

## 고상식 돈사내에서 환기시스템별 환경조사 및 육성비육돈 사육 효과

유용희 · 정종원\* · 박규현 · 송준익 · 고응규 · 김상우 · 이인복\*\*

농촌진흥청 국립축산과학원

## Effects of Different Ventilation Systems on Rearing Growing-finisher and Indoor Environment in a High Rise Hog Building

Yoo, Y. H., Jeong, J. W.\*, Park, K. H., Song, J. I., Ko, Y. G., Kim, S. W.

and Lee, I. B.\*\*

National Institute of Animal Science, RDA

### Summary

The goal of this study was to develop a high-rise hog building(HRHB) for growing-fattening stages. HRHB was two story building and was suitable for specific environment in Korea. Manure was treated in a first floor and pigs were raised on the slatted second floor. Three ventilation systems - 1) duct inlet to wall exhaust system(V1), 2) eave inlet to wall exhaust system(V2), and 3) ceiling inlet to wall exhaust system(V3) - were used. This experiment was conducted during winter and from summer to fall. Air temperature, air speed, ammonia, hydrogen sulfide in HRHB, and swine growth rate were measured. During winter, air temperature in V1 system tended to be slightly high without any effect of outside air temperature. Maximum temperature from summer to fall was between 33.4 and 33.8°C and there was no significant difference among systems. Continuously measured daily temperature was lower in V2 system than other systems and the fluctuation of air temperature was high. Air speed in V1 and V2 systems were similar (0.02~0.21 m/s), and was 0.04~0.15 m/s in V3 during winter. From summer to fall, air speed in V1, V2, and V3 systems were 0.10~0.41 m/s, 0.10~0.83 m/s, and 0.11~0.26 m/s, respectively. V2 system showed bigger fluctuation of air speed than other systems. During winter, the highest concentrations of ammonia in V1, V2, and V3 systems were 7.0, 3.5, and 8.7 ppm, respectively. Hydrogen sulfide was not detected. The highest concentrations of ammonia from summer to winter in V1, V2, and V3 systems were 6.1, 2.8, and 5.6 ppm, respectively. Swine growth showed no statistical significance among systems. However, daily weight gain was approximately 4% higher in V1 and V3 than in V2. Feed intake/daily weight gain was approximately 4% higher in V1 than other systems. From summer to fall, daily weight gain in V1 and V3 tended to approximately 3% higher than other systems, and feed intake/daily weight gain was approximately 2% higher in V1 than other systems. Hence, V2 system for the ventilation system of HRHB should not be utilized. (**Key words** : High-rise hog building, Environment, Swine growth)

\* 농업기술실용화재단

\*\* 서울대학교(Seoul National University)

Corresponding author :

## 서 론

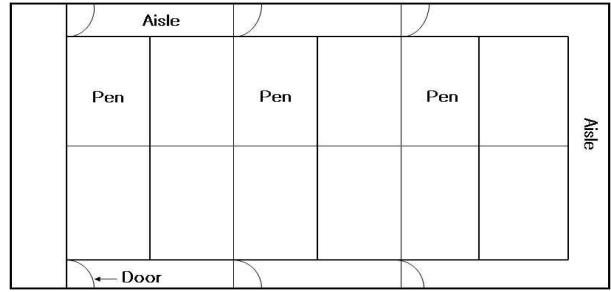
국내 양돈 산업의 변화는 소규모 사육농가들은 감소하고 전업화 기업화 농가들이 대부분으로 사육두수가 규모화 되는 현상이 가속화 되었다. 이에 따라 돈사용 가변축사표준 설계도로 분만돈용, 모돈용, 자돈용, 비육돈용을 지속적으로 보완 제작 보급하였다(농림부, 축협중앙회 1997). 규모화에 따른 양돈시설의 현대화 시작은 90년대 초였으며, 지금 육성비육돈사 형태는 대부분 1층 형태이였으나, 2층 또는 3층 돈사도 건축되어 이용되고 있다. 따라서, 국내 돈사 시설의 다양함에 따라 분뇨처리도 다양한 방식들이 보급 활용되고 있다. 그동안 수행된 돈사시설과 환경에 대한 연구로는 최 등(1999)이 국내 중부지방의 돈사 구조 및 환경실태조사 보고, 역시 최 등(2000)이 남부지방 돈사의 구조 및 환경실태조사 등 시설환경에 대한 연구보고가 있었다. 정 등(2005)은 국내의 2층 돈사와 톱밥돈사의 구조 및 분뇨처리 실태조사 결과를 보고하였다. 한편 국외에서는 돼지사육과 분뇨처리를 동시에 처리할 수 있는 일체형 고상식 육성비육돈사의 연구(Mescher 등 1999; Stowell 등 2002)가 수행 보고되었다. 이 고상식 돈사 원리는 고상식 산란계사 원리에서 착안 2층에서는 관행돈사처럼 돼지사육과 1층에서는 톱밥, 우드칩, 농산부산물 등을 충전 분뇨를 처리할 수 있도록 된 것으로, 돼지 성장력 향상, 분뇨처리와 동시에 악취를 저감 할수 있다 보고되고 있다. 고상식 돈사 환기시스템으로 천장입기에서 공기유속과 암모니아 분포를 예측하기 위하여 전산유체역학(CFD)을 이용 연구하였다(Sun 등 2002). 국내에서도 유 등(2010)은 고상식 돈사를 신축 환기시스템별로 공기흐름도와 공기유속에 대한 비교 기초연구 보고에서 돼지사육과 환

경조사 필요성을 제시 하였다. 아직은 국내에서는 고상식 돈사가 상용화 되어 있지는 않다. 따라서 본 연구 목표는 국내 여건에 적합한 돈사시설과 분뇨처리가 일체형으로 조합된 고상식 돈사를 개발하는데 있어 1차적으로 겨울철과 여름철에서부터 가을철에 환기시스템별로 육성비육돈을 사양 했을 때 환경조사와 돼지 성장에 관한 결과를 얻자고 수행 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험용 고상식 돈사

국립축산과학원(구 축산기술연구소)건축된 고상식돈사는 Fig. 1과 같다. 고상식돈사의 구조는 지상 2층 철근콘크리트 및 H빔 철골 구조로 하였다. 사용한 단열 마감재는 두께가 지붕 100mm, 벽체 75mm인 샌드위치 판넬을 사용 하였다. 돈사규격은 가로(29.0m)×세로(9.0m)×높이(7.5m)하였고, 1층 높이는 바닥으로부터 2층 콘슬랏트 밑부분 기준 3.1m이며, 2층 돼지의 생활공간 높이는 돈방 바닥 기준 중천장까지 2.4m로 하였다. 돈방 내 복도는 고상식돈사의 구조상 2층 돈방에서 생활하는 돼지가 배설하는 분뇨가 측벽에 묻지 않도록 하기 위하여 사방 측벽에 복도를 설치하였다. 돈사 내부시설은 일반관행돈사와 동일한 구조로 설치하였다. 돈방 바닥은 2층에서 생활하는 돼지가 배설하는 분뇨가 1층 분뇨처리상에 낙하하도록 전면 콘슬랏트 바닥재를 설치하였다. 돼지의 두당 사육밀도는 0.8m<sup>2</sup>를 기준하였다. 급이기는 습건식급이기로 돼지가 음수시 허실하는 물을 최대한 없도록 하였다. 추가로 워터컵형 급수기를 설치하였다.



<Top view>

Fig. 1. Photos of an construction of a high-rise growing fattening hog building (HRHB) at NLRI.

## 2. 환기시스템

고상식 돈사 환기시스템은 처리1 : 덕트입기 → 측벽배기, 처리2 : 처마입기(측벽천장) → 측벽배기, 처리3 : 천정입기 → 측벽배기, 3개방식을 설치하였다. 각 처리별로 분뇨처리상인 1층과 돼지가 사육되는 2층을 동일하게 칸막이로 분리하고 환기시스템을 설치하였다 (Fig. 2). 단, 처리2와 처리3은 지붕과 천장사이 공간으로 공기가 유입이 되도록 해야하므로 지붕과 천장 사이를 각각 칸막이로 분리하지 못했다.

## 3. 환경조사

고상식 돈사내 환경변화를 보기 위하여 온도, 공기유속, 유해가스 ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ )를 조사하였다. 온도 측정지점은 2층 돈방 바닥으로부터 1m 정도 지점에서 조사하였다. 공기유속

측정지점의 높이는 2층 돈방 바닥으로부터 육성비육돈 체고높이 고려하여 80cm 기준하였으며, 조사 반복수는 각 환기시스템별 조사시 3개 지점을 측정 평균하였다. 겨울철 환기량은 최소환기, 여름철 환기량은 최대환기, 가을철은 중간환기를 설정하였다. 유해가스 농도 조사는 돼지들이 안정된 상태에서 검지관 양 단면을 절단즉시 검지기에 삽입 검지기의 공기 흡입기를 뽑아 돈방 바닥으로부터 약 60 cm 높이에서 암모니아 ( $\text{NH}_3$ )는 1분 동안, 황화수소 ( $\text{H}_2\text{S}$ )는 약 30 cm 높이에서 30초 동안에서 측정하였다. 사용한 계측기 모델 및 사양은 Table 1과 같다.

## 4. 돼지사양 시험

겨울철 환기시스템별로 각 처리별 체중 44 kg 내외 육성돈을 덕트입기 72두, 처마입기 80두, 천정입기 72두를 시험 개시시 배치하

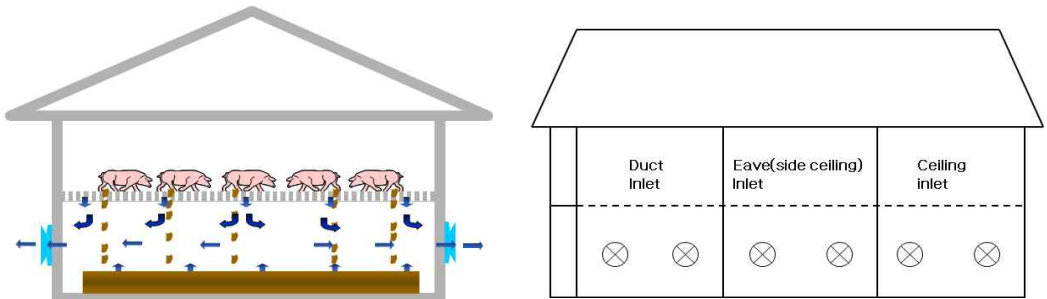


Fig. 2. Side view of a high-rise growing-fattening hog building.

Table 1. Specifications of the measuring instrument

Item	Model	Specification	Remarks
Temperature	8360-M-GB	0 ~ 100 °C	TSI
"	CR200-series 109	-50 ~ +70 °C	
Air speed	8360-M-GB	0 ~ 12 m/s, 0 ~ 50 m/s	TSI
"	Windsonic	0 ~ 60 m/s	
Gas (NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S)	Gastec 801	0 ~ 30 mg/ℓ	

여, 체중 약 80 kg까지 실시하였다. 여름철부터 가을철까지 환기시스템별로 각 처리별 체중 35 kg 내외 육성돈을 덕트입기 64두, 처마입기 70두, 천장입기 64두를 시험 개시시 배

치하여, 체중 약 110 kg까지 실시하였다. 시험 장소는 국립축산과학원 (구 축산연구소)에서 수행하였다. 주요조사는 돼지의 성장률, 사료섭취량을 조사 하였다. 시험에 공시된

Table 2. Feed composition used in this study

Item	Composition (%)	
	Growing	Finishing
Yellow corn	77.45	62.2
Wheat bran	—	15.4
Soybean meal	19.2	12.0
Fish meal	1.2	—
Soy oil	—	1.6
Molasses	—	4.0
Limestone	0.75	0.9
Calcium phosphate	0.65	0.35
Salt	0.25	0.25
L-lysine	0.1	—
Vit.-min mixture <sup>A</sup>	0.2	0.2
Biotin <sup>B</sup>	0.1	—
Antibiotics	0.1	0.1
Total	100	100
Chemical Composition <sup>C</sup>		
Digestible energy (Kcal/kg)	3,300	3,306
Crude protein (%)	16	14
Lysine (%)	0.8	0.7
Calcium (%)	0.6	0.7
Phosphorus (%)	0.5	0.5

<sup>A</sup> Vit-min mixture contains as followings in 1 kg : Vitamin A, 2,000,000 IU; Folic acid, 200 mg; Vitamin D<sub>3</sub>, 400,000 IU; Biotin, 20 mg; Vitamin E, 250 IU; Choline chloride 25,000 mg; Vitamin k<sub>3</sub>, 10 mg; Mn, 12,000 mg; Vitamin B<sub>1</sub>, 100 mg; Zn, 15,000 mg; Vitamin B<sub>2</sub>, 300 mg; Fe, 4,000 mg; Vitamin B<sub>6</sub>, 200 mg; I, 250 mg; Vitamin B<sub>12</sub>, 1.2 mg; Co, 100 mg; Niacin, 2,000 mg; Mg, 2,000 mg; Pantothenic calcium, 1,000 mg; B.H.T. 5,0

<sup>B</sup> Biotin contains as followings in 1kg : Biotin 100 mg

<sup>C</sup> Calculated values.

돼지는 계량 단위가 최저 100g 단위인 전자저울을 이용 시험 개시시, 완료시 2회 체중을 측정 평균하여 개시체중 및 완료체중으로 하였으며, 그 후 2주 간격으로 체중변화를 조사하였다. 사료 섭취량은 시험개시부터 종료 시까지 사료를 급여할 때마다 사료의 무게를 칭량하여 급여하였다. 시험 종료 시에 급이기에 남아있는 사료의 전량을 전부 수거 무게를 조사 한 후 총 급여량에서 잔량의 무게를 공제 사료 섭취량으로 하였다. 급여사료는 Table 2에서 보는 것처럼 CP 16%, DE 3,300 Kcal/kg인 육성돈 사료를, CP 14%, DE 3,306 Kcal/kg인 비육돈사료를 급여하였다. 사료 형태는 가루사료 형태로 급여하였다. 본 사양시험 결과자료는 SAS 프로그램 (2009) GLM Procedure를 이용하여, 처리간 평균비교를 위하여 Duncan's multiple range test (Duncan, 1995)를 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 온도

고상식 돈사내 2층 환기시스템별로 겨울철 온도변화는 시험 전기간 동안 조사한 결과를 보면 Fig. 3-1에서 보는바와 같다. 시험기간

동안 고상식 돈사내 환기는 최소환기를 유지하였다. 겨울철 시험기간 동안 조사한 결과 중 최저온도는 덕트입기는 9.1℃, 처마입기 6.1℃, 천장입기 6.2℃로 다른 환기시스템보다는 약 3℃ 높은 경향을 보였다. 외기온도와 비교한 결과 외기 온도 변화와 같은 경향을 보였으나 고상식 돈사내에서는 외기보다 낮은 온도를 보이지 않았다. 전기간 평균온도는 덕트입기 15.7℃, 처마입기 14.5℃, 천장입기 15.0℃로 덕트입기 환기시스템이 약 1℃ 정도 높은 경향을 보였다. 이상의 결과를 보면 덕트입기, 처마입기, 천장입기 모두 공간내 온도변화는 비슷한 경향을 보였고, 고상식 돈사내에서 겨울철에는 외기온도에 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

여름철부터 가을철 시험 전기간 동안 온도변화를 조사한 결과를 보면 Fig. 3-2에서 보는바와 같다. 시험기간 동안 고상식 돈사내 환기는 돈사내 온도에 따라 최대환기, 중간환기를 유지하였다. 환기시스템별로 시험 전기간 동안 조사한 결과 최고온도는 33.4℃~33.8℃로 처리간 차이를 보이지 않았으며 외기온도 33.0℃와 비슷하였다. 전기간 평균온도는 덕트입기 27.4℃, 처마입기 26.5℃, 천장입기 26.5℃로 덕트입기에서 처마입기, 천장입기 환기시스템 보다 약 1℃ 정도 높은

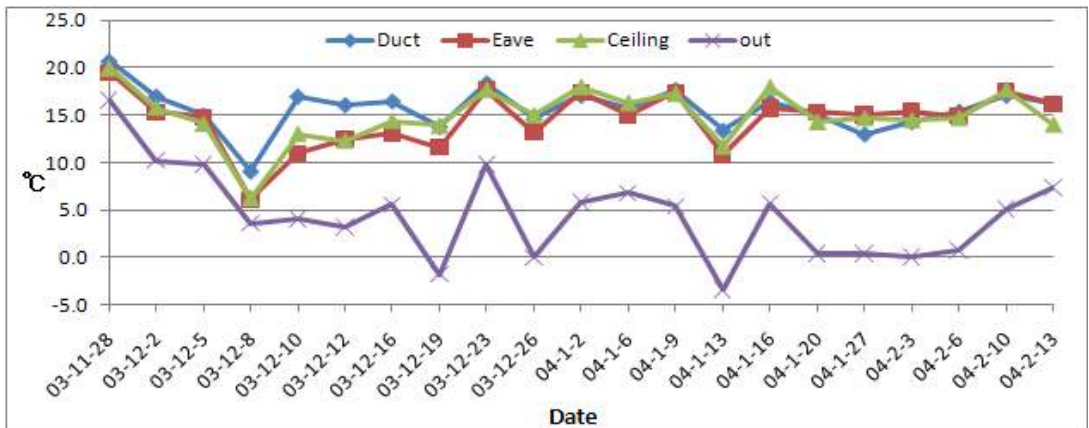


Fig. 3-1. Periodic changes of temperature inside the HRHB with different ventilation systems during winter.

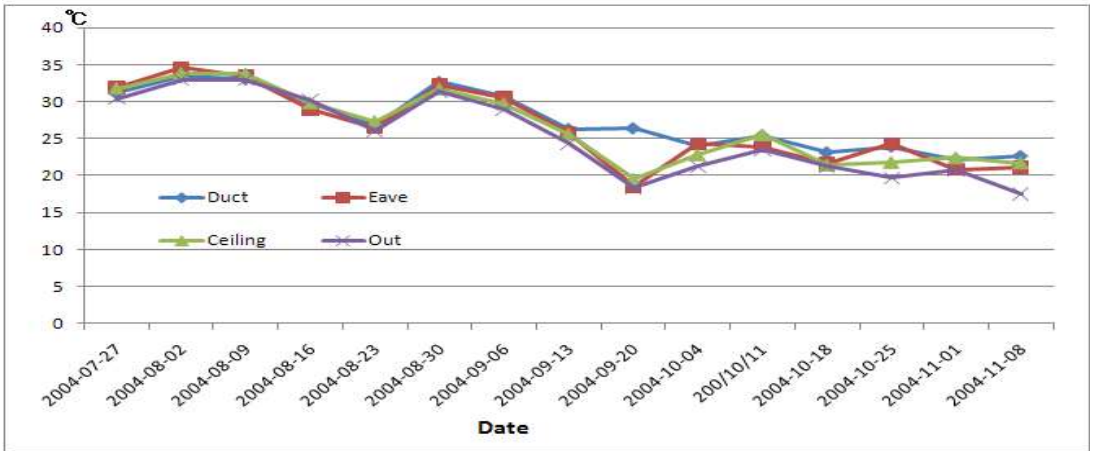


Fig. 3-2. Periodic changes of temperature inside the HRHB with different ventilation systems from summer to fall.

경향을 보였다. 이상의 결과 덕트입기, 처마입기, 천장입기 모두 공간내 온도변화는 비슷한 경향을 보였고, 외기온도와 비교한 결과 여름철에는 외기와 비슷한 경향을 나타냈다.

Fig. 3-3에서 보는 것처럼 일일 24시간동안 연속적 온도변화를 가을철에 조사한 결과 처마입기가 다른 환기시스템보다 낮은 온도를 유지하였다. 처마입기의 일일 온도의 편차는 최저 0.5°C에서 최고 12.1°C로 덕트입기와 천장입기 보다 매우 큰 것으로 나타났다.

돼지의 성장단계별 제시하고 있는 체중 30

~60 kg 육성돈의 경우 적정사육온도는 20~25°C, 체중 60~105 kg 비육돈의 경우 적정사육온도는 15~20°C라고 제시한(농촌진흥청, 2000)것과 비교 한 결과 여름철기간 동안에는 적정온도가 유지하지 못하는 것으로 나타났다. 돈사내 적정온도 범위를 유지하는 경우 습도의 영향으로 돼지 증체나, 사료섭취량에 영향을 미치지 않고(Morrison 등 1966) 고온다습 환경이 유지될 경우 증체량이 영향을 준다고 보고(Morrison 등 1968)하였다. 이상의 결과를 보면, 겨울철 고상식 돈사내 온

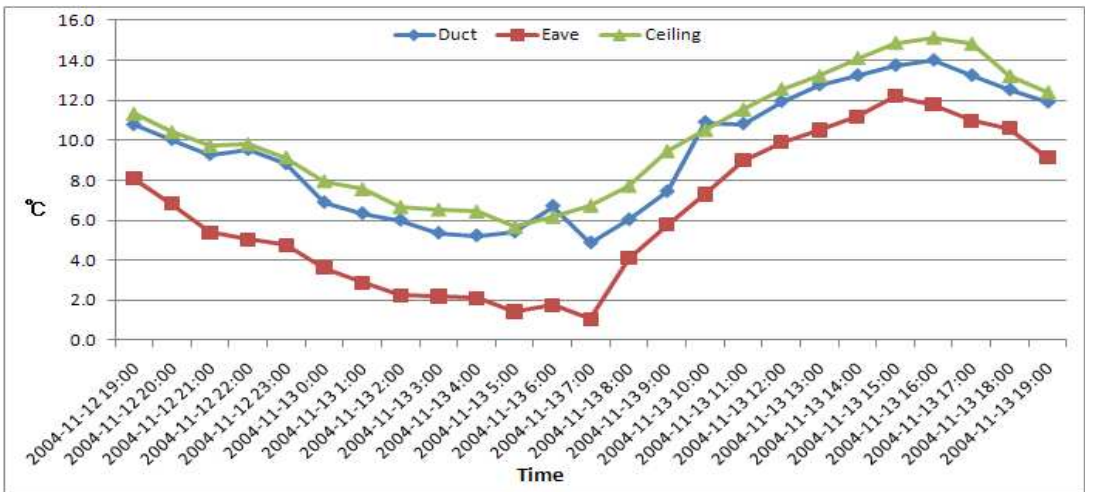


Fig. 3-3. Hourly monitoring of temperature inside the HRHB with different ventilation systems.

도는 외기온도에 영향을 받지 않으며 덕트입기가 다른 2종류의 환기시스템보다 적정 사육온도를 유지할 것으로 나타났다. 여름철부터 가을철 고상식 돈사내 온도는 환기시스템별로 차이를 보이지 않았으나 외기 온도의 변화에 따라 고상식 돈사내 영향을 받는 경향을 보여 이에 대한 방안을 수립해야 될 것으로 사료된다. 특히 처마입기 환기시스템을 설치하는 경우 온도관리에 대한 방법을 강구해야 될 것으로 사료된다.

## 2. 공기유속

고상식 돈사내 2층 덕트입기, 처마입기, 천

장입기 환기시스템별로 겨울철 공기유속 변화는 Fig. 4-1에서 보는바와 같다. 시험기간 동안 고상식 돈사내 환기는 최소환기를 유지하였다. 시험 전기간 동안 조사한 결과 평균 공기유속은 덕트입기 0.02~0.20 m/s, 처마입기 0.03~0.20 m/s, 천장입기 0.04~0.15 m/s로 공간내 공기유속 변화는 약간의 차이는 있으나 비슷한 경향을 보였다.

여름철부터 가을철 공기유속 변화는 Fig. 4-2에서 보는바와 같다. 시험 기간동안 외기 온도에 따라 환기를 최대환기, 중간환기를 유지하였다. 덕트입기는 0.10~0.41 m/sec 처마입기는 0.10~0.83 m/sec 천장입기는 0.08~0.26 m/sec 의 공기유속을 보였다. 시험 전기간 동

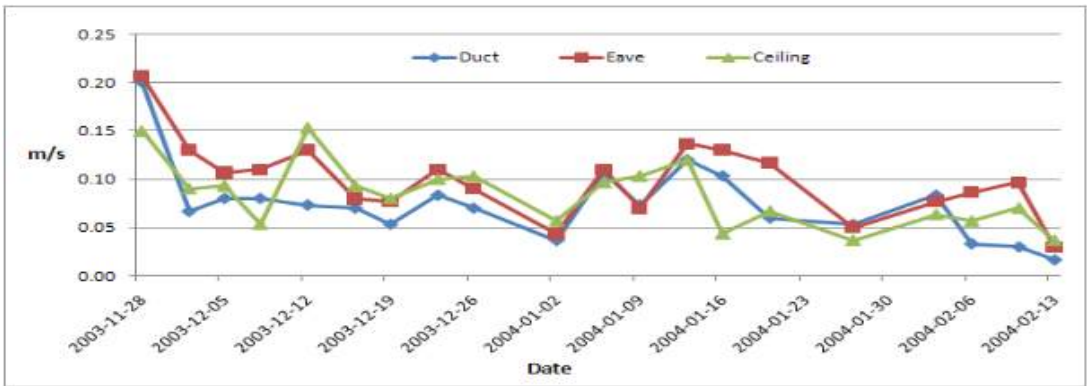


Fig. 4-1. Average air velocity inside the HRHB with different ventilation systems during winter.

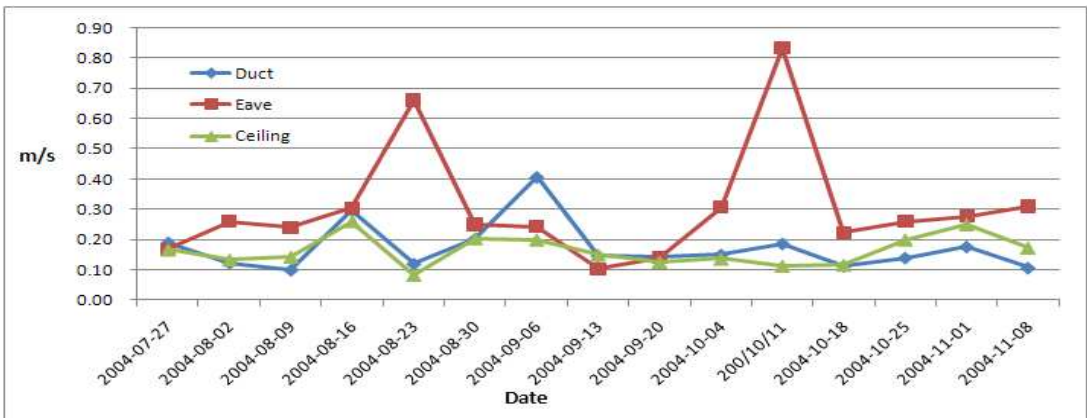


Fig. 4-2. Average air velocity inside the HRHB with different ventilation systems from summer to fall.

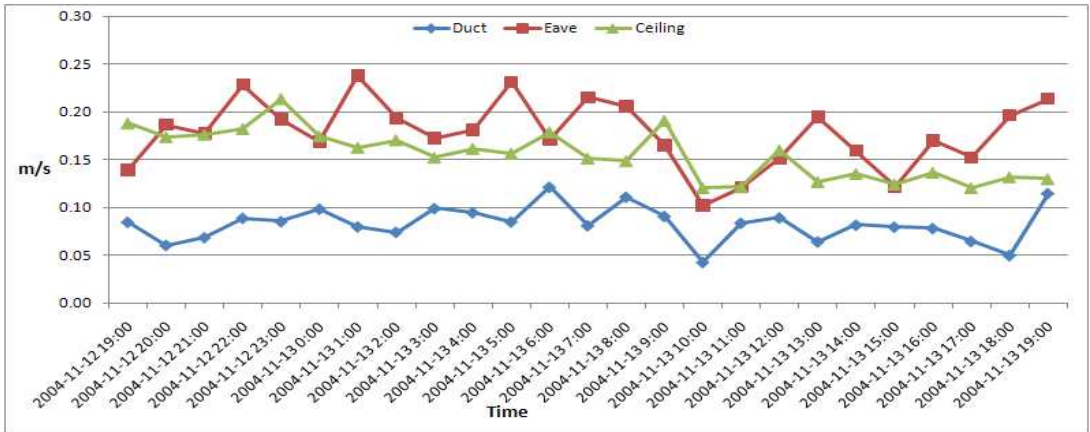


Fig. 4-3. Hourly monitoring of air velocity inside the HRHB with different ventilation systems from summer to fall.

안 공기유속을 보면 처마입기에서 약간의 높은 공기유속이 있었으나 공간내 공기유속 변화는 약간의 차이는 있으나 비슷한 경향을 보였다.

Fig. 4-3에서 보는 것처럼 일일 24시간동안 연속적 공기유속 변화를 조사한 결과 처마입기가 공기유속의 변화가 다른 환기시스템보다 공기 유속의 폭이 넓은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 고상식 돈사에서 설치하는 환기시스템 중 처마입기 방식을 적용하는 것은 좀더 재고를 해야 될 것으로 사료된다.

돈사에서 사용하는 육성비육돈에 적절한 공기유속은 따뜻하고 온화한 날씨에는 0.25 m/s, 매우 고온날씨에는 0.5 m/s 이상 1.2 m/s 가 (Riskowski 2001) 유지되어야 한다고 제시하였다. 돈사내 유해가스를 배출하기 위해서는 공기유속이 0.08 m/s 이상이여야 한다고

(Grub 등, 1974)은 보고하였다. 이상의 결과, 고상식 돈사에서 환기방식별로 공기유속 제시는 없으나, 고상식 돈사내 온도, 공기유속을 환기 처리별로 비교해보면 처마입기(측벽 천장)는 공기유속의 변이 폭이 넓어 적용에 재고를 해야 할 것으로 사료된다.

### 3. 유해가스 (암모니아, 황화수소)

겨울철 고상식 돈사내 암모니아, 황화수소 발생농도는 Table 3에서 보는바와 같다. 환기 시스템별로 시험 전기간 동안 중 암모니아 최고 발생농도는 덕트입기에서 7.0 ppm, 처마입기 3.5 ppm, 천장입기 8.7 ppm이었다. 여름철부터 가을철 암모니아, 황화수소 발생농도도 Table 3에서 보는바와 같다. 덕트입기, 처마입기, 천장입기 환기시스템별로 시험 전기

Table 3. Ammonia concentration inside the HRHB with different ventilation systems during winter and summer to fall

(unit : ppm)

Item	Winter			Summer to fall		
	Duct inlet	Eave inlet	Ceiling inlet	Duct inlet	Eave inlet	Ceiling inlet
Minimum	1.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.2
Maximum	7.0	3.5	8.7	6.1	2.8	5.6
Average	4.1	2.0	3.4	2.5	0.8	1.4

※ ND : H<sub>2</sub>S



간 동안 중 암모니아가 최고 발생농도는 덕트입기에서 6.1 ppm, 처마입기 2.8 ppm, 천장입기 5.6 ppm 이었다.

겨울철 시험 전기간 동안 암모니아 발생농도를 조사한 결과를 보면 Fig. 5-1에서 보는 바와 같다. 덕트입기, 천장입기가 처마입기보다 높은 경향을 보였으나 발생추이는 비슷한 경향을 보였다.

여름철부터 가을철 시험 전기간 동안 암모니아 발생농도를 조사한 결과 Fig. 5-2에서 보는바와 같다. 덕트입기가 처마입기, 천장입기보다 약간 높은 경향을 보였으나 발생추이는 비슷한 경향을 보였다.

계절과 돈사내 공기유속에 따라 발생농도는 차이는 있으나, 덕트입기, 처마입기, 천장

입기 환기시스템 간에 발생농도 추이는 비슷한 경향을 보였다. 유해가스 인 암모니아 허용농도 기준은 연구보고자에 따라 다르나 이상의 결과를 보면 본 연구의 3종류 환기시스템과 비교는 할 수 없으나 고상식 돈사내에서 암모니아 농도는 Stowell 등 (2002)은 평균 4.3 ppm 이며 20 ppm을 초과하지 않았고, 황화수소는 검출되지 않았다 보고하였고, Keener 등 (1999)은 암모니아 농도가 매우 낮은 수준, Jodie wehrspann (1999)은 5~8 ppm 이었다 보고와 비슷한 결과를 보였다. 따라서, 본 연구의 고상식 돈사내에서 발생하는 암모니아는 덕트입기와 천장입기에서 약간 높은 경향이었으나 MWPS (1990)에서 돈사내 암모니아 농도로 제시한 20 ppm 이하로 검출되어 2층

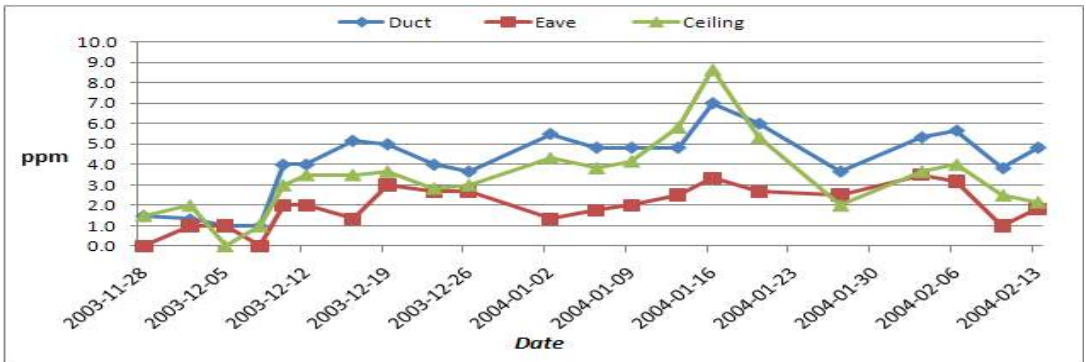


Fig. 5-1. Periodic changes of average ammonia concentration inside the HRHB with different ventilation systems during winter.

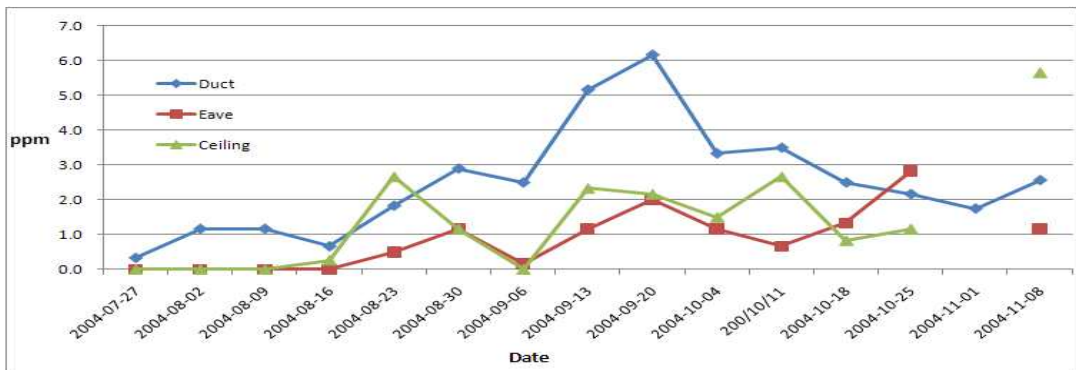


Fig. 5-2. Periodic changes in average ammonia concentration inside the HRHB with different ventilation systems from summer to fall.

돼지사육 돈방에 영향을 주지 않을 것으로 판단되었다.

#### 4. 돼지사양 시험

돼지사양 시험결과 환기시스템별로 통계적인 유의성은 없었다. 겨울철 고상식 돈사의 환기처리별 돼지사육 효과는 Table 4에서 보는 것과 같다. 덕트입기와 천장입기가 처마입기보다 일당증체량이 약 4%정도 높은 경향을 보였다. 일일사료섭취량은 환기 처리간 차이를 보이지 않았으며 두당 2.04~2.06 kg 씩 섭취 하였다. 사료섭취량/증체량은 덕트입기가 다른 환기시스템보다 사료효율이 약 4% 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 겨울철 돈사내 온도가 처마입기, 천장입기 에서보다 덕트입기에서 높기 때문인 것으로 생각된다. 여름철부터 가을철까지 고상식 돈사에서도 환기처리별 돼지사육 효과는 보면 Table 4와 같다. 덕트입기와 천장입기가 처마입기보다 일당증체량이 약 3% 정도 높은 경향을 보였다. 일일사료섭취량은 환기 처리간 차이를 보이지 않았으며 두당 2.29~2.36 kg 씩

섭취 하였다. 사료섭취량/증체량은 덕트입기가 처마입기, 천장입기보다 사료효율이 약 2% 높은 것으로 나타났다. 비록 대조구와 비교는 곤란하나 성장률에 차이가 없을 것으로 보여 진다. 이러한 결과는 돈사내 온도가 증체량, 사료섭취량, 사료효율 등에 관계가 있다는 연구 보고(Lopez 등 1991; Nichols 등 1980)와 같은 결과를 보였다.

Keener 등 (1999)은 고상식 돈사에서 돼지사육은 관행돈사에서 사육하는 것과 비교한 결과 성장이 같거나 좋다 보고, Stowell 등 (2001)은 증체율과 사료효율이 관행돈사에서 사육하는 것보다 좋은 것으로 나타났다 보고 하였다. 본 연구에서는 국내의 관행돈사에서 사육한 결과와 비교는 할 수 없으나 축산연구소 (1996)에서 축산시험연구보고서에 보고한 일당증체를 여름철부터 가을철까지 고상식 돈사에서 사육한 결과와 비교한 결과 돼지증체에는 차이가 없으나, 사료섭취량이 낮은 것으로 나타나 고상식 돈사에서도 돼지사육이 가능할 것이나, 고상식 돈사용 환기시스템으로 처마입기 측벽배기 적용은 재고를 해야 될 것으로 판단된다.

Table 4. Growth performance of hogs raised inside the HRHB with different ventilation systems during winter and summer and fall

(Unit : kg)

Item	Winter			Summer to fall		
	Duct	Eave	Ceiling	Duct	Eave	Ceiling
Initial weight	44.01±14.10	44.38±17.59	44.81±14.96	34.9± 5.57	35.5± 5.59	35.2± 5.80
Final weight	81.17±21.64	79.86±28.24	81.41±23.08	102.6±13.42	101.1±12.91	102.6±11.76
Weight gain	37.16±11.70	35.48±13.98	36.61±12.41	67.6±10.36	65.6±11.90	67.6± 9.96
ADG	0.49± 0.15	0.47± 0.19	0.49± 0.17	0.59± 0.09	0.58± 0.11	0.59± 0.09
Total feed intake	155.71	154.34	154.15	261.6	259.0	266.3
Daily feed intake	2.05	2.04	2.06	2.32	2.29	2.36
Feed/gain	4.18	4.34	4.20	3.86	3.94	3.93

The growth performance of pig is non significantly with ventilation systems (P<0.05).

\* Mean± : STD, \*\* ADG : Average Daily Gain

\*\*\* National Livestock Research Institute (1996) : Initial weight : 48.3 kg, Final weight : 100.8 kg

Average daily gain : 0.59 kg, Daily feed intake : 3.07 kg

## 적 요

본 연구는 국내 여건에 적합한 돈사시설과 분뇨처리가 일체형으로 조합된 고상식 돈사에 적합한 환기시스템을 찾고자 수행하였다. 덕트입기→측벽배기(처리 V1), 처마입기(측벽천장)→측벽배기(처리 V2), 천장입기→측벽배기(처리 V3) 3종류의 환기시스템을 설치하였다. 시험 시기는 겨울철과, 여름철부터 가을철에 실시하였다. 환기시스템별 고상식 돈사내 온도, 공기유속, 암모니아, 황화수소, 돼지성장 등을 조사하였다. 그 결과는 다음과 같다.

겨울철 동안 온도는 덕트입기에서 온도가 약간 높은 경향을 보였으며, 외기온도에 영향을 받지 않았다. 여름철부터 가을철 동안 최고온도는 33.4~33.8℃ 처리간에 큰 차이를 보이지 않았으며, 외기온도에 영향을 받는 것으로 나타났다. 가을철 일일 연속적 온도 변화에서 처마입기가 다른 환기시스템보다 낮은 온도를 유지와 온도의 편차가 큰 것으로 나타났다.

겨울철 동안 돈사내 공기유속은 덕트입기와 처마입기는 0.02~0.21 m/s 로 비슷한 경향이었으며 천장입기는 0.04~0.15 m/s 이었다. 여름철부터 가을철동안 돈사내 공기유속은 덕트입기 0.10~0.41 m/sec 처마입기 0.10~0.83 m/sec 천장입기 0.11~0.26 m/sec의 공기유속을 보였다. 가을철 일일 연속적 공기유속변화에서 처마입기가 공기유속의 변화가 다른 환기시스템보다 큰 것으로 나타났다.

겨울철 동안 돈사내 NH<sub>3</sub> 발생 최고 농도는 덕트입기 7.0 ppm, 처마입기 3.5 ppm, 천장입기 8.7 ppm 검출 되었으며, H<sub>2</sub>S는 검출되지 않았다. 여름철부터 가을철 동안 돈사내 NH<sub>3</sub> 발생 최고농도는 덕트입기 6.1 ppm, 처마입기 2.8 ppm, 천장입기 5.6 ppm 검출되었다.

돼지 성장에서 환기시스템 간 통계적인 유의성은 없었으나, 겨울철 동안 일당증체량은

덕트입기와 천장입기가 처마입기보다 약 4% 높은 증체를 보였으며, 사료섭취량/증체량은 덕트입기에서 사육되는 돼지가 효율이 약 4% 높은 것으로 나타났다. 여름철부터 가을철 동안 덕트입기와 천장입기에서 사육되는 돼지의 일당증체량이 처마입기에서보다 약 3% 정도 높은 경향을 보였으며, 사료섭취량/증체량은 덕트입기에서 사육되는 돼지가 효율이 약 2% 높은 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 고상식 돈사 환기시스템으로 처마입기(측벽천장)측벽배기 적용은 비효율적이라 판단된다.

## 인 용 문 헌

1. Grub, W., E. P. Foerster, and L. F. Tribble. 1974. Swine building air contaminant control with pit ventilation. Presented at the 1974. Winter Meeting. ASAE, paper No. 74-4532.
2. Jodie wehrspann. 1999. High-rise house for hogs. FIN Mid March. 48.
3. Keener, H., D. Elwell., T. Menke, and R. Stowell. 1999. Design and management of a High-Rise™ hog facility manure drying bed. ASAE. paper No. 994108.
4. Lopez. J., G. W. Jesse, B. A. Becker, and M. R. Ellersieck. 1991. Effect of temperature on the performance of finishing Swine: II. Effect of a cold diurnal temperature on average daily gain, feed intake, and feed efficiency. J. Anim. Sci. 69(5):1850-1855.
5. Mescher, T., T. Menke., R. Stowell., M. Vennhuizen, P. E, and H. Keener. 1999. Design, performance and economics of a high rirs swine finishing building. ASAE Annual International Meeting. paper No. 994107.
6. Morrison, S. R., T. E. Bond, and P. Finn

- Kelcey. 1966. The influence of humidity on growth rate and feed utilization of swine. *Int. J. Biometeorology*. 10:163-168.
7. Morrison, S. R., T. E. Bond, and H. Heitman Jr. 1968. Effect of humidity on swine high temperature. *Transactions of the ASAE* 11(4): 256-258.
  8. MWPS. 1990. Mechanical ventilating systems for livestock housing, MWPS-32, Midwest Plan Service, Iowa state University, Ames.
  9. Nichols, D. A., D. R. Ames, and R. H. Hines. 1980. Swine Day: Effect of temperature on performance of finishing swine. Kansas State University. 14-16.
  10. Riskowski, G. L. 2001. Swine production management workshop. Korean Pig Industry Research Society, U. S. Grains Council, American Soybean Association.
  11. Stowell, R. R., H. Keener, D. Elwell, T. Menke and S. Foster, 2002. High-Rise™ Hog Facility. *ASAE proceedings of the 1st International Conference*. p 273.
  12. Stowell, R. R., H. Keener, D. Elwell, T. Menke and S. Inglis, 2001. Indoor air quality and pig performance within a High-Rise™ Hog facility. *ASAE proceedings of the 6st International symposium*. p 273.
  13. Sun, H., R. R. Stowell, H. M. Keener, and F. C. Michel. 2002. Two-dimensional computational fluid dynamic (CFD) model of air velocity and ammonia distribution in a High-Rise™ Hog Building. *Transactions of ASAE*. 45(6):1559-1568.
  14. 농림부, 축협중앙회. 1997. '97 가변형축사표준설계도.
  15. 농촌진흥청. 2000. 표준영농교본-97 축산환경과 시설
  16. 축산연구소. 1996. 축산시험연구보고서.
  17. 유용희, 송준익, 최동윤, 정의수, 전경호, 이풍연, 김상우, 정종원. 2010. 고상식 육성비육돈사에 적합한 환기시스템에 관한 연구. *한국축산시설환경학회지*. 16(1):61-70.
  18. 정종원, 유용희, 송준익, 김태일, 전병수, 양창범. 2005. 국내 2층돈사와 톱밥돈사의 구조 및 분뇨처리 실태조사. *한국축산시설환경학회지*. 11(3):169-176.
  19. 최홍림, 송준익, 김현태, 안희권, 고석영. 1999. 우리나라 중부지방의 돈사의 구조 및 환경실태조사. *한국축산시설환경학회지*. 5(1):1-15.
  20. 최홍림, 송준익, 안희권. 2000. 전업양축농가를 위한 남부지방 돈사의 구조 및 환경실태조사. *한국축산시설환경학회지*. 6(1):1-14.