

고온환경이 육성돈의 성장성적, 분변 내 냄새물질 함량에 미치는 영향

김조은*, 민예진*, 최요한*, 정용대*, 진현주*, 전다연*, 박현주*, 사수진*, 정학재*, 서시영**

*국립축산과학원 양돈과

**국립축산과학원 축산환경과

e-mail:kjektw@korea.kr

Effect of high ambient temperature on growth performance, fecal concentration of odorous compounds in growing pigs

Jo-Eun Kim*, Ye-Jin Min*, Yo-Han Choi*, Yong-Dae Jeong*, Hyun-Ju Jin*, Da-Yeon Jeon*, Hyun-Ju Park*, Soo-Jin Sa*, Hak-Jae Chung*, Si-Young Seo**

*Swine Science Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration

**Animal Environment Division, National Institute of Animal Science, Rural Development Administration

요약

본 연구는 환경온도가 돼지의 성장 및 분변 내 냄새물질 발생 특성에 미치는 영향을 조사하여 냄새물질 발생 저감기술 개발을 위한 기초자료를 확보하기 위하여 수행하였다. 평균체중 56.48±0.47kg의 3원교잡종(Landrace×Yorkshire×Duroc) 16두를 공시하여 적온환경 처리구(TN, Thermal-neutral)와 고온환경 처리구(HS, Heat stress)로 나누어 펜당 2두씩 2처리구를 4반복으로 구성하여 각각 8두씩 랜덤하게 배치하였다. 시험기간 내 각 처리구의 온습도지수(THI, Temperature-humidity index)는 HS 85.98±0.08, TN은 68.91±0.09로 나타났다. 성장성적은 HS에서 사료섭취량이 유의적으로 감소하였고($p<0.05$), 이에 따라 일당증체량이 유의적으로 감소하였다($p<0.001$). 분 내 냄새물질 함량은 HS에서 페놀이 0.07로 TN에 비해 높게 나타났다($p<0.001$). Skatole함량 또한 TN에 비해 HS에서 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 성장성적의 경우 사료효율에서 유의적인 차이가 나타나지 않은 것을 보아 HS의 성장정체는 사료섭취량에 기인한 것으로 보이며, 냄새물질 함량의 경우 페놀류, 인돌류는 장내미생물의 대사산물로 알려져 있는 만큼, 장내미생물 군집구성의 변화로 인해 함량이 변화한 것으로 사료되나, 정확한 연관성을 구명하기 위해 노에서의 냄새물질 함량, 영양소 소화율 및 장내 미생물 조성에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

1. 서론

우리나라의 양돈 총 생산액은 2021년 약 8조 5천억원으로 농업분야 생산액 2위를 차지하는 큰 산업이지만[1], 분뇨로 인한 냄새발생시설이라는 이미지로 인해 많은 외면을 받아왔다. 돼지 분뇨의 냄새물질은 돼지의 영양소 소화능력, 장내미생물 구성, 사료 내 영양성분의 함량의 영향을 많이 받는 것으로 알려져 있는데, 돼지의 분과 노에 포함된 냄새물질인 페놀, 인돌, I-부티르산 등 휘발성냄새물질은 사료 내 미소화물질과 장내미생물의 이상발효로 생성된다고 보고된바 있다[2, 3]

돼지는 고온스트레스에 취약한데, 고온환경에 노출되었을 때, 소화과정에서 발생하는 대사열을 최소화하기 위해 사료섭취량이 10~30% 감소하며[4], 최고 64%까지 감소되었다는 연구결과도 보고되었다[5]. 고온스트레스는 생산성적 저하 뿐만 아니라 장내미생물 균형에도 영향을 미치는데, 고온스트레스에 노출되면 산소와 영양소 부족으로 산화, 질화 스트레

스가 증가하여 Tight junction, 융모손상 등 장벽기능이 저하되고[6], 장내미생물 군집 내 다양성이 감소하며[7], 단쇄지방산 발생량이 감소한다고 보고되었다[8].

따라서, 본 논문에서는 양돈농가의 냄새물질 저감 기술 개발을 위해 환경온도가 돼지의 성장 및 분변 내 냄새물질 발생 특성에 미치는 영향을 조사하여 냄새물질 발생 저감 기술 개발을 위한 기초자료를 확보하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 시험동물 및 시험설계

본 시험은 충남 천안시 국립축산과학원 양돈과 시험돈사에 서 시행되었으며, 공시동물은 평균체중 56.48±0.47kg의 3원교잡종(Landrace×Yorkshire×Duroc) 16두를 공시하였다. 처리구는 적온환경 처리구(TN, Thermal-neutral)와 고온환경 처리구(HS, Heat stress)로 나누어 펜당 2두씩 2처리구를 4반복으로 구성하여 각각 8두씩 랜덤하게 배치하였다. 시험은 2주

간 수행되었다.

시험기간 동안 환경온도를 조성하기 위하여 HS처리구의 일 평균 온도가 30℃ 이상 유지될 수 있도록 전기히터를 가동하였다. TN처리구는 에어컨을 가동하여 일 평균온도가 25℃ 미만인 유지되도록 조성하였다. 시험기간 내 각 처리구의 온습도지수(THI, Temperature-humidity index)는 HS 85.98±0.08, TN은 68.91±0.09로 나타났다.

시험사료는 NRC 2012[4]에 충족하는 사료를 이용하였으며 시험시간동안 사료와 음수는 자율채식하였다.

2.2 조사항목 및 조사방법

2.2.1 환경온도 및 습도

시험기간동안 온도(T, Tempertature) 및 습도(RH, Relative humidity)는 1시간 간격으로 데이터로거(Testo SE&Co., 174-H)를 이용하여 측정하였고, 온습도지수(THI, Temperature-humidity index))는 Dikmen과 Hansen[9]이 제시한 공식인 $THI = (1.8 \times T + 32) - [(0.55 - 0.0055 \times RH) \times (1.8 \times T - 26.8)]$ 을 이용하여 계산하였다.

2.2.2 생산성적

생산성적을 조사하기 위해 시험 개시 및 종료시점에 개체별로 체중(BW, Body weight)을 측정하였고, 시험기간으로 나누어 개체의 일당증체량(ADG, Average daily gain)을 계산하였다. 사료섭취량은 펜단위로 하여 시험기간동안 총 사료 급여량을 시험기간과 펜 내 공시두수를 이용하여 일당사료섭취량(ADFI, Average daily feed intake)을 계산하였다. 사료효율(F:G, Feed to gain ratio)은 일당사료섭취량에 일당증체량을 나누어 산출하였다.

2.2.3 분변 채취 및 분석

시험축의 분변 내 미생물 분석 및 냄새물질 함량 분석을 위하여 분변을 채취하였다. 직장마사지를 통해 종료시 50ml conical tube에 채취하여 분석 시 까지 -80℃에 보관하였다.

분변 내 페놀류와 인돌류 분석을 수행하였다. 분변의 페놀류와 인돌류 분석은 장 등[10]에서 제시된 방법을 이용하여 분석하였다.

2.2.4 통계분석

데이터 통계분석은 SAS 프로그램(v. 9.4, SAS Inst. Inc, Cary, NC, USA)의 General Linear Model(GLM)함수를 이용하여 분석하였다. 사후검정은 Turkey 검정을 이용하였고, $p < 0.05$ 일 때 유의성이 있는 것으로 판단하였다.

3. 결과

육성비육돈의 고온환경에 2주간 노출 시 성장성적에 미치는 영향은 표 1과 같다.

고온스트레스에 노출 시 사료섭취량이 유의적으로 감소하였고, 이에 따라 일당증체량이 유의적으로 감소하였다. 사료효율이 유의적인 차이가 나타나지 않은 것을 볼 때, 고온처리구의 성장정체는 사료섭취량 감소에 기인한 것으로 보인다.

표 1. 고온환경이 육성비육돈의 성장에 미치는 영향

환경온도 (T)	TN ¹	HS ²	SEM ³	p-value
개시체중, kg	56.43	56.53	0.474	0.9202
종료체중, kg	69.76	65.38	0.922	0.0114
일당증체량(ADG ⁴), kg	1.11	0.74	0.056	<.0001
일당사료섭취량(ADFI ⁵), kg	2.25	1.67	0.140	0.0354
사료효율(F:G ⁶)	0.51	0.44	0.020	0.1350

¹TN : Thermal-Neutral, ²HS: Heat stress, ³SEM : Standard error of mean,

⁴ADG: Average daily gain, ⁵ADFI: Average daily feed intake, ⁶F:G = Feed to gain ratio

고온노출 유무에 따른 분변 내 휘발성 지방산 및 냄새물질 함량 변화는 표 2와 같다.

고온스트레스 노출 처리구(HS)에서 페놀이 0.07로 적온처리구(TN)에 비해 높게 나타났다. Skatole함량 또한 TN에 비해 HS에서 유의적으로 높게 나타났다. 페놀은 분변 보다 뇨에서 함량이 높게 나타나는 성분으로 분변에서는 거의 나타나지 않는 것으로 알려져 있고[11], 실제 본 시험결과에서도 TN에서는 검출 한계치인 0.02mg/L로 나타났다. 페놀 및 스카톨은 장내미생물의 대사산물로, 고온스트레스로 인한 장내미생물 구성의 변화가 발생하여 냄새물질 함량에 영향을 미쳤을 것으로 판단된다[3].

따라서, 고온스트레스와 냄새물질 발생간 연관성 구명을 위해 고온환경 노출 유무에 따른 뇨에서의 냄새물질 함량, 영양소 소화율 및 장내 미생물 조성에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

표 2. 육성비육돈 고온노출 유무에 따른 분 내 냄새물질 함량 변화

	TN ¹	HS ²	SEM ³	p-value
Phenol, mg/L	0.02	0.07	0.01	<.0001
P-crezol, mg/L	18.55	30.65	7.47	0.2656
Indole, mg/L	3.59	4.15	0.65	0.6911
Skatole, mg/L	0.92	3.83	1.07	0.0153

¹TN : Thermal-Neutral, ²HS: Heat stress, ³SEM : Standard error of mean

참고문헌

- [1] “농림업생산지수(2021년)”, 통계청, 2022년
- [2] Reid, C-A., and K. Hillman. "The effects of retrogradation and amylose/amylopectin ratio of

- starches on carbohydrate fermentation and microbial populations in the porcine colon.", *Animal Science*, 68.3, pp. 503-510, 1999
- [3] Vasquez, Robie, et al. "Gut microbiome-produced metabolites in pigs: a review on their biological functions and the influence of probiotics.", *Journal of Animal Science and Technology*, 64.4, pp. 671, 2022
- [4] NATIONAL RESEARCH COUNCIL, et al. Nutrient requirements of swine. 2012.
- [5] Qu, H., and K. M. Ajuwon. "Adipose tissue-specific responses reveal an important role of lipogenesis during heat stress adaptation in pigs.", *Journal of Animal Science*, 96.3, pp. 975-989, 2018
- [6] Ross, J. W., et al. "Physiological consequences of heat stress in pigs.", *Animal Production Science*, 55.12, pp.1381-1390, 2015
- [7] Le Sciellour, Mathilde, et al. "Effect of chronic and acute heat challenges on fecal microbiota composition, production, and thermoregulation traits in growing pigs.", *Journal of Animal Science*, 97.9, pp.3845-3858, 2019
- [8] Xiong, Y., et al. "Effects of acute heat stress on intestinal microbiota in grow finishing pigs, and associations with feed intake and serum profile.", *Journal of applied microbiology*, 128.3, pp.840-852, 2020
- [9] Dikmen, S. E. R. D. A. L., and P. J. Hansen. "Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment?.", *Journal of dairy science*, 92.1, pp.109-116, 2009
- [10] 장유나, et al. "양돈분뇨 피트 내부 저장기간에 따른 분뇨 특성.", *한국폐기물자원순환학회지*, 제37권5호, pp.335-343. 2020년
- [11] Otto, E. R., et al. "Ammonia, volatile fatty acids, phenolics, and odor offensiveness in manure from growing pigs fed diets reduced in protein concentration.", *Journal of Animal Science*, 81.7, pp.1754-1763, 2003