

SHORT COMMUNICATION

축종 별 사료와 축분 특성의 상관관계 조사

정태호*

중부대학교 반려동물학부

Correlation Between Feed and Livestock Manure Characteristics across Different Livestock Species

Tae-Ho Chung*

Division of Companion Animals, Joongbu University, Geumsan 32713, Korea

Abstract

This study explored the correlation between feed and livestock manure characteristics across different livestock species. The selected farms included laying hen, fattening pig, and Hanwoo farms, with visits conducted to each farm at 1-day intervals. In the experiment, feed was provided to each livestock species every day at the same scheduled time, and samples of both feed and livestock manure were collected from each farm after 1 month. The correlation analysis revealed no significant effect on the crude protein content of the feed for each livestock species and the respective livestock manure characteristics. This could be attributed to the fact that the difference in nitrogen content of each feed did not have a substantial effect on the content of the livestock manure components or the differences in individual components were similar. Based on these results, it is crucial to conduct environmental impact assessments on farms using diverse feeding management approaches for each farm.

Key words: Crude protein, Correlation analysis, Fattening pigs, Hanwoo, Laying hens, Livestock manure

1. 서 론

최근 경제동물의 사육밀도 증가와 집중화 경향은 그로 인해 발생하는 축산환경오염 문제인 악취가 민원의 대상이 되고 있다. 특히, 우리나라는 2005년부터 시행된 '악취방지법'에서 특정 지역을 악취관리대상으로 확대하였다. 이에 따라 축산분야의 발전이 지속가능하기 위해서는 시장 경쟁력 확보를 포함한 환경친화적인 새로운 패러다임을 적용해야 한다(Kim, 2010; Jeong et al., 2021; Lee et al., 2022). 이는 경영주들에게 축사 내 환경개선을 통하여 지속 가능한 생산성 유지라는 새

로운 변화를 요구하는 것을 의미한다. 따라서 악취 절감 노력과 아울러 친환경적인 가축분뇨 처리방법의 변화가 필요하다 점을 시사한다. 예를 들면, 악취의 생성은 일차적으로 사료가 원인이며, 이를 경제동물이 섭취하여 배설하면 축분이 축사 바닥에 쌓이게 된다. 이때 축분에 존재하던 혐기성 세균의 발효과정 중 혹은 최종 산물로서 휘발성 유기물질이 생성되는 것이다(Sung et al., 2017). 악취의 감소 측면에선 미생물의 이용을 중심으로 하는 많은 연구와 기술이 발달해 온 것은 사실이다. 따라서 악취 조절과 저감을 위한 기술개발의 기초 자료를 얻고자 할 경우, 축종별 사료 조성과 축분의 성

Received 10 October, 2023; Revised 11 November, 2023;

Accepted 30 November, 2023

*Corresponding author : Tae-Ho Chung, Division of Companion Animals, Joongbu University, Geumsan 32713, Korea
Phone : +82-41-750-6283
E-mail : taehochung@daum.net

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.

© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

분에 대한 분석 자료를 조사하는 것이 무엇보다 중요하다. 그러나 이러한 평가를 통해 농장에서 발생하는 문제점을 찾아보고 해결할 수 있는 노력이 요구되지만 그 정보는 없는 실정이다.

본 연구는 선발된 산란계, 비육돈 및 한우 농장으로 직접 방문하여 한달 동안 기간을 두고 축종 별 사료와 축분을 채취하여 상관관계 조사를 하였다.

2. 재료 및 방법

본 사양시험에서 선발된 농장은 산란계, 비육돈 및 한우농장으로 각 농장 별로 하루 간격으로 방문하였다. 실험은 동시에 축종 별 사료를 매일 급여하고 한달 뒤 각 농장 별로 사료 1 kg과 축분 5 kg을 채취하였다. 또한, 분석 오차를 방지하기 위해 농장 별로 다양한 곳에서 샘플을 모았다. 분석항목은 사료의 조단백질(Crude protein), 축분의 pH, 질소(Nitrogen), 조지방(Crude fat), 조회분(Crude ash), ADF(Acid detergent fiber), NDF(Neutral detergent fiber), *E.coli* 및 *Salmonella. pp*였다. 조단백질, pH, 질소, 조지방, 조회분 분석은 AOAC(1990)법에 준하여 실시하였다.

ADF와 NDF는 Goering and Van Soest(1970) 방법에 의해 Ankom fiber analyzer(ANK OM Technology Corp., Fairport, NY, USA)를 이용하여 분석하였다. *E.coli*와 *Salmonella enterica* 분석은 샘플 1 g과 증류수 9 ml를 혼합하여 1,500 rpm에서 원심분리 후 상층 부분을 채취 후 10진법으로 희석하였다. *E.coli*와 *Salmonella enterica*는 Difco TM Violet Red Bile Agar(BD; Becton, Dickinson and Company, USA)와 Difco TM SS Agar (BD; Becton, Dickinson and Company, USA)를 사용하여 고체배지에 접종하였다. 배양조건은 배양기에서 35℃, 48시간으로 설정하여 배양하였다. 측정된 균수는 샘플 g 당 cfu(colony forming units, log cfu/g manure)로 계산하였다. 통계분석은 SAS(2002)의 GLM procedure를 이용하여 상관분석을 하였으며, $p < 0.05$ 수준에서 유의성을 검증하였다.

3. 결과 및 고찰

Table 1은 축종 별 사료와 축분에 함유된 성분을 분석한 결과를 제시하였다. 사료의 조단백질 함량은 산

Table 1. Feed and livestock manure characteristics from each livestock species

Animal Type	Feed			Manure				<i>E.coli</i> (log 10 cfu/g)	<i>Salmonella. enterica</i> (log 10 cfu/g)
	Crude protein (%)	pH	Nitrogen (%)	Crude ash (%)	Crude fat (%)	ADF (%)	NDF (%)		
Laying hens	24.09	8.17	7.06	30.68	3.68	14.31	34.19	<4.0	<4.0
Fattening pig	15.66	8.29	3.98	30.13	2.67	37.40	48.43	<4.0	<4.0
Fattening Hanwoo	15.51	9.04	2.72	22.20	0.25	40.09	64.61	6.66	5.08

Table 2. The correlation between feed (crude protein) and livestock manure characteristics in laying hens

Item	Feed			Manure				
	Crude protein(%)	pH	Nitrogen(%)	Crude ash(%)	Crude fat(%)	ADF(%)	NDF(%)	
Feed	Crude protein(%)	1						
	pH	0.3562	1					
	Nitrogen(%)	-0.5432	0.5909	1				
Manure	Crude ash(%)	-0.0437	0.9176	0.8629	1			
	Crude fat(%)	0.5268	-0.6064	-0.9981*	-0.8724	1		
	ADF(%)	0.6647	-0.5352	-0.9975*	-0.8745	-0.9960*	1	
	NDF(%)	-0.8781	0.7598	0.0754	-0.4389	-0.5615	-0.4281	1

* $p < 0.05$

Table 3. The correlation between feed (crude protein) and livestock manure characteristics in fattening pig

Item	Feed			Manure			
	Crude protein(%)	pH	Nitrogen(%)	Crude ash(%)	Crude fat(%)	ADF(%)	NDF(%)
Feed	Crude protein(%)	1					
	pH	-0.3291	1				
	Nitrogen (%)	0.6383	-0.9984*	1			
Manure	Crude ash (%)	-0.0242	0.9158	-0.9369	1		
	Crude fat (%)	0.9558	0.0193	0.0369	-0.3837	1	
	ADF (%)	-0.5641	-0.7155	0.7539	-0.9358	0.6846	1
	NDF (%)	0.9903*	0.2419	-0.2960	0.6111	0.7543	-0.8579

* $p < 0.05$

Table 4. The correlation between feed (crude protein) and livestock manure characteristics in Hanwoo

Item	Feed			Manure			
	Crude protein(%)	pH	Nitrogen(%)	Crude ash(%)	Crude fat(%)	ADF(%)	NDF(%)
Feed	Crude protein(%)	1					
	pH	0.7427*	1				
	Nitrogen (%)	-0.9925	-0.6550	1			
Manure	Crude ash (%)	-0.3674	0.3499	0.4786	1		
	Crude fat (%)	0.9039	0.2140	-0.9494	-0.7299	1	
	ADF (%)	0.9089	0.9542	-0.8510	0.5308	0.6432	1
	NDF (%)	0.6903	0.9971*	-0.5964	0.4193	0.3144	0.9291

* $p < 0.05$

단계에서 높았고, 비육돈과 한우는 비슷한 수준이었다. 축분의 pH는 한우에서 높았지만, 산란계와 비육돈은 비슷한 값으로 나타났다. 질소 함량은 산란계 > 비육돈 > 한우 순으로 높았으며, 조희분의 경우 산란계와 비육돈에서는 비슷한 함량을 보였고 한우가 낮은 것으로 나타났다. 조지방 함량은 질소 함량과 마찬가지로 산란계에서 높았고 비육돈, 한우 순으로 나타났다. 이러한 결과는 우리 나라 축산농장에서 나타나는 일반적인 현상이라는 점이다. ADF와 NDF는 한우 > 비육돈 > 산란계 순으로 높게 나타났으며, 그 이유는 한우 사료는 볏짚을 주된 먹이로 하는 조사료에 섬유소 성분이 많기 때문에 최종적으로 축분으로 배설되는 경우 다른 축종들과 달리 이들 성분이 많이 남아 있게 되는 것이다. 계분과 돈분에서 *E.coli*와 *Salmonella enterica* 범위는 $4 \log_{10} \text{cfu/g}$ 아래에서 관측되었고 우분에서는 이 범위보다 높은 수치를 보였다. 이 차이는 소의 경우 조사료 섭취 시 발효에 의한 차이가 축분에 영향을 미친 것으로 보여진다.

Table 2는 산란계 사료 조단백질과 계분에 함유된 성분과의 상관관계를 분석한 결과를 나타내고 있다. 상관분석을 한 결과 계분의 질소함량과 조지방 및 ADF 함량, 조지방과 ADF 함량 두 항목에서 통계적 유의성이 인정되었다($p < 0.05$). 우리가 기대했던 사료와 계분의 여러 분석 항목은 상관분석과는 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타났다($p > 0.05$). 예를 들면, 사료 중 질소함량이 높을수록 축분에 질소함량이 높아지는 것은 당연한 것으로 판단되지만, 영향을 주지 않은 이유는 분석한 샘플과 샘플 사이의 함량 차이가 크지 않았기 때문인 것으로 판단된다.

비육돈 사료 조단백질과 돈분에 함유된 성분과의 상관관계에 대한 결과는 Table 3에 요약하였다. 사료의 조단백질과 돈분의 함량과 상관분석을 한 결과 중 NDF 함량이 유일하게 통계적 차이를 보여 주었다($p < 0.05$). 돈분에서 상관분석이 영향을 준 것은 pH와 질소 항목에서 관측되었다($p < 0.05$). 이는 축분내 pH 증감은 암모니아와 질소 함량과 밀접한 관련성을 가지고 있다

(Smith et al., 2004). 그러나 나머지 항목은 상관관계에 다양한 관계를 보이고 있지만, 큰 영향을 주지 않았다($p>0.05$). 이 점은 산란계에서 보여준 결과와 비슷한 경향을 보여주었다.

Table 4는 한우 사료 조단백질과 우분과의 상관관계에 대한 결과를 보여주었다. 상관관계에 영향을 보여준 항목은 한우 사료의 조단백질과 우분의 pH함량, 우분의 pH와 NDF 함량에서 관측되었다($p<0.05$). Table 2(산란계)와 3(비육돈)의 결과와 비교 시 항목별로 다양한 상관관계를 보여 주었지만, 특이한 관계는 관측되지 않았다($p>0.05$). 그리고 축종 별 사료의 조단백질 함량과 축분의 성분에 상관관계에 특이성을 나타내지 않는 이유는 각 사료의 성분에서의 질소 함량 차이가 각 축분의 함량 성분에 큰 영향을 미치지 않거나 각 성분 차이가 비슷했기 때문인 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 축종 별 사료와 축분의 특성 상관관계를 조사하였다. 축 종별 사료와 축분에 함유된 성분을 분석한 결과는 다양한 범위로 나타났다. 이는 우리나라 축산농장에서 나타나는 일반적인 현상이라는 점을 보여준다. 그러나 축종 별 상관관계는 축종 별 사료의 조단백질 함량과 각 축분의 특성 및 각 성분에 큰 영향을 주지 않는 것으로 나타나 현재의 그대로 사료를 유지하는 것이 맞을 것으로 판단된다. 이 결과를 바탕으로 농장 별 환경 개선을 위한 방안으로서 공급하는 사료의 선택에 따라 축분의 성분에 영향을 미치게 되므로 퇴비화에 초점을 맞추어 진행한다면 좋은 결과를 가져올 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 2023년도 중부대학교 학술연구비 지원에 의하여 이루어진 것임.

REFERENCES

- AOAC., 1990, Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Goering, H. K., Van Soest, P. J., 1970, Forage Fiber Analysis. Agric. Handb. 379. US Department of Agriculture, Washington, DC.
- Jeong, M. K., Lee, Y. G., Choe, J. Y., 2021, Environmental impact of livestock industry: Analysis and policy tasks, Korea Rural Economic Institute Report.
- Kim, D. Y., 2010, Achievement and prospect of odor control, Seoul National University Graduate School of Environment Studies., 49, 179-192.
- Lee, K. W., Kim, K. H., Park, G. T., Park, J. M., Gong, B. J., 2022, A Study on monitoring swine farm odor by PTR-TOF-MS, J. Odor. Indoor. Environ., 21, 225-236.
- SAS., 2002, SAS/STAT Users Guide: Version 8.2. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Smith, D. R., Moore P. A. Jr., Haggard, B. E., Maxwell, C. V., Daniel, T. C., VanDevander, K., Davis, M. E., 2004, Effect of aluminum chloride and dietary phytase on relative ammonia losses from swine manure, J. Anim. Sci., 82, 605-611.
- Sung, H. G., Cho, S. B., Lee, S. S., Choi, Y. J., Lee, S. S., 2017, Study on Korean commercial additives and agents for reducing odor of manure in animal farm, J. Agri. Life. Sci., 51, 95-104.

-
- Professor. Tae-Ho Chung
Division of Companion Animals, Joongbu University,
Geumsan 32713, South Korea
taehochung@daum.net