

## 개방형과 무창형 육성비육돈사의 환기효율 비교

송준익\* · 최동윤\* · 정종원\* · 양창범\* · 최홍림\*\*

농촌진흥청 축산연구소\*, 서울대 농생명공학부\*\*

# Comparison of Ventilation Efficiency in an Enclosed and Conventional Growing-Finishing Pig House

J. I. Song\*, D. Y. Choi\*, J. W. Jung\*, C. B. Yang\* and H. L. Choi\*\*

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

School of Agricultural Biotechnology Engineering, Seoul National University\*\*

### ABSTRACT

An experiment was conducted to establish comparison of ventilation efficiency in an enclosed and conventional growing-finishing pig house. The main results of the experiment are as follows :

In the established temperature was sustained at the level of summer 24.8~ 3.1℃ during the experimental period of enclosed growing-finishing pig house, and conventional growing-finishing pig house was at the level of summer 24.7~ 3.2℃ during the experimental period respectively. As for the results of detrimental gas(ammonia) concentration ratio analysis, while the conventional pig house sustained of summer 9.3~ 5.9 mg/l, winter 5.1~ 3.7 mg/l level, enclosed growing-finishing pig house sustained of summer 7.9~ 5.1 mg/l, winter 3.7~ 6 mg/l, and the latter one is lower than that of the conventional growing-finishing pig house. Air flow rate on the floor level which is the low part of pen and the active area of pigs in the enclosed growing and finishing pig house during winter was measured at 0 to 0.87 m/s at the 0.01 to 2.73 m/s at the maximum ventilation efficiency. As for breeding pigs in summer, the pigs from the conventional pig house weighed 100.2 kg, on the other hand, the pigs from enclosed growing-finishing pig house weighed 107.3 kg ; the difference between the two kinds was about 7 kg. This was because the most adequate environment, which was not influenced by the exterior atmosphere, was offered to the pigs from enclosed growing-finishing pig house, and all of this could reduce pigs stress effectively.

(Key words : Growing-finishing pig house, Ventilation system, Enclosed house)

### I 서 론

돼지 사육두수가 증가함에 따라 기존의 관리로는 사육두수의 한계가 있어 우리 나라에서도 1990년대에 들어오면서 본격적으로 무창돈사라는 개념을 도입하게 되었다. 이 때부터 환경제어 및 축사시설 자동화에 의한 사육규모의 확

대가 이루어 졌지만 돈사의 대형화, 무창화에 따른 최적 환경 조성이 제대로 이루어지지 않아 양돈의 생산성 향상에 많은 어려움을 겪고 있다. 특히 기계식 돈사의 구조 및 환경제어시설은 현대화되어 가는 반면에 환경제어의 어려움으로 인해 돈사 내부환경은 그만큼 개선되고 있지 않고 시설 건축비의 과다, 값싼 축산물의

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

유입, 임금상승 등의 요인으로 인해 양돈업의 경쟁력은 더욱 악화되는 것으로 조사되었다(축산기술연구소, 1999).

창문이 없는 돼지우리를 의미하는 무창돈사는 외부로부터 신선한 공기를 공급할 수 있는 입기창과 자연채광을 이용할 수 있는 창문, 그리고 기계적인 환기설비의 고장에 대비할 수 있는 비상용 창문 등을 갖추고 있다. 무창돈사는 우리 나라에서 볼 수 있는 개방형(원치) 돈사의 반대개념으로서 기계적인 설비를 이용하여 자동적으로 돼지에게 적합한 환경을 제공하여 줄 수 있는 시설을 말하는데 외국에서는 1960년대 후반부터 개발되어져 왔다(Smith 등, 1987). 개방돈사의 환기방법에 대하여는 미국 중서부 지방을 중심으로 활발하게 연구되어져 왔으며(MWPS, 1990), Close(1981)와 Bruce(1981)는 돼지의 적정 환경온도에 대한 최저 임계온도 설정 이론식을 정립하였고, McArther(1987)는 고온임계온도에 대한 모델을 설정하였다. Webster(1985)와 Monreal(1989)은 돈사내 환경과 질병과의 관계 등에 대하여 연구를 하였고, Adre 등(1994)은 무창돈사의 슬랏입기에 대한 이론식을 정립하는 등 많은 연구가 수행되어져 왔다. 그러나 우리 나라 돈사는 양돈 선진국에 비해 돼지를 사육하는데 많은 노력과 비용이 소요될 뿐 아니라 4계절이라는 기상조건을 가지고 있음에도 불구하고 무창돈사와 개방돈사 상호간의 비교실험한 결과가 미흡한 실정으로 우리 나라 돈사 시설에 관련된 연구 조사는 최 등(2000)에 의하여 돈사의 구조 및 환경실태 조사가 있었으며, 유 등(1998)에 의한 한국형 돈사 모델 연구가 있었으나 이러한 연구도 무창돈사에만 국한되어 있는 등

극히 적은 수의 연구조사가 보고되고 있는 실정이다. 따라서 본 연구는 우리 나라에 설치되어 있는 개방육성비육돈사와 무창육성비육돈사에 대한 효율을 비교분석하여 개방육성돈사와 무창육성돈사간의 환경효율을 검증하고자 수행하였다.

## II 재료 및 방법

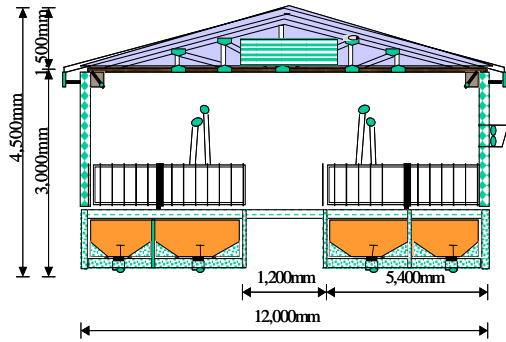
### 1. 시험설계 및 공시동물

환기효율은 무창육성비육돈사의 측벽 슬랏입기 → 측벽배기방식과 개방육성비육돈사의 자연환기(원치커텐) 방식을 비교하였으며, 환기방식은 무창육성비육돈사는 팬을 이용한 측벽음압방식의 강제환기 방식으로 하였고 개방육성비육돈사는 자연환기 및 피트(Φ50cm) 배기팬으로 환기를 실시하였다(Fig. 1, Table 1 참조). 무창육성비육돈사의 배기팬은 다단계로 유량을 조절할 수 있는 제어기에 의하여 여름철 최대환기 95% 수준과 겨울철 최소환기 5% 수준으로 자동조절되는 조절기를 부착하였다.

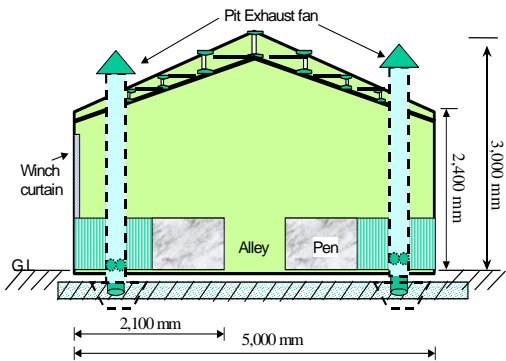
본 실험에 공시된 무창육성비육돈사(Fig. 1의 a)의 크기는 12m (W)×20m (L)이었으며, 내부는 MWPS-8에서 권장하고 있는 두수를 기준으로 2.1m×5.6m의 돈방을 중앙의 복도를 중심으로 좌우에 9 돈방씩 총 18개의 돈방을 배치하였고, 개방육성비육돈사(Fig. 1의 b)는 5m (W)×10.0m (L)이었으며, 복도를 중심으로 좌우에 10 돈방씩 총 20개의 돈방을 배치하였고 시험에 공시된 돼지는 약 25~27kg 사이의 자돈을 사용하였다.

Table 1. Experimental design of the ventilation systems in the growing-finishing pig house

Ventilation system	Ventilation type	Inlet	Indoor	Exhaust
Enclosed	Negative pressure	Circular duct	Perforated holes	Exhaust fan in exiting wall
Conventional	Natural pressure	Side wall	-	Pit exhaust fan



a. Enclosed pig house



b. Conventional pig house

Fig. 1. Dimension of the growing-finishing pig house.

2. 실험동물의 사양관리

사료는 시판중인 육성사료를 무제한 급여하였고 급수는 벽면에 니플을 설치하여 자유롭게 음수토록 하였으며, 분뇨는 슬러리 방식으로

처리하였다. 겨울철 돈사내의 적정온도를 유지하기 위하여 무창육성비육돈사는 각 돈방당 620W에서 310W까지 조절이 가능한 보온등을 설치하여 보온을 해 주었으며 개방육성비육돈사는 보온등 외에 추가적으로 열풍기를 이용하여 보온을 실시하였고 기타 사양관리는 일반관행에 준하여 실시하였다.

3. 조사방법

각 측정방법에 사용된 기구의 모델 및 사양은 Table 2와 같다.

4. 조사항목 및 조사방법

주요 조사항목은 여름철과 겨울철에 각각 돈사내 온도, 공기유속, 가스농도 및 돼지의 증체량 등을 조사하였으며, 온도, 공기유속, 가스농도의 측정지점은 육성비육돈사 내부 좌우돈방 및 중간 통로의 중앙부위에서 돼지의 코높이 바닥 위 30 cm, 중앙 120 cm, 상부 180cm 등 총 9개소 27지점에서 측정 하였으며 측정시간은 4시간 간격으로 기록하였다.

5. 통계처리

조사된 공기유속 및 온도 등의 자료는 SAS package program(1990)을 이용하여 처리하였으며, 처리 평균간의 유의성 검정은 General Linear Model(일반선형모형)을 이용하였다.

Table 2. Specifications of measurement instrument

Environmental factors	Model	Specification
Temperature, $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$	NEC 3500	64 channels
Air speed(recoder), $\pm 0.55 \text{ m/s}$	Kanomax 6242	64 channels
Air speed, $\pm 0.02^{\circ}\text{C}$	Solomat 510e, Kanomax 6112	0~12 m/s, 0~50 m/s
Gas( $\text{NH}_3$ )	Gastec	0~30 ppm
Dust	Sibata 8000-01	0.001~9.999 $\text{mg/m}^3$
Ventilation fan 1	EMI $\Phi 500$	5,580~8,510 $\text{m}^3/\text{h}$
Pit fan	$\Phi 500$	5,350 $\text{m}^3/\text{h}$

### III 결과 및 고찰

#### 1. 겨울철

##### (1) 축사내외의 온도 변화

Fig. 2와 Fig. 4는 실험기간 중 겨울철 무창 육성비육돈사의 일일중 온도변화를 나타낸 것으로 측정일의 외부기온은  $-5.5\sim 6.9^{\circ}\text{C}$ 의 범위를 나타내어 돈사내 일일 온도의 일교차는  $12.4^{\circ}\text{C}$ 로 돼지의 적정 범위인  $4^{\circ}\text{C}$ 를 많이 벗어났다. 따라서 육성돈의 사육시에는 무창 육성비육돈사와 개방육성비육돈사 모두 외부의 열원이 추가적으로 필요하여 무창육성비육돈사 돈방내에 보온등( $310/620\text{W}$ )을 설치하여 돈사내의 열원을 유지시켜 주었고, 개방육성비육돈사에는 열풍기( $50,000\text{kcal/h}$ )를 이용하여 무창육성비육돈사와 동일한 열량을 추가하여 시험한 결과 무창육성비육돈사는  $15^{\circ}\text{C}$  전후를 유지하여 Wathes 등 (1983)이 발표한 적정온도  $18^{\circ}\text{C}$ 보다 약  $3^{\circ}\text{C}$  정도 낮은데 비하여(Fig. 2), 개방육성비육돈사는 돈사내부 온도가  $11^{\circ}\text{C}$  전후로 유지되어 외부기온의 영향을 많이 받고 있음을 알 수 있었다(Fig. 3). 특히 돈사내 상부와 하부의 온도분포 차이는 무창육성비육돈사가  $1^{\circ}\text{C}$  전후로 복도(6m 지점)를 제외한 돈방내에서의 온도분포는 고른 분포를 유지한 반면, 개방육성비육돈사는 돈사 상부와 하부지점 간에  $2^{\circ}\text{C}$  전후의 차이를 보였다. 따라서 무창육성비육돈사는 돼지 생체중이 약  $50\text{kg}$  미만일 경우에는 돈사내 내부 공기온도를  $17^{\circ}\text{C}$ 에서  $25^{\circ}\text{C}$  사이로 유지시켜야 하며 성장이 끝나는 시기에 맞춰 낮과 밤의 온도차의 증가는 허용범위내에서 가능하다고 보고한 Geer 등(1986)의 결과와 비슷한 결과를 나타내었다.

조사 결과 무창육성비육돈사는 돈방 전체에서 온도 변화폭이 없이 일정한 것으로 나타났다. 반면에 개방육성비육돈사는 돈방 상부와 하부간에 일정한 기울기를 가진 온도분포를 보여 외부기온에 따라 상당히 많은 영향을 받는 것으로 나타났다. 따라서 무창육성비육돈사

Fig. 2. Temperature distribution of the enclosed growing-finishing pig house in winter.

Fig. 3. Temperature distribution of the conventional growing-finishing pig house in winter.

는 다소 낮은 온도에서도 육성돈의 생육은 양호하였는데, MWPS-8(1990)은 육성돈은 적정온도보다 다소 낮은 조건에서도 1일 온도 변화폭

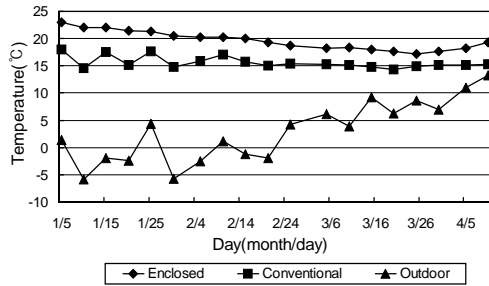


Fig. 4. Daily changes of air temperature of the enclosed and conventional growing-finishing pig house in winter.

이 적으면 환경온도에 적응함에 따라 잘 자란다는 결과와 일치하는 경향이였다. 또한 육성비육돈의 최적돈사 내부온도 15.5~20°C의 범위를 만족함에 따라 적은 양의 사료 투입으로도 더 빨리 자랄 수 있는 것으로 사료되었

(2) 공기유속

<Table 3>은 무창육성비육돈사의 공기유속을 나타낸 것으로 겨울철 입기는 천장에서 가온되어 돈사 양쪽 측벽에서 돈사 복도쪽으로 유입되고, 한쪽 측벽에 부착된 배기팬의 덕트에 의

하여 최소환기를 실시하였다. 측정시 입기구의 속도는 0.59~0.78m/s 전후로 유입되어 돈방내 하부지점 전체에서 평균 0.06 m/s로 공기가 정체되는 지점은 나타나지 않았고, 돈사내의 유해가스를 배출시키기 위해서는 공기유속이 0.08 m/s 이상이어야 한다고 한 Grub 등(1974)의 보고와 일치하였다. 그러나 개방육성비육돈사는 <Table 4>와 같이 돈방바닥의 공기속도는 거의 0에 가까웠는데 이는 개방육성비육돈사의 공기입기구가 거의 없었기 때문이었다. 위의 결과로 보아 개방육성비육돈사는 돼지 생활공간(하부지점)은 공기유동이 전혀 없어 돈사내의 환경조건이 매우 열악한 것으로 생각 된다.

(3) 암모니아

Fig. 5는 무창육성비육돈사와 개방육성비육돈사의 환기시스템에 의한 암모니아의 농도를 분석한 결과로서, 개방육성비육돈사는 최고 19.7 mg/l, 무창육성비육돈사는 9.6 mg/l내에서 유지되고 있어 대체적으로 허용농도인 20 mg/l (MWPS, 1990) 보다 낮은 결과를 보였다. 그러나 무창육성비육돈사가 개방육성비육돈사에 비하여 49% 정도 낮은 암모니아 가스농도를 유지

Table 3. Air velocity distribution of the enclosed growing-finishing pig house in winter(m/s)

Location	Front section				Middle section				Rear section				Mean±SD
	Left	Alley	Right	Ave.	Left	Alley	Right	Ave.	Left	Alley	Right	Ave.	
Upper	0.78	0.01	0.59	0.78	0.87	0	0.76	0.54	0.74	0.01	0.63	0.4	0.37
Middle	0.21	0.03	0.25	0.16	0.23	0.02	0.42	0.22	0.26	0.00	0.32	0.19	0.14
Lower	0.07	0.01	0.10	0.07	0.08	0.01	0.09	0.07	0.11	0.02	0.08	0.09	0.04

Table 4. Air velocity distribution of the conventional growing-finishing pig house in winter(m/s)

Location	Front section				Middle section				Rear section				Mean±SD
	Left	Alley	Right	Ave.	Left	Alley	Right	Ave.	Left	Alley	Right	Ave.	
Upper	0.05	0.01	0.09	0.05	0.10	0	0.12	0.07	0.08	0.01	0.06	0.06	0.04
Middle	0.11	0.02	0.08	0.07	0.09	0.03	0.12	0.08	0.08	0.00	0.11	0.06	0.04
Lower	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0	0.01	0.02	0.02	0.02	0.00

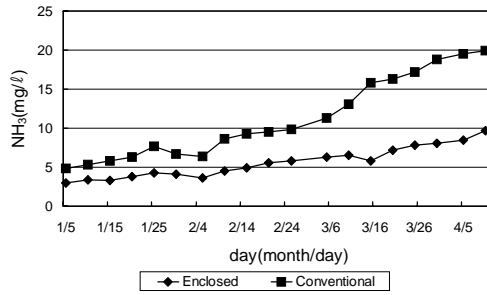


Fig. 5. Daily changes of NH<sub>3</sub> concentration of the conventional and the enclosed growing-finishing pig house in winter.

하였는데 이것은 겨울철이라 하더라도 반드시 환기는 최소라도 이루어져야 한다는 것을 의미하며 특히 2월 4일을 기점으로 유해 가스의 농도가 급격히 늘어나는 것으로 보아 돼지가 60kg 전후일 때 가장 왕성한 대사를 하기 때문에 이때부터는 유해가스의 배출을 포함한 환기가 이루어져야 함을 알 수 있었다. 따라서 액상 분뇨처리 시스템으로 환기가 잘 되는 돈사에서 암모니아 가스농도가 10~20 mg/l이라고 한 Barker 등(1986)이 연구결과 보다 낮아 환경제어가 효과적으로 이루어진 것으로 볼 수 있다.

(4) 증체량

무창육성비육돈사내의 겨울철 증체량은 <Fig. 6>에서와 같이 개방육성비육돈사보다 높은 증체효과를 얻을 수 있었다.

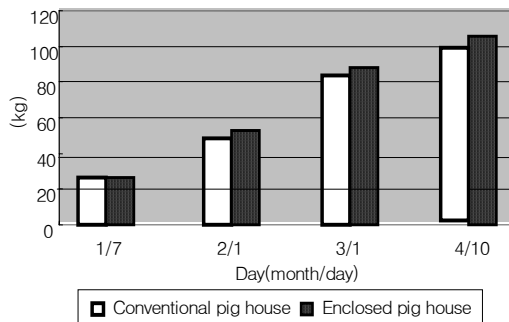


Fig. 6. Daily body weight gain of in the conventional and the enclosed growing-finishing pig house in winter.

2. 여름철

(1) 축사내외의 온도 변화

Fig. 9는 여름철 시험기간 중 일일온도변화를 나타낸 것으로 측정일의 외부기온은 23~30.5℃의 범위를 유지하여 온도변화폭은 7℃ 전후로 나타났다. 무창육성비육돈사의 온도변화를 보면 Fig. 6의 오른쪽 그림과 같이 돈사 폭간의 차이없이 거의 일정하게 유지한 반면에 개방육성비육돈사는 Fig. 7과 같이 돈사 폭간에 온도편차는 크게 나타나지 않았으나 외부의 기온 변화폭의 영향을 직접 받아 내부온도의 환경변화가 심하였다.

지금까지 무창육성비육돈사는 돼지가 발산한 체열을 조절하기가 어려운 점이 있어 거의 건축을 기피하여 왔던 것이 사실이다. 그러나 본 시험결과 한국형 돈사 표준화 권장 단열자재와 환기체계를 갖춘 경우 육성비육돈에 적합한 환경을 제공할 수 있음을 알 수 있었으며, 70kg 체중의 돼지에 있어서 공기온도가 22~27℃ 범위에 있을 때는 전도 열손실 변화가 거의 없었다는 Spillman과 Hinkle(1971)의 보고와도 비슷한 결과를 보였다.

Fig. 7. Temperature distribution of the enclosed growing-finishing pig house in summer.

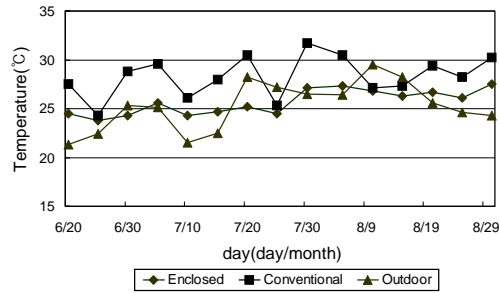


Fig. 9. Daily air temperature changes of the growing-finishing pig house in summer.

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

(2) 공기유속

Table 5는 무창육성비육돈사 양쪽 측벽에서 들어오는 공기가 한쪽 측벽에 부착된 배기팬의 덕트에 의하여 최대환기 수준(24,000 m<sup>3</sup>/h)으로 배출되는 돈사내 공기유속 분포를 나타낸 것이다. 외부에서 들어오는 측벽입기구에서

의 공기유속 분포는 돈사중간 지점 전체에서 약간 높았지만, 돈방 하부지점에서는 거의 유사한 유속을 나타냈는데 비하여 개방육성비육돈사는 Table 6과 같이 양쪽을 개방하여도 돼지 생활공간에서는 거의 공기의 흐름이 측정되지 않았다.

공기속도의 분포 흐름을 보면 돼지의 생육공간(하부)에서는 0.23m/s로서, 여름철 생활공간내 적당한 유속이 0.13~0.18 m/s라고 한 Sainsbury 등(1995)의 연구결과와 비슷한 경향을 나타내었고, 돈사내의 유해가스를 배출시키기 위해서는 공기 속도가 0.08 m/s. 이상이어야 한다는 Grub 등(1974)의 보고와 일치하였다.

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

Location	Front section				Middle section				Rear section				Mean±SD
	Left	Alley	Right	Ave.	Left	Alley	Right	Ave.	Left	Alley	Right	Ave.	
Upper	2.59	0.03	2.61	1.74	2.73	0.04	2.62	1.80	2.48	0.04	2.49	2.21	1.27
Middle	1.77	0.04	1.53	1.11	1.82	0.04	1.48	1.11	1.65	0.03	1.47	1.295	0.80
Lower	0.29	0.10	0.34	0.24	0.31	0.08	0.29	0.22	0.31	0.08	0.28	0.22	0.11

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

Location	Front section				Middle section				Rear section				Mean±SD
	Left	Alley	Right	Ave.	Left	Alley	Right	Ave.	Left	Alley	Right	Ave.	
Upper	0.83	0.67	0.78	0.75	0.92	0.77	0.82	0.84	0.76	0.91	0.66	0.77	0.09
Middle	0.27	0.31	0.46	0.35	0.53	0.45	0.61	0.45	0.57	0.49	0.45	0.50	0.11
Lower	0.07	0.13	0.06	0.09	0.05	0.12	0.02	0.06	0.09	0.15	0.08	0.11	0.04

또한 입기구를 통하여 들어오는 공기의 속도는 MWPS(1990)에서 여름철에 적절한 유속이라고 한 5 m/s 보다는 적었지만 돈사에서는 돈방내 전체적인 공기의 흐름이 나타나 효과적으로 환기가 되었다. 시험결과 육성비육돈의 성장에 있어서 온도가 고온일 경우에는 공기의 유속이 돈사내의 환경을 좌우함을 알 수 있었는데, 35-38℃의 환경온도에서는 공기속도를 증가시키면 체중 증가량이 개선되었다고 보고한 Bond 등(1965)의 보고를 유추하면 무창육성비육돈사의 공기유속 유도로 체중 증가량이 개선될 것으로 판단되었다.

(3) 암모니아

일반적으로 개방육성비육돈사라 하더라도 외부와 공기접촉이 있어도 돈사내 육성돈의 생활 공간에서의 유해 가스는 배출이 되지 않고 무창육성비육돈사와 거의 유사하게 측정되었는데, 이것은 상하부 즉, 바닥에서의 유해가스 환기가 있어야 돈사내의 환기가 이루어진다는 것을 의미한다.

Fig. 10은 여름철의 무창육성비육돈사의 환기 시스템에 의한 암모니아의 농도를 분석한 결과로서 개방육성비육돈사는 출하가 가까워질수록 17 mg/l 이상 유지되었고 무창육성비육돈사는 16 mg/l로 유지되어 대체적으로 허용농도인 20 mg/l(MWPS, 1990)보다 낮아 환경제어가 효과적으로 이루어지므로 우리 나라에서도 무창육성비육돈사의 도입은 별 문제가 없으리라고 판단되었다.

(4) 증체량

무창육성비육돈사내의 여름철 증체량은 Fig

11, Table 7에서와 같이 개방육성비육돈사보다 약 7kg 이상의 증체효과를 얻을 수 있었으며 겨울철과 같은 경향이였다.

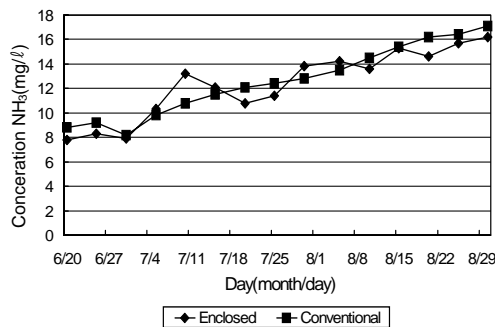


Fig. 10. Daily changes of NH<sub>3</sub> concentration of the conventional and the enclosed growing-finishing pig house in summer.

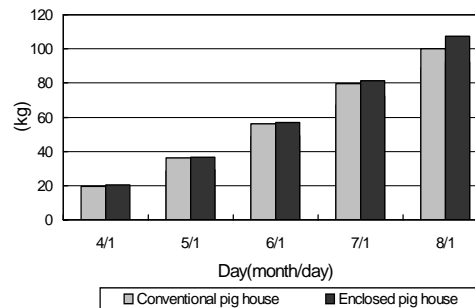


Fig. 11. Daily body weight gain of in the conventional and the enclosed growing-finishing pig house in summer.

따라서 무창육성비육돈사에서의 육성비육돈 사육에 있어서 환경요소(온도, 습도, 공기유속 등)를 적절하게 유지할 경우 빠른 증체성적을 얻을 수 있다는 것을 알 수 있으며, 이것은 외기의 영향에 크게 좌우되지 않고 일정한 환경

Table 7. Effect of the conventional and the enclosed growing-finishing pig house on daily feed intake, daily weight gain and feed conversion of the growing-finishing pig house

Item	Initial body weight(kg)	Final body weight(kg)	Daily weight gain(g)	Daily feed intake(g)	Feed conversion (intake/gain)
Enclosed pig house	20.0 ± 0.73	107.3 ± 3.27 <sup>a</sup>	894 ± 15.6 <sup>a</sup>	1,521 ± 13.6 <sup>a</sup>	1.70 ± 0.72 <sup>a</sup>
Conventional pig house	19.6 ± 0.78	100.2 ± 2.12 <sup>b</sup>	671 ± 12.7 <sup>b</sup>	1,298 ± 16.7 <sup>b</sup>	1.93 ± 0.43 <sup>b</sup>

\* Significant at 5% level



을 제공해 주어 스트레스를 줄여 주었기 때문으로 생각된다.

#### IV 요약

본 연구는 우리 나라에 건축되어져 있는 개방육성비육돈사와 무창육성비육돈사의 환경효율을 검증하고자 하였다. 본 실험은 실험돈사에서 겨울철과 여름철로 나누어 실시한 실험결과를 다음과 같다.

1) 무창육성비육돈사는 외부의 기온 변화가 심하더라도 돈사내부의 온도는 외부기온의 영향을 받지 않고 여름철 24.8~29.1°C, 겨울철 17.9~23.1°C를 유지하였으나 개방육성비육돈사는 여름철 24.7~32.3°C, 겨울철 14.5~18.2°C를 유지하여 온도효율이 낮았다.

2) 암모니아 농도를 측정 한 바 개방육성비육돈사는 여름철 9.31~16.9 mg/l, 겨울철 5.1~19.7 mg/l로 측정되었으며, 무창육성비육돈사는 공기입기 및 배기의 효율적인 구성으로 여름철 7.9~16.1 mg/l, 겨울철 3.7~9.6 mg/l를 유지하여 개방육성비육돈사 보다는 낮게 나타났다.

3) 무창육성비육돈사는 돼지생육 공간(하부)의 공기유속이 겨울철 최소환기(5%) 수준으로 하였을 때 0.0~0.87 m/s 였으며, 여름철 최대환기(95%) 수준에서는 0.1~2.73 m/s로 분포되어 여름철 및 겨울철의 무창육성비육돈사내 공기유속이 개방육성비육돈사보다 양호하였다.

4) 여름철 비육돈출하시(평균 110 kg 전후)의 체중은 개방육성비육돈사는 100.2kg인데 비하여 무창육성비육돈사에서의 체중은 107.3kg으로 약 7kg 정도의 차이로 빠른 증체를 가져 왔는데, 이것은 외기의 영향을 영향을 크게 받지 않고 일정한 환경을 유지해 주어 스트레스를 줄여 주었기 때문으로 판단된다.

#### V 인용 문헌

1. Adre, N. and Albright, L. D. 1994. Criterion for establishing similar air flow patterns in slotted-inlet ventilated enclosures. *TRANSACTIONS of the ASAE.*

37(1):235-250.

2. Barker, J., Curtis, S., Hogsett, O. and Humenik, F. 1986. Safety in swine production systems. *Pork industry Handbook.* PIH. 104.

3. Bond, T. E., Heitman, Jr. H. and Kelly, C. F. 1965. Effects of increased air volocities on heat and moisture loss and growth of swine. *TRANSACTIONS of the ASAE.* 8(2):1671-169.

4. Bruce, J. M. 1981. Ventilation and temperature control criteria for pigs. In : J. A.(ed), *Environmental aspects of housing for animal production.* Butterworths, London, pp. 197-216.

5. Close, W. H. 1981. The climatic requirements of the pig. In : J. A.(ed), *Environmental aspects of housing for animal production.* Butterworths, London, pp. 149-166.

6. Geers, R., Goedseels, V., De Lact, B. and Versteegen, M. W. A. 1986. The group postural behaviour of growing pigs in relation to air velocity, air and floor temperature. *Applied Animal Behaviour Science* 16. 353-362.

7. 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.

8. McArthur, A. J. 1987. Thermal interaction between animal and microclimate : a comprehensive model. *Journal of Theoretical Biology* 126. 203-218.

9. Monreal, G. 1989. *Livestock Housing.* Chapter 2. Environment and Animal Health. CAB International. p. 33.

10. MWPS. 1990. *Mechanical Ventilating Systems for Livestock Housing.* MWPS-32. Midwest Plan Service. Iowa State University, Ames.

11. Sainsbury, D. W. B. and Mrcvs, F. 1995. *Pig health, Environment and housing.* The health of pigs. Longman Scientific & Technical. 69.

12. SAS. 1990. *SAS/STAT User's guide Vol. 2.* SAS institute Inc., Cary, NC., USA.

13. Smith, A. T. 1987. Current pig production systems. In : Smith, A. T. and Lawrence, T. L. J.(eds), *Pig Housing and the Environment.* BSAP Occasional Publication No. 11.

14. Spillman, C. K. and Hinkle, C. N. 1971. Conduction heat transfer from swine to controlled temperature floors. *TRANSACTIONS of the ASAE.* 14(2):301-303.

15. 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.
16. Webster, A. J. F. 1985. Animal health and the housing environment. In : *Animal Health and Productivity*. Royal Agricultural Society of England. pp. 227-242.
17. 유재일, 주정유, 김성철, 박종수, 장동일, 장홍희, 임영일. 1998. 최적 환경제어를 위한 한국형 돈사 모델 개발. *축산시설환경학회지*. 4(2):113-126.
18. 축산기술연구소 보고서. 1999. p. 229.
19. 최홍림, 송준익, 안희권. 2000. 전업양축농가를 위한 남부지방 돈사의 구조 및 환경실태조사. *축산시설환경학회지*. 6(2):1-14.
- (접수일자 : 2004. 3. 2. / 채택일자 : 2004. 5. 14.)