

하절기 육성·비육돈사와 분만돈사의 암모니아 발생특성 및 환경변화

이성현·조한근*·최광재·오권영·유병기·이인복**·김경원
농촌진흥청 농업공학연구소

Measurement of Ammonia Emission Rate and Environmental Parameters from Growing-Finishing and Farrowing House during Hot Season

Lee, S. H., Cho, H. K.*, Choi, K. J., Oh, K. Y., Yu, B. K., Lee, I. B.**, Kim, K. W.
National Institute of Agricultural Engineering, RDA,
#249, Seodun-dong, Gweonsun-Gu, Suwon-city, R. O. Korea

Summary

This study was carried out to measure the environmental related parameters from two types of swine houses. Indoor temperature, relative humidity, carbon dioxide level, ammonia concentration and emission were measured every 2 minutes from each house with portable monitoring units. Carbon dioxide concentration balance was used to estimate the ventilation rates of the different houses. Daily ammonia concentrations in the growing-finishing and farrowing houses ranged from 2 to 17 ppm and 6 to 15 ppm respectively. The daily ammonia emission rate from the manure averaged 4.37 g/h · 500 kg from growing-finishing house and 4.82 g/h · 500 kg from the farrowing house. The above findings proved that summer season was associated with higher ammonia emission rates due to higher ventilation rate and ambient air temperature.

(Key words : Environmental analysis, Ammonia concentration, Ventilation rates, Growing · Finishing pigs house, Farrowing sows house)

서 론

2003년 말 기준으로 우리나라에는 약 9,230 천두의 돼지가 사육되고 있다. 우리나라의 돼

지사육 규모는 1990년 말 약 4,528천두에서 2003년 말 약 9,230천두로 10여년 만에 2배로 증가하였다. 이러한 증가 추세는 앞으로도 지속될 것으로 전망된다. 사육 규모별 돼지의 사

* 충북대학교 농업생명환경대학 바이오시스템공학과

** 서울대학교 농업생명과학대학 조경·지역시스템공학부

Corresponding Author : Lee, S. H., National Institute of Agricultural Engineering, RDA, Suwon, Korea 441-857. E-mail : leesh428@rda.go.kr

육두수 비율은 1,000~4,999두 규모에서 사육되는 돼지가 전체의 55.0%를 차지하고 있으며, 1,000두 이하 규모에서의 사육이 27.0%, 5,000두 이상 사육 규모에서의 사육이 19.0%로 돼지 사육에 있어서 규모화가 상당히 진전되었음을 알 수 있다. 같은 시기를 기준하여 볼 때 전체 돼지사육 농가호수는 15,242호 이다. 이 가운데 1,000두 규모 이하 농가가 80.7%로 가장 많고, 1,000~4,999두 규모 농가가 18.0%, 5,000두 이상 농가가 1.3%로 아직도 규모화의 여지는 충분히 남아있다고 볼 수 있다. 그러나 이러한 규모화, 전업화에 따라 좁은 면적에서 많은 마리의 돼지가 사육됨에 따라 그에 따른 환경문제가 발생하고 있다. 류 등^{12, 13)}에 의하면 이전에는 주로 돼지 사육 과정에서 생산된 가축분뇨의 부적절한 처리가 민원의 대상이 되었지만, 지금은 그와 함께 축산 시설에서 발생하는 암모니아 가스 등의 악취가 주 민원대상이 되고 있다. 그러나 이러한 양돈농가로부터 발생하는 암모니아 가스 등 악취물질에 관해 이용할 만한 데이터가 거의 없는 실정이다.

CIGR 보고서²⁾와 Klarenbeek⁵⁾ 등에 의하면 암모니아는 축분에 있는 질소 성분의 분해에 의해 생성된다. 육성돈에서 발생하는 전체 질소 성분을 100%라 했을 때 그 중 가축의 성장을 위해서 체내에 보유되는 것이 34%이고 나머지 66%는 배출된다. 배출되는 질소성분의 36%는 오줌으로 나머지 30%는 분으로 배출된다. 분뇨 속에 보유된 66%의 질소성분 가운데 13%는 대기 중으로 날아가고 나머지 53%는 분뇨 속에 남아 있다가 분뇨를 농경지에 살포할 때 13%는 대기 중으로 날아가고 나머지 40%는 토양에 남아 작물성장에 필요한 비료로서의 역할을 한다.

Heiden 등³⁾과 Klooster 등⁶⁾에 의하면 돈사의 내부는 과도한 열과 수분의 제거, 부유 먼지의 최소화, 암모니아 등의 유해가스의 제거, 안정적인 호흡을 위한 신선한 공기의 공급 등을 위해 끊임없이 환기를 해야 한다. 그러나 돈사의

적정 암모니아 및 이산화탄소 농도 등에 관한 기준 값이 설정되어 있지 않고 암모니아와 이산화탄소 등을 측정하기 위한 센서가 고가이기 때문에 대부분의 돈사에서는 온도 만에 의해 내부의 환경조절이 이루어지고 있는 실정이다. 연구에 의하면 암모니아 농도가 20~50ppm에서 눈, 코, 목을 자극하는 것으로 보고하고 있다. 그러나 현재 국내 양돈농가에서 발생하는 암모니아 가스 등에 관한 연구 자료가 거의 없는 실정이다.

이 연구의 목적은 하절기에 양돈농가의 육성·비육돈사와 분만돈사에서 발생하는 암모니아 가스를 실시간에서 측정할 수 있는 시스템을 제작하고, 양돈시설에서 얼마만큼의 암모니아, 이산화탄소 등의 환경가스가 발생하는 가를 측정하고, 외기의 환경변화가 내부의 환경에 어떠한 영향을 주는가를 분석하기 위한 것이다. 이렇게 함으로써 하절기 온도가 높게 올라갈 때 돈사의 생산성 향상을 위한 환경관리 기술을 개발할 수 있고, 양돈농장에서 발생하는 악취량을 추정함으로써 발생한 악취를 제거하기 위한 기술을 개발하는데 기초 자료로써 활용할 수 있을 것이다.

재료 및 방법

1. 공시돈사

양돈 농장에서 발생하는 암모니아 가스 등의 악취를 모니터링하기 위하여 경기도 포승면 안중에 있는 일관사육 양돈 농장의 축사를 이용하였다. 악취의 발생을 측정하기 위하여 사용한 축사는 분만돈사와 육성·비육돈사이다. 보통 비육돈사는 육성돈사와 구조 및 분뇨처리 방법이 서로 같아 육성·비육 단계에서의 가스 농도를 대표할 수 있을 것으로 판단된다. 분만돈사는 분뇨분리형 구조로 돼지가 배설한 분뇨는 틈바닥을 통해 밑으로 배출되면 경사진 바닥을 따라뇨는 한쪽으로 배출되고 분은 남아

있게 된다. 남아있는 분은 하루에 두 번 아침과 저녁에 인력으로 수거해 돈사 밖으로 배출한다. 분만돈사의 내부에는 분만을 위한 분만틀이 50개 설치되어 운영되고 있다. 돈사의 내부 환경은 갓 분만한 포유모돈과 수유자돈이 함께 수용이 되는 관계로 분만틀 마다 보온등을 켜 놓아 내부의 온도환경은 비교적 일정한 상태로 유지된다. 여름철에는 돈사에 설치된 모든 창문과 출입문을 개방하여 원활한 환기를 유도하고 있다. 그러나 여름철 고온기라도 밤에는 내부의 보온을 위해 기온이 내려가면 창문 등을 일부 닫는다. 육성·비육돈사는 우리나라에서 가장 일반적으로 이용되고 있는 윈치커튼의 개폐에 의해서 내부의 환경을 조절하는 완전 개방형 돈사로서 돈방의 바닥에는 중앙부분을 중심으로 전체돈방 면적의 1/3 정도를 분뇨의 배출을 원활하게 하기 위해 틈바닥으로 설치하였다. 돼지는 배분장소를 가릴 줄 아는 동물이기 때문에 분뇨의 배설은 틈바닥이 설치된 장소에서 주로 이루어진다. 돼지가 배설한 분뇨는 틈바닥을 통해 틈바닥 아래에 설치된 슬러리 저장조에 저류하게 된다. 슬러리 저장 공간에 저류하는 분뇨는 슬러리 저장조에 분뇨가 일정량 모이면 외부로 배출하여 액비저장 탱크에 일정기간 저장을 한다. 육성·비육돈사에는 여름철 내부온도 상승에 의한 생산성 저하를 막기 위하여 덕트를 설치하여 외부의 공기를 강제로 내부로 공급하고 있다. 또한 더위에 의한 환경스트레스를 막기 위하여 낮 동안에는 양쪽 벽면에 설치한 윈치커튼을 모두 개방하고, 밤에는 일부 조절 개폐하여 내부의 환경을 조절하는 형태로 운영이 되고 있다.

2. 환경측정 장치

측정한 돈사의 환경은 내부의 온도 및 습도, 암모니아 농도, 황화수소 농도, 이산화탄소 농도와 외부의 온도 및 습도이다. 내부의 온도 및 습도는 돈사의 중앙부분에서 측정을 하였으

며 사용한 온·습도 센서는 TR-72S(T and D Corporation, Japan)와 TMC6-HA(Onset Computer Corporation, Bourne)이다. 암모니아가스와 황화수소가스 농도는 PAC III Single gas monitor (Drager, German)를 사용하여 측정하였다. 암모니아가스 측정센서와 황화수소가스 측정센서는 측정시의 오차를 줄이기 위하여 사용 전에 암모니아는 50.1 ppm 표준가스(Korea Standard Gas CO., LTD.)를 황화수소는 10 ppm 표준가스(Korea Standard Gas CO., LTD.)를 이용하여 캘리브레이션 하였다. 측정 장치는 암모니아와 황화수소의 지속적²⁾ 노출에 의한 측정오차를 줄이기 위하여 돈사 내부의 가스를 진공펌프(N820.3 FT 18, German)를 이용하여 센서감지부로 10분간 샘플링 하였고, 샘플링이 끝난 후 10분 동안 돈사외부의 대기를 센서감지부로 송풍하도록 구성하였다. 센서의 샘플링과 퍼징 시간은 듀얼타임 타이머를 이용하여 3방향 솔레노이드 밸브를 On/Off 함으로써 이루어지도록 하였다. 센서에서 측정된 데이터는 2분 간격으로 저장되도록 프로그램 하였다. 돈사의 암모니아 발생량은 축사내부의 암모니아 농도와 시간당 환기율을 알아야 분석이 가능하다. 강제환기식 축사에서의 환기율은 환기팬의 풍속을 측정하여 풍속을 환기팬의 유효단면적과 곱하여 추정을 할 수 있다. 그러나 자연환기식 축사의 환기율을 분석하는 것은 매우 어려운 일이다. 따라서 본 연구에서는 돈사의 환기율을 분석하기 위하여 이산화탄소 밸런스를 이용하였다. 환기율을 분석하기 위하여 암모니아, 황화수소와 동시에 이산화탄소 농도를 측정하였다. 이산화탄소 농도의 측정은 GMT222 (Vaisala, German)을 이용하였다. 이산화탄소의 농도측정 오차를 줄이기 위하여 센서 사용전 이산화탄소 4,015 ppm 표준가스(Korea Standard Gas CO., LTD.)를 이용하여 캘리브레이션 하였다. 모든 센서의 캘리브레이션시 제로가스로는 질소가스를 사용하였다. 이산화탄소의 농도는 4~20mA의 전류로 출력된다. 따라서 센서에서

출력되는 전류 값을 데이터로거에 저장 하였다. 저장간격은 암모니아, 황화수소가스의 저장 시간과 동일하게 2분 간격으로 프로그램 하였다. 이산화탄소 농도를 기록하기 위한 데이터 기록계는 HOBO H8(4 Channel external)을 사용 하였다. HOBO H8은 각 채널당 온도, AC전류, 4-20mA, 0-2.5V DC를 저장할 수 있다. 센서로 공급되는 가스량을 일정하게 하기 위하여 유량계 PA-20(Korea flow meter IND.CO.,LTD.)을 사용 하였다.

3. 시험장치 구성

그림 1은 가스측정 센서를 캘리브레이션 하기 위한 장치를 나타낸 것이다. 표준가스와 제로가스의 샘플링을 위하여 3방향 솔레노이드 밸브를 에어펌프 앞부분에 설치하였으며, 에어 펌프에서 나오는 공기를 센서에 일정하게 공급 해 주기 위해서 공기유량계를 설치하였다.

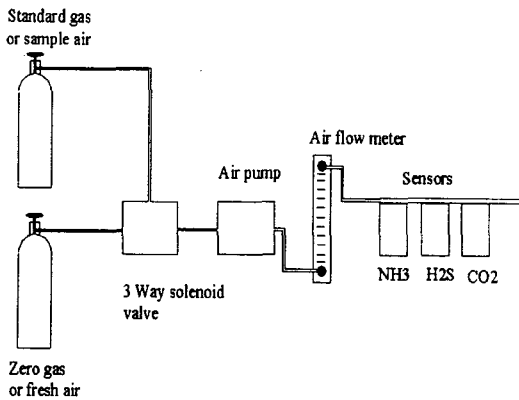


Fig. 1. Schematic diagram of the sensor calibration system for ammonia, hydrogen sulfide and carbon dioxide.

그림 2는 양돈농장에 설치하여 실시간으로 돈사 내·외부 온도 및 습도환경과 가스를 측정하기 위해 설치한 시험장치의 전체적인 구성을 나타낸 것이다. 축사내부의 암모니아농도 등 가스 환경을 측정하기 위한 샘플링은 축사 중앙부 1지점과 중앙부를 중심으로 축사 길이

방향으로 양쪽에 각각 1지점씩 3지점에서 공기를 샘플링 하여 센서로 보내도록 설치하였다.

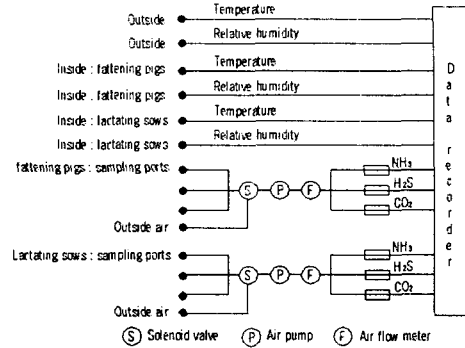


Fig. 2. Configuration of the measurement setup for environmental monitoring of the growing-finishing pigs and farrowing sows house.

4. 암모니아 발생량 분석

암모니아 발생량은 돈사로부터 대기중으로 배출된 암모니아의 양을 나타낸다. 암모니아의 발생량은 Ouwerkerk 등⁷⁾과 Xin 등¹¹⁾이 사용 한 식 (1)을 사용하여 분석을 하였다.

$$ER = V \times (NH_{3i} - NH_{3o}) \times 10^{-6} \frac{17g}{0.0224m^3} \dots(1)$$

여기서, ER: 암모니아 발생량(mg/h · pig), V : 돈사의 환기량(m³/h · pig), NH_{3i} : 돈사내부의 암모니아 농도(ppm), NH_{3o} : 외기의 암모니아 농도(ppm)이다. 돈사의 환기량은 이산화탄소 balance를 이용하여 식 (2)로 부터 분석할 수 있다.

$$V = \frac{CO_{2pro} \times 10^6}{CO_{2i} - CO_{2o}} \dots\dots\dots(2)$$

여기서, CO_{2pro} : 돼지에 의해 생산된 이산화탄소의 양(mL/s·kg)이다. CO_{2i} : 돈사내부의 이산화탄소 농도(ppm), CO_{2o} : 외기의 이산화탄소

농도(ppm)이다. 돼지에 의해 생산된 이산화탄소량은 식 (3)에 의해 계산된다.

$$CO_{2pro} = \frac{THP}{\frac{16.18}{RQ} + 5.02} \dots\dots\dots (3)$$

여기서, THP : 돼지의 열 발생량(W/kg), RQ : 돼지의 호흡지수이다. 돼지의 호흡지수는 Ouwerkerk 등⁷⁾이 사용한 값을 사용하였다. 표 1은 가축의 호흡지수를 나타낸 것이다.

Table 1. Suggested respiratory quotients (RQ) by Ouwerkerk et al., 1994

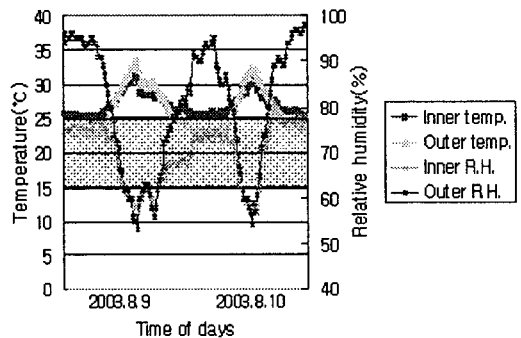
		Body weight(kg)	Feed level	
			Low	High
Pigs	Fattening pigs	50-110	1.02	1.14
	Pregnant sows		0.75	1.1

결과 및 고찰

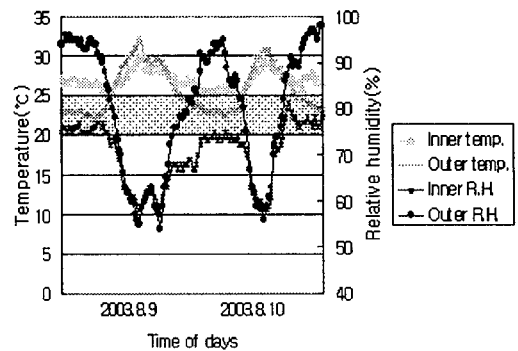
1. 온도 및 습도변화

그림 3은 돈사의 온·습도 변화를 나타낸 것이다. 육성·비육돈사의 일중 온습도 변화를 측정된 결과 돈사의 내부온도의 경우 외기온의 변화와 근사하게 변화하는 것으로 나타났다. 적정 사육온도가 15~25℃인 점을 감안하면 여름철의 경우 대부분 내부온도가 야간을 제외하고는 25℃ 이상 올라가 생산성 향상을 위해서는 더위로 인한 스트레스를 받지 않도록 냉방시설을 해야 할 것으로 나타났다. 내부의 상대습도의 경우는 한낮 일부시간을 제외하고는 권장환경 습도인 60~80% 범위를 유지하는 것으로 나타났다. 그러나 야간의 외기 상대습도는 85% 이상을 유지하는 것으로 나타났다. 분만돈사의 경우에는 주간에는 내부온도가 외기온도 변화와 근접하여 변화하는 것으로 나타났으나 야간

에는 수유자돈의 보온을 위해 일부 개폐부를 닫고 또한 내부에 켜 놓은 보온등에 의해 내부 공기가 가온되어 외기온도보다 높게 유지되는 것으로 나타났다. 또한 분만돈사의 권장환경 온도가 20~25℃ 점을 감안하면 분만돈사 역시 육성·비육돈사와 마찬가지로 국소 냉방장치를 설치하여 포유모돈의 더위에 의한 스트레스를 방지할 필요성이 제기되었다. 상대습도는 육성·비육돈사와 마찬가지로 생육 권장환경인 60~80%를 유지하는 것으로 나타났다.



Growing-finishing pigs house



Farrowing sows house

Fig. 3. The change of inner and outer air temperature and relative humidity with recommended air temperature during growing period.

돼지는 주위 환경 변화가 생산성에 많은 영향을 받는 동물이다. 돈사내부의 온도가 생육

적은 이하로 떨어지면 추위를 극복하기 위한 체열발생을 위해 사료섭취율은 증가하고 증체율은 저하되는 것으로 보고되고 있다. 또한 생육적은 이상 고온이 되면 더위로 인한 식욕감퇴 등으로 인해 사료섭취율이 떨어져 증체율이 저하된다.

이는 모두 최소의 비용과 노력으로 최대의 생산성을 내기위해 극복해야 할 과제이다. 따라서 돼지의 생산성을 최대로 높이기 위해서는 돼지의 생육에 적합한 환경으로 유지해 주는 것이 필요하다. 육성·비육돈사의 생육적은은 일반적으로 15~25℃이고, 분만돈사에는 포유모돈과 수유자돈이 같은 공간에서 생활을 하므로 어느 한쪽만을 고려한 환경관리가 곤란하다. 일반적으로 권장하는 분만돈사의 생육적은은 20~25℃이다. 그러나 갓 태어난 수유자돈의 경우는 30℃ 이상의 높은 환경온도를 요구하기 때문에 대부분의 농가에서 수유자돈의 온도관리를 위해 분만틀마다 보온등을 사용하고 있다. 그리고 돼지의 성장에 적합한 상대습도는 60~80%가 적합한 것으로 권장되고 있으나 돈사내부의 상대습도를 고려한 환기를 하는 돈사는 전무한 실정이다.

2. 황화수소, 암모니아 농도 및 환기율 변화

돈사내부의 황화수소 농도는 본 연구에서 측정되지 않았다. 이는 본 연구에서 사용한 황화수소 감지센서가 ppm 단위의 농도를 측정할 수 있기 때문으로 판단되었으며, 돈사내부의 황화수소 농도를 측정하기 위해서는 ppb 단위를 측정할 수 있는 계측기를 사용해야 할 것으로 생각되었다.

그림 4는 2일간 연속적으로 측정 분석한 돈사의 암모니아 농도와 환기율 변화를 나타낸 것이다. 돈사내부의 암모니아 농도는 환기율이 많아지면 낮아지고 환기율이 작아지면 높아지

는 것으로 나타났다. 일중 암모니아 농도변화를 분석한 결과 육성·비육돈사의 경우 최소 2 ppm에서 최대 17 ppm 까지 변화하는 것으로 나타났다. 측정기간 동안 평균 암모니아 농도는 9.3 ppm으로 나타났다. 환기율은 최소 46 m³/h·pig에서 최대 430 m³/h·pig까지 변화하였다. 측정기간 동안의 평균 환기율은 110 m³/h·pig으로 분석되었다. 이것은 고온기 약 210 m³/h·pig가 권장 환기량인 점을 감안하면 권장 환기량의 약 50% 밖에 환기가 이루어지지 않는 것으로 나타났다. 분만돈사의 암모니아 농도는 육성·비육돈사와 비슷한 것으로 나타났으며, 환기율은 최소 64.7 m³/h·pig에서 최대 472 m³/h·pig까지 환경변화와 함께 그 값의 차이가 매우 큰 것으로 나타났다. 측정기간 동안 평균 환기율은 185 m³/h·pig로 나타났다. 이는 분만돈의 고온기 권장 환기량인 876 m³/h·pig의 약 21% 밖에 되지 않는 것으로 분석되었다. 이는 측정 분석한 돈사가 우리나라에서 대표적인 자연환기를 기본으로 하는 돈사로 환기가 열부력과 외기의 기류유동에 좌우되기 때문으로 인위적으로 환기량을 조절할 수 있는 강제 환기 시설과 같은 환기율을 유지하는 것이 사실상 불가능한 것으로 판단되었다.

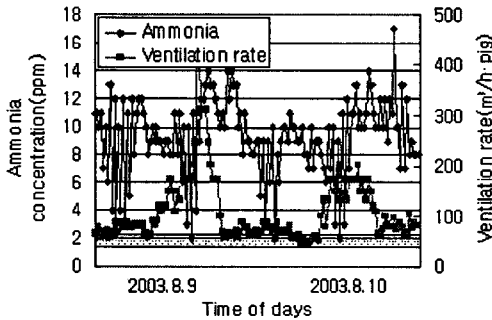
돈사의 내부에서는 돼지가 배설한 분뇨로부터 끊임없이 암모니아 가스가 발생된다.^{1,3,6,8)} 돈사의 환기는 주로 온도관리를 위해서 이루어 지지만 보다 쾌적한 생산 환경을 유지하기 위해서는 온도, 습도, 암모니아가스 등 모든 환경요인을 복합적으로 고려하여 환기를 해야 한다. 돈사내부의 암모니아 농도가 돼지의 생산성에 어떠한 영향을 주는가에 대한 명확한 결론은 없지만 일반적으로 암모니아 농도가 20 ppm이 넘으면 돼지와 축사내부에서 작업하는 노동자에게 좋지 않은 영향을 주는 것으로 알려져 있다. Wathes(2002) 등은 축사의 암모니아 농도가 돼지의 행동에 어떠한 영향을 주는가를

분석하기 위해 돼지가 자유롭게 접근할 수 있는 독립된 챔버를 만들고 각 챔버의 암모니아 가스환경을 0 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 40 ppm으로 조절하면서 돼지의 방문횟수와 각 챔버에 머무르는 시간을 분석한 결과 가스농도가 높을수록 방문횟수 및 체류시간이 적어지는 것을 확인하였다.

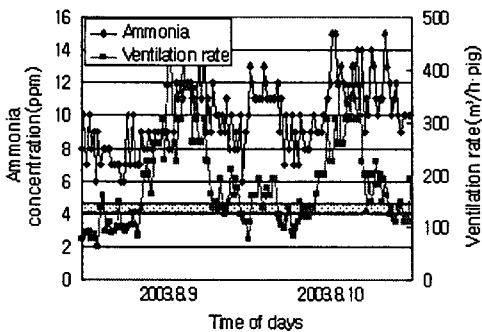
돈사의 환기율은 분만돈의 경우 고온시 약 876 m³/h·pig, 적온시 140 m³/h·pig, 저온시 35 m³/h·pig이고, 육성·비육돈의 경우 고온시 약 210 m³/h·pig, 적온시 62 m³/h·pig, 저온시 17 m³/h·pig로 유지하도록 권장되고 있다. 그러나 자연환기 돈사의 경우 환기는 주로 열부력과 외기의 기류이동에 의해 이루어지고 있기 때문에 적합한 환기율을 유지하도록 관리하는 것이 사실상 불가능하다.

3. 암모니아 발생률 및 이산화탄소 농도 변화

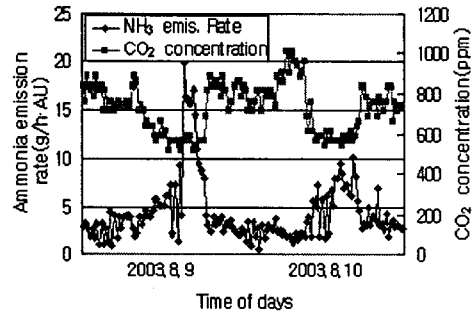
그림 5는 돈사의 암모니아 발생률을 분석한 결과이다. 육성·비육돈사에서는 평균 4.37g/h·500kg이 발생되고 분만돈사에서는 평균 4.82g/h·500kg이 발생되어 분만돈사에서의 발생율이 육성·비육돈사에서의 발생을 보다 약 10% 높은 것으로 나타났다. 그러나 농가 전체에서의 발생량으로 환산하면 육성·비육돈에서 발생하는 양이 많은 것으로 나타났다. 이는 일관사육 양돈장의 경우 사육단계별 사육 마리 비율이 육성·비육단계의 돼지가 대부분을 차지하기 때문이다. 또한 육성·비육돈의 경우 좁은 면적에서 많은 마리의 돼지가 사육되기 때문에 축사에서 발생하는 암모니아 양은 더욱



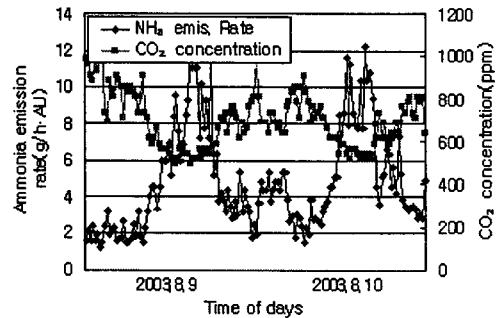
Growing-finishing pigs house



Farrowing sows house



Growing-finishing pigs house



Farrowing sows house

Fig. 4. Variation of ammonia concentration and ventilation rate for two days in the growing-finishing pigs and farrowing sows house.

Fig. 5. Variation of ammonia emission rate and carbon dioxide concentration for two days in the growing-finishing pigs and farrowing sows house.

Table 2. Environmental related data in growing-finishing and farrowing house for two days

Items		Average	St. Dev.
Growing · Finishing house	Inner temp.(°C)	26.8	1.63
	Outer temp.(°C)	25.7	2.91
	NH ₃ Concentration(ppm)	9.3	2.7
	CO ₂ Concentration(ppm)	726	123
	Ventilation rate(m ³ /h · pig)	110.1	67.2
	Ammonia emission rate(g/h · 500kg)	4.37	3.31
Farrow pen	Inner temp.(°C)	27.0	1.14
	Outer temp.(°C)	25.7	2.91
	NH ₃ Concentration(ppm)	9.9	2.0
	CO ₂ Concentration(ppm)	694	130
	Ventilation rate(m ³ /h · pig)	185.3	89.1
	Ammonia emission rate(g/h · 500kg)	4.82	2.82

많아 주 민원의 대상으로 지목되고 있다. 돈사 내부의 이산화탄소 농도는 돼지의 호흡에 의해서 이산화탄소가 발생하기 때문에 육성·비육 돈사의 경우 516~1,011 ppm, 분만돈사의 경우 491~1,108 ppm으로 나타났다. 이산화탄소의 경우는 다소 그 농도가 높아도 돼지나 작업자에게 큰 위해가 되지 않는 것으로 보고되고 있다.

돈사에서 발생하는 암모니아가스 등은 외부로 배출되어 기류의 흐름을 타고 인근 민가로 이동하여 민원을 야기하고 있다. 유럽, 미국 등 선진국의 경우 다양한 축사에서 발생하는 암모니아 양을 정량화하기 위하여 다양한 연구가 수행되고 있으나 국내의 경우 이와 같은 축산 환경과 관련한 연구가 거의 이루어지지 않고 있다. 돈사뿐만 아니라 다양한 축산시설에서 발생하는 암모니아 가스양을 정량화하여 이를 제거하기 위한 기술 개발을 위한 기초 자료를

얻기 위해서라도 더욱 다양한 연구가 수행되어야 한다. 표 2는 돈사의 환경요인별 환경변화값의 평균값과 표준편차를 나타낸 것이다.

적 요

이 연구에서는 하절기에 양돈농가의 육성·비육돈사와 분만돈사에서 얼마만큼의 암모니아, 이산화탄소 등의 환경가스가 발생하는가를 측정하고, 외기의 환경변화가 내부의 환경에 어떠한 영향을 주는가를 분석하여, 하절기 온도가 높게 올라갈 때 돈사의 생산성 향상을 위한 환경관리 기술을 개발하고, 양돈농장에서 발생하는 악취의 양을 추정함으로써 발생한 악취를 제거하기 위한 기술을 개발하기 위한 기초 자료를 얻기 위해 수행하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 돈사의 하절기 일중 온·습도 변화를 측

정한 결과 육성·비육돈사의 경우 내부온도가 권장 사육온도인 15~25℃보다 높게 유지되는 것으로 나타났고, 분만돈사의 경우도 권장 사육온도인 20~25℃보다 높게 유지되는 것으로 나타났다.

2. 돈사의 내부 상대 습도는 한 낮의 일부 시간을 제외하고는 권장환경 습도인 60~80%를 유지하는 것으로 나타나 별도의 시설이 필요치 않을 것으로 판단되었다.

3. 육성·비육돈사와 분만돈사 모두 암모니아 농도가 평균 9 ppm 내외로 나타났으며, 평균 환기율은 육성·비육돈사가 110 m³/h·pig로 고온기 권장 환기율 210 m³/h·pig보다 약 50% 낮게 나타났고, 분만돈사는 평균 185 m³/h·pig로 권장 환기율 876 m³/h·pig의 21% 수준으로 환기율이 낮은 것으로 나타났다.

4. 암모니아 발생률은 육성·비육돈사가 평균 4.37 g/h·500 kg, 분만돈사가 4.82 g/h·500 kg으로 분만돈사의 암모니아 발생률이 육성·비육돈사의 암모니아 발생률 보다 약 10% 높은 것으로 나타났다.

인 용 문 헌

1. Assrnink, A. J. A. 1997. Ammonia emission from houses for growing pigs as affected by pen design, indoor climate and behavior. kok-lyra publishers, kamper, The Netherlands, ISBN 90-5485-662-9.
2. CIGR-Commission International de Genie Rural. 1994. Aerial environment in animal housing. Eoncentration in and Emissions from Farm Buildings. Working Group Report Seroes No. 94.1.
3. Heiden-de Vos, J. J. C. van der., Scholtens, R. and Ooster, A. van't. 1994. Mass balance methods for measuring ventilation rates and ammonia emission from naturally ventilated livestock houses. Poster XII CIGR World Congress and AgEng '94 Conference on Agricultural Engineering, Milan, Italy.
4. Jhu, J., Jacobson, L., Schmidt, D. and Nicolai, R. 2000. Daily variations in odor and gas emissions from animal facilities. Applied Engineering in Agriculture. Vol. 16 (2):153-158.
5. Klarenbeek, J. V. and Bruins, M. A. 1998. Ammonia emissions from livestock buildings and slurry spreading in the Netherlands. Volatile emissions from livestock farming and sewage operations. Edited by Nielsen, V. C., J. H. Voorburg and P. L'Hermite. Elsevier Applied Science, London, pp. 73-84.
6. Klooster, C. E. van't and Heitlager, B. P. 1994. Determination of minimum ventilation rate in pig houses with natural ventilation based in carbon dioxide balance. Journal of Agricultural Engineering Research 57:279-287.
7. Ouwerkerk, E. N. J. van and Pedersen, S. 1994. Application of the carbon dioxide mass balance method to evaluate ventilation rates in livestock buildings. XII World Congress on Agricultural Engineering, Milano, August 29 - September 1, Proceedings 516-529.
8. Verdoes, N. and Ogink, N. W. M. 1997. Odour emission from pig houses with low ammonia emission. Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities. Proceeding of the International Symposium. Vinkeloord, The Netherlands. October 6-10, pp. 317-325.
9. Wathes, C. M., Jones, J. B., Kristensen, H. H., Jones, E. K. M. and Webster, A. J. 2002. Aversion of pigs and domestic fowl to atmospheric ammonia. Transaction of the ASAE Vol. 45(5):1605-1610.

10. Wilhelm, L. R., Milner, J. M., Snyder, S. D. and McKinney, D. B. 2001. An instrumentation system for environmental measurements in broiler and swine housing. *Applied Engineering in Agriculture*. Vol. 17(5):677-681.
11. Xin, H., Liang, Y., Gates, R. S. and Wheeler, E. F. 2002. Measurement of ammonia emissions from laying hen houses. *Proc. of Iowa Egg Industrial Symposium*, November 2002. Ames, IA 50011, USA.
12. 류희욱, 조경숙, 이태호, 허 목. 2003. 양돈 시설 악취관리. I. 국내 양돈 산업 현황 및 악취 특성. *한국냄새환경학회지 제2권 제2호*. pp. 69-77.
13. 류희욱, 조경숙, 이태호, 허 목. 2003. 양돈 시설 악취관리. II. 악취관리 계획 수립. *한국냄새환경학회지 제2권 제2호*. pp.78-85.