

포유자돈의 합사가 모돈과 자돈의 체표면 온도 변화에 미치는 영향

김두완, 김영화, 김광식, 김기현*
농촌진흥청 국립축산과학원

Effect of mixing of suckling piglets on change of body surface temperature in sows and piglets

Doo-Wan Kim, Young-Hwa Kim, Kwang-Sik Kim, Ki-Hyun Kim*

National Institute of Animal Science, Rural Development Administration

요약 본 연구는 포유기간 중 이복자돈과의 합사가 모돈과 자돈의 체표면 온도 변화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실시하였다. 임신모돈 12두를 공시하여 6두는 개별 분만펜에 위치시켜 분만 후 이유시까지 복당 사육을 유지하였으며(대조구), 6두는 중간 칸막이의 제거가 가능한 가변형 분만펜에서 3복이 한 펜이 되도록 분만 11일차에 칸막이를 제거하여 이유시까지 유지하였다(처리구). 합사 30분 후에 열화상카메라를 이용하여 모돈 및 자돈의 체표면 온도를 측정하였다. 분만 후 포유모돈의 평균 체표면 온도는 처리구에서 37.1°C로 대조구의 36.3°C보다 유의적으로 높은 것으로 나타났고 ($p<0.05$), 최고온도에서는 두 처리간 유의적인 차이가 없었다. 이와 대조적으로, 포유 자돈의 평균 체표면 온도는 포유기 합사에 의해 유의적으로 감소하였으며(대조구 37.5, 처리구 36.0°C; $p<0.01$). 최고온도에서 또한 대조구와 처리구에서 각각 39.4°C와 39.1°C로 유의적인 차이는 아니지만 대조구에서 낮은 경향으로 관찰되었다($p=0.079$). 결론적으로 포유기간 중에 이복자돈과의 합사에 의해 모돈의 체표면 온도는 상승되지만, 자돈의 체표면 온도는 감소하는 것으로 관찰되었다. 더 나아가 체표면 온도와 심부온도와 의 상관관계를 구명하고, 합사에 의한 모돈 및 자돈의 생리적 변화에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Abstract This study was conducted to investigate the effects of mixing with unfamiliar piglets on changes in the body surface temperature of sows and piglets during the suckling period. A total of 123 pigs (12 sows and 111 piglets) were used for this study. A control group of piglets of the same litter was maintained in the farrowing pen and compared to a treatment group of piglets of three different litters mixed by removing the partition in the farrowing pen. In the treatment group, mixing of piglets was performed at 10:00 a.m. on day 11 after parturition, and the body surface temperature of sows and piglets was taken using a thermo-graphic camera at 30 minutes after mixing. In the case of sows, the average surface temperature of the treatment group (37.1°C) was significantly higher than that of the control (36.3°C; $p<0.05$); however, the hot spot temperatures did not differ significantly between groups. In contrast, the average surface temperature of piglets was significantly decreased by mixing (37.5 and 36.0°C in the control and treatment, respectively; $p<0.01$). Moreover, the hot spot temperature tended to be lower in the treatment (39.1°C) than the control (39.4°C), although there was no significant difference ($p=0.079$). These results suggest that mixing of unfamiliar piglets during the suckling period leads to changes in the body surface temperature of sows and piglets. In the future, the correlation between body surface temperature and body core temperature should be analyzed, and additional studies investigating the effects of mixing on the physiological changes in sows and piglets are required.

Keywords : body surface temperature, mixing, sow, suckling piglets, thermos-graphic camera

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding Author : Ki-Hyun Kim (National Institute of Animal Science)

Tel: +82-41-580-3453 email: kihyun@korea.kr

Received November 11, 2016

Revised December 7, 2016

Accepted January 6, 2017

Published January 31, 2017

1. 서론

일반적으로 양돈농가에서는 모돈의 회전율을 극대화하기 위해 포유자돈의 이유시기를 3주에서 4주 사이에 실시한다. 이때 모돈으로부터 갑작스럽게 분리된 자돈은 사회적 변화, 액상 모유에서 고형 사료의 전환, 면역시스템의 불안정 등 많은 스트레스에 노출되는 것으로 알려져 있다[1]. 자돈은 이러한 이유허스트레스로 인해 과도한 공격적 행동과 사회적 서열 경쟁에 따른 투쟁행동으로 체중손실이 일어나며, 내분비계와 면역학적 변화를 나타내기도 하고, 자돈의 복지를 감소시킬 뿐만 아니라 생산성에도 나쁜 영향을 미치는 등 경제적인 손실을 발생하는 것으로 보고되어 있다[2-4]. 이유 후 발생하는 공격적 투쟁행동의 주요 원인은 처음으로 만나는 개체들과의 서열경쟁을 위해 발생하는데, 이는 체온 및 심박수의 증가를 야기한다[5].

이러한 이유허스트레스에 의한 부정적인 영향을 개선하기 위하여 다양한 방법들이 적용되고 있다. Sulabo 등[6]은 포유기간 중에 입질사료를 생후 7일, 14일 18일에 각각 급여 했을 때 포유기간 동안의 일당증체량에는 변화가 없었지만 입질사료를 일찍 급여할수록 사료섭취량이 증가되며, 이유 후 자돈의 생산성이 개선되는 것으로 보고하였다. Hillman 등[7]은 포유기간에 그룹 분만시스템에서 자란 자돈이 개별적인 분만펜에서 자란 돼지보다 고통이나 불안정한 행동이 유의적으로 감소되는 것으로 보고하였고, Weary 등[8]은 14일령 포유 중인 자돈을 ‘get away’ 방식의 분만펜에서 조기에 합사를 하면, 공격적인 행동은 관찰되지만, 이러한 자돈은 이유 후 이복자돈과의 합사에서 대조구에 비해 투쟁은 적다고 보고하였다. 또한 포유시기에 자돈을 조기에 합사를 시키면, 이유 후에 공격적인 행동은 줄어들고 사회성은 향상되어 장기적으로 관점에서는 이익이 된다고 연구결과들이 보고되고 있다[8,9].

가축 생산 분야에서 체온은 대상가축의 심박수, 스트레스 등에 대한 반응의 지표중 하나로 활용되어 체온 정보는 행동반응, 질병, 생리적 상태 등을 모니터링 하는데 이용된다[10]. 적외선 열화상 (Infrared thermography) 또는 적외선 온도측정장비 (Infrared thermometry equipment)는 비접촉 온도측정 방법으로 대상물과의 접촉이 불필요하기 때문에 손쉽게 대상물의 표면온도를 측정할 수 있는 장점을 가지고 있다. 축산분야에서의 활용

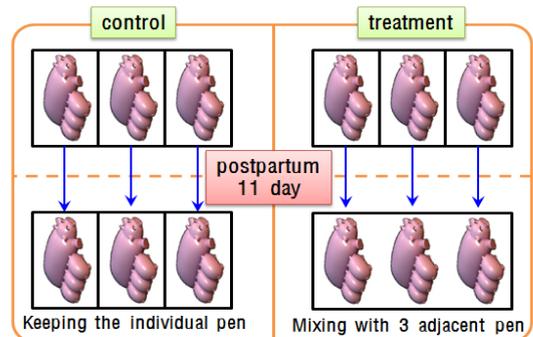
에 있어서는 질병 감염의 확산 위험을 줄일 수 있고, 동물을 취급할 때에 스트레스를 최소화 할 수 있기 때문에 대상 가축의 온도를 측정하는 데에 매우 유리한 장비이다[11]. 이러한 첨단장비는 최근 ICT 기술이 발달함에 따라 생활밀착형 장비[12]에서 더욱 나아가 농업과의 접목을 통해 활발히 적용되고 있으며, 이를 통하여 생산자의 노동력과 비용을 절감하기 위한 시도가 다양하게 시도되고 있다[13-15].

포유기간 동안 이웃한 돼지와 조기에 합사를 실시하면 자돈의 이유 스트레스를 감소하는 데에 긍정적인 영향을 주지만, 이것은 모돈과 자돈에게 스트레스를 유발하는 원인이 될 수 있으며, 스트레스의 발생은 호흡과 심장 박동수를 증가시키며 체온을 높이는 요인으로 작용될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 포유 기간에 이복자돈과의 합사가 모돈과 자돈의 체표면 온도 변화에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다.

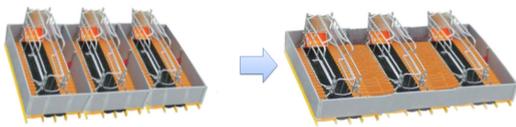
2. 재료 및 방법

2.1 공시동물 및 시험설계

본 시험에 사용된 공시동물은 F1 (Landrace × Yorkshire) 포유모돈 12두와 이들로부터 분만된 포유자돈 111두를 공시하였다. 시험설계는 동복자돈을 유지한 포유모돈 그룹을 대조구로 하여 각각의 분만펜에 포유모돈과 포유자돈을 분만 후부터 이유시까지 유지하였고, 처리구에는 이복자돈을 합사한 모돈 그룹으로 이웃한 포유모돈 분만펜의 칸막이를 제거한 후 자돈을 합사하여 자유롭게 이동할 수 있게 배치하였다. 자세한 분만펜의 모식도는 Fig.1.에 나타내었다.



(A) Illustration of mixing strategy



(B) Elimination of the partition from the pens
Fig. 1. Illustration of mixing strategy

2.2 사양관리

본 연구에 이용된 공시동물의 사양관리는 국립축산과학원 실험동물윤리위원회의 관리기준에 의거하여 실시하였다 (Animal Care Committee of Korea, National Institute of Animal Science). 모돈과 자돈은 자동 환경 제어시스템이 갖추어진 분만사에서 사육되었다. 사료는 한국사양표준(2012)에 준하는 포유모돈사료를 사료급여 프로그램에 따라 오전과 오후 2회에 걸쳐 급여하였으며 물을 자유음수를 실시하였다. 분만사의 온도관리는 각각의 분만펜에 보온등 (직경 30cm, 250W)을 90cm 높이에 설치하였으며 분만사 온도는 28°C로 유지하였다.

2.3 조사방법 및 조사항목

분만 후 11일 오전 10시에 이웃한 세 분만펜 사이의 칸막이를 제거하여 포유자돈을 합사하였고, 대조구는 개체별 분만펜을 유지하였다. 포유모돈과 포유자돈의 체표면 온도 측정은 합사 30분 후인 10시 30분에 열화상카메라 (Thermal imager testo 890, Germany)를 이용하여 실시하였다. 본 실험의 열화상 이미지는 Testo IRsoft 3.1 software (Testo, Germany)를 활용하여 각 개체의 체표면 평균온도와 체표면 중 가장 높은 온도를 조사하였다.

2.4 통계분석

본 연구에서 분석된 모든 결과는 통계프로그램 SPSS version 17.0을 이용하여 분석하였다. 처리구간의 통계적 유의성은 student' t-test를 이용하여 분석하였으며, 통계적 유의차는 유의수준 0.05 이하에서 인정되었다.

3. 결과 및 고찰

최근 첨단 디지털 장비 및 ICT기술의 발달로 생물체의 생체지표를 수집하는 기술이 다양하게 개발되고 있는데[16], 과거 가축의 체온을 측정하기 위해서는 일반 온도계 혹은 수의용 온도계를 이용하여 가축의 직장 내에

직접 접촉식 방법으로 측정하는 것이 관행이었다. 본 연구에서는 기존의 체온 측정방식인 직접접촉식 측정 방법이 아닌 디지털장비인 열화상 카메라를 이용하여 돼지의 체표면 온도측정에 대한 유효성을 검증하고, 포유기간 동안 자돈의 합사가 자돈 및 모돈의 체표면 온도에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다.

분만사에서 포유중인 모돈과 자돈의 그룹별 체표면 온도를 촬영한 열화상 이미지는 Fig. 2.에서 보는 바와 같다. Fig. 2.(A)는 모돈에서 최고온도를 측정하기 위한 열화상이미지이며, Fig. 2.(B)는 모돈 개체 평균체중을 측정하기 위한 열화상 이미지를 나타내었다. Fig. 3.(C)는 대조구 자돈의 열화상 이미지이며, (D)에서는 칸막이를 제거하고 포유자돈을 합사한 그룹의 자돈 열화상 이미지를 나타내었다.

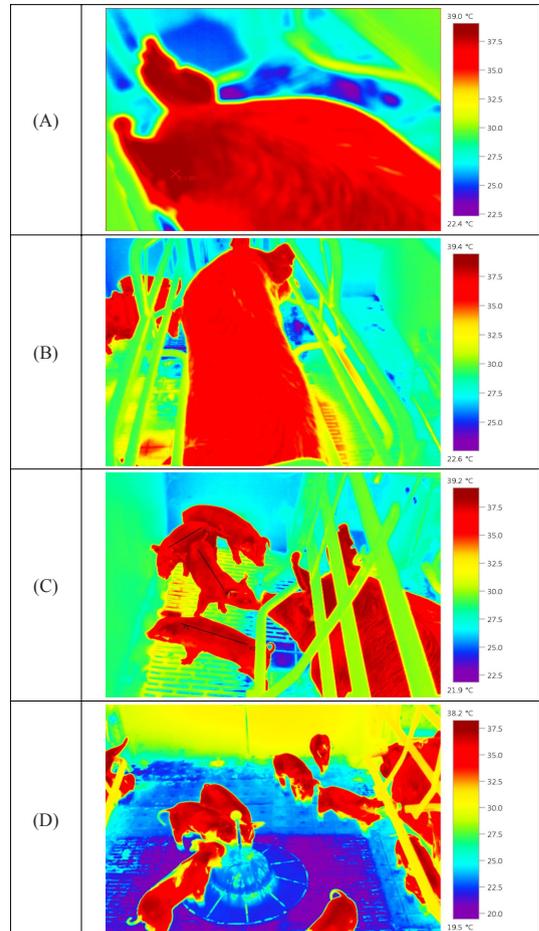


Fig. 2. Thermal image of body surface (A) Hot spot on sow (B) Average temperature on sows (C, D) body surface temperature on piglets

포유시기에 자돈 합사에 따른 포유모돈의 체표면 온도를 분석한 결과는 Table 1에 나타내었다. 포유모돈의 체표면 평균온도는 처리구가 37.1°C로 대조구의 36.3°C보다 0.8°C가 유의적으로 높게 관찰되었으나(p<0.05), 최고 온도에서는 대조구와 처리구가 각각 39.3°C와 39.0°C로 유의적 차이가 없었다(p>0.05).

처리구에서 포유모돈의 체표면 평균온도가 올라간 이유는 합사로 인해 자돈들이 자유롭게 이동함에 따라 다른 분만펜의 자돈들과 자연스러운 스킨쉽과 투쟁 등 사회적 활동을 활발하게 하는 반면, 포유모돈은 분만틀 안에서 행동의 규제를 받는 상황에서 불안, 초조함 그리고 소란 등으로 인해 상대적으로 더 심한 스트레스 받음으로써 체표면 온도가 상승한 것으로 보여진다. Pedersen 등[17]은 외부 자돈의 존재가 자돈의 포유 행동에는 악영향을 미치는 것으로 보고하였다. 외부 자돈의 존재는 포유에 대해 경쟁을 증가시키고 그로 인해 모돈은 포유에 대한 의욕이 떨어지게 되어 포유 행위를 꺼리게 된다고 주장하였다. 이에 따라 자돈은 다른 펜의 모돈으로부터 젖을 공급받기 위하여 다른 분만펜으로 이동해서 이복자돈과 투쟁 행동 등을 야기시킨다. 다만, 이러한 스트레스 요인은 합사 직후에 일시적일 수 있으며, 자돈이 이복자돈과의 상호관계를 통하여 사회성을 습득한 이후에는 공격행동의 감소 및 이유 후 이복자돈과의 상호작용에 있어서 개선된다는 연구결과가 보고되고 있다[18].

Table 1. Average- and hot spot- temperature of body surface on sows by mixing of piglets at suckling period

Items, °C	Control	Treatment	SEM	p value
Average	36.3	37.1	0.16	0.035
Hot spot	39.3	39.0	0.15	0.412

Data are mean. Control, the piglets are keeping in individual farrow pen; Treatment, the piglets are mixing with unfamiliar piglet of adjacent pens at postpartum 11days; SEM, standard error mean

Table 2에는 포유시기 자돈합사에 따른 포유자돈의 체표면 온도를 분석한 결과를 나타내었다. 포유자돈의 체표면 평균온도는 대조구가 37.5°C로 처리구의 36.0°C보다 1.5°C가 유의적으로 높게 관찰되었으며(p<0.01), 최고 온도에서는 대조구와 처리구가 각각 39.4°C와 39.0°C로 유의적 차이는 인정되지 않았으나 대조구에서 높은 경향으로 관찰되었다(p=0.079).

Table 2. Average- and hot spot- temperature of body surface on piglets by mixing of piglets at suckling period

Items, °C	Control	Treatment	SEM	p value
Average	37.5	36.0	0.26	0.005
Hot spot	39.4	39.1	0.09	0.079

Data are mean. Control, the piglets are keeping in individual farrow pen; Treatment, the piglets are mixing with unfamiliar piglet of adjacent pens at postpartum 11days; SEM, standard error mean

신생자돈의 경우 출생 후 2주 이내에는 2% 미만의 체지방을 갖고 있기 때문에 체온조절이 매우 어렵다[19]. 신생자돈은 열을 차단하는 기능이 부족하기 때문에 체표면 온도는 주변 환경요인에 의해서 많은 영향을 받는다. 자궁에서 태아의 생리적 온도는 38°C - 40°C이며, 출생 직후 신생자돈의 적절한 환경온도는 약 34~35°C이다 [20]. 반면에, 포유모돈의 적절한 온도는 약 18~23°C이므로 신생자돈 위주로 환경을 조절한다고 해도 실제로는 더 추운 환경에 접하게 된다[21,22].

본 연구에서는 이복자돈과의 합사에 의해 발생하는 경쟁행동으로 인하여 자돈의 체표면 온도가 증가할 것이라고 예상하였으나, 반대의 결과가 도출되었다. 합사가 이루어지면 자돈들은 다른 분만펜으로 자유롭게 이동하면서 새로운 돼지와 접촉하게 되면서 관찰, 경계, 냄새, 접촉 및 공격적인 행동들이 순차적으로 발생하게 된다 [8]. 이 때 옆구리 썩기와 투쟁행동, 피부에 상처유발과 같은 행동학적 문제가 발생된다고 하였다[23-25]. 일반적으로 공격적인 행동으로 인하여 유발된 스트레스는 체온을 증가시키는 것으로 알려져 있다[5]. Kim 등[26]은 이유 시 이복자돈과의 합사가 자돈의 체온변화에 미치는 영향을 조사한 연구에서 이복자돈을 합사한 그룹이 동복을 유지한 그룹보다 이유 후 체표면 온도가 유의하게 증가된다고 보고하였다. 다만, 이들의 연구결과와 상반된 결과가 도출된 원인으로서는 시험설계상의 차이점으로 이전 연구에서의 돼지의 성장단계는 이유단계로써 본 연구의 설계상 포유단계와는 처리에 대한 영향이 다르게 나타날 수 있음을 고려할 수 있다. 다른 한편으로, 처리구 자돈의 체표면 온도가 대조구에 비해 낮은 이유는 분만사의 내부의 주변 온도가 28°C인 것을 감안했을 때 상대적으로 보온공간이 취약한 곳을 돌아다니는 과정에서 체표면의 온도가 환경적 영향을 받아서 떨어진 것으로 추측된다. 따라서 향후 연구에서는 합사에 의한 정밀한 체온변화 추적을 위해서 심부온도를 측정해 체표면 온도와 상관관계를 분석할 필요가 있다.

4. 결론

본 연구 결과를 종합해보면, 이유스트레스를 최소화하기 위한 포유기 자돈의 합사는 포유 모돈에게 스트레스 요인으로 작용하여 체표면 온도를 증가시킬 수 있는 것으로 관찰되었으며, 포유자돈의 경우에는 체표면 온도가 감소하는 것으로 나타났다. 체표면 온도의 경우 환경적 요인을 받을 수 있는데, 실제 합사에 의해 자돈의 생활공간이 증가함에 따라 자돈의 펜 내 이동증가로 보온구간을 벗어나 체표면 온도가 감소했을 가능성을 고려할 수 있다. 따라서 합사에 의해 실제 체온의 변화를 분석하기 위해서는 체내 심부온도와 체표면 온도와의 상관관계를 분석할 필요가 있다. 또한, 본 연구에서는 실험설계상 체표면 온도를 합사 후 30분에 측정한 분석결과로써 합사에 의한 장기적인 영향을 조사할 필요가 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ01198002)의 지원에 의해 이루어진 것임. 본 연구는 2016년도 농촌진흥청 국립축산과학원 박사후 연수과정 지원사업에 의해 이루어진 것임.

References

- [1] J. M. Campbell, J. D. Crenshaw, J. Polo, The biological stress of early weaned piglets. *J. Anim. Sci. Biotechnol.*, 4, 19-22. 2013.
DOI: <https://doi.org/10.1186/2049-1891-4-19>
- [2] H. C. Hu, K. Xiao, J. Song, Early weaning increases intestinal permeability, alters expression of cytokine and tight junction proteins, and activates mitogen-activated protein kinase in pigs. *J. Anim. Sci.*, 91, 1094 - 1101. 2013.
DOI: <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5796>
- [3] Y. L. Yin, Birth oxidative stress and the development of an antioxidant system in newborn piglets. *Free Radical Res.*, 47, 1027-1035. 2013.
DOI: <https://doi.org/10.3109/10715762.2013.848277>
- [4] G. B. Tactacan, S. Y. Cho, J. H. Cho, I. H. Kim, Performance responses, nutrient digestibility, blood characteristics, and measures of gastrointestinal health in weanling pigs fed protease enzyme. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.*, 29, 998-1003. 2016.
DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0886>
- [5] I. C. De Jong, E. Lambooi, S. M. Korte, H. J. Blokhuis, J. M. Koolhaas, Mixing induces long-term hyperthermia in growing pigs. *Anim. Sci.*, 69, 601-605. 1999.
- [6] R. C. Sulabo, E. J. Wiedemann, J. Y. Jacela, M. D. Tokach, J. L. Nelssen, J. M. De Rouchey, R. D. Goodband, S. S. Dritz, Effect of varying creep feeding duration on proportion of pigs consuming creep feed and pre-weaning performance. Swine Day, Kansas State University, Manhattan, KS, Conference paper, 38-45. 2007.
- [7] E. Hillman, F. von Hollen, B. Bunger, D. Todt, L. Schrader, Farrowing conditions affect the reactions of piglets towards novel environment and social confrontation at weaning. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 81, 99-109. 2003.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00254-X](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00254-X)
- [8] D. M. Weary, E. A. Pajor, M. Bonenfant, D. Fraser, D. L. Kramer, Alternative housing for sows and litters. Part 4. Effect of sow-controlled housing combined with a communal piglet area on pre- and post-weaning behavior and performance. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 76, 279-290. 2002.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00011-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00011-4)
- [9] R. B. D'Eath, Socialising piglets before weaning improves social hierarchy formation when pigs are mixed post-weaning. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 93, 199-211. 2005.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2004.11.019>
- [10] H. H. Yang, W. G. Min, Y. H. Bae, Design and implementation of a radio telemetry system to monitor the deep body temperature of broilers. *J. Korea Acad. Industr. Coop. Soc.*, 9, 81-86, 2008.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2008.9.1.081>
- [11] D. D. Soerensen, L. J. Pedersen, Infrared skin temperature measurements for monitoring health in pig: a review. *Acta Vet. Scand.*, 57(5), 1-11. 2015.
DOI: <https://doi.org/10.1186/s13028-015-0094-2>
- [12] S. H. Lee, A study on digital convergence related with our life using ICT. *J. Digit. Converg.*, 11, 429-434. 2013.
DOI: <https://doi.org/10.14400/JDPM.2013.11.11.429>
- [13] D. W. Lee, S. H. Lee, The future of ICT fusions based on smart technology. *J. Digit. Converg.*, 10, 147-152. 2012.
- [14] K. S. Kang, Production of content for regional sources of the convergence industrialization. Based on agricultural management entities of the sixth industrialization in Chungcheongnam-do. *J. Digit. Converg.*, 13, 483-490. 2015.
DOI: <https://doi.org/10.14400/JDC.2015.13.10.483>
- [15] B. C. Kim, The ICT convergence agriculture automated machines designed for smart agriculture. *J. Digit. Converg.*, 14, 141-148. 2016.
DOI: <https://doi.org/10.14400/JDC.2016.14.2.141>
- [16] I. G. Kim, S. H. Kang, Accuracy analysis of pulse wave sensor data of ear lable of husbandry livestock. *J. Digit. Converg.*, 12, 387-393. 2014.
DOI: <https://doi.org/10.14400/JDC.2014.12.11.387>
- [17] L. Pedersen, J. M. Studnitz, K. H. Jensen, A. M. Giersing, Suckling behavior of piglets in relation to accessibility to the sow and the presence of foreign litters. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 58, 267-279. 1998.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(97\)00149-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(97)00149-4)
- [18] V. T. Kanaan, E. A. Pajor, D. C. Lay Jr, B. T. Richert, J. P. Garner, A note on the effect of co-mingling piglet litters on pre-weaning growth, injuries and responses to behavioural tests. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 110,

386-391. 2008.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2007.05.002>

- [19] P. K. Theil, C. Lauridsen, H. Quesnel, Neonatal piglet survival: impact of sow nutrition around parturition on fetal glycogen deposition and production and composition of colostrum and transient milk. *Animal*, 8, 1021-1030. 2014.
DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731114000950>
- [20] L. Olson, S. Faulkner, K. Lundströmer, A. Kerenyi, D. Kelen, M. Chandrasekaran, U. Ádén, L. Olson, X. Golay, H. Lagercrantz, N. J. Robertson, D. Galter, Comparison of three hypothermic target temperatures for the treatment of hypoxic ischemia: mRNA level responses of eight genes in the piglet brain. *Transl. Stroke. Res.*, 4, 248-257. 2013.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s12975-012-0215-4>
- [21] P. S. Yan, S. Yamamoto, Relationship between thermoregulatory responses and heat loss in piglets. *J. Anim. Sci.*, 71, 505-509. 2000.
- [22] T. M. Brown-Brand, R. A. Eigengerg, J. A. Nienaber, S. D. Kachman, Thermoregulatory profile of a newer genetic line of pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 71, 253-260. 2001.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00184-1](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00184-1)
- [23] E. K. Worobec, I. J. H. Duncan, T. M. Widowsky, The effect of weaning at 7, 14 and 28 days on piglets behavior. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 62, 173-182. 1999.
DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(98\)00225-1](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(98)00225-1)
- [24] L. N. Cox, J. J. Coopert, Observations on the pre- and post-weaning behavior of piglets reared in commercial outdoor and indoor environments. *Br. Soc. Anim. Sci.*, 72, 75-86. 2001.
DOI: <https://doi.org/10.1017/S1357729800055570>
- [25] L. Melotti, M. Oostindjer, J. E. Bolhuis, S. Held, M. Mendl, Coping personality type and environmental enrichment affect aggression at weaning in pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 133, 144-153. 2001.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.05.018>
- [26] K. S. Kim, E. S. Cho, Y. H. Kim, J. E. Kim, K. H. Seol, K. H. Kim, Effect of mixing with non-familiar piglets on change of body temperature. *Korean J. Agri. Sci.*, 42, 231-235. 2015.
DOI: <https://doi.org/10.7744/cnujas.2015.42.3.231>

김 두 완(Du-Wan Kim)

[정회원]



- 1998년 2월 : 전남대학교 농과대학 축산학과 (축산학학사)
- 2016년 2월 : 전북대학교 축산학과 (식육가공석사)
- 2010년 4월 ~ 현재 : 국립축산과학원 양돈과 농업연구사

<관심분야>

가축사양, 식육

김 영 화(Young-Hwa Kim)

[정회원]



- 1997년 2월 : 전남대학교대학원 축산학과 (농학석사)
- 2002년 2월 : 경상대학교대학원 축산학과 (농학박사)
- 1987년 5월 ~ 1991년 12월 : 영천군농촌지도소 농촌지도사
- 1992년 1월 ~ 현재 : 국립축산과학원 농업연구사

<관심분야>

동물영양, 가축사양

김 광 식(Kwang-Sik Kim)

[정회원]



- 2016년 2월 : 충북대학교 축산학과(농학석사)
- 2012년 10월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 농업연구사

<관심분야>

동물영양, 가축사양

김 기 현(Ki-Hyun Kim)

[정회원]



- 2009년 8월 : 한경대학교 동물나 농생명과학전공 (농학석사)
- 2013년 3월 : 교토대학교 응용생물과학전공 (농학박사)
- 2013년 4월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 박사후 연구원

<관심분야>

동물영양, 가축사양