

# 무창돈사의 환경제어 시스템 개발(II)

## - 육성돈과 비육돈의 사양성적 -

### Development of environmental control systems for windowless pig-housing(II)

#### - Growth performance and economic traits of growing-finishing pigs -

장동일*	장홍희*	박창식**	이봉덕**	이형석***	임영일*	한우석*
정회원	정회원				정회원	정회원
D.I.Chang	H.H.Chang	C.S.Park	B.D.Lee	H.S.Lee	Y.I.Lim	W.S.Han

## 1. 서론

현재 우리 나라의 양돈산업은 시장의 개방, 3D 현상, 노동력의 부족 등의 많은 어려움 속에 있다. 이러한 어려움을 극복하기 위해서는 양돈의 규모화와 자동화를 통하여 생산비를 절감시키고, 양질의 돼지고기를 생산하여야만 한다.

양돈 농가의 관심 증가와 규모화 등에 따라 점차 무창돈사의 보급이 확대되고 있는 실정이다. 그러나 무창돈사의 환경제어 시스템을 보면 돈사 내부의 온도에 따라 배기팬의 회전 속도를 자동으로 변화시켜 환기량을 제어해주는 환기방식이 주로 이용되고 있는데, 이와 같이 공기 온도만을 고려하여 환경제어를 하는 것은 많은 문제를 발생시킬 수 있다. 왜냐하면 돼지의 생산성과 건강에 영향을 미치는 요소 중에서 공기 온도가 가장 크게 영향을 미칠지라도 습도, 유해 가스, 공기 속도 등도 상당한 영향을 미치기 때문이다(Boon, 1981; Geers et al, 1986; MWPS, 1990). 또한 무창돈사 및 환기에 대한 적용 기술이 국내 기술이 아니라 대부분 우리 나라와 기후 조건이 다른 외국 기술이기 때문에 문제들이 발생되고 있는 실정이다.

따라서, 본 연구는 우리 나라의 기후와 여건, 그리고 무창돈사 등에 적합하도록 장(1998) 등에 의해 개발된 복합환경제어 시스템을 농장에 설치하여 복합환경제어가 돼지의 생산성에 미치는 영향을 평가하고자 수행되었으며, 증체량, 사료요구율, 음수량, 그리고 육질등급 등을 분석하였다.

---

\* 충남대학교 농과대학 농업기계공학과

\*\* 충남대학교 농과대학 축산학과

\*\*\* 충남대학교 농과대학 낙농학과

## 2. 재료 및 방법

### 가. 실험설계

동계(1998. 2. 13 ~ 1998. 3. 14), 춘계(1998. 5. 18 ~ 1998. 6. 15), 하계(1998. 6. 16 ~ 1998. 7. 16)로 구분하여 대전광역시 유성구 구암동에 소재한 충남대학교 농과대학 부설 동물사육장에서 실험을 실시하였다. 본 실험의 처리는 환경제어 돈사와 관행돈사로 구분하여 2개 처리로 하였으며, 반복은 각 처리에 대하여 돈방을 3칸씩(돈방당 4두)으로 함으로써 3반복하였다.

### 나. 공시동물

환경제어 돈사 3칸과 관행돈사 3칸에 각각 12두씩 총 24두를 공시하였다. 공시되지는 랜드레이스×라지화이트 교잡종(F1)으로 약 45령 및 80일령에 도달한 자돈 및 육성돈을 공시하였으며, 성비는 각 처리별로 각각 암퇘지 6두, 수퇘지 6두로 하였다.

### 다. 실험시설과 사양관리

관행돈사에는 충남대학교 농과대학 부설 동물사육장에 있는 자연환기방식의 돈사가 이용되었으며, 이 돈사에는 크기가 4.8m×2.4m인 15개의 돈방이 있는데 이중에 3칸을 2.4m×2.4m(두당 돈방면적 : 1.44m<sup>2</sup>)로 축소하여 실험용 돼지를 사육하였다. 그리고 분뇨는 스크래퍼방식으로 처리되었으며, 니플이 슬랏(폭 : 1.2m) 바로 위에 위치하여 돈방 바닥 전체가 항상 청결하게 유지되었다.

환경제어 돈사는 실험용 관행돈사가 위치한 동물사육장에 위치하였다. 이 환경제어 돈사의 내부는 그림 1과 같으며, 모두 3개의 돈방이 있다. 돈방의 크기는 우리 나라의 축산기술연구소에서 권장하고 있는 두당 0.6m<sup>2</sup>를 기준으로 하여 1.4m(W) × 2.2m(L) × 2.0m(H)로 결정하였다. 환기 시스템은 피트 환기 시스템이었으며(MWPS, 1991), 입기구에는 외부의 공기온도(계절)에 따라 입공기의 제트 방향을 조절하고 입기구의 공기속도를 5.0m/s 정도로 유지할 수 있도록 입기구개폐기를 설치하였다.

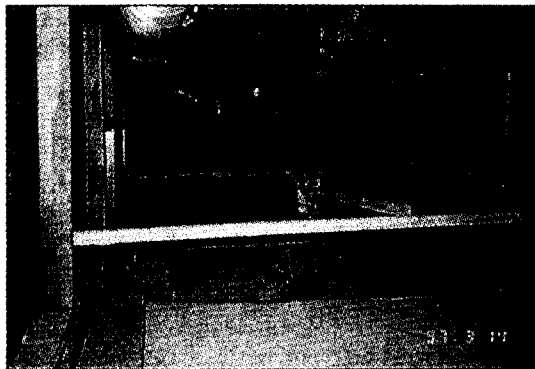


Fig. 1. Interior view of the experimental pig-housing.

배합사료(표 1)는 매일 오전 10시에 예비실험동안에 섭취한 양의 30%를 증량하여 급여 하였으며, 물은 니플을 설치하여 무제한 자유 음수토록 하였다. 자돈의 경우 107.6lx, 육성비육돈의 경우 53.8lx, 그 외의 경우에는 161.4lx의 조도를 권장하고 있다(MWPS, 1991). 그러나 관행돈사에서는 자연광만을 제공하였으며, 실험돈사에서는 24시간 영상 처리를 하고 돼지의 운동을 최대한 억제하기 위하여 권장하고 있는 조도보다 낮은 10.0 lx(모델 : LX-101 digital lux meter)를 백열등으로 24시간 제공하였다. 관행돈사에서는 냉·난방을 실시하지 않았으며, 실험돈사에서는 냉·난방을 실시하였다.

Table 1. Chemical composition of experimental diets

Item	Diet I <sup>1)</sup>	Diet II <sup>2)</sup>
Chemical composition(%)		
Crude protein	17.5	15.0
Crude fat	4.0	3.5
Crude fiber	6.0	7.0
Crude ash	8.0	8.0
Calcium	0.8	0.8
Phosphorus	0.6	0.5
DCP(%)	12.10	10.3
DE(kcal)	3,350	3,290.0

<sup>1)</sup> For pigs from 10 to 40kg

<sup>2)</sup> For pigs from 30 to 100kg

#### 라. 측정항목 및 방법

사료 섭취량은 매일 오전 10시에 급사할 때 섭취하고 남은 잔량을 회수하여 총 급사량에서 공제함으로써 측정하였으며, 음수량은 니플별로 오차가 ±2%인 유량계(대원산업)를 설치하여 측정하였다.

돼지 계량틀을 이용하여 전자저울(Model : DB-150H, 최대오차 : 10g)로 시험개시체중, 시험중간체중, 시험최종체중을 측정하여 증체량을 계산하였다. 또한 환경제어 돈사와 관행돈사에서 30일간의 실험을 마친 후 공시돼지를 관행돈사에서 관행적 사육방법으로 출하시까지 사육한 후 출하체중을 돼지 계량틀과 전자저울을 이용하여 측정하였다.

여름 시험을 한 후 출하된 돼지의 도체등급은 도체중량과 등지방두께를 기준으로 한 박(1996)의 축협육류등급판정소의 판정등급기준 A, B, C, D 및 E를 A는 5점, B는 4점, C는 3점, E는 1점으로 각각 환산하여 표시하였다.

얻어진 모든 시험자료는 SAS(1994) 통계 package GLM을 이용하여 Student T-test에 의하여 처리간 유의성 검정으로 분석되었다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 가. 겨울철의 사양성적

겨울철에 육성돈을 30일간 사양한 결과는 표 2와 같다. 일당증체량은 환경제어 돈사에서 0.747kg으로 나타나 관행돈사의 0.734kg에 비하여 높게 나타났으나 통계적으로 유의적인 차이는 없었다( $P < 0.05$ ). 증체량과 사료효율은 Mayrose 등(1992)의 Pork Industry Handbook에 의하면, 일당증체량은 0.680kg 이상일 때, 사료효율은 3.0(feed/gain) 이하일 때 Excellent(매우 우수)에 해당된다고 평가할 수 있다. 본 시험결과를 평가할 때 두 처리 공히 일당증체량에 있어서 Excellent(매우 우수)에 해당된다고 할 수 있다. 사료효율에 있어서 환경제어 돈사에서는 2.864로 나타나 관행돈사의 3.366에 비해 매우 우수하게 나타났으며, 이는 Excellent에 해당되는 성적으로 두 처리간 통계적으로 유의적인 차이가 있었다( $P < 0.05$ ). 이와 같은 결과는 환경제어 돈사의 경우 돼지의 생산성에 영향을 미치는 주요 환경요인인 온도, 상대습도, 유해 가스 등을 자동으로 제어해 줌으로써 육성돈의 유지에너지 손실이 외기온에 영향을 받는 관행구에 비하여 적었기 때문이라고 사료된다. 음수량은 환경제어 돈사가 두당 6.86 l/day, 관행구가 7.66 l/day로 환경제어 돈사가 관행구에 비해 적게 나타났으며, 두 처리간 통계적으로 유의적인 차이가 있었다( $P < 0.05$ ).

한편, 환경제어 돈사와 관행돈사에서 30일간 시험한 다음 공시축을 관행돈사에서 출하시까지 사육한 후 출하체중과 일당증체량을 비교한 성적을 보면 표 3과 같다. 개시체중 및 종료체중은 공히 각 처리간 차이가 인정되지 않았다( $P < 0.05$ ). 그러나 일당증체량은 환경제어 돈사에서 사육되었던 처리구에서 0.873kg으로 나타나 관행구에서 사육되었던 처리구의 0.828kg보다 높게 나타났다( $P < 0.05$ ). 이러한 성적은 육성돈의 성장시 최적환경의 제공이 비육돈 때의 생산성에 영향을 준 것으로 사료된다.

Table 2. Effect of complex environmental control on pig performance in winter

Item	Conventional pig-housing	Experimental pig-housing
Number of pigs(pig)	12	12
Starting weight(kg)	31.64 <sup>a</sup>	28.68 <sup>a</sup>
Finishing weight(kg)	53.66 <sup>a</sup>	51.08 <sup>a</sup>
Daily weight gain(kg/day)	0.734 <sup>a</sup>	0.747 <sup>a</sup>
Feed conversion rate(feed kg/gain kg)	3.366 <sup>a</sup>	2.864 <sup>b</sup>
Water( l /pig/day)	7.66 <sup>a</sup>	6.86 <sup>b</sup>

<sup>a, b</sup> with different superscripts showed significant differences( $P < 0.05$ ).

Table 3. Performance of pigs fed at conventional pig-housing after testing in winter

Item	Conventional pig-housing <sup>1)</sup>	Experimental pig-housing <sup>1)</sup>
Number of pigs(pig)	12	12
Starting weight(kg)	31.64 <sup>a</sup>	28.68 <sup>a</sup>
Finishing weight(kg)	98.38 <sup>a</sup>	99.42 <sup>a</sup>
Daily weight gain(kg/day)	0.828 <sup>b</sup>	0.878 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Both groups of conventional pig-housing and experimental pig-housing were fed at conventional pig-housing during finishing period (50~100kg) without environmental control system.

<sup>a, b</sup> with different superscripts showed significant differences(P<0.05).

#### 나. 봄철의 사양성적

춘계 육성돈의 사양결과는 표 4와 같다. 사료는 공시축이 45일령 내외로 되어 있어 이 시기에 맞는 영양을 공급하기 위해 Diet I 사료를 급여하였다. 본 시험 개시체중 및 종료체중간에는 통계적으로 유의적인 차이가 없었으며(P<0.05), 또한 일당중체량에서도 차이가 없게 나타났다. 한편 사료효율에 있어서는 환경제어돈사가 1.994로 관행돈사에 비해 우수하게 나타났으나 통계적으로 유의적인 차이가 없었다(P<0.05). 그러나 환경돈사와 관행돈사의 일당중체량 및 사료효율을 Mayrose 등(1992)의 Pork Industry Handbook 기준에서 보면 Excellent 에 해당된다고 평가할 수 있다. 이러한 결과는 봄철의 외기온이 육성돈의 성장에 큰 영향을 주지 않았고, 또한 관행돈사의 자연환기가 환경제어돈사의 강제환기 시스템에 비해 유해가스 제거에 큰 차이가 없지 않았나 사료된다. 음수량은 환경제어 돈사가 두당 5.25 l/day, 관행구가 10.67 l/day로 환경제어 돈사가 관행구에 비해 적게 나타났으며, 두 처리간 유의적인 차이가 있었다(P<0.05).

Table 4. Effect of complex environmental control on pig performance in spring

Item	Conventional pig-housing	Experimental pig-housing
Number of pigs(pig)	15	15
Starting weight(kg)	14.70 <sup>a</sup>	16.10 <sup>a</sup>
Finishing weight(kg)	38.13 <sup>a</sup>	39.26 <sup>a</sup>
Daily weight gain(kg/day)	0.805 <sup>a</sup>	0.795 <sup>a</sup>
Feed conversion rate(feed kg/gain kg)	2.050 <sup>a</sup>	1.994 <sup>a</sup>
Water( l /pig/day)	10.67 <sup>a</sup>	5.25 <sup>b</sup>

\* <sup>a, b</sup> with different superscripts showed significant differences(P<0.05).

#### 다. 여름철의 사양성적

여름철 육성돈의 사양결과는 표 5와 같다. 공시축에는 Diet II 사료를 급여하였다. 본시험의 일당중체량에서는 환경제어돈사에서 0.843kg 으로 나타나 관행돈사의 0.798kg에 비하여 높게 나타났으며, 두 처리간에 통계적으로 유의적인 차이가 있었다( $P<0.05$ ). 또한 사료효율에 있어서 환경제어돈사에서 2.142로 나타나 관행돈사의 2.438에 비하여 높게 나타났다( $P<0.05$ ). 이러한 성적은 박 등(1996)이 여름철 환경조절을 갖춘 무창돈사에서 30kg 정도의 육성돈을 7주간 사육한 결과보다 일당중체량과 사료효율이 우수하였다. 이와 같은 차이는 여름철에 본 실험의 환경제어돈사는 영상처리로 돈사내의 환경을 최적조건을 제어하였고, 박 등(1996)은 단열재와 Door ventilation 환기방법으로만 제어함으로써 본 실험의 환경제어돈사의 성적이 우수한 것으로 사료된다. 한편, 환경제어돈사와 관행돈사의 일당중체량 및 사료효율을 Mayrose 등(1992)의 Pork Industry Handbook 기준에서 보면 Excellent 에 해당된다고 하겠다. 이와 같은 결과는 관행돈사의 경우 돼지의 생산성에 영향을 주는 환경요인인 온도, 상대습도 등의 외기온과 유해가스 등이 육성돈의 성장에 스트레스로 작용하여 환경제어돈사에 비해 생산성이 낮았다고 사료되는바 여름철 육성돈의 사양관리에 환경돈사가 생산성을 높이는 데 유리하다 하겠다. 또한 음수량은 환경제어 돈사가 두당 9.47 l/day, 관행구가 14.13 l/day로 환경제어 돈사가 관행구에 비해 적게 나타났으며, 두 처리간 통계적으로 유의적인 차이가 있었다( $P<0.05$ ).

한편, 여름철 30일간의 사양시험한 다음 공시축을 관행적 사육방법으로 관행돈사에서 사육한 후 출하체중, 일당중체량, 도체체중, 등지방두께, 육질등급을 비교한 성적을 보면 표 6과 같다. 개시체중 및 종료체중은 공히 각 처리간 유의적인 차이가 없었다( $P<0.05$ ). 그러나 일당중체량 및 사료효율은 환경제어돈사에서 사육한 처리구에서 우수하게 나타났으며( $P<0.05$ ), 사료효율은 통계적으로 유의적인 차이가 있었다. 또한 머리, 내장 및 단족을 제거한 도체중량에서도 관행돈사에서 사육된 처리구에 비해 높게 나타났으며( $P<0.05$ ), 축산물등급판정소에서 등지방두께와 도체중량으로 판정한 육질등급을 환산하여 비교하였을 때(박, 1996) 환경제어돈사에서 사육한 돼지가 4.417으로 관행구의 3.833에 비해 우수하게 나타났다( $P<0.05$ ). 이러한 결과는 육성돈의 성장시 최적환경의 부여가 이후 비육돈 때까지 생산성 및 육질에 영향을 준 것으로 사료된다.

Table 5. Effect of complex environmental control on pig performance in summer

Item	Conventional pig-housing	Experimental pig-housing
Number of pigs(pig)	12	12
Starting weight(kg)	25.43 <sup>a</sup>	25.96 <sup>a</sup>
Finishing weight(kg)	49.39 <sup>b</sup>	51.25 <sup>a</sup>
Daily weight gain(kg/day)	0.798 <sup>b</sup>	0.843 <sup>a</sup>
Feed conversion rate (feed kg/gain kg)	2.438 <sup>a</sup>	2.142 <sup>b</sup>
Water(ℓ/pig/day)	14.13 <sup>a</sup>	9.47 <sup>b</sup>

\* <sup>a, b</sup> with different superscripts showed significant differences(P<0.05).

Table 6. Performance of pigs fed at conventional pig-housing after testing in summer

Item	Conventional pig-housing <sup>1)</sup>	Experimental pig-housing <sup>2)</sup>
Number of pigs(pig)	12	12
Starting weight(kg)	25.43 <sup>a</sup>	25.96 <sup>a</sup>
Finishing weight(kg)	106.34 <sup>a</sup>	51.25 <sup>a</sup>
Daily weight gain(kg/day)	0.722 <sup>a</sup>	0.731 <sup>a</sup>
Feed conversion rate (feed kg/gain kg)	3.370 <sup>a</sup>	3.208 <sup>b</sup>
Carcass weight(kg)	67.08 <sup>b</sup>	70.00 <sup>a</sup>
Backfat thickness(mm)	17.25 <sup>b</sup>	18.40 <sup>a</sup>
Pork quality score <sup>2)</sup>	3.833 <sup>b</sup>	4.417 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Both groups of conventional pig-housing and experimental pig-housing were fed at conventional pig-housing during finishing period (50~100kg) without environmental control system.

<sup>2)</sup> Based on Animal Products Grading Service(APGS) of Korea National Livestock Cooperatives Federation.

<sup>a, b</sup> with different superscripts showed significant differences(P<0.05).

## 4. 요약 및 결론

본 연구는 복합환경제어 시스템을 이용하여 복합환경제어가 돼지의 사양성적에 미치는 영향을 평가하기 위하여 수행되었으며, 동계, 춘계, 그리고 하계로 구분하여 시험한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 증체량은 환경제어 돈사가 관행돈사에 비하여 다소 높게 나타났으며, 겨울과 봄에는 통계적으로 유의적인 차이가 없었으나( $P < 0.05$ ) 여름에는 유의적인 차이가 있었다( $P < 0.05$ ).

2) 사료효율은 계절에 관계없이 관행돈사에 비해 환경제어 돈사가 높게 나타났으며, 봄에는 통계적으로 유의적인 차이가 없었으나( $P < 0.05$ ) 겨울과 여름에는 유의적인 차이가 있었다( $P < 0.05$ ).

3) 겨울과 여름에 30일간 사양시험을 한 후 관행적인 방법으로 관행돈사에서 출하체중까지 사육하여 얻은 결과에 의하면, 증체량, 사료효율, 그리고 육질등급이 모두 관행돈사군에 비하여 환경제어돈사군에서 우수하였다( $P < 0.05$ ). 이와 같이 육성돈을 겨울과 여름에 환경제어 돈사에서 사육한 경우가 관행돈사에서 사육한 경우보다 증체량, 사료효율, 그리고 육질이 우수하게 나타남과 자돈 및 육성돈 시기에는 환경제어가 필수인 것으로 분석되었다.

## 5. 참고문헌

- 1) 박대진. 1996. 알기쉬운 축산물등급제. 축협중앙회 축산물등급판정소.
- 2) 박병훈, 방형원, 황인기, 백선근, 이숙우, 김동균, 황창영. 1996. 현대식 무창돈사 사육기술 개발. 내고장 새기술개발사업보고서.
- 3) 장동일 외 6인. 1998. 한국형 자동화 돈사시설의 환경제어시스템 모델 개발. 농림부 연구보고서
- 4) 장홍희. 1998. 무창돈사의 환경제어 시스템 자동화 연구. 충남대학교 박사학위 논문.
- 5) Boon, C. R. 1981. The effect of departures from lower critical temperature on the group postural behavior of pigs. Anim. Prod. 33 : 71-79.
- 6) Geers, R., V. Goedseels, G. Parduyns, and G. Vercruyssen. 1986. The group postural behavior of growing pigs in relation to air velocity, air and floor temperature. Appl. Anim. Behav. Sci. 16 : 353-362.
- 7) Mayrose, V. B., K. Foster, G. W. Libal and K. L. Esbenshade. 1992. Performance Guidelines for the Swine Operation. In Pork Industry Handbook : 5-6.
- 8) MWPS. 1990. Mechanical ventilating systems for livestock housing, MWPS-32, Midwest Plan Service, Iowa State University, Ames.
- 9) MWPS. 1991. Structures and Environment Handbook. Publication MWPS-8, Midwest Plan Service, Iowa State University, Ames, IA.
- 10) SAS. 1994. SAS user's guide statistics SAS. Inst. Inc. Cary. NC.