

무창육성돈사의 환기시스템에 따른 환기효율 평가

송준익* · 최홍림**

농촌진흥청 축산기술연구소*, 서울대 농생명공학부**

Evaluation of Ventilation Systems in an Enclosed Growing Pig House

J. I. Song* and H. L. Choi**

National Livestock Research Institute, R.D.A.*,

School of Agricultural Bio-technology Engineering, Seoul National University**

ABSTRACT

An experiment was conducted to evaluate a ventilation system, which was devised to encourage farmers to use the enclosed growing and finishing pig housing system. A roof-air-entry ventilation system in winter and a side-wall-air-entry system in summer were evaluated. Air flow rate on the floor level which is the low part of pen and the living area of pigs in the enclosed growing and finishing pig house during winter was measured at 0 to 0.19 m/s at the minimum ventilation efficiency of 1,440 m³/h. During summer the air flow rate was detected at 0.07 to 0.42 m/s at the maximum ventilation efficiency of 24,000 m³/h. Therefore, it is concluded that the side-wall ventilation system is suitable for growing and finishing pigs in the enclosed house during the days of mid-summer and the roof-ventilation system was suitable during the coldest days of mid-winter. In addition, although the enclosed pig house has the system in which air exhausts through only one side wall, air should enter through both-side walls for the better ventilation performance.

(Key words : Growing and finishing pig house, Enclosed, Air flow, Ventilation)

I. 서 론

우리 나라 양돈농가의 기술수준은 비육돈의 경우 일당 증체량 613 g, 사료요구율 3.3으로 최종산물을 생산하는 데 소요되는 경영비 수준은 15만원 내외이며, 생체 kg당 생산비는 1,572 원 수준으로 보고되어 있다. 이에 비해 우리와 경쟁상대인 덴마크의 경우 비육돈의 경우 일당 증체량 778 g, 사료요구율 2.97로 보고되어 있다. 이러한 기술수준을 가지고 최종산물인 비

육돈을 생산하는데 소요되는 경영비 수준은 생체 kg당 1,403원 정도로 우리 나라에 비해 91% 수준이다. 그러나 세계 최대 돼지고기 수입국인 일본의 양돈 기술수준과 생산에 소요되는 비용은 비육돈 생체 1 kg을 생산하는 데 드는 경영비는 2,619원 정도로 우리 나라에 비해 70% 정도 높은 수준이다(허, 2000). 따라서 우리 나라의 양돈산업은 지속적으로 발달할 가능성이 많으며, 경쟁상대국인 덴마크나 미국 등에 비하여 지리적으로 가까이 위치하기 때문에

이 논문은 농림기술센터의 기획과제 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

Corresponding author : J. I. Song, National Livestock Research Institute, R.D.A. Suwon 441-350, Korea. Tel : 031-290-1739, E-mail : sjunik@hanmail.net

경쟁력이 있다고 판단되지만 경쟁상대국에 비하여 시설 및 경영개선의 여지가 매우 많다. 또한 수입국의 수요에 대응하는 생산체제를 갖추어야 하는데 일본에서는 규격돈을 요구하고 있으며 돼지의 질병에 대한 관심이 대단히 많다. 그러나 지금까지는 비육돈사의 무창화는 비상시에 무방비 상태라는 관점에서 거의 건축이 이루어지지 않고 있으나, 질병의 차단 및 관리를 위하여는 비육돈사 또한 무창돈사가 이루어져야 한다. 따라서 우리 나라의 양돈농가도 노동력 절감이라는 이점 때문에 자돈사 및 분만사의 무창돈사는 일반농가에까지 보급되어 무창돈사의 시설면적이 확대되고 있으나 이론적으로나 실험적으로 시설이 검증된 적이 없기 때문에 많은 문제점들이 나타나고 있는 실정이다(최 등, 1999). 따라서 본 실험은 질병의 근원적인 차단 및 관리를 위하여 지금까지 회피되어 왔던 무창육성·비육돈사의 환기시스템을 여름철 및 겨울철로 구분하여 건축하여 환기시스템의 환기효율을 평가하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험장소 및 기간

본 실험은 무창 육성·비육돈사에서 계절별 환기입기구를 달리하여 겨울철과 여름철로 나누어 실시하였으며, 돈사 현장실험은 서울대학교 농업생명과학대학 부속동물목장 축산환경실의 무창 실험돈사에서 겨울철(1~3월)과 여름철(6~9월)에 실시하였다. 그리고 일반돈사(원치돈사)는 같은 기간에 입식된 돈사를 대상으로 장소를 선정하였다.

2. 실험설계

본 실험에 사용된 육성·비육돈사는 Fig. 1과 같이 설계·시공하였으며, 제원은 20 m (W) × 12 m (L)로 건축하였고, 무창 육성·비육돈사는 외부의 영향을 적게 주기 위하여 마감을 철저히 하였다. 또한 돈사내 습도유지는 돈사 내부의 습도에 미치는 영향을 최소화시키기 위

하여 돈사 측벽에 분무노즐을 부착하였다. 돈방의 크기는 MWPS-8(1988)의 권장값을 기준으로 하여 건축하였으며, 돈군의 크기는 돈방 5.4 m × 2 m의 돈방당 10~11두씩, 총 19돈방에서 완전임의 배치법으로 설계하였다.

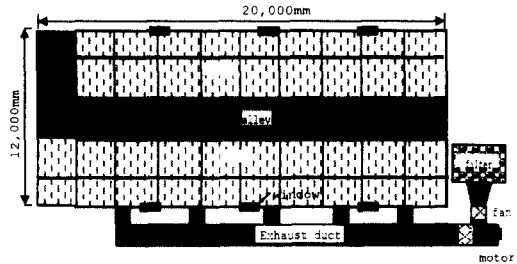


Fig. 1. Plane view of the growing finishing pig house.

(1) 환기시스템의 설계

일반적으로 공기 입구(inlet)의 설계는 ① 힌지 배플(hinged baffle), ② 중앙 천장 슬롯 입구(center-ceiling, slotted inlet), ③ 덕트를 따라 일정한 공간을 두고 천공 환기관이나 덕트의 세 가지 형태로 나눌 수 있지만 우리나라의 현장에 적용할 수 있는 무창 육성·비육돈사의 환기시스템을 대상으로 겨울철과 여름철로 나누어 설계하였으며 개발된 환기시스템의 효율을 검증하고자 하였다. 각 시스템 별 환기형태는 Table 1, Fig. 2, 3과 같이 여름철, 겨울철을 위한 시스템으로 구분하였고 환기율은 MWPS-8의 사육단계별 추천환기율에 사육두수를 환산하여 최소 1,440 m³/h, 최대 24,000 m³/h를 기준으로 하였으며 환기량의 조절은 온도변화에 따라 자동적으로 조절되도록 하였다. 환기는 여름철은 측벽에서 겨울철은 돈사측벽 입기구를 통하여 들어온 공기가 Fig 3처럼 천정의 배플을 통하여 유입되는 입기시스템으로 하였으며, 배기는 한쪽 측벽의 덕트로 연결된 팬으로 배출하는 음압방식으로 하였다.

예상되는 공기유동은 겨울철은 Fig. 2, 여름철은 Fig. 3과 같이 들어오는 입기구의 차이로 인하여 다음 그림과 같이 돈사내로 유입되어 환기시스템 구성체로는 ① 양측벽의 슬롯 입기

Table 1. Experimental design for the ventilation system in the growing-finishing pig houses

Ventilation system *	Ventilation type	Inlet	Exhaust
GFA	Negative pressure	Outside planar slot inlet entering wall	Duct exhaust fan in exiting wall
GFB	Negative pressure	Inside planar slot inlet entering wall	Duct exhaust fan in exiting wall

* GFA ; summer, GFB ; winter system.

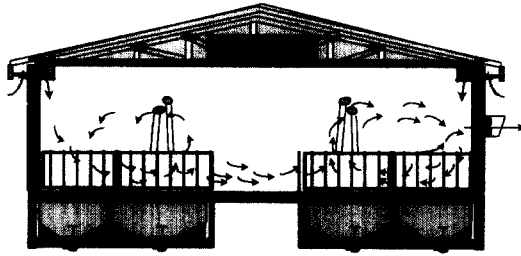


Fig. 2. Predicted air flow pattern of the GFA system.

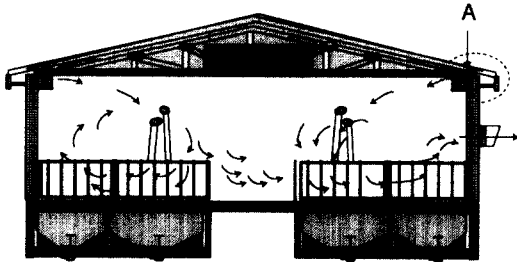


Fig. 3. Predicted air flow pattern of the GFB system.

구 ② 양측벽 슬롯입기구에 의한 증발냉각시스템 ③ 원형돈사 출구벽 상부의 20 cm × 2,000 cm의 장방형 슬롯입기구 ④ 남측벽의 4개의 창

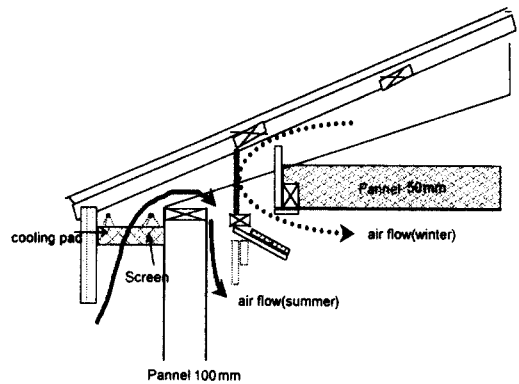


Fig. 4. Continuous slot air inlet of the growing-finishing pig house.

을 통하여 외부에서 연결한 덕트를 통하여 하나의 팬으로 최소 50 m³/hr, 최대 28,800 m³/hr 용량 배기팬으로 구성되어 있다.

본 실험에 공시된 무창돈사의 크기는 12m (W) × 20m (L)이며, 육성·비육돈사 내부는 MWPS-8에서 권장하고 있는 돈방크기인 5.4m (W) × 2.0m (L)의 돈방을 중앙의 복도를 중심으로 좌우에 9~10 돈방씩 총 19개의 돈방을 배치하였으며, 신축 육성·비육돈사의 건축재료는 Table 2와 같다.

Table 2. The composition material of the enclosed growing-finishing pig house

Location	Composition
Roof material	Side steel plate 0.8 mm + Urethane 100 mm
Outside wall	Side steel plate 0.8 mm + Styrofoam 100 mm
Inside wall(upper)	Side steel plate 0.8 mm + Styrofoam 50 mm
Inside wall(lower)	Concrete 200 mm
Ceiling	Side steel plate 0.8 mm + Styrofoam 50 mm

Table 3. The specifications of the growing-finishing pig house

Characteristics	Specification
Pit depth(cm)	45~60
Pit capacity(m ³)	80.4
Floor material	Concrete slat
Fan type	Sirocco fan
R value(m ² °C/W):	
Roof	19.8
Wall	12.8

신축 무창자돈사의 사양은 Table 3과 같다. 에 준하여 실시하였다.

3. 실험동물 사육

본 실험에 공시된 육성돈은 자돈기를 거친 삼원교잡종(Landrace×Yorkshire×Duroc)으로 평균체중 27 kg인 육성돈을 돈방당 10~11두씩 19돈방에 200두를 배치하여 체중 110 kg/두(출하시)까지 사육하였으며, 일반돈사에 입식된 육성돈은 무창돈사의 돈방 크기가 다른 곳에서 사육하였다.

4. 실험동물의 사양관리

사료는 시판중인 육성돈사료(D사)를 무제한 급여하였고 급수는 급이기와 같은 공간에 니플을 설치하여 사료섭취시 자유롭게 음수토록 하였으며 분뇨는 슬러리 방식으로 처리하였고 겨울철은 육성돈사내의 적정온도 유지를 위하여 각 돈방당 두 수준 (620W, 310W)으로 조절이 가능한 보온등을 설치하여 보온을 해 주었다. 기타 사양관리는 농업생명과학대학의 일반관행

5. 조사방법

각 측정방법에 사용된 모델 및 사양은 Table 4와 같다.

6. 측정지점

측정지점은 Fig. 5와 같이 각 조사항목의 측정지점은 육성·비육사 내부 좌우돈방 및 중간 통로의 중앙부위의 바닥 70 cm, 중앙 120 cm, 상부 200 cm에서 총 15개소에서 측정되었다. Fig. 6은 무창 육성·비육돈사의 내부전경을 나타낸 것이다.

7. 통계처리

얻어진 자료는 SAS package(1985)를 이용하였으며, 처리 평균간의 유의성 검정은 General Linear Model(일반선형모형)을 이용하여 Duncan (1955)의 multiple range test(다중 분석법)으로 행하였다.

Table 4. Specifications of measurement instrument

Environmental factors	Model	Specification
Temperature	NEC 3500	64 channels
Air speed(recoder)	Kanomax 6242	64 channels
Air speed	Solmat 510e, Kanomax 6112	0~12 m/s, 0~50 m/s
Gas(NH ₃)	Gastec	0~30 mg/ℓ
Dust	Sibata 8000-01	0.001 ~9.999 mg/m ³
Ventilation fan	EMI Ø 500	5,580~8,510 m ³ /hour

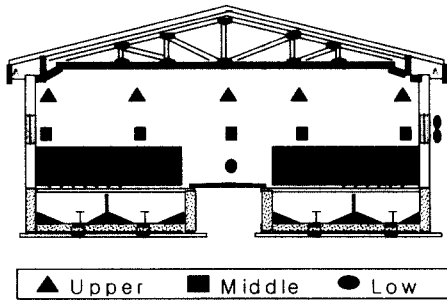


Fig. 5. Measurement locations in the growing-finishing pig house.

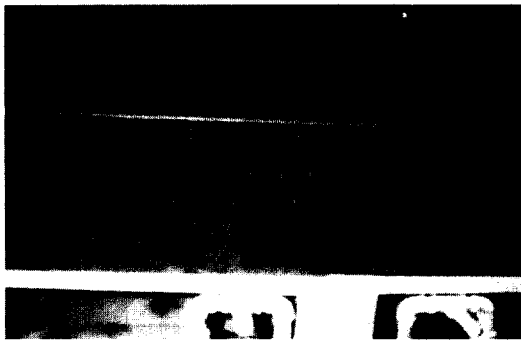


Fig. 6. Inside view of the growing-finishing pig house.

III. 결과 및 고찰

1. 무창 육성·비육사의 환기시스템

서울대 농생대 부속동물목장에 신축된 무창 실험돈사내 개발된 환기시스템의 효율 및 성능을 검증하기 위하여 육성·비육돈이 입식된 상태에서 겨울철 및 여름철에 실시하였다. 육성·비육사의 환기시스템은 여름철(GFA system) 및 겨울철(GFB system)로 나누어 실시하였다.

(1) 겨울철

1) 온도

Fig. 7은 겨울철 비육사의 온도변화를 나타낸 것으로 실험기간 동안 외부기온은 $-5.5 \sim 4.0^\circ\text{C}$ 의 범위를 유지하여 돈사내 일일 온도의 차이는 9°C 전후로 외부기온이 최고라도 돈방내에서 사육되는 육성돈의 적온 환경온도와는 차이

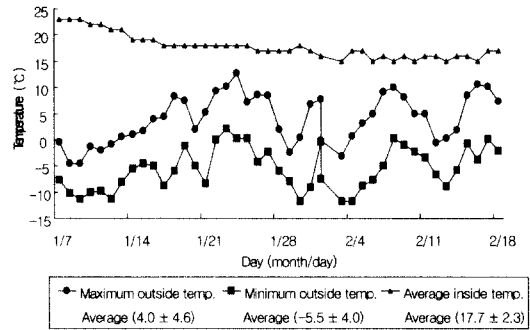


Fig. 7. Daily changes of air temperature of the enclosed growing-finishing pig house in winter.

를 가져 왔다. 따라서 단열이 우수하다 하더라도 초기육성돈의 사육에는 외부에서의 열원이 추가로 있어야 함을 알 수 있으며, 초기 육성기간(3주)동안 돈방내의 열원을 유지시켜 주어 돈사내의 환경온도를 유지하였다($620\text{W} / \text{각 돈방} / 19\text{돈방}$). 비육사내에 열원을 추가시켜 준 결과 초기 3주동안에는 $20 \sim 23^\circ\text{C}$ 를 유지하였고 그 후 돼지의 성장에 따른 현열의 발생과 보온등의 하향조정(310W)으로 17.7°C 를 유지하였다. 이후 지속적인 외부기온의 변화에도 불구하고 돈사내 낮과 밤의 온도 변화폭은 5°C 이내로 나타나 내부기온의 변화가 돼지에 미치는 영향은 없는 것으로 관찰되었다. 이때 배기팬의 수준은 5% 이하로 최소환기(24CMM)가 이루어져 Geers 등 (1988)이 생체중이 약 50kg 미만인 경우에는 돈사내 내부 공기온도는 17°C 에서 25°C 사이를 유지해야 하며 성장이 끝나는 시기에 맞춰 낮과 밤의 온도차의 증가는 허용범위내에서 가능하다고 한 보고와 일치하였다. 5주 후부터는 돈사내에서의 최소환기와 제어시스템의 성능을 알아보기로 보조열원의 추가없이 사육한 결과 돈방내의 온도는 $15 \sim 17^\circ\text{C}$ 를 유지하여 Wathes 등 (1983)이 발표한 적정 온도보다 약 3°C 정도 낮았으나, Close (1989)가 제시한 온도와 사료섭취량의 관계에서 사료섭취량은 20°C 일 때 1.9 kg/day 와 15°C 일 때 2.0 kg/day 임을 감안하면 온도상승을 위한 보조열원($580\text{원} / \ell$)보다 사료의 섭취량(300원/kg)을 높이는 것이 경제적으로 유리함을 알 수 있었다.

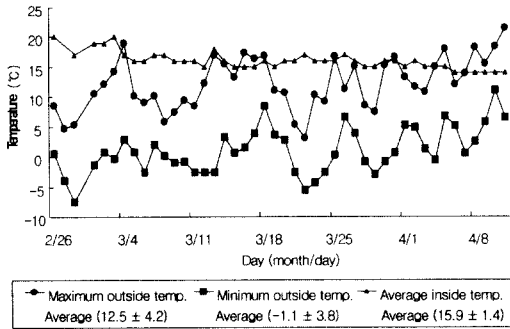


Fig. 8. Daily air temperature changes of the enclosed growing-finishing pig house in spring.

Fig. 8은 겨울철 입식된 육성돈의 지속적인 사양으로 봄동안의 비육돈의 온도변화를 나타낸 것이다. 실험기간 동안 돈사외부의 온도는 최저 1.1~12.5°C로 온도변화 범위는 평균 12°C 정도의 차이를 나타내어 하루중 온도변화폭은 높았다. 그러나 외부기온의 변화폭이 크더라도 환경제어 돈사내의 온도는 사육기간중 평균 15.9°C로 측정되었으며, 1일 온도의 변화폭은 4°C 이하로 측정되었다. 따라서 1일 온도 변화폭이 적으면 돼지는 낮은 환경온도에 적응하여 사료섭취량은 많아지나 MWPS-8 (1988)에서 제시한 육성돈은 적정온도보다 다소 낮은 조건에서도 잘 자라나, 적정온도를 유지해주면 적은 양의 사료 투입으로도 더 빨리 자란다고 한 육성돈의 최저 돈사내부 온도 15.5~23.8°C의 범위를 만족하였으며, 비슷한 체중을 가진 그룹의 경우 적정온도의 설정은 추운 기간동안 임계온도보다 낮은 것이 좋으며, 경제적인 적정 자동온도조절장치(thermostat)의 설정은 추운 환경에 일반적으로 추천되는 온도보다 낮게 설정하는 것이 좋다고 한 Watt 등 (1988)의 보고

와 일치하였다.

이것은 겨울철 입기구에 따라 유입되는 온도는 돈사천정에서 일사에 의하여 약 2.5°C 상승되어 돈사내로 유입되는 자연효과를 가져와 겨울철 입기구는 천정에서 가온된 공기를 돈사내로 유입시키는 것이 보온열의 절감과 경제적으로 유리하다는 것을 알 수 있었다.

2) 공기유속

Table 5는 육성사의 공기속도를 나타낸 것으로 외부의 온도 변동폭이 심하나 돈사내부는 외부의 기온이 변화폭(-7~18°C)이 있어도 돈사내부는 비육돈이 성장함에 따라 배출되는 현열 등에 의하여 돈사내는 적정 온도상태를 유지함에 따라 무엇보다도 공기속도가 환경을 좌우함을 알 수 있었다.

돈사내로 유입된 공기는 천정면을 따라 들어와 양쪽측벽에서 유입되는 입공기는 한쪽 측벽에 부착된 배기팬의 덕트(바닥으로부터 중앙높이 120 m 지점)에 의하여 최소환기 수준(78 mm)으로 배출되는 시점의 돈사내 공기속도 분포에서 돈방내 하부지점 전체에서 평균 0.06 m/s로 공기가 정체되는 지점은 나타나지 않았다. 위의 결과로 보아 MWPS-8 (1988)에서 권장하는 건물의 폭이 12.2 m 보다 좁을 경우 한 측벽에 팬이 위치한 건물에서 맞은 측벽을 따라 천정 근처에 슬롯 입구를 권장하는 것과는 차이가 있었으며 슬롯 입구는 겨울철과 여름철 환기를 위한 입구를 분리시켜야 한다고 한 Lubinus 등 (1980)의 보고와 일치하였다.

3) 습도

비육실험기간 동안 외부상대습도는 Fig. 9에서 보는 바와 같이 67.7% 범위내에서 유지되었다. 겨울철의 무창돈사는 습기가 낮은 점이 문제가 될 수 있지만, 실험돈사의 상대습도는 65.9

Table 5. Air velocity distribution of the growing-finishing pig house in winter (m/s)

Loation	Front section			Middle section			Rear section		
	Left	Alley	Right	Left	Alley	Right	Left	Alley	Right
Upper	0.18	0.01	0.46	0.17	0	0.30	0.21	0.01	0.39
Middle	0.29	0.02	0.39	0.18	0.03	0.56	0.18	0.00	0.29
Lower	0.17	0.01	0.15	0.09	0.01	0.12	0.13	0.02	0.09

* Mean ± STD : 0.06 ± 0.04 m/s.

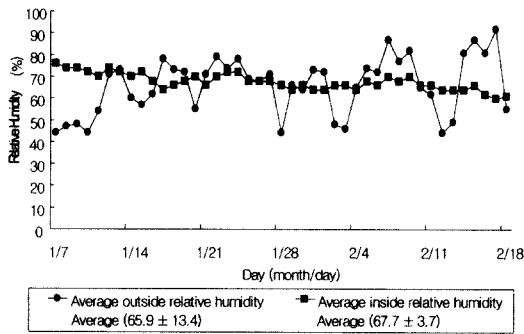


Fig. 9. Daily relative humidity changes of the enclosed growing-finishing pig house in winter.

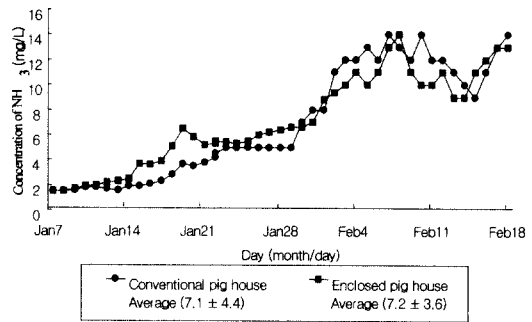


Fig. 10. Daily changes of NH_3 concentration of the conventional and the enclosed growing-finishing pig house in winter.

% 범위에 유지되어 MWPS-8 (1988)에서 추천하는 50~80% 수준을 유지하였다. 그러나 낮과 밤의 습도변화폭(20~30%)은 돼지에게 호흡기 질병을 유발할 수 있고, 특히 낮은 돼지가 활동하는 시간이 많기 때문에 낮시간 동안의 습도조절은 무엇보다 중요한 것으로 관찰되었다.

그러나 성장을 위한 권장 환경온도인 10~24℃에서 권장 상대습도인 45~90%에서는 돼지의 성적에는 별다른 이상이 없었다는 Morrison 등(1966)의 보고를 만족하였으며, Cunha (1977)가 보고한 돈사내의 상대습도를 50~75% 수준으로 유지하는 것이 바람직하다고 보고한 것과 같은 수준이었다. 따라서 겨울철에 돈사내에서 주로 발생하는 질병중의 원인은 대부분 온도차이라고 생각하지만 실제로는 습도차이에 의한 질병유발이 많으므로 온도 외에 습도의 적절한 조절도 환기에 있어서는 중요한 부분이라는 것을 알 수 있다. 그러나 습도의 적정유지를 위한 돈사내 시설에서 습도의 보충을 위한 간이 분무시설 정도의 설치는 있어야만 한다.

4) 가스(암모니아)

Fig. 10은 무창 육성돈사와 일반 육성사의 환기시스템에 의한 유해가스(암모니아)의 농도를 분석한 결과로서, 일반돈사는 7.2 mg/ℓ로 유지되었고, 무창 육성·비육돈사는 7.1 mg/ℓ 내에서 유지되어 대체적으로 허용농도인 20 mg/ℓ(MWPS, 1990) 보다 낮았고, Barker 등(1986)이 액상 분뇨처리 시스템으로 환기가 잘

되는 돈사에서는 10~20 mg/ℓ 이라고 한 것보다 낮아 환경제어가 효과적으로 이루어졌다. 그러나 일반적으로 원치케텐돈사라 하더라도 외부와 공기접촉이 있어도 돈사내 육성돈의 생활공간에서의 유해 가스는 배출이 되지 않고 무창돈사와 거의 유사하게 측정되었는데, 이것은 상하부 즉, 바닥에서의 유해가스 환기가 있어야 돈사내의 환기가 이루어진다는 것을 의미한다. 특히 1월 31일을 기점으로 유해 가스의 농도는 급격히 늘어나는 것을 알 수 있는데, 이것은 돼지의 발육상태, 즉 60 kg 전후일 때 가장 왕성한 대사를 하기 때문으로 이때부터는 유해 가스의 배출을 포함한 환기가 이루어져야 함을 알 수 있다. 또한 현재 분뇨처리의 어려움으로 인하여 대부분의 농장에서는 슬러리 분뇨처리 시스템으로 시설된 농장이 많아 돈사내 자체에 가스발생 원인물질을 장시간 저장하는 원리로 인하여 향후 돈사내에서 발생하는 가스의 문제는 심각하게 된다. 따라서 분뇨처리 시스템과 연계되어 돈사내에서 단시간 저장하는 시스템의 개발이 필요하다.

(2) 여름철

1) 온도

Fig. 11은 여름철 육성·비육사의 온도변화를 나타낸 것으로 실험기간 동안 외부기온은 22.0~30.0℃의 범위를 유지하여 일일 온도의 차이는 평균 10℃ 전후 차이가 난 날이 20일 정도 나타나 평년보다는 많이 나타났다. 그러나

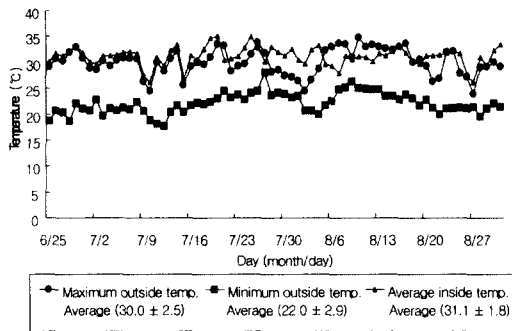


Fig. 11. Daily air temperature changes of the growing-finishing pig house in summer.

돈방내에서 사육되는 육성돈의 환경온도는 고온기에는 31.1℃를 유지하여 육성기의 적온보다는 높게 나타났으나 외부에서의 추가적인 냉방시설이 없는 무창돈사로 보아서는 양호하였다. 특히 육성기간 동안 3~4일 동안은 외부 최고기온보다 2~3℃ 정도 높았으나 안개분무시설과 연계한 공기유속으로 인하여 육성돈이 편안하게 휴식을 취하는 행동이 관찰되었다. 따라서 여름철의 돼지는 온도외에 습도와 공기유속과도 상당히 밀접한 관련이 있었다.

따라서 무창돈사의 시설에 있어서 지금까지는 돼지 발산체열을 조절하기가 어려운 점이 있어 기피되어 왔던 것이 사실이지만, 무창돈사 실험을 통하여 적절한 자재와 환기체계를 갖출 경우에는 육성·비육돈에 적합한 환경을 제공할 수 있음을 알 수 있었다. 또한 향후에는 여름철에 단순한 온도제어 보다는 공기유속을 고려한 환경제어를 할 경우에는 외부기온보다 1~2℃ 정도 내부 온도가 높아도 돼지는 안락하게 휴식을 취하였기 때문에 지속적인 연구

가 필요하다.

2) 공기유속

Table 6은 돈사 양쪽 측벽에서 들어오는 공기가 한쪽 측벽에 부착된 배기팬의 덕트(바닥으로부터 중앙높이 120 cm 지점)에 의하여 최대환기 수준(24,000 m³/hr)으로 배출되는 돈사내 공기속도 분포를 나타낸 것으로 외부에서 들어오는 측벽 입기구에서의 공기유속 분포는 돈사중간 지점 전체에서 약간 높았지만, 돈방 전체는 거의 유사한 유속이 나타났다.

공기속도의 분포 흐름은 안개분무 결과 Fig. 3에서와 같은 형태를 유지하여 돼지의 생활공간(하부)에서는 0.23 m/s로서 Sainsbury 등 (1995)의 연구에서 여름철 생활공간내 적당한 유속이라고 한 0.13~0.18 m/s를 만족하였고 돈사내의 유해가스를 배출시키기 위해서는 공기속도가 0.08 m/s 이상이어야 한다고 Grub 등 (1974)과 일치하였다. 그러나 이것은 온도외도 상관성이 있으므로 지속적인 연구가 필요한 부분이다. 또한 입기구를 통하여 들어오는 공기의 속도는 MWPS (1990)에서 여름철에 적절한 유속이라고 한 5 m/s 보다는 적었지만 돈사에서 돈방내 전체적인 공기의 흐름이 나타나 효과적으로 환기가 되었다. 실험결과 육성·비육돈의 성장에 있어서 온도가 적은일 경우에는 공기의 유속이 돈사내의 환경을 좌우함을 알 수 있었는데, 향후 육성·비육돈을 위한 시설에서 돼지의 생활공간에 미치는 적정유속을 고려한 환기시스템으로 우수하였다.

3) 습도

여름철 실험기간 동안 외부상대습도는 Fig. 12에서 보는 바와 같이 74.1%였다. 여름철의 무창돈사는 측벽에 부착된 외부에서의 안개분

Table 6. Air velocity distribution of the growing-finishing pig house in summer (m/s)

Location	Front section			Middle section			Rear section		
	Left	Alley	Right	Left	Alley	Right	Left	Alley	Right
Upper	2.59	0.03	2.61	2.73	0.04	2.62	2.48	0.04	2.49
Middle	1.77	0.04	1.53	1.82	0.04	1.48	1.65	0.03	1.47
Lower	0.29	0.10	0.34	0.31	0.08	0.29	0.31	0.08	0.28

* Mean ± STD : 0.23 ± 0.10 m/s

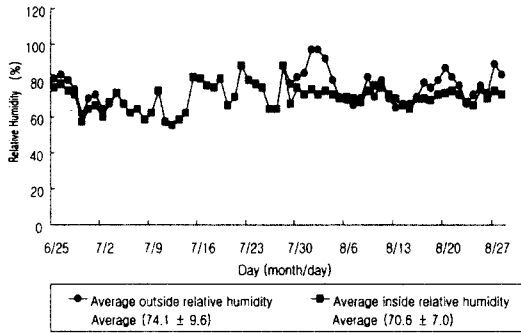


Fig. 12. Daily changes of the relative humidity of the growing-finishing pig house in summer.

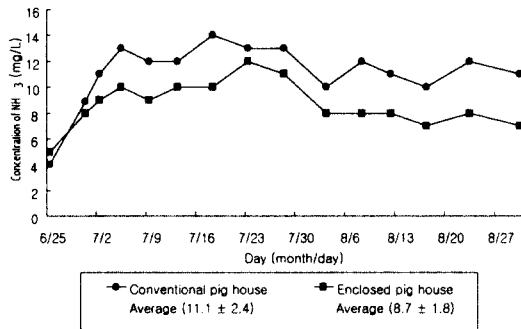


Fig. 13. Daily changes of NH₃ concentration of the conventional and the enclosed growing-finishing pig house in summer.

무 등으로 인하여 돈사내부는 습도가 높은 점이 문제가 될 수 있지만 무창돈사의 상대습도는 육성기에는 68%, 비육기에는 72% 범위에서 유지되어 MWPS-8 (1988)에서 추천하는 50~80% 수준을 만족하였다.

육성·비육 기간동안 돈사내부의 습도는 안정적인 상태를 유지하였다. 이것은 무창돈사의 안개분무 장치의 설치부분이 돈사바깥 측벽에 부착되어 있고, 돈사내부의 온도저하와 습도조절을 위하여 오후 2시에서 4시까지 분무시킨 결과 돈사내부로 들어가는 공기중의 열량을 조절하여 공기중의 온도를 저하시켜 증과 동시에 돈사내부의 습도가 적절히 조화되었다고 판단되어 습도를 포함한 자동 환경조절 시스템이 중요한 의미를 가진다.

4) 가스(암모니아)

Fig. 13은 여름철의 무창 비육사의 환기시스템에 의한 유해가스(암모니아)의 농도를 분석한 결과로서, 일반돈사는 11.1 mg/l로 유지되었고, 무창돈사는 8.7 mg/l로 유지되어 대체적으로 허용농도인 20 mg/l (MWPS, 1990)보다 낮아 환경제어가 효과적으로 이루어지므로 우리 나라의 무창 육성·비육돈사도 가능하다고 판단되었다.

특히 무창 육성·비육돈사는 7월 23일을 기점으로 자돈과 마찬가지로 상하부의 슬러리 배출로 인하여 돈사내의 암모니아 발생이 낮아졌는데, 무창돈사는 분뇨처리 시설과 연계된 제어가 밀접한 관련이 있다고 판단되었다. 그러나 일반돈사는 무창돈사와 관리를 같이하여 분뇨를 배출하였지만 7월 23이후 무창돈사보다 암모니아 농도가 약 4 mg/l 정도 높게 측정되었는데, 이것은 외부에서 불어오는 공기유속이 자돈의 생활공간에 미치지 않는 것을 알았다.

IV. 요약

본 실험은 우리 나라의 양돈농가에서 노동력 절감이라는 이점 때문에 자돈사 및 분만사의 무창돈사는 일반농가에게까지 보급되고 있으나, 육성·비육돈사에 있어서 무창돈사는 거의 전무한 실정으로 질병의 근원적인 차단 및 관리를 위하여 지금까지 회피되어 왔던 무창 육성·비육돈사의 활성화를 위하여 환기시스템을 자체적으로 고안하여 최적의 환기시스템을 여름철 및 겨울철로 구분하여 건축하였으며, 자체적으로 고안한 환기시스템의 성능을 평가하고자 겨울철 및 여름철로 구분하여 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 무창 육성·비육돈사에 있어서 돼지 생활공간(하부) 지점에서의 공기유속은 겨울철 최소환기 수준(1,440 m³/h)으로 하였을 때 0~0.19 m/s 였으며, 여름철 최대환기 수준(24,000 m³/h)에서는 0.07~0.42 m/s로 분포되어 여름철 및 겨울철의 무창돈사내 공기유속으로 보아 환기시스템이 우수하였다.

이상의 실험결과를 종합해 보면 무창 육성·

비육사의 환기시스템은 여름철 때는 측벽을 통한 환기와 겨울철은 천장을 통한 환기시스템이 적합하다고 판단되었으며, 한쪽 측벽에 의한 배기시스템이라도 입기구는 양쪽 측벽을 통한 입기가 우수하다는 것을 알 수 있었다.

V. 인 용 문 헌

1. Barker, J., Curtis, S., Hogsett, O. and Humenik, F. 1986. Safety in swine production systems. Pork industry handbook. PIH 104.
2. Close, W. H. 1989. The influence of the thermal environment on the voluntary food intake of the pig. In:Forbes, J. M., Varley, M. A. and Lawrence, T. L. J.(eds). The voluntary food intake of pigs. British Society of Animal Production Occasional Publication No. 13, Edinburgh. 87-96.
3. Cunha, T. J. 1977. Swine Feeding and Nutrition. Academic Press. Inc.
4. Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometric. 11:1.
5. Geers, R., Vranken, E., Goedseels, V., Berkman, D. and Maes, F. 1988. Air temperature related behavioural problems and mortality rate of pigs. Livestock Environment III. ASAE Publication 1-88. 343-348.
6. Grub, W., Foerster, E. P. and Tribble, L. F. 1974. Swine building air contaminant control with pit ventilation. Presented at the 1974 Winter Meeting. Paper No. 74-4532. ASAE, St. Joseph, MI.
7. Lubinus, L. and Murphy, J. P. 1980. Mechanical ventilation of swine buildings. Pork Industry Handbook. PIH-60. Cooperative Extension Service, South Dakota State University, Brookings, SD 57007.
8. Morrison, S. R., Bond, T. E. and Finn-Kelcey, P. 1966. The influence of humidity on growth rate and feed utilization of swine. Int. J. Biometeorology. 10:163-168.
9. MWPS. 1988. Swine housing and equipment handbook. MWPS-8. Midwest Plan Service. Iowa State University, Ames, IA 50011.
10. MWPS. 1990. Mechanical ventilating systems for livestock housing, MWPS-32, Midwest Plan, Iowa State University, Ames.
11. Sainsbury, D. W. B. 1995. Pig health, Environment and Housing. The health of pigs. 69.
12. SAS. 1985. User's guide ; Statistics Analysis System. Inst. Cary. NC.
13. Wathes, C. M., Howard, K., Jones, C. D. R. and Webster, A. J. F. 1983. Ventilation, air hygiene and animal health. Veterinary Record 113. 554-559.
14. Watt, D. L. Bangsund, D. A., Crenshaw, J. D. and DeShzer, J. A. 1988. Livestock Environment III. ASAE Publication 1-8430-437.
15. 최홍림 · 송준익 · 김현태 · 안희권 · 고석영. 1999. 우리나라 중부지방 돈사의 구조 및 환경실태조사. 축산시설환경학회지. 5(1):1-15.
16. 허 덕. 2000. 우리나라의 양돈기술, 선진양돈국과 경쟁 가능한가. 양돈연구. 1. 106.

(접수일자 : 2001. 11. 15 / 채택일자 : 2001. 12. 13)