

## 적외선 센서를 이용한 돼지 체온 모니터링

장진철<sup>1</sup> · 이준엽<sup>2</sup> · 이상윤<sup>1</sup> · 김혁주<sup>3</sup> · 최동윤<sup>2</sup> · 이성현<sup>3</sup> · 김현태<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>경상대학교 생물산업기계공학과(농업생명과학연구원), <sup>2</sup>농촌진흥청 국립축산과학원,  
<sup>3</sup>농촌진흥청 국립농업과학원

## Monitoring of Pig Body Temperature Using Infrared Sensors

Jin Cheol Jang<sup>1</sup>, Jun Yeop Lee<sup>2</sup>, Sang Yoon Lee<sup>1</sup>, Hyuck Joo Kim<sup>3</sup>,  
Dong Yoon Choi<sup>2</sup>, Sunghyoun Lee<sup>3</sup>, Hyeon Tae Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Bio-Industrial Machinery Eng., Gyeongsang National Univ.(Insti. of Agric. & Life Sci.), Jinju 660-701, Korea, <sup>2</sup>National Institute of Animal Science, Suwon 441-706, Korea,  
<sup>3</sup>National Academy of Agricultural Science, Wanju-gun 565-851, Korea

### ABSTRACT

The temperature of a pig is the most key point in determining, it's health status. We wanted to monitor the body temperature of pig to find out if any changes would occur, we used 3 minipigs (about 20 kg) who were feed using a feeding system while being confined in a pig house. The infrared testings were taken from a height of 30 cm above the pigs backs over a period of 28 days. We were able to conclude that the results between the back and indoor temperature were  $y = 0.5487x + 18.459$ . These values were compared with the values found after infrared sensor results were taken. We found an error range of 0.004~1.82°C and an average of 0.58°C. In conclusion, using an infrared thermometer made monitoring of pigs back possible. This system seems to be feasible and effective in monitoring pig temperature.

**(Key words :** Infrared sensor, Swine, Health detection, Surface temperature, Indoor temperature)

### 서 론

우리나라는 2015년부터 미국과 농축산물에 대한 전면개방을 앞두고 있다. 이러한 과정에서 최근에 농축산물의 가격이 매우 불안정한 것도 사실이다. 또한 2014년부터 축산폐수에 의한 환경 오염문제로 대두되는 해양투

기 금지에 따른 전량 지상 처리를 해야 하는 부분도 축산농가에서는 경제적 부담으로 작용하고 있다.

그 가운데 양돈업은 가격등락이 상대적으로 크며, 노동력이 많이 소요되는 축산업 가운데에서도 사람들이 기피하는 분야 중 하나이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는

\*Corresponding author : Hyeon-Tae Kim, Dept. of Bio-Industrial Machinery Eng., Gyeongsang National Univ. (Insti. of Agric. & Life Sci.), 660-701, Jinju, Korea. Tel: +82+55-772-1896, E-mail : bioani@gnu.ac.kr

2014년 8월 28일 투고, 2014년 9월 20일 심사완료, 2014년 9월 21일 게재확정

시설의 자동화를 시작으로 돈사 내 다양한 관리시스템의 최적화 할 수 있는 기술 개발이 필요하다. 또한 양돈 농가에서는 농업노동력의 질적, 양적 저하, 축사 및 부속시설에 대한 기계투자의 증대, 생산비의 증가 등으로 인하여 가축관리 작업 기술을 합리화하고 가축의 사양관리 기술체계를 정비하여 생산성 향상을 도모할 필요가 있다(Lee et al., 1991). 이에 따라 적은 노동력으로 최대의 효율을 낼 수 있는 자동화 시스템 구축에 대한 관심이 집중되고 있다. 자동화된 시스템 구축에 있어서 돼지 체온 값의 접목은 중요한 요소 중 하나이다. 체온은 가축의 건강상태를 판별할 수 있는 가장 중요한 척도 중의 하나이기 때문이며, 이러한 관점에서 돼지의 체온에 대한 정보를 자동화 시스템에 접목시키는 것도 효과적일 것이다(Lee et al., 2012).

가축의 체온 측정 방법에서 가장 많이 이용되고 있는 방법은 직장체온 측정 방법이다. 직장 체온은 가축의 체온을 정확하게 나타내기 때문이다. 그러나 가축에서 직장 체온 측정은 동물을 적절한 방법으로 일정시간 보정해야 하고, 또 측정시간도 2-3분이 소요되므로 농가에서는 대부분이 기피하고 있어 농가수준에서 체온 측정은 거의 이루어지지 못하고 있다(Kim et al., 2003).

그러므로 동물을 특별히 보정하지 않고 용이하고 신속하게 체온을 측정 할 수 있는 비접촉식 체온계 개발이 필요하다. 국내 IT기술이 발전함에 따라 무선 송신 및 센서 기술들이 발전해 왔고, 국내 축산업에도 이를 이용하여 자동화 및 사양관리에 접목시키기 위한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 비접촉식 체온방법 중 하나로 적외선 센서를 사용하여 체온을 신속하고 간단하게 측정하여, 필요한 정보를 모니터링하며 모돈의 질병 발생 징후 및 발정을 진단하기 위한 체온 측정 시스템을 개발하기 위한 기초연구로 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시 동물

실험에 사용된 공시 동물은 평균 체중 약 20 kg의 미니돼지 3두가 사용되었다. 공시 동물들은 자체 제작한 돈사(3300×5400×2200 mm)에 수용하여 사양을 실시하였다.

### 2. 실험 장소 및 기간

본 실험은 경남 진주 소재 경상대학교 내 실험돈사에서 2014년 4월 12일에서 5월 10일까지 28일간 실시하였다.

### 3. 사양관리

자체 제작한 돈사는 50 mm 두께의 스티로폼 판넬(E.P.S. PANEL)을 사용하여 지어졌다. 배기는 풍량(3,300 m<sup>3</sup>/h)의 환기팬을 사용하여 배기를 하였고, 바닥은 방수우레탄 재질로 사용되었다.

돼지의 사양관리를 위해 급여사료는 조 단백질 19% 이상, 조 지방 5.50% 이상, 조 섬유 4.00% 이하, 조 회분 8.00% 이하, 칼슘 0.80% 이상, 인 1.00% 이하, 라이신 1.40% 이상, 가소화에너지(DE) 3.60 Mcal/kg 및 가소화조단백질(DCP) 16.00% 이상 인 사료를 1일 1회 17:00~18:00 사이에 500 g로 제한 급여 하였으며, 음수는 자유롭게 섭취 할 수 있도록 하였다.

### 4. 체온 측정

실험은 돼지의 돈사 적응을 위해 1주일간의 적응실험을 하였으며, 그 이후에 본 실험을 시작하였다. 돼지의 체온은 사료 급여 시에 급여 장치(1000×500×900 mm) 상부 30 cm 높이에 부착한 3개의 적외선센서를 이용하여 초단위로 측정하였다(Fig. 1). 온도 측정



(A) The side view of stall



(B) The location of infrared sensors

Fig. 1. The photo of stall.

위해 적외선 체온 센서 (MI310LTSCB, Raytek, U.S.A)를 사용하였고, 적외선센서의 주요 사양은 정확도 ( $\pm 1\%$  of reading or  $\pm 1^\circ\text{C}$ ), 분해능 ( $0.1^\circ\text{C}$ )을 가지고 있다. 실내 온도는 적외선 센서 (MI3MCOMM Box, Raytek, U.S.A)를 사용하여 돼지 등부 옆 약 20 cm 근처 같은 높이에서 측정하였다. Fig. 3과 같이 돼지의 등부체온 측정은 돼지가 사료 섭취하는 동안에 행하였으며, 적외선 센서는 사료 섭취 시 등부와 수직되게 위쪽에 설치하였다.

돼지 등부체온 측정을 위한 전체 시스템의 모식도는 Fig. 2와 같다. 돼지 등부위 30 cm 높이에 설치된 적외선센서에서 측정된 체온은 컴퓨터 프로그램 (DataTempMultiDrop, Raytek, U.S.A)을 이용하여 초단위로 자동 저장되게 하였다. 저장된 체온 정보는 컴퓨터를 통하여 모니터링이 가능하도록 하였다.

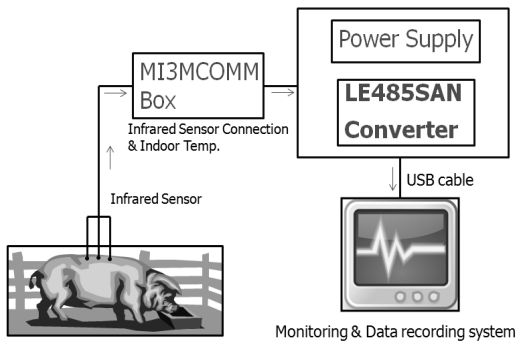


Fig. 2. A schematic diagram of measurement system for pig body temperature.



Fig. 3. The photo of experimental for pig temperature measurement.

## 5. 체온 분석

본 실험은 돼지 3두를 이용하여 28일간 사료 급여 시 초단위로 측정된 체온값을 분석하였다. 체온값과 실내 온도값은 프로그램의 오류로 인해 저장이 되지 않은 날을 제외하고 28일간 83개 값을 얻었다. 초단위로 수집된 체온은 평균값을 이용하여 분석을 하였다. 그리고 실내온도는 돼지 사료 급여 전후의 평균온도를 이용하였다. 3두의 개체별 측정 체온값을 전체를 비교하였으며, 실내온도와 적외선 센서를 이용해 측정된 돼지의 등부 온도 데이터를 분석 자료로 사용하였다.

실내온도의 변화에 따른 등부체온의 상관관계를 알아보기 위해 실내온도와 등부체온을 Excell2007을 이용하여 회귀식을 구하였으

며, 이를 돼지의 등부체온 예측을 위한 모델로 이용하였다.

### 결과 및 고찰

Table 1은 돼지의 등부 체온을 28일간 측정 한 결과를 나타낸 표이다. 실험 기간 동안 돈사 내부의 평균 온도는 약 23.38℃이였으며, 최저온도 15.40℃, 최고온도 31.15℃로 측정되었다. 적외선 센서로 측정한 돼지의 등부체온의 평균온도는 약 31.18℃, 최저온도 25.46℃, 최고 온도 34.95℃로 측정되었다.

돼지의 등부체온과 실내온도와의 1차 회귀식과 결정계수(R<sup>2</sup>) 값을 구한 결과, Fig. 4과 같이  $y = 0.5487x + 18.459$ 로 나타났고, R<sup>2</sup> 값은 0.8529로 나타났고, 유의확률  $p < 0.01$ 로 신뢰할 수 있는 데이터로 분석되었다. 1차 회귀식에서 얻어낸 식에서 독립변수 x를 실내 온도, 종속변수 y를 등부체온 값으로 하여, 실내 온도에 따른 등부 체온을 예측할 수 있는 모델을 만들었다. 이 식을 이용하여 실내

온도에 따른 돼지 등부체온을 예측한 값과 실측한 적외선 센서를 통한 실측값과 비교한 결과, 예측값과 실측값의 평균 오차가 0.58℃로 나타났으며, 최고 오차 1.82℃, 최소 오차 0.004℃로 나타났다.

이러한 결과는 Jeong et al. (2012)이 발표한 가축의 운동량에 따라 체온의 변화가 관찰되었지만, 그 변화폭은 일반적으로 알려진 질병에 따른 체온변화(약 ±1℃ 이상)에 비하여 미미하게 나타난다고 보고한 것을 비교하면, 평균 오차값으로 발정이나 질병 등의 예측이 가능할 것으로 판단되며, Ingram et al. (1973)은 자돈의 경우 사료의 섭취하였을 때, 사료를 섭취하지 않은 상태보다 1℃ 상승한다고 보고를 고려하여도, 본 모델식을 발정 등에 활용 가능할 것으로 판단된다. 또한 Henken et al. (1993)은 돼지의 열 생산은 사료섭취와 활동 수준에 따라 영향 받는다고 보고하였기 때문에, 본 시스템의 효율을 높이기 위해서는 정상 체온의 범위가 각 개체마다 다르기 때문에 정상체온의 data base를 각각의 개체

Table 1. The result of calculated temperature and measured temperature.

Temp. (°C)	Indoor air Temp.	Measured Temp.	Calculated Temp.	Error Average	Error Range
Maximum	31.15	34.64907563	35.551005	—	1.8281183
Minimum	15.40	25.46211765	26.90898	—	0.0048332
Mean	23.27	30.05559664	31.2299925	0.584973	—
Range	15.75	9.186957983	8.642025	—	1.8232851

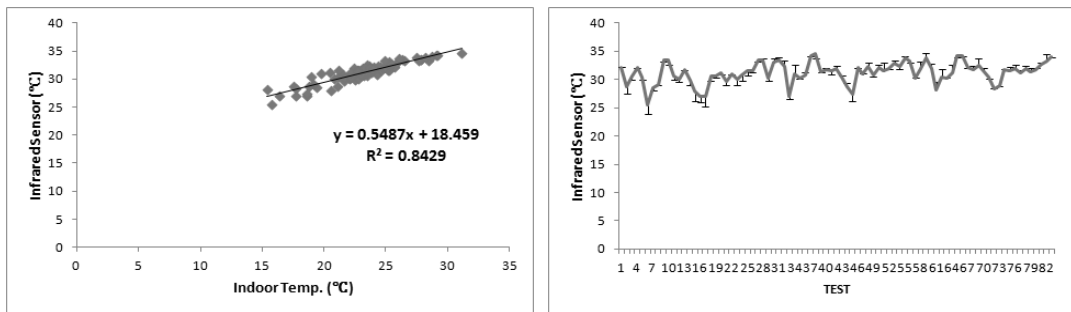


Fig. 4. Result of the correlation between calculated temperature and measured temperature.

를 대상으로 구축할 필요가 있을 것으로 판단되었고, 보다 다양한 상황에서 많은 자료의 수집이 필요할 것으로 생각되었다.

또한 본 실험에서는 사료 섭취 시에만 온도를 측정하여 분석한 결과이기 때문에 사료의 섭취에 따른 온도 상승이 있었을 것으로 판단되었다. 따라서 추후 실제 모돈사에 적용하기 위한 시스템 개발에 있어서는 실내온도 뿐만 아니라 습도와 돈사 내 풍속을 같이 모니터링 해야 할 것 같다. 또한 실내온도의 측정을 등부 체온과 같은 양으로 받으며 모니터링 함으로써 데이터의 수를 늘여서 예측값의 오차를 줄일 수 있을 것으로 판단되었다.

## 결 론

본 연구는 적외선 센서를 이용하여 돼지의 등부체온을 측정하고자 수행하였다. 이를 위해 3마리의 미니돼지(약 20 kg)를 돈사 내에서 사육하면서 사료급여기 상부에 부착된 3개의 적외선 센서를 이용하여 사료 급여 시 자동으로 온도가 측정되게 시스템을 구축하였다. 체온의 측정은 돼지 등부에서 [Data TempMultiDrop, Raytek, U.S.A] 프로그램을 이용하여 초단위로 모니터링 하였다. 전체 실험기간은 사료 급여 시 등부에서 약 30 cm 높이에서 28일간 체온을 측정하였으며, 동시에 실내온도도 MI3MCOMM Box (Raytek, U.S.A)를 이용하여 28일간 측정하였다.

적외선 센서를 이용하여 측정한 돼지의 체온과 실내온도와의 상관관계를 Excel 프로그램을 이용하여 분석한 결과 등부 표면의 체온과 실내온도 사이에는  $y = 0.5487x + 18.459$  식의 관계식을 얻을 수 있었다. 실내온도를 독립변수로 체온 예측식을 이용하여 체온을 예측하였으며, 이를 적외선 센서를 통하여 얻은 체온값과 비교한 결과, 오차 범위가 0.004~1.82℃, 평균 오차가 0.58℃로 나타났다. 실험

에 사용한 적외선 센서의 사양에 따른 오차와 실내 온도 및 습도에 대한 변수 등이 영향이 있을 것이라고 생각되었다. 실내 온도 및 습도 등에 따른 변수를 고려해 돼지의 체온을 측정한다면 최종적으로 모돈의 체온 모니터링을 하여 발정 및 이상 징후를 판단하는 시스템을 만들어 실용화 할 수 있을 것으로 사료되었다.

## 사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(PJ008443)의 지원으로 수행되었음.

## 인 용 문 헌

1. Kim, S.G., Kwak, K.B., Kim, T.K., 1995. Effects of Scale Expansion by Automatization in Pork Production. KALM. 11, 125-138.
2. Lee, S.K., Min, Y.B., Kim, T.K., 1991. Development of Wireless Measurement System of Somatic Informations for Stockbreeding Automatization(I). JBE. 16, 263-271.
3. Yi, O.H., Jeong, W.Y., Lee, S.C., Lee, S.R., 2012. Changes in Body Temperature of Piglets in a Day. KSLHE. 18, 91-94.
4. Kim, Y.J., Lee, D.Y., Han, K.H., 2003. Clinical Studies for the Development of Non-contact Thermometer to Take Easily the Body Temperature of Domestic Animals. KSVC. 20, 357-363.
5. Ingram, D.L., Mount, L.E., 1973. The effects of food intake and fasting on 24-hourly variations in body temperature in the young pig. Pflügers Arch. 339, 299-304.
6. Henken, A.M., Brandsma, H.A., van der Hel W., Versteegen, M.W., 1993. Circadian rhythm in heat production of limit-fed growing pigs

- of several breeds kept at and below thermal neutrality. *J. Anim. Sci.* 71, 1434-1440.
7. Kim, S.J., Lee, Y.W., 2008. The temperature measurement at external auditory meatus using Infrared sensor in cattle. *KIICE.* 12, 401-404.
8. Jeong, W.Y., Yi, O.H., Lee, S.C., Lee, S.R., 2012. Establishment of Data Base for Body Temperature Change in Cattle. *KSLHE.* 18, 95-98.