

# 무창 분만 · 자돈사 환기 형태가 돈사내 환경에 미치는 영향

유용희 · 송준익 · 강희설 전병수 · 김태일 김형호

농촌진흥청 축산기술연구소

## Effects of Ventilation Types on Interior Environment of the Enclosed Farrowing-Nursery Pig House

Yoo, Y H, Song, J. I., Kang, H. S., Jeon, B. S., Kim, T I. and Kim, H H.

National Livestock Research Insitute, R. D. A, Suwon 441-350, Korea

### Summary

This study was conducted to collect basic data about the effects of ventilation types on the interior environment of the enclosed farrowing-nursery pig house in Anseong, Icheon and Jeungpyong. Surveyed ventilation types in the enclosed farrowing-nursery pig house are classified in to 4 types. In V1 type, air enters through a planar slot inlet placed on the juncture of the entering wall and exit through the chimney fan outlet; in V2 type, air enters through a perforated ceiling inlet and exits chimney fan outlet(V2); in V3 type, air enters through a circular duct inlet and exit chimney fan outlet(V3); in V4 type, enters through a circular duct inlet and exits side wall exhaust fan outlet(V4). Temperature, relative humidity, air velocity and ammonia concentration(NH<sub>3</sub>) were measured in the interior of swine building in the summer. Interior temperature was not remarkably different in all ventilation types in this study. However, temperature of the V4 was somewhat lower than that of the other types. Air velocity of the V4 was higher and NH<sub>3</sub> concentration of the V4 was lower than those of other ventilation types. It is suggested that the V4 ventilation type be applicable in the enclosed farrowing-nursery pig house in Korea.

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

### 서 론

우리나라 양돈에 있어서 돼지의 사육규모 별로 보면, 1,000두 이상의 전업 농가수는 15.0%인 2,780호에 불과하나, 전체 사육규모에서 사육되고 있는 비중은 '90년 23.3% 수준에서 '02년에는 68.9%인 6,010천두를 사육하고 있다, 농림부<sup>12)</sup>. 이와 같은 추세는 사육

농가는 감소하고 사육두수는 증가하고 있는 실정이다. 따라서, 사육규모 확대에 따른 인력 사양에서 기계에 의한 양돈시설 자동화로 크게 발전하고 있다. 특히 양돈농가들은 고온과 저온, 주간 야간의 온도 변화 등 주위 환경에 관계없이 돼지들에게 항상 쾌적한 환경을 제공하기 위하여 자연환기에서 인위적인 기계적 강제환기 방식을 활용하기 위하여

무창돈사를 많이 설치 사용하고 있다. 그러나 자연환기에서 강제환기 방식으로 전환되면서 여러가지 환기에 대한 문제점이 많이 도출되어 왔다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 여러 가지 방식들이 국내에 접목되어 왔으며 현재 몇 가지 방식들이 국내에 이용되고 있고, 또한 새로운 방식들이 시도되고 있다. 그러나 적절한 환기시스템의 제시가 없는 실정으로 환기체계 정립이 시급한 문제로 대두되고 있다. 이러한 문제들을 해결하기 위하여 지금까지 주 연구들은 양돈시설의 최적화 모델 개발의 연구방향 설정을 위한 돈사시설에 대한 전반적인 현황 현장 실태조사 장 등<sup>10)</sup>, 무창 분만·자돈사의 지붕쿨링타워 입기+벽체배기, 천장밀 입기(덕트입기)+지하피트배기, 천정입기+지붕배기의 환기체계별 환경변화 비교 조사 이 등<sup>13)</sup>, 우리나라 기후조건에 적합한 표준돈사 모델을 정립하고자 중부지방과 남부지방의 돈사구조 및 환경

실태를 조사 분석 최 등<sup>15)16)</sup>이 조사보고 하였다. 따라서, 본 연구는 우리나라 실정에 맞는 무창 분만·자돈사 환기시스템 정립의 기초 자료를 수집하고자 국내 양돈농가들이 현재 설치하여 이용하고 있는 측벽상단입기 지붕배기, 천공천장비닐입기 지붕배기, 측벽덕트입기 지붕배기, 측벽덕트입기 측벽배기 환기형태에 대하여 여름철 돈사내 환경상태에 대한 현장조사를 실시하였다.

## 재료 및 방법

### 1 실험설계

Table 1 에서 보는 것처럼 국내에 가장 많이 보급되어 있는 무창 분만·자돈사 중 4 종류 환기 형태를 선정 조사하였으며 조사대상 돈사의 제원은 Table 2에서 보는바와 같다.

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

Item	Ventilation types		Region
	Inlet	Outlet	
V1	Planar slot inlet entering wall	Chimney fan	Anseong, Icheon
V2	Perforated ceiling inlet entering wall	Chimney fan	Icheon
V3	Circular duct	Chimney fan	Icheon
V4	Circular duct	Exhaust fan in exiting side wall	Anseong, Jeungpyong

Table 2 Specifications of the farrowing-nursery pig house

Item		Ventilation types			
		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		ENI Ø 500, 5,580~8,510m <sup>3</sup> /h			

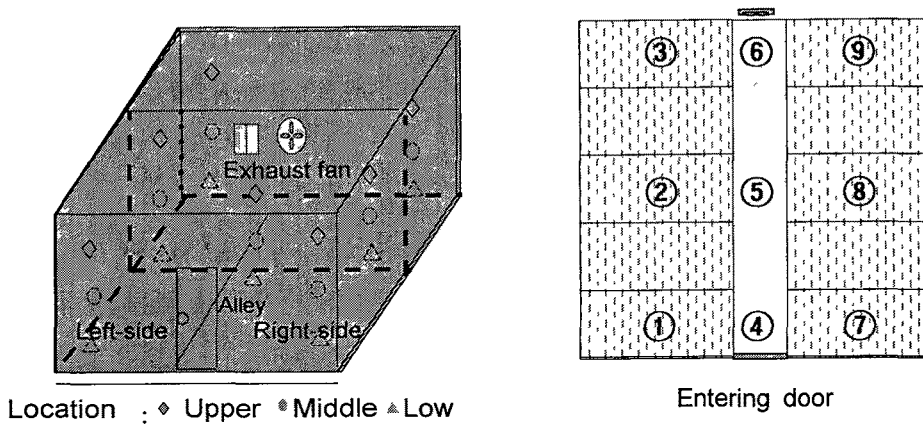


Fig. 1. Measurement points of the enclosed farrowing-nursery pig house.

## 2. 조사시기

조사시기는 여름철 6월부터 8월까지 각 농장을 방문하여 4회로 나누어 실시하였다.

## 3 조사방법 및 측정지점

### 가. 조사방법

온도, 습도, 공기유속, 유해가스 농도(NH<sub>3</sub>) 조사를 위해 사용한 계측기 모델 및 사양은 Table 3과 같다. 유해가스 농도(NH<sub>3</sub>) 조사를 위한 검지방범은 돼지들이 안정된 상태에서 검지관 양 단면을 절단즉시 검지기에 삽입 검지기의 공기 흡입구를 뽑아 1분 동안 돈방 바닥으로부터 약 30cm 높이에서 측정하였다.

### 나 측정지점

각 환기 형태별 측정지점은 Fig. 1과 같이 무창 분만·자돈사 내부 좌우 돈방 및 중간 통로의 중앙부위 바닥 위 30cm, 중앙 120cm, 상부 180cm 총 9개소(상, 중, 하 지점 27지점)에서 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 온도, 습도

각 환기 형태별로 돈사내 온도를 조사한 결과 Table 4에서 보는 것처럼 돈사 밖의 온도와 비교한 결과 V1 환기 형태의 돈사내 평균온도는 30.8℃로 0.6℃, V2는 평균온도가 31.3℃로 0.6℃, V3의 평균온도는 29.9℃로

Table 3 Specifications of measurement instruments

Item	Model	Specification
Temperature <sup>1)</sup>	NEC 3500	64 channels
Air speed(recoder) <sup>2)</sup>	Kanomax 6242	64 channels
Air speed <sup>3)</sup>	Solomat 510e, Kanomax 6112	0~12 m/s, 0~50 m/s
Gas(NH <sub>3</sub> )	Gastec 801	0~30 mg/ℓ

1), 2), 3) Accuracy · 1) ±0.5, 2) ±0.05, 3) ±0.02

Table 4 Temperature and relative humidity at each ventilation type of the enclosed farrowing-nursery pig house in summer

Item	Outside	Temperature(°C)			Average	Relative humidity(%)	
		Front	Middle	Rear		Interior	Exterior
V1	30.2	30.8	30.6	30.9	30.8	59	54
V2	30.7	31.2	31.4	31.3	31.3	62	56
V3	30.4	29.8	30.0	30.1	29.9	60	59
V4	29.6	29.7	29.9	30.0	29.8	62	61

※ V1, V2, V3, V4 See table 1.

0.5°C, V4는 평균온도가 29.8°C로 0.2°C로 돈사 내부 온도가 약간 높았다. 각 환기 형태별로 서로 비교한 결과 V3는 30.1°C로 V1, V2 비하여 돈사내 평균온도가 0.9~1.4°C, V4 환기 형태가 V1, V2에 비하여 돈사내 평균온도는 29.8°C로 1.0~1.5°C로 온도가 낮은 환경상태를 유지하였다. 이러한 결과는 무창 분만·자돈사의 경우 동일 돈사내 분만돈의 적정온도는 15~20°C Sainsbury<sup>7)</sup>, 16~20°C Riskowski<sup>6)</sup> 범위를 유지해야 된다는 보고와, 어미로부터 포유를 하는 포유자돈의 경우 일령에 따라 다르나 신생자돈의 경우 35°C 전후 범위를 유지 후 일령이 증가함에 따라 점진적으로 적정온도를 낮추어 25°C정도 유지해야 한다고 MWPS<sup>3)</sup> Wathes 등<sup>9,10)</sup> 보고하고 있다. 따라서, 현실적으로 동일공간에서 서로 다른 환경을 제공해야 됨에 따라 포유자돈을 위해 전기보온매트, 보온 등을 설치 국소 보온을 해주고 있으며 무창 분만·자돈사내 온도조절이 어려운 것으로 언급되고 있다. 이러한 보고와 비교 축벽덕트입기 축벽배기 환기 형태의 돈사내 온도가 비교적 공기유속과 결합한 환경상태에서 체감온도를 유도할 수 있는 환기시스템으로 다른 환기 형태에 비하여 양호한 환경이 유지될 것으로 판단되었다. Fig. 2는 각 환기 형태별 온도 변화로써 축벽덕트입기 축벽배기 환기 형태의 돈사내 온도가 비교적 다른 시스템에 비하여 돈사내

상, 하간의 온도가 균일하게 유지되는 것으로 나타났다. 돈사내 습도를 조사한 결과 Table 4에서 보는 것처럼 54~62% 범위를 나타내고 있어 일반적으로 상대습도는 보통 60~80% 사이를 권장하고 있는 것과 비교 환기 형태별로 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

## 2 공기유속

각 환기 형태별로 환기량을 40, 80, 100% 조절하여 상, 중, 하 지점의 공기유속을 조사한 결과 Table 5에서 환기 형태별로 V1, V2, V3 및 V4에서 보는 것처럼 여름철 최대 환기량 100%로 환기를 할 경우 돼지가 생활하는 바닥면의 경우 공기유속은 V1 : 0~0.2 m/s, V2 : 0m/s, V3 : 0.4~0.6m/s, V4 : 0.5~0.7m/s의 유속이 측정되었다. 특히 V3와 V4의 결과는 돈사내 온도에 따라 적정 온도를 돼지에게 제공하기 위하여 따뜻한 날씨에서 자돈의 경우 약 0.2m/s, 모돈의 경우 더운 날씨일 때 공기의 풍속이 돼지 등 위 기준 30 cm에서 0.5~1.2m/s의 공기유속 변화가 필요하다는 Riskowski<sup>6)</sup> 보고와 Boon and Battams<sup>1)</sup>가 제시한 풍속 0.7m/s 와도 차이가 없으므로 나타났다. 특히 고온환경에서는 돈사내 적온을 유지하기 위해서는 공기유속을 증가시켜야 한다고 PIH<sup>9)</sup> 보고와, 여름철 공기유

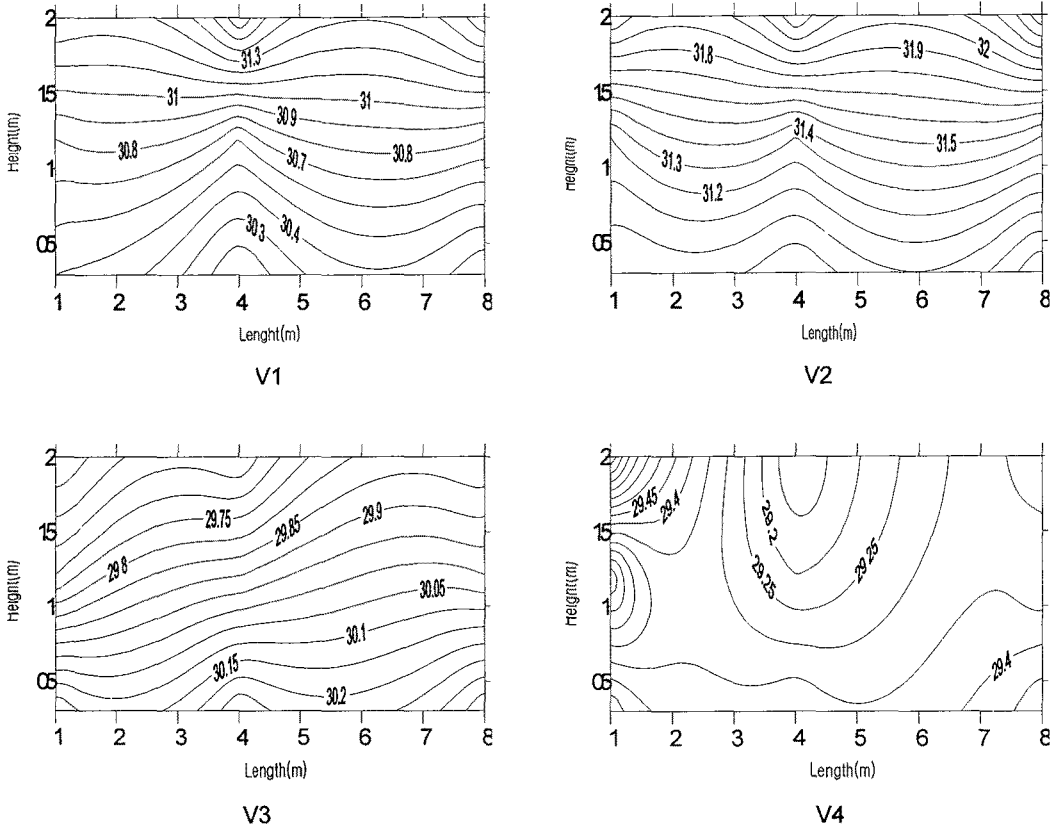


Fig 2 Horizontal temperature distribution at each ventilation type of the enclosed farrowing-nursery pig house in summer

속의 증가로 돼지로부터 발생하는 열을 줄일 수 있다는 보고 Phillips 등<sup>4)</sup>과 빠른 공기유속은 더운 환경에서 돼지에게 낮은 온도의 체감을 줄 수 있다 Krogh<sup>2)</sup> 보고와 현장조사 결과 비슷한 경향이였다. 그러나 본 연구 결과와 비교는 할 수 없으나 환기가 부족할 경우 Wathes와 Charles<sup>8)</sup>는 박테리아와 곰팡이를 비롯한 독소들의 서식처를 제공하여 여러 가지 호흡기 질병을 유발한다 보고를 감안하면은 V1과 V2 환기 형태는 부적합 것으로 판단된다. Fig. 3은 100% 환기량으로 각 환기 형태별로 돈사내 공기흐름을 분석한 결과로 4가지 환기 형태 중 V3, V4 환기 형태는 V1, V2 환기형태 보다 공기유속은 배 이상

의 효과를 가져왔다.

### 3 유해가스 농도(NH<sub>3</sub>)

Table 6에서 보는 것처럼 각 환기 형태별로 환기량을 80, 100% 조절하여 돈방 바닥으로부터 30cm 상부지점에서 유해가스 농도를 측정된 결과 암모니아 농도는 환기량 100%의 경우 V4 환기 형태는 8~10ppm으로 다른 환기 형태보다 암모니아 농도가 낮았는데 이것은 Wathes와 Charles<sup>11)</sup>에서 권장한 농도를 만족하였다. 이것은 Table 5의 공기유속 조사 결과에서 보는 것처럼 돈사내의 공기가 쉽게 배출되었기 때문으로 사료된다.

Table 5. Air velocity at each ventilation type of the rate of the enclosed farrowing nursery pig house in summer

(Unit : m/s)

Ventilation rate	Item	Front			Middle			Rear			Ave.
		Upper	Middle	Low	Upper	Middle	Low	Upper	Middle	Low	
40	V1	0.9	0.3	0.0	0.7	0.5	0.1	0.6	0.4	0.1	0.40
	V2	0.7	0.2	0.0	0.6	0.1	0.0	0.5	0.3	0.0	0.26
	V3	2.0	0.4	0.0	2.2	0.5	0.0	2.3	0.4	0.1	0.87
	V4	2.3	0.8	0.2	2.4	0.9	0.2	2.2	0.8	0.3	1.12
80	V1	1.7	0.5	0.0	1.2	0.8	0.1	0.9	0.4	0.2	0.64
	V2	1.2	0.3	0.0	1.4	0.5	0.0	1.6	0.7	0.0	0.63
	V3	4.7	1.5	0.5	4.8	1.6	0.4	5.2	1.2	0.3	2.24
	V4	5.2	1.9	0.7	5.8	1.4	0.6	6.1	1.5	0.5	2.63
100	V1	3.2	0.7	0.0	2.7	1.1	0.2	3.1	0.8	0.2	1.33
	V2	1.4	0.4	0.0	1.7	0.5	0.0	1.8	0.6	0.0	0.71
	V3	5.7	1.5	0.6	6.3	1.7	0.5	6.6	1.5	0.4	2.75
	V4	6.3	1.8	0.7	6.5	1.8	0.5	6.9	1.6	0.7	2.97

※ V1, V2, V3, V4 : See table 1.

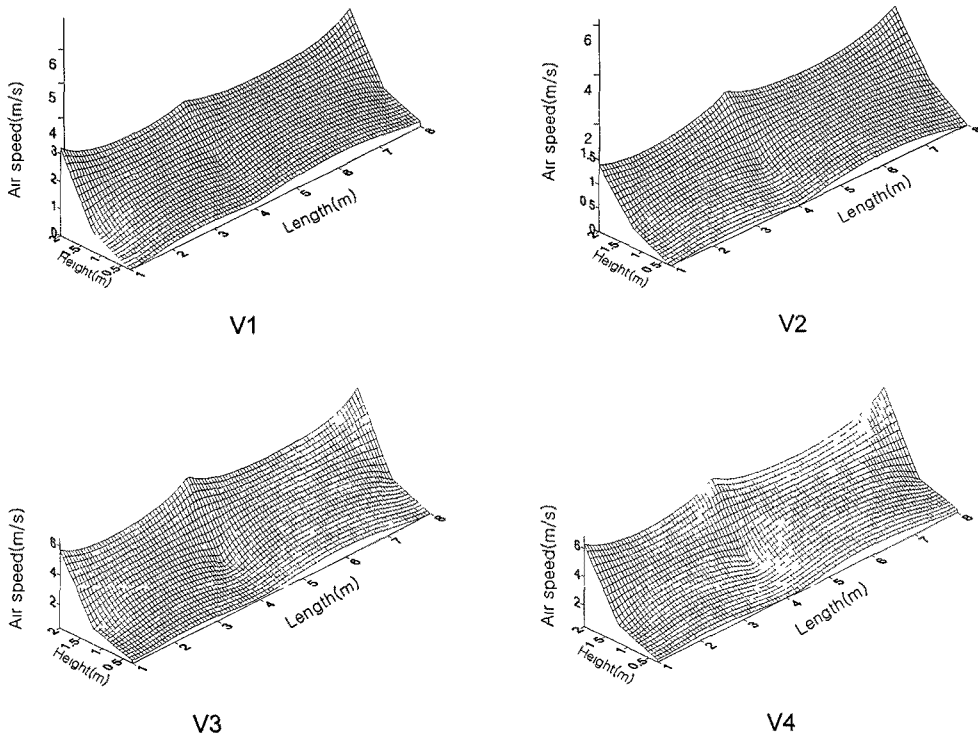


Fig 3 Horizontal air velocity distribution at each ventilation type of the enclosed farrowing-nursery pig house in summer.

Table 6 Ammonia concentration at each ventilation type of the ventilation rate of the enclosed farrowing-nursery pig house in summer

Ventilation rate	Item	NH <sub>3</sub> (ppm)			Average
		Front	Middle	Rear	
80	V1	15	13	16	14.7
	V2	16	17	16	16.3
	V3	13	12	13	12.6
	V4	10	9	11	10.0
100	V1	15	14	16	15
	V2	17	15	18	17
	V3	12	13	12	12
	V4	10	8	9	9

※ V1, V2, V3, V4 : See table 1.

적 요

인 용 문 헌

본 연구는 안성, 이천, 증평에 있는 무창 분만·자돈사에 대하여 환기시스템 정립의 기초자료를 수집하고자 수행하였다. 측벽상 단입기 지붕굴뚝배기, 천공천장입기 지붕굴뚝배기, 측벽덕트입기 지붕굴뚝배기, 측벽덕트입기 측벽배기의 4종류 무창분만·자돈사 환기 형태에 대하여 조사하였다. 여름철 돈사내 온도, 습도, 공기유속, 암모니아가스 농도의 환경상태를 조사하였다. 온도변화는 환기 형태에 따라 차이는 없었으나 측벽덕트입기 측벽배기에서 돈사내 온도가 낮은 경향을 보였다. 공기 유속은 측벽덕트입기 측벽배기가 다른 환기 형태보다 높은 공기 유속이 있었다. 암모니아(NH<sub>3</sub>) 농도도 다른 환기형태보다 측벽덕트입기 측벽배기가 낮은 경향을 보였다. 따라서, 측벽덕트입기 측벽배기가 국내의 무창 분만·자돈사 환기방식에 적용할 수 있을 것으로 판단되었다.

1. Boon, C. R. and Battams, V. A. 1988. Air mixing fans in a broiler building-their use and efficiency. J. Agricultural Engineering Research. 29:295-303.
2. Krogh, Tommy. H. 2002. Ventilation of pig houses in northern Europe. International Pig Topics Volume 17 number 5. 7-10.
3. Midwest Plan Service(MWPS). 1988. Swine housing and equipment handbook. MWPS-8. Midwest Plan Serv., Iowa state univ., Ames. IA.
4. Phillips, C. and Piggins, D. 1992. Farm Animals and the Environment. CAB International Press. p14.
5. Pork Industry Handbook(PIH). 2001. Swine growing-finishing units.
6. Riskowski. Gerald. L. 2001. Swine production management workshop. Korean pig industry society, U.S. grains council. American soybean association. 63-193.
7. Sainsbury, D. W. B. 1995. The Health of

- Pigs. Pig health, Environment and Housing. Longman science & technical Press. p71.
8. Wathes, C. M. and Charles, D. R. 1994. Livestock Housing. Air and Surface Hygiene. CAB International Press. p36.
  9. Wathes, C. M. and Charles, D. R. 1994. Livestock Housing. Air and Surface Hygiene. CAB International Press. p51.
  10. Wathes, C. M. and Charles, D. R. 1994. Livestock Housing. Air and Surface Hygiene. CAB International Press. p52.
  11. Wathes, C. M. and Charles, D. R. 1994. Livestock Housing. Air and Surface Hygiene. CAB International Press. p128.
  12. 농림부, 국립농산물품질관리원. 2002. 가축통계.
  13. 이진우, 유용희, 이덕수, 전병수, 조성근, 장병귀, 조정득. 1996. 축산시험연구보고서. 농촌진흥청 축산기술연구소. 643-651.
  14. 장동일, 이봉덕, 조한근, 장홍희. 1996. 최적화 생산시스템 모델 개발을 위한 양돈 시설의 조사연구. 한국축산시설환경학회지. 2(1):1-11.
  15. 최홍립, 송준익, 김현태, 안희권, 고석영. 1999. 우리나라 중부지방 돈사의 구조 및 환경실태조사. 한국축산시설환경학회지. 5(1):1-15.
  16. 최홍립, 송준익, 안희권. 2000. 전업양축 농가를 위한 남부지방 돈사의 구조 및 환경실태조사. 한국축산시설환경학회지. 6(1):1-14.