

일반 군사사육 농장의 모돈사의 복지 수준 및 돈사환경 비교 분석

양가영, 장동화, 권경석, 하태환, 김종복, 이준엽, 김종곤*
농촌진흥청 국립축산과학원

Comparative of welfare level of animal welfare certified farms and general group housing farms

Ka-Young Yang, Dong-hwa Jang, Kyeong-seok Kwon, Taehwan Ha,
Jong-bok Kim, Jun-Yeob Lee, Jung-Kon Kim*
National Institute of Animal Science, Rural Development Administration

요약 본 연구는 동물복지인증 준비를 위하여 모돈에서 군사사육을 하는 3곳(A, B, C)의 농장을 대상으로 모돈의 복지수준과 환경수준의 평가를 비교하였다. 동물복지수준평가는 실험농장(A, B, C)의 급여, 시설, 건강 및 행동을 수집했다. 환경수준평가는 돈사 안의 황화수소, 암모니아, 이산화탄소 농도를 한 달에 1번씩 총 3개월간 측정하였다. 분석결과 모돈의 복지수준 중 급여 항목의 물과 사료공급은 모든 실험농장에서 부족함 없는 수준으로 공급되었다($p < 0.05$). 시설의 어깨상처는 A에서 오래된 상처가 30% 이상으로 나타났고($p < 0.05$), 호흡기나 더위로 인한 헐떡임 현상은 모든 실험농장에서 관찰되지 않았다. 건강에서 몸상처는 모든 실험농장 10% 정도 수준의 상처가 발생하였고, 외음부병변에 대한 흔적은 A농장에서 외음부에 피를 흘리는 모돈이 5% 수준으로 발생했다. 행동측면에서 사회적행동은 A농장에서 소리를 지르거나 깨우는 행동을 보였다. 이상행동은 모든 실험농장에서 17% 미만의 과도한 씹기 행동이 관찰됐다. 관리자와의 관계에서 돼지들이 도망가는 비율은 A농장은 100%, B농장 13%, C농장 66%로 관찰됐다($p < 0.05$). 환경수준은 각 농장의 평균 온도·습도가 A: 25.1/70.7, B: 22.6/ 68.8 C: 24.6/86.6로 B농장에서 낮게 측정되었다. H₂S(ppm)는 A: 0.3±1.82, B: 0.3±1.64, C:0±0.48로 C농장이 낮게 측정된 반면, NH₃ 농도(ppm)는 A: 11.0±4.06, B: 11.0±3.02, C: 21.0±2.17로 C농장이 높게 측정되었다. CO₂(ppm)는 A: 400±264.57 ppm, B: 800±152.75 ppm, C: 400±132.42 ppm로 B농장에서 높게 측정되었다. 이는 모돈에 있어서 동일하게 군사사육을 하고 있으나, 바닥의 형태, 사양관리방법, 밀도, 자동급이기 시설과 농장관리자의 태도의 차이에 따라 복지수준과 환경수준의 변화를 보였다.

Abstract This study examined the welfare-level and environmental-level of sows in three farms where group-housing was conducted in sows in preparation for animal welfare certification. The welfare-level evaluation data was collected on feeding (Good-feeding), facility (Good-housing), health (Good-health), and behavior (Appropriate-behavior) from the experimental farms. For environmental-level evaluation of H₂S, NH₃, and CO₂ in the pigsty were measured once a month for three months. Good housing showed that shoulder-sores comprised more than 30% of old wounds in A ($p < 0.05$), but panting due to heat was not observed in any of the farms ($p < 0.05$). In Good-health, a wounds-level of approximately 10% was noted in all farms, and traces of vulva-lesions occurred in 5% of sows showing bleeding from the vulva in A. The social behavior examination showed more yelling and biting in A than the others. The stereotypes were less than 17% of the farms, and excessive chewing behavior was observed. The relationship with the manager of pigs running away in A, B, and C was 100%, 13%, and 66%, respectively ($p < 0.05$). For the environmental level in the pigsty, the average temperature/ humidity of each farm was (°C/%) A:25.1/70.7, B:22.6/68.8, and C:24.6/86.6. The H₂S(ppm) levels were A:0.3±1.82, B:0.3±1.64, and C:0±0.48. The NH₃(ppm) level was A:11.0±4.06, B:11.0±3.02, and C:21.0±2.17. A high level of CO₂(ppm) was observed in A:400±264.57, B:800±152.75, and C:400±132.42, which was higher in B than the others.

Keywords : Animal Welfare Certified Farm, Animal Welfare Level, Environment Level, Group Housing, Sow

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ01431901, 과제명: 동물복지형 모돈사 바닥 기준연구)과 2022년 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원 과정 지원사업에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding Author : Jung-Kon Kim(National Institute of Animal Science)
email:kjk9207@korea.kr

Received November 15, 2021

Revised December 14, 2021

Accepted January 7, 2022

Published January 31, 2022

1. 서론

우리나라는 급속한 경제성장에 따른 국민소득 향상과 함께 축산물에 대한 수요가 증가하며, 더 나아가 건강과 안전한 먹거리에 대한 관심이 높아져 가고 있는 상황이다[1]. 소비자들은 동물복지인증식품의 맛, 영양, 품질 등의 본질적 가치를 중요하게 여기며, 동물복지인증식품에 대해 기대하는 윤리적 소비의 가치가 점점 증대하고, 이에 따른 시장 형성과 성장이 앞으로 확대될 전망이다[2]. 우리나라 1인당 돼지고기 소비량은 전체 육류 소비량(55.80kg)의 50%이상을 차지하는 28kg이다[3]. 이는 우리나라 양돈 농장의 여러 측면에서 볼 때, 동물복지형 축산을 도입하는 것이 필수적이며 미래의 한국 축산업이 나아가야 할 방향이라고 할 수 있다. 또한 국민에게 양질의 단백질을 공급한다는 축산업의 기본 목표를 충실하게 이행하면서 양돈농장의 지속가능성을 보호하고, 농업이 가지는 다양한 공익적 기능도 함께 수행할 수 있는 기회를 보장한다[4]. 근래 정부차원에서는 축산농장의 사육환경 개선을 위해 양돈 농장을 대상으로 새로운 동물복지형 사육기준을 도입하여 신규농장은 2019년부터 기존농장은 2025년부터 적용 예정인 정책을 수립 중에 있는 실정이다. 그러나 우리나라의 많은 농장들은 동물복지의 사육기준 중 모돈에서 군사사육 시 모돈의 투쟁 및 부상으로 인한 관리와 경제적 손실 등의 어려움으로 변화하는 것을 두려워하고 있다. 또한 전환하는 과정에서 모돈의 건강, 행동 및 경제성 등의 연구가 전무한 실정이다. 이는 동물복지농장으로 전환하는데 큰 걸림돌이기도 하다.

유럽연합(EU)에서는 모돈의 스톨 사육 금지하고 수정 후 4주가 되면 군사사육을 진행하고 분만2 주전에 분만사로 이동하는 결의가 2001년 합의되고, 2013년 1월부터 시행 중이다[5]. 최근 연구에 따르면 모돈의 복지적 환경을 개선하면 자돈의 체중 및 성장에 영향을 주는 보고[6]와 함께 이와 함께 동물복지에 대한 연구[7-9], 모돈의 상 및 어떻게 평가 할 것인가에 대한 연구도 지속되어 왔다[10-12]. 농장 동물의 복지 향상에 기여하기 위해 일반적으로 수용되고 객관적인 동물 복지 평가가 필요하다고 요구되어 왔다[13]. 이에 네덜란드에서는 과학기반의 전 축종에 대한 복지 품질 평가를 표준화하여 동물을 기반으로 측정하는 프로토콜을 만들었다[14]. 이 평가가 전 세계 축종을 대표하는 것은 아니지만, 다양한 매개변수의 평가가 주어진 시스템에서 동물복지에 대한 보

다 포괄적인 평가를 제공할 수 있다. 이 프로토콜은 생리학적, 건강 및 행동적 측면을 활용하여 모돈의 복지를 평가한다[15].

또한, 돈사환경은 가축의 건강과 복지와 직접적인 연관이 있다[16]. 축사로부터 유발되는 주요 유해가스로는 호흡과 대사생리에 의해 생성되는 탄산가스(CO₂), 분뇨로부터 확산되는 암모니아가스(NH₃), 분뇨의 산화과정에서 생성되는 황화수소(H₂S) 및 메탄가스 등이 대표적이다[17]. 이들 유해가스의 농도가 일정치를 넘게 되면 가축의 생산성이 떨어지고, 식욕부진 및 호흡장애 경련 등의 질병을 초래하는 것으로 보고되고 있다[16,17].

따라서 본 연구에서는 양돈농장 중 동물복지인증 준비를 위하여 모돈에서 군사사육을 하는 농장을 대상으로 모돈의 복지수준과 환경수준의 평가를 비교하고자 한다.

2. 연구방법

동물복지 인증을 준비하는 일반 군사사육 농장을 비교하기 위하여 실험농장 섭외는 국내 양돈농장 가운데 유일하게 모돈에서 군사사육(group housing) 하는 농장 3 곳을 섭외하였다. 방역규칙을 준수하여 농장 별로 일주일 간격으로 방문하였으며, 동물복지 인증농장과 일반 군사사육 농장의 복지 수준 및 돈사환경 비교분석(Table 1)을 위해 Welfare Quality Assessment protocol[®]을 활용하였다. 측정항목은 급여(Good feeding), 시설(Good housing), 건강(Good healthy, 행동(Appropriate behavior)으로 크게 4가지 범주로 나누어 비교 분석하였다. 동물복지 수준은 각 농장 당 측정시 평균 20 ± 5두를 조사하였고, 돈사의 환경 분석은 돈방의 구조에 따라 중앙에 위치한 급이기 기준으로 돼지의 호흡 1m 위치에 설치하여 총 3 곳의 주변 암모니아(NH₃), 황화수소(H₂S), 이산화탄소(CO₂) 농도 및 온습도를 측정하였다. 암모니아, 황화수소, 이산화탄소 농도 측정은 환경측정기(MultiRAE Lite Gas Monitor, PGM-6208, RAE Systems, USA)를 활용하였다. 온습도 측정은 온습도 센서(HOBO Temp/RH Logger, UX100-011A, HOBO data Loggers Onset, USA)를 사용하여 조사하였다.

Table 1. Item of welfare and environment level measurement in sows

Animal welfare level		
Good feeding	Absence of prolonged hunger and prolonged thirst	Body condition score (BCS), water and feed supply
Good housing	Comfort around resting	Bursitis, shoulder sores
	Thermal comfort	Panting, huddling
	Ease of movement	Space allowance,
Good healthy	Absence of injuries	Lameness, Wounds on the body, vulva lesions
	Absence of disease	Skin condition
Appropriate behavior	Expression of social behavior	Social behavior
	Expression of social behaviors	Stereotypies, exploratory behavior
	Good human-animal relationship	Fear of humans
Environment level		
NH ₃ , H ₂ S, CO ₂ , Temperature(°C), Relative humidity(%)		

데이터 수집은 농장의 일정한 관리 작업에 방해가 되지 않는 범위에서 진행되었으며, 농장 구조 등의 정보를 얻기 위해 농장주와의 인터뷰와 농장주변을 관찰 및 모돈의 복지 품질 평가 프로토콜을 실행하였다. 완전한 프로토콜 평가를 실행하는데 걸리는 시간은 평균 226분이며 범위는 95~476분으로 숙련된 연구원 3 명에서 관찰 및 조사하였다. 본 연구 자료의 동물복지 수준에 대한 분석은 Anova test를 사용하여, 농장간의 빈도와 백분율간의 평균의 차이를 유의수준 $p < 0.05$ 로 분석하였다. 또한 환경 수준은 최솟값과 최댓값, 평균과 표준편차를 구하였다. 측정된 모든 data의 통계분석은 R package (R version 3.31, R Foundation for Statistical Computing, Seoul, Korea)를 이용하였다.

3. 연구 결과 및 고찰

3.1 모돈 군사사육농장 현황 비교

군사사육 농장간의 비교를 위해 농장현황을 조사하였다(Table 2). 각각 농장의 보유 모돈은 A 농장 147두, B 농장 360두, C 농장 80두로 규모는 B농장이 가장 컸으며, C농장이 가장 규모가 작았다.

Table 2. Comparison of group housing system farms

Item/ Farm type	A	B	C
Scale pigs Farm (sows)	Total 2,000 pigs (147 sows)	Total 5,000 pigs (360 sows)	Total 2700 pigs (80 sows)
Group housing Type	2 pen for sows, A tunnel type ESF for each pen	4 pen for sows, 6 ESF (Electronic sow feeder) for each pen	4 pen for sows, A ESF (Electronic sow feeder) for each pen
Pen size of sows	12m X 8m	7.5m X 12.6m	17m X 6.8m
Space allowance	Pen1: 2.29m ² /sow	Pen1: 3.07m ² /sow	Pen1: 2.21m ² /sow
	Pen2: 2.67m ² /sow	Pen2: 2.52m ² /sow	Pen2: 1.37m ² /sow
		Pen3: 2.40m ² /sow	Pen3: 1.20m ² /sow
		Pen4: 3.18m ² /sow	Pen4: 1.37m ² /sow
Floor type	Concrete total slat (slat length 85mm, slat gap 20mm)	Partial slat, part flat floor (the ration of the flat floor 50%)	Partial slat, part flat floor (the ration of the flat floor 20%)

모돈의 군사사육 방법은 A농장은 임신돈방 2개를 운영하고, 급이기 형태가 터널식 군사급이기 1대를 사용한 반면, B, C 농장은 4개의 임신돈사를 운영하며, 각각 자유 출입 스톨식 군사급이기가 B 농장 6대, C 농장은 1대가 설치 되어있었다(Fig. 1).



Fig. 1. Types of feeders used in farms

각각 임신돈방의 사육밀도의 평균은 A 농장 평균 2.48 m²/마리, B 농장 평균 2.79 m²/마리, C 농장 평균 1.54m²/마리로 A, B 농장은 보통이었으며 C 농장이 가장 낮게 나왔다. 또한 바닥의 형태는 A 농장은 바닥 틈의 20 mm 형태의 콘크리트 전면 슬랫 바닥이고, B 농장은 콘크리트 평바닥 50%와 A농장과 같은 콘크리트 슬랫 바닥 50%, C 농장은 콘크리트 평바닥 20%와 바닥 틈의

10 mm형태의 콘크리트 슬랫 바닥으로 구성되어 있었다. A, B, C농장은 같은 군사 사육이더라도 돈사의 바닥 형태에 따라 모돈의 동물복지 수준 및 환경 수준이 다른 것을 관찰할 수 있었다. 이는 동물복지 인증농장은 군사사육의 사육면적, 바닥의 형태에서 깔짚 제공 여부 등의 기준들이 있지만, 비인증 농장에서 모돈 사육 시 군사사육을 하는 것은 대부분의 농장들이 모돈의 수태율 안정 및 부상에 대한 문제로 지양하기에 일반농장에서 군사사육 시 특별한 기준이 없기 때문에 농장주의 경력 및 노하우 등으로 진행되는 부분이 크기 때문에 이런 결과를 나타낸 것으로 판단된다.

3.2 모돈 군사사육농장 동물복지수준 비교

동물 복지수준은 농장 형태에 따라 급이(Good feeding), 시설(Good housing), 건강(Good healthy), 행동(Appropriate behavior)으로 크게 4가지 범주로 나누어 비교 분석하였다. 동물복지수준의 '급이'에 해당하는 'Good feeding'(Table 3)에서 BCS (Body Control Score; 체형점수)는 A, B, C 농장에서 양호한 수준이었고, 물과 사료 공급은 모든 농장에서 충분한 수준으로 공급되어 ($p < 0.01$), 가축에게서 가장 중요한 급이 항목은 4농장 모두 돼지가 배고픔이나, 갈증을 느끼지 않는 범위에서 제공된다고 판단된다.

Table 3. Comparison of animal welfare levels of group housing system farms on "Good feeding"

Good feeding / Farm type	A	B	C	P value
BCS	Good 100	99.17	100	0.34
	Obese 0	0.28	0	0.36
	Thin 0	0.55	0	
Water supply	Yes 100	100	100	0.01
	No 0	0	0	-
Feed supply	Yes 100	100	100	0.01
	No 0	0	0	-

시설 (Good housing)에 따른 동물복지수준(Table 4)은 농장 A, B, C 모두 혈액낭염(bursitis)이 100% 이상 보이지 않았으나, C농장에서 1.4% 정도의 큰 염증이 발견되었다. 먹이 경쟁이나, 자리에 대한 경쟁이 이루어질 때 보이는 어깨 상처는(shoulder sores) A에서는 69.14%, B는 96.35%, C는 90.31%로 보이지 않았으나 ($p < 0.01$), 오래된 상처가 A 농장에서 30%로 이상 나타

났고($p < 0.01$), C, D에서는 3% 미만으로 보였다.

이는 Table 2의 결과와 같이, 군사사육이지만 사료급이기의 구조가 A 농장은 터널식으로 순차적으로 한 마리씩 들어가서 사료를 급이 하는 구조라면, B, C 농장은 돈방마다 4개 이상의 자유출입식 사료급이기가 설치되어 있어 사료급이기에 따른 먹이경쟁의 흔적으로 A 농장에서 먹이경쟁이 더 활발하게 나타나기 때문에 어깨의 상처가 B와 C 농장에 비해 더 빈번하게 나타난 것으로 판단된다. 또한 바닥형태가 A 농장은 평바닥 없이 완전 슬랫 구조라면, B 농장은 50%의 평바닥 비율, C 농장 20%로의 평바닥 비율을 가지고 있다. 이는 슬레이트 콘크리트 바닥은 분뇨 취급의 용이성과 내구성을 위해 일반적으로 암태지 사육장에 사용되나, 이 바닥의 구성 및 속성은 동물복지와 건강에도 영향을 미칠 수 있다고 보고된 바 있다[15]. 따라서 전면슬랫 구조인 A 농장에서 선호하는 자리 경쟁이 더 치열한 것으로 사료된다.

Table 4. Comparison of animal welfare levels of group housing system farms on "Good housing"

Good housing / Farm type	A	B	C	P value
Bursitis	No evidence 100	100	98.61	0.64
	Small 0	0	0	0.14
	Large 0	0	1.39	0.87
Shoulder sores	No evidence 69.14	96.35	90.31	0.01
	Old injury 30.86	3.29	2.56	0.01
	Open wound 0	0.36	7.13	0.07
Manure on the body	No evidence 100	66.59	85.35	0.84
	Middle 0	26.60	3.17	0.62
	High 0	0	11.48	0.06
Panting	No 100	100	100	0.01
	Yes 0	0	0	-
Huddling	No 86.41	95.96	89.89	0.61
	Yes 13.59	4.04	10.11	0.55

몸에 분뇨오염(manure on the body)은 평바닥의 비율과도 직접적인 관계가 있어, B와 C 농장에 비해 상대적으로 전면슬랫 형태의 A 농장에서 분뇨오염이 발생하지 않은 결과를 보였다. 호흡기나 더위로 인한 헐떡임(panting)현상은 A, B, C 농장 모두 보이지 않았으나($p < 0.01$), 돈사 내 온도의 변화에 따라 모돈들이 뭉쳐 있거나 흩어져 있는 현상인 허들링(huddling)은 농장 B에 비해 A와 C에서 10% 정도 발생하는 경향을 보였다. 이는 Table 7의 온·습도를 보면, B 농장 22.6°C; 68.8%

에 비해 A농장 25.1°C; 70.7%, C농장 26.3°C; 86.6%로 A, C 농장에서 3~4°C; 2~18%의 평균 온·습도가 높게 나타남으로 인해 모돈들이 시원한 자리들을 점유하는 과정에서 발생하는 결과로 판단된다.

동물복지수준의 '건강'에 해당하는 Good healthy (Table 5)에서 파행(lameness)은 3 농장의 90% 이상이 절뚝거리짐 없이 걸었으나, A, B 농장에서 1% 미만의 돼지만 약간의 절뚝거리짐이 있었다. 파행은 돼지의 발 및 발톱이 슬랏바닥에 걸리거나 했을 때 주로 발생하는 것으로, 관리자의 세심한 관찰만 있으면, 사전에 미리 예방 가능한 부분이다. 몸상처(wounds on the body)는 A, B, C 농장에서 거의 보이지 않았으나, 3 농장 모두 10% 정도 수준의 10개미만의 몸 상처가 보였다. 투쟁 흔적의 경우는 10개 이상의 높은 비율의 몸상처가 생기지만, 이 경우는 투쟁 보다는 돈방 내 구조물들에 의해 생긴 긁힘으로 판단된다.

Table 5. Comparison of animal welfare levels of group housing system farms on "Good healthy"

Good healthy / Farm type		A	B	C	P value
Lameness	Normal walk	98.85	99.72	100	0.21
	Asymmetric walk	1.15	0.28	0	0.24
	Unable walk	0	0	0	-
Wounds on the body	No evidence	90.88	98.57	89.49	0.77
	Less than 10 lesions	8.36	1.43	10.50	0.74
	More than 10 lesions	0	0	0	-
Vulva lesions	No damage	93.66	100	100	0.41
	Scab	4.82	0	0	0.53
	Bleeding	0.76	0	0	0.17

외음부 병변(vulva lesions)에 대한 흔적은 B, C 농장은 보이지 않았으나, A농장에서 외음부에 딱지나, 피를 흘리는 모돈이 약 5% 수준으로 발생했다. 이는 군사사육에서 사료조 형태로 볼 수 있다. A농장의 사료조는 B, C 농장의 급이기와 달리 터널식 자동급이기로 한 마리가 들어가면 다른 개체가 따라 들어가서 힘으로 밀거나 제압해서 사료를 빼앗아 먹는 과정에서 공격하게 되고, 공격 시에 가장 약한 외음부를 물게 되는 것으로 인해 A 농장에서 외음부 병변이 다른 농장과 달리 발견 된 것으로 판단된다.

동물복지수준을 관찰한 결과는 '행동' Appropriate behavior에서 사회행동은 B, C농장은 다른 돼지들이 접근 하면 소리를 지르는 개체가 2~19% 이었으나, A 농장은 97%의 돼지가 소리를 지르거나, 물어뜯으려는 경계 행동들이 측정됐다(p<0.05). 돼지는 군집형태로 무리로 생활하는 사회적 동물의 특징이다[6]. 이는 가축화되어서도 변하지 않은 습성이며, 혼자 있는 것보다 10~20마리 내외에서 생활하며 호기심이 많아 서로를 탐색하고, 주변을 탐색하는 것을 선호한다. 이러한 특성에 반대되는 A 농장의 모돈들의 경우 각 개체마다 먹이 및 자리 등에 대한 스트레스를 가지고 있는 것으로 판단된다.

Table 6. Comparison of animal welfare levels of group housing system farms on "Appropriate behavior"

Appropriate behavior / Farm type		A	B	C	P value
Social behavior	No	97.22	19.25	2.78	0.04
	Yes	2.78	80.82	97.22	0.06
Stereotypiesexploratory behavior	No	86.37	82.72	85.73	0.88
	Yes	13.63	17.28	14.27	0.91
Fear human	Without withdraws	0	19.19	33.33	0.03
	Withdraws initially	0	67.84	0	0.71
	Withdraws	100	13.07	66.67	0.04

주변을 탐색하거나 이상행동은 3농장 모두 80%로 이상의 과도한 저작 행동이나, 이상행동을 보이지 않았으나, 13%로 이상이 이상행동을 보였다. 이는 만성 스트레스의 일부로 모돈이 해야 하는 자연스러운 행동을 자유롭게 하지 못할 때, 사료를 충분히 섭취하지 못했을 때에 마치 껌을 씹는 듯 한 과도한 저작을 하며 침을 분비하는 행동이다[18]. 3농장 모두 급이와 급수에 대한 충분한 시설은 갖추어져 있지만, 임신돈들에게 분만 시 적정 체중을 위하여 제한급이를 실시하고 있기 때문에 이런 결과를 보인 것으로 판단된다. 사람과의 관계적인 측면은 A농장은 100% 모두 도망갔다. B농장에서는 다가오는 돼지들 19%, 도망갔다가 다시 오는 돼지들 67%, 도망가는 돼지 13%였고, C농장에서는 33%의 돼지들이 다가왔으나, 66%의 돼지들은 도망갔다. 사회행동과 사람과의 관계적 측면에 대한 결과는 농장관리자의 평상시 가축의 생활 조건이 어떻게 결정되는지의 이해해서 시작하는 태도와 밀접한 관련이 있으며 동물복지를 선택하거

나 개선할 때 농부의 동물복지에 대한인지 및 개념화, 태도 등이 상당한 영향을 미친다고 보고된 바 있다[19]. 이는 관찰한 농장 중 A 농장에 비해 C 농장이 관리자와 친밀한 관계가 있는 것으로 판단된다.

3.3 모돈 군사사육농장 환경수준 비교

모돈에서 군사사육 농장의 환경 수준을 비교하기 위해 측정된 각 농장의 평균 온도와 습도(Table 7)는 A농장 25.1°C; 70.7%, B농장22.6°C; 68.8%, C농장24.6°C; 86.6%로 나타났다. 온·습도는 A와 C 농장에 비해 B 농장에서 낮게 나타났으며 이를 활용하여 모돈의 스트레스 지수(THI)를 살펴본 결과, A 농장 77, B 농장 74, C 농장 79 이었다. THI 79 이하는 주의 단계로 돼지가 더위를 어느 정도 느끼는 수준 이고, 80 이상은 경계 단계로 더위의 대책이 필요한 단계이나[20], 관찰한 4농장 모두 환경적으로 열 스트레스 단계는 아닌 것으로 판단된다.

Table 7. Comparison of environmental levels of group housing system farms on Temperature and Relative humidity

Type of Farm	°C			RH, %		
	A	B	C	A	B	C
Peak	31.88	26.87	28.80	84.66	87.64	87.80
Min	19.82	14.7	16.40	32.67	31.12	50.1
Average	25.13	22.63	24.57	70.74	68.87	86.67
Standard deviation	1.82	1.64	1.44	9.66	8.41	6.42
Standard error	0.02	0.02	0.02	0.11	0.09	0.05

측정된 황화수소의 농도(Table 8)는 A 농장 0.3±1.82 ppm, B농장 0.3±1.64 ppm, C농장 0±0.48 ppm로 나타났다. 황화수소는 무색기체 이며 달걀 썩는 냄새를 갖고 있으며, 독성, 부식성, 가연성이 있어, 하수구나 습지와 같이 산소가 부족한 장소에서 유기물이 미생물에 의해 분해 될 때 주로 생성되며[21], 돈사내부와 분뇨저장소에서 악취 기여도가 80%로 이상으로 높은 편이며 주로 잔류되어 썩어진 사료에서 발견된다는 보고가 있다 [22]. 이 결과, A, B, C 농장 모두 황화수소 농도가 미미한 수준 이며,무창(밀폐)형 돈사이지만 주기적으로 환기 및 팬을 잘 가동하고 있다고 판단된다.

Table 8. Comparison of environmental levels of group housing system farms on H₂S

	H ₂ S(ppm)		
	A	B	C
Peak	1.22	0.63	0
Min	0	0.24	0
Average	0.31	0.34	0
Standard deviation	1.82	1.64	0.48
Standard error	0.02	0.02	0.02

측정된 암모니아의 농도(Table 9)는 A농장 11.0±4.06 ppm, B농장 11.0±3.02 ppm, C농장 21.0±2.17 ppm 이었다. 악취 기여 물질에 해당하는 암모니아, 황화수소 메틸메르캡탄이 주요 물질인 것으로 보고된 바 있다[16].

Table 9. Comparison of environmental levels of group housing system farms on NH₃

	NH ₃ (ppm)		
	A	B	C
Peak	21.03	12.05	24.08
Min	3.04	10.04	18.01
Average	11.04	11.02	21.01
Standard deviation	4.06	3.02	2.17
Standard error	0.14	0.09	0.12

그러나 암모니아는 사료 내의 단백질 사료 함량이 높을 때 분변 내의 암모니아와 휘발성 지방산이 주로 생산된다[23]. 3농장 모두 모돈에서 제한급이를 하기 때문에 사료에 대한 조사는 따로 하지 않았으나, 농립축산식품부에서 동물복지 농장 인증에 측사 내 암모니아 농도 25ppm미만으로 규제하는 항목이 있는데 조사한 농장들은 모두 인증기준으로 봤을 때 정상 범주에 해당하나, C 농장에서는 다른 농장에 비해 peak 값이 24±0.1 ppm로 높게 나타난 것으로 보아 사료 내 단백질 함량이 A와 B농장에 비해 높은 것으로 판단된다.

군사사육 농장의 CO₂의 농도 비교는 A농장 400±264.57 ppm, B농장 700±152.75 ppm, C농장 400±132.42 ppm로 나타났다. B농장 A와 C농장에 비해 높게 나타났으나, 가축의 이산화탄소 적정량은 1,000 ppm [24]이하로 3 농장 모두 적정한 이산화탄소 농도를 보였다.

Table 10. Comparison of environmental levels of group housing system farms on CO₂

	CO ₂ (ppm)		
	A	B	C
Peak	800.0	900.0	600.0
Min	300.0	600.0	300.0
Average	400.0	700.0	400.0
Standard deviation	264.57	152.75	132.42
Standard error	0.11	0.09	0.02

4. 결론

본 연구는 동물복지 농장으로 전환 시 모돈의 행동, 부상 환경 수준 등의 손실에 대한 기초자료로 일반농장 중 동물복지 농장을 준비하는 군사사육 시스템농장에서 모돈의 복지수준과 환경수준을 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 모돈의 복지 수준 중 급이(Good feeding)에 해당하는 물과 사료 공급은 A, B, C 농장 모두에서 부족함 없는 수준으로 공급되었다. 시설 (Good housing)은 어깨 상처는(shoulder sores) A농장에서 오래된 상처가 30%로 이상으로 나타났고, 호흡기나 더위로 인한 헐떡임(panting) 현상은 A, B, C 농장 모두 관찰되지 않았다. 건강(Good healthy)에서 몸상처(wounds on the body)는 A, B, C 농장 모두 10% 정도 수준의 상처가 발생하였고, 외음부 병변(vulva lesions)에 대한 흔적은 A농장에서 외음부에 딱지나, 피를 흘리는 모돈이 5% 수준으로 발생했다. 행동측면에서 사회적 행동(social behavior)은 A 농장에서 더욱 소리를 지르거나 깨무는 행동을 보였다. 이상행동(stereotypes)은 A, B, C 농장 모두 17%로 미만의 과도한 씹기 행동이 관찰됐다. 농장주 및 관리자와의 관계(fear human)에서 돼지들이 도망가는 비율은 A농장은 100%, B농장 13%, C 농장 66%로 관찰됐다.
- (2) 돈방 내 환경수준은 각 농장의 평균 온도(°C) 습도(%)는 A: 25.1/70.7, B: 22.6/ 68.8 C: 24.6/86.6로 B 농장에서 낮게 측정되었다. H₂S(ppm)는 A: 0.3±1.82, B: 0.3±1.64, C:0±0.48로 C농장이

낮게 측정 된 반면, NH₃ 농도(ppm)는 A: 11.0±4.06, B: 11.0±3.02, C: 21.0±2.17로 C 농장이 높게 측정되었다. CO₂(ppm)는 A: 400±264.57 ppm, B: 800±152.75 ppm, C: 400±132.42 ppm로 B농장에서 높게 측정되었다.

이를 통해, 본 연구에서는 분석한 농장 모두 모돈에 있어서 동일하게 군사사육을 하고 있으나, 바닥의 형태, 사양관리방법, 밀도, 자동급이기 시설과 농장관리자의 태도의 차이에 따라 복지수준과 환경수준의 변화를 보였다. 이에, 추가적으로 인증 받은 농장들을 제외하여 이 연구의 연장선에서 비교할 필요성이 있으며, 모돈에서 동물복지 농장을 준비하는 일반농장의 모돈의 급이, 시설, 건강, 행동 측면 및 환경수준에 대한 기초 자료로 활용될 것이고 더 나아가 우리나라 돼지 동물복지 인증 수준의 추후 관리 및 개선 사항들에 이바지 할 것으로 판단 된다.

References

- [1] J. H. Kang, "Effect of Expected Value of the Animal Welfare Authentication Food on Brand Image Enhancement and Purchase Intention," *International Journal of Tourism and Hospitality Research*, vol.32, no.2, pp.450-474, Mar. 2017. DOI:<https://doi.org/10.21719/kitr.32.2.22>
- [2] Henchion, M., Moloney, A. P., Hyland, J., Zimmermann, J., & McCarthy, S. "Trends for meat, milk and egg consumption for the next decades and the role played by livestock systems in the global production of proteins." *Animal*, vol. 15, no. 1, pp. 100287 Jul. 2021. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100287>
- [3] Korea Meat Trade Association [Internet] Google: Korea Meat Trade Association for Pigs , c2019 [cited 2019 Nov.]. Available From: <http://www.kmta.or.kr/kr/data/default.php> (accessed Oct. 1, 2021)
- [4] B. J. Woo, D. Heo, H. J. Kim. "A study on farm animal welfare and policy road-map for Korea, Research Report", Korea rural Economic Institute (KREI), pp.1-10. Korea, 2010
- [5] Council Directive 2001/88/EC of 23 October 2001 amending Directive 91/630/EEC laying down minimum standards for the protection of pigs. European Union.
- [6] O. Kinane, F. Butler, and K. O'Driscoll. "Freedom to Grow: Improving Sow Welfare also Benefits Piglets,"

- Animals, vol.11, no.4 pp.1181, Apr. 2021.
DOI:<https://doi.org/10.3390/ani11041181>
- [7] C. Liljenstolpe, "Evaluating animal welfare with choice experiments: An application to Swedish pig production," *Agribusiness: An International Journal*, vol.24, no.1, pp. 67-84, Jan. 2008.
DOI:<https://doi.org/10.1002/agr.20147>
- [8] A. Franz, I. Deimel, A. Spiller, "Concerns about animal welfare: a cluster analysis of German pig farmers," *British Food Journal*, vol.114, No.10, pp. 1445-1462, Sep. 2012.
DOI:<https://doi.org/10.1108/00070701211263019>
- [9] B. Elzen, F. W. Geels, C. Leeuwis, B. Van Mierlo, "Normative contestation in transitions 'in the making': Animal welfare concerns and system innovation in pig husbandry," *Research Policy*, vol.40, no.2, pp.263-275, Nov. 2011.
DOI:<https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.09.018>
- [10] A. Velarde, A. Dalmau, "Animal welfare assessment at slaughter in Europe: Moving from inputs to outputs," *Meat science*, vol.92, no.3, pp. 244-251, Apr. 2012.
DOI:<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.04.009>
- [11] C. Hall, H. Randle, G. Pearson, L. Preshaw, N. Waran, "Assessing equine emotional state," *Applied animal behaviour science*, vol.205, pp. 183-193, Mar. 2018.
DOI:<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.03.006>
- [12] I. Czycholl, C. Kniese, K. Büttner, E. B. Grosse, L. Schrader, J. Krieter, "Test-retest reliability of the Welfare Quality® animal welfare assessment protocol for growing pigs," *Animal Welfare*, vol.25, no.4, pp.447-459, Nov. 2016.
DOI:<https://doi.org/10.7120/09627286.25.4.447>
- [13] M. Stewart, J. R. Webster, A. L. Schaefer, N. J. Cook, S. L. Scott, "Infrared thermography as a non-invasive tool to study animal welfare," *Animal Welfare*, vol.14, no.4, pp.319-325, Nov. 2005.
- [14] Welfare Quality®, Welfare Quality® assessment protocol for pigs, Welfare Quality Consortium, Lelystad, Netherlands Publishers, Netherlands, pp.13-60. 2009.
- [15] N. Devillers, X. Yan, K. Dick, Q. Zhang, L. Connor, L. "Determining an effective slat and gap width of flooring for group sow housing, considering both sow comfort and ease of manure management," *Livestock Science*, vol. 242, pp. 104275 Dec. 2020.
DOI:<http://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104275>
- [16] D. S. Lee, J. S. Park, "Removal Efficiency of odor substance Using Arctium Lappa Root extract," *J. Environmental Science International*, vol.23, no.11, pp.1953-1961, Nov. 2014.
DOI:<https://doi.org/10.5322/JESI.2014.23.11.1953>
- [17] J. W. Jeong, K. H. Park, M. Y. Heu, D. Y. Choi, M. J. Lee, H. S. Gang, "Study on odor from gestating sow barns and boundary area." *J. Animal Environmental Science*, vol.15. no.2, pp.107-114, Aug. 2009.
- [18] K. Y. Yang, J. J. Ha, K. S. Kwon, J. B. Kim, D. H. Jang, J. Y. Lee, J. K. Kim, "Effect of floor types (slat vs. litter) of group housing systems on sow behavior and environmental levels," *J. the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 21, no. 8, pp. 388-394, Aug. 2020.
DOI:<https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.8.388>
- [19] H. Hansson, C. J. Lagerkvist, "Defining and measuring farmers' attitudes to farm animal welfare," *Animal Welfare*, vol.23, no.1, pp.47-56, Feb. 2014.
DOI:<http://doi.org/10.7120/09627286.23.1.047>
- [20] B. O. Fragomeni, D. A. L. Lourenco, S. Tsuruta, S. Andonov, K. Gray, Y. Huang, I. Misztal, "Modeling response to heat stress in pigs from nucleus and commercial farms in different locations in the United States," *J. animal science*, vol.94, no.11, pp.4789-4798, Nov. 2016.
DOI:<https://doi.org/10.2527/jas.2016-0536>
- [21] E. J. Koo, J. K. Han, Y. H. Kim, "The Effects on Anti-inflammatory Action in HaCaT Cells and Inhibiting Sebum Secretion in SEB-1 Cells by Gleditsiae Fructus Extract," *The Journal of Pediatrics of Korean Medicine*, Vol.30, No.2, pp.96-106, May. 2016.
DOI:<https://doi.org/10.7778/jpkm.2016.30.2.096>
- [22] S. Hong, E. Lee, "Study on the reduction of livestock malodor using microbial agents-focusing on swine facilities," *J. Odor Indoor Environ*, vol.17 pp. 85-94, May. 2018.
DOI:<https://doi.org/10.15250/joie.2018.17.2.85>
- [23] T. W. Kim, D. H. Kim, C. W. Kim, "Effects of dietary supplementation of microbial complex on improvement of environment in finishing pig building," *J. Livestock Housing and Environment*, vol.13, no.3, pp.171-178, Dec. 2007.
- [24] S. Schnier, L. Middendorf, H. Janssen, C. Bruning, K. Rohn, C. Visscher, "Immunocrit, serum amino acid concentrations and growth performance in light and heavy piglets depending on sow's farrowing system," *Porcine Health Management*, Vol.5, No.1, p.14, Jun. 2019.
DOI:<https://doi.org/10.1186/s40813-019-0121-1>

양 가 영(Ka-Young Yang)

[정회원]



- 2012년 2월 : 강원대학교 동물자원학 (농학석사)
- 2016년 8월 : 강원대학교 동물시스템과학 (농학박사)
- 2017년 2월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 전문연구원

<관심분야>

동물행동, 축산 스마트팜

장 동 화(Dong-hwa Jang)

[정회원]



- 2020년 2월 : 전북대학교 농업 기계공학과 (공학석사)
- 2020년 1월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 축산환경과 전문 연구원

<관심분야>

축산 스마트팜, 영상처리

김 종 복(Jong-bok Kim)

[정회원]



- 2006년 9월 : UCLA Electrical Eng.(공학석사)
- 2006년 10월 ~ 2018년 1월 : LG 이노텍 책임연구원
- 2018년 2월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 연구관

<관심분야>

축산 스마트팜, 반려동물 ICT

권 경 석(Kyeong-seok Kwon)

[정회원]



- 2010년 8월 : 서울대학교 지역 시스템공학 (공학석사)
- 2016년 8월 : 서울대학교 지역 시스템공학 (공학박사)
- 2017년 2월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 연구사

<관심분야>

시설환경, 대기환경, 전산유체역학

이 준 엽(Jun-Yeob Lee)

[정회원]



- 1998년 8월 : 강원대학교 축산학과 (농학석사)
- 2009년 8월 : 강원대학교 사료 생산공학과 (농학박사)
- 2011년 12월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 연구사

<관심분야>

동물복지, 축산 스마트팜

하 태 환(Taehwan Ha)

[정회원]



- 2014년 2월 : 서울대학교 지역 시스템공학 (공학석사)
- 2018년 2월 : 서울대학교 지역 시스템공학 (공학박사)
- 2019년 2월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 연구사

<관심분야>

시설환경, 축산 스마트팜, 에너지부하해석

김 중 곤(Jung-Kon Kim)

[정회원]



- 2007년 2월 : 조선대학교 생물신소재학과(환경미생물학 전공, 공학박사)
- 2008년 10월 ~ 2009년 10월 : Iowa State University (Post-doc.)
- 2009년 11월 ~ 2012년 12월 : 농촌진흥청 국립식량과학원 (Post-doc.)
- 2013년 1월 ~ 현재 : 농촌진흥청 국립축산과학원 축산환경과 농업 연구사

<관심분야>

가축분뇨처리, 바이오에너지