

강제환기식 육성·비육돈사의 동절기 내부환경 Internal Environment of Forced Ventilation Growing-finishing Pig Building of Winter

이성현*	윤남규*	김경원*	홍영기*
정희원	정희원	정희원	
S.H. Lee	N.K. Yun	K.W. Kim	Y..G. Hong

1. 서론

우리나라에서는 2005년 말을 기준으로 12,290호의 농가에서 약 8,961 천 두의 돼지를 사육하고 있다. 호당 평균 사육두수로 환산하면 729두로 양돈 산업의 규모화가 어느 정도 이루어졌음을 알 수 있다. 이렇게 양돈 사육규모가 늘어날 수 있었던 것은 양돈 생산을 위한 기계화, 자동화가 뒷받침되었기 때문으로 판단된다. 그러나 이러한 규모의 확대에도 불구하고 대기환경 오염과 관련하여 많은 어려움을 겪고 있다. 즉 2005년 2월 악취방지법이 시행되면서 축산시설에서 발생하는 암모니아 가스 등의 악취로 인한 민원제기가 양돈 산업을 압박하고 있다. 악취방지법의 시행으로 규제농도가 2ppm에서 1ppm으로 크게 강화가 되었다. 따라서 앞으로의 양돈업은 악취문제의 해결이 안 된다면 더욱 많은 어려움을 겪게 될 것이다. 이 등(2005)은 부분틈바닥 슬러리피트를 가진 자연환기식 육성·비육돈사의 겨울철 환경을 분석한 결과 일평균 암모니아 농도가 17.2±2.9ppm, 환기율은 돼지 한 마리당 일평균 16m³/h라고 보고하였다. 자연환기 돈사의 경우에는 겨울철 대부분 밀폐된 상태에서 사육을 하고, 돈사내부의 환기는 주로 출입문의 개폐, 돈사의 틈새에 의해 이루어진다. 한 연구에서는 암모니아 농도가 20-50ppm에서 눈, 코, 목을 자극하는 것으로 보고하고 있다. 그러나 현재 국내 양돈농가의 겨울철 돈사내부의 환경변화에 관해 연구가 제한적으로 이루어지고 있는 실정이다. 또한 국내 양돈사의 경우 대부분 여름에는 축벽의 윈치 커튼을 개방하여 환기를 하고, 겨울에는 축벽의 윈치 커튼을 닫은 상태로 자연바람에 의해 환기를 하는 개방형 돈사가 대부분이다. 그러나 최근 서구형의 환경 조절형 강제환기식 돈사가 농가에 설치되고 있으나 대부분 환경조절이 돼지의 생산성에 많은 영향을 주는 이유자돈사, 분만돈사, 모돈사 등을 위주로 설치되고 있으며, 육성·비육돈을 강제환기식 돈사에서 사육하는 것은 매우 드물다. 이 연구의 목적은 겨울철 강제환기식 육성·비육돈사의 내부 환경과 암모니아 농도를 측정하여 돼지의 생산성 향상을 위한 기술정보를 제공하기 위해 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 공시돈사

강제환기식 육성·비육돈사에서 발생하는 암모니아가스 등의 악취를 분석하기 위하여 경기도 화성시 독정면에 있는 일관사육 양돈농장의 돈사를 이용하였다. 시험에 사용한 돈사에는 정전 등의 비상시 돈사내부에 외부공기를 공급해 주기위해 양쪽벽면에 유리창문이 설치

* 농촌진흥청 농업공학연구소

되어 있다. 겨울철 일반적인 관리는 돈사의 모든 창문을 닫고, 외부의 공기는 돈사의 지붕 안쪽에 설치된 2열의 덕트를 통해 들어와 슬러리 피트에 연결 설치된 배기팬을 통해 외부로 배출되는 방식으로 환기가 이루어진다. 돈사내부 바닥은 전면 콘크리트 슬랏으로 설치되었고, 돼지가 배설한 분뇨는 콘크리트 슬랏 아랫부분에 일정기간 저장한 후 슬러리 피트의 배출구를 열어 외부로 배출하는 형태로 처리를 하였다. 돈사의 상면적은 384m²이며, 돼지의 수용두수는 600두로 한 마리당 0.62m² 이었다. 각 돈방의 돼지 수용두수는 60두 이었다. 그림 1에서와 같이 돈사에는 한쪽 벽면에 여름철 최대환기를 위한 배기팬이 10대가 설치되었고, 중앙 통로를 중심으로 5개의 배기팬이 슬러리 피트에 연결 설치되었고 겨울철 환기는 슬러리 피트에 연결 설치된 배기팬에 의해 이루어진다. 그림 1은 시험에 이용된 육성·비육돈사의 구조를 나타낸 것이다.

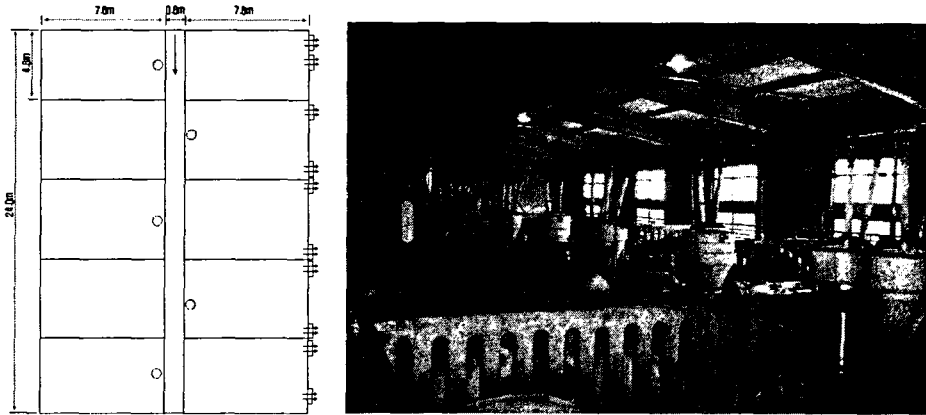


그림 1. 돈사평면 구조 및 돈사내부 전경

나. 환경측정 장치

측정한 돈사의 환경은 내부의 온도 및 습도, 암모니아가스 농도, 이산화탄소가스 농도와 외부의 온도 및 습도이다. 표 1은 돈사의 환경측정을 위해 사용한 센서를 나타낸 것이다.

표 1. 시험에 사용한 환경측정 장비

Items	Measuring device
Temperature and Relative humidity	TR-72S (T and D Corporation, Japan)
Temperature	TMC6-HA (Onset Computer Corporation, Bourne)
NH ₃	PACIII Single gas monitor (Drager, Germany)
CO ₂	GMT222 (Vaisala, Germany)
Data recorder	HOBO H8 4 channel external (Onset Computer Corporation, Bourne)
Airflow meter	PA-20 (Korea Flowmeter, Ind. Co. Ltd.)
Air sampling pump	N820.3 FT18, Germany

다. 시험장치 구성

돈사의 암모니아 가스과 이산화탄소 가스 농도는 3방향 솔레노이드 밸브와 유량계 등을 이용하여 돈사내부의 가스를 샘플링하여 실시간에서 가스 농도가 측정되도록 구성하였으며, 내부의 온도와 습도는 돈사의 중앙에서, 외기 온도와 습도는 햇빛이 들지 않는 그늘에 센서를 설치하여 측정하였다.

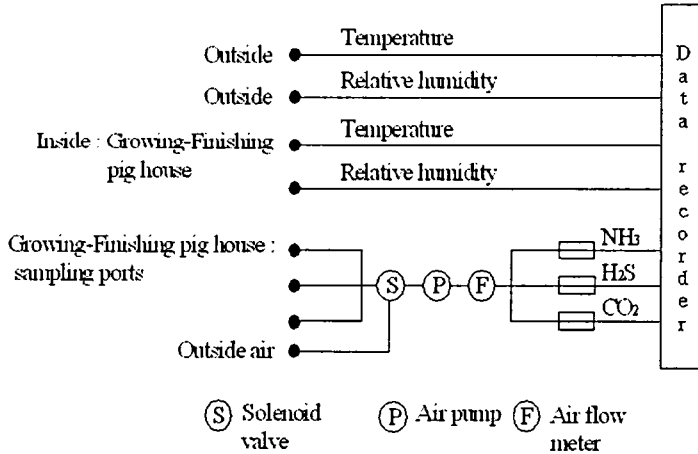


그림 2. 환경측정 시스템 구성도

3. 결과 및 고찰

가. 온도 및 습도변화

그림 3은 돈사의 내부와 외부의 온도와 상대습도 변화를 나타낸 것이다. 그림 2에서와 같이 돈사의 내부온도는 외기온도가 -11.5°C 에서 2.1°C 범위에서 변화할 때 평균 $21.0 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 로 비교적 안정적인 것으로 나타났다. 돈사의 상대습도는 외기 상대습도가 43%에서 64% 범위에서 변화할 때 내부의 상대습도는 54%에서 66% 범위에서 변화하였으며, 내부 상대습도의 변화폭은 외기 상대습도의 변화폭에 비해 적은 것으로 나타났다. 내부의 상대습도는 내부의 온도가 안정적인 것에 비해 그 변화폭이 크게 나타났다. 내부의 온도가 안정적으로 나타난

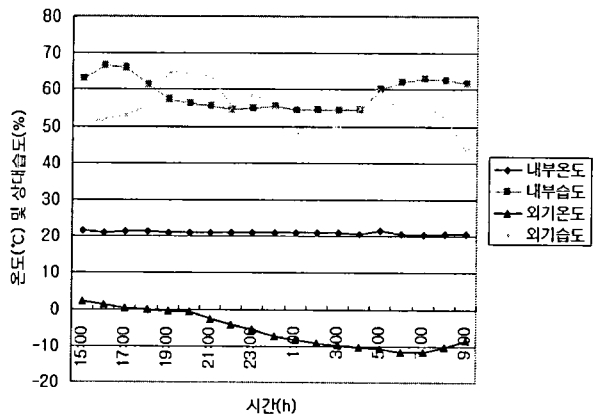


그림 3. 돈사내외의 온도 및 상대습도

것은 돈사의 강제환기시스템의 작동이 내부의 온도를 감지하여 배기 팬의 회전수를 조절 내부온도를 유지하기 때문인 것으로 판단되었다.

나. 암모니아 농도 및 환기율

그림 4는 겨울철에 강제환기식 육성·비육돈사 내부의 암모니아 농도 및 돈사의 환기율을 나타낸 것이다. 내부의 일중 암모니아 농도는 35ppm에서 53ppm의 범위에서 변화하는 것으로 나타났다. 이는 이 등(2005)이 보고한 17.2 ± 2.9 ppm 보다 매우 높은 것으로 나타났다. 강제 환기식 육성·비육돈사에서 암모니아 농도가 이렇게 높게 나타난 것은 돈사의 분뇨처리 방법과 환기율에 의한 것으로 판단된다. 본 시험에 사용된 돈사의 경우 돈사 바닥 모두가 전면틈바닥

으로 이루어져 있어 분뇨로부터 돈사내부로 확산되어 나오는 악취공급 면적이 넓은 것에 기인하는 것으로 판단되었다. 또한 외기온이 매우 낮게 유지가 되어 상대적으로 내부 온도 유지를 위해 환기율이 적었던 것에도 그 원인이 있는 것으로 판단되었다. 돈사의 환기율은 돼지 한 마리당 $7.5\text{m}^3/\text{h}$ 에서 $10.2\text{m}^3/\text{h}$ 의 범위에서 유지되는 것으로 나타났다. 또한 환기율과 돈사내부의 암모니아 농도 변화를 보면 돈사의 환기율이

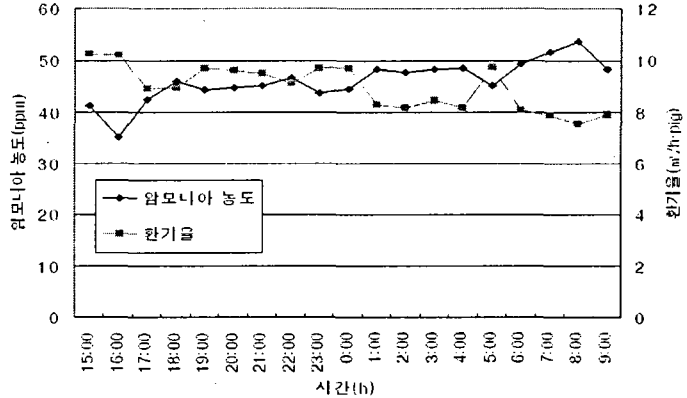


그림 4. 돈사내부의 암모니아 농도 및 환기율 변화

증가하면 내부 암모니아 농도가 상대적으로 줄어들고 환기율이 낮아지면 암모니아 농도가 상대적으로 증가하는 것으로 나타나 돈사내부의 암모니아 농도는 환기율의 변화와 직접적인 관련이 있는 것으로 판단되었다. 돈사의 암모니아 농도가 권장농도인 20ppm 보다 매우 높아 돈사내부에서의 작업이 곤란할 정도였지만 이러한 암모니아 농도가 돼지의 성장에 어떤 영향을 주는가에 관한 연구결과는 아직 밝혀지지 않은 것으로 나타났다.

다. 일평균 돈사내부의 환경변화

그림 5는 겨울철 강제환기식 육성·비육돈사의 일 평균 돈사내부 온도, 외기온도, 암모니아 농도, 환기율을 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 돈사내부의 암모니아 농도는 환기율이 증가하면 낮아지는 것으로 나타났다. 돈사의 내부온도도 환기율이 높아지면 외부로 배출 되는 열이 많아 낮아지는 것으로 나타났다. 따라서 돈사 내부의 환경은 온도, 암모니아 농도, 환기율 등이 복합적으로 작용하여 유지되기 때문에 어느 한 환경요인만 가지고 돈사 내부의 환경을 유지하여 주는 것은 곤란할 것으로 판단되었다. 돈사내부의 보온을 위해 환기량을 적게 하면 암모니아 농도가 높게 올라가고, 내부의 가스 환경 조성을 위해 환기량을 많이 하면 돈사내부의 온도가 낮아지는 영향이 발생하여 돈사내부의 환경을 적합하게 유지하기 위해서는 이들 환경요인이 돼지의 생산성에 어떤 영향을 미치는가를 조사하여 돼지의 생산성을 최대화할 수 있도록 복합환경제어가 필요할 것으로 판단된다.

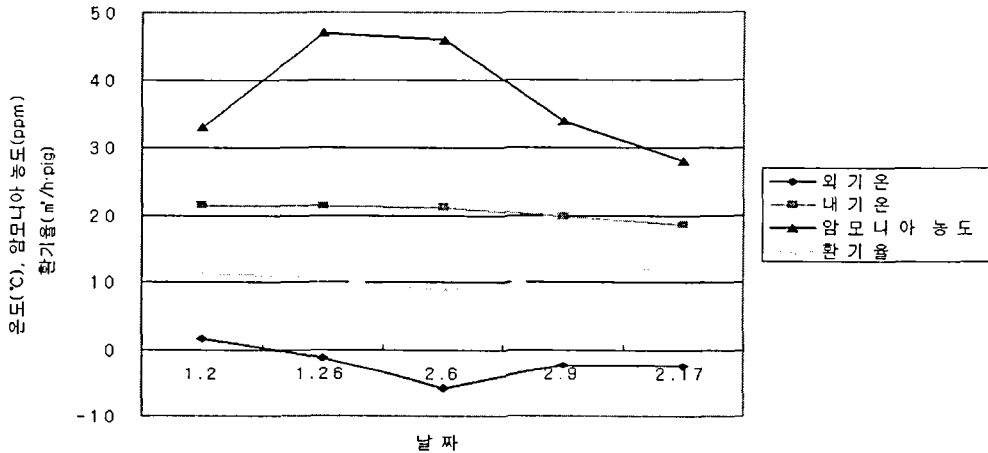


그림 5. 돈사의 일평균 환경변화

4. 요약 및 결론

본 연구는 겨울철 강제환기식 육성·비육돈사의 내부 환경과 암모니아 농도를 측정하여 돼지의 생산성 향상을 위한 기술정보를 제공하기 위해 수행하였다. 강제환기식 육성·비육돈사의 겨울철 내부환경을 분석한 결과 온도와 습도에 대한 환경은 비교적 잘 유지되는 것으로 나타났으나, 암모니아 가스환경이 매우 열악한 것으로 나타났다. 또한 돈사내부의 가스환경은 돈사의 환기율에 의한 영향과 돈사내부의 분뇨처리 구조에 의한 영향을 매우 크게 받는 것으로 나타났다. 돈사내부의 환경 관리를 위해서는 돈사내부의 환경요인들의 변화가 돼지의 생산성에 어떤 영향을 주는가를 시험 분석하여 돼지의 생산성을 최대한 높일 수 있도록 하는 것이 중요할 것으로 판단되었다. 또한 돈사 내부의 환경은 어떤 한 환경요인에 의해 좌우되는 것이 아니라 여러 가지 환경요인 복합적으로 작용하여 내부의 환경이 유지되기 때문에 여러 가지 환경요인들을 종합적으로 고려하여 내부의 환경을 관리할 수 있는 복합환경제어시스템을 개발해야 할 것으로 판단되었다.

5. 참고문헌

- Verdoes, N. and N.W.M.Ogink. 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.
- Xin, H., Y.Liang., R.S.Gates and E.F.Wheeler. 2002. Measurement of ammonia emissions from laying hen houses. Proc. of Iowa Egg Industrial Symposium, November 2002. Ames, IA 50011, USA.
- 이성현, 조한근, 김경원, 이인복, 최광재, 오권영, 유병기. 2005. 자연환기식 육성·비육돈사의 동절기 암모니아 발생특성. 한국축산시설환경학회지 11(2): 103-110.