

SHORT COMMUNICATION

## 식물성 오일을 깔짚에 처리시 pH, 병원균 및 휘발성 지방산에 미치는 영향에 대한 연구

장우환 · 최인학<sup>1)\*</sup>

경북대학교 식품자원경제학과, <sup>1)</sup>중부대학교 반려동물학부

### Effects of Essential Oils on pH, Pathogen, and Volatile Fatty Acid Content in Poultry Litter

Woo-Whan Jang, In-Hag Choi<sup>1)\*</sup>

Department of Food and Resource Economics, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

<sup>1)</sup>Division of Companion Animal Science, Joongbu University, Geumsan 32713, Korea

#### Abstract

The effects of essential oils on pH, pathogens, and volatile fatty acids (VFA) in two poultry litters were investigated through a lab study. Essential oil-added poultry litters were randomly divided to two groups: control (200 g poultry litter) and Treatment (50 g thymol/Briefly, 200 g broiler litter was treated with or without 50 g thymol (Control and T1, respectively; 1 groups) and 200 g duck litter was treated with or without 50 g carvacrol (Control and T2, respectively; 2 group). Adding thymol to broiler litter increased the pH, reduced pathogens, and did not affect VFA. Interestingly, adding carvacrol slightly reduced the pH of duck litter, but had no significant effect on reducing pathogens and VFA. This difference is probably because the essential oil used and the properties of the two litters are different. In addition, pH was thought to control the odor generated from the litter, but this has not been proven. Further field studies should focus on clarifying this point.

**Key words** : Carvacrol, Pathogens, pH, Poultry litter, Thymol, Volatile fatty acids

#### 1. 서 론

현대 축산업은 좁은 사육시설에서 다두사육을 함으로써 많은 축산물 생산과 경제적 수익을 창출한다. 그러나 이러한 축산경영은 축사 내 악취, 축분의 대량 생산, 지하수 오염 등과 같은 축산환경 문제를 야기했다. 특히, 축산분뇨에서 발생하는 악취는 큰 문제이기 때문에 국내·외에서는 현장 기반의 주요 연구 우선 순위로 선정해 놓고 다양한 방법으로 해결하고자 노력을 하고 있

다(NRC, 2002). 예를 들면, 우리나라는 2005년 “악취 방지법”이 제정되어 시행되면서 정부정책의 일환으로 공시되었다. 따라서 지자체별로 대응 방안을 마련하고 있지만 악취와 관련된 민원 건수의 지속적으로 증가로 인해 실질적인 해결책이 요구되고 있는 실정이다(ME, 2016). 특히, 악취는 가축분뇨의 불완전한 혐기성 미생물 분해 과정으로 인한 생성되는 짧은 사슬 휘발성지방산, 방향족 및 기타 질소 화합물 그리고 황 화합물에서 생성된다(Varel et al., 2004). 따라서 악취를 효과적으

Received 28 December, 2022; Revised 7 February, 2023;

Accepted 7 February, 2023

\*Corresponding author : In-Hag Choi, Division of Companion Animal Science, Joongbu University, Geumsan 32713, Korea  
Phone : +82-41-750-6284  
E-mail : wicw@chol.com

© 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.

**Table1.** The effects of essential oils on pH of two poultry litters

Broiler litter pH	Treatment <sup>1</sup>		Significance
	Control	T1	
0 week	8.66±0.14	8.77±0.04	*
4 week	8.48±0.09	8.61±0.04	NS <sup>3</sup>
8 week	8.89±0.04	8.44±0.09	*
Duck litter pH	Treatment <sup>2</sup>		Significance
	Control	T2	
0 week	8.40±0.20	8.16±0.15	NS
4 week	8.69±0.06	8.14±0.12	*
8 week	8.49±0.12	7.85±0.17	*

Data are expressed as mean±standard error.

<sup>1</sup>Control = 200 g broiler litter, T1 = 50 g thymol/200 g broiler litter.

<sup>2</sup>Control = 200 g duck litter, T2 = 50 g carvacrol/200 g duck litter.

<sup>3</sup>NS: not significant..

\*p<0.05.

로 제어하는 방법으로 Varel and Miller(2001)과 Varel (2002) 연구에 의해 가축분뇨에 항균 활성을 갖는 제제로서 식물성 오일인 thymol과 carvacrol의 사용을 보고했다. 이들 두 종류의 식물성 오일의 사용은 가축분뇨에서 발생하는 휘발성지방산, 악취 생성, 분변 대장균 또는 병원성 미생물을 감소시키는 역할을 한다 (Varel and Miller, 2001; Varel, 2002). 더 나아가 천연물이며 식품산업에서도 사용되는 안전성을 이점으로 제공한다고 하였다(Dorman and Deans, 2000; Varel et al., 2004). 그러나, 기존 식물성 오일을 적용한 관련 연구는 돈분, 우분 및 슬러리 등에 치우쳐 있으며, 계분과 깔짚에 적용된 예가 없다.

본 연구에서는 육계 농장과 오리 농장을 방문하여 두 깔짚을 채취하여 실험실에서 thymol과 carvacrol을 처리 후 일정기간을 통해 pH, 유해성 미생물 그리고 휘발성지방산(Volatile Fatty Acid, VFA)에 미치는 영향을 조사하였다. 그 결과를 바탕으로 협력기관인 축산경영주에게 기초자료를 제공하는데 목적을 두었다.

## 2. 재료 및 방법

본 연구에 사용된 깔짚(Poultry litter)은 육계 깔짚(Broiler litte)과 오리 깔짚(Duck litter)의 경우 충청남도 공주에 위치한 정안농장과 경상남도 거창 길흥농장에서 채취하였다. 채취한 깔짚은 중부대학교 동물사양환경학 실험실에서 500 mL 용량의 플라스틱 용기

(Plastic container)를 사용하여 깔짚과 식물성 오일 무게를 다음과 같은 비율로 적용하였다.

### 1) 육계 깔짚 처리

Control = 200 g broiler litter

T1 = 50 g thymol/200 g broiler litter.

### 2) 오리 깔짚 처리

Control = 200 g duck litter

T2 = 50 g carvacrol/200 g duck litter.

실험은 총 8주 동안 진행하였고, 그룹당 2 처리구 3 반복으로 실시하였다. 그리고 식물성 오일인 thymol과 carvacrol은 정관수입품을 구입하여 사용하였다 (Aldrich, USA).

깔짚의 pH, 휘발성 지방산 및 유해성 미생물은 0주, 4주 및 8주에서 분석하였다. pH 분석은 깔짚 10 g을 증류수 100 mL에 1:10의 비율로 섞어 2시간 동안 원심·분리 후 pH meter(Model 520A, ORION, USA)로 상층부분을 측정하였다. *E.coli*와 *Salmonella*의 측정은 MacConkey agar(Difco)와 SS agar(Difco)를 사용하여 배양기 조건 37°C, 48시간 배양 후 측정하였다. 균수는 각 plate의 colony forming unit(cfu)로 계산 후 10진법으로 계산하였다(Choi et al., 2015; Kim et al., 2016). 휘발성지방산은 pH분석과 동일한 방법으로 1:10비율로 하여 진탕기에서 2시간 동안 흔들어 준 후,

**Table 2.** The effects of essential oils on pathogen of two poultry litters

Broiler litter	Treatment <sup>1</sup>		Significance
	Control	T1	
<i>E. coli</i> (log10cfu/g)			
0 week	4.66±0.06	4.04±0.06	*
4 week	5.44±0.16	3.92±0.05	*
8 week	3.73±0.22	3.34±0.09	NS <sup>3</sup>
<i>Salmonella</i> (log10cfu/g)			
0 week	4.26±0.07	0.00±0.00	*
4 week	5.28±0.13	0.00±0.00	*
8 week	ND <sup>4</sup>	ND	-
Duck litter	Treatment <sup>2</sup>		Significance
	Control	T2	
<i>E. coli</i> (log10cfu/g)			
0 week	6.20±0.10	6.03±0.06	NS
4 week	4.83±0.19	6.04±0.06	*
8 week	4.46±0.04	5.74±0.25	*
<i>Salmonella</i> (log10cfu/g)			
0 week	5.73±0.33	5.73±0.30	NS
4 week	5.37±0.27	6.73±0.09	*
8 week	4.93±0.29	6.16±0.53	NS

Data are expressed as mean ± standard error.

<sup>1</sup>Control = 200 g broiler litter, T1 = 50 g thymol/200 g broiler litter.

<sup>2</sup>Control = 200 g duck litter, T2 = 50 g carvacrol/200 g duck litter.

<sup>3</sup>NS: not significant.

<sup>4</sup>ND: not detect.

\*p<0.05.

원심분리기에서 6000 rpm, 15분 동안 작동시켜 두 부분으로 분리하고, 분리된 액상부분은 채취하여 HPLC (Hitachi, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다 (Muck and Dickerson, 1988). 통계처리는 SAS program (SAS institute, 2002)의 GLM을 이용하였으며 처리구 간 평균 비교는 T-test로 검정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

Table 1은 식물성 오일을 깔짚에 처리시 pH에 대한 결과를 제시하였다. 육계 깔짚의 pH 값은 두 처리구의 0주차와 8주차에서는 통계적 유의성이 인정되었지만 (p<0.05), 4주차에서는 유의성이 없었다(p>0.05). 오리 깔짚의 pH 결과는 두 처리구 모두 0주차를 제외하고 4주와 8주차에서 유의성이 인정되었다(p<0.05). 식물성 오일인 thymol을 첨가한 육계 깔짚의 pH는 대조구

보다 높아지며 8주차에서는 감소되는 경향이지만 오리 깔짚에 carvacrol을 첨가한 구는 전 실험시간 동안 대조구보다 감소되는 결과를 보여주었다. 육계 깔짚보다 오리 깔짚에서 pH값이 감소되는 것은 식물성 오일의 고유한 성분이 오리깔짚 성상에서 미생물 활동을 더 크게 억제시킨다는 것을 의미한다.

식물성 오일을 처리한 깔짚으로부터 분석된 *E. coli*와 *Salmonella*에 대한 결과는 Table 2에 요약하였다. 육계 깔짚으로부터 분석한 두 처리구의 *E. coli* 값은 8주차를 제외하고 0주차와 4주차에서 통계적 유의성이 인정되었다(p<0.05). 결과적으로 대조구보다 육계 깔짚에 식물성 오일을 처리한 구에서 감소되었다. *Salmonella*의 경우, 0주차와 4주차에서는 대조구보다 식물성 오일 처리구에서 감소되었으며 8주차의 두 처리구는 검출되지 않았다. 오리 깔짚의 결과에서 *E. coli* 값은 0주차를 제외하고 4주차와 8주차에서의 대조구가

**Table 3.** The effects of essential oils on VFA of two poultry litters

Broiler litter	Treatment <sup>1</sup>		Significance
	Control	T1	
Acetate (%)			
0 week	0.89±0.07	1.19±0.06	*
4 week	1.05±0.04	1.16±0.03	NS <sup>3</sup>
8 week	0.36±0.03	1.53±0.18	*
Propionate (%)			
0 week	0.75±0.04	1.07±0.05	*
4 week	0.97±0.06	1.23±0.11	NS
8 week	0.85±0.09	2.07±0.38	*
Duck litter	Treatment <sup>2</sup>		Significance
	Control	T2	
Acetate (%)			
0 week	ND <sup>4</sup>	ND	-
4 week	ND	ND	-
8 week	ND	ND	-
Propionate (%)			
0 week	ND	ND	-
4 week	ND	ND	-
8 week	ND	ND	-

Data are expressed as mean±standard error.

<sup>1</sup>Control = 200 g broiler litter, T1 = 50 g thymol/200 g broiler litter.

<sup>2</sup>Control = 200 g duck litter, T2 = 50 g carvacrol/200 g duck litter.

<sup>3</sup>NS: not significant..

<sup>4</sup>ND: not detect.

\*p<0.05.

식물성 오일 처리구보다 감소되는 것으로 나타났으며 (p<0.05), 육계 깔짚과는 반대의 결과를 보여 주었다. 두 처리구의 *Salmonella* 값은 4주차에서만 통계적 차이를 보였으며(p<0.05), 0주차와 8주차에서 아무런 영향을 주지 않았다(p>0.05). 전체적으로 식물성 오일 처리구는 *Salmonella* 값이 대조구와 비교할 때 높게 나타났다. 이러한 결과는 육계 깔짚에 식물성 오일을 첨가하는 것이 오리 깔짚에 처리하는 것보다 병원성 미생물을 감소시키는 데 효과적임을 의미한다. 이는 thymol이 carvacrol 보다 깔짚에 존재하는 병원성 미생물의 성장을 억제하는 능력이 높은 것으로 해석 할 수 있다. 우리의 결과는 thymol을 가축분뇨(Animal wastes)에 처리하면 미생물 대사를 제어하는데 효과적이라고 보고한 Varel과 Miller(2001)와 Varel(2002)의 연구를 뒷받침한다.

식물성 오일에 대한 휘발성지방산 결과는 Table 3

과 같다. 육계깔짚에서의 acetate와 propionate 함량은 0주차와 8주차의 경우, 두 처리구에서 통계적 차이를 보였지만(p<0.05) 4주차에서는 특별한 차이는 없었다(p>0.05). 전체적인 결과를 보면 대조구보다 식물성 오일 처리구에서 acetate와 propionate 함량이 높았다. 이 연구의 가장 흥미로운점은 대조구와 식물성 오일을 처리한 오리깔짚에서의 acetate와 propionate 함량이 0주차, 4주차 그리고 8주차에서 검출되지 않았다는 점이다. 휘발성지방산 결과를 보면, 식물성 오일을 육계깔짚과 오리깔짚에 처리하는 것이 악취의 원인으로 알려진 휘발성지방산에 큰 영향을 주지 않는 것으로 판단된다. 그 이유는 사용된 식물성 오일의 친유성으로 해석 할 수 있다. 일부 연구에서 식물성 오일은 가축분뇨에서 발생하는 휘발성지방산을 감소를 시키며, pH가 낮아진다고 하였다(Varel et al., 2004). 그 예로 우분뇨에 식물성 오일인 eugenol을 첨가하면 thymol

보다 분변 대장균과 휘발성지방산 생성을 효과적으로 제어하여 pH를 빠르게 감소시켜 미생물 활동과 영양분 방출을 억제한다고 하였다(Varel et al., 2004). 그렇지만 우리의 결과에서는 관측되지 않았다.

#### 4. 결론

식물성 오일을 육계깔짚과 오리깔짚에 첨가 시 연구 결과를 종합하면 다음과 같다.

첫째, 육계깔짚에 식물성 오일인 thymol 첨가는 육계깔짚에서 pH값은 증가하였지만 휘발성지방산보다는 병원성 미생물을 감소시키는데 영향을 주었다.

둘째, 오리깔짚에서 식물성 오일인 carvacrol을 첨가는 pH값의 감소에는 약간의 효과를 보이지만 병원성 미생물과 휘발성지방산을 감소시키는데 큰 영향을 주지 않았다.

결과적으로, 이러한 차이가 나는 이유는 사용된 식물성 오일과 두 깔짚의 성상이 다르기 때문인 것으로 판단된다. 또한, 그간 깔짚에서 발생하는 악취를 제어하는 것은 pH로 예상하였지만 이를 입증하지 못했으며 추후 현장연구를 통해 밝힐 필요성이 있다.

#### 감사의 글

본 연구는 경상북도 교육청 “2019년 제15회 미래과 학자양성프로그램 운영 계획” 연구사업의 지원에 이루어진 것입니다.

#### REFERENCE

Choi, I. H., Lee, H. J., Kim, D. H., Lee, Y. B., Kim, S. C., 2015, Evaluation of probiotics on animal husbandry and environmental management as manure additives to reduce pathogen and gas emissions in pig slurry, *J. Environ. Sci. Int.*, 24, 25-30.

Dorman, H. J. D., Deans, S. G., 2000, Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils, *J. Appl. Bacteriol.*, 88, 308-316.

Kim, H. Y., Kim, S. C., Lee, H. J., Choi, I. H., Song, Y. M., 2016, Effect of replacing corn meal with barely on fecal microbial, gas emission, and volatile fatty acid (VFA) concentration in growing pig, *J. Environ. Sci. Int.*, 25, 1207-1212.

ME., 2016, 2015 Ministry of Environment Odor Complaint Survey Report.

Muck, R. E., Dickerson, J. T., 1988, Storage temperature effects on proteolysis in alfalfa silage, *Trans. ASABE.*, 31, 1005-1009.

NRC., 2002, National Research Council of the National Academies final report. Air Emissions from Animal Feeding Operations: Current Knowledge, Future Needs, National Academic Press, Washington, D.C., 1-225.

SAS Institute, 2002, SAS/STAT User's Guide: Version 8.2. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Varel, V. H., 2002, Carvacrol and thymol reduce swine waste odor and pathogens: stability of oils, *Curr. Microbiol.*, 44, 38-43.

Varel, V. H., Miller, D. N., 2001, Plant-derived oils reduce pathogens and gaseous emissions from stored cattle waste, *Appl. Environ. Microbiol.*, 67, 1366-1370.

Varel, V. H., Miller, D. N., Lindsay, A. D., 2004, Plant oils thymol and eugenol affect cattle and swine waste emissions differently, *Water. Sci. Technol.*, 50, 207-214.

- 
- Professor. Woo-Whan Jang  
Department of Food and Resource Economics, Kyungpook National University  
wwjang@knu.ac.kr
  - Professor. In-Hag Choi  
Division of Companion Animal Science, Joongbu University  
wicw@chol.com