

무창 분만 · 자돈사내에서 환기시스템별 축한기 환경 조사

유용희 · 송준익 · 정종원 · 김태일 · 최희철 · 양창범 · 이영윤*

농촌진흥청 축산연구소

Environmental Survey to a Ventilation System on the Enclosed Farrowing-nursery Pig House in Winter

Yoo, Y. H., Song, J. I., Jeung, J. W., Kim, T. I., Choi, H. C., Yang, C. B. and Lee, Y. Y.*

National Livestock Research Institute, R.D.A.

Summary

This study was conducted to improve a ventilation system on the enclosed farrowing-nursery pig house in Korean swine facilities. This survey ventilation system types four major structures. The first structure has planer slot inlet, where air comes in, and these are placed outside the wall under the eave. Then the air from the pig house flows out through the chimney outlet operated by an exhaust fan(V1). The second structure has an air input through the perforated ceiling inlet, then the air from the pig house flows out through the chimney outlet operated by an exhaust fan(V2). Through the circular duct inlet placed inside the juncture of the entry wall, air also comes in(third structure). Then, air from the pig house flows out through the chimney outlet operated by an exhaust fan(V3), Similarly, air comes in through the circular duct inlet placed inside the juncture of the entry wall, but air from the pig house flows out through the side wall by an exhaust fan(V4). Temperature, relative humidity, air velocity and ammonia concentration(NH₃) were measured in the interior farrowing-nursery pig house during winter. The results were as follows; Interior temperature at the pig house was not remarkably different in all ventilation systems. The V4 system had low area air velocity, and this was better than other systems. It also had a lower ammonia concentration than other systems. V3 and V4 systems had stable airflow patterns, better than other systems. Therefore, it is suggested that the V3 and V4 ventilation system be applied in the enclosed farrowing-nursery pig house in winter.

(Key words : Farrowing-nursery pig house, Ventilation system)

서 론

우리나라 양돈에 있어서 돈사는 생산성 향상과 노동력 절감을 위해 환경의 인위적 조절을 할 수 있는 돈사의 형태로 발전하고 있다.

이러한 목적을 달성하기 위해 무창돈사를 많은 양돈농가들이 설치 활용하고 있다. 특히 중부지방의 분만·자돈사는 무창돈사가 대부분이라고 최 등(1999)은 보고하고 있다. 이와 같은 추세로 현재 인위적 환경조절을 위하여 장

* 성일기전(Sung II)

Corresponding author : Yoo, Yong Hee, National Livestock Research Institute, RDA, Suwon, 441-706, Korea. Tel : 82-31-290-1714, E-mail : yooyh@rda.go.kr

제환기 방식의 채택이 증가하고 있다. 그러나 돈사 내 환기 방식이 자연환기에서 강제환기 방식으로 전환되면서 여러가지 문제점이 많이 도출되어 왔다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 현재 몇 가지 방식들이 국내에 시도되고 있다. 그러나 적절한 환기시스템의 제시가 없는 실정으로 환기체계 정립이 시급한 문제로 대두되고 있다. 이러한 상황에 따라 우리나라의 돈사 내 최적 생산 환경을 제공하기 위해서는 우리나라의 기후조건을 고려한 한국형 환경제어용 무창돈사의 개발 및 보급이 필요하다고 장 등(1996)이 보고 하였다 국내 돈사 환기형태는 대표적으로 몇 가지 방식이 혼재 사용되고 있으나 각 형태별 환기 효과가 검증되지 않아 이용자의 혼란 초래 및 생산성 저하를 초래 한다고 최 등(2000)은 보고하고 있다. 이 등(1996)은 지하피트 입기 + 지붕배기, 지붕쿨링타워입기 + 측벽배기, 덕트입기 + 지하피트배기, 천공천장입기 + 지붕굴뚝배기 등 국내에 설치된 무창 분만·자돈사 4가지 환기 체계별 환경변화 비교에 대하여 기초조사 연구를 하였다. 송 등(2002)은 돈사에 설치한 덕

트 환기시스템이 효율적인 적정 공기유속을 유도할 수 있다고 보고 하였다. 유 등(2002)은 측벽상단입기 + 지붕굴뚝배기, 천공천장입기 + 지붕굴뚝배기, 측벽덕트입기 + 지붕굴뚝배기, 측벽덕트입기 + 측벽배기의 무창 분만·자돈사 환기시스템이 여름철 돈사 내 환경에 미치는 영향 연구 등 다수의 연구자들이 보고하였다. 따라서, 본 연구는 유 등(2002)이 여름철 환경에 대해 조사 보고한 4 종류 환기시스템인 동일 양돈농장에 대해서 겨울철 혹한기 환경에서는 어떠한 영향에 있는지 비교 조사를 실시 기초 자료를 제공하는데 있다.

재료 및 방법

1. 조사대상 돈사

Table 1에서 보는 것처럼 국내에 가장 많이 보급되어 있는 무창 분만·자돈사 중 4 종류 환기 형태를 선정 조사하였다. 조사한 돈사의 환기 형태 구성은 Table 1 및 Fig. 1과 같다. 조사대상 돈사의 제원은 Table 2에서 보는 바와 같다.

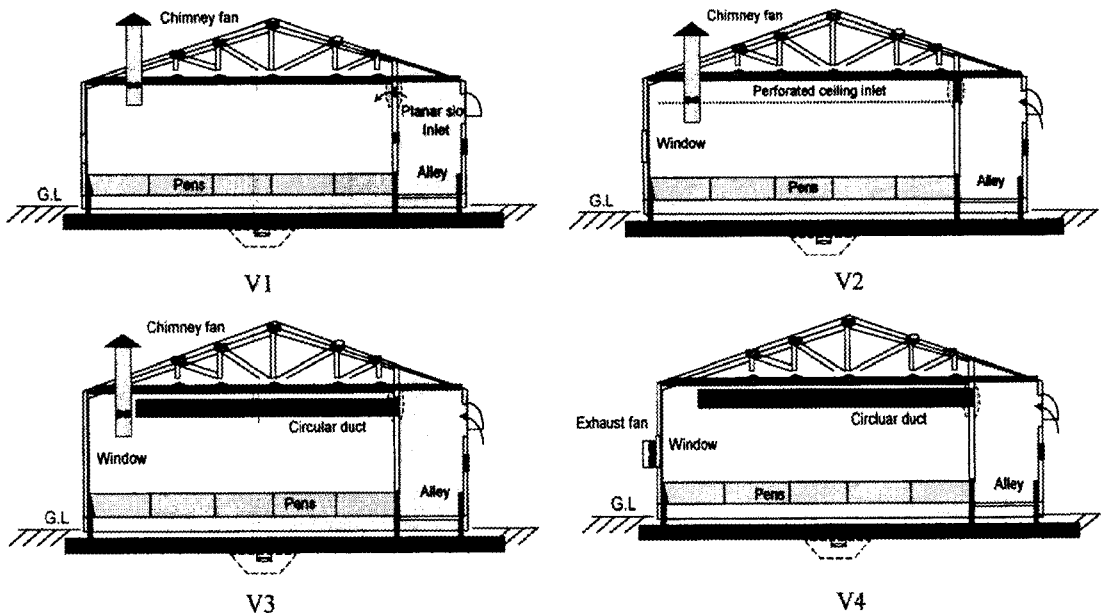


Fig. 1. Ventilation systems of the enclosed farrowing-nursery pig house.

Table 1. Ventilation systems of the enclosed farrowing-nursery pig house

Item	Ventilation systems	
	Inlet	Outlet
V1	Planer slot inlet entry wall	Chimney fan
V2	Perforated ceiling inlet entering wall	Chimney fan
V3	Circular duct	Chimney fan
V4	Circular duct	Exhaust fan in side wall exit

Table 2. Specifications of the farrowing-nursery pig house

Item		Ventilation systems			
		V1	V2	V3	V4
Insulation thick(mm)	Roof	75	100	75	75
	Side wall	50	50	50	50
Compartment size(m)		5.4 × 12	5.4 × 10	5.4 × 10	5.4 × 12
Pen size(m)		1.8 × 2.4	2.0 × 2.2	1.8 × 2.2	1.8 × 2.2
Alley width(cm)		60	80	80	80
Heads(Sow)		12	10	12	12
Fan specification		ENIΦ500, 5,580 ~ 8,510m ³ /h			

2. 조사 시기 및 장소

조사 시기는 겨울철 12월부터 익년 2월까지 각 농장을 방문하여 4회로 나누어 실시하였다. 조사 대상 돈사는 경기도 이천, 안성, 충청북도 증평에 소재한 무창 분만·자돈사이었다

3. 조사 방법

가. 온도, 습도, 공기유속, 암모니아(NH₃)

온도, 습도, 공기유속 측정은 온도 : 분해능 / 정도 0.1℃ / ±0.3℃, 습도 : 분해능 / 정도 0.1% / ±3%, 풍속 : 분해능/정도 0.01m/s / ±1.5% 인 열선풍속계(Model 8360-M-GB, TSI Incorporated) 기기를 이용 돼지들이 안정된 상태에서 조사하였다. 유해가스 농도인 암모니아(NH₃) 측정은 Gastec(Model 801)을 이용 돼지들이 안정된 상태에서 검지관 양 단면을 절단즉시 검지에 삽입 검지기의 공기 흡입기를 뽑아 최소 환기 상태에서 1분 동안 돈방 바닥으로부터 약 60 cm 높이에서 측정하였다.

나. 측정지점

온도측정은 바닥으로부터 30, 120, 180cm의

높이 평면에서 좌우 돈방 및 중앙통로의 중앙부 각 3점씩 총 27지점에서 측정하였다.

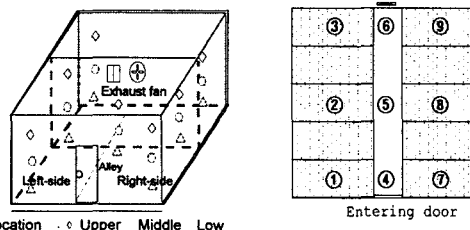


Fig. 2. Measurement locations of pig house.

결과 및 고찰

1. 온도, 습도

Table 3에서 보는 것처럼 각 환기 형태별 평균온도는 V1 27.2℃, V2 27.6℃, V3 27.7℃, V4 26.4℃로 환기형태에 따른 온도의 차이가 없었다. 분만돈사 내 모든 기준 온도는 MWPS (1983)는 18 ~ 23℃, Riskowski(2001)는 16 ~ 20℃ 범위를 유지해야 된다는 보고와, 이 등 (1996)은 겨울철 분만돈사 내 천공천장입기 + 지붕배기에서 온도는 21.5 ± 1.7℃ 라는 조사 보고와 비교한 결과 조사한 무창 분만·자돈사 내에 온도가 높은 경향 이었다. 이러한 결과는

어미와 동일 공간 내에 생활하고 있는 포유자돈에게 국소보온을 위해 보온등을 설치 해주고 있어 발산되는 열로 인해 돈사 내 온도가 상승되는 것으로 사료되었다. 또한 외기온도가 2.4 ~ 3.9℃ 이었으나 돈사내부는 큰 영향을 받지 않는 것으로 조사되었다. 이것은 Table 2에서 보는 것처럼 단열의 효과에 대하여 조사하지 못했으나 돈사의 적정단열로 인하여 외부 기온을 차단하는 것으로 보여진다. 돈사 공간 내 각 환기 형태별로 온도분포를 조사한 결과 Fig. 3에서 보는 것처

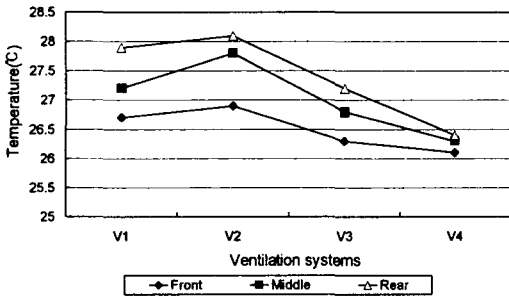


Fig. 3. Temperature distributions at each ventilation systems in the enclosed farrowing-nursery pig house in winter.

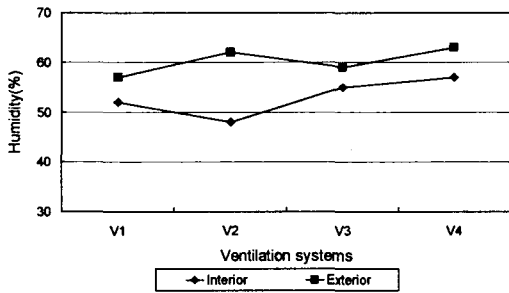


Fig. 4. Humidity distributions at each ventilation systems in the enclosed farrowing-nursery pig house in winter.

럼 V4 환기 형태의 돈사 내 온도가 비교적 다른 시스템에 비하여 돈사 내 전방, 중앙, 후방 부분 모두 온도가 균일하게 유지되는 것으로 나타났다.

돈사 내 습도를 조사한 결과 Table 3과 Fig. 4에서 보는 것처럼 V1, V3, V4 환기 형태에서는 52 ~ 57% 범위를 나타내고 있어 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 V2 환기형태에서 48%로 조사되어 습도 조절을 위한 방안을 강구해야 될 것으로 사료되었다. 외부 습도와 비교한 결과 V2 환기형태만 제외하고 V1, V3, V4 환기형태에서는 큰 차이를 보이지 않았다.

2. 공기유속

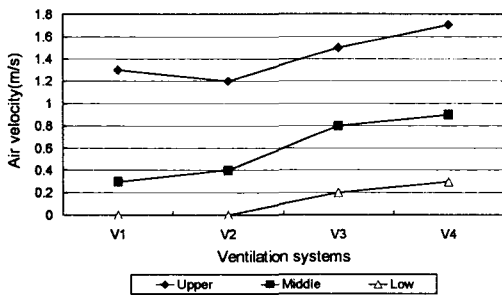
각 환기 형태별로 5% 최소 환기량의 상태에서 상, 중, 하 지점의 공기유속을 조사한 결과 Table 4 에서 보는 것처럼 돼지가 생활하는 돈방 바닥 기준 30cm부터 60cm 정도 공간에서 공기유속은 V1 과 V2 에서는 거의 없는 상태이었다. 그러나 V3 에서는 0.2 ~ 0.3m/s, V4 에서는 0.3 ~ 0.4m/s의 유속이 측정되었다. 특히 V3와 V4의 결과는 돈사내 온도에 따라 적정 온도를 돼지에게 제공하기 위하여 춥고 따뜻한 날씨에서 어린자돈의 경우 약 0.12m/s 이내, 모돈의 경우 춥거나 따뜻한 날씨 일 때 공기의 풍속이 돼지 등 위에서 0.25m/s의 공기유속 변화가 필요하다는 Riskowski (2001)의 보고와, Boon과 battams (1988)가 제시한 풍속 0.7m/s 와도 차이가 없는 것으로 나타났다. 본 연구 결과와 비교는 할 수 없으나 환기가 부족 할 경우 Wathes와 Charles (1994)는 박테리아와 곰팡이를 비롯한 독소들의 서식처를 제

Table 3. Temperature and relative humidity at each ventilation systems in the enclosed farrowing-nursery pig house in winter

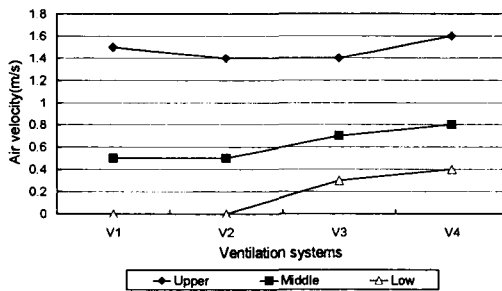
Item	Outside	Temperature(°C)			Average	Relative humidity(%)	
		Front	Middle	Rear		Interior	Exterior
V1	2.4	26.7	27.2	27.9	27.2	52	57
V2	2.9	26.9	27.8	28.1	27.6	48	62
V3	3.2	26.3	26.8	27.2	27.7	55	59
V4	2.6	26.1	26.3	26.8	26.4	57	63

Table 4. Air velocity in minimum ventilation rate in the enclosed farrowing-nursery pig house in winter (Unit : m/s)

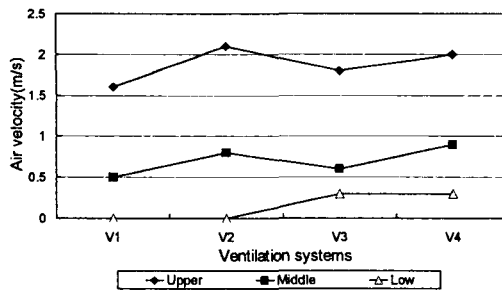
Item	Measurement point									Average
	Front			Middle			Rear			
	Upper	Middle	Low	Upper	Middle	Low	Upper	Middle	Low	
V1	1.3	0.3	-	1.5	0.5	-	1.6	0.5	-	0.63
V2	1.2	0.4	-	1.4	0.5	-	2.1	0.8	-	0.71
V3	1.5	0.8	0.2	1.4	0.7	0.3	1.8	0.6	0.3	0.84
V4	1.7	0.9	0.3	1.6	0.8	0.4	2.0	0.9	0.3	0.99



(a) The air velocity within front area



(b) The air velocity within middle area



(c) The air velocity within rear area

Fig. 5. Air velocity distributions at each ventilation systems in the enclosed farrowing-nursery pig house in winter.

공하여 여러 가지 호흡기 질병을 유발한다는 보고를 감안하면은 V1과 V2 환기 형태가 공기 유속 측면에서 부적합 것으로 판단된다.

Fig. 5에서 보는 것처럼 각 환기형태별로 상부, 중앙, 하부 기준 공간 내에서 공기유속 분포를 비교한 결과 V1 과 V2의 경우 돼지가 생활하는 공간내 공기유동이 비교적 거의 없는 상태를 보였다. V3과 V4는 돼지의 생활공간인 부분에 비교적 적절한 공기의 유동하게 일어남을 알 수 있다. 돈사내의 유해가스를 배출시키기 위해서는 공기속도가 0.08m/s 이상이어야 한다고 한 Grub 등(1974)의 보고와 일치하였다.

3. 유해가스 농도(NH₃)

Table 5에서 보는 것처럼 각 환기 형태별로 암모니아 농도는 V4 환기 형태는 9 ~ 10ppm으로 다른 환기 형태보다 암모니아 농도가 낮았다. 이것은 Table 4의 공기유속 조사결과에서 보는 것처럼 돈사 내 오염된 공기가 쉽게 배출되었기 때문으로 사료된다. 유해가스인 암모니아 허용농도 기준은 연구 보고자에 따라 다르나 Donham 등(2001)은 돈사 내에서 최대 허용농도는 작업자 기준 7ppm, 돼지 기준 11ppm을 제시하였다. 이 기준과 비교한 결과 V1과 V2는 이 기준에 비교하여 높은 수준의 암모니아가 발생된 환경이었다. 따라서 적절한 공기유속을 유발할 수 있는 환기시스템으로 대체해야 할 것으로 나타났다.

Table 5. Ammonia concentration in the minimum ventilation rate in the enclosed farrowing-nursery pig house in winter
(Unit : ppm)

Item	Measurement point			Average
	Front	Middle	Rear	
V1	11	15	15	13.3
V2	13	16	17	15.3
V3	10	12	13	11.6
V4	10	9	10	9.6

적 요

본 연구는 국내의 있는 무창 분만·자돈사에 대하여 환기시스템 정립의 기초자료를 수집하고자 수행하였다. 측벽상단입기 지붕굴뚝배기, 천공천장입기 지붕굴뚝배기, 측벽덕트입기 지붕굴뚝배기, 측벽덕트입기 측벽배기의 4종류 무창분만·자돈사 환기 형태에 대하여 조사하였다. 겨울철 돈사 내 온도, 습도, 공기 유속, 암모니아가스 농도의 환경상태를 조사하였다. 겨울철 각 환기 형태별 돈사 내 온도는 환기형태에 따른 온도의 차이는 없었다. 공기 유속은 측벽덕트입기 측벽배기가 다른 환기 형태보다 높은 공기 유속이 있었다. 돈사 공간 내 각 환기형태별 공기유동은 측벽덕트입기 지붕굴뚝배기, 측벽덕트입기 측벽배기 환기형태가 비교적 다른 환기 시스템에 비교하여 원활한 공기유동이 있는 것으로 나타났다. 암모니아(NH₃) 농도도 다른 환기형태보다 측벽덕트입기 측벽배기가 낮은 경향을 보였다. 따라서, 측벽덕트입기 지붕굴뚝배기, 측벽덕트입기 측벽배기가 국내의 무창 분만·자돈사 환기방식에 적용할 수 있을 것으로 판단되었다.

인 용 문 헌

1. Boon, C. R. and Battams, V. A. 1988. Air mixing fans in a broiler building their-use and efficiency. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 29:295-303.
2. Donha, K., Aherin, R., Baker, D. and Hetzel, G.

2001. Safety in swine production systems. Fact sheet No. PIH-104 in *Pork Industry Handbook*. Purdue university, west Lafayette, In. USA.
3. 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. USA.
4. MWPS. 1983. Swine housing and equipment handbook. MWPS-8. Midwest Plan Service, Iowa State University, Ames, IA. USA.
5. Riskowski. Gerald. L. 2001. Swine production management workshop. Korean Pig Industry Society, U.S. Grains Council. American Soybean Association.
6. Wathes, C. M. and Charles, D. R. 1994. *Livestock Housing. Air and surface Hygiene*. CAB International press. p. 36.
7. 송준익, 유용희, 이덕수, 최희철, 강희설, 김태일, 전병수, 박치호, 김형호. 2002. 돈사 덕트 환기시스템의 효율 분석. *한국축산시설환경학회지* 8(2):73-78.
8. 유용희, 송준익, 강희설, 전병수, 김태일, 김형호. 2002. 무창 분만·자돈사 환기형태가 돈사내 환경에 미치는 영향. *한국축산시설환경학회지* 8(2):79-86.
9. 이진우, 유용희, 이덕수, 전병수, 조성근, 장병귀, 조정득. 1996. 밀폐식 분만자돈사의 환기체계별 환경변화 비교연구. *축산시험연구보고서 농촌진흥청 축산기술연구소*.
10. 장동일, 이봉덕, 조한근, 장홍희. 1996. 최적화 생산시스템 모델 개발을 위한 양돈시설의 조사연구. *한국축산시설환경학회지* 2(1):1-11.
11. 최홍림, 송준익, 김현태, 안희권, 고석영. 1999. 우리나라 중부지방 돈사의 구조 및 환경실태조사. *한국축산시설환경학회지* 5(1): 1-15.
12. 최홍림, 송준익, 안희권. 2000. 전업양축농가를 위한 남부지방 돈사의 구조 및 환경실태조사. *한국축산시설환경학회지* 6(1):1~14.