

# 무창자돈사의 환경요인 개선을 위한 변형환기시스템의 현장 평가 연구

김현태 고한중 김기연 西津貴久 최홍림

## A Farm Scale Study on the Modified Ventilation System for Improving Environmental Factors in a Confined Nursery Pig Building

H. T. Kim H. J. Ko K. Y. Kim T. Nishizu H. L. Choi

### Abstract

Nursery pig building is imperative to provide environmental conditions favorable to maintenance of piglet health and the efficiency of growth rate. To meet the ultimate goal, it is necessary to apply proper ventilation design and construction to a confinement livestock building. This study was conducted to investigate the performance of a modified ventilation system in terms of devised slot-inlet (modification I) and exhaust fan (modification II) to improve air change rate in a confined nursery pig building, with dimension of 5.9 m (W) × 12.6 m (L) × 2.2 m (H) in an Darby Genetic Station. The experiment was carried out in August, especially when the outdoor peak temperature were above 30°C and the measured indoor environmental factors were temperature, air velocity, humidity and ammonia concentration which have been known to affect the piglet health and growth. There was no difference in indoor temperature between the original and modified ventilation systems, however the air velocity and ammonia concentration in confined nursery pig building with modified ventilation system were, in most cases, better performance than original ventilation system. Therefore, it was concluded that the slot-inlet system that kept indoor environmental factors pertinent and had an economic advantage, should be considered as a ventilation system for decreasing sensible heat from piglet in confined nursery pig building during extreme summer season.

**Keywords :** Air velocity, Ammonia, Exhaust fan, Livestock buildings, Slot-inlet

### 1. 서론

최근 돈사시설의 신축이나 개보수 등의 시설비에 대한 투자가 가능한 양돈농가들은 대부분 돈사를 밀폐화시킨 무창돈사 형태로 바꾸려는 경향이 크다. 양돈농가들이 무창돈사를 선호하는 이유는 인위적으로 돈사내 환경을 돼지의 성장조건에 적합하게 제어하여 개방형 돈사에 비해 전반적인 생산성 제고를 기대할 수 있기 때문이다. 그러나 무창돈사에 대한 적절한 설계가 이루어지지 않거나 환기시스템이 불완전하게 작

동할 경우, 혹서기의 과도한 열, 악취, 병원성 미생물 및 부유물질 등이 돈사내에 집적될 수 있어 재래식돈사보다 여러 가지 측면에서 위험부담을 안고 있는 단점도 있다(DeBore 등, 1991; Heber 등, 1996). 특히 주위환경에 매우 민감한 자돈의 경우에는 이러한 돈사내 환경의 적절한 제어가 폐사율을 감소시키고 육성·비육단계에서의 성장 및 사료효율에 큰 영향을 미칠 수 있다(Donham, 1991). 따라서 최근에 널리 보급되고 있는 음압 무창돈사를 대상으로 자돈에게 양질의 사육환경을 제공할 수 있는 개별 돈사에 적합한 환기형태의 선택이

This article was submitted for publication in April 2006, reviewed and approved for publication by the editorial board of KSAM in June 2006. The authors are Hyeon T. Kim, Researcher, KSAM member, Han J. Ko, Researcher, T. Nishizu, Assistant Professor, KSAM member, Division of Environmental Science and Technology, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kyoto, Japan, Ki Y. Kim, Researcher, Department of Environmental Health, University of Cincinnati, Cincinnati, OH, USA, and Hong L. Choi, Professor, KSAM member, School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul, Korea. The corresponding author; Hong L. Choi, KSAM member, Professor, School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul, 151-742, Korea; Fax : +82-2-880-4808; E-mail : <ulsoo8@snu.ac.kr>

중요하다.

돈사내 온도, 공기유속 및 습도와 같은 열환경과 유해가스, 먼지 등의 화학적 환경에 대한 농도와 분포 양상은 돈사에서 사육되고 있는 가축의 생산성에 직접적인 영향을 미칠 수 있으며, 이를 위해 수치해석에 따른 이론적인 접근은 지금까지 여러 차례 보고된 바 있다(Choi 등, 1991; Choi 등, 1992; Soldatos 등, 2005). 그러나 이러한 이론적인 결과를 실제 농가에 적용한 예는 많지 않다(Choi 등, 1999). 이는 사육되는 동물의 품종, 연령, 생리적 상태 및 사양관리가 농가에 따라 변이가 심하고, 축사시설이 표준화가 되어 있지 않기 때문에 일반적인 축사에 있어 다양한 초기변수의 결정이 어렵기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 실험적 연구결과로서 우리나라에서 최근 보급이 확대되고 있는 무창돈사를 대상으로 환기시스템의 변화에 따른 돈사내 실내환경을 분석하여 자돈의 적정 사육환경을 제공하기 위한 기초 자료를 제공하기 위해 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 가. 시험장소 및 돈사제원

본 연구는 자돈사의 환기시스템 변화에 따른 돈사내 환경 개선 효과를 검증할 목적으로 경기도 안성군 죽산면 소재의 다비육종 무창자돈사를 대상으로 실시하였다. 본 자돈사는 전체적으로 판넬로 시공되었으며, 한쪽 벽면은 복도, 반대쪽은 16개의 돈군(compartment)으로 설계되었다. 하나의 돈군에는 18개의 돈방(pen)으로 구성되어 있으며, 1 돈방의 크기는 2.55 m×1.4 m의 넓이로 12두 정도의 자돈을 입식하여 사육하고 있었다. 또한 환기시스템은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 기본적으로 음압 강제환기로서 더그매로 유입된 공기는 천정의 천공비닐막을 통하여 사육공간(aerial environment)으

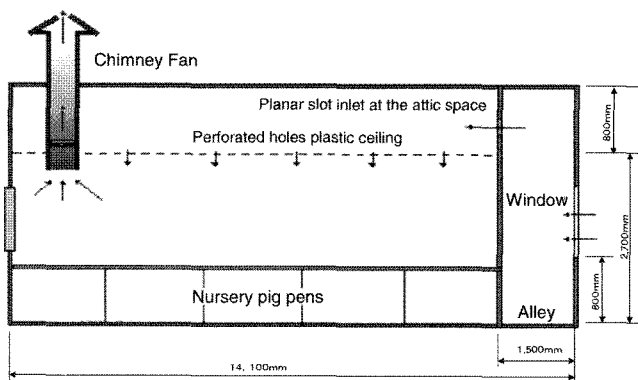


Fig. 1 Estimated air flow pattern in a nursery pig housing.

로 유입되고, 기존 공기와 혼합된 오염공기는 지붕팬을 통하여 배출되는 방식을 적용하고 있었다.

### 나. 자돈사 환기시스템의 설계 및 변형

시험 자돈사의 적정 환기시스템과 돈사내 실내환경을 파악하고자 3차례의 현장조사 및 실측을 한 결과, 여름철 혹서기에 환기불량으로 인한 유해가스의 집적과 실내기온이 외기보다 3~4℃ 높아 열부하로 인한 성적저하가 있는 것으로 조사되었다. 따라서 기존의 자돈사 환기시스템을 변형시켜 자돈사내 환기효율을 높일 수 있는 입기구와 배기팬을 설치하였다. 변형된 환기시스템 중 측벽에 설치된 slot-inlet 형태의 입기구는 돈방내 환기량과 공기유속을 증가시키기 위해 전면벽에 바닥으로부터 1200 mm지점에 2,000 mm(L) × 100 mm(W) 크기의 직사방형 입기구를 만들어 입기시켰으며(Fig. 3 Modification 1), 입기구에서 공기흐름에 따른 돈방내 유속은 식 (1)과 같이 추정할 수 있다(Albright, 1990).

$$V_{max,x} = K V_{inlet} (D_e/x) \quad (1)$$

where,  $v$  : velocity

$K$  : constant (5 or 6.2)

$D_e$  : diameter of inlet

$x$  : distance of flow space

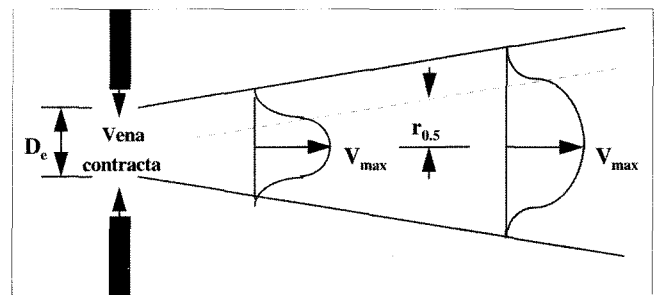


Fig. 2 The estimated velocity profile at a free jet at planar slot inlet (Albright, 1990).

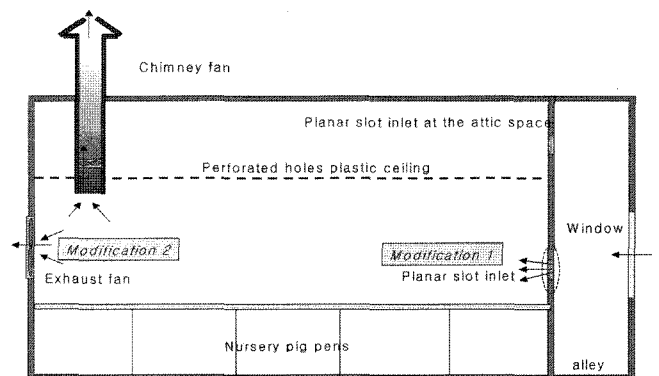


Fig. 3 Estimated air flow pattern in a modified nursery pig housing.

또한 기존의 자동사는 실내의 온도나 오염물질을 희석시킬 수 있는 공기유동율이 부족한 것으로 나타났는데, 이러한 원인은 이미 설치되어 있는 수직 배기팬의 환기량(2.2 m<sup>3</sup>/s)이 실제 이론값의 1/3~1/2 정도에 지나지 않기 때문이다. 따라서 부족한 환기율을 보충하기 위하여 1~1.5 m<sup>3</sup>/s의 환기용량을 가진 배기팬을 후면벽 측창에 설치하였다(Fig. 3 Modification 2).

본 시험은 무창자동사의 환기시스템 구성요인을 서로 달리 운영하였을 때 돈사내 사육환경 요인에 미치는 영향을 검증하고자 현장실증시험을 수행하였다. 이를 위해서 기존 자동사의 환기시스템과 앞서 제기된 문제점을 보완 할 수 있도록 개선된 환기시스템, 즉 측벽 slot-inlet 입기시스템(Modification 1)과 후면벽 측창에 추가로 설치된 배기팬을 이용한 배기시스템(Modification 2)을 적용하여 Table 1과 같은 시험설계를 하였다. Test 1의 경우는 수정·보완이 전혀 없는 기존의 환기시스템을 의미하며, Test 2의 경우에는 전면벽의 slot-inlet 입기구를 통하여 입기하는 환기시스템이다. 또한 Test 3은 기존 천정 천공비닐막으로 입기되고 후면벽 측창에 배기팬과 지붕팬으로 동시에 배기하는 형태이며, Test 4의 경우에는 전면벽 slot-inlet 입기구로 입기하고, 후면벽 측창 배기팬과 지붕팬으로 동시에 배기되도록 한 변형 환기시스템을 적용한 경우이다.

**다. 시험동물 사육 및 사양관리**

평균 체중이 6.5 kg인 35일령 자돈(Landrace×Yorkshire×Duroc)을 18개의 돈방(2.9 m×1.4 m)에 12두씩 총 216두를 무작위로 입식 시켰으며, 자돈의 생육적온을 유지시키기 위해 각 돈방마다 보온등(thermostates)을 설치하여 온도를 조절하였다. 급여된 사료는 크럼블 형태의 사료로 NRC 영양소 요구량 기준에 의거하여 제조된 자돈사료를 무제한 급여하였고, 급수시설은 니플을 통한 자유 음수가 가능한 사육환경을 조성하였다. 기타 자돈의 사육환경과 관리는 다비육종에서 관행적으로 이루어지고 있는 표준사육방법에 준하여 수행되었다.

**라. 돈사내 환경요인 측정 및 조사항목**

일반적으로 자동사내 사육환경은 자돈의 성장에 영향을 미칠 수 있는 주변의 모든 요인들을 총칭하는 것으로 간주되고

있으나 본 연구에서는 인위적으로 환경조절이 가능하고 자동사에서 중요한 열환경 및 화학적 환경이라고 판단되는 온도, 습도, 공기속도 및 가스를 환경측정 요인으로 선정하였다. 또한 후한기와 혹서기가 뚜렷하게 구별되어 있는 우리나라의 기후적 특성과 무창자동사에서 여름철 환기가 문제되고 있는 점을 고려하여 8월 26일부터 28일까지 3일간 외기온이 30℃ 이상인 기간에 현장 시험을 실시하였다. 각각의 시험 기간 동안 돈사내 환경을 분석·평가하기 위한 측정지점은 Fig. 4와 같이 전면부, 중앙부 및 후면부 좌, 우 돈방의 30 cm 및 110 cm 높이에서 각각 측정하였다.

Table 2는 본 연구에서 사용한 측정 기기의 모델과 사양이다. 온도는 hybrid recorder 자동온도계(NEC)를 이용하여 매시간 측정하였고, 유속과 상대습도는 hotwire유속계 및 Solomat510e을 이용하였다. 암모니아 농도는 검지관을 이용하여 각 측정 위치별로 3번 반복하여 농도를 측정하였다.

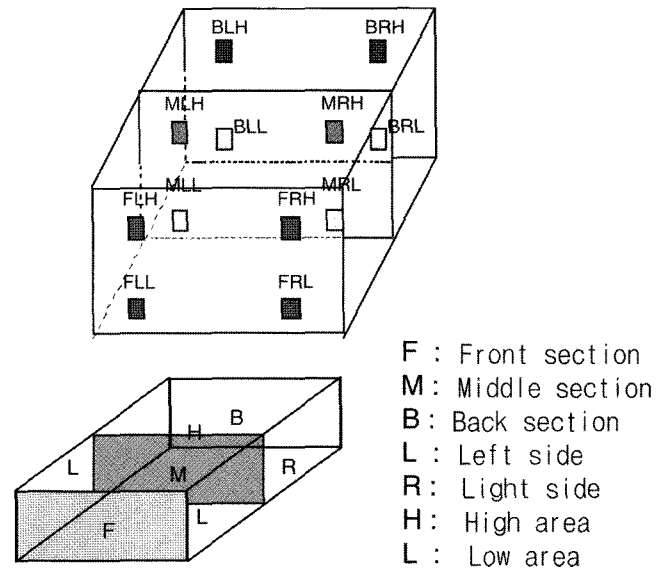


Fig. 4 Measurement locations of environmental parameters in a nursery pig housing.

Table 1 Experimental design

Modification system 1 Modification system 2	Without	With
	Without	Test 1      Test 2
With	Test 3	Test 4

Table 2 Specifications of measurement instruments

Environmental factors	Model	Specification
Temperature (multi-channel recorder)	NEC 3500	64 channels
Air speed (portable)	Kanomax 6112	0~12 m/s
Relative humidity (portable)	Solomat 510e	0~98%
Gas (NH <sub>3</sub> )	Gastech, Pump kit No. 101	0~30 ppm

### 3. 결과 및 고찰

무창자돈사의 환기시스템 운영에 따른 돈사내 환경요인들의 변화를 조사하고 자돈의 생산성 향상을 유도할 수 있는 적정 환경조건을 유지시킬 목적으로 본 연구를 실시하였다. 이를 위해 무창돈사의 운영에서 가장 어렵다고 할 수 있는 혹서기 환경조건인 여름철 오후 2~3시경을 기준으로, 적용된 환기시스템에 따라 자돈 사육에 중요한 영향을 미치는 환경요인을 측정하고 비교 평가한 결과는 다음과 같다.

#### 가. 온도

자돈사의 환기시스템에 따른 돈사내 각 측정별 온도분포 결과는 Table 3에서 보는 바와 같다. 온도는 동물의 성장에 가장 큰 영향을 미치는 환경변수 중에 하나이며(Close, 1981), 현장에서 환기 또는 환경제어에서 가장 일반적으로 이용되고 있는 변수로 매우 중요하다. 일반적으로 돼지의 열환경 적온과 관련되어 MWPS(1983)에서는 이유 후 3주령 된 자돈인 경우, 처음으로 돈방에 입식되었을 때에는 약 30℃를 유지시켜 주고, 일주일 간격으로 1.6℃ 정도씩 지속적으로 낮춰주어 8주령인 자돈에게는 약 22℃ 정도의 온도를 유지시켜 줄 것을 권장하고 있다. 측정 결과를 살펴보면, 돈사내 측정 위치에 따라 1~2℃의 온도 차이가 있는 것으로 측정되었지만 환기시스템에 따른 온도의 차이는 극히 미미한 것으로 나타나 시스템의 차이가 온도 저하에는 그다지 영향을 주지 못하는 것으로 판단되었다. 변형시스템의 환기량이 온도의 하강을 유도할 만큼 많지 않았으며, 단지 유속의 증가에 따른 체감온도를 낮추는 효과가 있을 것으로 판단된다. 단면부의 온도 분포를 살펴보면 Test 1은 후면부의 온도가 약간 높고, Test 2는 중간단면이 낮았으며, Test 3과 4는 비교적 균일하

게 나타났다. 또한 실험일의 외기온(북도)이 약 31.0℃로서 환기에 의한 온도 하강을 크게 일어나지 않았으며, 약 0.3~1.2℃ 정도 감소하였다.

#### 나. 공기유속

실내환경을 제어하기 위해서는 현실적으로 환기에 의한 방법이 일반적이다. 환기는 공기의 흐름을 이용하여 내부의 오염물질을 외부로 배출하는 것으로 이러한 오염물질은 공기유동에 의해서 분포가 좌우된다. 이는 공기유동은 물리적인 측면에서 벡터의 성분을 가지고 있기 때문에 그 자체가 크기와 방향을 결정할 수 있지만, 다른 변수들은 스칼라량이므로 스스로 이동방향, 즉 변위를 결정할 수가 없다. 따라서 공기의 흐름은 다른 변수들의 흐름에 매우 중요한 역할을 한다. 또한 실내 동물의 체감온도를 저하시키는 효과도 얻을 수가 있기 때문에 냉방에 적절하게 이용할 수도 있다. 환기시스템에 따른 돈사내 각 측정별 공기유속의 변화에 대한 결과는 Table 4와 같다. 각 시험별 공기유속의 평균값은 Test 4의 경우가 0.50 m/s로 가장 높고, Test 2와 3은 각각 0.20 m/s 및 0.17 m/s로 비슷한 수준인 것으로 측정되었다. 그러나 아무런 변형을 하지 않은 기존 돈사의 환기시스템인 경우(Test 1)에는 유속이 거의 정지공기 수준인 것으로 나타났다. 일반적으로 자돈에게 적절한 공기유속으로 0.2 m/s를 권장하고 있으며(MWPS, 1990), 공기유속이 없거나 낮은 경우에는 폐렴 및 호흡기 질병(Nilson, 1984)이나 환경 스트레스를 받아 자돈의 정상적인 성장에 악영향(Scheepens, 1991)을 미치게 됨을 고려한다면 기존의 자돈사는 개·보수가 필요하며, 변형된 환기 시스템은 여름철 자돈사의 공기유속을 적절하게 유지시킬 수 있을 것으로 사료된다. Test 4의 경우에는 권장유속보다 높게 측정되었으며, 이는 실내온도의 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단

**Table 3** Temperature distributions in the nursery pig building at 2~3 pm according to the tests (unit : °C)

Tests	FLH	FLL	FRH	FRL	MLH	MLL	MRH	MRL	RLH	RLL	RRH	RRL	mean	sd
Test 1	30.5	30.6	30.6	29.8	29.7	29.9	29.8	29.7	30.0	29.6	30.0	30.1	30.0	0.36
Test 2	29.7	30.2	29.6	30.2	27.1	30.6	29.7	30.2	30.0	30.2	30.0	29.7	29.8	0.89
Test 3	31.2	30.5	30.0	30.1	30.3	30.9	30.2	30.4	30.8	30.7	30.8	30.8	30.6	0.37
Test 4	30.3	30.7	30.2	30.9	30.8	30.9	30.8	30.8	30.7	30.8	30.6	30.6	30.7	0.22

**Table 4** Air velocity distributions in the nursery pig house at 2~3 PM according to the tests (unit : m/s)

Tests	FLH	FLL	FRH	FRL	MLH	MLL	MRH	MRL	RLH	RLL	RRH	RRL	mean	sd
Test 1	0.00	0.00	0.00	0.14	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.05
Test 2	0.70	0.20	0.15	0.25	0.24	0.20	0.00	0.20	0.00	0.14	0.13	0.21	0.20	0.18
Test 3	0.18	0.15	0.22	0.27	0.15	0.15	0.19	0.25	0.15	0.15	0.22	0.00	0.17	0.07
Test 4	1.14	1.02	0.32	0.42	0.28	0.27	0.76	0.34	0.19	0.18	0.82	0.22	0.50	0.34

된다. 또한 앞서 언급한 돈사내 온도변화와 관련되어 환기시스템의 운영에 따라 돈사내 온도저감은 별다른 효과가 없지만 변형된 환기시스템을 운영할 때에는 돈사로 유입된 공기 유속이 자돈의 열손실을 증가시켜 자돈의 온도저감 효과를 얻을 수 있으리라 생각된다. 이는 겨울철과 같이 낮은 온도 조건에서 공기유속이 증가하면 자돈의 생산성에 나쁜 영향을 주지만, 여름철과 같이 온도가 높을 경우에는 돼지의 체중을 고려한 유속의 증가가 체온조절에 효과적이라는 연구(Close 및 Stanier, 1984)에 의해서도 설명될 수 있다.

#### 다. 상대습도

돈사내 실내환경에서 상대습도는 온도와 밀접한 관계를 가지고 있으며, 동물의 활동에 많은 영향을 주는 변수 중의 하나이다. 일반적으로 돈사내 적정 상대습도는 60~80%를 권장(MWPS, 1990)하고 있으며, 환경온도가 적정 범위에 있을 때에는 동물의 생산성에 직접적인 영향을 미치지 않지만 건조한 조건이나 다습한 조건에서는 먼지 발생과 병원성 세균의 증가에 따른 호흡기 질병 등에 간접적인 영향을 미칠 수 있다(Morrison 등, 1968). 그러나 우리나라와 같이 여름철 고온 다습한 지역에서는 상대습도의 증가가 자돈의 성장과 증체율을 감소시킬 수 있다. 환기시스템의 운영에 따른 돈사내 각 측정 위치별 상대습도의 측정 결과를 Table 5에 나타내었다. Test 1과 2의 돈사내 상대습도 평균값은 약 61% 정도로 비슷한 결과를 나타냈으며, Test 3과 4에서는 각각 53% 및 55%로 측정되었다. 이는 외부공기의 유입에 따른 차이로 판단되며, Test 3의 경우 이론적으로 상대습도 65% 이상을 유지시키기 위해 증발냉각을 시도한다면 5°C 이상 온도를 낮출 수 있는 상대습도라 할 수 있다. 따라서 앞에서 언급하였듯이 장마철을 제외한 여름철 고온의 경우 증발냉각에 의한 냉방

을 고려해 볼 필요가 있을 것으로 판단된다.

전체적인 상대습도의 분포는 거의 비슷한 분포를 보이고 있으나, 상부에 비해서 하부가 대부분의 측정점에서 1% 정도 높은 것으로 나타났다. 이러한 원인은 바닥면이 분뇨오수처리를 위한 슬러리 돈방이라는 점과 자돈의 호흡으로부터 발생하는 수증기의 영향인 때문으로 사료된다.

#### 라. 암모니아 농도

돈사내 암모니아의 농도는 앞서 언급한 열환경 요인들과 달리 화학적인 환경으로, 돈사내 공기오염 수준을 측정할 수 있는 대표적 변수로 이용되고 있다. 특히 암모니아를 비롯한 다른 유해가스의 농도는 돈사내에서 사육되고 있는 동물의 생산성과 작업자의 건강에 직·간접으로 영향(Donham 등, 1988; Chang 등, 2001)을 미칠 뿐만 아니라 돈사밖으로 배출된 유해가스가 악취 민원(Hartung 및 Phillips, 1994)을 유발시킬 수 있는 주요 원인이기 때문에 이에 대한 관리와 저감 대책은 매우 중요하다. 무창자돈사의 환기시스템에 따른 돈사내 각 측정별 암모니아 농도는 Table 6과 같이 측정되었다. 수정·보완이 전혀 없는 기존의 환기시스템인 경우(Test 1), 암모니아 농도 평균값이 4.0 ppm, 전면벽의 slot-inlet 입기구를 통하여 입기하는 경우(Test 2)는 2.08 ppm, 기존 천정 천공비닐막으로 입기되고 후면벽 측창 배기팬과 지붕팬으로 동시에 배기되는(Test 3) 경우에는 1.33 ppm, 전면벽 slot-inlet 입기구로 입기하고, 후면벽 측창 배기팬과 지붕팬으로 동시에 배기되도록 한 변형 환기시스템(Test 4)인 경우에는 1.25 ppm으로 측정되었다. 기존의 환기시스템을 적용한 돈사가 다른 환기시스템을 적용한 경우보다 상대적으로 내부의 오염정도가 높았지만, Donham(1991)이 권장한 기준치(7 ppm)보다는 모든 시험구에서 낮은 농도로 측정되었다. 본 연구가 진행된

**Table 5** Relative humidity distributions in the nursery pig house at 2~3 PM according to the tests

Tests	FLH	FLL	FRH	FRL	MLH	MLL	MRH	MRL	RLH	RLL	RRH	RRL	mean	sd
Test 1	60	61	61	62	61	61	62	62	63	63	60	61	61.4	1.00
Test 2	60	61	60	61	60	59	60	61	60	59	59	61	60.1	0.79
Test 3	52	52	53	54	52	53	54	54	52	52	53	53	52.8	0.83
Test 4	55	56	56	56	55	55	55	56	56	55	55	55	55.4	0.51

**Table 6** Ammonia concentration distributions in the nursery pig house at 2~3 PM according to the tests (unit : ppm)

Tests	FLH	FLL	FRH	FRL	MLH	MLL	MRH	MRL	RLH	RLL	RRH	RRL	mean	sd
Test 1	5	5	3	2	4	4	5	4	4	2	5	5	4.0	1.13
Test 2	1	3	1	3	3	2	1	3	2	2	2	2	2.1	0.79
Test 3	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1.3	0.49
Test 4	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1.3	0.45

다비육종의 자돈사는 일반적인 농가의 자돈사에 비해 농장 전체의 위생관리, 분뇨배출 및 처리, 사양관리가 체계적이고 유기적으로 운영되고 있어 암모니아를 비롯한 다른 유해가스의 농도가 낮은 것을 감안한다면 일반 농가단위의 자돈사에서는 오염물질 저감을 위한 적정 환기시스템의 개·보수가 필요할 것으로 사료된다. 각각의 측정 위치별 농도를 살펴보면, 상대습도와 같이 하부가 상부보다 근소한 차이지만 높게 나타난다는 것을 알 수 있다 이는 바닥의 슬러리에서 발생하는 오염원의 영향으로 판단되며, 이러한 슬러리 피트에서의 오염물질 발생이 크고 심각하다면 분뇨분리가 가능한 스크레이퍼 방식이나 부분적으로 콘크리트 슬랫 바닥의 형태도 고려해 볼 필요가 있다.

#### 4. 요약 및 결론

자돈사는 자돈의 건강과 효율적인 성장률을 유지할 수 있는 적정 사육환경을 제공할 수 있어야 한다. 특히 우리나라와 같이 혹서기와 혹한기의 기온차이가 극심한 지역에서는 자돈사의 환기시스템의 설계와 운영이 더욱 중요하다. 따라서 본 연구는 현재 널리 보급되어지고 있는 무창 자돈사를 대상으로 돈사내 환경요인을 검측하고, 자돈의 적정 사육환경을 제공하기 위한 환기시스템을 모색하기 위해 기존의 환기시스템을 변형한 환기시스템의 사육환경 개선 효과를 검증하고자 수행하였다. 이를 위해 슬롯입기구(변형시스템 I)와 측창 배기팬(변형시스템 II)을 기존 돈사에 새로이 설치하고, 여름철 외부 기온이 30℃ 이상인 기상조건에서 환기시스템의 운영에 따른 돈사내 온도, 공기유속, 상대습도 및 암모니아 농도를 비교 평가하였다. 슬롯입기구를 추가한 환기시스템의 경우 기존의 환기시스템에 비해 온도의 변화는 없었으나, 그 외 환경변수들은 효과가 있는 것으로 나타났다. 또한 측창 배기팬을 추가한 환기시스템의 경우는 온도 변화는 차이가 없었지만 암모니아 농도의 저감과 더불어 돈사내에서 환경변수들의 균일한 분포 효과를 얻을 수 있는 것으로 나타났다. 즉, 돈사내 온도 변화는 환기시스템에 따라 차이가 없지만 공기유속과 암모니아 농도는 환기시스템의 적용에 따라 차이가 있음을 알 수 있었다. 결론적으로 슬롯입기구를 추가한 변형 환기시스템은 돈사내 환경요인 개선과 돈사의 시설 개·보수에 따른 경제성을 감안할 때 적합한 환기시스템이라고 판단되며, 여름철 무창 자돈사에서 문제가 될 수 있는 자돈의 현열을 저감시킬 수 있는 적절한 환기시스템이라고 사료된다.

#### 참고 문헌

1. Albright, L. D. 1990. Environment Control for Animals and Plants. ASAE Textbook.
2. Chang, C. W., Chung, H., Huang, C. F., and Su, H. J. J. 2001. Exposure assessment to airborne endotoxin, dust, ammonia, hydrogen sulfide and carbon dioxide in open style swine houses. *Annals of Occupational Hygiene*. 45:457-465.
3. Choi H. L., W. J. Kim and H. T. Kim. 1991. Development of New Conceptual ventilation Graphs for Mechanically Ventilated Livestock Buildings. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers* Vol. 33 (3):91-100.
4. Choi H. T., H. T. Kim and W. J. Kim. 1992. An application of k-ε turbulence model to predict how a rectangular obstacles with heat flux in a slot-ventilated enclosures affects air flow. *Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers (English edition)* Vol. 34(1):30-44.
5. Close, W. H. and Staner, M. W. 1984. Effect of plane of nutrition and environmental temperature on the growth and development of the early-weaned piglet. 2. Energy-Metabolism. *Animal Production*. 38:221-231.
6. Close, W. H. 1981. The climatic requirements of the pig. *Environmental aspects of housing for animal production*. 149-166.
7. DeBoer, S., Morrison, W. D. and Braithwaite, L. A. 1991. Effects of environmental quality in livestock buildings on swine health and productivity *Transactions of the ASHRAE*. 97(2):511-518.
8. Donham, K. J. 1991. Association of environmental air contaminants with diseases and productivity in swine. *American Journal of Veterinary Research*. 52(10):1723-1730.
9. Donham, K. J., Yeggy, J. and Dague, R. R. 1988. Production rates of toxic gases from liquid swine manure: Health implications for workers and animals in swine confinement buildings. *Biological Wastes*. 24(3):161-173.
10. Hartung, J. and Phillips, V. R. 1994. Control of gaseous emissions from livestock buildings and manure stores. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 57:173-189.
11. Heber, A. J., Boon, C. R. and Reugh, M. W. 1996. Air Patterns and Turbulence in an Experimental Livestock Building. *Journal of Agriculture Engineering Research*. 64(3):209-226.
12. Morrison, S. R., Bond, T. E. and Heitman, H. 1968. Physiological response of swine to wetting. *Tropical Agriculture, Trinidad*. 45. pp.279-289.
13. MWPS. 1983. Swine Housing and Equipment Handbook. MWPS-8. Midwest Plan Service. Iowa State University, Ames.
14. MWPS. 1990. Mechanical Ventilating Systems for Livestock Housing. MWPS-32. Midwest Plan Service. Iowa State University, Ames.
15. Nilson, C. 1984. Experience with different methods for dust

- reduction in pig houses. In: Hilliger, H. G(ed). Dust in animal houses. Proceedings of German Vet. Association, 13-14 March, Hannover, 90-91.
16. Scheepens, C. J. M. 1991. Effects of draught as climatic stresses on the health status of weaned pig. Thesis University of Utrecht, Netherlands.
17. Soldatos, A. G., Arvanitis, K. G., Daskalov, P. I., Pasgianos, G. D. and Sigrimis, N. A. 2005. Nonlinear robust temperature-humidity control in livestock buildings. *Computers and Electronics in Agriculture*. 49(3):357-376.
18. Choi H. L., J. I. Song, H. T. Kim, H. K. An and S. Y. Ko. 1999. Field Survey of Structural and Environment Characteristics of Pig Houses in the Central Provinces in Korea. *Journal of Livestock Housing and Environment* Vol. 5 (1):1-15(In Korean).