리체계의 개선을 통해 효과가 우수한 제품을 농가에 보급하고 온도 관리, 환기 방법, 분뇨처리 방식 등을 개선한다면 효율적인 악취 관리가 가능할 것으로 판단된다.

요 약

축산 악취물질인 암모니아가스를 대상으로 하여 환경개선

제 사용시 자돈의 돈분뇨에서 발생하는 암모니아가스의 발생특성에 대한 연구를 수행하였다. 이 실험을 위하여 96 L의 부피를 가지는 아크릴 악취발생기를 제작하였다. 돈분으로부터 악취를 발생하지 한시간이 경과되면, 대략 평균 24.3 ppmv의 암모니아가 발생되고, 범위는 16~40 ppmv였다. 실험결과 분무용 제제의 경우 분무 직후에 50~90%의 저감효과를 보였고, 1차 분무 시 지속성은 약 2일 정도로 나타났다. 천연탈취제의 지속성이 타 제품과 비교할 때 가장 우수하였다. 본 연구에서는 6구획의 실험구를 설정하였고, 5종류의 사료용 제제 첨가구와 일반 사료구에서 모두 항생제를 제외한 사료를 자돈에 급이하였다. 실험구엔 자돈(6.3±0.2 kg) 60마리를 대상으로 하여 각 구획당 10마리였으며, 총 35일간 실험이 진행되어 각 제제가 암모니아 방출에 미치는 영향을 일주일마다 한번씩 살펴보았다. 사료용 제제를 급여한 자돈의 돈분에서의 암모니아 발생량은 일반사료만을 먹은 자돈의 돈분에서의 암모니아 발생량보다 낮았다. 사료용 제품 중 효율이 우수한 제품은 7주 전 기간에 걸쳐 71~99%의 지속적 암모니아 저감효율을 보여주었으며, 일부 제품의 경우 초기 저감효율이 일시적이고 전기간에 걸쳐 전혀 암모니아 저감효율을 보여주지 않은 제품도 있었다.

감사의 글

본 연구는 2009년 농진청 자연순환형 친환경유기농업기술개발(20100401-302-017-001-02-00)의 지원을 받아 수행되었 으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Cheon, D. W. and M. S. Park. 2003. Preference analysis on livestock liquid manure, *Kor. J. Agri. Manag. Policy* **30**: 75-87.
- Chiang, S. H. and W. H. Hsieh. 1995. Effect of direct-fed microorganisms on broiler growth performance and litter ammonia level, *Asian-Aus. J. Anim. Sic.* **8**: 159-162.
- Chung, Y. C., C. Huang, and C. P. Tseng. 1997. Removal of hydrogen sulfide by immobilized *Thiobacillus* sp. strain CH11 in a biofilter, *J. Chem. Tech. Biotechnol.* **69**: 58-62.
- Fuller, R. 1989. Probiotics in man and animals, *J. Appl. Bacteriol.* **66**: 365-368.
- Fuller, R. 1992. Probiotics. The scientific basis, Chapman & Hall London, UK.
- Hartung, J. and V. R. Philips. 1994. Control of gaseous emissions from livestock buildings and manure stores, *J. Agri. Eng. Res.* **57**: 173-189.
- Hayes, E. T., A. B. G. Leek, T. P. Curran, V. A. Dodd, O. T. Carton, V. E. Beattie, and J. V. O'Doherty. 2004. The influence of diet crude protein level on odour and ammonia emissions from finishing pig houses, *Biores, Tech.* **91**(3): 309-315.
- Hinton, M., G. C. Mead, and C. S. Impey. 1991. Protection of chicks against environmental challenge with *Salmonella enteridis* by competitive exclusion and acid-treated feed, *Letters Appl. Microbiol.* **12**: 69-71.
- Hollenback, R. C. 1971. Manure odor abatement using hydrogen peroxide, Rep. no. 5638-R. Food Machinery Corp. Princeton, NJ.
- Kim, K. Y., H. L., Choi, H. J. Ko, Y. G. Lee, and C. N. Kim. 2006. Evaluation of odor reduction in the enclosed pig building through spraying biological additives, *J. Anim. Sci. & Technol.* **48**: 467-478.
- Kim, J. H., C.-H. Kim, and Y. D. Ko. 2001. Effect of dietary supplementation of fermented feed(Bio- ∂) on performance of finishing pigs and fecal ammonia gas emission, *J. Anim. Sci. & Technol.* **43**: 193-202.
- Kim, K. Y., H. J. Ko, H. T. Kim, Y.S. Kim, Y. M. Roh, C. M. Lee and C. N. Kim. 2008a. Quantification of ammonia and hydrogen sulfide emitted from pig buildings in Korea, *J. Environ. Manag.* **88**: 195-202.
- Kim, K. Y., H. J. Ko, H. T. Kim, Y.S. Kim, Y. M. Roh, C. M. Lee and C. N. Kim. 2008b. Odor reduction rate in the confinement pig building by spraying various additives, *Biores. Tech.* **99**: 8464-8469.
- Im, T. G., S. H. Jeong, J. S. Park, G. H. Park, G. Y. Oh, and N. C. Heo. 2005. The Odor characteristics of livestock raising facility, *Environ. Eng. Res.*, 1239-1248.
- Jin, L. Z., Y. W. Ho, N. Abdullah, and S. Jalaludin. 1996. Influence of dried *Bacillus subtilis* and *Lactobacillus* cultures on intestinal microflora and performance in broilers, *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* **9**: 397-403.
- Jung, J. H., S. M. Hong, H. Y. Kim, Q. W. Meng, and I. H. Kim. 2010. Effect of probiotics in diet on growth performance, nutrient digestibility, fecal microbial count, noxious gases emission from the feces, and blood profile in early-finishing pigs, *J. Anim. Sci. & Technol.* **52**: 23-28.
- Kyriakis, S. C., V. K. Tsiloyiannis, S. Lekkas, E. Petridou, J. Vlemmasand, and K. Sarri. 1997. The efficacy of enrofloxacin in -feed medication, by applying different programs for the control of post-weaning diarrhea syndrome of piglet, *J. Vet. Med. B.* **44**: 513-521.
- Lee, E. Y. 2008. Problems and verification system of probiotics as livestock-environment improving agent produced and circulated, *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* **36**: 87-95.
- Muralidhara, K. S., G. G. Sheggeby, P. R. Elikar, D. C. England, and W. E. Sandine. 1997. Effects of feeding lactobacillus flora on intestinal tissue and feces from piglets, *J. Food. Prod.* **40**: 288.
- National institute of environmental research. 2007. Official odor test method.
- Nicolai, R. and J. Kevin. 1997. Biofilter for swine production facilities, Univ. of Minnesota Extension Service, Feb.
- Ra, J. C., H. J. Han, and J. E. Song. 2004. Effect of probiotics on production and improvement of environment in pigs and broilers, *Kor. J. Vet. Publ. Hlth.* **28**(3): 157-167.
- Ryu, G. S., W. J. Shin, J. H. Park, M. S. Ryu, J. S. Kim, S.

- H. Kim, and H. L. Li. 2003. Impact of feeding multiple probiotics on performance and Intestinal microflora in broiler chicks, *Kor. J. Poult. Sci.* **30**(3): 197-202.
24. Spoelstra, S. F. 1980. Origin of objectionable odorous components in piggery wastes and the possibility of applying indicator components for studying odor development, *Agri. Environ.* **5**: 241-260.
25. Tourtuero, F. 1973. Influence of the implantation of *L. acidophilus* in chicken on growth, feed conversion, malabsorption of fat syndrome and intestinal flora, *Poult. Sci.*, **52**: 197-203.
26. Watkins, B. D., S. M. Hengemuehle, H. L. Person, M. Yokoyama, and S. J. Masten. 1997. Ozonation of swine manure wastes to control odors and reduce the concentrations of pathogens and toxic fermentation metabolites, *Ozone Sci. Eng.* **19**: 425-437.
27. Wu, J. J., S. H. Park, S. M. Hengeuehle, M. Yokoyama, H. L. Person, and S. J. Masten. 1998. The effect of storage and ozonation on the physical, chemical, and biological characteristics of swine manure slurries, *Ozone Sci. Eng.* **20**: 35-50.
28. Wang, Y., J. H. Cho, J. S. Chen, Y. Huang, H. J. Kim, and I. H. Kim. 2009. The effect of probiotic BioPlus 2B on growth performance, dry matter and nitrogen digestibility and slurry noxious gas emission in growing pigs, *Livestock Sci.* **120**: 35-43.
29. Yang, D. H., D.-W. Kang, and K.-W. Nam. 2009. The effect of Yeast (*Saccharomyces exiguous* SJPAF1) on odor emission and contaminants reduction in piggery slurry, *Kor. J. Environ. Agri.* **28**: 47-52 .
30. Yang, Y. K., J. I. Cho, and H. K. Kang. 2007. Development of Bio-Formula complex for domestic animal feeding, *Kor. J. Organic Agriculture.* **15**(1): 93-108.
31. Zhu, J., G. L. Riskowski, and M. T. Torremorell. 1998. Volatile fatty acids as odor indicators in swine manure-A critical review, *Trasactions of the ASAE.* **42**(1): 175-182.

(Received June 8, 2010/Accepted July 24, 2010)